

紙幣に使われる偽造防止技術は、科学技術の進歩とともに変化し、最近では光技術を駆使した多彩なセキュリティーデバイスが開発されています。偽造防止技術は、当然のことながら、紙幣が本物であることを証明、確認するためにあります。これまでは、すかしや高精細な画線で形成された肖像やマイクロ文字が偽造防止技術の主流でした。したがって、印刷の知識と高度な機械が紙幣の偽造に必要だと考えられていました。しかし、最近のプリンターやスキャナーの技術向上はめざましく、それらが誰にでも安価に手に入るようになったことから、高度な知識や機械を持っていなくても簡単に偽造紙幣を作れるようになってきました。

図1に日本の偽造紙幣の発見枚数の推移を示します。その数は、平成16年まで急激に増加しました。これは、家電製品の高性能化により、自動販売機や人間の目をごまかせる程度の紙幣が偽造できるようになったためです。その後、平成16年に最新の偽造防止技術が施された現行の紙幣が発行され、偽造紙幣は急激に減少しました。このとき、日本銀行券の一万円札と五千円札に、ホログラムが偽造防止技術として初めて採用されました。

ホログラムは人間の目で簡単に確認でき、偽造困難なセキュリティーデバイスです。また、外国の紙幣では、ホログラム以外にも、見る方向によって色が変わるカラーシフティングインキとよばれる光の散乱特性を利用した偽造防止技術が使われています。これらは光学的变化素子 (optical variable device; OVD) とよばれ²⁾、紙幣の偽造防止技術には必要不可欠なデバイスです。近年、このような光の性質をうまく使った“人間の目で確認できる”手法が注目されています。そこで、昨年発行された米国の新100ドル紙幣に採用された最新の偽造防止技術を紹介します。

1. 新100ドル紙幣の特徴

米ドル紙幣の偽造は約1億6千万ドルと報告されており³⁾、日本の偽造紙幣の額は平成25年の1年間で7百万円弱ですから、日本と比べて桁外れの額であることがわかります。そこで、2013年10月か

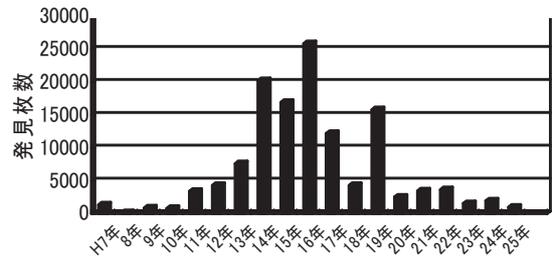


図1 日本の偽造紙幣の発見枚数¹⁾

ら新100ドル紙幣が発行されました。新100ドル紙幣の特徴は、「3Dセキュリティーリボン」とよばれる、見る方向を変えると文字が動いたり消えたりする偽造防止技術です (<http://www.newmoney.gov/>)。このようなデバイスは米国に限らず他国の紙幣でも近年採用され始めており、英国の50ポンド紙幣では「モーションスレッド」という名称で使用されています。文字が動いたり消えたりするメカニズムは、当然のことながら、詳細には示されていません。そのヒントは「3Dセキュリティーリボンには数百万個のマイクロレンズが使われている」と記された上記のホームページでした。つまり、光学分野では詳しい方も多いうマイクロレンズアレイが、偽造防止技術に应用されていると予想されます。そこで、マイクロレンズアレイを利用したセキュリティーデバイスに関する論文がありましたので、次に紹介します。

2. モアレ現象を利用したセキュリティーデバイス

昔のブラウン管テレビでは、出演者がストライプ柄のシャツを着ていると、粗い縞が見えました。これは、周波数の異なる縞模様を重ねたときに見えるモアレ現象です。これを応用したセキュリティーデバイスが報告されています⁴⁻⁷⁾。シンプルな例は、縞模様を印刷した紙と透明フィルムを重ね合わせたものです (図2)。この紙の縞模様をバンド状の細長い図柄にした場合、この図柄の縦方向に拡大されたモアレ画像が観察されます。この透明フィルムを細長いかまぼこ状レンズが多数並んだレンチキュラーレンズに変えても、同様のモアレが観察されます。このような一次元のモアレ画像技術を使ったセキュリティーデバイスが報告されています。この透明

