

■ 要旨

人類の誕生から長い間、画像を記録する方法は絵画しかなかった。およそ 180 年前に銀塩を利用した写真が発明され、見たものをそのままの形で記録できるようになった。

最初は撮影した原版をそのまま観察する方式であったが、比較的初期のうちに撮影原版から印画紙にプリントを作成して観察する方式へ変更になり、その後の主流となっていった。写真の技術開発はヨーロッパを中心に進んだ。アメリカでも発明から間もない時期から工業化が始まった。欧州から日本への写真の伝播は比較的早かったが、感光材料の工業化が日本で起こったのは 40 年ほど経った 1880 年代に入ってからであった。

19 世紀後半になって、カラー写真を作成する方法が模索されたが、現在の我々が知っている形のカラー写真が完成したのは 1940 年代の第二次世界大戦中のことであった。戦後になり日本のメーカーがカラー写真に参入した。当初は欧米のメーカーの技術を後追いつることから始まった。しかし日本人の粘り強い開発への取り組み、部門をまたいで協力し合うチームワークの良さ、日本国内の複数メーカー間の良きライバル関係、1970 年代の国内の写真需要の急増などの結果、急激に欧米メーカーをキャッチアップ、1980 年代半ばからは世界をリードするような技術開発を成し遂げた。

銀塩写真感光材料は、白黒写真感光材料、カラー写真感光材料、映画用写真感光材料などの他に、印刷などの工業用、レントゲンフィルムのような医療用まで多岐にわたる。今回の技術系統化調査では、一般のユーザーになじみの深い、カラープリントを作成するためのカラー印画紙について取り上げた。同時にカラー印画紙にいたるプリント材料の歴史の調査も行い、カラープリントにいたる技術の進歩の歴史を俯瞰した。

カラー印画紙の技術開発の歴史は、ユーザーにいかにか美しい画像を、早く届け、しかも長い間色褪せずそれを保持させるかということを追求めてきた歴史であるということが出来る。技術用語で言うと、①色再現性、②画像堅牢性、③迅速処理性の向上が主要な課題であった。これらの向上のために、支持体、ハロゲン化銀乳剤、層構成、カップラーや退色防止剤などの有機素材、また現像処理液や現像機器において種々の技術が開発された。本調査報告では、これらの技術の開発経緯について、素材ごとに取り上げて解説を行った。

これらの技術開発の結果、銀塩カラー印画紙が開発されてから 70 年余りの間に、①色再現性においては、色が付いた画像という程度の彩度の低いものから、被写体になりに忠実で鮮やかな再現が出来るカラー画像に進歩した。②画像保存性においては、暗所保存で律速になるシアン色素画像が 1970 年から 1990 年の 20 年間だけで 16 倍堅牢になった。光に対する堅牢性は最も弱いマゼンタ色素画像が 1942 年から 1992 年の 50 年間で 400 倍以上堅牢性が向上した。③現像処理においては、42 分要していたものが最速のミニラボ (1999) では 52 秒と、およそ 1/50 に短縮された。また感光材料に塗布する銀の量も 1942 年から 2000 年の 60 年間で 1/10 に減少した。

カラー印画紙の開発過程で培われた技術は、他の分野にそのまま転用できるわけではないが、色再現性、画像保存性などは、インクジェット等のプリント材料にも共通して必要な性能である。また、デジタルミニラボで開発された画像処理技術は、現在のデジタルカメラやスマートフォン、デジタルプリンター等の顔抽出や画質向上にも活かされている。

銀塩の写真は 1990 年代後半からのデジタルカメラの普及により、2000 年頃から急速に市場が縮小して来ている。それに呼応して写真感光材料の製造を行っているメーカーの数も少なくなっているため、現時点でこれらの技術開発の歴史を振り返って纏めておく事は重要と考える。

この報告が、分野は違ってもこれからの技術者の開発の参考になれば幸いである。

■ Abstract

Over most of human civilization, painting was the only means of recording images. However, that changed some 180 years ago with the invention of silver-halide photography which enabled humankind to record true-to-life images.

The earliest photographs were directly etched onto photographic plates, but in a relatively short amount of time other methods emerged, which would go on to become the norm, whereby images were transferred from photographic plates and printed onto photographic paper. Initially, Europe was at the center of developments in photographic technology, with America also commercializing photography soon after its invention. Whereas photography itself found its way from Europe to Japan relatively early on, commercialization of light-sensitive photographic materials didn't start until the 1880s, around 40 years after the advent of the technology.

Although photography experts had been seeking ways to create color photos beginning in the late 19th century, the type of color photography that we are all familiar with today didn't come into being until the 1940s, during the Second World War. After the war, Japanese manufacturers set their sights on the color photography market, and embarked on efforts to catch up with the technology of European and U.S. manufacturers. Consequently, Japanese manufacturers rapidly gained ground on European and U.S. manufacturers thanks to tenacious development efforts on the part of Japanese engineers, effective teamwork across different sectors, constructive rivalries among numerous domestic manufacturers, and surging Japanese demand for photography-related products in the 1970s. By the mid-1980s, Japan's efforts to develop the technology led to its becoming the worldwide leader of the industry.

