

弱視教育における電子教材の作成と実践例

松 下 萌 北 野 琢 磨
佐々木 良 治 氏 間 和 仁

弱視教育における電子教材の作成と実践例

高知県立高知若草養護学校

松 下 萌

福岡県立北九州視覚特別支援学校

北 野 琢 磨

広島大学大学院教育学研究科特別支援教育学専攻

佐々木 良 治

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

著者らは電子化教材の効果を授業の中で確認することを目的として、iPad に ePub 化された授業用の資料を組み込み視覚特別支援学校の理科授業で利用した。全6回の授業中、同じロービジョンの生徒が参加している4回の授業に本研究では着目した。分析はST分析を用い、サンプリング間隔は10秒であった。前時の復習等を除いた、実際の授業内容に着目すると、電子化教材を導入した2回の授業は、導入しなかった2回の授業よりも、生徒の活動量が増える傾向にあった。これは、授業中、電子化教材を導入することで実験器具等の写真の閲覧がスムーズに行えたり、自動行替え及び読みやすい文字サイズに設定できるため、資料を用いた教師の説明時間が短縮したことが一因ではないかと考えられた。

キーワード：ロービジョン、タブレット端末、理科、授業分析

1. 目的

電子教材の視覚障害者の利用に関しては、氏間（2001a）から、成人に関しては検索時間等においてその有効性が示唆されているが、児童生徒に電子教材がどれだけ有効か、ということは明らかにされていない。氏間・窪田・森永（2001）では、児童に試作したHTML教科書を利用させているが、スクロールが必要であることや、パソコンの画面を見慣れないことから、読み速度は紙の教材に比べて遅くなっている。しかし、操作に慣れていたり、表示環境を調整したりすることで、読み速度は上がっていくことが予想されるところとしている。

本研究の目的は、電子教材の作成環境を検

討し、作成しやすい方法を考え、実際に使用しやすい教材を作成すること、授業で電子教材を使用することで、授業の時間がどのように使われるのか、授業者、生徒にどのようなメリット、デメリットがあるかについて検証することである。

2. 方法

（1）第一研究

① ePub と PDF の違いについて

iPad 等のタブレット端末で表示できる電子教材の形態の代表的なものはHTML (Hyper Text Markup Language) を使ったものと、PDF (Portable Document Format) を利用したものの2つがある。HTML教材

は、リンクを貼ることにより、情報をシームレスにつなげられる、ブラウザソフトがあれば利用できる、CSS (Cascading Style Sheets) による柔軟な設定が可能である、オンラインでもスタンドアロンでも利用できるという利点があり (氏間, 2001b), ePub や .Book, DAISY はこのタイプである。紙ベースの教材のレイアウトをそのまま再現することは難しい。一方、PDF (Portable Document Format) とは、機種や OS (Operating System) 環境にかかわらず、オリジナルにかなり近い形で再現できるという利点があるが、拡大に伴って縦横へのスクロールが多くなるなど、不都合な点もある。現在の紙の教材をそのまま電子教材にしようとすると、前者は HTML を打ち込むことが、専用の制作ソフトの使用が必要であり、後者はスキャンし、ソフトを利用して制作することにより電子化される。視覚障害者の利用においての両者の比較では、検索時間においては HTML の平均時間はハードコピーの平均時間と PDF の平均時間よりも有意に短いことが明らかにされている (氏間, 2001a)。

今回、電子教材の形態としては ePub を選択した。文字の拡大やフォントがそれぞれ使用時に設定でき、写真や動画の拡大が容易にできることから、弱視の視覚特性に柔軟に対応でき、教材の使用においてより効果が大いのではないかと考えたのが選択理由である。

② 作成方法の検討，試作

ePub の作成ソフトについて、稲葉・野澤ら (2012) は、既存データの取り込み、WYSIWYG 編集機能、文字拡大・白黒反転、出力形式、図の取り込み等の観点から、FUSEe を選択している。作成方法の検討は、Jepasspo・FANTaStIKK, AdobeInDesign, FUSEe で行った。この中で、FUSEe は、1つのソフトで ePub に生成できる、スタイルシートが使用できる等のことから比較的扱いが容易であり、本研究でも ePub 作成のソフトとして選択した。

