

対話型電子白板を用いたグループ競争型学習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*

* 東京農工大学工学部

** 東京成徳短期大学ビジネス心理科

東京都小金井市中町 2-24-6

Tel : 042-388-7144

E-Mail : yhoko@hands.ei.tuat.ac.jp

本稿は、グループ競争型学習に電子白板を用いたグループ競争型学習ソフトウェアの設計方針と評価の結果について述べる。我々は、工夫や協力を行うためのコミュニケーションが重要であるグループ競争を支援するために、同一画面を見ることによる一体感や、対面環境による存在感・実在感・臨場感を生かせる電子白板に着目し、これを利用した学習支援ソフトウェアを試作した。小学校で実際に利用してもらう実験を通して、児童に合わせた競争的要素の選択と教師主導の必要性、ならびに、児童への高い学習動機付けの可能性を確認した。さらに、教師による児童の学習過程の把握、児童の学習に対する関心の継続といった電子白板やグループ競争学習ソフトウェアの有用性も示唆された。

A prototyping of educational software employing group competition on
an interactive electronic whiteboard.

Yoko Otsuki*, Hirokazu Bandoh**, Naoki Kato* and Masaki Nakagawa*

* Dept. of Computer Science, Tokyo Univ. of Agriculture and Technology.

** Dept. of Marketing and Psychology, Tokyo Seitoku College.

2-24-16 Naka-cho, Koganei, Tokyo, 184-8588, Japan

Tel : 042-388-7144

E-Mail : yhoko@hands.ei.tuat.ac.jp

This paper presents a design of educational software employing group competition on a large interactive electronic whiteboard and its experimental use. Group competition is a useful method to cultivate originality and communication skills in competition and collaboration with classmates. To share the same space, the same large screen and face-to-face communication with others is very important for the group competition. By employing a large electronic whiteboard, we can further introduce the benefits of IT into this environment. We have designed a group competition application, i.e., a Kanji pairing game on the interactive electronic whiteboard. Through experimental use of the application, we could confirm the necessity of selecting competitive elements according to children's characters, the teacher's leadership as well as the potential to motivate children to learn. Moreover, the children kept their concentration and the teacher grasped children's study process. Therefore, the electronic whiteboard and group competitive software can be effectively employed for class learning.

1. はじめに

近年、小学校等の教育現場においてコンピュータの利用が重要視されはじめている。平成10年に改定された小学校学習指導要領において「各教科等の指導に当っては、児童がコンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段に慣れ親しみ、適切に活用する学習活動を充実するとともに、視聴覚教材や教育機器などの教材・教具の適切な活用を図ること」となっており、子供の発達段階に応じた情報活用能力の育成が図られている。このように教育現場での情報教育の必要性が訴えられ、各学校に積極的にパソコンが導入され、授業に利用されるようになってきた。

実際の情報教育はほぼ全教科において行われ、さまざまな学習支援ソフトウェアが有効利用されている。この学習支援ソフトウェアの研究として、CAI や知的 CAI と呼ばれるコンピュータを用いて個人学習指導の効率化を図ることを目的とした研究が多く行われており^{6),7)}、出題・正誤判定・フィードバックを行うドリル形式や、使用者の学習状況を基に次の学習内容が変化するチュートリアル形式などが提案されている。また、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^{14),19)}も多く行われている。しかし、これらの研究の多くはグループ内で協調作業を行うものが多く、グループ同士による競争の支援を目的としたものは報告されていない。

グループ競争型学習は、児童が学習するという行為を引き起こし、学習内容に関心を持つようにさせるための働きかけ（学習動機付け）に有効である。個人ではなくグループによる競争を行うことで、工夫や協力を行う楽しさを体感できる。また、適材適所の役割分担をグループ内で行うことで、個々の能力を引き出すことが可能となる。これにより、児童は有能感や達成感を味わう機会が与えられ、学習活動をより一層促進することができる。また、教師が学習過程を把握し、随時的、的確な指導を行うことで、児童は学習要素の明確な方向性が得られる。この学習方法における競争は、

学習に対するきっかけ作りであり、競争の結果ではなくその学習過程を競うことで、児童の個性を生かし伸ばすことができると考えられる。

このグループ競争型学習にコンピュータを利用することにより、教師の準備の手間を省くことができるとともに、授業の進行をある程度システムに任せることができる。そのため、教師が児童の学習過程を把握しやすくなり、より効果的な指導を行える。また、解答に対しリアルタイムな正誤判定が行え、この判定結果を基に再度グループ内で協議できるため、児童の自発的な工夫や協力を自然な形で促せる。さらに、図や動画を容易に活用できるため、児童に理解しやすい教示が可能となる、関連する情報を容易に検索・利用できるため、授業の発展が行いやすくなるなどの利点も挙げられる。

