

## 児童の論理的な読み書き能力を育む思考の相互観察活動 — デジタルペン黒板システムを使用した授業実践から —

高橋 麻衣子・川口 英夫・牧 敦・嶺 竜治・平林 ルミ・中邑 賢龍

This study proposes a new framework for teaching programs, introducing the practice of “Reciprocal Observation of Thought”, and subsequently examines its effect on fostering children’s practice of observing others’ thought reciprocally, we used the “Digital Pen” system, an ICT (Information and Communication Technology) system used to share information between all children in a classroom. Using this system, we conducted a five-day program for 35 fourth-graders. In each class, lectures about how to read and write critically were provided first; then, students worked independently on the given questions, presented their ideas to the others, and observed others’ work using the Digital Pen system. After the program, it was found that the students who had evaluated others’ ideas effectively during the program developed their skills to write essays with more objective and effective arguments, and also to make appropriate counterarguments against others’ essay including problems of logical structure. These results were interpreted in terms of the function for the meta-cognition framework.

Keywords: critical reading and writing skills (論理的な読み書き能力), Reciprocal Observation of thought (思考の相互観察), meta-cognition (メタ認知), ICT (Information and Communication Technology) education (ICT教育)

### 1. 問題と目的

#### 1.1 はじめに

近年、コンピュータやインターネットが普及し、子どもでも手軽に扱えるようになってきている。このような社会において我々に求められるのは、各々が持っている情報の量ではなく、多様な情報を取捨選択して活用する能力である。また、電子メールや電子掲示板など、非対面式のコミュニケーションの機会が増え、自分の考えを書き言葉のみで正確に表現する能力もこれまで以上に求められるようになってきた。今日の情報化社会で適応的に生き抜くため

には、批判的に情報を読み解く能力や論理的に自分の考えを表現する能力が重要になると考えられる。

日常生活場面だけでなく昨今の学校教育においても、このような言語に関する能力の重要性が指摘されている。2000年から3年刻みで経済協力開発機構 (Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD) が実施している国際学習到達度調査 (Programme for International Student Assessment, PISA; 国立教育政策研究所, 2007) において、日本の学生の結果で目立っていたのは「読解力」分野の成績の低下傾向であり、その中でも特に顕著であったのは、自由記述問題に対する無答率の高さであった (有元, 2008)。これは、読んで理解する力だけではなく、考えて表現する力に問題がある学生が多いことを示唆している。PISAの結果をもとに、文部科学省が毎年実施する「全国学力・学習調査」において、個人のもつ「知識」に関する問題 (A問題) に加えて、「活用」に関する問題 (B問題) が設定された。国語のB問題では、書かれた

The Effects of Reciprocal Observation of Thought on Critical Reading and Writing Skills with the “Digital Pen” Information Sharing System, by Maiko Takahashi (The University of Tokyo), Hideo Kawaguchi (Toyo University), Atsushi Maki (Advanced Research Laboratory, Hitachi, Ltd.), Ryuji Mine (Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd.), Rumi Hirabayashi, and Kenryu Nakamura (The University of Tokyo).

文章を正確に理解した上で文章を根拠にして自分の意見を書かせるような問題や、批判的に読む能力を測定する問題が出題されており、PISA 型読解力調査に対応した側面を持っている(有元, 2007)。また、2008年に告示された学習指導要領(文部科学省, 2008a)では、知識・技能の習得と思考力・判断力・表現力の育成の基盤となる能力として「言語に関する能力(言語力)」を挙げ、これを国語科のみならず各教科等において育成することを重視している(文部科学省, 2008b)。

このように、日常場面においても教育場面においても、批判的に情報を読み解き、論理的に自分の考えを表現する能力が求められており、児童期からこの能力を育成することが重要になると考えられる。本研究では、上記の能力を「論理的な読み書き能力」として定義し、この能力を伸長するような小学校での授業実践方法を提案する。

### 1.2 論理的な読み書き能力を育てるためには

「論理的な読み書き能力」は、近年我が国の教育やビジネスの分野で注目されてきている「論理的思考力(logical thinking)」の一部であるが、欧米では古くからこのような能力を「批判的思考力(critical thinking)」と呼び、研究が盛んに行われてきた(例えば Ennis, 1985; Glaser, 1941)。道田(2003)が論理的思考を「論理性を目標とした批判的思考」と定義していることから、論理的な読み書き能力は狭義の批判的思考と捉えて差し支えないだろう。批判的思考の定義は多くの研究者によってさまざまにされているが(井上, 1974; 道田, 2001a)、比較的一般的に受け入れられている Ennis(1985)の「何を信じ、主張し、行うかの判断のための合理的で反省的な思考」という定義が、本研究の「論理的な読み書き能力」の意味するところに近いと考えられる。批判的に読むためにも、論理的に表現するためにも、必要なのは「合理的で反省的な思考」だと考えられる。

では、児童・生徒の合理的で反省的な思考を促し、論理的な読み書き能力を育成するためにはどのような指導が必要なのだろうか。本研究では、メタ認知的な思考活動において他者とのやりとりがもつ機能に着目し、この効果を実践的に検討する。学習における他者とのやりとりの重要性は Vygotsky(1978)以来盛んに主張されてきており、近年では、「学習

は実践コミュニティ内の成員同士の相互作用的な活動の所産である」と考える状況的学習論(Lave & Wenger, 1991)や、「知識は社会的な関係の中でそれらとの相互作用を通して獲得されるものである」と考える社会的構成主義の立場が台頭し(佐藤, 1996)、これらの理論をもとにしたグループ学習の実践が多く提出されてきている(Guiller, Durnell, & Ross, 2008; 沖林, 2004; Rogoff, 1993; Scardamalia & Bereiter, 1994)。認知科学の分野においても、なぜ他者の存在が思考を促進させるのかについての多数の研究がなされてきた(Miyake, 1986; 清河, 2002; 清河・植田・岡田, 2004; Okada & Simon, 1997; Rochelle, 1992; Shirouzu, Miyake, & Masukawa, 2002)。例えば Miyake(1986)は、大学生にミシンの原理について2人で話し合いながら考えさせた結果、1人1人の理解過程は個別だが、他者がいることが見直しの契機となり、それぞれの見直しが各自の理解深化を促進することを示した。また、Shirouzuら(2002)は折り紙を使用する際のペアでの問題解決場面において、一方の解答過程をもう1人が観察することで別の見方があることに気づき、それぞれが別の見方を提供することで解決へ至ったことを示している。清河(2002)は「課題遂行役」と「相談役」に役割分担して協同問題解決することで、課題に対する不適切な表象が適切なものに作り替えられたことを示している。また、清河ら(2004)は、科学的推論課題において、他者が生成した仮説を評価することによって一旦注目した不適切な仮説を適切な仮説に作り替えることが促進されることを示した。これらの研究は、他者の思考を評価するという活動は、自分の思考を振り返る、すなわちメタ認知的機能を促進し、自分の思考を合理的かつ反省的に評価する契機となることを示唆している。

他者とのやりとりを通してメタ認知活動を促すことをねらった指導法として代表的なものに、Palincsar & Brown(1984)の「相互教授(reciprocal teaching)」があり、これを参考に様々な実践がなされてきた(Byman, Jarvela, & Hakkinen, 2005; Choi, Land, & Turgeon, 2005; 清河・犬塚, 2003)。これらの指導過程においては、まず本来1人の学習者の中で行われる内的な思考活動を、課題に直接的に関わり他者にその結果を説明する役と、その活動を観察・吟味する役に分けて他者と分業させる。

そして、この状態でのトレーニングを繰り返すことで、最終的には学習者自らが自分の思考を反省的にとらえなおしながら課題を遂行できるようになることをねらう。実践の結果、これらの指導法は学習者の思考におけるメタ認知活動を促進する効果があることが示されてきた。また、三宮 (2007) は、自分の考えを対象化して客観的にとらえることを促すためにはメタ認知を重視したコミュニケーション教育が必要であるとし、高校生を対象にグループ討論をとり入れた意見作成授業を実施したところ、生徒が自分の考えを再検討したり修正したりするようになったことを報告している。この結果は、自分の考えを対象化して客観的にとらえること、すなわち合理的で反省的な思考を促すためには、他者とのやりとりが必要であることを示唆している。他者によって、自分の考えに新たな視点を提供され、自分の思考を鏡のように映し出し、自分の考えを評価できるのである (丸野, 1989; 三宮, 1996)。

