

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 9 月 13 日現在

機関番号：12201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25330405

研究課題名(和文) 読書困難生徒を支援する日本語文章提示システムの改善・活用に関する研究

研究課題名(英文) Study on Japanese text presentation system helping pupils with reading difficulties

研究代表者

青木 恭太 (AOKI, KYOTA)

宇都宮大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：00125808

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：読書障害は、学習全体に大きな影響を与える。読書困難を示す児童は多様であり、個々に適切な援助を行う必要がある。

本研究では、読書困難児を援助するために、日本語文提示システム「よもーヨ」を利用して、読書困難の状況、要因を明らかにする方策を提案実現した。「よもーヨ」の利用記録から読書困難要因の推定、および読書形態の分類方策を提案実現した。さらに、不器用さが読書困難などを含む学習困難の要因として注目されるなか、運動調節機能の計測評価方式を提案実現し、運動調節機能の発達状況を明らかとした。

研究成果の概要(英文)：Reading difficulty makes a large impact all over the learning. The reading difficulty includes many features. We must help the pupils with a reading difficulty personally and properly.

This research proposed and implemented the method to measure and estimate the reading difficulty in the usage of “Yomoyo” that is a Japanese text presentation system to help the pupils with reading difficulty.

Many pupils with reading difficulties show clumsiness. Clumsiness is an important factor in learning difficulties. This research proposed a new measuring method to measure and estimate the clumsiness with cooperative movement of hands. And, it shows that the development of motor control function in primary school ages.

研究分野：情報工学

キーワード：読書困難 個別支援 運動調節機能 計測 評価

1. 研究開始当初の背景

小学校、特に公立学校では、生徒の学習能力の開きが大きくなっており、教師一人による一斉授業が困難となってきている。これに対する対策として、ICT 機器を個々に導入し、生徒個々の特性に即した教育を実施する方策が求められている。

これまでの、視覚障害者などの重度の障害者に適切な援助を与えるための機器として、DAISY などの機器が開発された。学習障害 (LD) は、近年になり注目されているが、障害全体で見れば、極めて軽度の障害とみなされており、そのため障害としての立場からの援助に関する研究は少ない。DAISY を LD 児に適用して、効果を検証した研究があるが、DAISY は、視覚障害者を対象として開発された機器であり、LD 児が使用するのに適したものではない。

我々は、LD 児の中でも読書において困難を示す読書困難児を支援する機器として「よも一ヨ」を開発した。「よも一ヨ」は、読書困難児を支援するために DAISY などと比較してより有効であった。図 1 に「よも一ヨ」の構成を示す。

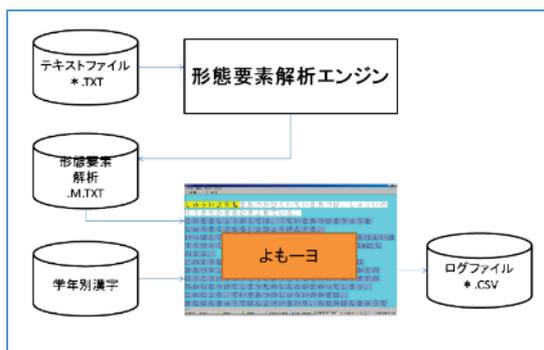


図 1 「よも一ヨ」の構成

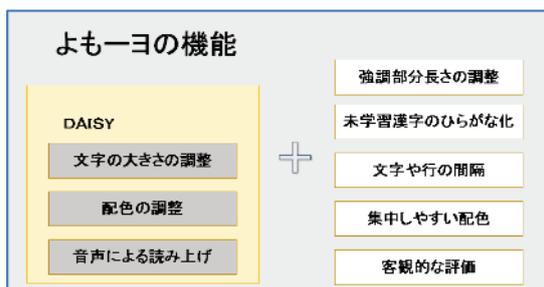


図 2 「よも一ヨ」の機能

図 2 に「よも一ヨ」が提供する機能を示す。

2. 研究の目的

本研究では、「よも一ヨ」を改善し、さらにその活用方法を示すことを初期の目的としていた。その中で、特別支援学級などではなく、通常学級の中での LD 生徒への援助を主たる目

