

地域情報基盤を用いた初等教育における遠隔授業の試み

八代一浩¹、入戸野邦明²、久保田勲²、奥山賢一³、成田雅博⁴

水越一貴⁵、斎藤馨⁶、牧野晋⁷、林英輔⁷

山梨県立大学国際政策学部¹、山梨県甲斐市立双葉東小学校²、山梨県甲斐市教育委員会³、

山梨大学教育人間科学部⁴、(株) nande lab.⁵、

東京大学大学院新領域創成科学研究科⁶、麗澤大学大学院国際経済研究科⁷

概要：全国各地に地域情報基盤が構築されている。この地域情報基盤をJGN2Plus に接続して実験を行う試みが数多く報告されている。地域情報基盤を足回りとして利用できる場所では、初等教育の現場でも広帯域ネットワークを用いて遠隔授業を行うことができる。我々は下記の3つをテーマとして2008年9月と10月に、麗澤大学と山梨県甲斐市立双葉東小学校を結んで遠隔授業を行った。1. 大容量定点観測データの教育利用、2. 高精細動画の安定配信技術の開発、3. 恒常的に行える遠隔授業の手法開発 この授業を実現するために、NICT が運営するJGN2Plus、山梨県が運営する山梨情報ハイウェイ、甲斐市が運営する地域イントラネットの3つのネットワークを相互接続した。本稿では、遠隔授業に関する取り組みについて述べるとともに、その課題についても検討する。

キーワード：地域情報基盤、遠隔授業、高精細画像の配信

1. はじめに

これまで、我々は地域情報基盤を利用して、遠隔授業を行う実証実験を数多く行ってきた。しかしながら、これまでの実験はイベント的に行われることが多く、日常的に教育の現場で利用することを前提とした活用は行われていない。これは、実験では帯域の大きいネットワークが必要であったり、高価な情報機器が必要であるために、一時的にネットワークを敷設し、機器を借用していたためである。

しかしながら、現在では、高速回線が小学校にも配備され、情報機器も安価になってきている。さらに2011年からは、地上波デジタルに対応した大型TV が配備されると、教室における情報環境は大きく変化する可能性がある。これにより、従来、実験レベルで行われてきた取り組みが、日常的に普通の授業で利用できる環境が整うことになる。

このような教育環境を想定し、下記の3つをテーマとして遠隔授業実験を行った。

- (1) 大容量定点観測データの教育利用
- (2) 高精細動画の安定配信技術の開発
- (3) 恒常的に行える遠隔授業の手法開発

2. テーマ

2.1 大容量定点観測データの教育利用

東京大学大学院新領域創成科学研究科 斎藤研究室では、秩父演習林を14年にわたり定点観察している。このデータを利用して、従来からの森林に関する環境情報に、映像や音

の情報を組み合わせて、森林をデジタル化し、毎日森林を観察しているかのようなデータ整備を進めたり、ネットワーク技術を応用し、これらのデータを、研究者や一般の人々が共有して、自然環境に関するコミュニケーション基盤となるインターフェース開発の研究を行っている。

今回の実験では、データを初等教育の現場で利用することを想定し、教育目的にあわせた教育用のコンテンツの開発を行った。具体的には、14年間の同じ時刻の変化、四季の変化を、児童たちが気づけるような形に編集し、授業の導入部分で利用できるものとしている。

2.2 高精細動画の安定配信技術の開発

麗澤大学では、地域情報基盤やJGNのような広域実験網を用いて、高精細動画の配信実験をこれまで行っている。これまでの配信実験では、授業やイベントの中継を行うことが中心だった。しかしながら、初等教育の授業で日常的に利用するためには、中継技術ばかりではなく、授業が停止しないような冗長化された配信システムの開発や、授業で利用する教材の配信方法の開発などが必要となる。

