

発掘調査の効率化に向けた 新たな手法の検討

研究の背景と目標 近年、発掘調査において様々な新たな手法が導入されている。SfM-MVSによる三次元モデル作成・オルソ画像作成や、ドローンによる航空撮影など、かつては高額な外部委託によらざるを得なかった手法が、個々の調査組織においても実施できるようになっている。それらは取得する調査情報の高精度化・緻密化だけでなく、調査の期間短縮や費用低減にも寄与するとされる。発掘調査の高精度化は発掘調査が遺跡の解体を進めつつ情報を取得する行為である以上、大いに進められるべきである。また、日本においては発掘調査の約96%が開発にともなう事前調査であり¹⁾、それらは事業者の理解と協力にもとづく費用負担によりおこなわれるのが一般的である。そうした観点からすれば発掘調査の一層の期間短縮・費用低減は時代にあわせて常に求められる課題といえる。

新たな手法が調査期間の短縮や（結果としての）費用低減につながるという実感は積み重なっていると考える。しかし、その効果を具体的に数値で示すのは極めて難しい。もちろん、将来的にはそうした新たな手法を徹底的に導入した発掘調査とそれ以前の発掘調査を比較して、単位面積あたりの期間や費用を比較することは可能であろう。しかし、遺構密度や出土遺物量、その他種々の条件がすべて異なる発掘調査において、単純に面積比較だけで費用対効果を論じてあまり意味はない。また、調査精度の向上については費用対効果を論じるのには馴染みにくい性格が強い。

他方で、発掘作業における新たな手法の導入について「現場作業は減ったがかえって内業は増えた」「機器導入費用を考えれば効果は不明」という意見も多い。新たな手法の導入が単に発掘作業に要する時間や費用を整理作業などにスライドさせるだけであれば効果は限定的である。ただし、「とにかく限られた期限内の現場作業完了が必要」といった場面もあるので、そうした「スライド」自体に大きな意味がある場合もある。

以上を踏まえると、新たな手法の導入がどういった場面で、具体的に数値的にどの程度、発掘調査の効率化に寄与するのかの明確化が求められている。それらを明確

にすることで発掘調査を実施する各組織がそれぞれの体制や調査対象、条件に応じて、より適切な手法を柔軟に選択できるようになる。そうした状況の達成こそが本研究の目標である。

研究の方法 新たな手法の導入による発掘調査効率化の効果がどういった場面にどの程度及ぶのかの検討には、①既存の手法にどの程度の工数を要しているか、および②新たな手法にどの程度の工数を要するか、について発掘作業と整理作業（すなわち、外業と内業）それぞれでデータを取得することが必要である。それにより、発掘作業から整理作業（報告書作成作業）までに至る全体としての効率化の程度と、各工程における効率化の程度をあきらかにできる。

そのためには同一の遺構や壁面を対象として既存の手法と新たな手法の両方による図化を実施し、それぞれに要する工数（主には時間）を取得する必要がある。

そこで、それらのデータを取得するため、2024年度に奈文研で実施した発掘調査の一部において、同一の遺構平面図・土層図・遺構断面図を複数の手法で作成し、それぞれに要する時間を計測した。記録作成手法はA：オートレベルやGPSを用いて釘と水糸によるグリッドを設定し定規等を使用して手計りで実測する方法、B：SfM-MVSによりオルソ画像を作成し、発掘調査現地でタブレットPCを用いてトレース・図化する方法、の二者とした。データの取得は平城第667・669次調査、飛鳥・藤原第217次調査でおこなった。ただし、調査期間等の関係でBによるデータの取得は一部のみとなったものがあり、すべての記録についてA・B双方のデータを取得できた訳ではない。

分析データと成果 表14に取得したデータを挙げる。今回取得した主なデータは調査区壁面の土層図で、一部、遺構平面図と遺構断面図を含む。表に示した項目のうち、長さは対象となった土層図・断面図の長さを、深さは土層図・断面図の平均的な深さを示す。面積は長さに深さを乗じたもので、調査区壁面面積の厳密な数値ではない。層数は対象の壁面でおこなった分層の数を示す。図化指数は壁面面積に層数を乗じたものである。試験的なものではあるが、図化にどの程度手間を要するかの指数化を試みたものである。図化時間は図化に要した時間で、A：手計り、B：オルソトレースの双方を示した。

