

教材提示法による弱視者の授業参加への影響
—理療科における ePub 教材の活用の可能性について—

加 茂 紗都子・氏 間 和 仁

教材提示法による弱視者の授業参加への影響

—理療科における ePub 教材の活用の可能性について—

広島大学教育学部

加 茂 紗 都 子

広島大学大学院教育学研究科特別支援教育学講座

氏 間 和 仁

要約

理療科における電子教材（ePub 教材）の活用の可能性を明らかにすることを目的とし、授業に ePub 教材を導入した。従来の紙教科書と ePub 教材使用時の視距離と文字サイズの測定結果から視角を算出し、日用視野図の結果と対比することで読書の様子を推定し両教材提示法で比較した。また先行研究を参考に学習意欲と操作性についての質問紙調査を実施し、両教材提示法間で検討した。調査は6月と11月にX県立盲学校で行われた。その結果、視距離は紙教科書使用時より ePub 教材使用時の方が長く、その差は視覚障害が重度なほど大きかった。これは ePub 教材の文字の大きさを見え方に応じて設定できる機能を利用したことで視角を知覚範囲内に設定できたことが理由であると考えられる。主観評価アンケートの結果、タブレット端末と ePub 教材の長所として全ての生徒が文字の大きさを設定できる、図を拡大できる、背景を変更できる、という視認性の向上の項目、軽いので持ち運びに便利という可搬性の項目を挙げていた。これらの結果から、ePub 教材活用において視認性の向上と視距離の延長による読書の快適性の向上を見込めることが示された。なお、タブレット端末使用に際しては、給電の工夫が必須であることも明らかとなった。

キーワード：ロービジョン、読書、ePub、理療科、視距離

1. 問題の所在と目的

小田（2001）は、弱視者の見え方に応じた支援のアプローチとして、コントラスト感度曲線に基づき網膜像の拡大とコントラストの向上の2つを挙げている。本研究では、小田（2001）が指摘する、多様な発展の可能性のある情報技術の活用に着目する。つまり、サイズを拡大し、かつ、コントラストを向上させるという2つの方法を組み合わせることができるタブレット端末及びデジタルコンテンツを使用し、弱視者の視覚特性に最適化された教材の活用の効果を検討した。

ePub 教材は、文字のサイズやフォント、配色、ページの開き方が設定でき、写真や動

画の拡大ができることから、弱視の視覚特性に柔軟に対応でき、中学部の理科の授業で効果的に活用されてきた（松下・北野・佐々木・氏間，2014）。しかし、他の年代でも効果があるのか、他の教科では効果が変わるのかといった研究を行う必要性が指摘された。氏間・和田・小田（2006）は、理療科の授業で活用できる弱視生徒の視認性を考慮した web インタラクティブ、マルチメディア教材を開発し、マルチメディアの利点を弱視者の視点から①動きのある題材（現象）の速度を調整することができる、②繰り返し観察することができる、③実写よりも映像や現象を単純化、象徴化できるなどを挙げることで

表1 協力生徒のプロフィール

名前	年齢	視覚特性	眼疾患	視野
A	30代	NBV=(0.03×KB) 羞明・夜盲有り	正常眼緑内障	求心視野狭窄
B	40代	NBV=(0.06×KB) 羞明・夜盲有り	網膜剥離	中心暗点
C	10代	NBV=0.3 眼球振盪有り	先天性無虹彩 白内障	

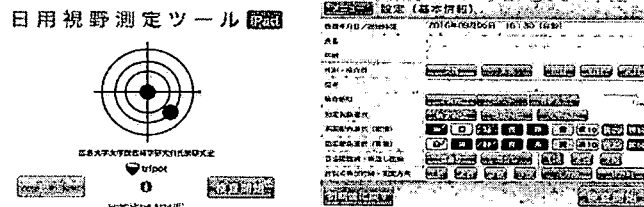


図1 アプリ「日用視野測定ツール」

きるとしているが、ePub教材でこのような視認性を考慮した動画を活用した理療科の教材の開発や実践に関する先行研究は十分でない。

本研究では、在籍者の年代の幅が大きい生徒が共に学ぶ学科である理療科・保健理療科（以下、理療科）を対象とした。理療科は、盲学校の中で中核の職業学科であり、そこでのより良い学習環境を検討することは有意義であると考えた。

ePub教材を作成する科目は図表が多い解剖学分野とし、理療科におけるePub教材の活用の可能性を、授業を通して検証し、その適用範囲と効果及び限界について整理し、これからの視覚障害教育でのePub教材の活用に貢献できる資料を提供することを目的とした。

2. 方法

本調査は、広島大学大学院教育学研究科の倫理審査委員会の承認を2016年4月に受け、実施された。北陸地方にあるX県立盲学校理療科の解剖学の授業で使用している教科書「人体の構造と機能（解剖・生理）」のうち授業者が当該授業で使用する部分のePub化を筆者らがサポートし、著作権法第35条第2項の範囲内で作成した。理療科、保健理療科の1年生の生徒3名が使用した。協力生徒の

情報は、表1に示した。2016年4月～5月の授業では、紙教科書を使用し、2016年6月の授業からePub教材を導入し、生徒が選択できるようにした。6月と11月のX県立盲学校を訪問時には、従来通りの紙教科書の授業とePub教材を使用した授業を3時間ずつ実施し、各教材使用時の視距離・視角の測定と、生徒の授業への参加の様子を明らかにするための5段階評定法と自由記述による主観評価アンケートを協力生徒に行った。

