

2画面を利用した小学校道徳における遠隔授業の実践と評価

藤木 卓*, 里 慎也**, 上菌恒太郎*, 山本和佳***, 増田祥子***

* 長崎大学教育学部

** 長崎大学大学院教育学研究科技術教育専修

*** 長崎県福江市立奥浦小学校

1. はじめに

文部省による学校のインターネット接続計画に押される形で、教育の情報化が進展している。最近では、学校へのコンピュータ導入と併せて、インターネット接続を前提とする校内ネットワークの構築が進められている。また、学校の情報化の一環として、遠隔地との交流や情報交換のためにテレビ会議システムを導入する動きもある。

学校において遠隔授業のためのシステムを考える場合、既存のテレビ会議システムをそのまま利用することは難しい。それは、一般に学校で購入対象となるテレビ会議システムは一人（せいぜい数人）での利用を前提としたものであり、画面出力を学級全員で見るときのプロジェクタ投影や音声出力を大き目のスピーカに接続するなどの工夫が必要となるからである。また、複数台のビデオカメラやマイクロフォンを利用しようとすると切替器やミキサー等の装置も必要となり、さらにシステムが複雑になる。その上、機器の管理やシステム設計を一手に引き受けて授業環境を構築してくれる専任の教員もいない。そのため、授業に必要なシステムを構想するよりも、そのシステムで可能な授業に落ち着いてしまいがちになる。ここに、遠隔授業システムの構築からそれによる授業設計、実践、評価を含めた大学の関わりが意味を持つてくる。筆者らは長崎県における遠隔授業の必要性から、遠隔授業システムの構築やそれによる実践について研究^{1)・3)}を進めてきている。ISDN回線を用いることにより、インターネットに接続されていない学校でも遠隔授業を行うことができる。

今回、長崎と福岡の小学校を結ぶ道徳の遠隔授業の機会を得た。長崎側は離島の小規模校であり福岡側は山村の小規模校である。この2校を接続することで、過疎化に苦しむ地域の苦悩や前向きに生きようとする姿勢等の共通する要素の掘り起こしを狙った。そして、離れた場所にある2つの学校の児童を対象として、郷土愛を目標に一つの授業を仕組んだ。今回のねらいは、より臨場感の高い遠隔授業を実現するために、2枚のスクリーンを用いたシステムを構築して授業を実践することである。構築したシステムと実施した授業の方法について述べるとともに、アンケート調査を利用した授業評価とシステム評価、画像のビットレートによる画像評価について報告する。

2. 研究の方法

2. 1 システム構成

本研究でシステム構成を構想するにあたり、次の点について留意することとした。

- (1)単なる交流学习ではなく、授業としての成立を第一義とする。
- (2)安定した品質の音声環境を構築する。
- (3)2画面表示により臨場感の拡大を図る。

(1)は遠隔授業を計画する際には必須条件であると考えた。テレビ会議用のシステムが登場した初期の頃は、音声と画像が途切れることなく通信が可能になったという点で単に交流することにも意味はあった。しかし、遠隔授業システムを真に使えるシステムとして普及させていくためには、通常の授業に取り入れることができ学習効果も高まるような活用方法を検討していく必要がある。そのために、システムを使用することを目的とするのではなく授業として成立することを目的として計画を行った。

(2)は授業環境の前提として、双方のコミュニケーションが図れる手段を確保することが重要であると考えた。電話が広く普及していることから分かるように、音声のみによるコミュニケーションは可能である。それに対して、画像のみによるコミュニケーションは、手話や文字等の例を除くと難しい。また、音声環境には雑音が少なく不快感を感じない程度の品質で安定した通信ができることが必要である。これらのことから、音声による安定したコミュニケーション環境は遠隔授業システムにとって最低限必要なことであることが分かる。

(3)は、本研究の特徴でもある。動画に関して言えば、通常行われる遠隔授業では教室前面に設置された1枚のスクリーンに投影される映像を通して、遠隔地との間でコミュニケーションを行うことが多い。しかし、臨場感をより高めるためには複数枚のスクリーンに複数の映像を表示すると効果的であることが考えられる。また、1枚の教室前面スクリーンでは画面内の相手と対面する形になる。そのため、向こう側対こちら側の意識が崩れずひとつの授業を構成する児童集団としてまとまりを持たせることが難しくなってくる。したがって今回の遠隔授業では、教室前面のスクリーンには教師や発表する児童を投影し、側面のスクリーンに相手児童の横顔を投影すると、児童集団としてのまとまりが持たせやすいのではないかと考えた。

