

平成 29 年 6 月 28 日現在

機関番号：23902

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2013～2016

課題番号：25350022

研究課題名（和文）紙・デジタルペン・タブレット端末利用による“書く”を重視したデジタル教科書の研究

研究課題名（英文）Research on digital textbooks that emphasize "writing" by using paper, digital pen system, tablet PC.

研究代表者

柴崎 幸次（SHIBAZAKI, Koji）

愛知県立芸術大学・美術学部・教授

研究者番号：10315872

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、紙・デジタルペン・タブレット端末の組み合わせによる、“紙に書く（描く）”ことを重視した視点からデジタル教科書を開発する実践的研究である。デジタルペンシステムとタブレット端末により、教員のパソコンと生徒側の紙に書く情報がリアルタイムに反映されるシステムを使い、どのような授業実施が可能なのか、様々な取り組みを小学校の実際の授業で実験を行った。まず、授業実践に使用するために機器の充電保管が可能なシステムを構築し、国語、算数、理科、総合学習などで日常的な生徒達の発表とディスカッションの授業を実施した。この実験授業は、京都教育大学付属桃山小学校の協力のもと実施した。

研究成果の概要（英文）：This research is a practical study to develop digital textbooks from the viewpoint that emphasizes "writing (drawing) on paper" by a combination of paper, digital pen system and tablet PC. Using a digital pen system and a tablet PC, we use a system that reflects information written on teacher 's PC and student' s paper in real time, we experimented with various practices in actual class of elementary school to see what kind of lesson can be carried out. And, we constructed a system that can charge storage of equipment for use in lesson practice. In the subjects of Japanese languages, Arithmetic, Science, Integrated studies, daily student presentations and discussion classes. These experimental lessons were conducted with the cooperation of Momoyama Elementary School Attached to Kyoto University of Education.

研究分野：デザイン学

キーワード：デジタルペン ICT環境 デジタル教科書

1. 研究開始当初の背景

教科書のデジタル化や、教育のICTに関する動向は、日本では欧米や韓国より遅れをとっており、2010年度からようやく総務省による「フューチャースクール推進事業」や文部科学省「学びのイノベーション推進協議会」の実証実験が実施されているが、本格的な全校実施に向けてはその仕様決定やコスト面の問題などにより実現レベルには至っていない。またデジタル教科書の検討には、前述の総務省や文科省の事業、その他デジタル教科書教材協議会(DITT)の実証実験等があり、様々な団体や関連企業が参画している。これらの構想は、学校種別や児童・生徒の発達段階を考慮して、デジタル教科書・教材の提供、一人一台の情報端末、デジタル機器、無線LAN、教師へのサポート体制など国が補助し総合的な実証研究等を行うものであるが、本格的な検討は始まったばかりである。例えばハード面では、導入コストの問題(ノートパソコンの費用や教室設備)が非常に大きく、ソフトやリテラシーの面は、実施する学校側の人的・設備的な問題や、指導において紙の教科書・ノートを初等中等教育から取り除くことへの違和感、自宅へ持ち帰っての学習が不便なこと、障害等を持った児童生徒達の教科用特定図書等に関する位置づけが明確にされていないことなどがあげられた。さらに、最も重要な教科書のデジタルコンテンツの仕様作成が過渡期であるなどファイルフォーマットの検討も課題であり、現実にこの仕組みを初等中等教育に展開するには相当な困難があると予想される。

本研究の期間中にも様々な進展が見られ、現在では平成32年の次期学習指導要領の改訂を目処に、アクティブ・ラーニングの視点からのICTの活用による授業改善が目標とされ、情報活用能力、プログラミング思考など、言語能力と同様に重要視され、そのカリキュラムマネジメントの実証実験などが実施されている。

2. 研究の目的

本研究は、紙・デジタルペン・タブレット端末の組み合わせによる、“紙に書く(描く)”ことを重視した視点から、ICT導入による能動的な学習につながる授業構築の実践的研究を行い、デジタル教科書を志向することを目指している。通常学級の教科書から将来的には特別支援教育における教科用特定図書等の教科書構成にも視野を広げ、紙に書くことによる発表機能やデジタルデバイスのアクセシブルな機能、紙・デジタルペン・タブレット端末という新しい教科書構成を使い実現可能な指導案としてのモデル授業を構築することを目的としている。また、デジタル教科書の機能として、書くという行為に関しては、タブレット端末等

への書きにくさや、環境光により見え方が左右されるバックモニターを見続けることによる生徒側のつらさの問題、さらに教育上書くという行為を初等中等教育において本当になくしてしまっただけという議論へひとつの考察になると考えている。

