

映像作成に関する技術報告

共通機器部門 情報基盤機器管理班

北川 和英

平成 24 年 8 月, 50 年という期間にわたって撮影・保存されてきた映像記録を編集し, これを DVD 化する作業を完了した. これにあたって,

- フィルムのデジタル化
- ビデオのデジタル化
- 画像劣化の補正と修正
- 音声の補正 (音声の拡大, 及びそれに伴うノイズ等の雑音除去と特定音声の明瞭化)
- 編集作業 (演出映像の作製を含む)

といった作業を行った. 今回はこれらの作業報告を絡めつつ, 映像作成の初歩的かつ基本的な内容について簡単に紹介する.

1. 銀塩フィルム画像のデジタル化

現在の写真撮影はデジタル技術を用いたデジタルカメラが全盛であるが, 1995 年に CASIO 社より低価格のデジタルカメラ (QV-10, 総画素数 25 万画素, 定価 65,000 円) が発売され, 技術革新が急速に進むことで高解像度の製品が一般に普及するまでは, 銀塩フィルムカメラが主流であった. このフィルムカメラによって撮影されたフィルム画像 (主として 35mm サイズ) は, フィルムスキャナー等を用いてデジタル化することができる. このような作業は専門業者が有料で行ってくれるが, 高解像度と高画質を求めつつ多くの枚数を発注すると, 高額となりやすい.

また今回のような大量の枚数 (フィルム 5,700 枚程度, 印画紙写真 100 枚程度) の場合, 作業効率から考えると事前に必要フィルムを依頼者が選択し, これを読み込むのが最も効率的である. しかし「この機会に全ての写真をデジタル化したい」との要望が依頼者よりあったこと, 事前に選択するための印画紙写真がなかったことから, 全ての対象物について作業を行った.

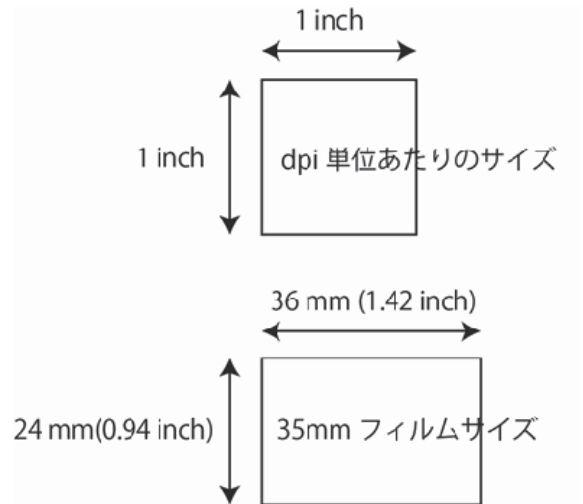


図 1. サイズの比較

読み込みの解像度については, 「300dpi, 600dpi, 1,200dpi, 2,400dpi, 4,800dpi, 9,600dpi」の中から選択できたが, 今回は 4800dpi を選択した. これは, 当初は印刷を含めた様々な「使用目的」を想定していたことと, 「300~2,400dpi」を用いて読み取りを行うと, A3 サイズ以上で印刷したとき, ジャギーが目立ってしまうことによる. なぜならば, 2,400dpi の設定を用いてフィルムを読み込むと, 図 1 の比率より,

$$2,400[\text{dpi}] \times 1.42[\text{inch}] \times 2,400[\text{dpi}] \times 0.94[\text{inch}] \\ = 7,688,448[\text{画素}]$$

となる. 求められたこの総画素数 (約 769 万画素) の画像を A4 サイズに印刷すると単位面積あたりの画素数は,

$$7,688,448[\text{画素}] \div (8.27[\text{inch}] \times 11.69[\text{inch}]) \\ = 79,528[\text{画素} / (\text{inch} \times \text{inch})]$$

である. これを単位長あたり計算にすると, 約 280dpi となる. 同様に A3 サイズ (11.69inch \times 16.54inch) で計算を行うと, 単位面積あたりは約 4 万画素となり, これを単位長あたりに計算すると約 200dpi となる.

