

大島インターネット天文台の構築

— 2004年8月の作業状況 —

佐々井祐二* 辻 啓介** 横島昭典**

Making of the Oshima Internet Astronomical Observatory

— Work situation in August, 2004 —

Yuji SASAI, Keisuke TSUJI and Akinori YOKOBATAKE

Abstract

A definition of "Internet astronomical observatory" is an equipment which user on the Internet can operate remotely in a real time from the beginning of an observation to the end. We are aiming at the achievement of the Oshima Internet observatory equipped with a 35cm caliber Schmidt-Cassegrain telescope and a cooling CCD video camera. This Internet observatory becomes the first one in all Technical Colleges and in Chugoku-Shikoku region. We are also expecting that this observatory is useful for a science education in the IT age. In this article, our work situation for the Oshima Internet observatory is reported.

Key words : Internet, Remote control, Telescope, Astronomy, Science education

1. 緒言

世の中の天文ブームもあり、天文現象の理解に程度の差こそあれ、高専生も星が好きなようである。そこで、高専の物理系科目をより魅力的にするための方策として、宇宙・天文分野を取り入れた教育に着目している。また、サーバに接続されたロボットアームに対して、クライアントからネットワーク経由で遠隔制御を行い、卒業研究ではあるが一定の成果を収めていた。数年前から、ネットワーク経由で天体望遠鏡を完全遠隔制御することにより、天体の観察を理科教育に活用することができないか、検討を行っていた。

しかし、いくら小型の天文台であっても、その構築には多額の予算が必要である。幸いにも、平成15-16年度科学研究費補助金基盤研究(C)により天体望遠鏡等主要装備品を揃え、また、校内の教育充実設備費によりスライドルーフ観測室を設置することができた。

インターネット天文台と聞くと、近年のIT社会では結構ありそうな気がするが、それはプロ用の大天文台や、動画や画像の受信のみ可能な天文台が大半であったりする。また、専門業者に依頼すると完全遠隔制御システムの構築のための費用はハードウェアの整備費と同額程度かかるようであ

る。そのため、予算の比較的潤沢な公設天文台でなく、予算の限られた教育現場の天文台においては、制御系の開発を自前でやる必要がある。しかし、制御システムのアウトラインの構想、制御PCからスライドルーフ、望遠鏡や冷却 CCD カメラのシリアル制御技術、ネットワーク上のクライアントPCからの指令を制御PCに中継するソケット通信技術など一朝一夕に実現できるものではない。望遠鏡や冷却 CCD の制御コマンドが必要であり、これらを制御PCにおいてPerlによるCGIプログラムで操る必要がある。また、天文学の基礎知識も欠くことはできない。言うなれば、インターネット天文台は「天体観測ロボット」のようなものである。

世界的にも唯一とも言える教育現場のインターネット天文台としては、熊本大学の佐藤毅彦助教授開発によるインターネット天文台^{[1][2]}がある。予算、技術的可能性（オープンソースも含めて）を検討の結果、佐藤助教授のご協力を得て、本校の天文台を熊本大学インターネット天文台方式とすることにした。

数年前、夢であった本校のインターネット天文台も、完成に近づきつつある。その作業経過^[3]について報告したい。

2. インターネット天文台とは

インターネット天文台構築の検討の過程で、「インターネット天文台」と呼ばれているものには、「(1) 天体望遠鏡から CCD カメラ等で撮像した画像(動画)をインターネット経由で不特定多数のクライアントに配信するタイプ」が大半であることが分かった。目的としている「(2) 天体望遠鏡や天文台ルーフのコントロールまでインターネット経由で行い、オペレーターに加えて、その他のクライアントも天体画像(動画)の配信を受けることができるタイプ」の天文台は少ない事が分かった。

完全遠隔制御方式である(2)のタイプの天文台としては、前述の熊本大学の佐藤助教授他が、慶應高校、東京理科大学、熊本大学、海外のガーナに構築したインターネット天文台がある。2003年12月に完成したガーナ天文台^[2]を利用すると、ガーナの夜空を日本の昼間の教室で観察することができる。「地球の裏側から夜空を教室へ！」が実現できるわけである。また、用語「インターネット天文台」を提案した佐藤助教授によると「インターネット天文台」とは「観測の開始から終了までを、インターネット経由のユーザがリアルタイムに遠隔操作できる設備」^[2]となる。

