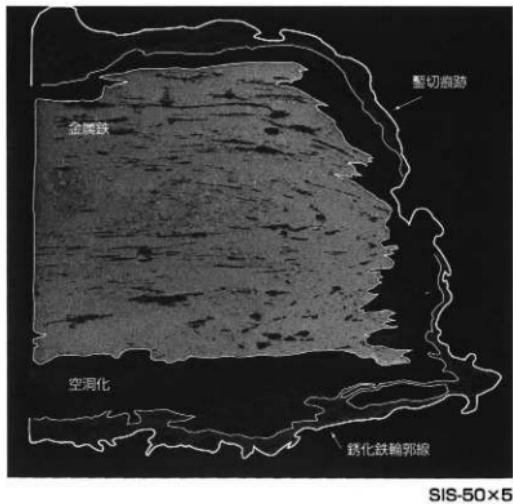


SIS-48×10

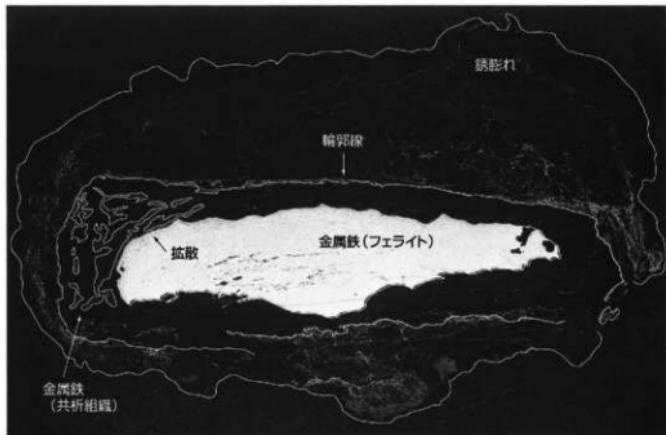


SIS-49×10

Photo.50 上段：小割鉄（SIS-48）のマクロ組織（ $\times 10$ ）  
下段：鉄製品（棒状工具）（SIS-49）のマクロ組織（ $\times 10$ ）



SIS-50×5



SIS-51×5

Photo.51 上段：鉄製品（工具？）(SIS-50) のマクロ組織（×5）

下段：鉄製品（工具？）(SIS-51) のマクロ組織（×5）

Photo.37②  
撮影箇所

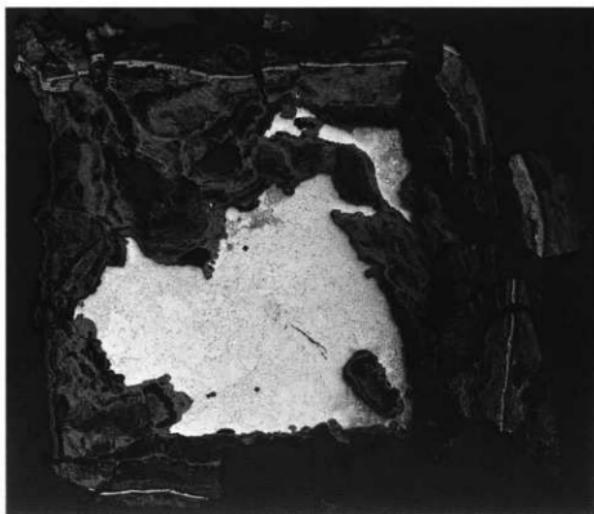
Photo.36①  
撮影箇所



↓

↓

SIS-52×5



SIS-53×5

Photo.52 上段：板状鉄製品（くさび？）(SIS-52) のマクロ組織（×5）  
下段：鉄製品（釘？）(SIS-53) のマクロ組織（×5）

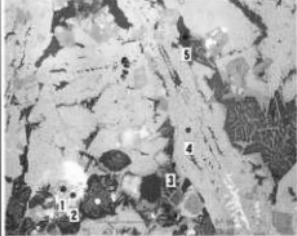
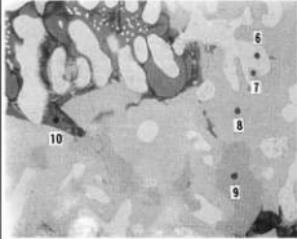
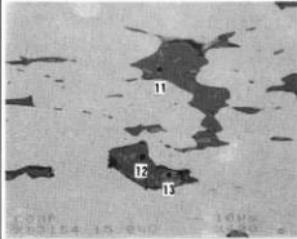
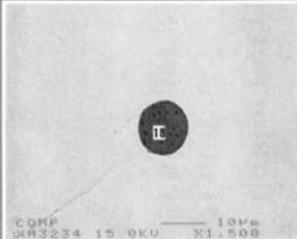
| COMP<br>×300                   |     | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Na<sub>2</sub>O</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>MgO</td> <td>1.177</td> <td>1.003</td> <td>—</td> <td>0.007</td> <td>0.007</td> </tr> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>38.546</td> <td>13.592</td> <td>0.996</td> <td>3.158</td> <td>23.641</td> </tr> <tr> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>0.546</td> <td>0.649</td> <td>32.710</td> <td>31.359</td> <td>0.118</td> </tr> <tr> <td>TiO<sub>2</sub></td> <td>0.064</td> <td>0.041</td> <td>0.043</td> <td>0.039</td> <td>0.018</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>0.024</td> <td>0.024</td> <td>—</td> <td>0.024</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>K<sub>2</sub>O</td> <td>0.054</td> <td>0.179</td> <td>0.229</td> <td>0.102</td> <td>0.042</td> </tr> <tr> <td>CaO</td> <td>0.067</td> <td>0.115</td> <td>18.094</td> <td>1.079</td> <td>0.008</td> </tr> <tr> <td>TiO<sub>3</sub></td> <td>5.266</td> <td>17.235</td> <td>0.077</td> <td>0.112</td> <td>0.005</td> </tr> <tr> <td>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>0.149</td> <td>0.148</td> <td>—</td> <td>0.024</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>CaO</td> <td>0.036</td> <td>0.036</td> <td>0.009</td> <td>0.031</td> <td>0.009</td> </tr> <tr> <td>FeO</td> <td>54.177</td> <td>55.429</td> <td>45.676</td> <td>68.358</td> <td>0.094</td> </tr> <tr> <td>ZnO</td> <td>—</td> <td>0.026</td> <td>0.017</td> <td>0.082</td> <td>0.008</td> </tr> <tr> <td>VaO</td> <td>0.029</td> <td>0.039</td> <td>—</td> <td>0.004</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>101.092</td> <td>100.471</td> <td>95.653</td> <td>101.843</td> <td>102.095</td> </tr> </tbody> </table>                | Element | 1       | 2       | 3  | 4     | 5  | F                 | —     | —                 | —     | —                 | —     | Na <sub>2</sub> O              | —     | —     | —                | —                              | —     | MgO              | 1.177 | 1.003                          | —     | 0.007 | 0.007 | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 38.546           | 13.592 | 0.996 | 3.158  | 23.641 | SiO <sub>2</sub> | 0.546 | 0.649            | 32.710                         | 31.359 | 0.118  | TiO <sub>2</sub> | 0.064 | 0.041 | 0.043 | 0.039            | 0.018  | S      | 0.024  | 0.024                          | —     | 0.024 | —     | K <sub>2</sub> O | 0.054 | 0.179            | 0.229 | 0.102   | 0.042 | CaO   | 0.067                          | 0.115 | 18.094 | 1.079 | 0.008 | TiO <sub>3</sub> | 5.266 | 17.235 | 0.077 | 0.112 | 0.005   | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.149   | 0.148 | —     | 0.024 | —     | CaO              | 0.036 | 0.036 | 0.009 | 0.031 | 0.009 | FeO   | 54.177  | 55.429 | 45.676  | 68.358  | 0.094  | ZnO | —       | 0.026 | 0.017 | 0.082 | 0.008 | VaO | 0.029 | 0.039 | —     | 0.004 | — | Total | 101.092 | 100.471 | 95.653  | 101.843 | 102.095 | SIS-3-1 |
|--------------------------------|---|--|---------|---------|---------|----|-------|----|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|--------------------------------|-------|-------|------------------|--------------------------------|-------|------------------|-------|--------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------------|------------------|--------|-------|--------|--------|------------------|-------|------------------|--------------------------------|--------|--------|------------------|-------|-------|-------|------------------|--------|--------|--------|--------------------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|------------------|-------|---------|-------|-------|--------------------------------|-------|--------|-------|-------|------------------|-------|--------|-------|-------|---------|--------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|---------|---------|--------|-----|---------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|---|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Element                        | 1   | 2  | 3       | 4       | 5       |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| F                              | —   | —  | —       | —       | —       |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Na <sub>2</sub> O              | —   | —  | —       | —       | —       |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| MgO                            | 1.177   | 1.003  | —       | 0.007   | 0.007   |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 38.546  | 13.592   | 0.996   | 3.158   | 23.641  |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| SiO <sub>2</sub>               | 0.546   | 0.649  | 32.710  | 31.359  | 0.118   |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.064   | 0.041  | 0.043   | 0.039   | 0.018   |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| S                              | 0.024   | 0.024  | —       | 0.024   | —       |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| K <sub>2</sub> O               | 0.054   | 0.179  | 0.229   | 0.102   | 0.042   |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| CaO                            | 0.067   | 0.115  | 18.094  | 1.079   | 0.008   |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| TiO <sub>3</sub>               | 5.266   | 17.235   | 0.077   | 0.112   | 0.005   |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.149   | 0.148  | —       | 0.024   | —       |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| CaO                            | 0.036   | 0.036  | 0.009   | 0.031   | 0.009   |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| FeO                            | 54.177  | 55.429   | 45.676  | 68.358  | 0.094   |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| ZnO                            | —   | 0.026  | 0.017   | 0.082   | 0.008   |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| VaO                            | 0.029   | 0.039  | —       | 0.004   | —       |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Total                          | 101.092   | 100.471  | 95.653  | 101.843 | 102.095 |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| COMP<br>×1000                  |    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Na<sub>2</sub>O</td> <td>0.004</td> <td>0.284</td> <td>0.002</td> <td>—</td> <td>0.025</td> </tr> <tr> <td>MgO</td> <td>0.003</td> <td>0.396</td> <td>0.003</td> <td>0.071</td> <td>0.018</td> </tr> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>0.448</td> <td>11.074</td> <td>0.114</td> <td>44.869</td> <td>18.743</td> </tr> <tr> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>0.475</td> <td>1.256</td> <td>0.067</td> <td>0.294</td> <td>23.235</td> </tr> <tr> <td>TiO<sub>2</sub></td> <td>0.004</td> <td>0.004</td> <td>0.003</td> <td>0.003</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>0.009</td> <td>0.039</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>0.117</td> </tr> <tr> <td>K<sub>2</sub>O</td> <td>0.005</td> <td>0.115</td> <td>—</td> <td>0.022</td> <td>0.241</td> </tr> <tr> <td>CaO</td> <td>0.004</td> <td>0.154</td> <td>0.280</td> <td>0.005</td> <td>0.141</td> </tr> <tr> <td>TiO<sub>3</sub></td> <td>0.009</td> <td>14.020</td> <td>0.008</td> <td>2.040</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>0.006</td> <td>0.352</td> <td>0.007</td> <td>0.031</td> <td>0.025</td> </tr> <tr> <td>MoO<sub>3</sub></td> <td>0.116</td> <td>0.374</td> <td>0.098</td> <td>0.067</td> <td>0.023</td> </tr> <tr> <td>FeO</td> <td>803.269</td> <td>70.133</td> <td>69.209</td> <td>0.399</td> <td>31.620</td> </tr> <tr> <td>ZnO</td> <td>—</td> <td>0.022</td> <td>0.009</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>VaO</td> <td>—</td> <td>0.061</td> <td>0.020</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>302.185</td> <td>96.942</td> <td>101.455</td> <td>103.364</td> <td>85.203</td> </tr> </tbody> </table> | Element | 6       | 7       | 8  | 9     | 10 | F                 | —     | —                 | —     | —                 | —     | Na <sub>2</sub> O              | 0.004 | 0.284 | 0.002            | —                              | 0.025 | MgO              | 0.003 | 0.396                          | 0.003 | 0.071 | 0.018 | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.448            | 11.074 | 0.114 | 44.869 | 18.743 | SiO <sub>2</sub> | 0.475 | 1.256            | 0.067                          | 0.294  | 23.235 | TiO <sub>2</sub> | 0.004 | 0.004 | 0.003 | 0.003            | —      | S      | 0.009  | 0.039                          | —     | —     | 0.117 | K <sub>2</sub> O | 0.005 | 0.115            | —     | 0.022   | 0.241 | CaO   | 0.004                          | 0.154 | 0.280  | 0.005 | 0.141 | TiO <sub>3</sub> | 0.009 | 14.020 | 0.008 | 2.040 | —       | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.006   | 0.352 | 0.007 | 0.031 | 0.025 | MoO <sub>3</sub> | 0.116 | 0.374 | 0.098 | 0.067 | 0.023 | FeO   | 803.269 | 70.133 | 69.209  | 0.399   | 31.620 | ZnO | —       | 0.022 | 0.009 | —     | —     | VaO | —     | 0.061 | 0.020 | —     | — | Total | 302.185 | 96.942  | 101.455 | 103.364 | 85.203  | SIS-3-2 |
| Element                        | 6   | 7  | 8       | 9       | 10      |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| F                              | —   | —  | —       | —       | —       |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.004   | 0.284  | 0.002   | —       | 0.025   |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| MgO                            | 0.003   | 0.396  | 0.003   | 0.071   | 0.018   |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.448   | 11.074   | 0.114   | 44.869  | 18.743  |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| SiO <sub>2</sub>               | 0.475   | 1.256  | 0.067   | 0.294   | 23.235  |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.004   | 0.004  | 0.003   | 0.003   | —       |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| S                              | 0.009   | 0.039  | —       | —       | 0.117   |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| K <sub>2</sub> O               | 0.005   | 0.115  | —       | 0.022   | 0.241   |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| CaO                            | 0.004   | 0.154  | 0.280   | 0.005   | 0.141   |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| TiO <sub>3</sub>               | 0.009   | 14.020   | 0.008   | 2.040   | —       |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.006   | 0.352  | 0.007   | 0.031   | 0.025   |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| MoO <sub>3</sub>               | 0.116   | 0.374  | 0.098   | 0.067   | 0.023   |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| FeO                            | 803.269   | 70.133   | 69.209  | 0.399   | 31.620  |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| ZnO                            | —   | 0.022  | 0.009   | —       | —       |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| VaO                            | —   | 0.061  | 0.020   | —       | —       |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Total                          | 302.185   | 96.942   | 101.455 | 103.364 | 85.203  |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| COMP<br>×600                   |    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>11</th> <th>12</th> <th>13</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Na<sub>2</sub>O</td> <td>0.008</td> <td>0.715</td> <td>0.020</td> </tr> <tr> <td>MgO</td> <td>5.275</td> <td>2.237</td> <td>4.511</td> </tr> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>5.807</td> <td>18.232</td> <td>5.681</td> </tr> <tr> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>6.600</td> <td>1.257</td> <td>5.254</td> </tr> <tr> <td>TiO<sub>2</sub></td> <td>0.022</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>0.001</td> <td>0.006</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>K<sub>2</sub>O</td> <td>0.048</td> <td>0.192</td> <td>0.071</td> </tr> <tr> <td>CaO</td> <td>0.049</td> <td>0.198</td> <td>0.121</td> </tr> <tr> <td>TiO<sub>3</sub></td> <td>11.039</td> <td>5.396</td> <td>95.014</td> </tr> <tr> <td>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>0.002</td> <td>—</td> <td>0.123</td> </tr> <tr> <td>MoO<sub>3</sub></td> <td>0.134</td> <td>0.141</td> <td>0.037</td> </tr> <tr> <td>FeO</td> <td>1.895</td> <td>1.988</td> <td>1.711</td> </tr> <tr> <td>ZnO</td> <td>0.004</td> <td>0.009</td> <td>0.023</td> </tr> <tr> <td>VaO</td> <td>0.001</td> <td>—</td> <td>1.369</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>103.202</td> <td>97.962</td> <td>106.401</td> </tr> </tbody> </table>   | Element | 11      | 12      | 13 | F     | —  | —                 | —     | Na <sub>2</sub> O | 0.008 | 0.715             | 0.020 | MgO                            | 5.275 | 2.237 | 4.511            | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5.807 | 18.232           | 5.681 | SiO <sub>2</sub>               | 6.600 | 1.257 | 5.254 | TiO <sub>2</sub>               | 0.022            | —      | —     | S      | 0.001  | 0.006            | —     | K <sub>2</sub> O | 0.048                          | 0.192  | 0.071  | CaO              | 0.049 | 0.198 | 0.121 | TiO <sub>3</sub> | 11.039 | 5.396  | 95.014 | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.002 | —     | 0.123 | MoO <sub>3</sub> | 0.134 | 0.141            | 0.037 | FeO     | 1.895 | 1.988 | 1.711                          | ZnO   | 0.004  | 0.009 | 0.023 | VaO              | 0.001 | —      | 1.369 | Total | 103.202 | 97.962                         | 106.401 | SIS-4 |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Element                        | 11  | 12   | 13      |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| F                              | —   | —  | —       |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.008   | 0.715  | 0.020   |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| MgO                            | 5.275   | 2.237  | 4.511   |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5.807   | 18.232   | 5.681   |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| SiO <sub>2</sub>               | 6.600   | 1.257  | 5.254   |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.022   | —  | —       |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| S                              | 0.001   | 0.006  | —       |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| K <sub>2</sub> O               | 0.048   | 0.192  | 0.071   |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| CaO                            | 0.049   | 0.198  | 0.121   |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| TiO <sub>3</sub>               | 11.039  | 5.396  | 95.014  |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.002   | —  | 0.123   |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| MoO <sub>3</sub>               | 0.134   | 0.141  | 0.037   |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| FeO                            | 1.895   | 1.988  | 1.711   |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| ZnO                            | 0.004   | 0.009  | 0.023   |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| VaO                            | 0.001   | —  | 1.369   |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Total                          | 103.202   | 97.962   | 106.401 |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| COMP<br>×1000                  |   | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>14</th> <th>15</th> <th>16</th> <th>17</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Na<sub>2</sub>O</td> <td>0.002</td> <td>0.003</td> <td>0.725</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>MgO</td> <td>1.322</td> <td>0.499</td> <td>2.058</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>1.325</td> <td>0.497</td> <td>2.058</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>1.948</td> <td>0.489</td> <td>26.145</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>TiO<sub>2</sub></td> <td>0.074</td> <td>0.023</td> <td>0.276</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>0.004</td> <td>0.004</td> <td>0.175</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>K<sub>2</sub>O</td> <td>0.024</td> <td>0.024</td> <td>0.198</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>CaO</td> <td>0.024</td> <td>0.024</td> <td>0.198</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>TiO<sub>3</sub></td> <td>3.542</td> <td>0.668</td> <td>9.529</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>0.118</td> <td>0.041</td> <td>0.037</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>MoO<sub>3</sub></td> <td>0.134</td> <td>0.141</td> <td>0.037</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>FeO</td> <td>1.895</td> <td>1.988</td> <td>1.711</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ZnO</td> <td>0.004</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>VaO</td> <td>0.018</td> <td>0.007</td> <td>0.228</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>103.184</td> <td>103.320</td> <td>96.155</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>   | Element | 14      | 15      | 16 | 17    | F  | —                 | —     | —                 | —     | Na <sub>2</sub> O | 0.002 | 0.003                          | 0.725 | —     | MgO              | 1.322                          | 0.499 | 2.058            | —     | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1.325 | 0.497 | 2.058 | —                              | SiO <sub>2</sub> | 1.948  | 0.489 | 26.145 | —      | TiO <sub>2</sub> | 0.074 | 0.023            | 0.276                          | —      | S      | 0.004            | 0.004 | 0.175 | —     | K <sub>2</sub> O | 0.024  | 0.024  | 0.198  | —                              | CaO   | 0.024 | 0.024 | 0.198            | —     | TiO <sub>3</sub> | 3.542 | 0.668   | 9.529 | —     | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.118 | 0.041  | 0.037 | —     | MoO <sub>3</sub> | 0.134 | 0.141  | 0.037 | —     | FeO     | 1.895                          | 1.988   | 1.711 | —     | ZnO   | 0.004 | —                | —     | —     | VaO   | 0.018 | 0.007 | 0.228 | —       | Total  | 103.184 | 103.320 | 96.155 | —   | SIS-6-1 |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Element                        | 14  | 15   | 16      | 17      |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| F                              | —   | —  | —       | —       |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.002   | 0.003  | 0.725   | —       |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| MgO                            | 1.322   | 0.499  | 2.058   | —       |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1.325   | 0.497  | 2.058   | —       |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| SiO <sub>2</sub>               | 1.948   | 0.489  | 26.145  | —       |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.074   | 0.023  | 0.276   | —       |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| S                              | 0.004   | 0.004  | 0.175   | —       |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| K <sub>2</sub> O               | 0.024   | 0.024  | 0.198   | —       |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| CaO                            | 0.024   | 0.024  | 0.198   | —       |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| TiO <sub>3</sub>               | 3.542   | 0.668  | 9.529   | —       |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.118   | 0.041  | 0.037   | —       |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| MoO <sub>3</sub>               | 0.134   | 0.141  | 0.037   | —       |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| FeO                            | 1.895   | 1.988  | 1.711   | —       |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| ZnO                            | 0.004   | —  | —       | —       |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| VaO                            | 0.018   | 0.007  | 0.228   | —       |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Total                          | 103.184   | 103.320  | 96.155  | —       |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| COMP<br>×1500                  |  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>18</th> <th>19</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F</td> <td>0.054</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Na<sub>2</sub>O</td> <td>0.017</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>MgO</td> <td>0.387</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>0.355</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>0.003</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>TiO<sub>2</sub></td> <td>2.786</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>0.020</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>K<sub>2</sub>O</td> <td>2.187</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>CaO</td> <td>3.361</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>TiO<sub>3</sub></td> <td>1.872</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>0.014</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>MoO<sub>3</sub></td> <td>0.129</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>FeO</td> <td>78.249</td> <td>91.298</td> <td>33.636</td> </tr> <tr> <td>ZnO</td> <td>0.014</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>VaO</td> <td>0.018</td> <td>0.007</td> <td>0.228</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>102.279</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>  | Element | 18      | 19      | F  | 0.054 | —  | Na <sub>2</sub> O | 0.017 | —                 | MgO   | 0.387             | —     | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.355 | —     | SiO <sub>2</sub> | 0.003                          | —     | TiO <sub>2</sub> | 2.786 | —                              | S     | 0.020 | —     | K <sub>2</sub> O               | 2.187            | —      | CaO   | 3.361  | —      | TiO <sub>3</sub> | 1.872 | —                | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.014  | —      | MoO <sub>3</sub> | 0.129 | —     | FeO   | 78.249           | 91.298 | 33.636 | ZnO    | 0.014                          | —     | —     | VaO   | 0.018            | 0.007 | 0.228            | Total | 102.279 | —     | —     | SIS-6-2                        |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Element                        | 18  | 19   |         |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| F                              | 0.054   | —  |         |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.017   | —  |         |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| MgO                            | 0.387   | —  |         |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.355   | —  |         |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| SiO <sub>2</sub>               | 0.003   | —  |         |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| TiO <sub>2</sub>               | 2.786   | —  |         |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| S                              | 0.020   | —  |         |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| K <sub>2</sub> O               | 2.187   | —  |         |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| CaO                            | 3.361   | —  |         |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| TiO <sub>3</sub>               | 1.872   | —  |         |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.014   | —  |         |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| MoO <sub>3</sub>               | 0.129   | —  |         |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| FeO                            | 78.249  | 91.298   | 33.636  |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| ZnO                            | 0.014   | —  | —       |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| VaO                            | 0.018   | 0.007  | 0.228   |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| Total                          | 102.279   | —  | —       |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| SIS-6                          |   |  |         |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |
| SIS-6                          |   |  |         |         |         |    |       |    |                   |       |                   |       |                   |       |                                |       |       |                  |                                |       |                  |       |                                |       |       |       |                                |                  |        |       |        |        |                  |       |                  |                                |        |        |                  |       |       |       |                  |        |        |        |                                |       |       |       |                  |       |                  |       |         |       |       |                                |       |        |       |       |                  |       |        |       |       |         |                                |         |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |         |        |         |         |        |     |         |       |       |       |       |     |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |         |         |

