

平成 22 年 5 月 27 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007 ～ 2009
 課題番号：19560354
 研究課題名（和文） 読みやすい電子書籍・電子新聞実現のための電子ペーパーの研究

研究課題名（英文） Study on electronic paper approaching to readable e-Book and e-Newspaper

研究代表者
 面谷 信（OMODANI MAKOTO）
 東海大学・工学部・教授
 研究者番号：80297192

研究成果の概要（和文）：

従来、電子ディスプレイは文書情報を読む上では疲れやすく読みにくい現状にあり、本や新聞はやはり紙で読むのが理想的と思われている現状に対し、電子ペーパー技術により、読みやすい電子書籍や電子新聞を実現するための研究を進め、読みやすさや疲れにくさを実現するための要件を明らかにするとともに、その要件を実現するための表示方式の候補技術について表示原理レベルでの必要な知見を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

Electronic paper has been studied; it is a promising medium by which we access documents with more readability and less fatigue than the conventional electronic displays. Essential factors to realize readable electronic paper has been clarified in our study. Displaying methods which can realize the essential factors has been studied and basic characteristics of each promising methods has been clarified.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学、電子デバイス・電子機器

キーワード：ディスプレイ、電子デバイス・機器、環境対応、感性情報学、電子書籍

1. 研究開始当初の背景

電子ペーパー関連の研究は国内外の主要企業(富士ゼロックス、キャノン、リコー、凸版印刷、大日本印刷等、国外では E-Ink 社、Gyricon Media 社、Phillips 社等)において精力的に進められているが、現状はまだ手探り

状態と言える。その研究の現状は、現状ディスプレイの何を解決し何を達成すれば紙のように読みやすく疲れないもののできるのかが必ずしも明らかにされないまま、すなわち達成目標が不明確のまま進められつつある状態にある。製品開発の現状としては、

E-Ink 社の進める電気泳動方式による電子書籍がソニーから、また、コレステリック液晶方式による電子書籍が松下電器から発売開始されたが(2004年)、紙の代替物と言える状態にはなく販売実績は上がっていない。これは読みやすさの本質把握や表示システムとしての応用用途を的確な設定が不十分なまま製品化された結果としてとらえられる。

2. 研究の目的

前記背景をふまえ、電子ペーパーの実用と普及を目指す上で必要な研究として、本研究では (1) 読みやすさの本質的的確な把握、(2) 視認性の高い表示方式の実現、(3) 真に必要な用途を分析した上でのシステム化(電子教科書の実現等)を目的とする。

3. 研究の方法

本研究の特色は、紙の見やすさの本質、逆に言えば現状ディスプレイの見にくさ疲れやすさの原因がどこにあるかを明確にしようとする研究をその大きな柱としていることにある。具体的には、ディスプレイ作業とハードコピー作業の作業効率、疲労特性の差を定量的に比較する被験者実験を行い、両者の差を生じさせている要因を定量的に分析し、理想的な読みやすさを電子媒体上に実現するための達成指針を明らかにすることが本研究方法の一つの柱である。

その目標を達成するための表示方式の研究が本研究方法の二つめの柱であるが、その研究においては前記の研究により明らかにされる達成目標への適合を強く意識して進めることを大きな特色とする。特色のもう一つは、ER流体を用いる新しい表示方式を含む複数の表示方式の研究を同時進行させることにある。これにより各々の表示方式の中で達成目標に対し最も有望度の高い方式を最終的に選択し、集中的な研究を進めた。

4. 研究成果

(1) 初期検討

現状のディスプレイ作業において文章理解度の低下をもたらし得る要因として、スクロール表示形式の常用を候補としてすでに抽出したが、次なる検討課題として、「文書1ページずつスクロールなしに一覧できれば充分読み易いのか、複数ページを同時に閲覧できるほうがより望ましいのか」という疑問を挙げた。液晶ディスプレイを用いて表示域を計4種類{(a) 1/2ページ分呈示しスクロール使用、(b) 1ページずつ呈示、(c) 2ページずつ呈示、(d) 4ページ並列呈示}設け、文章校正作業遂行における作業性比較を行なった。また一方で、媒体の違いによる作業性比較も行った。比較媒体は一般的な紙と液晶ディスプレイに加え、市販の電子ペーパー

ディスプレイ(Albirey)の3種類を使用(表示域は4ページで統一)した。読みやすい電子ペーパー実現に向け、望ましい表示形式を明らかにすることを目的とし、ページ間を往来参照する用途での作業性について調査した。

実験の結果、異なるページ表示域での比較(作業効率・主観評価)の結果、「スクロール不要のページ全体表示」と「複数ページが同時閲覧可能」という要素は、世代に関係なく読みやすさ向上に繋がることが示唆された。また、異なる表示媒体の比較では、主観評価(見つけ易さ、好ましさ)において紙>電子ペーパー>ディスプレイの順となり、明確な嗜好の差が示され、ディスプレイは、紙・電子ペーパーに比べて、発見率の低下傾向と作業時間の短縮傾向があった。

