

文化財写真におけるデジタル技術の導入

中村一郎（奈良文化財研究所）

Adoption of digital technology in photographing cultural properties
NAKAMURA Ichiro (Nara National Research Institute for Cultural Properties)

- ・文化財写真／Photographs of cultural properties ・銀塩写真／Silver salt photos
- ・デジタル写真／Digital photos ・センサーサイズ／Sensor size
- ・データの保存／Data storage

1. 文化財写真の現状とデジタル化

国民共有の財産を記録し、その姿を後世に伝えるための視覚的記録として、文化財写真は文化財の姿を正確・緻密に再現し、長く保存し伝えなければならない。

これまでは写真記録として特に保存性に実績のある銀画像の白黒写真を中心とし、カラー写真とあわせて使用し、保存されてきた。しかし工業製品である写真材料の変化・縮小など、写真材料を取り巻く状況は非常に厳しくなっている。その動向によっては常に記録手法を変化しなければならないのが必然である。近年、米国イーストマンコダック社が連邦裁判所による会社更生法の適用を申請し、事実上その再建は整理縮小による会社再建の事業体となっている。

そうした中で、国内感材メーカーも感光材料事業中心による会社経営から多角経営によって事業を継続している状況で、2018年4月にはついに富士フィルムから白黒写真撤退の発表がなされた。

一方、そうした写真の代替手段であるデジタル写真に関しては初期の画質面での不足や、その特性上再現システムが不可欠な不可視媒体であり、保存性を重視する文化財写真記録では積極的に採用することはこれまで避けられてきた。

実際問題として、デジタル写真を長期に保存する手法・媒体などは決定的なものが無く、カメラメー

カーなど写真業界としてそのガイドラインすら示せていないという問題点をはらんでいる。

後述するが、2012年5月に日本写真学会と文化財写真技術研究会が共同で「文化財写真の保存に関するガイドライン」として、デジタル写真を中心とした写真画像の保存に関するガイドラインを発行した¹⁾。これによって保存問題そのものが解決するわけではないが、ガイドラインをトレースすることでデジタル化に対して消極的に捉える必然性は通用しなくなる。

むしろこれを基に積極的に正しいデジタル写真についての知識を取り入れ、準備を進めるべき時期が来たと言える。

2. 銀塩写真とデジタル写真

「写真は感光体に光を受けて記録再現する手法」であり、光源からの光が被写体に反射し、レンズを通してカメラ内部のフィルムを露光する。露光したフィルムは、現像液の作用で画像を形成する。画像を定着させ、水洗作業を経て写真画像を形成する化学反応が銀塩写真である。

現像処理後の画像は銀粒子の密度で画像の濃淡を表現する。カラー写真の場合は感光層（現像後は発色層）が3～4層となっており、基本的に色材の3原色（C・M・Y）の3色の色素粒子の密度による混色再現となっている。

これに対してデジタル写真は、レンズを通した光

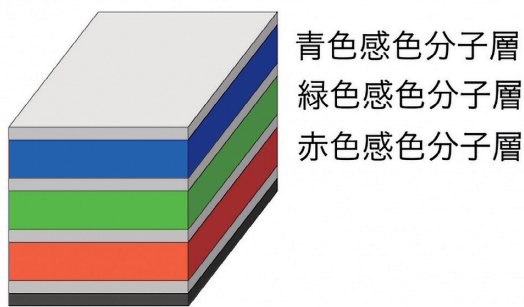


図1 カラーフィルムの感色層構造

がセンサー（CCDやCMOS）に受光する。受光した感光素子はその光の強弱を電気信号に変換し、センサー中の素子の座標・光の強弱を記録したデータとしてRAW（生）データを形成する。

センサー自身は光の強さを感じる機能のみで色調を感じる機能は持っていない。通常、ワンショットタイプと呼ばれるセンサーは素子それぞれにカラーフィルター（R・G・B）が配列されており、それぞれの素子座標におけるカラーフィルターを通した色調情報（RもしくはGもしくはB）の情報と隣り合う座標の色調情報を計算して素子にフルカラー情報を持たせる処理をおこなっている。