Photo.53 津部鉱物相及び鉄中非金属介在物の反射電子像と定量分析値

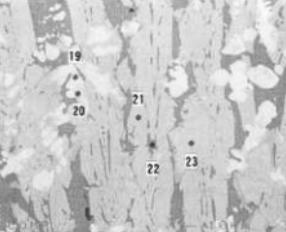
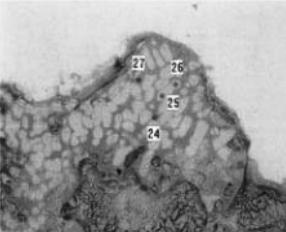
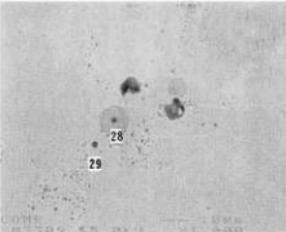
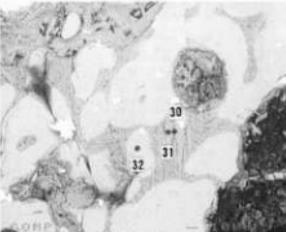
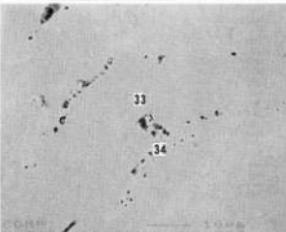
| COMP<br>×400                   |     | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>19</th> <th>20</th> <th>21</th> <th>22</th> <th>23</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>-</td> <td>0.004</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>MnO</td> <td>0.008</td> <td>0.538</td> <td>0.466</td> <td>0.733</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>2.682</td> <td>0.765</td> <td>1.661</td> <td>0.559</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>26.300</td> <td>0.398</td> <td>0.222</td> <td>36.222</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>MnO</td> <td>0.021</td> <td>0.001</td> <td>0.001</td> <td>0.001</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>0.077</td> <td>0.006</td> <td>0.003</td> <td>0.008</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>K<sub>2</sub>O</td> <td>1.111</td> <td>0.037</td> <td>0.012</td> <td>2.755</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>CaO</td> <td>2.097</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>TiO<sub>2</sub></td> <td>3.48</td> <td>2.072</td> <td>3.86</td> <td>1.596</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>-</td> <td>0.071</td> <td>0.112</td> <td>0.056</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>MnO</td> <td>0.075</td> <td>0.137</td> <td>0.143</td> <td>0.079</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>PdO</td> <td>62.007</td> <td>96.707</td> <td>94.116</td> <td>94.540</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ZrO<sub>2</sub></td> <td>0.009</td> <td>0.008</td> <td>0.005</td> <td>0.006</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></td> <td>0.154</td> <td>0.187</td> <td>0.278</td> <td>0.096</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>102.363</td> <td>101.227</td> <td>101.301</td> <td>100.393</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> | Element | 19      | 20 | 21 | 22 | 23    | F                | -     | -                | -     | -                | -     | SiO <sub>2</sub>               | -     | 0.004 | -                | -                              | -     | MnO   | 0.008 | 0.538                          | 0.466                          | 0.733  | -     | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2.682            | 0.765  | 1.661            | 0.559                          | -      | SiO <sub>2</sub>               | 26.300 | 0.398            | 0.222 | 36.222 | -                              | MnO   | 0.021  | 0.001   | 0.001            | 0.001            | -     | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.077 | 0.006                          | 0.003 | 0.008   | -       | K <sub>2</sub> O | 1.111   | 0.037            | 0.012 | 2.755        | -      | CaO    | 2.097                          | -                | -     | -     | -     | TiO <sub>2</sub>              | 3.48  | 2.072 | 3.86  | 1.596 | -      | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -       | 0.071        | 0.112  | 0.056            | -     | MnO   | 0.075 | 0.137 | 0.143                         | 0.079 | -     | PdO   | 62.007 | 96.707 | 94.116  | 94.540  | -       | ZrO <sub>2</sub> | 0.009  | 0.008 | 0.005 | 0.006 | - | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0.154 | 0.187 | 0.278 | 0.096 | - | Total | 102.363 | 101.227 | 101.301 | 100.393 | - | SIS-15 |
|--------------------------------|---|---|---------|---------|----|----|----|-------|------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|--------------------------------|-------|-------|------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------------|--------------------------------|--------|-------|--------------------------------|------------------|--------|------------------|--------------------------------|--------|--------------------------------|--------|------------------|-------|--------|--------------------------------|-------|--------|---------|------------------|------------------|-------|--------------------------------|-------|--------------------------------|-------|---------|---------|------------------|---------|------------------|-------|--------------|--------|--------|--------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------------------------------|---------|--------------|--------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|------------------|--------|-------|-------|-------|---|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|---|-------|---------|---------|---------|---------|---|--------|
| Element                        | 19  | 20  | 21      | 22      | 23 |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| F                              | -   | -   | -       | -       | -  |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| SiO <sub>2</sub>               | -   | 0.004   | -       | -       | -  |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| MnO                            | 0.008   | 0.538   | 0.466   | 0.733   | -  |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2.682   | 0.765   | 1.661   | 0.559   | -  |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| SiO <sub>2</sub>               | 26.300  | 0.398   | 0.222   | 36.222  | -  |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| MnO                            | 0.021   | 0.001   | 0.001   | 0.001   | -  |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.077   | 0.006   | 0.003   | 0.008   | -  |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| K <sub>2</sub> O               | 1.111   | 0.037   | 0.012   | 2.755   | -  |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| CaO                            | 2.097   | -   | -       | -       | -  |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| TiO <sub>2</sub>               | 3.48  | 2.072   | 3.86    | 1.596   | -  |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -   | 0.071   | 0.112   | 0.056   | -  |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| MnO                            | 0.075   | 0.137   | 0.143   | 0.079   | -  |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| PdO                            | 62.007  | 96.707  | 94.116  | 94.540  | -  |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| ZrO <sub>2</sub>               | 0.009   | 0.008   | 0.005   | 0.006   | -  |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.154   | 0.187   | 0.278   | 0.096   | -  |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Total                          | 102.363   | 101.227   | 101.301 | 100.393 | -  |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| COMP<br>×400                   |    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>24</th> <th>25</th> <th>26</th> <th>27</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>0.008</td> <td>0.004</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>MnO</td> <td>0.008</td> <td>0.538</td> <td>0.466</td> <td>0.733</td> </tr> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>2.682</td> <td>0.765</td> <td>1.661</td> <td>0.559</td> </tr> <tr> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>26.300</td> <td>0.398</td> <td>0.222</td> <td>36.222</td> </tr> <tr> <td>MnO</td> <td>0.021</td> <td>0.001</td> <td>0.001</td> <td>0.001</td> </tr> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>0.077</td> <td>0.006</td> <td>0.003</td> <td>0.008</td> </tr> <tr> <td>K<sub>2</sub>O</td> <td>1.111</td> <td>0.037</td> <td>0.012</td> <td>2.755</td> </tr> <tr> <td>CaO</td> <td>2.097</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>TiO<sub>2</sub></td> <td>3.48</td> <td>2.072</td> <td>3.86</td> <td>1.596</td> </tr> <tr> <td>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>-</td> <td>0.071</td> <td>0.112</td> <td>0.056</td> </tr> <tr> <td>MnO</td> <td>0.075</td> <td>0.137</td> <td>0.143</td> <td>0.079</td> </tr> <tr> <td>PdO</td> <td>62.007</td> <td>96.707</td> <td>94.116</td> <td>94.540</td> </tr> <tr> <td>ZrO<sub>2</sub></td> <td>0.009</td> <td>0.008</td> <td>0.005</td> <td>0.006</td> </tr> <tr> <td>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></td> <td>0.154</td> <td>0.187</td> <td>0.278</td> <td>0.096</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>102.363</td> <td>101.227</td> <td>101.301</td> <td>100.393</td> </tr> </tbody> </table>   | Element | 24      | 25 | 26 | 27 | F     | -                | -     | -                | -     | SiO <sub>2</sub> | 0.008 | 0.004                          | -     | -     | MnO              | 0.008                          | 0.538 | 0.466 | 0.733 | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2.682                          | 0.765  | 1.661 | 0.559                          | SiO <sub>2</sub> | 26.300 | 0.398            | 0.222                          | 36.222 | MnO                            | 0.021  | 0.001            | 0.001 | 0.001  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.077 | 0.006  | 0.003   | 0.008            | K <sub>2</sub> O | 1.111 | 0.037                          | 0.012 | 2.755                          | CaO   | 2.097   | -       | -                | -       | TiO <sub>2</sub> | 3.48  | 2.072        | 3.86   | 1.596  | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -                | 0.071 | 0.112 | 0.056 | MnO                           | 0.075 | 0.137 | 0.143 | 0.079 | PdO    | 62.007                         | 96.707  | 94.116       | 94.540 | ZrO <sub>2</sub> | 0.009 | 0.008 | 0.005 | 0.006 | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0.154 | 0.187 | 0.278 | 0.096  | Total  | 102.363 | 101.227 | 101.301 | 100.393          | SIS-15 |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Element                        | 24  | 25  | 26      | 27      |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| F                              | -   | -   | -       | -       |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| SiO <sub>2</sub>               | 0.008   | 0.004   | -       | -       |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| MnO                            | 0.008   | 0.538   | 0.466   | 0.733   |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2.682   | 0.765   | 1.661   | 0.559   |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| SiO <sub>2</sub>               | 26.300  | 0.398   | 0.222   | 36.222  |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| MnO                            | 0.021   | 0.001   | 0.001   | 0.001   |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.077   | 0.006   | 0.003   | 0.008   |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| K <sub>2</sub> O               | 1.111   | 0.037   | 0.012   | 2.755   |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| CaO                            | 2.097   | -   | -       | -       |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| TiO <sub>2</sub>               | 3.48  | 2.072   | 3.86    | 1.596   |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -   | 0.071   | 0.112   | 0.056   |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| MnO                            | 0.075   | 0.137   | 0.143   | 0.079   |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| PdO                            | 62.007  | 96.707  | 94.116  | 94.540  |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| ZrO <sub>2</sub>               | 0.009   | 0.008   | 0.005   | 0.006   |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.154   | 0.187   | 0.278   | 0.096   |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Total                          | 102.363   | 101.227   | 101.301 | 100.393 |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| COMP<br>×1000                  |    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>28</th> <th>29</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>0.025</td> <td>0.067</td> </tr> <tr> <td>MnO</td> <td>0.017</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>0.007</td> <td>0.036</td> </tr> <tr> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>0.021</td> <td>0.111</td> </tr> <tr> <td>PdO</td> <td>0.124</td> <td>18.990</td> </tr> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>-</td> <td>0.643</td> </tr> <tr> <td>K<sub>2</sub>O</td> <td>-</td> <td>0.006</td> </tr> <tr> <td>TiO<sub>2</sub></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>MnO</td> <td>-</td> <td>0.023</td> </tr> <tr> <td>PdO</td> <td>0.165</td> <td>120.589</td> </tr> <tr> <td>ZrO<sub>2</sub></td> <td>-</td> <td>0.022</td> </tr> <tr> <td>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></td> <td>0.158</td> <td>0.027</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>106.636</td> <td>101.029</td> </tr> </tbody> </table>  | Element | 28      | 29 | F  | -  | -     | SiO <sub>2</sub> | 0.025 | 0.067            | MnO   | 0.017            | -     | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.007 | 0.036 | SiO <sub>2</sub> | 0.021                          | 0.111 | PdO   | 0.124 | 18.990                         | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -      | 0.643 | K <sub>2</sub> O               | -                | 0.006  | TiO <sub>2</sub> | -                              | -      | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -      | -                | MnO   | -      | 0.023                          | PdO   | 0.165  | 120.589 | ZrO <sub>2</sub> | -                | 0.022 | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.158 | 0.027                          | Total | 106.636 | 101.029 | SIS-16           |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Element                        | 28  | 29  |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| F                              | -   | -   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| SiO <sub>2</sub>               | 0.025   | 0.067   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| MnO                            | 0.017   | -   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.007   | 0.036   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| SiO <sub>2</sub>               | 0.021   | 0.111   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| PdO                            | 0.124   | 18.990  |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -   | 0.643   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| K <sub>2</sub> O               | -   | 0.006   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| TiO <sub>2</sub>               | -   | -   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -   | -   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| MnO                            | -   | 0.023   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| PdO                            | 0.165   | 120.589   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| ZrO <sub>2</sub>               | -   | 0.022   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.158   | 0.027   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Total                          | 106.636   | 101.029   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| COMP<br>×400                   |   | <table border="1"> <tbody> <tr> <th>Element</th> <th>30</th> <th>31</th> <th>32</th> </tr> <tr> <td>F</td> <td>0.007</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>1.098</td> <td>0.290</td> <td>0.026</td> </tr> <tr> <td>MnO</td> <td>0.203</td> <td>1.301</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>0.027</td> <td>0.001</td> <td>0.008</td> </tr> <tr> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>0.384</td> <td>26.022</td> <td>0.137</td> </tr> <tr> <td>PdO</td> <td>18.442</td> <td>7.287</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>-</td> <td>0.021</td> <td>0.026</td> </tr> <tr> <td>K<sub>2</sub>O</td> <td>-</td> <td>0.017</td> <td>0.006</td> </tr> <tr> <td>CaO</td> <td>-</td> <td>1.006</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>TiO<sub>2</sub></td> <td>0.145</td> <td>0.138</td> <td>0.033</td> </tr> <tr> <td>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>-</td> <td>0.001</td> <td>0.006</td> </tr> <tr> <td>MnO</td> <td>-</td> <td>0.028</td> <td>0.001</td> </tr> <tr> <td>PdO</td> <td>34.071</td> <td>65.866</td> <td>99.245</td> </tr> <tr> <td>ZrO<sub>2</sub></td> <td>0.020</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></td> <td>0.169</td> <td>-</td> <td>0.035</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>97.831</td> <td>92.000</td> <td>101.412</td> </tr> </tbody> </table>   | Element | 30      | 31 | 32 | F  | 0.007 | -                | -     | SiO <sub>2</sub> | 1.098 | 0.290            | 0.026 | MnO                            | 0.203 | 1.301 | -                | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.027 | 0.001 | 0.008 | SiO <sub>2</sub>               | 0.384                          | 26.022 | 0.137 | PdO                            | 18.442           | 7.287  | -                | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -      | 0.021                          | 0.026  | K <sub>2</sub> O | -     | 0.017  | 0.006                          | CaO   | -      | 1.006   | -                | TiO <sub>2</sub> | 0.145 | 0.138                          | 0.033 | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -     | 0.001   | 0.006   | MnO              | -       | 0.028            | 0.001 | PdO          | 34.071 | 65.866 | 99.245                         | ZrO <sub>2</sub> | 0.020 | -     | -     | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0.169 | -     | 0.035 | Total | 97.831 | 92.000                         | 101.412 | SIS-30<br>-1 |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Element                        | 30  | 31  | 32      |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| F                              | 0.007   | -   | -       |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| SiO <sub>2</sub>               | 1.098   | 0.290   | 0.026   |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| MnO                            | 0.203   | 1.301   | -       |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.027   | 0.001   | 0.008   |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| SiO <sub>2</sub>               | 0.384   | 26.022  | 0.137   |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| PdO                            | 18.442  | 7.287   | -       |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -   | 0.021   | 0.026   |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| K <sub>2</sub> O               | -   | 0.017   | 0.006   |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| CaO                            | -   | 1.006   | -       |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.145   | 0.138   | 0.033   |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -   | 0.001   | 0.006   |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| MnO                            | -   | 0.028   | 0.001   |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| PdO                            | 34.071  | 65.866  | 99.245  |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| ZrO <sub>2</sub>               | 0.020   | -   | -       |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.169   | -   | 0.035   |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Total                          | 97.831  | 92.000  | 101.412 |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| COMP<br>×1500                  |  | <table border="1"> <tbody> <tr> <th>Element</th> <th>33</th> <th>34</th> </tr> <tr> <td>F</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>MnO</td> <td>-</td> <td>0.003</td> </tr> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>-</td> <td>0.011</td> </tr> <tr> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>-</td> <td>0.006</td> </tr> <tr> <td>PdO</td> <td>-</td> <td>0.006</td> </tr> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>-</td> <td>0.011</td> </tr> <tr> <td>K<sub>2</sub>O</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>TiO<sub>2</sub></td> <td>0.022</td> <td>0.009</td> </tr> <tr> <td>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>0.034</td> <td>0.006</td> </tr> <tr> <td>MnO</td> <td>-</td> <td>0.001</td> </tr> <tr> <td>PdO</td> <td>98.419</td> <td>117.644</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ZrO<sub>2</sub></td> <td>0.020</td> <td>0.001</td> <td></td> </tr> <tr> <td>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></td> <td>0.022</td> <td>0.011</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>118.536</td> <td>138.213</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>   | Element | 33      | 34 | F  | -  | -     | SiO <sub>2</sub> | -     | -                | MnO   | -                | 0.003 | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -     | 0.011 | SiO <sub>2</sub> | -                              | 0.006 | PdO   | -     | 0.006                          | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -      | 0.011 | K <sub>2</sub> O               | -                | -      | TiO <sub>2</sub> | 0.022                          | 0.009  | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.034  | 0.006            | MnO   | -      | 0.001                          | PdO   | 98.419 | 117.644 |                  | ZrO <sub>2</sub> | 0.020 | 0.001                          |       | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.022 | 0.011   |         | Total            | 118.536 | 138.213          |       | SIS-30<br>-2 |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Element                        | 33  | 34  |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| F                              | -   | -   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| SiO <sub>2</sub>               | -   | -   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| MnO                            | -   | 0.003   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -   | 0.011   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| SiO <sub>2</sub>               | -   | 0.006   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| PdO                            | -   | 0.006   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -   | 0.011   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| K <sub>2</sub> O               | -   | -   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.022   | 0.009   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.034   | 0.006   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| MnO                            | -   | 0.001   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| PdO                            | 98.419  | 117.644   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| ZrO <sub>2</sub>               | 0.020   | 0.001   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.022   | 0.011   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |
| Total                          | 118.536   | 138.213   |         |         |    |    |    |       |                  |       |                  |       |                  |       |                                |       |       |                  |                                |       |       |       |                                |                                |        |       |                                |                  |        |                  |                                |        |                                |        |                  |       |        |                                |       |        |         |                  |                  |       |                                |       |                                |       |         |         |                  |         |                  |       |              |        |        |                                |                  |       |       |       |                               |       |       |       |       |        |                                |         |              |        |                  |       |       |       |       |                               |       |       |       |        |        |         |         |         |                  |        |       |       |       |   |                               |       |       |       |       |   |       |         |         |         |         |   |        |

