

遊



日本惑星科学会誌

**Planetary
People 3**
September 2021 vol30 no

星

人

- 10年間にわたるWASP-33bの軌道歳差
- コロナを撃て! あかつき
-BepiColombo-ひので協調観測
- 4 New Faces!

日本惑星科学会誌「遊・星・人」投稿規定

日本惑星科学会

1. 投稿可能な記事

- ①学会誌に投稿できる記事内容は、
 - (a) 原著論文：惑星科学に関する研究のオリジナルな報告
 - (b) 総説：専門外の人にも分かりやすく解説した最前線の研究成果のレビュー
 - (c) 解説記事：広く会員の関心をひく事柄についての解説
 - (d) 報告記事：学科、研究所、海外機関等の紹介、国内外の研究会の報告、New Face (博士号取得者の自己紹介)、インタビュー記事
 - (e) 情報記事：各種の情報記事
 - (f) エッセイ：上記の形式にとらわれず、惑星科学に関する話題を論じた文章など、広く会員の知的好奇心をみたすもの。
- ②投稿記事の長さについてはとくに制限をもうけない。ただし、標準的には上記 (a)～(c) については6～8ページ(1ページ2000字とし、タイトル、300字程度の概要、図表を含めたページ数)、(d) については4～6ページ、(e)、(f) は1ページとする。

2. 投稿資格者

日本惑星科学会会員及び編集委員会が適当と認めた者。

3. 投稿原稿及びその送付

- ①原則として、投稿原稿はワープロなどにより電子的に作成されたものであること。
また、原稿のファイル形式については「学会誌原稿作成の手引」に従うこと。
- ②投稿に際しては、原稿を日本惑星科学会編集専門委員会委員長宛に送付すること。(連絡先は「学会誌原稿作成の手引」参照。) 送付方法は、E-mail による送付が望ましい。但し、プリントアウトした原稿2部の郵送による送付も可とする。なお郵送された原稿は原則として返却しない。
- ③編集委員会が原稿を受領すれば、その日を受領日として、受領した旨投稿者に通知される。

4. 査読及びその後の取扱い

- ①投稿原稿は編集専門委員長が受領した後、原著論文や解説論文または編集専門委員会が必要と認めた記事については査読者が選定され査読に付される。

- ②査読終了後、査読者の意見を参考に編集専門委員会が掲載の可否を決定する。その際編集専門委員会は投稿者に論文の修正を求められることができる。
- ③査読に付されない記事についても、編集専門委員会が掲載の可否を決定し、必要があれば投稿者に修正を求められることができる。
- ④掲載が決定すれば直ちにその旨投稿者に通知される。
- ⑤編集専門委員会の求める修正が完了した最終稿は、WORD、PDF、テキストファイル、いずれかのファイル形式にて、E-mail などにより編集幹事宛に送付すること。(図表については、「学会誌原稿作成の手引」参照)
- ⑥査読に付された掲載記事については、査読を経た旨記事内に記載される (vol.24, no.3から適用)。

5. 校正

校正は投稿者の責任において行う、また、校正は原則として誤植の訂正に限る。

6. 別刷り

論文の PDF ファイルを提供する。

7. 著作権

投稿された記事の著作権は、会誌に掲載された時点で、著者から日本惑星科学会に移転されるものとする。

8. 倫理規定

学会誌に掲載される全ての記事は、「遊星人の記事掲載にあたっての倫理規定」について原稿投稿時に念書を提出し編集専門委員会に了承されなければならない(念書は投稿原稿送り状に記載)。

9. 投稿料・出版費

原則として無料。

ただし、カラーページの印刷を希望する場合は、著者が印刷費を負担する。なお、著者が希望し、かつ編集委員会が認めたものについては、印刷費用を学会が負担する。カラー印刷の希望が無い場合、カラーの図は白黒印刷される。電子版は費用負担無しでカラーの図を掲載する。

日本惑星科学会誌 遊・星・人
第30巻 第3号
目次

巻頭言 高木 靖彦	99
<hr/>	
系外惑星「遠い世界の物語」その14 ～10年間にわたる WASP-33bの軌道歳差～ 渡辺 紀治	100
一番星へ行こう!日本の金星探査機の挑戦 その47 ～コロナを撃て!あかつき-BepiColombo-ひので協調観測～ 今村 剛, 村上 豪, 岩井 一正, 三好 由純, 塩田 大幸	105
遊星百景その21 ～小惑星イトカワのクレータ「候補」地形～ 平田 成	107
惑星ラボからこんにちは! その4 ～京都産業大学 理学部 宇宙物理・気象学科～ 安藤 紘基, 小郷原 一智, 河北 秀世, 佐川 英夫, 高木 征弘	109
iSALE users group in Japanの現状と第6回iSALE講習会開催報告 黒澤耕介	112
New Faces 川島 由依, 柴田 翔, 森 昇志, 吉田 辰哉	116
2021年度宇宙科学奨励賞公募のご案内 公益財団法人 宇宙科学振興会	123
JSPS Information	124

Contents

Preface	Y. Takagi	99
<hr/>		
Tales of distant exoplanet worlds (14) - Nodal precession of WASP-33b for a decade -	N. Watanabe	100
Road to the first star: Venus orbiter from Japan (47) - Probing the solar corona: Akatsuki-BepiColombo-Hinode coordinated observation -	T. Imamura, G. Murakami, K. Iwai, Y. Miyoshi, D. Shiota	105
My favorite view in planetary sciences (21) - Crater "candidates" on the asteroid Itokawa -	N. Hirata	107
Hello from planetary labs! (4) - Department of Astrophysics and Atmospheric Sciences, Faculty of Science, Kyoto Sangyo University -	H. Ando, K. Ogohara, H. Kawakita, H. Sagawa, M. Takagi	109
The current status of iSALE users group in Japan and a report on the 6th iSALE short course	K. Kurosawa	112
New Faces	Y. Kawashima, S. Shibata, S. Mori, T. Yoshida	116
Announcement of public offering for Space Science Incentive Award	Society for Promotion of Space Science	123
JSPS Information		124

巻頭言

1985年(昭和60年)6月29日、東京大学駒場第2キャンパスにあった文部省宇宙科学研究所の会議室で「小惑星サンプルリターン小研究会」という名の研究会が開かれ、30名ほどの参加者があった。今の惑星科学界の状況からすれば30名の参加者というのは、本当に「小研究会」だと感じるかもしれないが、当時の惑星科学界各分野の中心的メンバーが参加した研究会であった。日本惑星科学会が発足するのは、その7年後であったが、初代から第3代までの会長となる先生方も参加されていた。

その収録をあらためて読み直してみると、太陽系形成論、隕石学など多くの側面から、小惑星サンプルリターンの意義について真剣な議論がされていた事がわかる。その実現のために、今となっては意外に感じるかもしれないが、フライバイ、ランデブー、軟着陸と段階を踏んで進めることを前提に考えられていたことがわかる。なにしろ、その当時の日本の宇宙探査は、「さきがけ」が初めて地球の重力圏を脱してやっと惑星間航行を行えるようになったばかりの状況であったから当然のことであったかもしれない。当面の実現手段が無い、遠い高い目標の意義を議論していたともいえる。そのような現実味もあまりない事を自由に議論しようという雰囲気が当時の惑星科学界やその周辺にはあったということである。

その後5回ほどの小さな勉強会が開かれてこの研究会の活動は終わっているので、「はやぶさ」「はやぶさ2」に直接続くものとなったとは言いにくい部分もある。しかし、高い目標に向かって自由に議論できていたことが、その成功につながる一つの起点にはなったのではないか。

このような当面の実現性のないような計画の意義を自由に議論するような事が現在あるかと言えば皆無であろう。もちろん、日本経済のその後の長い低迷や大学をとりまく様々な事柄といった外部要因が大きい事もあるが、そのような議論を我々自身の意識として避けていることはないだろうか。そのようなことを考えるとともに、その当時の諸先生方の偉大さを改めて感じるところである。

高木 靖彦 (愛知東邦大学)

系外惑星「遠い世界の物語」その14 ～10年間にわたるWASP-33bの軌道歳差～

渡辺 紀治¹

(要旨) 高温星周辺のホットジュピターは、ホットジュピターの軌道進化の解明に適した天体である。軌道進化の手がかりとなる惑星軌道傾斜角は、トランジット分光観測からドップラー・トモグラフィ法で測定されているが、1回の観測では見かけの惑星軌道傾斜角しか測定できない。しかし、この惑星系特有の現象である軌道歳差を観測することで、真の惑星軌道傾斜角を算出することが可能となる。本稿では、高分散分光器HDS、HIDES、TS23によるトランジット分光観測と、MuSCATとMuSCAT2によるトランジット測光観測から得られた、高温星周辺のホットジュピターWASP-33bの約10年間にわたる軌道歳差の振る舞いと、算出した真の惑星軌道傾斜角について述べたいと思う。

1. はじめに

恒星に極めて近い場所で10日以内に公転1周する巨大ガス惑星(ホットジュピター)は、その場での形成ができないため、雪線より外側で形成された後に内側に移動する軌道進化モデルが提唱されてきた。主に、(1)原始惑星円盤との相互作用で主星方向に移動する理論[1]、(2)近くの惑星との重力散乱で楕円軌道になった後に円軌道化で主星に近づく理論[2]、(3)伴星との相互作用による古在機構で楕円軌道になった後に円軌道化で主星に近づく理論[3]がある。円盤相互作用のみで軌道進化した理論(1)では軌道が主星自転と揃い、他天体との相互作用の影響で軌道進化した理論(2)と(3)では主星自転に対して軌道が傾くようになる。よって、ホットジュピターにおいては、中心星の自転軸と惑星の公転軸のなす角度(惑星軌道傾斜角)を測定することで、軌道進化を推測することができる。

しかしながら、太陽型星の場合、恒星内部の厚い対流層が潮汐散逸の影響を受け、主星自転軸と惑

星公転軸が再び揃ってしまう。そのため、揃った軌道である場合が大半である太陽型星周辺のホットジュピターにおいては、円盤との相互作用で軌道が揃っているのか、潮汐相互作用によって揃うのかを区別できず、軌道進化の判別が困難になる。一方、表面温度が7000Kよりも高い恒星(高温星)の場合、恒星内部に対流層がほぼなく、潮汐散逸をほとんど受けないため、惑星軌道傾斜角が軌道進化直後以来ほぼ変化しない[4]。よって、高温星周辺のホットジュピターは、その惑星の軌道進化の調査に適しているといえる。

高温星周辺のホットジュピターは、主にトランジット分光観測からドップラー・トモグラフィ法(DT法、図1参照)で惑星軌道傾斜角の測定が行われてきたが、1度の観測だけでは天球面上に投影された見かけの惑星軌道傾斜角しか測定できず、それで軌道進化が議論されてしまうという問題があった。しかし、高温星の高速自転によって自身が扁平するため、軌道が傾いていれば、惑星公転軸が主星自転軸を中心に歳差運動する現象である軌道歳差が起こる。これによる複数回の観測で見かけの惑星軌道傾斜角とインパクトパラメーター(観測者から見た、トラン

