

視覚特別支援学校における黒板文字情報  
獲得支援システムに関する研究

平成 26 年 1 月

日本大学大学院理工学研究科博士後期課程  
医療・福祉工学専攻

江 口 智 弘

# 目 次

<b>第1章 序 論</b> .....	1
1-1 本研究の背景.....	1
1-1-1 視覚障害者の理療業に関する状況.....	1
1-1-2 視覚特別支援学校の高等部における情報獲得の状況.....	3
1-1-3 視覚特別支援学校における学習支援.....	6
1-2 本研究の目的.....	8
1-3 本論文の構成.....	8
第1章の参考文献.....	10
<b>第2章 視覚特別支援学校の授業や学校生活における情報獲得に関する実態調査</b> .....	14
2-1 情報獲得に関する実態調査の目的.....	14
2-2 情報獲得に関する実態調査の方法.....	14
2-3 情報獲得に関する実態調査の基本分析および結果.....	18
2-3-1 在籍年数の各設問への影響.....	18
2-3-2 教諭が工夫していることに関する調査結果.....	20
2-3-3 生徒の情報源に関する調査結果.....	23
2-3-4 生徒が困っていることに関する調査結果.....	25
2-4 情報獲得に関する実態調査においてカテゴリカル主成分分析を用いた 分析および結果.....	27
2-4-1 カテゴリカル主成分分析を用いた分析手順.....	27
2-4-2 クラスター分析による使用する項目の選定.....	28
2-4-3 第1回カテゴリカル主成分分析による抽出する成分数の決定...29	
2-4-4 第2回カテゴリカル主成分分析による成分の抽出.....	31
2-4-5 成分負荷のグループ化および情報獲得に関する課題の一般化...33	
2-5 情報獲得に関する実態調査の自由記述の結果.....	38
2-6 情報獲得に関する実態調査の結果を基にした工学的支援に関する考察 .....	38

2-7	第2章の結論	40
	第2章の参考文献	40
<b>第3章</b>	<b>黒板文字情報獲得支援システムの構築</b>	<b>43</b>
3-1	黒板文字情報獲得支援システムの目的	43
3-2	黒板文字情報獲得支援システムの機能	46
3-3	黒板文字情報獲得支援システムにおける文字情報の提示処理方法	49
3-4	第3章の結論	53
	第3章の参考文献	54
<b>第4章</b>	<b>黒板文字情報獲得支援システムの疲労感および有効性の主観評価による 検証</b>	<b>57</b>
4-1	疲労感および有効性の主観評価の目的	57
4-2	疲労感および有効性の主観評価の実験方法	58
4-3	疲労感および有効性の主観評価の実験結果	63
4-3-1	弱視シミュレーションによる主観評価の実験結果	63
4-3-2	弱視者による主観評価の実験結果	68
4-4	弱視シミュレーションおよび弱視者による疲労感および有効性の主観 評価に対する考察	71
4-4-1	弱視シミュレーションおよび弱視者による疲労感の主観評価に 対する考察	71
4-4-2	弱視シミュレーションおよび弱視者による有効性の主観評価に 対する考察	72
4-5	第4章の結論	73
	第4章の参考文献	74
<b>第5章</b>	<b>黒板文字情報獲得支援システムの音読速度による有効性の評価</b>	<b>76</b>
5-1	音読速度による有効性の評価実験の目的	76
5-2	音読速度による有効性の評価実験の概要	76
5-3	弱視シミュレーションによる黒板文字情報獲得支援システムの音読速	

度を用いた有効性の評価実験 .....	79
5-3-1 弱視シミュレーションによる黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験の手順 .....	79
5-3-2 弱視シミュレーションによる黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験の結果 .....	83
5-3-3 弱視シミュレーションによる黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験の考察 .....	89
5-4 弱視者による黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験 .....	90
5-4-1 弱視者による黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験の方法 .....	90
5-4-2 弱視者による黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験の結果 .....	91
5-4-3 弱視者による黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験の考察 .....	94
5-5 弱視シミュレーションと弱視者による黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験の結果に対する比較と考察 .....	95
5-6 第5章の結論 .....	95
第5章の参考文献 .....	96
<b>第6章 結 論</b> .....	<b>98</b>
<b>関連論文の印刷公表の方法および時期</b> .....	<b>101</b>
<b>謝 辞</b> .....	<b>102</b>
<b>付 録</b> .....	<b>付-1</b>
付録1 視覚特別支援学校に対するアンケート用紙 .....	付-2
付録2 黒板文字情報獲得支援システムの主観評価の調査票 .....	付-6
付録3 黒板文字情報獲得支援システムの評価実験に関する実験説明書および	

同意書（健常者用） .....	付-10
付録4 黒板文字情報獲得支援システムの評価実験に関する実験説明書および 同意書（弱視者用） .....	付-13

## 第1章 序論

### 1-1 本研究の背景

#### 1-1-1 視覚障害者の理療業に関する状況

視覚障害者が抱える困難には大きく、定位と移動の困難と、コミュニケーションと情報取得の困難、その他日常生活上の困難がある<sup>1-1)</sup>。これらの影響で、視覚障害者の職業は限定されている。図1-1は厚生労働省による平成18年身体障害児・者実態調査結果<sup>1-2)</sup>に示された視覚障害者の職業別就業率である。また、図1-2は総務省統計局による平成22年国勢調査職業等基本集計結果<sup>1-3)</sup>における全国15歳以上の職業別就業率である。

図1-1に示すように、視覚障害者の職業の歴史的背景から、視覚障害者は、あん摩、マッサージ、はり、きゅうなどの理療業に従事している割合が最も高い。しかし、1988年に「あん摩・マッサージ・指圧師、はり師、きゅう師等に関する法律」が大幅に改正され、健常者を対象とした理療従事者養成校の増設に伴う理療分野への健常者の進出と理療従事者の高等教育化の進行により、視覚障害者にとって、これまでのように安定して就ける職業とはいえなくなってきた<sup>1-4)</sup>。図1-2に示す健常者と比較すると事務、販売、専門的・技術的職業、サービス職業、生産工程・労務の従事の割合が低いため、あん摩、マッサージ、はり、きゅうなどの理療業以外の職業への拡充が必要である。

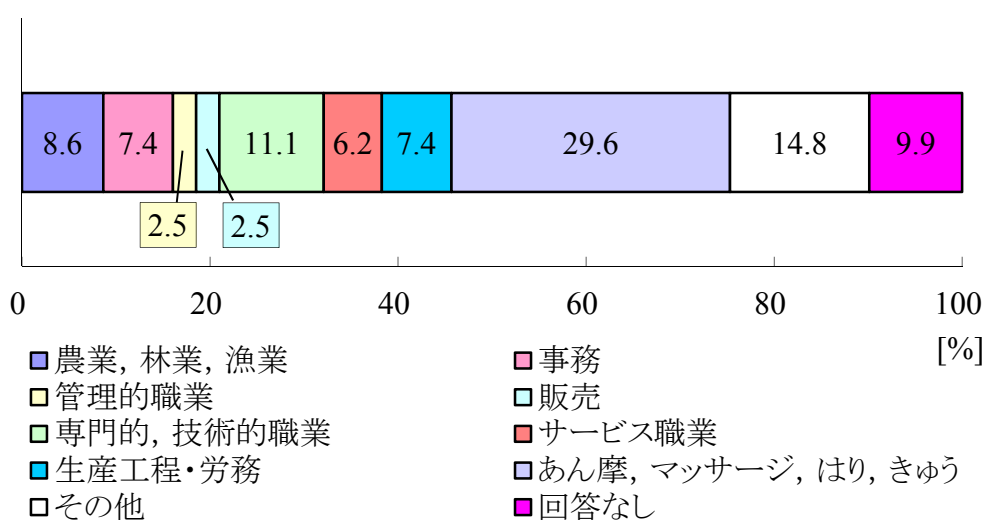


図1-1 視覚障害者の職業別就業率

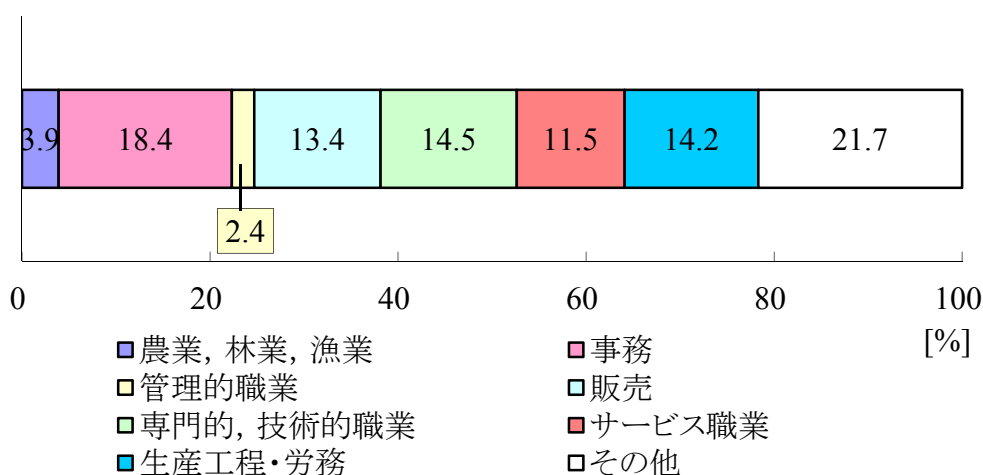


図 1-2 全国 15 歳以上の職業別就業率

法改正に伴って都道府県知事による試験から国家試験に移行したことにより，表 1-1 に示すように，国家試験に対する視覚障害者の合格率<sup>1-5)</sup>が大きく下がった．第 1 回の結果は，あん摩・マッサージ・指圧師では，健常者の合格率が 97.3%に対し，視覚障害者は 82.6%であった．はり師およびきゅう師も，健常者より視覚障害者の合格率が 14%～18%も下がっている．第 11 回では，さらに両者の差が開き，健常者の合格率より視覚障害者の合格率がそれぞれ 30%以上も低い．

視覚特別支援学校では，理療業に関する職業課程を有する．表 1-1 の結果においても，視覚特別支援学校卒業者のみに注目すると，合格率は改善し，第 1 回と第 11 回において健常者と視覚特別支援学校の卒業者との合格率の差について大きな変化は見られない．しかし，各回のそれぞれの試験において，卒業者の合格率は健常者よりも約 14～18%低い．さらに，視覚特別支援学校卒業者の国家試験に対する合格率は，あん摩・マッサージ・指圧師，はり師およびきゅう師の第 1 回においては，それぞれ 83.6%，76.4%および 75.6%であった．第 11 回ではそれぞれ 78.6%，70.6%および 71.0%と下がっている．

表 1-1 理療業に関する国家試験における健常者と視覚障害者の合格率の推移

		第1回 (平成5年) 合格率[%]	第11回 (平成15年) 合格率[%]	
あん摩・マッ サージ・指圧師	健常者	97.3	95.7	
	視覚障害者	全視覚障害者	82.6	65.4
		うち、視覚特別支援 学校卒業者のみ	83.6	78.6
はり師	健常者	94.4	88.2	
	視覚障害者	全視覚障害者	72.4	55.6
		うち、視覚特別支援 学校卒業者のみ	76.4	70.6
きゅう師	健常者	94.0	87.9	
	視覚障害者	全視覚障害者	71.4	57.2
		うち、視覚特別支援 学校卒業者のみ	75.6	71.0

### 1-1-2 視覚特別支援学校の高等部における情報獲得の状況

文部科学省では、「視覚障害とは、視力や視野などの視機能が十分でないために、まったく見えなかったり、見えにくかったりする状態をいう」と定義している<sup>1-6)</sup>。視覚障害は、盲と弱視に大別できる。盲とは、視覚を用いて日常生活をおこなうことができない者をいい、弱視は、矯正視力が0.3未満で、普通の文字を活用するなど主に視覚を用いて学習ができる者をいう<sup>1-7)</sup>。従来から、盲学校でおこなわれていた視覚障害者に対する学校教育は、平成19年4月から視覚特別支援学校に名称が変更された<sup>1-8)</sup>。

視覚特別支援学校では、障害のある生徒一人一人の教育的ニーズを把握し、生活や学習上の困難を改善または克服するため、適切な指導および必要な支援をおこなっている。学校教育法第71条により視覚特別支援学校には、一般の幼稚園、小学校、中学校、高等学校の教育課程に準じた教育をおこなうために、幼稚部、小学部、中学部、高等部が設置されている。高等部には、高等学校に準じた本科のほかに、職業課程として高等学校修了者を対象とした専攻科が設置されている。本科には、普通科のほかに、あん摩、マッサージに関わる保健理療科、音楽科、家政科などがある。また、専攻科は、はり、きゅう、あん摩、マッサージに関わる理療科、あん



摩、マッサージに関わる保健医療科、理学療法士を育成する理学療法科、音楽科、情報処理科などがある。文部科学省が実施した視覚特別支援学校における平成 24 年 3 月卒業者の進路状況調査<sup>1-9)</sup>によると、高等部本科の卒業後の進路は、専攻科や高等教育機関への進学、または就職の割合が比較的高い。さらに専攻科における理療科、保健医療科および理学療法科のほとんどの修了者が、「あん摩・マッサージ・指圧師、はり師、きゅう師」または「理学療法士」の資格を取得し、開業もしくは就職している。しかし、表 1-1 に示したように、視覚特別支援学校の卒業者における国家試験の合格率が健常者より低く、第 1 回よりも第 11 回の方が下がっていることから、職業自立の道にも大きな問題を投げかけている<sup>1-10)</sup>。

そのため、理療業以外の一般就労への拡大が必要であると考えられるが、1998 年から 2002 年における全国視覚特別支援学校の高等部本科普通科の卒業生の一般就労に対する求職者数はわずか 46 名であった<sup>1-10)</sup>。また、一般就労を視野に入れた進路選択を考えている視覚特別支援学校は 10%にも満たないという報告もある<sup>1-10)</sup>。したがって、視覚特別支援学校の最重要課題の 1 つとして、就業支援対策の構築など進路対策について、その解決のための取り組みが急がれる<sup>1-10)</sup>。

一般就労の困難な理由の 1 つに、視覚障害者の活用に関して知識が乏しいため、企業側が採用にさまざまな不安を持っていることがあげられる<sup>1-11)</sup>。そして、その不安に思う理由の 1 つは、盲者の場合では、視覚中心のインターネットでも音声で対応できるか、紙の書類は OCR を用いて音声で読めるかなど、また、弱視者では、パーソナルコンピュータは拡大機能で対応できるか、書類は拡大読書器で読み取りが可能かなど<sup>1-11)</sup>情報獲得に関することが多かった。

視覚特別支援学校において、情報獲得に使用されている支援機器には、弱視レンズ、拡大読書器、日本語点字ワープロソフト、画面拡大ソフト、墨字・点字自動変換ソフト、音声ブラウザ、ピンディスプレイ、点字プリンタ、DAISY 読書器などがある<sup>1-12)</sup>。弱視レンズとは、通常的眼鏡やコンタクトレンズでは良好な視力が得られない場合に対象を拡大して認知しやすくするためのレンズ類の総称である。弱視レンズには、単眼鏡のように遠方視のためのもの、および手持ちや卓上式の拡大鏡などのような近方視のためのものがある<sup>1-13)</sup>。拡大読書器は、ビデオカメラとモニターテレビを組み合わせ、拡大した映像を提示する装置で、教科書や配布資料を見る場合に使用する<sup>1-12)</sup>。また、パーソナルコンピュータを活用するための支援ソ

フトや点字を提示するための支援機器も多い。

視覚特別支援学校の高等部は、先天障害と中途障害、盲と弱視など障害の程度が異なる生徒や、墨字使用者と点字使用者など多様な生徒が同じ教室で授業を受けている。全国の視覚特別支援学校では、1980年以降20年間で21歳以下の生徒数が減少しているのに対して、22歳以上の生徒数はほとんど変化していない<sup>1-14,1-15</sup>。特に中途障害者の31歳以上の割合は、2005年度の調査<sup>1-15</sup>で25%を超えている。このように、高等部の生徒は、年齢層が幅広く、障害の種類が多様化して大きく変化する状況で、学校教育をおこなっている。さらに、点字を使用する障害者は減ってきており、高等部においても構成年齢の上昇に伴い、点字習得が困難な中途障害者が増加している<sup>1-15</sup>。

高等部では、生徒の障害の程度に合わせたさまざまな支援機器を使用して授業や学校生活における情報を獲得しているが、生徒が多様化することによって、これまでの支援機器と生徒とのインタフェースに問題が生じたり、これまでの支援機器では対応できない情報が存在する可能性が高い。そのことから、高等部では、同じ学校環境であっても個々の生徒に対する情報の質が異なることになり、情報獲得に関する特有の課題を生徒が抱えていると仮説を立てた。

これまでも視覚特別支援学校における課題を明らかにするために教材の利用<sup>1-16</sup>や科目の受講<sup>1-17</sup>における課題に関する調査研究が報告されているが、視覚特別支援学校の授業全般に関する調査結果報告は見受けられない。また、児童等が生活や学習上の支援について困っていると思う内容に関する調査<sup>1-18</sup>がおこなわれているが、情報獲得に関しては調査されていなかった。このように高等部の授業や学校生活においても情報獲得に関する調査はおこなわれていない。授業の全般的な調査が少ない背景には、授業中の困難に対処するためにさまざまな支援機器が使用されており、一般的な課題に対して既に支援されていることが理由と考えられる。しかし、近年における生徒の障害の多様化によって、従来の支援機器では対応できない課題が生じていると推測し、企業側でも情報獲得に対して不安を抱えていたことから、生徒の情報獲得に関する調査が必要であった。

以上から、本論文では、全国の視覚特別支援学校の教諭に対してアンケート調査を実施し、視覚特別支援学校の高等部において授業や学校生活における情報獲得に関して生徒が抱える課題を明らかにした。

### 1-1-3 視覚特別支援学校における学習支援

全国の視覚特別支援学校高等部の教諭に対するアンケート調査で明らかになった、生徒の情報獲得に関する課題に対して、何らかの工学的な技術を用いて支援することで、学校生活において円滑に情報獲得ができたり、授業が効果的に理解できたりすると考えた。授業や学校生活における情報獲得の支援としての学習支援については、以下のような研究がなされている。

科目の要素の学習を支援するシステムの例として、点字入力を学習できる支援システム<sup>1-19,1-20</sup>や漢字学習システム<sup>1-21</sup>など多くの研究がある。これらは、健常者に対する学習支援システムと変わらず、個人を対象として効果的に学習する目的で使われる。調べ学習においてインターネットを使用する機会が増えており、Web閲覧を支援するシステム<sup>1-22</sup>も多い。しかし、授業の基本は、まず教科書に沿ってその学年で学ぶべき基礎を習得することであり、そのためには教諭が教室内にいる多数の生徒に対して一斉授業をおこなうスタイルを避けることはできない。

科目によらず一斉授業において学習を支援するために使用できるものとして、携帯電話式やオンライン手書き式と、音声支援を組み合わせたノートテイクツールが研究されている<sup>1-23</sup>。学校生活の場面では、複数人が同時に情報を獲得する例として、掲示物の観覧がある。渡辺ら<sup>1-24</sup>は、弱視者が有する残存視力を活かして共有資料観覧の場面における支援をおこなうシステムを提案している。また、授業中における個人の情報獲得支援にこれまでも使用されている拡大読書器に関しては、従来の拡大機能だけでなく、使用者の注視点を検出し拡大率などを自動的に調整するシステムが提案されている<sup>1-25,1-26</sup>。

文部科学省は、平成23年4月の「教育の情報化ビジョン」<sup>1-27</sup>によって、2020年度に向けてデジタル教科書の普及を促進し、電子黒板などの整備を充実させる方針を示した。デジタル教科書や電子黒板の内容を生徒個人に提示するために、1人1台のパーソナルコンピュータやタブレット型端末などの情報端末を整備することが重要であるとしている。タブレット型端末とは、板状のボードに指やスタイラスペンに反応するセンサが組み込まれたタッチパネルを持ち、キーボードやマウスのような従来のポインティングデバイスを不要としたものをいう<sup>1-28</sup>。タブレット型端末は、導入コストの軽減、無線接続による学習活動の多様性、普通教室における電子黒板との併用などが期待され、学校教育への導入が急速に増加している<sup>1-29</sup>。そ

れに伴い、タブレット型端末の教育への活用方法に関する研究が多くなされている<sup>1-29-1-31)</sup>。電子黒板とは、電子白板とも呼ばれ、従来の黒板やホワイトボードが電子化され、タブレット型端末をホワイトボード程度の大きさにしたものであり、入力には電子ペンとイレーサによりおこなわれる<sup>1-32)</sup>。従来から、電子黒板に関する研究は盛んにおこなわれている<sup>1-32-1-34)</sup>。電子黒板を用いた視覚障害者への教育支援システム<sup>1-35,1-36)</sup>も研究されている。

文部科学省が実施した平成 23 年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果<sup>1-37)</sup>によると、平成23年5月現在で、全国の特別支援学校の児童生徒 120,840 人に対して教育用コンピュータは 34,365 台で、1 台当たりの児童生徒数は 3.5 人である。普通教室で使用できるノート型パーソナルコンピュータのような可動式コンピュータは 11,835 台で 10.2 人/台、タブレット型端末に限定すると 1,241 台で 97.4 人/台しか整備されていない。また、平成 24 年 3 月現在で、全国の特別支援学校において 49,171 室ある教室に対して電子黒板は 1,597 台の約 3%しか整備されていない。また、1 学校あたりの整備台数は 1.6 台となっている。デジタル教科書や電子黒板を不要と考えている教諭はほとんどいない<sup>1-38)</sup>。しかし、小林の調査<sup>1-38)</sup>によると、電子黒板について「ソフトを含め費用が高い」という項目の肯定的意見が 93.9%あり、「準備に時間がかかる」という項目は 77.1%あった。そして、「実際に使う教師は少ない」という項目は 77.5%という高い割合を示していた。

文部科学省による教育の情報化に関する手引き<sup>1-39)</sup>によると、情報通信機器の環境整備に必要な経費は、従来から地方交付税措置されている。しかし、その用途は地方公共団体の自主的な判断に任されているため、教育の情報化以外の用途にも充てることができる。現在、地方公共団体の財政事情は大変厳しい状況にあるため、学校が予算要求をおこなっても要求通りに予算措置をとることが困難であるのが現状である。したがって、都道府県によって、情報通信機器の整備状況が異なる。このように、直ちにタブレット型端末や電子黒板を使用する授業へ完全に切り替わるものではない。

本研究では、視覚障害者が視覚情報を理解できる形態に変換して提示したため、視覚情報を画像処理によって解析するためにコンピュータが必要であった。タブレット型端末は、必要なソフトウェアを1つの端末に凝縮できる万能性、指で直感的に操作が可能なタッチパネルの操作性、起動時間がパーソナルコンピュータに比べ

で極端に短いというような特長がある<sup>1-28)</sup>。一方で、パーソナルコンピュータと比べると CPU やメモリなどの性能が及ばない、重量が 600～700 グラムあるため常時携帯した状態で利用するには少し重い<sup>1-28)</sup>などの短所もある。また、多くの視覚障害者にとってはタブレット型端末の画面サイズが小さく感じると考えられる。例えば、視力 0.1 の人が新聞を読むためには、拡大鏡の倍率が 5～7 倍必要であり<sup>1-40)</sup>、一般的な画面サイズである約 10 インチのタブレット型端末に表示した場合、長辺方向に 1 行当たり 9～15 文字程度しか表示できない。

本研究の支援システムは、外部の画像情報をリアルタイムで処理して提示できるコンピュータの性能が必要である。教室内の視覚情報の獲得支援を前提としているため、複数の生徒へ同時に対応できる拡張性が求められる。長時間の携帯性は不要であるが、タブレット型端末は携帯時に片手もしくは両手がふさがれてしまい、他の作業を同時におこなったり、他の作業へ移行したりすることが不便になる。拡大読書器や教材・教具としての活用が提案されているが、現在においてタブレット型端末の視覚障害教育への効果は明らかになっていない<sup>1-41)</sup>。したがって、本研究における支援システムは、パーソナルコンピュータをベースに構築する。

## 1-2 本研究の目的

視覚特別支援学校の授業や学校生活における情報獲得に関して、既にさまざまな支援を受けている現状において生徒が抱える課題を明らかにする。その明らかになった課題の 1 つである黒板に書かれた手書き文字情報の獲得を工学的に支援するシステムを構築する。健常者による弱視シミュレーションおよび弱視者に対して、黒板文字情報獲得支援システムの主観評価および黒板の文章を読む速度の評価によって有効性を検証することを本研究の目的とする。

## 1-3 本論文の構成

本論文の構成を図 1-3 に示す。全 6 章の構成であり、各章の内容について以下に示す。

視覚特別支援学校の授業や学校生活における情報獲得に関して課題を明らかにして、その課題解決を支援するシステムを構築し、健常者による弱視シミュレーションおよび弱視者に対して、主観評価および黒板の文章を読む速度の評価によって有

効性を検証する。

第1章「序論」では、視覚障害者の理療業に関する状況、視覚特別支援学校の高等部における情報獲得の状況および視覚特別支援学校における学習支援について議論する。これらを踏まえ、本研究の背景と目的について述べる。

第2章「視覚特別支援学校の授業や学校生活における情報獲得に関する実態調査」では、視覚特別支援学校の授業や学校生活において、教諭の指導や支援機器の使用などによって現在おこなわれている情報獲得に関する課題について、全国の視覚特別支援学校に対して実態調査をおこない、分析した結果を述べる。

第3章「黒板文字情報獲得支援システムの構築」では、第2章で得られた調査結果を基に、視覚特別支援学校が抱えている課題の1つであった黒板に書かれた手書き文字情報の獲得について支援するシステムを構築し、その機能や文字情報の提示処理方法について述べる。

第4章「黒板文字情報獲得支援システムの主観評価による疲労感および有効性の検証」では、第3章で構築した黒板文字情報獲得支援システムを使用した際の疲労感および有効性を、健常者による弱視シミュレーションおよび弱視者に対して主観評価によって検証し、その結果を議論する。

第5章「黒板文字情報獲得支援システムの音読速度による有効性の評価」では、第3章で構築した黒板文字情報獲得支援システムを使用して黒板に書かれた手書き文字を音読した際の速度を評価基準として、健常者による弱視シミュレーションおよび弱視者によって有効性を検証し、その結果を議論する。

第6章「結論」では、各章での結論をまとめ、これによって、黒板文字情報獲得支援システムの有効性への提言および今後の展望を述べる。

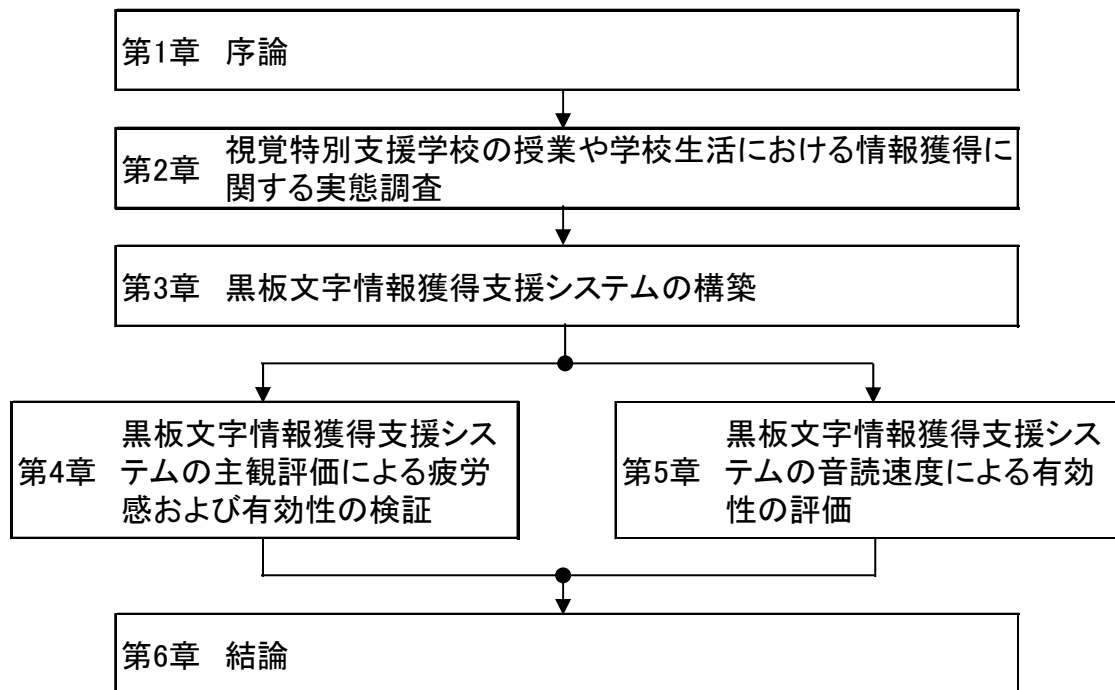


図 1-3 本論文の構成

## 第 1 章の参考文献

- 1-1) 松田康広, 9.1 視覚障がいと視覚障がい者の抱える困難: 依田光正編著. 福祉工学. 初版: 9 視覚障がい者支援技術. 東京: 理工図書(株), 173-174, 2011
- 1-2) 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部企画課, 平成 18 年身体障害児・者実態調査結果. 2008
- 1-3) 総務省統計局, 平成 22 年国勢調査職業等基本集計結果. 2012
- 1-4) 傘田口辰巳, 9.4 視覚障害者の職業における諸問題: 香川邦夫編著. 視覚障害教育に携わる方のために. 四訂版: 第 9 章 視覚障害者の職業. 東京: 慶應義塾大学出版会, 247-248, 2010
- 1-5) 金森裕治, これからの視覚障害教育について(1). 大阪教育大学障害児教育研究紀要, 27, 45-53, 2004
- 1-6) 文部科学省, 特別支援教育について (1)視覚障害教育.  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/tokubetu/004/001.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/tokubetu/004/001.htm), 平成 25 年 10 月 12 日 供覧
- 1-7) 香川邦夫, 1.1 視覚障害の概要: 香川邦夫編著. 視覚障害教育に携わる方のために. 四訂版: 第 1 章 眼の機能と視覚障害. 東京: 慶應義塾大学出版会, 1-4, 2010

- 1-8) 大内進, 3.1 特殊教育から特別支援教育へ: 香川邦夫編著. 視覚障害教育に携わる方のために. 四訂版: 第3章 特別支援教育と視覚障害教育. 東京: 慶應義塾大学出版会, 52-55, 2010
- 1-9) 文部科学省初等中等教育局, 特別支援教育資料 (平成24年度), 2013
- 1-10) 平田勝政, 久松寅幸, 全国盲学校における職業教育と進路指導の在り方に関する調査研究—教育課程の編成と就業支援の実態を中心に—. 長崎大学教育学部紀要—教育科学—, 66, 57-72, 2004
- 1-11) 隈正雄, 企業の視覚障害学生新規受入体制と障害学生の就職活動. 電子情報通信学会技術報告, ET2001-98, 115-119, 2002
- 1-12) 牟田口辰巳, 7.2 補償機器: 香川邦夫編著. 視覚障害教育に携わる方のために. 四訂版: 第7章 視覚障害児のための教材, 教具. 東京: 慶應義塾大学出版会, 180-204, 2010
- 1-13) 香川邦夫, 5.3 弱視児に対する指導上の配慮: 香川邦夫編著. 視覚障害教育に携わる方のために. 四訂版: 第5章 教育課程と指導法. 東京: 慶應義塾大学出版会, 123-139, 2010
- 1-14) 柏倉秀克, 盲学校職業課程に在籍する視覚障害者の適応状況と関連要因に関する研究. 職業リハビリテーション, 19(1), 50-57, 2005
- 1-15) 柿澤敏文, 佐島毅, 鳥山由子, 池谷尚剛, 全国盲学校児童生徒の視覚障害原因等の実態とその推移—2005年度全国調査結果を中心に—. 障害科学研究, 31, 91-104, 2007
- 1-16) 大内進, 澤田真弓, 金子健, 千田耕基, 盲学校における触覚教材に作成および利用に関する実態調査. 国立特殊教育総合研究所研究紀要, 31, 113-125, 2004
- 1-17) 渡邊章, 大杉成喜, 中村均, 盲・聾・養護学校における情報教育に関する実践例についての調査研究. 国立特殊教育総合研究所研究紀要, 29, 91-103, 2002
- 1-18) 久松寅幸, 平田勝政, 長崎県の特別支援学校における視覚に障害のある児童生徒の実態に関する調査研究. 長崎大学教育実践総合センター紀要, 7, 45-56, 2008
- 1-19) 岡本浩行, 中道義之, 盲学校生徒のための点字入力学習システムの開発. 日本教育工学会論文誌, 32(Suppl.), 5-8, 2008
- 1-20) 小林東, 大西淳児, 長岡英司, 点字盤を用いたコンピュータ支援点字学習システムの開発. 筑波技術大学テクノレポート, vol.14, 131-135, 2007



- 1-21) 小林真, 視覚障害者のためのマルチメディア漢字学習システム. ヒューマンインタフェースシンポジウム 2002 講演論文集, 43-46, 2002
- 1-22) 草野秀明, 田畑孝一, Digital Talking Book 方式を利用した視覚障害者のための Web 閲覧支援. 情報知識学会誌, 15(3), 71-86, 2005
- 1-23) 伊藤和幸, 伊藤和之, 点字, 文字利用が困難な高齢中途視覚障害者のための理療教育課程における学習支援システムの開発並びに普及に関して. 電子情報通信学会技術報告, WIT2006-15, 83-87, 2006
- 1-24) 渡辺将充, 竹内義則, 松本哲也, 工藤博章, 大西昇, 視覚障害者の共有資料閲覧支援システム. 電気学会論文誌. C, 電子・情報・システム部門誌, 128(12), 1745-1746, 2008
- 1-25) 前田義信, 小熊隆史, 石黒隆志, 宮川道夫, 玉木徹, 堀潤一, 注視点追跡機能を有する電子拡大読書器の検討. ヒューマンインタフェースシンポジウム 2005 講演論文集, 241-244, 2005
- 1-26) 宮澤洋一, 宮川道夫, 前田義信, 堀潤一, 安藤伸朗, 岡本明, 中止を用いた弱視用拡大読書システム. ヒューマンインタフェースシンポジウム 2006 講演論文集, 1011-1016, 2006
- 1-27) 文部科学省, 教育の情報化ビジョンー21 世紀にふさわしい学びと学校の創造を目指してー. 2011
- 1-28) 堀内泰輔, 宮寄敬, タブレット端末の教育機関での活用. 長野工業高等専門学校紀要, 46, 1-4, 2012
- 1-29) 中村隆敏, 角和博, ICT 学習環境におけるモバイル・タブレット型端末の活用方法と可能性. 佐賀大学教育実践研究, 29, 91-98, 2012
- 1-30) 塚元宏雄, 授業におけるタブレット型端末の活用可能性に関する一考察. 鹿児島大学教育学部教育実践研究紀要, 22, 247-255, 2012
- 1-31) 今田晃一, デジタル教科書の動向とその指導方略としての CSCL(Computer Supported Collaborative Learning)の検討. 教育研究所紀要, 20, 7-14, 2011
- 1-32) 大即洋子, 板東宏和, 加藤直樹, 中川正樹, 対話型電子白板を用いたグループ間の競争による学習を支援する教育ソフトウェアの一例とその効果. 情報処理学会論文誌, 44(6), 1635-1644, 2003
- 1-33) 石田準, 板東宏和, 加藤直樹, 中川正樹, 情報交換を可能とした電子黒板・ノ