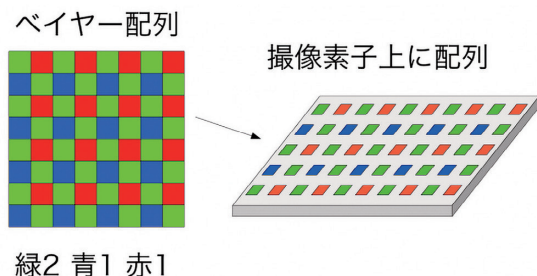


図2 バイヤー配列型カラーフィルタの概念図

銀塩写真の場合は、一般的にフィルムの大きさが用途によって異なっており、それぞれのフィルムサイズによってクォリティが左右される。通常は支持体（フィルムベース）の厚みによって再現のシャープさが左右されるが、フィルムベースの厚いシートフィルムでも4×5（4インチ×5インチのフィルムサイズを持つフォーマット）以上の大判フォーマットでは単純にフィルムサイズが大きくなることによって情報量が増加する。

デジタル写真の場合にフィルムサイズに相当するものは記録・再現時の素子数である「画素数」であ

るが、単純に画素数の多寡が画質の高低に相当するわけではない。

センサーが画像を記録するにはそれぞれの素子に当たる光エネルギーを量子変換して電子情報に置き換える手法をとるが、その変換効率は素子単体のサイズに大きく影響される。

一般的な35mmフルサイズセンサー（24mm×36mm）でたとえば2400万画素の画素数を記録できるセンサーがあったとすると、それぞれの素子サイズ（ドットピッチ）は約3～4ミクロン、1600万画素であると約5～6ミクロン、1200万画素であれば約7ミクロンである。この大きさの差が、低輝度域での画質や総合的な画質に大きく影響することは、たとえばNikonのハイエンド一眼レフDSC構成などで見られるように画素数を落とすことにより感度・画質を向上させている。また、2015年現在の趨勢として、画素数重視から画質重視のラインナップにシフトしてきている。

3. 埋蔵文化財写真に必要な画質

文化財写真と一口に述べてもその内容、ジャンルは様々であり、文化庁が文化財としてあげている有形無形の文化財それぞれに写真記録の内容がことなる。それぞれの記録画質や記録方法については前述の「文化財写真の保存におけるガイドライン」に詳しいが、ここでは一例として埋蔵文化財調査における写真記録について述べる。

「遺跡を発掘するは此一個の破壊なり」浜田青陵の『通論考古学』の一節である²⁾。「記録によって破壊の罪状を免れる」とする通り、発掘調査によって遺跡に現れた歴史の姿は消失する。その姿を客観的に明瞭・精緻に記録し、後世に伝えることが文化財写真に求められる要素であり、撮影する時点で採用しうる最大限の手法によって記録しなければならない。

