

埋蔵文化財調査における写真計測(SfM/MVS)の活用

～初級者が思ったこと・感じたこと～

轟 直行

(八千代市教育委員会)

はじめに

SfM/MVS による写真計測は日々進歩を遂げ、文化財をめぐる様々な取り組みにも活用されるようになってきている。こうした状況に遅れまいと筆者は写真計測を学ぶワークショップに何度か参加し、その手法を学んできた。本発表はワークショップを通じて学んだ手法をもとに、千葉県八千代市神久保寺台遺跡 c 地点の発掘調査と整理作業で試みた写真計測の活用方法と、一連の作業を通じて写真計測初級者の筆者が思ったこと・感じたことを報告する。

八千代市神久保寺台遺跡 c 地点の概要

まずは、神久保寺台遺跡 c 地点で検出された遺構について簡単に説明しておきたい(轟・多田編 2018)。本遺跡から検出された遺構は、縄文時代中期の陥し穴 1 基と中世城跡に伴う堀跡 1 条・土坑 2 基である。陥し穴は壁面がオーバーハングしており、従来の測量方法ではかなりの手間がかかると予想された。一方、堀跡は最も深いところで地表面から底面まで 5m もあり、箇所によってはセクション図や断面図の作成にかなりの手間と困難が予想された。また、規模の小さな発掘調査だったため、空撮を行なう予算を確保することはできず、従来の手法では調査区の全景を撮影することができない状況であった。

従来の測量方法と写真計測の併用

以上のような手間と困難を解消できうるのが写真計測であった。しかし、発掘調査で写真計測を行なった経験が筆者には一度もなかったため、いきなり測量を写真計測のみにするのはリスクが高い。そこで、本遺跡の調査では従来の測量方法と写真計測の双方を行ない、まずは写真計測に慣れつつ、その活用方法を試行錯誤しながら報告書を作成することとした。なお、従来の方法と写真計測の方法などは以下のとおりである。

従来の測量方法および機材

- ・遺構のセクション図はピンポール、メジャー、コンベックス、水糸を使った手測りで作成。
- ・陥し穴を除いた遺構の平面図作成については光波測量機 (TOPCON GT) で測量を行ない、帰所後に CUBIC(株)のソフト「遺構くん」で描画を行なった。
- ・陥し穴は光波測量機で測った XY の点と標高の数値を方眼紙に書き込んで平面図を作成。その理由は、オーバーハングして光波測量で測れない箇所があり、そこは手測りにせざるをえないため。

写真計測の方法および機材

- ・デジカメはコンパクトデジカメ(Canon IXY210)と一眼レフカメラ(Nikon D5300)を併用。
- ・全景撮影の際は 3m の長さがある自撮り棒(Topfit 社製)にコンパクトデジカメを付けて撮影。

- ・パソコンは東芝製 R732 を使用。スペックはメモリ：8 GB、グラフィックボード：インテル® HD グラフィックス 4000、CPU：第3世代インテル® Core™ i7-3520M vPro™ プロセッサ。
- ・影を避けるために遺構ないしは調査区全体に太陽の光が当たらなくなった時間帯に主に撮影。
- ・撮影後、現場で Agisoft 社の PhotoScan(現 Metashape)で最低解像度の 3Dモデルを作成し、問題ないかどうかを即確認。
- ・PhotoScan で作成した 3D モデルにフリーソフトの CloudCompare で XYZ の情報を付与。

現場での写真計測の結果と感想

ここでは、現場で行なった写真計測について述べていく。

従来の手法では、陥し穴のような深く狭い遺構のセクションは壁面を破壊しないと真正面からの写真を撮影できなかったが、写真計測を用いればその手間を省け、かつ調査途上における遺構の破壊を行なう必要もなかった(第1図)。堀跡についても、従来の手法では撮影が極めて困難と言わざるをえないような幅約 29m、深さ約 4.5m もの埋土の堆積状況を真正面から捉え、かつ堀跡の底面が波打つように変化していることを 1つの画像で示せた。全景も、長さ 3m の自撮り棒とコンパクトデジカメを使用することで 340 枚程度の枚数で約 300 m²の調査区の 3D モデルが得られた。

