

# 人生いろいろ，望遠鏡もいろいろ

戸田晃一\* (工学部教養教育)・山本裕樹†

慶應インターネット望遠鏡プロジェクトのこれまでの活動や現在の課題について報告する。

キーワード： インターネット望遠鏡ネットワーク，アウトリーチ活動

## 1. 序文

とあるアジアの国の流行歌や首相の正式な場での発言にもあるように「人生いろいろ」である。著者の一人 (T) のこれまでの人生を振り返っても本当にそう感じる。高校を卒業し、家業である生花業を二年ほど継いだ。その後、深く考えることなく思いつきで大学に入り、中国や欧州各国をうろうろして、いつの間にやら富山にいる。しかし、この大学激動・激変の時代に生きる者として、これからもまたどこかに行くことになることを覚悟している。

これまでにいろいろな人たちと出会い影響されながら生きてきた。富山県立大学に着任する前の職は、慶應義塾大学商学部 (日吉キャンパス)・助手であった\*1。その時の教員室の住人の一人が、表實 (おもてみのる) 氏\*2であった。表實という方は

- 刻石流水\*3
- 行蔵は我に存す，毀誉は他人の主張

を地で行く人物である。

彼が発案\*4し、周辺にいる人間を巻き込んで始めたのが、**一何時でも・何処でも・誰でも・天体観測**をスローガンにしている、(著者を含む)有志による**慶應インターネット望遠鏡プロジェクト** [1] である。インターネット望遠鏡とは、遠隔地に設置された望遠鏡をインターネット経由でコントロールし、観測を行うための装置一式を指す。望遠鏡を操作する人は、実際に望遠鏡のある場所にいる必要はない。インターネットに接続された環境 (パソコン、タブレットなど) さえあれば、世界中のどこからでも観測できる。本論文にて、本プロジェクトのこれまでの活動や現在の課題などについて報告する。

## 注意

以下の本文中では、「現時点」を「平成 30 (2018) 年 1 月 1 日」とする。

## 2. 目的

古来人類は夜空の美しさに魅せられてそこを舞台に多くの物語を創作し、星々の動きを指針にして日常生活の営みを決めてきた。また、これらの星の継続的な観測が、最初の自然科学ともいべき天文学の誕生を促した。

\* 慶應義塾大学自然科学研究教育センター

† 東北公益文科大学公益学部公益学科，慶應義塾大学自然科学研究教育センター

\*1 もう一人の著者 (Y) は、その後任である。

\*2 現在は、慶應義塾大学商学部・名誉教授である。

\*3 「かけた情けは水に流せ，受けた恩は石に刻め」という意味である。

\*4 いい加減な思いつきという方もいる。

**もしも毎日が曇り空だったら、人類は夜空の神秘的な美しさに魅了されることもなく、その限りない秩序の存在に気づくこともなかったのではなからうか。**

「もしも、毎日が曇り空だったら」は、あくまでも仮想的な話であるが、このたとえ話から夜空の神秘的な魅力が、人類に及ぼした影響の大きさを推し測ることができる。そしてこの魅力に触れることがなかった場合に、文学・科学など様々な分野において、あまりにも多くのものが欠けていたであろうことに気づかされる。現代は大都会はいうに及ばず、それ以外の多くの地域でも、天体観測に関する環境は残念ながらこの仮想的な話に近い状況にあると思われる。このような状況の中であって、多くの人々が再び夜空の神秘的な魅力を再発見できるような環境を整えることは極めて意義のあることであり、それが結果として自然科学への新たな興味をよび起こすことになるものと期待される。インターネット望遠鏡を用いた天体観測を目指す我々の研究は、そのための最初の一步を用意することを目的とするものである。

天文学は最も歴史の古い自然科学であり、Newton力学の誕生とその後の物理学の発展に大きな影響を及ぼしてきたことはいうまでもない。天文学が物理学の生みの母であっただけでなく、実際に自らが測定した観測データを用いて天体運動の法則を検証してみることは、科学的な思考方法を育む上で現在においても重要な役割を果たすものと期待される。しかしながら、天体観測の特殊性、すなわち観測対象となる天体の大部分が夜間のみ観測可能となること、また、雨天の場合には観測不可能になるなど気象条件に大きく左右されることのために、天文学の教育現場において自然科学としての重要な要素である観測実習は、ほとんどそのカリキュラムに取り入れられていないのが現状である。生物学・化学・物理学などの他の自然科学分野においては、実験実習がカリキュラムの重要な要素をなしていることと比べると、天文学教育のありかたは自然科学教育として重要な要素を欠いているといえる。