以上のような留意点を考慮し、図1に示すシステムを構築した。

システムを構成している機器は次の通りである。

奥浦側

- ・ビデオフォン：1台 (Phoenix Mini (NTT))
- ・送信用 PC：CPU (Celeron,300MHz), メモリ (64MB), HDD (4 GB,6GB)
- ・受信用 PC：CPU(K6-2,400Mhz), メモリ (64MB), HDD(6GB)
- ・ビデオカメラ：3台(前面用 1,側面用 1,記録用 1)
- ・マイク：3本(集音用 1,教師用 1,児童用 1)
- ・液晶プロジェクタ：2台
- ・投影用スクリーン：2台
- ・スピーカ：1台

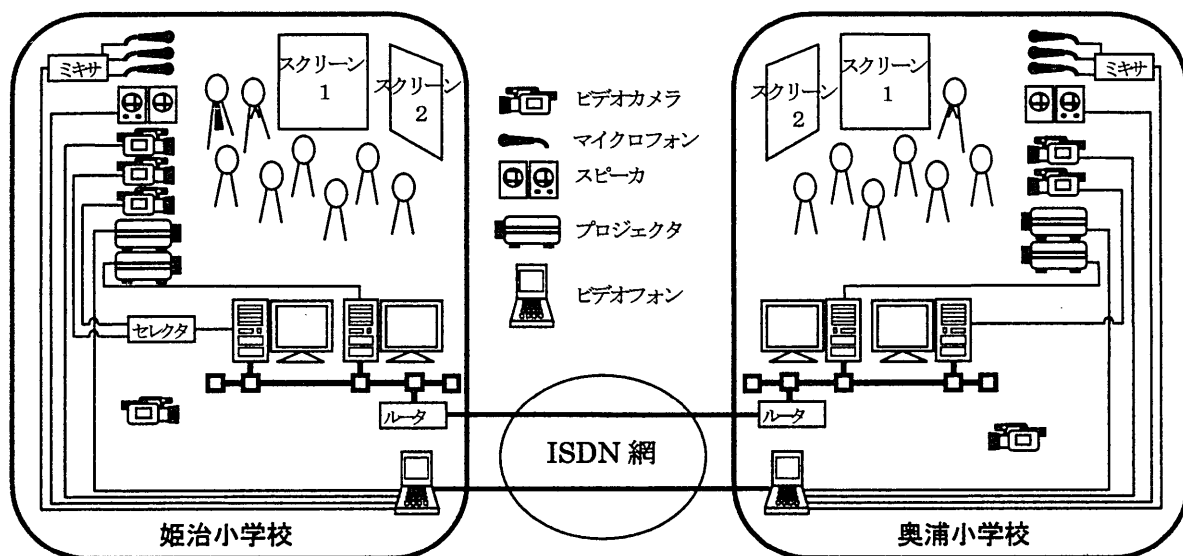


図1 システム構成の概要

姫治側

- ・ビデオフォン：1台 (Phoenix Mini (NTT))
- ・送信用 PC：CPU (K6-2,200MHz), メモリ(64MB), HDD(3GB,4GB)
- ・受信用 PC：CPU(K6-2,400Mhz), メモリ(64MB), HDD(6GB)
- ・ビデオカメラ：4台(前面用2,側面用1,記録用1)
- ・マイク：3本(集音用1,教師用1,児童用1)
- ・液晶プロジェクタ：2台
- ・投影用スクリーン：2台
- ・スピーカ：1台

2枚のスクリーン (スクリーン1, スクリーン2) への投影画像は次の2系統を用いた。
スクリーン1：教室の前面 (主に教師や発表する児童) の画像表示に使用した。児童と教師が主に見る画像であるため、動きの滑らかさよりも画質を優先させることにした。その結果、インターネット上で用いられる動画コミュニケーション・ツールである vic(OSはLinuxを使用)を選択した。VC1の映像を送信用PCで取り込み、ネットワーク伝送して受けた受信用PC画面のプロジェクタ出力である。

スクリーン2：教室側面 (奥浦へは姫治の右側面, 姫治へは奥浦の左側面, 主に児童の学習の様子) の画像表示に使用した。これは、教室内で前を向いて座っている児童が横を見るとスクリーンに別の友達が写っているという状態を作り出すことを意図したからである。送信側では、VC2の映像をビデオフォンで取り込み相手ビデオフォンへ送る。受信側では、ビデオフォンへ届いた相手画像をプロジェクタ出力する。

音声は、現時点で安定した品質を得ることができるビデオフォンの音声入出力機能を利用した。両教室ともに、教師用と集音用には有線マイクを使用した。集音用マイクは児童のざわめきや歓声等の雰囲気を与え臨場感を増すために欠かせない。そのため、図9のよ

