

対話型電子白板を用いたグループ間の競争による学習を支援する教育ソフトウェアの一例とその効果

大 即 洋 子[†] 坂 東 宏 和^{††},
加 藤 直 樹[†] 中 川 正 樹[†]

本論文は、グループ間の競争による学習に対話型電子白板を用いた学習支援ソフトウェアの設計方針と、試作したソフトウェアを実際の教育現場で試用した結果について述べる。グループ間の競争による学習は、競争により児童は学習に対する高い意欲を發揮し、より高い達成が実現するとともに、競争の結果ばかりではなく学習過程を競うことで、協調的・協力的態度が養われる効果も期待できる。この学習方法に情報技術を活用することで、教師は学習過程の把握に集中でき、児童は即時の正誤判定を学習に反映することができる。そこで我々はこれらの利点をふまえて、対話型電子白板上の教育ソフトウェアのための従来の設計指針に加え、クラスの性質に合わせた競争的要素の調整、誤答を含めた全解答の表示、の2点を基本的な設計方針とし、黒板を共有したクラスの雰囲気をもそのままに、対面的な競争環境が実現できる対話型電子白板利用の学習支援ソフトウェアを提案する。同時に、この設計方針に従った学習支援ソフトウェアの一例である二字熟語作成ソフトウェアを試作した。2つの小学校の授業内での試用を通じて、我々が提案した学習支援ソフトウェアの設計方針の妥当性と、試作したソフトウェアの有用性が示唆された。さらに、同一空間での作業による円滑なコミュニケーション、児童の学習に対する関心の継続といったグループ間の競争による学習に対話型電子白板を利用することの有用性も示唆された。

An Educational Software Supporting Learning through Group Competition Using an Interactive Electronic Whiteboard and Its Effect

YOKO OTSUKI,[†] HIROKAZU BANDO,^{††} NAOKI KATO[†]
and MASAKI NAKAGAWA[†]

This paper presents design philosophy of learning support software employing group competition on a large interactive electronic whiteboard and its effect through experimental use. Group competition can motivate students to learn with higher achievement and even cultivate their cooperativeness by competing learning process rather than competing learning result. By introducing Information Technology into this learning style, teachers can concentrate on monitoring the learning process by students and the students can reflect immediate response by a computer into their learning. Therefore, we propose learning support software, which inherits face-to-face group competition sharing classroom space and blackboard and exploits the power of computing, with the guidelines of teacher's capability of adjusting competitiveness according to the class atmosphere and displaying all the answers by students including wrong answers besides established guidelines for educational software on the board. We have prototyped an educational application, i.e., a Kanji pairing software. Through experimental use of the application at two elementary schools, the effectiveness of the design guidelines as well as the usefulness of the application were suggested. Moreover, the merits of employing an interactive electronic whiteboard for the group competition learning were confirmed.

[†] 東京農工大学工学部

Department of Computer, Information and Communication Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology

^{††} 東京成徳短期大学ビジネス心理科

Department of Marketing and Psychology, Tokyo Seitoku College

現在、福岡工業大学工学部

Presently with Department of Information Electronics,

1. はじめに

近年、教育現場での教育の情報化が訴えられる中で、各学校に積極的にパーソナルコンピュータ(以下、PCと記す)が導入され、授業に利用されるようになってきた。特に小学校においては、ほぼ全教科にわたって

Fukuoka Institute of Technology

教育の情報化が謳われ、さまざまな学習支援ソフトウェアが導入されている。この学習支援ソフトウェアとして、スタンドアロン方式による CAI や知的 CAI など個人学習指導の効率化を図ることを目的とした研究開発が多く行われてきており^{1),2)}、ドリル形式やチュートリアル形式などの製品が教育の現場で実用されるに至っている。また近年では、コンピュータによるグループ協調学習支援を目的とした CSCL^{3),4)} の研究開発も活発になっている。しかし、これらの研究開発の多くはグループ内で協調作業を行うものであり、グループ間の競争による学習(以下、グループ間競争型学習と記す)の支援を目的としたものは著者らの知る限り報告されていない。

グループ間競争型学習は、競争によって学習動機付けを行い、競争の結果ではなく学習過程を競うことで、児童に工夫や協力といった協調作業を促すものである。これにコンピュータを利用することで、教師の負担軽減による教育への集中、児童の学習効果の向上を可能にすることが期待できると考える。

一方、さまざまな利点を持つ対話型電子白板(以下、電子白板と記す)が注目され、各学校に導入され始めている。電子白板はペン入力タブレットをホワイトボード程度の大きさにしたものであり、入力は電子ペンとイレーサにより行われる。電子白板の先行研究としては、LIVEBOARD⁵⁾ などがある。また、電子白板用のユーザインタフェース^{6)~10)} や、会議での利用を想定したシステムが多く開発されてきた^{11)~14)}。同時に、電子白板を教育に利用する研究^{3),15)~18)} も行われており、我々も、電子白板を一斉授業内で利用することで、従来の黒板とチョークにより授業を行う利点と、コンピュータによって生まれる利点とを融合できる可能性を示した^{19)~21)}。大画面である電子白板は従来の黒板の代わりとなるものであり、同一空間で学習するという従来の授業の利点を生かすことができる。

そこで我々は、コンピュータによるグループ間競争型学習を実現するために、この電子白板の利点に着目した。大画面である電子白板を用いることで、同一画面を見ることによる一体感や、対面環境による臨場感を十分に生かすことができる。

