

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 18 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501162

研究課題名(和文) デジタルペンとマインドマップを用いた小学校における論理的思考力の育成

研究課題名(英文) Improvement of children's logical thinking by a digital pen system and the mind maps in an elementary school

研究代表者

永井 正洋 (NAGAI, MASAHIRO)

首都大学東京・大学教育センター・教授

研究者番号：40387478

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：児童の表現の論理性を向上させるために、デジタルペンとマインドマップを用いる中でエキスパート参加の協調学習を行わせ意見文を書かせる授業実践を行い、その総合的な有効性を研究の前半で示した。しかし、どの足場掛けがより有効であるのかは不明確であった。そこで、児童に意識調査を実施した後、授業についての因果モデルを構築し共分散構造分析にて検証した。その結果「授業での理解度と満足度」には、「マインドマップの好感度」や「エキスパート参加の協調学習での理解度と好感度」が影響を与えること、また、デジタルペンについては、授業の総括的評価には影響を与えず、通常の文具のように学習の文脈に馴染んでいることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：We implemented lessons to improve the logical thinking of students at the elementary school level. Students engaged in collaborative learning with expert teachers utilizing a mind map (MM) drawn with a digital pen. It was found that the learning environment including the digital pen system was relatively effective. However, we could not determine what kind of scaffolding was most effective. Therefore, a causal relationship model was used to assess lesson satisfaction among students based on an attitude survey and verified using covariance structure analysis. The results showed that "MM" and "collaborative learning with the expert teacher" influenced "understanding of and satisfaction with the lessons," while use of the digital pen did not affect the summative evaluation of the lessons. Therefore, it seems that students perceived the digital pen in a similar way to an ordinary writing implement, and thus that it blended well into the learning environment.

研究分野：教育工学

科研費の分科・細目：教育工学

キーワード：デジタルペン 共分散構造分析 マインドマップ エキスパート

## 1 . 研究開始当初の背景

知識基盤社会といわれる現在、新しい知識、情報や技術が、政治・経済・文化をはじめ社会のあらゆる領域での活動の基盤として、その重要性を増している。このような社会では、知識のみならず、知識を基にした柔軟な思考力による判断が求められる。このことを学校教育において考えると、児童がある授業で学習したことを他の授業で役立てる、ある学年で学んだことを次の学年で活用する、更には学校で学習したことを家庭生活や仕事に応用できるような教育を施す必要があることを意味している。

このような学習の転移を児童に起こさせるためには、特定の課題でよい成績をあげるように「訓練」することではなく、もっと広い意味で「教育」することが必要であるといわれている(Broudy, 1977)。つまり、学習が転移するためには、メタ認知能力を高める必要がある訳である。そして、このメタ認知能力を高めるための指導法では、特定の問題を解く技術を身につけることではなく、より一般的な方略の獲得や思考力を身に付けることが重要視されている(White and Frederickson, 1998)。すなわち、論理的思考力を身につけていくことはメタ認知能力を育成し、やがて学習者が学習したことを転移しやすくするのである。

本研究では、まず小学校の児童に論理的思考力を育成するためには、どのような学習環境を構築していったら良いかを考えた。児童の論理的な読み書き能力を育成するためには、「一斉授業内での他者との思考の相互観察活動を促す授業が有効である(高橋ほか 2009)」こと及び、「マインドマップを用いた思考法の方が、箇条書きで行った思考法よりも、中学生の思考力を向上させる」(深澤・片平 2007)、「マインドマップを用いた実験授業の結果、計画設計能力、思考整理能力の向上が見られた」(山本ほか 2009)ことに着目し、マインドマップを用いた協調学習を展開することを検討した。更に「コンピュータを使ってグループで実習する学習内容について、遠隔地間でインターネットを利用した分散協調学習と、対面による集合協調学習の場合と比較」した際に「分散協調学習による学習成績の方が有意に高かった」(中山ほか 2006)こと、大学生と高専生がテレビ会議を利用した異校種間交流学習をした結果、「高専生は学習に対する意欲が向上」(成瀬・宮地 2003)したことなどから、論理的思考に関して指導的立場にある expert を学習する上での足場がけとして、テレビ会議により参加させた。また、遠隔地にいる expert にとって、見ることが困難なマインドマップをデジタルペンで描き、デスクトップを共有することで閲覧可能とした。

## 2 . 研究の目的

全国学力・学習状況調査からは、児童には「報告文に必要な事柄を整理したり、事象や意見などを関係付けながら書いたりすることに課題がある」(国立教育政策研究所 2009)ことが分かっており、現在の小学校児童には論理的思考力に課題があるのではないかと推察される。そこで、児童の論理的な読み書き能力を育成するために、デジタルペンで描かれたマインドマップを用いた協調学習を展開すると共に、その学習の過程において、論理的思考に関して指導的立場にある expert をテレビ会議により参加させた。また、前述したように、マインドマップはデジタルペンで作成し、遠隔2地においてデスクトップの共有を行った。

