

プログラム

セッション1：データ解析の新展開

9月14日(月) 13:00-17:00 大規模サーベイ・ビッグデータ天文学のデータ運用と日本のデータアーカイブ

12:55-13:05 会議のスコープ説明：本田敏志（兵庫県立大）

13:05-13:25 すばる大規模サーベイ観測のデータ運用：古澤久徳（国立天文台）

本講演では、すばる望遠鏡の大規模サーベイ観測、特に HSC 戦略枠観測 (SSP) のデータ取得からデータ公開に至るデータ運用の構想と実際を振り返りつつ、大規模サーベイ計画のデータ運用やデータ解析のあり様について考えたい。

13:25-13:40 東京大学木曾観測所 Tomo-e Gozen のデータ解析：大澤亮（東京大）

東京大学木曾観測所では 2019 年 10 月より超広視野モザイク CMOS カメラ Tomo-e Gozen による突発天体サーベイ観測を実施している。Tomo-e Gozen は一晩に 10 TB 近いデータを出力するカメラである。データのハンドリングおよび解析は専用のシステムですべて全自動でおこなわれている。データはカメラから 4 台の計算機によって並列で読み出され、一時保存用のバッファストレージシステムに保存される。すべてのデータを保管することは不可能であり、一時保存用のストレージに保存されたデータは 10 日ほどで自動消去される。取得したデータは解析用の計算機システムによって順次、一時解析や専用のパイプラインによる解析がおこなわれる。パイプラインが出力した結果は木曾観測所内にある長期保存用のストレージシステムに保存される。突発天体サーベイや移動天体サーベイ等のサイエンスプロジェクトは、長期保存用ストレージシステムにアクセスして各自のデータ解析をおこなう。講演ではデータの流れやシステムの実装、これまでの運用実績を紹介する。

13:40-13:55 突発天体広視野サーベイ解析システム：富永望（甲南大）

すばる望遠鏡 HSC、木曾シュミット望遠鏡 Tomo-e Gozen Camera で使用している突発天体広視野サーベイ解析システムについて紹介する。

13:55-14:15 天文観測とデータ科学による問題解決：池田思朗（統計数理研究所）

装置が高精度化した進歩した現在、天文観測において技術の更新が急務となっているのはデータ処理の部分であろう。近年、データ科学分野が急速に発展していることから、その機運は熟している。本講演では、Tomo-e Gozen や HSC の観測におけるデータ処理に関してこれまで行ってきたいくつかの事例を示す。また、今後の天文観測においてどのような問題解決を求められているのか、議論したい。

14:15-14:35 スペースミッションにおけるデータアーカイブ：「あかり」～SPICAへ：山村一誠（JAXA）

人工衛星等宇宙空間からの観測は、実現の機会が限られていることもあり、取得したデータをアーカイブし世界中の研究者で共有することが当然とされる。現在では、ミッション計画段階から、データアーカイブまでを想定した活動計画の立案が求められている。本講演では、日本の赤外線天文衛星「あか

り」を例として、データプロセッシング、キャリブレーション、アーカイブまでがどのように進められてきたかを述べる。その上で、次世代赤外線天文衛星 SPICA における科学運用の検討状況も紹介する。

14:35-14:45 休憩

14:45-15:05 データアーカイブ構築・維持の意義・重要性について：高田唯史（国立天文台）

サーベイデータも含む天文観測データのデータアーカイブについて、そのシステム構築や維持の観点から、天文学を進める上でのその存在の重要性について考察するほか、現在、アーカイブシステムに求められている役割や今後の方向性についても論じたい。

15:05-15:25 VO に対応したデータ検索・解析ツールの紹介：白崎裕治（国立天文台）

VO (Virtual Observatory) に対応したデータ検索・解析ツールの紹介を行います。主として TOPCAT, Aladin, PyVO, JVO portal について紹介します。

15:25-15:45 データの品質管理と利活用の推進：小杉城治（国立天文台）

ALMA における観測データの品質保証活動と、そのデータの利活用を進めるための様々な取り組みについて説明する。

15:45-16:05 JAXA 宇宙科学研究所のスペースアストロノミーアーカイブ：海老沢研（JAXA）

JAXA 宇宙科学研究所 (ISAS)では、宇宙科学データアーカイブ DARTS (<https://darts.isas.jaxa.jp>) の開発・運用を行っている。DARTS は分野横断的なアーカイブで、スペースアストロノミー、太陽、太陽地球圏科学、月惑星科学、微小重力実験などのデータを扱っている。JAXA 内外で様々な制度整備や調整を行いながら、DARTS を開発・運用してきた。その中で、地上の可視・赤外線望遠鏡データの開発・運用にも参考になりそうな事項について述べる。

