

X線CTによる一括出土銭の調査

高桑登

1 はじめに

平成25年度に実施した八反遺跡第3次調査において、曲物に納められた大量の古銭が出土した（山形埋文2014）。曲物は折敷で蓋されていたため、内部の古銭は埋められた当時の形状を完全に留めており、約100枚毎の古銭のまとまりである絹^{さし}の単位も明瞭に観察することができた（写真1）。遺存状況が良好だったことから、絹を解体しての調査は行わず、現状のままで保存処理を実施した。しかし、古銭の収納状態の確認や、最新銭による埋納年代の推定等の調査を行う必要があったため、X線CTによる内部調査を実施することとした。

本稿では、現在実施しているX線CTによる調査手法を紹介することで、今後の一括出土銭調査の一助としたい。なお、全古銭の銭銘等の詳細な本報告は平成30年度刊行予定の報告書に譲る。

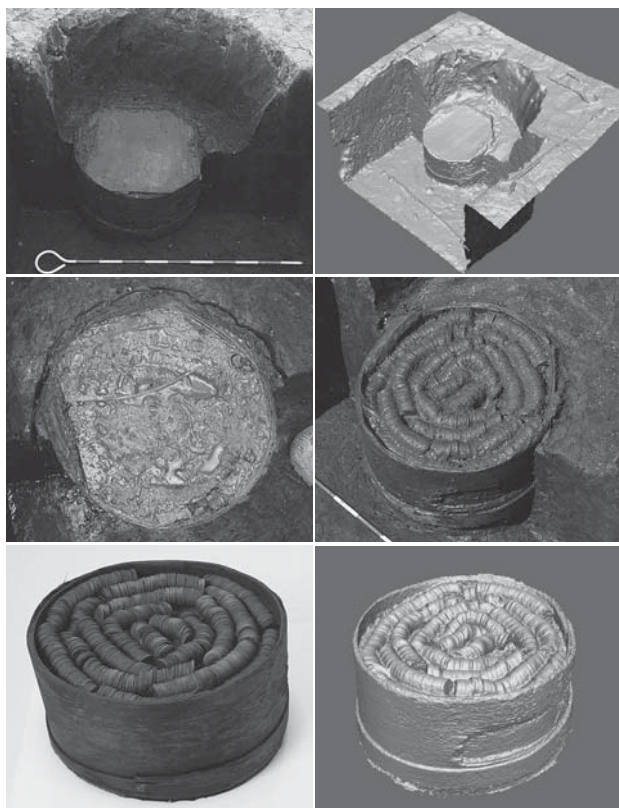


写真1 古銭出土状況及びクリーニング後写真・3Dモデル

2 X線CT撮影

撮影は平成28年1月に株式会社日立製作所に委託して実施した。保存処理終了後、運搬用の養生材で包んだままの状態撮影している（写真2）。撮影条件は、遺物寸法：直径30cm/高さ15cm/重量34kg、撮像方式：Hi-Brid（高精細・日立オリジナル）、X線最大エネルギー：9MeV、スライス厚：0.5mm、スライスピッチ：0.5mm、重ね合せ：2回、画素サイズ：0.2mm、画素数：3000×3000pixelである。

撮影後に三次元画像処理を行ない、銭銘の判別が可能な画像データが得られたことを確認した。この段階で、内容物が全て古銭であること、全体が絹銭の状態で収納されていること、絹銭が5段に積まれていることを確認することができた（写真3）。



