

## 創造性助長をめざす遠隔協同授業システムの構築

太細 孝<sup>1)</sup> 小泉寿男<sup>2)</sup> 横地 清<sup>3)</sup> 白鳥則郎<sup>4)</sup>

- 1) 三菱電機株式会社情報技術総合研究所
- 2) 三菱電機株式会社本社生産システム本部
- 3) 北京師範大学客員教授
- 4) 東北大学電気通信研究所

マルチメディア化、ネットワーク化の急速な発展、普及により、遠隔地をネットワークで結んだ多彩で効果的な情報発信が可能になってきた。この流れは教育界にも影響を与え、従来のような学校内教育の殻を破って、学校間の協同授業が活発に試みられている。

我々は、遠隔地にある2つの学校をオンライン接続し、リアルタイム、双方向でインタラクティブ、かつ臨場感のある授業が可能であるかどうかを試みている。我々は、このようなシステムを基盤として生徒たちの創造性助長のCSCWモデルを定義し、必要なエージェント機能と実現方式について提案する。かつ、実証実験の結果を情報科学の観点から論じる。

和文キーワード：マルチメディア、ネットワーク、遠隔授業、CSCW、エージェント

## CONSTRUCTION OF A COLLABORATIVE DISTANT-LEARNING SYSTEM FOR PROMOTION OF PUPILS' CREATIVITY

Takashi Dasai<sup>1)</sup> Hisao Koizumi<sup>2)</sup> Kiyoshi Yokochi<sup>3)</sup> Norio Shiratori<sup>4)</sup>

- 1) Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation
- 2) Corporate Engineering, Manufacturing and Information System,  
Mitsubishi Electric Corporation
- 3) Guest Professor at Beijing Normal University
- 4) Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

Rapid progress of network and multimedia technologies has enabled a variety of communication between distant places with high effectiveness. This trend began to affect the school sector to reform the conventional style of education, and inter-school collaboration is actively studied.

We are studying the possibility whether bi-directional, interactive and highly realistic learning is possible by connecting two schools online with large amount of information. We will try to define the CSCW model on which pupils can promote their creativity, and then propose the agent functions necessary to implement this method. And we will discuss the results of the experiments from the viewpoint of information science.

英文 Key Words: Multimedia, Network, Distant-Learning, CSCW, Agent

## 1 はしがき

情報技術の進展によって、マルチメディア化、ネットワーク化が急速に進み、多様な質の情報、すなわちテキストや静止画像に加えて音声、動画等も扱えるようになってきた。マルチメディア情報の駆使により、多彩で効果的な情報発信とプレゼンテーションが可能になってきた。また、物理的に遠く離れた地点をネットワークで結び、映像と音声による遠隔テレビ会議を開くことにより、相互に遠く離れている人たちをあたかも1つの部屋に集めたのと同じ効果が得られるようになってきた。

このような情報技術の進展は、教育の形態、方法にも影響を与えつつある。学校教育の分野では、これまで永年の間、1つの学校、1つの教室内での授業が主体であり、教師から生徒への一方的な知識授与型の授業が行われてきた。ここでは、既成の学習内容を能率的に伝達教授することに重点が置かれ、子供たち各個人の異質な学識や水準よりも、同質的な学識や水準が重んじられがちであった。

最近、学校の活性化のために従来の枠組みを打ち破る試みがなされている。文部省が数年前に公開した新学習指導要領では「新しい学力観」が唱われている。そこでは、生徒が自分で情報を収集し、解釈し、再構成することにより、生徒の主体的な情報活用能力を育成することが意図されている。ようやく日本の教育界でも、子供たち各個人に異質的で多様な学識と、異質な水準の存在を認めるようになってきた。こうした子供たちが、クラス間の協同授業を通して、より高次の異質的学識と異質な水準が生みだされることを認めるようになってきた。日本のインターネットの100校プロジェクトもこのような方向に沿った1施策と言える(1)(6)。

我々は、本稿において、創造性を助長する教育システムの方法として教育内容や認知論上の基礎の上に立ち、情報技術を有効に活用する方式を提案する。この方式は、遠隔地にある2つの学校を、映像情報とコンピュータ情報とによってオンライン接続し、臨場感をもって、リアルタイム、双方向コミュニケーションを可能とするものである。我々は、このようなコンピュータ、ネットワーク

