

秋田大学におけるインターネット天文台の構築

上田晴彦*・成田堅悦*・亀谷光*・毛利春治*・林信太郎*・早坂匡**

Construction of the Internet astronomical observatory in Akita University

Haruhiko Ueda, Kenetsu Narita, Hikaru Kameya, Shunji Mouri,

Shintaro Hayashi, and Tadashi Hayasaka

Abstract

Establishment of a new kind of education that ties profitably computers and science studies has attracted the attention. Internet astronomical observatory is especially noticed in such a situation. In this year, construction of the Internet astronomical observatory in Akita University was completed. The important point to note is that it was constructed without any special knowledge and a large amount of money. In this paper, we report in detail how these were achieved when we constructed the Akita University Internet astronomical observatory. In addition, educational use for the Internet astronomical observatory is considered.

Keyword: Information Education, Science Education, Astronomical Observatory, Internet

1. はじめに

近年のわが国の情報化は社会全般に及び、もはや教育の分野についても例外ではなくなった。今や日本のほぼ全ての小中学校にはインターネットに接続されたコンピュータが多数設置されており、本格的な情報教育も高等学校の段階でおこなわれるようになった。一方、「理科離れ」という言葉に代表されるように、小中高校における科学教育の荒廃はすさまじく、その体制の立て直しの必要に迫られている。これらのことを考えると、コンピュータ（特にインターネット）と理科学習とを有益に結び付ける新しい種類の情報教育・理科教育を確立することは大変重要なことである。

このような状況下において、我々は以前からインターネット天文台に注目していた。インターネット天文台とは、インターネットを介して望遠鏡の操作を行い、天体の映像を取得することができるシステムである。後で詳しく述べるように、インターネット天文台には、従来の情報教育・理科教育を超える魅力が隠されている。その

ため我々は数年間にわたり、秋田大学におけるインターネット天文台の構築を進めてきたが¹⁾、この程構築が完了した。今回の構築において特に注意した点は、手軽に誰でも出来る構築法であること、および金銭的にも無理のない範囲での構築であることである。本論文では、秋田大学インターネット天文台においてそれがどのような形で実現されたのか、について詳しく報告をおこなうことにする。さらに秋田大学インターネット天文台を使った教育実践例も蓄積され始めてきているため、インターネット天文台の教育利用のあり方についても考察する。

2. インターネット天文台の概要

先にも述べたが、インターネット天文台とはインターネットを介して望遠鏡の操作を行い、天体の映像を取得することができる遠隔制御型天文台のことをいう。日本では90年代から実現されるようになり、現在では国内に数は多くないものの、徐々に設置が広がりつつある。ここでは、インターネット天文台の歴史・種類・特徴を

* 秋田大学教育文化学部

** 秋田大学工学資源学部

中心に、その概要を述べる。

2-1 インターネット天文台の歴史

日本における最初の遠隔制御型の天文台は1993年に完成した「NTT六甲天文通信館」である。これは、神戸市の六甲山山頂に「NTT六甲天文通信館」という公開天文台を建設し、電話回線を使用したダイヤルアップ接続で遠隔制御するという取り組みであった。残念ながら高額な専用端末装置が必要というコスト面での課題があったため、ダイヤルアップ接続の遠隔制御型天文台は発展せず、その後急速に普及するTCP/IPと呼ばれるインターネットプロトコルを利用した接続による遠隔制御型天文台（つまりインターネット天文台）に取って代わられることになった。

初期のインターネット天文台としては、1995年7月にオープンした和歌山県美里町（現在は紀美野町）の「みさと天文台」が有名である²⁾。また90年代半ばからインターネット天文台の構築・運用に積極的に取り組んでいる熊本大学教育学部の佐藤毅彦氏のグループも、インターネット天文台の普及に大いに貢献した^{3) 4) 5) 6)}。その後、様々な教育機関や公共施設にインターネット天文台が設置されるようになり、現在に至っている。なお東北地方においては、宮城教育大学の高田淑子氏のグループが2003年から本格的なインターネット天文台の構築・運営をおこなっている^{7) 8) 9) 10)}。秋田大学では2007年にインターネット天文台が完成したが、この際には宮城教育大学のグループから様々な情報を提供して頂いた。

2-2 インターネット天文台の種類

先にインターネット天文台の定義を述べたが、実は人によってインターネット天文台の定義は微妙に違っている。そのためインターネット天文台と呼ばれるものの実情は、多種多様である。インターネット天文台と呼ばれるものは、映像配信のみを行なう「ライブ中継型」、遠隔制御によって観測者が主体となり自主的観測が行なえる「リモート制御型」に分類できる。