的とした。「よも一ヨ」の利用対象として通常学級における全生徒の同時使用を考えると、「よも一ヨ」を適切に設定する手数を削減することが必須となる。図 3 に「よも一ヨ」の提示画面例を示す。

「よも一ヨ」などの ICT 機器を個々の児童・生徒の状況に適して運用を行う場合には、対象となる児童・生徒の状況を正確に把握することが必要となる。これらのことから、「よも一ヨ」の機能をさらに拡張するし、その活用方法を示すよりも、読書行動については「よも一ヨ」利用児童・生徒の読書状況を少数の教師などの助けなく推定する能力を付与することを本研究の第一目的とした。

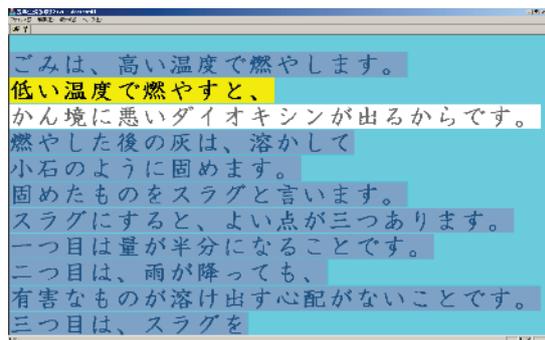


図 3 「よも一ヨ」の提示画面例

3. 研究の方法

極めて重度の LD 児は、特別支援の対象となり通常の学級には存在しない。しかし、通常の学級には重度に近い LD 児から軽度の LD 児さらに普通児や優秀な児童にわたる極めて広範囲の児童が在籍する。また、通常学級では一名の教員が 30 名を超える児童に対応することになる。

通常児は、類似の特性を示すので少数の教員による一斉授業に対応可能である。一方、LD 児や優秀児は、多様な特性を示す。多様な特性を示す児童集団を一人や少数の教師が一斉授業で適切に多様な児童集団に教育を施すことは不可能である。

多様な個々にことなる読書困難児や優秀児を適切に支援するためには、児童の状況あるいは学習の状況を適切に把握することが必要である。

LD 児などを援助する機器が存在しても、個々に異なる LD 児に適切に対応するためには、その機器を適切に設定することが必要である。ICT 機器を個人に向けて適切に設定するためには個々の LD 児などの状況を正確に把握することが必要である。

近年の情報処理機器の発達は著しく、安価なパーソナルコンピュータであってもビデオカメラやマイクロフォンを備えている。また、これからさらに普及するパッド PC などでもビデオカメラやマイクロフォンを備えている。「よも一ヨ」は、読書困難児童を援助するた

めに、日本語文を適切な様相で提示する機能を備えている。「よも一ヨ」を適切に設定するには利用児童の読書困難状況を適切に把握する必要がある。また、「よも一ヨ」を利用することにより利用児童の読書困難状況が軽減されていく過程においても「よも一ヨ」を適切に設定するためには、利用児童の読書困難状況を把握し続ける必要がある。

通常学級において、個々の児童の読書困難状況を日々少数の教員が把握し続けることは不可能であり、個々の児童が利用している ICT 機器によりその利用者の読書困難状況を把握し続けることが必要になる。

「よも一ヨ」操作記録解析による読書状況把握

「よも一ヨ」利用者は、キーボード入力により次に読む部分への移動を明示的に指示する。このキーボード入力状況により利用者の読書状況を把握する。

「よも一ヨ」利用実験を実施し、操作記録を解析することにより、読書状況を分類・評価する。

「よも一ヨ」では、利用者の操作が詳細に記録される。この記録から、注目読み部分の長さや読み時間の関係を抽出し、その特性を調査・解析した。

注目読み部分の長さの定義としては、文字数、モーラ数、ひらかな記述文字数などが考えられるが、本研究では、どの定義が読書行動把握に適しているかを比較検討し、文字数（漢字開かなまじり文）が最も適しているとの結論を得た。

「よも一ヨ」操作時の顔画像および読み上げ音声に基づく読書状況把握

「よも一ヨ」の動作基盤であるパーソナルコンピュータ、特にノートPCやパッドPCでは、カメラやマイクを標準的に装備している。これらを有効に利用することにより、「よも一ヨ」利用児童の顔画像を得ることや読み上げ音声を得ることが可能である。これらの情報を有効に用いることで「よも一ヨ」利用児童の読

