

超高速ネットワークを利用した高大間双方向遠隔授業の実践

中神雄一 (北大理), 大島修 (鴨方高校), 杉山耕一朗 (北大理), 川端善仁 (鴨方高校), 佐藤光一郎 (鴨方高校), 倉本圭 (北大理), 小高正嗣 (北大理), Mosir プロジェクト¹

1 はじめに

2002年10月23日から計4回, 北海道大学(以下, 北大)と岡山県立鴨方高等学校(以下, 鴨方高校)とを結んだ双方向遠隔授業を行った. 今回の試みの特徴は, DVTS (Digital Video Transport System: WIDEプロジェクト開発)を用いて, 従来比べ非常に高品位な映像を遅延無く双方向にやりとり出来る授業環境を新たに構築した点である. DVTSは双方向で35Mbps程度の帯域を要するため, JGN (Japan Gigabit Network: 通信・放送機構が整備した超高速光ファイバー網)を専用線として利用した. 尚, 通信には次世代通信規約IPv6を使用した.

授業では, 倉本圭助教授(北大)が月の起源論を扱った「月の科学」, 小高正嗣助手(北大)が地球型惑星の大気を扱った「惑星気象学」の講師を務めた. 高校生向けの教材の製作は各講師と鴨方高校職員および北大大学院生(Mosirプロジェクト¹)が共同で行った.

授業後生徒に実施したアンケート調査結果からは, このような形態の授業においても, 十分な教育的効果があることが確かめられた.

2 授業システム

今回の試みでは, ネットワークを通じてDV品質の動画・音声を伝送できるソフトウェアDVTSを基盤として, 遠隔授業用のシステムの開発を行った. 廉価かつ手軽にシステムを構築するために, 既存の汎用機材を使用した. 又, 北大, 鴨

¹ネットワークを介して大学に蓄積された知識を公開することを目的に2000年7月に発足. 北海道理学研究科地球惑星科学専攻を中心とする学生有志によって運営され, 有志教官, 専攻が支援をしている. これまで, Streaming技術を基盤として, セミナー公開, フィールド紹介番組等を製作. 詳細は, <http://www.ep.sci.hokudai.ac.jp/~mosir/>を参照.

表 1: 授業までの経過

2001年	10月	大学との教材開発の呼びかけ(大島; 日本惑星科学会秋季講演会)
2002年	2月	北大側から遠隔授業を提案
	5月	プロジェクトスタート
	9月	システム完成
	10月	「月の科学」(23, 31日) 「惑星気象学」(24, 30日)

方高校間での双方向の映像伝送には十分な帯域を確保できるJGNを専用線として利用した. 以下, 北大側システムを中心に説明する.

送受信システムの概略

開発にあたっては, 対話的で臨場感のある授業環境の構築を目指した. 対話的環境の構築には, 北大と鴨方高校がスムーズに音声をやりとりできることが必要である. 又, 画面を隔てた環境で臨場感が喪失することを抑制するために, 生徒が見やすく, 違和感を感じさせない映像を北大から送出できるように工夫した. 具体的には, DVTSマシンへの映像, 音声の入力は映像系統と音声系統それぞれ別々に処理を行った後に, DVメディアコンバータでデジタル化し, IEEE1394インターフェイスを通じてDVTSに入力した(図1).

音声処理

本授業では音声の確実な集音, 双方向音声伝送時に発生するエコー発生防止に重点が置かれた. 集音においては, ワイヤレスマイクを導入することでDVカメラ内蔵のマイクよりもはるかに聞き取りやすい音声を伝送することが可能となった. 一方エコーについては, 遠隔授業では講師が

