

# ディスレクシアの児童・生徒達のための手書き文字・数式入力インタフェースの研究開発 (132310010)

Development of Handwriting Input Interface of Text and Math for Dyslexia Students

## 研究代表者

鈴木 昌和 公益財団法人九州先端科学技術研究所

Masakazu Suzuki Institute of Systems, Information Technologies and Nanotechnologies

## 研究分担者

坂本 好夫<sup>†</sup> 下津浦 耕士<sup>†</sup> 下津浦 陽子<sup>†</sup> 二宮 雄司<sup>†</sup> 山内 令一郎<sup>†</sup>

Yoshio Sakamoto<sup>†</sup> Koji Shimotsuura<sup>†</sup> Yoko Shimotsuura<sup>†</sup> Yuji Ninomiya<sup>†</sup> Reiichirou Yamuchi<sup>†</sup>

<sup>†</sup>公益財団法人九州先端科学技術研究所

<sup>†</sup>Institute of Systems, Information Technologies and Nanotechnologies

研究期間 平成 25 年度～平成 26 年度

## 概要

発達障害者の中には読みに困難がある人（ディスレクシア）がいるが、ディスレクシアの人達は自分が書く文字が読めないため、書くことにも困難がある事が多い。その課題を解決するために、手書きの文字や数式を直ちにオンラインで認識して読み上げる DAISY (EPUB3) インタフェースを開発する。その有効性の教育現場での実証研究を通して、ディスレクシアの生徒達に文字や数式、図表等がどのように見えているかを検証し、コンテンツ製作の改善にフィードバックする。

### 1. まえがき

近年、小学校入学時の発達障害による相談は年々増加傾向にあり、学習障害の一つである、ディスレクシア（読字障害）の存在も顕在化してきている。一般的には軽度の例も含めると全人口の 5～10%（欧米 10%、日本 5%）の人々が発達障害の素因を持っているとされており、平成 24 年度に実施された文部科学省の調査結果でも「読み書きに困難がある生徒」は 2.4%、計算などの能力も含めた学習障害者は 4.5% となっており、平成 16 年の文献である筑波大学・宇野彰「発達性 dyslexia」を見ても、5% にかなり近い割合の発達障害者が潜在的に存在していることになる。今までは発達障害が一般的には認識されておらず、ただ単にやる気や才能の無い児童と誤解されてきたが、近年の脳科学の進歩や報道によって、発達障害が一般に理解され顕在化されたことが、相談件数の増加に繋がっているものと思われる。しかし、現状では多くの場合、初等中等教育で十分な配慮が得られているとは言いがたく、日本では受験制度の問題などもあり、ディスレクシアをもつ人が高等教育を受ける機会を得ることが困難であるという現状がある。特に中学校では、書字障害への理解が得られず、本人の実力に対して低い成績評価となり、ディスレクシアの生徒たちの「学ぶ意欲」を失わせる原因となることも、保護者や当事者の大きな悩みとなっている。

ディスレクシアは、ひとりひとり現れ方が違うため、個別に対応する必要があるが、(1) 一人ごとのニーズに合わせた教育プログラムの支援にあたるマンパワーの不足、(2) 有効な支援手法（教材・機器など）の整備が大きな課題である。支援機器に関しては、ディスレクシアに最適な言語情報の作成・提示方法が必要とされているが、近年の欧米を中心とする豊富な教育現場での実践報告や、日本における DAISY 教科書提供の事例などによって、マルチメディア DAISY の教材がディスレクシアの支援に有効であることがわかってきている。また、マルチメディア DAISY コンテンツのプレイヤー（閲覧ソフト：音声と読み上げ中の文章や数式の画面上のハイライトが同期）についても、国内外で種々のソフトウェアが開発され、各国で