16:05-16:15 休憩

16:15-16:20 SMOKA の近況：中島康（国立天文台）

SMOKA の利用状況、最近の更新(新装置のデータ公開)および近く計画していること(HSC 専用検索機能など)について紹介する。

16:20-16:25 ALMA サイエンスアーカイブの利用促進:深川美里（国立天文台）

ALMA はミリ波・サブミリ波干渉計として世界最高の感度と解像度を備えています。自らの観測提案によって取得するデータはもちろんのこと、2011 年の観測開始以降、蓄積され続けている大量のアーカイブデータについても、科学的な利用価値がますます高まっています。ALMA では提案された解像度と感度が達成されているかを観測所が確認した上で（品質保証）、データを ALMA サイエンスアーカイブに保存し、提案者へ配布しています。また観測終了後 1 年（所長裁量時間での観測の場合は 6 ヶ月）でデータは公開され、誰でも利用できるようになります。アーカイブには、キャリブレーションに

必要な情報・生データや観測提案に基づいて生成された FITS ファイルが最終プロダクトとして保存されています。ALMA では、多波長天文学が盛んになる中で、電波天文学者だけでなく主として光赤外線の研究されている方々に対しても ALMA の利用を支援するため、アーカイブに保存するデータの質そのものの向上やアーカイブの利用促進などの取り組みを行っています。講演ではアーカイブの利用状況やそれらの取り組みを紹介します。

16:25-16:40 今後の日本のデータアーカイブ運用についての提案～データアーカイブワークショップでの議論の紹介：古澤久徳（国立天文台）

天文学においてデータアーカイブは戦略的なデータ利活用を進めるツールであるとともに信頼のおける科学成果を支える基盤として重要である。私たちは、今後の日本のデータアーカイブがどのような役割を持ちそれをどのように維持・運用すべきかを議論してきた。本講演では、議論の概要とそれをもとにした提案書作成の進捗状況について報告する。

16:40-17:00 議論

9月15日(火) 13:00-17:30 データ解析技術の課題と展開

13:00-13:15 星の明るさ(等級)較正、統計誤差と系統誤差の現在(2020年版):鈴木尚孝(Kavli IPMU、東京大学)

現在、星の明るさ(等級)はどのように決められているのか、その精度はどれくらいか、GAIA、LSST、JWST の時代にはどのように改善されていくのか、統計誤差と系統誤差の違いとその求め方を含め、解説します。現在、HSC のカタログは Pan-Starrs に依拠しています。禅問答のようですが、望遠鏡は自分自身では星の明るさを知ることができず、較正できません。では、Pan-Starrs カタログはどのように作られているのでしょうか？可視光は、AB 等級が主流となっていますが、赤外領域、例えば WISE カタログはいまでも Vega 等級です。なぜ赤外は AB 等級にならないのでしょうか？AB から Vega の変換を怠ると観測計画を大いに損ね兼ねないので、注意が必要です。スペクトルの較正も気をつけるべき点があります。SDSS-I/II は、とてもよく較正されています。しかし、SDSS-III/IV や 2dF のスペクトルは較正されておらず、そのまま使えません。なぜでしょうか？星の明るさは、観測の基本ですが、高名な先生の手書かれた論文にも誤りが散見されます。よくある間違いを例に、2020 年、観測者として知っておくべき点を解説していきたいと思えます。

13:15-13:30 淡く広がった天体の撮像データ解析について：菊田智史（筑波大）

HSC の撮像データを用いた淡く広がった天体成分の研究の経験から、そうした天体を対象としたデータ解析における注意点・問題点、将来に向けた課題などを共有する。

13:30-13:40 補償光学観測で得られた PSF の推定の現状と展望：大野良人（国立天文台）

PSF は天文観測から切っても切り離せないものであり、天体画像から必要となる科学情報を抜き出すためには、得られた画像の PSF を正しく理解・推定することが求められる。大気揺らぎの影響を補正する補償光学は、地上観測で望遠鏡本来の空間分解能や感度を達成するために重要である一方で、得られる PSF はより複雑な形状を持つため、観測画像以外の情報（波面センサーのデータや大気揺らぎの情報）も活用した推定が必要となる。本発表では、これまで行われてきた補償光学で得られた PSF の推定手法とそれを用いた科学成果、将来の TMT 時代に向けた PSF 推定の開発について紹介する。

#### 13:40-13:50 高コントラスト撮像における AO データ解析：鶴山太智（Caltech）

系外惑星・原始惑星系円盤の高コントラスト撮像はすばる望遠鏡をはじめとする大型地上望遠鏡における AO・観測装置・データ解析手法の発展により大きな進展を遂げてきた。本講演では簡単なデータ解析の流れと共に、最新の観測成果・将来的な展望を紹介する。