(1) 訪問場所, 訪問期間

訪問場所はX県立盲学校で、訪問期間は2016年6月14日～2016年6月17日、2016年11月8日～2016年11月11日であった。

(2) 日用視野測定

日用視野測定とは、一度に見える範囲を教育的に評価するもので、iPad上で見える範囲と視認できる最小の文字サイズを相対的な視野角で測定するものである。「日用視野測定ツール（氏間研究室製）」アプリ（図1）を使用して測定した。日用視野の結果を視角で比較するために、画面上に「国」のサイズを10ポイント、16ポイント、25ポイント、40ポイントで表示し、その高さを測定し、それぞれ2mm、4mm、6mm、9mmとして扱った。したがって、ポイント数の比率と、算出

表2 協力生徒への質問項目

番号	紙教科書についての質問項目	番号	ePub教材についての質問項目
1	ePub教材と比べて使いやすい。	1	紙教科書と比べて使いやすい。
2	ePub教材と比べて進んで活用したい。	2	紙教科書と比べて進んで活用したい。
3	ePub教材と比べて授業に集中して取り組める。	3	紙教科書と比べて授業に集中して取り組める。
4	ePub教材と比べて学習内容がわかりやすい。	4	紙教科書と比べて学習内容がわかりやすい。
5	紙教科書を使うことによって勉強が楽しくなる。	5	ePub教材を使うことによって勉強が楽しくなる。
6	ePub教材と比べて文字は読みやすい。	6	紙教科書と比べて文字は読みやすい。
7	ePub教材と比べて図は見やすい。	7	紙教科書と比べて図は見やすい。
8	ePub教材と比べてページはめくりやすい。	8	紙教科書と比べてページはめくりやすい。
9	ePub教材と比べて開きたいページにたどり着きやすい。	9	紙教科書と比べて開きたいページにたどり着きやすい。

された視角の比率は単純に一致しない部分があった。

(3) 教材使用時の視距離の測定

紙教科書, ePub教材を使用中, それぞれの教材と生徒との視距離を1時間に10回程度定規を用いて測定した。視角はエクセルのアークタンジェント関数を用いて計算した。紙教科書使用時とePub教材使用時の視距離の差を検討するためにt検定を実施した。統計処理は, R version 3.2.2 (2015-08-14), OSは, OS X 10.12.1を使用し, 効果量の算出には, パッケージ Compute.es (ver. 0.2.4)を使用した。等分散性が認められた場合は, スチューデントのt検定 (Student's t test), 等分散性が認められない場合は, ウェルチ (Welch) 法を用いた。

(4) 質問紙調査

5段階評定法による調査

質問項目は, 高橋・堀田・青木・森下・山田 (2009) の「教科書に準拠した算数科提示用デジタルコンテンツの評価研究」で用いられた学習意欲等を明らかにする児童対象の質問紙調査の項目と, 山内・長岡 (2011) の「電子書籍と印刷物の読書行動における満足感と速度の比較」の研究でiPadと紙媒体の主観評価に用いられた質問項目を参考にし, 学習意欲, 教材の操作性, 見やすさ等に関する項目を設けた。

回答は, 質問に対して「非常にそう思う (5点)・そう思う (4点)・どちらともいえない (3点)・そう思わない (2点)・全くそう思わない (1点)」から当てはまるものを1つ選択する5段階評定法で行った。質問紙

は「紙教科書と比較してePub教材について」尋ねる用紙と「ePub教材と比較して紙教科書について」尋ねる用紙の2種類を用意した (表2)。

自由記述による調査

協力生徒が教材使用時に感じていることを具体的に捉えるえるために, 各教材の「使いやすいところ」「使いにくい・困るところ」の欄を設け, 自由に記述してもらった。

3. 視距離・視角の結果

2016年6月16日, 17日, 11月8日, 10日, 11日の授業において, 紙教科書使用時の視距離と, ePub教材使用時の視距離を測定した。視角は数字の1の高さから求めた。生徒A, Cは6月・11月の調査に参加し, 生徒Bは11月のX県立盲学校訪問時には欠席だったため6月の調査のみ参加した。

(1) 生徒Aの結果

6月と11月の各教材使用時の視距離の平均値を表3に, 視角の平均値を表4に, 6月と11月の各教材使用時の視距離の平均値を図2に, 視角の平均値を図3に示した。6月の紙教科書使用時とePub教材使用時の視距離を比較し, 等分散性が認められたため, スチューデントのt検定を行った結果, 紙教科書とePub教材の平均値間に有意差が認められた ($t(26) = -10.041, p = .000, d = -3.810$)。

11月の紙教科書使用時とePub教材使用時の視距離を比較し, 等分散性が認められなかったため, Welchのt検定を行なった結果, 紙教科書とePub教材の平均値間に有意差が認められた ($t(27.64) = -11.136, p =$

.000, $d = -3.360$)。大小関係は、ePub 教材 > 紙教科書であった。

6月のePub教材使用時の画面のスクリーンショットと、11月のePub教材使用時の画面のスクリーンショットを図4に示した。

6月のePub教材使用時の文字サイズは4mmで一行の文字数は二段組で一行あたり12文字であった。ちょうど本の見開きの様な表示形式を選択していた。11月のePub教