本研究では、このような学習環境下での児童の論理的思考力の向上について検証することを目的とする。

## 3 . 研究の方法

平成 23 年度及び 24 年度以降の実践的研究を以下の 7 段階で構成した。

- 1 先行研究の検討 (5 月)
- 2 研究協力校での授業実践 (6 月)
- 3 研究協力校での意識調査及び児童相互評価の実施及び分析 (7, 8 月)
- 4 教員及び expert による研究対象児童意見文の評価及び分析 (8 月)
- 5 児童意見文に対する expert 等の影響力の検証 (9~11 月)
- 6 平成 23 年度のまとめと中間発表 (1~3 月)
- 7 平成 24 年度以降の実践的研究

以下では、7 段階のそれぞれについて述べる。

- 1 先行研究の検討 (5 月)
  - デジタルペンに関する先行研究の検討  
他者の思考過程をデジタルペンによって共有することによる効果の検討
  - 協調学習に関する先行研究の検討  
協調学習を授業に取り入れることの有効性や意義に関する検討
  - 授業実践に expert を参加させることに関する先行研究の検討  
expert の適性及び expert を授業に参加させることの有効性に関する検討
  - 遠隔地と教室をテレビ会議で結ぶことに関する先行研究の検討  
遠隔地と教室を結ぶことの意義及び、テレビ会議システムの有効性に関する検討
  - マインドマップに関する先行研究の検討  
従来の発表メモなどに代わる教具としての有効性の検討

## 2 研究協力校での授業実践 (6 月)

- 都内公立小学校 1 校 3 学級において従来

の学習環境を改善するために、デジタルペンとマインドマップを用いた協調学習をデザインし、全 15 時間で授業実践を展開した。

□ 実施する授業は、総合的な学習の時間として位置づけた。

□ expert 参加は、児童の論理的思考力を伸ばすための足場かけとして全 8 回(16 単位時間)のうち、前半 4 回(8 単位時間)において行った。

□ デジタルペンの扱いについて習熟を図るため、他の教科においても必要に応じて、授業の中でデジタルペンを活用した。

### 3 研究協力校での意識調査及び児童相互評価の実施及び分析(7, 8 月)

□ expert やデジタルペン、協調学習などの効果について児童に意識調査を実施し、その効果を検証した。

□ 児童が作成した意見文について、相互評価を行い、児童のメタ認知能力を調べると共に、授業の効果を明らかにした。

### 4 教員及び expert による研究対象児童意見文の評価及び分析(8 月)

□ 都内公立小学校 5 名の教員及び expert により、児童の意見文を 3 観点「明確さ」、「妥当性」、「具体性」を用いて評価した。

### 5 児童意見文に対する expert の影響力の検証(9~11 月)

□ expert の参加が児童の論理的思考力にどのような影響を与えたのかを分析した。

□ 分析は、授業を録画した映像及び、expert が指導の際に用いたマインドマップ記載のキーワードを基にアフターコーディングする中で行った。

□ 意見文のコーディングにはテキストマイニングソフトを用いた。

□ 児童にも自身が書いた意見文を自己評価させる中で、expert の指導を基にして書いた表現、班や学級の意見を基にして書いた表現、自分自身が当初から考えていたマインドマップを基にした表現を抽出するなどして、児童の論理的な見方・考え方がどのように影響を受けているか反省的に振り返らせた。また、それらデータを合わせて用いることにより、分析において機械的に処理できない部分を補完していった。

### 6 平成 23 年度のまとめと中間発表(1~3 月)

□ 平成 23 年度の研究成果と課題をまとめ、中間発表を SITE 2012 にて行った。

### 7 平成 24 年度以降の実践的研究

平成 24 年度以降の研究は、次のように行った。

□ 研究協力校の複数学級で授業実践(4, 5 月)を行った。

□ 平成 23 年度の成果と課題を精査して指

導計画を修正し、対象児童を変えてデジタルペンとマインドマップを用いた協調学習を取り入れた授業を全 15 時間で行った。実施教科は総合的な学習の時間とした。

平成 24 年度以降の授業実践は主に以下の観点から評価を行った。

□ 対象児童を変えた場合の効果

□ expert を元小学校教員で教職歴のある大学教員以外にした場合の効果

□ 足場かけとしての expert 参加の授業回数を 2 回(4 単位時間)から、増やした場合の効果 □ 児童に課す問題を変えたり、与える順番を入れ替えての検証

以上を振り返り検証する中で研究をまとめた。なお、中間報告及び最終報告としてまとめられた内容は、日本教育工学会論文誌や ICETI 2012, SITE 2013 など国際会議で発表した。

### 4. 研究成果

デジタルペンシステムと MM を用いると共に、教室と遠隔地とを結びエキスパートを授業に参加させる環境下の協調学習で以下がいえると考えられる。

・授業の事前・事後の意見文を比較した結果、MM の特徴を生かす中で事後意見文における表現の論理性が高められていたことから、MM 利用の協調学習には有効性が認められる。

