

宮城教育大学インターネット天文台の活用事例

高田 淑子*¹、中堤 康友*²、池田 尚人*³、
長島 康雄*⁴、伊藤 芳春*^{1, 5}、林 美香*⁶、
吉田 和剛*⁷、松下 真人*¹、斉藤 正晴*¹

〈宮城教育大学教育学部 〒980-0845 仙台市青葉区荒巻字青葉〉

e-mail: toshiko@miyakyo-u.ac.jp

情報化・国際化・自然体験が求められるこれからの教員育成を考え、宮城教育大学ではインターネット天文台を構築・運用している。昼間に海外のインターネット望遠鏡を利用すれば、授業中の星空観察が可能となり学校教育での活用が可能のほか、屋内にてPC操作で望遠鏡の制御・観察が可能であるため、天文教育のバリアフリー化にも貢献する。本稿では、宮教大インターネット天文台や海外のインターネット天文台を用いて、学校教育・院内学級・障害者施設などでグローバルな星空観察を実施した事例を紹介する。

1. はじめに

現在、初等・中等教育では、国際化、IT化、自然体験への対応が求められている。教員養成大学として、未来の人材育成を担う教師像を考えたとき、これらに対して柔軟に対処できる力量をもった人材輩出を目指していく必要がある。子供たちが、「学ぶ」ためには、教師自身がまず「体験して学ぶ」ことで、共感できる素地を備えなければいけない。教員志望の学生は、教育実習という形で子供たちと向き合うことはあるが、それ以外で子供たちと接する機会は少ない。そこで、天文が好きな学生が主体となって、初等・中等学校の教員とともに教育内容を練り授業展開する教材として、米国のTIE (Telescopes in Education) プログラムに着目したのが、宮教大インターネット天文台の始まりである。

インターネットは、「時空を超えたつながり」を

可能とする。そのため、海外の人々とのコミュニケーションが可能となり、グローバルな思考能力が鍛えられる。また、インターネットの設定やコンピューター・ネットワークについての知識も必要で、自ずとITを学ばなければならない。さらに、星空を観察して夜空との対話から子供たちに伝える内容を模索しつつ、自然を体感できる。そして、初等中等教育の現役教員や子供たちと向き合って授業を主体的に構築し実施していくことにより、ヒューマンティの鍛錬にもなる。そして、もちろん、子供たち自身、昼間の授業時間内に自分の意志で望遠鏡を動かし、見たい星空を観察できるという、天文教育にも還元される。

以上の観点から、2000年よりインターネット望遠鏡構築の検討にはいった。

*¹ 宮城教育大学、*² 仙台市立人來田中学校、*³ 蔵王町立宮中学校、*⁴ 仙台市天文台、*⁵ 宮城県教育研修センター、*⁶ 仙台市科学館、*⁷ 仙台市立中山中学校

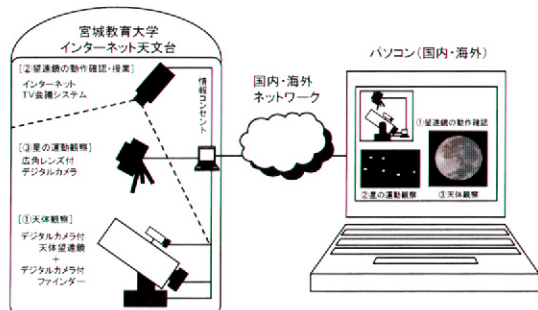
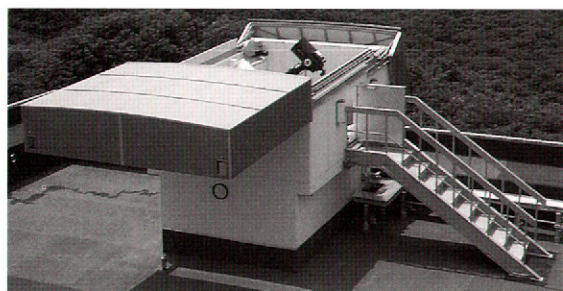
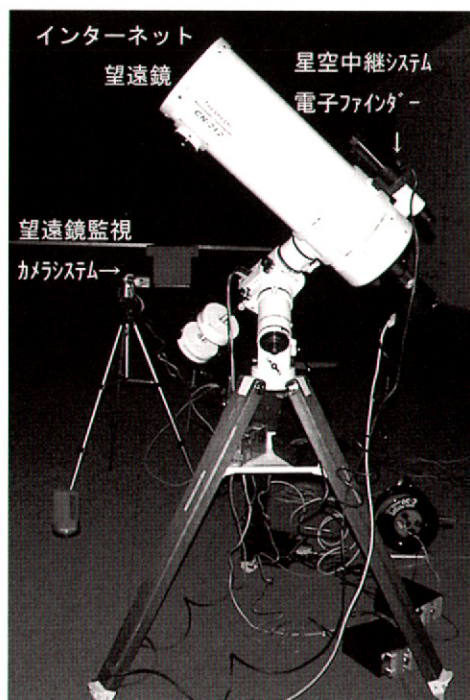


