

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 24 日現在

機関番号：32614

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23330266

研究課題名(和文) 初等理科教育におけるデジタルペンを導入した言語力育成システムの開発

研究課題名(英文) Development of language skills training system which introduced digital pen in elementary science education

研究代表者

寺本 貴啓 (TERAMOTO, TAKAHIRO)

國學院大學・公私立大学の部局等・准教授

研究者番号：50585114

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 8,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、小学校理科教育において、アノト式デジタルペンによる電子記録システムを活用した言語力育成システムを開発することである。

本研究の成果として、言語力育成システムとして、ダイナミックアセスメントを活用したデジタルペンシステムの活用の学習効果が明らかになったこと、ダイナミックアセスメントによりメタ認知を活性化することで学習効果の向上が期待できる、電子記録システムのあり方として、「提示機能」による情報共有、「再生機能」による時間にとらわれない再確認・思考過程の確認、「協同記録機能」による創造、においては本システムの効果が期待できる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to create a language skill development system in elementary school science education that utilizes an electronic recording system with Anoto brand digital pens.

The results of this research were as follows: 1) The learning effects of applying a digital pen system that utilizes dynamic assessment as a language skill development system were demonstrated. 2) The improvement of learning effects by activating metacognition through dynamic assessment was promising. 3) As an electronic recording system concept, the expected positive outcomes of this system were in information sharing via the "display function," non-time-constrained reconfirmation and thought process confirmation via the "playback function," and creation via the "collaborative recording function."

研究分野：教科教育学

キーワード：デジタルペン 小学校 メタ認知 反省的思考 再生機能

1. 研究開始当初の背景

(1) 社会的背景

文部科学省(2008)「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について(答申)」で、これまで実施されてきた国際学力調査(PISA、TIMSS)や国内調査(全国学力実施状況調査、全国学力学習状況調査など)の結果から、今日の日本の子どもたちは、文章の読み取りや、長文で説明するといった表現力に課題があることが示された。それに伴い、2011年度より実施されるための学習指導要領が改訂され、言語力育成の方針が打ち出され、その具体的な指導方法が求められるようになっていく。

一方、今日の日本の学習環境づくりにおいては、平成20年1月の中央教育審議会答申において、情報教育の重要性とともに、ICT環境に関する条件整備の必要性が指摘されている。また、平成22年5月に政府の高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部でも教育分野の重点施策として、21世紀にふさわしい学校教育を実現できる環境を整えることが提言された。

このような背景の中で、文部科学省(2010)「教育の情報化ビジョン(骨子)～21世紀にふさわしい学びと学校の創造を目指して～」では、「教育の情報化」を進めることにより、言語活動の充実のように、今日求められている教育課題に対して、情報通信技術の活用により、より効果的な指導のあり方が検討されている。

今日、電子書籍が流行し、海外では学校教育場面において、電子教科書が次第に拡がりをみせている。日本においても、電子教科書推進の方向性は打ち出されている(前掲:文部科学省,2010)。しかし、日本において学校教育場面にICT技術や情報端末を新たに導入する場合、新技術に対応する教師の負担感、使用者の負担感が課題になることが多い。また、新しい技術の導入に対する効果が十分に示されていないことや、効果的な活用方法についての具体的な情報が少ないことも、導入が難しい理由の一つになっている。

そこで、本研究では今日求められる言語力を育成するために、効果的な技術であると考えられる、操作が容易なデジタルペンを使用する。そして、その学習効果等の効果を測定し、効果的な学習を促進するための具体的な使用法(実践方法)を提言する。このことにより、今後迎える電子教科書化を見越した、子どもの学習ノートの電子記録システムの学校教育への導入のあり方にも提言したい。

(2) 学術的背景と現状

【ダイナミック・アセスメントについて】

ダイナミック・アセスメント(dynamic assessment)とは、Vygotsky(1978)やFeuerstein(1979)らによって提唱された、指導と評価が一体となった、柔軟性のある教