写真2 撮影の様子

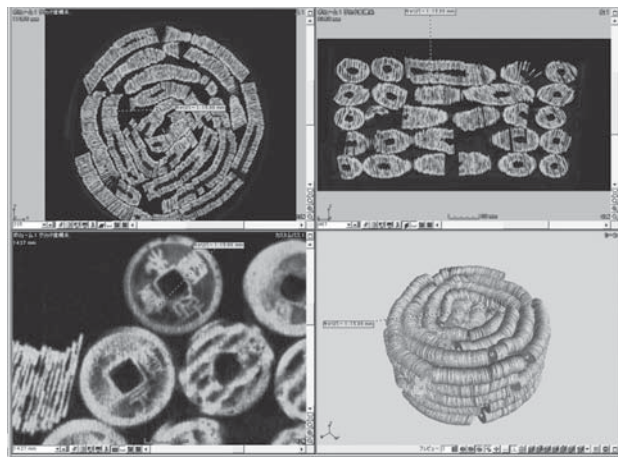


写真3 三次元画像処理結果

3 解析

データの解析については、外部委託か内製かを検討したが、銭銘判読の手法が未確立であり、作業量を見積もることが難しかったため、ソフトを導入して内製で実施することとした。導入したソフトは VGStudio Max 2.2 (Volume Graphics GmbH) である。

縞の形状の確認とその収納方法の復元、縞毎の古銭の枚数、全ての古銭の銭銘判読等を目的として解析作業を実施した。

(1) 縞単位の関心領域の作成

当初のデータの状態で任意の平面で断面を観察することはできたが(写真3)、個別の縞の外観を観察することはできず、縞の収納状態を検証することは難しかった。そこで、縞毎に三次元画像データ内でデータを取り扱う単位である「関心領域 (ROI; Region of Interest)」を設定することで、個別の縞のみを表示できるようにして縞の収納方法の観察を試みた。

ROI 作成には、仮想的な球状または円盤状のペイントブラシを用いて ROI を設定することができる「ドロー」ツール、3D 空間内で複数の点を線で繋ぎ範囲選択することができる「3D ポリライン」ツール等を使用した。平均すると1日に約3.8本の縞のROIを作成している。

全ての縞のROIを作成することで、縞を1本ずつまたは1段ずつ外した状態を復元できるようになった(写真4)。1段の縞の本数は全て16本であり、5段で80本の縞が収納されていることもこの段階で判明した。

段については上から d01 ~ 05、縞は想定される収納順に s01 ~ 16 の記号・番号を付し、その組み合わせでそれぞれの縞の整理番号とした。縞毎のROIは次の銭銘判読の作業単位としている。

(2) 銭銘判読のための関心領域の作成

銭銘を判読するためには、古銭の文字面と断層面を一致させる必要がある。古銭1枚毎に断層面を合わせるのは現実的ではないため、縞の中で向きが揃った1~5枚の古銭のまとまり毎にROIを分割し、そのROI毎に断層面を合わせることにした。縞1本につき40~50程度のROIに分割している(写真5)。屈曲の強い内側の縞ほどROIが多くなる。ROIを追加するに従ってソフトの動作が重くなるため、1本の縞で1ファイルとした。1日に約1.8本の縞のROI分割を実施している。

(3) 古銭個別写真の撮影

文字面と断層面の位置合わせには、指定した3点を含む平面をx-y平面に位置合わせすることができる「シンプル3-2-1レジストレーション」ツールを使用した。3点を指定した面が上面となる。分割したROI毎に位置合

