

# 郵便切手の X 線検査

## The X-ray investigation of postage stamps

Pollack HC<sup>\*1</sup>, Bridgman CF<sup>\*2</sup>, Splettstosser HR<sup>\*3</sup>. Med Radiogr Photogr 30-31:75-8,1955

周知のごとく、切手収集は趣味として広く普及している。また、収集家に数百ドル、数千ドルと評価される切手も多いことからビジネスとしても重要である。数十万ドルの値が付くコレクションすらある。

基本的に郵便切手は、薄い紙片に図案をインクで印刷したものである。さらにこの上に文字、数字、消印などが上書きされることもある。一般に切手の印刷には、2種類のインクが使用される。すなわち金属化合物を含む色素のインクと、有機染料からなるインクである。切手の紙にも簀目紙、網目紙、Bâtonné 紙、斑色紙、手製、機械性などさまざま種類がある。しばしば透かしが紙の上に印刷される。同じ切手が、透かしをかえて数回にわたって発行される例もある。

郵趣家にとっての切手の価値は、稀少性のみならずその状態によって決まる。破損、かすれ、印面の損傷、狭い余白などは価値を減ずる要因となる。悪質な技術者は非常に巧みに修復するため、裸眼はもちろん、拡大鏡、紫外線を以てしてもその痕跡を発見することができない。また非常に巧妙な偽造品は、専門家でもオリジナルとの鑑別が著しく困難である。従って、稀少切手の真正性の決定には、印面、消印、紙、透かしなどの側面から綿密な調査が必要となる。切手の X 線検査は、このような詳細部分の多くについて、他の方法では可視化が不可能とは言わないまでも困難な点を明らかにするものである。

我々は、切手の X 線分析に 3 つ手法を利用している。図 1 に例を示す。第 1 は「低電圧ラジオグラフィー」(low-voltage radiography) で、X 線そのものが画像を作る。第 2 は「X 線オートエレクトロノグラフィー」(x-ray autoelectronography<sup>\*4</sup>) で、印面のインクの色素が放出する電子で画像を作る。第 3 は、「X 線エレクトロノグラフィー」(x-ray electronography<sup>†</sup>) で、切手の表面に置いた鉛箔のシートから放出される電子が画像を作る。第 1 の方法では、切手の図案の像が得られ、紙の性状もわずかにみえる。第 2 の方法では図案のみ

が見える。第 3 の方法では、紙と透かしの性状がわかる。

### フィルムホルダー

いずれの方法でも、撮影する切手をフィルムに密着させなくてはならない。さもないとボケた画像となる。Kodak Vacuum Register Board (図 2) はこの目的に即したものである。小型のボードで、11 × 14 インチまでのフィルムを入れることができ、十分な大きさである。ボードのチャンネルを排気すると、大気圧によりボード上のフレキシブルなプラスチックカバーが密着する。カバーの材質は、後述のように使用方法によって異なる。

この装置の排気には、小さな真空ポンプあるいはアスピレーターを使用する。軽度の真空で十分なため、簡単な蛇口式アスピレーターで充分である。逆流を防ぐために、ボードとアスピレーターの間には水トラップを間置する。

低電圧ラジオグラフィーでは、X 線吸収の小さい薄い材質をカバーに使用するため、このような真空ボードの使用が不可欠である。高電圧を使用する他の 2 つの方法では、必須ではないがやはり真空ボードの使用が望ましい。この場合、切手と乾板に十分な圧が加えら