本研究では、実際の授業のやり方等、現場の教諭の意見も聞きながら進めたが、授業時、生徒達は常に教科書を見ている訳ではなく教えている教師を見ているのであり、教科書及び学習指導要領に準拠した授業を指導案として提供し実践することとした。

その中で、これまでの紙の教科書でもなく、現状のデジタル教科書にもない良さを引き出すことはどのようなことかを考察した。教育のICTに関するデジタル機器は、個の学習ツールとして使ってしまうと、デジタル問題集やゲームのようになりがちである。しかし、生徒にとって紙で書くというインプット方法は、一般のデジタルデバイスに比べ、使い方に縛られない自由な意志表現が可能になる。それを共有することによりグループで議論を深めるなど、協働学習につながる要素を持っている。

このようなことから、生きた授業は教師と生徒達とのコミュニケーションによって成り立っており、教育の場の意味から考えても、授業は個の考えや議論を引き出すことが重要であり、ICTの役割は、教師と生徒とが授業に集中し効率良く学べる環境を構築することが課題である。

3. 研究の方法

本研究においては、紙・デジタルペン(ドットパターン、タグ)・タブレット端末の利用による教科書デザインの構成を授業の中でどのように生かせるかは、各教師が作成する指導案の構築がポイントになる。

デジタルペンの特性は、デジタルとアナログの利点を組み合わせた意思表示のためのツールでもあり、ボールペンの先端にカメラが内蔵されており、専用のワークシートを使えばデータ化できる。生徒はボールペンで書いたワークシートが手元に残り、読み取られたデータはPCに表示されプロジェクターからメインボードに大きく映し出される。この時、色パレットを使えばデータ上では多色となり線の太さを変えることもできる。また、再生機能もついているため漢字学習の筆順チェックや式と計算の順序の学習では振り返りが可能である。さらにクリッカー機能もついており、最大6択までの集計が可能である。データはペンの登録番号ごとに表示され、データを棒グラフで表示することもできる。本研究で使っているバージョンはタブレット端末と連動しており、グループ内での交流や記録も可能となっている。(図1)

(1)紙・デジタルペン(ドットパターン、タ

グ)・タブレット端末の利用に関するシステムの構築について

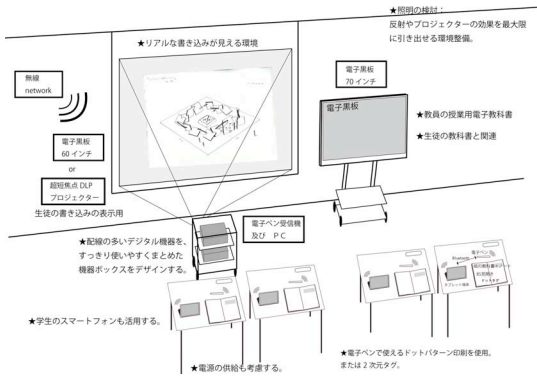


図1 本研究の環境構築イメージ

本研究で使用するデジタルペンシステムは、大日本印刷株式会社のデジタルペンスソリューション OpenNOTE の活用を軸に、タブレットと紙の教科書にあたる複数ページのテキストを準備し、ボールペン型のデジタルペンによる書き込み情報の共有機能や、マウス機能を使ったページリンクやマルチメディア情報に連動する機能を持たせた。教室導入に際しては、収納と充電、授業の際の短焦点プロジェクターを一体化し、様々な場所での授業実験ができる環境を構築した。(図2、3)