表3 生徒Aの視距離の平均値

	6月		11月	
	紙教科書	ePub教材	紙教科書	ePub教材
N	15	13	21	23
平均 (cm)	18.2	32.7	27.6	39.2
標準偏差	2.9	4.7	4.4	2

表4 生徒Aの視角の平均値

	6月		11月	
	紙教科書	ePub教材	紙教科書	ePub教材
N	15	13	21	23
平均 (分)	77.6	42.9	50.9	61.6
標準偏差	14.3	6.4	7.4	3.4

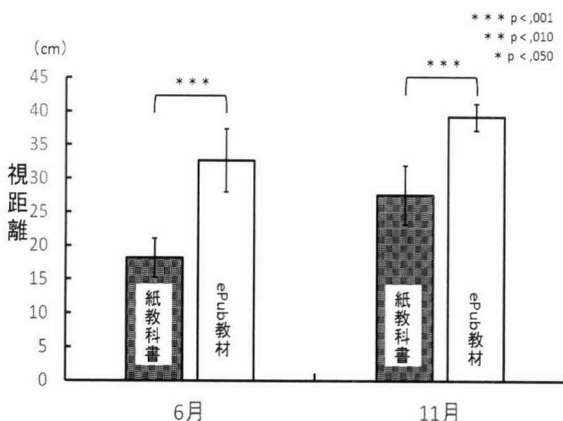


図2 生徒Aの視距離の平均値

材使用時の文字サイズは6mmで一行の文字数は28文字であった。フォントは6月はヒラギノ明朝体、11月はヒラギノ丸ゴシック体で使用していた。表示形式は、6月は画面を右から左に指ではらってページをめくる形式、11月は画面を下から上へスクロールする形式であった。配色の設定は、6月11月ともに、白背景黒文字で使用していたが、目が疲れてきたら黒背景白文字で使用していた。生徒Aの眼疾患は、緑内障であり「コントラスト感度の低下を認めるような場合には、羞明を訴えることも多い」とされている(大鹿・大橋, 192)。生徒Aは、ePub教材使用時は、目が疲れたときには白黒反転機能を利用しており、コントラスト極性の調整を容易に行い、眩しさが軽減していたと考えられる。紙教科書使用時の視距離と文字サイズから算出した視角の平均値は、6月は77.6分であった。日用視野図(図5)上において、10ポイント(27.5分)及び16ポイント(55.0分)の部分

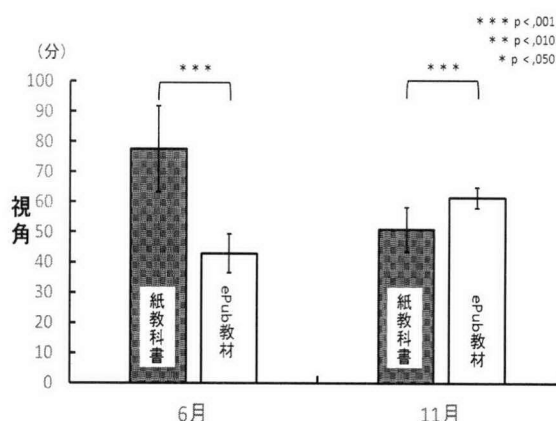


図3 生徒Aの視角の平均値

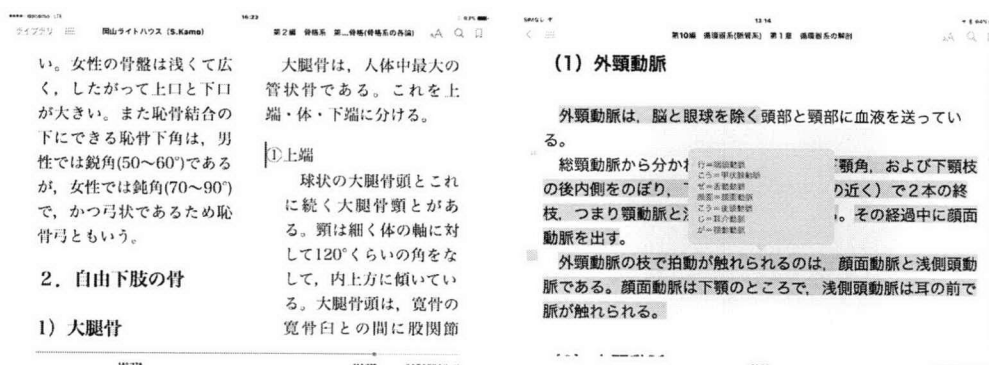


図4 生徒AのePub教材使用時のスクリーンショット画面(左6月, 右11月)

では確実に知覚できており、25ポイント（82.5分）の部分ではなんとか知覚できていた可能性がある。日用視野図（図5）と照らし合わせてみると、中心、左側視野角6°の部分では文字を確実に知覚できており、上側・右側視野角11°及び18°では文字を知覚できていた可能性がある。

ePub教材使用時の視距離と文字サイズから算出した視角の平均値は、42.9分であった。日用視野図上において、10ポイント（27.5分）の部分では確実に知覚できており、16ポイント（55.0分）の部分ではなんとか知覚できていた可能性がある。日用視野図（図5）と照らし合わせてみると中心では文字を確実に知覚できており、左側視野角6°の部分ではなんとか文字を知覚していた可能性がある。

