

日独間遠隔協同授業実験における授業方式と支援システム方式
の評価と考察

太細 孝1) 小泉寿男2) 守屋誠司3)

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

我々は、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いとして、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。この考えに基づく遠隔協同授業システムを構築し、これまで国内の小学校間で実証実験を行い、本方式による遠隔協同授業が成立することを実証してきた。これに続き、国際間での遠隔協同授業の可能性を探究するために、日本とドイツの小学校間で遠隔協同授業の実験を行った。本論文では、海外の小学校との遠隔協同授業を行うために新たに考案した授業方式を提案するとともに、これを日本-ドイツ間で実際の授業に適用した結果について評価、考察する。

和文キーワード：遠隔教育、双方向、ISDN、創造性、国際間

**EVALUATION AND STUDY OF THE LESSON METHOD AND ITS SUPPORT
SYSTEM METHOD IN THE DISTANCE LEARNING EXPERIMENTS
BETWEEN JAPAN AND GERMANY**

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

- 1) Koriyama Works, Mitsubishi Electric Corporation
- 2) Department of Computers and Systems Engineering, Tokyo Denki University
- 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 those schools which have mutually different cultures and customs. We have hitherto continued a series of verification experiments between Japanese elementary schools using the educational systems constructed based on this idea. Following these experiments, we have conducted the experiments of interactive distance learning between Japanese and German elementary schools in order to investigate the possibilities of international distance learning. In this paper, we propose a new method of interactive distance learning which is conceived for international distance learning. We also try to evaluate the results obtained by actual distance learning experiments conducted between Japan and Germany.

English Key Words : Distance Education, Interactive, ISDN, Creativity, International

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、言語の問題、時差の問題、通信回線などの問題があるために、まだ殆ど実現されていない。我々は、国際間でもこれまでと同様な遠隔協同授業が可能か否かを探究するために、実験プロジェクトを決定した。

具体的には日本とドイツの小学校間で行うことになり、双方の教師チームが協力して新しい授業内容の準備および教師間の連携方法の研究を進めた。実験は'97年9月～11月に亘って合計4回実施された。

本論文では、以下、第2章で遠隔協同授業方式について、第3章で実証実験システムの構築について、第4章で実験結果について述べ、第5章でその評価と考察を行う。

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。

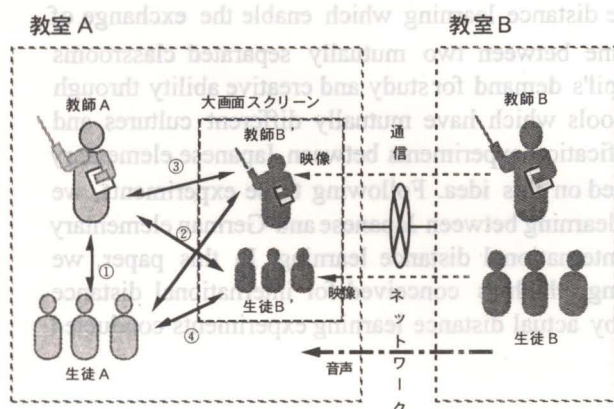


図1 発信システム・モデル

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(P

C)、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。

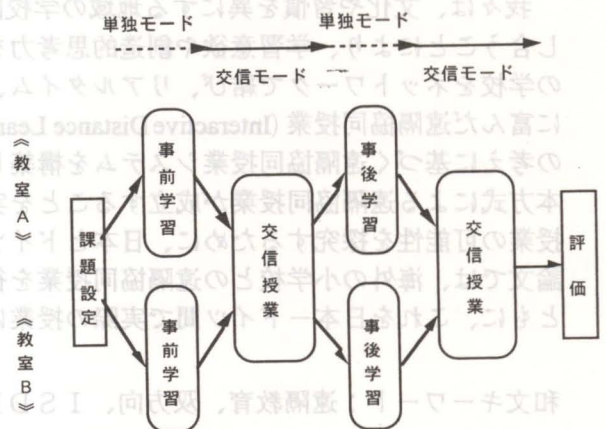


図2 遠隔協同授業のプロセスモデル

遠隔協同授業に当たっては、発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が双方向で発信しながら授業を行う発信モードと、発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せられる。

さらに、A、B両教室がリアルタイムに双方向型で発信する場合、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、発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、遠隔教室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発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、衛星通信では広

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/書画台間で役割分担し、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。