Photo.54 深部鉱物相及び鉄中非金属介在物の反射電子像と定量分析値

| COMP<br>×250                   | SIS-33  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>35</th> <th>36</th> <th>37</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>F</td><td>0.061</td><td>0.057</td><td>0.058</td></tr> <tr><td>Na<sub>2</sub>O</td><td>0.002</td><td>0.002</td><td>0.002</td></tr> <tr><td>MgO</td><td>2.000</td><td>2.000</td><td>2.000</td></tr> <tr><td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>3.055</td><td>11.510</td><td>2.233</td></tr> <tr><td>SiO<sub>2</sub></td><td>4.422</td><td>44.286</td><td>0.967</td></tr> <tr><td>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>—</td><td>—</td><td>0.007</td></tr> <tr><td>S</td><td>0.006</td><td>0.002</td><td>—</td></tr> <tr><td>K<sub>2</sub>O</td><td>0.139</td><td>2.396</td><td>0.019</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>0.268</td><td>3.522</td><td>0.075</td></tr> <tr><td>TiO<sub>2</sub></td><td>64.191</td><td>10.586</td><td>47.356</td></tr> <tr><td>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>0.001</td><td>0.001</td><td>0.001</td></tr> <tr><td>MnO</td><td>0.192</td><td>0.290</td><td>0.229</td></tr> <tr><td>FeO</td><td>19.073</td><td>22.571</td><td>17.653</td></tr> <tr><td>ZnO</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></td><td>3.536</td><td>0.285</td><td>4.793</td></tr> <tr><td>Total</td><td>95.812</td><td>99.790</td><td>97.037</td></tr> </tbody> </table> <p>COMP<br/>×250 15.0kV 20250</p>   | Element | 35      | 36      | 37 | F  | 0.061 | 0.057 | 0.058 | Na <sub>2</sub> O | 0.002 | 0.002             | 0.002 | MgO               | 2.000 | 2.000 | 2.000 | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3.055 | 11.510 | 2.233 | SiO <sub>2</sub>               | 4.422 | 44.286 | 0.967 | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | —                | —      | 0.007  | S      | 0.006  | 0.002                          | —      | K <sub>2</sub> O | 0.139  | 2.396  | 0.019            | CaO                            | 0.268  | 3.522 | 0.075 | TiO <sub>2</sub> | 64.191 | 10.586                         | 47.356 | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.001            | 0.001 | 0.001 | MnO              | 0.192  | 0.290                          | 0.229 | FeO    | 19.073 | 22.571           | 17.653                         | ZnO    | —     | —     | —     | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 3.536  | 0.285  | 4.793  | Total | 95.812 | 99.790                         | 97.037  | SIS-33  |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
|--------------------------------|---------|--|---------|---------|---------|----|----|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------|-------|--------------------------------|-------|--------|-------|--------------------------------|-------|--------|-------|--------------------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------------------------------|--------|------------------|--------|--------|------------------|--------------------------------|--------|-------|-------|------------------|--------|--------------------------------|--------|--------------------------------|------------------|-------|-------|------------------|--------|--------------------------------|-------|--------|--------|------------------|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------------------------------|---------|---------|---------|-------------------------------|-------|--------------------------------|-------|-------|-------------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Element                        | 35      | 36   | 37      |         |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| F                              | 0.061   | 0.057  | 0.058   |         |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.002   | 0.002  | 0.002   |         |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| MgO                            | 2.000   | 2.000  | 2.000   |         |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3.055   | 11.510   | 2.233   |         |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| SiO <sub>2</sub>               | 4.422   | 44.286   | 0.967   |         |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | —       | —  | 0.007   |         |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| S                              | 0.006   | 0.002  | —       |         |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| K <sub>2</sub> O               | 0.139   | 2.396  | 0.019   |         |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| CaO                            | 0.268   | 3.522  | 0.075   |         |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| TiO <sub>2</sub>               | 64.191  | 10.586   | 47.356  |         |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.001   | 0.001  | 0.001   |         |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| MnO                            | 0.192   | 0.290  | 0.229   |         |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| FeO                            | 19.073  | 22.571   | 17.653  |         |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| ZnO                            | —       | —  | —       |         |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 3.536   | 0.285  | 4.793   |         |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Total                          | 95.812  | 99.790   | 97.037  |         |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| COMP<br>×400                   | SIS-37  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>38</th> <th>39</th> <th>40</th> <th>41</th> <th>42</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>F</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>Na<sub>2</sub>O</td><td>1.151</td><td>1.096</td><td>0.076</td><td>0.222</td><td>1.053</td></tr> <tr><td>MgO</td><td>0.089</td><td>0.096</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>7.613</td><td>15.496</td><td>0.788</td><td>14.979</td><td>45.311</td></tr> <tr><td>SiO<sub>2</sub></td><td>31.797</td><td>37.263</td><td>33.570</td><td>0.314</td><td>0.379</td></tr> <tr><td>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>0.001</td><td>0.001</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>S</td><td>0.123</td><td>0.297</td><td>—</td><td>—</td><td>0.024</td></tr> <tr><td>K<sub>2</sub>O</td><td>1.477</td><td>3.226</td><td>0.076</td><td>0.016</td><td>0.026</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>1.165</td><td>11.890</td><td>0.076</td><td>0.009</td><td>—</td></tr> <tr><td>TiO<sub>2</sub></td><td>3.249</td><td>1.682</td><td>1.409</td><td>0.069</td><td>3.111</td></tr> <tr><td>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>—</td><td>—</td><td>0.067</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>MnO</td><td>0.154</td><td>0.093</td><td>0.056</td><td>0.083</td><td>0.101</td></tr> <tr><td>FeO</td><td>41.039</td><td>29.648</td><td>100.045</td><td>61.259</td><td>50.243</td></tr> <tr><td>ZnO</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></td><td>—</td><td>—</td><td>0.082</td><td>0.071</td><td>0.016</td></tr> <tr><td>Total</td><td>123.997</td><td>96.007</td><td>100.329</td><td>95.007</td><td>102.501</td></tr> </tbody> </table>   | Element | 38      | 39      | 40 | 41 | 42    | F     | —     | —                 | —     | —                 | —     | Na <sub>2</sub> O | 1.151 | 1.096 | 0.076 | 0.222                          | 1.053 | MgO    | 0.089 | 0.096                          | —     | —      | —     | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 7.613            | 15.496 | 0.788  | 14.979 | 45.311 | SiO <sub>2</sub>               | 31.797 | 37.263           | 33.570 | 0.314  | 0.379            | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.001  | 0.001 | —     | —                | —      | S                              | 0.123  | 0.297                          | —                | —     | 0.024 | K <sub>2</sub> O | 1.477  | 3.226                          | 0.076 | 0.016  | 0.026  | CaO              | 1.165                          | 11.890 | 0.076 | 0.009 | —     | TiO <sub>2</sub>              | 3.249  | 1.682  | 1.409  | 0.069 | 3.111  | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | —       | —       | 0.067   | —                             | —     | MnO                            | 0.154 | 0.093 | 0.056                         | 0.083   | 0.101   | FeO     | 41.039 | 29.648 | 100.045 | 61.259  | 50.243  | ZnO     | —      | —      | —      | —      | —     | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | —     | —     | 0.082 | 0.071 | 0.016 | Total                         | 123.997 | 96.007 | 100.329 | 95.007 | 102.501 | SIS-37 |        |         |         |         |         |        |
| Element                        | 38      | 39   | 40      | 41      | 42      |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| F                              | —       | —  | —       | —       | —       |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Na <sub>2</sub> O              | 1.151   | 1.096  | 0.076   | 0.222   | 1.053   |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| MgO                            | 0.089   | 0.096  | —       | —       | —       |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 7.613   | 15.496   | 0.788   | 14.979  | 45.311  |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| SiO <sub>2</sub>               | 31.797  | 37.263   | 33.570  | 0.314   | 0.379   |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.001   | 0.001  | —       | —       | —       |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| S                              | 0.123   | 0.297  | —       | —       | 0.024   |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| K <sub>2</sub> O               | 1.477   | 3.226  | 0.076   | 0.016   | 0.026   |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| CaO                            | 1.165   | 11.890   | 0.076   | 0.009   | —       |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| TiO <sub>2</sub>               | 3.249   | 1.682  | 1.409   | 0.069   | 3.111   |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | —       | —  | 0.067   | —       | —       |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| MnO                            | 0.154   | 0.093  | 0.056   | 0.083   | 0.101   |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| FeO                            | 41.039  | 29.648   | 100.045 | 61.259  | 50.243  |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| ZnO                            | —       | —  | —       | —       | —       |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | —       | —  | 0.082   | 0.071   | 0.016   |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Total                          | 123.997 | 96.007   | 100.329 | 95.007  | 102.501 |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| COMP<br>×1500                  | SIS-45  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>43</th> <th>44</th> <th>45</th> <th>46</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>F</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>Na<sub>2</sub>O</td><td>—</td><td>—</td><td>0.030</td><td>—</td></tr> <tr><td>MgO</td><td>0.013</td><td>—</td><td>—</td><td>0.003</td></tr> <tr><td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>—</td><td>0.005</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>SiO<sub>2</sub></td><td>30.059</td><td>30.059</td><td>30.059</td><td>0.005</td></tr> <tr><td>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>23.126</td><td>14.133</td><td>4.279</td><td>51.083</td></tr> <tr><td>S</td><td>7.116</td><td>11.903</td><td>0.094</td><td>0.093</td></tr> <tr><td>K<sub>2</sub>O</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>TiO<sub>2</sub></td><td>—</td><td>—</td><td>0.050</td><td>—</td></tr> <tr><td>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>—</td><td>0.002</td><td>—</td><td>0.044</td></tr> <tr><td>MnO</td><td>—</td><td>0.002</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>FeO</td><td>133.089</td><td>110.137</td><td>149.826</td><td>128.026</td></tr> <tr><td>ZnO</td><td>0.028</td><td>0.048</td><td>0.006</td><td>0.047</td></tr> <tr><td>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></td><td>—</td><td>0.048</td><td>0.076</td><td>0.029</td></tr> <tr><td>Total</td><td>126.948</td><td>127.220</td><td>145.289</td><td>143.215</td></tr> </tbody> </table>   | Element | 43      | 44      | 45 | 46 | F     | —     | —     | —                 | —     | Na <sub>2</sub> O | —     | —                 | 0.030 | —     | MgO   | 0.013                          | —     | —      | 0.003 | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | —     | 0.005  | —     | —                              | SiO <sub>2</sub> | 30.059 | 30.059 | 30.059 | 0.005  | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 23.126 | 14.133           | 4.279  | 51.083 | S                | 7.116                          | 11.903 | 0.094 | 0.093 | K <sub>2</sub> O | —      | —                              | —      | —                              | CaO              | —     | —     | —                | —      | TiO <sub>2</sub>               | —     | —      | 0.050  | —                | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | —      | 0.002 | —     | 0.044 | MnO                           | —      | 0.002  | —      | —     | FeO    | 133.089                        | 110.137 | 149.826 | 128.026 | ZnO                           | 0.028 | 0.048                          | 0.006 | 0.047 | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | —       | 0.048   | 0.076   | 0.029  | Total  | 126.948 | 127.220 | 145.289 | 143.215 | SIS-45 |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Element                        | 43      | 44   | 45      | 46      |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| F                              | —       | —  | —       | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Na <sub>2</sub> O              | —       | —  | 0.030   | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| MgO                            | 0.013   | —  | —       | 0.003   |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | —       | 0.005  | —       | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| SiO <sub>2</sub>               | 30.059  | 30.059   | 30.059  | 0.005   |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 23.126  | 14.133   | 4.279   | 51.083  |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| S                              | 7.116   | 11.903   | 0.094   | 0.093   |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| K <sub>2</sub> O               | —       | —  | —       | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| CaO                            | —       | —  | —       | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| TiO <sub>2</sub>               | —       | —  | 0.050   | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | —       | 0.002  | —       | 0.044   |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| MnO                            | —       | 0.002  | —       | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| FeO                            | 133.089 | 110.137  | 149.826 | 128.026 |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| ZnO                            | 0.028   | 0.048  | 0.006   | 0.047   |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | —       | 0.048  | 0.076   | 0.029   |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Total                          | 126.948 | 127.220  | 145.289 | 143.215 |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| COMP<br>×1000                  | SIS-46  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>47</th> <th>48</th> <th>56</th> <th>57</th> <th>58</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>F</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>Na<sub>2</sub>O</td><td>0.056</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>0.008</td></tr> <tr><td>MgO</td><td>0.007</td><td>0.008</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>0.007</td><td>0.007</td><td>—</td><td>—</td><td>0.001</td></tr> <tr><td>SiO<sub>2</sub></td><td>20.499</td><td>20.499</td><td>20.499</td><td>20.499</td><td>20.499</td></tr> <tr><td>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>1.459</td><td>1.840</td><td>0.012</td><td>3.047</td><td>0.023</td></tr> <tr><td>Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>0.024</td><td>0.030</td><td>0.020</td><td>1.135</td><td>0.138</td></tr> <tr><td>S</td><td>13.775</td><td>17.210</td><td>5.386</td><td>30.518</td><td>0.001</td></tr> <tr><td>K<sub>2</sub>O</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>TiO<sub>2</sub></td><td>—</td><td>—</td><td>0.017</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>0.009</td><td>0.019</td><td>0.001</td><td>0.011</td><td>—</td></tr> <tr><td>MnO</td><td>0.022</td><td>0.022</td><td>—</td><td>0.027</td><td>—</td></tr> <tr><td>FeO</td><td>40.398</td><td>49.283</td><td>82.003</td><td>32.451</td><td>0.002</td></tr> <tr><td>ZnO</td><td>0.065</td><td>0.055</td><td>—</td><td>—</td><td>0.003</td></tr> <tr><td>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></td><td>0.154</td><td>0.262</td><td>0.080</td><td>0.219</td><td>0.001</td></tr> <tr><td>Total</td><td>90.382</td><td>105.738</td><td>111.308</td><td>111.694</td><td>143.960</td></tr> </tbody> </table> | Element | 47      | 48      | 56 | 57 | 58    | F     | —     | —                 | —     | —                 | —     | Na <sub>2</sub> O | 0.056 | —     | —     | —                              | 0.008 | MgO    | 0.007 | 0.008                          | —     | —      | —     | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.007            | 0.007  | —      | —      | 0.001  | SiO <sub>2</sub>               | 20.499 | 20.499           | 20.499 | 20.499 | 20.499           | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1.459  | 1.840 | 0.012 | 3.047            | 0.023  | Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.024  | 0.030                          | 0.020            | 1.135 | 0.138 | S                | 13.775 | 17.210                         | 5.386 | 30.518 | 0.001  | K <sub>2</sub> O | —                              | —      | —     | —     | —     | CaO                           | —      | —      | —      | —     | —      | TiO <sub>2</sub>               | —       | —       | 0.017   | —                             | —     | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.009 | 0.019 | 0.001                         | 0.011   | —       | MnO     | 0.022  | 0.022  | —       | 0.027   | —       | FeO     | 40.398 | 49.283 | 82.003 | 32.451 | 0.002 | ZnO                           | 0.065 | 0.055 | —     | —     | 0.003 | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0.154   | 0.262  | 0.080   | 0.219  | 0.001   | Total  | 90.382 | 105.738 | 111.308 | 111.694 | 143.960 | SIS-46 |
| Element                        | 47      | 48   | 56      | 57      | 58      |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| F                              | —       | —  | —       | —       | —       |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.056   | —  | —       | —       | 0.008   |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| MgO                            | 0.007   | 0.008  | —       | —       | —       |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.007   | 0.007  | —       | —       | 0.001   |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| SiO <sub>2</sub>               | 20.499  | 20.499   | 20.499  | 20.499  | 20.499  |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1.459   | 1.840  | 0.012   | 3.047   | 0.023   |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.024   | 0.030  | 0.020   | 1.135   | 0.138   |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| S                              | 13.775  | 17.210   | 5.386   | 30.518  | 0.001   |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| K <sub>2</sub> O               | —       | —  | —       | —       | —       |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| CaO                            | —       | —  | —       | —       | —       |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| TiO <sub>2</sub>               | —       | —  | 0.017   | —       | —       |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.009   | 0.019  | 0.001   | 0.011   | —       |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| MnO                            | 0.022   | 0.022  | —       | 0.027   | —       |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| FeO                            | 40.398  | 49.283   | 82.003  | 32.451  | 0.002   |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| ZnO                            | 0.065   | 0.055  | —       | —       | 0.003   |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.154   | 0.262  | 0.080   | 0.219   | 0.001   |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Total                          | 90.382  | 105.738  | 111.308 | 111.694 | 143.960 |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| COMP<br>×1000                  | SIS-48  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>49</th> <th>50</th> <th>51</th> <th>52</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>F</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>Na<sub>2</sub>O</td><td>—</td><td>—</td><td>0.034</td><td>—</td></tr> <tr><td>MgO</td><td>0.253</td><td>0.314</td><td>0.002</td><td>—</td></tr> <tr><td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>1.001</td><td>5.339</td><td>0.273</td><td>—</td></tr> <tr><td>SiO<sub>2</sub></td><td>3.558</td><td>19.793</td><td>31.213</td><td>—</td></tr> <tr><td>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>0.026</td><td>0.024</td><td>0.002</td><td>—</td></tr> <tr><td>K<sub>2</sub>O</td><td>0.026</td><td>0.149</td><td>0.008</td><td>—</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>0.026</td><td>0.239</td><td>0.009</td><td>—</td></tr> <tr><td>TiO<sub>2</sub></td><td>0.026</td><td>0.149</td><td>0.008</td><td>—</td></tr> <tr><td>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>0.003</td><td>1.621</td><td>0.067</td><td>—</td></tr> <tr><td>MnO</td><td>—</td><td>0.027</td><td>0.002</td><td>—</td></tr> <tr><td>FeO</td><td>95.563</td><td>84.134</td><td>52.005</td><td>—</td></tr> <tr><td>ZnO</td><td>0.001</td><td>0.014</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></td><td>0.000</td><td>0.039</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td>Total</td><td>101.307</td><td>105.860</td><td>101.600</td><td>—</td></tr> </tbody> </table>   | Element | 49      | 50      | 51 | 52 | F     | —     | —     | —                 | —     | Na <sub>2</sub> O | —     | —                 | 0.034 | —     | MgO   | 0.253                          | 0.314 | 0.002  | —     | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1.001 | 5.339  | 0.273 | —                              | SiO <sub>2</sub> | 3.558  | 19.793 | 31.213 | —      | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.026  | 0.024            | 0.002  | —      | K <sub>2</sub> O | 0.026                          | 0.149  | 0.008 | —     | CaO              | 0.026  | 0.239                          | 0.009  | —                              | TiO <sub>2</sub> | 0.026 | 0.149 | 0.008            | —      | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.003 | 1.621  | 0.067  | —                | MnO                            | —      | 0.027 | 0.002 | —     | FeO                           | 95.563 | 84.134 | 52.005 | —     | ZnO    | 0.001                          | 0.014   | —       | —       | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0.000 | 0.039                          | —     | —     | Total                         | 101.307 | 105.860 | 101.600 | —      | SIS-48 |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Element                        | 49      | 50   | 51      | 52      |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| F                              | —       | —  | —       | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Na <sub>2</sub> O              | —       | —  | 0.034   | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| MgO                            | 0.253   | 0.314  | 0.002   | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1.001   | 5.339  | 0.273   | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| SiO <sub>2</sub>               | 3.558   | 19.793   | 31.213  | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.026   | 0.024  | 0.002   | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| K <sub>2</sub> O               | 0.026   | 0.149  | 0.008   | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| CaO                            | 0.026   | 0.239  | 0.009   | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.026   | 0.149  | 0.008   | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.003   | 1.621  | 0.067   | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| MnO                            | —       | 0.027  | 0.002   | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| FeO                            | 95.563  | 84.134   | 52.005  | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| ZnO                            | 0.001   | 0.014  | —       | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.000   | 0.039  | —       | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |
| Total                          | 101.307 | 105.860  | 101.600 | —       |         |    |    |       |       |       |                   |       |                   |       |                   |       |       |       |                                |       |        |       |                                |       |        |       |                                |                  |        |        |        |        |                                |        |                  |        |        |                  |                                |        |       |       |                  |        |                                |        |                                |                  |       |       |                  |        |                                |       |        |        |                  |                                |        |       |       |       |                               |        |        |        |       |        |                                |         |         |         |                               |       |                                |       |       |                               |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |        |        |       |                               |       |       |       |       |       |                               |         |        |         |        |         |        |        |         |         |         |         |        |

