

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 10 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23531302

研究課題名(和文) 弱視者等の読書評価と教材表示支援システムの開発と評価

研究課題名(英文) Developmental and evaluation of assessment tool and educational materials viewer for people with low vision

研究代表者

氏間 和仁 (UJIMA, Kazuhito)

広島大学・教育学研究科(研究院)・准教授

研究者番号：80432821

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円、(間接経費) 720,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、携帯端末(iPad)用の「日用視力測定ツール」「日用視野測定ツール」「日用読書測定ツール」を開発し、AppStoreにおいて無料で公開することができた。同時に、各ツールの測定結果の妥当性の研究を行い、学会等で報告しているところである。これまで学校現場での測定が困難であった、見える範囲と見える文字サイズを測定できる「日用視野測定ツール」は特に教育支援への貢献が大きい。教材提示ツールは、当初ロービジョンの視覚特性に応じた表示を実現することを目指していたが、音声ユーザーも利用できるツールの開発まで行うことができた点は想定を超えた成果である。

研究成果の概要(英文)：In this study, the assessment tool of visual function in the daily living based on iPad was developed and evaluated. The assessment tools consist of daily visual acuity, daily visual field and daily reading. That tools were evaluated. In last year, accessible viewing tool was developed and evaluated. The viewing tool was used by visual impairment students in class.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・特別支援教育

キーワード：視覚障害教育 教育的視機能評価 タブレット端末 ICT ロービジョン

1. 研究開始当初の背景

弱視者の視覚特性に応じた読書に適した文字サイズの体系的な評価法は、古くは Sloan and Brown(1963)の研究に遡る。その後、ミネソタ大学の Legge のグループが行った読書能力を規定する要因に関する体系的な研究(Legge, et al., 1985); Legge, et al., 1985)が行われ、およそ次のようなことが明らかになってきている。

- ・読書効率は視力のみで規定されない。
- ・中心の視野と周辺視野とでは読書に適する文字サイズは大きく異なる。
- ・透光体の混濁状態では、背景が白で文字が黒の負のコントラスト条件よりも、背景が黒で文字が白の正のコントラスト条件の方が、読書速度が速く、読書に適した文字サイズが小さくなる。

従って、これまで学校で測定されてきた視力のみで、見え方に応じた教材の提示を行うことには限界があり、視力にしても背景と前景を反転して測定したり、視野を測定したり、実際に読書して読書速度を測定したりする必要がある。そして、それらの結果に応じて教材を表示するシステムの開発が望まれる。申請者は視機能評価や読書評価を簡便に実施でき、その評価に基づいた表示を行うためのシステムの開発と評価を目的とした研究を行う。

2. 研究の目的

多くの教員が簡便に視機能を測定できるツールを、身近で操作性が高いタブレット端末用に開発し、その妥当性を評価することと、弱視者が彼らの見え方に応じた表示を設定できるツールの開発と評価を行うことを目的としている。

3. 研究の方法

教育的視機能評価用のアプリの開発とその妥当性と信頼性の評価を行うことと、電子化された教材を見え方に応じて簡便に表示設定できるツールの開発と評価を行う。

測定ツールの妥当性と信頼性の評価は各ツールで検討する必要がある。表示ツールの評価は実際の授業で利用してその利用状況により行う。測定ツールは、日常生活の中での視覚の分解能を測定するための「日用視力測定ツール」、日常生活の中での一度に見える範囲と、見える文字のサイズを測定するための「日用視野測定ツール」、実際に読書をする中で読書に適した文字サイズの幅を測定する「日用読書測定ツール」の3つの開発を行った。

日用視力測定ツールは、ランドルト環により測定された結果と本ツールにより測定された結果の相関を確かめることで妥当性を検討する。本ツールの信頼性はリテストを行い、相関を確かめることで検討する。同時に、白黒反転などの表示を行い、白濁シミュレーションでのコントラストポラリティ効果についても検討する。