インターネット望遠鏡（天文台）ネットワークの構築は、天文学の講義・授業に観測実習を取り入れる上で、天体観測のもつこの障害を乗り越えるための環境を整えることを目指している。インターネット望遠鏡を利用した天体の観測実習が教育現場に実際に根付くためには、そのための優れたマニュアルが求められて

いる。この研究では単に天体の素晴らしい写真を撮るということに留まることなく、天体に関するデータを実際に観測実習で求めて、それを用いて様々な科学的な考察を行うことができるための教育カリキュラムの作成とその充実化を目指す。

### 3. これまでの活動

教育のいろいろな段階で理科離れが問題になってから長い時間が経ち、その改善のために様々な試みがなされている。問題のポイントの一つは、いかに自然科学の面白さとその重要性をその学習過程で認識させることができるかにある。老若男女を問わず天文・宇宙には、多くの人々が少なからぬ興味をもっていることは広く知られていることであり、天文学へのこの知的な好奇心を刺激することにより、自然科学への関心をよび起こすことができれば、理科離れの問題を解決するための重要な処方箋を提供できることになる。

インターネット望遠鏡とは、遠隔地に設置された望遠鏡をインターネット経由でコントロールし、様々な天体を観測するための装置と操作システムのことである。小学校から高等学校までの天文教育では、昼間の授業時間に夜空の天体を観測することは困難であることから、天体観測を通じた天文学の教育を受けた人は少数であろう。しかし、もしインターネット望遠鏡が設置され、使用方法がさほど難しくなく、しかも無料であれば、インターネット望遠鏡を利用し実際の夜空を観察することで天文学の重要な知見を自分自身で確かめることができる。これを実現するために、2002年度に、慶應義塾大学の学内プロジェクトの一つとして、慶應インターネット望遠鏡プロジェクトが立ち上がった。(株)五藤光学研究所 [2] と共同で、2002年1月からインターネット望遠鏡システムの開発を進め、同年11月より五藤光学研究所本社の屋上にインターネット望遠鏡試作機を設置し運用を開始した。現在では、府中市（五藤光学研究所、2003年設置）、米国・ニューヨーク州（慶應義塾ニューヨーク学院、2004年設置）、イタリア・ミラノ市（プレラ天文台メラレー観測所、2009年設置）、秋田市（秋田大学、2011年設置）、横須賀市（防衛大学校、2015年設置）、平塚市（東海大学、2017年設置）の国内4台、海外（北半球）2台の計6台が設置されている。インターネット望遠鏡プロジェクトのメンバーは

当初の7名から現在は21名となり、小学校教員から大学教員まで、また天体観測愛好家や会社員（五藤光学研究所・五藤テレスコープなど）など多彩な顔ぶれで組織されている。

インターネット望遠鏡ネットワークを利用すると、日本国内設置の望遠鏡であれば夜に自宅にて、海外設置の望遠鏡であれば日本が昼間に自宅か学校などにて、実際の現地の夜空を観察することで天文学の重要な知見を自分で確かめることができる。実際、ホームページ [1] を開設し、インターネット望遠鏡の無料公開 [3] をしてから、これまで小学校や中学校での活用報告を数多くいただいている。小学生や中学生が個人でインターネット望遠鏡を利用し、月の満ち欠けなどの観測をして夏休みの自由研究としてまとめた事例についての報告もあった。また、インターネット望遠鏡プロジェクトとして、名古屋大学付属高等学校、秋田県立横手清陵学院高等学校、山形県立鶴岡南高等学校などにて、スーパーサイエンスハイスクールの活動支援を行っている。加えて、これまでに作成したインターネット望遠鏡を利用した教育カリキュラム案、教材や撮影した天体写真のライブラリーやマニュアル\*5などを、ホームページ [1] 上で一般公開している。

2012年度よりサイエンスアゴラ\*6[5]、2014年度より青少年のための科学の祭典\*7[7]、2015年度より富山県立大学ダ・ヴィンチ祭 [8] およびサイエンスカフェとやま [9] などの科学イベントや生涯学習の場にも積極的に出展し、広報活動を行っている。さらに、ほぼ毎年度、「インターネット望遠鏡プロジェクト・シンポジウム」（慶應義塾大学自然科学研究教育センター）を開催して、一年間の活動報告に始まり、管理者側とユーザー側の意見交換や今後の方針の決定を公開の場で行っている。