以上のような実験室実験及び指導実践から、他者とのやりとりが合理的で反省的な思考を促すという知見が示唆される。したがって、本研究で目標とする論理的な読み書き能力の育成も、他者とのやりとりを通じて育成される可能性が指摘できる。しかし現実に即して考えると、教室内に 20 人以上存在する日本の学校現場での一斉授業において、教室内の全員が他者とのやりとりに十分に参加することは難しい。他者とのやりとりには、自分の思考を説明する立場と相手の思考を評価する立場の 2 つが必要であるが、集団授業においては物理的・時間的な制約から自分の思考を説明する役を担う人数が限られてしまう。そこで本研究では、集団授業でのこの問題を克服するために、教室内の全員の考えを全員で共有できる情報システム (デジタルペン黒板システム) を開発し、使用した。

### 1.3 情報共有のためのデジタルペン黒板システム

近年、社会的構成主義や状況的学習論の立場からグループ学習の重要性が説かれ、グループ学習を効率的に取り込むための学習環境を整えようとする動きも出てきた (Brown, 1992)。また、学校現場へコンピュータが導入され、Web 上の掲示板、ネットワーク上でリンクを張ることができる電子ノート、仮想学習環境などのデジタルデバイスを使用し



図 1 デジタルペン

てグループ学習の環境を整える実践研究も提出されてきた (Guiller et al., 2008; 益川, 2004; Scardamalia & Bereiter, 1994)。他者との協調学習を、コンピュータを用いて支援する研究領域は CSCL (Computer Supported Collaborative Learning : コンピュータ支援の協調学習) 呼ばれ、様々な実践が報告されている (三宅, 1997; 佐伯, 1997)。しかし、これまでの CSCL 研究においては、Web 上での掲示板や電子ノートをデジタルデバイスとして利用することが多く (CSILE (Scardamalia & Bereiter, 1994), Moodle (<http://moodle.org/>), ReCoNote (益川, 2004) など)、児童・生徒に各 1 台のコンピュータを用意する学習環境を整える必要があることや、文字の入力に際してキーボードへのタイピングが必要であることなど、CSCL の利点を生かす前段階において障壁が存在したと考えられる。そこで、本研究では紙とペンという児童が慣れ親しんだインターフェースを利用して協調学習を支援する、デジタルペン黒板システムを開発した。

デジタルペン (Anoto Maxell 社製) は太さ直径 18mm、重さ 30g の見た目はやや太めの一般的なペンである (図 1) が、バッテリーやメモリ、カメラなどが内蔵され、Bluetooth 通信の機能が搭載さ

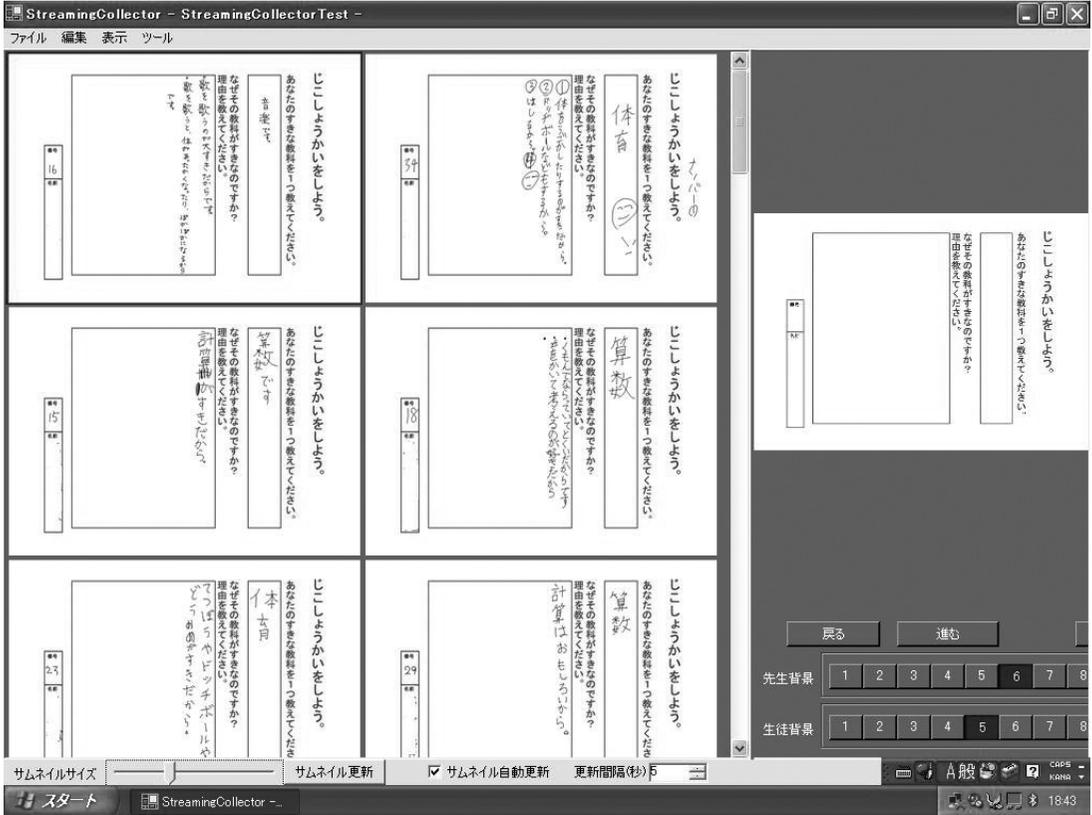


図 2 各々がデジタルペンで書いたものが集約されたパソコン画面

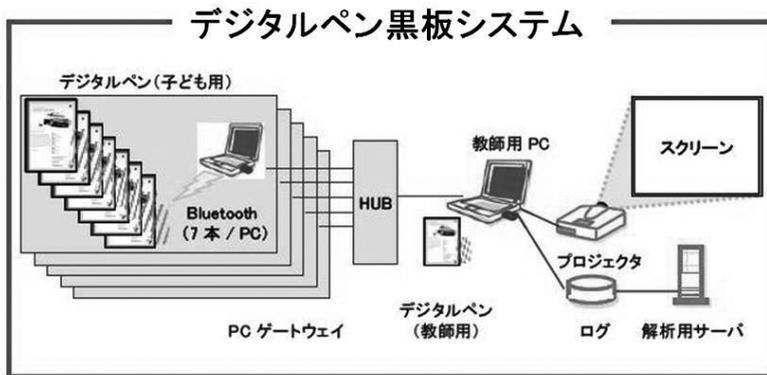


図 3 デジタルペン黒板システム

れている。見えないドットパターンが印刷された専用紙上でこのペンを使用すると、ペン先がなぞったドットパターンをカメラが読み取る。この情報を Bluetooth によってパソコンに転送すると、その画面の上にデジタルペンで書いたとおりのものが再

現される。教室内の全員がこのペンを使うと、各々が書いたものがすべて 1 台のパソコンに集約される(図 2)。集約された画面をプロジェクタにてスクリーンに投影すれば、各々が書いたものを大画面で一度に提示できる。この一連のシステムがデジタル

ペン黒板システムであり(図3), これを使用することによって教室内の全員が各々の考えを発表し, またそれをすべて観察することができる。

本研究では, 児童同士の思考の観察活動を促すツールとしてデジタルペン黒板システム使用し, この効果を検討する。

#### 1.4 本研究の目的

以上から本研究の目的は, デジタルペン黒板システムによって児童に思考の相互観察活動を行わせる実験授業が, 児童の論理的な読み書き能力の伸長に有効であるかを検討することである。各自の思考を他者に説明するように記述し, 一方で提示された他者の思考を観察するという一連の活動を通して, 各自の思考をメタ的にふりかえり, より合理的で反省的な思考へと修正していくと考えられる。本研究においては, 実験授業中に児童が筆記した情報を思考過程の指標として, デジタルペンの記録システムから分析を行う。具体的には他者のワークシートがデジタルペン黒板システムにて提示される前後での各児童の筆記した情報に着目し, 筆記過程の中から論理的な読み書き能力の伸長に寄与する要因を探る。

