

人生いろいろ，望遠鏡もいろいろ—3—

戸田晃一 (工学部教養教育センター)*・Luiz A. FERREIRA†・山本裕樹‡*

慶應インターネット望遠鏡プロジェクトの2019年度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

この数年間でお世話になった方々が退職された。昨年度末で退職された方に以前に教えていただいた言葉がある：

**善意による社会 (or 組織) は栄えるが、
善意に頼る社会 (or 組織) は滅びる**

非常に含蓄のある言葉である。著者の一人 (K.T.) は、普段から公私ともに人に頼ってばかりいるので、既に人格崩壊をしているのだろうが、我々の社会 (or 組織) は滅びないようにしたい。

慶應インターネット望遠鏡システム [1, 2] 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、観測を行うシステムのことである。インターネット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。
- 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 (国内外) を選ぶことができる。

我々のインターネット望遠鏡プロジェクトが設置・管理しているインターネット望遠鏡システムは、**誰でも・無料で・自由に**利用できる。

* 慶應義塾大学自然科学研究教育センター

† Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, Brazil

‡ 東北公益文科大学公益学部公益学科

第28巻 [3] および第29巻 [4] に引き続き、本プロジェクトの活動に関する報告を行う。

2. 2019年度の活動

2019年度の活動について報告する。

[1] 南半球へのインターネット望遠鏡設置準備

本プロジェクトによりこれまでにインターネット望遠鏡システムは、国内に4カ所 (秋田市, 府中市, 横須賀市, 平塚市), 海外に3カ所 (米国・イタリア・米領グアム) に設置済みである。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おり、現在、以下の研究機関：

- **Universidade de São Paulo**
(ブラジル中部) [5]
- **Universidade Federal de Santa Catarina**
(ブラジル南部) [6]

のどちらかに設置すべく、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は済ませた [3]。2020年度中に試作機の設置を行う予定である。

[2] 課題バンク

インターネット望遠鏡システムによる天体観察を教育現場により普及させるために、小学校から高等学校までの各学年で**使える観測テーマの事例を無料で公開**をする仕組みである『課題バンク』 [7] の開発を開始し、一部を試用中である。

これまでに、「日影の科学」、「ケプラーの第3法則の検証」、「ガリレオ衛星観測」、「月面クレーター

の直径と高さの測定」などの課題を開発し、ホームページ [1] や書籍 [2] において紹介してきた*1。しかしながら、上記で掲げたものは太陽、月、木星に関するものでインターネット望遠鏡を用いた観測テーマの数としては、まだ十分ではない。さらにたくさんの観測テーマの例を示し、科学的意義、観測方法、解析方法、データの解釈などをまとめた指導案を開発することによって、小学生から高校生までがそれぞれの興味に応じてテーマを自由に選ぶことができ、**主体的な学び**に繋げることができることを期待している。

[3] 出展や発表

以下のイベントでの出展やシンポジウム企画・発表を行った：

1. サイエンス・デイ 2019[8]
(7月14日) **出展**
2. 青少年のための科学の祭典 鹿児島大会 2019[9]
(7月27日, 28日) **出展**
3. 富山県立大学 ダ・ヴィンチ祭 2019[10]
(8月3日) **出展**
4. 青少年のための科学の祭典 名古屋大会 2019[11]
(10月5日, 6日) **出展**
5. 第9回 ITP シンポジウム [12]
(2020年3月7日) **企画, 発表**

[4] その他

インターネット望遠鏡システム初号機を府中市内(五藤光学研究所 [13]) で試験運用を始めて17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。これまでは、

- **書籍 [2] 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]**

を資金調達的手段として、著者が研究代表者である科研費の一部も活用し、イタリア・ミラノに設置してあるインターネット望遠鏡システムの修復を行った。現在、米国・ニューヨークに設置してあるインターネット望遠鏡システムのリプレースを計画しており、2020年度内には実施したい。

3. 今後の課題

インターネット望遠鏡システムの利用者を増やすためには、**利用例や資料の提供、広報活動の充実、国内外での設置数の増加**は非常に重要である。

今後の設置場所の候補としては、日本国内では、沖縄や九州を考えている。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・中国・台湾が挙げられる。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を解決する必要がある。