11月の紙教科書使用時の視距離と文字サイズから算出した視角の平均値は、50.9分であった。日用視野図（図5）上において、10ポイント（27.5分）の部分では確実に知覚できており、16ポイント（55.0分）の部分ではなんとか知覚できていた可能性がある。日用視野図（図5）と照らし合わせてみると中心では文字を確実に知覚できており、左側視野角6°の部分では文字を知覚できていた可能性がある。

ePub教材は61.6分で読書をしていただけになるので、日用視野図（図5）上で40ポイント（123.7分）、25ポイント（82.7分）の部分では知覚が困難で、16ポイント（55.0分）、10ポイント（27.6分）の部分で知覚し

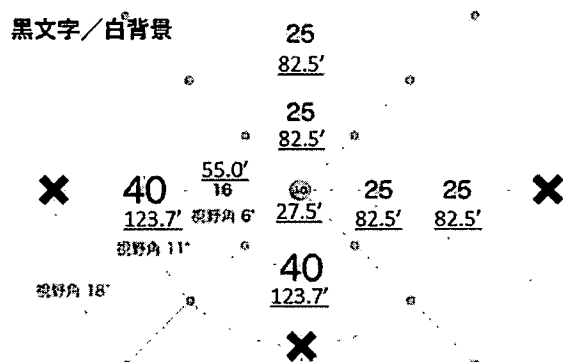


図5 生徒Aの日用視野図

ていたと考えられる。つまり、協力生徒Aの日用視野図上の相対的な視野角でいうと左6°中心0°の範囲で知覚できていたといえる。ただし、上11°及び18°、右11°及び18°の部分では25ポイント（82.5分）が知覚できており、この部分でも66.3分の文字が視距離を微妙に短くすることで、なんとか知覚できていた可能性はある。

平均の視距離は6月も11月も15cm程度紙教科書よりePub教材の方が長くなっていった。小林・五十嵐（1992）は、「視距離が短いと知覚的視野が狭く継時的認知を余儀なくされている」と述べている。また、「知覚的視野が狭いあるいは認知に必要な視野が狭いことは情報量が少なく、それにより情報処理量をも少なくされている」とも述べており、紙教科書使用時よりもePub教材使用時の方が視距離が長く、楽に情報を認知できていると考えられる。

紙教科書では文字サイズや配色が固定化されており視距離を一定の長さ取ることには限界があるが、ePub教材では、使い慣れていくうちに4mmから6mmへと自分の見え方に適した文字サイズに大きくしていき、尚且つ視距離の平均値を32.7cmから39.2cmに伸ばし楽な姿勢で見ることになっており、視距離を十分に取ることは、小田（2010）が述べているとおり最高のパフォーマンスを発揮できると考えられる。

(2) 生徒Bの結果

6月と11月の各教材使用時の視距離の平均値を表5に、視角の平均値を表6に、6月と11月の各教材使用時の視距離の平均値を図6に、視角の平均値を図7に示した。6月の紙教科書使用時とePub教材使用時の視距離を比較し、等分散性が認められたため、学生t検定を行った結果、紙教科書とePub教材の平均値間に有意差が認められた ($t(28) = -3.439, p = .001, d = -1.260$)。大小関係は、ePub教材 > 紙教科書であった。

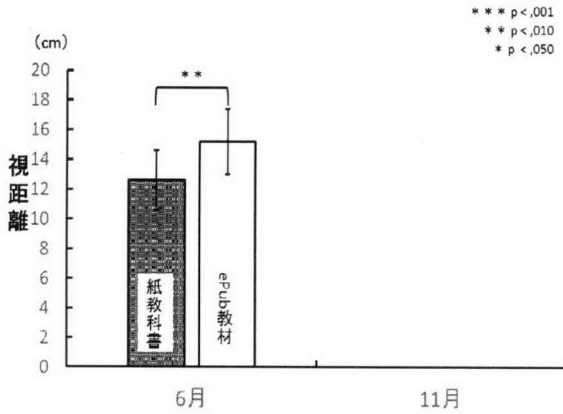


図6 生徒Bの視距離の平均値

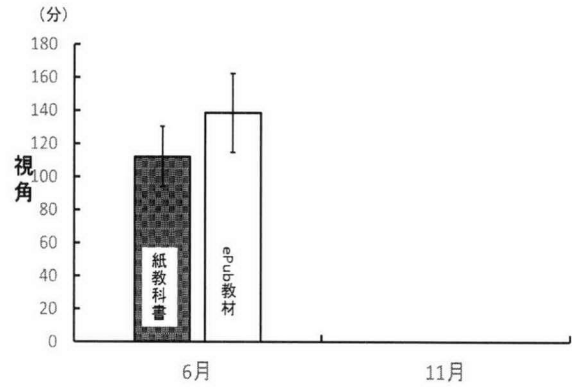


図7 生徒Bの視角の平均値

表5 生徒Bの視距離の平均値

	6月		11月	
	紙教科書	ePub教材	紙教科書	ePub教材
N	16	14	体調不良のため	
平均 (cm)	12.6	15.2	調査未実施	
標準偏差	2	2.2	調査未実施	

表6 生徒Bの視角の平均値

	6月		11月	
	紙教科書	ePub教材	紙教科書	ePub教材
N	16	14	体調不良のため	
平均 (分)	112.1	138.6	調査未実施	
標準偏差	18.1	23.8	調査未実施	