電子ペーパーは、発見率では紙とほぼ同等で、ディスプレイよりも客観・主観ともに優位であったことから、作業性の点で優れた媒体候補として期待される。

(2) 発展検討

① ヒューマンインタフェース条件の研究：被験者を用いてのディスプレイ、紙媒体、電子書籍上での作業比較実験等により、特に i) 視覚疲労の定量化手法としての近点距離測定手法と主観評価との対応明示、ii) 電子ペーパーの低疲労性の確認とその原因明示、iii) 既存ディスプレイ上作業の困難性と短期記憶能力との因果関係分析を達成した。これらは電子ペーパーにおける作業効率の向上、疲労の減少、使いやすさ向上を達成する上での設計指針明確化等に貢献する成果である。

② 電子ペーパーを実現するための表示技術の研究：紙のような読みやすさを期待できる反射型候補技術 1) 電気泳動表示方式、2) ER流体を用いた表示方式について原理実験を進めた。

③ 電子教科書等への応用と活用方法の検討：1. 教科書への適用検討：電子ペーパーの研究は、電子書籍、電子新聞等に利用される段階に達して初めて社会に貢献した形となる。このための検討の具体例として電子教科書として利用するための、授業での使いやすさ、復習や記憶段階への適合性を紙の本に劣らないものとするための要件について検討し、「読む」行為のパターン分類と要件の整理を行った。また基本構想について出版社との意識合わせを進めた。

2. 学会予稿集としての適用性の検討：厚く重い紙の予稿集に代わる電子予稿集について、国際学会での試用(2008年6月)を行い試用者60人からのアンケート結果の分析により、使用者の好意的な傾向を明らかにすると同時に要改善項目を抽出した。

(3) 総括応用検討

① 読みやすさを実現するヒューマンインタ

フェース条件の研究

i) 短期記憶能力に着目したディスプレイと紙の作業性の定量比較: ディスプレイ画面における作業性低下の原因について、人間の短期記憶能力との関係に着目し、紙のように多数枚同時呈示形式で作業可能なことの優位性を定量評価により明らかにした。

ii) ディスプレイの疲労原因の抽出: 反射型/発光型の表示媒体の疲労比較について、様々な照明環境条件で実験評価を行い、反射媒体の有利となる環境条件を定量的に明らかにした。

②反射型表示技術の研究

印刷に近い表示質感とコントラストが期待される反射型表示方式として、ER流体を用いた表示方式について表示実験を行い、基本表示特性を確認した。

③電子教科書等への応用と活用方法の検討

i) 電子教科書の検討: ゆとりと到達度と省資源の同時達成を可能とする電子教科書のあるべき姿についてのコンセプトに立ち返っての基本検討を進めた。

ii) 電子新聞の検討: 現在の紙面レイアウトにこだわらず現在の紙面内容を電子ペーパー上に最適展開する考え方にに基づき新聞の電子化について検討し、電子ペーパーに求められる性能・機能の整理を進めた。

iii) 予稿集への適用検討: 紙版では重く、CD等を用いた電子版では会場で読みにくい学会予稿集に電子ペーパーを用いることによるコンパクトで読みやすく省資源型の予稿実現をめざし、2010年11月実施予定の実証実験の準備を進めた。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計12件)

①中山和広、面谷信、非水系の電気泳動現象における液中イオンの影響確認—電気泳動表示方式における粒子帯電メカニズムに関して—、日本画像学会誌、査読有、46(5)、2007、352-356

②今井順子、面谷信、文章理解度のディスプレイ上における低下要因の抽出—読みやすい電子ペーパーを目指して—、日本画像学会誌、査読有、46(2)2007、90-94

③面谷信、「読む」ためのディスプレイ: 電子ペーパーの研究開発動向、画像電子学会誌 査読なし、36(5)2007、617-624

④面谷信、電子ペーパーの狙いと動向—印刷物のように読めるディスプレイの実現をめざして—、日本印刷学会誌、査読なし、44(5)、2007、250-256

⑤坂本充、今井順子、面谷信、近点距離を利用した目の疲労測定法の検証—読みやすい電子ペーパーを目指す指針として—、日本画像学会誌、査読有、47(3)2008、2-6

⑥今井順子、面谷信、Reasons Why We Prefer

Reading on Paper Rather Than Displays:

Studies for Seeking Paper-like Readability on Electronic Paper, Journal of Imaging Science and Technology、査読有、vol.52, No.5、2008、051002-1 ~ 051002-5

⑦安部誠祐、軽部宏明、面谷信、電気泳動表示方式に用いられる非水系液体中の泳動現象に関する実験検討—電界印加時の電気二重層の挙動—、日本画像学会誌、査読有、48(1)、2009、3-8

⑧笹川和洋、藤掛英夫、佐藤弘人、面谷信、ポリマの壁とネットワークで安定化したコレステリック液晶素子、電子情報通信学会論文誌、査読有、J92-C, No.12、2009、26-31