- ートシステムの試作. 情報処理学会研究報告, 2001-CE-62, 33-40, 2001
- 1-34) 櫻田武嗣, 板書者情報を利用する電子黒板の設計. 情報処理学会研究報告, 2010-DD-76, 1-6, 2010
- 1-35) 村井保之, 巽久行, 宮川正弘, 辻裕之, 徳増眞司, 電子白板を用いた弱視学生の教育支援. 情報科学技術フォーラム, 395-396, 2003
- 1-36) イスラムモハンマドマイヌル, 中川正樹, 視覚障害学生に対する板書を音声化する教育支援システム. 電子情報通信学会総合大会基礎・境界講演論文集, 270, 2010
- 1-37) 文部科学省, 学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果(平成 23 年度). 2012
- 1-38) 小林真人, 4.2 電子黒板: 武内清研究代表, 教師と児童・生徒のデジタル教科書に関する調査—小学校・中学校を対象に—: 第 4 章 学校の情報環境と電子黒板について. 公益財団法人 中央教育研究所. 39-47, 2013
- 1-39) 文部科学省, 8.3 学校における ICT 環境整備の推進: 教育の情報化に関する手引き: 第 8 章 学校における ICT 環境整備. 191-193, 2010
- 1-40) 川瀬芳克, 3.B 光学的補助具: 高橋広編著. 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: 3 補助具の選択による QOL と視機能の増強. 東京: (株)医学書院, 106-117, 2006
- 1-41) 氏間和仁, 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, 2012

## 第2章 視覚特別支援学校の授業や学校生活における情報獲得に関する実態調査

### 2-1 情報獲得に関する実態調査の目的

本章では、視覚特別支援学校の高等部において、授業や学校生活における情報獲得に関して生徒が抱える課題を明らかにすることを目的としている。また、その結果を用いて、視覚特別支援学校の生徒に対して工学的な支援をおこなう必要性の高い情報を集約した特徴で表して一般化することで、同じ教室で受講している生徒の視覚障害の程度の違いを吸収して、支援ができるシステムについて考察する。

視覚特別支援学校の高等部では、近年における学校を取り巻く環境の変化や生徒の障害の多様化によって、情報獲得に関して従来の支援機器では対応できない課題が生じているといわれている<sup>2-1)</sup>。この課題が明らかになれば、それに対して何らかの工学的な技術を用いて解決ができる<sup>2-1)</sup>。

視覚特別支援学校では、既に生徒個人に合わせた支援機器を使って情報獲得がされていると考えられ、この現状における課題を調査するため、本調査では、盲と弱視の生徒の区別については言及しなかった。

### 2-2 情報獲得に関する実態調査の方法

視覚特別支援学校における授業や学校生活において生徒が抱える課題を明らかにするために、全国にある視覚特別支援学校の高等部本科および専攻科の担当教諭に対してアンケート調査を実施した。

本調査は、授業や学校生活において、教諭が工夫していること、生徒の情報源および生徒の困っていることに関する質問項目を5段階尺度によって調査し、①相対度数による項目ごとの基本分析および②カテゴリカル主成分分析(Categorical principal components analysis : CATPCA)によって情報源と困っていることの特徴抽出をおこなった。

①では、質問項目ごとに評価することで、視覚特別支援学校において各設問に深く関わる項目とそうでない項目を把握できる。同時に、この調査結果の質問項目への影響を、被験者の現所属の在籍年数と関係があるかを平均値の差の検定によって、また本科および専攻科による違いがあるかを中央値の差の検定によって検討した。

②では、生徒の情報源および生徒の困ったことを構成する成分を抽出して、少な

い成分で説明することで、この2点の調査内容の関係について表すことができ、本調査で使用した質問項目以外の対象についても推測することが可能となる。カテゴリカル主成分分析によって得られた各成分を軸としたグラフに質問項目の得点を布置して、クラスター分析をおこなうことで客観的に質問項目を同じ特徴のあるグループごとに分けることができる。

このような情報の集約をおこなう場合には、一般に主成分分析が用いられる。主成分分析の目的は、変数のグループ数を減らし、元の変数の持つ情報のほとんどを表す無相関の成分グループにまとめることである。この手法は、変数が多いために項目間の関係を効果的に解釈することができない場合に最も有効である。グループ数を減少させることで、多数の変数ではなく、少数の成分を解釈するだけで済ませることができる<sup>2-2)</sup>。

主成分分析は、線形データを前提としている。本研究で使用する順序データは非線形とみなされ、通常の主成分分析は適切な解析方法ではない。そこで非線形主成分分析のコンピュータプログラムで、主成分分析と同じ結果が得られるカテゴリカル主成分分析を用いた<sup>2-3)</sup>。カテゴリカル主成分分析は、ソフトウェア SPSS のオプション categories を用いて実行できる<sup>2-2)</sup>。

本調査では、盲と弱視の生徒の区別については言及しなかった。それは、学校教育法施行令 22 条の 3 に規定されている視覚特別支援学校への就学基準によって、視覚特別支援学校では盲教育と弱視教育が区別なくおこなわれており、既に生徒個人に合わせた支援機器を使って情報獲得がされていると考えられ、この現状における課題を調査するためである。

被験者を教諭にした理由は、これまでの教育経験を踏まえた回答が得られることで、同じ教室内に存在する平均的な課題を明らかにすることができるかと推測したからである。高等部本科および専攻科 1 名ずつの教諭の選定は、各学校に委ねた。

アンケートは、授業や学校生活において、「あなたがお担当されている生徒に関して、3 つの質問をいたします。あなたの今までの経験や普段の授業を通じて感じたことについて 5 つの選択肢から該当するものを選んでください。」という質問によって、問 1 から問 3 の設問において 13 の質問項目に対して 5 段階順序尺度（非常に思う、少し思う、どちらともいえない、あまり思わない、全く思わない）で評価する質問紙を作成して郵送調査をおこなった（付録 1 参照）。さらに、現在所属して

いる施設の在籍年数についても調査した。

問1の質問項目は、授業において教諭が工夫していると思われる行動で、問2は、視覚特別支援学校における生徒の情報源と推測した項目である。そして、問3の質問項目は、文字や図の処理および学校の生活活動において生徒が困っていると考えられる項目とした。以下の問1から問3の質問項目は、従来研究<sup>2-4)</sup>や文献<sup>2-5,2-6)</sup>を参考にして作成した。

問1 教諭自身が次の質問項目を実施していると思うか。

①見やすい大きさの文字にする、②個別に対応する、③補助具を利用する、④教室の明るさに配慮する、⑤障害の程度にあわせて対応する、⑥専用ソフトウェアを使用する、⑦詳しく説明する、⑧繰り返し説明する、⑨繰り返し練習させる、⑩実演して見せている、⑪具体例を交えて説明する、⑫自作プリントを配付している、⑬実物を見せている。

問2 次の質問項目を生徒は使用していると思うか。

①教科書、②インターネット、③教材、④雑誌、⑤ラジオ、⑥テレビ、⑦友人、⑧先生、⑨保護者、⑩一般書籍、⑪点字・拡大図書、⑫新聞、⑬携帯電話。

問3 生徒が次の質問項目のように感じていると思うか。

①一般書籍が読みにくい、②インターネットが使いにくい、③補助具が使いにくい、④点字が読みにくい、⑤黒板が見にくい、⑥配付資料が読みにくい、⑦実習機材の使い方がわかりにくい、⑧視聴覚機器が見にくい、⑨教科書が読みにくい、⑩物体の区別がつけにくい、⑪掲示物が見にくい、⑫自分と他人の持ち物の区別がつきにくい、⑬お金の区別がつきにくい。

アンケートは全国の視覚特別支援学校76校に送付し、本科45名および専攻科38名、合計83名(回収率54.6%)から回答を得た。アンケートの送付先を表2-1に示す。

なお、被験者には、回答は無記名であるため、得られたデータは研究のみで使用して、個人ならびに所属校のプライベート情報は厳守することを書面にて説明し、回答の同意を得た。

表 2-1 情報獲得に関する実態調査のアンケート用紙送付先一覧

学校名	学校名
1 北海道旭川盲学校	37 愛知県立名古屋盲学校
2 北海道帯広盲学校	38 愛知県立岡崎盲学校
3 北海道札幌盲学校	39 岐阜県立岐阜盲学校
4 北海道函館盲学校	40 三重県立盲学校
5 北海道高等盲学校	41 福井県立盲学校
6 青森県立盲学校	42 滋賀県立盲学校
7 青森県立八戸盲学校	43 京都府立盲学校 花ノ坊校地
8 岩手県立盛岡視覚支援学校	44 京都府立盲学校 大徳寺校地
9 秋田県立盲学校	45 京都府立盲学校舞鶴分校
10 宮城県立視覚支援学校	46 和歌山県立和歌山盲学校
11 山形県立山形盲学校	47 奈良県立盲学校
12 福島県立盲学校	48 大阪府立視覚支援学校
13 茨城県立盲学校	49 大阪市立視覚特別支援学校
14 栃木県立盲学校	50 兵庫県立視覚特別支援学校
15 群馬県立盲学校	51 兵庫県立淡路視覚特別支援学校
16 埼玉県立特別支援学校 塙保己一学園	52 神戸市立盲学校
17 熊谷理療技術高等盲学校	53 鳥取県立鳥取盲学校
18 筑波大学附属視覚特別支援学校	54 島根県立盲学校
19 東京都立文京盲学校	55 岡山県立岡山盲学校
20 東京都立久我山盲学校	56 広島県立広島中央特別支援学校
21 東京都立葛飾盲学校	57 山口県立下関南総合支援学校
22 東京都立八王子盲学校	58 香川県立盲学校
23 千葉県立千葉盲学校	59 愛媛県立松山盲学校
24 神奈川県立平塚盲学校	60 徳島県立盲学校
25 横浜市立盲特別支援学校	61 高知県立盲学校
26 学校法人 横浜訓盲学院	62 福岡県立福岡盲学校
27 山梨県立盲学校	63 福岡県立北九州盲学校
28 長野県松本盲学校	64 福岡県立柳河盲学校
29 長野県長野盲学校	65 福岡県立福岡高等盲学校
30 新潟県立新潟盲学校	66 佐賀県立盲学校
31 新潟県立新潟盲学校高田分校	67 熊本県立盲学校
32 富山県立盲学校	68 長崎県立盲学校
33 石川県立盲学校	69 大分県立盲学校
34 静岡県立静岡視覚特別支援学校	70 宮崎県立明星視覚支援学校
35 静岡県立沼津視覚特別支援学校	71 鹿児島県立鹿児島盲学校
36 静岡県立浜松視覚特別支援学校	72 沖縄県立沖縄盲学校

## 2-3 情報獲得に関する実態調査の基本分析および結果

### 2-3-1 在籍年数の各設問への影響

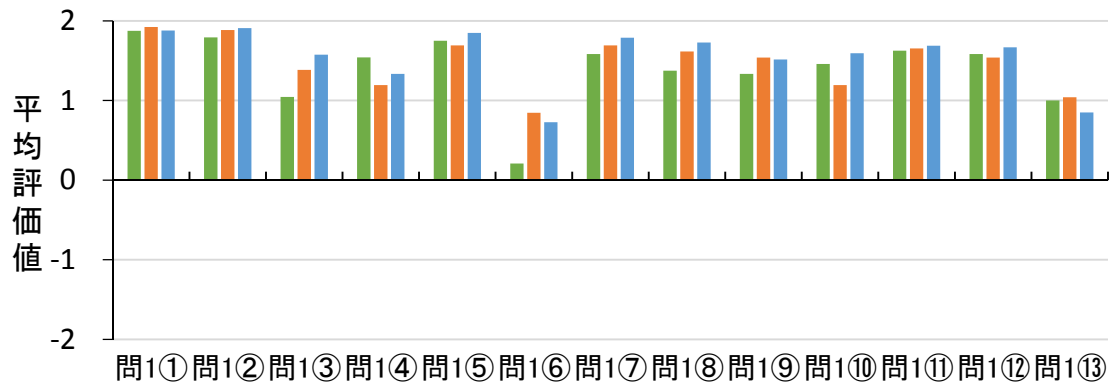
所属科および在籍年数による被験者の内訳を表 2-2 に示す。一般的に本科は、高等学校との間で人事異動があるため、在籍年数が短い教諭が比較的多い。一方、専攻科の教諭は、理療科や保健理療科などで必要とされる科目を専門としているため、高等学校への異動はない。また、同一県内に視覚特別支援学校が複数設置してある県は少なく、異動がほとんどないため、専攻科の教諭は在籍年数が長いといわれる<sup>2-7)</sup>。このような人事異動の形態が教諭自身の経験に影響し、それが本調査の回答へ影響を及ぼす可能性が考えられる。

表 2-2 情報獲得に関する実態調査における所属科および在籍年数による被験者の内訳

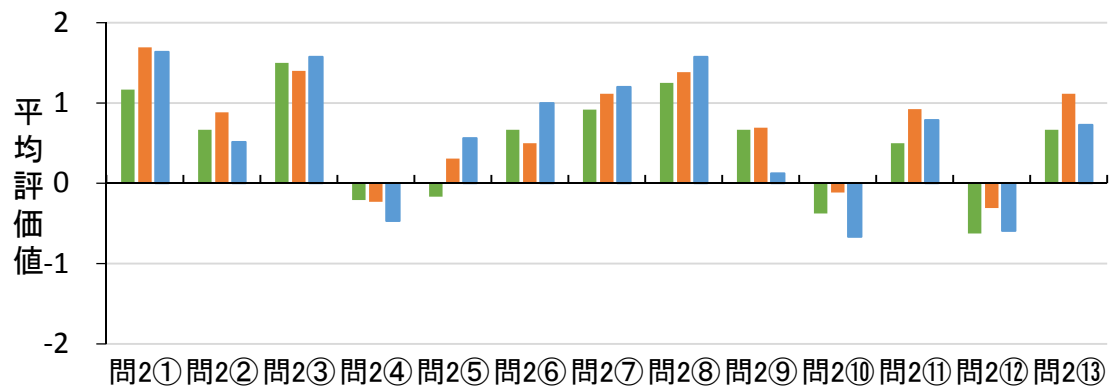
		在職年数範囲			合計
		4年以下	5～9年	10年以上	
所属科	本科	16	20	9	45
	専攻科	8	6	24	38
合計		24	26	33	83

そこで、在籍年数による各設問への影響を明らかにするために、在籍年数と各設問との関係を検討した。在籍年数は4年以下、5～9年および10年以上の3グループに分けた。アンケート調査の5段階評価は、非常に思うを+2、少し思うを+1、どちらともいえないを0、あまり思わないを-1、全く思わないを-2と配点した。質問項目ごとに算出した平均評価値の結果を図 2-1 に示す。この結果を用いて、各質問項目の平均評価値が在籍年数によって違いがあるかを検証した。

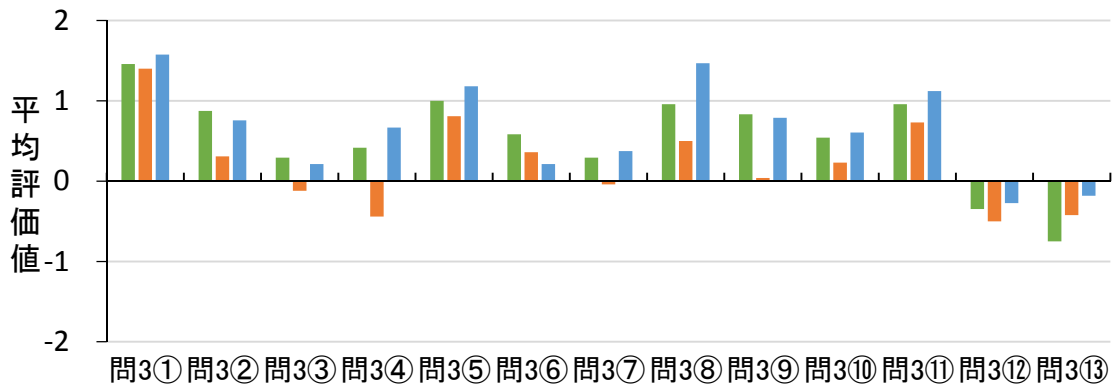
問1「教諭が工夫していること」における各質問項目の平均評価値を従属変数に、在職年数を独立変数とした1元配置の分散分析によって平均値の差の検定をおこなったところ、「③補助具を利用する」との項目で、有意差が見られた( $F(2,79)=3.89$ ,  $p<0.05$ )。Bonferroniの方法<sup>2-8)</sup>による多重比較の結果、4年以下(平均評価値  $A_v=1.04$ )および10年以上( $A_v=1.58$ )で、有意差が見られた( $p<0.05$ )が、4年以下でも平均評



■ 4年以下 ■ 5～9年 ■ 10年以上  
(a)問1 「教諭が工夫していること」



■ 4年以下 ■ 5～9年 ■ 10年以上  
(b)問2 「生徒の情報源」



■ 4年以下 ■ 5～9年 ■ 10年以上  
(c)問3 「生徒が困っていること」

図 2-1 情報獲得に関する実態調査における在職年数ごとの調査結果



評価が1以上であるため、どの在籍年数においても肯定的な意見が多いと判断できる。それ以外の在籍年数との間に有意差は見られなかった。つまり、在籍年数の違いによる教諭の実施内容の違いはほとんど見受けられなかった。

問2「生徒の情報源」における各質問項目の平均評価値および在籍年数の関係について、問1と同様に1元配置の分散分析をおこなったところ、すべての質問項目について有意差は見られなかった。つまり、在籍年数によって情報源に対する解釈の違いは見られなかった。

問3「生徒が困っていること」における各質問項目の平均評価値および在籍年数の関係について、これまでと同様に1元配置の分散分析をおこなった。「④点字が読みにくい」( $F(2,79)=6.99, p<0.05$ )、「⑧視聴覚機器が見にくい」( $F(2,79)=7.30, p<0.05$ )および「⑨教科書が読みにくい」( $F(2,80)=4.61, p<0.05$ )との項目において有意差が見られた。Bonferroniの方法による多重比較の結果、「④点字が読みにくい」との項目では、4年以下( $Av=0.42$ )と5～9年( $Av=-0.44$ )および5～9年と10年以上( $Av=0.67$ )において有意差が見られた( $p<0.05$ )。また、「⑨教科書が読みにくい」との項目では、4年以下( $Av=0.83$ )と5～9年( $Av=0.04$ )および5～9年と10年以上( $Av=0.79$ )において有意差が見られた( $p<0.05$ )。さらに、「⑧視聴覚機器が見にくい」との項目では5～9年( $Av=0.50$ )と10年以上( $Av=1.47$ )において有意差が見られた( $p<0.05$ )。

このように有意差のあった項目では、5～9年の教諭の評価値が一律に低かった。5～9年の教諭の所属科は本科が多く、点字や教科書に対して取り組みやすい教材が揃っており経験もあるが、10年以上の教諭は専攻科が多く実務的な教育においては不自由を感じている割合が高いのではないかと推察された。しかし、アンケート調査結果は、ほとんどの項目に関して有意差が見られなかったため、在籍年数による区別をせずに検討した。

### 2-3-2 教諭が工夫していることに関する調査結果

在籍年数の影響について検討した際と同様に5段階尺度を配点し、問1の各質問項目における評価の割合をまとめた結果を図2-2に示す。非常に思う、少し思うを合わせた肯定的な意見の回答率は、ほとんどの質問項目において80%を超えており、「⑥専用ソフトウェアを使用する」および「⑬実物を見せている」との項目も60%以上であった。すべての質問項目に関して、ほとんどの教諭が実施しており、さま

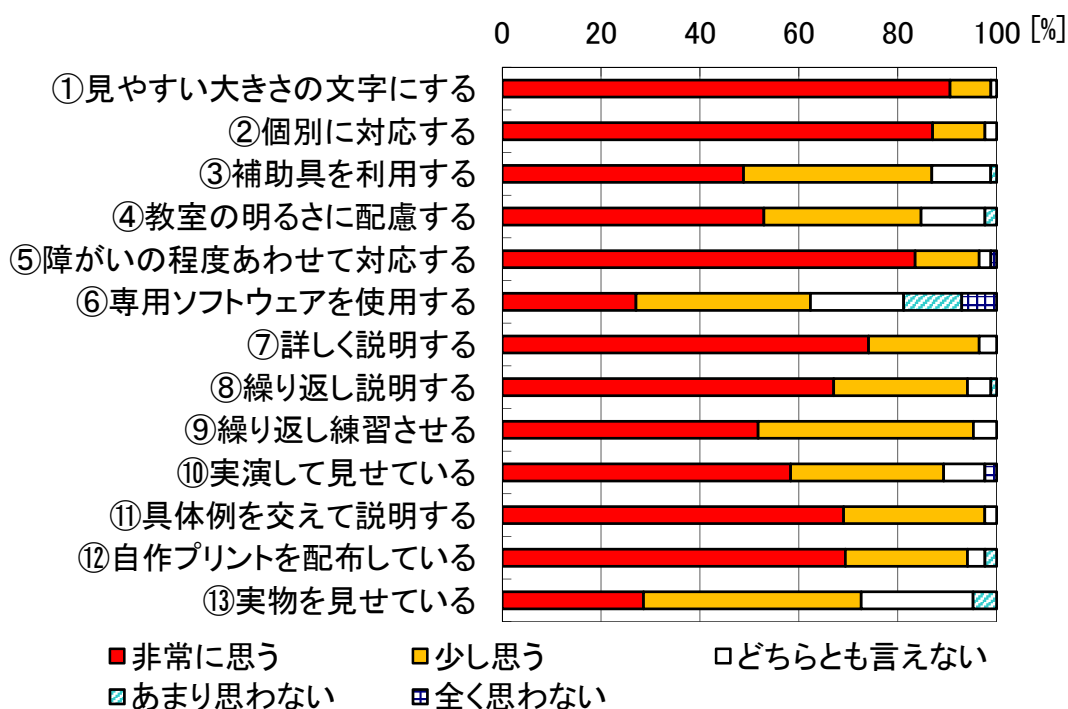
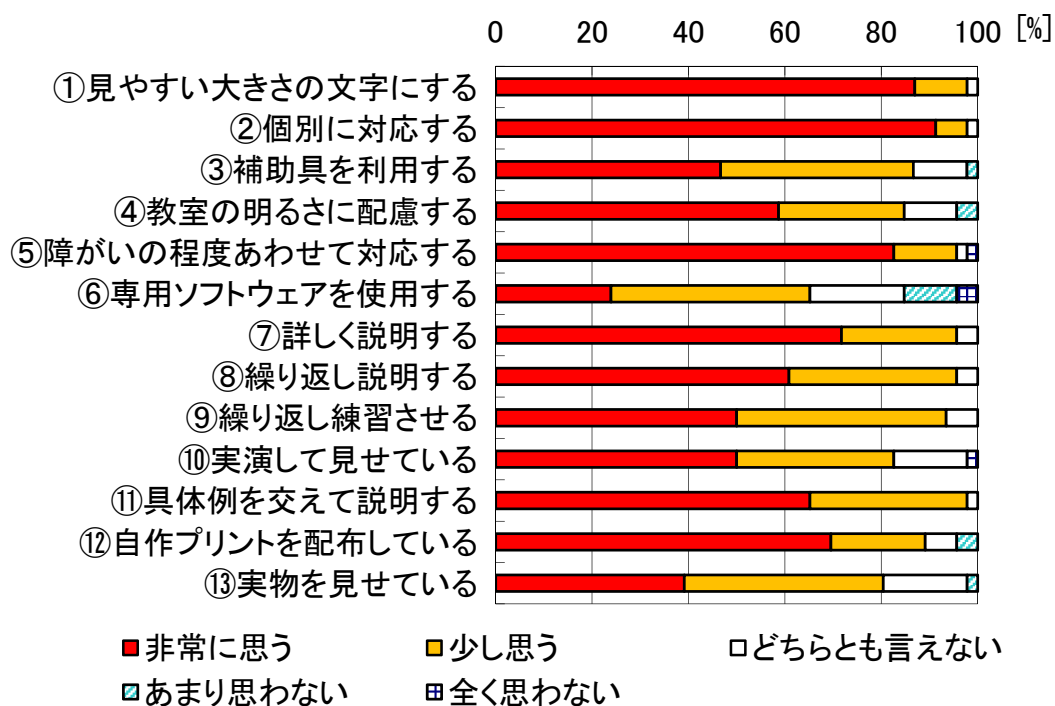


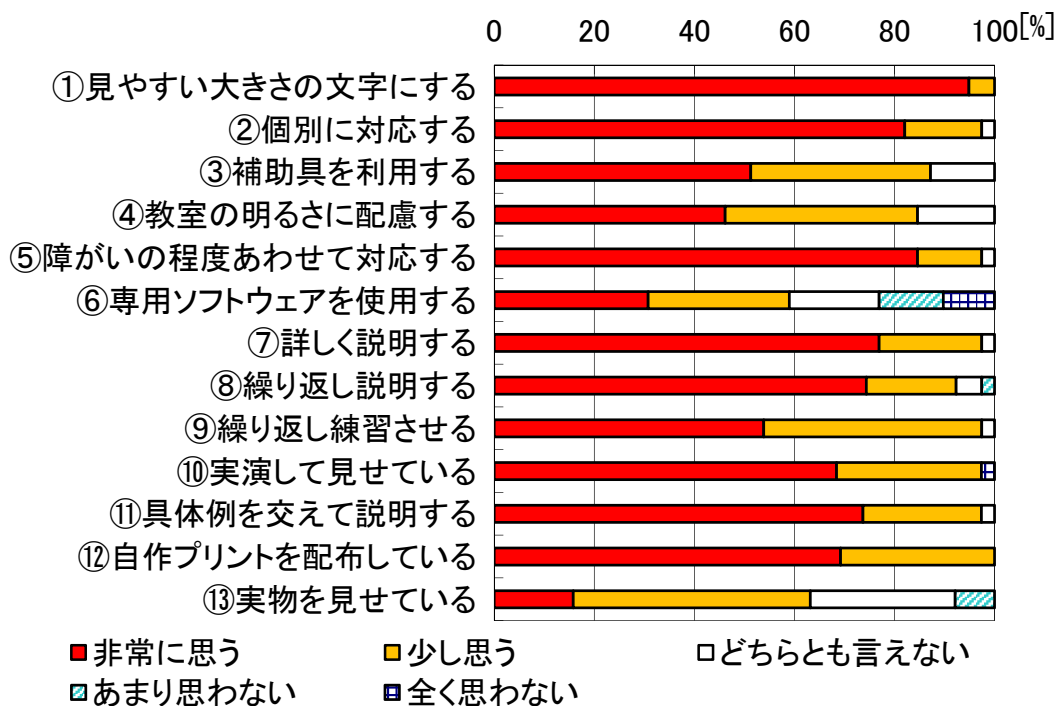
図 2-2 情報獲得に関する実態調査における問 1「教諭が工夫していること」の調査結果

ざまな工夫をしていることが明らかになった。

図 2-3 に、問 1 の質問項目における本科および専攻科ごとに評価の割合をまとめた結果を示す。所属科ごとの違いがあるかを明らかにするために、本科および専攻科の各質問項目の中央値の差の検定を Wilcoxon の符号付き順位検定<sup>2-9)</sup>を用いておこなった。その結果、「⑩実演して見せている」との項目では  $z = -2.12, p < 0.05$ 、「⑬実物を見せている」との項目では  $z = -2.39, p < 0.05$  となり、両方の質問項目における中央値間に有意差が見られた。「⑩実演して見せている」という項目の肯定的意見は本科 82.6%、専攻科 97.4%であり、「⑬実物を見せている」との項目では本科 80.4%、専攻科 63.2%であった。専攻科は実技があるため、実演することが多く、本科は講義が主であるため実演することが少ないと考えられた。また、講義が多い本科では、実物を見せて生徒に理解を促しているためと推察した。



(a) 本科



(b) 専攻科

図 2-3 情報獲得に関する実態調査における問 1「教諭が工夫していること」の本科および専攻科ごとの調査結果

### 2-3-3 生徒の情報源に関する調査結果

問1と同様に問2の各質問項目における評価の割合をまとめた結果を図2-4に示す。「①教科書」、「③教材」および「⑧先生」における肯定的意見は80%以上であった。「②インターネット」、「⑦友人」、「⑪点字・拡大図書」および「⑬携帯電話」は60%以上を示していた。一方では、「④雑誌」、「⑤ラジオ」、「⑩一般書籍」および「⑫新聞」の肯定的意見は40%以下で、特に、「④雑誌」、「⑩一般書籍」および「⑫新聞」は20%以下で評価が低かった。これらの項目は、視覚障害者に十分配慮しているとはいえないため、そのままでは情報源としては使いにくいと考えられた。

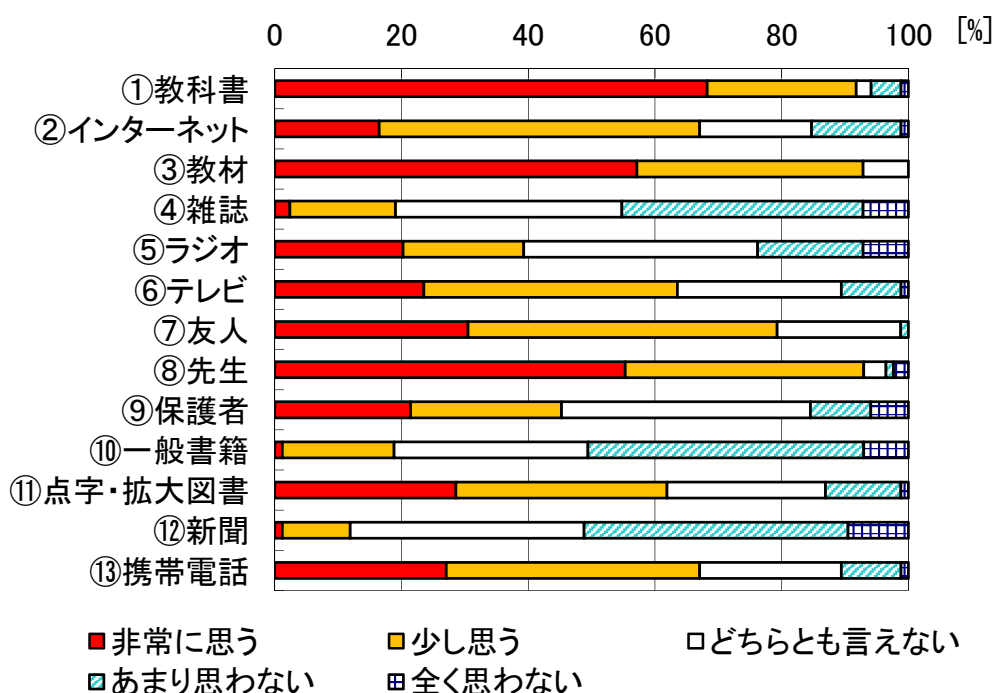
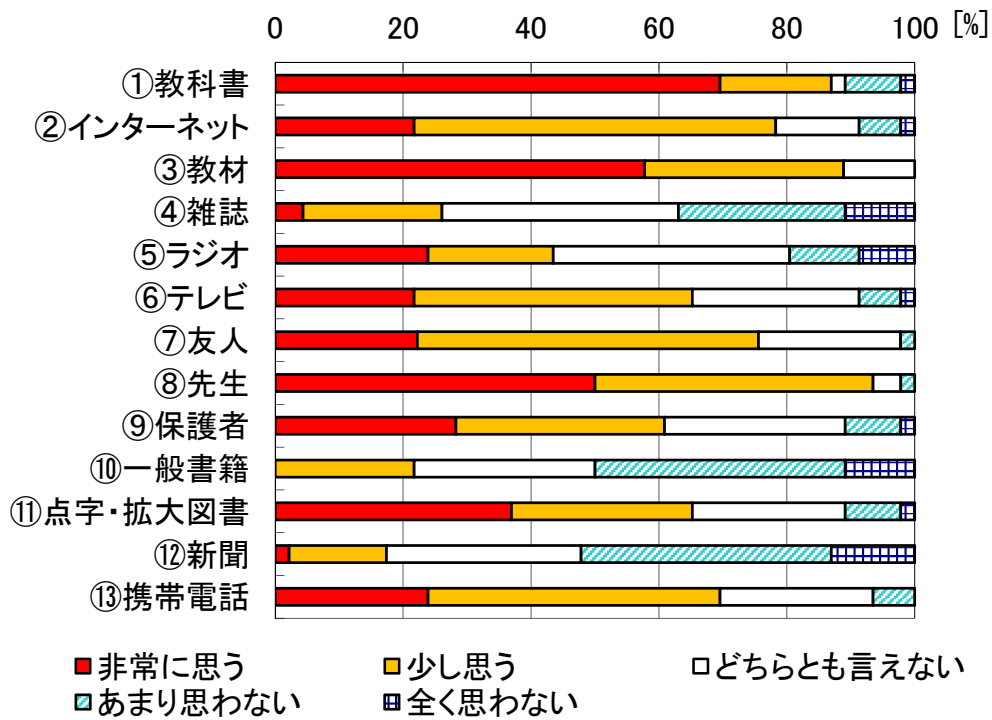
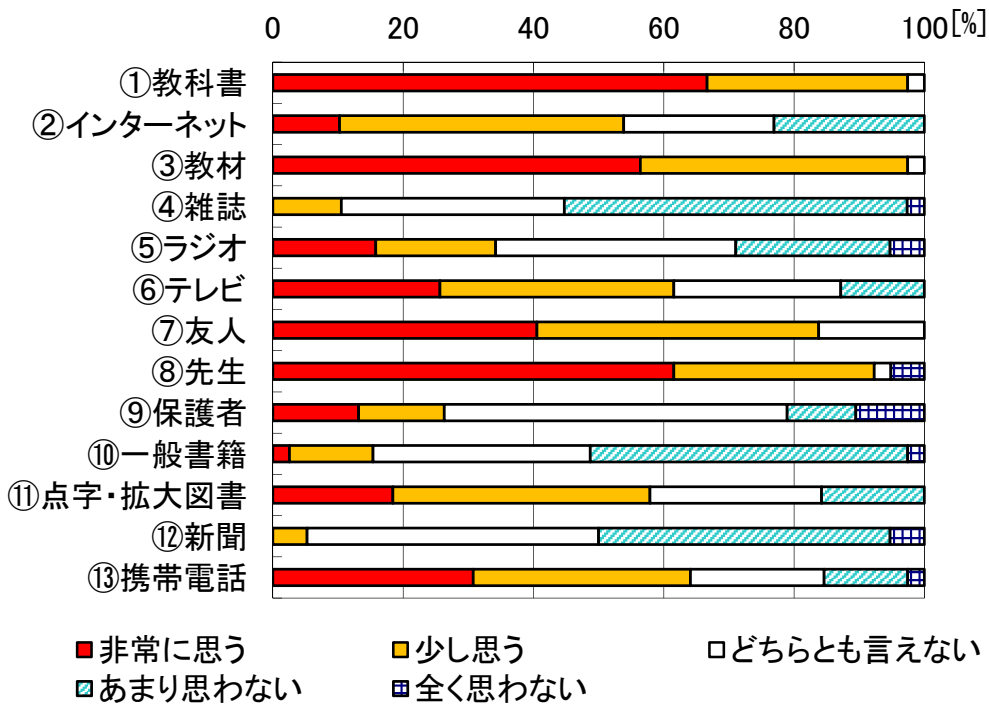


図2-4 情報獲得に関する実態調査における問2「生徒の情報源」の調査結果

問1と同様に問2においても、本科および専攻科の各質問項目において中央値の差の検定を Wilcoxon の符号付き順位検定を用いておこなった。図2-5に所属科ごとにまとめた問2の各質問項目の評価の割合を示す。「②インターネット」( $z = -2.03, p < 0.05$ )、「⑦友人」( $z = -2.01, p < 0.05$ )および「⑨保護者」( $z = -2.70, p < 0.05$ )で有意差があった。肯定的意見は、「②インターネット」が本科78.3%、専攻科53.9%、「⑦友人」では本科75.6%、専攻科83.8%、そして、「⑨保護者」では本科60.9%、専攻科26.3%であった。「②インターネット」は、専攻科は年齢構成の幅が広くコンピュー



