

# 火星に生物はいたか

広島大学長 牟田 泰三先生

テレビ会議システム設置 記念講演 2002年10月2日15:50～16:50

2001年度末に情報教育センターが竣工した。牟田先生にはこの建物の建設にあたって、多くのお力添えをいただいた。また2002年度は、「広島大学と結ぶテレビ会議システム」の設置にもご尽力いただいた。この講演は、広島大学と福山附属中・高等学校を結んでのテレビ会議システムの開設を記念して行われた、初めての遠隔講演である。



牟田先生のご専門は、理論物理学、素粒子論であるが、生徒の興味・関心の高い内容の授業となるように、先生の趣味の領域である天文学に関する「火星に生物はいたか」を演題とし、太陽系の生物の起源が現在どのように解明されてきているかをお話しいただいた。

## <実施の概要と目的>

実施会場は、広島大学情報メディア教育研究センター小会議室から牟田学長による講演を行い、福山附属中・高等学校マルチメディアホールで中学校2年生～高校2年生約70名の生徒が講演を聴講した。

今回の遠隔講演は、広島市の広島大学附属中・高等学校にも同時中継され、講演者が広島大学（東広島市）から、2つの附属学校にむけて遠隔実施したことも大きな特徴である。画像は広島大学と2つの附属をunicastで結び、受講する生徒はPPTによる資料や講演者の姿が、講演者はそれぞれの会場の生徒の様子がみられる。音声はmulticastで3地点を結び、講演の後での質疑応答や講演者からの問いかけなどは3地点が音声を共有する形で実施し、地理的な距離を超えた一つの教室を実現した。

初めての本格的な大学と附属を結ぶ遠隔授業の実施を記念して、学長による記念講演を計画したわけだが、ふだん接することの少ない大学の高度な講義内容にふれ、大学や科学に関して興味・関心を高めることができるということも目的とした。

## <機器の構成>

この講演は、特定非営利活動法人 中国・四国インターネット協議会(CSI)の主催で実施されている、「広島地域の学校における高度マルチメディア通信に関する研究プロジェクト2」（通称：「マメdeがんす2」プロジェクト、<http://www.csi.ad.jp/activity/2MAMEdeGansu/>）の一部として実施したものである。

「マメdeがんす2」プロジェクトは、ブロードバンドやマルチメディア通信の学校教育

におけるインパクトや課題について研究を進めている。翠地区と福山地区の回線速度を一時的に20Mbpsに増速し、MPEG2TS (MPEG2 over IP Transfer System) による高画質の映像によるテレビ会議システムを実現することができた。MPEG2TSとはMPEG2の高品質動画像をインターネット上で送受信するソフトウェアである。IPv4/v6, IPマルチキャスト等にも対応し、4Mbps-6Mbpsの帯域でTV品質並みの動画像を伝送することが可能である。このソフトウェアは広島大学で独自に開発中のものであり、「マメdeがんす2」プロジェクトでは、その具体的な活用方法の一つとして、遠隔コミュニケーション実験を通して、マルチメディア通信の学習効果について検討を行い、最先端教育利用のための運用技術を身につけるとともに、ノウハウを蓄積して教育現場へフィードバックしていくことを目的としている。

今回遠隔授業に利用したテレビ会議システムは、基本的には普通のパソコン(PC)上で動作するものであり、価格面では他の方式のいわゆるテレビ会議専用のシステムと比較するときわめて安価である。PCはさほど過大な処理を必要としないので、Pentium または Pentium のcpuが搭載されたものであれば概ね利用可能である。このPCに、MPEG2のエンコーダカードとデコーダカードをそれぞれ1枚装着する。OSは安定性が要求され、またエンコーダカードおよびデコーダカードの動作環境に依存するため、推奨OSはVine Linuxとなっている。映像の送受信は、このMPEG2 エンコーダカードにビデオカメラからの映像を、デコーダカードにモニターを接続して行う。