書行動を詳細に把握することが可能である。これを、通常のノートPC程度の性能の計算機で処理する方式を実現する。

運動調節機能計測による発達年齢推定

読書困難児の中に不器用さの目立つ児童が多くいることが教師の観察などから分かっている。もちろん、書字困難を示す児童の中にも多くの不器用さを示す児童が含まれる。

新入学児にも不器用さを示す児童が多く含まれる。また、次第に不器用さを示す児童の割合が増しているように見える。

児童の運動調節機能の発達状況を簡便・安全・精密に計測する方策を新しく開発して、多くの普通児童の運動調節機能を計測することで運動調節機能の発達状況を解明する。

4. 研究成果

「よも一ヨ」操作記録による読書状況把握

「よも一ヨ」使用時の強調表示文字列長とキー操作による読み時間の関係を分析することにより、読み困難の検出および読み困難要因の推定が可能であることを確認して、示した。また、読み困難を示さない児童においても、その読書行動に複数の形態が存在することが明らかとなった。

そこで、注目文字数と読み時間の関係をもとに解析した。各児童の注目文字数と読み時間の関係を見ると、当然ではあるが、注目文字数が増すと読み時間が増す。この関係を線形関係とみなして近似することにより、注目文字数と読み時間関係が得られる。得られた関係から読み時間が増す方向に異なった注目文字部分には読み困難要因が含まれる。これにより読み困難要因の検出が客観的に可能となった。(学会①②③④⑤⑥⑦⑧⑨)

図4に軽度の読み困難を示す場合の注目文字数と読み時間の関係を示す。

推定された注目文字数と読み時間関係から読み時間が大きく隔たっている注目文字を検出することにより読み困難要因を客観的に検出することが可能となっている。

図5に読み困難を示す場合の注目文字数と

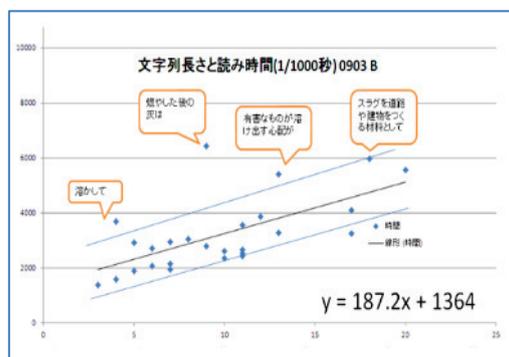


図4 軽度の読み困難を示す場合の注目文字数と読み時間関係

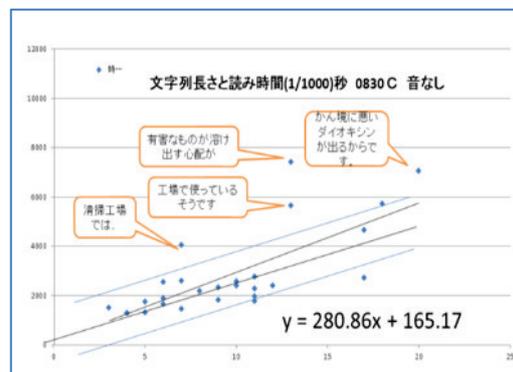


図5 読み困難を示す場合の注目文字数と読み時間関係

読み時間関係を示す。

「よも一ヨ」操作時の顔画像および読み上げ音声に基づく読書状況把握

通常の PC に付属しているカメラにより撮影される利用者顔映像と通常の PC に付属しているマイクを用いて録音される利用者音声をを用いて、口の動きを推定する方式を提案実現した。