(a) 本科



(b) 専攻科

図 2-5 情報獲得に関する実態調査における問 2「生徒の情報源」の本科および専攻科ごとの調査結果

タを使う割合が本科に比べると少ないため、差が生じたと思われた。「⑦友人」の肯定的意見は、他の質問項目と比較すると本科が極端に低いわけではなく、相対的に専攻科が高くなっていた。「⑨保護者」は、本科の生徒が未成年であるため肯定的意見が多く、専攻科は成人の割合が高いため、肯定的意見が少なくなっていると推察した。

### 2-3-4 生徒が困っていることに関する調査結果

問3の各質問項目における評価の割合をまとめた結果を図2-6に示す。「①一般書籍が読みにくい」との項目の肯定的意見は80%以上を示し、また、「②インターネットが使いにくい」、「⑤黒板が見にくい」、「⑧視聴覚機器が見にくい」、「⑨教科書が読みにくい」および「⑪掲示物が見にくい」という項目は60%以上を示していた。一方では、「③補助具が使いにくい」、「④点字が読みにくい」、「⑫自分と他人の持ち物の区別が付きにくい」および「⑬お金の区別が付きにくい」との項目は40%以下を示していた。補助具や実習機材は専用に作られているため、使いにくい割合は低

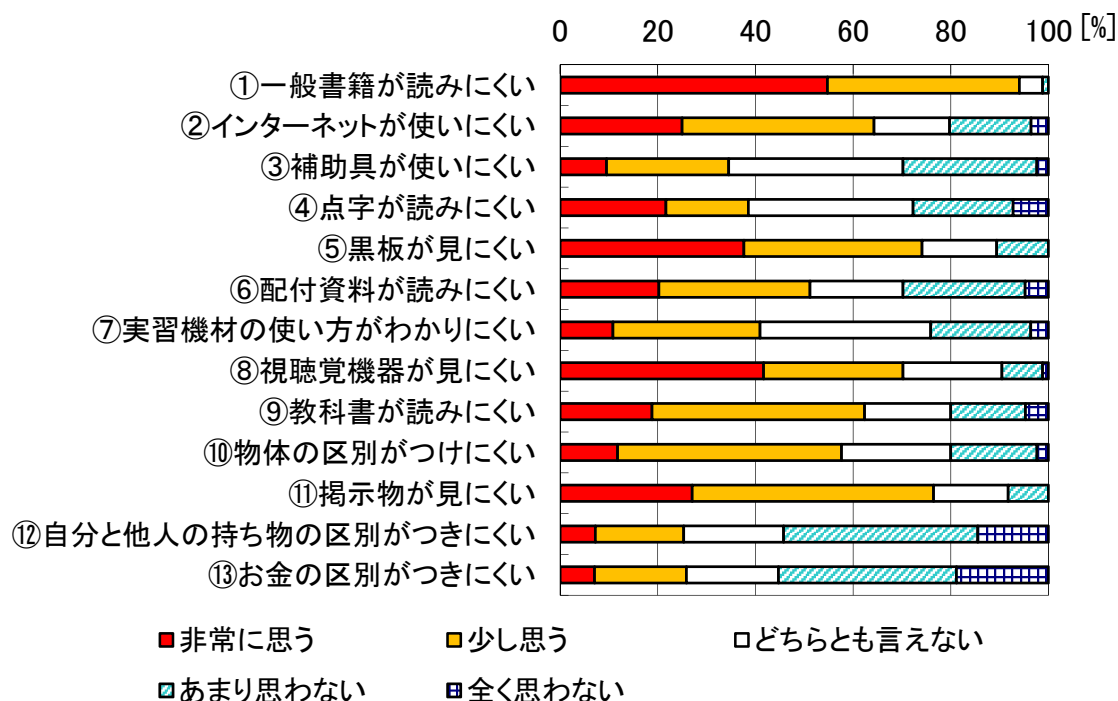
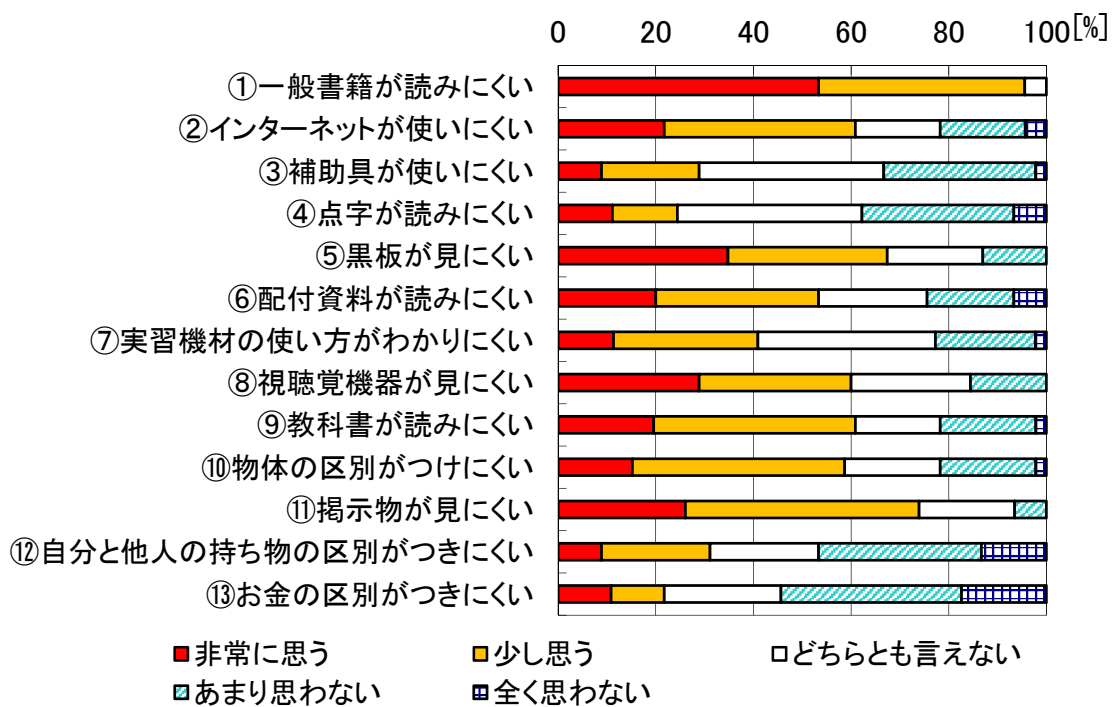
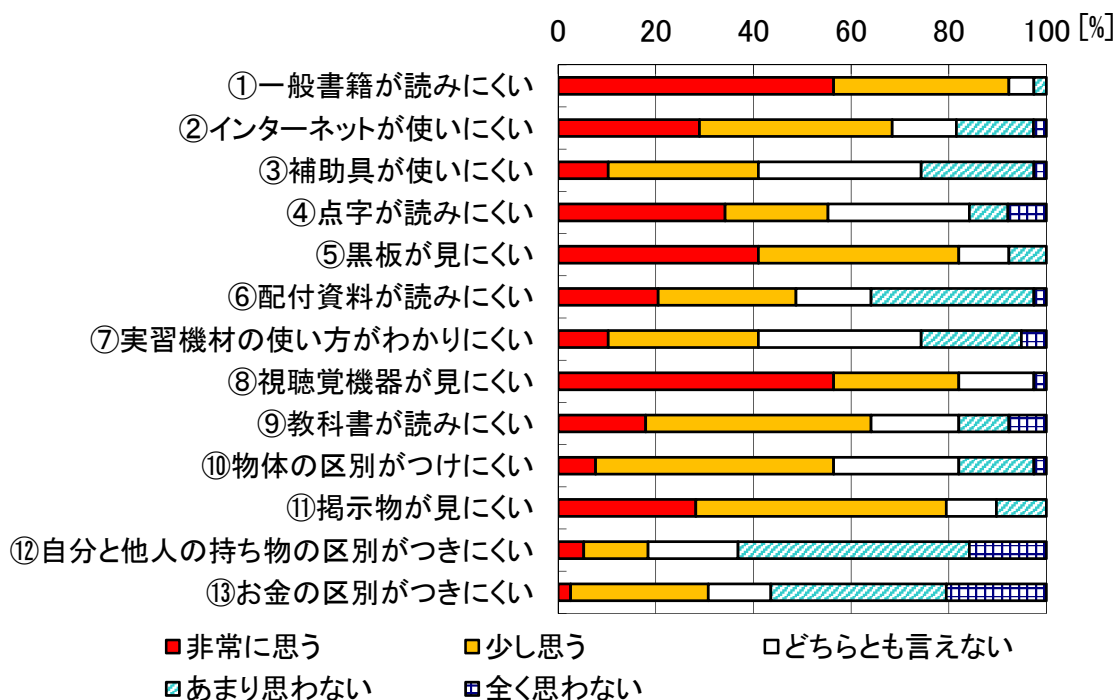


図 2-6 情報獲得に関する実態調査における問3「生徒が困っていること」の調査結果



(a) 本科



(b) 専攻科

図 2-7 情報獲得に関する実態調査における問3「生徒が困っていること」の本科および専攻科のごとの調査結果

いと考えられた。持ち物には目印のテープをつけるなど学校が区別するための工夫を指導していたり<sup>2-10,2-11)</sup>、形状、大きさおよび印によってお金は区別ができ、学校においても指導しているため<sup>2-12)</sup>、持ち物やお金の区別について困る割合は少ないと推察した。点字を使用する人とそうでない人がいるため「④点字が読みにくい」との項目の肯定的意見は少ないと考えられた。

そこで、図 2-7 に示す所属科ごとの問 3 の各質問項目の結果について問 1 および問 2 と同様に、Wilcoxon の符号付き順位検定をおこなった。その結果、「④点字が読みにくい」( $z = -2.14, p < 0.05$ )および「⑧視聴覚機器が見にくい」( $z = -2.05, p < 0.05$ )との項目で有意差が見られた。肯定的意見は「④点字が読みにくい」との項目において本科 24.4%、専攻科 55.3%、「⑧視聴覚機器が見にくい」との項目では本科 60.0%、専攻科 82.1%であった。先行研究<sup>2-13)</sup>から、近年では、本科や専攻科によらず、文字使用者のうち点字使用者は減少して、拡大文字を含む墨字使用者が増加していることが明らかとなっており、点字使用で困る割合は少なくなる傾向にあるといえる。しかし、同研究では、22 歳以上の中途視覚障害発生の割合が高く、点字習得に困難を有していることが予想されるとしており、本研究によってそれを裏付ける結果が得られた。「⑧視聴覚機器が見にくい」点について、弱視者に対してプロジェクタや大型ディスプレイにコンピュータで作成された供覧用の教材を提示する授業形態が近年見られるようになっている<sup>2-14)</sup>ため、困る割合が高くなっていると推察できた。

## 2-4 情報獲得に関する実態調査においてカテゴリカル主成分分析を用いた分析および結果

### 2-4-1 カテゴリカル主成分分析を用いた分析手順

アンケート結果から、各質問項目自体の評価を明らかにした。これらの結果をもとに生徒が使用している情報源および生徒が困っていることとの関係を明らかにできれば、その特徴から情報源や困ったことを一般化することができると考えた。そこで、カテゴリカル主成分分析をおこなった。カテゴリカル主成分分析は、複数の変数に潜在する成分を抽出することに加え、それらの成分に沿って各変数を成分負荷として得点化することができる。問 2 および問 3 のアンケート結果についてカテゴリカル主成分分析をおこない、各質問項目の類型である成分を抽出して、その成分を解釈した。図 2-8 にカテゴリカル主成分分析を主とした分析の流れを示す。



カテゴリカル主成分分析では、性質のかけ離れた変数が存在すると、それらが成分として現れ本来の特徴が埋没する恐れがある。そこで、カテゴリカル主成分分析に先立って、使用する項目を選定するために、クラスター分析によってグループ化した。次に、第1回カテゴリカル主成分分析によって抽出する成分数を決定する。抽出する成分の数は、固有値が1以上およびスクリーテストによって決定した<sup>2-3)</sup>。決定した成分数で抽出するために第2回カテゴリカル主成分分析を実施する。得られた成分負荷量から各成分を解釈する。また、各成分を軸とした座標上に成分負荷をプロットして、その特徴を抽出するためにクラスター分析をおこなった。

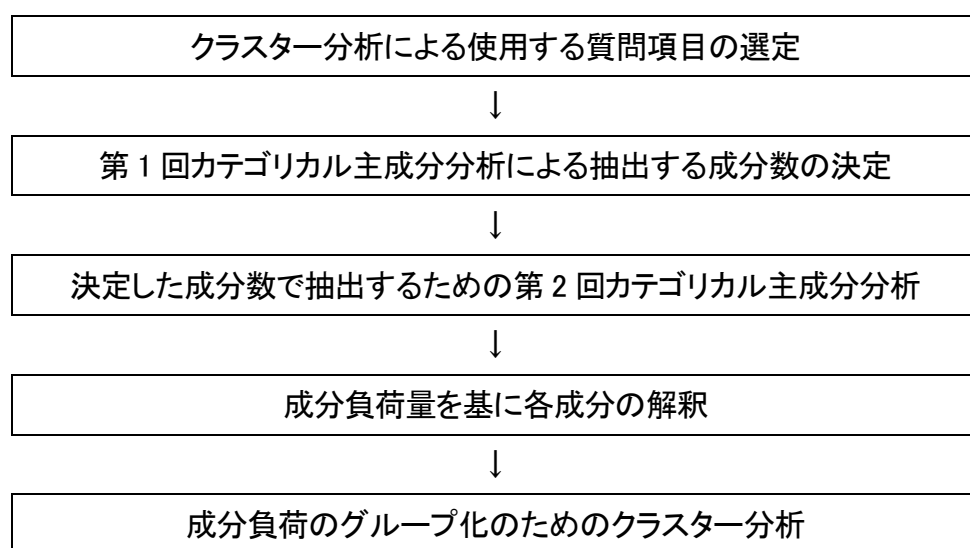


図 2-8 実態調査結果を一般化するためのカテゴリカル主成分分析の流れ

#### 2-4-2 クラスター分析による使用する項目の選定

第1回カテゴリカル主成分分析に先立って、使用する項目を選定するために、問2および問3の計26項目に関して、クラスター分析によってグループ化した。クラスター分析において、原データの距離計算は平方ユークリッド距離を用いて、合併後の距離計算はWard法<sup>2-15)</sup>を用いておこなった。その結果を図2-9に示す。距離20で区切ると、問2④、問2⑩、問2⑫、問3⑫および問3⑬のグループとそれ以外のグループに分けることができた。図2-4および図2-6からこの5項目は他の質問項目と比べて評価値が低かったため、これらをカテゴリカル主成分分析から除外することとした。

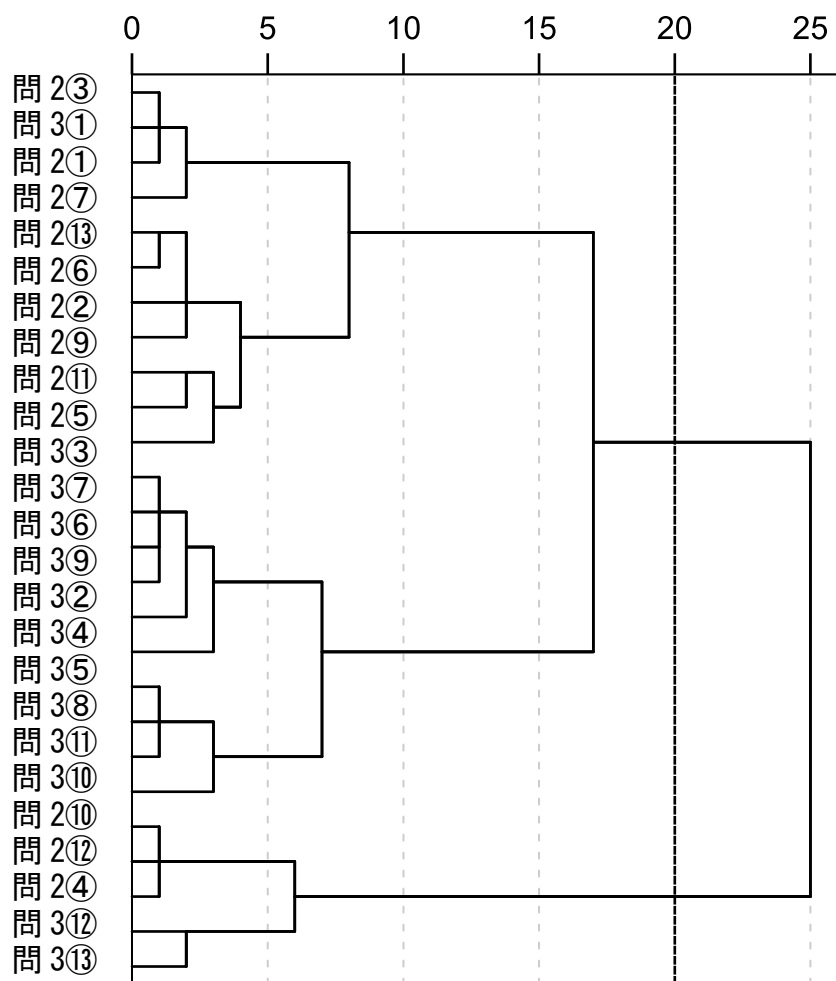


図 2-9 質問項目を選定するための問 2 および問 3 のクラスター分析の結果

### 2-4-3 第 1 回カテゴリカル主成分分析による抽出する成分数の決定

クラスター分析の結果によって 5 項目を除外した問 2 および問 3 に関する 21 項目について 5 段階尺度をカテゴリとして扱って第 1 回カテゴリカル主成分分析をおこなった。抽出する成分の数は、固有値が 1 以上およびスクリーテストによって決定した<sup>2-3)</sup>。第 1 回カテゴリカル主成分分析によって 21 成分を抽出したところ、表 2-3 に示すように固有値 1 以上は 7 成分であった。しかし、図 2-10 に示すスクリープロットした結果から、寄与率の減少傾向が水平状態になり始めるところを判断基準として、成分数を 3 成分に決定した。

表 2-3 クラスタ分析後の 21 項目の質問項目に対する第 1 回カテゴリカル  
主成分分析で得られた固有値

成分	Cronbach の $\alpha$	固有値
1	0.84	5.04
2	0.64	2.55
3	0.39	1.59
4	0.33	1.45
5	0.22	1.27
6	0.12	1.13
7	0.06	1.06
8	-0.04	0.96
9	-0.17	0.86
10	-0.32	0.77
11	-0.38	0.74
12	-0.63	0.63
13	-0.92	0.53
14	-1.14	0.48
15	-1.44	0.42
16	-1.70	0.38
17	-1.86	0.36
18	-2.53	0.29
19	-2.96	0.26
20	-3.13	0.25
21	-4.46	0.19

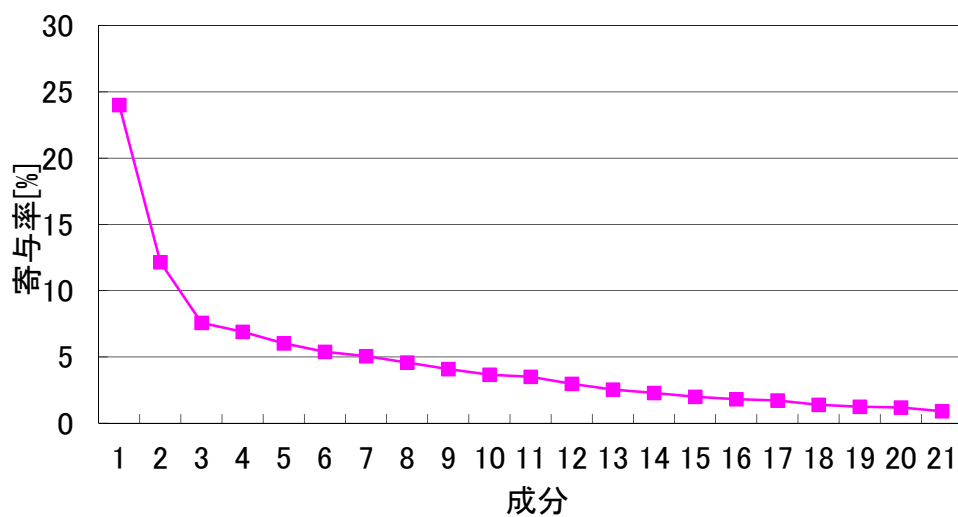


図 2-10 クラスタ分析後の 21 項目に対する第 1 回カテゴリカル主成分分析の  
スクリープロット

#### 2-4-4 第2回カテゴリカル主成分分析による成分の抽出

改めて21項目について3成分を抽出するように第2回カテゴリカル主成分分析をおこなった結果、表2-4に示すように固有値5.43の第1成分(Cronbachの $\alpha=0.86$ )、固有値2.94の第2成分(Cronbachの $\alpha=0.69$ )および固有値2.34の第3成分(Cronbachの $\alpha=0.60$ )が得られた。図2-11から図2-13にカテゴリカル主成分分析により得られた第1成分から第3成分の成分負荷量の結果を示す。その結果から、第1成分を「困難性」、第2成分を「信頼性」および第3成分を「個人性」と命名した。

第1成分は、問3⑨「教科書が読みにくい」、問3⑥「配付資料が読みにくい」など問3の質問項目が強く影響しており、これらの項目が正值である。また、問2②「インターネット」、問2⑪「点字・拡大図書」などの情報源として使用しているものが負値であった。そのため、授業において困っていることを示していると考えた。第1成分「困難性」の正方向を「高困難性」、この対極を「低困難性」と表し、座標上で使用する。

第2成分は、問2⑬「携帯電話」、問2⑥「テレビ」などが正值である。これらは生徒にとって公共性の高い情報や授業などの情報を示しており、正確に情報が得られやすく信頼性が高い情報と考えた。一方、問3⑤「黒板が見にくい」、問3④「点字が読みにくい」などが負値である。これらは、生徒にとって読み取りの際の情報の質が悪く信頼性に欠ける情報であると考えた。第2成分「信頼性」の正方向を「高信頼性」、この対極を「低信頼性」と表し、座標上で使用する。

第3成分は、問3①「一般書籍が読みにくい」、問2⑧「先生」などが正值であり、これらは個人向けの情報と考えた。問2⑪「点字・拡大図書」、問2⑤「ラジオ」などが負値であった。これらは、集団で使用したり、集団を対象に一度に発信される情報と考え、第3成分の負方向を「集団性」と命名した。第3成分は正方向を「個人性」、この対極を「集団性」で表し、座標上で使用する。

表2-4 21項目に対して3成分を抽出した第2回カテゴリカル主成分分析の結果

成分	Cronbach の $\alpha$	固有値
1	0.86	5.43
2	0.69	2.94
3	0.60	2.34

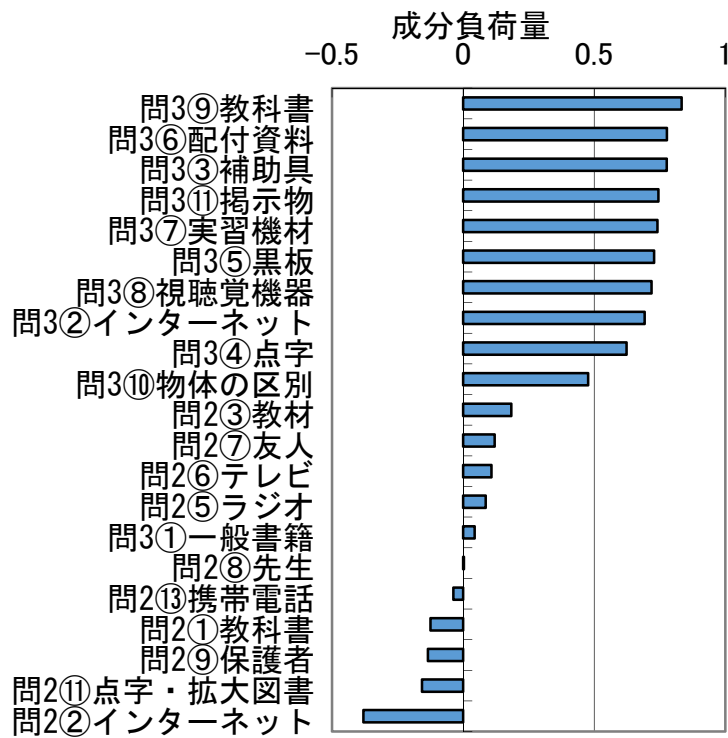


図 2-11 実態調査結果における第 2 回カテゴリカル主成分分析による第 1 成分の成分負荷量

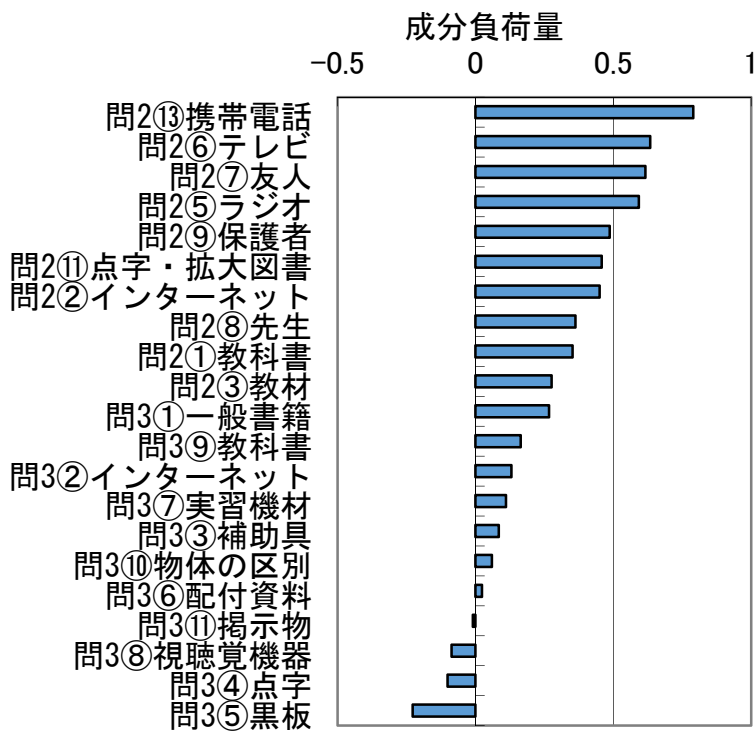


図 2-12 実態調査における第 2 回カテゴリカル主成分分析による第 2 成分の成分負荷量

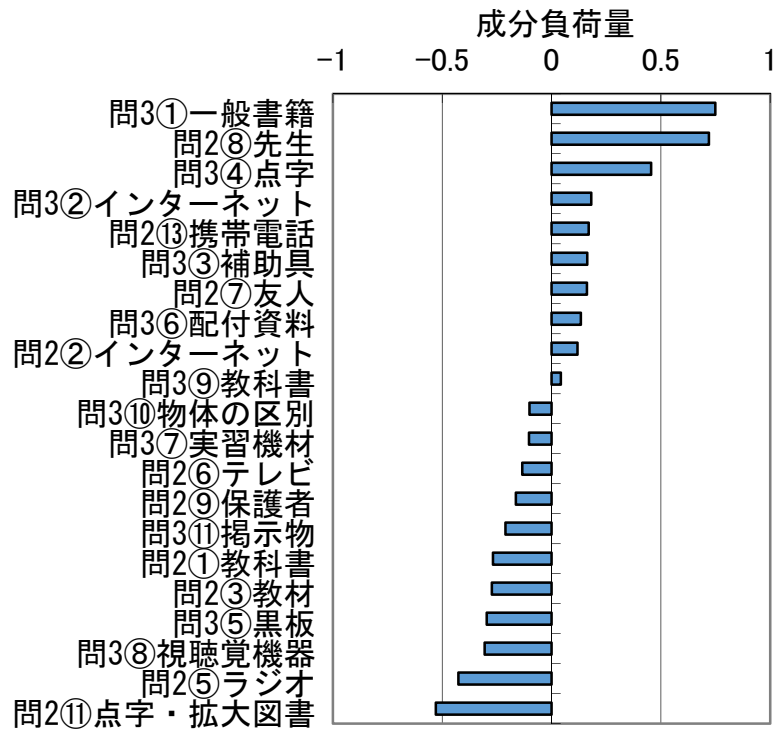


図 2-13 実態調査における第 2 回カテゴリカル主成分分析による第 3 成分の成分負荷量

#### 2-4-5 成分負荷のグループ化および情報獲得に関する課題の一般化

それぞれの成分負荷が、第 1 成分「困難性」および第 2 成分「信頼性」のそれぞれどこに位置付けられているかを明らかにするために、第 1 成分を縦軸に、第 2 成分を横軸にして成分負荷をプロットした。その結果を図 2-14 に示し、グループごとに分類した。グループ分けは、各成分負荷の距離計算を平方ユークリッド距離を用いて、合併後の距離計算を Ward 法によってクラスター分析を実施した結果である図 2-15 によっておこなった。図 2-15 のデンドログラムを用いて項目間の距離の平均値によって区切り 2 グループに分けた。図 2-14 によると問 3 のほとんどの項目で構成されているグループは縦軸の高い位置にあり、問 2 の項目および問 3①で構成されるグループは、横軸の正方向に布置されている。このことから縦軸を「困難性」、横軸を「信頼性」と改めて確認できた。また、問 3 のグループは横方向へ、問 2 のグループは縦方向へそれぞれ分布が正値から負値へ広がっていた。

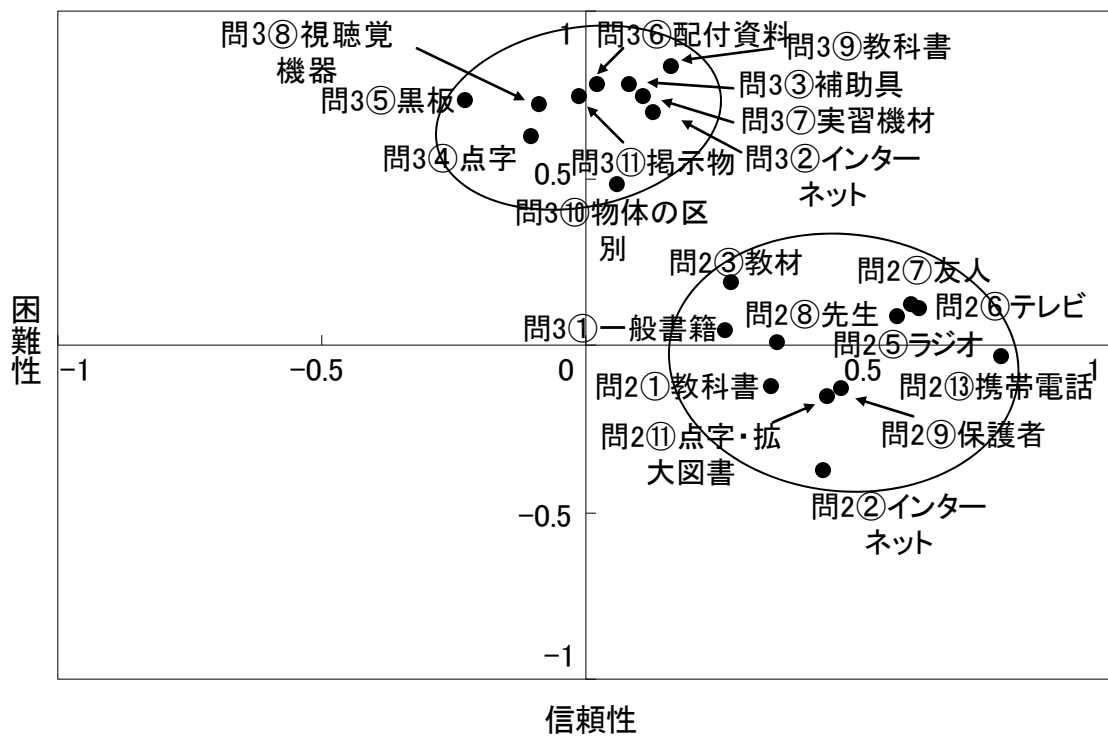


図 2-14 第 1 成分「困難性」と第 2 成分「信頼性」の成分負荷分布

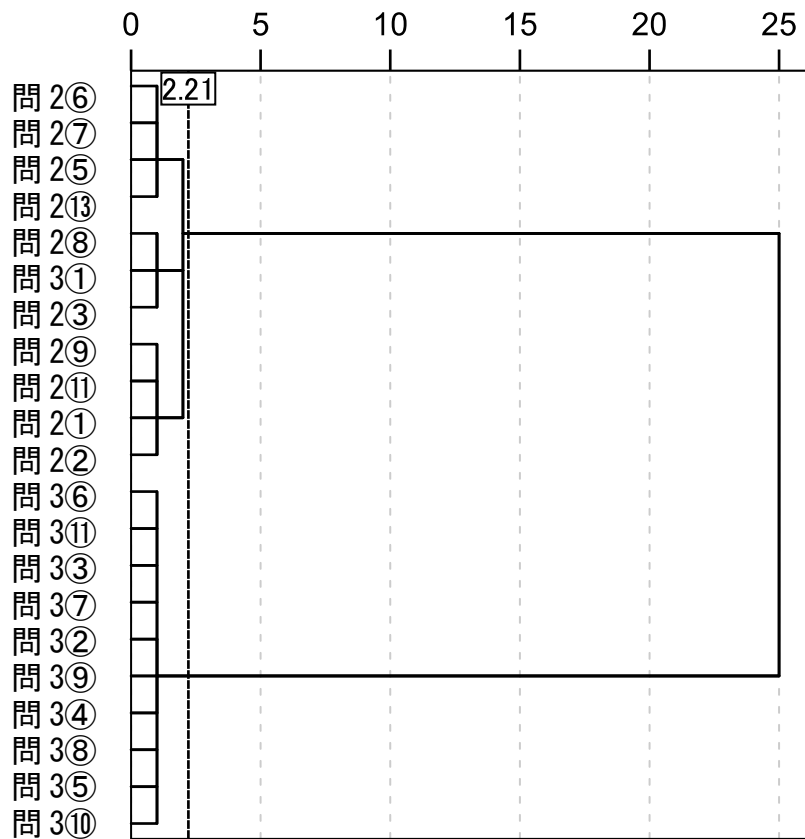


図 2-15 第 1 成分「困難性」と第 2 成分「信頼性」のクラスター分析結果

次に、縦軸を第1成分「困難性」に、横軸を第3成分「個人性」にして成分負荷をプロットした結果を図2-16に示し、グループごとに分類した。第1成分と第2成分について検討した場合と同様にクラスター分析をおこなったところ、図2-17のように5グループに分かれた。図2-16から横軸上の3グループは、問2の項目が分類されており、図2-12で命名したように横軸の正值側である「個人性」から負値側である「集団性」に対応していることが確認された。つまり、情報源を「個人性」で特徴づけることができた。「困難性」の高い問3の項目は「個人性」の傾向があるグループおよび「集団性」の傾向があるグループに分類された。

