

視覚障害者（弱視者）に対する試験提示方法の検討
—解答時間・得点率・得点効率の比較について—

広島大学 教育学部

大 宅 健 太 郎

広島大学学術院

氏 間 和 仁

慶應義塾大学

中 野 泰 志

視覚障害者（弱視者）に対する試験提示方法の検討 —解答時間・得点率・得点効率の比較について—

広島大学 教育学部

大 宅 健 太 郎

広島大学大学院

氏 間 和 仁

慶應義塾大学

中 野 泰 志

要約

本研究は、弱視者に対する試験問題の拡大提示方法の効果を明らかにすることを目的とし、擬似弱視状態の晴眼者及び弱視者に対して、作業制限法で試験を実施した。問題提示方法は、紙媒体による単純拡大とレイアウト変更拡大、電子媒体による電子的拡大の3種類とし、教科は国語、数学、理科、英語とした。問題提示方法や教科による影響を解答時間・得点率・得点効率で検討した。また、拡大前の問題を解答した晴眼者のデータを、拡大した問題を解答した擬似弱視状態の晴眼者のデータや弱視者のデータと比較し、効果的な問題の拡大方法を検討した。結果、得点率・得点効率において、問題提示方法の間に有意差が見られなかったことから、各問題提示方法は得点率および得点効率に対して同程度の効果をもつことが明らかとなった。擬似弱視状態の晴眼者と弱視者の結果を比較すると、電子的拡大については、タブレット端末の使用への慣れが得点効率に影響を与える可能性が示唆された。今回設定された拡大法では晴眼者の得点率や得点効率に到達しない教科があったことから、教科によっては必要となる試験時間延長率が異なることが考えられた。

キーワード：テストアコモデーション、ロービジョン、拡大文字問題、タブレット端末、UD ブラウザ

1. 問題の所在と目的

藤芳 (1997, 1999a, 2002) は、視覚障害者が公正に試験を受けることができる試験時間の推定法について研究した。しかし、試験時間延長率が1.5倍を超える場合には、受験生の体力的にも、試験の実施面においても、試験時間の延長措置では対応できない (藤芳, 1999b) ため、より少ない解答所要時間で試験を実施できる方法を考える必要がある。一方で、半澤・永井 (2016) は、擬似弱視状態の晴眼者に対して、紙とタブレット端末

で国語の試験を実施し、解答時間を比較し、タブレット端末によるリフロー拡大条件の試験問題の提示が、紙での問題提示に比べて弱視者の解答時間を短くする効果がある可能性を示した。ただし、提示に用いたアプリの関係上、タブレット端末の単純拡大の条件は書き込みができないという点で紙媒体よりも不利益が生じていた可能性が課題とされた。

本研究は、紙と書き込み可能なタブレット端末による問題提示方法と国語を含む複数の教科を用意し、弱視者が試験問題を解答する

際、問題提示方法と教科が解答時間・得点率・得点効率に与える影響について検討することを目的とした。実験1では、シミュレーション眼鏡を装用した擬似弱視状態（以下、「シミュあり」とする）の晴眼者を対象に実験を行なった。実験2では、半澤ら（2016）で検討されていなかった弱視者を対象に実験を行なった。拡大前の問題（オリジナル問題）を解答した晴眼者（以下、「シミュなし」とする）のデータと、実験1の「シミュあり」のデータや実験2のデータと比較し、問題の拡大方法の効果を検討した。

2. 実験1

(1) 方法

本研究は、広島大学大学院教育学部教育学研究科の倫理審査委員会の承認を受け、実施された。

①実験期間・実験参加者

実験日は2017年6月14日および6月21日であった。実験参加者は実験の説明を受け、書類で同意の意思を示した晴眼大学生32名であった（男5名、女27名、2017年4月時点で18～25歳、平均＝18.4歳、標準偏差＝1.3歳）。「シミュあり」では、実験参加者の小数視力を0.3程度にするために、両眼に白濁膜を貼付した眼鏡を装用した。

②刺激

刺激に使用した試験問題は、国語、数学、理科、英語の4教科×4つの型であった。問題の作成にあたっては、4冊の高等学校入学試験対策の問題集を参考にした。問題の難易度は、教科ごとに型を要因とした1要因分散分析を実施し、得点率や解答時間、得点効率に有意差が出ない程度に調整した。難易度の調整に参加した実験参加者は4名であり、本実験には参加しなかった。