2.3 恒常的に行える遠隔授業の手法開発

山梨地域では、ネットワークを利用して遠隔の講師などと交流する授業をこれまで行っている。しかしながら、これらの授業を実施するためには、同僚の支援や技術者の支

援を必要とし、日常的に教師が教室で利用するには多くの負担があった。今回の実験では、1人の教師でも遠隔授業が行える手法の開発を目的として授業を行った。

3. 授業内容

6年生34名の児童に対して、「総合的な学習の時間」の単元として「森林に学ぶ」を設計した。授業の目標を「身近な森林の変化から環境問題について知り、森林の働きと環境問題の関係について注意深く見る目を持つ。」とした。単元は4回（1回は45分）の授業で構成されている。4回の授業は班単位で行う。1回目は講師との交流から、自然林への関心を持ってもらうことを中心としている。2回目は自分たちで、関心をもったことから、テーマを決め、調べ学習をする。3回目は調べた内容の発表を行い、講師を交えて議論する。4回目は、班の活動をまとめ、発表を行うようにするとともに、個人で、今後の自分たちの活動の中でどのように活用できるかについてまとめる。

このうち、第1回目（2008年9月30日14:30-15:15）と第3回目（2008年10月2日14:30-15:15）の授業を遠隔講師との交流授業とした。会場は遠隔講師は麗澤大学、教室は山梨県甲斐市立双葉東小学校である。麗澤大学からは講師として斎藤（東京大学大学院）が参加し、教室では、入野（双葉東小学校）が担任として授業を行い、久保田（双葉東小学校）がアシスタントとして参加した。この2回の授業の展開案を表1、表2に示す。

4. 実験内容

授業内容に応じて、3つのテーマ（教材開発、システム設計、授業運営）をどのように実現したかを示す。

4.1 教材開発

展開案から教材を必要とする部分は、

- (1) 自然林の春夏秋冬の映像を視聴する。
- (2) 14年前と今の1年の変化を見る。
- (3) Google Earth の提示
- (4) 質問に対応した画像の提示

が必要となる。そこで、(1) に関しては、定点観測データから特徴的な部分を抜き出し、DVD で再生できるように編集した。(2) に関しても同様に、30秒にまとまるように編集

した。(3) に関しては、演習林、授業を行っている小学校、講師のいる麗澤大学の位置関係がわかるようにコンピュータ上で操作したものを記録し、これもDVD で再生できるように編集した。(4) に関しては、児童からの質問をある程度想定しながら、静止画を講師のPC 上に保存し、質問に応じて、講師が説明しながら提示できるようにしておいた。

4.2 システム構成

2回の交流授業の展開を分析すると、交流が行われるケースとして下記の3つがある。

- (1) 遠隔講師から高品質な動画データ（教材）を児童に見せる。
- (2) 児童の発言内容を教師が紙に書いて、書画カメラで教室に映すとともに、遠隔講師にも送る。
- (3) 質疑応答（双方向）がある。

これらのケースを考慮して教室環境、システム設計を行った。

4.2.1 教室環境

構築した教室環境を図1に示す。可動式の50インチのプラズマディスプレイ^[1]を用いた。また、配置は映り込みなどを考慮し、窓から45度傾けて配置している。

カメラは2台用意した。1つは教室の様子を撮影するためのカメラである。このカメラは電子会議システムに付属した会議カメラを用いた^[2]。カメラは左右に最大265度の視野角を持つため、教室内の児童の表情を遠隔から操作して撮影することができる。もう1つは書画カメラである。しかしながら、会議カメラと書画カメラの切替を遠隔からできないため、今回は教師がリモコンを用いて切り替えることとした。音声システムはポータブルワイヤレスアンプ（Victor PE-W91）を用いた。マイクは、教師用のピンマイクと児童用のワイヤレスハンドマイクをそれぞれ1本用意した。音声はスピーカーには出力は行わず、後述する電子会議システムの音声入力端子に接続した。講師からの音声はTVのスピーカーを用いた。