#### 13:50-14:00 多波長画像解析における Source deblending について：馬渡健（東京大）

多波長画像を用いた天体のスペクトル・エネルギー分布（SED）解析において、画像間の分解能の違いが問題となることは多い。可視・近赤外線装置に対して、Spitzer や Herschel など波長  $3\mu\text{m}$  以上の多くの観測装置は空間分解能が悪く、画像上で天体同士が重なりあっていることがしばしばである。こうした天体間の重複を分離すること（Source deblending）は、着目天体の正確な SED を知る上で重要である。本講演では、これまでに提唱されてきた Source deblending 手法についてその強み・問題点を概観しつつ、将来の展望を議論する。

#### 14:00-14:15 データ科学・機械学習的な手法の応用例：植村誠（広島大）

データ科学や機械学習と呼ばれる最近のデータ解析手法から応用例をいくつか紹介します。マルコフ連鎖モンテカルロ法(MCMC)、スパースモデリング、ガウス過程、機械判別、ニューラルネットなど。

#### 14:15-14:25 休憩

#### 14:25-14:40 すばるの解析ツールの状況や今後の方針：Tae-Soo Pyo（国立天文台）

すばるデータの解析ツールの現状を説明し、post-IRAF 時代にむけたすばる望遠鏡のデータ解析用ツールの今後の展望について紹介する。

#### 14:40-14:55 FOCAS IFU の解析ソフトの紹介と今後の課題：尾崎忍夫（国立天文台）

FOCAS IFU はすばる望遠鏡の可視光分光撮像装置 FOCAS に組み込まれているイメージスライサー型面分光ユニットであり、S19A から共同利用を開始した。そのデータ解析ソフトは Python を用いて開発されている。面を一度の露出で分光できる面分光は銀河などの広がった天体の詳細研究に有効であるが、残念ながら日本では欧米に比べて面分光が普及してこなかった。撮像やスリット分光に比べて面分光のデータ解析は複雑なので、面分光普及のためにはユーザーの負担を軽減させる解析ソフトの開発が重要となる。FOCAS IFU 解析ソフトはこの観点に基いて開発した。本講演では FOCAS IFU 解析ソフトの紹介と今後の課題について発表する。

14:55-15:10 可視光・赤外線偏光観測の原理の確認と課題・将来：秋田谷洋（広島大）

天体からの光には、光散乱や星間ダスト吸収 (dichroism)、シンクロトン放射、ゼーマン効果等を通じて偏光が生じる。これらをもとに、撮像・測光や分光だけでは捉えきれない天体の情報、特に幾何構造や磁場に関わる情報を得ることができる。本公演では、可視光・赤外線の偏光観測の原理と必要な校正について、素過程を再確認する。その上で、現状の課題を整理し、将来の展望について述べる。

15:10-15:25 Machine Learning in the Era of Multiwavelength Astronomy：竹内努（名古屋大）  
TBA

15:25-15:35 機械学習など：澁谷隆俊（北見工大）

スパースモデリングや機械学習を用いた銀河形態研究について発表します。

15:35-15:45 Tomo-e Gozen とビッグデータと機械学習：酒向重行（東京大）

Tomo-e Gozen では機械学習モデルが観測システムを形作る重要な柱として組み込まれており、実際に天文学の成果を出している。本講演では、超新星をはじめとする突発現象の検出と、地球接近小惑星をはじめとする高速移動天体の検出において、機械学習の観測システムへの導入例を紹介する。また、サーベイデータの効率的な取得を実現するスケジューリング法についても触れる。

15:45-15:55 ディープラーニングを活用した銀河の形態研究の課題：但木謙一（国立天文台）

ディープラーニングを活用した銀河の形態研究を進める上で感じた困難や今後の課題についてお話しします。

15:55-16:05 休憩

16:05-16:20 地上中間赤外線データの活用への課題：上塚貴史（東京大）

地上中間赤外線観測のデータはわかりにくい・使いづらいと敬遠される声を耳にする。その要因は、強い背景放射の中から天体光を抽出する解析や、検出器の飽和回避のために行う膨大な数の短時間露光フレームの扱いに対するなじみのなさにあると考えられる。また、アーカイブデータを探索する際のデータクオリティの判定が難しさなども使いづらさの要因の一つと考えられる。次世代地上中間赤外線観測装置 TAO/MIMIZUKU の運用において、より使いやすく科学成果の創出に繋がりやすいデータを生産すべく、現状の地上中間赤外線データの抱える課題を共有し、その解決方法について議論する。

16:20-16:35 岡山 188cm 望遠鏡/HIDES-F 自動次元化システムの開発：原川紘季（国立天文台）

岡山天体物理観測所 188cm 望遠鏡は、2018 年度よりユーザーコミュニティ主体の運用へと切り替わった。現在、高分散分光器 HIDES-F での観測はほぼ全自動で行うことが可能で、ドップラー法による系外惑星探索を含めた各分野のユーザーによって精力的な運用を継続している。本公演ではサーベイ観測や HIDES-F 運用のさらなる省力化、およびユーザーが参入しやすい環境整備のために自動次元化システムを実装したので、これを紹介する。基幹部分は Python+PyRAF で実装されており、標準的

