

褪色カラー写真の復元  
アナログ原稿の高精細デジタル化  
オリジナル専用機器

# アイワード デジタイズ・システム

技術資料集

褪色カラー写真の復元、アナログ原稿の高精細デジタル化オリジナル専用機器

# アイワード・デジタイズ・システムの開発にあたって

カラーフィルムの歴史は、1935年にアメリカのコダック社が発売したコダクロームから始まりました。翌1936年には、ドイツのアグファ社からもカラーフィルムが発売され、アナログ写真のカラー化は欧米から世界へと普及していきました。

初期のカラーフィルムは高価であったことから、公的な記録や学術研究など、限られた範囲での活用でした。その後、開発を重ねていったカラーリバーサルフィルムは、写真業界や写真製版の原稿として学術芸術分野や商業分野などで独自の市場を構築していきました。

印刷業界は高品質のカラー印刷物作成用に1950年代から印刷専用カラスキャナの導入を世界的に進めていきました。しかし、時代がアナログからデジタルへ移る21世紀に入り、フィルムカメラでの撮影からデジタルカメラによる撮影への転換が図られました。

これらの社会変化により印刷専用カラスキャナの発売とサポートは世界的に中止され、アナログ原稿から高精細データを作成できる印刷会社は皆無に近い状況となりました。

カラーフィルム85年の歴史の中で記録された数々の写真資産は、褪色という課題を抱えています。褪色は保存条件の良い博物館などでも生じており、近い将来に色が完全に失われる可能性があります。

ブック印刷専門のアイワードでは、褪色した貴重な写真が印刷原稿として入稿し色褪せたままの製版をするのではなく、元の色に科学的に復元して印刷するという要望が寄せられています。このような専門書制作の課題に応えるためには「アナログ原稿を高精細にデータ化して科学的に復元できるソフトウェアを実装した専用設備」の開発が急務となりました。

この度、独自に開発いたしました「アイワード・デジタイズ・システム」は、褪色カラー写真の復元とアナログ原稿の高精細デジタル化を実現するオリジナル専用機器です。



アイワード・デジタイズ・システムで行える、デジタル化、ポジ現像、褪色復元内容

※デジタルデータの最大値は1億4680万画素(当社理論値)です。

原稿の種類	取扱サイズ(ミリ)	デジタル化	ポジ現像	褪色復元
ポジフィルム〈透過〉	8ミリフィルム(4×5程度)～8×10インチ(204×254)	○		○
ネガフィルム〈透過〉	ハーフサイズ(24×17)～8×10インチ(204×254)	○	○	○
レントゲンフィルム、カラーコトンなど〈透過〉	レントゲンフィルム(30×40)～B2相当電飾看板(690×740)	○		○
プリント写真、原画など〈反射〉	ベタ焼写真(24×36)～A0サイズの原画(841×1189)	○		○

専門書の写真原稿製版や4K・8K放映用データ作成に適した機器です

- ・医学、芸術、考古、歴史、地理、建築などの出版物に使用するアナログ原稿の最適化
- ・美術展、考古展などで使用するアナログ原稿の高品質デジタル化
- ・古いアナログ写真を4Kや8Kディスプレイ、デジタルサイネージで表示するデータ作成
- ・アナログ写真作品の褪色復元・ミュージアム収蔵品、記録などの復元アーカイブ
- ・社史、記念刊行物、生誕・没後など記念刊行物用のアナログ写真の復元・最適化

# フィルムの仕組みと劣化・褪色

## フィルムの仕組み

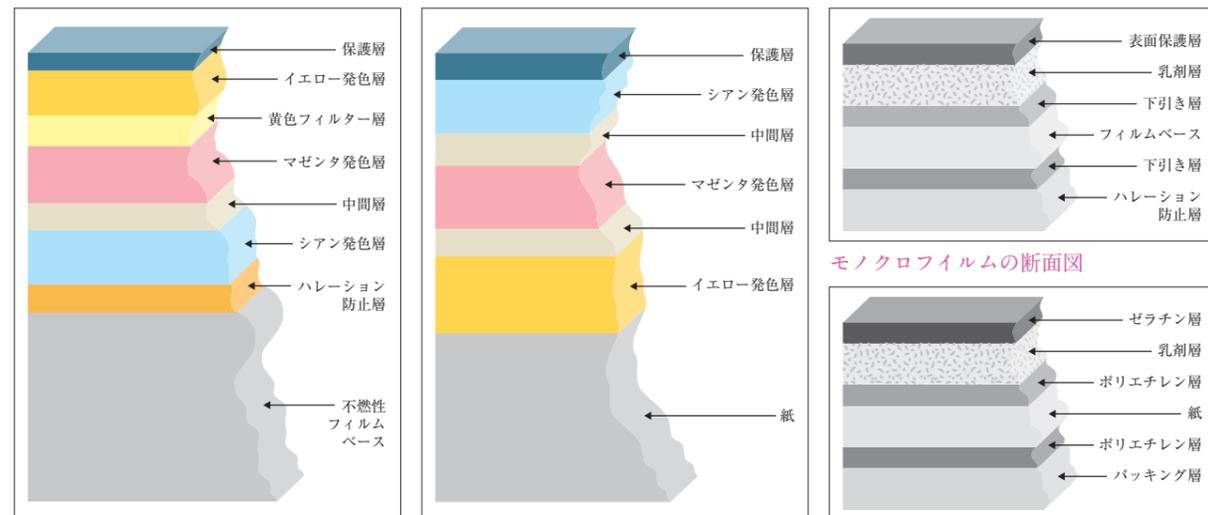
カラーフィルムは、感光特性が異なる3種類の乳剤層により構成されています。乳剤層は、青色感光乳剤層(イエロー発色：400~500ナノメートル\*の感光域)、緑色感光乳剤層(マゼンタ発色：500~600ナノメートルの感光域)、赤色感光乳剤層(シアン発色：600~700ナノメートルの感光域)があり、シャッターを切ると特定の波長帯で感光しハロゲン化銀が変化して潜像となります。