Photo.55 深部鉱物相及び鉄中非金属介在物の反射電子像と定量分析値

Photo.56 鉄中非金属介在物の反射電子像と定量分析値

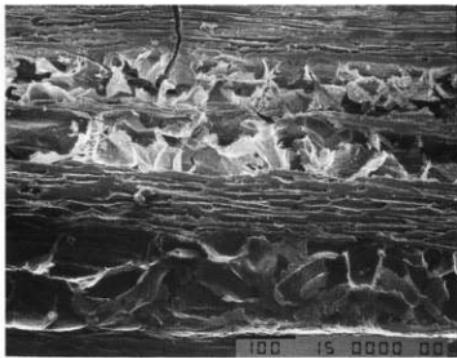
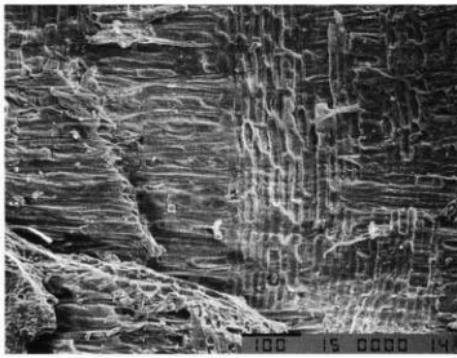
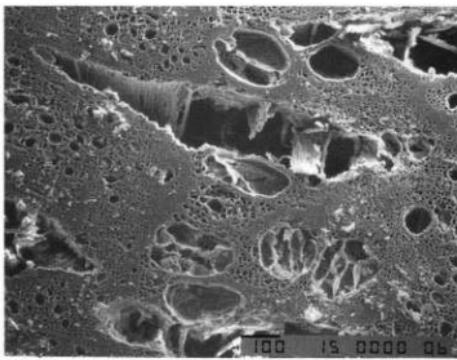


Photo.57 木炭組織 (SIS-12-2) 上から木口 ( $\times 100$ ) 樋目 ( $\times 150$ ) 板目 ( $\times 150$ )

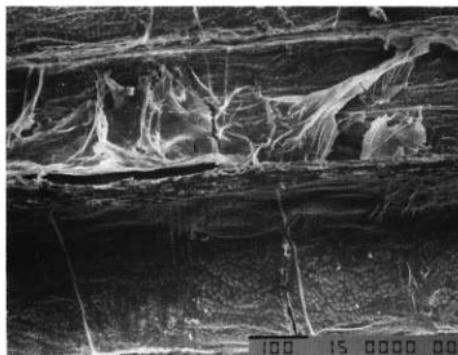
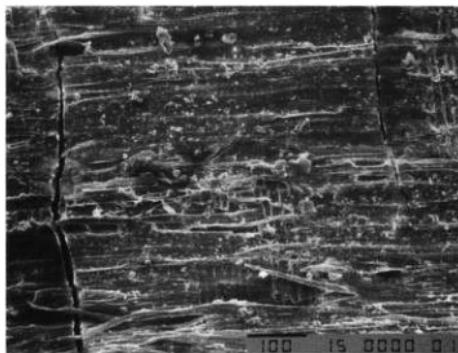
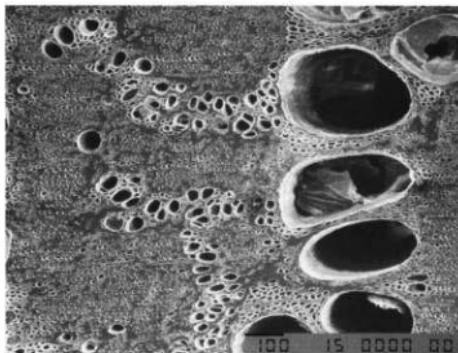


Photo.58 木炭組織 (SIS-12-4) 上から木口 ( $\times 100$ ) 横目 ( $\times 150$ ) 板目 ( $\times 150$ )

## 第3章 総括

### 第1節 殿淵山遺跡

殿淵山遺跡では、遺跡中心部が破壊されており、製鉄炉地下構造などの遺構は検出できなかったが、トレーニング調査で排滓場を確認し、多くの製鉄関連遺物を回収した。ここでは、当遺跡における鉄生産の様相について、自然科学的な分析の成果をふまえつつ検討していきたい。

#### 1 操業年代

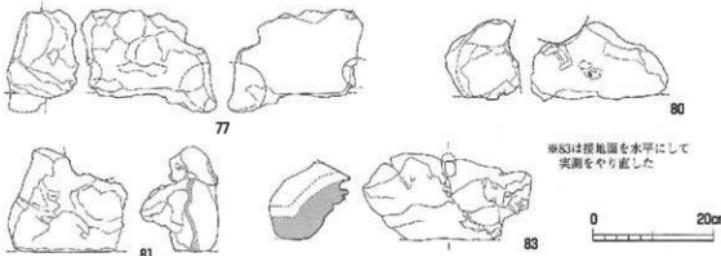
排滓場で採取した炭化物の放射性炭素年代はBP240±60となっており、I区では製鉄に伴うものかどうか不明であるが、18世紀代から近代の陶磁器が出土している。また、詳しくは後述するが、製鉄炉炉壁の様相も中世よりも下る時期のものと見られる。以上から、製鉄の操業年代は18世紀頃と考えておきたい。

#### 2 製鉄炉の構造

殿淵山遺跡では、製鉄遺構がすでに破壊されていたため、製鉄炉の規模・構造を復元することは困難である。しかし、回収された炉壁から製鉄炉の各部位の情報が得られ、上部構造についてある程度のことが推測できるようになった。以下に当遺跡の製鉄炉の特徴をまとめておきたい。

①炉壁下段内面の溶融・浸食が著しく進み、黒色ガラス質に滓化・溶融した部分が厚く、特に通風孔下部は大きく抉れた形になっている。通風孔部の炉壁で他の遺跡ものと比較した場合、中世の飯石郡領原町戸井谷遺跡<sup>1)</sup>、邑智郡瑞穂町タカラ山第1遺跡<sup>2)</sup>のものよりも滓化・溶融の度合いが強く、近世の姫川郡佐田町横原遺跡<sup>3)</sup>のものと状態が近い。炉壁内面の熱変化の違いは、輔の送風能力の差や、1回の操業における稼働時間の長短を反映するものと考えられ、当遺跡においては中世の製鉄炉と比較して送風力が発達し、長時間の操業がされたと推測される。

②製鉄炉下段と上段では異なる胎土が用いられている。上段は下段と比較して石英質の粒子が少なく、滓片やスサもわずかながら混和されているが、下段は胎土が粗く、5mm以下の石英質の粒子をかなり多く含んでいる。このような胎土の違いは炉壁の性質にも影響するようで、炉壁上段の1



第1図 殿淵山遺跡炉壁・最下段（通風孔・流出孔付）実測図（S=1/8）

(TON-1) の耐火度は1280°Cであるのに対し、通風孔周辺の破片である67 (TON-2) の耐火度は1480°Cである。こうした違いは、製鉄炉の部位に応じて胎土の選択がされた結果と推測される。

③炉壁接地面から通風孔までの高さの分かる資料が確認できた(第1図)。83は、炉壁外側で接地面から通風孔までの高さが12.4cmである。また、80・81はそれぞれ接地面から高さ8.8cm、12.0cmの位置に推定径8cm以上の孔が開けられていた。80・81の孔の機能については、通風孔もしくは流出孔の2つの可能性が考えられるが、流出孔とするには接地面からかなり高い位置あるため、通風孔の可能性が高いと見ておきたい<sup>4)</sup>。

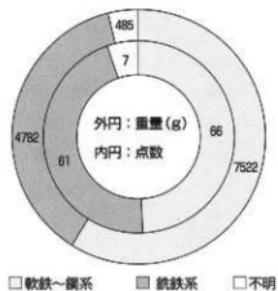
近代に操業された鉢をみると、錫押の操業とされる伯耆・砥波鉢の炉壁接地面から通風孔までの高さ(製鉄炉外面における)は21.8cm、銑押の操業とされる石見・価谷鉢の炉壁接地面から通風孔までの高さは10.6cmとなっている<sup>5)</sup>。当遺跡の場合、炉壁外側面が破面であり、被熱による炉壁の変形も考慮すると、本来の通風孔位置が現状よりもやや高くなるかもしれないが、砥波鉢よりも価谷鉢に近いように思われる。このことから、当遺跡では銑鉄を主体とする鉄塊が生産された可能性が高いと推測される。

④流出孔の残る炉壁片は4点確認されており、孔径は5~13cm前後と推測される。77は流出孔が2つ残っているが、一方は径9cm前後で、流出孔の中央付近が接地面に当たるのに対し、もう一方は径5cm前後で、流出孔の下端が接地面が当たる(第1図)。本来は製鉄炉の短軸側に3孔あり、孔の配置が左右対称になっていたのではないかと推測される。現状での流出孔の中心部の間隔は22cm前後で、炉壁外側が破面であることを考慮すると、近代の鉢(砥波鉢では約25cm、価谷鉢では約28cm)<sup>6)</sup>のそれとほぼ同じか、やや小さかったと思われる。

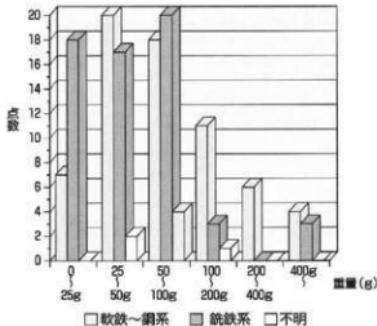
### 3 操業内容について

製鉄原料となる砂鉄は、金属学的調査の結果から、在地に存在する真砂(酸性砂鉄)と赤目(塩基性砂鉄)の境界に位置する品位が用いられたとされている。ただし、鉄滓の脈石成分からみると塩基性砂鉄を原料とするようである。

鉄塊系遺物の金属学的調査から、鉄部が比較的まとまって存在する試料では亜共析組織主体のものから鉄塊まで確認された。中でも過共析組織～鉄塊組織の鉄塊の割合が高いことから、当遺跡



第2図 殿洞山遺跡鉄塊系遺物種別比



第3図 殿洞山遺跡鉄塊系重量分布

では、吸炭の進んだ高炭素系鉄塊の生産を志向したと推測される。製鉄炉の構造（通風孔の高さ）や、製鉄原料となる砂鉄などを絶対的にみても、高温操業を行い銑鉄を主体とする鉄塊が生産された可能性が高い。ただし、194 (TON-19) には水冷組織が認められることから、操業後に炉内生成物（錫）が取り出され水冷されたと考えられる。全体でどの程度の割合を占めたのか不明であるが、錫を母体とした鉄塊の回収も意図されたことが分かる<sup>7)</sup>。

次に、出土した鉄塊が生産された鉄塊の内容をどの程度反映しているのか考えてみたい。

当遺跡ではメタル密度L (☆) の鉄塊系遺物（含鉄鉄滓を除く）は134点出土したが、これらを肉眼及びX線写真の観察からおおよその傾向をもとに分類した結果を第2・3図に示した。軟鉄～鋼系の鉄塊は66点（7522g）、銑鉄系の鉄塊は61点（4782g）、どちらとも判別できなかった鉄塊は7点（485g）であった。重量分布を見ると、軟鉄～鋼系の鉄塊系遺物は25～50gでピークが見られ（20点）、次に50～100gが多く（18点）、100g以上のもの（合計21点）も目立つ。一方、銑鉄系の鉄塊は50～100gで最も多い（20点）が、0～25gで18点、25g～50gで17点と小ぶりなものが多く、100g以上のものは合計6点と少ない。個別の資料について見てみると、195 (TON-20) は当遺跡では大きな流動状の銑鉄系鉄塊であるが、鉄部のまわりに流動滓の付着が見られることから、滓とともに炉外に流出したため回収されなかったものと思われる。また、271 (TON-34) など小形で流動化の進んだ玉状の銑鉄塊も多いが、195 (TON-20) と同様の条件で形成された可能性がある。このような小形の銑鉄塊は回収されるような状況で生成されたものなのか疑問がある。

193 (TON-18) は過共析組織から白鉄鉄・ねずみ鉄組織をもつ人形の鉄塊で、外面には木炭痕が目立つ資料である。炉内でかなり吸炭が進んだ状態で形成されたもので、操業後に炉から取り

第3表 岐瀬山遺跡主要要素一覧表

| 項目                           |  | 詳細  |
|------------------------------|--|---|
| 遺物全体構成比                      |  | 総量3780.3kg：炉壁1089.4kg、流動滓2431.2kg、炉内滓6.1kg、含鉄鉄滓220.0kg、鉄塊系遺物12.7kg                                |
| 鉄塊系遺物構成比<br>(含鉄鉄滓含む)         |  | 特L(☆)30.5kg : L(●)31.5kg : M(◎)8.0kg : H(○)21.8kg : 鋼化(△)140.7kg<br>☆: ●: ○: △: 13: 14: 3: 9: 60% |
| 鉄塊系遺物種別比<br>(特L(☆)の鉄塊系遺物に限定) | 内眼及び<br>X線観察   | 出土直系／軟鉄～鋼系66 (49%) : 銑鉄系61 (46%) : 不明7 (5%)   |
|                              | 重量／軟鉄～鋼系7522 g (59%) : 銑鉄系4782 g (37%) : 不明485 g (4%)        |   |
| 分析遺物                         | 軟鉄系1点 (6%)、軟鉄～鋼系3点 (18%)、鋼系1点 (6%)、鋼～銑鉄系5点 (29%)、銑鉄系7点 (41%) |   |
|                              | 木 炭  | 広葉樹（環孔材・散孔材）/熱量（分析資料）5740cal/g  |
| 原料・燃料の種類<br>砂 鉄              | 砂鉄   | 真砂（酸性）砂鉄と赤日（堀基性）砂鉄の境界の品位  |
|                              | 津 質の傾向   | 微細質流動滓1020kg (42%) : ガス質流動滓1410kg (58%)   |
| 遺物情報<br>炉壁                   | 壁 体  | 長さ・幅・高さいずれも不明/内面下段の浸食は著しい   |
|                              | 通 風 孔  | 接地面から高さ10cm前後に位置/孔径3.5～5 cm強/孔間隔11～14cm/通風孔上に封付の穿孔あり  |
|                              | 流 出 孔  | 短軸側に2孔以上（3孔か？）/孔径5～13cm前後/孔間隔約22cm  |
|                              | 耐 火 度  | 上段: 1280°C / 下段1480°C   |
| 分析資料                         |  | 35点: 丸窓2 / 砂鉄1 / 砂鉄焼結塊1 / 流動滓1 / 工具付着1 / 炉底塊／流出孔津1 / 流出孔津2 / 流出津2 / 含鉄内屑6 / 鉄塊系遺物9 / 木炭           |
| 遺物情報<br>排滓場                  | 概要   | 製鉄遺構は破壊されており確認できず<br>排滓場のみ残存、一部をトレント調査  |
|                              | 排滓場  | 東西8.8m、南北3.6mの範囲で鉄滓堆積層を確認<br>鉄滓堆積層の厚さ0.5m   |
| 年代<br>考古資料                   | 年代   | 年代を特定できる遺物は出土せず   |
|                              | 14C年代  | BP240±60  |
| 操業の内容                        |  | 高炭素操業により吸炭の進んだ高炭素系鉄塊の生産を志向<br>水冷組織を持つ鉄塊もあり、錫を母体とする鉄塊の回収も意図（副産物程度か）                                |