以上のように、従来は手間をかけないと得られなかった画像やほとんど撮影不可能だった画像、予算的制約で撮影できなかった画像を 3D モデルから得ることができ、写真計測は埋蔵文化財の調査においてきわめて有用で画期的なツールと言える。

整理作業での 3D モデルの活用と感想

次に、写真計測によって得られた 3D モデルをもとに行なった報告書掲載用画像の生成および図面作成について述べていきたい。

PhotoScan で得られた 3D モデルに CloudCompare で XYZ の座標を与えることで、様々な加工をモデルに施し、そこから多様な図面を作成することが可能となる。たとえば、第2図で示した手続きで断面図を作成することや、第4図のような長大なセクション画像からセクション図を作成することができる。また、第3図のように均等な間隔で 3D モデルを輪切りにしてそれをトレースすることで、コンター図の作成も可能である。平面図の作成も 3D モデルから可能で、上端は陰影を強調したモデルから簡単に描くことができるし、中端・下端も第2図で示した方法で断面を多数生成し、断面から得られた傾斜変換点を平面図に落とし込んで点を結んでいけば描ける。ただし、この手法での中端・下端作成は時間がかかってしまうため、もっと効率的な方法はないか模索中である。

ところで、今回の報告書作成のために作成された 3D モデルはいずれも低解像度である。その理由は、使用したパソコンのスペックが中～高解像度のモデル作成に適していないためである。しかし、低解像度でも報告書に掲載できる画質の画像が得られ、そしてセクション図や断面図作成のための原図も得ることはできた。そのため、既存の体裁の報告書を作成するのであれば、高性能パソコンを必ずしも使わなくてもよいかもしれない。

以上のように、3D モデルを作成できれば、整理作業の過程の中で様々な図面を作成することができる。これらのモデルを作成するための現場での写真撮影は 1 人で行なうことが可能であり、かつ時間も従来の測量とくらべて圧倒的に早い。しかも、デジカメと写真計測用ソフトさえ揃えれば従来の体裁の報告書作成なら十分に事足りる可能性もあることから、有用性は極めて高いと言えるのではないだろうか。

埋蔵文化財調査における写真計測の現状と課題、方向性

最後に、埋蔵文化財調査における写真計測の現状と課題、方向性について述べていきたい。

現在の埋蔵文化財調査において、写真計測は紙媒体あるいは 2D による PDF の報告書作成のためにしばしば利用されており、筆者がここまで述べてきた内容もこの例に漏れない。しかし、これでは写真計測を十分に活かしているとは言いがたい。なぜなら、豊富な情報量を持つ 3D を情報量の少ない 2D にしてしまっているからである。もし、既存の枠組みに囚われずに 3D データを十分に活かすことができるなら、写真計測は現在の埋蔵文化財調査の抱える課題を克服できうるものとなる。たとえば、現在の埋蔵文化財調査では調査者・報告者の問題意識・知識・経験、さらには調査の期間的・予算的制約によって報告書の情報量が確定され、研究者は報告書に載っている以上の情報を使えないことが多い。こうした問題に対し、埋蔵文化財調査の各段階で写真計測を行ない、それらが公開されれば、研究者の問題意識によって様々な情報を抽出できるようになるのではないだろうか。さらに、全てとは言わないにしても一部については調査終了後の検証も可能となる。調査によって遺跡が消滅してしまう現状でこれは画期的と言えるだろう。もちろん、これらは埋蔵文化財調査において写真計測が万能であり、そのデータさえ取得すれば他の情報をとる必要はないということではないし、調査者の諸判断がいらぬということでもない。遺構や取得したい情報の性格によっては従来の方法が適切な場合もあるだろうし、写真計測についても調査者の意図(どうして写真計測を行なったのかという理由)は当然反映されるものだからである。

このように、写真計測には高い有用性がある。しかし、それを活かした調査を実現するためには多くの課題もある。たとえば、写真計測のデータを公開・共有する手法が求められるし、併せて数十年間大きく変わることのなかった従来の報告書の体裁も再検討していく必要が出てくるだろう。また、写真計測のために使用する膨大な写真データをどのように保管していけばよいのかという点も大きな課題である。