③問題提示方法

「オリジナル問題」は、用紙サイズをA4判、文字サイズを10ポイント、フォントを平成明朝とした。「オリジナル問題」を以下の3つの方法で拡大した。なお、拡大を行わない

「オリジナル問題」を提示する条件を、以下、「オリ」とする。

○紙媒体による単純拡大方式（以下、「単純」とする）

「オリ」を1.41倍に単純拡大した。用紙サイズは、A3判、文字サイズは14ポイント、フォントはMSゴシックとした。なお、単純拡大の際の書体の変更は、大学入試センター試験に準拠して行った。

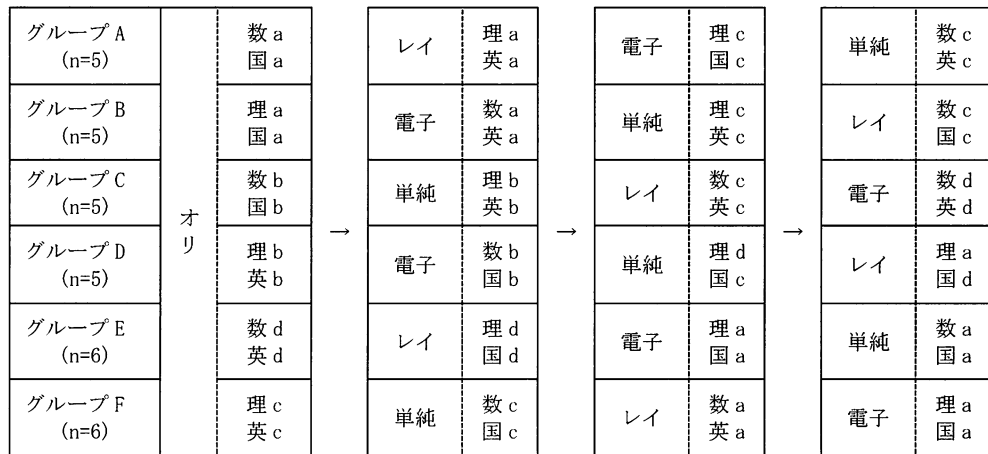
○紙媒体によるレイアウト変更拡大方式（以下、「レイ」とする）

「オリ」と同じ用紙サイズを用い、文字サイズを拡大し、図や表の位置に配慮したレイアウトに変更した。用紙サイズは、A4判、文字サイズは22ポイント、フォントはMSゴシックとした。

○タブレット端末による電子的拡大方式（以下、「電子」とする）

「オリジナル問題」のフォントを変更したPDFファイルをアプリ「UD（ユニバーサルデザイン）ブラウザ」Ver.2.4.0（2017年3月23日公開）（中野・氏間・田中・韓・永井, 2016）に読み込み、提示した。PDFデータは用紙サイズをA4判、文字サイズを10ポイント、フォントをMSゴシックで作成した。刺激の提示は1台のiPad Air2（Apple社製）で行われた。iPadの画面サイズは対角9.7インチ、解像度2,048×1,536pixel、画素密度は264ppiであった。試験問題提示の際には、「UDブラウザ」の設定により、選択文字の操作メニュー項目（「読み上げ」、「コピー」、「辞書」）を非表示、ビューアからの本棚を非表示（テストモード）にし、かつ、iOS（iPhoneやiPadなどに用いられるOS。OSとは、Operating Systemのこと。）に搭載されているアクセシビリティ機能である「アクセスガイド」を設定し、実験参加者は試験問題しか閲覧できないようにすることで、辞書検索等の不正行為が出来ないようにした。

なお、「単純」と「レイ」については、大学入試センター試験の拡大文字問題の拡大方法に準拠した。



アルファベット (a, b, c, d) は試験問題の型

図 1 実験 1 の条件設定

④手続き

実験参加者 32 名を 6 グループに振り分け、全てのグループにおいて、まず「シミュなし」で「オリ」を実施し、その後、「シミュあり」で「単純」「レイ」「電子」の順序効果を打ち消すようにランダムに割り付けた。その際、実験参加者が、より多くの問題提示方法与教科で解答できるように設定した。本実験は 2 日間にわたり実施された。条件設定については、図 1 に示した。