これにより、注目文字列を読む間にどのように注目文字列を目視し、内容を理解し、音声として朗読するかを客観的に計測評価可能となった。

図 6 に、読書時の読書状況の把握結果の例を示す。

機能優先から状態把握優先

本項目は、研究成果としてまとまって発表はできていないが、新しい研究方向を示す重要な要因である。

オランダの小学校調査から、ICT 機器の性能及びその利用について、重要な知見が得られた。

すなわち、ICT 機器の性能などを見ると決して最新のものではなく、またその性能も決して十全とは言えない。しかし、教師および児童は、その機器を、その制限の中で日々有効に（使える範囲でうまく）使用している。ICT 機器の性能は、教師の工夫で十分に補うことが可能である。どのように、ICT 機器を使用するかについて、制限が大きいと、当然 ICT 機器に要求される機能も大きくなる。しかし、自由な発想と創意工夫で ICT 機器を使用すると、性能不足を補う創意工夫自体が教育的意味を持ち、性能不足を克服していくこと自体が教育（知恵の獲得）になっている。

このような考え方の中で重要な点は、ICT 機器の性能ではなく信頼性になる。学校の活動は日々進行していき、子供の成長は目覚まし

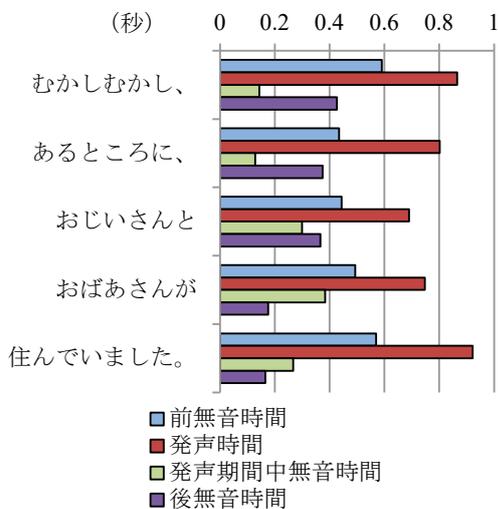


図 6 読書行動把握

いものがある。ICT 機器が故障して、2 週間動かなければ、その ICT 機器なしで日々の活動を行う工夫が教師と児童でなされ、2 週間後に ICT 機器が修理されても、信頼を失った ICT 機器が再び喜んで利用されることは保証されない。

結論として、ICT 機器の提供する機能も重要ではあるが、その信頼性は機能にもまして重要である。さらに、個々の児童に ICT 機器を個別に持たせて授業などで活用しようとする、一人の児童の使用する機器の故障や不調が学級全体の活動へ大きな影響を与える可能性が大きくなる。

センター試験の英語リスニングにおける機器信頼性の問題に類する問題が日本中の小学校の学級で生起する可能性がある。機器のハードウェア信頼性を確保することはもちろんであるが、ICT 機器で利用されるソフトウェアの信頼性も高く保つ必要がある。極めて先進的なソフトウェアは、その動作を極めて高い信頼性で保証することは困難であり、信頼性確保のために、機能を制限することも必要である。機能の制限された ICT 機器であっても、教師と児童の工夫により児童の知恵を増しながら有効に利用することが可能となる。

協調運動詳細計測による運動調節機能発達評価

読書困難要因を考えるうえで、不器用さが教師の間で注目されている。特に近年になり、不器用さを示す児童が増している。また、学習障害を示す児童において、効率に不器用さが伴っている。

これらの知見から、読書困難字においても不器用さが読書困難要因の一つをなすのではないかと予測し、研究代表者らが新しく開発した協調運動計測評価システムを利用して、小学校児童の運動調節機能の発達状況を計測・評価した。

運動調節機能計測システムは、人の運動調節機能を図 7 に示すように、提示映像として示される例示運動と同じ動作を提示運動と同期して行わせることで、運動調節機能全体の能力を計測評価しようとしている。