本論文は、グループ間競争型学習に情報技術がもたらす利点の融合を念頭に、電子白板を用いたグループ間競争型学習支援ソフトウェアの設計方針を提案する。その設計方針は、従来の電子白板の設計指針に加え、クラスの性質に合わせた競争的要素の調整、誤答を含めた全解答の表示、の 2 点とする。それらに従ったグループ間競争型学習支援ソフトウェアの一例である

二字熟語作成ソフトウェアを試作し、小学校の授業内での試用を通して、その効果を報告する。同時に、グループ間競争型学習環境における電子白板の有用性も検討する。

本論文の 2 章では、従来のグループ間競争型学習の利点と指導上の留意点を述べ、3 章ではその問題点とそれらを解決するグループ間競争型学習支援ソフトウェアの設計方針、および情報技術を利用することによって支援できる点について述べる。4 章ではその設計方針に従ったソフトウェアの事例を示し、5 章では試作したソフトウェアを小学校で試用した結果を報告し、6 章でまとめる。

2. グループ間競争型学習

現在の教育実践において、競争は悪として把握されがちである²²⁾。競争により勝者と敗者が明確になるため、敗者は自信を失ったり自尊心が傷つけられたりすることがある。同時に、つねに競争的場面にさらされることで、勝者にも心理的負担を与えてしまうといった危険性も考えられるからである²³⁾。そして、勝利を意識するあまり、勝つことだけが目的となる、相手を妨害する、自己中心的・排他的態度を助長するなどの弊害も生じやすい²⁴⁾。

しかしながら、実際には、多くの教師が児童を相互に競わせる方法を日常的に駆使している。これは、競争を行うことで児童は意欲を発揮し、より高い達成が実現するという点を、教師は経験の中から感じとっているからである²²⁾。

この競争の一例として、クラスをいくつかのグループに分け、グループ間で競わせるという学習方法がある。これは、個人での競争に比べ比較的弊害も少なく、競争の中で協力したり協調したりする楽しさを体感することで、グループ内に仲間意識が育つ、協調的・協力的態度が養われるといった副次的効果も期待できる。また、グループ内で個々の能力に合わせた役割分担を行うことにより、児童は有能感や達成感を味わう機会が与えられ、学習活動をよりいっそう促進させる可能性がある^{22)~24)}。

ただし、児童の競争に対する取り組み方によっては、競争による弊害が大きくなる危険性があるため^{22),24)}、教師は次のような点を考慮する必要がある。

(1) クラスの性質に合わせた競争

グループ間競争型学習を効果的に行うには、個人の場合と同様に競争を強調しすぎないことである。競争を強調しすぎると、勝利に対する意識が先行するため、一部の優秀な児童しか参加せず他の児童には無意味な

ものとなる²²⁾、グループ内で足を引っ張るメンバに対して敵意が生じる²⁴⁾などの問題が起こりやすい。しかし、競争を抑制しすぎると、逆に、学習意欲の低下につながり、競争の利点である学習動機付けの効果が薄れる。

そこで、教師は競争の度合いをクラスの性質に合わせることで、競争による弊害を最小限にするとともに、学習意欲の向上を目指す必要があると考えられる。ただし、クラスの性質は児童間の学力格差や積極性、協調性などさまざまな要因を含んでいるうえ、学習の進行状況によって変化することもあるため、それに合わせて自在かつ迅速に競争の度合いを変更しなければならない。

(2) 誤答に対する指導

教師は教育活動の中で、児童がどの程度理解しているかということにつねに配慮しながら、授業を行っている。そのため、考え方や解き方を説明するだけでなく、問題を解かせることで児童の理解度を把握している。ここで重要なのは、正答ではなく誤答である。誤答に対して、「どこが間違っているのか」「なぜこのような解答をしたのか」という疑問点を教師と児童が一体となって考え、これをもとに教師は的確な指導を行う。これにより、児童は今までの学習の点検や修正を行え、「ではどうすればよいのか」という新たな学習への道しるべを見出すことができる²²⁾。

特に、グループ間競争型学習は、児童にとって楽しさや面白さだけが印象付けられた単なる楽しいゲームとなってしまう、学習効果が薄れる危険性がある。そこで、競争終了後、教師は誤答に対する的確な指導を行うことで、よりいっそうの学習効果の向上を目指す必要があると考えられる。

(3) 学習過程把握の重要性

グループ間競争型学習では、結果ばかりでなく過程も重要である。結果は過程に付随するものであり、児童がどのように考え、工夫を凝らし、協力したかを競うことが重要視されなければならない。そのためには、児童が解答を導き出すまでの学習過程を、教師が把握する必要がある。さらに、競争中に教師が児童を絶えず指導し、激励することで、学習要素の明確な方向性を児童に与えることができる²²⁾。

このように、教師はつねにすべてのグループの学習過程を把握し、児童が何にどのように取り組んだかという「ねうちの競い合い」を、その場面に合わせた効果的な指導により円滑に仕組まなくてはならないと考えられる²²⁾。

3. グループ間競争型学習支援ソフトウェア

3.1 グループ間競争型学習におけるコンピュータの利用

グループ間競争型学習は、競争により学習動機付けを行うと同時に、グループで作業することにより仲間意識が育つなど、児童にとって有効な学習方法であると考えられる。しかしこれらの利点を生かすには、教師がつねに複数のグループの学習過程を把握し指導を行いつつ、必要に応じて競争の度合いを変更しなくてはならず、教師に多くの負担がかかるという問題がある。