試験は、作業制限法で実施された。解答時間は、実験開始の合図から実験参加者が解答終了記入欄をチェックするまでの時間とした。実験時間は、実験参加者の解答時間によって異なっていたが、1 日最大 90 分であった。全ての問題提示方法で解答は紙に行い、解答用紙サイズは A4 判であった。採点は 1 問完全解答を 1 点で採点した。

⑤分析方法

作業制限法で試験を実施しているため、実験参加者ごとに解答時間が異なっている。解答時間が長くなると得点率が高まるのは、自然な現象であると考えられる。そこで、単位時間あたりの得点率として、得点率 (%) を解答時間 (分) で割った「得点効率」(%/分) を算出し、問題を解答する際の効率を比較した。解答時間・得点率・得点効率については、教科間と問題提示方法間において、多重比較を行なった。分析に使用した統計ソフトは、

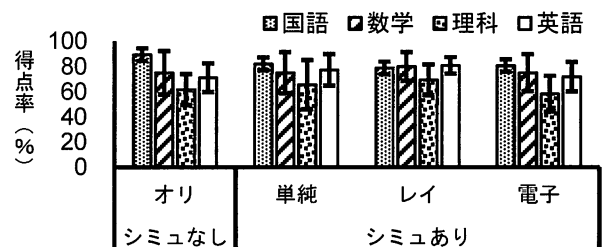


図 2 実験 1 の得点率 (%)

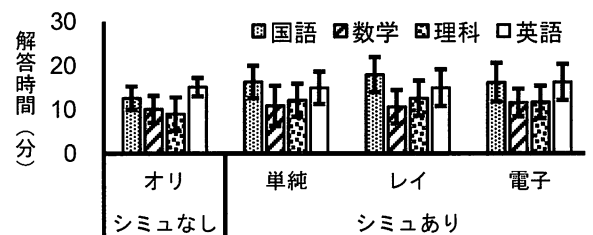


図 3 実験 1 の解答時間 (分)

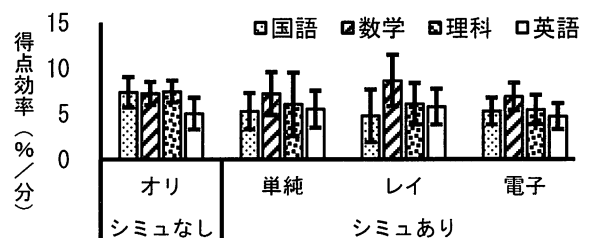


図 4 実験 1 の得点効率 (%/分)

R version 3.3.2 であった。

(2) 結果と考察

各教科、各問題提示方法の得点率のグラフを図 2 に、解答時間のグラフを図 3 に、得点効率のグラフを図 4 に示した。

得点率の平均は、国語は、「単純」(82.1%)、「電子」(80.8%)、「レイ」(78.9%) の順に高かった。数学は、「レイ」(80.0%) が最

表 1 実験 1 得点率の多重比較表

国語			
	単純	レイ	電子
オリ	n. s.	>	>
単純		n. s.	n. s.
レイ			n. s.
数学			
	単純	レイ	電子
オリ	n. s.	n. s.	n. s.
単純		n. s.	n. s.
レイ			n. s.
理科			
	単純	レイ	電子
オリ	n. s.	n. s.	n. s.
単純		n. s.	n. s.
レイ			n. s.
英語			
	単純	レイ	電子
オリ	n. s.	n. s.	n. s.
単純		n. s.	n. s.
レイ			n. s.

<または>は、5%水準で
有意差が見られた関係

表 2 実験 1 解答時間の多重比較表

国語			
	単純	レイ	電子
オリ	<	<	<
単純		n. s.	n. s.
レイ			n. s.
数学			
	単純	レイ	電子
オリ	n. s.	n. s.	n. s.
単純		n. s.	n. s.
レイ			n. s.
理科			
	単純	レイ	電子
オリ	n. s.	n. s.	n. s.
単純		n. s.	n. s.
レイ			n. s.
英語			
	単純	レイ	電子
オリ	n. s.	n. s.	n. s.
単純		n. s.	n. s.
レイ			n. s.