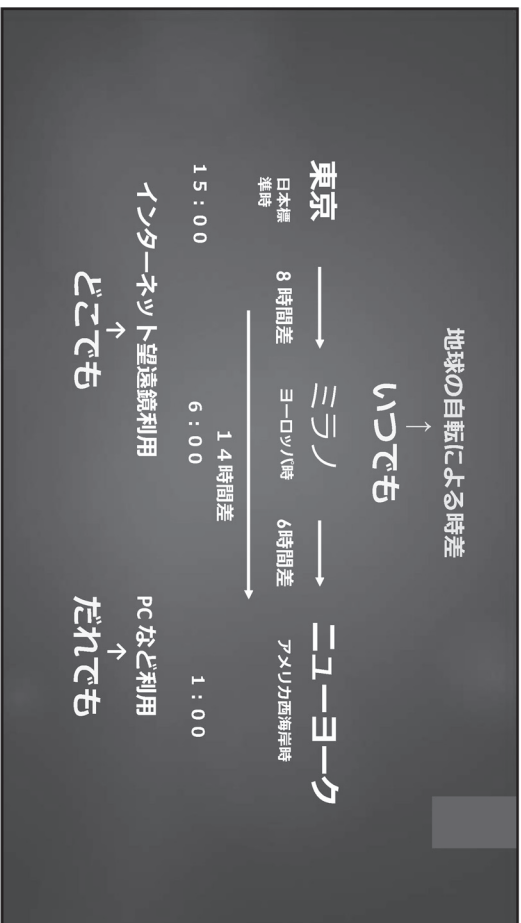
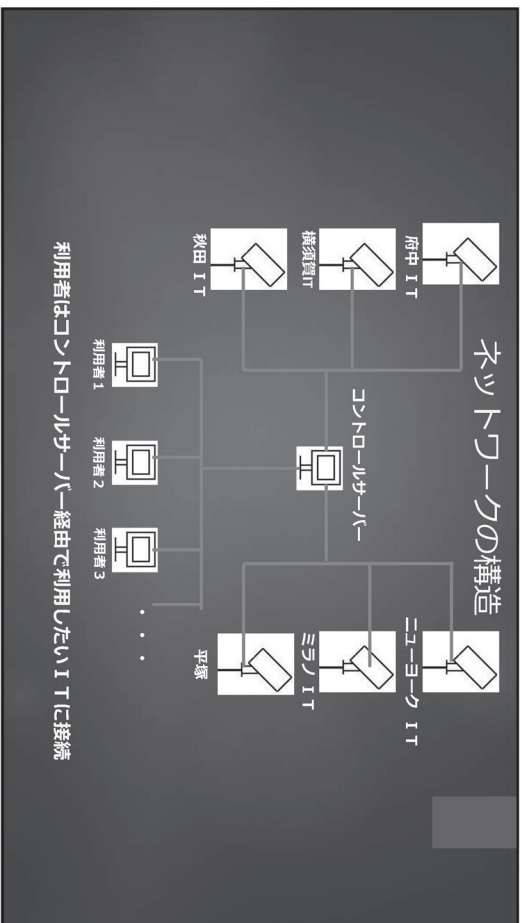
謝辞

本研究は、「JSPS 科研費・基盤研究 (C) JP16K01026 (研究代表者：戸田晃一) JP18K02986 (研究代表者：山本裕樹)」の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] <https://www.kitp.org/itp/>
- [2] 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」, ISBN: 978-4627275010, 森北出版 (2016年)
- [3] 戸田晃一・山本裕樹：富山県立大学紀要, 第28巻, pp.6-pp.15 (2018年)
- [4] L. A. FERREIRA・戸田晃一・山本裕樹：富山県立大学紀要, 第29巻, pp.11-pp.20 (2019年)
- [5] <http://www.iag.usp.br/>
- [6] <http://cfm.ufsc.br/>
- [7] <https://www.kitp.org/itp/bank/>
- [8] <http://www.science-day.com/program/?ID=e2019-723/>
- [9] <https://www.k-kagaku.jp/event-sciencefes/>
- [10] https://www.pu-toyama.ac.jp/regional_alliances/lifelong_learning/davinci_festival/
- [11] http://www.cstc.or.jp/business/sciencefestival_nagoya.php
- [12] <http://www.sci.keio.ac.jp/news/detail.php?eid=00153>
- [13] <http://www.goto.co.jp/>
- [14] <https://readyfor.jp/projects/itp201301/>