これまでは出来る限り大判フォーマットのフィルムによって写真記録をおこない、オリジナルフィルムの保存を中心として文化財写真の記録保存をおこ

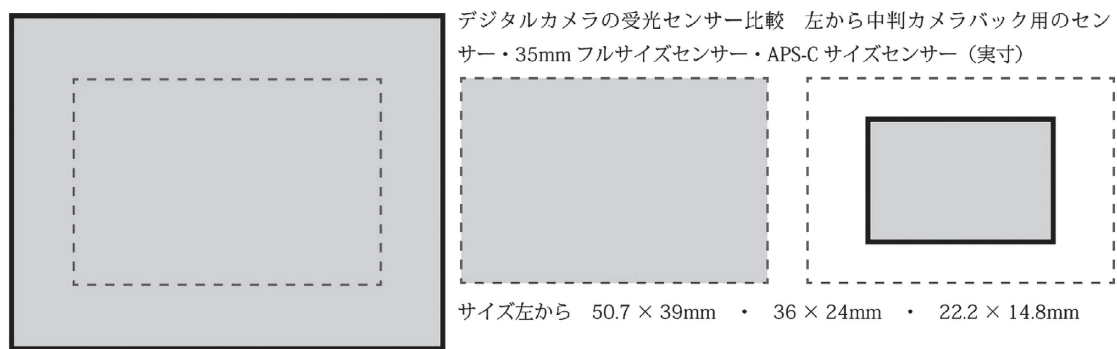


図3 デジタルカメラの受光センサー比較

なってきた。

デジタル写真の場合はフィルムサイズに相当する画質部分を重視して記録しなければならないが、これは画素数の多寡では無く、センサーサイズに影響されることは前章で述べたとおりである。

では、大きなセンサーを使用することを基本とし、明示されている画素数を目安に、どの程度の画素数をもって記録しなければならないか。必要な画素数は画像を再現する際の手法とサイズに関わってくる部分である。印刷再現の場合たとえば日本における標準印刷であるオフセット 175 線印刷で、必要な画像密度 (DPI : DotsPerInch) の 350DPI で A4 全面に再現する場合、必要な画素数は (8in. × 350) × (12in. × 350) で 2800 × 4200。トリミングを見込んで 3000 × 4500 で約 1350 万画素が必要となる。

これに部分拡大などの余裕を見込んで必要な画素数を短辺 4000 ピクセルとして 2017 年刊行の「文化財保護行政におけるデジタル技術の導入について 1」では必要仕様としている。

具体的な仕様としては短辺 3500 ～ 4500 ピクセルを基準として出来るだけ大きなセンサーを持った機種のデジタル一眼レフもしくは中判デジタルバックを使用する事が必要である。

4. 現在のカメラ情勢

日々進歩を続けるカメラ業界で、長きにわたる推奨機器を挙げるのは困難である。ただし、必要な機能を持った機種を現時点で挙げることは可能であり、参考までに挙げておく。

まず、センサーサイズの最低限をクリアする機種として各社の高級・中級一眼レフデジタルカメラが挙げられる。これは各社のフラッグシップに位置づけられている機種が代表的であるように、35mm フルサイズセンサーを持った機種が対象となる。Canon であれば、EOS1D-XMk II、中級機種として EOS5D Mark IV や 5Ds、中級機種のエントリーモデルである EOS6D などの機種が挙げられる。

Nikon であれば、D5 や D850・Df・D750・D610 である。最新型のフラッグシップ D5 と中級機種の D850 等、中級機種のエントリーモデル D610 という



図4 フルサイズ一眼レフカメラの例

ラインナップである。

特筆すべきは各機種の画素数で、各社ともフラッグシップモデルの1600万～2200万画素に対して中級機種が3630万～5000万(!)画素。フラッグシップモデルではその代わりに高感度域が拡大されている。また、同じセンサーサイズで画素数を落とすことによって一画素あたりの大きさ(ドットピッチ)が倍になり、画質が飛躍的に向上させ、画素数神話を打ち崩すラインナップが顕著である。

そのほかのメーカーではPENTAXのK-1、一眼カメラではあるがSONY $\alpha 7$ などのフルサイズ機種が生産されている。

大きいサイズのセンサーは以前はCanonもしくはKodakの2社がその生産のほとんどを担っていたが、現在ではKodakが前述のような状況で、その代わりにNikonも自社生産のフルサイズセンサーを使用していたり、SONYもフルサイズセンサーを開発して他社に向けて供給をおこなっている。

これまで4×5を使用しており、それに匹敵または凌駕する高画質を求めるのであれば、中判サイズのセンサーを持ったデジタルカメラバックタイプの機種を選択する。これらは中判(ブローニー)サイズのフィルムカメラに使用する、フィルムバックの形にカメラバックとして作られており、中判フィルムカメラのフィルムバックを交換する形でこれまでの中判カメラを使用することが出来る。