うに廃品の傘を利用して作成し設置した。また、児童用には手軽さと渡しやすさからワイヤレスマイクを使用した。

2. 2 機器の設置

教室における児童座席，使用機器等の配置略図を図3に示した。

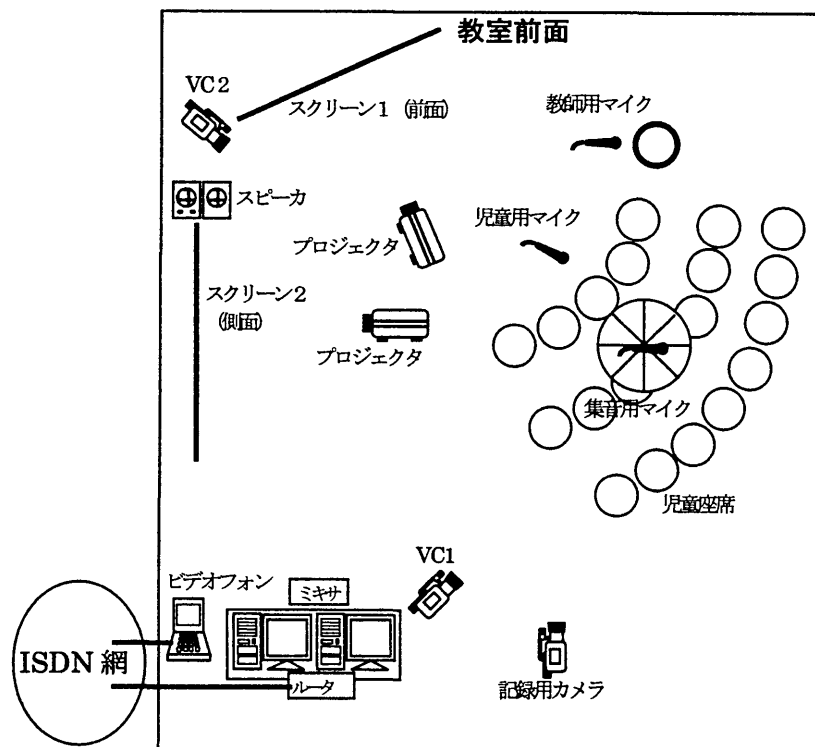


図3 機器等の教室内配置

教室内（奥浦小学校分）の機器配置の実際を図4～図10に示した。

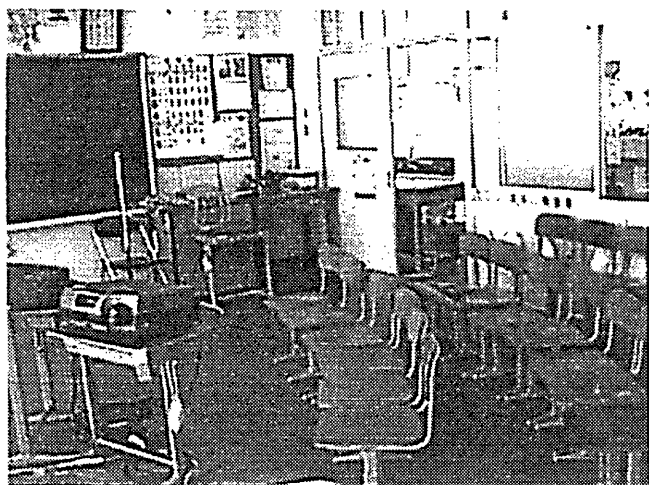


図4 児童座席配置

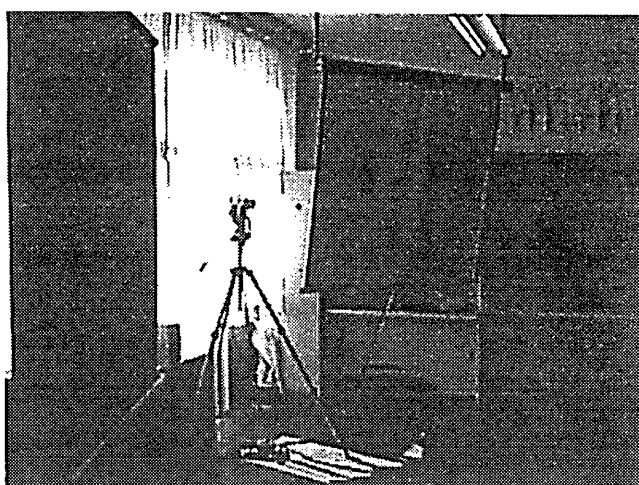


図5 スクリーン配置

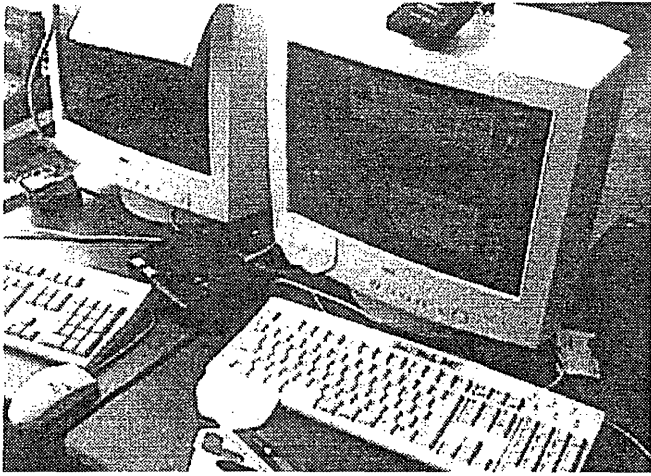


図6 コンピュータ等の機材1



図7 コンピュータ等の機材2



図8 ビデオフォン

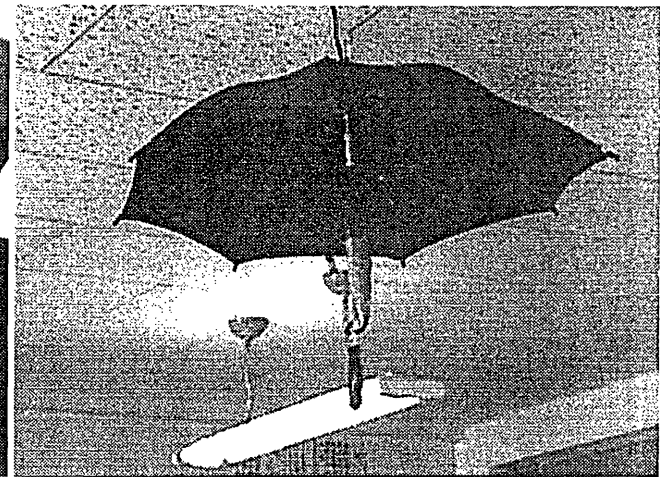


図9 集音マイク

2. 3 授業の内容と方法

授業は、長崎県福江市立奥浦小学校6年生22名と福岡県浮羽町立姫治小学校5、6年生19名の間で実践した。

授業には道徳科を選んだ。道徳の授業では、通常、児童や地域等の実態を考慮しながら発問や展開を考えるため、異なる地域との遠隔授業は馴染まないといわれる。しかし、道徳の授業では児童の心情に訴えかけ、多様な道徳的価値の存在と多様な精神生活の存在を相互に認め合うことが重要なポイントとなる。そのため、文化的背景が異なる地域との交流は、むしろ多様な価値を学ばせる機会であると考えられる。また、児童や教師の発言や思考場面が重要な道徳では、安定した音声品質と画像が要求される。そのため、道徳で遠隔授業が実践できるのであれば、他の多くの教科等でも可能である。

授業では「見つめよう！ 私たちの郷土」を主題に郷土愛について取り上げた。奥浦、姫治両校の児童が地域を紹介し合う中で過疎の現実に気づき、郷土を大切に思う心情が養われるのではないかと考えた。

授業構成は2時間とし、1時間目は学校同士の紹介で2時間目に本番の道徳の授業を行った。全く初対面の児童同士でいきなり道徳の遠隔授業を行うのは難しいと考え、1時間目に教師、児童の紹介と学校周辺の環境の紹介を行った。

