

ISDN活用による海外との遠隔協同授業と遠隔講義の評価と考察

小泉寿男 1) 太細 孝 2) 守屋誠司 3)

1) 東京電機大学理工学部 2) 三菱電機(株)郡山製作所 3) 山形大学教育学部

我々は、遠隔にある2つの学校をネットワークで結び、リアルタイム、双方向で教室間の映像と音声进行交流し、臨場感に富んだ遠隔協同授業(Interactive Distance Learning)を可能とする方式を探究してきている。これによって文化や習慣を異にする地域の学校同士を結び付け、互いに発表や議論を通じて触発し合うことにより、学習意欲や創造的思考力を向上させることを狙っている。この考えに基づく遠隔協同授業システムを構築し、ドイツの小学校との遠隔協同授業を行った。かつドイツの大学に対する遠隔講義を行った。これらの結果について評価と考察を行う。

和文キーワード：遠隔教育、遠隔講義、ISDN、臨場感、創造性

EVALUATION AND STUDY OF THE ISDN-BASED INTERNATIONAL DISTANCE LEARNING AND DISTANCE LECTURE

Hisao Koizumi 1) Takashi Dasai 2) Seiji Moriya 3)

1) Department of Computers and Systems Engineering, Tokyo Denki University
2) Koriyama Works, Mitsubishi Electric Corporation
3) Faculty of Education, Yamagata University

We have been investigating methods of interactive distance learning which enable the exchange of vivid images and voices interactively and in realtime between two mutually separated classrooms connected via network. Our objective is to promote pupil's demand for study and creative ability through presentation and discussion, by connecting these schools with different cultures and customs. We have conducted the experiments of interactive distance learning between Japanese and German elementary schools using the educational systems constructed based on this idea. Following these experiments, we have also executed the distance lecture with a German university. In this paper, we try to evaluate and study the results obtained from these experiments.

English Key Words : Distance Education, Distance Lecture, ISDN, Sense-of-presence, Creativity

1. はじめに

我々は、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制作して、これら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。本研究が目指す目的は、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。このシステムをCCV(Computer, Communication and Visual)教育システムと名付けている[1]。

我々は、この考えのもとに遠隔協同授業システムの実証実験を、国内の小学校間で実施してきている[2], [3]。海外の小学校との遠隔協同授業は、異文化交流の観点から興味あるテーマであるが、実施に

は数々の問題が存在する。言語、時差、通信回線の問題の他に、授業内容の準備と構築のための教師間連携などの重要課題がある。特に、通信回線については、将来、遠隔協同授業の実用化と普及を念頭に入れば、世界標準のISDN、しかも通信以外の妥当性から考えて、128kbpsであることが望ましい。

本論文では、128kbpsの周波数帯域で臨場感を維持した双方向、リアルタイム型の遠隔協同授業を実現するためのコンピュータ支援と授業支援方式を提案する。本提案の実証のため、ドイツ・ベルリン市の小学校と国内の山梨県の小学校間で算数の実際の協同授業を行った。その結果、国際間で生徒たちに相互の連帯感が生まれ、学習意欲と創造的思考の高まりが見られた。さらに、ベルリン自由大学の学生に対し、日本側から遠隔講義を実施し、その利便性と有効性を確認した。

2. 遠隔協同授業方式

2.1 遠隔協同授業のモデル

CCV教育システムにおける遠隔協同授業のモデルを図1に示す。それぞれの教室は、最大40人の生徒と教師から構成される。関連機器には、AV機器、コンピュータ(PC)、大画面スクリーンがあり、これらをCCV機器と呼ぶ。AV機器は、カメラで捉えた教室内の映像や音声を遠隔の教室に伝送し、PCはアニメーション等の教材の管理、検索、表示などを行う。カメラ映像やPC画面は、それぞれの教室に設置されたプロジェクタを通じて大画面スクリーンに投射され、両教室間で共有される。遠隔協同授業の間、図1の①～④の経路で教室間対話が行われる。