<または>は、5%水準で
有意差が見られた関係

も高く、「電子」(75.0%)と「単純」(74.3%)が並ぶ結果となった。理科・英語は、「レイ」(80.9%・69.4%),「単純」(77.3%・65.6%),「電子」(71.9%・58.2%)の順に高かった。得点率, 解答時間, 得点効率, いずれも問題提示方法ごとに得点率の差は見られるが, Holm 法で多重比較を行なった結果, 「シミュあり」間で有意差は見られなかった。多重比較 (Holm 法) 表は, 得点率を表 1 に, 解答時間を表 2 に, 得点効率を表 3 に示した。

表 3 実験 1 得点効率の多重比較表

国語			
	単純	レイ	電子
オリ	n. s.	n. s.	n. s.
単純		n. s.	n. s.
レイ			n. s.
数学			
	単純	レイ	電子
オリ	n. s.	n. s.	n. s.
単純		n. s.	n. s.
レイ			n. s.
理科			
	単純	レイ	電子
オリ	n. s.	n. s.	n. s.
単純		n. s.	n. s.
レイ			n. s.
英語			
	単純	レイ	電子
オリ	n. s.	n. s.	n. s.
単純		n. s.	n. s.
レイ			n. s.

<または>は、5%水準で
有意差が見られた関係

得点率・解答時間・得点効率において, 「シミュあり」の問題提示方法間で有意差がないという結果から, いずれの問題提示方法も疑似弱視状態の晴眼者に対し, 同程度の効果をもつ支援であることが分かった。ただし, 解答終了後の UD ブラウザの問題用紙を確認したところ, 書き込みを使用した形跡がある実験参加者は, 64 人中 9 人 (国語 17 人中 1 人, 数学 16 人中 3 人, 理科 16 人中 2 人, 英語 15 人中 3 人) であった。一方, 「電子」で解答した参加者で, 解答用紙に解答以外に計算式などの書き込みをした実験参加者は, 64 人中 14 人 (国語 17 人中 1 人, 数学 16 人中 11 人, 理科 16 人中 2 人, 英語 15 人中 0 人) であった。このように, 「電子」の問題用紙に書き込みが少なかったことから, 実験参加者は, UD ブラウザの使用に十分に慣れていなかった可能性がある。得点率や得点効率において, 他の問題提示方法と有意差が見られなかったとはいえど, 国語以外の教科において, 「電子」の得点率・得点効率が他の問題提示方法の得点・得点効率を下回る結果となったのは, UD ブラウザに慣れていなかったことが要因として考えられる。