なりダクション手順に加えて宇宙線除去、フリッジ処理も必要に応じて行う。得られたデータでこれまでと同レベルの視線速度測定精度を得られることを確認した。

16:35-16:50 観測的宇宙論における画像解析の課題：宮武広直（名古屋大）

HSC や将来計画の宇宙論解析における画像解析の課題、特に銀河の形状測定、測光的赤方偏移、デブレンドイングなどについて紹介する。

16:50-16:55 視線速度変動による大質量星連星の探査：須田拓馬（東京工科大）

大質量星を主星とする連星系の進化は超新星爆発後に残る天体の理解に重要な示唆を与える。伴星が低質量星であり、かつ連星間距離が小さい場合は、超新星のイジェクタが伴星に衝突した時の表面組成変化を考えることができる。また、伴星が中性子星やブラックホールの場合には、重力波起源天体として重要なサンプルとなる。本研究では前者の場合、初代星連星の間接的証拠となることに着目し、連星探査を行ってきた。その副産物としての後者の連星にも注目しており、本講演では視線速度変動による連星探査について最新の解析結果を報告する。

16:55-17:00 GPU 利用画像高速処理一次パイプライン：庭野聖史（東工大）

超新星やガンマ線バースト等の時間スケールの短い天体現象を扱う「時間領域天文学」は天文学における未開拓領域の一つであり、その物理を解明するためには多波長かつ連続的な観測を発生直後から行うことが望ましい。特に重力波は検知時の位置決定精度が悪いため、可視光観測等によって得られる正確な位置情報を一刻も早く全世界へ共有することが重要であり、そのためには一次処理プロセスの高速化が不可欠である。我々は、東工大河合研究室が運用するロボット望遠鏡 MITSuME 用に高速な画像一次処理パイプラインを開発した。これは GPU 計算用 Python ライブラリ CuPy を利用して処理を GPU 上で行う。加えて、従来利用されてきた IRAF を使用しないことでファイル I/O の低減を図っている。この結果、既存の一次処理パイプラインの機能を  $10^{-5}$  乗の相対誤差で再現しつつ、約 40 倍高速な処理を実現した。更に、パイプラインの主要機能を他の望遠鏡のデータに対しても使用できるよう改造し、Python パッケージとして整備して GitHub で公開した。本講演ではこれらの成果について発表する。

17:00-17:05 StarSpotMapping with adaptive parallel tempering：幾田佳（京都大）

Starspots are thought to be regions of locally strong magnetic fields, similar to sunspots, and they can generate photometric brightness modulations. To deduce stellar and spot parameters, such as spot emergence and decay rates, we implemented computational code for starspot modeling with an adaptive parallel tempering algorithm and an importance sampling algorithm for parameter estimation and model selection in the Bayesian framework. For evaluating the performance of the code, we applied it to synthetic light curves produced with 3 spots to have 2 or 1 local minimum during one equatorial rotation period by adjusting the values of longitude. As a result, stellar and spot parameters is uniquely deduced, and the number of spots is correctly determined: the 3-spot model is preferable because the model evidence is much greater than that of 2-spot models by orders of magnitude and more than that of 4-spot

model by a more modest factor. The spot emergence and decay rates can be estimated with error less than an order of magnitude, considering the difference of the number of spots. We are currently applying the code to the TESS light curves of spotted stars observed by the Seimei telescope.

17:05-17:10 すばる望遠鏡・赤外線視線速度測定装置 IRD のデータ解析：観測直後の簡易解析から本格的な視線速度導出までのプロセス：葛原昌幸（アストロバイオロジーセンター）

すばる望遠鏡の PI 装置である赤外線の高分散分光器 IRD は、系外惑星の観測研究を中心に利用されている。また、我々は IRD を戦略的観測(SSP)に適用し、低温 M 型星の惑星探査を進めている。IRD では波長較正のためにレーザー周波数コムの利用が可能である。さらに、天体光は補償光学装置によって補正され、ファイバーによって分光器に導入される。補償光学にはオプションとして極限補償光学の利用も可能である。これらの機能は世界的にもユニークであり、上記のサイエンスを進めるために非常に強力である。一方、それらのユニークな機能を有効活用するためには、データ解析も重要な役割を果たす。さらに、共同利用観測や SSP を通して大量のデータが取得されるため、その効率的な解析も鍵となる。IRD チームではこれまで、取得データを有効かつ効率的に解析・利用するための手段の検討やソフトウェアの開発を進めてきた。その中には、生データの一次処理からスペクトルの抽出を行うソフトウェアや、そのスペクトルから視線速度解析を本格的に行うソフトウェアだけでなく、山頂でのデータ取得直後に SN を確認する目的や、吸収線の広がりや視線速度変動を簡易的に確認するためのソフトウェアも含まれる。簡易解析は観測計画の最適化のために役立つ。また、実際にそれらのソフトウェアを利用した観測やデータ解析を通じた初期的な成果も得られている。本発表では、上記のソフトウェア開発の観点に基づいて IRD 計画の進捗について報告する。