また音声は現在のところ2種類の音声を並行して利用しており、一つは映像と同様にMPEG2カードへ入・出力を行うMPEG2による音声である。もう一つは、IP通信に利用される音声通信ソフトウェアのRAT (Robust Audio Tool) を拡張し、多目的な音声伝送に利用できるMRAT (Multipurpose RAT: 広島市立大学の開発による) を利用している。こちらはPCの音源ボードへの入出力となる。

生徒が遠隔授業を受けるマルチメディアホールでは、2台あるプロジェクターのうち的一方に大学から送られてくる画像を投影して見るようにすると同時に、もう1台のスクリーンには、授業の講演者である牟田学長に送信する会場の画像を映した。



音声のうち、MPEG2の音声は画像と同期がとれており、講演者の口の動きにあわせて音声が流れる。しかし、MRATによる音声はMPEG2に比較してきわめて遅延が少ないため、画像よりも音声の方が先に流れ、MPEG2TSの画像と一緒に流すと不自然に聞こえる。そのため基本的には遠隔授業中はMPEG2による音声を利用することにした。ただし、回線の状況が悪化してMPEG2TSの画像が乱れると、MPEG2TSのプロセスを再起動するなどの時に音声もとぎれることになるので、より安定して音声の送受信ができるMRATの音声をそのときのバックアップ用とし、音声ミキサーで切り替えながら会場に流した。

また、それぞれの会場の生徒の様子を講演者に伝えるため、会場の映像と音声を送信し、講演者にはこれを見ながら授業を行っていただいた。それぞれの会場には数台のビデオカメラを設置し、これらの映像を映像セレクターで切り替えながら送信した。



### <サポート体制>

実施にあたっては、回線の増速（20Mbps）、回線のテスト、MPEG2TS・MRATの送受信テストを事前に行い、授業の前日に再度調整、そして授業に望むという形で、万全を期して準備が行われた。MPEG2TSのソフトウェアは、Linux上で動作しまだ開発途中ということもあって、市販のソフトウェアのように容易に扱うことは難しい面がある。例えば、回線の状況が悪化して映像や音声乱了る場合、プロセスを再起動するといった操作が要求される。そのため現時点では、このテレビ会議システムの利用には、「マメdeがんす2」プロジェクトのサポートスタッフ（広島大学及び広島市立大学のスタッフ及び学生）のオペレートほかの支援を欠かすことができない。事前のテスト、前日のテスト、そして授業日と、いずれも翠地区、福山地区にそれぞれ2～3名のスタッフにおいていただいて、授業を実施した。



### <画質及び音声への評価>

テスト段階での画質はきわめて高画質であり、200インチのスクリーンにプロジェクターで投影しても、非常にクリアな印象で見ることができた。MPEG2はDVDやデジタル衛星放送で使用されている画像圧縮の規格であり、おそらくそれに匹敵する高画質であったと考えられる。音声もサンプリングレート32kHzというMRATで使用されている音質は、CDには及ばないもののそれに近い非常にクリアでノイズの少ない状況で聞くことができた。

総じてVHSなどのアナログのビデオ映像よりはるかに高画質で、地上波テレビ放送に匹敵する様子であったと感じる。地上波のテレビ局が使用するカメラやその他の機材の価格はプロ用のきわめて高価な機材であり、今回の実践で利用した民生用の低価格な機器を単純に比較するには無理があるが、コスト比から考えると、今回のシステムは圧倒的に低価格高画質高音質なテレビ会議システムとなっている。

昨年度のこの研究において、いくつかの規格によるテレビ会議システムの比較を行った。





その中で、数Mbps程度の帯域で利用することを前提にした場合、MPEG4は他の方式に比べてきわめて高画質であることを報告した。今回のMPEG2TSは、理論的にもMPEG4よりも広帯域を必要とするが、より高画質である。これも昨年度の報告の中で東広島の法学部の教室と広島千田キャンパスを結んだ遠隔講演システムについて紹介したが、法学部のシステムはMPEG2による、高画質・高帯域のシステムであり、これに匹敵する画質、音質であると考えられる。ただし、価格は今回のシステムが圧倒的に低価格である。

