

特集「電子出版・電子新聞」

41 読める電子文書

野末浩志, 今井 徹, 土井美和子 ((株) 東芝)

読む文化は、粘土板やパピルスに記された文字に始まり、紙に印刷された活字（本、新聞）により、永々とはぐくまれてきている。グーテンベルクの活版印刷技術は、万人が読むことを可能にした。素材のデジタル化と、電子出版は、より高精細で安価な印刷を可能にした。しかし、これらはあくまでも紙に印刷された文書を読む文化である。

これに対し、ワードプロセッサ（WP）の登場以来、文書処理技術者の夢の1つが紙と同じように読むことができる電子文書の実現である。読める電子文書の決め手は、電子化してどこで紙にない良さを出すかであるが、紙にどこまで迫れるかも重要である。

本稿では、紙に迫り、紙に優ることを目指す「読める電子文書」のハードウェアとソフトウェアそれぞれの条件を明らかにする。また最後に、それを実現した例として、試作したポータブルドキュメントビューア（PDV）について紹介する。

Ⅳ 「読める電子文書」の条件 Ⅳ

□ 紙に印刷された文書に迫るための条件

日本語WPは1978年に初めて市販された。これが、日本語を電子的に扱った最初の製品である。このWPは、新聞記者からの、携帯できて編集ができるものが欲しいという要求に基づいて開発された。実際に開発されたWPは机サイズで到底携帯できないものであったが、携帯性への要求は1980年代半ばの小型WPにより実現された。しかし、小型化のため、表示できるのはわずか3行であり、紙の持つ解像度と一覧性（高速な表示と大画面）には、及ばなかった。

つまり、WPの歴史は、電子文書に対する紙メディアの利点である、

- 携帯性
- 高解像度
- 高速表示
- 大画面による一覧性

との競争であった。

□ 紙に印刷された文書に優るための条件

小型WPは電子文書を読む手段としては不十分であったが、その編集の容易さにより、文書の電子化に向け前進することを可能とした。マニュアルなど電子文書は一括した管理をし、中央で修正し、それをネットワークにより世界のはてまで、即時に伝送することが可能であり、バージョンの違いによる行き違いをなくすこともできる。さらに検索が容易になっただけでなく、マルチメディア化により、動く図面などの紙では実現できないマルチメディア文書も実現された。この

ように電子文書は、

- 編集性
- 一括管理性と即時伝達性
- 検索性
- マルチメディア性

という紙に優るメリットにより、新たな読む文化を生み出しつつある。

Ⅳ ハードウェア条件とその実現 Ⅳ

本章では電子文書を実現するために望まれるハードウェアの条件と手段について述べる。

□ 紙に迫る解像度、表示速度、携帯性

紙による文書を電子機器で置き換えることを考えるには、次のような検討項目が挙げられる。

• 紙品質の表示

電子文書の出力デバイスとしては、さまざまなものが考えられるが、その装置を紙メディアのように携帯したいとすると、まず候補にあがるのがLCD（Liquid Crystal Display）を使ったものである。

3年ほど前の技術トレンドから言えば、白黒反射式LCDデバイスの反射率は25%、コントラスト比は8：1ほどであった。これは、新聞紙のおおよその反射率60%、コントラスト比5：1、コピー紙の反射率80%、コントラスト比15：1に比べると追いついていない<sup>1), 2)</sup>。このため、高い反射率、コントラスト比を持ったLCDデバイスを、コストや消費電力のペナルティを押さええて開発することが望まれる。

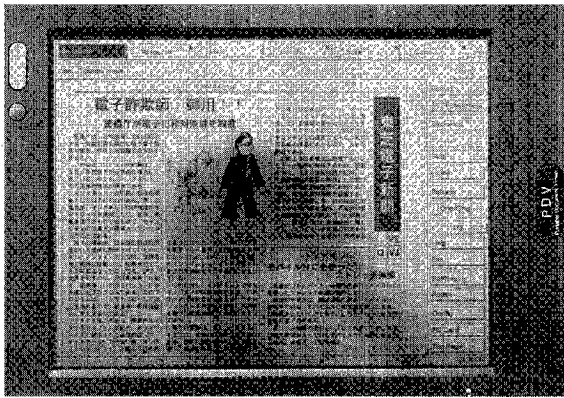


図-1 紙に迫るPDV  
(ポータブルドキュメントビューア)

#### • 表示の高精細さ

表示装置の能力を比較する指標には、ピクセルの密度と画面の大きさもある。たとえば、12.1inchで横800ドット縦600ドットとすると、おおよそ82.6dpi (dot per inch) となる。これは1000dpi以上の解像度もめずらしくなくなっているプリンタから比べると、かなり粗い。ただしピクセル密度の比較には、ドット密度だけではなく、深さ方向、すなわち1ドットであらわせる色数や濃度（グレースケール）も含める必要がある。