と映像情報を組み合わせたシステムをCSCW(Computer Supported Cooperative Work)の一環としてとらえる。我々は、本稿で、創造性助長のためのCSCWモデルを定義し、現場での教師の仕事を支援するためにエージェント機能と実現方式について提案する。

第2章でCCV教育システムの概要と構成、第3章で創造性助長のモデリングとエージェント方式、第4章でその実験検証システムについて論じ、第5章で考察を述べる。

## 2 遠隔協同授業のためのCSCWシステム概要

コンピュータ、通信回線、及び映像を組合せて使用するところからこのシステムを「CCV(Computer, Communication and Visual)教育システム」と呼ぶ。システムの基本構成を図-1に示す。1教室に設置される機器はテレビ会議システム、パソコン、液晶プロジェクタ、および大画面スクリーンである。これらの機器を遠隔の2つの学校の教室に設置し、それをINS回線(INS1500)で連結する。

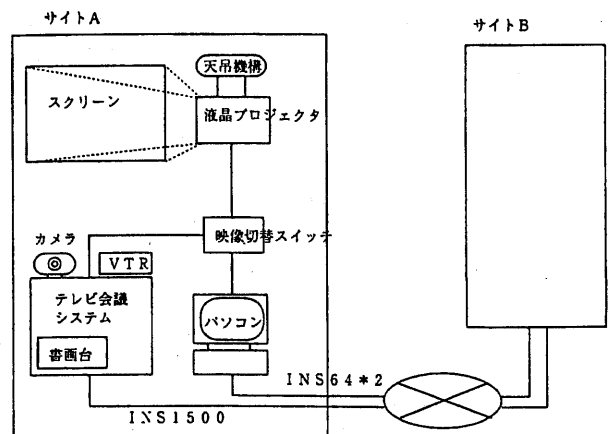


図-1 CSCW教育システムの基本構成

システム構築のポイントを以下に述べる。

(1) テレビ会議システムは、2つの教室の映像を相互に映し出す。マルチウィンドウ機能によりテレビ画面の中に小さなウィンドウを切って自教室の様子や他の見たい映像を映し出すこともでき

るようにする。相互の教室の雰囲気、生徒の表情などが生き生きと伝達されるような品質の高さが要求される。

カメラは教室の前方に2台設け、1台は教室全景を撮る固定カメラ、もう1台は生徒が発言したり作品を見せたりする時の姿を捉える電動カメラである。作品などを、より詳細に見せるために書画台も設ける。また授業用に前以て収録されたビデオの放映に備えてVTRも設ける。

パソコンは、授業の中で使うアニメやアプリケーションを動かすために設置する。アニメは動的、立体的、あるいは抽象的な対象等を理解させようとする時、そのエッセンスだけを抽出して表現できるように教材として有効である。使い方としては、一方の教師が説明のためにアニメやアプリケーションを起動したり停止させ、それを双方の教室の生徒が同時に見られることが必要条件である。そのためにパソコンテレビ会議システムを使うことにし、両教室のパソコンに組み込むとともにINS回線(64\*2)で結ぶ。

(2) 大画面のスクリーンは、教室の生徒が臨場感をもって協同学習できるようにするための重要な機器である。80インチのスクリーンを使用する。そこに投影する液晶プロジェクタは、学校の教室という事情から天井に埋め込み、必要な時にだけ天井から下ろして使用する形とする。そのために天井に穴を空け、天井吊り下げ機構を埋め込んでプロジェクタを吊り下げ、上下できるようにする。このプロジェクタは、普通教室でも暗幕を引かずに見ることができるほどの明るさを持ったものとする。

なお、このスクリーンには、テレビ会議システムの映像だけでなく、パソコン画面の映像も切替えスイッチによって映し出せる構造にする。

(3) 協同授業を行うには、双方とも1人は授業を、もう1人はCSCWシステムの操作を行なう。2人の教師が必要であることをスタートポイントとしているが、CSCW機能の向上によって教師の負荷を軽減させることが重要課題である。

### 3 創造性助長のモデリングとエージェント方式

#### 3.1 CSCWによる創造性助長のモデリング

人間の思考モデルには、認知心理学的なアプローチが研究されてきている(10)(11)(12)。しかしながら、CCV教育システムでは、「2つの異なった学校のクラスが協同学習をすることによって、さらに質の高い学習が生まれ、その学習から子供たちは一段と質の高い創造力を獲得する」という考え方を基盤としている(5)。我々は、このような協同学習を可能とするための要件を抽出し、CSCW的な考え方によって、創造性助長のモデルを図-2のように定義する。

