

リ プ ロ グ ラ フ ィ

坂 田 俊 文

画像を記録しようとする試みは、歴史的にみて相当長い間の課題であった。百数十年前に考えられた写真技術は急激に発展し、現代生活に欠くべからざるものとなっている。現在では写真化学の発達はいろいろな応用の分野を拡大させ、最近では銀塩類を主とした感光材料だけでなく、色素、樹脂などの光化学変化、また光電導体を用いた電子記録方式へと発展している。すなわち非銀塩感光材を用いた新しい Graphic Reproduction が生じてきた。ジアゾ感光材、電子写真、磁気記録と、高速度記録への応用からオフィスコピーなどへの応用分野はいろいろある。

1. Graphic Reproduction とは

リプログラフィ (Reprography) という言葉についてはあまりなじみのない方が多いと思う。これは Graphic Reproduction という意味で作られた合成語である。近年この分野は急激に需要が増加し、それに応じて新しい試みや研究が数多く発表されるようになった。写真化学の立場から種々の感光材料を、基礎的に再検討する必要が生じてきている。

1961年の9月チューリッヒで行なわれた国際写真会議では非銀塩類の研究が活発に論議された。また、同じ年の12月にはロンドンで“ドキュメントコピーに使う写真のシンポジウム”が開かれ、多くの新しいシステムについての研究が発表されている。チューリッヒの会議には菊池教授が出席されたので、別の機会にその詳細をお願いして、ロンドンの会議で決められた Reprography について、渡欧中の筆者が出席する機会を得たので、この問題を中心に新しい分野の最近の状況を述べる。

われわれが、記録素子となる材料と呼んでいるのは、主として感光性の材料であるが、これも無機物から有機物まで、あらゆるものを含んでいるといっても過言ではない。画像の記録方法は、もちろんその像の形成を行なう電磁波 (特に可視域) によって記録素子が選ばれる。電磁波に限らず電子ビームや熱による場合も含めて、いろいろなエネルギーに応じてのことである。これらの材料については、古くはハロゲン化銀や鉄塩類が重要であったが、現在では非常に多種類の感光材料が開発された。特に半導体材料の研究成果は、加速度的に電子記録方法を発展させ、また感光電導性物質を用いた記録素子の利用は、従来の記録方式を一段と高めた。しかし、これらの素子を使っていかに被写体を高速度に記録しようかという試みも、なかなかよい方法が見つからない。最近では、磁気的な記録、たとえばビデオテープなどが出てきているが display が面倒なこと、多数コピー、操作、価格などの点で難点とされている。処理行程を簡易化するという問題は、コストと結びついていて絶対的な条件とされるようになった。であるから、いかに迅速に処理をするかという問題の会議も年に1、2回開かれているのが現状である。

Reprography とは、それでは一体どのような意味をもっているかという、大別して次の五つの分野が考え

られている。

- (1) Engineering System Copy
- (2) Office Convenience Copy
- (3) Office System Copy
- (4) Communication System Copy
- (5) Commercial Lithographic printing System

それでは、これらの分類によって記録方法を検討してみると、幾つかの感光材料への要求される問題が出てくる。被記録体または被写体が画像的なもの (中間調的なものを含めて) と非画像的 (線画、ドキュメント、を含んだもの) なものに分けられ、オリジナルの作成が問題になってくる。すなわちタイプされたり、製図されたり、書かれたものによって質がさまざ。これらが感光材や機器の選択の基準になるし、コピー数に左右される。Diazo 系色素を用いた複写紙が出る以前、1930年頃までは、鉄塩類を用いたいわゆる青写真や褐色写真といわれた Vandyke process が工業用コピーとして使われていた。しかし、第2次大戦後は急激な工業の発展に伴い、簡易なジアゾプロセスが発達し、今日どの工場でも、オフィスでも見られる、何々コピーと呼ばれるまでのびたのである。

この原因としては、低価格の点と one-to-one で迅速にコピーできる点と考える。しかし、ここ数年間で、これも変化を余儀なくされ、スケールも大きく、多数を高速度にコピーという要求に変わったし、また、簡単な文書などのコピーには Thermography (感熱複写紙) や D. T. R (拡散軽写複写紙) などが普及し、複写という概念に変化を与えた。特に、上記の要求から感光材料が化学的なプロセスを経たのに対し、物理的または電気的プロセスともいえる電子写真法が登場してきている。

