

博士論文 令和元（2019）年度

ロービジョン者の読書環境の調整に関する

知覚心理学的研究

——生体機能補完型アプローチから

環境調整型アプローチへの転換——

慶應義塾大学大学院社会学研究科

中野 泰志

目次

第 I 部 序論	1
第 1 章 障害の概念の変遷と定義	
1.1 はじめに	4
1.2 疾病と障害：国際疾病分類（ICD）	4
1.3 「医学的障害」と「生活上の障害」	5
1.4 障害に関する国際的な最初の定義：国際障害分類（ICIDH）	6
1.5 障害の社会モデル	7
1.6 国際生活機能分類（ICF）	10
1.7 まとめ	12
第 2 章 ロービジョンの概念の変遷、定義、実態	
2.1 はじめに	14
2.2 ロービジョンの原因疾患	14
2.3 ロービジョンの視機能	15
2.4 視覚障害の中でのロービジョンの位置付け	15
2.5 ロービジョンケア	16
2.6 ロービジョンという概念	17
2.7 ロービジョンの法的定義	17
2.8 ICIDH に基づくロービジョンという障害の捉え方	21
2.9 ICF に基づいたロービジョンの捉え方	24
2.10 ロービジョン者の人数	24
2.11 ロービジョンの児童生徒数	25
2.12 まとめ	26
第 3 章 ロービジョン者の日常生活・社会生活上の障害	
3.1 はじめに	28
3.2 ロービジョン者の日常生活・社会生活上の障害	28
3.3 ロービジョン者が経験している読み書きの障害に関する全国調査	32
3.4 まとめ	36
第 4 章 問題の所在と研究の目的	
4.1 はじめに	38

4.2	読書の効率を向上させる従来の方略	38
4.3	問題の所在	39
4.4	本論文の目的	42
第Ⅱ部 環境調整型アプローチを行うための方法に関する基礎研究		43
第5章 環境を評価するツールとしてのブラーシミュレータの開発		
5.1	問題の背景と研究の目的	48
5.2	シミュレーションの方法とフィルタの選定	50
5.3	実験 5.1 無反射ガラスはブラーシミュレーションに活用可能か？	50
5.4	実験 5.2 ブラーシミュレータの信頼性の検討	57
5.5	ブラーシミュレータの試作	60
5.6	実験 5.3 フィルタ設置位置と視力の関数関係を求める実験	62
5.7	まとめ	65
第6章 視野を評価するツールとしての文字処理有効視野評価法の開発		
6.1	問題の所在と研究の目的	67
6.2	本システムで測定する視野の定義	69
6.3	文字処理有効視野評価システムの開発	70
6.4	実験 6.1 凝視の信頼性とブラーシミュレーションの妥当性に関する実験	74
6.5	実験 6.2 文字処理有効視野はロービジョン者に適応可能か？	77
6.6	まとめ	83
第Ⅲ部 ロービジョンの多様な見えにくさに対応出来る読書環境整備に関する基礎研究		85
第7章 低視力や低コントラストによる見えにくさを軽減する環境としてのUDフォント		
7.1	問題の背景と研究の目的	87
7.2	UDフォント開発に必要な方略	90
7.3	ゴシック体のUDフォント化に関する研究	91
7.3.1	問題の所在と研究の目的	91
7.3.2	実験 7.1 低視力シミュレーションによる視認性評価実験	92
7.3.3	実験 7.2 低コントラストシミュレーションによる視認性評価実験	99

7.3.4	実験 7.3	低視力シミュレーションによる可読性評価実験	104
7.3.5	調査 7.1	ロービジョン者を対象にした全国調査	107
7.3.6	実験 7.4	ロービジョン者を対象にした主観的読みやすさに関する実験	110
7.3.7	実験 7.5	ロービジョン者を対象にした可読性評価実験	114
7.4		教科書体のUDフォント化に関する研究	118
7.4.1		問題の所在と研究の目的	118
7.4.2	実験 7.6	低視力シミュレーションによる可読性評価実験	120
7.4.3	実験 7.7	ロービジョン者を対象とした可読性評価実験	124
7.4.4	実験 7.8	低視力シミュレーションによる尺度構成実験	127
7.4.5	実験 7.9	ロービジョン者を対象とした尺度構成実験	131
7.5		まとめ	135
第8章 視野狭窄による見えにくさを軽減する環境としてのコンデンス・フォント			
8.1		問題の背景と研究の目的	137
8.2	実験 8.1	長体率が可視性に及ぼす影響	139
8.3	実験 8.2	長体率が可読性に及ぼす影響	144
8.4		まとめ	147
第9章 視野の不均一さによる見えにくさを軽減する環境としての文章のディレクション			
9.1		問題の所在と本研究の目的	149
9.2	実験 9.1	ロービジョン者における縦書きと横書きの読書効率の比較	149
9.3	実験 9.2	晴眼者における縦書きと横書きの読書効率の比較	157
9.4		まとめ	161
第10章 まぶしさ（グレア）による見えにくさを軽減する環境としての白黒反転			
10.1		研究の背景と問題の所在	162
10.2	調査 10.1	眼疾患と白黒反転の関係に関する全国調査	165
10.3	調査 10.2	白黒反転のニーズや利用実態に関する全国調査	168
10.4		まとめ	173
第IV部 理想的な読書環境と考えられている拡大教科書の評価			
第11章 拡大教科書は理想的な読書環境となり得るか？			
11.1		問題の背景と研究の目的	177

11.2	調査 11.1	小中学校における拡大教科書の利用実態に関する全国調査	182
11.3	調査 11.2	盲学校高等部における拡大教科書の利用実態に関する全国調査	193
11.4	まとめ	.....	199
第12章 拡大教科書の選定・評価の実態と課題			
12.1	問題の背景と研究の目的	.....	201
12.2	調査 12.1	拡大教科書の選定・指導の実態に関する全国調査	201
12.3	調査 12.2	拡大教科書の選定・評価のための冊子版サンプル拡大教科書の試作と その効果に関する調査	214
12.4	まとめ	.....	223
第13章 ロービジョン者の拡大教科書の選択とパフォーマンスの関係			
13.1	問題の所在と研究の目的	.....	224
13.2	実験 13.1	拡大教科書に対するロービジョン者の選択と パフォーマンスの比較実験	224
13.3	実験 13.2	読書時の視距離調節の合理性に関する実験	238
13.4	まとめ	.....	244
第V部 インタラクティブに選択肢を変更出来る新しいデジタルメディアの開発・評価			
第14章 デジタルメディアは紙媒体の拡大教科書の代わりになり得るか？			
14.1	問題の所在と研究の目的	.....	248
14.2	実験 14.1	PDF形式のデジタル教科書と紙の拡大教科書の作業効率の比較	250
14.3	まとめ	.....	263
第15章 デジタル技術を活用したインクルーシブな教科書システムの開発と評価			
15.1	問題の所在と研究の目的	.....	264
15.2	調査 15.1	教科書・教材閲覧アプリ「UDブラウザ」の第1次試作の開発と評価	265
15.3	調査 15.2	教科書・教材閲覧アプリ「UDブラウザ」の第2次試作の開発と評価	278
15.4	調査 15.3	リフロー表示モードの機能の向上に関する分析	296
15.5	まとめ	.....	307

第VI部 総合考察	310
1 研究のまとめ	310
2 生体機能拡張型から環境調整型アプローチへの転換の意義	314
3 専門家による「処方」から当事者による「選択」へ	317
4 状況やユーザのニーズに応じてインタラクティブに選択出来るシステムの重要性	318
5 今後の課題	320
6 結論	322
引用文献	324

付録

関連業績一覧	339
職歴・研究歴	353
獲得した競争的資金等一覧	361
謝辞	367

正誤表

	(誤)	(正)
iv ページ一番下	15.5 まとめ・・・・・・・・・・307	15.5 まとめ・・・・・・・・・・308
v ページ上から3行目	生体機能拡張型から	生体機能補完型から
21 ページ2行目	Colenbrander et al. (1992)	Colenbrander & Fletcher (1992)
43 ページ8行目	生体機能を拡張する	生体機能を補完・拡張する
153 ページ下から5行目	らかになった () 。	らかになった。
196 ページの表11.8	レンズ	ルーペ
267 ページ上から10行目	LV生徒	ロービジョン生徒
314 ページ下から3行目	生体機能拡張型から	生体機能補完型から
315 ページ上から8行目	生体機能の拡張だと	生体機能の補完・拡張だと
315 ページ上から15行目	身体を拡張すること	身体を補完・拡張すること
316 ページ下から13行目	の拡張ではなく	の補完・拡張ではなく
317 ページ上から2行目	石川ら (1999)	石川・中野 (1999)
317 ページ上から20行目	石川ら (1999)	石川・中野 (1999)
320 ページ上から11行目	出来ているおり	出来ており
322 ページ下から1行目	晴眼者実験52人、シミュレーション実験114人	晴眼者実験32人、シミュレーション実験134人
333 ページ上から16行～17行	中野 泰志・新井 哲也 (2013) . ロービジョン児童生徒の白黒反転の好み 日本ロービジョン学会誌, 13, 45-50	削除

第 I 部 序論

1. はじめに

本論文は、ロービジョン (low vision) という障害を明らかにした上で、ロービジョン者の読書行動に影響を及ぼしている要因を、主として知覚心理学の観点から分析し、多様なロービジョン者が効果的に読書を出来るようにするための読書環境の構築を目指した研究である。ロービジョン者の障害を明らかにするという意味では、医学・生理学・障害学の基礎研究と捉えられるかもしれないし、読書行動に影響を及ぼしている要因を分析するという意味では、精神物理学的測定法を用いたオーソドックスな知覚心理学研究と捉えられるかもしれないし、環境の調整という意味では、工学的・福祉学的・教育的な応用研究と捉えられるかもしれない。しかし、本研究は、医学・生理学や知覚心理学や工学・福祉学・教育学の手法を組み合わせたオムニバス研究を目指しているわけではない。

本研究の出発点は、ロービジョン者への支援実践、特に、彼らが最も支援を必要としている読書に関する支援の過程で生まれてきた次の疑問にあった。すなわち、ロービジョンという障害を、「全盲 (total blindness) と比較して軽度の障害と捉えて良いのか」、「ロービジョン者の障害の程度を、視覚器の損傷の大きさ、もしくは、視力や視野等の視機能低下の程度で捉えて良いのか」、「ロービジョン者への支援内容は、視機能低下の程度に応じて客観的に決めることが出来るのか」という疑問であった。また、ロービジョンエイドや読書環境等を決定する際に、「視力や視野等の医学的検査の結果から決定できるのか」、「当事者の主観的な判断よりも、客観的なパフォーマンスに基づいて決定すべきなのか」、「ロービジョンエイドを選択することと読書の環境を整えることは同じ意味を持つのか」という疑問もあった。

視覚障害者への教育・福祉的支援の歴史を振りかえると、視覚をほとんど活用できない全盲者 (people with blindness) が優先され、ロービジョン者 (people with low vision) への支援が実施されるようになるまでには長い時間がかかってきた。読書に関し言えば、ルイ・ブライユ (Louis Braille) が点字 (braille) の体系を発明したのが 1825 年、フランス政府が点字を視覚障害者の文字として公式に認めたのが 1854 年であった (広瀬, 2010) のに対して、全米視覚障害者印刷センター (American Printing House for the Blind) が大活字本 (large print books) を提供し始めたのは 1947 年であった (Goodrich, Ardit, Rubin, Keefe & Legge, 2008)。また、日本における視覚障害者のための教科書の歴史を見ても、点字教科書が最初に発行されたのが 1909 年 (文部省, 1978) であったのに対して、拡大教科書が最初に作成されたのは 1963 年 (国立特別支援教育総合研究所, 2005) であった。

このように、全盲と比較してロービジョンに対する支援が遅れてきたのは、ロービジョンが全盲よりも軽度の障害と考える捉え方が根底にあったからだと考えられる。しかし、ケースワークを実施していると、ロービジョン者の中には、全盲者よりも読書に時間がかかったり、正確に内容を把握することが困難だったりするケースに遭遇することが少なくない。このような全盲とロービジョンの困難さの逆転現象を、統一的に理解し、適切な環境調整をするためには、ロービジョンという障害を捉え直す必要がある。

2. 障害の重さは心身機能で決められるか？

一般的に、ロービジョンは全盲よりも軽度の障害と考えられている。身体障害者福祉法施行規則の「身体障害者障害程度等級表」を見ても、視力や視野等の視機能が低い程、等級が高い、つまり、障害が重度であると規定されている。つまり、視機能という身体機能の程度で、障害の重さを判断していることになる。

一方、障害のある人達の生活上の困難さを見ると、ロービジョンの方が全盲よりも困る場面に遭遇することが少なくない。例えば、進行性の眼疾患の場合、視力低下や視野狭窄等の視機能低下が進行するにつれ、日常生活や社会生活上の困難さは増加する。しかし、視力低下が進行し、白杖や点字等を利用したり、自分の障害を周囲にカミングアウトしたりするようになると、困難さが軽減する場合がある。これは、白杖や点字を利用することで歩行や読書の困難さが軽減したり、周囲の人が障害のあるに気づくことで対応が変化したことが原因で生じる変化である。これらの臨床的な事実から考えると、障害の重さは、身体機能の程度だけでなく、人的支援を含めた環境との関係で決まると考える必要があることがわかる。つまり、障害は、心身機能のみで規定するのではなく、心身機能と環境との関係で捉えなければならないということになる。

本論文では、障害の定義を巡る議論を整理し、ロービジョンをどのように定義すべきか、また、ロービジョンケアはどうあるべきかについて論じた。

3. 第 I 部の概要と構成

従来からロービジョンケアは、生体機能補完型アプローチに基づいて行われてきた。このアプローチは、障害の概念が、医療モデルから社会モデルに変化した現在も、続いている。その根底には、ロービジョンは、他の障害とは異なっていて、社会モデルよりも、従来型の医療モデルでアプローチした方が問題を解決しやすいという考え方があると推測される。第 I 部では、新しい障害観としての社会モデルの観点でロービジョンケアを捉え直し、生体機能補完型アプローチから環境調整型アプローチへの転換が必要であることを示すために、以下の 4 つの章から構成した。

第1章では、障害の概念の変遷を整理し、ロービジョンという障害を捉える枠組みを整理した。

第2章では、ロービジョンという障害の概念の変遷や定義を概観し、ロービジョンという障害にどのようにアプローチすべきかを明らかにした。

第3章では、ロービジョン者が日常生活や社会生活の中で遭遇している困難さについて概観した上で、読書に関する困難さとニーズを紹介した。

第4章では、ロービジョン者の読書環境を整備する上で、本研究の目的である視機能を新たに捉え直す必要性や視機能との関係で環境整備を行う必要性について論じた。

なお、後述する通り、障害の定義や障害を示す用語法は、時代背景や理論等によって変化する。本論文では、ICIDHとICFの比較を行うことが多いため、ICIDHに関する記述では英語のまま、impairment、disability、handicapを用い、ICIDH以外で、同じ用語を用いるときには、インペアメント、ディスアビリティ、ハンディキャップという片仮名を用いる。ICFで用いられるimpairmentには漢字の「機能障害」を、disabilityには漢字と英語を併記した「障害 (disability)」を用いた。

第1章 障害の概念の変遷と定義

1.1 はじめに

ロービジョン (low vision) とは、眼球から視覚中枢に至る視覚系の疾患 (disease) や変調 (disorder) が原因で生じる視力や視野等の視機能が低下し、日常生活が困難になった状態だと考えられている。視覚系の疾患や変調がロービジョンの障害の本質であるとするれば、視力が低下する程、また、視野の欠損が大きくなる程、障害の程度は重度になると考えられる。そのため、ロービジョン (low vision) は、全盲 (total blindness) よりも軽度の障害と考えられてきた。確かに、視覚障害者の QOL (quality of life) に関する研究では、視力が低下する程、QOL が低下することが報告されている。一方、進行性の眼疾患のあるロービジョン者の中には、視力低下や視野狭窄が進行し、歩行の際に白杖 (white cane) を使わざるを得なくなったり、点字 (braille) や PC 等の画面を読み上げるスクリーンリーダー (screen reader) を使わないと文字にアクセスできなくなっただけの方や、ある程度、見えていた時よりも、楽に活動できるようになったという報告をする人達もいる。これらの事例を見ると、疾病と障害は同じではないし、疾病の進行状態が障害の重さを決定するのではないことがわかる。では、障害やその重さをどのように捉える必要があるのだろうか？ 第1章では、ロービジョンという障害やその障害の程度をどのように捉える必要があるかを議論する前提として、障害そのものの概念を、定義と関係させながら整理した。

1.2 疾病と障害：国際疾病分類 (ICD)

障害の概念を整理し、統一的な定義を行う上で、重要な役割を果たしたのが、世界保健機関 (World Health Organization ; WHO) であった。WHO は、1946 年にニューヨークで開催された国際会議 (<http://www.who.int/about/mission/en/>) で、「健康とは、単に疾病がないとか虚弱でないというばかりではなく、身体的、精神的、社会的に完全に良好な状態である ("Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity." の根村 (2004) による翻訳)」と定義した。そして、WHO では、世界中のすべての人々が健康水準に到達するための活動の一つとして、1893 年に国際統計協会で作成された国際疾病分類 (International Classification of Diseases ; ICD) の改訂 (1948 年の第 6 回修正から) を行ってきた (佐藤, 1992 ; 上田, 2002)。ICD は、世界各国の医療・保健・福祉行政・医学などの研究のための統計資料を作成する基準として、異なる国や地域においても統一した基準のもと比較・分析ができるように国際的な合意で定められた分類である (川手・水間, 2007)。ICD

は、WHO が改訂に関与することになった 1948 年の第 6 回修正（ICD-6）の際に大幅に修正され、死亡に至った原因疾患や外傷のみでなく、死に至らない疾病や外傷も取り扱うことになった（上田, 2002 ; 川手・水間, 2007）。死に至らない疾病や外傷は、後述する「医学的障害」に相当すると考えられ、ICD-6 の段階から、疾病だけでなく、障害を考慮していたことがわかる。

1.3 「医学的障害」と「生活上の障害」

障害の概念には、疾病や外傷の結果生じる個人の臓器・器官・組織等の何らかの不全状態、または喪失としてとらえる「医学的障害」と、社会組織や環境的制限の帰結（consequence）として生じる「社会生活上の障害」がある（伊藤, 1996）。

佐藤(1992)によれば、「医学的障害」と「社会生活上の障害（生活上の困難）」を区別する考え方は、1919 年に Upham が「ハンディキャップはその人の身体の状態によって生じるのではなく、身体の状態と彼の職業とのかかわりによって生じる。したがってある人がある職業ではハンディキャップをもつ人となり、他の職業ではそうならないことがありうる」と記述した頃からすでに存在していた。

表 1.1 「障害の 2 つのレベル」の主な提起（佐藤, 1992）

発表年・氏名・国	医学的障害	生活上の障害
1919 Upham アメリカ	身体の状態	ハンディキャップ
1951 Clarke イギリス	身体的・情緒的または知的な制限（ハンディキャップ）	社会的・環境的制限
1965 Hamilton アメリカ 1960 Wright アメリカ 1973 Gellman アメリカ	ディスアビリティ	ハンディキャップ
1965 Morris アメリカ 1974 Garrad イギリス 1976 Blaxter イギリス 1976 UPIAS* イギリス	インペアメント	ディスアビリティ

*UPIAS : The Union of the Physically Impaired Against Segregation
(隔離に反対する身体障害者連盟)

Upham 以外にも、表 1.1 に示した通り、障害を「医学的障害」と「生活上の障害」の 2 つのレベルで考える提起はなされていたが、用語の不統一があったり、生活上の障害の捉

え方がそれぞれで異なるという課題があった。WHO は、これらの議論や提案も踏まえ、ICIDH を提案した。

1.4 障害に関する国際的な最初の定義：国際障害分類（ICIDH）

WHO によって障害が最初に定義されたのは、1980 年に、ICD 第 9 版（ICD-9）の補助分類として公開された「国際障害分類」（International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps ; ICIDH）であった（佐藤, 1992）。

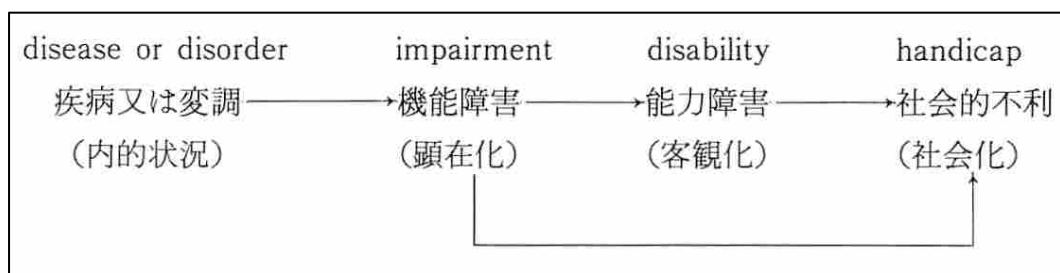


図 1.1 ICIDH の障害構造モデル（World Health Organization, 1980 ; 佐藤, 1992）

ICIDH では、障害を impairment（機能障害）、disability（能力障害）、handicap（社会的不利）という 3 つのレベル（階層）に分けて捉え、それぞれのレベルを以下のように定義した（World Health Organization, 1980 ; 佐藤, 1992 ; 伊藤, 1996）。

- impairment とは、保健活動の経験のなかでは（in the context of health experience）、心理的、生理的または解剖的な構造または機能のなんらかの喪失または異常である。機能障害は、個人の生物・医学的状態（biomedical）におけるなんらかの正常基準からのずれを示している。
- disability とは、保健活動の経験のなかでは、人間として正常と見なされる方法や範囲で活動していく能力の、（機能障害に起因する）なんらかの制限や欠如である。
- handicap とは、保健活動の経験のなかでは、機能障害や能力障害の結果として、その個人に生じた不利益（disadvantage）であって、その個人にとって（年齢、性別、社会文化的因子からみて）正常な役割を果たすことが制限されたり妨げられたりすることである。

ICD では疾病（disease）のメカニズムを「etiology（病因）→pathology（病理）→manifestation（症状）」（World Health Organization, 1980）と捉えている。死に至らな

い疾病や外傷を障害と捉えると、障害は治療や予防の対象にしかならず、医学の専門家しか関与できないことになる。これに対して、ICIDHでは障害を、「疾病の諸帰結 (consequences of disease)」として整理した。また、図 1.1 に示したように、疾病 (disease) や変調 (disorder) により、心身の機能が平均的な状態と比べて低下するという impairment が起こり、その結果として、disability が起こり、impairment や disability の結果、社会的な活動をする上で様々な handicap が引き起こされるという構造モデルで捉えた (impairment が直接、handicap に繋がるケースとしては、顔に出来た痣の例が考えられる。痣は impairment であるが、disability は引き起こさない。しかし、handicap になることはあり得るという場合である)。その結果、障害の問題を、医療以外の専門家や当事者を含む非専門家が扱える問題として認識させるという役割を果たしたと考えられる (佐藤, 1992)。つまり、疾病 (disease) ・変調 (disorder) や impairment は医療の専門家が中心に扱うが、disability は主としてリハビリテーション等の専門家が、handicap は主として社会福祉や社会政策等の専門家や当事者を含む非専門家が扱うことが出来る問題であることが明確にされたのであった。

1.5 障害の社会モデル

WHO は、ICIDH において、それまで「医学的障害」と呼ばれてきた障害を疾病・変調と impairment に、「生活上の障害」を disability と impairment に分けて整理した。また、障害をレベルに分けて構造化した結果、それぞれのレベルの障害が発生するメカニズムが明確になり、障害にかかわる様々な専門家の役割も明確にしたと考えられている。

しかし、ICIDH では、障害の原因を疾病 (disease) に求めており、疾病の治療や予防を重視するという考え方が根底にある (ICIDH が「医療モデル (medical model)」や「個人モデル (individual model)」と言われるのは、障害が発生する原因を、個人の疾病に還元しているからである) ため、障害のある当事者から多くの批判を受けることになる。Oliver (1990) は、ICIDH を医学的分類に近いと批判し、impairment は機能上の異常を、disability は正常な人間であれば出来て当然とみなされている活動が出来ないことを、そして handicap は正常な社会的役割を果たす能力がないというネガティブな見方になっていることを指摘した。

障害の社会モデル (social model of disability) とは、障害を個人の属性ではなく、社会的障壁として捉える (石尾, 2008) 理論である。障害は、自分の身体にあるのではなく、障害者を排除する社会にある (石川・長瀬, 1999) とする考え方は、イギリスの「隔離に反対する身体障害者連盟」(UPIAS ; The Union of the Physically Impaired Against Segregation) が、ICIDH に先立ち、1976 年に提案した障害の定義に始まると言われてい

る。UPIAS では、障害をインペアメントとディスアビリティに分け、インペアメントを「手足の一部または全部の欠損、身体に欠陥のある肢体、器官または機構を持っていること」、ディスアビリティを「身体的なインペアメントを持つ人のことを全くまたはほとんど考慮せず、したがって社会活動の主流から彼らを排除している今日の社会組織によって生み出された不利益または活動の制約」と定義した (Oliver, 1990 ; 佐藤, 1992)。UPIAS の定義の特徴は、ディスアビリティを「インペアメントを持つ人間に対する社会的抑圧の問題」(石川・長瀬, 1999) と捉えていることであり、障害を、「インペアメントという個人的次元」と「ディスアビリティという社会的次元」に切り離すことによって、社会的責任の範囲を明確にした (石尾, 2008) ことであった。石川(2000)は、UPIAS 等の障害者運動の視点を理論化した学問分野が「障害学 (disability studies)」であり、イギリスの障害学が伝統的医療モデルを否定し、「社会モデル」を開発したと述べている。

Oliver(1983)や Oliver & Sapey(2006)は、「社会モデル」のパラダイムシフトを、ある個人の身体的制限 (physical limitations) から、いわゆる障害者に制約を強いている物理的・社会的環境へ焦点化したことだと述べている。そして、障害者の住居の問題を例にとり、個人モデルでは、障害者の機能制限に焦点化するのに対して、社会モデルでは、住居が個人のニーズに合っていないために障害が作り出されると捉えることを紹介している。

Oliver(1996)は、障害の社会モデルの特徴を明確にするために、個人モデルと比較し、表 1.2 のように対比させた。

表 1.2 ディスアビリティのモデル (Oliver, 1996)

<i>The individual model</i>	<i>The social model</i>
personal tragedy theory	social oppression theory
personal problem	social problem
individual treatment	social action
medicalisation	self-help
professional dominance	individual and collective responsibility
expertise	experience
adjustment	affirmation
individual identity	collective identity
prejudice	discrimination
attitudes	behaviour
care	rights
control	choice
policy	politics
individual adaptation	social change

Oliver(1996) や Oliver & Sapey(2006)によると、個人モデルは、「個人的悲劇理論 (personal tragedy theory)」であり、障害の原因を怪我や病気等の「個人的な問題」 (personal problem) と捉え、解決するためには怪我や病気等の「治療」 (individual treatment) が必要だと考え、障害を治療の対象とする「医療化」 (medicalisation) を行う。そのため、医療の「専門家の支配」 (professional dominance) を受けることになり、医療の「専門知識」 (expertise) に基づいて、個人を「調整」 (adjustment) する。また、障害は「個人のアイデンティティ」 (individual identity) として捉えられ、障害者に対する「偏見」 (prejudice) や「態度」 (attitudes) にアプローチしなければならず、障害者は「ケア」 (care) され、「コントロール」 (control) されたりする受動的な存在だと考える。そして、この問題を解決するためには、「政策」 (policy) によって「個人的適応」 (individual adaptation) を促進させることが求められると考えられる。一方、社会モデルは、「社会的抑圧理論」 (social oppression theory) であり、障害の原因を障害のある人達のニーズを想定せずに社会が構築されたという「社会的な問題」 (social problem) と捉え、障壁 (barrier) になっている物理的・社会的な環境を取り除くためには「社会的行動」 (social action) が必要であり、障害のある人自身による「セルフ・ヘルプ」 (self-help) が重要であると考え。そのため、障害をなくすためには、「個人と集団の責任」 (individual and collective responsibility) が必要であり、個人の「経験」 (experience) の「肯定」 (affirmation) が重要視される。また、障害は「集団が共有するアイデンティティ」 (collective identity) として捉えられ、障害のある人達に対する「差別」 (discrimination) や「行動」 (behaviour) にアプローチしなければならず、障害のある人達の「権利」 (right) が守られるように、障害のある人が必要な「選択」 (choice) を行うという能動的な存在だと考える。そして、この問題を解決するためには、「政治」 (politics) によって「社会変動」 (social change) を起こすことが求められると考えられる。

障害の社会モデルは、障害の原因を個人の心身の機能ではなく、障害のある人達の心身機能では活動したり、参加したりすることに制限や制約が加えられる社会の構築のされ方やあり方に求める点が特徴である。また、障害のある人達が遭遇している障壁を医療やリハビリテーションの専門家による治療、訓練、道具によって解決するのではなく、物理的・社会的環境に介入することによって解決することを重視する点も特徴だと言える。そして、障害のある人達は、専門家によってケアされたり、コントロールされる対象ではなく、他の人達と同じように権利を守られる存在であり、自分自身で選択・決定することが重視されなければならないと考える点にも特徴がある。さらに、社会的障壁を取り除くの

は、個人ではなく、社会の責任であると考えられる点も重要な特徴である。

障害の社会モデルでは、専門職は、「ニーズを判定したりサービスに正当性を与えることから、障害者が選択することができる資源になるべきである」(Oliver & Sapey, 2006)と考えられている。

1.6 国際生活機能分類 (ICF)

ICIDH は、障害の構造を明らかにし、障害の問題を医学の専門家だけではなく、医療以外の専門家や当事者を含む非専門家も扱える問題へと転換する役割を果たしたが、上述したイギリスの障害学からの批判を始め、多くの問題点が指摘されることになった。佐藤 (1992) は、ICIDH への批判を整理し、1) 全体の構成モデル (「障害」と環境の関係など)、2) 病気、impairment、disability、handicap の関係、3) impairment の概念と分類、4) disability の概念と分類、5) handicap の概念と分類、6) その他 (用語法など) に分類している。また、宮村・橋本(2015)は、主観的障害の重要さ、環境の重要さ、社会的不利に関する分類の不十分さがあったことを指摘した。

これらの問題点を解決するために、WHO は、2001 年に国際障害分類を改訂し、国際生活機能分類：国際障害分類改定版 (International Classification of Functioning, Disability and Health, ICF) として公表した (World Health Organization, 2001)。

ICF では、人の生活機能 (functioning) と障害 (disability) に関する状況を、背景因子 (contextual factors) と関連させて記述することが可能である。

生活機能は、「心身機能」(body functions)、「身体構造」(body structures)、「活動」(activity)、「参加」(participation) の 4 つの構成要素の相互作用で記述され、各構成要素は以下のように定義される。

- 心身機能 (body functions) とは、身体系の生理的機能 (心理的機能を含む) である。
- 身体構造 (body structures) とは、器官・肢体とその構成部分などの、身体の解剖学的部分である。
- 活動 (activity) とは、課題や行為の個人による遂行のことである。
- 参加 (participation) とは、生活・人生場面 (life situation) への関わりのことである。

ICF では、障害を、生活機能の各次元で生じる問題として位置付け、心身機能や身体構造 (身体レベル) の次元で起こる問題を「機能障害 (impairments)」、活動の次元で起こ

る困難を「活動制限 (activity limitations)」、参加の次元で起こる困難を「参加制限 (participation restrictions)」と呼び、以下のように定義した。

- 機能障害 (構造障害を含む) (impairments) とは、著しい異変や喪失などといった、心身機能または身体構造上の問題である。
- 活動制限 (activity limitations) とは、個人が活動を行うときに生じる難しさのことである。
- 参加制約 (participation restrictions) とは、個人が何らかの生活・人生場面に関わるときに経験する難しさである。

人の生活機能 (functioning) と障害 (disability) に影響を及ぼす背景因子には、環境因子 (environmental factors) と個人因子 (personal factors) の2つがあり、以下のように定義された。

- 環境因子とは、人々が生活し、人生を送っている物的な環境や社会的環境、人々の社会的な態度による環境を構成する因子のことである。この因子は個人の外部にあり、その人の社会の一員としての実行状況 (performance)、課題や行為の遂行能力 (capacity)、心身機能・構造に対して、肯定的な影響または否定的な影響を及ぼしうる。
- 個人因子とは、個人の人生や生活の特別な背景であり、健康状態や健康状態以外のその人の特徴からなる。これには、性別、人種、年齢、その他の健康状態、体力、ライフスタイル、習慣、生育歴、困難への対処方法、社会的背景、教育歴、職業、過去または現在の経験 (過去や現在の人生の出来事)、全体的な行動様式、性格、個人の心理的資質、その他の特性等が含まれるであろうし、これらの全部または一部が、どのレベルの障害においても一定の役割をもちうる。個人因子はICFには分類として含まれないが、その関与を示すために図 1.2 には含まれている。この因子の関与は、さまざまな介入の結果にも影響しうる。

ICF では、「心身機能や身体構造」は身体レベル、「活動」は個人レベル、「参加」は社会レベルとして理解し、因果関係ではなく、相互作用の関係にあると捉える (図 1.2)。また、ICF では、障害とは、人と物的環境および社会的環境との間の相互関係の結果生じる多次元の現象と捉える。そして、ICF は、障害の本質的な問題の所在が、阻害因子あるいは促進因子の欠如という環境の問題なのか、個人自身の能力が制限されているという問題

なのか、または、これら複数の要因が合わさったものなのかを見分ける役割を果たしている。

ICFは、ICIDHの改訂版であるが、異なる点が多くある。最も大きな相違点は、ICIDHが障害の構造や過程をモデル化していたのに対して、ICFは、人の健康のすべての側面と、安寧（well-being）のうち健康に関連する構成要素のいくつかを扱うものであり、それらを健康領域（health domains）及び健康関連領域（health-related domains）として記述することを目指している点である。また、ICIDHが障害者を対象にしたのに対して、ICFは障害のある人だけでなく、すべての人を対象にした分類である点も大きな違いである。そして、ICIDHが個人（医療）モデルであると批判されたことを受け、ICFでは、個人（医療）モデルと社会モデルを統合した点も大きな特徴だと考えられている。

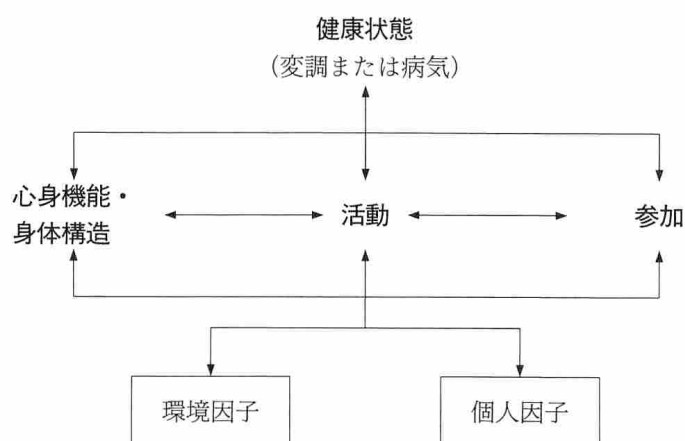


図 1.2 ICF の構成要素間の相互作用 (World Health Organization, 2001)

1.7 まとめ

本研究の目的は、ロービジョンという視覚に障害のある人が効果的に読書ができるための方法を主として知覚心理学の方法論を用いて、明らかにすることである。その前提として、本章では、障害一般の概念の変遷と現在の定義を明らかにした。

障害の概念の変遷を先行研究に基づいて整理した結果、障害の概念は、最初（ICDの初期の段階）、疾病と区別されていなかった。そして、治療出来ない「疾病」が注目されるようになり、治療できない「疾病」を持つ人が遭遇する「社会生活上の困難さ（障害）」に焦点が当てられるようになった。また、「社会生活上の障害」の構成要素や構成要素間の関係が注目され、ICIDHの障害構造モデルが誕生した。しかし、ICIDHは、障害の原因を個人の疾病に帰属させる個人（医療）モデルであったため批判され、その対立概念である障害の社会モデルが主張されるようになった。障害の社会モデルでは、障害の原因を社会の構築のされ

方やあり方に求め、物理的・社会的環境に介入することによって解決することを社会の責任と考え、障害のある人達の権利や選択・決定を重視することであった。また、専門職の役割を、障害者が選択することができる資源になることとした。そして、ICFでは、個人（医療）モデルと社会モデルを包括する新しい考え方で構成され、現代における統一的な障害の定義となったことが見出された。

第2章 ロービジョンの概念の変遷、定義、実態

2.1 はじめに

第1章では、障害の捉え方として、障害の個人（医療）モデル（medical model）と社会モデル（social model）があり、現在では、この2つのモデルを統合したICFによる個人と環境の相互作用モデルが主流であることが見出された。この障害の捉え方の変遷は、単に、障害の構造を明らかにするだけでなく、医学や心理学等の関係学問領域の関与の在り方の変遷でもあった。ICD以前は医療が中心であった障害の問題に対して、ICIDHが登場したことで、心理学や社会福祉学等の医療の関連領域の役割が明らかになった。ICIDHは、障害を心身機能だけでなく、能力や社会との関係で構造化することに成功した。しかし、障害が生じる原因を個人の心身の状態に還元させるモデルであるという批判が、障害学(disability studies)等からなされ、社会の構築のされ方やあり方から障害を捉える社会モデルの考え方が重視されるようになった。そして、障害の個人（医療）モデルと社会モデルを統合させた理論として、ICFが登場した。そのため、ロービジョン者への介入（intervention）やケア（care）においても、個人（医療）モデルと社会モデルを統合させたICFに基づくアプローチが必要だと考えられる。

第2章では、ロービジョンという障害について概観し、第1章で明らかにした障害の定義に基づいて、ロービジョンという障害をどのように捉えるべきかを論じた。

2.2 ロービジョンの原因疾患

高橋(2006)は、ロービジョンの原因となる代表的な眼疾患として、糖尿病性網膜症、緑内障、網膜色素変性症、網脈絡膜萎縮、網膜剥離、白内障、ベーチェット病、加齢黄斑変性、黄斑ジストロフィー、全色盲（桿体1色型色覚）、白子症、先天無虹彩症、未熟児網膜症、視神経萎縮を挙げた。これらの原因眼疾患を部位で大別すると、白内障等の眼球、視神経萎縮等の視覚伝達路、中枢性視覚障害等の視覚中枢の機能障害（図2.1）に分けられる。また、斜視弱視等の視覚発達の障害や心因性視力障害等の心身症等が原因でロービジョンになる場合もある。

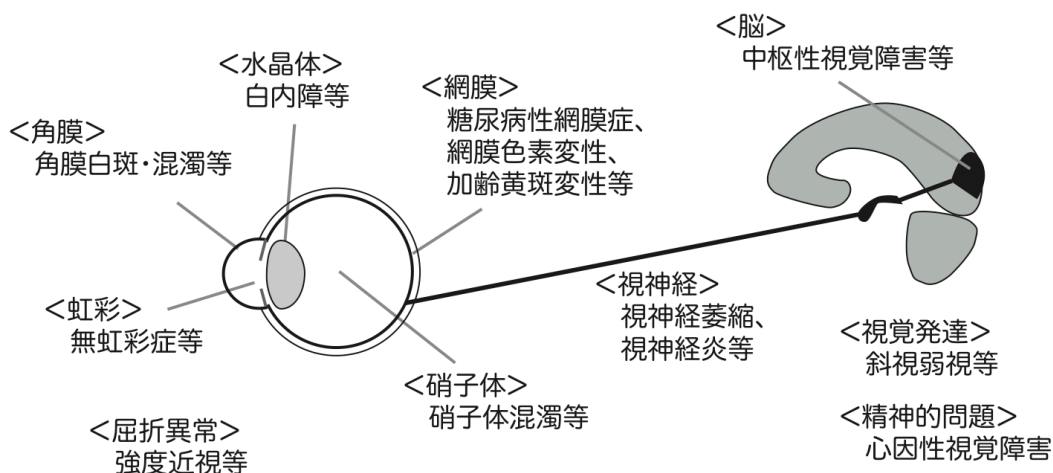


図 2.1 ロービジョンの原因疾患 (小田・中野, 1993 より改変)

2.3 ロービジョンの視機能

ロービジョンは、眼疾患 (原田, 1989 ; 原田, 1990 ; 原田, 1991a ; 原田, 1991b ; 原田, 1991c) によって損傷を受ける部位やその程度によって、視機能低下を起こしている状態である。眼科では、視機能検査として、視力、屈折、眼鏡・コンタクトレンズ、調節・輻輳、眼位・眼球運動、両眼視機能、光覚、色覚、視野等の検査が実施される (飯田・近藤・中村, 2016)。また、ロービジョンの視機能検査では、遠見視力、近見視力、コントラスト感度、色覚、視野、グレア感度の検査が実施される (Jackson & Wolffsohn, 2007)。

小田 (2008) は、ロービジョンの視機能低下を、視機能の観点から、1) 空間解像度の低下、2) コントラストの低下、3) 空間の歪み、4) 中心視野の欠損、5) 周辺視野の狭窄、6) 照明への不適応の 6 つのタイプに分類した。

2.4 視覚障害の中でのロービジョンの位置付け

ロービジョンに関する取り組みの歴史は古く、マルコ・ポーロの時代にまで遡る (Mogk & Goodrich, 2004)。Goodrich et al. (2008) は、ロービジョン年表の中で、1270 年頃に中国の老人が読書の際に拡大鏡を使っていたことをマルコ・ポーロが発見したことやデカルトが 1637 年に最初の拡大補助具を発明したことに言及している。

ロービジョン者のための光学的エイド (補助具) が早くから発見されていたにもかかわらず、ロービジョン者に対する教育やリハビリテーションが注目されるまでには、時間を要した。世界で最初の盲学校がフランスのパリに作られたのは 1784 年で、その後、1791 年にはイギリスのリバプールに、1808 年にはオランダのアムステルダムに盲学校が設立されたが、ロービジョン児の教育が注目されるようになったのは、1900 年代に入ってからで

あった。なぜなら、当時、視覚障害のある患者は「見える」か「見えない」かで分けられ、「見えない」患者は点字を教わるために盲学校に送られるという扱いを受けていた (Brown, 1997) からである。ロービジョン児の教育を行うための最初の学校がロンドンに設立されたのは 1908 年で、アメリカにロービジョン学級が作られたのは 1913 年であった (Goodrich et al., 2008)。しかし、当時は、視力を保存する (sight saving) ために、残存視機能は使わないことが推奨された (Brown, 1997)。当時は、ロービジョンのことを、“partially blind”や“partially sighted”と呼んでおり、盲 (blind) でも晴眼 (sighted) でもないマージナルな存在として扱っていた。

ロービジョンという用語は、Faye, E. と Fonda, G. によって使われたと言われており (Goodrich et al., 2008)、1950 年前後から論文にも登場するようになった (Jewett, 1946 ; Mackie, 1951 ; Fonda, 1956)。1953 年には、最初のロービジョンクリニックが Industrial Home for the Blind (現在の Helen Keller Services for the Blind) と New York Association for the Blind (現在の Lighthouse International) に設立され、ロービジョン者に対する視覚補助具 (エイド) の処方やビジョン・トレーニングが注目されるようになった (Mogk & Goodrich, 2004)。そして、ロービジョンケアへの関心は、第 2 次世界大戦後、障害を負った退役軍人を労働者として社会復帰させるサービスが推進力となって広がっていった (Brown, 1997)。

2.5 ロービジョンケア

Jose (1985) は、ロービジョンケアは原理であり、視覚リハビリテーションはサービスであるとした。また、ロービジョンケアは視力を最大限に使うようにすることであり、視覚リハビリテーションはそれを遂行するためにロービジョン者を助けるための異なる訓練を受けた専門家グループの協力の上に成り立っていると述べた。

広瀬 (2000) は、ロービジョンケアを、以前は主にオプトメトリスト (optometrist) によって行われていたケアで、特別な診断法を使うこともなく、手術等で視力回復させることもなく、患者の持っている低い視力を眼鏡その他の器具で最大限に活用させることを目的とするケアであると説明している。また、高橋 (2012) は、視覚障害者の保有視覚を最大限に活用して生活の質 (quality of life; QOL) の向上を目指すケアであると述べている。また、日本ロービジョン学会は、「視覚に障害があるため生活に何らかの支障を来している人に対する医療的、教育的、職業的、社会的、福祉的、心理的等すべての支援の総称である。発達・成長期にある小児に必要なハビリテーションあるいは主に成人の中途障害に対応するリハビリテーションを目的とする。」と定義した。

視覚障害教育においては、視覚障害を視覚活用が困難な盲 (blind) と視覚活用が可能

なロービジョンに分けると同時に、受障時期によって、先天・早期 (congenital) と後天・中途 (acquired) に分類して教育を実施している。先天・早期の受障の場合、十分な視覚経験がないことを考慮した教育が展開されている。

2.6 ロービジョンという概念

歴史的には、全く見えない (total blind) わけでも、通常の見え方 (normal vision) でもない状態に対して、“partially blind”、“partially sighted”、“subnormal vision”、“poor vision”、“reduced vision”等の用語が使われてきた。従来の視力保存の考え方から、視覚を有効活用する考え方へ変わった頃から、ロービジョンという用語が使われることが多くなった。日本では、教育や福祉の領域で「弱視」という用語をロービジョンの意味で用いてきた歴史がある。しかし、医学の領域では、「弱視」は“amblyopia”を意味しており、混乱を避けるために、“amblyopia”を医学的弱視、ロービジョンを教育的弱視もしくは社会的弱視と呼び分けることになった。なお、法律や省令等では「弱視」という用語をロービジョンの意味で使うこともあるため、現在は、日本でも片仮名で「ロービジョン」と呼ぶことが多くなってきつつある。

ロービジョンは、「視覚系の疾患が原因で起こる両眼の視力低下や視野障害」(Faye, 1984)、「日常的な作業や活動に支障がでる程の視機能の欠損で眼鏡やコンタクトレンズで矯正することが出来ないもの」(Jose, 1985)を指す概念であり、一般的には、「眼鏡やコンタクトレンズで屈折矯正をしても、手術をしても治療することが出来ない、日常生活や社会生活に支障が出る程度の視覚障害」と考えられている。しかし、ロービジョンの定義や分類基準に関しては、様々なガイドラインで定められているが、コンセンサスは得られていないとされている (Corn & Erin, 2010 ; Leat, Legge & Bullimore, 1999)。

2.7 ロービジョンの法的定義

ロービジョンの定義を大別すると、視力低下や視野欠損等の impairment に基づくものと「視覚補助具を用いても新聞が読めない」等の disability に基づくものがある。例えば、WHO の ICD-10 では、「ロービジョンのある人とは、治療や標準的な屈折矯正を行っても視機能に障害があり、視力が光覚から 6/18 (0.3) まで、もしくは、視野が 10 度未満で、課題を達成するのに視覚を活用出来たり、視覚活用の可能性がある人のことである」と定義し、表 2.1 のように視覚障害の程度を分類している (表には、現在、改訂が進められている ICD-11 の分類基準も示した)。WHO のガイドラインでは、定義には disability の観点を入れつつ、障害程度分類は impairment の観点から行っている。表 2.1 で明らかのように、盲 (blind) は、光も感じない全盲 (total blind) だけを示すわけではない。こ

のように法律や制度上の視覚障害を法定盲 (legal blind) と呼ぶ。例えば、アメリカやカナダでは、一般的に小数視力 0.1 (20/200) 未満を法律上、盲と呼んでいる。

日本には、現在、盲やロービジョンに関する定義や分類する明確な基準はないが、教育・福祉制度の対象者を認定するための分類基準がある。例えば、厚生労働省では、身体障害者福祉法施行規則の別表第 5 号「身体障害者障害程度等級表」(2018 年 7 月 1 日適用開始) に、視覚障害の程度を等級として分類している (表 2.2)。このガイドラインは、障害等級を視力と視野という impairment の観点から定義・分類したものである。

文部科学省では、教育の場と障害の程度との関係を表 2.3 のように示している (全国盲学校長会, 2018)。このガイドラインでは、特別支援学校 (視覚障害) (従来の盲学校) に入学できる障害の程度の一部に impairment の観点が使われているが、それ以外は disability に基づいて、機能的・行動的な観点で基準を作成している点が特徴である。

表 2.1 ICD(WHO)の視覚障害分類基準

分数視力(小数視力)		ICD-10(2006年版)		ICD-11(2018年版)	
未満	以上	カテゴリ	分類	カテゴリ	分類
	6/12 5/10(0.5) 20/40			0	視覚障害 なし
6/12 5/10(0.5) 20/40	6/18 3/10(0.3) 20/70	0	軽度もし くは視覚 障害なし	1	軽度 視覚障害
6/18 3/10(0.3) 20/70	6/60 1/10(0.1) 20/200	1	中等度 視覚障害	2	中等度 視覚障害
6/60 1/10(0.1) 20/200	3/60 1/20(0.05) 20/400	2	重度 視覚障害	3	重度 視覚障害
3/60 1/20(0.05) 20/400	1/60* 1/50(0.02) 5/300[20/1200]	3	盲	4	盲
1/60* 1/50(0.02) 5/300[20/1200]	光覚	4	盲	5	盲
光覚なし		5	盲	6	盲

視力は屈折矯正を行った上で両眼開放で測定。視野が10度未満であれば、「盲」と見なされる。「1/60*」は「1メートル指数弁」でも良いことを、「5/300[20/1200]」は「5/300」でも「20/1200」でも良いことを示している。

表 2.2 身体障害者障害程度等級表（厚生労働省による分類）

等級	基準
1 級	視力の良い方の眼の視力が 0.01 以下のもの
2 級	1 視力の良い方の眼の視力が 0.02 以上 0.03 以下のもの 2 視力の良い方の眼の視力が 0.04 かつ他方の眼の視力が手動弁以下のもの 3 周辺視野角度の総和が左右眼それぞれ 80 度以下かつ両眼中心視野角度が 28 度以下のもの 4 両眼開放視認点数が 70 点以下かつ両眼中心視野視認 点数が 20 点以下のもの
3 級	1 視力の良い方の眼の視力が 0.04 以上 0.07 以下のもの（2 級の 2 に該当するものを除く） 2 視力の良い方の眼の視力が 0.08 かつ他方の眼の視力が手動弁以下のもの 3 周辺視野角度の総和が左右眼それぞれ 80 度以下かつ両眼中心視野角度が 56 度以下のもの 4 両眼開放視認点数が 70 点以下かつ両眼中心視野視認点数が 40 点以下のもの
4 級	1 視力の良い方の眼の視力が 0.08 以上 0.1 以下のもの(3 級の 2 に該当するものを除く) 2 周辺視野角度の総和が左右眼それぞれ 80 度以下のもの 3 両眼開放視認点数が 70 点以下のもの
5 級	1 視力の良い方の眼の視力が 0.2 かつ他方の眼の視力が 0.02 以下のもの 2 両眼による視野の 2 分の 1 以上が欠けているもの 3 両眼中心視野角度が 56 度以下のもの 4 両眼開放視認点数が 70 点を超えかつ 100 点以下のもの 5 両眼中心視野視認点数が 40 点以下のもの
6 級	視力の良い方の眼の視力が 0.3 以上 0.6 以下かつ他方の眼の視力が 0.02 以下のもの

表 2.3 視覚障害の程度と教育の場（文部科学省による分類）

教育の場	障害の程度
特別支援学校（視覚障害）	両眼の視力がおおむね 0.3 未満のもの又は視力以外の視機能障害が高度のもののうち、拡大鏡等の使用によっても通常の文字、図形等の視覚による認識が不可能又は著しく困難な程度のもの。（学校教育法施行令第 22 の 3）
弱視特別支援学級	拡大鏡などの使用によっても通常の文字、図形等の視覚による認識が困難な程度のもの。（25 文科初第 756 号初等中等教育局通達）
通級による指導（弱視）	拡大鏡などの使用によっても通常の文字、図形等の視覚による認識が困難な程度の者で、通常の学級での学習におおむね参加でき、一部の特別な指導を必要とするもの。（25 文科初第 756 号初等中等教育局通達）

2.8 ICIDH に基づくロービジョンという障害の捉え方

Colenbrander et al. (1992) や Leat et al. (1999) は、眼疾患とロービジョン者が遭遇する障害の関係を明確にするために、ICIDH の階層モデルを用いて、眼疾患と障害の関係を以下のように説明している。第 1 階層は disorder (疾患) で、解剖学的、生理学的な疾患 (disorder) や標準からの逸脱 (deviation) である。例えば、レンズの混濁の程度が標準値から有意に逸脱した場合が白内障という disorder である。第 2 階層は、impairment (機能障害) で、disorder が原因で起こる視機能 (視力、コントラスト感度、視野等) の低下である。例えば、白内障という disorder の結果、視力やコントラスト感度が低下することが impairment である。第 3 階層は、disability (能力障害) で、impairment が原因で起こる特定の課題を達成するために必要な能力の低下である。例えば、視力低下という impairment の結果、望んでいる車の運転や読書が出来なくなることが disability である。そして、第 4 階層は、handicap (社会的不利) で、disability が原因で起こる社会的、経済的、精神的不利益である。例えば、車を運転出来ないという disability の結果、仕事が制限されてしまうことが handicap である。

Jackson & Wolffsohn (2007) は、表 2.4 に示したようにいくつかの眼疾患に ICIDH の分類を適応し、医療現場で得られる定量的な視機能の検査結果と、個々の患者が体験している視

覚機能障害の実際の影響とのギャップを埋めるのに役立つと述べている。

高橋（2012）は、ICIDH の考え方に基づいて、眼疾患、視機能障害、視覚的能力障害、視覚的社会的不利の関係を整理した（表 2.5）。また、眼疾患と視機能障害は医療の専門家がキュア（cure）に関する対策を、視覚的能力障害、視覚的社会的不利は教育や福祉がケア（care）に関する対策を行うことを示した。

ICIDH のモデルでは、疾患が impairment を、impairment が disability を、impairment や disability が handicap を生起させるという因果関係を前提にしている。しかし、同じ疾患が同じ disability や同じ疾患が同じ impairment を生起させるわけではないし、同じ impairment が同じ disability を形成するわけでもない。そこで、中野（2000）は、disorder、impairment、disability、handicap が具体的にどのように関連しているのかを概念図（図 2.2）を示した。この概念図に従えば、個々の impairment の程度（ぼやけによる視力の低下の仕方）が、具体的な課題（読書等）の遂行にどのような影響を及ぼすかを関数関係で求める必要があり、知覚心理学、特に、視覚科学の役割は、この関数関係を求めることにあると考えられる。

表 2.4 喪失と機能障害の分類-器官に関連する疾病と機能障害もしくは個人に関連する能力低下と社会的不利（Jackson & Wolffsohn, 2007 より改変）

	器官		個人	
	疾病	Impairment	Disability	Handicap
説明	疾病か外傷	低下した機能的パフォーマンス	低下した技能・能力	社会参加の制限
例 1	加齢黄斑変性	VA と CS の低下	読書速度と流暢さの低下	書物や手紙を判断することが困難
例 2	網膜色素変性症	狭窄した VF、CS の低下・暗所視力の障害	歩行速度の低下 移動の問題	単独歩行の困難による社会的孤立
例 3	先天白内障 (無水晶体眼)	VA と CS の低下 グレアによる能力障害と近見視力の低下	遠方視より読書を含む近方視の行動が困難	教育的発達が困難
例 4	眼皮膚白子（症）	低下した VA、CS、羞明	明所での方位認識が困難	歩行の制約

CS:コントラスト感度、VA:視力、VF:視野

表 2.5 国際障害分類 (ICIDH) とロービジョンケア (高橋, 2012)

	眼疾患	視機能障害	視覚的能力障害	視覚的社会的不利
定義	視器の病的逸脱	視覚システムの機能低下	視機能障害による日常生活や社会生活での不自由	視覚能力障害が被る社会生活上の不利
障害部位	角膜, 水晶体 硝子体, 網膜 視神経, 脳	視力, 視野 両眼視 色覚, 光覚	読み書き, 歩行 日常生活 職業能力	身体的, 社会的 経済的自立 雇用
対策				

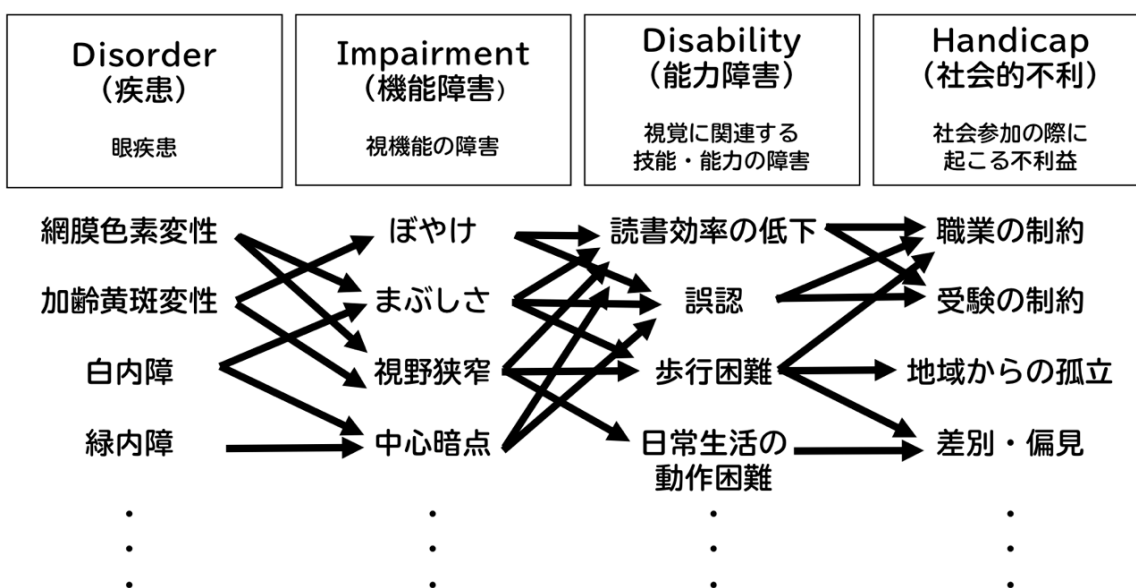


図 2.2 視覚障害の分類基準とその関連性についての概念図式

(中野(2000)より改変)

小田(2008)は、中野(2000)と同様に、ロービジョンの視機能低下のタイプとタスク(読み書き、歩行等)との相互作用を分析する重要性を指摘した。例えば、周辺視野の狭窄は移動行動を困難にするが、読書にはあまり影響せず、逆に、中心視野の欠損は読み書きには大きな影響を及ぼすが、歩行への影響は少ないと考えられる。

2.9 ICFに基づいたロービジョンの捉え方

Jackson & Wolffsohn(2007)は、ICFがICIDHのコンセプトよりも複雑になっているため、視覚機能障害の分野では、ICIDHの代わりに使われることはないだろうという意見を述べている。また、坂本(2002)は、環境因子を取り入れた点を評価しつつ、ICFのモデルが科学的に実証されることは難しいと述べている。事実、ICFの障害モデルで、ロービジョン者のケアを行っている事例は少ない(二唐, 2004; 高橋, 2005; 柳原・井上・柏瀬・松田・原, 2016)。これは、ロービジョンの分野では、個人(医療)モデルによるアプローチが多いことが原因だと考えられる。医療機関にとって、身体構造に関する記述には、ICDが利用されているため、ICFを用いる必要性は低いと考えられる。

坂本(2002)は、日本では、医学的なりハビリテーション・サービスが先行し、リハビリテーションといえば、イコール「機能回復訓練」と言われる程、社会リハビリテーションは軽視されてきたと述べ、医学モデルから生活モデルに転換することの重要性を指摘している。日本では、視覚障害者へのリハビリテーション訓練は、社会適応訓練と総称され、歩行訓練、コミュニケーション訓練、日常生活技術訓練、レクリエーション訓練、ロービジョン訓練に分類され、それぞれを異なる専門家が訓練を担ってきた。特に、ロービジョン者のリハビリテーションは、ロービジョン訓練として分離され、近見視訓練、中間視訓練、遠方視訓練という分類で訓練が実施されてきた。

ICFに基づけば、「活動」や「参加」の各領域に制限や制約がないかどうかを、環境因子との関係で調べ、制限や制約を取り除くための介入を行えば良いことになる。ICFでは、「活動」や「参加」の領域を、学習と知識の応用(模倣、読み書き、計算等)、一般的な課題と要求(手紙、ベッドメイク、家具の配置等)、コミュニケーション(言語的、非言語的メッセージの理解・表出等)、運動・移動(屋内外の歩行や交通機関での移動等)、セルフケア(衣服の着脱や身辺処理等)、家庭生活(必需品の入手や家事等)、対人関係(状況に見合った社会的関係等)、主要な生活領域(教育や仕事等)、コミュニティライフ・社会生活・市民生活に分けており、ロービジョンのリハビリテーションや教育も、この分類に基づいて実施すれば良いと考えられる。また、ロービジョン者の活動制限や参加制約は、環境因子の影響を大きく受ける。例えば、読書という活動を考えると、文字サイズ、フォント、照明等の環境の調整によって、制限の受け方が大きく異なる。そのため、環境因子の阻害要因と促進要因を明らかにした上で、ロービジョン者の読書環境の整備・調整を行えば良いことになる。

2.10 ロービジョン者の人数

ロービジョン者の人数は、ロービジョンの定義によって異なる。現在、統一された定義がないため、疫学(epidemiology)調査を実施した機関の定義で比較することしか出来な

い。以下、主な疫学調査の結果を示した。

世界保健機関（WHO）が2018年10月18日に発表した「盲と視覚障害（Blindness and vision impairment）」に関するデータ（<http://www.who.int/news-room/factsheets/detail/blindness-and-visual-impairment>）では、世界には約13億人の視覚障害者が存在していると推測されている（世界の人口は約74億人なので、発生率は17.5%で、約6人に1人の割合である）。また、遠距離視力について言えば、1億8,850万人が軽度（小数視力0.3～0.5）、2億1,700万人が中等度（0.1～0.3）から重度（0.05～0.1）、そして、3,600万人が盲（0.05未満）であると推測されている。視覚障害の原因疾患に関するWorld Health Organization(2007)の調査では、白内障（47%）、緑内障（12%）、老人性黄斑変性（9%）、角膜白濁（5%）、糖尿病性網膜症（5%）が多いことが示されている。

日本では、厚生労働省が5年に1度実施する「生活のしづらさなどに関する調査（全国在宅障害児・者等実態調査）」の中で、視覚障害者の推計を行っている。2016年の調査結果（厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部, 2018）では、身体障害者手帳を所持している視覚障害者は31万2千人と推計されている（調査当時の日本人口や約1億2千7百万人なので、発生率は0.25%で、約407人に1人の割合）。視覚障害者の人数を年齢別・障害等級（表2.2の障害等級は、2018年に変更されたので、分類基準が異なる）別に分類して比較すると、高齢者の割合が高く、1級（「両眼の視力の和が0.01以下のもの。」）、2級（「両眼の視力の和が0.02以上0.04以下のもの。両眼の視野がそれぞれ10度以内で、かつ両眼による視野について視野損失率が95%以上のもの。」）の重度の視覚障害者の割合が多いことがわかる。

日本眼科医会研究班（2009）は、アメリカの視覚障害の分類基準（盲：よく見える方の眼の矯正視力が0.1以下、ロービジョン：よく見える方の眼の矯正視力が0.1～0.5、視覚障害：よく見える方の眼の矯正視力が0.5未満 [盲+ロービジョン]）に基づいて、推計調査を行った結果、164万人の視覚障害者が存在（調査当時の日本の人口は約1億2千8百万人なので、発生率は1.29%で、約78人に1人の割合）し、その内、18.8万人が盲、145万人がロービジョン者であることを明らかにした。また、ロービジョン者の視覚障害原因を分析した結果、緑内障（23.9%）、糖尿病性網膜症（21.9%）、屈折異常（病的近視）（12.1%）、加齢黄斑変性（11.6%）、白内障（8.0%）が多いことを明らかにしている。

2.11 ロービジョンの児童生徒数

2007年の学校教育法の改正により、特殊教育（special education）から特別支援教育

(special needs education) に制度が変更になり、学齢のロービジョン児は、個々のニーズに応じて、特別支援学校（視覚障害）（以下、盲学校）、弱視特別支援学級（以下、弱視学級）、通級による指導（以下、弱視通級指導教室）、通常の学級（以下、通常学級）の中から教育の場を選択することが出来ることになった。文部科学省が発表した特別支援教育資料では、2017年度の時点で、視覚障害のある幼児児童生徒が在籍している特別支援学校は84校・5,587人（ロービジョン者だけでなく、全盲や視覚障害以外の人数も含まれているため、後述する盲学校長会の資料の人数の方が信頼できると考えられる）、ロービジョン者が在籍している弱視特別支援学級は477学級（小学校358学級、中学校119学級）・547人（小学校413人、中学校134人）、弱視通級指導教室で指導を受けているロービジョン者は197人（小学校176人、中学校21人）であった。盲学校長会による発表では、2017年度の盲学校（67校）に在籍する視覚障害のある児童生徒数は2,793人（幼稚園から職業課程までを含めた幼児児童生徒数で、全盲も含む）であった。通常の学級に在籍するロービジョン者の実態は、明確ではないが、文部科学省が2005年に実施した調査（「眼鏡等の使用によっても通常の文字、図形等の視覚による認識が困難な程度のもの」）では、1,739人（小学校1,255人、中学校484人）とされている。

2.12 まとめ

ロービジョンという障害がどのように理解されてきたのかを概観した。ロービジョンのエイドに関する記述は古くからあるが、ロービジョン者の教育やリハビリテーションが、盲人から分離されるまでには、長い時間がかかったことが見出された。また、ロービジョン者への介入は、視力保存という治療的なアプローチからスタートし、disabilityを軽減するための補助具や訓練へと発展したため、彼らの「生活上の障害」は注目されにくかったことも明らかになった。ロービジョンは一般に「眼鏡やコンタクトレンズで屈折矯正をしても、手術をしても治療することが出来ない、日常生活や社会生活に支障が出る程度の視覚障害」を示す概念と考えられているが、「日常生活や社会生活に支障が出る程度」を分類する基準は定義によって異なっていた。現在のロービジョンに関する多くの定義には、「日常生活や社会生活の支障」というdisabilityを問題にしながらか、視力や視野というimpairmentでロービジョンの障害の程度を分類するという矛盾があることが明らかになった。ロービジョンケアは医療従事者によって開発・発展してきたため、世界保健機関がICFを発表した後も、ICIDHの障害モデルに基づいた取り組みが重視され続けていることが見出された。しかし、世界保健機関の障害の概念が変わったことに加え、ロービジョン者の「日常生活・社会生活上の障害」は、環境因子との相互作用が大きいため、今後、ICFの「活動」「参加」の概念を用いたアプローチを推進する必要があると考えられる。なお、ロービジョン者の実態

は、定義と密接に関連しており、視覚障害者の人数は、調査によって採用している定義が異なっているため、大きな差があることが明らかになった。

第3章 ロービジョン者の日常生活・社会生活上の障害

3.1 はじめに

第2章では、ロービジョン者の教育やリハビリテーションが、盲人から分離されるまでの経緯やロービジョンの定義の変遷を概観した結果、ロービジョンの定義や分類基準に関するコンセンサスは得られていないことを見出した。様々なガイドラインで言及されているロービジョンの定義で共通している部分は、「眼鏡やコンタクトレンズで屈折矯正をしても、手術をしても治療することが出来ない、日常生活や社会生活に支障が出る程度の視覚障害」であり、「日常生活や社会生活に支障が出る程度」を分類する基準がガイドライン等によって異なっていた。また、「日常生活や社会生活上の支障」という disability を問題にしなから、視力や視野という impairment でロービジョンの障害の程度を分類しているガイドライン等が多かった。そして、ロービジョン者の「日常生活や社会生活の支障」を軽減するためには、ICF の「活動」「参加」の概念を用いた評価が必要だと考えられるが、現状のロービジョンケアの観点では、ICF よりも ICDH の方が支持されていることが明らかになった。

ロービジョンケアにおいて、障害の個人（医療）モデルが支持されているのは、医療に従事している専門家による医療的なケアが中心になっていることが原因であると考えられる。一方、障害の社会モデルの構築には、社会的障壁に、日々、直面している障害当事者の経験が重要な役割を果たしてきた。そのため、ロービジョン者の生活機能を考えるにあたっては、障害当事者の生活の観点からのアプローチも重要である。第3章ではロービジョン者が経験している日常生活・社会生活上の障害に関する当事者団体がかかわった先行研究を概観した上で、読書に関する課題について整理した。なお、以下に紹介した共用品推進機構（1993；2000；2010）や日本盲人会連合（2016）の報告は、事業報告書に掲載されているデータであるため、必要なデータを引用した。

3.2 ロービジョン者の日常生活・社会生活上の障害

共用品推進機構（1993）は、ロービジョン者を含む視覚障害者を対象に、家の中の生活、家の外の生活、商品の購入、商品情報の入手、日常生活に関する不便さの調査を実施し、279人から有効回答を得た。「家の中の生活」では、同じような外形の商品の識別（99.3%）、スイッチ等の操作・取り扱い（56.3%）、通常の文字の読み書き（54.8%）に、「家の外の生活」では道路・歩道の放置自転車等（59.1%）、電車・バス・タクシーの場所・行き先・料金表・時刻表等（41.6%）、駅（27.6%）に困っている視覚障害者が多かった。また、「商品の購入」ではコンビニエンスストア（48.7%）、スーパーマーケット（45.2%）、百貨店（43.3%）が利用しにくく、「商品情報の入手」ではラジオ、知人、テ

ープ雑誌からの情報取得が多く、取り扱い説明書が読めないという不便さが報告された。ただし、本調査は、ロービジョン者に限定した調査ではなく、視覚障害全般を対象にした調査であった。

Elliott, Trukolo-Ilic, Strong, Pace, Plotkin & Bevers(1997)は、4,744人のロービジョン者の人口統計学的調査をカナダで実施した。ロービジョン検査を受診する際の目的を調べた結果、読書と回答した人が最も多く（有効回答者の75%、全体対象者の62%）、続いて日常生活動作（14%）であることを明らかにした。

共用品推進機構(2000)は、ロービジョン者のみに限定した調査を実施した。表示、買い物、レストラン、日用品・調理・洗濯、家電製品、駅、銀行・郵便局、病院等での不便さを調査し、268人のロービジョン者から有効回答を得た。「表示」では、文字が小さい、表示位置が高い、コントラストが低いことが、「買い物」では、広すぎて探すのが大変、店員が少ない、値札が見えないことが、「レストラン」では、メニューが読めない、陳列ケース内のサンプルの品名・料金がわからない、トイレの位置がわからないことが、「日用品」では、シャンプー・リンスの区別が出来ない、表示・説明書が見えにくい、容器の形状・色がわかりにくいことが、「調理」では、魚や肉等の焼き加減の確認が難しい、レンジやオーブンや調味料のメモリが読めない、炊飯器のメモリと水の量がわかりにくいことが、「洗濯」では、しみ・汚れが取れたかどうか確認できない、洗濯機の操作ボタンが見えにくい、靴下の組み合わせがわからなくなることが、「家電製品」では、操作部の表示が小さくて読みにくい、アイコンが小さくて読みにくい、ボタンの凹凸がなくてわかりにくいこと、「駅」では、サイン等の表示位置が高い、文字が小さい、アナウンスが聞き取りにくいことが、「銀行・郵便局」では、ATMのタッチパネルが見えにくい、伝票の文字が小さい、窓口の表示がわからないことが、「病院」では、書類への記入、薬の番号表示、科の場所表示が見えにくいことが指摘されている。この調査では、ロービジョン者が不自由さを感じる場面と理由を調査したわけであるが、様々な場面で、文字が小さくて見えにくいという指摘が多くなされていた。

Wolffsohn & Cochrane (2000)は、ロービジョンリハビリテーションの効果の測定をするために、妥当性の高いロービジョン用のQOL質問紙（low vision quality-of-life questionnaire; LVQOL）を作成した（図3.1）。この質問紙では、ロービジョンのQOLに影響する生活領域を、遠方視・移動・照明（distance vision, mobility and lighting）、適応（adjustment）、読書・細かい作業（reading and fine work）、日常生活動作（activity of daily living）の4つに分類している。

Distance Vision, Mobility and Lighting <u>How much of a problem do you have:</u>	GRADING							
	None	Moderate			Great			
With your vision in general	5	4	3	2	1	x	n/a	
With your eyes getting tired (e.g only being able to do a task for a short period of time)	5	4	3	2	1	x	n/a	
With your vision at night inside the house	5	4	3	2	1	x	n/a	
Getting the right amount of light to be able to see	5	4	3	2	1	x	n/a	
With glare (e.g dazzled by car lights or the sun)	5	4	3	2	1	x	n/a	
Seeing street signs	5	4	3	2	1	x	n/a	
Seeing the television (appreciating the pictures)	5	4	3	2	1	x	n/a	
Seeing moving objects (e.g. cars on the road)	5	4	3	2	1	x	n/a	
With judging the depth or distance of items (e.g. reaching for a glass)	5	4	3	2	1	x	n/a	
Seeing steps or curbs	5	4	3	2	1	x	n/a	
Getting around outdoors (e.g. on uneven pavements) because of your vision	5	4	3	2	1	x	n/a	
Crossing a road with traffic because of your vision	5	4	3	2	1	x	n/a	

Adjustment

<u>Because of your vision, are you:</u>	No	Moderately			Greatly			
Unhappy at your situation in life	5	4	3	2	1	x			n/a
Frustrated at not being able to do certain tasks	5	4	3	2	1	x	n/a	
Restricted in visiting friends or family	5	4	3	2	1	x	n/a	

	Well				Poorly		Not explained
How well has your eye condition been explained to you	5	4	3	2	1		x

Reading and Fine Work

With your reading aids / glasses, if used, how much of a problem do you have:

	None	Moderate			Great			
Reading large print (e.g. newspaper headlines)	5	4	3	2	1	x			n/a
Reading newspaper text and books	5	4	3	2	1	x	n/a	
Reading labels (e.g. on medicine bottles)	5	4	3	2	1	x	n/a	
Reading your letters and mail	5	4	3	2	1	x	n/a	
Having problems using tools (e.g. threading a needle or cutting)	5	4	3	2	1	x	n/a	

Activities of Daily Living

With your reading aids / glasses, if used, how much of a problem do you have:

	None	Moderate			Great			
Finding out the time for yourself	5	4	3	2	1	x			n/a
Writing (e.g. cheques or cards)	5	4	3	2	1	x	n/a	
Reading your own hand writing	5	4	3	2	1	x	n/a	
With your every day activities (e.g. house-hold chores)	5	4	3	2	1	x	n/a	

図 3.1 ロービジョン者用 QOL 質問紙 (LVQOL) (Wolffsohn & Cochrane, 2000)
視覚を使って課題が達成できなかった場合には「x」に、視覚以外の障害が理由で課題を達成できなかった場合は「n/a」に○をつける。

坂本（2002）は、リハビリテーションの観点でロービジョン訓練を実施する立場から見た、「ロービジョン者が困っていること」を表 3.1 に示した。この分類では、ロービジョン者の困難さを近距離、中間距離、遠距離の 3 領域で整理し、近距離では文字の読み、中間距離では日常生活、遠距離では歩行に困ることが示されている。

表 3.1 ロービジョン訓練の立場から見た
ロービジョンの人が困っていること(坂本, 2002)

<p>近見視 (near vision)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・文字を読む視力が低下している ・視野が狭いために図表を読みにくい ・視野が狭いために行を間違えてしまう ・光学的な補助具を利用しても同時に見える文字数が少ないので、読みの速度が実用的にならない ・コントラストが低い読み材料では読めない ・白黒反転によって、文字を読む能力が変化する ・眼球振とうによって文章を読みにくい ・周辺視の固視ができない
<p>中間視 (intermediate vision)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・身の生活用具がコントラストが低いために探せなかったり確認できない ・家事の用具がコントラストが低いために使えない ・照明の影響を受けやすく、見にくくなる
<p>遠方視 (distance vision)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・あいまいな視覚情報に依存しすぎて、歩行に危険を伴う ・既知の環境では有効に視覚を活用できるが、未知の環境では利用できないので、未知の環境を歩きたがらない ・白杖を持ちたがらない ・援助依頼をしたがらない ・メンタル・マップを形成する習慣がない ・触覚的・聴覚的な手がかりを利用することがない ・夜間歩行に不安をもっている ・目的地の近くまでは行けるが、目的地そのものを発見できない ・自分の視力や視野に合致した目印や手がかりを利用できない ・環境についての知識がない ・影を障害物と間違える ・信号機を見ると、半月形に見える位置で見ってしまう ・しゅう明をもっている人が多い ・奥行き知覚がないために、段差や階段を発見できない ・運動する物体を見るのが難しい ・環境の光量に影響を受けやすい ・物体の色彩に反応できない ・信号機が見えない

上述のいずれの調査研究においても、読書はロービジョン者の日常生活・社会生活上の障害の中でも重要な問題として位置付けられていることが明らかになった。

3.3 ロービジョン者が経験している読み書きの障害に関する全国調査

Leat et. al. (1999)は、様々な読書課題の重要性を63人のロービジョン者に調査し、最も重要な課題が薬瓶のラベルであり、銀行取引明細書、手書き文字、請求書、趣味の読書をする事が重要な課題であることを明らかにした。しかし、ロービジョン者の読書に関する困難さやニーズに特化した大規模な調査は、行われていない。そこで、ロービジョン者が経験している読み書きの障害に関する原因やニーズ等を明らかにするために、日本で最も会員数の多い視覚障害当事者団体である日本盲人会連合と協力し、全国調査を実施した(日本盲人会連合, 2016)。全国に支部がある視覚障害当事者団体3団体の協力を得て、ロービジョン者1,200人を対象に、読み書き等に関する大規模な全国調査を実施した。読み書き等で困っている程度、場面、原因、対策等について調査し、704人(58.7%)から有効回答を得た。以下に、日本盲人会連合(2016)のデータを再集計した結果を示した。

読むことに関して非常に困っていると回答した人は302人(42.9%)、やや困っていると回答した人が303人(43.0%)で、合計605人(85.9%)のロービジョン者が読みに困難を感じていることが明らかになった(表3.2)。困難を感じている人を対象にどのような場面で困っているかを質問した結果(表3.3)、本・雑誌を読む場面(88.6%)が最も多く、商品の値段や表示(88.3%)、家電製品等のマニュアル(87.9%)等、日常生活や社会生活の場面で困難を感じている人が多かった。読むことに困っている理由を質問した結果(表3.4)、文字が見えにくい(86.4%)が最も多く、小さい文字を読むことで疲れる(71.6%)、読みたい箇所や必要な箇所を探すのが大変(55.5%)という回答が多かった。そして、読書環境を改善するための要望を質問した結果(表3.5)、文字を大きくするなどして読みやすくしてほしい(72.7%)、パソコン等で読めるようにデータで提供してほしい(38.2%)、ルーペ等の補助具を利用できるようにしてほしい(35.8%)という回答が多かった。

表 3.2 読み書きの困難の程度（日本盲人会連合, 2016 より改変）

	読むこと		書くこと	
	人数（人）	比率（％）	人数（人）	比率（％）
非常に困る	302	42.9	267	37.9
やや困る	303	43.0	279	39.6
あまり困らない	66	9.4	97	13.8
まったく困らない	21	3.0	25	3.6
わからない	1	0.1	4	0.6
無回答	11	1.6	32	4.5
合計	704	100.0	704	100.0

表 3.3 読むときに困っている場面（日本盲人会連合, 2016 より改変）

	人数（人）	比率（％）
本・雑誌	536	88.6
商品の値段や表示	534	88.3
家電製品等のマニュアル	532	87.9
役所や公共機関等の行政手続き書類	518	85.6
新聞	516	85.3
手書きの手紙やメモ	490	81.0
飲食店のメニュー	481	79.5
イベントの申込みパンフレット	469	77.5
地域の案内（回覧板等）	459	75.9
パスポート等の申請書類	455	75.2
業務上の書類・資料	453	74.9
メモ	400	66.1
選挙の投票用紙	362	59.8
学校の試験・資格試験等の問題	339	56.0

表 3.4 読むときに困っている理由（日本盲人会連合, 2016 より改変）

	人数（人）	比率（％）
文字が見えにくい	523	86.4
読むのが疲れる	433	71.6
読みたい箇所・必要な箇所を探すのが大変	336	55.5
補助具が使えない場合がある	116	19.2
代読者がいない	65	10.7
その他	44	7.3
無回答	11	1.8
合計	605	100.0

表 3.5 読書環境の改善のための要望（日本盲人会連合, 2016 より改変）

	人数（人）	比率（％）
文字を大きくするなどして読みやすくしてほしい	512	72.7
パソコンやタブレット等で読めるようデータにしてほしい	269	38.2
ルーペ等の補助具を利用できるようにしてほしい	252	35.8
代読者等の人的な支援をしてほしい	201	28.6
その他	67	9.5
無回答	59	8.4
合計	704	100.0

書くことに関して非常に困っていると回答した人は267人（37.9%）、やや困っていると回答した人が279人（39.6%）で、合計546人（77.6%）のロービジョン者が書きにも困難を感じていることが明らかになった（表3.2）。困難を感じている人を対象にどのような場面で困っているかを質問した結果（表3.6）、金融機関の手続き場面（88.8%）が最も多く、役所や公共機関での行政手続き（85.0%）、イベント等の申し込み（72.9%）等、社会生活の場面で困難を感じている人が多かった。書くことに困っている理由を質問した結果（表3.7）、枠が小さく、どこに何を書いたら良いかわからない（90.5%）が最も多く、代筆が認められない場合がある（38.5%）、拡大読書器（中村・濱村・野邊・澤・菅

澤・森下・内海, 1991 ; 森田, 2000) 等の補助具が利用できない場合がある (34.6%) という回答が多かった。そして、書字環境を改善するための要望を質問した結果 (表 3.8)、どこに何を書けばよいかわかりやすくして欲しい (69.5%)、代筆や書くべき箇所を指示する等の人的支援が欲しい (50.6%)、現在認められていない代筆を利用できるようにして欲しい (48.7%) という回答が多かった。

表 3.6 書くときに困っている場面 (日本盲人会連合, 2016 より改変)

	人数 (人)	比率 (%)
金融機関の手続 (契約・解約等)	485	88.8
役所や公共機関での行政手続き	464	85.0
イベント等の申込み	398	72.9
業務上の書類・資料	387	70.9
クレジットカードの署名	374	68.5
不動産の手続き (購入・売却等)	371	67.9
パスポート等の申請	358	65.6
選挙の投票用紙	315	57.7
メモ	306	56.0
入学試験・資格試験	282	51.6

表 3.7 書くときに困っている理由 (日本盲人会連合, 2016 より改変)

	人数 (人)	比率 (%)
どこに何を書いたら良いのかわからない (枠が小さい・記入すべき位置がわからない等)	494	90.5
代筆が認められない場面がある	210	38.5
拡大読書器等の補助具が利用できない場面がある	189	34.6
文字を書くのが苦手 (漢字を書くことが苦手等)	182	33.3
書類を代筆してくれる人がいない	90	16.5
その他	36	6.6
無回答	7	1.3
合計	546	100.0

表 3.8 書字環境の改善のための要望（日本盲人会連合, 2016 より改変）

	人数（人）	比率（％）
どこに何をかけばよいかをわかりやすくして欲しい	489	69.5
代筆や書くべき箇所を指示する等の人的支援が欲しい	356	50.6
現在認められていない代筆についても認めて欲しい	343	48.7
拡大読書器等の補助具をどこでも使えるようにして欲しい	258	36.6
書類に合わせたサインガイドを用意して欲しい	251	35.7
パソコンやスマートフォン等で書類や文章を提出できるようにして欲しい	231	32.8
その他	27	3.8
無回答	73	10.4
合計	704	100.0

本調査の結果、ロービジョン者の読み書き、特に、読みに関するニーズが高かった。また、困っている場面を読み書きで比較した結果、読みに関しては、日常生活場面（本、雑誌、マニュアル、新聞等）も社会生活場面（商品の値段や表示、行政手続き書類等）も同様に困ることが多いのに対して、書きに関しては、社会生活場面で困ることが多かった。つまり、ロービジョン者が経験している困難さの中で、読みに関する環境改善は、日常生活・社会生活上、極めて重要な課題であることが明らかになった。

3.4 まとめ

ロービジョンケアにおいては、ICF が発表された後も、低下した視機能に、障害の個人（医療）モデルに基づいて、介入するケースが多い。障害の社会モデルの構築には、社会的障壁に日々、直面している障害当事者の経験が重要な役割を果たすと考えられる。そこで、本研究では、ロービジョン者が経験している日常生活・社会生活上の障害に関する障害当事者団体がかかわった先行研究を概観した。その結果、困難さは、読書等の近距離での作業、日常生活動作等の中間距離での作業、移動等の遠距離での作業に分類出来ることが明らかになった。また、これらの困難さの中で、読書等の近距離での作業に対するニーズが高かった。

読み書きの比較では、読みのニーズの方が書きよりも高いことが明らかになった。困っている場面として多かったのは、本・雑誌、商品の値段や表示、家電製品等のマニュアル、行政手続き書類であった。困っている原因は、文字が見えにくい、疲れる、検索が難しいが多かった。望まれている対応策で最も多かったのは文字等を読みやすくすること

で、電子ファイルでデータを提供して欲しい、困っている場面で補助具が利用できるようにして欲しいというニーズも多かった。

第4章 問題の所在と研究の目的

4.1 はじめに

第1章では、障害の概念の変遷を整理した上で、世界保健機関による最新の障害の定義であるICFについて概観した。第2章では、視覚障害の中で、ロービジョンが取り上げられるようになった経緯を整理した上で、コンセンサスが得られるロービジョンの定義はなく、各国等のガイドラインで定められていることを紹介した。第3章では、ロービジョン者の日常生活・社会生活上の障壁（バリア）を整理し、読書はロービジョン者にとって、ニーズの高い課題であることを紹介した。第4章では、ロービジョン者の読書の課題を解決するための従来の方略の特徴について概観した上で、本研究の問題の所在と目的を論じた。

4.2 読書の効率を向上させる従来の方略

ロービジョンケアでは、ロービジョン者の保有視機能（residual visual function）を最大限に活用する方法として、ロービジョンエイド（low vision aids）の処方が行われてきた（森・須田・調・中村・関谷・山本, 1998）。高橋（2006）は、ロービジョン者の読書環境を改善するためのエイド（補助具）として、1) 矯正眼鏡・コンタクトレンズ、2) 光学的補助具（手持ち式拡大鏡、卓上式拡大鏡、光ファイバールーペ、弱視眼鏡、凸レンズ眼鏡、単眼鏡）、3) 遮光眼鏡、4) 非光学的補助具、5) 拡大読書器、6) 義眼を挙げた。Jackson & Wolfsohn（2007）は、拡大方法として、1) 相対的距離による拡大（距離を近づけることで網膜像を拡大する方法）、2) 相対的な大きさの拡大（対象、例えば、書籍の文字を大きくすることで網膜像を拡大する方法）、3) 電子的拡大（対象を電子的に拡大して網膜像を拡大する方法）、4) 視角（visual angle）の拡大（光学系を用いて網膜像を拡大する方法）の4つを挙げた上で、ロービジョンエイドとして、手持ち式拡大鏡、スタンド付き拡大鏡、眼鏡式拡大鏡、望遠鏡、電子式視覚機能拡張システム、非光学的補助具・感覚補助具を列挙した。これら従来からの方略の多く（相対的な大きさの拡大以外）は、低下した生体機能（視機能）を、エイドを用いて補うという方略（strategy）だと考えられる。視力等の視機能低下という impairment の結果、生じてしまった読書効率の低下という disability に対して、低下した生体機能をエイドで補うという方法で解決しようとする ICIDH の障害モデルに基づく方略だと考えられる。

ロービジョンリハビリテーションや弱視教育（special needs education for children with low vision）では、視野狭窄があるロービジョン者へのスキヤニングスキル訓練（scanning skill training）（坂本, 2002）、黄斑部の損傷等で中心暗点があるロービジョン者への偏心視（中心外固視）訓練（training of eccentric viewing）（藤田, 2004）；

Gaffney, Margrain, Bunce & Binns, 2014) 等が実施されている。また、ルーペ、単眼鏡、拡大読書器等のロービジョンエイドの操作訓練が実施される（久保・奈良・原田・高橋, 1995 ; 大川原・香川・瀬尾・鈴木・千田, 1999)。これらの視機能訓練やエイドの操作スキル訓練は、保有視機能の向上やエイドの身体化を目指すものであり、生体機能の補完を目指した取り組みと考えられる。

リハビリテーション工学における取り組みにおいても、視覚機能を補強もしくは代替するための感覚代行技術 (sensory substitution technology) として、視覚情報を触覚情報に変換するオプタコン (Optacon)、視覚情報を音響情報に変換するソニックガイド (sonic guide) 等の開発が行われてきた (市川・大頭・鳥居・和気, 1984)。これらの感覚代行技術を用いた機器も生体機能の補完・拡張を目指した取り組みと位置付けることが出来る。

4.3 問題の所在

(1) 心理学が障害研究へ果たした功罪

イギリスにおいて「障害学 (disability studies)」を発展させ、「障害の社会モデル」を提唱したオリバー (Oliver, 1990 ; 石川・長瀬, 1999) は、医学や心理学による障害への従来のアプローチを批判しつつ、「ディスアビリティの社会理論」を構築するためには、障害の問題や障害者の経験をそれぞれの学問の視点から考察する必要性を指摘している。

オリバーが指摘した心理学の問題点は、第二次世界大戦後のリハビリテーション分野における心理学の研究 (本田・南雲, 1992)、特に、障害受容 (acceptance of disability) に関する Grayson の理論、Wright (1960) の価値転換理論、Cohn と Fink の段階理論 (田垣, 2002) 等のリハビリテーション心理学 (杉野, 2018) を指していると考えられる。本研究における心理学的アプローチは、リハビリテーション心理学ではなく、知覚心理学を用いたアプローチであるが、視覚障害の関する多くの知覚心理学的研究は、晴眼者 (normal vision) との比較や疾患との関係に重点が置かれており、医学・生理学的な研究の延長線上にあったと考えられる。

(2) 知覚心理学の障害研究への従来のアプローチ

知覚心理学の知見や方法論は、ICIDH の障害モデルに基づくロービジョン研究において、impairment や disability を客観化する役割を果たしてきた。例えば、通常は透明である水晶体が混濁した状態である白内障という disease が、どのような視力低下という impairment を生じさせるかを明らかにするために、水晶体の白濁の程度と視力低下の関数関係を明らかにするという貢献をしてきた (身体の状態の変化が器官の機能の低下に及ぼす影響の把握)。また、視力低下という impairment が、読書の効率低下という disability

とどのような関係にあるかを明らかにするという貢献もしてきたし、感覚代行機器を開発するための基礎データの蓄積にも貢献してきた（各器官の機能低下が生活上の困難さに及ぼす影響の把握）。また、視機能低下や外見上の容姿等の変容という impairment や読み書きが出来ないという disability が生起させた handicap で、ロービジョン者の QOL にどのような影響を及ぼすかに関する研究（視覚機能の低下が QOL に及ぼす影響の把握）にも貢献してきた。つまり、知覚心理学は、ICIDH の障害モデルの文脈において、主に障害を医学・生理学的に還元する研究に貢献してきたと言える。しかし、disability や handicap を impairment に還元してしまう方略には、impairment のある身体をマイナスとして捉え、治療を追求するか、エイドの利用や教育・訓練等で失われた生体機能を補完（代替も含む）するという解決方法を前提にしており、ICF が採用した障害の社会モデルの考え方がほとんど反映されていない。

精神物理学的測定法は、ICIDH の障害モデルに基づいたアプローチにおいて利用され、多くの成果を残してきた（Legge, Pelli, Rubin & Schleske, 1985a ; Legge, Rubin, Pelli & Schleske, 1985b ; Legge, 2007）。また、精神物理学的測定法では、環境を系統的に変化させて、活動のパフォーマンスとの関係を明らかにするという方法論を用いるため、ICF の環境因子の考え方にも合致していると考えられる。しかし、精神物理学的測定法は、環境と行動の関数関係を求める役割を果たしているだけで、ロービジョン者が遭遇している課題を解決するために取るべき方略を示しているわけではない。読書を例に挙げると、文字サイズを系統的に変化させることで、読書速度や誤答を活動のインデックスとして、文字サイズやコントラスト等のパラメータを変えて明らかにすることは可能であるが、活動のインデックス（読書速度や誤答だけでなく、疲労等）や環境因子のパラメータ（文字サイズやコントラストだけでなく、フォントや文字間隔等）を決める際の方略があるわけではない。また、ICF では、障害者の主観的な経験が重視され、いくつかの選択肢の中から障害者自身が選択することが重視される。精神物理学的測定法では、活動のパフォーマンスを測定するため、各個人にとって、最も効率的な条件、もしくは、ある程度のパフォーマンスを実現できる条件の範囲を客観化することが可能である。しかし、このパフォーマンスの測定結果をどのように活用すべきかに関する方略は、包含していない。そのため、ロービジョン者のニーズに基づいて、精神物理学的測定法を用いたパフォーマンスの分析をし、その結果を選択肢と共にロービジョン者に提示し、ニーズに合致しているかを確認するという方略の確立が必要になると考えられる。

(3) 障害の社会モデルの観点からの生活機能への知覚心理学的アプローチの必要性

障害の社会モデルは、障害の発生原因を社会の構築のされ方やあり方に求める考え方である。障害の社会モデルに基づくと、ロービジョン者が読書が出来ないという障害に遭遇

する原因は、ロービジョン者の生体機能で読書が出来るような読書環境が構築されていない点にあるという考え方になる。

中野・小田・中野（1993）は、ロービジョン者がそれぞれの視機能で活動ができるようにするためには、それぞれの「見え方・見えにくさ」というロービジョン者の経験で整理し、その「見え方・見えにくさ」に応じた環境整備や環境調整が必要であるとした（図 4.1）。彼らは、「見え方・見えにくさ」を 1)ボヤケ、2)まぶしさ、3)視野が狭い、4)視野の中心が見えないの 4 つに分類し、それぞれの見えにくさやその原因に応じた補償方法（環境調整）を提案した。例えば、中間透光体の混濁が原因で生起する「まぶしさ」は、視野内にある高輝度領域の面積が原因であり、白黒反転をしたり、高輝度の部分をタイポスコープ等で遮蔽するという環境調整が効果的だと考えられる。このアプローチは、ロービジョン者が遭遇している disability を当事者の主観的な経験で整理し、環境への介入によって disability を軽減させるという障害の社会モデルの理念に合致している。このアプローチを発展させると、どのような環境調整を必要としているかに基づいて、ロービジョンを再定義することも可能になると考えられる。

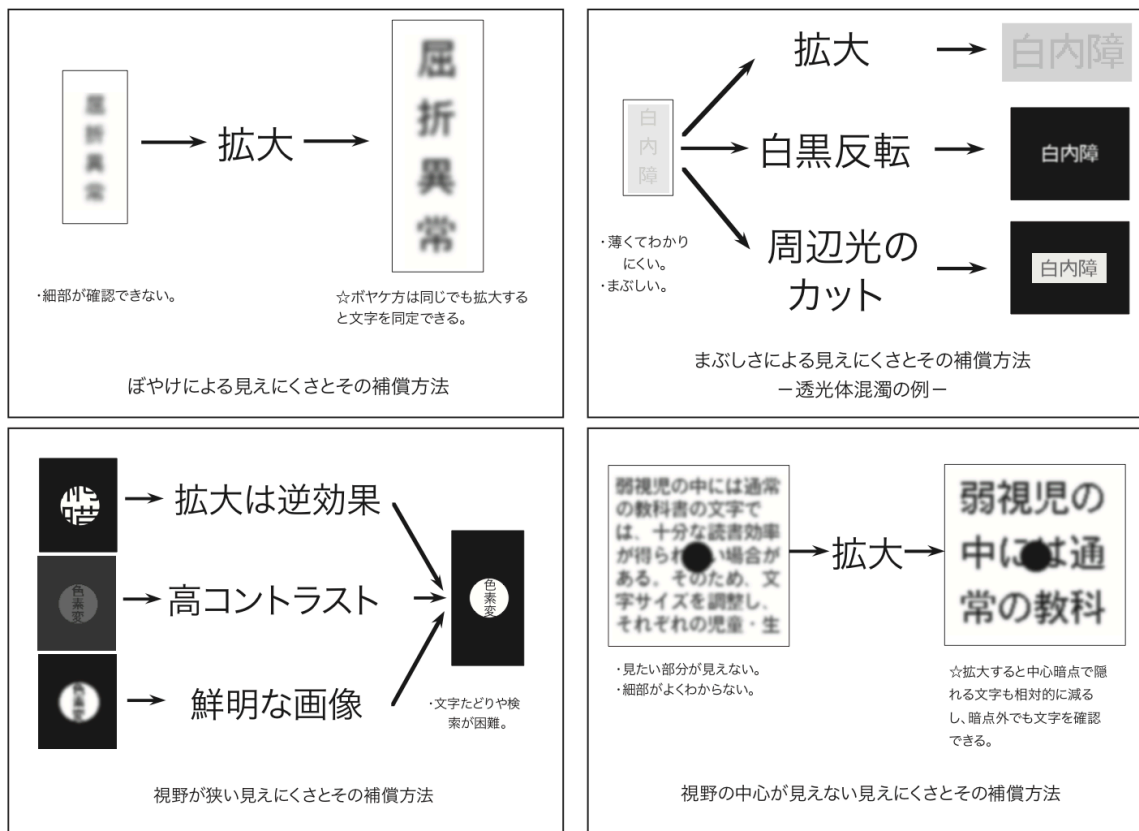


図 4.1 ロービジョンの見えにくさとその補償方法（中野ら（1993）より改変）

4.4 本論文の目的

ロービジョン者への医療的ケア、リハビリテーション、教育等は、障害の個人（医療）モデルに基づいて構築されてきた。個人（医療）モデルに基づいて構築されたため、専門家がケアを行うことが重視され、生活機能を向上させるための方法として、主として、低下した視機能（生体機能）を補完・拡張するアプローチ（生体機能補完型アプローチ）が取られてきた。生体機能補完型アプローチは、障害の概念が個人（医療）モデルから社会モデルに変化した現在も、ロービジョン研究においては続いている。その根底には、ロービジョンケアにおいては、社会モデルよりも、従来型の個人（医療）モデルでアプローチした方が問題を解決しやすいという考え方があると想定される。本論文では、新しい障害観である社会モデルの観点でロービジョンケアを捉え直し、新たなロービジョンケアのあり方を、読書という日常的で具体的な課題を題材に論じた。

障害の社会モデルの観点では、ロービジョン者が遭遇する社会的障壁は、ロービジョン者の視機能では視認出来ない環境、例えば、書籍の文字サイズやフォント等が小さい等の問題があると捉えるため、読書環境を整備・調整するアプローチ（環境調整型アプローチ）が必要となる。本論文の目的は、ロービジョン者の読書行動に影響を及ぼしている要因を、主として知覚心理学の観点から分析し、ロービジョン者が効果的に読書出来るようにするための読書環境を、環境調整型アプローチによって構築することであった。また、従来、障害の個人（医療）モデルに基づく研究・開発に貢献してきた知覚心理学が、障害の社会モデル研究に基づく研究・開発にも貢献出来ることを、ロービジョン者の読書環境の整備・調整を行う新しいメディアの評価・開発を行うことで示すことであった。そこで、環境調整型アプローチを行うための方法に関する基礎研究とロービジョンの多様な見えにくさに対応出来る読書環境整備に関する基礎研究を行った上で、理想的な読書環境と考えられる拡大教科書を評価し、その評価結果を踏まえて、インタラクティブに選択肢を変更出来る新しいデジタルメディアの開発・評価を行った。

第Ⅱ部 環境調整型アプローチを行うための方法に関する基礎研究

1. はじめに

ロービジョン者は、網膜や視神経等の身体機能に損傷等があることが原因で、文字を誤認したり、文章を効果的にスキャンしたりすることが出来ないため、効率的な読書が出来ないという生活機能が障害されている状況におかれている。従来のアプローチでは、このような低下した生体機能を補うために、主として眼科検査（視力、視野、コントラスト感度等）の結果に基づき、生体機能を拡張する役割を果たすロービジョンエイドが用いられてきた。そして、知覚心理学は、このロービジョンエイドを処方する際、低下した視機能を測定する役割を果たしてきた。しかし、新しい障害のモデルである ICF では、生体機能を補うという個人（医療）モデルに基づいた解決方法以外に、環境を調整する社会モデルに基づいた解決方法も重視される。つまり、現状の読書環境が、特定の生体機能を排除する阻害要因となっていると考え、環境を整備・調整することで、より多くの生体機能の人がアクセスできるようにするという方法である。従来のロービジョンケアのアプローチが、主として、個人（医療）モデルに基づいた解決方法を用いていたのに対して、本論文では、社会モデルに基づいた解決方法について検討した。第Ⅱ部では、環境調整型アプローチを行うための方法に関する基礎研究について論じた。

2. 各障害モデルにおける読書問題の解決方略

読み速度等の読書パフォーマンスは、視力や視野等の視機能と文字サイズやコントラスト等の環境の影響を受ける。そのため、視機能と環境が読書パフォーマンスに及ぼす影響については、多くの研究が実施されてきた (Legge et al., 1985a, 1985b)。これら視機能や環境が読書パフォーマンスに与える影響に関する研究は、障害の個人（医療）モデルの観点からも社会モデルの観点からも重視だと考えられる。しかしながら、各モデルでは、視機能、環境、パフォーマンスの関係の求めるアプローチが異なると考えられる。個人（医療）モデルに基づいたロービジョンの読書研究では、読書パフォーマンスを維持するために必要な視機能を特定することにポイントが置かれ、どのような視機能低下（視力低下や視野欠損等）が、読書のどのようなパフォーマンス（速度や誤読等）に影響するかを、一般的な環境下（新聞や雑誌等）において求めることが重視されてきた。そして、ある視機能の状態の人が、一般的な新聞や雑誌等のある程度のパフォーマンスで読むためには、どれだけ視距離を縮めたり、何倍の倍率のルーペ等を利用して視機能を補完する必要があるかに活用されてきた。一方、社会モデルの立場では、様々な視機能のロービジョン者の読書パフォーマンスを最大限に引き出せる環境を特定することにポイントが置かれ、

どのような環境（文字サイズやフォント等）を用意すれば、どのような視機能のロービジョン者の読書パフォーマンスを向上させ、選択されるかを求めることが重視される。そして、より多くのロービジョン者の読書パフォーマンスの向上や選択に寄与する環境を用意するために活用されることになる。なお、社会モデルにおいては、多くのロービジョン者に選択される読書環境が重視されるわけであるが、選択される環境を明らかにするための方法論は確立されていない。

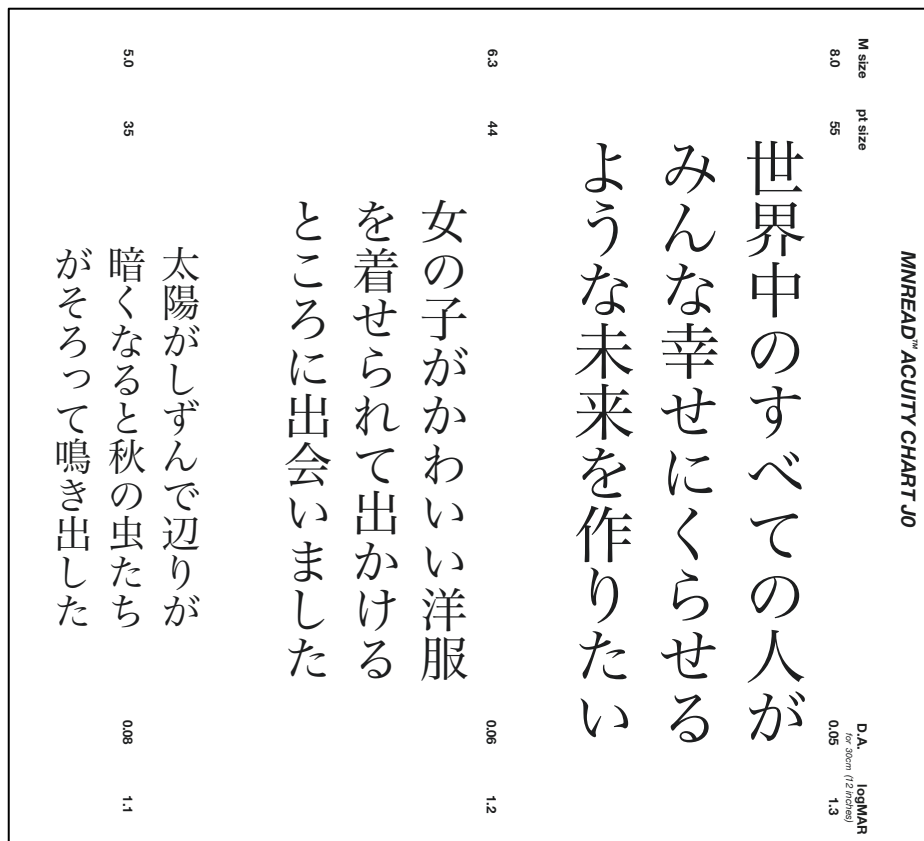
3. 視機能のシミュレーションの意義

様々な視機能のロービジョン者に選択される読書環境を整備・調整するためには、多くのロービジョン者を対象に実験・調査を実施する必要がある。しかし、第2章で述べたように、ロービジョン者は他の障害と比較すると人数が少なく、全国に点在しているため、実験参加者を集めることが困難である。また、個々のロービジョン者の見え方・見えにくさは、中心視野欠損、周辺視野欠損、中間透光体混濁等の程度だけでなく、その複雑な組み合わせによって決まるため、阻害要因を特定することが困難である。そこで、ロービジョンに関する基礎研究では、視野や中間透光体等を系統的に変化させることが可能なシミュレーションが用いられてきた。様々なシミュレーション手法が開発されているが、本研究では、ボヤケをシミュレートする方法について検討した。

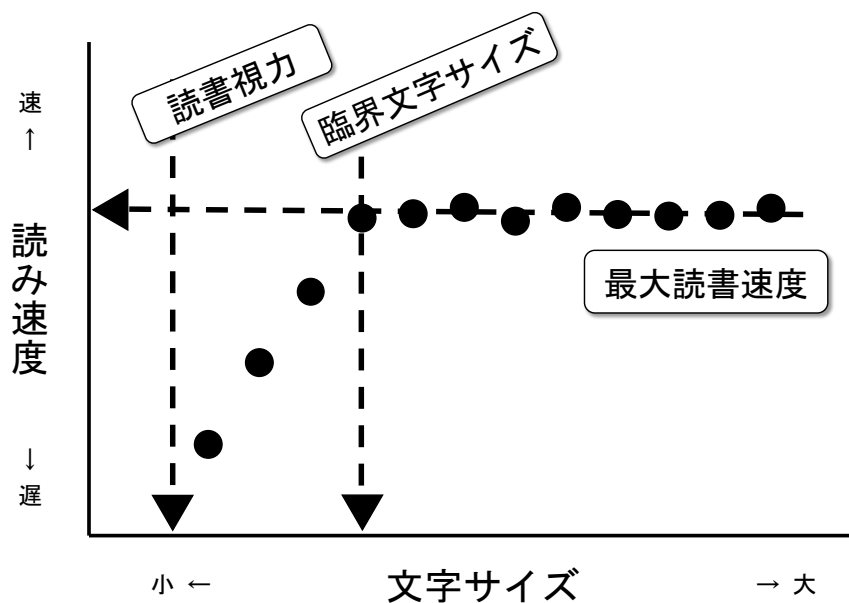
4. リーディング・エイドを処方する方法としての主観評価モデルと客観評価モデル

小田(2001)は、リーディング・エイドを処方する方法を、主観評価モデルと客観評価モデルに分類した。主観評価モデルは、障害者は自分にとってのベストを知っているモデルであり、エイドは無条件に提示され、ロービジョンの個人は提示されたエイドの中から、自分にもっとも都合が良いと評価したものを選択し、個人が選択したものを追認するという方法である。客観評価モデルは、障害者の困難の客観的評価ができるというモデルであり、ロービジョンの個人は、機能評価なり行動評価なり何らかのテストをされ、そのテストの結果からエイドが処方されるという方法である。客観評価モデルは、さらに、機能評価モデル（impairment 決定モデルであり、障害者の視機能で決められるモデルで、近見視力モデルや最大視認力モデルがある）と行動評価モデル（disability 決定モデルであり、障害者の読書行動を直接評価するモデルで、読書評価モデルがある）に分けられる。小田(2001)による分類の最大の功績は、主観評価モデルの問題点を指摘した点と従来から視機能評価として呼ばれてきた評価を、機能評価と行動評価を分離し、機能評価モデルの問題点を指摘した上で、行動評価モデルの一つとして読書評価モデルを示した点にあると考えられる。

読書評価モデルとは、図Ⅱ-1のような読材料の難度や漢字の知識等の認知的な側面が出来るだけ等しくなるように作られた文章を文字サイズを変えながら印刷された読書チャートを用いて求めた読書評価の結果に基づいて、リーディング・エイドの倍率等を決定するモデルである（小田, 2001）。MNREAD-Jでは、文字サイズが適当なときに示す最大読書速度（Maximum Reading Speed; MRS）、そのサイズ未満になると読書速度が有意に低下する臨界文字サイズ（Critical Print Size; CPS）、読書がかろうじて出来る文字サイズである読書視力（Reading Acuity; RA）の3つのインデックスで読書を評価できる（図Ⅱ-2）。また、読書視力は近見視力に対応し、臨界文字サイズはその被検査者が読書をするために必要な最小の文字サイズを示し、最大読書速度は条件が整った場合にその被検査者が示す最大の能力を意味している。



図Ⅱ-1 文字サイズ別の読書能力を測定する MNREAD-J チャート（小田, 2001 より改変）



図Ⅱ-2 読書速度と文字サイズの関係（小田, 2001 より改変）

MNREAD は、世界中で利用されている有用な読書評価法であるが、文字をスムーズに読むことが出来ない小学校低学年の児童や幼児等には適応出来ない。また、MNREAD では、読書効率に及ぼす視野の影響を分析するためのインデックスが用意されていない。そこで、本研究では、MNREAD と補完的に利用出来る新たな視野評価方法を開発した。

5. 第Ⅱ部の概要と構成

従来のロービジョンケアでは、視機能を測定し、平均的な視機能の人との差を評価し、その視機能の差を埋めるために、レンズ等のエイドを処方するという生体機能補完型アプローチが実施されてきた。一方、環境調整型アプローチを実現するためには、「生体機能を評価」するのではなく、「環境を評価」する必要がある。そこで、環境を評価するツールとして、低視力をシミュレートするブラーシミュレータを開発した。

また、ロービジョン者が自分に適した環境を選択するためには、自分の見え方や見えにくさを自覚することが出来るようにするための生態学的妥当性の高い評価ツールが必要である。読書効率を最大限に引き出す文字サイズを特定するためのツールとしては MNREAD が有用であるが、文章を流暢に読むことが出来ない幼児児童等には適応出来ないという課題があった。そこで、幼児児童であっても適応可能な読書時の視野の状態を評価するツールとして、文字処理有効視野評価法を開発した。

第Ⅱ部では、環境を評価するツールとしてのブラーシミュレータと幼児児童であっても

適応可能な読書時の視野の状態を評価できるツールとしての文字処理有効視野評価法を示すために、以下の2つの章から構成した。

第5章では、個々の読書環境を評価する方法として新しく低視力をシミュレートする方法を開発・評価した結果について紹介した (Nakano, Arai, Nagai, Nunokawa, Kusano, & Maebashi, 2007 ; 井手口・中野・布川, 2004)。

第6章では、個々のロービジョン者の視野を評価する方法として新しく開発した有効視野評価方法について紹介した (中野, 2001b ; Nakano, 2005)。

なお、第II部で実施した研究は、慶應義塾研究倫理委員会倫理審査委員会の審査 (受理番号 07-006 「ロービジョン・シミュレーションに関する研究」、受理番号 09-007 「高等学校段階における弱視生徒用拡大教科書の在り方に関する調査研究」) を受けた上で実施した。

第5章 環境を評価するツールとしてのブラーシミュレータの開発

5.1 問題の背景と研究の目的

(1) ロービジョン研究におけるシミュレーションの意義

ロービジョン者にとって効果的な読書環境を整備するための研究を実施するには、視機能（視力等）の状態の異なるロービジョン者に対して、日常の読書場面で想定される様々な環境条件（文字サイズ、コントラスト極性、フォント等）で実験等を実施する必要がある。しかし、ロービジョン者は人数が多くないことに加え、全国に点在しているため、実験等への協力を依頼することは容易ではない。また、読書に関係する環境条件は多様であることに加え、様々な組み合わせを考えなければならないため、多様な実験をロービジョン者を対象に実施することは容易ではない。そこで、ロービジョン研究では、シミュレーションを用いることが多い。