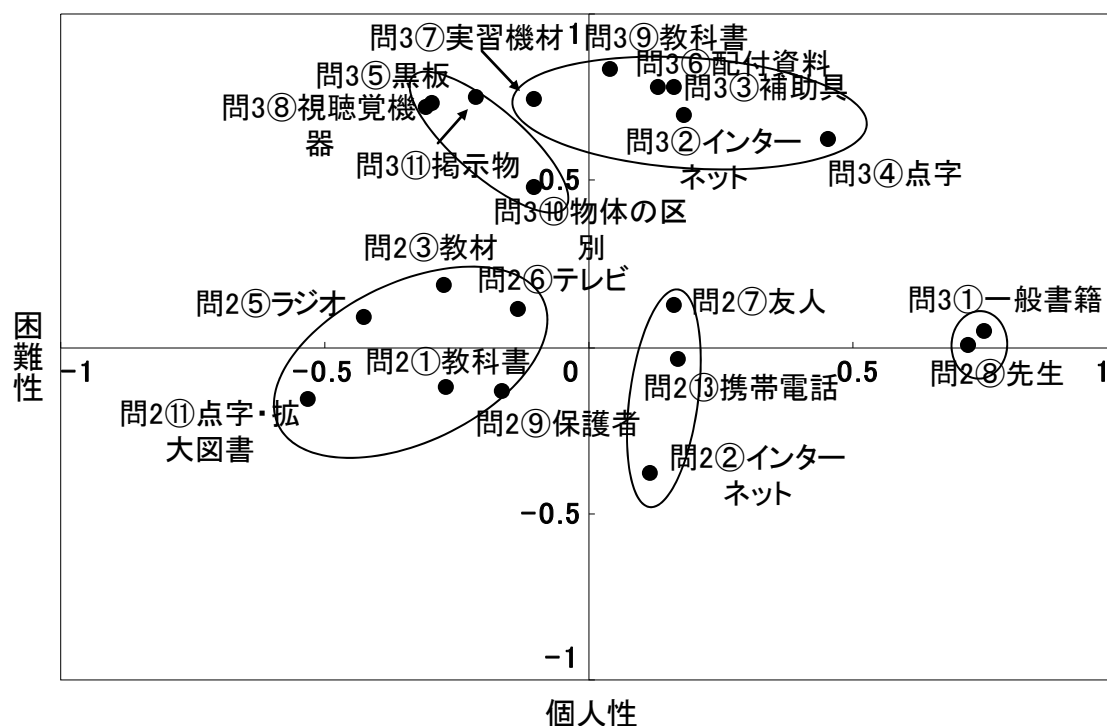


図2-16 第1成分「困難性」と第3成分「個人性」の成分負荷分布



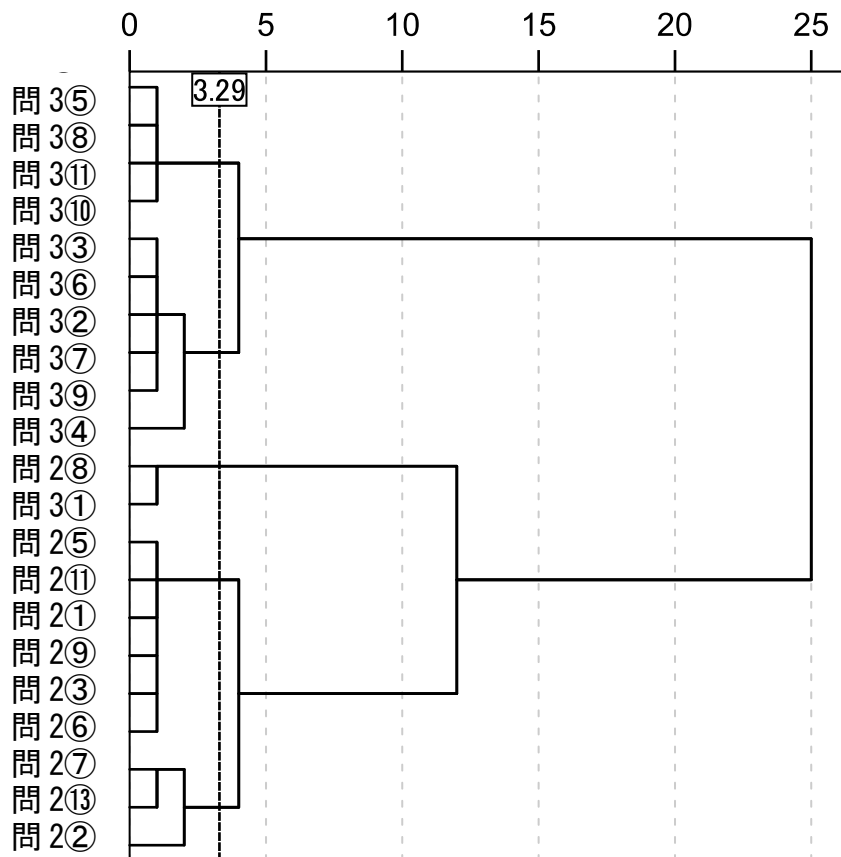


図 2-17 第 1 成分「困難性」と第 3 成分「個人性」のクラスター分析結果

このように各質問項目を「困難性」と「信頼性」および「困難性」と「個人性」の軸上に布置したが、「信頼性」および「個人性」の属性で「困難性」を表すことによって、「困難性」を情報源の特徴で類型化することが考えられる。そのため、3 成分の成分負荷量を第 1 成分と第 2 成分について検討した場合と同様の方法でクラスター分析をおこない図 2-18 のように 5 グループに分け、各グループの成分負荷量の重心を図 2-19 のようにプロットした。グループ 1 およびグループ 2 が高い困難性を示した。それ以外のグループの困難性は低かった。このことから、困難性に関する情報の属性は「高信頼性-個人性情報」および「低信頼性-集団性情報」であることが示唆された。

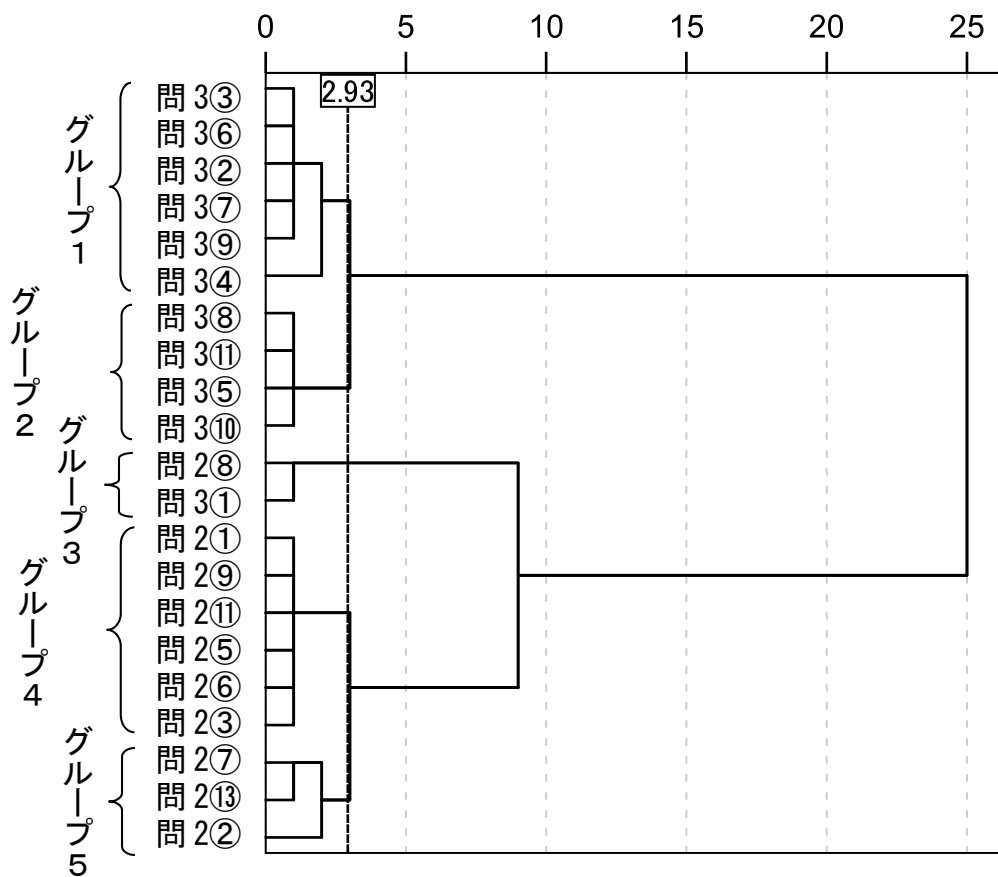


図 2-18 実態調査結果における 3 成分のクラスター分析の結果

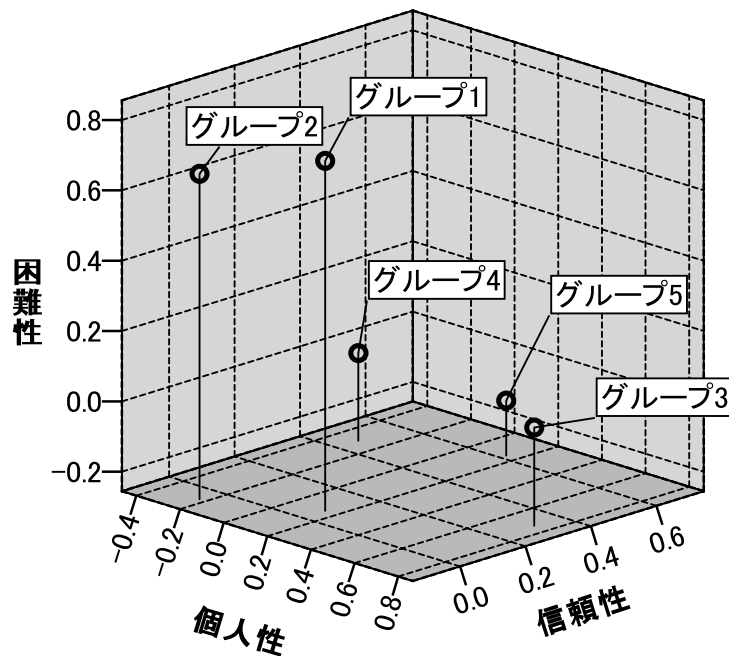


図 2-19 実態調査結果を「信頼性」および「個人性」で布置した「困難性」

## 2-5 情報獲得に関する実態調査の自由記述の結果

本調査において、生徒が困っていることに関する5段階評価と同時に自由記述によって調査した。40件の回答が得られ、その結果をKJ法<sup>2-16)</sup>におけるグループ分けの手法を使って分類して、質問項目と重複した不要な回答や趣旨に沿わない不適切な回答を除外して、生徒が困っていることに影響があると思われる項目を作成した。その結果、生徒が困っていることは8項目に分類された。

- (1) 情報をスムーズに得られない
- (2) 学習効率が悪い
- (3) ノートを取りにくい
- (4) 多大な文字を読むことがストレスである
- (5) 音声ソフトが使いにくい
- (6) 立体物の形状を理解しにくい
- (7) 学校に設備が不足している
- (8) 定位や移動が困難である

(1), (2)は複数の情報が関係することによって、生徒が困っていることを表しており、これらを改善するための支援が必要と考えられる。情報獲得に関連する項目をカテゴリカル主成分分析によって得られた「困難性」を表す情報の属性に分類すると、(3)ノートを取りにくい、(4)多大な文字を読むことがストレスである、および(5)音声ソフトが使いにくいという項目は「高信頼性-個人性情報」、(6)立体物の形状を理解しにくいという項目は「低信頼性-集団性情報」に分類できた。

## 2-6 情報獲得に関する実態調査の結果を基にした工学的支援に関する考察

視覚特別支援学校では、さまざまな支援機器を活用して生徒の困難に対応しているが、アンケート調査の結果から情報獲得に関して課題があることが明らかになったため、現状の支援方法の改善、もしくは新たな支援方法を考える必要がある。そこで、これまでのアンケート結果をもとに工学的支援に関して考察した。

アンケート調査の結果から生徒は、「一般書籍が読みにくい」、「インターネットが使いにくい」、「黒板が見にくい」、「配付資料が読みにくい」、「視聴覚機器が見にくい」、「教科書が読みにくい」および「掲示物が見にくい」点で困っていることが明らかになった。現状では、一般書籍、配付資料および教科書は、拡大読書器や拡大

鏡などを利用していることが多く、拡大率が大きいほど文字以外に行間まで拡大してしまうことや一度に拡大して読める文字数が減り文章全体が見えないことによって文章が読みにくいと困っていると推測した。また、黒板や視聴覚機器を見る場合、単眼鏡などが使用されるが、拡大するという単機能しかなく障害に応じた対処が難しいため困っていると考えられた。これらの困っていることは、図 2-2 のように教諭がさまざまな工夫をしているにもかかわらず生じており、すべての障害を対象として支援することは実質的に不可能といえる。

これまでの支援は状況に応じて、専用の支援機器を切り換えて使用していた。しかし、困っている点は多岐にわたっており、複数の機能を持つ支援機器が必要と推察した。さらに自由記述にあった「情報をスムーズに得られない」や「学習効率が悪い」といった生徒の学習自体に関する課題が明らかになったことから、学習に関する支援の必要性が示唆された。このような課題は複数の情報が関係していると推測できる。その要因は、カテゴリカル主成分分析で明らかになった「高信頼性-個人性情報」および「低信頼性-集団性情報」に類型化できると考えた。複数の情報への支援の例として、自由記述の回答にあったノートを取ることに伴う困難に関する支援に対して、音声支援に対応したオンライン文字認識技術を用いた手書き式や点字タイプライター式ノート作成システム<sup>2-17)</sup>などが研究されている。これは「低信頼性-集団性情報」である講義内容を「高信頼性-個人性情報」であるノートを取る行為にする支援といえる。そのため、工学的支援の必要性の高い対象は、「高信頼性-個人性情報」および「低信頼性-集団性情報」のどちらか1つではなく、通常の授業で教諭がさまざまな点で工夫しているように、複数の情報である。

したがって、本研究では、視覚特別支援学校の教室内で受講しているさまざまな生徒に対する工学的支援として、「配付資料が読みにくい」、「教科書が読みにくい」など「高信頼性-個人性情報」および「黒板が見にくい」、「視聴覚機器が見にくい」などの「低信頼性-集団性情報」の獲得に関する複数の情報への支援が必要性の高い対象であり、それに対して複数の機能、もしくは複数の支援機器による同時支援を検討する必要がある。アンケート調査は、盲と弱視の区別をせずおこなったため、得られた結果は、両方に共通して支援すべき情報を指す。

## 2-7 第2章の結論

本章では、視覚特別支援学校の授業や学校生活における情報獲得に関して生徒が抱える課題を明らかにするために、全国の視覚特別支援学校高等部の教諭に対してアンケート調査を実施した。

アンケート調査の結果から、教諭はさまざまな工夫をしていることが明らかになったが、専用ソフトウェアを使用したり、実物を見せたりする割合は少なかった。また、実演して見せることおよび実物を見せることについては、本科と専攻科の違いによる有意差が見受けられた。生徒の情報源は、教科書、教材および先生が多く利用されており、雑誌、一般書籍および新聞はあまり活用されていなかった。また、インターネット、友人および保護者の3項目について、本科と専攻科による有意差が見受けられた。生徒の困ったことは、一般書籍、インターネット、黒板などの見にくさに関することが比較的多かった。一方では、自分と他人の持ち物の区別やお金の区別がつきにくいことについては評価値が低かった。また、点字の読みにくさおよび視聴覚機器の見にくさについて、本科と専攻科による有意差が見受けられた。

次に、生徒の情報源および困っていることの特徴を「困難性」、「信頼性」および「個人性」という3点で表した。「高信頼性-個人性情報」および「低信頼性-集団性情報」の獲得に関する困難性が高いことが明らかになった。そして、視覚特別支援学校の学習における生徒に対する工学的支援として、「高信頼性-個人性情報」および「低信頼性-集団性情報」の獲得に関する複数の情報への支援が必要性的な高い対象であり、それに対して複数の機能、もしくは複数の支援機器による同時支援を検討する必要があることが示唆された。

## 第2章の参考文献

- 2-1) 江口智弘, 依田光正, 青木和夫, 弱視生徒のための黒板文字情報獲得支援システムの構築とその有効性の検証. ライフサポート, vol24, No4, pp.185-193.2012
- 2-2) SPSS, 3章 カテゴリ主成分分析(CATPCA) : SPSS Categories 14.0. SPSS Inc., 41-54, 2005
- 2-3) Marica Manisera, Anita J. van der Kooij and Elise Dusseldorp, Identifying the Component Structure of Satisfaction Scales by Nonlinear Principal Components Analysis. Quality Technology & Quantitative Management, 7(2), 97-115, 2010

- 2-4) 江口智弘, 公立工学系短期大学校の実験・実習における電子部品使用の問題点に関する調査. 精密工学会誌, 72(8), 1060-1062, 2006
- 2-5) E&Cプロジェクト, 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 (要約編). 初版. 東京: 日本点字図書館, 1993.
- 2-6) 共用品推進機構 視覚情報障害班, 弱者不便さ調査報告書-見えにくいことによる不便さとは-. 東京: (財) 共用品推進機構, 2002.
- 2-7) 大内進, 金子健, 田中良広, 千田耕基, 盲学校の人事異動に関する実態調査ー盲学校在籍年数に焦点をあててー. 国立特殊教育総合研究所紀要, 33, 49-59, 2006
- 2-8) 川端一光, 9.4 多重比較: 豊田秀樹監訳. Robert V.Hogg, Joseph W.Mckean, Allen T.Craig. 初版: 第9章 正規モデルに関する推測, 数理統計学ハンドブック. 東京: 朝倉書店, 479-529, 2007
- 2-9) 角康太郎, 10.3 ウィルコクソンの符号付き順位: 豊田秀樹監訳. Robert V.Hogg, Joseph W.Mckean, Allen T.Craig. 初版: 第10章 ノンパラメトリック統計, 数理統計学ハンドブック. 東京: 朝倉書店, 530-596, 2007
- 2-10) 秋田県立盲学校, 視覚障害支援ガイド. <http://www.mou-s.akita-pref.ed.jp/guide/index.html>, 2012年1月5日に供覧.
- 2-11) 熊本県立盲学校, 2011年度版 弱視児のためのサポータブック. <http://www.higo.ed.jp/sh/kumamo/main.htm>, 2012年3月15日に供覧.
- 2-12) 横浜市立盲特別支援学校, 視覚障害者について伝えたいこと. <http://www.edu.city.yokohama.jp/sch/ss/yokomou/index.html>, 2013年10月12日に供覧.
- 2-13) 柿澤敏文, 佐島毅, 鳥山由子, 池谷尚剛, 全国盲学校児童生徒の視覚障害原因等の実態とその推移ー2005年度全国調査結果を中心にー. 障害科学研究, 31, 91-104, 2007
- 2-14) 氏間和仁, 島田博祐, 小田浩一, 大型電子化提示教材で使用するロービジョンに適した文字サイズの規定法ー読書評価チャートの応用ー. 特殊教育学研究, 45(1), 1-11, 2007
- 2-15) 丸井英二, 第8章クラスター分析: 柳井春夫, 高木廣文, 市川雅教, 服部芳明, 佐藤俊哉, 丸井英二, 多変量解析ハンドブック. 初版: 東京: 現代数学社,

224-242, 1988

- 2-16) 川喜田二郎. 発想法—創造性開発のために. 東京: 中央公論社, 1967.
- 2-17) 伊藤和之, 中途視覚障害者の筆記行動を軸とした学習支援システムに関する研究. 熊本大学大学院自然科学研究科提出博士論文, 2010.

## 第3章 黒板文字情報獲得支援システムの構築

### 3-1 黒板文字情報獲得支援システムの目的

視覚特別支援学校における情報獲得に関する課題が明らかになった<sup>3-1)</sup>ので、本章では、これらの課題を解決するための支援方法を検討し、支援システムを構築した。アンケート調査では盲と弱視の区別をしなかったが、盲と弱視では、必要とする情報の形態が異なる。一般的に、盲の生徒は、視覚以外の感覚器、特に聴覚や触覚を活用するための支援機器を用いて情報を獲得する。また、弱視の生徒は、残存している視覚機能を有効に活用するための支援機器が使われる。将来的には同一の支援機器にて、障害の程度に関係なく支援することが望まれるが、高等部では、視覚を活用できる生徒が多数を占めているため<sup>3-2)</sup>、本研究では弱視の生徒を対象とした。

教科書やインターネットなど「高信頼性-個人性情報」を得るための支援に関して、拡大読書器の改善<sup>3-3)</sup>や Web 閲覧の支援<sup>3-4)</sup>など多くの研究がなされている。それらと比べると、黒板や視聴覚機器などの「低信頼性-集団性情報」に対する研究は、ほとんど見受けられない。「高信頼性-個人性情報」のための支援は、学校だけでなく家庭や職場などさまざまな場所で活用することができるため多くの研究がなされているが、「低信頼性-集団性情報」に対する支援は、ほとんどの場合、学校のみに限定されることや遠用補助具を利用することで対応しているためではないかと推察した。近年、弱視者に対してプロジェクタや大型ディスプレイにコンピュータで作成された供覧用の教材を提示する授業形態が見られ<sup>3-5)</sup>、「低信頼性-集団性情報」に対する情報提示方法を検討する必要性が増してきている。このような情報提示方法は、障害の異なる複数の生徒が、同じ画面を見ることになり、場合によっては、それを見るために単眼鏡などの支援機器が別途必要になる。先のアンケート結果<sup>3-1)</sup>から「低信頼性-集団性情報」の獲得が困難である可能性が示唆されたため、視覚特別支援学校の生徒が抱えている困難に対して支援することができれば、授業を効果的に理解できると考えた。また、「高信頼性-個人性情報」には既存の支援機器を使用し、「低信頼性-集団性情報」には新たな支援をすることによって、複数の情報に対して同時支援が可能になり、さらなる学習上の効果が期待できる。

そこで、本研究では「低信頼性-集団性情報」である黒板の情報獲得に着目した。アンケートの結果<sup>3-1)</sup>によると、黒板は見にくいいため、信頼性があまり高くなく、困



難性が非常に高かった。また、集団性が高い情報源であるため、個人の障害に対応することが難しい。視覚障害教育においても黒板を活用した板書が必要であり、これを効果的に活用することが求められている<sup>3-6)</sup>。授業の基本は、一斉授業において各科目の单元ごとに必要な知識を習得して基礎力をつけることである。知識を定着させるためには、生徒自らノートを書き、教わった内容を頭の中で整理することが重要である。そして、ノートを書くための手本となるものが教諭の板書で、これによって生徒の理解度は大きく影響するため、授業の中心の1つが黒板と考えた。

黒板のように遠距離の文字を読む場合に利用される支援機器は、視力の良い眼を有効に活用するため、ほとんどの場合が単眼鏡を用いる。単眼鏡には、対象物を拡大するという単機能しかない。単眼鏡の拡大率によって視野内に含まれる文字数が変わり、視野内にある文字は視認できるが、一回で一連の文章を認識することは困難であることが多い。文章を理解するためには単眼鏡を移動させて文字を追跡しなければならない。視野内に別の行の文字があったとしてもそれを同時に活用することは困難である。また、文章を追跡して読んでいても、次の行に単眼鏡を移動する際に、誤って行を読み飛ばすことがある。このように単眼鏡には、視野が狭いことによる文章を追跡することの困難、および距離感が異なることによって単眼鏡をのぞきながら対象を探すことの困難などの課題がある<sup>3-7)</sup>。そして、単眼鏡を使用している間は、片手をふさぐことになり、ノートを取ったり、教科書を読んだりする他の行動への移行が不便である。

また、拡大読書器を使用して黒板を見ることもある。拡大読書器は、モニタに印刷物の文字等を高倍率にして映し出す機器で、書籍や新聞などを読んだり、文字を書いたりするための近用補助具として日本では1971年に開発された。拡大読書器はリアルタイム処理が重要で、1990年代後半まで大多数の拡大読書器では、アナログ回路により画像処理回路が構成されており、処理機能に限界が生じた<sup>3-8)</sup>。そのため、画像をデジタル化してDSP(Digital Signal Processor)を使用したデジタルシステムによる拡大読書器の開発が1997年に報告された<sup>3-8)</sup>。近年はデジタル化された上で、コンピュータの性能が飛躍的に向上しているため、大型のモニタ、高画質、携帯型、スクロール機能を有する製品などが多数あり、さらに注視点を検出して自動的に拡大する機能の研究も進んでいる<sup>3-3)</sup>。

離れたところを見るために、別のカメラを接続できたり<sup>3-9)</sup>、カメラの向きを変え

たりする<sup>3-10</sup>機種もある。それによって、従来では教科書を拡大読書器で見て、黒板は単眼鏡で探りながら焦点を合わせ直して見るように、複数の支援機器を切り替えずに1台の機器で支援できることから、不便さが和らぐことになった<sup>3-10</sup>。しかし、拡大読書器は本来、近用補助具であるため、拡大読書器を使用した黒板の拡大支援のような遠用補助具としての有効性の評価は見られない。また、使用者が拡大したい対象を探して拡大するという2段階で操作しなければならない、授業のように文字情報が変化する状況での使用は容易ではないことが推察される。

拡大読書器以外に、コンピュータを利用した黒板の文字を読むための支援機器に関する研究はほとんど見られない。その背景として、タブレット型端末や電子黒板の存在が考えられ、タブレット型端末<sup>3-11~3-14</sup>や電子黒板<sup>3-15~3-19</sup>に関する研究が盛んにおこなわれている。

文部科学省は、平成23年4月に示した「教育の情報化ビジョン」<sup>3-20</sup>によって、2020年度に向けてデジタル教科書、教材の普及を促進し、タブレット型端末や電子黒板などの整備を充実させる方針を示した。本ビジョンでは、「特別支援教育においても、障害の状態や特性などに応じて情報通信技術を活用することで、各教科や自立活動等の指導において、その効果を高めることができる点で極めて有用である」としている。一方では、本ビジョンにおいて、「授業において黒板等を使った指導も効果をあげているところであり、従来の指導の在り方を基盤としつつ、これに加えて情報通信技術を効果的に活用する」と示している。

電子黒板は、従来の黒板と同様に板書したり、映像や画像が表示できるが、画面が従来の黒板に比べて小さく、反射によって見づらいことがある。従来の黒板は、電子黒板よりもかなり大きいため、一度に多くの情報が書き記され、教室のいかなる場所からも見通すことができる。一方、板書した内容を消すことに時間がかかったり、消した跡が残ることが多い。このように、黒板や電子黒板には、それぞれ一長一短がある。小林の調査<sup>3-21</sup>によると、電子黒板と黒板を併用して使うことを望む中学校教諭は58.6%だった。教諭は板書に対する多くのノウハウを蓄積しており、特に専攻科の教諭は異動が少なく長期間同じ学校に在籍しているため、経験が豊富で板書を使用した従来型の指導に対するノウハウを多く持っている。また、中学校生徒で併用を望む肯定的意見の割合が73.3%あり、黒板のみが良いとの意見も53.2%あった<sup>3-21</sup>。

このように、視覚特別支援学校を始めとした学校教育において、黒板から電子黒板へ完全に移行することは容易ではなく、むしろ、黒板や教諭の持つノウハウを活用し、情報通信機器を活用する授業との融合が重要である。したがって、視覚特別支援学校において、従来の黒板は今後も授業進行において必要といえる。そのため、アンケート結果のように困難性が高い従来の黒板の文字を読むときに、それを支援することによって、生徒の障害の程度に関係なくほぼ同質の情報をこれまでよりも正確に速く獲得できると考えた。

これらのことから、本章は、従来の黒板に書かれた文字を弱視の生徒が容易に読める黒板文字情報獲得支援システムを構築することを目的とする。本システムは、十分な速度で画像処理をおこなうことができ、手で持つことなく、多くの文字情報が提示できる画面サイズが得られるように、パーソナルコンピュータとモニタを組み合わせて使用した。本システムは、一人一人の生徒の障害に合わせて設定が可能であるため、一斉授業が可能になる。タブレット型端末が生徒1人に対して1台普及し、画面サイズが問題とならない軽度の弱視者へは、タブレット型端末をモニタとして使用して本システムを拡張することが十分可能である。

### 3-2 黒板文字情報獲得支援システムの機能

弱視の生徒が、視覚特別支援学校において効果的に授業を理解できるように、従来に比べて文字を速く正確に読むことができる黒板文字情報獲得支援システムを構築した<sup>3-22)</sup>。

従来、弱視の生徒が黒板の文字情報を獲得する場合、教諭が大きな文字で板書したり、生徒が単眼鏡を用いて拡大した文字を視認したりすることが多かった。大きな文字で板書する場合、何度も書いたり消したりすることを繰り返すと講義時間が削られるため、厳選した内容を板書しなければならないことが推察できる。単眼鏡には、対象物を拡大するという単機能しかないため、まぶしさへの対応ができなかったり、文章を追跡することや対象を探すことの困難などの課題がある。

そのため、本システムは、教諭が極端に文字を大きく板書せず、単眼鏡の持つ課題を解決するために次の3つの機能を実現した。

- ① 文字の拡大機能
- ② 文字列の改行機能

### ③ 対象物の表示機能

本システムは、Webカメラ (logicool, c920, 300万画素) 2台、パーソナルコンピュータ (DELL Vostro 220s, Pentium Dual CPU E2200, 2.2GHz, RAM1GB) および 23インチモニタ (LG, E2351VR-BN) で構成されている。図 3-1 に本システムの構成を、図 3-2 に文字情報提示画面の例を示す。2台の Webカメラを用いて黒板の左右それぞれ半分の領域を撮影して、その黒板全体をモニタの全体表示領域に表示する。図 3-2 の全体表示領域は Webカメラ 1台分の黒板を表示している。横書きされた文章のうち任意の 1行分の文字列を本システムによって抽出して、拡大表示領域へ拡大して表示する。全体表示領域には、選択された文字列を矩形で表示する。対象を探しやすくするため、選択領域の矩形を上下左右の矢印キーによって任意の文字列へと移動できる。文字サイズは、トラックバーによって自由に変更できる。本システムにおける文字サイズは、文字の高さを基準にしている。文字数や文字サイズによっては、1行で表示できないことがあるため、その場合は画面右端で自動的に改行を挿入する。

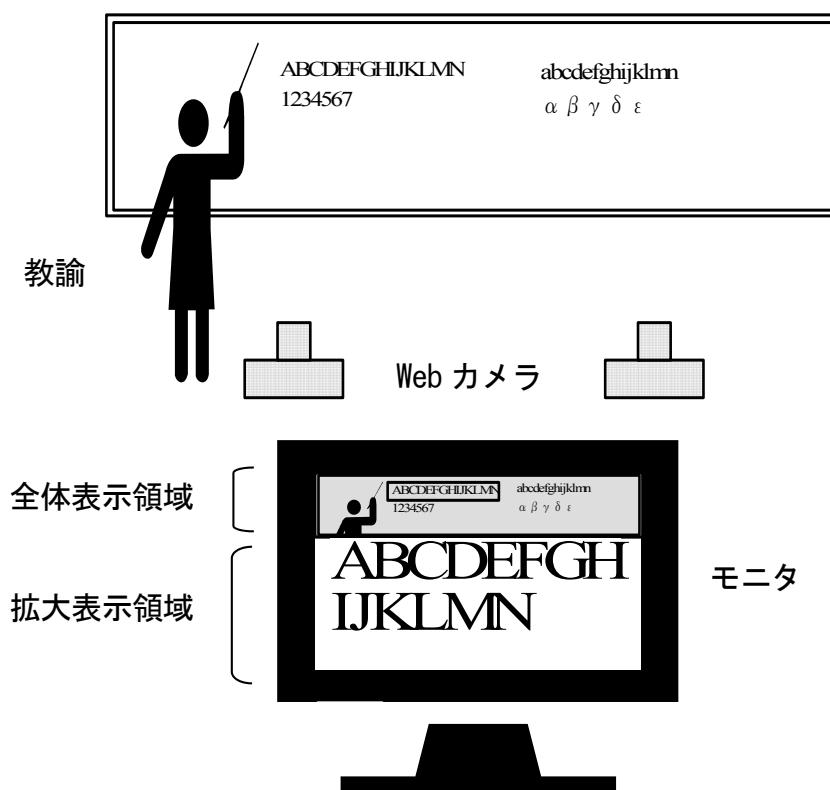


図 3-1 黒板文字情報獲得支援システムのシステム構成

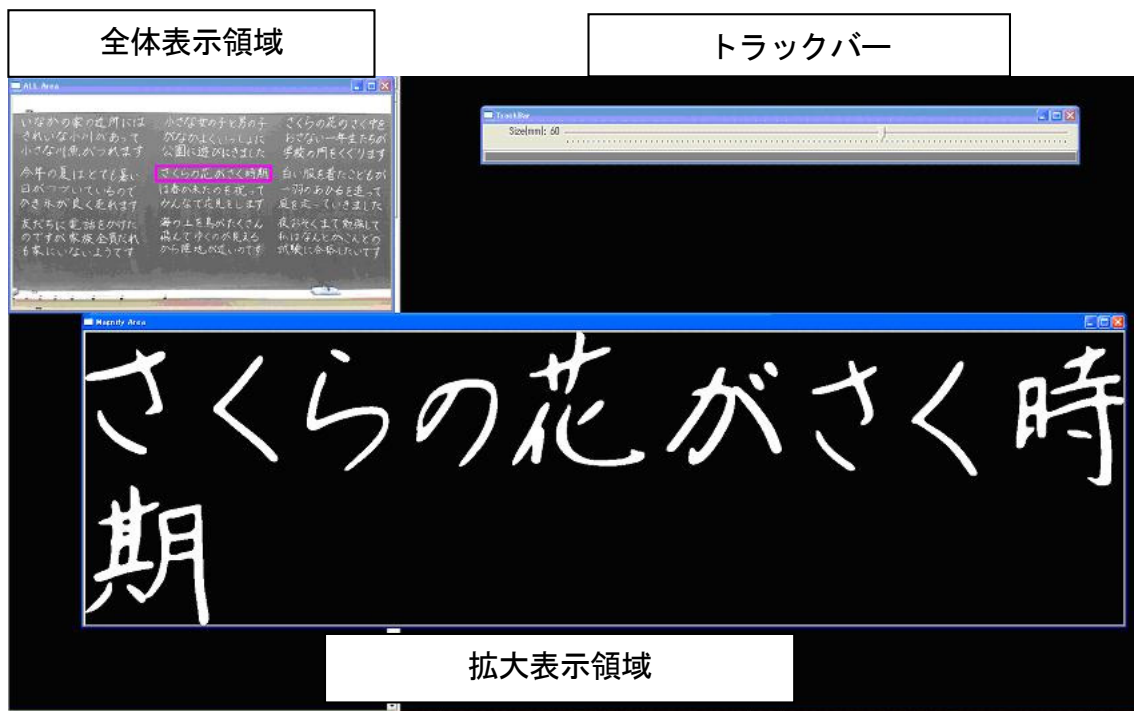


図 3-2 黒板文字情報獲得支援システムの全体表示領域および拡大表示領域における情報提示画面の例

パーソナルコンピュータのモニタと比較して小さな画面サイズが問題とならない軽度の弱視者は、タブレット型端末の利用も考えられる。タブレット型端末をスタンドによって固定することで両手を自由にした活動が可能になり<sup>3-23)</sup>、タブレット型端末を使用しながら、ノートをとったり、教科書を読んだりすることができる。

図 3-3 に授業で使用する場合の応用例を示す。実際に教室で使用する場合、生徒は、各自の障害の程度に合わせてデスクトップ型パーソナルコンピュータのモニタ、またはタブレット型端末を選定する。教諭が板書してその文字を隠さない位置へ移動した後、黒板を Web カメラ 2 台で撮影する。そして、ホストコンピュータは画像処理をおこない、各生徒が使用するコンピュータやタブレット型端末に、無線 LAN ルータから文字情報を送信する。各コンピュータやタブレット型端末で受信した情報は、端末ごとに設定や利用ができる。このように、一人一人の生徒の障害に合わせて利用が可能であるため、一斉授業が可能となる。