表1：展開案2008年9月30日（火）14:30-15:15

児童の学習活動	資料及び留意点
<p>1. 自然林の春夏秋冬の映像を視聴する。 ・映像を見ながら、気づいたことや分かったことを自由にメモする。</p> <p>ex どここの山? 何のための映像? ex 何の音? など</p> <p>2. メモを発表する。</p> <p>3. 齋藤先生に聞いてみよう。 2. で出た児童の質問や疑問に答えてもらう。</p> <p>*14年前と最近の同じ場所の映像を見ながら、説明と回答をしてもらう。</p> <p>4. 森林と関係がありそうな問題を探す。 ・グループごとに、森林と関係のありそうな問題(環境問題など)を話し合う。 *途中で齋藤先生にヒントを出してもらう。(気温のデータもある、こんな使い方をしてもらいたいなど)</p> <p>5. 環境問題に内容を絞りながら、次回までにそれぞれで調べてまとめることを確認する。</p>	<p>春夏秋冬の特徴的な日の映像</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中程度の広角のみの映像 ・1季節 30秒程度でつなげて2分以内 ・音も入れる。 ・山の画像と音の季節のタイトル以外は画面に表示しない。 ・色、音、形、変化、様子、出来事など、気がついたことを何でもメモしてよいことを伝える。 <p>発表されたメモは、種類分けをして書画カメラで投影。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・撮影や集音の方法、自然林、エゾハルゼミなどの虫やブナの木の变化について等、児童の関心のありそうな内容も考えておいてもらう。 ・1年間の山の变化を30秒程度にまとめた映像 ・1日を1コマとして編集。 ・映像A ・14年前と今の2画面を同時に見られるようにする。 ・環境問題に関係のありそうな比較資料があれば、提示してもらう(鹿など)。 ・Google Earthで自然林の場所を視覚的に提示してもらう。 <ul style="list-style-type: none"> ・次回(第3時)に提供してもらえる素材(データ)を示してもらう。 ・気温や降水量、日照時間、生息動物等(提示資料) ・自然林と人工林の写真 ・山梨県と周辺の地図 ・ウグイス、桜、エゾセミ、ヒグラシ、エゾハルゼミ、鈴虫の写真 ・紅葉、雪等の写真

表2：展開案2008年10月2日14:30-15:15

児童の学習活動	資料及び留意点
<p>1. 森林と環境問題について、調べて分かったことをグループごとに発表する。</p> <p>2. 森林についての話を、齋藤先生にしてもらう。</p> <p>3. 感想を発表する。 2~3名の感想発表を行う。</p> <p>4. お礼の言葉を言う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・2分以内で発表する。 ・グループごとに発表する。 ・ワークシートを提示(書画カメラ)し発表する。 <p>今までのデータや研究の結果を含め、説明してもらう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・子供たちが発表した内容や提案(仮説)に対するコメントも入れながら話を進めていただく。 <ul style="list-style-type: none"> ・森林から学べたことや、環境問題との関係などについて、率直な感想を発表する。 <ul style="list-style-type: none"> ・今回の交信授業に対して、児童を代表してお礼の言葉を言う。

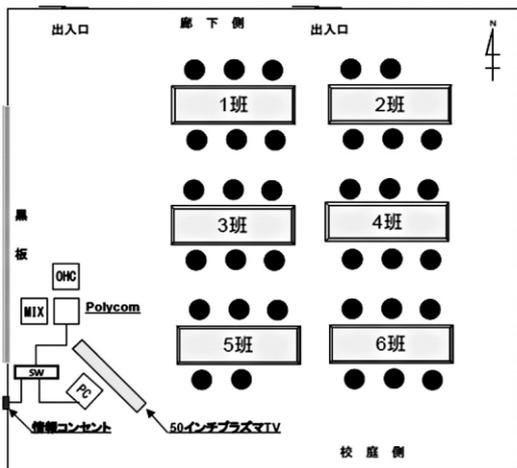


図1：教室環境

4.2.2 システム構成

構築した通信システムを図2に示す。今回の授業では、高品質な教材を児童に見せるため、講師側（麗澤大学）から教室（双葉東小学校）への通信（映像と音）にはPC1とPC2間でDVTSシステム^[3]を使った。また、教室から講師への通信はTC1とTC2の間で電子会議システムを用いた。講師側から教室への通信に問題が発生した場合には、DVTS から電子会議システムに切り替えられるようにした。また、教室から講師側への通信に問題が生じた場合には、PC2上にPolycom PVX をインストールし備えた。これらは総務省が所管する実験ネットワークJGN2Plus、山梨県情報ハイウェイ、甲斐市イントラネットを相互に接続した実験回線を利用した。また、この回線の障害に備えて、インターネットを利用したSkypeでの通信もPC1、PC2の間でできるようにした。これにより3重の通信システムを確保している。これにより、授業に支障がないように安定した通信を行える。