利用されている。コンテンツ製作体制も徐々に整いつつあり、公益財団法人日本障害者リハビリテーション協会を中心に、マルチメディア教科書製作者ネットワークが形成されている。更に、代表者らの研究開発により、理数科も含めたマルチメディア DAISY 教科書の品質の向上と製作コストの軽減の両面での改善が計られている。このように、「読みに困難がある生徒達」のためのアクセシブルなコンテンツ製作とそれをういた指導については、多くの研究開発が行われ成果も上げているが、一方で、ディスレクシアの生徒達は自分が書く文字も読めないため、書くことにも困難があるのが通例である。キーボード入力が普及している欧米に比べて、日本では初等中等教育では筆記が中心である状況を踏まえ、本研究ではディスレクシアの生徒達のための手書き入力インタフェースの研究開発を行った。

### 2. 研究開発内容及び成果

本研究開発は、次の 2 つを柱に進めた。

- ① マルチメディア教科書・教材に求められるニーズの調査と製作システムへの反映
- ② 手書き文字認識と合成音声を用いて生徒が書く文字や数式をリアルタイムで読み上げるシステムのプロトタイプを開発し、実証テストにより「書くことへの支援の可能性」を調査すること

この方針に従って、初年度は本研究の協力機関であるディスレクシアの生徒達のための塾（ギフトド）の教師をはじめ各方面への聞き取り調査などを元に、代表者らが開発中のマルチメディア教材製作システムに反映させ、ギフトドの生徒達のための各教科の教材サンプルを作成した。また、ディスレクシアの生徒達は単に鏡文字だけでなく、漢字の偏と旁が入れ替わった文字や 90 度回転した文字など、多様な文字を書くことがあるという事前調査を元に、こうした文字の筆記に対応した新しい文字認識エンジンの開発が必要になると考え、そのための学習データ収集と筆記の特性調査のためのテストシステムを開発した。

製作したシステムでは、

- 課題文字列に対して生徒が記入
- 幾何学変換と言語情報 (bi-gram, tri-gram) の併用に

より鏡文字や回転文字に対応した認識

- 時系列筆記データと認識結果の修正履歴を自動的にデータベースに記録

という構成で実装を行い、年度末に実際にギフテッドの生徒達による実証テストを行った。

平成 26 年度の研究開発はこれらの結果を詳細に検討し、発達障害がある生徒達の学習支援のために現時点での喫緊のシステムは何であるかを改めて検討するところからスタートした。①で作成したマルチメディア教材サンプルをギフテッドの生徒達の個別の聞き取り調査なども含めて検討した結果、教材製作システムの改良だけでは対応できず、プレイヤー側で解決すべき課題が多くあることが明らかになった。(その結果は、代表者らが別途、科研費で開発中のマルチメディア DAISY と EPUB3 のプレイヤーに反映されフリーソフトとして公開されている)②については、検証の結果、タブレットを利用した場合には鏡文字や回転文字を書かないという予想外の実事判明し、開発方針の大幅な見直しが必要となった。一方で、手書き文字認識と自動読み上げを用いた支援システムの効果には確かな手応えがあり、上記の新しいマルチメディア DAISY (EPUB3)プレイヤーに組み込む形で実装を進めた。新しいプレイヤーでは、

- ユーザーの障害に応じて、ニーズに合わせたカスタマイズがプレイヤー側で可能
- 画面上の任意の位置でダブルクリック (タップ) することにより、ユーザーが文章や数式を入力出来るエリアが開き、そのエリアに入力した文章や数式は、他の本文と同様にリアルタイムでハイライトしながら読み上げられる

という特徴を持つ。単にマルチメディアコンテンツを読むためのツールではなく、「書くことの支援」も可能なツールとして、自習用や学校での試験などでの利用も可能な、プレイヤーと一体化したソフトウェアを開発した。そしてそのプレイヤーを用いて、典型的なディスレクシアの生徒が含まれる実証テストを実施した。その結果、手書きで書いた自分の文字がきれいな活字体の文字に瞬時に書き換えられる機能が生徒達の「筆記意欲」を大きく改善し、日頃頑強に文章を書くことを拒否する生徒達が楽しそうに長い文章を書き続けるなど、教師が驚く結果となり、今後のシステム開発で留意すべき点も明確になった。