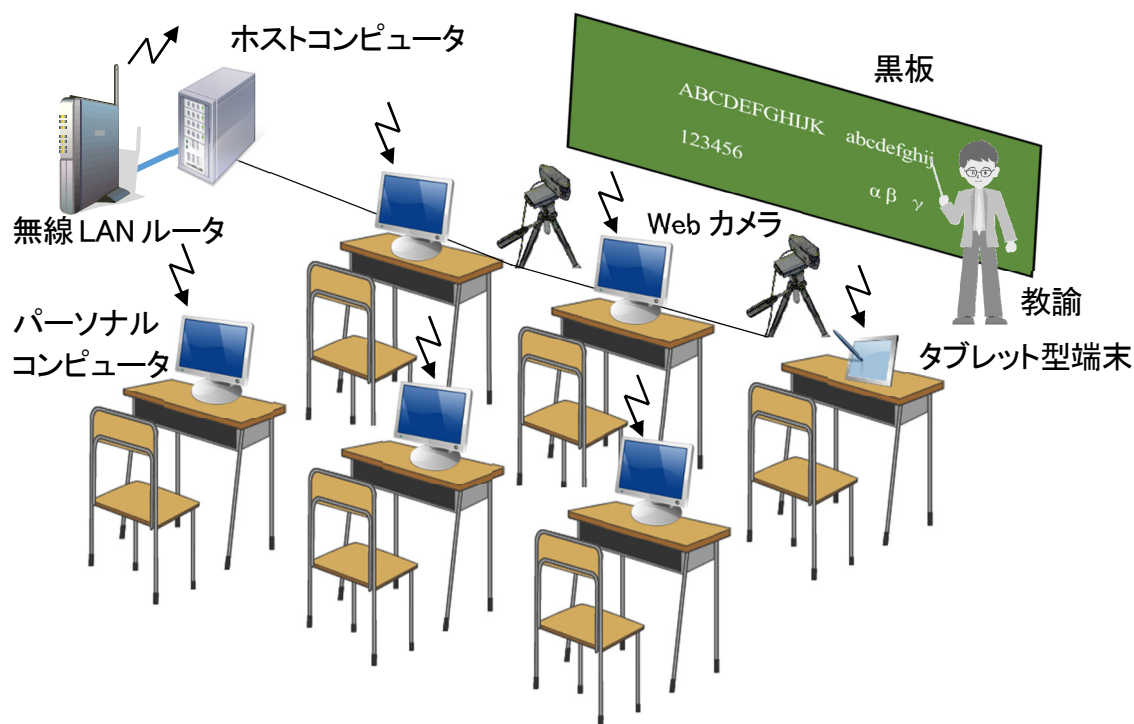
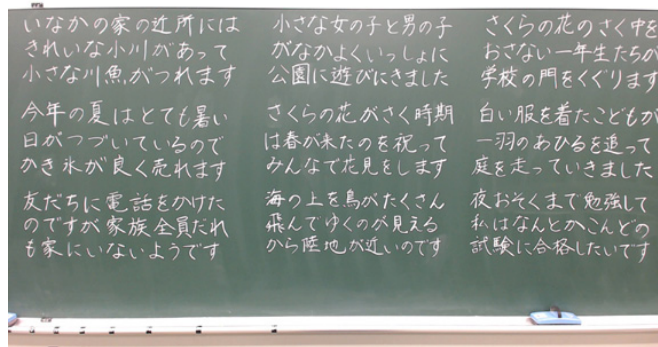


図 3-3 黒板文字情報獲得支援システムの応用例

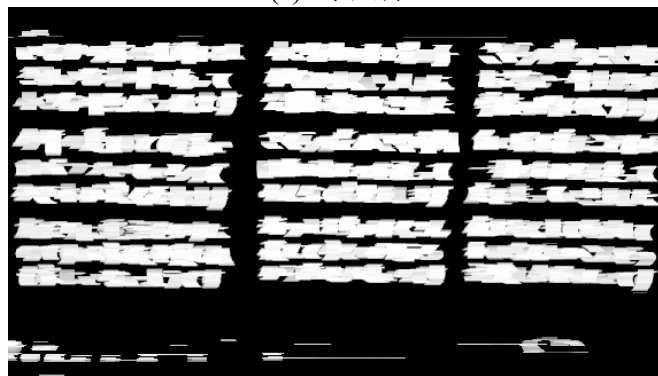
### 3-3 黒板文字情報獲得支援システムにおける文字情報の提示処理方法

本システムは、黒板を Web カメラで 1,920×1,080 画素の大きさで撮影した後に、さまざまな画像処理によって 1 行分の文字列を抽出して、必要に応じて改行を挿入して使用者に提示する。画像処理は、オープンソースライブラリである OpenCV を用いて C 言語によってプログラムを作成した。

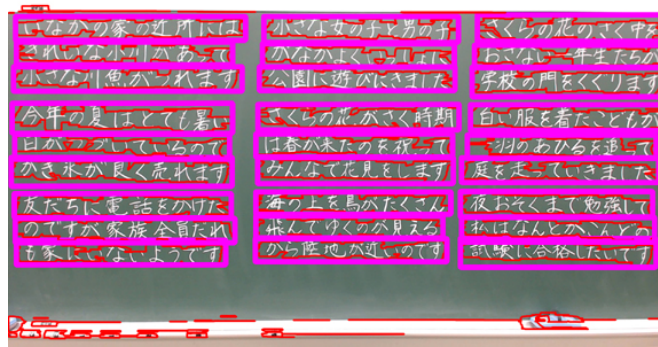
画像処理による文字列の抽出から拡大表示までの一連の流れを図 3-4 および図 3-5 に示す。図 3-4(a)に示すように本システムでは、黒板の一般的な書き方と同様に、横方向に手書きした文章<sup>3-24)</sup>を処理対象とした。それを Web カメラで撮影して cvFloodFill()関数を用いて二値化をおこなった。一般的な教室は、南に面した片側の窓から採光するため、窓際と室奥では大きな照度分布が生じる。そこで、人工照明によって照度分布の改善がなされている<sup>3-25)</sup>ために、窓からの日光や照明が黒板面を照らして、緑色の黒板面は照度分布が一様ではない。このような環境下でも、cvFloodFill()関数は、隣接した画素がしきい値内であれば同じ色に塗りつぶすことができるため、照度分布を吸収して二値化処理をおこなうことができた。二値化処理の後、図 3-4(b)で示すように膨張処理をおこない 1 行分を連結する。膨張処理と



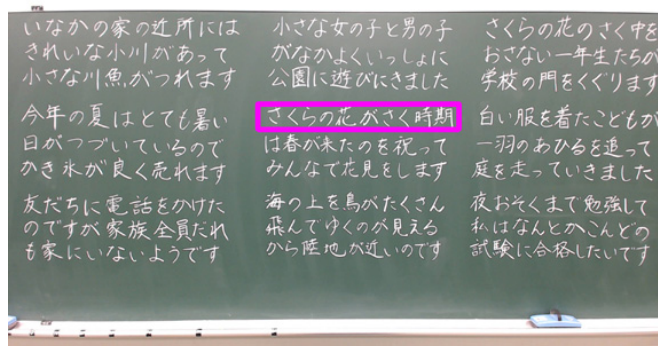
(a) 原画像



(b) 文章ごとの膨張処理



(c) 矩形による各文章の抽出



(d) 文章の選択

図 3-4 黒板文字情報獲得支援システムの全体表示領域における文章の選択処理例

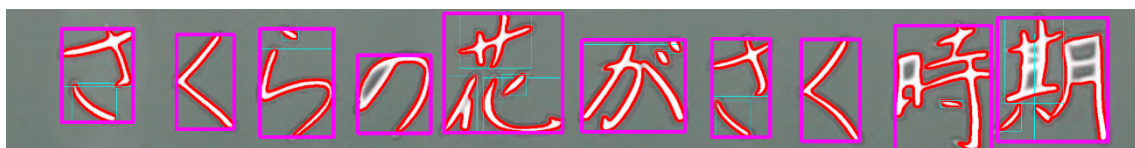
は画像中の対象領域を大きくする処理であり，1つの白画素の周りにおける8画素中の任意の画素をすべて白画素に置き換えることを繰り返して，分離していた領域が連結される．板書する場合，内容の異なる文章はスペースを空けたり，改行して書くことが多いため，膨張処理によって一連の文字列を連結させることができた．それによって，図 3-4(c)で示すように各文字列に接する矩形の幅，高さおよび座標の属性が取得でき，文字列ごとに処理することが可能となった．得られた属性をもとにして図 3-4(d)で示すように拡大表示する文字列を矩形で囲んで選択領域を表示する．



(a)文章の抽出



(b)文字の境界線追跡



(c)文字の抽出



(d)拡大および改行の挿入

図 3-5 黒板文字情報獲得支援システムの拡大表示領域における拡大処理および改行の挿入の例



図 3-4(d)で選択した文字列を図 3-5(a)で示すように切り出し、トラックバーで指定された文字サイズに相当する倍率で拡大する。改行処理のために、各文字の座標、幅および高さの属性を取得する。まず、図 3-5(b)で示すように cvFindContours()関数によって輪郭を抽出して近接する矩形を求める。そのままでは「さ」や「ら」のように不連続の線で構成される文字は分離して認識されるため、矩形の高さや幅がある一定のサイズを満たさない場合やある矩形が別の矩形内に含まれるなどの条件を満たした場合は、他の矩形と連結して図 3-5(c)で示すように 1 つの文字として認識させた。これらの処理によって文字の属性が取得でき、モニタの画面内に収まる範囲で文字列の画像を分離して、それらを上下に重ね合わせることによって、図 3-5(d)で示すように一連の文字情報を改行して途切れずに提示することが可能となった。

弱視者や健常者による視認性の実験<sup>3-26)</sup>によって、白の背景に黒の文字で書かれている文章より黒の背景に白の文字で書かれている文章の読書速度が向上する可能性が高い（白黒反転効果<sup>3-26)</sup>という）ことが示されているため、拡大した文字情報は、黒背景に白文字で提示した。

文章を板書するとき、水平に書いているつもりでも文字の書きはじめと終わりでは高さに差が生じる。そのまま拡大して改行処理をおこなうと 1 行目と 2 行目の空間が開きすぎるため、改行処理前に、文字の上下にある余白領域を削除して連結することで無駄な空間を除去した。

本システムでは、文字認識をおこなってさまざまなフォントに変えることも考えられたが、フォントを変換すると提示された文字情報が黒板の文字なのか不明瞭となり、生徒にとって、文字情報やシステムに対する信頼性が低下する可能性があるため、黒板の文字をそのまま表示した。全体表示領域に表示される文章の文字サイズは約 7mm であり、拡大表示領域の文字サイズは、35mm から 5mm 間隔で大きくできるように設定した。

本システムを使用するための板書には、文字を 1 文字ずつ独立して書く、文章が傾きすぎないように書く、黒板の両端付近に書かないという 3 つの制約がある。視覚特別支援学校の教諭も、板書の字を 1 文字ずつつなげずに書く、書く位置を決める、文字の色、大きさや字体など普段から配慮している<sup>3-27)</sup>。したがって、視覚特別支援学校の教諭であれば、従来どおりに板書することで本システムを使用することが可能である。

一斉授業において本システムを使用することによって、生徒ごとの視覚障害の程度に合わせた黒板の文字情報を提供できるために、単眼鏡に片手をふさがれずに受講できる。また、汎用性の高いシステムであるため、次に示すような拡張の可能性が考えられる。

- ① タブレット型端末に提示することで、容易なユーザインタフェースが活用できる。
- ② タブレット型端末のデジタル教科書や電子黒板を併用して、より効果的な授業が期待できる。
- ③ 画面を保存して、授業後に教諭や生徒が活用する。
- ④ 拡大読書機能を付加する。
- ⑤ 文字色、明るさ、コントラストなどの表示方法の変更が容易であり、多様な障害に対応できる。
- ⑥ 文字認識をして音声で提示することで、盲者に対応できる。
- ⑦ 教諭が画面に映りこまないように、画像処理をおこなう。
- ⑧ 教諭が説明している領域や使用者が見ている領域を自動的に拡大表示する。

### 3-4 第3章の結論

本章では、黒板に書かれた文字を弱視の生徒が容易に読むための黒板文字情報獲得支援システムを構築した。Webカメラ2台、パーソナルコンピュータおよび23インチモニターで構成されたシステムにおいて、オープンソースライブラリ OpenCV を用いてプログラムを作成した。本システムは、単眼鏡の課題を解決するために、次の3つの機能を実現した。

- ① 文字の拡大機能
- ② 文字列の改行機能
- ③ 対象物の表示機能

Webカメラを用いて黒板全体を撮影し、黒板全体の任意の文字列1行分を自動的に矩形で囲み、それをモニターの全体表示領域に表示した。矩形で選択された文字列を、黒背景に白文字に変換および拡大して、拡大表示領域に文字情報として提示した。文字列の途中で拡大表示領域の右端にきた場合は自動的に改行を挿入した。全体表示領域に表示した選択領域の矩形によって、現在拡大表示している文章の位置

を提示した。さらに、選択領域は、矢印キーによって自由に移動できる。これらの機能により、文章の追跡および対象物の探索に対する困難という単眼鏡が持つ課題に対処した。一斉授業において本システムを使用することによって、生徒ごとの視覚障害の程度に合わせた黒板の文字情報を提供できるために、単眼鏡に片手をふさがれずに受講できる。また、汎用性の高いシステムであるため、タブレット型端末などへの適用や融合といった拡張性がある。

### 第3章の参考文献

- 3-1) 江口智弘, 依田光正, 青木和夫, 視覚特別支援学校の授業や学校生活における情報獲得に関する研究. ライフサポート, 24(4), 185-193, 2012
- 3-2) 柿澤敏文, 佐島毅, 鳥山由子, 池谷尚剛, 全国盲学校児童生徒の視覚障害原因等の実態とその推移—2005年度全国調査結果を中心に—. 障害科学研究, 31, 91-104, 2007
- 3-3) 宮澤洋一, 宮川道夫, 前田義信, 堀潤一, 安藤伸朗, 岡本明, 注視を用いた弱視者用拡大読書システム. ヒューマンインタフェースシンポジウム 2006 論文集, 1011-1016, 2006
- 3-4) 草野秀明, 田畑孝一, Digital Talking Book 方式を利用した視覚障害者のための Web 閲覧支援. 情報知識学会誌, 15(3), 71-86, 2005
- 3-5) 氏間和仁, 島田博祐, 小田浩一, 大型電子化提示教材で使用するロービジョンに適した文字サイズの規定法—読書評価チャートの応用—. 特殊教育学研究, 45(1), 1-11, 2007
- 3-6) 田中良広, 4.4 算数科指導上の配慮事項: 大内進編著, 視覚障害教育における算数指導の基本とポイント—特別支援学校及び通常の学校に在籍する視覚障害のある児童生徒の教科指導の質の向上に関する研究—. 4 視覚障害教育における算数科に関する特色のある指導. 神奈川県: (独)国立特別支援教育総合研究所, 76-79, 2010
- 3-7) 川瀬芳克, 3.B 光学的補助具: 高橋広編著. 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: 3 補助具の選択による QOL と視機能の増強. 東京: 榊医学書院, 106-117, 2006
- 3-8) 平山文男, 曲谷一成, 築島謙次, デジタル画像処理を用いた視覚障害者支援

- システム. 電子情報通信学会技術報告, MBE96-111, 81-86, 1997
- 3-9) 青木成美, 5.3 視覚を利用した機器: 調査報告書 18 中途視覚障害者の雇用継続と支援機器等の活用. 第5章 支援機器の現状と課題. 日本障害者雇用促進協会 障害者職業総合センター, 67-75, 1997
- 3-10) 加藤俊和, ロービジョン(弱視)者の生活を豊かにする支援機器や器具. アシステッド通信, 15-17, 2003
- 3-11) 堀内泰輔, 宮寄敬, タブレット端末の教育機関での活用. 長野工業高等専門学校紀要, 46, 1-4, 2012
- 3-12) 中村隆敏, 角和博, ICT 学習環境におけるモバイル・タブレット型端末の活用方法と可能性. 佐賀大学教育実践研究, 29, 91-98, 2012
- 3-13) 塚元宏雄, 授業におけるタブレット型端末の活用可能性に関する一考察. 鹿児島大学教育学部教育実践研究紀要, 22, 247-255, 2012
- 3-14) 今田晃一, デジタル教科書の動向とその指導方略としての CSCL(Computer Supported Collaborative Learning)の検討. 教育研究所紀要, 20, 7-14, 2011
- 3-15) 大即洋子, 板東宏和, 加藤直樹, 中川正樹, 対話型電子白板を用いたグループ間の競争による学習を支援する教育ソフトウェアの一例とその効果. 情報処理学会論文誌, 44(6), 1635-1644, 2003
- 3-16) 石田準, 板東宏和, 加藤直樹, 中川正樹, 情報交換を可能とした電子黒板・ノートシステムの試作. 情報処理学会研究報告, 2001-CE-62, 33-40, 2001
- 3-17) 櫻田武嗣, 板書者情報を利用する電子黒板の設計. 情報処理学会研究報告, 2010-DD-76, 1-6, 2010
- 3-18) 村井保之, 巽久行, 宮川正弘, 辻裕之, 徳増眞司, 電子白板を用いた弱視学生の教育支援. 情報科学技術フォーラム, 395-396, 2003
- 3-19) イスラムモハンマドマイヌル, 中川正樹, 視覚障害学生に対する板書を音声化する教育支援システム. 電子情報通信学会総合大会基礎・境界講演論文集, 270, 2010
- 3-20) 文部科学省, 教育の情報化ビジョンー21世紀にふさわしい学びと学校の創造を目指してー. 2011
- 3-21) 小林真人, 4.2 電子黒板: 武内清研究代表, 教師と児童・生徒のデジタル教科書に関する調査ー小学校・中学校を対象にー: 第4章 学校の情報環境と電子

- 黒板について. 公益財団法人 中央教育研究所. 39-47, 2013
- 3-22) 江口智弘, 依田光正, 青木和夫, 弱視生徒のための黒板文字情報獲得支援システムの構築とその有効性の検証, ライフサポート, 2013.8 受理, 印刷中
- 3-23) 氏間和仁, 弱視教育と iPad の活用ーその基本的な考え方ー. 視覚障害教育ブックレット, 19, 14-22, 2012
- 3-24) 小田浩一, MNREAD-J, Jk チャートマニュアル. 1-10, 2002
- 3-25) 佐藤隆二, 学校の視環境. 照明学会誌, 84(4), 216-219, 2000
- 3-26) 中野泰志, 弱視者の視認性を考慮した文字の効果的提示方法(1)ーコンピュータディスプレイでの白黒反転効果ー. ヒューマンインタフェース, 39(3), 1-8, 1991
- 3-27) 熊本県立盲学校, 熊本県における弱視幼児児童生徒の実態調査結果.  
<http://sakura1.higo.ed.jp/sh/kumamo/jittaityosa.pdf>. 2013年12月10日供覧

## 第4章 黒板文字情報獲得支援システムの疲労感および有効性の主観評価による検証

### 4-1 疲労感および有効性の主観評価の目的

黒板文字情報獲得支援システムを使用しても文字情報が獲得しにくかったり、思い通りに動作しなかったりすると使用者の印象は悪くなり、次第に使用されなくなる可能性がある。そこで、本章では、黒板文字情報獲得支援システムの情報の獲得しやすさを観点とした有効性を主観評価によって検証した。一般的な遠用補助具である単眼鏡を使用する場合と本システムを使用する場合において、黒板に文字数を統一して書かれた複数の手書き文章を音読する評価実験をおこなった。

弱視は、視力だけでなくコントラスト感度、グレア感度、立体視力、視野など複数の視覚特性の低下が生じている場合が多い<sup>41)</sup>が、本章では、有効性を明確にするため、屈折異常、いわゆる視力が低い状態への対応に限定した。そのため、被験者を視覚障害が体験できる調整レンズ（ダス視覚障害者体験キット）を用いた健常者15名（平均19.7歳、男性12名、女性3名）とした弱視シミュレーションによる主観評価をおこなった<sup>42)</sup>。調整レンズとは視覚障害のうち屈折異常を体験できるレンズで、本キットには視力1.0の人が視力0.1(20/200)および0.05(20/400)になる2種類が含まれる。厚生労働省の平成18年身体障害児・者実態調査結果<sup>43)</sup>によると、視覚障害者は、身体障害者手帳認定基準において軽度である3級(0.05~0.08)以下の人が約4割を占める。また、世界保健機関(WHO)の定義では、弱視とは「両眼の矯正視力0.05以上0.3未満の状態」をいう。そこで本研究では、2種類の調整レンズを選択して、概ね0.05から0.1の視力になるように着用した。この調整レンズはゴーグルの片眼だけに取り付け、一方は完全に光を遮断する。調整レンズは、優位眼に取り付けた。有効性の評価と同時に、調整レンズによる過度な負荷の影響、本システムや単眼鏡の使用による影響を明らかにするために疲労感の評価をおこなった。視覚障害者が初めて単眼鏡を使用する場合は、医師による処方と指導が必要となる<sup>44,45)</sup>。日常で単眼鏡を使用していない健常者における弱視シミュレーションによる主観評価によって有効であることが明らかになれば、弱視者が黒板を見る場合、単眼鏡を使うための訓練をせず、本システムを使用することで文字情報を容易に獲得することができる可能性が高くなる。

次に、弱視者（男性1名（51歳）、女性1名（50歳））を被験者として同様に主観評価による疲労感および有効性を検証した。弱視者に適用し、弱視シミュレーションによる主観評価の結果と比較することで弱視者に対して有効であるかを検証する。

このように本章の目的は、調整レンズを着用した健常者および弱視者に対して、単眼鏡および本システムを使用した際の疲労感および有効性について主観評価によって明らかにすることである。

#### 4-2 疲労感および有効性の主観評価の実験方法

評価実験では、単眼鏡または本システムを用いて課題である黒板に手書きされた文章の音読を1回ずつおこなった後、質問紙法により疲労感および有効性に関するアンケート調査を実施した。

評価実験のレイアウトを図4-1に示す。10m×5.9mの教室において、正面にある黒板の中央に机を配置し、被験者までの視距離を4mとした。両側をパーティションで区切り、周囲の環境の影響を排除した中で個別に実験をおこなった。椅子の高さは被験者に調整させた。通常の照明下で実験をおこない、黒板の盤面の照度は約600lx、モニタ面は約450lxであった。システムを用いる場合、モニタの角度は15度に固定し、モニタまでの視距離は30cmとした。単眼鏡を使用する場合、机の上に配置しているモニタを取り除いた。図4-2にシステムを用いた実験風景の例を示す。

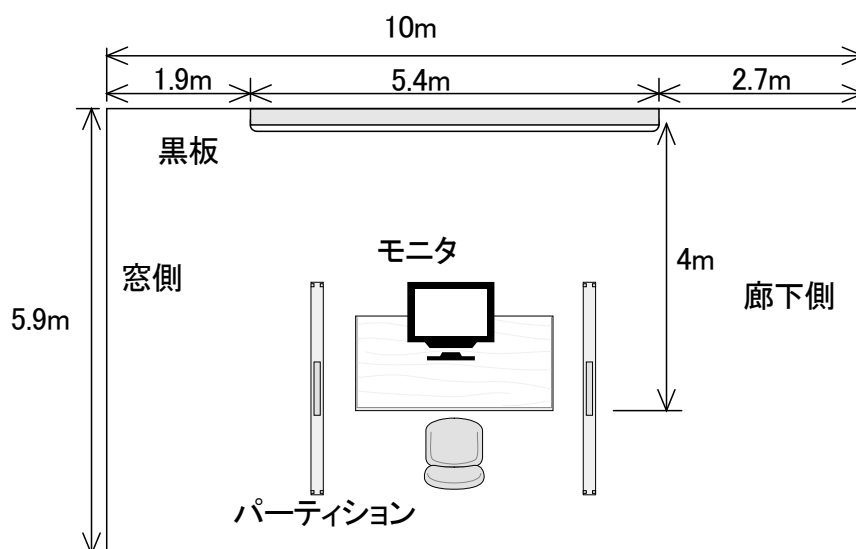


図4-1 黒板文字情報獲得支援システムおよび単眼鏡を用いた主観評価の実験レイアウト



図 4-2 黒板文字情報獲得支援システムを用いた実験風景の例

課題は、8 文字の漢字と 22 文字のひらがなが混在する 30 文字の簡単な文章<sup>46)</sup>を 1 行に 10 文字ずつ 3 行で縦 3 つ、横 3 つの計 9 つを 2 組横書きで板書した。菅野<sup>47)</sup>によると遠方視は視力 0.5 をめやすに必要倍率をあわせるため、視距離が 4m であることから、黒板の文字サイズを約 80mm とした。

単眼鏡および本システムを使用する場合のどちらとも、実験前に被験者はそれぞれの使用方法の説明を受けたのち、例題として課題とは異なる 6 つの文章を用いて練習した。その際、被験者に視認可能かを確認して、本システムのモニタ文字サイズを 35mm から 60mm の範囲で 5mm 刻みの中から視認可能な最も小さい文字サイズを決定した。

健常者の調整レンズ着用時の視力（以下、被調整視力という）および弱視者の視力をログマー近点視力表によって測定した。単眼鏡の倍率は、被調整視力または視力をもとに決定した。遠方視における必要倍率を決定する基準が視力 0.5 であり、被調整視力を 0.1 とすると 5 倍の倍率が必要となる。倍率が高くなると単眼鏡の視



野が狭くなるため、読みやすさに影響することが推測される。単眼鏡を調整レンズに近接して用いると屈折異常の効果はほとんどなくなる。そのため、必要以上の倍率を用いないように、弱視シミュレーションによる主観評価では、得られた必要倍率よりも低い倍率を2.8倍、4倍および8倍から選択して使用した。弱視者は、視力に応じて3種類の倍率から選択し、視認可能かを確認した。健常者の本システムのモニタ文字サイズおよび単眼鏡使用倍率の内訳を表4-1および表4-2に示す。

弱視の被験者2名の属性を表4-3に示す。通常の生活と同様の条件になるように、被験者Aは両眼で音読し、被験者Bは左眼の光覚がないため、右眼で音読した。両者とも視野狭窄はない。また、両者とも単眼鏡の使用経験はなかった。弱視者の単

表 4-1 弱視シミュレーションによる主観評価における本システムのモニタ文字サイズ

	モニタ文字サイズ[mm]						合計
	35	40	45	50	55	60	
被験者数	8	1	4	1	0	1	15

表 4-2 弱視シミュレーションによる主観評価における単眼鏡使用倍率

	単眼鏡倍率		
	2.8	4.0	8.0
被験者数	0	7	8

表 4-3 弱視者の主観評価における被験者の属性

	性別	年齢	使用眼	絶対視力	単眼鏡の使用経験	症状
被験者A	男性	51	両眼	0.2	無し	屈折異常(近視, コンタクトレンズ使用), 網膜剥離(暗点が出ることもある)
被験者B	女性	50	右眼	0.13	無し	左眼: 光覚なし, 右眼: 屈折異常(近視, 乱視), 緑内障,

表 4-4 弱視者の主観評価における単眼鏡使用倍率および本システムの  
モニタ文字サイズ

	使用単眼鏡倍率	モニタ文字サイズ[mm]
被験者A	2.8	35
被験者B	4	35

眼鏡使用倍率および本システムのモニタ文字サイズの内訳を表 4-4 に示す。

弱視シミュレーションおよび弱視者の実験において、単眼鏡および本システムによる質問順序は、被験者によってカウンタバランスを考慮した。

主観評価は、単眼鏡およびシステムによるそれぞれの実験終了後に、質問紙法によって実験後の疲労感<sup>48,49)</sup>および有効性について調査した。一般的に疲労感の調査は、実験前と実験後に実施して、その差分による変化量を検討する。本実験では単眼鏡、システムの順とその逆で実験する 2 グループがある。差分による評価ではグループ間で結果が異なるため、本調査では各実験の終了時点で調査した結果をその支援機器の評価とした。疲労感の調査には、「自覚症しらべ」<sup>410)</sup>に使用されている項目を質問項目として使用した。「自覚症しらべ」とは、2002 年に日本産業衛生学会・産業疲労研究会が作成し、ねむけ感、不安定感、不快感、だるさ感、そして、ぼやけ感の 5 要因にカテゴリ化された 25 項目の主観的な疲労の訴えから構成されている。これによって、作業の負荷に対応した症状のチェックや時間を追って自覚症変化の把握ができる。表 4-5 に疲労感の調査に使用した質問項目を示す。各質問項目において 5 段階順序尺度（非常によくあてはまる、かなりあてはまる、すこしあてはまる、わずかにあてはまる、まったくあてはまらない）で評価した（付録 2 参照）。

次に、本システムまたは単眼鏡の有効性を以下の(1)から(5)に示す 5 つの質問項目によって調査し、疲労感評価と同様に 5 段階順序尺度で評価した。この質問項目は、事前に本実験と異なる 2 名に対して実施した予備実験時の聞き取り調査結果および文献<sup>411)</sup>を参考にして作成した。

- (1)総合的に見て普段と変わらず文章を読むことができた。
- (2)本システム、または単眼鏡は使いやすい。

- (3)本システム, または単眼鏡を使用した文章は読みやすい.
- (4)本システム, または単眼鏡で読みたい文章がすぐに探せた.
- (5)本システム, または単眼鏡を集中して使用できた.

なお, 被験者には, あらかじめ本実験の趣旨と実験内容について説明をおこない, 得られたデータは研究のみで使用して, 個人情報厳守することを書面にて説明し, 同意の回答を得た (付録3 および付録4 参照). また, 弱視シミュレーションによる主観評価の被験者には実験への参加に伴い体調に変化が生じる可能性があることを説明して, 体調に配慮しながら実験を実施した.

表 4-5 疲労感の評価に使用した質問項目

質問項目	カテゴリ	
(1) あくびがでる	I 群	ねむけ感
(2) ねむい		
(3) やる気がとぼしい		
(4) 全身がだるい		
(5) 横になりたい		
(6) いらいらする	II 群	不安定感
(7) おちつかない気分だ		
(8) 不安な感じがする		
(9) ゆうつな気分だ		
(10) 考えがまとまりにくい	III 群	不快感
(11) 頭がおもい		
(12) 気分がわるい		
(13) 頭がいたい		
(14) 頭がぼんやりする		
(15) めまいがする	IV 群	だるさ感
(16) 肩がこる		
(17) 手や指がいたい		
(18) 腕がだるい		
(19) 腰がいたい		
(20) 足がだるい	V 群	ぼやけ感
(21) 目がかわく		
(22) 目がいたい		
(23) ものがぼやける		
(24) 目がかれる		
(25) 目がしょぼつく		

### 4-3 疲労感および有効性の主観評価の実験結果

#### 4-3-1 弱視シミュレーションによる主観評価の実験結果

表 4-5 に示した疲労感の各質問項目に関するアンケート結果において 5 段階尺度の「非常によくあてはまる」を 4, 「まったくあてはまらない」を 0 とし, 4, 3, 2, 1, 0 と配点した。

弱視シミュレーションによる主観評価の実験後の疲労感において, I 群・ねむけ感の 5 項目に関する単眼鏡および本システムの主観評価のヒストグラムを図 4-3 に示す。単眼鏡を使用した場合の各質問項目における評価値の中央値を  $Mm$ , 本システムを使用した場合の評価値の中央値を  $Ms$  とした。「①あくびがでる」という項目は  $Mm=0.07$  および  $Ms=0.00$ , 「②ねむい」という項目は  $Mm=0.13$  および  $Ms=0.13$ , 「③やる気がとぼしい」という項目は  $Mm=0.21$  および  $Ms=0.14$ , 「④全身がだるい」という項目は  $Mm=0.13$  および  $Ms=0.00$ , 「⑤横になりたい」という項目は  $Mm=0.07$  および  $Ms=0.07$  であった。

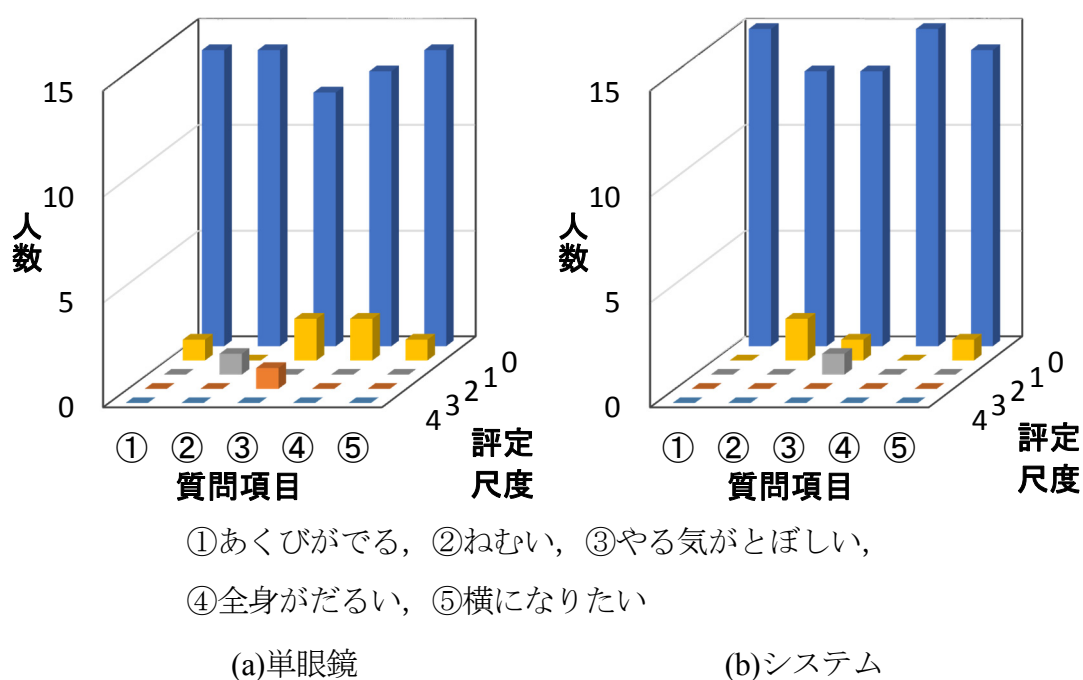


図 4-3 I 群・ねむけ感に関する弱視シミュレーションによる主観評価のヒストグラム

Ⅱ群・不安定感について、単眼鏡および本システムに関する主観評価のヒストグラムを図4-4に示す。「⑥いらいらする」という項目は  $Mm=0.20$  および  $Ms=0.14$ ，「⑦おちつかない気分だ」という項目は  $Mm=0.20$  および  $Ms=0.20$ ，「⑧不安な感じがする」という項目は  $Mm=0.67$  および  $Ms=0.21$ ，「⑨ゆううつな気分だ」という項目は  $Mm=0.21$  および  $Ms=0.00$ ，「⑩考えがまとまりにくい」という項目は  $Mm=0.31$  および  $Ms=0.14$  であった。

