

氏 名 (本 籍)	だ 太 まい 細 たかし 孝	(宮 城 県)
学 位 の 種 類	博 士 (情 報 科 学)	
学 位 記 番 号	情 博 第 62 号	
学 位 授 与 年 月 日	平 成 10 年 3 月 25 日	
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当	
研 究 科 , 専 攻	東 北 大 学 大 学 院 情 報 科 学 研 究 科 (博 士 課 程) 情 報 基 礎 科 学 専 攻	
学 位 論 文 題 目	双 方 向 リ ア ル タ イ ム 型 遠 隔 協 同 授 業 に 関 す る 研 究	
論 文 審 査 委 員	(主 査) 東 北 大 学 教 授 白 鳥 則 郎 東 北 大 学 教 授 宮 崎 正 俊 東 北 大 学 教 授 根 元 義 章 東 北 大 学 助 教 授 木 下 哲 男	

論 文 内 容 要 旨

1. はじめに

近年、ネットワークを活用した教育システム、および遠隔授業に関する研究、実用化報告が行われている^{1), 2)}。筆者は、マルチメディア通信と映像機器、コンピュータ支援をベースとした遠隔授業環境を構築し、この環境に適合した授業内容と教材を組み合わせた遠隔協同授業システムを研究してきている。研究の目的は、遠隔地の見知らぬ生徒同士の交流を可能とし、相互の考え方や作品作りの成果を発表し合うことによって学習意欲を刺激し、発想的な思考に導くことにある。本論文では、遠隔協同授業のモデルとコンピュータ支援方式を提案し、これに基づいた実証実験の結果について評価と考察を行う。

2. 遠隔協同授業方式

遠隔協同授業のモデルを図1に示す。教室Aと教室Bは通信ネットワークで結ばれ、それぞれ1名の教師と最大40名の生徒が入室する。各教室には大画面スクリーンが設置され、相手方教室の映像が通信ネットワーク経由で伝送され、映し出される。音声も通信ネットワーク経由でスピーカを通じて伝達される。したがって教室Aの教師、生徒は大画面スクリーンに映し出された教師B'、生徒B'を見ながら教室Bの教師、生徒と交信授業を進める形になる。教室Bの教師、生徒にとってもまったく同様の形で教室Aからの映像、音声に接することになる。図1の①～④は、遠隔協同授業における対話の経路を示す。

遠隔協同授業プロセスは、図2に示すように、教室Aと教室Bが双方向で交信しながら授業を行う交信モードと、交信をせずにそれぞれ個別に授業を行う個別モードが組み合わせられる。交信授業は60分乃至90分の授業を前提としており、生徒同士の挨拶や紹介の後、事前学習結果の発表と意見交換が行われる。この時、自分だけでは気がつかなかった新しいアイデアや方法の発見が生じ、問題解決や改善への刺激となる。事後学習で、生徒たちはこの時に得られた新しい発見点をレビューし、自分の解決法や作品に反映させる。この時、課題に対する認識や興味深化と同時に、相手に対する競争心などにより、より進歩

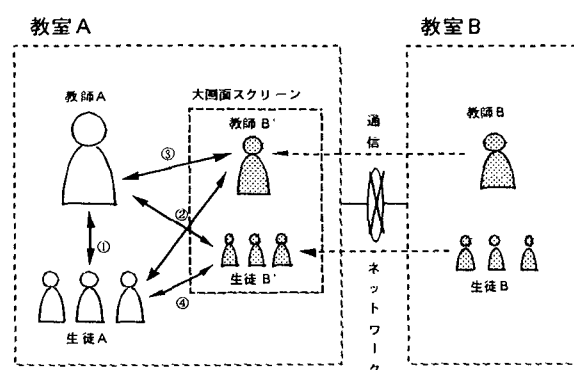


図1. 遠隔協同授業のモデル

した解法や作品が得られる。このような授業方式によって生徒の学習意欲を刺激し、発想力の向上を支援する。

3. コンピュータ支援

遠隔協同授業において、映像や音声の果たす役割は非常に重要であり、両教室間に臨場感と一体感を醸成するために種々の機能と運用方法を用意する必要がある。そのために、以下の3種類の支援方法を実現した。

(1) 画面共有方式：大画面スクリーン中に小画面を設け、大画面には相手方教室の映像、小画面には自教室の映像が映し出すことによって、相手方教室の状況と自教室の状況を総合的に判断できるようにした。