表14 計測・検討対象とその内容

| | 長さ (m) | 深さ (m) | 面積 (㎡) | 層数 | 図化指数 | 図化時間 (分) | |
|------------------|--------|--------|-------------|-----|---------|----------|-------------|
| | (a) | (b) | (c : a × b) | (d) | (c × d) | A : 手計り | B : オルソトレース |
| 平城667次西壁土層図 | 8.00 | 0.65 | 5.20 | 39 | 202.8 | 265 | 45 |
| 平城667次東壁土層図 | 8.00 | 0.80 | 6.40 | 38 | 243.2 | 250 | — |
| 平城667次南壁土層図 | 20.00 | 0.70 | 14.00 | 26 | 364.0 | 365 | 25 |
| 平城667次北壁土層図 | 20.00 | 0.80 | 16.00 | 82 | 1312.0 | 490 | — |
| 平城669次遺構断面図 | 1.70 | 0.80 | 1.36 | 9 | 12.2 | 30 | 20 |
| 平城669次南壁土層図 | 7.50 | 0.90 | 6.75 | 14 | 94.5 | 115 | 25 |
| 飛鳥藤原217次北壁土層図 | 33.00 | 1.25 | 41.25 | 27 | 1113.8 | 510 | — |
| 飛鳥藤原217次南壁土層図 | 33.00 | 1.05 | 34.65 | 60 | 2079.0 | 1320 | — |
| 飛鳥藤原217次西半壁東壁土層図 | 9.00 | 0.75 | 6.75 | 23 | 155.3 | 240 | — |
| 飛鳥藤原217次東半壁西壁土層図 | 9.00 | 0.70 | 6.30 | 22 | 138.6 | 240 | — |
| 平城669次平面図 | — | — | 160.00 | — | — | 1065 | 150 |
| 飛鳥藤原217次平面図 | — | — | 297.00 | — | — | 2815 | — |

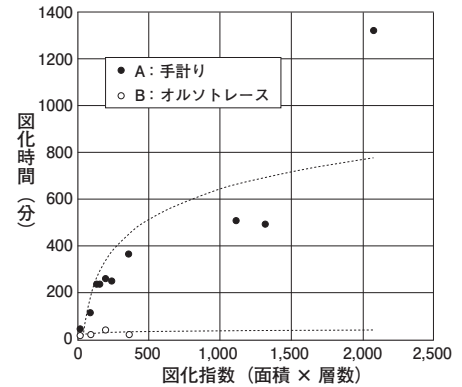


図80 土層図・遺構断面図の図化指数と図化時間

図80に土層図・遺構断面図の図化指数と図化時間をプロットした上で、回帰曲線（対数近似）を示した。データ数は心許無いが、図化指数と図化時間には正の相関がみられる。感覚的に当たり前だが、図化対象の面積が大きくなればなるほど、分層の数が多くなればなるほど、土層図・遺構断面図の作成には時間を要するということである。

A：手計りとB：オルソトレースに要する時間の差をみると、オルソトレースのほうが短時間で図化が完了するのが明確である。データ数が少なく、その効果の対比はやや難しいが、手計り計測に比べて「小規模」作業量の場合は要する時間の差が小さく、「中規模」以上の作業量の場合、時間短縮の効果が高いようである。ただし、図化指数が大きくなると時間短縮の効果は減少する可能性もある。今回の検討は限られたデータにもとづくもので、今後はより多くのデータ取得により蓋然性を高める必要があるが、「中規模」程度の土層図作成（体感として、現場中半日から1日図化作業にあたる程度のもの）であれば、現場作業としては1/3以下の時間で完了できる見込みとなる。もちろんトレースを完全内業化することも可能である。

課題と展望 今回の検討対象はあくまで発掘作業現場での作業時間である。発掘調査全体としては、オルソ画像のトレースでは解析と処理などに1～2時間程度は要するし、現場でトレースしたデータを報告書に掲載できる形へと調整するのにいづれかの時間を要する。他方で手計り図面でも報告書に掲載できる形への製図にも相応の時間を要する。これらに要した時間も取得しているので今後はそれらとあわせた検討を進める予定だが、概ね内業の時間は同程度と見積もることができる。

一方で、例えば1つの土層図作成で合計の作業量を3時間程度低減できたとして、それをどの程度の回数実施すれば費用対効果が認められるかは各組織の状況次第である。それぞれの組織で、それぞれの状況に応じてより有効な方法を選択できるようにするためには、調査量や体制を踏まえて各組織で検討をする必要がある。

今回の検討はいずれも平地に所在する遺跡の発掘調査による。傾斜地に所在する遺跡では土層図の作成により多くの時間を要することが一般的で、今回取得した図化指数と図化時間とは全く異なるデータが得られる可能性が高い。そのため今回の成果は直ちにすべての発掘に援用できるものではない点は留意が必要である。ただし、傾斜地に所在する遺跡ではSfM-MVSの活用がより図化時間の短縮につながる可能性が高いと考えられるので、今回よりも効率化においてより有望である。

今回は平面図については詳細な検討ができなかった。その理由は土層図で図化指数としたような図化に時間を要する要因の数値化方法に成案を得られなかったためである。遺構の数などが概ね該当すると考えられるので、今後検討のためのデータ取得を続ける必要がある。

本稿は2024年度に奈文研が文化庁より受託した「埋蔵文化財発掘調査における三次元測量技術導入に係る効果検証とAI技術の応用に関する調査研究事業」の成果の一部を、文化庁の許可を得て再構成したものである。

(川畑 純・谷澤亜里)

註

- 1) 文化庁文化財第二課『埋蔵文化財関係統計資料－令和5年度－』文化庁、2024。