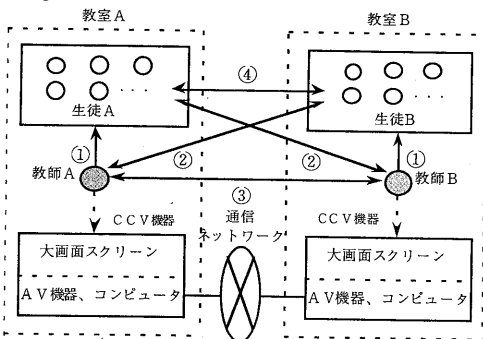


図1 交信システム・モデル

遠隔協同授業に当たっては、交信授業と単独授業との有機的な組み合わせが必要となる。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単独モード

が組み合わされる。

まず、実施する共通課題が設定される。共通課題は、教室Aと教室B用にそれぞれ視点を変えて変形、具体化して生徒たちに与えられる。事前学習では教室A、B個別に課題の解決や作品の制作が行われる。この時、生徒たちは見知らぬ相手に対する関心や期待感、自分のやり方に対する不安感などが、課題の解決法や作品制作に対する意欲を増進する。交信授業は60分乃至90分の授業を前提としており、初めに、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の深化と同時に、相手に対する競争心対抗心などにより、解法や作品の改善が行われる。したがって、次の交信授業では、より理解の深まった状態で学習が行われる。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。交信授業は、通常2回以上行われる。

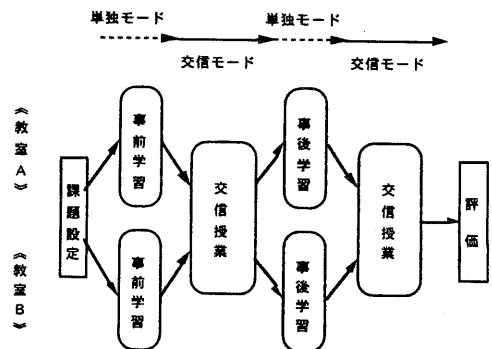


図2 遠隔協同授業のプロセスモデル

さらに、A、B両教室がリアルタイムに双方向型で交信する場合、両教室に教師と生徒が在室するパターンと、片方の教室には教師のみ在室するパターンを設ける。前者をXパターン、後者をYパターンと呼ぶ。Yパターンにおける教師のみ在室の教室では、授業の内容を予め準備、記録しておき、交信授業時に教師が必要に応じてこれらを引き出し、相手教室へ送信する。すなわち授業内容のうち、映像データに関してはビデオに、PCデータについてはサーバに記録しておく。Yパターンは、遠隔協同間で同一時間帯の確保が困難な場合、または、海外との遠隔協同授業において時差が大きく、片方が夜間、早朝になってしまう場合に教師のみの参画によって交信授業を行う場合等に有効である。

2. 2 海外との遠隔協同授業の通信システム

遠隔協同授業の通信手段として、衛星通信、高速専用回線を使用し、テレビ受像器映像並みの画像品質を得る方法がある。しかしながら、国際間では通信コストが高くなり、学校等で利用するには費用対効果の点から実用的でない。また、衛星通信では応答時間の問題がある。遠隔協同授業が、将来各拠点間で広く活用される可能性を考慮した場合、リアルタイム性、双方向性の確保とともに、通信コストが適切な範囲に抑制されることが重要となる。この点から通信手段としては、ISDNを使用し、通信速度として128kbpsで実現することが望ましい。我々は、通信システムに関し、次の方式を提案する。

- (1) 通信回線としては、ISDNの128kbpsを採用する。128kbpsの中にカメラ映像、音声、書画カメラ映像、PCデータ情報を含める。
- (2) 映像情報の共有に関しては、カメラ/PC/書画カメラ間で役割分担し、それぞれが最も得意とする対象を映し出すことで、総合的に高品質の映像を実現する。すなわち、カメラ映像は、授業をする教師、発表する生徒の姿を対象とする。PCや書画カメラは、生徒の作品を映し出し、相手教室へ伝送するために使用する。
- (3) カメラ映像としては、教室の臨場感を保ちつつ、見かけ上映像品質が低下しないハイブリッド方式（背景静止画とクローズアップ動画を混在化する方式）を採用する。すなわち図3において、全景カメラにフレームメモリを取付け、教室全体の映像を十数秒に1回の周期で取り込む。一方、発言者など、動きの速いクローズアップ映像を電動カメラで取り込み、この2つ映像をピクチャーインピクチャー（P・i・n・P）機能を持った画面合成器に入力して前者を親画面、後者を子画面として合成する。これにより、静止画に近い教室全体の映像と、発言者のリアルな表情を同時に映し出すことが可能となる。