6月のePub教材使用時の画面のスクリーンショットを図8に示した。6月のePub教材使用時の文字サイズは6mmで一行の文字数16文字で使用していた。表示形式は画面を下から上へスクロールする形式であった。配色の設定は、白背景では羞明を訴えたため黒背景、白文字で使用していた。

6月の紙教科書使用時の視距離と文字サイズから算出した視角の平均値は、112.1分であった。日用視野図(図9)上において、25ポイント(82.5分)の部分では確実に知覚できており、40ポイント(123.7分)の部分では知覚できていた可能性がある。白文字黒背景の日用視野図(図9)と照らし合わせてみると相対的な視野角が左側11°及び18°の部分では文字を確実に知覚できており、右側視野角6°及び11°の部分では読書の過程に必要な時には視距離を微妙に調整することで、文字をなんとか知覚できていた可能性がある。

ePub教材使用時の視距離と文字サイズから算出した視角の平均値は、138.6分であっ

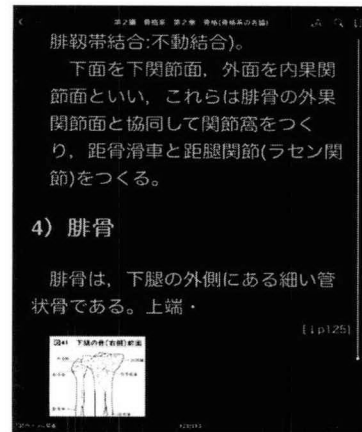


図8 生徒BのePub教材使用時のスクリーンショット画面(6月)



図9 生徒Bの日用視野図

た。日用視野図(図9)上において、40ポイント(123.7分)の部分では確実に知覚できていた。白文字黒背景の日用視野図(図9)と照らし合わせてみると右側6°及び11°の部分では文字を確実に知覚できている。

平均の視距離は、3cm程度紙教科書よりePub教材の方が長くなっており有意差もみられた。ePub教材使用時の方が、小林ら

(1992) が述べた視距離の延長による情報処理の困難さの軽減と、小田 (2010) が述べた視距離延長による効果を生徒Aと同様に見込むことができる。

(3) 生徒Cの結果

6月と11月の各教材使用時の視距離の平均値を表7に、視角の平均値を表8に、6月と11月の各教材使用時の視距離の平均値を

表7 生徒Cの視距離の平均値

	6月		11月	
	紙教科書	ePub教材	紙教科書	ePub教材
N	14	12	19	23
平均 (cm)	18.7	18.8	21.9	23
標準偏差	4.8	2.9	4.8	4.5

表8 生徒Cの視角の平均値

	6月		11月	
	紙教科書	ePub教材	紙教科書	ePub教材
N	14	12	19	23
平均 (分)	77.7	56.5	66.3	77.4
標準偏差	18.5	10.9	18.2	16

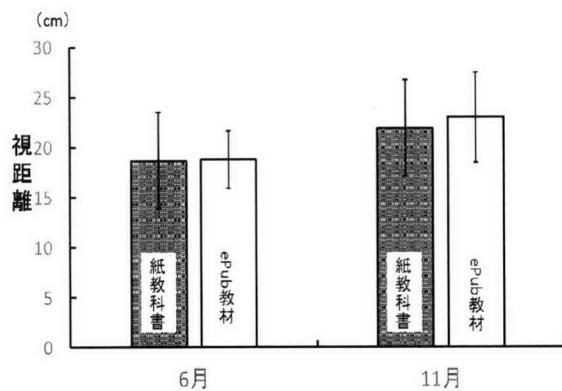


図10 生徒Cの視距離の平均値

図10に、視角の平均値を図11に示した。6月の紙教科書使用時とePub教材使用時の視距離を比較し、等分散性が認められたため、スチューデントのt検定を行った結果、紙教科書とePub教材の平均値間に有意差が認められなかった ($t(24) = 0.022, p = .982, d = 0.010$)。11月の紙教科書使用時とePub教材使用時の視距離を比較し、等分散性が認められたため、スチューデントのt検定を行った結果、紙教科書とePub教材の平均値間に有意差が認められなかった ($t(40) = -0.765, p = .449, d = -0.240$)。

6月のePub教材使用時の画面のスクリーンショットと、11月のePub教材使用時の画面のスクリーンショットを図12に示した。6月のePub教材使用時の文字サイズは3mmで一行の文字数26文字であった。11月のePub教材使用時の文字サイズは5mmで一行の文字数は22文字であった。フォント

