

調査・研究報告書の要約

|       |  |    |      |    |    |
|-------|--|----|------|----|----|
| 書名    | 平成17年度拡大する電子ペーパー市場と機械産業の取り組みについての動向調査研究報告書 |    |      |    |    |
| 発行機関名 | 社団法人 日本機械工業連合会・社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会      |    |      |    |    |
| 発行年月  | 平成18年3月                                    | 頁数 | 152頁 | 判型 | A4 |

[ 目 次 ]

序

はじめに

目 次

委員名簿

第1編 調査研究の概要と成果

第1章 調査研究の概要

1.1 調査研究の趣旨・目的

1.2 調査研究の内容

1.3 調査研究の実施方法

1.4 調査研究委員会の組織体制

1.5 組織図と役割分担

1.6 調査研究委員会の検討経過

第2章 調査研究の成果

2.1 標準化に関する調査研究

2.2 普及のための条件整備に関する調査研究

2.3 両調査研究から

第2編 電子ペーパーの標準化に関する調査研究

第1章 背景と経過

第2章 第2章 電子ペーパーデバイスの標準化

2.1 概要

2.2 ペーパーライクディスプレイ

2.2.1 反射パネル特性

2.2.2 表示保持性能

- 2.2.3 フレキシブル性
- 2.3 リライタブルペーパー
  - 2.3.1 リライタブルペーパーとは
  - 2.3.2 標準化の視点
  - 2.3.3 表示特性
  - 2.3.4 表示保持
  - 2.3.5 今後の課題
- 2.4 電子ペーパーデバイスの今後の課題
- 第3章 電子ペーパーシステムの標準化
  - 3.1 概要
  - 3.2 モデルシステム検討による標準化項目の抽出
    - 3.2.1 はじめに
    - 3.2.2 「オフィスドキュメントディスプレイ」モデルシステムのイメージ
    - 3.2.3 標準化の考え方
    - 3.2.4 オフィス機器とのインターフェース
  - 3.3 電子ペーパーシステムのガイドライン
    - 3.3.1 インターフェース
      - 3.3.1(1) 電子ペーパーデバイスの構成
      - 3.3.1(2) インターフェース
    - 3.3.2 オフィスアプリケーションにおける表示フォーマット・解像度
      - 3.3.2(1) 解像度
      - 3.3.2(2) 出力画素数
      - 3.3.2(3) 縦横比
      - 3.3.2(4) 文字サイズ
      - 3.3.2(5) 電子ペーパーに求められるオフィスアプリケーション用表示フォーマット
    - 3.3.3 電子ペーパーシステムの今後の課題
- 第4章 標準化の今後の課題
- 資料 A 関連規格(関連規格リスト)
- B 電子ペーパーの技術動向
- 第3編 普及のための条件整備に関する調査研究
- 第1章 調査の目的と考え方
  - 1.1 はじめに
  - 1.2 前年度までの調査と残された課題
    - 1.2.1 2004年度の主な調査内容
    - 1.2.2 残された課題

- 1.3 今年度調査の方針
  - 1.3.1 ディスプレイ市場における電子ペーパーの位置づけ
  - 1.3.2 仮説検証の手法
    - 1.3.2.(1) ヒアリング
    - 1.3.2.(2) 教育現場における実証実験

## 第2章 電子ペーパーの市場調査

- 2.1 背景と狙い
- 2.2 開発状況の概要
- 2.3 電子ペーパー市場のヒアリング
  - 2.3.1 開発サイドのヒアリング
    - 2.3.1.1 東芝テック株式会社
    - 2.3.1.2 株式会社イシダ
    - 2.3.1.3 株式会社リコー
    - 2.3.1.4 株式会社日立製作所
    - 2.3.1.5 富士通株式会社
  - 2.3.2 開発サイトの動向(ヒアリングできなかった各社の動向)
    - 2.3.2.1 セイコーエプソン株式会社
    - 2.3.2.2 トッパンフォームズ株式会社
    - 2.3.2.3 NEC ネットエスアイ株式会社
  - 2.3.3 ユーザーサイドのヒアリング
    - 2.3.3.1 大日本印刷株式会社
    - 2.3.3.2 株式会社東京電力