本章の冒頭で, 論理的な読み書き能力を「批判的に情報を読み解き, 論理的に自分の考えを表現する能力」と定義したが, 具体的には批判的に読み解く能力としては「論理的に曖昧な点を指摘できる能力」, 論理的に表現する能力として「自分の主張に対して効果的な根拠を記述する能力」に絞り, これらの能力を伸長することを目的とする。これらの能力は狭義の批判的思考だととらえることができる。批判的思考は主に態度と能力という2つの構成要素からなり, 批判的思考を発揮するためにはどちらも重要であると考えられている(平山・楠美, 2004; 道田, 2001b; 田中・楠美, 2007b)。特に, 批判的思考を行おうと判断する態度にはメタ認知が関連しており(田中・楠美, 2007a,b), 本実験授業における思考の相互観察活動はこの要素の育成にかかわると考えられる。批判的思考の能力と態度の要素を厳密に切り離して育成することは難しいが, 本実験授業ではもう一方の能力要素の育成のために, 授業の冒頭で教師役の実験者が簡単な講義形式で児童に知識やスキルを教授することとする。

対象とする児童は小学4年生とする。教育現場において, 小学校中学年頃に児童の学業不振が増加し

始める現象は「9歳の壁」と呼ばれ, 近年注目されてきた(藤村, 2005; 中道, 2008)。中道(2008)は, 9歳の壁が生じる原因として, 教科内容が抽象的なものへと変化することや, 具体的なモノがなくても抽象的に考えられる発達段階への移行が困難な場合があることを指摘している。このことは, 小学校中学年の児童の抽象的な思考は具体的なモノや活動によって促進される可能性を示している。そのため, 本来は内的な思考プロセスを他者とのやりとりという活動に外化させる本研究の指導実践は, この段階の児童に特に効果的だと考えられる。

## 2. 方法

### 2.1 実験授業参加者

和歌山県和歌山市の公立小学校4年生の1学級35名(男児17名, 女児18名)が実験授業に参加した。また, 同じ小学校の同学年の他の1学級34名(男児17名, 女児17名)を統制群として設定し, 実験群と同時期に事前テストと事後テストを実施した。

### 2.2 課題

実験授業が児童の論理的な読み書き能力に及ぼす効果を測定するために, 一連の実験授業の前後に, 児童に作文課題を課し, その成績の差を効果の指標とした。

作文課題は, 命題間のつながりが論理的に正しいとは言えない他者の考えを読み, それについて自分の考えを記述するものとした。本研究で焦点を当てるのは論理的な読み書き能力の中でも「論理的に曖昧な点を指摘する能力」と「自分の主張に対して効果的な根拠を記述する能力」であるが, 前者については, 他者の考えに含まれる命題間の関連の曖昧性を指摘できたかどうかを評価することで測定できると考えられる。一方, 後者は最終的に自分の考えを作文するとき効果的な根拠を添えることができたかどうかを評価することで測定できると考えられる。刺激となる文章は, 「わかる国語 読み書きのツボ5・6年(NHK デジタル教材 <http://www.nhk.or.jp/kokugo56/ja/frame.html>)」を参考に2種類作成し, 一方を事前課題に, もう一方を事後課題に用いた。表1に課題の詳細を示す。課題にかけた時間は20分であった。

表1 事前・事後課題に用いた文章刺激

事前課題	「先生が『わすれものをしてら漢字を100回書くことにしましょう。漢字を書くのはだれでもいやだから、わすれものをする人がへります。それから、漢字を何回も書いているうちに、漢字がおぼえられるようになります。』と言いました。先生のこのお話について、あなたはさんせいですか？ 反対ですか？ あなたの考えを書いてください。」
事後課題	「先生が『テストの点数が悪かったら、夏休みを10日間へらすことにしましょう。みんな夏休みがだいすきだから、テストでいい点をとります。それから、夏休みが10日間短ければ、それだけ成績が上がります。』と言いました。先生のこのお話について、あなたはさんせいですか？ 反対ですか？ あなたの考えを書いてください。」

### 2.3 実験授業手続き

1コマ45分の授業を合計5回、第一著者が授業者となって行った。初回の授業の前半部分に事前課題を、最終回の授業の後半部分に事後課題を行った。授業はすべて、児童が学校生活の大半を過ごしている彼らの教室で行った。また、児童の筆記にはすべてデジタルペンを使用させた。前半2回では児童の「自分の主張に対して効果的な根拠を記述する能力」の伸長をねらい、根拠とは何か、効果的な根拠とはどのようなものかを考えさせる授業を行った。後半3回では児童の「論理的に曖昧な点を指摘する能力」の伸長を主にねらった。論理的に曖昧であることを指摘するためには、与えられた情報を分類・整理して吟味する必要がある。そこで、今回は提示された情報を事実と意見に分類する練習を行った。その後、抽出された事実のみに着目し、その事実についての意見として妥当なものと考えさせる授業を行った。

いずれの授業も以下の流れで行った。まず、授業の冒頭に児童に対して簡単な講義をして基本的な知識を教授した。その後に課題を提示し、児童が各自で取り組む時間を与えた。児童はデジタルペンを用いて各自の思考の結果を専用のワークシートに記述した。全員の回答が出揃ったところで、それぞれのワークシートをデジタルペン黒板システムによって提示し、任意の児童に口頭によっても説明を求め、他の児童には見たり聞いたりしたクラスメイトの考えのどれがよかったかを考えさせた。思考の観察活動においては、教師役の実験者から「『なるほど』と思った友達の見解をワークシートに書き込みましょう」との指示は特に出さなかった。全5回の指導の

概要を表2に示す。

統制群については小学4年生の通常カリキュラムのもとでの授業が行われ、上記の実験授業は実施されなかった。

## 3. 結果

### 3.1 事前・事後課題の作文のコード化

事前・事後課題による児童の作文について、コード化を行った。作文のコーディングの基準としては、主張の明確さ、理由づけの有無、反論・代替論の有無、反駁の有無が一般的であるが (Ferretti, MacArthur, & Dowdy (2000); Means & Voss (1996); Midgette, Haria, & MacArthur (2008); Nussbaum & Kardash (2005); Reznitskaya et al. (2001), レビューとして富田・丸野 (2004)), これらの基準が適用される作文課題は、与えられたあるテーマについての自分の意見を記述するというものであった。一方で、本研究で使用した課題は、命題間のつながりが論理的に正しいとは言えない他者の考えを読み、それについて自分の考えを記述するものであった。そのため、先行研究における作文のコーディングの基準に加えて、他者とのやりとりにおける発話コーディングの研究 (Guiller et al., 2008; 富田・丸野, 2000) も参考にし、独自に表3に示すコーディングカテゴリを作成した。

コード化に先立って、各作文を、1つの行為や状態を表す文または節を単位としたアイデアユニットに分割した (Reznitskaya et al., 2001)。そして、「自分の主張に対して効果的な根拠を記述する能力」の指標として、作文中の (a) 自分の主張を支持する根拠をコード化した。これは、上記先行研究の「理由

表2 全5回の指導スケジュール

次	教授内容	具体的活動
1	何かを主張するときには根拠を述べる必要がある	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 各自の好きな教科とその根拠をワークシートに記述する</li> <li>● 全員のシートを見て「なるほど」と思うものはどれか考える</li> <li>● 再度、各自の好きな教科と理由を記述する</li> </ul>
2	主観的な意見ではなく具体的な事実が効果的な根拠になる	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 「休み時間を増やしてほしい」という主張に対して、主観的な意見を根拠にした文章と具体的な事実を根拠にした文章を読み、どちらが効果的か考える</li> <li>● 「おこづかいを増やしてほしい」という主張に対して、効果的な根拠を各自でワークシートに記述する</li> <li>● 全員のシートを見て「なるほど」と思うものはどれか考える</li> </ul>
3	命題には事実と意見がある	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 事実とは何か、意見とは何か、について考える</li> <li>● 多様な単文を事実と意見に分類する（例：「あの子はスカートをはいている」「バラは美しい」）</li> </ul>
4	他人の考えを評価するときには、まず事実を抽出する必要がある	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 事実と意見が混ざった文章から事実のみを抽出する（文章例：「私の誕生日に友達が『何度も読んだよ』と言って本をくれた。汚い本だった。読み飽きた本をくれるなんてあの子はケチだ」）</li> <li>● 抽出した事実について各自の意見をワークシートに記述する</li> <li>● 全員のシートを見て「なるほど」と思うものはどれか考える</li> </ul>
5	日常的な題材も批判的に評価することができる	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ある架空のペンについての広告を見て、主張が何かを読み取る</li> <li>● 広告内の記述が広告の主張を支持する根拠として妥当であるかを考えワークシートに記述する</li> <li>● 全員のシートを見て「なるほど」と思うものはどれか考える</li> </ul>