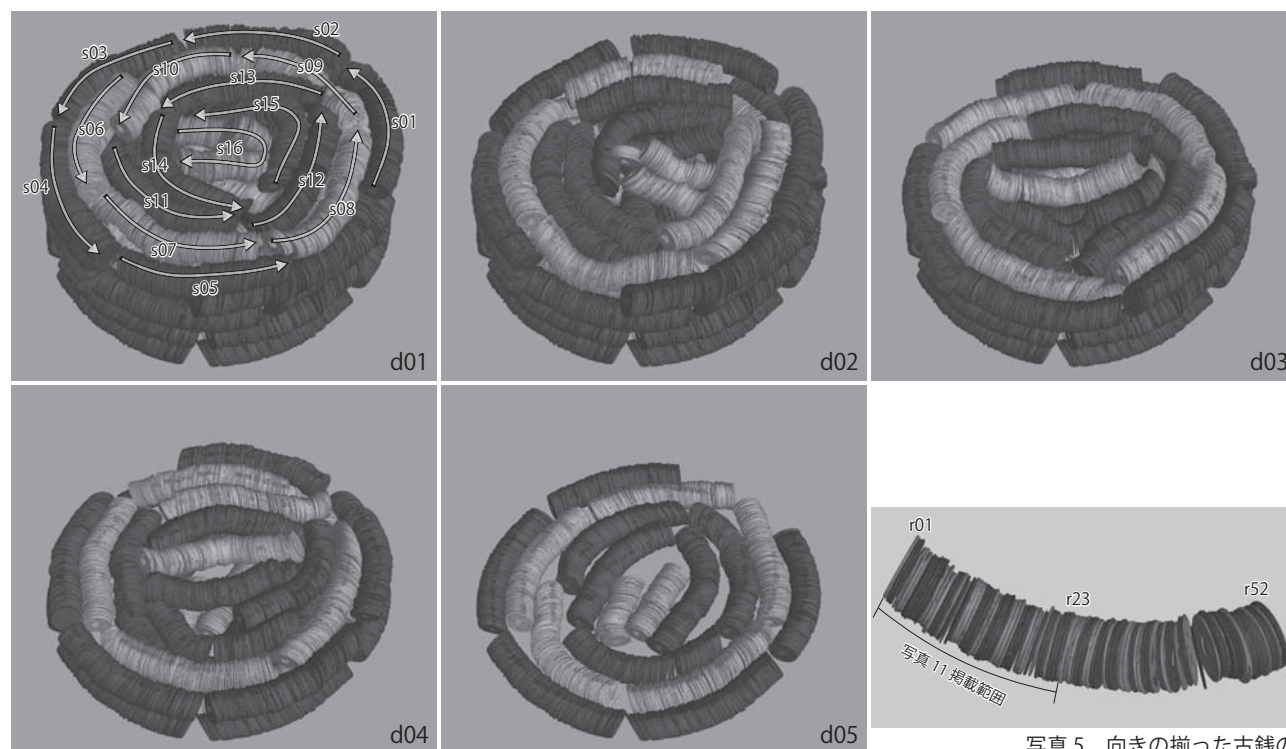


写真4 縞の収納状態及び収納単位、1段目の撮影方向

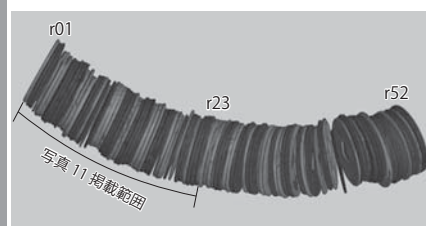


写真5 向きの揃った古銭のまとまり毎のROI

わせをすることで、数枚の向きの揃った古銭を連続的に観察することができる。

個別写真の撮影は解析ソフトの画像書き出し機能も試みたが、断層面を示す線を含めた状態で記録するために、パソコンのプリントスクリーン機能で撮影することとした（写真6）。フルHD（1920×1080）程度のディスプレイであれば、等倍

または1/2サイズで掲載するのに十分な解像度を得ることができる。またウィンドウに表示されるファイル名や作業状態等も写し込まれるため、画像の取り違えを防ぐことができるメリットもある。

断面画像の表示モードについては、検体の見え方を調整できる「ボリュームレンダリングツール」を使用することで、古銭のみを鮮明に表示させることも可能だったが、なるべく客観的な画像を記録するために、元画像の色、輝度、コントラストを使って断層画像を表示する「オリジナル表示モード」を選択した。「ボリューム…」に比べてややコントラストは低くなるが、古銭周辺の土壌や紐の痕跡も写し込むことできる。また、古銭内部の状態を観察することを目的として、上下面だけでなく厚みの中心を通る面でも撮影を行った。

前述の緋の整理番号（d00_s00）に、分割したROIの番号（r00）、ROIの中での古銭の通し番号（z00）、撮影時点での上面・中心面・下面を表す1～3の番号を付して画像のファイル名とした。「d01_s01_r01_z01_1.png」は1段目、1番目の緋、1番目のROI、1番目の古銭、上面の画像ファイルである。末尾が1のファイルが古銭の文字面の場合は、①で設定した撮影方向に対して古銭が表面を向き、3のファイルが文字面の場合はその逆となる。撮影しながら画像ファイルを緋毎のフォルダに整理する過程で、緋毎の古銭の枚数も明らかになっていくことになる。