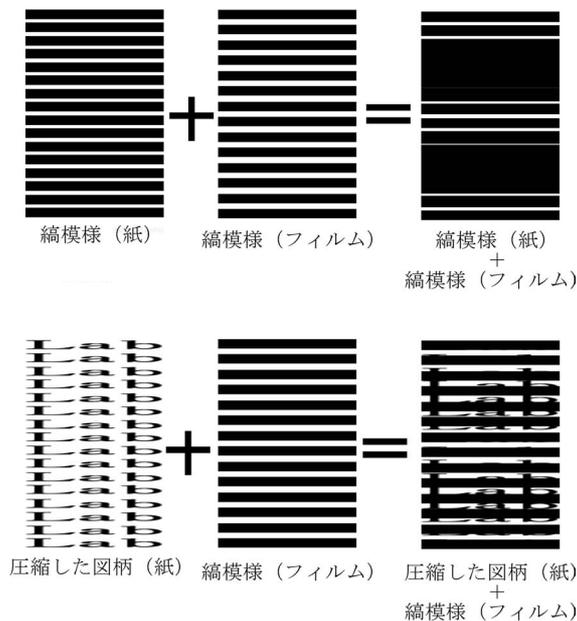


図2 モアレパターンの例.

フィルム（レンチキュラーレンズ）を紙に対して上下方向にスライドさせた場合、図柄が上下方向に動きます。レンチキュラーレンズの場合、上下方向へのスライドのみならず、見る角度を変えることでも同様の現象が観察されます。この細長い図柄は高精度であり、偽造しにくい微細構造を特徴とします。モアレ画像としてこの微細構造を目で確認できる点もセキュリティーデバイスとして優れています。この一次元モアレ画像技術のバンド状の細長い図柄をドット状にし、レンチキュラーレンズをマイクロレンズアレイに置き換えた二次元のモアレ画像技術も報告されています。このような技術が3Dセキュリティーリボンに使われているかは定かではありませんが、マイクロレンズアレイという光学分野のキーワードが偽造防止技術の最前線に繋がっているのは興味深いです。

今回は、紙幣の偽造防止技術のひとつである3Dセキュリティーリボンについて紹介しました。このほかにも、新100ドル紙幣には光技術を駆使したセキュリティーデバイスが利用されています。紙幣を傾けると図柄のインキ壺の色が変わりベルが現れる、カラーシフティングインキがあります。透過光

で観察される伝統的なすかしも使用されています。また、日本銀行券の印章には、紫外線を照射するとオレンジ色に光る発光インキが使われています。つまり、紙幣の偽造防止技術は、光技術の塊です。今後も光技術を駆使した、偽造しにくく、誰でも簡単に識別できるセキュリティーデバイスが開発されるでしょう。同時に、コスト面や印刷工程との相性が紙幣のセキュリティーデバイスには要求されます。現に、新100ドル紙幣は当初2009年に発行される予定でしたが、印刷時の紙のしわが問題となり、発行が延期されました⁸⁾。詳しい原因は明記されていませんが、報告書の画像では3Dセキュリティーリボン付近にしわが観察されていました。3Dセキュリティーリボンは紙に漉き込まれていることから、このようなセキュリティーデバイスの開発には印刷時のインキ・版の圧力とデバイスとの相性も重要となります。普段何気なく使っているお札ですが、このような光技術が詰め込まれていると思って一度じっくり眺めてみるのも面白いのではないのでしょうか。

(警視庁科学捜査研究所 鈴木基嗣)

文 献

- 1) 警察庁：警察白書 (<http://www.npa.go.jp/hakusyo/>).
- 2) 木村健一, 植松 健：特開2002-055216.
- 3) United States Secret Service: Fiscal Year 2013 Annual Report (http://www.secretservice.gov/USSS_FY13AR.pdf).
- 4) V. J. Cadarso, S. Chosson, K. Sidler, R. D. Hersch and J. Brugger: "High-resolution 1D moirés as counterfeit security features," *Light Sci. Appl.*, **2** (2013) e86.
- 5) I. Amidror: "A generalized Fourier-based method for the analysis of 2D moiré envelope-forms in screen superpositions," *J. Mod. Opt.*, **41** (1994) 1837-1862.
- 6) H. Kamal, R. Völkel and J. Alda: "Properties of moiré magnifiers," *Opt. Eng.*, **37** (1998) 3007-3014.
- 7) I. Amidror: "New print-based security strategy for the protection of valuable documents and products using moiré intensity profiles," *Optical Security and Counterfeit Deterrence Techniques IV* (San Jose, 2002) pp. 89-100.
- 8) Department of the Treasury: "Audit report (improved planning and production oversight over NexGen \$100 note is critical)," OIG-12-038 (2012) (<http://www.treasury.gov/about/organizational-structure/ig/Pages/by-agency-2012.aspx>).