

早稲田大学大学院国際情報通信研究科

博士論文概要

論文題目

立体映像表現を用いた識字学習支援に関する人間工学的研究
Ergonomic Study on Stereoscopic Representations
for Literacy Learning

申請者

山添 (池下)	花恵
Hanae	Yamazoe(Ikeshita)

国際情報通信学専攻
先端メディアと人間工学研究Ⅱ

2011年 4月

文字は、人間同士のコミュニケーション手段として、日常生活に不可欠な存在である。人間は、文字という形状を用いた共通ルールに基づき、意思伝達的手段を共有することで相手に正確に情報を伝達することができる。日本の大多数の児童は、小学校の1学年から識字指導を受け文字の読み書き能力を身につける。小学校の通常学級では、識字指導の初期段階に文字を正確に書くことを重視しており、手本の文字を視写する方法やなぞり書きなどの反復的な学習方法が主流である。しかしながら、通常学級に在籍する一部の児童は、同じような学習環境を与えられても、他の児童と同様に識字能力を習得することができない。このような児童の多くは、学習面に著しい困難を示す学習障害児であり、そのうち読み書きに困難を示す発達性読み書き障害児である。発達性読み書き障害とは、知能障害、感覚運動障害、注意力の欠陥などの症状を示さないにも関わらず、読み書き習得のみに困難を示し、生涯にわたって続く発達性の障害である。

日本語は、特に複数の字画で構成されている文字が多いことから、発達性読み書き障害児は、字画が持つそれぞれの形状を一目で弁別することに困難を示す。近年、発達性読み書き障害児は増加傾向にあり、通常学級の識字学習では、健常児、発達性読み書き障害児を問わず同様の学習効果が得られる学習環境を整備、構築の必要性が求められている。しかしながら、日本では、発達性読み書き障害児への教育的な施策は確立されておらず、教師や家族が支援方法を模索しているのが現状である。また、発達性読み書き障害児のための識字学習教材は、基本的に紙、プラスチックシートやディスプレイなど、二次元空間で構成される平面的な機材を利用しており、日本語で頻繁に見られる多数の字画から構成された文字では、弁別が困難になりやすいという問題点がある。

発達性読み書き障害児は、読み書きに困難を示す一方で、特に科学や芸術のような視覚に関係する分野において優れた能力を発揮している者が数多く存在する。そのため、発達性読み書き障害児は空間認知能力が高いと考えられている。もし、発達性読み書き障害児の空間認知能力が高いならば、この認知特性を活かした文字呈示、つまり、文字を立体的に呈示することで、文字構造を認識しやすくできる可能性がある。

本研究の目的は、日本における発達性読み書き障害児の識字学習方法の課題を解決するための人間工学的な支援技術を提案し、これらの支援技術の手法について、実証的に検証することで、提案の有効性を明らかにすることである。これによって、発達性読み書き障害児の視覚と文字認識の関係に関する新しい知見を得ることである。支援技術の手法は、文字の構造を分かりやすくするために、3次元表示技術を基盤技術とし、人間工学的見地から発達性読み書き障害児の識字学習を支援する立体視を用いた

識字学習支援方法を提案した。具体的には、本手法は、文字を字画ごとに分解し、筆順の時間的なストロークを奥行き方向の空間的な情報に置き換えることで立体的に呈示する方法（立体視文字）である。立体視文字の表現は、従来の識字指導では、覚えやすさ、読みやすさ、書きやすさ等の観点から筆順に準じた書写に重点が置かれているため、立体視文字も筆順情報に基づいた立体視文字とした。立体視文字による識字学習支援方法を提案するにあたり、小児の識字学習に利用できる3次元表示技術を用いた立体視文字を設計し、発達性読み書き障害児における立体視と文字認識に関する基礎的な検討と立体視文字の教育的な学習効果に関する応用的な検討をした。発達性読み書き障害児の優れた空間認知能力に着目し、立体視文字による識字学習支援方法を開発することで、日本における発達性読み書き障害児の識字学習方法の課題を解決する知見を得た。