#### 4. 2017年度の活動

本プロジェクトの立ち上げ時より、南半球にインターネット望遠鏡システムを設置することは企図していた。ただし、プロジェクトのメンバーには当時南半

球に知友がなく、そのために北半球にあるニューヨークおよびミラノへの設置が先行することになった。その後、著者の一人 (T) が、専門の学術研究（場の理論）において、ブラジル人研究者と共同研究する機会に恵まれた。その共同研究者を仲介して、以下の研究機関：

- Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo (ブラジル中部) [10]
- Centro Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina (ブラジル南部) [11]

に本プロジェクトを紹介したところ、非常に前向きな回答を得られた。そこで電子メールやSkypeにより綿密にやりとりをし、2017年4月に設置に向けて現地視察を行った。その際には、設置予定場所の確認・管理者の技量や知識の確認・インターネット環境の確認などを含めた事前調査 [12] を行ってきた。現在、設置に向けた交渉を進めており、できれば2019年度までに試作機の設置まで行いたい\*8。

インターネット望遠鏡システムの初号機を府中市内において運用を始めて15年が経ち、数回のシステム変更や操作インターフェースの変更を行いながら、利用者を確実に増加させている。その一方で、本活動を続けていくための運営資金が現在の解決すべき問題となっている。とくに、ミラノに設置している望遠鏡が落雷の影響で二年前より不調であることは、なんとか解決しなければならない問題であった。そこで、

- 書籍 [13] の販売（で得られた著者印税）
- (学術用) クラウドファンディング [14]

を資金調達の手段として、著者の科研費の一部も活用し、ミラノの望遠鏡の修復を現在行っている。何とか2018年度初めの運用再開ができそうな状況である。

#### 5. 今後の課題

インターネット望遠鏡は、遠隔地に設置された望遠鏡をインターネット経由でコントロールし、観測を行

\*5 本報告の参考資料として、マニュアルの一部を参考文献の後に掲載しておく [4]。

\*6 2012年度に第一回産総研賞を受賞した [6]。

\*7 これまでに、鹿児島市、名古屋市、富山県内の各大会に参加している。

\*8 ブラジル以外に、中国国内の設置に向けた準備を開始した。

う。よって、望遠鏡を操作する人は実際に望遠鏡のある場所にいる必要はない。実際に屋外に出かけて天体観測を行う場合に比べて、以下のような利点がある：

- インターネット環境さえあれば、どんな場所からでも天体観測ができる。
- 観測者は高価な観測機材などを購入する必要がない。
- 天体にちょっと興味をもった人が気軽に利用できる。
- 時差を利用して昼間でも、夜空を観測できる。
- 晴れている場所を選ぶことができる。

我々が設置・管理しているインターネット望遠鏡は、誰でも無料で自由に使用できる\*<sup>9</sup>。

インターネット望遠鏡システムの利用者増のために、広報活動や設置数を増やしていくことは非常に重要な活動である。設置場所の候補としては、日本国内では、九州や四国などの西日本を考えている。また、海外では、[南半球] ブラジル、チリ、オーストラリア、[北半球] カナダ、シンガポール、インドが挙げられる。これらの場所に設置できれば、教育カリキュラムにも深みを与えることができる。ただし、そのためには、インターネット望遠鏡システムの運用（設置・管理）を現地で行う人やグループを見つけ、資金調達をどう解決するか、非常に重要ではあるが難しい問題である。

## 謝 辞

本プロジェクトのクラウドファンディング [14] の趣旨に賛同し、応援して下さいましたすべての方に感謝しています。

本研究の一部は、JSPS 科研費・基盤研究 (C) JP16K01026 の助成を受けたものである。

著者の一人 (T) は、以下の三氏：

森山 信彦氏 (フルハルター)  
吉宗 史博氏 (Pen and message.)  
和田 哲哉氏 (信頼文具舗)