③ 実際の教材の作成

表 1 中学理科教材一覧

中学 2 年	・実験 1 唾液によるデンプン溶液の変化 ・観察 2 血液の流れ ・やってみよう イカのからだの解剖
中学 3 年	・実験 1 台車のいろいろな運動の記録 ・実験 2 斜面を下る台車の運動 ・実験 3 向きが異なる 2 つの力の合力 ・実験 4 物体の持つエネルギーの変化 ・実験 5 小球のもつエネルギーと木片に衝突したときにする仕事 ・実験 6 滑車やてこを使ったときの仕事の大きさ

表 2 (例) 実験 1 の場合

実験名	実験 1
題材	台車のいろいろな運動の記録
表示形式	ePub
作成ソフト	FUSEe
作成材料	PDF の自作資料, 写真 21 枚等
表示ソフト	iBooks

表 3 参加生徒の視機能

	性別	視 力	見 え 方
生徒 A	女	右 0.7 / 左 0	
生徒 B	男	右 0.03 / 左 0.01	眼の真真中に盲点があり、周りがぼやけている。 視野の下の方が見えにくい
生徒 C	男	不明	視野の下の方が見えにくい。 右が見える。左が見えにくい。

授業者の視覚特別支援学校の理科教諭と相談し、生徒や単元の特性を考慮しつつ、実際に授業で使用する、中学理科 9 種の教材を作成した。

教材の作成は、表 1・表 2 に示す内容で行った。

(2) 第二研究

① 実施期間

実施期間は 2013 年 9 月から 10 月であった。視覚特別支援学校 1 校で 5 日間、計 6 単位時間の授業を実施していただいた。

② 参加生徒

表 4 授業実施日と対象生徒、使用した教材名

実施日	対象生徒	教材名
9月24日	生徒A	実験3 向きが異なる2つの力の合力
9月30日	生徒B, C	観察2 血液の流れ
10月16日①	生徒B, C	やってみよう イカのからだの解剖
10月16日②	生徒A	実験4 物体の持つエネルギーの変化
10月25日	生徒A	実験5 小球の持つエネルギーと木片に衝突したときにする仕事
10月31日	生徒A	実験6 滑車やてこを使ったときの仕事の大きさ

表 5 実施日とビデオ名

実施日	ビデオ名
9/24	ビデオ1
9/30	ビデオ2
10/16①	ビデオ3
10/16②	ビデオ4
10/25	ビデオ5 (ePub 未使用)
10/31	ビデオ6 (ePub 未使用)

参加生徒は表3に示した3名であり、いずれも中学段階の生徒であった。

③ 実践

実践は、表4に示した理科の授業時間（一単位時間当たり50分）を使って行った。

このうち、9月24日、30日、10月16日の授業はePubを使用する授業であり、10月25日、31日の授業はePubを使用しない授業であった。

表5に示したようにそれぞれの授業をビデオ撮影し、授業分析を行った。

④ ST 授業分析

ST 授業分析においては、観点別 ST 授業分析ソフト (Ver.2) を利用した。このソフトを利用すると、分類項目を入力し、ビデオを同時に再生しながら観点の変化に応じて当てはまる項目を選択していくと、ST 授業分析折れ線グラフ、選択した間隔ごとの「ST 授業分析表」及び「観点別 ST 授業分析表」、観点別の円グラフ、棒グラフを作成すること

表 6 ePub 使用時の分類項目

T1 発問	S1 思考・考えの発表・解答
T2 支援・援助等	S2 音読・実験等
T3 解説・説明・指示等	S3 写真の操作閲覧
T4 ePub の操作・指示等	S4 ePub の操作、書き込み
T5 その他	S5 ePub の音読