出されたが見落とされたものと考えられる。このほかにも炉内で形成された鉄塊があるが、これらについても本来回収されるべきであったものが見落とされたのか、選別の工程で廃棄されたのか問題となろう。

なお、獅子谷遺跡で出土したような湯溜まりで形成されたと思われる大形の鉄鉢塊は当遺跡では出土していない。ただし、このような鉄塊が生産されなかつたためではなく、次の工程（大鍛冶場など）へ搬出された結果とも考えることもできる。たたらで生産された主要な鉄塊は他の場所へ搬出されることを踏まえるならば、製鉄遺跡で出土した鉄塊系遺物と鍛冶遺跡出土の原料鉄塊の様相とを比較することも今後必要となるであろう。

## 第2節 獅子谷遺跡

近世の大鍛冶場では、たたらで生産された銑鉄や歩鉄を原料とし、庵丁鉄・割鉄と呼ばれる鉄素材が生産された。大鍛冶場内には通常「左下場」「本場」と呼ばれる2基の鍛冶炉があり、「左下場」で銑鉄の脱炭作業を行って左下鉄を作り、「本場」で左下鉄と歩鉄を加えて除滓や炭素量の調整を行い、鉄床で鉄を鍛打して庵丁鉄に仕上げたといわれている<sup>8)</sup>。

当遺跡では、大鍛冶場跡が層位的に見て3時期以上に分かれるかたちで確認され、また、多くの鍛冶関連遺物が出土した。ここでは、遺構・遺物の調査及び自然科学的な分析の成果を踏まえた上で、当遺跡について総括することとしたい。

### 1 遺構配置の変遷について

各時期の遺構の様相と年代について以下にまとめる（第4・5図）。

**I期** 本遺跡で最も古い段階は、1・2号鍛冶炉を中心とする大鍛冶場I期の遺構である。1・2号鍛冶炉は主軸方向がほぼ同じで、しかも両者は主軸線をそろえて直線的に配置されている。鉄床1が2号鍛冶炉の近くにあることから、1号鍛冶炉が「左下場」、2号鍛冶炉が「本場」に当たると考えられる。1号鍛冶炉の東側に箸摺止め釘が残っていたことや、2号鍛冶炉と鉄床石との位置関係から1・2号鍛冶炉とも東側から送風されたと推測される。

<sup>14</sup>C年代測定では、2号鍛冶炉：BP400±70というデータが得られたものの、出土した陶磁器にはこの年代を示す遺物はほとんど見られない。I期の遺構に直接伴うかたちではないが、17世紀後半～18世紀前半代の陶磁器が遺跡内で一定量出土していることから、I期の操業年代はこのころと思われる。

**II期** I期の大鍛冶場の上に整地土・貼床をして作業面が造られている。東西3間×南北2間の掘立柱建物（S B01）内に、3・4号鍛冶炉が主軸を直交させるように配置され、4号鍛冶炉の北西に鉄床2が設けられている。鍛冶炉の主軸方向はI期のものとは向きを変えていることから、I期とII期との間に一旦操業が断続していた可能性がある。鉄床石との位置関係などから3号鍛冶炉が「左下場」、4号鍛冶炉が「本場」に相当すると考えられる。3号鍛冶炉は爐の羽口が残存していることから南側から送風されたことが明らかで、4号鍛冶炉は遺構配置から東から送風されたと推測される。建物内の西辺中央付近には焼土遺構であるS X01が、建物外の北側には溝底に鉄分が沈殿

したS D03がある。

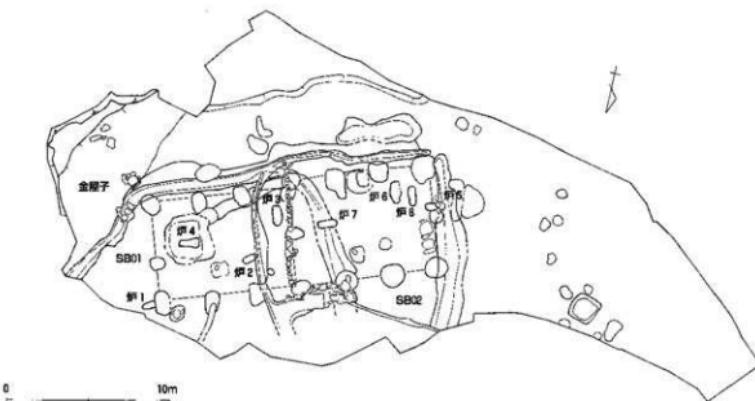
II期の年代は、熱残留磁気測定では3号鍛冶炉：AD1780±20、<sup>14</sup>C年代測定では4号鍛冶炉：BP150±60という年代が求められている。また、造構周辺では18世紀末～19世紀中葉の陶磁器が出土している。これらのことと踏まえると、操業年代は18世紀末～19世紀中葉の間に収まると推定される。

**III期** II期の大鍛冶場の上層に整地土をして、II期の大鍛冶場から西側に作業場を移して造られている。大鍛冶場建物の東側3基の柱穴は、II期のSB01西側の柱穴とちょうど重なっており、鍛冶炉の主軸方向はII期のものとほぼ同じである。このことからII期からIII期へと時間を隔てず連続的に操業されたか、操業に断絶があったとしてもIII期の大鍛冶場が造られる直前まではII期の建物はある程度の形をとどめていたと推測される。

III期の大鍛冶場では5～8号鍛冶炉の4基が検出されているが、造構の配置・検出状況から古・中・新段階の3つの操業時期に分けられる。

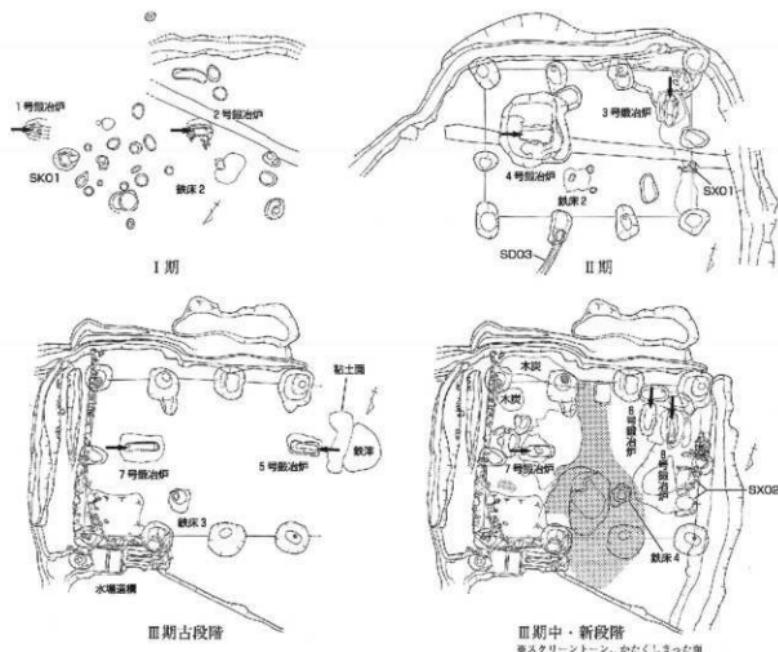
**III期古段階** 5号鍛冶炉と7号鍛冶炉古段階が鍛冶炉主軸をそろえて直線的に配置されている。5号鍛冶炉はSB02の柱穴に切られているため、SB02内に収まる6・8号鍛冶炉よりも古いと推測される。柱穴は検出されていないが、この段階の建物はSB02の西端からさらにもう1間ほど西へのびるかたちで建てられていたのかもしれない。7号鍛冶炉の北西に鉄床3があることから、5号鍛冶炉は「左下場」、7号鍛冶炉が「本場」に相当するとみられる。5号鍛冶炉は、西側の粘土面を爐座と考えると西側から送風された想定され、7号鍛冶炉は鉄床の位置などから東側から送風されたと考えられる。

**III期中・新段階** 3間×2間の掘立柱建物、SB02内に7号鍛冶炉と6・8号鍛冶炉が直交方向に配置されている。8号鍛冶炉に伴う貼床の下から6号鍛冶炉が検出されたことから、6号鍛冶炉が中段階、8号鍛冶炉が新段階の操業になる。7号鍛冶炉の北西に鍛打作業に伴うと思われるくぼみや、かたくしまった皿が広く認められ、そのやや内よりに鉄床4がある。なお、鉄床3はIII期新段

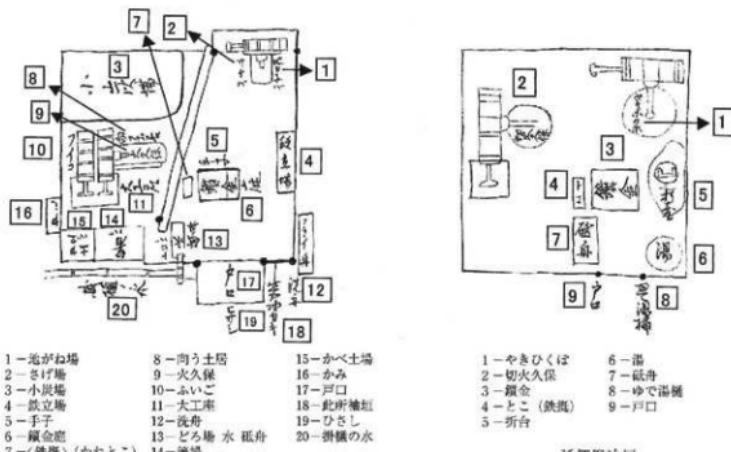


第4図 獅子谷遺跡造構配図 (S = 1/300)

### 第3章 総 括



第5図 獅子谷遺跡大鍛冶場変遷図 (S = 1/200)



第6図 「鐵山必用記事」の鍛冶屋・延鋤鍛冶屋絵図

階の床面を検出した時点では確認できなかったが、上部に鉄床（石）が据え付けられていたと考えるならば、この時期にも機能していた可能性がある。鉄床との位置関係や粒状滓・鍛造剥片の分布などから6・8号鍛冶炉が「左下場」、7号鍛冶炉が「本場」に相当すると考えられる。7・8号鍛冶炉には轆の洞口が残存していたことから、7号鍛冶炉が東から、8号鍛冶炉が南から送風されたことが分かる。6号鍛冶炉の南側には粘土で覆われた土坑があるが、これは轆座になると思われる。建物内の西辺中央には焼土遺構、S X02があり、建物外の北側には水場遺構が設けられている。建物の南東隅には木炭が散布しており、炭置場があったと考えられる。また、鉄床の北側でかたくしまった部分が屋外にまで広がっていることから、建物北辺の中央に戸口が設けられたと推測される。

Ⅲ期の年代は、<sup>14</sup>C年代では5号鍛冶炉：BP90±70、8号鍛冶炉：Modern、熱残留磁気測定では5号鍛冶炉：AD1840±25、8号鍛冶炉：AD1820±20となっている。また、S B02柱穴内や大鍛冶場の整地土から19世紀中葉まで降る陶磁器が出土している。これらを勘案するならば、Ⅲ期の大鍛冶場は19世紀中葉以降に操業されたと考えられる。

**遺構配置** 発掘調査例や文献史料などでは近世以降の大鍛冶場には、本場と左下場の2基の鍛冶炉の主軸を直線的にそろえて配置するもの（以下、直線配置）と、主軸を直交方向に向けて配置するもの（以下、直交配置）が見られる。

直線配置の類例として、獅子谷遺跡Ⅰ期・Ⅲ期古段階のほか、頓原町中原遺跡第2・3段階<sup>9)</sup>、福岡県犬鳴日原鉄山<sup>10)</sup>、広島県黒瀬遺跡<sup>11)</sup>、鳥取県都合山大鍛冶屋<sup>12)</sup>などが挙げられる。

都合山大鍛冶屋と獅子谷Ⅰ期を比べると、都合山大鍛冶屋では2基の鍛冶炉で向き合うように（対面方向に）送風されているのに対し、獅子谷Ⅰ期では2基の鍛冶炉で同一方向から送風されている。他遺跡の類例を見る限り対面方向に送風される例が主流のようである。

直交配置の大鍛冶場は、獅子谷遺跡Ⅱ期・Ⅲ期中・新段階のほか、頓原町中原遺跡第1段階、頓原町戸井谷尻遺跡<sup>13)</sup>、広島県保光たらら<sup>14)</sup>、『鉄山必用記事』の鍛冶屋・延銳鍛冶屋（第5図）<sup>15)</sup>などがある。

獅子谷遺跡Ⅲ期新段階は遺構の遺存状態がきわめて良好で、大鍛冶場における作業状況の空間利用方法を考える上で多くの情報を提供している。Ⅲ期新段階と『鉄山必用記事』鍛冶屋絵図を比較すると、①直交型の鍛冶炉配置、②鉄床（かなとこ）の位置、③炭置場（小炭場）の位置、④戸口の位置が共通していることが分かる。また、やや位置がずれるが、水場遺構（砥舟、もしくは洗舟）の場所も戸口付近にあることも類似点である。『鉄山必用記事』では「小削鉄は…<中略>…砥舟に漬けてさまし、馬の背か草屨に炭灰をつけて磨きかつ洗い…」と記されており、水場遺構の底面に鉄分が沈殿している状況と対応するものと思われる。焼土遺構のS X02は、位置的には鍛冶屋絵図の鉄立場と対応している。『鉄山必用記事』には「（砥舟で洗った小削鉄を）鉄立場に立てて乾燥する」という記述があるが、小削鉄を乾燥させるために火を焚いていたとすれば、焼土面が形成されることもある。一方、延銳鍛冶屋絵図ではS X02と対応しそうな部分は「湯」と記されており、ここに窯が設けられていたと考えることもできる。あるいは、S X02は鉄立場や窯とともに異なる施設（加熱された鉄を置いた場所など）の可能性も考えられる。

以上のように、『鉄山必用記事』鍛冶屋絵図と獅子谷Ⅲ期新段階とは若干の相違点はあるものの、かなり類似していることが分かった。また、獅子谷Ⅲ期新段階と他の直交配置の大鍛冶場を比較す