図 1 (写真) 宮教大インターネット天文台外観とインターネット望遠鏡。(図) 宮教大インターネット天文台システム概略。



2. 宮教大インターネット天文台システムの概要

宮教大インターネット望遠鏡は、当初、宮教大惑星科学研究室や近隣の初等・中等学校の教員が中心となって、機材の寄せ集めでつくり始めた。開設当初は天体ドームもなく、利用のたびに望遠鏡を設置し授業に臨んでいたが、2003年にスライディンググループが完成し、「宮教大インターネット天文台」として自動化が進んだ(図1)。現在の宮教大インターネット天文台システムは、以下のとおりである^{1),2)}。

①インターネット望遠鏡

インターネット望遠鏡は、口径 20 cm のカセグレン望遠鏡 ((株)高橋製作所 CN212) と口径 30 cm のシュミットカセグレン望遠鏡 (MEADE LX 200-30) を適宜利用している。天体望遠鏡は、構内 LAN を介しインターネットに通じている。望遠鏡には冷却 CCD カメラ (SBIG 社 ST7 等) が取

り付けられている。望遠鏡制御は The Sky (日立ビジネスソリューション(株))、冷却 CCD カメラの制御は CCD Soft (Software Bisque 社)、サーバーと遠隔操作端末との通信は IA Server (Software Bisque 社) がそれぞれ司っている。The Sky と CCD Soft が搭載している利用者側端末から望遠鏡やカメラの遠隔制御が可能である。

天体望遠鏡には、広視野用(視野角約 2.5 度)電子ファインダーがつけられている。これは、当初、利用のたびに望遠鏡を設置することから、極軸が正確にあわず全天での恒星導入が困難であったため、導入したものである。ファインダー中央部に観測対象を導入すれば、天体望遠鏡の視野内(8 分角)に観測対象天体が入り、微調整して視野中央部に天体を移動することができる。さらに天体望遠鏡が向きを変えると、ファインダー視野内の星空が刻々と移動する。映像をみることで利用者が、望遠鏡が動いているという実感をもつことができる。

②双方向コミュニケーションシステム

利用者の実感を高めるために、天体望遠鏡の挙動をリアルタイムで確認できる生中継映像配信システム—Yahoo! メッセンジャー (Yahoo Japan社) を活用している。このサービスの利点は、誰でもが無料で参加できること、複数場所の利用者がTV会議式に会話できることである。天文台にナイトビジョン付デジタルビデオカメラやウェブカメラを設置し映像配信ができるようになっていいる。利用者がウェブカメラとマイクを持っていれば、双方向コミュニケーションが可能となる。これは、後述するが、授業を展開する上で、重要な機能となった。

③広角視野映像配信システム

天体望遠鏡は高解像度で天体を観察するのが目的であるが、特に初等教育では、天体の日周運動や星座など日常の眼視観測で可能な課題が中心で、広視野の天球観察の要望が大きい。そこで、短焦点(8~16 mm)レンズを付けた冷却 CCD カメラを赤道儀に搭載し、広視野(約 50~30 度角)の天球の星の配置・運動がリモートで観察できるようになった。

3. 宮教大インターネット天文台の活用事例

自分の目で星空を直接観察することができれば教育的効果が一番高いことは、いうまでもない。インターネット天文台では、それが難しい状況下での利用を提供していくことが必要である。コンピューターやネットワークにより自動化されるシステムは、有効利用されることが生命線である。そこで、宮教大インターネット望遠鏡を用いた授業を展開し、適用例や操作性の更新・充実、インターネット望遠鏡利用の効果・問題点について検討してきた活用事例を紹介する。

3.1 昼間の天体観察: ニューデリー日本人学校における星空観察授業

インドのニューデリー日本人学校は、小・中学

校併設の在外教育施設で、国内の公立学校同等の教育内容で児童・生徒が学習している。デリーは世界の中でも大気汚染が著しく、また砂漠の砂も大気中を漂っているため夜間恒星が見えることも少なく、太陽も輪郭がはっきりと肉眼で確認できるほどで、天体観測を行える環境ではない。