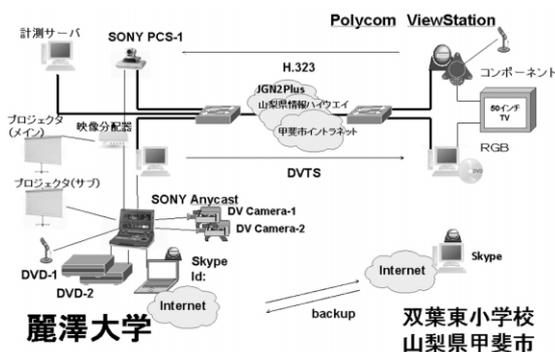


図2：システム構成

4.3 授業運用

今回は担任教師以外に1名の教師が補助教師として授業に参加しTT (Team Teaching) として授業を行った。担任教師は授業の進行に集中した。補助教師の役割は、教室内のマイクの受け渡しと、児童のグループワークへのファシリテータとしての参加である。展開案は担任教師が作成し、その展開案にもとづき、児童への教育効果など授業内容に関して、合計で3時間程度議論している。一方で、カメラワークや音声などの技術に関する打合せはまったくおこなっていない。

5 実験結果

5.1 教材開発

ここでは、授業における児童の活動（ワークシートや発言・感想等）から教材開発および交流についての評価を行う。

5.1.1 2分間の映像を見た後に書いた児童の記述（数字はのべ人数）

- (1) 色
 - ・ 緑18・赤6・茶5・黄5・白4・オレンジ4・たくさんの色2・きれいな色1
- (2) 音
 - ・ 虫の声27・鳥の声21・雨の音8・水の音6・風の音4・雪の音3・虫の音2
 - ・ 機械みたいな音1・カエルの声1・きれいな鳴き声1
- (3) 変化
 - ・ 葉の色の变化10・季節の变化9・風景の变化6・木の形の变化2
 - ・ 緑→茶→黄→白1・気象の变化1・暑い寒い1
- (4) 事象
 - ・ 雪が降る14・紅葉8・霧がかかる3・雨が降る3・桜3・枯れ葉2
 - ・ 梅雨1・台風1・落葉1

初めの2分間の映像を視聴した時に児童がメモした内容である。わずか2分間の映像（文字なし）であるが、実に様々な記述が児童から出てきている。記述された項目（緑・虫の声などを単位として項目と呼ぶ）は全部で34あり、児童が広範囲に目・耳を向け、情報を得ることができたことを意味している。山の単純な固定（位置）映像を見てこれだけの項目が出てくるといことは、配信された

コンテンツが児童の学習に有効なものであったことを意味していると考え。また、記述(項目の数字)は合計でのべ185個あり、1人平均にすると5.4個となる。様々な児童が混在する学級集団を考えた時に、この平均値はかなり意欲的に児童が取り組んだ成果であると考えられる。以上のことから、映像コンテンツ配信は、児童の学習活動にとって有効であることがわかる。

5.1.2 各班がまとめたテーマ及び提案・まとめから見た考察

各班が設定した学習課題と提案(仮説)は、下記ようになった。

・1班

テーマ「森林と人との関係&木の成長」

提案(仮説)「木を増やす・木が育ちやすい環境を整える」

- 森林は、地球温暖化を防ぐだけでなく、樹木の音をさえぎったり吸収したりすることができるので、木を増やした方がよい。
- 木が増えれば、環境にも役立つので、木が育ちやすい環境を整えた方がよい。

・2班

テーマ「森林と山の動物」

提案(仮説)「動物が安全に暮らせる環境をつくる」

- 山道を車で通る時には、看板がなくても動物に注意しながら運転する。
- 木をなるべく切らないようにして、たくさん木を植える。
- 割りばしをなるべく使わない。
- 紙類を無駄に使わない。