⑨面谷信、電子ペーパー技術の現状と期待、エレクトロニクス実装学会誌 査読無、Vol.13 No.2、2009、101-106

⑩面谷信、「読むためのディスプレイ」電子ペーパー”による印刷文化の変革と環境への貢献、行政&情報システム 査読無、Vol.45 4月号、2009、29-32

[学会発表] (計14件)

①Junko Imai, Makoto Omodani、Reason Why Prefer Reading on Paper rather than Displays -An approach to the ideal design of readable Electronic Paper-、23rd International Conference on Digital Printing Technologies、2007.9.19、Anchorage (USA)

②今井順子、面谷信、電子ペーパーに望まれる読みやすさに関する研究—ページ表示の形式と読みやすさの関係評価—、Imaging Conference JAPAN 2007、2007.6.6 東京

③坂本充、今井順子、面谷信、近点距離を利用した目の疲労測定法の検証—読みやすい電子ペーパーを目指す指針として—、Imaging Conference JAPAN 2007 Fall Meeting、2007.11.22、京都

④Mitsuru Sakamoto, Junko Imai, Makoto Omodani、Evaluation of Eye Fatigue at an Electronic Paper - Verification of Near Point Measurement as a Metric of Eye Fatigue -、24th International Conference on Digital Printing Technologies、2008.9.6、Pittsburg(USA)

⑤Makoto Omodani、Junko Imai、Novel Evaluation Method for Visibility of Reflective Electronic Paper Display by Comparative Examination with Liquid Crystal Display、SID International Symposium、2008.5.22、Los Angeles (USA)

⑥Kosuke Nishimura, Makoto Omodani、Junko Imai、An Approach for Achieving Ideal Readability on Electronic Paper :Extraction of Essential

Disadvantages in Conventional Displays、SID International Symposium、2008.5.22、Los Angels (USA)

⑦Sonomi. Inoue, Mitsuru. Sakamoto, Makoto Omodani、Near Point Measurement on an Electronic Paper for Assessment of Eye Fatigue、(IDW '08) International Display Workshops、2008.12.4、Nigata (Japan)

⑧Junko Imai, Makoto Omodani、Comparison of Performances between LC Display / Electronic Paper / Paper at Proofreading Task on Multi-page Documents、Pan-Pacific Imaging Conference'08、2008.6.26、Tokyo (Japan)

⑨Norihiisa Fujii, Hiroaki Suzuki, Makoto Omodani、A Document Reading system using Electronic Paper Display、Pan-Pacific Imaging Conference'08、2008.6.26 Tokyo (Japan)

⑩Sonomi Inoue, Makoto Omodani、Analysis of Fatigue Difference between Paper and Displays - Effects of Medium Handling Style --、The Imaging Sciences and Technology (NIP25)、2009.9.24、Louisville (米国)

⑪ Sonomi Inoue, Makoto Omodani、Measurement of short-term memory of human for studying the common difficulty of working on a display、International Display Workshops、2009.12.9、Miyazaki (Japan)

⑫Sonomi Inoue, Makoto Omodani、Comparison of Fatigue among Paper, Display and Electronic Paper、IEEEJ Image Electronics and Visual Computing Workshop 2010、2010.3.7、Nice (France)

⑬井上園美、面谷信、紙とディスプレイ間の疲労差の要因分析－手持ち効果の評価－、Imaging Conference Japan、2009.6.10、(品川)日本

⑭面谷信、電子ペーパーの開発・応用動向、電気関係学会東海支部連合大会、2009.9.18、(名古屋)日本

⑮面谷信、電子ペーパーの研究・開発動向、日本化学会第90春期年会、2010.3.26、(大阪)日本

他に2件

[図書] (計3件)

① 尾崎邦宏(監修)、面谷信(分担執筆)、工業調査会、高分子材料の最先端技術、2007、92-98 (総ページ338)

② 中澄博行(編修)、面谷信(分担執筆)、技術教育出版社、FPD・DSSC・光メモリーと機能性色素の最新技術と材料開発、執筆502-510 (総ページ544)

③ 面谷信(監修および分担執筆)、東京電機

大学出版局、電子ペーパー、2008、(分担部：vii-viii、1-9、119-122、135-139、185-191)総ページ196

[産業財産権]

○出願状況 (計2件)

①

名称：エレクトロクロミック表示デバイス

発明者：面谷信 他5名

権利者：東海大学、船井電機

種類：特許

番号：特願2009-252226

出願年月日：2009年11月2日

国内外の別：国内

②

名称：映像投影システム

発明者：面谷信 他2名

権利者：東海大学

種類：特許

番号：特願2009-110286

出願年月日：2009年4月30日

国内外の別：国内

[その他]

朝日新聞(2010年5月3日朝刊)の特集記事GLOVE欄に面谷研究室の研究成果(電子ペーパーに関するヒューマンインタフェース要件の実験成果)が紹介された。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

面谷信 (OMODANI MAKOTO)

東海大学・工学部・教授

研究者番号：80297192

(2) 研究分担者

藤川 知栄美 (FUJIKAWA CHIEMI)

東海大学・工学部・講師

研究者番号：70319375