ライブ中継型とは、天体望遠鏡に取り付けられたカメラの映像をライブ中継するものであり、自宅のコンピュータから誰でも気軽に閲覧ができる方式である。リモート制御型とは、観測者からの操作によって望遠鏡を動かし能動的に天体観測を行なう方式である。秋田大学で先程構築されたインターネット天文台は、このリモート制御型にあたる。なおリモート制御型といっても、天文台の全機能をリモート制御できる完全なシステムから、一部は人間が操作するものまで様々である。完全なシステムに近づけようとする、天文学やインターネットの仕

組みを越えた様々な知識、及び資金がかかることもあわせて指摘しておきたい。

2-3 インターネット天文台の特徴

インターネット天文台の特徴については、様々な議論が既になされている。利点の第一に挙げられるのは、天体観測を身近なものに変える可能性である。一般に天体観測は普通の人たちにとって、手軽で簡単なものではない。望遠鏡という器具も必要うえ、その操作法についてもある程度熟知している必要があるが、これは通常の教育を受けただけでは身につかない。仮にそのような知識を身につけた指導員が県内の公共天文台にいたとしても、問題はまだ残る。なぜなら通常の天文台はアクセス不便な山中にあるのが普通であり、星に興味を持ち始める小学生が出かけるには難しいからである。街中の小中高の学校現場においても、夜間の観測会を実施するには設備的・時間的にも相当に難しいうえ、教員の負担は大変なものとなる。さらに建物の屋上、野外などの移動が困難であろう高齢者・身障者にとっても、天体観測は気軽におこなえる類のものではない。すぐに考え付くことだが、インターネットを使った天体観測は、その解決方法の一つとして有効であろう。

第二の利点は、仮にインターネット天文台が国内のあちこちにあれば、天候条件に左右されるという天体観測の弱点を、ある程度までは克服できる点である。この場合には、天候の良い天文台を選びインターネットを経由して観測をすることで、学習計画どおりに効率良く授業を進めることができる。国外にあるインターネット天文台のリモート操作まで考えると、大きな時差を利用して昼間の授業においてもリアルタイムに夜空の観測を行うことが可能になる。

これらは通常の利点としてよく挙げられるものであるが、本論文では第三の利点としてインターネット天文台が情報教育に与える好影響についても指摘しておきたい。小中高のいずれにおいても、指導計画の作成と内容の取扱いの項でコンピュータや情報通信ネットワークの積極的な活用が奨励されている。しかし調べ学習等の通常のインターネット利用は、情報を得るばかりで情報を与えるプロセスが希薄になり勝ちである。ところがインターネット天文台では、星の画像を受け取る受動的作業と望遠鏡を遠隔操作する能動的作業とを併せ持つため、双方向性を重視するインターネット教育によく合うと思われる。また実際にインターネット天文台を構築することで、インターネットの原理に熟知することも可能となる。いずれにしてもインターネット天文台の構築・運用は、情報教育の観点からもふさわしい教材になり得ると考えられる。この点はあまり強調されることは少ないが、

天文・理科教育の側とは違った情報教育の側から見た視点として指摘しておきたい。

3. 秋田大学インターネット天文台の概要

ここでは今回構築した秋田大学インターネット天文台について、その全体像を概観する。今回の構築にあたっては、手軽に誰でも出来る構築法であること、および金銭的にも無理のない範囲での構築であることに注意を払った。そのため、特殊な機器・高価な機器は使用しない、という原則を掲げて構築をおこなっている。ここで紹介するものを、今後秋田大学型インターネット天文台と呼ぶことにする。秋田大学型インターネット天文台は個人でも構築可能なものであるため、実際に構築が再現できるようにある程度詳しくその概要を紹介する。

3-1 インターネット天文台構築のための必要機器

秋田大学型インターネット天文台を構築する際に必要となるものは、以下の4つの機器である。

1) 天体観測用望遠鏡

天文台構築に必要な最初のもは天体観測用望遠鏡であるが、秋田大学型インターネット天文台ではミード社製の小型望遠鏡を採用した。具体的にはミード社製 ETX-70 AT 型を使用している。この望遠鏡の口径は 7 cm と小さいが、あまり大型の望遠鏡はリモート操作で天体を導入する際にかえって不便であること、月や惑星をみるならこの程度で十分であること、価格が安いことなどが理由となり、この望遠鏡の選択となった。ミード社製以外でも遠隔操作が可能な望遠鏡はいくつかあるが、最も扱いやすいものはミード社製のものである。なおこのタイプのもは電源を電池から供給するシステムであるため、長時間の使用には不向きである。そのため、秋田大学型インターネット天文台では電源部分を改良し、外部から電源を取れるようにしている。