人の目がジャギーを認識できなくなるのは 250dpi 程度からということを見ると、A3 以上の大きさの印刷が行われる可能性を考えた場合、2,400dpi 以下での読み取りは選択すべきではないと判断した。

また、9,600dpi は非圧縮時における一枚当たりのデータ量が 100MB を超え、取り込みソフトによる取り扱いができなくなるため利用しなかった。

なお、通常の印画紙写真については、その大きさに応じ最大 1,200dpi として作業を行った。

2. 補正(修正)

基本的にカラーフィルム(印画紙写真を含む)は、現像直後より劣化が始まる。症状としては、

- ・ カビ (図 2-1 参照)
- ・ しみ (図 2-2 参照)
- ・ 埃の接着 (図 2-3 参照)
- ・ 退色 (図 2-4 参照)

などが挙げられる。

劣化が起こる要因として、光(紫外線)、温度、湿度などがあるが、「劣化」はその進行を遅らせることはできても、停止することはできない。したがって読み取った画像データには、何らかの補正を行う必要がある。

また一般的に、ポジ(リバーサル)フィルムの方がネガフィルムより劣化が早いといわれる。

これらに関する基本的な修正は、フィルムスキャン時にスキャナーに付属するソフトウェア(以下「スキャナー機能」という)を用いることで大部分は解消される(図 3 参照)。注1)、注2)

ただ今回は 50 年という長きに渡り撮影・保管されてきたフィルム群が対象であるため、一部のフィルムにおける劣化は甚だしいものがあり、スキャナー機能による修正だけでは対応できない事例が多々見られた。一例として示す図 2-1 における「カビ」の事例では、その範囲が広く、また明瞭に生じていたため、自動修正を行うことはできなかった。

また図 2-2 に示す 50 年前のカラー写真には、全体に微小な黄色い斑点状の「しみ」が数多く発生していた。全面に渡り一様に退色が及んでいれば全体補正を行うとよいが、このような場合に特定色素を対象とした全体補正(この事例では黄色に対する青色を強調する)を行うと他の色素にも影響を及ぼすため、結果、写真の色バランスが崩れてしまう。また特定色素を対象とした色置換も行ったが、全ての個所が一様に同じ背景色ではないため、却って不自然になった。



図 2. 劣化の例

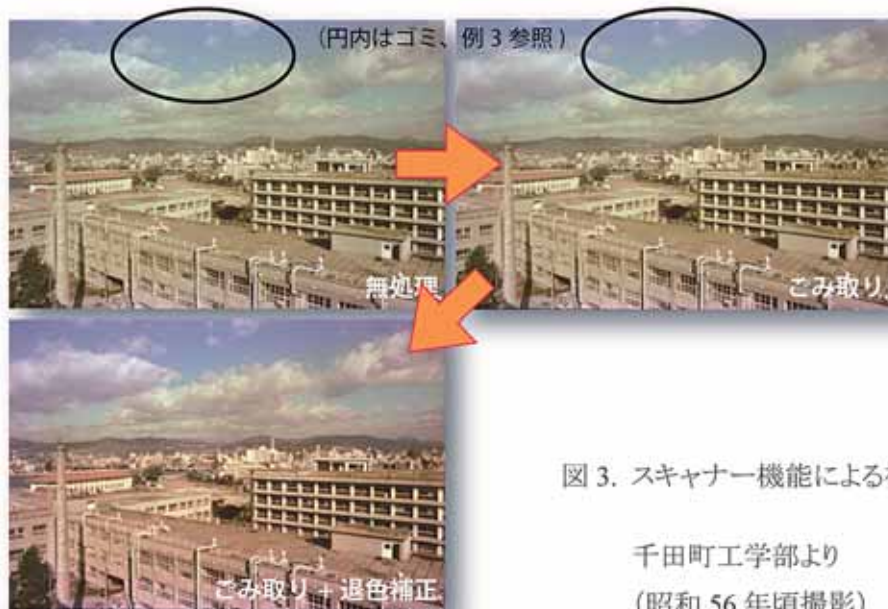


図 3. スキャナー機能による補正

千田町工学部より
(昭和 56 年頃撮影)

このように画像修正は、一枚一枚の状態を考慮しつつ行わなければならない。

こういった作業のことを「レタッチ」といい、一昔前までは専門の機器が必要だったが、現在では専用のソフトウェアを用いることで簡単に行うことができる。

また写真データは JPEG 画像方式で保存されることが多いが、処理後に再び JPEG などの圧縮を行う書式で記録すると、画質の劣化が生じるので注意が必要である。

3. カビ、しみ、埃

これらの事象に対する修正作業の手順は、基本的に同一である。しかしながら状況に応じて手法を変える必要があり、熟練と経験を要する。またこの作業は、忍耐と根気が必要といわれる。図 2-1、図 2-2、図 2-3 のような箇所が一枚の写真の中に数十か所以上あれば、その全てに対応する必要があり、要する時間も比例して多くなる。図 2-2 に示した事例の場合、写真全体(全体像は集合写真であり、図に示したものは全体像の 100 分の 1 程度)に斑点状の黄色いしみが広がっていたため、初期の修正には長時間を要した。

