

HSTからのライブ インターネットを用いた新しい天文教育の可能性

縣 秀彦¹, 三浦 均², 伊東 昌市³, 小山 浩⁴,
鶴岡 信彦², 戎崎 俊一²

〈1: 東京大学教育学部附属中・高等学校 〒164 東京都中野区南台 1-15-1〉

E-mail: j01151@sinet.ad.jp

〈2: 理化学研究所 〒351-01 埼玉県和光市広沢 2-1〉

E-mail: miura@atlas.riken.go.jp turuoka@atlas.riken.go.jp ebisu@atlas.riken.go.jp

〈3: 杉並区立科学教育センター 〒167 東京都杉並区清水 3-3-13〉

E-mail: KHF11056@niftyserve.or.jp

〈4: 杉並区立井荻小学校 〒167 東京都杉並区善福寺 1-10-19〉

E-mail: TAE01442@niftyserve.or.jp

中教審（中央教育審議会）は学校でのインターネット環境の整備を提案している。大学や研究所においてインターネットを利用することにより大きく研究環境が変化したように、学校や社会教育施設での教育活動にもインターネットの波が押し寄せようとしているのだ。しかし、前回の指導要領改訂で大々的に学校に導入されたコンピュータの利用でさえ、いまだ試行錯誤状態であるのがほとんどの学校での実状だ。インターネットが教育活動としてどのような利用方法があり、そしてどのくらいの教育効果をあげられるのか、いまさまざまな情報が求められている。このような中でNASAのHSTからのライブというインターネットを用いた教育活動に参加する機会を得たので報告をしたい。

1. パスポート・トゥ・ノリッジの活動

「パスポート・トゥ・ノリッジ」(Passport to Knowledge, PTK)は、アメリカ科学財団とNASAが協力して進めている科学普及活動の一つである¹⁾。NASAの科学者と全米の教員、プラネタリアンが協力して、衛星中継やインターネットを使って南極基地や人工衛星を学校の教室や科学博物館などに接続して、ライブで操作したり、観測結果を受信したり、教室の子どもたちからの質問に研究現場にいる専門家に答えてもらうなどの活動を行っている。これまでに「南極からのライブ」、「カイパー天文台の直接操作」などが行われてきた。そして今回は、ハッブル宇宙望遠鏡(HST)からのライブという子どもたちの夢を実現させた²⁾。

2. HSTからのライブ

この「HSTからのライブ」は、NASAテレビ³⁾の3回のテレビ番組「The great Planet Debate」(1995年11月9日放映)、「Making YOUR Observations」(1996年3月14日放映)、「Announcing YOUR Results」(1996年4月23日放映)を中心に構成された1つの授業カリキュラムとも言える。このカリキュラムに参加するには、まず10ドルの教師用キットを入手する。このキットには、教師用テキスト、ポスター、スライド他が含まれている。テキストには3回のテレビ番組にあわせて学習することを前提とした15個の授業プランが示されている。また、インターネットによって送られてくる情報を日常の授業のなかで扱っていくことや、インターネット上

での教員側からの積極的な質問や提案が前提となっている⁴⁾。

インターネットを使うと、研究の現場にいる科学者と教室や科学館にいる子どもたちとの間で気軽に相互通信できる。HSTからのライブでは世界中の子どもたちがインターネット上でメールのやりとりをし、そのディベートの結果から、どの惑星をハッブル望遠鏡で観測するかを決めた。日本からは桃井第四小の生徒たちがこのディベートに参加した。昨年12月までのディベートにより、海王星と冥王星の観測が3月中に行われることになった。ハッブル宇宙望遠鏡のような科学技術の最先端をいく人工衛星を子どもたちの提案に基づいて操作することはきわめて画期的なことである。

3. ヒューストンの ビデオコンファレンスへの参加

3月14日には、「Making YOUR Observations」と題した、世界中の子どもたちから惑星研究者 Heidi Hammel と Marc Buie の二人と NASA のエンジニアたちへの公開質問会を中心としたテレビ番組が放映された。HST が撮影した生画像の公開も含むこの番組に日本からも参加しようという話が昨年12月初旬に伊東からあり、2月初旬ちょうどアメリカ出張の機会があった我々が NASA との事前交渉にあたった。交渉の過程でヒューストン自然博