¹ 東京大学
n-watanabe@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

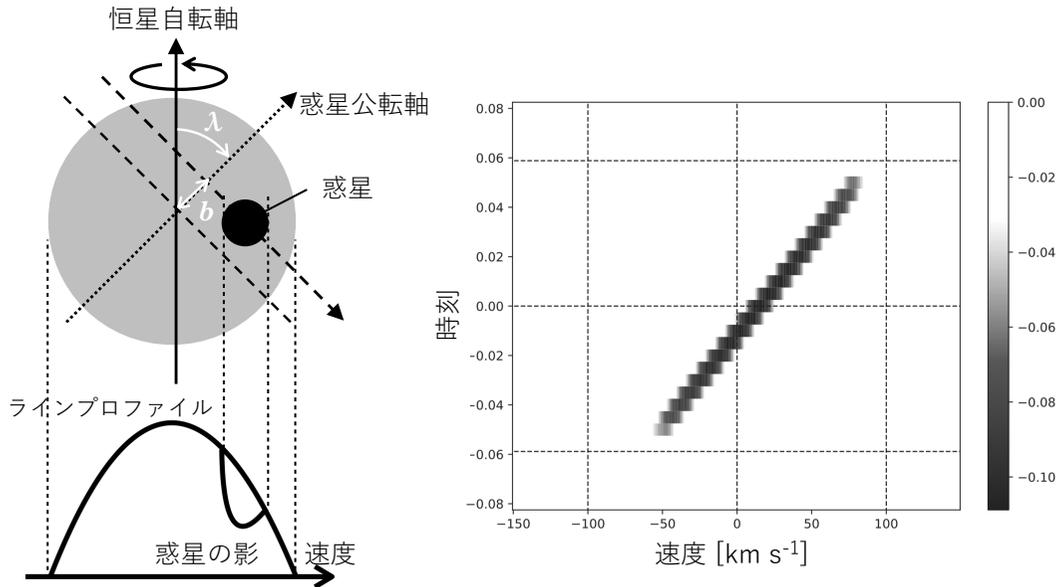


図1: ドップラー・トモグラフィ法の概要。

(左図)トランジットで惑星が恒星面の一部を隠すことで、主星のラインプロファイルに「惑星の影」と呼ばれる凹みが現れる。トランジット中の惑星の影の動きは、見かけの惑星軌道傾斜角(λ)とインパクトパラメーター(b)に依存する。

(右図)トランジット中とトランジット外のラインプロファイルを引くことで取り出した惑星の影をカラースケールにして、時系列に並べることによって影の移動の様子を捉えることができる。横軸はラインプロファイル上での速度、縦軸はトランジット中心時刻を0として、公転周期で規格化した時刻を表す。両端の縦破線は見かけの主星自転速度を、横破線は下からトランジット開始・中心・終了時刻を示す。

ジット軌道から主星中心までの距離を主星半径で規格化したパラメーター)の時間変化から真の惑星軌道傾斜角を算出できる。よって、高温星周辺のホットジュピターにとって、軌道歳差観測は軌道進化をより正確に調査するための重要な手法となる。

A型星(表面温度7430K)周辺を1.2日周期で公転するホットジュピターWASP-33bは、複数回のDT法で軌道歳差が確認された唯一の惑星系である[5]。ただし先行研究[5]では、2つの観測点(2008年と2014年のデータ)でしか行われていなかったため、筆者らは2011年の観測点をDT法で追加して軌道歳差の検証を行なった。しかし、2014年以降の軌道歳差の振る舞いがどのように変わっているのか追観測・解析した研究が今までになかった。よって、筆者らはさらに2014年以降の観測点を増やし、WASP-33bの真の惑星軌道傾斜角を算出するためにトランジット観測を行なった。

2. 観測と解析

まず、WASP-33bの見かけの惑星軌道傾斜角とインパクトパラメーターを測定するために、高分分光器で捉えられた5つのトランジット分光データをDT法で解析した(図2)。そのうちの1つは、筆者が提案して2019年に取得した観測した岡山天体物理観測所188cm望遠鏡にあるHIDESのデータ、もう1つは、共同研究者である成田憲保氏が2011年に取得したHDS(すばる望遠鏡)のデータ(先行研究[6]で使用したデータ)、残りの3つは共同研究者Marshall C. Johnson氏が2008年、2014年と2016年に捉えたTS23(HJST)のデータである(これは先行研究[5]で使用されたデータも含む)。

また、トランジット測光観測でも、トランジット中の減光にライトカーブモデルをフィットすることでインパクトパラメーターを測ることができる。よって、筆

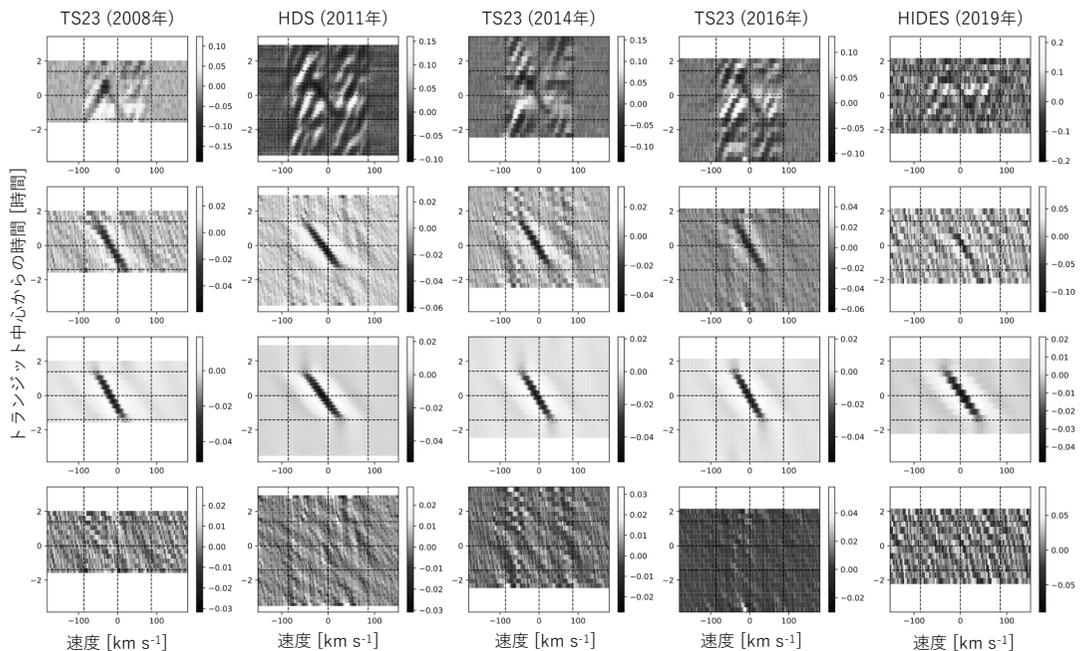


図2: WASP-33bのDT法解析.

(1段階目)トランジット内外の差をとったラインプロファイル差分の時系列. 主星表面に非動径方向の脈動が起こっているため[7], 惑星の影のみでなく, 主星脈動による(左下から右上に向かう縞模様部分)も現れる.

(2段階目)フーリエフィルタリング[5]と呼ばれる手法で惑星の影のみを取り出した.

(3段階目)惑星の影のモデル. このモデルにも, フーリエフィルタリングをかけている.

(4段階目)2段階目と3段階目の差分.

者の所属するMuSCATチームが管理している多色撮像カメラMuSCAT(岡山天体物理観測所188cm望遠鏡)とMuSCAT2(テイデ観測所152cm望遠鏡)を用いて, それぞれ2017年, 2018年にその観測を行なった. そのデータに対して, ライトカーブモデルをフィッティングした解析結果を図3に載せる.

さらに, 軌道歳差によって公転軸が周回する角速度[7]を参考にして, 筆者らは見かけの惑星軌道傾斜角とインパクトパラメーターの時間変化モデルを作成した. このモデルを, 測定された各観測点の見かけの惑星軌道傾斜角とインパクトパラメーターの値に対してフィッティングを行った. これに伴い, 惑星軌道傾斜角を算出した.

3. 軌道歳差の振る舞い

軌道歳差モデルでフィッティングを行なった結果

を図4に示す. インパクトパラメーターの変化を見ると, モデルに沿って単調減少しており, 10年間という長い期間で軌道歳差が起こっていることを確認した. 一方, 見かけの惑星軌道傾斜角の変化については, モデルとは異なり, 単調変化をしないことが明らかになった. このようにモデルと合わない原因を探るため今後もトランジット分光観測を行っていく.

また, インパクトパラメーターの長期変化を図5に載せる. まず, WASP-33bの軌道歳差の周期が約785年であることを解明した. そのうち, 我々から見てトランジット軌道が恒星面上に存在する期間, つまり, トランジットが観測可能である時期が周期に対して約2割であり, 長い目で見ると, WASP-33bのトランジットが珍しい現象であることを解明した. 筆者らの解析結果では, およそ西暦2057年を過ぎると, 約353年間WASP-33bのトランジット観測ができなくなるという結果になった. しかしながら, いつトラ

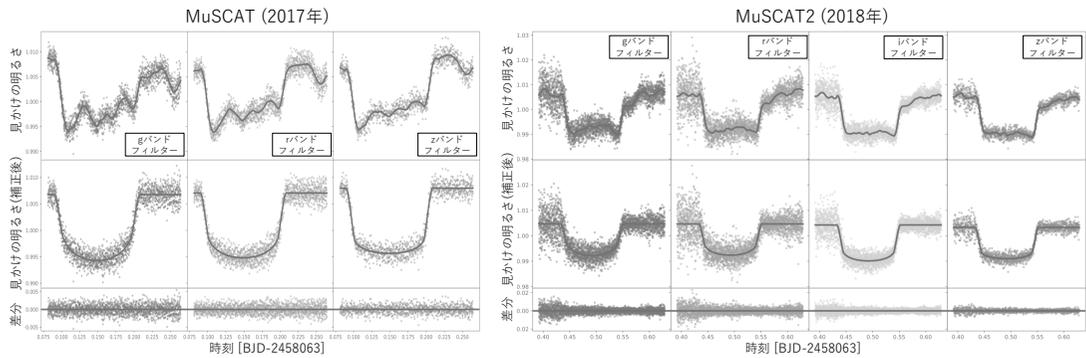


図3: 3色のフィルターで同時撮像可能なMuSCAT(左)と4色のフィルターで同時撮像可能なMuSCAT2(右)で捉えたWASP-33bのトランジットライトカーブ。フィッティングしたモデルを黒色実線で示している。