撮影の過程でROIの中で向きが揃ってない古銭があった場合は、ROIを再分割しながら撮影を行なった。その作業も含めて1日に約0.9本の緋の撮影を実施している。

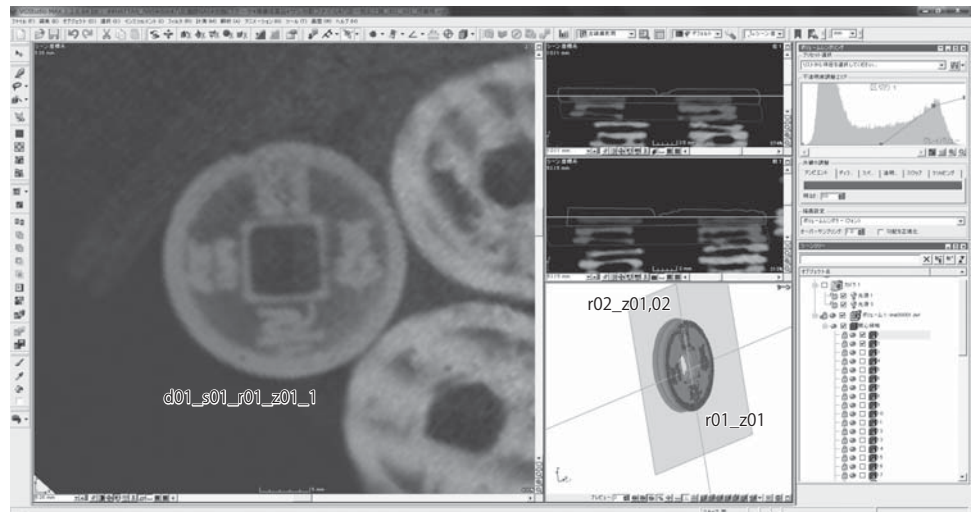


写真6 個別写真の撮影

(4) 画像補正及び銭銘判読

撮影した画像は、画像編集ソフトを使用してリサイズ、傾き調整、反転等の画像補正を行なった。表面は文字が正位となるように反転、傾きを調整し、中心面は表面と同じ向きとした。裏面は表面に対して左右反転し、実物を観察した際のイメージに近づけている。さらに文字の判読性を高めるために白黒反転処理を行なった。古銭1枚に付き表面、中心面、裏面の3枚の画像を報告書に掲載予定である（写真11）。

銭銘の判読には、文字の位置と種類を選択することで銭銘の候補が表示されるExcelファイルを作成して効率化を図っている（写真8）。

4 X線CTによる調査で得られた成果

(1) 緋の形状及び収納方法について

段によって様相は異なるが、基本的には5本の緋を1単位として、曲物の外側から渦巻状に古銭を納め、中心の余った場所に1本の緋を伸ばした状態または折り曲げた状態で納めていることが分かった（写真4）。

古銭を取り上げながらレーザースキャナや三次元写真解析等で記録すれば、同様の三次元情報を得ることはで

1		No.	銭名	初年
2		55	元豊通寶	1078
3		56	元豊通寶折二銭	1078
4		57	元祐通寶	1086
5		58	元祐通寶折二銭	1086
6		62	元符通寶	1098
7		63	元符通寶折二銭	1098
8		S02	元化通寶	1340±10年
9		S28	元祐通寶	0
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				

写真8 銭銘検索用Excelファイル

きるが、記録できるのは古銭の上面のみの情報であり、取り上げた段階で下面の情報は失われ再検証が不可能になってしまう。今回はX線CT撮影によって得られた完全な三次元情報から、縞の形状や縞同士の微妙な重なり具合を検証し、縞の収納方法を復元することができた。なお、出土状況や保存処理前の状況等、必要に応じて写真解析による3Dモデルも作成している(写真1)。