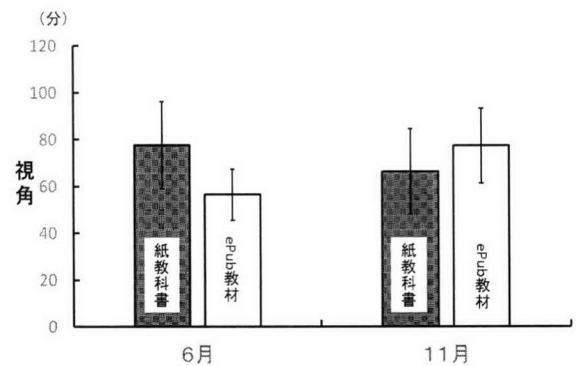


図11 生徒Cの視角の平均値

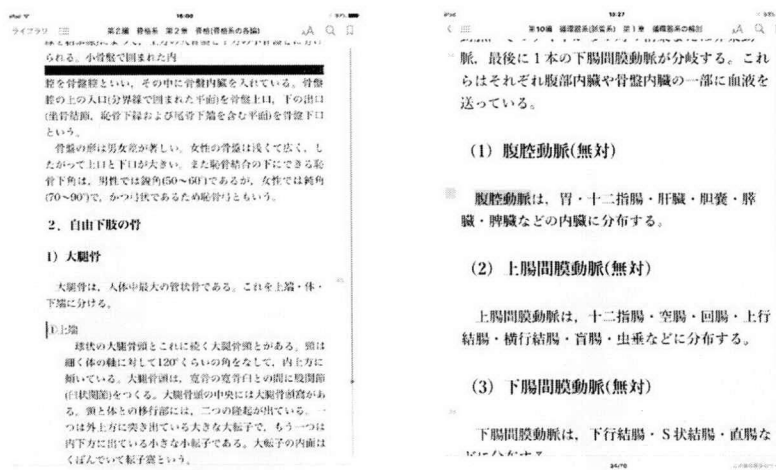


図12 生徒CのePub教材使用時のスクリーンショット画面 (左6月, 右11月)

は6, 11月とも游明朝体で使用していた。表示形式は6月も11月も画面を下から上へスクロールする形式であった。配色の設定は、白背景では差明を訴えたため薄茶色背景、黒文字で使用していた。

6月の紙教科書使用時の視距離と文字サイズから算出した視角の平均値は、77.7分であった。日用視野図(図13)上において16ポイント(55.0分)の部分では確実に知覚できており、25ポイント(82.5分)の部分では状況に応じて視距離を微妙に短縮すれば知覚できていた可能性がある。白背景黒文字の日用視野図(図13)と照らし合わせてみると左側6°及び18°, 上側6°及び11°, 右側6° 11° 18°, 下側6° 11°で文字を確実に知覚できており、中心、左側11°の部分では文字を視距離の調整でなんとか知覚できていた可能性がある。

ePub 教材使用時の視距離と文字サイズから算出した視角の平均値は56.5分であった。日用視野図(図13)上において16ポイント(55.0分)の部分では確実に知覚できており、25ポイント(82.5分)の部分では視距離を短縮すると知覚できていた可能性がある。白背景黒文字の日用視野図(図13)と照らし合わせてみると左側6°及び18°, 上側6°及び11°, 右側6° 11° 18°, 下側6° 11°で文字を確実に知覚できており、中心、左側11°の部分では視距離の調整で文字を知覚できていた可能性があり紙教科書と同じ範囲であったと考えられる。

11月の紙教科書使用時の視距離と文字サ

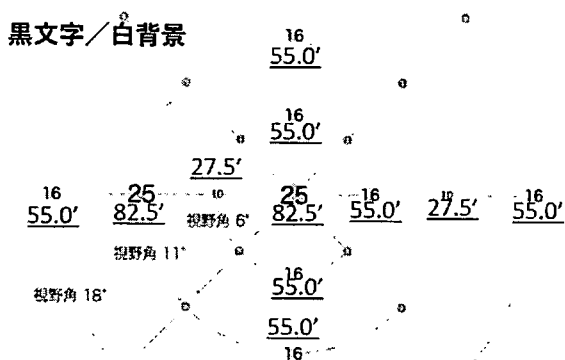


図13 生徒Cの日用視野図

イズから算出した視角の平均値は、66.3分であった。日用視野図(図13)上において16ポイント(55.0分)の部分では確実に知覚できており、25ポイント(82.5分)の部分では視距離の短縮で知覚できていた可能性がある。白背景黒文字の日用視野図(図13)と照らし合わせてみると左側6°及び18°, 上側6°及び11°, 右側6° 11° 18°, 下側6° 11°で文字を確実に知覚できており、中心、左側11°の部分では視距離の調整で文字を知覚できていた可能性がある。

ePub 教材使用時の視距離と文字サイズから算出した視角の平均値は77.4分であった。日用視野図(図13)上において16ポイント(55.0分)の部分では確実に知覚できており、25ポイント(82.5分)の部分では視距離を短縮することで知覚できていた可能性がある。白背景黒文字の日用視野図(図13)と照らし合わせてみると左側6°及び18°, 上側6°及び11°, 右側6° 11° 18°, 下側6° 11°で文字を確実に知覚できており、中心、左側11°の部分では視距離を調整して文字を知覚できていた可能性があり紙教科書と同じ範囲であったと考えられる。

平均の視距離は、6月も11月も紙教科書とePub教材では有意な差は見られなかった。生徒Cの視覚特性では紙教科書の文字を十分に知覚できていることが理由であると考えられる。ePub教材の文字サイズは6月から11月では3mmから5mmに変化していた。

視距離は6月が紙教科書及びePub教材で18cm前後、11月は紙教科書及びePub教材で22cm前後だったため教材間で有意差は認められなかった。紙教科書とePub教材の両方で、6月から11月にかけて視距離が長くなっているのが本生徒の特徴である。紙教科書の視角は、77分(6月)から66分(11月)となり、日用視野図(図13)上の55分以上の知覚範囲に収まっている。しかし、ePub教材では、6月時の文字サイズ3mmで11月の視距離を用いて視角を計算すると、46.9分となり、55分を下回ってしまう。そこ