また、授業直後に授業評価のための連想調査と授業部分及びシステム部分の主観評価用にアンケート調査を行った。このアンケートは図10に示したようなものであり、各自の判断により5段階で評価してもらった(資料 アンケート項目 参照)。

長崎と福岡を結んだ道徳の授業についてのアンケート					
小学校 第_____学年 氏名_____					
授業を受けてどのように感じましたか。下の1～25の各文章について、5-----4-----3-----2-----1のうちの1～5の数字のどれかに○をつけて下さい。					
「そう思う」ときは5に○、「だいたいそう思う」ときは4に○、「どちらでもない」ときは3に○、「あまりそう思わない」ときは2に○、「そう思わない」ときは1に○					
なお、このアンケート調査は成績には関係がありません。思った通り答えて下さい。					
1～5の段階は、 次のように考えて下さい。	そう思う	だいたい そう思う	どちらでもない	あまり そう思わない	そう思わない
	5	-----4	-----3	-----2	-----1
1. おもしろい授業だった	5	-----4	-----3	-----2	-----1
2. せいっぱいやって満足できるような授業だった	5	-----4	-----3	-----2	-----1
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:

図10 アンケートの例(抜粋)

2. 4 スタッフ

遠隔授業の規模が大きい程、それに必要なスタッフが多く必要となる。本研究の場合は、主に次のようなスタッフで行った。

- ・授業構築…大学教員1名、小学校教員4名(奥浦2名、姫治2名)
- ・システム構築…大学教員1名、大学院生1名、学生1名

また、ビデオフォンとISDN回線借用のための事務処理、システム構築に関わる教室環境や機材の調査、システムの事前構築による機材チェックとコンピュータ環境の整備、授業展開に応じたカメラワークのための打ち合わせ、資料として使用する静止画の準備と提示順等の打ち合わせ等の作業が必要になった。さらに、各学校における広報や教育委員会への連絡、参観者及び報道機関の取材等への対応、システム構築にからむ電源確保やマイク・ケーブル等の準備、他学年の児童への対応等学校あがりの支援態勢が必要になった。