残念なことに、遠隔授業当日は福山側の回線の状況が悪く、遠隔授業中にしばしばパケットロスが発生して映像が止まったため、資料提示用のPPTの画像や講演者の顔が見えなくなったことが生徒にとっての最も不満な点であった。事前に送っていただく予定だったPPTの資料をコピーしていただいたプリントが、講演終了頃に到着するというハプニングもあり、講演の内容を十分に把握できなかった生徒もいたように思う。音声についてはとぎれることなく鮮明に聞こえたため、最低限の遠隔授業の内容は伝えることができた。

広島大学からの画像はPPTの画面の中に講演者の様子がオンスクリーンで小さく映されていた。PPTの画面だけにならないので生徒も集中しやすくとてもよかったと思う。ただ、200インチのスクリーンでも、講演者の顔が小さくなり、いくら物足りないようにも感じた。教室の前にスクリーンが2つあるので、事前にPPTデータを送ってもらい、一方のスクリーンに講演者の画像を、もう一方にPPTの画面を映し出すようにする方法も考えられる。

生徒の反応は、「マメdeがんす2」プロジェクト (<http://www.csi.ad.jp/activity/2MAMedeGansu/hu-distance/enq.html>) のアンケート結果で見ることができる。講演者の声

対しての印象は、翠地区、福山地区ともに概ね満足できる内容であったのに対し、講演者の画像・黒板代わりの説明資料の映像の項目では、翠地区で満足している生徒が多いのに対し、福山地区では不満に思っている生徒が多くなっている。これは、回線の状況を反映したものであると考えられる。

#### < 2校への遠隔同時講演についての評価 >

講演者から、2地点の生徒達に同時にお話しをしていただき、質疑応答は両会場からおこなった。MRATは多地点の同時会話が可能であり、こうした利用には好都合である。翠地区からの質問等は講演者にも、福山地区の生徒にも同時に届き、また逆に福山地区の音声も他の2地点で同時に聞くことができる。

アンケートでは、今回の授業の中での質問のしやすさに対して、翠地区も福山地区の生徒も満足、不満がほぼ半数ずつで、特に質問しやすい雰囲気であったとは言えないと考えられる。しかし生徒達は別会場の生徒達を意識し、積極的な発言が見られた。講演の後で福山と広島附属高校へ牟田学長から簡単な課題を出していただき、それに両附属から解答する予定だったが、生徒の質問が多数寄せられたため、時間の都合もあって省略し、質疑応答だけにしたほどであった。こうした現象は、講演者が広島大学の学長という、普段なかなかお話を聞くことのできない先生であるということもあるかもしれないが、遠隔授業を2地点同時に中継して行った効果もあったものと考えている。

今回は回線の帯域の関係から、翠地区と福山地区の間の画像は送受信しなかったが、お互いの会場の画像を見られるようになれば、より効果的な授業進行が考えられる。アンケート中のコメントにも、「講演の合間に質問できたり、講演後他の地区の生徒と話し合いをしたり、他の地区の映像が見れたら、良かった（楽しかった）と思う。」「質問する時間が、もっとあったらよかったとおもう。」などの意見が寄せられた。

#### < 遠隔講義の意義について >

ふだん接することのない大学の先生の講義を受けることは、高校生にとっては知的好奇心を刺激し、また将来の進路を具体的に考えていく材料としても、大きな意義がある。ただし、もし学校へ出向いていただいたり、生徒が大学へうかがう機会を作ることができるのなら、直接顔を合わせながら授業を受けることが最も効果があるのは当たり前である。ではテレビ会議システムを活用して遠隔授業を行う意義とは何だろうか。遠隔授業でなければできないこと、為し得ないことというのはあるのだろうか。