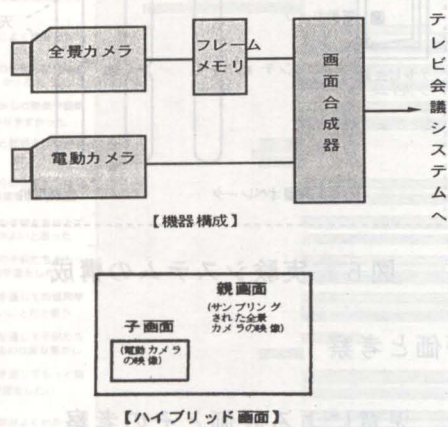


図3 ハイブリッド方式

- (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。

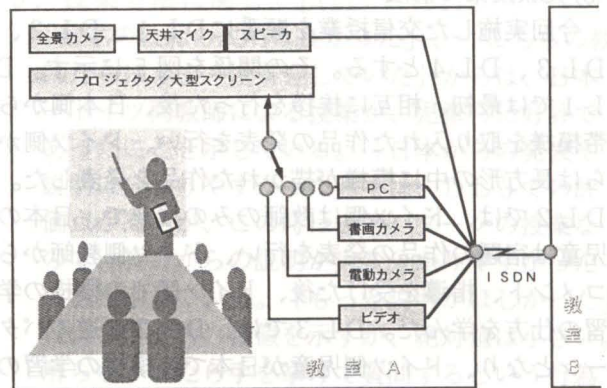


図4 遠隔協同授業用教室の環境

3. 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。

3.1 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、特徴を学習を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、および逐次通訳方式を検討した。前者は限られた交信時間の中で教師や生徒の発言を効率的に伝えることができる。その反面、教師や生徒の肉声が聞こえないので、臨場感や一体感が出ない。また通訳の方でも、予想していなかった発言や数学术語などが出た場合、同時通訳では的確な訳出ができないという意見もあり、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5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。

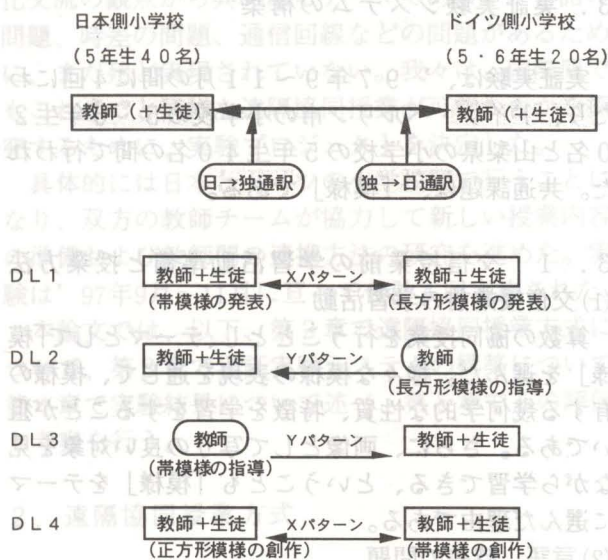


図5 協同授業方式

4. 実験結果

日本とドイツ間遠隔協同授業は、図5に示す方式のもとで以下の日時に行われた。

4.1 交信授業日程

- (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 "

4.2 実験実証システムの構成

実験システムの構成を図6に示す。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、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。

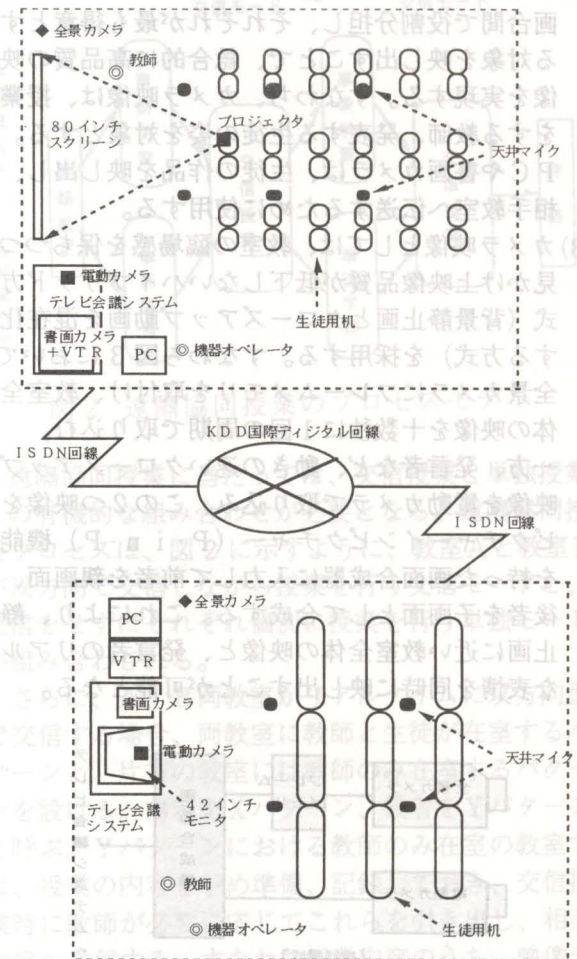


図6 実験システムの構成

5. 評価と考察

5.1 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、各項目毎に平均値を算出した。ドイツ側児童による結果を図7に、