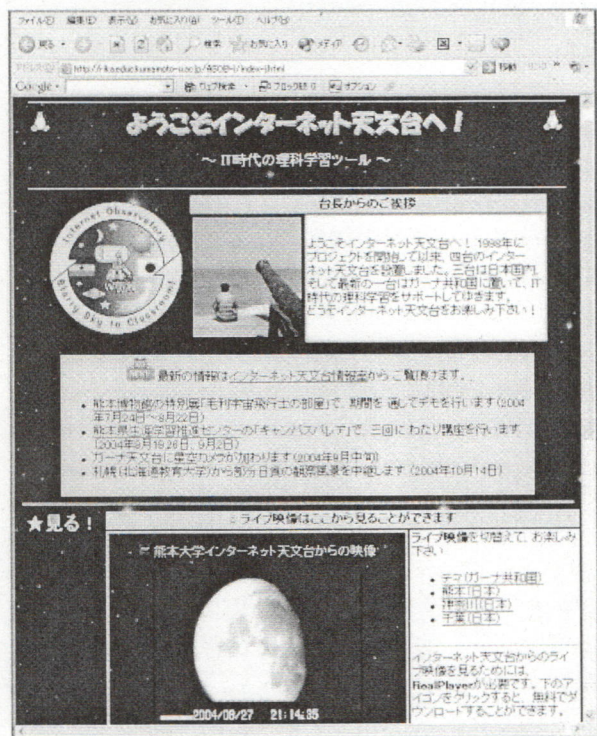


図 1 熊本大学インターネット天文台のホームページ

図 1 は熊本大学インターネット天文台のホームページであり、海外のガーナ、熊本大学、慶應高校(神奈川)、東京理科大学(千葉)の天文台の中

から、晴れの場所の天文台を選択し使用することができる。これら天文台では口径 20cm~25cm のシュミットカセグレン式望遠鏡 Mead LX-200GPS が装備されており、望遠鏡操作の利用には予約が必要である。また、この熊本大学方式の天文台ではスライドルーフの開閉を伴い、終了の際には望遠鏡がホームポジションに収まっているか、スライドルーフが完全に閉じているか、応答信号だけでなくモニタカメラで監視を行っている。

このような高度のルーフ制御を伴わずメンテナンスフリーを実現しているものとして、兵庫県三田市にある峰山リモート天文台がある。大小の天体望遠鏡と展望カメラを幅 1.3m×奥行 1.3m×高さ 1.7m のピラミッド型のドームに格納している。望遠鏡が空いていれば、ホームページから誰でも 10 分間だけ自由に利用することができる。密閉型のガラスのドームに格納しているわけだから、光学的な点は心配になるが、余り気にしないことにすれば、ルーフの開閉を伴わない魅力的な天文台を実現していることになる。

3. 大島インターネット天文台実現へ向けて

図 2 の天文台構成図を説明する。電動スライドルーフの中には Linux を OS とする制御 PC がある。制御 PC には望遠鏡と室内モニタカメラからの映像を切り換えながら取り込むビデオカードと望遠鏡、冷却 CCD カメラ、気象観測装置、制御 BOX を制御するための 4 ポートシリアルカードを増設している。これらの制御は Perl で書かれた CGI プログラムにより行われる。また、取り込んだビデオ画像はストリーミングされ、WWW ブラウザからアクセスしたクライアントの RealPlayer 画面に表示される。

制御 BOX には共立電子製 RBIO-1 ボードが内蔵されており、スライドルーフや装置の電源制御、ビデオ信号の切り換えを行う。天体を視野中央に導入するためには視野の広い(低倍率の)ガイドスコープを利用する必要がある。ガイドスコープで天体を導入した後、視野の狭い(高倍率の)望遠鏡で、天体を視野中央に導入する必要がある。つまり、いくら解像度の高い望遠鏡であっても天体に望遠鏡を向けたとき、視野内に天体を発見できないと、視野中央に導入ができないわけである。現在、ビデオ信号はモニタカメラと望遠鏡との切換機能のみであるが、さらにガイドスコープのビデオ信号との切換機能も追加する必要がある。

主望遠鏡はミード社製の口径 35cm LX-200GPS を使用している。LX-200GPS は天体の自動導入・自動追尾が容易で、業界標準の制御コマンド系を有している。また、CCD カメラを接続した 8cm