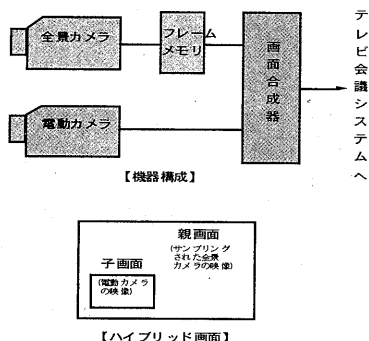


図3 ハイブリッド方式

- (4) 遠隔間のコミュニケーションにとって、音声の品質は重要な要素であるため、マイクを天井に設置して発言内容を明瞭にキャッチするようにする。伝送には16kbpsを割り当てる。遠隔協同授業の教室環境を図4に示す。

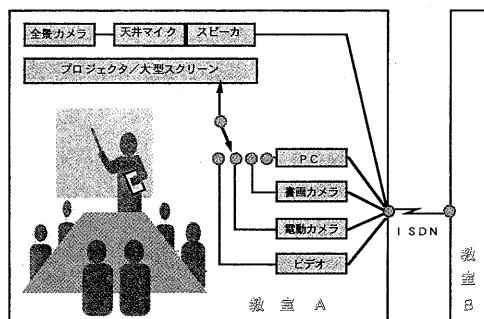


図4 遠隔協同授業用教室の環境

3. 遠隔講義方式

遠隔講義は、受講者が大人でしかもある程度の専門知識を持つ者が対象となる。我々は、遠隔講義を一方通行の放送型の方式でなく、質疑応答を重視した双方向型の講義方式を対象としている。図5に基本構成を示す。

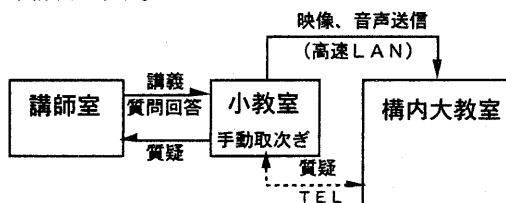


図5 遠隔講義の方式

- (1) 講師室と受講側小教室との交信は、前述の遠隔協同授業と同様の通信方式を用いる。
- (2) 小教室には、講義への見解、質疑を積極的に行う10名前後の受講者が在室する。大教室には小教室の映像・音声が送信され、映像は大型スクリーンに投射される。大教室には100名以上の聴講者が在室し、講師室と小教室間の交信内容を聴取する。質問がある場合には、小教室のスタッフに電話して講師との交信を代行して貰う。

4. 実証実験システムの構築

実証実験は、'97年9~11月の間に4回にわ

たり、ドイツ・ベルリン市の小学校の5・6年生20名と山梨県の小学校の5年生40名の間で行われた。共通課題は、「模様」である。

4. 1 交信授業前の学習活動準備と授業方法

(1) 交信授業前の学習活動

算数の協同授業を行うこととし、テーマとして「模様」を選んだ。様々な模様の表現を通じて、模様の有する幾何学的な性質、特徴を学習することが狙いである。さらに、画像として写りの良い対象を見ながら学習できる、ということも「模様」をテーマに選んだ理由である。

(2) 言語、時差の問題

言語の問題については、当初、英語を共通語とする案が出されたが、限られた交信時間の中で、的確な訳ができないことから、直接、日本語とドイツ語間で翻訳することとし、専門の通訳を双方に1人ずつ置く方式とした。