計測システムは、ディスプレイに提示した手の回内・回外運動に合わせて手を動かす過程を LeapMotion センサを利用して計測し、動き

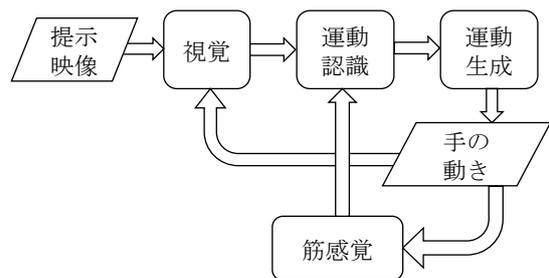


図 7 視覚刺激同期運動生成過程

の一致度合いを評価値として出力する。
 上記システムは、粗大運動を利用せず、簡便・容易・安全に運動調節機能計測を実現している。

小学校児童を対象として、運動調節機能計測を行った。対象児童は50名であった。

その結果、女子においては、月齢と運動調節機能の発達に明瞭な線形関係を見出した。

$$M = 193.8 - 263.2NSM \quad (1)$$

(1)は、運動調節機能計測値と月齢の関係を示している。Mは、月齢であり、NSMは、運動調節機能評価値である。

これにより、運動調節機能の発達状況を安全、容易かつ客観的に計測評価することが可能となった。図8に小学校女児の運動調節機能評価値と月齢の分布を示す。(学会⑫⑬⑭)

むすび

「よも一ヨ」の拡張を目的として研究を開始したが、利用者読書行動の把握が日本語文提示機能の拡張よりもより重要であるとの結論に至り、「よも一ヨ」利用者の読書行動を把握する方式を追求した。また、読書困難を示す児童においては高率に不器用さを示すとの知見から、不器用さを客観的に計測評価する方式を開発し、それを用いて運動調節機能の発達状況の客観的、安全、簡便、容易な計測・評価を実現した。

今後の課題として、(1)より詳細な読書行動の把握と(2)運動調節機能の発達状況の詳細計測評価があげられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① Kyota Aoki, Shinjiro Murayama, Shu Aoki, Shuichi Tashiro, " Recognition of Reading Activities and Reading Profile of User on Japanese Text Presentation System", Computer Supported Education, 7th International Conference, CSEDU 2015, Lisbon, Portugal, May 23-25, 2015, Revised Selected Papers, pp. 57-80. Springer.

[学会発表] (計 15 件)

- ① Kyota Aoki, Natsuko Obata, "Objective Assessments of Japanese Reading Difficulty with the Operation Records on Japanese Text Presentation System," The Asian Conference on Education 2013, 0314, October, (2013/10)
- ② 村山慎二郎, 青木恭太, 原田浩司, 荒川一志, "日本語提示システム「よも一ヨ」使用状況による読み困難要因推定", 電子情報通信学会研究会, ET2013-75, pp.43-48, (2014/01)
- ③ 村山慎二郎, 青木恭太, 原田浩司, "日本語提示システム「よも一ヨ」における読み速度変動", 電子情報通信学会研究会, ET2013-125, pp.193-197, (2014/03)
- ④ Kyota Aoki, Shinjiro Murayama and Koji Harada, " Automatic Objective Assessments of Japanese Reading Difficulty with the Operation Records on Japanese Text Presentation System," 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED EDUCATION, Barcelona, 2014, Proceedings, vol. 2,

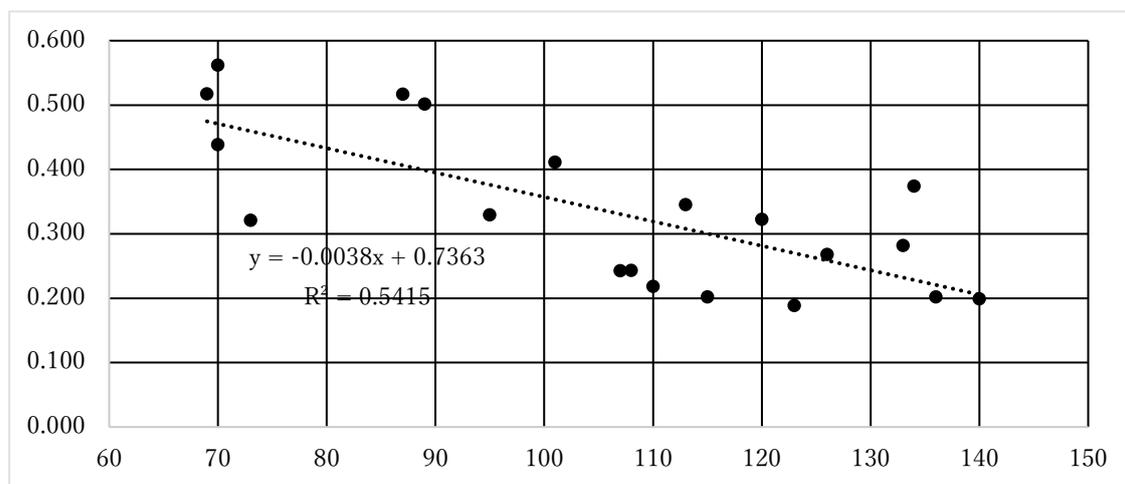


図 8 小学校女児の運動調節機能評価値と月齢の関係

pp.139-146, April, (2014/04).

