

# 電子書籍

福原 理宏, 笠原 佳浩

Michihiro FUKUHARA, Yoshihiro KASAHARA

## 1 はじめに

Kindle や iPad の登場により電子書籍が大きな注目を集めている。この電子書籍の研究は古くから行われていたが、技術不足や、紙媒体の代わりとして使用するメリットが少なかったため、2000 年代半ばまで成功した事例は数少ない。しかし、近年の情報技術の発展を背景に、電子書籍は新たなメディアとして確立しつつある。また、市場規模が拡大していく中で、権利問題など新たな課題も生まれている。

本稿では、電子書籍に使用されている技術を述べた上で、電子書籍が解決しなければならない課題や、今後の展望について考察する。

## 2 電子書籍とは

### 2.1 概要

電子書籍とは、電子技術を利用することでデータを PC や読書端末、携帯電話などのディスプレイ上に呼び出して読むシステムまたは装置のことである。パッケージソフトウェアを用いてデータを読むパッケージ型と、PC や携帯電話を用いてインターネットからデータを読むネットワーク型に分類される。また、汎用の端末だけではなく電子書籍専用の端末も数多く存在している。現在普及している専用端末を Table 1 にまとめる。

Table1 専用端末の分類

分類	ファイル形式	通信方式
Brain	XMD	—
Sony Reader	PDF,TXT,JPEG	—
kindle	AZW,TXT,PDF,MOBI,PRC	3G
FLEPia	TXT,BMP,JPEG,GIF,PNG,HTML	Wi-Fi 3G
iLiad	PDF,HTML	Wi-Fi,3G
iPad	EPUB	Wi-Fi,3G

### 2.2 市場動向

日本の電子書籍市場は、携帯小説がブームとなったものの他の分野においては成功といえる事例は現在見られていない。これは、電子書籍利用者の利用している端末の約 90 % が携帯電話であることが原因である。また、電子書籍を今後利用していきたいと思っている人の割合は 40 % 弱に留まっているのが現状である。その理由として、紙の質感が欲しいと感じている人が 52 % にも及んでいるためである<sup>1)</sup>。

一方、米国では専用端末の普及に伴い、市場が大きく拡大してきている。全米出版協会 (AAP) が発表している統計から、主要出版社の総書籍売上高とインターネット経由でダウンロードされる電子書籍の売上高の推移を Fig. 1 に示す。

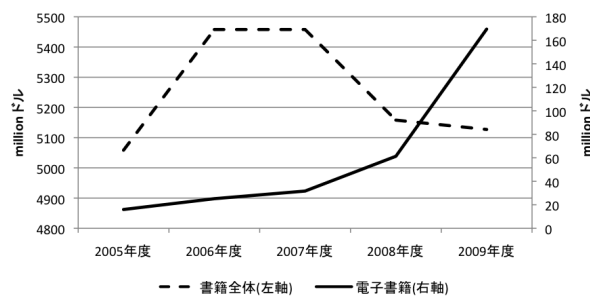


Fig.1 米国の書籍売上状況

Fig. 1 から、総書籍売上高は減少している年も見られるが、電子書籍の売上は増加している。また、2009 年度における電子書籍の売上高は、昨年度比から約 3 倍であり、需要が急激に増加していることがわかる<sup>2)</sup>。つまり、日本ではまだまだ電子書籍に違和感を感じている人も多いという状況という中で、世界的に見ると電子書籍の市場は拡大している。

### 2.3 特徴

新聞や雑誌のような従来型の情報媒体から、電子技術を用いてディスプレイで読む電子書籍は、紙媒体にはない特徴を持つ。以下に従来の情報媒体と比較したときの電子書籍の特徴を挙げる。

- 時間と場所  
携帯端末と通信技術により都合の良い時間に都合の良い場所で情報を得ることができる。
- 省スペース性  
端末にデータを保存するので、大量の情報を保管しても、スペースをとることはない。
- 絶版・品切れ  
一度電子化された文書は、容易に複製が可能であるため、絶版、品切れが起こらない。
- 省資源性  
電子媒体であるために、紙やインクを消費しない。
- 保存性  
劣化が起こらないので、長期保存が可能である。