インドはIT先進国として、日本国内でも認知されているが、整備が進んでいる地域は広い国土の一部である。デリーでは、電話回線の不備や電力供給不足による停電の多発などがあり、コンピューター及びインターネットを利用する環境としては不向きな点が多い。しかし近年、ケーブルテレビの普及により、ケーブル回線を使用したインターネットの常時接続が可能となり、今回のインターネット望遠鏡の利用が可能となった。

2002年5月より宮教大インターネット望遠鏡の利用に向けて取り組み始めたが、実際に操作運用が可能となったのは、2003年1月中旬であり、理科の天文分野を扱う小学4年生、中学3年生の内容は終了していた。そこで6年生の総合学習の一環と位置づけ、当日までに、簡単にソフトの操作、天体の基礎知識の授業を行った。観測対象は、初めての人が取り付きやすい惑星とし、土星と木星及びその衛星の観測を行うこととした。当初1月22日に試みたが、残念ながら仙台は降雪があり天体を観測できなかった。しかし、児童は実際にソフトを操作し、命令したとおりに望遠鏡が動作することを画面上で確認した。またデリーでは見られない雪をリアルタイムで眺めることができた。これらはウェブカメラを用いた双方向通信の強みであり、望遠鏡の挙動だけでなく、周囲の様子や空気感までも伝えてくれる。お互いの表情が見え、質問や指示が即時にできるのは授業での利用に不可欠と言える。後日、惑星の撮像実験を行い天候の安定を待って、2月17日に再び授業に挑んだ。天体の導入は非常にスムーズで、ソフト上での微調整も児童が迷うことなく行った。惑星導入後、あらかじめ実験したデータに基づいた露出



図 2 (左) ニューデリー日本人学校の児童が宮教大インターネット望遠鏡を操作，学生解説員と会話している様子。(右) 木星をとらえた PC 画面。左から，撮像天体ウィンドウ，望遠鏡映像ウィンドウ，学生解説員ウィンドウ。

で撮像した(図 2)。当日は風が強く画像はあまり鮮明ではなかったが、映し出された惑星に児童は歓声を上げた。実際に操作した児童からは、「予備知識はなかったが比較的簡単に操作ができた」「機会があれば利用し、次回は星雲星団を見たい」という感想が出された。

学校教育の中でインターネット天文台の最大のメリットは、昼間に天体観測が可能になる点である。もちろん、夜間に肉眼で見ることが重要ではあるが、そのための技能や経験を持つ教員は残念ながら少ない。このシステムを利用することで、そうした教員も天体観測の授業が可能で、授業時間中に子供が自分で操作して天体を観測できるのが強みであろう。

3.2 天文教育のバリアフリー化：太白ありのまま舎，西多賀病院院内学級の例

インターネット望遠鏡は、室内の PC 操作で天体観測が可能のため、天文教育のバリアフリー化にも貢献する。そこで、宮教大インターネット望遠鏡を利用した観望会を、仙台市内の身体障害者療護施設・太白ありのまま舎(2001年11月)、国立療養所西多賀病院院内学級(2001年12月)において実施した。

太白ありのまま舎の入居者は肢体不自由の方が多く、仙台市の移動望遠鏡を用いた観測会では光

軸に沿って望遠鏡をのぞく姿勢がとれずに観望できなかった人がいたという経緯がある。インターネット望遠鏡であれば、指先の動作で望遠鏡の操作が可能である。観望会后、参加者 15 人に対し実施したアンケートでは、90%以上の方が一般公開した場合に利用すると回答した。一方、望遠鏡の操作面では、マウス・画面サイズ等、PC システムを各個人の障害に応じた操作機器(たとえば、ジョイスティックやトラックボール…)に対応するなど詳細なケアが必要であることを学ぶ結果ともなった。

西多賀病院院内学級では、長期入院を必要とし病院内で学習を続ける子供たちが在学している。在學生は体が弱く外出することが困難であり、夜間屋外での天体観測は難しい。しかし、指導要領では、野外での天体観測が義務づけられており、屋外の望遠鏡が屋内にて自分の操作で動かせ天体観測ができる体験は重要である。インターネット望遠鏡システムは初等中等教育で健常者と平等の学問情報を提供する一つの解決策とも考えられる。

参加者は約 20 名の高校生で、曇天の雲の合間にできる月の表層地形を観察した。インターネット望遠鏡の操作の理解度は高かった(95%)が、操作のリアル性に欠ける(65%)という意見があ