画面の大きさの観点から言えば、表示が高精細であるほど小型の表示装置が使える、携帯しやすくなる。しかし紙メディアを指向する場合、同じ程度の情報を同じ程度の大きさで見たいという欲求が出てくる。これに関してはどのような表示装置が入手可能か、どのような用途を目指すのかによって、手のひらサイズからA4サイズまで選択の幅がある。

PDV (図-1) では、LCDに11.4inch横1200ドット縦1600ドット170dpi白黒16階調グレースケールを用い、A4サイズのデバイスを目指すことにした。

#### • 視野角

LCD表示装置に関する特有な性質として、表示が見える範囲が限られる、すなわち、視野角が狭いという問題がある。高精細を求めてドット間隔を狭めると、視野角が狭くなってしまふ。複数の人が電子文書を同時に見るためには、可能な限り視野角の広いデバイスを用いる必要がある<sup>3)</sup>。

#### • 表示速度

電子文書として、書類と同程度の一覧性を求めて大きく高精細な画面を用いる場合、表示速度も重要になる。紙であれば、ばらばらとめくりながら必要な箇所を探ることができる。電子文書には検索機能があるとはいえ、紙の使い勝手を損なわないことも重要である。

PDVでは、ユーザが許容する応答時間内（0.3秒以下）で1画面約2000文字を書き換えることを目標とし

た。描画の高速化には、グラフィックス・アクセラレータの搭載が有用である。が、一方、高性能なハードウェアの使用は消費電力の増大につながる可能性が高い。消費電力の増大は、大電池を必要とし、携帯性を重視する電子文書には不向きである。

このトレードオフを鑑みPDVでは、ウィンドウ・システム (X window) の表示を助けるように、表示データの転送、および、bitblt演算 (ラスト演算) のみをハードウェアでサポートするようにした<sup>4)</sup>。

#### • 長時間使用

紙は電源や燃料がなくても使えるが、電子文書は電源が必要である。電子文書を携帯して使うことを想定するには、電池による駆動時間を可能な限り長くしなければならない。このためには、消費電力の少ない素子を選ぶこと、消費電力の少ないシステムを作ること、容量の大きな電池を選ぶことがあげられる。

消費電力の低い素子を選ぶ場合、CPU、メモリ、LCDなどの素子選択に留意せねばならない。CPUは、最近携帯用を指向するものが増え、消費電力で正規化したMIPS値 (MIPS/mW) を高くしたのものや、低消費電力モードを備えるものがでてきている。十分に消費電力の低い素子を用いた場合、大画面のデバイスでは動作中の電力は表示デバイスが支配的に消費する。これをなるべく少なくするように、バックライトの不要な反射型LCDが望まれる。

消費電力の少ないシステムとしては、回路を機能ごとに細かく区分し、使用しない間は電力を押さえるか電源を切ることができるようにすることが有効である。

電池は、携帯機器の進歩にともなって進歩している。しかし、ある時点で入手可能な電池容量は、コストと重量の制限から最適なものが限定されることが多い。したがって電源をより効率的に使用する回路設計が必要である。

#### □ 紙に優る即時性と保持性

電子文書には紙に優る部分もあるが、ここでは主にハードウェアでサポートされる機能を述べる。

#### • 通信機能

電子文書は、データが手元になくても遠隔地から取ってきて表示することができる。何回も表示を変えることができ、最新のデータを表示し、さらにそれに対する応答を遠隔地へ返すことも可能である。この機能をサポートするには、外部との通信機能が必要である。

通信機能として代表的なものにモデムがある。携帯用情報機器では、通信のためのデジタル-アナログ変換 (DAC) をソフトウェアで行い、特別なDACを持たないものもある。これは、DACに必要な電力をな

くすことを主な目的としている。モデムに限らず一般に、高速な通信ほど一般に消費電力が高く、電子文書の携帯性と相反するという問題がある。DAC機能のソフトウェア化は消費電力を押さえるための一案である。通信機能にはモデム以外でも、RS-232C、LAN、赤外線、無線電話などさまざまな形式がある。これらのどれをサポートするかは、その電子文書の用途で決まる。ただし、多くのものはPCカードによって提供できるものが多く、ハードウェア的にはPCカードをサポートすれば、柔軟性のあるシステムにすることができる。

● データ容量

通信によってデータを得られるという前述の特性は、電子文書のなかに見かけ上は無尽蔵に近いデータを有しているように考えられる。ただし実用的には電子文書内にも文書を保存し、通信ができない地域でも使用できる方が有用である。