カビについては化学薬品を用いた手法で修正を行うこともできるが、フィルムの破損が生じる可能性があるため、デジタル処理による修正が行われる場合

が多い。図 4 にあるカビの場合、生じている部分が単調な背景の箇所であるため、修正は容易である。これが写真の大部分を覆い隠し、さらに本来の写真映像さえ確認できない状況の場合(図 2-1 参照)は、化学的処理を用いた方が良いでしょう。

図 2-2 のように周囲の状態に対して比較的小さな「しみ」については、デジタル処理を行うことで容易に修正できる。これが図 4 の修正前の状態のように「しみ」の部分が大きく、周囲の画像に被った場合は非常に困難となる。状況によっては修正ができない場合もある。

埃については、強力なブローアを用いることで



図 4. 画像加工例



図 5. 画像補正例

電氣的影響により付着したものは排除できる。これを長期間に渡り付着した状態で放置すると、フィルムに残っている化学溶剤の影響で埃がフィルムに張り付いてしまい、容易に排除することは困難となる。しかし、このような埃は小さな「しみ」の場合と形態は同様になるため、デジタル処理を用いて容易に修正できる。

最近の画像処理ソフトウェアは非常に優れており、図 4 に示す程度の空の部分のカビ、日付の削除、ごみの削除といった作業であれば容易に行えるうえ、印象の異なる画像として仕上げることも簡単にできる。また、撮影時になかったものを張り付け、写真自体に馴染ませることも可能である。この辺りはデジタル画像の利点でもあり、本来の映像が変更されるといった意味では、欠点であるともいえよう。

4. 退色

退色の形態として、黄色、赤色、青色といった色が強く出ていることが多く、これは、

- フィルムメーカーが使用している化学物質の性質 (同じ製品でも Lot によって異なる場合がある)
- 現像時の溶剤の性質
- 現像時の洗浄の不備

- フィルムの保管状態

といった原因によることが多い。

「退色」なのに強く発色というのは相反するようだが、これは構成する色素の劣化により、相反する色素が目立つためである (図 2-4 の場合は青に対する黄色が退色)。このような場合、劣化した色素を補正することで修正できる可能性がある (図 5 参照)。

また退色補正は、スキャナー機能を利用することで容易にできるが、画像処理専門ソフトウェアの簡易機能を用いると、簡単に、より綺麗に仕上げることができる。しかしこれも画像状態によるため、万能ではない。画像修正は経験と勘と感性に頼る部分が大きいため、より良い画像を求めたい場合は、専門業者もしくは画像処理に長けた者に依頼すると良いだろうが、写真の状態によっては、極端な退色により修正不能な場合もあることは頭においておくべきである。

5. 音声について

音声をビデオカメラ内蔵のマイクで採取すると、音源から距離がある場合は音量が小さくなりやすい。最近のカメラでは、距離に応じて採取効率を上げることで、記録を行うこともあるようだが、この場合、指向