17:10-17:30 議論

9月16日(水) 13:00-17:15 光赤外線分野における大型計画の現状と今後の提案

13:00-13:30 すばる望遠鏡の現状と将来：吉田道利（国立天文台）

すばる望遠鏡の現況と将来構想を述べる

13:30-13:45 Prime Focus Spectrograph(PFS)進捗状況：田村直之(東京大学カブリ IPMU)

PFS は、2018 年にメトロロジカメラのすばる山頂搬入、2019 年に望遠鏡に取り付けての試験完了に引き続き、可視カメラのみの搭載ながらも分光器 1 台目を搬入、2020 年始めに試験を完了した。現在、望遠鏡に敷設するファイバーケーブル、主焦点装置の組み上げ試験を来年半ばのコミッショニング開始を目指し急ピッチで進めつつ、分光器 2 台目以降、近赤外カメラの組み上げも着実に進めている。本発表ではこうした進捗と今後の予定について報告する。

13:45-14:15 TMT 計画の現状：白田知史（国立天文台）

本講演では、TMT 計画の国内外を含む現状と今後の展望について報告します。

14:15-14:30 次世代地上大型望遠鏡戦略 WG の報告：栗田光樹夫(京都大)

TMT を取り巻く環境を鑑み、大型望遠鏡へのアプローチを主とした戦略をコミュニティの立場で議論する WG を立ち上げた。本講演では WG 発足の経緯と全 6 回行った WG での結論を報告する。

14:30-14:45 休憩

14:45-14:50 次世代赤外線天文衛星 SPICA の現状：山村一誠 (JAXA)

次世代赤外線天文衛星 SPICA は、現在 ESA Cosmic Vision M5 の候補ミッション 3 件の一つとして、概念検討・設計が行われている。2020 年 4-6 月にかけてでミッションコンセプトの確立を確認する ESA の Mission Consolidation Review (MCR) が行われ、日本側もペイロードモジュール(PLM)、中間赤外線観測装置(SMI) の担当として参加した。MCR の結果としていくつかの課題が指摘され、その解決を図りつつ、来年 3-4 月に予定されている Mission Selection Review (MSR) に向けて活動を続けている。講演では、最新の SPICA の状況を説明する。

14:50-14:55 WFIRST：住貴宏 (大阪大)

WFIRST は、NASA が HST, JWST に続く旗艦計画として推進している近赤外線天文衛星である。米国の宇宙物理学分野の Decadal Survey 2010 において、最優先の大型宇宙計画と位置づけられ、2025 年打ち上げ予定である。HST と同じ口径 2.4m の望遠鏡に、近赤外波長域で、HST の 200 倍の 0.28 平方度という圧倒的な広視野を持ち、これまでにない深さと広さの大規模撮像・分光サーベイ観測を行う。これにより、(1)バリオン音響振動測定、弱重力レンズ効果測定、Ia 型超新星の観測による暗黒エネルギー(ダークエネルギー)理論および修正重力理論の検証、(2)重力マイクロレンズ系外惑星探査による系外惑星の質量・軌道要素の分布および形成過程の解明、(3)系外惑星のキャラクターゼーション用コロナグラフ装置の技術実証、(4)スペースからの高感度・高解像度を活かしたこれまでにない近赤外線広視野サーベイによる様々な分野での天文学研究の推進、を遂行することを目指す。日本は、すばる望遠鏡、MOA 望遠鏡、PRIME 望遠鏡等の地上施設およびそのデータによる貢献、JAXA 地上局、コロナグラフ装置による貢献で、WFIRST 計画への参加し、そのキーサイエンス全般の成功に寄与すると共に、その特徴を利用した独自のサイエンスを追求する。

14:55-15:00 宇宙赤外線背景放射プロジェクト(CIBER-2/EXZIT)：松浦周二 (関西学院大)

宇宙赤外線背景放射の起源を解明すべく観測ロケットや衛星および探査機による観測計画を推進している。特に現在進行中の計画としてロケット実験 CIBER-2 と惑星探査機搭載機器 EXZIT を中心に計画の現状を報告する。

15:00-15:05 JASMINE：河田大介 (UCL)

JAXA 宇宙科学研究所の公募型小型計画 3 号機に選定された JASMINE は、1) 赤外線による超高精度位置天文観測により、距離 2 万 6 千光年に位置する星の距離と運動を測定し、天の川銀河の中心核構