物館が運営するビデオコンファレンスを紹介された。3月14日にはこのビデオコンファレンスに参加し、NASA テレビには4月23日の番組に出演することになった。ヒューストン自然史博物館のビデオコンファレンスは館長の Carolyn Sumners 女史らがオンラインで子ども達の質問に答える常設の企画である⁵⁾。「科学者への質問」という企画番組があり、現場で働く科学者たちや元アポロの乗組員などと質問を交わす活動をおこなってきた。ビデオコンファレンスでは Cu-SeeMe (シーユーシーミー) という簡易 TV 会議ソフトを利用している。

日本では深夜だということにかかわらず(と言うのは米国中央時間の13時～、すなわち向こうでは学校の授業のなかで扱われている)、杉並区立科学教育センターと理化学研究所(埼玉県和光市)の2カ所に日本の小・中・高校生たちが集まった。

杉並区立桃井第四小学校の6年生11名の生徒が参加した杉並区立科学教育センターでは、プラネタリウムでの番組を見たあと、Cu-SeeMe を用いて NASA テレビを見た。

一方、東京大学教育学部附属中・高等学校の中・高校生が27名参加した理化学研究所では、三浦によるインターネット講座、我崎と惑星研究家長谷川均氏の真夜中の天文授業などを行い、NASA テレビは MBONE (エムボーン) を用いて見た。その放映前後に30分ずつヒューストンの博物

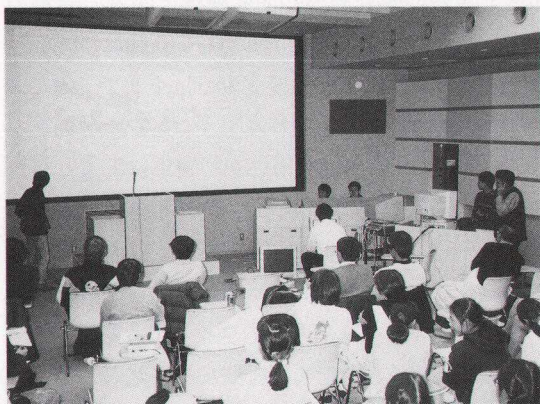


図1 MBONEでNASAテレビを見る子どもたち
理化学研究所大河内記念ホールにて 3月14日

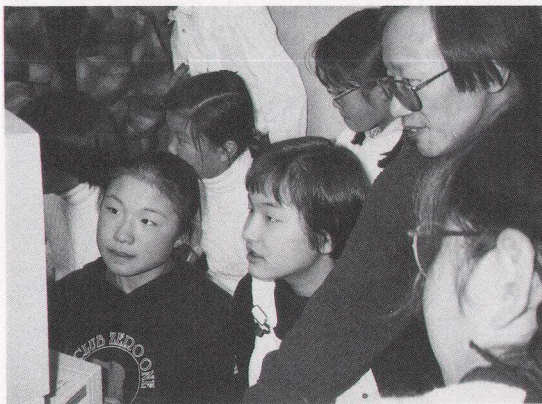


図2 ネットサーフィンに興味津々の中学生たち

館と Cu-SeeMe を用いて相互通信を行った。

ヒューストンとの1回目のセッションでは、お互いの会場の様子、百武彗星など、一般的な話題を交換した。NASA テレビをはさんで2度目のセッションでは、海王星の大暗斑の正体は何か、海王星の色はなぜあんな色をしているのか、といった質問に即座に Sumners 女史から答えが返ってきて子どもたちは大喜びだった。

4. NASA テレビに参加

4月23日の「Announcing YOUR Results」に向けて事前の打ち合わせを、番組の総合司会を担当している Bill Gutch 氏（ヘイデンプラネタリウム元館長）が来日し4月11日に東京で行った。ここで日本からは Cu-SeeMe で4回出演することと、2つの質問を直接できることが決まった。

当日は日本からの参加会場を1つにしばらく杉並区立科学教育センターに桃井第四小学校の卒業生と東大附属の中・高校生と父母ら総勢73名が集まった。「エドウィン・ハッブルの生涯」と題したプラネタリウムの番組を見た後、戎崎と長谷川均氏の授業があり、いよいよ、NASA テレビが始まった。