通訳方式としては、同時通訳方式と逐次通訳方式が考えられたが、検討の結果、逐次通訳方式を採用することにした。

時差の問題については、日本とドイツの時差は夏時間では7時間、冬時間は8時間となる。夏時間では、ドイツの朝8時が、日本時間の午後3時となる。子どもの登下校の事情も勘案して、ドイツ時間朝8時、日本時間午後3時から60分間の交信授業を行うことにした。

(3) 実験授業の構成

今回実施した交信授業を順番にDL1、DL2、DL3、DL4とする。その関係を図6に示す。DL1では最初、相互に挨拶を行った後、日本側から帯模様を取り入れた作品の発表を行い、ドイツ側か

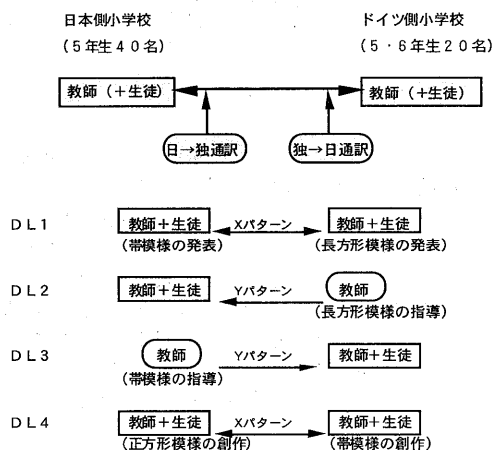


図6 協同授業方式

らは長方形の中に模様が描かれた作品を発表した。DL2では、ドイツ側は教師のみの授業で、日本の児童は宿題の作品の発表を行い、ドイツ側教師からコメント、指導を受けた後、ドイツ側での模様の学習の仕方を学んだ。DL3では、DL2の逆のパターンとなり、ドイツ側児童が日本での模様の学習の仕方を学習した。そしてDL4では、それぞれ相手方のやり方を取り入れて改良を行った作品の発表と議論を行った。最後に今後の交流について両教室間で話し合いを行った。

(4) 実験実証システムの構成

交信授業は、1教室あたり、授業、システム操作の2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からの映像とパソコン画面の2系統がある。このうち、テレビ会議システム経由の映像は、生徒の発言する姿を捉える電動カメラ、教室の全景を映し出す全景カメラ、絵図や文書を拡大して映し出す書画カメラ、およびビデオの4系統から成る。これらの映像は、通信ネットワーク経由で日本-ドイツ間で共有される。

日本側小学校では、これらの映像入力は、80インチの大画面スクリーンに投射した。ドイツ側小学校は42インチのモニターを使用した。通信回線の速度は、ISDNの128kbpsを使用し、テレビ会議システムの画像伝送方式は、H.261仕様を採用した。

4. 2 遠隔講義方式の構築

図7に遠隔講義方式の構成図を示す。講師は、教材として書画カメラから図形、写真、の映像、物体のカメラ映像、Powerpointによるグラフィカルな説明図等のほか、コンピュータ・シミュレーション結果のスクリーン映写を行う。コンピュータ・シミュレーション結果の送信には128kbpsの帯域幅では、画像の動きに追従することは困難なので、小教室側に予めシミュレーション・ソフトウェアを送信しておき、実行時にはパラメータやデータのみを送信するようにする。このことにより、リアルな動的シミュレーション結果が見えるようになる。

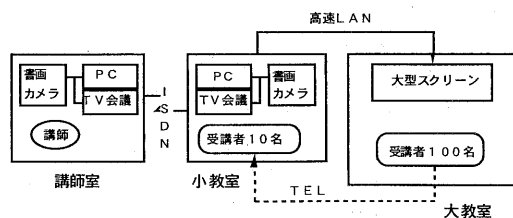


図7 遠隔講義方式の構成

5. 実験結果

5.1 遠隔協同授業

日本とドイツ間遠隔協同授業は、図6に示す方式のもとで以下の日時に行われた。図8-1および図8-2にドイツ側教室の様子およびドイツ側生徒の作品例を示す。

- (1) DL1：1997年9月25日15時～16時（日本時間）
- (2) DL2： ” 9月30日 ”
- (3) DL3： ” 10月21日 ”
- (4) DL4： ” 11月10日15時30分～16時45分