現像工程によりハロゲン化銀が銀に還元され各層毎にネガ画像を作り更に現像主薬とカプラー(色素前駆体)が結合することで色素を形成し実像(発色層)となります。

カラーリバーサルフィルムにはカプラーが現像液中に含まれている外式と、カプラーがフィルム乳剤中に含まれている内式があります。1935年に発売したイーストマン・コダック社のコダクロームは外式でしたが2009年に製造中止となり、現在販売されているカラーリバーサルフィルムは全て内式となっています。

## 明褪色と暗褪色

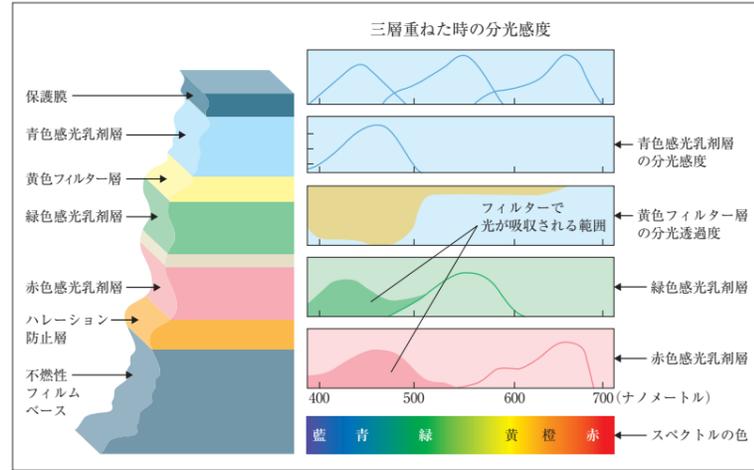
フィルムは、時間とともに少しずつ劣化しま



カラーリバーサルフィルムの断面図

カラープリントの断面図

モノクロプリントの断面図



カラーフィルムの感光膜と分光感度の例

す。画像を形成している銀やカプラーは、材料特有の劣化がすみダイナミックレンジが欠けた状態となり色相・彩度・明度が失われていきます。

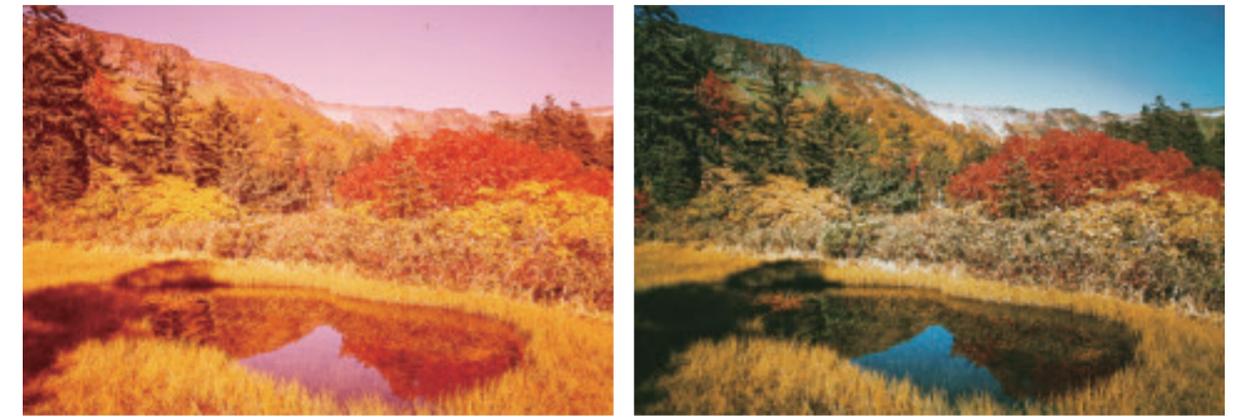
カラーフィルムが長時間、光にさらされると赤色方向の劣化が進み青い画像となります。これを「明褪色」といいます。

また、温度と湿度の時間的変化の中に置かれた写真は青色と黄色領域での劣化が促進されセピア色(赤色方向)へと変化していきます。これを「暗褪色」といいます。

アイワード・デジタイズ・システムは色や陰影が劣化した写真原稿内に残されたカプラーやハロゲン化銀の情報をデジタルで数値化し、褪色した色数値を撮影時の数値へ演算により戻すことで色彩とダイナミックレンジを復元する専用機器です。

# カラー復元の例

暗褪色した写真のカラー復元例 (撮影後約40年経過、フィルム名:富士写真フィルム社製フジカラー 4x5判)



元写真

完成写真

〈元写真の色空間〉  
青色と黄色領域の劣化がすみセピア色(赤色方向)に色空間が縮んでいます

〈完成写真の色空間〉  
色空間が広がり、あらゆる色が復元されています

明褪色した写真のカラー復元例 (撮影後約60年経過、フィルム名:イーストマンコダック社製コダクローム 35ミリ判)



元写真

完成写真

〈元写真の色空間〉  
赤色方向の劣化が進んでいるのが分かります

〈完成写真の色空間〉  
色空間が広がり、あらゆる色が復元されています

## 絹目写真の乱反射防止モードの例

絹目写真へ光を当てると表面の凹凸によって光が乱反射するため、美しい画像が得られません。そこで、オリジナルプログラムを活用して平らな反射光となるような演算処理をします