(2) 映像操作方式：あらかじめ生徒の座席位置をコンピュータに記憶させ、授業中、操作パネル上に表示された生徒の名前を押すだけで、カメラを迅速にその生徒の方向に向けられるようにした。これを「座席指示パネル」と呼ぶ。

(3) 教材支援方式：アニメの持つ直観的な把握、学習対象の抽出等の長を生徒の発想力を高めるために活用する。協同授業においては、アニメ教材を2つの教室で同時に動かすことが必要である。そのため、アニメの動きを指令するコマンドのみを送るコマンド同期方式を実現した。

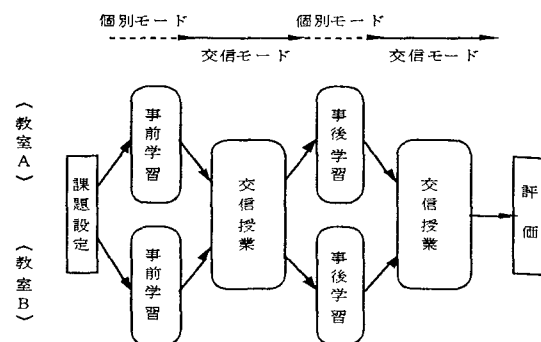


図2. 遠隔協同授業プロセス

4. 実証実験と実験結果の考察

4.1 実験実証システム

実験システムの構成を図3に示す。交信授業は、1教室あたり、授業、システム操作各1名の教師によって担当される。協同授業で使用する映像は、テレビ会議システム映像とパソコン画面の2系統がある。これらの映像入力、ビデオスイッチで切り替えて80"の大画面スクリーンに投射されると同時に、通信ネットワーク経由で遠隔の教室と共有される。生徒が発言する際、マイクを持たずに済むように、天井に埋め込んだ6個のマイクで生徒の音声を捉えるようにした。

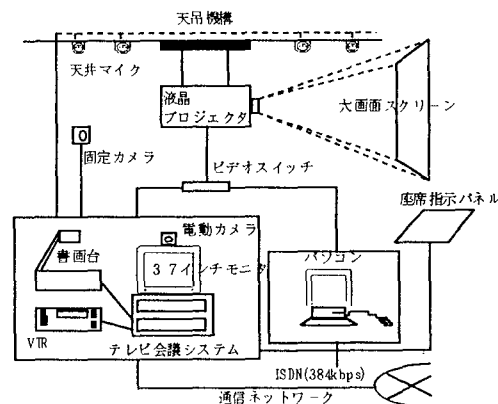


図3. 実験システムの構成

4.2 実証実験

実証実験は、山梨県の小学校（以下N校と記す）、山形県の小学校（以下G校）、兵庫県の小学校（以下K校）の間で実施した。その概要を表1に示す。

表1. 実証実験の概要

授業内容	実施時期	学校・学年・人数
1. ケント紙で作ろう (立体図形)	1996. 2～3月 (交信授業3回)	N校3年生37名 G校3年生8名
2. 北風と亀の早さ (速度)	1996. 2～3月 (交信授業3回)	N校3年生37名 K校3年生32名
3. 位置を決めよう (順序関係)	1996. 6～7月 (交信授業3回)	N校1年生40名 G校1年生39名
4. かっこを使った式 (演算構造)	1996. 6～7月 (交信授業2回)	N校4年生37名 G校4年生8名
5. 置物を作ろう (凹凸のある像)	1996. 9～10月 (交信授業3回)	N校1年生40名 G校1年生39名
6. 刺繍画を作ろう (曲線形)	1996. 9～10月 (交信授業3回)	N校4年生37名 G校4年生8名

4.3 評価と考察

(1) 座席指示パネルの導入より、発表する生徒にカメラを迅速に向けることが可能となった。生徒の待ち時間は、手動操作時と比べて最大4.5秒に短縮され、発言意欲を阻害することはなくなった。これは、両教室間の一体感、臨場感の維持向上に繋がる。