日本側児童の結果を図8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)~(10)]

「授業は楽しい」、「興味があった」、「満足した」、「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。「全部よく分かった」では、DL4が他より低いですが、これはDL4で時間が少なく相当に急いで指導したために、児童にとって学習内容の消化不良になったと見られる。授業内容と授業速度のバランスをとることが必要である。「ちゃんと授業についていった」では、DL1のみが低い数値を示しているが、これはドイツ側児童が、当初、授業の進行に慣れていなかったからと考えられる。「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いる。これは、DL1への児童の取り組みが大変熱心であったことを示している。

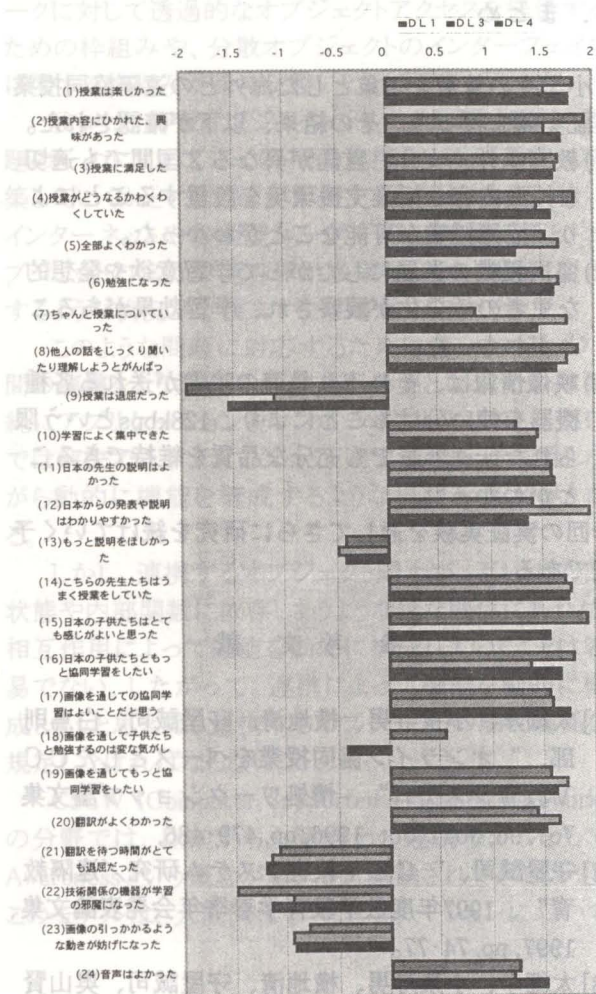


図7 ドイツ児童による評価結果

b. 授業方法に関して[(11)~(21)]

「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、日本一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。「画像を通して児童たちと勉強するのは変な気がした」では、DL1には変な気がした生徒がいたが、DL4では変な気がしない方へ好転しており、授業の雰囲気慣れてきたことが窺われる。通訳に関する、「翻訳が良く分かった」、「翻訳を待つ時間がとても退屈だった」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[(22)~(24)]

「技術関係の機器が学習の邪魔になった」、「画像の引かかるような動きが妨げになった」についてはDLを通じて否定的な反応、「音声は良かった」では肯定的な反応が返ってきており、CCV教育システムの提供する環境が、協同授業の邪魔になっていないことが分かる。また128kbpsでも十分有効であることが示されている。

(2) DL1、DL2、DL4に対する日本側児童による評価

a. 学習内容の理解に関して[(1)~(5)]

ほぼすべての項目に亘って点数1以上であり、安定して肯定的な反応である。「通訳の方の話がよくわかったか」ではいずれの回も評点1.5をマークした。このことは、海外との交信授業など、通訳を介した授業においても意思の疎通が充分可能であること、そうした新たな授業展開が可能であることを示唆するものである。ただし、「質問がきちんとできたか」という項目は、評価点が非常に低く、スムーズに質疑応答ができるようになるまでには、かなりの経験が必要なのではないかと予想される。

b. 機器の性能に関して[(6)~(15)]