(1段目)観測されたトランジットライトカーブ。主星脈動による波状の変動も含んでいる。

(2段目)主星脈動の成分を除いたWASP-33bのライトカーブ。

(3段目)観測データとモデルの差分。

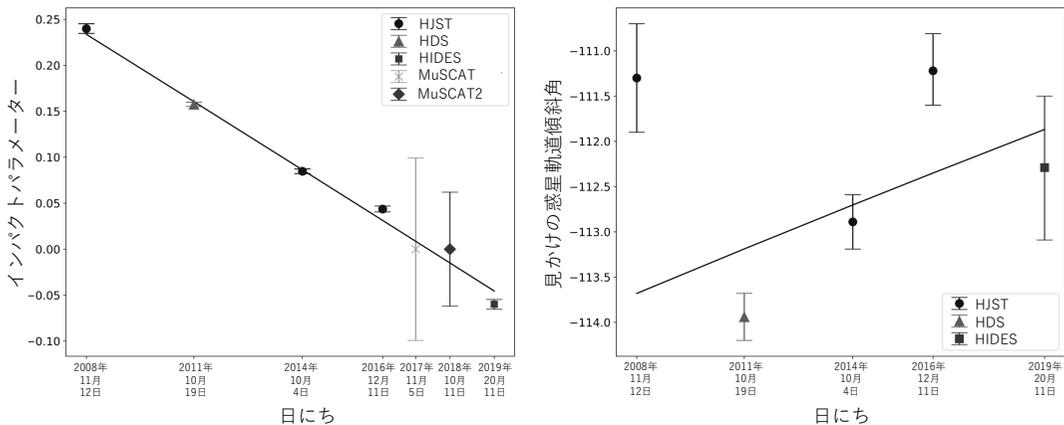


図4: 軌道歳差によるWASP-33bのインパクトパラメーター(左)と見かけの惑星軌道傾斜角(右)の時間変化。フィッティングした軌道歳差モデルを黒色実線で示している。

ンジット観測ができなくなるのかという予報をより正確に求めるために、今後も定期的なトランジット分光観測及び測光観測を行っていく。

4. 真の惑星軌道傾斜角

軌道歳差モデルのフィッティングを行ったことで、真の惑星軌道傾斜角を $110.2^{+1.3}_{-1.4}$ 度と算出した。見かけの惑星軌道傾斜角の絶対値よりもやや小さい値であったが、実際にはほぼ極軌道を描く惑星であるこ

とが確認できた。この角度から、他の惑星、または、伴星との重力相互作用によって軌道が傾いた可能性があることを示した。

軌道が傾いた原因を解明するために、惑星系WASP-33bに伴星が存在するかどうかを調査する必要がある。実際に、2200年の公転周期である伴星候補の存在が直接撮像で捉えられたと先行研究[8]で挙げられているが、実際に伴星であるかどうかを確認されていない。よって、実際に伴星かどうかを確かめるために、もう一度直接撮像を行って、主星と伴

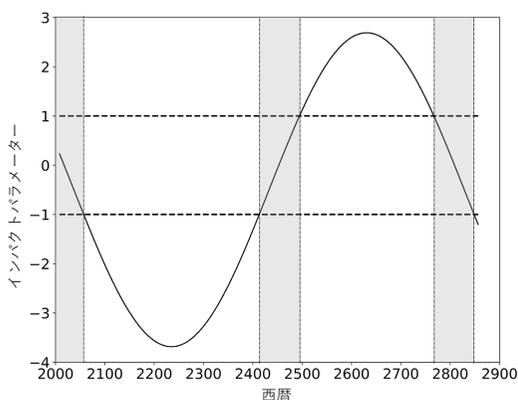


図5: 長期的に見たWASP-33bのインパクトパラメーターの時間変化。横破線は恒星面の端を示す。灰色領域はトランジット観測可能時期を、白色領域はトランジット観測ができない時期を表している。

星候補の固有運動が同じかどうかを測定する必要がある。

5. まとめ

本研究では、およそ10年間のトランジット分光観測とトランジット測光観測からWASP-33bの軌道歳差を調査し、その惑星の真の惑星軌道歳差を算出した。このように、2つの観測手法からの軌道歳差を調査したことは初めての試みである。

今まで高温星周辺のホットジュピターは15個程度発見されている。それら全てがDT法で見かけの惑星軌道傾斜角が測定されおり、少数ではあるが、0度から180度にわたって分散している傾向にあることがわかっている。しかし、その内、真の惑星軌道傾斜角が測定された惑星はWASP-33bを含めて5つしかないため、今後、他の高温星周辺のホットジュピターに対して軌道歳差観測を行っていく。

また、高温星周辺のホットジュピターの軌道が、主星自転と揃う傾向にあるか、それとも傾く傾向にあるのかを調べるために、より多くのサンプルが必要となる。そこで、今も宇宙で測光観測を行っている宇宙望遠鏡TESSが発見した惑星候補から、筆頭者が先導して高温星周辺のホットジュピターを発見確認してゆく。

以上のようにして、真の惑星軌道傾斜角のサンプル数を増やし、ゆくゆくは観測からホットジュピター

の軌道進化を制約していきたい。本研究で行なった軌道歳差観測は、真の惑星軌道傾斜角の分布を作成するにあたって、新たな一歩を踏み出したと言える。

参考文献

- [1] Lin, D. N. C. et al., 1996, Nature 380, 606.
- [2] Chatterjee, S. et al., 2008, ApJ 686, 580.
- [3] Fabrycky, D. and Tremaine, S., 2007, ApJ 669, 1298F.
- [4] Albrecht, S. et al., 2012, ApJ 757, 18.
- [5] Johnson, M. C. et al., 2015, ApJ 799, 30.
- [6] Watanabe, N. et al., 2020, PASJ 72, 19.
- [7] Iorio, L., 2016, Ap&SS 331, 485.
- [8] Moya, A. et al., 2011, A&A 535, A110.

一番星へ行こう!日本の金星探査機の挑戦 その47 ~コロナを撃て! あかつき-BepiColombo-ひの で協調観測~

今村 剛¹, 村上 豪², 岩井 一正³, 三好 由純³, 塩田 大幸⁴

(要旨) 2021年3月から4月にかけて、あかつきと水星探査機BepiColomboが地球から見て太陽のほぼ反対側を同時に通過する貴重な機会があり、これを活かして2機が協調して太陽コロナの電波掩蔽観測を実施した。太陽観測衛星ひのでによる太陽表面の観測も同時に行い、コロナ研究のためのユニークなデータセットが得られた。

2021年3月下旬、あかつきは地球から見て太陽のほぼ反対側を通過しました。この「外合」の期間には探査機と地上局を結ぶ電波が太陽コロナを通過するため、データ通信に支障がありますが、一方で通信電波を用いて電波掩蔽の方法でコロナを観測する絶好の機会でもあります。この観測では、電波経路上にあるコロナのプラズマ密度のゆらぎのために電波の周波数や強度が変動するのを、地上の受信局で観測します。これまでもあかつきの外合ごとにコロナの観測を実施して、コロナ加熱や太陽風加速に関わる波動や乱流などの情報を得てきましたが[1-4]、今回の外合では偶然にも水星への往路にある探査機BepiColomboがほぼ同時に外合を迎えることがわかりました(図1)。

BepiColomboにも電波科学チームがあり、主目的こそ太陽コロナではなく太陽近傍の重力場による相対論の検証であるものの、外合時に電波伝播の計測を行うことは計画の範囲内です。そこでBepiColombo電波科学チームと調整のうえ、この2



図1: あかつきとBepiColomboによる太陽コロナの電波掩蔽観測のイメージ。

1. 東京大学 新領域創成科学研究科
2. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所
3. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所
4. 情報通信研究機構 電磁波研究所
t_imamura@edu.k.u-tokyo.ac.jp

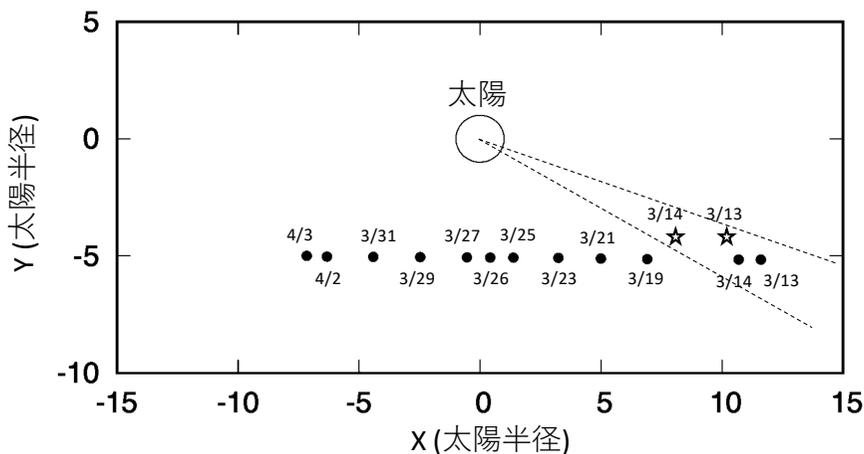


図2: 2021年3月の外合の前後の電波掩蔽観測日における, 地球から見た太陽(白丸)に対するあかつきの見かけ上の位置(黒丸)と, 2機同時観測を行う3月13, 14日におけるBepiColomboの位置(星印). 数字は日付. 縦軸は太陽の北極方向. 横軸と縦軸の値は太陽半径. 同時観測地点の近傍を通る動径方向の線分を付した.

機による電波掩蔽の観測点(電波の経路が太陽に最も近づく場所)が太陽から動径方向にほぼ一直線に並ぶ3月13, 14日に, 同時観測を企画しました(図2). 外向きに流れる太陽風の中で波動や乱流がどのように発達するのかを調べる, またとないチャンスです. 受信にはNASAの深宇宙ネットワークのGoldstone局を使わせていただきました. さらに, 太陽表面の活動と対応付けるために, 太陽観測衛星ひのでの可視光・磁場望遠鏡, X線望遠鏡, 極端紫外線撮像分光装置を用いて太陽面をモニターしました. 太陽面上の観測領域を決めるにあたっては, 事前に磁場構造を予測して, 電波掩蔽の観測点を通る磁力線の根元を推定しました. 電波掩蔽観測はこの2日間だけでなく, あかつき・BepiColomboとも外合前後に継続的にデータ取得しました. あかつきの電波の受信にはインドの深宇宙局も参加しました. インド局のデータと日本の受信局(白田宇宙空間観測所)のデータの相関解析を行うことにより, 太陽風速度などを求めることができます. このような前例のない厚い陣容で臨んだ観測キャンペーンは全て予定どおり実施されました. データの分析はこれからですが, どのような現象がとらえられているのか楽しみです.

近年, NASAのParker Solar Probe, ESAのSolar Orbiterによる太陽近傍での太陽風の直接

観測や, BepiColomboによる水星軌道での太陽風の継続的な観測など, 内部太陽圏の観測体制が充実しつつあり, 太陽コロナ・太陽風の研究は新たな展開を見せています. この世界的潮流の中で, 今回のようなりモートセンシングは重要な役割を担っています.