で、ePub 教材の文字サイズを5mm に変更することで、視角を77分に設定し、55分の範囲で知覚できるようにしたものと考えられる。視距離を短くして読むよりも、少しでも長くした方が姿勢は楽になる。小田ら (2010) が示した視距離の延長によるパフォーマンスの向上を無意識的に行った結果かもしれない。ePub 教材に使い慣れていくうちにより見やすい文字サイズに設定したのだと考えられる。

生徒Cの眼疾患は先天性無虹彩、白内障であり、白いものが眩しく見えることから、文字サイズや配色が固定化されている紙教科書の使用時と比べて、ePub 教材の画面表示は背景を薄茶色に設定しており、羞明を感じることなく使用できる点や、文字サイズを見やすい大きさに設定できるようになったことで、自分の視機能に最適化されるだけでなく視知覚可能な視角を担保しつつ快適な視距離を確保するために文字サイズを設定して使用できていたと考えられる。

4. 視距離・視角の総合考察

紙教科書使用時の視距離の平均値と ePub 教材使用時の視距離の平均値では、視覚障害が重度の方が紙教科書と ePub 教材使用時の視距離の差が大きいことが分かった。近見視力が0.03の生徒Aの場合は10cm 以上差があるのに対し、近見視力0.3の生徒Cの視距離の差は小さかった。紙教科書よりも ePub 教材使用時の方が有意に視距離が長かったのは生徒Aと生徒Bであった。

見え方によって紙教科書と ePub 教材の平均の視距離は有意差がみられたり、みられなかったりするが、どの生徒も ePub 教材を使い慣れてくると、自分の視機能に応じた文字サイズに設定を変更したり、画面の配色を変更したりすることで、楽な姿勢で読書することのできる十分な視距離を保つことができていた。それぞれの視覚特性に応じて表示を最適化できる教材を使用することで、視距離を保つこともでき楽な姿勢で見ることができることから長時間の読書や学習の疲労感の軽減

が期待できる。

本調査の限界としては、視距離の測定が1単位時間の授業中、生徒一人当たり10回であり、それは定規を用いて測定された。大きく差が出た結果については、大小関係を議論することには耐えられるであろうが、数センチの差については、解釈上注意を要している。今後、視距離をより簡易に精密に測定できる手法が開発されることを期待したい。

4. 質問紙調査の結果及び考察

協力生徒の主観評価アンケートの結果を図14、図15、図16に示した。生徒Aは9つ全ての項目で紙教科書より ePub 教材の方が、得点が高くなっていた。生徒Bは、「2. 進んで活用したい」「3. 授業に集中して取り組める」「5. 勉強が楽しくなる」の勉強に対する意欲の項目と、「6. 文字は見やすい」「7. 図は見やすい」「8. ページはめくりやすい」の見やすさ、教材の操作に関する項目で紙教科書よりも高い得点になっていた。これは ePub 教材の、自分の見え方に応じた文字サイズに設定できる機能や、図を拡大して見ることのできる機能により視認性が向上し、稲本・小田・岩本・小中・大倉・五十嵐 (1996) が述べている通り「見える」ことによって自信をもって授業に参加できるようになり、学習を進めるにあたって意欲が出てきたためであると考察できる。生徒Cは ePub 教材よりも紙教科書の方が使いやすくと答えた。生徒Cは軽度の弱視であり、紙教科書の文字サイズでも十分に見え、使い慣れているからだと言っていた。しかし、「4. 学習内容がわかりやすい」「6. 文字は見やすい」「7. 図は見やすい」の項目は、紙教科書よりも ePub 教材の得点が高くなっていた。図は細かく文字は小さいため、ePub 教材では拡大できることや、文字の色と背景の色を設定できることが高評価につながったようだ。

自由記述で各教材の「使いやすいところ」

表9 自由記述 各教材の「使いやすいところ」「使いにくい・困るところ」の結果

	紙教科書	ePub教材
使いやすいところ	ルーペの電池しかりらない(A)	自分に合った文字の大きさを設定できる(A, B, C)
	バッテリーを気にしなくてよい(A)	図を拡大できる(A, B, C)
	操作に慣れている(B, C)	図や動画があって学習内容がわかりやすい(A, C)
	充電や機械の取扱いに気を遣わなくてよい(C)	背景の色を変えられる(A, B, C)
	書き込みがしやすい(C)	文字が明朝体、ゴシック体に変えられる(C)
使いにくい・困るところ		メモにたくさん書き込める(A)
		メモ機能があり自分なりのノートが作れる(A)
		意欲的に取り組める(A)
		暗い所でも見ることができる(A)
		軽いので持ち運びに便利(A, B, C)
		電池が減るのが速い(A, B, C)
		メモを取りづらい(C)
	書き込みに時間がかかる(C)	
		重い(A, B, C)
		持ち運びが不便(A, B, C)

「使いにくい・困るところ」について生徒に尋ねた結果を表9に示した。共通して挙げられた内容を整理すると、紙教科書の長所は、生徒全員が共通して挙げた項目はなかった。紙教科書の短所は、「重たい、持ち運びが不便」、ePub教材の長所は「文字の大きさを設定できる、図を拡大できる、背景を変更できる、軽いので持ち運びに便利」、ePub教材の短所は「電池が減るのが速い」であった。これらの結果からePub教材は紙教科書に比べて可搬性に優れていること、文字や図が見やすいことが確認できた。短所としてePub教材は電池を必要とするので充電をしなければ使えない点が挙げられている。このことは、教室内で充電スポットを作ることや、モバイルバッテリーを利用するなどすると容易に解決できることなので、給電に関するインフラを整備することはICTを常時利用するうえでは必須であろう。生徒AはePub教材の長所としてメモ機能の面を挙げていたが、生徒