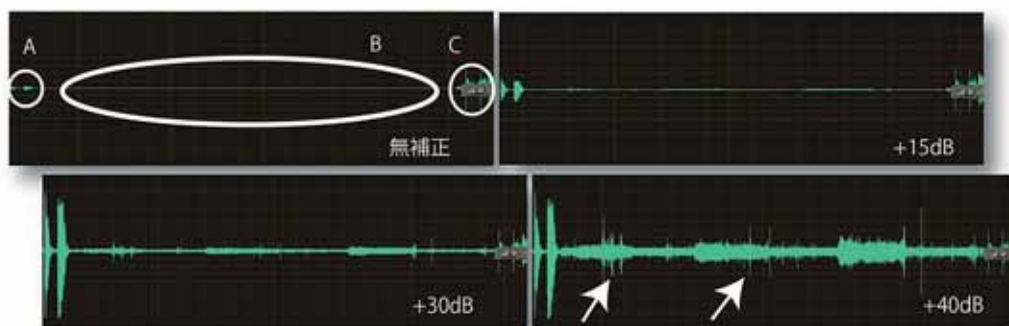


図 6. 音声の補正例

範囲を極端に狭めたとしても雑音の入力を排除することは困難であり、雑音が混在することになる。

こういった理由から通常の撮影では、演者に MP3 レコーダーなどを装着し、後で画像と音声を合わせている。ただし、機器(あるいは製品)に内蔵している時計のクォーツ周波数は製品毎に若干異なっており、これが原因で長時間にわたる収録などでは、たとえ頭部分で音合わせを行っていても、後半部分でビデオ機器と録音機器の音ずれを起こしてしまう場合がある。またビデオカメラと録音機器の録音周波数が異なることで、短時間収録でさえ大きな音ずれを起こしてしまうこともある。

今回の音声は CD 音源と VHS 映像のライブ音源を組み合わせ、さらにこれを効果的に画像に合わせるようにとの指示であったため、画像と音声の音合わせを行う必要はなかった(一部分を除く)。

ライブ映像における音声は、雑音の混入、音源からの距離が遠いことによる低音量のため、音声を明瞭に再現することは困難であった。図 6 に音声の振幅を示す。「無修正」部を見ると、振幅は殆どないといってよい。同図の「+40dB」で示すように、この音量を単純に拡大しても、雑音も含めて音量が増幅されることは容易に想像できるだろう(矢印部は特に大きい突発的雑音)。

突発的で大きな雑音を消去することは、比較的容易である。しかし、音声拡大に伴う低周波音を削除することは、目的となる音声の音質を変えてしまうことがあるため、注意が必要である。図 6 では、A の部分が掛け声、B の部分が息吹音、C の部分が歌声となっ

ている。このうち B の部分がこのような事例に該当し、息吹音と低周波音が重なるため修正は困難だった。

最終的には依頼者の要望に応えることができたと思われるが、音声の修正を行う際は、音声をどのような機器で再生するかも含めて、事前に十分な打ち合わせが必要だろう。

6. 編集作業と演出映像作成

現在は、コンピュータを使用した非直線的(ノンリニア)な編集作業が主流となっている(図 7 参照)。これに対し二台以上のビデオデッキを用い、テープからテープへと映像をコピーして編集する作業をリニア編集という。リニア編集では画像の劣化が起こりやすいが、一般的にノンリニア編集では直接的に映像に手を加えないため、画像が劣化することはない。

編集用ソフトウェアは、各社から様々な製品が発売されており、値段、使い勝手、特徴などがそれぞれ異なっている。初心者向けの廉価版も存在するので、目的に応じた製品を用いると良い。作製した作品を特定の OS 上での視聴に限定するならば、OS 製造会社のウェブサイトからダウンロードできる製品を使用しても良いだろう。

また、編集作業を行う際には、様々な設定を予め決めておかなくてはならないが、まずは上映時間である。今回は依頼者の強い要望で 1 時間程度と決められたが、依頼者によっては、50 分程度の録画映像を 10 分に短縮し、なおかつ内容が判るようにしつつ違和感がないようにとの指示もある。