乱反射防止モードオフ  
(光の乱反射で凹凸が見えてしまいます)

乱反射防止モードオン  
(なめらかな画像が得られます)

\*ナノメートル(nm)は10億分の1メートルのことです。電磁波の一部である光を波として見ると波の山、谷の間隔である波長が光の色を決めます。人間の眼が感じる光を可視光と呼び、およそ400から700ナノメートルの波長の範囲をさします。

## 褪色復元とデジタル化——オリジナルソフトウェア

### オリジナル褪色復元ソフトウェア

アイワードは、2015年に国立大学法人北海道大学と「劣化写真の復元に関する研究」に関する共同研究契約を提携し、北海道大学大学院情報科学研究科の田中章教授との研究成果として学術論文「多項式近似に基づく褪色カラーフィルムのデジタル画像復元」を電子情報通信学会論文誌(VOL. J99-D NO. 3 MARCH 2016)で発表しました。その後、地方独立行政法人北海道立総合研究機構との共同研究を経て、新システムの開発と改良を継続してきました。

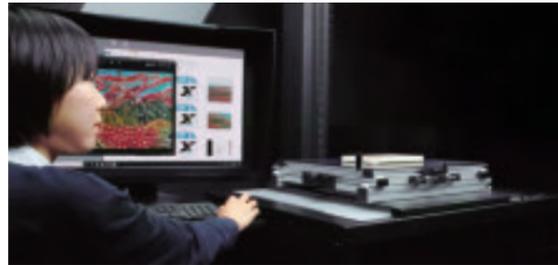


学術論文「多項式近似に基づく褪色カラーフィルムのデジタル画像復元」2016年電子情報通信学会論文誌(VOL. J99-D NO.3 MARCH 2016)

アイワードの褪色復元事業は2017年から開始し学術出版物の写真資産への対応と一般向けサービスに着手してきました。

これら需要へ応えていく中で、小型のポジフィルムやプリント復元のみならず、大型のポジフィルムやネガフィルム、絵画や書などの美術作品、古地図などを含む古文書などへの対応が求められてきました。

また、印刷データだけでなくミュージアム等で放映する4K、8K動画データへの要望にも対応できるソフトウェアの実装をすすめてきました。さらに、絹目写真の乱反射防止モードの開発でプリント写真の復元最適化の向上が図られました。



オリジナル褪色復元ソフトウェアは、褪色カラー写真の復元の他に、あらゆるアナログ原稿の最適化を実現します

### マルチカメラデータ結合の自動化

高画質、高品質の画像を得るために、複数カメラを同時に使用するマルチカメラを採用し、分割撮影システムと画像結合技術に



最大1万ポイントの共通箇所を見つけ出して高精細画像の自動生成を行います

よって1万ポイントの自動照合で画像統合を実現します。新たに開発した合成アルゴリズムにより、分割画像内に含まれる共通箇所を最大1万ポイント見つけ出し自動結合を行う技術を確認しました。

### 均一照明を実現するシミュレーションソフト

大型反射原稿の画像取得の際に、撮影面へ照射する光の量をデジタル測定し照明ムラを平準化させる校正ソフトを適用しています。

対象となる原稿のタイプを選択すると原稿に最適な照明配置をソフトウェアがアドバイスする仕組みを備えています。



コントロールパネルで照明位置のシミュレーションを行います

## 高画質・高精細——撮像テクニカル

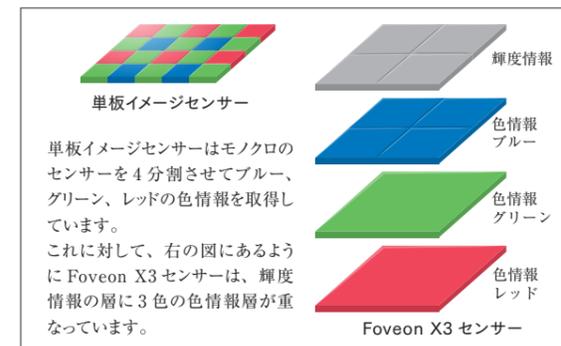
### 三層構造の Foveon X3 センサー

一般的なデジタルカメラに装備されている「単板イメージセンサー」による撮影では、撮像素子上に配置されている単一の色情報から、色を補間するソフトウェアで前後左右の情報を補うデモザイキング処理を行うため本来の色ではない「偽色」が発生します。

アナログ写真の色情報を正確に取得するためには、このようなデモザイキング処理をせずに色情報を取得する必要があります。

本機器は、光の波長特性を利用した Foveon X3 センサーを装備している SIGMA 社の sd QuattroH を採用しています。このセンサーは、被写体側に近い層で短い波長域の色情報と輝度を記録し、二層目で中波長域、三層目で最も長い波長域の情報を記録します。

つまり第1層はブルー、第2層はグリーン、第3層はレッドを記録する垂直色分離方式を行っておりアナログ原稿に内包するグラデーションやトーンを高ダイナミックレンジで取得します。



一般的な単板イメージセンサー(左)と Foveon X3 センサー(右)の比較概念図

### マクロレンズ SIGMA 70 mm F 2.8

画質を最優先にしたシグマ社のマクロレンズ「SIGMA 70 mm F 2.8 DG MACRO | Art」はコアレス DC モーターを採用しておりオートフォーカスによる遠隔操作を実現しています。



マクロレンズ SIGMA 70 mm F 2.8 DG MACRO | Art を駆使して、1億画素以上の撮像を実現します

特に1メートル前後のワーキングディスタンスで最もレンズ特性が良くなる様に設計されており良好な結像性能が得られます。

### マルチカメラによる広エリア・高精細画像

高精細データ取得にあたり一度に露出の異なる複数の画像を取得していき、これらの画像をHDR(High dynamic-range)統合します。この結果ノイズレスな画像を生成し Foveon 撮像素子の長所を最大限に生かした超高階調の画像取得を可能にしています。