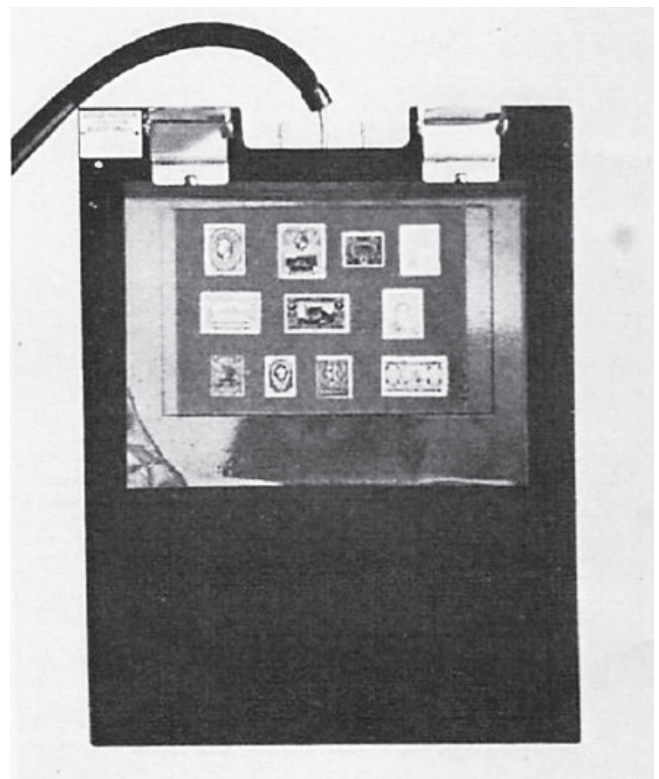


図 2. 低電圧ラジオグラフィーに使用する Kodak Vacuum Register Board. 切手とフィルムは、Kodapak Sheet でカバーする。

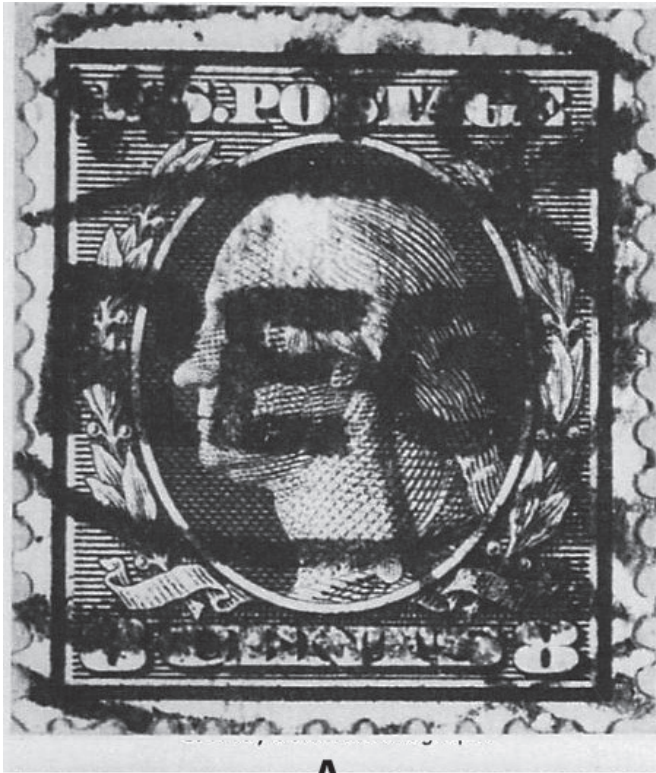
<sup>\*1</sup> 放射線科医

<sup>\*2</sup> コダック社医用部門 (Medical Division Eastman Kodak Company)

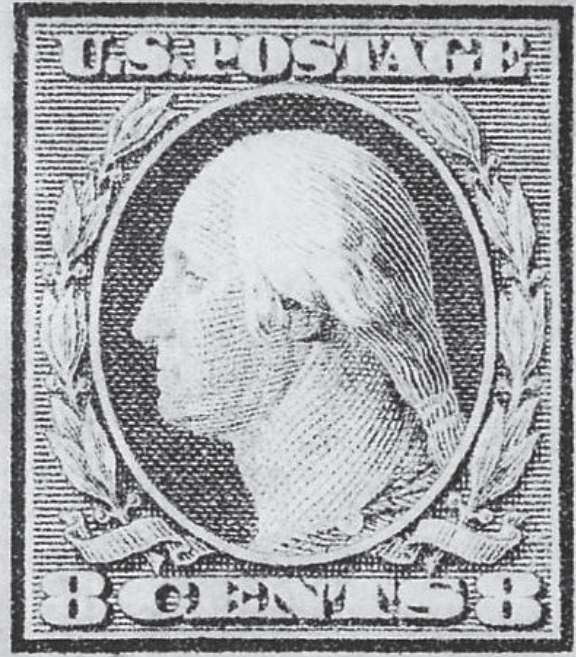
<sup>\*3</sup> コダック社研究所 (Research Laboratories, Eastman Kodak Company)