日用視野測定ツールは、妥当性と信頼性の評価を、固視点とシミュレーションによる見える範囲の測定の2点で評価した。同ツールはユーザーの指定した時間、画面中央に固視点が表示され、200msec ターゲット文字が表示される。この時、固視を行うのに200msec のターゲット表示が妥当であるかを評価するために、マリオット盲点の検出を行った。また、測定した見える範囲の広がりがある値になっているのかを評価するために、シミュレーションゴーグルによる人工的視野狭窄状態を作り出し、日用視野を測定し、見える範囲の広がりと比較した。

日用読書測定ツールは、実際に普及している読書評価ツール MNREAD-J の結果と、臨海文字サイズと最大読書速度を比較して妥当性と信頼性を確認した。

いずれのソフトも、無料で一般公開されており、希望者はすぐに利用することができる。

教材提示ツールは、実際に模擬授業を行うことで妥当性を評価した。

4. 研究成果

(1) 日用視力測定ツール

特別支援教育制度がはじまり、障害のある児童生徒が地域の通常学校に通うケースが増えた。そんな中、弱視児生に対する適切な教育的視機能評価とそれに基づいた教育的支援が不可欠である。教育的視機能評価を実施するためのツールの第1弾として「視力測定ツール」の開発を行った。

(方法)

晴眼大学生に白濁シミュレーションゴーグルを装着し、ランドルト環単一視標(半田屋製)(以下、紙視標)とiPadによる日用視力測定ツールの2つの方法で視力値を測定した。1回あたりの視力評価を、5mの距離で行った。視力測定は2回行われ、1回目の測定と2回目の測定の間隔は1週間以上空けてられた。測定方法による比較と、測定回による比較を行い、妥当性と再現性について確認した。

(結果)

1回目の結果(n = 10)において測定方法について1要因2水準の被験者内分散分析の結果では有意でなかった(F(1, 9) = 1.75, n.s.)。この結果を図1に示した。なお、計算の段階では、視力を視角に変換した値を用いた。次に、2回の測定ができた5名について測定回数と測定方法の2要因被験者内分散分析を行った(図2)。その結果、交互作用、主効果ともに有意ではなかった(主効

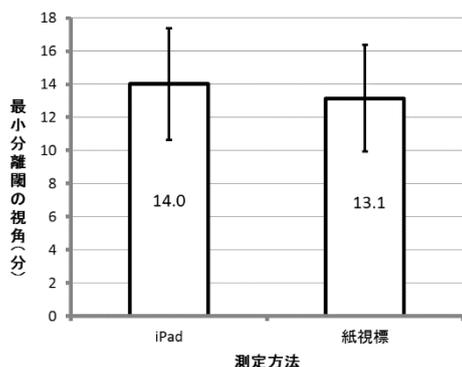


図1 視力値の測定方法による比較(n=10)

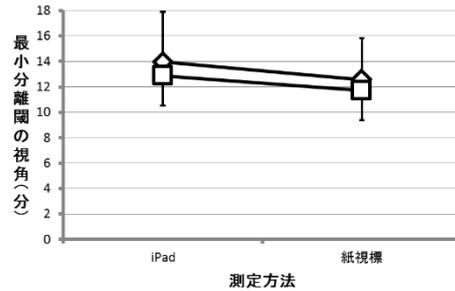


図2 測定方法と測定回数の比較

果(F(1, 4) = 0.01, n.s.), 測定回要因(F(1, 4) = 0.67, n.s.), 測定方法要因(F(1, 4) = 6.22, n.s.)).測定時の照度は視標面が203±24ルクスであった。視標の輝度は、紙視標が、白:93.9±6.7cd/m², 黒:3.4±0.6cd/m², iPad視標が、白:94.2±6.7cd/m², 黒:2.7±0.9cd/m²であった。

(考察)