## 第3章 教育現場における電子ペーパーの実証実験

- 3.1 読書装置の変遷
  - 3.1.1 本の起源
  - 3.1.2 巻物の誕生
  - 3.1.3 印刷の発明
  - 3.1.4 本と教育
    - 3.1.4(1) 大学の誕生と本の需要
    - 3.1.4(2) 本と教育の関係
  - 3.1.5 未来の本
    - 3.1.5(1) The Last Book
    - 3.1.5(2) 電子書籍
- 3.2 読書における専用機と汎用機の現状
  - 3.2.1 読書専用装置の紹介

- 3.2.1(1) LIBRIe
- 3.2.1(2)  $\Sigma$ Book
- 3.2.2 汎用機における閲覧ソフトの紹介
- 3.2.2(1) T-Time
- 3.2.2(2) FlipBook
- 3.2.2(3) Adobe PDF Reader
- 3.2.3 読書装置と閲覧ソフトの操作性
- 3.2.4 ケーススタディに見る専用機の可能性
- 3.2.4(1) ケーススタディ：ワードプロセッサ
- 3.2.4(2) ケーススタディ：電子辞書
- 3.2.4(3) ケーススタディ：語学装置
- 3.2.5 教育市場における専用機の優位性
- 3.3 電子教科書による実証実験
- 3.3.1 実験目的
- 3.3.2 実験条件
- 3.3.3 使用機材
- 3.3.3(1) LIBRIe
- 3.3.3(2) Book Creator
- 3.3.3(3) タブレット PC
- 3.3.4 電子教科書教材の製作
- 3.3.4(1) 印刷本のスキャニング
- 3.3.4(2) 印刷データによる PDF
- 3.3.4(3) Book Creator と BBeB
- 3.3.5 実験概要
- 3.3.5(1) 実験の流れ
- 3.3.5(2) ゼミの実施概要
- 3.3.5(3) 試験
- 3.3.6 実験結果
- 3.3.6(1) ゼミ中の観察
- 3.3.6(2) アンケートとグループインタビュー
- 3.3.6(3) テスト結果
- 3.3.6(4) カスタマイズの様子
- 3.3.7 考察と分析
- 3.3.7(1) LIBRIe の教育利用における問題点
- 3.3.7(2) 教科書用読書装置に求められる機能

3.3.7(3) 教材閲覧ソフトに求められる機能

#### 第4章 提言

4.1 調査から見た確立されつつある電子ペーパー市場

4.1.1 ヒアリング調査から見た電子ペーパー市場の分析

4.1.2 教育現場における電子ペーパー応用システム

4.1.3 教育専用装置のモデル提案

4.2 電子ペーパー市場の進むべき方向

4.2.1 電子ペーパーの市場における優位性

4.2.2 ポジショニングマップから見た開発方向

平成17年度の調査研究を終えるにあたって

## [ 本 文 ]

### 第1編 調査研究の概要と成果

#### 第1章 調査研究の概要

1. 1 調査研究の趣旨・目的 情報化社会にあって、人間と紙との親和性という観点から「紙のように扱える電子メディア」の登場が強く期待されるところであり、電子ペーパーなどの次世代メディアは、紙メディアの代替製品として今後の大きな成長が予想される。

例えば、オフィス为例にとっても、かねてよりペーパーレス化が叫ばれているものの、紙の使用量は増加し、かつ、プリントされる紙の大部分が、一時的に利用されるのみで、大部分は使い捨てされているのが現状である。また、環境問題の観点からも紙のように読めるディスプレイの登場が待たれており、次世代メディアとしての電子ペーパーの普及への期待は、きわめて大きいものがある。

現在、国内では10数社が電子ペーパーの開発に取り組んでいるが、一部はコンソーシアムで、また一部は共同で、あるいは独自で開発中であり、それぞれの技術の特徴を生かしながら多くの分野で活用されるものと予想する。また、その将来への過程において技術は融合し、発展し、応用されていくものと思われる。