また本機器には合計5台のカメラを搭載しています。複数台カメラから得られる画像を、北海道立総合研究機構と共同開発したアルゴリズムにより高品質な合成を行い、今まで見たことのない超高精細なデジタイズを実現します。

さらに分割撮影から画像統合、管理、プリプレスネットワークへのデータ転送までのソリューションを実現します。

得られる画像解像度\*は、2カメラ使用時に最大8160万画素、4カメラ使用時に最大1億4680万画素となりA0サイズの高精細オフセット印刷が可能なデータを得ることができます。

\*数値は当社理論値です

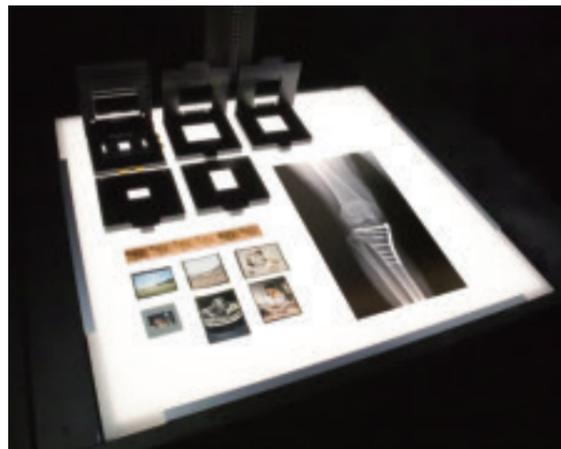
## 小型フィルムから A0 サイズまで——— 反射・透過兼用機器

### 大型面発光のエル・エコライト

エル・エコライトは、株式会社栗原工業の特許技術である「混色・拡散レンズ」により均一な大型面発光を創り出す照明です。

混色・拡散レンズを採用することにより、LED にみられる独特な輝度感である「グレア」や多重の影が発生する「マルチシャドウ」など LED の弱点を解消しています。

本機器のライトボックスは 710 mm×660 mm の大型面発光体となっており、8×10 サイズのポジフィルムはもとより特殊用途のフィルムやレントゲンフィルム、電飾用のカラーコルトン看板などにも対応しています。



あらゆるサイズのフィルムを、透過原稿として扱える各種カートリッジ

### A0 サイズ対応の大型反射光源

反射原稿用照明装置は、コメット株式会社のツインクル LED を搭載したバンクライトを上下昇降可能のパンタグラフへ 6 基固定し拡散光を原稿へ照射するシステムです。

均一な面発光を行うために「照明ムラ校正ソフトウェア」を用いたシミュレーションを繰り返し実施し 35 mm 密着プリントの反射原稿(24×36 mm)から最大 A0 サイズ(841×1189 mm)の原稿までの撮影を可能としました。



最大 A0 サイズの撮影ができる原稿ユニット

### XY 軸で稼働するイーゼルマスク

株式会社エス・エフ・シーの透過型強化ガラスの XY ステージに、印画紙固定機器のイーゼルマスクを装着してフィルムや印画紙を固定する透過方式と反射方式を兼ね備えた独自の原稿台を装備しています。

強化ガラス枠は 750 mm×750 mm で X 軸と Y 軸それぞれに 300 mm の微細移動を可能にし分割撮影時の精度向上を図っています。



顕微鏡撮影にも用いられている XY ステージにより反射原稿、透過原稿の精密画像取得を可能にします

# Case study

出版物やデータ活用の実例

美術史学書の編集

考古学写真展の画像制作

百年誌の制作

会社草創期の写真処理

カラー復元・モノクロ現像と修復

アグファカラープリントの復元

鶏卵紙の修復

コダックカラープリントの復元

ガラス乾板の現像

# 美術史学書の編集



所蔵者の協力を得て著者、編集者、プリンティングディレクターが色校正と収蔵作品との実見と校正を丹念に行いました



アイワードの「褪色カラー写真のデジタイズ復元」技術で復元した色校正と作品との照合状況。上が原画、下が色校正

## 『やまいのそうし』 『病草紙』

様々な病や治療法を描いた、平安絵巻の傑作「病草紙」全21点をオールカラーで刊行した専門書。  
出版社：中央公論美術出版様  
編：山本聡美・加須屋誠  
B4判 上製本 函入  
カラー 88ページ / モノクロ 176ページ  
価格 / 25,000円 + 税 ISBN978-4-8055-0770-4

# 百年誌の制作

## 『北海道大学スキー部 100年・山スキー部 50年記念誌』

発行人：北大山とスキーの会様  
A4判 PUR製本 カラー28ページ /  
モノクロ394ページ



ビフォー



ビフォー



アフター



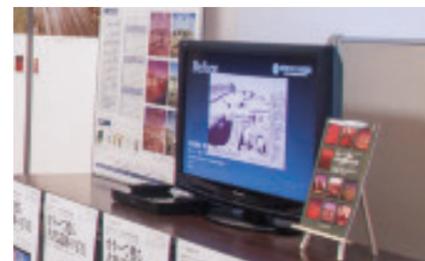
アフター



# 考古学写真展の画像制作



本展は全国4都市で開催しました



高解像度モニターでの放映を行いました

## 展示会名：「カラーで甦る古代遺跡の写真 —写真家三枝朝四郎が捉えた60年前の中近東—」

写真提供：東京大学総合研究博物館 監修・写真提供：古代オリエント博物館  
・2015年5月～7月 会場：古代オリエント博物館(東京都豊島区池袋)  
・2015年11月 会場：北海道大学エンレイソウギャラリー(北海道札幌市)  
・2017年11月15～17日 会場：新価値創造展2017(東京ビックサイト)  
・2018年2月 会場：大阪府立弥生文化博物館(大阪府和泉市)