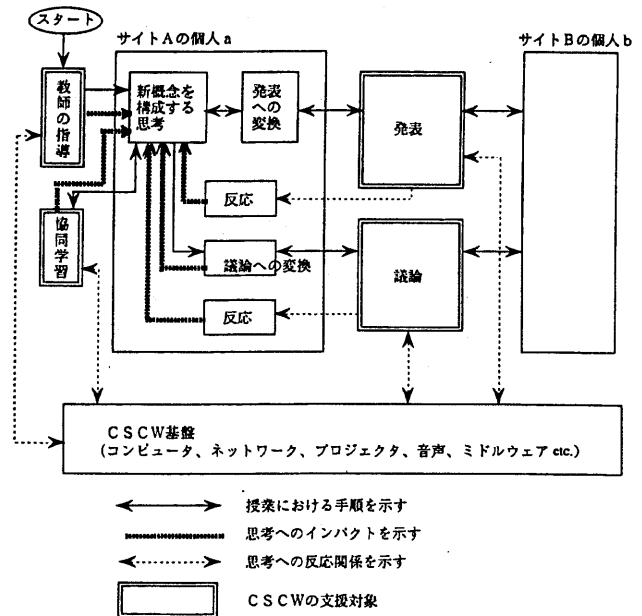


図-2 協同授業におけるCSCWによる創造性助長のモデリング

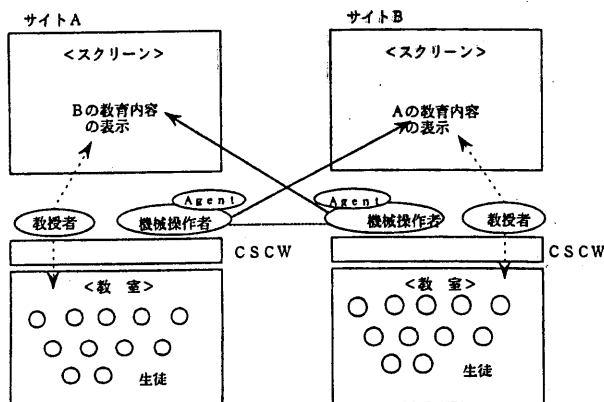
図-2は、一方の生徒の学習メカニズムとそれを支えるCSCW基盤をモデル化したものである。すなわち、サイトAの個人aが教師の指導のもと、与えられた課題に対して思考を巡らし、理解しようと務める。そのために発表、議論をしようとし、それに対応するため、自己内での変換が行われる。それらが相手方サイトBの個人bへの発表、議論となって表れ、相手方の考えに触発される。それが反応となって個人aの思考にインパクトとなってフィードバックされ、より思考が深まり高い次元の理解に達する。この過程で、新しい概念を構

成する思考が構成され得る。このことが創造性を助長することに繋がると考える。このメカニズムを下から支えるのがコンピュータ、ネットワーク、プロジェクタ、音声、ミドルウェアソフト他の機能によって構成されるCSCW基盤である。このCSCW基盤に組み込まれたエージェント機能によって、教師の指導と生徒の学習行動が適切に支援される。

### 3. 2 エージェント機能と授業支援方式

図・3は、遠隔協同授業が行なわれる時、サイトAとサイトBにおける必要動作を示したものである。両サイトとも教師が2人いて、1人は授業を担当、もう1人はCSCWシステム操作を行う。ここで機械操作者には以下のような作業が考えられる。

- (1)カメラ操作（発表者へのアクセス、ズームアップ等）
- (2)パソコン映像（アニメ）とテレビ会議映像の切替え
- (3)授業プロセス順番のガイダンス
- (4)システムのスタートアップ/終了
- (5)機械操作者間のコントロールの受渡し
- (6)アニメのコントロール



図・3 遠隔協同授業における両地点の関係

CSCWシステム操作者は、協同授業がスムーズに流れるようにこれらの仕事を授業の進捗、教

室の雰囲気等に合わせて臨機応変にこなさなければならず、相当に忙しいケースが想定される。場合によっては正常な授業の流れを阻害し、意図された創造性助長の効果を減じさせるかも知れない。このような危険を回避し、かつ教師の労力を軽減、あるいは無しで済むようにするためにエージェント機能の導入を考える。CSCWシステム操作者の仕事のうち、特に重要でエージェント化することによる効果が大きいものとしては次が考えられる。