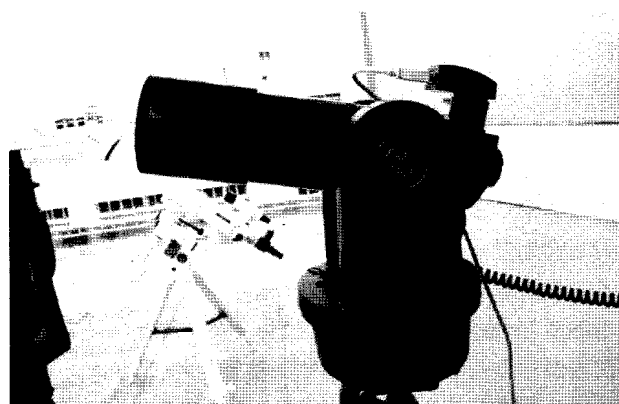


図1. ミード社製 ETX-70 AT 型 望遠鏡

2) ウェブカメラ

観測した天体をリアルタイムで画像転送するウェブカメラとしては、ミード社製 Webカム「LPI Camera」(LPIはLunar Planetary Imagerの意味)を使用している。これは「Meade LPI Imager」パッケージとして販売されており、「LPI Camera」とその制御と画像処理を行うソフト「LPI software」が同梱されている。そのため、カメラの制御と画像処理のためのソフトを改めて自前で用意する必要がない、という利点がある。また LPI Camera とコンピュータとの接続は USB バスでおこなえるため、極めて便利という長所も持っている。

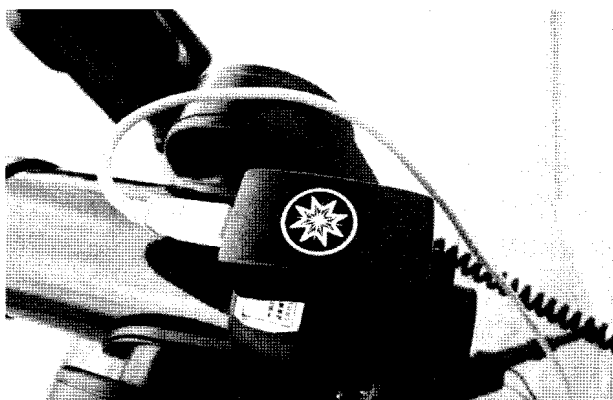


図2. ミード社製 Webカム「LPI Camera」

3) ソフトウェア

望遠鏡を遠隔操作するためには星図ソフトが必要となる。本研究では、先に紹介した「LPI software」ではなく、より使いやすいフリーの星図ソフト「Cartes du Ciel」を使用した。Cartes du Cielはフリーソフトでありながら、ミード社製の望遠鏡をコントロールする機能までもっている、極めて便利な星図ソフトである。また画像をデータとしてコンピュータに取り込む働きをするキャプチャーソフトとしては「LiveCapture2」を使用した。なお、これら2つのソフトウェアは、以下のURLから無料で入手出来る。

<http://www.stargazing.net/astropc/>

http://www2.wisnet.ne.jp/~daddy/soft_top.html

4) サーバー用コンピュータ

天体望遠鏡およびウェブカメラと直接接続し、望遠鏡の制御・画像の取得をおこなうサーバーコンピュータが、インターネット天文台には必要である。サーバー機能を果たす能力のあるコンピュータならどのようなものでもよいが、リモートデスクトップ機能を使用するため、OSはWindows XPならProfessional版が必要である。高性能である必要はないので、最新機種でなくてもよい。なおミード製望遠鏡とサーバーコンピュータはRS232C