参考文献

- [1] 今村剛, 2011, 遊星人 20(4), 366.
- [2] Imamura, T. et al., 2014, Astrophys. J. 788, 117.
- [3] Miyamoto, M. et al., 2014, Astrophys. J. 797, 51.
- [4] Ando, H. et al., 2015, J. Geophys. Res. 120, 5318.

遊星百景 その21 ～小惑星イトカワのクレータ「候補」地形～

平田 成¹

遊星人読者のみなさん、こんにちは。本シリーズ担当の編集委員某氏からの多年にわたる熱心なリクエストにつき屈して、こうして記事を書くことになりました。お目汚しを失礼します。今回紹介させていただくのは小惑星イトカワの地形です。イトカワはこのシリーズでも何回か取り上げられており、直近では前回の金丸さんの記事でも登場しています[1]。しかし、イトカワはこれまでに探査された天体の中でも最小クラスながらもその地形は変化に富んでいますし、自分のこれまでの惑星科学の研究人生の中で、最初に観測データを見る機会に恵まれた探査機である「はやぶさ」の探査対象天体として、愛着のある天体です。

さて、大抵の天体で表面地形の重要な要素として存在するのが衝突クレータです。ところが、「はやぶさ」が撮影した画像には、それまで私たちが見慣れていた(そして安直にもイトカワにも当然存在していると予想していた)お椀型の単純なクレータ地形は全く見当たりませんでした。もちろんイトカワのように大気を持たない小天体の表面に対する隕石衝突が全く起きていない、またそれに伴う衝突地形の形成も生じていない、ということは考えにくいわけですから、私たち「はやぶさ」のサイエンスチームでは、撮影された画像と形状モデルを駆使して、イトカワ表面に遺されているはずの衝突由来の地形の探索を行

いました。その結果見出されたのが、タイトルにもあるクレータ「候補」地形です[2]。候補地形とされているのは、探索を行なった私たち自身も、またおそらくその他の研究者も(有り体に言えば論文の査読者のことですが)、これらの地形が議論の余地なく隕石衝突によって形成されたとは認定し難いものだったからです。その特徴は、(1) 輪郭の円形度が悪く、(2) 深さ-直径比が小さく、(3) 断面もお椀型の凹地形とは限らず、断面の方向によっては凸型にすらなっている(つまり鞍型の地形)場合もある、(4) リムの隆起も不明瞭、というものでした。

詳しい議論は過去に遊星人の記事としてまとめているので[3]、そちらもご覧いただきたいと思いますが、今回は改めて数枚の画像でイトカワのクレータ候補地形をご紹介します。これらの候補の中には当時それなりに自信を持って「おそらく衝突クレータである」と言えたものもあれば、「いかにも怪しい」というレベルだったものもあります。しかし、「怪しい」地形もそこにそのような不思議な地形がある、と注意を喚起しておけば、いずれは誰かがその成因を解明してくれるかもしれません。たとえ「やっぱり衝突起源ではなかった」ということになったとしても、成因に制約を与えることができたということで、クレータ候補地形としてリストアップした価値はあったと言えるはずです。

さて、「はやぶさ」の探査から10年以上経ち、「はやぶさ2」やその他の探査プロジェクトの成果や、理論的、実験的な研究も踏まえた知見も増えています。現在の「肥えた」目でこれらの画像を見てみた時、そこ

1.会津大学コンピュータ理工学部・宇宙情報科学研究センター (ARC-Space)
naru@u-aizu.ac.jp

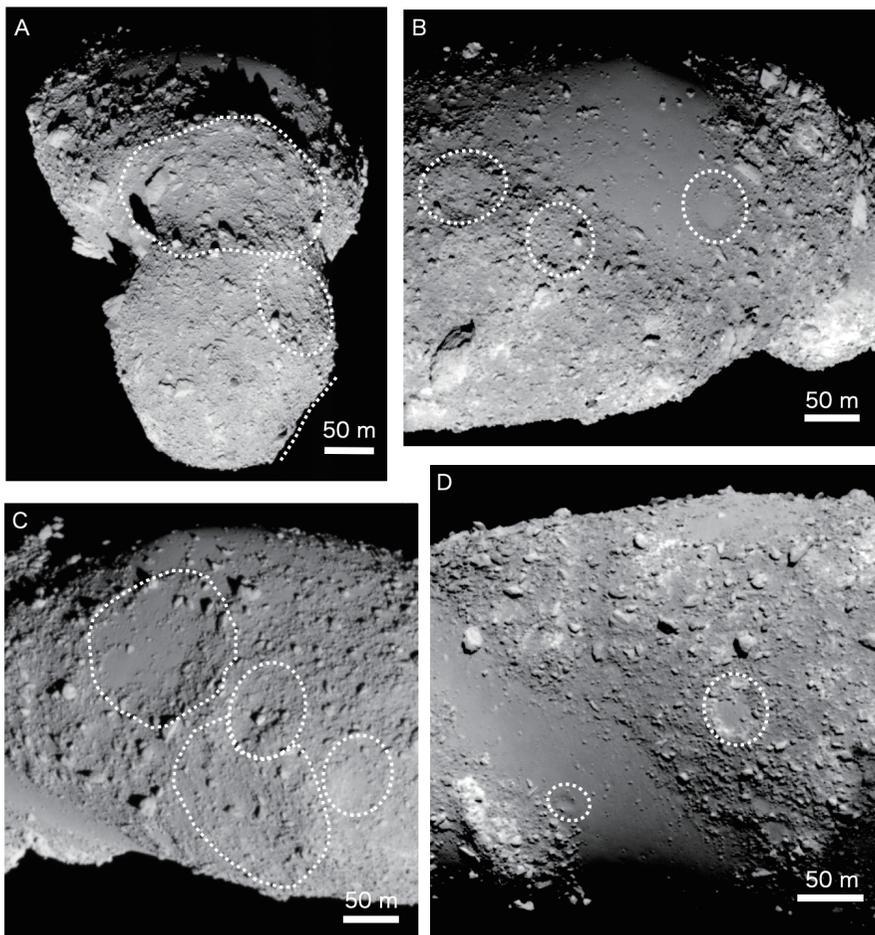


図1: 小惑星イトカワ上のクレータ候補地形の例. 文献[2]に掲載された候補地形の一部を示す. AMICA画像番号A: ST_2482160259, B: ST_2481211873, C: ST_2484352917, D: ST_2474731509.

にあるクレータ候補地形たちの成因について何か新しいことは言えそうでしょうか?これは私自身への問いでもありますし、ぜひみなさんにも考えてみてほしいことでもあります。

参考文献

- [1] 金丸仁明, 2020, 遊星人 29, 225.
- [2] Hirata, N. et al., 2009, Icarus 200, 486.
- [3] 諸田智克, 平田成, 2015, 遊星人 24, 214.

惑星ラボからこんにちは！ その4 ～京都産業大学 理学部 宇宙物理・気象学科～

安藤 紘基¹, 小郷原 一智¹, 河北 秀世¹, 佐川 英夫¹, 高木 征弘¹

1. 宇宙物理・気象学科について

京都産業大学は、1965年に天文学者であった荒木俊馬博士が創立した私立大学です。設立当初から理学部が置かれ、物理学科(現在は物理科学科と改名)において天文学や気象学についても授業が行われてきました。2016年度には、物理科学科から分かれる形で宇宙物理・気象学科が新設され、現在に至っています。大学院には理学研究科(修士課程および博士課程)が置かれており、物理学専攻として基礎物理学と天文学・気象学を専門とする大学院生の教育を行っています。現在、宇宙物理・気象学科は教員10名で構成されていますが、その中に金星や火星などの惑星大気を研究する若手・中堅の教員が4名(安藤, 小郷原, 佐川, 高木)と、太陽系小天体を専門とする教員が1名(河北)在籍し、関連分野の教育にあたっています。本学科に関する詳細はホームページをご覧ください (<https://www.kyoto-su.ac.jp/faculty/sc/uchu.html>)。

2. 研究紹介

2.1 安藤 研究室

本研究室では、電波掩蔽法によって金星や火星といった惑星の大気構造を調べています。電波掩蔽法とは、探査機が地球上のアンテナ(地上局)から見て惑星の背後に隠れる時または背後から現れる時に探査機から電波を地球に射出し、惑星大気を通過した電波がドップラーシフトすることを利用して高度方

向の気温分布を精度良く取得するという、宇宙の探査機と地球を結んだ壮大な実験手法です。高度方向の大気構造を精密に調べることができるのは電波掩蔽観測のみであり、惑星大気の構造や運動を3次元的に理解する上で欠かせない観測データが得られます。現在はJAXAが打ち上げた金星探査機「あかつき」の電波掩蔽観測データを主に解析し、「あかつき」に搭載されているカメラ機器や地上望遠鏡の観測データと組み合わせる、または数値シミュレーションと比較することにより、観測と理論の両面から金星大気の理解を目指しています。その際、同じ建物・同じ階に惑星大気の研究者がいることで円滑かつ活発に日々議論できることは最大の長所であり、ここに本学科の特長が現れていると実感します。尚、電波掩蔽観測はJAXAだけでなく欧米やインドの宇宙機関(NASA, ESA, ISRO)のサポートが必要不可欠であり、国際的な協力体制の下で実施されます。現地へ赴き、時には日本に招いて電波掩蔽観測の会合を定期的で開催し、データ解析の進捗状況や研究成果の報告をするといった国際交流も盛んです。

2.2 小郷原 研究室

小郷原さんは2020年4月に着任されました。着任して大学に来て学生はいないし、食堂や売店は開いていないし、授業もないしで、ずいぶん珍しい経験をされました。飲み会もなく、会議ももっぱらオンラインですから、いまだに顔を合わせたことがない教員もいるといううさです。そんな小郷原さんも今年度からは5人の4回生の卒業研究を担当し、研究室風になってきたそうです。本人のライフワークである火星のダストストームの研究をする人、火星だけダスト

¹京都産業大学 理学部 宇宙物理・気象学科
kawakthd@cc.kyoto-su.ac.jp

ストームではなくて風下山岳波に伴う氷雲を研究する人、火星のつむじ風の中における電場がダストの巻き上げに与える影響を研究する人など、やはり火星人は多いです。一方で、明日の天気がわかるという漁師や農家のオジサンに対抗すべく、再帰的ニューラルネットワークを用いて1地点の基本気象要素の時系列データだけから将来を予測しようとする人、大雪をもたらす日本海寒帯気団収束帯 (JPCZ) の発生条件を明らかにしたい人など、地球人もいます。前職が工学部の情報系だったこともあり、深層学習を惑星科学に応用する研究も活発です。

2.3 河北 研究室

惑星大気の研究者が多い中、河北だけが小天体(とくに彗星)の研究をメインに行っています。現在はJAXAが欧州宇宙機関ESAと共同で実施予定の彗星探査計画Comet Interceptorミッション(2029年打上げ予定)の日本側サイエンスリードとして、日本では1986年のHalley彗星探査以来となる日本参加のミッション実現に向けて学生たちと研究を進めています(図1)。従来から地上観測をベースとしてハワイ島にある口径10mケック望遠鏡や口径8.2mすばる望遠鏡などを使った彗星大気(ガス+ダスト)の可視光、近赤外線、中間赤外線波長域での分光観測を実施してきました。太陽系形成初期の物質起源や、原始惑星系円盤内での物質化学進化の解明が目標です。