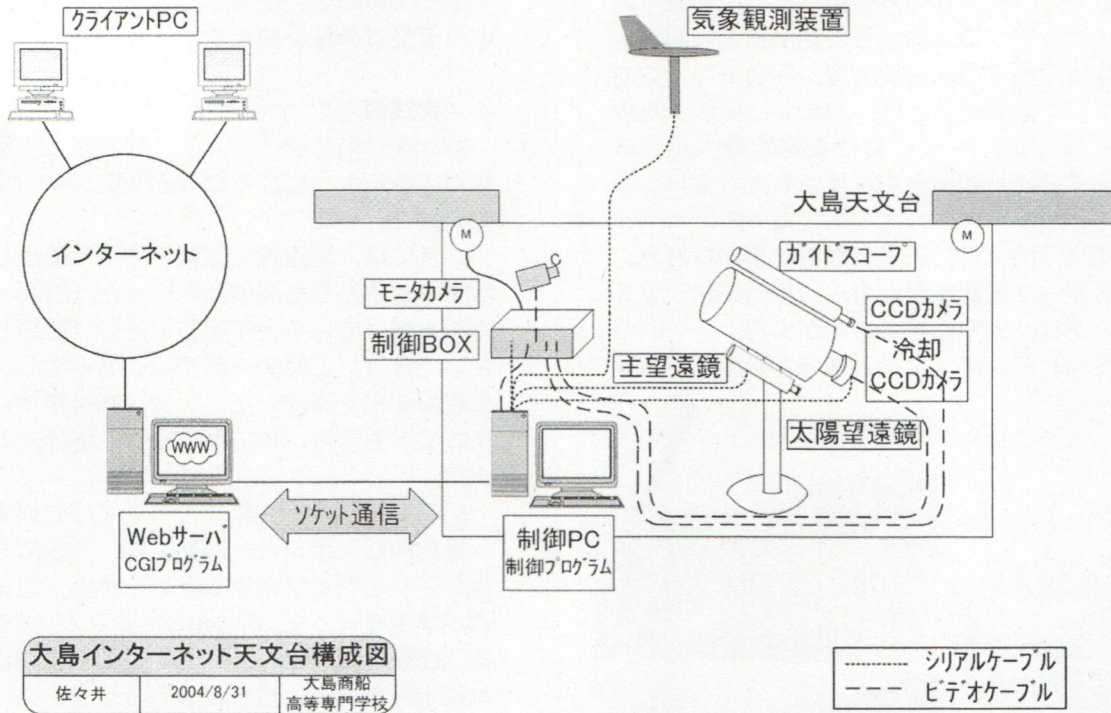


図 2 大島インターネット天文台構成図 (現在は気象観測装置と太陽望遠鏡は未装備である)

屈折式望遠鏡を同架しており、これはガイドスコープとしての利用の他に、視直径の大きい太陽・月を観察するために利用される。今後、昼間の太陽面観察のために口径 4cm H α 太陽望遠鏡を追加する予定である。

主望遠鏡の撮像装置として、SBIG 社製冷却 CCD カメラ STV (図 3) を使用する。CCD チップを電子冷却することで、長時間露光が可能であり、画像は常時ビデオ出力される。この冷却 CCD カメラは、夜モードでは口径 35cm シュミットカセグレン式望遠鏡に接続し、昼モードでは口径 4cm 太陽望遠鏡に接続して使用する。ただし、冷却 CCD カメラは 1 個なので、接続の切り換えを手動で行う必要がある。

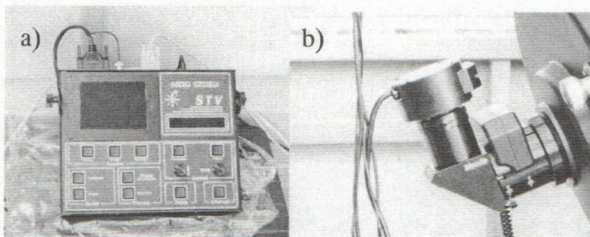


図 3 冷却 CCD カメラ SBIG STV (a) モニタ
b) カメラ本体)

インターネット経由で天文台を遠隔制御する際、雨天や、強風の中で、スライドルーフを開けてしまうと困ったことになる。そのため天文台の気象

情報を知る気象観測装置は必需品であるが、現在は未装備で、今秋中に設置の予定である。

制御 PC に Web サーバ機能を持たせて外部に公開しても良いのだが、セキュリティを考慮して、Web サーバを別に立ち上げている。Web サーバと制御 PC の間は TCP/IP のソケット通信により、コマンド、データのやり取りを行っている。従って、インターネット上のクライアント PC がアクセスできるのは Web サーバのみとなっている。現在、試験運用を始めているが、夏場のルーフ内の気温は予想以上に高く、昼間は 40°C を超えてしまう。そこで、朝に制御 PC の電源を自動的に落とし、夕方、Wakeup 機能により電源の自動投入を行うよう、システムの変更を検討している。Web サーバを制御 PC と別にしてあるので、結果として、制御 PC の電源が落ちているときにも、外部に対して情報提供することが可能となっている。