視覚障害のシミュレーションは、障害のある人達の生活機能を向上させるための環境整備やトレーニング等を実施するにあたって重要な役割を果たしてきた。坂本(1997)は、シミュレーションの教育的な意義や新しい技術を開発する上での役割を述べている。また、中野(1997b)は、シミュレーションの役割として、a) 障害のある人達が遭遇している不便さやそのときの心理を理解する手がかりを得ること、b) 障害のある人へのケアやサービス技術に関する知識・技術・理論の意義を共感的に理解する手がかりを得ること、c) 新しい技術や課題等を発見するための手がかりを得ることを挙げている。これらの目的を果たすために、様々なシミュレータが開発されてきた。

(2) ロービジョン・シミュレーションの種類

ロービジョンのシミュレータ (Haymes, Guest, Heyes, & Johnston, 1994 ; Elliott, Bullimore, Patla, & Whitaker, 1996 ; 中野, 1997b ; 中野, 1997c ; 中野, 2001d ; 中野, 2001e) を、シミュレーションの方法から、分類すると、光学フィルタを用いる方法と PC (スマートフォンやタブレット端末を含む) 等の画像処理を用いた方法に分類できる。光学フィルタを用いる方法では、フィルタをゴーグルに装着して利用するタイプが最も多く、現在、日本で入手可能なシミュレータには、高田眼鏡製のシミュレーションレンズトリアル、日本ライトハウス製のシミュレータ、ジオム社のダス視覚障害疑似体験キット、アメリカ製弱視者疑似体験キット等がある。画像処理を用いる方法には、予め撮影された写真等の画像にデジタルフィルタをかけるタイプ (例えば、Photoshop 等) とスマートフォン等のカメラ機能を利用してリアルタイムでデジタルフィルタをかけるタイプ等がある。

シミュレートできる見え方の観点からシミュレータを分類すると、ブラー (ぼやけ) による視力低下、白濁 (中間透光体混濁) によるまぶしさ、中心暗点 (小田, 2004) や視野狭窄

(小田, 1999) 等の視野障害をシミュレートするものが代表的である。読書に関する研究では、Occlusion Foil を用いて白濁 (中間透光体混濁) による視力低下をシミュレートするもの、眼球運動に追従して中心暗点や視野狭窄等の視野障害をシミュレートするものも多く、ブラーによる視力低下をシミュレートした研究は少ない。なぜなら、ブラーのシミュレーションには凸レンズをゴーグルに装着し、屈折異常を生じさせる方法が用いられることが多いが、屈折状態は実験参加者の調節力に依存するため、正確なシミュレーションが困難であるし、長時間着用するとゴーグル内が汗で曇ってしまうという問題が指摘されているからである。

(3) 現存するシミュレーションの問題点

ロービジョンの状態をシミュレートするためのシミュレータは、本来、福祉や教育の領域で、適切な環境を整備したり、効果的なトレーニングを実施したり、見え方を理解したりする目的で開発されてきた。一方、読書に関する実験で活用する場合には、ロービジョン者の代表的な見え方をシミュレートできる必要があるし、見え方を系統的に変えることができる必要がある。

現在、開発・提供されているシミュレータの中で、白濁 (中間透光体混濁)、求心性視野狭窄、中心暗点という見え方をシミュレートするシミュレータは多く、見え方を系統的に変化させることが可能である。一方、ブラーによる視力低下をシミュレートするシミュレータには凸レンズを利用するものが多く、実験参加者の調節力が加わると、正確なシミュレーションが出来ないという問題が指摘されてきた。しかしながら、ブラーによる視力低下のシミュレーションは、視力と読書等の活動の関係を検討する際には、必要不可欠なシミュレータであり、開発が期待されてきた。

また、従来のシミュレータには、ゴーグルタイプが多く、発汗などで、利用中にゴーグルが曇ってしまったり、視野が制限されてしまうという問題点があった。読書環境に関する実験で、利用するためには、観察中に見え方が変化することなく、広視野が確保でき、見え方を定量的に把握できる必要がある。また、光の環境など様々な要素を現実場面に合わせて変更できる必要もある。しかし、既存のシミュレータには、これらの要件を満たす製品がなかった。

(4) 本研究の目的

精度が高く、視力を連続的に変更することができ、広視野が確保できるブラーシミュレータが開発できれば、文字サイズ、フォント等の読書に関連する様々な環境要因と視力の関係を研究することが容易になると考えられる。また、特定の文字サイズやフォント等の読書環境が、どの程度の視力のロービジョン者のアクセスを可能にするかを評価することが可能になると考えられる。本研究の目的は、上述した問題を解決でき、環境を評価出来る新しい

タイプの低視力シミュレータを開発することであった。

5.2 シミュレーションの方法とフィルタの選定

本研究では、ブラーを生じさせる方法として、Legge et al. (1985a)や Oda & Nakano (1992) によるスリガラス (ground glass) をフィルタとして用いる方法に着目した。フィルタにガラスを用いることができれば、ゴーグルに装着する必要がないため、汗などの影響を受けないし、広い視野も確保しやすい。また、ガラス・フィルタを通して観察すればよいから、照明等を使用場面に近い条件にすることも容易であり、操作も簡便であるし、低コストで実現できると考えられる。

シミュレータを作成する上で必要な視力範囲をカバーできるガラス・フィルタを選定するために、様々なガラスの視力減衰特性を目視で調査した。その結果、スリガラスよりも無反射ガラスと呼ばれているガラスの方が有効である可能性が高いことが明らかになった。ガラスの表面を研磨して光を散乱させているスリガラスと異なり、無反射ガラスはガラスの表面を加工することで反射を低減させている。また、無反射ガラスは対象との距離に応じて、光の透過特性が異なるという性質を有している。距離に応じて光の透過特性が変化するという性質を利用すれば、一つの無反射ガラスで連続的に視力を変化させることが出来ると考えられる。そこで、無反射ガラスをブラーシミュレーションに活用できるか否かを検討した。

5.3 実験 5.1 無反射ガラスはブラーシミュレーションに活用可能か？

5.3.1 目的

目視による予備観察の結果、無反射ガラスがフィルタとして利用できる可能性が高いことが明らかになった。しかし、無反射ガラスがどのような透過特性を有しているか、また、ブラーシミュレーションに活用可能かどうかは明らかにされていなかった。そこで、無反射ガラスが、視力や CSF (Contrast Sensitivity Function) にどのような影響を及ぼすかを実験的に検証し、ブラーシミュレーションへの活用可能性について検討した。なお、本シミュレータが実験場面だけでなく、様々な環境整備にも活用出来ることを考慮し、本研究では、logMAR 視力ではなく、小数視力との関係を求めた。

5.3.2 方法

- (1) 実験参加者：矯正視力で正常な視力を有する成人女性 1 人。
- (2) 装置：フィルタとしてはライオン社製の無反射ガラスを用いた。無反射ガラスは自作の亚克力製フォルダに固定し、設置台の上を自由に滑らせて、距離を容易に変更できる

ようにした。DELL 製の Dimension 8300 コンピュータを用いて、Cambridge Research Systems 社製の VSG2/5 を制御し、CRT モニタ (SONY 製の GDM-F520) に視力や CSF を測定するためのパターンを表示する装置を用いた。各種機材は暗室内に設置した (図 5.1)。

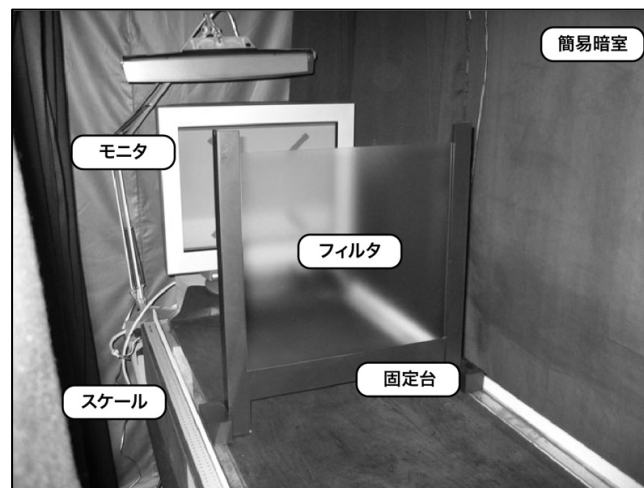


図 5.1 実験装置の概観

(3) 実験条件

実験条件は、フィルタとして用いたスリガラスの枚数条件が 1 枚から 3 枚の 3 条件 (フィルタ枚数条件) で、モニタからスリガラスまでの設置距離が 10cm から 90cm まで 10cm ステップで 9 条件 (設置距離条件) の計 27 条件に、スリガラス無しの条件を加えた合計 28 条件であった。

(4) 手続き

a) 視力測定

視力は、VSG2/5 を用いて、CRT モニタ上にランドルト環視標を提示し、小数視力の測定を行うプログラムで測定した。背景輝度は約 100cd/m^2 、ランドルト環の輝度は約 0.6cd/m^2 で、Michelson コントラストは約 0.99 であった。また、本プログラムでは、精神物理学的測定法の上下法を用いて、より細かなステップで視標サイズを変化させて、視力測定を実施した。この視力測定を、28 のフィルタ条件すべてについて実施した。なお、視力の通過基準は、一般的な視力検査と同様に 3/5 とした。

b) CSF 測定

CSF は、上下法による CSF 測定プログラムを使用して、ガボール (Gabor) ・パッチ・パターン (図 5.2) を用いて測定した。ガボール・パッチの平均輝度は約 50cd/m^2 であった。実験参加者は CRT モニタから 161cm 離れた位置に着席し、両眼で観察を行った。観察距離

はチンレストと顔面固定器によって一定に保たれた。

最初に、視認可能な空間周波数の範囲を特定するために、CRT モニタ上に様々な空間周波数のガボアパッチを提示しながら、調整法を用いた予備実験を実施した。そして、その空間周波数範囲を CSF 測定の空間周波数範囲とし、CSF 測定を行った。

コントラスト閾は、空間周波数ごとに測定した。実験参加者は、凝視画面が表示されている時に、自分の好きなタイミングでトリガーボタンを押して実験を開始できるようにした。凝視画面には、4本の黒いバーをスクリーンの四隅に放射状に配置したパターンを用いた。このような形状の凝視画面を用いたのは、凝視画面の残像が後に提示されるガボア・パッチ・パターンの視認に影響を及ぼさないようにするためであった。凝視画面が表示されている状態で、実験参加者が反応ボタンを押すと、凝視画面が消え、スクリーン中央にガボア・パッチ・パターンが1秒間提示されるようにした（ガボア・パッチ・パターンには、縦縞と横縞を用意し、ランダムに提示した）。残像が残らないようにするために、最大輝度で200ms間マスキングした後、画面を平均輝度にし、ブザー音を鳴らして、実験参加者に回答を促した。実験参加者の課題は、提示されたパターンが「縦縞」か、「横縞」か、「見えない・分からない」かを反応ボタンを押して回答することであった。正答の判断基準は4/5とし、正答した場合はコントラスト値を下げ、誤答した場合はコントラスト値を上げ、ターンが9回生じた時点で1試行を終了させた。1つの空間周波数について5試行を行い、最後の3試行の平均値をコントラスト閾値とした。予備実験で決定した空間周波数の範囲についてコントラスト閾を測定した時点で1つの実験条件のCSF測定を終了とした。このCSF測定を、28のフィルタ条件すべてについて実施した。

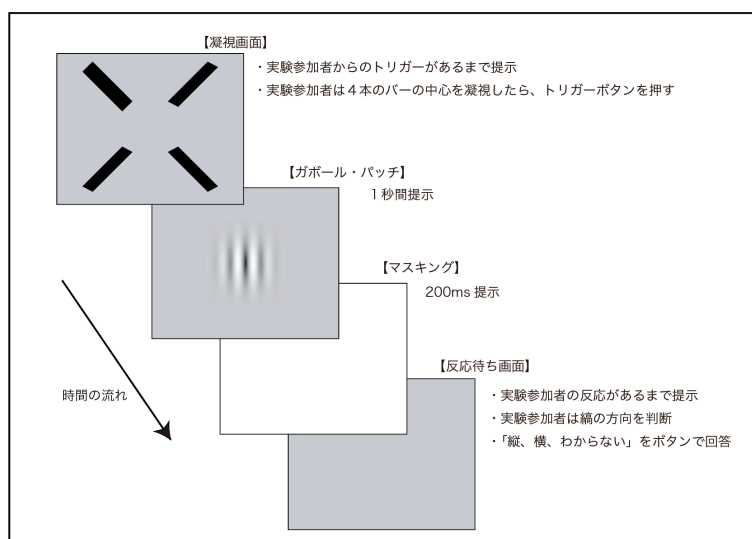


図 5.2 CSF 測定の流れ

5.3.3 結果

(1) フィルタ枚数・設置距離と視力の関係

表 5.1 と図 5.3 には、フィルタ設置距離（ランドルト環視標とフィルタの距離）と小数視力（小数視力）の関係を示した。10cm から 90cm の設置距離でシミュレートできる小数視力は、フィルタ 1 枚の時には 0.03 (1.52logMAR) から 0.4 (0.4logMAR)、2 枚の時には 0.03 (1.52logMAR) から 0.28 (0.55logMAR)、3 枚の時には 0.02 (1.70logMAR) から 0.23 (0.64logMAR) の範囲で、フィルタの枚数が増える程、低い視力がシミュレート出来ることが明らかになった。

表 5.1 フィルタの枚数ごとの設置距離と視力の関係

フィルタ設置 距離 (cm)	フィルタ 1 枚		フィルタ 2 枚		フィルタ 3 枚	
	小数視力	logMAR視力	小数視力	logMAR視力	小数視力	logMAR視力
10	0.40	0.40	0.28	0.55	0.23	0.65
20	0.25	0.60	0.15	0.82	0.13	0.89
30	0.09	1.07	0.11	0.96	0.08	1.09
40	0.08	1.11	0.07	1.15	0.06	1.24
50	0.07	1.19	0.06	1.20	0.05	1.32
60	0.05	1.31	0.05	1.31	0.04	1.40
70	0.04	1.38	0.04	1.39	0.03	1.54
80	0.03	1.47	0.04	1.41	0.03	1.55
90	0.03	1.48	0.03	1.54	0.02	1.65

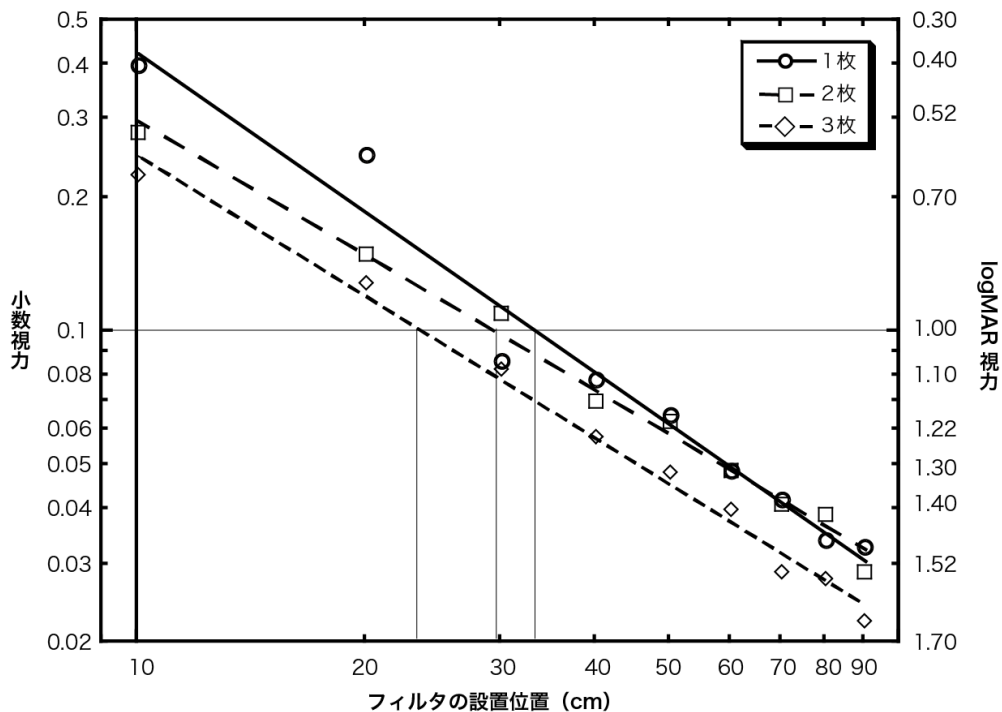


図 5.3 フィルタの枚数ごとの設置距離と視力の関係

フィルタ枚数ごとのフィルタ設置距離と視力の関係式を最小二乗法で求めたところ、以下の結果になった。フィルタの枚数が変わっても傾きはほぼ同じで、枚数が増えると切片が小さくなることを見出された。

$$\begin{aligned}
 &1 \text{ 枚} \quad \text{小数視力} = 6.659 \times (\text{フィルタ設置距離})^{-1.196} \quad (R^2 = 0.9698) \\
 &2 \text{ 枚} \quad \text{小数視力} = 3.039 \times (\text{フィルタ設置距離})^{-1.008} \quad (R^2 = 0.9903) \\
 &3 \text{ 枚} \quad \text{小数視力} = 2.842 \times (\text{フィルタ設置距離})^{-1.057} \quad (R^2 = 0.9909)
 \end{aligned}$$

(2) フィルタ枚数・設置距離と CSF の関係

図 5.4～5.6 には、フィルタ枚数条件ごと、設置距離条件ごとの CSF を示した（図の見やすさを考慮し、設置距離は 5 条件のみ示した）。どのフィルタ枚数条件でも、設置距離が大きくなる程、高空間周波数の情報が減衰していくことが明らかになった。つまり、本実験で用いたフィルタは、ローパス・フィルタになっており、設置距離が遠くなるに従ってバンド幅が狭くなっていくという特徴を持っていた。

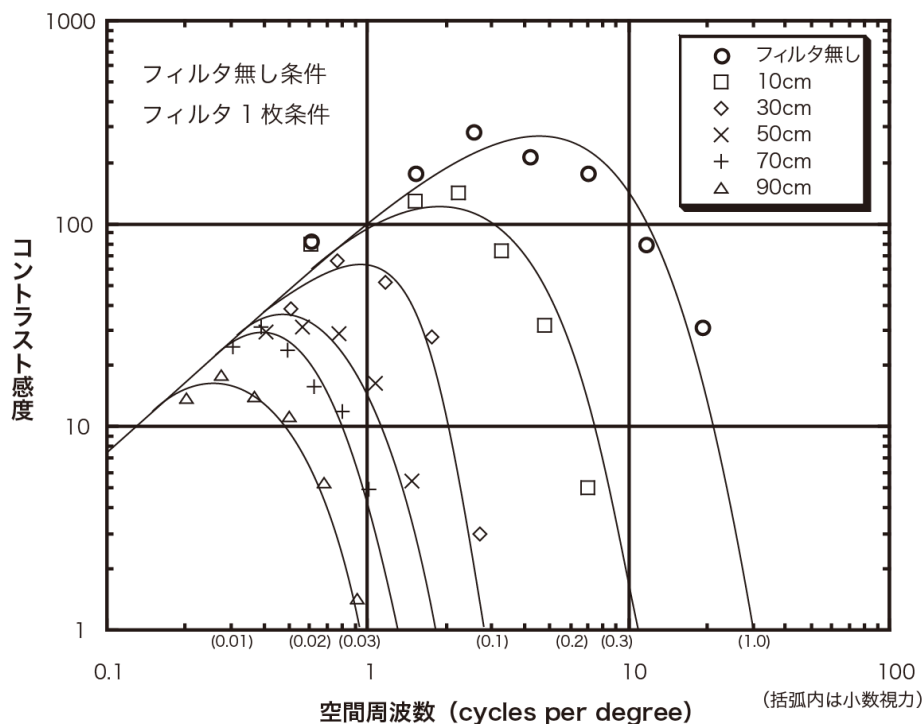


図 5.4 フィルタなし条件とフィルタ 1 枚条件における設置距離ごとの CSF

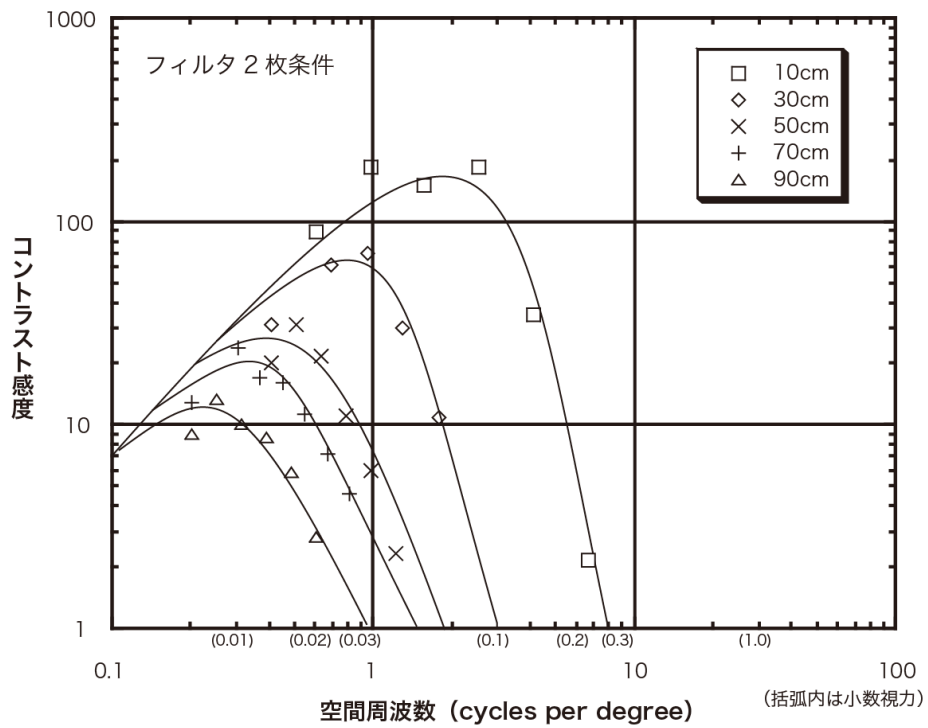


図 5.5 フィルタ 2 枚条件における設置距離ごとの CSF

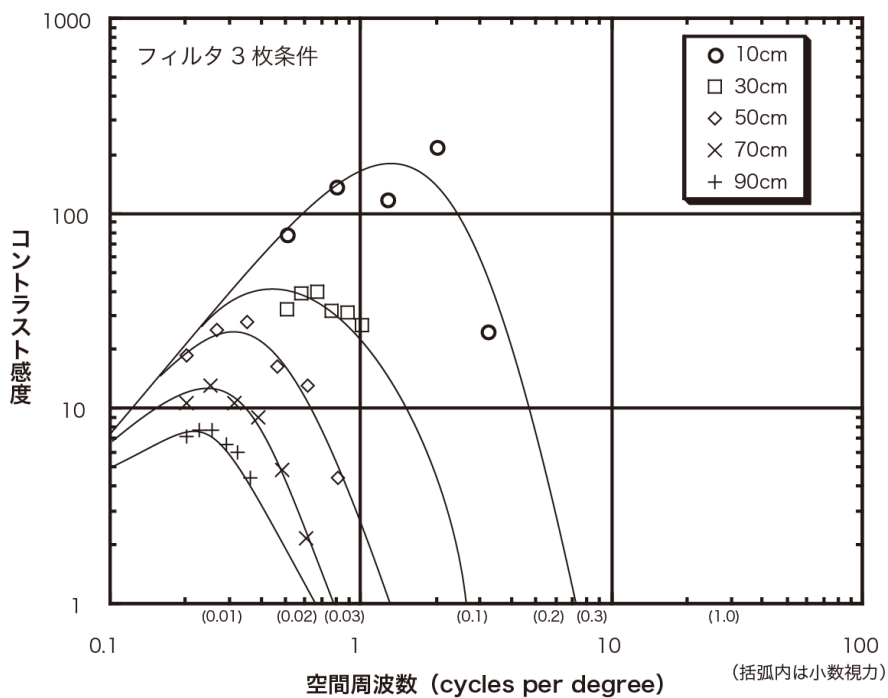


図 5.6 フィルタ 3 枚条件における設置距離ごとの CSF

図 5.7 には、同じ設置距離でフィルタの枚数の違いが CSF に与える影響を示した。図よ

り、フィルタ枚数による違いはあまり大きくないことがわかる。

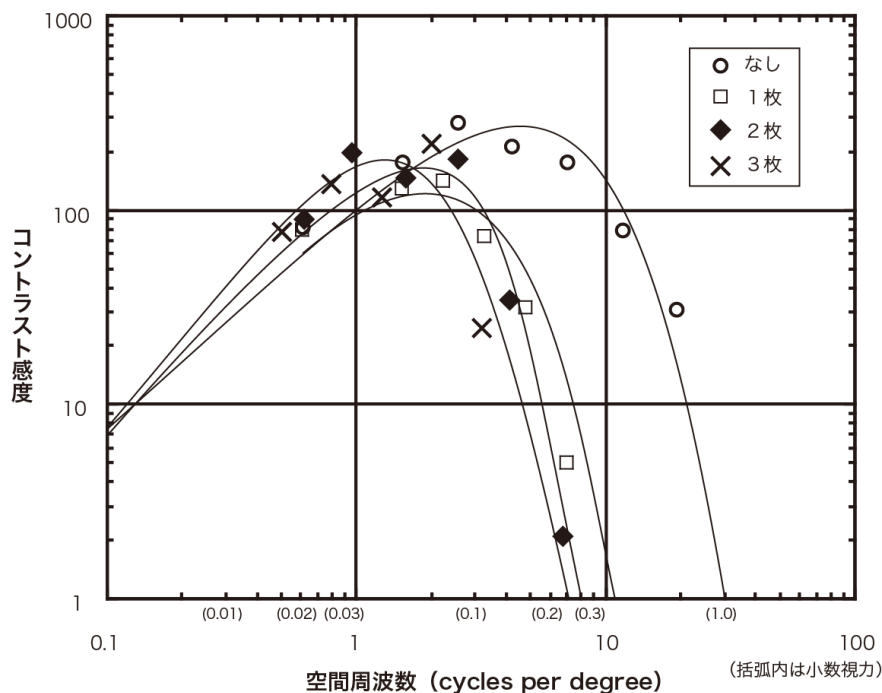


図 5.7 フィルタ設置距離 10cm でのフィルタ枚数による CSF の比較

5.3.4 考察

無反射ガラスをフィルタとして活用する可能性について視力と CSF の観点から検討した結果、視対象とフィルタの設置距離を変化させることで、視力や CSF を連続的に変更できることが明らかになった。また、フィルタの枚数よりも、設置距離を変化させる方が効率的に視力や CSF を変化させられることが明らかになった。

本実験の結果、無反射ガラスの設置位置を 10cm から 90cm の範囲にすれば、小数視力を 0.02 から 0.4 まで変化させられることが見出された。WHO の基準では、ロービジョンは 0.05 以上 0.3 未満なので、本研究で用いた無反射ガラスはロービジョン者の視力を十分に反映できると考えられる。ただし、フィルタを 90cm の距離に設置するという事は、観察距離を 90cm 以上にしなければならないため、読書に関する研究を実施する場合には適しているとは言えない。視力検査や一般的な読書距離を考えると、フィルタの設置距離は 30cm 程度までにする必要がある。30cm までの距離でシミュレートできる視力は、フィルタ 1 枚の場合は 0.1~0.4 程度、フィルタ 2 枚の場合は 0.1~0.3 程度、フィルタ 3 枚の場合は 0.08~0.25 程度であった。そのため、1 枚のフィルタを 30cm 以内の距離に設置するだけでも、0.1~0.4 程度の視力をシミュレート出来ることになる。中野・新井・大島・花井・吉野 (2013) による拡大教科書を利用しているロービジョンの児童生徒 935 人に対す

る全国調査では、0.1～0.3が19.5%、0.3～0.7が19.7%と比較的視力の高いロービジョン者が多かったことを考慮すると、0.3～0.7程度のシミュレーションが重要だと考えられる。

5.4 実験 5.2 ブラーシミュレータの信頼性の検討

5.4.1 目的

実験 5.1 で、無反射ガラスの設置位置を 10cm から 90cm の範囲にすれば、小数視力を 0.02 から 0.4 まで変化させられることが明らかになった。しかし、実験参加者が 1 人であったため、同じ装置を用いて追試を行い、同様の結果が得られることを確認した。また、設置距離を 90cm よりも増やすことで、小数視力 0.02 よりも低い視力をシミュレート出来るかどうかを検討した。

5.4.2 方法

- (1) 実験参加者：矯正視力が正常な成人 3 人（男性 1 人、女性 2 人）であった。
- (2) 装置：実験 5.1 と同じであった。
- (3) 実験条件：使用するスリガラスは 1 枚にし、スリガラスの設置距離を、20cm から 120cm まで 20cm ステップで変化させた以外（実験条件は、ガラス無し条件と合わせて 13 条件）は実験 5.1 と同じであった。
- (4) 手続き：実験 5.1 と同じであった。

5.4.3 結果

各実験参加者のフィルタの設置距離ごとのコントラスト感度を図 5.8～図 5.10 に示した。実験 5.1 と同様に、そのコントラスト感度関数は、ガラスなし条件で感度が良く、スリガラスの設置と設置距離の増大に伴って高周波側の感度が大きく低下するという結果であった。また、設置距離が 100cm、120cm の感度は、実験 5.1 の 90cm 条件とほとんど違いがなかった。

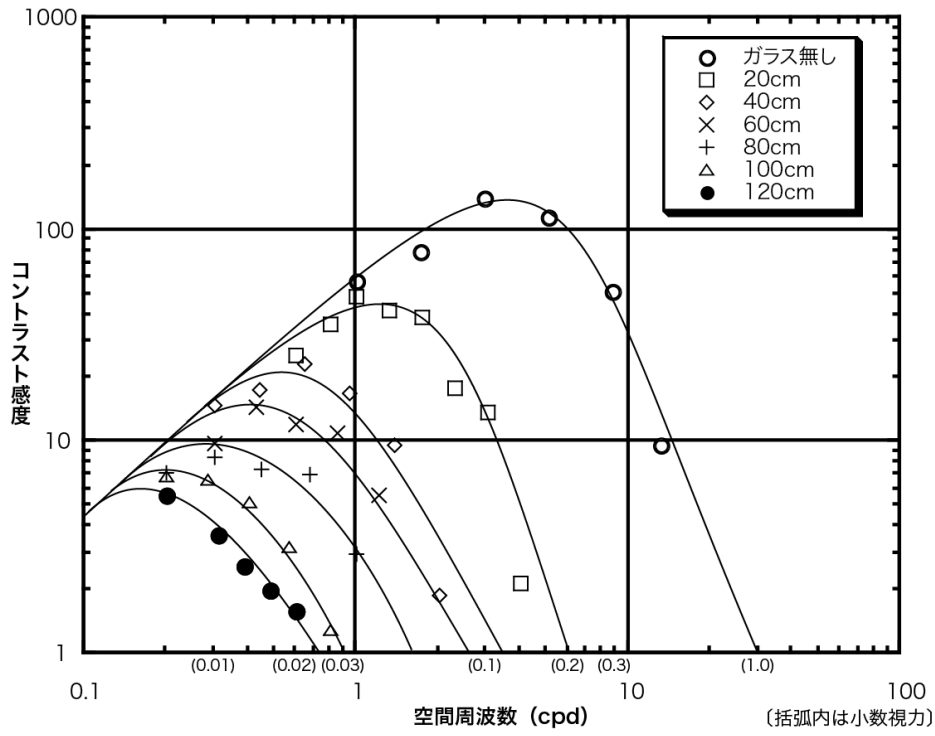


図 5.8 実験参加者 1 の設置距離ごとの CSF

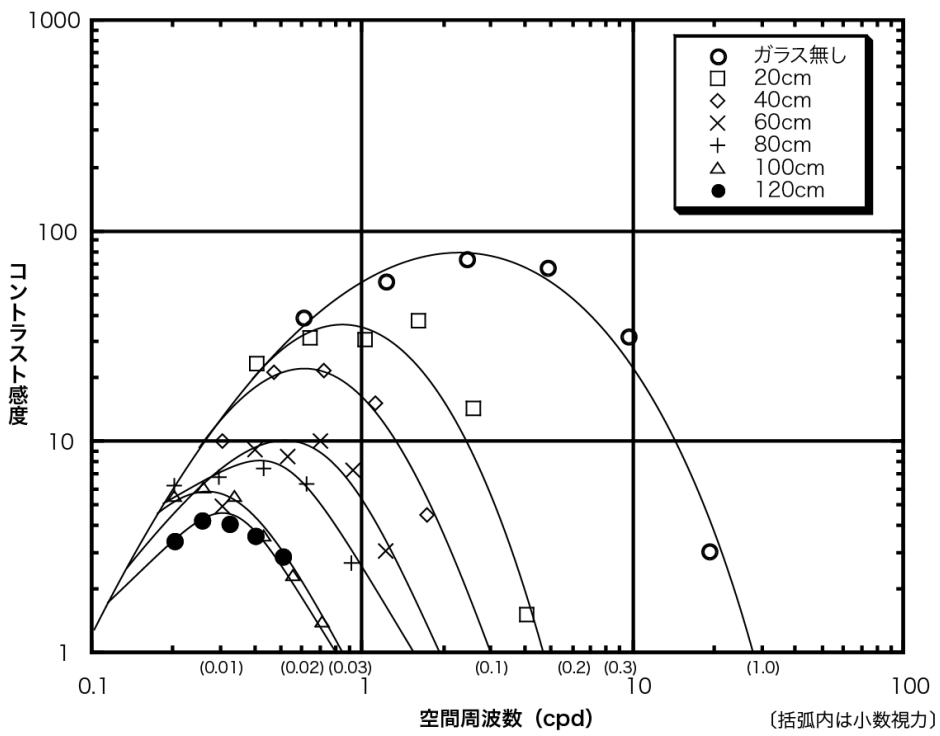


図 5.9 実験参加者 2 の設置距離ごとの CSF

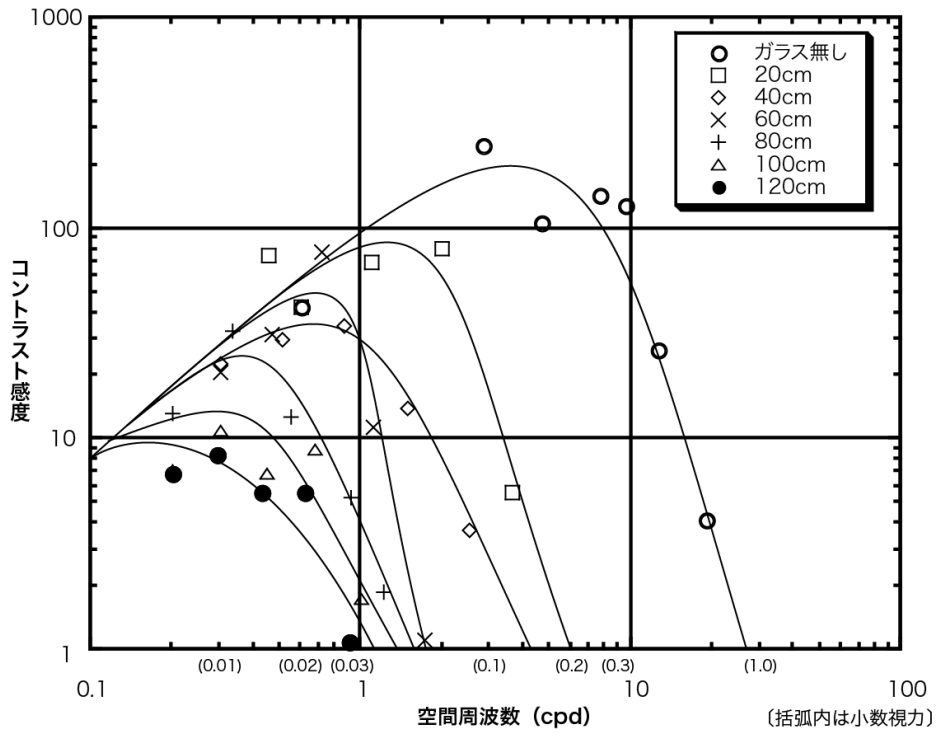


図 5.10 実験参加者 3 の設置距離ごとの CSF

5.4.4 考察

本実験では、実験参加者の人数を増やし、フィルタの設置距離を伸ばして、実験 5.1 とコントラスト感度を比較した。その結果、実験結果はほぼ同じであり、実験 5.1 の結果に信頼性があることが確認された。また、フィルタの設置距離を伸ばしても、結果にほとんど変わらないことが明らかになった。そのため、フィルタ距離をさらに変化させても効果がないと考えられる。

5.5 ブラーシミュレータの試作

5.5.1 目的

実験 5.1、実験 5.2 の結果、無反射ガラスを利用してブラーによる低視力状態のシミュレーションが出来る可能性があることが見出された。また、連続的にブラーの程度を変化させるためには、視対象とフィルタの距離（設置位置）が重要であることも明らかになった。実験で利用するためには、フィルタの設置位置とシミュレーション出来る視力の関係が明確になっている必要がある。また、フィルタの位置を正確に移動できるようにする装置が必要である。そこで、ブラーをシミュレーションするための装置を試作した。

5.5.2 装置の試作

(1) ブラーシミュレータの原理

ブラーシミュレータに用いる無反射ガラス (non-glare glass) は、表面処理により、ガラス表面の反射率を低減したガラスのことである。ガラスの表面で全く光を反射させない訳ではないため、正式には、反射防止ガラス (anti-glare glass) と呼ばれる場合もある。スリガラス (ground glass) よりも細かい凹凸が表面にあるため、凹凸の部分で光が拡散されるためガラスの表面への光の映り込みを抑える効果を持っている。また、図 5.11 に示したように、視対象にガラスを近づける程、透明になり、遠ざける程、ぼやけて見えるという特性を有している。ブラーシミュレータでは、視対象とガラスの距離によって、ぼやけ方が変化する特性を利用し、シミュレータに用いた。

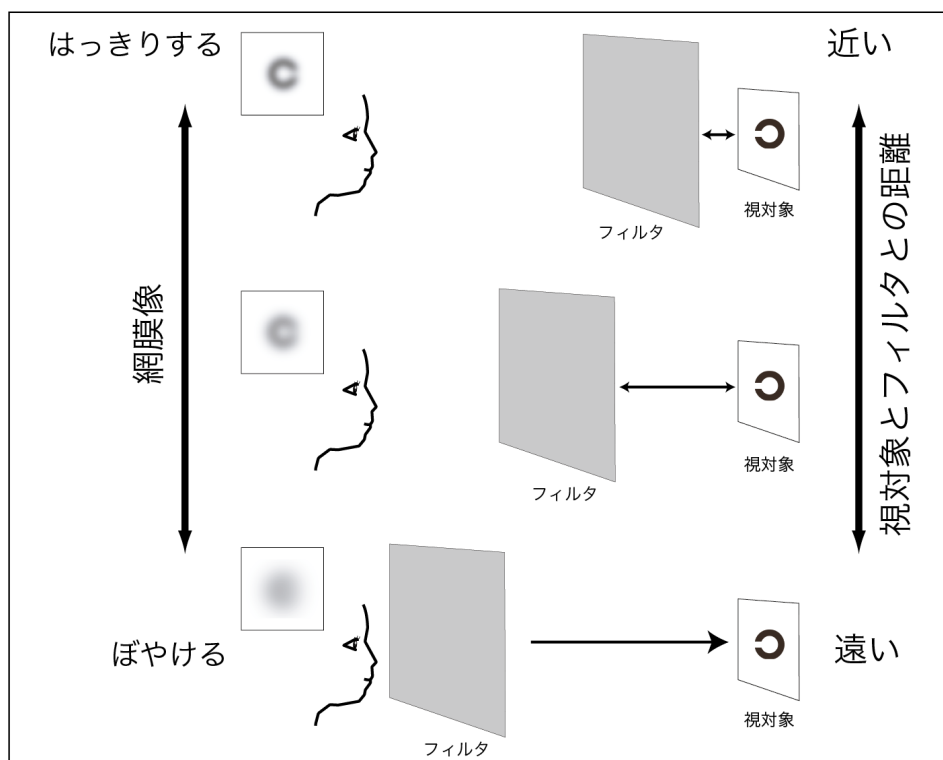


図 5.11 フィルタ設置位置と視力の関係の模式図

(2) フィルタ設置位置を連続的に変更できる仕組みの構築

視力を連続的に、かつ、確実に制御できるようにするために、評価対象を適切に固定し、観察者と評価対象の間で、スリガラスを滑らかに移動させる機構を備えた装置を作成した。スリガラスは可動部の上に固定し、装置の両脇に装備したハンドルを回転させることで任意の距離に移動させることができるようにした。可動部のストロークは 350mm で、連続的に移動できるようにした。

フィルタである無反射ガラス（ライオン製）は専用のフォルダに固定し、ステッピングモーター（オリエンタルモーター株式会社製ステッピングモーター・スライダ－EZ limo）、ステッピングモーター制御装置（オリエンタルモーター株式会社製 EZ limo コントローラ）、高速モーターコントロールボード（株式会社コンテック製 SMC-2P）、制御用パーソナルコンピュータ（eMachines 製 J3024）で、距離を 0.01mm 単位で変化させることができるようにした。フィルタ位置を制御するプログラムは、Visual C#を用いて、独自に開発した。図 5.12 に装置の概観を示した。

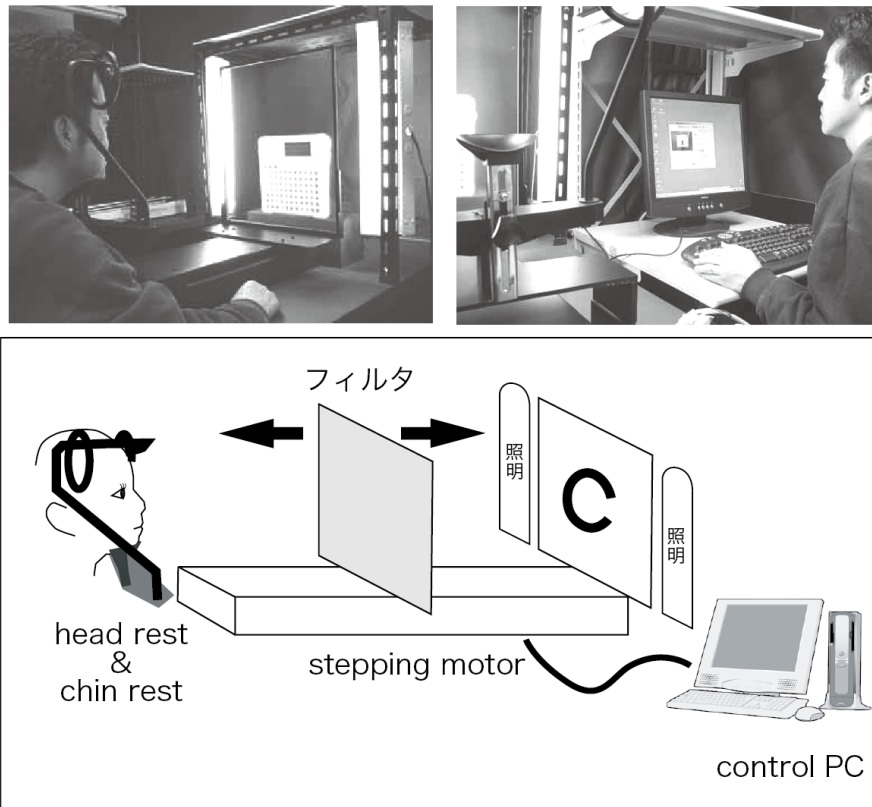


図 5.12 試作したブラーシミュレータ

5.6 実験 5.3 フィルタ設置位置と視力の関数関係を求める実験

5.6.1 目的

実験 5.1、実験 5.2 より、視対象と無反射ガラスの間の距離を変化させることで、ブラーの程度（ぼやけ方）を系統的に変化させ、様々な視力低下状況をシミュレートできることが明らかになった。しかし、シミュレータとして利用するためには、特定の視力低下を正確に再現できなければならない。そこで、本実験では、フィルタ設置距離と視力低下の関数関係を精神物理学的測定法を用いて求めた。

5.6.2 方法

- (1) 実験参加者：実験参加者は視力（矯正含む）が 1.0 以上の成人晴眼者 12 人（男性 8 人、女性 4 人）であった。
- (2) 装置：試作したシミュレータ（図 5.12）を用いて実験を実施した。なお、観察距離を一定に保つために、実験参加者の顔面を固定するための顔面固定器とチンレストを用いた。
- (3) 手続き：実験参加者の正面 90cm の距離に、ランドルト環視力検査票（単独視標）を

提示し、試作した装置でフィルタの位置を変化させ、視標が視認できる認知閾を測定した。提示したランドルト環視力検査票は、90cmの観察距離用に作成した単独視標(1200dpiの解像度で印画紙出力)で、小数視力は0.04(1.40logMAR)、0.06(1.22logMAR)、0.1(1.00logMAR)、0.16(0.80logMAR)、0.25(0.60logMAR)、0.4(0.40logMAR)の6種類であった。フィルタの距離を変化させることで、ぼやけを連続的に変化させ、各ランドルト環視標が視認できるフィルタ設置距離の閾値を求めた。閾値の測定には、精神物理学的測定法の上下法を用いた。

5.6.3 結果

表5.2に各実験参加者ごとに設定された小数視力になるフィルタ設置距離を示した。

表5.2 各実験参加者の視力ごとのフィルタ設置距離

視標	各実験参加者のフィルタ距離 (cm)												平均
	ID01	ID02	ID03	ID04	ID05	ID06	ID07	ID08	ID09	ID10	ID11	ID12	
0.04	59.3	57.0	57.0	56.1	56.8	65.3	55.6	59.0	55.9	59.8	55.0	55.0	57.6
0.06	39.5	38.0	39.3	38.5	38.8	45.4	39.9	39.9	39.4	40.5	40.5	39.5	39.9
0.1	26.8	22.8	25.5	23.5	24.5	29.4	25.8	24.6	25.6	26.8	26.8	26.3	25.7
0.16	16.5	14.8	15.6	16.0	17.6	17.5	16.3	17.1	16.3	15.6	14.9	14.4	16.0
0.25	9.6	9.4	9.4	9.1	10.6	11.3	11.8	10.8	9.9	9.5	8.8	9.5	10.0
0.4	6.6	5.5	6.4	5.8	6.3	7.1	6.6	5.9	6.3	6.5	5.5	5.5	6.2

図5.13に各実験参加者ごとの小数視力とフィルタ設置距離の関係を示した。視力とフィルタ設置距離の間には、高い相関があった。また、個人による違いは大きくないことが明らかになった。

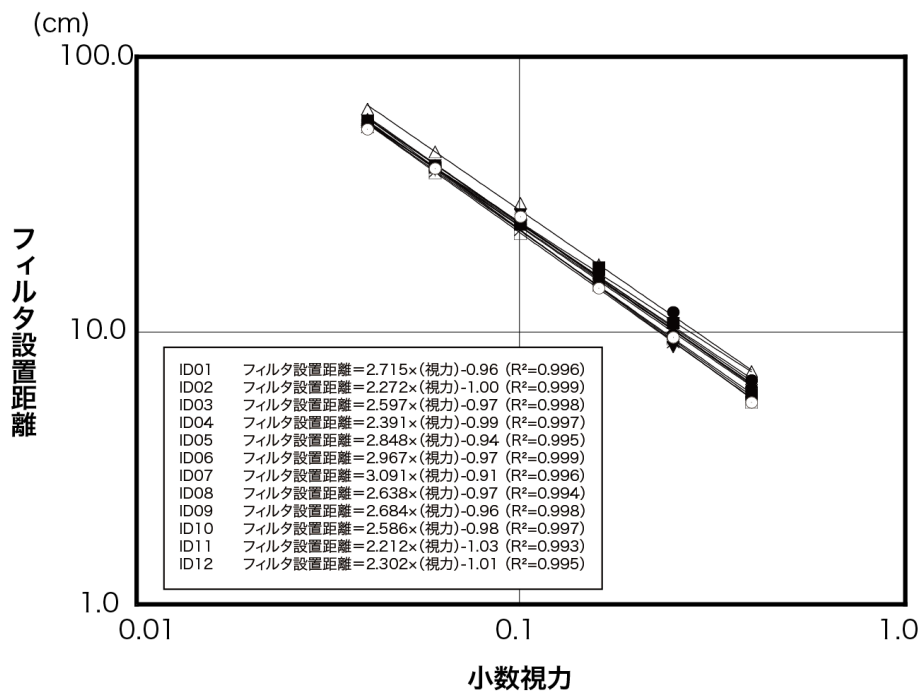


図 5.13 各実験参加者ごとの視力とフィルタ設置距離の関係

図 5.14 には、各視力をシミュレートできるフィルタ設置距離の平均値を用い、視力とフィルタ設置距離の関係を示した。

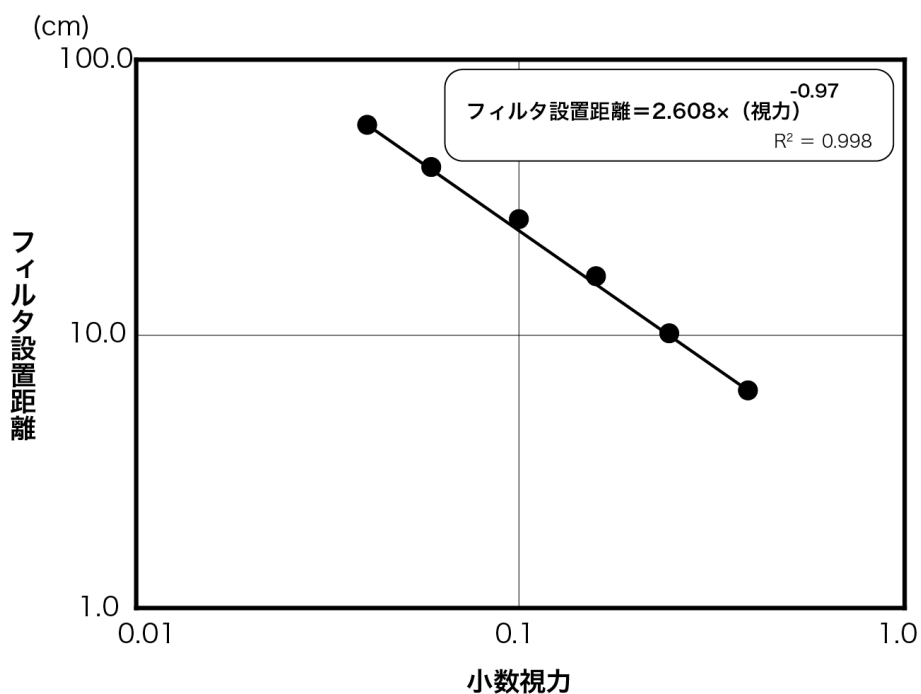


図 5.14 視力と平均フィルタ設置距離の関係

最小二乗法を用いて、視力と平均フィルタ設置距離の関係式を求めた（式1）。この関係式を利用すれば、特定の視力をシミュレートする際のフィルタの設置距離を算出することが可能である。

$$\text{フィルタ設置距離} = 2.608 \times (\text{視力})^{-0.97} \quad (R^2=0.998) \quad \dots \text{式1}$$

上述の関係式から、特定のフィルタ設置距離でシミュレート出来る視力の値を算出するための関係式を求めた（式2）。この関係式を利用すれば、特定の距離にフィルタを設置した場合の視力を計算することが可能である。

$$\text{視力} = 2.666 \times (\text{フィルタ設置距離})^{-1.03} \quad (R^2=0.998) \quad \dots \text{式2}$$

5.6.4 考察

式1、式2を利用すれば、特定の視力をシミュレートするためには、フィルタをどの距離に設置すればよいかを推定することが可能である。例えば、WHOの定義では、ロービジョンは小数視力が0.05から0.3と定められている。式1を用いれば、WHOのロービジョンの下限の視力0.05をシミュレートするにはフィルタを視対象から48.1cmの距離に、また、上限の視力0.3をシミュレートするには8.4cmの距離に設置すれば良いことがすぐに計算出来る。また、式2を用いれば、特定の距離にフィルタを設置した際、どの程度の視力になるかを計算することが可能である。例えば、10cmの距離に設置すれば0.25の視力がシミュレート出来ることがわかる。

なお、式2を実験5.1のフィルタ1枚条件（視力 $=6.659 \times (\text{フィルタ設置距離})^{-1.196}$ ）と比較した結果、傾きや切片が異なっていた。原因を分析した結果、実験5.1と実験5.3で用いた無反射ガラスは、同じ会社の同じ型番であったが、ロットが異なっていたために、特性が違っていたことが明らかになった。そのため、式1、式2は、フィルタを変える度に測定を行わなければならない。しかし、一度、測定を行えば、無反射ガラスが破損するまでは、利用できるため、シミュレーション実験には有効だと考えられる。

5.7 まとめ

多様な視機能に対応できる読書環境を整備するためには、様々なロービジョン者による検証が必要である。読書に影響を及ぼす可能性のある環境には、文字サイズ、コントラスト極性、フォント等、多くの環境要因を評価する必要があるが、ロービジョン者は人数が多くないことに加え、全国に点在しているため、実験等への協力を依頼することは容易ではな

い。そこで、シミュレーションは重要な役割を果たしてきた。特に、ブラーによる視力低下のシミュレーションは、視力と読書等の活動の関係を検討する際には、必要不可欠なシミュレータであり、開発が期待されてきた。しかし、ブラーによる視力低下をシミュレートするシミュレータには凸レンズを利用するものが多く、実験参加者の調節力が加わると、正確なシミュレーションが出来ないという問題が指摘されてきた。また、従来のシミュレータには、ゴーグルタイプが多く、発汗などで、利用中にゴーグルが曇ってしまったり、視野が制限されてしまうという問題点があった。

本研究では、精度が高く、視力を連続的に変更することができ、広視野が確保できるブラーシミュレータを開発した。スリガラスの一種である無反射ガラスと視対象の距離を変化させることで連続的に視力を低下出来ることが明らかになり、視対象と無反射ガラスの距離とシミュレート出来る視力との関係式を求めることが出来た。また、視対象と無反射ガラスの間の距離をステッピングモーターで制御可能な実験装置を構築することが出来た。

本研究で開発したブラーシミュレータを利用すれば、文字サイズやフォント等の読書に関連する様々な環境要因と視力の関係を研究することが容易になると考えられる。また、特定の視力の人アクセス出来る環境を整えたり、特定の書籍等にアクセス可能なロービジョン者の範囲を明らかにしたりする目的でも活用出来ると考えられる。

第6章 視野を評価するツールとしての文字処理有効視野評価法の開発

6.1 問題の所在と研究の目的

(1) 文字サイズを決定するための視野の評価方法の必要性

ロービジョンの抱えている読書における最も大きな課題の一つに文字の大きさがある。文字を大きくすると一つ一つの文字は読みやすくなる反面、単語や文全体が捉えにくくなる。しかし、視力が低い場合、文字を小さくすると同定できなくなる。この二つのジレンマにどこで折り合いをつけて最も適した文字の大きさを選択するかが重要である。また、日本語には、縦書きと横書きの文章があり、どちらが読書に適しているかを決定する必要もある。

文字サイズや縦書きと横書きの読書の効率を機能的に評価する方法としては、MNREAD-Jが有効であるが、まとめ読みが出来ない幼児等では、MNREAD-Jの実施が困難な場合もある。また、視野内の読みやすい位置を見極める際には、視野検査が必要になる。しかし、通常の視野検査では文字が読める範囲を直接特定することはできない。なぜなら、通常の標準視野検査はターゲットの光点が発見できるかどうかを問題とした光覚視野であり、どの程度の光量でターゲットが発見できるかを定量的に測定し、感度分布として表すインデックスに過ぎないからである。教育や福祉の現場で視野検査の結果があまり重視されていなかったのは、検査が困難というだけでなく、検査結果を直接ケースの処遇に結びつけることができなかつたためだと考えられる。つまり、読書と直接関係のある文字を視標とした有効視野の評価が重要なのである。なお、日本語の読書に及ぼす視野の研究（苧阪・小田, 1991 ; 石川・中野, 1993）では、効率的に読書を行うためには一度に6文字程度の処理が可能な有効視野が必要であるとされている。したがって、読書課題に必要な条件を決定するためには、文字処理有効視野の評価が不可欠であるといえる。しかし、読書の際の文字処理に必要な有効視野を評価するための客観的なシステムは実験用のもの（池田, 1982）や英語圏で実用化が検討されているもの（Mackeben, Colenbrander & Schainholz, 1994）を除いては確立されていなかった。

(2) 文字処理有効視野評価システムの開発に関する先行研究

以上のような問題意識からロービジョンの人について「どの程度の大きさの文字がどの部位で視認可能か」（文字処理有効視野）を評価するための方法を検討し「ロービジョン用静的文字処理有効視野評価システム」を試作した。中野（1996）は、本システムを用いて、通常の視野検査との比較実験を実施し、有効視野評価システムの妥当性と有効性を検討した。フェルスタ型弧状視野計、自動視野計と有効視野評価システムでの評価結果を比較した結果、どの測定方法においても絶対暗点（刺激強度を上げてても視標を視認できない

箇所) や相対暗点 (強度の強い刺激では反応するが通常の強度では視標を視認できない箇所) は発見できたことを報告している。また、年齢や障害の程度の異なる学齢期のロービジョンの児童生徒 20 人に対して、本システムで視野計測が可能かどうかを実験し、ひらがな文字を読むことが可能であれば、小学校 1 年生という低年齢でも、また、0.02 程度の低視力でも、評価が可能であることを示した。さらに、通常の視野検査では検査が出来なかった、知的障害や聴覚障害を併せ有している生徒や盲ろうの生徒にも適応可能であることを示した。これらの実験や事例を通して、彼らは、従来の視野検査と比較して本システムの良い点を以下のように整理した。

a) 児童・生徒はゲーム感覚で評価を受けることができ、楽しみながら評価を受けていた。評価が終了した後も「もっとやりたい」という感想が多くみられた。特に低学年の児童ほど楽しそうに評価を受けていた。また「眼科での視野検査は嫌いだが、この有効視野の評価ならそれ程嫌ではない」というケースがあった。このケースは中心暗点があり、中心窩での固視がうまくできず、いつも視野検査の最中に注意を促されることに嫌気を感じていたようである。本システムでは中心窩固視ではなく、中心外で固視してもよい (機能的な視野を問題とするため積極的に中心外固視を促している) ため負担が少なかったようである。

b) 弧状視野計では気づけなかった視野内の見えにくい箇所 (相対暗点) を発見できる場合があった。弧状視野計は全視野を評価するものであり、中心部の暗点はアムスラーチャートのような中心暗点計で評価した方がよい。しかし、中心暗点計が被評価者に要求する課題は低学年の児童には分かりにくく、適切な反応が得られない場合がある。特に、相対暗点は高学年でも言語化するのが容易ではない。これに対して、本システムでは文字が読めるかどうかだけを問題とするので被評価者の判断が容易であるため、相対暗点も発見しやすかったのだと考えられる。

c) 評価結果が視覚的に即時フィードバックされるため、その結果を被評価者に見せながら、読書における課題を一緒に話し合うことが可能であった。評価結果を当人にすぐにフィードバックすることは極めて重要なことである。評価はその人の生活を豊かにするために実施するものであり、サービスを受ける本人が自分自身の状態をより明確に客観的なデータで知り、そのデータを適切なサービスを受けるために活用すべきものだからである。例えば、縦書きの方が横書きよりもより小さな文字で読める範囲が広がったことが分かったケースの場合、データを見ながら自分自身の見え方を明確に確認しただけでなく、担当の先生に横書きの教科書が読みにくい理由を納得させたりすることができた。

d) 特定の大きさの文字が視認できる部位が分かるので教材の作成やトレーニングにすぐに活用できた。教材作成では、拡大教科書の文字サイズや縦書きか横書きかを決定する上

で有用なデータとなった。また、中心暗点のあるケースで中心外での固視が確定していないケースにおいては、視野のどの箇所が見やすいかを明らかにし、その箇所を使って読むトレーニング（中心外固視訓練）をすると効果的に読書ができるようになる。有効視野の評価結果は、中心外固視の場所を明確にする際に効果的であった。

(3) 本研究の目的

上述の方法であれば、読書に利用できる機能的な視野を直接的に知ることが可能だと考えられる。しかし、中野（1996）が試作したシステムは、MS-DOS で動作するソフトウェア（以下、ソフト）であり、OS の制限があるだけでなく、文字のフォント等、視野に影響を及ぼすと考えられる環境要因を制御することが出来なかった。そこで、本研究では、ウィンドウズ OS でも動作するように改良した上で、読書環境の整備・調整に使える機能を追加した新たなソフトウェアを開発し、その有用性を評価した。

6.2 本システムで測定する視野の定義

(1) 視野の定義

視力（visual acuity）は細かいものを見分けられる能力のことである。つまり、どれだけ小さいものを発見できるか（最小視認閾）、どれだけ狭い間隔まで分離して見ることができるか（最小分離閾）、どれだけ小さな文字や図形を弁別できるか（最小可読閾）、どれだけ細かな直線や輪郭のずれを検知できるか（副尺視力）を示す能力である。視力は私たちの見える範囲の中で最も見分ける力（感度）の高い部分の能力を示すものであり、通常は網膜の中で最も感度の高い中心窩の感度を示すものと考えられる。視力が最も感度の高い1点の機能を示すのに対して、視野（visual field）とは視覚の感度の分布である。見える範囲全体に対しての（広義の）視力の分布と考えられる。つまり、視力検査では視線を向けているところに視標が提示され、どれだけ見分けられるかを測定するが、視野検査においては視線を向けている場所以外に意図的に提示された視標がどれだけ見分けられるか（感度）を測定し、その分布を明らかにするのである。視力が同じでもこの分布の仕方（視野）が異なっていると、作業を達成する際の難易度が異なってくる。例えば、視力は良好なのに歩行が困難になるのは、視野の周辺に感度低下があるからだと考えられる。

(2) 主要な視野測定法の分類

使用する視標（点／線／ランドルト環／縞等）や測定方法（照明／提示時間等）によって視力が変化するように、視野も視標や測定方法によって結果が異なる。一般に視野検査は以下のように分類される（池田, 1982）。

a) 測定範囲：視野全体の状態を測定する「全視野測定法」と視野の中心部だけを中心的に測定する「中心部視野測定法」がある。全視野測定にはフェルスター型視野計のような

弧状や球面状の視野計 (perimeter) が用いられる。中心部視野測定では中心暗点計やアムスラーチャート (Amsler charts) のような平面状の中心視野計 (campimeter) が用いられる。

b) 視野の性質：ある視標が視認できる範囲を問題とする「定性的視野測定法」と感度分布を問題とする「量的視野測定法」がある。

c) 視標の移動：視標を視野の周辺から中心に向かって移動させ、同じ視標が分かる位置を線で結んで地図の等高線のように視標を見分けられる感度の等値線イソプターをつくる方法を「等値測定・動的視野測定法」と呼ぶ。ゴールドマン視野計はその代表例である。これに対して、視標を移動させず、視標の輝度や大きさを変化させ、どの程度の刺激強度で視認することができたかを視野全体について測定する方法を「定点測定・静的視野測定法」と呼ぶ。自動視野計はこの方法を用いている。

d) 視標の種類：視野は視標の形状 (点や文字等)、大きさ、明るさ (輝度)、点滅 (フリッカー)、色 (波長) 等によって影響を受ける。多くの視野検査では、点状の視標を用い、どの程度の輝度で視認可能か (感度；輝度識別閾) の分布を測定している。このような方法で測定された視野を光覚視野と呼ぶ。

e) 固視点の有無：通常の視野検査では固視点が設定され、被評価者は検査中その固視点を見つめるように指示される。これに対して、固視点を設けず、眼球を自由に動かしている最中のダイナミックな視野を測定する方法がある。例えば、読書の最中の視野を測定する方法であり、ダイナミック視野 (dynamic visual field) と呼ばれる。

f) 作業負荷の程度：固視点を単に見ているだけのときと、例えば固視点に表示される文字を同定するなどの作業をしながら (作業負荷) 視野を評価する場合には結果が異なる。

(3) 静的文字処理有効視野の定義

本研究で扱う視野は、a) 平面視野測定法で、b) 量的視野を測定しており、c) 視標を移動させない定点測定・静的視野測定で、d) 輝度一定の文字視標が視認できる文字サイズを感度と見なす、e) 固視点あり、f) 固視点での作業負荷なしの条件で測定するものである。簡単に言うと、文字を視認するために有効な視野 (functional visual field) であり、その意味を明確にするためにここでは静的文字処理有効視野と呼ぶこととする。

6.3 文字処理有効視野評価システムの開発

(1) システム設計の基本理念

読書環境を整備する際、対象者の中には、幼児や知的障害を併せ有するロービジョン児も考慮する必要がある。そこで、本システムは、幼児や知的障害がある人の評価も可能にするために、1) 課題をなるべくわかりやすくすること、2) 評価課題がゲームのように楽し

めること、3)短時間で評価できること、4)評価結果を被評価者にわかりやすくフィードバックできることを目標にシステム設計を行った。また、より多くの臨床現場で利用できるように、5)学校や福祉施設等で特別な装置がなくても利用できるようにすること、6)専門知識がなくても簡便に実施できることを基本理念とした。

(2) 必要なシステム

本ソフトはマイクロソフト社のウインドウズ OS (以下、WinOS) で動作するように設計した。マック OS 上のウインドウズ・エミュレーション・ソフト (Parallels 等) でも動作が確認できている。ただし、視標を 200 ミリ秒以下のスピードで画面に表示させるため、CPU の処理速度が遅いマシンでは利用できないようにした (描画スピードのチェック機能があり、適切な処理速度があるかどうかは自動的にチェックできるように設計した)。なお、本ソフトは Visual Basic と Visual C++ で独自に作成した (中野, 2001b ; 中野, 2001c ; Nakano, 2005)。

(3) 評価原理

a) 文字視標の提示と眼球運動：凝視点を固視している状態でトリガーキーを押すと、画面の任意の位置に文字視標を提示する。提示時間はサッカド (saccade) 眼球運動の潜時とされている 200 ミリ秒とした。そのため、文字視標が提示されてから眼球が動いても、文字視標に視線が移動したときにはすでに視標が消失しているように設定した。なお、モニタ画面の残光特性を考慮し、文字視標を提示した直後にマスキングをかけるようにした。

b) 実験参加者の課題：モニタ画面の中央に提示される凝視点を視距離を変えず、いつも同じ視野位置で凝視し、瞬間提示された文字視標を読み上げることである。文字視標は、日本語のひらがな、アルファベット、数字等が選択可能で、実験参加者の能力や興味に応じて、選択することが可能である。

c) 実験者の役割：実験参加者の凝視を確認し、トリガーキーを押して文字視標を提示することと、実験参加者の反応をキーボードからタイプすることである。

d) 閾値の決定方法：実験参加者が凝視点を見、それを実験者が確認してトリガーをかけると、文字視標 (target) が画面の任意の位置に瞬間提示 (200ms) され、視標が消えると同時に残光を防止するためのマスキング画面が提示される。そして、実験参加者が提示された文字を読み上げ、実験者がその反応をキーボードから入力し、ソフトがその反応の正誤を判断するという一連の流れが 1 試行である (図 6.1)。本ソフトでは、実験参加者の反応の正誤に応じ、正解なら文字を一段階 (段階は変化させる文字サイズをログスケールで均等分割) 小さくし、誤答なら文字を一段階大きくするように設定されており、文字サイズに対する認知閾が決定されるまで試行が継続される。閾値の決定方法は、精神物理学的

測定法の上下法の手順にしたがい、上下動が一定の基準（標準では3回のターン）に達したときとした。あらかじめ設定したすべての視野位置の認知閾が求めた時点で実験は自動的に終了するようにした。なお、試行ごとに測定する視野位置をランダムに変更し、実験参加者が提示される場所を推測できないように計画した。

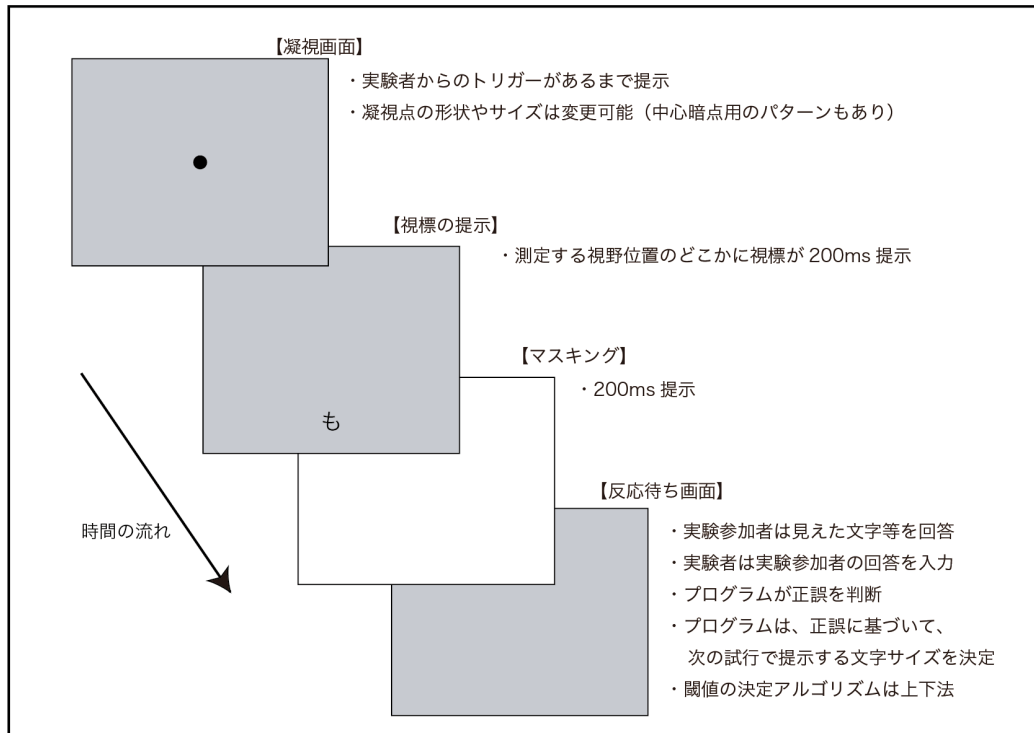


図 6.1 文字処理有効視野測定の流れ

(4) 評価ソフトウェアの基本的機能

a)動作条件の自動チェック機能： WinOS の API では理論上1ミリ秒単位で時間制御が可能である。しかし、画面に文字を提示する場合、CPU やグラフィックカード等の性能により、1ミリ秒単位の制御は不可能である。本ソフトの場合、サッカード眼球運動が生じて視線が視標に到達する前に画面を消さなければならないために、文字視標の提示時間を200ミリ秒以下にする必要がある。そこで、提示する最大のサイズの文字を描画してから直ちに消去するまでにかかる時間を測定し、この時間が200ミリ秒以下になるかどうかをチェックすることにし、この時間が200ミリ秒以上かかる機種構成では本ソフトが動作しないようにした。

b)画面サイズのキャリブレーション機能： WinOS には理論値としてモニタ画面の大きさを取得するAPI機能がある。しかし、様々な機種構成で実測したところ、理論値と必ずしも一致しないケースがあることが見出された。そこで、画面サイズを正確に表示させるため

のキャリブレーション機能を用意した。

c) 提示文字種変更機能：ひらがな、数字、アルファベット、記号等の文字セットの中から一つを選択できるようにした。

d) フォント変更機能：本ソフトを動作させる機種にインストールされているフォントならすべて利用できるようにした。

e) コントラストポラリティ（コントラスト極性）：通常の紙への印刷と同じ白背景に黒文字を表示するとき（通常提示）と黒背景に白文字を表示するとき（白黒反転提示）とでは見え方に差がある場合がある。そこで、それぞれの状態で有効視野を評価できるように2つのコントラストポラリティを用意した。

f) 評価結果：評価結果は、各視野位置ごとの認知閾を文字サイズ（ポイント）で表示されるようにした。図 6.2 に評価結果の例を示した。

g) その他：実験参加者の視機能や評価の目的に応じて、提示する文字サイズの範囲（range）、パターンの提示時間（duration）、閾値（threshold）決定のクライテリオン等を変更可能にした。また、測定中の眼球運動を計測できるように CAMBRIDGE RESEARCH SYSTEMS 社製の眼球運動測定装置 EyeTracker と連動できるようにした。

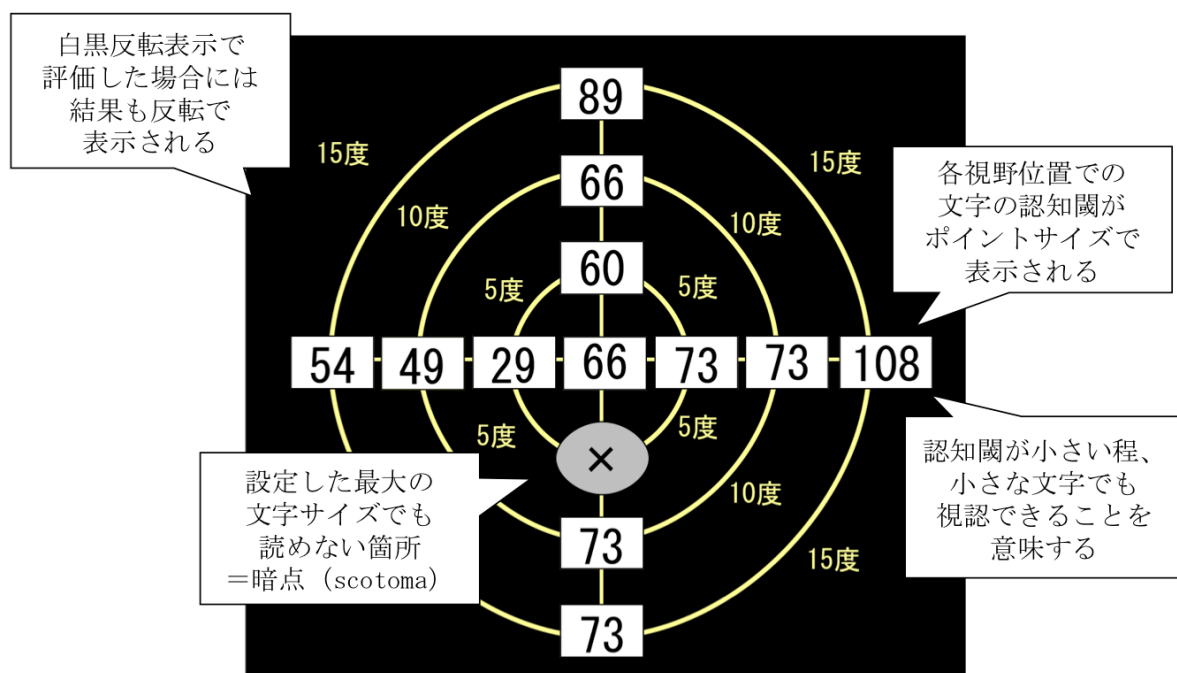


図 6.2 文字処理有効視野測定の評価結果の例

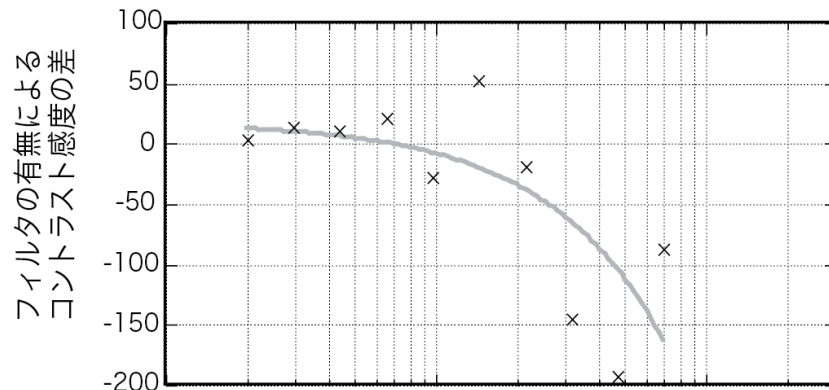
6.4 実験 6.1 凝視信頼性とブラーシミュレーションの妥当性に関する実験

6.4.1 目的

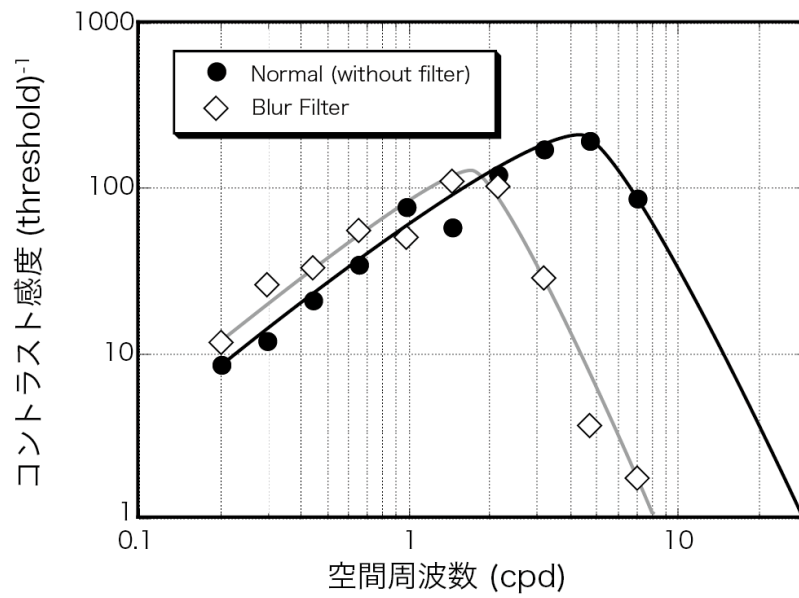
開発したシステムの信頼性と妥当性を、眼球運動と第 5 章で開発したブラーシミュレータにより検討した。

6.4.2 方法

ブラーシミュレータを用いて低視力状態をシミュレートし、有効有効視野の変化を測定した。シミュレータに用いたフィルタの特性を、図 6.3 に示した。測定条件は、凝視点サイズ 0.35 度、黒ターゲット／白背景、平均最高輝度 49.5cd/m²、平均最低輝度 0.16cd/m²、コントラスト 0.99、室内照度 174.2 ルクスとした。また、評価中の眼球運動を CAMBRIDGE RESEARCH SYSTEMS 社製の視覚刺激提示装置 VSG と眼球運動測定装置 EyeTracker を用いて測定し、凝視の信頼性をチェックした (図 6.4)。CRT ディスプレイには NEC 三菱電機ビジュアルシステムズ社製 RDF-225WG、表示画面のガンマ補正と輝度測定には CAMBRIDGE RESEARCH SYSTEMS 社製の ColorCAL を用いた。実験参加者は、視力の正常な成人 4 人であった。



(b) ブラー・フィルタによる減衰



(a) ブラー・フィルタの有無でのCSFの比較

図 6.3 実験に用いたフィルタの特性

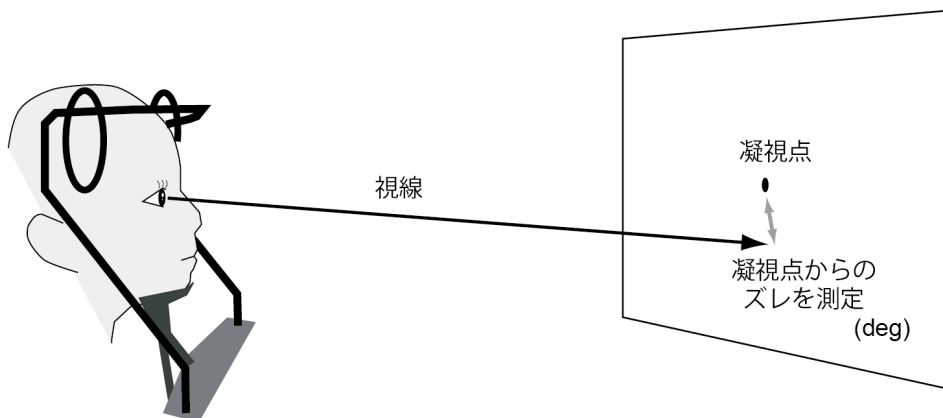


図 6.4 実験で計測した視線のズレの測定

6.4.3 結果

表 6.1 には、a) 凝視時の眼球運動の平均動揺距離（ターゲットが提示される 200ms 前から 20ms ごとに眼球位置を測定し、凝視点からのズレを算出）と b) シミュレーションの有無での認知閾の変化を比で示した。表より、凝視時の眼球運動の平均動揺距離は、ノーマル、シミュレーションいずれの条件においても約 1 度（標準偏差 0.6 度）で、良好な凝視が出来ていることが見出された。フィルタなしの条件（normal 条件）とブラーシミュレーションによるフィルタ条件（blur 条件）での認知閾を比で比較したところ、フィルタ条件ではどの実験参加者も約 1.6 倍の大きさが必要であった（図 6.5 には、ブラーシミュレータの有無での文字処理有効視野の個人データを示した）。

表 6.1 凝視の信頼性とブラーシミュレーションの妥当性

ID	normal条件				blur条件				シミュレーションの有無での認知閾の比較	
	視力		視線のズレ (度)		視力		視線のズレ (度)		平均	SD
	logMAR	小数	平均	SD	logMAR	小数	平均	SD		
NV01	0.0	1.0	0.99	0.21	0.6	0.25	0.80	0.24	1.68	0.42
NV02	0.0	1.0	0.44	0.93	0.6	0.25	0.79	0.55	1.59	0.49
NV03	0.0	1.0	1.76	0.82	0.6	0.25	1.78	1.01	1.70	0.46
NV04	0.0	1.0	1.40	0.50	0.6	0.25	1.44	0.65	1.65	0.44

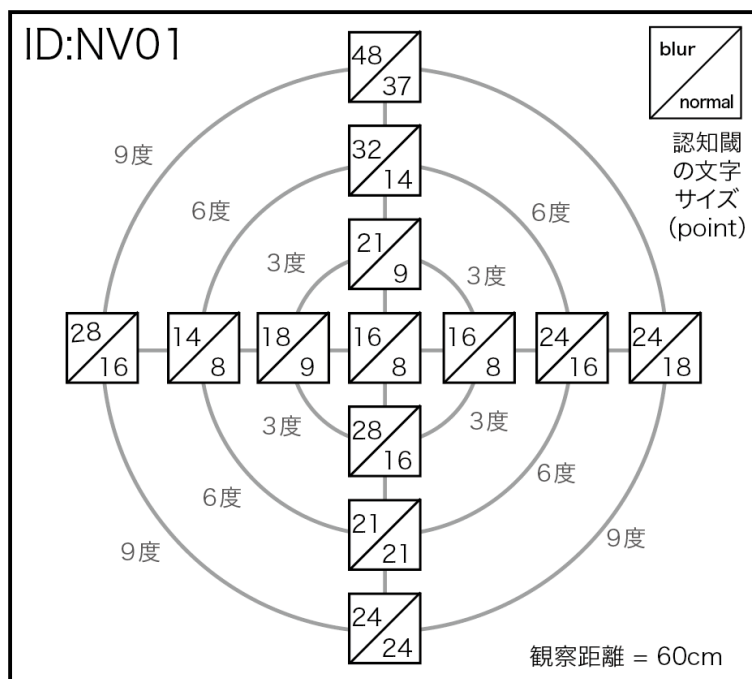


図 6.5 ブラーシミュレータの有無での文字処理有効視野の結果

6.4.4 考察

実験の結果、本評価システムは、読書に適した文字サイズや書字方向等を決定する際の有用なツールに成りうる可能性が示された。ひらがな、アルファベット、数字等の文字視標を読むことが可能であれば評価できるため、文字学習の初期段階で「拾い読み」しかできない幼児や知的障害のあるロービジョン児・者の読書条件を客観的に予測する際の有効な手がかりになると考えられる（林・中野・中澤, 2002）。また、標準視野検査が適用できないクライアントの視野の状態を予測する際にも活用できると考えられる。さらに、本システムと眼球運動測定装置を併用すれば、凝視の管理が可能で、より信頼性の高いデータが収集可能である。なお、本システムと MNREAD-J を併用すれば、読書困難の原因を有効視野の観点から検討することも可能になると考えられる。

本評価システムは、新しい眼科検査として位置付けることも可能だと考えられるが、システム設計にあたっては、被評価者の見え方に対する自覚を促したり、環境因子を調整する際に有効活用出来ることを重視した。例えば、本評価システムでは、a) 被評価者が楽しめる課題設定をすること、b) 結果をロービジョン児・者にも見やすく表示すること、c) パソコンさえあればどこでも手軽に実施できること、d) 日常生活で遭遇する様々な条件を設定できることの4点を重視した。これは、本システムの果たす役割の中で、a) ロービジョン児・者が自分の視機能を自覚し、b) どのような環境条件にすれば見やすくなるかを知った上で、主体的に環境改善に向かうためのセルフ・アセスメント・ツール（本評価システムは、タッチタイピングが可能であれば、自己評価ができるため、手軽な視機能管理ツールとしても活用できる）としての機能を重視したからである。障害の社会モデルの観点で環境整備や調整を行う場合、視機能評価の設計方針も変化させる必要がある。つまり、セルフ・エスティームのためのツールや日常生活で遭遇する事態を想定した多彩な状況で環境と視機能の関連を探る修正条件（modified condition）での評価システム（Mehr, & Shindell, 1990）を志向した開発も必要であることがわかる。

6.5 実験 6.2 文字処理有効視野はロービジョン者に適応可能か？

6.5.1 目的

実験 6.1 のブラーシミュレーション実験により、本システムが読書に適した文字サイズや書字方向等を決定する際の有用なツールに成りうる可能性が示された。本研究では、本システムが、様々なロービジョン者にも適応可能であるかどうか、また、個々のロービジョン者に適して文字サイズや書字方向（縦書き／横書き）を推定する際に有用なツールとなるか否かを実験的に検討した。

6.5.2 方法

- (1) 実験参加者：実験参加者は盲学校に在籍の中学生以上の生徒 17 人で、年齢は 12 歳から 66 歳（平均 29.4 歳）、男性 10 人、女性 7 人であった。
- (2) 文字処理有効視野評価システムによる静的文字処理有効視野の評価：ひらがな文字の有効視野を求めた。なお、コントラスト・ポラリティ及び視距離は MNREAD-J の評価条件と同一とした。
- (3) MNREAD-J による読書効率の評価：MNREAD-J（漢字仮名混じり）により、縦書き・横書きの各条件での読書効率を測定した。また、読書効率の評価後、縦書きと横書きの好みについて聞き取り調査を行った。
- (4) 縦書き／横書きの好みに関するヒアリング：縦書き／横書きの主観的好みをヒアリングした。

6.5.3 結果

(1) 文字処理有効視野の評価の可否と得られた所見

17 人のロービジョンの生徒の内、文字処理有効視野評価システムは 17 人全員の評価が可能であったが、MNREAD-J の評価が出来なかった生徒は 2 人（小数視力が 0.004 と 0.01 の極めて低視力の 2 人）あった（表 6.2）。有効視野の評価の結果、暗点の存在が予測できたケースが 7 件、視野狭窄が発見できたケースが 3 件、半盲を発見できたケースが 1 件あった。これらの多くはいずれも実験参加者自身が読書の際に困難を主張していたが、その原因が有効視野の評価結果から特定できた。また、視野が良好なケースにおいてもより感度のよい部分が発見でき、教材作成等の具体的な指標とすることが出来ることが明らかになった。

表 6.2 実験参加者のプロフィール

ID	視力		評価の可否		縦書き・横書きの好み	有効視野からわかった所見
	logMAR	小数	有効視野	MNREAD		
LV01	1.0	0.1	○	○	横	
LV02	2.0	0.01	○	○	横	中心部に相対暗点あり
LV03	1.4	0.04	○	○	横	
LV04	2.0	0.01	○	×	同	各所に相対暗点あり
LV05	2.0	0.01	○	○	横	上下左に狭窄あり
LV06	1.2	0.06	○	○	縦	
LV07	0.2	0.6	○	○	縦	中心部に相対暗点あり
LV08	1.3	0.05	○	○	横	中心部に相対暗点あり
LV09	0.2	0.7	○	○	横	平均感度は横の方がよい
LV10	0.7	0.2	○	○	横	
LV11	0.4	0.4	○	○	縦	左側の視野なし
LV12	0.7	0.2	○	○	横	各所に絶対暗点あり
LV13	1.0	0.1	○	○	同	視野下方に暗点あり
LV14	0.8	0.15	○	○	横	上下方向に狭窄あり
LV15	0.5	0.3	○	○	縦	平均感度は横の方がよい
LV16	0.2	0.6	○	○	縦	平均感度は横の方がよい
LV17	2.4	0.004	○	×	横	中心部に相対暗点あり

(2) 文字処理有効視野から推測される縦書き／横書きのパフォーマンス

表 6.3 に文字処理有効視野の評価が可能であった 15 人の文字処理有効視野評価の結果を示した。文字処理有効視野評価では、実験 6.1 に示したように、各視野位置の文字の認知閾がポイントサイズで測定出来る。本研究では、図 6.6 に示した通り、各視野位置の認知閾から、縦書きの文章を読むことに適した視野か、横書きの文章を読むことに適した視野かを予測するために、視野全体の認知閾を考慮する方法（縦／横全体比較法）と読み進める方向を考慮する方法（上下／左右比較法）の 2 つのインデックスを用いて分析した。視野全体で評価する「縦／横全体比較」では、上下を合わせ縦方向全体の認知閾（単位は logMAR で、値が小さい程、感度が高いことを意味する）の平均を「縦平均」（表中は「縦」と表記）、左右の合わせ横方向全体の認知閾の平均を「横平均」（表中は「横」と表記）とした。また、「上下／左右比較」では、上方平均と下方平均の感度の良い方（logMAR の値の小さい方）を「上下」の、右側平均と左側平均の感度の良い方を「左右」の代表値とした。なお、文字処理有効視野評価アプリの最大の文字サイズ（図 6.6 の場合には 120 ポイント）でも読めなかった場合、便宜的に、閾値を 120 ポイントとして計算した。そして、表には、各インデックスごとに、縦／横の平均認知閾を比較し、縦／横のどちらの感度が高いと推測出来るかを示した。

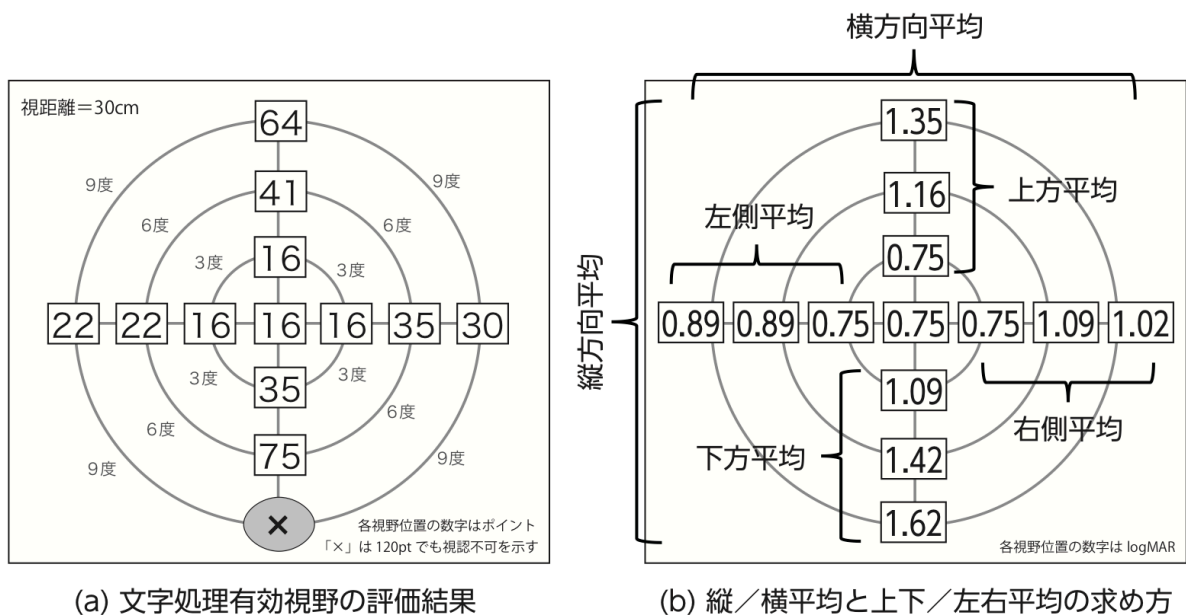


図 6.6 文字処理有効視野の評価結果の整理方法 (実験参加者 LV01)

表 6.3 実験参加者ごとの文字処理有効視野から推測した縦横の視野の感度

ID	縦／横全体比較			上下／左右比較		
	縦(logMAR)	横(logMAR)	優位方向	上下(logMAR)	左右(logMAR)	優位方向
LV01	1.23	0.90	横	1.09	0.84	横
LV02	1.99	1.93	横	1.99	1.93	横
LV03	1.68	1.54	横	1.61	1.43	横
LV05	1.68	1.60	横	1.68	1.44	横
LV06	1.11	1.01	横	0.99	0.99	縦
LV07	1.27	1.21	横	1.24	1.20	横
LV08	1.17	1.09	横	1.17	1.04	横
LV09	0.60	0.52	横	0.52	0.49	横
LV10	1.16	1.09	横	1.07	1.07	同
LV11	0.76	0.97	縦	0.73	0.66	横
LV12	1.90	1.74	横	1.89	1.72	横
LV13	1.14	1.08	横	1.00	1.08	縦
LV14	1.18	1.20	縦	1.18	1.19	縦
LV15	0.63	0.47	横	0.59	0.42	横
LV16	0.58	0.53	横	0.47	0.50	縦

本システムの評価結果から、文章を読む際に、視野のどの部位を活用すれば良いかを推測出来ることを見出された。また、読書をする際に、視野のどの部位を利用すれば良いかを示すインデックスとして、測定した視野全体の認知閾を縦方向と横方向で比較する「縦／横全体比較法」と視野を4象限に分け、それぞれの象限の認知閾を比較する「上下／左右比較法」の2つを考案した。

(3) MNREAD-J から推測される縦書き／横書きのパフォーマンス

MNREAD-J の標準的な分析方法を用いて、読書視力 (RA)、臨界文字サイズ (CPS)、最大読書速度 (MRS) を、縦書き、横書きのそれぞれについて求めた。表 6.4 には、実験参加者ごとの MNREAD-J の評価結果を示した。読書視力と臨界文字サイズは値が小さい程、感度が高いことを示しており、最大読書速度は、値が大きいく程、読書効率が良いことを示している。なお、優位方向は、縦／横のインデックスの値を比較し、縦／横のどちらの効率がどうかを示した。

表 6.4 実験参加者ごとの MNREAD-J の評価結果

ID	読書視力 (RA)			臨界文字サイズ (CPS)			最大読書速度 (MRS)		
	縦(logMAR)	横(logMAR)	優位方向	縦(logMAR)	横(logMAR)	優位方向	縦 (文字/分)	横 (文字/分)	優位方向
LV01	0.49	0.36	横	0.90	1.00	縦	188.37	264.05	横
LV02	1.82	1.82	横	2.00	2.00	同	66.66	71.97	横
LV03	1.55	1.54	横	1.63	1.63	同	77.29	77.80	横
LV05	1.22	1.24	縦	1.48	1.48	同	125.17	106.85	縦
LV06	0.24	0.44	縦	0.60	0.50	横	245.22	194.57	縦
LV07	0.07	0.10	縦	0.30	0.20	横	483.27	439.38	縦
LV08	1.08	1.00	横	1.28	1.28	同	125.17	161.02	横
LV09	0.24	0.15	横	0.50	0.70	縦	397.51	418.17	横
LV10	0.82	0.67	横	1.10	0.80	横	114.79	137.56	横
LV11	0.13	0.19	縦	0.30	0.40	縦	177.14	201.09	横
LV12	0.74	0.76	縦	1.00	1.10	縦	75.30	146.99	横
LV13	0.75	0.80	縦	1.10	1.10	同	179.46	170.07	縦
LV14	0.68	0.61	横	1.10	0.80	横	191.89	221.10	横
LV15	0.16	0.17	縦	0.50	0.40	横	538.43	482.37	縦
LV16	0.17	0.09	横	0.30	0.30	同	338.62	337.62	縦

6.5.4 考察

(1) 本システムのロービジョン者への適応可能性について

試用実験の結果、本システムは、12 歳の中学生から 66 歳の高齢の者までの多様な年齢のロービジョン者に適応可能であった。また、極めて低視力の 0.004 (小数視力) のロービジョン者の視野の評価も可能であった。評価結果から、視野狭窄や中心暗点があることを確認出来ることを見出された。

(2) 効率的に読書をするための文章のディレクション (縦／横) の予測可能性について

文字処理有効視野の結果から、縦書きと横書きのどちらのディレクションの文章の方が効率的に読書が出来るかを検討するために、クロス集計を行った。文字処理有効視野から「縦／横全体比較法」と「上下／左右比較法」を用いて予測した結果と MNREAD-J の分析結果から予測した結果の一致率を集計した (表 6.5)。その結果、最も一致率が高かったのは、文字処理有効視野を「上下／左右比較法」で分析した結果と MNREAD-J の最大読書速度であった。つまり、文字処理有効視野の結果から、縦／横、どちらのディレクションの

文章を効率的に読むことが出来るかを予測可能であることが明らかになった。

表 6.5 文字処理有効視野と MNREAD-J の縦書き・横書きのパフォーマンスの一致率

		有効視野	
		縦／横	上下／左右
MNREAD	読書視力	53.3	46.7
	臨界文字サイズ	33.3	13.3
	最大読書速度	46.7	66.7

* 図中の数字は縦／横のパフォーマンスの一致率 (%)

(3) 本研究の意義について

標準的な視機能検査は、表 6.6 に示した通り、インストラクションの理解と求められる反応が出来なければならないため、重度のロービジョン者、ロービジョンの幼児児童、知的障害等を併せ有する重度重複障害のあるロービジョン者等には適応出来ないことが多い。特に、視野検査は、顔面を固定し、小さな凝視点を凝視し続けることが求められるため、視力と比較して適応が困難だと言われている。本評価システムは、凝視点の大きさやコントラストポラリティを変更し、見やすい条件で評価を実施することが可能であり、提示された文字等を読み上げるという簡単な課題であり、ゲームのように実施することが出来る等の特徴を持っているため通常の視野検査よりも適応範囲が広い。そのため、これまで視野検査が出来なかった児童生徒の視野も評価出来ると考えられる。

表 6.6 インストラクションの理解と行動レパトリーから見た標準検査の適応可能性

		インストラクション (教示)	
		理解出来る	理解出来ない
求められる反応	反応出来る	教示や指示を理解し、求められる反応で適切に検査出来る 例) 障害のない成人	求められる反応は行動レパトリーにあるが、教示・指示を理解出来ないために検査が出来ない 例) 知的障害のある人等
	反応出来ない	教示・指示は理解出来ているが、求められる反応が行動レパトリーにないため検査が出来ない 例) 肢体不自由のある人等	教示・指示も理解出来ないし、求められる反応が行動レパトリーにないため検査が出来ない 例) 乳児や重度重複障害のある人等

拾い読みしかできない幼児や知的障害のあるロービジョン者には MNREAD-Jk も適用出来ないことが多いため、本システムで効果的な文章のディレクションがわかることは読書環境を作成する際にとっても重要な役割を果たせると考えられる。

(4) 本システムで有効視野を測定する意味

通常の視野検査は固視点が中心窩にくるように設定される。これに対して、本システムでは自分の見やすい場所で固視するように教示しており、自然な固視点を中心とした機能的な視野を評価しているといえる。固視点を中心とした視野は眼疾患の早期発見や治療等には重要である。しかし、日常の読書を問題とする場合には自然な固視点（例えば中心暗点のある人は固視点を中心窩以外の場所で見られる）を中心とした有効視野を評価した方が実用的だと思われる。また、本システムは、固視点をどこに置くかを含めた視野評価であり、例えば、中心暗点があるケースにおいて、中心外固視の確立の度合いを評価するようなことも可能だと考えられる。さらに、本システムの評価結果は、ロービジョン者が自分の見え方・見えにくさを自覚し、見え方・見えにくさに応じて環境を選択する際の根拠として活用することが可能だと考えられる。

6.6 まとめ

ロービジョン者の読書環境を整備する際、文字サイズは重要な要因である。適切な文字サイズは、読書の促進要因になるが、文字が小さすぎても、大きすぎても阻害要因になってしまう。そのため、適切な文字サイズの評価を決定する方法を確立することは重要である。また、縦書きと横書きのどちらのディレクションを選択するかを決定することも重要である。文字サイズやディレクションを決定する方法として、MNREAD-J は有効であるが、まとめ読みが出来ない幼児等では、MNREAD-J の実施が困難な場合がある。また、視野内の読みやすい位置を見極める際には、視野検査が必要になるが、通常の視野検査では文字が読める範囲を直接特定することはできない。そのため、文字を視標とした視野の評価方法が必要とされており、中野（1996）が開発した文字処理有効視野評価システムが活用されてきた。しかし、中野（1996）のシステムは、古い OS で開発されたものであることに加え、フォント等の環境要因の変更が出来なかった。そこで、本研究では、中野（1996）が MS-DOS で開発した文字処理有効視野評価システムを Win OS でも動作するように発展的に改良した。また、本システムで評価した文字処理有効視野と MNREAD-J で評価した読書効率の関係性を調べた。その結果、文字処理有効視野と縦書き・横書きのパフォーマンスは一致しているケースが多かった。また、文字処理有効視野は、文字当てゲームのように実施出来るため、MNREAD-J の測定が困難なケースでも評価出来た。さらに、文字処理有効視野システムには、各網膜位置で視認可能な文字サイズを求めるというわかりやすい課題であ

り、視距離に応じた文字サイズをフィードバックするように設計されているため、ロービジョン者が結果を理解しやすいというメリットがあることが明らかになった。そのため、自分の見え方・見えにくさの理解を促進し、見え方・見えにくさに応じて環境を選択する際の根拠としての役割を果たすことが可能だと考えられる。

第Ⅲ部 ロービジョンの多様な見えにくさに対応出来る読書環境整備に関する基礎研究

1. はじめに

第Ⅱ部では、読書環境を評価する方法としてブラーシミュレータを、視機能を評価する新しい方法として文字処理有効視野評価法を開発した。これらの評価ツールは、視機能低下という impairment が読書という生活機能に及ぼす影響を把握するために必要なツールであった。従来の生体機能補完型アプローチでは、視機能検査の結果に基づいて、その低下した機能を補うために、ツールや教育・訓練を行うと考えられていた。そのため、視機能検査は、晴眼者 (normal vision) と比較することが重要であった。しかし、本研究では、環境調整を行うための視機能評価であるため、活動との関係で視機能を評価し、個々人の視機能を有効活用出来る環境整備・調整を構築するための情報を得ることを重視した。

個々の視機能評価の結果に基づいて、環境を整備・調整するためには、ロービジョン者にとってどのような読書環境が必要なかを明らかにする必要がある。また、読書環境を整備・調整するためには、どのような環境がロービジョンの多様な見えにくさを補うことが出来るのかを明らかにする必要がある。第Ⅲ部では、ロービジョンの多様な見えにくさに対応出来る読書環境整備に関する基礎研究を実施した。

2. 読書活動に影響を及ぼす環境因子

ロービジョン者の読書活動に影響を及ぼす環境因子としては、文字サイズ、コントラスト、色、フォント、文字間隔、行間隔、行長等があることが明らかにされている (Arditi, 2004)。また、読書に影響を及ぼす視機能低下としては、視力低下、視野狭窄、中間透光体混濁等があり、環境因子との間に相互作用がある。日本語の場合、欧米とはフォントの文字セットが異なるため、独自の研究が必要である。さらに、日本語では、縦書き・横書きという文字の配列の問題もある。加えて、まぶしさ (グレア) のあるロービジョン者の読書環境を整備するためには、白黒反転の効果についても検討する必要がある。そこで、本論文では、日本語の読書環境整備に必要な要素として、文字サイズ以外の条件として、低視力や低コントラストによる見えにくさを軽減する環境としてのUDフォント、視野狭窄による見えにくさを軽減する環境としてのコンデンス・フォント、視野の不均一さによる見えにくさを軽減する環境としての文章のディレクション、グレアによる見えにくさを軽減する環境としての白黒反転について検討した。

3. 第Ⅲ部の概要と構成

従来からロービジョン者の視機能は、視力や視野等の生理的機能の低下という観点から

評価されてきた。これに対して、中野ら（1993）は、「ぼやけて見えにくい（低視力）」、「まぶしくて見えにくい（グレア）」、「視線を向けたところが見えにくい（中心暗点）」、「見える範囲が狭くて見えにくい（視野狭窄）」というロービジョン者の経験としての見えにくさを重視する必要性を指摘した。本論文では、障害の社会モデルの視点から、中野ら（1993）の指摘をさらに発展させ、多様な見えにくさを環境への介入との関係で整理した。例えば、「文字等を大きくしたり、フォントを変更することで見やすくなる」、「白黒反転をすることで見やすくなる」、「視野内に入る文字数を多くしたり、縦書きを横書きにすることで文章を辿りやすくする」等である。この考え方は、ロービジョンという障害を、平均的な視機能の人との比較で定義するのではなく、どのような環境調整を必要としているかで再定義する試みでもある。第Ⅲ部では、ロービジョンの多様な見えにくさに対応出来る読書環境整備を行うために、以下の4つの章から構成した。

第7章では、低視力や低コントラストによる見えにくさを軽減する環境としてのUDフォントに関する検討を行った（Nakano, Yamamoto, Arai, Inoue, Hayashi, Takata, & Handa, 2010 ; Arai, Nakano, Yamamoto, Hayashi, Takata, Handa, & Inoue, 2010 ; Yamamoto, Nakano, Arai, Takata, Handa, Hayashi, & Inoue, 2010 ; 中野・新井, 2012）。

第8章では、視野狭窄による見えにくさを軽減する環境としてのコンデンス・フォントに関する検討を行った（中野, 2014d）。

第9章では、視野の不均一さによる見えにくさを軽減する環境としての文章のディレクションに関する検討を行った（中野・新井・大島, 2011）。

第10章では、まぶしさ（グレア）による見えにくさを軽減する環境としての白黒反転に関する検討を行った（中野・新井, 2013）。

なお、第Ⅲ部で実施した研究は、慶應義塾研究倫理委員会倫理審査委員会の審査（受理番号 09-008「ユニバーサルデザインフォントに関する研究」、受理番号 09-007「高等学校段階における弱視生徒用拡大教科書の在り方に関する調査研究」、受理番号 11-003「標準規格の拡大教科書等の作成支援のための調査研究」）、受理番号 12-003「フォントの見やすさに関する比較研究」、16-007「フォントの見やすさに関する比較研究」、17-001「フォントの見やすさに関する比較研究」（16-007 変更申請）を受けた上で実施した。

第7章 低視力や低コントラストによる見えにくさを軽減する環境としてのUDフォント

7.1 問題の背景と研究の目的

(1) 書体とフォント

書体 (typeface) とは「字形に一定の様式・デザインを施したもの」であり、字形とは「手書き、印字、画面表示などによって実際に図形として表現したもの」で、字体 (図形文字の図形表現としての形状についての抽象的概念) を目に見える形にしたものである (向井, 2018)。書体と同様の概念であるフォント (font) は、金属活字 (活字を印刷する際に利用していた金属に刻まれた活字) が使われていた頃に誕生した言葉で、「同じサイズで、デザインの同じ活字の一揃い (大文字・小文字・イタリック・数字等)」を指している。本来、書体は文字の形のスタイル (特徴) を表現する概念であり、フォントは字形のセットを表す概念であったが、現在は、デジタル化した書体をフォントと呼ぶようになった。向井 (2018) は、フォントの個性を決める要因として、1) スタイル/筆法、2) 太さ、3) 平均字面、4) 漢字・平仮名・片仮名などの文字体系間の大小の比率設定、5) 字種の大小の揺れ (例えば、仮名の字種による大小のバラツキ)、6) 重心の高低、7) 活字濃度を挙げている。

(2) フォントの種類

フォントは、形状やウエイト (太さ) 等によって分類できる。形状を大別すると、欧文の場合にはセリフ (飾りあり) とサンセリフ (飾りなし) に、和文の場合は明朝体とゴシック体 (図 7.1) に分けることが出来、字形の細部の特徴によって、丸ゴシック体、筆書体、デザイン書体等に細分化される。また、字形が同じでも、太さ (ウエイト) の異なる書体が用意されている場合がある。字形が同じでウエイトの異なる書体をまとめて「ファミリー」と呼ぶ。和文の場合、文字高と文字幅が等しい正方形の領域 (仮想ボディ) 内に文字が収まるようにデザインするのが一般的である (図 7.2) が、狭い文字幅内にデザインするコンデンスという書体 (図 7.3) も存在する (中野, 2014a)。なお、文字サイズは、仮想ボディと呼ばれるフレームの文字高で表現されるが、フレーム一杯にデザインされるわけではない。

ゴシック体
 ヒラギノ角ゴシック W3
 読みやすいフォント ABCDEF abcdef 0123456789

游ゴシック体 M
 読みやすいフォント ABCDEF abcdef 0123456789

UD新丸ゴ M (UD フォント)
 読みやすいフォント ABCDEF abcdef 0123456789

明朝体
 DNP 秀英明朝 M
 読みやすいフォント ABCDEF abcdef 0123456789

平成明朝 Std W3
 読みやすいフォント ABCDEF abcdef 0123456789

TBUD 明朝 Std M (UD フォント)
 読みやすいフォント ABCDEF abcdef 0123456789

図 7.1 様々な和文フォント

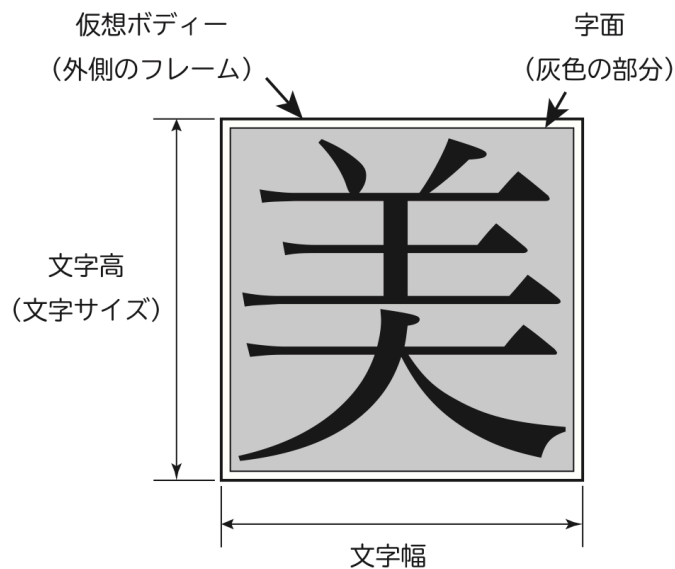


図 7.2 和文フォントの構造



図 7.3 フォントのウエイト（太さ）とコンデンス

(3) UD フォントとは？

UD（ユニバーサルデザイン）フォントを日本で最初に発表した株式会社イワタは、UD フォントを出来るだけ多くの人が見やすく、読みやすいデザイン（水野, 2016）と定義している。UD フォントの開発は、2004年に株式会社イワタとパナソニック株式会社によって始められた。

(4) 問題の所在

ロービジョン者の読書においてフォントの影響があることは良く知られている。欧文ではサンセリフ（Arditi & Cho, 2005）が、和文ではゴシック体の方が読みやすい（石田・天野, 2009）と言われている。近年、サンセリフやゴシック体以外に、UD フォントと呼ばれる製品が増えてきた（袴田・大谷・酒井・桜田・太田・岡嶋, 2011）。UD という名前がつけられている理由は、誤認を防ぐためのデザインの工夫やユーザによる検証が行われているからである。しかし、誤認事例等をどのように収集するか、どのような方針でデザインを修正するか、修正したデザインの適切性をどのように評価するかに関する方法論は必ずしも確立されていない。特に、ユニバーサルデザイン（UD）を表明するためには、様々なユーザを想定してデータを集めることや実証データに基づいてデザインを変更し続けるというスパイラルアップの設計プロセスが必要だと考えられるが、障害のあるユーザを対象に検証を行ったフォントは少ない。

(5) 本研究の目的

本研究の目的は、科学的エビデンスとユニバーサルデザインの設計理念に基づいた UD フォントの開発方略を提案することであった。また、この開発プロセスに基づき、従来のフォントと比べて、視力低下に強い新たな UD フォントを試作し、その効果を、視機能低下シミ