60年前の写真は褪色して色がほとんど失われていました。この貴重な歴史資産を本技術で撮影時の色へ復元しました。また、4K、8Kでの表示が可能な画像が得られることから大型ディスプレイでの展示を行いました。

ビフォー



アフター



# 会社草創期の写真処理



## ワタナベグループ事業承継記念誌 『シナジー SYNERGY』

発行人：渡邊正一様  
発行：ワタナベグループ様  
B5判 PUR製本  
カラー 178ページ

# アグファカラープリントの復元

「超絶 凄ワザ!  
夢かなえますスペシャル」

NHK テレビ全国放送 2017年1月  
掲載許諾：栗田恵子様

ビフォー



アフター



テレビ番組の収録風景(2枚とも)

# コダックカラープリントの復元

「ニッポンの超絶技巧!  
直美&千鳥の  
こまったときのお直しさん」

フジテレビ全国放送 2019年9月  
掲載許諾：デヴィ・スカルノ様



テレビ番組の収録風景(2枚とも)

ビフォー



アフター



# 鶏卵紙の修復

掲載許諾：西村 昇様

鶏卵紙は、明治期に活用された写真技法です。卵白を紙に塗布してバインダーという膜をつくり硝酸銀と塩を反応させて感光層をつくります。ネガ版は主にガラス湿板を使い乾かないうちに反応させてプリントにしていきます。坂本龍馬の立ち姿の写真も鶏卵紙です。

ビフォー



アフター



# ガラス乾板の現像

ガラス乾板はガラスに感光乳剤を塗布し乾いた状態で感光させて撮像を取得するものです。ヨーロッパで1800年代後期に開発されました。日本では明治中期以降、昭和40年頃まで活用されています。

ビフォー



アフター



# カラーリバーサルフィルム(ポジフィルム、スライド)

## フィルムの特徴

カラーリバーサルフィルムは、メーカー推奨の現像処理によって正像(ポジ像)が得られるフィルム方式です。

このフィルムは、発色が優れていること、撮影段階で写真の仕上がりが想定でき、現像工程を経るだけで、印刷原稿として確定できるなど優れた特徴をもっています。

ただし、写真として成立させるためには、一定水準の撮影技量と、高品質なカメラ機材や照明機器が必要となるため、プロ写真家や高い撮影技量があるハイアマチュアの方に好んで使われてきました。

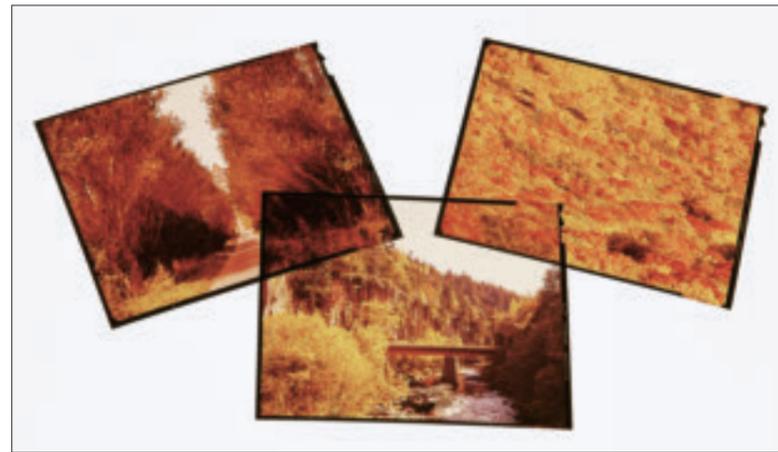
## 復元の留意点

アイワードが長年取り扱ってきたカラーリバーサルフィルムには、次のような傾向がみられます。

コダクロームが発売された1935年から1970年頃までに撮影したフィルムは、学術研究や公的な記録、芸術や公報の分野が多いことが特徴のひとつです。

保存形式は薄紙などの専用袋(スリーブ)に入れたり、紙やプラスチック製のマウント(枠・ホルダー)に収め、箱に入れて机や棚の中で保管されたものが主です。

撮影者は、写真撮影を本業とするプロが中心であるため、写



写真格納棚などで保存して暗褪したポジフィルムの例

真の品質は、一定水準のものばかりです。

また、この時代の現像処理は、フィルムメーカーの現像所にて純正処理したものであること、光があたらない環境での保存状態であることから、劣化過程は、「理想的な暗褪色」のフィルムが多くみられます。

これに対し、1970年を過ぎた頃からは、複数メーカーのフィルムが登場し、需要の増加とともに現像は、プロラボ(プロフェッショナル・ラボ)と呼ば

れる現像所が処理したフィルムが市場に出回るようになりました。

また、人物、静物、風景、動物、スポーツなどを被写体にして写真作品を制作するハイアマチュア層の分野、商業写真(コマmercial)の分野が急伸してカラーリバーサルフィルムの用途は、急激に拡大しました。

この時代の写真の中には、初期の頃のような「理想的な暗褪色」とは異なる過程で変色した写真がいくつか見られます。こ



化学変化により変色したと思われるポジフィルムの例

の変色は、フィルムの生産及び現像処理等の過程で様々な異なる条件が負荷され発生したと思われる現象です。

アイワードの「褪色カラー写真のデジタル復元」は、「理想的な暗褪色」の劣化過程を数値で捉え、独自開発の「復元モデル」を基準とした専用のアルゴリズムを用いて褪色した色情報を撮影時点に戻していく技術です。