まず、時間の問題に注目してみたい。今回の遠隔授業の開始は、午後3時50分で終了が4時50分を予定していた。3時50分は放課後の時間にあたり、希望する生徒が授業終了後に集まったり、授業の一部として実施する場合は授業時間を入れ替えるなどの手続きを行って、学校側からすれば無理なく遠隔授業を行える時間帯である。もし広島大学東広島キャンパスを会場にして授業が行われることを考えると、午後3時50分に到着するためには少なくとも2時過ぎには学校を出発する必要があり、午後の授業をすべて振り替えて実施することになる。帰校時間も考えると1時間の授業のために半日がかりの行程となる。実際には年に2・3回ならこうした無理もきくかもしれないが、例えば今後生徒が年間通して受講するようなコースを作るようなことを想定すると、きわめて実現が困難であると考

えられる。テレビ会議システムの利用は講演者の側からも、直接出向くための時間が必要なくなり、気軽に遠隔授業を引き受けていただけるのではないかと考える。

そもそも高大連携の考え方は、知識の先取りではなく、学問の動機付けとして高校生の知的好奇心を刺激し、また将来の進路を具体的に考えさせていくことが基本であろう。そうすると、場面によっての使い分けも必要になると考えられる。実技や実習を必要とする講座であれば直接出向いての体験が不可欠であろうし、別の内容ではテレビ会議システムで十分に意義を達成できるものもあるだろう。授業の一部を直接出向いての講義として行い、残りの部分を遠隔授業として行うという方法も考えられる。これまで大学キャンパスから遠隔地にあるためにできなかった、高大連携による大学の先生による定常的な授業は、テレビ会議システムを利用することで実現可能になるものもでてくるのではないだろうか。

次に、生徒の反応から見た遠隔授業の意義を考えてみたい。2つの学校が同時に同じ講演を受けて、互いに質問や意見をやりとりする今回の授業形態は、高画質のテレビ会議システムや遅延の少ない音声を確保することではじめて成り立つものであった。生徒からも、今後もこのような講演が継続的にいろいろな分野の内容で実施されることを期待する声が数多く寄せられている。上のDの「2校への遠隔同時授業についての評価」の中で、非常に活発な質疑応答がなされたことを報告したが、これが「2つの学校を同時に結んだ授業」であったためか、「講演者が牟田学長」であったためかを判断することは今の段階では難しいが、直感的には「遠隔授業の効果」ともいうべきものがあつたのではないかと感じている。牟田学長からも「遠隔授業は案外集中力を高める効果があるかもしれない」との評価をいただいた。今後、講演者と1つの学校による遠隔授業やその他のいろいろなパターンでの授業も実施していく中から、遠隔授業においてどのようなことに配慮すべきか、有効に活用するためのノウハウが蓄積されていこう。ただ、遠隔授業のように講演者と生徒たちの間に距離があっても、MPEG2TSのような高画質・高音質なシステムでは、その間の距離を超えて授業を作り出していくことが可能になることを、今回の実践は示していると考えられる。

遠隔授業の意義の3点目は、まさに遠隔授業でなければ味わうことのできない「地域を越えた連帯感」ではないだろうか。ふだん生徒は学校という狭い世界の中で学習をしている。その世界が遠隔授業によって、学校に居ながらにして他の学校と結ばれ、ともに一つの授業を作り出していくバーチャルな空間を共有できるようになる。ふだん接することのない別の学校の生徒の発表や意見を聞いたり、一緒に何かを作り出していく体験は、学校内にとどまっていたのでは経験できない学習を生み出す。講演の後で簡単な課題を出して、それに参加した学校から意見を出し合いながら解答するといった活動も考えられる。こうした活動を通して「地域を越えた連帯感」が生まれてくるのではないだろうか。