

考古資料写真のデジタル化

— 変わるモノと変わらないコト —

栗山雅夫

I はじめに

デジタル写真が人口に膾炙するようになり四半世紀は過ぎただろう。筆者は『月刊 考古学ジャーナル』の特集「デジタル化する考古学写真」¹や文化財写真技術研究会の会誌『文化財写真研究』、その前身の『埋文写真研究』の特集企画等を通じて、デジタル写真が考古学や埋蔵文化財保護行政機関に受け入れられていく過程に注目し、いくつかの論考にまとめてきた。特に前者では2014年当時の考古学を取り巻く写真記録のデジタル化を概観し、都道府県・市町村・民間の各調査機関担当者に報告してもらったことがある。その後、2017年には文化庁によって『埋蔵文化財保護行政におけるデジタル技術について1』（報告）がまとめられたが、手始めとして「発掘調査におけるデジタルカメラの導入について」の指針が示されたことは大きな画期といえる。

そこで本稿では、上記の動向も踏まえつつ変化の内容を改めて考えてみたい。

II デジタルシフト

冒頭、四半世紀と書いたもののこれは世間一般の状況である。考古学に関わるデジタル写真の移り変わりに絞れば、筆者は直近10数年の変化が顕著だと感じている。

一例をあげてみよう。表1は、奈良文化財研究所（以下、「奈文研」）飛鳥藤原地区写真室の撮影機材デジタル化の変遷を年度別にまとめたものである。開始時期を2010年度とし

表1 デジタルシフトの一例（奈文研写真室 飛鳥藤原地区）

		2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度
遺跡撮影	4×5フィルム	○	○	○	○	○	○	×
	ブローニーフィルム	○	×	×	×	×	×	×
	フルサイズデジタル	○	×	×	×	△(震災復興)	×	×
	中判デジタル	—	○(645D導入)	○	○	○	○(645Z更新)	◎
遺物撮影	4×5フィルム	○	○	×	×	×	×	×
	ブローニーフィルム	×	×	×	×	×	×	×
	フルサイズデジタル	—	△(海外調査)	△(海外調査)	△(海外調査)	△(海外調査)	△(海外調査)	△(海外調査)
	中判デジタル	○	○	◎	◎	◎	◎	◎

※木簡赤外線撮影等、特殊例は除く

たのは、筆者が当年度に着任したという理由もあるが、毎年撮影機材がデジタルシフトしていたのが印象深かったことも大きい。表にして振り返ると完全デジタル化する2016年度までの過渡期の様子がわかる。以下の3点を大きな傾向として挙げておきたい。

- ①遺物撮影の方が先行してデジタル化する
- ②5,000万画素の中判デジタルカメラの採用で4×5フィルム使用が揺らいだ
- ③完全デジタル化以後、フィルム撮影を行なうことは無くなった

世間では1990年代後半から2000年代前半に写真のデジタルシフトが起きている。一般社団法人カメラ映像機器工業会（CIPA）の国内向けカメラ生産出荷実績統計をもとに筆者が作成した図1をみると、銀塩カメラがデジタルカメラによって瞬く間に市場から駆逐された様子が一目瞭然である。もっとも、ここ数年のデジタルカメラの落ち込みは銀塩カメラ末期のカーブと類似しており今後の動向が注目される。

さて世間と考古学写真関係の間には、10年いや15年程の「ズレ」が生じているわけであるがこの間の動きをどう評価するかは、非常に難しい。例えばデジタル画像にも関心と注意を払ってきた埋蔵文化財写真技術研究会は、出荷されるカメラの主役がデジタルに移行した翌年にあたる2002年に「今なぜ銀塩か？」をテーマとする特集を組んでいる²。そこでは、デジタル写真について「現状では文化財写真の目的である記録保存には適していない」「まだまだ銀塩健在なり!!」「銀塩写真の素晴らしさを再認識してください」といった評価³がなされていた。こうした流れの中で、双方の特性に応じた長期保存と活用・利便性の観点に立って「使い分け」「棲み分け」をしていけば良いのではないかという意見が多かったと記憶している。しかしこうした併用策も一時的なもので、2008年には出荷統計