そこで我々は、コンピュータによってこれらを支援することで、児童の学習効果を高めるとともに、教師の負担を軽減し、教育により集中できるようにすることを考えた。コンピュータを利用することで、図や動画の活用・関連する情報の検索や利用を容易にできるため、理解度の向上・授業の発展が可能となる。また、即時の応答を容易に返すことが可能であり、その結果に基づき再度グループ内で協議することで、児童の自発的な工夫や協力を自然な形で促せる。

一方、教師にとっては、ふさわしい学習支援ソフトウェアを活用し学習過程を的確に把握することで、学習過程に応じた指導内容や指導方法の選択に集中することができる。そのためには、学習支援ソフトウェアが備えるべき要件があり、それについては次に考察する。

3.2 電子白板の利用

従来のPC環境は、個人使用を目的としているため、表示画面が小さく、グループのメンバ全員が1つの画面を見ながら作業を行うことが難しい。ネットワークによりPCを接続し個々に作業する方法もあるが、対面環境のようにすべての情報が相手に伝わるわけではない。ゆえに、臨場感を完全に再現することができず、工夫や協力を行う際の弊害となる危険性がある。また2章(3)で述べた教師による全児童の学習過程の把握を行いにくく、適切な指導が行えない。

そこで、大画面である電子白板を利用し、従来のグループ間競争型学習における同一空間で作業することの利点を生かせるようにするとともに、教師がすべてのグループの学習過程を把握しやすくすることを提案する。大画面による効果は次のとおりである。

- 教師が学習過程を把握しやすいため、適切な指導が行いやすくなる。
- 同一画面を見ることにより一体感を生み出し、工夫や協力が行いやすくなる。

- 同一空間における直接的なコミュニケーションにより、知識や情報が共有しやすくなる。
- 他のグループの状況を把握しやすいため、よりよい方法を見出すことが可能となる。
- 競争中のメンバ以外でも自由に見られるため、学習に対する緊張感が増す。

さらに、電子白板を利用することは、プロジェクトによる操作と違い、従来の黒板と同様に児童が黒板の前で解答することで、他の児童の注意を集める、その操作が児童にも教師にも自然であるなどの利点がある。

3.3 グループ間競争型学習支援ソフトウェアの設計方針

学習支援ソフトウェアでは、効果的な学習を行える表現手段を活用すべきであることはいうまでもない。また、教師が一斉授業で利用する電子白板上の教育ソフトウェアの設計指針については、すでに文献 21) で次のとおり報じている。

- 情報技術を活用した事象の表示や授業の場面を提供する。
- 説明は教師の役割であると考え教育ソフトウェア側で説明をしない。

グループ間競争型学習支援ソフトウェアでも、これらを踏襲する。ここでは、さらに 2 章の従来のグループ間競争型学習の指導上の留意点に基づき、グループ間競争型学習支援ソフトウェアに要求される設計方針を次に示す。

(1) 競争的要素の調整

2 章 (1) で述べたように、グループ間競争型学習において、教師がクラスの性質に合わせて競争の度合いを自在かつ迅速に調整できることが望ましい。

そこで、競争中に競争相手の点数を表示するかなどの競争的要素を複数用意し、クラスの性質に合うよう競争の度合いを自在に変えられるようにする。

(2) 誤答を含めた全解答の表示

2 章 (2) で述べたように、競争後に教師が児童を指導するうえで、正答だけでなく誤答を含めた全解答を表示して指導の対象にできることが望ましい。誤答に対する指導を怠ると、学習支援ソフトウェアは教師にとっては児童の学習レベルを判断するためのものとなり、児童にとっては単なる楽しいゲームとなりがちである。その結果、学習効果が薄れる危険がある。そこで、正答だけでなく誤答も含めた解答すべてを表示することで、児童の今後の学習活動につながる指導を行いやすくする。

一方、2 章 (3) については、3.2 節で述べたように、電子白板を用いることで解決するというのが我々の提

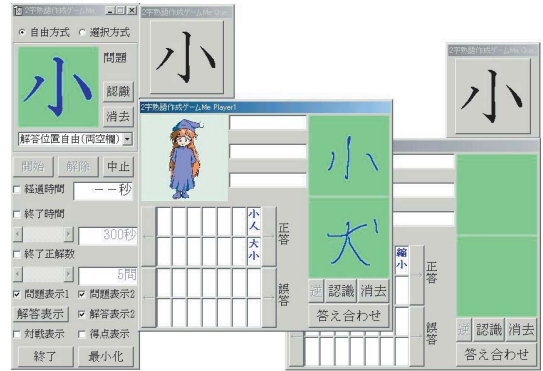


図 1 二字熟語作成ソフトウェア

Fig. 1 Kanji pairing software.