・エキスパートの有無に着目したときの評価では事前・事後の意見文に対する評価には違いが見られなかった。しかしながら、児童の意識調査から、表現の推敲時にエキスパートから影響を受けていることが示されるとともに、エキスパート有の場合の事後意見文の質的分析からも、その影響が確認された。また、具体的な意見文例からは、エキスパートの指導により「具体性」、「妥当性」、「明確さ」に改善が見られ、表現の論理性が向上していることが示唆された。

このように児童の表現の論理性を向上させることを目的として、デジタルペンとマインドマップを用いると共にエキスパートの参加の協調学習を行わせた後、意見文を書かせる授業実践を展開してきた。この学習環境の総合的な有効性は、これまで比較的明らかになったが、どのような足場掛けがより有効であるのかは不明確であった。そこで、次に児童の授業満足度などを高めている要因を探る意識調査を実施した。その後、因子分析により授業の満足度を含む 4 因子を抽出すると共に、それらに関する因果モデルを構築し共分散構造分析にて検証した。

以降では、それを具体的に述べる。

都内公立小学校 5 年生を対象に MM, エキスパート, デジタルペン, 協調学習を含んだ授業実践を行い、その後、質問紙を用いて、そ

れら足場掛けなどについて意識調査を行った。

その結果から、「4. MM の好感度」が「1. エキスパート参加の協調学習の理解度と好感度」に影響を与え、更に「3. 授業の理解度と満足度」に寄与していることを明らかにした。このことは、児童が問題文に対する自分の考えを、MM を使って描くと共に、協調学習を行うことやエキスパートから評価を受けることで授業の理解度と満足度が高まったことを示していると考えられる。

更に、デジタルペンに関しては、「3. 授業の理解度と満足度」から影響を受けていることが分かった。よって、総合的な学習環境にデジタルペンを組み入れたが、授業の総括的評価には直接的な影響を与えていないと考えられる。このことは、児童にとって、使用したデジタルペンの認知的負荷が低く、通常の文具のように学習の文脈に馴染んでいたことが推察される。したがって、今後、本研究の総合的な学習環境における授業実践で、着目し検討することが必要なのは、MM およびエキスパート参加の協調学習であることが明らかとなった。よって、それらの特徴と活用の仕方、学習効果との関係について更に精査しながら研究を進める必要があると考える。

#### 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 1 件) 査読有

松波紀幸, 永井正洋, 貴家仁志, デジタルペンを活用した授業でのエキスパート等による学習支援の有効性, 日本教育工学会論文誌, Vol.36, No.2, pp.111-123, 2012

〔国際会議〕(計 3 件) 査読有

Noriyuki MATSUNAMI, Masahiro NAGAI, Hitoshi KIYA "Effectiveness of collaborative learning using the digital pen and the mind-map" GLOBAL LEARN 2011 at Melbourne, Australia, 1068-1077, March 28-April 1, 2011.

Noriyuki MATSUNAMI, Shinya MIURA, Saki TOMODA, Masahiro NAGAI, Hitoshi KIYA "Improvement of children's logical thinking by a digital pen system environment" ICETI 2012 (The 3rd International Conference on Education, Training and Informatics) at Orlando, Florida, USA, 134-137, March 25-28, 2012.

Noriyuki Matsunami, Shinya Miura, Saki Tomoda, Masahiro Nagai, Hitoshi Kiya "Factors determining student satisfaction in a learning environment featuring the use of a digital pen at an elementary school in Japan" SITE2013 at New Orleans, Louisiana, USA, 2241-2248, March 25-29, 2013.

〔学会発表〕(計 2 件) 査読無

三浦信也, 友田早紀, 松波紀幸, 永井正洋, デジタルペンをを用いた論理的思考力の育成, 第 37 回全日本教育工学研究協議会全国大会研究論文集 CD-ROM, 2-08, 2011

松波紀幸, 永井正洋, 貴家仁志, デジタルペン等を活用した学習での児童の満足度を規定する潜在変数の抽出, 日本教育工学会全国大会第 28 回講演論文集 CD-ROM, 755-756, 2012

〔図書〕(計 0 件)

〔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:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等  
<http://nagai-lab.jp/>

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

永井 正洋 (NAGAI, Masahiro)

首都大学東京・大学教育センター・教授

研究者番号: 40387478

(2) 研究分担者

上野 淳 (UENO, Jun)

首都大学東京・都市環境科学研究科・教授

研究者番号: 70117696

(3) 研究分担者

貴家 仁志 (KIYA, Hitoshi)

首都大学東京・システムデザイン研究科・教授

研究者番号：40157110

(4)研究分担者

北澤 武 (KITAZAWA, Takeshi)

東京学芸大学・教育学部・准教授

研究者番号：80453033

(平成24年6月14日削除)

(5)研究分担者

渡邊 雄貴 (WATANABE, Yuki)

首都大学東京・大学教育センター・助教

研究者番号：50570090

(6)研究分担者

加藤 浩 (KATO, Hiroshi)

放送大学・教養学部・教授

研究者番号：80332146

(7)研究分担者

福本 徹 (FUKUMOTO, Toru)

国立教育政策研究所・教育研究情報センター  
・総括研究官

研究者番号：70413903