### 2.4 欠点

#### 2.4.1 権利問題

電子書籍は、デジタル情報であるために、容易に複製物が作られる危険性がある。その結果、違法な情報複製に

よって本来の著作物の販売が阻害されるなど、著作権者の権利が侵害される可能性が高い。よって、複製制御の仕組みを配布方法や再生機器内に備えるなどの対策が必要である。オンライン認証や、ハードウェア・キーなどを使用することにより保護する方法が考えられるが、この場合、電子書籍のメリットである可搬性が失われる可能性がある。また、雑誌のような複数の著作権者がいる書籍を電子化する場合すべての著者が権利者であるので、全員から承諾を得なければならない。他にも、週刊誌の単行本などは、著者だけでなく出版社にも権利があり、電子化することが非常に難しい状況となっている。よって、実際に事業としてデジタル化するためには、出版社がデジタル化も含めた包括的な契約を行う必要がある。

#### 2.4.2 ファイル形式

現在、日本において電子書籍で用いられているファイル形式には様々な種類があり、統一化されていない。米国では、電子書籍標準化団体である IDPF(International Digital Publishing Forum) が策定した EPUB と呼ばれる電子書籍向けフォーマットがある。EPUB は、XML や HTML といったオープンな標準規格がベースとなっている。そのため、Google Books や、iPad などの多数の電子ブックリーダーが対応しており、米国を中心に普及が進みつつある。しかし、現状の仕様では縦書きやルビといった日本語固有の表記方法に対応しておらず、日本語書籍を EPUB 化するには問題が多い。

#### 2.4.3 専用端末

近年のブロードバンド化の進行によって、パソコンや携帯電話の仕様用途は動画表示に変わってきている。一方、Kindle を始めとする専用端末には電子ペーパーという表示技術が用いられており、電気の供給がなしに表示画面を維持できるという特徴をもつ。しかし、現状の電子ペーパーでは、画面変換速度が遅く、動画表示には向かない。そのため、動画表示ができる応答速度の速い電子ペーパーの開発も進んでいるが、電子ペーパーの特徴である、省エネルギーとのトレードオフが問題となっている。次章では、現在電子書籍に用いられている技術について述べる。

### 3 電子書籍を支える技術

#### 3.1 電子ペーパー

電子ペーパーとは、電子的に文字や画像を表示したり更新したりすることができる表示デバイスのことである。また、紙媒体と電子媒体の双方の長所を併せ持っている。電子ペーパーの表示技術では、荷電粒子を電界で移動させコントラストを得る粒子移動型ディスプレイが主流である。この粒子移動型ディスプレイが用いられる理由としては、電気を与えることなく表示の維持が可能なバイスタビリティという特性を持っているためである。この技術の内、Kindle にも用いられる、E-ink 社の 2 粒子型電気泳動ディスプレイの構造を Fig. 2 に示す。

Fig. 2 では、極板間に電圧をかけ、それぞれの極板に色の違う粒子をひきつけることにより、コントラストを得

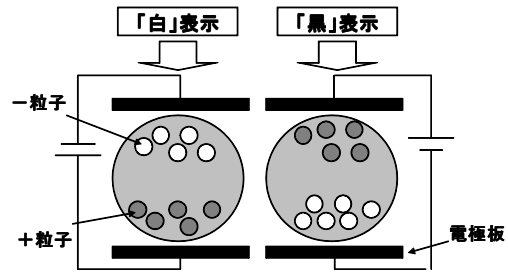


Fig.2 2 粒子型電気泳動ディスプレイ

る仕組みとなっている。この技術を 100 ミクロンの大きさのカプセル中に包含することにより、バイスタビリティを保ちながら、インクのような質感を再現できるディスプレイの作製が可能となった<sup>3)</sup>。

#### 3.2 Shape from Shading

本を電子化する際、書籍表面全体を平坦なスキャナ面に密着させて配置することは困難である。これによって、「とじ目」と呼ばれる中央部がスキャナ面から浮き上がってしまい、陰影や幾何学的ひずみが現れてしまう。この問題を解決するために、陰影の明るさの違いを利用して形状復元を試みる手法が Shape from Shading である。Shape from Shading では、書籍表面の反射の照度を計測し、その計測結果から、反射率分布を求めて 3 次元形状を復元することが可能となる。これにより、陰影と幾何学的ひずみを取り除くことができ、既存の書籍を鮮明な画像として電子化することが可能となった<sup>4)</sup>。