(2) 個別の古銭について

現在判読作業中であるが、ほぼ全ての古銭について銭銘を判読できる可能性がある。例としてd01_s01 縞の50枚の写真及び銭銘を掲載した(写真11・表2)。任意の断面で観察できるため、錆に覆われた古銭は実物の観察よりも判読性が高い。歪んだ古銭は実物よりも判読が難しいが、断層面を複数設定したり、3D画像(写真9左上)で判読を行っている。X線CTによる判読が難しいものについては、実物を見ても判読できないと考えられるが、それが撮影の状態や断層面の設定の具合で判読できないのか、無文銭や模倣銭であるために判読できないのか、実物を確認できないため判断が難しい場合もある。

銭銘以外にも孔部分の星形や破損の状況も実物と同様に観察が可能であった。また古銭に鬆が入った様子や内部のヒビも確認することができた(写真9)。表面観察からは得られないX線CTならではの成果である。

また、全点を判読していることにより、五銖銭のような検出例の少ない古銭についても確認することができた。

収納されていた古銭の枚数は7,986枚である。100枚ちょうどの縞が80本中70本と最も多いことが注目される(表1)。保存処理前に1段目の枚数を目視で数えたが、特に曲物の外周に近い部分の錆に覆われた縞では1枚の

表1 縞毎の古銭枚数

整理番号	枚数	整理番号	枚数	整理番号	枚数	整理番号	枚数	整理番号	枚数
d01_s01	100	d02_s01	93	d03_s01	100	d04_s01	100	d05_s01	100
d01_s02	100	d02_s02	100	d03_s02	100	d04_s02	100	d05_s02	100
d01_s03	100	d02_s03	100	d03_s03	100	d04_s03	100	d05_s03	100
d01_s04	100	d02_s04	100	d03_s04	100	d04_s04	100	d05_s04	100
d01_s05	96	d02_s05	100	d03_s05	100	d04_s05	100	d05_s05	100
d01_s06	100	d02_s06	100	d03_s06	100	d04_s06	100	d05_s06	100
d01_s07	100	d02_s07	100	d03_s07	100	d04_s07	100	d05_s07	100
d01_s08	100	d02_s08	100	d03_s08	100	d04_s08	101	d05_s08	100
d01_s09	100	d02_s09	100	d03_s09	100	d04_s09	102	d05_s09	100
d01_s10	101	d02_s10	100	d03_s10	101	d04_s10	100	d05_s10	100
d01_s11	98	d02_s11	101	d03_s11	100	d04_s11	100	d05_s11	100
d01_s12	100	d02_s12	100	d03_s12	100	d04_s12	100	d05_s12	100
d01_s13	100	d02_s13	100	d03_s13	100	d04_s13	100	d05_s13	100
d01_s14	100	d02_s14	100	d03_s14	100	d04_s14	100	d05_s14	100
d01_s15	100	d02_s15	94	d03_s15	99	d04_s15	100	d05_s15	100
d01_s16	100	d02_s16	100	d03_s16	100	d04_s16	100	d05_s16	100
計	1,595	計	1,588	計	1,600	計	1,603	計	1,600