案である。したがって、グループ間競争型学習支援ソフトウェアの設計方針に反映しない。

4. グループ間競争型学習ソフトウェアの実現

4.1 ハードウェア構成

グループ間競争型学習には、各グループが同時に作業を行う方法と、順番に作業を行う方法がある。授業内でのグループ間競争型学習には、授業時間に制限があるため、同時に作業を行う方法が多く使用されている。同時作業によるグループ間競争型学習をコンピュータ上で実現するには、複数人で同時に作業・解答・板書を行う同時複数入力の実現が必要不可欠である。

そこで本ソフトウェアでは、電子白板による同時複数入力の実現方法として、複数枚の電子白板を図 4 のように並べて設置し、それらを 1 台の PC で制御することで、全体として複数の入力を受け付けられるようにする電子白板連携システム¹⁸⁾を利用する。

4.2 二字熟語作成ソフトウェア

電子白板での同時複数入力機能に対応したグループ間競争型学習支援ソフトウェアの一例として、二字熟語作成ソフトウェアを試作した。このソフトウェアは、漢字学習の習熟にあたる二字熟語の学習を目的としており、指定した漢字 1 字を含む二字熟語の作成という授業内で行われている方法を、コンピュータ上で実現したものである。二字熟語作成ソフトウェアの概観を図 1 に示し、その設計を以下に述べる。

(1) 競争的要素

競争の度合いをクラスの性質に合わせるために、次の競争的要素を自在かつ迅速に扱えるようにした。

- ソフトウェアによる明確な勝敗表示を行うか？
- 競争中に相手グループの点数（現時点での勝敗）を表示するか？
- 同一解答の場合、通常は後から解答したグループ



図 2 教師制御用ウィンドウ

Fig. 2 Window for teacher's control.

は零点となるが、これも正答として加点するか？

- 競争の終了を時間や任意の正答数により制限するか？

これらの競争的要素の設定は、競争開始前に教師制御用ウィンドウ(図2)の競争的要素設定部にて行えるようにする。

(2) 全解答の表示

はじめに、教師が教師制御用ウィンドウ(図2)の学習教材指定枠に、学習対象となる任意の漢字を手書きで1字書き込み、競争を開始する。競争の開始により、各グループは、電子白板に表示された児童解答用ウィンドウ(図3)の児童解答枠内に、グループ内で協議した二字熟語を電子ペンで書き込む。これに解答ごとに手書き文字認識²⁵⁾し、正誤判定を行い、正答と誤答を分類して解答表示部に表示する。ただし、競争中のグループが同じ解答をした場合は、後から解答したグループの正答の色を変えることで、他の正答と区別できるようにする。

コンピュータを用いることで、コンピュータの辞書による正確な正誤判定を行えるため、教師の知らない二字熟語を児童が作成・解答しても、教師は正誤が分からないというあやふやな状態ではなく、適切な指導を行うことができる。また、即時の正誤判定を行うことで、その結果に対するグループ内での協議や、正答を解答したことによる自信などの即時効果を得ることもできる。さらに、どちらのグループの解答が早いかを正確に判別できる、筆順を重視する認識エンジンを採用することで筆順違いを指摘できるなど、情報技術を活用したソフトウェアとなっている。

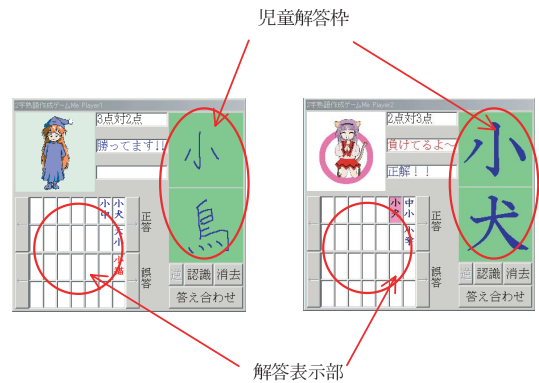


図 3 児童解答用ウィンドウ

Fig. 3 Windows for children's answering.

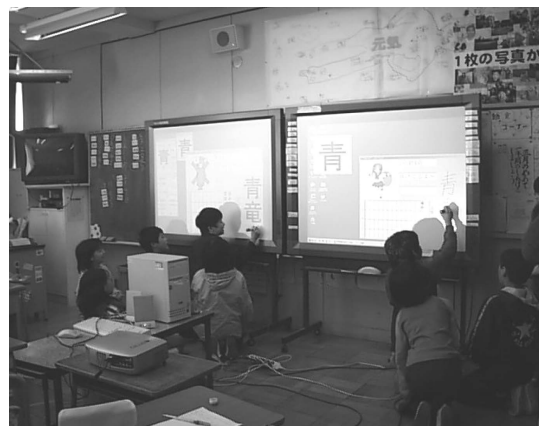


図 4 小金井第一小学校での試用

Fig. 4 Use at the Koganei Dai-ichi elementary school.

5. 小学校での試用

二字熟語作成ソフトウェアの小学校の授業内での試用を通じて、我々の提案したグループ間競争型学習支援ソフトウェアにおける基本的な設計方針の妥当性と、電子白板を利用することの有用性を検討する。

設計方針を評価するには、それに基づくソフトウェアとそうでない比較対照ソフトウェアを用意し、それらを被験者の条件をそろえて評価することが理想である。しかし、教育現場ではそうした評価実験は受け入れられにくいので、ビデオ分析とアンケート分析により定性的評価を行う。

5.1 授業方法

越谷市立桜井小学校(以下、桜井小学校と記す)、小金井市立第一小学校(以下、第一小学校と記す)の協力により、漢字習熟授業の一環として本ソフトウェアを試用していただいた(図4)。各クラスの構成、競争的要素の選択理由および状況、授業の展開方法など