3. 結果及び考察

3. 1 授業部分の評価

授業中のスクリーン1、2及び教室内のスナップを図10～13に示した。

授業後のアンケート調査では、図15のような結果が得られた。これは、得られた結果から評価を得点とみなして平均化したものである。図中の児童平均は奥浦小児童22名及び姫治小児童19名の平均、教師平均は奥浦小教師4名及び姫治小教師6名の平均である。



図 1.1 スクリーン1 (前面) の画像1



図 1.2 スクリーン1 (前面) の画像2



図 1.3 スクリーン2 (側面) の画像

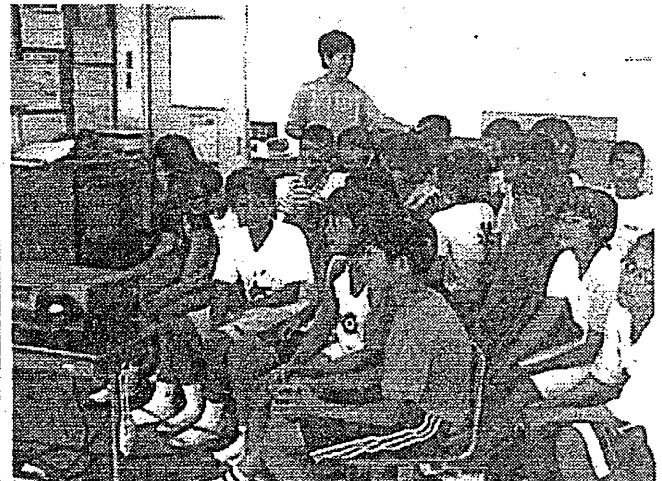


図 1.4 教室内のスナップ (奥浦小)

図 1.5 から分かるように、全ての項目について教師の評価が児童の評価を上回っている。これは、遠隔授業とそれを実現するシステムへの好意的な驚きや期待感の表われではないかと考えられる。情報関連技術の進展の早さやすごさを実感する大人と、それを当たり前のことと受け止める子供の感覚との違いが根底にあるようで興味深い。

また、「遠隔授業への興味」「遠隔授業システムは必要」「遠隔授業は役に立つ」のような遠隔授業とそのシステムに対する項目が高い評価を得ている。情報関連技術に対する教師と児童の受け止め方の違いはあるものの、遠隔授業に対する驚きや期待感が高いことが分かる。しかし、「疲労感」と「相手先生への親近感」の項目は評価が低くなっている。疲労感への評価が低いのは必ずしも悪い評価とは言えない。それは、緊張感のある授業では疲労の度合いが高くなることもあるからである。また、「相手先生への親近感」に対する教師の評価が低くなっているのは、相手教師に対するライバル意識の表われではないかと考えられる。