天体観測用スライドルーフ観測室は協栄産業製 SR2 \times 4 であり、そのサイズは 2m \times 横 4m \times 高さ 1.8m (ルーフオープン時 1.4m) 重量約 1 トンである。また、ルーフ電動開閉対応である。設置の際、校舎管理棟屋上の防水シート 4 箇所穴を開け観測室を固定し、観測室の周囲に防水シートを追加して水が中に入らないようにしている。実際に設置をしてみないと分からないことであるが、雨量の多いときには観測室内の防水シートに元々開い

ていた数カ所の穴からの水の浸み出し、横殴りの雨の時にはルーフの合わせ目と観測室との間にある僅かな隙間からの水の侵入等、問題一つ一つを解決していく必要があった。しかし、9月7日の台風 18 号の際、本校における瞬間最大風速は 49.5Km/h であり、観測室が飛ばされはしないかと心配していたが、これは大丈夫であった。

2004 年 3 月 31 日に天文台設置工事が行われ、スライドルーフ観測室の設置、口径 35cm シュミットカセグレン式望遠鏡の搬入が大形クレーンを用いて行われた。図 4 にその様子を示す。

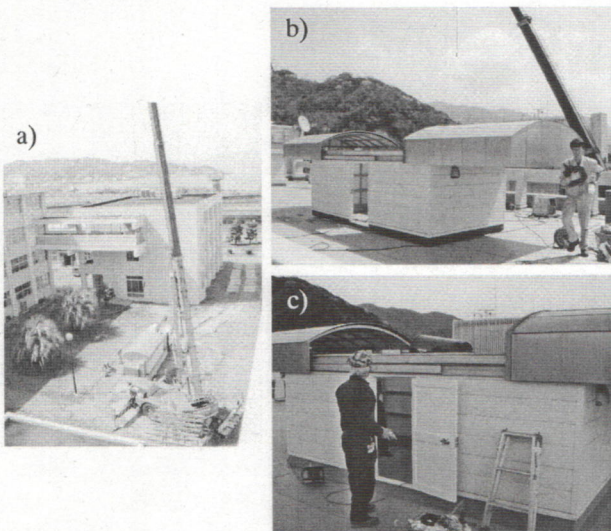


図 4 天文台設置工事 (a) スライドルーフ吊り上げ b) 屋上設置 c) 夕暮れに工事終了)

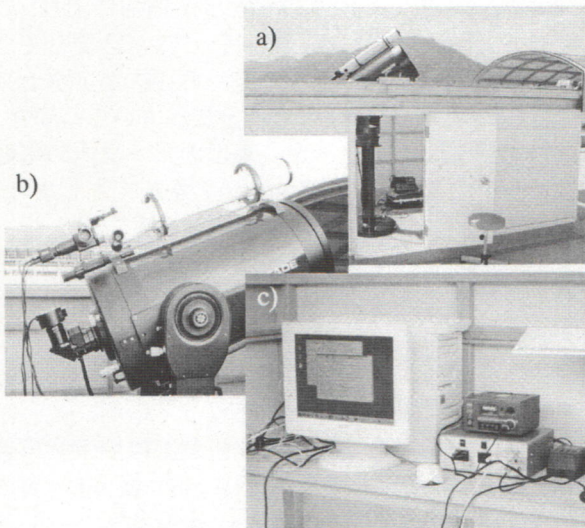


図 5 現在の天文台 (a) 外観 b) 望遠鏡 c) 制御 PC)

その後、ガイドスコープの増設や制御 PC の整備等により、ブラウザ上でモニタリングをしながらルーフの開閉、天体の導入・撮像が可能となっている。現在は動作安定性の向上、ユーザインタ

フェースの向上の作業を行っている。図 5 に 8 月末の天文台の様子を示す。

4. 実践例

3 月 31 日にスライドルーフ観測室と主望遠鏡が使用できるようになったことを受けて、早速、教育実践を行った。

4 月には、望遠鏡を通常の方法で使用し、小中学生を対象とした観望会を行った (図 6)。内惑星である欠けている金星を主望遠鏡で観望して、「小さい三日月」と感想を話す参加者もあり、皆で自然観の変化を体験した。天文同好会学生による星座ガイドもあり、皆で春の星空を堪能する事ができた。