NASA テレビの番組では、ハッブル宇宙望遠鏡で観測した海王星と冥王星の最終的な観測結果が発表になった。海王星の観測結果については Heidi

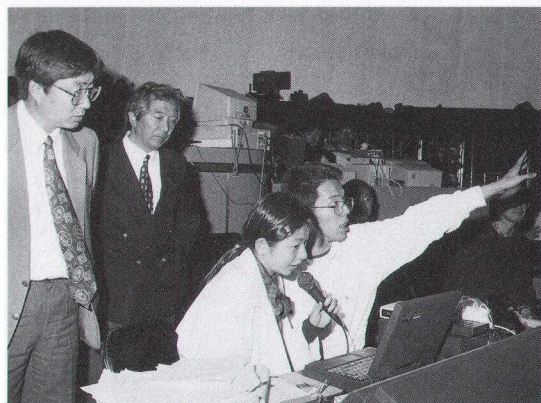


図3 本番中のようす 4月24日午前3時頃
杉並区立科学教育センターにて

Hammel から、冥王星の観測結果についてはローエル天文台の Marc Buie から発表があり、それについて米国、ブラジル、日本の子どもたちが衛星中継やインターネットを通じて直接質問をした。日本の中学生からは「海王星の大暗斑の大きさはどのくらいだったのか」と「冥王星の表面温度は1公転の間でどのくらい変化するのか」という質問が出された。

5. 簡便なテレビ会議 Cu-SeeMe

Cu-SeeMe はコーネル大学が開発した、簡易にテレビ会議を実現するソフトである。βバージョンはフリーウェアとして配布されている。

Cu-SeeMe のβバージョンは、手近なパソコンにダウンロードするだけですぐに使える⁶⁾。1万円程度で手に入るデジタルカメラを用意すれば、こちらからの画像を送ることができる。

起動するとマッチ箱程度の画面（ビデオウィンドウ）があらわれる。キーボードを使ったトーク機能とマイクを使った音声による会話機能が使える。Cu-SeeMe では要求する帯域は50 kbps 程度で、数fps 程度であるから、ISDN の64 kbps や、高速のモデムでも使用可能である。

残念ながら画像のクオリティは悪い。画像は16×16程度のメッシュに分割され、動きのあるブロックだけを転送する方式である。転送速度が下がると複数の時刻の混在する映像となる。音声のクオリティはさらに悪く、まともな会話は期待できない。そのため、音声機能よりも、キーボードによる会話をもっぱら使用されるようである。

それでも Cu-SeeMe を用いると簡単に画像と音声や文字を同時に相互に送ることが可能なため、質は低いがまるでテレビ電話のような感覚で相互通信ができる。3月のコンファレンスでも、音声の調子が悪く、キーボードからのタイプによるやりとりとなったが、子どもたちの質問に遠く離れたヒューストンから瞬時に答えが返ってくるのに、子どもたちが大変興奮して参加していた。また、先だって

杉並科学教育センターと理化学研究所を Cu-SeeMe で結んでチャットを行ったのだが、思いのほか盛り上がっていた。

なお、4月のライブでは3月のライブ以上に多くの所から Cu-SeeMe で番組を見ていたためか、転送速度が極端に落ちてしまい画像はほとんど役に立たず、残念ながら国際電話による音声のみが頼りであった。

6. MBONE の可能性

一方、MBONE(Multicast Backbone) は複数あて先にデータを同報するマルチキャスト通信をインターネット上で擬似的に実現する技術である⁷⁾。Cu-SeeMe とはちがって MBONE はかなり本格的な技術である。

マルチキャストを実現するために IP トンネルと呼ばれる、バーチャルな point-to-point リンクを張る。ルータークラスの上流のマシンからトンネルを掘ってもらわないといけないので、組織のネットワーク管理者あるいはもっと上流のネットワーク管理者に相談しなければ使えない。

帯域は音声に 32 or 64 kbps, 画像に 128 kbps 程度必要で、まともに使うには 512 kbps 程度の帯域が必要というから、1.5 Mbps のネットワークでも使用には注意が必要である。

しかし、3月の理研会場に参加した生徒たちの興味は、ハイテクの MBONE やテレビの公開番組のように洗練された NASA テレビよりも、むしろローテクの Cu-SeeMe やネットサーフィンに集中していた。MBONE は今回は受動的な参加方法であったので、普通のテレビの公開番組を見ているような印象を与えたのだろう。インターネット経由で、相当クオリティの良い（とはいっても一般の TV には負ける）カラーの動画と音声 NASA から生で流れてくるのだが、物心のついたときから TV ゲームや衛星放送のある環境で育った世代にはむしろ見劣りしたと思われる。