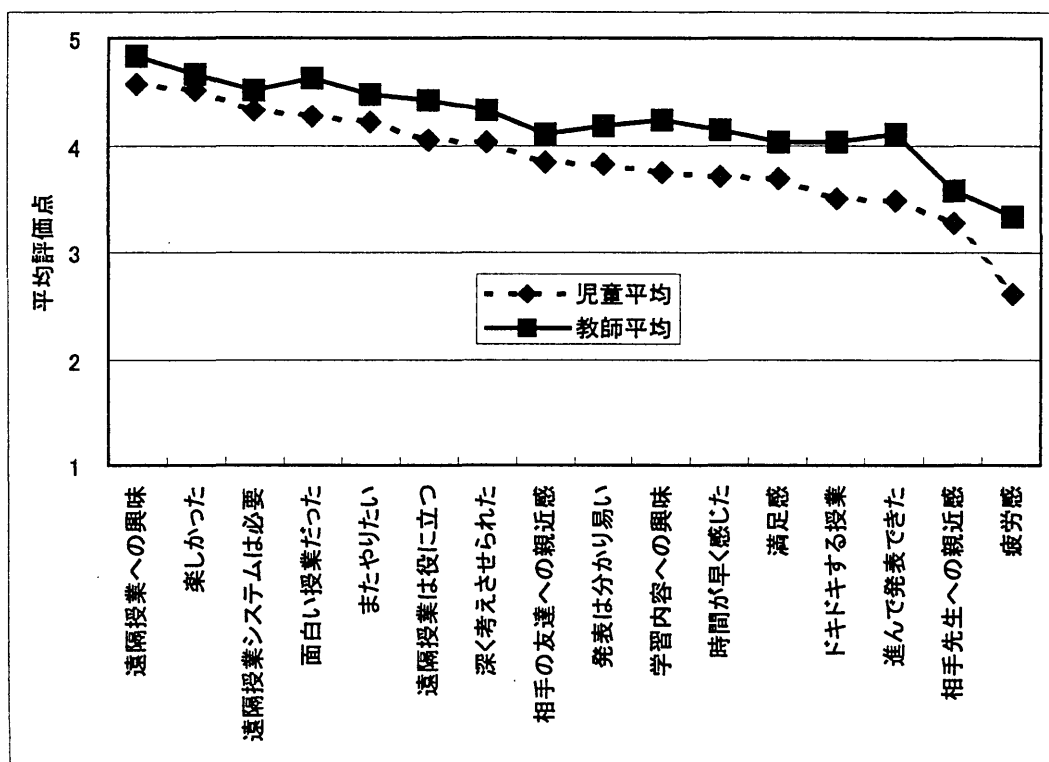


図15 授業部分のアンケート結果

次に教師と児童の評価の差が大きい項目には「疲労感」「進んで発表できた」「学習内容への興味」「ドキドキする授業」がある。活動の主体であった児童は自己への評価の目が教師より厳しいといえる。

総合的に見ると、疲れたけれども興味ある授業であり遠隔授業への更なる期待が持てる授業であったと言える。

3. 2 システム部分の評価

授業後のアンケート調査結果を図16に示した。図中の児童平均は奥浦小児童22名及び姫治小児童19名の平均, 教師平均は奥浦小教師4名及び姫治小教師6名の平均である。

図16から分かるように、授業部分のアンケート結果と同じく教師の評価が児童の評価を上回っている。スクリーンへ投影される相手校映像をどの程度「画期的なこと」と評価するかの違いが表れたものと思われる。

「相手校の雰囲気伝わった」では教師の評価が4.3で児童の評価が3.8である。このように臨場感に関わる項目で高い評価を得たことは、集音マイクによる教室内の音環境と2画面(スクリーン)による画像環境への工夫が評価されたものと考えられる。

音声に関する項目の評価は高く、ビデオフォンを用いて構築した音声環境が予想通りの働きを行ったと言える。

画像に関する項目は「板書の鮮明さ」「先生画像のスムーズさ」が前面スクリーンについて、「友達画像の鮮明さ」「友達画像のスムーズさ」が側面スクリーンについての項目である。図から分かるように、前面スクリーンの鮮明さは教師が4.5で児童が4.4と高い評

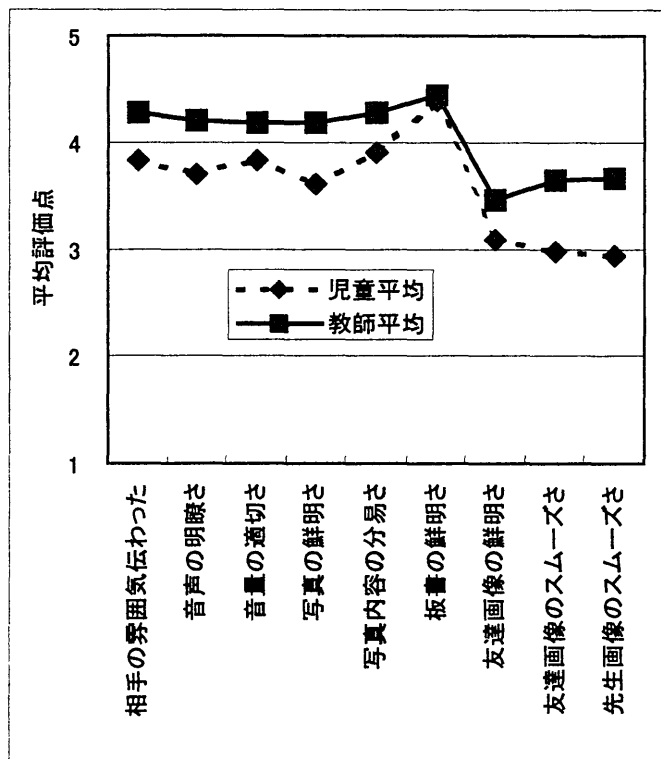


図16 システム部分のアンケート結果

価を得ている。これは vic による画質の良さ（画像の鮮明さ）が評価されたものと思われる。しかし、ISDN 1回線という帯域の制限からスムーズさは教師が 3.7 で児童が 2.9 という評価になっている。一方、側面スクリーンの鮮明さは教師が 3.5 で児童が 3.1 の評価を得ている。これは、ビデオフォンが ISDN 1回線で音声と映像（映像は 15fps）を扱うように設計されているため、画質（画像の鮮明さ）を犠牲にしていることが影響している。