図8-1 ドイツ側教室の様子

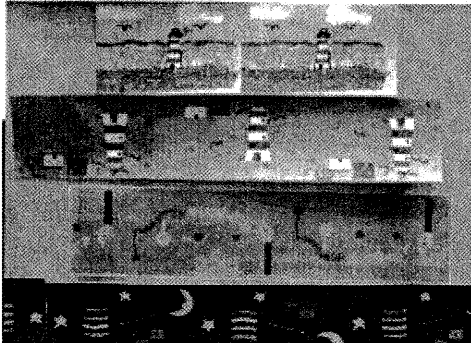


図8-2 ドイツ児童の作品例～模様

5.2 遠隔講義

遠隔講義は、日本側からベルリン自由大学・数理情報学部の学生、スタッフ計10数名（小教室）、および学生百数十名（大教室）に対して以下の日時に実施された。

- (1) DLEC-1：1998年2月9日
17時30分～19時（日本時間）
- (2) DLEC-2：1998年2月10日18時～19時（ ” ）

講義は、「A New Method of Engineering Education for Promoting Creativity in the Worldwide

Computer Network Era」と題するものであり、講義内容は、「物体を空中に飛ばす」という問題を例にとって、Object-orientedな方法で、解決する方法論に関するものであった。まず学生に自分の研究テーマの最終ゴールを立てさせ、コンピュータ・シミュレーションと模型による実験を繰り返しながら完成させる。その過程で、インターネットを使った情報交換と遠隔協同作業を行う。最後に出来上がった飛行物体を実際に飛行させる競技会を催し、各自の成果の善し悪しをを様々な観点から相互に評価をしよう、というものであった。

6. 評価と考察

6.1 児童による評価とその考察

交信授業における児童の学習意欲・態度、授業方法、機器の性能等について児童がどのように捉えたかを知るためにアンケート用紙を用意し、各交信授業直後に児童に記入させた。「全くそのとおり」に+2、「そのとおり」に+1、「部分的にはそうだ」には±0、「あまり当たっていない」に-1、「全く当たっていない」に-2を与えて、各項目毎に平

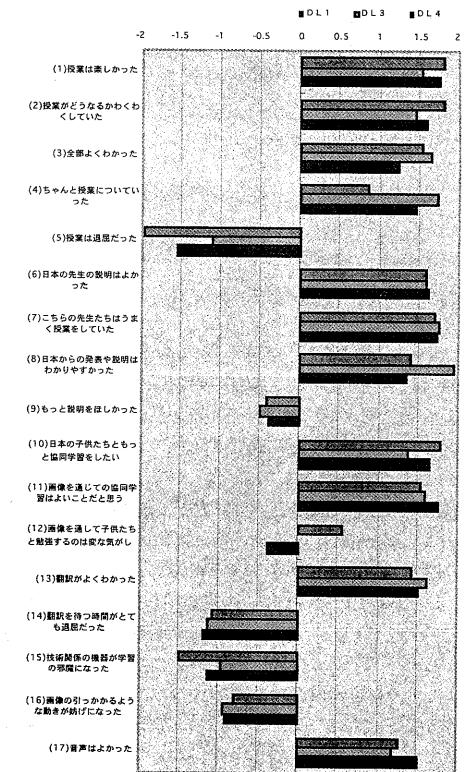


図9 ドイツ児童による評価結果

均値を算出した。ドイツ側児童による結果を図9に示す。

(1) DL1、DL3、DL4に対するドイツ児童による評価

a. 学習意欲・態度に関して[(1)~(5)]

「授業は楽しい」、「わくわくした」など協同授業に対する総括的な評価は大変良い。「授業は退屈だった」項目では、DL1の数値が他項目と比較しても最も低い数値を示しており、これはDL1への児童の取組みが大変熱心であったことを示している。

b. 授業方法に関して[(6)~(14)]