このように、今後成長が期待される電子ペーパー製品市場の健全な発展及びこれに関連する新規産業の振興を促す意味から、各社に参加を呼びかけ、長年、複写機、外国語タイプライタ、日本語ワープロ、電子黒板等ドキュメントメディアに係わって来た社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会の中の電子ペーパー懇談会のメンバーを中心に「拡大する電子ペーパー市場と機械産業の取り組みについての動向調査研究委員会」を設置し、平成15年度(2003年度)より社団法人日本機械工業連合会からの受託事業として電子ペーパーの普及のための調査研究事業を実施することになり、今年度は3年目の調査研究を実施した次第である。

#### 1. 2 調査研究の内容

平成17年度(2005年度)は、下記のテーマに特化して絞込みを行い、標準化の検討と電子ペーパーが社会に広く普及するメディアになるための条件整備に関する調査研究を実施した。

- 1) デバイスの標準化とアプリケーションの標準化について検討を行うこと。
- 2) 電子ペーパーが紙、ディスプレイに次ぐ第三のメディアとして普及するための条件整備に関する調査研究を行うこと。

#### 1. 3 調査研究の実施方法

- 1) 電子ペーパーの標準化の調査に当たっては、技術者によるワーキンググループ(以下、WGという)を設置し、討議を行うとともに、デバイス及びアプリケーションの標準化の課題と標準化項目を抽出した。

2) 電子ペーパーが第三のメディアになるための条件整備についての調査に関しては、同じく専門のWGを編成し、東京電機大学に委託して、同大学での教育現場の実験、電子ペーパーを用いた機器を開発または使用している企業などを訪問し、利用状況、普及への課題などの調査を行った。

#### 1. 4 調査研究委員会の組織体制

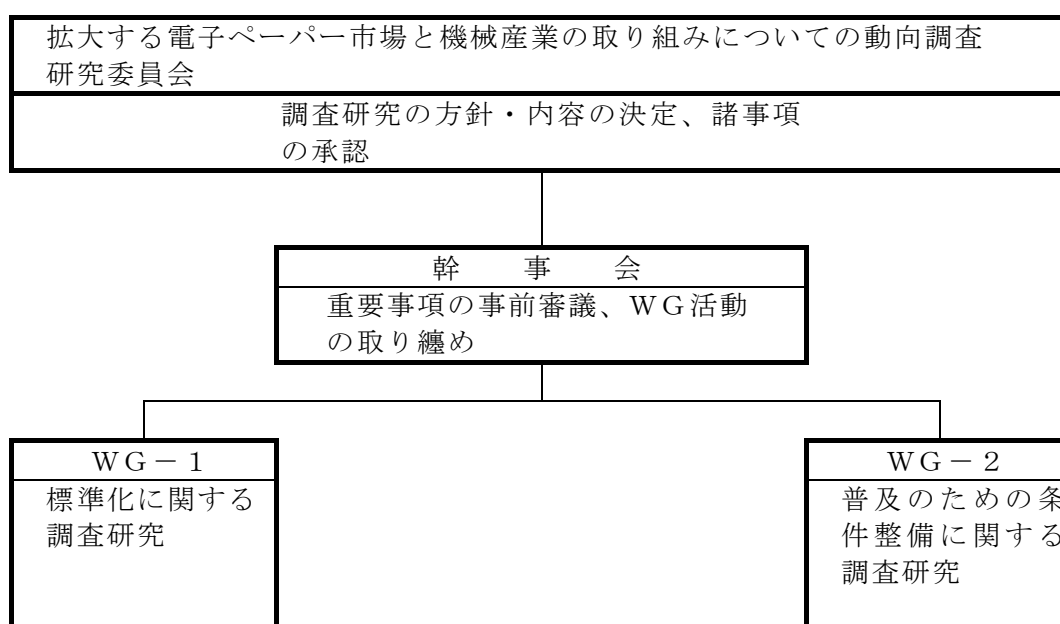
委員のメンバー構成は、東海大学名誉教授の高橋恭介先生を委員長に、関連メーカーの他、下記の分野から8人の委員を招聘し、幅広い議論と調査研究を実施することに努めた。