授・学習活動である。それは、子ども個々の学習状況を常に確認しながら、子どもの考え方や、表現方法、解答など、様々な間違いに対して、教師がその場で、リアルタイムに改善の方法や考え方を示すことでメタ認知を促進しながら、繰り返し改善を促すものである(学習者が解決できるまで下図の①から④を繰り返す)。

本研究では、言語力育成に関して、デジタルペンを活用してダイナミック・アセスメントを実施する。ダイナミック・アセスメントという手法を活用した指導法の効果は、寺本ら(2008)、寺本(2009)の研究で、小学校理科教育における言語力育成において実証されている。しかしながら、これらの研究では、個に応じた指導に時間がかかるといった課題があった。

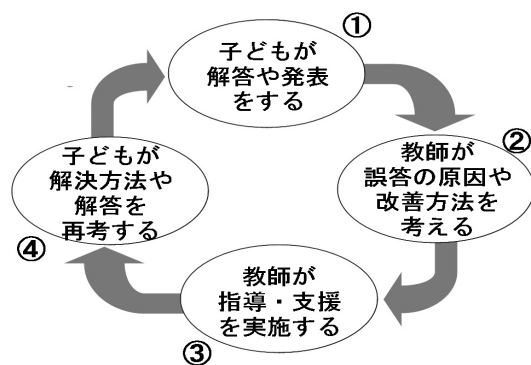


図 ダイナミック・アセスメントの流れ

【アノト式デジタルペンの先行研究に関して】

本研究では小学生でも使用できる必要性があるため、「アノト式デジタルペン」の先行研究について焦点化して述べる。アノト式デジタルペンを使った教育実践場面における研究は、三浦ら(2007)や平林ら(2009)、高橋ら(2009)の研究がある。先行研究を概観すると、三浦らは、アノト式デジタルペンを使用することにより、インタラクティブな学習環境が成立し、生徒が他者の回答プロセスに着目しやすくなったり、自分の回答プロセスを内省しやすくなったりする可能性を示唆している。また、平林らは小学生に対して学年による有意味文と無意味文の一度に書ける視写の文字数を検討している。そして高橋らは、児童に思考の相互観察活動を行わせる実験授業を行い、一部の児童に対して論理的な読み書き能力の伸長に有効であることを明らかにしている。上述のように、先行研究では本研究で目指している言語活動の充実において一定の効果を示している。しかしながら、これまでの研究は教育工学や認知科学分野のアプローチによる設定された学習場面であり、本研究で目指す教科教育学的アプローチである実践的な学校教育のカリキュラムにおける学習場面で十分に検討がなされているとはいえない状況にあり、メタ認

知・学習意欲促進の効果に対しても検討されていないようである。

2. 研究の目的

本研究の目的は、小学校理科教育において、アノト式デジタルペンによる電子記録システムを活用した言語力育成システムを開発することである。本研究の具体的な目標は次の3点に集約できる。

(1) 言語力育成のための実践的指導プログラムの開発とその効果を明らかにすること

(2) デジタルペンの学習システムによるメタ認知・学習意欲促進の効果を明らかにすること

(3) 電子教科書の活用を見越した電子記録(ノート)システムのあり方を提言すること

3. 研究の方法

本研究は、4か年を計画し、1年目は調査のための基礎的資料作成のための、テスト作成やパイロット調査、本研究の授業指導者に対する機器の使用法の説明を、小学校の教育実践場面を通して行う。2年目は、デジタルペンを活用した言語力育成を念頭に置いた指導システムの開発のため、指導案の検討、1年目での調査結果を踏まえたプレ・ポストテストの改善、学習意欲やメタ認知を測定する質問紙の改善を行い、実際に調査をし、量的・質的分析を行う。3年目は、2年目の課題を踏まえ、より実践的かつ汎用性のある指導方法を検討し、改善、再調査する。4年目は、それまでの研究成果をまとめ、発表することに重点を置き、課題のある部分に関しては引き続き調査する。