次に動画の表示形式を決定しなければならない。

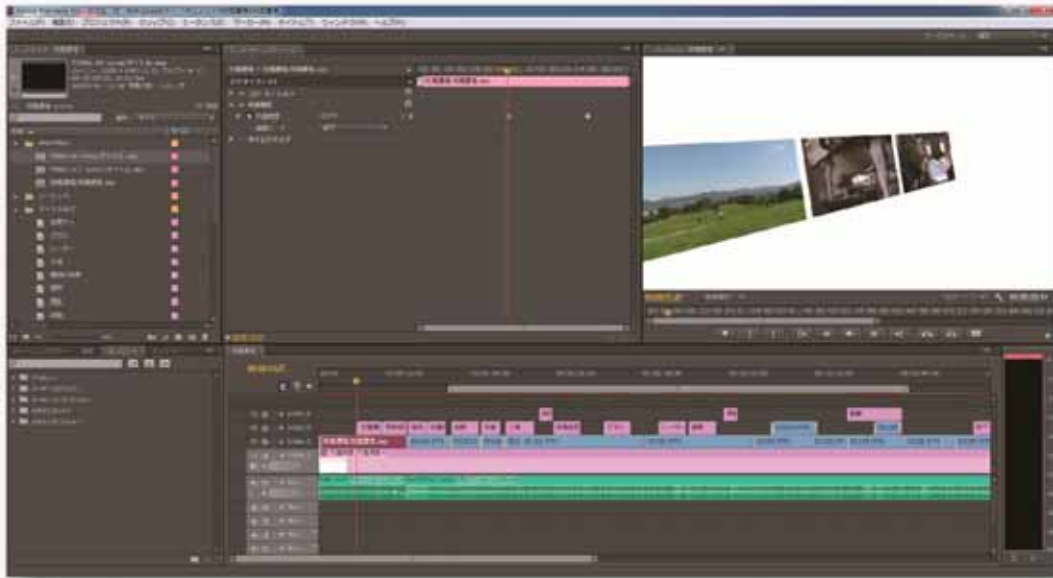


図 7. 編集画面の例

今回の場合は使用する映像に写真が多かったこと、画面の縦横比(アスペクト比)の指定が 16:9 であったこと、また、フルハイビジョン方式による製品化も念頭に置いていたため、「プログレッシブ方式による 1920×1080 の画素数表示」(1080p)で作製することを選択した。ただこれをそのまま用いると、VHS ビデオをデジタル変換した際に用いた規格(DV 規格: 720×480)との違いが非常に大きくなってしまったため、単純に後者の画角を拡大しただけではジャギーが目立ち、画質の劣化が激しくなる。

これを修正する方法はいくつか考えられるが、今回は入手した Plug-In を用い、コンピュータに取り込んだインターレース方式の VHS 映像をプログレッシブ方式に変換し、ピクセル補完処理を行いつつ拡大することで、画質の劣化を最小限に抑えるようにした。

演出用映像の作製については、使用するソフトウェアに対応した既存のプログラムを入手し、これに手を加えることで対応した。この方法は製作時間の短縮のためには良い手段だが、プログラムの記述方式によっては、使用しているパソコンで性能的に対応できないこと(Main Memory 不足など)、プログラム自体の制作時期が古いため使用しているソフトウェアが対応できないといった問題が生じることがある。パソコンの

性能問題への対応は容易だが、古いバージョンのソフトウェアは新製品が発売されると手に入りにくくなるため、後になってからの対応は困難となりやすい。

なお編集用ソフトウェアを用いても、様々な演出効果を表現することができる。しかし、図 7 の右上部に例として示すような立体的表示を求める場合は、専用のソフトウェアを用いた方が、より効果的な演出映像を作製することができる。ちなみに図 7 の例で作製した事案は、依頼者の要望と合致せず、不採用となった。最終的に作成された作品は、広島大学技術センターのホームページ上において公開されているので、興味のある方は参照されたい。

編集作業が終了すると、これを実際に視聴する様式に変換(圧縮)する「エンコード」といわれる作業を行わなければならない。編集作業の効率化はパソコンの性能に依存するが、この作業も大きく依存する。1 時間程度の内容を、動画編集ソフトウェアの製造会社が推奨する機器を用いると 1 時間以内で作業が完了することもあるが、それ以外の機器で行うと 10 時間以上を要することもある(場合によっては Freeze、もしくは Hang-up)。注 4) 結果的に納入締め切りに間に合わなくなる恐れもあるので、製作者はこの辺りのことも考慮に入れ、時間に余裕を持って計画的に作業をする必要がある。

7. デジタルカメラにおける画像補正(処理)

デジタルカメラで写真撮影を行うと、JPEG 形式で記録されることが多い。通常は同じ映像を他のカメラと比較することはないため、特に必要でない限り画像の色合いを補正することは少ないだろう。しかし個々のデジタルカメラにおけるJPEG 画像は、CCD 等を通して得られた電気信号を製造会社各社の持つ独自の技術により変換・圧縮した映像である。したがって撮影者の持つ記憶色および期待色と異なる場合があり、後で「こんな色ではなかった」と落胆することがある。これを修正するために画像補正を行うと、一般的な JPEG 画像は非可逆圧縮であるため、元の画質に比べて劣化することになる。

画質にこだわる人は、JPEG 形式に比べ画像情報が非常に大きく可逆圧縮である RAW 形式で記録し、画像補正(処理)ソフトウェアを用いて補正(現像)を行い、記憶色もしくは期待色に近い映像を作製するとよい。この方法では、ホワイトバランスなどの細かい調整を後から行えることから忠実な色再現を行うことができ、色補正なども容易に行える。

ただし、ここに紹介した手法はスナップ写真に対し行うにはあまり適さない。風景写真、記念写真といったこだわりの一枚を残したい場合において利用し、画像補正の技術を活用すると良いだろう。