- ①学識経験者            ②新聞社
- ③総合出版            ④広告メディア
- ⑤流通業界            ⑥フリーランスライター

また、オブザーバーとして、経済産業省 商務情報政策局情報通信機器課及び製造産業局化学課、財団法人化学技術戦略推進機構、NHK放送技術研究所、東京(中日)新聞社に参加をお願いした。

さらに、上記親委員会の他、重要事項の事前審議や調査研究の取り纏めを行う幹事会、主要な調査研究テーマに取り組むため、2つのWGを編成して、効率的な委員会運営に努めた。

#### 1. 5 組織図と役割分担



## 1. 6 調査研究委員会の検討経過

平成17年(2005年)6月29日(水) 14:00-17:00 第1回調査研究委員会の開催

- ①委員紹介
- ②委員長、副委員長の選任
- ③組織体制と役割分担の提案と承認
- ④活動テーマに関する提案と討議、決定
- ⑤年度の活動日程の提案、承認

平成17年(2005年)9月 1日(木) 14:00-17:00 第2回調査研究委員会の開催

- ①新規入会報告
- ②WG活動報告
- ③活動に関する意見交換
- ④今後の活動日程の確認

平成17年(2005年)10月31日(月) 14:00-17:00 第3回調査研究委員会の開催

- ①委員交替報告
- ②各WG報告
- ③活動に関する意見交換
- ④海外の動向についての報告
- ⑤今後の活動日程についての確認

平成17年(2005年)12月14日(水) 14:00-17:00 第4回調査研究委員会の開催

- ①幹事会、各WG報告
- ②来年度の受託事業の申請について
- ③報告書目次案の説明
- ④報告書作成に関する討議
- ⑤今後の活動日程の確認

平成18年(2006年)2月9日(木) 14:00-17:00 第5回調査研究委員会の開催

- ①各WG報告
- ②報告書第1次案の内容説明
- ③報告書案の内容討議
- ④今後の活動日程の確認

平成18年(2006年)3月 2日(木) 14:00-17:00 第6回調査研究委員会の開催



- ① 報告書最終案の内容説明
- ② 報告書案の内容討議と承認
- ③ 調査研究委員会の活動の終了について
- ④ 今後の日程について

## 第2章 調査研究の成果

平成17年度、本調査研究委員会は第3年目を迎えた。初年度は「紙の特徴と強みの研究」、「ユーザーニーズおよび普及シーンの調査」および「海外および国内の動向調査」、2年目には「標準化に関する調査研究」および「普及サイトでの実証実験」をテーマとし活動してきた。

その間現在に至るまで、市場には電子ペーパー技術を利用した電子書籍端末が松下電器産業およびソニーより商品化され、更に最近に至り情報表示版、電子棚札、時計といった電子ペーパー技術を応用したシステムが数多く発表され、また実証実験の形で実用化へ向けての動きが非常に活発になってきた。

そこで本年は、これまでの成果とそこで認識された課題を基に、2年目に実施されたテーマを更に深掘りすることを主目的に「標準化に関する調査研究」および「普及のための条件整備に関する調査研究」を調査研究対象として活動を進めてきた。

### 2.1 標準化に関する調査研究

昨年度は標準化に関する調査初年度ということから、標準化することが必要とされるであろう対象そのものを抽出すること、およびそれに関連する規格類を調査することから着手した。その結果、電子ペーパーを「ペーパーライクディスプレイ」と「リライタブルペーパー」の2つに大別し、表示特性や物理特性などそれぞれ23項目、24項目を抽出した。併せてディスプレイ、ハードコピーといった関連分野での規格調査を行った。本年度はこれら列挙した項目の中から特に重要であると考えた項目を取り上げ、具体的にその内容を検討し標準化への方向付けを行った。