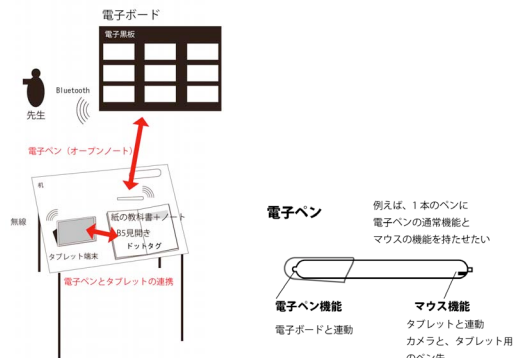


図2 本研究のデバイス概要

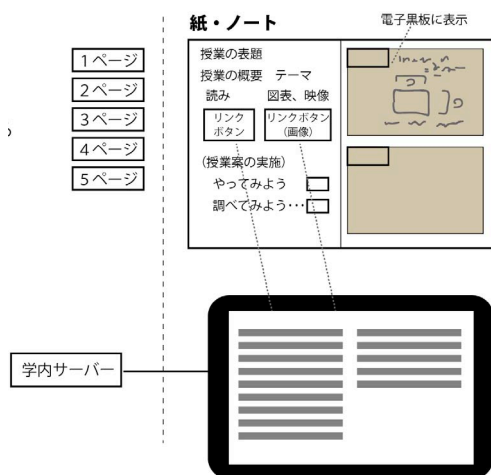


図3 デバイスの機能概念図

本研究に導入したシステム構成は以下の通りである。

- ・デジタルペン： DNP ADP-601、アダプターPGD-601JP、各 36 本
- ソリューション： OpenNOTE Ver2.1、プリントオプション、一式
- ・親機タブレット： PC レノボジャパン ThinkpadYoga (Win8.1Pro64/Core-i3/4GB/HDD500/12.5 型) 1 台
- ・子機タブレット PC： レノボジャパン Thinkpad10 (Win8.1-32/Atom/フラッシュメモリー/ストレージ 64GB/10.1 型) 各 13 台
- ・機器収納カート： IZUMI PJ-I
- ・レーザープリンター： OKI C841dn 1 台



図4 制作したデジタルペン活用システム



図5 デジタルペンの使用状況

従来のデジタル機器の実験などでは、多くの配線やデジタル機器の充電環境が場所を取ること、また生徒の指導を行いながら多くの部品などを維持管理することが教師や生徒への大きな負担になっていた。本研究では一過性の実験ではなく、通常授業に耐えられるように充電や収納、さらに通常授業時の邪魔にならないなど配慮し、既成の機器収納カートを改造しデジタルペン 36 本、タブレット端末 14 台を収納できるケースを作成した。(図4、5)

(2) 予備調査 (パネルで行う授業の参考例) とワークシートの提案

紙とデジタルデバイスの連動機能を最大限に生かし、実際の授業でどのように活用するのかの検討について、授業の中でなかなか意見を表現しにくかった生徒たちの考えをいかにして捉えるかという点に注目した。京都教育大付属桃山小学校にて、平岡

信之教諭を中心に実践されている生徒への見取り（一人ひとりの生徒に寄り添い、言葉や行動に表れた事実から生徒の内面を推測すること）に関する授業方法の考察に使用された三色カード、マイボード、グループボードなどを活用した指導案を参考に、その授業に実際に使用できる仕組みとして指導案ワークシートを作成した。（図6）



図6 パネルで行う授業の参考例

4. 研究成果

本研究では、同小学校平岡信之教諭と共同で、4年生において本システムを活用した授業の実践を行うこととした。これまで三色カード、マイボード、グループボードなどで行ってきた授業ツールの活用に合わせてワークシートを作成した。また、デバイス構築も、通常の学校の教室環境を考慮しシステムを構築し、常に実践的な活用のもとで検証実験を行った。（図7-1～3、8）

(1) 授業のために制作したワークシート

- ①【自由用紙】白紙の用紙。総合学習、社会、スピーチとディスカッションなどに使用する。
- ②小学校4年生【理科】「からだのつくりとはたらき」。ペンギンの骨格について図解などを中心に活用するワークシート。（図7-1）

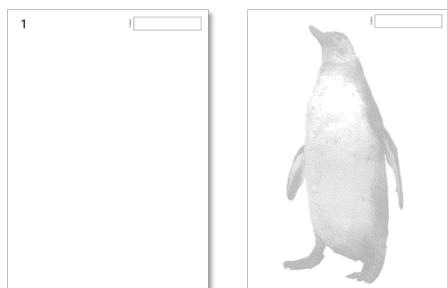


図7-1 自由用紙 理科のワークシート

- ③小学校4年生【算数】「式の計算」。式の計算に関する解き方、順序、 $+$ \cdot $-$ \times \div をなど入れ、式を完成させるなどのワークシート。（図7-2）

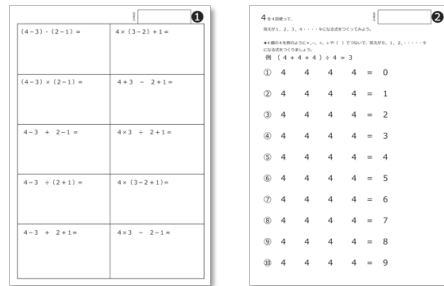


図7-2 算数のワークシート

- ④小学校4年生【国語】新出漢字用、漢字ドリル

「新出漢字サンドイッチパーティ」という、新出漢字を間に挟んで熟語を完成させる問題形式のワークシート。（図7-3）

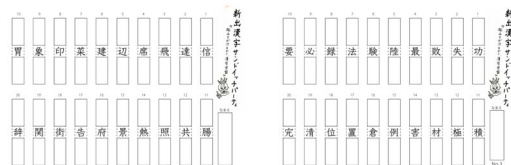


図7-3 国語、漢字ドリルのワークシート



図8 生徒の机の様子、教室の風景、紙に記入した画面の全員表示（写真4枚）

(2) 授業での使用事例

①「理科：体のつくりと運動」

小学校4年生理科「からだのつくりとはたらき」の単元において、平島和雄教諭(京都教育大付属桃山小学校)の「ペンギンの体のつくり」の教材を、今回はデジタルペンを使って実践を試みた。(図9)