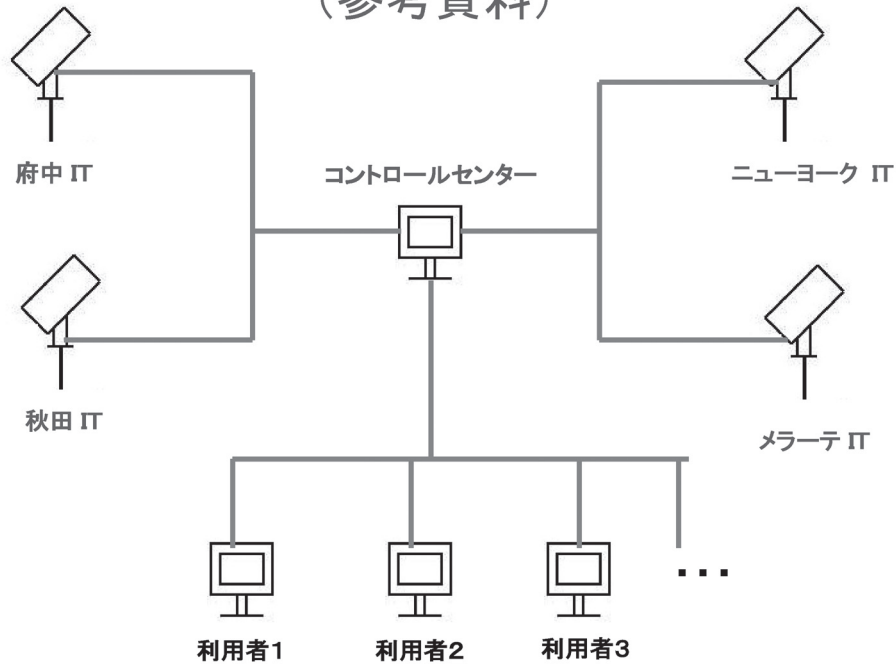
に、いつも使いやすい文具を提供してくれていることを感謝する。

## 参考文献

- [1] <http://arcadia.koeki-u.ac.jp/itp/>
- [2] <http://www.goto.co.jp/>
- [3] <http://arcadia.koeki-u.ac.jp/itp/telescope/html/start.html>
- [4] <http://arcadia.koeki-u.ac.jp/itp/?%A5%DE%A5%CB%A5%E5%A5%A2%A5%EB>
- [5] <http://www.jst.go.jp/csc/scienceagora/>
- [6] <http://www.jst.go.jp/csc/scienceagora/reports/2012/archive/program/award.html>
- [7] <http://www.kagakunosaiten.jp/>
- [8] [http://www.pu-toyama.ac.jp/regional\\_alliances/shougai/2013/03/15/307/](http://www.pu-toyama.ac.jp/regional_alliances/shougai/2013/03/15/307/)
- [9] <http://sctoyama.jp/>
- [10] <http://www.iag.usp.br/>
- [11] <http://cfm.ufsc.br/>
- [12] <https://readyfor.jp/projects/itp201301/announcements/63108>
- [13] 「インターネット望遠鏡で観測！現代天文学入門」、ISBN: 978-4627275010, 森北出版 (2016 年)
- [14] <https://readyfor.jp/projects/itp201301>

\*<sup>9</sup> ただし 1 カ所を操作できるのは 1 人で、複数の人が同時に操作することはできない。他の人が操作する望遠鏡を閲覧をすることは可能である。