一方、さまざまな利点をもつ対話型電子白板（以下、電子白板）が注目され、各学校に導入されはじめている。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ザーにより行われる。電子白板の先行研究としては、LIVEBOARD¹⁾がある。また、電子白板用のユーザインタフェース^{5),10),12)}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^{2),4),9)}。

同時に、電子白板を教育に利用する研究^{3),11),16)}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を提案し、それにより従来の黒板とチョークによる一斉授業の利点と、コンピュータを利用することによって生まれる利点とを融合できる可能性を示した^{13),15),17)}。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競争型学習を実現するために、この電子白板に着目した。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、対面環境による存在感・実在感・臨場感といったアウェアネスを十分に生かすことができる。

本稿では、グループ競争型学習に大画面である電子白板を用いたグループ競争型学習ソフトウェアの設計方針と、その一例として試作した二次熟語作成ソフトウェアについて報告する。さらに、二次熟語作成ソフトウェアの評価を通じて、児童に合わせた競争的要素の選択と教師主導の必要性、ならびに、工夫・協力する楽しさによる高い学習動機付けの可能性など、我々の提案が十分な可能性を有していることを明らかにする。同時に、教師による児童の学習過程の把握、児童の学習に対する関心の継続といったグループ競争型学習における電子白板の有用性も検討する。

2. グループ競争型学習ソフトウェア設計方針

グループ競争型学習は、主に、結果を競うものと過程を競うものの2種類があるが、学習において必要なのは過程である。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、教師は解答を導き出すまでの過程を把握する必要がある。さらに、作業中に絶えず指導を行うことで、学習要素の明確な方向性を児童に与えることができる。

そこで、本システムでは次の点を念頭におき設計を行う。

- ・ グループのメンバが工夫・協力しやすい環境
- ・ 教師が児童の学習過程を把握しやすい環境

また、本システムは小学校の授業内での使用を想定しているため、次の点も留意する。

- ・ 教師が授業を行いやすいこと
- ・ 児童の今後の学習につながること

2.1 競争的要素

クラスの中にはさまざまな性格の児童が存在するため、各クラスの性格はかなり異なる。教師は各々のクラスの性格や雰囲気に合わせて授業を行うことで、学習効果の向上に努めている。

特に、グループ競争型学習においてクラスの性格に合わせるということは重要である。例えば、学力格差の大きなクラスでは、勝敗を明確にするソフトウェアを使用すると、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作業を行わず、他の児童には無意味なものとなりがちである。逆に、学力格差の少ないクラスの場合、勝敗を明確にすることによりやる気が増し、グループ独自の作戦をたてることで勝利を得ようとする。これは学力だけの問題ではなく、積極性や協調性などさまざまな要因を含んでいる。

そこで我々は、グループ競争型学習には次の競争的要素があり、教師がクラスの性格に合わせて自在に扱えるようにすることが望ましいと考えた。

- ・ ソフトウェアの明確な勝敗表示を行うか
- ・ 競争中に対戦グループの点数（現時点での勝敗）を表示するか
- ・ 同一解答の場合、後から解答したグループに加点するか
- ・ 競争の終了を時間や任意の正答数により制限するか

2.2 教師による学習教材の指定

グループ競争型学習を行う際の学習教材の指定は、2通りの方法がある。

第1の方法として、ソフトウェアによる自動的な学習教材の指定である。この場合、学習の指導役はソフトウェアであり、児童が自主学習を行う場合に向いている。しかし、実際の授業における指導役は教師であることが望ましく、そのためには授業の進行状況や、教師の意図にあった学習教材の指定が必要となる。

そこで我々は、第2の方法である教師による学習教材の指定を採用する。ソフトウェアをあくまで授業を円滑に進めるための道具として捉え、ソフトウェアに振り回されることなく教師主導の授業を行えるようにする。

2.3 誤答表示

教育活動の中で、教師は児童がどの程度理解しているかということに常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、これを基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。この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ってしまふ。その結果、児童には楽しさだけが印象付けられてしまい、学習効果は薄れる。そこで、正答だけでなく誤答も含めた解答全てを表示することで、教師が今後の教育活動につながる指導を行いやすくする。