を使った接続なので、現実的には少し古い型のコンピュータのほうが便利である。

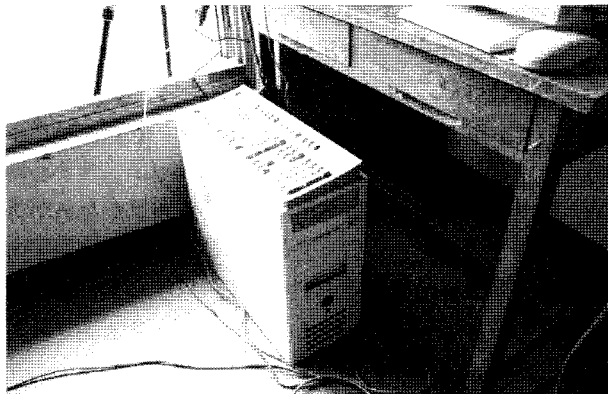


図3. サーバー用コンピュータ

3-2 インターネット天文台構築の手順

上に上げた機器をもとに、秋田大学インターネット天文台の構築方法を示す。

- 1) 最初に用意したサーバー用コンピュータに星図ソフト、およびキャプチャソフトをインストールする。
- 2) 次にこのサーバーコンピュータと天体望遠鏡を、RS232Cを使って接続する。また望遠鏡に取り付けられたウェブカメラも、USBを使ってサーバーコンピュータに接続する。

図4は、これまでに述べた接続が、全て終了した状態を示している。この段階まで来ると、サーバーコンピュータからCartes du Cielを使用して天体望遠鏡を遠隔操作でき、また望遠鏡に取り付けたカメラからの画像を、LiveCapture2を使ってサーバーコンピュータで見ることが可能となる。インターネット天文台として構築する必要があるのは、これだけである。



図4. 全ての接続が終了した状態

最後に必要となるのは、外部からの遠隔操作である。どのような手法を使ってもよいが、ここではWindows XPに付属しているリモートデスクトップの機能を使用した。この機能を使うことで、外部のクライアントコンピュータからサーバーコンピュータを操作出来るので、結局全く離れた地点から、秋田大学にある望遠鏡を操作し画像を取得することが出来る。以下は教室内のコンピュータで屋上にある望遠鏡を操作し、月の画像を取得している状態を示した図である。

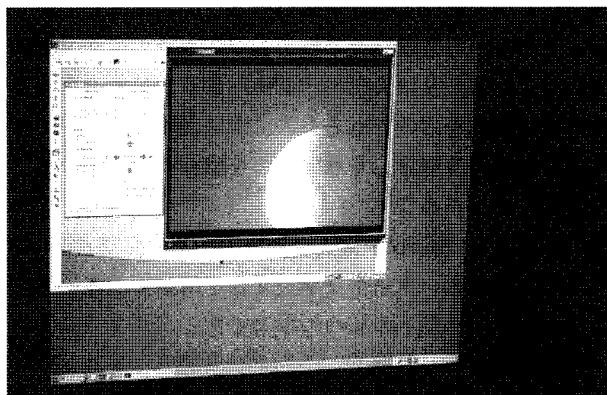


図5. 秋田大学インターネット天文台を使った月の観望

なお現時点においては、本インターネット天文台を常時設置する観測室はない。しかし教育文化学部4号館屋上の天体観測室を改良し、インターネット天文台の観測室とする計画が進んでおり、近々常設のインターネット天文台になる予定である。この観測室はスライド開閉式の屋根を持っているため、天体観測時には天空のほとんどの方向へ望遠鏡を向けることができ、インターネット天文台の観測室として極めて望ましいと思われる。実は、初歩的なインターネット天文台構築のためには、それほど高価な観測室も必要ない。雨漏りがせず屋根が取り外し可能なものなら、どんなものでも観測室となると思われる。いずれにしても手軽に構築したいのなら、工夫次第で価格を抑えることも可能となるであろう。図6に、その全体像を示す。

4. インターネット天文台の教育利用に関する考察

本論文では、これまでインターネット天文台の構築方法について論述した。最後に構築されたインターネット天文台を使った教育利用について考察することにする。インターネット天文台は映像配信のみを行なう「ライブ中継型」、遠隔制御によって観測者が主体となり自主的観測が行なえる「リモート制御型」、の2種類があることは、先に述べた。これらはどちらも教育利用に有効であるので、ここではそれらの教育利用について別々に考察する。