表 7 ePub 未使用時の分類項目

T1 発問	S1 思考・考えの発表・解答
T2 支援・援助等	S2 音読・実験等
T3 解説・説明・指示等	S3 写真の操作閲覧
T4 教科書の操作・指示等	S4 教科書の操作、書き込み
T5 その他	S5 教科書の音読

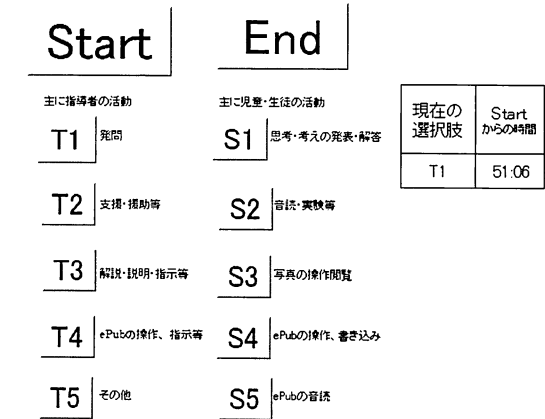


図 1 ST 授業分析ソフト

ができる。

このソフトでは T（教師）、S（生徒）ともに 5 項目が設定できるが、今回の分析では表 6・表 7 に示した項目を設定した。

設定理由としては、ePub の使用時間を検証することが目的であり、また ePub の使用の中でも音読、写真の操作閲覧は、教科書を使用する場合と大きく異なるのではないかと仮説したことが挙げられる。そのため、生徒の項目に写真の操作閲覧、ePub の操作、書き込み、ePub の音読をそれぞれ設定した。

3. 結果

(1) ビデオ分析 (ST 授業分析)

○ ST グラフについて

ST グラフは、横軸を教師の行動の発現量、縦軸を生徒の行動の発現量とし、各軸の単位は10秒である。グラフが水平に伸びている部分は教師が何らかの行動を取っており、垂直に伸びている部分は生徒が何らかの行動を取っていることを表している。

ここでは、前時の復習などを除く、実質的に作成し教材と関係のある内容を取り扱っている期間、つまり実験準備と実験実施の時間について特に言及する。グラフでは、前時までの復習が灰色の部分、実験準備とまとめは黒の実線、実験は白抜きの線で示した。

実験準備と実験それぞれに近似直線を引き、その関数を示している。近似直線の傾きが大きいということは、生徒の行動が多いことを示している。授業に生徒がかかわる割合がより大きかったことを示していると考えられる。この場合、実験時の近似直線の傾きは2.41を示している。

図2から図5のグラフは生徒Aの4時間分のSTグラフである。

ePub 使用のビデオ1では近似直線の傾きが1.54、ビデオ4では2.41であった。ePub 未使用のビデオ5では1.24、ビデオ6では1.40となっており、ePub 使用の授業の方が、傾きが大きくなっていた。