CはePub教材より紙教科書の方が書き込みがしやすいと回答した。生徒Cは軽度の弱視であり紙教科書上で実用性の高いメモを取ることができるため、生徒Aは重度の弱視であることから教科書への書き込みよりもePub教材上でのキーボードを利用した書き込みに利得を感じていると考えられる。

6. まとめ

教材使用時の視距離・視角の調査と、教材の使用感に関する質問紙調査を理療科の科目である解剖学分野の授業で、紙教科書とePub教材の間で比較検討した結果以下のことが明らかになった。①ePub教材は、理療科の図表が多い教科書でも対応可能である、②ePub教材は視距離、文字サイズを読者に最適化できる、③ePub教材はICT熟練度・弱視重篤度によらず視認性向上に貢献する、④ePub教材+iBooksは表示条件を柔軟に設定でき、視認性向上に貢献する、⑤ePub教材+タブレット端末の組み合わせは

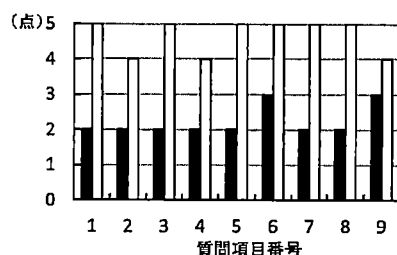


図14 生徒Aの結果 (11月)

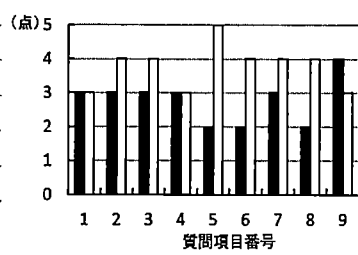


図15 生徒Bの結果 (6月)

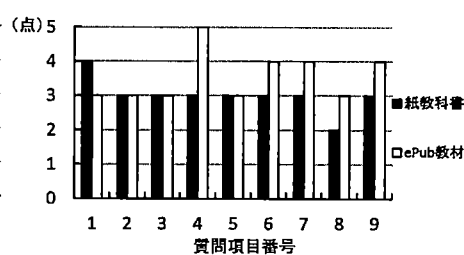


図16 生徒Cの結果 (11月)

操作性・可搬性の向上に貢献する、⑥タブレット端末の利用に際しては給電の工夫が必須である。

今後の課題としては、今回は調査人数が3名であったため今後は調査人数を増やして検討することが望まれる。また、視距離の測定を更に精密に行い授業中の読書の様子を捉えることと、今回見られたような視距離の延長の理由をより詳細に検討することが挙げられる。視距離の延長は読書を快適で効率的にするのだが、ePub教材のように表示形式を柔軟に変更できる環境が整うことで視距離の延長に繋がるのであれば、その理由を明らかにすることは重要であると考えられる。本研究は、授業という日常的な状況で調査を実施した。このことは本研究の最大の特徴であるが、一方で実験室のように精緻な計測が困難であった。今後それらのことが明らかになり弱視者の読書が晴眼者並みに快適で効率化されることを願うものである。

謝辞：本研究の実施にあたってはX県立盲学校の先生方、生徒の皆様にご協力をいただきました。ここに心から感謝の意を表します。

本研究は、平成28年度文部科学省初等中等教育局特別支援教育課委託研究「学習上の支援機器等教材研究開発支援事業」(研究代表：中野泰志)及びJSPS科研費基盤研究(C)15K04560(研究代表：氏間和仁)・基盤研究(A)16H02072(研究代表：中野泰

志)の助成をうけたものです。

参考文献

- 1) 稲本正法・小田孝博・岩本広明・小中雅文・大倉滋之・五十嵐敬 (1996) 教師と親のための弱視レンズガイド. コレール社.
- 2) 小林秀之・五十嵐信敬 (1992) 視野制御下における視覚探索方略に関する研究. 視覚障害心理・教育研究, 9, 17-22.
- 3) 松下萌・北野琢磨・佐々木良治・氏間和仁 (2014) 弱視教育における電子教材の作成と実践例. 弱視教育, 52, 2, 19-26.
- 4) 小田浩一 (2001) 視覚障害とエイド. 心理学評論, 44 (2), 177-190.
- 5) 小田浩一 (2010) ロービジョンマニュアル. オー・ビー・エス.
- 6) 大鹿哲郎・大橋裕一 (2015) ロービジョンケアの実際. 中山書店.
- 7) 高橋純・堀田隆也・青木栄太・森下誠太・山田智之 (2009) 教科書に準拠した算数科提示用デジタルコンテンツの評価. 日本教育工学会論文誌, 33, 117-120.
- 8) 氏間和仁・和田浩一・小田浩一 (2006) 視認性の高いマルチメディア教材の作成と評価. 鍼灸手技療法教育, 2, 36-40.
- 9) 山内悠輝・永岡慶三 (2011) 電子書籍と印刷物の読書行動における満足度と速度の比較. 電気情報通信学会技術報告(教育工学), 110, 27-32.