- (1)カメラ操作（発表者へのアクセス、ズームアップ）
- (2)パソコン映像（アニメ）とテレビ会議映像の切替え
- (3)機械操作者間のコントロールの受渡し

## 4 実験検証システム

### 4. 1 実験システムの構成と機能

CSCWシステムの教育的観点からの結果は(5)、(7)、(8)、(9)にて報告されている。本節では、第2章、第3章で論じた方式に関し、実験実証した結果についてCSCWの観点から述べる。第1段階の実験では、2地点のうち、片方は担当教師が生徒を含む教室を代表する方法をとった。これは、生徒同士が直接対面する協同授業を始める前に、想定される各種の課題を早めに抽出しておくためである。したがって、この教室には大画面のプロジェクタとスクリーンは設置していないが、必要な映像情報や作品などは前以てビデオなどに収録しておき、その教室から相手方に放映できるようにしておくなどの工夫をした。

生徒がいる方の教室にはテレビ会議システムとパソコン、液晶プロジェクタと80インチの大画面スクリーンが設置され、両地点はINS1500と64\*2、さらに電話回線2本で結ばれている。

### 4. 2 教師/生徒の交信

授業のカリキュラムとしては宝箱（6角形の箱）と車作り、及び風の速さの測定が選ばれた。今回の実験では、アニメを使って教育内容を教材化し

た。対象は小学校3年生である。

最初のテーマは宝箱および車作りで、2地点の生徒たちは交信授業を行う前、それぞれ別個に宝箱、および車の展開図を製作した。その上で(疑似)協同授業を行って相手方の作品に刺激されて相手方以上の作品を作ろうと工夫した(7)。

次のテーマ、速さについて、2地点の生徒たちはそれぞれ風の速さと亀の速さの測定法を考えて交信し、測定方法の再検討、修正を行なった。次に測定に必要な器具を製作、実際に測定してその結果について交信授業で発表し合った。そして両者の共通点や異なった点、速さについて解ったことをまとめた(9)。

これらは1つの問題にも多様な解決法があることを体得させる、というのが狙いだった(8)。

この点においてCSCWシステムは、立体や速度という抽象的で把握しにくい対象を理解させるために、アニメによる概念把握の支援、生徒たちの交信の支援を、十分な応答性と臨場感のある環境を提供することで、その役割を十分に演じることができた。

#### 4.3 エージェント機能

実験では前述のエージェント機能をどう実現したのかについて述べる。今回の実験では以下の機能のエージェント化を試みた。これらはいずれも操作の頻度が高く機械操作者への負担軽減、若しくは開放の観点から実現の意義が大きい。

##### (1)カメラ操作(発表者へのアクセス、ズームアップ)

カメラ操作は発表者の姿、表情を相手方に伝えるために行なう。必要ならズームアップも行なう。しかし、従来のマニュアル方式では発表者の方向へカメラを回転させ、ズームアップと数ステップの操作が必要だった。これをマイクで拾った音声の処理で自動化する。

##### (2)パソコン映像(アニメ)とテレビ会議映像の切替え

大画面のスクリーンにはテレビ会議システム、パソコン双方の画面を切り替えスイッチにより映せるようになっている。画面切り替えとそれに付随する操作をエージェントにやらせ、労力の軽減を図る。

##### (3)機械操作者間のコントロールの受渡し

機械操作者はお互いに相手方の状況が見えず、ホットラインで連絡を合して必要な操作をした。これを相手方に自分の分身を送り込む方式でスムーズなコントロールのやり取りを実現する。

## 5 考察

### 5.1 CSCW支援の実証結果

液晶プロジェクタ・スクリーンの効果について、インターネットに比べてはるかに大量の情報の伝達によって生き生きとした映像を十分大きな画面に映し出すことができ、子供たちの注意、関心を引き付け、一体感を醸し出すのに十分な効果があった。子供たちは、自分の考えを画面を通して相手方に伝えるということで、より分かりやすく、的確に伝えようと注意するようになったことも効用の一つである(5)。