以上のように、多くの課題があるが、これらを克服しようという取り組みは既に始まっている。たとえば、写真計測のデータ公開・共有のために Sketchfab や GitHub といったウェブサービスの利用が行なわれており(石井 2019、木村・宮本 2019)、公開・共有の 1 つの方向性を示していると思われる。しかし、民間のウェブサービスという性格上「恒常性」に懸念があり、この手法を発展させるには公的機関が管理するウェブサービスの実現が今後求められよう。

おわりに

埋蔵文化財調査に初めて写真計測を用いた初級者の取り組みについてここまで述べてきたが、その威力と発展性の高さに衝撃を受けた、というのが正直な感想である。しかも、既存の体裁の報告書作成であれば一般的なパソコンと写真計測用ソフトで 3D モデルを作成し、活用できる可能性が出てきた。高性能パソコンの導入が難しい市町村レベルでも、費用負担が写真計測用ソフトのみであれば、幅広い市町村が写真計測の導入を図ることができるのではないだろうか。

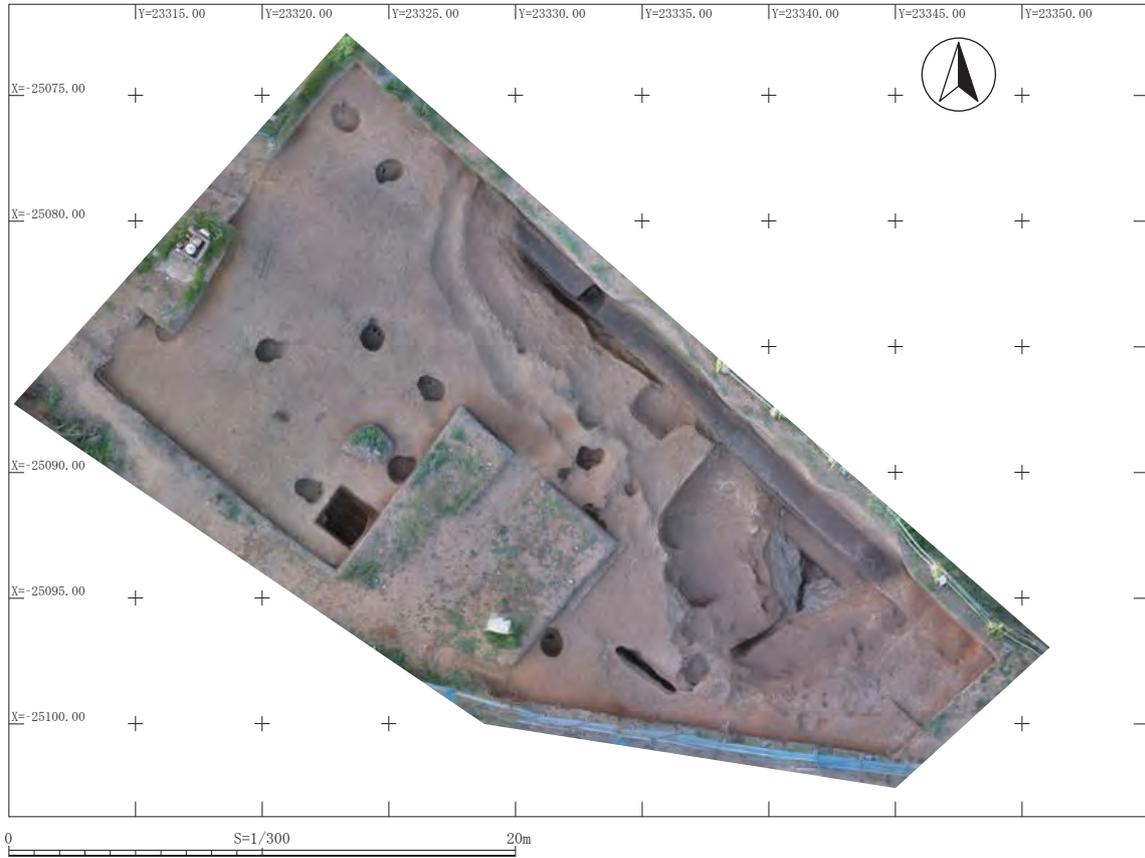
一方で、写真計測は導入の黎明期ということもあって試行錯誤の段階であり、多くの課題もある。こうした諸課題を 1 つ 1 つ解決していくことで埋蔵文化財調査は新たな段階に至ることができるように思われる。