表3 作文のコード化のカテゴリと基準

カテゴリ	基準
(a) 全根拠	各自の主張を支持する命題
(b) 繰り返し	(a) の中で刺激文章中にある記述と同等のもの（例：わすれものが減る、みんなの成績があがる）。
(c) 主観的記述	(a) の中で主観的な意見にもとづくもの（例：100回も書くのはめんどくさい、夏休みがみんなより少ないのはいやだ）。
(d) 独自の根拠	(a) の中で (b) と (c) に含まれないもの（例：字がきれいになる、宿題を増やせばよい）。
(e) 批判的な記述	刺激文章内の命題や命題間の関連の曖昧な箇所について指摘したもの（例：漢字とわすれものは関係ない、夏休みが短くても成績は上がらないかもしれない）。

づけ」に相当する。ただし、記述されたすべての根拠が効果的であるとは言い難い。そこで、記述された根拠のうち (b) 刺激文章中に既に書かれている根拠と同等のもの、(c) 主観的なものをコード化

し、これらに含まれないものを (d) 独自の根拠の数として本研究における「効果的な」根拠とした。また、「論理的に曖昧な点を指摘する能力」の指標として、作文中の (e) 批判的な記述をコード化し

表 4 各条件におけるカテゴリ記述数の平均

	実験群		統制群	
	事前	事後	事前	事後
(a) 全根拠	1.76 (0.71)	1.89 (0.97)	2.54 (0.96)	2.22 (0.96)
(b) 課題文の繰り返し	0.3 (0.67)	0.03 (0.17)	0.91 (0.93)	0.66 (0.80)
(c) 主観的記述	0.77 (0.74)	0.56 (0.67)	0.74 (0.99)	0.68 (0.81)
(d) 独自の根拠	0.69 (0.69)	1.3 (0.96)	0.9 (0.89)	0.88 (0.95)
(e) 批判的な記述	0.09 (0.19)	0.43 (0.67)	0.18 (0.50)	0.1 (0.38)

括弧内は標準偏差

た。これは、他者とのやりとりの分析におけるコーディングスキーマの「反論」「問題点の指摘」(富田・丸野, 2000) や “disagreement” “offers alternative explanation” (Guiller et al., 2008) に類似すると考えられる。各カテゴリのコード化の基準を表 3 に示す。

各カテゴリにつき、2 名で独立して評定を行ったところ、一致率 (a) 73.4% ( $\kappa = .61$ ), (b) 87.8% ( $\kappa = .73$ ), (c) 75.7% ( $\kappa = .57$ ), (e) 85.6% ( $\kappa = .46$ ) であった。不一致の回答は、合議によって決定した。 $\kappa$  係数がやや低いのは、周辺度数が不均衡であったためだと考えられる (Berk, 1984)。

各作文について、各カテゴリにコード化された記述数を数えた。全参加者の回答の平均と標準偏差を表 4 に示す。

### 3.2 効果的な根拠を記述する能力について

本研究においては、自分の主張に対して他者が提案しものと同等のもの (b) ではなく、主観的な記述 (c) でないものを独自の「効果的な」根拠 (d) とした。実験授業が児童の作文における効果的な根拠の記述数に及ぼした効果を検討するために、(d) の記述数について、条件群 (実験群・統制群) × 時期 (事前・事後) の分散分析を行った。その結果、時期の主効果 ( $F(1, 67) = 6.89, p < .05$ )、条件群と時期の交互作用 ( $F(1, 67) = 7.58, p < .01$ ) が有意になった。条件群の主効果は有意水準に達しなかった ( $F(1, 67) = .34, n.s.$ )。

条件群と時期の交互作用における単純主効果を

検定したところ、条件群の効果は事前課題においては有意水準に達しなかった ( $F(1, 134) = .99, n.s.$ ) が、事後課題においては有意傾向となった ( $F(1, 134) = 3.89, p < .06$ )。一方で時期の効果は実験群でのみ有意となり ( $F(1, 67) = 14.47, p < .001$ )、統制群においては効果がないことが明らかとなった ( $F(1, 67) = 0.01, n.s.$ )。

### 3.3 論理的に曖昧な点を指摘する能力について

本研究においては、提示された文章中の論理的に曖昧な点を指摘する能力を批判的な読み能力として定義した。実験授業がこの能力の伸長に及ぼした効果を検討するために、(e) の記述数について条件群 × 時期の分散分析を行った。その結果、時期の主効果 ( $F(1, 67) = 4.07, p < .05$ )、条件群と時期の交互作用 ( $F(1, 67) = 10.65, p < .005$ ) が有意になった。条件群の主効果は有意水準に達しなかった ( $F(1, 67) = 1.50, n.s.$ )。

条件群と時期の交互作用における単純主効果を検定したところ、条件群の効果は事前課題においては有意水準に達しなかった ( $F(1, 134) = .75, n.s.$ ) が、事後課題においては有意となった ( $F(1, 134) = 8.27, p < .005$ )。一方で時期の効果は実験群でのみ有意となり ( $F(1, 67) = 13.95, p < .001$ )、統制群においては効果がないことが明らかとなった ( $F(1, 67) = .78, n.s.$ )。

### 3.4 主張別の回答の分析

前節で分析した (e) の記述は、刺激文章中の話に

「反対」の立場をとった作文において主に観察されると考えられる。そのため、事前課題と事後課題のそれぞれにおいて実験群と統制群の間で賛成と反対の立場の比率が異なっただことが上記の結果に影響を及ぼしたことも考えられる。実験群、統制群において、事後課題と事前課題の間での賛成と反対の立場の比率を検定したところ、どちらの課題においても比率の違いが検出されなかった（実験群  $\chi^2(1) = 1.27$ , *n.s.*; 統制群  $\chi^2(1) = .00$ , *n.s.*）。このことから、実験群においても統制群においても、事前課題と事後課題の間で主張の比率に変化はなかったが、実験群においてのみ作文内の記述の内容に変化が生じたことが考えられる。

一方で、事前課題、事後課題において、実験群内と統制群内の賛成と反対の立場の比率を検定したところ、どちらの課題においても比率に違いがあることが示された（事前  $\chi^2(1) = 9.03$ ,  $p < .01$ ; 事後  $\chi^2(1) = 16.47$ ,  $p < .01$ ）。

そこで、各児童が事前課題と事後課題でとった立場から、①事前課題も事後課題も賛成の立場、②事前課題は反対、事後課題は賛成の立場、③事前課題は賛成、事後課題は反対の立場、④事前課題も事後課題も賛成の立場、⑤明確に立場を主張していないものの5つにグループ分けした。表5に各グループにおける人数を示す。

賛成の立場をとると(e)の記述が極端に少なくなる（賛成の立場を表明した全43作文のうち、(e)の記述があったのは1作文であった）、また実験群の事後課題において賛成の立場を表明した人数が少なく、意味のある統計的検定の実行が難しいことから、③と④のグループの(e)の記述数について、条件群×時期の分散分析を行った。その結果、③のグループにおいては時期の主効果のみ有意となり（ $F(1, 7) = 6.27$ ,  $p < .05$ ）、条件群の主効果、条件群と時期の交互作用は有意水準に達しなかった（ $F(1, 7) = 1.30$ , *n.s.*;  $F(1, 7) = 1.30$ , *n.s.*）。④のグループにおいては、両要因の主効果は有意でなかったものの（ $F(1, 33) = 1.65$ , *n.s.*;  $F(1, 33) = .14$ , *n.s.*）、条件群と時期の交互作用が有意となった（ $F(1, 33) = 5.22$ ,  $p < .05$ ）。単純主効果を検定したところ、事後課題において実験群の記述数が統制群のものより多いこと（ $F(1, 66) = 6.06$ ,  $p < .05$ ）と、有意傾向ではあるが実験群において事前課題に比べて事後課題で記述数が増加したこと

表5 課題作文において回答した立場の違い

	実験群	統制群
① 賛成→賛成	2	16
② 反対→賛成	0	3
③ 賛成→反対	5	4
④ 反対→反対	26	9
⑤ 不明	2	2

（ $F(1, 33) = 3.52$ ,  $p < .07$ ）が示された。

また、(d)の「効果的な」根拠の記述数についても条件群×時期の分散分析をしたところ、③のグループにおいて時期の主効果（ $F(1, 7) = 29.58$ ,  $p < .001$ ）、条件群と時期の交互作用（ $F(1, 7) = 12.70$ ,  $p < .01$ ）が有意となった。単純主効果を検定したところ、実験群においてのみ事前課題に比べて事後課題で記述数が増加したこと（ $F(1, 7) = 40.52$ ,  $p < .001$ ）が示された。④のグループにおいては、いずれの主効果、交互作用とも有意水準に達しなかった（ $F(1, 33) = .02$ , *n.s.*;  $F(1, 33) = 1.90$ , *n.s.*;  $F(1, 33) = 1.19$ , *n.s.*）。