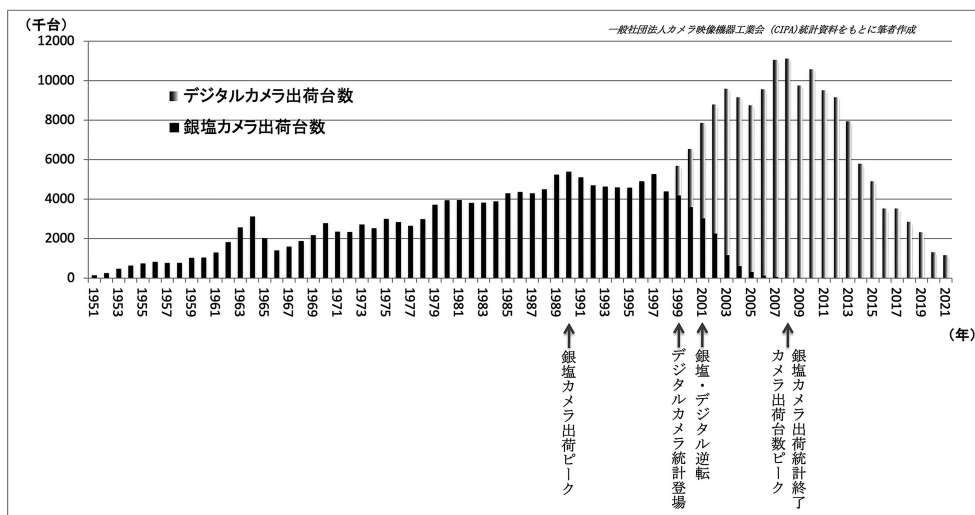


図1 日本国内のカメラ出荷台数（1951～2021年）

から銀塩カメラが姿を消してしまったことは象徴的だ。

それでも埋蔵文化財保護行政の業界は、デジタル一択となった選択肢の中であって慣れ親しんだ銀塩カメラを手にながら大幅なラインナップ減と価格高騰に突入したフィルムを粘り強く使い続けた。「財政難で新しくデジタルカメラを購入出来なかっただけです」という現実も確かにあった。しかし、性能向上期のデジタルカメラを早い段階で導入したため買い替えが難しい機関もあったことを考えると、性能安定期になって購入した後発組の方が結果的に良かったという考え方も成り立つ。

機材検討や充実化を図りつつ性能の熟成を見極める移行期間を確保し、デジタルと銀塩のメリット・デメリットや「記録写真」を改めて見つめ直す時間を稼げたのは、この業界にとって必ずしも悪いことではなかったと、私は考えている。

Ⅲ デジタル化の果実

写真がデジタル化したことに起因する功罪は様々あるが、単に1枚の写真として撮影する以上・以外の能力を得たのも確かであろう。例えば、下記の4点などはより良い方向に進んだものといえる。

- ①距離の壁を超える：国内外問わず即時に送受信が可能
- ②時間の壁を超える：劣化するフィルムをスキャン・複写と修正で止めることが可能
- ③測量・計測能力向上：SfM/MVSや正対・俯瞰撮影で寸法の高精度化が可能
- ④データ総体の拡張性：位置情報やExif情報等も加えてAR・VRへの展開が可能

このうち③の進歩については、驚くべき速度と内容で伝播している分野といえよう。その先駆となるのは写真測量であるが、1995年に佃幹雄は経済的理由や迅速性ばかりを求めるラジコンヘリでの安易な撮影図化に対して警鐘を鳴らしている。そして「本来、遺跡に写真測量を導入したのは、調査員の作業の軽減と時間短縮の意味合いもあろうが、図面の精度をより高め正確さを期することに意義があるのではないのか。」⁴と問題提起している。また1931年に森本六爾は、空中写真について次のように述べている。「更に若し、其れが單に「斜寫眞」でなく、「垂直寫眞」によってラージ・スケールの下に、適當な瞬間を選んで、其れが幾枚も撮影されるならば、吾々は上代の土地精度に關する極めて正確な平面圖の作成を豫期する事が困難ではない。」⁵

さて現代、実機ヘリコプターを用いるような空中写真測量を行なおうにもフィルムが無くなってしまった。それに変わって超高性能なデジタルカメラが搭載されるようになっていくが、発掘調査で用いるには採算が合わない。このため、クレーンにデジカメを搭載した段階を経てドローンの利用に移行した。ドローン搭載カメラについては、ペイロードの