復元にあたっては、「理想的な暗褪色」か「変色」かを見極めを事前に行って、「復元モデル」と「復元パラメーター」を適用した計算処理を実施します。

## フィルムのサイズ

### 35ミリ判(画像面積 24×36mm)

この規格は、映画用の35ミリロールフィルムを切り離し、マガジンに充填し直して写真が撮影できるようにカメラを開発したことに始まり、もっとも広く普及した規格です。

1925年にドイツのエルンスト・ライツ社が「ライカ I (A)」、1932年にドイツのツァイス・イコン社が「コンタックス I」というカメラを発表しますが、これらカメラの専用フィルムは、アメリカのイーストマン・コダック社が1935年に「コダクローム」を発売したことに始まります。

その後、改良され、12枚撮り、24枚撮り、36枚撮りなどが製品化されました。35ミリ判は、ライカ判、フルサイズともいいます。

### ブローニー判 (6×6センチ判の場合 画像面積 54×54mm)

120フィルムなどのロールフィルムを、ブローニーフィルムと言います。

このフィルムの前身は、紙に乳剤感光面を塗布したロール状のものでしたが、紙からセルロイドへ変更したロールフィルムを使用するカメラをアメリカのイーストマン・コダック社が1900年に「ブローニー」という名で発表し、改良を加えて120フィルムの規格となりました。

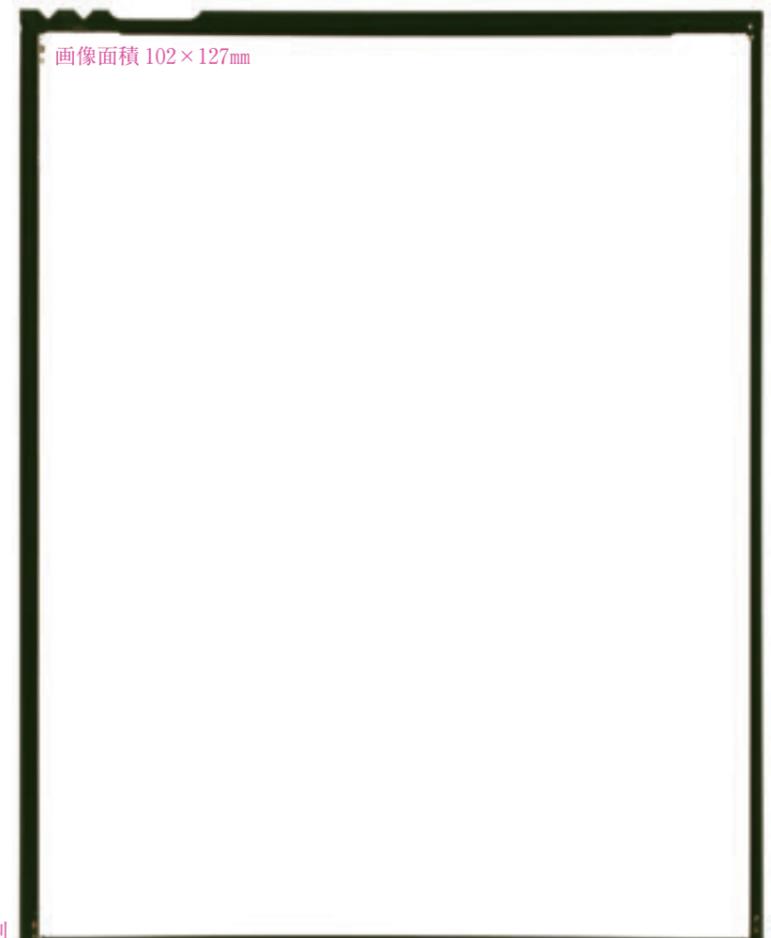
## フィルムの大きさ見本



35ミリ判



ブローニー判の6×6センチ



4×5判

その後ロールフィルムの送り幅を変えて、撮影する様々なカメラが開発されたため、出来あがるフィルムの大きさは、「6×4.5センチ(ロクヨンゴ)」、「6×6センチ(ロクロク)」、「6×7センチ(ロクナナ)」、「6×8センチ(ロッパチ)」、「6×9センチ(ロッキュー)」などと、多種類の写真が撮れるようになりました。

ブローニー判は、120フィルムと220フィルムの2種類の長さのロールフィルムとなり、「6×6センチ」で撮影した場合120フィルムで12枚、220フィルムで24枚の撮影が可能となりました。

4×5判(画像面積 102×127 mm)

フィルムサイズが4インチ×5インチであるため「シノゴ」と呼ばれるシートタイプのフィルムです。

シートフィルムを専用のホルダーに充填して使用します。黒い布を頭からかぶって撮影する大型カメラを使用するプロ用途です。

8×10判(画像面積 204×254 mm)

4×5判の4倍の面積がある「エイトバイテン」と呼ばれる超大型のシートタイプのフィルムです。

フィルムのタイプ

デーライトフィルム

晴天時の昼光で撮影すると、正確な色が再現できるように作られたフィルムをデーライトフィルムと言います。

晴天時の昼光を、光の色調を表す尺度である色温度で示すと5500 K(ケルビン)、カメラ専用のストロボ光も5500 Kの色温度です。つまり、5500 K以外の色温度で撮影した場合は、目で見える色とは異なる色で写ることになります。

