

惑星ラボからこんにちは！その9 ～東京大学大学院総合文化研究科～

黒川 宏之¹, 小宮 剛¹, 鈴木 建¹, 成田 憲保¹, 諏訪 雄大¹, 鹿山 雅裕¹,
澤木 佑介¹, 谷川 衝¹, 土井 靖生¹, 吉田 慎一郎¹, 福井 暁彦¹, 小玉 貴則¹



図1: 集合写真.

1. 組織

日本惑星科学会のみならず、こんにちは！東京大学大学院総合文化研究科には地球惑星科学と宇宙科学を研究する2つの研究グループがあります。広域科学専攻広域システム科学系・宇宙地球部会と先進科学研究機構・成田研究室です。現在、広域システム科学系・宇宙地球部会には9名の教員と7名の研究員、19名の大学院生、先進科学研究機構・成田研究室には3名の教員と4名の研究員、4名の大学院生が所属しています(図1)。これらの研究グループはともに東京大学駒場キャンパスにあります。両グループの研究室に学部生・大学院生として所属するには、総合文化研究科(大学院生)・教養学部(学部生)を通じて進学できる他、一部の教員の研究室には理学系研

1. 東京大学大学院総合文化研究科
hirokurowaka@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

究科の地球惑星科学専攻および天文学専攻(大学院生)・理学部(学部生)を通じて進学できます。

2. 研究紹介

2.1 宇宙地球部会:地球グループ

地球グループでは、地球や太陽系内外の惑星・衛星の起源と進化について、研究を進めています。本グループには専門の異なる4名の教員が在籍し、それぞれの強みを活かして、物質科学的・計算科学的手法を用いた研究を行っています。

地球に関しては、地質学的・地球化学的手法と理論モデル計算・シミュレーションの両面から総合的に研究することで、地球の形成過程、大陸成長、大気・海洋および生命進化の解明を目指しています。地質学的・地球化学的手法では、地球史の情報を記録する地質体の野外調査を行い(図2)、また、採取した試料の室内分析を実施することで、地球表層環境と生命の共進化の解読を行っています。野外調査においては、カナダ・ラブラドル半島やアフリカのガボンなど、世界各地に赴いて地質調査・試料採取を行っています。さらに、地球の形成や進化に関する理論モデルを構築し、シミュレーションを実施することで、地球の形成過程や全球的な物質循環の理解を目指しています。こうした理論研究では、スーパーコンピュータを用いた大規模シミュレーションを行う一方で、時には紙と鉛筆だけで勝負する解析計算で研究を行うこともあります。