### 3.5 学習過程の分析

実験授業を受けた児童の中にも、事前課題と事後課題の作文の質に変化がみられなかった、すなわち成績の向上が見られなかった児童がいた。そこで、成績が向上した児童と変化のなかった児童の実験授業中の行動を比較した。

各児童について、(d)「効果的な」根拠の記述数と(e)批判的な記述数を事前課題、事後課題それぞれにおいて足し合わせ、課題得点とした。そして、事後課題の得点から事前課題の得点を差し引いたものを向上点とした。向上点の平均は0.96であった。そこで、向上点が平均以下で会った児童を成績変化なし群（18人；範囲-1~0.5；平均=-.22）、平均以上であったものを成績向上群（17人；範囲1~4；平均=2.21）として群分けした。

デジタルペンは筆記過程の情報を時間的、空間的に記録することができる。そのため、各児童が授業中のいつ、何を書いたのかについての分析が可能となる。本研究では、児童の読み書き能力の伸長に思考の相互観察活動が及ぼす影響を検討することが目的であるため、授業内でデジタルペン黒板システムによって児童全員のワークシートの提示をした前後の各児童の筆記過程を分析した。

表6 ワークシート提示前後における児童の記述数

	提示前		提示後			
	変化なし群	向上群	類似		独自	
			変化なし群	向上群	変化なし群	向上群
1日目	1.78	1.47	0.00	0.06	0.06	0.00
2日目 課題1	0.94	1.06	0.12	0.12	0.35	0.06
2日目 課題2	1.24	1.06	0.18	0.24	0.41	0.00
3日目	1.35	1.53	0.18	0.00	0.53	0.59
4日目 課題1	1.06	1.36	0.00	0.00	0.22	0.50
4日目 課題2	1.00	1.57	1.22	1.50	0.22	0.21
5日目	1.44	1.47	4.33	4.12	1.17	0.94

毎回の実験授業において、児童は表2に示したような、正解がなく文または文章で答える課題をワークシート上で行い、デジタルペン黒板システムで提示された他の児童の回答を観察した。全員のシートを提示した際に、各ワークシートに追記を促すような教示は行わなかったが、提示されたものを見てワークシートに追記する児童も存在した。そこで、ワークシート提示前と提示後において児童が筆記した「意味のあるまとまり」の数を数えた。また、ワークシート提示後に筆記した情報の中には、提示された他の児童の回答と類似したものと、そうではなく独自で考えたと推測されるものがあつた。そこで、提示後に各児童が筆記した情報について、2名で独立に「類似したもの」「独自のもの」に評定した。一致率は100%であつた。各回における成績変化なし群と成績向上群のワークシート提示前後での記述数の平均を表6に示す。

ワークシート提示前、提示後の類似、独自の記述数について、群(2)×課題(7)の分散分析を行ったところ、どの種の記述数においても、課題の主効果は見られたが(提示前  $F(6, 198) = 4.11, p < .001$ 、提示後類似  $F(6, 198) = 8.92, p < .001$ 、提示後独自  $F(6, 198) = 68.33, p < .001$ )、群の主効果、群と課題の交互作用は検出されなかった(提示前  $F(1, 33) = .11, n.s.$ 、 $F(6, 198) = .81, n.s.$ 、提示後類似  $F(1, 33) = .89, n.s.$ 、 $F(6, 198) = .80, n.s.$ 、提示後独自  $F(1, 33) = 0.04, n.s.$ 、 $F(6, 198) = .09, n.s.$ )。すなわち、ワークシート提示前後において、成績変化なし群と向上群の間での記述数に違いは検

出されなかった。

群間で筆記した数に違いが検出されなかったため、筆記した情報の内容の分析を行った。この分析は教育効果がより顕著に表れると考えられる4日目と5日目の課題において行った。4日目、5日目の課題はともに、ある人の主張を事実と意見が混ざった文や文章から評価するものであり(4日目課題例:「私の誕生日に友達が『何度も読んだよ』と言って本をくれた。汚い本だった。読み飽きた本をくれるなんてあの子はケチだ」という文章を読ませ、「この友達はケチだと思いますか?」の問いに各自の根拠とともに回答させる)、批判的に読み解く能力の育成をねらったものである。そこで、各児童におけるワークシート提示前後の批判的記述数(例:「『読み飽きた』というのは意見だ」「おもしろいから何度も読んで、くれたのかもしれない」「汚いのはおもしろくて何度も読んだから」など)を数え、成績変化なし群と向上群にそれぞれにおける4日目と5日目の課題平均を算出した(図4)。この値について、群(成績変化なし・向上)×時期(ワークシート提示前・後)の分散分析を行ったところ、群の主効果( $F(1, 33) = 14.12, p < .001$ )、時期の主効果( $F(1, 33) = 16.42, p < .001$ )、群と時期の交互作用( $F(1, 33) = 5.72, p < .05$ )が有意となった。この交互作用における単純主効果を検定したところ、ワークシート提示後の批判的記述数は成績向上群のほうが変化なし群より有意に多いこと( $F(1, 66) = 18.71, p < .001$ )、また、成績向上群においてのみ、ワークシート提示の効果がみられる

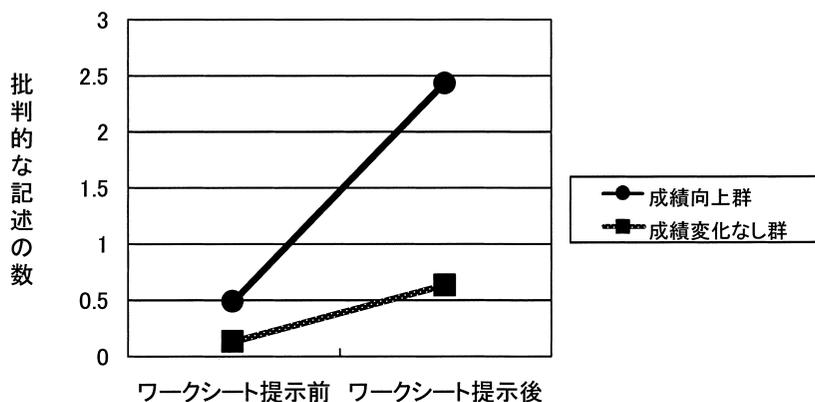


図4 ワークシート提示前後の批判的記述数

こと ( $F(1, 33) = 20.77, p < .001$ ) が示された。

#### 4. 考察

##### 4.1 論理的な読み書き能力を育成する授業

デジタルペン黒板システムを用いた本実験授業において、児童は各自の思考の結果を他者に提示し、一方で、他者の思考の結果を観察するという思考の相互観察活動を行った。このような授業を受けた児童（実験群）も、授業を受けなかった児童（統制群）もともに、事前・事後の課題作文において主張する内容の比率に変化はみられなかったが、実験群においてのみ、①自分の主張に対しての独自の主観的でない根拠と②他者の考えにおける論理の曖昧な点の指摘の記述数の増加がみられた。また、事前・事後課題において実験群と同一の主張をした統制群と比較しても、上記と同様の結果が観察された。この結果は、今回の実験授業が児童の論理的な読み書き能力の伸長に正の効果を及ぼしたことを示唆している。

また、実験群の中でも事前課題と事後課題の間で成績の変化がなかった児童と成績が向上した児童が存在した。彼らの授業中の学習過程を分析すると、他者の思考を提示される前後でのワークシートへの書き込みの総量には違いが見られなかった。そこで、書き込みの質の分析を行ったところ、他者のワークシートを観察する前はどの児童も同じような書き込みをしていた。一方、他者のワークシートを観察した後においては、成績が向上した児童のみが他者の考えにおける論理の曖昧な点を指摘する記述を各自のワークシートに追記する活動を行っていたことが

示された。このことは、提示された他の児童のワークシートの中からうまく「お手本」となる他者の視点を取り入れる行為が、本研究が定義する論理的な読み書き能力の育成に寄与していたものと考えられる。他者の多様な思考過程を観察し、その中から「お手本」となる思考を取り入れる行為を足場として自分の思考をメタ的に評価する姿勢が養われ、事後課題において他者の存在がなくとも合理的で反省的な思考をすることができるようになったのではないだろうか。