教科ごとに個別的に検討するために, 教科, 問題提示方法ごとに実験参加者一人一人の得

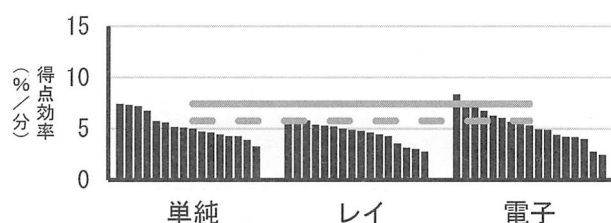


図5 実験1の国語の得点効率 個別データ

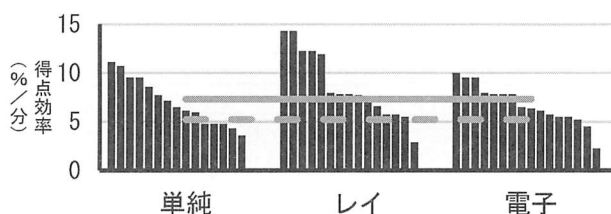


図6 実験1の数学の得点効率 個別データ

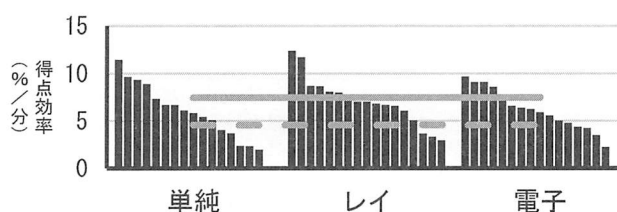


図7 実験1の理科の得点効率 個別データ

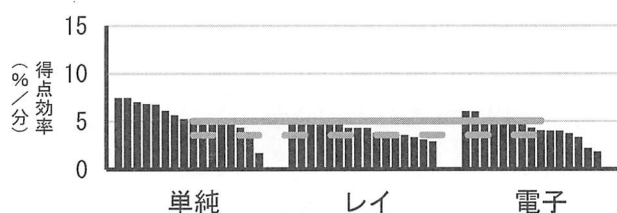


図8 実験1の英語の得点効率 個別データ

灰色の実線の横線は、実験1の「オリ」の得点効率平均、灰色の点線の横線は、「オリ」の得点効率平均－1SDを示す。

点効率を降順にソートして示した（国語：図5，数学：図6，理科：図7，英語：図8）。

「シミュあり」条件の実験参加者の問題提示方法の妥当性を判断する基準として、「オリ」の平均値－1SDを設定した。グラフには、「オリ」の得点効率の平均値を実線の横線、「オリ」の得点効率の平均値－1SDを点線の横線で示した。「オリ」平均値－1SDを上回る人数は、国語（13人）よりも数学（38人）・理科（29人）・英語（41人）が高い結果となった。今回の試験問題において、各問題提示方法の拡大方法では、国語については「シミュあり」条件の参加者にとって、問題提示に関する配慮が不十分な者が多く、数学・理科については、問題提示に関する配慮が比較的過

不足なく設定されていた者が多かったと考えられる。読む文字の量、検索作業の量、1問を解く際のページの往來の量など、様々な操作負荷が影響し、得点効率に影響を与えている可能性がある。教科ごとの得点効率の特徴が現れた結果から、試験時間延長率を定める際は、教科の問題の特徴について考慮し、教科ごとに延長率を定める必要があると考えられる。

3. 実験2

(1) 方法

①実験期間・実験参加者

実験参加者は、実験の説明を受け、書類で同意の意思を示した弱視生徒3名（男2名，女1名，14～18歳，平均＝16.7歳，標準偏差＝2.3歳）であった。実験参加者のプロフィールは表4に示した。

実験期間は、2017年11月9日（木）～12月14日（木）で、各実験参加者に3日間実施した。実験日は、実験参加者Aは2017年11月9日（木）、11月16日（木）、12月14日（木）、実験参加者Bは2017年11月16日（木）、12月7日（木）、12月14日（木）、実験参加者Cは2017年11月16日（木）、12月7日（木）、12月14日（木）であった。

②刺激および問題提示方法

刺激に使用する試験問題および問題提示方法は、実験1と同様とした。

③手続き・分析方法

実験参加者3名に教科（国語・数学・英語）を割り付けた。実施順は順序の効果を打ち消すようにランダムに割り付けた。条件設定については、図9に示した。

試験は、実験1と同様、作業制限法で実施された。解答の様子はビデオで撮影し、解答時間は解答開始の合図から実験参加者が解答終了の意思を示すまでの時間とした。解答用紙サイズは、A4判とA3判を用意し、1日目に実験参加者が選択した。解答用紙サイズの違いによる影響が生じないように、2日

表 4 実験 2 の実験参加者プロフィール

参加者	年齢	視覚特性	眼疾患	視野
A (国語)	17	NBV = (0.1×KB)	網膜色素変性症	
B (数学)	17	NBV = (0.07×KB)	網膜色素変性症	中心暗点
C (英語)	14	NBV=0.1	第一次硝子体過形成遺残 白内障・緑内障	

参加者A	参加者B	参加者C
単純	レイ	レイ
国a	数b	英b
↓		
電子	電子	単純
国c	数c	英a
↓		
レイ	単純	電子
国b	数a	英c

図 9 実験 2 の条件設定

目、3 日目も 1 日目に選択した解答用紙サイズで解答するようにした。希望があった実験参加者には、斜面台を貸し出した。筆記用具、視覚補助具は、実験参加者が持参したものを使用した。解答終了後は、インタビューにより、使用感などを調査した。一人あたりの実験時間は、合計 90 分～120 分程度であった。採点は 1 問完全解答を 1 点で採点した。

実験 1 と同様に、解答時間、得点率を測定し、得点効率を算出し、比較した。

(2) 結果と考察

実験 2 の各教科・各問題提示方法の得点率を図 10、解答時間を図 11、得点効率を図 12 に示した。グラフには、晴眼者と比較するため、実験 1 の「オリ」の得点率、解答時間、得点効率の平均および標準偏差を並べて示した。