・3班

テーマ「森林と空気」

提案(仮説)「二酸化炭素を減らすために木を増やす」

- 木を増やせば、二酸化炭素が減り、森林を守ることができ、動物たちが安心して暮らすことができる。

・4班

テーマ「森林と酸性雨」

提案(仮説)「ストップ THE 酸性雨」

- 週に車に乗らない日をつくる。韓国では、週に1回車に乗らない日をつくると、税金が安くなる。日本でもそのような取り組みをした方がよい。

- 工場から出る有害な煙を出さない。酸性雨の主な原因は工場からの有害な煙なので、工場が責任を持ってきれいにする。

- 中国で製品を製造しない。中国で造ると安く済むが、その煙で酸性雨として日本に被害を与えることもある。少し高くなっても国産にする。

・5班

テーマ「森林と色の変化」

提案(仮説)「紅葉する木を増やす」

- 紅葉を見る人たちに、できるだけ綺麗な紅葉をたくさん見てほしい。紅葉する「イチョウ」「ハルニレ」「ポプラ」「カエデ」「ニシキ」「ヌルデ」などの木を増やす活動をし、紅葉する木の種を植える。
- 人工林は、紅葉しない木ばかりを植えるのではなく、紅葉する木も植えるとよい。

・6班

テーマ「森林破壊」

提案(仮説)「森林破壊はこうしてなおる」

- 割りばしを使わないように、マイハシを使う。
- 庭などに木をたくさん植える。
- 新しい紙を使わずに、古紙を使うようにする。(5月15日の東京ごみ会議では、緊急アピールとして、古紙利用拡大のための行動宣言を採択した)
- 植林などの森林保全活動に参加する。

ほとんどのテーマが、5年生の社会科や総合的な学習で得た知識を今回の学習につなぎ合わせて出てきたテーマであることがわかる。この点では、新しい学習に既習の学習が結びつくという積み重ねが行われ、今回の遠隔授業を行うことによる児童に対する有効性が確かめられる。1班の「木の成長」は、斎藤先生が森林を説明するための資料に使用した、10年間の木の生長を数秒にまとめた映像を見たために出てきたテーマであると考えられる。初めに視聴した2分間の映像とともに、説明に使用した映像も、児童の学習活動に影響していることがわかる。5班の「色の変化」は、斎藤先生が森林を14年間観察しようと考えた動機を話してくれたことから出てきたテーマであると考えられる。斎藤先生は、紅葉を見てその美しさから森林の観察を始めたという。児童にとっては、なぜ14年間も観察を

しているであろうという疑問が強かった事にも増して、「紅葉を見て」というある意味平凡な事が動機になっているという驚きから、このテーマを考えたと思われる。

また、提案（仮説）については、「こうした方がよい」等の段階に踏みとどまっているものが多く見られる。しかし、交信1回目にて得た知識を生かし、「一般的に環境に良くないこと」から1歩進んで、動物との関係や身近な割りばしの使用について・人工林に紅葉する木を・リサイクルの必要性など、色々な視点から考えることができたことは、今回の遠隔授業が有効に子ども達の学習に作用したためであると思われる。

5.1.3 総括

本単元の最後の時間に児童が行った「まとめ」の内容を見てみると、提案後に行った2回目の交信での学習内容が色濃く反映されている内容がうかがわれる。「木を切らなければならない時もあるし、大切にしなければならない時もある」「動物を守らなければならないけれど、一方動物による森林への被害も出ています」「生態系の中で人間も森林も野生動物も生きている」「木によって、またはその年の気候によって、葉の色づきかたに違いがある」などは、自分たちが考えた提案とは相反する内容が含まれている。斎藤先生からの説明で児童が得た知見は、今までの環境教育では出てこなかった新鮮な事であっただけに、児童の反響も大きかった。このように、専門家との遠隔授業は、今までの児童の考え方を換え、様々な見方があることを教えていただくよい機会になった。