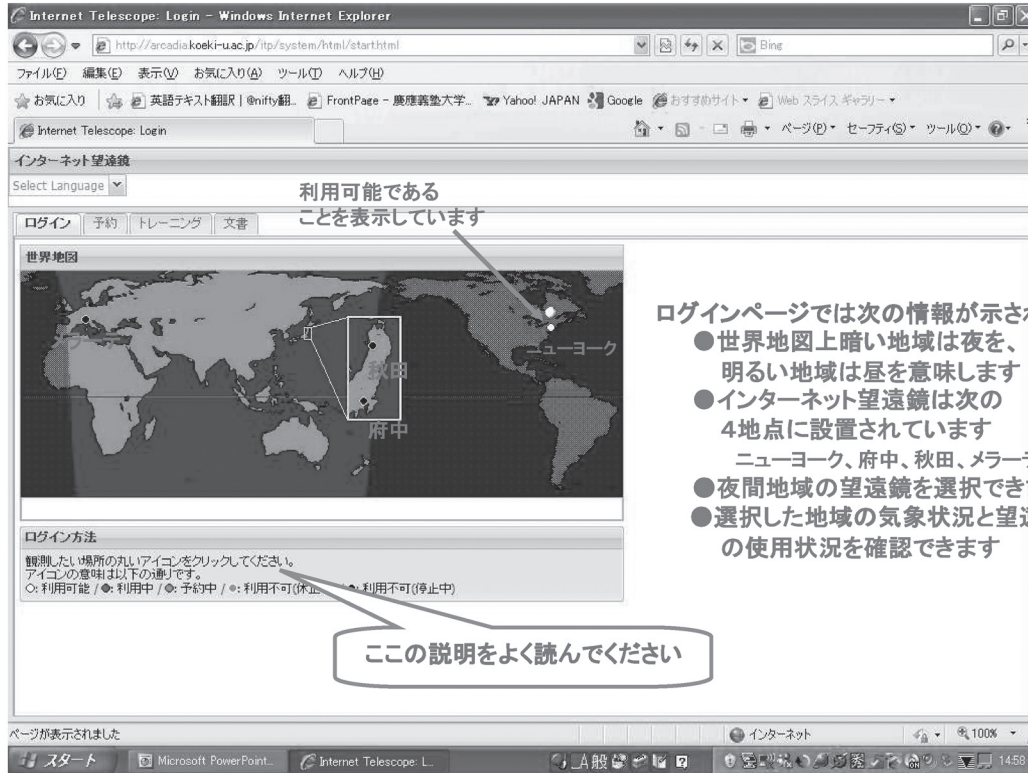
# インターネット望遠鏡ネットワークの構造 (参考資料)