ライブ中継型は自宅のコンピュータから誰でも気軽に閲覧ができる方式であるため、月や惑星・恒星などの天文学習・理科学習を進めるにあたって、有効となるであろう。例えばインターネット天文台で月のライブ中継がなされている場合を考えよう。このライブ中継型の天文台にアクセスすることによって、望遠鏡を通した月の詳細な映像を見ることが出来る。このことで月が我々の地球と同じ岩石等で出来ていることがはっきり理解できるし、数日前の月の画像と比べることで、月の満ち欠けにより強く興味を持つことも可能となる。また惑星のライブ中継があれば、金星の満ち欠けの様子や木星の縞模様、土星の輪などの迫力ある映像をみる事が出来、それが自然に対する興味を引き起こすであろう。また恒星ライブ中継では、恒星の色の違いなども実感できるであろう。一般にライブ中継型は少ない設備投資で実行できるため、構築が簡単におこなえるという利点を持っている。しかしライブ中継型には決定的な弱点がある。それは天体映像というのは短時間での変化が少ない、という事実に関係している。つまりこの方式では単にひとつの天体映像を長時間映し出すだけとなり、観望者が非常に退屈になってしまう。そのため、皆既日食など特別な天文現象でない限りライブ中継型は魅力がないといえる。確かにライブ中継型の天文台は天文教育・理科教育にそれなりの力を発揮すると思われるが、上記の理由から今後のインターネット天文台はリモート制御型であるほうが良いと思われる。

リモート制御型は能動的に天体観測を行なう方式であるため、ライブ中継型に見られるような退屈感は少ないと予想できる。リモート制御型は観測者側が主体となって自由に目的天体を選ぶことができるため、時間内にいくつもの天体を観測できる。さらにリモート制御という臨場感が味わえるという、ライブ中継型にはない優れた特徴を持っている。またリモート制御型のインターネット天文台では、情報教育においてインターネットの仕組みを理解させる際の、よい実例となるであろう。利用するだけでもある程度のインターネットの理解につながると思われるが、自分自身でインターネット天文台を構築してみるとより理解が深まるのは明らかである。本研究で用いた機器は全て安価であるため、個人でも構築可能なのである。そのため、ネットワーク設備の整っている教育機関では、インターネット天文台を実際に構築することにそれほどの困難はないはずである。この構築でインターネットの仕組みの全てが理解出来るわけではないが、何よりも自力で構築したというのは、今後の学習を進めていく上で大きな自信になるであろう。指摘されることは少ないが、リモート制御型の天文台は、情報教育に力を発揮することは間違いないと思われる。

しかし、リモート制御型のインターネット天文台にも欠点はある。一般に高価な天文台設備を遠隔地の観測者に開放するという事は、機器の安全に対するリスクが大きい。さらに、インターネットという誰でもアクセスが可能な環境下では不正なアクセスに対してもセキュリティを強固なものにする必要も出てくる。教育利用という点に限れば、自由に目的の天体を選べるということは、利用者があらかじめインターネット天文台の操作、及び観測する天体に習熟している必要があるということである。また、一概に天体と言っても、それぞれの天体の明るさは千差万別であるため、本来は目的の天体によってカメラの感度を調節する必要があり、また天体によって拡大率を変更する必要もある¹¹⁾。これらのことを自動におこなえるリモート制御型インターネット天文台はまだ実現していない。

しかし安価に設置できること、コンピュータと教育を有益に結びつける設備であることなど、インターネット天文台はさまざまな利点を持っている。今後適切な教育プログラム等を開発していくことで、教育設備として有効に機能する可能性はさわめて大きいと思われる。

最後に、今回構築した秋田大学インターネット天文台の教育利用に関する課題を述べる。我々のインターネット天文台は初歩的なリモート制御型であるといえるため、情報教育において力を発揮するであろう。もちろんライブ中継型としても使用できるため、理科教育においても有効である。今後は受講者の目的・興味に合わせた教育実践を、今回構築したインターネット天文台でおこなっていきたく、希望している。なお今回の構築にあたっては、手軽に誰でも出来る構築法であること、および金銭的にも無理のない範囲での構築であることに注意した。このようなシステムであるため完全な自動化には程遠く、まだかなりの部分で人手を要する。そのため我々のシステムの、さらなる自動化を進める必要はそれなりにあるかもしれない。しかしそれ以上に大切なのは、現在のシステムのどの部分に大きな問題が存在するかを探るための、インターネット天文台を使った教育実践利用の積み重ねであると考えている。またインターネット天文台は遠隔操作というのが特徴になっているため、特に秋田県外のグループとの教育利用を目的とした交流が必要となってくるとと思われる。いずれにしても、今後はこのような教育利用および人的ネットワークの構築をおこなう必要性を痛感している。