(2) 映像、音声の品質は、両教室の一体感、臨場感を醸成する上で重要な要素である。発信授業では、384kbpsの通信速度を使用した。ただし、発信授業の一部を128kbpsで実施してみた。両者の間で、音声の品質は殆ど差異がなかったが、画像の品質についてはかなりの差異があった。128kbpsでは、画像の動きについてカメラ側も被写体側もかなり厳しい制限が必要で、スクリーンサイズは50"以内に止める必要があった。一方、384kbpsでも動きの速い画像に対してはカメラを追従させないなど配慮が必要であり、スクリーンサイズは80"が限界であった。

(3) 遠隔協同授業に対する生徒の反応を知るために、緊張度、楽しさ、理解度、集中度について調査を行った。それぞれ85%、88%、91%、59%の生徒が肯定的に答えている。生徒たちは緊張しながらも楽しく、集中して授業に臨めたことが判る。特に理解度については、自分なりに理解できたとしている。これらは、遠隔協同授業が生徒の学習意欲を引出したことを示している。

5. エージェント機能の導入と支援効果

コンピュータ支援機能をさらに強化し、授業支援内容の高度化および教師の負荷軽減を目的としてエージェント方式の導入を考えた。

5.1 エージェントの種類と役割

図4は、本方式で採用するエージェントの種類とその役割関係を示したものであり、両教室の映像操作関係を担当する映像操作エージェント、協同授業プロセス関係を担当するプロセス管理エージェント、および教材検索関係を担当する模索編集エージェントの3種類から成る³⁾。教室A、Bには、それぞれ授業担当の教師がいて、これらのエージェントを通じて機器操作を行う。

5.2 実験結果の評価と考察

映像操作エージェントは、3つのエージェントのうち、最も頻繁に呼ばれた。カメラ操作については、エージェントに指示があってから処理を完了するまでの時間が短縮された。また相手方教室のエージェントとの協調により、相手方教室の生徒の指名も可能となった。このため、発言意欲を削がれる不具合はさらに軽減された。一方、教師側でも映像操作、とくにカメラ操作に対する負荷が軽減され、2つ以上の作業が重なるピーク時でも円滑な授業の進行が可能になった。プロセス管理エージェントは、授業中断再開、アニメの同期動作を行ったが、とくに再開はそのタイミングを判断するための適切な情報がなく、もっぱら教師の指示を待って決定する形をとった。再開をより円滑に行うためには、エージェントに何らかのモニター機能を付加することが今後の研究課題である。

発信授業が回数を重ねるにつれて、遠隔教室間の対話が、活発になっていく過程を、教師-生徒間、生徒-生徒間について測定を行った。全3回にわたる発信授業での測定結果を図5に示す。教師-生徒間対話数は、1回目が少なく2、3回目が増加している。これは協同授業の環境に対する慣れと、課題に対する取組みが積極化してきた表れと考えられる。生徒-生徒間対話数は、回を追って増加する傾向が見られる。これは生徒同士の間で親近感が生まれ、積極的に話しかけようとする意欲が高まった結果と見られる。このような状況が、生徒間作品交流において、自分の作品に相手方の意見を取り入れたり、相手方作品に自分の意見を伝えようとする意欲に繋がっていくものと判断される。

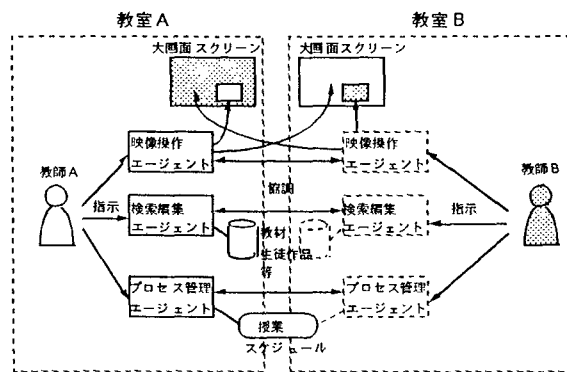


図4. エージェントの種類と役割

6. おわりに

遠隔協同授業によって生徒の学習意欲を刺激し、発想力を高めるための授業方式を提案し、小学生の算数を対象として実証実験を行った。その結果、見知らぬ生徒同士の交流によって生徒たちの学習意欲や発想的な思考の高まりが見られ、本方式の有効性が確認された。さらにエージェント機能の導入によるコンピュータ支援機能向上の効果も確認された。一方、システム操作性、映像／音声伝送方式の改善、協同授業結果の評価方式などが今後の課題となっている。

