

令和 元年 6 月 13 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K04815

研究課題名(和文) 弱視児童生徒のICTアクセシビリティに関する理論的・実証的研究

研究課題名(英文) Theoretical and Empirical Research on ICT Accessibility of Children with Low Vision

研究代表者

柿澤 敏文 (Kakizawa, Toshibumi)

筑波大学・人間系・教授

研究者番号：80211837

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：文献的検討をもとにして、弱視児童生徒のICT利用実態調査研究ならびにICT画面に提示される文字情報の特性が視距離に及ぼす影響に関する実験的検討を行った。その結果、視覚補助具使用者の5人に1人はICT使用の実態が把握できた。一方で、ICTのみ使用するものは少なく、ルーペや単眼鏡などの視覚補助具と併用される傾向にあり、ICTは、弱視児童生徒が保有視力を有効に利用する手段として徐々に普及しつつある実態が把握できた。実験的検討の結果、視力から予想される文字サイズ(視角)より大きな文字サイズ(視角)をなす視距離、すなわち、より短い視距離で読書を行う場合が多く、疲労との関係について更なる検討が必要と考えた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在進められている特別支援教育におけるICTの活用は汎用性のある携帯端末等の機器の利用を念頭においている。こうした携帯端末は、携帯性の確保ゆえに、表示ディスプレイの大きさに限界がある。その結果、一度に表示可能な文字数や行数に制約があるという特徴を持つ。視力等視機能に障害があり見づらさを有する弱視児童生徒において、読材料のAlternative Textとしての扱いはそのアクセシビリティの保証に不可欠であるが、解決すべき課題も多い。本研究の成果は、今後の弱視児童生徒の教育におけるICT活用の立案に寄与できるものであり、社会的な意味合いが大変重いものである。

研究成果の概要(英文)：Based on the literature examination, we conducted an questionnaire study on ICT use of children with low vision and an experimental study on influence of the characteristics of the character information presented on the ICT screen to the visual distance. As a result of the questionnaire study, one in five students using visual aids could understand the actual use of ICT. On the other hand, there are few things that use only ICT, and tend to be used together with visual aids such as loupe and monocular, and ICT is gradually spreading as a means for children with low vision to effectively use their own vision. As a result of the experimental study, in many cases reading is performed with a visual distance that makes the character size (visual angle) larger than the character size (visual angle) expected from visual acuity, that is, a shorter visual distance the low vision students tend to be used. Further research on the relationship between ICT use and fatigue would be needed.

研究分野：視覚障害学

キーワード：ICT アクセシビリティ 弱視 視覚特性 読み 視距離 視覚補助具

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

文部科学省は2011年4月に、今後の教育におけるICT活用の指針を示した教育の情報化ビジョンを公表した。その中で、特別支援教育においても、障害の状態や特性等に応じて情報通信技術を活用することが各教科・自立活動等の指導において極めて有効であると提言されている。その実証として文部科学省は総務省と連携し、ICTを効果的に活用して子供たちが主体的に学習する「新たな学び」を創造するべく、学びのイノベーション事業を2011年から2013年にかけて展開し、データを収集した。その結果、通常の小学校・中学校ばかりでなく特別支援学校の児童生徒においても障害の状態や特性等に応じたICTの活用が指導効果を高めることを明らかにした。特に重要なのは、様々な機能をアプリケーションが備えることとともに、障害の状態・特性を考慮した情報端末等へのアクセシビリティの保証である。

近年、弱視児童生徒の視覚補助具として、従来の単眼鏡やルーペ、拡大読書器等のほかに、汎用性のある携帯端末等の機器（ICT）をその代替手段として活用する新たな可能性が探られている（川嶋・小椋・島田・柿澤,2012）。これらのICTは、弱視生徒の学習支援において、理解しやすく疲労の少ない教材・教具を手軽に提供できる可能性をもつが、これまでの弱視を含む視覚障害児童生徒のICT活用に関する国立特別支援総合研究所(2010・2011・2012・2015)や中野(2013)による実態調査研究や事例研究はいずれも教育支援者に対する質問紙調査やインタビュー調査に限られ、アクセシビリティ保証のために視覚障害児童生徒自身の状態や特性等の何を考慮し、ICTの機能や性能に何を備えるべきかに関する実証的な研究・検討は今後の課題とされている。