について次に述べる。

(1) 桜井小学校 5 年 1 組

担任教師および児童 36 名を対象とし, 1 グループ 5~6 名の 6 グループを構成し, 2 グループずつ計 3 回の競争を行った。

『このクラスは協調性に優れており, 児童同士がお互いの資質や性格を理解し合っているため, グループによる学習時に特に高い能力を発揮する一方, 勝利に対する意識の強い児童が一部いるため, 競争意識が明確になることでクラス内の調和が乱れる危険がある』との教師の判断により, ソフトウェアによる勝敗表示は行わず, 競争中の点数を非表示とした。そして, 勝敗よりはむしろグループ内での協力や工夫に対して評価を行うこととしたため, 同一解答時の後のグループからの解答も加点対象とした。

教師は, 競争中の教科書や辞書の使用を認めた。また, 効率良く作業できるよう作戦を練るようにとの指示を与え, グループごとに話し合いを行いやすいよう机を配置した。各競争後には, 教師により熟語の意味だけでなく同意語, 反対語などの説明が行われ, 時には解答した児童に意味を問う場面も見られた。児童の資質に合わせて役割分担をするグループ, 全員均等になるように役割を順番で替えるグループと各グループの個性が出ていた。

(2) 桜井小学校 6 年 3 組

担任教師および児童 34 名を対象とし, 1 グループ 5~6 名の 6 グループで構成され, 2 グループずつ計 3 回の競争を行った。

『このクラスは自主性に優れているため, 普段から児童の意見を尊重しており, 今回も児童同士の話し合いにより競争的要素を決定する』との教師の判断により, ソフトウェアによる勝敗表示は行わず, 競争中の点数は非表示とし, 同一解答時の後のグループからの解答は零点とした。しかし, 最初のグループの競争終了後, 競争による学習意欲の向上があまり見られなかったため, 競争中の点数を表示することを教師が提案し, 児童の理解を得たうえで競争的要素を変更し, 残り 2 回の競争を行った。

競争の進行状況は 5.1 節 (1) 桜井小学校 5 年 1 組とほぼ同様であるが, すべてのグループにおいて児童の役割が均等になるよう順番に作業を行っていた。

(3) 第一小学校 5 年 3 組

担任教師および児童 28 名を対象とし, 1 グループ 4~5 名の 6 グループを構成し, 2 グループずつ計 3 回の競争を行った。

『このクラスは, 学力格差が少なく, 優しく思いやり

- | |
|----------------------------|
| ①正答, 誤答を含めた全体の解答数 |
| ②同一解答の出現回数 |
| ③書き順番違いによる誤認識の出現回数 |
| ④誤答数 |
| ⑤誤答に対する教師の指導回数 |
| ⑥前の解答に対する正誤判定を基に解答を導き出した回数 |

図 5 ビデオによる分析内容

Fig. 5 Items analysed from the video.

表 1 ビデオによる分析結果

Table 1 Results from the video analyses.

		分析内容					
		①	②	③	④	⑤	⑥
桜井小学校 5 年 1 組	1 回目の競争	27	3	4	2	1	0
	2 回目の競争	17	4	2	0	0	0
	3 回目の競争	29	9	1	3	1	0
桜井小学校 6 年 3 組	1 回目の競争	21	2	2	2	0	0
	2 回目の競争	19	1	4	1	1	0
	3 回目の競争	20	1	3	2	1	0
第一小学校 5 年 3 組	1 回目の競争	13	1	0	5	3	5
	2 回目の競争	23	1	2	4	3	8
	3 回目の競争	10	2	0	5	3	1

のある児童が多いため, 競争による弊害は少ない』との教師の判断により, ソフトウェアによる勝敗を表示し, 競争中の点数も表示, 同一解答時の後のグループからの解答も零点とした。ただし, ソフトウェアによる勝敗表示後, 教師とクラスの児童全員で勝敗の原因について話し合い, その結果をもとに教師が最終的な評価を行った。

教師は, 競争前に指定する漢字の成立ちについてクラス全員に対して説明し, その漢字の意味を児童が理解したうえで競争を開始した。競争には辞書等は使用せず, 児童自身の今までの学習の成果や応用力により行われ, クラス全員が競争過程を見えるよう机を配置した。競争後には, 教師による熟語の意味の説明や, 解答以外の熟語例提示, 熟語の意味による分類などが行われた。

5.2 ビデオによる分析

各小学校の競争の様子をビデオで撮影し, 分析を行った。分析内容を図 5 に, 分析結果を表 1 に示す。

桜井小学校 5 年 1 組と 6 年 3 組では, 教科書等を使用しているため誤答は少なかった (表 1 項目④)。しかし, 試作したソフトウェアでは, 手書き文字による

解答を認識する際に、筆順を重視する手書き文字認識エンジン²⁵⁾を利用していたため、筆順違いを原因とする誤認識が発生する場面が見られた(表1項目③)。当初、児童には戸惑いが見られたが、教師や周囲の児童からの助言により正しい筆順による解答を導き出していた。

第一小学校5年3組では、教科書等は使用せず自分たちの知識だけによる解答方法であったため誤答が多く見られ(表1項目④)、教師による誤答に対する指導もたびたび行われていた(表1項目⑤)。また、教師から「子」という漢字を指定された競争では「子猫」という正答から「子犬」を導き出す「子鳥」と解答したが不正解となったため「ことり」は「小鳥」であることに自分たちの力ですぐに気がつくなど、前の正答から新たな解答を導き出したり、誤答を協議したりする場面が多く見られた(表1項目⑥)。