電子文書に蓄えるデータの形式としてハイパーテキストを仮定すると、文字だけでなく図や写真を含んだり、ページを整形するためのフォーマット情報を含むために、1ページのデータに必要な容量を限定するのは困難である。ここでは、おおよそ10KB（漢字2000文字とその他データ）かかると仮定する。また、文書データを格納するために40MBのPCカードを2次記憶装置として使用すると、約4000ページを内蔵することができる。今、紙1枚の重さを約4gとすると、その重量は16kgに相当する。また、紙1枚の厚みを約0.3mmとすると、内蔵する文書の厚みは120cmに相当する。

PDVでは実装する部品の実態に鑑み、厚み20mm以下、重量1Kg以下を目標とした。

■ 電子文書およびその管理機能 ■

本章では電子文書が紙メディアに優るために望まれる、文書の機能とその管理機能を、またそれらの実現例を述べる。

□ 電子文書およびその管理に求められる機能

文書やその管理に求められる機能はさまざまであるが、特に次が重要と考えられる。

● 検索の容易さ

文書の量が膨大であればあるほど欲しい文書を選択することが困難となる。ストレージ技術の進歩は目覚しく、携帯端末でも数千ページの文書を所持可能である。検索やページめくりの繁雑さからユーザを解放する方法が望まれる。

● 動きがあること

プレゼンテーションやエンタテイメント用途には文書に動きがある方が魅力的である。ビジネス用途

でも、たとえば保険の外交では、マニュアルを見せ保険金額の見積りを行うといった局面では、見積りプログラムが文書と一体となっていると、大変使い勝手が良い。業務アプリケーションは動きのある文書と捉えることができ、電子メディアで初めて実現できる機能である。

● 即時性

即時性という用語は2通りの意味で解釈することができる。1つは伝達すべき情報が発生してから短時間で情報使用者の手に届く、という意味である。電子文書をネットワーク流通させると、紙の場合の製本や流通の時間が著しく削減でき、この意味ではきわめて望ましい。しかし一方でネットワークダウンロードの手間や時間が問題となる。たとえば駅で電子新聞をダウンロードして購入することを想定すると、既存の方法では紙の新聞よりも時間がかかり即時性が劣る。電子文書普及のために解決しなければならない課題である。

● サーバとの連携

文書は単に自分が活用するだけではなく、他者に送信して活用してもらい、文書とともに他者に意志伝達を行うといったコミュニケーションが重要である。またビジネス用途では、出先で文書に関連して入力したデータをオフィスに送信して処理するという用途も想定される。これらサーバとの連携機能が文書管理と一体化され、円滑に行えることが望まれる。

□ PDVでの実現

上で述べた機能をPDVでは次のように実現した。表-1に機能と実現手段を示す。

● WWWベース

電子文書はHTMLを基本とし、端末にはWWWブラウザを搭載した。これにより文書の検索がきわめて容易となる。文書はハイパーテキスト化され、関連文書や詳細文書へのジャンプや見出しから本文へのジャンプが容易となる。また葉（ブックマーク）により、頻繁に使用する文書を登録し簡単に選択できる。紙の葉は1つずつページをめくらない限り内容は分からないが、電子文書の場合、葉をつけた文書を葉ページに登録することにより一覧が可能となる。またキーワード検索による文書検索も可能である。

表-1 電子文書および管理の機能と実現手段

文書の検索	ハイパーテキスト、葉、キーワード検索
動きの活用	Java
即時性	ネットワーク・ダウンロード MDD（複数文書一括ダウンロード）
サーバとの連携	ブラウザと電子メールの連携 メモ付け文書の送信、データアップロード

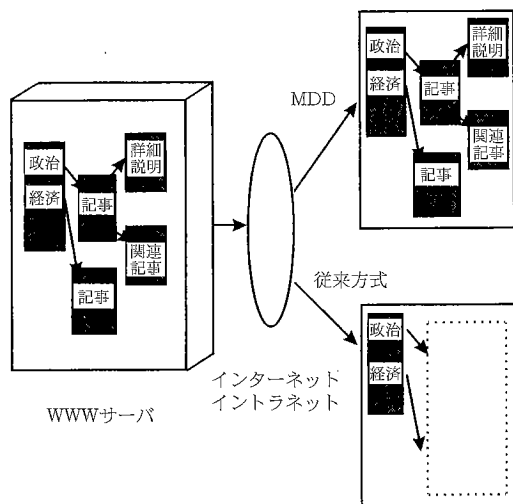


図-2 MDDによる一括ダウンロード

サーバとの連携の観点では、データアップロード機能が実現でき、文書活用のプラットフォームとしてきわめて有効である。

• Java<sup>5)</sup> のサポート

動きのある文書を実現するためにJavaをサポートした。Javaによるアプリケーション開発は盛んに行われており、特殊な記述言語をサポートするよりも汎用性を高めることができる。