ミュレーションとロービジョン者で評価することであった。

7.2 UD フォント開発に必要な方略

フォント開発においては、a) どのようなユーザを対象として想定するか（対象）と b) どのような用途での利用を考えるか（機能）とを決定しなければならない。

フォントを見る対象としては、対象者の言語・文化、視機能等の身体機能、知能等の精神機能等の特性を考慮する必要がある。

フォントの機能は、大別すると、教科書、本、新聞等のボディ（本文）を読むことを目的としたボディタイプ（本文書体）と看板、ポスター、雑誌の見出し等の自由な表現やインパクトを演出するディスプレイタイプ（ディスプレイ書体）の2つに分けられる。本文書体に要求される機能は、視認性（legibility）や可読性（readability）で、誤認せずに、長時間の読書にも耐えられる必要がある。一方、ディスプレイ書体に要求される機能は、誘目性（attention）や印象性（impressiveness）で、目立って印象に残る必要がある。

通常のフォントは、その言語を母国語とする晴眼（normal vision）者を対象に、デザイナー主導で重視する機能が決められることが多いと考えられる。しかし、UD フォントを開発する場合には、適応対象を増やし、より重要な情報を伝達できるようにデザインする必要がある。適応対象を増やすためには、現在、文字による情報伝達に困難を感じているのは、どのような人達や場面であるかを考える必要がある。フォントによって最も困難を感じているのは、病気や事故等で視機能に障害を受けたロービジョン者や加齢によって近距離でのピント調節が困難な人が考えられる。また、眼鏡やコンタクトレンズで矯正可能だが、入浴等の理由でそれらを外して活動しなければならない場面もあり得る。したがって、UD フォント開発においては、より低視力の人にも適応可能にする必要がある。次に、フォントの機能の中で最も重視すべき機能を考える必要がある。フォントは案内や広告等の情報をより効率的に伝達する目的で利用される。この情報伝達において最も中核的な機能は、個々の文字の判別しやすさ（視認性）と文章になったときの読みやすさ（可読性）である。したがって、UD フォント開発においては、視認性と可読性を確保する必要がある。そこで、本研究では、低視力を含めた様々な視力の人達にとって、高い視認性と可読性をもつ書体を UD フォントの第一ステップと位置づけて、開発を行った。なお、新 UD フォントの試作は、以下の手順で行った。

- a) 誤認状況の明確化：誤認事例を収集する際、どのような人がどのような場面で誤認を起こしたかを明確にする必要がある。
- b) 誤認事例の系統的な収集：誤認事例を系統的に収集するために低視力をシミュレートする様々な方法を用い、各種フォントの観察・比較を行った。なお、低視力シミュレーション

による観察には、フォントデザインを行う全員が立ち会った。

c) 誤認を減らすデザイン方針の確立：デザイナーによる低視力シミュレーションでの観察結果に基づき、従来のフォントをどのように変更する必要があるかに関する議論を行い、デザインの方針を立てた。なお、本研究では、向井(2018)が挙げたフォントの特徴の中のスタイル／筆法と太さに注目し、太さを確保しつつ、各文字のスタイルが正確に伝わるようにデザインを行った。

d) フォントのデザイン：上述の方針をデザイナー全員が共有し、フォントをデザインした。

本研究では、上述の a) から d) の過程を経て試作版の UD フォントを作成し、低視力シミュレーションとロービジョン者で評価実験を実施し、その結果に基づいて、デザイン変更を行った。

7.3 ゴシック体の UD フォント化に関する研究

7.3.1 問題の所在と研究の目的

ロービジョン者にとって、明朝体よりもゴシック体の方が読みやすいと言われている。ロービジョンの児童生徒が教科書にアクセスできるようにするために制定された教科書バリアフリー法にも、「読書時における文字認知のしやすさを考慮して、当分の間、ゴシック体を標準とする。」という規定がある。したがって、ゴシック体を改良し、誤認が少なく、読書効率の高いフォントに出来れば、ロービジョン者の読書環境は向上すると考えられる。そこで、表 7.1 に示した通り、シミュレーション実験 3 種類、ロービジョン者を対象とした調査を 1 種類、ロービジョン者を対象とした実験を 2 種類実施した。

表 7.1 実験・調査の概要

実験番号	種類	対象者	方法	参加者数
実験 7.1	ブラー・シミュレーション実験	晴眼者	認知閾・反応時間	30 人
実験 7.2	低コントラスト・シミュレーション実験	晴眼者	認知閾・反応時間	18 人
実験 7.3	ブラー・シミュレーション実験	晴眼者	MNREAD-J	30 人
調査 7.1	当事者調査	ロービジョン者	質問紙	272 人
実験 7.4	当事者実験	ロービジョン者	順位づけ	90 人
実験 7.5	当事者実験	ロービジョン者	MNREAD-J	52 人

7.3.2 実験 7.1 低視力シミュレーションによる視認性評価実験

7.3.2.1 目的

低視力状態における英数字の視認性について、第 5 章で開発したブラーシミュレータを用いて検証した。実験 7.1.1 では、試作した UD フォント（以下、新 UD とする）と従来のゴシック体（以下、ゴシック）を比較し、実験 7.1.2 では新 UD フォントと従来の UD フォント（以下、従来 UD）を比較した。

7.3.2.2 方法

コンピュータプログラムとブラーシミュレータを用いて、新 UD に関する 2 つの比較実験を行った。

(1) 実験参加者

実験 7.1.1 の参加者は 20 歳代から 30 歳代（平均年齢 27.5 歳、標準偏差 7.2 歳）の晴眼者 15 人であり、男性 6 人、女性 9 人であった。実験 7.1.2 の参加者は、20 歳代から 30 歳代（平均年齢 31.6 歳、標準偏差 4.9 歳）の晴眼者 15 人であり、男性 7 人、女性 8 人であった。視力はいずれも 1.0 以上（矯正含む）であった。なお、各参加者は事前にインフォームドコンセントを受け、研究への参加を承諾した。

(2) 装置

実験参加者への文字の提示は PC 上で行った。Microsoft Visual C++ で作成した画像提示プログラムを用いて Windows XP Professional 搭載のデスクトップ PC (DIMENSION 8300, DELL) 上で実行した。画像提示プログラムの時間精度は誤差 2.5ms 以内であった。英数字列と背景と輝度を常に一定に保つために、Cambridge Research Systems (CRS) 社製 BITS++ と、Visual Basic ver. 6.0 で自作したガンマ補正ソフトウェアを用い、平面ブラウン管搭載 21 型トリニオンマルチスキャンディスプレイ (GDM-F520, SONY) に提示した。ガンマ補正のための測光は CRS 社製 COLOR CAL を用い実施した。観察距離を固定するためにあご台を使用し、実験は暗室内で行った。

視力低下をシミュレーションする方法として、第 5 章で開発したブラーシミュレータを用いた。実験 7.1.1 でシミュレーションした logMAR 視力（小数視力）は 0.7logMAR (0.2)、0.5logMAR (0.3)、0.3logMAR (0.5) であり、実験 7.1.2 では 0.8logMAR (0.16)、0.7logMAR (0.2)、0.6logMAR (0.25) であった。観察距離を 60cm で固定するためにあご台を使用し、実験は暗室内で行った。

(3) 提示パターン（英数字列の作成）

文脈が利用できないように、7 桁の英数字列（英字 3 文字、数字 4 文字）を作成した（図 7.4）。いずれも Adobe Illustrator を用いて作成した。英数字列の輝度は 1.67cd/m^2 、背景

輝度は $120\text{cd}/\text{m}^2$ であり、輝度コントラストは 97.8% であった。



図 7.4 提示したパターン

使用した文字は、デザイン現場のニーズに基づいて選出された英字 18 種類 (ABCGIJKMOQRSfgjlwy)、数字 10 種類 (0123456789) であった。計 28 種類の英数字よりランダムに選択し、7 桁の英数字列を作成した。英数字列は初めの 3 文字が英字であり、後ろの 4 文字が数字であった。1 つの英数字列の中で同じ文字が出現しないようにし、全体の出現回数が均等になるように調整した。1 文字の大きさは 24pt (視角 0.81° 、30cm の読書距離で 12 ポイント相当) であった。以上の英数字列をゴシック体 (モリサワ社製新ゴシック)、新 UD (タイプバンク社製 UD フォント)、従来 UD (イワタ社製 UD フォント) の 3 種類のフォントで作成した (表 7.2)。

表 7.2 比較したフォント

フォント名	サンプル
ゴシック体	OSB3869
新 UD	OSB3869
従来 UD	OSB3869

(4) 手続き

いずれの実験でも、参加者は提示された英数字列の読み上げ課題を行った。また読み上げた直後にキーを押させることで、文字判別にかかる時間を測定した。以上の手続きにより、文字の読み取りの正確さを表す「正答率」と、読み取りにかかる時間である「反応時間」を求めた。この 2 つの指標が文字の視認性を表すと考え、正答率が高く反応時間が短いフォントほど視認性が高いと判断した。

a) 実験 7.1.1

新 UD とゴシックの比較を行った。実施順序の影響を考慮し、新 UD の課題を先に行う群と、ゴシックを先に行う群の 2 群に分けた。1 試行の流れは以下の通りであった。注視点が画面中央に提示され、参加者がキーを押すことで、その 100ms 後に英数字列が提示された

(図 7.5)。

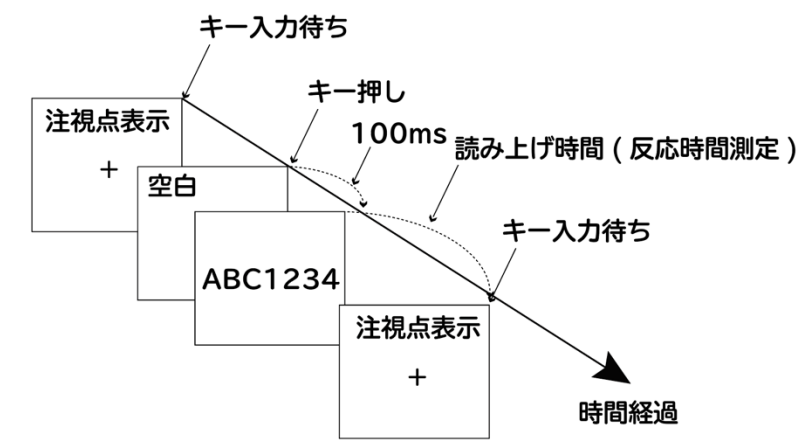


図 7.5 1 試行の流れ

実験参加者の課題は、英数字列を読み上げ、読み切ったところでキーを押すことであった。課題遂行に 10 秒以上かかる場合はタイムアウトとして次の試行に移った。読めない英数字は飛ばし、読めるもののみを回答するように教示した。読み上げられた内容は IC レコーダーに記録した。

以上の課題を 3 種類の視力条件で繰り返し行った。視力条件が 3 種類、フォント条件が 2 種類であり、各条件において 24 回繰り返したので、各参加者は計 144 回の読み上げを行った。

b) 実験 7.1.2

新 UD と従来 UD の比較を行った (表 7.2)。実施順序の影響を考慮し、新 UD の課題を先に行う群と、従来 UD を先に行う群の 2 群に分けた。全体の手続きは実験 7.1.1 と同様であった。ただし、視力条件は $0.8 \log \text{MAR}$ (0.16)、 $0.7 \log \text{MAR}$ (0.2)、 $0.6 \log \text{MAR}$ (0.25) に設定した。

7.3.2.3 結果

いずれの実験でも、IC レコーダーの記録から英数字を正しく読めた割合 (正答率)、読み上げ完了までの時間 (反応時間) を算出した。

(1) 実験 7.1.1

実験 7.1.1 の正答率を全参加者で平均したデータを図 7.6 に示した。 $0.5 \log \text{MAR}$ (小数視力 0.3) 以上の視力条件ではいずれのフォントでも 100% 近い正答率が得られたが、 $0.7 \log \text{MAR}$ (小数視力 0.2) 条件ではゴシックにおいて著しい正答率の低下が見られた。逆

正弦変換をかけた上で2要因の分散分析を行ったところ、視力条件、フォント条件ともに主効果は有意であった ($F(2, 28)=137.04$, $p<.001$, $F(1, 28)=87.55$, $p<.001$)。ただし、交互作用が有意であったため ($F(2, 28)=39.76$, $p<.001$)、視力条件について単純主効果の検定を行ったところ、0.2 と 0.3 条件においてフォントの主効果が有意であった ($F(1, 42)=161.50$, $p<.001$, $F(1, 42)=15.82$, $p<.001$)。したがって、0.5logMAR (小数視力 0.3) 以下の低視力条件では、ゴシックと比較して新UDの方が英数字を判別しやすかったと言える。

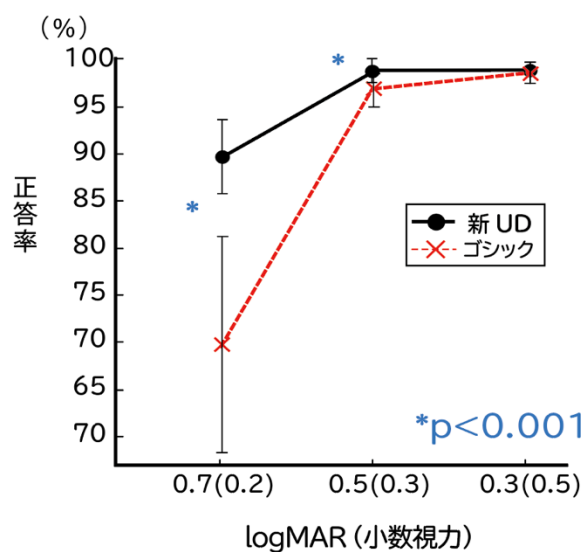


図 7.6 新UD とゴシック体の正答率の比較

反応時間の平均を図 7.7 に示した。正答率と同様に視力条件 0.7logMAR (小数視力 0.2) においてフォント間に大きな差が見られた。2要因の分散分析を行ったところ、視力条件、フォント条件ともに主効果は有意であった ($F(2, 28)=72.45$, $p<.001$, $F(1, 28)=31.83$, $p<.001$)。ただし、交互作用も有意であったため ($F(2, 28)=24.35$, $p<.001$)、視力条件について単純主効果の検定を行ったところ、0.7logMAR (小数視力 0.2) 条件においてフォントの主効果が有意であった ($F(1, 42)=79.46$, $p<.001$)。したがって、0.7logMAR (小数視力 0.2) 条件では、ゴシックよりも新UDの方が早く判別できるフォントであったといえる。

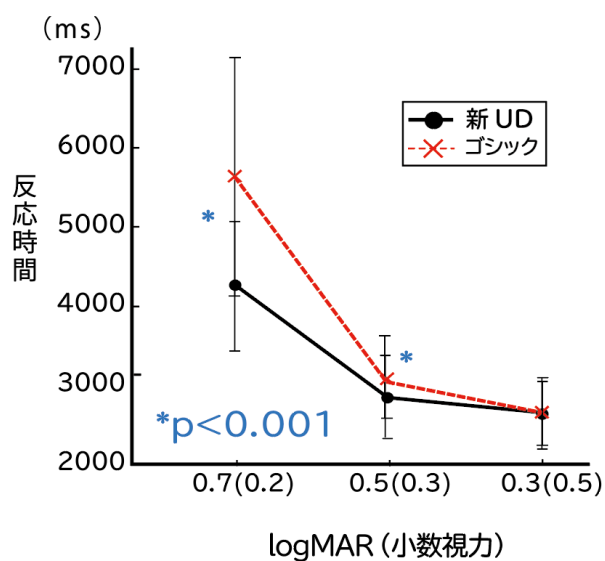


図 7.7 新 UD とゴシック体の反応時間の比較

以上から、新 UD は低視力状態においてゴシックよりも早く正確に英数字を判断することの出来るフォントであることが見出された。また、本実験では、視力条件 0.5logMAR (小数視力 0.3) を越えると正答率や反応時間に差が見られなくなった。したがって、実験 2 では視力条件を低視力側に移行し、視力条件による違いをより詳細に検討した。

(2) 実験 7.1.2

実験 7.1.2 における正答率を全参加者で平均したグラフを図 7.8 に示した。いずれのフォントでも低視力になるほど正答率は低下したが、全体的に従来 UD よりも新 UD の方が成績は良かった。分散分析を実施したところ、視力条件、フォント条件ともに主効果は有意であった ($F(2, 28)=311.27, p<.001, F(1, 28)=76.78, p<.001$)。交互作用は認められなかったことから ($F(2, 28)=2.81, ns$)、いずれの視力条件でも、従来 UD と比較して新 UD の方が英数字を判別しやすかったといえる。

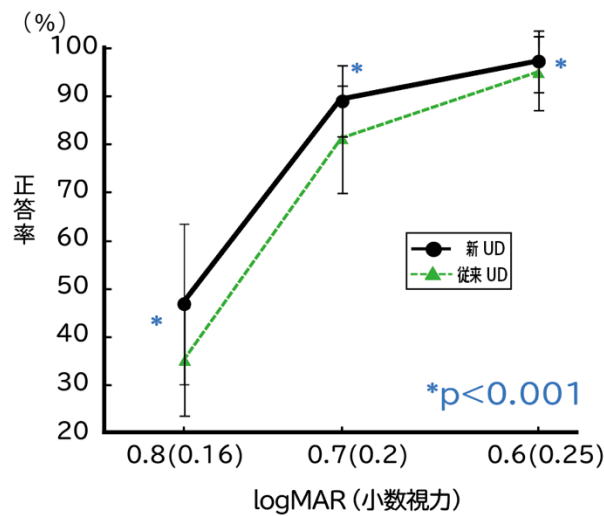


図 7.8 新 UD と従来 UD の正答率の比較

反応時間の平均を図 7.9 に示した。低視力になるほど各フォントの反応時間は長くなったが、全体的に新 UD の方が早く判断出来ることが明らかになった。実験 7.1.1 と同様の分散分析を行ったところ、視力条件、フォント条件ともに主効果は有意であった ($F(2, 28)=311.27$, $p<.001$, $F(1, 28)=76.78$, $p<.001$)。交互作用は認められなかったことから ($F(2, 28)=2.80$, ns)、いずれの視力条件でも、従来 UD よりも新 UD の方が早く判別できるフォントであったといえる。

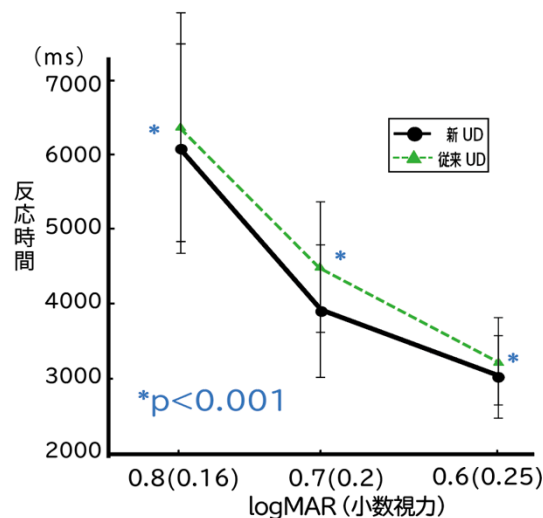


図 7.9 新 UD と従来 UD の反応時間の比較

以上から、新 UD は低視力状態において従来 UD よりも早く正確に文字を判断することができるフォントであることが見出された。

7.3.2.4 考察

新しいUD フォントである新UD は、低視力状態において従来のフォントよりも早く正確に判別することができたことから、可読性だけでなく視認性も高いことが明らかになった。ただし、新UD であっても一定の割合で誤答が得られたことから、読み間違いやすい英数字を本研究の結果に基づいて改良することが必要である。そこで、新UD フォントの誤答パターンを分析した(表7.3)。数字では「6→4」「6→8」「8→6」「8→4」「8→9」の誤認が多かった。また、英字では、「G→C/c」「1(小文字のエル)→F/f」「1(小文字のエル)→I/i」「I→J/j」の誤認が多かった。

表7.3 新UD フォントの各視力条件での誤答

0.8logMAR (0.16)			0.7logMAR (0.2)			0.6logMAR (0.25)			0.5logMAR (0.3)			0.3logMAR (0.5)					
提示文字	誤認文字	誤認数	提示文字	誤認文字	誤認数	提示文字	誤認文字	誤認数	提示文字	誤認文字	誤認数	提示文字	誤認文字	誤認数			
2 (数字)	7 (数字)	13	I (小文字)	f/f	15	I (小文字)	l/l	20	I (小文字)	l/i	9	I (小文字)	l/i	9			
	3 (数字)	10		H/h	3		1 (数字)	F/f		7	F/f		7	w	Y/y	3	
	4 (数字)	4		K/k	1		T/t	1		J/j	1		y	F/f	2		
	8 (数字)	4		T/t	1		C/c	11		L/l	1		C	G/g	1		
	1 (数字)	3		6 (数字)	12		0 (数字)	2		L/l	1		6 (数字)	1	G	C/c	1
	G/g	2		0 (数字)	2		0/o	1		0/o	1		8 (数字)	1	J	G/g	1
	9 (数字)	2		3 (数字)	2		T/t	1		B	8 (数字)		2	f	Y/y	1	
	0 (数字)	1		9 (数字)	2		U/u	1		J	G/g		1	i	I/i	1	
	6 (数字)	9		4 (数字)	1		C/c	3		0	Q/q		12	4 (数字)	7 (数字)	1	
	9 (数字)	9		8 (数字)	8		J/j	10		G	J/j		1	g	J/j	2	5 (数字)	6 (数字)	1
0 (数字)	4 (数字)	5	I	M/m	4	Q	0/o	3	8 (数字)	6 (数字)	8 (数字)	10	7 (数字)	4 (数字)	1		
	3 (数字)	2		B/b	1		J	G/g		2	8 (数字)	6 (数字)	4				
	G/g	1		0/o	1		R	F/f		1							
	0/o	1		U/u	1			P/p		1							
	5 (数字)	1		4 (数字)	10		2 (数字)	4 (数字)		1							
	4 (数字)	23		0 (数字)	23		0/o	10		4 (数字)	4 (数字)	1					
	8 (数字)	9		6 (数字)	6		C/c	6		7 (数字)	7 (数字)	1					
	C/c	19		9 (数字)	6		4 (数字)	4		2 (数字)	2 (数字)	1					
	0/o	5		J/j	2		0/o	2		6 (数字)	6 (数字)	1					
	J/j	2		0/o	4		6 (数字)	4		4 (数字)	4 (数字)	1					
Q/q	2	6 (数字)	2	G/g	1	5 (数字)	5 (数字)	1									
G	K/k	1	8 (数字)	1													
	M/m	1															
	S/s	1															
	4 (数字)	12															
	6 (数字)	6															
	9 (数字)	6															
8 (数字)	0 (数字)	3															
	1 (数字)	1															

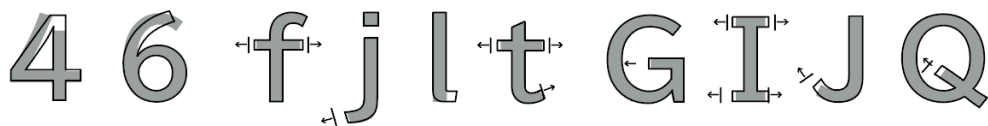


図7.10 フォントのデザイン方針の変更

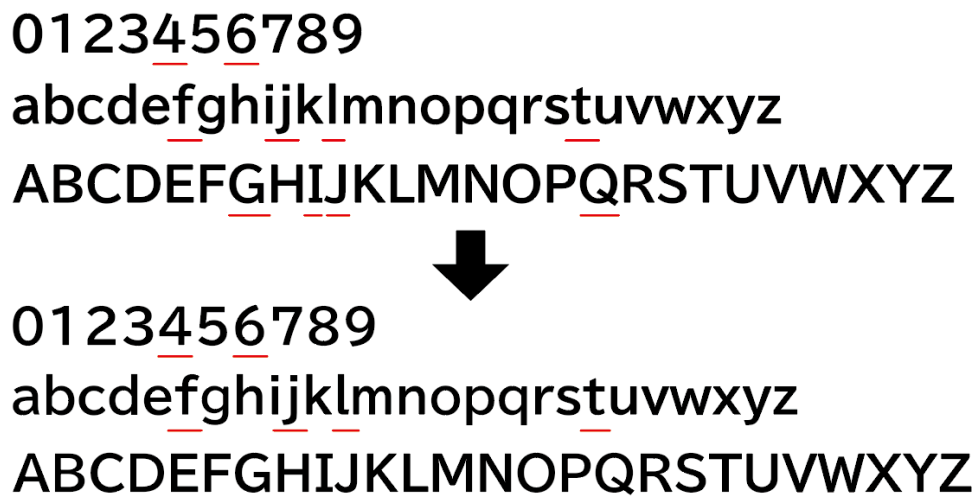


図 7.11 フォントデザインの変更（上図：変更前、下図：変更後）

そこで、特に見間違いの多かった文字に関して、デザイナーと協議しながらデザインの方針を再検討（図 7.10）し、フォントをデザインし直した（図 7.11）。なお、最終的なデザインの結果、TBUD フォント（タンブバンク社製）が完成した。

7.3.3 実験 7.2 低コントラストシミュレーションによる視認性評価実験

7.3.3.1 目的

本研究の目的は、フォントによって、コントラストの低下に対する耐性に違いがあるか否かを検討することであった。比較したフォントは、一般的なゴシック体（モリサワ社製新ゴシック体）と実験 7.1 で低視力に対する耐性を検討した新 UD フォント（タイプバンク社製 TBUD フォント）であった。

7.3.3.2 方法

異なるコントラストの英数字を CRT ディスプレイに提示し、正答率と反応時間が書体（ゴシック体、新 UD）によって異なるか否かを検討した。

(1) 実験参加者

実験参加者は、事前にインフォームドコンセントを受け、研究への参加を承諾した 20 歳代から 30 歳代（平均年齢 22.3 歳、標準偏差 4.1 歳）の成人 18 人であった。男性 9 人、女性 9 人で、視力はいずれも 1.0 以上（矯正含む）であった。

(2) 装置

実験 7.1 と同様であった。

(3) 実験に用いた英数字列

実験で用いた英数字列は、前節と同様であった。この英数字列をフォントごとに 24 ポイントの文字サイズで CRT ディスプレイの中央に提示し、140cm の距離から観察させた（視角 0.34° ）。この条件は、手を伸ばして本を読む距離（70cm）で 12 ポイントの文字サイズを見る場面を想定して設定した。

文字と背景のコントラストは、Michelson の公式、すなわち、 $(\text{最大輝度}-\text{最小輝度}) \div (\text{最大輝度}+\text{最小輝度})$ で算出し、以下の 3 条件とした。

- a) 高コントラスト条件：英数字列の輝度は 70.3cd/m^2 、背景輝度は 100.5cd/m^2 であり、コントラストは 0.18 であった。以下、0.18 条件と記す。
- b) 中コントラスト条件：英数字列の輝度は 77.9cd/m^2 、背景輝度は 92.6cd/m^2 であり、コントラストは 0.09 であった。以下、0.09 条件と記す。
- c) 低コントラスト条件：英数字列の輝度は 82.1cd/m^2 、背景輝度は 88.9cd/m^2 であり、コントラストは 0.04 であった。以下、0.04 条件と記す。

(4) 手続き

英数字列の読み上げ課題を行った。また読み終わった直後にキーを押させることで、反応時間を測定した。以上の手続きにより、文字の読み取りの正確さを表す正答率と、読み取りにかかる時間である反応時間を求めた。正答率が高く、反応時間が短いフォントほど視認性が高いと考えられる。

1 試行の流れは実験 7.1 と同様であった。注視点が画面中央に提示され、参加者がキーを押すことで、その 100ms 後に英数字列が提示された。参加者の課題は、英数字列を読み上げ、読み終わったところでキーを押すことであった。課題遂行に 10 秒以上かかる場合はタイムアウトとした。読めない英数字があった場合には読み飛ばし、読める文字のみを音読するように教示した。読み上げられた内容は IC レコーダーに記録した。

以上の課題をコントラスト条件 0.18、0.09、0.04 において繰り返し行った。フォント条件が 2 種類、コントラスト条件が 3 種類であり、計 6 条件において英数字列を 24 回繰り返した。各参加者の試行回数は、 $2 \times 3 \times 24 = 144$ 回であった。

7.3.3.3 結果

IC レコーダーの記録から正答率を、画像提示プログラムより反応時間を算出した。正答率と反応時間について、フォント条件（ゴシック体/新 UD）×コントラスト条件（0.18/0.09/0.04）の 2 要因実験参加者内分散分析を行った。

(1) 正答率

コントラストと正答率の関係を図 7.12 に示した。0.18 条件ではゴシック体、新 UD の正答率に差が見られず、0.09、0.04 条件ではゴシック体よりも新 UD の正答率の方が高かった。

2 要因実験参加者内分散分析を行ったところ、フォント、コントラストの主効果が有意であった ($F(1, 17) = 29.98, p < .001, F(2, 34) = 49.53, p < .001$)。交互作用が有意であったため ($F(2, 34) = 15.04, p < .001$)、コントラスト条件について単純主効果の検定を行ったところ、0.09、0.04 条件においてフォントの効果が有意であった ($F(1, 51) = 11.57, p < .01, F(1, 51) = 52.34, p < .001$)。以上より、コントラストが低下した文字では、新 UD はゴシック体よりも文字判別が正確に出来るということが見出された。前節に述べた通り、新 UD は、低視力において高い視認性を示したが、コントラスト低下においても高い視認性を示すことが明らかになった。なお、前節の視力低下状態における視認性実験 (実験 7.1) の結果と比較すると、コントラスト 0.04 条件と視力 0.2 条件における正答率が近似していた (視力 0.71logMAR (小数視力 0.2) 条件の正答率が 89.8%、コントラスト 0.04 条件の正答率が 85.9%)。この結果から、コントラスト 0.04 は、視力 0.71logMAR (小数視力 0.2) に相当することが明らかになった。

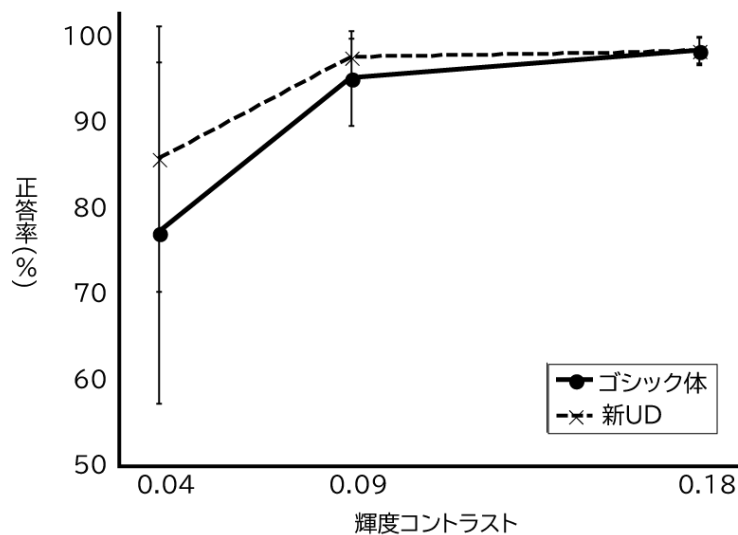


図 7.12 ゴシック体と新 UD のコントラストと正答率の関係

(2) 反応時間

コントラストと反応時間の関係を図 7.13 に示した。コントラスト 0.18 条件ではゴシック体、新 UD の反応時間に差が見られず、コントラスト 0.09、0.04 条件ではゴシック体よりも新 UD の反応時間の方が短かった。2 要因被験者内分散分析を行ったところ、フォント、コントラストの主効果が有意であった ($F(1, 17) = 66.15, p < .001, F(2, 34) = 61.85, p < .001$)。交互作用が有意であったため ($F(2, 34) = 14.28, p < .001$)、コントラスト条件について単純主効果の検定を行ったところ、0.09、0.04 コントラスト条件においてフォントの効果が有意であった ($F(1, 51) = 10.07, p < .01, F(1, 51) = 77.13, p < .001$)。以上より、コントラ

ストが低下した文字では、新UDはゴシック体よりも速く文字を判別できることが見出された。

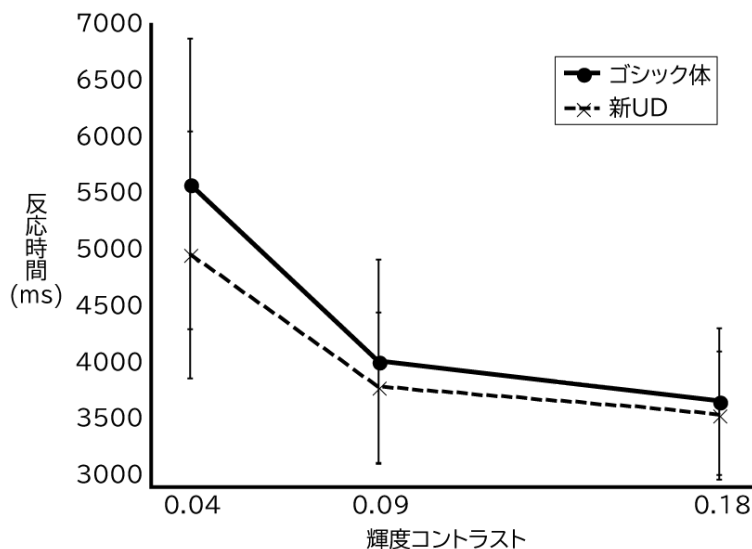


図 7.13 コントラストと反応時間の関係

(3) 誤認

表 7.4 と表 7.5 に、コントラスト 0.04 条件における、誤認した文字と誤認の回数を示した。表の行は提示した文字であり、列は誤認した文字と頻度（誤認数）を示している。英字は大文字と小文字を分けずに記載した。誤認数は、英字の場合には 72 試行中、数字の場合には 172 試行中の数値である。表 7.4 より、ゴシック体の場合、誤認が多かった文字は、小文字英字の「l (エル)」、「0 (オー)」、数字の「8」であった。誤認パターンは集中しており、小文字英字の「l (エル)」と「i (アイ)」、「0 (オー)」と「C」や「Q」、数字の「8」と「6」を間違えるケースが多かった。表 7.5 より、新UDの場合、全体的に誤認数が少なく、特定の文字との誤認が少ないことが明らかになった。また、ゴシック体と比較して数字の誤認が少ないことが明らかになった。以上より、ゴシック体には特定の誤認パターンが多く、新UDは誤認そのものも少なく、特定の文字との混同が少ないことが見出された。なお、新UDにおいて誤認が多かった文字は、小文字英字の「l (エル)」、大文字英字の「O (オー)」、「I (アイ)」であった。「l (エル)」は「i (アイ)」と、「O (オー)」は「Q」、「C」、「G」と、「I」は「L」や「U」と混同があることから、これらの混同を減少させるデザインが今後必要であることが示唆された。

結果から、コントラストが低下した状態においては、新 UD はゴシック体よりも正確に、早く英数字を判断することのできるフォントであることが示された。コントラスト低下における視認性の効果が、フォントによって異なることが示唆されたため、フォントデザインを変更することで視認性を向上させることが出来ると考えられる。

また、誤認数の分析より、新 UD はゴシック体よりも全体的に誤認が少ないこと、特に数字の誤認が少ないことが明らかになった。誤認パターンの分析より、新 UD はゴシック体よりも特定の文字との混同が少ないことが明らかになった。しかし、新 UD においても、数は少ないものの、「1 (エル)」を「i (アイ)」と、「Q」を「0 (オー)」と間違えるケースがあった。これらの誤認を減少させるためのデザイン変更を行えば、さらに視認性の高い UD フォントを作成することが可能であると考えられる。

7.3.4 実験 7.3 低視力シミュレーションによる可読性評価実験

7.3.4.1 目的

実験 7.1、実験 7.2 の結果、新 UD フォントは、従来のゴシック体や UD フォントよりも視認性が高いことが見出された。視認性は、1 文字 1 文字が正確に視認できるかどうかを示すインデックスであり、文章としてまとめ読みをする際の読みやすさ（可読性）とは異なる。1 文字ずつが目立つことが、まとめ読みをする際に、阻害要因になる可能性もある。そこで、本研究の目的では、新 UD フォントの可読性（readability）を MNREAD-J（小田・Mansfield・Legge, 1999）の原理を用いて検証した。

7.3.4.2 方法

(1) 概要

実験では、4 種類のフォントについて、MNREAD-J を用いて可読性を検討した。検証では、低視力をシミュレートするブラー・シミュレータを通して観察した際、どこまで視力の低下に耐えうるかを評価した。比較したフォントは、標準的な明朝体（以下、明朝）、ゴシック体（以下、ゴシック）、従来の UD フォント（以下、従来 UD）、そして、今回試作した UD フォント（以下、新 UD）であった。なお、標準化された MNREAD-J のフォントは明朝体であるが、本実験では、開発者である小田浩一氏の了解を得て、他のフォントで同様のチャート（フォントによって文章の内容は変更）を作成した。

(2) 実験参加者

実験参加者は、インフォームドコンセントを受け、研究への参加を承諾した 20 歳代から 30 歳代（平均年齢 28.5 歳、標準偏差 6.79 歳）の成人 30 人であり、男性 15 人、女性 15 人であった。視力はいずれも 0.01logMAR（小数視力 1.0）以上（矯正含む）であった。

(3) 装置

視力低下をシミュレーションする方法としては、第5章で作成したブラー・シミュレータを用いた。実験でシミュレーションした視力は0.7logMAR（小数視力0.2）、0.5logMAR（小数視力0.3）、0.3logMAR（小数視力0.5）であった。視認距離を厳密に制御するために、MNREAD-Jを設置する提示台と実験参加者の顔を固定するあご台を使用した。

(4) 手続き

実験は、MNREAD-Jの標準的な検査方法に準拠して実施した。検査距離は30cm、視標平均輝度132cd/m²、平均照度528ルクスであった。実験参加者の課題は、提示された文章を、できるだけ早くかつ間違えないように音読することであった。音読した内容はICレコーダーに記録した。参加者は1つの視力条件において4種類のフォントで作られたMNREAD-Jの読み上げを行った。フォントの提示順はランダムであった。各視力条件について10人の実験参加者の協力を得た。

7.3.4.3 結果

ICレコーダーの記録から、各条件の読み上げ時間、誤答を算出し、文字サイズと読書速度の関係を図にプロットした。そして、MNREADJ-の標準的な分析手続きに基づき、a)最大読書速度（文字サイズが最適なときに読める最大速度）、b)臨界文字サイズ（最大読書速度を保つことができる最小の文字サイズ）、c)読書視力（読書可能な最小の文字サイズ）を標準的な分析方法を用いて算出した。図7.14には、一人の実験参加者のMNREAD-Jのデータを、フォントごとに示した。

最大読書速度、臨界文字サイズ、読書視力について、視力条件（0.2/0.3/0.5）×フォント条件（明朝/ゴシック/従来 UD/TBUD）の2要因分散分析を行った。以下、3つのインデックスに関する分析結果を示した。

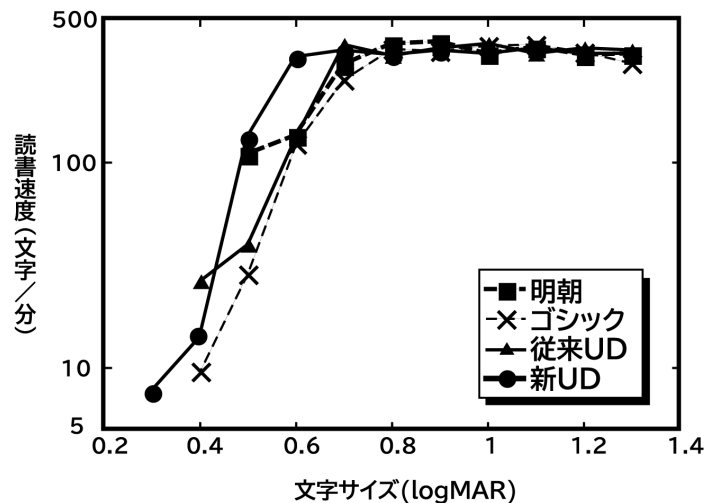


図 7.14 実験参加者 A (視力 0.71logMAR [小数視力 0.2] 条件) における文字サイズと読書速度の関係

(1) 最大読書速度

最大読書速度に関する分散分析の結果、フォントの主効果 ($F(3, 81)=18.15, p<.001$) のみが有意であった。各フォントの最大読書速度は、従来 UD (348.04 文字/分)、新 UD (329.62 文字/分)、ゴシック (329.07 文字/分)、明朝 (309.91 文字/分) の順で速かった。多重比較 (Ryan's method) の結果、従来 UD が明朝、ゴシック、新 UD より有意に速く ($t(29)=7.38, p<.001, t(29)=3.67, p<.001, t(29)=3.56, p<.001$)、新 UD が明朝より ($t(29)=3.81, p<.001$)、ゴシックが明朝よりも有意に速いことが見出された ($t(29)=3.7, p<.001$)。

(2) 臨界文字サイズ

臨界文字サイズに関する分散分析の結果、視力 ($F(2, 27)=102.83, p<.001$) とフォントの主効果 ($F(3, 81)=5.21, p<.01$) が有意であった。フォントごとの平均は新 UD (0.541logMAR)、明朝 (0.551logMAR)、従来 UD (0.581logMAR)、ゴシック (0.61logMAR) の順で、視力が低い程、臨界文字サイズが大きくなることがわかる。フォント条件に関する多重比較の結果、新 UD がゴシックと従来 UD よりも ($t(29)=3.6, p<.001, t(29)=2.4, p<.05$)、明朝がゴシックよりも有意に臨界文字サイズが小さいことが見出された ($t(29)=2.8, p<.001$)。新 UD が最も小さな文字で最大読書速度を保つことが可能であるといえる。

(3) 読書視力

読書視力に関する分散分析の結果、視力 ($F(2, 27)=126.12, p<.001$) とフォントの主効果 ($F(3, 81)=4.34, p<.001$) が有意であった。読書速度のフォントごとの平均は、新 UD (0.381logMAR)、ゴシックと従来 UD (0.391logMAR)、明朝 (0.41logMAR) の順で、視力が低い程、読書視力が高くなる、つまり文字を大きくしないと読めないことが見出された。フォン

トに関する多重比較において、新UDが明朝、ゴシック、従来UDより有意に読書視力が高いことが見出された($t(29)=3.59$, $p<.001$, $t(29)=2.02$, $p<.001$, $t(29)=2.0$, $p<.001$)。したがって、新UDが最も小さな文字で文章を読むことができるといえる。

以上より、UD フォントは、明朝体やゴシック体と比較して、可読性が高いことが明らかになった。また、同じUD フォントでも、今回試作した新UDの方が従来UDよりも臨界文字サイズや読書視力が高いことが明らかになった。ただし、最大読書速度においては従来UDの方が新UDよりも速く読めるという結果が得られた。なお、本研究ではフォントごとに文章の内容を変更したので難易度に違いがあった可能性がある。

7.3.4.4 考察

以上より、UD フォントは、明朝体やゴシック体と比較して、可読性が高いことが見出された。また、同じUD フォントでも、今回試作した新UDの方が従来UDよりも臨界文字サイズや読書視力が高いことが明らかになった。ただし、最大読書速度においては従来UDの方が新UDよりも速く読めるという結果が得られた。本研究ではフォントごとに文章の内容を変更したので難易度に違いがあったためなのか、それとも、臨界文字サイズや読書視力と最大読書速度は独立と考えるべきなのかについては、さらなる検討が必要だと考えられる。

7.3.5 調査7.1 ロービジョン者を対象にした全国調査

7.3.5.1 目的

ロービジョン者にとって、欧文フォントの場合にはセリフよりもサンセリフの方が、和文フォントの場合には明朝体よりもゴシック体の方が読みやすいと言われている。欧文フォントについては、100人以上のロービジョン者を対象とした比較実験が実施されている(Russell-Minda, Jutai, Strong, Campbell, Gold, Pretty & Wilmot, 2007)。しかし、和文フォントについては、大規模な実験・調査が少ない。石田・天野(2009)は、34人という比較的規模の大きなロービジョン当事者に対する調査を実施しているが、1つの大学に在籍する学生の調査であるため、適切なサンプリングが行われているとは言えない可能性がある。

ロービジョン者は、他の障害と比較すると、障害の発生率が低いことに加え、日本では、ロービジョンの定義が明確にされていないため、疫学調査を実施することが困難である。本研究では、全国すべての都道府県に設置されている特別支援学校(視覚障害)(以下、盲学校)・高等部に注目した。盲学校の高等部には、普通科以外に職業訓練課程もあるため、先天・早期(congenital)にロービジョンになった生徒だけでなく、後天・中途(acquired)でロービジョンになった生徒も在籍している。そのため、ロービジョン者全体の特性を反映した結果が得られると考えられる。

そこで、本研究では、全国盲学校長会と文部科学省初等中等教育局特別支援教育課の協力を得て、盲学校の高等部に在籍しているロービジョン者に対する全国調査を実施し、ロービジョン者の和文フォントの好みを調べた。

7.3.5.2 方法

高等部を設置している全国の盲学校 51 校に対し、2009 年 11 月から 12 月にかけて郵送方式のアンケート調査を実施した。対象者は高等学校の教科書を用いて教科学習を受けているロービジョンの生徒（普通科、本科保健医療科）とした。調査では、年齢、性別、眼疾患、視力、視野、その他の障害等の個人特性と、教科書の本文に使用するフォントの好みを調べた。フォントの好みは、図 7.15 に示した教科書体（DFP 教科書体 W3）、明朝体（ヒラギノ明朝体 ProW3）、ゴシック体（ヒラギノ角ゴシック体 ProW3）、丸ゴシック体（ヒラギノ丸ゴシック体 ProW4）の 4 書体で印字された文字列サンプル（18 ポイント）を示し、「教科書の本文に使う書体として、よいと思う順に 1 位から 4 位まで括弧内に順位を記入して下さい」という質問により調査した。

漢字ひらがな A B C 1 2 3（教科書体）

漢字ひらがな A B C 1 2 3（明朝体）

漢字ひらがな A B C 1 2 3（ゴシック体）

漢字ひらがな A B C 1 2 3（丸ゴシック体）

図 7.15 アンケート調査に用いたフォントの文字列サンプル

7.3.5.3 結果

51 校全てから計 272 人分の有効回答を得た。回答者 272 人の内訳は、普通科が 224 人、本科保健医療科の生徒が 48 人で、学年はほぼ均等（1 年 93 人、2 年 96 人、3 年 81 人、無回答 2 人）に分布していた。男女の割合もほぼ均等（男 147 人、女 125 人）であった。小数視力（logMAR）は、0.1~0.3（1.0~0.5logMAR）の視力の生徒が 95 人と最も多く、続いて 0.3（0.5logMAR）以上が 55 人であった（表 7.6）。割合としては、比較的視力の高い生徒が多かった。主な眼疾患は、網膜色素変性症が 42 人、白内障が 41 人、緑内障が 32 人、未熟児網膜症が 24 人、視神経萎縮が 22 人、網膜剥離が 17 人、眼球振盪が 17 人、レーベル病が 10 人で、網膜色素変性症が最も多く、白内障、緑内障が続いていた。視野に障害がない生徒は 94 人、障害のある生徒は 145 人で、半数以上のロービジョンの生徒が視野障害を有していることが明らかになった。視野障害の内容としては、視野狭窄が 114 人と多く、中心

暗点がある生徒は 31 人であった。視野障害以外で日常的に困難に感じていることで一番多く回答を得たのが「まぶしい」で 143 人、「夜盲がある」が 91 人、「白黒反転の方が見やすい」が 81 人であった。

表 7.6 アンケート回答者の視力

視力	人数
0.02未満 (1.7logMAR未満)	10
0.02~0.04 (1.7~1.4logMAR)	29
0.04~0.07 (1.4~1.15logMAR)	39
0.07~0.1 (1.15~1.0logMAR)	37
0.1~0.3 (1.0~0.5logMAR)	95
0.3以上 (0.5logMAR以上)	55
無回答	7

フォントの好み（1～4位に順位付けされた頻度）を表 7.7 に示した。第 1 位として選ばれたフォントは、丸ゴシック体（134 人）、ゴシック体（78 人）、教科書体（28 人）、明朝体（26 人）の順であった。順位和では、ゴシック体、丸ゴシック体、明朝体、教科書体の順に評価が高かった。フリードマンの順位検定の結果、フォントの効果が有意であり（ $\chi^2(3)=273.31$, $p<.001$ ）、多重比較の結果、ゴシック体と丸ゴシック体のペア以外の全ての組み合わせにおいて有意差が認められた。

視力とフォントの好み（最も好まれたフォント）をクロス集計した結果（表 7.8）、視力にかかわらずゴシック系の書体が好まれる傾向があったが、視力 0.3（0.5logMAR）以上の生徒はそれ以下の視力の生徒に比べて教科書体を選択する割合が高かった。

表 7.7 アンケート回答者のフォントの好み（順位付けの結果）

順位	教科書体	明朝体	ゴシック体	丸ゴシック体
1 位	28	26	78	134
2 位	14	35	152	63
3 位	42	165	30	25
4 位	180	38	4	42
順位和	904	743.5	488.5	504

表 7.8 視力とフォントの好みの関係

視力	教科書体	明朝体	ゴシック体	丸ゴシック体
0.02未満 (1.7logMAR未満)	0	1	5	4
0.02~0.04 (1.7~1.4logMAR)	4	1	7	13
0.04~0.07 (1.4~1.15logMAR)	2	6	12	19
0.07~0.1 (1.15~1.0logMAR)	3	4	11	18
0.1~0.3 (1.0~0.5logMAR)	6	9	32	48
0.3以上 (0.5logMAR以上)	12	5	10	28

7.3.5.4 考察

これまでも和文フォントの効果を検討した研究は実施されてきた（岡田, 1975 ; 山本・山本, 2000 ; 石田・天野, 2009）が、全国規模での調査は行われていなかった。本研究では、全国の盲学校高等部に在籍しているロービジョンの生徒を対象に全国規模の実態を調査することが出来た。

調査の結果、視力にかかわらず、明朝体や教科書体よりもゴシック体や丸ゴシック体が好まれることが見出された。この結果は、欧文フォントにおいてサンセリフフォントの評価が高いことと一致していた。拡大教科書においては、角ゴシック体よりも丸ゴシック体の方が好まれることが多い。本調査の結果、丸ゴシック体を好むケースが多かったが、角ゴシック体との間に統計的に有意な差はないことが明らかになった。

また、教育や福祉の担当者の中には、ロービジョン者の中には明朝体を好むケースもあり、好みの多様性を指摘する専門家もいる。本調査で視力とフォントの好みのクロス集計を行った結果、視力が高くなると、教科書体や明朝体を好むロービジョン者の割合が増える傾向があることが明らかになった。つまり、視力によってフォントの好みが変わる可能性が示唆された。視力によってフォントの好みが変わるのであれば、様々なロービジョン者のニーズに応じる読書環境を整備するためには、フォントを選択出来るようにしなければならないと考えられる。

7.3.6 実験 7.4 ロービジョン者を対象にした主観的読みやすさに関する実験

7.3.6.1 目的

調査 7.1 は全国調査であったため、フォントを比較する際に示すサンプルは文脈のない短い文字列を用いることしかできなかった。また、紙面によるアンケートであったため、比

較方法を統一したり、特定のフォントを好む理由等を質問することが出来なかった。そこで、本研究では、教科書の1単元を様々なフォントで作成し、異なるフォントの教科書を比較して読みやすい順番に順位づける実験を実施した。

7.3.6.2 方法

試作した教科書サンプルは、国語と数学の2科目で、それぞれ6種類のフォント（明朝体 [写研 本蘭明朝 D]、教科書体 [モリサワ教科書 ICA R]、UD ゴシック体 [TBUD ゴシック体 B]、丸ゴシック体 [モリサワじゅん 201]、UD 丸ゴシック体 [TBUD 丸ゴシック体 B]、UD 明朝体 [TBUD 明朝体 B]）で冊子を作成した（教科2科目×フォント6種類＝計12種類）。文字サイズは、高等学校の拡大教科書として最も多く用いられている14ポイントとした。

実験では、眼疾患等の見え方の確認を行った上で、10logMAR 視力を測定した。次に、フォントの異なる6冊の教科書を見比べ、教科書として利用する際に、読みやすいと思う順に順位付けをするよう指示した。順位付けが終わった後で、読みやすいと思う理由等について半構造化面接法を用いてヒアリングを行った。

実験参加者は、地域が偏らないようにサンプリングされた18校の盲学校に在籍し、教科学習を行っているロービジョンの生徒90人であった。

実験は、ロービジョンの生徒が在籍している学校を訪問し、各学校の教室や会議室等で個別に実施した。実験の際の照度は、LED照明を用い、標準視力検査の条件で実施した。視力検査の際には、視距離を固定するために、顎台を用いた。フォントの順位づけ課題の際には、視距離は自由とし、6種類すべてのサンプル教科書を見た上で、判断を求めた。サンプル教科書を比較する際の教科、フォントの提示順はランダムにした。

7.3.6.3 結果

参加者の視力や眼疾患の傾向は調査7.1とほぼ同じであった。

各フォントが1～6位に順位付けされた頻度を表7.9に示した。順位和を求めたところ、国語では、UD丸ゴシック体、UDゴシック体、丸ゴシック体、UD明朝体、明朝体、教科書体、数学では、UD丸ゴシック体、UDゴシック体、丸ゴシック体、明朝体、UD明朝体、教科書体という順序であり、ゴシック系のフォントの評価が高かった。フリードマン検定の結果、国語 ($\chi^2(5) = 74.75, p < .01$)、数学 ($\chi^2(5) = 57.31, p < .01$) とともにフォントの効果が有意であった。また、多重比較を行った結果、上位のゴシック系書体と下位の教科書体や明朝体との間に差があることが明らかになった。なお、いずれの教科でも上位3位であった、UD丸ゴシック体、UDゴシック体、丸ゴシック体の間には統計的に有意な差はなかった。

視力とフォントの好み（最も好まれたフォント）をクロス集計した結果（表7.10）、視力

とフォントの好みの方に特定の関係は見いだせなかった。

表 7.9 フォント変更版拡大教科書サンプル調査におけるフォントの順位

教科	順位	明朝体	教科書	丸ゴシック	UD書体		
					丸ゴシック	ゴシック	明朝体
国語	1位	9	8	9	22	20	8
	2位	8	5	8	22	24	7
	3位	8	5	38	7	9	11
	4位	12	5	11	9	2	31
	5位	27	9	6	7	9	14
	6位	9	41	1	6	9	2
	順位和	290	348	224	198.5	206.5	264
数学	1位	10	5	12	22	22	5
	2位	10	8	12	20	21	9
	3位	9	8	24	11	9	9
	4位	14	13	14	8	4	16
	5位	16	18	4	7	8	18
	6位	13	20	6	4	8	15
	順位和	279.5	315.5	225.5	189.5	200.5	300.5

表 7.10 視力別階層別の最も好まれるフォント

教科	視力	明朝体	教科書	丸ゴシック	UD書体		
					丸ゴシック	ゴシック	明朝体
国語	0.02未満 (1.7logMAR未満)	0	0	1	0	2	0
	0.02~0.04 (1.7~1.4logMAR)	1	2	0	4	4	1
	0.04~0.07 (1.4~1.15logMAR)	3	1	2	5	6	2
	0.07~0.1 (1.15~1.0logMAR)	0	0	0	2	2	1
	0.1~0.3 (1.0~0.5logMAR)	5	3	5	9	6	4
	0.3以上 (0.5logMAR以上)	0	2	1	2	0	0
	計	9	8	9	22	20	8
数学	0.02未満 (1.7logMAR未満)	0	0	2	1	0	0
	0.02~0.04 (1.7~1.4logMAR)	2	1	0	5	3	1
	0.04~0.07 (1.4~1.15logMAR)	3	0	3	7	7	0
	0.07~0.1 (1.15~1.0logMAR)	0	0	0	3	1	0
	0.1~0.3 (1.0~0.5logMAR)	5	2	7	5	9	4
	0.3以上 (0.5logMAR以上)	0	2	0	1	2	0
	計	10	5	12	22	22	5

7.3.6.4 考察

調査 7.1 の結果、視力にかかわらず、明朝体や教科書体よりもゴシック体や丸ゴシック体が好まれることが明らかになった。また、視力によってフォントの好みが増える可能性が示唆された（視力が高くなると、教科書体や明朝体を好むロービジョン者の割合が増加する）。しかし、この調査では、フォントを比較する際に示したサンプルは文脈のない短い文字列であり、郵送方式のアンケート調査であったため、フォントを比較する方法を統一することも出来なかった。

本実験では、教科書の 1 単元を様々なフォントで作成し、異なるフォントの教科書を比較して読みやすい順番に順位づける方法で、比較実験を行った。その結果、低視力シミュレーションによる実験（実験 7.1～実験 7.3）や全国調査（調査 7.1）と同様、明朝体や教科書体よりもゴシック体や丸ゴシック体が好まれることが見出された。また、UD フォントは、通常のフォントよりも評価が高く、UD フォントの中では、UD 丸ゴシックや UD ゴシックの評価が高いことが明らかになった。

フォントによる好みの違いがどのような要因に起因しているかを調べるために、各フォントの詳細なサイズを比較した。本実験に用いた文字サイズは 14 ポイントであるため、仮想ボディの文字高は 4.9mm、仮想ボディの面積は 24.01mm²であったが、フォントは、仮想ボディ一杯にはデザインされない。文字によって、字面や線幅が異なるため、実際に計測した。比較には、「中」の文字を用い、字面（文字高、文字幅、字面面積）、線幅（縦線分、横線分）をアドビ社の Illustrator CC 2019 で、文字面積（文字を構成しているピクセル数）を Photoshop CC 2018 で計測した。計測は 3 人の評定者が個別に実施し、その平均を表 7.11 に示した。その結果、フォントの好みとの関連があったのは、文字面積であることが見出された。

表 7.11 各フォントのサイズ

フォント名	字面			縦線の太さ (mm)	横線の太さ (mm)	文字面積 (pixel)
	文字高 (mm)	文字幅 (mm)	面積 (mm ²)			
UD ゴシック	3.69	3.21	11.85	0.43	0.38	816.0
UD 丸ゴシック	3.68	3.28	12.07	0.43	0.38	756.0
UD 明朝体	3.54	3.04	10.73	0.26	0.19	494.0
丸ゴシック	3.57	3.25	11.61	0.28	0.27	593.0
明朝体	3.67	3.29	12.09	0.29	0.10	530.0
教科書体	3.48	3.10	10.79	0.24	0.18	440.0

7.3.7 実験 7.5 ロービジョン者を対象にした可読性評価実験

7.3.7.1 目的

実験 7.4 で、UD フォントは、ロービジョン者にとって読みやすいと判断されることが見出された。しかし、実験 7.4 では、様々なフォントで作成された教科書を読みやすい順番に並べるという主観的な判断基準を用いた。そこで、本研究では、MNREAD-J を用い、読書のパフォーマンスへの影響を測定し、UD フォントの可読性を客観的に評価した。また、主観的な評価と客観的なパフォーマンスとの一致度を検討した。

7.3.7.2 方法

可読性評価実験では MNREAD-J の原理を用い、フォントによる読書効率の違いを測定した。比較したフォントは、通常の教科書で最も利用されている「平成明朝体」(明朝体)、現在、拡大教科書を作成する際に最も利用されている「モリサワじゅん 201」(丸ゴシック体)、新しく開発されたユニバーサルデザイン書体である「TBUD 丸ゴシック体」(UD 丸ゴシック体)の 3 種類であった。前述の 3 種類のフォントでチャートを作成(それぞれ文章は変更した)し、標準的な MNREAD-J の手続きに従って読書視力、臨界文字サイズ、最大読書速度を求めた。また、眼疾患等や見え方の確認するための面接や logMAR 視力検査も実施した。

実験参加者は、実験 7.4 の参加者 90 人に対して協力依頼を行い、賛同が得られた 15 校 52 人のロービジョンのある高校生であった。

7.3.7.3 結果

(1) 実験参加者の視覚障害等の実態

実験参加者 52 人の学年はほぼ均等(1 年 13 人、2 年 18 人、3 年 21 人)で、男女の割合もほぼ均等(男 27 人、女 25 人)であった。小数視力(logMAR)は、0.1~0.3(1.0~0.5logMAR)の視力の生徒が 20 人と最も多かった点は、調査 7.1 と同様であった。主な眼疾患は、白内障が 10 人、網膜色素変性症が 7 人、網膜芽細胞腫が 4 人であった。視力以外の見えにくさとしては、視野狭窄が 18 人と多く、中心暗点がある生徒は 5 人、「まぶしい」が 25 人であった。

(2) 読書のパフォーマンス

MNREAD-J の標準的な分析手続きに基づき、最大読書速度(MRS)、臨界文字サイズ(CPS)、読書視力(RA)を算出し、フォントごとに図 7.16~7.18 にまとめた。MRS は UD 丸ゴシック体、丸ゴシック体、明朝体の順、CPS と RA は丸ゴシック、UD 丸ゴシック体、明朝体の順であった。分散分析の結果、MRS ($F(2, 102)=23.38, p<.001$)、CPS ($F(2, 102)=11.09, p<.001$)、RA ($F(2, 102)=6.44, p<.005$) とともに、フォントの主効果は有意であった。ライアン法によ

る多重比較の結果、MRS では明朝体と UD 丸ゴシック体、UD 丸ゴシック体と丸ゴシック体の間に有意差が認められた (ともに $p < .001$)。したがって、UD 丸ゴシック体の文章は他の書体よりも速く読めることが明らかになった。また、CPS では全ての組み合わせの間に有意差が認められた (明朝体と UD 丸ゴシック体の組み合わせのみ $p < .001$ 、それ以外は $p < .05$) ことから、明朝体よりも UD 丸ゴシック体の方が、UD 丸ゴシック体よりも丸ゴシック体の方が、より小さな文字でも MRS を維持できた。RA では明朝体と UD 丸ゴシック体 ($p < .05$)、明朝体と丸ゴシック体 ($p < .001$) の間に有意差が認められた。よって、明朝体よりも丸ゴシック体や UD 丸ゴシック体の方が、ポイント・サイズの小さな文字で読書が可能であることが明らかになった。なお、視力と読書効率の関係を表 7.12 に示した。表より、低視力ほどゴシック体の読書効率が高く、視力が高いと明朝体の読書効率がよくなる傾向があることが見出された。

表 7.13 は、最も好んだフォントごとに読書効率が最も高かったフォントの頻度を整理した表である (同一順位の場合にはダブルカウントした)。実験参加者数が少ないため、定量的な分析は出来ないが、最も好むフォントの読書効率が最も高いとは限らないことが明らかになった。

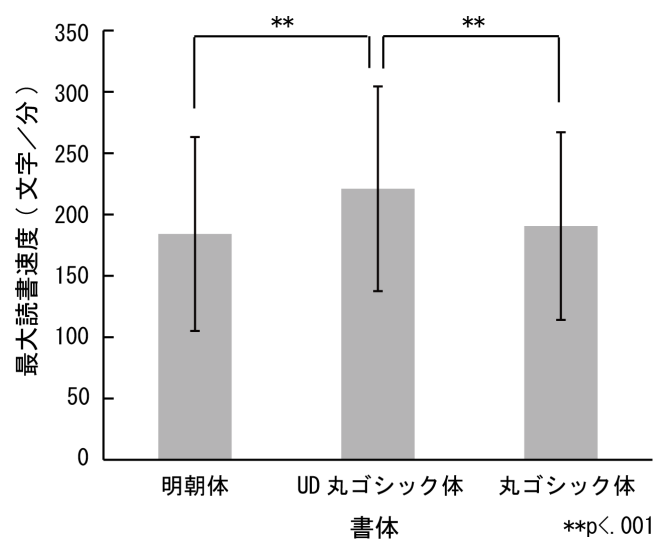


図 7.16 フォントごとの最大読書速度 (MRS)

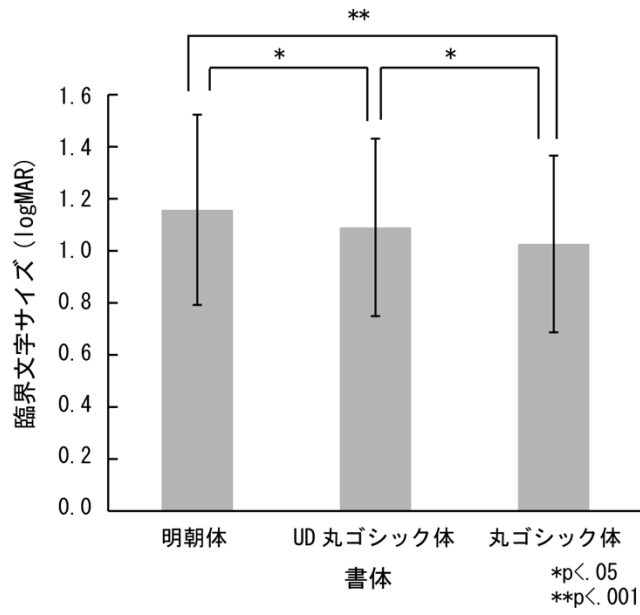


図 7.17 フォントごとの臨界文字サイズ (CPS)

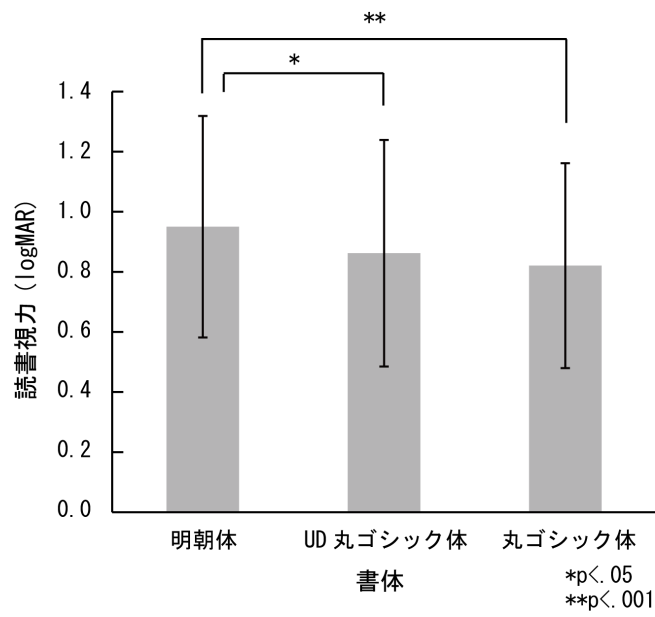


図 7.18 フォントごとの読書視力 (RA)

表 7.12 視力ごとの読書効率

視力	人数	読書視力 (logMAR)			臨界文字サイズ (logMAR)			最大読書速度 (文字/分)		
		明朝体	丸ゴシック体	UD丸ゴシック体	明朝体	丸ゴシック体	UD丸ゴシック体	明朝体	丸ゴシック体	UD丸ゴシック体
0.1未満 (1.0logMAR未満)	29	1.13	0.97	1.06	1.35	1.21	1.26	150.88	157.58	186.34
0.1~0.2未満 (1.0~0.7logMAR未満)	12	0.81	0.76	0.77	1.03	0.93	1.03	198.12	207.53	249.68
0.2~0.3未満 (0.7~0.5logMAR未満)	8	0.72	0.53	0.52	0.88	0.69	0.78	246.80	253.38	282.48
0.3以上 (0.5logMAR未満)	3	0.36	0.35	0.25	0.50	0.53	0.53	282.37	273.90	276.88
全体	52	0.95	0.82	0.86	1.16	1.03	1.09	184.12	190.56	220.97

表 7.13 フォントの好みと読書効率の関係

		読書視力の第1位			臨界文字サイズの第1位			最大読書速度の第1位			合計
		明朝体	丸ゴシック体	UD丸ゴシック体	明朝体	丸ゴシック体	UD丸ゴシック体	明朝体	丸ゴシック体	UD丸ゴシック体	
好み の 第 1 位	明朝体	1	2	3	0	6	1	1	0	5	19
	丸ゴシック体	4	2	5	4	7	4	3	0	7	36
	UD丸ゴシック体	3	7	9	8	13	6	2	2	13	63
	教科書体	0	0	1	0	1	1	0	0	1	4
	UDゴシック体	3	6	2	4	9	6	2	1	8	41
	UD明朝体	0	1	4	1	3	2	2	0	3	16
	合計	11	18	24	17	39	20	10	3	37	179

同一順位の場合は、ダブルカウント

7.3.7.4 考察

本研究では、Mansfield, Legge & Bane(1996)と同様に MNREAD を用いた可読性評価実験も実施した。その結果、ゴシック体は明朝体よりも読書効率の観点でも評価が高かった。また、従来のゴシック体と UD ゴシック体を比較した結果、最大読書速度では UD ゴシック体の方が有意に速かった。なお、同じゴシック体でも、UD 丸ゴシック体の方が、評価が高い傾向にあった。そのため、今後、ゴシック体系統のフォント中での詳細な比較研究が必要であることが示唆された。今回の実験で比較したフォントは、同じポイント・サイズであったが、文字高やウエイト（線幅）はフォントによって異なっていた。特に、線幅は、本研究で、ロービジョンの児童生徒が好んだ UD ゴシック体や UD 丸ゴシック体は、他のフォントよりも 1.6 倍程度太かった。本実験では、文字高やウエイトを系統的に変化させて比較できなかったが、今後、文字高やウエイト等の影響を分析的に検討すれば、ゴシック体や UD ゴシック体が好まれたり、読書効率が高かったりする理由を究明出来、ロービジョン者に見やすい新たなフォントの開発に展開可能だと考えられる。Russell-Minda, Jutai, Strong, Campbell, Gold, Pretty, & Wilmot(2007)がレビューしているように、英語に関する研究では既存のフォントの視認性 (legibility) や可読性 (readability) に関する研究だけでなく、ウエイト、文字高、セリフ等のフォントの要素を系統的にコントロー

ルした研究も行われている。しかし、日本語におけるロービジョン者のためのフォント開発研究では、ブラーによる低視力への耐性を視認性の観点から検討したもの（山本・山本, 2000 ; 新井・中野・山本・林・高田・半田・井上, 2009 ; 山本・中野・新井・高田・半田・林・井上, 2009）が多く、可読性に関する研究（中野・山本・新井・井上・林・高田・半田, 2009）は少ない。また、日本語は文字種が多いため、ウエイトや文字高等の特性を系統的に制御することが困難であるため、フォントのどの特性がロービジョン者の読書において重要かを特定することが容易ではない。そのため、既存のフォントをウエイトや文字高等の観点から分析する必要があると考えられる。

本研究の結果、全体的な傾向として、好みも読書効率もゴシック体系のフォントの評価が高いことが示唆されたが、個別に分析すると、好むフォントの読書効率が必ずしも高いわけではなかった。中野・新井・花井・吉野・大島（2013）によるロービジョン児童生徒を担当している教員へのアンケート調査の結果では、読書効率に基づいて拡大教科書が選択されるケースは多くないことが明らかにされている。つまり、現状では、拡大教科書は児童生徒の好みで選択されている可能性が高いのである。今後、好みに基づいて、フォントを選択した場合に、読書効率の点で問題がないかどうかを検討する必要がある。なお、本研究で検証したフォントは、基本デザインが完成した段階で、メーカーが、平均字面、漢字・平仮名・片仮名などの文字体系間の大小の比率設定、字種の大小の揺れ、重心の高低、活字濃度等を考慮し、新しいフォントセットとして製品化された。

7.4 教科書体のUDフォント化に関する研究

7.4.1 問題の背景と研究の目的

(1) 教科書体

現在、教科書には、教科書体だけでなく、明朝体やゴシック体等、様々な書体が利用されている。教科書体の変遷の歴史をまとめた板倉(2004)によれば、教科書体が教科書に最初に利用されたのは1935年（平仮名のみ）であり、1949年の文部省告示で小学校4年生までの教科書に用いるように指示されたが、当時は、「文部省活字」と呼ばれていた。教科書体（教科書楷書体）と呼ばれるようになったのは、1952年以降であるとされている。

教科書体の特徴は、書写を考えて作成された筆写体に近いスタイル（筆法）で表現されている点である（図7.19）。他のフォントと比較すると、字面が小さいし、構成線分の太さが細い。

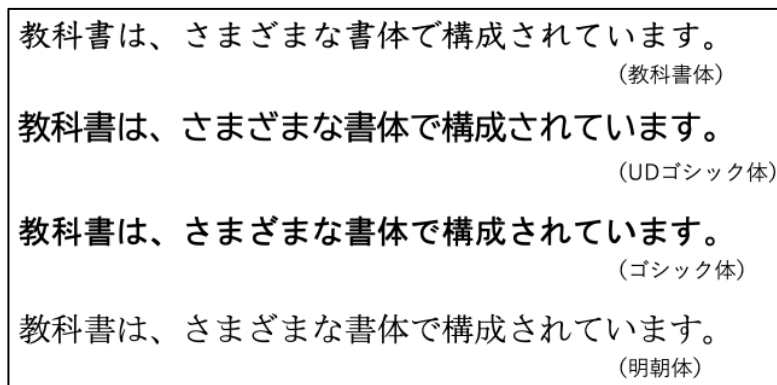


図 7.19 教科書体と他のフォントとの比較

(2) 問題の所在

実験 7.1～実験 7.5 で検証した UD フォントは、ロービジョン者に提供される様々な書類等で利用されているゴシック体に注目したが、読書が最も必要とされる教育の場面、特に、国語教育の場面では、字形を教えるために教科書体が用いられることが多い。教科書体は、運筆がわかるように、ハネ、トメ、ハライ等が視認できるように構成線分の太さに強弱をつけ、字形や画数が正確に表現できるようにデザインされているため、他のフォントと比較すると全体的に太さが細いという特徴を有する (図 7.19)。そのため、ロービジョン者には、視認しにくいと考えられてきた。

そこで、本研究では、実験 7.1～実験 7.5 の結果に基づき、教科書体の UD フォントの開発・評価を行った。フォントのスタイルに求められる要件等を明らかにするために、フォントデザイナーと一緒に、ロービジョンの児童生徒用の拡大教科書を作成している団体、弱視学級、盲学校等を訪問し、従来の教科書体の問題点等のヒアリングを行った。また、試作版のフォントを提供し、デザイン上の問題点等の指摘も受けた。これらのヒアリングと試用に基づき、太さや字面を出来るだけ大きくしつつも教科書体のスタイル (筆法) を維持する方略で、新しい教科書体の UD フォント (メーカーは製品化の際に UD デジタル教科書体と用いたため、本論文でもこのフォント名を用いた) の原型が完成した。

(3) 本研究の目的

教科書バリアフリー法では、拡大教科書の要件を定めた標準規格に基づいて、拡大教科書を作成するように教科書発行者 (教科書の出版社) に課している。この標準規格の中には、フォント (字体) に関する規定もあり、「読書時における文字認知のしやすさを考慮して、当分の間、ゴシック体を標準とする。ただし、ゴシック体は、正確に文字を書く学習においては幾つかの問題点を有することから、今後これらの問題点を解消することのできる字体の開発が望まれ、開発が進んだ段階においては、これを拡大教科書に採用することについて

検討する必要がある」と定められている。正確に文字を書く学習における問題点を解消することのできる字体（フォント）とは、文字認知のしやすい教科書体のことだと考えられる。そこで、本研究では、今回、開発支援を行った新しいUD教科書体が、この要件を満たしているかどうかを確認するために、表 7.14 に記載した通り、読みすさを多様な観点から実験的に検討した。

表 7.14 UD デジタル教科書体に関する実験・調査の概要

実験番号	種類	対象者	方法	参加者数
実験 7.6	ブラー・シミュレーション実験	晴眼者	MNREAD-J	18 人
実験 7.7	当事者実験	ロービジョン者	MNREAD-J	15 人
実験 7.8	ブラー・シミュレーション実験	晴眼者	一対比較法	18 人
実験 7.9	当事者実験	ロービジョン者	一対比較法	15 人

7.4.2 実験 7.6 低視力シミュレーションによる可読性評価実験

7.4.2.1 目的

本研究の目的は、低視力シミュレーションを行うために開発されたブラー・シミュレータを用い、新しく開発されたUD教科書体（UD デジタル教科書体）と従来の教科書体（イワタ教科書体、モトヤ教科書体、ユトリロ-M）や明朝体（ヒラギノ明朝体）を読書パフォーマンスの観点から比較することであった。

7.4.2.2 方法

(1) 概要

視力低下をシミュレーションする方法としては、第 5 章で作成したブラーシミュレータを用いた。実験でシミュレーションした視力は $0.71\log\text{MAR}$ （小数視力 0.2）であった。

(2) 実験参加者

実験参加者は、インフォームドコンセントを受け、研究への参加を承諾した 20 歳代から 39 歳（平均年齢 32.5 歳、標準偏差 5.73 歳）の成人 18 人であり、男性 2 人、女性 16 人であった。実験参加者の視力はいずれも $0\log\text{MAR}$ （小数視力 1.0）以上（矯正含む）で、シミュレーション条件下の平均視力は $0.71\log\text{MAR}$ （小数視力 0.2）であった。

(3) 装置

実験では、iPad Air に MNREAD-J の文章を表示する iPad 用アプリ（Rec Voice）を開発

し、実験参加者の眼から 30cm の距離に設置し、MNREAD-J の標準検査法で読書パフォーマンスを測定した。MNREAD-J に用いる文章は、7 種類用意し、フォントごと、あるいは条件ごと、実験参加者ごとにランダム化して用いた。

照度が一定になるように、実験は外光の影響を受けない完全暗室で実施し、視対象を LED ライトで照明し、照度が 650 ルクス以上 750 ルクス以下になるようにした。なお、平均照度は 696.63 ルクスであった。

(4) 実験条件

比較したフォントは、新しく開発された UD 教科書体 (UD デジタル教科書体)、従来の教科書体 3 種類 (イワタ教科書体、モトヤ教科書体、ユトリロ-M)、明朝体 (ヒラギノ明朝体) の 5 種類 (図 7.20) であった。

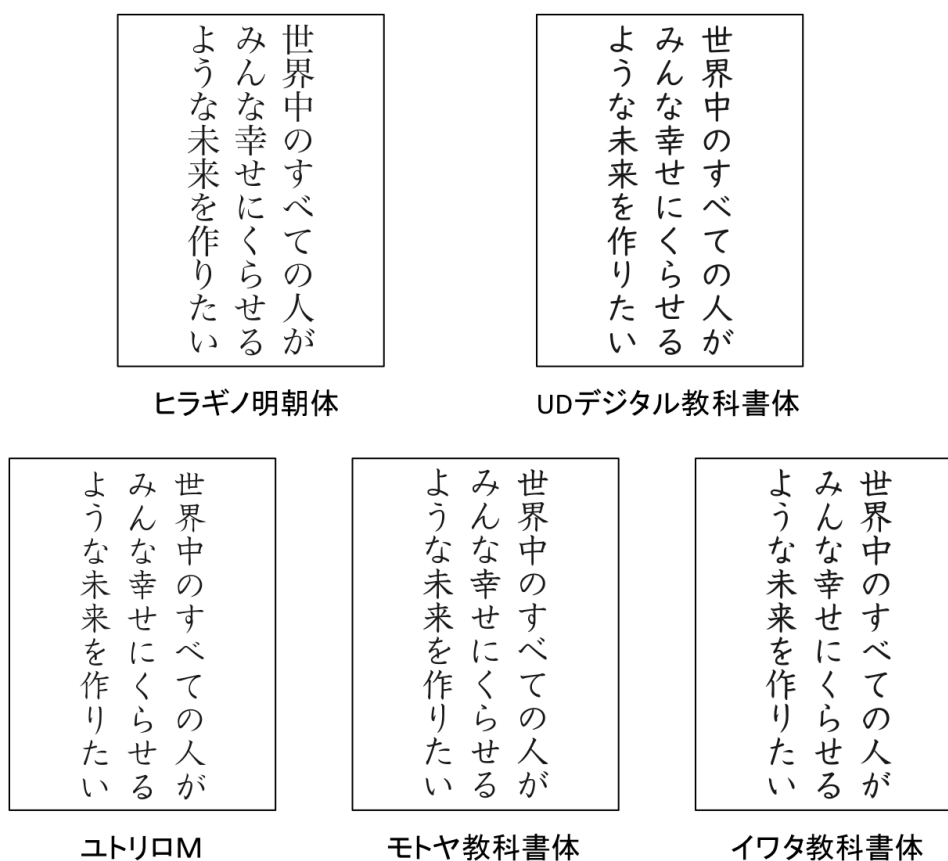


図 7.20 比較した 5 種類のフォント

7.4.2.3 結果

最大読書速度、臨界文字サイズ、読書視力について、フォント条件に関する 1 要因分散分析を行った。以下、3 つのインデックスに関する結果を示す。

(1) 最大読書速度

最大読書速度の平均値を比較した結果（図 7.21）、UD デジタル教科書体（356.13 文字／分）、ユトリロ-M（354.70 文字／分）、モトヤ教科書体（353.69 文字／分）、イワタ教科書体（349.37 文字／分）、ヒラギノ明朝体（348.31 文字／分）の順になっていたが、分散分析の結果、フォントの主効果は認められなかった（ $F(4, 17)=0.51, p>.05$ ）。

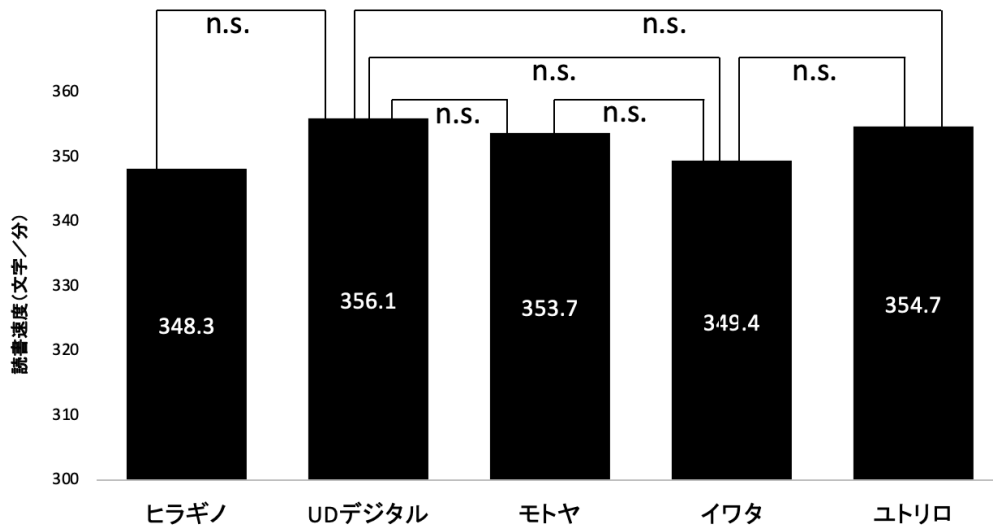


図 7.21 低視力シミュレーションにおけるフォント別最大読書速度

(2) 臨界文字サイズ

臨界文字サイズの平均値を比較した結果（図 7.22）、イワタ教科書体（0.8781logMAR）、ヒラギノ明朝体（0.8831logMAR）、モトヤ教科書体（0.8941logMAR）、UD デジタル教科書体（0.9001logMAR）、ユトリロ-M（0.9171logMAR）の順になっていたが、分散分析の結果、フォントの主効果は認められなかった（ $F(4, 17)=1.204, p>.05$ ）。

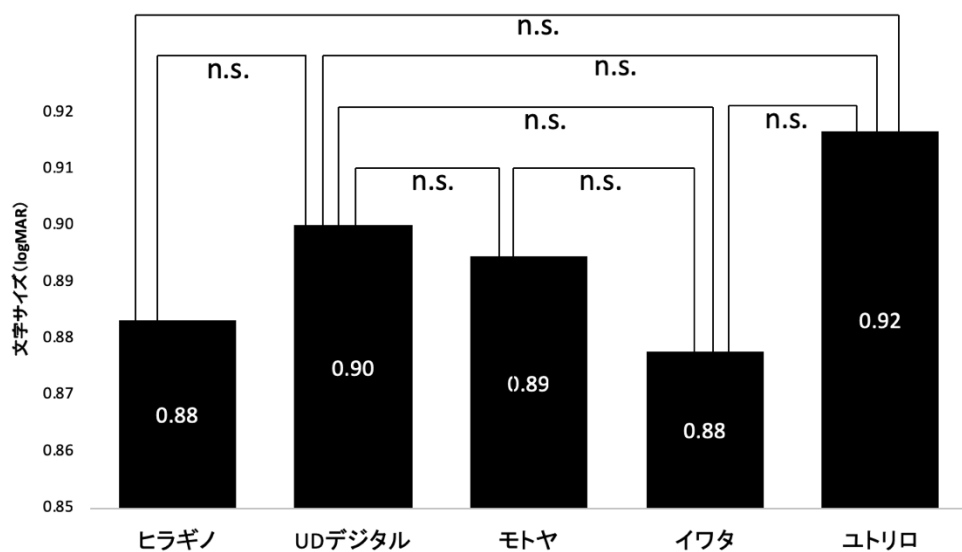


図 7.22 低視力シミュレーションにおけるフォント別臨界文字サイズ

(3) 読書視力

読書視力の平均値を比較した結果 (図 7.23)、ヒラギノ明朝体 (0.683logMAR)、イワタ教科書体 (0.689logMAR)、モトヤ教科書体 (0.698logMAR)、ユトリロ-M (0.710logMAR)、UD デジタル教科書体 (0.711logMAR) の順になっていた。分散分析の結果、フォントの主効果が有意 ($F(7, 14)=3.292, p<.05$) であり、多重比較 (Ryan's method) の結果、ヒラギノ明朝体と UD デジタル教科書体 ($t(68)=2.903, p<.05$)、イワタ教科書体と UD デジタル教科書体 ($t(68)=2.294, p<.05$)、ヒラギノ明朝体とユトリロ-M ($t(68)=2.761, p<.05$)、イワタ教科書体とユトリロ-M ($t(68)=2.152, p<.05$) に有意な差が認められた。

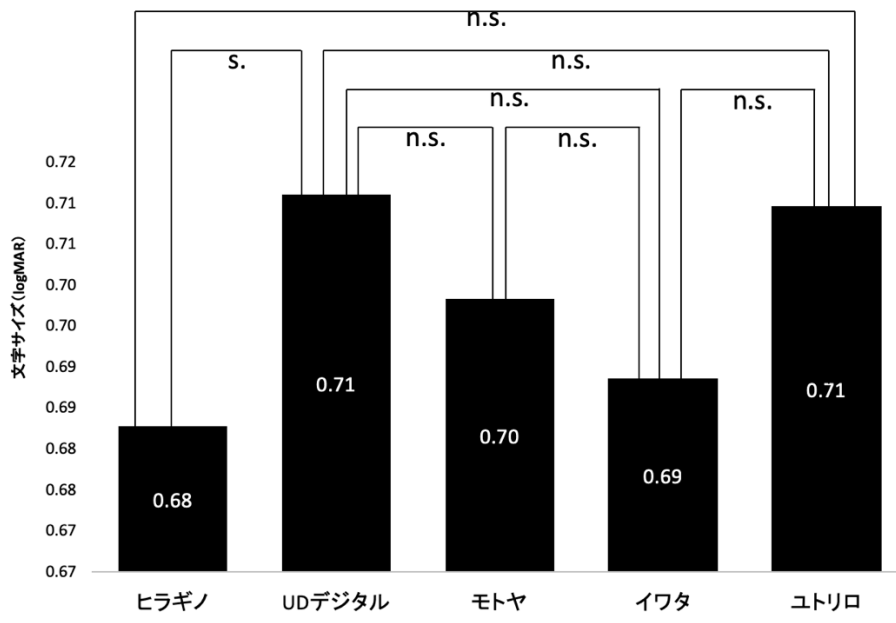


図 7.23 低視力シミュレーションにおけるフォント別読書視力

7.4.2.4 考察

MNREAD-J による読書パフォーマンス検査の結果、最大読書速度、臨界文字サイズには有意な差がなかった。読書視力では、ヒラギノ明朝体が最も効率が良かった。教科書体は、明朝体よりも、字面が小さく、線の太さも細いため、予想通りの結果となった。

UD デジタル教科書体と従来の他の教科書体とを比較した結果、読書パフォーマンスの観点では、違いがないことが見出された。

7.4.3 実験 7.7 ロービジョン者を対象とした可読性評価実験

7.4.3.1 目的

実験 7.6 の低視力シミュレーション実験の結果、新しいUD教科書体は、他の教科書体と読書パフォーマンスに違いがなかった。そこで、実際のロービジョン者でも同様の結果になるかどうかを確認するために、ロービジョン者を対象に読書パフォーマンスを測定した。

7.4.3.2 方法

MNREAD-J による読書パフォーマンスに関する実験は、ブラー・シミュレーションを使わず、実験参加者をロービジョン者 15 人（男性 10 人、女性 5 人；年齢は 19～50 歳で平均年齢は 30.4 歳、視力は 1.71logMAR [小数視力 0.02] から 0.31logMAR [小数視力 0.5] で平均視力は 1.01logMAR [小数視力 0.1] であった）にした以外は、実験 7.6 と同様であった。実験

終了後、各フォントの見やすさに関するヒアリングを実施した。

7.4.3.3 結果

(1) 最大読書速度

最大読書速度の平均値を比較した結果（図 7.24）、UD デジタル教科書体（233.31 文字／分）、モトヤ教科書体（223.43 文字／分）、ヒラギノ明朝体（222.03 文字／分）、イワタ教科書体（215.89 文字／分）、ユトリロ-M（206.19 文字／分）の順になっていた。分散分析の結果、フォントの主効果があった（ $F(4, 14)=5.736, p<.01$ ）。多重比較の結果、UD デジタル教科書体が最も速度が速く、モトヤ教科書体以外のすべてのフォントとの間に有意な差があった。

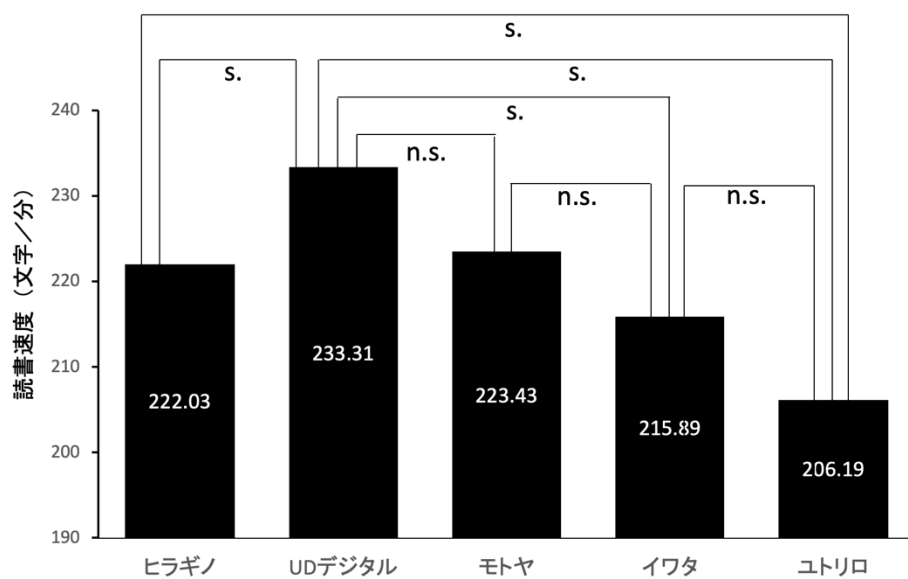


図 7.24 ロービジョン者のフォント別最大読書速度

(2) 臨界文字サイズ

臨界文字サイズの平均値を比較した結果（図 7.25）、イワタ教科書体（1.045logMAR）、UD デジタル教科書体（1.052logMAR）、ユトリロ-M（1.052logMAR）、モトヤ教科書体（1.065logMAR）、ヒラギノ明朝体（1.085logMAR）の順になっていたが、分散分析の結果、フォントの主効果は認められなかった（ $F(4, 14)=0.717, p>.05$ ）。

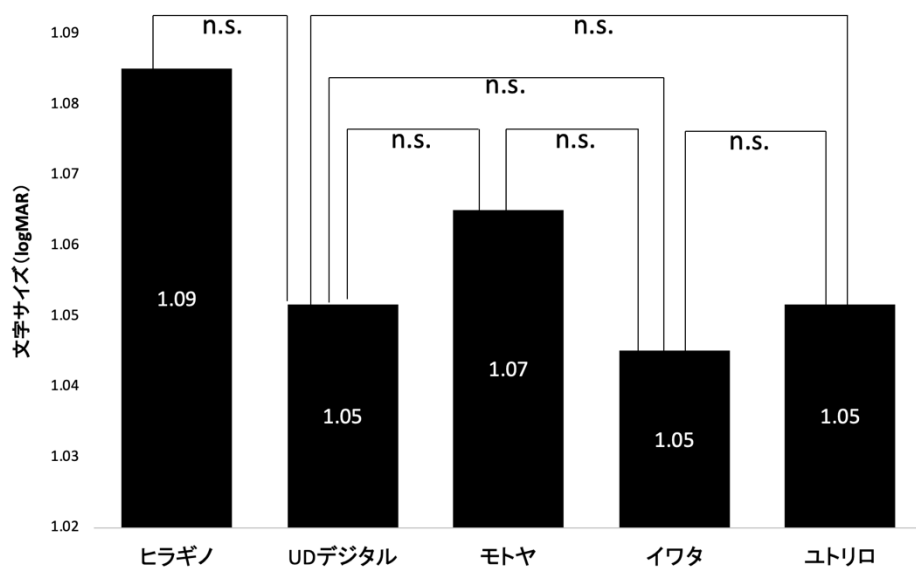


図 7.25 ロービジョン者のフォント別臨界文字サイズ

(3) 読書視力

読書視力の平均値を比較した結果 (図 7.26)、ユトリロ-M (0.804logMAR)、UD デジタル教科書体 (0.819logMAR)、モトヤ教科書体 (0.824logMAR)、イワタ教科書体 (0.828logMAR)、ヒラギノ明朝体 (0.836logMAR) の順になっていたが、分散分析の結果、フォントの主効果は認められなかった ($F(4, 14)=0.454, p>.05$)。

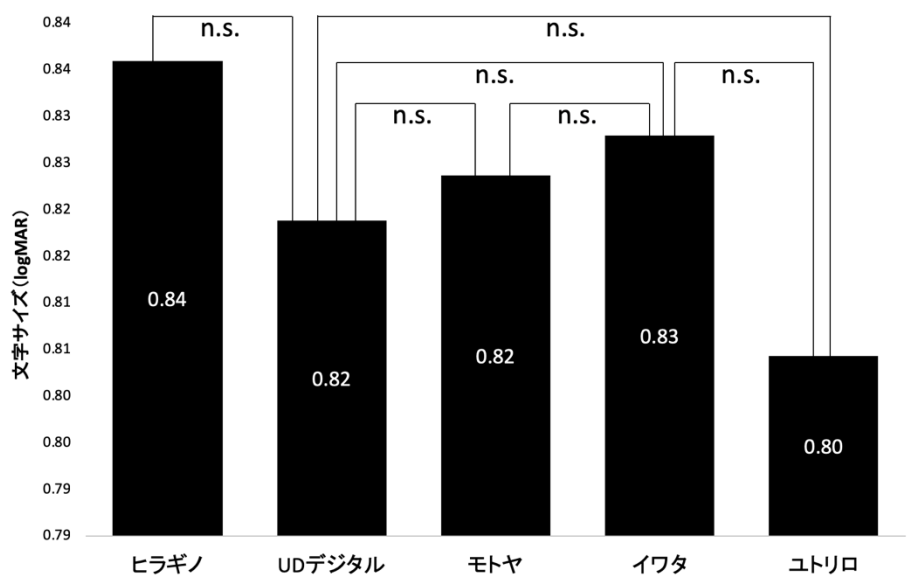


図 7.26 ロービジョン者のフォント別読書視力

(4) ヒアリング

UD デジタル教科書体は、ある程度の文字サイズまではとても読みやすいが、文字サイズが小さくなると、すぐに文字がつぶれてしまい読めなくなってしまうという意見が多かった。

7.4.3.4 考察

ロービジョン者の MNREAD-J による読書パフォーマンス検査の結果、最大読書速度のみに有意な差があった。最も読書速度が速かったのは、UD デジタル教科書体とモトヤ教科書体であった。シミュレーション実験では、最大読書速度には、差がなかったが、実際のロービジョン者では、UD デジタル教科書体やモトヤ教科書体の評価が高いことが明らかになった。一方、シミュレーション実験では、読書視力に有意な差が観察されたが、ロービジョン者では、差が見られなかった。シミュレーションとロービジョン者との結果の違いは、視力が異なることが原因だと考えられる。シミュレーションの平均視力は $0.71\log\text{MAR}$ (小数視力 0.2)、ロービジョン者の平均視力は $1.01\log\text{MAR}$ (小数視力 0.1) で、ロービジョンの方が低視力であった。この結果から推測すると、視力が比較的高いときには、フォント間での最大読書速度の差はほとんどないが、視力が低くなる程、差が大きくなるのではないかと考えられる。一方、読書視力は、視力が高いシミュレーション条件では差が大きく、視力が低いロービジョン者では差が小さくなっていた。この逆転現象は、ヒアリングの際に報告があった「ある程度の文字サイズまではとても読みやすいが、文字サイズが小さくなると、すぐに文字がつぶれてしまい読めなくなってしまう」という内観から理解すると、UD デジタル教科書体は線幅が太いため、読書視力のような読むことが出来る最小の文字サイズでは、判別が困難になるために生じると考えられる。

7.4.4 実験 7.8 低視力シミュレーションによる尺度構成実験

7.4.4.1 目的

実験 7.7 の結果、MNREAD-J を用いたパフォーマンス評価実験では、UD デジタル教科書体は、他の教科書体よりも読書のパフォーマンスが高い傾向があることが明らかになったが、統計的に有意な差は確認されなかった。しかし、実験参加者に対するインタビューでは UD デジタル教科書体が他のフォントよりも読みやすいという内観があった。そこで、実験参加者の主観的な読みやすさを一対比較法を用いて尺度化した。

7.4.4.2 方法

(1) 概要

本研究では、一対比較法のシェッフェの方法・中屋の変法（一人の実験参加者がすべての左右の入れ替えをせずに、すべての組み合わせを、評定尺度を用いて判断させるモデル）を用いて、フォントの「読みやすさ」の評価実験を実施した。

(2) 実験参加者

実験参加者は、視力の正常な晴眼者 18 人で、ブラーシミュレータを用いて、視力を 0.71logMAR（小数視力 0.2）に低下させた状態で実験を実施した。

(3) 装置

実験に用いた iPad は、iPad Air で、実験参加者の眼から 30cm の距離に設置した。照度が一定になるように、実験は外光の影響を受けない完全暗室で実施し、LED ライトで照明し、照度が 650 ルクス以上 750 ルクス以下になるようにした。

(4) 実験条件

iPad を用いて実験を実施するために、iPad で動作するアプリ「Paired Comp」を独自に開発した。本アプリでは、5 種類のフォントのすべての組み合わせをランダムに提示することが可能であった。

比較したフォントは、UD デジタル教科書体、イワタ教科書体、モトヤ教科書体、ユトリロ-M、ヒラギノ明朝体の 5 種類で、高等学校の国語（図 7.27）の教科書の文章を用いた。文字サイズは拡大教科書で最も標準的に用いられている 22 ポイントとした。

(5) 手続き

実験参加者の課題は、画面の左右に提示されたフォントの異なる文章を比較し、いずれのフォントが、どの程度、読みやすいかを、5 段階で評価することであった。1 試行は 10 回で、それぞれ 15 回の繰り返しを行った。

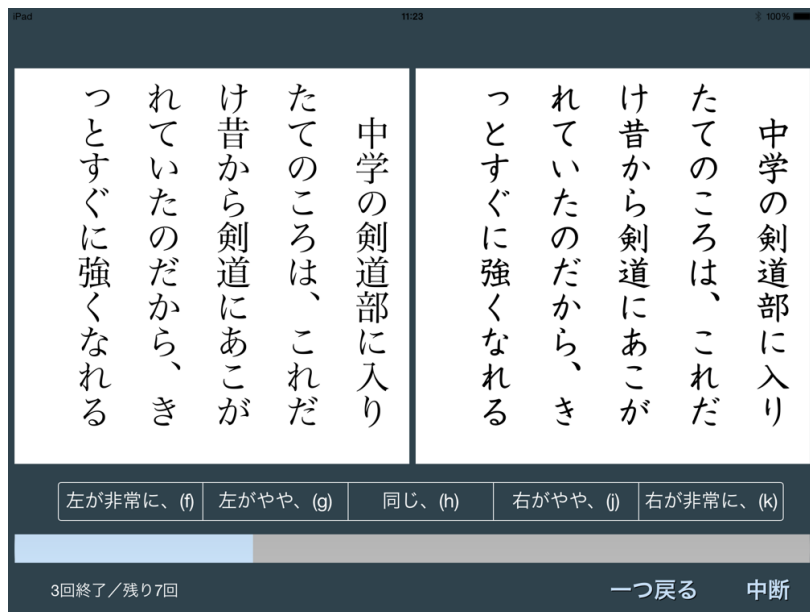


図 7.27 一対比較法によるフォントの読みやすさ評価の例

7.4.4.3 結果

各実験参加者の 15 試行分のデータについて、一意性の検定を行った。そして、一貫性のある判断が 8 回以上得られなかった実験参加者のデータを除外した。その結果、9 人が一貫性のある判断を行っていた。

この一貫性のある判断を繰り返すことが出来た 9 人のデータ (15 回の繰り返しの内、一意性の検定にパスした最後のデータ) を使って、尺度値を計算した結果を図 7.28 に示した。分散分析の結果、フォントの主効果が認められた ($F(4, 48)=18.15, p<.01$)。ヤードスティック解析を用いて多重比較を行った結果を表 7.15 に示した。UD デジタル教科書体はヒラギノ明朝体やユトリロよりも有意に読みやすいことが明らかになったが、イワタ教科書体やモトヤ教科書体との間には、統計的に有意な差は認められなかった。

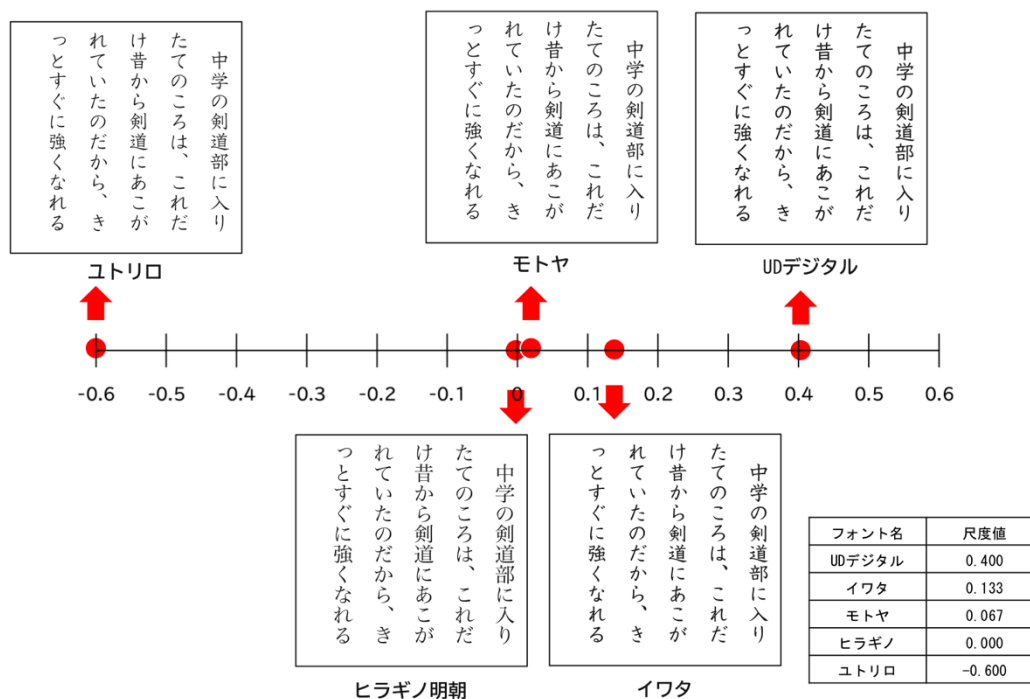


図 7.28 晴眼者ブルー条件での読みやすさの尺度値

表 7.15 晴眼者ブルー条件での読みやすさの多重比較の結果

	UD デジタル	イワタ	モトヤ	ヒラギノ	ユトリロ
UD デジタル	-			*	**
イワタ		-			**
モトヤ			-		**
ヒラギノ	*			-	**
ユトリロ	**	**	**	**	-

* $p < .05$, ** $p < .01$

個人差を検討するために、各実験参加者ごとに、「読みやすさ」の順位（各個人が実施した8～15回の一対比較のデータに基づいて、順位を算出）を求めた結果を表 7.16 にまとめた。その結果、第1位に評定されたフォントはUD デジタル教科書体が5人と最も多く、ヒラギノ明朝体が3人、イワタ教科書体が1人という結果であった。

表 7.16 晴眼者ブラー条件で各個人が評定した読みやすさの順位

	教科書体				明朝体
	UD デジタル	イワタ	モトヤ	ユトリロ	ヒラギノ
1 位	5	1	0	0	3
2 位	2	5	1	1	0
3 位	0	1	7	1	0
4 位	0	2	1	2	4
5 位	2	0	0	5	2

7.4.4.4 考察

実験 7.7 の MNREAD-J を用いたパフォーマンス評価実験では、フォント間に大きな差が出なかったが、実験参加者の内観報告では、UD デジタル教科書体が読みやすいという回答が得られていた。そこで、本実験では、一対比較法を用いて読みやすさの尺度化を行った。その結果、今回、比較したフォントの中で、UD デジタル教科書体は最も読みやすいフォントであることが見出された。多重比較の結果、第 2 位のイワタ教科書体モトヤ教科書体と統計的に有意な差は認められなかったが、ヒラギノ明朝体との間に有意な差が認められたのは、UD デジタル教科書体のみであった。

晴眼者ブラー条件全体での尺度値以外に、個別に評定結果を比較した結果においても UD デジタル教科書体の順位が最も高かった。個人の評定の結果、読みやすさの第 1 位として評定されたフォントは、UD デジタル教科書体が 5 人と最も多く、ヒラギノ明朝体が 3 人、イワタ教科書体が 1 人という結果であった。

教科書体は、字面が小さく、構成線分が細いため、明朝体よりも低く評価されることが多いが、UD デジタル教科書体は教科書体でありながら、明朝体よりも高く評価されていることが明らかになった。

7.4.5 実験 7.9 ロービジョン者を対象とした尺度構成実験

7.4.5.1 目的

実験 7.8 の低視力シミュレーション実験で各フォントを読みやすさを尺度化した結果、UD デジタル教科書体が読みやすいことが明らかになった。そこで、本研究では、ロービジョン者でも同様の結果が得られるかどうかを確認するために、晴眼者ブラー条件と同様に、一対比較法を用いて読みやすさの尺度化を行った。

7.4.5.2 方法

実験 7.8 と同様の対比較法を用いた実験をロービジョン者 15 人（男性 10 人、女性 5 人；年齢は 19～50 歳で平均年齢は 30.4 歳、視力は 1.7logMAR [小数視力 0.02] から 0.3logMAR [小数視力 0.5] で平均視力は 1.0logMAR [小数視力 0.1] であった）を実験参加者にして実施した。なお、ロービジョン者の視力が多様であることを考慮し、教科書サンプルの文字サイズを、12、18、22、26 ポイントの 4 種類を用意し、読むことが出来る文字サイズを選択させた上で、実験を実施した。

7.4.5.3 結果

各実験参加者の 15 試行分のデータについて、一意性の検定を行った。そして、一貫性のある判断が 8 回以上得られなかった実験参加者のデータを除外した。その結果、15 人全員が一貫性のある判断を行っていた。

この一貫性のある判断を繰り返すことが出来た 15 人のデータ（15 回の繰り返しの内、一意性の検定にパスした最後のデータ）を使って、尺度値を計算した結果を図 7.29 に示した。分散分析の結果、フォントの主効果が認められた ($F(4, 84)=38.99, p<.01$)。ヤードスティック解析を用いて多重比較を行った結果（表 7.17）、UD デジタル教科書体は、他のフォントよりも有意に読みやすかった。

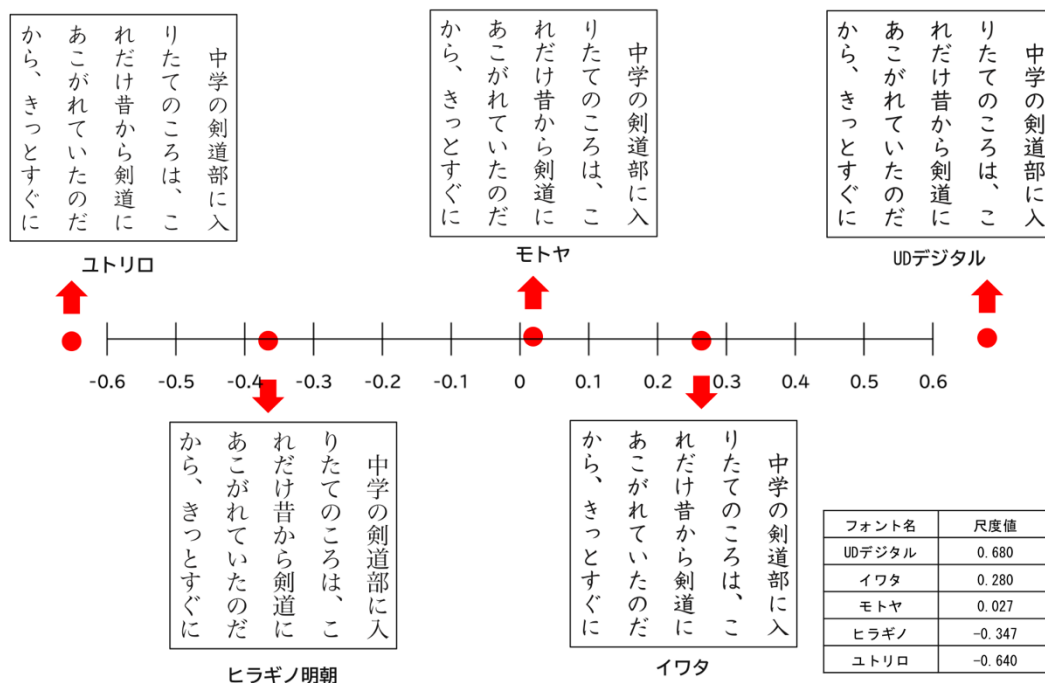


図 7.29 ロービジョン者の読みやすさの尺度値

表 7.17 ロービジョン者の読みやすさの多重比較の結果

	UD デジタル	イワタ	モトヤ	ヒラギノ	ユトリロ
UD デジタル	-	**	**	**	**
イワタ	**	-		**	**
モトヤ	**		-	*	**
ヒラギノ	**	**	*	-	**
ユトリロ	**	**	**	**	-

* $p < .05$, ** $p < .01$

個人差を検討するために、各実験参加者ごとに、「読みやすさ」の順位（各個人が実施した8～15回の対比較のデータに基づいて、順位を算出）を求めた結果を表 7.18 にまとめた。その結果、第 1 位に評定されたフォントは UD デジタル教科書体が 14 人と最も多く、ヒラギノ明朝体が 1 人という結果であった。

表 7.18 ロービジョン者が評定した個人の読みやすさの順位

	教科書体				明朝体
	UD デジタル	イワタ	モトヤ	ユトリロ	ヒラギノ
1 位	14	0	0	0	1
2 位	0	11	2	1	1
3 位	0	1	11	0	3
4 位	1	2	2	7	3
5 位	0	1	0	7	7

7.4.5.4 考察

ブラスシミュレータを用いて晴眼者の視力を 0.7logMAR（小数視力 0.2）程度に低下させてシミュレーション実験（実験 7.8）を実施した結果、UD デジタル教科書体が他の教科書体フォントよりも読みやすい傾向があることが明らかになった。そこで、ロービジョン者でも同様の結果が得られるかどうかを確認するために、視力が 1.7logMAR [小数視力 0.02] から 0.3logMAR [小数視力 0.5]（平均 1.0logMAR [小数視力 0.1]）のロービジョン者を対象にフォントの読みやすさに関する尺度構成実験を行った結果、構成された尺度は、シミュレーション実験と同じ順序になることが明らかになった。多重比較の結果、シミュレーション実験では、UD デジタル教科書体イワタ教科書体モトヤ教科書体の間に統計的に有意な差が見ら

れなかったが、ロービジョン実験ではUD デジタル教科書体と他のすべてのフォントとの間に統計的に有意な差があった。

UD デジタル教科書体が他のフォントよりも評価が高かった理由を分析するために、各フォントの詳細なサイズを計測した。比較には、「中」の文字を用い、字面（文字高、文字幅、字面面積）、線幅（縦線分、横線分）をアドビ社の Illustrator CC 2019 で、文字面積（文字を構成しているピクセル数）を Photoshop CC 2018 で計測した。計測は3人の評定者が個別に実施し、その平均を表 7.19 に示した。その結果、UD デジタル教科書体は、字面（printing surface）は小さいけれども、文字を構成する線分（stroke）の幅が他のフォントよりも太かった。ロービジョン者の尺度値との相関係数を求めたところ、文字高が 0.17、文字幅が-0.15、字面面積が-0.08、縦線分の太さが 0.87、横線分が 0.78、文字面積が 0.97 であった。この結果から、読みやすいフォントは、構成線分の太さ（文字面積）が重要であることが予測出来た。この結果は、スタイルとウェイトが日本語フォントの読みやすさに与える影響を検討した大西・小田(2017)の研究と一致していた。