デジタルペン黒板システムによって全員の思考結果を提示し観察することはできたが、限られた時間での授業という制約上、すべてを口頭で詳細に説明したり評価したりすることは難しかった。それにもかかわらず、児童は他者の思考の結果をただ観察するだけで、自分の思考を対象化してメタ的に評価し、より説得的で論理的な思考を促進させることができた。これは清河・伊澤・植田(2007)の、非言語的な洞察問題において言語的なやりとりをせずに他者の思考過程を観察するだけで制約が緩和され問題解決が促進されたという知見と矛盾しない。また、清河ら(2007)は観察する他者は必ずしも「お手本」となるものではなくてもよいことも示している。本実験授業において、冒頭に教師による基本的な知識の教授はしたものの、その後の相互評価活動においては「お手本」を示さずに、全員の回答の中から各自がよいと思うものはどれかを考えさせた。「お手本」となる思考結果だけでなくそうではない思考をも観察することが、各自の思考を客観的にとらえなおし「お手本」の視点を取り入れるきっかけ

を与えたのではないだろうか。

以下に、本研究から示唆される学校教育に対する認知科学の貢献を議論し、表7にまとめる。

#### 4.2 学校教育に対する認知科学の貢献：学校現場での学習環境デザイン (表7(1))

近年、社会的構成主義や状況的学習論の立場からグループ学習の重要性が説かれ、CSCL研究の分野から、グループ学習を効率的に実行するためのコンピュータ支援の実践が様々に報告されてきた(三宅, 1997; 佐伯, 1997)。教育現場でのこのような動向に対して、認知科学研究はなぜ協調活動がよいのか、どのように協調活動を取り入れたらよいのかについての情報を提供し、協調活動やデジタルデバイスの教室への導入に理論的な裏づけを与えてきた。協調活動の利点としては、他者の存在から自分の思考をメタ的に振り返る契機を得ることで、より合理的で反省的な思考へと深化することが示唆されており(清河, 2002; 清河・犬塚, 2003; 清河・伊澤・植田, 2007; 清河・植田・岡田, 2004; Miyake, 1986; 沖林, 2004; 三宮, 2007; Shirouzu, 2002)。CSCLにおいても自分自身の考えを振り返り批判的に吟味する「再吟味 (reflection)」というメタ認知的なプロセスが重視されている(三宅, 1997)。デジタルデバイスは思考の外化ツールとしての可能性も指摘されている(佐伯, 1997)。人には外界を積極的に利用し、協調的に利用しながら各自の理解をつくりあげていく傾向があるとの知見(Shirouzuら, 2002)と組み合わせて、デジタルデバイスの利用可能性が模索できると考えられる。

本研究は、認知的協調についての知見とICT (Information and Communication Technology) 教育を結び付けた一連のCSCL研究の1つとして位置づけられる。本実践において、論理的な読み書き能力を育成するためにデジタルペン黒板システムを使用して実際のコミュニケーション場面に児童を参加させた点や、他者の思考を提示して「お手本」を探索せ、各自の思考に内化させる足場かけを行った点などは、学習における社会的文脈や相互作用を重要視する社会的構成主義や状況的学習論の立場からも評価できるものと考えられる。一方、本実践における通常使用している教室での実際のコミュニケーション場面を利用した学習は、Web上での掲示板やノートブックをデジタルデバイスとし

て利用することが多かったこれまでのCSCL研究 (CSILE (Scardamalia & Bereiter, 1994), Moodle (<http://moodle.org/>), ReCoNote (益川, 2004) など) と異なるものである。Web上でのやりとりや議論は時間的、距離的な制約が緩和され、また1つの課題に対して熟考できるという点でメリットを持つが、一方で他者とのやりとりへの参加感や現実性は薄れるという欠点がある (Guiller et al., 2008)。特に本研究で対象とした小学生は具体物を使用しているの思考に頼ることが多いため (中道, 2008)。Web上でのやりとりでは論理的な読み書き能力を発揮すべき文脈を見過ごす可能性が指摘できる。デジタルペン黒板システムを使用して、具体的な他者が見える状態での実践的なコミュニケーション場面という文脈を設定することで、児童は論理的な読み書き能力を効果的に育成することができたのではないだろうか。

#### 4.3 日本の学校教育への提案・提言：学習における他者とのやりとりの効果 (表7(2))

本研究では、教室内全員での思考の相互観察活動が論理的な読み書き能力の育成を促進することを示した。本研究で定義した論理的な読み書き能力は、今日の日本の学校教育において重要視されているPISA型読解力に含まれるものである (有元, 2008; 文部科学省, 2008b)。すなわち、PISA型読解力を育成するためには児童同士の思考の相互観察活動が可能であるような学習環境を設定する必要があると考えられる。

また、学習内で児童が観察する他者の思考は必ずしもお手本となるものでなくてもよく (清河ら, 2007; Shirouzuら, 2002 他)、自分の思考を振り返るためには多様な思考を観察する機会をもつことが有効であるとも考えられる。そのような環境を設定するためには、思考の観察活動をする集団の成員は均質ではなく多様な思考過程をもつ児童・生徒である必要があるだろう。近年の日本の学校教育においては、適正処遇交互作用の概念などから習熟度別クラスの設置など、個に応じた指導に力点が置かれているように見受けられるが、協調学習についての認知科学の研究からは、論理的な読み書き能力などの批判的思考力を育成する授業を実施するにあたっては集団内の多様性を重視する必要性が指摘できるだろう。

また、本研究においては、他者の多様な思考過程からうまく「お手本」を自分の思考に取り入れる行為が論理的な読み書き能力の伸長に寄与することが示された。状況的学習論では、学習においては初心者が熟達者の姿勢を模倣することによりコミュニティに参加する過程が不可欠だとし (Lave & Wenger, 1991), CSCL 研究では、初学者が熟達者からの援助を受けることで学習を促進させようとする「足場かけ (scaffolding)」を重視する (三宅, 1997)。よって、特に初学者が混ざった集団内で思考の相互観察活動を取り入れる場合には、教室内全員の多様な思考を提示するだけでなく、それらを評価しつつも「お手本」となる思考過程を内化させる働きかけが教師側には必要となるだろう。

#### 4.4 認知科学と日本の学校教育の将来：日本における ICT 教育 (表 7 (3))

本実験授業においてはデジタルペン黒板システムを用いたが、このような情報技術は今後の日本の学校現場に徐々に導入されていくと考えられる。情報技術の参入によって授業が効率的に行われるだけでなく、今回の思考の相互観察活動のように認知科学の知見を生かした指導法が展開されやすくなるだろう。本研究は、学校教育において認知科学の知見を生かす 1 つのツールを提案した。これまでも Web 上での掲示板やノートブックなどのデジタルデバイスを使用し、認知科学の知見を生かした CSCL 研究 (CSILE (Scardamalia & Bereiter, 1994), ReCoNote (益川, 2004) など) がなされている。一方で特に日本の学校現場において実施される授業は伝統的な黒板とチョークを使用している集団授業が大半であろう。そのため学校現場に ICT を導入するためには予算も必要であるが何より教員の ICT に対するリテラシーが不可欠である。しかし、これまでのデジタルデバイスはキーボード入力を主とするため、これらを効果的に使用できる教員が限られていたと考えられる。本研究で使用したデジタルペン黒板システムは紙とペンという慣れ親しんだインターフェースであるため、これまでと比べて情報技術導入への障壁が小さいのではないだろうか。

また、今日の情報化社会においては、メディアに流れる情報を取捨選択して活用する能力、すなわちメディアリテラシーの習得が重要視されている。本研究において焦点を当てた論理的な読み書き能力は

メディアリテラシーの根底をなすものであり、今回の実験授業は今後の情報教育への一助となるとも考えられる。

#### 4.5 脳科学との関連：デジタルペン黒板システムの優位性 (表 7 (4))

デジタルペン黒板システムとこれまでの類似のデジタルデバイスとの違いとして、文字の入力方法が挙げられる。デジタルペン黒板システムにおいては手書きで文字入力ができ、特に小学生などのキーボードでのタイピングに不慣れた学習者にとっては非常に有効な ICT である。この手書きとタイピングといった入力方法の違いが、文字の記憶成績や脳の活性部位の違いを生み出すという知見も存在する (Longcamp, Zerbato-Poudou, & Velay, 2005; Longcamp, Boucard, Gilhodes et al., 2008)。例えば、手書きに特有の運動過程が読みの活動に関連することが活動中の脳の活性部位から示唆されている (Longcamp, Anton, Roth et al., 2003)。このように、手書きとタイピングの違いを認知科学と脳科学の分野で協力して解明することで、学習の目的や年齢と照らし合わせてデジタルデバイスを選び、学校現場に導入することができると考えられる。