2.4 手書き入力採用

現在、文字入力的手段としてキーボードが主に使用されており、練習次第では素早く文字を入力することができる。しかし、これに依存するあまり漢字は読めるが書けないという弊害が起きている。特に、文字を書くことが重要な学習のひとつである小学生には不向きである。また、キーボードは児童にとって操作しづらく、思考が妨げられるため創造力の低下を招くことや、一般的な文字入力であるローマ字入力を低学年に指導しづらいといった問題点もある。

我々は、従来人間が使用してきたペンで紙に書くように文字の入力や操作を行うことができれば、文字を書く学習になる上、ユーザの思考は妨げられないと考え、電子ペンを用いた手書き文字による入力や操作を基本とし、より一層の学習効果の向上を図ろうと考えた。

2.5 電子白板の利用

従来のパソコン環境は、個人使用を目的としているため、表示画面が小さく、グループのメンバー全員がひと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パソコン同士を接続し個々に作業する方法もあるが、対面環境のように全ての情報が相手に伝わるわけではない。ゆえに、存在感・実在感・臨場感といったアウェアネス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可能性がある。また、教師が

全ての児童の学習過程を把握しにくく、適切な指導が行えない。

そこで、本システムでは、大画面である電子白板を使用し、従来のグループ競争型学習における同一空間で作業することによる利点を生かせるようにする。大画面による効果は次の通りである。

- ・ 同一画面を見ることにより一体感を生み出し、工夫や協力を行いやすくする
- ・ 同一空間における直接的なコミュニケーションにより、知識や情報を共有しやすくする
- ・ 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できる
- ・ 対戦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
- ・ 教師が児童の学習過程を把握しやすいため、適切な指導を行いやすい

3. グループ競争型学習ソフトウェアの実現

3.1 ハードウェア構成

グループ競争型学習には、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重要であり、必要不可欠である。

そこで、本研究では、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並べ、それらを1台のパソコンに接続し(図1)、専用の電子白板ドライバ(以下、専用電子白板ドライバ)⁸⁾で処理する方法を採用する。各電子白板は、1つの電子ペンからの入力しか受け付けることができないが、専用電子白板ドライバを使うことで複数枚の電子白板を連携して同時複数入力を実現することができる。さらに、Windowsのマルチモニタ機能に対応して、板書面を広げることができる。

なお、図1は、画面を前面からプロジェクタで投影する形式の電子白板を、2枚利用した場合の

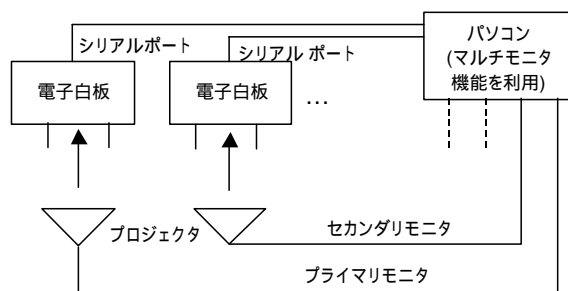


図 1 ハードウェア構成 (前面投影型電子白板)

構成図である。これとは別に、背面から画面を投影する形式の電子白板を利用することも、可能である。

3.2 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競争型学習ソフトウェアの一例として、二字熟語作成ソフトウェアの試作を行った。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を図 2 に示す。

本ソフトウェアを使用する前の準備として、教師はクラスの性格に合わせて、2.1 で述べた競争的要素の設定を行う。同時に、指定する漢字 1 字が二字熟語に含まれていればよいのか、最初の 1 字もしくは最後の 1 字に限定するのかという設定も行う。

ゲームは、教師が任意の漢字を 1 字指定することで開始される。そして、各グループで二字熟語を作成し、解答する。この解答には、電子ペンを用いた手書き文字による枠あり手書き文字認識⁸⁾を使用する。そして、解答ごとに正誤判定を行い、正答と誤答を分類して全て表示する。ただし、同一解答の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、他の正答と区別する。

このようにコンピュータを用いることで、教師の準備の手間を軽減できるとともに、教師の意図に合わせた漢字を自由に指定できるため、気軽に授業内で使用することが可能となる。また、教師