表 7.19 各フォントのサイズ（22 ポイント：仮想ボディ文字高 7.7mm）

フォント名	字面			縦線の太さ (mm)	横線の太さ (mm)	文字面積 (pixel)
	文字高 (mm)	文字幅 (mm)	面積 (mm ²)			
UD デジタル	6.94	5.62	39.00	0.59	0.50	1796.0
イワタ	6.80	6.47	44.02	0.56	0.42	1750.0
モトヤ	7.06	6.22	43.87	0.51	0.35	1539.0
ヒラギノ明朝	7.06	6.16	43.44	0.54	0.17	1491.0
ユトリロ	6.74	5.88	39.65	0.41	0.33	1361.0

多重比較の結果、ロービジョン実験でUD デジタル教科書体と他のすべてのフォントとの間に有意差が見られた原因を分析するために、ロービジョン者の個人別の「読みやすさ」の尺度値を求め、視力との関係を分析した（表 7.20）。ロービジョン実験では、シミュレーション実験よりも低視力の実験参加者が多かったが、読みやすいフォントの順位は、視力で決定できるわけではないことが見出された。

表 7.20 ロービジョン者の視力と個人別の「読みやすさ」の尺度値

No	小数視力	UD デジタル	イワタ	モトヤ	ユトリロ	ヒラギノ
1	0.04	0.386	0.386	0.114	-0.286	-0.600
2	0.13	0.536	-0.312	-0.144	-0.544	0.464
3	0.04	-0.660	-0.700	-0.100	0.500	0.960
4	0.05	0.667	0.222	0.207	-0.311	-0.785
5	0.08	0.722	0.033	0.289	-0.500	-0.544
6	0.06	0.533	-0.107	0.240	-0.720	0.053
7	0.5	1.107	0.547	-0.240	-1.013	-0.400
8	0.2	0.960	0.720	-0.053	-0.800	-0.827
9	0.3	0.965	0.165	0.024	-0.718	-0.435
10	0.1	0.987	0.487	-0.100	-0.893	-0.480
11	0.1	0.991	0.091	-0.218	-0.845	-0.018
12	0.13	0.900	0.240	-0.287	-0.727	-0.127
13	0.16	0.632	0.432	-0.040	-0.304	-0.720
14	0.02	0.693	0.507	0.080	-0.440	-0.840
15	0.16	1.233	0.827	-0.073	-0.960	-1.027

7.5 まとめ

ロービジョン者にとって効果的な読書環境を構築する際、フォントは重要な要件である。ロービジョン者の読書においてフォントの影響があることは良く知られており、欧文ではサンセリフが、和文ではゴシック体の方が読みやすいと言われてきた。また、同じゴシック体でも、様々な種類のフォントが存在しており、どのフォントがロービジョン者の読書に適しているかを検討する必要があるがあった。特に、近年、UD フォントと呼ばれる製品が増えているが、ロービジョン者の読書に適しているかどうかに関するエビデンスが必要とされていた。

本研究では、ロービジョン者の視認性や可読性を考慮した UD フォントを開発するためのプロセスについて提案を行い、提案したプロセスに基づいて、新しくゴシック体と教科書体の UD フォントを試作し、評価を行った。ゴシック体についてはシミュレーション実験を 3 種類（晴眼成人 78 人）、ロービジョン者を対象とした調査を 1 種類（ロービジョン生徒 272 人）、ロービジョン者を対象とした実験を 2 種類（ロービジョン生徒 142 人）を実施した結果、今回試作した UD フォントが従来のフォントよりも読書効率が高く、主観的にも読みやすいことが確認された。また、ゴシック体の UD フォントの作成方法が、ロービジョン者に

とって読みにくいと考えられてきた教科書体を、読みやすいフォントにデザインする際に有効であるかどうかについても検討した。ブラーシミュレータを用いた 2 種類のシミュレーション実験（36 人）と 2 種類のロービジョンの当事者実験（ロービジョン者 30 人）を実施した結果、新たに開発した UD デジタル教科書体が読みやすいフォントであることが確認出来た。UD フォントの読みやすさがフォントのどのような特徴によって決まっているかを特定するために、各フォントの要素との関係を分析した結果、UD フォントは、他のフォントと比べ、文字を構成している線分 (stroke) の幅が太く、文字面積（文字を構成しているピクセル数）が広いことが見出された。

第8章 視野狭窄による見えにくさを軽減する環境としてのコンデンスフォント

8.1 問題の背景と研究の目的

(1) 個人因子として視野狭窄のあるロービジョン者が遭遇する問題

ロービジョン者の読書を妨げる個人要因として、視野狭窄がある。効率的に読書を行うためには、1文字ずつではなく、複数の文字をまとめて読む必要があり、同時に処理出来る文字数が影響を及ぼすと考えられる。同時に処理できる文字数が減少すると、読書の効率が低下することがわかっている。そこで、第6章で、同時に処理できる文字数を評価するためのツールとして「文字処理有効視野評価アプリ」を開発した。文字処理有効視野評価アプリを用いれば、文字処理に使える視野の広さを把握することが出来、縦書きと横書きのどちらの文章を効率的に読むことができるかが予測出来る。しかし、障害の社会モデルの観点から考えると、視野狭窄という個人因子が読書の阻害因子になっている人に対して、環境因子をコントロールして、読書の効率を向上させる必要がある。

(2) 狭い視野内の情報を増やす方法

同時に処理出来る文字数が少ないロービジョン者の読書環境を改善するためには、限られた視野に出来るだけ多くの文字情報を提示する必要がある。しかし、単純に文字を横方向に圧縮すると、縦線分が細くなってしまい（図8.1）視認性に影響が出ると考えられる。

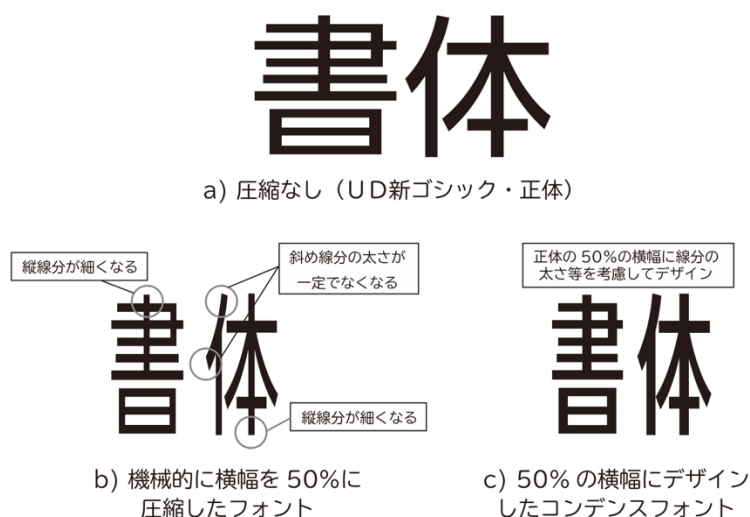


図8.1 機械的な横圧縮とコンデンスフォントの差異

(3) 和文フォントの特徴

和文文字は、通常、正方形のフレーム（仮想ボディ）内に文字をデザインされ、文字サ

イズは文字の高さで示される（板谷・大里・清原・トモ, 2013）。和文文字は、欧文文字と比較すると、約2倍の横幅を必要とする。そのため、横幅が固定されている領域に文字を配置する際、情報量を増やすためには文字サイズを小さくしなければならず、読みやすさを向上させるためには情報量を減らさなければならないというトレードオフを考える必要がある。

(4) 文字幅の狭い和文フォントに対するニーズ

文字をレイアウトする際に、横幅に制限がある事例は、薬品等の効能や成分表示等のパッケージのデザイン、漢字や外国語等へのルビのデザイン、年表や商品比較等の表形式のデザイン等、日常生活では比較的遭遇することが多い。このような制限がある中、文字を水平方向に圧縮する長体変形（大崎, 2013）は、限られたスペースに文章を配置したり、ルビを表示する際に有効だと考えられてきた。また、視野狭窄のあるロービジョン者にとっては、制限された視野内により多くの情報を表示することができるため、その効果が期待できる。しかし、文字を水平方向に機械的に圧縮（長体変形）すると、縦画と横画でゆがみが生じるため、文字を構成する線分の太さを一定に保ったコンデンスフォント、特に、UDフォントのコンデンス化が切望されていた。

(5) 本研究の目的

本研究の目的は、長体変形を考慮してデザインされたコンデンスフォント（図8.2）の可視性（legibility）や可読性（readability）について、ブラーシミュレーションを用いて検討することであった。

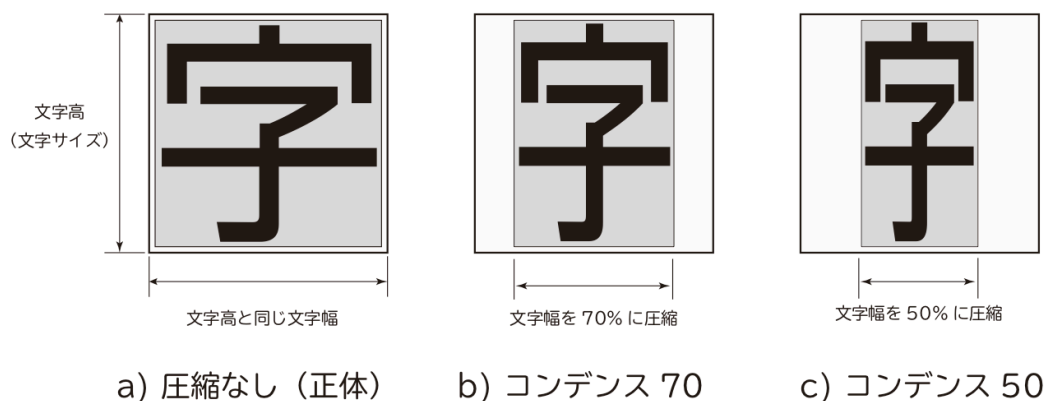


図 8.2 コンデンスフォントの構造

8.2 実験 8.1 長体率が可視性に及ぼす影響

8.2.1 目的

本研究の目的は、長体変形を考慮してデザインされたコンデンスフォントが、横幅の同じサイズのフォントと比較して読みやすいかどうか、また、長体率が可視性 (legibility) にどのような影響を及ぼすかを、低視力 (ブラー) シミュレーションを用いて検討することであった。

8.2.2 方法

(1) 概要

本研究では、コンデンスフォントの長体率が可視性に及ぼす影響を調べるため、低視力シミュレーションを用いた認知閾測定実験を実施した。

(2) 実験参加者

実験参加者は、視覚障害がなく、視力が 1.0 以上の成人を募集した。応募者に対して、視力検査 (はんだや製 logMAR 近点視力表) と屈折検査 (ニデック製オートレフラクトメーターAR-360A を使用) を実施し、屈折矯正が適切に実施されており、小数視力が 1.0 (0.0logMAR) 以上ある成人 10 人を選定した。なお、実験参加者の年齢は 29~37 歳 (平均 33.8 歳) であった。

(3) 装置

実験参加者の視力及びシミュレーションによる視力を評価するために、ログマー近点視力表 (はんだや製) を用いた。

視力低下をシミュレーションする方法として、第 5 章で開発したブラーシミュレータを用いた。小数視力が 0.2 程度になる位置にフィルタを設置した。

可視性の評価方法として、文字の認知閾を求める方法を用いた。そのために、ウインドウズ OS で動作する「文字同定閾値測定ソフトウェア」を独自に開発した。本ソフトウェアは、画面の中央に提示した文字 (文字列) が同定できる最小の文字サイズ (閾値) を測定するソフトウェアである。認知閾の測定には、低視力シミュレーションでは明らかに見えない文字サイズ (8 ポイント) から提示を開始し、視認できない、もしくは、誤答した場合には、1 ポイントずつ文字サイズを大きくして、ギリギリ視認できる文字サイズを求めるという方法を用いた。視距離が 30cm になるように、実験参加者の顔面はあご台を用いて固定した。用いた PC は NEC 製 LaVie LS5501C、ディスプレイは FlexScan T966 で、文字領域の平均輝度は 1.09cd/m^2 、背景領域の平均輝度は 83.0cd/m^2 、コントラストは 0.97 であった。

(4) 実験条件

文字を水平方向に機械的に圧縮（長体変形）すると、縦画と横画でゆがみが生じる。そこで、本研究では、文字を構成する線分の太さは一定に保ち、骨格のバランスを最適化してデザインされた新しいフォントを用いた。比較したフォントは、モリサワ製のUD新ゴシック・ウエイトR（正体）、横幅を原フォントの70%に圧縮したコンデンス70（長体率70%）、横幅を原フォントの50%に圧縮したコンデンス50（長体率50%）の3種類であった（図8.3）。

検証した文字種は、ルビや成分表示等を想定し、数字、英字・小文字、英字・大文字、ひらがな文字の4種類とした。同じ文字種であっても、用いる文字によって可視性は異なると考えられる。ところが、すべての文字について検証を行うと、英字やひらがな文字は種類が多いため、繰り返しが増え、実験参加者の負担が大きくなると考えられる。そこで、本実験では、デザイナーが文字を作成する際に、混同しないように工夫してデザインしている文字を基準に検証する文字を文字種ごとに選択した。しかし、ターゲット文字だけを繰り返し提示すると、ランダムに提示しても予測がつくため、分析の対象にはしないダミー文字をランダムに混ぜた。以下、文字種ごとのターゲット文字とダミー文字を示した。各文字種・各ターゲット文字の繰り返しは10回で、数字では100試行、英字・小文字では50試行、英字・大文字では50試行、ひらがな文字では60試行の認知閾測定実験を行った。なお、英字・小文字のターゲット文字に選んだ「l」（エル）は圧縮の影響を受けにくい文字だと考えられるが、「i」（アイ）や「j」（ジェイ）と混同される可能性が高いため選択した。

- ・数字：0～9まですべてをターゲット文字及びダミー文字とした。
- ・英字・小文字：ターゲット文字は「a, e, g, l, y」で、ダミー文字として「b, c, d, f, h, i, j, k, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, z」を用いた。
- ・英字・大文字：ターゲット文字は「C, J, O, R, S」で、ダミー文字として「A, B, D, E, F, G, H, I, K, L, M, N, P, Q, T, U, V, W, Y, Z」を用いた。
- ・ひらがな文字：ターゲット文字は「き, ご, な, ぱ, や, り」で、ダミー文字として「あ, え, が, ぐ, し, ず, ぞ, て, ぬ, ひ, ぷ, ぺ, ま, む, も, る, わ, を, ん」を用いた。

8.2.3 結果

(1) シミュレートした視力

ブラーシミュレータでシミュレートした視力の実測値は、 $0.81\log\text{MAR}$ （小数視力0.16）

から 0.71logMAR (小数視力 0.2) で、平均 0.76logMAR (小数視力 0.18) であった。

(2) 認知閾

認知閾は、分析対象であるターゲット文字の視認可能文字サイズの算術平均とした。図 8.3 には数字、図 8.4 には英字・小文字、図 8.5 には英字・大文字、図 8.6 にはひらがな文字別の認知閾を図示した。図中に示した検定の結果は、対応のある 1 元配置分散分析でフォントによる認知閾の間に差があるかどうかを分析した結果である (多重比較には Ryan 法を用いた)。

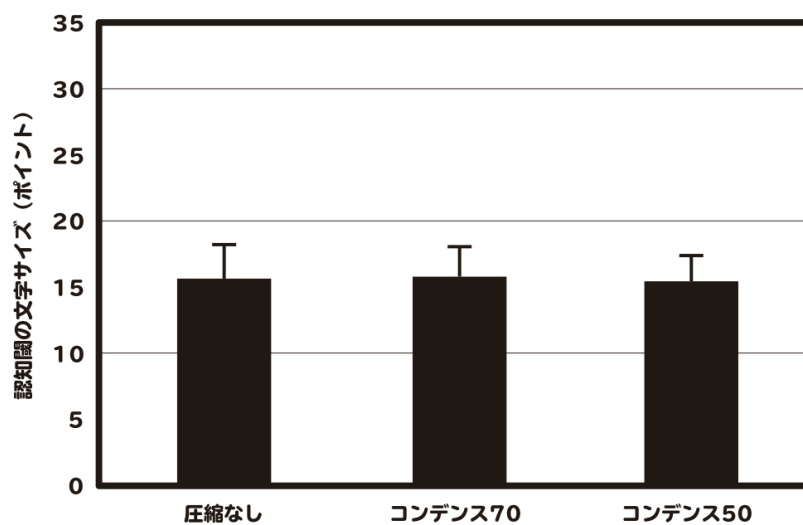


図 8.3 数字の認知閾

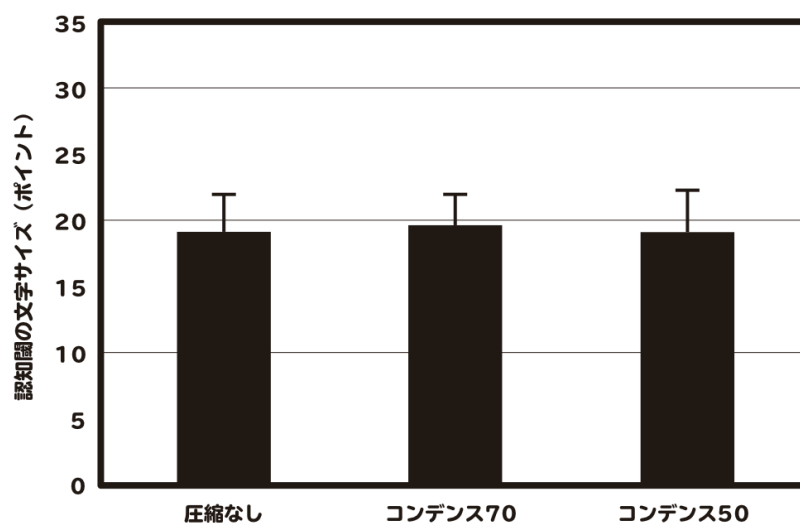


図 8.4 英字小文字の認知閾

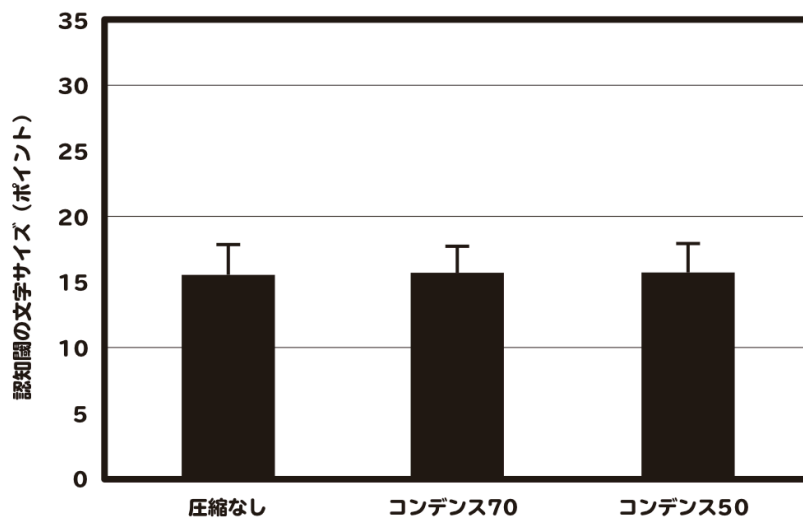


図 8.5 英字大文字の認知閾

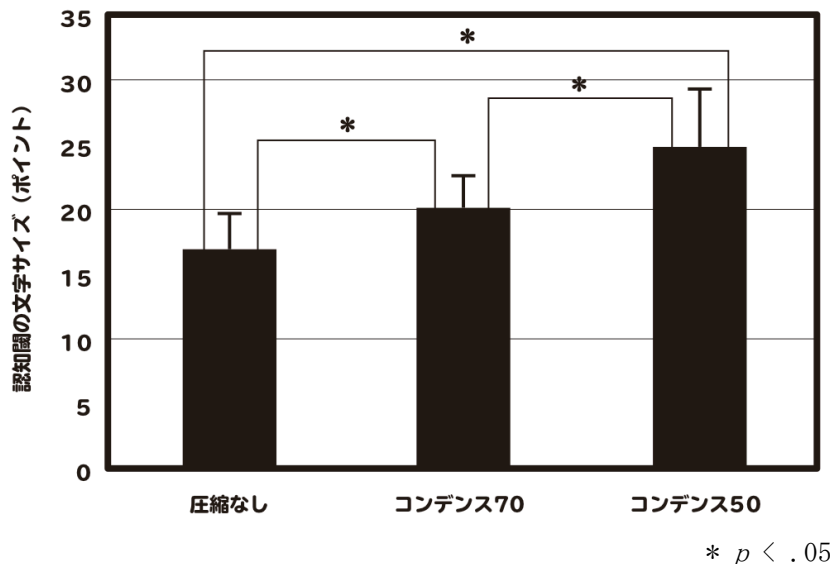


図 8.6 ひらがな文字の認知閾

図及び分散分析の結果より、ひらがな文字以外は、統計的に有意な差がなかった。つまり、数字や英字の場合には、長体率を50%にしても（横幅を50%まで圧縮しても）認知閾に差がないことが明らかになった。一方、ひらがな文字の場合には、圧縮率が高くなるほど、認知閾が低下することが明らかになった。分散分析を用いてフォントによって認知閾の間に差があるかどうかを検討した結果、 $F(2, 59) = 83.85$ ($p < .01$) で有意な差があった。Ryan法で多重比較を行った結果、すべてのフォント間に有意な差があることが明らかになった。

8.2.4 考察

実験の結果、数字や英字（小文字・大文字）は、長体率 50%、つまり、文字の横幅が半分になるまで圧縮しても可視性は低下しないことが明らかになった。日本語の文章をレイアウトする際、慣例として英数字は半角（50%圧縮条件に相当）にされているが、本実験の結果から、英数字を半角にしても可視性に影響がないことが示唆された。

ひらがな文字の場合、コンデンスにすると視認性が低下することが明らかになった。しかし、視認性の低下は、横幅が同じ文字ほどではなかった。例えば、「圧縮なし」で 10 ポイントの文字は、「コンデンス 70」では横幅が 7 ポイント、「コンデンス 50」では横幅が 5 ポイントの文字に相当する。もし、横幅でひらがな文字の可視性が決まると仮定（以下、横幅仮説と呼ぶ）すると、「圧縮なし」の認知閾と比較すると、「コンデンス 70」では約 1.4 倍、「コンデンス 50」では 2 倍になるはずである。ところが、本実験の結果では、「コンデンス 70」で 1.19 倍、「コンデンス 50」で 1.47 倍であり、横幅仮説よりも小さな文字サイズで視認できていた。つまり、ひらがな文字は、コンデンスフォントにすると可視性が低下するが、同じ横幅の文字と比較すると、縦に長い分、可視性が向上することが示唆された。

次に、文字を横方向に圧縮することで、1 行あたりの文字数を節約できるかどうかという観点で検討を行った。ひらがな文字の認知閾は、「圧縮なし」では 16.92 ポイント、「コンデンス 70」では 20.12 ポイント、「コンデンス 50」では 24.83 ポイントであった。この文字サイズは、文字高で表現されているので、1 ポイントを 0.35mm として、文字高と文字幅の両方を計算すると、「圧縮なし」の場合には文字高も文字幅も 5.92mm に、「コンデンス 70」の場合には文字高が 7.04mm で文字幅は 4.93mm に、「コンデンス 50」の場合には文字高が 8.69mm で文字幅は 4.35mm になる。「圧縮なし」と比較すると、「コンデンス 70」の場合には高さが 1.19 倍、幅が 0.83 倍に、「コンデンス 50」の場合には高さが 1.47 倍、幅が 0.73 倍になっていることがわかる。つまり、文字を圧縮すると、縦方向に伸張しなければならないが、横幅は節約でき、1 行に配置できる視認可能な文字数を増やすことが可能になることが明らかになった。

上述の通り、縦横の幅が等しい正体と比較し、コンデンスフォントは、横幅を狭くした分、縦幅を伸張することで、視認性を担保する必要がある。横幅の圧縮率とそれを補うための縦幅の伸張率を計算すると、コンデンス 70 では、横幅を 30% 圧縮した分、縦幅を 19% 伸張する必要がある、コンデンス 50 では、横幅を 50% 圧縮した分、縦幅を 47% 伸張する必要があった。面積という観点で見ると、コンデンス 70 は、最もスペースを節約できるフォントであることが明らかになった（図 8.7）。

【圧縮なし】

あかさたなはまやらわ

【コンデンス70%】

あかさたなはまやらわ

(縦幅は19%増すが、横幅は30%節約)

【コンデンス50%】

あかさたなはまやらわ

(縦幅は47%増すが、横幅は50%節約)

図 8.7 認知閾を統一した際の各フォントの比較

8.3 実験 8.2 長体率が可読性に及ぼす影響

8.3.1 目的

通常の日本語フォントは縦横の幅が等しい正体でデザインされているため、文字サイズは高さで決められていた。実験 8.1 の可視性に関する実験の結果、コンデンスフォントの場合、同じ文字高でありながら、横幅が狭くなる程、認知閾が低下するが、縦方向に伸張させることで、その低下を補うことが出来ることを見出された。文字幅の圧縮と文字高の伸張の関係を比較すると、コンデンス 70 は正体よりもスペースを節約出来るフォントであることが明らかになった。実験 8.1 は、認知閾への影響を調べた実験であり、コンデンスフォントが読書の効率に及ぼす影響は明らかにされていない。そこで、本研究では、コンデンスフォントが読書効率に及ぼす影響を MNREAD-J を用いて検討した。

8.3.2 方法

可読性実験には、MNREAD-J5 の原理で独自に作成したチャート（コントラスト・ポラリティ：白背景に黒文字）を用いた（図 8.8）。比較したフォントは、実験 8.1 と同様に、モリサワ製の UD 新ゴシック・ウエイト R（正体）、横幅を原フォントの 70% に圧縮したコンデンス 70（長体率 70%）、横幅を原フォントの 50% に圧縮したコンデンス 50（長体率 50%）の 3 種類であった。1 人の実験参加者が複数の条件で可読性実験を実施するため、難易度が同じで、内容の異なる文章を用意した。チャートは、3000dpi で印画紙出力し、

7mm厚のパネルに貼付して用いた。用意した文章は、7種類でフォントごと、実験参加者ごとにランダム化して用いた。照度が一定になるように、実験は外光の影響を受けない完全暗室で実施し、LEDライトで照明した（平均照度は、636.5ルクス）。文字領域の平均輝度は5.8cd/m²、背景領域の平均輝度は112.0cd/m²、コントラストは0.90であった。視距離が30cmになるように、チャートは株式会社アシスト製のチェインジングボードに、実験参加者の顔面はあご台に固定した。実験参加者は視覚障害がなく、視力が1.0以上の成人10人で、年齢は26～37歳（平均33.4歳）であった。実験には、平均視力が0.2程度になるように設置したブラーシミュレータを用いた。

世界中のすべての人が
みんな幸せにくらせる
ような未来を作りたい

a) 正体（UD新ゴシック）

世界中のすべての人が
みんな幸せにくらせる
ような未来を作りたい

b) コンデンス 70

世界中のすべての人が
みんな幸せにくらせる
ような未来を作りたい

c) コンデンス 50

図 8.8 自作したコンデンスフォントを用いた MNREAD-J チャート

8.3.3 結果

可読性評価実験の結果は、MNREAD-Jの標準的な方法で、読書視力（RA）、臨界文字サイズ（CPS）、最大読書速度（MRS）を求めた（図 8.9、図 8.10、図 8.11）。対応のある1元配置分散分析でフォントによって読書視力の間には差があるかどうかを検討した結果、 $F(2, 9)=115.69$ ($p<.01$) で有意な差があった。Ryan法での多重比較の結果、有意差はすべてのフォント間にあった。同様に臨界文字サイズについて分析した結果、 $F(2, 9)=62.32$ ($p<.01$) で有意な差があった。多重比較の結果、すべてのフォント間に有意な差があっ

た。最大読書速度についても同様の分析を行った結果、有意な差はなかった。

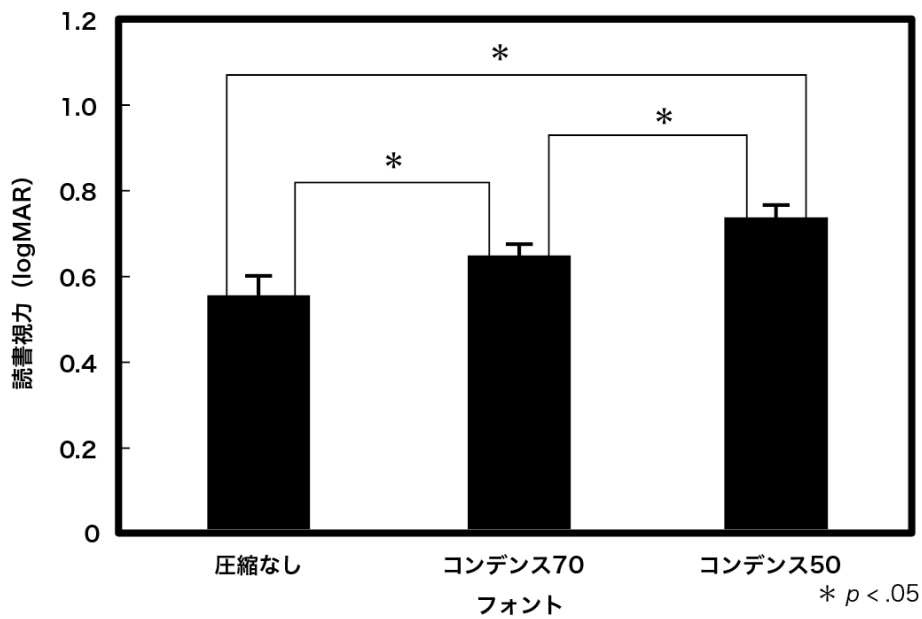


図 8.9 フォント別の読書視力 (RA)

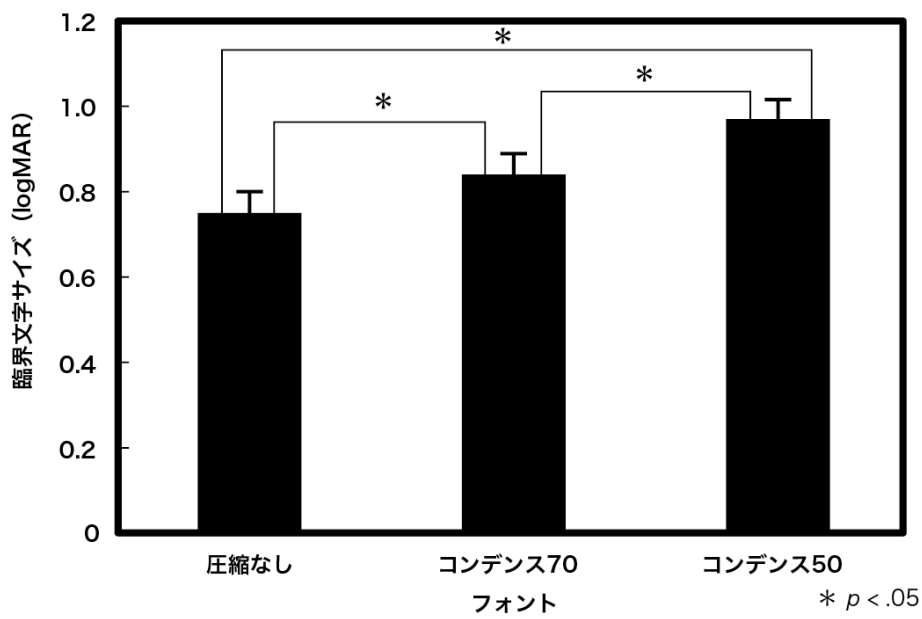


図 8.10 フォント別の臨界文字サイズ (CPS)

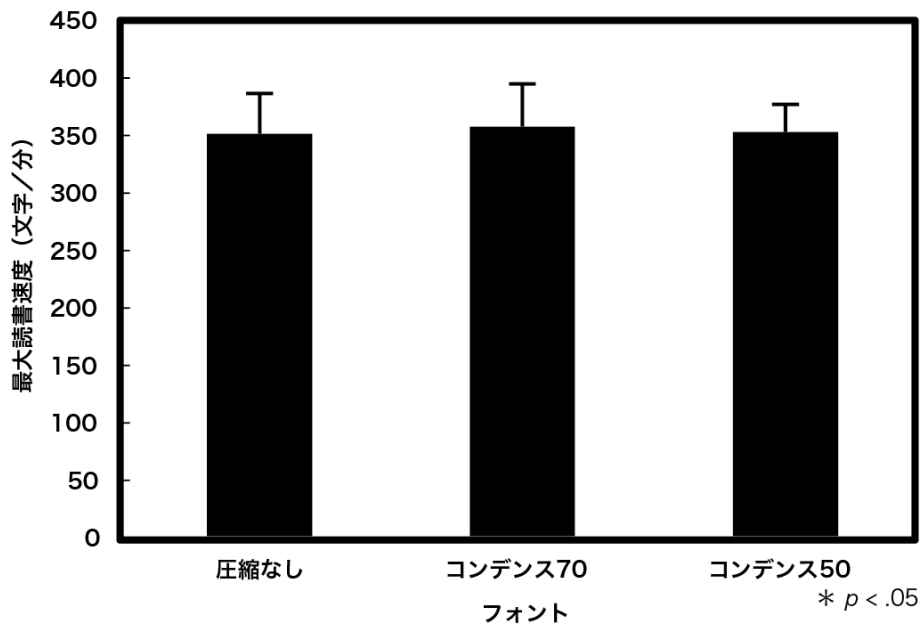


図 8.11 フォント別の最大読書速度 (MRS)

8.3.4 考察

実験 8.2 の結果、圧縮をかける程、読書視力は低下し、臨界文字サイズを大きくしなければならないが、最大読書速度には有意な差がなかった。つまり、臨界文字サイズ以上の文字サイズであれば、コンデンスフォントは十分な速度で読書が可能であることが明らかになった。

読書視力を「圧縮なし」と比較（認知閾を比較するために、logMAR をポイントサイズに変換して比較）すると、「コンデンス 70」では 1.24 倍、「コンデンス 50」では 1.52 倍であり、単一文字の認知閾の比率とほぼ同じであった。同様に、臨界文字サイズを「圧縮なし」と比較した結果、「コンデンス 70」では 1.23 倍、「コンデンス 50」では 1.66 倍で、認知閾における比率とほぼ同じであった。したがって、コンデンスフォントは、認知閾だけでなく、読書効率の観点でも横幅のスペースを節約できることが示唆された。

8.4 まとめ

視野狭窄という視機能低下は、読書の効率を低下させるが、その理由は、視野狭窄によって同時に処理できる文字情報が減少することだと考えられる。本研究では、視野狭窄による同時情報処理能力の低下を補うために、視野内の情報量を増やすための環境調整としてコンデンスフォントを開発した。そして、コンデンスフォントの可視性・可読性について検討するために、ブレーションミュレータを用いた可視性実験（晴眼成人 10 人）と可読性実験（晴眼成人 10 人）を実施した。その結果、英数字の場合、50%にまで圧縮しても可

視性が低下しないことが明らかになった。また、ひらがな文字や漢字仮名混じり文の場合、正体のフォントと同じ効率で読むことは出来なかったが、同じ横幅の正体の文字よりも効率的に読書が可能であった。さらに、臨界文字サイズ以上の大きさであれば、フォントによって最大読書速度には変わらないことから、コンデンスフォントは文章にも利用できることが推測できた。

第9章 視野の不均一さによる見えにくさを軽減する環境としての文章のディレクション

9.1 問題の所在と本研究の目的

縦書き・横書きという文章のディレクションは、日本語、中国語、韓国語等の言語に特有の表現方法である。特に、日本語では、文庫本等は縦書きでレイアウトされている書籍が多く、国語や書写の教科書には縦書きが多用されている。

井川・中山・前田・田淵(2006)は、19～23歳の晴眼者19人を対象に、縦書きと横書きの文章を読むときの眼球運動と読みやすさを比較した。その結果、視線移動の速度は横書きのほうが速く、固視回数は縦書きのほうが有意に多いこと、自覚的には横書きのほうが読みやすいという回答が多いことを見出した。晴眼者においても縦書きよりも横書きの方が読みやすいことが報告されているにもかかわらず、前述した通り、日本には、縦書きで表現されている書籍や教科書等が存在している。

ロービジョン者の場合、眼球運動以外に、視野の障害も考えられるため、文章のディレクションは、読書の効率に大きな影響を及ぼすと考えられる。本研究の目的は、視力、視野、眼球運動等に障害のあるロービジョン者の読書効率が縦書きと横書きで異なるかどうかを検討することであった。また、ロービジョン者との比較のために、晴眼者における縦書きと横書きの読書効率も検討した。

9.2 実験9.1 ロービジョン者における縦書きと横書きの読書効率の比較

9.2.1 目的

本研究の目的は、ロービジョン者における縦書きと横書きの読書効率をMNREAD-Jを用いて比較することであった。また、縦書き・横書きの読書効率と文字処理有効視野との関係进行分析することであった。

9.2.2 方法

全国の盲学校からサンプリングしたロービジョンの高校生を対象に、眼疾患や見え方に関するヒアリング、視力測定、文字処理有効視野測定、MNRAED-Jによる読書効率測定を実施し、縦と横で視野や読書効率に違いがあるかどうかを検証した。なお、ヒアリングや検査等は、実験参加者が在籍している学校で実施した。

(1) 実験参加者

高等部の盲学校からブロック別に17校をサンプリングし、各学校から教科学習を行っているロービジョンの生徒59人の協力を得た。

(2) 眼疾患や見え方に関するヒアリング

ロービジョンの生徒が在籍している学校を訪問し、眼疾患、視力障害以外の見えにくさ、視覚障害以外の障害の有無等についてヒアリングを実施した。

(3) 視力測定

logMAR 近距離視力検査表を用いて、視力を測定した。

(4) 文字処理有効視野測定

第 6 章で開発した文字処理有効視野評価法を用いて、ひらがな文字の認知閾を各視野位置で測定した。画面のコントラストは 0.9 以上、ポラリティは黒文字／白背景に設定した。

(5) 読書効率測定

縦書きと横書きの MNREAD-J を用いて読書効率（読書視力、臨界文字サイズ、最大読書速度）を測定した。ポラリティは黒文字／白背景を用いた（図 9.1）。

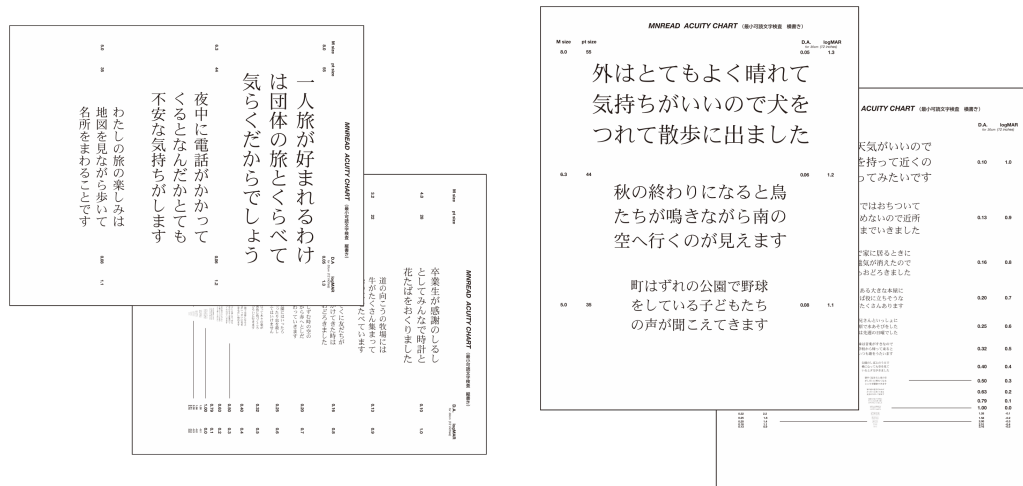


図 9.1 縦書き用と横書き用の MNREAD-J

9.2.3 結果

(1) 実験参加者のプロフィール

実験参加者の年齢は 15～19 歳（平均 16.3 歳）で、男性 28 人、女性 31 人であった。眼疾患は、網膜色素変性症が 7 人、視神経萎縮が 6 人、白内障が 5 人、錐体ジストロフィーが 4 人、緑内障が 4 人、未熟児網膜症が 3 人、レーベル病が 3 人等であった。視力は、1.70logMAR（小数視力 0.02）から -0.111logMAR（小数視力 1.3）で、平均視力は 1.07 logMAR（小数視力 0.09）であった。

何らかの視野障害のある実験参加者は 34 人で、その内容は視野狭窄が 24 人、中心暗点 が 9 人であった。また、27 人がまぶしさを訴えていた。

(2) 縦書き、横書きの読書効率の比較

図 9.2 に縦書き、横書きの MNREAD-J のパフォーマンスの例を示した。

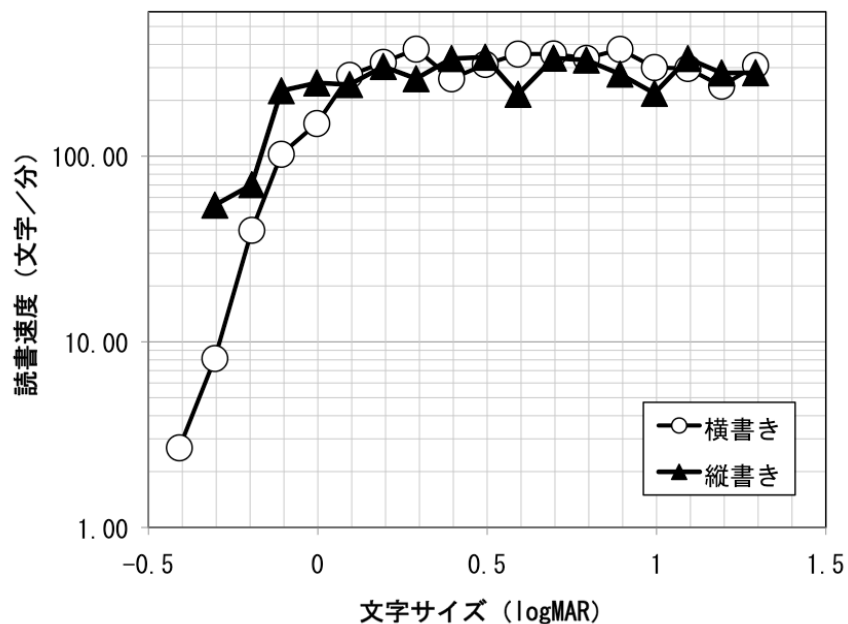


図 9.2 ロービジョン者における MNREAD-J の測定例 (眼疾患：視神経腫瘍)

a) 読書視力 (Reading Acuity)

図 9.3 に縦書きと横書きの読書視力の関係を示した。各実験参加者のデータを個別に比較した結果、縦書きと横書きで差がなかった生徒が 4 人、横書きの方が良かった生徒が 35 人、縦書きの方が良かった生徒が 21 人であった。なお、平均値はいずれも 0.95logMAR で、対応のある t 検定を行った結果、有意差はなかった ($t(58)=0.4021, p>.05$)。なお、縦書きと横書きの読書視力の相関係数を求めたところ 0.94 であった。

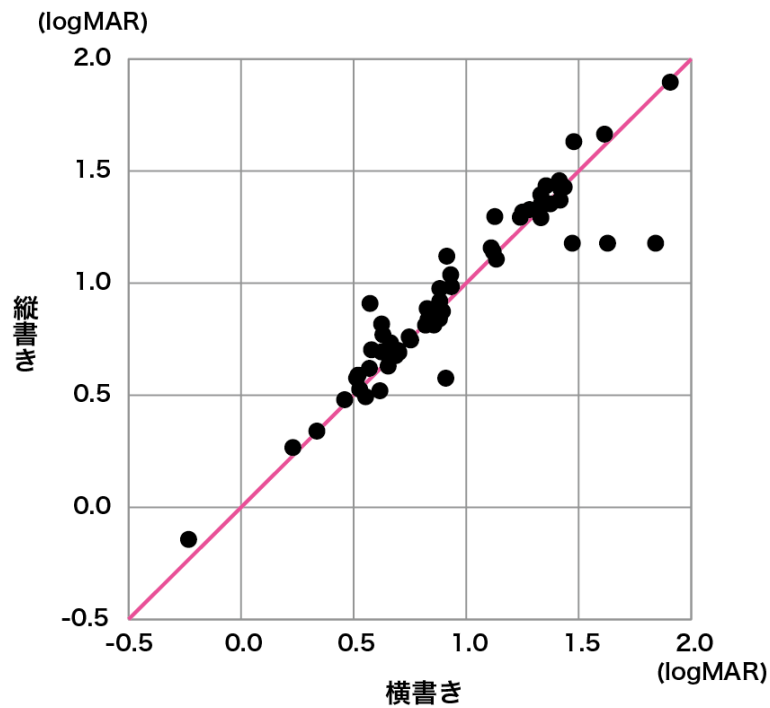


図 9.3 ロービジョン者における縦書きと横書きの読書視力の比較

b) 臨界文字サイズ (Critical Print Size)

図 9.4 に縦書きと横書きの臨界文字サイズの関係を示した。各実験参加者のデータを個別に比較した結果、差がなかった生徒が 16 人、横書きの方が良かった生徒が 30 人、縦書きの方が良かった生徒が 14 人であった。平均値は横書きが 1.171logMAR、縦書きが 1.201logMAR で、横書きの方がより小さな文字で最大読書速度に達することが明らかになった。対応のある t 検定を行った結果、有意な差があった ($t(58)=2.1785, p<.05$)。なお、縦書きと横書きの臨界文字サイズの相関係数を求めたところ 0.95 であった。

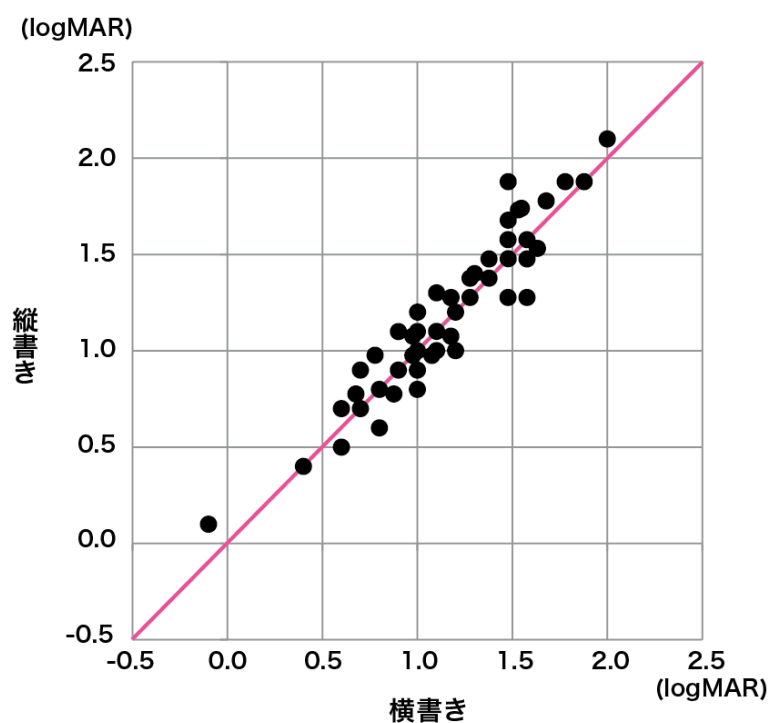


図 9.4 ロービジョン者における縦書きと横書きの臨界文字サイズの比較

c) 最大読書速度 (Maximum Reading Speed)

図 9.5 に縦書きと横書きの最大読書速度の関係を示した。各実験参加者のデータを個別に比較した結果、縦横の読書速度の差が 1 割以内だった生徒が 10 人、横書きの方が 1 割以上速かった生徒が 46 人、縦書きの方が 1 割以上速かった生徒が 3 人であった。平均値は横書きが 222.62 文字/分、縦書きが 181.56 文字/分で、横書きの方が速く読めることが明らかになった ()。対応のある t 検定を行った結果、有意差があった ($t(58) = 10.0499$, $p < .001$)。なお、縦書きと横書きの最大読書速度の相関係数を求めたところ 0.95 であった。

以上より、全体としては、読書視力には差がなかったが、臨界文字サイズと最大読書速度は横書きの方がパフォーマンスが高いことが明らかになった (図 9.6)。しかし、少数ではあったが、縦書きの方がパフォーマンスが高いケースもあった。

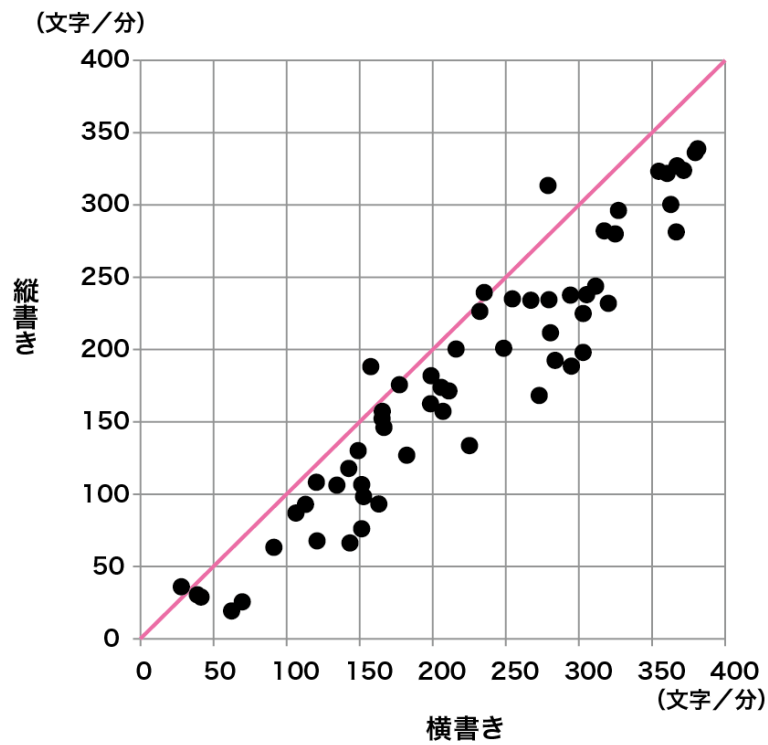


図 9.5 ロービジョン者における縦書きと横書きの最大読書速度の比較

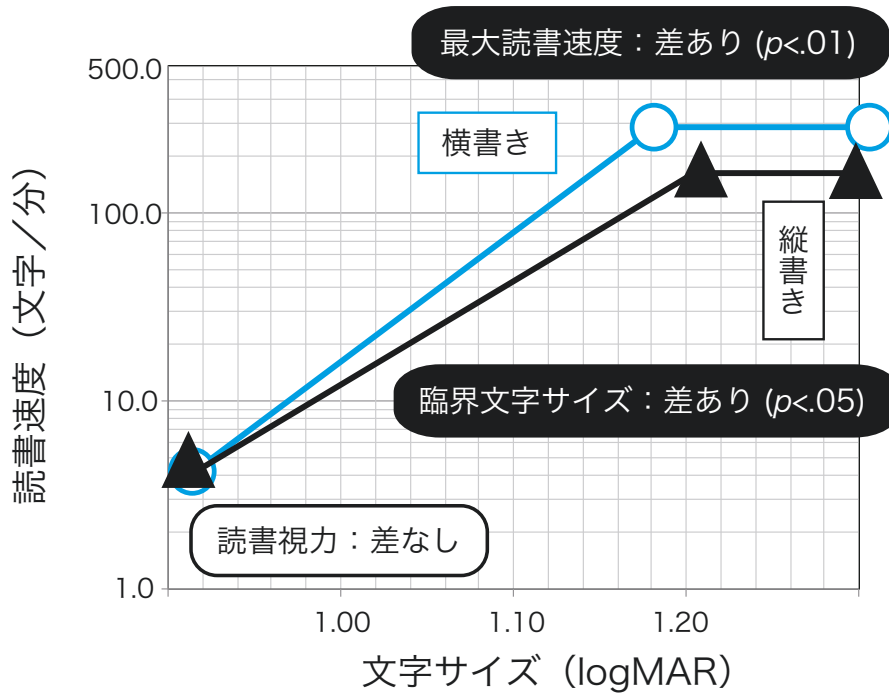


図 9.6 ロービジョン者における縦書きと横書きの MNREAD-J の評価結果の要約

(3) 縦横の最大読書速度比

縦書きと横書きの最大読書速度の比較を行うために、縦横の最大読書速度比（横書き／縦書き）を求めた。縦横の最大読書速度比は、1 よりも大きい値だと横書きの方が、1 より小さい値だと縦書きの方が読みやすいことを示すインデックスである。その結果、縦横の最大読書速度比は最小 0.78 から最大 3.24、平均 1.32 で、横書きの方が縦書きよりも 1.5 倍以上速く読むことが出来る生徒が 11 人（18.6%）いることが明らかになった。図 9.7 には、縦横の最大読書速度比（横書き／縦書き）の分布を示した。

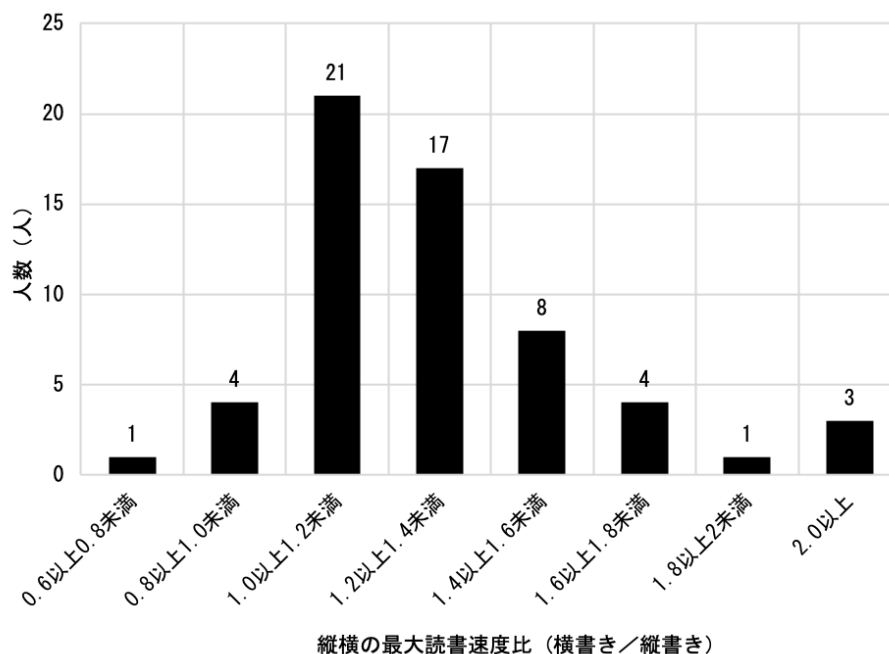


図 9.7 ロービジョン者における縦横の最大読書速度比（横書き／縦書き）の分布

(4) 文字処理有効視野からの分析

縦書きの方が最大読書速度が速かったケースは 3 人あった。眼疾患は、視神経萎縮 1 人、視神経腫瘍 1 人、錐体ジストロフィー 1 人であり、いずれも顕著な視野障害があった。

次に、視野のどの部分にどのような感度低下があるかを判断するために、文字処理有効視野の分析を行った。図 9.8 には視神経萎縮、図 9.9 には視神経腫瘍のロービジョン者の文字処理有効視野を示した（図中の数字は、ひらがな文字の認知閾がポイントサイズで示されており、数字が小さい程、感度が良いことを示している）。図 9.8 の有効視野を見ると、水平方向の左視野は良好であるが、横書きの文章を読むのに重要な右視野の感度が低くなっており、縦方向の方が広い視野を確保できることが推測出来る。また、図 9.9 では、左側の視野が欠損しており、縦方向の方が広い視野を確保できることが推測出来る。

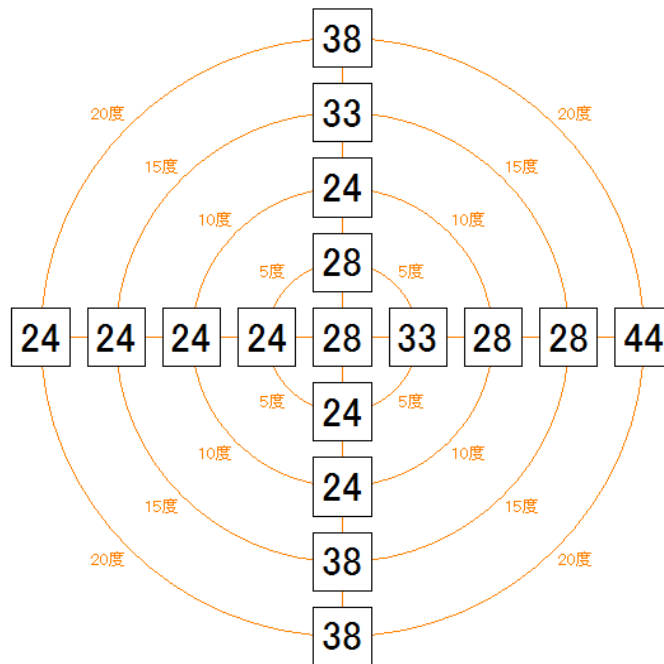


図 9.8 縦書きの方が速かった実験参加者の文字処理有効視野（眼疾患：視神経萎縮）

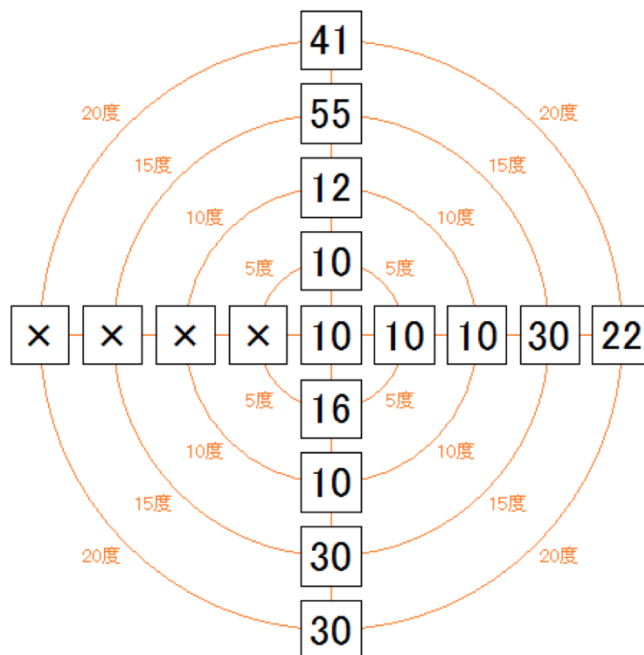


図 9.9 縦書きの方が速かった実験参加者の文字処理有効視野（眼疾患：視神経腫瘍）

9.2.4 考察

ロービジョン者の縦書きと横書きでの読書効率を測定した結果、読書視力には差がなかったが、臨界文字サイズや最大読書速度は横書きの方が高いパフォーマンスを示すことが明らかになった。ただし、少数ではあるが、縦書きの方が高いパフォーマンスを示すケースもあった。そこで、縦書きの方が高いパフォーマンスを示すケースの文字処理有効視野を縦横で比較した結果、有効視野の広さが影響している可能性が高いことが示唆された。

横書きの方が縦書きよりも、1.5倍以上の最大読書速度を示す生徒が2割弱存在していることを考慮すると、縦書きの文章を横書きにレイアウト変更するような環境調整が必要である。また、少数ではあるが、縦書きの方が高いパフォーマンスを示すケースがあることを考慮すると、文章のディレクションは、ロービジョン者のニーズに応じて、変更出来るようにする必要があることが推測できる。

9.3 実験 9.2 晴眼者における縦書きと横書きの読書効率の比較

9.3.1 目的

実験 9.1 の結果、ロービジョン者では、横書きの方が効率的に読書が出来るケースが多かった。また、縦書きと横書きの最大読書速度の比は、平均でも 1.32 倍、1.5 倍以上のケースも約 2 割存在していた。本研究の目的は、ロービジョン者で認められた縦横での最大読書速度の違いが晴眼者と比べて大きいか否かを検討するために、晴眼者における縦書きと横書きの読書効率を MNREAD-J を用いて比較することであった。

9.3.2 方法

実験参加者が晴眼者であることを除いては、実験 9.1 と同様の方法を用いて、縦書きと横書きの MNREAD-J での読書効率を比較した。実験参加者は、視機能に障害のない晴眼成人 12 人であった。視力は実測値で、 $0.01\log\text{MAR}$ (小数視力 1.0) から $-0.11\log\text{MAR}$ (小数視力 1.3) であった。年齢は 18 歳から 29 歳までで、平均年齢 19.9 歳であった。

9.3.3 結果

各実験参加者の測定した視力及び MNREAD-J の標準的な分析方法を使って計算した縦書き、横書きの読書視力、臨界文字サイズ、最大読書速度を表 9.1 に示した。

表 9.1 晴眼者の読書効率の結果の一覧

ID	性別	年齢	視力		読書視力		臨界文字サイズ		最大読書速度		
			logMAR	小数	縦	横	縦	横	縦	横	縦横比
1	男	21	-0.1	1.3	-0.23	-0.25	0.00	-0.10	428.16	434.87	1.02
2	女	29	0.0	1.0	0.05	-0.10	0.20	0.10	366.32	413.54	1.13
3	男	19	-0.1	1.3	-0.20	-0.21	0.00	0.00	374.59	393.26	1.05
4	男	19	0.1	0.8	-0.13	-0.21	0.10	0.00	459.22	495.22	1.08
5	男	19	-0.1	1.3	-0.23	-0.26	0.00	-0.10	374.47	360.27	0.96
6	男	19	-0.1	1.3	-0.22	-0.22	0.00	-0.10	408.64	444.88	1.09
7	男	19	0.0	1.0	-0.11	-0.16	0.10	-0.10	403.08	424.57	1.05
8	男	19	-0.1	1.3	-0.15	-0.25	0.00	-0.10	416.11	439.88	1.06
9	女	18	-0.1	1.3	-0.28	-0.27	-0.10	-0.20	322.45	335.10	1.04
10	男	19	-0.1	1.3	-0.25	-0.24	-0.10	-0.10	323.68	357.53	1.10
11	男	20	0.00	1.00	-0.12	-0.19	0.00	-0.10	343.19	348.10	1.01
12	女	18	-0.1	1.3	-0.19	-0.19	0.00	-0.10	358.42	356.67	1.00
平均		19.9	-0.06	1.18	-0.17	-0.21	0.02	-0.08	381.53	400.33	1.05

(1) 読書視力 (Reading Acuity)

図 9.10 に縦書きと横書きの読書視力の関係を示した。縦書きの平均は $-0.17\log\text{MAR}$ 、横書きの平均は $-0.21\log\text{MAR}$ で、横書きの方が読書視力が高かった。対応のある t 検定を行った結果、有意差があった ($t(11)=2.95, p<.05$)。なお、縦書きと横書きの読書視力の相関係数を求めたところ 0.89 であった。

(2) 臨界文字サイズ (Critical Print Size)

図 9.11 に縦書きと横書きの臨界文字サイズの関係を示した。平均値は縦書きが $0.02\log\text{MAR}$ 、横書きが $-0.08\log\text{MAR}$ で、横書きの方がより小さな文字で最大読書速度に達することが明らかになった。対応のある t 検定を行った結果、有意差があった ($t(11)=6.17, p<.001$)。なお、縦書きと横書きの臨界文字サイズの相関係数を求めたところ 0.79 であった。

(3) 最大読書速度 (Maximum Reading Speed)

図 9.12 に縦書きと横書きの最大読書速度の関係を示した。平均値は縦書きが 381.53 文字/分、横書きが 400.33 文字/分で、横書きの方が速く読めた。対応のある t 検定を行った結果、有意差があった ($t(11)=3.63, p<.001$)。なお、縦書きと横書きの最大読書速度の相関係数を求めたところ 0.93 であった。

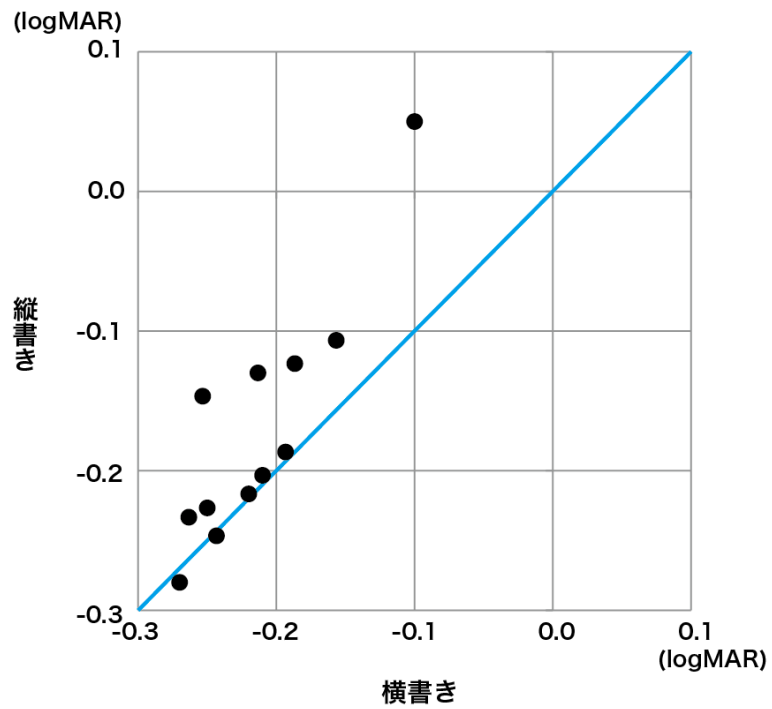


図 9.10 晴眼者における縦書きと横書きの読書視力の比較

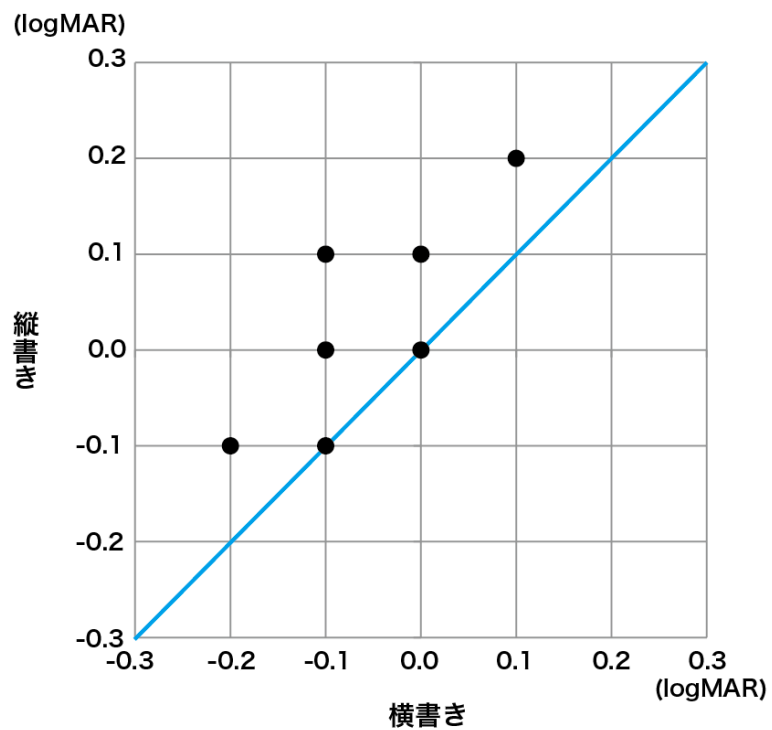


図 9.11 晴眼者における縦書きと横書きの臨界文字サイズの比較

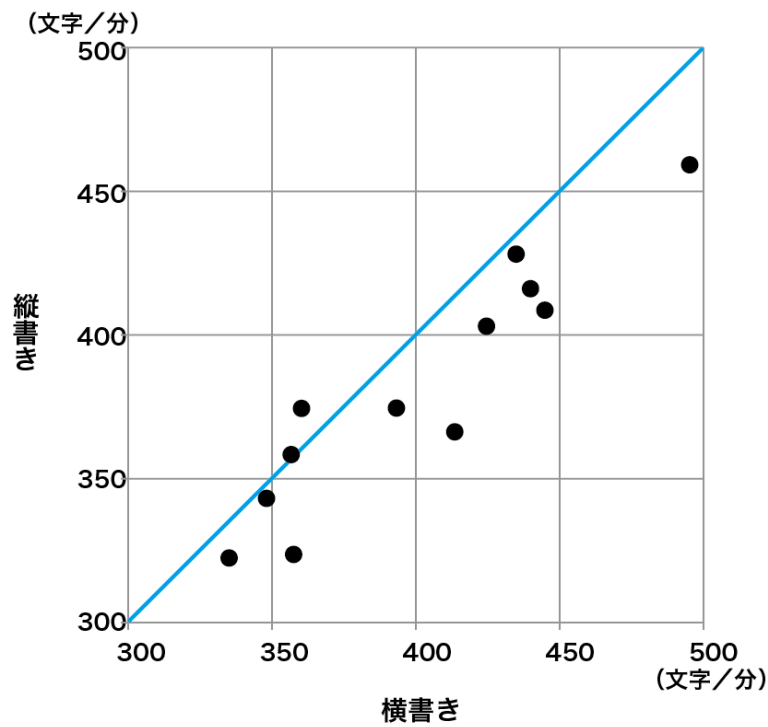


図 9.12 晴眼者における縦書きと横書きの最大読書速度の比較

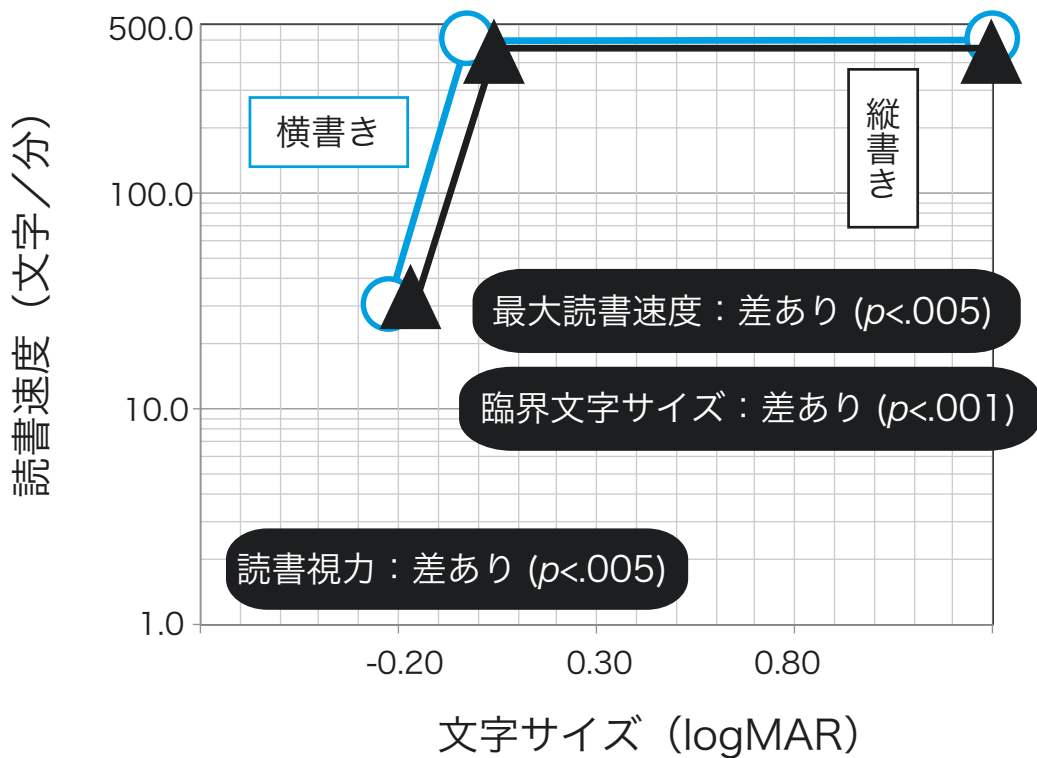


図 9.13 晴眼者における縦書きと横書きの MNREAD-J の評価結果の要約

(4) 縦横の最大読書速度比

縦書きと横書きの最大読書速度の比較を行うために、縦横の最大読書速度比（横書き／縦書き）を求めた。その結果、縦横の最大読書速度比は最小 0.96 から最大 1.13、平均 1.05 であった。

9.3.4 考察

MNREAD-J の結果、晴眼者では、読書視力、臨界文字サイズ、最大読書速度のすべてのインデックスで、横書きの方がパフォーマンスが高かった（図 9.13）。また、統計的にもすべてに有意な差が確認された。ただし、縦横の最大読書速度比は、最小 0.96 から最大 1.13（平均 1.05）で、ロービジョン者の最小 0.78 から最大 3.24（平均 1.32）と比較すると小さかった。晴眼者の場合、統計的に有意な差はあるものの縦書きと横書きの差は 1 割にも満たない小さな差であったが、ロービジョン者の場合、縦書きの文章を横書きに変更するだけで、平均で 3 割程度の読書速度の向上が期待されることが明らかになった。したがって、ロービジョン者にとって、文章のレイアウトを縦書きから横書きに変更する環境調整の意義は大きいと考えられる。

9.4 まとめ

縦書きと横書きの読書効率の違いを（ロービジョン生徒 59 人）と晴眼者（晴眼成人 12 人）で検証した。その結果、ロービジョン者でも晴眼者でも横書きの方が読書効率が高かった。縦横の最大読書速度を、縦書きに対する横書きの最大読書速度の比を用いて比較した結果、晴眼者では平均 1.05（最小 0.96 から最大 1.13）であったのに対して、ロービジョン者では平均 1.32（最小 0.78 から最大 3.24）であった。晴眼者の場合、統計的に差はあるものの縦書きと横書きの差は 1 割にも満たない小さな差であった。一方、ロービジョン者の場合、縦書きの文章を横書きに変更するだけで、平均で 3 割程度の読書速度の向上が期待されるため、文章のレイアウトを縦書きから横書きに変更する環境調整の意義は大きいと考えられる。日本語では、文庫本等は縦書きでレイアウトされている書籍が多く、国語や書写の教科書には縦書きが多用されているため、縦書きを横書きに簡便に変更する方法を確立する必要性のあることが明らかになった。

第10章 まぶしさ（グレア）による見えにくさを軽減する環境としての白黒反転

10.1 研究の背景と問題の所在

(1) グレアの定義

グレア (glare) とは、視野内に輝度の高い対象や過大な輝度対比が存在すると、不快感を生じたり、視覚機能の低下を起こしたりする現象のことである (照明学会, 2010)。「まぶしさ」や「眩輝」等と呼ばれることもある。「光害対策ガイドライン」(環境省, 2006)では、グレアは光害 (良好な照明環境の形成が、漏れ光によって阻害されている状況又はそれによる悪影響) の一種として位置づけられており、防止・軽減するための対策が求められている。

グレアには様々な種類があると言われているが、グレアをどのような観点から捉えるかに準拠して以下のように整理できる。

a) 視機能に基づく分類法

グレアを引き起こす光 (グレア光) が人間の視機能に及ぼす影響 (心理学的側面) に準拠する分類法で、減能グレア (disability glare) と不快グレア (discomfort glare) の2つに分けられる (照明学会, 2010)。減能グレアは、グレア光によって、視力や色覚等の視機能が低下する状態を指し、グレアが強すぎて何も見えなくなってしまう場合には、不能グレア (blinding glare) と呼ばれることもある。不快グレアは、グレア光によって主観的に不快感を感じる状態を指す。この分類法は、グレア光による行動への影響や心理的效果を問題にするときに利用されることが多い。

b) 光学環境に基づく分類法

グレア光の種類やグレア光の発生機序等の環境の光学的側面に準拠する分類法で、直接グレア (direct glare)、反射グレア (reflection glare)、光膜グレア (veiling glare) の3つに分けられる (照明学会, 2010)。直接グレアは、太陽の光や車のライト等の高輝度の光源を直接見たときに生じるグレアである。反射グレアはテーブルや紙等に反射したグレア光を間接的に見ることを指し、ガラスや鏡等の光沢面に写り込んだ光が原因になる場合を間接グレアと呼ぶこともある。光膜グレアは、迷光 (stray light) が網膜像にかかった結果引き起こされるコントラストの低下によるグレアのことで、霧・靄等の自然現象、眼鏡等での乱反射等の光学的要因、中間透光体 (角膜、水晶体、硝子体等) の混濁等の生理的要因等が原因で生起する (藤原, 1990)。この分類法は、グレア光を軽減するための対応策を検討する際に利用されることが多い。

c) 生理・病理に基づく分類法

グレアの生理・病理学的側面に準拠する分類法 (原田, 1989 ; 原田, 1991a ; 原田, 1991b ; Nadler, Miller & Nadler, 1990) で、虹彩欠損等の光量コントロール機能不全が原因で起こ

るグレア、白内障等による眼球内での光膜が原因で起こるグレア（病理によって起こる光膜グレア）、全色盲や白子眼（アルビノ）等の網膜の機能不全が原因で起こるグレア、三叉神経痛等による三叉神経の知覚過敏が原因で起こるグレアの4つに分けることが可能である。普通の光に対して、強い不快感や痛みを伴うようなまぶしさを感じる場合には、羞明（photophobia）と呼ぶ。また、明るい所よりも少し暗い所の方が見やすいという現象に注目し、昼盲（hemeralopia）と呼ぶこともある。この分類法は、病気・事故・加齢等による影響を検討する際に利用されることが多い。

(2) グレアによる視機能低下や不快感を防止・軽減する方法

グレアによる視機能低下や不快感を防止・軽減するための方法としては、サングラスやサンバイザ等のエイドを使って眼に入ってくるグレアをコントロールする方法と光源を変える等の照明環境や紙面のコントラスト等に働きかけてグレア光をコントロールする方法とがある。

a) エイドの活用

ロービジョンケアでは、グレアによる視機能低下や不快感を防止・軽減する方法として、眼に入ってくる光量を減少させ、特定の波長の光をカットするための遮光眼鏡を利用したり、直接グレアを防止するサンバイザ等のエイドを利用することが多い。

b) 環境の変更

一般にグレアは、i)周囲が暗く、目が暗さに慣れているほど、ii)光源の輝度が高いほど、iii)視線に近いほど、iv)見かけの大きさが大きいほど大きくなるとされている（環境省, 2006）。そのため、照明環境や視対象の配色等を変更することが効果的である。

(3) コントラストポラリティ効果の定義

コントラストポラリティ（contrast polarity）とは、文字や視標等の視対象と背景のコントラスト極性のことである（Legge, Pelli, Rubin, & Schleske, 1985a ; Legge, Rubin, Pelli, & Schleske, 1985b ; Legge, Rubin, & Schleske, 1986）。例えば、通常の本籍の場合、明るい（高輝度）色の紙に、黒い（低輝度）インクで文字等がレイアウトされている。この白黒の関係（極性）を逆転（反転）させ、暗い背景の紙に、文字等を白抜きにしてレイアウトすることを白黒反転と呼ぶ。コントラスト・ポラリティ効果（contrast polarity effect）とは、低輝度（以下黒と呼ぶ）文字／高輝度（以下白と呼ぶ）背景（ポジ表示）条件と白文字／黒背景（ネガ表示）条件で閾値や読書効率などが異なる現象である（Legge, Rubin, & Schleske, 1986 ; 中野, 1998 中野・千田・大城・木塚・小田, 1991）。白黒反転効果、表示極性の効果と呼ばれることもある。

(4) 晴眼者におけるコントラストポラリティ効果

神作(1969)のレビューでは、最小視認閾は、高輝度ターゲット／低輝度背景条件の方が

閾値が低く、最小分離閾では、条件にもよるが、低輝度線分／高輝度背景条件の方が低くなることが示されている。窪田(1989)は、視作業のパフォーマンスに及ぼす白黒反転の効果に関して一連の研究を行った。その結果、コントラストが適正な範囲の場合には、白黒反転による視覚探索などの視作業のパフォーマンスに差がないが、コントラストが極端に低い場合やディスプレイに映り込みがある場合には、黒文字／白背景条件の方が作業パフォーマンスが高くなることを示した。

(5) ロービジョン者におけるコントラストポラリティ効果

ロービジョン者におけるコントラストポラリティ効果の研究では、主に、好みや見えやすさが問題にされてきた(古田・青木, 1989)。これに対して Legge et al. (1985a, b)の読書効率への効果の研究や中野・千田(1991)の認知閾の研究ではパフォーマンスを問題にしている。Legge et al. (1985a, b)や Legge et al. (1986)は、晴眼者及びロービジョン者においてコントラストポラリティ効果を検討し、晴眼者及び中間透光体に混濁のないロービジョン者では条件による差は見られないが、透光体に混濁のあるロービジョン者においては白文字／黒背景提示条件の方が効率が良いことを明らかにした。中野・千田(1991)は、角膜混濁と白内障を伴うロービジョン児において、視力、文字読みのいずれの課題においても白文字／黒背景条件の方がパフォーマンスが高いことを確認した。これらロービジョン者の結果は、窪田(1989)による晴眼者の結果とは逆の傾向を示している。

(6) 透光体混濁のあるロービジョン者におけるコントラストポラリティ効果のメカニズム

中野・千田(1991)は、透光体混濁のあるロービジョン者のコントラストポラリティ効果のメカニズムを以下のように説明した。白内障などにより透光体が混濁した場合、混濁部位で光が散乱し、その散乱が網膜面でのコントラストを低下させる。このコントラスト低下の程度は、眼に入ってくる光量に依存する。すなわち、輝度が高い程、また、高輝度領域の面積が広い程、散乱する光量が大きくなり、コントラスト低下の度合は大きくなる。白文字／黒背景と黒文字／白背景条件を比較すると、黒文字／白背景条件の方が高輝度領域が広いと、散乱の度合が大きくなり、コントラストの低下の度合も大きくなると考えられる。コントラストが低いと、空間解像度は低下する(小田・曾我, 1990)。このように、透光体混濁のロービジョン者におけるコントラストポラリティ効果は、混濁部位での光の散乱が最大の原因で、そのために、網膜面でのコントラストが低下し、結果として、空間解像度の低下という能力低下を引き起こしていると考えられる。したがって、白黒反転を行うことは、空間解像度を低下させている原因を軽減していることになる。

この原理から考えると、白黒反転を行わなくても、空間解像度を向上させる手だてが可能となる。視野内の白い部分の面積を減少させればよいのである。また、逆に、白黒反転を行っても、視野のどこかに不必要な高輝度領域があると、空間分解能を低下させること

になることが予測される。

(7) 問題の所在

ロービジョン者の視機能がグレアによって低下したり、不快感を感じたりするのは、中間透光体混濁や錐体の機能低下等の個人因子が原因だと考えられている。ロービジョンケアでは、グレアによる視機能低下や不快感の防止・軽減のために、遮光眼鏡等のエイドを活用することが多い。グレアによる視機能低下や不快感は、生活の様々な状況で生じるため、遮光眼鏡等のエイドを用いて生体機能を補完することは重要なアプローチである。しかし、光環境は場面に応じて大きく変化するため、一つの遮光眼鏡ですべてに対応することは出来ない。そのため、照明や配色等の環境調整も重要である。特に、読書場面では、文字等と紙面の白黒反転が効果的だと言われており、拡大読書器やPC等のテクニカルエイドには、白黒反転機能がついている。

このように白黒反転は、ロービジョン者の読書環境を考慮する上で必要不可欠な機能であり、白黒反転によって読書効率に変化があるかどうかを評価する検査(MNREAD等)も存在している。また、医学的には、グレアを感じる事が多い眼疾患は明らかになっている(原田, 1989 ; 原田, 1991a ; 原田, 1991b ; Nadler, Miller & Nadler, 1990)が、眼疾患やまぶしさ(グレア)と白黒反転効果との関係は必ずしも明確ではない。また、ロービジョン者の白黒反転に対するニーズや活用状況等の実態も明らかになっていない。そこで、本研究では、眼疾患と白黒反転との関係や白黒反転に対するニーズに関する大規模な調査を実施した。

10.2 調査 10.1 眼疾患と白黒反転の関係に関する全国調査

10.2.1 目的

拡大読書器、コンピュータの画面拡大ソフトウェア、タブレット端末等、ロービジョン者のエイドの多くに、白黒を反転する機能が付加されている。白黒反転の有効性は、広く知られるようになり、拡大読書器の解説書の中にも、白黒反転機能はまぶしさを感じる場合を始め、ほとんどのロービジョン者に有効だとする記述が見られるようになってきている(森田, 2000)。また、白黒反転版のカレンダーや書籍の販売も行われるようになってきた。しかし、白黒反転がすべてのロービジョン者に有効かどうかに関する根拠は示されていない。

眼科領域では、虹彩欠損等の光量コントロール機能不全、白内障等の中間透光体の混濁による光の乱反射、全色盲やアルビノ等の網膜の機能不全、三叉神経痛等による三叉神経の知覚過敏等の眼疾患があると、普通の光に対して、強い不快感や痛みを伴うようなまぶしさ(グレア)を感じる事が知られている。白黒反転に関する先行研究(Fay, 1984 ; Legge et

al. 1985b ; 古田・青木, 1989 ; 中野・千田, 1991 ; 中野, 1997a) では、中間透光体混濁やまぶしさ(グレア)のあるロービジョン者に、白黒反転が有効であることが指摘されてきた。しかし、眼疾患と白黒反転の好みの関係を分析する大規模な調査は実施されていない。そこで、本研究では、眼疾患、まぶしさの自覚の有無、白黒反転の好みについて明らかにするために全国調査を実施した。

10.2.2 方法

本研究では、日本全国からロービジョン者をサンプリングするために、日本全国の視覚障害特別支援学校(以下、盲学校)の協力を得た。高等部があり、ロービジョンの生徒が在籍しているすべての盲学校57校に対して、アンケート方式の調査を実施した(高等部に限定したのは、小中学校段階では、診断が確定していない事例がありうるからであった)。各学校の担当教員を介して、ロービジョン生徒に個別にアンケート調査票を配布し、眼疾患、視力、白黒反転の好み、まぶしさの自覚の有無の回答を求めた。調査期間は、2010年7月から8月であった。

10.2.3 結果

(1) 有効回答

高等部があり、ロービジョンの生徒が在籍している57校の盲学校すべてから338件の有効回答が得られた。

(2) 回答者の視機能等の特性

普通科の生徒が232人、保健医療科の生徒が99人、その他の学科が7人で、学年はほぼ均等に分布していた。男女の割合も、保健医療科において男性の割合が多かったものの、ほぼ均等に分布していた。回答者の0.1~0.3の視力の生徒が94人と最も多く、続いて0.3以上の視力の生徒が69人であった。割合としては、比較的視力の高い生徒が多かった。

(3) 白黒反転の見やすさと眼疾患やまぶしさの関連

白黒反転の見やすさと眼疾患やまぶしさの自覚の有無との関連を分析するために、まぶしさと眼疾患の関係を表10.1に、白黒反転の見やすさと眼疾患との関係を表10.2に示した。まぶしさを感じやすい眼疾患には、従来から指摘されている通り、白子眼、網膜色素変性症、無虹彩症、糖尿病性網膜症、白内障術後無水晶体等があることが明らかになった(表10.1)。白黒反転が見やすい眼疾患は、小眼球、網膜色素変性症、緑内障、白内障術後無水晶体等であり、まぶしさを感じやすい眼疾患とは異なっていた。そこで、まぶしさと白黒反転の見やすさの関係を分析した(表10.3)。表より、まぶしさの有無と白黒反転

の見やすさの間に、明確な関係性がないことが明らかになった。

表 10.1 眼疾患とまぶしさの関係

	人数	まぶしさ			
		あり		なし	
		人数	割合 (%)	人数	割合 (%)
白子眼	6	5	83.3	1	16.7
網膜色素変性症	56	42	75.0	14	25.0
無虹彩症	11	8	72.7	3	27.3
糖尿病性網膜症	13	9	69.2	4	30.8
白内障術後無水晶体	16	11	68.8	5	31.3
小眼球	9	6	66.7	3	33.3
緑内障	45	27	60.0	18	40.0
白内障	57	32	56.1	25	43.9
眼球振盪症	24	13	54.2	11	45.8
黄斑変性症	15	8	53.3	7	46.7
網膜剥離	37	19	51.4	18	48.6
視神経萎縮	42	17	40.5	25	59.5
未熟児網膜症	33	13	39.4	20	60.6
レーベル病	10	3	30.0	7	70.0
網膜芽細胞腫	4	1	25.0	3	75.0

表 10.2 眼疾患と白黒反転の見やすさの関係

	人数	白黒反転			
		見やすい		見にくい	
		人数	割合 (%)	人数	割合 (%)
小眼球	9	5	55.6	4	44.4
網膜色素変性症	56	29	51.8	27	48.2
緑内障	45	22	48.9	23	51.1
白内障術後無水晶体	16	7	43.8	9	56.3
網膜剥離	37	13	35.1	24	64.9
未熟児網膜症	33	11	33.3	22	66.7
白内障	57	18	31.6	39	68.4
視神経萎縮	42	13	31.0	29	69.0
糖尿病性網膜症	13	4	30.8	9	69.2
眼球振盪症	24	7	29.2	17	70.8
網膜芽細胞腫	4	1	25.0	3	75.0
黄斑変性症	15	3	20.0	12	80.0
白子眼	6	1	16.7	5	83.3
無虹彩症	11	1	9.1	10	90.9
レーベル病	10	0	0.0	10	100.0

表 10.3 まぶしさの有無と白黒反転の見やすさの連関

		まぶしさ		計
		あり	なし	
白黒反転	見やすい	80	31	111
	見えにくい	99	128	227
計		179	159	338

10.2.4 考察

Legge et al. (1985b)やLegge et al. (1986)は、晴眼者及びロービジョン者において白黒反転の効果を読書効率の観点から検討し、晴眼者及び中間透光体に混濁のないロービジョン者では条件による差は見られないが、中間透光体に混濁のあるロービジョン者においては白黒反転条件の方がパフォーマンスが高いことを報告している。古田・青木(1989)や中野・千田(1991)は、日本語においても同様の結果が見いだされることを示している。そして、中野(1991)は、中間透光体が混濁している場合に白黒反転条件でパフォーマンスが向上する理由を、混濁部位での光の散乱によるコントラスト低下で説明している。これらの先行研究から、白内障等の中間透光体混濁がある眼疾患では、白黒反転の方が好まれることが予想される。そこで、まぶしさや白黒反転の好みと眼疾患の関係を分析するために、眼疾患が明確な盲学校・高等部に在籍しているロービジョン生徒 338 人を対象にアンケート調査を実施した。その結果、まぶしさ（グレア）を感じる眼疾患は、先行研究と同様に、錐体の機能不全（白子眼、網膜色素変性症）、調光機能の不全（無虹彩症）、中間透光体混濁（糖尿病性網膜症、白内障術後無水晶体）に起因していることが明らかになった。しかし、白黒反転が見やすい生徒の眼疾患は、まぶしさ（グレア）を感じる眼疾患とは必ずしも一致していなかった。従来、まぶしさ（グレア）があると、白黒反転が有効だと考えられてきたが、本調査の結果、まぶしさ（グレア）と白黒反転は必ずしも一致していなかった。そのため、読書環境を整備する際に、白黒反転が必要かどうかは、眼疾患やまぶしさ（グレア）の有無で処方するのではなく、ロービジョン者に確認しなければならないことが推測出来た。

10.3 調査 10.2 白黒反転のニーズや利用実態に関する全国調査

10.3.1 目的

書籍そのものを白黒反転で提供する取り組みは、ボランティアが個別対応で作成した拡大写本（図 10.1）から始まった（中野・新井, 2013 ; 中野, 2010d）。また、デジタル印刷や白インク等の開発により、白黒反転版の書籍や白黒反転が出来るプリンタも販売されるようになった。しかし、白黒反転した書籍やプリンタ等の供給実績は限られており、ロービ

ジョン者がどの程度、必要としているかに関する実態は明確にされていない。そこで、本研究では、拡大教科書を利用しているロービジョンの児童生徒（以下、ロービジョン児）に対して、実態調査を実施した。調査 10.1 でも同様の調査を実施したが、白黒反転の好みにを調べる際に、実物は配布しなかった。そこで、本調査では、通常版と白黒反転版のサンプル教科書を配布した上で、サンプルを見比べて回答を求める郵送方式のアンケート調査を実施した。

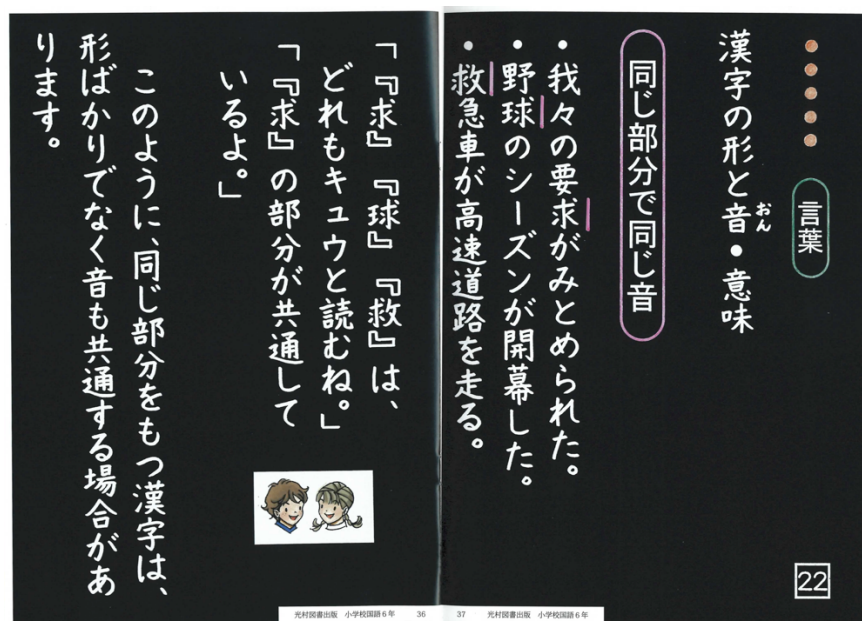


図 10.1 ボランティアが作成した白黒反転の拡大教科書の例（中野, 2010d）

10.3.2 方法

現在、ロービジョン児は、通常の学級（以下、通常学級）、通級指導教室を含む弱視特別支援学級（以下、弱視学級）、盲学校に在籍していると考えられる。そこで、本研究では、これらの学校・学級に在籍し、教科書バリアフリー法の制度に基づいて拡大教科書の給与を受けているロービジョン児を対象に郵送方式のアンケート調査を実施した。

本研究では、まず、拡大教科書の給与を受けているロービジョン児の在籍校を調査（第1次調査）し、学校長、担当教員、保護者、ロービジョン児本人にインフォームドコンセントを行った上で、個別の調査票を配布した（第2次調査）。なお、通常の学校や弱視特別支援学級に対する調査は、各学校を管轄している市区町村教育委員会や学校法人（以下、市区町村教育委員会等）を介して調査を実施した。

(1) 第1次調査

2011年度に拡大教科書の無償給与を受けているロービジョン児の在籍校数、人数、学

校・学級種別を把握するために、全国の市区町村教育委員会等 398 箇所と盲学校 70 校に対して郵送方式のアンケート調査を実施した。調査期間は、2011 年 9 月から 10 月であった。

(2) 第 2 次調査

第 1 次調査で明らかになったロービジョン児の在籍する全ての学校に対して、市区町村教育委員会等と盲学校を介して、サンプル拡大教科書（図 10.2）と調査票を児童生徒の担任教員に配布した。サンプル拡大教科書は、白背景に黒文字の通常版と黒背景に白文字の白黒反転版の 2 種類を用意した。調査は、担当教員がロービジョン児に質問をし、教員が記入する方式で実施した。白黒反転の好みに関する質問に際しては、通常版と白黒反転版のサンプル教科書を見比べさせて回答するように求めた。調査期間は、2011 年 10 月から 11 月であった。

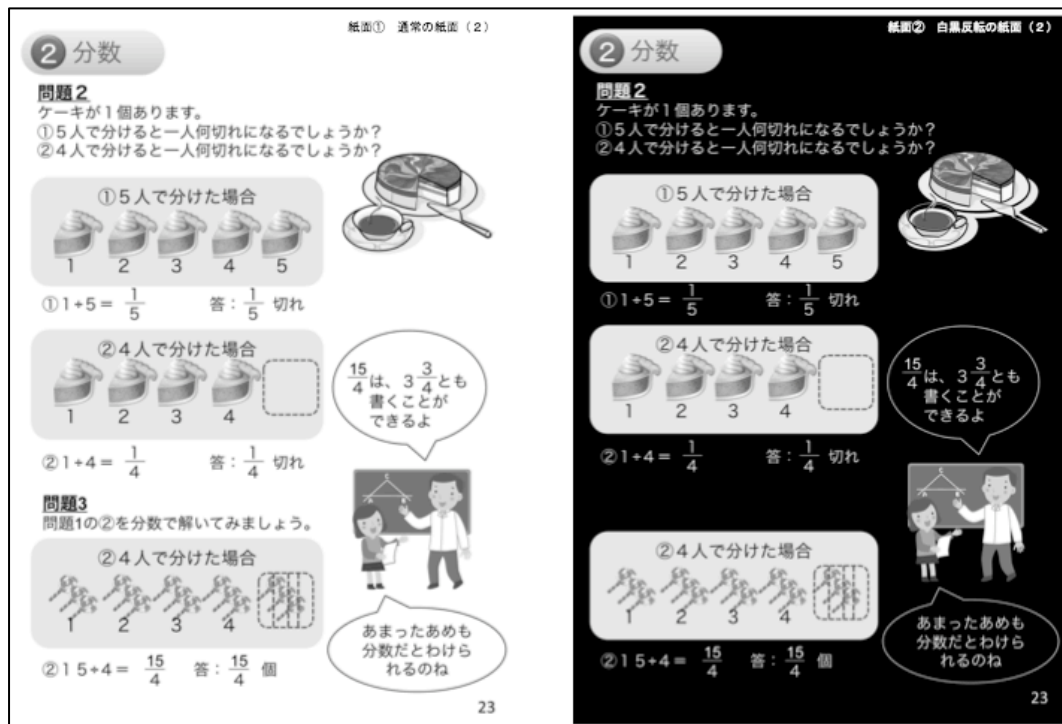


図 10.2 サンプル拡大教科書の例（左：通常版、右：白黒反転版）

(サンプル教科書は教科書を模して作成したもので富士ゼロックスが制作を担当した)

10.3.3 結果

(1) 有効回答

第1次調査の結果、331箇所の教育委員会等（回収率83.2%）と70校の盲学校（回収率100.0%）から回答が得られ、拡大教科書の給与を受けている児童生徒が1,158人存在していた。第2次調査の結果、935人（回収率80.7%）から有効回答が得られた。

(2) 回答者の視機能等の特性

回答者935人の内訳は、通常学級528人、弱視学級187人、盲学校220人であった。性別は男子521人、女子405人、無回答9人であった。小学生が594人（1年生56人、2年生72人、3年生100人、4年生125人、5年生117人、6年生124人）、中学生が331人（1年生99人、2年生127人、3年生105人）、無回答10人であった。ロービジョンのみの単一障害は609人で、他の障害を併せ有するケースが296人（聴覚障害23人、肢体不自由63人、知的障害106人、その他104人）、無回答が68人であった。まぶしさと白黒反転の好みとの関係を分析するために、「屋外などの明るいところは、まぶしくて見えにくい」かどうかを質問した結果を表10.4に示した。まぶしさを感じていると回答したのは354人（37.9%）であった。

表 10.4 「まぶしさ」を感じている児童生徒の人数

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
まぶしさあり	202	38.3%	62	33.2%	90	40.9%	354	37.9%
まぶしさなし	312	59.1%	118	63.1%	113	51.4%	543	58.1%
無回答	14	2.7%	7	3.7%	17	7.7%	38	4.1%
計	528	100.0%	187	100.0%	220	100.0%	935	100.0%

(3) 白黒反転の好み

サンプルの拡大教科書をロービジョン児に提示し、拡大教科書として使用する場合に、どちらを使用したいかについて質問した結果を表10.5に示した。白黒反転版を希望するケースは257人（27.5%）で、その理由としては「白黒反転の方が見やすいから」（224人、87.2%）がほとんどであった（表10.6）。また、通常版を希望するケースは642人（68.7%）で、その理由としては「一般の教科書と同じだから」（232人、36.1%）が最も多く、「通常版の方が見やすいから」（151人、23.5%）、「白黒反転版は見にくいから」（113人、17.6%）が続いていた（表10.7）。

表 10.5 白黒反転版を好む人数

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
通常版 (黒文字／白背景)	385	72.9%	117	62.6%	140	63.6%	642	68.7%
白黒反転版 (白文字／黒背景)	122	23.1%	65	34.8%	70	31.8%	257	27.5%
無回答	21	4.0%	5	2.7%	10	4.5%	36	3.9%
計	528	100.0%	187	100.0%	220	100.0%	935	100.0%

表 10.6 白黒反転版を好む理由

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
通常版は見にくいから	5	4.1%	3	4.6%	1	1.4%	9	3.5%
白黒反転の方が見やすいから	109	89.3%	54	83.1%	61	87.1%	224	87.2%
その他	6	4.9%	6	9.2%	6	8.6%	18	7.0%
無回答	2	1.6%	2	3.1%	2	2.9%	6	2.3%
計	122	100.0%	65	100.0%	70	100.0%	257	100.0%

表 10.7 通常版を好む理由

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
一般の教科書と同じだから	163	42.3%	45	38.5%	24	17.1%	232	36.1%
白黒反転版は見にくいから	66	17.1%	21	17.9%	26	18.6%	113	17.6%
通常版の方が見やすいから	82	21.3%	26	22.2%	43	30.7%	151	23.5%
教科書に書き込みができるから	45	11.7%	19	16.2%	34	24.3%	98	15.3%
その他	13	3.4%	3	2.6%	7	5.0%	23	3.6%
無回答	16	4.2%	3	2.6%	6	4.3%	25	3.9%
計	385	100.0%	117	100.0%	140	100.0%	642	100.0%

(4) 白黒反転の好みと「まぶしさ」の関係

白黒反転の好みと「まぶしさ」に関してクロス集計を行った結果を表 10.8 に示した。白黒反転を好む児童生徒の中で「まぶしさ」を感じているケースは 129 人と半数 (50.2%) に留まっていた。また、「まぶしさ」を感じている児童生徒の中で白黒反転を

好むケースは 129 人で 36.4%に留まっていた。

表 10.8 白黒反転の好みと「まぶしさ」の関係

	まぶしさあり		まぶしさをなし		無回答		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
通常希望	216	61.0%	400	73.7%	26	68.4%	642	68.7%
白黒反転希望	129	36.4%	122	22.5%	6	15.8%	257	27.5%
無回答	9	2.5%	21	3.9%	6	15.8%	36	3.9%
計	354	100.0%	543	100.0%	38	100.0%	935	100.0%

10.3.4 考察

白黒反転の好みに関する実態をより広範に調べるために、拡大教科書を利用しているロービジョン児 935 人に対して、白黒反転の好みに関する全国調査を実施した。実際に通常版と白黒反転版のサンプル拡大教科書を見比べながら判断を求めた結果、白黒反転版を希望するケースは 257 人で、全体の 3 割弱であった。森田(2000)が指摘したように、ほとんどのロービジョン者が白黒反転を必要とするわけではないが、3 割が必要としていることを考えると、白黒反転を簡便に実現する環境調整方法が重要だと考えられる。なお、通常版を好む理由の中に、「通常版の方が見やすい」(23.5%)、「白黒反転版は見にくい」(17.6%)という回答があることを考慮すると、書籍をすべて白黒反転版にすることは適切ではないことが明らかになった。

Fay(1984)は、羞明 (photophobia) がある場合に、拡大読書器の白黒反転機能が有効だと指摘している。そこで、本研究では、調査 10.1 と同様に、まぶしさ (グレア) と白黒反転の関係を分析した。その結果、白黒反転を好む人は必ずしもまぶしさ (グレア) を感じているわけでも、まぶしさ (グレア) を感じている人が白黒反転を好むわけでもないことが明らかになった。つまり、まぶしさ (グレア) と白黒反転は必ずしも関係しているわけではなかった。そのため、まぶしさ (グレア) の評価と白黒反転の評価は、独立に行う必要性があることが明らかになった。

10.4 まとめ

ロービジョン者の中には、まぶしさ (グレア) によって視機能が低下したり、不快感や痛みを感じるケースがある。まぶしさ (グレア) による視機能低下や不快感は、読書の阻害因子となる個人因子である。従来のロービジョンケアでは、遮光眼鏡等のエイドを用いることでまぶしさ (グレア) による視機能低下や不快感を防止・軽減してきた。一方、ま

ぶしさ（グレア）による視機能低下や不快感を防止・軽減するための環境への働きかけとして白黒反転が期待されており、拡大読書器やPC等には白黒反転機能が搭載されている。白黒反転が認知閾等のパフォーマンスに及ぼす効果（コントラストポラリティ効果）については、実験的な研究は多いものの、眼疾患と白黒反転の好みの関係、白黒反転のニーズや実態に関する調査は実施されていなかった。そこで、本研究では、全国調査が可能なロービジョンの児童生徒を対象に眼疾患との関係に関する調査（ロービジョン生徒 338 人）と利用実態調査（ロービジョン児童生徒 935 人）を実施した。その結果、眼疾患とまぶしさの間には、先行研究と同様の関係があることが確認されたが、まぶしさと白黒反転の間には、特定の関係が確認されなかった。また、白黒反転のニーズの高さを実際の冊子を用いて調査した結果、白黒反転版を希望するケースが約 3 割あることが明らかになった。なお、「まぶしさ」と白黒反転の好みには、必ずしも明確な関係性があるわけではないことや白黒反転を望まないロービジョンの児童生徒も存在することが明らかになった。そのため、ロービジョン者の希望に応じて、白黒反転を自由に変更することが出来るシステムの構築が必要であることが見出された。

第IV部 理想的な読書環境と考えられている拡大教科書の評価

1. はじめに

第I部では、ロービジョンという障害を明らかにするために、障害の概念の変遷を概観しつつ、ロービジョン者が遭遇しているバリアの原因とその解消方法について考察し、ICIDHの障害観に基づく生体機能補完型アプローチから、ICFの障害観、特に、障害の社会モデルに立脚した環境調整型アプローチへの転換が必要であることを論じた。第II部では、ロービジョン者にとって大きな課題である読書という活動に焦点を絞り、環境調整型アプローチを行うための方法に関して検討を行った。第III部では、ロービジョンの多様な見えにくさに対応出来る読書環境整備として、低視力や低コントラストによる見えにくさを軽減する環境としてのUDフォント、視野狭窄による見えにくさを軽減する環境としてのコンデンス・フォント、視野の不均一さによる見えにくさを軽減する環境としての文章のディレクション、まぶしさ(グレア)による見えにくさを軽減する環境としての白黒反転に関する基礎研究を実施した。第IV部では、第III部で明らかにした読書を促進する環境因子が組み合わせられた理想的な読書環境の一つと考えられる拡大教科書の評価を行った。

2. 障害の社会モデルの観点で考えられる理想的な読書環境

現在、主流である障害の個人(医療)モデルに基づくアプローチでは、ユーザの視機能を平均的な視機能に近づけるための機能補完が重視されてきた。これに対して、障害の社会モデルに基づくアプローチでは、ユーザの多様な視機能を包含(インクルード)出来る多様な環境を選択肢として用意する必要がある。つまり、障害の社会モデルに立脚した環境調整型アプローチから理想的な読書環境を考えると、多様な視機能のロービジョン者を包含できる選択可能な読書環境の用意し、ユーザが適切な環境を主体的に選択出来るようなシステムが必要だということになる。このような読書システムを確立するためには、1)多様な視機能のロービジョン者を包含できる選択肢としての環境(読書で言えば、文字サイズ、フォント等)を用意し、2)ユーザが各選択肢を選ぶ際の判断基準と出来るように、各選択肢が活動や参加に及ぼす効果(読書で言えば、読書速度や検索速度等)を明らかにし、3)目的や場面(読書で言えば、スピードを求める場合、正確さを求める場合、疲れないことを求める場合等)ごとに柔軟に選択を変更出来るシステムが必要だと考えられる。

第III部で論じてきたように、ロービジョン者の読書には、文字サイズ、フォント、コントラスト、文章のディレクション等が影響することがわかっている。そのため、理想的な読書環境を用意する際、文字サイズ等を自由に選択出来るようにする必要がある。現在の日本の拡大教科書は、複数の文字サイズが用意されており、個別のニーズにも柔軟に対応出来るよ

うにシステム化されており、障害の社会モデルの理念に合致した制度になっていると考えられる。

3. 第Ⅳ部の概要と構成

ロービジョンケアにおいては、低下した視機能を主としてエイドを用いて補完するという生体機能補完型アプローチが主流であるが、発達途上段階にあるロービジョンの子供達が利用している「拡大教科書」は、環境調整型アプローチに基づいて提供されている。日本では、ロービジョンの児童生徒は、ニーズに基づき、文字サイズ等の異なる複数の拡大教科書から選択することが可能になっている。また、個別のニーズに基づいて、オーダーメイドで拡大教科書を作成することも可能になっており、第Ⅲ部で論じたUDフォントや白黒反転等を自由に選択することが出来る。このように、日本の拡大教科書は、ロービジョン者にとって理想的な読書環境だと考えられる。しかし、障害の社会モデルの理念に合致した日本の拡大教科書を、ユーザであるロービジョンの児童生徒がどのように評価しているのかに関する実態は明らかになっていない。第Ⅳ部では、ロービジョン者にとって理想的な読書環境と考えられている拡大教科書の評価を行うために、以下の3つの章から構成した。

第11章では、障害の社会モデルの理念に合致していると考えられている日本の拡大教科書提供システムについて概観した上で、障害の社会モデルに立脚した環境調整型アプローチで作成されている紙媒体の拡大教科書の効果や利用実態等について調査した（中野・新井・吉野・花井・大島, 2013）。

第12章では、4種類ある拡大教科書が、どのような方法で選択されているかについて調査した（中野・新井・花井・吉野・大島, 2013 ; 中野, 2014a）。

第13章では、拡大教科書に対するロービジョン者の選択とパフォーマンスの関係を実験的に比較した（Nakano, Arai, & Yamamoto, 2010）。

なお、第Ⅳ部で実施した研究は、慶應義塾研究倫理委員会倫理審査委員会の審査（受理番号 16-006「通常の学級で学ぶ視覚障害児への合理的配慮と教育の質の向上を支援するシステムに関する研究」、受理番号 16-009「特別支援学校（視覚障害等）高等部における教科書デジタルデータ活用に関する調査研究」）を受けた上で実施した。

第 11 章 拡大教科書は理想的な読書環境となり得るか？

11.1 問題の背景と研究の目的

(1) 問題の所在

ロービジョン者にとって、書籍等の文字情報へアクセスすることは、困難な課題の一つである。そのため、低下した視機能を補うために、ルーペや拡大読書器等の視覚補助具の利用が推奨されてきた。しかし、障害の社会モデルの観点から考えると、ロービジョン者が書籍を読む際に困難を感じる原因には、ロービジョン者の視機能が低いという個人因子だけではなく、書籍等を作成する際に、ロービジョン者の利用を想定しなかったという環境因子も考慮する必要がある。すなわち、ロービジョン者の利用を想定し、書籍等の文字サイズを大きくしたり、視認性の高いフォントを利用する等の環境への介入も必要だと考えられる。

ロービジョン者に読みやすい大きな活字の書籍 (large print books) への取り組みは、1947 年に American Printing House for the Blind による定期刊行が最初だと言われている (Goodrich, Arditi, Rubin, Keeffe & Legge, 2008)。日本における書籍の拡大の取り組みは、ルーペや拡大読書器等の視覚補助具の活用が困難なロービジョンの児童生徒のための教科書から始まったと言われている。

(2) ロービジョン児の読書環境整備の歴史

教科書を拡大し、ロービジョンの児童生徒に提供するという試みは、1963 年に「盲学校小学部国語補助教材」(小学部 1 年生用は初号 [42 ポイント] もしくは 1 号 [27.5 ポイント]) が作成されたことが最初だとされている (湖崎, 1961)。しかし、この取り組みは、制度化されることはなかった。「拡大教科書作成マニュアル」(国立特別支援教育総合研究所, 2005) によれば、検定済教科書を教員やボランティア等が拡大し、補助教材 (以下、「拡大教材」) として提供していた歴史を以下のようにまとめている。