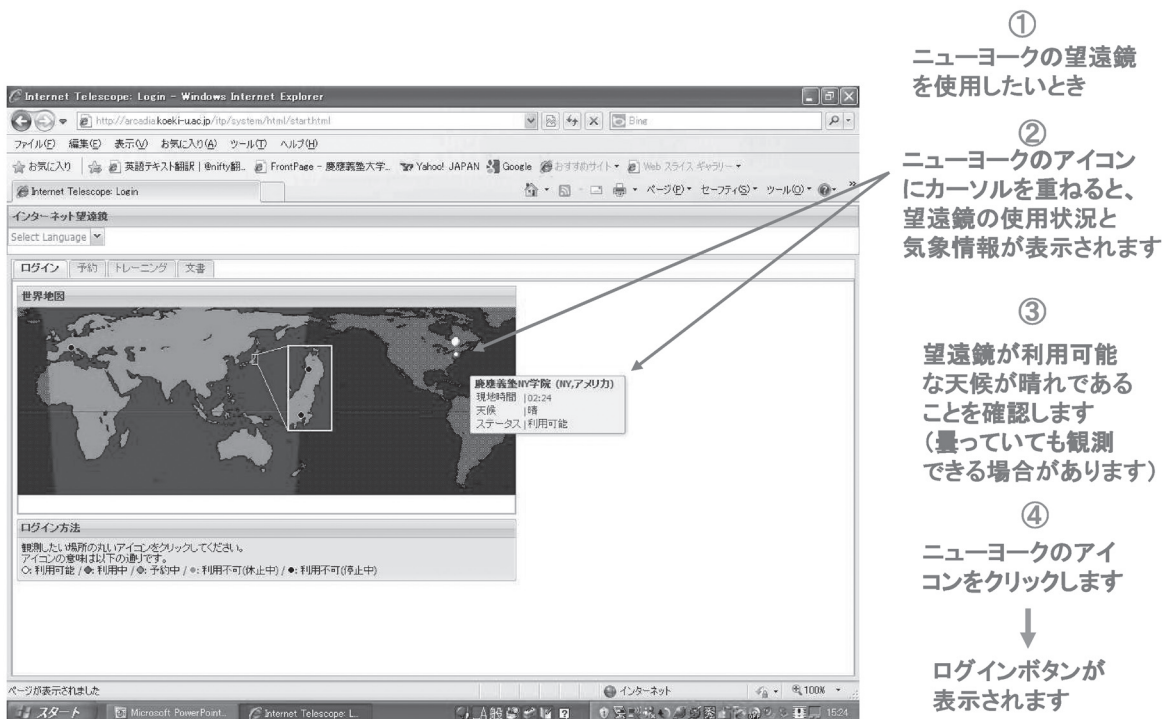
利用者はコントロールセンター経由で利用したいITに接続

## インターネット望遠鏡にログイン1

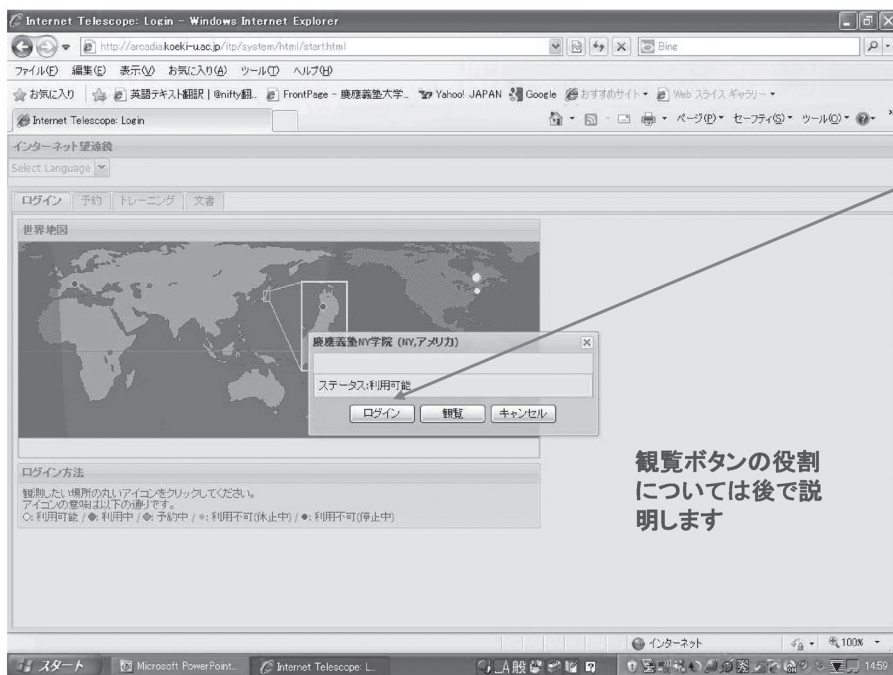
## インターネット望遠鏡にログイン2



## インターネット望遠鏡にログイン3 —使用する望遠鏡を選択します—



# インターネット望遠鏡にログイン4



ログインボタンを押して、望遠鏡操作画面を立ち上げます

次に進む

観覧ボタンの役割については後で説明します

# 望遠鏡操作画面の解説



各フレームの役割

- ① 望遠鏡の視野画面(静止画)    ② 望遠鏡の視野画面(動画)    ③ 星図画面
- ④ 天体自動導入欄    ⑤ 望遠鏡選択欄    ⑥ 感度・露出時間調整欄
- ⑦ 望遠鏡の向き表示欄    ⑧ 操作指示の実施状況表示欄    ⑨ ログアウトボタン

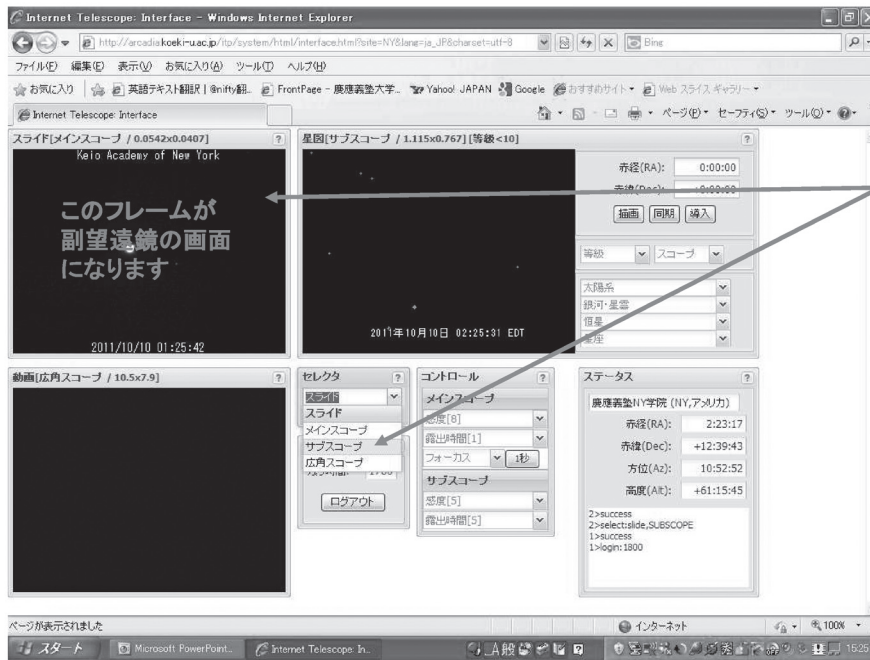
各フレームの右上にある「？」をクリックすると、そのフレームについての解説が表示されます