6 月 8 日には、122 年ぶりの金星の日面通過という世紀的な天体ショーがあった。本校でもこの天体ショーをライブ中継したいと考え、急遽ではあるが準備を行った。図 7 a) がライブシステムである。太陽を撮影するためには 50 倍程度の倍率があれば十分なので、視野の広いガイドスコープ (口径 8cm 屈折望遠鏡) に図 7 b) の自作した太陽フィルターを取り付けた。デジタルビデオカメラから取り込んだ動画をノート PC で Real Video 形式に変換し、これをストリーミングサーバに送ることでライブを可能とした。

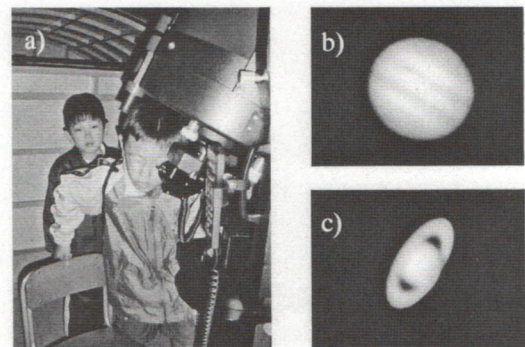


図 6 4 月の観望会 (a) 子供達が望遠鏡を覗く様子 b) 木星 c) 土星)

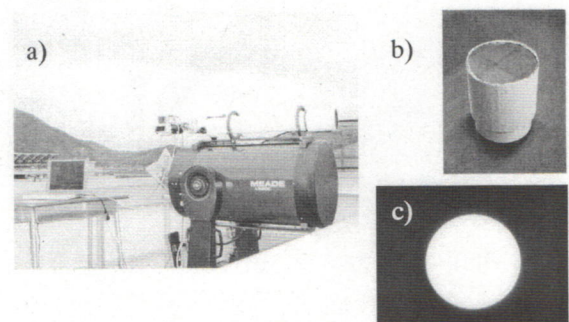


図 7 金星の日面通過 (a) ライブシステム b) 太陽フィルター c) 太陽)

しかし、当日の昼間、中国地方は雨後の曇天であり、太陽が顔を見せる事はなかった。夕方には諦めて、ライブシステムを解除していたが、18時30分頃、一条の光が差し始め、著者の一人は慌てて屋上に駆け上がり、ガイドスコープで太陽を探した。太陽フィルターを通して太陽を見ると図7c)のように見えるが、雲の流れる中、太陽の30分の1の直径を持つ大きな金星を観察することができた。しかし、観察可能時間も3分程度しかなく、撮像ができぬまま、雲間に太陽も消えてしまった。次回の金星の日面通過は2012年である。

5. 結言

夢物語かと思っていたインターネット経由の完全遠隔制御「大島インターネット天文台」も完成に向けて、8合目まで辿り着いた。ブラウザ経由でモニタリングをしながらルーフの開閉、天体の自動導入・撮像が可能となっている。望遠鏡、冷却 CCD カメラ、電動スライドルーフはそれぞれが貴重なものであり、これらを壊さぬよう、現在、動作安定性の向上を図っている。また、ユーザインタフェースの向上にも取り組んでいる。

今後は、天文台の安全な運用に欠かせない気象観測装置の導入と、昼間の教室に太陽のプロミネンスや黒点の姿を届けることができる太陽望遠鏡を導入し、「大島インターネット天文台」の完成と安全な運用を目指したい。また、インターネット天文台として、本校の独自色も出していきたいと考えている。

教育への実践としては、本校商船学科2年生の物理科目における宇宙・天文分野での活用、近郊の小中学校への出前授業、公開講座やオープンキャンパスでの利用、天文同好会での利用などを予定している。

謝辞

大島インターネット天文台は平成15-16年度科学研究費補助金基盤研究(C)と平成15年度本校教育充実設備費を主な財源として構築が進められています。

また、世界的にも希少なインターネット天文台について技術的なご協力を頂いた熊本大学教育学部の佐藤毅彦助教授と、スライドルーフ観測室や装備品についてご協力を頂いた協栄産業(株)岡村英男様に感謝致します。

参考文献

- [1] 佐藤毅彦 他, 熊本大学教育学部紀要, 自然科学第51号, pp.1-7 (2002)
- [2] 佐藤毅彦 他, 天文月報, 第96巻第11号, pp.565-571 (2003)
- [3] 佐々井祐二, 日本物理学会中国支部・四国支部, 応用物理学会中国四国支部, 日本物理教育学会四国支部連絡協議会2004年度支部学術講演会講演予稿集, p.128 (2004)