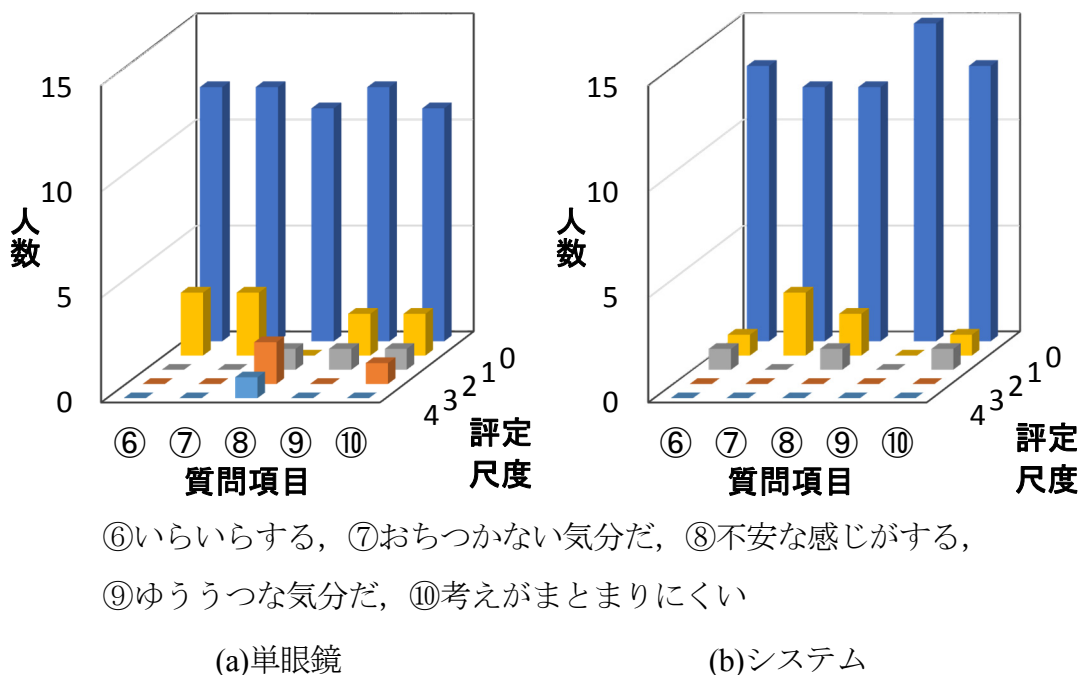


図4-4 Ⅱ群・不安定感に関する弱視シミュレーションによる主観評価のヒストグラム

Ⅲ群・不快感の単眼鏡および本システムに関する主観評価のヒストグラムを図4-5に示す。「⑪頭がおもい」という項目は  $Mm=0.29$  および  $Ms=0.38$ ，「⑫気分がわるい」という項目は  $Mm=0.14$  および  $Ms=0.21$ ，「⑬頭がいたい」という項目は  $Mm=0.36$  および  $Ms=0.21$ ，「⑭頭がぼんやりする」という項目は  $Mm=0.36$  および  $Ms=0.30$ ，「⑮めまいがする」という項目は  $Mm=0.23$  および  $Ms=0.29$  であった。

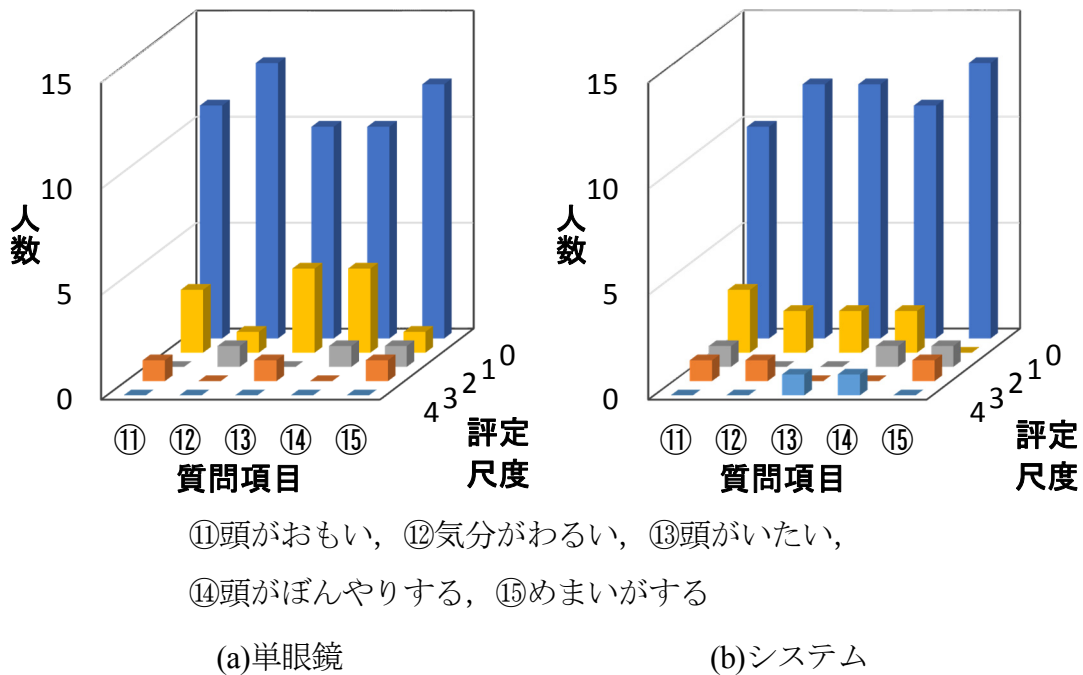
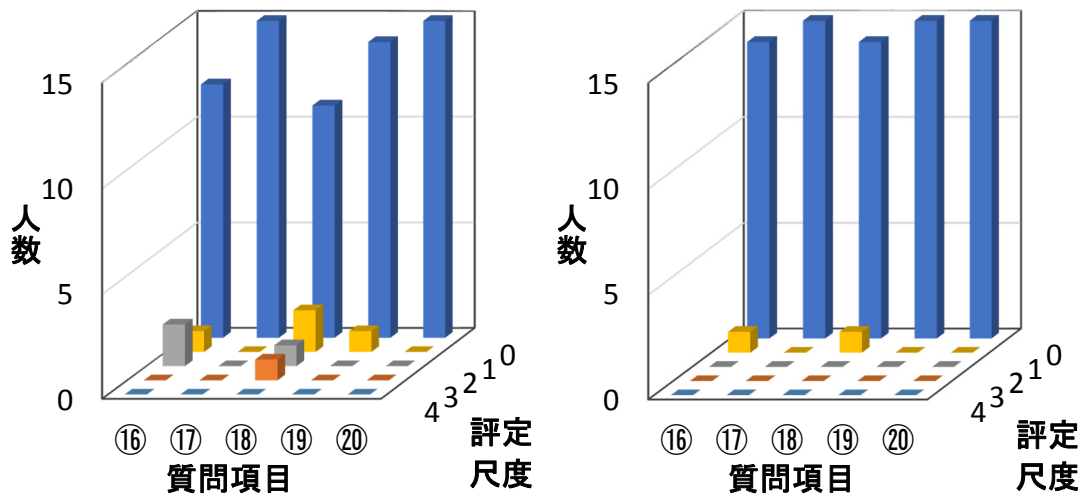


図 4-5 III群・不快感に関する弱視シミュレーションによる主観評価のヒストグラム

IV群・だるさ感の単眼鏡および本システムに関する主観評価のヒストグラムを図 4-6 に示す。「⑯肩がこる」という項目は  $Mm=0.23$  および  $Ms=0.07$ , 「⑰手や指がいたい」という項目は  $Mm=0.00$  および  $Ms=0.00$ , 「⑱腕がだるい」という項目は  $Mm=0.31$  および  $Ms=0.07$ , 「㉑腰がいたい」という項目は  $Mm=0.07$  および  $Ms=0.00$ , 「㉒足がだるい」という項目は  $Mm=0.00$  および  $Ms=0.00$  であった。

V群・ぼやけ感の単眼鏡および本システムに関する主観評価のヒストグラムを図 4-7 に示す。「㉓目がかわく」という項目は  $Mm=0.29$  および  $Ms=0.20$ , 「㉔目がいたい」という項目は  $Mm=0.38$  および  $Ms=0.50$ , 「㉕ものがぼやける」という項目は  $Mm=0.42$  および  $Ms=0.55$ , 「㉖目がつかれる」という項目は  $Mm=0.70$  および  $Ms=0.90$ , 「㉗目がしょぼつく」という項目は  $Mm=0.33$  および  $Ms=0.23$  であった。

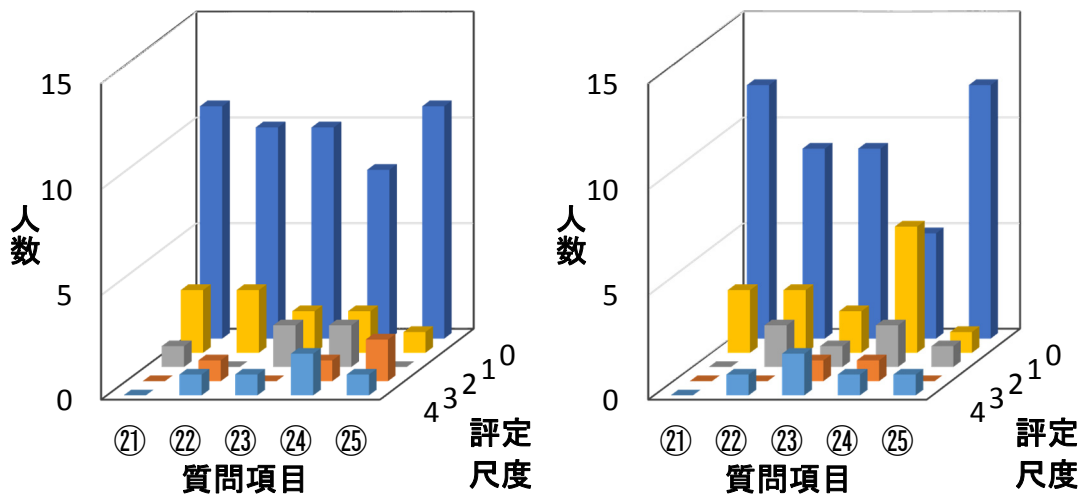


①⑥肩がこる, ①⑦手や指がいたい, ①⑧腕がだるい,  
①⑨腰がいたい, ②⑩足がだるい

(a)単眼鏡

(b)システム

図 4-6 IV群・だるさ感に関する弱視シミュレーションによる主観評価のヒストグラム



②①目がかわく, ②②目がいたい, ②③ものがぼやける,  
②④目がつかれる, ②⑤目がしょぼつく

(a)単眼鏡

(b)システム

図 4-7 V群・ぼやけ感に関する弱視シミュレーションによる主観評価のヒストグラム

本システムおよび単眼鏡の有効性に関する調査結果を図 4-8 に示す。「①総合的に見て普段と変わらず文章を読むことができた。」という項目の単眼鏡の中央値 Mm は 2.38, 本システムの中央値 Ms は 2.13 であった。「②本システム, または単眼鏡は使いやすい。」という項目は Mm=1.88 および Ms=3.00, 「③本システム, または単眼鏡を使用した文章は読みやすい。」という項目は Mm=2.50 および Ms=2.57, 「④本システム, または単眼鏡で読みたい文章がすぐに探せた。」という項目は Mm=0.64 および Ms=3.30, 「⑤本システム, または単眼鏡を集中して使用できた。」という項目は Mm=2.13 および Ms=3.09 であった。

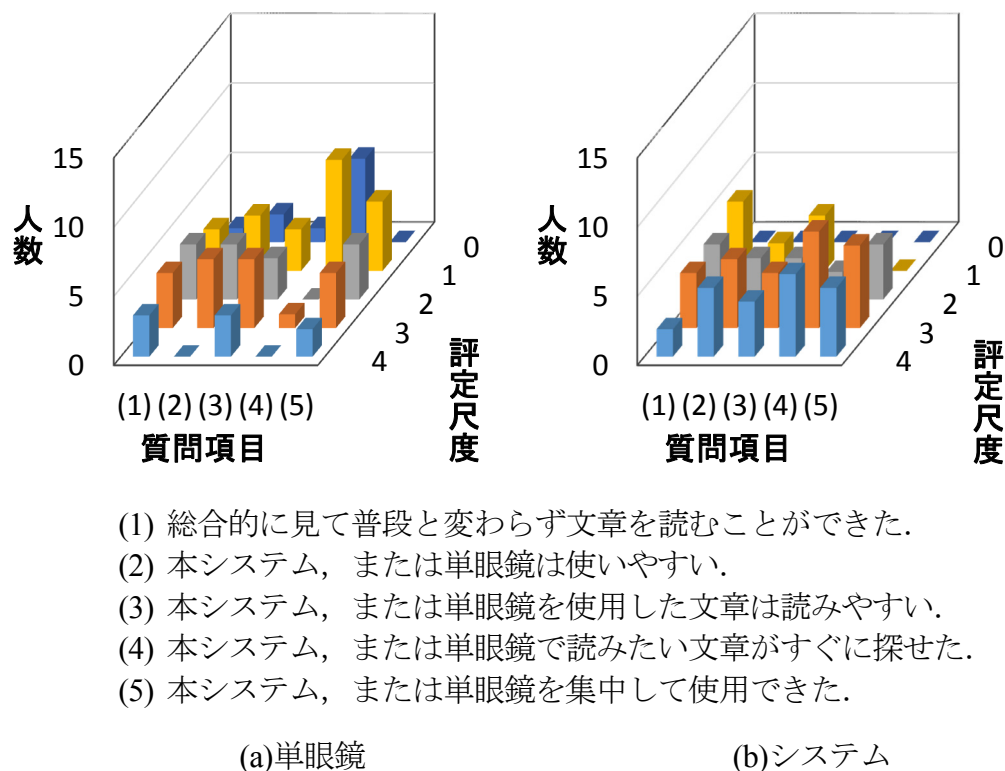


図 4-8 システムおよび単眼鏡の弱視シミュレーションによる有効性の主観評価のヒストグラム

各質問項目について単眼鏡および本システムの場合で差があるかを明らかにするために, Wilcoxon の符号付き順位検定によって中央値の差の検定をおこなった。その結果, 「①総合的に見て普段と変わらず文章を読むことができた。」という項目は, 有意差は見られなかった。「②本システム, または単眼鏡は使いやすい。」とい



う項目は、 $z=-2.21$ ,  $p<0.05$  となり、有意差が見られた。「③本システム、または単眼鏡を使用した文章は読みやすい。」という項目は、有意差は見られなかった。「④本システム、または単眼鏡で読みたい文章がすぐに探せた。」という項目は  $z=-3.33$ ,  $p<0.05$  となり、有意差が見られた。「⑤本システム、または単眼鏡を集中して使用できた。」という項目は  $z=-2.54$ ,  $p<0.05$  となり、有意差が見られた。

#### 4-3-2 弱視者による主観評価の実験結果

弱視者の主観評価の実験において調整レンズを使用した健常者の実験と同様に、アンケート結果の5段階尺度を配点した。図4-9に弱視者による疲労感に関する被験者ごとの主観評価の結果を示す。

被験者 A は単眼鏡を使用した場合において、「③やる気がとぼしい」という項目の評価値が2、「⑥いらいらする」という項目は3、「⑩考えがまとまりにくい」という項目は2であった。また、「⑦おちつかない気分だ」、「⑧不安な感じがする」、「⑭頭がぼんやりする」、「⑯肩がこる」、「⑱腕がだるい」、「⑳目がかわく」、「㉓ものがぼやける」、「㉔目がつかれる」、「㉕目がしょぼつく」の各項目の評価値は1であり、それ以外の項目は0であった。本システムを使用した場合は、「②ねむい」、「⑤横になりたい」、「⑭頭がぼんやりする」、「⑳足がだるい」という項目について評価値が1であり、それ以外の項目はすべて0であった。

被験者 B は単眼鏡を使用した場合において、「㉒目がいたい」、「㉔目がつかれる」という項目の評価値が2であった。また、「⑩考えがまとまりにくい」、「⑱腕がだるい」、「㉕目がしょぼつく」という項目の評価値は1であり、それ以外は0だった。本システムを使用した場合は、「⑧不安な感じがする」、「㉒目がいたい」という項目が1であり、それ以外の項目はすべて0であった。

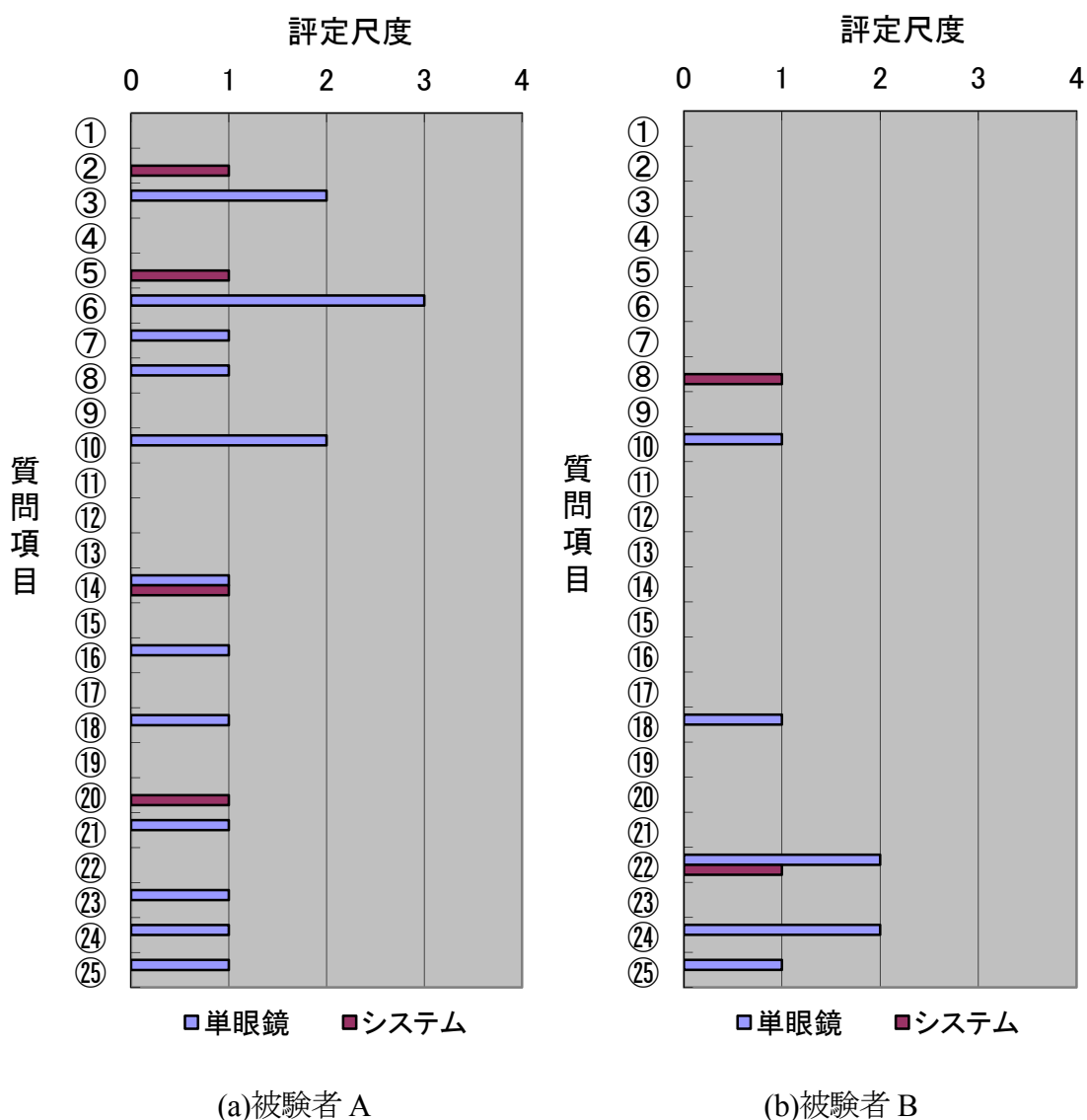
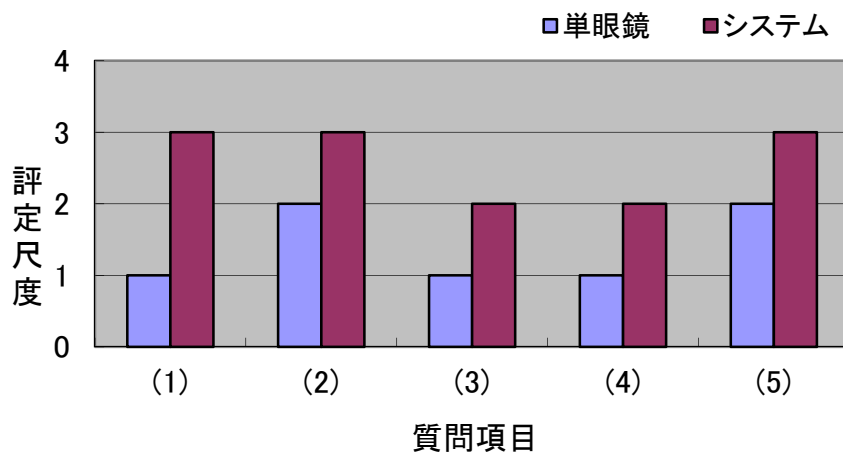


図 4-9 弱視者による疲労感に関する主観評価の結果

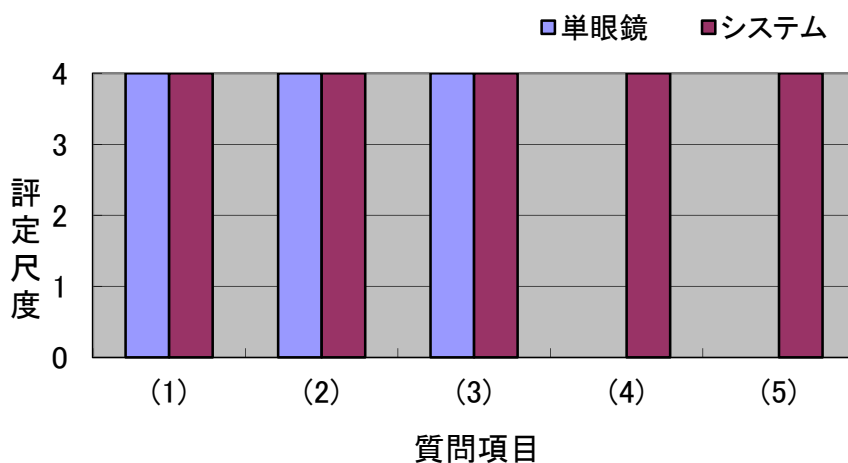
次に、単眼鏡および本システムの弱視者による有効性に関する被験者ごとの主観評価の結果を図 4-10 に示す。

被験者 A において、単眼鏡に関する調査結果は、「(1)総合的に見て普段と変わらず文章を読むことができた。」という項目の評価値が 1、「(2)単眼鏡は使いやすい。」という項目は 2、「(3)単眼鏡を使用した文章は読みやすい。」という項目は 1、「(4)単眼鏡で読みたい文章がすぐに探せた。」という項目は 1、そして「(5)単眼鏡を集中して使用できた。」という項目は 2 であった。本システムに関する調査結果は、「(1)総合的に見て普段と変わらず文章を読むことができた。」という項目の評価値が 3、「(2)

本システム単眼鏡は使いやすい。」という項目は3, 「(3)本システムを使用した文章は読みやすい。」という項目は2, 「(4)本システムで読みたい文章がすぐに探せた。」という項目は2, そして「(5)本システムを集中して使用できた。」という項目は3であった。



(a)被験者 A



(b)被験者 B

- (1) 総合的に見て普段と変わらず文章を読むことができた。
- (2) 本システム, または単眼鏡は使いやすい。
- (3) 本システム, または単眼鏡を使用した文章は読みやすい。
- (4) 本システム, または単眼鏡で読みたい文章がすぐに探せた。
- (5) 本システム, または単眼鏡を集中して使用できた。

図 4-10 単眼鏡およびシステムの弱視者による有効性の主観評価の結果

被験者 B の単眼鏡の調査結果は、「(1)総合的に見て普段と変わらず文章を読むことができた.」、「(2)単眼鏡は使いやすい.」および「(3)単眼鏡を使用した文章は読みやすい.」という項目の評価値が 4 であり、「(4)単眼鏡で読みたい文章がすぐに探せた.」および「(5)単眼鏡を集中して使用できた.」という項目は 0 であった。本システムの結果は、すべての質問項目の評価値が 4 であった。

#### 4-4 弱視シミュレーションおよび弱視者による疲労感および有効性の主観評価に対する考察

##### 4-4-1 弱視シミュレーションおよび弱視者による疲労感の主観評価に対する考察

弱視シミュレーションによる単眼鏡および本システムを使用した際の疲労感について考察する。単眼鏡および本システムともに全 25 項目の評価値が 1.00 以下であり、疲労感はほとんど見られなかった。

V 群・ぼやけ感に関する項目の結果、両方とも目の疲労が若干残った被験者も見受けられたが、身体への影響はほとんど見られなかった。I 群・ねむけ感および IV 群・だるさ感は、本実験が 1 人あたり 15 分程度の短時間で終了したため、これらに対する影響は小さかった。II 群・不安定感および III 群・不快感に関して、視界や視力が制限されていることによって不安定感や不快感に影響すると考えたが、単眼鏡と本システムともに非常に評価値が低かった。特に、本システムが思い通りに動作しない場合を感じると思われた「⑥いらいらする」、「⑧不安な感じがする」、「⑨ゆううつな気分だ」という項目の中央値 Ms はそれぞれ 0.14, 0.21 および 0.00 と単眼鏡に比べても評価値が低くなっていた。これらの結果から、本システムや単眼鏡に対して不安定感や不快感を持っていないことが明らかになった。

弱視者に対する疲労感に関する結果は、ほとんどの項目が弱視シミュレーションによる主観評価の結果と同様に評価値が 1 以下であった。しかし、単眼鏡を使用した結果において、被験者 A の場合、「③やる気がとぼしい」、「⑥いらいらする」および「⑩考えがまとまりにくい」という項目が「すこしあてはまる」、もしくは「かなりあてはまる」という回答であり、被験者 B は、「⑫目がいたい」、「⑭目がつかれる」という 2 項目が「すこしあてはまる」という回答であった。これらの項目は、弱視シミュレーションによる主観評価の評価値よりも高かった。両者とも単眼鏡の

使用が初めてだったこともあり、単眼鏡を使うことにより探索に手間がかかったり、狭い視野を凝視したことが影響したと考えた。

一方、本システムを使用した場合は、被験者 A において、I 群・ねむけ感が 2 項目、III 群・不快感が 1 項目および IV 群・だるさ感が 1 項目の計 4 項目について「わずかにあてはまる」と回答があったが、それ以外は「まったくあてはまらない」という回答であった。被験者 B は、「⑧不安な感じがする」および「㉓目がいたい」という 2 項目のみ「わずかにあてはまる」と回答があった。弱視者は、通常の生活と同じ状態で本システムのモニタに提示されている文字情報を読むため、ほとんど違和感がなかったと思われる。

このように、今回の実験に関して、弱視シミュレーションと弱視者の場合において、本システムは、疲労感に関してはほとんど影響がなかった。

#### 4-4-2 弱視シミュレーションおよび弱視者による有効性の主観評価に対する考察

弱視シミュレーションの主観評価の結果において、「(2)本システム、または単眼鏡は使いやすい.」、「(4)本システム、または単眼鏡で読みたい文章がすぐに探せた.」および「(5)本システム、または単眼鏡を集中して使用できた.」という項目に関して、本システムが単眼鏡よりも評価値が高かった。本システムと単眼鏡の評価結果について、Wilcoxon の符号付き順位検定による中央値の差の検定の結果、3 項目すべてに関して有意差が認められたため、本システムが単眼鏡よりも、使いやすさ、文章の探しやすさ、そして集中しやすさに関して主観的な有効性が高いことが明らかになった。単眼鏡では、不慣れな者にとって特定の文章を探ることが困難なことが明らかになった。一方で、本システムは矢印キーによって、容易にかつ正確に文章が選択できるため、探す手間がかからず比較的高い評価を得たと考える。

「(3)本システム、または単眼鏡を使用した文章は読みやすい.」という項目は、本システム  $M_s=2.57$  および単眼鏡  $M_m=2.50$  であり、中央値の差の検定の結果、有意差は認められなかった。単眼鏡は探索が困難であり、また本システムは読みたい場所の探索は容易にできても、調整レンズによって焦点が合っていない状態で音読するため、読みやすいと断言できるまでには至っていない。そのため、「(1)総合的に見て普段と変わらず文章を読むことができた.」という項目は  $M_s=2.13$  および  $M_m=2.38$

であり、中央値の差の検定の結果、有意差は認められず、本システムの評価は、他の評価が低かった単眼鏡と同じ程度となった。また、単眼鏡は調整レンズに近接させて使うと、その効果はほとんどなくなるため、他の項目の評価が低いわりに比較的评价が高かった。

弱視者による有効性の主観評価の結果、被験者 A は、単眼鏡よりも本システムがどの質問項目に関しても評価が高かった。また、弱視シミュレーションによる主観評価の結果と比較してもあまり変わらない結果が得られた。さらに、被験者 B は質問項目(1)から(3)まではどちらも「非常にあてはまる」と評価しているが、質問項目(4)および(5)は、単眼鏡は「まったくあてはまらない」という評価であり、本システムは逆に「非常にあてはまる」という評価になっていた。

全体的に単眼鏡よりシステムの評価が高い傾向は、弱視シミュレーションによる主観評価と一致している。本研究では、健常者および弱視者ともに単眼鏡に不慣れであったが、少なくとも単眼鏡に不慣れな弱視者にとって、練習をほとんどせずに使用できる本システムは、文字情報の獲得に対して有効である可能性が高いことが明らかになった。そのため、中途障害者にとっても有用だといえる。また、これらのことから弱視シミュレーションによる主観評価の結果は、単眼鏡に不慣れで低視力の弱視者を模擬できていると考える。

#### 4-5 第4章の結論

本章では、調整レンズを使用した健常者および弱視者が黒板の手書き文字を単眼鏡および黒板文字情報獲得支援システムを使用して音読した際の疲労感および2つの支援機器の有効性を主観評価によって検証した。

調整レンズを使用した健常者の単眼鏡および本システムを使用した際の疲労感は、ほとんど見られなかった。また、本システムや単眼鏡に対して不安定感や不快感を持っていないことが明らかになった。弱視者が本システムを使用した場合も、ほとんどの項目が弱視シミュレーションによる主観評価の結果と同様に疲労感は見られなかった。しかし、単眼鏡を使用した実験において、「いらいらする」、「考えがまとまりにくい」、「目がいたい」、「目がつかれる」などの影響が見られた。このように弱視者は、単眼鏡より本システムを使用した方が疲労感は少ない可能性がある。

調整レンズを使用した健常者は、「本システム、または単眼鏡は使いやすい。」、「本

システム, または単眼鏡で読みたい文章がすぐに探せた。」および「本システム, または単眼鏡を集中して使用できた。」という項目に関して, 本システムが単眼鏡よりも評価値が高かった. 本システムが有効である可能性が高いことが明らかになった. また, 弱視者に対しても, 単眼鏡より本システムの方が, 有効性の評価が高かった.

このように調整レンズを使用した健常者だけでなく, 初めて単眼鏡を使用した弱視者に対しても本システムは単眼鏡よりも文字情報の獲得に対して有効である可能性が高いことが主観評価によって明らかになった.

#### 第4章の参考文献

- 4-1) 伊藤納奈, ロービジョンの視覚特性. 照明学会誌, 94(3), 176-180, 2010
- 4-2) 江口智弘, 依田光正, 青木和夫, 視覚特別支援学校における弱視生徒のための黒板の文字情報獲得支援システム. ヒューマンインタフェースシンポジウム 2013 論文集, 739-742, 2013
- 4-3) 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部企画課, 平成 18 年身体障害児・者実態調査結果. 2008
- 4-4) 森由美子, 須田和代, 調廣子, 中村誠, 関谷善文, 山本節, 当院における視覚的補助具の処方経験. 日本視機能訓練士協会誌, 26, 269-273, 1998
- 4-5) 川瀬芳克, 3.B 光学的補助具: 高橋広編著. 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: 3 補助具の選択による QOL と視機能の増強. 東京: 榊医学書院, 106-117, 2006
- 4-6) 小田浩一, MNREAD-J, Jk チャートマニュアル. 1-10, 2002
- 4-7) 菅野和子, ロービジョン者への補助具の選定. 日本視能訓練士協会誌, 21, 9-15, 1993
- 4-8) 小谷賢太郎, 井上勝義, 堀井健, 運動特性を利用したソフトキーボードの入力方式の提案と評価. 人間工学, Vol.42, No.6, 364-372, 2006
- 4-9) 小松原明哲, 横溝克己, 計算機応答時間における期待・短期記憶保持・心理的終結感・注意集中がもたらす負担について. 人間工学, Vol.24, No.4, 235-243, 1988
- 4-10) 久保, 城, 他, 「自覚症しらべ」による連続夜勤時の疲労感の表出パターンの検討. 産業衛生学雑誌, 50, pp.133-144, 2008
- 4-11) 村田厚生, 林和也, 森若誠, ウェブページの閲覧を想定した視線入力システム

による最適なスクロール方法. 人間工学, Vol.47, No.4, 127-138, 2011



## 第5章 黒板文字情報獲得支援システムの音読速度による有効性の評価

### 5-1 音読速度による有効性の評価実験の目的

黒板の文字を読むときに、黒板文字情報獲得支援システムで支援することによって、生徒の障害の程度に関係なくほぼ同質の情報としてこれまでよりも正確に早く獲得できる可能性がある。本章では、黒板文字情報獲得支援システムを使用して文章を読む速度と正確性を単眼鏡と比較して検証することを目的とした。障害の程度をコントロールできるように低視力の視覚障害を体験できる調整レンズを用いた健常者を対象として、弱視シミュレーションによる音読速度を用いた有効性の評価実験をおこなった。また、弱視者に対して同様の実験をおこない、障害者への適用の効果を検証した。具体的には、理解しやすく平易な文章を用いた読書チャート<sup>5-1)</sup>によって測定できる最大読書速度を指標にして、黒板の文字を読む速度である音読速度が最大読書速度とほぼ等しいか、そして誤って読む文字はないか、その支援の有効性について評価をおこなった<sup>5-2)</sup>。

### 5-2 音読速度による有効性の評価実験の概要

黒板文字情報獲得支援システムの有効性を検証するために、調整レンズを使用した健常者および弱視者が、単眼鏡を使用する場合と本システムを使用する場合において、黒板に文字数を統一して書かれた複数の手書き文章を音読する評価実験をおこない、最大読書速度にほぼ等しい速度で読めるかを確認した上で、次の2点について比較検証する。

- ① エラー率
- ② 音読速度

エラー率は、読むべき総文字数に対して誤って読んだ文字数、もしくは読めなかった文字数の割合であり、音読速度とは単位時間当たりに正しく読むことができた文字数である。

本研究においても主観評価実験と同様に、有効性を明確にするため調整レンズを用いた健常者30名（平均19.7歳、男性27名、女性3名）を被験者とした。調整レンズは、概ね0.05から0.1の視力になるように優位眼に着用した。劣位眼は完全に光を遮断する。弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験をおこなう

健常者は単眼鏡を初めて使用する。不慣れな者にとって単眼鏡は、支援機器として活用できない可能性がある。しかし、単眼鏡を使用した健常者の音読速度が、最大読書速度とほぼ等しければ、その健常者の持つ十分な読書速度を発揮できたことになり、単眼鏡がその健常者にとって有用であるといえる。その場合、健常者が単眼鏡と本システムを使用した場合の音読速度を比較して検証することができる。そして、本システムを使用した場合の音読速度が単眼鏡のそれより早ければ、本システムを使用した方が黒板の文章を読む際に有効であるといえる。また、弱視者に対する実験の被験者は、弱視者2名（男性51歳1名、女性50歳1名）として、通常の生活と同じ使用眼によって評価実験をおこなった。弱視の被験者の属性を表5-1に示す。

表 5-1 弱視者による音読速度を用いた有効性の評価実験における被験者の属性

	性別	年齢	使用眼	絶対視力	単眼鏡の使用経験	症状
被験者A	男性	51	両眼	0.2	無し	屈折異常(近視, コンタクトレンズ使用), 網膜剥離(暗点が出ることもある)
被験者B	女性	50	右眼	0.13	無し	左眼: 光覚なし, 右眼: 屈折異常(近視, 乱視), 緑内障,

弱視者の標準的な読書速度、弱視者が読書時に使用するレンズの拡大率および印刷される文字の大きさを推定する方法として MNREAD(Minnesota Low-vision Reading Test)がある<sup>5-3)</sup>。MNREAD の日本語版である MNREAD-J 読書チャート<sup>5-1, 5-4)</sup> (以下、読書チャートという) を用いて、あらかじめ被験者の読書速度を測定した。読書速度とは、音読速度と同様に単位時間あたりに読むことができた文字数であり、本論文では、読書チャートを読む速度を読書速度、黒板の文字を読む速度を音読速度と呼ぶ。