「日本の教師の説明は良かった」、「こちらの教師たちはうまく授業をしていた」からは、日本ドイツ両教師による授業が、児童らに好評であったことを示している。「日本からの発表や説明は分かりやすかった」では、DL3での評価点が高いが、この時は、Yパターンの授業なので、教師からの説明が大変分かりやすかったことを示している。「もっと説明がほしかった」は、マイナスの数値を示すが、絶対値は小さい。解らなかつたら手を挙げて質問するという行為がDLでは少なくなることを示している。翻訳に関する項目では良い評価が出ており、逐次翻訳でも協同授業が可能なが示された。

c. 機器の性能に関して[(15)~(17)]

「技術関係の機器が学習の邪魔になった」等についてはDLを通じて否定的な反応、「音声はよかった」については肯定的な反応が返ってきており、CCVの環境が協同授業の邪魔になっていないことが判る。

6. 2 授業内容に関する考察

(1) 事前の打合せ

文化の違いがあるゆえに、多くの打合せ時間が必要となる。1時間の授業のために、2時間半ほどの打合せ時間がかかった。教師が心から信頼し合えることが、授業進行上の鍵を握る。信頼関係により授業進行のタイミング、双方の教師の役割分担などがうまく行える。なお、打ち合わせにおけるCCV教育システムの活用も期待される。

(3) 通信授業以外での交流

児童同士の交流は、通信授業を通じての交流がほとんどであったが、E-mailによる交流をしておくことで授業での一体感がより増したと思われる。ただし、この場合、共通語は英語なので、ドイツ側はあまり負担にならないのに対し、日本側では翻訳の作業が教師の負担となる。

(4) 通信授業の進行上での留意点

発言者は、カメラが自分を捉えているかを確認してから発言する。この時、自分の名前を言うと、名前を覚えて貰えるので、友達になるために効果的である。一方、教師は、発表者を起立させるなどして、

回りの児童と区別できるようにする。なお、提示物が多い時は、予めWeb上に掲載しておくなど、インターネットを有効に活用を深める必要がある。

6. 3 授業システムに関する評価と考察

一般に、128kbpsの伝送速度で鮮明な映像を通信することは無理である。しかしながら、本方式のように、カメラ映像、書画カメラ、PCデータ情報の組み合わせによって情報交換することにより、カメラ映像の対象は限定され、実用上使用可能なレベルになることが検証された。カメラ映像の対象である教師、生徒、教室風景は、通信授業の経験により、見慣れたものとなり、人間に画像の品質を補う効果が出てきていることも考察される。

6. 4 遠隔講義に対する考察

本論文で提案し、実証実験した遠隔講義は、遠隔会議方式の延長にあるため、双方向型の講義には有効である。ただし、質疑応答は講義終了後に至っても電子メール等で継続的に行わなければ十分な効果は期待できない。本方式は今後、遠隔地間の共同研究開発プロジェクトの会議システム等にも活用可能と考えられる。

7. まとめ

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海外との実証実験を行った。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活発化が観察され、本方式が海外との遠隔協同授業にも適用できることが確認された。しかしながら、言語の問題を初め、異文化との交流には、さらに探究すべき興味深い課題が多いことも確認された。今回の実証実験を通してさらに研究を続けていく予定である。また、遠隔講義についても、共同研究開発プロジェクト等にも活用、実証していく予定である。

参 考 文 献

- [1] 太細孝、小泉寿男、横地清、守屋誠司、白鳥則郎、"オンライン協同授業をベースとしたCCV教育システム"、情処ワークショップ論文集 Vol. 96, No. 1 Oct. 1996, pp. 479-486.
- [2] 守屋誠司、"CCV教育システム研究/遠隔教育"、1997年度数学教育学春季年会発表論文集、1997, pp. 74-77.
- [3] 太細孝、小泉寿男、横地清、守屋誠司、奥山賢一、黒田恭史、白鳥則郎、"双方向型遠隔協同授業方式の提案とその実証実験"、教育システム情報学会論文誌、Vol. 14, No. 3, pp. 75-83, Aug. 1997