ると、鍛冶炉と鉄床の位置関係が一致しているほか、中には水場遺構と同様に再結合溝が沈殿した溝などが確認されるものもある。このようなことから、「鉄山必用記事」に見られる諸施設の配置は近世人鍛冶場の一つの基本パターンを示しているといえよう。

## 2 鍛冶炉の構造と機能

**鍛冶炉の地下構造** 鍛冶炉の火窓は、いずれも長さ1~1.3m、幅0.4~0.5mの長方形もしくは長辺円形で、大きな違いは見られない。しかし、同時期に存在する2基の鍛冶炉をみてみると、一方の鍛冶炉がもう1基の鍛冶炉に比べて、地下構造が複雑で、掘り方も大きいことが分かる。鉄床石との距離などから、こちらの方が「本場」の鍛冶炉と推測される。地下構造を複雑に造る意味は炉内の保温機能を上げるために、本場の方より高温の操業を指向したと推測される。「鉄山必用記事」の絵図を見ても、本場の方に2挺の吹き差し窓が設置されており、より高温の操業が行われたことが窺われる。

2号鍛冶炉には伏櫓状の地下構造が設けられていたが、たたらの地下構造に伴うものと類似しており、大鍛冶場とたたらとの間に技術的な交流があったと推測される。このような鍛冶炉はこれまでのところ発掘調査では確認されていない。ただし、鍛冶炉に伴って確認されたわけではないが、邑智郡瑞穂町馬場大鍛冶屋跡<sup>16)</sup>では鉄滓を蓋石に多用した「排水溝」が検出されており、鍛冶炉の地下構造の一部である可能性も考えられる。

1号鍛冶炉は、掘り方に内に鉄滓を積み上げて地下構造が構築されているが、このような類例は岡山県福見口遺跡<sup>17)</sup>で認められる。

**炉壁・羽口の胎土** 羽口や炉壁の耐火度は、1号鍛冶炉（左下場）では炉壁（地貼）1460°C、炉壁（内貼）1050°C、3号鍛冶炉（左下場）では炉壁（内貼）1110°C、羽口1330°C、7号鍛冶炉（本場）では炉壁（地貼）1270°C、炉壁（内貼）1080°C、羽口1110°C、8号鍛冶炉（左下場）では炉壁（内貼）1110°C、羽口1110°Cとなっており、鍛冶炉の機能に応じて炉壁や羽口の胎土の使い分けがされているとはいえない。

また、「鉄山必用記事」では炉壁胎土に塩を混和したという記述が見られるが、分析結果では意図的な塩の混入は証明されなかった。なお、炉壁内貼の胎土中には粉炭が多く含まれているが、これについては鍛鉄の付着を防ぐためであったといわれる<sup>18)</sup>。

**送風方法** 3・7・8号鍛冶炉では鶴の羽口が原位置で確認できた。羽口はいずれも火窓の短軸側の一方に装着されている。羽口の設置角度は「左下場」と推測される3号鍛冶炉で5°、「本場」と推測される7号鍛冶炉で7°で、両者に大きな違いは認められない。近代の操業例を見てみると、都合山鍛冶屋では羽口の傾斜角度は、左下場で18°、本場で4°と左下場の方が急であるが、別の大鍛冶場では左下場で「長さ2尺につき3寸」(9°)、本場で「長さ2尺につき4寸」(12°)と本場の方が急になっている<sup>19)</sup>。このようなことから、羽口の傾斜角度は大鍛冶場によって異なるものであることが分かる。こうした違いが起きる理由として、大鍛冶職人ごとの技術差（経験・くせなど）や、それぞれの大鍛冶場で原料となる鉄塊の性質に違いがあり、それ応じて加熱・処理方法が変わることが考えられる。

3・7・8号鍛冶炉では、羽口の装着された側の鍛冶炉外部には浅い溝があり、粘土が埋められていた。羽口との位置関係から輪座であったと考えられる。6号鍛冶炉でも火窓の南側に粘土

で覆われた浅い土坑があり、同様の性格のものであろう。このような例は、中原遺跡1号炉でも確認されており、羽口が残存していないくとも送風方向を推測する手がかりになると思われる。

### 3 操業内容

当遺跡では鉄滓、鉄塊系遺物など多くの鍛冶関連遺物が採取されているが、これらの調査や金属学的な分析成果をもとに当遺跡における操業内容について検討したい。

**鍛冶原料** 金属学的な分析では亜共析組織から鉄鉱組織をもつものまで確認されたが、過共析組織～白鉄組織を主体とするものが目立ち、炭素含有量の高い鉄塊が主原料として用いられたようである。100 (SIS-16) は鉄鉱組織を持つ鉄塊であるが、その形状から製鉄炉から湯溜まりへ流し取った鉄塊の可能性がある。また、79は金属学的な分析はされていないが、その形状から流動状の錫鉄塊とみられる。これらのような錫鉄塊が鍛冶原料として多く用いられたのであろう。

一方、267 (SIS-41)、271 (SIS-46) のような比較的炭素量の低い鉄塊もあることから、歩鎧も鍛冶原料にある程度は加わったとみられるが、鍛冶炉中には、始発原料の砂鉄に出来する脈石成分は極めて少ないとから、不純物の少ない製錫系鉄塊が搬入されたと推測される。このことは、当遺跡の原料供給元のたたらでは滓と鉄との分離がうまく進んだのか、あるいは、滓分の少ない鉄が特に選別されて当遺跡にもたらされたと結果と考えられる。

なお、金屋子祭祀造構周辺では、初花 (188・189 (SIS-31))、姫獨立 (190 (SIS-32)・191・192)、御神体 (190) と思われる錫鉄塊が出土している。これらは鍛冶原料と結びつけるには問題があるかもしれないが、たたらからもたらされた鉄の内容の一端を示すものといえる。189 (SIS-31)・190 (SIS-32) は高クロム系の錫鉄塊で、高温操業下で生成したと推測されている。

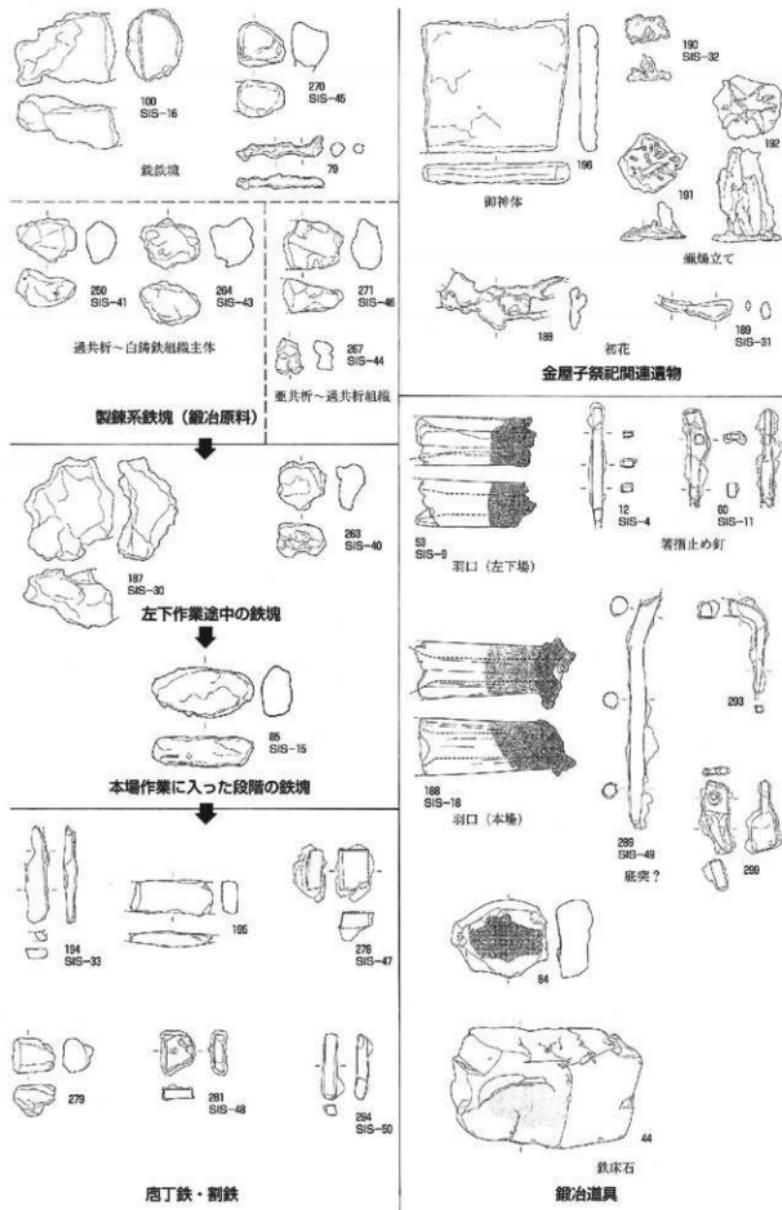
**鍛冶工程** 187 (SIS-30) は楕形の鉄塊で、側部には棒状の工具痕が見られる。金属学的な分析によれば、亜共析～白鉄組織を持つ鉄塊で、表面のみ脱炭跡が認められる。263 (SIS-40) は芯部が高炭素域で外周部ほど低炭素域になる、脱炭処理中の鉄塊である。これらは左下工程中の鉄塊と思われる。

85 (SIS-15) は、金属組織にフェライト単相～共析組織まで偏析がみられる。前述の左下途中の鉄塊よりも脱炭が進み、粗く鍛打されていることから、本場作業に入った段階の鉄塊と思われる。

**庖丁鉄・割鉄** 当遺跡では大鍛冶場の製品である庖丁鉄・割鉄とみられるものも回収されている。これらの形状は、切餅形のものや、断面が方形で棒状のものなど様々で大きさも異なる。また、分析資料の金属組織は、278 (SIS-47) は亜共析組織～共析組織、281 (SIS-48) はフェライト単相～亜共析組織、294 (SIS-50) はフェライト単相で、それぞれ違った様相を示している。このことについては、以下の可能性を挙げておきたい。

- ①これらの中には脱炭途上の鉄塊や、製品に加工される途中で切断された鉄塊が含まれるており、必ずしもすべてが製品になるわけではない。
- ②いずれも製品であるが、火鍛冶職人の技術が未熟であったため鉄の性質にばらつきが生じた。
- ③いずれも製品で、用途に応じて炭素量の異なるものが作られた。
- ④近世の大鍛冶では多少の炭素量のばらつきは問題とならなかった。

以上のいずれが妥当なものか、現在のところ結論は出せないが、庖丁鉄・割鉄は規格品のようないのではなく、時代や工房、用途によって形態や性質が異なる可能性が高いと思われる。他の遺跡



第7図 獅子谷造跡大鑄冶関連遺物 (鉄床石 S = 1/16、その他 S = 1/8)

で出土した庖丁鉄・割鉄など<sup>20)</sup>をみても、炭素量があまり下がっていないものや、部位によって一定でないものがあることから、このようなことが言えるのではないだろうか。

194 (SIS-33) は金屋子石組遺構周辺で出土したものである。フェライトと亜共析組織の2つの鋼種が鍛接された粗い作りで製品として出荷されるものではなく、金屋子神への奉納用に作られたと思われる。

**鍛冶道具** 当遺跡では鍛冶道具とみられる鉄製品もいくつか出土している。

12 (SIS-4)、60 (SIS-11) は箸摺止め釘であるが、それぞれ形状や製作技法が異なっている。

289 (SIS-49) は大きさ約 3 cm の棒状工具で、「底突」<sup>21)</sup>と呼ばれるものと類似している。楕円形鍛冶滓には丸棒状の工具痕が下面や側面に残るものが多く見られることから、鍛冶炉内の鉄塊や滓の下にこのような工具を差し込み、突き動かすようにして用いたと考えられる。使用に伴う折れ曲がりやひび、金屬組織に熱影響の痕跡が確認されたことも、この道具の使用状況を物語る。

293は断面が方形で、先端が鍔状に曲がった工具の破片である。299は先端が板状で、図上側には円孔を持つ。図上側が破面になるとすれば、鉄鉋の先端部になる可能性がある。楕円形鍛冶滓には断面が方形、もしくは平板状の工具痕のあるもの (217 (SIS-36)) も見られ、用途に応じて多様な工具が用いられたと推測される。

当遺跡で出土した鍛冶道具など鉄製品は、分析されたものを見る限り塩基性砂鉄を始発原料とするもので、遺跡内に搬入された製錬系鉄塊を用いて製作されたと仮定しても矛盾ない鉱物組成であった。289 (SIS-49) のように高クロム系の特質を持つものが、当遺跡の製錬系鉄塊や割鉄・庖丁鉄でも見られることから、遺跡内で鍛冶道具が生産された可能性は高いと思われる。ただし、鍛造剥片の分析から、ここでの鉄器製作は補助的な位置づけであったと推測されている。

#### 4 獅子谷遺跡の歴史的位置づけ

当遺跡では、高殿たたらの成立期にあたる17世紀後半～18世紀前半に操業が開始されたと推定される。この段階ですでに「左下場」、「本場」に相当する2基の鍛冶炉を有しており、近世大鍛冶場の基本要素を備えているといってよい。このことから近世大鍛冶場は高殿たたらとともに出現したと考えられる。近世大鍛冶場の成立した要因は、①高殿たたらで生産されるのに見合うだけの大量の鉄を処理・加工する必要性が生じたこと、②たたらの地下構造の発達や送風力の向上により以前よりも高温の操業が可能となった結果、たたらで主体的に生産される鉄の性質に変化が起り、これに応じた鉄の処理方法が必要となったことが考えられる。今後、高殿たたら成立前段階の製鉄・鍛冶遺構やそれに伴う遺物が確認され、高殿たたらや近世大鍛冶場の遺構・遺物と比較検討されることでその具体像がより明らかになると期待される。

獅子谷遺跡についてもう一つ重要な点は、文献史料からある時期において弓谷鉢<sup>22)</sup>が原料供給元の鉢であることが分かっており、しかも弓谷鉢の内容が発掘調査で明らかになっていることである。このように関連するたたらと大鍛冶場が文献と発掘調査の両面でアプローチできる例は少なく、両者の関係を考える上で非常に興味深いものである。

弓谷鉢は出部家が経営したたらで、寛政12 (1800) 年から天保10 (1839) 年まで39年間稼働し、一旦操業を中断した後、文久元 (1861) 年に再興され、明治時代中期までは存続していたことが文献史料から分かっている。弓谷鉢の2度目の操業にあたって「獅子谷鍛冶屋」が弓谷鉢付属の鍛冶