制約もあって当初は中判デジタルカメラを積むのが難しかったが、最近ではミラーレスタイプの軽量中判カメラも登場しており高画質化への課題は克服されつつある。もちろん中判カメラでなくても、分割撮影やソフトによる画像合成精度が向上しており、写真測量の目的を果たす上での弱点は補えているのが現状といえよう。空中写真からオルソ画像への変換(図2)は、フィルムであれば数値化やスキャニング等工程を経なければならなかったが、デジタルカメラであればそうした工程を省略し、標高データや複数地図のレイヤー構造化なども併用しながらオルソ画像を容易に作成できるようになった。早く、安く、一定の正確性を持ちながら誰でも同様の仕上がりを期待できるようになったのである。

ところで佃は、空中写真測量による正確な平面図作成を予期した森本の見立てを紹介しつつ、1839年に発明された写真術の20年後に気球を用いた写真測量の実験が行われたことにも触れ「写真が如何に描写が精密で、形も正確に捉えられる結果ではないだろうか」⁶と図化能力の高さを誇っている。ところがこの「正確」が曲者である。誤差をどの程度の許容範囲とするか、対象物や縮尺、図化の道具や必要精度、そして人によっても幅がある。この点に関して「遺構を熟知している担当者が、図化に際しては、入念なチェックを行い作成」し「正確さを増すには撮影された写真が現場に戻り、それを下敷に再度精査」すること。そして「基本に忠実に、確度の高い成果を、将来に残す義務がある。」⁷ことを訴えている。

筆者はこれを遺物実測図に置き換えるとどうなのだろうかと考えた。三次元計測の精度向上には素晴らしいものがあり、またデジタルカメラ本体やレンズ性能それに画像編集ソフトのバージョンも上がり続けている。次節ではそのことに触れてみる。

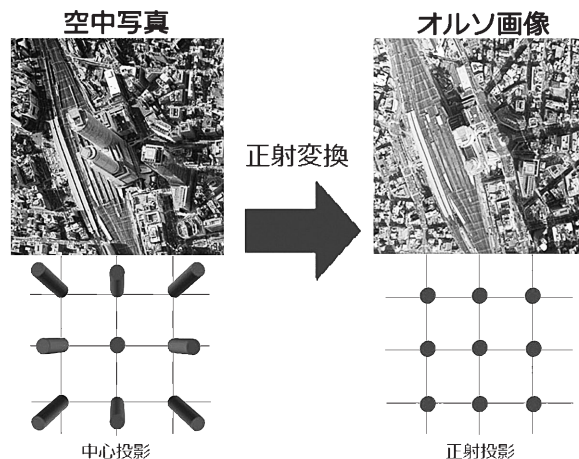


図2 オルソ画像の原理（国土地理院HP「オルソ画像について」）

IV デジタル計測技術の併用

1 mmにも満たない微細な彫金加工を施されることもある金工品は、施文や加工痕跡細部の図化や表現を手実測だけで行なうのが難しい遺物の一つである。筆者と諫早直人は金工品の撮影精度を高めて記録図化する方法を検討し、デジタルカメラによる俯瞰撮影を元にした計測技術とそこから読み取れる情報の質が新たな研究視座に繋がる可能性を提示した⁸。ここではその成果のうち、SfM-MVSによる三次元計測・3Dレーザースキャナーによる三次元計測、手実測、デジタル高倍率写真の比較から見てくることを述べる。