ところで、現在進められている特別支援教育におけるICTの活用は汎用性のある携帯端末等の機器の利用を念頭においている。こうした携帯端末は、携帯性の確保ゆえに、表示ディスプレイの大きさに限界があり、一度に表示可能な文字数や行数に制約をもつ。視力等の視機能に障害があり見づらい状態を有する弱視児童生徒において、読材料のAlternative Textとしての扱いはそのアクセシビリティの保証に不可欠であるが、大きさに制約のあるICTのディスプレイへの表示では工夫が必要である。

これまで、平成16年度～18年度の科学研究費基盤研究(C)(2)(課題番号:16530615、研究代表者:柿澤敏文)「ロービジョン児の読書行動の獲得過程ならびに発達過程に関する研究」の結果、視覚障害児童のうち弱視児童において、中心暗点のある場合には対象の大きさに関わらず極端に視距離を縮めること、視野狭窄のある弱視児童では相対的に視距離が長いこと、ぼやけや羞明のある弱視児童は見やすい対象の大きさ(視角)があり、補助具を使用しない場合には視距離を調整することで見やすさを確保することが明らかとなっている(柿澤,2007)。また、平成19年度～平成21年度科学研究費補助金挑戦的萌芽研究(課題番号:19653117、研究代表者:柿澤敏文)「視覚障害乳幼児の視行動の発達に関する萌芽的研究」の結果、弱視児童の眼疾患と受障時期が視行動の特徴を規定している可能性があることが示唆されている(柿澤,2009)。

本研究はこれらの知見を発展し、弱視児童生徒が使用するICTが備えるべき機能や性能について検討するものである。弱視児童の特徴的な視覚特性や視行動特性を考慮したICTの特性について検討することにより、弱視児童生徒のICTへのアクセシビリティの保証の在り方、さらに、見やすく、疲労の少ない視覚教材・教具や視覚補助具の開発やその適用、支援方法の在り方が検討できると考えた。

### 2. 研究の目的

弱視児童生徒の視覚特性とICT画面に提示されるAlternative Textとしての文字情報の特性が読速度に及ぼす影響を、理論的(研究 )・実証的(研究 )に明らかにし、ICTへのアクセシビリティの保証について検討することを目的とした。

### 3. 研究の方法

研究 : 理論的検討として、弱視児童生徒のICTのアクセシビリティ保証に関わる文献的検討を行った。研究 : 実証的検討として、弱視児童生徒のICT利用実態に関する調査研究ならびに視覚特性とICT画面に提示される文字情報の特性が視距離に及ぼす影響に関する実験的検討を行った。

### 4. 研究成果

1)研究 : 国内外の関連論文の収集を行い、内容の精読を行うとともに、データベースを作成した。特に重要な論文について、ホームページ(<http://www.human.tsukuba.ac.jp/~kakisawa>)を作成し、論文題目・著者・雑誌名・発行年等を掲載した。

#### 2)研究 :

弱視幼児児童生徒のICTアクセシビリティに関する研究 視覚特別支援学校児童生徒の2015年度調査結果から

(1)はじめに 近年、弱視幼児児童生徒(以下、弱視生徒)の視覚補助具として、従来の近用弱視レンズ(ルーペ)や遠用弱視レンズ(単眼鏡) 拡大読書器等のほかに、汎用性のあるタブレット端末等の機器(以下、ICT)を活用する新たな可能性が探られている(川嶋ら,2012:弱視教育50(1),1-7)。これらのICTは、弱視生徒の学習支援において、理解しやすく疲労の少ない教材・教具を手軽に提供できる可能性をもつが、その使用状況に関するデータは少ない。2015年度に実施した全国の視覚特別支援学校(以下、盲学校)に在籍する弱視生徒の調査データを本研究の目的に沿って再分析した。

(2)調査方法と対象者 2015年の7月1日現在で全国の盲学校67校(国立1、公立65、私立1)