合計 7,986

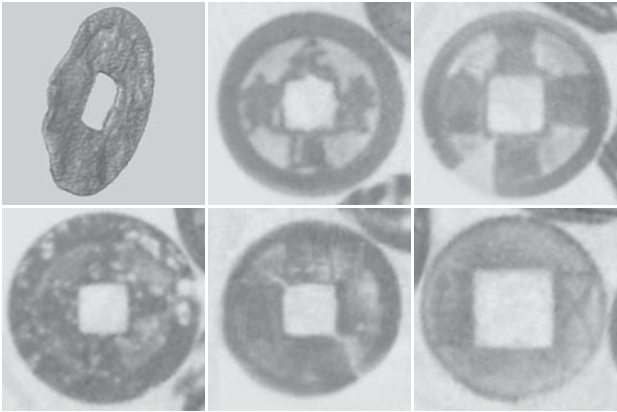


写真9 歪み・星形孔銭・欠損・鬆・ヒビ・五銖銭

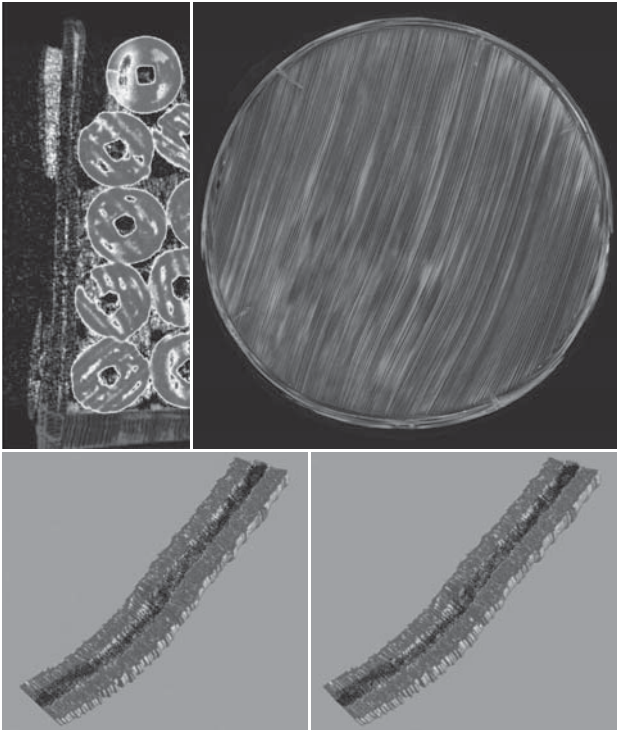


写真10 木質部、縞紐の見え方(下写真平行法)

古銭の判断が難しく、1,533枚とカウントしていた。実際は1,595枚であったため約4%少なくカウントしていたことになる。

(3) 容器・縞紐について

表示する密度の範囲を調整することで、古銭以外の木質部や土壌部分についても観察することができた(写真10)。曲物の側板を固定する樺紐や木釘、底板の木取り等を観察することができた。古銭を綴っていた紐は腐食しており、周囲の土壌と同化して結び目等を確認することはできなかったが、縞銭の内部ではやや緩めのS撚り(右撚り)の紐の痕跡を確認することができた(写真10下)。また、密度分析によって、古銭の材質等も判別できる可能性がある。