## 5. 結論

本研究においては、デジタルペン黒板システムによって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、児童の論理的な読み書き能力の伸長を促進することが示された。ただし、この教育効果は他者の多様な思考の中から「お手本」となる思考を取り入れる活動ができた児童のみに限られたものだった。今後、お手本を取り入れることのできた児童とそうでない児童の思考プロセスの差異を明らかにし、お手本となる思考を取り入れる活動を促進させるような働きかけを模索することが必要であろう。

本実験授業は、論理的な読み書きを行うための基本的な知識の教授と、その知識をもとに各自が思考を展開し相互観察活動を行うという 2 つの側面から構成されていた。実際の学校現場においての実践研究であったため、本研究においてはどちらの側面が論理的な読み書き能力の伸長に効果を及ぼしたのかを分離できるような統制群を設けることができなかった。知識の教授だけを行う群、思考の相互観察活動のみを行う群を設定し、論理的な読み書き能力

表7 指定された問いへの回答

<p><b>(1) 学校教育に対する認知科学の貢献</b></p> <p>認知科学において、他者との協調活動がなぜ思考の深化を促すかについて、メタ認知の促進や思考の外化などの観点から説明がなされてきた。これらの知見は、学校現場にグループ学習やコンピュータ支援による学習を導入するなどの学習環境をデザインする際の理論的裏付けとなったと考えられる。本研究は、認知科学研究で得られた協調活動の知見を実際の授業実践に応用したものであり、認知科学と学校教育を効果的に結びつけたものであると考えられる。</p>
<p><b>(2) 日本の学校教育への提案・提言</b></p> <p>今日の日本の学校教育で重要視されている PISA 型読解力を育成するためには、集団において思考の相互観察活動が必要であることが本研究から提案できる。また、近年の日本の学校現場においては、習熟度別クラスの設置など均質な集団に対する指導に力点が置かれているように見受けられるが、批判的思考などの思考の振り返り活動を必要とする PISA 型読解力を育成するためには、集団内の多様性も重要となる。そのような集団での教師の役割としては、各々の多様な思考を評価しつつ、お手本となる思考を各児童・生徒に内化させるような働きかけをすることであると考えられる。</p>
<p><b>(3) 認知科学と日本の学校教育の将来</b></p> <p>これからの日本の学校教育においては、デジタルペン黒板システムなどの ICT が導入されてくると考えられる。これらの機器の効果的な使用方法を模索する上で、集団における思考のプロセスについて膨大な知見を持つ認知科学が果たす役割は大きい。本研究で使用したデジタルペン黒板システムはこれまでの多くのデジタルデバイスと異なり、慣れ親しんだ紙とペンというインターフェースから、児童生徒だけでなく教員側の ICT 導入への障壁を小さくするものだと考えられる。また、本実践によって育成される能力は、児童・生徒のメディアリテラシーの習得の根底をなすものと考えられ、今後は、情報化社会を生き抜くために必要な情報モラル教育の基盤となる可能性も存在する。</p>
<p><b>(4) 脳科学との関連</b></p> <p>デジタルペン黒板システムは、文字入力をペンによる手書きで行うという点でタイピング入力を主とする他のデジタルデバイスと異なる。脳科学においては、手書きとタイピングの過程で活性する脳部位が異なることが示されており、その結果としての記憶成績や読解などの認知成績が異なることも示唆されている。手書きとタイピングの違いが学習過程に及ぼす影響について脳科学と認知科学の分野で協力して解明することで、学習の目的や年齢と照らし合わせてデジタルデバイスを選び、学校現場に効果的に導入することができると考えられる。</p>

の伸長に大きく寄与する要因を明らかにすることも今後の課題である。

今回使用したデジタルペン黒板システムにおいては、児童全員の書字行動を教室にいる全員が観察できるという利点があるが、一方で、書字に困難さをもつ児童が授業に参加しにくいという問題点も挙げられる。書字困難を持つ児童や小学校低学年の児童に対してこのシステムを使用する場合には、たとえば文字認識のソフトを媒介して読みやすい活字にしてから全員へ提示するなどの、システムの改善が

必要となるかもしれない。

上記のような限界はあるが、「論理科」という教科を立ち上げた実践が報告されるなど(井上・尾木・河野・安芸高田市立向原小学校, 2008)、児童・生徒の論理的な読み書き能力・思考力の育成が重要視され、また一方で学校現場へ ICT を効果的に導入する方法が模索されている現代日本において、本研究で提案したデジタルペン黒板システムを使用した思考の相互観察活動が貢献する可能性は大いに存在するのではないだろうか。

## 謝 辞

本研究は H19・20 年度文部科学省先導的教育情報化推進プログラム（研究テーマ：デジタルペンをを用いた論理的思考を展開できる子どもの教育法の開発）に基づいて行いました。実験授業の実施に際し、快くご協力してくださいました和歌山市の角田佳隆先生、寺下清先生、岡本友尊先生、岡部雄太先生並びに児童のみなさま、そしてシステムの利用とデータの解析に際し多大なるお力添えをくださった竹内崇さん、後藤英文さん、鈴木隆裕さん、榮田明日香さんに厚く御礼申し上げます。

## 文 献

- 有元 秀文 (2007). 文部科学省「全国学力・学習状況調査・B 問題」をこう見る 中学校国語 B 問題について—PISA 読解力調査が国語学力調査に与えた影響を考える（特集 考える力を育てる）—（いま、子どもたちの「考える力」はどうなっているか）。『児童心理』, **61**, 1648–1652.
- 有元 秀文 (2008). 『必ず「PISA 型読解力」が育つ七つの授業改革—「読解表現力」と「クリティカル・リーディング」を育てる方法—』. 東京：明治図書.
- Berk, R. A. (1984). *A guide to criterion-referenced test construction*. Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in evaluating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, **2**, 141–178.
- Byman, A., Jarvela, S., & Hakkinen, P. (2005). What is reciprocal understanding in virtual interaction? *Instructional Science*, **33**, 121–136.
- Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational Leadership*, **43**, 44–48.
- Ferretti, R. P., MacArthur, C. A., & Dowdy, N. S. (2000). The effects of an elaborated goal on the persuasive writing of students with learning disabilities and their normally achieving peers. *Journal of Educational Psychology*, **92**, 694–702.
- 藤村 宣之 (2005). 9 歳の壁：小学校中学年の発達と教育. 子安 増生 (編), 『やわらかアカデミズム・〈わかる〉シリーズ よくわかる認知発達とその支援』, 134–135. 京都：ミネルヴァ書房.
- Glaser, E. (1941). *An experiment in the development of critical thinking*. NY: Bureau of Publications, Teachers College, Columbia University.
- Guiller, J., Durndell, A., & Ross, A. (2008). Peer interaction and critical thinking: Face-to-face or online discussion? *Learning and Instruction*, **18**, 187–200.
- 平山 るみ・楠見 孝 (2004). 批判的思考態度が結論導出プロセスに及ぼす影響—証拠評価と結論生成課題を用いての検討—. 『教育心理学研究』, **52**, 186–198.
- 井上 尚美 (1974). 「批判的思考力テスト」について. 『読書科学』, **17**, 108–115.
- 井上 尚美・尾木 和英・河野 庸介・安芸高田市立向原小学校 (2008). 『思考力を育てる「論理科」の試み—国語科・授業改革双書 No.4—』. 東京：明治図書.
- 清河 幸子 (2002). 表象変化を促進する相互依存構造—課題レベル—メタレベルの分業による協同の有効性の検討—. 『認知科学』, **9**, 450–458.
- 清河 幸子・犬塚 美輪 (2003). 相互説明による読解の個別学習指導—対象レベル—メタレベルの分業による協同の指導場面への適用—. 『教育心理学研究』, **51**, 218–229.
- 清河 幸子・伊澤 太郎・植田 一博 (2007). 洞察問題解決に試行と他者観察の交替が及ぼす影響の検討. 『教育心理学研究』, **55**, 255–265.
- 清河 幸子・植田 一博・岡田 猛 (2004). 科学的推論プロセスにおける他者情報利用の効果. 『認知科学』, **11**, 228–238.
- 国立教育政策研究所 (監訳) (2007). 『PISA2006 年度調査 評価の枠組み OECD 生徒の学習到達度調査』. 東京：ぎょうせい.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. New York: Cambridge University Press. (佐伯 胖 訳 (1993). 『状況に埋め込まれた学習—正統的周辺参加』. 東京：産業図書.)
- Longcamp, M., Anton, J. L., Roth, M., & Velay, J. L. (2003). Visual presentation of single letters activates a premotor area involved in writing. *Neuroimage*, **19**, 1492–1500.
- Longcamp, M., Boucard, C., Gilhodes, J. C., Anton, J. L., Roth, M., Nazarian, B., & Velay, J. L. (2008). Learning through hand- or type-writing influences visual recognition of new graphic shapes: Behavioral and functional imaging evidence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **20**, 802–815.