第4表 獅子谷遺跡主要要素一覧表(1)

| 分析資料 | 種類                                    | 製鍊   | 精錬   |                             |  | 鐵無   |  |
|------|---------------------------------------|--|--|-----------------------------|--|--|--|
|      |                                       |  | TiO <sub>2</sub> (2%~)   | TiO <sub>2</sub> (1~2%)     | TiO <sub>2</sub> (0~1%)                      |  |  |
|      | 鐵治津                                   |  | SIS-7(2.43)<br>SIS-19(2.27)<br>SIS-26(2.68)  |                             |  | SIS-5(0.74)  |  |
|      | 輪形鐵治津                                 |  |  | SIS-3(1.04)<br>SIS-37(1.41) | SIS-36(0.87)<br>SIS-38(0.46)                 |  |  |
|      | 合鉄鉄津<br>合鉄輪形鐵治津                       | SIS 41(0.67)   |  | SIS-39(1.02)                | SIS 6(0.60)<br>SIS-13(0.19)                  |  |  |
| 分析資料 | 鐵塊系造物                                 | SIS 16(0.05)<br>SIS-31(0.01)<br>SIS-32(0.30)<br>SIS 43(0.10)<br>SIS-44(0.15)<br>SIS-45(0.15)<br>SIS-46(0.16) |  |                             | SIS-15(0.67)<br>SIS-30(0.16)<br>SIS-40(0.08) |  |  |
|      | 小割鉄・鉄製品                               |  |  |                             |  | SIS-33(0.13)<br>SIS-47(0.12)<br>SIS-48(0.10)<br>SIS-50(0.17)<br>SIS-52(0.12) |  |
|      | 粒状津                                   |  |  |                             |  | SIS-21<br>SIS-27   |  |
|      | 鐵造剥片                                  |  |  |                             |  | SIS-22<br>SIS-28   |  |
|      | 遺物構成比                                 | 總重量3023.8kg: 鐵治津・再結合津2776.3kg、合鉄鉄津(メタル度M(◎)以上)208kg、鐵塊系造物29.2kg、羽口9.9kg                                      |  |                             |  |  |  |
|      | 粒状津・鐵造剥片<br>推定量                       | 粒状津<br>鐵造剥片  | ~1mm<br>~1mm   | 1~2mm<br>1~2mm              | 2~5mm<br>2~5mm                               | 543.0 g (6%)<br>16300.7 g (78%)<br>4337.5 g (21%)<br>227.1 g (1%)            |  |
| 遺物情報 | 鐵塊系遺物構成比<br>(メタル度M(◎)以上)<br>(合鉄鉄津を含む) | 特L(☆)75.9kg、L(●)125.3kg、M(◎)36.4kg<br>☆: ●: ◎ = 32: 53: 15%  |  |                             |  |  |  |
|      | 鐵塊系遺物種別比<br>(分析資料)                    | 工標<br>種別   | 製鍊8点(36%)、精錬3点(14%)、割鉄・鉄製品11点(50%)<br>軟鉄系5点(23%)、軟鉄・鋼系6点(27%)、銅系3点(14%)、銅・軟鉄系3点(14%)、銅鉄4点(18%) |                             |  |  |  |
|      | 原材料・燃料の種類                             | 燃料   | 広葉樹が主だが、針葉樹もあり / 熱量(分析資料) 5830cal/g  |                             |  |  |  |
|      |                                       | 原料鉄塊   | 不純物をあまり含まない製鍊系鐵塊<br>過共析組織・白鉄鉄組織をもつ炭素含有量の高い鐵塊を主体とするが、亜共析・過共析組織の鐵塊もあり                            |                             |  |  |  |
|      | 羽口                                    |  | 送風孔: 先端部で内径3.2~4cm<br>耐火度: 1110°C~1330°C   |                             |  |  |  |
|      | 炉壁                                    |  | 胎土: 内貼りには粘土に粉炭を多く混入<br>耐火度: 地貼り1270~1460°C、内貼り1050~1110°C                                      |                             |  |  |  |
|      | 分析資料内訳                                |  | 51点: 炉壁6、羽口4、鐵治津4、工具付着片4、輪形鐵治津4、合鉄鉄津2、<br>合鉄輪形鐵治津3、瓦薪合津3、鐵塊10、割鉄2、鉄製品9、粒状津2、<br>鐵造剥片2、木炭1      |                             |  |  |  |

第5表 獅子谷遺跡主要要素一覧表(2)

| 遺構概要   |           | 層位的に3時窓(I~III期)に分かれる大鍛冶場跡/鍛冶炉8基/金屋子祭祀遺構あり   |
|--------|-----------|---|
| 大鍛冶場Ⅰ期 | 1号鍛冶炉     | 火窓:長0.6~幅0.45×深0.35m / 掘り方:長1.05×幅1.1×深0.6m<br>主軸方向:N-59°-E / 機能:左下場<br>備考:箸摺止め釘が残存。SB01柱穴に切られる。                              |
|        | 2号鍛冶炉     | 火窓:長1.1×幅0.4×深0.25m / 掘り方:長1.7×幅1.2×深0.5m<br>主軸方向:N-57°-E / 機能:本場<br>備考:石や鉄滓で造られた伏座状の地下構造を持つ。並低2回の造り直し。                       |
|        | 鉄床1       | 掘り方に鉄床石を設置。鉄床石上面に小判形の塗み   |
|        | その他の施設    | 土坑1 / 大鍛冶場の区画溝  |
|        | 大鍛冶場跡     | SB01:3間(8.4m)×2間(6.0m)の掘立柱建物跡<br>火窓:長1.05×幅0.55×深0.6m / 掘り方:長1.3×幅1.05×深0.7m  |
|        | 3号鍛冶炉     | 主軸方向:N-14°-W / 機能:左下場<br>備考:羽口・箸摺止め釘が原位置に残る。  |
|        | 4号鍛冶炉     | 火窓:長1.2×幅0.5×深0.7~m / 掘り方:長2.85×幅3.1×深1.45m<br>主軸方向:N 75°-E / 機能:本場<br>備考:鉄滓や粘土塊を積み上げて地下構造を構築。上半部は破壊される。                      |
|        | 鉄床2       | 浅い落ち込み内に鉄床石を設置。鉄床石上面に小判形の塗みをもつ再結合済付着。   |
|        | その他の施設    | SX01:焼面と付近の立石。鉄の置き場所、もしくは竈跡か? / 大鍛冶場の区画溝<br>鉄分が沈殿した構状遺構 / 上坑1   |
|        | 人鍛冶場跡     | SB02(中・新段階):3間(8.6m)×2間(6.3m)の掘立柱建物 / 古段階は桁行4間に以上か?   |
| 大鍛冶場Ⅱ期 | 火窓        | 火窓:長1.2×幅0.45×深0.4m / 掘り方:長1.4×幅0.85×深0.4m<br>主軸方向:N-75°-E / 機能:左下場<br>備考:SB02の柱穴に切られる。Ⅲ期古段階。                                 |
|        | 5号鍛冶炉     | 火窓:長1.3×幅0.6×深0.1m / 掘り方:長1.3×幅0.7×深0.5m<br>主軸方向:N-14°-W / 機能:左下場<br>備考:Ⅲ期中段階。  |
|        | 6号鍛冶炉     | 火窓:長1.1×幅0.45×深0.3m / 掘り方:長2.2×幅2.6×深1.1m<br>主軸方向:N-78°-E / 機能:本場<br>備考:最低1回の造り直し。羽口が原位置に残存。Ⅲ期古~新段階。                          |
|        | 7号鍛冶炉     | 火窓:長1.05×幅0.5×深0.25m / 掘り方:長1.5×幅1.2×深0.8m<br>主軸方向:N-18°-W / 機能:左下場<br>備考:最低4回の造り直し。羽口片残存。Ⅲ期新段階。                              |
|        | 鉄床        | 鉄床3:100×90cmの範囲に再結合済。鉄床(石)を置いた痕跡。<br>鉄床4:中央部に74×68cmの円形の塗みを持つ再結合岸。  |
|        | その他の施設    | SX02:2箇の焼面とその両脇の立石。鉄の置き場所、もしくは竈跡か? / 炭置場<br>水槽遺構:底面に鉄分が沈殿 / 大鍛冶場を区画する石列・溝 / 土坑6   |
|        | 金屋子祭祀関連遺構 | 大鍛冶場の南側に残丘状の高まり、麓に2基の石組<br>石組周辺から鍛鉄製の御神体や帳獨立て、初花などの祭祀関連遺物が出土。   |
|        | 考古資料      | I期 17世紀後半~18世紀前半<br>II期 18世紀末~19世紀中葉<br>III期 19世紀中葉~  |
|        | 熱残留磁気測定   | I期 1号鍛冶炉:残留磁気の方向が分散するため推定できず<br>II期 3号鍛冶炉:AD1780±20<br>III期 5号鍛冶炉:AD1840±25<br>8号鍛冶炉:AD1820±20<br>S X 0 2:残留磁気の方向が分散するため推定できず |
|        | 14C年代     | I期 2号鍛冶炉:BP400±70<br>II期 4号鍛冶炉:BP150±60<br>III期 5号鍛冶炉:BP90±70<br>8号鍛冶炉:Modern   |
| 操業の内容  |           | 精鍛鍛冶から鍛錬鍛冶工程の一貫した生産体制が推定される<br>高丁鉄・兩鉄は極低レベルから共析鋼レベルのものまである  |

馬として再興されたことが文献<sup>23)</sup>に記されているが、その年代からこれはⅢ期の大銀治場に相当するとみられる。

弓谷鉱は、複雑かつ大規模な床釣り構造を備えた高殿たたらで、製鉄炉の付近で銑鉄鋳型が検出されたことから、造橋の様子を見る限り、高温操業を指向し、銑鉄を主体に生産したと推測される。獅子谷遺跡で出土した製鉄系鉄塊の様相と比べても弓谷鉱から獅子谷遺跡へ銀治原料が供給されたと考えて矛盾しないようである。

ところで、両者は直線距離で3.4km離れており、原料の運搬の問題があるにもかかわらず鉱から離れた場所に大銀治場が設けられた理由が何であるのか、注目すべき問題である。これについては、鉄山において大銀治場（大銀治人）の独立性が強かったことが考えられる。近世文書の調査では、たたらと比較して大銀治場が相対的に不足していたことから、大銀治屋やその職人は特別な扱いを受ける存在であったと推測されている<sup>24)</sup>。また、出雲地方においては大地主である鉄山師が鉄山経営にあたっていたため、藩営（官営）の地域と比較して鉄山における規制は小さく、このことがたたらと大銀治場の位置関係に反映されたということも考えられる。両者の位置関係が鉄山の経営体制とどのように関連するのか、文献史料や他地域の事例などもふまえて今後検討すべき課題である。

- 1) 2001年、志津見ダム建設に伴い鳥取県教育委員会が調査。
- 2) 鳥取県教育委員会 1993 「父ヶ平遺跡・中ノ原遺跡・タクラ山第1・第2遺跡」一般県道市木井原線道路改良工事に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書1・II
- 3) 鳥取県教育委員会 2002 「猪原遺跡（2）」
- 4) 通風孔とするには筋が大きすぎるよりも思われるが、製鉄炉軸に近い部分の内壁で、通風孔が壁面に対し少しから見て斜めに開けられていた部分が、熱影響により洗食を受けた結果と考えておきたい。
- 5) 依頼一 1933 「古来の砂鐵製錬法」丸善株式会社
- 6) 言5 文獻中の図を参照。
- 7) 高橋一郎氏は、奥出雲における企業たたらの製品の主体は銑鉄であり、鋼は兩次的な商品であったと考えている。  
高橋一郎 1990 「奥出雲横田とたたら」奥出雲文庫3
- 8) A 下原重伸 1784 「鉄山必用記事」館光訳 2001 「現代語訳 鉄山必用記事」丸善株式会社  
B 言5 と同じ
- 9) 鳥取県教育委員会 1999 「中原遺跡」
- 10) 福岡県教育委員会 1991 「犬鳴」II
- 11) 大朝町教育委員会 1995 「黒尊遺跡」
- 12) 言5 と同じ
- 13) 鳥取県教育委員会 2001 「戸井谷尻遺跡・長老畠遺跡」
- 14) 保光たたら発掘調査団 1985 「保光たたら」
- 15) 言8 B と同じ
- 16) 中越利夫・田中規子・野崎洋子 1993 「馬場大銀治跡跡」『中国地方製鉄遺跡の研究』広島大学文学部考古学研究室編
- 17) 岡山県教育委員会 2002 「福見口遺跡・殿兼遺跡・大高下遺跡・大柄畠遺跡」
- 18) 言5 と同じ
- 19) 前田六郎 1943 「和銅・和鉄」河出書房
- 20) 砚原町中原遺跡・戸井谷尻遺跡・神原II遺跡（鳥取県教育委員会2002「神原II遺跡」）で出土している。  
21) 言5 と同じ。
- 22) 砚原町教育委員会 2000 「弓谷たたら」
- 23) 出部家文書『鉄方御用留』（註22 史料・史料解説欄を参照）
- 24) 館光 2002 「鉄山必用記事について」「第2回歴史村フォーラム たたら製鉄、その世界 たたらの火を一人一人の心に」財团法人鉄の歴史村地坡振興事業団

## 報告書抄録

| フリガナ          | トノブチャマイセキ シシダニイセキ   |                         |   |                      |                                      |
|---------------|---|-------------------------|---|----------------------|--------------------------------------|
| 書名            | 殿淵山遺跡・獅子谷遺跡   |                         |   |                      |                                      |
| 副書名           | 分析・総括編  |                         |   |                      |                                      |
| 卷次            | (2)   |                         |   |                      |                                      |
| シリーズ名         | 志津見ダム建設予定地内埋蔵文化財発掘調査報告書   |                         |   |                      |                                      |
| シリーズ番号        | 17  |                         |   |                      |                                      |
| 編集者名          | 東山信治  |                         |   |                      |                                      |
| 編集機関          | 島根県教育厅埋蔵文化財調査センター<br>ホームページ <a href="http://www.pref.shimane.jp/section/maibun/">http://www.pref.shimane.jp/section/maibun/</a> |                         |   |                      |                                      |
| 所在地           | 〒690-0131 島根県松江市打出町33番地 TEL 0852-36-8608<br>E-mail maibun@pref.shimane.jp   |                         |   |                      |                                      |
| 発行年月日         | 2003年3月31日  |                         |   |                      |                                      |
| フリガナ<br>所収遺跡名 | コード<br>所在地<br>市町村 遺跡番号  | 北緯 <sup>°</sup><br>35°  | 東經 <sup>°</sup><br>132°   | 調査期間                 | 調査面積 調査原因                            |
| 殿淵山           | シマホカンイイシダン<br>島根県飯石郡<br>トシワタラカシ フミ<br>頓原町志津見  | 32884 T28<br>09'<br>15" | 40'<br>46"  | 19980416<br>19980703 | 930m <sup>2</sup> ダム建設               |
| 獅子谷           | シマホカンイイシダン<br>島根県飯石郡<br>トシワタラカシ ノイ<br>頓原町角井   | 32884 T99<br>08'<br>58" | 132°<br>40'<br>05"  | 19980629<br>19990203 | 590m <sup>2</sup> ダム建設               |
| 所収遺跡名         | 種別  | 主な時代                    | 主な遺構  | 主な遺物                 | 特記事項                                 |
| 殿淵山           | 製鉄遺跡  | 江戸時代                    | 掘立柱建物 1<br>柱穴列 1<br>炭窯 1<br>土坑                                    | 製鉄関連遺物<br>陶磁器        | 排津場から大量の製鉄関連遺物出土                     |
| 獅子谷           | 製鉄遺跡  | 江戸時代                    | 大鋳冶炉 8<br>鉄床 4<br>掘立柱建物 2<br>水場遺構<br>焼土面<br>粘土面 (建物跡?)<br>金屋子祭祀遺構 | 鋳冶関連遺物<br>陶磁器<br>銅製品 | 3時期以上にわたって操業された近世の大鋳冶跡が良好な遺存状態で確認された |

\*日本測地系による。

志津見ダム建設予定地内  
埋蔵文化財発掘調査報告書17

殿淵山遺跡・獅子谷遺跡（2）  
—分析・総括編—

発行 平成15(2003)年3月  
発行者 国土交通省中国地方整備局  
鳥取県教育委員会  
編集 鳥取県教育庁埋蔵文化財調査センター  
〒690-0131 鳥取県松江市打出地33  
電話 0852-36-8608  
 fax 0852-36-8609  
<http://www.pref.shimane.jp/section/maibun/>  
E-mail maibun@pref.shimane.jp

印刷 有限会社伊藤印刷  
〒693-0006 鳥取県出雲市白枝町423  
電話 0853-23-3200