図3（カラー図版PL. 1）は奈良県五條猫塚古墳出土土帯金具の龍文透彫鍔板を対象とした

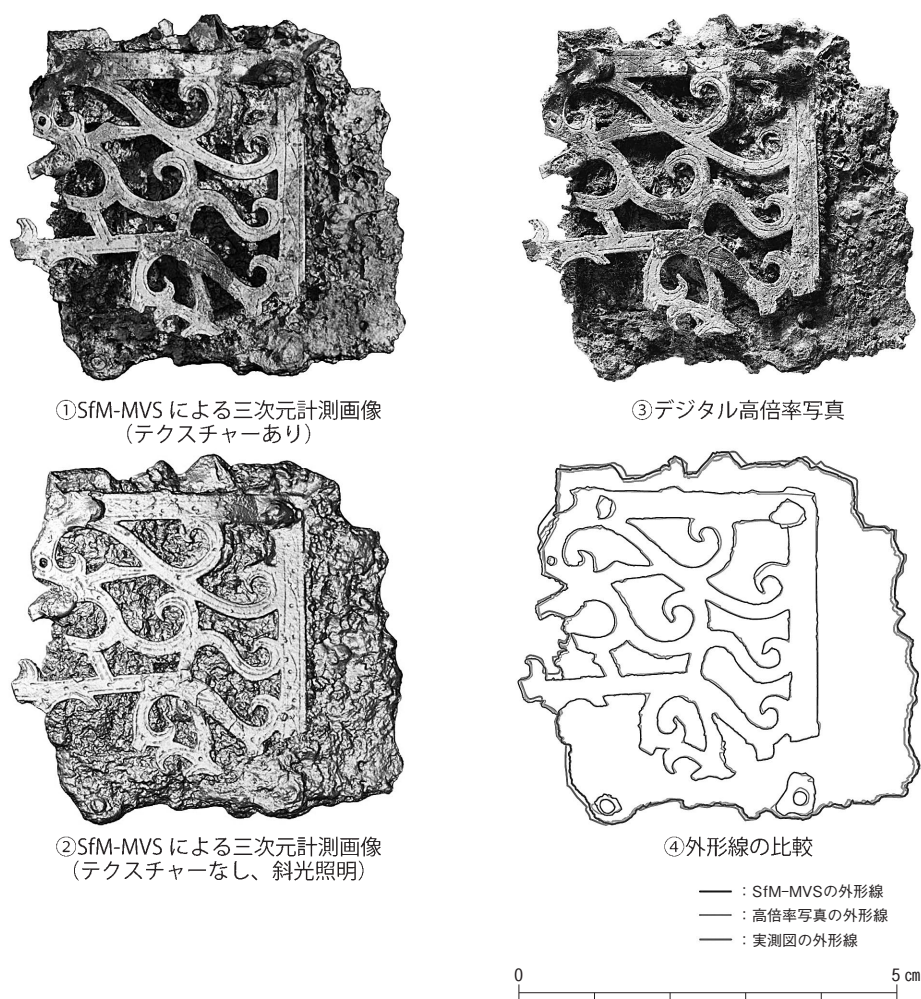


図3 奈良県五條猫塚古墳出土土帯金具（鍔6）の外形線比較（等倍）（奈良国立博物館所蔵）

もので、SfM/MVS画像とデジタル高倍率写真、そして実測図を加えた外形線比較図である。図4（カラー図版PL.2）は京都府湯舟坂2号墳出土の双龍環頭大刀の環状柄頭部分で、3Dスキャナー画像とデジタル高倍率写真、1983年刊行の報告書掲載写真と実測図。図5（カラー図版PL.3）はそれらの外形線比較図である。

ところで、注意が必要なのは「デジタル高倍率写真」はあくまでも一点透視で1ショットの俯瞰写真ということである。図2でいえば左側の中心投影画像であり正射投影のオル



図4 京都府湯舟坂2号墳出土双龍環頭大刀（環頭部分）（S=1/2）（京丹後市教育委員会所蔵）

ソ画像ではない。これに対してSfM/MVSや3Dスキャナーによる三次元計測画像は、複数視点から遺物形状の情報を取得しデータ生成されたオルソ画像となる。ちなみに実測図は両方の視点を持ちつつ正射投影を目指したもので、実測者の知識と理解も交えた模式図ともいえよう。この三者三様の特徴を持つ図を計測図の観点で比較するために、それぞれの輪郭外形をトレースした線を重ねて色分けしたものが図3・5の外形線比較図である。

まず、図3-④の外形線比較図からは、赤青緑の各線が似たような傾向を示しているように見える。強いてあげれば実測図の外形線である緑線に比較的ズレが見られる、といったところか。一方、赤線と青線を比較すると高倍率写真の外形線である青線の方が内側を巡る傾向がある。それも中心部でなく周辺部で。計測と撮影を別々に行なっているので、