他方、直線距離にして 10 km 程度の杉並会場と

理研会場を Cu-SeeMe でつないだセッションは当初リハーサル的な位置付けのつもりだったが、双方向テレビという初めての体験に会場中がわきたった。深夜に集団で集まったというお祭り状態が興奮に拍車をかけていたこともあるが、双方向通信の魅力をまざまざと見せつける出来事であった。

7. 教育活動としての評価

学校での生徒たちの事前活動としては、理研会場に参加した中高生は、惑星の学習、インターネットや HST のしくみについての学習、NASA のテキストの日本語訳などをおこない、杉並会場に参加した小学生は、冥王星の発見者トンボー氏の 90 才のお祝いに手作りのパースディーカードを送ったほか、紙工作でハッブル宇宙望遠鏡の模型を作ったりもした。

しかし、PTK が期待しているような、テキストとインターネットを利用した日常的な授業活動をテレビ番組によるライブと結びつけて一つのカリキュラムを構成しようというねらいには十分対応できなかった。この企画に参加した2つの学校ともに自分の学校にはなんらインターネット環境がなかったのだから日常的な活動ができなかったことは仕方がないことかもしれない。テキストの利用という点では言葉の壁も大きな理由ではあるが、アメリカと違い4月が年度がわりのため継続した指導ができなかったことも大きい。

しかし、もっとも驚いたことは、学習指導要領にしばられた画一的な日本の学校教育に比べてのアメリカの教育システムの自由度である。日本では全員が理解することは不可能だという理由で義務教育では扱われることのないかなり難しい概念まで PTK では教えようと試みているのだ。とにかく大人にとっても一番面白い科学の最先端のところへまずは子どもたちを案内しようというこの手法、日本でもこれから十分検討するのに値するのではないだろうか。

次に参加した子どもたちの感想を紹介する。



★「日本の科学者から、直接説明を聞け、素朴な質問にも即答してくれたのがうれしかった。」

★「学校の授業では聞いたことのない話が多く新鮮だった。」

★「インターネットのことがよくわかった。とても便利で、おもしろいものと思った。」

★「杉並やヒューストンの会場とつながったときうれしかった。私達のためにスタッフ達が努力してくれて感謝している。」

★「英語をもっと勉強しようという気になった。」

★「今度は日本語でもやってほしい。」

★「今回は日本の子どもがアメリカに合わせて深夜に集まったのだから、次はアメリカ側が日本に合わせてほしい」というたくましい意見もあった。

受身のエンターテイメントや、教科書的なお決まりの知識にはいささか退屈をおぼえるが、自分が働き掛けると相手から反応がすぐ返ってくるもの、学校やテレビからは得られない未知のものには驚きと興奮を示す姿がうかがわれる。

また、付き添いで参加した中学生のお母さんの次の一言も紹介しておこう。「先生、うちの子どもがやっと英語を勉強する目的を見つけたようです。この企画、英語とコンピューターと天文の勉強が一緒にできて一石三鳥ですね。」

8. 米国の科学者たちの姿勢

このいささかとっぴょうしもない企画をすすめる段階でwwwやe-mailで資料の収集を行なったのだが、大変驚いたことが一つある。アメリカの研究機関や公共施設が、子どもたちの教育に相当大きな労力、お金、人材を注ぎ込んでいることである。もっとも、うがってみると、これらは市民の理解を得る広報活動の一つであり、まわりまわって予算獲得にプラスに働くという計算もあるのだろう。しかし、そのような功利的理由だけでは説明できないものを感じた。次の世代を確実に育てようと教育活動を重視する姿勢と、最新の研究成果を現場にいる人たちが直接市民に伝えたいという姿勢が、はし

ばしから感じられるからである。教育は学校に、広報はマスコミにおまかせというのではなく、成果を普通の言葉で語るのがおもしろいし、なにより子どもが好きといった感性をもった大人が、科学の現場とその周辺にもたくさんいる、という雰囲気を感じたからである。子どもたちの成長は早い。たとえば5年後には今の高校生は大学院に進み、小学6年生はそろそろ大学進学という年令である。こういった、子どもを大切にする社会で育てば、自分の成長期におしみなく受けた恩恵をまた次の世代に渡そうという気持ちが自然に育つのではないか。またこのようなサイクルが、独創的な研究を産む土壌を健全に保っているのではないかと感じた。

