

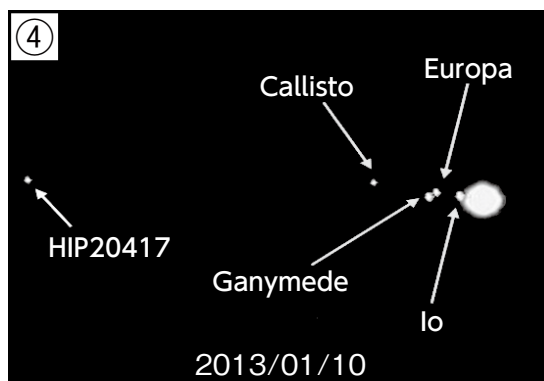
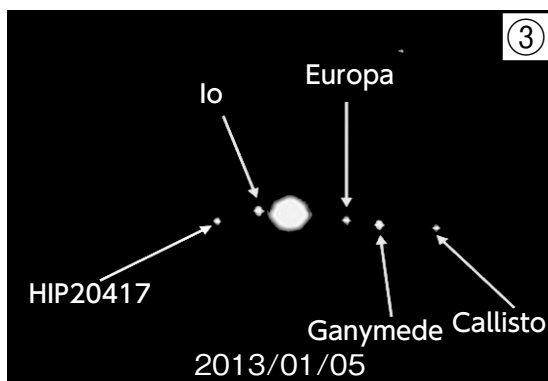
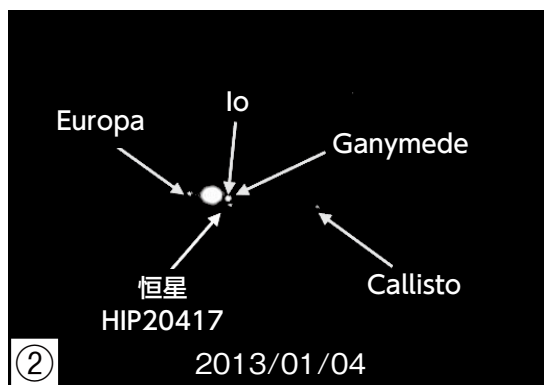
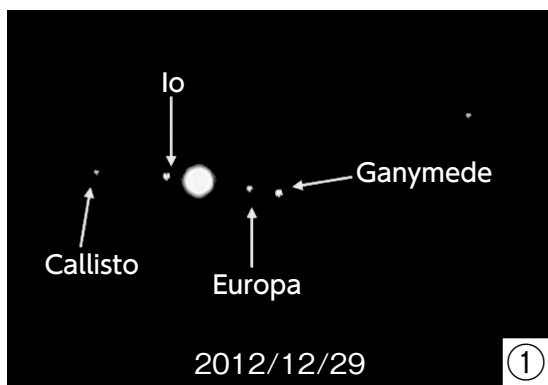
## サイエンスネット

物(化)生(地)...

数研出版株式会社

SCIENCE NET

Contents	▶ 特集 1 / 荒柴博一 …2	▶ 特集 3 / 松下雄一郎…10
	▶ 特集 2 / 佐久間大輔…6	▶ コラム / 表實 他 …14



恒星に対して木星が移動していることもわかる

## インターネット望遠鏡(IT)で撮影したガリレオ衛星

慶応義塾大学名誉教授 表 實, 鹿児島大学准教授 中西 裕之, 東北公益文科大学准教授 山本 裕樹

4枚の天体写真は、慶応義塾大学日吉キャンパスの研究室から、ニューヨークに設置したインターネット望遠鏡(IT)を遠隔操作して、木星とその4個のガリレオ衛星、および恒星(HIP20417)を撮影したものである。これらの4枚の画像を詳細に観察すると、以下のようなことがわかる。

まず、12/29(①)には望遠鏡の視野になかった恒星が、翌年1/4(②)の画像には写っている。1週間ほどの短い期間では恒星は天空上で位置をほとんど変えないため、木星がその位置を変化させて恒星に近づいたことになる。次に4個のガリレオ衛星の位置に着目すると、4個の衛星は互いに位置を変えながら木星の周りを周回していることがわかる。この結果、観測期間中には恒星の位置はほとんど変化しないが、木星は恒星に左から近づき、その前を通り過ぎて右の方向に移動したことが、ガリレオ衛星は木星の周りを周回しながら、木星と一緒に天空上を移動していることがわかる。