<sup>\*4</sup> "x-ray autoelectronography" は、"reflection radiography", "secondary electron photography" と呼ばれる。"x-ray electronography" は "electron radiography", "electron photography", "secondary electron radiography", "beta radiography" と呼ばれる。これらの同義語に関する文献は下記から入手できる。Medical Division, Eastman Kodak Company, Rochester 4, New York.

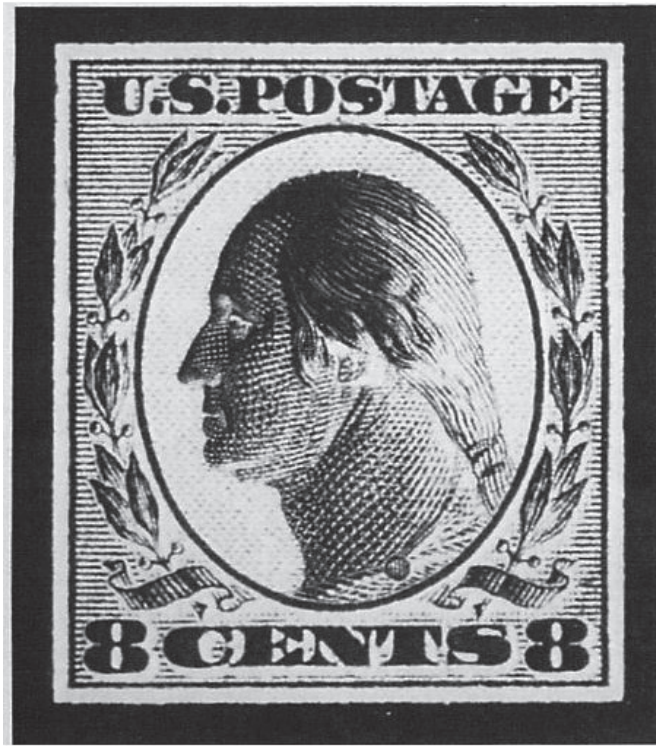
<sup>†</sup> Sherwood HF. Methods for eliminating the image on one side of double-coated x-ray film. P.S.A. Jour. 198:151-152, November, 1953



A



B



C



D

図1. 1908年、合衆国発行の切手. A. 写真, B. 低電圧ラジオグラフィー, C. X線オートエレクトロノグラフィー, D. X線エレクトロノグラフィー

れるのであれば、通常の X 線カセットを利用できる。確実に密着させるためには、カセットの背面、本来の増感紙の位置にボール紙を置くと良い。

## フィルム

郵便切手の X 線検査では、フィルムは低粒状性、高コントラスト、十分な速度が必要である。医用 X 線フィルムは粒状性が粗すぎる。コダック工業用 X 線フィルム (Type M) は、非常に好適である。しかし、両面乳剤であることから視差の問題がある。これは Sherwood<sup>5</sup> が提唱しているように、片面の乳剤を化学的に除去するか、あるいは防水して現像されないようにすることで回避できる。最適かつ入手が容易なフィルムは、Kodak Contrast Process Ortho である。5 × 7 インチサイズで、約 12 枚の切手を同時に撮影できる。

ほとんどの X 線室に備えられている標準的な X 線現像液として、われわれは実用的なコダック Rapid X-ray Developer を使用している。この現像液で、Ortho フィルムを 4 分、68°F で、常に振盪しながら現像すると最適な結果が得られる。