同一解答を認めた桜井小学校5年1組では、同一解答が多く見られたが(表1項目②)、勝つために他のグループの解答を真似するのではなく、自分たちで調べた解答が偶然他のグループと同一になる場合が多かった。逆に、同一解答を認めなかった桜井小学校6年3組では、他のグループの解答を真似するような児童が多少見られたが(表1項目②)、後のグループからの解答が加点されないことにより、自然に自分たちで考えるようになっていた。

5.3 アンケートによる分析

すべての競争終了後、児童に自分たちの競争を振り返りながら、桜井小学校5年1組と第一小学校5年3組の児童にアンケートに回答してもらった。アンケート内容を図6に、アンケート結果を図7に示す。

また、教師からは次の意見が得られた。

- 大体思いどおりに授業を進められ、二字熟語に対する関心を高めることができた。
- 久しぶりに子供たちが学習に対するやる気を見せていた。
- いつも以上によく協力していた。
- 大画面であるため、児童と一緒に参加することができた。
- 教師の意図する漢字を出題できるため、狙いにあった授業をやりやすかった。

競争的要素について、桜井小学校5年1組の教師からは、クラスの性質によく合っていたとの意見が得られ、桜井小学校6年3組の教師からは、競争的要素を途中で変更してからは、クラスの性質によく合っていたとの意見が得られた。しかし、第一小学校の教師からは、同一解答の場合、実態に応じて加点するほうが

- Q-1. 授業は楽しかったですか
A とても楽しかった B まあまあ楽しかった
C 少し面白くなかった D 全然面白くなかった
- Q-2. 二字熟語に興味は持てましたか
A とても興味もてた B まあまあ興味もてた
C あまり興味もてなかった
D 全然興味もてなかった
- Q-3. 自宅で今日の復習をやろうと思えますか
A 必ず復習する B 復習しようかなと思っている
C あまり復習する気がない D 絶対復習しない
- Q-4. グループ内で協力できましたか
A とても協力できた B まあまあ協力できた
C あまり協力できなかった D 全然協力できなかった
- Q-5. 今後もやって欲しいと思えますか
A たくさんやって欲しい B たまにやって欲しい
C あまりやって欲しくない D 絶対やって欲しくない

図6 アンケートの内容

Fig. 6 Contents of the questionnaire.

よかったとの意見が得られた。

また、教師の知らない熟語が、桜井小学校5年1組で4つ、桜井小学校6年3組で2つあったとの意見も得られた。

同様に児童から次の意見が得られた。

- ゲーム感覚で熟語が覚えられ、楽しいので何回もやりたくなる。
- もっといろいろな漢字が知りたいと思った。
- グループで協力して競争するのがとても楽しかった。
- 1人での辞書引きはつまらないが、大きな画面で協力しながらの二字熟語作成ゲームが楽しかったので、辞書引きも面白かった。
- 答えが合っているかがすぐに分かるので、次の答えを考えやすかった。
- 熟語はとても難しいと思っていたが、意外に簡単だった。
- 他のグループの様子が見えて、楽しかった。

上記の意見以外にも、ぜひもう一度やりたいという意見が多く、もっとがんばりたい、協力できるよう工夫したい、違う役割をやってみたいと次回への意欲を語る意見が多かった。

また、第1小学校の児童から、漢字の成立ちの意味がよく分かったという意見を多く得られた。漢字の成立ちは、試作したソフトウェアで教示している内容ではないが、教師が教具の1つとしてソフトウェアを活用し、指導方法を工夫していくことにより、さまざまな学習に発展できる可能性を示しているといえる。

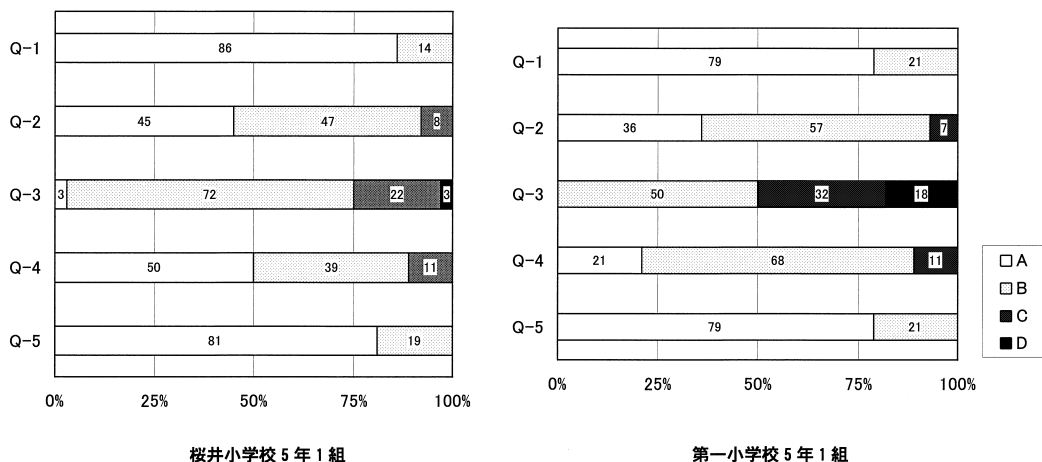


図 7 アンケート結果
Fig. 7 Results of the questionnaire.