得点率においては、数学・英語は、「電子」(71.4%, 36.8%), 「レイ」(57.1%, 26.3%), 「単純」(42.9%, 16.7%) の順に高かった。一方、国語は、「レイ」(62.5%), 「単純」(57.9%), 「電子」(31.3%) の順に高い値となった。解答時間においては、教科ごとに傾向は異なっていた。得点効率においては、国語は「レイ」(1.9%/分), 「単純」(1.3%/分), 「電子」(0.8%/分), 数学・英語は「電子」(2.0%/分, 1.0%/分), 「レイ」(1.5%/分, 0.8%/分), 「単純」(1.1%/分, 0.5%/分)

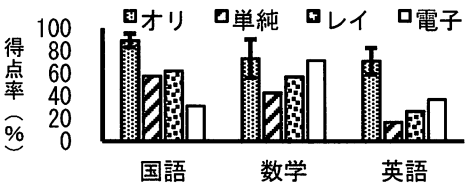


図 10 実験 2 の得点率 (%)

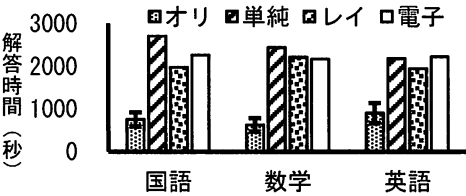


図 11 実験 2 の解答時間 (秒)

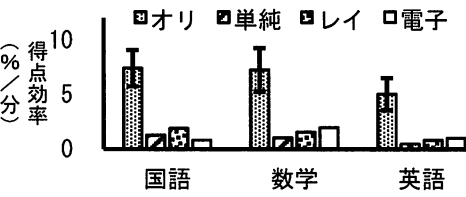


図 12 実験 2 の得点効率 (%/分)

「オリ」は実験 1 の結果を示す。

の順に高い値となった。国語に関しては、実験 1 と同じく、「シミュあり」の 3 つの問題提示方法のうち、「レイ」がもっとも高い得点効率の値を示していた。一方で、数学・英語に関しては、実験 1 と異なり、「単純」よりも「電子」の方が高い得点効率の値を示していた。

これは、実験 2 の実験参加者が、普段の学習にタブレット端末を用いており、タブレット端末の扱いに長けていたと考えられる。数学の「電子」においては、「オリ」の得点率の平均に迫っているものの、得点効率においては「オリ」に大きく下回っている。いずれの教科においても、「オリ」の得点効率の平均値－1SD を上回る得点効率となる拡大方法はなかったため、拡大に加えて試験時間延長の措置等の支援が必要となることが分かった。

解答終了後のインタビューでは、タブレット端末の使用感について、「拡大が自由にできるのが便利」「見えにくいところはすぐにズームできたのが便利」「マーカーでチェックもできたのが、便利」等と述べており、「電子」の長所をうまく活用していることがわかる。一方で、「(UD ブラウザへの) 書き込みはしづらかった。途中式は紙の方が良い」と、使い慣れた方法以外での解答には、不便さを感じた声もあった。「電子」での得点効率は、アプリの熟練に加え、自らに適した解答スタイルで試験に臨むことができるかどうかに関わっている可能性がある。

4. 総合考察

(1) 問題提示方法の影響

実験 1 において、教科ごとの問題提示方法の得点効率に有意差が現れなかったという結果から、得点効率において「単純」、「レイ」、「電子」の問題提示方法は同程度の効果があることが分かった。このことは、「電子」が機能の強化や補強とならないことを意味する。得点効率において、実験 1 では、数学・理科・英語は「電子」よりも「単純」が高く、実験 2 では、数学・英語は「単純」よりも「電子」が高いという結果から、タブレット端末の使用に慣れた場合、「単純」よりも「電子」の得点効率が高まる可能性があることが分かった。今回使用した試験問題では、いずれの拡大方法を用いても、実験 2 のいずれの弱視者にとっても試験における配慮としては不十分であり、試験時間延長の措置が必要となることが分かった。一方で、得点効率を利用して、問題の内容及び出題形式を調整することで、試験時間延長を必要としない試験問題の作成も必要であるといえる。

(2) 教科の影響

実験 1、実験 2 の結果より、教科ごとの得点効率の特徴が現れ、読む文字の量、文字の中からの検索作業の量、1 問を解く際のページの往来の量など、解答には多数の作業工程があり、得点効率に影響を与えている可能性