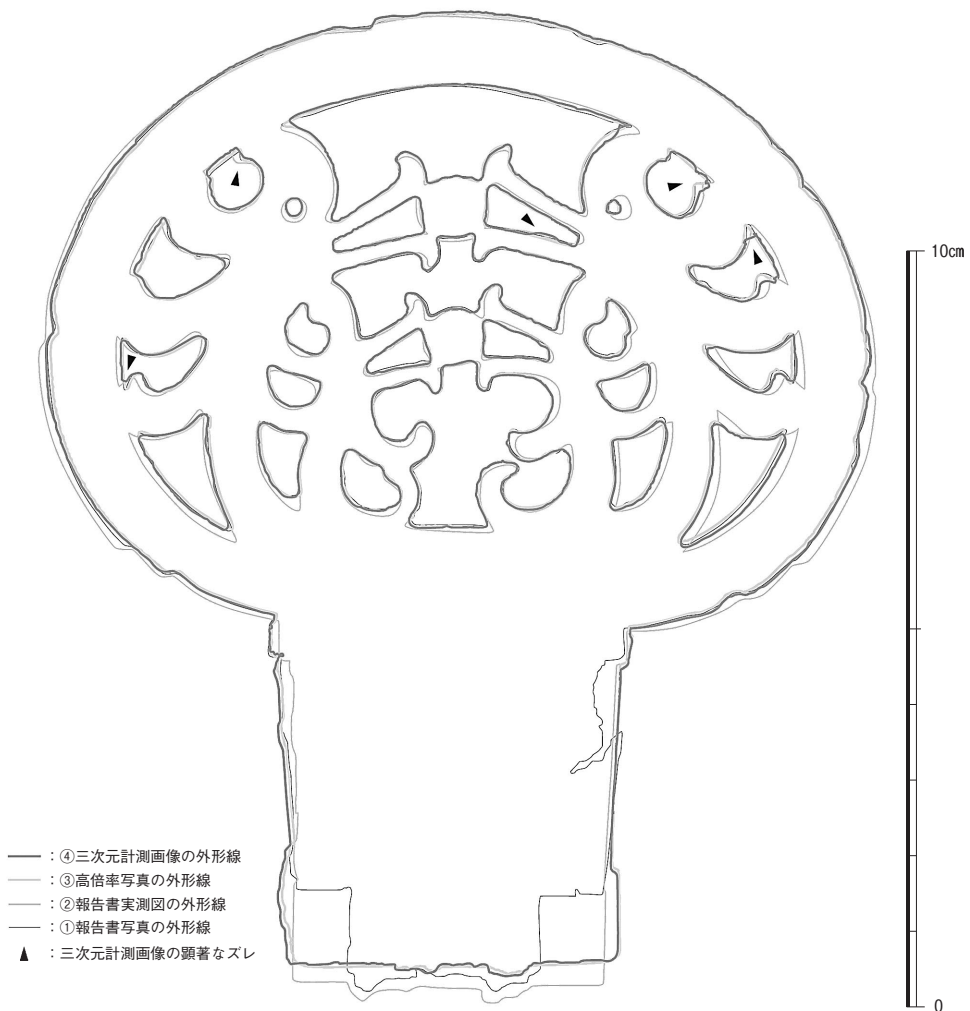


図5 京都府湯舟坂2号墳出土双龍環頭大刀（環頭部分）外形線（等倍）

遺物が全く同じ状態で水平に置いたのかという設置条件の課題もあるが、別の遺物や図5の外形線比較図でも類似した傾向になることを確認している。この傾向は遺物を一点透視で見る俯瞰写真の限界を示すものと考えられ、画角中心部から離れた周辺部では遺物内側側面を見ることになるためだといえる。これに対処するべくデジタル設計された長焦点のマクロレンズを用い、レンズ補正を併用して画角周辺の歪みを無くすことに努めたが、やはり原理的な限界はあるといえよう。もっと遺物から距離をとり、さらなる長焦点レンズで撮影する方法も考えられるが、細部を観察するにはできるだけ大きくも撮りたい。そうになると、超高画素のカメラやそれを解像できる高級レンズが欠かせないことになる。当初目論見の一つは、誰でも購入できる汎用品で高額にならない機材を用いることで、この撮影図化方法が広まること。結果として、国内外を通じた考古資料写真の底上げと共通精度の向上を図ることであった。その点から考えると0.5mm程度なら誤差として許容できると思うがどうだろう。それよりも筆者が強調したいのは、適切なライティングにより彫金加工細部を資料写真として観察でき、さらにそれが三次元計測に近似した（画角中心は同一）スケールを保持していること。ライティングには慣れを要するかもしれないが、従来の写真撮影機材と方法をデジタル化し丁寧に用いることで、一石二鳥の写真資料になるという点である。ちなみに図3の手実測では付着した鉄製小札の存在もあって鍔板を図化するのは困難で、文様を構成する蹴り彫りの単位を図化するには筆記具や方眼紙のサイズに限界がある。