造と形成史を明らかにする。2) 太陽系や惑星をもつ星の移動を引き起こす原因となる銀河構造の進化の過程を明らかにし、人類誕生にも関わる天の川銀河全体の形成史を探求する。3) 赤外線位置天文観測で達成される高精度な測光能力を活かした時間軸天文観測により、生命居住可能領域にある地球に似た惑星を探查する。という3つの科学目標を達成するために準備を進めている。本講演では、JASMINE プロジェクトの現状を報告する。

15:05-15:10 光赤外線大学間連携 (OISTER) の活動報告：山中雅之 (京都大)

光赤外線大学間連携 (OISTER) においては柔軟に運用できる 0.5-4 メートル望遠鏡を有機的に結合させ、突発現象や時間変動現象のサイエンスを推進している。第二期 (2017 年度以降) はマルチメッセンジャー天文学の推進を主な事業の 1 つに据えている。OISTER では、可視光・赤外線の波長域に亘り、撮像・分光・偏光・偏光分光の機能を持つ装置を有している。また、国外にも望遠鏡を持つ機関もあり、多経度からの観測によって連続的な光度・色・スペクトル変動を捉えることが可能となる。我々は観測企画運営委員会を設け、多岐にわたる活動を行っている。観測提案の公募、TOO/キャンペーン観測の実施、観測検討会・進捗報告会の開催、教育プログラムの実施、定例のワークショップの開催など多岐にわたる。天文学会企画セッションや PASJ 特集号も企画した。また最近は次期概算要求に絡んだサイエンス検討なども進めている。

15:10-15:15 東京大学アタカマ天文台(TAO)プロジェクトの現状：上塚貴史 (東京大)

東京大学では、チリ共和国アタカマ砂漠チャナントール山山頂 (標高 5640 m) に口径 6.5 m の光赤外線望遠鏡を設置する東京大学アタカマ天文台 (TAO) プロジェクトを進行中である。本プロジェクトは光赤外線分野の次世代育成を推進しつつ、広範な天文観測研究を柔軟に実施することを目的としており、将来の日本の光赤外線分野の一端を担う大学主導のプロジェクトの一つである。本講演では TAO プロジェクトの現状について紹介する。

15:15-15:20 せいめい望遠鏡の現状と今後：長田哲也 (京都大)

2019 年 2 月 28 日に共同利用のファーストライトを行ない、その後も順調に観測を進めてきている。現状と今後について簡潔に報告する。

15:20-15:25 東工大・系外惑星観測研究センター報告：佐藤文衛 (東工大)

2018 年度から岡山 188cm 望遠鏡は東工大・系外惑星観測研究センターが中心となってユーザー主体の運用を行っている。本講演では同望遠鏡の運用状況を報告する。

15:25-15:30 WISHES と Euclid：大栗真宗 (東京大)

我々は Euclid 衛星サーベイのためのすばる HSC インテンシブ観測 WISHES を提案し採択された。セメスター20B から 3 年かけて 4500 平方度の領域を z バンドで観測する。CFHT、Pan-STARRS の同天域の別バンドのサーベイと組み合わせることで (UNIONS) 多色撮像データから多様なサイエンスが展開できる。またこの貢献により日本から Euclid 衛星計画へ正式メンバーとして参加できる予定であり、WISHES を含む地上観測データと Euclid 衛星で得られる高空間分解能、高感度サーベイデータ

を組み合わせることで多くの成果が得られると期待できる。本講演では WISHES および Euclid 衛星計画への参加について説明する。

15:30-15:35 東アジア天文台 (EAO) の現状と遠赤外線偏波観測の現状と展望：古屋玲 (徳島大学)

東アジア天文台(EAO)は現在, ジェームズ・クラーク・マクスウェル望遠鏡(JCMT)を国際共同運用している, JCMT の口径 15m は 850 micron 帯では世界最大口径であり, 450 micron 帯の観測ができる唯一の地上単一望遠鏡であるだけでなく, 稼働する直線偏波撮像装置をもつ唯一の望遠鏡である. さらに「プランク」に代表される衛星望遠鏡と ALMA の撮像能力をつなぐ, 空間スケールのデータを提供する. すなわち, 8 桁を超える空間スケールにわたる圧縮過程である, 星間物質の進化と星形成を理解するうえで欠かせない望遠鏡である. 本講演では, EAO の現状, 「SPICA」とも深く関わる, サブミリ波偏波観測の到達点と今後の科学のおよび技術的課題を述べ, アジア太平洋地域における今後の国際協力についてなされている議論を紹介する.