に在籍した幼児児童生徒の視覚障害原因等の郵送法により実施された質問紙調査のデータを用いた。調査項目は、いずれも各幼児児童生徒の在籍学部、学年、性別、年齢、障害発生年齢、視力、視野、使用文字、視覚補助具、重複障害、視覚障害原因、眼疾患の部位と症状であり、ここでは、使用文字、視覚補助具のデータを抽出し、各属性の人数について、比較・検討した。

(3)研究倫理上の配慮 本研究は筑波大学人間系研究倫理委員会の承認(筑 27-16)を得て行った。

(4)結果の概要

本調査で回答が得られた総数は2,951名分であった。そのうち、視覚補助具使用者は1,409名(総数の47.8%) (Table 1)であり、ICT使用者は279名(同9.5%) (Table 2)であった。視覚補助具使用者の5人に1人はICT使用の実態が把握できた。一方で、ICTのみ使用するものは少なく(45名、ICT使用者の16.1%)、2種類以上の視覚補助具使用のうち1つがICTであることが多くを占めた(234名、83.9%)。使用文字別のICT使用者は普通文字(拡大教科書)が最も多く192名であり、次いで普通文字(通常の教科書)の33名、点字使用者の30名、併用(主に拡大・普通文字)者9名、併用(主に点字)・音声録音教材・文字指導困難がそれぞれ5名ずつであり、弱視生徒の割合が高かった。

視覚補助具	使用者数	%
1 種類	678	(48.1)
近用弱視レンズ	163	(11.6)
遠用弱視レンズ	75	(5.3)
拡大読書器(携帯型を含む)	136	(9.7)
遮光眼鏡	93	(6.6)
タブレット端末(iPad等)	45	(3.2)
パソコン	61	(4.3)
録音・デジタル図書機器(ブレクストーク・DAISY等)	89	(6.3)
その他	16	(1.1)
2 種類併用	402	(28.5)
近用弱視レンズと遠用弱視レンズ	71	(5.0)
近用弱視レンズと拡大読書器	46	(3.3)
パソコンと録音・デジタル図書機器	41	(2.9)
拡大読書器とタブレット端末	35	(2.5)
拡大読書器と遮光眼鏡	34	(2.4)
拡大読書器と録音・デジタル図書機器	28	(2.0)
近用弱視レンズと遮光眼鏡	20	(1.4)
近用弱視レンズとタブレット端末	18	(1.3)
遠用弱視レンズと拡大読書器	16	(1.1)
遠用弱視レンズと遮光眼鏡	15	(1.1)
拡大読書器とパソコン	14	(1.0)
タブレット端末とパソコン	10	(0.7)
タブレット端末と録音・デジタル図書機器	10	(0.7)
遮光眼鏡とパソコン	8	(0.6)
タブレット端末とパソコン	7	(0.5)
遮光眼鏡と録音・デジタル図書機器	7	(0.5)
遠用弱視レンズとタブレット端末	6	(0.4)
その他2種類	16	(1.1)
3 種類使用	200	(14.2)
近用弱視レンズ、遠用弱視レンズ、拡大読書器	33	(2.3)
近用弱視レンズ、遠用弱視レンズ、遮光眼鏡	17	(1.2)
拡大読書器、パソコン、録音・デジタル図書機器	16	(1.1)
近用弱視レンズ、拡大読書器、遮光眼鏡	14	(1.0)
近用弱視レンズ、遠用弱視レンズ、タブレット端末	10	(0.7)
拡大読書器、タブレット端末、パソコン	8	(0.6)
遠用弱視レンズ、拡大読書器、タブレット端末	7	(0.5)
遮光眼鏡、パソコン、録音・デジタル図書機器	7	(0.5)
拡大読書器、遮光眼鏡、タブレット端末	7	(0.5)
拡大読書器、遮光眼鏡、録音・デジタル図書機器	7	(0.5)
近用弱視レンズ、遠用弱視レンズ、録音・デジタル図書機器	6	(0.4)
その他3種類	68	(4.8)
4 種類併用	93	(6.6)
近用、遠用、拡大読書器、タブレット端末	12	(0.9)
近用、遠用、拡大読書器、遮光眼鏡	10	(0.7)
近用、拡大読書器、遮光眼鏡、タブレット端末	8	(0.6)
近用、拡大読書器、パソコン、録音・デジタル図書機器	6	(0.4)
近用、遠用、遮光眼鏡、タブレット端末	6	(0.4)
拡大読書器、遮光眼鏡、パソコン、録音・デジタル図書機器	6	(0.4)
その他4種類	45	(3.2)
5 種類併用	24	(1.7)
6 種類併用	7	(0.5)
7 種類併用	5	(0.4)
計	1,409	