前述の五つの分類では(3)は特に Data Process が主となり Computer の出力部、Address printer, Book keeping Machine と従来では考えられなかったものまで考慮されている。(4)は通信の分野での画像記録が問題で、多くの用途があり、陰極線管を用いた高速度記録が花形になってきている。将来はファクシミリが家庭にまで普及すれば、重要な新しい応用分野が生まれるだろう。(5)は印刷の問題であるから、Reproduction を多数に行なうということから、その方式や技術が中心課題となり得る。

2. 感光材料

それでは、これらの記録素子すなわち感光材料がどのようなものが使われているだろうか？ これはプロセスによりきまるが、物を記録するという事は、感光材料の立場から見ると大変面倒な手続きが必要になる。すなわち、その目的のために十分検討され、選択されなければならないのである。すなわち、被写体の種類、利用される放射エネルギー、このエネルギーに対応する最も有効な材料とそのプロセス、その記録後の像形成法、その保存性とざっと数えても五つか六つある。従来は光を使った記録といえば、ハロゲン銀を用いる写真乳剤であるが、その乳剤も単に景色やポートレートだけの時代から、科学的、工業的な利用の増加で重要な役割を果たしているが、しかし、そのプロセスの点において化学的な方法をとる点が長所でありながら欠点となって、種々の改良の試みがされている。たとえば、有機感光物質が、いろいろの角度から検討されて、色素の発色や分解、高分子の重合、感熱性物質を用いるものなど化学的なプロセスが、試みられている。また半導体を使ったものを、静電場、分極効果、電気化学的反応などを利用した物理的ともいえるプロセスも新しく登場したりして、あらためて感光材料の特性を眺めてみるが必要となってきている。これ以外にも多くの例があるけれど、たとえば非感光材料を用いる画像記録方法や陰極線を用いた新しい試みも次の機会に報告させていただくとして、一つ一つのプロセスを述べてみたい。

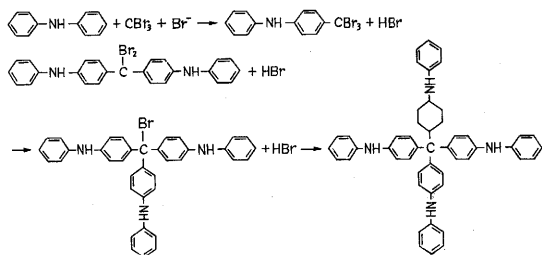
3. 化学的な方法と感光材料

無機物のうち銀塩類は代表的で写真感光材料としては王座を占めている。ハロゲン化銀の感光性は、ここであらためて述べるまでもないが、像質の良好な点では最高であり、やはりこれらの分野での占有率は大きい。しかし処理時間と湿式のプロセスに問題があり、種々の改良がなされている。Print Out Paperは強露出や長時間露光によって生ずる析出銀による画像で、現像操作のない簡易な方法であるが、安定性と保存性の悪い点に問題がある。非常に古くから使われていたが、最近また強力な水銀灯を光源として電磁オシログラフ用に再注目されている。拡散転写 (Diffusion Transfer Reversal Paper) 法と呼ばれるシステムは、半乾式の処理時間の短い方法である。これは Nega. と呼ばれる塩化銀を含んだ乳剤を塗布した紙を密着反射焼付をして、Posi-paper と呼ぶコロイド銀を含む乳剤を塗布したものを露光後アルカリ溶液中で両者を密着浸漬することで、未露光ハロゲン銀とコロイド銀の拡散現象で画像を得る方法である。これはポラロイドランドカメラと呼ぶ一分間写真として知られているものである。またオフィスコピー機として良く使用されている。プロセスを改良したこれも ローラーコピー と呼ばれる方法ではあらかじめ乳剤中に現

像剤を入れてあり、露光後アルカリ性のバスを通して、初めて現像ができる方法がある。これはフランスのボーシュエ社で発表したものである。これも半乾式の簡単な方法である。ともかく銀塩類の場合は非常に良好な画質が得られるのが特徴であり、フィルムにしても印画紙にしても多くの用途がある。