次に図5の外形線を見てみる。柄部分は保存処理の際に修復されているので出土当時と形状が変わっているが、原形を保つ龍文環状部はやはり実測図の線が外側にズレる傾向が強いことがわかる。一方で、前述したように周辺部では青線が内側を巡って図3と同じ傾向である。ちなみに諫早によれば「▲」は三次元計測データ外形線のみにもみられる顕著なズレで、実物を観察しても齟齬をきたしている箇所らしい。このことから「非接触方式で得られた点群データをもとに生成された三次元計測画像をなぞりさえすれば実測図が完成するわけではなく、実物の観察などを通じた検証（確認作業）は必要不可欠」⁹と指摘している。これは先の写真測量図化の際に佃が述べていた「正確さを増すには撮影された写真が現場に戻り、それを下敷に再度精査をする」スタンスと同義であろう。その作業は誰でもいいわけではなく「熟知している担当者」が「入念なチェック」をせねばならない。

この次元に話が及べば、写真撮影についても同様の態度で臨む必要があることにも気づくだろう。改めて図3図4のデジタル高倍率写真をみると、平面的な遺物の俯瞰写真ではあるが、凹凸形状の立体感や材質感とともに細部観察が可能なレベルで彫金加工痕跡を写し撮っていることがわかる。これらはライティングの成せる技であるが、何を写し撮れば良いのか分かっていないと写すことは難しい。mm単位を下回るような加工痕跡を捉えるに

はシビアなライティングコントロールが必要であり、遺物をよく観察し特徴点を理解することが前提となる。実測図を描けるスキルを撮影者も持ち合わせていたら心強い。そうでないと、どの角度からどんな高さで、どのような光質の光をどんな強さで当ててよいかわからず勘に頼ることになり、資料写真のレベルで表現することは難しくなる。撮影者も遺物を熟知していることが肝要だろう。このことを指摘しておきたい。

V 結語（変わるモノと変わらないコト）

実測図・三次元計測図・写真の一長一短と表現の違いについては、図4の個々を見比べることで感じ取ることができるだろう。とりわけ写真が持つ表現力は得難いものだと思う。井上直夫は、客観的で、質感、立体感をバランスよく表現した写真をもって存在感のある写真ととらえ、特にそれが遺物写真に欠けている例が多いことを指摘している¹⁰。その上で実測図との相違点を念頭において次のように述べている。

「完形土器などの立面写真では、整形や手法よりも、まず器形がわかるようにと、ほとんど真横から撮影したとすると、ライティングが下手であれば、全く平面的でつまらない写真になってしまう。ライティングがうまくいったとしても、あまりに長焦点レンズを使うと画像が圧縮され、やはり平面的な表現になる。写真は実測図ではない。写真が有する情報と実測図に込められた情報とは質が異なるのである。従って、器形を見なければ実測図を見るべきであり、写真は図面等ではわかりにくい所を、客観的でありながら立体感、質感をも表現するものでなければならない。つまり存在感が必要である。」¹¹

これは銀塩写真が全盛期を迎えていた1995年当時の文章であるが、考え方は今も色褪せない。そしてデジタル写真が定着した現在の状況を鑑みれば、もう少し追加できることもありそうだ。すなわち、写真は実測図ではないが「図面等ではわかりにくい所」、たとえ老眼でなくても目視するのが難しい実測図では描ききれない微細な部分もデジタルの技術を用いることで提示・表現することができるようになった。加えて三次元計測では難しい存在感もライティングの力で可能にし、実測図を見る必要はないとは言わないが、少なくとも表現精度としてこれらを上回る能力を持つに至っている。

図6（カラー図版PL.4）を見て欲しい。これは図4のデジタル高倍率写真から右側の龍文を4倍スケールで切り出したものである。図5の外形線比較を見ればわかるが、画面中心に近いので三次元計測画像とも計測精度の誤差はほとんどない。彫金に伴うタガネの一打一打を視認できるだけでなく、どのような刃先を持った工具でどちらの方向から打ち込んでいるのかも推定できる精度を持っていることがわかるだろう。また龍の目の周りの擦痕のような細線も見えることから、成形のための透かし彫りに先立つケガキ線があればそ