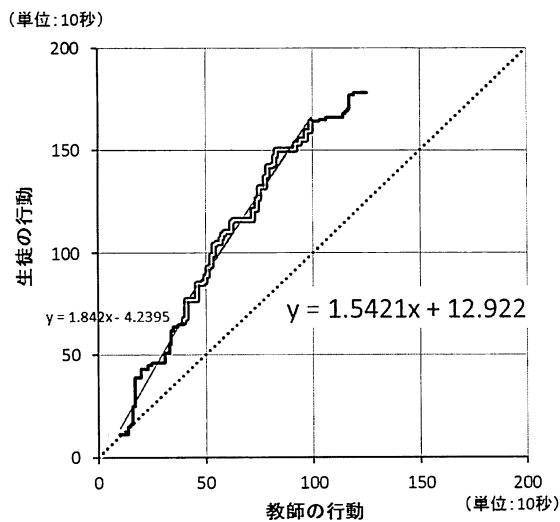


図2 ビデオ1 (ePub1) のST グラフ

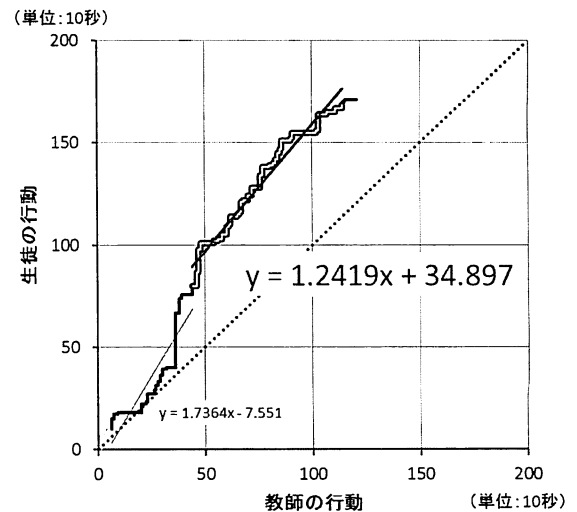


図4 ビデオ5 (通常1) のST グラフ

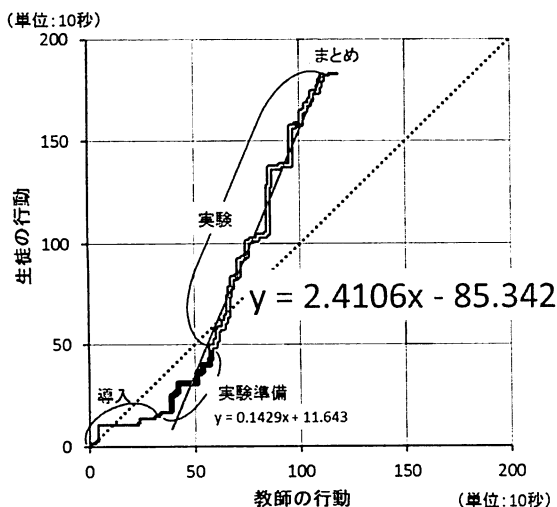


図3 ビデオ4 (ePub2) のST グラフ

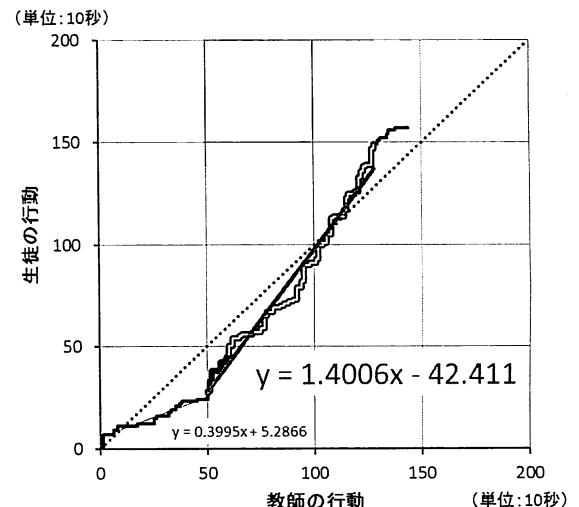


図5 ビデオ6 (通常2) のST グラフ

2) ビデオ分析 (実験中の発現頻度)

それぞれの行動の実験中における発現頻度は以下のとおりであった。

ePub 教材を用いた授業のビデオについて、ビデオ 1 を ePub1、ビデオ 4 を ePub2、ePub 教材を用いなかった授業のビデオについて、ビデオ 5 を通常 1、ビデオ 6 を通常 2 として、表 8 から表11に示した。

表 8 ビデオ 1
実験中の発現頻度

分類項目	総発現時間(sec)	割合
T1	49	0.030993
T2	227	0.14358
T3	247	0.15623
T4	0	0
T5	0	0
S1	388	0.245414
S2	617	0.390259
S3	15	0.009488
S4	38	0.024035
S5	0	0

表 9 ビデオ 4
実験中の発現頻度

分類項目	総発現時間(sec)	割合
T1	94	0.03894
T2	179	0.075751
T3	435	0.184088
T4	25	0.01058
T5	1	0.000423
S1	382	0.161659
S2	917	0.388066
S3	30	0.012696
S4	285	0.120609
S5	66	0.027931