- ⑤ Kyota Aoki, Shinjiro Murayama, Koji Harada, Natsuko Otabe, “Profiles in Objective Assessments of Japanese Reading Difficulty with the Operation Records on Japanese Text Presentation System”, 2015 Hawaii International Conference on Education, pp. 394-399, Hawaii, USA, January 2015, (2015/01).
- ⑥ Natsuko Otabe, Kyota Aoki, Koji Harada, “Visual Organization of Children with Developmental Dyslexia”, 2015 Hawaii International Conference on Education, Hawaii, pp. 1292-1297, USA, January 2015, (2015/01).
- ⑦ 村山慎二郎, 青木恭太, 原田浩司, “日本語文提示システム「よも一ヨ」を使用した小学生の読み能力の評価”, 電子情報通信学会研究会, WIT2014-87, pp. 11-16, (2015/03)
- ⑧ Kyota Aoki, “Recognition of Reading Activities with Read Aloud Voice on Japanese Text Presentation System”, Proceedings of the 7th International Conference on Computer Supported Education, Vol. 1, pp. 25-35, 2015 CSEDU 2015, May 23-25, 2015, Lisbon, Portugal.(2015/05)
- ⑨ 村山慎二郎, 青木恭太, 原田浩司, “日本語文提示システム「よも一ヨ」による児童の読みの「つまずき」と「読み速度」の関連性”, 電子情報通信学会研究会, ET2015-13, pp.13-18, (2015/06)
- ⑩ Kyota Aoki, Hisanori Hotta, “Brain Activity Estimation with Precise Motor Measurements of Visual Synchronization Task of Hands”, 2015, Global Health 2015, Nice, France.(2015/07)
- ⑪ 村山慎二郎, 青木恭太, 原田浩司, “日本語文提示システム「よも一ヨ」による児童の読み困難傾向の分類 ～物語と説明文による読み困難の傾向～”, 電子情報通信学会研究会, ET2015-70, pp.7-12, (2015/12)

- ⑫ 青木恭太, 福田宜男, 原田浩司, “両手手指同期運動の客観計測による協調運動調節機能の発達状況評価”, 電子情報通信学会研究会, SITE2015-44 ET2015-72, pp.19-24, (2015/12)
- ⑬ Kyota Aoki, Hisanori Hotta, Natsuko Otabe, Norio Fukuda, Koji Harada, “MOTOR SKILL DEVELOPMENTS IN 6 TO 12 YEARS OLD GIRLS WITH VISUAL SYNCHRONIZATION TASK”, 2016 Hawaii International Conference on Education Honolulu, USA, 2016, pp. 953-959, ISSN#:1541-5880, (2016/01).
- ⑭ Kyota Aoki, Hisanori Hotta, Masaki Kimura, “MOTOR SKILL MEASURING SYSTEM WITH PRECISE MOTOR MEASUREMENTS OF VISUAL SYNCHRONIZATION TASK OF HANDS”, 2016 Hawaii International Conference on Education, Honolulu, USA, 2016, pp. 960-967, ISSN#:1541-5880, (2016/01).
- ⑮ Kyota Aoki, Shuichi Tashiro and Shu Aoki, “PRECISE UNDERSTANDING OF READING ACTIVITIES -Sight, Aural, and Page turning-”, 8th International Conference on Computer Supported Education, Rome, Italy, (2016/04)

[図書] (計0件)

[その他]

ホームページ

<http://kyotaaoki.wix.com/yomoyo>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

青木 恭太 (AOKI, Kyota)

宇都宮大学・工学研究科・准教授

研究者番号：00125808

(4) 研究協力者

原田 浩司 (HARADA, Khoji)

宇都宮大学・教育学研究科・准教授

研究者番号：40738168

村山 慎二郎 (MURAYAMA Sinjiro)

NPO・SPAN