## インターネット望遠鏡ネットワーク(ITN)の紹介

慶應義塾大学名誉教授 表 實・鹿児島大学准教授 中西 裕之・東北公益文科大学准教授 山本 裕樹

### 1. はじめに

インターネット望遠鏡プロジェクト(ITP: Internet Telescope Project)は、「いつでも(24時間: 昼夜を問わず)・どこでも(教室や自宅などインターネットに接続可能な場所から)・だれでも(望遠鏡を使った経験のない初心者でも)」天体観測可能な環境を整備し、小学校、中学校、高等学校などの教育現場で天体観測を伴う天文教育が普及することを目指すインターネット望遠鏡ネットワーク(ITN: Internet Telescope Network)を運営している<sup>1)</sup>。ITP ウェブページは以下の通りである。

<https://www.kitp.org/>

ここではITNとそれを利用した興味深い観測とその解析例、そしてITP課題バンクについて紹介する。

### 2. ITNの紹介

インターネット望遠鏡(IT: Internet Telescope)とは、図1のように平塚やニューヨーク(NY)など、緯度と経度の異なる国内外のいろいろな地域に設置してある望遠鏡であり、それらを遠隔地からインターネット経由で操作可能にするシステムがインターネット望遠鏡ネットワーク(ITN)である。

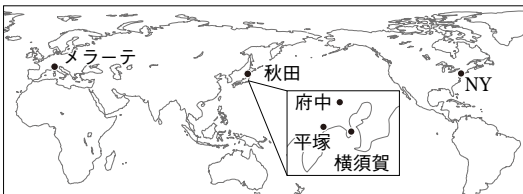


図1 ITの設置場所

ITの特筆すべき機能は以下の通りである。

- ① 登録不要で誰でも無料で利用可能(1回30分)
- ② 授業やイベントで30分以上利用する場合は予約可能(要登録:無料)
- ③ ウェブブラウザ上で操作可能(スマホでも)
- ④ 観測したい天体を自動導入する機能
- ⑤ 主望遠鏡(メインスコープ)と副望遠鏡(サブスコープ)を遠隔地から切り替え可能
- ⑥ 観測画像の保存が可能

- ⑦ 同じ画像内の2天体間の分離角の測定が容易
- ⑧ 操作練習用のトレーニングモードを用意してある(トレーニングモードは天体観測の仮想体験用にも利用できるのが大変便利で、また、応用範囲も広い!)

#### ITの使い方

ITはITPウェブページにアクセスして「インターネット望遠鏡のログインページはこちら」のリンクから利用できる。操作方法の詳しい説明は動画にしてあり、ログインページからたどれる。

### 3. ITNを用いた観測とその解析例

図2はITNで撮影した画像で、その他のITN観測画像はITPウェブページのギャラリーから閲覧できる。

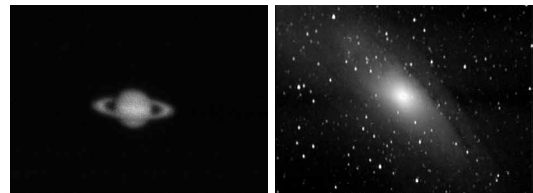


図2 ITNによる観測例(左:土星(府中, メインスコープ), 右: M31(NY, サブスコープ))

ITNはネットワークで結ばれた2つのITに同時にアクセスして、望遠鏡が設置されたそれぞれの地点で観測可能な天体を、同時に観測できる。この機能を活かして、東京の夕方空に沈みかけた満月とNYの空に昇り始めた満月を同時刻に観測したときの画像がITPウェブページの研究発表欄にある。東京とNYで同時に同じ満月の月見をできるという意味で、ITNが可能にする贅沢で興味深い天体写真の一つである。

ITNは高等学校の探究型学習でも利用されている。名古屋大学教育学部附属中・高等学校、愛知県立明和高等学校、山形県立鶴岡南高等学校では、ITNを利用して生徒自らが天体観測を行い、得られたさまざまなデータの解析に取り組んできた実績がある。取り組んだテーマは表1の通りである。