銀塩外のものとしては、他の金属塩がたくさんあるが、歴史的には鉄塩の前述の青写真がある。Fe⁺⁺ ⇌ Fe⁺⁺⁺ の反応でなじみの深い色が得られる。

色素の分解、発色を利用したものの代表は ジアゾ写真 ① と呼ばれる方法であろう。最近はどこでもこの方式の機械を持っており、価格の安さと、簡便さでは最高であるが、やや画像は落ち、線画用としては最適である。これはジアゾ化合物の光分解反応を利用したもので、未分解化合物はアルカリ性液またはガス中でカップリング成分と反応して着色する。感度は非常に低い。最近、現像発色を熱で行なう方式を用いられ、さらに機器が簡易になった。唯一の欠点である中間調も画質の良好なものが発表されている。このジアゾ化合物を Glue ゼラチン中に入れて露光硬化させることによって、印刷用の版を作る PS 版 (Presensitized Plate) が試みられている。Kalvar 法 ② は同じくジアゾ化合物の光分解によって生ずる微量な N₂ gas の泡を膜中に作り、光の強弱に応じた泡の量で調子を再現する方法である。これは光を透過するときの N₂ 泡の反射の強弱が画像効果を示すものとした。乾式の NH₃ gas 中で現像できる。Print Out Dye Image 法 ③ この方法は新しい試みであり実用化されてないようであるが、非常に面白いシステムである。Polyhalogen Comp. を照射によって free radical を作り、これが arylamine と反応し直接 print out させて trimethant 系の色素を作り発色するのである。Carbon tetra bromide が使われて



という形で安定化して青色に発色し、感度はジアゾよりよいが、Br. の臭いが強いのに難点がある。

Dye Transfer は、色素が感光性をもつわけでないが、Dye を画像にする点で、この Dye のグループに入れておく。これは Verifax と呼ばれ Eastman Kodak 社が普及させたものである。感光材料はハロゲン化銀であるが、現像の際タンニンを加えて露光部を硬化させ、あらかじめ色素を乳剤中に加えてあるので未露光部から

転写の際に色素が溶出転写できるので数枚のコピーをとることができる。

感光性樹脂⁴⁾ 光の照射によって重合の行なわれるもので、たとえば、Kodak Photo Resist のような P. V. A シンナメートが紫外域の光で不溶化することにより、画像を得ることができる。この方法を使用してブラウン管のシャドウマスクやトランジスタマスクなどが作られ、印刷用に主として使われている。Oster 法は monomer に増感色素を加え、さらに還元剤を加えて光を照射して画像を得る。monomer としては Polyethylene monomer に methylene blue のような色素、還元剤として E. D. T. A のようなキレート化合物を加える。

化学的な Process を経る感光材の代表的なものは上記のものであるが、Graphic Reproduction をする上では画質を重要視する場合では非常に良い結果を得るが、Process の簡易性や湿式、溶剤を使うなど問題点が多い。しかし、現段階の Reprography の中では、マイクロフィルムのプリントや簡易なプロセスとしては、大きな範囲を占めている。ほかにいろいろな例は多くあるが、この程度にして物理的な記録素子を眺めてみよう。

4. 迅速処理を目的とした感光材料

自動的に多数記録をしようとするとき、感光速度より処理速度を早めた方法がよいと思われる。また、再現性という点からは調整のしやすいことも要求される。そこで生まれてきたのが、物理的とは断言できないが、感熱感光紙といわれる **Thermofax** である。米国の 3M 社が開発したもので、欧米各国で最も普及している機械でオリジナルと感熱紙を密着して赤外線で露出するだけでよい。ただし画質は極端に悪く保存性もよくない。けれどコストと簡易性という意味では便利ともいえる。使用方法はオリジナルの黒い部分が熱を吸収して、局部的に加熱し感熱紙の部分に反射して黒化する。感熱層はバインダーにたとえば P. V. ブチラール、ゴムなどを用いた金属石ケン(ステアリン酸カドミウム)と硫化物やキレート化合物を加えたもので 80~100°C くらいで発色する。