使用文字	近用弱視レンズ	遠用弱視レンズ	拡大読書器 (携帯型を含む)	遮光眼鏡	タブレット端末	パソコン	録音・デジタル 図書機器	その他	在籍者数
点字	11 (1.6)	8 (1.2)	15 (2.2)	28 (4.1)	30 (4.4)	73 (10.6)	85 (12.4)	11 (1.6)	686
普通文字(通常の教科書)	81 (26.6)	43 (14.1)	53 (17.4)	45 (14.8)	33 (10.9)	25 (8.2)	16 (5.3)	2 (0.7)	304
普通文字(拡大教科書)	388 (31.4)	274 (22.2)	433 (35.1)	236 (19.1)	192 (15.5)	126 (10.2)	126 (10.2)	21 (1.7)	1,235
併用(主に点字)	3 (12.5)	5 (20.8)	12 (50.0)	5 (20.8)	5 (20.8)	7 (29.2)	4 (16.7)	(0.0)	24
併用(主に普通・拡大文字)	11 (23.4)	10 (21.3)	12 (25.5)	12 (25.5)	9 (19.1)	5 (10.6)	5 (10.6)	1 (2.1)	47
音声・録音教科書	3 (3.4)	1 (1.1)	8 (9.2)	4 (4.6)	5 (5.7)	34 (39.1)	52 (59.8)	2 (2.3)	87
文字指導困難	33 (6.0)	11 (2.0)	3 (0.5)	16 (2.9)	5 (0.9)	1 (0.2)	7 (1.3)	1 (0.2)	550
その他	1 (5.6)	1 (5.6)	2 (11.1)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	1 (5.6)	18
合計	531 (18.0)	353 (12.0)	538 (18.2)	346 (11.7)	279 (9.5)	271 (9.2)	295 (10.0)	39 (1.3)	2,951

ICT画面に提示される文字情報の特性が弱視者の視距離に及ぼす影響 文字サイズに注目して

(1)はじめに 弱視者は見づらさがあり、学習の際にも様々な配慮が行われている(香川, 2016)。

拡大教材の読みにおいて考慮すべき変数には、その教材の文字サイズと視距離がある（中野・木塚・大城・千田，1992）。本研究では、臨界文字サイズを測定する ICT 画面上に提示する読書チャートを用いて、弱視者の文字サイズと視距離との間に認められる関係ならびに視距離の決定に関わる弱視者の視覚特性（柿澤・鈴木・荻山・黄，2015）について測定した。

(2)方法

1.対象者：台湾の視覚特別支援学校中学校1年から高校3年までに在籍している良眼の矯正視力が0.02から0.5までの弱視生徒34名を対象とした。測定に先んじて、対象者の性別、年齢、視覚障害原因疾患、障害の発生時期、良眼の矯正視力、視野の状態、見え方の状態、使用教科書などの個人の視覚特性等を把握した。

2.測定項目と手続き：

1)近見視力の測定：ICT画面上にランドルト環を提示し、標準視距離40cmにおける近見視力値（logMAR）を測定した。

2)臨界文字サイズの測定：臨界文字サイズの測定として、ICT画面上に8種類の文字サイズ（8M, 6.3M, 5M, 4M, 3.2M, 2.5M, 2M, 1.6M）で読材料を提示し、対象者は顎台に顔を固定した対象者は標準視距離40cmを保ちながら、1つひとつの文章をできるだけ速く、かつ正確に声を出して読んだ。各文字サイズの文章を読むために要した時間（読書時間）を0.01秒単位で計測した。収集した読書時間について分析プログラム（MNJA ver.1.01；小田，2002）を用いて分析し、臨界文字サイズを算出し、さらに、視角（分）に換算した。なお、環境の照度に基づいてディスプレイの輝度を調節し、輝度が130 nit (cd/m<sup>2</sup>)、コントラスト値は85%を標準に±5%誤差の許容範囲内に保つようにした。