また、4×5大判フィルムカメラの後板にも装着可能なアダプターがあり、大判写真の特徴であるアオリによるピントや形のコントロールが可能になる。

具体的にはデンマークのPhaseOneやLeaf(DNPフォトルシオ扱い)、Sinar(エイ・ステージ扱い)などがある。国産ではPENTAXがカメラバック交換不可であるが中判サイズセンサーをもった機種を生産している。また、Mamiya(DNPフォトルシオ扱い)も中判デジタルバック対応カメラやデジタルバックを生産していたが、海外資本に吸収されており、ブランド自体の存続が危ぶまれる。

中判サイズデジタルカメラバックはほとんどの機



図5 中判デジタルバックタイプカメラの例

種で最低でも35mm×40mmの大きさがあり、ドットピッチも6～12ミクロンと大きく、その画質は高い。ネックは最低でも100万円からというその価格である。考え方としてフィルムレスであるメリットを生かして数年分の機材償却と消耗品費の削減を一体として考えなければ導入は難しいと思われる。

5. 最新のDSC機能を生かした撮影法

前章に挙げたようにセンサーサイズの大きな一眼レフでも中判カメラバックタイプから35mm一眼レフタイプまで様々なものがある。

中判タイプのものは、センサーサイズにしてもそのボディサイズにしても「手軽」に撮影できるものではなく、最初から高精細・高精度を目的としたカメラであることは言うまでもない。

これに対して、35mm一眼レフタイプのものはこれまでのフィルム写真を撮影していた際にはたとえば高感度フィルムを装填して手持ちで機動性を持った撮影や、低感度・微粒子フィルムを装填し、三脚を立ててマグニファインダーで精密ピント合わせを

して4×5写真に匹敵する精度を持たせたりすることも可能で、目的に応じた撮影方法によって精度を変化させることが可能である。

たとえば、民俗行事やスナップ写真など、機動性を重視した撮影の場合は高感度に強いフルサイズセンサーの利点を生かし、感度を上げて手持ちで撮影することが可能である。また、感度を上げることでその場の照明の雰囲気を生かした撮影も可能である。

発掘現場などで中判写真に近い精度を持った記録写真を撮影するのであれば、これまで中判写真以上で使用してきた堅牢な三脚にカメラを据えて、背面ディスプレイでライブビュー画面を見てアングルや構図を決め、拡大表示して精密にピントを合わせることで中判写真以上の精度を持たせることも可能である。ほとんどのカメラはオートフォーカス機能があるが、オートフォーカスの精度そのものはフィルムカメラ時代の技術で、フィルムという良くも悪くも「あいまい」な媒体で記録する為のものであり、記録媒体としてはさらに精度の高いデジタルセンサーに対しては精度が不足するものである。このため、オートフォーカスでピントを合わせた場合、持っている精度の最大限を生かした撮影とは言い難い。

発掘現場でこのタイプのカメラを記録写真撮影に使用するのであれば、しっかりとした三脚に据えて日中でもまぶしく無く背面ディスプレイを見るために4×5で使用する冠布をかぶり、ライブビュー表示を見ながらマニュアルでピント合わせをする。また、ヒストグラムで露出確認をするという、大変面倒な作業をおこなうことで精度の高い画像を撮影することが可能である。「大変面倒な」作業は非効率的かもしれないが、撮影に対する心構えとしては重要な点である。

スタジオで遺物撮影をおこなう場合であれば、ライブビューの機能をケーブルでつないだPCでコントロールすることも可能である。大きな画面での構図の確認やそのままレイアウトソフトに持ち込んで編集することなども可能であり、デジタル化する上

での大きな利点である。

Canon・Nikonともフルサイズ中級機種のエントリーモデルについて、フルサイズの画質はもちろんであるが、WiFiやGPSの搭載（Canonは内蔵・Nikonはオプション）によって、様々な撮影方法が考えられる。たとえば、高所にカメラを設置できるポールを使用してWiFi経由でライブビュー画面を見ながら高所撮影をすることなどが可能である³⁾。