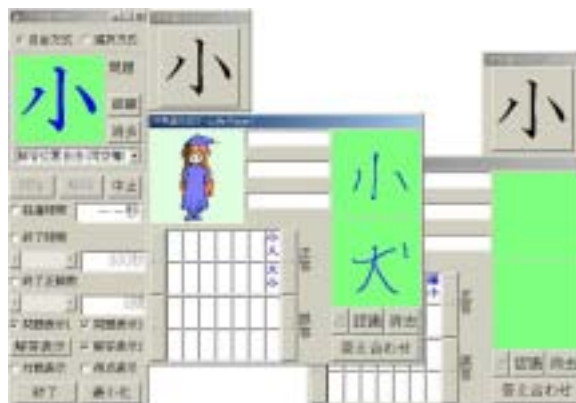


図 2 二字熟語作成ソフトウェア

の思いもよらない二字熟語を児童が作成・解答しても、とまどうことなく正誤判定を行え、円滑に授業を進行することができる。

4. 小学校での試用

小学校の授業内での二字熟語作成ソフトウェアの試用を通じて、グループ競争型学習ソフトウェアの設計方針である児童に合わせた競争的要素の選択、教師主導の授業、学習動機付けなど、我々の提案が十分な可能性を有していることを明らかにする。同時に、教師による児童の学習過程の把握、児童の学習に対する関心の継続といったグループ競争型学習に電子白板を使用することの有用性も検討する。

4.1 桜井小学校

越谷市立桜井小学校の協力により、小学 5 年生の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。対象は 5 年 1 組の担任教師および児童 36 名である。グループは 1 班 5~6 名の生活班 6 班で構成され、2 グループずつ計 3 回の対戦を行った。

教師は、対戦中の教科書や国語辞書等の使用を認めた。また、効率よ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。各対戦後には、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シーンも見られた。システムによる勝敗の明示や対戦中の点数表示は行わず、同一解答も全

て認めた。また、1回の対戦を5分間と指定した。勝敗の決定は、児童自身が正答を数えた上で、教師がグループ内での協力や工夫に対して評価することで行われた。児童の資質に合わせて役割を固定しているグループ、全員の役割が均等になるよう順番で行うグループとグループ各々の個性が出ていた。終了後、児童に自分達の対戦を振り返りながら、アンケートに回答してもらった。アンケートの内容を図3に、アンケート結果を図5に示す。

また、教師からは次のような意見が得られた。

- ・ 大体思い通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

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 とても興味をもてた	B まあまあ興味をもてた	C あまり興味をもてなかった	D 全然興味をもてなかった
Q-3. 自宅で今日の復習をやりようと思えますか	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3 アンケートの内容

質問 \ 回答	A	B	C	D
Q-1	86 %	14 %	0 %	0 %
Q-2	45 %	47 %	8 %	0 %
Q-3	3 %	72 %	22 %	3 %
Q-4	50 %	39 %	11 %	0 %
Q-5	81 %	19 %	0 %	0 %

図4 桜井小学校でのアンケート結果

- ・ 久しぶりに子供達が学習に対するやる気を見せていた
- ・ 思っていた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
- ・ 児童の性格によく合った競争的要素であった同様に児童から次のような意見が得られた。
- ・ 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
- ・ 一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

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。

4.2 第一小学校

小金井市立第一小学校の協力により、小学五年生の漢字習熟授業の一環として本ソフトウェアを使用していただいた(図5)。対象は5年3組の担任教師および児童28名である。グループは1班4~5名の生活班6班で構成され、2グループずつ計3回の対戦を行った。

教師は、対戦前に指定する漢字の成り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上で対戦を行った。対戦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、クラス全員が対戦過程を見えるよう机を配置した。対戦後には、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。最後に、教師はクラス全員に対し、復習のために正答を各々のノートに書き写すよう指示した。

対戦時間を5分間に指定し、対戦中の点数表示や、システムによる勝敗の明示を行うとともに、

同一解答は正答と認めなかった。しかし、システムによる勝敗の明示後、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、その結果を基に教師が最終的な評価を行った。終了後、児童に自分達の対戦を振り返りながら、アンケートに回答してもらった。アンケートの内容を図 3 に、アンケート結果を図 6 に示す。

また、教師からは次のような意見が得られた。

- ・ 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
- ・ 時間を気にしすぎるあまり筆順の乱れや丁寧に書けないことがあった
- ・ 児童の性格に合った競争的要素であったが、同一解答の場合は実態に応じて加点するほうがよかった

同様に児童から次のような意見が得られた。

- ・ 熟語はとても難しいと思っていたが、意外に簡単だった



図 5 第一小学校での試用

質問 \ 回答	A	B	C	D
Q-1	79 %	21 %	0 %	0 %
Q-2	36 %	57 %	7 %	0 %
Q-3	0 %	50 %	32 %	18 %
Q-4	21 %	68 %	11 %	0 %
Q-5	71 %	29 %	0 %	0 %