- a) 1964 年に現在の拡大コピー機の前身である電子拡大複写装置「エレファックス (Elefax)」(図 11.1) が始めて盲学校に導入され (1969 年度にはオフセット印刷機と共にすべての盲学校に導入)、各学校で拡大教材が作成できるようになった。
- b) 1975 年代に入ると、全国各地に「拡大写本ボランティア」と呼ばれるグループが登場し、弱視児の個別のニーズに応じた拡大教材が作成されるようになった (図 11.2)。「拡大教材」(拡大写本を含む) は、当初から、検定教科書 (文部科学大臣の検定を経て発行される文部科学省検定済教科書) に準拠して作成されていたが、検定教科書そのものでも、文部科学省著作教科書 (需要数が少なく民間による発行が期待できないため、文部科学省において著作・編集された、高等学校の農業、工業、水産、家庭及び看護の教科書の一部や特別支援学校用の教科書) でもないため、無償措置の対象にはならなかった。また、ボランティア等が

「拡大教材」を作成するためには、検定教科書の著作権者一人一人の許諾を得る必要があった。

c) この状況を変えるきっかけになったのが、日本弱視教育研究会に組織された「拡大教材研究会」（1991年設立）や国立特殊教育総合研究所等による「拡大教材」の作成やその効果に関する調査研究（日本弱視教育研究会, 1992；千田・中野, 1997；国立特別支援教育総合研究所, 2005）であった。これらの取り組みにより、「拡大教材」は、当時の学校教育法の第107条（文部大臣の定めるところにより、第21条第1項に規定する教科用図書以外の教科用図書を使用することができる）の定める図書（通称、107条図書）として採択が可能になり、無償給与の道が拓かれた。しかし、拡大教材を作成する際の著作権処理、発行者不足等の作成上の課題は残されたままであった。



図 11.1 電子拡大複写装置「Elefax」の写真（撮影：中野泰志）

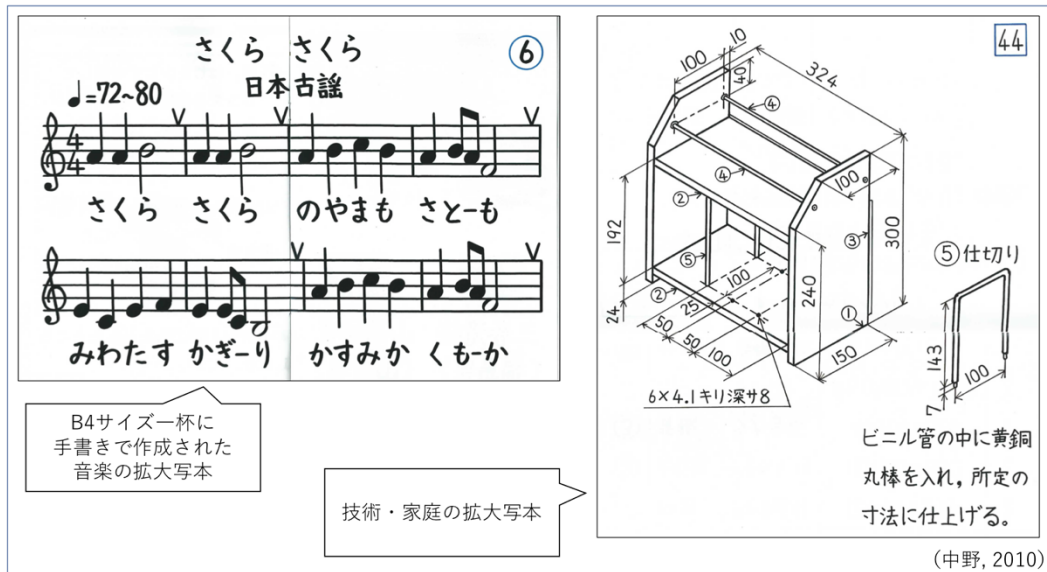


図 11.2 ボランティアが作成した拡大写本の例 (中野, 2010defg より改変)

このような歴史的背景の中、ロービジョンの当事者、ボランティア、教員等により「拡大教科書」の安定供給に関する法整備への要望が高まり、文部科学省に「拡大教科書普及推進会議」(http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/048/index.htm)が設置されるに至った。そして、2008年に「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」(いわゆる教科書バリアフリー法)が施行され、視覚障害のある児童及び生徒の学習の用に供するため文字、図形等を拡大して検定済教科用図書等を複製した図書が教科用拡大図書(いわゆる「拡大教科書」として認められた(金子, 2005; 宇野, 2007)。

(3) 拡大教科書の種類

「拡大教科書 (large print textbooks)」とは、ロービジョンの児童生徒のために検定教科書の文字や図形を拡大等して複製し、図書として発行された教科用特定図書のことである。点字により検定済教科用図書等を複製した図書(点字図書)やその他障害のある児童及び生徒の学習の用に供するため作成した教材と同様、検定教科用図書等に代えて使用し得る図書である。

ロービジョンの児童生徒は、眼疾患や視力・視野等の視機能の障害の状態等、視覚特性が一人ひとり異なっており、それぞれの見え方に応じた教科書や教材等を用意するためには、個別対応をせざるを得ない。そこで、拡大率等が必要に応じて変えられる拡大補助具を使いこなす力を身につけることが弱視教育の重要な目標とされてきた。しかし、低年齢であったり、他の障害を併せ有していたりする児童生徒等の中には、拡大補助具の活用が困難であったり、拡大補助具を長時間利用すると極度の疲労を感じたりするため、「拡大教科書」を必

要とするケースが出て来た。

「拡大教科書」の作成方式には、単純拡大 (stretch-out) とレイアウト拡大 (reformed) の2種類がある。単純拡大方式は、原本教科書のレイアウトは代えずに単純に拡大コピーしたものである。拡大率を上げると判サイズも大きくなるため、比較的低倍率の拡大に適している。これに対して、より低視力の弱視児が利用できるように、より大きな文字サイズが選択できるようにするためには、原本教科書のレイアウトを変更する必要がある。この文字や図表等の見やすさを重視し、レイアウトを変更する拡大方式をレイアウト拡大方式と呼ぶ。

(4) 拡大教科書制度

現在、「拡大教科書」は、2008年に制定された「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」(教科書バリアフリー法)に基づいて、作成・給与されている。この法律の目的は、拡大教科書等の障害のある児童生徒が検定済教科書に代えて使用する教科用特定図書等の普及促進を図り、児童生徒が障害やその他の特性の有無にかかわらず十分な教育が受けられる学校教育の推進に資することである。この法律により、「拡大教科書」が無償で給与されるようになり、「拡大教科書」の製作上の配慮事項をまとめた標準的な規格(以下、標準規格)の作成、ボランティア等へのデジタルデータの提供、各教科書発行者(教科書会社)への拡大教科書発行に関する努力義務の制定等が行われ、拡大教科書の安定供給への道が拓かれた。なお、小・中学校段階における標準規格は、香川(2001)や国立特殊教育総合研究所(2005)等の、高等学校段階における標準規格は、中野(2011d)等の研究成果に基づいて決定された。

(5) 無償給与されている「拡大教科書」の種類と標準規格

現在、無償で給与を受けることができる「拡大教科書」には、大きく分けると2種類ある。1種類は、教科書バリアフリー法第6条第1項に従い、文部科学大臣が定めた標準規格に基づいて、主として教科書発行者が作成している標準規格の拡大教科書である。標準規格の拡大教科書は、「できるだけ多くの弱視児童生徒が利用できるものにするため、文字の大きさとして18ポイント～26ポイント(小学校3年までは発達段階を考慮して22ポイント～30ポイント)程度の文字を使用するロービジョンの児童生徒を対象とする。また、本規格に適合する拡大教科書の発行にあたっては、文字の大きさが22ポイントの版を基準に、その1.2倍と0.8倍の3パターンの版を作成することとする」と定められている。もう1種類は、個別のニーズに応じて、主としてボランティアが作成している個別対応(プライベート・サービス)の「拡大教科書」である。個別対応の拡大教科書は、ニーズに応じて作成されるため、30ポイントよりも大きな文字サイズのものや白黒を反転したものもある。つまり、弱視児は、標準規格の「拡大教科書」3種類(18、22、26ポイント;小学校3年までは22～30ポイント)と個別対応の合計4種類の中から、適切なものを選択できる。

(6) 無償給与が受けられる対象

歴史的には、無償給与の対象が盲学校や弱視学級に限定されていた時期もあったが、現在、教科書バリアフリー法では「国は、毎年度、小中学校に在学する視覚障害その他の障害のある児童及び生徒が検定教科用図書等に代えて使用する教科用特定図書等を購入し、小中学校の設置者に無償で給付する」と定めている。したがって、小中学生は、在籍している学校にかかわらず、「拡大教科書」を無償で入手出来る。なお、特別支援学校高等部においては、特別支援教育就学奨励費（「特別支援学校への就学奨励に関する法律」に基づいて、特別支援学校に就学する児童、生徒の保護者等に対し、経済的負担を軽減するため、世帯の収入等に応じ、就学に必要な経費を補助する制度）により、「拡大教科書」を無償で入手出来る。

(7) 教科書デジタルデータの提供

教科書バリアフリー法では、教科用図書発行者（教科書発行者）に対して、検定教科用図書等に係る電磁的記録（教科用図書の本文、図・写真、脚注、表紙など、教科用図書に掲載されているものすべての教科書デジタルデータ）をデータ管理機関（文部科学大臣又は文部科学大臣が指定）に提供するように定めている。これは、教科用特定図書等の発行を促進するために行われている制度で、1)教科用拡大図書を製作する者、2)教科用点字図書を製作する者、3)音声読み上げのコンピュータソフトを利用した教材（教科用図書に準ずるものと認められるものに限る）を障害のある児童生徒に向けて製作する非営利団体、4)教科用拡大図書を製作する高等学校及び特別支援学校（視覚障害等）高等部が申請可能である。なお、教科書デジタルデータが入手できる発行者の中に、「音声読み上げのコンピュータソフトを利用した教材を障害のある児童生徒に向けて製作する非営利団体」が入れられたことにより、発達障害等の視覚障害以外の障害児のアクセシビリティに貢献することが出来たと考えられる。

(8) 拡大教科書の発行状況

教科書バリアフリー法では、教科用図書発行者に対して「拡大教科書」の発行に務めるよう定めている。そのため、義務教育段階の教科書を作成しているほとんどすべての出版社が標準規格の拡大教科書を供給している。

(9) 本研究の目的

教科書バリアフリー法が制定され、義務教育段階の児童生徒（小中学生）には、教科書発行者が出版する標準規格に基づいた3種類（小学校3年生までは22、26、30ポイント、それ以降は18、22、26ポイントの文字サイズの異なる図書）に加え、ボランティアが作成する個別対応（文字サイズだけでなく、配色やコントラスト等も変更可能）の図書から1種類が無償で給与されることになっている。また、高等学校の教科書は教科書無償法の対象では

ないが、盲学校の高等部では、就学奨励費制度により、無償で拡大教科書を入手できる制度が構築されている。そのため、学齢期のロービジョン者は、自分の視機能に合った拡大教科書を選択することが可能である。

拡大教科書は環境への介入（環境因子の中の促進因子）であり、視覚補助具（エイド）を利用せずに、書籍にアクセスすることが出来る点は、障害の社会モデルの理念に合致している。また、現在の日本のシステムでは、複数の選択肢から個人因子に応じて選択出来るようになっている点も、社会モデルの理念に合致している。さらに、拡大教科書は、通常の検定教科書と同様に無償（義務教育の場合には、在籍校に限らず、無償で入手出来る。また、高等学校においても盲学校に在籍すれば無償で給与される）で給与されている点も社会モデルの理念に合致している。このように、日本の拡大教科書制度は、障害の社会モデルの理念から考えると理想的なシステムになっていると考えられる。しかし、拡大教科書の有効性、利用実態、課題等については、明らかにされていない。そこで、本研究では、義務教育段階と高等学校段階に分けて、拡大教科書の利用実態を調査するために、全国調査を実施した。

11.2 調査 11.1 小中学校における拡大教科書の利用実態に関する全国調査

11.2.1 目的

拡大教科書をどのような視機能のロービジョン児が利用しているか、拡大教科書を利用する際には補助具は必要ないのか、現行の拡大教科書に問題点はないのか、ロービジョン児が現行の拡大教科書に満足しているのかどうかに関する全国的な調査は実施されていない。そこで、本研究では、在籍している学校にかかわらず、教科書を無償で入手できる小中学校における拡大教科書の利用実態について、全国調査を実施した（中野・新井・大島・花井・吉野, 2013）。

11.2.2 方法

(1) 概要

現在、ロービジョン児は、特別支援学校ではない通常の学校の通常学級、弱視学級、盲学校に在籍していると考えられる。そこで、本研究では、通常学級、弱視学級、盲学校に在籍し、教科書バリアフリー法の制度に基づいて拡大教科書の給与を受けているロービジョン児を対象に調査を実施した。

本研究では、まず、拡大教科書の給与を受けているロービジョン児の在籍校を調査（第1次調査）し、学校長、担当教員、保護者、ロービジョン児本人にインフォームドコンセントを行った上で、個別の調査票を配布した（第2次調査）。なお、通常学級や弱視学級

については、各学校を管轄している市区町村教育委員会や学校法人（以下、市区町村教育委員会等）を介して調査を実施した。

(2) 第1次調査

2011年度に拡大教科書の無償給与を受けているロービジョン児の在籍校数、人数、学校・学級種別を把握するために、全国の市区町村教育委員会等 398 箇所と盲学校 70 校に対して郵送方式のアンケート調査を実施した。調査時期は 2011 年 9 月から 10 月であった。

(3) 第2次調査

第1次調査で明らかになったロービジョン児の在籍する全ての学校に対して、市区町村教育委員会等と盲学校長を介して、調査に関する説明書（保護者用、ロービジョン児用）と調査票を児童生徒の担任教員に配布した。最初に、担任から調査に関する説明書を保護者とロービジョン児に配布してもらい、同意を得られた場合にのみ、調査への協力を求めた。調査時期は 2011 年 10 月から 11 月であった。

調査票は、a) 学年、性別、視力（学校の現場では logMAR 視力は一般的ではないため、小数視力の回答を求めた）、視力以外の見えにくさ、他の障害の有無等、児童生徒の特性に関する質問項目、b) 給与を受けている拡大教科書 1 冊ずつに関する質問項目（教科、発行者、文字サイズ、判サイズ、分冊数、使用場面、満足度、困ること、通常教科書併用の有無等）であった。調査は、担当教員がロービジョン児に質問をし、教員が記入する方式で実施した。

11.2.3 結果

(1) 有効回答

第1次調査の結果、331 箇所の教育委員会等（回収率 83.2%）と 70 校の盲学校（回収率 100.0%）から回答が得られ、今回の調査の範囲では、拡大教科書の給与を受けている児童生徒が 1,158 人（通常学級・小学生 418 人、通常学級・中学生 200 人、弱視学級・小学生 184 人、弱視学級・中学生 58 人、盲学校・小学生 128 人、盲学校・中学生 170 人）存在していることが明らかになった。第2次調査の結果、935 人（回収率 80.7%）から有効回答が得られた。

(2) 回答者の特性

回答者 935 人の内訳は、通常学級 528 人、弱視学級 187 人、盲学校 220 人であった。性別は男子 521 人、女子 405 人、無回答 9 人であった。

表 11.1 に回答者の学年分布を示した。在籍している学校・学級に限らず、低学年は拡大教科書を利用している人数が少なかった。

表 11.1 学年分布

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
小学1年生	28	5.3%	17	9.1%	11	5.0%	56	6.0%
小学2年生	34	6.4%	21	11.2%	17	7.7%	72	7.7%
小学3年生	58	11.0%	24	12.8%	18	8.2%	100	10.7%
小学4年生	72	13.6%	37	19.8%	16	7.3%	125	13.4%
小学5年生	74	14.0%	27	14.4%	16	7.3%	117	12.5%
小学6年生	95	18.0%	18	9.6%	11	5.0%	124	13.3%
中学1年生	49	9.3%	18	9.6%	32	14.5%	99	10.6%
中学2年生	60	11.4%	17	9.1%	50	22.7%	127	13.6%
中学3年生	57	10.8%	8	4.3%	40	18.2%	105	11.2%
無回答	1	0.2%	0	0.0%	9	4.1%	10	1.1%
計	528	100.0%	187	100.0%	220	100.0%	935	100.0%

表 11.2 に小数視力の分布を示した。通常学級や弱視学級では、小数視力 0.3～0.7 の人数が最も多かったが、盲学校では、小数視力 0.1～0.3 のロービジョン児が拡大教科書を最も多く利用していた。

表 11.2 視力分布

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
0.02未満	5	0.9%	7	3.7%	4	1.8%	16	1.7%
0.02～0.04	4	0.8%	8	4.3%	16	7.3%	28	3.0%
0.04～0.07	19	3.6%	13	7.0%	43	19.5%	75	8.0%
0.07～0.1	20	3.8%	10	5.3%	28	12.7%	58	6.2%
0.1～0.3	81	15.3%	36	19.3%	65	29.5%	182	19.5%
0.3～0.7	116	22.0%	43	23.0%	25	11.4%	184	19.7%
0.7～1.0	27	5.1%	7	3.7%	6	2.7%	40	4.3%
1.0以上	34	6.4%	8	4.3%	1	0.5%	43	4.6%
無回答	222	42.0%	55	29.4%	32	14.5%	309	33.0%
計	528	100.0%	187	100.0%	220	100.0%	935	100.0%

表 11.3 に視力以外の見えにくさを示した。「視野が狭い」、「屋外などの明るいところは、まぶしくて見えにくい」、「薄暗くなると途端に見えにくくなる」という見えにくさを有しているロービジョン児が多かった。

表 11.3 視力以外の見えにくさ（複数回答あり）

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
屋外などの明るいところは、まぶしくて見えにくい	202	38.3%	62	33.2%	90	40.9%	354	37.9%
薄暗くなると途端に見えにくくなる	147	27.8%	45	24.1%	67	30.5%	259	27.7%
視野が狭い	220	41.7%	94	50.3%	92	41.8%	406	43.4%
中心部が見えにくい	54	10.2%	16	8.6%	23	10.5%	93	9.9%
視野のところに見えにくいところがある	93	17.6%	32	17.1%	35	15.9%	160	17.1%
色の区別が難しい	86	16.3%	31	16.6%	31	14.1%	148	15.8%
目が揺れてしまつて見えにくい	115	21.8%	39	20.9%	44	20.0%	198	21.2%
特にない	69	13.1%	31	16.6%	33	15.0%	133	14.2%
その他	36	6.8%	20	10.7%	13	5.9%	69	7.4%
無回答	14	2.7%	7	3.7%	17	7.7%	38	4.1%

表 11.4 に視覚以外の障害を示した。ロービジョンのみの単一障害は 609 人（65.1%）で、他の障害を併せ有するケースが 296 人（聴覚障害 23 人、肢体不自由 63 人、知的障害 106 人、その他 104 人）、無回答が 68 人であった。在籍している学校・学級に限らず、他の障害を併せ有するケースが 3 割程度あった。特に、ロービジョンと知的障害を併せ有するケースの割合が多かった。

表 11.4 視覚以外の障害（複数回答あり）

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
他の障害なし	382	72.3%	88	47.1%	139	63.2%	609	65.1%
聴覚障害	14	2.7%	5	2.7%	4	1.8%	23	2.5%
肢体不自由	28	5.3%	27	14.4%	8	3.6%	63	6.7%
知的障害	30	5.7%	50	26.7%	26	11.8%	106	11.3%
その他	59	11.2%	25	13.4%	20	9.1%	104	11.1%
無回答	28	5.3%	10	5.3%	30	13.6%	68	7.3%

表 11.5 によく利用している補助具を示した。よく利用している補助具がないケースは全体では 217 人（23.2%）で、通常学級、弱視学級、盲学校の順に少なくなっていることが明らかになった。良く利用されている補助具の種類は、ルーペ、単眼鏡、傾斜机（書見台）、拡大読書器の順番であった。この結果から、拡大教科書を利用すれば、補助具が必要なくなるわけではないことが見出された。

表 11.5 よく利用している補助具（複数回答あり）

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
ルーペ	227	43.0%	87	46.5%	93	42.3%	407	43.5%
拡大読書器	67	12.7%	56	29.9%	68	30.9%	191	20.4%
単眼鏡	186	35.2%	74	39.6%	109	49.5%	369	39.5%
机上灯	29	5.5%	21	11.2%	25	11.4%	75	8.0%
傾斜机（書見台）	77	14.6%	87	46.5%	132	60.0%	296	31.7%
サングラス	69	13.1%	26	13.9%	41	18.6%	136	14.5%
特になし	146	27.7%	43	23.0%	28	12.7%	217	23.2%
その他	24	4.5%	9	4.8%	6	2.7%	39	4.2%
無回答	12	2.3%	2	1.1%	9	4.1%	23	2.5%

表 11.6 に視力とよく利用している補助具のクロス集計の結果を示した。視力が低い程、補助具を利用している人数の割合が高かった。また、視力別にもっとも多く使用されている補助具をみると、小数視力 0.02～0.07 は傾斜机（書見台）と拡大読書器、0.07～0.3 は単眼鏡、小数視力 0.3～1.0 はルーペを利用している割合が多く、視力帯により利用している人数の多い補助具が異なっていた。

表 11.6 視力とよく利用している補助具のクロス集計

	0.02未満		0.02~0.04		0.04~0.07		0.07~0.1		0.1~0.3		0.3~0.7		0.7~1.0		1.0以上	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
ルーベ	5	31.3%	10	35.7%	42	56.0%	37	63.8%	90	49.5%	59	32.1%	12	30.0%	7	16.3%
拡大読書器	7	43.8%	15	53.6%	28	37.3%	20	34.5%	43	23.6%	16	8.7%	0	0.0%	7	16.3%
単眼鏡	5	31.3%	13	46.4%	37	49.3%	43	74.1%	97	53.3%	44	23.9%	6	15.0%	2	4.7%
机上灯	3	18.8%	3	10.7%	14	18.7%	7	12.1%	11	6.0%	9	4.9%	2	5.0%	3	7.0%
傾斜机 (書見台)	8	50.0%	18	64.3%	45	60.0%	27	46.6%	77	42.3%	39	21.2%	3	7.5%	4	9.3%
サングラス	3	18.8%	4	14.3%	12	16.0%	14	24.1%	36	19.8%	18	9.8%	3	7.5%	0	0.0%
特になし	2	12.5%	0	0.0%	4	5.3%	3	5.2%	29	15.9%	73	39.7%	22	55.0%	21	48.8%
その他	2	12.5%	2	7.1%	2	2.7%	0	0.0%	7	3.8%	8	4.3%	0	0.0%	3	7.0%
無回答	0	0.0%	0	0.0%	2	2.7%	1	1.7%	3	1.6%	2	1.1%	0	0.0%	4	9.3%

(3) 給与を受けている拡大教科書の利用実態

935人のロービジョン児が利用している拡大教科書の総数は5,946冊（通常学級3,335冊、弱視学級979冊、盲学校1,632冊）であった。それぞれのロービジョン児が給与を受けている拡大教科書の冊数（教科書の種類）は、最小1冊、最大値17冊、最頻値・中央値は6冊、平均6.4冊であった。学年別に利用している拡大教科書の冊数の平均を求めたところ、小学1年生5.3冊、小学2年生3.1冊、小学3年生5.7冊、小学4年生5.0冊、小学5年生6.2冊、小学6年生5.4冊、中学1年生10.5冊、中学2年生8.8冊、中学3年生6.0冊で学年による大きな違いは見られなかった。

表 11.7 に拡大教科書の判サイズを示した。B5 サイズ（この判サイズの拡大教科書の文字サイズは22ポイントが最も多い）が最も多かったが、B4 や A3 という大きな判サイズの拡大教科書を利用しているケースもあった。A4 よりも大きな判サイズは、単純拡大方式の拡大教科書（通常の教科書を単純に拡大コピーして製本したもの）だと考えられる。このような大きな判サイズの拡大教科書は、持ち運びの観点では不便だと考えられてきた。しかし、持ち運びが不便でも、通常の教科書とレイアウトが同じ拡大教科書が選択される場合もあった。

表 11.7 拡大教科書の判サイズ

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	冊数	比率	冊数	比率	冊数	比率	冊数	比率
A5	83	2.5%	21	2.1%	25	1.5%	129	2.2%
B5	2,657	79.7%	268	27.4%	691	42.3%	3,616	60.8%
A4	0	0.0%	550	56.2%	548	33.6%	1,098	18.5%
B4	53	1.6%	12	1.2%	15	0.9%	80	1.3%
A3	18	0.5%	6	0.6%	3	0.2%	27	0.5%
290×290mm	73	2.2%	25	2.6%	77	4.7%	175	2.9%
その他	115	3.4%	26	2.7%	50	3.1%	191	3.2%
無回答	336	10.1%	71	7.3%	223	13.7%	630	10.6%
計	3,335	100.0%	979	100.0%	1,632	100.0%	5,946	100.0%

表 11.8 に拡大教科書の文字サイズを示した。22 ポイントが最も多く、26 ポイントが続いており、18 ポイントの利用者は少なかった。利用されている拡大教科書を制作者別にまとめた結果を表 11.9 に示した。教科書出版社が 5,178 冊（87.1%）、ボランティアが 768 冊（12.9%）で、文部科学省の標準規格に基づいて作成された拡大教科書の利用者が多く、ボランティアによる個別対応（プライベートサービス）の利用者は少なかった。また、ボランティアでは 27 ポイント以上の文字サイズの割合が高かった。

表 11.8 拡大教科書の文字サイズ

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	冊数	比率	冊数	比率	冊数	比率	冊数	比率
18ポイント未満	108	3.2%	29	3.0%	10	0.6%	147	2.5%
18ポイント	186	5.6%	31	3.2%	61	3.7%	278	4.7%
19～21ポイント	124	3.7%	24	2.5%	113	6.9%	261	4.4%
22ポイント	1,256	37.7%	365	37.3%	936	57.4%	2,557	43.0%
23～25ポイント	49	1.5%	13	1.3%	2	0.1%	64	1.1%
26ポイント	1,103	33.1%	330	33.7%	322	19.7%	1,755	29.5%
27ポイント以上	324	9.7%	136	13.9%	128	7.8%	588	9.9%
無回答	185	5.5%	51	5.2%	60	3.7%	296	5.0%
計	3,335	100.0%	979	100.0%	1,632	100.0%	5,946	100.0%

表 11.9 制作者別の拡大教科書の文字サイズ

	出版社（標準規格）			ボランティア（個別対応）		
	18pt	22pt	26pt	18pt	22pt	26pt
計	247	2,408	1,586	31	149	169

ロービジョン児が利用している拡大教科書1冊ずつに対して、満足度を4件法で調査した結果を表11.10に示した。現在、給与されている拡大教科書への満足度は比較的高かった。表11.11は、拡大教科書の満足度を制作者別、文字サイズ別にまとめたクロス分析表である。制作者別に拡大教科書の満足度を比較した結果、「満足」「やや満足」と回答した児童生徒の割合は、出版社では80.0%、ボランティアでは83.7%で大きな違いはなかった。さらに、文字サイズ別に比較すると、出版社18ポイント74.5%、出版社22ポイント78.8%、出版社26ポイント82.0%、ボランティア18ポイント90.3%、ボランティア22ポイント75.8%、ボランティア26ポイント89.3%であった。

表 11.10 利用している拡大教科書に対する満足度

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	冊数	比率	冊数	比率	冊数	比率	冊数	比率
とても満足	1,093	32.8%	321	32.8%	516	31.6%	1,930	32.5%
やや満足	1,618	48.5%	481	49.1%	690	42.3%	2,789	46.9%
やや不満	347	10.4%	101	10.3%	252	15.4%	700	11.8%
とても不満	63	1.9%	21	2.1%	52	3.2%	136	2.3%
無回答	214	6.4%	55	5.6%	122	7.5%	391	6.6%
計	3,335	100.0%	979	100.0%	1,632	100.0%	5,946	100.0%

表 11.11 制作者別、文字サイズ別に見た拡大教科書の満足度

	出版社（標準規格）						ボランティア（個別対応）					
	18pt		22pt		26pt		18pt		22pt		26pt	
	冊数	比率	冊数	比率	冊数	比率	冊数	比率	冊数	比率	冊数	比率
とても満足	93	37.7%	757	31.4%	509	32.1%	12	38.7%	47	31.5%	54	32.0%
やや満足	91	36.8%	1,141	47.4%	791	49.9%	16	51.6%	66	44.3%	97	57.4%
やや不満	33	13.4%	313	13.0%	175	11.0%	1	3.2%	18	12.1%	17	10.1%
とても不満	2	0.8%	50	2.1%	41	2.6%	0	0.0%	10	6.7%	1	0.6%
無回答	28	11.3%	147	6.1%	70	4.4%	2	6.5%	8	5.4%	0	0.0%
計	247	100.0%	2,408	100.0%	1,586	100.0%	31	100.0%	149	100.0%	169	100.0%

ロービジョン児が利用している拡大教科書1冊ずつに対して、困ることがあるかどうかを質問した。その結果、通常学級では1,918冊、弱視学級では637冊、盲学校では785冊、合計3,340冊（56.2%）に困ることがあるという結果が得られた。表11.12には、どのような点に困っているかを集計した結果を示した。表より、「教科書が重い」「教科書が大きい」「分冊が多い」「教科書が厚い」「ページがわかりにくい」という点に困っているケースが多いことが明らかになった。

表 11.12 拡大教科書を利用して困ること（複数回答）

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	冊数	比率	冊数	比率	冊数	比率	冊数	比率
文字が小さい	53	2.8%	45	7.1%	96	12.2%	194	5.8%
文字が細かい	7	0.4%	19	3.0%	79	10.1%	105	3.1%
書体が不適切	13	0.7%	13	2.0%	69	8.8%	95	2.8%
行間が狭い	18	0.9%	8	1.3%	34	4.3%	60	1.8%
文字間が狭い	11	0.6%	5	0.8%	36	4.6%	52	1.6%
教科書が大きい	852	44.4%	218	34.2%	238	30.3%	1,308	39.2%
教科書が厚い	807	42.1%	196	30.8%	181	23.1%	1,184	35.4%
教科書が重い	930	48.5%	286	44.9%	193	24.6%	1,409	42.2%
分冊が多い	775	40.4%	191	30.0%	227	28.9%	1,193	35.7%
図表等の配置が悪い	397	20.7%	143	22.4%	127	16.2%	667	20.0%
図表が小さい	52	2.7%	30	4.7%	98	12.5%	180	5.4%
色が悪い	39	2.0%	27	4.2%	61	7.8%	127	3.8%
文章の方向	12	0.6%	5	0.8%	7	0.9%	24	0.7%
まぶしい	46	2.4%	17	2.7%	63	8.0%	126	3.8%
白黒反転になってない	37	1.9%	29	4.6%	56	7.1%	122	3.7%
ページが見えにくい	556	29.0%	203	31.9%	130	16.6%	889	26.6%
ページがわかりにくい	652	34.0%	196	30.8%	124	15.8%	972	29.1%
その他	142	7.4%	29	4.6%	74	9.4%	245	7.3%

表 11.13 には、拡大教科書の使用場面を示した。授業・自宅学習の両方で使用するケースよりも、授業中のみに使用するケースの方が多かった。

表 11.13 拡大教科書の使用場面

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	冊数	比率	冊数	比率	冊数	比率	冊数	比率
授業中のみ使用	1,618	48.5%	505	51.6%	711	43.6%	2,834	47.7%
自宅学習のみ使用	287	8.6%	62	6.3%	25	1.5%	374	6.3%
授業・自宅両方で使用	1,232	36.9%	373	38.1%	788	48.3%	2,393	40.2%
無回答	198	5.9%	39	4.0%	108	6.6%	345	5.8%
計	3,335	100.0%	979	100.0%	1,632	100.0%	5,946	100.0%

表 11.14 には、拡大教科書と通常の教科書を併用しているかどうかに関する質問への回答を示した。併用している理由には、「学校でまわりの子ども達と同じ教科書を利用したいから」「軽くて持ち運びしやすいから」「ページを探しやすいから」「拡大教科書は学校に置き、通常の教科書を家庭学習で利用したいから」「付録を利用したいため」等が挙げられていた。

表 11.14 通常の教科書と拡大教科書の併用の有無

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	冊数	比率	冊数	比率	冊数	比率	冊数	比率
通常教科書の併用あり	769	23.1%	166	17.0%	75	4.6%	1,010	17.0%
併用なし	2,339	70.1%	768	78.4%	1,423	87.2%	4,530	76.2%
無回答	227	6.8%	45	4.6%	134	8.2%	406	6.8%
計	3,335	100.0%	979	100.0%	1,632	100.0%	5,946	100.0%

11.2.4 考察

拡大教科書の給与を受けているロービジョン児 935 人に対して、拡大教科書の利用実態調査を実施した。拡大教科書を利用しているロービジョン児は、小学校 3 年生以上が多かった。これは、小学校 1、2 年生の場合、検定教科書の文字サイズが大きいことが影響していると考えられる。視力分布を見ると、盲学校では、拡大教科書が作成された当初に想定されていた小数視力 0.1~0.3 の児童生徒が多いが、通常学級や弱視学級では、想定よりも高い視力（小数視力 0.3~0.7）の児童生徒が多かった。第 2 章のロービジョンの定義で述べた通り、日本では、ロービジョンの分類基準が小数視力 0.3 であるが、アメリカでは小数視力 0.5 である。第 8 章のコンデンスフォントに関する研究で述べた通り、和文は英数字の 2 倍の横幅を必要とすることを考えると、小数視力 0.7 程度（小数視力 0.5 を logMAR に換算すると 0.3logMAR であり、その倍は 0.15logMAR であり、これを小数視力に換算すると 0.71 になるため）でもロービジョンに関する配慮は必要だと考えられる。そのため、小数視力 0.7 程度の児童生徒が拡大教科書の給与を受けているのは、妥当だと考えられる。

視力以外の見え方として、視野狭窄、羞明、夜盲を伴うケースが多く、文字サイズの選定や読書環境の整備等が難しいと思われるケースが多いことが明らかになった。さらに、他の障害を併せ有するケース、特に、ロービジョンと知的障害を併せ有するケースの割合が多いことが明らかになった。加えて、拡大教科書があれば、ルーペ等の補助具を使う必要がなくなるわけではなく、補助具と併用しているケースが多かった。視力と補助具併用

のクロス集計の結果、比較的視力の高いケースでもルーペを併用していた。これは、拡大教科書であっても、図表等の細部を確認するためには、拡大補助具が必要になるためだと推測できる。これら拡大教科書を利用しているロービジョン児の実態を考えると、教科書の選定や指導においては、高い専門性が必要だと考えられる。したがって、今後、拡大教科書の選定や指導の実態を把握する必要がある。

935人のロービジョン児が利用している5,946冊の拡大教科書を分析した結果、全体の39.0%（365人）の児童が、4冊～6冊の拡大教科書を使用していた。無償ですべての教科の教科書が給与されているにもかかわらず、すべての教科を利用しているわけではなかった。文字サイズは22ポイント、判サイズはB5が多かった。標準規格には18ポイント、22ポイント、26ポイントの3種類のサイズの拡大教科書を作成するように定められているが、今回の調査結果では18ポイントを選択しているケースは少なかった。

拡大教科書の満足度を比較した結果、全体的に満足度は高かった。ボランティアが作成している拡大教科書は、第10章で言及した白黒反転等の配慮が個別に提供可能であるため、標準規格の拡大教科書よりも満足度が高いことが期待されたが、満足度に大きな違いはなかった。

拡大教科書の今後の改良点としては、重さ・大きさ・分冊・厚さという可搬性の向上が望まれていることが見出された。

11.3 調査 11.2 盲学校高等部における拡大教科書の利用実態に関する全国調査

11.3.1 目的

調査 11.1により義務教育段階の拡大教科書の利用実態は明確になった。しかし、高等学校段階になると、教育制度も異なるため、ロービジョンの高校生（以下、ロービジョン生徒）の実態も拡大教科書に対するニーズも明確ではない。例えば、高等学校には、通級指導教室や弱視学級が存在していないため、ロービジョン生徒は通常学級か盲学校のいずれかを選択しなければならない。また、教科書に関する教育制度も異なり、拡大教科書は、自己負担で購入しなければならない（ただし、盲学校に在籍している生徒の場合、就学奨励費制度があり、無償で入手出来る）。さらに、ロービジョン生徒に関する1)視機能等、特に読書能力に関する基礎データが十分でない、2)卒業後の進路等を考慮した教育目標を設定しなければならないという発達課題がある、3)義務教育ではないため経費等の社会的な要因を考慮しなければならない等の課題がある。そのため、ロービジョン生徒の拡大教科書の利用実態やニーズは、義務教育段階とは異なると考えられる。

本研究の目的は、これまで明らかにされてこなかったロービジョン生徒の拡大教科書に関する利用実態やニーズを明らかにすることであった。最も教育的配慮を必要としている

と考えられる盲学校高等部に在籍しているロービジョン生徒を対象を絞り、視機能や拡大教科書に関するニーズ等を郵送方式のアンケート調査により検討した。

11.3.2 方法

盲学校・高等部に在籍している生徒を対象にアンケート方式の実態調査を実施した。アンケートでは、a)眼疾患や視機能等のプロフィール、b)中学校段階での拡大教科書の利用状況、c)高等学校段階での拡大教科書や補助具の利用状況、d)理想的な教科書のあり方に関する要望等を調査した調査用紙は、高等部があり、弱視の生徒が在籍している盲学校 57校に送付した。調査期間は、2010年7月から8月であった。

11.3.3 結果

(1) 有効回答

高等部があり、ロービジョンの生徒が在籍している 57 校の盲学校すべてから 338 件の有効回答が得られた。

(2) 回答者の特性

普通科の生徒が 232 人、保健医療科（職業コース）の生徒が 99 人、その他の学科が 7 人で、学年はほぼ均等に分布していた（表 11.15）。男女の割合も、保健医療科において男性の割合が多かったものの、ほぼ均等に分布していた。

表 11.15 学年分布

学年	普通科		保健医療科		その他		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
高校1年生	79	34.0%	38	38.4%	4	57.0%	121	36.0%
高校2年生	78	34.0%	27	27.3%	1	14.0%	106	31.0%
高校3年生	75	32.0%	34	34.3%	2	29.0%	111	33.0%
計	232	100.0%	99	100.0%	7	100.0%	338	100.0%

表 11.16 に小数視力の分布を示した。小数視力が 0.1～0.3 の生徒が 99 人（29.3%）と最も多かった。割合としては、比較的視力の高い生徒が多いことがわかる。

表 11.16 視力分布

視力	普通科		保健医療科		その他		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
0.02未満	7	3.0%	9	9.1%	0	0.0%	16	4.7%
0.02~0.04	21	9.1%	15	15.2%	2	28.6%	38	11.2%
0.04~0.07	27	11.6%	11	11.1%	0	0.0%	38	11.2%
0.07~0.1	37	15.9%	11	11.1%	1	14.3%	49	14.5%
0.1~0.3	76	32.8%	20	20.2%	3	42.9%	99	29.3%
0.3~0.7	34	14.7%	17	17.2%	1	14.3%	52	15.4%
0.7~1.0	6	2.6%	7	7.1%	0	0.0%	13	3.8%
1.0以上	5	2.2%	1	1.0%	0	0.0%	6	1.8%
無回答	19	8.2%	8	8.1%	0	0.0%	27	8.0%
計	232	100.0%	99	100.0%	7	100.0%	338	100.0%

視野に障害がない生徒は 112 人 (33.1%)、障害のある生徒は 235 人 (69.5%) で、半数以上の生徒が視野障害を有していた。視野障害の内容としては、視野狭窄が 164 人 (48.5%) と多く、中心暗点がある生徒は 48 人 (14.2%) であった。また、視力、視野以外で日常的に困難に感じていることで一番多く回答を得たのが「まぶしい」で、179 人 (53.0%) であった。次いで「白黒反転の方が見やすい」が 111 人 (32.8%)、「夜盲がある」が 108 人 (32.0%) であった (表 11.17)。なお、視覚以外の障害はないと答えた人は 278 人 (82.2%) で、聴覚障害が 16 人 (4.7%)、肢体不自由が 7 人 (2.1%)、その他が 32 人 (9.5%) であった。

表 11.17 視力以外の見えにくさ

視野障害の有無と種類	普通科		保健医療科		その他		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
ない	95	40.9%	15	15.2%	2	28.6%	112	33.1%
視野狭窄	92	39.7%	68	68.7%	4	57.1%	164	48.5%
中心暗点	31	13.4%	17	17.2%	0	0.0%	48	14.2%
その他	17	7.3%	5	5.1%	1	14.3%	23	6.8%

視力、視野以外で日常的に困難に感じていること	普通科		保健医療科		その他		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
なし	59	25.4%	10	10.1%	3	42.9%	72	21.3%
まぶしい	107	46.1%	68	68.7%	4	57.1%	179	53.0%
白黒反転の方が見やすい	65	28.0%	44	44.4%	2	28.6%	111	32.8%
夜盲がある	52	22.4%	53	53.5%	3	42.9%	108	32.0%
斜に見る	24	10.3%	15	15.2%	0	0.0%	39	11.5%
眼球が揺れる	62	26.7%	14	14.1%	0	0.0%	76	22.5%
その他	15	6.5%	8	8.1%	0	0.0%	23	6.8%

現在、学校や家庭などで勉強や読書などの読み書きに使用している補助具について、使用の有無、使用している補助具、補助具の使用状況を調査した。補助具を使用している生

徒は224人（66.3%）で、ルーペが160人（71.4%）、拡大読書器が100人（44.6%）、書見台が42人（18.8%）、傾斜机が23人（10.3%）、遮光眼鏡が21人（9.4%）、机上灯が19人（8.5%）、タイポスコープが2人（0.9%）という順番であった。また、補助具は常に使用するより、必要に応じて使用することが多かった（表 11.18）。

表 11.18 補助具の使用状況

視覚以外の障害の有無	普通科		保健医療科		その他		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
なし	193	83.2%	80	80.8%	5	71.4%	278	82.2%
聴覚障害	7	3.0%	9	9.1%	0	0.0%	16	4.7%
肢体不自由	5	2.2%	1	1.0%	1	14.3%	7	2.1%
その他	23	9.9%	8	8.1%	1	14.3%	32	9.5%
未回答	5	2.2%	2	2.0%	0	0.0%	7	2.1%

補助具の利用有無	普通科		保健医療科		その他		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
使用している	154	66.4%	64	64.6%	6	85.7%	224	66.3%
使用していない	76	32.8%	34	34.3%	1	14.3%	111	32.8%
不明・未回答	2	0.9%	1	1.0%	0	0.0%	3	0.9%
計	232	100.1%	99	99.9%	7	100.0%	338	100.0%

利用している補助具の種類	普通科		保健医療科		その他		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
レンズ	117	76.0%	37	57.8%	6	100.0%	160	71.4%
拡大読書器	60	39.0%	38	59.3%	2	33.3%	100	44.6%
書見台	34	22.1%	7	10.9%	1	16.7%	42	18.8%
傾斜机	17	11.0%	6	9.4%	0	0.0%	23	10.3%
遮光眼鏡	15	9.7%	5	7.8%	1	16.7%	21	9.4%
机上灯	14	9.1%	5	7.8%	0	0.0%	19	8.5%
タイポスコープ	2	1.3%	0	0.0%	0	0.0%	2	0.9%
その他	17	11.0%	3	4.7%	0	0.0%	20	8.9%

(3) 給与を受けている拡大教科書の利用実態

拡大教科書を利用している生徒は、普通科が168人（72.4%）、保健医療科が57人（57.6%）、その他が6人（85.7%）であった。拡大教科書の種類別に見ると、単純拡大の利用者が161人（47.6%）、レイアウト拡大が21人（6.2%）、単純拡大とレイアウト拡大の両方の利用者が49人（14.5%）であった（表 11.19）。教科別に見ると、倫理、物理、美術、家庭科は拡大教科書の使用比率が少なく、英語や地理、理科総合はレイアウト拡大を使用している比率が多かった（表 11.20）。

表 11.19 拡大教科書の使用状況

拡大教科書の使用の有無		普通科		保健医療科		その他		計	
		人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
計		168	72.4%	57	57.6%	6	85.7%	231	68.3%
拡大教科書を使用している	単純拡大	124	53.4%	33	33.3%	4	57.1%	161	47.6%
	レイアウト拡大	14	6.0%	5	5.1%	2	28.6%	21	6.2%
	両方	30	12.9%	19	19.2%	0	0.0%	49	14.5%
拡大教科書を使用していない		64	27.6%	42	42.4%	1	14.3%	107	31.7%

表 11.20 教科別の拡大教科書の使用状況

教科別の教科書の種類	人数			比率（横％）		
	通常	単純拡大	レイアウト 拡大	通常	単純拡大	レイアウト 拡大
国語	133	118	24	48.0%	43.0%	9.0%
古典	55	33	7	58.0%	35.0%	7.0%
数学	142	106	21	53.0%	39.0%	8.0%
英語	149	96	31	54.0%	35.0%	11.0%
地理	57	30	10	59.0%	31.0%	10.0%
日本史	46	35	1	56.0%	43.0%	1.0%
世界史	66	54	8	52.0%	42.0%	6.0%
倫理	14	3	1	78.0%	17.0%	6.0%
現代社会	81	62	5	55.0%	42.0%	3.0%
政治経済	25	10	3	66.0%	26.0%	8.0%
理科総合	84	75	35	43.0%	39.0%	18.0%
物理	17	4	1	77.0%	18.0%	5.0%
生物	68	34	5	64.0%	32.0%	5.0%
化学	37	19	1	65.0%	33.0%	2.0%
情報	82	59	2	57.0%	41.0%	1.0%
保健体育	109	72	7	58.0%	38.0%	4.0%
美術	80	7	1	91.0%	8.0%	1.0%
家庭科	166	11	5	91.0%	6.0%	3.0%
音楽	89	53	9	59.0%	35.0%	6.0%
その他	19	8	12	66.0%	26.0%	8.0%

単純拡大教科書を使用している生徒に対して、使いやすさ（表 11.21）と改善点（表 11.22）を調べた。単純拡大教科書を使いやすいと判断した生徒は 47.3%で、文字を大きくして欲しい（27.6%）、書体を変えて欲しい（27.6%）、紙の質を変えて欲しい（20.0%）、白黒反転で作成して欲しい（19.0%）という改善の要望が多かった。

表 11.21 単純拡大教科書の使いやすさ

使いやすさの有無	普通科		保健医療科		その他		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
非常に使いやすい	4	2.6%	5	9.6%	0	0.0%	9	4.3%
使いやすい	67	43.5%	21	40.4%	2	50.0%	90	42.9%
使いにくい	61	39.6%	17	32.7%	1	25.0%	79	37.6%
非常に使いにくい	16	10.4%	6	11.5%	0	0.0%	22	10.5%
不明・未回答	9	5.8%	3	5.8%	1	25.0%	13	6.2%

表 11.22 単純拡大教科書の改善点

改善してほしいこと	普通科		保健医療科		その他		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
書体を変えてほしい	37	24.0%	21	40.4%	0	0.0%	58	27.6%
文字が小さくても良いので教科書を小さく	33	21.4%	1	1.9%	0	0.0%	34	16.2%
教科書が大きくても良いので文字を大きく	37	24.0%	20	38.5%	1	25.0%	58	27.6%
紙の質を変えてほしい	28	18.2%	14	26.9%	0	0.0%	42	20.0%
白黒反転で作成してほしい	25	16.2%	14	26.9%	1	25.0%	40	19.0%
その他	46	29.9%	9	17.3%	1	25.0%	56	26.7%

現在、レイアウト拡大教科書を使用している生徒に対して、ボランティア、教科書会社のどちらの教科書を使用しているかを調査した。普通科、保健医療科ともに教科書会社のレイアウト拡大を最も使用していることが明らかとなった（表 11.23）。また、A4 の判サイズでは 22 ポイントの文字サイズが多く、他の判サイズの場合、文字サイズの選択の数に差はないことが明らかとなった（表 11.24）。

表 11.23 利用しているレイアウト拡大教科書の種類

レイアウト拡大教科書の種類	普通科		保健医療科		その他		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
教科書会社	20	45.5%	17	70.8%	0	0.0%	37	52.9%
ボランティア	12	27.3%	0	0.0%	2	100.0%	14	20.0%
その他	3	6.8%	0	0.0%	0	0.0%	3	4.3%
未回答	12	27.3%	7	29.2%	0	0.0%	19	27.1%

表 11.24 レイアウト拡大教科書の判サイズと文字サイズ

判サイズ	文字サイズ	人数	比率
A4	14 pt	1	1.4%
	16 pt	3	4.3%
	17 pt	3	4.3%
	18 pt	1	1.4%
	20 pt	3	4.3%
	22 pt	16	22.9%
	24 pt	1	1.4%
	25 pt	2	2.9%
	26 pt	3	4.3%
	34 pt	1	1.4%
B5	48 pt	7	10.0%
	14 pt	16	22.9%
	16 pt	11	15.7%
B4	18 pt	15	21.4%
	18 pt	1	1.4%
	22 pt	3	4.3%

11.3.4 考察

本研究では、これまで明らかにされてこなかったロービジョン生徒の拡大教科書に関する利用実態やニーズを明らかにするために、全国の盲学校を対象に郵送方式のアンケート調査を実施した。その結果、高等部のある全国の盲学校 57 校から 338 件の有効回答を得ることが出来た。

拡大教科書を利用している生徒は、盲学校の小中学校と同様、小数視力で 0.1～0.3 が多かった (29.3%)。また、半数以上 (69.5%) の生徒が視野に障害を有していた。視力、視野以外の困難としては「まぶしい」が最も多く (53.0%)、「白黒反転の方が見やすい」(32.8%) というケースも多かった。拡大教科書と補助具を併用している生徒も多く (66.3%)、拡大教科書だけでは、効率的に読書が出来ないことが推測できた。高等学校で最も多く作成されている単純拡大教科書を使いやすいと判断した生徒は半数に達しておらず、文字を大きくして欲しい (27.6%)、書体を変えて欲しい (27.6%)、紙の質を変えて欲しい (20.0%)、白黒反転で作成して欲しい (19.0%) という改善の要望があることが明らかになった。これらの要望は、現在の拡大教科書が環境調整として十分ではないことを示していると考えられる。

11.4 まとめ

教科書バリアフリー法に基づく日本の拡大教科書制度は、国連で「障害者の権利に関する条約」が発効された 2008 年にスタートした。日本が本条約を批准する前であり、「障害を理由とする差別の解消の推進に関する法律」(障害者差別解消法) が成立する前であったにもかかわらず、拡大教科書制度は、障害の社会モデルの理念に合致する制度になっていた。当時のロービジョンケアや視覚障害教育では、視覚補助具を使った生体機能補完型アプローチを重視していたのに対して、本制度では、教科書というメディアに介入し、視覚補助具を利用しなくても、書籍にアクセスすることが出来る方法が提案されていた。また、視力低下、視野障害、まぶしさ(グレア)による視機能低下等の個人因子に応じ、文字サイズの異なる複数の教科書から選択出来、しかも、無償で給与される仕組みになっていた。

本研究では、このような理想的な制度の活用状況を明らかにするために、小中学校段階(ロービジョン児童生徒 935 人)と高等学校段階(ロービジョン生徒 338 人)に分けて、ロービジョンのある児童生徒に対して全国調査を実施した。その結果、本制度は有効活用されており、ユーザの満足度も比較的高かったが、要望も多く、必ずしも理想的な読書環境とは言えないことが明らかになった。多かった要望としては、可搬性を向上させて欲しい、適切な文字サイズの教科書が選択されていない、白黒反転が必要、フォントを変更し

たい等があった。文字サイズ、白黒反転、フォント変更については、ボランティアによる個別対応を選択すれば実現可能であるにもかかわらず、個別対応の拡大教科書を利用しているケースは少なかった（小中学校 12.9%、高等学校 20.0%）。

個別対応の拡大教科書は、文字サイズ、白黒反転、フォント変更等を自由にオーダー出来るため、拡大教科書の中でも、障害の社会モデルの観点から最も理想的だと考えられるにもかかわらず、利用率が高くなかった原因としては、個別対応の教科書が選択肢として適切に紹介されていない可能性もある。そこで、拡大教科書の選定実態に関する調査を実施した。

第 12 章 拡大教科書の選定・評価の実態と課題

12.1 問題の背景と研究の目的

(1) 問題の所在

教科書バリアフリー法に基づく日本の拡大教科書制度は、国連の「障害者の権利に関する条約」を日本が批准したり、障害者差別解消法が成立したりする前であったにもかかわらず、障害の社会モデルの観点から考えると理想的な制度になっていると考えられる。また、拡大教科書の標準規格は、ロービジョン者の個人因子を考慮して決定されており、環境調整の観点からも理想的な内容になっていると考えられる。このような障害の社会モデルの観点からは理想的な拡大教科書制度の利用実態や課題を明らかにするために、第 11 章では、全国調査に基づいて分析を行った。その結果、本制度は有効活用されているものの改善の余地が残されていることが明らかになった。ロービジョン児からの要望によれば、文字サイズが合っていない、白黒反転が必要、フォントを変更したい等の要望があることが明らかになった。これらの要望は、ボランティアによるプライベートサービスを利用すれば、解決されるはずであるが、プライベートサービスの利用率は低かった。他の拡大教科書を選択したり、プライベートサービスを利用すれば、より満足度の高い拡大教科書が利用出来るはずであるにもかかわらず、適切な拡大教科書が選択されていない理由の一つとしては、拡大教科書を選定する方法が普及・確立していない可能性が考えられる。そこで、本章では、拡大教科書を選定する際の評価の実態や方法論について検討した。

(2) 本研究の目的

現在、ロービジョン者に適した拡大教科書を選定・評価するための方法論は確立されていない。また、ロービジョン者の拡大教科書の選定方法に関する実態は明らかではない。そこで、本研究では、ロービジョンのある小中学生の拡大教科書の選定・評価に関する実態を調査するために、全国調査を実施した。また、拡大教科書の選定・評価を支援するための冊子版サンプル拡大教科書の試作・評価を行った。

12.2 調査 12.1 拡大教科書の選定・指導の実態に関する全国調査

12.2.1 目的

現在、ロービジョン児は、標準規格の拡大教科書 3 種類（18、22、26 ポイント）と個別対応の中から、適切なものを選択できるのである。しかし、これらの拡大教科書がどのように選定されているかに関する実態は、明らかにされていない。そこで、本研究では、拡大教科書を利用しているロービジョン児の担任教員に対する全国調査を実施した。

12.2.2 方法

(1) 概要

ロービジョン児の担任教員を把握するために、まず、ロービジョン児の在籍校を明らかにするための第1次調査を実施した。そして、第1次調査で明らかになったロービジョン児を担当している教員全員に調査票を配布した（第2次調査）。

(2) 第1次調査

2011年度に拡大教科書の無償給与を受けているロービジョン児の在籍校数、学校・学級種別を把握するために、全国の市区町村教育委員会等398箇所と盲学校70校に対して郵送方式のアンケート調査を実施した。調査期間は、2011年9月から10月であった。

(3) 第2次調査

第1次調査で明らかになったロービジョン児の在籍する全ての学校に対して、市区町村教育委員会等と盲学校長を介して、調査票をロービジョン児の担任教員に配布した。調査項目は、拡大教科書の選定の方針や方法、専門家からの支援の実態と希望等であった。なお、調査期間は、2011年10月から11月であった。

12.2.3 結果

(1) 有効回答

第1次調査の結果、331箇所の教育委員会等（回収率83.2%）と70校の盲学校（回収率100.0%）から回答が得られた。その結果、拡大教科書の給与を受けている児童生徒は、通常学級には618人（小学生418人、中学生200人）、弱視学級には242人（小学生184人、中学生58人）、盲学校には298人（小学生128人、中学生170人）の合計1,158人存在していた。1,158人の担任教員に市区町村教育委員会等を介して、第2次調査を実施した結果、891人（回収率76.9%）の担任教員から有効回答が得られた。表12.1に示した通り、通常学級から528人、弱視学級から171人、盲学校192人から回答が得られた。

表 12.1 回答者の所属

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
小学校・小学部	361	68.4%	126	73.7%	81	42.2%	568	63.7%
中学校・中学部	167	31.6%	41	24.0%	108	56.3%	316	35.5%
無回答	0	0.0%	4	2.3%	3	1.6%	7	0.8%
計	528	100.0%	171	100.0%	192	100.0%	891	100.0%

(2) 拡大教科書の選定方法の実態

表 12.2 には、拡大教科書を紹介する際の方針について質問（最も当てはまる選択肢を 1 つのみ選択）した結果を示した。全体的に見ると「希望の有無にかかわらず、弱視の児童生徒には拡大教科書を紹介している」という回答の割合が最も高かった。しかし、学校・学級種別で見ると、その割合は、盲学校、弱視学級、通常学級の順になっており、専門性が高い程、拡大教科書を積極的に紹介していることが明らかになった。

表 12.2 拡大教科書を紹介する際の方針

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
児童生徒や保護者から希望があった場合にのみ紹介している	205	38.8%	44	25.7%	15	7.8%	264	29.6%
希望の有無にかかわらず、弱視の児童生徒には拡大教科書を紹介している	206	39.0%	96	56.1%	148	77.1%	450	50.5%
教育委員会や専門機関等から指示等があった場合に紹介している	70	13.3%	13	7.6%	2	1.0%	85	9.5%
その他	39	7.4%	16	9.4%	19	9.9%	74	8.3%
無回答	8	1.5%	2	1.2%	8	4.2%	18	2.0%
計	528	100.0%	171	100.0%	192	100.0%	891	100.0%

表 12.3 には、拡大教科書の文字サイズをどのように選んでいるかについて質問（複数回答可）した結果を示した。通常学級や弱視学級では「本人や家族に選んでもらっている」が最も多く、盲学校では「視力や視野等の評価結果に基づいて決めている」が最も多かった。

表 12.3 文字サイズ等の選定方法（複数回答可）

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
通常の教科書よりも大きな文字サイズであればよいと考えて選んでいる	69	13.1%	24	14.0%	7	3.6%	100	11.2%
教科書の版の大きさで決めている	29	5.5%	15	8.8%	22	11.5%	66	7.4%
視力や視野等の評価結果に基づいて決めている	113	21.4%	63	36.8%	153	79.7%	329	36.9%
本人や家族に選んでもらっている	291	55.1%	82	48.0%	72	37.5%	445	49.9%
出版社のホームページや拡大教科書選定支援キット等のサンプルを用いている	37	7.0%	32	18.7%	33	17.2%	102	11.4%
出版社が出している拡大教科書の中で最も大きな文字サイズを選ぶようにしている	32	6.1%	11	6.4%	5	2.6%	48	5.4%
専門機関等に相談して決定してもらっている	71	13.4%	40	23.4%	2	1.0%	113	12.7%
その他	52	9.8%	12	7.0%	16	8.3%	80	9.0%
無回答	8	1.5%	2	1.2%	4	2.1%	14	1.6%

表 12.4 には、文字サイズ等を選ぶ際に専門機関等に相談しているかどうかに関する質問（複数回答可）への回答を示した。どの学校・学級種別においても「誰にも相談していない」が最も多く、相談しているケースでは通常学級や弱視学級の場合には盲学校、盲学校の場合には眼科医・視能訓練士が多かった。

表 12.4 文字サイズ等の選定の際の相談先（複数回答可）

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
盲学校	86	16.3%	53	31.0%	16	8.3%	155	17.4%
弱視学級（通級を含む）	54	10.2%	17	9.9%	2	1.0%	73	8.2%
教育委員会	81	15.3%	27	15.8%	0	0.0%	108	12.1%
眼科医・視能訓練士	38	7.2%	25	14.6%	23	12.0%	86	9.7%
大学	2	0.4%	0	0.0%	1	0.5%	3	0.3%
福祉施設	1	0.2%	1	0.6%	1	0.5%	3	0.3%
ボランティア	24	4.5%	9	5.3%	3	1.6%	36	4.0%
誰にも相談していない	243	46.0%	54	31.6%	69	35.9%	366	41.1%
その他	40	7.6%	16	9.4%	71	37.0%	127	14.3%
無回答	12	2.3%	3	1.8%	17	8.9%	32	3.6%

通常学級や弱視学級では、専門機関において受けられる支援の内容に関して知らない場合があり得る。そこで、通常学級と弱視学級のみ、盲学校等の専門機関で受けられる支援についての知識を質問（複数回答可）した結果を表 12.5 に示した。通常学級では、約 65% の教員が専門機関で支援を受けられることを知らないことが明らかになった。また、弱視学級では、支援についての知識がない教員もいれば、拡大教科書のサンプルの閲覧や選定支援という具体的な支援内容に関する知識を持っている教員もいることが明らかになった。

表 12.5 専門機関から受けられる支援内容に対する知識（複数回答可）

	通常学級		弱視学級		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率
ルーペ等の補助具と拡大教科書の併用方法に関する評価・相談	130	24.6%	70	40.9%	200	28.6%
拡大教科書のサンプルの閲覧や選定の支援	90	17.0%	71	41.5%	161	23.0%
読書速度等の評価	35	6.6%	32	18.7%	67	9.6%
拡大教科書の効果的な使い方に関するアドバイス	79	15.0%	43	25.1%	122	17.5%
知らなかった	342	64.8%	71	41.5%	413	59.1%
無回答	9	1.7%	3	1.8%	12	1.7%

表 12.6 には、担当しているロービジョン児が標準規格の拡大教科書を使用している場合、文字サイズ等を選ぶ際に、何を参考に行っているかについて質問（複数回答可）した結果を示した。どの学校・学級種別でも「文字サイズ」を参考に行っているケースが多く、「出版社のホームページにあるサンプル」や「拡大教科書サンプル集」を参考に行っているケースは多くなかった。

表 12.6 標準規格の拡大教科書を選択する際に参考に行っている事項（複数回答可）

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
文字サイズ（ポイント数）	356	67.4%	132	77.2%	163	84.9%	651	73.1%
出版社のホームページのサンプル	59	11.2%	35	20.5%	25	13.0%	119	13.4%
出版社から直接提供を受けた情報	42	8.0%	7	4.1%	11	5.7%	60	6.7%
拡大教科書選定支援キットの拡大教科書サンプル集を参考に行っている	34	6.4%	14	8.2%	49	25.5%	97	10.9%
その他	74	14.0%	20	11.7%	18	9.4%	112	12.6%
無回答	25	4.7%	3	1.8%	8	4.2%	36	4.0%

表 12.7 には、担当しているロービジョン児がボランティアによる個別対応の拡大教科書を使用している場合、文字サイズ等を選ぶ際に、何を参考に行っているかについて質問（複数回答可）した結果を示した。どの学校・学級種別でも「やりとりがない」が最も多く、続いて「文字サイズを伝えている」が多かった。

表 12.7 ボランティアによる個別対応拡大教科書作成の際のやりとり
(複数回答可)

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
文字サイズを伝えている	80	15.2%	39	22.8%	33	17.2%	152	17.1%
教育委員会等にまかせている	64	12.1%	28	16.4%	0	0.0%	92	10.3%
ボランティアが作成しているサンプルを参考にしている	32	6.1%	20	11.7%	13	6.8%	65	7.3%
拡大教科書サンプル集を参考にしている	8	1.5%	0	0.0%	3	1.6%	11	1.2%
直接会って話し合っている	22	4.2%	9	5.3%	11	5.7%	42	4.7%
やりとりはない	269	50.9%	60	35.1%	64	33.3%	393	44.1%
その他	21	4.0%	10	5.8%	25	13.0%	56	6.3%
無回答	96	18.2%	42	24.6%	70	36.5%	208	23.3%

(3) 外部専門家から受けている支援の現状

表 12.8 には、拡大教科書の選定や児童生徒の指導等に関して専門家等からの支援を受けているか否かについて質問（1つのみ選択）した結果を示した。支援を受けた割合は、盲学校が最も高く（55.7%）、弱視学級（50.9%）、通常学級（33.9%）という順番であった。

表 12.8 専門家からの支援を受けているか？

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
あり	179	33.9%	87	50.9%	107	55.7%	373	41.9%
なし	342	64.8%	82	48.0%	75	39.1%	499	56.0%
無回答	7	1.3%	2	1.2%	10	5.2%	19	2.1%
計	528	100.0%	171	100.0%	192	100.0%	891	100.0%

専門家の支援を受けている 373 人に対して、その内容を質問（複数回答可）した結果を表 12.9 に示した。通常学級では、「ルーペや単眼鏡等の補助具の選定や活用方法に関する支援」「児童生徒の見え方・見えにくさ等の評価に関する支援」「座席の位置やまぶしさへの配慮等の環境整備に関する支援」が多かった。弱視学級では、「ルーペや単眼鏡等の補助具の選定や活用方法に関する支援」「児童生徒の見え方・見えにくさ等の評価に関する支援」が多い点は通常学級と同じであるが、「拡大教科書の文字サイズ等の選定の支援」「便利グッズに関する紹介・指導」「視覚障害教育に関する研修会等の提供」も多かった。盲学校では、「児童生徒の見え方・見えにくさ等の評価に関する支援」「ルーペや単眼鏡等の補助具の選定や活用方法に関する支援」「拡大教科書の文字サイズ等の選定の支援」に集中していた。

表 12.9 専門家から受けている支援の内容（複数回答可）

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
拡大教科書の文字サイズ等の選定の支援	77	43.0%	50	57.5%	61	57.0%	188	50.4%
児童生徒の見え方・見えにくさ等の評価に関する支援	91	50.8%	54	62.1%	79	73.8%	224	60.1%
ルーペや単眼鏡等の補助具の選定や活用方法に関する支援	103	57.5%	59	67.8%	77	72.0%	239	64.1%
目の使い方に関する指導	27	15.1%	24	27.6%	38	35.5%	89	23.9%
便利グッズに関する紹介・指導	62	34.6%	48	55.2%	36	33.6%	146	39.1%
座席の位置やまぶしさへの配慮等の環境整備に関する支援	91	50.8%	40	46.0%	45	42.1%	176	47.2%
漢字や図形などの座学の教科指導に関わる支援	49	27.4%	25	28.7%	29	27.1%	103	27.6%
体育や裁縫など実技系の教科指導に関わる支援	35	19.6%	17	19.5%	12	11.2%	64	17.2%
対人関係や援助依頼方法等に関する支援	25	14.0%	11	12.6%	16	15.0%	52	13.9%
障害理解教育等の推進に関する支援	16	8.9%	15	17.2%	15	14.0%	46	12.3%
進学・進路等の相談に関する支援	44	24.6%	29	33.3%	19	17.8%	92	24.7%
児童生徒のカウンセリング等の精神的な支援	26	14.5%	9	10.3%	12	11.2%	47	12.6%
視覚障害教育に関する研修会等の提供	47	26.3%	49	56.3%	39	36.4%	135	36.2%
弱視を理解するための書籍やガイドブック等の紹介	22	12.3%	32	36.8%	35	32.7%	89	23.9%
専門家の派遣	30	16.8%	23	26.4%	8	7.5%	61	16.4%
その他	9	5.0%	1	1.1%	6	5.6%	16	4.3%
無回答	3	1.7%	2	2.3%	5	4.7%	10	2.7%

専門家の支援を受けていない 499 人に対して、その理由を質問（複数回答可）した結果を表 12.10 に示した。通常学級では、「支援が受けられることを知らなかった」が最も多く、「必要なかったから」「どんな支援が受けられるかわからなかった」が続いていた。弱視学級では、「必要なかったから」が最も多く、「支援が受けられることを知らなかった」「どこに相談すればよいかわからなかった」「どんな支援が受けられるかわからなかった」が続いていた。盲学校では、「必要なかったから」の割合が通常学級や弱視学級よりも高かった。

表 12.10 支援を受けていない理由（複数回答可）

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
必要なかったから	117	34.2%	33	40.2%	45	60.0%	195	39.1%
支援が受けられることを知らなかったから	171	50.0%	29	35.4%	11	14.7%	211	42.3%
どこに相談すればよいかわからなかったから	63	18.4%	22	26.8%	5	6.7%	90	18.0%
近所に支援機関がなかったから	13	3.8%	5	6.1%	2	2.7%	20	4.0%
どうすれば支援が受けられるかわからなかったから	62	18.1%	16	19.5%	6	8.0%	84	16.8%
どんな支援が受けられるかわからなかったから	90	26.3%	21	25.6%	12	16.0%	123	24.6%
考える余裕がなかったから	45	13.2%	14	17.1%	7	9.3%	66	13.2%
その他	27	7.9%	9	11.0%	13	17.3%	49	9.8%
無回答	3	0.9%	1	1.2%	4	5.3%	8	1.6%

表 12.11 には、今後、チャンスがあれば専門家からの支援を受けたいと思いますかという質問（1 つのみ選択）をした結果を示した。「支援を受ける必要性は感じていない」という回答が相対的に多かったが、無回答が多いため、本データから何らかの傾向を見いだすことは困難だと考えられる。

表 12.11 支援を受けたいと思うかどうか？

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
とても受けたいと思っている	48	9.1%	14	8.2%	12	6.3%	74	8.3%
受けたいと思うがどうすれば受けられるのかわからない	66	12.5%	20	11.7%	8	4.2%	94	10.5%
受けたいと思っているが時間等の余裕がない	65	12.3%	13	7.6%	11	5.7%	89	10.0%
児童生徒には支援を受けるように推薦したいと思っている	60	11.4%	6	3.5%	9	4.7%	75	8.4%
支援を受ける必要性は感じていない	89	16.9%	22	12.9%	23	12.0%	134	15.0%
その他	23	4.4%	12	7.0%	8	4.2%	43	4.8%
無回答	177	33.5%	84	49.1%	121	63.0%	382	42.9%

表 12.12 には、今後、受けたいと思う支援の内容に関する質問（複数回答可）への回答を示した。通常学級では、「児童生徒の見え方・見えにくさ等の評価に関する支援」「座席の位置やまぶしさへの配慮等の環境整備に関する支援」「漢字や図形などの座学の教科指導に関わる支援」「体育や裁縫など実技系の教科指導に関わる支援」への要望が高かった。弱視学級では、「児童生徒の見え方・見えにくさ等の評価に関する支援」「体育や裁縫など実技系の教科指導に関わる支援」「漢字や図形などの座学の教科指導に関わる支援」「便利グッズに関する紹介・指導」への要望が高かった。盲学校では、「児童生徒の見え方・見えにくさ等の評価に関する支援」「目の使い方に関する指導」「ルーペや単眼鏡等の補助具の選定や活用方法に関する支援」への要望が高かったが、全体的に今後、受けたいと思っている支援の数は通常学級や弱視学級と比較すると少なかった。

表 12.12 今後、受けたいと思う支援の内容（複数回答可）

	通常学級		弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
拡大教科書の文字サイズ等の選定の支援	176	33.3%	54	31.6%	49	25.5%	279	31.3%
児童生徒の見え方・見えにくさ等の評価に関する支援	284	53.8%	93	54.4%	93	48.4%	470	52.7%
ルーペや単眼鏡等の補助具の選定や活用方法に関する支援	144	27.3%	60	35.1%	79	41.1%	283	31.8%
目の使い方に関する指導	109	20.6%	70	40.9%	80	41.7%	259	29.1%
便利グッズに関する紹介・指導	171	32.4%	73	42.7%	49	25.5%	293	32.9%
座席の位置やまぶしさへの配慮等の環境整備に関する支援	190	36.0%	43	25.1%	35	18.2%	268	30.1%
漢字や図形などの座学の教科指導に関わる支援	181	34.3%	75	43.9%	68	35.4%	324	36.4%
体育や裁縫など実技系の教科指導に関わる支援	200	37.9%	80	46.8%	58	30.2%	338	37.9%
対人関係や援助依頼方法等に関する支援	89	16.9%	52	30.4%	40	20.8%	181	20.3%
障害理解教育等の推進に関する支援	60	11.4%	26	15.2%	25	13.0%	111	12.5%
進学・進路等の相談に関する支援	166	31.4%	62	36.3%	56	29.2%	284	31.9%
児童生徒のカウンセリング等の精神的な支援	89	16.9%	41	24.0%	40	20.8%	170	19.1%
視覚障害教育に関する研修会等の提供	82	15.5%	48	28.1%	44	22.9%	174	19.5%
弱視を理解するための書籍やガイドブック等の紹介	89	16.9%	38	22.2%	32	16.7%	159	17.8%
専門家の派遣	63	11.9%	26	15.2%	24	12.5%	113	12.7%
その他	12	2.3%	4	2.3%	4	2.1%	20	2.2%
無回答	17	3.2%	8	4.7%	21	10.9%	46	5.2%

視覚障害教育に関する専門性が比較的高いと考えられる弱視学級と盲学校を対象に、拡大教科書を利用しているロービジョン児を指導する際に、困っていることや配慮していることについて質問した。表 12.13 には指導上困っていることの有無、表 12.14 には指導上困っている内容についての質問への回答（複数回答可）を示した。ロービジョン児の指導に7割を越える教員が困っており、その内容は「通常の教科書とページが異なる」「拡大教科書を使っても読み書きの速度が遅い」ために生じる課題であることが明らかになった。

表 12.13 指導の際に困ることの有無

	弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率
あり	122	71.3%	145	75.5%	267	73.6%
なし	45	26.3%	40	20.8%	85	23.4%
無回答	4	2.3%	7	3.6%	11	3.0%
計	171	100.0%	192	100.0%	363	100.0%

表 12.14 指導の際に困る内容（複数回答可）

	弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率
書体が不適切である	6	4.9%	23	15.9%	29	10.9%
通常の教科書とページが異なる	92	75.4%	65	44.8%	157	58.8%
拡大教科書が白黒反転ではないため、見えにくい	9	7.4%	9	6.2%	18	6.7%
拡大教科書を使っても読み書きの速度が遅い	34	27.9%	43	29.7%	77	28.8%
拡大教科書を置くための机やロッカー等がない	21	17.2%	11	7.6%	32	12.0%
弱視児童生徒が拡大教科書を使ってくれない	11	9.0%	0	0.0%	11	4.1%
その他	42	34.4%	73	50.3%	115	43.1%
無回答	48	39.3%	47	32.4%	95	35.6%

表 12.15 には、拡大教科書以外に配慮を行っている事項についての質問への回答（複数回答可）を示した。弱視学級では、環境や補助具の利用を促進するための配慮以外に障害の理解を促す配慮を行っていることが明らかになった。

表 12.15 拡大教科書以外でロービジョン児に対して行っている配慮（複数回答可）

	弱視学級		盲学校		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率
まぶしくないようにカーテン等に配慮している	75	43.9%	149	77.6%	224	61.7%
拡大読書器等の補助具が使いやすいように配慮している	79	46.2%	136	70.8%	215	59.2%
障害を理由にいじめられないように理解教育を実施している	84	49.1%	13	6.8%	97	26.7%
その他	41	24.0%	41	21.4%	82	22.6%
無回答	12	7.0%	6	3.1%	18	5.0%

12.2.4 考察

これまで、弱視学級や盲学校に対する全国調査は国立特別支援教育研究所や筑波大学で実施されてきたが、拡大教科書を利用しているロービジョン児の担当教員に対する全国調査は、本研究が初めてである。特に、通常学級でロービジョン児を担当している教員の実態を明らかにした点が本研究の特徴である。回収率を考慮して単純に推計すると、全国の通常学級にはロービジョン児の担当教員が 743 人いると考えられる。本調査で得た有効回答 528 人はその 71.1%に相当するため、比較的高い回収率であったと考えられる。

(1) 拡大教科書の選定方法の実態

教科書バリアフリー法が 2008 年に施行され、ロービジョンの児童生徒には拡大教科書が無償で提供されることになったため、教員は、その存在を児童生徒に紹介する必要がある。調査の結果、「希望の有無にかかわらず、弱視の児童生徒には拡大教科書を紹介している」学校が多かったが、比率を見ると、盲学校では 7 割を越えているが、弱視学級では 6 割弱、通常学級では 4 割ほどで学校・学級種別によって違いがあった。また、通常学級や弱視学級では「児童生徒や保護者から希望があった場合にのみ紹介している」ケースも多かった。

拡大教科書を選定するにあたっては、ロービジョン児の視覚特性に応じて、文字サイズ、判サイズ、行間等を調整する必要がある。特に、文字サイズは重要な要因で、文字サイズが大きすぎると読書効率が低下する (Legge et al, 1985b) 点に注意が必要である。調査の結果、盲学校では「視力や視野等の評価結果に基づいて決めている」が最も多かったが、通常学級や弱視学級では「本人や家族に選んでもらっている」が最も多かった。拡大教科書を本人が選択できることは重要であるが、選択肢をすべて比較して選択出来ているかどうか重要なポイントである。そこで、具体的な選定方法を調べた結果、「文字サイズ」を参考に

しているケースが多く、「出版社のホームページにあるサンプル」や「拡大教科書サンプル集」等、実際の教科書に近いサンプルを参考にしているケースは多くなかった。教科書を選定するには、判の大きさや重さ等も重要な要件だと考えられるため、今後、サンプルを普及させる必要があると考えられる。また、ボランティアに個別対応の拡大教科書を依頼しているにもかかわらず、やりとりがなかったり、文字サイズを伝えているだけだったりしているケースが多いことから、個別対応のメリットを十分に活かし切れていない現状があることが明らかになった。この結果は、文字サイズや白黒反転等を希望するのであれば、ボランティアによる個別対応を選択すれば良いにもかかわらず、他の拡大教科書を選択していた原因と考えられる。つまり、拡大教科書を選択する際、適切な情報が提供されていなかったために、不満が生じたと考えられるのである。

(2) 外部専門家から受けている支援の現状

拡大教科書の選定や児童生徒の指導等に関して学外の専門家等から支援を受けている割合は、盲学校、弱視学級、通常学級の順で、専門性が高い程、支援を受けているという結果であった。支援を受けている内容を見ても、盲学校では「拡大教科書の文字サイズ等の選定の支援」が上位に位置していたが、弱視学級、通常学級の順で、選定支援の割合は低くなっていた。したがって、拡大教科書の選定支援の重要性は、専門性の低い教員には、意識出来てない可能性がある。通常学級や弱視学級においては、拡大教科書の選定支援やロービジョン児の学習環境の整備の必要性に関する理解・啓発活動が急務の課題であると考えられる。

視覚障害教育に関する専門性が比較的高いと考えられる盲学校や弱視学級においても、教員が指導上、困っていることが多かった。その理由として最も多かったのは、「通常の教科書と拡大教科書のページが異なる」ことであった。弱視学級では通常の教科書を使っている子ども達と、盲学校では点字や通常の教科書を使っている子ども達と一緒に学ぶ際に、教科書によってページが異なることが大きな課題になっていた。この結果から、通常の教科書とのページ対応が重要であることが明らかになった。また、「拡大教科書を使っても読み書きの速度が遅い」ことも指導上、困っていることの上位であった。この問題については、適切な文字サイズの拡大教科書が選択できていないという可能性と点字への切り替えが必要だという可能性の両面から検討する必要があると考えられる。

12.3 調査 12.2 拡大教科書の選定・評価のための冊子版サンプル拡大教科書の試作・評価

12.3.1 目的

調査 12.1 の結果、拡大教科書を比較する際、選択肢を比較出来る必要があることが明らかになった。しかし、拡大教科書は高価であるし、制作に時間がかかるため、直接比較す

ることが困難である。そこで、拡大教科書の比較が出来るようにするために冊子版サンプル拡大教科書を試作し、試用調査を実施した。また、調査結果に基づいて、簡易版拡大教科書選定支援キットを試作した。

12.3.2 方法

(1) 概要

拡大教科書の比較が出来るようにするために冊子版サンプル拡大教科書を試作し、全国の盲学校に配布して試用していただいた上で、その有効性について郵送方式のアンケート調査を実施した。

(2) 冊子版サンプル拡大教科書の第1次試作

拡大教科書の文字サイズ、判サイズ、厚さ等を確認できる実物大のサンプル（図 12.1、図 12.2）である「冊子版サンプル拡大教科書（中野, 2010a；中野, 2010b；中野, 2010c；中野, 2010d；中野, 2010e；中野, 2010f；中野, 2010g）」を作成した。このサンプルは、拡大教科書を発行している教科書発行者、ボランティアの協力を得て、実際に発行された拡大教科書を集め、種類（教科書発行者が標準規格に基づいて作成した教科書とボランティアがプライベートサービスで作成した教科書）、文字サイズ、判サイズの異なる作成した。試作したサンプル集は、表 12.16 に示した通り、7分冊で構成した。

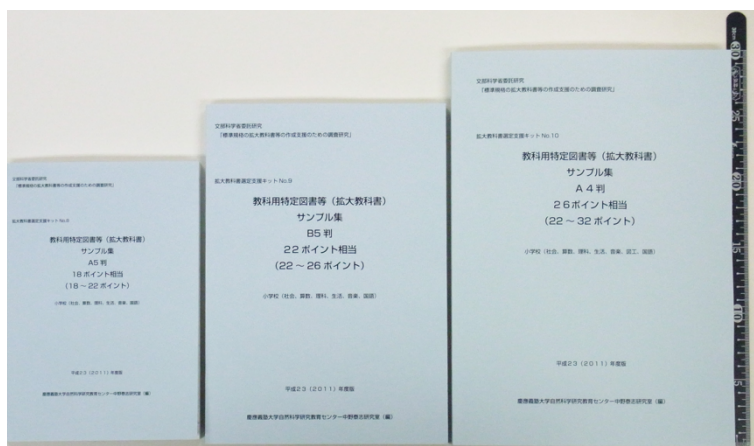


図 12.1 冊子版サンプル拡大教科書の概観の写真

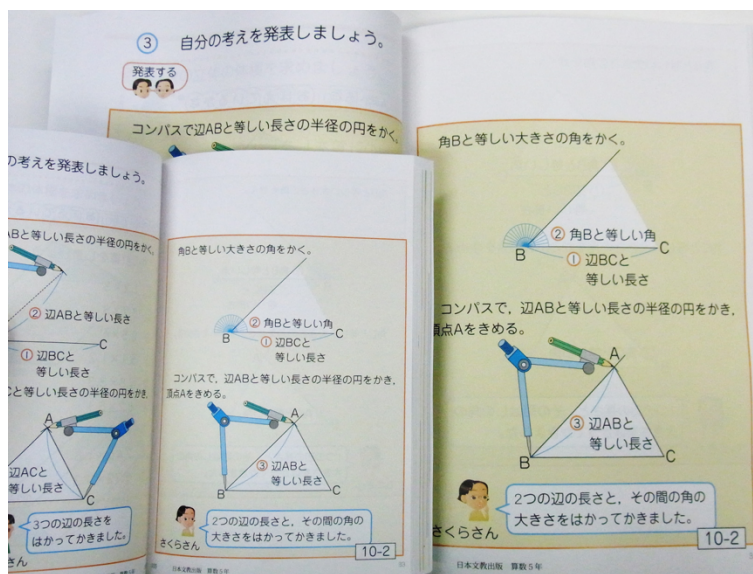


図 12.2 冊子版サンプル拡大教科書の内容

表 12.16 第 1 次試作・冊子版サンプル拡大教科書

No	種類	判	文字サイズ等	内容
1	出版社の 標準規格方式	A5	18～22 ポイント	小学校（社会、算数、理科、国語） 中学校（社会、数学、理科、英語、国語）
2		B5	22～26 ポイント	
3		A4	22～32 ポイント	
4	ボランティア の個別対応	B5	文字サイズ、 フォント、 白黒反転等 各種	小学校（社会、算数、理科、音楽）
5		B4		中学校（社会、理科、音楽、技術、家庭科、 英語、国語）
6		A4		小学校（社会、算数、理科、音楽、国語）
7		A3		中学校（社会、理科、音楽、技術、家庭科、 英語、国語）

(3) 第 1 次試作冊子版サンプル拡大教科書の試用調査

第 1 次試作の冊子版サンプル拡大教科書を全国の盲学校 70 校に送付（2010 年 3 月）し、各学校で利用していただいた後、郵送方式のアンケート調査を実施した。回答は各学部で教育相談等を担当している教員に依頼した。調査期間は、2011 年 11 月から 2011 年 12 月まで

であった。

(4) 冊子版サンプル拡大教科書の第2次試作

第1次試作の試用調査の結果、標準規格方式の拡大教科書は、出版社によってページの付け方等の細部が異なっていた。また、教科によって拡大教科書の必要性が異なることも明らかになった。そこで、出版社や教科のバランスを考慮し、「冊子版サンプル拡大教科書（中野, 2011a；中野, 2011b；中野, 2011c）」の第2次試作を行った。第2次試作では、小学校に限定し、標準規格の拡大教科書のみを作成した（表 12.17）。

表 12.17 第2次試作・冊子版サンプル拡大教科書

No	種類	判	文字サイズ等	内容
8	出版社の 標準規格 方式	A5	18～22 ポイント	小学校（社会、算数、理科、生活、音楽、国語）
9		B5	22～26 ポイント	
10		A4	22～32 ポイント	

(5) 第2次試作冊子版サンプル拡大教科書の試用調査

全国の盲学校 70 校に、試作した冊子版サンプル拡大教科書を送付し、郵送方式のアンケート調査を実施した。回答は各学部で教育相談等を担当している教員に依頼した。調査期間は、2012年2月から3月であった。

12.3.3 結果

(1) 冊子版サンプル拡大教科書（第1次試作）の試用調査の結果

54校（回収率 77.1%）から 135 人の教育相談担当の回答が得られた（1校に教育相談担当者が複数人いる場合があるため、学校数よりも多い回答数となった）。回答者の所属は、幼稚部が 31 人（23.0%）、小学部が 51 人（37.8%）、中学部が 35 人（25.9%）、高等部が 31 人（23.0%）、無回答が 8 人（5.9%）であった。

前年度に送付した冊子版サンプル拡大教科書（第1次試作）の活用状況を調べたところ、活用しているケースは半数程度であった（表 12.18）。活用している教員 74 人に対してどのような活用方法を行っているかを質問したところ、「教育相談の児童生徒の拡大教科書選定・評価に利用している」が 79.7%と最も多く、「拡大教科書の説明等に利用している」が 66.2%、「学内の児童生徒の拡大教科書選定・評価に利用している」が 45.9%であった（表

12.19)。活用していなかった教員 57 人に理由を質問したところ、「サンプル集があることを知らなかったから」が 49.1%、「サンプル集を利用する対象児童生徒がないから」が 28.1%、「サンプル集が届いていないから」（前年度に受領書の返送を受けているので、担当者に届いていなかったと考えられる）が 21.1%であった（表 12.20）。第 1 次試作の利用状況は半数程度であったが、第 2 次試作の配布を希望するかを教員は、92.6%と多かった（表 12.21）。

第 1 次試作版を作成した結果、拡大教科書は、出版社によってページの付け方等に細部が異なっていた。また、自由記述の中に、なるべく多くの教科を入れて欲しいという意見があった。

表 12.18 冊子版サンプル拡大教科書（第 1 次試作）の活用状況

	回答者数	比率(%)
活用している	74	54.8
活用していない	57	42.2
無回答	4	3.0
合計	135	100.0

表 12.19 冊子版サンプル拡大教科書（第 1 次試作）の活用方法

	回答者数	比率(%)
学内の児童生徒の拡大教科書選定・評価に利用している	34	45.9
教育相談の児童生徒の拡大教科書選定・評価に利用している	59	79.7
拡大教科書の説明等に利用している	49	66.2
その他	4	5.4
無回答	0	0.0
合計	74	100.0

表 12.20 冊子版サンプル拡大教科書（第1次試作）の活用していない理由

	回答者数	比率(%)
サンプル集があることを知らなかったから	28	49.1
サンプル集が届いていないから	12	21.1
サンプル集を利用する対象児童生徒がいないから	16	28.1
サンプル集は利用しにくいから	1	1.8
その他	10	17.5
無回答	0	0.0
合計	57	100.0

表 12.21 第2次試作の配布を希望するか

	回答者数	比率(%)
希望する	125	92.6
希望しない	6	4.4
無回答	4	3.0
合計	135	100.0

(2) 冊子版サンプル拡大教科書（第2次試作）の試用調査の結果

70校中61校（回収率87.1%）から回答が得られた。拡大教科書を選定する際に、冊子版サンプル拡大教科書（第2次試作）が、役立つか否かについて質問した結果、効果があると思うという回答が91.8%あった（表12.22）。どのような活用方法を行っているかを質問したところ、「見本として活用」が46.1%で、「拡大教科書の選定・評価に利用」（35.9%）しているケースよりも多かった（表12.23）。従来、拡大教科書のサンプルは、各教科書発行者がホームページにデジタルデータの形式で公開されており、各自が印刷して利用することになっていた。この方式と冊子版サンプル拡大教科書（第2次試作）とを比較した結果、「HPのサンプルより有効だと思う」という回答が91.8%と多かった（表12.24）。冊子版が評価された理由を質問したところ、「冊子版のサンプルでは、教科書の大きさ、重さ、厚さを実感できる」（63.3%）、「HPのサンプルでは、本物の拡大教科書と同じ条件で印刷できているか確認できないから」（32.9%）が多かった（表12.25）。そして、91.8%の学校が冊子版サンプル拡大教科書の必要性を認めていた（表12.26）。

表 12.22 冊子版サンプル拡大教科書（第2次試作）の効果

	回答数	比率 (%)
効果があると思う	56	91.8
効果があるとは思わない	0	0.0
わからない	5	8.2
合計	61	100.0

表 12.23 冊子版サンプル拡大教科書（第2次試作）の活用方法（複数回答あり）

	回答数	比率 (%)
拡大教科書の選定・評価に活用	46	35.9
拡大教科書の見本として相談等で活用	59	46.1
拡大教科書の普及・啓発活動に活用	23	18.0
その他	0	0.0
合計	128	100.0

表 12.24 ホームページ（HP）のサンプルと冊子版サンプル拡大教科書の比較

	回答数	比率 (%)
HPのサンプルより有効だと思う	56	91.8
HPのサンプルより有効だと思わない	1	1.6
わからない	4	6.6
合計	61	100.0

表 12.25 ホームページ（HP）のサンプルと比べた冊子版のメリット

	回答数	比率 (%)
冊子版のサンプルでは、教科書の大きさ、重さ、厚さを実感できるから	50	63.3
HPのサンプルでは、本物の拡大教科書と同じ条件で印刷できているか確認できないから	26	32.9
その他	2	2.5
無回答	1	1.3
合計	79	100.0

表 12.26 冊子版サンプル拡大教科書の必要性

	回答数	比率 (%)
必要	56	91.8
必要ではない	1	1.6
わからない	3	4.9
無回答	1	1.6
合計	61	100.0

12.3.4 考察

(1) 冊子版サンプル拡大教科書（第1次試作）の評価

拡大教科書を比較する際、選択肢を比較出来る必要性があるが、拡大教科書は高価であるし、制作に時間がかかるため、直接比較することが困難であった。そこで、拡大教科書の比較が出来るようにするために冊子版サンプル拡大教科書の試作を行い、約8ヶ月間の試用期間の後、利用実態調査を行った。その結果、活用しているケースは半数程度しかなかったが、活用しているケースでは、拡大教科書選定・評価に活用していることが明らかになった。活用していないケースでは、サンプル集を知らなかったケースが多く、サンプル集が利用しにくいと回答した学校は1校のみであり、9割以上の学校が第2次試作を必要としていた。また、第1次試作の改良点として、教科や出版社のバランスを考える必要性があることが明らかになった。

(2) 冊子版サンプル拡大教科書（第2次試作）の評価と発展

第1次試作調査の結果に基づいて、第2次試作を作成し、その有効性について確認するための実態調査を実施した。サンプル集が役に立つと回答したケースが9割を超えていた。冊子版のサンプルは、従来のホームページのサンプルと比べ、教科書の大きさ、重さ、厚さを実感できる点が評価されていた。ただし、本来の用途である拡大教科書の選定・評価よりも、見本として活用されているケースの方が多かった。

第2次試作調査の結果、本来の目的である拡大教科書の選定・評価に利用されているケースは35.9%と多くなかったが、必要だと考えているケースが9割を越えていた。第2次試作では小学校の冊子版サンプル拡大教科書しか作成していなかったため、第3次試作では中学校の冊子版サンプル拡大教科書を作成した（表12.27）。なお、これらの冊子版サンプル拡大教科書（No.1～13）は、文部科学省から出版され、全国の都道府県教育委員会、教科書センター、教科書発行者、ロービジョンクリニックを設置している眼科、ボランティア団体、視覚障害関係の研究機関等に無償で配布された。

表 12.27 第3次試作・冊子版サンプル拡大教科書

(中野, 2012a ; 中野, 2012b ; 中野, 2012c)

No	種類	判	文字サイズ等	内容
11	出版社の 標準規格 方式	A5	18 ポイント	中学校 (国語、書写、数学、理科、社会、英語、音楽、保健体育、技術、家庭、美術)
12		B5	22 ポイント	
13		A4	26 ポイント	

(3) 選定支援のための方法論

第2次試作調査の結果、冊子版サンプル拡大教科書を拡大教科書の選定・評価に利用しているケースは4割弱であった。拡大教科書の選定・評価において冊子版サンプル拡大教科書が積極的に利用されるためには、評価方法を含めた提案が必要だと考えられる。そこで、拡大教科書の選定・評価を行う際の基本的な視機能や読書速度を測定するために拡大教科書の選定を支援するための評価キット（簡易版拡大教科書選定支援キット）を試作した。評価キットは、視力を評価するための「視力評価用チャート」、読書効率を簡便に評価するための「読書効率評価用チャート」（練習用通常〔白背景黒文字〕版、練習用白黒反転〔黒背景白抜き文字〕版、グレード1（小学校低学年）用通常〔白背景黒文字〕版、グレード1用白黒反転〔黒背景白抜き文字〕版、グレード2（小学校高学年以上）用通常〔白背景黒文字〕版、グレード2用白黒反転〔黒背景白抜き文字〕版、練習用エクセルシート、グレード1用エクセルシート、グレード2エクセルシート）、コントラストポラリティ効果を評価するための「白黒反転評価用サンプル拡大教科書（通常版、白黒反転版）」、評価方法をまとめた「マニュアル」で構成した。そして、冊子版サンプル拡大教科書と簡易版拡大教科書選定支援キットを併用することで、拡大教科書の選定・評価が行えるようにした。

(4) 選定・評価の新たな課題

選定・評価には、ロービジョン者に最も適した拡大教科書を1種類だけ選択しなければならないという暗黙の前提がある。本来、環境調整は、障害当事者が、実施したい活動を保障するために実施されるのもであるため、ニーズや場面に応じて、複数の環境を切り替えて利用したり、併用したり出来るようにすることが重要である。しかし、複数の選択や併用や変更を認めるとコストがかかるため、過重な負担と考えられてしまう。特に、拡大教科書は、時間的にも、費用的にもコストが高いため、1種類を選択することが前提になっている。もし、コストの問題が解決出来れば、選択した拡大教科書を途中で変更したり、複数の拡大教科書を併用したりすることが可能になるため、合理的な範囲内で、柔軟な環境調整が出来る

システムの開発が必要となる。

12.4 まとめ

拡大教科書を選定するにあたっては、ロービジョン児の視覚特性に応じて、文字サイズ、判サイズ、行間等を調整する必要がある。特に、文字サイズは重要な要因で、文字サイズが大きすぎると読書効率が低下する点に注意が必要である。しかし、ロービジョン者に適した拡大教科書を選定・評価するための方法論は確立されていない。また、ロービジョン者の拡大教科書を選定方法に関する実態は明らかではない。そこで、ロービジョン児の拡大教科書の選定・評価に関する実態を調査するために、ロービジョン児の担当をしている教員に対する全国調査を実施した。891人からの回答を分析した結果、盲学校では「視力や視野等の評価結果に基づいて決めている」が最も多かったが、通常学級や弱視学級では「本人や家族に選んでもらっている」という回答が最も多かった。また、選定方法を調べた結果、「文字サイズ」のみを参考に行っているケースが多く、「出版社のホームページにあるサンプル」や「拡大教科書サンプル集」等、実際の教科書に近いサンプルを参考に行っているケースは多くなかった。さらに、ボランティアに個別対応の拡大教科書を依頼しているケースでは、やりとりがなかったり、文字サイズを伝えているだけだったりしているケースが多かった。

そこで、拡大教科書の選定・評価が適切に実施されていない状況を改善するために、拡大教科書の選定・評価を支援するための冊子版サンプル拡大教科書（第1次試作）を試作した。そして、試作した冊子版サンプル拡大教科書を135人の教育相談担当に提供して評価を受けた結果、ニーズが高いことが明らかになり、第2次試作を行った。61校の盲学校に第2次試作を提供したが、拡大教科書の選定・評価に活用したケースは4割に留まっていた。つまり、拡大教科書を選定・評価するためのツールを提供しても、必ずしも、利用されない可能性があるため、評価に依存しない環境調整システムの構築が必要であると考えられる。

第13章 ロービジョン者の拡大教科書の選択とパフォーマンスの関係

13.1 問題の背景と研究の目的

従来から、拡大教科書の選定は、MNREAD-J等の行動評価の結果に基づいて行うことが推奨されている。事実、調査12.1で、拡大教科書の選定・評価の実態を調べた結果、盲学校のように視覚障害に関する専門性が比較的高い教員が配置されている学校では、専門家が「視力や視野等の評価結果」や「文字サイズに基づいて決める」というロービジョンケアの伝統的な方法を用いて選定していることが明らかになった。しかし、通常学級のように視覚障害に関する専門性を有していない教員がロービジョン児を担当している学校では、拡大教科書の選定を本人や家族の「好み」に任せていた。ロービジョン者の好みで拡大教科書を選択することは、障害の社会モデルの観点では適切だと考えられるが、好みで選択した拡大教科書で、効率的に読書が出来るか否かについては明確ではない。そこで、本章では、好みとパフォーマンスの関係について検討した。

13.2 実験 13.1 拡大教科書に対するロービジョン者の選択とパフォーマンスの比較実験

13.2.1 目的

ロービジョン者の拡大教科書に関する主観的な「好み」と読書パフォーマンスの関係を検討した。

13.2.2 方法

(1) 概要

読書効率や各種課題のパフォーマンスを測定し、好みとの比較を行うフィールド実験を実施した。実験では、logMAR視力(30cmの標準検査)、視距離を自由にした際の最小可読視標測定、模擬授業課題を用いた実験(国語、数学、社会の教科ごと、拡大方式ごとに、教科書の利用効率を、ページ検索課題、読み上げ課題、書き取り課題、脚注探索課題を通して評価)を実施した。

(2) 実験参加者

実験には、21校の盲学校から114人のロービジョンの高校生の協力を得た。

(3) 視力検査

logMAR視力を標準検査条件で測定した。次に、logMAR視力表を用い、視距離を自由にした最小可読視標とそのときの視距離(最大視認力)を測定した。

(4) 模擬授業による好みとパフォーマンスの評価

教科(国語・数学・社会科)ごとに作成した3種類の拡大方式の教科書(単純拡大縦・単

純拡大横;楽譜綴じ・レイアウト拡大)を用いた模擬授業を行い、生徒が好む拡大教科書とその教科書でのパフォーマンスを評価した。表 13.1 に評価に用いた教科書の判と文字サイズを示す。また、図 13.1 から図 13.3 に使用した教科書の写真を示した。

教科書の拡大方式ごとに、授業で使いやすいと思われる教科書の選択課題と、選択した教科書を用いた模擬授業課題を実施した。模擬授業課題では、ページや脚注の検索、書き写し・読み上げを行った。

表 13.1 試作した教科書の判と文字サイズ

ID	拡大方式	国語		数学		社会	
		判	文字サイズ	判	文字サイズ	判	文字サイズ
1	レイアウト	A5	18pt	A5	18pt	A5	18pt
2	レイアウト	B5	22pt	B5	22pt	B5	22pt
3	レイアウト	A4	26pt	A4	26pt	A4	26pt
4	原本教科書	B5	12pt	A5	10pt	B5	10pt
5	単純拡大(縦)	A4	14pt	B5	12pt	A4	11pt
6	単純拡大(縦)	B4	17pt	A4	14pt	B4	14pt
7	単純拡大(縦)	A3	19pt	B4	17pt	A3	16pt
8	単純拡大(横;楽譜)	B5	17pt	A5	14pt	A5	11pt
9	単純拡大(横;楽譜)			B5	17pt	B5	14pt
10	単純拡大(横;楽譜)			A4	20pt	A4	16pt
11	単純拡大(横;楽譜)			B4	24pt	B4	20pt

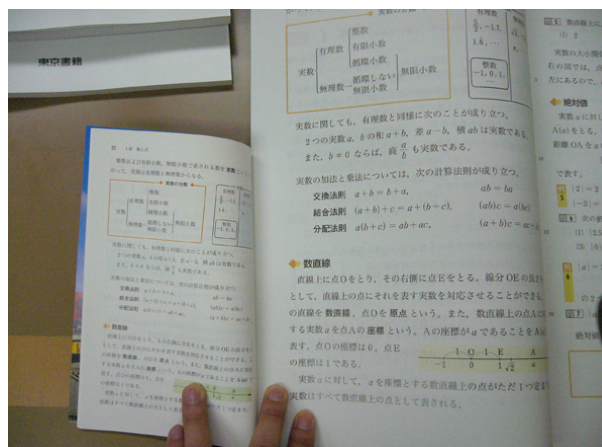


図 13.1 評価に使用した単純拡大教科書(縦置き横開き)

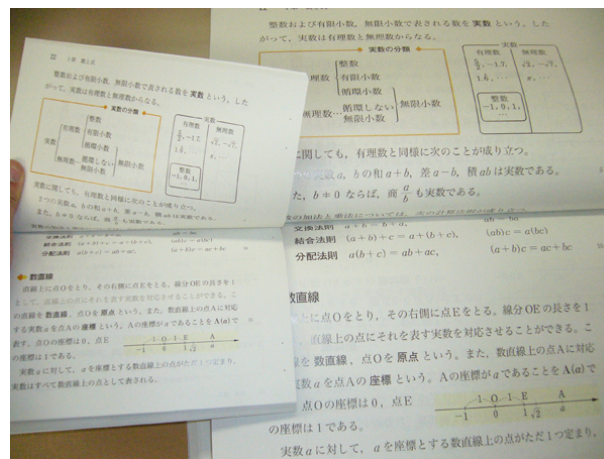


図 13.2 評価に使用した単純拡大教科書(横置き縦開き ; 楽譜綴じ)

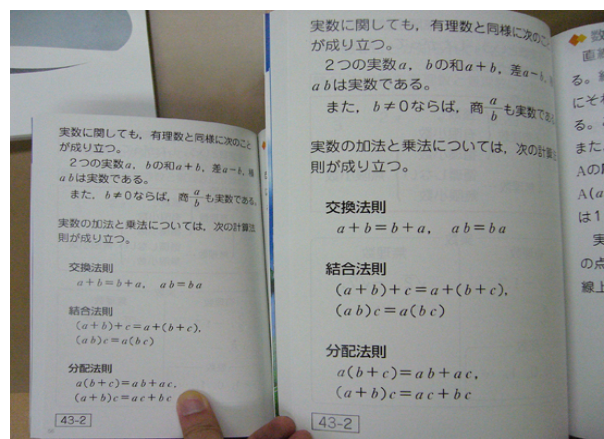


図 13.3 評価に使用したレイアウト変更方式拡大教科書

a) 好みの教科書選択課題

原本サイズを含む単純拡大(縦置き横開き)4種類、単純拡大(横置き縦開き;楽譜綴じ)4種類、レイアウト拡大3種類の拡大方式で作成した教科書を用いて、拡大方式ごとに好みの教科書を選択する課題を行った。

b) ページ検索課題

指示したページを検索する課題を実施し、課題遂行までの時間をストップウォッチで測定した。

c) 読み上げ課題

指定した箇所を音読する課題を実施し、読書効率(スピードと誤読)を評価した。

d) 書き写し課題

国語科と数学科においては指定した箇所をノートに書き写す課題を実施し、書写効率(ス

スピードと書き誤り)を評価した。国語科においては文章の書き写し、数学科においては数式の書き写しを行った。

e) 脚注検索課題

脚注を探して読み上げる課題を実施し、検索効率を評価した。なお、本課題は、社会科のみで実施した。

f) 最も使いやすいと思う教科書の選択課題

模擬授業課題実施後に、試作したすべての教科書(模擬授業で使用しなかった教科書も含めて)について、「好き」、「嫌い」、「どちらでもない」のいずれかを判断する課題を実施した。また、最も好きな教科書を1種類選び、選択理由を質問した。

13.2.3 結果

(1) 視力評価

a) 標準視力検査

視力は、 $2.1\log\text{MAR}$ (小数視力 0.008) から $-0.1\log\text{MAR}$ (小数視力 1.3) で、平均は $1.1\log\text{MAR}$ (小数視力 0.082) であった。 $\log\text{MAR}$ 視力検査表を用いて評価した視力を小数視力 ($\log\text{MAR}$ 視力検査表では視力を $\log\text{MAR}$ で表現するが、第 11 章の実態調査との比較のため、ここでは小数視力で記した) で示した分布を図 13.4 に示した。0.1~0.3 の視力の生徒が多く、第 11 章で実施した全国の盲学校を対象に実施したアンケート調査の分布とほぼ一致しており、本研究の対象者のサンプリングが適切だったことを示していると考えられる。

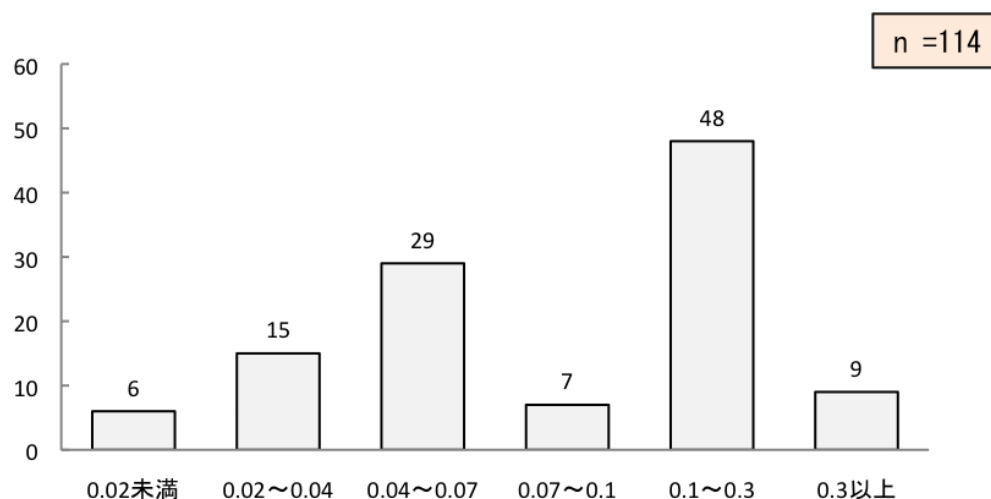


図 13.4 実験参加者の視力分布

b) 最小可読視標

最大視認力測定の手続きに従い、視距離を自由にして測定した最小可読視標の分布を図13.5に示した。接近すれば0.6以上の視標を視認可能な生徒が約19%、0.3~0.6が約38%、0.1~0.3が約31%であった。最小可読視標が0.8以上あれば10ポイント程度の文字が視認可能だと考えられるため、拡大補助具や拡大教科書は必要ないと考えられる。しかし、このような生徒は全体の1割弱と少なかった。つまり、本実験の参加者は、何らかの拡大が必要な生徒であると考えられる。なお、最小可読視標とその視標を視認出来た視距離から視力を換算したところ、図13.4の視力分布と一致していた。この結果から、今回の実験参加者は、視標のサイズに応じて、比例的に視距離を適切に調整していたことが明らかになった。

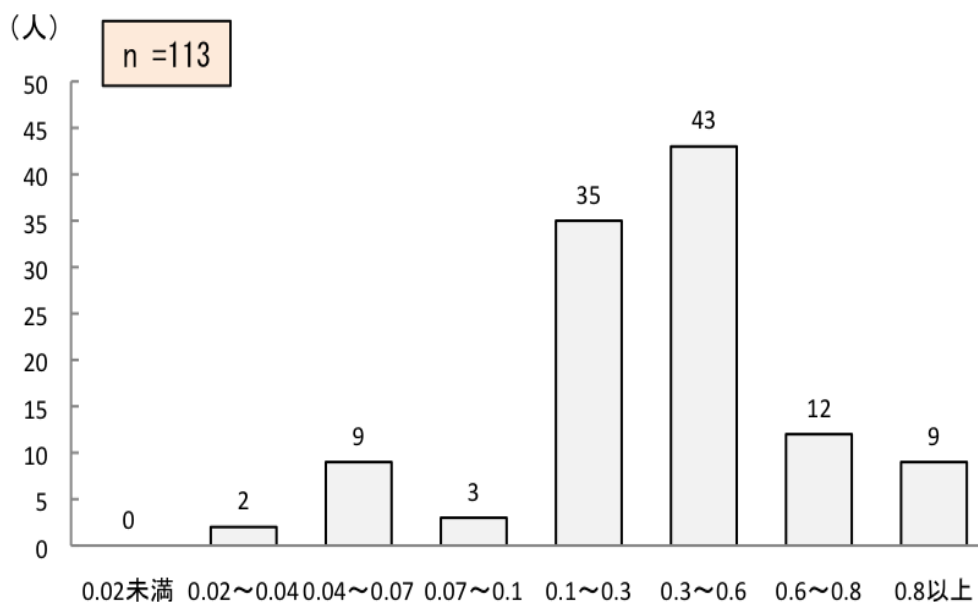


図 13.5 最小可読視標の分布

(2) 模擬授業による好みとパフォーマンスの評価

a) 好みの教科書選択課題

拡大方式ごとに選択された好みの教科書を表13.2に示した(国語の単純拡大(横)については、1種類しかなかったため、選択課題は実施していない)。レイアウト拡大では小さな18ポイントA5サイズが、単純拡大(縦)ではA4サイズが選択されていることがわかる。また、単純拡大(横;楽譜綴じ)では、判サイズの割に文字サイズを大きくできるためか、比較的小さな判サイズが選択されていた。

表 13.2 選択された好みの教科書

拡大方式	ID	国語		数学		社会	
		判・文字サイズ	人数	判・文字サイズ	人数	判・文字サイズ	人数
レイアウト	1	18pt_A5	37	18pt_A5	38	18pt_A5	44
	2	22pt_B5	25	22pt_B5	21	22pt_B5	21
	3	26pt_A4	10	26pt_A4	12	26pt_A4	6
単純拡大 (縦)	4	12pt_B5	22	10pt_A5	9	10pt_B5	18
	5	14pt_A4	31	12pt_B5	17	11pt_A4	29
	6	17pt_B4	10	14pt_A4	30	14pt_B4	14
	7	19pt_A3	9	17pt_B4	15	16pt_A3	10
単純拡大 (横：楽譜)	8	-	-	14pt_A5	22	11pt_A5	13
	9	-	-	17pt_B5	23	14pt_B5	23
	10	-	-	20pt_A4	20	16pt_A4	24
	11	-	-	24pt_B4	6	20pt_B4	11

b) ページ検索課題

表 13.3 にページ検索速度の分布を示した。平均検索時間を比較すると、国語ではレイアウト拡大が 10.00 秒、単純（縦）が 12.56 秒、単純（横）が 25.97 秒、数学ではレイアウト拡大が 9.35 秒、単純（縦）が 11.37 秒、単純（横）が 18.49 秒、社会ではレイアウト拡大が 12.60 秒、単純（縦）が 8.64 秒、単純（横）が 19.06 秒であった。国語と数学においてはレイアウト拡大、単純（縦）、単純（横）という順で、社会においては、単純（縦）、レイアウト、単純（横）という順でページ探索のパフォーマンスが良かった。

表 13.3 各教科のページ検索時間

所要時間 (秒)	国語			数学			社会		
	レイアウト	単純 (縦)	単純 (横)	レイアウト	単純 (縦)	単純 (横)	レイアウト	単純 (縦)	単純 (横)
0～5	12	8	0	12	11	4	6	14	0
5～10	38	24	7	37	34	19	31	37	14
10～15	10	28	16	15	13	19	15	13	17
15～20	6	4	11	5	5	9	10	5	13
20～25	4	2	10	1	3	5	4	1	12
25～30	0	1	11	0	1	4	3	1	9
30～35	0	2	3	0	0	4	0	0	2
35～40	0	2	1	0	1	2	1	0	2
40～45	2	0	1	0	2	1	0	0	0
45～50	0	0	5	1	0	0	0	0	0
50～55	0	0	1	0	0	1	0	0	0
55～60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Timeover	0	1	6	0	1	3	1	0	2

c) 音読課題

表 13.4 に教科書の読書（音読）速度の分布を示した。国語および社会はレイアウト拡大、数学は単純（横）において、読書速度が比較的速いことが明らかとなった。また、図 13.6 から図 13.8 に MNREAD-J で求めた最大読書速度と教科書の読書速度（最も速かったもの）の関係を示した。図より MNREAD-J での評価結果との相関が高かった。また、MNREAD-J で得られた最大読書速度よりも速い速度で教科書が読めていた。この結果は、MNREAD-J と比べ、教科書では文章の文脈が利用できるためであると考えられる。なお、レイアウト拡大を利用し、視距離を自由に調整しても読書速度が 100.0 文字／分未満の生徒が 1 割程度いることが明らかになった。