妥当性について、紙視標とiPadで測定された視力値の間には有意差は見られなかったことから、紙視標と同じ値をiPadの同ツールは測定しており、この点で妥当性があることが確認された。1週間以上の間隔において視力値を測定した結果、測定回で有意差が見られなかったことから、紙視標、iPadともに再現性をもって視力値を測定できていることが確かめられた。iPadよりも紙視標の方が一貫して視力値が低くなっているが、これは、紙視標は小数視力、0.05, 0.07, 0.10のサイズが用意されているのに対し、iPadは0.05から0.01刻みで用意されていたことが原因の一つと考えられる。

(2) 日用視野測定ツール

本研究は、この研究と関連するものであり、学校などの生活場面で見える範囲(以下、「日用視野」)を測定するツールの開発・評価を行った報告である。

(方法)

日用視野測定ツールの測定方法は、中野(1996)に習い、注視点を提示後、ターゲット視標を200msec表示し、被検者の回答を入力することで、成績を判定した。ツールの評

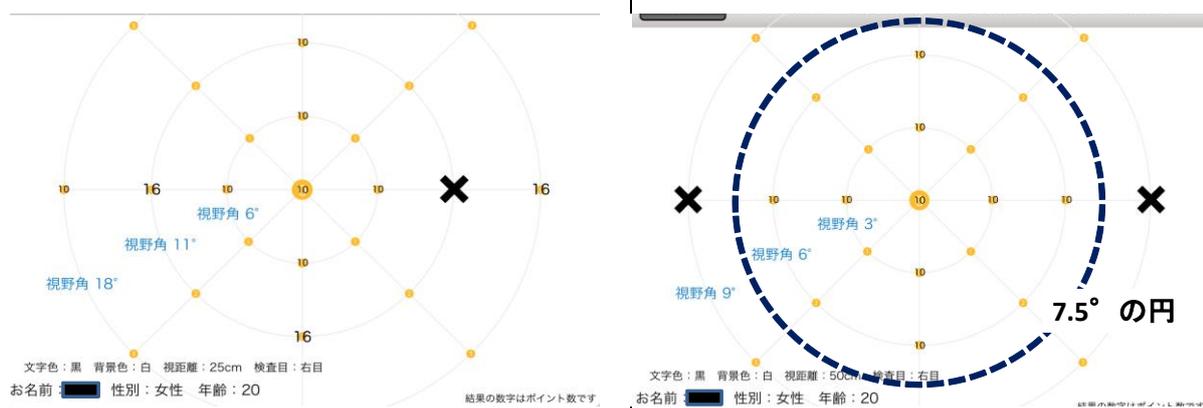


図3 被検者Iの日用視野測定ツールでの測定結果

価は、(1) 晴眼者の片眼の日用視野を測定し、マリオット盲点検出による評価と、(2) 晴眼者に視野狭窄シミュレーションゴーグル（高田眼鏡製）を装用し、日用視野を測定して行う2つの方法を用いた。(1)は、注視点の注視状況と200msecの視標提示の妥当性を評価することを目的とし、(2)は、実際の視野に基づいて、日用視野測定ツールの測定結果を比較し、測定結果の妥当性を検討することを目的とした。

測定結果（日用視野図）は、画面中央の中視点から同心円上に 0cm/2.5cm/5.0cm/8.0cm（左右のみ）の位置で視標を表示した。角度は、0°/6°/11°/18°であった（視距離 25cm）。視標提示箇所は縦横4方向の場合11か所であった。視標のサイズは10ポイント/16ポイント/25ポイント/40ポイントの4段階であった。日用視野の範囲は、11か所の視標提示箇所に4段階の視標を1回ずつ表示（44試行）し、正答できた最小の視標サイズを用いた。中野(1996)は、上下法を用いて検出しているが、測定時間の短縮と全てのサイズの反応を捉えることをねらいとして、今回は本法を採用した。被検者は晴眼大学生10名（21～22歳）で、評価時期は2013年5月であった。

（結果）

被験者Iの日用視野図（図3）のように、マ盲点の生理学的出現位置に Non-

Perception(NP, ×)又は視標の拡大が見られたのは10/10名であった。視野狭窄シミュレーション下では、日用視野図に狭窄範囲を描き入れ（点線の円）、狭窄範囲より外側にNPが見られたのは10/10名であった。（考察）