15:35-15:40 CHORUS. I. Cosmic HydrOgen Reionization Unveiled with Subaru:Overview : 山中郷史 (早稲田大)

Cosmic HydrOgen Reionization Unveiled with Subaru (CHORUS; PI: A. K. Inoue) とは、宇宙再電離の解明を目的とした、すばる望遠鏡の Hyper Suprime-Cam (HSC) プロジェクトの一つである。我々は非常にユニークな 5 枚の狭帯域フィルター (NB0387, NB0527, NB0718, IB0945, NB0973) を用いた超広視野撮像観測を COSMOS 領域に対して行った。現在までに CHORUS としての観測は全て完了し、CHORUS Public Data Release 1 (PDR1) として、整約された撮像データとカタログデータが内部に向けて公開されている。本講演では、CHORUS PDR1 のデータ基本情報 (撮像データの深さ、Point Spread Function の半値全幅、カタログの天体検出の妥当性など) について報告する。また、得られた基本情報を元に各フィルターごとの天体個数密度を測定し、先行研究と比較した結果について議論をする。

15:40-15:55 議論

15:55-16:00 休憩

16:00-16:15 PostIRAF データ処理ツール：中島康 (国立天文台)

IRAF の公式サポートが終了した。IRAF(pyRAF も含む)から脱却しなければいけない。python のライブラリを中心に、代替となるツールについて紹介する。いくつかの注意点についても言及する。コードリポジトリ(ASCL)についても簡単に紹介する。

16:15-16:25 東工大/MITSuME 望遠鏡での Python+Astropy でのデータ解析：村田勝寛 (東工大)

MITSuME 明野・岡山 50cm 望遠鏡では、データ解析から運用関係のスクリプトまで幅広く Python を使っている。撮像データの解析では、IRAF のサポート終了などを考え、IRAF/PyRAF をベースにした旧来のスクリプトから、それらを使用しないスクリプトへの書き換えをすすめている。この際に、天文

関係の Python ライブラリである Astropy を使っている。本講演では、MITSuME 望遠鏡での Python と Astropy の利用について簡単に紹介する。また、Python と Astropy をこれからはじめるにあたって参考になる学習資料を紹介する。

16:25-16:40 脱 Iraf を目指した、Python による突発天体の即時解析システムの開発：細川稜平(東工大)  
我々の研究室で運用する MITSuME 望遠鏡ではこれまで IRAF を使用して天体の解析を行ってきた。しかし IRAF を取り巻く環境の変化から、それらの維持にかかるコストは日に日に増大している。そのため、我々は既存のシステムの置き換えおよび新しいシステムの開発を Python で行っている。本発表では、新しく開発中の測光と突発天体検出の二つのプログラムについて紹介する。  
測光のスク립トは Python の天文関係ライブラリである astropy と photutils を用いて作成している。主に MITSuME 望遠鏡向けに開発をしているが、可視光・近赤外線撮像画像の一般的な開口・PSF 測光に対応できるように柔軟性をもたせている。限界等級やゼロ点導出を簡単に求められ、また、解析に使用したデータを可視化することで結果の信頼性を簡単に確認できるようになっている。  
深層学習を用いた突発天体検出は PyTorch を用いた深層学習による突発天体検出、さらには画像内でおおよその位置を同定するシステムである。こちらは GPU を用いることにより高速化されている。さらには両システムと既存の自動観測システムを集約した、新しい自動化システムの展望について紹介する

16:40-16:55 PostIRAF/IDL 時代のツールについてディスカッション

16:55-17:15 議論 (今後の解析体制等、ハンドブックの更新)

9月17日(木) 13:00-17:30 : 2030 年代の将来計画

セッション 3 : 2030 年代の将来計画

13:00-13:20 2030 年代将来計画検討ワーキンググループ報告

(white paper WP の提出状況と第一回 review 結果) : 大内正己 (NAOJ/東大)

2030 年代将来計画検討ワーキンググループ報告の報告をするとともに、本セッションで行う議論の内容について紹介する。今年度の 2030WG の活動を報告する。特に、第一回 white paper の提出状況とそれに対する評価結果について紹介する予定である。

13:20-15:50 WP および LOI に関する各 PI の発表および質疑

13:20-13:30 地上 15m 望遠鏡群による分光モニタリングとフォローアップ観測システム：栗田光樹夫 (京大)

京都大学を中心とした我々のグループはグローバルな分光専用の望遠鏡のネットワークを提案する。宇宙はどのようにしてこの生命にとって快適な現在の環境を作り上げたか、という重要な疑問に答えるため、せいめい望遠鏡の経験を生かした費用対効果の高い 15m 級のロボティック望遠鏡を 3 台北半球に構築する。これらの望遠鏡は高スループットで高感度な同一の分光器を搭載し、24 時間 365 日モニタおよびサーベイ観測に従事する。主なターゲットはタイムドメインオブジェクト（超新星、重力波源の可視対応天体、フレアスター、系外惑星など）である。大口径を生かし、これらの変動現象の分光データにおける時間分解能を 1 秒以下に上げる。この観測システムは地上とスペースの他の既存および将来の国際プロジェクトを強化するものである。