• MDD (Multiple Document Download) : 複数文書の一括ダウンロード方式

電子文書の活用のためには携帯性が重要である。携帯電話、PHSなど無線ネットワークは進展しているものの、電波障害やコストの問題で常にネットワーク接続可能とは限らない。接続時に必要な文書をダウンロードしてから非接続で使用することが多い。WWW文書はハイパーテキスト構成のため、転送したい文書はしばしば多くのファイルから構成される。電子新聞では1日の朝刊が100以上のファイルから構成される例も現れている。既存方式でダウンロードするためにはファイルごとに転送要求をユーザが明示的に行わなければならない。これは手間が膨大な上に、送信要求 (http get) を多数回発生するため転送時間もかかる。これを解決するために考案したのが新転送方式MDDである。MDDでは図-2のようにサーバ側で転送させたい文書を一まとめにしておき一括転送する。クライアントにこれを展開するJavaアプレットを備えておき、展開後キャッシュにファイルごとに格納する。これにより1回のアクセスであたかも個々にアクセスしたかのように文書を転送できる。

• WWWブラウザと電子メールのシームレスな連携

表示中の文書を簡便に他者へ送信できるように、WWWブラウザに電子メール送信のソフトボタンを追加した。またペンでHTML文書にメモをつけ電子

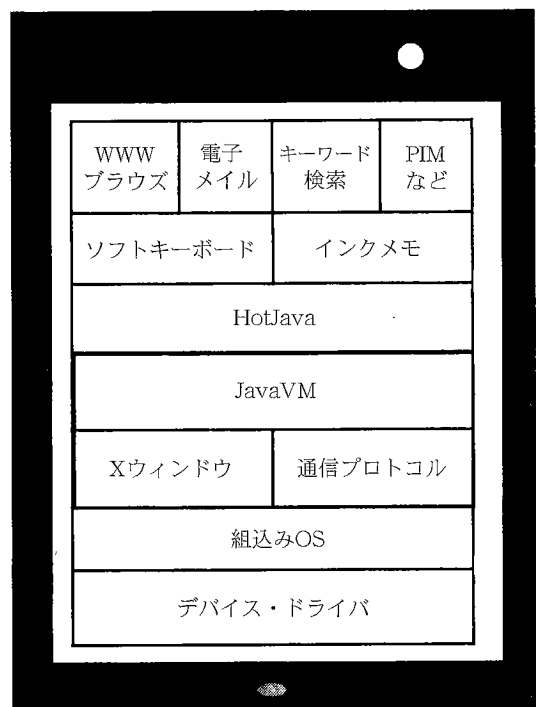


図-3 PDVソフトウェア構成

メールで送信可能にした。

図-3にPDVのソフトウェア構成を示す。

☐ おわりに ☐

本稿では、「読める電子文書」を実現するために、紙メディアに迫る、優るためのハードウェア、ソフトウェア条件を明らかにした。これらの条件間にあるトレードオフ関係を解決した具体例として、ポータブルドキュメントビューア (PDV) を紹介した。

電子文書による読む文化は、ネットワークとモバイルコンピュータの普及により、ようやく黎明期を迎えたところであり、本稿で紹介した条件以外に著作権の保護や課金など解決すべき問題を抱えている。が、これらの問題がクリアされ、誰もが、電子文書のよさを堪能できる時代に向け進みたい。

参考文献

- 1) Suzuki, H., Iwamoto, Y., Koimai, H., Imura, Y., Kobayashi, S., Hashimoto, T. and Sugiyama, T.: Polarize-Free Reflective Amorphous N\*-GH-LCD Using a Developed Black Dye, Proceeding IDRC-95 (Asia Display '95), pp.611-614 (1995).
- 2) Yaniv, Z., Catchpole, C., Lu, M. H., Bunz, R., Lueder, E., Pfeiffer, M., Yang, D. K. and Doane, J. W.: Electronic Newspaper Display, Proceeding IDRC-95 (Asia Display '95), pp.113-116 (1995).
- 3) 久武, 豊饒, 三宅, 中村, Lang, R., 渡辺, 樋口, 羽藤, 原田: 反射型LCDの視覚依存性の評価, 第22回液晶討論会講演予稿集, pp.309-310 (1996).
- 4) 石田晴久編: Xウィンドウとその仲間たち, bit別冊, 共立出版 (1992).
- 5) Arnold, K. and Gosling, J.: The Java Programming Language, Addison Wesley (1996).

(平成10年3月30日受付)