引用文献

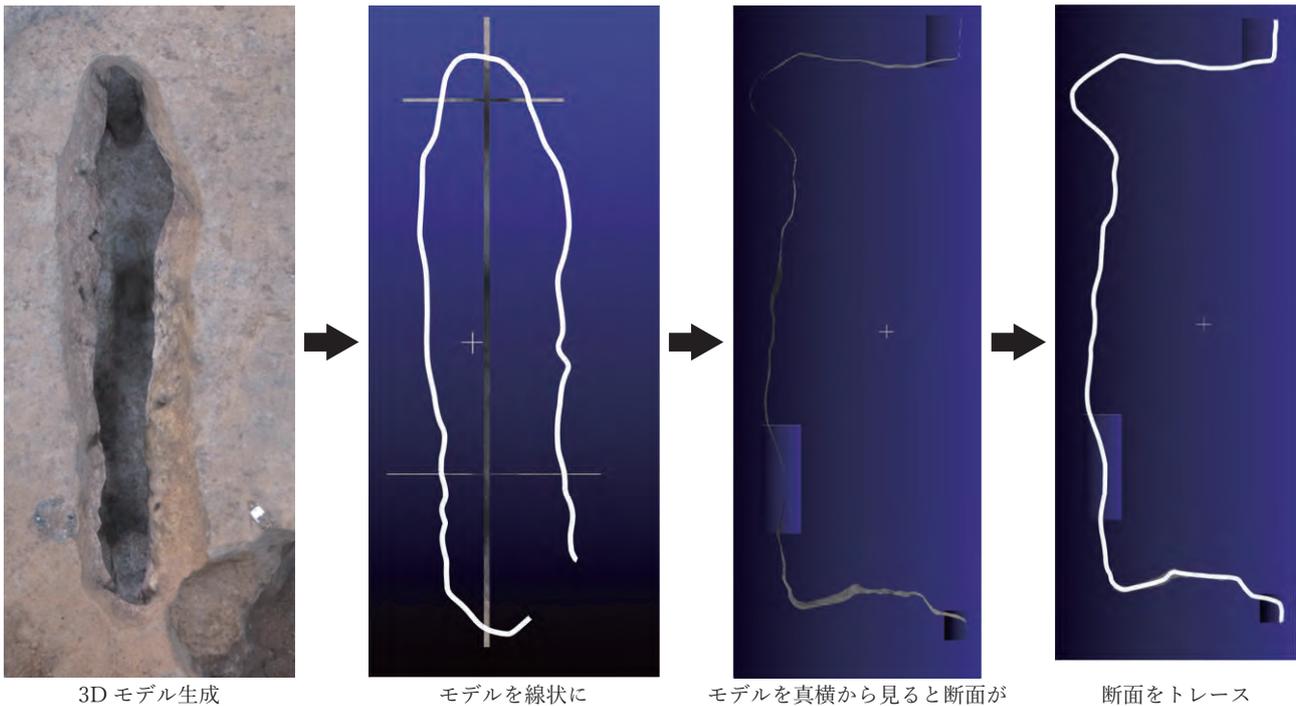
- 石井淳平 2019 「考古学情報の再現可能性 —バージョン管理システム Git を利用した調査データの管理と公開—」『一般社団法人日本考古学協会第 85 回総会 研究発表要旨』一般社団法人日本考古学協会:160-161
- 木村龍生・宮本利邦 2019 「埋蔵文化財行政におけるデジタル情報の応用 —九州・熊本における取組み事例—」『一般社