文 献

- 1) 渡辺健次, 岡崎泰久, 江藤博文他: "グローバル・クラスルーム・プロジェクト—インターネットとマルチメディアの教育利用の実践—", 教育システム情報学会誌, Vol.12, No. 3, pp.179-192 (1995)
- 2) 松村幸輝: "マルチメディア環境において試作した実践的学習支援システム", CAI学会誌, Vol.11, No. 1, pp. 22-33 (1994)
- 3) 柳澤洋, 村上国男: マルチエージェントシステムの合意形成方式, 情報処理学会論文誌, Vol.36, No. 6, pp. 1387-1395 (1995)

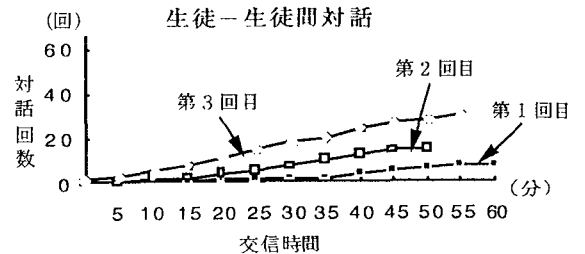
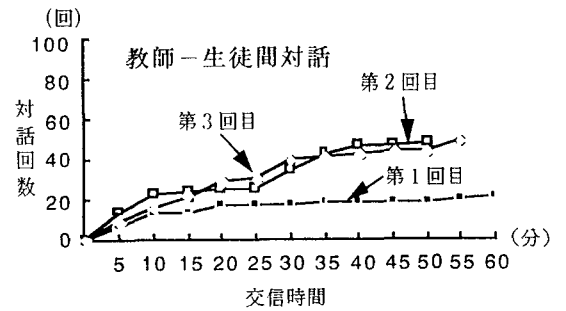


図5. 交信授業における対話の遷移

審査結果の要旨

マルチメディア通信とコンピュータ技術の発達により、遠隔教育の研究が盛んになってきている。しかしながら、従来の遠隔教育方式は、大学や企業における多地点同時伝送型の遠隔教育方式や、小・中学校を中心とするインターネット利用教育方式であり、いずれの方式においても新しい技術が持つ可能性は十分に活用されていない。すなわち、前者は、対話性に乏しく、後者は臨場感に欠ける。著者は、これらの課題を克服することによって遠隔教育の効果を向上させることが可能と考え、映像と音声をリアルタイム、かつ双方向で交流させる授業環境と授業支援機能から成る遠隔協同授業方式について詳細な研究を行った。本論文はその成果をまとめたものであり、全編5章から成る。

第1章は序論である。

第2章では、従来の遠隔教育の研究を概観し、遠隔協同授業方式の位置付けと役割を明確化した。次に効果的な遠隔協同授業を実現するために、コンピュータ支援による次の2つの実現方法を提案している。ひとつはCSCW (Computer Supported Cooperative Work) に基づく授業環境であり、もうひとつはエージェント機能による効果的な授業支援機能を提供する方法であり、その基本概念を述べている。

第3章では、CSCWによる遠隔協同授業方式の詳細について論じている。すなわち、双方向リアルタイム型の遠隔協同授業方式のモデルを構成し、これに基づくコンピュータ支援の実現方式を与えている。次にこの授業方式の有効性を実証するため、小学生の算数を対象とした実験システムの構築、および実証実験について述べている。実験結果から生徒の学習意欲の向上と教育効果を確認し、提案方式の有効性を示している。これは本方式の実用上、重要な結果である。

第4章では、CSCWによる遠隔協同授業方式の課題について論じ、エージェント機能の導入による効果的な支援方法を提案している。次に、導入したエージェント機能に基づいて機能強化された実験システムを構成し実証実験を行っている。実験結果から授業支援の効果を評価し、その有効性を示している。これは、エージェント機能による遠隔協同授業の実現に向けた有用な結果である。

第5章は結論である。

以上要するに本論文は、効果的な遠隔教育が期待できる双方向リアルタイム型の遠隔協同授業方式を実現するために、CSCWによる遠隔協同授業方式、次に、エージェント機能の導入による方法を提案し、実験システム構築と実証実験により、遠隔協同授業方式の有効性を実証したものであり、教育工学及び情報基礎科学の発展に寄与するところが少ない。

よって、本論文は博士(情報科学)の学位論文として合格と認める。