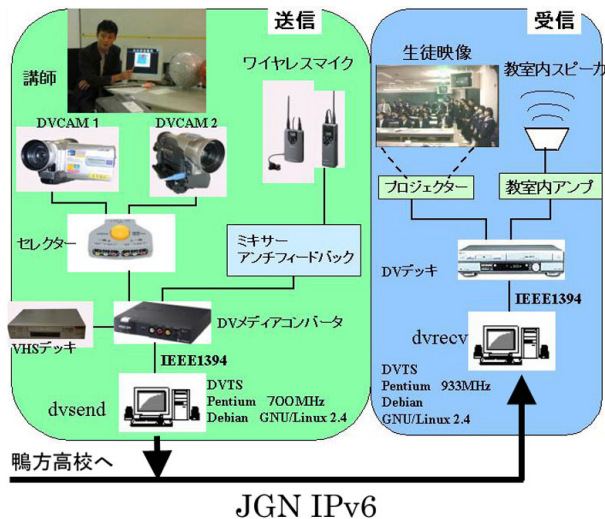


図 1: 北大側配線概略図

解説する時間の割合が比較的高いことを考慮し、生徒の質問が無い場合は鴨方高校側のマイクの電源を切ることによって、北大と鴨方高校間での音声ループ形成を回避した。

映像処理

撮影は 2 台のカメラで行った。1 台を 講師撮影用 (図 2) もう 1 台を授業資料撮影用 (図 3) として、授業の進行に合わせてスタッフが適宜切替えて送出した。授業資料は、講師卓に液晶 PC モニターを設置し用意したプレゼンテーションを投影した。生徒が見やすいように、使用する文字の大きさに配慮した。又映像に臨場感を持たせるために、講師の目線が画面を介して生徒と合うようカメラおよびその他の機材の配置を工夫した。講師の正面に鴨方高校からの映像を映す高さ 140cm 程度の小型スクリーンを用意し、カメラをスクリーンの後ろに設置しその上から講師を撮影した (図 4)。このようにして、視線に違和感を感じない映像を送出した。

ネットワーク

北大鴨方高校間の回線は、JGN を利用し、100 Mbps の帯域を確保した。経路は図 5 に示す通りである。北大鴨方高校双方の足回り回線として、北大は学内ネットワーク (HINES ; Hokkaido



図 2: 講師用カメラの映像



図 3: 資料用カメラの映像

university Information Network System) 鴨方高校は 岡山情報ハイウェイ (OKIX ; Okayama Internet eXchange) を利用した。

3 教材の開発

高大間双方向遠隔授業は、2002 年 10 月 23,24, 30.31 日と計 4 日間実施した。鴨方高校で開講されている『宇宙の科学』(大島担当)の時間を利用した。授業時間は、50 分×2 コマである。普段の授業内容との関連性を意識して「月の科学」、 「惑星気象学」の講義内容を検討したが、どちらも最先端の研究成果を取り入れた発展的な内容となっている。授業シナリオ、プレゼンテーション資料、事前アンケート、授業後アンケート、参考 Web 資料を準備した。授業シナリオ、プレゼンテーション資料は担当講師、その他の教材については有志学生が担当した。製作にあたっては、高大間で生徒の興味関心、授業の進捗等情報を交



図 4: 視線を配慮したカメラの配置



図 6: 鴨方高校の教室に投影された講師。

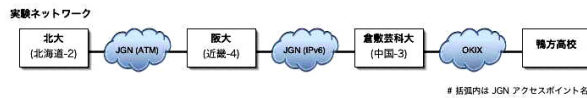


図 5: 回線経路概略図

換しながら行った。

授業方針

- 授業進行に双方向性を考慮
生徒との質疑応答や会話を多く取り入れ生徒の声を授業に反映させる。
- 達成目標を設定しない
テストで定着度を確認する類の目標は設定せず、最先端の研究や論理的思考に触れることを目的とする。
- 生徒の興味を喚起する授業を心がける
興味深い話題や視覚に訴える資料を多く集め、全ての生徒に印象に残る授業を行う。