図 5-1 に示すように読書チャート<sup>5-1)</sup>は、8 文字の漢字と 22 文字のひらがなが混在する 30 文字の平易な文章からなり、明朝体を使って 1 つの文章が 3 行で印刷されている。文章は、文字サイズが約 19.8mm から 0.3mm と次第に小さくなるように印

字されている。この読書チャートを文字が視認できる限り音読すると最大読書速度や臨界文字サイズなどが測定できる<sup>54)</sup>。最大読書速度とは文字サイズが適切な場合に読める最大速度、臨界文字サイズとは最大読書速度で読める最少の文字サイズをいう。読書チャートによって得られる最大読書速度は近距離用であるが、等質の文章を読むとき近距離と遠距離において得られる結果では強い相関が認められている<sup>55)</sup>。そのため本研究においても、黒板には等質の文章を板書し、読書チャートによる最大読書速度と、単眼鏡および本システムを使用した場合の音読速度を比較する。黒板の音読速度が、最大読書速度と差がなければ、単眼鏡または本システムを使用することによって最大読書速度が得られたことになり、適切な支援ができていといえる。また、エラー率を測定して単眼鏡および本システムの支援機器としての有効性を明らかにする。

なお、被験者には、あらかじめ本実験の趣旨と実験内容について説明をおこない、得られたデータは研究のみで使用して、個人情報厳守することを書面にて説明し、同意の回答を得た（付録3 および付録4 参照）。また、調整レンズを着用する健常者には実験への参加に伴い体調に変化が生じる可能性があることを説明して、健常者の体調に配慮しながら実験を実施した。

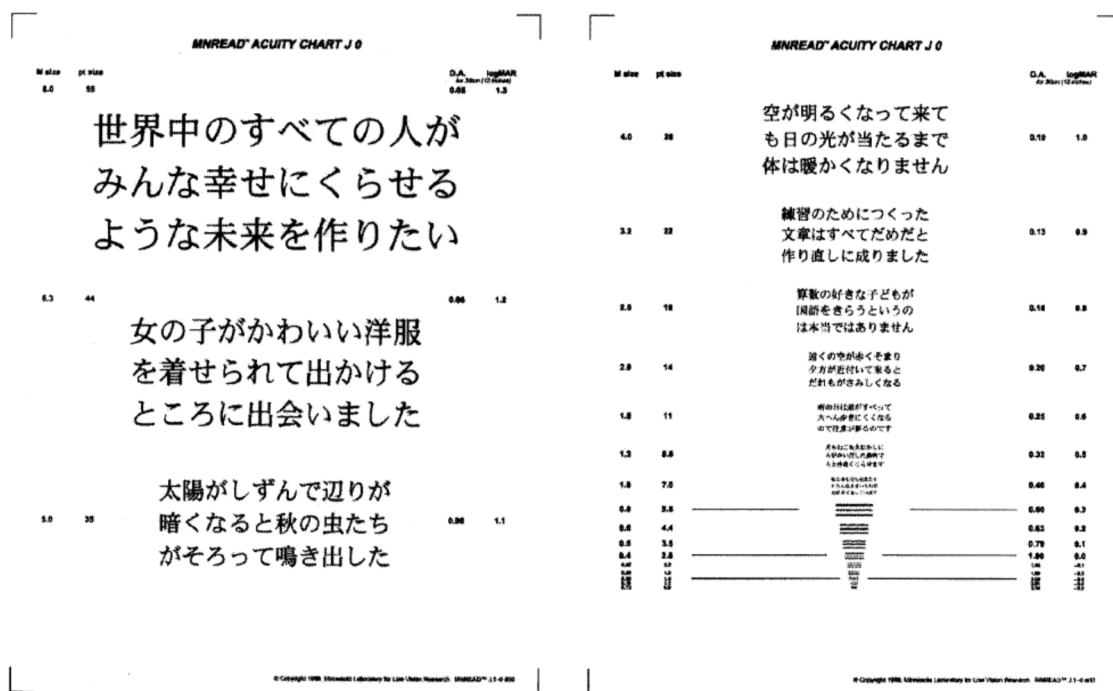


図 5-1 MNREAD-J 読書チャートの例<sup>5-1)</sup>

### 5-3 弱視シミュレーションによる黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験

#### 5-3-1 弱視シミュレーションによる黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験の手順

弱視シミュレーションによる黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験の手順を図 5-2 に示す。単眼鏡と本システムを併用する群を実験群，単眼鏡のみ使用する群を対照群と分類して，無作為に 15 名ずつ両群に分けた。さらに，カウンタバランスを考慮するため，実験群を 2 グループに分類した。図 5-2(a)に示すように単眼鏡の使用方法の説明や練習，単眼鏡倍率の選定および単眼鏡を使用した音読速度の測定をテスト①として，本システムに関する同様のプロセスをテスト②とした。図 5-2(a)に示すグループはテスト①，②の順で，一方のグル

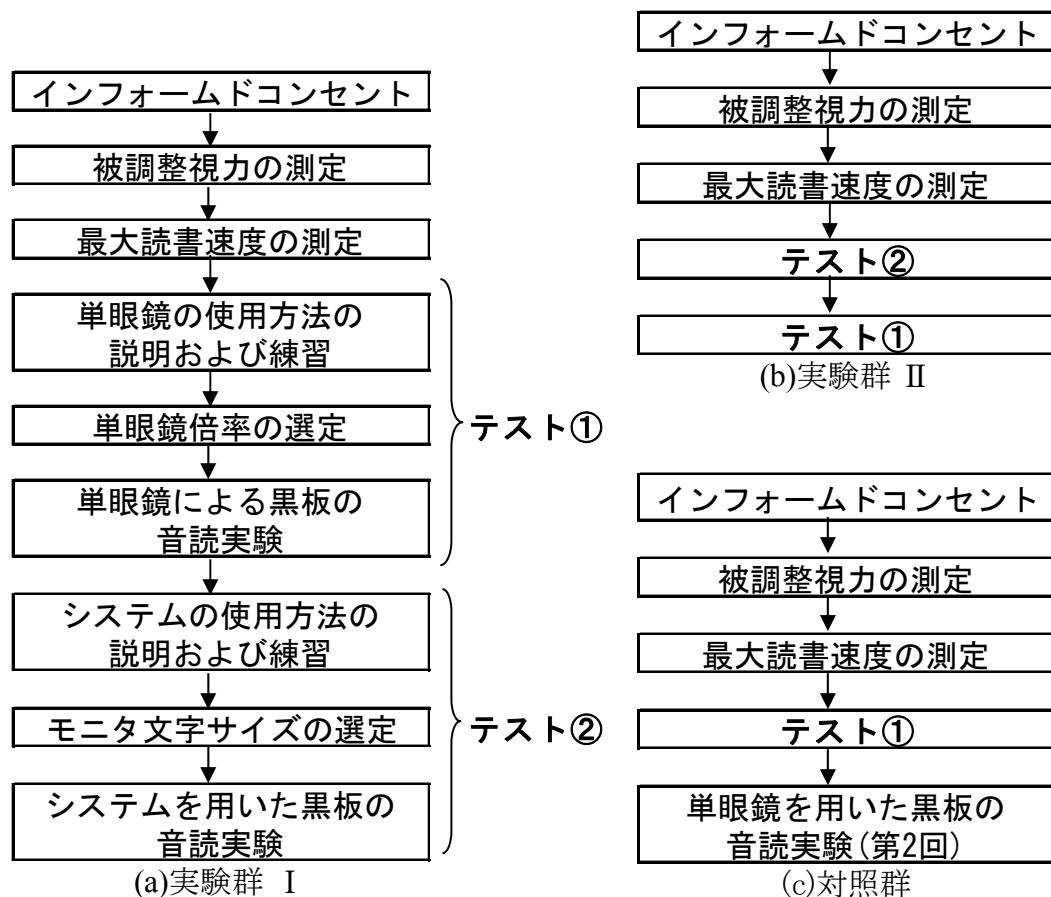


図 5-2 実験群 I，II および対照群による黒板文字情報獲得支援システムおよび単眼鏡の音読速度を用いた有効性の評価実験の手順

ープは、図 5-2(b)のようにテスト②，①の順で実験をおこなった。

各群は、インフォームドコンセント後に、ログマー近点視力表を用いて調整レンズ着用時の視力（以下、被調整視力という）を測定した。次に、調整レンズを着用した被験者に対して MNREAD-J チャートマニュアル<sup>5-1)</sup>にしたがって最大読書速度を測定する。読書チャートは垂直状態から 15 度後方へ傾け、被調整視力に応じて視距離を 15cm または 30cm に固定した。視距離を一定に保つためのあごを固定する台に、被験者はあごを乗せて文章を音読する。調整レンズ着用時の注意事項として、眼を細めたり、対象物を凝視したりせず、調整レンズ中央に焦点を固定することを説明した。被験者は合図で読み始め、文章を読み終わるまでの時間はストップウォッチで測定される。読書チャートは、白背景に黒文字、または黒背景に白文字で書かれた 2 種類があり、それらを使用した。読書チャート面の照度は約 500lx であった。

評価実験では、実験群は、単眼鏡または本システムを用いて 1 回ずつ音読をおこなう。対照群は、単眼鏡を用いて異なる 2 つの課題の音読を 2 回おこなう。2 種類の課題は、両群とも単眼鏡を用いる課題 A、そして実験群が本システムを、対照群が単眼鏡を用いる課題 B に分けた。各評価実験の評定に用いる課題および提示情報は同一のものとした。図 5-2(c)に示す対照群においてもカウンタバランスを考慮して、課題 A と課題 B を 2 通りの順序で実験した。

単眼鏡および本システムを使用する場合のどちらとも、主観評価実験と同様に被験者は実験前に使用方法の説明を受けたのち、本システムのモニタ文字サイズを 35mm から 60mm の範囲で 5mm 刻みの中から視認可能な最も小さい文字サイズを決定した。また、単眼鏡倍率は、被調整視力をもとに必要以上の倍率を用いないように、2.8 倍、4 倍および 8 倍から選択して使用した。

評価実験は、図 5-3 に示すレイアウトで実施した。黒板の盤面の照度は約 600lx、モニタ面は約 450lx であった。システムを用いる場合、モニタの角度は 15 度に固定し、モニタまでの視距離は 30cm とした。なお、机上に配置しているモニタは、単眼鏡を使用する測定の際には取り除いた。

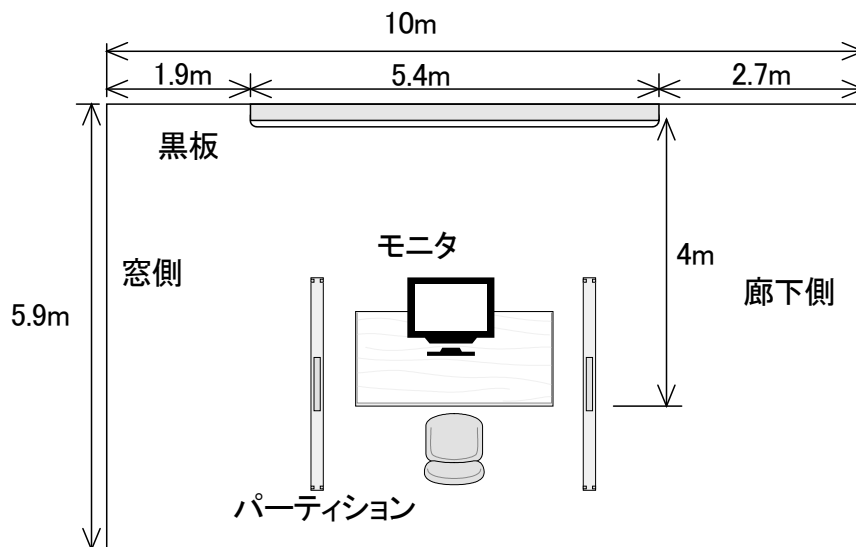
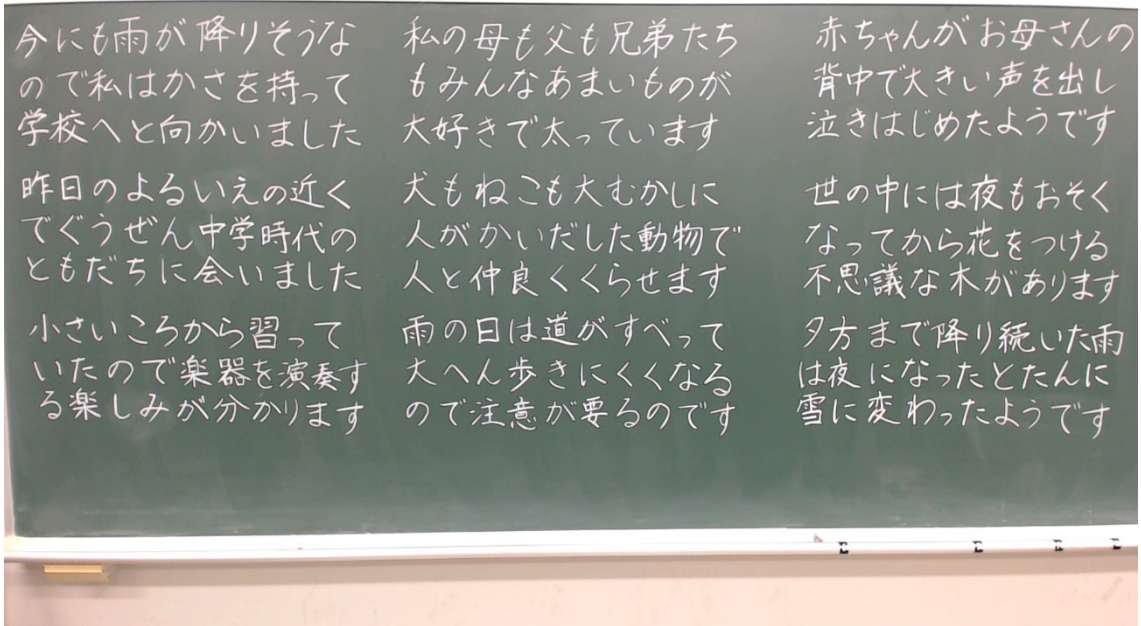
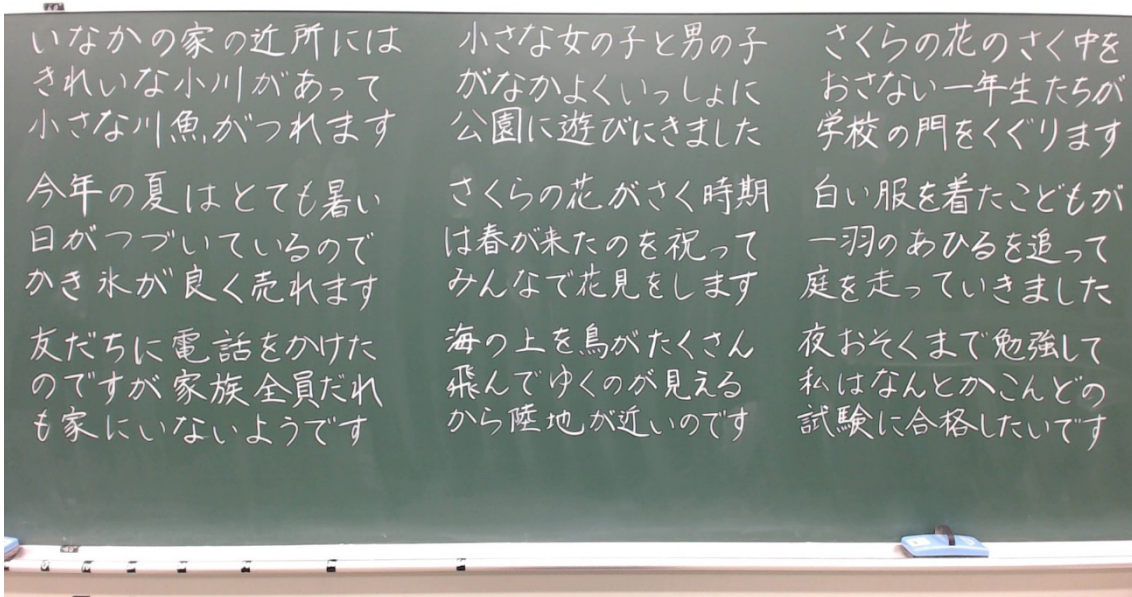


図 5-3 黒板文字情報獲得支援システムおよび単眼鏡の音読速度を用いた有効性の評価実験の実験レイアウト

使用した課題は、読書チャートに使われている文章のうち、文字が非常に小さく最大読書速度の測定では読まれなかった文章を使用した<sup>5-1)</sup>。読書チャートと同様に3行で構成される文章を縦3つ、横3つの計9つを2組横書きで板書した。遠方視における必要倍率を決定する基準が視力0.5であり、視距離が4mであるため、黒板の文字サイズを約80mmとした。図5-4に使用した2つの課題を示す。



(a)課題 A



(b)課題 B

図 5-4 黒板文字情報獲得支援システムおよび単眼鏡の音読速度を用いた有効性の評価実験に使用した課題

### 5-3-2 弱視シミュレーションによる黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験の結果

(1) 被調整視力，単眼鏡倍率およびモニタ文字サイズによる被験者の内訳

調整レンズを着用した状態で，ログマー近点視力表によって測定した被調整視力ごとの被験者数を表 5-2 に示す．視力 0.02～0.04 は身体障害者手帳認定基準において 2 級に相当する．視力 0.05～0.08 は 3 級，視力 0.09～0.12 は 4 級，そして視力 0.13～0.2 は 5 級相当である．各群において使用した単眼鏡倍率ごとの被験者数を表 5-3 に示す．2.8 倍および 4 倍を低倍率，8 倍を高倍率と分類した．表 5-4 に実験群における被調整視力と被験者が選んだモニタ文字サイズの内訳を示す．

表 5-2 弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験の被調整視力ごとの実験群および対照群の被験者数(人)

	被調整視力				合計
	0.02～0.04	0.05～0.08	0.09～0.12	0.13～0.2	
実験群	4	5	5	1	15
対照群	1	7	2	5	15
合計	5	12	7	6	30

表 5-3 弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験の単眼鏡倍率ごとの実験群と対照群の被験者数(人)

	単眼鏡倍率		合計
	低倍率	高倍率	
実験群	7	8	15
対照群	9	6	15
合計	16	14	30



表 5-4 弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験の実験群における被調整視力とモニタ文字サイズの内訳

被調整視力	モニタ文字サイズ[mm]						合計
	35	40	45	50	55	60	
0.02~0.04	1	0	1	1	0	1	4
0.05~0.08	1	1	3	0	0	0	5
0.09~0.12	5	0	0	0	0	0	5
0.13~0.2	1	0	0	0	0	0	1
合計	8	1	4	1	0	1	15

## (2) 実験群および対照群の最大読書速度

実験群および対照群に対して最大読書速度を測定した結果から、文字色の影響および両群の最大読書速度の差異について検討した。その測定結果を表 5-5 に示す。最大読書速度は、単位時間当たりの正読字数で表され、単位を cpm(characters per minute)で表す。白背景に黒文字の場合の最大読書速度の平均値は、実験群が 139.99[cpm]、対照群が 121.82[cpm]であり、黒背景に白文字の場合、実験群 189.92[cpm]、対照群 187.05[cpm]であった。背景および文字色の違いによる影響を明らかにするために、対応のある t 検定を用いて平均値の差の検定をおこなった。その結果、実験群は  $t_{(14)} = -3.74$ ,  $p < 0.05$ 、対照群は  $t_{(14)} = -3.29$ ,  $p < 0.05$  となり両者の平均値間に有意な差が認められた。つまり、実験群および対照群ともに白背景に黒文字よりも黒背景に白文字が読みやすいといえ、白黒反転効果<sup>5-6)</sup>が確認できた。そのため、本システムは、黒背景に白文字で表示した。これ以降の結果の評価には、最大読書速度は黒背景に白文字の場合の値を用いた。

また、両群の最大読書速度に違いがあるか明らかにするために、対応のない t 検定によって平均値の差の検定をおこなった。等分散性の検定として Levene 検定をおこなった結果、有意差は見られなかったため、両群は等分散が仮定された。対応のない t 検定の結果、有意差は見られなかった。

表 5-5 弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験の実験群および対照群における文字色ごとの最大読書速度

		最大読書速度 [cpm] (黒文字/白背景)	最大読書速度 [cpm] (白文字/黒背景)
実験群	平均値	139.99	189.92
	標準偏差	100.88	120.10
対照群	平均値	121.82	187.05
	標準偏差	90.27	89.29

(3) 実験群および対照群の平均音読速度およびエラー率

2 つの課題の適性およびエラー率について検討した。各課題の実験結果である平均音読速度およびそのエラー率を表 5-6 に示す。音読速度も最大読書速度と同じ単位[cpm]を用いた。

表 5-6 弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験の実験群および対照群における課題ごとの平均音読速度およびエラー率

		課題A*		課題B**	
		平均音読速度 [cpm]	エラー率 [%]	平均音読速度 [cpm]	エラー率 [%]
実験群	平均値	163.20	0.02	195.14	0.10
	標準偏差	61.18	0.10	53.14	0.30
対照群	平均値	175.52	0.22	163.69	0.10
	標準偏差	38.93	0.48	29.94	0.30

\* 実験群および対照群ともに単眼鏡を使用

\*\* 実験群はシステム，対照群は単眼鏡を使用

対照群における課題 A の平均音読速度は 175.52[cpm]，課題 B は 163.69[cpm]であった。両方の平均音読速度に差があるかを明らかにするために対応のある t 検定をおこなった結果，有意差は認められなかった。

実験群において単眼鏡を使用した課題 A の平均音読速度は 163.20[cpm]，本システムを利用した課題 B は 195.14[cpm]であった。対応のある t 検定をおこなった結

果,  $t_{(14)} = -2.63$ ,  $p < 0.05$  となり有意差が見られた。

対照群におけるエラー率は, 課題 A で 0.22%, 課題 B では 0.10%であった。また, 実験群のエラー率は, 課題 A で 0.02%, 課題 B で 0.10%であった。

#### (4) 実験群および対照群の平均音読速度と最大読書速度の差異

音読速度に関して, 実験群および対照群の単眼鏡または本システム使用時の平均音読速度と最大読書速度の平均値のそれぞれの差を検討した。両群において2つの課題を各条件で音読したときの音読速度の分布を図 5-5 に示す。条件の違いによる変化がわかりやすいように平均値を直線で結んだ。また, 点線は最大読書速度の平均値を表す。

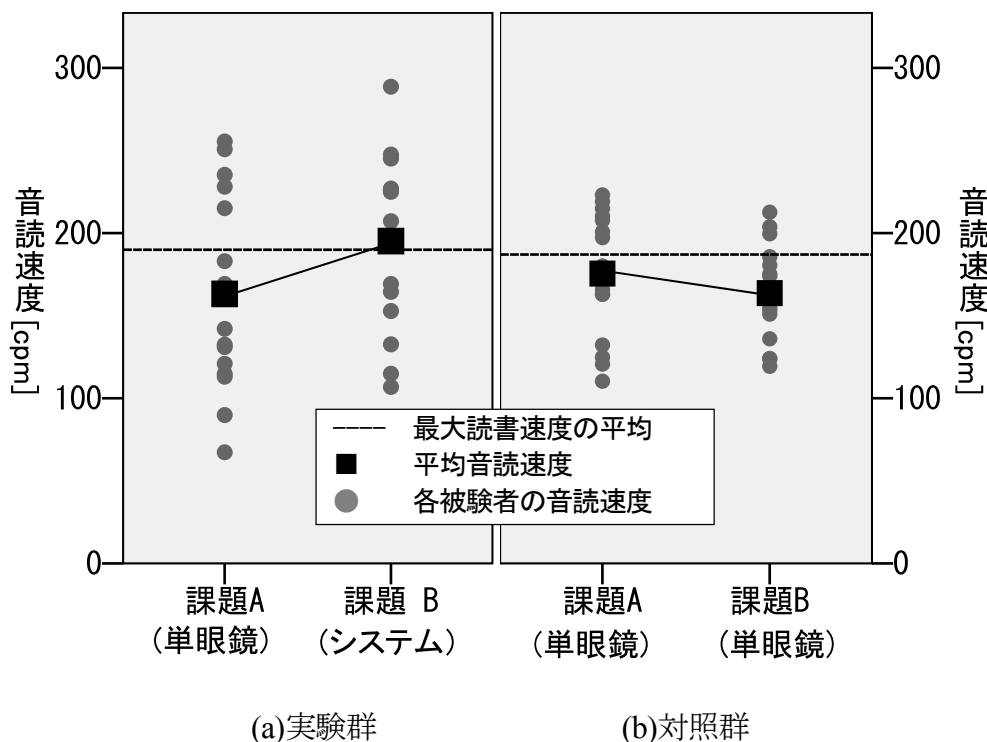


図 5-5 弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験の実験群および対照群における課題ごとの各被験者の音読速度分布および平均音読速度

実験群において, 単眼鏡を用いた課題 A および本システムを用いた課題 B の平均音読速度が, 最大読書速度の平均と差異があるかを明らかにするために, 対応のある t 検定によって, 平均値の差の検定をおこなった。単眼鏡および本システムを

用いた場合において、ともに有意差は見られなかった。

対照群についても、単眼鏡を用いた課題 A および課題 B において同様に平均値の差の検定をおこなったところ、ともに有意差は見られなかった。

#### (5) 単眼鏡倍率の平均音読速度への影響

単眼鏡の倍率が平均音読速度に与える影響を検討した。図 5-6 に課題 A における各群の単眼鏡倍率と平均音読速度の関係を示す。実験群において、低倍率の平均音読速度は 219.56[cpm]、高倍率では 113.89[cpm]であった。また、対照群の低倍率では 200.21[cpm]、高倍率では 138.50[cpm]であった。

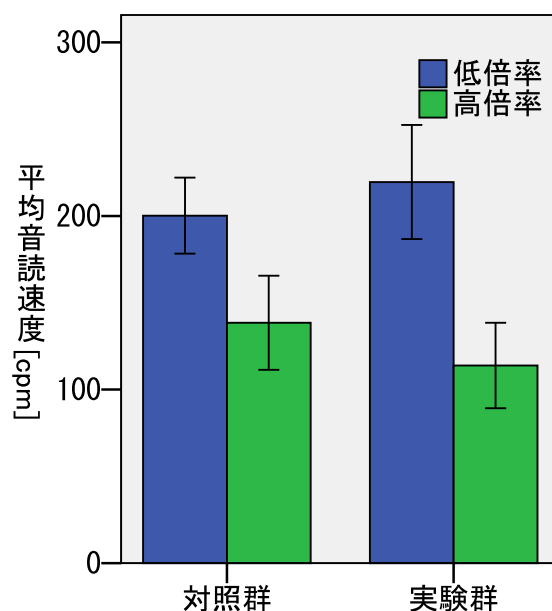


図 5-6 弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験の実験群および対照群における単眼鏡倍率の違いによる平均音読速度

図 5-7 に、実験群における使用した単眼鏡倍率ごとに単眼鏡および黒板文字情報獲得支援システムを使用した際の平均音読速度を示す。低倍率では、単眼鏡使用時の平均音読速度が 219.56[cpm]、本システム使用時が 232.68[cpm]であった。また、高倍率では単眼鏡使用時が 113.89[cpm]、本システム使用時が 162.29[cpm]であった。

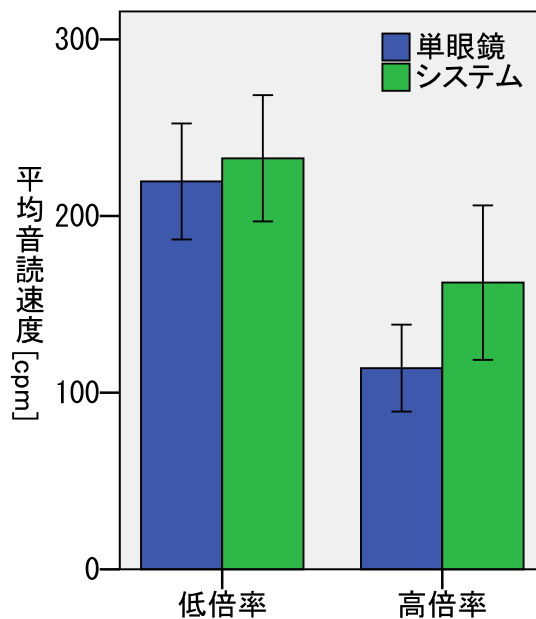


図 5-7 弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験の単眼鏡倍率ごとの単眼鏡および黒板文字情報獲得支援システムを用いたときの平均音読速度

(6) モニタ文字サイズと音読速度に対する単回帰分析

モニタ文字サイズと音読速度の関係を明らかにするために、音読速度を従属変数  $y$ 、モニタ文字サイズを独立変数  $x$  としてステップワイズ法による単回帰分析をおこなった。その結果、相関係数  $R$  は  $-0.62(p < 0.05)$  で、回帰式は  $y = 374.0 - 4.40x$ 、決定係数  $R^2$  は  $0.39$  であった。図 5-8 にモニタ文字サイズに対する被験者の音読速度の分布および回帰直線を示す。

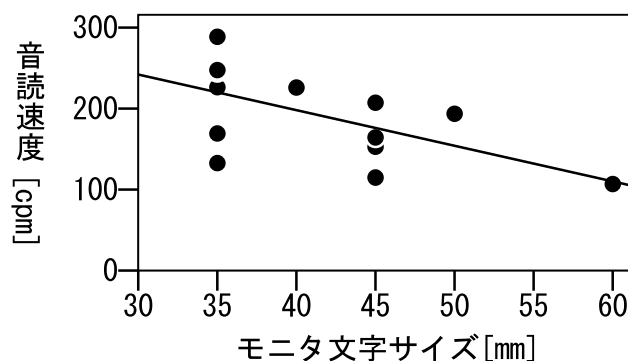


図 5-8 弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価の実験群におけるモニタ文字サイズと音読速度に関する散布図および回帰直線

### 5-3-3 弱視シミュレーションによる黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験の考察

黒板へのチョークによる手書きの線は、太さにばらつきが生じ、文字の中の空間が小さく、文字がつぶれる可能性があったため、表 5-4 に示したようにモニタ文字サイズは、臨界文字サイズよりも全体的に大きくなった。臨界文字サイズ以上では最大読書速度は飽和する<sup>5-1)</sup>ため、本実験には影響がないと考えた。

表 5-5 に示した実験群と対照群の最大読書速度に差はなかった。また、対照群における各課題の平均音読速度に有意差がなかったことから、課題 A と課題 B の難易度は同程度といえる。さらに、各群のエラー率は、非常に低い割合と考えられるため、両群において本実験で使用した単眼鏡および本システムとも文字を視認できたことが明らかになった。図 5-5 の結果から、対照群において課題 A、B とともに最大読書速度と差はなかったことから、健常者による弱視シミュレーションでも単眼鏡を用いて最大読書速度で音読できていることになる。

これらのことから、実験群の単眼鏡と本システムを使用したそれぞれの平均音読速度を比較することで、本システムの有効性が検討できる。図 5-5 の結果に示したように、単眼鏡や本システムを使用することによって最大読書速度とほぼ同じ程度で読むことができたことから、これらは有効な支援を果たせる可能性が高いことが明らかになった。さらに、表 5-6 に示したように実験群において、単眼鏡に比べて本システムの平均音読速度が 19.6%改善された。つまり、本システムを使用すると、最大読書速度と同程度に読むことができ、単眼鏡よりも平均音読速度が速かったことから、単眼鏡を用いるより本システムを用いた方が、黒板の文字情報を獲得する際に有効である可能性が高いことが明らかになった。

単眼鏡の倍率と平均音読速度について図 5-6 に示したように、単眼鏡は高い倍率の方が、音読速度が遅い傾向にあるといえる。単眼鏡の視野に入る文字数が少なくなるため、高倍率の単眼鏡を使う場合、低倍率より多く移動させて文字を追跡しなければならないためである。また、被験者によっては、次の文章を読むときに文頭を探索する時間が長かった場合があり、対象を探すことが困難だったことが示唆された。本システムは全体表示領域を備えているので、本機能を活用した使用方法を用いて対応できる可能性がある。

図 5-7 に示した結果から、単眼鏡倍率ごとの単眼鏡および本システムの平均音読

速度の改善率を検討する。低倍率では、単眼鏡に比べて本システムの平均音読速度が6.0%改善し、高倍率では42.5%改善した。前述したように高倍率の場合、単眼鏡使用時の音読速度は遅い傾向があるため、本システムによってより顕著に改善された。

図5-8に示したようにモニタ文字サイズと音読速度の関係は、モニタ文字サイズが大きくなると速度が遅くなる傾向があるといえる。課題の1行分の文字数が10文字と少ないため、文字サイズが大きいときに自動改行が挿入されると、改行した2行目の文字数が少なく文章として読みにくくなったこと、そして改行のために視線を移動させる時間の割合に対して2行目を読む時間が短いことが原因と推測した。実際の授業でもっと文字数が増えると、2行目の文字数も増え、読みやすくなると同時に時間が効果的に配分されると考えられる。

弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験によって、本システムは、低視力者に対して有効である可能性が明らかになった。伊藤は、弱視の視機能は、特性を考慮しながら、コントラスト、色の組み合わせ、文字サイズなどを検討することで視認性を上げることが可能である<sup>5-7)</sup>としている。そのため、本研究における低視力者に関する支援の条件を基に、それ以外の視覚特性低下の要因について、文字サイズや文字色など考慮することで、さらに適用範囲を広げられる可能性が示唆された。

#### 5-4 弱視者による黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験

##### 5-4-1 弱視者による黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験の方法

前節で、弱視シミュレーションによる本システムの音読速度を用いた有効性の評価実験をおこない、単眼鏡を使用するより本システムを用いた方が、黒板の文字情報を獲得する際に有効である可能性が高いことが明らかになった。実際に弱視者に使用してもらい、さらなる評価を実施し、弱視者に対する本システムの有効性を確認する。弱視者による音読速度を用いた評価実験は、弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験と同様に、最大読書速度を測定した後、黒板に手書きされた文章を音読した際のエラー率および音読速度によって評価した。

インフォームドコンセント後に、読書チャート使用経験の有無を確認した。両者とも読書チャートの使用経験はなかった。次に、ログマー近点視力表による視力の測定、および読書チャートによる最大読書速度の測定をした<sup>5-1)</sup>。評価実験は、両者とも単眼鏡および本システムを使用して、黒板の音読をおこなう。被験者は、モニタ文字サイズを 35mm から 60mm の範囲から、使用する単眼鏡を倍率 2.8 倍、4 倍および 8 倍から視認可能なものを選択した。カウンタバランスを考慮して、被験者 A は、単眼鏡、本システムの順序で、被験者 B は、本システム、単眼鏡の順序で実験した。評定に用いた課題、提示情報および実験条件は、弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験と同一である。さらに、本システムの感想について聞き取り調査を実施した。

#### 5-4-2 弱視者による黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験の結果

##### (1) 弱視者の最大読書速度

読書チャートによって測定した各被験者の最大読書速度の測定結果を表 5-7 に示す。被験者 A の最大読書速度は白背景に黒文字のとき 309.98[cpm]、黒背景に白文字のとき 272.37[cpm]であった。被験者 B は白背景に黒文字が 156.65[cpm]、黒背景に白文字が 225.49[cpm]であった。被験者 B は、弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験の結果と同様に黒背景に白文字の場合が、白背景に黒文字の場合より読書速度が速い白黒反転効果が見られた。一方、被験者 A は白背景に黒文字の最大読書速度が速かった。図 5-9 に被験者 A の読書速度の測定結果を示す。横軸の文字サイズの単位 logMAR は、識別できる最小視覚(MAR : minimum angle of resolution)の対数という意味で<sup>5-8)</sup>、1.3[logMAR] から 0.0[logMAR] が、小数視力でおおよそ 0.05 から 1.00 に相当する。黒背景に白文字および白背景に黒文字でもほとんど差は見られないが、若干ながら黒背景に白文字の読書速度の最大値が大きかった。本システムは、読書チャートの測定で得られる臨界文字サイズよりも大きいモニタ文字サイズを使用している。臨界文字サイズ以上では読書速度は飽和する<sup>5-1)</sup>こと、および弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験や被験者 B と条件をあわせることを考慮して、被験者 A もシステムのモニタ文字の色を黒背景に白文字とした。