## 撮影法

### 低電圧ラジオグラフィー

この方法は、X 線を直接利用する (図 3)。X 線の吸収量は、切手の構成要素、すなわち紙、印面のインク、消印のインクによって決まる。X 線の吸収は、さまざまな元素の原子番号に依存し、原子番号が大きいほど吸収も大きい。印刷インクにはさまざまな元素が含まれており、非常に小さな原子番号の濃縮インクで厚く印刷されている印面は、大きな原子番号のインクで薄く印刷されている印面よりも、X 線を多く吸収する。従って正しく分析するためには、問題の切手と、既知の真正切手を同時に撮影する必要がある。初期のクラシック切手には、一般に金属インクが使用されている。消印には、当時も現在も、X 線をあまり吸収しない小さな原子番号のカーボンインクが使用されている。従って、金属色素を含むインクで印刷され、カーボンインクで消印された切手を低電圧ラジオグラフィーで撮影すると、消印のない印面をうつし出すことができる。

低電圧ラジオグラフィーでは、Kodapak Sheet (0.001 インチ厚) のようなアセテートシートを、真空ボードのカバーに使用する (図 2)。この材質は、放射線透過性、均一であるため、切手の画像にオーバーラップして写ることはない。切手を何枚か同時に撮影する場合は、フィルムシート上に表向きあるいは裏向きに並べ、互いに重ならないように充分間隔をあける。Kodak Contrast Process Ortho フィルムを使用する場合は、真空ボードの装填、露光は、セーフライトフィルター (Kodak Safelight Filter, Wratten Series 2) 照明下の暗

室で行う。

切手に吸収されて十分なコントラストが得られるのは、非常に軟らかい X 線のみである。従って、低電圧ラジオグラフィー用に設計されたベリリウムウインドウの低電圧管球を使用する。電圧は 10kV あるいは 15kV で、ややコントラストに欠けるが、十分な画像が得られる。その他の撮影条件は、電流 25mA、露光時間 70 秒、管球フィルム間距離 15 インチである。

図 1A の切手は、金属色素を含むインクで印刷された、1908 年に合衆国政府が発行した切手である。低電圧ラジオグラフィー (図 1B) では、印面が明瞭に認められる。紙は X 線を多少吸収するので、紙の構造がわずかに認められる。消印は原子番号が小さいカーボンインクで、X 線写真には写っていない。