# 望遠鏡の種類

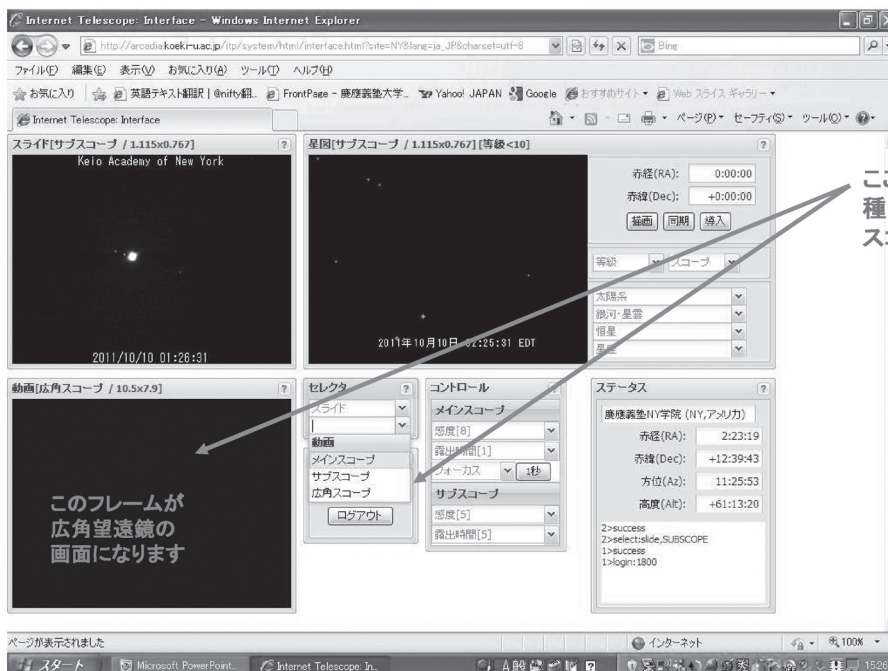
- 1) 主(メイン)望遠鏡  
最も倍率が大きく、視野が狭い  
惑星・恒星等の観測に利用
- 2) 副(サブ)望遠鏡  
視野が比較的広く、倍率が小さい  
月・銀河等の観測と、望遠鏡視野への天体導入に利用
- 3) 広角(ワイド)望遠鏡  
天空の広い領域観測用  
星座観測に利用可

インターネット望遠鏡は、機能別に3種類の望遠鏡を装備

# 月・ガリレオ衛星・銀河等の観測1 —副望遠鏡(サブスコープ)を利用—



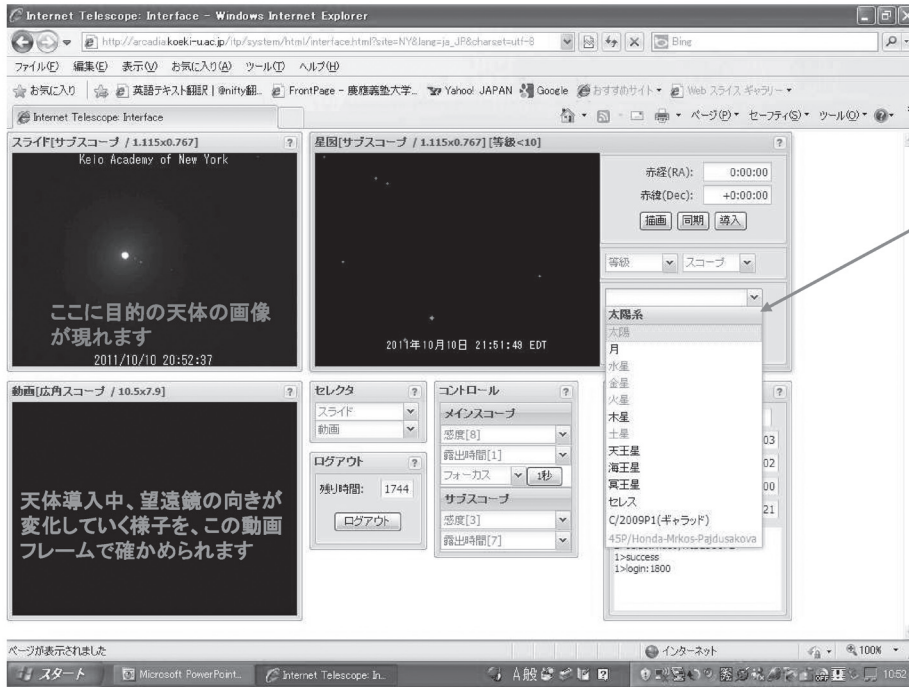
# 月・ガリレオ衛星・銀河等の観測2 —フレーム②動画を広角望遠鏡(広角スコープ)に設定—