9. 提案

日本でもヒューストン自然史博物館が行っているような常設のコンファレンスがあれば、好奇心旺盛の子どもたちへの良い刺激となるのではないだろうか。受け皿になりそうな機関としては、今回参加した杉並区立科学教育センターや東京北の丸の科学技術館、各地のプラネタリウム館や公共天文台などが考えられる。Cu-SeeMeのような簡易システムならば、クオリティは低いが、64 kbps程度の回線とパソコン、それに1万円程度のカメラといった設備だけでよいので、予算もそれほど必要ではない。上記の施設どうしや施設と学校をつなぐだけでなく、三鷹の国立天文台や野辺山などの国内観測所、さらにはハワイのすばる望遠鏡などを次々に結んでいけば、さまざまなアイデアや交流が生まれてくることだろう。

子どもたちにとっては現役の科学者とネットワークを介して「直接」質問ができるということは、生涯にわたって大変大きな経験となるであろう。また、科学者のほうにとっても、研究活動で多忙ではあるが、市民社会との交流は、自分の研究の意味を客観的に見つめ直す絶好の機会にもなる。これは去年日本をみまった数々の事件を経て、市民社会が私たち科学者に切実に要求している課題

の一つではないかとも思う。

また、このイベントに参加する話し合いをアメリカ側と進めていく過程で、日本が打ち上げて運用している人工衛星からのライブイベントをやってもられないかとアメリカ側から提案があった。「ようこうからのライブ」もしくは「あすかからのライブ」という形で、日本からも積極的に参加できると素晴らしいと思う。関係者のみなさん、ぜひ検討していただけないでしょうか？

なお、PTK チームは、次の企画としてマーズパスファインダー等を利用した「火星からのライブ」をすでに始めている。

10. 終わりに

この企画を進めるにあたり、理化学研究所の鈴木富男、市原卓、佃文博、高林直樹、徳岡治洋の各氏をはじめ、関係者のみなさまに大変お世話になった。九州芸術工科大学の坂井滋和さんには、杉並会場の技術的サポートとマシンを提供していただいた。

杉並区立科学教育センターでは茨木孝雄さんをはじめ職員のみなさまにも大変お世話になった。ボランティアで2回の講義を担当していただいた長谷川均氏や同じく通訳を引き受けていただいた理化学研究所の久賀恵子さん、上智大学の須藤義人さんと平野理依子さんには大変感謝している。

また、NASA の Bill Gutch さん、Geoff Haines Stiles さん、Huston Natural History Musium の Carolyn Sumners さん、Pat Reiff さんにもいろいろとお骨折りいただいた。このほか、名前をあげきれない、大勢の人々のおかげで今回の企画は実現することができた。心から感謝したい。
(なお、本文の前半は縣が、後半は三浦が執筆を分担した。)

参考文献

- 1) <http://quest.arc.nasa.gov/livefrom/passport.html>
- 2) <http://quest.arc.nasa.gov/livefrom/livefrom.html>
- 3) http://btree.lerc.nasa.gov/NASA_TV/NASA_TV.html
- 4) question-hst@quest.arc.nasa.gov
- 5) (Huston Video conference)
<http://space.rice.edu/hmns/dlt/video.html>
(Huston video conference reflector)
198.64.198.250 (Anytime during 9:30 - 3 pm CST on weekdays)
(Participate Huston video conference)
connect@space.rice.edu
- 6) 入手先 <ftp://gated.cornell.edu>
(directory: /pub/Cu-SeeMe)
関連情報 <http://www.lunch.trey.com/cuseeme/>
商品版 <http://www.wpine.com/cuseeme.html>
- 7) <http://www.research.att.com/mbone-faq.html>

Live from the Hubble Space Telescope — A possibility of astronomical education using Internet —

Hidehiko AGATA¹, Hitosi MIURA², Shoichi ITO³, Hiroshi KOYAMA⁴, Nobuhiko TURUOKA², and Tosikazu EBISUZAKI²

1 Secondary High School attached Univ. of Tokyo, Minamidai Nakano-ku, Tokyo 164

2 Institute of Physical and Chemical Research, Wako-shi, Saitama 351-01

3 Suginami Science Education Center, Simizu Suginami-ku, Tokyo 167

4 Ihagi elementary school, Zenpukuzi Suginami-ku, Tokyo 167

Abstract: We have joined in "Live from the Hubble Space Telescope" which was operated by A Passport to Knowledge Project team. In this live, students enjoyed video conference using MBONE and Cu-SeeMe.

We are sure that collaboration between scientists and teachers using internet such as this project have an effect on science education.