表 13.4 各教科の音読速度の人数分布

読書速度 (文字/分)	国語			数学			社会		
	レイアウト	単純 (縦)	単純 (横)	レイアウト	単純 (縦)	単純 (横)	レイアウト	単純 (縦)	単純 (横)
0～50	1	1	2	1	1	2	0	1	3
50～100	7	11	18	9	8	6	9	12	12
100～150	13	10	11	10	12	14	14	19	12
150～200	10	17	11	16	16	17	15	12	19
200～250	17	11	9	17	19	14	20	13	10
250～300	14	13	13	11	10	8	8	7	10
300～350	5	6	6	5	3	7	5	7	4
350～400	5	3	1	2	2	1	0	0	0
400～450	0	0	1	0	0	2	0	0	1

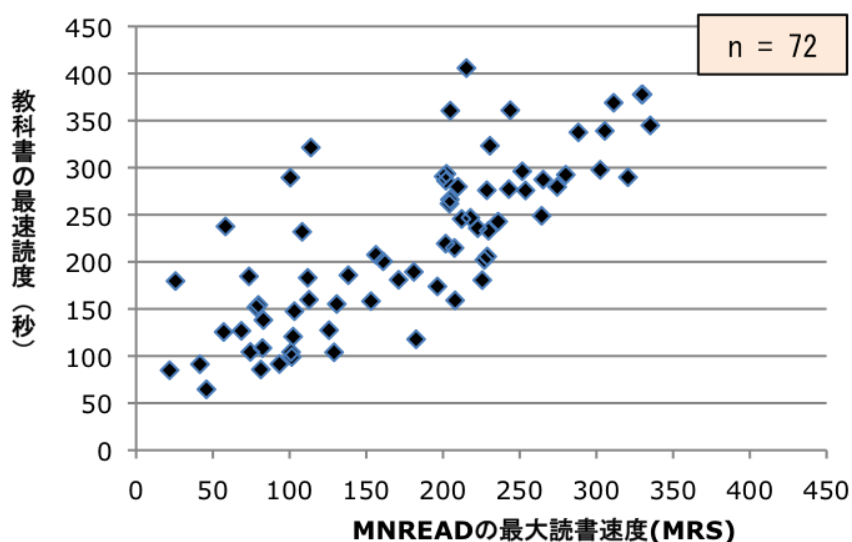


図 13.6 最大読書速度と読み上げ課題の関係（国語）

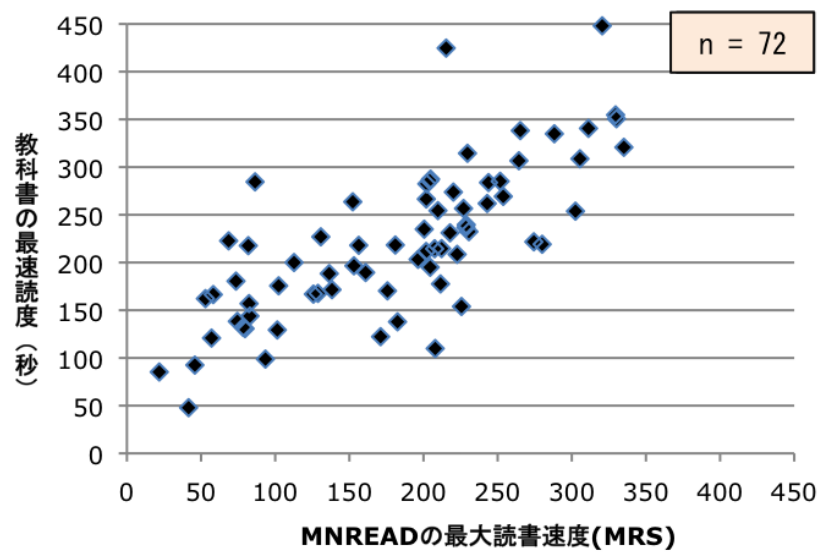


図 13.7 最大読書速度と読み上げ課題の関係 (数学)

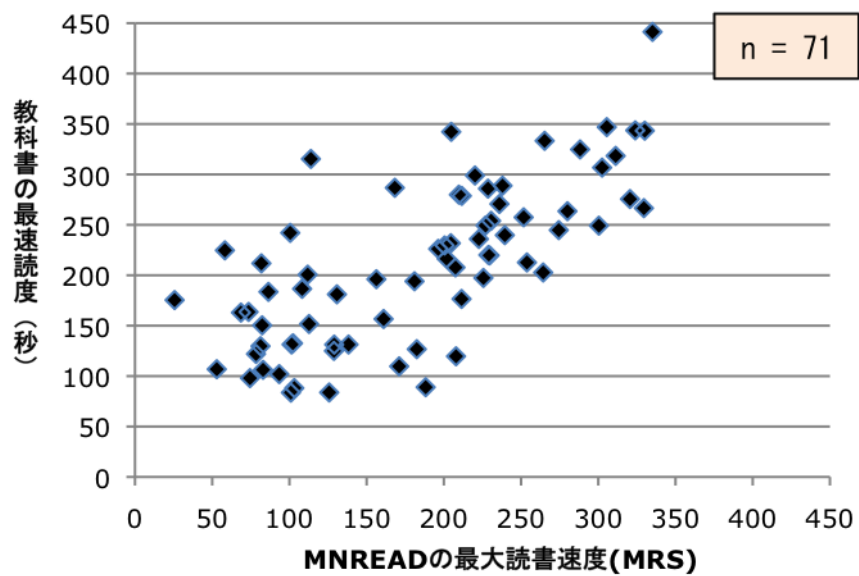


図 13.8 最大読書速度と読み上げ課題の関係 (社会)

d) 書き写し課題

表 13.5 に書き写し課題の速度分布を示した。国語と数学の両科目においてレイアウト拡大での書き写し速度が速いことが明らかとなった。

表 13.5 書字スピードの人数分布

読書速度 (文字/分)	国語			数学		
	レイアウト	単純 (縦)	単純 (横)	レイアウト	単純 (縦)	単純 (横)
0～10	5	2	5	2	3	1
10～20	14	24	20	6	7	10
20～30	30	25	27	14	21	18
30～40	16	16	19	19	15	10
40～50	7	5	1	9	15	16
50～60	0	0	0	10	6	11
60～70	0	0	0	7	3	2
70～80	0	0	0	3	0	3
80～90	0	0	0	1	1	0

e) 脚注検索課題

表 13.6 に脚注検索課題の速度分布を示した。単純拡大（縦）において、比較的早く脚注を探索することができることが明らかとなった。

表 13.6 脚注検索スピードの分布

所要時間 (秒)	社会		
	レイアウト	単純(縦)	単純(横)
0～5	18	23	24
5～10	13	24	18
10～15	11	5	8
15～20	9	6	6
20～25	0	3	2
25～30	7	4	0
30～35	3	0	4
35～40	0	2	2
40～45	2	2	0
45～50	0	1	1
50～55	0	0	1
55～60	2	1	1
Timeover	6	0	4

f) 最も使いやすいと思う教科書の選択課題

表 13.7 にすべての拡大教科書の中で第1位として選ばれた教科書の分布を示した。また、表 13.8～13.10 に視力と拡大教科書の好みの関係を示した。レイアウト拡大は様々な視力層が好んでいるが、単純拡大は比較的視力の高い生徒が選んでいる傾向があることが明らかになった。

表 13.7 ナンバー1 (好み) に選択された教科書

拡大方式	ID	国語		数学		社会	
		判・文字サイズ	(人数)	判・文字サイズ	(人数)	判・文字サイズ	(人数)
レイアウト	1	18pt_A5	25	18pt_A5	28	18pt_A5	17
	2	22pt_B5	20	22pt_B5	18	22pt_B5	21
	3	26pt_A4	6	26pt_A4	7	26pt_A4	4
単純拡大 (縦)	4	12pt_B5 (オリジナル)	12	10pt_A5 (オリジナル)	5	10pt_B5 (オリジナル)	9
	5	14pt_A4	7	12pt_B5	7	11pt_A4	11
	6	17pt_B4	1	14pt_A4	3	14pt_B4	1
	7	19pt_A3	0	17pt_B4	2	16pt_A3	0
単純拡大 (横：楽譜)	8	17pt_B5	1	14pt_A5	0	11pt_A5	2
	9			17pt_B5	1	14pt_B5	2
	10			20pt_A4	0	16pt_A4	3
	11			24pt_B4	0	20pt_B4	1

表 13.8 選択された教科書と視力の関係 (国語)

視力	レイアウト			単純拡大(縦)				単純拡大 (横：楽譜)
	18pt_A5	22pt_B5	26pt_A4	12pt_B5 (オリジナル)	14pt_A4	17pt_B4	19pt_A3	17pt_B5
0.02未満	2	0	1	0	0	0	0	0
0.02~0.04	4	5	2	0	0	0	0	0
0.04~0.07	4	6	1	4	1	0	0	0
0.07~0.1	3	2	0	0	0	0	0	0
0.1~0.3	11	7	1	8	4	1	0	0
0.3以上	1	0	1	0	2	0	0	1
計	25	20	6	12	7	1	0	1

表 13.9 選択された教科書と視力の関係 (数学)

視力	レイアウト			単純拡大(縦)				単純拡大(横：楽譜)			
	18pt_A5	22pt_B5	26pt_A4	10pt_A5 (オリジナル)	12pt_B5	14pt_A4	17pt_B4	14pt_A5	17pt_B5	20pt_A4	24pt_B4
0.02未満	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0.02~0.04	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0.04~0.07	8	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0
0.07~0.1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0.1~0.3	10	6	2	3	6	2	2	0	0	0	0
0.3以上	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
計	28	18	7	5	7	3	2	0	1	0	0

表 13.10 選択された教科書と視力の関係（社会）

視力	レイアウト			単純拡大(縦)				単純拡大(横：楽譜)			
	18pt_A5	22pt_B5	26pt_A4	10pt_B5 (オリジナル)	11pt_A4	14pt_B4	16pt_A3	11pt_A5	14pt_B5	16pt_A4	20pt_B4
0.02未満	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0.02~0.04	6	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0.04~0.07	2	7	1	2	2	0	0	0	1	0	0
0.07~0.1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1~0.3	5	8	2	6	8	1	0	1	0	3	0
0.3以上	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1
計	17	21	4	9	11	1	0	2	2	3	1

g) 好みとパフォーマンスの比較

表 13.11～表 13.19 に好み（最も好んだ教科書）とパフォーマンス（最も効率が高かった教科書）の関係を示した。好みとパフォーマンスが一致していたケースは、国語の場合、ページ検索課題で 61%、読書課題で 56%、書字課題で 42%、数学の場合、ページ検索課題で 54%、読書課題で 28%、書字課題で 34%、社会の場合、ページ検索課題で 56%、読書課題で 42%、脚注検索課題で 37%であり、いずれも一致度は高いとは言えないことが明らかになった。好みではレイアウト変更方式の拡大教科書が選択されているのに対して、パフォーマンスでは、課題（ページ検索課題、読書課題、書字課題、脚注探索課題）にかかわらず、単純拡大方式の拡大教科書の方が効率のよいケースが多かった。この結果から、好みとパフォーマンスは、必ずしも一致するわけではないことが明らかになった。

表 13.11 国語拡大教科書のページ検索課題における好みとパフォーマンスの関係

		ページ検索効率				
		レイアウト	単純拡大		計	
			縦	横		
好み	レイアウト	33	16	2	51	
	単純拡大	縦	9	11	0	20
		横	0	1	0	1
	計	42	28	2	72	

表 13.12 国語拡大教科書の読書課題における好みとパフォーマンスの関係

		読書効率				
		レイアウト	単純拡大		計	
			縦	横		
好み	レイアウト	31	15	5	51	
	単純拡大	縦	5	9	6	20
		横	0	1	0	1
	計	36	25	11	72	

表 13.13 国語拡大教科書の書字課題における好みとパフォーマンスの関係

		書字効率				
		レイアウト	単純拡大		計	
			縦	横		
好み	レイアウト	25	16	10	51	
	単純拡大	縦	8	5	7	20
		横	0	1	0	1
	計	33	22	17	72	

表 13.14 数学拡大教科書のページ検索課題における好みとパフォーマンスの関係

		ページ検索効率				
		レイアウト	単純拡大		計	
			縦	横		
好み	レイアウト	27	19	7	53	
	単純拡大	縦	6	11	0	17
		横	1	0	0	1
	計	34	30	7	71	

表 13.15 数学拡大教科書の読書課題における好みとパフォーマンスの関係

		読書効率				
		レイアウト	単純拡大		計	
			縦	横		
好み	レイアウト	16	18	19	53	
	単純拡大	縦	6	4	7	17
		横	1	0	0	1
	計	23	22	26	71	

表 13.16 数学拡大教科書の書字課題における好みとパフォーマンスの関係

		書字効率				
		レイアウト	単純拡大		計	
			縦	横		
好み	レイアウト	22	18	13	53	
	単純拡大	縦	8	1	8	17
		横	0	0	1	1
	計	30	19	22	71	

表 13.17 社会拡大教科書のページ検索課題における好みとパフォーマンスの関係

		ページ検索効率				
		レイアウト	単純拡大		計	
			縦	横		
好み	レイアウト	17	24	1	42	
	単純拡大	縦	8	13	0	21
		横	2	6	0	8
	計	27	43	1	71	

表 13.18 社会拡大教科書の読書課題における好みとパフォーマンスの関係

		読書効率				
		レイアウト	単純拡大		計	
			縦	横		
好み	レイアウト	19	8	15	42	
	単純拡大	縦	5	8	8	21
		横	4	1	3	8
	計	28	17	26	71	

表 13.19 社会拡大教科書の脚注検索課題における好みとパフォーマンスの関係

		脚注検索効率				
		レイアウト	単純拡大		計	
			縦	横		
好み	レイアウト	12	19	11	42	
	単純拡大	縦	3	8	10	21
		横	0	2	6	8
	計	15	29	27	71	

13.2.4 考察

現在、拡大教科書の選択は、ロービジョンの生徒の好みに基づいて決定されている場合が多い。弱視生徒が好む拡大教科書が果たして読書効率や操作性の観点から適しているかどうかを検討するため、好みとパフォーマンスを比較する実験を実施した。その結果、好みとパフォーマンスが一致していたケースは、どの教科、どの課題においても 50%程度で、好みと効率の一致度は必ずしも高くなかった。好みではレイアウト変更方式の拡大教科書が選択されているのに対して、パフォーマンスでは、課題（ページ検索課題、読書課題、書字課題、脚注探索課題）にかかわらず、単純拡大方式の拡大教科書の方が効率のよいケースが多かった。

これらの実験の結果は、障害の捉え方によって、異なった解釈が可能である。障害の個人（医療）モデルのアプローチでは、ロービジョンケアの「専門家」が、視機能検査の結果に基づいて、拡大教科書やエイド等の「処方」を行うという方法論が採用される。そのため、本実験の結果は、拡大教科書をロービジョン者の好みだけで選択すると、読み書き等の効率が高くない拡大教科書が選ばれる可能性があるため、主観的な好みではなく、客観的なパフォーマンスも重視して選定・評価を行うべきであるという結論になると考えられる。一方、障害の社会モデルのアプローチでは、ロービジョンの「当事者」が、複数の選択肢を比較検討し、自分が最も好む拡大教科書やエイド等を「選択」という方法論が採用される。そのため、本実験の結果は、ロービジョンケアの「専門家」が客観化可能な課題遂行能力だけで拡大教科書を処方すると、使いにくい拡大教科書を提供される可能性があるため、パフォーマンスだけでなく、ユーザの使用感も重視すべきであるという結論になると考えられる。

拡大教科書は、ロービジョン者が日常的に使用するものであることを考えると、障害の社会モデルが重視する自己決定・自己選択を尊重する必要がある。しかし、自己決定・自己選択をする際には、選択肢をどのような方法で比較するかが重要だと考えられる。特に、選択肢が増えた場合や複数の判断基準（拡大教科書の場合で言えば、文章を読む、文字を書き写す、検索する等、課題が変化すると判断基準が変化する場合がある）がある場合には、当

事者自身、迷う可能性がある。そのため、選択肢を示す際には、各選択肢の効果に関する科学的根拠を示す必要があると考えられる。

13.3 実験 13.2 読書時の視距離調節の合理性に関する実験

13.3.1 問題の所在と本研究の目的

実験 13.1 において、ロービジョン者の拡大教科書の選択場面において、好みと読書パフォーマンスは必ずしも一致しないことが明らかになった。この結果は、好みに基づく選択行動が必ずしも合理的ではないことを示していると考えられる。

選択行動が必ずしも合理的でないとするれば、読書時の視距離の調整も合理的ではない可能性がある。読書の際、私たちは無意識に視距離を調節している。例えば、画数の多い難解な文字に遭遇したときや照明が暗くなったときには、本に顔を近づけて、確認を行う。視距離を近づけることは、網膜像を拡大する効果があるため、文字サイズが小さかったり、照度やコントラストが足りないような場面では、必要な適応的行動だと考えられる。

中野・木塚・大城・千田(1992)は、ロービジョンの児童の 30cm 以内の至近距離での視距離調節を視角 (visual angle) との関係で分類した。その結果、文字の大きさに比例して視距離を近づけている適調節型、必要以上に接近する過接近型、接近すると視力が向上する近視型があることを指摘している。すなわち、ロービジョンの児童生徒においては、網膜像の大きさという観点で必ずしも合理的な視距離調節が行われていない可能性があることが示唆されている。

中野(2003a)、中野(2003b)は、MNREAD-J と 3次元距離測定装置を用い、視距離が自由な条件で臨界文字サイズを保つような合理的な視距離調節が行われるか否かを、晴眼者とロービジョン者で比較した。その結果、晴眼者もロービジョン者も、文字サイズに応じて視距離を調整しているが、網膜の感度を最大限に使うような視距離調節方略にはなっていないことが明らかになった。また、距離を固定した場合(視距離固定条件)と自由にした場合(自由視条件)の読書効率を比較した結果、自由視条件の方が、平均読書速度が向上することが明らかになった。しかし、中野(2003a)、中野(2003b)の研究は、3次元距離測定装置を用いて視距離を厳密に測定する実験であったため、ロービジョンの実験参加者が3人と少なかった。

本研究では、ロービジョン者の読書時の視距離調節が、網膜の感度を最大限に使うような合理的な視距離調節方略をとっているかどうか、また、視距離固定条件と自由視条件で同様のパフォーマンスが得られるかどうかを検討した(中野・山本・新井, 2010; Nakano, Yamamoto, & Arai, 2011)。

13.3.2 方法

(1) 概要

ロービジョンの高校生を対象に、視力検査、好みの文字サイズ・視距離の評価、MNREAD-Jによる読書効率評価を実施した。

(2) 視力検査：1logMAR 視力検査表を用い、30cmの標準検査条件で実施した。視力検査表は、書見台に固定し、顎台を使って視距離を一定に保った。また、照度が400～800ルクスになるように照明を制御した。

(3) 好みの文字サイズ (Preferred Print Size; PPS)・視距離の評価：MNREAD-Jチャートを、実験参加者に手渡し、自由視条件で、最も好む文字サイズ(ポイント)とその文字サイズを選択した時の視距離を測定した。そして、実験参加者が選択した文字のポイントサイズと視距離から1logMARを算出した。

(4) MNREAD-Jによる読書効率評価

視距離を固定する標準検査条件と視距離が自由に換えられる自由視条件でMNREAD-Jを用いて読書効率を評価した。視距離を固定する条件では、MNREAD-Jを書見台に固定し、顎台を使って視距離を一定に保った。照度は、視力検査と同様に、400～800ルクスになるようにした。なお、視距離固定条件と自由視条件では、内容の異なる文章を読ませた。

a) 標準検査条件(視距離固定条件)：MNREAD-Jの標準的な検査方法に基づき、視距離を固定(標準的な視距離は30cmとし、低視力で30cmでの検査が困難な場合には、3番目に大きい文字サイズを読むことが可能な視距離で固定した)し、読書効率(読み上げ時間と誤答数)を評価した。なお、視距離を一定にするために顎台を用いた。

b) 視距離自由条件(自由視条件)：MNREAD-Jを手に持たせ、読みやすい視距離で読み上げ課題を実施し、その際の読書効率と視距離を測定した。

(5) 実験参加者

盲学校長会を介して、高等部を設置している全国の盲学校に協力を依頼し、学年相当の学習を行っているロービジョンの高校生を実験参加者として募集した。その結果、78人のロービジョンの生徒の協力が得られた。

13.3.3 結果

(1) 実験参加者の視覚特性

1logMAR 視力は、2.481logMAR(小数視力0.003)から-0.111logMAR(小数視力1.3)で、平均は1.121logMAR(小数視力0.08)であった。視力以外の視機能低下としては、視野狭窄のある生徒が26人、中心暗点がある生徒が8人、まぶしさがある生徒が34人であった。

(2) 視力と好みの文字サイズの関係

logMAR 視力と好みの文字サイズ (PPS) の関係を図 13.9 に示した。logMAR 視力と PCS の相関係数は 0.34 であった。無相関の検定を行った結果 ($t(76)=3.15$, $p<.005$)、相関があることが確認された。

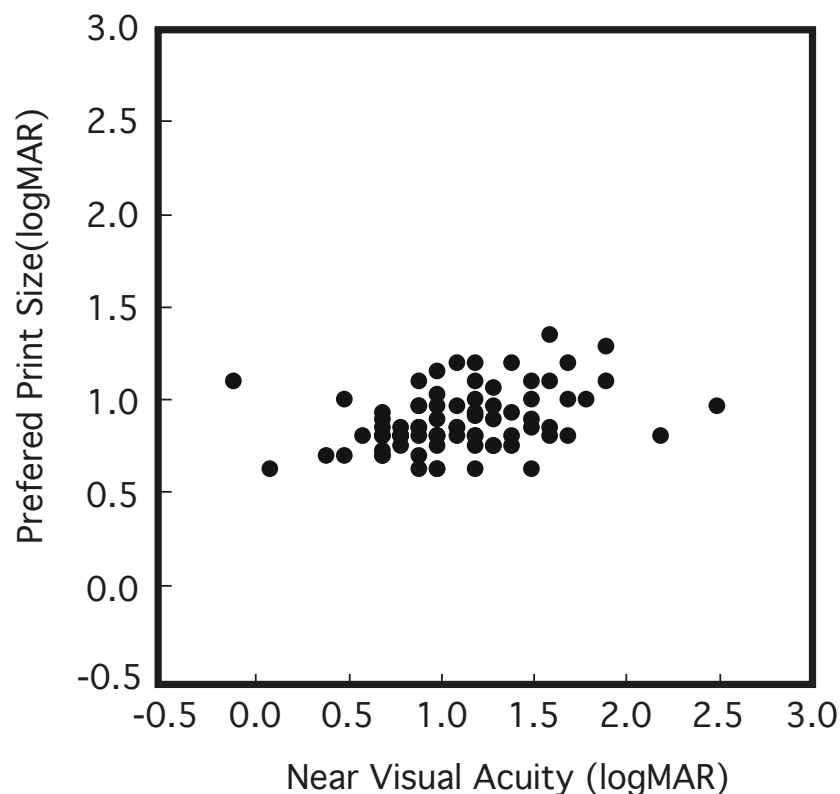


図 13.9 logMAR 視力と好みの文字サイズ (PPS) の関係

(3) 視距離固定条件での臨界文字サイズと好みの文字サイズ・視距離の関係

図 13.10 と図 13.11 に MNREAD-J の臨界文字サイズ (CPS) と好みの文字サイズ (PPS)・視距離の関係の典型例を示した。実験参加者によって、好みの文字サイズ・視距離が臨界文字サイズよりも大きい場合 (図 13.10) もあれば、小さい場合もある (図 13.11) ことが明らかになった。図 13.12 に、すべての実験参加者の臨界文字サイズと好みの文字サイズ・視距離の関係を示した。臨界文字サイズと好みの文字サイズ・視距離の平均値を比較したところ、臨界文字サイズが 1.11logMAR 、好みの文字サイズ・視距離が 0.89logMAR であり、好みの文字サイズ・視距離の方が有意に小さかった ($t(77)=5.21$, $p<.001$)。

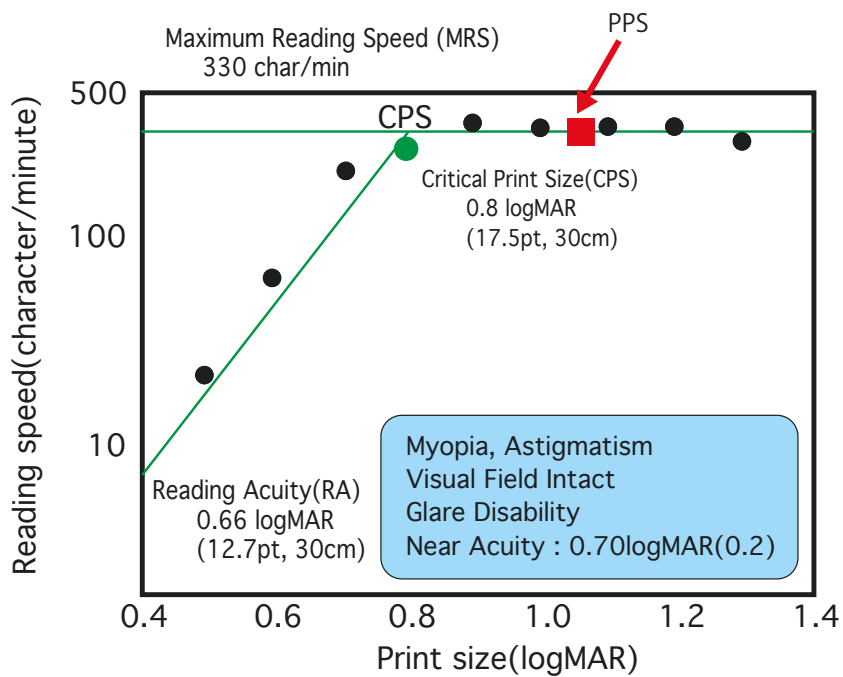


図 13.10 臨界文字サイズと好みの文字サイズ (PPS) の関係の典型例 1

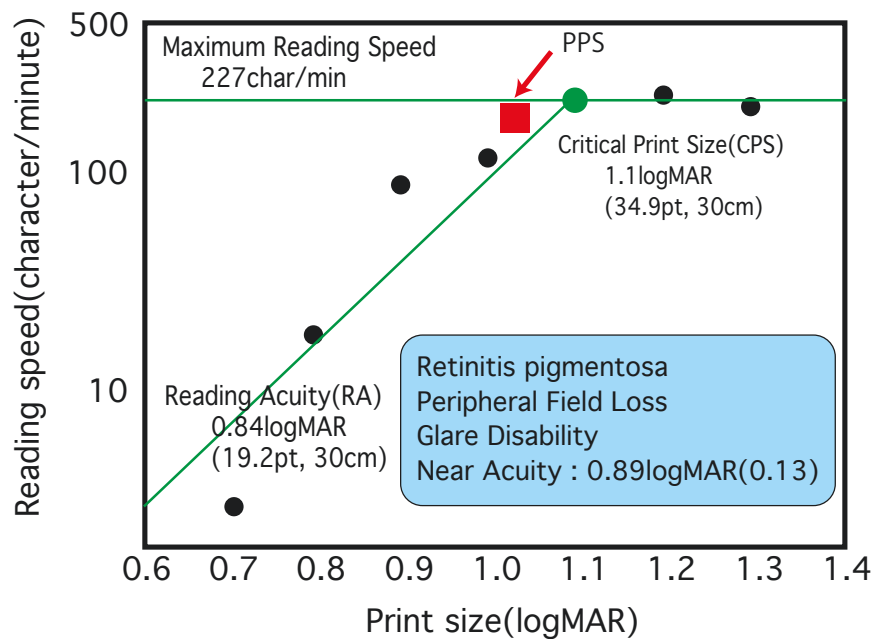


図 13.11 臨界文字サイズと好みの文字サイズ (PPS) の関係の典型例 2

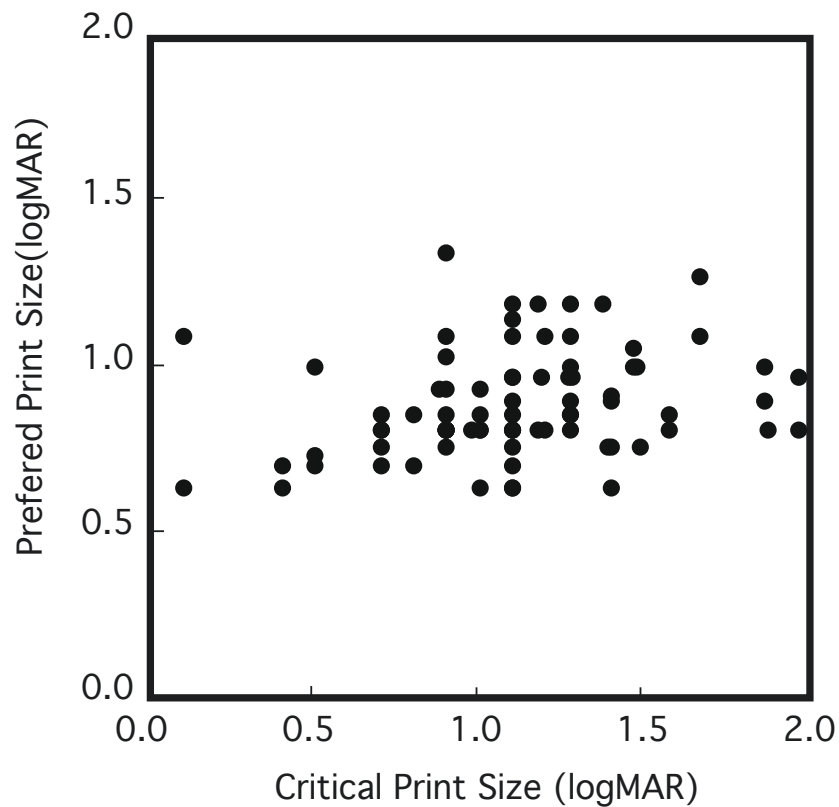


図 13.12 臨界文字サイズ (CPS) と好みの文字サイズ (PPS) の関係

(4) 距離固定条件と自由視条件の読書パフォーマンスの比較

標準検査で用いられるどの文字サイズも同じ視距離で評価する距離固定条件と文字サイズに応じて自由に視距離を変更出来る自由視条件での読書パフォーマンスを比較した。図 13.13 には、臨界文字サイズを距離固定条件と自由視条件で比較した結果を示した。図より、自由視条件の方が網膜像を大きくする実験参加者が多かった。平均値は距離固定条件では 1.11logMAR、自由視条件では 1.27logMAR で、対応のある平均値の差の検定の結果、自由視条件の方が臨界文字サイズが有意に大きかった ($t(77)=6.05$, $p<0.01$)。図 13.14 には、臨界文字サイズを距離固定条件と自由視条件で比較した結果を示した。図より、自由視条件の方が最大読書速度が速かった。平均値は距離固定条件では 172.1 文字/分、自由視条件では 211.8 文字/分で、対応のある平均値の差の検定の結果、自由視条件の方が最大読書速度が有意に速かった ($t(77)=7.88$, $p<0.01$)。

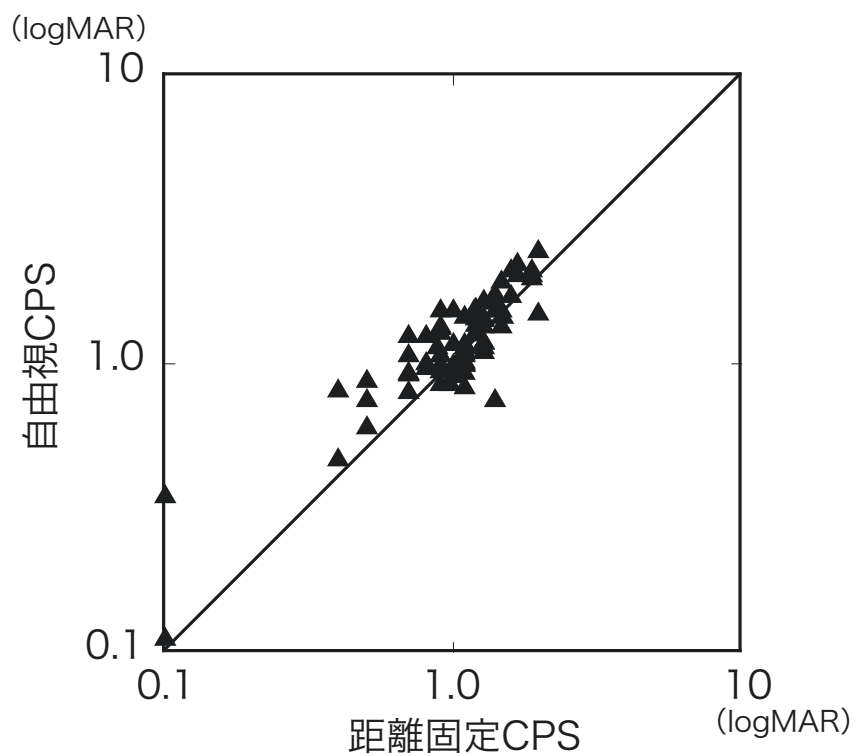


図 13.13 距離固定条件と自由視条件での臨界文字サイズ (CPS) の比較

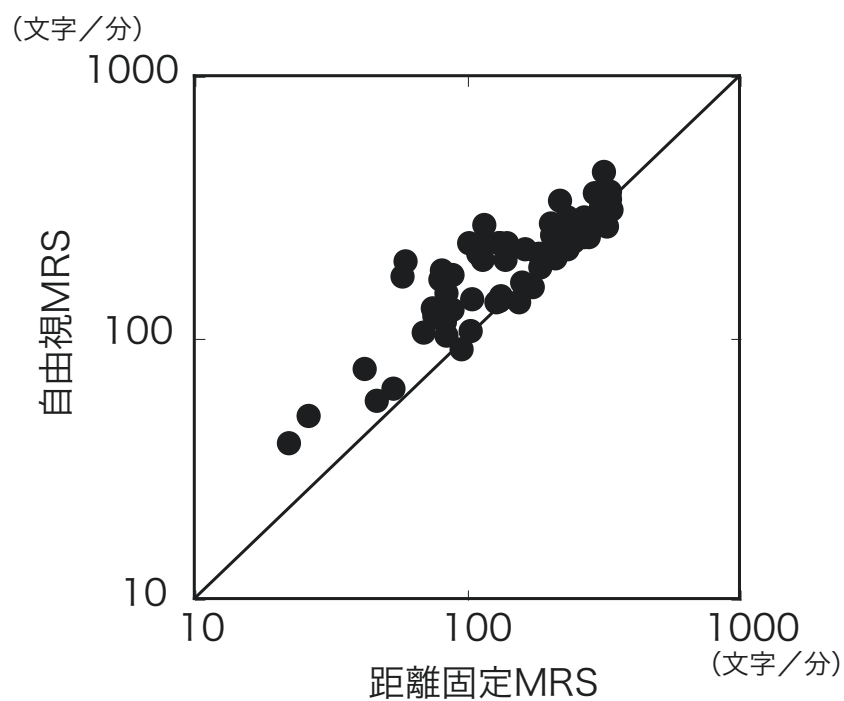


図 13.14 距離固定条件と自由視条件での最大読書速度 (MRS) の比較

13.3.4 考察

本研究では、ロービジョン者の読書時の視距離調節が、網膜の感度を最大限に使うような合理的な視距離調節方略をとっているかどうかを78名のロービジョンの高校生を対象に検討した。その結果、好みの文字サイズを好みの視距離で選択する際には、網膜の感度を最大限に使うような合理的な視距離調節方略をとっておらず、臨界文字サイズよりも小さな網膜像の文字を選択していた。つまり、ロービジョン者の好みは、網膜像の感度という観点から考えると、合理的とは言えない可能性があることが明らかになった。この結果から考えると、ロービジョン者にいくつかの文字サイズを提示し、自由に選択させた場合、合理的な選択が出来ない可能性があることが推測出来た。

ところが、視距離固定条件と自由視条件で読書効率を比較したところ、自由視条件では、網膜像をより大きくする行動が起こり、最大読書速度も速くなることが明らかになった。つまり、実際に課題を遂行する際には、合理的な視距離調整を行うことが可能であり、なおかつ、標準検査よりも、高いパフォーマンスを示すことが出来たのである。この結果から考えると、ロービジョン者に文字サイズを選択させる際には、実際に課題を遂行させる必要があることと顎台で視距離を固定する等の拘束をしない条件で課題を実施する必要があることが推測出来た。

エイドの処方や訓練のために網膜の機能が有効に活用出来ているか否かを検討する際には、文字サイズ以外の要因を制御する標準検査は必要だと考えられる。例えば、視距離を自由に調整出来るようにすると、接近した際に、近点限界を越えてしまいクリアな網膜像が得られなくなり、網膜上のサイズの効果が相殺される可能性があるため、視距離固定条件での標準検査は必須だと考えられる。一方、現実場面では、文字サイズや文字の複雑さ等に応じて、視距離を自由に調整しながら、読書が行われている。そのため、生態学的妥当性を考慮した自由視条件での評価も必要だと考えられる。自由視条件では、判別しにくい文字に遭遇したり、眼の状態が一時的に変化したりしたときに、一瞬、距離を近づけて（例え、近点限界を超え、ぼやけてしまっても）確認することが可能である。視距離固定条件では、この一瞬の自由な行動調整が出来ないために、読書の効率が低下し、自由視条件よりもパフォーマンスが低下した可能性があると考えられる。環境調整型アプローチでは、網膜の機能だけでなく、日常生活や社会生活を行う現実場面で、知覚システム全体の機能を評価する必要があると考えられる。

13.4 まとめ

第11章で述べた通り、日本では、文字サイズ等が異なる複数の種類の拡大教科書の中から、1種類を選択することができようになっており、障害の社会モデルの観点からも適切な

環境整備だと考えられる。しかし、ロービジョン者に適した拡大教科書を選定・評価するための方法論が確立されていなかった。そのため、適切な拡大教科書が選択出来ないケースがあることが明らかになった。また、ロービジョン児の拡大教科書を選定・評価に関する実態を調査するために、全国調査を実施した結果、現状では、ユーザが選択する際の根拠となるエビデンスが十分に提供されていなかった。そこで、本章では、ロービジョン者の拡大教科書の選択と読書パフォーマンスの関係を分析するために「拡大教科書に対するロービジョン者の選択とパフォーマンスの比較実験」（ロービジョンの高校生 114 人に対して文字サイズの選択と読書パフォーマンスを比較する実験）と読書時の視距離調節の合理性に関する実験」（ロービジョンの高校生 78 人に対して、顎台を使って視距離を固定する標準検査と自由な条件で視距離を自由に変更しても構わない条件を比較した実験）を実施した。ロービジョン者の文字サイズの選択と読書パフォーマンスを比較した結果、両者は必ずしも一致しておらず、ロービジョン者の選択はパフォーマンスの観点からは合理的とは言えない場合もあることが明らかになった。一方、顎台を使って視距離を固定する標準検査と自由な条件で視距離を自由に変更しても構わない条件を比較した結果、自由視条件の方がパフォーマンスが高かった。

これらの実験結果から、読書を行わずに、好みの文字サイズや視距離を質問した場合には、合理的な選択が出来ていないが、日常の読書場面に近い条件で課題を遂行させた場合には、文字サイズに応じてより効果的な視距離選択が出来ることが明らかになった。つまり、好みの文字サイズや視距離を選択させる場合には、必ず読書課題を実施することが必要であり、読書課題を実施する際には、顎台等で身体拘束をせず、視距離を自由に変更出来る条件にする必要があることが明らかになった。

第V部 インタラクティブに選択肢を変更出来る新しいデジタルメディアの開発・評価

1. はじめに

第IV部では、障害の社会モデルの理念に基づいて、個々のロービジョン者が文字サイズ等の読書環境を主体的に選択出来る拡大教科書システムがユーザにどのように評価されているかを調査した。その結果、文字サイズ等の視認性に関しては一定の評価が得られていたが、可搬性・操作性の観点では、課題があることが明らかになった。また、拡大教科書の選定・評価に関する実態調査を行った結果、MNREAD-J等の行動評価は必ずしも実施されておらず、ユーザや指導者の好みに基づいて選定されているケースが多かった。そこで、ユーザの好みと読書パフォーマンスの関係を分析したところ、好みの文字サイズや視距離を質問した場合には、合理的な選択が出来ていないが、日常の読書場面に近い条件で課題を遂行させた場合には、文字サイズに応じてより効果的な視距離選択が出来ることが明らかになった。そのため、ユーザの好みに基づいて選定する際には、実際に読書課題を実施させる必要があることが明らかになった。これらの結果から、現在の拡大教科書システムは、選定・評価システムが確立されていないために、効果的に活用されていないことが明らかになった。また、視認性以外に、拡大教科書の可搬性や操作性の問題点を指摘する意見も多かった。

このような現状の問題点を解決するためには、選定・評価システムを確立・普及させる必要があるが、可搬性や操作性の問題は、選定・評価システムだけでは解決出来ない。そこで、第V部では、選定が適切に行われなかったとしても対応可能な新しいデジタルメディアについて検討した。デジタルメディアを用いれば、文字サイズはもちろん、第III部で検討したフォント等の環境をインタラクティブに変更出来るだけでなく、携帯性に優れたタブレット端末を利用することで可搬性を向上させたり、ロービジョン者の視覚特性やニーズを考慮してアプリ開発を行えば、操作性も向上させられると考えられる。さらに、紙媒体の拡大教科書よりも低コスト・短時間でメディアを提供出来る可能性がある。

2. 第V部の概要と構成

第IV部の拡大教科書に関する分析の結果、見えにくさを軽減する環境整備を行っただけでは、不十分であることが明らかになった。また、晴眼者もロービジョン者も、読書のパフォーマンスを最大限に引き出すような選択行動を必ずしも行うわけではなかった。例えば、視距離を近づければ、パフォーマンスが向上するにもかかわらず、パフォーマンスを犠牲にして視距離を確保するという行動が見られた。そのため、ロービジョン者がMNREAD等の客観的な行動評価の結果を根拠にして読書環境の選択が出来たとしても、従来の顎台等で視距離等を固定する条件での視機能評価の結果だけから、適切な環境整備をすることは出来

ないことが予想出来た。また、照明等の状況や何にアクセスするかというニーズ等が変化した場合、文字サイズ等の読書環境をインタラクティブに変更出来る必要がある。そこで、第V部では、ユーザが状況やニーズに応じてインタラクティブに文字サイズや第III部で検討したフォント等の読書環境を選択出来るようにするための新しいデジタルメディアの開発・評価を行うために、以下の2つの章から構成した。

第14章では、紙の教科書と同一の内容をデジタル化したデジタル教科書と紙の拡大教科書の作業効率等を比較する実験を実施した（中野・相羽・富田, 2015）。

第15章では、ユーザのニーズに基づき、デジタル技術を活用したインクルーシブな教科書システム（デジタル形式の教科書コンテンツと閲覧アプリ）の開発と評価を行った（中野・氏間・田中・韓・永井, 2016）。

なお、第V部で実施した研究は、慶應義塾研究倫理委員会倫理審査委員会の審査（受理番号 14-003「視覚障害のある児童生徒が授業場面で有効活用できる教科書・教材等閲覧アプリの開発--盲、弱視、晴眼の児童生徒が共に学べるUDアプリを目指して--」、受理番号 16-006「通常の学級で学ぶ視覚障害児への合理的配慮と教育の質の向上を支援するシステムに関する研究」、受理番号 16-009「特別支援学校(視覚障害等)高等部における教科書デジタルデータ活用に関する調査研究」(19-004 変更申請)を受けた上で実施した。

第 14 章 デジタルメディアは紙媒体の拡大教科書の代わりになり得るか？

14.1 問題の所在と研究の目的

(1) 問題の背景

従来のロービジョンケアでは、主として、ルーペ等の視覚補助具を用いて低下した視機能を補完するアプローチが採用されてきた。このような生体機能補完型アプローチは、障害の原因を個人の心身機能に還元する障害の個人（医学）モデルの考え方を強化することに繋がると考えられる。障害の社会モデルの観点に立てば、ロービジョン者をインクルードする環境の構築が重要であり、ロービジョン者の様々な視機能でもアクセス出来るように書籍そのものを改変する環境への介入が必要とされる。

様々な視機能のロービジョン者がアクセス出来るメディアとして、第 11 章では、拡大教科書を取り上げた。教科書バリアフリー法により、日本には、文字サイズ等が異なる複数の種類の拡大教科書の中から、ロービジョンの児童生徒が自由に選択できるという障害の社会モデルの観点から考えると理想的なシステムが構築されていることを紹介した。この理想的な拡大教科書供給システムの利用実態を調査した結果、必ずしも効果的に活用されていない場合もあることが明らかになった。また、拡大教科書はいずれも「重い」、「大きい」、「厚い」、「分冊が多い」、「ページがわかりにくい」という問題があることも明らかになった。

第 12 章では、複数の種類から、適切な拡大教科書をどのような方法で選定・評価しているかに関する実態調査を実施し、選定・評価方法が確立されていないことを指摘した。また、ロービジョン者の効果的な選択を支援する評価キットの開発を行った。しかしながら、評価・選定において、複数の選択肢から 1 つを選択しなければならないという制約そのものが障壁になっている可能性があることを明らかにした。確かに、拡大教科書には、本文や図表等、様々な情報があり、利用する場面でニーズは異なる可能性があり、合理的な範囲内で、選択した拡大教科書を途中で変更したり、複数の拡大教科書を併用したりすることが認められる必要があると考えられる。

(2) デジタル技術を活用したインクルーシブな教科書システムの必要性

ロービジョン者の視機能の多様性に対応し、場面や用途等に応じて調整が可能な読書環境を整備するためには、第Ⅲ部で述べたように、文字サイズ、フォント、コントラストポラリティ等の環境条件を柔軟に変更出来る必要がある。また、第 11 章で述べた通り、拡大教科書の課題である「重い」、「大きい」、「厚い」、「分冊が多い」等の可搬性の問題や「ページがわかりにくい」等の操作性の低さを解決する必要がある。紙媒体の拡大教科書では、これらの要件を満たすことは困難であり、タブレット PC を活用したデジタルメデ

ィアの開発が必要不可欠だと考えられる。

タブレット PC を障害のある児童生徒の教育に活用する事例は、2010 年にアップルが iPad を発表して以来、東京大学先端科学技術研究センターとソフトバンクによる「魔法のプロジェクト」を始めとして多くの報告がなされている（中邑・近藤, 2013；金森・梅田, 2013；金森, 2014a；金森, 2014b）。視覚障害教育でも、カメラ等のアプリを拡大補助具として活用したり（氏間・木内, 2012）、教科書をスキャンしてデジタル教科書として活用したり、辞書や漢字学習等のアプリを教材として活用したり、オシロスコープ等のアプリを教具として活用したり、会話補助ソフト等のアプリをコミュニケーションツールとして活用する事例等が蓄積されつつある（氏間, 2012）。これらの取り組みの多くは、タブレット PC を汎用性の高いデジタルデバイスとして利用する取り組みだと考えられる。デジタルデバイスは、生体機能を補完するための汎用性の高い補助具にもなり得るが、アプリ開発の観点で考えると、多様なユーザのニーズを最初からインクルードする新しいメディアにもなり得る。教科書を例に考えると、紙媒体の教科書は、ロービジョンを始め、多くの障害のある児童生徒を想定せずに作成されたメディアであったのに対して、デジタル教科書は、様々な障害のある児童生徒も利用することを想定して作成される新しいメディアになり得ると考えられるのである。

本研究では、設計段階から多様なユーザの利用を想定し、障害のあるユーザの個人因子やニーズ等を考慮して、デバイス、アプリ、データ等を組み合わせて作成したシステムをインクルーシブなデジタルメディアと呼ぶ。また、教科書をインクルーシブなデジタルメディアにしたシステムをインクルーシブなデジタル教科書と呼ぶ。

(3) デジタル教科書の定義

デジタル教科書には、主に教員が電子黒板等で提示する指導者用デジタル教科書と主に子供達が情報端末で学習するための学習者用デジタル教科書の 2 種類がある。

文部科学省は、「教育の情報化ビジョン」で、デジタル教科書を「デジタル機器や情報端末向けの教材のうち、既存の教科書の内容と、それを閲覧するためのソフトウェアに加え、編集、移動、追加、削除などの基本機能を備えるもの」と定義した。しかし、『「デジタル教科書」の位置付けに関する検討会議の最終まとめ』（2016 年 12 月）において「学習者用デジタル教科書」について検討が行われ、学校教育法等の一部を改正する法律

（2019 年 4 月 1 日施行）で「紙の教科書と同一の内容がデジタル化された教材であり、教科書発行者が作成するもの」と再定義された。

文部科学省は、デジタル教科書を、「紙の教科書と同一の内容がデジタル化された教材であり」、なおかつ、「教科書発行者が作成したもの」と定義しているが、本論文では、教科書発行者が作成した、紙の教科書と同一の内容がデジタル化された教材を「学習者用デ

ジタル教科書」と呼び、紙の教科書と同一の内容がデジタル化された教材を「デジタル教科書」と呼ぶ。

(4) 本研究の目的

デジタル教科書は、文字サイズ等を自由に変更することが可能であるため、ユーザのニーズに応じて自由に環境調整が可能である。また、デジタル教科書をタブレット PC で利用出来れば可搬性が向上するし、アプリの機能を利用すれば操作性が向上すると考えられる。しかし、デジタル教科書が従来の拡大教科書と比較して、どの程度、効率的に活用できるかは明らかにされていない。そこで、本研究では、紙の教科書と同一の内容の PDF 形式のデジタル教科書を試作し、紙の拡大教科書と作業効率を比較する実験を実施した。

14.2 実験 14.1 PDF 形式のデジタル教科書と紙の拡大教科書の作業効率の比較

14.2.1 目的

本研究の目的は、デジタルと紙の操作効率を比較するために、紙の教科書と同一の内容の PDF 形式のデジタル教科書を試作し、読書、視写、検索速度を測定する実験とデジタル教科書の利用状況を明らかにするインタビュー調査を実施することであった。

14.2.2 方法

(1) 概要

デジタル教科書をタブレット PC で利用する方法と従来の紙を比較するためには、作業効率、利用率、学習効果（成績への影響）、タブレット PC の操作スキル等を総合的に考慮する必要がある。本研究では、協力校との協議に基づき、作業効率と利用率に関して調査することにした。なお、本研究を実施するにあたっては、対象生徒にタブレット PC に対する好みの偏向（特定のタブレット PC を利用したくない等）がないことを確認した。

タブレット PC で利用できるデジタル教科書を作成し、授業や家庭学習で自由に活用させた後に、利用実態に関するヒアリング調査と作業効率比較実験を実施した。

(2) 実験参加者：実験参加者の選定にあたっては、まず、本研究の趣旨を理解し、学校全体で本研究に協力可能な盲学校を募集した。次に、応募のあった 2 校の盲学校に対して、高等部に在籍し、高等学校の教科書を利用して学年相当の教科学習を行っているロービジョンの生徒及びその保護者に対して書面でインフォームドコンセントを行った上で、実験参加者の募集を行った。実験参加者募集の結果、19 人の弱視生徒及び当該生徒の授業を担当している教員 66 人から合意が得られた。

(3) 試作したデジタル教科書と提供したシステム

本研究では、紙の教科書と同一の内容でありながら、拡大等の配慮が可能な固定レイア

ウト方式の PDF 形式のデジタル教科書（以下、PDF 教科書と略す）を用いた。なお、タブレット PC には、様々な種類があるが、盲学校高等部における利用実態調査に基づき、最も利用率の高かった iPad を選定した（中野・相羽・田中・氏間・永井・韓, 2014）。

授業や家庭学習で拡大教科書と同等に利用できるようにするために、対象生徒が利用しているすべての教科書に関して、PDF 教科書を作成した。PDF 教科書の作成にあたっては、各教科書発行者に依頼し、透明テキスト（辞書検索や音声読み上げに対応するための不可視の文字データ）が張り付いた PDF データの提供を受けた。また、PDF データが iBooks（iPad 上で PDF データを閲覧するための標準アプリ）でスムーズに動作するように画像のサイズ等の加工を行った。作成した PDF データは、国語 6 種類、地理歴史 8 種類、公民 2 種類、数学 4 種類、理科 3 種類、保健体育 2 種類、芸術 4 種類、外国語 4 種類、家庭 1 種類、情報 3 種類の 37 種類で、総ページは 6,828 ページであった。

試用に用いたタブレット PC は、アップル社製の iPad Retina ディスプレイ Wi-Fi 32GB モデル、OS は iOS6 であった。19 人の弱視生徒が学習に利用しているすべての教科書の PDF 教科書を作成し、合計 40 台の iPad（生徒用 19 台、担当教員用 19 台、予備用 2 台）と共に提供した。

(4) 拡大教科書と iPad の試用

iPad の試用に先立ち、教員向けに iPad や PDF 教科書の操作方法に関する研修会を実施した。また、生徒への iPad の操作方法の研修については、生徒の実態に合わせ、各学校で実施し、本システムを利用するための操作スキルを習得させた。生徒は、通常利用している紙と iPad で提供される固定レイアウト方式の PDF 教科書を比較し、授業や家庭学習等で利用したい方を自由に使うように指示された。担当教員には、生徒の活用状況をチェックしつつ、学習への影響がないように、必要に応じて、教科書利用に対するアドバイスを行うように依頼した。約 80 日間の試用後、読書効率、視写効率、脚注検索効率を比較するための実験を実施した。また、約 150 日間の試用後、弱視生徒及び担当教員に対してヒアリング調査を実施した。なお、システム導入と研修会は 2013 年 9 月 18 日～20 日に行い、実験は 12 月 11 日～24 日に、ヒアリング調査は 2 月 20 日～3 月 7 日に実施した。

(5) 作業効率比較実験

iPad 教科書の試用実験に協力した生徒 19 人の中で、紙と iPad 教科書の比較実験への同意が得られた 11 人を対象に作業効率を比較する実験を実施した。作業効率を比較する実験の課題の内容は、教科書を音読する速度の測定（音読課題）、数式を視写する速度の測定（視写課題）、脚注を検索する速度の測定（脚注検索課題）の 3 種類を設定し、紙と iPad 教科書の両方で行った。紙の教科書には、通常の文字サイズの検定教科書、22 ポイント程度の文字サイズでレイアウトした標準版拡大教科書、標準版拡大教科書を 0.8 倍程

度に縮小した 18 ポイント程度の縮小版、標準版拡大教科書を 1.2 倍程度に拡大した 26 ポイント程度の拡大版があるが、本研究では、最も多くの弱視生徒が利用している標準版拡大教科書を用いた。なお、本研究の実験参加者の中には、通常は標準版拡大教科書以外の教科書を利用しているケースもあったため、事前に担当教員に確認を行い、22 ポイントの拡大教科書では操作等が困難な生徒は分析の対象から除外した。

実験では、まず、logMAR 近点視力表を用いて両眼開放時の視力を確認した後、各課題の練習を行い、課題が正しく理解できていることと各教科書の操作性等に問題がないことを確認し、本課題を実施した。音読課題では、日本史の教科書（日本史 A、東京書籍）を用い、指定した箇所を出来るだけ速く、しかも、間違わないようにという条件で音読をさせ、音読の正確さと時間を測定した。視写課題では、数学の教科書（数学 I、東京書籍）を用い、指定した数式を出来るだけ速く、しかも、間違わないようにという条件でノートに視写させ、視写の正確さと時間を測定した。脚注検索課題では、日本史の教科書（日本史 A、東京書籍）を用い、指定した脚注（例えば、脚注②）が書いてある場所を出来るだけ速く、しかも、間違わないようにという条件で検索させ、時間を測定した。3 種類の課題を、紙と iPad 教科書の 2 種類の教科書に対して、それぞれ 3 回ずつ繰り返しを行った。すなわち、1 人の実験参加者が実施した実験は、課題 3 種類×教科書 2 種類×繰り返し 3 回=18 試行であった。なお、課題の選択や各課題の教科書の選定に際しては、研究協力校の教員と協議し、授業において頻繁に実施する課題・教科書を選んだ。

各課題に用いた文章（文長は 52~119 文字で平均 82.4 文字）、数式（長さは 11~19 文字で平均 15.0 文字）、脚注（脚注数は 1 ページ内に 1~3 箇所）は、各教科書の中から難易度が同等な箇所を（文章の場合には漢字の含有量や難易度が同等な箇所を、数式の場合には累乗の含有量が同程度の方程式を、脚注の場合にはページ内の脚注の数が同じ箇所を）8 箇所ずつ選択し、条件間・実験参加者間でランダム化した。実験終了後、拡大教科書と iPad 教科書のどちらが使いやすかったかに関して半構造化面接法により、インタビューを行った。実験を行った部屋の平均照度は 665.75 ルクス、平均背景輝度（白い部分）は 164.3cd/m²、文字の平均輝度は 20.8cd/m²、Michelson コントラストは 0.78 であった。時間や視距離はストップウォッチと定規でリアルタイムに測定すると同時に、ビデオカメラとボイスレコーダーにも記録し、実験後、確認できるようにした。なお、紙や iPad 教科書を視認する距離や操作方法は、各生徒の自由とし、日常と同じ条件で操作するように指示した。

(6) 利用実態に関するヒアリング調査

19 人の実験参加者の中で、ヒアリングに合意した 18 人を対象にヒアリング調査を実施した。ヒアリングは、各研究協力校の研究協力責任者がインタビューになり、弱視生徒及

び当該生徒の担当教員に対して半構造化面接法を用いておこなった。ヒアリングでは、各生徒が利用しているすべての教科書について質問する形式で実施した。主なヒアリング項目は、矯正視力、視力以外の見えにくさ（視野障害の有無、羞明の有無等）、拡大教科書や補助具の使用状況、ピンチ拡大以外で利用している iOS のアクセシビリティ機能、授業や家庭学習等で主として利用している教科書の種類（紙の教科書か iPad 教科書か）とその教科書を選択した理由、今後も iPad 教科書を継続して利用したいか否か等であった。ヒアリング後、拡大教科書や iPad 教科書の利用方法やメリット・デメリット等に関して、半構造化面接法によるインタビューを行った。

14.2.3 結果

(1) 作業効率比較実験

表 14.1 に両眼開放時の視力、各教科書条件での読書速度、視写速度、脚注検索速度の平均（4 試行の繰り返しの平均）を示した。読書速度（文字／分）は、指示した箇所を読み上げるのに要した時間と正しく読み上げた文字数から計算した 1 分間あたりの正読字数であった。視写速度（文字／分）は、指示した箇所を視写するために要した時間と正しく書き取ることができた文字数（累乗も 1 文字としてカウント）から計算した 1 分間あたりの正視写文字数であった。脚注検索速度（秒）は、正しい脚注を発見できるまでに要した時間であった。図 14.1 から図 14.3 には、紙と iPad 教科書の作業効率の関係を図示した。

読書速度の平均値を比較すると紙の方が iPad 教科書よりも速かったが、対応のある t 検定を実施したところ、 $t(10)=1.86$ ($.05 < p < .10$) で有意傾向しか認められなかった。視写速度の平均値は紙も iPad 教科書もほぼ同じ程度であり、対応のある t 検定の結果も $t(10)=0.05$ ($p > .05$) で、有意な差が認められなかった。脚注検索速度の平均値を比較すると、紙の方が時間が長くかかっていたが、対応のある t 検定を実施したところ、 $t(10)=2.30$ ($p < .05$) で有意な差があった。なお、1 例のみ検索に 10 秒以上を要したデータがあったため、除外して同様の検定を行った結果、 $t(9)=2.88$ ($p < .05$) であり、除外しない結果と変わらなかった。

以上、紙と iPad 教科書の作業効率を比較した結果、読書速度は紙の方が速い傾向があり、視写速度は同程度で、脚注検索速度は iPad 教科書の方が有意に速いことが明らかになった。総合的に考えると、紙と iPad 教科書の作業効率は、ほぼ同程度であった。

表 14.1 実験参加者ごとの読書速度、視写速度、脚注検索速度

No	視力		読書速度 (文字/分)		視写速度 (文字/分)		脚注検索速度 (秒)	
	logMAR	小数	紙	iPad	紙	iPad	紙	iPad
1	1.5	0.03	107.67	118.38	25.54	33.78	12.48	3.00
2	1.4	0.04	90.75	88.76	35.78	31.80	6.44	2.73
3	1.2	0.06	228.20	188.64	34.45	37.81	3.67	2.11
4	0.9	0.13	113.03	102.37	32.98	45.09	3.81	3.69
5	0.9	0.13	205.74	209.53	81.70	56.33	6.05	4.27
6	0.8	0.16	204.83	176.96	40.57	58.24	5.17	6.31
7	0.8	0.16	199.12	126.88	49.81	42.30	4.12	3.84
8	0.7	0.2	227.60	249.67	48.59	61.16	4.65	3.35
9	0.7	0.2	266.74	230.70	56.12	53.88	4.82	3.63
10	0.7	0.2	307.50	298.74	66.60	62.26	4.17	2.10
11	0.6	0.25	129.99	124.65	76.94	64.52	2.99	2.07
平均	0.9	0.118	189.20	174.12	49.92	49.74	5.31	3.37

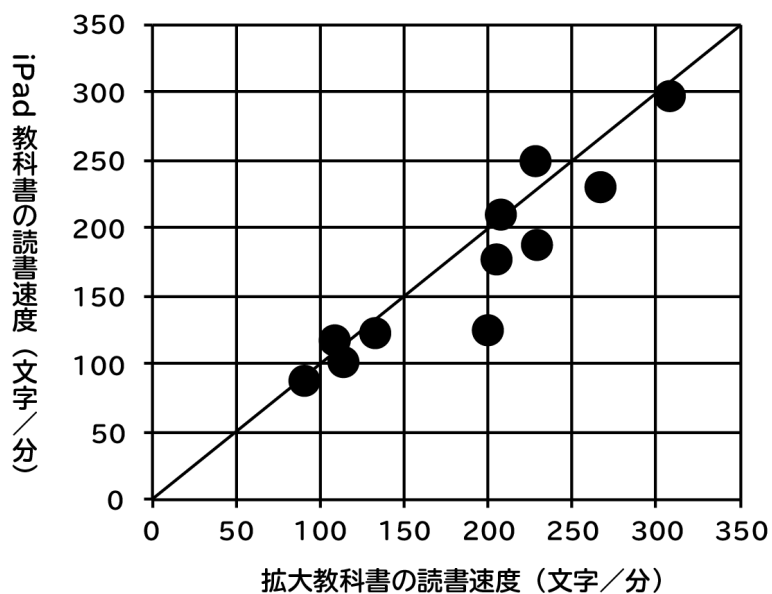


図 14.1 拡大教科書と iPad 教科書の読書速度の関係

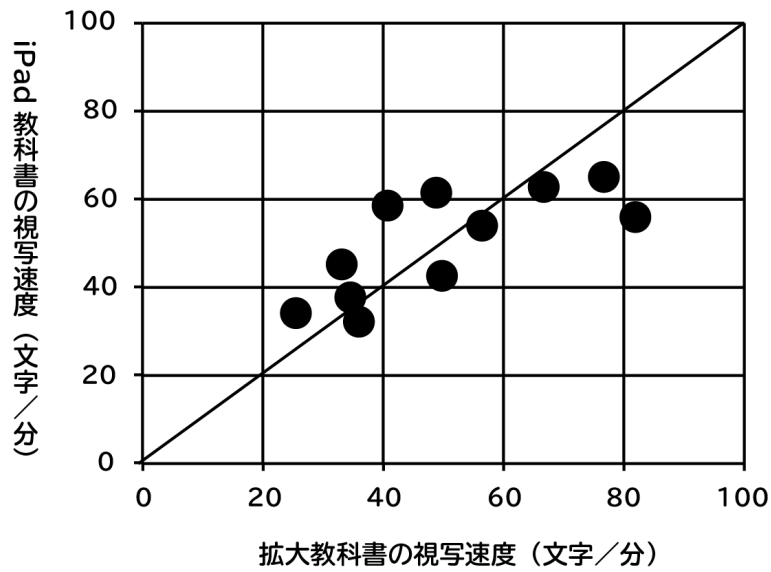


図 14.2 拡大教科書と iPad 教科書の数式視写速度の関係

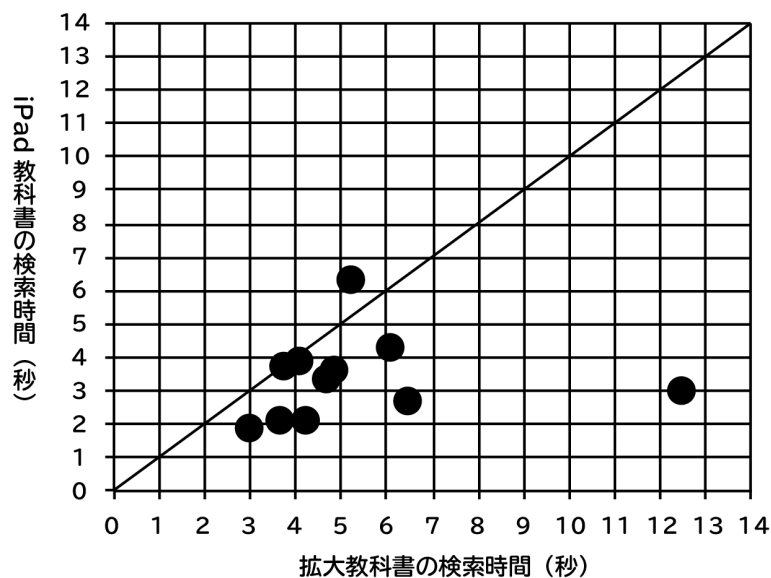


図 14.3 拡大教科書と iPad 教科書の脚注検索時間の関係

(2) 利用実態に関するヒアリング調査

表 14.2 に実験参加者ごとの視機能の状況（良い方の目の視力、視野障害の状況、羞明の有無、補助具の使用状況）、利用している教科書総数、主として紙の教科書を利用している教科数、主として iPad 教科書を利用している教科数、紙と iPad を同程度に利用している教科数、その他（教科書を利用する場面がなかった教科数と無回答の合計）、利用しているアクセシビリティ機能を示した。1 人の生徒が利用している教科書総数は 8～12 冊で、学年、教育課程、選択科目等によって異なっていた。

表 14.3 には、生徒が授業や家庭学習等の場面で、紙と iPad 教科書のどちらの種類を利用しているかを教科ごとに集計した結果を示した。iPad 教科書を使っている生徒の方が多い教科は、古典、地図帳、倫理、政治・経済、数学A、数学1、数学2、生物、理科総合、保健体育、英語、家庭であった。また、紙を使っている生徒の方が多い教科は、国語、世界史、化学、音楽、美術、情報であった。なお、授業場面と授業外（家庭学習等）では、この傾向に大きな違いがなかった。

表 14.4 には、iPad 教科書を今後も継続して利用したいか否かに関してヒアリングした結果を教科書ごとに示した。授業場面で教科書を利用しないことの多い教科では継続を希望しない生徒（音楽1人、美術2人、情報1人）がいたが、全体としてはどの教科でも継続を希望する生徒が多かった。紙を利用している生徒の方が多かった国語や世界史等の教科でも iPad の継続利用を希望するケースが多かった。

表 14.2 実験参加者の主な視機能、補助具等の使用状況、アクセシビリティ機能の使用状況、主として利用している教科書

No	主な視機能				補助具等の使用状況			利用している教科書				
	良い方の眼の視力		視野障害の有無と種類	差明の有無	拡大教科書	ルーペ	拡大読書器	総数	紙	iPad	両方	その他
	logMAR	小数										
1	2.0	0.01	狭窄	あり	-	使用	使用	11	1	7	3	0
2	1.4	0.04	狭窄	あり	使用	使用	-	9	2	6	0	1
3	1.4	0.04	-	-	使用	-	-	11	5	1	2	3
4	1.3	0.05	狭窄	-	-	使用	使用	11	0	10	0	1
5	1.2	0.06	狭窄	あり	使用	-	使用	10	0	8	0	2
6	1.2	0.06	狭窄	-	使用	使用	-	12	0	12	0	0
7	1.2	0.07	-	-	使用	-	-	11	9	0	0	2
8	1.0	0.1	-	-	使用	-	-	10	1	6	0	3
9	1.0	0.1	-	-	使用	使用	使用	10	0	7	0	3
10	1.0	0.1	狭窄	あり	使用	使用	-	12	0	11	0	1
11	0.8	0.15	中心暗点	あり	使用	使用	-	11	10	1	0	0
12	0.8	0.15	-	-	-	-	-	11	11	0	0	0
13	0.8	0.15	-	あり	使用	-	-	9	8	1	0	0
14	0.7	0.2	-	あり	使用	使用	-	10	1	6	0	3
15	0.7	0.2	-	-	使用	-	使用	11	10	1	0	0
16	0.6	0.24	-	あり	-	-	-	8	0	8	0	0
17	0.5	0.35	-	-	使用	使用	-	8	4	0	2	2
18	0.0	0.9	狭窄	-	使用	-	-	9	8	1	0	0

No	ピンチ拡大以外で利用しているiOSのアクセシビリティ機能									
	Voice Over	ズーム機能	白黒反転	項目の読み上げ	より大きな文字	文字を太くする	コントラストを上	視差効果を減らす	オン/オフラベル	明るさの調整
1	-	使用	使用	-	-	-	-	-	-	-
2	-	使用	-	-	-	-	-	-	-	使用
3	-	使用	-	-	使用	-	-	-	-	-
4	-	使用	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	使用	-	使用	使用	使用	使用	使用	使用	使用
6	-	使用	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	使用	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	使用	-	-	使用	使用	使用	使用	使用	使用
9	-	使用	使用	使用	使用	使用	-	-	-	使用
10	-	使用	-	-	-	-	-	-	-	-
11	使用	使用	使用	-	使用	-	-	-	-	使用
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	使用	-	-	使用	-	-	-	-	-
14	-	使用	-	-	使用	使用	使用	使用	使用	使用
15	-	使用	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	使用	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	使用	使用	-	-	-	-	-	-	-
18	-	使用	使用	-	-	-	-	-	-	-

表 14.3 教科別、場面別の紙や iPad 教科書の利用状況

教科	授業の場面で利用している教科書の種類											
	紙		iPad		両方		利用していない		無回答		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
現代文	2	50.0	2	50.0	0	-	0	-	0	-	4	100.0
国語	10	66.7	5	33.3	0	-	0	-	0	-	15	100.0
古典	1	33.3	2	66.7	0	-	0	-	0	-	3	100.0
日本史	5	35.7	5	35.7	0	-	4	28.6	0	-	14	100.0
世界史	4	57.1	3	42.9	0	-	0	-	0	-	7	100.0
地図帳	4	23.5	6	35.3	0	-	5	29.4	2	11.8	17	100.0
倫理	0	-	1	100.0	0	-	0	-	0	-	1	100.0
政治・経済	0	-	1	100.0	0	-	0	-	0	-	1	100.0
数学A	2	22.2	7	77.8	0	-	0	-	0	-	9	100.0
数学1	6	37.5	10	62.5	0	-	0	-	0	-	16	100.0
数学2	1	25.0	3	75.0	0	-	0	-	0	-	4	100.0
生物	4	40.0	6	60.0	0	-	0	-	0	-	10	100.0
化学	4	57.1	2	28.6	0	-	1	14.3	0	-	7	100.0
理科総合	0	-	1	100.0	0	-	0	-	0	-	1	100.0
保健体育	7	41.2	8	47.1	2	11.8	0	-	0	-	17	100.0
音楽	4	40.0	2	20.0	0	-	4	40.0	0	-	10	100.0
美術	2	28.6	0	-	0	-	5	71.4	0	-	7	100.0
英語	5	27.8	11	61.1	2	11.1	0	-	0	-	18	100.0
家庭	3	30.0	6	60.0	1	10.0	0	-	0	-	10	100.0
情報	6	46.2	5	38.5	2	15.4	0	-	0	-	13	100.0
合計	70	38.0	86	46.7	7	3.8	19	10.3	2	1.1	184	100.0

教科	授業以外（家庭学習等）の場面で利用している教科書の種類											
	紙		iPad		両方		利用していない		無回答		計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
現代文	2	50.0	2	50.0	0	-	0	-	0	-	4	100.0
国語	9	60.0	6	40.0	0	-	0	-	0	-	15	100.0
古典	1	33.3	2	66.7	0	-	0	-	0	-	3	100.0
日本史	4	28.6	5	35.7	1	7.1	1	7.1	3	21.4	14	100.0
世界史	4	57.1	3	42.9	0	-	0	-	0	-	7	100.0
地図帳	4	23.5	6	35.3	0	-	3	17.6	4	23.5	17	100.0
倫理	0	-	1	100.0	0	-	0	-	0	-	1	100.0
政治・経済	0	-	1	100.0	0	-	0	-	0	-	1	100.0
数学A	2	22.2	6	66.7	1	11.1	0	-	0	-	9	100.0
数学1	7	43.8	7	43.8	2	12.5	0	-	0	-	16	100.0
数学2	1	25.0	3	75.0	0	-	0	-	0	-	4	100.0
生物	4	40.0	6	60.0	0	-	0	-	0	-	10	100.0
化学	3	42.9	2	28.6	1	14.3	1	14.3	0	-	7	100.0
理科総合	0	-	1	100.0	0	-	0	-	0	-	1	100.0
保健体育	8	47.1	8	47.1	1	5.9	0	-	0	-	17	100.0
音楽	4	40.0	2	20.0	0	-	4	40.0	0	-	10	100.0
美術	2	28.6	0	-	0	-	3	42.9	2	28.6	7	100.0
英語	5	27.8	12	66.7	1	5.6	0	-	0	-	18	100.0
家庭	3	30.0	6	60.0	1	10.0	0	-	0	-	10	100.0
情報	6	46.2	5	38.5	2	15.4	0	-	0	-	13	100.0
合計	69	37.5	84	45.7	10	5.4	12	6.5	9	4.9	184	100.0

表 14.4 iPad 教科書の継続利用の希望

教科	使いたい		使いたくない		わからない		無回答		合計	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率	人数	比率
現代文	3	75.0	0	-	1	25.0	0	-	4	100.0
国語	10	66.7	0	-	5	33.3	0	-	15	100.0
古典	2	66.7	0	-	1	33.3	0	-	3	100.0
日本史	7	50.0	0	-	6	42.9	1	7.1	14	100.0
世界史	5	71.4	0	-	2	28.6	0	-	7	100.0
地図帳	10	58.8	0	-	5	29.4	2	11.8	17	100.0
倫理	1	100.0	0	-	0	-	0	-	1	100.0
政治・経済	1	100.0	0	-	0	-	0	-	1	100.0
数学A	5	55.6	0	-	3	33.3	1	11.1	9	100.0
数学1	11	68.8	0	-	5	31.3	0	-	16	100.0
数学2	3	75.0	0	-	1	25.0	0	-	4	100.0
生物	7	70.0	0	-	3	30.0	0	-	10	100.0
化学	4	57.1	0	-	3	42.9	0	-	7	100.0
理科総合	1	100.0	0	-	0	-	0	-	1	100.0
保健体育	12	70.6	0	-	5	29.4	0	-	17	100.0
音楽	5	50.0	1	10.0	3	30.0	1	10.0	10	100.0
美術	2	28.6	2	28.6	2	28.6	1	14.3	7	100.0
英語	12	66.7	0	-	6	33.3	0	-	18	100.0
家庭	7	70.0	0	-	3	30.0	0	-	10	100.0
情報	9	69.2	1	7.7	3	23.1	0	-	13	100.0
合計	117	63.6	4	2.2	57	31.0	6	3.3	184	100.0

(3) 教科書の利用に影響を及ぼす要因の検討

上述の結果を受け、iPad教科書の利用に影響を及ぼしている要因が何かを検討するため、教科書選択（主として紙を利用しているか、iPad教科書を利用しているか）を基準変数とし、生徒の視覚特性（視力、視野、羞明の程度）や科目特性（教科書の文字が縦書きか横書きか）を説明変数とした二項ロジスティック回帰分析（ステップワイズ法）を実施した。分析には全ての教科書データ（N=152）を用い、教科書（紙=0、iPad教科書=1）、視力（0.1未満=0、0.1以上=1）、視野狭窄（なし=0、あり=1）、羞明（なし=0、あり=1）、科目特性（縦書き=0、横書き=1）となるようダミー変数化を行った。分析の結果、回帰式には、視野、羞明、科目特性の説明変数が採択され、的中率は75%であった（表14.5）。これらに影響の強い順にみると、視野狭窄（OR=6.93, CI=3.01-15.98）、羞明（OR=3.90, CI=1.70-8.97）、科目特性（OR=3.54, CI=1.12-11.67）となっており、iPad教科書を選択する確率は、視野狭窄では「あり」群が「なし」群の6.93倍、羞明では「あり」群が「なし」群の3.9倍高く、科目特性では横書き群が縦書き群の3.54倍高いことが見出された。なお、今回のデータでは視力の影響は回帰式から除外された。

表 14.5 視力、視野狭窄、羞明、教科の特性が教科書選択に及ぼす影響

説明変数	<i>ExpB</i>	95% <i>CI</i>
視力	--	--
視野狭窄	6.93**	(3.01 - 15.98)
羞明	3.90**	(1.70 - 8.97)
教科特性	3.54*	(1.12 - 11.67)
<i>N</i>	152	
χ^2 値(<i>df</i>)	46.51(3)	
<i>Nagelkerke R</i> ²	0.35	

(4) ビデオやインタビューの記録の分析

a) 作業効率比較実験時のビデオ分析の結果

各課題を遂行している際の行動を撮影したビデオを比較した結果、読書課題では、iPad 教科書では、行たどりに困難があった。例えば、行をたどっている際に、間違っ、次のページを開いてしまったり、次の行の行頭を見つけるのに時間がかかったりという行動が見られた。一方、検索課題では、紙において、困難があった。拡大教科書では、1 ページが数ページに分割されてしまうために、脚注が別のページに掲載されていることが多い。そのため、脚注を探す際には、数ページに渡って検索しなければならないため、時間がかかることが明らかになった (iPad 教科書の場合には、実験参加者は、ページ全体を見た上で、脚注と思われる場所を探し、その部分をピンチアウトで拡大し、脚注番号を確認するためページ間を移動する必要がない)。なお、視写課題では、紙と iPad で行動の違いは見られなかった。

b) インタビューの結果

(i) 紙の教科書のメリット・デメリットに関する意見

紙の教科書のメリットとしては、書き込みが出来ること、疲れないこと等の意見があった。紙の教科書のデメリットとしては、小中学生に対する実態調査の結果 1)と同様に、重くて厚いために持ち運びが大変なこと、分冊に分かれているので取り扱いが不便なこと、文字や図等が小さくて見えにくい部分があること、通常の教科書とページが対応していないこと等の意見があった。また、通常の教科書とは異なるため、電車はバス等では、人目が気になって利用したくないという意見もあった。つまり、紙の教科書は、持ち運びが容易で、指定されたページを探し易く、人前でも堂々と利用できるように改善することが望まれていると考えられる。

(ii) iPad 教科書のメリット・デメリットに関する意見

iPad 教科書のメリットとしては、見る対象に応じて拡大率を変更できること、かさばらないので持ち運びや机上作業が楽であること、辞書検索や読み上げ機能があること、持ち

帰りが楽なこと、目が疲れないこと、ページがめくりやすくて使いやすいこと、細かい図も拡大できること、図を見やすく拡大してもきれいに表示されること、拡大教科書よりも図が見やすいこと、白黒反転ができること等の意見があった。一方、iPad 教科書のデメリットとしては、目が疲れること、書き込みが出来ないこと、iPad では見たい場所を探すのが難しいこと等の意見があった。全体を見る際には iPad 教科書が良いが、部分を読むときには、紙の教科書の方が良いという意見もあった。

指摘された iPad 教科書のデメリットの中には、本研究で提供した iPad 教科書の不具合を指摘する意見もあった。例えば、使用中に表示が乱れたり、ハングアップして使えなくなったりしたり、縦書きの文章では文字選択がうまく出来ない場合があったりするという指摘があった。また、閲覧アプリである iBooks の問題点として、書棚の表示が小さくて見えにくいこと、メニューや辞書検索の際の表示が小さくて見えにくいこと、教科書の特定のページを探すことが困難であること、しおり機能が使いにくいこと、行たどりが難しいこと、ページをめくる度に拡大率が元に戻ってしまうこと、意図していないのに次のページが表示されてしまうこと等の指摘があった。これらの指摘は、iPad 教科書の今後の改善すべき点だと考えられる。

(iii) その他の意見

主として紙の教科書を利用していると回答したケースの中に、教科の担当の先生が紙の教科書を持って来るように指示しているために、紙を使っているというケースがあった（担当教員へのヒアリングの結果、教員は紙の方が使いやすいだろうと考えて、紙を使うように指導していたという実態があることが明らかになった）。また、授業では教科書をあまり使っていないのでどちらでも構わないという意見、通常の検定教科書が良いので拡大教科書も iPad 教科書も必要ないという意見、将来、iPad を自分で購入して使いたいの、今のうちに使い方を習得しておきたいという意見もあった。

14.2.4 考察

本研究では、デジタルと紙の作業効率を比較するために、紙の教科書と同一の内容の PDF 形式のデジタル教科書を試作し、読書、視写、検索速度を測定する実験とデジタル教科書の利用状況を明らかにするインタビュー調査を実施した。盲学校に在籍している 19 名のロービジョンの高校生に対して、試作したデジタル教科書を約 80 日間の試用させた後、読書、視写、検索速度の比較実験を実施した結果、読書速度と視写速度では両者の間に統計的に有意な差がなかったが、検索速度ではタブレット PC の方が有意に速かった。また、150 日間の試用後、利用実態に関するヒアリング調査を実施した結果、デジタル教科書の利用状況は視野狭窄の有無、羞明の有無、科目の特性（縦書きか横書きか）の影響

を受けることが明らかになった。

(1) 紙媒体と iPad での作業効率に違いが生じる理由

総合的に見ると、従来の拡大教科書と iPad 教科書は同等の効果があったが、個々の作業効率を比較すると、課題によって作業効率が異なっていた（読書速度は紙の方が速い傾向があり、視写速度は同程度で、脚注検索速度は iPad の方が有意に速い）。この課題による作業効率の違いの原因を探るために、実験時のビデオ記録や実験後のインタビューの結果を併せて総合的に分析した。

a) 読書速度は紙の方が速い傾向がある理由

今回、利用した iPad 教科書は、通常の教科書と同等にするために、固定レイアウト方式の PDF を用いた。そのため、ロービジョンの生徒が利用する際には、ピンチアウトをして拡大して読む必要がある。ピンチアウトで拡大すると、読みたい文章が 1 画面に収まらず、必ず、画面をスクロール（横書きの場合には横に、縦書きの場合には縦にスクロール）しなければならない。ビデオやインタビューを分析した結果、iPad の場合、このスクロール操作に時間がかかっていることが明らかになった。もし、拡大しても縦横のスクロールをしなくても済む方法（例えば、拡大読書器の XY テーブルのように操作ができるような方法や折り返して表示可能なリフロー表示機能等）が利用できれば、iPad の読書速度は改善すると考えられる。

b) 視写速度が同程度であった理由

実験の結果、視写速度には、違いがなかった。差がなかった理由としては、今回の視写課題では、数式の長さが比較的短く（11～19 文字で平均 15.0 文字）、内容も比較的単純だったため、画面をスクロールしたり、ピンチしたりする必要がなかったためだと考えられる。

c) 脚注検索速度は iPad の方が有意に速い理由

実験の結果、脚注検索速度は、紙よりも iPad の方が速かった。脚注検索課題には、脚注が書いてある場所を探す課題と脚注を示す番号を視認する課題の 2 つが含まれる。ビデオ分析の結果、iPad 教科書を利用する場合、実験参加者は、ページ全体を見た上で、脚注と思われる場所を探し、その部分をピンチアウトで拡大し、脚注番号を確認していた。一方、拡大教科書では、原本の 1 ページが複数ページにわかれているため、脚注を探すためには、ページ操作が必要であり、そのため、時間がかかることが明らかになった。

(2) iPad 教科書の利用に影響を及ぼす要因

二項ロジスティック回帰分析の結果、iPad 教科書の利用には、生徒の視覚特性（視力、視野、羞明）や教科特性（図表の量、縦書き・横書き、読み取る内容等）の両方が影響を及ぼすことが明らかになった。また、iPad 教科書の利用においては、教科特性よりも視野

狭窄や羞明といった生徒の視覚特性の方が影響力の強いことが示された。

視野狭窄がある生徒の場合、全体を確認する際と細部を確認する際には、拡大率を変更する必要がある。紙の場合には、拡大率を変更できないのに対して、iPad 教科書の場合には、必要に応じて、拡大率を変更できるため、iPad 教科書の方を好むケースが多くなったと考えられる（インタビューでも拡大率を変更できる点を iPad 教科書のメリットと述べているケースがあった）。また、羞明がある生徒の場合、画面の明るさを調整したり、画面の白黒反転を行ったりする必要がある。紙の場合、紙面の明るさは決まっているし、白黒反転が出来ないのに対して、iPad 教科書の場合には、適宜、画面の明るさの変更や白黒反転表示を瞬時に行うことが可能である。そのため、iPad 教科書の方を好むケースが多くなったと考えられる（インタビューでも白黒反転ができる点を iPad 教科書のメリットと述べているケースがあった）。このように、視野狭窄や羞明等の視機能低下のある生徒が iPad 教科書を利用しているケースが多かったのは、拡大率の変更や明るさ調整や白黒反転等のアクセシビリティ機能が利用できることに起因していると考えられる。本研究では、普及率を考え、iPad で検証を行ったが、アクセシビリティ機能が重要なのであれば、同様な機能を持つ他のタブレット PC でも同様の結果が得られると考えられる。これらの点については、今後、さらに検討を加える必要がある。

教科特性の影響としては、インタビューの結果から、各教科での教科書の利用方法の違い（授業では教科書を使わず、自作教材を活用する教科や教員がある）、iBooks の縦書きへの対応の問題（縦書きでは文字選択が適切に出来ないため、辞書の検索等が困難である）、担当教員のタブレット PC 利用に対する意識やスキルが影響している可能性があることが推測できた。これらの点については、今後、さらに検討する必要がある。

(3) 拡大教科書の利点と iPad 教科書の利点を組み合わせる方法

ロービジョンの生徒が教科書を読む際、読みたい部分の拡大とページ全体の中での位置の確認を繰り返す必要がある。教科書の本文を読んだり、視写をする際には、その部分の拡大が必要であり、脚注等を探す際には、ページ全体を把握する必要がある。つまり、本文を読む際にはリフロー方式の拡大教科書が有効であり、脚注等を探す際には全体と部分の行き来が簡便な固定レイアウト方式の iPad 教科書が有効だと考えられる。

ロービジョン者の読書においてはリフロー方式の拡大が有効だと指摘されている（小倉・山本・中野・相羽・氏間, 2014 ; 氏間・村田, 2000）。しかし、学校で用いられる教科書は、図表や脚注等の本文以外の情報が多く、2つの図を対比して解説してあったり、図表や本文の配置に重要な意味を持たせてあったりするため、リフロー方式で作成することは困難である。また、授業の際には、巻末ページの解説と本文を行き来したり、解説と問題を行き来したり等、複数のページにジャンプすることが少なくない。そのため、レイア

ウトやページの概念が明確に保持されている固定レイアウト方式の情報も保持する必要がある。

これらを総合的に考えると、本文はリフロー方式で拡大できるようにし、固定レイアウト方式のデータにもピンチ拡大でアクセスできるようにすることで、生徒の教科書へのアクセスをより効率化できると考えられる。今後、固定レイアウトとリフロー拡大を切り替えて利用できるシステムを用いた検証が必要だと考えられる。

14.3 まとめ

デジタル教科書は、ユーザのニーズに応じて、文字サイズ等の環境調整が自由に出来る。そのため、障害の社会モデルの観点からは、紙の拡大教科書よりも効果的なメディアであると考えられる。しかし、デジタル教科書が従来の拡大教科書と比較して、どの程度、効率的に活用できるかは明らかにされていない。そこで、本研究では、紙の教科書とレイアウトも内容も同じ PDF 形式のデジタル教科書を試作し、読書、視写、検索速度を測定する作業効率比較実験（ロービジョン生徒 19 人）とデジタル教科書の利用状況を明らかにするヒアリング調査（盲学校 6 校）を実施した。

ロービジョンの高校生に対して、読書、視写、検索速度の比較実験を実施した結果、読書速度と視写速度には差がなかったが、検索速度はデジタル教科書の方が速かった。また、利用実態に関するヒアリング調査を実施した結果、デジタル教科書の利用状況は視野狭窄の有無、羞明の有無、科目の特性（縦書きか横書きか）の影響を受けることが明らかになった。さらに、今回、利用した PDF 形式のデジタル教科書コンテンツと OS 標準の閲覧アプリでは、リフロー表示、フォント変更、縦書き表示が出来ない等、ロービジョン者のニーズに対応出来ていない機能が数多くあることが明らかになった。以上の結果から、レイアウトも内容も同じ PDF 形式のデジタル教科書であっても、従来の拡大教科書よりも効果的に利用することが可能であるが、データ形式や閲覧アプリについては、改善の余地があることが見出された。

第 15 章 デジタル技術を活用したインクルーシブな教科書システムの開発と評価

15.1 問題の所在と研究の目的

(1) 問題の所在

第 14 章では、PDF 形式のデジタル教科書をタブレット端末で利用する方法が、従来の紙の拡大教科書と同等の役割を果たせるかどうかを、作業効率比較実験と利用実態に関するヒアリング調査の 2 つの側面から実証的に検討した。その結果、作業効率や利用実態の観点からは、従来の拡大教科書と同等以上であることが確認された。PDF 教科書の主なメリットは、見る対象に応じて拡大率を変更できること、かさばらないので持ち運びや机上作業が楽であること、辞書検索や読み上げ機能があること、持ち帰りが楽なこと、目が疲れないこと、ページがめくりやすくて使いやすいこと、細かい図も拡大できること、図を見やすく拡大してもきれいに表示されること、拡大教科書よりも図が見やすいこと、白黒反転ができること等であった。一方、PDF 教科書の主なデメリットは、目が疲れる、書き込みが出来ない、見たい場所を探すのが難しい等であり、特に、実証研究の際に教科書を閲覧するアプリとして利用した iBooks (iPad に標準搭載されているアプリ) には、視認性や操作性等に問題があったのではないかと考えられる。

(2) ロービジョン者用のデジタル教科書に適したデータ形式

デジタル教科書のデータ形式には、電子書籍の表現方法には PDF のような「固定型レイアウト (フィックス型レイアウト)」と EPUB (国際電子出版フォーラムが策定したオープンフォーマットの電子書籍ファイルフォーマット規格) や DAISY (Digital Accessible Information SYstem) 形式のような「リフロー型レイアウト」がある (中村, 2014 ; 国立特別支援教育総合研究所, 2014)。固定型レイアウトは、紙と同様に版面の 1 ページを固定したレイアウトであり、紙の本のデザインを忠実に再現できるという特徴がある。一方、リフロー型レイアウトはひとつの画面に表示される文字数が可変するレイアウトで、文字サイズや行間隔を可変できるため、画面の小さな端末でも可読性を保てるという特徴がある。文字が中心の書籍の場合にはリフロー型レイアウトが、イラスト集や写真集のような書籍の場合には固定型レイアウトが適していると言われている。

ロービジョン者の読書においてはリフロー方式の拡大が有効だと指摘されている (小倉ら, 2014 ; 氏間ら, 2000) が、教科書は、図表や脚注等の本文以外の情報が多く、2 つの図を対比して解説してあったり、図表や本文の配置に重要な意味を持たせてあったりするため、固定レイアウト方式の情報も保持する必要がある。そのため、固定レイアウトとリフローレイアウト方式のデータを切り替えて利用できる閲覧システムが必要だと考えられる。

(3) 障害のある児童生徒に利用可能なデジタル教材（コンテンツ）

現在、障害のある児童生徒に利用可能なデジタル教材には、(公財) 日本障害者リハビリテーション協会の「マルチメディアデイジー教科書」(金森・西田・宮本・古川・縄田・今枝・楠, 2012 ; 金森・宮本・古川・縄田・池谷・今枝, 2013)、東京大学先端科学技術研究センターの「AccessReading (アクセス・リーディング)」、認定NPO法人 EDGE (エッジ) の「音声教材 BEAM」、慶應義塾大学の「PDF (Portable Document Format) 版拡大図書 (教科書) (以下、PDF 版拡大教科書と略す)」(中野・相羽・富田, 2015 ; 中野・氏間・田中・韓・永井, 2016)がある。「マルチメディアデイジー教科書」、「AccessReading」、「音声教材 BEAM」は音声教材と呼ばれており、主として、発達障害のある児童生徒が音声で利用している教材である。「PDF 版拡大教科書」は、PDF と HTML を有機的に連携させた固定レイアウト表示とリフローレイアウト表示を切り替えながら利用出来るハイブリッドタイプのデータ形式の教材である (主としてロービジョンの児童生徒が利用している)。なお、紙の教科書と内容が同一なのは、「PDF 版拡大教科書」のみである。

(4) 本研究の目的

第 14 章での検討の結果、文字サイズ等を柔軟に変更することが可能なデジタル教科書は、紙の拡大教科書よりも効果的であることが明らかになった。しかし、第 14 章で利用した PDF というデータ形式と iBooks という閲覧アプリの組み合わせでは、フォントやレイアウト等の変更が出来ないため、ロービジョン者にとっての環境調整機能が不十分であることも明らかになった。そこで、本研究では、ロービジョン者にとって必要な環境調整が出来るインタラクティブな教科書システムを開発・評価した。

15.2 調査 15.1 教科書・教材閲覧アプリ「UD ブラウザ」の第 1 次試作の開発と評価

15.2.1 目的

本研究の目的は、実験 14.1 で示唆された閲覧アプリ iBooks の問題点を解決し、ロービジョン者にとって必要な環境調整が出来るインタラクティブな教科書システムを開発し、評価することであった。

15.2.2 方法

(1) 概要

実験 14.1 で検討した閲覧アプリ iBooks の問題点を解決するために、教科書を閲覧するために必要な機能を搭載した新たな教科書・教材閲覧アプリを試作した。本アプリは、ロービジョンだけでなく、障害の有無にかかわらず、また、様々な障害の児童生徒が活用できることを想定し、「UD (ユニバーサルデザイン) ブラウザ」(以下、UDB と略す) と名付

けた。また、iBooks と UDB で利用できるファイル形式のデジタル教科書をそれぞれ作成し、盲学校のロービジョンの生徒に対して試用させた後、アンケート調査を実施した。

(2) 新しい教科書閲覧アプリの試作に関するヒアリング調査

a) 仕様決定のためのヒアリング

実験 14.1 で、PDF 教科書には、紙の拡大教科書と比較し、目が疲れる、書き込みが出来ない点が不便、見たい場所を探すのが難しい等の問題点があることが明らかになった。また、iBooks の視認性・操作性についてヒアリングを行った結果、書棚の表示が小さくて見えにくい、メニューや辞書検索の際の表示が小さくて見えにくい、教科書の特定のページを探すことが困難、しおり機能が使いにくい、行たどりが難しい、ページをめくる度に拡大率が元に戻ってしまう、意図していないのに次のページが表示されてしまう等の問題点があることが指摘されている。本研究では、これらの問題点を解決するために、6校の研究協力校の代表者に対してグループヒアリングを実施し、新しい閲覧アプリに必要な機能を決定した。

b) UDB の試作

UDB (ver. 1.0.0) を作成するタブレット端末は、中野・相羽・富田 (2015) が盲学校高等部に対して実施した全国利用実態調査に基づき、最も利用率の高かった iPad を選定した。前述のヒアリングの結果に基づいて、閲覧アプリの仕様を決定した上で、iPad 用のアプリとして開発を行った。本アプリは、iOS8 以上に対応するように設計し、Mac OS X Xcode (Objective-C) と iOS SDK UIKit で開発を行った。

(3) UDB 用教科書デジタルデータの試作

中野ら (2015) は、ロービジョン児のニーズ調査に基づき、固定型レイアウトとリフロー型レイアウトを併用する必要性を指摘した。そこで、本研究では、固定型レイアウトの PFD 教科書に加え、リフロー型レイアウトとして HTML ファイルを作成し、これらのデータ形式を有機的に連動させ、両方の表現形式のメリットを享受できるように計画した。

PDF データの作成にあたっては、各教科書発行者に依頼し、透明テキスト (辞書検索や音声読み上げに対応するための不可視の文字データ) が張り付いた PDF データの提供を受けた。また、PDF データが iBooks でスムーズに動作するように画像のサイズ等の加工を行った。HTML データは、研究協力校へのヒアリングでの意見に基づき、主として教科書の本文や脚注のみとし、図表を除いた。HTML の作成にあたっては、目次から各単元へのハイパーリンク、本文から脚注へのハイパーリンク、ページを特定するためのアンカータグ、ルビタグ等の基本的なタグのみを付けた。

作成した教科書は、実験参加者であるロービジョン生徒が履修している全ての教科 (国語 13 種類、地理歴史 10 種類、公民 5 種類、数学 6 種類、理科 8 種類、保健体育 3 種類、

芸術 10 種類、外国語 10 種類、家庭 2 種類、情報 2 種類の 69 種類) で、原本ページでカウントすると 13,804 ページ分であった。

(4) アンケート・ヒアリング調査

a) 実験参加者

全国盲学校長会を通して研究協力を呼びかけ、6 校の盲学校に研究協力校として協力を得た。学校長を通して、研究の趣旨等を説明した上で研究協力校の高等部普通科に在籍するロービジョンの生徒に協力を依頼した結果、47 人の生徒と 141 人の担当教員の協力を得ることが出来た。

b) 提供したシステム

研究参加者である LV 生徒と当該生徒を指導している教員には、iPad (Apple 社製の iPad Air WiFi 32GB モデル MD786J/A, OS は iOS 8) を 1 台ずつ提供した。iPad には、教科書のデジタルデータとして PDF ファイルと HTML ファイル、デジタルデータ閲覧 (ブラウザ, ビューア) アプリとして iBooks と今回、試作した UDB をインストールした。なお、当該生徒が履修しているすべての教科書 (69 種類, 13,804 ページ) のデジタルデータ (PDF 及び HTML) を作成した。

c) iBooks と UDB の試用

最初に、iPad と iBooks の利用方法に関する研修会を生徒と当該生徒の授業を担当する教員に対して実施した。その後、約 3 ヶ月間、授業や家庭学習等で、iBooks を試用させた。iPad や iBooks の使用方法を十分に習得した後に、UDB を導入し、約 1 ヶ月間、授業や家庭学習等で試用させた。ロービジョンの生徒の課題は、授業や家庭学習等で、拡大教科書、iBooks、UDB を利用し、それぞれのメリット、デメリットを比較することであった。また、担当教員の試用に際しての課題は、授業等の指導場面において、iBooks と UDB を利用し、指導者の立場から比較することであった。

d) 試用後のヒアリング・アンケート調査

試用期間終了後、当該生徒と担当教員に対して、ヒアリングとアンケート調査を実施した。生徒に対しては、視力等の見え方、iPad の利用方法、使用している教科書ごとの iBooks や UDB の利用状況、UDB の視認性・操作性や改良点等に関するヒアリングを実施した。教員用調査では、生徒の iBooks や UDB の活用状況、UDB の視認性・操作性や改良点等に関する質問を郵送方式のアンケート調査で行った。なお、ヒアリング・アンケート調査は、2014 年 2 月 20 日～3 月 7 日に実施した。

15.2.3 結果

(1) 試作した教科書閲覧アプリの機能

研究協力校のヒアリングの結果、iBooks の主な問題点として、書棚の表示が見えにくい、メニューの表示が小さくて見えにくい、辞書検索や読み上げ等をする際のポップアップメニューの表示が小さくて見えにくい、ページの表示が小さくて見えにくい、特定のページを探すために時間がかかる、しおりの表示が小さくて見えにくい、行たどりが難しい、ページをめくる度に拡大率が元に戻ってしまう、意図していないのに次のページが表示されてしまう等の視認性・操作性に関する指摘があった。これらの問題点は、iBooks の設定変更や利用上の工夫では解決できないため、新規にアプリを開発した。以下、試作した教科書閲覧アプリ UDB の主な特長を記した。なお、ピンチ拡大の上限倍率等の基本的な機能は、iBooks と同等とした。

- a) 書棚やメインメニューの視認性向上：iBooks では、書棚やメインメニュー（タップした際に画面の上部に表示される「ライブラリー」等が表示されているメニュー）の表示は小さく、ピンチでは拡大できなかった。そのため、ロービジョン生徒は、iOS 標準のズーム機能（ピンチ拡大ではなく 3 本指で画面をダブルタップして機能させるズーム）を使うか、ルーペや拡大読書器等の視覚補助具を併用しなければならなかった。そこで、UDB では、ロービジョン生徒の視覚特性を考慮し、メニューを大きく（高さを約 2 倍）、かつ、コントラストを高くして見やすくした（図 15.1、図 15.2）。
- b) ポップアップメニューの視認性向上：辞書を引いたり、音声で読み上げさせたりするためには、調べたい箇所を見ながら、選択するという操作が必要である。iBooks では、調べたり、読ませたりしたい文字列を選択すると、「読み上げ、コピー、辞書、検索」等が選択できるポップアップメニューが表示される。しかし、ポップアップメニューに表示される文字は、iPad で表示した場合、10 ポイント程度の小さな文字であり、ピンチで拡大することができない。そこで、UDB では、ポップアップメニューをピンチで拡大できるようにした。また、フォントを第 7 章で開発した TBUD 丸ゴシックにした（図 15.3）。
- c) ページジャンプ機能による操作性向上：特定のページを探す際には、サムネイル（5×5mm 程度）を見ながら、指を動かし、探したいページを見つけなければならなかった。そこで、UDB では、携帯電話と同じインタフェースの数字入力を搭載し、特定のページに簡単にジャンプできるようにし、特定のページを開く操作を向上させた（図 15.4）。
- d) スクロール補助機能による操作性向上：教科書や教材を拡大して読む場合、行をたどったり、改行したりすることが困難であった。そのため、タブレット端末を利用する前提として、行をスムーズにたどることが出来るようにするためのスキヤニング操作訓練が必要であった。UDB では、スキヤニングを容易にするために、キー操作で動作を制御できる

ようにした。なお、キー操作は、外付けキーボードだけでなく、ソフトウェアで画面に操作盤を表示するオンスクリーンキーボードからも可能にした（図 15.5）。

e) 固定型レイアウトとリフロー型レイアウトのハイブリッド表示機能による視認性・操作性の向上：教科書や教材には、図表が多く利用されているし、レイアウトに重要な情報が含まれている。例えば、授業の場面では、「32 ページの右上の図を見てください」という指示が行われる。そのため、紙の教科書のレイアウトと全く同じ情報を保持している PDF のような固定型レイアウトのデータが必要である。一方、物語や解説等を読む際には、本文の文字だけが表示される EPUB のようなリフロー型レイアウトのデータの方が読みやすい。そこで、UDB では、紙と同じレイアウトで表示させるモード（レイアウト表示モード）と文字情報のみを表示するモード（リフロー表示モード）を切り替えて使えるハイブリッド表示機能を搭載した（図 15.6）。リフロー表示モードでは、文字サイズを拡大しても折り返して表示できるようになっており、行たどりが容易になるようにした。リフロー型レイアウトを実現する方式には、EPUB や DAISY 等、様々な方式があるが、本研究では、作成が容易な HTML を採用した。なお、リフロー表示モードには、オープンソースの HTML レンダリングエンジンの WebKit を用いているため、HTML、CSS、JavaScript、MathML 等が利用可能である。



図 15.1 iBooks と UDB の書棚の視認性の比較



図 15.2 iBooks と UDB のメインメニューの視認性の比較

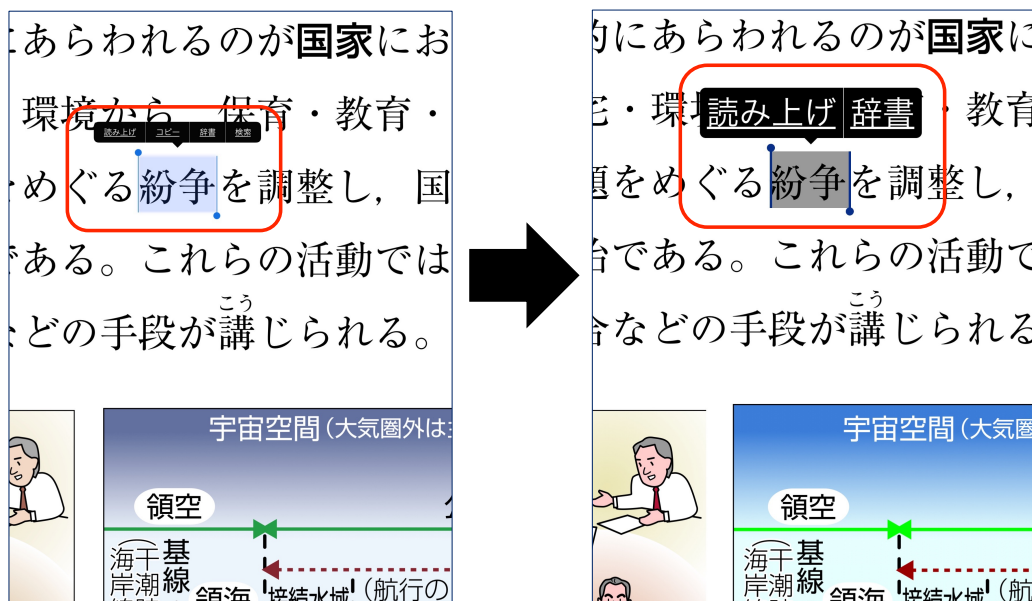


図 15.3 iBooks と UDB のポップアップメニューの視認性の比較



図 15.4 iBooks のページ表示と UDB のページジャンプ機能の比較

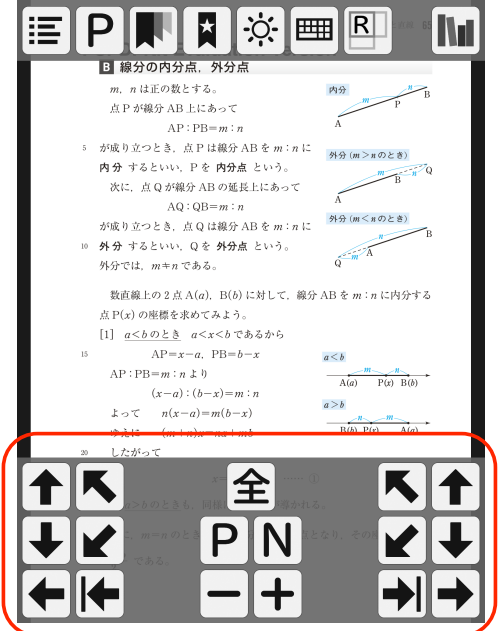
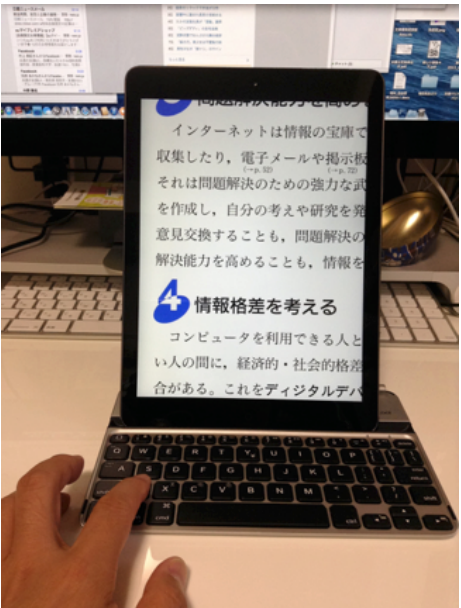


図 15.5 外付けキーボードとオンスクリーンキーボード

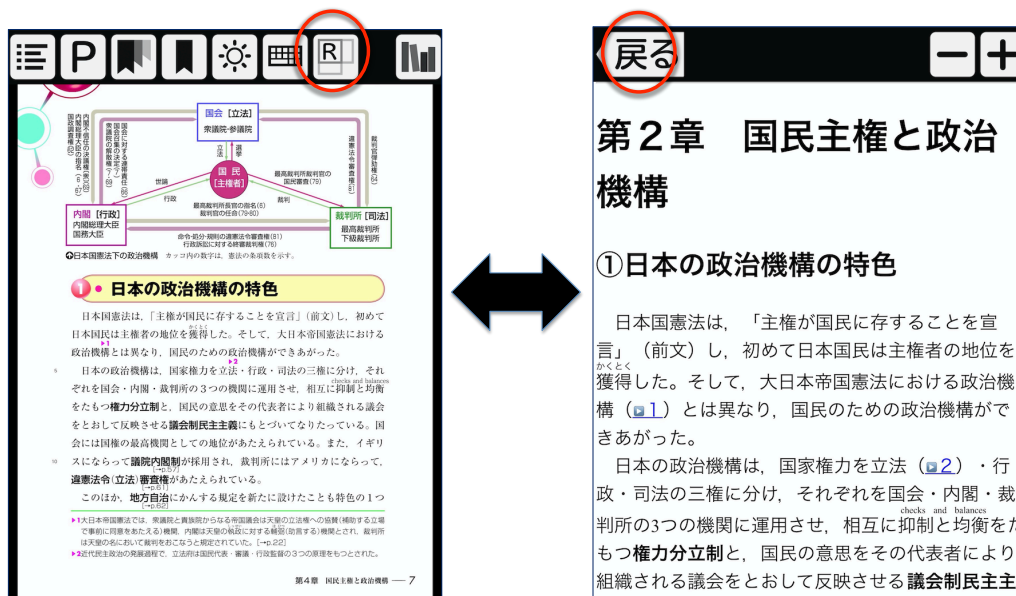


図 15.6 固定型とリフロー型レイアウトの表示例

(2) UDB 試用後のアンケート・ヒアリング調査の結果

a) 有効回答

ロービジョン生徒は 47 人中 38 人 (回収率 80.9%) から、担当教員は 141 人中 74 人 (52.5%) から有効回答が得られた。

b) UDB の利用率

約 1 ヶ月の間に、UDB を教科書として日常の学習に利用するようになった生徒は 29 人 (76.3%) であった。なお、UDB を「日常の学習に利用するようになった」生徒 29 人と「利用するようにはならなかった」生徒 9 人の視力の差が統計的に有意かどうかを確かめるために、検定を行った結果、有意な差がなかった ($t(36)=0.09, p>.05$)。

実験参加者ごとの UDB の利用状況を分析した結果 (表 15.1)、すべての教科で UDB を利用するようになった生徒もあれば、一部の教科のみで利用している生徒もあった。教科別の UDB の利用状況を分析した結果 (表 15.2)、教科によって利用状況が異なっていた。利用率が高くない教科に関して原因をヒアリングした結果、利用している最中に異常終了したり、画面が真っ白になってしまったりするという不具合が多いことが原因であることが明らかになった。

表 15.1 個人ごとの UDB の利用状況

ID	主な視機能			利用して いる教科 書数	教科書と してUDB を利用し た教科数	使いやすいデジタル教科書		
	良い方 の眼の 小数視 力	視野障害の有無と種類	羞明の 有無			UDB	iBooks	両方
1	0.02	中心暗点	-	13	1	0	2	0
2	0.03	-	-	9	0	1	0	0
3	0.03	狭窄・中心暗点	あり	9	0	5	1	1
4	0.05	狭窄・暗点	-	13	1	1	0	0
5	0.05	中心暗点	-	18	2	10	0	0
6	0.06	狭窄・中心暗点・暗点	あり	10	2	0	0	0
7	0.06	狭窄・暗点	-	8	0	1	0	0
8	0.07	狭窄・暗点	-	18	8	13	0	0
9	0.07	狭窄	あり	11	11	18	0	0
10	0.07	狭窄・中心暗点	あり	11	2	0	0	0
11	0.07	-	-	18	0	7	0	0
12	0.07	中心暗点・暗点	あり	18	0	0	0	0
13	0.08	狭窄	-	16	3	1	0	0
14	0.1	-	あり	10	9	3	2	0
15	0.1	-	あり	8	2	0	0	0
16	0.1	-	あり	13	1	2	0	0
17	0.1	狭窄	あり	10	0	3	0	0
18	0.15	-	-	8	7	2	1	0
19	0.15	-	あり	8	1	0	8	0
20	0.15	狭窄	-	9	4	0	0	0
21	0.15	-	-	9	2	2	0	0
22	0.15	-	-	16	6	0	0	0
23	0.15	-	-	10	3	7	0	0
24	0.15	中心暗点・暗点	あり	8	0	1	4	0
25	0.15	狭窄	あり	18	0	8	2	0
26	0.2	-	-	8	7	0	1	0
27	0.2	-	あり	13	1	0	0	0
28	0.2	-	あり	16	2	1	1	0
29	0.2	-	-	6	0	13	0	0
30	0.24	-	-	10	1	3	3	0
31	0.25	-	-	8	7	0	0	0
32	0.25	狭窄	あり	16	2	0	0	0
33	0.3	狭窄・中心暗点・暗点	あり	13	1	10	0	0
34	0.6	-	あり	10	3	0	0	0
35	0.6	-	-	10	1	13	0	0
36	0.7	狭窄・暗点	あり	16	4	0	2	0
37	0.9	狭窄	あり	9	8	0	3	0
38	1.5	狭窄	-	13	1	13	0	0
計			19	447	103	138	30	1