4. 研究成果

(1) デジタルペンシステムの独自性

デジタルペンシステムの独自性を探るために、他の教育機器との機能的な違いを明らかにした。

その結果、タブレットとの大きな違いとして、一覧性、ペンの書き味においてデジタルペンは優位性がある。また、機能としては、提示機能をはじめ、再生機能や記録機能など、1つ1つの機能は、既存の機器でも代用できるが、複数の機能が1つの機器で活用できることに意味があるといえる。

(2) デジタルペン・ダイナミックアセスメントを組み合わせた表現力向上の検証

デジタルペン・ダイナミックアセスメントを組み合わせた表現力向上があるか検証することを目的とする。

国立大学法人附属小学校第6学年(実験群39名、統制群37名)欠席による欠損を除き(プレ・ポスト一方で欠席は欠損扱いとした)分析対象は実験群:35名、統制群:30名。手続き:実験群(デジタルペンを活用して表現指導を行った群)、統制群(普段通り指導している群)を用意。

プレテスト

(実験群)第6学年理科「てこの規則性」の単元のうち2時間を活用して、予想や考察における表現方法について指導を行った。

ポストテスト

各群の予想と考察場面において根拠のある説明になっているか子どもの記述を分析した。

テスト:

実験群、統制群に対してプレテスト・ポストテストを実施し、根拠がある予想や考察を問う問題を各2問ずつ出題した。調査内容は、小学校理科における「問題解決の過程」のうち、「予想」と「考察」の場面で理由付きで説明する問題を作成、説明の妥当性の度合いで4段階(0~3点)で評価した。

分析は、各テスト2問ずつ計6点満点で採点(1問につき3点満点)した。評価基準の一例を挙げると、3点:実際の結果を基に説明し、根拠が妥当で解答もあっている2点:解答はあっているが、自分の知識が根拠となっていて、説明力に欠ける1点:答えはあっているが、理由がない0点:答え自体が間違えている。

分析は実験群、統制群のテスト成績を元に共分散分析(共変量:プレテスト成績)を行った。そして、推定平均値の差からデジタルペンによるリアルタイムかつ視覚的な指導効果について検討した。

共分散分析を行ったところ、各群のプレテストの推定平均値は、実験群:4.97、統制群:4.06、(共変量:4.35)であり、各群間に有意差が見られた($F(1,62)=8.28, p<.05$)。

本結果より、デジタルペンによる視覚的なダイナミック・アセスメントを活用した指導によって「根拠のある説明」能力が身につくことが明らかになった。

これは、学習者の改善が視覚的な指導により理解を促進したうえ、ダイナミック・アセスメントによる個に応じた指導が行われた結果によると考えられる。

(3) 小学校理科におけるデジタルペンを活用したダイナミックアセスメントの質的分析

デジタルペンとダイナミックアセスメントを組み合わせ活用することで既存の教育機器よりも学習効果が現れやすいとされる寺本・高垣・松田の先行研究⁷⁾を質的に分析するために、理科の考察を書く過程を質的に明らかにすることを目的とする。

デジタルペンを用いた理科教育、特に考察指導の場面に着目し、デジタルペンを活用したダイナミックアセスメントを用いることで児童が正確な考察を書けるようになる過程を質的に明らかにするために、実際にデジタルペンを用いて行われた考察指導の子どもと教師の会話のやりとりを分析した。

分析の観点を

本授業におけるデジタルペンの活用とそ

の優位性

教師の意図とそれに対する児童の反応
前時の指導が児童の思考に影響を及ぼしているかと設定し、第5学年理科「振り子の運動」の単元のうち6回の考察指導場面の分析を行った。