5.4 考 察

第 1 に、競争的要素の調整について考察する。桜井小学校 6 年 3 組では、途中で競争的要素を変更することにより学習意欲が向上したとの意見を教師から得ている。また、桜井小学校 5 年 1 組と第一小学校 5 年 3 組の児童のアンケート結果を比較すると、全体的に桜井小学校 5 年 1 組のほうが良い結果を得られた。これは、桜井小学校 5 年 1 組では競争的要素がよく合っていたのに対し、第一小学校 5 年 3 組では終了時間の制限や同一解答時の加点に関する競争的要素の選択に問題があったためと考えられる。ただし、大画面である電子白板を利用することで教師は学習状況を把握しており、これをもとに負けたグループの敗北感を次回への意欲に転換するよう指導したため、最終的に大きな差にはならなかった。さらに、ビデオ分析より『同一解答時に通常は後から解答したグループは零点となるが、これも正答として加点するか』という競争的要素により、勝つことだけが目的となるなど競争による弊害を抑えられたと考えられる。これらにより、グループ間競争型学習支援ソフトウェアにおいて児童に合わせて競争的要素を選択できることが重要であること、電子白板により学習状況把握の把握が容易になることが示唆された。

第 2 に、誤答を含めた全解答の表示について考察する。ビデオ分析の結果より、児童は即時の正誤判定結果をもとに、自分たちの力で正答から新たな解答を導き出したり、誤答に対して協議したりするなどの即時効果が多く見られた。これは、誤答を含めた全解答を表示することで、より工夫や協議が行いやすくなったためと考えられる。同時に、教師の誤答に対する指導

も児童と対話しながら効果的に行われていた。これらにより、全解答を表示することで、学習効果の向上を促す可能性が示唆された。

第 3 に、グループ間競争型学習に情報技術を活用する利点について考察する。教師からは、大体思いどおりに授業を進めることができた、狙いにあった授業を行いやすかったとの意見が得られた。これには、解答に対する正誤が明確な状態での指導や、従来の方法では指摘しにくい筆順違いの明確化などの要因も含まれている。これらをコンピュータに任せることで、教師は学習過程の把握に集中でき、より円滑に授業を行える可能性を示した。同時に、児童にとってはコンピュータによる筆順違いの指摘、即時の正誤判定に対するグループ内での協議など学習効果が向上する可能性を示した。

第 4 に、大画面である電子白板を利用することで、児童が自由に他のグループの過程を見ることができるよう、競争中のグループ以外の児童も一緒に参加したり、これを参考にして作戦を練ったりしている様子が見られた。このように、児童の学習に対する関心は、授業時間中につねに継続しており、電子白板を利用することによって児童の関心を高められる可能性が示唆された。

6. おわりに

本論文では、グループ間競争型学習に情報技術がもたらす利点の融合を念頭に、対話型電子白板を用いたグループ間競争型学習支援ソフトウェアの設計方針を提案した。これにより、黒板を共有したクラスの雰囲気そのままに情報化されたグループ間競争学習環境

が実現できる。その学習支援ソフトウェアの設計方針は、従来の電子白板の設計指針に加えて、クラスの性質に合わせた競争的要素の調整、誤答を含めた全解答の表示、の2点である。それらに従い試作した二字熟語作成ソフトウェアを用いた小学校の授業内での試用を通して、その効果を報告した。同時に、同一空間での作業による円滑なコミュニケーション、児童の学習に対する関心の継続などグループ間競争型学習に電子白板を利用することの有用性が示された。

今後は、設計方針の定量化評価を行い、電子白板を用いたグループ競争型学習の有用性について、さらに検討していきたい。

謝辞 試用の場を与えていただいた越谷市立桜井小学校、および、小金井市立小金井第一小学校の皆様、ならびに、評価実験に参加していただいたすべての皆様に感謝する。本研究は、科学研究費補助金基盤研究(B)(2)11558031の一部補助による。