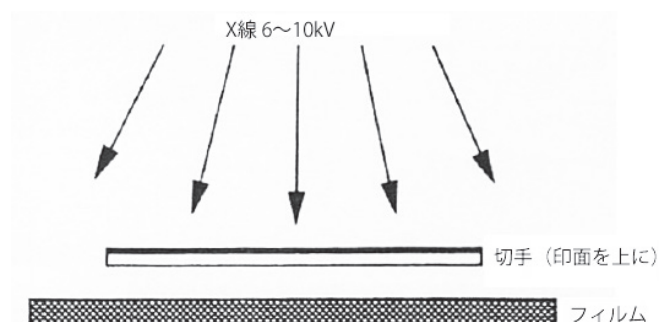


図 3. 低電圧ラジオグラフィーのセットアップ

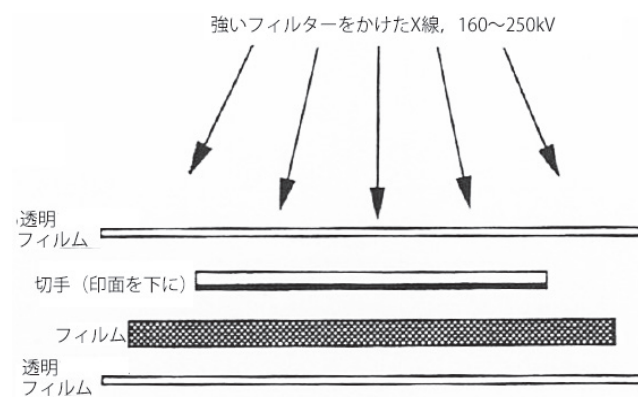


図 4. X 線オートエレクトロノグラフィーのセットアップ

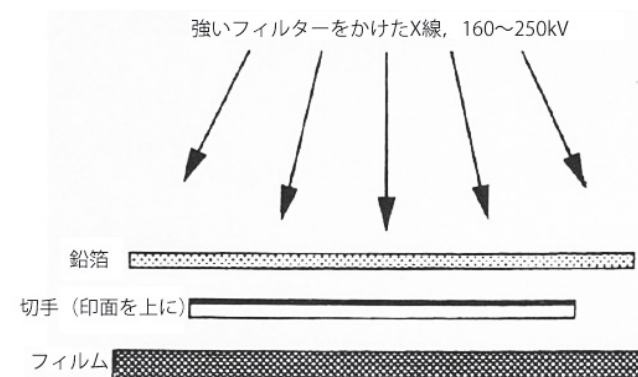


図 5. X 線エレクトロノグラフィーのセットアップ

## X線オートエレクトロノグラフィー

この方法では、X線ではなく電子を使ってフィルムに画像を作る。適当な波長のX線を照射すると、切手自体が電子を放射する。この放射量は、インク色素と紙が含む元素の原子番号に依存する。

酸化水銀のように大きな原子番号をもつ金属色素のインクで印刷された切手は、小さな原子番号の金属色素、あるいはカーボンインク、有機染料インクの切手に比べて多くの電子を発生する。紙の成分は、小さな原子番号のものが多いので、ほとんど電子を発生しない。このため、X線オートエレクトロノグラフィー(図1C)では、印面が明瞭にうつるが消印は見えない。さらに、紙からの電子放出は非常に少ないので、ほとんど見えない。フィルムはX線によって全体に濃度1.0~1.5に感光し、これに電子の露光がオーバーラップすることを覚えておく必要がある。画像のコントラストはこの2つの露光によって決まる。

主たる電子放出物質である切手とフィルムは真空ボード内にあるので、大気圧によって真空チャンネルに密着される程度に軟らかい遮光物質であればいずれもカバーに利用できる。またこの方法では、カバーの材質が写り込む可能性はほとんどない。我々は、Kodak Darkroom Apronに使用されているようなフレキシブルな黒いビニライト製シートを使用している。しかし前述のように、標準的なX線カセットも利用できる。

撮影にあたっては、Kodak Contrast Process Orthoフィルムを、Kodak Vacuum Register Boardの上に乳剤面を上にして置く(図4)。照射する切手は、印面を下にしてフィルム上に置く。フィルムと切手を外因性電子から保護するために、2枚の透明なX線フィルムを、それぞれ撮影フィルムの下、カバーの下に置く。これは、真空ボードのアルミニウムシート、ビニライトのカバーはいずれも微小な電子放出源となり得るので、このような注意が必要である。

X線エレクトロノグラフィーの撮影条件は以下の通りである。電圧200kVp、電流10mA、露光時間2.2分、管球フィルム間距離30インチ。X線管に5mm厚銅フィルターを使用して、軟線はできるだけ除去する。電圧はそれほど重要ではなく、160~250kVで良好な結果が得られる。銅フィルターの厚さもそれほど問題にならない。電圧を上げる場合は、X線が短波長となるように銅フィルターを5mmから12mmまで厚くする。

## X線エレクトロノグラフィー

この方法の目的は、紙と透かしの詳細を知ることであり、印面を調べるものではない。これは、鉛のように原子番号が大きく、X線で照射すると切手を透過する電子を放出する金属物質を、切手に密着させて撮影するものである(図5)。工業用X線撮影で使用される鉛

増感紙は非常に好適であるが、傷がないことが必要である。

図1Dのエレクトロノグラフィーでは、紙の構造の詳細と透かしの二重の「S」が見えるが、印面は写っていない。もちろん鉛スクリーンから放出される電子とスクリーンを透過するX線は、いずれも切手とフィルムに照射される。金属インクが放出する電子は、鉛からの放出にくらべて通常少ない。従って印面はほとんど見えない。この方法では、まずKodak Contrast Process Orthoフィルムを、乳剤面を上にしてホルダー内に入れる。次に、検査する切手を、印面を上にしてフィルム上に並べる。鉛製工業用スクリーン(厚さ0.005~0.010インチ)を、切手の上に置く。黒いビニライトのシートで、真空ボードを覆う。鉛スクリーンを介して切手を照射する(図5)。