があった。実験 2 のタブレット端末の使用に慣れている弱視者であっても、国語については、「電子」の効果が、これらの要因による得点効率を低下させる効果を上回ることがなかった。試験時間延長の措置を講じる際、解答における作業の要因を考慮し、教科によって試験時間延長率を定める必要があることが示唆された。教科ごとに試験時間延長率が設定されるようになれば、試験を受ける弱視者や試験を実施する側の負担を軽減することができると考えられる。

5. まとめ

作業制限法で実施したため、得点効率による検討を行うことができ、得点率や解答時間からだけでは、見出すことが難しい特徴について検討することができた。今回、タブレット端末による試験問題提示には、実践例（三上・中野，2017）のある「UD ブラウザ」を用いたが、不正行為対策の設定が容易で、十分に効果があったため、試験問題提示として有効であったと考えられる。

実験 1 において、「レイ」の得点効率は、統計的に意味のある差は現れなかったものの、他の問題提示方法の得点効率よりも高い結果となっていた。より低い小数視力のシミュレーションや視野狭窄等のシミュレーションの場合、問題提示方法の影響がどのように生じるのかは未知数であるため、今後検討することが望まれる。実験 2 において、実験参加者数の都合で、弱視者での実験は国語・数学・英語の 3 教科の実施となった。その他の教科についての検討や、より多くの弱視者での実験が必要となる。今回は、高等学校入学者選抜学力検査相当の問題を使用した。高等学校入学者選抜学力検査と大学入学試験では、問題の性質が異なるため、それぞれについても検討することが必要である。得点率と解答時間を計測し、得点効率について算出したが、教科と問題提示方法が解答行動に与える影響も検討する意義があると考えられる。以上のように、見え方の条件を変更した際の

検討や国語・数学・英語以外の教科での検討、解答行動の変化についての検討など、研究の深め方は多岐にわたるといえる。

本研究で、「電子」が「単純」「レイ」と同程度の効果があることがわかった。また、弱視者の中にはタブレット端末を使いこなすことで、「電子」で晴眼者の得点率平均に迫る者がいたことから、タブレット端末の扱い方に長けることで、見えにくさを補い、使用者の本来持っている能力を発揮できる可能性が示唆された。これらのことから、「電子」を問題拡大方法の一つとして加える意義が見出されたこととなる。見え方に幅のある弱視者にとって、拡大方法の選択肢が増えるということは、今まで効果のある配慮を受けられなかった者が効果的な配慮を受けられるようになることや、今まで受けてきた配慮よりも適した配慮を受けられるようになることを意味する。今後、研究が発展し、弱視受験者の試験における配慮の前進を願うものである。

謝辞

本研究は、JST より、「通常の学級で学ぶ視覚障害児のための合理的配慮に関する支援システムの構築」(16H02072)、「視覚障害者の Web アクセシビリティを保証する医療機関標準 Web ページの要件定義」(15K00438)、「コンピュータモニタに提示される表示形態と視覚特性が弱視者の読書効率に与える影響」(15K04560) の助成を受

けた。

文献

藤芳 衛 (1997) 集団応答曲線による視覚障害受験生に対する試験時間延長量の推定法. 大学入試センター研究紀要, 27.

藤芳 衛 (1999a) 時間－得点率曲線による障害受験生に対する試験時間延長量の推定法の改良. 大学入試研究ジャーナル, 9.

藤芳 衛 (1999b) 障害を有する受験生に対する試験時間延長率の推定法に関する研究. 大学入試フォーラム, 22.

藤芳 衛 (2002) 項目累積型時間－得点率曲線による障害受験生に対する試験時間延長率の新しい推定法. 大学入試研究ジャーナル, 12.

半澤雄太・永井伸幸 (2016) タブレット端末による試験問題の提示が解答時間に及ぼす影響－擬似弱視体験による検討－. 弱視教育 Vol.54, No.2.

三上信雄・中野泰志 (2017) 試験問題のデジタル化に向けた取り組み. 弱視教育, 55(3), 8-12.

中野泰志・氏間和仁・田中良広・韓星民・永井伸幸 (2016) ロービジョンの生徒のための教科書閲覧アプリの開発 (1)－iBooks より視認性や操作性を向上させた新しい iPad アプリの試作とユーザ評価－. 日本ロービジョン学会誌, 16, 65-75.