本論文の構成は、序論を含め7章からなり、各章の内容は、以下の通りである。

第1章では、序論として本研究の背景と目的、及び論文の概要について述べた。

第2章では、本研究の主たる背景となる発達性読み書き障害について、発達障害の全体像から述べ、従来の発達性読み書き障害児の識字学習支援方法の問題を明らかにした。また、従来の識字学習支援方法の問題点を解決するための方法を提案するとともに、関連研究の比較し本研究の位置づけを述べた。

第3章では、本研究が目指す発達性読み書き障害児のための識字学習支援システムの構築についてその設定条件と立体視が発達性読み書き障害児の文字認識に与える影響について述べた。まず、小児の平仮名学習に適した立体表現を行うため、視覚負担の少ない3次元表示技術を用い、両眼視差による立体視文字表現における奥行き位置を確認した。次に、立体視が発達性読み書き障害児の文字構造の認識に与えている影響を明確にするため、平面呈示方法の文字と立体視文字を比較した。さらに、立体視文字において、色により文字構造の認識に影響があるかどうか立体視文字の単色と色分けの比較を行い、字画の弁別に違いがあるかについて検討した。この検討結果により、発達性読み書き障害児の文字構造の認識において、平面文字よりも立体視文字の方が字画ごとの形状弁別を容易にすることを明らかにした。また、立体視文字の呈示時における色の影響は、発達性読み書き障害児の文字構造の認識に大きな影響を与えないことを確認した。

第4章では、立体視文字の学習効果について、発達性読み書き障害児を対象とした実証的な検討を行い、平仮名の識字学習支援システムを提案した。この検討結果により、立体視文字を用いた学習は、全対象児において、学習後に書かれた文字の逸脱量が減少し、学習後に書かれた文字が、学習前に書かれた文字よりもお手本の字形に近

いことを明らかにした。また、立体視文字による識字学習は、識字能力の向上に有効であることを確認した。

第5章では、小学校の通常学級において、発達性読み書き障害児、健常児問わず活用できる識字学習支援として、立体視文字ブロックを提案し、その文字構造認識について実証的な検討を行った。この検討結果より、立体視文字は、健常児においても文字構造の認識がしやすいことが明らかになり、健常児の識字学習として有用であることを確認した。

第6章では、他言語の文字における立体視文字の応用性を検討するため、英語のアルファベットに焦点を絞り、アルファベットの識字学習支援システムを提案した。アルファベットの識字学習支援システムを提案するにあたり、アルファベットの立体視文字における文字構造の認識に関する実証的な検討を行った。この検討結果より、母国語が日本語である健常者において、アルファベットの文字構造の認識は、平面文字よりも立体視文字の方が認識しやすいことを確認した。

第7章は、本研究で得られた、以下の結論を述べた。

本研究では、発達性読み書き障害児における従来の識字学習支援方法の問題点を解決し、立体視が発達性読み書き障害児および健常児（者）の文字構造の認識に寄与することを明らかにした。具体的には、立体視が小児の文字構造の認識に与える影響について、文字を立体的に表現することにより、発達性読み書き障害児および健常児の文字構造の認識において、字画ごとの弁別を高めることを可能とした。また、発達性読み書き障害児および健常児の文字認識において、立体視の影響は文字の記憶定着および筆順の想起に有効性があることが分かった。さらに、立体視文字による識字学習支援方法は、発達性読み書き障害児および健常児共に学習効果が期待でき、通常学級における識字学習支援方法として有用であることが分かった。立体視文字の他言語への適用について、英語のアルファベットに焦点をあて検討を行い、アルファベットにおいても平仮名と同様の効果が期待でき、国際通用性の高い識字学習支援方法として期待できることを示した。また、日本語以外の言語の立体視文字は、言語により正書法や手書き文字における運筆の方向性が異なるため、それぞれの言語により立体視文字の至適な奥行き呈示位置を調整することで有用であることを示した。

立体視文字による識字学習支援方法の適用対象者は、本研究の対象者情報より、母国語が日本語であり立体視機能が正常な者において適用可能であることを示した。空間認知能力が高い者については、立体視文字の呈示において、筆順情報を基準とする必要がない可能性があることを示した。