X線エレクトロノグラフィー(図1D)の撮影条件は以下の通りである。電圧200kVp、電流10mA、露光時間1.2分、管球フィルム間距離30インチ。軟線成分を除去するため、4~5mm厚の銅フィルターを管球に使用する。X線オートエレクトロノグラフィーの項で述べたように、これらの条件は可変である。

## 写真学的問題

いくつかの理由で、X線写真をネガとして、これから中間段階を経ずに直接写真を焼き付けることが必要と分かった。X線像のコントラストは非常に低いが、焼き付けによってかなり強調することができる。画像の細部は非常に細かいことから、中間段階でネガを使用すると、最終的な焼き付けの可視性を低下させる。

焼き付けは、通常2倍拡大とする。これは、我々の展示用シートの大きさに適していることだけでなく、構造を詳細に観察するために十分なサイズである。Kodabromide Paper (F surface, Contrast guide No.4あるいは5)を使用し、Kodak Dektol Developer 現像液を水の1:2混合液で現像する。

本稿では、3つの切手のX線検査方法の技術的側面を主に述べた。この方法の郵趣上の価値については、既に別稿にて切手、ハガキ、その他の郵便物のX線分析を詳述した。郵趣的側面について関心を持たれる方には、参考文献をあげておく。

謝辞: Eastman Kodak 社現像部門、広報部門の Mr. John Patterson, Jr. に、本研究で使用した写真技術の完成に当たり、非常に有用な支援をいただいたことに謝意を表す。

【参考文献】

- CHEAVIN, W. H. S.: Photographing Stamps by X-rays. *London Philatelist*, 54:130, December, 1945.
- : Numerous articles on the x-ray investigation of postage stamps have also been published in British and European philatelic journals and more recently in the United States in the *Weekly Philatelic Gossip*, Holton, Kansas, Volumes 56, 1953; 57, 1954, and 59, 1955.
- POLLACK, H. C., and BRIDGMAN, C. F.: X-Ray Philately. In Barr, J. H. (Editor): *Seventeenth American Philatelic Congress Book*. Published by John W. Stowell Publishing Company, Federalsburg, Maryland, 1951, pp. 167-171.
- : X-Ray Philately. I. Introduction. *S. P. A. Jour.* (Published by the Society of Philatelic Americans, J. Elmer Zinsmeister, Editor, 340 N. Pine Avenue, Chicago 44, Illinois), 14:601-604 August, 1952.
- : X-Ray Philately. II. Printing Inks. *Ibid.*, 15:71-75, October, 1952.
- : X-Ray Philately. III. Papers. *Ibid.*:245-249, January, 1953.
- : X-Ray Philately. IV. Watermarks. *Ibid.*:297-299, February, 1953.
- : X-Ray Philately. V. Watermarks—Second Section. *Ibid.*:390-393, April, 1953.
- : X-Ray Philately. VI. Pseudowatermarks and Varnish Bars. *Ibid.*:443-445, May, 1953.
- : X-Ray Philately. VII. Burelages. *Ibid.*:505-507, June, 1953.
- : X-ray Philately. VIII. Sardinian Letter Sheets. *Ibid.*:607-611, August, 1953.
- : X-Ray Philately. IX. Quadrille Papers. *Ibid.*, 16:20-23, September, 1953.
- : X-Ray Philately. X. Repaired Stamps. *Ibid.*:127-130, November, 1953.
- : X-Ray Philately. XI. Forgeries. *Ibid.*:308-311, February, 1954.
- : X-Ray Philately. XII. Inverted Centers. *Ibid.*:453-454, May, 1954.
- : X-Ray Philately. XIII. An Unusual Cape of Good Hope Triangle. *Ibid.*:553-555, July, 1954.
- : Philatelic Research with X-Ray. *Stamps*, 85:50-54, October 10, 1953.
- : X-Ray in Philately. *Radiology*, 62:259-261, February, 1954.