授業内容

- 月の科学
月の誕生とその後の進化について、最新の研究成果を織り混ぜながら解説。現在の月の様々な特徴を前半で紹介し、後半で4つの月の誕生説を検証する。現在、有力視されている巨大衝突説のCGも視聴。
- 惑星気象学
地球型惑星のうち大気が存在が確認されている地球、金星、火星の大気現象、地表面環

境の比較。それぞれの相違点を明らかにし、その原因を追求。大気のある惑星の気候、気象といったものがどのようなメカニズムによって形成されているのか概説。

授業進行

実際の授業では北大側に講師、鴨方高校の教室に司会進行役を置いて進められた。10/23,24 (第1週) は派遣された北大大学院生が、10/30,31 (第2週) は「宇宙の科学」担当教諭が司会進行を行った。第1週の授業中、回線のパケットロスによって北大で受信する鴨方高校の音声が非常に聞き取りにくい状態となり、携帯電話で音声を送ることとなったが、授業の進行には特に問題はなかった。一方鴨方高校でも講師の声にノイズが混じるなど一部聞き取りにくい場面もあった。第2週目は双方ともスムーズに音声のやりとりができた。

4 授業の評価

授業後、受講した生徒全員にアンケート調査を実施した。質問は音声、映像などの授業環境に関する項目、関心、興味に関する項目、授業内容に関する項目、遠隔授業という形態に関する項目を用意した。回答者数は以下の通りである。

	水曜日	木曜日
月の科学	16名	20名
惑星気象学	16名	23名

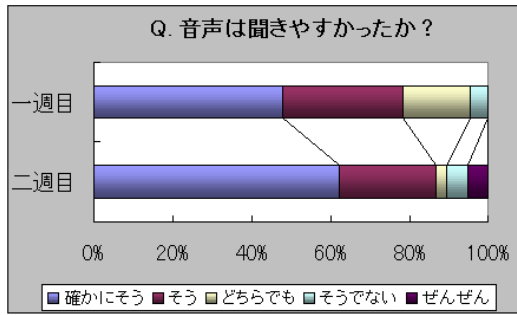


図 7: 音声の聞き取りやすさ

集計結果を図 7～図 11 に示す。尚、授業環境に関する項目は 1 週目, 2 週目で比較し, その他は授業テーマで比較を行っている。

図 7 では, 1 週目と比較して第 2 週目は明らかに音声の聞き取りやすくなったということが分る。1 週目でも約半数の生徒が「確かにそう」と答えているが, ノイズのある音声を長時間聞き続けることによる疲労度についても調査する必要があると思われる。

臨場感 (図 8, 図 9) についても, 音声状態の悪かった 1 週目でも約 8 割の生徒が臨場感があると答えている。又, 音声状態が改善した 2 週目では約 8 割の生徒が「先週より臨場感がある」と答えており, 画質が 1 週目, 2 週目でそれほど変わらなかったことから, 音声は臨場感に大きな影響を与えていると言える。

遠隔授業が生徒の興味, 関心に与える影響を調べた図 10 では, 『月の科学』, 『惑星気象学』共に 8 割近い生徒が「月, 惑星を身近に感じるようになった」と答えている。

遠隔授業全体の満足度については (図 11) 9 割以上の生徒が「期待通り」あるいは「期待以上」と評価していた。

又, 生徒から寄せられたコメントでは, 「いろいろな惑星の内部を覗きたい」, 「地球のことをもっと知りたくなった」, 「火星, 金星の年齢」, 「水はどのようにして出来たのか?」等地球惑星科学の最先端にも通じる本質的な疑問もあった。

以上のことから, 遠隔授業形式でも十分な教育的効果が期待できると言える。

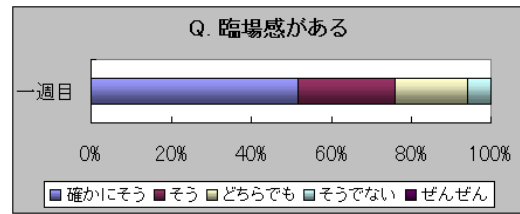


図 8: 臨場感があるか (第一週)