研 究 業 績

類 別	題名、 発表・発行掲載誌名、 発表・発行年月日、 連名者
論文	<ul style="list-style-type: none"> ○ 山添（池下）花恵，三家礼子，河合隆史，佐藤正，山形仁，山崎隆，宮尾益知，発達性読み書き障害児における立体視を用いた平仮名識字学習の効果，日本教育工学会論文誌，32(4)，417-424，2009年2月 ○ Yamazoe(Ikeshita), H., Mitsuya, R., Kawai, T., Sato, T., Yamagata, H., Yamagata, Yamazaki, T., Miyao, M., The Effect of using Stereoscopic in a Literacy Learning System for Children with Developmental Dyslexia, Educational Technology Research, (32) 53-60, October 2009 ○ 山添（池下）花恵，河合隆史，宮尾益知，文字構造の認識における立体表現の効果-発達性読み書き障害児への適用-，ヒューマンインタフェース学会論文誌，12(3)，259-267，2010年8月 ○ 山添花恵，河合隆史，宮尾益知，識字学習支援のための筆順情報に基づく立体視呈示を用いた文字構造の認識，電子情報通信学会論文誌，J94-D(1)，242-250，2011年1月
国際学会	<p>Ikeshita, H., Kato, R., Kawai, T., Sato, T., Yamagata, H., Yamazaki, T., Miyao, M., Using 3D Displays to Teach Japanese Characters to Children with Developmental Dyslexia, The 2nd Riken Brain Science Institute and Oxford-Kobe Joint International Symposium: Reading and Dyslexia in Different Languages, 52-53, April 2007</p> <p>Ikeshita(Yamazoe), H., Kawai, T., Ishii, M., Yamagata, H., Niinuma, K., Ono, Y., Miyao, M., Evaluation of 3D Displays in Terms of Literacy Learning, Proceedings of IDW '09(The 16th International Display Workshops), 1135-1138, December 2009</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Yamazoe(Ikeshita), H., Kawai, M., Yamagata, H., Niinuma, K., Ono, Y., Miyao, M., Development of Stereoscopic Alphabet Literacy Learning System for Children with Developmental Dyslexia, Proceedings of CSEDU2010 (2nd International Conference on Computer Supported Education), 454-457, April 2010
国内大会	<p>池下花恵，加藤亮，河合隆史，佐藤正，山形仁，山崎隆，宮尾益知，マルチレイヤーディスプレイを用いた識字学習システムの評価，情報処理学会，情報処理学会全国大会講演論文集，68(4)，615-616，2006年3月</p> <p>中川裕美，宮尾益知，池下花恵，河合隆史，立体視の応用による読字障害（ディスレキシア）の支援・解明への取り組み，日本小児神経学会，脳と発達，38，162，2006年6月</p> <p>池下花恵，加藤亮，河合隆史，佐藤正，山形仁，山崎隆，宮尾益知（2006）. ディスレキシアにおける立体視を用いた学習支援方法の検討，日本LD学会，日本LD学会第15回大会発表論文集，280-281，2006年10月</p>
その他	<p>池下花恵，加藤亮，河合隆史，佐藤正，山形仁，山崎隆，宮尾益知，マルチレイヤーディスプレイを用いた識字学習システムの試作，早稲田大学国際情報通信研究 公開研究発表会，予稿集，39，2005年10月</p>