「ドイツの子供もたちの顔がよくわかったか」以外は、すべて肯定的な反応が得られた。特に、「画面の明るさ」、「ピント」、「説明している先生の顔」などは、DL2での評点が高い。これはDL2はYパターンの授業で、ドイツ側は教師しかおらず動きが少なかったことによる。(11)の結果は、現行のシステムでは多人数を映し出す場合、

一人ひとりの識別までは困難であることを示している。その一方で、「発表している子どもの顔がわかったか」は点数が高いことから、カメラのズームアップ機能を逐次用いることによって、発言者の顔や表情はかなり読み取れることが窺える。(12)および(13)の「子どもの作品の提示」では、手に持つよりも書画台での提示の方が点数が高く、動画と静止画では見え方にかなり差が見られたようである。「音はよく聞こえたか」は、各DLを通じて1点以上でほぼ安定した評価である。

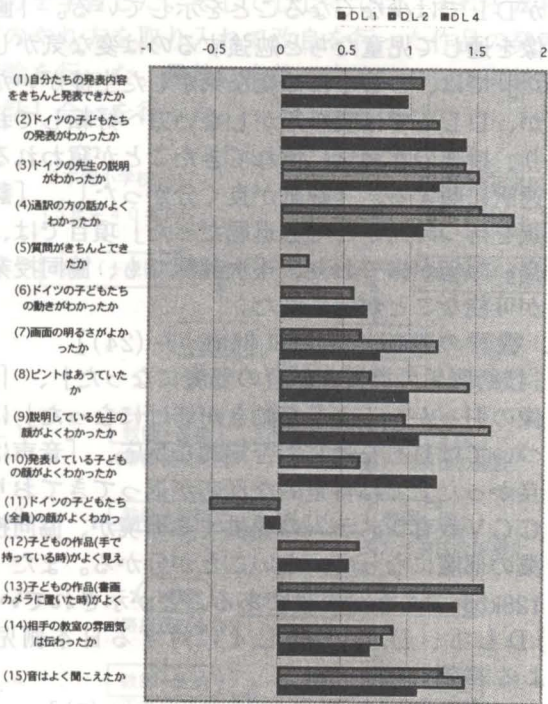


図8 日本児童による評価結果

5. 2 ドイツ側参観者による評価

ドイツ側では、DL1に6名、DL3に11名の参観者があった。これらの参観者に教育システムに関するアンケート調査を行った。その結果を図9に示す。これからシステムの性能に関して以下の結果が得られる。

- (1) DL1では動きの再現性、動画のピント、音質で悪い評価であったが、DL3では画像関係はプラスに好転し、音質も良いものとの評価になった。DL3ではドイツ側の教師も多く参観しており、教育現場の教師から良い評価を得たことは、このような遠隔授業方式の普及発展にとって好ましい結果である。
- (2) DL3での音質と画像の移り目が好転している。これは、DL3では日本側は教師のみの参加(Yパターン)であったために、教室内の雑音が少なかったことと、カメラ切り替えが殆ど無かったか

らと考えられる。

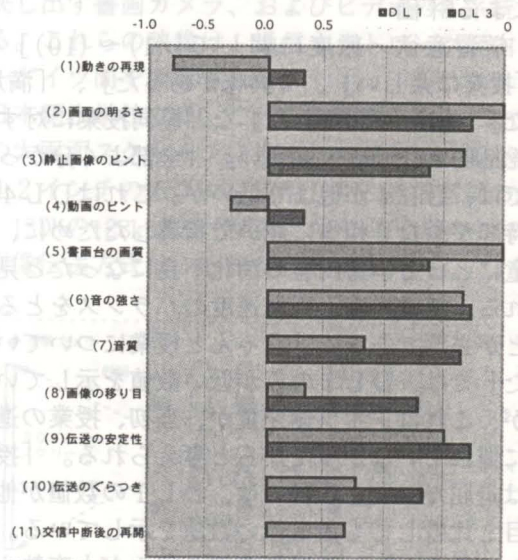


図9 ドイツ側参観者による評価結果

6. まとめ

小学生の算数を対象とした海外との遠隔協同授業実証実験を行った。その結果、以下が確認された。

- (1) 教育条件、文化、言語が異なる2国間でも適切な授業内容と授業支援環境を設置することにより、協同授業が可能になったことがわかった。
- (2) 協同授業の進展にしたがって学習意欲や発想的な思考の活発化が観察され、学習効果があることがわかった。
- (3) 映像情報は、それぞれ最適の映像が送れる各種機器を使い分けることにより、128kbpsという限られた伝送容量でも十分な品質を維持できることがわかった。

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。

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