*1 参考資料として、資料の一部を参考文献の後に掲載しておく。



月



副望遠鏡の画像



マレーテ (ミラノ)



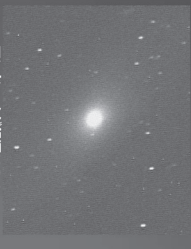
NV学院



主望遠鏡の画像

5

太陽系外天体：銀河・星雲




アンテナメダ銀河M31



オリオン大星雲M42

画像処理すると



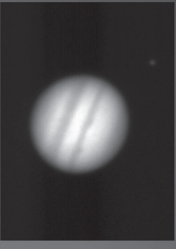
M31 (49枚コマポット)



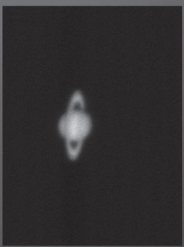
オリオン大星雲 (部)

7

木星と土星




木星とガリレオ衛星




土星とタイタン

主望遠鏡



木星とガリレオ衛星



土星とタイタン (土星の衛星)

副望遠鏡

6

銀河と銀河団



NGC4565



M104ワイルポア銀河 (4600万光年)

銀河と銀河団



M51 (2100万光年)



Virgo Galaxy

8

インターネット望遠鏡を利用した興味深い観測例 1

2011年11月12日 UTC10:57:51
 NY時間 12日 5:57:51 (東の空)

2011年11月12日 UTC10:56:58
 日本時間 12日 19:56:58 (東の空)

異なる2地点からの同時測定 (三角法)
 月までの距離を測定 ← 異なる2地点からの同時測定 (三角法)

インターネット望遠鏡がネットワークを作ることを活かして撮った画像
 1万キロメートルほど離れた地球の2点から同じ天体を同時に撮影
 驚愕な月見

9

インターネット望遠鏡を利用した興味深い観測例 2 —ガリレオ衛星の位置の変化 (継続観測) —

2012/12/29

2013/01/04

位置に対して本星を移動してごらん

2013/01/05

2013/01/10 3:59 UTC

観測の報告1
ガリレオ

10

ガリレオ衛星の観測データ

木星とガリレオ衛星

Europa

Ganimede

Callisto

11

Callistoの解析

軌道長半径 (測定値) , 軌道長半径 (データ) , 周期 (測定値) , 周期 (データ)

187.98	188.27	16.598	16.689
--------	--------	--------	--------

12

測定データから得られた4個のガリレオ衛星の運動の様子

これから何かわかるか？

13

Keplerの第3法則の検証と木星の質量測定

P-a 関係

惑星の場合

ケプラーの第3法則 (惑星の場合)

ケプラーの第3法則

木星の質量測定

14

インターネット望遠鏡を利用した天体観測のテーマ例

- 1) 月面の観測
- 2) 月の公転周期と公転軌道の離心率測定
- 3) 彗星の光度測定
- 4) ガリレオ衛星の観測
- 5) 太陽の活動測定
- 6) 変光星の光度測定
- 7) 超新星の光度測定
- 8) 月までの距離測定
- 9) その他

自分の取ったデータで天文学の基礎を確かめる

テキスト (インターネット望遠鏡で観測！現代天文学入門) に収録したデータ

15

インターネット望遠鏡で観測！現代天文学入門

16

A brief review of the Keio Internet Telescope Project -III-

Kouichi TODA^{*†}, L. A. FERREIRA[‡] and Yuki YAMAMOTO^{§†}

Summary

We briefly review on some outreach activities in 2019 by *the Keio Internet Telescope Project*[¶] and related topics.

Key Words: *Internet telescope network, Outreach activities*

* *Center for Liberal Arts and Sciences, Faculty of Engineering, Toyama Prefectural University*

† *Research and Education Center for Natural Sciences, Keio University*

‡ *Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo*

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

¶ <https://www.kitp.org/itp/>