図1: 特別研究(学部4年生の卒業研究)の様子。

2.4 佐川 研究室

本研究室では、惑星の大気や表層環境について観測的な研究をしています。惑星大気を「理解する」

ためには、大気放射を介したエネルギーのやりとりや、大気力学による物質循環、大気化学による大気組成の決定など、様々な研究視点が挙げられます。これらのテーマに対して、特に、地上の望遠鏡(アルマ望遠鏡, JCMTサブミリ波望遠鏡, IRTF赤外望遠鏡など)を利用した観測を行っています。望遠鏡観測と一言で言っても、観測波長や、撮像観測なのか分光観測なのかといった観測手法の違いで、観測している惑星大気のどの高度が観測されるのかという点や、観測データから導出される大気物理量(気温、風速、微量成分など)が異なります。知りたい情報に対して、どういう観測を、どの時期にどういった感度で実施すれば良いのかを入念に検討したうえで、実際に観測をしたデータがパソコンのモニター画面に映し出されるときの高揚感は、何度経験しても飽きることはありません。また、ドイツ・マックスプランク研究所でポスドクをしていた時期から、ESAの次期木星圏探査計画JUICEに搭載されるサブミリ波放射計SWIの開発チームに参加しています。いよいよ来年に迫ったJUICEの打ち上げが無事に進むことを祈るばかりです。

2.5 高木 研究室

主に金星の気象について理論的・数値的な研究を行っています。ひと昔前まで金星の気象といえば大気スーパーローテーションだけでしたが、金星探査機「あかつき」や地上望遠鏡などの観測によって多くのデータがもたらされた結果、熱潮汐波や傾圧不安定波、4日波・5日波など、雲層付近(高度約50-70 km)で観測される大気現象の研究も盛んになってきました。しかしながら、子午面循環や雲層以下の大気運動、特に大気スーパーローテーションの生成に必要な角運動量の鉛直輸送については、現在でもほとんど解明されていません。観測結果を手がかりとして金星気象の全体像を明らかにするため、学内外の研究者と協力し、大気運動の数値モデリングだけでなく、放射輸送や雲物理・物質輸送に関する研究にも取り組んでいます。つい先日、NASAとESAから新たな3つの金星探査が発表されました。日本でも若手研究者を中心に新たな金星探査の検討が進んでおり、今後の展開に期待しています。

3. 教育と研究テーマ

本学大学院・理学研究科には物理学専攻と数学専攻があり、惑星科学を専門とする教育は物理学専攻のカリキュラムの中で行っています(物理学専攻の入学定員は、修士課程が10名、博士課程が3名です)。修士課程の1年目は各自の専門分野の研究と平行して物理学分野の基礎的な講義を履修しますが、2年目になると自身の研究テーマに集中し、最後に修士論文をまとめます(図2)。その後、博士課程に進学して博士の学位を取得する学生もいます。研究テーマについては、基本的には指導教員の研究分野に近いところから研究テーマを選ぶ学生が多いのですが、中には少し異なる研究テーマを選びたいという学生もあり、そうした学生たちと新しい研究テーマを開拓しています。



図2: 物理学専攻・修士論文発表会の様子.

iSALE users group in Japanの現状と 第6回iSALE講習会開催報告

黒澤 耕介¹

1. iSALE users group in Japan の現状

iSALE は Impact-SALE (Simplified Arbitrary Lagrangian Eulerian) の略で、数値衝突計算コードの1つであり、欧米の科学者を中心に現在でも開発が進められている[1-5]。天体衝突は惑星科学の至るところで顔を出す基本的な地質過程の1つ[e.g., 6]であり、自分自身で数値衝突計算を行えるようになれば研究の幅が広がるだろう。我々は日本国内のユーザグループ(iSALE users group in Japan)を形成し、情報交換及び啓発活動を行っている。2014年に遊星人にiSALEに関する解説記事[7]を執筆したが、それから7年が経過し、取り巻く状況も変化している。本稿前半ではこれまでの活動内容を各指標を用いて定量的に示す。また現在日本国内でiSALEを利用する方法について述べる。

我々はiSALEについてこれまでに4回の勉強会と6回の講習会を開催し、iSALEの啓発活動を行ってきた。2017年度以降は国立天文台天文シミュレーションプロジェクト(CfCA)のご協力を頂き、国立天文台が主催する公式な講習会の1つとして開催している。図1にこれまでの勉強会&講習会の参加延べ人数とiSALEを用いて得られた成果を使用して執筆された英文査読付き論文出版数、国際学会要旨投稿数、学部卒業論文&修士論文完成の累積数を年ごとに示す。勉強会、講習会参加の延べ人数は150を超えている。¹ iSALEを使った成果に関する英文

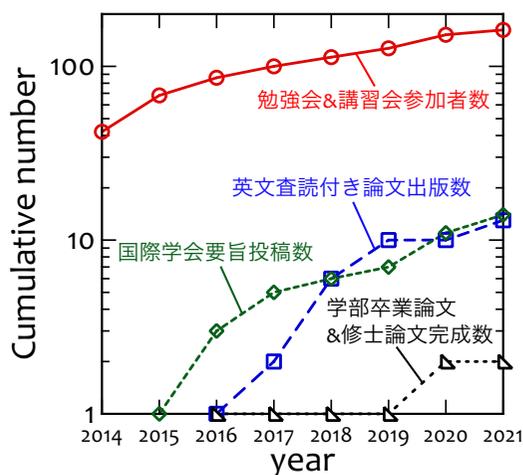


図1: 日本国内ユーザグループの活動履歴の1例。勉強会&講習会参加延べ人数、英文査読付き論文出版、国際学会要旨投稿、学部&修士論文完成の累積数。

査読付き論文出版数は13報²である。

過去の講習会参加者から講師として教える側に加わっていただく例が増えつつある一方、勉強会もしくは講習会には参加したもののそれっきりiSALEを使用しなくなる例も多いことは否めない。このような状況を受けて、我々は2017年2月にはiSALEの開発コアメンバより、日本におけるiSALE運用のあり方の変更について要請を受けた。iSALEアカウント保持者はソースコードの閲覧、編集も可能であるので、(a)アカウント発行基準をより厳密にすること、(b)アカウント申請前に日本のグループ内で事前調整をす

¹講師まで含めた延べ人数であることを注意しておく。異なる受講生の数ではない。例えば筆者自身が10名分ほどカウントされている
²現状では異なる9名の筆頭著者による成果である。

1. 千葉工業大学 惑星探査研究センター
kosuke.kurosawa@perc.it-chiba.ac.jp

ること、の2点であった。この背景には、開発メンバが申請者がどの程度衝突物理と数値衝突計算に習熟しているかを判断するのが困難な場合があること、ソースコードの不必要な拡散を防ぐという目的がある。iSALEはユーザフレンドリな設計がなされており、容易に利用し始めることが可能なため世界的に広がった。しかし、開発メンバが想定していたアカウント保持者は長期的な展望を持ってiSALEを利用する研究者であった。iSALEの計算初期設定は実行時に読み込む2つの入力ファイルによって操作されるため、~1年以内程度の短期利用者(単発の研究テーマ、あるいは卒論や修論)がソースコードまで読み込んで解説する必要はないことが多く、短期利用者にまでソースコードを配布したくない、というのは理解できる要請であった。

そこで2017当時、国内でiSALE developersとして認定されていた4名が日本国内のiSALE利用に関する管理委員会を発足することを開発コアメンバに提案し、認められた。現在、日本国内では以下の2通りの方法でiSALEを利用することができる。1つ目はiSALEのHP³よりiSALEのアカウント発行申請を行うというiSALEの正規の申請方法である。ただし、原則として申請が受理されるのは衝突物理・数値計算に習熟している研究者、もしくはそのような研究者に指導を受けていて、かつ研究者志望(博士課程への進学を希望する)の大学院生に限られる。申請が受理されれば、iSALEのGitHubへの招待状が届く。iSALEのソースコードをダウンロードし、自身の計算環境へインストールすることができる。この方法でiSALEアカウント申請を検討されている読者は事前にisale-developers-jp@perc.it-chiba.ac.jpまで連絡してほしい⁴。2つ目は国立天文台天文シミュレーションプロジェクト(CfCA)の共同利用機材の一つである「計算サーバ」の利用申請を行い、コンパイルされた実行ファイルを利用する方法である⁵。この方法ではソースコードの閲覧及び編集はできな

いものの、計算条件設定を行う2つの入力ファイルの編集は可能であるため、実用上はほとんど問題ない。自身の計算環境へのiSALEのインストール、メモリやストレージの不足に悩まされることなくiSALE計算を実行可能であるのでオススメである。

先に述べたように2017年以降、iSALE講習会は国立天文台が主催する各種講習会の1つとして開催されている。受講生は前段落で述べた2つ目の方法でiSALEを利用する方法を学ぶことができる。2020年度はコロナ禍のため、オンラインでの開催を余儀なくされた[8]。オンライン開催では受講生への細かな補助が困難であることからまとまった文量の教科書を作成し受講生に配布した。教科書は座学講義編、実践編の2編構成になっている。座学講義編では惑星科学における天体衝突研究の重要性、衝突物理学基礎、数値流体計算基礎をまとめ、実践編ではCfCAの計算機へのログイン方法から始まり、iSALEの入力ファイルの編集方法、計算出力群の解説、計算結果の解析、描画方法、各種例題をまとめている。教科書は国立天文台のHP⁶にアップロードされているので、興味を持たれた方はそちらを御覧いただきたい。

2. 第6回iSALE講習会開催

今年度は2021年6月11日 - 7月9日の間、毎週金曜日13:30 - 16:00の離散日程で開講⁷した。各学会のメーリングリスト及び国立天文台ニュースレターで開講案内と受講生募集を行ったところ、7名(教員1名、博士研究員1名、大学院生4名、学部学生1名)の応募があった。講師は寫生有理氏(宇宙科学研究所)、末次竜氏(大島商船高等専門学校)、伊藤孝士氏(国立天文台)と筆者の4名が務めた。今年度の時間割を以下に示す。

○日程 2021(令和3)年

6月11日(金)

13:30 - 15:00 座学: 衝突物理学基礎

15:00 - 15:50 実習: CfCAの計算・解析サーバへのログイン

⁶<https://www.cfca.nao.ac.jp/node/1343>

⁷Cisco WebExを用いた。

³<https://isale-code.github.io>

⁴現在国内iSALEユーザの管理委員は筆者と末次竜氏(大島商船高等専門学校)である。2名より、アカウント配布の可否の判断材料となる申請者に関する所見をiSALE開発コアメンバへ送付する。

⁵国立天文台CfCAに多大なご協力頂き、短期利用者にもiSALEの門戸を開く処置として開発コアメンバに提案し、認められた方法である。

15:50 - 16:00 CfCAの機材解説

6月18日(金)