表 15.2 教科別の UDB の利用状況

教科	教科書を利用している生徒数	教科書として UDB を利用している生徒数	学習での UDB ブラウザの利用率	使いやすさの評価結果		
				UDB	iBooks	両方
英語	38	14	36.8	14	3	1
国語	36	8	22.2	11	6	0
保健体育	33	10	30.3	11	1	0
地図帳	15	1	6.7	9	0	0
美術	23	3	13.0	9	1	0
家庭	26	3	11.5	9	2	0
化学	22	3	13.6	8	2	0
情報	26	9	34.6	8	1	0
日本史	16	2	12.5	7	0	0
数学A	22	3	13.6	7	1	0
数学1	26	8	30.8	7	4	0
音楽	26	2	7.7	7	0	0
世界史	21	6	28.6	6	1	0
地理	13	2	15.4	5	0	0
数学2	22	7	31.8	5	4	0
生物	23	4	17.4	4	1	0
現代文	21	5	23.8	3	1	0
古典	11	4	36.4	3	0	0
公民	11	6	54.5	3	1	0
政治・経済	2	1	50.0	1	0	0
物理	7	1	14.3	1	0	0
数学B	4	0	0.0	0	1	0
理科総合	2	1	50.0	0	0	0
工芸	1	0	0.0	0	0	0

c) iBooks と UDB の操作性の比較

各実験参加者が利用している教科書ごとに、iBooks と UDB の使いやすさを本人に評価させた。その結果、「UDBの方が iBooks よりも使いやすい」と評価された教科書は 138 種類あったのに対し、「iBooksの方が UDB よりも使いやすい」と評価された教科書は 30 種類であり、UDB の評価の方が高かった。

d) UDB の視認性の評価

「従来のブラウザと比べて、UDB は使いやすいと思いますか？」(使いやすさ)、「本アプリのメニューは見やすいと思いますか？」(見やすさ)、「本アプリのメニューの位置や絵はわかりやすいと思いますか？」(わかりやすさ) という質問に対して、「とても良い」、「まあまあ良い」と回答した割合を表 15.3 に示した。いずれの項目も、生徒の方が教員よりも高く評価していた。

表 15.3 UDB の使いやすさ、見やすさ、わかりやすさに関する評価

	使いやすさ	見やすさ	わかりやすさ
生徒	89.5	86.8	86.8
教員	68.9	75.7	74.3

(%)

e) UDB の機能の評価

UDB の機能に関しては、生徒も教員も「指定したページを開く」の評価が最も高く、生徒の場合には「しおり」、「目次」、「明るさ変更」が、教員の場合には「リフロー」、「目次」、「明るさ変更」の順であった（表 15.4）。

表 15.4 UDB の機能に関する評価

	生徒の評価		教員の評価	
	人数	比率 (%)	人数	比率 (%)
指定したページを開く	35	92.1	58	78.4
「しおり」をはさむ	26	68.4	33	44.6
「しおり」をはさんだページを表示する	26	68.4	35	47.3
目次を開く	24	63.2	37	50.0
明るさを変える	20	52.6	37	50.0
キーボードで操作する	19	50.0	19	25.7
本文のみを折り返して表示（リフロー表示）する	19	50.0	41	55.4
書棚に戻る	15	39.5	16	21.6

f) 改良に関する要望

UDB の導入時点で要望のあった書き込みと音声読み上げ機能について質問した結果、書き込み機能は 64.8%、音声読み上げ機能は 56.7%の生徒が必要だと回答した。ヒアリング調査でも、授業や家庭学習において、生徒は、ノートだけでなく、教科書に書き込みを行うことが多いという指摘があった。例えば、重要な用語をマーカーでハイライトしたり、漢字にルビを振ったり、段落の区切りに印をつけたり、図形問題を解くために補助線等を描いたり等である。また、教員が授業中に、教科書に書き込みを指示する場面があるため、書き込み機能は必須であるという指摘もあった。

今後の改良点について、自由記述を求めたところ、新規の機能よりも、アプリの動作の不安定性（現在のバージョンでは、異常終了したり、表示が乱れたりする場合がある）や実行速度に対する指摘が多かった。

15.2.4 考察

本研究では、ロービジョン生徒の試用調査に基づき、標準装備の電子書籍閲覧アプリである iBooks の視認性や操作性を向上させた新しい電子書籍閲覧 UDB を試作した。また、UDB をロービジョン生徒へ試用させた結果、従来のアプリよりも視認性や操作性が高くなったという評価結果が得られた。以下、ロービジョン生徒が教科書にアクセスする際の利便性という観点から今回開発したアプリの意義や今後の課題について考察した。

(1) 視認性・操作性を向上させたことの意義

今回、検証に用いた 9.7 インチの iPad では、iBooks のメインメニューやポップアップメニューの文字サイズを実測した結果、10 ポイント程度であった。この文字サイズは、通

常の教科書程度であるため、ロービジョン生徒には見えにくいと考えられる。また、アイコンは5×5mm程度であり、指でタップ操作を行うためには、小さすぎると考えられる。iOSでは、アクセシビリティ機能の中のズーム機能を用いて拡大することができるわけであるが、3本指でダブルタップする必要があるため、操作ミスが発生する可能性が高く、メニュー等を表示させる度に手間がかかるため、作業効率が低下すると考えられる。通常の書籍を余暇等で読むような時間的に余裕のある場面であれば、作業効率が大きな問題になることはないと考えられる。しかし、教科書の場合、指定されたページを開いたり、音読したり、辞書検索をする際にスピードが求められる。そのため、iBooksは、少なくともロービジョン生徒が教科書を閲覧するアプリとしては、十分とは言えないと考えられる。これに対して、UDBでは、ポップアップメニューの文字サイズは最大215ポイント程度まで連続的に拡大できるため、視認性の観点では問題がないと考えられる。また、アイコンは指での操作を考慮し、16×16mm程度に設定した。指定されたページへのジャンプは、使い慣れた携帯電話と同じインタフェースで数字入力が可能であるため、操作性の観点でも優れていると考えられる。なお、本文の文字サイズは、iBooksもUDBも30倍程度まで連続的に拡大可能（10ポイント程度の文字サイズが300ポイント程度まで拡大可能）であるため、ルビや図表等の細部を確認する際にも有効だと考えられる。

(2) PDFとHTMLのハイブリッド型閲覧アプリとして開発した意義

様々なファイル形式に対応している書籍閲覧アプリは多いが、複数のファイル形式を有機的に連動させているアプリは少ない。例えば、iBooksは、固定型レイアウトの代表的なファイル形式であるPDFとリフロー型レイアウトの代表的なファイル形式であるEPUBに対応している。なぜなら、イラスト集や写真集のように図表や文字等のレイアウトが複雑な書籍はPDFで、物語のように文字が中心の書籍はEPUBで提供されることが多いため、いずれのファイル形式にも対応させる必要があるからだと考えられる。しかし、一般的な書籍の場合、固定型レイアウトとリフロー型レイアウトを連動させる必要はないと考えられる。

これに対して、教科書の場合には、1冊の教科書の中に、固定型レイアウトが適している内容とリフロー型レイアウトが適している内容が混在している場合が多い。例えば、物語の本文は文字が中心なのでリフロー型レイアウトが適しているが、その物語に対する解説の中で、対立する2つの考え方を対比させる場合には、対応づけが必要になるため、固定型レイアウトにする必要がある。そのため、教科書を効果的に閲覧できるようにするためには、固定型レイアウトとリフロー型レイアウトの両方に対応している必要がある。市販の教科書閲覧アプリでは、固定型レイアウトを基本にしつつ、物語等の本文をタップすると、リフロー型レイアウトに対応した新たなウィンドウが開くという方式のものが多く

開発されている。このように教科書閲覧アプリには、固定型レイアウトとリフロー型レイアウトの両方に対応し、なおかつ、2つのフォーマットを有機的に連動させる必要があると考えられる。

学校の授業の中では、教科書と同様に、教員等が自作した説明資料や練習問題等の教材（以下、自作教材と略す）が重要な役割を果たしている。そのため、教科書閲覧アプリは、これらの自作教材を、教科書と同等に扱える必要があると考えられる。なお、自作教材に対応する際には、教員が比較的作成しやすいファイル形式を考慮する必要がある。固定型レイアウトの代表的なファイル形式であるPDFは、一般的なワープロソフト等で簡単に作成可能である。しかし、リフロー型レイアウトの代表的なファイル形式であるEPUBやDAISYは、作成・編集が可能なソフトウェアが限られているという課題がある。

UDBでは、固定型レイアウトのファイル形式としてPDFを、リフロー型レイアウトのファイル形式としてHTMLを採用し、ボタン一つで、この2つのファイル形式を瞬時に切り替えられるようにした。UDBでは、市販のアプリのように固定型レイアウトの一部をリフロー可能にするのではなく、異なる目的を持った2つのファイルをページ単位で連動させている点が特徴である。また、リフロー型レイアウトのファイル形式としてHTMLを採用したため、教員等がホームページを作成する際に日常的に活用しているソフトウェアを使って、動画や音声等を含めた自作教材を簡単に作成できる点も特徴だと言える。UDBのリフロー表示のプログラミングには、HTMLレンダリングエンジンのWebKitを利用しているため、Apple社の標準WebブラウザであるSafariとほぼ同等の表示機能を有している。Safari同様、CSS、MathML、JavaScriptにも対応しているため、画面表示のカスタマイズ、数式の表示、インタラクティブな表現が可能であり、多様な自作教材が教科書と一緒に活用できる点も大きな特徴だと考えられる。

(3) アプリの改善点

アンケート調査の結果では、UDBの機能は高く評価されたにもかかわらず、日常の授業でのUDBの利用率は必ずしも高くなかった。その理由として、iBooksと比較すると、アプリが異常終了したり、表示が乱れたり等、動作が不安定になる割合が高かったことや速度が遅いことが指摘された。タブレット端末は、パソコンと比較すると、メモリ等の制約が多いため、機能を充実させる程、動作が不安定になったり、速度が遅くなったりする可能性が高くなる。今後は、動作の安定性や速度と機能とのバランスを考慮して開発を進めていく必要があることが明らかになった。

今後、搭載すべき機能としては、書き込みに対するニーズが最も高かった。重要な用語をマーカーでハイライトしたり、漢字にルビを振ったり、段落の区切りに印をつけたり、図形問題を解くために補助線等を描いたり等の機能は、教育において重要性が高かった。

しかし、書籍を閲覧するアプリに搭載されている書き込み機能は、教育における利用を考えると十分とは言えない。例えば、iBooks に搭載されている書き込み機能は、メモやハイライトのみで、漢字にルビを振ったり、印をつけたり、補助線を描いたりすることは出来ない。そのため、今後、UDB には、書き込み機能を付加することが必須であると考えられる。書き込み以外の機能としては、文章を読み上げる機能のニーズが高かった。ヒアリングにおいても、文字を拡大すれば読書が可能なロービジョンの生徒であっても、長文を読む際には、音声で聞く方が良いという指摘があった。現在の UDB にも文章を読み上げる機能は搭載されているが、読み上げる文章を効率的に選択したり、漢字等を正しく読み上げさせたりする機能が必要だと考えられる。なお、読み上げ機能を充実させれば、全盲の生徒も利用可能になると考えられる。盲学校では、ロービジョンと全盲の生徒と一緒に授業を受ける場面が少なくない。そのため、読み上げ機能が搭載されれば、全盲とロービジョンの生徒が、同じアプリを活用して授業を受けることが可能になると考えられ、アプリのユニバーサルデザイン化を推進することになると考えられる。

15.3 調査 15.2 教科書・教材閲覧アプリ「UD ブラウザ」の第 2 次試作の開発と評価

15.3.1 目的

調査 15.1 では、iBooks の問題点を解決するために、新しい閲覧アプリ UDB を開発し、iBooks と機能の比較を行った結果、UDB の方が視認性・操作性の観点で優れていることを確認した。しかし、UDB 版のデジタル教科書の利用率は、紙媒体の教科書よりも低かった。また、UDB 版デジタル教科書の利用率が高くなかった理由は「アプリが異常終了したり、表示が乱れたり等、動作が不安定になる割合が高かったことや速度が遅いこと」が原因だと考えられることが明らかになった。さらに、ロービジョン生徒のニーズ調査の結果に基づき、デジタル教科書には書き込み機能と文章の読み上げ機能が必要であることが明らかになった。これらの結果から、デジタルメディアが利用されるかどうかは、閲覧アプリの安定性や機能等によって決まると考えられる。そこで、本研究では、調査 15.1 で試作した閲覧アプリの安定性や機能を向上させた第 2 次試作版を作成し、7 ヶ月という比較的長期間の試用を通して、その効果を検討した。また、UDB の利用率をさらに、向上させるために必要な機能等について調査を実施した。

15.3.2 方法

(1) 概要

閲覧アプリの安定性や機能を向上させた第 2 次試作版とアップル社製の「iBooks」の 2 つの閲覧アプリを比較するために、実験協力校と実験参加者を募集した。実験協力校・参

加者の選定にあたっては、最初に、本研究の趣旨を理解し、学校全体で本研究に協力可能な盲学校（以下、協力校）を募集した。次に、応募のあった協力校に対して、上述の2種類の閲覧アプリを紹介した上で、利用を希望する閲覧アプリを選択させた。そして、高等部に在籍し、高等学校の教科書を利用して学年相当の教科学習を行っているロービジョン生徒及びその保護者に対して書面でインフォームドコンセントを行った上で、実験参加者の募集を行った。

協力校には、実験参加者が希望する教科のPDF版拡大教科書をタブレット端末にインストールして提供した。タブレット端末は、生徒1人に2台提供し、1台は生徒自身が、もう1台は当該生徒を指導する教員が利用できるようにした。PDF版拡大教科書は2015年6月に提供し、7ヶ月間、授業や家庭学習で自由に活用させた。その後、2016年2月に、閲覧アプリとPDF版拡大教科書の利用状況や視認性・操作性等について郵送方式のアンケート調査を実施した。

(2) 提供したデジタル教科書システム

a) タブレット端末

タブレット端末には、盲学校で最も利用されているiPad（Apple社製のiPad Air WiFi 32GBモデル MD786J/A、OSはiOS 8）を用いた。

b) iBooks

iBooksは、アップル社が無償で提供している電子書籍閲覧アプリである。iBooksには、電子書籍に効果的にアクセスするために、ピンチ操作による画面の拡大、ブックマーク、ラインマーク、手書き文字の書き込み等の機能がある。また、iBooksは、「固定型レイアウト（フィックス型レイアウト）」であるPDFにも、「リフロー型レイアウト」であるEPUBにも対応している。EPUBデータを用いれば、書体、配色、文字サイズ等を変更して表示させることが可能であるが、デジタル教科書のEPUBデータは存在しないため、本研究では、PDF版のデジタル教科書を用いた。なお、本研究で利用したiBooksは、バージョン3であった。

iBooks用のデジタル教科書は、実験14.1と同様、教科書発行者から提供を受けた教科書デジタルデータを編集・加工して作成した透明テキスト付きPDFファイルであった。作成した教科書は、国語10種類、地理歴史12種類、公民3種類、数学7種類、理科7種類、保健体育2種類、芸術9種類、外国語12種類、家庭4種類、情報2種類の合計68種類で、総ページ数は14,457ページであった。なお、iBooksでは、横書きの文章を想定しているため、ページをめくる際には、右から左にスワイプする仕様になっている。しかし、国語のような縦書きの教科書の場合、左から右にスワイプする動作の方が自然である。そこで、縦書きの教科書の場合には、ページの順番を逆転させ、左から右にスワイプ

する動作でページめくりが出来るようにした。また、検索性を向上させるために、目次をタッチするだけで、当該単元にジャンプできるようにハイパーリンクの設定を行った。

c) UDB（第2次試作）

UDBは、ロービジョン生徒の利用を想定し、メインメニューやポップアップメニューの視認性、ページジャンプ機能やスクロール補助機能による操作性が考慮されているアプリである。また、デジタル教科書の条件である紙の教科書と同じレイアウトを保持しつつ、リフロー表示も可能なハイブリッド表示機能を有している。本研究で利用したUDBのバージョンは、調査15.1で明らかになった「アプリが異常終了したり、表示が乱れたりなど、動作が不安定になる割合が高かったことや速度が遅い」という問題点を修正し、書き込み機能と読み上げ機能を搭載したバージョン1.0.1であった。

UDB用のデジタル教科書には、iBooks用に作成したアクセシブルPDFファイルに加え、教科書の本文をリフロー型レイアウトで表示するためのHTMLファイルも用意した。

(3) アンケート調査

a) 実験参加者

全国盲学校長会を通して全国の盲学校に研究協力を呼びかけた結果、15校の盲学校から承諾が得られた。デジタル教科書を閲覧するアプリは、各協力校の希望に基づいて決定した。その結果、iBooksを選択した学校が7校（以下、iBooks利用者群と略す）、UDBを選択した学校が5校（以下、UDB利用者群と略す）、両方を選択した学校（以下、iBooks・UDBの両方の利用者群と略す）が3校であった。学校長を通して、研究の趣旨等を説明した上で協力校の高等部普通科に在籍するロービジョン生徒に協力を依頼した結果、ロービジョン生徒75人（iBooks利用者25人、UDB利用者20人、iBooksとUDBの両方の利用者30人）及びその生徒達の授業を担当している教員181人（iBooksを利用している生徒の担当73人、UDBを利用している生徒の担当81人、iBooksとUDBの両方を利用している生徒の担当27人）の協力を得た。

b) デジタル教科書の試用

閲覧アプリにiBooksを選択した協力校にはiBooks用のデジタル教科書1種類を、UDBを選択した協力校にはUDB用のデジタル教科書1種類を、そして、両方を選択した協力校にはiBooks用のデジタル教科書とUDB用のデジタル教科書の2種類を提供した。デジタル教科書は、各生徒が履修しているすべての教科であった。なお、デジタル教科書を閲覧するためのiPadはロービジョン生徒には1人1台提供した。また、授業を担当する教員にも生徒と同じデジタル教科書をインストールしたiPadを提供した。

ロービジョン生徒の課題は、紙媒体の教科書と同様に、デジタル教科書を授業や家庭学習で必要に応じて利用し、使いやすさを比較することであった。対象生徒の担当教員の課

題は、生徒が希望する場合にはデジタル教科書を活用した授業を実施し、生徒の活用状況を把握することであった。なお、必要に応じて、デジタル教科書やタブレット端末の利用方法に関する研修会を実施した。試用期間は、2015年6月から2016年2月までであった。

c) アンケート調査

試用期間終了後、当該生徒と学校に対して、アンケート調査を実施した。ロービジョン生徒に対するアンケートは、担当教員が生徒にヒアリングをして回答する方式をとった。主な質問項目は、視力等の見え方、iPadの利用方法、使用している教科書ごとの紙媒体やデジタル教科書(iBooks、UDB)の利用状況、UDBの視認性・操作性や改良点等であった。なお、アンケート調査は2016年2月6日～3月4日に実施した。

15.3.3 結果

(1) 回収率

a) iBooksのみを利用した生徒

25人中18人から有効回答が得られた(回収率72.0%)。性別は男子が11人、女子が7人で、学年は1年生が7人、2年生が4人、3年生が7人であった。

b) UDB利用のみを利用した生徒

20人中17人から有効回答が得られた(回収率85.0%)。性別は男子が12人、女子が5人で、学年は1年生が6人、2年生が5人、3年生が6人であった。

c) iBooksとUDBの両方を利用した生徒

30人中24人から有効回答が得られた(回収率80.0%)。性別は男子が12人、女子が12人で、学年は1年生が5人、2年生が12人、3年生が7人であった。

d) 協力校

15校中15校から有効回答が得られた(回収率100.0%)。iBooksを利用した協力校は7校、UDBを利用した協力校は5校、iBooksとUDBの両方を利用した協力校は3校であった。

(2) 利用者の視機能

視力の平均は、iBooks利用者群が1.0logMAR(小数視力0.08)、UDB利用者群が1.0logMAR(小数視力0.1)、iBooks・UDBの両方の利用者群が1.0logMAR(小数視力1.0)であった。

iBooks利用者群、UDB利用者群、iBooks・UDBの両方の利用者群で視力に偏りがなかったかどうかを検討するために、一元配置分散分析を行った。その結果、 $F(2, 56) = .35$ 、 $p > .05$ であり、利用者群間に有意差は見られなかった。利用者群間で、視力以外の見えに

くさに差があるかどうかをフィッシャーの正確確率検定で検討した結果、羞明 ($p>.05$)、夜盲 ($p>.05$)、視野狭窄 ($p>.05$)、中心暗点 ($p>.05$)、中心以外の暗点 ($p>.05$)、色覚異常 ($p>.05$)、眼球振盪 ($p>.05$) のいずれも有意差は見られなかった。つまり、利用者群間で視機能には違いがなかった。

(3) 教科別の教科書利用状況とデジタル教科書を利用しない理由

表 15.5 に利用者群ごとの教科別教科書利用状況とデジタル教科書を利用しなかった理由を示した。

利用者群別、教科別にメディアの利用状況を分析した結果、デジタル教科書の利用率は、iBooks 利用者群で 60 冊 (43.2%)、UDB 利用者群で 87 冊 (60.4%)、iBooks・UDB の両方の利用者群で 145 冊 (71.8%) であった。紙媒体の利用率の方が高かった教科は iBooks 利用者群の国語と数学のみで、それ以外の条件・教科では、デジタル教科書の利用率の方が高かった。

デジタル教科書を利用せず、紙媒体を利用した教科で、その理由を調べた。iBooks 利用者群では「アプリの使い勝手が悪い」が 13 人 (23.6%)、「使いたくない」が 1 人 (1.8%)、「先生等の方針」が 24 人 (43.6%)、「その他」(「書き込みが出来ないから」「紙の方が見開きで表示できるので見やすい」等) が 14 人 (25.5%) であった。UDB 利用者群では「アプリの使い勝手が悪い」が 8 人 (16.0%)、「使いたくない」が 0 人 (0.0%)、「先生等の方針」が 3 人 (6.0%)、「その他」(「授業で教科書を利用しなかった」等) が 37 (74.0%) であった。iBooks・UDB の両方の利用者群では「アプリの使い勝手が悪い」が 10 人 (9.0%)、「使いたくない」が 5 人 (4.5%)、「先生等の方針」が 52 人 (46.8%)、「その他」(「紙に慣れている」「授業で教科書を使うことが少ない」「問題の位置がわかりにくい」等) が 31 人 (27.9%) であった。iBooks 利用者群と iBooks・UDB の両方の利用者群では、「先生等の方針」で利用しなかったというケースが最も多く、UDB 利用者群では「その他」が最も多かった。

表 15.6 に、iBooks・UDB の両方の利用者群において、iBooks と UDB のどちらをより多く利用していたかを調べた結果を示した。iBooks は 26 人 (10.8%)、UDB は 214 人 (89.2%) で、圧倒的に UDB の利用率の方が高かった。教科別に比較しても、すべての教科で UDB の利用率は 8 割以上であった。

(4) デジタル教科書を利用し始めて起こった行動の変化

表 15.7 にデジタル教科書を利用し始めて起こった行動の変化を利用者群別に示した。利用者群による差を検討するために、「非常に増えた (上がった)」に 2 点、「やや増えた (上がった)」に 1 点、「変わらない」に 0 点、「やや減った (下がった)」に -1 点、「非常に減った (下がった)」に -2 点で得点化し、平均得点を求め、増減率とした (増減率はプ

ラスの値だと増加したことを、マイナスの値だと減少したことを示す)。

「勉強時間」、「成績」、「学習意欲」は、利用者群にかかわらず、すべて増加していることが明らかになった。一方、「視覚補助具の利用頻度」と「拡大教科書の利用頻度」は、すべて減少したことが明らかになった。

活動別に増減率を比較すると、「学習意欲」(0.63)、「勉強時間」(0.32)、「成績」(0.18)、「視覚補助具の利用頻度」(-0.47)、「拡大教科書の利用頻度」(-0.90)の順であった。

利用者群別に増減率を比較すると、「勉強時間」と「成績」と「学習意欲」の平均はUDB利用者群(0.49)、iBooks・UDBの両方の利用者群(0.40)、iBooks利用者群(0.24)の順で、「視覚補助具の利用頻度」と「拡大教科書の利用頻度」の平均はiBooks利用者群(-0.64)、iBooks・UDBの両方の利用者群(-0.69)、UDB利用者群(-0.74)の順であった。UDB利用者群では「勉強時間」・「成績」・「学習意欲」が最も増加し、「視覚補助具」や「拡大教科書」の利用頻度が最も減少していた。利用者群間の増減率の差を分散分析で検定した結果、有意な差があったのは「勉強時間」($F(2, 56) = 3.46$, $p < .05$)のみであった。Tukey HSDで多重比較を行った結果、UDB利用者群とiBooks利用者群の間のみ有意差($p < .05$)が認められた。

表 15.5 利用者群別の教科別教科書利用状況とデジタル教科書を
利用しなかった理由

利用者群	教科	利用した教科書の種類					デジタル教科書を利用しない理由			
		紙媒体	デジタル	紙・デジタル両方	無回答	計	使い勝手が悪 いから	使いたくな いから	先生等の方 針だから	その他
iBooks利用 者群	国語	10	6	8	0	24	3	0	5	4
	地理歴史	1	10	3	2	16	0	0	2	2
	公民	2	4	3	0	9	0	0	1	1
	数学	14	6	2	0	22	4	1	5	2
	理科	1	10	6	0	17	0	0	0	1
	保健体育	3	6	0	0	9	1	0	1	0
	芸術	2	2	2	0	6	2	0	2	0
	外国語	6	10	4	1	21	2	0	4	3
	家庭 情報	4 0	6 0	1 4	0 0	11 4	1 0	0 0	4 0	1 0
	小計	43	60	33	3	139	13	1	24	14
割合 (%)	30.9	43.2	23.7	2.2	100.0	23.6	1.8	43.6	25.5	
UDB利用者 群	国語	8	12	2	0	22	1	0	0	7
	地理歴史	6	11	2	0	19	2	0	0	6
	公民	0	6	0	0	6	0	0	0	0
	数学	7	9	2	0	18	2	0	1	4
	理科	7	10	3	0	20	2	0	0	6
	保健体育	4	7	1	0	12	0	0	0	3
	芸術	0	8	0	0	8	0	0	1	0
	外国語	9	13	2	0	24	1	0	1	7
	家庭 情報	3 1	5 6	0 0	0 0	8 7	0 0	0 0	0 0	3 1
	小計	45	87	12	0	144	8	0	3	37
割合 (%)	31.3	60.4	8.3	0.0	100.0	16.0	0.0	6.0	74.0	
iBooks・ UDBの両方 の利用者群	国語	8	24	7	0	39	3	1	3	5
	地理歴史	2	12	1	0	15	0	0	16	7
	公民	1	7	2	0	10	0	0	2	0
	数学	10	20	1	0	31	1	3	2	4
	理科	3	19	2	0	24	0	1	3	2
	保健体育	3	15	2	0	20	1	0	2	2
	芸術	0	1	0	0	1	0	0	18	0
	外国語	7	28	2	0	37	5	0	0	2
	家庭 情報	3 0	10 9	1 2	0 0	14 11	0 0	0 0	0 6	8 1
	小計	37	145	20	0	202	10	5	52	31
割合 (%)	18.3	71.8	9.9	0.0	100.0	9.0	4.5	46.8	27.9	

表 15.6 iBooks・UDB の両方の利用者群における教科別閲覧アプリの利用状況

教科	iBooks		UDB		計
	人数 (人)	割合 (%)	人数 (人)	割合 (%)	人数 (人)
国語	4	9.5	38	90.5	42
地理歴史	2	7.1	26	92.9	28
公民	2	18.2	9	81.8	11
数学	3	9.4	29	90.6	32
理科	3	10.3	26	89.7	29
保健体育	2	9.5	19	90.5	21
芸術	1	14.3	6	85.7	7
外国語	6	15.4	33	84.6	39
家庭	1	6.7	14	93.3	15
情報	2	12.5	14	87.5	16
計	26	10.8	214	89.2	240

表 15.7 利用者群別のデジタル教科書を利用し始めて起こった変化

		iBooks利用者群 (n=18)		UDB利用者群 (n=17)		iBooks・UDBの両方の利用者群 (n=24)		平均 (増減率)
		人数 (人)	比率 (%)	人数 (人)	比率 (%)	人数 (人)	比率 (%)	
勉強時間	非常に増えた	0	0.0	1	5.9	1	4.2	0.32
	やや増えた	1	5.6	8	47.1	7	29.2	
	変わらない	17	94.4	7	41.2	16	66.7	
	やや減った	0	0.0	1	5.9	0	0.0	
	非常に減った	0	0.0	0	0.0	0	0.0	
	増減率	0.06		0.53		0.38		
成績	非常に上がった	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.18
	やや上がった	3	16.7	3	17.6	6	25.0	
	変わらない	14	77.8	14	82.4	18	75.0	
	やや下がった	1	5.6	0	0.0	0	0.0	
	非常に下がった	0	0.0	0	0.0	0	0.0	
	増減率	0.11		0.18		0.25		
学習意欲	非常に増えた	2	11.1	1	5.9	1	4.2	0.63
	やや増えた	6	33.3	11	64.7	12	50.0	
	変わらない	10	55.6	5	29.4	11	45.8	
	やや減った	0	0.0	0	0.0	0	0.0	
	非常に減った	0	0.0	0	0.0	0	0.0	
	増減率	0.56		0.76		0.58		
視覚補助具の利用頻度	非常に増えた	0	0.0	0	0.0	0	0.0	-0.47
	やや増えた	0	0.0	1	5.9	0	0.0	
	変わらない	9	50.0	8	47.1	18	75.0	
	やや減った	6	33.3	4	23.5	4	16.7	
	非常に減った	2	11.1	3	17.6	2	8.3	
	増減率	-0.56		-0.53		-0.33		
拡大教科書の利用頻度	非常に増えた	0	0.0	0	0.0	1	4.2	-0.90
	やや増えた	1	5.6	0	0.0	0	0.0	
	変わらない	7	38.9	7	41.2	4	16.7	
	やや減った	6	33.3	4	23.5	5	20.8	
	非常に減った	4	22.2	6	35.3	11	45.8	
	平均増減率	-0.72		-0.94		-1.04		
平均 (増減率)	-0.11		0.00		-0.03			

(5) デジタル教科書の継続利用希望

デジタル教科書に関する継続利用希望の必要度を調べるために、「今後も (在学中)、iPad を使い続けたいと思いますか?」「卒業した後も iPad で読書を続けたいと思いますか?」「ブラウザを今後も使い続けたいと思いますか?」という質問をした結果を図 15.7

に示した。利用者群による差を検討するために、「非常に思う」に2点、「やや思う」に1点、「あまり思わない」に-1点、「全く思わない」に-2点で得点化し、平均得点を求め、必要度とした（必要度は、-2から+2の値をとり、値が大きい程、継続利用の必要性が高いことを示す）。

「今後も（在学中）、iPadを使い続けたいと思いますか？」という質問に対する利用者群ごとの継続利用の必要度を比較した結果、iBooks利用者群が1.44、UDB利用者群が1.41、iBooks・UDBの両方の利用者群が1.88で、いずれも比較的高い値であった。

「卒業した後もiPadで読書を続けたいと思いますか？」という質問に対する利用者群ごとの継続利用の必要度を比較した結果、iBooks利用者群が0.72、UDB利用者群が0.71、iBooks・UDBの両方の利用者群が0.75とほぼ同程度であり、在学中の継続よりは必要度が低かった。

「ブラウザを今後も使い続けたいと思いますか？」という質問に対する利用者群ごとの継続利用の必要度を比較した結果、iBooks利用者群が1.22、UDB利用者群が1.41、iBooks・UDBの両方の利用者群が1.63といずれも継続の必要度が高かった。iBooksよりもUDBの利用者の方が継続の必要度が高い傾向があったが、分散分析の結果（ $F(2, 54) = 0.56, p > .05$ ）、有意な差は認められなかった。

(6) 紙媒体の教科書との併用の必要性

デジタル教科書と紙媒体の教科書を併用する必要性について調べた結果を、利用者群ごとに整理し、図15.8に示した。利用者群による差を検討するために、「非常に困る」に2点、「やや困る」に1点、「あまり困らない」に-1点、「全く困らない」に-2点で得点化し、平均得点を求め、困り度とした（困り度は-2から+2の値をとり、値が大きい程、紙媒体がなくなると困ることを、値が小さい程、紙媒体がなくなっても困らないことを示す）。

iBooks利用者群は0.89と紙媒体の必要性が高かったのに対して、UDB利用者群では-0.35、iBooks・UDBの両方の利用者群では-0.42で紙媒体との併用の必要性が低かった。利用者群間の困難度の差を分散分析で検定した結果、 $F(2, 51) = 5.45, p < .01$ であった。TukeyHSDで多重比較を行った結果、iBooks利用者群とUDB利用者群（ $p < .05$ ）、iBooks利用者群とiBooks・UDBの両方の利用者群（ $p < .05$ ）に有意な差が認められた。

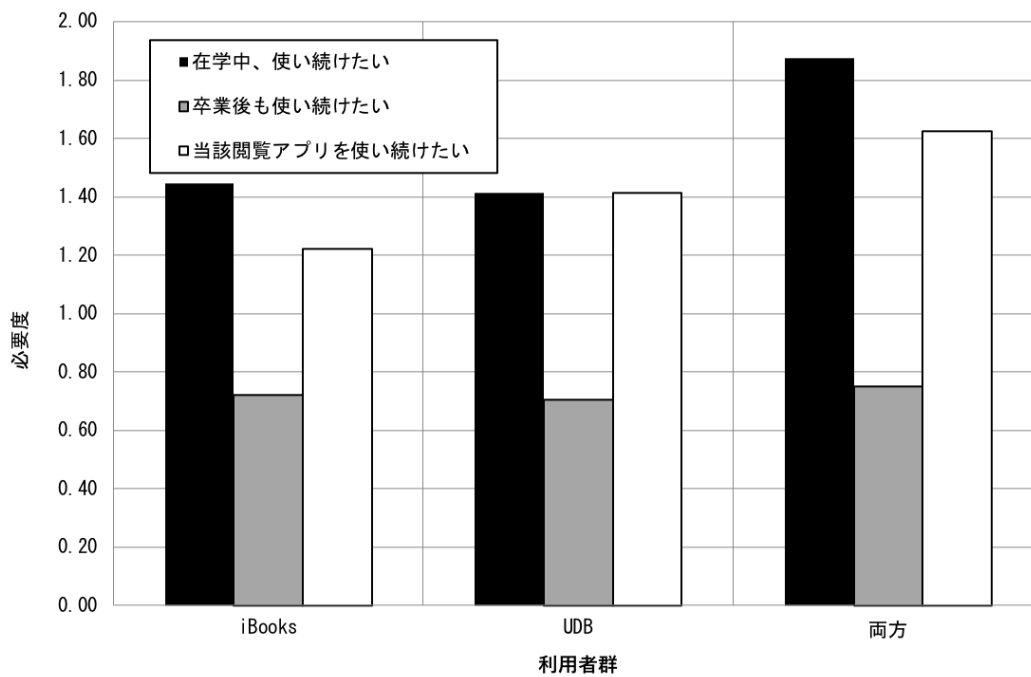


図 15.7 利用者群別のデジタル教科書等の継続利用の必要度

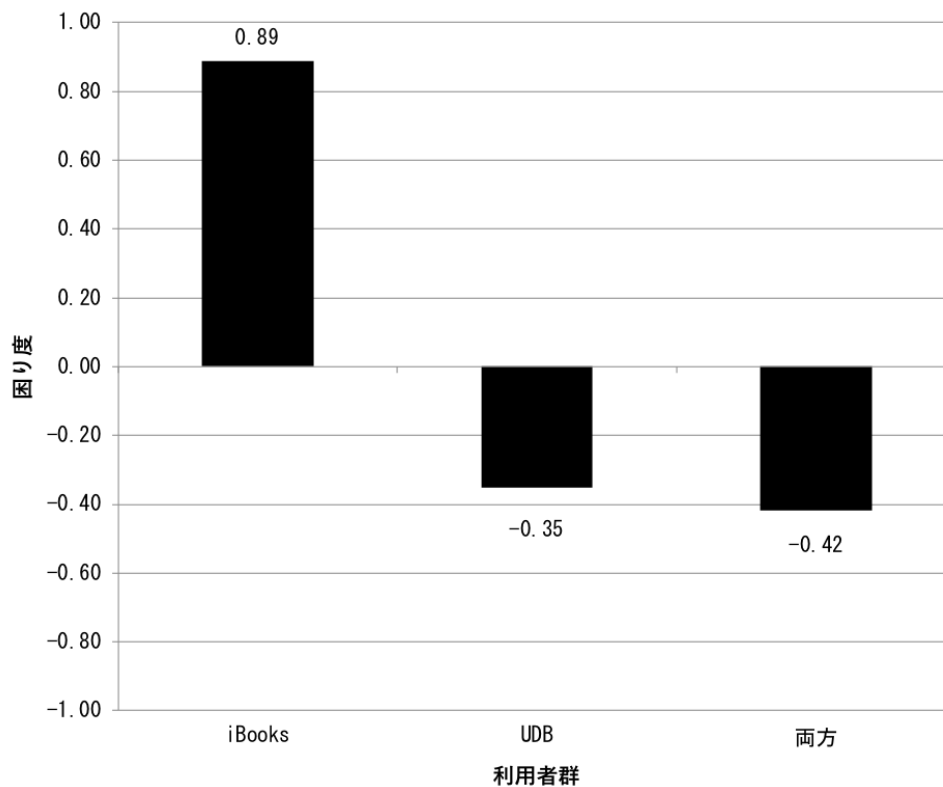


図 15.8 紙媒体の教科書がなくなり、デジタル教科書だけになった際の困り具合

(7) iBooks と UDB の使いやすさの比較

UDB と iBooks の両方のブラウザ・アプリを利用した経験のある UDB 利用者群と iBooks・UDB の両方の利用者群に iBooks と UDB の使いやすさを比較させた結果を分析した。利用者群による差を検討するために、「UDB の方が使いやすいととても思う」に 2 点、「UDB の方が使いやすいとまあまあ思う」に 1 点、「UDB の方が使いやすいとあまり思わない」に -1 点、「UDB の方が使いやすいと全く思わない」に -2 点で得点化し、平均得点を求め、UDB の使いやすさ度とした（UDB の使いやすさ度は値が高い程、UDB の方が使いやすいと知っていることを示す）。

UDB の使いやすさ度は、UDB 利用者群が 1.29、iBooks・UDB の両方の利用者群が 1.63 で、分散分析では有意な差は認められなかった ($F(1, 38) = 2.27, p > .05$) が、iBooks・UDB の両方を利用している利用者の方が高い値を示した。iBooks・UDB の両方の利用者群では、常時、2 つの閲覧アプリを比較しているため、その差が明確になったのではないかと考えられる。

(8) iBooks の視認性・操作性の課題

iBooks 利用者群と iBooks・UDB の両方の利用者群に対して、iBooks の視認性や操作性に関する課題を質問した結果を表 15.8 に示した。指摘が多かった順に列挙すると「ページを探すのが難しい」(50.0%)、「ページをめくる度に拡大率がもとに戻ってしまうので使いにくい」(38.1%)、「拡大すると、左右にスクロールしなければならないので大変」(26.2%)、「辞書を検索した際の文字が小さくて見えにくい」(23.8%)、「「読み上げ」「辞書」「検索」等のポップアップするメニューが見えにくい」(21.4%) 等であった。

表 15.8 iBooks の視認性・操作性の課題

	iBooks利用者群 (n=18)		iBooks・UDBの両方の 利用者群 (n=24)		合計 (n=42)	
	人数 (人)	割合 (%)	人数 (人)	割合 (%)	人数 (人)	割合 (%)
ページを探すのが難しい	11	61.1	10	41.7	21	50.0
ページをめくる度に拡大率がもとに戻ってしまうので使いにくい	11	61.1	5	20.8	16	38.1
拡大すると、左右にスクロールしなければならないので大変	8	44.4	3	12.5	11	26.2
辞書を検索した際の文字が小さくて見えにくい	8	44.4	2	8.3	10	23.8
「読み上げ」「辞書」「検索」等のポップアップするメニューが見えにくい	7	38.9	2	8.3	9	21.4
「ライブラリ」や「ページ」等の上下に表示されるメニューが見えにくい	6	33.3	2	8.3	8	19.0
拡大して行をたどっていると気持ち悪くなる	6	33.3	2	8.3	8	19.0
読み上げや辞書検索をする際に文字を選択するのが難しい	4	22.2	4	16.7	8	19.0
しおりを挟んだり、表示したりするのが難しい	5	27.8	2	8.3	7	16.7
音声で読み上げさせるための操作が難しい	3	16.7	3	12.5	6	14.3
書棚の表示が小さくて見えにくい	2	11.1	3	12.5	5	11.9
画面の大きさが小さい	4	22.2	0	0.0	4	9.5
教科書を切り替えるための操作が難しい	0	0.0	1	4.2	1	2.4
その他	3	16.7	7	29.2	10	23.8

(9) UDB で利用されている機能と課題

UDB 利用者群と iBooks・UDB の両方の利用者群に対して、UDB の主要な機能の利用状況を質問した結果を図 15.9 に示した。利用率が高かった機能は、「指定したページを開く」(92.7%)、「目次を開く」(80.5%)、「書棚に戻る」(73.2%)、「「しおり」をはさむ」(61.0%)、「「しおり」をはさんだページを表示する」(58.5%)、「教科書に書き込みやラインマークができる」(53.7%) であった。

UDB の主要な機能に対する満足度を質問した結果を図 15.10 に示した（「とても思う」に 2 点、「まあまあ思う」に 1 点、「あまり思わない」に -1 点、「全く思わない」に -2 点で得点化し、平均得点を求め、満足度とした）。「メニューの見やすさ」(1.46)、「バージョンアップの効果」(0.95)、「ポップアップメニューの見やすさ」(0.93)、「書き込み機能」(0.90)、「しおり機能」(0.90) の満足度は高かった。一方、「リフロー表示のハイパーリンクや白黒反転表示等」(-0.20)、「自作教材の利用」(-0.10) に関しては満足度が低かった。

UDB の今後のバージョンアップに期待する機能を質問した結果を図 15.11 に示した。「本文を音声で読み上げる機能を充実して欲しい」(31.7%)、「辞書検索等のための文字選択

が楽になるようにしてほしい」(29.3%)、「VoiceOver に対応してほしい」(22.0%)、「リフロー拡大の機能を充実してほしい」(17.1%) という要望が高かった。また、その他として、書き込み機能の充実や音声の読み上げ速度調節等の要望があった。

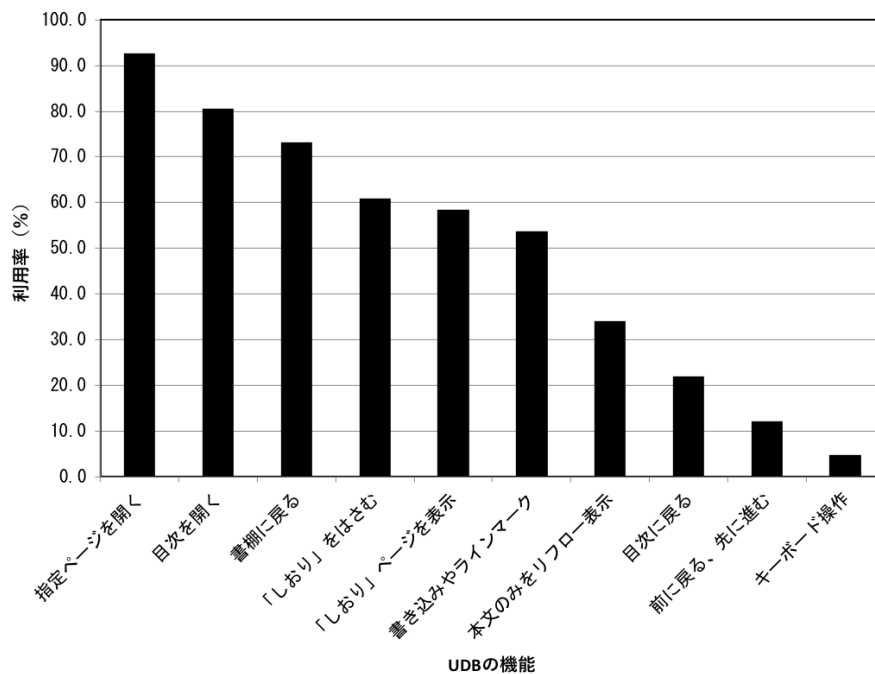


図 15.9 UDB で利用している機能

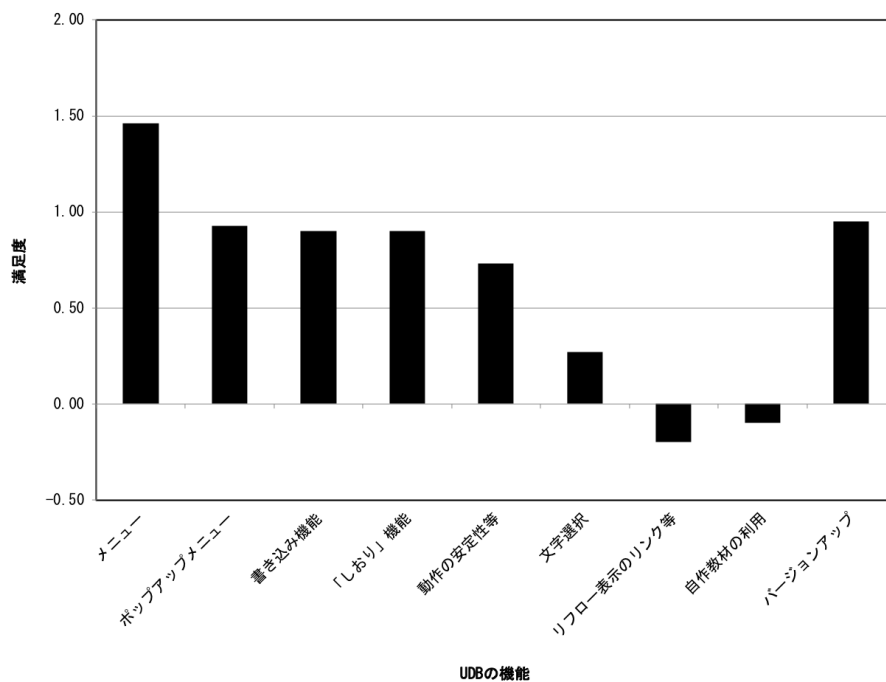


図 15.10 UDB の各機能に対する満足度

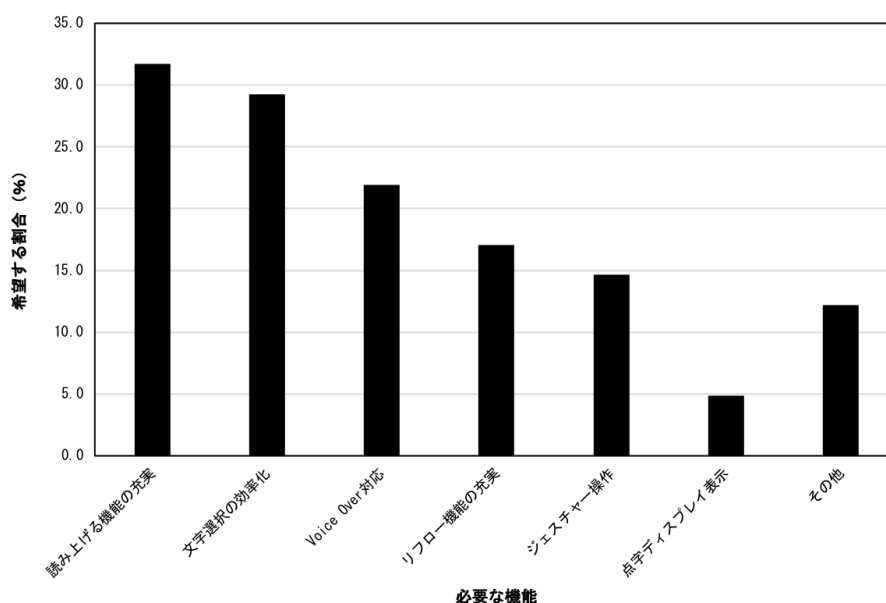


図 15.11 UDB のバージョンアップに期待する機能

15.3.4 考察

本研究では、紙の教科書と内容が同一であるデジタル教科書を用い、閲覧アプリがデジタル教科書の利用実態に及ぼす影響を検討した。そのために、15校の協力校のロービジョン生徒75人、担当教員181人を得て、7ヶ月間、異なる閲覧アプリ（iBooksとUDB）でデジタル教科書を試用させ、その間の利用実態等をアンケート調査で明らかにした。アンケートの回収率は78.7%と高く、視力等の視機能の差がない3つの利用者群から利用実態等のデータを集めることができた。iBooksとUDBを比較した結果、UDBを利用する方が、デジタル教科書の利用率が向上し、学習意欲等の学習効率も向上させることが明らかになった。

以下、閲覧アプリが、デジタル教科書の利用実態、学習行動、紙媒体との併用の必要性にどのような影響を及ぼしているかを考察した。その上で、デジタル教科書の利用を促進するための閲覧アプリの機能や今後の課題について考察した。

(1) 閲覧アプリによるデジタル教科書の利用率の違い

閲覧アプリの利用率を比較した結果、iBooksよりもUDBの利用率の方が高い傾向があることが明らかになった。この傾向は、iBooks・UDBの両方の利用者群において、iBooksとUDBのどちらをより多く利用していたかを調べた結果、圧倒的にUDBの利用率の方が高かったことから支持された。なお、デジタル教科書の利用率が教科の特性と関係があるかどうかを調べたところ、紙媒体の利用率の方が高かった教科はiBooks利用者群の国語と数学のみで、それ以外の教科では、デジタル教科書の利用率の方が高かった。iBooksで国

語と数学の利用率が低かった原因としては、教科書への書き込みが出来ない点が考えられる。例えば、国語では段落の区切りに印をつけるという活動が行われたり、数学では図形に補助線を入れるという活動が行われたりすることが多い。これらの結果から、デジタル教科書には、閲覧だけでなく、書き込みが出来る機能が必要であると考えられる。

閲覧アプリの安定性・機能等がデジタル教科書の利用率に与える影響を別の観点から比較するために、UDB ver. 1.0 を利用した調査 15.1 の結果と安定性を向上させ、書き込み機能と音声読み上げ機能を追加した UDB ver. 1.0.1 を利用した本研究の結果を比較した。調査 15.1 の研究では、ロービジョン生徒 38 人が利用した合計 447 冊の教科書の内、UDB を利用したケースは 103 冊 (23.0%) に留まっていた。これに対して、UDB ver. 1.0.1 を利用した本研究では、UDB 利用者群で 144 冊中 87 冊 (60.4%)、iBooks・UDB の両方の利用者群で 202 冊中 145 冊 (71.8%) が UDB を利用していた。そのため、アプリの安定性・機能等がデジタル教科書の利用率を向上させたと考えられる。

現在、障害のある児童生徒が利用できる閲覧アプリには、本研究で比較した iBooks や UDB 以外にも、「イーリーダー」等のマルチメディアデイジー再生アプリ (金森ら, 2012 ; 金森ら, 2013)、マイクロソフトワードに「読み上げアドオンソフト WordTalker」や「読み上げソフト 和太鼓 (Wordaico)」をインストールして利用する方法等がある。本研究の結果、閲覧アプリによってデジタル教科書の利用率が異なっていたため、これら他の閲覧アプリとの利用率を比較することが今後の課題であることが明らかになった。また、本研究の結果、同じ閲覧アプリでも、教科によって利用率が異なっていた。教科による差が、教科の特性なのか、それとも、その教科を教えている教員の特性なのかについて、今後、さらなる研究が必要だと考えられる。

(2) 閲覧アプリによる学習行動等の違い

デジタル教科書を利用し始めて起こった学習行動の変化を調べた結果、学習意欲、勉強時間、成績が向上し、視覚補助具や拡大教科書の必要性が低下することが明らかになった。また、閲覧アプリとの関係を分析した結果、UDB 利用者群の方が iBooks 利用者群よりも学習意欲、勉強時間、成績を向上させ、視覚補助具や拡大教科書の必要性を低下させる効果があった。つまり、閲覧アプリにかかわらず、デジタル教科書を利用することで、利用者の学習意欲等の学習行動は変化するが、その効果は、閲覧アプリによって異なっており、iBooks よりも UDB の方が大きい傾向があることが明らかになったのである。

デジタル教科書の効果は、今後も使い続けたいかどうかという継続利用行動にも影響していた。デジタル教科書を継続して利用したいかどうかを調べた結果、在学中は使い続けたいという回答がどの利用者群でも多かった。また、在学中の継続利用希望よりも低かったが、卒業した後もタブレット端末で読書を続けたいと思う生徒も多かった。継続利用

に対する希望は、閲覧アプリによって異なっており、iBooks 利用者群よりも、UDB 利用者群の方が継続して使いたいという傾向が強かった。UDB は高等学校を卒業した後、大学等に進学した後も引き続き利用しているケースがあり、アプリの利用方法等に関する相談が寄せられている。相談では、様々な書籍を UDB で利用するための方法や自分自身で書籍等を私的複製する方法に関する質問が多い。現在、障害のある児童生徒に利用可能な学習者用デジタル教材には、「マルチメディアデジター教科書」（金森ら, 2012 ; 金森ら, 2013）、「AccessReading」、「音声教材 BEAM」等があるが、いずれも障害のある児童生徒が自分自身で教材を作成することは容易ではない。一方、UDB は、PDF に対応しているため、データを入手しやすいし、スキャナーを利用して自分自身で作成することも容易である点に特徴がある。

(3) 利用率を向上されるために閲覧アプリに必要な機能

UDB と比較して iBooks の利用率が低かったり、学習行動等への影響が小さかったり、紙媒体との併用の必要性が高かったりする理由を分析するために、iBooks の視認性や操作性に関する課題を調べた。書き込みが出来ないという問題点に加え、「ページを探すのが難しい」、「ページをめくる度に拡大率がもとに戻ってしまうので使いにくい」、「拡大すると、左右にスクロールしなければならないので大変」、「辞書を検索した際の文字が小さくて見えにくい」、「読み上げ」「辞書」「検索」等のポップアップするメニューが見えにくい」という課題があることが明らかになった。

UDB は、iBooks の主な課題を解決するために設計（中野ら, 2016）されているため、iBooks よりも視認性や操作性が優れていると予想される。そこで、UDB の機能の利用状況と満足度を調べた。その結果、「指定したページを開く」、「目次を開く」、「書棚に戻る」、「「しおり」をはさむ」、「「しおり」をはさんだページを表示する」、「教科書に書き込みやラインマークができる」という機能の利用率が高かった。また、「メニューの見やすさ」、「バージョンアップの効果」、「ポップアップメニューの見やすさ」、「書き込み機能」の満足度が高かった。一方、「キーボード操作」や「リフロー表示」の利用率は低く、「リフロー表示のハイパーリンクや白黒反転表示等」、「自作教材の利用」に関しては満足度が低かった。

UDB の今後のバージョンアップに期待する機能としては、「本文を音声で読み上げる機能を充実して欲しい」、「辞書検索等のための文字選択が楽になるようにして欲しい」、「VoiceOver に対応して欲しい」、「リフロー拡大の機能を充実して欲しい」という要望が高かった。現在、本文の読み上げは、選択した範囲を読み上げる機能だけである。そのため、今後は、文章単位、段落単位、ページ単位で読み上げる等の機能が必要だと考えられる。また、辞書検索等を行う際には、当該箇所を指で長押しする必要があるが、選択され

た範囲が適切でない場合には、範囲を変更しなければならない。目と手の協応動作が苦手なロービジョン生徒にとって、選択範囲変更は困難な課題だと考えられる。そのため、今後は、範囲選択や範囲変更が容易に出来るようにする必要があると考えられる。

VoiceOver は、iOS に標準装備されている音声読み上げ機能である。現在の UDB は、VoiceOver に部分的にしか対応できていない。そのため、今後は、UDB のすべての機能を VoiceOver で利用できるようにする必要がある。UDB のリフロー機能は、本文の文章を読むための役割として設計されており、最低限の機能しか搭載されていない。そのため、今後は、PDF 表示モードと同様に辞書検索やページ・ジャンプが出来る機能等を搭載すると同時に、リフロー表示の特徴を活かすことができる機能（フォント・文字間・行間隔等の変更等）を付加していく必要があると考えられる。

その他、協力校に対するアンケートの自由記述には、「データ流出に対するセキュリティ対策が心配である」、「ピンディスプレイに対応して欲しい」、「生徒が所有している個人端末でも利用できるようにして欲しい」、「リフローモードでゴシック体等の見やすいフォントが選択できるようにして欲しい」、「生徒が書き込んだデータをバックアップできるようにして欲しい」、「タブレット端末をゲーム等に利用されてしまうのではないかという懸念がある」という意見があった。これらの要望や懸念に対応できる機能も必要だと考えられる。

(4) デジタルよりも紙媒体の教科書が利用される理由

デジタル教科書の利用率を利用者群別に分析した結果、いずれの利用者群でも紙媒体よりも高い利用率を示していた。デジタル教科書を使わず、紙媒体を利用したケースについて、その理由を調べた結果、閲覧アプリが使いにくかったり、紙媒体の方を好んだりするケースよりも、「先生等の方針」や「その他」の理由で紙媒体を選択せざるを得なかったケースの方が多かった。つまり、デジタル教科書が選択されなかったケースでも、デジタル教科書の機能そのものが原因だったケースは多くないことが明らかになった。なお、「先生等の方針」や「その他」の内容については、詳細な理由が記載されていなかったが、「授業では教科書を利用していない」、「教科書ではなくプリント等の自作教材を使っている」、「実技系の科目なので、教科書そのものを利用しない」等が挙げられていた。今回のアンケート調査は、担当教員がヒアリング形式でロービジョン生徒に質問していることもあったためか、先生がタブレット端末の活用方法に詳しくないために、授業で積極的にデジタル教科書を利用していないという回答はなかった。しかし、協力校に対するアンケートの自由記述の中に、「全ての教員に普及できていない」、「デジタル教科書を使用することに抵抗がある教員がいた」という意見があった。また、担当教員への研修は比較的实施されていたが、校内全体を対象とした研修を実施している学校は少なかった。さら

に、デジタル教科書に関する教員研修や相談で協力校を訪問した際に、教員がデジタル教科書の利用方法や指導方法等に熟知していないと授業で活用することが困難だという指摘があった。ユネスコのパリ行動計画では、メディア教育において教員が主導的な役割を果たすことを求めている（吉田, 2013 ; 和田・森本・斎藤, 2015）。しかし、日本では ICT に関する教員研修体制は、未だ、確立されていない（脇本・稲垣・寺嶋・中橋・島田・堀田・坂口, 2017）。特に、特別支援教育においては、生徒の障害特性に合わせたアクセシビリティ機能等の活用方法に関する知識・技術も必要になるため、研修体制の確立が急務の課題だと考えられる。

(5) 紙媒体との併用に対するニーズ

デジタル教科書と紙媒体の教科書を併用する必要性について調べた結果、iBooks 利用者群は紙媒体の必要性が高かったのに対して、UDB 利用者群や iBooks・UDB の両方の利用者群では紙媒体との併用の必要性が低くなっていることが明らかになった。現在、学校教育法第 34 条には、「文部科学大臣の検定を経た教科用図書又は文部科学省が著作の名義を有する教科用図書を使用しなければならない」（教科書の使用義務）と規定されている。そのため、現時点では、紙媒体の教科書を使用する義務があると考えられる。しかし、2018 年に学校教育法の一部が改正され、「視覚障害、発達障害その他の文部科学大臣の定める事由により教科用図書を使用して学習することが困難な児童に対し、教科用図書に用いられた文字、図形等の拡大又は音声への変換その他の同項に規定する教材を電子計算機において用いることにより可能となる方法で指導することにより当該児童の学習上の困難の程度を低減させる必要があると認められるときは、文部科学大臣の定めるところにより、教育課程の全部又は一部において、教科用図書に代えて当該教材を使用することができる。」という項が追加された。その結果、デジタル教科書を紙媒体の教科書に代えて使用する（紙媒体の教科書も給付されるため併用も可能）ことが出来るようになる。同じデジタル教科書のデータを用いても、閲覧アプリによって、紙媒体との併用の必要性は異なるため、今後、閲覧アプリの機能は、より重要になると考えられる。なお、iBooks で紙媒体との併用の必要性が高い理由は、前述した通り、書き込みが出来ないことに起因するところが大きいと考えられる。なお、協力校へのアンケートの自由記述に「機器の故障等を考え、紙媒体と併用できるようにして欲しい」という回答があったことから、紙媒体が不要になるわけではないと考えられる。

(6) 今後の課題

本研究では、閲覧アプリが、デジタル教科書の利用実態、学習行動、紙媒体との併用の必要性にどのような影響を及ぼしているか明らかにした上で、デジタル教科書の利用を促進するための閲覧アプリの機能や環境整備の在り方について分析した。その結果、UDB が

iBooks と比較して、デジタル教科書の閲覧に適しているのは、ロービジョン生徒の視認性や操作性を考慮（中野ら, 2015 ; 中野ら, 2016）して作成され、ロービジョン生徒等のニーズに基づいてバージョンアップが繰り返されているアプリだからだと考えられることが明らかになった。今回の調査研究で、UDB にはさらに充実させるべき機能（文字選択機能の利便性の向上、音声読み上げ機能の充実、リフロー表示画面におけるフォント・文字間・行間隔等の変更機能、データ流失に対するセキュリティ機能、書き込みデータのバックアップ、他のアプリの利用制限、全盲の生徒の利用を前提とした VoiceOver への対応）があるという問題が明らかになった。そこで、これらの課題を解決するために、UDB をバージョンアップした（中野・氏間・田中・永井・韓, 2018 ; 中野・永井・氏間, 2018）。

一方、閲覧アプリの機能ではなく、「先生等の方針」「その他」の理由でデジタル教科書を利用していないケースがあったという点については、今後、教員の ICT リテラシーとの関係で考えていく必要のある課題だと考えられる。さらに、閲覧アプリを考える際、教科書と同等に教員が作成したプリント等の自作教材を取り扱えるようにするという視点、卒業後にも利用できるという生涯学習の視点、読みたい書籍等をロービジョン生徒が自分自身で作成できるようにするという自立活動の視点も大切な検討課題であることが明らかになった。

従来から、デジタルデバイスを用いた読書では、HTML 表示モードのようなリフロー表示が重要であることが指摘されてきた（国立特別支援教育総合研究所, 2012 ; 金森・山崎・田中・松下・赤瀬・平峰, 2010 ; 韓・中村・相澤・中野, 2014）。また、デジタル・デバイスを用いた授業実践（松下・北野・佐々木・氏間, 2014）、試験（半澤・永井, 2016）、読書効率に関する実験研究（氏間, 2016 ; 氏間, 2017）でも、リフロー表示の方が PDF 表示モードのような固定型レイアウト表示よりも読書効率が高いことが指摘されてきた。しかし、本研究で用いた UDB は、リフロー（HTML）表示と固定レイアウト（PDF）表示を切り替えて利用することが可能なように設計してあるが、リフロー（HTML）表示の利用率（34.1%）は必ずしも高くなかった。UDB の改良に関する要望に「リフロー拡大の機能を充実して欲しい」という意見があったことを考慮すると、リフロー表示に関する先行研究と本研究との不一致は、UDB のリフロー表示機能が不十分であったことに起因する可能性がある。この点を明らかにするために、リフロー表示に関する追加調査を実施した。

15.4 調査 15.3 リフロー表示モードの機能の向上に関する分析

15.4.1 目的

先行研究（国立特別支援教育総合研究所, 2012 ; 金森ら, 2010 ; 韓ら, 2014）では、デジタル教科書の利点として、リフロー表示機能が重要であることが指摘されている。また、

第Ⅲ部で検討したフォントや文章のディレクションを自由に変更するためには、リフロー表示機能が必要不可欠である。しかし、調査 15.2 の結果、UDB のリフロー表示モード（以下、リフローモード）の利用率は 34.1% で、必ずしも高くなかった。先行研究との不一致の原因として、UDB のリフロー表示の機能が不十分である可能性も考えられる。そこで、ユーザのニーズに基づいてリフロー表示の機能を充実させ、利用率への影響を調査した。また、固定型レイアウト表示とリフロー型レイアウト表示をどのように使い分けているかに関する利用実態を調査した。さらに、アンケート調査の信頼性を確認するために、利用者が UDB を操作している際のログを収集し、分析した。

15.4.2 方法

UDB と PDF 版拡大図書をロービジョンの生徒に提供し、ニーズ調査に基づいて、バージョンアップを繰り返し（表 15.9）、リフロー表示モードの利用実態を調査した。調査方法は、調査 15.1、調査 15.2 と同様であった。調査期間は、2016 年 4 月から 2019 年 2 月までであった。表 15.10 に、協力校数、参加者数、提供した PDF 版拡大図書数を、年度ごとに示した。

2018 年度は、Web アンケートを 2 回（リフロー表示モードの利用率を調べる第 1 次調査とリフロー表示モードの詳細な利用実態を調べる第 2 次調査）と、操作ログ分析を実施した。なお、操作ログ分析には、Google アナリティクスを用い、iPad がネットワークに接続されている間の UDB の操作ログ（各機能を実行した際のイベント数とユーザ数）を収集する方法を用いた。操作ログ分析では、2018 年 4 月から 2019 年 2 月までの 11 ヶ月間のデータを分析対象とした。

表 15.9 年度ごとの UDB のバージョンアップの回数と主な内容

年度	回数	リフローモードの主なバージョンアップ内容
2016	9	<ul style="list-style-type: none"> ・フォントにゴシック体やUD フォント（ゴシック体、教科書体、コンデンスフォント）を追加 ・音声読み上げ機能を追加
2017	6	<ul style="list-style-type: none"> ・文字サイズや色を詳細にカスタマイズ出来る機能を追加 ・音声読み上げの一時停止機能を追加 ・日本語と英語が混在している文章の読み上げ機能を追加
2018	11	<ul style="list-style-type: none"> ・縦書き／横書きの切り替え機能を追加 ・ルビの表示／非表示機能を追加 ・読み上げ部分をハイライト表示する機能を追加 ・読み上げ時の自動スクロール機能を追加 ・テキストや背景色を詳細に設定出来る機能を追加

表 15.10 年度ごとの研究協力校、調査対象生徒数、提供した PDF 版拡大図書数

年度	学校数（校）	生徒数（人）	教科書数（種類）
2016	9	47	98
2017	25	103	150
2018	31	167	210
計	65	317	458

15.4.3 結果

(1) 回収率・利用者の属性：表 15.11 に、有効回答者数と回収率を年度ごとに示した。利用者の性別・年齢・視機能等の属性は、調査 15.1、調査 15.2 と同じ傾向であった。

表 15.11 年度ごとの有効回答者数と回収率

年度		有効回答者数（人）	回収率（％）
2016		45	95.7
2017		97	94.2
2018	第1次調査	121	72.5
	第2次調査	105	62.9
	操作ログ分析	56	33.5

(2) リフローモードの利用率：表 15.12 に、リフローモードの利用者数を年度ごとに示した。年度を重ね、リフローモードの機能が安定・充実すると共に利用率は向上していた。

表 15.12 年度ごとのリフローモードの利用率

年度	利用者数（人）	利用率（％）
2016	19	36.5
2017	44	44.6
2018	57	47.1
計	120	37.9

(3) リフローモードの利用実態（2018 年度第 2 次調査）

リフローに関する詳しい利用実態を調べるために第 2 次調査を実施した結果を表 15.13 から表 15.23 に示した。本調査では、教科書利用に限定して、リフローモードの利用状況等について質問を行った。

表 15.13 より、リフローモードの利用率は 38.1% で、第 1 次調査の 46.7% よりも低かった。しかし、リフローモードを必要だと考えている生徒は 77.1%（表 15.14）で、必要性は感じているが利用していないケースがあった。

表 15.13 教科書を読む際のリフローモードの利用状況

	人数	比率（％）
いつも利用している	9	8.6
よく利用している	31	29.5
あまり利用していない	32	30.5
全く利用していない	28	26.7
その他	5	4.8
計	105	100.0

表 15.14 教科書を読む際のリフローモードの必要性

	人数	比率 (%)
とても思う	37	35.2
やや思う	44	41.9
あまり思わない	13	12.4
全く思わない	2	1.9
わからない	9	8.6
その他	0	0.0
計	105	100.0

リフローモードを利用している生徒に、その理由を質問した結果、「文字を折り返して表示するので、上下のスクロールだけで読むことが出来る点が便利だから」、「文字サイズを変更出来る点が便利だから」、「音声で読み上げてくれる点が便利だから」、「フォントを変更出来る点が便利だから」というリフローモードの特徴を指摘するケースが多かった（表 15.15）。

表 15.15 教科書を読む際にリフローモードを利用している理由 [複数回答]

	人数	比率 (%)
文字を折り返して表示するので、上下のスクロールだけで読むことが出来る点が便利だから	44	41.9
文字サイズを変更出来る点が便利だから	38	36.2
音声で読み上げてくれる点が便利だから	33	31.4
フォントを変更出来る点が便利だから	32	30.5
白黒反転や背景色等の配色を変更出来る点が便利だから	30	28.6
行間隔を変更出来る点が便利だから	13	12.4
文字間隔を変更出来る点が便利だから	11	10.5
読み上げをしている場所をハイライト表示（色を変えて表示する機能）出来る点が便利だから	11	10.5
ルビの表示をオン・オフ出来る点が便利だから	5	4.8
縦書き・横書きを変更出来る点が便利だから	8	7.6

教科書を読む際、PDF とリフローのどちらのモードを利用するかを質問した結果、「主としてPDF モードを利用して、リフローモードはほとんど使っていない」というケースが半数を超えており、主としてリフローモードを利用しているケースは8.9%に留まっていた（表 15.16）。

表 15.16 PDF モードとリフローモードの利用頻度

	人数	比率 (%)
主として「PDF モード」を利用して、「リフローモード」はほとんど使っていない	55	52.4
主として「リフローモード」を利用して、「PDF モード」はほとんど使っていない	9	8.6
用途に応じて「PDF モード」と「リフローモード」を使い分けている	34	32.4
その他	7	6.7
計	105	100.0

主としてPDF モードを利用している生徒に、その理由を質問した結果、フォントや配色等のリフローモードの機能を必要としないケースが63.6%と多く、UDB のリフローモードの使い勝手や機能が低いことを指摘したケースは少なかった（表 15.17）。リフローモードの利用率が高くないのは、教科書が読み物としては特殊（文章だけでなく、図表等も多様されている）であることに起因している可能性を考え、もし、文章主体の読み物であれば、リフローモードを利用するかどうかを質問した。その結果、文章主体の読み物であれば、リフローモードを利用すると回答したケースが61.8%に増加した（表 15.18）。

表 15.17 PDF モード利用者への質問：リフローモードをほとんど利用していない理由

	人数	比率 (%)
「PDF モード」のみで十分だから（フォントや配色等の変更や音声読み上げ等の「リフローモード」の機能は必要ないから）	35	63.6
読み物であれば、「リフローモード」は便利だと思うけれど、教科書を読む場合にはあまり必要ないから	10	18.2
「リフローモード」は使いにくいから	6	10.9
「リフローモード」の読み上げ機能が不十分だから（漢字等を間違えて読み上げることがあるから）	5	9.1
「リフローモード」の機能をよく知らなかったから	5	9.1
その他	2	3.6

表 15.18 PDF モード利用者への質問：文章主体であればリフローを利用するか？

	人数	比率 (%)
とても思う	12	21.8
やや思う	22	40.0
あまり思わない	9	16.4
全く思わない	3	5.5
わからない	8	14.5
その他	0	0.0
無回答	1	1.8
計	55	100.0

主としてリフローモードを利用している生徒に、PDF モードを利用していない理由を質問した結果、「拡大すると、上下だけでなく、左右にもスクロールさせなければならないから」というスクロールの問題を指摘したケースが 77.8%で最も多かった（表 15.19）。

表 15.19 リフローモード利用者への質問：PDF モードをほとんど利用していない理由

	人数	比率 (%)
拡大すると、上下だけでなく、左右にもスクロールさせなければならないから	7	77.8
フォントを変更出来ないから	5	55.6
文字サイズを変更出来ないから	5	55.6
読み上げをしている場所をハイライト表示（色を変えて表示する機能）出来ないから	3	33.3
音声で読み上げさせるための操作が面倒だから	3	33.3
縦書き・横書きを変更出来ないから	1	11.1
配色を自由に変更出来ないから	1	11.1
行間隔を変更出来ないから	0	0.0
文字間隔を変更出来ないから	0	0.0
ルビの表示をオン・オフ出来ないから	0	0.0

PDF とリフローの両方を利用している生徒に、両モードをどのような用途で使い分けているかを質問した結果、PDF モードは「指定されたページを開きたいとき」、「全体のレイアウトを確認したいとき」、「書き込みをしたいとき」に、リフローモードは「文字を折り返して表示させ、上下のスクロールだけで読み進めたいとき」、「文字サイズを変更したいとき」、「白黒反転や背景色等の配色を変更したいとき」に利用していた（表 15.20、表 15.21）。また、授業と家庭学習で、両モードの使い分け方が異なるかどうかを質問したところ、いずれの場面でも「PDF モードをメインに使いながら、必要に応じてリフローモードに切り替えて使っている」ケースが多かった（表 15.22、表 15.23）。また、「主としてリフローモードを利用して、PDF モードはほとんど使っていない」ケースは、授業ではいなかったが、家庭学習では 14.7%おり、授業と家庭学習では教科書の使い方が異なることが示唆された。

表 15.20 両モードの利用者への質問：PDF モードを利用する用途

	人数	比率 (%)
指定されたページを開きたいとき	24	70.6
全体のレイアウトを確認したいとき	21	61.8
書き込みをしたいとき	20	58.8
辞書で調べたいとき	13	38.2
読み方や発音を確認したいとき	9	26.5
文章をコピーしたいとき	4	11.8
その他	5	14.7

表 15.21 両モードの利用者への質問：リフローモードを利用する用途

	人数	比率 (%)
文字を折り返して表示させ、上下のスクロールだけで読み進めたいとき	27	79.4
文字サイズを変更したいとき	17	50.0
白黒反転や背景色等の配色を変更したいとき	14	41.2
音声で読み上げさせたいとき	14	41.2
フォントを変更したいとき	13	38.2
読み上げをしている場所をハイライト表示(色を変えて表示する機能)させたいとき	7	20.6
行間隔を変更したいとき	5	14.7
文字間隔を変更したいとき	5	14.7
ルビの表示をオン・オフしたいとき	3	8.8
縦書き・横書きを変更したいとき	1	2.9

表 15.22 両モードの利用者への質問：授業場面で利用しているモード

	人数	比率 (%)
主として「PDF モード」を利用して、「リフローモード」はほとんど使っていない	8	23.5
主として「リフローモード」を利用して、「PDF モード」はほとんど使っていない	0	0.0
「PDF モード」をメインに使いながら、必要に応じて「リフローモード」に切り替えて使っている	19	55.9
「リフローモード」をメインに使いながら、必要に応じて「PDF モード」に切り替えて使っている	5	14.7
その他	2	5.9
計	34	100.0

表 15.23 両モードの利用者への質問：家庭学習場面で利用しているモード

	人数	比率 (%)
主として「PDF モード」を利用して、「リフローモード」はほとんど使っていない	6	17.6
主として「リフローモード」を利用して、「PDF モード」はほとんど使っていない	5	14.7
「PDF モード」をメインに使いながら、必要に応じて「リフローモード」に切り替えて使っている	16	47.1
「リフローモード」をメインに使いながら、必要に応じて「PDF モード」に切り替えて使っている	6	17.6
その他	0	0.0
無回答	1	2.9
計	34	100.0

(4) 操作ログ分析

操作ログ分析では、56 人の参加者が、11 ヶ月間に操作した 55,383 イベントを分析の対象にした。表 15.24 には、UDB の各機能を操作したイベント数と利用者数を、イベント数の多い順に示した (20 項目のみ)。リフローモードのイベントは、「HTML から PDF へ戻る」(3.4%)、「PDF から HTML を表示」(1.8%)、「HTML から書棚へ戻る」(1.6%)、「HTML

「フォントサイズ設定」(1.5%)の4項目のみで、イベント数でも、ユーザ数でもPDFモードを利用しているケースが多いことが確認された。

表 15.24 UDB の各機能の操作イベント数と利用者数 (上位 20 項目)

	操作	イベント		ユーザ	
		回数	割合 (%)	人数	割合 (%)
1	PDF ペンツール	8,460	15.3	31	55.4
2	PDF から本棚に戻る	5,891	10.6	47	83.9
3	PDF ページジャンプ	4,141	7.5	45	80.4
4	PDF 書き込み削除	2,664	4.8	31	55.4
5	PDF ブックマーク	2,405	4.3	32	57.1
6	PDF マーカーツール	2,288	4.1	32	57.1
7	カテゴリー一覧表示	2,018	3.6	27	48.2
8	PDF 目次	1,948	3.5	44	78.6
9	HTML から PDF へ戻る	1,888	3.4	39	69.6
10	ブックマーク選択	1,882	3.4	20	35.7
11	カテゴリ閉じる	1,874	3.4	27	48.2
12	カテゴリ選択	1,798	3.2	22	39.3
13	PDF ブックマークオンオフ	1,678	3.0	28	50.0
14	書棚リロード	1,066	1.9	34	60.7
15	PDF から HTML を表示	1,021	1.8	41	73.2
16	PDF ペン	987	1.8	23	41.1
17	ブック設定	924	1.7	20	35.7
18	ブック設定閉じる	924	1.7	20	35.7
19	HTML から書棚へ戻る	911	1.6	13	23.2
20	HTML フォントサイズ設定	813	1.5	17	30.4

(5) UDB のユーザ数

今回、開発した UDB は、2015 年 7 月に AppStore で一般公開を開始した。そこで、AppStore を確認したところ、2019 年 5 月時点で 53,615 件のダウンロードが行われていた。ダウンロードは、日本 (45,862 件) だけでなく、中国 (5,379 件)、アメリカ (1,420 件)、タイ (71 件)、カナダ (66 件)、メキシコ (40 件)、ノルウェー (30 件) からも行われていた。

15.4.4 考察

PDFのような固定型レイアウトでは、拡大した際に、画面を上下左右に動かす必要があるのに対して、HTMLのようなリフロー型レイアウトでは、文字を拡大したり、フォントを変更したりしても、画面幅で文章が自動的に折り返されるため、上下に動かすだけで良いため、ロービジョン者の読書には適していると考えられてきた。そこで、UDBの開発においては、PDFモードに加えて、リフローモードを用意した。しかし、アンケート調査の結果、リフローモードの利用率は高くなかった(36.5%)。リフローモードの利用率が低かった原因としては、UDBのリフローモードの機能が十分でない(ユーザのニーズに合致していない)可能性やリフローモードが有効なのは実験場面だけである可能性等が考えられる。そこで、3年間かけてリフローモードの機能を向上させ、リフローモードの機能が利用率に及ぼす影響を調査した。その結果、リフローモードの機能の向上に伴って、利用率は向上することが明らかになった。しかし、3年間かけ、26回の改良を加えても利用率は46.7%で、半数弱に留まっていた。そこで、リフローモードの利用実態について詳細な調査(2018年度第2次調査)と各ユーザの操作状況を客観的に把握出来る操作ログ分析を実施した。

アンケート調査では、実際の行動が確認出来ないため、11ヶ月間の操作ログを分析した結果、アンケート調査と同様に、リフローモードよりもPDFモードの方が利用されていることが確認出来た。操作ログ分析の結果から、教科書の場合、PDFモードの方がリフローモードよりも利用率が高いというアンケート結果は信頼性が高いことが確認できた。

リフローモードの利用実態に関する第2次調査の結果、リフローモードの利用率は高くないものの、リフローモードの有用性を認めている生徒は77.1%と多かった。また、61.8%の生徒が、もし、教科書が文章主体であれば、リフローモードを利用すると考えていた。従来からリフローモードの有用性が指摘されていたにもかかわらず、本研究で、リフローモードの利用率が高くなかった理由は、教科書には、文章だけでなく、図表等多様されており、レイアウトにも重要な情報(言葉と言葉の対比や比較等)が含まれているためであることが確認出来た。

リフローモードを利用している生徒にメリットを質問した結果、「文字を折り返して表示するので、上下のスクロールだけで読むことが出来る点」が最も高い評価を得ており、続いて「文字サイズを変更出来る点」、「音声で読み上げてくれる点」、「フォントを変更出来る点」が評価されていた。PDFモードでは拡大すると画面を上下左右にスクロールしなければならないが、リフローモードでは上下のスクロールのみで良いという点が、リフローモードのメリットであると評価されていた点は、従来の研究と一致していた。

PDFモードとリフローモードを使い分けている生徒への質問を通して、PDFモードは指定されたページを開きたいときや全体のレイアウトを確認したいときに、リフローモードは文字を折り返して上下のスクロールだけで読み進めたいときや文字サイズ・白黒反転・配色等を変更したいときに利用されていた。また、授業と家庭学習では、教科書の利用方法が異なることを想定して、両モードの利用実態を調べたところ、家庭学習ではリフローモードを利用する割合が高かった。この結果は、家庭学習では授業よりも本文を読む可能性が高いことに起因していると考えられる。

従来の研究では、文章を読むことを前提に、固定型レイアウトとリフロー型レイアウトを比較していたため、リフロー型レイアウトにアドバンテージがあったと考えられる。これに対して、本研究では、教科書を対象としたため、固定型レイアウトにアドバンテージがあったと考えられる。これらの結果を総合して考えると、固定型レイアウトとリフロー型レイアウトは、読み物の内容、使い方、場面によって、その効果が異なることが確認出来た。

本研究に基づいて開発したUDBは、2015年7月から2019年5月までの間に、世界中から、53,615件のダウンロードがあり、活用されていることが明らかになった。

15.5 まとめ

本章では、ロービジョン者にとって必要な環境調整が出来るインタラクティブな教科書システムを開発するために、実験14.1で示唆された閲覧アプリiBooksの問題点を解決出来る教科書・教材閲覧アプリを試作した。第1次試作アプリに関して、47人のロービジョンの生徒と141人の担当教員に試用させ、アンケートとヒアリング調査を実施した結果、UDBの方がiBooksよりも視認性・操作性が高いことが確認出来たが、動作の安定性や速度に課題があることが明らかになった。また、今後、搭載すべき機能としては、書き込み機能、音声読み上げ機能のニーズが高いことが明らかになった。これらの課題を解決した第2次試作アプリを開発し、75人のロービジョンの生徒と181人の担当教員に試用させ、アンケート調査を実施した結果、UDBの利用率が向上した。また、UDBの利用者の方がiBooksの利用者よりも学習意欲、勉強時間、成績が向上していることが確認出来た。しかし、ロービジョン者に有効だと考えられているリフロー表示モードの利用率が低かったため、3年間で26回のバージョンアップを繰り返し、延べ317人のロービジョンの生徒の評価を受けたが、利用率は半数弱に留まっていた。そこで、リフローモードの利用実態について詳細な調査と各ユーザの操作状況を客観的に把握出来る操作ログ分析を実施した。その結果、リフローモードの利用率が高くなかった理由は、教科書には、文章だけでなく、図表等も多様されており、レイアウトにも重要な情報（言葉と言葉の対比や比較等）が含

まれているためであることが明らかになった。これらの結果を総合して考えると、固定型レイアウトとリフロー型レイアウトは、読み物の内容、使い方、場面によって、その効果が異なるため、両モードを用途や場面等に応じて切り替えて利用出来るハイブリッド方式が有用であることが確認出来た。そして、研究に基づいて開発した UDB は、約 5 年間で、53,615 件のダウンロードがあり、日本だけでなく、世界中で活用されていることが明らかになった。

第VI部 総合考察

1. 研究のまとめ

1.1 第I部 問題の所在と本研究の位置付け

第I部では、ロービジョン者の読書の効率を向上させるための方略を明確にするために、障害の概念の変遷、ロービジョンの定義、ロービジョン者にとっての日常生活・社会生活上の障壁を先行研究に基づいて整理し、本研究の問題の所在と目的を論じた。

第1章では、障害の概念の変遷を概観した。障害の概念は、治療できない「疾病」が注目されるようになり、治療できない「疾病」を持つ人が遭遇する「社会生活上の困難さ(障害)」に焦点があてられるようになったことから始まった。また、「社会生活上の障害」の構成要素や構成要素間の関係が注目され、世界保健機関による ICIDH の障害構造モデルが誕生した。しかし、ICIDH は、障害の原因を個人の疾病に帰属させる個人もしくは(個人への)医療モデルであったため障害のある当事者団体から批判され、その対立概念である障害の社会モデルが主張されるようになった。世界保健機関によって提唱された ICF では、個人モデルと社会モデルを包括する新しい考え方で構成され、現代における統一的な障害の定義のモデルとなった。

第2章では、ロービジョンという障害がどのように理解されてきたのかを概観した。ロービジョン者への介入は、視力保存という治療的なアプローチからスタートし、disability (能力低下)を軽減するための補助具や訓練へと発展したため、彼らの「生活上の障害」は注目されにくかった。また、ロービジョンの一般的な定義では、「日常生活や社会生活の支障」という disability を問題にしながら、障害の程度については、視力や視野という impairment (機能障害)で分類しているという矛盾があった。また、ロービジョンケアの根底には、障害の個人モデルの比重が高く、障害の社会モデルからのアプローチが不十分であった。

第3章では、ICFに基づき、ロービジョン者の日常生活・社会生活上の障害について先行研究をレビューした。その結果、ロービジョン者の生活機能上の障壁(バリア)は、読書等の近距離での作業、日常生活動作等の中間距離での作業、移動等の遠距離での作業の3つに分類できた。また、これらの障壁の中で、特に読書等の近距離での作業に対するニーズが高かった。また、望まれている対応策で最も多かったのは文字等を読みやすくすることで、電子ファイルでのデータ提供、困っている場面での補助具の利用というニーズも多かった。

第4章では、第2章で述べたように従来のロービジョン者への医療的ケア、リハビリテーション、教育等が、障害の個人モデルに基づいて構築されてきたため、専門家は生活機能を向上させるための方法として、主として、低下した視機能(生体機能)を補完・拡張する

アプローチ（生体機能補完型アプローチ）を取ってきたことを論じた。そして、障害の社会モデルの観点では、ロービジョン者が遭遇する社会的障壁は、その視機能では視認できない環境に問題があると捉えるので、読書環境を整備・調整するアプローチ（環境調整型アプローチ）が必要であり、こうした問題意識から、本論文の目的を、ロービジョン者の読書行動に影響を及ぼしている要因（個人因子、環境因子）を、主として知覚心理学の観点から分析し、多様な視機能のロービジョン者が効果的に読書ができるインクルーシブな読書環境を、環境調整型アプローチによって構築すると位置づけた。

1.2 第Ⅱ部 環境調整型アプローチを行うための方法に関する基礎研究

第Ⅱ部では、読書という活動のパフォーマンスを低下させる個人要因に関する基礎研究を実施した。従来のロービジョンケア研究では、個人因子の阻害要因（例えば、視力低下、視野狭窄、中心暗点、コントラスト感度低下等）が読書活動のパフォーマンスに与える影響やその評価方法に関するものが多い。しかし、これらの研究は、障害の個人モデルに基づいており、専門家が身体機能を補完・拡張するための手がかりを得る目的で用いてきた。一方、障害の社会モデルからの観点では、多様な視機能のロービジョン者をインクルードできる環境を構築するためのツール、すなわち、個々のロービジョン者の生活機能を、日常的で具体的な行動を通して評価する行動評価方法が必要となる。そこで、本研究では、インクルーシブな環境を特定するためのツールとして視力低下のシミュレーション手法（ブラーシミュレータ）の開発を行った。また、読書に関する行動評価ツールとしてすでに確立されている MNREAD を補う行動評価ツールとして、文字処理と関係する機能的な視野評価手法の開発を行った。

第5章では、精度が高く、視力を連続的に変更することができ、広視野が確保できるブラーシミュレータを開発した。3つの実験を晴眼成人16人に対して実施した結果、スリガラスの一種である無反射ガラスと視対象の距離を変化させることで連続的に視力を低下でき、視対象と無反射ガラスの距離とシミュレートできる視力との関係式を求めた。本シミュレータは、多様な視力をシミュレートできるため、有用なツールとなり得る。一方、個人因子と環境因子の両方を変化させてパフォーマンスを測定する際のロービジョン者の負担を軽減するためにも、晴眼者でのシミュレーションは必要不可欠である。このブラーシミュレータを利用することで、文字サイズやフォント等の読書に関連する様々な環境要因と視力との関係を、晴眼者対象に予備的検討を行うことが可能になる。

第6章では、読書のパフォーマンスに及ぼす視野の影響を評価するための新しい行動評価ツールを開発した。ロービジョン者の読書環境を整備するための行動評価ツールには MNREAD があるが、文章をまとめ読みすることができることが前提になっている。また、

MNREAD のインデックス（読書視力、臨界文字サイズ、最大読書速度）では、視野の影響を明確に評価することが困難である。そこで、文章のまとめ読みが困難な幼児や重複障害児等の読書環境の整備に利用でき、読書に及ぼす有効視野の影響を分析できる行動評価ツールとして、MS-DOS で開発した文字処理有効視野評価システム(中野, 1996)を Windows 用に発展的に改良した上で、2 つの実験を晴眼成人 4 人とロービジョン生徒 17 人に対して実施した。本システムで評価した文字処理有効視野と MNREAD-J で評価した読書効率の関係を調べた結果、文字処理有効視野と縦書き・横書きのパフォーマンスはほぼ一致した。また、ここでの対象とした文字処理有効視野は、各網膜位置で視認可能な文字サイズを求めるというわかりやすい課題であり、視距離に応じた文字サイズをフィードバックするように設計されているため、ロービジョン者が結果を自分の視野の状態を理解したり、読書環境の選択をする際の判断基準として利用可能であった。

1.3 第Ⅲ部 ロービジョンの多様な見えにくさに対応出来る読書環境整備に関する基礎研究

第Ⅲ部では、ロービジョンの多様な見えにくさに対応出来る読書環境整備を行うために、低視力や低コントラストによる見えにくさを軽減する環境としての UD フォント、視野狭窄による見えにくさを軽減する環境としてのコンデンスフォント、視野の不均一さによる見えにくさを軽減する環境としての文章のディレクション、まぶしさ（グレア）による見えにくさを軽減する環境としての白黒反転に関する検討を行った。

第 7 章では、ゴシック体と教科書体の UD フォントを開発・評価した。ゴシック体については、3 種類のシミュレーション実験（晴眼成人 78 人）、ロービジョン者を対象とした調査（ロービジョン生徒 272 人）、ロービジョン者を対象とした 2 種類の実験（ロービジョン生徒 142 人）を、教科書体については、2 種類のシミュレーション実験（36 人）と 2 種類のロービジョンの当事者実験（ロービジョン者 30 人）を実施した。その結果、いずれのフォントも従来のフォントと比較し、視認性、可読性が高かった。

第 8 章では、視野狭窄による同時情報処理能力の低下を補うために、視野内の情報量を増やすための環境調整としてコンデンスフォントを作成した。また、ブラーシミュレータを用いた可視性実験（晴眼成人 10 人）と可読性実験（晴眼成人 10 人）を実施した結果、コンデンスフォントの有効性を確認できた。

第 9 章では、視野の不均一さによる（上下方向と左右方向で利用出来る範囲が異なる）見えにくさを軽減する環境としての文章のディレクション（縦書き／横書き）に関する検討を行った。縦書きと横書きでの読書効率の違いをロービジョン者（ロービジョン生徒 59 人）と晴眼者（晴眼成人 12 人）で検証した結果、ロービジョン者でも晴眼者でも横書きの方が

読書効率が高かった。特に、ロービジョン者では、縦書きの文章を横書きに変更するだけで、平均で 3 割程度の読書速度の向上が期待されるため、文章のレイアウトを縦書きから横書きに変更する環境調整の意義は大きいことが明らかになった。

第 10 章では、まぶしさ（グレア）による見えにくさを軽減する環境としての白黒反転に関する検討を行った。ロービジョン児を対象に眼疾患との関係に関する調査（ロービジョン生徒 338 人）と利用実態調査（ロービジョン児童生徒 935 人）を実施した結果、まぶしさの有無と白黒反転の見やすさの間に、明確な関係性がなかった。そのため、ロービジョン者の希望に応じて、白黒反転を自由に変更することが出来るシステムの構築が必要であることが明らかになった。

1.4 第Ⅳ部 理想的な読書環境と考えられている拡大教科書の評価

第Ⅳ部では、ロービジョン者にとって理想的な読書環境と考えられている拡大教科書の実態を調査した。

第 11 章では、拡大教科書の利用実態を明らかにするために、小中学校段階（ロービジョン児童生徒 935 人）と高等学校段階（ロービジョン生徒 338 人）に分けて、ロービジョンのある児童生徒に対して全国調査を実施した。その結果、本制度は有効活用されており、ユーザの満足度も比較的高かったが、要望も多く、必ずしも理想的な読書環境とは言えないことが明らかになった。

第 12 章では、拡大教科書が有効活用されていない理由を明らかにするために、ロービジョン児の担当教員（891 人）に対して、拡大教科書の選定・評価方法に関する全国調査を実施した。その結果、教員の専門性によって、選定方法が異なることが明らかになった。また、実際の教科書に近いサンプルを参考にしているケースは多くなかった。そこで、拡大教科書の選定・評価を支援するための冊子版サンプル拡大教科書を試作・提供したが、拡大教科書の選定・評価に活用したケースは 4 割に留まっていた。つまり、拡大教科書を選定・評価するためのツールを提供しても、必ずしも、利用されない可能性があるため、評価に依存しない環境調整システムの構築が必要であることが明らかになった。

第 13 章では、ロービジョン者の拡大教科書の選択と読書パフォーマンスの関係を分析するために「拡大教科書に対するロービジョン者の選択とパフォーマンスの比較実験」（ロービジョンの高校生 114 人）と「読書時の視距離調節の合理性に関する実験」（ロービジョンの高校生 78 人）を実施した。その結果、ロービジョン者の好みに基づく選択と読書パフォーマンスは必ずしも一致しておらず、ロービジョン者の選択はパフォーマンスの観点からは合理的とは言えない場合もあることが明らかになった。また、視距離固定条件よりも自由視条件の方がパフォーマンスが高かった。

1.5 第V部 インタラクティブに選択肢を変更出来る新しいデジタルメディアの開発・評価

第V部では、選定が適切に行われなかったとしてもインタラクティブに選択肢を変更出来る新しいデジタルメディアの開発・評価を行った。

第14章では、デジタルメディアが紙の拡大教科書の代わりになり得るか否かを検討するために、作業効率比較実験（ロービジョン生徒19人）と利用実態に関するヒアリング調査（盲学校6校）を実施した結果、紙とデジタルの作業効率は、ほぼ同程度であった。また、紙やデジタルがどのような場面でどの程度、利用されているかを調べた結果、紙よりもデジタルの方が選択されるケースが多かった。しかし、標準の閲覧アプリは、メニューの文字が小さい等の課題があることが明らかになった。

第15章では、ロービジョン者にとって必要な環境調整が出来るインタラクティブな教科書システム（UDB）を開発・評価した。第1次試作アプリに関して、47人のロービジョンの生徒と141人の担当教員に試用させ、アンケートとヒアリング調査を実施した結果、UDBの方がiBooksよりも視認性・操作性が高いことが確認出来た。しかし、第1次試作アプリは、動作の安定性や実行速度等に課題があることが明らかになった。そこで、第2次試作アプリを開発し、75人のロービジョンの生徒と181人の担当教員に試用させ、アンケート調査を実施した結果、UDBの利用率が向上した。しかし、ロービジョン者に有効だと考えられているリフロー表示モードの利用率が低かったため、3年間で26回のバージョンアップを繰り返し、延べ317人のロービジョンの生徒の評価を受けた結果、利用率が向上することが明らかになった。

以上の研究の結果、環境調整型アプローチの意義の明確化、環境調整型アプローチを行うための方法の構築、ロービジョンの多様な見えにくさに対応出来る読書環境の明確化、理想的な読書環境と考えられる拡大教科書の課題の明確化が可能となり、インタラクティブに選択肢を変更出来る新しいデジタルメディアを開発することが出来た。今回、開発したメディアの一部であるUDBは、2015年7月に一般公開を開始し、2019年5月時点で53,615件のダウンロードが行われた。ダウンロードは、日本だけでなく、中国、アメリカ、タイ、カナダ、メキシコ、ノルウェーからも行われていた。また、UDBは教科書や教材の閲覧だけでなく、試験でも利用されるようになり、様々な研究にも活用されていた。

2. 生体機能拡張型から環境調整型アプローチへの転換の意義

2.1 生体機能補完型アプローチの果たしてきた役割

ロービジョンケアは、1270年頃に中国の老人が読書の際に拡大鏡を使っていたことをマ

ルコ・ポーロが発見したことやデカルトが1637年に最初の拡大補助具を発明したことに始まると言われている (Goodrich et al., 2008)。国際疾病分類が国際統計協会で作成される1893年よりも前のことであり、当時は、疾病と障害の区別もつけられていなかったと考えられる。当時の人達にとって、拡大鏡は、医療と同様に、低下した視機能を治療するツールと捉えられていた可能性がある。この最初の取り組み以降、ロービジョンケアでは、ロービジョン者の保有視機能 (residual visual function) を最大限に活用出来るようにすることを目的にしてきた。この取り組みは、眼鏡による屈折矯正と同様に、医療の延長であり、道具による生体機能の拡張だと考えられる。ICFの表現を使えば、個人因子の阻害要因を取り除くことで、活動や参加の障壁 (制限や制約) を軽減させようという取り組みだと言える。生体機能の補完・拡張は、障壁を取り除く一つの方法ではあるが、その根底には、平均的な生体機能を求めることが善であり、低下した生体機能は治療をしなければならないという障害の個人 (医療) モデルの考え方が垣間見られる。

ICFは、ロービジョン者が障壁に遭遇するのは、彼らの身体だけの問題ではなく、環境の整備のされ方の問題であるという視点を提供した。そして、ロービジョン者を想定した環境を整備しなかった社会の形成のされ方を問題視し、ロービジョン者が身体を拡張することで個人的に解決するのではなく、環境を整備・調整することで社会的に解決することの重要性を示唆した。つまり、ロービジョン者が遭遇する生活機能上の障壁は、環境調整によって解決すべきであるという方向性を提起する役割を果たしたのである。

ロービジョンケアは医療の領域で発展した。そのため、障害の個人 (医療) モデルが強調される傾向が強いと考えられる。

2.2 環境調整型アプローチへの転換の意義

ICFでは、障害のある人の活動や参加が制限されたり、制約を受けたりする (バリアに遭遇する) のは、個人の心身の状態と環境との相互作用の結果であると捉える。バリアが個人の心身の状態と環境の相互作用によって決定されているという関係性は、クルト・レヴィンの場の理論で用いられた「Behavior = f (Personality, Environment)」 (Lewin, 1951) と同様の関係性を表現していることがわかる。

$$\text{バリア} = f (\text{心身の状態}, \text{環境}) \quad \dots \dots \text{式1}$$

従来、ロービジョン研究においては、一般的な「環境」 (読書で言えば、文字サイズやフォント等) を想定し、特定のロービジョン者の「心身の状態」では、どのような「バリア」に遭遇するかという方向性でアプローチされてきた。そして、「バリア」を軽減するために、

「心身の状態」をエイド等を用いてどのように補完・拡張すれば良いかが議論されてきた。つまり、「環境」を変えずに、「心身の状態」の補完・拡張を変数にして、「バリア」を最小にするアプローチを行ってきたわけである。一方、本研究では、「心身の状態」を変えずに、「環境」を変数にして、「バリア」を最小にするアプローチを行ったわけである。式1において、「バリア」を最小にするために、「心身の状態」を変化させても、「環境」を変化させても、もしくは、その両方を変化させても良いわけであるが、ロービジョンのエイドに関する研究領域では、「心身の状態」の補完・拡張に力点が置かれてきた。なぜなら、「環境」を変化させるのは、社会規範やコストの観点から困難だと考えられてきたからである。しかし、障害の社会モデルが登場し、環境への働きかけが社会規範として重視されるようになったことに加え、テクノロジーの進歩により、技術的にも、コスト的にも、環境の改変が比較的容易になってきた。

2.3 多様な視機能の状態を包含する新しい環境としてのメディアを開発した意義

石川・長瀬（1999）は、「訓練と道具による障害の克服は、独力と苦痛と犠牲をいくら支払っても追及する価値のあることだとする見方は、我々が暮らすこの社会＝文化が不断に再生産する圧倒的に強固な考え方である」と延べている。本論文では、障害学や当事者運動の結果として構築された障害の社会モデルの理念に対して、知覚心理学が果たすことが出来る役割を、読書、さらに言えば、教科書を事例として、具体的に論じてきた。そして、身体（生体機能）の拡張ではなく、多様な障害のある人達の「生身の身体」を受け入れられるようにするために必要な環境要因を特定し、これらの研究に基づいて新しいメディア（デジタル教科書）の開発・評価を行うことが出来た。まだ、改良の余地のあるメディアではあるものの、多様な視機能のロービジョン者が利用可能なだけでなく、「選択」されるメディアを開発することが出来た。この開発を通して、知覚心理学は、生体機能拡張型アプローチだけでなく、環境調整型アプローチにも貢献できることが示された。また、本研究を通して、ICFや障害の社会モデルの理念を、エビデンスに基づいて具体化するための方法論やユーザの選択を多角的に評価する方法（アンケート、インタビュー、行動評価、選択行動ログ等）を提案することも出来た。さらに、紙媒体ではコスト的に実現可能性が低く、なおかつ、ユーザに選択されにくかった拡大教科書を、タブレット端末用のアプリを利用した新しいメディアとして実現可能性を向上させることにも成功した。環境調整型アプローチは、コストがかかるため、実現が困難だと考えられていたが、デジタルメディアとして開発することで、実現可能性を高めることが出来た点も本研究の意義だと考えられる。

2.4 能力の拡張から選択の重視への転換

石川ら(1999)は、障害者の一方的な克服努力だけを要求する社会のあり方を自己反省し、より多くの人々が有能でいられる社会の実現のための共生のインターフェイス作りを目指す思想が社会に登場してきているとして、バリアフリー、ユニバーサルデザイン、アクセシビリティの理念を紹介しつつ、この一見すれば望ましいとしか思えない理念に対して、能力主義の現代的展開、拡張と見て警戒する議論があると指摘している。そして、「できるようにする技術(enabling technology)を媒介して障害者と健常者が共に生きる社会とは、障害者の生身の身体をいっそう受け入れない社会になりかねない危険をはらんでもいる」と述べている。本論文で開発した読書のためのデジタルメディアは、ロービジョン者の読書能力を向上させるデバイスを目指したわけではない。タブレット端末のカメラ機能等を活用し、ロービジョン者の視機能を補う道具として位置付ける研究や実践は数多く発表されている。しかし、本論文では、視機能を補うのではなく、読書の環境を柔軟に調整できる新しいメディアを開発するという理念に基づき、ロービジョン者に「選択」されることを目指したメディアの検討を行った。紙媒体の拡大教科書とデジタル教科書について検討を行った結果、紙媒体の拡大教科書は、視認性の面では個別のニーズに応じた「選択」が可能になっているにもかかわらず、可搬性や操作性に課題があることが明らかになった。そして、可搬性や操作性のニーズにも対応出来、なおかつ、課題に応じて環境を変更出来るデジタル教科書は、より選択される可能性の高いメディアになりうることが明らかになった。なお、このメディアに対する評価において、読書や成績等のパフォーマンスの向上のみを目指す、石川ら(1999)の能力主義の助長することになりかねない。そのため、本論文では、デジタル技術を活用したインクルーシブな教科書システムの開発において、読書や成績等のパフォーマンスよりも選択されることを重視した。また、紙かデジタルかという二者択一を迫るのではなく、紙とデジタルをどのように使い分けるかというアプローチを行った。

3. 専門家による「処方」から当事者による「選択」へ

ロービジョンケアでは、ルーペ等の倍率を決定するための客観的な評価、いわゆるロービジョンエイドの「処方(prescription)」が重視されてきた。ロービジョンエイドの処方では、低下している視機能を補って、個人が実施したい活動、例えば、新聞を読むという活動がスムーズに出来るエイドを選択することを目指す。この作業は、薬の処方と同様、専門家が検査を実施し、その結果に基づいて実施される。ロービジョン者の役割は、自分が実施したい活動を専門家に伝え、検査を受け、その結果、専門家によって選択されたエイドが、自分の目的に合致しているかどうかを確認することである。専門家の役割は、低下している視機能を見極めるための検査(環境を系統的に変化させ、ターゲットと

なる活動に関わるパフォーマンスが最大になる条件を特定する作業)を実施し、検査結果に基づいて、エイドを絞り込み、ロービジョン者に提供することである。ロービジョン者のニーズに合致するエイドをどれだけ絞り込むことが出来るかが専門家の力量と考えられ、エイドの処方においては、専門家に主導権があり、ロービジョン者は、処方されるという受動的な役割を担うことになる。

当事者による「選択」は、障害の社会モデルの理念には、合致しているが、小田(2001)も指摘しているように、多くの選択肢の中から、必ずしも適切な「選択」が行われるとは限らない。本研究における拡大教科書に関する実態調査でも、当事者による「選択」(好み)とパフォーマンスは、必ずしも一致していなかった。また、文字サイズやフォント等の組み合わせは、無限にあり、すべての選択肢を比較することは困難である。さらに、用途に応じて、文字サイズやフォント等の異なる拡大教科書を複数用意したり、利用している途中で異なる選択を変更出来るようにする必要があり、制作上の時間的・経済的コストを考えると、実現可能性が低いと言わざるを得ない。本研究では、当事者による「選択」は、必ずしも合理的ではないし、用途等によって変化することを前提とし、時間的・経済的コストも考慮し、柔軟に環境を調整できるデジタルメディアを採用した。その結果、ニーズや状況等に応じて柔軟に環境を変更(選択)出来る新しいデジタルメディアを用いることで、当事者による「選択」を重視したシステムを構築することが出来た。

中野(2001a)は、小田(2001)へのコメントで、主観評価モデルか行動評価モデルかという二者択一ではなく、行動評価モデルで得られた客観的データをユーザにフィードバックし、自己決定・自己選択の根拠にすることを提案した。また、宮島・中野(2001)は、行動評価モデルで得られたデータを用いて、ロービジョンの生徒の自己理解を促進し、生徒が主体的に環境改善を要求出来るような取り組みを行った。このように、行動評価から得られたデータをロービジョン当事者が「選択」の科学的根拠に利用出来るような介入を行う必要性があると考えられる。

4. 状況やユーザのニーズに応じてインタラクティブに選択出来るシステムの重要性

4.1 個人要因と環境要因の相互作用

ロービジョン者には、晴眼者と同じ条件(環境要因や環境への働きかけ)では、知覚できない事象がある。例えば、24ポイントで書かれた文字を晴眼者であれば、1メートルの距離で十分に知覚できる。しかし、ロービジョン者は、同じ条件では文字を視認できない。そこで、近づくという環境への働きかけを行う。また、柵等があつて近づくことが出来ない場合、単眼鏡等の視覚補助具を使って働きかける。従来のロービジョンケアでは、環境要因は変更しないという条件で、自らの環境への働きかけを工夫してきた。しかし、

ICF の考え方に従えば、環境要因が不十分であることも、障害状況が生じている原因なので、社会の責務として、より多くのロービジョン者に配慮された環境を構築するというアプローチも重要である。つまり、ロービジョン者の通常の働きかけでは解決出来ないタスクについては、環境を改善し、より多くのロービジョン者がアクセスできるようにしなければならないことになる。

4.2 インタラクションの必要性

環境を改善する際、様々な視機能のロービジョン者を1つの環境ですべて包含することは困難である。そのため、多様な視機能を包含出来る選択肢を用意し、その中から自由に選ぶことが出来るようにする必要がある。第IV章で検討した日本の拡大教科書制度は、18、22、26 ポイントの3つのサイズに加え、個別対応が可能という柔軟な選択肢が用意されており、理想的な読書環境を提供していると考えられる。しかし、第11章で紹介した通り、本制度は有効活用されており、ユーザの満足度も比較的高かったが、要望も多く、必ずしも理想的な読書環境とは言えないことが明らかになった。多かった要望としては、可搬性を向上させて欲しい、適切な文字サイズの教科書が選択されていない、白黒反転が必要、フォントを変更したい等があった。これらの要望の中には、背反する項目もある。例えば、文字サイズを大きくすれば、ページ数が増加したり、判サイズを大きくする必要があり、可搬性や操作性は低下せざるを得ない。また、まぶしさを感じるケースでは、教科書の本文は白黒反転をすると見やすくなると考えられるが、カラーの写真等を反転させると事物の識別が困難にならざるを得ない。そのため、ニーズ（本文を読みたいのか、図表を見比べたいのか等）、状況（照明等の視環境等）、個人の体調（視機能の変動等）等に応じて、読書環境をインタラクティブに変更出来るシステムが必要になる。紙では、このようなインタラクションは困難であるため、本論文では、デジタルメディアを用い、文字サイズ等をニーズ等に応じて、変更出来るようにした。なお、文字サイズ等をインタラクティブに変更出来るシステムであれば、文字サイズ等の選定・評価が十分に出来ていなくても、環境を自由に変更しながら、効率の良い条件を主体的に探ることが可能である。UDBには、ユーザが選択した設定を記憶し、異なる書籍等も同じ設定で読むことが出来る機能があるため、例え、試行錯誤をしたとしても、ユーザが読みやすい条件で、読書が可能になると考えられる。また、試行錯誤をして到達した読書環境をユーザにフィードバックすることが出来れば、ユーザは、自分に適した環境条件を自覚することが可能になると考えられる。そのため、文字サイズやフォント等の様々な読書環境を変化させ、読みやすい環境を探ることが、環境を評価していることになり得る可能性を有している。

4.3 他のシステムとの比較

ロービジョン者の多様な視機能に対応出来るような読書環境を構築する試みは、中野ら(1993)や氏間ら(2000)によって行われてきた。しかし、当時のコンピュータシステムでは、フォントの制限やリフロー型レイアウトしか扱うことが出来なかつたり、可搬性が低かつたり等の限界があつた。また、これまでのシステムでは、データの形式や供給体制等の運用面での課題(どのような形式のデータを誰がどのようにして入手するか)は考慮されてこなかつた。

本研究では、タブレット端末を用いることで可搬性を向上させ、文字サイズやフォント等を自由に変更出来るアプリ開発を行い、PDF版拡大図書という文部科学省が提供している教科用特定図書を活用することが出来た。そのため、単なる試作ではなく、アプリやデータを供給するための仕組みも構築(中野ら, 2018)出来ているおり、安定的に運用出来る実用的なシステムとして構築することが出来た。さらに、マルチメディアダイジー教科書、アクセスリーディング、音声 BEAM 等の他のシステムが読書機能しか有していないことに対して、本システムでは、ページジャンプ、ラインマーク、手書き、ブックマーク等の読書の際に必要な補助機能も用意した。これらの機能を用意出来たのは、ニーズ調査を繰り返して、日常生活の文脈の中で読書行動を分析することが出来た結果であると考えられる。

5. 今後の課題

本研究により、ロービジョン者の読書行動に影響を及ぼしている要因を、主として知覚心理学の観点から分析し、ロービジョン者が効果的に読書出来るようにするための読書環境を、環境調整型アプローチによって構築することが出来た。また、従来、障害の個人(医療)モデルに基づく研究・開発に貢献してきた知覚心理学が、障害の社会モデル研究に基づく研究・開発にも貢献出来ることを、ロービジョン者の読書環境の整備・調整を行う新しいメディアの評価・開発を行うことで示すことも出来た。しかし、今後、以下の課題については、さらに、検討を加えていく必要があると考えられる。

5.1 ICF の障害モデルに基づいた環境整備・調整方法確立の必要性

ICF の障害モデルの登場により、従来の医学・生理学的還元を行う研究方略に加え、知覚心理学の知見に基づき、生活機能の障害を記述し、環境因子を実験的に操作して、阻害因子となる環境や促進因子となる環境を個人因子との関係で特定する役割を果たすことが可能になったと考えられる。本来、知覚心理学は、生活機能の障害をロービジョン者の経験として詳細に記述し、何がその現象を成立させている条件なのかを実験的に明らかにす

る役割を果たすことが可能だと考えられる。また、精神物理学的測定法は、環境を系統的に変化させたときの行動を問題にするアプローチである。そのため、ICFが重視した環境因子と活動の関係を明らかにする際に有効だと考えられる。なお、精神物理学的測定法は、従来のICIDHの障害モデルに基づいたアプローチにおいても利用され、多くの成果を残してきた (Legge et al., 1985a)。しかし、精神物理学的測定法には、どのような環境因子を選択し、どのように変化させるのかに対する明確な方針があるわけではない。読書を例に挙げると、文字サイズを系統的に変化させることで、読書効率にどのような変化があるかを明らかにすることには適しているが、読書に影響を及ぼす様々な環境因子の中で、ロービジョン者にとって優先順位が高い要因を特定することは出来ない点が課題である。

一方、精神物理学的測定法は、多様な選択肢の中からロービジョン者が選択を行う際の科学的根拠を提供する際には、重要な役割を果たすと考えられる。文字サイズやフォント等の環境要因を系統的に変化させ、特定のロービジョン者のパフォーマンスを最大限に引き出す環境を特定していくという利用方法である。つまり、精神物理学的測定法を使って、特定のロービジョン者の視機能を評価するのではなく、特定のロービジョン者の読書効率を最大限に引き出す環境を評価するという方法論を確立する必要があると考えられる。フォント変更等の環境調整によって、自分の読書効率がどのように変化するかを自覚出来れば、選択をする際の判断基準になると考えられる。

5.2 インタラクションを評価するための方法確立の必要性

第13章の実験の結果、行動評価をする際には、顎台等で顔面を固定し、視距離を一定にするのではなく、日常の読書の際と同様に、状況に応じて、視距離を自由に調整出来る条件で実施する必要があることが明らかになった。網膜の機能を測定する場合、視距離を固定する標準検査は必要不可欠であるが、日常の読書場面では、状況（難読文字等に遭遇した場合）に応じて細かい視距離調節が行われている（中野, 2003a ; 中野, 2003b）。顎台等で顔面を固定すると読書効率が低下するのは、細かい視距離調節が行うことが出来なくなるためだと推測出来る。そのため、視距離を固定する標準条件と自由視条件の両方の評価が必要になると考えられる。なお、中野（2003a）が用いた3次元位置測定装置が利用出来れば、状況の変化に伴う微細な視距離調節を把握出来るため、今後の行動評価における活用が期待される。

教科書等の読み物の中には、様々なサイズ、コントラストの文字があるし、図表等も配置されている。また、本文を読むだけではなく、キーワードを探したり、段落の構成を読み取ったり、対立する概念を比較したり等、目的の異なる読み方も存在する。さらに、照

明等の周囲の環境が変化したり、ロービジョン者の見え方が変化することもあり得る。これら読み物の物理的特性、読書の目的、周囲の環境や体調の変化等によって、適切な環境調整の方法は変化すると考えられる。そのため、読み物の物理的特性や読書の目的等が変化した際に、ロービジョン者がどのような環境調整を行うかをインタラクティブに評価する方法を確立する必要がある。本論文では、Google アナリティクスを利用して操作ログの分析を行ったが、この方法は、ユーザの操作ログが収集出来るだけなので、文字サイズ等が変化した際のインタラクティブな行動の分析は出来ない。今後、読み物の物理的特性、読書の目的、周囲の環境や体調等が変化した際のロービジョン者の行動の変化をインタラクティブに記録出来る仕組みを UDB に組み込むことが出来れば、効果的な環境調整の方略やデジタルデバイスに必要な新たな機能等を予測可能になると考えられる。

5.3 読書以外の活動への展開の必要性

ロービジョン者が直面している日常生活・社会生活上のバリアは、読書だけではない。移動やコミュニケーション等の課題も存在する。今後、移動の安全性

(Nakano, Arai, Ideguchi, Kusano, & Nagai, 2008 ; 新井・中野・小平・草野・大島, 2008 ; Nakano, Arai, Nagai, Kusano, Oshima, Kodaira, & Kinoshita, 2008 ;

Oshima, Nakano, Arai, Kusano, & Kodaira, 2008 ; 中野・新井, 2009) を確保したり、スムーズなコミュニケーション (中野・井上・新井・永井・大島・山本, 2008 ; 中野・相羽・小松, 2014 ; Oshima, Arai, Ichihara, & Nakano, 2014) を支援したり、災害時の問題 (中野, 2014b) を解決するための環境整備・環境調整 (中野, 2004) に関する研究も必要だと考えられる。また、製品開発 (中野, 2015) やまちづくり (中野, 2014c) 等の際にも、環境調整型アプローチが必要だと考えられる。

6. 結論

本論文では、障害を生体機能の低下と捉えるのではなく、環境整備の問題であると位置づけ (第 I 部)、環境調整型アプローチを行うための新たな行動評価ツールを開発 (第 II 部) し、ロービジョンの多様な見えにくさに対応出来る読書環境を明らかに (第 III 部) し、理想的な読書環境と考えられている拡大教科書の評価を行った (第 IV 部) 上で、多様な視機能を有するロービジョン者に「選択される」読書のための新しいデジタルメディアを開発・評価した (第 V 部)。評価ツール (ブラーシミュレータ、文字処理有効視野評価システム)、UD フォント (ゴシック体、教科書体、コンデンスフォント)、デジタルメディア (教科書・教材閲覧アプリ「UD ブラウザ」と PDF 版拡大図書を組み合わせたシステム) の 6 種類を開発し、22 種類の実験 (晴眼者実験 52 人、シミュレーション実験 114 人、ロービジョン実験 459 人

の合計 625 人) と 10 種類の調査 (ロービジョン者調査 3,257 人、教員調査 1,348 人の計 4,605 人と学校調査 108 校) を実施し、ロービジョンという障害に関する研究において、医学・生理学的還元だけではなく、多様な視機能のロービジョン者の生活機能を保障する環境整備においても、知覚心理学が役割を果たすことが出来ることを示した。開発したアプリは、5 万件を超えるダウンロードがなされ、国内外のロービジョン者や研究者等に活用されるようになった。また、知覚心理学の方法論を用いることで、ICF や障害の社会モデルの理念を、エビデンスに基づいて具現化したり、評価出来ることを明らかにした。

引用文献

- 新井 哲也・中野 泰志・小平 英治・草野 勉・大島 研介 (2008). エスカレーターへの運動方向判断を向上させるハンドレールデザイン 日本ロービジョン学会誌, 8, 114-118.
- 新井 哲也・中野 泰志・山本 亮・林 久美子・高田 裕美・半田 藍・井上 滋樹 (2009). エビデンスに基づいたユニバーサルデザインフォントの開発 (2) —低視力状態での可視性の比較— 第35回感覚代行シンポジウム, 29-32.
- Arai, T., Nakano, Y., Yamamoto, R., Hayashi, K., Takata, Y., Handa, A., & Inoue, S. (2010). Development of a “universal design” font with blur tolerance (2): A comparison of the legibility of Ming, Gothic, and “universal design” typefaces. *Proceedings of The 3rd International Conference for Universal Design*, P-018.
- Arditi, A. (2004). Adjustable typography: An approach to enhancing low vision text accessibility. *Ergonomics*, 47(5), 469-482.
- Arditi, A., & Cho, J. (2005). Serifs and font legibility. *Vision Research*, 45, 2926-2933.
- Brown, B. (1997). *The Low vision handbook*. SLACK Inc.
- 千田 耕基・中野 泰志 (1997). 低視力児用「拡大教材」の活用状況と改善点に関する調査研究 国立特殊教育総合研究所研究紀要, 24, 137-148.
- Colenbrander, A., & Fletcher, D. C. (1992). Low vision rehabilitation: Basic concepts and terms. *Journal of Ophthalmic Nursing & Technology*, 11(1), 5-9.
- Corn, A., & Erin, J. (Eds.). (2010). *Foundation of low vision: Clinical and functional perspectives*, Second edition. AFB Press.
- Elliott, D. B., Bullimore, M. A., Patla, A. E., & Whitaker, D. (1996). Effect of a cataract simulation on clinical and real world vision. *British Journal of Ophthalmology*, 80, 799-804.
- Elliott, D. B., Trukolo-Ilic, M., Strong, J. G., Pace, R., Plotkin, A., & Bevers, B. (1997). Demographic characteristics of the vision-disabled elderly. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 38(12), 2566-2578.
- Faye, E. E. (Ed.). (1984). *Clinical low vision* second edition. Little Brown and Company.
- Fonda, G. (1956). Report of five hundred patients examined for low vision. *AMA Arch Ophthalmol.* 1956; 56(2), 171-175.