6. デジタル撮影でのライティング

遺物撮影などでは、被写体の特徴を表現するために必ず照明をあてて撮影することになる。このライティングの技術自体は記録媒体がフィルムであろうとデジタルであろうと何ら変わることは無い。ライティングの際には被写体を照明するメインライトの光質・高さ・角度を適切に設定し、存在感をなくさないようにサブライト・背景照明などに注意してライティングを組み立てる。

ただし、レンズの精度や撮影感度がフィルム時代とは変化することで、撮影に必要な光量はフィルム撮影の光量よりも大幅に少なくなる。また、装填するフィルムによって撮影光源の色温度が固定されるフィルム撮影と違い、ホワイトバランスの設定によって様々な光源に対応できる。

光源には大きく分けて瞬間光と定常光がある。瞬間光ではライティングの状態は撮影後まで確認できないが、大型フラッシュの場合はモデリングライトである程度確認することが可能である。フィルム用の大型フラッシュは大光量に特化しており、時としてデジタル撮影の場合は光量が多すぎて使用できなくなることがある。新しいデジタルタイプの大型フラッシュはそういったことに対応してフィルム用に比べて大幅に光量を絞ることが可能になっている。

定常光では、タングステンランプや蛍光灯、HIDやLEDなどが挙げられる。最近では温暖化防止や省エネルギーの観点から白熱電球であるタングステンランプが生産されなくなり、入手困難となった。このことから蛍光灯で撮影用に高演色性で輝線の影響

を取り除いた撮影用蛍光灯などが多く使用されるようになってきている。また、さらに新しい撮影用光源として発光ダイオードを利用した LED 照明が開発されており、ここ数年で撮影に使用できるほどの安定性を持ったものも発売されている。

フラッシュ光は瞬間光であり、写真の画質低下の最大要因であるブレの影響を排除することが出来る。定常光の場合はフラッシュ光と違いライティングの状態が目で見えて確認できる。また比較的機材が簡素で持ち運びにも優れているので様々な条件を考慮して使い分けることが可能である。

7. デジタル写真画像の保存について

デジタル写真画像のみならず、デジタル情報の長期保存についてはその性質上、現在でも有効な手段を業界が示せずにいる。そのような状況の中で、前述のように長期保存が重要な文化財写真分野を中心に画像保存についてのガイドラインを策定しようとする動きがあり、2012年5月に「文化財写真の保存に関するガイドライン」が発行された。配付資料として添付するが、簡単に内容を述べる。

撮影については本文中で触れたように撮影目的に応じて適切な機材と撮影方法・ライティングで記録写真の場合は RAW 撮影、日誌記録や民俗行事などスナップ的な撮影では適切な設定で JPEG もしくは TIFF 撮影し、画像の詳細を記述したデータベースを作成した上で元の TIFF もしくは JPEG データを保管する。

保管する環境としては、ローカル HDD またはオ

ンラインストレージなどを利用し、バックアップとして光メディアなどを利用する多重保管を推奨している。ローカル HDD をメインの保管スペースとする場合は RAID などでも安全性を高めた保管方法が最適である。可能であれば、それぞれの画像に対してさらに A4 全面程度の大きさで中性紙などを使用して高精細なプリントアウトを作成するデジタル・アナログの「ハイブリッド保存」がのぞましい。

8. おわりに

今まさにフィルム写真の時代は終焉の時が近づき、デジタル写真を取り入れなければならない時期はすぐそこまで来ている。

文化財写真を業務とする者や業務で文化財の写真を撮影しなければならない者は安易なデジタル化を避けるために、適切な撮影方法とその保管指針を取り入れ、時代・媒体・保管方法が変わっても常に「文化財としての写真」を遺す心構えで撮影に臨まなければならない。

【補註および参考文献】

- 1) 文化財写真の保存に関するガイドライン検討グループ 2012「文化財写真の保存に関するガイドライン」
http://www.spstj.org/item/pdf/1337264652_event_pdf2.pdf
- 2) 浜田耕作 1922『通論考古学』大鏡閣
- 3) 中村一郎 2013『文化財写真研究 Vol.4』「ポールスタンドによる高所リモート撮影」文化財写真技術研究会 pp.135-137