タングステンフィルム

写真スタジオでの撮影や、舞台の様子を撮影する時などに使われるフィルムで、色温度は3200 Kです。

スタジオや舞台照明用のタングステンライトで撮影するプロ用のフィルムです。

褪せカラー写真を復元する際は、フィルムタイプ、撮影時の色温度などを考慮して復元していきます。

	デーライトフィルム	タングステンフィルム
<p><b>昼光(晴天)</b> デーライトフィルムで正確な色が撮影できる光です。</p>		
<p><b>タングステン写真用電球</b> デーライトフィルムで撮影すると正確な色発色をしません。</p>		
<p><b>蛍光灯</b> デーライトフィルムで撮影すると青カブリが発生します。</p>		
<p><b>水銀灯</b> デーライトフィルムで撮影すると緑カブリが発生します。</p>		

色温度とフィルムの発色の違い(色合いはイメージです)

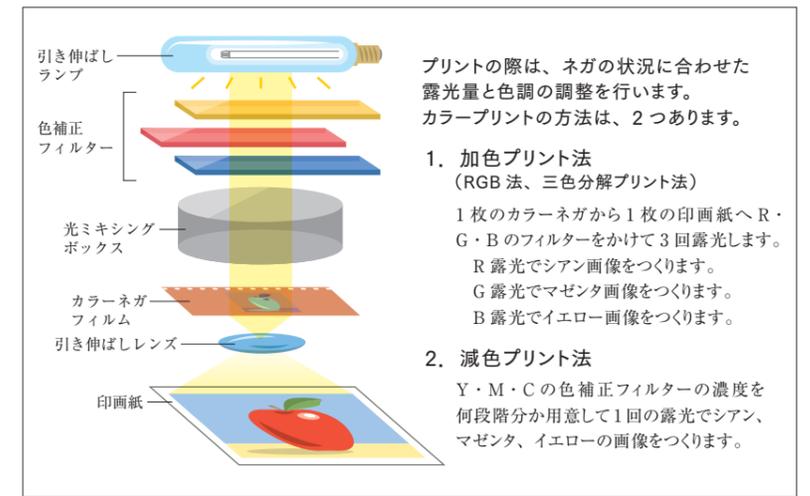
カラーネガフィルムとカラープリント

フィルムの特徴

カラーネガフィルムをカメラへ装填して撮影し、そのフィルムを現像(一度目の現像)すると、写っている像は、濃淡や色が反転した状態(ネガ像)となります。

このネガ像を印画紙に焼き付けるプリント工程(二度目の現像)を経て正像(ポジ像)が得られます。このようにカラーネガフィルムはプリントを前提に作られています。

また、ラチチュード(ダイナミックレンジ)がカラーリバーサルフィルムより広いプロからアマチュアまで活用できる利点があります。ラチチュードとは現像再



カラープリントの原理

現ができる露光の範囲をさします。

露光量が適正值に対して少なかったり(露光アンダー)、逆に多い(露光オーバー)撮影であっても諧調のつぶれやハイライトの飛びが少ないため、画像とし

て成立するフィルムです。

プリント段階では色の補正が行いやすく諧調がなめらかな特徴があります。

ネガフィルムとプリントの例

ネガフィルムは、ラチチュードが広いいため、露光がアンダーでもオーバーでもプリントの調整によって、写真として成り立ちます。ただし、ネガフィルムを見ただけで露光状況の良否が判断できるようになるためには、相当の経験値が必要です。

露光適正のネガ	露光アンダーのネガ	露光オーバーのネガ
↓	↓	↓
露光適正のプリント	露光アンダーのプリント	露光オーバーのプリント

### 復元の留意点

カラーネガフィルムを目で見ただけでは、褪色しているかどうかの判別は難しいですが、撮影して10年以上経過したフィルムは、多くの場合褪色が進行

しています。復元にあたっては、次の点に留意します。

カラーネガフィルムをデジタル化した画像データは、一度目の現像をネガポジ反転したものであり、カラーバランスや色補正が行われていない情報です。

その為に、二度目の現像を考慮した独自のプロフィールに基づいて正像(ポジ像)データを作成してから「復元モデル」や「復元パラメーター」による計算処理による復元を実現していきます。

### フィルムのサイズ

カラーネガフィルムのサイズは、カラーリバーサルフィルムと同様のサイズが使用されていました。それ以外にもカラーネガフィルムでは、ハーフサイズやAPSサイズのフィルムも使用されました。

#### ハーフサイズ

(画像面積 24×17 mm)

35ミリ判フィルムの半分のみを露光させるカメラで撮影したフィルムのことです。1本のフィルムの撮影枚数は倍になります。カメラの構造は簡易なものが多く、カラーリバーサルフィルムでの撮影は困難であったので、実質的にネガフィルムのみで活用されました。

ハーフサイズカメラは、オリンパスペン、リコーオートハーフなどがあります。



ハーフサイズのネガフィルム(原寸)

#### APS(画像面積 16.7×30.2 mm)

1996年に発売されたAPSは、Advanced Photo Systemの略称で、富士フィルム、イーストマンコダック、ミノルタと、キヤノン、ニコンが共同開発した新規格フィルムを活用する写真システムです。

APSフィルムは直接触ることができず、専用カートリッジを専用カメラに装填するだけでセットされ、撮影情報(年月日・時間など)がフィルムの磁気面に

記録され、現像後も専用カートリッジ内にフィルムは収まったままです。

現像時に提供されるインデックスプリントで、焼き増し指定をします。撮影時にH(ハイビジョン)サイズ(9:16比率)、C(クラシック)サイズ(2:3比率)、P(パノラマ)サイズ(1:3比率)が選択できます。