日用視野測定ツールを用いたマ盲点検出、視野狭窄範囲の結果から、視標提示時間200msec、測定手法及び結果表示の信頼性と妥当性が支持されたと考えられる。

（文献）

中野泰志(1996). ロービジョン用文字処理有効視野評価システムの試作(1)ー PCを用いた静的文字処理有効視野評価システムの試作ー 第5回視覚障害リハビリテーション研究発表大会論文集, 56-59.

(3) 日用読書測定ツール

読書評価においては、MNREAD-J又はJkが国内では数少ない検査視標として流通している。同検査視標を用いて検査を行うことで、臨海文字サイズと最大読書速度という結果を得ることができる。両値を用いて、同ツールの信頼性の評価を行っている。

(4) 教材提示ツール

「障害のある児童及び生徒のための教科用特定図書等の普及の促進等に関する法律」が施行され、平成21年度使用教科書から適用された。文部科学省は拡大教科書の標準

規格を定め、平成 25 年度、小・中学校で使用されている全ての教科書(小:280 点, 中:131 点)において拡大教科書が発行されている。高等学校段階の教科書については、平成 21 年 11 月 20 日に「高等学校段階における拡大教科書標準規格等検討会」が設置され、平成 22 年 1 月に「高等学校段階の拡大教科書の標準規格」が策定・公表されている。しかし、「新学習指導要領(平成 21 年文部科学省告示第 34 号)に基づいて編集された文部科学省検定済教科書及び文部科学省著作教科書」397 点に限定しても、平成 25 年度の拡大教科書の発行実績は 64 点である。そこで、タブレット端末と電子化教科書に拡大教科書の役割を担わせることは現実的な選択肢の一つとなる。

氏間・村田(2000)は、HTML で教科書をマークアップし、CSS でロービジョン(以下、LV)の視覚特性に応じた表示を設定するシステムを開発し、視覚特別支援学校において 5 年間にわたる授業実践の中で、その有効性を明らかにした。音声ユーザー生徒のマークアップコンテンツの利用を実現するために、コンテンツ作成者が設定したルビ情報を漢字の代わりに利用して音韻データ化することで、合成音声を用いた正読率 100%のクライアント・サーバシステムを開発し、ルビ情報の利用の有効性を指摘した研究(氏間, 2007)もある。

本研究では、高等学校教科書の電子化とその利用を見据え、コンテンツを HTML 化し CSS で LV の視覚特性に応じた表示を設定でき、ルビ情報を利用することで 100%正読可能な合成音声の利用が可能なシステムの開発と評価を行った。

(方法)

本システムの開発・評価は、①漢字に対してルビ情報と音韻情報を付与及び LV 対応システムの開発、②文字サイズ・配色・音声化の点からのシステムの検証、③授業での

実証試験の 3 段階で行われた。評価は、現在、アクセシビリティ機能が最も優れている、iPad, iPhone, iPod touch の iOS デバイスで行われた。アプリは Safari, 合成音声は VoiceOver であり、どちらも標準搭載の機能である。コンテンツは東洋医学概論の 1 単位時間分の教材を利用した。東洋医学は特有の漢字の使い方や読み方をするため、評価の素材としては難易度が高く、適していると考えた。

(結果・考察)

①システムの開発

コンテンツ開発者が、漢字や記号に対し、例えば「`<ruby>八綱</ruby>はっこう</ruby><b id="visi">はっこう`」と表記することで、通常モードでは「八綱」、ルビモードでは「はつこう八綱」、音声モードでは「はっこう」と表示されるようなシステムが開発できた(図 4)。この方法を用いることで、通常モードとルビモードでは「:」と表示させ、音声モードでは「わ、」と表示させることも可能である。