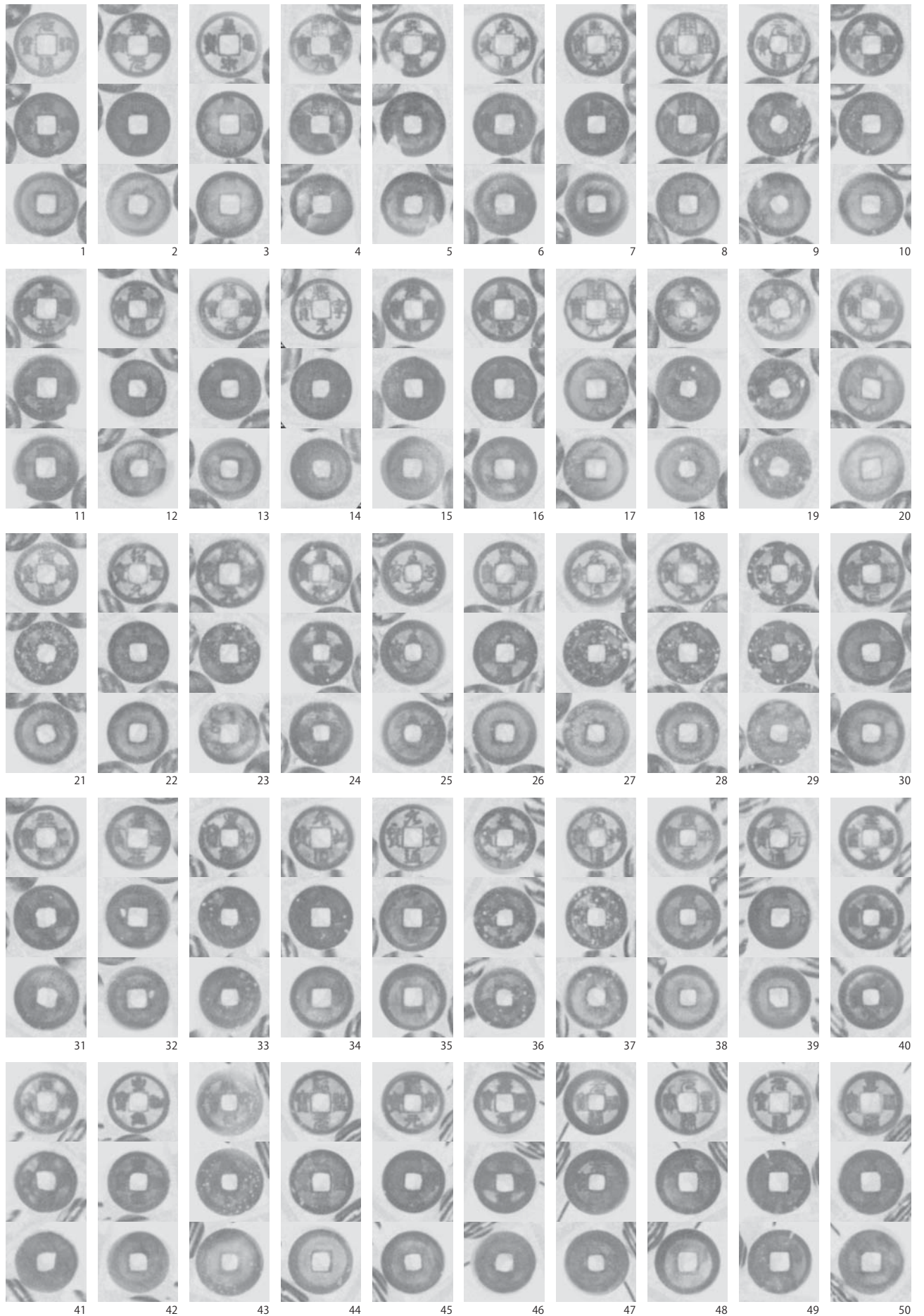


写真 11 個別写真の掲載例 (S=1/2)

表2 古銭観察表

No.	段 番号	絹 番号	銭銘	初鋳年	書体	向き	備考
1	1	1	元祐通寶	1086	篆書	表	
2	1	1	熙寧元寶	1068	篆書	裏	
3	1	1	皇宋通寶	1038	真書	裏	
4	1	1	開元通寶	621		表	ヒビ
5	1	1	天聖元寶	1023	篆書	裏	欠損
6	1	1	元祐通寶	1086	行書	表	
7	1	1	熙寧元寶	1068	真書	裏	
8	1	1	開元通寶	621		表	
9	1	1	元豐通寶	1078	篆書	裏	鬆 星形孔銭
10	1	1	元豐通寶	1078	篆書	裏	
11	1	1	嘉祐通寶	1056	真書	裏	欠損
12	1	1	元豐通寶	1078	篆書	裏	
13	1	1	紹聖元寶	1094	篆書	裏	
14	1	1	熙寧元寶	1068	真書	表	
15	1	1	元豐通寶	1078	篆書	裏	
16	1	1	皇宋通寶	1038	真書	裏	
17	1	1	開元通寶	621	表		背上月
18	1	1	景祐元寶	1034	真書	裏	
19	1	1	紹興元寶か	1131	真書	表	鬆 模鑄銭か
20	1	1	軋元重寶	758		裏	
21	1	1	元祐通寶	1086	表		鬆 星形孔銭
22	1	1	紹聖元寶	1094	行書	裏	
23	1	1	熙寧元寶	1068	真書	裏	鬆
24	1	1	皇宋通寶	1038	真書	表	
25	1	1	至道元寶	995	行書	表	
26	1	1	皇宋通寶	1038	篆書	表	
27	1	1	元豐通寶	1078	行書	裏	鬆
28	1	1	熙寧元寶	1068	真書	裏	鬆
29	1	1	聖宋元寶	1101	篆書	裏	鬆
30	1	1	熙寧元寶	1068	篆書	裏	
31	1	1	天聖元寶	1023	篆書	表	
32	1	1	嘉祐通寶	1056	真書	表	
33	1	1	至和元寶	1054	篆書	裏	
34	1	1	元祐通寶	1086	行書	裏	
35	1	1	元豐通寶	1078	行書	裏	
36	1	1	景祐元寶	1034	真書	表	鬆
37	1	1	元祐通寶	1086	行書	表	鬆
38	1	1	咸平元寶	998		裏	
39	1	1	慶元通寶	1195	真書	裏	背二
40	1	1	至道元寶	995	真書	裏	
41	1	1	元祐通寶	1098	篆書	表	
42	1	1	至和元寶	1054	篆書	表	
43	1	1	熙寧元寶	1068	篆書	表	鬆
44	1	1	紹聖元寶	1094	篆書	裏	
45	1	1	熙寧元寶	1068	真書	裏	
46	1	1	嘉祐元寶	1056	篆書	表	
47	1	1	元祐通寶	1086	篆書	裏	
48	1	1	元豐通寶	1078	篆書	裏	
49	1	1	元祐通寶	1086	篆書	裏	欠損
50	1	1	嘉祐通寶	1056	篆書	裏	