電氣的に信号や画像を得ようとする考えは通信の応用分野で考えられ試みられていた。電送写真の記録も写真印画やフィルムに焼き付けるより簡単に放電破壊や電気化学的反應による発色法で画像を得ている。T. V のビデオコンなどは画像を電気信号に変換している記録素子であるが、蓄積や多数複写を他の媒体に送るだけである。このような物質の中にひそんでいる性質をうまく利用したのが、電子写真的な方法といえる。入ってきた放射エネルギーを電氣的な信号に変え、それに対応した電流や電圧の変化を利用して画質を得ることは、化学的反應に較べて Process が簡単となった。Se · ZnO のような光電導性半導体の抵抗変化を静電場の変化にふり変えて、微粉体の変化と対応して画像を得た。すなわ

ち、**Xerography⁶⁾** および **Electrofax⁷⁾** である。電子写真の開拓者であるこの二つの方法は最もいろいろな点で良好な方法といえる。乾式という点、プロセスの簡単な点である。この原理については広く知られているので、簡単に説明することにしておく。感光材の面を蒸着またはバインダーで Photcon. を塗布して、均一に荷電をコロナ電極から与える。光に対して電導性を示すので、光学画像を投影すれば、潜像を生ずる。これを粉末で現像して画像を得る。一般に静電潜像を得るこれらの方法では、粉末現像が用いられるので、画質は銀塩ほどよくないが、コントロールの容易なことで将来性が望まれている。**Electret** によって粉末現像を行ない画像を得る **P. I. P⁸⁾** は Kallman 教授によって考案され、Fridkin らの提唱する **Photoelectret⁹⁾** の一連の研究がながめられる。Cassiers は **Electrothermography¹⁰⁾** を研究した。この方法は 80°C 近傍で急激な抵抗変化を示す樹脂の膜上に静電荷電をし、赤外線画像を露光することによって荷電を変えて後粉末現像をする。**Organic Memory Coating¹¹⁾** も同様な考えで有機樹脂中にハロゲン銀を分散しておき、露光によって金属銀を作り荷電すると露光部は荷電の低下を生じて潜像を作る。現像すれば Posi-Posi になる。逆に Posi-Nega を作る時は第 1 の露光をしたものを加熱すると露光部の銀が還元されて元のハロゲン銀に戻り絶縁性になる。第 2 露光を全面に与えると未露光部は電導性になり、潜像は逆になる。**Thermo Plastic Recording¹²⁾** は G. E 社で開発した静電記録で熱可塑性樹脂のフィルムを真空容器に入れスリットから電子ビームで画像信号をスキャンニングすると荷電する。これを高周波ヒーターで加熱すると膜面上に電荷の強弱に応ずる凸凹が生じ、強力な光源から膜面を照射することによって画像を見ることができたり、映写機で拡大投影ができる。Ferromagnetography¹³⁾ は磁気画像を得ようという試みであるが試験的な段階にとどまっている。

(1962年6月2日受理)

- 1) Green, Gross and Bevan, Jour. Soc. Chem. Ind. 9, 1001 (1890)
- 2) The Technology of Kalver, Kalvar Corp. March (1961)
- 3) R. H. Sprague, H. L. Fichter, and E. Walver Phot. Sci. Eng. 5, 2, 98-103 (1961)
- 4) L. M. Minsk et al Jour. App. Poly. Sci. 2, 6, 302~307 (1959)
E. M. Robertson et al Jour. App. Poly. Sci. 2, 6, 308~311 (1959)
- 5) G. Korfum, Angew. Chem. 70, 14, (1958)
- 6) R. M. Schaffert & C. D. Oughton J. O. S. A 38, 12, 991~998 (1948)
- 7) C. J. Young & H. G. Greig R. C. A Rev 15, 4, 469~484 (1954)
- 8) H. Kallmann, B. Rosenberg. Phys. Rev. 79, 1596, (1955)
- 9) V. M. Fridkin, I. S. Zheludev "Photoelectrets and the Electrographic Process" Consultants Bureau New York (1961)
- 10) P. M. Cassiers, Phot. Sci. Eng. 4, 4, 199~202 July-Aug. (1960)
- 11) P. M. Cassiers, Symposium on Document Copying By Photography London, 6~8. December (1961)
- 12) W. E. Glenn, Jour. Soc. Mot. Pic. Telev. Eng. 69, 9, 577~580, (1960)
- 13) J. P. Hanna T. A. G. A April (1953) 22 P.