3. 3 前面画像の品質（授業部分）

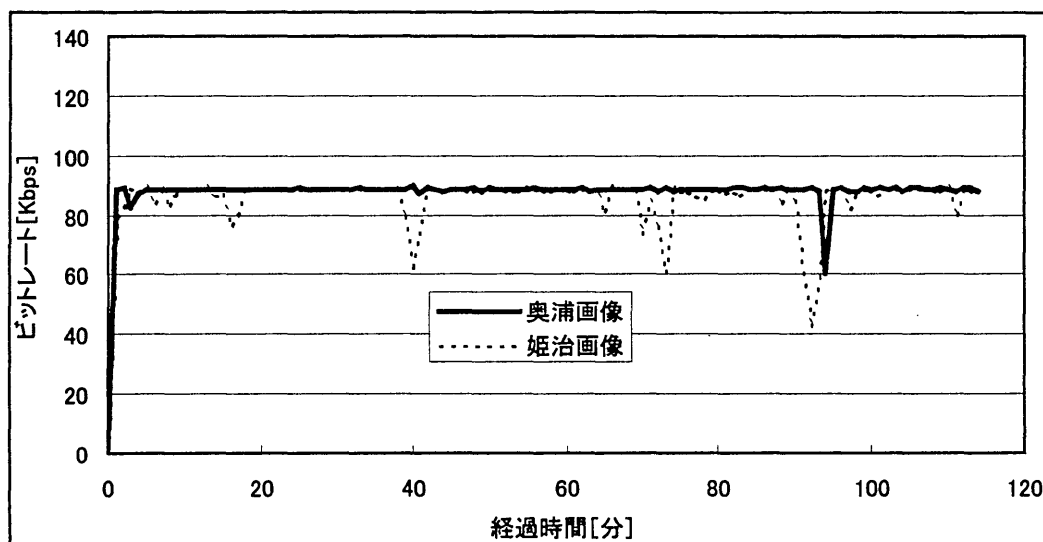


図17 前面画像のビットレート（授業部分のみ）

表 1 前面画像の品質

損失パケット数	0 (81501 パケット中, 奥浦画像) 3 (81719 パケット中, 姫治画像)
平均ビットレート	88.2 [Kbps] (奥浦画像) 85.7 [Kbps] (姫治画像)
平均フレームレート	1.4 [fps] (奥浦画像) 2.1 [fps] (姫治画像)

vic により送受信されたスクリーン 1 (教室前面) の画像情報は完全な保存が可能であるため、品質の検討が可能である。vic による画像データから授業部分だけを切り出したものを図 17 に示した。また、損失パケット数等の品質に関する情報を表 1 に示した。これらの情報から分かるように、前面の画像は平均で奥浦 88.2Kbps に姫治 85.7Kbps の帯域を占有したことが分かる。カタログ性能としては、INS64 は 128Kbps の帯域を持っているので、この程度の画像情報であれば十分利用可能であると言える。ただし、姫治画像では 3 パケットの損失が発生していることから、瞬間的なビットレートは 128Kbps を超えたと考えられる。

平均フレームレートは、奥浦 1.4fps に姫治 2.1fps である。フレームレートは、1 秒間に書き換えられた画面の枚数であるから、動きのスムーズさには対応できなかったことが分かる。これは、システム部分の評価結果とも符合している。側面画像のビデオフォンはスムーズさを優先させて 1 枚のフレームの鮮明さを犠牲にしたのに対し、前面画像の vic はフレームの鮮明さを優先させる仕様になっていることが分かる。

90分から95分にかけて奥浦、姫治ともにビットレートが急激な低下を見せている。これは、ビデオフォンからの音声出力の不具合が発生したため、一旦回線を切断したことによる。音声出力の不具合は、その後の調査で人為的なミスでないことは確認できたが、最終的な原因の特定には至らなかった。また、授業ではグループによる話し合いの最中であつたため、ほとんど影響はなかった。

図 17 から分かるように、姫治画像のビットレートが授業中 10 回程度局部的に低下していることが分かる。これは、撮影用テープを未挿入のビデオカメラがスタンバイモードへ移行した際、画像の出力が停止したことによる。

使用したビデオカメラは miniDV 規格のデジタルのものと、Hi8 のものであつた。画像の鮮明さと明るさでは、miniDV のカメラが優る。今後遠隔授業を行う際にも、外部入力用ビデオカメラとして miniDV 規格のものがお勧めである。

現状では、ISDN 回線の帯域が 128Kbps と狭く、画像と音声を 1 本の回線で送るにはどこかの品質を犠牲にせざるを得ない。そのため、コンピュータ等の情報機器の利用、Web による情報収集・発信や Email 等のインターネット利用を併用して品質や機能を補強するような遠隔授業も検討する必要がある。