5.2 安定配信技術の開発

今回は、既存のTV会議システムを3重化し運用した。運用の中では、双葉東小学校から麗澤大学への通信に利用していたTV会議システムが途中で、1回、停止したために再起動を行って対処した。しかし、授業前後の利用なども含めて、概ね安定した通信が行っていた。また、停止した時も、麗澤大学から双葉東小学校への通信は断絶することなく行っていた。授業での安定利用を考えたときには、自動的に切り替えが行えるシステムの開発を検討するアプローチとある程度の障害は許容し、障害時の運用方法を検討するアプローチがある。費用対効果を考えたときには、後者

のアプローチの方が有効と思われる。これらは今後の研究課題である。

5.3 遠隔授業の手法開発

小学校の授業では、大学などとは違い児童を授業に集中させるために様々な方策を考える必要がある。そのためには、児童の観察が重要であり、教員は児童の観察と進行に注力する必要がある。遠隔授業を行う場合には、従来は、同僚の教員がアシスタントとして参加し、機器の操作を行う手法が一般的である。

今回は、麗澤大学側に多くの機材を集めて、カメラ操作などもできるだけ麗澤大学側で遠隔から行うようにした。これにより、児童のいる双葉東小学校の教員は授業に集中できる環境を構築した。

授業には1名のアシスタントが参加したが、主な役割はマイクの受け渡しや、ファシリテータとしての参加であり、機器の操作という役割ではなかった。

一方で、書画カメラとTV会議システムの切り替えは手動のリモコンを用いて行わなければならないと、課題が残った。カメラの切り替えも遠隔から行えるようになると、さらに利用しやすいシステムになると考えられる。

6 今後の課題

今回の授業では、児童に対して、大きな働きかけがあり、児童の意欲や関心を大きく引き出した学習となっている。しかしながら、このような授業を実現するためには、いくつかの課題もある。

(1) ネットワーク構築

今回は、遠隔地と会場を接続するために3つのネットワークを相互接続した。広帯域なネットワークが確保できるが、実際に行うためには、調整、設計、構築などに時間がかかる。また、業者への作業依頼には当然費用がかかる。

(2) システム構築

高精細な画像を送るためには、相応なシステムが必要になる。機材に関しては、従来と比較して安価なものを利用することができるようになっているが、システムの設計、構築には相応な技術を持つ技術者が必要になる。また、授業を行う立場からは、機器の操作技術などが必要になる。

(3) 授業方法

遠隔授業を行う試みは多いが、その方法論はまだ確立されておらず、日常的に教員が利用できるという状況にはない。

上記の課題のうち(1)に関しては、広帯域なインターネット環境が教室まで利用できるようになれば、解決できる問題である。そのためには、地域情報基盤を積極的に足回り回線として、利用することが重要である。

しかし、(2)、(3)に関しては残念ながら、今後開発していかなくてはならない課題である。これらが解決することにより、初等教育の現場で、日常的に利用できる環境が整うこととなる。

7 おわりに

地域情報基盤を相互接続して行った初等教育における遠隔授業の試みについて報告した。授業により児童の意欲や関心を大いに引き出すことができ、効果的な授業を行うことができた。今後は、このような授業が日常的に行えるように、地域情報基盤を利活用するための技術や授業方法の確立が必要である。

本実験を行うに際して、下記の方々にお世話になっている。これらの皆様に深く感謝する。東京大学大学院新領域創成科学研究科斎藤研究室の中村和彦氏(教材作成)。麗澤大学国際経済学部 林研究室の皆様(遠隔からの授業支援)。山梨県甲斐市立双葉東小学校中千博校長をはじめ教職員の皆様(実験会場)。総務省関東総合通信局の皆様(コーディネート)。山梨県情報政策課、甲斐市企画課情報政策担当の皆様(ネットワークの構築)。やまなしICT利活用研究会の皆様(機材の借用や会場設営)。これ以外にも、ここに名前をあげられないが今回のプロジェクトに関わった多くの皆様に深く感謝する。

参考文献

- [1] パイオニア：プラズマ電子情報ボード、
<http://pioneer.jp/biz/use/e-board110.html>(2008).
- [2] プリンストン：POLYCOM ポリコム会議システム、
http://www.princeton.co.jp/polycom/products/diskon_products/vs-sp.html (2008).
- [3] WIDE：DV 転送システム、
<http://www.sfc.wide.ad.jp/DVTS/index-j.html> (2008).