Light-sensitive silver halide photographic materials offer a wide range of applications, including uses in media for black-and-white/color photography and photographic light-sensitive materials for cinematography, commercial uses in the printing industry and other sectors, and applications such as x-rays films in the field of medicine. This study of historical developments in technology looks at the color photographic paper for making color prints, familiar to consumers. At the same time, we look at the history of photo printing materials that paved the way for the development of color photographic paper, and overview historical progress that led the way to today's color prints.

Our findings show that the history of technological developments with respect to paper for color photography is one of engineers seeking solutions that would deliver consumers beautiful images quickly, and provide them with photos resistant to fading over long periods of time. In technical terms, three factors posed significant challenges: 1) color reproducibility, 2) image durability, and 3) speed of photo developing. To bring about improvements in those areas, engineers came up with a string of technologies in the areas of paper support, silver halide emulsion, layer structures, couplers and anti-fading agents and other organic materials, and also with respect to photo developing solutions and equipment. This study describes efforts taken with respect to individual materials in terms of stages in the development of such technologies.

In a mere 70 years following the advent of silver halide-based paper for color photography, development efforts delivered several results: 1) With respect to color fidelity, manufacturers successfully came up with the technology for color photos that vividly and faithfully depicted subject matter, from the previous technology that delivered photos with low saturation levels and unsatisfactory color. 2) With respect to image durability, in just 20 years, from 1970 to 1990, researchers improved storage longevity sixteen-fold with respect to the life of cyan image pigmentation under dark storage conditions. Meanwhile, over the span of 50 years, from 1942 to 1992, researchers brought about a 400-fold or greater increase in the longevity of magenta dye, which is the least robust dye on exposure to light. 3) With respect to the photo developing process, researchers successfully reduced the time it takes to develop photos fifty-fold, from the previous 42 minutes to just 52 seconds with the fastest minilab systems (1999). Over 60 years, from 1942 to 2000, development efforts also brought about a ten-fold decrease in the amount of silver coating on color photographic paper.

Although efforts to develop photographic paper for color prints did not directly result in other new technologies, other forms of print media like ink-jet did benefit from the increased performance of such paper with respect to attributes such as color reproduction and image longevity. Also, image processing technologies developed for digital minilabs now play a role in face detection and image quality enhancing technologies used in digital cameras, smart-phones and digital-printers.

The market for silver halide photography has been rapidly diminishing since around the year 2000 amid the growing prevalence of digital cameras beginning in the mid-1990s. This has led to a scenario of increasingly fewer manufacturers who produce light-sensitive photographic materials. By looking back on the history of these sorts of technological developments from our current vantage point, it is hoped that this study will provide some measure of support in future efforts to develop new technologies.

■ Profile

梅本 眞 *Makoto Umemoto*

国立科学博物館産業技術史資料情報センター主任調査員

昭和51年3月 北海道大学理学部高分子学科卒業
昭和53年3月 北海道大学大学院理学研究科高分子学専攻修士課程修了
昭和53年4月 富士写真フイルム株式会社入社、足柄研究所でカラー印画紙の開発研究に従事
昭和60年4月 足柄研究所評価部門でカラー写真感光材料・現像処理剤・ミニラボの商品化評価に従事
平成12年6月 Fuji Photo Film B.V.(オランダ)に出向、同社研究所でカラー写真感光材料商品化評価、市場サービスに従事
平成16年9月 足柄工場品質保証部へ異動、カラー撮影材料の品質保証を統括
平成18年10月 足柄工場環境安全部で環境関連の基礎研究に従事
平成22年11月 同社を定年退職
平成22年12月～富士フイルム研修センター非常勤講師
平成25年4月 国立科学博物館産業技術史資料情報センター主任調査員

■ Contents

| | |
|--------------------------|-----|
| 1. はじめに | 69 |
| 2. ネガ・ポジ方式のカラー画像の形成原理 | 70 |
| 3. カラー印画紙の層構造と主要技術 | 74 |
| 4. カラー印画紙に至るプリント材料の歴史 | 78 |
| 5. 日本における印画紙の歴史 | 91 |
| 6. 20世紀後半のカラー印画紙における技術開発 | 95 |
| 7. カラー印画紙現像処理の変遷 | 114 |
| 8. その他の銀塩カラープリント材料 | 129 |
| 9. カラー印画紙に関連した出来事 | 130 |
| 10. あとがきと謝辞 | 133 |
| カラー化以前の印画紙技術系統図 | 134 |
| カラー印画紙の技術系統図 | 135 |
| 日本の写真感光材料メーカーの変遷 | 136 |
| カラー印画紙(一般用)・処理剤・処理機器の開発史 | 137 |
| 銀塩カラー印画紙関連 産業技術史資料 所在確認 | 139 |