また、実験の回数を重ねるにしたがって、教師同士の連携や間の取り方、話し合いの時間の設定などに格段の進歩が見られた。両地点の距離の隔たりを感じさせない程子供たちが画面の向こう側の教師と自然に会話ができていた。これはCSCWから見て、遠隔の協同学習に必要な機能をCSCWが提供し、適切にサポートできていたということの意味する。更に、異質的な、または極めて特徴的な相手の考え方を対面させることにより、相手側の特徴的なものを吸収しようとする働きが感知された。この働きを惹起させ、支援するのがマルチメディアをベースとするCSCW基盤の役目と言える。一方、協同授業における教師の負荷を軽減するために、エージェント機能によって問題解決を図る必要がある。最終的には微調整が不要なシステム、テレビのような感覚で使える教師1人で操作可能なシステムが求められるだろう。

### 5.2 創造性助長の効果に関する評価

2地点の子供たちが、宝箱作りと車作りを別個にやって、お互いに作品を見せ合った結果、お互いに触発されるものがあり、相手方とは違った作り方をしようとしたり、相手方よりも上手に作るうという意欲の高まり等が見られた。亀の速さと

風の速さの測定では、対象は違っても、同じ速さという概念があるということ、“0”という速さもあることなどを協同学習から導き出した(9)。異なった性格の集団を交流させると相互に刺激し合って、普段以上に意識の高まりが見られることは確かであり、CSCWはこれをうまく引き出してやる環境を作る必要がある。

極めて特徴的な個人、教師によって支えられるこれら個人の集団が、遠隔協同授業によって更に多面的に別々の集団と対面し、個人の創造性助長を支援するためには、マルチメディア型のCSCWの果たす役割が多い。そのために必要なCSCW関連機器、システムの分析を更に進めることが重要である。

## 6 まとめ

遠隔協同学習における創造性助長のメカニズム、およびそれを支援するCSCW基盤のモデリングとエージェント機能について述べた。

今回の実証実験では2地点のうちの片方には生徒がおらず、教師が代行する「教師-対-生徒」の形で実験が行なわれた。しかし、研究課題はまだ多い。次には本格的な「生徒-対-生徒」での実証実験を行なう計画である。この組み合わせが本来的な形であり、授業の進め方、主導権の取り方等で新たな知見が得られることが期待される。これらの新しい知見を取り入れることでCSCW基盤の機能のモデリングおよびエージェント機能の洗練、強化を進めていきたいと考えている。

## 参考文献

- (1) 文部省・通産省ネットワーク利用環境提供事業100校プロジェクト成果発表会資料、(財)コンピュータ教育開発センター、1996.3.9
- (2) 渡辺健次、岡崎泰久、江藤博文、田中久治、近藤弘樹、原秀勝、川崎健二、大島正豊：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 Oct.1995, pp.179-191

(3) 竹本宜弘、田村武志、高田伸彦：分散型教育における講師操作環境の構築とその検証、情報処理学会論文誌 Vol.36, No.9 Sep.1995, pp.2215-2227

(4) A.DiPaolo: Moving Towards Education Anywhere, Anytime in an On-Demand Environment, Education at a Distance Vol.10, No.3 Mar.1996, pp8-20

(5) 横地清：協同学習と数学の創造力の育成／CCV教育システムの研究(1)、1996年度数学教育学会春季年会発表論文集、pp.81-84

(6) 西谷 泉：諸外国のインターネットの利用状況について／CCV教育システムの研究(2)、1996年度数学教育学会春季年会発表論文集、pp.85-88

(7) 守屋誠司：協同学習と数学の創造力の育成／CCV教育システムの研究(3)、1996年度数学教育学会春季年会発表論文集、pp.89-92

(8) 奥山賢一、守木 貴：協同学習と数学教育の創造力の育成／CCV教育システムの研究(4)、1996年度数学教育学会春季年会発表論文集、pp.93-96

(9) 黒田恭史：協同学習と数学教育の創造力の育成／CCV教育システムの研究(5)、1996年度数学教育学会春季年会発表論文集、pp.97-100

(10) Newell, A. (1990): "Unified theories of cognition" Harvard University Press.

(11) Newell, A., Show, J. C. \$Simon, H. A. (1958): Elements of a theory of human problem solving. Psychological Review, 65, pp.151-166

(12) 守 一雄：現代心理学入門1—認知心理学—、1995、岩波書店