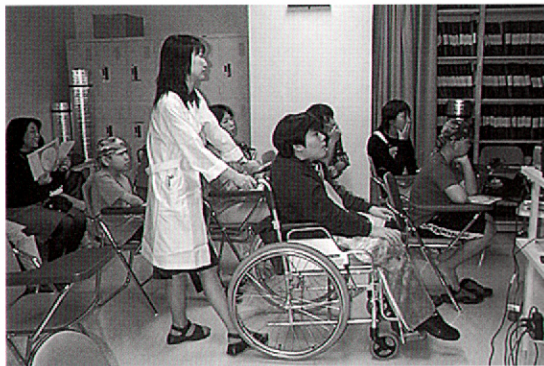


図 3 東北大学大学院院内学級における授業の様子。
 (左) 生徒がパソコン操作により天体 (M3) を導入。(右) 児童全員で天体を観察。

がった。当時は、低速の PHS 回線を用い、望遠鏡の動作を映すビデオカメラが未導入であったため、望遠鏡の挙動が利用者側に伝わらなかったことも原因のひとつだった。そこで、次年度には天文台の生中継ができるように改善した。

3.3 海外のインターネット天文台の活用事例

インターネット天文台の有効利用の例に昼間の星空観察が挙げられる。日本の昼間に夜空を観察しようとする、海外のインターネット望遠鏡が有効である。そこで、2002年、県立西多賀養護学校、東北大学附属病院の院内学級の2校で、病弱児童を対象にした海外のインターネット天文台を用いた昼間の授業を紹介する。今回は、Arnie Rosner 社「Rent-a-scope」というアリゾナ州のインターネット望遠鏡を用いた (<http://www.arniersner.com>)。通常、1時間当たり 50US\$ で貸し出すが(商売になるのが驚き!),今回は、障害児向けの天文教育という理由で無料で利用させていただいた。ウェブブラウザから望遠鏡を操作し、撮像画像は ftp で受け取る仕組みである。

授業では、星空やアリゾナのインターネット望遠鏡の説明の後、Yahoo! メッセンジャーの TV 会話で、児童がカリフォルニア在住の望遠鏡所有者に対して英語で自己紹介や質問をした。長時間飛

教育現場で利用価値があると感じる具体的理由

児童

- このような体験学習は初めてでびっくりした。
- インターネットはすごいと思った。
- 外国に行かなくても、空がきれいにみえる。

親

- 体験不足の子どもに興味を示すきっかけとなる。
- 国際社会の中で日本にいながら、他の国のことも学べる。
- 実際にパソコンを入力しながらで、望遠鏡を自分で操作して観ているという実感がもてた。
- 会話するという体験もよかった。
- 理科の授業と並行して進めると効果的。
- 子どもが観たいものをすぐに観せられる。

図 4 インターネット天文台の利用価値に関する利用者の意見。

行機に乗って海外渡航することが困難な児童らも、気分はアリゾナの砂漠となる。その後、実際に児童らが望遠鏡を操作して星雲を導入、撮像した天体について説明を加えた(図3)。アンケートの結果からは、95%の人が「自分で望遠鏡を動かし天体を見た実感があった」という回答をした。インターネット上での一般公開については全員が利用したいという回答が寄せられた(図4)。

4. 宮教大インターネット天文台のこれから

インターネット天文台の一番大切な視点は、自分で望遠鏡を操作する観測者の存在である。皆既日食の中継などは見ることはできても自分で操作するわけではなく、テレビ中継と変わらない。児童の主体性を具現化するためにはインターネット中継ではなくてインターネット望遠鏡であることに意味がある。「スペースシャトルのロボットアームを操作している気分」という利用者の感想もあった。望遠鏡の制御を映像として配信し、天文台側と双方向コミュニケーションができるようになり、インターネット天文台のおもしろみが利用者から伝わってくる感触を得ている。インターネット望遠鏡を利用する際天文台側と会話をしながら観察を進める授業スタイルは、児童の「地域・国際理解」の教育的効果も含め、教育現場では受け入れやすい。

現在、IT 機器が教室に入り込んできている。パソコンなどの情報機器を如何に教育に活用するかは、一つの課題である。小学校の理科の学習指導要領においても、「指導の内容に応じてコンピュータ、視聴覚機器など適切な機器を選び、扱いに慣れ、活用できるようにする」ことが掲げられているが、現場の教員は、インターネット、ワープロ、グラフ作成などで精一杯である。また、まだ発育途上の児童がこれらを利用することが適切か否かという学習時期の問題もある。たとえば、ワープロなどは、書写の習熟、漢字の習得が終了した後で十分である。パソコンは道具である。利用することによる弊害も考えなければいけない。この点、パソコンとインターネットを利用した遠隔操作は、初等教育から受け入れやすく弊害も少ないかもしれない。しかし、健常者の児童に対しては、是非、インターネット望遠鏡の利用のみで終わるのでなく、実際の星空観察につなげていきたい。そこで、今年度は、「宮教大インター