表 5-7 音読速度を用いた評価実験における弱視者の最大読書速度の測定結果

	最大読書速度[cpm] (黒文字／白背景)	最大読書速度[cpm] (白文字／黒背景)
被験者A	309.98	272.37
被験者B	156.65	225.49

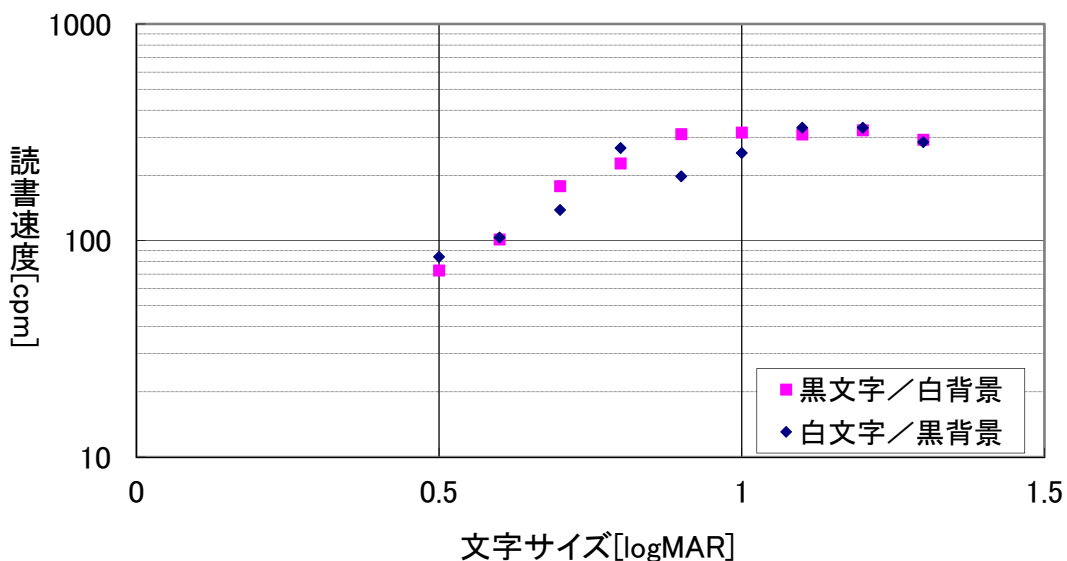


図 5-9 音読速度を用いた評価実験における被験者 A の読書速度の測定結果

(2) 弱視者の平均音読速度およびエラー率

各被験者の単眼鏡および本システム使用時の平均音読速度およびエラー率の結果を表 5-8 に示す。

被験者 A および B とともに、単眼鏡および本システムを使用したそれぞれ 9 つの課題を音読したところ誤って読んだ文字はなかったため、エラー率はそれぞれ 0% であった。

被験者 A の単眼鏡および本システムの平均音読速度は、202.73[cpm]および 261.88[cpm]であった。被験者 A の最大読書速度 272.37[cpm]と各音読速度に差があるかを明らかにするために、1 サンプルの t 検定による差の検定をおこなった。その結果、単眼鏡を使用した課題 A において  $t_{(8)} = -4.68$ ,  $p < 0.05$  となり有意差が見られ、本システムを使用した課題 B において、有意差は見られなかった。被験者 B の単眼

鏡および本システムの平均音読速度は、151.23[cpm]および230.08[cpm]であった。被験者Aと同様に、被験者Bの最大読書速度225.49[cpm]と各音読速度において、1サンプルのt検定による差の検定をおこなった。単眼鏡を使用した課題Aは  $t_{(8)}=-7.39$ ,  $p<0.05$  となり有意差が見られた。また、本システムを使用した課題Bは、有意差は見られなかった。

被験者ごとの単眼鏡と本システム使用時の音読速度に差があるかを明らかにするため、対応のあるt検定による各音読速度の平均値の差の検定をおこなった。その結果、被験者Aは  $t_{(8)}=-4.42$ ,  $p<0.05$ , 被験者Bは  $t_{(8)}=-6.73$ ,  $p<0.05$  となり、両者とも有意差が見られた。

表 5-8 弱視者による音読速度を用いた評価実験における平均音読速度およびエラー率

	課題A		課題B	
	平均音読速度 [cpm]	エラー率[%]	平均音読速度 [cpm]	エラー率[%]
被験者A	202.73	0	261.88	0
被験者B	151.23	0	230.08	0

※課題A:単眼鏡使用, 課題B:システム使用

### (3) 本システムの感想に関する弱視者への聞き取り調査の結果

弱視者の2名の被験者には、実験終了後、本システムの感想について聞き取り調査をおこなった。

「①黒板の手書き文字をそのまま拡大表示したが、どのように感じたか？」という質問に対して、「十分読めた」、「文字に癖が無ければ、手書きのままでもよいと思う」、「黒板を見ているようで読みやすい」、「フォントが読みやすいとは限らない」という意見があった。

「②キーボードを使った操作方法をどのように思うか？」という質問に対しては、「ボタンはこれ以上増やさない方がよい。」という回答を得た。

「③全体表示領域の画像サイズ、枠線の色や線幅など、どのように思うか？」と

いう質問については、「特に問題はない」、「パーソナルコンピュータ初心者では、キーの位置を覚えていないため、別のボタンがあった方がよい」という意見であった。

「④本システムで改善すべき点はないか?」という質問では、「縦書きへの対応」、「全体表示領域の一番上や一番下で、選択領域の矩形が一旦停止するとよい」、「押し間違えたときに、一定の箇所では止まると見つけやすい」という回答があった。

#### 5-4-3 弱視者による黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験の考察

課題 A では、被験者 A, B ともに最大読書速度と単眼鏡による音読速度に有意差が見られた。すなわち、単眼鏡は両被験者にとって最大読書速度が発揮できる支援機器とはいえない。両者とも本実験で初めて単眼鏡を使用したことの影響が考えられた。

一方、本システムを使用した課題 B において、被験者 A および B は最大読書速度と本システムを使用した音読速度と有意差は見られなかった。すなわち、本システムが最大読書速度と同程度の速度で黒板の文章を音読することができ、支援機器として有効である可能性が高いといえる。

また、被験者ごとに単眼鏡と本システムの音読速度について、平均値の差の検定を実施した結果、両者とも有意差が見られた。単眼鏡に比べて本システムの平均音読速度は被験者 A が 29.2%、被験者 B が 52.1% 改善された。つまり、単眼鏡より本システムを使用して文章を音読する場合は、支援機器として有効である可能性が高いことが明らかになった。一般的に単眼鏡は、十分な訓練を経て利用するため<sup>5-9)</sup>、練習が不足していたことが原因の 1 つと考えられる。一方では、本システムは使用経験がなくとも簡単な説明と練習で十分使いこなせ、有効な音読速度が得られた。そのため、単眼鏡に不慣れな低視力の弱視者や中途障害者にとって非常に有用だといえる。

被験者の意見から、選択領域の移動方法やキーボードとは別の入力インターフェースの追加など本システムの改善点が示された。

## 5-5 弱視シミュレーションと弱視者による黒板文字情報獲得支援システムの音読速度を用いた有効性の評価実験の結果に対する比較と考察

調整レンズを使用した健常者が、単眼鏡や本システムを使用することによって最大読書速度とほぼ同じ程度で読むことができたことから、これらは有効な支援を果たせる可能性が高いことが明らかになった。さらに、本システムを使用すると、最大読書速度と同程度に読むことができ、単眼鏡よりも平均音読速度が速かったことから、単眼鏡を用いるよりも本システムを用いた方が、黒板の文字情報を獲得する際に有効である可能性が高いことが明らかになった。

健常者は単眼鏡の高倍率と低倍率が混在したうえで、平均音読速度が19%改善した。また、倍率ごとに分けると、低倍率は6.0%の改善に対し、高倍率は42.5%改善したことから、高倍率の場合が大きく改善する傾向があることが推察される。弱視者は、2名の被験者ともに低倍率の単眼鏡だったが、被験者Aが29.2%、被験者Bが52.1%と健常者と比べてかなり高い割合で改善した。健常者が調整レンズを使用した音読に不慣れであり、弱視者は通常の生活と同じ視力で音読したためと考える。したがって、単眼鏡に不慣れな低視力の弱視者に対する本システムの支援は、単眼鏡のように訓練を必要とせず、弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験の結果以上に有効である可能性が高いと考える。

本論文では、弱視シミュレーションおよび弱視者ともにモニタから30cm離れて十分な音読速度で音読できた。このことから、本システムを使用することによって弱視の生徒は、モニタに顔を近づけすぎることなく、授業を受けることができる。これは、他の教材の活用や教諭の説明により集中できる可能性を高める。

## 5-6 第5章の結論

本章では、黒板に書かれた文字を弱視の生徒が容易に読むための黒板文字情報獲得支援システムを単眼鏡と比較して、音読速度による有効性の検証をした。調整レンズを使用した健常者が、単眼鏡を使用する場合と本システムを使用する場合において、黒板に書かれた文章を音読して、その音読速度による評価実験をおこなった。その結果、単眼鏡も本システムもエラー率が非常に低く、音読速度が最大読書速度と差がなかったため、本システムは調整レンズを着用した健常者に対して十分有効な支援を果たせる可能性が高いといえる。さらに、単眼鏡を用いるより本システム

を用いた方がより速く読むことができ、黒板の文字情報を獲得する際に、さらに有効である可能性が高いことが明らかになった。

次に、弱視者2名に対しても同様に音読速度による本システムの有効性の検証をおこなった。最大読書速度と比べて単眼鏡による音読速度が遅かったことから、本実験の被験者にとって、単眼鏡は最大読書速度が発揮できる支援機器とはいえなかった。本システムを使用した場合、最大読書速度と本システムを使用した音読速度と有意差は見られなかった。すなわち、本システムが最大読書速度と同程度の速度で黒板の文章を音読することができ、支援機器として有効である可能性が高いといえる。つまり、単眼鏡より本システムが、黒板の文章を音読する支援機器として有効である可能性が高いことが明らかになった。

また、弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験に比べて弱視者の場合は、単眼鏡より本システムの平均音読速度が大きく改善したため、弱視者に対して本システムは、弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験の結果以上に有効である可能性が示唆された。また、本システムを使用することで弱視の生徒は、モニタに顔を近づけすぎることなく、授業を受けることができる。単眼鏡に不慣れな低視力の弱視者や中途障害者にとって非常に有用だといえる。

## 第5章の参考文献

- 5-1) 小田浩一, MNREAD-J, Jk チャートマニュアル. 1-10, 2002
- 5-2) 江口智弘, 依田光正, 青木和夫, 弱視生徒のための黒板文字情報獲得支援システムの構築とその有効性の検証, ライフサポート, 2013.8 受理, 印刷中
- 5-3) G.E.Legge, J.A.Ross, A.Leubler, & J.Lamay, Psychophysics of reading. VIII. The Minnesota Low-Vision Reading Test. *Optometry and Vision Science*, 66(12), 843-853, 1989
- 5-4) 中村仁美, 小田浩一, 藤田京子, 湯澤美都子, MNREAD-J を用いた加齢黄斑変性患者に対するロービジョンエイドの処方. *日本視能訓練士協会誌*, 28, 253-261, 2000
- 5-5) 氏間和仁, 島田博祐, 小田浩一, 大型電子化提示教材で使用するロービジョンに適した文字サイズの規定法—読書評価チャートの応用—. *特殊教育学研究*, 45(1), 1-11, 2007

- 5-6) 中野泰志, 弱視者の視認性を考慮した文字の効果的提示方法(1)ーコンピュータディスプレイでの白黒反転効果ー. ヒューマンインタフェース, 39(3), 1-8, 1991
- 5-7) 伊藤納奈, ロービジョンの視覚特性. 照明学会誌, 94(3), 176-180, 2010.
- 5-8) 川瀬芳克, 高橋広, 2.B 視覚障害の検査: 高橋広編著. ロービジョンケアの実際ー視覚障害者の QOL 向上のためにー. 第 2 版: 2 ロービジョンケアに必要な基礎知識. 東京: (株)医学書院, 38-67, 2006
- 5-9) 川瀬芳克, 3.B 光学的補助具: 高橋広編著. ロービジョンケアの実際ー視覚障害者の QOL 向上のためにー. 第 2 版: 3 補助具の選択による QOL と視機能の増強. 東京: (株)医学書院, 106-117, 2006

## 第6章 結 論

本論文では、視覚特別支援学校の授業や学校生活において生徒の情報獲得における課題を全国の視覚特別支援学校の教諭に対してアンケート調査を実施して明らかにした。その結果に基づいて、黒板文字情報獲得支援システムを構築して、主観評価および音読速度によるシステムの有効性の検証をおこなった。

第2章では、視覚特別支援学校における授業や学校生活において生徒が抱える課題を明らかにするために、授業や学校生活において、教諭が工夫していること、生徒の情報源および生徒の困っていることに関して全国にある視覚特別支援学校の高等部本科および専攻科の担当教諭に対してアンケート調査を実施し、主に以下のような結果を得た。

- (1)教諭はさまざまな工夫をしていることが確認できた。生徒の情報源は、教科書、教材および先生が多く利用されていた。生徒の困ったことは、一般書籍、インターネット、黒板などの見にくさに関することが比較的多かった。
- (2)生徒の情報源および困っていることの特徴を抽出して「困難性」、「信頼性」および「個人性」という3点で表した。「高信頼性-個人性情報」および「低信頼性-集団性情報」の獲得に関する困難性が高いことが明らかになった。

そして、それらの学習に関する工学的支援として、「高信頼性-個人性情報」および「低信頼性-集団性情報」の獲得に関する複数の情報への支援が必要の性の高い情報であり、それに対して複数の機能による同時支援を検討する必要があると考察した。

第3章では、視覚特別支援学校の実態調査で明らかになった課題の1つである黒板に着目して、黒板に書かれた文字を弱視の生徒が容易に読むための黒板文字情報獲得支援システムを以下のように構築した。

本システムによって、黒板に書かれた手書き文字を拡大して提示し、弱視の生徒は、単眼鏡と比較して容易に情報が獲得できる。本システムは、Webカメラ、パーソナルコンピュータおよびモニタで構成され、画像処理ライブラリ OpenCV を用いて画像処理をおこなって、文字の拡大機能、文字列の改行機能および対象物の表示機能という3つの機能を実現することで単眼鏡の課題に対処した。

一斉授業において本システムを使用することによって、生徒ごとの視覚障害の程

度に合わせた黒板の文字情報を提供できるために、単眼鏡に片手をふさがれずに受講できる。また、汎用性の高いシステムであるため、タブレット型端末などへの適用や融合といった拡張性がある。

第4章では、黒板文字情報獲得支援システムの有効性を検証するために、調整レンズを使用した健常者および弱視者に対して、主観評価を実施した。黒板に書かれた手書きの9つの平易な文章を音読した後、疲労感および有効性に関して質問紙法により評価した。比較対象として、単眼鏡を使用して同様の実験をおこなった。以下に得られた結果を示す。

- (1)調整レンズを使用した健常者および弱視者の両方の被験者とも、単眼鏡と本システムを使用した際の疲労感は、ほとんど見られなかった。また、使用者の意思と異なる操作結果になる場合に考えられる不安定感や不安感を、本システムに対して両方の被験者とも持っていなかった。
- (2)調整レンズを使用した健常者は、使いやすさ、文章の探しやすさおよび集中しやすさにおいて、本システムが単眼鏡よりも評価が高かった。弱視者においては、すべての質問項目である使いやすさ、文章の探しやすさ、集中しやすさ、読みやすさおよび総合的な評価について、単眼鏡より本システムの方が高い評価が得られた。

第5章は、黒板文字情報獲得支援システムの有効性を評価するために、黒板の手書き文字を音読する速度および正確性を、単眼鏡を使用する場合と比較検証をおこなった。以下に得られた結果を示す。

- (1)弱視シミュレーションによる音読速度を用いた評価実験の結果、単眼鏡と本システムの両方の支援機器は、エラー率が非常に低く、低視力に対して十分有効な支援を果たせる可能性が高いといえる。さらに、本システムを用いた方が単眼鏡より音読速度が速かったため、本システムが有効である可能性が高いことが明らかになった。
- (2)弱視者の実験結果から、初めて使用した単眼鏡は最大読書速度が発揮できる支援機器とはいえなかった。本システムを使用した場合は、最大読書速度と同程度の音読速度であった。つまり、弱視者にとって、単眼鏡より本システムを使用して文章を音読する場合は、支援機器として有効である可能性が高いことが明らかになった。さらに、本システムは、弱視シミュレーションによる音読速



度を用いた評価実験の結果以上に弱視者に対して有効である可能性が示唆された。

以上のことから、本論文において、視覚特別支援学校の授業や学校生活における情報獲得に関する課題を明らかにして、黒板文字情報獲得支援システムを構築した。さらに、システムの有効性を主観評価および音読速度によって検証して、従来の遠用補助具の代表である単眼鏡よりも有用であることを示した。

黒板文字情報獲得支援システムは、主観評価および音読速度による評価までおこなった福祉機器として、タブレット型端末やパーソナルコンピュータと組み合わせて使用できる汎用性を持つ。「低信頼性-集団性情報」の支援が目的の黒板文字情報獲得支援システムに、「高信頼性-個人性情報」にも対応できるように拡大読書器やデジタル教科書を活用したり、電子黒板などと組み合わせることで、授業全般が支援できるようになる。また、盲者への情報提供手段を搭載したり、本システムのアルゴリズムを応用して、教科書や配布資料を拡大して情報を提示する機能を追加したりすることによってさらなる展開ができ、より効果的な教育が期待される。

## 関連論文の印刷公表の方法および時期

※すべて全文掲載

(1) 全著者名 江口智弘, 依田光正, 青木和夫

論文題目「視覚特別支援学校の授業や学校生活における情報獲得に関する研究」

平成 24 年 12 月 ライフサポート vol24, No4, pp.185-193.

(第 2 章の内容に関連)

(2) 全著者名 江口智弘, 依田光正, 青木和夫

論文題目「弱視生徒のための黒板文字情報獲得支援システムの構築とその有効性の検証」

平成 25 年 8 月受理 ライフサポート 印刷中

(第 3, 4, 5 章の内容に関連)

## 謝 辞

本研究につきまして，懇切丁寧なご指導ご鞭撻をいただきました日本大学大学院理工学研究科 准教授 依田光正先生に厚く御礼を申し上げるとともに深く感謝の意を表します。

主査をお引き受けくださり，多くのご助言，ご指導を賜りました日本大学大学院理工学研究科 教授 青木和夫先生に厚く御礼申し上げます。また，快く副査をお引き受けくださいました日本大学大学院理工学研究科教授 城内博先生，日本大学大学院理工学研究科教授 篠田之孝先生および依田光正先生に厚く御礼申し上げます。

本論文の調査や実験にご協力いただきました多くの被験者の皆様に，深謝申し上げます。

本研究を始めるに当たり，視覚特別支援学校に関してご教示いただきました熊本県立盲学校 小川祐一郎先生に心より感謝申し上げます。

熊本県立技術短期大学校情報映像技術科教授 里中孝美先生には，英文作成の御指導をいただき，厚く御礼申し上げます。

# 付 録

- 付録 1 視覚特別支援学校に対するアンケート用紙 ..... 付-2
- 付録 2 黒板文字情報獲得支援システムの主観評価の調査票 ..... 付-6
- 付録 3 黒板文字情報獲得支援システムの評価実験に関する実験説明書および同意書（健常者用） ..... 付-10
- 付録 4 黒板文字情報獲得支援システムの評価実験に関する実験説明書および同意書（弱視者用） ..... 付-13

付録1 視覚特別支援学校に対するアンケート用紙

# アンケート用紙

お忙しいところ大変恐縮ではございますが、視覚特別支援学校における授業や学校生活に関するアンケート調査に御協力くださいますよう、よろしくお願い申し上げます。

御記入いただいたアンケート用紙は、**3月26日(金)**までに、同封の封筒にてご返送下さいますようお願いいたします。

また、本調査に関して御質問・御意見がございましたら、お問い合わせ先までご連絡下さい。

2010年2月16日

<本件に関するお問い合わせ先>



## <質問および記入方法>

これからあなたをご担当されている生徒に関して、3つの質問をいたします。あなたのこれまでの経験や普段の授業を通じて感じたことについて該当するものを選び、記入例のように○印をつけてください。

## <記入例>

思 う 常 に	少 し 思 う	い ど え ち な ら い と も	思 あ わ ま な り い	思 わ く な い
よく使うと思う。	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## <注意>

- (1) ○印はたて線とよこ線の交点に付け、たて線の間には付けないようにして下さい。
- (2) 項目ごとに確実にチェックし、上から順番に、抜かさず進めて下さい。
- (3) 1つの項目に2つ以上、○印を付けないで下さい。

では、上記の事項を注意していただき、次ページ以降のアンケートにご回答下さい。

**まず、回答者ご自身についてお尋ねいたします。**

1. 所属科を御記入ください。 \_\_\_\_\_ **科**

2. 貴校における在職年数を御記入ください。 \_\_\_\_\_ **年**

(次のページに続きます)

問1 あなたは、授業（講義や実習）や学校生活において、次の①～⑬項目をどの程度実施していると思いますか？ 該当するところに○を付けてください。

	思 う 非 常 に	少 し 思 う	い ど ち え ち な い と も	思 わ ま り な い	思 全 く わ く な い
① 見やすい大きさの文字にする.	-----	-----	-----	-----	-----
② 個別に対応する.	-----	-----	-----	-----	-----
③ 補助具を利用する.	-----	-----	-----	-----	-----
④ 教室の明るさに配慮する.	-----	-----	-----	-----	-----
⑤ 障害の程度にあわせて対応する.	-----	-----	-----	-----	-----
⑥ 専用のソフトウェアを使用する.	-----	-----	-----	-----	-----
⑦ 詳しく説明する.	-----	-----	-----	-----	-----
⑧ 繰り返し説明する.	-----	-----	-----	-----	-----
⑨ 繰り返し練習させる.	-----	-----	-----	-----	-----
⑩ 実演して見せている.	-----	-----	-----	-----	-----
⑪ 具体例を交えて説明する.	-----	-----	-----	-----	-----
⑫ 自作プリントを配付している.	-----	-----	-----	-----	-----
⑬ 実物を見せている.	-----	-----	-----	-----	-----

この他に、あなたが授業や学校生活において実施していることがあればご記入ください。

---

次のページに続きます

問2 普段、生徒は授業（講義や実習）や学校生活において、次の①～⑬項目から知識や情報をどの程度獲得していると思いますか？ 該当するところに○を付けてください。

	思 う 非 常 に	少 し 思 う	い ど え ち な い と も	思 あ ま り な い	思 全 く な い
① 教科書	-----	-----	-----	-----	-----
② インターネット	-----	-----	-----	-----	-----
③ 教材	-----	-----	-----	-----	-----
④ 雑誌	-----	-----	-----	-----	-----
⑤ ラジオ	-----	-----	-----	-----	-----
⑥ テレビ	-----	-----	-----	-----	-----
⑦ 友人	-----	-----	-----	-----	-----
⑧ 先生	-----	-----	-----	-----	-----
⑨ 保護者	-----	-----	-----	-----	-----
⑩ 一般書籍	-----	-----	-----	-----	-----
⑪ 点字・拡大図書	-----	-----	-----	-----	-----
⑫ 新聞	-----	-----	-----	-----	-----
⑬ 携帯電話	-----	-----	-----	-----	-----

この他に、生徒が授業や学校生活において知識や情報を獲得しているものがあればご記入ください。

---

次のページに続きます

問3 あなたがご担当されている生徒は、授業（講義や実習）や学校生活で、次の①～⑬の項目についてどの程度困っていると思いますか？ 該当するところに○をつけてください。

	思 う 非 常 に	少 し 思 う	い ど え ち な ら い も	思 わ ま り な い	思 全 く わ く な い
① 一般書籍が読みにくい。					
② インターネットが使いにくい。					
③ 補助具が使いにくい。					
④ 点字が読みにくい。					
⑤ 黒板が見にくい。					
⑥ 配付資料が読みにくい。					
⑦ 実習機材の使い方がわかりにくい。					
⑧ 視聴覚機器（OHPやプロジェクタ）が見にくい。					
⑨ 教科書が読みにくい。					
⑩ 物体の区別がつけにくい。					
⑪ 掲示物が見にくい。					
⑫ 自分と他人の持ち物の区別がつきにくい。					
⑬ お金の区別がつきにくい。					

この他に、生徒が授業や学校生活で困っていることがあればご記入ください。

---

これでアンケートは終わりです。御協力ありがとうございました。



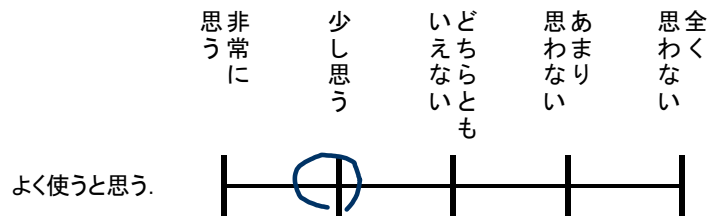
付録2 黒板文字情報獲得支援システムの主観評価の調査票

アンケート調査票 (単眼鏡用)

<質問および記入方法>

今回の実験を通じて、次の(1)から(30)までの質問項目について該当するものを選び、記入例のように○印をつけてください。

<記入例>



<質問項目>

	て は 非 常 に よ く あ る	ま る か な り あ て は	ま る す こ し あ て は	は わ ず か に あ て る	は ま っ た く あ て ま ら な い
(1) 総合的に見て普段と変わらず文章を読むことができた。	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----
(2) 単眼鏡は使いやすい。	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----
(3) 単眼鏡を使用した文章は読みやすい。	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----
(4) 単眼鏡で読みたい文章がすぐに探せた。	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----
(5) 単眼鏡を集中して使用できた。	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----
(6) 頭がおもい	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----
(7) いらいらする	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----
(8) 目がかわく	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----
(9) 気分がわるい	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----
(10) おちつかない気分だ	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----
(11) 頭がいたい	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----
(12) 目がいたい	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----

裏面に続きます

	ては 非 常 に よ く あ る	ま る か な り あ て は	ま る す こ し あ て は	は ま る わ ず か に あ て	は ま ら な い ま っ た く あ て
(13) 肩がこる					
(14) 頭がぼんやりする					
(15) あくびがでる					
(16) 手や指がいたい					
(17) めまいがする					
(18) ねむい					
(19) やる気がとぼしい					
(20) 不安な感じがする					
(21) ものがぼやける					
(22) 全身がだるい					
(23) ゆうつな気分だ					
(24) 腕がだるい					
(25) 考えがまとまりにくい					
(26) 横になりたい					
(27) 目がつかれる					
(28) 腰がいたい					
(29) 目がしょぼつく					
(30) 足がだるい					

## アンケート調査票 (パソコンシステム用)

### <質問および記入方法>

今回の実験を通じて、次の(1)から(30)までの質問項目について該当するものを選び、記入例のように○印をつけてください。

### <記入例>

	思 非 常 に	少 し 思 う	い ど ち ら も	思 あ ま り な い	思 全 く な い
よく使うと思う。					

### <質問項目>

	て 非 常 に よ く あ る	ま か な り あ て は	ま す こ し あ て は	は わ ず か に あ て る	は ま っ た く あ て ら な い
(1) 総合的に見て普段と変わらず文章を読むことができた。					
(2) パソコンシステムは使いやすい。					
(3) パソコンシステムを使用した文章は読みやすい。					
(4) パソコンシステムで読みたい文章がすぐに探せた。					
(5) パソコンシステムを集中して使用できた。					
(6) 頭がおもい					
(7) いらいらする					
(8) 目がかわく					
(9) 気分がわるい					
(10) おちつかない気分だ					
(11) 頭がいたい					
(12) 目がいたい					

裏面に続きます

ては はまる	非 常 に よ く あ	ま か な り あ て は	ま す こ し あ て は	は わ ず か に あ て は ま る	は ま っ た く あ て は ま ら な い
-----------	----------------------------	---------------------------------	---------------------------------	--	--

(13) 肩がこる					
(14) 頭がぼんやりする					
(15) あくびがでる					
(16) 手や指がいたい					
(17) めまいがする					
(18) ねむい					
(19) やる気がとぼしい					
(20) 不安な感じがする					
(21) ものがぼやける					
(22) 全身がだるい					
(23) ゆうつな気分だ					
(24) 腕がだるい					
(25) 考えがまとまりにくい					
(26) 横になりたい					
(27) 目がつかれる					
(28) 腰がいたい					
(29) 目がしょぼつく					
(30) 足がだるい					

### 付録3 黒板文字情報獲得支援システムの評価実験に関する実験説明書および同意書(健常者用)

平成 年 月 日

## 「黒板の文字情報獲得支援システムの評価実験」に関する実験説明書

### 1. 実験の目的

私は、弱視の生徒が黒板の文章をスムーズに読めるように支援するシステムに関する研究をおこなっています。本実験は、そのシステムを評価することを目的としています。視覚障がい者は障がいの種類や程度が人によって異なるため、本実験では障がいの種類や程度を絞り込むために、視覚に障害のない人を対象として視覚障害疑似体験キットを用いて評価をします。

### 2. 実験方法

視覚障害疑似体験キットを装着して、黒板に書かれた文章やモニタに表示された文章を音読していただきます。研究データに誤りがないよう、実験の様子をビデオに録画させていただきます。このビデオは研究データとして慎重に扱い、第三者が見ることはありません。また、実験後に簡単なアンケートにお答えいただきます。所要時間は、説明時間やアンケートも含めて30分程度です。

### 3. この実験への参加に伴う体調を損ねる可能性

視覚障害疑似体験キットを使用することによって、実験の途中で疲労感があったり、気分が悪くなったりする可能性があります。その場合は即座に実験を取りやめますので遠慮なく早めにお申し出下さい。視覚障害疑似体験キットを使用する際に、顔に接触する部分をアルコール消毒します。また、同キットの固定のためにゴムバンドが使用されています。したがって、消毒用アルコールやゴムに対するアレルギーがある方はこの実験には御参加いただけません。

### 4. 個人情報とデータの取扱い

取得したデータや個人情報は、研究目的以外には使用しません。データには番号付けをおこなうとともに匿名化しますので、専門学会、学術専門誌、学内研究会等を通じて研究発表する際も個人情報は守秘されません。データの保管には万全を期し外部へは漏洩しません。

### 5. 実験対象者の権利について

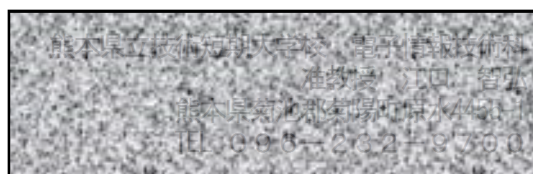
この実験に参加するか否かは自由意志で決定してください。また、一度同意した後でいつでも同意を取り消すことができ、それによる不利益はありません。匿名化番号を破棄するとともに、それまでに得られたデータや解析結果を破棄し、それ以降の研究には一切使用いたしません。但し、取り消し要求された時点で公表済みの解析結果がある場合は、このデータを破棄できませんのでご承知おきください。

### 6. 実験に参加することによる利益と不利益

この実験に御協力いただくに当たっての謝金等はありません。参加されなくても不利益を受けることは全くありません。在学生に対しては履修科目の成績評価とは関係ありません。

### 7. 問い合わせ先

この実験に関して、分からないことがありましたら、下記にお尋ねください。



### 8. 同意書へのご署名

以上のことを御確認の上、この実験に御協力いただける場合は、同意書に御自身で御署名をお願い致します。

(参加者控え)

「黒板の文字情報獲得支援システムの評価実験」実験参加に関する同意書

私は、「黒板の文字情報獲得支援システムの評価実験」についての説明を受け、下記の内容に同意した上で本実験に協力します。

1. 実験の目的
2. 実験方法
3. この実験への参加に伴う体調を損ねる可能性
4. 個人情報とデータの取扱い
5. 実験対象者の権利について
6. 実験に参加することによる利益と不利益
7. 問い合わせ先

署 名 欄

平成 年 月 日

本人の署名

---

説明者の署名

熊本県立技術短期大学校 電子情報技術科

---

(説明者控え)

「黒板の文字情報獲得支援システムの評価実験」実験参加に関する同意書

私は、「黒板の文字情報獲得支援システムの評価実験」についての説明を受け、下記の内容に同意した上で本実験に協力します。

1. 実験の目的
2. 実験方法
3. この実験への参加に伴う体調を損ねる可能性
4. 個人情報とデータの取扱い
5. 実験対象者の権利について
6. 実験に参加することによる利益と不利益
7. 問い合わせ先

署 名 欄

平成 年 月 日

本人の署名

---

説明者の署名

熊本県立技術短期大学校 電子情報技術科

---

平成25年 8月 6日

## 「黒板の文字情報獲得支援システムの評価実験」に関する実験説明書

### 1. 実験の目的

私は、弱視の生徒が黒板の文章をスムーズに読めるように支援するシステムに関する研究をおこなっています。本実験は、そのシステムを評価することを目的としています。

### 2. 実験方法

普段の視力の状態で、黒板に書かれた文章やモニタに表示された文章を音読していただきます。研究データに誤りがないよう、実験の様子をビデオに録画させていただきます。このビデオは研究データとして慎重に扱い、第三者が見ることはありません。また、実験後に簡単なアンケートにお答えいただきます。所要時間は、説明時間やアンケートも含めて60分程度です。

### 3. 個人情報とデータの取扱い

取得したデータや個人情報は、研究目的以外には使用しません。データには番号付けをおこなうとともに匿名化しますので、専門学会、学術専門誌、学内研究会等を通じて研究発表する際も個人情報は守秘されます。データの保管には万全を期し外部へは漏洩しません。

### 4. 実験対象者の権利について

一度同意した後でいつでも同意を取り消すことができ、それによる不利益はありません。匿名化番号を破棄するとともに、それまでに得られたデータや解析結果を破棄し、それ以降の研究には一切使用いたしません。但し、取り消し要求された時点で公表済みの解析結果がある場合は、このデータを破棄できませんのでご承知おきください。



5. 問い合わせ先

この実験に関して、分からないことがありましたら、下記にお尋ねください。



6. 同意書へのご署名

以上のことを御確認の上、この実験に御協力いただける場合は、同意書に御自身で御署名をお願い致します。

(参加者控え)

「黒板の文字情報獲得支援システムの評価実験」実験参加に関する同意書

私は、「黒板の文字情報獲得支援システムの評価実験」についての説明を受け、下記の内容に同意した上で本実験に協力します。

1. 実験の目的
2. 実験方法
3. 個人情報とデータの取扱い
4. 実験対象者の権利について
5. 問い合わせ先

署 名 欄

平成 年 月 日

本人の署名

---

説明者の署名

熊本県立技術短期大学校 電子情報技術科

---

(説明者控え)

「黒板の文字情報獲得支援システムの評価実験」実験参加に関する同意書

私は、「黒板の文字情報獲得支援システムの評価実験」についての説明を受け、下記の内容に同意した上で本実験に協力します。

1. 実験の目的
2. 実験方法
3. 個人情報とデータの取扱い
4. 実験対象者の権利について
5. 問い合わせ先

署 名 欄

平成 年 月 日

本人の署名

---

説明者の署名

熊本県立技術短期大学校 電子情報技術科

---