団法人日本考古学協会第85回総会 研究発表要旨』一般社団法人日本考古学協会:162-163

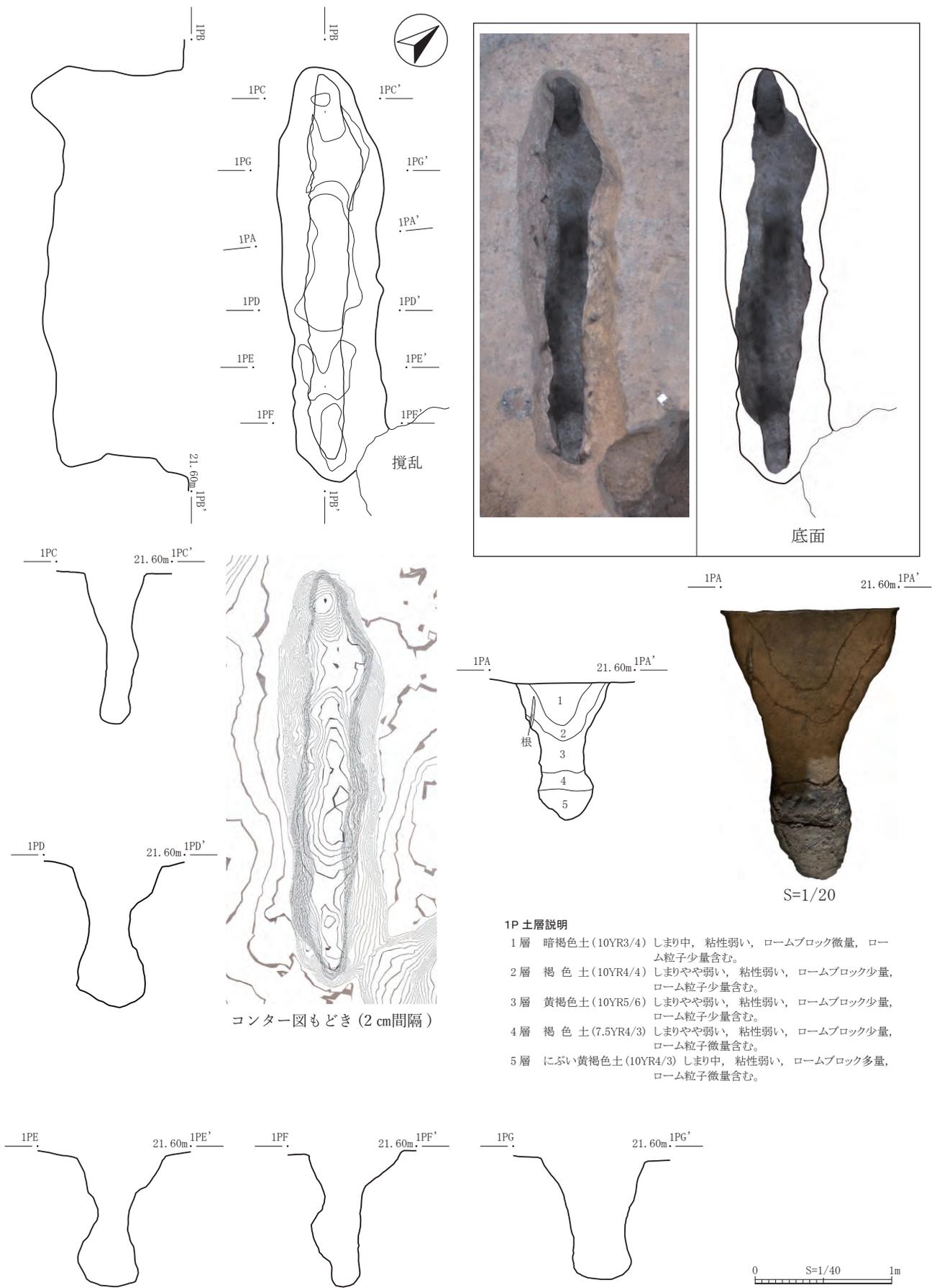
轟 直行・多田宏太編 2018『千葉県八千代市 神久保寺台遺跡c地点 店舗建設に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書』



第1図 神久保寺台遺跡c地点全景



第2図 エレベーション図の作成方法



第3図 神久保寺台遺跡c地点の陥し穴



第4図 神久保寺台遺跡c地点の堀跡セクション