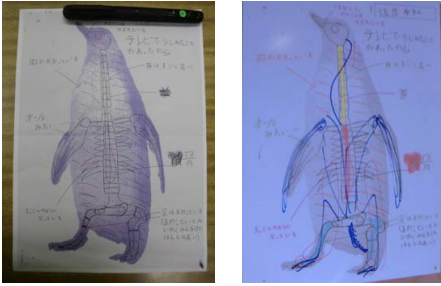


図9 専用ペンでの記入用紙と投影による拡大表示

本研究では、タブレット端末数が3人に1台のため、3人グループによる授業形態で協働学習を行った。生徒達は、自らの仮説を立ててペンギンの体のつくりを記入し、説明を加えたシートを作成しそれぞれが発表を行い交流した。ペンギンの骨格標本の画像と比較検証を行い、異なる意見にはそれを支える根拠があることを学んだ。

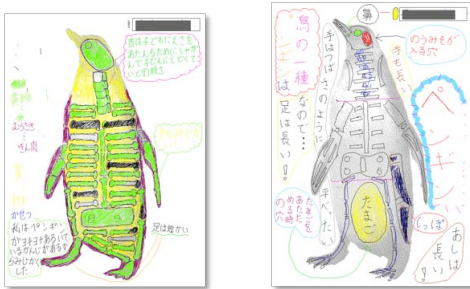


図10 理科・記入されたワークシート

3人グループによる学習風景では、個別の作業を進めているが、中央のタブレットで情報を共有している。話し合いは司会・記録・発表を輪番で行うが、発表時教壇のパソコンからは全員分の書いた画面が表示、切り替えが可能であり、個人の考えは着色で書かれた画像を映しだして発表が行われる。この時に再生機能を使えば記入した順番に説明することができる。図8の机上的カード状のものが着色用パレットである。

②「社会：高レベル放射性廃棄物の処分を考えよう」

社会科の「価値判断力・意思決定力を育成する社会科授業の研究」の一環として実施した授業である。高レベル放射性廃棄物についての意見の記入と発表、さらに現在考えられている5つの方法に「その他：分からない・迷っている・どれも選びたくない」を加えてデジタルペンのクリッカー機能を使用し6択とした。(図11, 12)

図12は、2回目の意思表示である。こ

の時点で最も説得力のあったとされた生徒の意見が反映されて青の「宇宙処分」が多数となったことが一目で分かる。

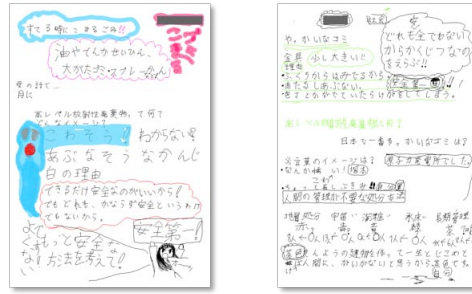


図11 社会・記入されたワークシート



図12 クリッカー機能を使用している様子

③その他のワークシートの使用事例

各教科で目標を定め授業実施を行った。

・【算数】「式の計算」

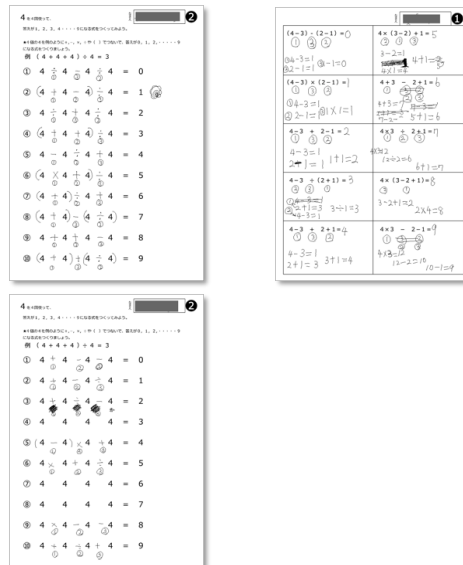


図13 算数・記入されたワークシート

これらの事例は、数式の計算に関する解き方、順序などを振り返ることが可能であり、どこで間違ったかなどを明らかにすることができる。(図13)