8. あとがき

画像を扱う作業は一度で終わらないことが多く、「やり直し」の繰り返しを経て良い画像に仕上がってゆく。もしこれから同様の作業をやりたいと思われる方は、根気と忍耐力を準備して当たられたらよいと思われる。なお文中では細かい技術論を省略したが、これについては関係書籍が数多く出版されているので、それらを参考にしていきたい。ただ、最初から学習するには理解しなければならないことは膨大であるため、ソフトウェアと使用機器の選択と設定も含めて、初めは詳しい者に相談すると良いだろう。

冒頭に示した作品の引き渡しを行った後、いくつかの反省点を確認した。これらのことも今後の作業に生かせればと考えている。なお、この作業に要した時

間は、読み込み全般については3ヵ月程度、画像修正(動画と静止画200枚以上)には100時間程度、編集作業(演出映像の作製を含む)は半年を要した。習熟程度によって作業時間は大きく変わるが、今後同様の作業を行う方の目安になれば幸いである。

注釈

注1) EPSON, CANON 社以外の製品に関しては性能を含め未確認。ソフトウェアが付属していない機器もある。

注2) 製造会社によって補正プログラムが異なるため、画像処理の結果が異なる場合もある。

注3) 文中で掲示した写真は CMKY 画像であり、実際の RGB 画像の色合いとは異なることがある。

注4) 必ずしも高性能な機器の組み合わせが良いわけではない。

参考

(1) dpi: Dots Per Inch の略で、1inch 単位あたりのドット数。数値が大きいほど高密度だが、データ量が多くなる。

(2) RGB: Red, Green, Blue のそれぞれの頭文字をとったもので、(特に)モニター上における色表現の三原色。似た用語に RGBA があるが、これは RGB に AlphaChannel(透過度)を加味したもので、画像合成の際に用いられる。

(3) CMYK: Cyan, Magenta, Yellow, KeyPlate の頭文字をとったもので、印刷をする場合に用いられる色表現の原色。同様の意味の用語で CMYBk があるが、これは KeyPlate を Black に置き換えた場合を指す。一般に RGB カラーよりも色域は狭い。

(4) ジャギー: ビットマップ画像(ラスタ画像)などの輪郭に見られる階段状のギザギザのこと。図形画像(ベクター画像)にジャギーは存在しない。

(5) ハイビジョン: NHK の登録商標。規格は地上デジタル放送規格(1440×1080i)、BSハイビジョン規格(1920×1080i)他と複数ある。また、少し前までのビデオカメラは1440×1080iで記録されることが多かったが、最近では1920×1080pで記録される機種も販売

されている。なお、「i」はインターレース方式、「p」はプログレッシブ方式を意味している。

(6) インターレース方式：画面を表示する走査線のうち、奇数番号の走査線と、次の画面の偶数番号の走査線を互い違いに合わせて画面を構成する方法のこと。

(7) プログレッシブ方式：画面の走査線を上から順に表示する方法のこと。ちらつきが少ないという特徴があり、放送以外のハイビジョンでは主としてこの方式が利用されている。パソコンの表示画面もこの方式が採用されている。ノンインターレース方式ともいう。

(8) フィルムの退色：フィルムの製造会社によりフィルムの退色状況には傾向がある。A社のフィルムは赤色が強く発色、F社のフィルムは青色が強く発色、K社のフィルムは黄色が強く発色する傾向がある。

(9) RAW 画像：CCD等の画像記録素子からの信号を単純にデジタル化しただけの生データのこと。

JPEG等の画像情報(RGB各色8bitの情報量, 1677万7216色)と比べて非常に大きな情報量(RGB各色12~16bitの情報量, 687億1947万6736色以上)である。RAW画像を処理してJPEG等の画像に変換することを「現像」という。一眼レフ及び一部のコンパクトカメラで対応している。

(10) 記憶色：撮影時における感動などの主観が加わることで、より誇張された色が脳裏に刻みこまれた色。実際の色とは異なる。

(11) 期待色：写真などにおいて、撮影者が「こういう色に仕上がって欲しい」と願う色。実際の色とは異なる。

(12) ホワイトバランス：太陽光、蛍光灯、電球などの光源によって異なる白色が、適切な白色になるように補正を行う機能のこと。一般的に、撮影時にデジタルカメラの操作により設定することができる。