### 印画紙の表面について

#### 光沢(グロス)

表面がツルツルしている印画紙です。

#### 半光沢(マット)

表面に凹凸はなくツルツルしていません。

#### 絹目(シルク)

表面全体に凹凸があります。そのため、光をあてデジタル化する際に乱反射が発生します。

### カラープリントのサイズと種類

35ミリ判のフィルムからプリントする場合、初期の頃は、手焼きでのプリントのみでしたが、後に自動焼きが主流となり規格は若干変化しました。

#### 35ミリ判の主なプリントサイズ例 (サイズはメーカーにより若干異なります)

	名称	サイズ(ミリ)
手焼きの規格	手札	90×130
	大キャビネ(5×7インチ)	130×180
	八ツ切	165×216
	六ツ切(8×10インチ)	203×254
	四ツ切(10×12インチ)	254×304
	半切(14×17インチ)	356×432
自動プリントの規格	全紙(18×22インチ)	457×560
	E	82.5×117
	L	89×127
	2L(キャビネ)	127×178

## モノクロフィルムとモノクロプリント

### フィルムの特徴

モノクロフィルムは、被写体の色を白黒の濃淡の連続譜調で表現します。カラーネガフィルムと同様に、フィルム現像(一度目の現像)でネガ像となり、印画紙へプリント(二度目の現像)することでポジ像が得られます。

### 復元の留意点

モノクロフィルム、モノクロプリントともハロゲン化銀で画像形成されているので経年劣化の現象として陰影が薄れていく

ことや、銀が酸化して鏡のように光り出す状況があります。これらの課題を考慮した復元を行います。

### プリントの特徴

印画紙は、軟調、中間調、硬調といった種類があります。表面は、光沢、半光沢、絹目があります。印画紙は、フィルムの濃度や作品として仕上げる意図により選択します。

プロ写真家のモノクロプリント作品は、職人的な手焼き技術により仕上げられています。

カラーネガフィルムのプリントモード例

カラーネガの元データ

元データを単純にポジ変換した画像  
(色が薄くボリュームは、ありません)

濃度アップのプリントモードを実行した画像

さらに発色を適正化した画像

褪色したカラーネガフィルムのカラー復元例

褪色したカラーネガの元データ

元データのポジ画像  
(褪色していることがわかります)

褪色復元

〔濃度…まゼロ 色…標準〕

〔濃度…+1段 色…黄方向〕

〔濃度…+3段 色…赤方向〕

# 代表的なカメラと フィルムの充填方法

## 35 ミリ判フィルム

カメラの裏ぶたを  
開けて、フィルムパ  
トローネをカメラの  
左側へ入れフィルム  
先端部分を左側の巻



35 ミリフィルムの充填

取りスプールへ適切に装着させて巻き込みます。  
カメラは手動で行うタイプと自動で行うタイプが  
あります。裏ぶたを閉じて撮影準備が完了します。

## ブローニー判フィルム

カメラメーカーごとにフィルムの充填方法が異な  
ります。マガジンの場合はマガジンをカメラ  
から外して、フィルム充填済みのマガジンをカメラ  
へ装着して使用します。下の左写真のようにマガジ  
ンがカメラと一体化しているタイプもあります。



マガジンタイプへの充填



一体型カメラへの充填

## 4×5 判フィルム

暗室内でシートタイプのフィルムをホルダーと呼  
ばれるケースへ1枚ずつ入れます。このホルダーを  
撮影するごとにカメラ  
へセットします。相当  
の熟練を要します。



暗室でフィルムを充填

一般的な撮影の順番  
は、フィルムをホル  
ダーへ事前に充填して  
おき、被写体へ大型カ  
メラのレンズを向け、  
黒布をかぶってピント  
合わせを行った後に、  
ポラロイドで試し撮り  
を行います。



ピント合わせ

確認後に同一条件で  
ホルダー内にある2枚  
のフィルムへ露光して  
いきます。



ポラロイド試撮影

現像の際は、2枚の  
うち1枚のみをテスト  
現像します。



フィルムによる本撮影

状態を確認した後に  
本番現像を行います。

## 富士フィルム社製

※2020年1月現在で  
発売している国産  
フィルム

リバーサルフィルム：プロビア 100 F / ベルビア 50 / ベルビア 100 / ベルビア 100 F

プロ用ネガフィルム：PRO160NS / PRO400H

35 mm カラーネガフィルム：FUJICOLOR100 / SUPERISA PREMIUM400 / SUPERIA Venus800

白黒フィルム：ネオパン 100 ACROS II

白黒印画紙：フジプロ WP

## 参考資料

「カラー写真の知識」 フジカラー販売株式会社 1970年

「FUJIFILM DATA SHEET」 富士写真フィルム株式会社プロフェッショナル写真部/イメージング事業部 富士写真フィルム株式会社

「CAPA カメラシリーズ BASIC 図解フィルムとプリント」 株式会社学習研究社 編集・発行人/阿部庄之助 1997年

「多項式近似に基づく褪色カラーフィルムのデジタル画像復元」

田中章(北海道大学大学院情報科学研究科)・鍵谷貴宏ほか(株式会社アイワード)/電子情報通信学会論文 2016年

「褪色カラー写真のデジタル復元 仕上がリサンプル集」 株式会社アイワード 2016年



ものづくり日本大賞  
北海道経済産業局長賞

褪色カラー写真のデジタル復元技術開発で当社代表が第8回ものづくり日本大賞北海道経済産業局長賞を受賞しました。



株式会社 アイワード

<https://iword.co.jp>

本社 〒060-0033 札幌市中央区北3条東5丁目5番地91  
東京営業部 〒101-0065 東京都千代田区西神田2丁目4番3号 高岡ビル6階  
札幌工場 〒060-0033 札幌市中央区北3条東4丁目5番地64  
石狩工場 〒061-3241 石狩市新港西3丁目768番地4

TEL 011-241-9341 FAX 011-207-6178  
TEL 03-3239-3939 FAX 03-3239-3945  
TEL 011-251-0009  
TEL 0133-71-2777 FAX 0133-71-2895