②システムの検証

文字サイズは 16 段階、コントラストを高低 2 段階設定し、さらにそれらを白黒反転させた条件も設定し、4 通りのコントラストで表示することができた。音声モードの評価結果は、100%正確な合成音声による読みあげであった。

③授業での実証試験

2014 年 1 月、視覚特別支援学校の 1 クラスで 1 単位時間分の授業を行った。全盲 1 名は iPod touch, LV3 名は iPad を用いた。全盲と LV2 名の 3 名は iOS デバイスの操作法を情報の授業で習った経験があるが常用してなく、LV の 1 名は初めての操作であった。年齢は全盲の 1 名は 20 代、LV の 3 名は 50~60 代であった。LV の 3 名は事前に読書評価ツールを用いて文字サイズを検討したうえで、教材で使用する文字サイズを



図4 3モードの表示結果

決定した。

1 単位時間の授業中、「授業の目的」「用語の定義」「授業設問」に関する発問を教師が行い、生徒が iOS デバイスを用いて教材にアクセスして応えた。全ての生徒が授業の進度に合わせてデバイスを操作して、教師の発問に応えることができていた。

本システムと iOS デバイスの組み合わせで実証試験を行った結果、LV・全盲の両方の状態、iOS デバイスの熟練度が低い状態、20代・50代・60代の状態において、授業の進度に合わせて、教材コンテンツにアクセスすることができたことを確認した。

(文献)

氏間和仁・村田健史 (2000) 弱視者に配慮した HTML 教材とビューアの試作と評価. 教育システム情報学会誌, 17(3), 415 - 424.

氏間和仁 (2007) 重度視覚障害者の利用を想定した教材コンテンツを実装した e-Learning システム. 障害児治療教育センター年報, 第 20 号, 15 - 20.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 4 件)

1. 桑原竜太・氏間和仁・牟田口辰己 (2013) 板書の文字サイズとチョーク色が読速度に与える影響について—低視力シミュレーション下での基礎的実験—. 弱視教育, 51(3), 1-8. (査読なし)

http://home.hiroshima-u.ac.jp/ujima/src/file/20140604_bansyo.pdf

2. 北野琢磨・氏間和仁 (2013) 理科授業における弱視生徒への多機能携帯端末の活用について—iPad を中心とした検討—.

弱視教育, 51(1), 20-27. (査読なし)
http://home.hiroshima-u.ac.jp/ujima/src/file/20140604_rika.pdf

3. 氏間和仁・木内良明 (2012) 弱視教育における携帯端末の活用に関する基礎的研究. —E V E S としての活用のための基礎的研究—. 弱視教育, 50(1), 8-12. (査読なし)

http://home.hiroshima-u.ac.jp/ujima/src/file/20140604_eves.pdf

4. 氏間和仁 (2012) 弱視教育と iPad の活用—その基本的な考え方—. 視覚障害教育ブックレット 1 学期号 ('12), 19, 14-22. (査読なし)

[学会発表] (計 4 件)

1. Kazuhito Ujima, Yasushi Nakano (2014) Development and Evaluation of The Daily Field of Vision Assessment Tool for iPad. Vision2014 Poster Abstracts, P29. (2014/3/31~4/3, メルボルン)

2. 氏間和仁 (2013) 視覚障害者のための携帯端末講習と評価. 第 14 回日本ロービジョン学会学術総会抄録集, 101. (2013/10/11~12, 岡山)

3. 氏間和仁・木内良明 (2012) 多機能携帯端末を利用した視力測定ツールの開発と評価. 第 13 回日本ロービジョン学会学術総会プログラム/抄録集, p113. (2012/10/6~7, 東京)

4. 氏間和仁 (2012) 視機能評価ツールの開発と評価. 日本特殊教育学会第 50 回大会プログラム C D, P4-A-1. (2012/9/28~30, 茨城)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://home.hiroshima-u.ac.jp/ujima/src/research13.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

氏間 和仁 (UJIMA KAZUHITO)
 広島大学・大学院教育学研究科・准教授
 研究者番号: 80432821

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者なし