- 藤田 京子 (2004). 中心視野障害とクオリティオブライフ—加齢黄斑変性を中心に—
日本視能訓練士協会誌, 33, 43-48.
- 藤原 隆明 (1990). グレアテスト 眼科, 32, 971-983.
- 古田 信子・青木 成美 (1989). 弱視児の見え方に及ぼす白黒反転の効果 弱視教育,
27(2), 6-8.
- Gaffney, A. J., Margrain, T. H., Bunce, C. V., & Binns, A. M. (2014). How
effective is eccentric viewing training? A systematic literature review.
Ophthalmic & Physiological Optics, 34(4), 427-437.
- Goodrich, G. L., Arditi, A., Rubin, G., Keefe, J., & Legge, G. E. (2008). The
low vision timeline: An interactive history. *Visual Impairment Research*, 10,
67-75.
- 袴田 博之・大谷 満・酒井 文子・桜田 朝子・太田 知見・岡嶋 克典 (2011). ユニバー
サルデザインフォント開発の取り組み NEC 技報, 64(2), 45-49.
- 韓 星民・中村 貴志・相澤 宏充・中野 泰志 (2014). 特別支援教育に役立つマルチメデ
ィア DAISY 図書製作に関する研究 信学技報, 114(261), 23-28.
- 半澤 雄太・永井 伸幸 (2016). タブレット端末による試験問題の提示が解答時間に及ぼ
す影響—擬似弱視体験による検討— 弱視教育, 54(2), 7-10.
- 原田 政美 (1989). 眼のはたらきと学習 慶應通信
- 原田 政美 (1990). 眼疾患と指導上の配慮(5)—網膜色素変性— 弱視教育, 28(1), 31-37
- 原田 政美 (1991a). 眼疾患と指導上の配慮(8)—まぶしさの強い疾患(その1)— 弱視教
育, 28(4), 27-32.
- 原田 政美 (1991b). 眼疾患と指導上の配慮(9)—まぶしさの強い疾患(その2)— 弱視教
育, 29(1), 21-26.
- 原田 政美 (1991c). 眼疾患と指導上の配慮(11)—黄斑変性— 弱視教育, 29(3), 25-30.
- 林 尚美・中野 泰志・中澤 恵江 (2002). 知的障害を伴う視覚聴覚二重障害児の教育的観
点からの視機能評価と眼科的ケア 第11回視覚障害リハビリテーション研究発表大会
論文集, 21-24.
- Haymes, S., Guest, D., Heyes, A., & Johnston, A. (1994). Comparison of
functional mobility performance with clinical vision measures in simulated
retinitis pigmentosa. *Optometry & Vision Science*, 71(7), 442-453.
- 広瀬 浩二郎 (2010). “点字力”の可能性—多文化共生社会における点字の役割—
社会言語科学, 13, 70-80.
- 広瀬 竜夫 (2000). 眼科臨床医にとってのロービジョンケアの意味 (in 新井三樹 (編)

- (2000) わたしにもできるロービジョンケアハンドブッケー―残存視覚の有効利用と患者のケア― メジカルビュー社 pp.12-14)
- 本田 哲三・南雲 直二 (1992). 障害の「受容過程」について 総合リハビリテーション, 20(3), 195-200.
- 市川 宏・大頭 仁・鳥居 修晃・和気 典二 (編著) (1984). 視覚障害とその代行技術 名古屋大学出版会
- 井手口 範男・中野 泰志・布川 清彦 (2004). スリガラスを用いた低視力シミュレータの開発 発 ヒューマンインタフェース学会研究報告集, 6(6), 1-8.
- 井川 美智子・中山 奈々美・前田 史篤・田淵 昭雄 (2006). 縦書き・横書き文章における読書時の眼球運動の比較 臨床眼科, 60(7), 1251-1255.
- 飯田 知弘・近藤 峰生・中村 誠 (編) (2016). 眼科検査ガイド 第2版 文光堂
- 池田 光男 (1982). 現代基礎心理学3 知覚 II パターン認識と有効視野 東京大学出版会 pp. 83-104.
- 石田 久之・天野 和彦 (2009). 視覚障害学生の読みやすい文字について 筑波技術大学テクノレポート, 17(1), 6-10.
- 石川 大・中野 泰志 (1993). 読書に及ぼす視野の影響 第34回弱視教育研究全国大会抄録集, 14-15.
- 石川 准・長瀬 修 (編) (1999). 障害学への招待 明石書店
- 石川 准 (2000). ディスアビリティの政治学―障害者運動から障害学へ― 社会学評論, 50(4), 586-602.
- 石尾 絵美 (2008). 障害の社会モデルの理論と実践 技術マネジメント研究, 7, 37-49.
- 板倉 雅宣 (2004). 教科書体変遷史 朗文堂
- 板谷 成雄・大里 浩二・清原 一隆・トモ・ヒコ (2013). デザインを学ぶ3 文字とタイポグラフィ 株式会社エムディエヌコーポレーション
- 伊藤 利之 (1996). 障害とは何か 総合リハビリテーション, 24(10), 887-892.
- Jackson, A. J., & Wolffsohn, J. S. (Eds.). (2007). Low vision manual. Elsevier.
(小田浩一 (総監訳) (2010). ロービジョンマニュアル エルゼビア・ジャパン)
- Jewett, D. H. (1946). Physical education for low vision classes. *We the Blind*, 10(2), 16-27.
- Jose, R. T. (Ed.). (1985). Understanding low vision. New York: American Foundation for the Blind. (Randall T. Jose (編) 築島 謙治・石田 みさ子 (監訳) (1992). ロービジョン 理論と実践 第一法規)
- 香川 邦生 (2001). 弱視児の視覚特性を踏まえた指導法に関する総合的研究 平成10年

度～平成 12 年度科学研究費補助金(基盤研究(B)(2))研究成果報告書

- 金森 克浩・梅田 真理 (2013). タブレット PC を教室で使ってみよう! [実践] 特別支援教育と AT 第 3 集 明治図書出版
- 金森 克浩 (2014a). タブレット PC を教室で使ってみよう! [実践] 特別支援教育と AT 第 4 集 明治図書出版
- 金森 克浩 (2014b). タブレット PC を教室で使ってみよう! [実践] 特別支援教育と AT 第 5 集 明治図書出版
- 金森 裕治・山崎 愛子・田中 直壽・松下 幹夫・赤瀬 瞳・平峰 厚正 (2010). 特別支援教育におけるマルチメディアデジター教科書の導入・活用に関する実践的研究 大阪教育大学紀要 第 4 部門 教育科学, 59(1), 65-80.
- 金森 裕治・西田 福美・宮本 直美・古川 尚子・縄田 登紀子・今枝 史雄・楠 敬太 (2012). 特別支援教育におけるマルチメディアデジター教科書を活用した実践及び評価方法に関する研究 大阪教育大学紀要 第 4 部門 教育科学, 61(1), 41-57.
- 金森 裕治・宮本 直美・古川 尚子・縄田 登紀子・池谷 航介・今枝 史雄 (2013). 特別支援教育におけるマルチメディアデジター教科書を活用した実践及び評価方法に関する研究 (第 2 報) 大阪教育大学紀要 第 4 部門 教育科学, 62(1), 87-103.
- 金子 健 (2005). 拡大教科書作成に関わる現状についてー「拡大教科書普及推進会議」での検討を中心としてー 弱視教育, 47, 10-18.
- 環境省 (2006). 光害対策ガイドライン 環境省
- 神作 博 (1969). 視力 和田 陽平・大山 正・今井 省吾 (編) (1969). 感覚・知覚心理学ハンドブック 誠信書房, 250-267.
- 川手 信行・水間 正澄 (2007). ICD-10 総合リハビリテーション, 35(3), 286-287.
- 国立特別支援教育総合研究所 (2012). デジタル教科書・教材及び ICT の活用に関する基礎調査・研究 独立行政法人国立特別支援教育総合研究所
- 国立特別支援教育総合研究所 (2014). デジタル教科書・教材の試作を通じたガイドラインの検証ーアクセシブルなデジタル教科書の作成を目指してー 平成 24 年度～平成 25 年度 研究成果報告書 独立行政法人国立特別支援教育総合研究所
- 国立特殊教育総合研究所 (2005). 「拡大教科書」作成マニュアル 拡大教科書作成へのアプローチ ジアース教育新社
- 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部 (2018). 平成 28 年生活のしづらさなどに関する調査 (全国在宅障害児・者等実態調査) 結果 厚生労働省
(https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/seikatsu_chousa_h28.html)
- 湖崎 克 (1961). 弱視児の教育的措置に関する研究その 1 教科書活字について 日本眼科

- 学会誌, 65, 1990-1995.
- 久保 真奈子・奈良 浩子・原田 晴代・高橋 広 (1995). LOW VISION 訓練を行った幼児の一症例 日本視能訓練士協会誌, 23, 131-137.
- 窪田 悟 (1989). CRT ディスプレイの表示極性、輝度コントラストおよび文字の線幅が視認性に及ぼす影響 人間工学, 25(5), 271-276.
- 共用品推進機構 (1993). 朝起きてから夜寝るまでの不便さ調査--視覚障害者アンケート調査報告書-- 共用品推進機構
- 共用品推進機構 (2000). 弱視者不便さ調査報告書--見えにくいことによる不便さとは-- 共用品推進機構
- 共用品推進機構 (2010). 2010 年度 (平成 22 年度) 視覚障害者不便さ調査成果報告書 共用品推進機構
- Leat, S. J., Legge, G. E., & Bullimore, M. A. (1999). What is low vision? A re-evaluation of definitions. *Optometry and vision science*, 76(4), 198-211.
- Legge, G. E., Pelli, D. G., Rubin, G. S., & Schleske, M. M. (1985a). Psychophysics of reading -I. Normal vision. *Vision Research*, 25(2), 239-252.
- Legge, G. E., Rubin, G. S., Pelli, D. G., & Schleske, M. M. (1985b). Psychophysics of reading -II. Low vision. *Vision Research*, 25(2), 253-266.
- Legge, G. E., Rubin, G. S., & Schleske, M. M. (1986). Contrast polarity effects in low vision reading. In: Woo G.C. (Ed.), *Low Vision: principles and applications*, 288-307. Springer-Verlag, New York, NY.
- Legge, G. E. (Ed.). (2007). *Psychophysics of reading in normal and low vision*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., New Jersey.
- Lewin, K. (1951). *Field theory in social science: selected theoretical papers* (Edited by Dorwin Cartwright). Oxford, England: Harpers.
- Mackeben, M., Colenbrander, A., & Schainholz, D. (1994). Comparison of three ways of assess residual vision after macular vision loss, Kooijman. *Low Vision*, 51-58.
- Mackie, R. (1951). Education of visually handicapped children- The blind, *The Partially Seeing. Bulletin*, 20.
- Mansfield, J. S., Legge, G. E., & Bane, M. C. (1996). Psychophysics of reading. XV: Font effects in normal and low vision. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 37(8), 1492-501.
- 松下 萌・北野 琢磨・佐々木 良治・氏間 和仁 (2014). 弱視教育における電子教材の作

- 成と実践例 弱視教育, 52(2), 19- 26.
- Mehr, E., & Shindell, S. (1990). Advances in low vision and blind rehabilitation. *Advances in Clinical Rehabilitation*, 3, 121-147.
- 宮島 雅子・中野 泰志 (2001). 視覚障害をもつ生徒の主体的な視覚管理を目指した実践—盲学校保健室における健康管理の一環としての視機能評価の取り組み— 第10回視覚障害リハビリテーション研究発表大会論文集, 111-114.
- 宮村 紘平・橋本 圭司 (2015). ICFの成り立ち, 歴史 総合リハビリテーション, 43(1), 37-41.
- 水野 昭 (2016). イワタUDフォントの開発経緯. 日本印刷学会誌, 53(3), 180-188.
- Mogk, L., & Goodrich, G. (2004). The history and future of low vision services in the United States. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 98(10), 585-600.
- 文部省 (1978). 特殊教育百年史 東洋館出版社
- 森 由美子・須田 和代・調 廣子・中村 誠・関谷 善文・山本 節 (1998). 当院における視覚的補助具の処方経験 日本視能訓練士協会誌, 26, 269-273.
- 森田 茂樹 (2000). 拡大読書器であなたも読める! 書ける! —選び方・使い方のポイント— 大活字
- 向井 裕一 (2018). 日本語組版入門—その構造とアルゴリズム— 誠文堂新光社
- Nadler, M. P., Miller, D., & Nadler, D. J. (Eds.). (1990). Glare and contrast sensitivity for clinicians. Springer-Verlag.
- 中村 桂子・濱村 美恵子・野邊 由美子・澤 ふみ子・菅澤 淳・森下 清文・内海 隆 (1991). Low vision aidsとしての弱視用テレビ式拡大読書器の使用経験 日本視能訓練士協会誌, 19, 154-159.
- 中邑 賢龍・近藤 武生 (2013). タブレットPC・スマホ時代の子どもの教育 明治図書出版.
- 中村 昌嗣 (2014). プロフェッショナルのための電子書籍制作入門 技術評論社
- 中野 泰志 (1991). 弱視者の視認性を考慮した文字の効果的提示方法(1) —コンピュータディスプレイでの白黒反転効果— 電子情報通信学会技術研究報告, 91(316), 15-22.
- 中野 泰志・千田 耕基 (1991). 透光体に混濁のある弱視児HAにおけるコントラストポラリティ効果の測定—教材作成への応用の可能性について— 国立特殊教育総合研究所研究紀要, 18, 103-114.
- 中野 泰志・千田 耕基・大城 英名・木塚 泰弘・小田 浩一 (1991). 視力に及ぼす白黒反転の効果—白黒反転の好みと視力検査の結果の比較— 日本特殊教育学会第29回大会発

表論文集, 24-25.

中野 泰志・木塚 泰弘・大城 英名・千田 耕基 (1992). 自由視条件における弱視児の視距離の調節 第1回視覚障害リハビリテーション研究発表大会論文集, 140-143.

中野 泰志・佐藤 守・菊地 智明 (1993). 行たどりに困難を示す弱視児のためのコンピュータを用いた新しい読書補助具の試作 国立特殊教育総合研究所紀要, 20, 89-96.

中野 泰志・小田 浩一・中野 喜美子 (1993). 弱視児の見えにくさを考慮した読書環境の整備について、国立特殊教育総合研究所・特別研究「心身障害児の感覚・運動機能の改善および向上に関する研究」最終報告書 pp. 45-55.

中野 泰志 (1996). ロービジョン用静的文字処理有効視野評価システムの試作 国立特殊教育総合研究所研究紀要, 24, 59-71.

中野 泰志 (1997a). ロービジョン・ケアにおける教育・福祉的観点からの視機能評価の実際-視力、視野、まぶしさの機能的な評価の必要性- 日本視能訓練士協会誌, 25, 49-57.

中野 泰志 (1997b). 視覚障害の理解と疑似体験-ロービジョン 視覚障害, 152, 6-13.

中野 泰志 (編・著) (1997c). 障害を理解し、共に学ぶための疑似体験セミナー報告書 財団法人心身障害児教育財団

中野 泰志 (1998). 教育的な視機能評価と配慮 視力の弱い子どもの理解と支援 教育出版 pp. 60-70.

中野 泰志 (2000). 視覚科学とリハビリテーション 日本視覚学会 (編) 視覚情報処理ハンドブック 朝倉書店 pp. 557-561.

中野 泰志 (2001a). 支援機器選定における行動の機能的評価の必要性-小田論文へのコメント- 心理学評論 44(2), 191-194.

中野 泰志 (2001b). ロービジョン用文字処理有効視野評価システムの試作(2)-ウインドウズ版静的文字処理有効視野評価システムの開発- 第10回視覚障害リハビリテーション研究発表大会論文集, 13-16.

中野 泰志 (2001c). ロービジョン用文字処理有効視野評価システムの試作(3)-文字視標を用いた有効視野と読書における縦書き・横書きのパフォーマンスの関係- 第39回日本特殊教育学会発表論文集, 212.

中野 泰志 (2001d). 環境整備の大切さを支援者が実感するための手法としての疑似体験 平成13年度厚生科学研究費補助金(障害保健福祉総合研究事業)「言語的コミュニケーションが困難な重度障害児・者の自己決定・自己管理を支える技法の研究とマニュアルの開発」中間報告書 pp. 29-31.

中野 泰志 (2001e). 視覚障害を持つ人とのコミュニケーション-視覚障害の理解- 「み

- んなと同じ？」—AT と AAC を学ぶ— ATAC カンファレンス 2001 テキスト こころリー
ソースブック出版会 49-53.
- 中野 泰志 (2003a). 3次元位置測定装置を用いた自由視条件における視距離調節—視
標サイズに応じて合理的に視距離は調節されるか?— 第12回視覚障害リハビリテ
ーション研究発表大会論文集, 137-140.
- 中野 泰志 (2003b). 読書時の視距離調節は論理的に行われるか?—ノーマルビジョン
とロービジョンの比較— ヒューマンインタフェースシンポジウム 2003 論文集,
583-586.
- 中野 泰志 (2004). 視覚障害のある人のバリアフリーと QOL—障害の理解とバリアを軽減
させる環境づくり— 東京都眼科医会報, 189, 3-8.
- Nakano, Y. (2005). The functional visual field for detecting letters and its
effects on reading direction in Japanese. In Jones, S. (Ed.), International
congress series.1282C, Amsterdam: Elsevier, 669-673.
- Nakano, Y., Arai, T., Nagai, N., Nunokawa, K., Kusano, T., & Maebashi, N. (2007).
Developing an evaluation system for legibility as a universal design tool:
Advantages of a low vision simulator utilizing a wide view ground glass filter.
Proceedings of The 2nd International Conference for Universal Design, 1075-1082.
- 中野 泰志・井上 滋樹・新井 哲也・永井 伸幸・大島 研介・山本 百合子 (2008). ロービ
ジョン者に適切な字幕を提供するための方法論の開発—字幕への視線移動をインデッ
クスにした評価手法に関する基礎研究— 日本ロービジョン学会誌, 8, 46-53.
- Nakano, Y., Arai, T., Ideguchi, N., Kusano, T., & Nagai, N. (2008). Are motor-
driven hybrid vehicles dangerous for people with visual disabilities?
Abstracts book of Vision 2008 the 9th International Conference on Low vision,
132. 3.
- Nakano, Y., Arai, T., Nagai, N., Kusano, T., Oshima, K., Kodaira, E., &
Kinoshita, K. (2008). Prevention of accidents involving people with low vision
who are unable to judge an escalator's direction of motion. *Abstracts book of
Vision 2008 the 9th International Conference on Low vision*, 132. 4.
- 中野 泰志・新井 哲也 (2009). ロービジョン者のエスカレーター事故防止のためのバリア
フリー・マークの効果に関する研究—駅に設置された実機を用いたフィールド調査—
— 日本ロービジョン学会誌, 9, 80-86.
- 中野 泰志・山本 亮・新井 哲也・井上 滋樹・林 久美子・高田 裕美・半田 藍 (2009).
エビデンスに基づいたユニバーサルデザインフォントの開発 (1) —明朝体, ゴシック

体, ユニバーサルデザイン書体の可読性の比較― 第35回感覚代行シンポジウム, 25-28.

Nakano, Y., Yamamoto, R., Arai, T., Inoue, S., Hayashi, K., Takata, Y., & Handa, A. (2010). Development of a “universal design” font with blur tolerance (1): A comparison of the readability of Ming, Gothic, and “universal design” typefaces. *Proceedings of The 3rd International Conference for Universal Design*, P-017.

中野 泰志 (編) (2010a). 拡大教科書選定支援キット No.1 教科用特定図書等 (拡大教科書) サンプル集 文部科学省

中野 泰志 (編) (2010b). 拡大教科書選定支援キット No.2 教科用特定図書等 (拡大教科書) サンプル集 文部科学省

中野 泰志 (編) (2010c). 拡大教科書選定支援キット No.3 教科用特定図書等 (拡大教科書) サンプル集 文部科学省

中野 泰志 (編) (2010d). 拡大教科書選定支援キット No.4 教科用特定図書等 (拡大教科書) サンプル集 文部科学省

中野 泰志 (編) (2010e). 拡大教科書選定支援キット No.5 教科用特定図書等 (拡大教科書) サンプル集 文部科学省

中野 泰志 (編) (2010f). 拡大教科書選定支援キット No.6 教科用特定図書等 (拡大教科書) サンプル集 文部科学省

中野 泰志 (編) (2010g). 拡大教科書選定支援キット No.7 教科用特定図書等 (拡大教科書) サンプル集 文部科学省

中野 泰志・山本 亮・新井 哲也 (2010). 読書の際の視距離調節― 晴眼者とロービジョン者の比較― 日本基礎心理学会第29回大会, 58.

Nakano, Y., Arai, T., & Yamamoto, R. (2010). The relationship between character size preference and reading performance for people with low vision: Are their choices reasonable? *Ecvp'10 (33rd European Conference on Visual Perception)*, 39, 147.

中野 泰志 (編) (2011a). 拡大教科書選定支援キット No.8 教科用特定図書等 (拡大教科書) サンプル集 文部科学省

中野 泰志 (編) (2011b). 拡大教科書選定支援キット No.9 教科用特定図書等 (拡大教科書) サンプル集 文部科学省

中野 泰志 (編) (2011c). 拡大教科書選定支援キット No.10 教科用特定図書等 (拡大教科書) サンプル集 文部科学省

- 中野 泰志 (著) (2011d). 高等学校段階における弱視生徒用拡大教科書の在り方に関する調査研究 成果報告書 慶應義塾大学自然科学研究教育センター
- Nakano, Y., Yamamoto, R., & Arai, T. (2011). Adjustment of Viewing Distance of Students with Low Vision - Can Low Vision Students Change Viewing Distance Reasonably? 10th International Conference on Low-Vision, P0-2.
- 中野 泰志・新井 哲也・大島 研介 (2011) ロービジョン者の読書における縦書きと横書きの比較 日本眼鏡学会抄録集 15, 26-28.
- 中野 泰志 (編) (2012a). 拡大教科書選定支援キット No. 11 教科用特定図書等 (拡大教科書) サンプル集 文部科学省
- 中野 泰志 (編) (2012b). 拡大教科書選定支援キット No. 12 教科用特定図書等 (拡大教科書) サンプル集 文部科学省
- 中野 泰志 (編) (2012c). 拡大教科書選定支援キット No. 13 教科用特定図書等 (拡大教科書) サンプル集 文部科学省
- 中野 泰志・新井 哲也 (2012). 弱視生徒用拡大教科書に適したフォントの分析ー好みと読書パフォーマンスの観点からの検討ー 日本ロービジョン学会誌, 12, 81-88.
- 中野 泰志・新井 哲也 (2013). ロービジョン児童生徒の白黒反転の好み 日本ロービジョン学会誌, 13, 45-50.
- 中野 泰志・新井 哲也 (2013). ロービジョン児童生徒の白黒反転の好み 日本ロービジョン学会誌, 13, 45-50.
- 中野 泰志・新井 哲也・花井 利徳・吉野 中・大島 研介 (2013). 拡大教科書の選定・指導の実態に関する全国調査ー小中学校・盲学校の教員の実態ー 日本ロービジョン学会誌, 13, 51-60.
- 中野 泰志・新井 哲也・大島 研介・花井 利徳・吉野 中 (2013). ロービジョンのある小中学生の拡大教科書利用実態 日本ロービジョン学会誌, 13, 82-90.
- 中野 泰志・相羽 大輔・田中 良広・氏間 和仁・永井 伸幸・韓 星民 (2014). 盲学校高等部におけるタブレット型情報端末の利用実態調査 日本特殊教育学会第 52 回大会発表論文集, ポスター発表 P2-A-3.
- 中野 泰志 (2014a). 拡大教科書の選定・指導実態と簡易版選定支援キットの試作 - 2012 年度全国調査に基づく検討 弱視教育, 52(2), 7-18.
- 中野 泰志 (2014b). 災害時に視覚障害者が必要とする支援ー東日本大震災の際に視覚障害者が置かれた状況に関する実態調査に基づく考察ー 日本ロービジョン学会誌, 14, 19-25.
- 中野 泰志 (2014c). 「まちづくり」における障害当事者参加のあり方 福祉のまちづくり研

- 究 2014, 16(2), 36-39.
- 中野 泰志 (2014d). コンデンス書体の可視性・可読性に関する実験的検討—低視力シミュレーションによる検討— 日本ロービジョン学会誌, 14, 44-51.
- 中野 泰志・相羽 大輔・小松 真也 (2014). ロービジョンの表情認知を促す方策—対面コミュニケーションの課題と工夫に関する実態調査からの考察— 日本視能訓練士協会誌, 43, 55-63.
- 中野 泰志 (2015). 当事者の視点を取り入れた施設や製品の開発 福祉のまちづくり研究 2015, 17(3), 18-20.
- 中野 泰志・相羽 大輔・富田 彩 (2015). タブレット端末で利用できるデジタル教科書は拡大教科書の代わりになり得るか?—紙媒体とデジタル教科書の利用状況とパフォーマンスの比較研究— 日本ロービジョン学会誌, 15, 70-78.
- 中野 泰志・氏間 和仁・田中 良広・韓 星民・永井 伸幸 (2016). ロービジョンの生徒のための教科書閲覧アプリの開発(1)—iBooksより視認性や操作性を向上させた新しいiPadアプリの試作とユーザ評価— 日本ロービジョン学会誌, 16, 65-75.
- 中野 泰志・永井 伸幸・氏間 和仁 (2018). UDブラウザ用の自作教材の作成方法とテスト・試験での利用方法 弱視教育, 56(2), 20-28.
- 中野 泰志・氏間 和仁・田中 良広・永井 伸幸・韓 星民 (2018). PDF版拡大図書(教科書)とUDブラウザを用いた弱視児童生徒のためのデジタル教科書提供システム 弱視教育, 56(1), 33-43.
- 根村 直美 (2004). WHOの<健康>の定義をめぐる言説の現在 医学哲学 医学倫理, 22, 141-145.
- 日本眼科医会研究班 (2009). 日本における視覚障害の社会的コスト 日本の眼科, 80(6), 付録, i-52.
- 日本弱視教育研究会 (1992). 弱視児に対する拡大教材の必要性和望ましい教材拡大のあり方 日本弱視教育研究会
- 日本盲人会連合 (2016). 読み書きが困難な弱視(ロービジョン)者の支援の在り方に関する調査研究事業—報告書— 日本盲人会連合
- 二唐 東朔 (2004). 国際生活機能分類をふまえた視能矯正訓練士の役割 日本視能訓練士協会誌, 33, 15-20.
- Oda, K., & Nakano, Y. (1992). Probability summation among spatial frequency channels and comparison of acuity measured with gratings and Landolt-C Rings. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 33, 1350.
- 小田 浩一・曾我 重司 (1990). 弱視のシミュレーション(II) —コントラスト低下に伴う

- 視力の低下- 第16回感覚代行シンポジウム発表論文集, 135-138.
- 小田 浩一・中野 泰志 (1993). 弱視者の知覚・認知的困難 鳥居 修晃 (編著) 視覚障害と認知 放送大学教育振興会 pp. 52-61.
- 小田 浩一 (1999). 中心視と周辺視の機能的差異: ロービジョン研究から VISION, 12(4), 183-186.
- 小田 浩一・Mansfield, J. S.・Legge, G. E. (1999). ロービジョンエイドを処方するための新しい読書検査表 MNREAD-J 第7回視覚障害リハビリテーション研究発表大会論文集, 157-160.
- 小田 浩一 (2001). 視覚障害とエイド 心理学評論, 44(2), 177-190.
- 小田 浩一 (2004). 中心暗点による読書困難と Multiple PRL 基礎心理学研究, 23(1), 57-63.
- 小田 浩一 (2008). ロービジョンの視機能とモノの見え 光学, 37(9), 511-517.
- 小倉 正幸・山本 一寿・中野 泰志・相羽 大輔・氏間 和仁 (2014). タブレット情報端末を用いた弱視生徒の指導実践報告—拡大教科書として・学習支援機器として— 弱視教育, 52(2), 1-6.
- 岡田 明 (1975). 可視性ならびに可読性要因の弱視児の読みに及ぼす影響 教育心理学研究, 23(3), 165-169.
- Oliver, M. (1983). Social work with disabled people. London: Macmillan.
- Oliver, M. (1990). The politics of disablement. London: Macmillan. (マイケル・オリバー (著) . 三島 亜紀子・山岸 倫子・山森 亮・横須賀 俊司 (訳) . 障害の政治—イギリス障害学の原点—. 明石書店) .
- Oliver, M. (1996). Understanding disability: From theory to practice. Malaysia: Macmillan.
- Oliver, M., & Sapey, B. (2006). Social work with disabled People 3rd edition. London: Macmillan. (マイケル・オリバー, ボブ・サーペイ (著) . 野中 猛 (監訳) . 河口 尚子 (訳) . 障害学にもとづくソーシャルワーク—障害の社会モデル—. 金剛出版) .
- 大川原 潔・香川 邦生・瀬尾 政雄・鈴木 篤・千田 耕基 (編) (1999). 視力の弱い子ども の理解と支援 教育出版
- 大西 まどか・小田 浩一 (2017). スタイルとウェイトが日本語フォントの読みやすさに与える影響—既存フォントを用いた読書評価による検討— 照明学会誌, 101(10), 474-483.
- 苧阪 直行・小田 浩一 (1991). 読みの認知精神物理学(1)—縦表記文の読みの有効視野範

- 囲について— 日本心理学会第 55 回大会発表論文集, 198.
- 大崎 善治 (2013). タイポグラフィの基本ルール ソフトバンククリエイティブ株式会社
- Oshima, K., Nakano, Y., Arai, T., Kusano, T., & Kodaira, E. (2008). What are we looking at when using stairs?: The analysis of eye movement for safe use of stairs. *Abstracts book of Vision 2008 the 9th International Conference on Low vision*, 132.8.
- Oshima, K., Arai, T., Ichihara, S., & Nakano, Y. (2014). Tactile sensitivity and braille reading in people with early blindness and late blindness. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 108(2), 122-131.
- Russell-Minda, E., Jutai, J. W., Strong, J. G., Campbell, K. A., Gold, D., Pretty, L., & Wilmot, L. (2007). The legibility of typefaces for readers with low vision: A research review. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 101(7), 402-415.
- 坂本 洋一 (1997). 盲の疑似体験 視覚障害, 152, 1-5.
- 坂本 洋一 (2002). 視覚障害リハビリテーション概論 中央法規
- 佐藤 久夫 (1992). 障害構造論入門 ハンディキャップ克服のために 青木書店
- 照明学会 (2010). 照明ハンドブック 照明学会
- 杉野 昭博 (2018). 「障害当事者宣言」と「障害受容」 人文学報 社会福祉学, (34), 15-33.
- 田垣 正晋 (2002). 「障害受容」における生涯発達とライフストーリー観点の意義—日本の中途肢体不自由者研究を中心に— 京都大学大学院教育学研究科紀要, 48, 342-352.
- 高橋 広 (2005). ロービジョン者の「できる活動」「している活動」とは、そして「する活動」へ展開するためには 眼科ケア, 7(3), 22-29.
- 高橋 広 (2006). ロービジョンケアの実際—視覚障害者の QOL 向上のために 第 2 版— 医学書院
- 高橋 広 (2012). 視覚障害者の 50 年と新しい課題 総合リハビリテーション, 40(9), 1165-1171.
- 上田 敏 (2002). 新しい障害概念と 21 世紀のリハビリテーション医学—ICIDH から ICF へ— リハビリテーション医学, 39, 123-127.
- 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・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.
- 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, 19, 14-22.
- 氏間 和仁 (2016). デジタル・リーディングにおける表示形式が読速度に及ぼす影響―視野狭窄シミュレーションの影響について― 日本ロービジョン学会誌, 16, 24-32.
- 氏間 和仁 (2017). デジタル・リーディングにおける読速度 読書科学, 59(1), 24-32.
- 宇野 和博 (2007). 拡大教科書がわかる本―すべての見えにくい子どもたちのために― 読書工房
- 和田 正人・森本 洋介・斎藤 俊則 (2015). ユネスコ「教師のためのメディア情報リテラシー・カリキュラム」の日本での実践における課題 教育メディア研究, 21(2), 11-24.
- 脇本 健弘・稲垣 忠・寺嶋 浩介・中橋 雄・島田 希・堀田 龍也・坂口 真 (2017). ICT 研修ファシリテーター養成講座の開発と評価 日本教育工学会論文誌, 40(Suppl.), 145-148.
- Wolffsohn, J. S., & Cochrane, A. L. (2000). Design of the low vision quality-of-life questionnaire (LVQOL) and measuring the outcome of low-vision rehabilitation. *American Journal of Ophthalmology*, 130(6), 793-802.
- World Health Organization. (1980). International classification of impairments, disabilities, and handicaps: A manual of classification relating to the consequences of disease. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization. (2001). International classification of functioning, disability and health. Geneva: World Health Organization. (世界保健機関 障害者福祉研究会 (編集) (2002). ICF 国際生活機能分類―国際障害分類改訂版― 中央法規)
- World Health Organization. (2007). Global initiative for the elimination of avoidable blindness : Action plan 2006-2011. WHO Press.
- Wright, B. A. (1960). Physical Disability: A psychological approach. New York: Harper & Brothers, Publishers.
- 山本 明彦・山本 百合子 (2000). ロービジョン者にも読みやすい書体バリアフリーの開発 日本眼科紀要, 51(12), 1148-1152.
- 山本 亮・中野 泰志・新井 哲也・高田 裕美・半田 藍・林 久美子・井上 滋樹 (2009). エビデンスに基づいたユニバーサルデザインフォントの開発 (3) ―低コントラスト状態での可視性の比較― 第 35 回感覚代行シンポジウム, 33-36.

Yamamoto, R., Nakano, Y., Arai, T., Takata, Y., Handa, A., Hayashi, K., & Inoue, S. (2010). Development of a “universal design” font with blur tolerance (3): A comparison of the legibility of Gothic typeface and a UD font. *Proceedings of The 3rd International Conference for Universal Design*, P-019.

柳原 崇男・井上 賢治・柏瀬 光寿・松田 雄二・原 利明 (2016). ICF 概念を用いた視覚障がい者の移動に関する 生活機能と環境因子に関する考察 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 72(4), 278-287.

吉田 雅巳 (2013). 教師教育におけるメディア情報リテラシー研修の普及課題についての調査 千葉大学人文社会科学研究, (26), 1-12.

全国盲学校長会 (2018). 新訂版 視覚障害教育入門 Q&A ジアース教育新社

関連業績一覧

1. 査読付き論文（ファーストオーサー）

- 中野 泰志・小田 浩一・松尾 裕・横井 啓介（1990）. 盲教育における実践的 CAI の開発研究 国立特殊教育総合研究所紀要, 17, 65-73.
- 中野 泰志・千田 耕基（1991）. 透光体に混濁のある弱視児 HA におけるコントラストポラリティ効果の測定—教材作成への応用の可能性について— 国立特殊教育総合研究所紀要, 18, 103-114.
- 中野 泰志・佐藤 守・菊地 智明（1993）. 行たどりに困難を示す弱視児のためのコンピュータを用いた新しい読書補助具の試作 国立特殊教育総合研究所紀要, 20, 89-96.
- 中野 泰志（1996）. ロービジョン用静的文字処理有効視野評価システムの試作 国立特殊教育総合研究所研究紀要, 24, 59-71.
- 中野 泰志（1997）. ロービジョン・ケアにおける教育・福祉的観点からの視機能評価の実際—視力, 視野, まぶしさの機能的な評価の必要性— 日本視能訓練士協会誌, 25, 49-57.
- Nakano, Y. (2005). The functional visual field for detecting letters and its effects on reading direction in Japanese. In Jones, S. (Ed.), *International congress series*. 1282C, Amsterdam: Elsevier, 669-673.
- Nakano, Y., Arai, T., Nagai, N., Nunokawa, K., Kusano, T., & Maebashi, N. (2007). Developing an evaluation system for legibility as a universal design tool: Advantages of a low vision simulator utilizing a wide view ground glass filter. *Proceedings of The 2nd International Conference for Universal Design*, 1075-1082.
- 中野 泰志・井上 滋樹・新井 哲也・永井 伸幸・大島 研介・山本 百合子（2008）. ロービジョン者に適切な字幕を提供するための方法論の開発—字幕への視線移動をインデックスにした評価手法に関する基礎研究— 日本ロービジョン学会誌, 8, 46-53.
- 中野 泰志・新井 哲也（2009）. ロービジョン者のエスカレーター事故防止のためのバリアフリー・マークの効果に関する研究—駅に設置された実機を用いたフィールド調査— 日本ロービジョン学会誌, 9, 80-86.
- Nakano, Y., Yamamoto, R., Arai, T., Inoue, S., Hayashi, K., Takata, Y., & Handa, A. (2010). Development of a “universal design” font with blur tolerance (1): A comparison of the readability of Ming, Gothic, and “universal design” typefaces. *Proceedings of The 3rd International Conference for Universal Design*, P-017.

- 中野 泰志・新井 哲也 (2012). 弱視生徒用拡大教科書に適したフォントの分析ー好みと読書パフォーマンスの観点からの検討ー 日本ロービジョン学会誌, 12, 81-88.
- 中野 泰志・新井 哲也 (2013). ロービジョン児童生徒の白黒反転の好み 日本ロービジョン学会誌, 13, 45-50.
- 中野 泰志・新井 哲也・花井 利徳・吉野 中・大島 研介 (2013). 拡大教科書の選定・指導の実態に関する全国調査ー小中学校・盲学校の教員の実態ー 日本ロービジョン学会誌, 13, 51-60.
- 中野 泰志・新井 哲也・吉野 中・花井 利徳・大島 研介 (2013). ロービジョンのある小中学生の拡大教科書利用実態 日本ロービジョン学会誌, 13, 82-90.
- 中野 泰志 (2014). コンデンス書体の可視性・可読性に関する実験的検討ー低視力シミュレーションによる検討ー 日本ロービジョン学会誌, 14, 44-51.
- 中野 泰志・相羽 大輔・小松 真也 (2014). ロービジョンの表情認知を促す方策ー対面コミュニケーションの課題と工夫に関する実態調査からの考察ー 日本視能訓練士協会誌, 43, 55-63.
- 中野 泰志・相羽 大輔・富田 彩 (2015). タブレット端末で利用できるデジタル教科書は拡大教科書の代わりになり得るか?ー紙媒体とデジタル教科書の利用状況とパフォーマンスの比較研究ー 日本ロービジョン学会誌, 15, 70-78.
- 中野 泰志・氏間 和仁・田中 良広・韓 星民・永井 伸幸 (2016). ロービジョンの生徒のための教科書閲覧アプリの開発(1)ーiBooks より視認性や操作性を向上させた新しいiPad アプリの試作とユーザ評価ー 日本ロービジョン学会誌, 16, 65-75.

2. 査読付き論文 (セカンド以降)

- 志村 洋・大城 英名・小田 浩一・中野 泰志・千田 耕基・木塚 泰弘 (1989). 盲学校における自作教材・教具の開発状況と今後の課題ー実態調査よりー 国立特殊教育総合研究所研究紀要, 16, 109-116.
- 千田 耕基・中野 泰志 (1992). 弱視児の学習効率性に関する研究(IV)ー小学校弱視学級における通級指導の現状と課題ー 国立特殊教育総合研究所紀要, 19, 99-108.
- 今村 夏音・中島 八十一・坂本 洋一・管 一十・中野 泰志 (1997). 糖尿病網膜症による中途失明者の頭部 MRI 所見ー更生訓練施設入所生の脳虚血性病変と点字触読能力との関連ー 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究紀要, 18, 13-17.
- 小林 章・中野 泰志 (1998). ロービジョンの読みの評価と文字認知訓練 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究紀要, 19, 9-16.
- 林 尚美・中野 泰志・中澤 恵江 (2003). 視覚聴覚二重障害児の視機能評価と教育的支援に

- ついでに事例報告——文字処理有効視野の評価を中心に—— 眼紀, 54, 659-663.
- Ideguchi, N., Nakano, Y., & Nunokawa, K. (2005). Development of an objective automatic perimetry using saccadic eye movement. In Jones, S. (Ed.), International congress series. 1282C, Amsterdam: Elsevier, 585-589.
- Nunokawa, K., Ideguchi, N., & Nakano, Y. (2005). The influence of fixation on new visual field measurement using saccadic eye movement. In Jones, S. (Ed.), International congress series. 1282C, Amsterdam: Elsevier, 674-678.
- 中澤 恵江・中野 泰志・佐藤 正幸・佐島 毅 (1997). 進行性の視覚障害と聴覚障害のある生徒の理解と支援に関する研究——共感的理解とチーム・アプローチによる合宿を通して—— 国立特殊教育総合研究所研究紀要, 24, 89-100.
- 千田 耕基・中野 泰志 (1997). 低視力児用「拡大教材」の活用状況と改善点に関する調査研究 国立特殊教育総合研究所研究紀要, 24, 137-148.
- Matsuda, Y., Nakano, Y., Nunokawa, K., & Arai, T. (2007). Case study of university campus design process including participation of users with various physical conditions: Consensus building and evaluation on tactile tiles. *Proceedings of The 2nd International Conference for Universal Design*, 509-518.
- 新井 哲也・中野 泰志・小平 英治・草野 勉・大島 研介 (2008). エスカレーターへの運動方向判断を向上させるハンドレールデザイン 日本ロービジョン学会誌, 8, 114-118.
- Inoue, S., Mori, Y., Nakano, Y., Yamamoto, A., & Arai, T. (2010). The Effects of universal design on graphic arts part 1- Experiments with newspaper advertisements. *Proceedings of The 3rd International Conference for Universal Design*, 0-21.
- Mori, Y., Inoue, S., Nakano, Y., Yamamoto, A., & Arai, T. (2010). The effects of universal design on graphic arts part 2 - Package design of mail orders and drinks. *Proceedings of The 3rd International Conference for Universal Design*, 0-22.
- Shibuya, Y., Nakano, Y., Arai, T., Oshima, K., & Sugiyama, A. (2010). A tool for creating products based on the perspective of universal design: Developing a portable low-vision simulator. *Proceedings of The 3rd International Conference for Universal Design*, 0-105.
- Arai, T., Nakano, Y., Yamamoto, R., Hayashi, K., Takata, Y., Handa, A., & Inoue, S. (2010). Development of a “universal design” font with blur tolerance (2): A comparison of the legibility of Ming, Gothic, and “universal design”

typefaces. *Proceedings of The 3rd International Conference for Universal Design*, P-018.

Yamamoto, R., Nakano, Y., Arai, T., Takata, Y., Handa, A., Hayashi, K., & Inoue, S. (2010). Development of a “universal design” font with blur tolerance (3): A comparison of the legibility of Gothic typeface and a UD font. *Proceedings of The 3rd International Conference for Universal Design*, P-019.

Oshima, K., Arai, T., Ichihara, S., & Nakano, Y. (2014). Tactile sensitivity and braille reading in people with early blindness and late blindness. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 108(2), 122-131.

3. 論文（査読なし）

中野 泰志・小田 浩一・松尾 裕・横井 啓介（1990）．盲教育における実践的CAIの開発研究 心身障害児教育論文集, 16, 25-32.

中野 泰志（1991）．弱視児の見え方と教材・教具の工夫 教育と医学, 5, 97-99.

中野 泰志（1991）．弱視者の視認性を考慮した文字の効果的提示方法(1) — コンピュータディスプレイでの白黒反転効果 — 電子情報通信学会技術研究報告, 91, HC91-29, 15-22.

中野 泰志（1992）．パーソナルコンピュータを用いた拡大図書の作成について Pin, 視覚障害情報機器アクセスサポート協会, 19-23.

佐藤 守・中野 泰志（1993）．パソコンを利用した読みの指導 弱視教育, 31(1), 7-13.

石川 大・中野 泰志（1993）．読書に及ぼす視野の広さの影響 弱視教育, 31(1), 14-20.

中野 喜美子・中野 泰志（1993）．弱視児の読書に適した文字サイズの検討 弱視教育, 31(2), 1-8.

千田 耕基・中野 泰志（1993）．教育相談における障害がある子どもの視機能評価の方法 — 相談場面における視覚系の手がかり行動と視力推定 — 国立特殊教育総合研究所・教育相談年報, 14, 26-35.

中野 泰志（1994）．個々の子どもに応じた教育的観点からの視機能評価 特殊教育学研究, 31(4), 94-95.

中野 泰志（1994）．共同研究の活性化と研究機関のヒューマンネットワークの推進 職リハネットワーク, 25, 24-25.

中野 泰志（1994）．見えにくさとは — 疑似体験を通して子どもの見えにくさを理解しよう — 盲ろう教育研究紀要, 2, 22-26.

伊藤 友治・香川 邦生・中野 泰志（1994）．我が国における弱視教育研究の歴史的変遷 —

- 「弱視教育」誌全 30 巻の分類を通して―― 弱視教育, 32(1), 23-29.
- 関 みどり・宮下 幸江・水谷 厚彦・中野 泰志 (1994). 視覚と聴覚に障害を併せもつ弱視難聴の児童の環境整備に関する事例報告(1) 弱視教育, 32(1), 7-15.
- 水谷 みどり・宮下 幸江・水谷 厚彦・中野 泰志 (1994). 視覚と聴覚に障害を併せもつ弱視難聴の児童の環境整備に関する事例報告(2) 弱視教育, 32(3), 8-15.
- 石井 裕子・中野 泰志 (1995). 弱視学級の新設に向けて――弱視児の視覚特性を考慮した弱視学級の施設・設備を中心に―― 弱視教育, 32(4), 1-9.
- 中野 喜美子・中野 泰志 (1995). 弱視児の読書環境の整備に関する事例報告――読書効率の評価結果を通しての弱視児とのかかわり―― 弱視教育, 32(4), 10-16.
- 中野 泰志 (1995). 視覚障害ユーザにとっての Windows――晴眼者は窓の向こうに何を期待し, 視覚障害者は窓の前で何に不安を感じているか, そしてその真相は―― Pin, 視覚障害情報機器アクセスサポート協会, 16, 59-65.
- 水谷 みどり・宮下 幸江・水谷 厚彦・中野 泰志 (1995). 視覚と聴覚に進行性の障害がある児童の見え方ときこえ方を考慮した環境整備の取り組み 盲ろう教育研究紀要, 3, 18-27.
- 盲ろう児教育委員会・中野 泰志・福島 智 (1995). アッシャー症候群をもつ少年との合宿から学んだこと 盲ろう教育研究紀要, 3, 29-40.
- 中野 泰志 (1997). ロービジョンの教育・福祉的ケアと視機能評価――視力, 視野, まぶしさの機能的な評価方法を中心に―― JOA ジャーナル, 15(2), 110-121.
- 小林 巖・小田 浩一・中野 泰志・中村 透・布川 博士・小田島 明…宮崎 正俊 (1997). 視覚障害福祉の問題解決を志向するインターネットの利用実験 総合リハビリテーション, 25(11), 1287-1291.
- 小林 巖・小田 浩一・佐藤 究・中野 泰志・中村 透・布川 博士…宮崎 正俊 (1998). 高度情報ネットワークを用いた福祉情報化に関する一検討 電子学会論文誌, 118-A, 7/8, 846-854.
- Kobayashi, I., Oda, K., Nakano, Y., Nakamura, T., Odajima, A., Katoh, H., ...Kawashima, H. (2000). Information networking approach toward problem-solving for people with vision impairments in Japan. *Vision rehabilitation: Assessment, intervention and outcomes*, 521-523.
- 柿澤 敏文・香川 邦生・鳥山 由子・加藤 元繁・千田 耕基・大内 進…加藤 俊和 (2000). パソコン活用による算数拡大教科書作成の研究 弱視教育, 38(3), 1-6.
- 中野 泰志 (2001). 支援機器選定における行動の機能的評価の必要性――小田論文へのコメント―― 心理学評論, 44(2), 191-194.

- 中野 泰志 (2001). 視覚障害のある子供たちの就学と教育 視覚障害児・者の過去, 現在, 未来 九州ロービジョンフォーラム Fifth Report 2001, 3-14.
- 池谷 尚剛・香川 邦生・鳥山 由子・柿澤 敏文・千田 耕基・大内 進…村上 文 (2001). パソコン活用による算数拡大教科書の使用評価に関する研究 弱視教育, 39(2), 22-25.
- 秋山 豊子・中野 泰志 (2002). 自然科学分野における Web アクセシビリティ 慶應義塾大学日吉紀要 自然科学, 32, 79-92.
- Nawata, T., Nakano, Y., & Masuda, N. (2003). The effect of head movement on depth and occluding edge perception. 基礎心理学研究, 22, 37-38.
- 山内 賢・中野 泰志 (2003). スポーツにおけるバリアフリーの問題点 (その2) — 視覚に障害のある学生の体育実技履修とその対策について — 慶應義塾大学体育研究所紀要, 42, 47-55.
- 秋山 豊子・倉林 敦・中野 泰志 (2003). バリアフリーをめざした模擬授業と公開講座 慶應義塾大学日吉紀要 自然科学, 34, 53-70.
- 中野 泰志 (2004). 視覚障害のある人のバリアフリーと QOL — 障害の理解とバリアを軽減させる環境づくり — 東京都眼科医会報, 189, 3-8.
- 井手口 範男・中野 泰志・布川 清彦 (2004). スリガラスを用いた低視力シミュレータの開発 ヒューマンインタフェース学会研究報告集, 6(6), 1-8.
- 中野 泰志 (2006). 視覚障害のある子供への支援 — 障害の理解とバリアを軽減させる支援のあり方 — 九州ロービジョンフォーラム Ninth Report 2005, 3-20.
- 井手口 範男・中野 泰志・布川 清彦 (2006). 視野測定インタフェースとしてのサッカード特性の検討 電子情報通信学会技術研究報告, 106(285), WIT2006-40(2006-10), 45-50.
- 中野 泰志・永井 伸幸 (2009). コミュニケーション支援のコツ! 5 講座 コミュニケーション活動へのアプローチ — 視覚障害 作業療法ジャーナル, 43, 487-495.
- 中野 泰志 (2010). バリアフリー・ユニバーサルデザインの人間学を目指して — 障害のある人の実態やニーズ把握のピットホール — 第 36 回感覚代行シンポジウム講演論文集, 19-22.
- 中野 泰志・山本 亮・新井 哲也 (2010). 高等学校段階における弱視生徒用拡大教科書の在り方(1) — 弱視生徒を対象とした拡大教科書の利用実態調査からの考察 — 弱視教育, 48(1), 1-11.
- 伊藤 納奈・中野 泰志 (2010). 視覚特性への理解と見やすい表示方法 (財) 共用品推進機構 (編) アクセシブルデザインの総合情報誌インクル, 68, 5.
- 中野 泰志 (2011). コラム 拡大教科書選びのポイント 文部科学省 (企画・編集) 文部科学時報, 1621, 29.

- 中野 泰志 (2011). バリアフリー／ユニバーサル・デザインのヒューマン・サイエンスをめざして 労働の科学, 66, 52-53.
- 青木 成美・永井 伸幸・中野 泰志・相羽 大輔・奈良 里紗 (2012). 成人弱視者の活用している視覚補助具—選択の過程とその内訳— 弱視教育, 50(3), 13-16.
- 奈良 里紗・相羽 大輔・中野 泰志・青木 成美・永井 伸幸 (2013). 成人弱視者が考える学齢期及び現在の視覚補助具活用—弱視レンズ・単眼鏡・書見台を中心に— 弱視教育, 51(3), 18-22.
- 中野 泰志 (2014). 「まちづくり」における障害当事者参加のあり方 福祉のまちづくり研究 2014, 16(2), 36-39.
- 中野 泰志 (2014). 障害当事者の視点から考えるまちづくり—情報・コミュニケーション環境を中心に— 都市計画 2014. 8, 63(4), 22-25.
- 小倉 正幸・山本 一寿・中野 泰志・相羽 大輔・氏間 和仁 (2014). タブレット情報端末を用いた弱視生徒の指導実践報告—拡大教科書として・学習支援機器として— 弱視教育, 52(2), 1-6.
- 中野 泰志 (2014). 拡大教科書の選定・指導実態と簡易版選定支援キットの試作—2012年度全国調査に基づく検討— 弱視教育, 52(2), 7-18.
- 中野 泰志 (2014). タブレット端末は拡大教科書の代わりになるか? 弱視教育, 52(3), 12-20.
- 中野 泰志 (2014). 災害時に視覚障害者が必要とする支援—東日本大震災の際に視覚障害者が置かれた状況に関する実態調査に基づく考察— 日本ロービジョン学会誌, 14, 19-25.
- 中野 泰志 (2015). 障害のある子どもたちの見やすさ・使いやすさを考慮したユニバーサルデザインフォント 教育情報 教室の窓 2015. 1, 44, 16-17.
- 中野 泰志 (2015). 当事者の視点を取り入れた施設や製品の開発 福祉のまちづくり研究 2015, 17(3), 18-20.
- 小倉 正幸・川野 学都・中野 泰志 (2015). 体験を通して学ぶタブレット端末 5W1H—弱視レンズとしての活用からデジタル教科書まで— 弱視教育, 53(3), 17-21.
- 中野 泰志・田中 良広・永井 伸幸・高野 勉・森下 耕治・上野 敬太・氏間 和仁 (2015). 教科書バリアフリー法と特別支援教育(6)—デジタル教科書のアクセシビリティ— 特殊教育学研究, 53(5), 377-378.
- 中野 泰志 (2017). ユニバーサルデザイン 2020 が目指す心のバリアフリーとは 福祉のまちづくり研究 2017, 19(3), 66-70.
- 中野 泰志・氏間 和仁・田中 良広・韓 星民・永井 伸幸 (2018). 弱視教育におけるタブレ

ット端末とデジタル教科書の活用 弱視教育, 56(1), 33-43.

大宅 健太郎・氏間 和仁・中野 泰志 (2018). 視覚障害者 (弱視者) に対する試験提示方法の検討ー解答時間・得点率・得点効率の比較についてー 弱視教育, 56(2), 8-15

中野 泰志・永井 伸幸・氏間 和仁 (2018). UD ブラウザ用の自作教材の作成方法とテスト・試験での利用方法 弱視教育, 56(2), 20-28

中野 泰志 (2018). ノーマライゼーションと心のバリアフリー 三田評論, 1228, 26-31

4. 著書 (編著)

伊藤 友治・香川 邦生・中野 泰志・石川 大 (1993). 日本弱視教育研究会創立 30 周年記念「弱視教育」総目録・分野別分類 日本弱視教育研究会

中野 泰志 (編著) (1994). 平成 6 年度第 1 回 障害を理解し, 共に学ぶための疑似体験セミナーテキスト 財団法人心身障害児教育財団

中野 泰志 (編著) (1995). 平成 6 年度第 2 回 障害を理解し, 共に学ぶための疑似体験セミナーテキスト 財団法人心身障害児教育財団

中野 泰志・中邑 賢龍・福島 智・近藤 武夫・佐藤 正幸 (監修) (2006). ユニバーサルデザイン 1ーみんなの暮らしを便利にー ユニバーサルデザインってなに? あかね書房

中野 泰志・中邑 賢龍・福島 智・近藤 武夫 (監修) (2006). ユニバーサルデザイン 2ーみんなの暮らしを便利にー 暮らしの中のユニバーサルデザイン あかね書房

中野 泰志・中邑 賢龍・福島 智・近藤 武夫・秋山 哲男 (監修) (2006). ユニバーサルデザイン 3ーみんなの暮らしを便利にー まちのユニバーサルデザイン あかね書房

中野 泰志 (編) (2010). 拡大教科書選定支援キット No. 1~7 教科用特定図書等 (拡大教科書) サンプル集 文部科学省

中野 泰志 (編) (2011). 拡大教科書選定支援キット No. 8~10 教科用特定図書等 (拡大教科書) サンプル集 文部科学省

中野 泰志 (編) (2012). 拡大教科書選定支援キット No. 11~13 教科用特定図書等 (拡大教科書) サンプル集 文部科学省

中野 泰志 (監修) (2018). 新しい心のバリアフリーずかんーきみの「あたりまえ」を見直そう!ー ほるぷ出版

5. 著書 (分担)

中野 泰志 (1993). リーディング・エイドの利用状況 障害者職業総合センター (編) 弱視者の読みと事務的職業 pp. 120-132.

- 中野 泰志 (1993). 今後の課題 障害者職業総合センター (編) 弱視者の読みと事務的職業 pp.132-140.
- 小田 浩一・中野 泰志 (1993). 弱視の立場からの発想 鳥居 修晃 (編著) 視覚障害と認知 放送大学教材 pp.85-99.
- 小田 浩一・中野 泰志 (1993). 弱視者の知覚・認知的困難 鳥居 修晃 (編著) 視覚障害と認知 放送大学教材 pp.52-61.
- 小田 浩一・中野 泰志 (1993). 目のレンズや角膜に起因する障害の補償 鳥居 修晃 (編著) 視覚障害と認知 放送大学教材 pp.62-74.
- 小田 浩一・中野 泰志 (1993). 視野の欠損に起因する障害の補償 鳥居 修晃 (編著) 視覚障害と認知 放送大学教材 pp.75-84.
- 中野 泰志 (1995). 視覚障害者に配慮した案内サインシステムー弱視 (ロービジョン) に対する配慮ー POP EYE, 102, p.43.
- 中野 泰志 (1996). 視覚障害ユーザのウィンドウズへのアクセシビリティの現状と近未来ーウィンドウズ 95 の利用可能性を含めてー 視覚障害, 142, 別冊 身体障害者団体定期刊行物協会 pp.13-30.
- 中野 泰志 (1998). 教育的な視機能評価と配慮 大川原 潔・香川 邦生・瀬尾 雅雄・鈴木 篤・千田 耕基 (編) 視力の弱い子どもの理解と支援 教育出版 pp.60-70.
- 青木 成美・中野 泰志 (1998). その他の視覚補助具の活用 大川 原潔・香川 邦生・瀬尾 雅雄・鈴木 篤・千田 耕基 (編) 視力の弱い子どもの理解と支援 教育出版 pp.185-197.
- 中野 泰志 (1999). 視覚障害を持つ人のコンピュータアクセシビリティ こころリソースブック編集会 (編) 電子機器を用いた障害者・高齢者の生活支援ーアクセシビリティの基礎知識ー こころリソースブック出版会 pp.50-63.
- 中野 泰志 (2000). ロービジョンのインターネット Practical Ophthalmology 61 文光堂 pp.60-61.
- 中野 泰志 (2000). ロービジョンのビデオ・カメラ Practical Ophthalmology 61 文光堂 pp.78-79.
- 中野 泰志 (2000). ロービジョン補助具 コンピュータシステム Practical Ophthalmology 61 文光堂 pp.54-59.
- 中野 泰志 (2000). 視覚科学とリハビリテーション 日本視覚学会 (編) 視覚情報処理ハンドブック 朝倉書店 pp.557-561.
- 中邑 賢龍・畠山 卓朗・中野 泰志・伊藤 英一・松本 廣 (2002). テクノロジーウォッチング 支援技術利用促進検討委員会 (編) Introduction to e-AT 電子情報支援技術を

- 学ぶ 財団法人ニューメディア開発協会 pp. 59-63.
- 中野 泰志 (2002). 障害の理解—視覚の機能と視覚障害— 支援技術利用促進検討委員会 (編) Introduction to e-AT 電子情報支援技術を学ぶ 財団法人ニューメディア開発協会 pp. 68-75.
- 中野 泰志 (2002). 障害の疑似体験と共感的理解—障害のある状況での活動の制約や支援技術の効果を体験的に理解する— 支援技術利用促進検討委員会 (編) Introduction to e-AT 電子情報支援技術を学ぶ 財団法人ニューメディア開発協会 pp. 19-25.
- 伊藤 英一・畠山 卓朗・中野 泰志・中邑 賢龍・松本 廣 (2002). あなたの中に障害はありますか? 支援技術利用促進検討委員会 (編) Introduction to e-AT 電子情報支援技術を学ぶ 財団法人ニューメディア開発協会 pp. 2-8.
- 大場 純一・中野 泰志 (2002). 視覚障害のある人の読み書き 支援技術利用促進検討委員会 (編) Introduction to e-AT 電子情報支援技術を学ぶ 財団法人ニューメディア開発協会 pp. 76-85.
- 中野 泰志 (2005). 障害を理解する方法—疑似体験を通して学ぶ— 中邑 賢龍・畠山 卓朗・中野 泰志 (編) 上級サポーターのためのコミュニケーションのポイント ころりソースブック出版会 pp. 10-16.
- 金沢 真理・中野 泰志 (2005). 視覚障害疑似体験を通して生活支援を考える 中邑 賢龍・畠山 卓朗・中野 泰志 (編) 上級サポーターのためのコミュニケーションのポイント ころりソースブック出版会 pp. 21-27.
- 中野 泰志・福島 智 (2005). 福祉のまちづくりにおける当事者参加と共感的理解のあり方—バリアへの「気づき」促進プログラムの必要性— 木曾根 寛・小澤 温 (編) 障害者福祉論 放送大学教材 pp. 255-258.
- 中野 泰志 (2006). 教育や福祉の観点からの視機能評価 高橋 広 (編) ロービジョンケアの実際-視覚障害者の QOL 向上のために 第 2 版 医学書院 pp. 67-81.
- 中野 泰志 (2006). 視覚障害者とコンピュータ 高橋 広 (編) ロービジョンケアの実際-視覚障害者の QOL 向上のために 第 2 版 医学書院 pp. 149-155.
- 中野 泰志 (2006). 高等教育機関 (大学・大学院・短期大学など) でのロービジョンケア 高橋 広 (編) ロービジョンケアの実際-視覚障害者の QOL 向上のために 第 2 版 医学書院 pp. 217-221.
- 中野 泰志 (2007). 障害を併せもつロービジョン児のケア 樋田 哲夫 (編) 眼科プラクティス 14 ロービジョンケアガイド 文光堂 pp. 129-131.
- 中野 泰志 (2008). 医療のための検査と教育・福祉のための評価 樋田 哲夫・江口 秀一郎

- (編) 眼科診療のコツと落とし穴(3) 検査・診断 中山書店 p.240.
- 中野 泰志 (2008). 検査ができない子どもたちへの検査の工夫 樋田 哲夫・江口 秀一郎
- (編) 眼科診療のコツと落とし穴(3) 検査・診断 中山書店 p.245.
- 中野 泰志 (2008). 検査実施時の落とし穴ー検査師の衣服で視力が変わる?ー 樋田 哲夫・江口 秀一郎(編) 眼科診療のコツと落とし穴(3) 検査・診断 中山書店 p.244.
- 中野 泰志 (2008). 障害のある子どもたちの検査の工夫 樋田 哲夫・江口 秀一郎(編) 眼科診療のコツと落とし穴(3) 検査・診断 中山書店 p.246.
- 中野 泰志 (2009). 見る機能の発達とそれを阻害する要因 香川 邦生・千田 耕基(編) 小・中学校における視力の弱い子どもの学習支援 通常の学級を担当される先生方のために 教育出版 pp.45-58.
- 中野 泰志・勝野 有美 (2009). コラム1 慶應義塾大学での取り組み 宮本 信也・石塚 謙二・西牧 謙吾・拓植 雅義・青木 建(監修) 特別支援教育の基礎 確かな支援のできる教師・保育士になるために 東京書籍 p.86.
- 中野 泰志・勝野 有美 (2009). 特別支援教育の実際(6) 大学 宮本 信也・石塚 謙二・西牧 謙吾・拓植 雅義・青木 建(監修) 特別支援教育の基礎 確かな支援のできる教師・保育士になるために 東京書籍 pp.76-85.
- 中野 泰志 (2013). 情報コミュニケーション環境 日本福祉のまちづくり学会(編) 福祉のまちづくりの検証 彰国社 pp.121-126.
- 中野 泰志 (2015). 教育や福祉の観点からの視機能評価 高橋 広(編) ロービジョンケアの実際-視覚障害者のQOL向上のために 第2版 医学書院 pp.67-81.
- 中野 泰志 (2015). 視覚障害者とコンピュータ 高橋 広(編) ロービジョンケアの実際-視覚障害者のQOL向上のために 第2版 医学書院 pp.149-155.
- 中野 泰志 (2015). 高等教育機関(大学・大学院・短期大学など)でのロービジョンケア 高橋 広(編) ロービジョンケアの実際-視覚障害者のQOL向上のために 第2版 医学書院 pp.217-221.

6. 学会発表(海外)

- Oda, K., & Nakano, Y. (1992). Probability summation among spatial frequency channels and comparison of acuity measured with gratings and Landolt-C Rings. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 33, 1350.
- Arai, T., Nakano, Y., & Kusano, T. (2008). Accessible buttons of a mobile phone: Experimental analyses of critical factors. *Abstracts book of Vision 2008 the 9th International Conference on Low vision*, 126. 15.

- Inoue, S., Nakano, Y., Arai, T., Nagai, N., Oshima, K., Yamamoto, Y., & Schepker, N. (2008). The effects of caption speed on viewers with low vision. *Abstracts book of Vison 2008 the 9th International Conference on Low vision*, 104. 1.
- Nakano, Y., Arai, T., Ideguchi, N., Kusano, T., & Nagai, N. (2008). Are motor-driven hybrid vehicles dangerous for people with visual disabilities? *Abstracts book of Vison 2008 the 9th International Conference on Low vision*, 132. 3.
- Nakano, Y., Arai, T., Nagai, N., Kusano, T., Oshima, K., Kodaira, E., & Kinoshita, K. (2008). Prevention of accidents involving people with low vision who are unable to judge an escalator's direction of motion. *Abstracts book of Vison 2008 the 9th International Conference on Low vision*, 132. 4.
- Oshima, K., Nakano, Y., Arai, T., Kusano, T., & Kodaira, E. (2008). What are we looking at when using stairs?: The analysis of eye movement for safe use of stairs. *Abstracts book of Vison 2008 the 9th International Conference on Low vision*, 132. 8.
- Arai, T., Nakano, Y., & Yamamoto, R. (2010). Development of a 'universal design' font with blur tolerance. *Ecvp'10 (33rd European Conference on Visual Perception)*, 39, 147.
- Nakano, Y., Arai, T., & Yamamoto, R. (2010). The relationship between character size preference and reading performance for people with low vision: Are their choices reasonable? *Ecvp'10 (33rd European Conference on Visual Perception)*, 39, 147.
- Arai, T., Nakano, Y., Asaka, K., Takahashi, I., Takatsuka, T., & Oshima, K. (2011). A New braille device: Thin and light enough to be attached on liquid crystal panels. *10th International Conference on Low-Vision*, P0-16.
- Inoue, S., & Nakano, Y. (2011). Universal design print: Print media for people with low-vision. *10th International Conference on Low-Vision*, P0-75.
- Inoue, S., & Nakano, Y. (2011). Universal food package design for low-vision customers. *10th International Conference on Low-Vision*, P0-76.
- Nakano, Y., Yamamoto, R., & Arai, T. (2011). Adjustment of viewing distance of students with low vision - Can low vision students change viewing distance reasonably? *10th International Conference on Low-Vision*, P0-2.

- Yamamoto, R., Nakano, Y., & Arai, T. (2011). The preference of fonts in low vision students in the school for the blind. *10th International Conference on Low-Vision*, P0-31.
- Nakano, Y., Arai, T., Yoshino, A., Oshima, K., & Kusano, T. (2012). Effects of cloudiness on reading: A comparative experiment on the contrast polarity effect using a cloudy ocular media simulation. *ECVP 2012 (35th European Conference on Visual Perception)*, 41,155.
- Ujima, K., & Nakano, Y. (2014). Development and evaluation of the daily field of vision assessment tool for iPad. *Vision 2014 the 11th International Conference on Low Vision*, P29.
- Nakano, Y., Miyachi, E., & Aiba, D. (2014). A national survey on difficulties of people with visual impairment after the Great East Japan Earthquake. *Vision 2014 the 11th International Conference on Low Vision*, P56.
- Nagai, N., & Nakano, Y. (2014). The relationship of contrast magnitude, contrast polarity and illuminance in front of the eyes to preference of print size. *Vision 2014 the 11th International Conference on Low Vision*, P66.
- Han, S., & Nakano, Y. (2014). A study of delayed introduction of multimedia DAISY in Japan. *Vision2014 the 11th International Conference on Low Vision*, P81.
- Nakano, Y., Aiba, D., Ujima, K., Tanaka, Y., Nagai, N., & Han, S. (2014). Development of a prototype textbook provision system using accessible PDFs for high school students with low vision. *Vision 2014 the 11th International Conference on Low Vision*, P82.
- Nakano, Y., Tanaka, Y., Ujima, K., Nagai, N., Han, S., & Aiba, D. (2014). Supply and usage situation of large print textbooks in Japan: A nationwide fact-finding survey to elementary and junior high schools. *Vision 2014 the 11th International Conference on Low Vision*, P95.
- Tanaka, Y., & Nakano, Y. (2014). Enactment of barrier-free act of school textbooks and issue status of large print textbooks for low vision children in Japan. *Vision 2014 the 11th International Conference on Low Vision*, P96.
- Nagai, N., Nakano, Y., Tanaka, Y., Ujima, K., Han, S., & Ueno, T. (2015). A preliminary study concerning the reading behaviour of low-vision individuals on tablet PCs: The cases of two low-vision students. *European Society for Low*

Vision Research and Rehabilitation, 67.

Nakano, Y., Tanaka, Y., Ujima, K., Nagai, N., Han, S., & Ueno, T. (2015).

Development of a textbook viewer for students with low vision: Browser app for iPad with joint hybrid pdf and html format. *European Society for Low Vision Research and Rehabilitation*, 71.

Han, S., Nakano, Y., & Nagai, N. (2015). MMDAISY. *European Society for Low Vision Research and Rehabilitation*, 73.

Han, S., & Nakano, Y. (2017). A Comparative Research of electronic book viewers Situations between Japan and Korea. *ISEP 2017 International Symposium on Education and Psychology-fall Session*, 102-103.

Nakano, Y., Han, S., & Morisawa, T. (2017). Development of a readable Hangul font for people with low vision: Evaluation of Hangul fonts readability with the use of paired comparison scaling. *ISEP 2017 International Symposium on Education and Psychology-fall Session*, 104-113.

Nakano, Y. (2017). Could condensed typeface improve reading performances of people with tunnel vision?: Effect of compression using restricted visual field simulation. *Vision 2017 the 12th International Conference on Low Vision*.

7. 学会発表（国内）、報告書、その他

省略

職歴・研究歴

1. 職歴（常勤）

- 1988年4月1日 国立特殊教育総合研究所（現 独立行政法人国立特別支援教育総合研究所）・視覚障害教育研究部・弱視教育研究室・研究員
- 1996年7月1日 同研究所・同研究部・同研究室・主任研究官
- 1997年3月31日 同研究所 退職
- 1997年4月1日 慶應義塾大学・経済学部・助教授
- 2003年4月1日 同大学・同学部・教授
- 2003年4月1日 東京大学先端科学技術研究センター・特任教授（慶應義塾大学・経済学部・客員教授）
- 2006年4月1日 慶應義塾大学・経済学部・教授（現在に至る）

2. 職歴（客員教授）

- 2003年4月1日～2006年3月31日 慶應義塾大学・経済学部・客員教授
- 2006年4月1日～2006年8月31日 東京大学先端科学技術研究センター・客員教授

3. 職歴（研究員）

- 国立身体障害者リハビリテーションセンター・感覚機能系障害研究部・非常勤研究員「中途失明者の混合感覚機能障害に関する研究」、1997年7月1日～1998年3月31日、国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所.
- 国立身体障害者リハビリテーションセンター・感覚機能系障害研究部・非常勤研究員「中途失明者の混合感覚機能障害に関する研究」、1999年7月1日～2000年3月31日、国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所.
- 国立身体障害者リハビリテーションセンター・感覚機能系障害研究部・非常勤研究員「fMRIによる感覚障害者における感覚認知機能の評価に関する研究」、2000年7月1日～2001年3月31日、国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所.

4. 職歴（非常勤講師）

- 筑波大学附属理療科教員養成施設・非常勤講師「コンピュータの実際」、1991～1996年度.
- 国立身体障害者リハビリテーションセンター学院・非常勤講師「ロービジョン原論」、1992～2000年度、国立身体障害者リハビリテーションセンター.
- 国立特殊教育総合研究所・視覚障害教育コース・短期研修・非常勤講師「視覚障害教育と

コンピュータ」、1997～2000 年度、国立特殊教育総合研究所。

国立特殊教育総合研究所・教育工学コース・短期研修・非常勤講師「障害の疑似体験と情報機器活用」、1997～1999 年度、国立特殊教育総合研究所。

国立特殊教育総合研究所・重度重複障害コース・短期研修・非常勤講師「ワークショップ」、1997～1998 年度、国立特殊教育総合研究所。

珪山学園日本医療福祉専門学校・福祉技術学科・非常勤講師「ロービジョンの視機能評価の原理と応用」、1998 年度。

東京国際大学・人間社会学部・非常勤講師「障害児者心理学」、1998～1999 年度。

国立特殊教育総合研究所・重度重複障害コース・短期研修・非常勤講師「ワークショップ」、2000 年度、国立特殊教育総合研究所。

東京国際大学・人間社会学部・非常勤講師「実験心理学」、2000～2001 年度。

東京国際大学・人間社会学部・非常勤講師「福祉心理特殊講義 4-障害の理解と心理学的ケアの実際-」、2000 年度。

国立特殊教育総合研究所・視覚障害教育コース・短期研修・非常勤講師「視覚障害教育とコンピュータの可能性」、2001 年度、国立特殊教育総合研究所。

国立特殊教育総合研究所・視覚障害教育コース・短期研修・非常勤講師「視覚障害教育と支援技術」、2002 年度、独立行政法人国立特殊教育総合研究所。

宮城教育大学・非常勤講師「視覚障害児教育学 A」、2002 年 4 月 1 日～2003 年 3 月 31 日。

国立障害者リハビリテーションセンター学院・非常勤講師「ロービジョンの理論と教授法」、2001 年 4 月 1 日～2016 年 3 月 31 日

日本盲導犬協会付設盲導犬訓練士学校・非常勤講師「視覚リハ系視覚リハ概論・障害児ケア I」、2005 年 4 月 1 日～2012 年 3 月 31 日

日本盲導犬協会付設盲導犬訓練士学校・非常勤講師「視覚リハ系視覚リハ概論・障害児ケア II」、2005 年 4 月 1 日～2013 年 3 月 31 日

新潟大学・電気情報工学特別講義「心理学の観点からみた視覚障害者支援技術とバリアフリーデザイン」、2010 年 8 月（集中講義）。

聖隷クリストファー大学・非常勤講師「言語発達障害学 II」、2005 年 4 月 1 日～2016 年 3 月 31 日

東京女子美術大学短期大学部・非常勤講師「共通プログラム I：体験を通して学ぶ障害の理解とバリアフリー・ユニバーサルデザイン」、2010 年 4 月 1 日～2015 年 3 月 31 日

神奈川大学・人間科学部・非常勤講師「障害者高齢者福祉心理学」、2015 年 4 月 1 日～現在に至る。

神奈川大学大学院・非常勤講師「高齢者環境特論」、2015 年 4 月 1 日～現在に至る。

5. 学会委員等

日本弱視教育研究会・拡大教材検討委員会（委員）、1991年4月1日～1992年3月31日
視覚障害リハビリテーション協会・編集委員、1994年4月1日～1999年3月31日
視覚障害リハビリテーション協会・理事、1994年4月1日～1997年3月31日
視覚障害リハビリテーション協会・副会長、1997年4月1日～1998年3月31日
視覚障害リハビリテーション協会・会長、1998年4月1日～1999年3月31日
視覚障害リハビリテーション協会・副会長、1999年4月1日～2000年3月31日
日本特殊教育学会・編集委員、2001年1月1日～2009年12月31日
日本ロービジョン学会・評議員、2003年4月1日～2005年3月31日
日本ロービジョン学会・評議員、2007年4月1日～2009年3月31日
日本ロービジョン学会・理事、2007年4月1日～2009年3月31日
日本福祉心理学会・編集委員、2008年7月～2011年度総会時まで
日本福祉のまちづくり学会・情報障害特別研究委員長、2009年4月1日～2011年3月31日
日
日本ロービジョン学会・評議員、2010年4月1日～2016年3月31日
日本ロービジョン学会「日本ロービジョン学会評議委員」（委員）、2010年4月1日～2013年3月31日
日本福祉のまちづくり学会・特別研究委員会委員長、2010年4月1日～2011年3月31日
日本福祉のまちづくり学会・代議員、2011年4月1日～2013年3月31日
感覚代行シンポジウム・理事、2012年4月1日～2014年3月31日
一般社団法人日本福祉のまちづくり学会「情報・コミュニケーション特別研究委員会」（委員）、2013年8月1日～2015年7月31日
日本ロービジョン学会・ホームページ委員会委員、2013年4月1日～2016年3月31日
日本ロービジョン学会・災害調査対応委員会委員、2013年4月1日～2016年3月31日
日本ロービジョン学会・抄録査読委員会委員、2013年4月1日～2016年3月31日
日本ロービジョン学会・理事、2013年4月1日～2016年3月31日
日本ロービジョン学会「日本ロービジョン学会評議委員」（委員）、2013年4月1日～2016年3月31日
日本ロービジョン学会「日本ロービジョン学会ホームページ委員会」（委員）、2013年4月1日～2016年3月31日
一般社団法人日本福祉のまちづくり学会・「情報・コミュニケーション特別研究委員会」（委員長）、2013年8月1日～2015年7月31日

公益社団法人土木学会 調査研究部門地下空間研究委員会心理小委員会（委員）、2014年6月1日～2017年5月31日

公益社団法人土木学会「調査研究部門 地下空間研究委員会 心理小委員会」（委員）、2014年6月1日～2017年5月31日

日本基礎心理学会（理事）2014年12月6日～2017年3月31日

一般社団法人全国高等教育障害学生支援協議会（理事）、2015年2月19日～2017年8月8日

日本福祉心理学会「福祉心理学研究」（編集委員）、2016年9月1日～2019年総会時

日本ロービジョン学会「日本ロービジョン学会災害調査対応委員会」（委員）、2016年4月1日～2019年3月31日

日本ロービジョン学会・評議員、2016年4月1日～2019年3月31日

日本ロービジョン学会・理事、2016年4月1日～2019年3月31日

日本ロービジョン学会「日本ロービジョン学会評議委員」（委員）、2016年4月1日～2019年3月31日

日本ロービジョン学会「日本ロービジョン学会プログラム対応委員会」（委員）、2016年4月1日～2019年3月31日

日本ロービジョン学会「日本ロービジョン学会ホームページ委員会」（委員）、2016年4月1日～2019年3月31日

日本ロービジョン学会「日本ロービジョン学会理事」（理事）、2016年4月1日～2019年3月31日

一般社団法人日本福祉のまちづくり学会「心のバリアフリー特別研究委員会」（委員長）、2017年4月1日～2019年3月31日

公益社団法人土木学会「調査研究部門 心理小委員会」（委員）、2017年6月1日～2019年5月31日

公益社団法人土木学会「調査研究部門 地下空間研究委員会」（委員）、2017年6月1日～2019年5月31日

一般社団法人全国高等教育障害学生支援協議会（理事）、2017年8月9日～2019年6月30日

6. 専門委員等

(1) 内閣官房

内閣官房「2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けた接遇・心のバリアフリー理解促進調査」（座長）、2016年10月28日～2017年3月17日

内閣官房「ユニバーサルデザイン 2020 関係府省連絡会議・心のバリアフリー分科会」（座長）2016年8月1日～2017年3月31日

内閣官房「心のバリアフリーを通じてコミュニケーションを促進するEラーニング作成委員会」（座長）2017年6月28日～2018年3月30日

(2) 内閣府

内閣府「障害者政策委員会」（委員）、2012年10月22日～2012年12月17日

内閣府「障害者政策委員会専門委員」（委員）、2012年10月22日～2012年12月17日

(3) 文部科学省

文部科学省初等中等教育局「拡大教科書標準規格ワーキンググループ」（委員）、2008年5月21日～2009年3月31日

文部科学省初等中等教育局「教科書デジタルデータ提供促進ワーキンググループ」（委員）、2008年5月21日～2009年3月31日

文部科学省初等中等教育局「教科書デジタルデータ提供の在り方に関する調査研究」（技術審査専門員）、2009年10月1日～2011年3月31日

文部科学省初等中等教育局「高等学校段階における拡大教科書標準規格等検討会委員」（委員）、2009年11月20日～2010年3月31日

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団『「視覚・聴覚障害者の安全性・利便性に関する調査研究」ワーキング委員会』（委員）、2010年8月5日～2011年3月31日

文部科学省高等教育局「障がいのある学生の修学支援に関する検討会委員」（委員）、2012年6月6日～2013年3月31日

一般社団法人教科書協会「拡大教科書専門委員会委員」（委員）、2013年1月28日～2014年3月31日

平成26年度「教職員のための障害学生修学支援ガイド」見直しに係る協力者会議 障害種別ワーキンググループ（視覚障害）構成員、2014年7月17日～2015年3月31日

一般社団法人教科書協会「拡大教科書専門委員会委員」（委員）、2016年3月1日～2017年2月28日

一般社団法人教科書協会「拡大教科書専門委員会委員」（委員）、2017年3月1日～2018年2月28日

文部科学省「デジタル教科書」の効果的な活用の在り方等に関するガイドライン検討会議（委員）、2018年5月22日～2019年3月31日

(4) 厚生労働省

(株)ピュアスピリッツ「平成21年度障害者保健福祉推進事業『視覚障害児・者の移動支援の個別給付化に係る調査研究事業』委員会」（委員）、2009年4月1日～2010年3月

31日

みずほ情報総研株式会社「平成30年度障害者総合福祉推進事業「身体障害者補助犬の訓練・認定の実態に関する調査研究」検討会」(委員)、2018年9月1日～2019年3月31日

(5) 国土交通省

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団「バリアフリーボランティアモデル検討委員会」(委員)、2005年5月9日～2006年3月25日

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団「色覚障害者、弱視(ロービジョン)者に対応したサイン環境整備に係る調査研究委員会」(委員)、2007年5月15日～2008年3月31日

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団「知的障害者、精神障害者、発達障害者等に対応したバリアフリー化施策に係る調査研究」(委員)、2007年10月10日～2008年3月31日

財団法人国土技術研究センター「知的障害者、精神障害者、発達障害者等に対応したバリアフリー化施策に係る調査研究検討WG(ワーキンググループ)」(座長)、2008年12月17日～2009年3月19日

財団法人国土技術研究センター「知的障害者、精神障害者、発達障害者等に対応したバリアフリー化施策に係る調査研究検討委員会」(委員)、2008年11月27日～2009年3月19日

国土交通省自動車交通局「ハイブリッド車等の静音性に関する対策検討委員会」(委員)、2009年6月26日～検討会終了まで(年内を予定)

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団「バリアフリー教育プログラム検討ワーキング(平成22年度)」(委員)、2010年10月14日～2011年3月31日

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団「バリアフリー教育プログラム検討ワーキング(平成23年度)」(委員)、2011年4月8日～2012年3月31日

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団「バリアフリー教育プログラム検討ワーキング(平成24年度)」(委員)、2012年4月18日～2013年3月31日

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団「公共交通機関の旅客施設に関する移動円滑化整備ガイドライン小委員会」(委員)、2012年1月23日～2012年12月31日

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団『公共交通機関における照明のあり方の研究』ワーキング委員会」(委員)、2013年7月19日～2014年3月31日

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団「バリアフリー教育プログラム検討ワーキング(平成25年度)」(委員)、2013年4月19日～2014年3月31日

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団「視覚障害者のエスカレーター誘導に関する調査研究委員会（平成 25 年度）」（委員）、2013 年 8 月 5 日～2014 年 3 月 31 日

国土交通省「移動等円滑化のために必要な旅客施設又は車両等の構造及び設備に関する基準等検討委員会」検討委員会及び意見交換会（委員）、2016 年 10 月 21 日～2017 年 3 月 24 日

国土交通省「公共交通機関等における障害者等への対応に係る職員教育の充実に関する調査研究・交通事業者向けガイドライン作成等のための検討委員会」（委員）、2017 年 11 月 6 日～2018 年 3 月 23 日

国土交通省「新型ホームドア等に対応する視覚障害者誘導用ブロックの敷設方法に関する調査検討委員会」（委員）、2017 年 7 月 31 日～2017 年 11 月 30 日

国土交通省「駅ホーム縁端部視認性向上のための WG」（委員）、2017 年 2 月 24 日～2018 年 3 月 31 日

社会システム株式会社、「移動等円滑化のために必要な旅客施設又は車両等の構造及び設備に関する基準等検討委員会」（委員）、2017 年 5 月 22 日～2018 年 3 月 24 日

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団「視覚障害者等向け設備ワーキング」（ワーキングメンバー）、2017 年 7 月 10 日～2018 年 12 月 31 日

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団「見え方、聴こえ方、感覚ワーキング」（ワーキングメンバー）、2017 年 7 月 10 日～2018 年 12 月 31 日

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団「バリアフリー整備ガイドライン改定検討委員会」（委員）、2017 年 5 月 22 日～2018 年 3 月 31 日

(6) 経済産業省

経済産業省委託・平成 12 年度高度技術集約型産業等研究開発調査「障害者・高齢者等情報処理機器アクセシビリティ指針の普及に関する調査研究（障害者等情報機器技術委員会）」（委員）、2000 年度、電子情報技術産業協会.

TRT 紫外線硬化樹脂インキ点字加工技術「JIS 原案作成委員会」（委員）、2001 年 4 月 1 日～2002 年 3 月 31 日、全日本スクリーン印刷共同組合連合会.

財団法人共用品推進機構「国内 JISWG（代替様式検討 WG）」（委員）、2009 年 8 月 28 日～2010 年 3 月 31 日

財団法人共用品推進機構「国内 JISWG（アクセシブルデザイン—報知光 考慮事項 研究・開発委員会）」（委員）、2010 年 9 月 21 日～2011 年 2 月 28 日

財団法人共用品推進機構「視覚障害者不便さ調査検討委員会」（委員）、2010 年 9 月 21 日～2011 年 3 月 31 日

独立行政法人 産業技術総合研究所「独立行政法人産業技術総合研究所ロービジョンの空

間成分データ集 TR 原案作成委員会委員」(委員)、2011年10月13日～2013年10月12日

公益財団法人共用品推進機構「TC159 国内検討 WG 委員会」(委員)、2012年9月18日～2013年3月25日

公益財団法人共用品推進機構「TC159 国内検討 WG 委員会」(委員)、2013年8月14日～2014年3月24日

公益財団法人共用品推進機構「TC159 国内検討 WG 委員会」(委員)、2014年8月12日～2015年3月23日

公益財団法人共用品推進機構「TC159 国内検討 WG 委員会」(委員)、2015年7月30日～2016年3月22日

(7) 総務省

消防庁「情報伝達・避難誘導のメッセージ等検討 WG」(委員)、2017年7月21日～2018年3月31日

獲得した競争的資金等一覧

本研究を実施するために獲得した主な競争的資金等を以下に示した。

1. 文部科学省科学研究費補助金

1.1 研究代表者

「視覚障害児・者の読書効率を最大限に引き出すための読書環境評価システムの開発」（課題番号：6710182）、研究種目：奨励研究(A)、研究期間：1994年度。

「弱視疑似体験の理論化と専門家養成における研修マニュアルの開発」（課題番号：7710214）、研究種目：奨励研究(A)、研究期間：1995年度。

「高齢者や障害者の読書環境を整備するための有効視野評価システムの開発」（課題番号：11710153）、研究種目：奨励研究(A)、研究期間：1999～2000年度。

「言語によるコミュニケーションが困難な重複障害児・者の視機能評価システムの開発」（課題番号：13610318）、研究種目：基盤研究(C)、研究期間：2001～2002年度。

「感覚障害を併せもつ重複障害児・者の自己決定と支援技術に関する研究」（課題番号：16330186）、研究種目：基盤研究(B)、研究期間：2004～2006年度。

「視覚障害児・者の知覚・行動特性と環境の相互依存性を考慮した歩行支援手法の開発」（課題番号：19330213）、研究種目：基盤研究(B)、研究期間：2007～2009年度。

「拡大教科書選定のための評価システムの開発 --発達段階を考慮した生態学的アプローチ」（課題番号：22330261）、研究種目：基盤研究(B)、研究期間：2010～2012年度。

「視覚障害者の高等教育における合理的配慮のための教科書デジタルデータ活用システム」（課題番号：25285261）、研究種目：基盤研究(B)、研究期間：2013～2015年度。

「通常の学級で学ぶ視覚障害児への合理的配慮と教育の質の向上を支援するシステムの構築」（課題番号：16H02072）、研究種目：基盤研究(A)、研究期間：2016～2018年度。

「科学的根拠に基づいた視覚障害者のテスト・アコモデーションに関する実践的研究」（課題番号：19H00623）、研究種目：基盤研究(A)、研究期間：2019～2021年度。

1.2 研究分担者

「全盲と弱視の境界視力児に対する読み書きの効果的な指導法に関する実際的研究」（課題番号：63450042）、研究代表者：木塚 泰弘、研究種目：一般研究(B)、研究期間：1988～1990年度。

「視覚系におけるマルチ・チャンネルのそれぞれの機能と弱視者の機能低下の関連に関する研究」（課題番号：2301015）、研究代表者：吉田 俊郎、研究種目：総合研究(A)、研究

期間：1990～1991 年度.

「特殊教育において情報手段の活用を推進するための教員研修教材の充実に関する研究」

(課題番号：3610150)、研究代表者：松本 廣、研究種目：一般研究(C)、研究期間：1991 年度.

「上肢運動機能障害児がコンピュータを利用できるキーボード・マウスエミュレータの開発」

(課題番号：4551006)、研究代表者：松本 廣、研究種目：試験研究(B)、研究期間：1992～1994 年度.

「弱視児に見やすいコンピュータ・フォントの分析と試作」(課題番号：4451063)、研究代

表者：木塚 泰弘、研究種目：一般研究(B)、研究期間：1992～1994 年度.

「障害児・者の情報ネットワーク・アクセシビリティの改善に関する実践的研究」(課題番

号：6451150)、研究代表者：松本 廣、研究種目：一般研究(B)、研究期間：1994～1995 年

度.

「中途視覚障害者の触読効率を向上させるための総合的點字学習システムの開発」(課題番

号：7401007)、研究代表者：木塚 泰弘、研究種目：基盤研究(A)、研究期間：1995～1998 年

度.

「視覚障害者における形・空間の認知機能とその形成」(課題番号：7301010)、研究代表者：

和氣 典二、研究種目：基盤研究(A)、研究期間：1995～1997 年度.

「「盲ろう」教育を支援するワールドワイド情報収集・提供システムの構築」(課題番号：

9410084)、研究代表者：中澤 恵江、研究種目：基盤研究(B)、研究期間：1997～1999 年

度.

「弱視児の視覚特性を踏まえた指導法に関する総合的研究」(課題番号：10400013)、研究代

表者：香川 邦生、研究種目：基盤研究(B)、研究期間：1998～2000 年度.

「中途失明者の個に応じた最適點字サイズ評価と點字触読指導プログラム及び教材の開発」

(課題番号：13610348)、研究代表者：澤田 真弓、研究種目：基盤研究(C)、研究期間：2001～2003 年度.

「「盲ろう二重障害」インターネット教員研修システム構築に向けた調査・開発研究」(課題

番号：14310145)、研究代表者：中澤 恵江、研究種目：基盤研究(B)、研究期間：2002～2005 年度.

「障害者の選挙アクセシビリティの改善に関する研究」(課題番号：16530365)、研究代表者：

村田 拓司、研究種目：基盤研究(C)、研究期間：2004～2005 年度.

「高齢者の視触機能低下とその補綴に関する研究-プロダクティブ・エイジングのために-」

(課題番号：16330145)、研究代表者：和氣 洋美、研究種目：基盤研究(B)、研究期間：2004～2007 年度.

「コミュニティ参加を促進するトータルナビゲーションシステムの在り方に関する研究」
(課題番号：17530417)、研究代表者：布川 清彦、研究種目：基盤研究(C)、研究期間：
2005～2006 年度.

「情報バリアフリー技術による産業化モデルと障害者社会参加のための実践的研究」(課題
番号：17100009)、研究代表者：伊福部 達、研究種目：基盤研究(S)、研究期間：2005～
2008 年度.

「音声認識技術による聴覚障害学生支援システムにおける字幕提示方法の改善に関わる研
究」(課題番号：18530748)、研究代表者：牧原 功、研究種目：基盤研究(C)、研究期間：
2006～2008 年度.

「障害・高齢ユーザ本位の技術開発・支援を促進するコーディネータ養成システムの研究」
(課題番号：18300190)、研究代表者：中邑 賢龍、研究種目：基盤研究(B)、研究期間：
2006～2008 年度.

「発達障害児の家族支援のための育児ポートフォリオ」(課題番号：21530705)、研究代表者：
足立 さつき、研究種目：基盤研究(C)、研究期間：2009～2011 年度.

「視覚補助具のリテラシーを育成するためのユーザ・エキスパート養成 プログラムの開発」
(課題番号：22531051)、研究代表者：青木 成美、研究種目：基盤研究(C)、研究期間：
2010～2012 年度.

「幼児を対象とした発達性読み書き障害児のスクリーニングテストの開発」(課題番号：
22530726)、研究代表者：池田 泰子、研究種目：基盤研究(C)、研究期間：2010～2012 年
度.

「乳幼児から学童期の発達障害児の包括的言語・コミュニケーション評価の開発研究」(課
題番号：25381330)、研究代表者：足立 さつき、研究種目：基盤研究(C)、研究期間：2013
～2015 年度.

2. 厚生労働省科学研究費補助金

2.1 研究代表者

「障害者の移動支援の在り方に関する実態調査」(課題番号：H27-身体・知的一般-002)、
研究種目：平成 27 年度厚生労働科学研究費補助金(障害者政策総合研究事業)、研究期
間：2015 年度.

「盲ろう者の自立と社会参加を推進するための機器開発・改良支援システムの構築ならび
に中間支援者養成プログラム作成に関する研究」(課題番号：16140301)、研究種目：厚生
労働科学研究費補助金、研究期間：2005～2006 年度.

2.2 研究分担者

「言語的コミュニケーションが困難な重度障害児・者の自己決定・自己管理を支える技法の研究とマニュアルの開発」（課題番号：13040301）、研究代表者：中邑賢龍、研究種目：障害保健福祉総合研究、研究期間：2001～2002年度.

「言語的意思伝達に制限のある重度障害者に対して IT 技術等を活用した意思伝達手段の確保を支援するための技術開発に関する研究」（課題番号：15050201-2）、研究代表者：中邑賢龍、研究種目：障害保健福祉総合研究、研究期間：2003～2004年度.

「盲ろう者の自立と社会参加を推進するための機器開発・改良支援システムの構築ならびに中間支援者養成プログラム作成に関する研究」（課題番号：16140301）、研究代表者：福島智、研究種目：厚生労働科学研究研究費補助金、研究期間：2004～2005年度.

3. 文部科学省委託研究

3.1 研究代表者

文部科学省初等中等教育局 平成 22 年度「標準規格の拡大教科書等の作成支援のための調査研究」、研究期間：2010～2011年度.

文部科学省初等中等教育局 平成 23 年度「標準規格の拡大教科書等の作成支援のための調査研究」、研究期間：2011～2012年度.

文部科学省初等中等教育局 平成 24 年度「標準規格の拡大教科書等の作成支援のための調査研究」、研究期間：2012～2013年度.

文部科学省初等中等教育局 平成 25 年度「特別支援学校（視覚障害等）高等部における教科書デジタルデータ活用に関する調査研究」、研究期間：2013～2014年度.

文部科学省初等中等教育局 平成 26 年度「特別支援学校（視覚障害等）高等部における教科書デジタルデータ活用に関する調査研究」、研究期間：2014～2015年度.

文部科学省初等中等教育局 平成 27 年度「特別支援学校（視覚障害等）高等部における教科書デジタルデータ活用に関する調査研究」、研究期間：2015～2016年度.

文部科学省初等中等教育局 平成 27 年度「障害のある児童生徒の学習上の支援機器等教材開発」、研究期間：2015～2016年度.

文部科学省初等中等教育局教科書課 平成 28 年度「特別支援学校（視覚障害等）高等部における教科書デジタルデータ活用に関する調査研究」、研究期間：2016～2017年度.

文部科学省初等中等教育局特別支援教育課 平成 28 年度「学習上の支援機器等教材研究開発支援事業」、研究期間：2016～2017年度.

文部科学省初等中等教育局教科書課 平成 29 年度「特別支援学校（視覚障害等）高等部における教科書デジタルデータ活用に関する調査研究」、研究期間：2017～2018年度.

文部科学省初等中等教育局教科書課 平成 30 年度「特別支援学校（視覚障害等）高等部における教科書デジタルデータ活用に関する調査研究」、研究期間：2018～2019 年度.

4. 産学連携研究

4. 1 研究代表者

「視覚障害者を主対象としたエスカレーター事故軽減を目的とするエスカレーター手すりの研究」（協力企業：エーディ株式会社）、研究期間：2005 年 9 月 21 日～2006 年 3 月 31 日.

「視野測定装置」（協力企業：株式会社タカギセイコー）、研究期間：2006 年 8 月 1 日～2006 年 10 月 31 日.

「階段の変化点における転倒防止のための視覚的研究」（協力企業：東日本旅客鉄道株式会社）、研究期間：2006 年 1 月 16 日～2006 年 3 月 31 日.

「視覚障害者および高齢者を主対象としエスカレーター事故軽減を目的とするエスカレーター手すりの研究」（協力企業：エーディ株式会社）、研究期間：2006 年 10 月 1 日～2007 年 9 月 30 日.

「水まわり設備と視覚に関する研究」（協力企業：東陶機器株式会社 UD 推進本部）、研究期間：2006 年 9 月 25 日～2007 年 3 月 31 日.

「視覚障害者および高齢者を主対象としエスカレーター事故軽減を目的とするエスカレーター手すりの研究」（協力企業：エーディ株式会社）、研究期間：2007 年 4 月 1 日～2007 年 9 月 30 日.

「水まわり設備と視覚に関する研究」（協力企業：東陶機器株式会社）、研究期間：2007 年 4 月 1 日～2008 年 3 月 31 日.

「水まわり設備と視覚に関する研究」（協力企業：TOTO 株式会社）、研究期間：2008 年 4 月 1 日～2009 年 3 月 31 日.

「水まわり設備と視覚に関する研究」（協力企業：TOTO 株式会社 UD 推進本部）、研究期間：2009 年 4 月 1 日～2010 年 3 月 31 日.

「ユニバーサルデザインフォントに関する研究」（協力企業：(株) タイプバンク）、研究期間：2009 年 7 月 1 日～2010 年 3 月 31 日.

「ユニバーサルデザインフォントに関する研究」（協力企業：博報堂）、研究期間：2009 年 7 月 1 日～2010 年 3 月 31 日.

「テレビ CM 字幕の評価方法及び実験装置の構築」（協力企業：博報堂）、研究期間：2010 年 2 月 1 日～2010 年 3 月 31 日.

「フォントの見やすさに関する比較実験」（協力企業：(株) モリサワ）、研究期間：2012 年

4月1日～2013年3月31日.

「フォントの見やすさに関する比較実験」(協力企業:モリサワ)、研究期間:2013年12月1日～2014年5月31日.

「フォントの見やすさに関する比較実験--デジタルデバイスにおける表示フォント比較研究の検証--」(協力企業:(株)モリサワ・(株)タイプバンク)、研究期間:2014年8月1日～2014年12月31日.

「ハングルフォントの可視性・可読性について--対比較法により検証する研究--」(協力企業:(株)モリサワ)、研究期間:2016年10月25日～2017年4月25日.

「ロービジョンの児童生徒向けUD教科書体の調査、研究」(協力企業:(有)字游工房)、研究期間:2016年11月15日～2017年3月31日.

「多言語ユニバーサルデザインフォントの見やすさに関する比較実験」(協力企業:(株)モリサワ)、研究期間:2017年4月1日～2019年8月31日.

5. その他

5.1 研究代表者

「災害による節電が視覚障害者の安全・安心に及ぼす影響と効果的な対応策に関する研究--節電(エコロジー)とロービジョン者の移動の安全確保(バリアフリー)の融合を目指した提言--」(資金元:平成23年度 ECOMO 交通バリアフリー研究助成)、研究期間:2011年7月1日～2012年3月31日.

5.2 研究分担者

「バリアフリー・ユニバーサルデザイン支援の仕組み構築(試行)と未来先導的リーダー育成の教育プログラムの開発」(資金元:未来先導基金)、研究期間:2007年度.

謝辞

論文の中には、明確に位置づけることは出来ませんでした。本論文の根底には、実験現象学、ゲシュタルト心理学、生態学的視覚論があります。これらの学問に触れるチャンスに私に与えてくださった古崎 敬先生、増田 直衛先生、山田 亘先生、そして、同じ時代に学んだ菅野 理樹夫先生、曾我 重司先生、境 敦史先生、北島 洋樹先生、河野 哲也先生に感謝します。

本論文のみならず、私の視覚障害に関する研究は、小田 浩一先生の存在と教えなくしては、あり得ませんでした。先輩として、私に視覚障害研究の重要さと興味深さを教えてくださった小田先生には感謝の言葉もありません。また、国立特別支援教育総合研究所で小田先生と共に研究が出来たことが、本論文の重要な基礎となっています。

国立特別支援教育総合研究所の木塚 泰弘先生、千田 耕基先生、志村 洋先生、中澤 恵江先生、松本 廣先生からは、障害のある子ども達とのかかわりから学ぶ姿勢を教えていただきました。また、香川 邦夫先生、坂本 洋一先生、青木 成美先生には、視覚障害全般に関して、多くのことをお教えいただきました。

東京大学先端科学技術研究センターの福島 智先生、伊福部 達先生、星加 良司先生、飯野 由里子先生、長瀬 修先生、中邑 賢龍先生、近藤 武夫先生には、障害研究の在り方に関して多くのアイデアをいただきました。特に、福島先生には、東京大学先端科学技術研究センターでの研究の機会を与えていただき、障害研究に関する様々な議論をさせていただきましたし、長瀬先生、星加先生、飯野先生には、障害学の心理学的意義を検討するチャンスを提供していただきました。

布川 清彦先生、井手口 範男先生、新井 哲也先生、荻田 知則先生、大河内 直之先生、前田 晃秀先生、村田 拓司先生、永井 伸幸先生とは東京大学先端科学技術研究センターで、勝野 有美先生、草野 勉先生、大島 研介先生、小平 英治先生、山本 亮先生、小松 真也先生とは慶應義塾大学で共同研究を実施させていただきました。

氏間 和仁先生、田中 良広先生、相羽 大輔先生とは、拡大教科書やデジタル教科書に関する研究を、森澤 武士氏、田村 猛氏、津田 宏信氏、高田 裕美氏、澤村 明子氏とは、フォント研究を共同で実施させていただきました。

事務スタッフとして、慶應義塾大学では、東條 弥子氏、小菅 いづみ氏、武田 愛美氏、中村 奈津美氏、鈴木 あき恵氏、大類 千紘氏、堀口 典子氏、原田 窓可氏、箕輪 美和子氏、三浦 好恵氏、松本 直子氏、村井 美栄子氏、佐藤 明子氏に、東京大学先端科学技術研究センターでは、池田 祥代氏、小野 彰子氏、天野 克彦氏、中嶋 直子氏、原 恵美氏に研究を支えていただきました。

本論文の執筆にあたっては、坂上 貴之先生と山本 淳一先生に多くの助言をいただきました。坂上先生は、筆の遅い私に、辛抱強く本論文の執筆を促してくださり、本論文の構成について多くの示唆をいただきました。また、山本先生には、障害のある人達の研究の在り方について多くの知見をお教えいただきました。坂上先生と山本先生のご支援・ご助言なくして、本論文は執筆出来ていなかったと思います。

最後に、個々の研究を一緒に推進して下さった共同研究者・共著者の皆さま、実験や調査にご協力いただいた実験参加者や盲学校や弱視学級の関係者の皆さま、研究を実施するための資金をご提供いただいた共同研究機関の皆さま、そして、私が研究や論文作成に専念することを支えてくれた妻の浩子、娘の桃花に心から感謝いたします。