図 6 第一小学校でのアンケート結果

- ・ 漢字の成り立ちの意味がよく分かった
 - ・ 楽しく笑いながら勉強ができ、とてもリラックスできた
 - ・ 対戦後にいくつか答えが思い浮かんで悔しかった
 - ・ 他のグループの様子が見えて、楽しかった
- アンケート Q-3 の復習に関する質問では、半数から否定的な回答を得ているが、一方で Q-1, Q-5 の回答から、楽しかった、またやりたいとの肯定的な意見を得ている。今後、長期にわたる本ソフトウェアの試用を行った上で再度検討することを課題とする。

また、児童から漢字の成り立ちの意味がよく分かったという、本ソフトウェアではサポートしていない部分に対する意見を多く得ている。これは、本ソフトウェアは教師が円滑に授業を行うための道具であり、教師の利用方法や指導方法により、さまざまな学習効果の可能性を秘めているといえる。

4.3 考察

試用していただいた教師からは、大体思い通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。これにより、教師の意図に合わせた教師主導の授業を行う可能性を示した。

また、教師は従来の授業に比べ、児童がよく協力し、学習意欲が向上したと感じている。児童のアンケート結果からも、約 9 割の児童が二次熟語に興味をもてたと回答しており、熟語学習は難しいというイメージが払拭された児童が多かった。同時に、児童全員から楽しかった、またやりたいとの回答も得ている。グループ全員で協力・工夫を直接的なコミュニケーションで行うことの楽しさや、教師や児童が一体となって学習に取り組む楽しさにより、熟語を覚えることや辞書を引くことなどの学習に対する嫌悪感を取り除けることが明らかになった。

さらに、2 つの小学校における児童のアンケートの結果を比較すると、全体的に桜井小学校の方がよい結果を得られた。これは、桜井小学校では

競争的要素がよく合っていたのに対し、第一小学校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使用することで教師は全体の状況を把握しており、これを基に負けたグループの敗北感を自然な形で次回への意欲に転換するよう指導したため、結果に大差はなかった。これにより、グループ競争型学習ソフトウェアにおける児童に合わせた競争的要素の選択の必要性和、電子白板による学習状況把握の有用性が示唆された。

一方、大画面である電子白板を使用することにより、児童が自由に他のグループの過程を見ることができると、対戦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、常に継続しており、児童の関心を高めるといっても電子白板は有効であると考えられる。

5. おわりに

本稿では、児童の個性を生かし伸ばすことのできる学習方法であるグループ競争に着目し、大画面である電子白板を用いたグループ競争型学習ソフトウェアの設計方針と、その一例として試作した二次熟語作成ソフトウェアについて報告した。さらに、二字熟語作成ソフトウェアの評価を通じて、児童に合わせた競争的要素の選択と教師主導の必要性、ならびに、工夫・協力する楽しさによる高い学習動機付けの可能性など、我々の提案が十分な可能性を有していることを明らかにした。同時に、教師による児童の学習過程の把握、児童の学習に対する関心の継続といったグループ競争型学習における電子白板の有用性が示された。

今後は、その他のグループ競争ソフトウェアの設計・開発を進めるとともに、それらのソフトウェアの詳細な評価を行い、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、およびに、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。

参考文献

- 1) 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).
- 2) 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).
- 3) 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).
- 4) Moran, T.P., Chu, P., van Melle, W., Kurtenbach, G.: Implicit structures for pen-based systems within a freeform interaction paradigm, CHI '95 (1995).
- 5) 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).
- 6) 大槻説乎, 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).
- 7) 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).
- 8) 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).
- 9) 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).
- 10) 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).
- 11) Sakurada, T., Bandoh, H. and Nakagawa, M.: Extension of the IdeaBoard for Educational Applications, Proc.HCI International '99, Vol.1, pp.243-246 (1999).
- 12) Igarashi, T., Edwards, K., W., LaMarca, A. and Mynatt, D., E.: An Architecture for Pen-based Interaction on Electronic whiteboards, Proceedings of AVI2000, pp.68-75 (2000).
- 13) 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).
- 14) 大郎洋子, 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).
- 15) 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, 全国大会講演論文, No4, pp.227-228 (2000).
- 16) 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-, pp.1132-1139(2001).
- 17) 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).
- 18) Otsuki, Y., Bandoh, H., Kato, N. and Nakagawa, M.: Development of an interactive electronic whiteboard system with multiple electronic pens for educational applications, Proceedings of ICCE/SchoolNet 2001, Volume3, pp.1438-1445, (2001).
- 19) Strijbos, W., J. and Martens, L., R.: Group-based learning: Dynamic interaction in groups, Proceedings of Euro-CSCCL Conference 2001, (2001).