デジタルペンを用いて考察指導をすることで、次第に児童は正確な考察を書くことができるようになった。以下が指導ごとの考察の修正人数の推移である。

1回目 32人中大半が修正

映像の関係上、正確な人数の把握不可

2回目 32人中22人が修正

3回目 32人中5人が修正

4回目 32人中2人が修正

5回目 32人中5人が修正

以上のように、指導を重ねるごとに考察に修正を加える児童の数は減っていき、正確な考察が書けたと自信を持って発言する児童の数が増えた。

本研究では、デジタルペンを用いることで児童が正確な考察を書けるようになる過程を質的に明らかにすることを目的とした。分析の結果、デジタルペンを用いた考察指導で子どもの学習効果に大きな変化が現れる一番の理由は、デジタルペンを用いることで、教師が児童の思考を即座に把握できること、そして、児童の考察をその場ですぐに全体提示できる点にあるといえる。これらの優位性により、従来の授業形態であった教師が机間巡視を行い、児童の思考を把握する時間を省くことができ、児童の書いた考察の内容を吟味して指導を行う時間を増やすことが可能となった。

児童の書いた考察を即座に全体提示することができるため、児童は常に自分の考察が全体に提示される可能性があり、客観を意識した記述をするように心がけるようになる。また、他の人が書いた考察を読むことで、どのように記述したら分かりやすいのか、必要な要素を確認することで、自分の考察にその要素が含まれているのか確認し、訂正することを繰り返すというメタ認知を促進することで子どもたちは正確な考察を書けるようになっていった。

(4) 教具による学習効果の違いに関する研究 - 板書・実物投影機・デジタルペンの活用に関する検討 -

小学校理科における表現力（予想や考察などの記述）を育成する指導において、板書、実物投影機、デジタルペンの教具の提示機能に限定した場合、学習効果がどの程度異なるのか検討する。

対象

公立小学校第5学年4クラス（黒板群1クラス32名、実物投影機群1クラス32名、デジタルペン群2クラス63名）授業並びにテ

ストの欠席者を除き（プレ・ポスト一方で欠席は欠損扱い）、分析対象は黒板群27名、実物投影機群26名、デジタルペン群55名とした。

手続き

調査は「植物の発芽、成長、結実」の単元で行った。黒板群、実物投影機群、デジタルペン群の3つの群を用意。

プレ・ポストテストの採点

3つの群に対してプレテスト・ポストを実施し、根拠がある考察を問う問題を出題した。調査内容は、小学校理科における「問題解決の過程」のうち、「考察」の場面で理由付きで説明させるものである。説明の妥当性の度合いにより、教職経験者2名により9段階（0～8点）で評価した。

分析方法

分析は3つの群のプレ、ポストテスト成績を元に共分散分析（共変量：プレテスト成績）を行った。そして、推定平均値の差から教具による学習効果について検討した。

結果

ポストテストの推定平均値は、黒板群：5.03、実物投影機群：6.71、デジタルペン群：6.38、であり、主効果の検定（共変量：5.26）では群間に有意差が認められた（ $F(2,104)=5.84, p<.05$ ）。多重比較の結果、黒板群 - 実物投影機群、黒板群 - デジタルペン群に有意差が認められ、実物投影機群 - デジタルペン群には有意差が認められなかった。

考察

本結果より、子どもたちの一斉に提示する機能に限定した場合、実物投影機とデジタルペンは板書よりも効果があり、実物投影機とデジタルペンでは効果に違いがなかった。まず、「実物投影機とデジタルペンは板書よりも効果がある」ことから、どのような教具を活用しても「提示する機能」の条件（子どもに対する提示内容・提示回数）が同じであれば学習効果は変わらないということが明らかになった。次に、「実物投影機とデジタルペンでは効果に違いがなかった」原因としては、子どもたちに対して説明をするために提示する回数が異なった点にあるといえる。

(5) 電子記録（ノート）システムのあり方の提言

電子記録システムあり方として、「提示機能」による情報共有、「再生機能」による時間をとらわれない再確認・思考過程の確認、「協同記録機能」による創造、においては本システムの効果が期待できるが、単なる提示システムだけの利用では、ホワイトボードや画用紙による記述提示よりは効果があるものの、既存の書画カメラと効果は違いがなかった。そのため、考過程に関する授業や、長時間による情報の蓄積が必要な授業に本システムは効果があるといえる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

木下博義・松浦拓也・清水欽也・寺本貴啓・角屋重樹、理科における観察・実験結果の考察に関する子どもの学習実態と要因構造の分析 小学生と中学生との比較の視点から、2012、理科教育学研究、査読有、Vol.53 No.1 p29-38