参 考 文 献

- 1) 大槻説平, 山本米雄: 知的 CAI のパラダイムと実現環境, 情報処理, Vol.29, No.11, pp.1255-1265 (1988).
- 2) Alexandris, N., Virvon, M. and Moundridou, M.: A Multimedia Tool for Teaching Geometry at schools, *Proc. ED-MEDIA/ED-TELECOM98*, Vol.2, pp.1546-1548 (1998).
- 3) 大即洋子, 加藤直樹, 中川正樹: 手書きによる壁紙新聞作成支援システムの試作, 情報処理学会研究報告, 2000-CE-57, pp.103-110 (2000).
- 4) Strijbos, W.J. and Martens, L.R.: Group-based learning: Dynamic interaction in groups, *Proc. Euro-CSCL Conference 2001* (2001).
- 5) Elrod, S., Bruce, R., Gold, R., Goldberg, D., Halasz, F., Janssen, W., Lee, D., McCall, K., Pedersen, E., Pier, K., Tang, J. and Welch, B.: LIVEBOARD: A large interactive display supporting group meetings, presentations and remote collaboration, *CHI'92*, pp.599-607 (1992).
- 6) 小國 健, 中川正樹: 対話型電子白板システムを用いた種々のアプリケーションプロトタイプング, 情報処理学会研究報告, 96-HI-67, pp.9-16 (1996).
- 7) Nakagawa, M., Oguni, T. and Yoshino, T.: Human Interface and Applications on IdeaBoard, *Proc. IFIP TC13 Int'l Conf. On Human-Computer Interaction*, pp.501-508 (1997).
- 8) 加藤直樹, 中川正樹: ペンユーザインタフェース設計のためのペン操作性の検討, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.5, pp.1536-1546 (1998).
- 9) Nakagawa, M., Hotta, K., Bandou, H., Oguni, T., Kato, N. and Sawada, S.: A Revised Human Interface and Educational Applications on IdeaBoard, *CHI99 Video Proceedings and Video Program and also CHI99 Extended Abstracts*, pp.15-16 (1999).
- 10) Igarashi, T., Edwards, K.W., LaMarca, A. and Mynatt, D.E.: An Architecture for Pen-based Interaction on Electronic whiteboards, *Proc. AVI2000*, pp.68-75 (2000).
- 11) Pedersen, E.R., McCall, K., Moran, T.P. and Halasz, F.G.: Tivoli: An Electronic Whiteboard for Informal Workgroup Meetings, *Proc. INTERCHI'93*, pp.391-398 (1993).
- 12) Moran, T.P., Chu, P., van Melle, W., and Kurtenbach, G.: Implicit structures for pen-based systems within a freeform interaction paradigm, *CHI'95* (1995).
- 13) Geissler, J., Shuffle: throw or take it! Working efficiently with an interactive wall, *CHI'98* (1998).
- 14) 松倉隆一, 渡辺 理, 佐々木和雄, 岡原 徹: オフィスでの移動を考慮した対面コラボレーション環境の検討, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.7, pp.3075-3084 (1999).
- 15) 田村武志, 上西慶明, 佐藤文博: マルチメディア遠隔教育システムの評価と学習者インタフェースの検討, 情報処理学会論文誌, Vol.34, No.6, pp.1235-1245 (1993).
- 16) Sakurada, T., Bandoh, H. and Nakagawa, M.: Extension of the IdeaBoard for Educational Applications, *Proc. HCI International'99*, Vol.1, pp.243-246 (1999).
- 17) 八木啓介, 亀田能成, 中村素典, 美濃導彦: UCLA との遠隔講義プロジェクト TIDE におけるシステム構成, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J-48-D-II, pp.1132-1139 (2001).
- 18) Otsuki, Y., Bandoh, H., Kato, N. and Nakagawa, M.: Development of an interactive electronic whiteboard system with multiple electronic pens for educational applications, *Proc. ICCE/SchoolNet 2001*, Vol.3, pp.1438-1445 (2001).
- 19) 坂東宏和, 杉崎知子, 澤田伸一, 中川正樹: 一斉授業を目的とした電子教材連携システム, 情報処理学会研究報告, 2000-CE-57, pp.87-94 (2000).
- 20) 中駄康博, 澤村雅之, 中村輝雄, 西田智博, 都倉信樹, 中川正樹: 電子ボードを中心にした一般教科向け授業支援システムの開発, 情報処理学会全国大会講演論文, No.4, pp.227-228 (2000).
- 21) 坂東宏和, 根本秀政, 澤田伸一, 中川正樹: 黒板の情報化による教育ソフトウェア, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.3, pp.624-632 (2001).
- 22) 恒吉宏典, 深澤広明: 授業研究重要用語 300 基

礎知識, 明治図書, 東京 (1999).

- 23) 江川致成, 根本橋夫: 教師と教職志望者のための教育心理学, 福村出版, 東京 (1979).
- 24) 中西信夫, 三川俊樹: 新教職課程の教育心理学 (第3版), ナカニシヤ出版, 京都 (2002).
- 25) 福島貴弘, 中川正樹: 確立モデルに基づくオンライン枠なし手書き文字列認識, 信学技報 PRMU98-139, pp.25-30 (1998).

(平成 14 年 6 月 17 日受付)

(平成 15 年 4 月 3 日採録)



大即 洋子 (学生会員)

1969 年生. 2002 年東京農工大学大学院工学研究科電子情報工学専攻博士前期課程修了. 現在, 同大学院博士後期課程に在学中. 教育の情報化, ヒューマンインタフェースの研究に興味を持つ. 教育工学会会員.



坂東 宏和 (正会員)

1975 年生. 2002 年東京農工大学大学院工学研究科電子情報工学専攻博士後期課程修了. 東京成徳短期大学ビジネス心理科補講師を経て, 2003 年福岡工業大学工学部講師, 現在に至る. 電子ペンを活用した幼稚園・小学校・短期大学での教育を支援するソフトウェアの研究に従事. 工学博士.



加藤 直樹 (正会員)

1969 年生. 1998 年東京農工大学大学院電子情報工学専攻博士後期課程修了. 1997 年より日本学術振興会特別研究員を経て, 1999 年より東京農工大学工学部助手. ヒューマンインタフェース (特にペン入力), 教育へのコンピュータ利用に関する研究・教育に従事. 工学博士. ACM, ヒューマンインタフェース学会, 電子情報通信学会各会員.



中川 正樹 (正会員)

1954 年生. 1979 年東京大学大学院理学系修士課程修了. 同在学中, 英国 Essex 大学留学 (M.Sc. in Computer Studies). 1979 年東京農工大学工学部助手. 現在, 教授. 共同研究開発センター長併任. パタン認識, 手書きインタフェース, 情報教育等の研究・教育に従事. 理学博士.