13:30-13:50 初代銀河探査機：井上昭雄（早大）

初代銀河探査機 G-REX プロジェクトについての紹介と 2030 年代 WP レビューを受けての議論を行なう。

13:50-14:10 惑星間宇宙望遠鏡：松浦周二（関学大）

2030 年代将来計画として黄道光に影響されない深宇宙をサイトとする惑星間宇宙望遠鏡(IPST)の計画を提案する。

14:10-14:30 Origins Space Telescope ミッションへの参加：左近樹（東大）

2030 年代の光赤外線将来計画の white paper として、米国 2020 Decadal Survey に提案される 4 つの大型ミッション計画の一つ Origins Space Telescope への日本のハードウェア貢献を狙うプロジェクトの提案を行なった。2016 年以降、Origins STDT 活動に参加し、その中で、3 つのベースライン装置の一つである中間赤外線観測装置の検討を JAXA がリードし、最終報告書に検討結果をまとめるに至った。本講演では、光赤外線将来計画ワーキンググループにおける活動と特に本シンポジウムで議題とされる日本主導と海外フラッグシップへの参加への議論に対して、Origins Space Telescope への日本の参画という観点から必要な情報を提示し、議論を行う。

14:30-14:50 LUVOIR/HabEx への参加：住貴宏（阪大）

Now is the time in human history to start studying a path from the dawn of the universe to life-bearing worlds. Astronomers have already detected thousands of planets beyond the solar system and begun to measure the atmospheres of gas giant exoplanets. The next frontier is to extend these capabilities to rocky planets and find the "pale blue dots" in the solar neighborhood. Both LUVOIR and HabEx are among the four Large Mission Concepts for the 2020 Astrophysics Decadal Survey. HabEx is a 4m- class OPT/UV telescope targeting a handful Earth-like planets, while LUVOIR is a ~8-15m one targeting dozens of Earth-like planets. Both can enable extremely high-contrast observations required for detection of small planets around Sun-like stars. They can eventually determine whether habitable, Earth-like conditions are rare or common and then probe them for signs of life. In addition, as a general- purpose large space telescope, LUVOIR will study the comparative exoplanetology, the solar system ocean worlds, the assembly and evolution of galaxies and dark matter. HabEx can also mitigate the lack of sensitive UV

observations after HST. Therefore, we propose Japanese participation to the historical mission by significantly contributing to their instruments and sciences.

14:50-15:10 惑星科学、生命圏科学、および天文学に向けた紫外線宇宙望遠鏡計画：村上豪 (JAXA/ISAS)

Ultraviolet observation technique is one of the most powerful tools to cover wide science fields, from planetary science to astronomy. Here we propose a UV space telescope as a Japanese-leading mission, by using both many heritages of UV instruments for planetary science (e.g., Hisaki) and space telescope techniques for astronomy. We will accomplish the following four goals.

- 1) We will uncover dynamics of our solar system planets as the most quantifiable archetypes of extraterrestrial habitable environments in the universe.
- 2) We will conduct transit spectroscopy of exoplanetary atmosphere, especially hydrogen and oxygen exosphere, to observe on-going atmospheric escaping predicted to occur on Earth-like exoplanets in the habitable zone of low temperature star system.
- 3) We will obtain the unique UV map of the gaseous large-scale structures (LSSs) to test the structure formation scenario of the  $\Lambda$  cold dark matter (CDM) model and to unveil galaxy growth and feedback processes in the LSSs.
- 4) We will conduct the time-domain survey for transient sky in the UV wavelength to witness the first moments of high-energy events such as compact-object mergers and supernovae with a great synergy of the growing facilities of multi-messenger astronomy including gravitational-wave observatories.

15:10-15:30 スペース赤外線強度干渉計：松尾宏 (NAOJ)

スペース赤外線強度干渉計 white papers の説明

15:30-15:50 GaiaNIR への参加：河田大介 (UCL)

GaiaNIR は、現在 ESA Voyage 2050 に提案されている計画である。GaiaNIR は、現在、幅広い分野の研究に大きなインパクトを与えている Gaia 衛星の後継機として、Gaia の約 20 年後に近赤外線での全天位置天文観測データを提供することを目標としており、2040 年代に Gaia 同様の貴重なデータを提供することが期待されている。本講演では、現在 JASMINE プロジェクトにより、世界初の近赤外位置天文観測衛星計画を主導する日本のコミュニティーの GaiaNIR への参加を提案する。

15:50-16:00 休憩

16:00-17:00 JAXA のミッション再定義の現状と議論：津村耕司 (東京都市大学)

16:00-16:10 背景説明：山田享 (JAXA/ISAS)

16:10-16:15 光赤天連からの要望

16:15-16:20 他分野との連携の現状：野上大作 (京大)

JAXA のミッション再定義に関して、他分野と連携した行動を取るべく高宇連、太陽研連、宇電懇、理論懇と連絡を取った。その現状について報告する。

16:20-16:30 日本主導と海外フラッグシップへの参加のバランス

16:30-17:00 今後の検討の進め方

17:00-17:30 総会（会計報告、選挙実施結果、等）