3)自由視条件で音読する際の視距離の測定：自由視条件における視距離を測定した。対象者に好みの視距離でできるだけ速く正確に音読するように指示した。台湾の小学校5年生用の拡大教科書の文章4篇（いずれも文字サイズ4M）と、児童生徒向けの新聞の文章4篇（いずれも文字サイズ1.6M）を提示刺激として用いた。音読中の読書チャートまでの視距離を計測し、読書チャートの文字サイズの成す視角（分）を算出した。なお、読書チャートの表示輝度、並びに読書時間の計測は前述の臨界文字サイズの測定と同じ方法とした。台湾の拡大教科書および児童生徒向けの新聞について、いずれも4篇の文章に対する読書時間の平均値を求めた。

4)分析方法 臨界文字サイズの視角（分）（以下、CPS）、自由視条件における拡大教科書の読みに対する視角（分）（以下、VA4M）、新聞に対する視角（分）（以下、VA1.6M）の関係について相関図を描いた上で等価視距離理論に基づく直線との関係を検討した。また、対象者の視覚特性等（臨界文字サイズ、近見視力値（logMAR）、年齢、発生時期、視野、見え方）との関係について検討した。

(3)研究倫理上の配慮 筑波大学人間系研究倫理委員会の承認（筑28-102）を得て行った。

(4)結果の概要

CPSとVA4Mとの相関図をFig.1に示す。図中の直線は等価視距離理論に基づく等価直線である。CPSとVA4Mとの間のPearsonの相関係数は $r=0.611$  ( $r^2=0.374$ ,  $F(1,32)=19.102$ ,  $p<0.01$ )であった。図中、直線の上部に位置するデータは等価視距離理論より大きい視角を保った対象者である。一方、直線の下部に位置するデータは等価視距離理論より小さい視角を保った対象者である。直線上に位置した対象者が0名、上部が34名、下部が0名であった。すなわち、全ての対象者が自由視において、CPSより大きい視角になるように視距離を保ったことが把握できた。

CPSとVA1.6Mとの相関図をFig.2に示す。CPSとVA1.6Mとの間のPearsonの相関係数は $r=0.671$  ( $r^2=0.450$ ,  $F(1,27)=22.080$ ,  $p<0.01$ )であった。図中の直線上に位置した対象者が0名、上部が24名、下部が5名であった。

対象者の視覚特性等を独立変数とし、視距離を従属変数として重回帰分析を行い検討した。その結果、対象者の視覚特性等とVA4Mとの決定係数は $R^2=0.676$ であり、独立変数は近見視力値（logMAR）のみ有意であった( $F(1,14)=21.665$ ,  $p<0.01$ )。VA1.6Mとの決定係数は $R^2=0.818$ であり、独立変数近見視力値（logMAR）のみ有意であった( $F(1,11)=28.762$ ,  $p<0.01$ )。