福本伊都子・木下博義・寺本貴啓、調査レポートの考察を論述する力を育成するための指導法に関する研究 - 高等学校生物における授業実践を通して -、2011、臨床教科教育学会誌、査読有、11-1 p31-41

〔学会発表〕(計8件)

寺本貴啓・高橋翔太、小学校理科におけるデジタルペンを活用したダイナミックアセスメントの質的分析、日本教科教育学会、(兵庫教育大学)、2014

寺本貴啓、ICT技術の変化で子どもの見え方が変わる - 「次世代型能力」を育成するための教育方法と学習環境 - (シンポ)、中四国心理学会、(広島大学)、2014

寺本貴啓・高垣マユミ・福地孝倫、教具による学習効果の違いに関する研究 - 板書・実物投影機・デジタルペンの活用に関する検討 -、日本教育心理学会総会、(神戸国際会議場)、2014

寺本貴啓、新時代の指導法のありかたはどのように変わるのか 科学教育におけるICT機器を活用した学習環境デザイン (シンポ) 日本教育心理学会総会、(神戸国際会議場)、2014

福地孝倫・寺本貴啓、小学校理科実験の考察場面における学習内容の提示方法と子どもの理解との関係に関する一考察、日本理科教育学会第63回全国大会、(北海道大学)、2013

寺本貴啓、理科教育法における「言語活動の充実」に関する指導の実践研究 段階的なノート指導による問題解決の過程の理解とノート表現に着目して、日本理科教育学会第62回全国大会、(鹿児島大学)、2012

寺本貴啓・高垣マユミ・松田暢元、小学校理科授業におけるデジタルペンを活用したダイナミックアセスメントの授業の検討、日本教育心理学会第54回総会、(琉球大学千原キャンパス)、2012

Takahiro Teramoto、Shigeki Kadoya、Hiroyoshi Kinoshita、Elementary School Science Instruction in Japanese Teacher Training Universities and the Understanding Process of University Students、2011、The 12th European Congress of Psychology ISTANBUL 2011 (ISTANBUL Republic of Turkey)

〔図書〕(計5件)

森敏昭・寺本貴啓ほか、北大路書房、21世紀の学びを創る 学習開発学の展開、2015、p127-135

清水益治・森敏昭・寺本貴啓ほか、北大路書房、0歳~12歳児の発達と学び 保幼小の連携と接続に向けて、2014、p150-162

寺本貴啓、農文協、評価を指導に活かす意味とポイント-実感させるための「即時フィードバック」のすすめ-、2013、初等理科教育 2013年12月号 47-12

小田切真・寺本貴啓、言語力の育成を重視したみんながわかる理科教育法、学校図書、2012、p10-18

寺本貴啓、フロントライン教育研究「『ダイナミック・アセスメント』導入の教育的意義~言語活動を重視する個に応じた指導と評価~」、東洋館出版社、2011、初等教育資料 2011年8月号 p82-85

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

寺本貴啓、言語活動を重視した子どものノート記録と指導とは、2011、初教教育研究所会報 36、p2-3

6. 研究組織

(1)研究代表者

寺本 貴啓 (TERAMOTO Takahiro)

國學院大學・人間開発学部・准教授

研究者番号: 50585114

(2)研究分担者

木下 博義 (KINOSHITA Hiroyoshi)

広島大学大学院・教育学研究科・准教授

研究者番号: 20556469

(3)研究分担者

高垣 マユミ (TAKAGAKI Mayumi)

津田塾大学・学芸学部・教授

研究者番号： 5 0 3 5 0 5 6 7

(4)研究分担者

角屋 重樹 (KADOYA Shigeki)

日本体育大学・児童スポーツ教育学科・教授

授

研究者番号： 8 0 1 3 6 0 2 7

(5)研究分担者

石井 雅幸 (ISHII Masayuki)

大妻女子大学・家政学部・准教授

研究者番号： 5 0 4 5 3 4 9 4