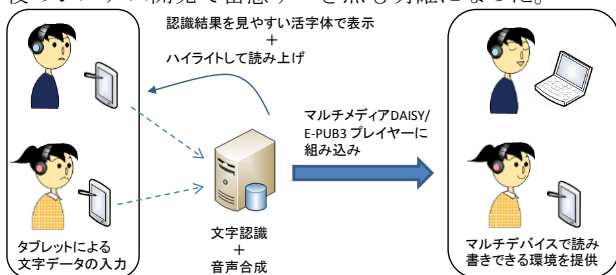


図1 本研究で開発した技術

- DAISY(EPUB3)プレイヤーの改良
  - 生徒の見え方に合わせてユーザー側で配置やページ切り換え等のカスタマイズする機能
  - 分ち書きやルビ表示などをユーザーのニーズに合わせて調整可能
  - HTML+JavaScript による AudioHTML の形に変換して Android や iPad などのタブレットで閲覧可能
- 手書きの文字・数式入力機能
  - タブレットのペンでユーザーが手書きにより文章や数式を入力 → 認識して DAISY 化 → リアル

タイムで読み上げ

### 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本研究の成果の一つは、ディスレクシアなどの読むことに困難がある生徒達のために、マルチメディア教科書・教材の閲覧システムに必要な機能を整理して新しいマルチメディア DAISY/EPUB3 プレイヤー (ChattyBookcase) にその多くを組み込むことが出来たことである。現在、日本では公益財団法人日本障害者リハビリテーション協会を中心にマルチメディア教科書製作者ネットワークが形成され、その事業で提供しているマルチメディア DAISY 教科書の利用者は、平成 26 年度は約 2400 名となり年々増加している。この事業でのマルチメディア DAISY 教科書の利用状況の調査結果や、利用者によるアンケートなどから浮かび上がっている課題の一つが、ユーザーの個別のニーズの多様性である。提供している教科書により学習環境が飛躍的に改善したという生徒がいる一方で、次年度以後に継続して利用する生徒の割合が伸び悩んでいるという実態がある。それは現在、一般に普及しているマルチメディア DAISY コンテンツのプレイヤーの標準的な機能では、生徒達のニーズの多様性に対応できないことが最大の理由であることが、本研究での調査研究結果から明らかになった。今回開発した新しいマルチメディア DAISY/EPUB3 プレイヤー (ChattyBookcase) は公開され次第、日本障害者リハビリテーション協会でのマルチメディア DAISY 教科書配信ネットワーク事業を通してユーザーに提供される見通しである。ユーザーによる書き込み機能や、レイアウトのカスタマイズ機能の一部は未実装のまま、他の主要なカスタマイズ機能を組み込んだ最初のバージョンは既に公開済みである。文字と数式の手書き入力インタフェースを備えた完成バージョンは、日本障害者リハビリテーション協会のマルチメディア DAISY 教科書配信ネットワークでの利用者による評価結果を踏まえ、改善を加えた上で、1~2 年以内に公開したいと考えている。

### 4. むすび

読むことに困難がある学習障害の生徒達は書くことにも困難があるのが普通である。マルチメディア DAISY や EPUB3 などの読むことを支援するため教材のプレイヤーと一体化された、書くことを支援するシステムの開発は今後重要性を増してくると考えられる。今回の研究で、その実用化に向けた第一歩を踏み出すことが出来たと考えている。

#### 【誌上发表リスト】

- Masakazu Suzuki and Katsuhito Yamaguchi, “User-Editable DAISY/EPUB3 Player with Handwriting-Input Interface for Math Contents”, The 30th Annual International Technology & Persons with Disabilities Conference(San Diego), (2015/3/6)
- 鈴木 昌和 (九州先端科学技術研, サイエンス・アクセシビリティ・ネット)、山口 雄仁 (日本大)、“新しいコンセプトによるマルチメディア DAISY プレイヤーの紹介 “、日本学術振興会 平成 26 年度科学研究費補助金等による研究集会「科学情報の電子化・自動処理、およびそのアクセシビリティ」(東京)、(平成 27 年 2 月 8 日)
- 鈴木昌和、“アクセシブルなマルチメディア教科書の新しい製作システム -- DAISY, EPUB3, HTML5 --”, 科学情報の電子化・自動処理, およびそのアクセシビリティ (平成 26 年 2 月 9 日)