

光学工房
 電子ペーパーの過去、現在そして将来への期待(1)

紙のもつ、人間にとって好ましいさまざまな特長を、デジタルメディアにおいても実現したい、という人々の想いが、電子ペーパーという技術への期待を高めています。紙が人間に好まれる理由は、素材が醸し出す質感などの感性的な要因も含め、多様です。電子ペーパーの研究開発現場では、おもに光を拡散反射する紙のような「見え方」と、薄く軽く柔らかい紙のような「かたち」の実現が大きな目標になっています。近年、電子ペーパー技術の応用商品もいくつか市場に登場しており、新たな情報メディアへの展開が注目されています。本稿では、電子ペーパーの過去から現在、そして将来への期待を、2回に分けてお話ししたいと思います。

1. 紙からデジタルメディアへ

人間がコミュニケーションの道具として文字を発明する以前は、情報は口承と記憶により伝達され、記録されていました。文字とその記録手段である書写材料の存在が、記憶という行為から人間を解放し、人間をより創造的で知的な活動に導いたという指摘があります¹⁾。粘土板に始まるさまざまな書写材料の末に生み出された紙は、取り扱いの簡便さや後に発明された活版印刷との出会いによって、情報メディアとしての絶対的な地位を確立しました。一方、1990年代からPCやインターネットなどのデジタルメディアが急速に普及し、私たちはコンピューター画面とキーボードを通してさまざまな情報を扱うようになりました。ペーパーレス時代の到来が真剣に語られた時代です。実際には、これらのデジタルメディアが紙の消費量をより増加させるといった皮肉的な現象を引き起こしました。それはなぜか。その問いへの間接的な答えとなっているのが、電子ペーパーという新しい表示技術の台頭です。

2. 電子ペーパー技術の歴史

電子ペーパーはひとつの技術の名称ではなく、いくつかの共通点をもつさまざまな表示方式を総称した呼び名です。現在統一的な規格や定義があるわけではありませんが、おおよその共通認識として、電子メディアと紙メディアの特長を両立した技術領域と表現することができると考えます。機能的特徴と

しては、電子的な表示の書き換えが可能なこと、画像のメモリー性（無電源での表示維持性）があること、さらに反射型の表示であること、そして媒体が柔らかいことなどが挙げられます。

電子ペーパー技術の元祖は、1970年代に米国Xeroxパロアルト研究所のN. Sheridon氏によって発明されたTwisting Ball Display（通称Gyricon）といえます。この方式は図1に示すように、表面の帯電極性が異なる2色に塗り分けた微粒子をエラストマーのシートに分散した媒体構造を有しています。シート中の微粒子は外部からの電界に応じて任意の着色面を表示面側に向け、画像を形成します。この技術の発表以降、数々の電子ペーパー技術が今日まで提案されてきました。それらの詳細な紹介は割愛しますが、非常に大雑把に分類すると、メモリー性を有する液晶材料からなるもの、着色した帯電粒子を物理的に動かすもの、そして可逆的な色素の発消色反応を利用したものなどに分けられます。

3. 電子ペーパー技術を応用した商品例

2004年4月、ソニーはLIBRIeという電子書籍端末を発売しました。この装置の表示部には、米国E-Ink社のマイクロカプセル電気泳動という電子ペーパー表示技術が採用され、世界で初めてのエンドユーザー向け電子ペーパー応用商品として話題になりました。

この方式は、透明な絶縁性液体中に白と黒の着色帯電粒子を分散し、それを微細なカプセル中に封入した電子インクにより画像を形成します。そのため、表示画像は通常LCDなどの調光方式とは異なり、紙の上のインク画像に極めて近い見え方を実現

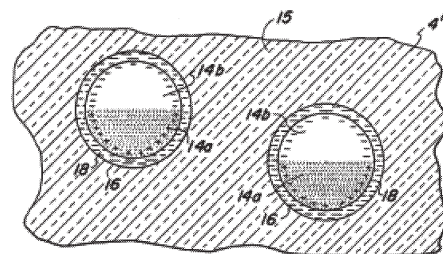


図1 Twisting Ball Display 媒体断面図²⁾。



図2 LIBLIe (左) と iLiad (右).

現しています。LIBLIe は本を読む専用装置として、紙面の見え方にこだわった商品といえます (図2左)。また、LIBLIe は E-Ink 社創業者の一人で MIT Media Lab の J. Jacobson 氏が、1997 年に提案した The Last Book のコンセプト²⁾ 具現化への第一歩ともいえます。このコンセプトは、「電子インクで表示が書き換わる 1 冊の本で、世界中の本を読む」という夢を掲げたものでした。余談ですが、このコンセプトを発表した論文には、現在の表示方式ではなく、前述した Gyricon 方式をベースとした手段が記述されています。Jacobson 氏が上記コンセプト実現の手段を模索していた様子がわかります。

現在、市場では LIBLIe の後継機として Sony Reader という商品が米国で販売されており、今後の市場拡大が期待されます。

一方、2006 年 8 月、オランダの iRex Technologies 社が、やはり表示部に E-Ink 社の表示技術を採用した iLiad という専用端末を発売しました。iLiad は LIBLIe よりやや大きな 8.1 インチの画面をもち、無線 LAN I/F を内蔵しています (図2右)。用途のひとつとして、電子配信される最新の新聞情報をネットからオンデマンドで受信し、閲覧することが想定されています。すでにフランスの新聞社 Les Echos が 2008 年からの導入計画を発表しています。iLiad は LIBLIe にはないペン入力機能も搭載し、ビジネス分野での電子マニュアル閲覧などへの応用も想定されています。

上述した 2 つの商品例は、ともに個人が携帯する端末を想定したものでしたが、全く視点の異なる用途として、環境に埋め込まれたユビキタスな情報システムを目指す方向があります。日立製作所は 2006 年 7 月に、厚さ 3.7 mm、重さ 600 g、A4 サイズの無線 LAN I/F を内蔵した表示デバイス「Albirey」とコンテンツ配信サーバーからなるシステムを発売しました。表示部には、ブリヂストンが開発した電子粉流体方式と呼ばれる 2 種類の着色粒子を電界で移動制御する表示技術が採用されています。Albirey は通常のディスプレイに比べ省電力で薄型軽量の形状が実現できるため、任意の場所への設置が容易という利点があります。2006 年 10 月、静岡県浜松市で Albirey を駅周辺の商店街の数箇所に配置し、無線 LAN で百貨店や映画館などからの情報を市民向けに発信する実証実験が実施されました。一見紙のように見えるため、逆に人目を惹かないという悩ましい問題もあったようですが、取り組みは好評だったようです。この実験は、どこにでも存在し環境に溶け込む紙のよさと、随時情報更新が可能なデジタルメディアのよさを組み合わせた効用の可能性を実証した好例といえます。

今回は、電子ペーパーの過去から現在の商品化動向を紹介しました。次回は、薄く軽くやわらかい紙のような「かたち」を追求した技術の開発動向や、電子ペーパーを人間の知的活動を支える新しい情報メディアとして捉える議論などを紹介してみたいと思います。

この記事に関するご意見お問い合わせは、minoru.koshimizu@fujixerox.co.jp までお寄せください。

(富士ゼロックス(株) 小清水実)

文 献

- 1) 尾鍋史彦他：電子ペーパー実用化最前線 (エヌ・ティール・エス、2005) p. 6
- 2) N. K. Sheridan: U. S. Patent No. 4126854 (1978).
- 3) J. Jacobson *et al.*: The Last Book. IBM Systems J., 36, No. 3 (1997) 457-463.