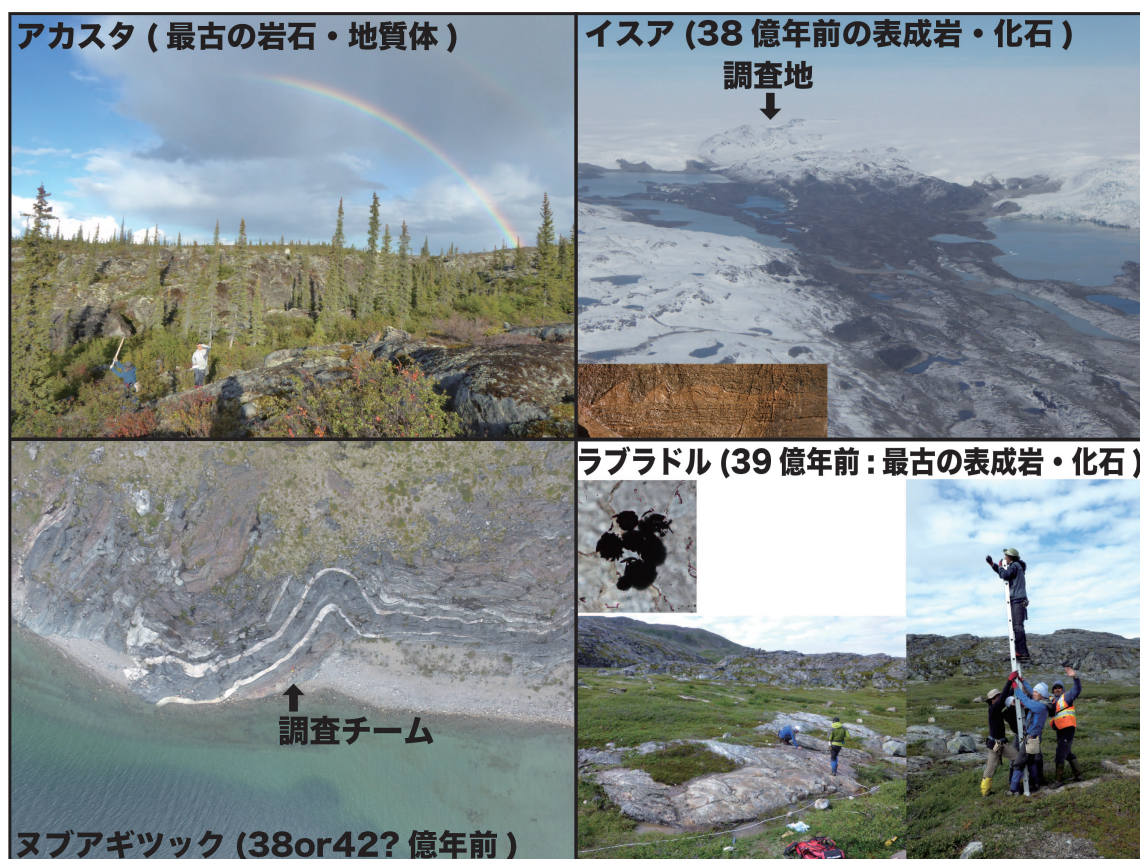


図2: 地球グループの野外調査.

地球以外の惑星・衛星に関しては、理論モデル計算・シミュレーション研究に加えて、地球外試料の分析や太陽系探査を通じた研究を行うことで、惑星系の起源や惑星・衛星の多様性の解明を目指しています。惑星誕生の場となる原始惑星系円盤における天体集積過程について理論シミュレーションを実施するとともに、そうした天体集積の過程を記録する小天体・衛星探査計画(はやぶさ2, MMXなど)に参画することで、惑星系の形成メカニズムを実証的に調べています。また、地球以外の惑星・衛星(月や、金星、火星、太陽系外惑星)の進化についての理論研究を通じ、惑星・衛星進化の多様性を追求しています。さらに、将来の有人探査の先駆けとも言える月や火星の水資源探査計画(LUPEX, International Mars Ice Mapper)にも参画しています。

物質学的研究と理論研究を一つのグループ内で

密に連携して研究を行っているグループは極めて稀です。両方に取り組みたい人にも、一方に没頭したい人にも、おすすめの研究環境です。

2.2 宇宙地球部会:宇宙グループ

宇宙グループは、理論天体物理学を基盤に、多岐にわたる領域で活動する研究者集団で、その主要な関心領域は恒星物理学です。その活動範囲は天体風や天体プラズマの輸送機構、原始惑星系円盤や惑星系の進化、超新星爆発の駆動機構、光子・ニュートリノ・重力波を組み合わせたマルチメッセンジャー、高密度天体の構造とその引き起こす高エネルギー現象、恒星や連星系の進化に基づく連星ブラックホールの形成、赤外線観測天文学まで、広範に及びます。

その中でも、特に駒場宇宙グループの特徴は、質

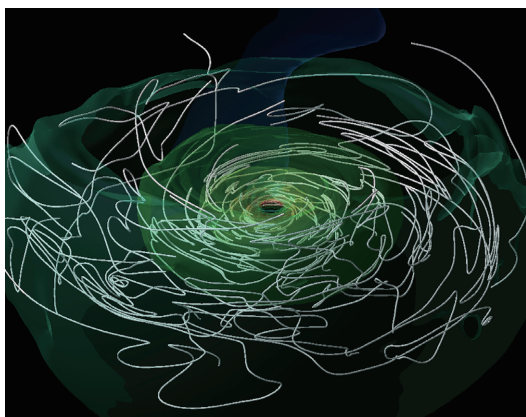


図3: 降着円盤の磁気流体シミュレーション結果の1例。

量にかかわらず恒星の物理学の研究を行うという点で、太陽のような低質量星からベテルギウスのような大質量星までを対象としています。日本国内でこれほど幅広い恒星物理学を研究しているグループは唯一と言って過言ではありません。

また、宇宙流体における風や流れの駆動メカニズムの解明には、磁気流体力学という電磁気学と流体力学を融合させた手法を駆使しています(図3)。このアプローチは、特定の天体に縛られず、さまざまな天体や宇宙流体に見られる共通の物理過程を理解することを目指しています。「波動」、「乱流」、「エネルギー輸送」などのキーワードが、その研究の焦点を示しています。