13:30 - 15:00 座学: iSALEの物理背景1

15:00 - 16:00 実習: 入力ファイルの読み方と例題

6月25日(金)

13:30 - 14:55 座学: iSALEの物理背景2

14:55 - 15:30 実習: 初級課題(衝突条件の変更)

15:30 - 16:00 実習: 解析・描画ソフト

「pySALEPlot」の使用法解説

7月02日(金)

13:30 - 14:00 座学: iSALEの使用例と注意事項

14:00 - 16:00 実習: 中級課題(追跡粒子を用いた後解析)

7月09日(金)

13:30 - 14:30 実習: 受講者それぞれの好みの計算の実行, 解析, 描画

14:30 - 16:00 成果発表

本講習会用のSlack ワークスペースを作成し、講義資料配布、質疑応答、情報交換などができるようにした。国立天文台CfCAには本講習会の専用の計算サーバ、解析サーバを立ち上げ、受講生が機材を専有しiSALEを集中的に学ぶことができる体制を

整えていただいた。基本的な内容はこれまでの勉強会、講習会[9-17]を踏襲したものであるが、今年度は中級課題として計算格子に挿入した追跡粒子の活用法を取り上げた。図2に計算出力例を示す。追跡粒子をうまく活用することで、衝突後の物体の運動や熱力学経路を可視化することができ、高速度衝突の後に何が起きているのか?を理解できる。最終回にはそれまでの講義内容を元に受講生が自身で行いたい計算を実行できるような入力ファイルの作成と、経験結果の解析・描画を行うPythonスクリプトの作成してもらったところまで進めることができた。成果発表では習熟度に差は見られたものの、受講生それぞれの目的意識に沿った自身の計算の実行と解析、描画ができていた。今年度は明確な研究計画を持って参加した受講生が多く見られたことが印象的であった。図3に今年度の講習会の様子を示す。雰囲気が伝われば幸いである。なお、講習会への参加の有無はiSALEの利用要件には含まれていない。今年度の講習会は終了してしまったが、本稿を読んでiSALEにご興味を持たれた読者はisale-developers-jp@perc.it-chiba.ac.jpまで連絡するか、あるいは来年度以降の講習会に参加することをオススメしたい。

最後にiSALEの主要開発メンバである、Gareth Collins, Kai Wünnemann, Boris Ivanov, H. Jay Melosh, Dirk Elbeshausenの各氏に深謝

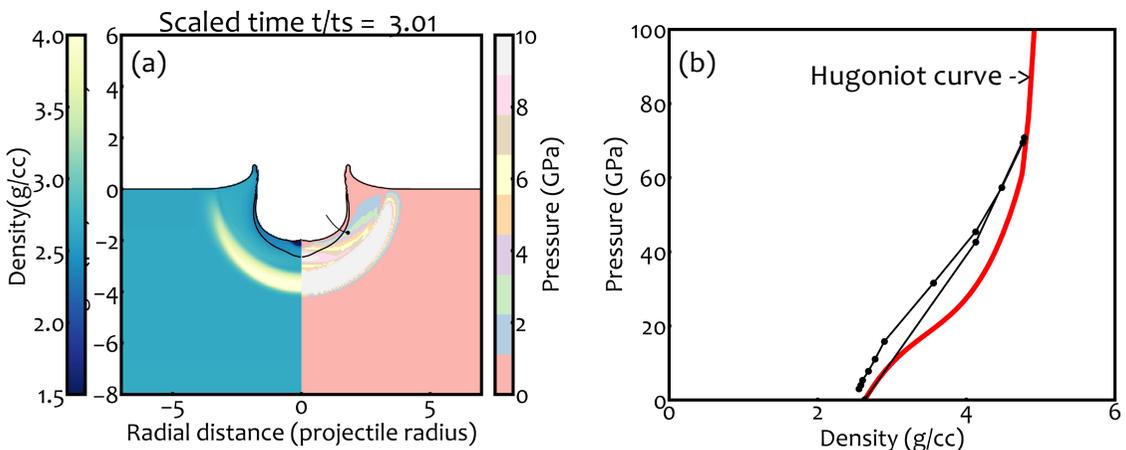


図2: 2021年度の中級課題例。(a)計算のスナップショット。左半分は密度分布、右半分は圧力分布。図中の黒点はある追跡粒子の位置を示している。黒線はこの粒子の流跡線である。(b) (a)で示した追跡粒子の密度-圧力平面上での軌跡。赤線は計算に用いた花崗岩に対応するHugoniot曲線[18]である。

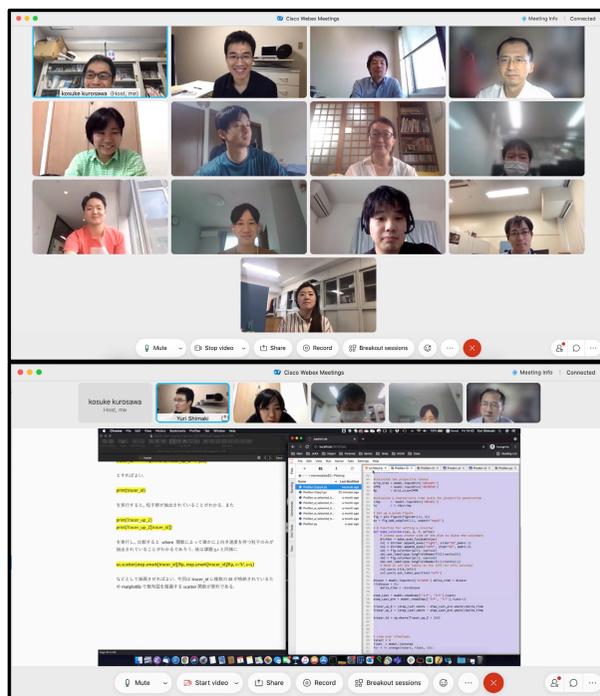


図3: 2021年度iSALE講習会(オンライン開催)の様子。

致します。またiSALEの計算出力を解析、描画するpySALEPlotを開発したTom Davison氏に御礼申し上げます。2021年度講習会の講師を務めて頂いた寫生有理、末次竜、伊藤孝士の各氏に感謝致します。講習会開催に向けご協力頂いた国立天文台天文シミュレーションプロジェクトの皆様、特に受講者への事細かな対応を行っていただいた加納香織氏とデータ解析用機材を準備して頂いた波々伯部広隆氏に感謝申し上げます。本講習会の専用メーリングリストは千秋博紀氏(千葉工業大学)に作成していただきました。講習会に使用したいくつかのPythonスクリプトは以前に脇田茂氏(現 MIT)に作成していただいたものを元に作成しました。両氏に御礼申し上げます。

参考文献

[1] Amsden, A. et al., 1980, Los Alamos National Laboratories Report, LA-8095:101p.
 [2] Ivanov, B. A. et al., 1997, International Journal of Impact Engineering 20, 411.

[3] Collins, G. et al., 2004, MAPS 39, 217.
 [4] Wünnemann, K. et al., 2006, Icarus 180, 514.
 [5] Collins, G. et al., 2016, figshare, Journal contribution. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.3473690.v2>
 [6] Melosh, H.J., 1989, Impact cratering: a geologic process (Oxford Univ.), pp. 245.
 [7] 黒澤耕介ほか, 2014, 遊星人 23, 103.
 [8] 伊藤孝士, 2020, 国立天文台ニュース 324, 10.
 [9] 常昱, 2014, 遊星人 23, 156.
 [10] 末次竜, 2015, 遊星人 24, 63.
 [11] 脇田茂, 2015, 遊星人 24, 346.
 [12] 岡本尚也, 2016, 遊星人 25, 121.
 [13] 大村知美, 2017, 遊星人 26, 33.
 [14] 金丸仁明, 2017, 遊星人 26, 184.
 [15] 石山謙, 2018, 遊星人 27, 337.
 [16] 藤谷渉, 2019, 遊星人 28, 338.
 [17] 寫生有理, 2020, 遊星人 29, 176.
 [18] Pierazzo, E. et al., 1997, Icarus 127, 408.

New faces

川島 由依¹ (理化学研究所 開拓研究本部)

皆様、こんにちは。川島 由依と申します。2018年3月に東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻にて生駒大洋先生 (現 国立天文台教授) のご指導の下、学位を取得致しました。現在は理化学研究所 開拓研究本部の坂井星・惑星形成研究室で研究員をしております。専門は太陽系外惑星の大気の理論です。この度New Face記事を書かせて頂くことになりましたので、自己紹介を致したいと思ます。

私の実家の近所には科学館があり、幼い頃から、その科学館に併設されているプラネタリウムを訪れたり、科学館が主催する天体観望会に度々参加したりしていました。そのような環境のおかげもあってか惑星科学や天文学に自然と興味を持つようになり、学部2年時に理学部 地球惑星物理学科に進学しました。地球惑星科学や物理学の授業を受ける中で、太陽以外の恒星の周りにも惑星が見付かっていることを知り面白そうだと思ったのが、系外惑星に興味を持ったきっかけです。地球惑星物理学科では学部4年生時点での研究室配属はありませんでした。代わりに、(現在のシステムは知らないのですが、) 夏学期と冬学期にそれぞれ、先生方が出されたテーマの中から興味があるものを一つ選択し取り組む演習の授業がありました。私は夏学期に生駒先生のテーマを選択し、教科書等で系外惑星についての基礎を学んだ後、簡単な演習として大気の成分が異なる際に惑星のトランジット半径にどのような違いが出来るかを計算しました。大気の吸収源として気体分子のレイリー散乱のみを考慮するという簡単なものでしたが、系外惑星の大気の成分を観測的に検証出来るということにとっても興味を惹かれたことを覚えてい



ます。冬学期の演習では、阿部豊先生と玄田英典先生が出されていた、熱化学平衡計算コードを構築して太陽系の各惑星大気の組成の熱化学平衡からのずれ度合いを調べるというテーマを選択しました。当時の私には、化学式や化学反応が線形代数と関係するイメージがあまりありませんでした。そのため、考慮する化学種の化学式行列からの行列変換により、線形独立な化学反応から成る行列を導くという発想がとても新鮮に感じました。また、分厚い熱力学データ辞典に載っている各化学種についてのデータ表をコピー、スキャンし、OCRにかけた数字の正誤を確認する作業が非常に大変であったことを覚えています。後日談として、実はこの熱力学データテーブルはオンライン上で電子データとして配布されていることを知り、大変な作業は始める前に立ち止まってよく調べてから行うべきという良い教訓になりました。

学部卒業後は、そのまま東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻の修士課程へと進学し、生駒先生の研究室に所属させて頂きました。当時から、国内では成田憲保氏 (現 東京大学教授) のグループ等が系外惑星のトランジット観測を精力的に