図 18 と図 19 に vic による画像の例を示した。

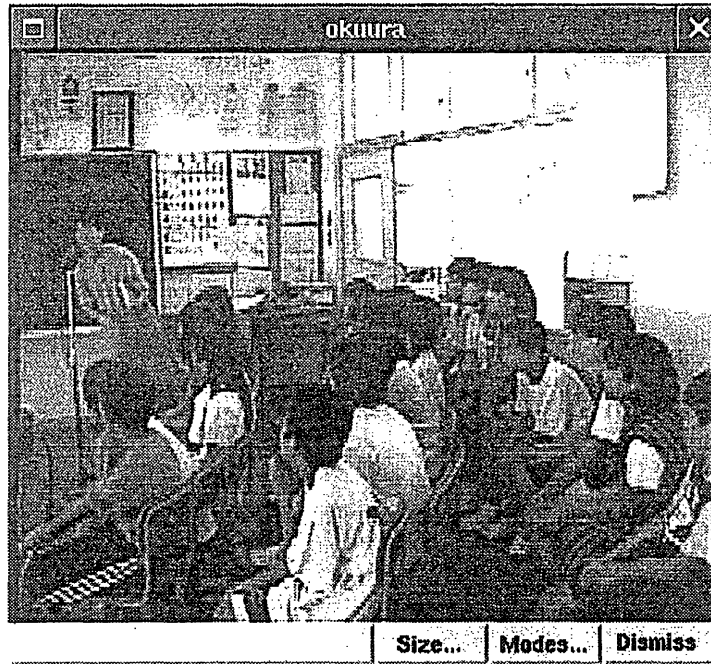


図 1 8 vic による画像の例 (奥浦画像)



図 1 9 vic による画像の例 (姫治画像)

4. おわりに

2系統による2画面の画像表示により、長崎ー福岡間の小学校を結ぶ遠隔授業を行った。そして、アンケートによる主観評価及び画像のビットレート情報により授業評価とシステム評価を行った。その結果、次のことが明らかになった。

2画面表示による授業では、授業部分とシステム部分ともに教師は児童より高い評価をする傾向がある。遠隔授業のシステムや必要性等に関するアンケート項目において、教師も児童も高い評価をする傾向が見られる。システム部分では、画像のスムーズさ以外の項目において教師も児童も4前後の評価をする傾向が見られる。しかし、スムーズさに関しては、3程度の評価になる。

今回の遠隔授業を通して、両校の児童も教師もそして地域の方々も遠隔授業に対して高い興味・関心を持っていることが分かった。それだけに、授業の成功は何よりの成果であった。

謝辞

本研究の実施に当たり当時学生であった中原忍君の協力を得た。また、Phoenix mini及びISDN回線の利用に際してはNTT西日本福岡支店、NTT西日本長崎支店の協力を得た。共に記して感謝の意を表す。

文献

- 1)藤木、鶴、池永、中村、蒲原、黒田：小学校道徳におけるISDNとPHSを用いた遠隔授業の実践と評価。教育システム情報学会誌 Vol.15 No.4 Jan. 1999
- 2)岡村、鶴、藤木、中村、池永：インターネットを利用した遠隔授業の実用化に関する研究。日本教育システム情報学会誌 Vol.14 No.3 Aug. 1997
- 3)岡村、藤木、中村、鶴、池永：インターネットで教室が広がる ～神戸ー長崎ー博物館を結んだ遠隔授業～。bit Vol. 29, No.8 共立出版 Aug. 1997

資料 アンケート項目

1. おもしろい授業だった。
2. せいっぱいやって満足できるような授業だった。
3. 学習した内容には興味が持てた。
4. ビデオカメラやコンピュータなどを使って遠くの学校と行う授業には、興味を持った。
5. 時間の過ぎるのが早く感じる授業だった。
6. 私たちの町について深く考えさせられる授業だった。
7. またやりたくなる授業だった。
8. 先生の質問や友だちの発表は分かりやすかった。
9. 進んで考えたり発表したりできる授業だった。
10. 「次に何が出てくるか楽しみだ」というような。
11. 疲れる授業だった。
12. 相手の先生には親しみが持てた。

13. 相手の友だちには親しみが持てた。
14. 画面にうつる写真は、はっきりと見えた。
15. 画面にうつる写真の内容は分かりやすかった。
16. 相手の先生や黒板の文字は、はっきり見えた。
17. 画面に写る相手の先生の動きはスムーズだった。
18. 相手の友だちは、はっきり見えた。
19. 画面に写る相手の友だちの動きはスムーズだった。
20. 相手の教室からの声ははっきりと聞き取れた。
21. 相手の教室からの音や声はちょうどいい大きさだった。
22. 相手の教室の雰囲気はよく伝わってきた。
23. 長崎と福岡を結ぶ授業は普通の授業より楽しかった。
24. 長崎と福岡を結ぶ授業は役に立つしくみだと思う。
25. 長崎と福岡を結ぶ授業のようなしくみは学校に必要なだと思う。