ネット望遠鏡を利用した昼間の星の観察から夜間の星空観察へつなげる」ことにより、光害の環境教育・理科の日周運動の教育の授業実験を仙台市内の中学校で実施する予定である。

現在の初等教育では、主に「天体」と「日周運動」を学習する。そこで学校現場での利用を拡大するためには、広角視野映像とインターネット望遠鏡の使い分けや組み合わせなどを紹介した授業案を準備し、発信していく必要がある。また、児童に提供するのであれば、カラー映像は必須である。このような意味で、ソフト・ハードの両面を検討していく必要がある。

さらに、近年、LAN のセキュリティが強化されている学校が多く、利用のためには、ネットワーク環境の一時的な設定変更や、PHS、携帯電話など、他のネットワークを利用する必要もある。しかし、携帯電話等は障害者施設・病院で使用禁止のところも多く、今後の課題であろう。また、国によってもインターネット回線の状況が大きく異なる点も注意しなければいけない。

インターネット天文台への取組みは、教員養成大学として、地域の教員や公共天文台との連携の中核にもなり始めている。教員養成という立場で、学生を直に子供たちと向き合わせるためには、現役の教員の協力や、公共天文台からの地域情報が不可欠である。地域柄、主に宮城県内の教職員、仙台市天文台職員らとともに、「星空観察ネット勉強会」と称し、情報・人的交流を行い、インターネット天文台を含めた天文教育活動を始めている³⁾。さらに、今後、本誌で紹介されている他のインターネット天文台⁴⁾との情報交換・連携事業の推進することにより、学生自身が日本全国の天文教育と触れ合える点も魅力である。

今後も我々の活動は、星空交流の場、<http://www.hosizora.miyakyo-u.ac.jp/>において、随時紹介する予定である。

謝 辞

Arnie Rosner 氏には、アリゾナ州にあるインターネット天文台を無償で利用させていただいた。「星空観察ネット勉強会」会員には、貴重な情報・ご意見をご提供いただいた。ここに心より感謝する。宮城教育大学インターネット天文台は、2002 年文部科学省特定領域研究「21 世紀の理数科系教育」の科学研究費補助金、2000 年宮城教育大学教育改善費、2002 年学長裁量経費を受けている。

参 考 文 献

- 1) 高田淑子, 中堤康友, 長島康雄, 松下真人, 伊藤芳春, 2001, 宮城教育大学紀要 36, 83
- 2) 高田淑子, 中堤康友, 長島康雄, 伊藤芳春, 2002, 宮城教育大学紀要 37, 209
- 3) 長島康雄, 高橋敬子, 渡辺ゆかり, 高橋博子, 高田淑子, 吉田和剛, 2003, プラネタリウム会報 33, 80
- 4) 佐藤毅彦, 他, 2003, 天文月報 96, 565. 木村かおる, 2003, 天文月報 96, 579. 衣笠健三, 他, 2003, 天文月報 96, 585. 曾我真人, 他, 2003, 天文月報 96, 592.

Application of the Internet Telescope System in Miyagi University of Education

Toshiko TAKATA^{*1}, Yasutomo NAKATSUTSUMI^{*2}, Naoto IKEDA^{*3}, Yasuo NAGASHIMA^{*4}, Yoshiharu ITO^{*1,5}, Mika HAYASHI^{*6}, Kazutaka YOSHIDA^{*7}, Masato MATSUSHITA^{*1}, Masaharu SAITO^{*1}

^{*1} Miyagi University of Education, ^{*2} Hitokita Junior High School, ^{*3} Miya Junior High School, ^{*4} Sendai Astronomical Observatory, ^{*5} Miyagi Education Center, ^{*6} Sendai Science Museum, ^{*7} Nakayama Junior High School

Contact to: Geology, Miyagi University of Education, Sendai 980-0845, Japan

Abstract: An Internet Telescope is developed in Miyagi University of Education (MUE). Demonstrations of the MUE Internet Telescope have been conducted in India Japanese school, hospital schools, and so on. It can be widely applied not only to the astronomical educations in schools, but also to handicapped observers, due to the characteristics of the remote observation. A diurnal observation of stars using Arizona Internet Telescope was also conducted. Communications using internet TV conversation system is valuable for the education of international understandings, too.