いくつかのテーマの観測と解析例の詳細は書籍<sup>1)</sup>とITPウェブページのカリキュラム欄に載せている。

表1 ITNを用いた高等学校の探究型学習のテーマ

ガリレオ衛星の継続観測による ケプラーの第3法則の検証と木星の質量測定
小惑星の観測による軌道要素の計算
2地点からの同時観測による月までの距離の測定
系外惑星のトランジット法による観測
食変光星の変光周期の測定
食変光星の多色測光による物理パラメータの推測
セファイド変光星までの距離測定

#### 4. ITP 課題バンクとは

これまで述べてきたように、学校や自宅に天体望遠鏡がなくても、ITNを使えば望遠鏡を使った天体観測の実習が可能となる。望遠鏡操作の経験がない教員でも、クリック操作だけで簡単に天体観測ができる。トレーニングモードや国外の望遠鏡を使えば、日中の授業中でも望遠鏡を使った実習が可能となる。また、国内の望遠鏡を使えば、各生徒に自宅での宿題として観察させることができるので、天体観測を目的として夜間に生徒を集める必要もなくなる。

とはいえ、いざITNを取り入れた授業を行うとなれば、現場の教員の負担も大きいことが想定される。そこで、ITPグループでは、公益財団法人日本教育公務員弘済会の資金的支援を受けて、具体的な理科授業の指導案を作成・公開することにも取り組んでおり、これを「ITP 課題バンク」とよぶことにした。

「バンク」という単語には、「人材バンク」などの用例があるように、「提供されたものを蓄積・保管し、求めに応じて供給する組織」という意味がある。「ITP 課題バンク」とは、ITNを使った「授業テーマ」や「実践方法」を蓄積・保管し、ユーザー間で共有するしくみである。

我々は、この「ITP 課題バンク」はITを用いた理科教育のプラットフォームであり、アップロードされた課題は完成されたものではなく、常に進化し続けるものであると考えている。初めこそITPが課題例を示すが、これを使って経験を積んだ教員が、自分たちの現場で、さらに進化させた指導案に練り上げて、それを「ITP 課題バンク」にアップロードする。そして、それを別の現場の教員が、さらに練り上げてアップロードするというプロセスを経て、次第に内容が洗練されたものに進化することを期待し

ている。また、学校によって、天文分野の授業に割くことのできる時間数が限られていたり、1クラスの人数に差があったりする。教員の得意不得意もあるだろう。課題バンクに、さまざまなケースの指導案がアップロードされ、共有されることで、現場の状況に応じて柔軟に授業を用意することが可能になるであろう。

#### 課題バンクで用意した課題例

ITPグループでは、小学校、中学校、高等学校の学習指導要領および文部科学省検定済教科書を参照しながら、課題バンクの初期指導案集を作成した。

中学校向けに用意した指導案の一例として中学3年生「金星の観測」があげられる。ITを使って実際に金星の観測を行うことで、金星が月と同じく、満ち欠けすることを実感することができるだろう。

高等学校向けに用意した「地学基礎」の指導案の例として「銀河の観察」があげられる。これは、生徒が自分たちでITを操作して、銀河を観察することによって、単に教科書を見ただけでは見過ごしてしまう特徴に気づくことが期待される。

さらに、ITNでは小学校、中学校、高等学校問わず、教科書では取り上げられていない題材についても課題を設定することが可能である。これは、夏休みの自由研究用課題として用意している。

#### 5. 次世代ITNとスマホITNの可能性

今後はITの設置場所を増やすことで観測機会を増やしたいところだが、設置にはそれなりに資金が必要で気軽に設置できるわけではない。そこで、最近では自動導入の望遠鏡が安価に買えるようになってきたことに注目し、それとスマートフォンを組み合わせ、簡単にITNに組みこんでITとして利用できるようなシステムを考えている。これが実現すれば自動導入の望遠鏡を持っている人々が気軽にITNに参加でき、世界規模でさまざまな場所の夜空をインターネットを通して、まさに「いつでも・どこでも・だれでも」天体観測できるようになるだろう。

#### 参考文献

- 1) 慶應義塾大学インターネット望遠鏡プロジェクト, “インターネット望遠鏡で観測！現代天文学入門”, 森北出版 (2016), 160p.