謝辞

最後になりましたが、インターネット天文台について様々な情報を提供してくださった宮城教育大学の高田淑子先生および高田研究室の学生・院生の皆さんに、心か

ら感謝致します。なお秋田大学インターネット天文台システムは、科学研究費補助金交付 基盤研究 (C) (課題番号 15500572, 18500648) を受けて構築されたものです。

参考文献

- 1) 上田晴彦・高橋さち子, 2004, 情報教育におけるインターネット天文台の有効性の考察: ネットワーク利用による教育の観点から, 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要, 26, 117-125.
- 2) 尾久土正己, 1999, インターネット天文台」岩波書店
- 3) 佐藤毅彦・松本直記・坪田幸政, 1999, 「インターネット天文台の構築: 1. 安く, 早く, 簡単に」, 天文月報, 92, 312-317.
- 4) 佐藤毅彦・松本直記・坪田幸政, 2000, 「インターネット天文台の構築: 2. 良い物は作らない」, 天文月報, 93, 313-318.
- 5) 松本直記・坪田幸政・佐藤毅彦, 2000, 「インターネット天文台の国際利用-真昼にリアルタイム天体観測-」, 慶應義塾高等学校紀要, 30, 31-36.
- 6) 佐藤毅彦・前田健悟・松本直記・坪田幸政, 2001, 「インターネット天文台と理科教育」, 熊本大学教育学部紀要, 50, 17-22.
- 7) 高田淑子・堤康友・長島康雄・松下真人・伊藤芳春, 2001, 「教室で行う宇宙の実験-2: インターネット望遠鏡システムの構築とその教育現場への活用」, 宮城教育大学紀要, 36, 83-89.
- 8) 高田淑子・中堤康友・長島康雄・伊藤芳春, 2002, 「教室で行う宇宙の実験-3: 宮教大インターネット望遠鏡の活用事例」, 宮城教育大学紀要, 37, 209-213.
- 9) 高田淑子・中堤康友・池田尚人・長島康雄・伊藤芳春・林美香・吉田和剛・松下真人・斉藤正晴, 2003, 「宮城教育大学インターネット天文台の活用事例」, 天文月報, 96, 572-578.
- 10) 高田淑子・佐々木佳恵・松下真人・長島康雄・斉藤正晴・千島拓朗・中堤康友, 2004, 「教室で行う宇宙の実験-5: 宮教大インターネット望遠鏡を用いた昼間の星観察」, 宮城教育大学紀要, 39, 125-131.
- 11) 中西靖男, 2005, 「インターネットを活用した公開天文台の可能性とその展望」, 北海道教育大学旭川校 卒業論文

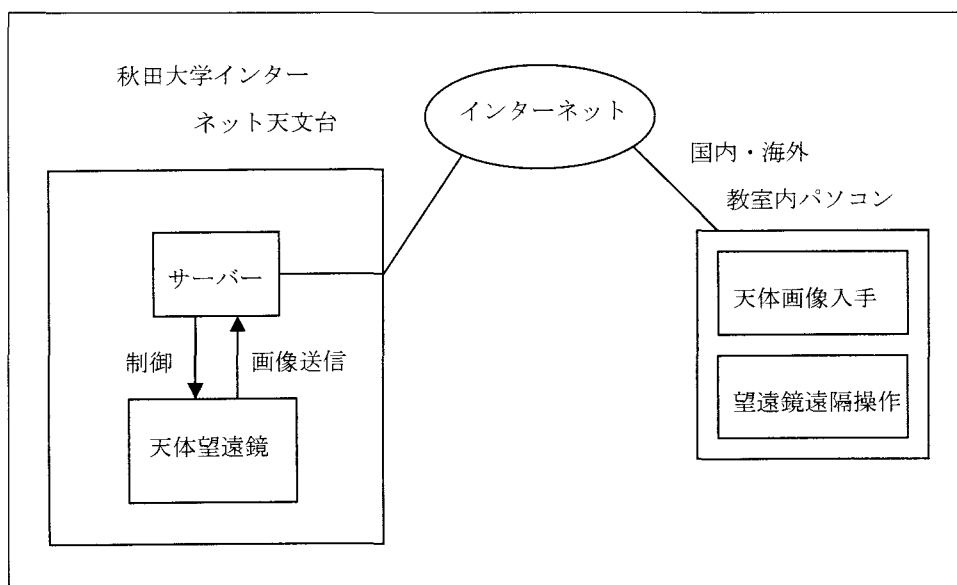


図6. 秋田大学インターネット天文台の全体像