表10 ビデオ 5
実験中の発現頻度

分類項目	総発現時間(sec)	割合
T1	55	0.034788
T2	102	0.64516
T3	399	0.252372
T4	0	0
T5	0	0
S1	270	0.170778
S2	491	0.310563
S3	0	0
S4	264	0.166983
S5	0	0

表11 ビデオ 6
実験中の発現頻度

分類項目	総発現時間(sec)	割合
T1	34	0.016915
T2	98	0.048756
T3	653	0.324876
T4	0	0
T5	0	0
S1	380	0.189055
S2	766	0.381095
S3	0	0
S4	77	0.038308
S5	2	0.000995

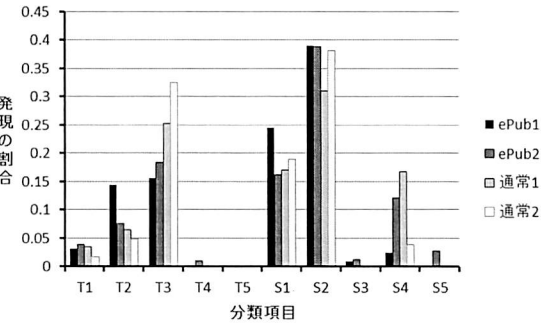


図 6 ST 授業分析における実験時の行動の発現状況

3) 逐語記録分析

①ePub使用の実験手順の説明場面(ビデオ 4)

表12はビデオ 4 における実験手順の説明場面の逐語記録の一部である。表12で利用された教材を図 7・図 8 に示した。

この場面では、先に教科書を使用した説明

表12 ビデオ 4 の逐語記録の一部

28" 26	T	そしてどんなグラフを書くのかちょっと教科書ではよくわかんなかったと思うんですけど,
	S	縦に動いた個数と
	T	うん、ちょっと大きくしてください
28" 35	S	(グラフ用紙を拡大する)
	T	縦軸が?
	S	
	T	個数ね。
28" 45		だって10個までしかないやろ?
		10, でキャップの速さが? 単位は?
	S	毎秒
28" 53	T	メートル毎秒ですね。

が行われた後、ePub を使って詳しい説明が行われた。

例えば
教師「縦軸が？」
生徒「10」
教師「単位が？」
生徒「毎秒」
といった、グラフ用紙に記載された数値や単

位に関する教師と生徒の会話から、生徒は教師の発問に対して、明確で正確に回答できていた。これらの会話の直前に教師が、

「うん、ちょっと大きくしてください」と、生徒に ePub の操作の指示をして、グラフを拡大表示させていた。この手軽に行える拡大は ePub 使用の長所であると考えられる。この拡大の結果、生徒は視覚特性に応じた網膜像を得られ、教師に明確で正確・迅速に回答できたものと考えられる。ePub 使用が効果をもたらした要因として、教科書ではグラフ用紙の画像が小さかったが、ePub では拡大が可能であるため、グラフ用紙が見やすくなり、教師の説明がより分かりやすくなったことが挙げられる。これは、ePub を使用する一つの利点であると考えられる。

② ePub 未使用の実験手順の説明場面（ビデオ 5）

表13はビデオ 5 の実験準備の逐語記録の一部である。この授業は ePub を使用せず、教科書のみで行っており、教科書には準備物のイラストのみが示されている。当該の教科書を図 9 に示した。