・【国語】新出漢字用、漢字ドリル

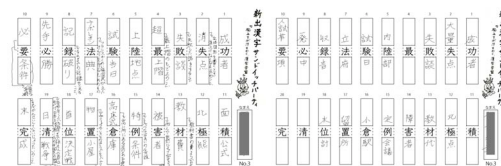


図14 国語・記入されたワークシート

これらの事例は、答えが一つでない回答に対し、それぞれの生徒が共有することにより、学習を進めることができる。(図14)

・【自由用紙】白紙の用紙の活用

本用紙は、主に総合学習やスピーチの授業におけるディスカッションの場で使用し、自らの意見を発表するときや、他の意見を比較対象とする時に使用した。(図15)

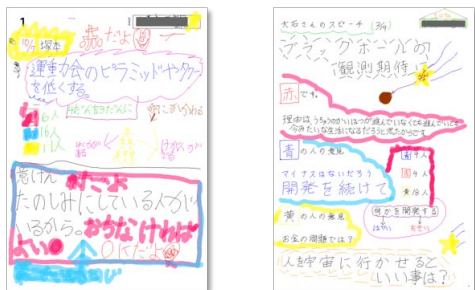


図15 国語・記入されたワークシート

(3) 成果と今後の課題について

本研究授業での成果については、紙・デジタルペン・タブレット端末を使ったデジタル教科書の構想において、専用のワークシートとしてあらかじめ問題を印刷し生徒に配布したが、学習指導要領に基づく指導案として授業計画に盛り込めば、授業実施の上で大きな成果を上げることができることがわかった。

紙に書く方法での情報共有は、タブレット端末などの機器に書くより生徒が書きやすく、細かく色々な個性を出すための詳細な書き込みも行われ、その記録が残されることは、教師が生徒への指導や学びを振り返ることに有効である。実際に様々な授業実践を行い、そのデータが克明に紙とデジタルに残っていることは、教師側としては大きな利点であった。また、情報共有の際、生徒達的意思表示に記名性と匿名性を持たせることも可能で、他の意見に左右されることなく意思決定ができる良さがある。その他、タブレット端末の機能を組み合わせれば、授業に活用するための多くの機能を備えることができ、思考の可視化には有効であると考えている。(図16)

授業運営に関しても、子どもの機器操作能力の上達は早く、使いこなすのに要する時間はそう多くはない。実施した学級ではデジタルペン係が設けられ学習準備の中心となり、授業への積極的な協力が行われた。

本研究全体を通しては、限られた予算の中でのシステム構築による仕様でもあり、既存のWifi環境との電波干渉の問題や、使用中の破損、一部の機器の不具合で予定していた授業をこなすことができない状況や、デジタル機器特有の専門業者にも解決できない問題が発生したこともあった。やはり長期の授業実践には、運営面での余裕が重要であり、タブレット端末も1人1台の環境が望ましい。



図16 日本教育新聞による掲載記事

今後の課題としてデジタル教科書を含む機器を使ってアクティブ・ラーニングを目指すのであれば、授業は必ずしも教科書でやっている訳ではなく、指導案として成立しているものであることをさらに認識しなければならない。その点で、各教師が作成する指導方法論をワークシートに落とし込み、データ共有などで交流することにより充実した授業コンテンツの制作が可能になってくる。デジタル教科書の時代を迎え、教師が教え方に縛られるのではなく、柔軟に追従する教科書システムが望ましいのではないだろうか。

最後に、本研究においては京都教育大学附属桃山小学校の平岡信之教諭、事前の研究では平島和雄教諭はじめ、多くの先生方に多大な協力をして頂いた。また様々な授業で協力してくれた生徒達も、楽しみながら活発に書き込んでくれたことは嬉しい限りである。研究全体を通じ、同小学校の協力なしには成り立たなかった。ここに感謝の意を表したい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

①井上 美鈴・平岡 信之・樋口 とみ子、授業における子どもの学習の見取り—共有ボードを用いて—、京都教育大附属教育実践センター機構教育支援センター 教育実践研究紀要第16号、査読無、2016、147頁～154頁、

<http://cert.kyokyo-u.ac.jp/publication/s/journal16/16.pdf>

〔その他〕

ホームページ等

<http://labo.a-mz.com/ud/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

柴崎 幸次 (SHIBAZAKI, Koji)

愛知県立芸術大学・美術学部・教授

研究者番号：10315872

(4) 研究協力者

平岡 信之 (HIRAOKA, Nobuyuki)

京都教育大附属桃山小学校・教諭