<p>その他の業績論文</p>	<p>山添（池下）花恵，河合隆史，宮尾益知，視覚的認知を利用した漢字書字訓練手法の開発ー学習障害児への適用ー，日本教育工学会論文誌，32(Suppl), 13-16, 2008年12月</p>
<p>国際学会</p>	<p>加藤亮，河合隆史，池下花恵，二瓶健次，佐藤正，山形仁，田代泰典，山崎隆 (2008). 携帯型ビデオゲームソフトの人間工学的評価，デジタルゲーム学研究，2(1), 67-75, 2008年3月</p>
<p>国際学会</p>	<p>Kato, R., Kawai, T., Ikeshita, H., Nihei, K., Sato, T., Yamagata, H., Tashiro, H., Yamazaki, T., Ergonomic evaluation of portable videogame software, DiGRA2007 Situated Play International Conference, Proceedings of DiGRA 2007, 91-95, September 2007</p> <p>Ikeshita, H., Kato, R., Kawai, T., Sato, T., Yamagata, H., Yamazaki, T., Miyao, M., Playing Styles of Children with Mild Developmental Disabilities in Video Games, DiGRA2007 Situated Play International Conference, DiGRA2007 Situated Play International Conference : Program, 46, September 2007</p>
<p>国内大会</p>	<p>Yamazoe, H., Kawai, Miyao, M. A Visual Training Device for Learning Chinese Character of Children with Developmental Dyslexia. Proceedings of CSEDU2011 (3rd International Conference on Computer Supported Education), May 2011, (to appear)</p>
<p>国内大会</p>	<p>清水藍，二見直弘，木村素明，池下花恵，岡内秀明，高橋陽介 (2004). 地域情報アーカイブス構築に関する一提案-台東区の地域情報を中心に，映像情報メディア学会，映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集(CD-ROM)，2004, 13-11, 2004年12月</p> <p>池下花恵，秦ヒョジョン，長幾朗 (2005). デザイナーの暗黙知に基づくレイアウトデザインシステムの提案，インタラクション 2005，インタラクション 2005 予稿集 (CD-ROM)，D-409, 2005年3月</p> <p>池下花恵，加藤亮，河合隆史，坂井滋和，佐藤正，山崎隆，山形仁，有馬敏夫，TVゲームを用いた発達障害児における遊び特性の調査，日本人間工学会，人間工学，42, 特別号, 200-201, 2006年6月</p> <p>池下（山添）花恵，河合隆史，宮尾益知，学習障害児における漢字書字の学習支援に関する検討，日本LD学会，日本LD学会第16回大会 発表論文集，318-319. 2007年11月</p>
<p>その他</p>	<p>二見直弘，清水藍，木村素明，池下花恵，高橋陽介，岡内秀明，長幾朗，台東区における地域情報アーカイブスのビジュアライゼーション，早稲田大学国際情報通信研究 公開研究発表会，予稿集，67, 2004年10月</p> <p>秦ヒョジョン，池下花恵，高橋陽介，山脇正光，南元哲，長幾朗，エディトリアル・スマート・レイアウトシステム，早稲田大学国際情報通信研究 公開研究発表会，予稿集，68, 2004年10月</p> <p>加藤亮，河合隆史，池下花恵，佐藤正，山形仁，山崎隆，TVゲームの効能に関する基礎的検討，早稲田大学国際情報通信研究 公開研究発表会，予稿集，40, 2005年10月</p>

池下花恵, 加藤亮, 河合隆史, 佐藤正, 山形仁, 山崎隆, 宮尾益知, 軽度発達障害児における TV ゲームを用いた支援方法の検討, 早稲田大学国際情報通信研究 公開研究発表会, 予稿集, 74, 2005 年 10 月

奥山眞紀子, 宮尾益知, 池下 (山添) 花恵, 河合隆史, 発達障害者の新しい診断・治療法の開発に関する研究, LD (ディスレキシア) および付随した障害に対する PC (シリアスゲームなど) を使った治療法の開発, 発達障害者の新しい診断・治療法の開発に関する研究 平成 19 年度 総括・分担研究報告書, 137-142, 2008 年 3 月

奥山眞紀子, 宮尾益知, 山添 (池下) 花恵, 河合隆史, 発達障害者の新しい診断・治療法の開発に関する研究, LD (ディスレキシア) および付随した障害に対する PC (シリアスゲームなど) を使った治療法の開発, 発達障害者の新しい診断・治療法の開発に関する研究 平成 20 年度 総括・分担研究報告書, 151-154, 2009 年 3 月

奥山眞紀子, 山添 (池下) 花恵, 河合隆史, 発達障害者の新しい診断・治療法の開発に関する研究, LD (ディスレキシア) および付随した障害に対する PC (シリアスゲームなど) を使った治療法の開発, 発達障害者の新しい診断・治療法の開発に関する研究 平成 21 年度 総括・分担研究報告書, 171-175, 2010 年 3 月

奥山眞紀子, 宮尾益知, 山添 (池下) 花恵, 河合隆史, 発達障害者の新しい診断・治療法の開発に関する研究, LD (ディスレキシア) および付随した障害に対する PC (シリアスゲームなど) を使った治療法の開発, 発達障害者の新しい診断・治療法の開発に関する研究 平成 19-21 年度 総合研究報告書 (総括・分担), 105-114, 2010 年 3 月