「ペーパーライクディスプレイ」については、①反射パネル特性、②表示保持特性および③フレキシブル性に関して検討を行い、①については「マトリクス型液晶表示モジュール測定方法」(JEITA ED 2523)、②については「視覚表示装置の要求事項(非自発光ディスプレイ)」(JIS Z 8513)、③に関しては「屈曲試験、耐折試験」(JIS P 8115)に準拠し標準化を進めることが提案された。

また「リライタブルペーパー」に関しては、①発色濃度、②地肌濃度、③コントラスト比および④表示保持時間を重要項目として捉え、何れも「ジアゾ感光紙」(JIS P 4505) および「濃度測定基準」(JIS K 7651)に準拠し、一部電子ペーパー特有な条件を加味し適した規定値を策定することが適当であるとの提案をまとめた。

上記はデバイスの視点からの標準化であるが、電子ペーパーシステムの立場からも標準化の検討を併せて実施した。ユーザーの利便から互換性を持った汎用システムが求められるが、電子ペーパーの応用システムは数多く提案され、それぞれシステム標準化の対象になりうるが、本年度の検討は将来の電子ペーパーが第三のメディアとして使用されるであろう(そうあって欲しい)場面を想定し、オフィスで使用することを前提とした文書表示機能を持つ「オフィス ドキュメント ディスプレイ」システムモデルを5種想定し、その枠組みの中で表示フォーマット、解像度およびインターフェースを取り上げ、ガイドライン設定を目指した標準化項目の調査を実施した。電子ペーパーの文字品質に重きをおき、関連する規格やデファクトスタンダードとの関係を尊重し、プリンタシステムで得られた知見をもとにガイドラインを示した。今後は画像やカラーについての表示品質につき必要性を検討することになる。

## 2.2 普及のための条件整備に関する調査研究

本課題に対して昨年度、クリエイターの方々を重点的に電子書籍デバイスを使っていただきユーザーニーズを調査し、加えて本調査委員会メンバーの実使用実験、大学での電子書籍を利用したの実証実験などから、現製品の機能に制約されない電子ペーパーに対する要求・希望項目を抽出することができた。しかしながら、平均的なユーザーからは偏った調査になった恐れがあり、またリライタブルペーパーに関する実証実験が不十分であったなどの課題が残った。

本年度は残課題に対応するとともに、電子ペーパーの基本機能と考える「文字をきちんと表示する」ことを受け入れる市場が存在することを仮説として実験を企画した。一つに電子書籍端末の商品化以降、種々の分野で実用化実験や新規市場へのチャレンジが発表されていることを受け、開発メーカーやそのユーザー企業へのヒアリングを行い、電子ペーパーをどう捉えどのように市場参入を図ろうとしているかを調査した。更に教育現場での電子ペーパーを”学ぶ道具”としてどこまで活用できるのか、問題点はどこにあるかを東京電機大学に委託して実証実験を行い、両者から仮説の実証を試みた。

ヒアリングはデバイスまたはシステム開発メーカ8社、およびユーザ企業2社のご協力

を得て実施した。そこから得られたメッセージは①パーソナル領域をターゲットとして実用化が図られた電子ペーパーであるが、最近ではパブリックな領域に拡大しつつある。②パーソナルな領域では「紙」で容易にできたことが現時点での電子ペーパーデバイスでは、充分再現できないところにユーザのフラストレーションが存在する。③ディスプレイや紙をアナロジーした分野では電子ペーパーとしての市場形成が難しい。

これらのヒアリング結果を分析した結果、重要な点は電子ペーパーならではの使い方を模索し特徴ある分野で認知度を上げ、そこで量産技術の確立や歩留まりを向上させてコスト競争力の強化を図ることが、今後の電子ペーパーの発展を図る上で重要であると結論した。

教育現場における電子ペーパーの実証実験は、従来の教科書を電子書籍端末に置き換え電子化された教科書の備えるべき機能、望ましい姿を見出すことを目的に、7名の受講者からなる4ヶ月に亘るゼミ形式授業の場で実施された。実験に用いた電子書籍デバイスはソニー製 LIBRIe を使用した。