前述したビデオ 4 では、ePub の画像の拡



図 7 教科書の該当ページ

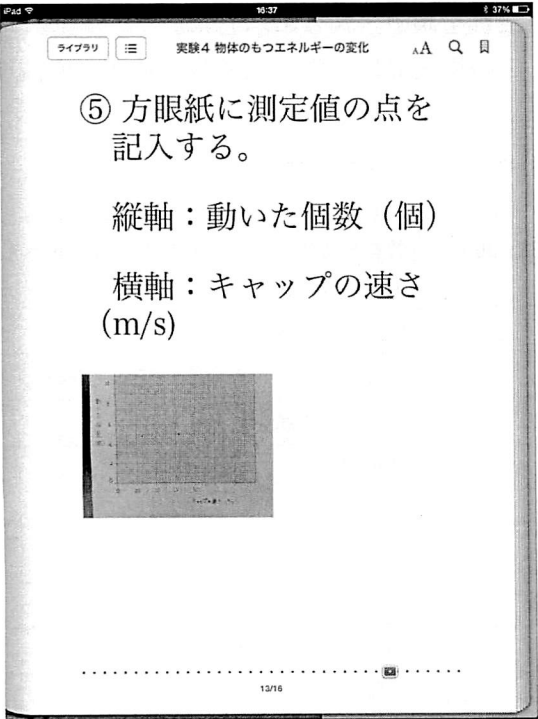


図 8 実際の ePub のページ

表13 ビデオ 5 の逐語記録の一部

4" 16	T	はい、ルール、電気コード、はどう、わかりますか？
		そこに絵にはかいてありますけど
	S	はい
	T	はい、ちょっとお見せしましょうね
4" 31		これです。
	S	見たことないです。
	T	見たことない？
		えっとね、この中で電気コードを通して
		これの上にかぶせるやつがあるでしょ、
		電気コードがそのままむき出しになったら、
		いろんなとこにひっかって危ないんで、
4" 51		こんな中に入れてカバーをして、
		くっつけるというような感じ。
		見た目もきれいですね。

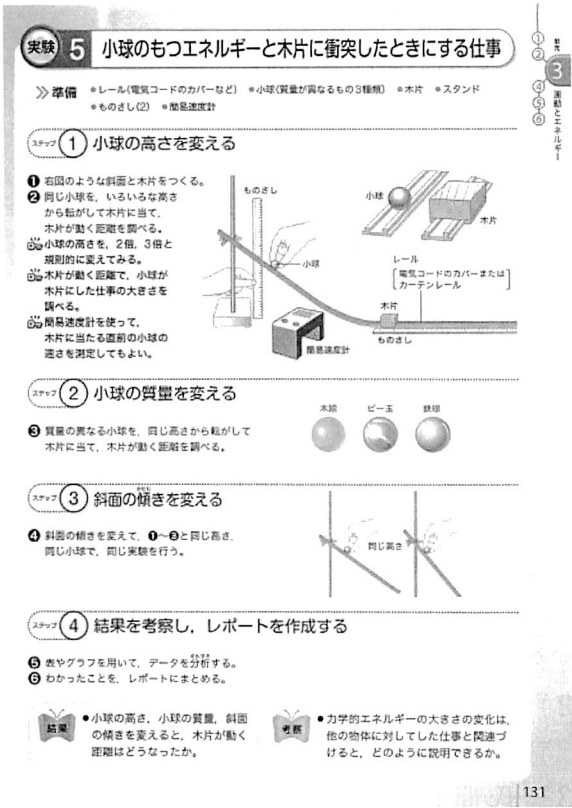


図9 教科書の該当ページ

大機能を利用して拡大された写真を使用して、教師が説明を行っていたが、ビデオ6では、まず教科書のイラストを使用し、イメージをつかみにくいものにおいては、実物を見せてより詳しい説明を行った。生徒の様子をみて、教師が実験道具を机上に準備して、実物を示しての説明を行うことで、ePub 使用の授業と比較して、説明の時間が長くなっていることが考えられる。

無藤（1998）によると、ピアジェによる思考の発達段階では、小学校段階の児童は具体物を利用した論理的操作を行う具体的操作期にあり、形式的・抽象的な水準での操作は行われない。そのため、小学段階では、具体物を示しての活動が行われる必要があると考えられる。しかし、参加生徒は全員中学段階であり、形式的操作期にあることから、これまでに直接経験で学んだ事柄を写真を示しての操作が十分可能であると考えられる。