1. yui.kawashima@riken.jp

されていました。しかし、観測されたトランジット半径の波長依存性(大気透過スペクトル)から惑星の大気組成を解釈するための体系的なモデルが国内にはない状況でした。そのため、大気透過スペクトルモデルの開発が研究テーマとなりました。現在こそ、スペクトルや吸収係数、化学反応や大気温度構造等を計算する様々な数値計算コードが公開されています。しかし、私が大学院に入った当時はそのようなオープンソースコードはまだあまりなかったこともあり、独自に開発することとなりました。最近私にもオープンソースコードを使うこともありますが、実際に自分でコードを書いた経験は、今でもとても役に立っています。初めに取り掛かったのは吸収係数計算コードの作成でした。研究室には、一学年上と同じく系外惑星大気の研究をされている伊藤祐一さんがおり、吸収線形の計算方法や吸収線の裾の取り扱いをどうするか等、日々議論させて頂きました。こうして修士1年の終わり頃に大気透過スペクトル計算コードが完成しました。(このコードの中には、前述した学部4年の演習で構築した熱化学平衡計算コードも組み込まれています。)そんな折、生駒先生や共同研究者の成田憲保氏、福井暁彦氏らとの議論の中で、次は大気中のエアロゾルを考える必要があるという結論になりました。これは、気体分子の吸収の特徴があまり見えず、エアロゾルによる減光を考えないと説明が出来ないようなスペクトルを持つ惑星がいくつか発見され、系外惑星大気中にも普遍的にエアロゾルが存在するのではないかと考えられ始めていたためです。

系外惑星大気中に存在し得るエアロゾルの種類はいくつか考えられます(相変化により出来るダストの凝縮雲や硫化ヘイズ等)が、その中でもまずは中心星からの紫外線が駆動する光化学反応で生成される有機物ヘイズを考えようという結論になりました。これは、トランジット観測がされやすい惑星は、「中心星に非常に近いものが多く、中心星からの強力な紫外線を浴びていると期待される」ことと、「木星や海王星のような大きな惑星が多く、大半が還元的な大気を持ち、その大気中に有機物ヘイズの材料であるメタン等が存在すると考えられる」ためです。このような経緯で、修士1年の終わり以降は、この有機物ヘイズのモデリングが研究のメインテーマとな

りました。

修士2年の頭に学振DC1を書くにあたり、生駒先生に今後の研究方針を相談させて頂きました。当時の系外惑星大気分野では、大気中にヘイズが存在していた場合のスペクトルへの影響は調べられていたのですが、ヘイズ粒子の粒径や数密度を物理・化学的根拠に基づいて決定しているような詳細なモデルはありませんでした。一方、有機物ヘイズのモデリングが20年以上も前から盛んに行われている土星の衛星タイタンや初期地球に目を向けると、ヘイズの生成を考慮するための光化学反応計算と、微物理(ヘイズ粒子のモノマーの生成、沈降、合体成長、拡散による輸送等)を考慮した粒子分布計算が長く行われており、両者には大きな開きがありました。そこで、タイタンで行われているようなヘイズのモデリングを系外惑星大気に適用するという計画を立てました。その後、博士課程の終わりまではこの時に立てた方針に沿って研究を進めていきました。

5年間の大学院生活の中で特に印象に残っているのが、修士2年時に参加した、カリフォルニア大学サンタクルーズ校で行われた系外惑星大気をテーマとしたサマープログラムです。同じくプログラムに参加されていた大野和正さんご本人のNew Face記事で触れられていますが、このプログラムは世界各地から第一線で活躍する研究者と大学院生が参加し共同研究を行うというものでした。サマープログラムの間には、日々のセミナーやコーヒータイトムを通してこれまで論文で名前を知っていただけだった研究者と知り合いになり、当時悩んでいた光化学や粒子分布モデルの詳細な部分についての議論も出来ました。日本で系外惑星大気の理論研究をしている人はそこまで多くはなかったため、学生のうちに海外に出てこのような機会を得られたことは非常に有意義でした。加えて、同じく学生の立場として参加していた同世代の研究者と交流を深められたことも、とても良かった点です。この時の仲間達とは今でも交流が続いており、また現在最先端で活躍している人が多いためとても励みになります。プログラム参加当初は英語が喋れないことに落ち込みもしましたが、6週間のプログラムを通し、あまり喋れなくても積極的にコミュニケーションを取る姿勢の重要性を学びました。

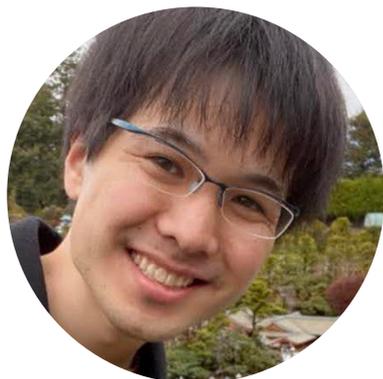
こうしたサマープログラムでの経験や生駒先生をはじめとする共同研究者の方々のご助力もあり、ヘイズの生成を考慮するための光化学モデルと、微物理を考慮したヘイズ粒子分布モデルを組み入れた大気透過スペクトルモデルが完成し、博士3年の夏には論文として投稿しました。博士論文提出の要件を満たすためにはこの論文のアクセプトが必要だったのですが、最終的にアクセプトされたのは博士論文提出締め切りの十日程前となってしまい非常に焦ったのを覚えています。学位取得後は、東京工業大学 地球生命研究所で井田茂教授と藤井友香准教授(現 国立天文台)の下で半年間研究員として雇っ

て頂いた後、オランダのユトレヒトにある宇宙研究所SRONにて、Michiel Min氏の下で二年間、系外惑星大気の研究を引き続き行わせて頂きました。その後、2020年10月より理化学研究所に所属を移し、現在に至ります。これまでの研究生活の中で、大学院の指導教員であった生駒先生をはじめ、本当にたくさんの方々の共同研究者の方々にお世話になって来ました。この場を借りて、あらためて感謝申し上げます。また、本New Faces記事の執筆を勧めて下さいました小久保英一郎氏にも感謝致します。今後も日々精進して参りたいと思っておりますので、どうぞよろしくお願い致します。

柴田 翔² (チューリッヒ大学)

皆様、こんにちは。スイスのチューリッヒ大学で研究員をしています。柴田翔(しばたしょう)と申します。この春、生駒大洋教授(現、国立天文台)のご指導のもと、東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻にて博士号を取得しました。大学院在学の5年間は上手くいかないことも多く大変でしたが、生駒教授はじめ多くの方々に支えられ、無事博士号を取得できたことに感謝いたします。本記事では私の簡単な自己紹介をさせていただきます。

私は栃木県の片田舎、関東平野の端に位置する太平山の麓で生まれ育ちました。東京から電車で1時間と意外な交通アクセスの良さが人気を呼び、人口増加に伴う都市化の波に飲まれつつある小さな町ですが、今でも夜になるとそれなりに綺麗な星空を眺めることができます。母は「銀河鉄道999」が好きで、実家にはコミックスが全巻揃っていました。幼い頃から何度もコミックスを読み、漠然と宇宙の壮大さや人智の及ばぬ神秘性に取り憑かれていたように思います。主人公の少年が、1年をかけてアンドロメダ銀河の惑星まで旅をする。その壮大な物語は今でも大好きで、私が宇宙や科学に興味を持ったきっかけになったに違いありません。本を読んで知識をつけた私は、お隣の銀河への旅が一年で終わるようなものではないと知り、僕が生きている間に鉄道が宇宙まで



延びることがないことを理解しましたが、宇宙への情熱が消えることはありませんでした。中学生の頃にアルマ望遠鏡の存在を知り、高校生の時に初代はやぶさの帰還を目の当たりにした私は、宇宙物理や航空工学など、宇宙に携わる様々な分野に興味を持つようになりました。実際大学入学後は、宇宙を探るための学問である天文学を専攻するか、宇宙へ行くための学問である航空宇宙工学を専攻するかでずっと迷っていました。そんなとき、大学の授業で系外惑星の話を見ました。太陽のすぐそばを公転する灼熱のホットジュピターや、生命がいるかもしれないハピタルプラネットの存在は、幼少期に夢中で読んだ漫画の世界を思い起こさせ、僕の知的好奇心の原点に迫る魅力をもっていました。散々迷った挙句、僕は原点に立ち返り、地球惑星科学専攻に進学するこ

2. s.shibata423@gmail.com

とにしました。

私が大学院で学んだのは、惑星形成理論です。多種多様な系外惑星たちの発見に付随して、その成り立ちに関する謎も数多く提起されています。私はその中でも木星や土星といったガス惑星の形成、特にその組成の成り立ちについて研究していました。ガス惑星の組成は形成過程での出来事に影響を受けており、いつ、どこで、どのようにして惑星が誕生したのかを探る上で、重要な鍵になると考えられているのです。私は形成期にガス惑星に降り注ぐ微惑星に着目し、今日の惑星の組成にどのような影響を与えたのかを検証していました。このテーマはもともと研究室の卒業生が担当していたもので、研究室に配属されたときに僕が引き継ぐことになりました。実は生駒教授はもともと惑星大気に関する別のテーマを準備していたのですが、僕がいまいちピンと来なかったため代替案として提示していただきました。当時の僕は部活動に現を抜かし過ぎた代償として、惑星科学の知識に乏しく惑星大気構造の研究を具体的にイメージできませんでした。なので、万有引力が万事を決定する単純明快な研究がピンと来たのでしょう。ちなみに僕が断った研究テーマは、研究室の優秀な後輩がやってくれています[1]。

大学院の生活は想像よりも地味なものでした。数値計算が主な研究手法である私は、日々コーディングをしてはバグをとり、コンピュータの画面を睨めつけながら1日の大半を過ごしました。想像とは違いビジュアル的には宇宙から程遠い日々でしたが、数式で惑星の成り立ちに迫るその静かな冒険は、ポップでファンタジーな漫画の世界とは一線を画す、独特の魅力を放っていました。教授陣の指導に縋り、研究室の同僚と切磋琢磨し、多くの人の手を借りながら見つけた宇宙の小さな真実は、私に経験したことのない興奮をもたらしてくれました。計算で出力される数字の羅列は、確かにこの宇宙の片隅を映し出していて、実家の本棚に並ぶコミックスよりもリアルな宇宙を提供してくれます。それは幼少の頃想像した宇宙とは少し違いますが、私の好奇心を満たし、奮い立たせてくれると言う点では、同じか、それ以上のものだと思います。

科学の世界は日進月歩と言いますが、私が大学院にいた5年の間に、世界では驚くほど様々な偉業が

なされました。Space X や Virgin Galacticに代表される様々な民間企業が、人々を宇宙に送り込むようになりました。地球規模の望遠鏡は、銀河系の外の世界を覗く目を人類にもたらしました。少年が目指したアンドロメダの惑星も、案外すぐに見つかるのかもしれませんが。私の研究分野でも、進歩は目覚ましいと感じます。初めは木星と土星を対象に研究していた私の研究テーマも、現在では数多くの系外惑星の組成が制約されるようになり、太陽系内の惑星だけでなく系外惑星も含むガス惑星一般が対象になりました。大型の観測計画も数多く計画されており、今後もこの研究テーマの重要性は増していくように思います。私は研究活動を始めてわずか5年ですが、この短い期間でも生駒教授の先見の明には驚かされます。そして自分にこのテーマを与えて頂いたことには感謝してもしきれません。アイザック・ニュートンの言葉で「巨人の肩の上に立つ」という言葉がありますが、この巨人は自分のすぐ身近なところにもいたのだと感じます。これからは一人の研究者として、先人たちのように人類の知を支える一人の巨人となれるよう精進してまいりたいと思います。今後とも、ご指導ご鞭撻のほど、よろしく願いいたします。

参考文献

- [1] Kimura, T. and Ikoma, M., 2020, MNRAS 496 (3), 3755.