さらに、宇宙グループでは輻射輸送と流体力学を組み合わせた輻射流体力学計算や重力多体計算を含む、多様な物理現象に対する研究も行っています。これらの問題に取り組むために、スーパーコンピューターを活用しています。

2.3 先進科学研究機構・成田研究室

成田研究室では、惑星が主星の前面を通過する「トランジット惑星」に特に注目し、宇宙望遠鏡や世界各地の地上望遠鏡を駆使して新しい系外惑星を発見し、その惑星の質量・半径・軌道・大気などを調べて、多様な惑星と惑星系がどのようにしてできたのか、それぞれの惑星がどんな世界なのかを明らかにする研究を行なっています。

最近はNASAのトランジット惑星探索衛星TESS

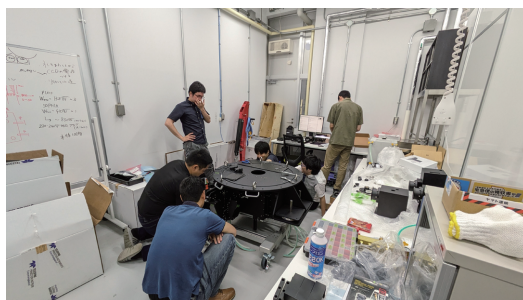


図4: 成田研究室でのMuSCAT4の開発風景(2023年7月)。

による惑星サーベイに参加し、新しいトランジット惑星の発見に取り組んでいます。成田研究室では観測装置開発も行なっていて、TESSと連携した新しいトランジット惑星の発見やその後の追観測では、成田研究室で開発した多色同時撮像カメラ「MuSCATシリーズ」が使われています。MuSCATシリーズは日本の岡山、スペインのテネリフェ島、アメリカのマウイ島にある1.5 m~2 mの3台の望遠鏡に搭載されており、現在はオーストラリアのサイディング・スプリング天文台にある2m望遠鏡用に4台目のMuSCAT4を開発しています(図4)。

成田研究室ではこのように自分たちで開発した観測装置で豊富な観測時間を持つほか、すばる望遠鏡やジェームズウェッブ宇宙望遠鏡などの共同利用観測時間への観測提案も積極的に行なっています。こうした観測では、惑星形成・軌道進化の理論や惑星大気の理論を念頭において、観測を通して理論研究の発展に貢献することを目指しています。そのため、理論研究者と連携した共同研究を積極的に進めています。

近年の主な成果としては、MuSCATシリーズやすばる望遠鏡を用いた観測で多数の新しいトランジット惑星を発見しており、その中には赤色矮星のハビタブルゾーンにある地球型惑星や、赤色矮星まわりの短周期巨大惑星、白色矮星まわりの短周期惑星など、まだ発見数が多くないユニークな惑星も含まれています。

また、今後は2020年代に打ち上げ予定のESAのトランジット惑星探索衛星PLATOや、同じくESAの系外惑星大気赤外線分光サーベイ衛星計画Arielなどの衛星計画、2030年代以降には地上の30m望遠鏡計画TMTや日本の紫外線宇宙望遠

鏡計画LAPYUTA, NASAのHabitable Worlds Observatoryなどの計画に参加を予定しています。

実際に望遠鏡で観測をして新しい系外惑星を発見したり, その性質を明らかにする観測的研究に興味がある人, そうした観測と連携した理論的研究に興味がある人, 観測を実現するための新しい観測装置を開発することに興味がある人, 上記のような系外惑星分野の将来計画に参加したいという人は, ぜひ成田研究室での学生・ポスドクを考えてみてください。

3. 研究室生活

宇宙地球部会と先進科学研究機構・成田研究室がある東京大学駒場キャンパスは, 渋谷から二駅という利便性のある立地であるとともに, 自然豊かで都会のオアシスのようなキャンパスです。日々のセミナー等の研究活動に全力を注ぐとともに, 時には自然に囲まれたグラウンドでサッカーをするなど, 充実した研究室生活を送ることができます。

ウェブサイト:

広域科学専攻広域システム科学系・宇宙地球部会:

<https://ea.c.u-tokyo.ac.jp/>

先進科学研究機構・成田研究室:

<https://naritalab.wixsite.com/narita-lab>