5 おわりに

X線CT調査によって、一括出土銭の現状保存と銭銘の判読を両立することができた。全ての銭銘を判読することで、最新銭の年代から埋納年代を推定することができる。また、蓋として使用されていた折敷材について、年輪年代から14世紀末頃という伐採年代が推定されている。伐採から折敷として使用され蓋に転用されるまでの時間を考慮する必要があるが、14世紀末から15世紀初頭が年輪年代から推定される埋納年代の上限となる。両者を比較することで、一括出土銭の時期区分（永井1996）の基準資料となる可能性もある。

絹を解体しての調査とX線CTによる調査を比較する

と、X線CTでは古銭の色調、質感、重量といった情報を得ることはできないが、それ以外の形状に関する情報については、解体調査と同様かそれ以上の情報を得られることがわかった。また、X線CTによって得られた三次元情報によって、絹の収納方法の再検証が可能となり、3Dプリンタを用いて展示や普及への展開も期待できる。

費用の単純な比較は難しいが、絹を解体した場合の8,000枚分の古銭の保存処理、拓影図作成等にかかる費用や時間と比較すると、一括での保存処理、X線CT撮影、解析ソフトやパソコンの導入、データ解析等の費用、時間を合わせても大きな差はないと考えている。

今回の資料は、その大きさや古銭の収納状態等、X線CT調査に適した条件に恵まれていたが、同様の手法は、絹の状態で現状保存されている他の一括出土銭についても適用可能と考えられる。ただしX線の透過能力の関係上、今回の資料（直径約30cm）が限界に近い大きさである（X線エネルギー9MeVの場合）。また、バラの状態で収納されている古銭も原理的には判読が可能であるが、ROIの作成や断面図の設定にかなりの時間がかかることが予想される。

今回の資料について調査方針を検討する際に、多くの研究者の方々から意見を伺った。「稀有な遺存状況なので現状保存すべき」、「銭種を調べないと資料的な価値が薄れる」、「現状保存では薬品が十分に浸透せず将来的に内部から錆が進行する恐れがある」等の意見を踏まえて今回の調査、保存処理方法を選択した。現状のままで保存したことによる将来的な経年変化は不明だが、現在は安定しているように見える。定期的にX線CT撮影を実施して内部の状況を確認するのが理想であるが、費用的に難しく、当面は保管環境に気を配り目視による点検を行なうことで対応したい。

一括出土銭の調査について、これまで行なわれてきた解体調査・現状保存・一部抽出調査に加えて、現状保存しつつ全ての銭種を判読するという新たな選択肢を提示することができた。

引用参考文献

- 永井久美男 1996 「3. 最新銭による一括埋納銭の時期区分 一 明銭・弘治通寶等の初鋳年改正に伴う補正一」 『中世の出土銭補遺Ⅰ』 兵庫県埋蔵銭調査会
公益財団法人山形県埋蔵文化財センター 2014 「八反遺跡（第3次）」 『年報』 平成25年度 公益財団法人山形県埋蔵文化財センター