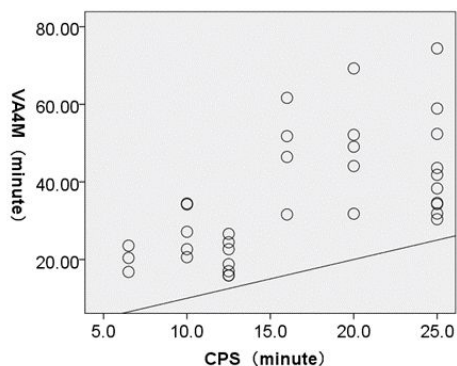


Fig.1 CPSとVA4Mとの相関図

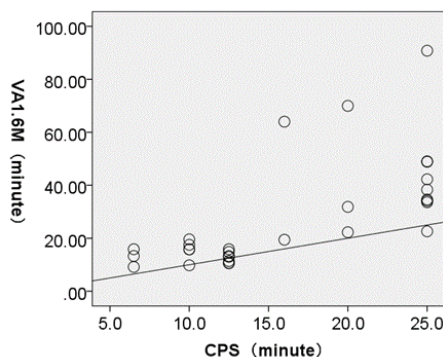


Fig.2 CPSとVA1.6Mとの相関図



## (5) 考察

文字サイズと視距離の関係から、CPS と VA4M および CPS と 1.6M の関係を導くと、いずれも中程度の相関が認められた。また、等価視距離との比較において、ほとんどの対象者は2つの文字サイズ(4M と 1.6M。特に 4M)に対して、大きい視角(短い視距離)を保ちながら読書を行う傾向を示した。Lovie-Kitchin & Whittaker (1999) が指摘した多くの弱視者はピントが合うことを犠牲にしながら読みやすい文字サイズを確保するために視距離を調整しているという結論と本研究結果は一致した。これは中野ら(1992)における必要以上の接近型や、Kakizawa and Aoki (2005) の網膜上の文字の視角を臨界文字サイズより大きい読み易い大きさに保つ者がいるとの指摘と一致している。また、対象者の視覚特性等と視距離の関係について、VA4M と VA1.6M のいずれも、近見視力値が有意に影響することが明らかとなった。これは、武内・柿澤(2008)の研究結果と同様であった。

本研究の結果、弱視者の多くは ICT 画面上の文字を読む際に、最大読書速度が得られる文字サイズと比較して、より網膜像の視角が大きくなるように視距離を縮めて読む傾向があることが把握できた。こうした行動は過度の調節を必要とし、眼精疲労につながる事が考えられる。弱視者がより快適に、疲労の少ない状態で視覚情報を収集できることが ICT のアクセシビリティの向上に結び付くことから、弱視者一人ひとりの視覚特性を把握した上で、提示文字サイズと視距離との関連性に配慮した ICT 利用を心がける必要性が指摘できた。

## 5 . 主な発表論文等

### 〔雑誌論文〕(計 2 件)

Po-Han Huang, Kakizawa Toshibumi, and Hisham B. S. 台湾低視力学生近距離閱讀研究 特教園丁 査読有 34(2) pp.41-48, 2018-12

柿澤 敏文 ロービジョン児者の就学と学校教育機関 日本の眼科 査読有 9(9) pp.1221-1225, 2018-09

### 〔学会発表〕(計 4 件)

柿澤敏文・黄 柏翰 弱視幼児児童生徒の ICT アクセシビリティに関する研究 視覚特別支援学校児童生徒の 2015 年度調査結果から 日本特殊教育学会第 56 回大会 2018-09

柿澤敏文・黄 柏翰 読書チャートに用いる繁体字中国語の読材料の選出 日本特殊教育学会第 55 回大会 2017-09

HUANG PO-HAN, Bilal Salih Hisham, Kakizawa Toshibumi The Study on Near Distance Reading for Low Vision Students in Taiwan. Vision 2017, 2017-06

柿澤敏文・黄 柏翰 弱視者を対象とした近距離の小数視力と logMAR 値の比較 日本特殊教育学会第 54 回大会 2016-09

### 〔図書〕(計 2 件)

柿澤敏文編 北大路書房 障害者心理学 2017 170 頁

柿澤敏文 筑波大学人間系障害科学域 全国視覚特別支援学校及び小・中学校弱視学級児童生徒の視覚障害原因等に関する調査研究報告書 2016 70 頁

### 〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年:

国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年:

国内外の別:

〔その他〕  
ホームページ等  
<http://www.human.tsukuba.ac.jp/~kakiyawa>

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：塚本麻央

ローマ字氏名：(TSUKAMOTO Mao)

所属研究機関名：つくば国際短期大学

部局名：保育科

職名：助教

研究者番号(8桁): 30748603

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名：黄 柏翰

ローマ字氏名：(HUANG Po-Han)

研究協力者氏名：ヒシャム・エルセル・ビラル・サリ

ローマ字氏名：(Hisham Elser Bilal Salih)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。