- Longcamp, M., Zerbato-Poudou, M. T., & Velay, J. L. (2005). The influence of writing practice on letter recognition in preschool children: A comparison between handwriting and typing. *Acta Psychologica*, **119**, 67–79.
- 丸野 俊一 (1989). メタ認知研究の展望. 『九州大学教育学部紀要』, **34**, 1–25.
- 益川 弘如 (2004). ノート共有吟味システム Re-CoNote を利用した大学生のための知識構成型協調学習活動支援. 『教育心理学研究』, **52**, 331–343.
- Means, M. L. & Voss, J. F. (1996). Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels. *Cognition and Instruction*, **14**, 139–178.
- 道田 泰司 (2001a). 批判的思考—よりよい思考をもとめて—. 森 敏昭 (編), 『おもしろ思考のラボラトリー—認知心理学を語る 3—』, 99–120. 京都: 北大路書房.
- 道田 泰司 (2001b). 日常的題材に対する大学生の批判的思考—態度と能力の学年差と専攻差—. 『教育心理学研究』, **49**, 41–49.
- 道田 泰司 (2003). 論理的思考とは何か? 『琉球大学教育学部紀要』, **63**, 141–153.
- Midgette, E., Haria, P., & MacArthur, C. (2008). The effects of content and audience awareness goals for revision on the persuasive essays of fifth- and eighth- grade students. *Reading and Writing*, **21**, 131–151.
- Miyake, N. (1986). Constructive interaction and the iterative process of understanding. *Cognitive Science*, **10**, 151–177.
- 三宅 なほみ (1997). 『インターネットの子どもたち』. 東京: 岩波書店.
- 文部科学省 (2008a). 『小学校学習指導要領—平成20年3月告示』. 東京: 東京書籍.
- 文部科学省 (2008b). 『小学校学習指導要領解説 総則編』. 東京: 東洋館出版社.
- 中道 圭人 (2008). 9歳の壁: 具体から抽象へ. 中澤潤 (編), 『やわらかアカデミズム・わかる』シリーズ よくわかる教育心理学』, 60–61. 京都: ミネルヴァ書房.
- Nussbaum, E. M., & Kardash, C. M. (2005). The effects of goal instructions and text on the generation of counterarguments during writing. *Journal of Educational Psychology*, **97**, 157–169.
- Okada, T. & Simon, H. A. (1997). Collaborative discovery in a scientific domain. *Cognitive Science*, **21**, 109–146.
- 沖林 洋平 (2004). ガイダンスとグループディスカッションが学術論文の批判的な読みに及ぼす影響. 『教育心理学研究』, **52**, 241–254.
- Palincsar, A. S. & Brown, A. (1984). Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension monitoring activities. *Cognition and Instruction*, **1**, 117–175.
- Reznitskaya, A., Anderson, R. C., McNurlen, B., Nguyen-Jahiel, K., Archodidou, A., & Kim, S. (2001). Influence of oral discussion on eriting argument. *Discourse Processes*, **32**, 155–175.
- Rochelle, J. (1992). Learning by collaboration: Convergent conceptual change. *Journal of the Learning Sciences*, **3 & 4**, 235–276.
- Rogoff, B. (1993). Children's guided participation and participatory appropriation in sociocultural activity. In R.H. Wozniak & K.W. Fischer (Eds.), *Development in context*. Lawrence Erlbaum Associates.
- 三宮 真智子 (1996). 思考におけるメタ認知と注意. 市川 伸一 (編), 『認知心理学 4 思考』, 157–180. 東京: 東京大学出版会.
- 三宮 真智子 (2007). 『メタ認知を促す「意見文作成授業」の開発—他者とのコミュニケーションによる思考の深化をめざして—』. 鳴門教育大学高度情報研究教育センター・テクニカルレポート.
- 佐伯 胖 (1997). 『新・コンピュータと教育』. 東京: 岩波新書.
- 佐藤 公治 (1996). 学習の動機づけ・社会的文脈. 波多野 誼余夫 (編), 『認知心理学 5 学習と発達』, 221–247. 東京: 東京大学出版会.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1994). Computer support for knowledge-building communities. *The Journal of the Learning Sciences*, **3**, 265–283.
- Shirouzu, H., Miyake, N., & Masukawa, H. (2002). Cognitively active externalization for situated reflection. *Cognitive Science*, **26**, 469–501.
- 田中 優子・楠見 孝 (2007a). 批判的思考プロセスにおけるメタ認知の役割. 『心理学評論』, **50**, 256–269.
- 田中 優子・楠見 孝 (2007b). 批判的思考の使用判断に及ぼす目標と文脈の効果. 『教育心理学研究』, **55**, 514–525.
- 富田 英司・丸野 俊一 (2000). 日常的な文脈における協同推論過程では、素朴理論はどのように吟味・検討され、修正されるのか. 『認知体験過程研究』, **8**, 1–23.

富田 英司・丸野 俊一 (2004). 思考としてのアーギュメント研究の現在. 『心理学評論』, 47, 187-209.  
 Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. London: Harvard University Press.

(Received 31 Jan. 2009)

(Accepted 17 June 2009)



**高橋 麻衣子 (正会員)**

2004年東京大学大学院教育学研究科修士課程修了. 2007年同博士課程単位取得退学. 現在, 東京大学先端科学技術研究センター特任研究員. 読解と聴解のプロセスがどのように異なるのかという点を中心に, 広く言語理解のプロセスに関心がある. また, 文理解過程と記憶・注意の関係にも興味を持っている. 日本教育心理学会, 日本認知心理学会各会員.



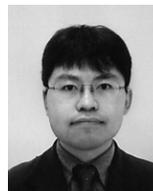
**川口 英夫**

1985年東京大学大学院工学系研究科化学エネルギー工学専攻修士課程修了. 工学博士 (大阪大学). 同年 (株) 日立製作所基礎研究所に入社, 1998年主任研究員. 2001~2006年東京工業大学大学院理工学研究科電子物理工学専攻客員助教授兼任. 2004~2009年 (独) 科学技術振興機構社会技術研究開発センター「脳科学と社会」研究開発領域統括補佐/グループリーダー兼任. 2009年より東洋大学生命科学部教授. 神経細胞回路の活動の光計測法による解析, 社会能力に関連する行動特徴のモーションキャプチャを用いた解析, 書字行動情報からのメンタルヘルス関連指標の抽出等に従事. Society for Neuroscience, 日本神経科学学会各会員.



**牧 敦**

1990年慶應義塾大学理工学研究科機械工学専攻修了. 同年 (株) 日立製作所中央研究所入所. 近赤外光による生体内3次元画像化に関する研究, 近赤外光による脳機能の画像化装置に関する研究. 光トポグラフィによる新生児言語機能に関する研究に従事. University College London 客員研究員を経て, 現在, 日立製作所主管研究員, 東京大学先端技術研究所客員研究員. 博士 (工学). 日本赤ちゃん学会理事, 生体医用工学会, 応用物理学会, 機械学会, 計測自動制御学会各会員.



**嶺 竜治**

1995年早稲田大学大学院修士課程修了 (電気工学専攻). 同年 (株) 日立製作所入社. 同社中央研究所にて文字認識技術及び画像処理技術の研究開発に従事. 現在, 同所知能システム研究部主任研究員. 電子情報通信学会, 情報処理学会各会員.



**平林 ルミ**

東京大学大学院工学系研究科博士課程3年. 言語聴覚士, 臨床発達心理士. 書字行動の時間分析による書字障害の評価をテーマとしている. また, 書字困難への代替アプローチとして支援技術の活用に関心を持っている. 日本特殊教育学会, 日本教育心理学会, 日本発達心理学会, 日本コミュニケーション障害学会各会員.



**中邑 賢龍**

東京大学先端科学技術研究センター教授. 障害のある人へのテクノロジーを活用した生活・学習支援研究を心理学的観点から行っている. 同時に, テクノロジーを活用した個人のエンバワメントや環境調整を前提とした福祉・教育の在り方を構想している. 日本心理学会, 日本生活支援工学会各会員.