# 月・ガリレオ衛星・銀河等の観測3

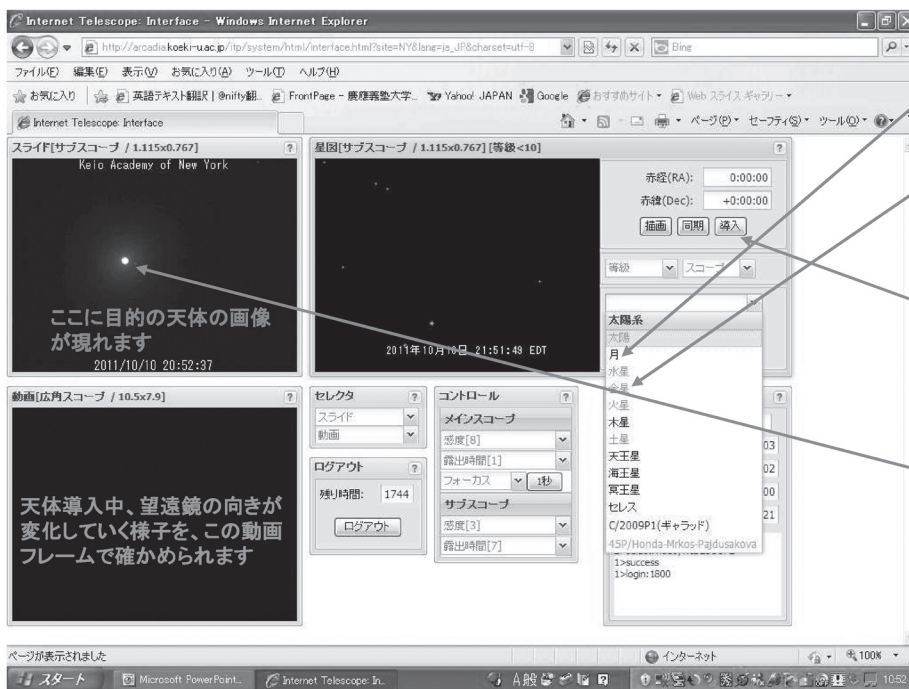
## —目的の天体をサブスコープの視野に導入(1)—



ここをクリックし  
天体名を表示  
します  
↓  
次に進む

# 月・ガリレオ衛星・銀河等の観測4

## —目的の天体をサブスコープの視野に導入(2)—



①

黒の文字で表示さ  
れている天体は地  
平線の上に、  
青の文字で表示さ  
れている天体は地  
平線の下にある  
ことを意味します

②

黒の文字で表示さ  
れている天体を選  
択し、導入ボタン  
を押して、目的の  
天体を望遠鏡の  
視野に導入しま  
す

③

ここに天体が導入  
されます  
↓  
次に進む

# A brief review of the Keio Internet Telescope Project

Kouichi TODA<sup>\*†</sup> and Yuki YAMAMOTO<sup>†‡</sup>

## Summary

We briefly review on the Keio internet telescope project and some outreach activities using the system.

**Key Words:** *Internet telescope network, Outreach activities*

---

\* Department of Liberal Arts and Sciences, Faculty of Engineering, Toyama Prefectural University

† Research and Education Center for Natural Sciences, Keio University

‡ Department of Business and Policy Management, Faculty of Humanities and Social Sciences, Tohoku University of Community Service and Science