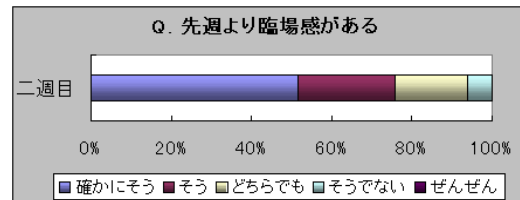


図 9: 先週より臨場感があるか (第二週)

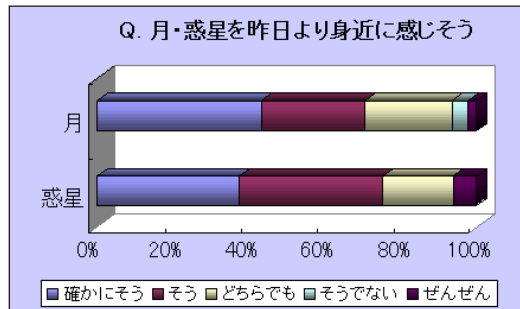


図 10: 月や惑星をこれまでより身近に感じるか

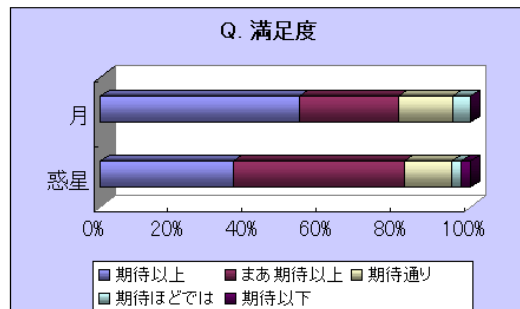


図 11: 遠隔授業の満足度

5 運営体制

このような高大間双方向遠隔授業と言う新たな形式の授業を実現するには, これを運営していく新たな組織を高大間で持たねばならない。本授業においては, 北大の大学院生を中心とする 9 名の学生有志が運営の中心となった。これから高大間での連携を進める上で, 学生の参加は非常

に有効であると言える。以下に、学生参加型の運営体制の利点を示す。

- 高大間の情報交換の円滑化
- 高校生に近い立場からの提案
- 自らも研究公開，理科教育に主体的にかかわりを持つ

一方、鴨方高校ではシステムの構築，授業進行に3人の職員が携わった。高校側が独自にシステム構築等に人員を確保したことで、高大の連携をよりスムーズに進めることが出来た。

6 まとめ

北海道大学理学研究科地球惑星科学専攻と岡山県立鴨方高等学校とをインターネットで結んだ高大間双方向遠隔授業を行った。音声・動画の送受信には DVTS を使用し，JGN を専用回線として使用した。遠隔授業にふさわしい授業環境を構築するために，対話性，臨場感を重視した授業システムを考案した。「月の科学」，「惑星気象学」という2つのテーマについて双方向性を意識した，生徒の興味を喚起できるような教材を用意し，授業を行った。授業後生徒に実施したアンケートによると，遠隔授業という新たな授業環境においても，十分な教育効果が期待できることを確認した。高大連携したこのような試みを進めて行くには，大学側の学生の参加が有効であることが，本授業の運営から確かめられた。

今後このような形式の授業を普及して行くためには，人的，時間的なコストの低減，実施回数を増やし，様々な授業環境，授業内容における教育効果の調査を続けて行く必要があると思われる。

7 協力機関

本授業においては以下の機関に御協力を頂いた。

倉敷芸術科学大学 産業科学技術学部 小林和真研究室
笠岡放送株式会社
株式会社 ネクステック
北海道大学大学院工学研究科 高井昌彰研究室
北海道大学大型計算機センター
株式会社 日立製作所
北海道地域ネットワーク競技会 (NORTH)