③ ePub 使用の実験中の確認場面（ビデオ1）

表14はビデオ1の実験中の逐語記録の一部である。実験中に実験器具の設定を行う際に、

表14 ビデオ1の逐語記録の一部

18" 00	T	この紙を
		貼らないと
		確認してくださいね。
		やっちゃってください。
18" 20	S	(ePubで確認する)
	T	見た方が分かるかもしれないね。
	S	あ、ほんとだ、逆だった。
18" 32		(電気器具を設定しなおす)

実験準備で使用した ePub を再度確認し、生徒自身が行った実験器具の設定が間違っていたことを

「あ、ほんとだ、逆だった」と生徒自身が発見して正しく設定し直すことができたと考えられる。このことを可能にしたのは、ePub が必要な情報にアクセスするための即時性を持っていること、手軽に拡大を行い肉眼で写真の細部まで視知覚できること、自分の手元で手軽に見ることができること、ePub の写真と設定した実験器具を見比べることができること、という性質を ePub 化自作教材が持っていたためと考えられる。

4. 考察

第一研究では電子教材（ePub）の作成を行い、第二研究では作成した ePub を使用しての授業実践、さらにその分析を行った。

第一研究においては、いくつかの方法で ePub 作成の試作を行い、先行研究に基づいて、FUSEe という作成ソフトを選定することができた。また、同ソフトを用い、9本の中学理科の ePub 化自作教材を作成することができた。盲学校の理科担当教員の助言を得ながら幾度も修正を重ね、視認性や可読性にこだわった教材作成となったと考える。

第二研究においては、ePub 使用の4単位時間、ePub 未使用の2単位時間の授業を行っていただいた。それぞれの授業分析におけるビデオ分析では、実験時において、ePub 使用の授業の方が生徒の行動が多く、主体的

に授業に参加できていたと考えられる。加えて、実験時において、ePub 使用の授業の方が、生徒が実験作業を実際に行っている時間が長く、教師が説明している時間が短かった結果が得られた。また、逐語分析においては、ePub 使用では拡大が可能になったことから、教師の説明がより分かりやすくなったり、質問に明確で正確に回答できたりしたことや、ePub が持つ即時性や手軽さ、視認性の高さから、生徒自身が設置の間違いに気づき修正することができたことが挙げられる。これらの結果は、① ePub 自身が持つ、文字や写真が視覚特性に応じて拡大でき、行替えを画面幅に収まるように、自動的に行うことができる機能、文字と背景のコントラストを設定できる機能、②学校で実際に使われている教具を使い、学校の実態に応じて作成された ePub 化自作教材を使用したことの2点から得られたと考えられる。また ePub 未使用の授業では教師の説明が多いことがST 授業分析、逐語記録から確認され、写真でなく実物を使って説明するため、教師の説明に時間が多くかかることも推測された。

以上のことから、弱視生徒が学習に ePub を利用して作成された教材を活用することは効果があるのではないかと考える。

今後の課題としては、教材の作成においては、より簡単に速く教材を作成することを追

求することが引き続き求められる。

実践においては、今回は中学段階の生徒に授業実践を行ったが、より発達段階が初期段階である小学段階の児童には電子教材は効果があるのか、高等学校段階では、異なる効果をもたらされるのか、また今回は理科で実践を行ったが、他教科では、効果が変わるのかといった研究を行う必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 稲葉妙子・野澤しげみ・田中直子・鈴木志寿香・小野瀬正美・納田かがり・藤井亮輔・長岡英司 (2012) 教材作成における EPUB 編集ソフトの試用. 筑波技術大学テクノレポート, 19 (2), 43-48.
- 2) 無藤隆 (1998) 児童心理学. 放送大学教育振興会, 10.
- 3) 氏間和仁 (2001a) ロービジョンの HTML 教材に関する研究. 障害児教育論文集, 26, 1-21.
- 4) 氏間和仁 (2001b) 弱視者のための HTML 教材の活用. 弱視教育, 39 (1), 6-15.
- 5) 氏間和仁・窪田憲二・森永貴美 (2001) 弱視児のための HTML 教材の試作. 第10回視覚障害リハビリテーション研究発表大会論文集, 48-50.