### 4 最近の動向

#### 4.1 次世代の電子書籍

近年における専用端末は、プレート型で 2 色表示の電子ペーパーを用いたものが主流となっているが、これは既存技術において読み易さを最大限に追求した形である。しかし、実際の端末に対する要求は読み易さだけではなく、コンパクトさや多機能性、省資源性など様々な要求がある。次節以降、そのような多種多様な要求に答えるために行われている次世代の電子ペーパー技術について述べる。

#### 4.2 バイオ化

現在のディスプレイはガラスやプラスチックの基盤を用いたものが主流であるが、省資源性や低コスト化の観点から新しい素材のディスプレイ技術が研究されている。この内、株式会社リコーでは、バクテリアが合成するセルロース(バクテリアセルロース)から作製した紙に直接電極を形成し、その紙に含ませた色素を電氣的に発色させる表示デバイスの発色試験に成功した(Fig. 3)。

バクテリアセルロースにより、従来のようにガラスやプラスチックの支持基盤を必要とせず、紙そのものを発消色させることができるようになった。これにより、デバイスの部材や製造工程を減らし、低コスト化が図れるとともに、バクテリアによる省エネルギーな製造プロセスを用いるため、環境にやさしいディスプレイ技術といえる。



Fig.3 バクテリアセルロースを用いた表示デバイス<sup>5)</sup>

### 4.3 カラー化

電子ペーパーでは、グレースケールが主流である。しかし、近年ではカラー化に向けた研究も進んでいる。Prime View International 社が 09 年 11 月に発表した、カラーフィルタを用いた電子ペーパーを Fig. 4 に示す。



Fig.4 PVI 社の電子ペーパー<sup>6)</sup>

この電子ペーパーは、Fig. 2 で示した構造の上に 4 色のカラー・フィルタ (RGBW) を形成したものである。これによって、反射光がフィルタを透過することでカラー表示が可能となる。

現在では、すでにカラー化が実装された端末も発売されており、今後は、表現の多様化がさらに加速していくと考えられる。

### 4.4 フレキシブル化

電子書籍におけるフレキシブル化とは、紙の性質を電子ペーパーに取り入れ、使用感の向上を目的とするものである。Fig. 5 はブリヂストンで制作されている QR-LPD という電子ペーパーである。

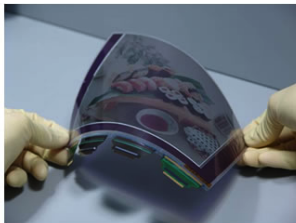


Fig.5 QR-LPD<sup>7)</sup>

QR-LPD では、プラスチック基盤と、薄膜チップを組み合わせたことにより、厚みが 0.29 mm と非常に薄い形状を実現し、曲面形成が可能となっている<sup>7)</sup>。

今後、フレキシブル化の技術が発達すれば、今まで紙媒体のみが使用されていた用途に電子書籍を使用することが可能となる。

### 4.5 標準化

国内でファイル形式の統一を行うため、日本電子出版協会 (JEPA) では、2009 年 11 月に EPUB の日本語化を推進する研究会を発足した。2010 年 4 月には、日本語固有の表記方法を今後の EPUB 仕様に追加するための「日本語要求仕様案」を一般公開している<sup>8)</sup>。

今後、EPUB に JEPA の「日本語要求仕様案」が盛り込まれた場合、対応端末の国内販売や日本語電子書籍の海外販売なども容易になり、電子書籍普及に繋がると考えられる。

## 5 まとめ

電子書籍は近年急激に成長している市場であり、その規模は国内外問わず拡大していくことは明らかである。一方で、権利問題などの問題に対応できていない現状がある。よって、技術的な観点と道徳的な観点の両方から電子書籍のあり方を考えていく必要がある。

### 参考文献

- 1) LIFNET.  
<http://www.lifenet-seimei.co.jp/newsrelease/2010/2502.html>
- 2) The Association of American Publishers.  
<http://www.publishers.org/>
- 3) 面谷信 (編) . 電子ペーパーの最新技術と応用.  
シーエムシー出版, 2004.
- 4) 和田俊和. イメージスキャナを用いた書籍表面の 3 次元形状復元 (1). 1995.
- 5) 田島健次. バイオの紙で夢の電子ペーパー. 2009.
- 6) EETIMES Japan.  
<http://eetimes.jp/news/3518>
- 7) BRIDGESTONE.  
<http://www2.bridgestone-dp.jp/adv-materials/QR-LPD/future.html>
- 8) 日本電子出版協会.  
<http://www.jepa.or.jp/>