図6 京都府湯舟坂2号墳出土双龍環頭大刀の環頭細部（4倍）（京丹後市教育委員会提供）

れも写し撮ることが可能である。さらに、特筆したいのは図6の画像は環頭柄頭全体を写した部分から切り出したものということである。これは佃や諫早が指摘していた再度の精査や検証・確認を行なう上でも効果を発揮する。モニター上で拡大縮小観察することはもちろん、大きく1枚に打ち出してプリント（本例は10倍程度まで可能）することもできる。余談だが、この画像を撮影したカメラは5,000万画素の中判センサーを持つもので、マルチショット機能を使って2億画素の解像度を持たせたものである。しかし、すでに一世代前のカメラであり、最新モデルは1億画素のセンサーでマルチショット機能を用いれば4億画素になる。理論値だけなら倍の解像度を持つことになるのだが価格は書かないでおく。

以上、デジタル化に伴う考古資料写真の変化を具体例から考えてみた。撮影画像や作成図面の形式・形態や機材の種類といったモノは確かに変わってきている。その一方で、なぜその写真を撮り、図面を作成するのか。考古資料をどう理解し、表現すべきなのか。我々がやっているコト、目指しているコトは不変である。このことを再確認し終わりたい。

謝 辞

本稿執筆にあたっては、佃幹雄氏と井上直夫氏の奈文研創立40周年記念『文化財論叢Ⅱ』掲載論考に刺激を受けつつ、この道に進む動機付けを与えて下さった牛嶋茂氏の教えも反芻しながら記しました。誤った理解をしていないか不安はありますが、ここに改めてお三方に謝意と敬意を表します。図3～5は諫早直人氏によるもので、講師をお願いしている「報告書デジタル作成課程」研修の資料としてまとめて頂いたものです。共同的な調査研究の場を通じて、撮影で遺物を理解する大切さを改めて認識する機会を与えて下さったことに感謝を申し上げます。図4～6の湯舟坂2号墳の環頭大刀は、京都府立大学ACTR「丹後半島における文化遺産の地域資源化に関する総合的研究」を契機とする京丹後市教育委員会と京都府立丹後郷土資料館のご協力が得られたおかげです。御礼を申し上げます。

註

- 1 栗山雅夫ほか 2014「デジタル化する考古学写真」『月刊 考古学ジャーナル』10月号№661（通巻） ニューサイエンス社 pp. 3-28。
- 2 埋蔵文化財写真技術研究会 2002「特集 今なぜ銀塩か？」『埋文写真研究』Vol.13 pp. 6-34。
- 3 註2前掲論文。
- 4 佃幹雄 1995「写真で何が判るか—文化財への写真の応用—」『文化財論叢Ⅱ』 同朋社出版 pp.1059-1063。

- 5 森本六爾 1931「飛行機と考古学」『考古学』第2巻第2号 東京考古學會 pp.17-34。
- 6 註4前掲論文。
- 7 註4前掲論文。
- 8 諫早直人・栗山雅夫・山口欧志 2018「金工品・彫金技術の撮影」「金工品・彫金技術の記録、計測と今後の課題」『古代東北アジアにおける金工品の生産・流通構造に関する考古学的研究』奈良文化財研究所 pp.21-38。なお、同書は帯金具を調査対象とし、等倍・5倍・10倍のスケールで彫金加工痕跡をカラー図版で紹介しているほか、後掲註7で掲載する五條猫塚古墳の龍文透彫鍔板に加え新山古墳出土鍔の外形線比較図を2倍スケール掲載している。
- 9 諫早直人 2021「デジタル技術を利用した金工品の実測図作成法試論」『デジタル技術による文化財情報の記録と利活用3—著作権・文化財動画・GIS・三次元データ・電子公開—』奈良文化財研究所 pp.84-89。
- 10 井上直夫 1995「写真表現と〈存在感〉」『文化財論叢Ⅱ』同朋社出版 pp.1041-1048。
- 11 註10前掲論文。

挿図出典

図1：一般社団法人カメラ映像機器工業会（CIPA）統計のデジタルカメラ生産出荷実績表をもとに筆者作成

図2：国土交通省国土地理院HP（<https://www.gsi.go.jp/gazpchosa/gazochosa40002.html>）
「電子国土基本図（オルソ画像）」より転載

図3～5、カラー図版PL.1～3：註9前掲論文の図1～3、このうち図4・カラー図版PL.2の①写真は京丹後市教育委員会提供

図6、カラー図版PL.4：筆者撮影（京丹後市教育委員会提供）写真の一部