ゼミ中の観察、アンケート、グループインタビューなどの結果を分析し、用いた電子書籍デバイスの特性を勘案して次の特徴をつかんだ。ひとつは「ページのコセチ」が無いと教材コンテンツの位置指定ができず授業がスムーズに進行できない点が指摘された。小説など最後の結びに向かって最初から最後まで読み進めるという形態とは異なり、教材の特定位置にスムーズに移動できる機能が必要となる。二つめに複数のコンテンツや同一のコンテンツの離れた場所を相互に参照することに手間がかかると、やはり授業という知的作業を進める際に大きな障害になるということ。最後にマークする・書き込むといった機能がないと能動的に学んでゆくことが出来ないといった問題点が浮き彫りになった。

教育と本の変遷については別途考察を進めたが、本の進化において印刷技術の発展に伴った「ページのコセチ」が非常に重要であることが併せて理解された。教育の場に限らず、クリエイティブな知的作業を行う上で多種多様な情報や知識を組み合わせる新たな概念を形成するプロセスに電子ペーパーが入り込むためには、上記問題の解決が重要であることを示唆していると考えられる。

電子ペーパーデバイスとしての評価は、商品としての仕様に左右されるところはあるが、「重い本を何冊ももたなくてもよい：軽量」、「かさばらない：小容積」、「見やすい：視認性」および「かっこいい：先進イメージ」といった電子ペーパーの特徴は評価されている。今後、操作性・インターフェースの一段の向上を図ることにより教育現場での活用が大いに期待できる。本実証実験をまとめる意味で、専用機/汎用機の持つべき特性の分析も踏ま

え、今回教育専用装置の具体化モデルを提示した。

### 2.3 両調査研究から

標準化に関しては、デバイスレベルでの重要標準化項目について調査し、他の分野にて規格化されている標準に準拠し、電子ペーパーに読替えることでかなりの部分対応できることが示された。今後電子ペーパー向きに改定した仮規格を本委員会参加各社で共有し、各社でトライアルを進め、本規格として提案することが求められる。この(仮)規格により各企業、各研究団体の電子ペーパー技術を同じ土俵で比較検討が出来るようになりうることは、今後の技術開発にとって重要な意味を持つと考えられる。別途本委員会の母体であるJBMA電子ペーパー懇談会にて共通の目標設定を設け普及への道造りを図ることも一つの方策として検討に値すると思われる。

また電子ペーパーシステムの標準化については、その応用システムが多岐に亘って提案されているなかで、オフィスで使用することを前提とした「オフィスドキュメントディスプレイ」システムモデルを仮定し、その枠組みの中で有効な標準化項目についての検討を行い、ガイドラインの骨格を示した。新たな課題としてはインタラクティブ性を得るため入力標準化の必要性が見えてきた。対応手段はいくつか存在するが、重要なことは表示データとの関連性を保ちつつ保存するための適切な標準化が必要となろう。他の分野についても基本的には今回検討した枠内で相当部分がカバーできると考えられ、ビジネスモデルが明確になるに応じてより詳細に議論しその領域に適合した規格・ガイドラインとすることを期待したい。

また3年間に亘り調査研究を進めてきたユーザーニーズの把握、そのための実証実験は、初期段階での期待感が先に立った調査から、商品化された電子書籍端末を用いた調査、更に本格的な教育現場での実証実験へと駒を進め、当初想定した目に優しく、軽く持ち運べ、エネルギー消費が少なく環境に優しいといった第三のメディアが求められる市場があるという仮説が、一步一步検証されてきた。今回得られたページ概念やそれに伴う操作性などは、標準化必要項目として、今後の検討に是非加えるべきと考える。

電子ペーパーを用いた実証実験は本調査委員会だけではなく、企業間で大規模にシステムとして実施されビジネス性が評価される状況になりつつある。しかしながら本調査研究活動から得られた種々のメッセージは、より電子ペーパーの持つ本質を探りあてるものとしての価値を充分備えるものと自負しており、本委員会に参加されている各企業、各研究機関での電子ペーパー研究開発および市場参入の方向性を定めるうえで参照され、活用さ

れることを切に願うものである。



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。