森 昇志³ (東北大学 天文学専攻)

私は東北大学天文学専攻の森昇志(もり しょうじ)と申します。私はこれまで主に、原始惑星系円盤内で磁場が円盤構造に与える影響に着目し惑星形成の研究をしてきました[1-4]。2019年3月に東京工業大学理学院地球惑星科学系で博士号を取得した後、2019年4月から2021年3月まで東京大学天文学専攻で研究員をし、この4月より日本学術振興会特別研究PDとして東北大学で研究を始めました。これまでNew Faceを書かねばとぼんやりと思いつつも先延ばしにしておりましたが、博士課程の仕事にもようやくひと区切りがつかましたので[4]、こちらも投稿しようと思い腰を上げたいです。博士課程の研究に関する記事についても追って投稿する予定です。ここではこれまでの経緯を振り返りつつ自己紹介いたしますのでどうぞお付き合いください。

今思い返すと、私が研究者を志すきっかけとなったのは学部時代の地球惑星科学の授業だった気がします。ぼんやりと「宇宙のこと」をやるつもりで東工大理学部に入ったのはいいものの、その頃の私はこういった種類の「宇宙のこと」があるかも全然知りもしませんでした。そんなさなか地球惑星科学の授業で、惑星の形成過程は現在でもまだまだ謎だらけであること、それらを物理学・観測・物質科学などの様々なアプローチで攻略していくことに面白さを感じました。手の届きそうな範囲に対象があるのも魅力的でした。当時、東工大では地球惑星科学科に入ると就職は絶望的だとささやかれていました(今思えばそれはガセネタでしたが)。そのため学部2年の学科所属はかなり悩みましたが、面白さ重視でえいやと地球惑星科学科に進むことに決めました。実際に学部時代の勉強は面白く、やるならやれるとこまでやってみたいと思い、そのあたりで暫定的に研究者を志すことにしたのでした。

研究室に所属してからは原始惑星系円盤の磁場に着眼して研究をすることになります。「惑星形成において磁場の役割は色々とはよく分かっていない」といった話を授業で聞いており、もともとその手の話にとっても興味を持っていました。そうしたこともあり研



究テーマ選びでは、奥住聡先生が出した「原始惑星系円盤中の磁気乱流と電離反応の相互作用」に関する研究を選びました。その研究には流体力学・電磁気学・化学反応等の理解が必要でありなかなかハードではありましたが、奥住先生に手取り足取り教わりどうにか形[1]にすることができました。ここで得た、理解できたときの達成感や面白い結果が出てきたときの興奮は、研究を続けたいと確信する助けになりました。

修士課程2年時は、奥住先生がサバティカルでしばらく東工大を離れるということで、名古屋大学の犬塚修一郎先生の下で磁気流体力学シミュレーションのいろはを学ぶことにしました。犬塚先生に加え、当時京都大学に所属していた数値計算のエキスパートである村主崇行氏から、シミュレーションに対する姿勢から技術的な部分など様々なことを教えていただきました。おかげさまで、磁気流体シミュレーションを駆使して修士論文・投稿論文を書き上げることができました[2]。その後もシミュレーションを使った研究をしており、現在の研究の基盤を教えていただいたお二人にはとても感謝しています。

博士課程からは、磁気流体力学の効果を考慮して円盤内側領域(数au付近)の温度構造を明らかにする研究を始めました。修士論文を書き終え、少ばかり気持ちがあふらしていましたが、奥住先生から今後研究を通じて何を知りたいをよく考えるよう言われました。改めて考えなおしてみると、私はやはり地球の形成過程が知りたいなあというところに落ち着きました。そのためこの研究は「磁場が円盤構造

3. mori.s@astr.tohoku.ac.jp

に与える影響を明らかにし、惑星形成の理解を進める」という、私がかつともやりたかったことと合致する研究になっており、博士課程の仕事として満足できるものになりました[3,4]。またこの研究をやるにあたって、奥住先生から磁気流体力学シミュレーションの世界的な専門家であるXue-Ning Bai氏を紹介していただき、一緒に研究をすることにしました。Bai氏との共同研究では、研究姿勢など学ぶことが多く大変刺激になりました。

博士課程卒業後、まずは東京大学天文学専攻の相川祐理氏の下で、「若い天体周囲の観測結果と物理モデルを比較し観測天体の物理状態を抽出する」という研究を始めました。それまでずっと理論的研究をやっていましたが、理論の独りよがりにならないために観測と比較する重要性をじわじわと感じていました。ここで観測屋の方々とは協力して研究を進めるという経験は、自分の研究スタイルにバリエーションを与えることになり、とても良かったです。東北大学に移ってからは、同大学の富田賢吾氏と原始惑星

吉田 辰哉⁴ (東北大学)

惑星科学会の皆さま、こんにちは。2021年3月に北海道大学大学院理学院にて倉本圭教授の指導の下で学位を取得しました、吉田辰哉と申します。現在は東北大学大学院理学研究科の寺田直樹教授の下で研究員として研究を続けております。

学位論文のタイトルは「火星・地球における還元型原始大気の流れ力学的散逸」です。遊星人第30巻で原始地球大気散逸に関する論文を掲載させていただいたので、ご一読いただけると幸いです。ここでは惑星科学分野に飛び込み現在の研究に取り組むに至るまでの経緯をお話することで自己紹介させていただきたいと思います。結果的に冴えない男の半生を時系列で振り返る内容となり、書いた本人も何を伝えたいのかよく分からない迷文となってしまいましたが、暫しの間お付き合いいただけるとありがたいです。

幼少の頃は恥ずかしながら惑星科学はおろか科学全般に全く興味を持っていませんでした。唯一の学問的関心事は日本史でした。私が小中学生だった頃、

系円盤の大局的磁気流体シミュレーションを使った研究を始めました。今後はそのような磁気流体シミュレーションを行い、原始惑星系円盤の地球型惑星形成領域の物理構造を明らかにし、どのように地球型惑星が形成したのか調べてゆく所存です。

これまで様々な方々のお世話になりながらどうかやっけてまいりました。恐縮ではありますがまた今後もお世話になることと存じます。その際はぜひともご指導ご鞭撻を賜りますようよろしくお願い申し上げます。また逆に私に協力できることがあれば喜んでお手伝いさせていただきます。皆様どうぞ今後とも何卒よろしくお願い申し上げます。

参考文献

- [1] Mori, S. and Okuzumi, S., 2016, ApJ 817, 52.
- [2] Mori, S. et al., 2017, ApJ 849, 86.
- [3] Mori, S. et al., 2019, ApJ 872, 98.
- [4] Mori, S. et al., 2021, ApJ 916, 72.



故郷の岩手では平泉の世界遺産登録に向けたムーブメントが巻き起こり、さらに同時期に平泉と縁深い源義経を主人公とした大河ドラマ（主演は当時大人気だったタッキーこと滝沢秀明さん）が放映されたりと、身近に歴史に触れる機会が様々ありました。このような背景から、科学よりは歴史に関心を持つようになり、将来惑星科学研究に携わるとは当時は微塵にも思っていませんでした。

歴史一辺倒だった私が科学に興味を持ち始めた

4. tatsuya@tohoku.ac.jp

のは中学生の頃だったと記憶しています。同じクラスで仲の良かった友人が何故か雑学を豊富に蓄えており、彼の知識披露によく付き合っていました。宇宙膨張や時間の伸び縮み等の話題も取り上げられることもあり、若さゆえ片田舎の穏やかな生活に退屈していたのでしょう、その友人の話は当時の自分にとっては非常に刺激的ですっかり夢中になり、これをきっかけに科学にも関心を持つようになりました。高校進学後も科学への興味は続き、特に物理学を本格的に勉強したいと考えるようになりました。一方で歴史への興味も持ち続けていたため、文系理系選択・志望大学選択の際には大いに悩みましたが、「歴史学は独学できそうだけど物理学は厳しいだろう」と考え(実際は歴史学もそう甘いものではないと思いますが)、理系コースを選択し大学は物理学科を志望することにしました。

大学受験を経てなんとか東京理科大の物理学科に進学することができました。入学当初は基礎的物理学を学ぶことを希望していましたが、学部時代は不思議と惑星に触れる機会が多く、次第に惑星科学に心惹かれるようになったように思います。所属していた天文部で成り行きで惑星班に所属することとなって木星大気観測を日々行うようになったり、大気物理学等の地球物理学系の講義を受けたりする中で、身近な惑星大気現象を物理的に考えることに関心を持つようになりました。また、当時の理科大には惑星科学系の研究室はありませんでしたが、所属していたX線天文学研究室と繋がりが強い理化学研究所の高エネルギー宇宙物理研究室に当時研究員として所属していた木村智樹さん(現理科大准教授)とひょんなことから運良く知り合うことができ、特例ではありましたが卒業研究では木村さんの指導の下で火星・金星上層大気のX線観測に取り組むことになりました。様々な形で惑星科学に触れる機会を持つ中で、大学院に進学して本格的に惑星科学研究に取り組んでみたいという思いが強くなり、進学先を決めるべく(旅行も兼ねて)各地の惑星科学系の研究室を訪問して先生方からお話を伺うことにしました。

研究室訪問を進めていく中で、大学院時代の指導教員となる倉本先生から研究についてお話を伺う機会をいただきました。原始大気形成や熱進化等、自分の想像の及ばない壮大な話を聞き、非常に感銘を受

けたことを覚えています。特に、歴史好きのためでしょうか、惑星の起源と進化を探ることができるという点に非常に魅力を感じ、倉本研を第一志望として大学院受験することを決め、無事合格をいただき進学することが決まりました。

大学院に進学した頃、倉本研では先輩の齊藤大晶さん(現北大研究員)が原始火星大気構造のモデリングを進めていたところで、私も原始大気に興味があったこと、また卒業研究で大気散逸を少しかじっていたということもあり、齊藤さんが作った原始火星大気その後の進化を探るため原始大気散逸を研究テーマにすることに決まりました。それまで検討されていなかった新しいタイプの原始大気における散逸を検討するために一からモデルを構築する必要があり、モデル完成まで数々の困難が待ち受けていました。修士課程のみでは中途半端な結果しか出せないと感じ博士課程に進学することを決め、長い時間が掛かりましたが博士課程2年次ようやく一通りモデルが完成し、一つの成果としてまとめることができました。たくさんの困難があったとはいえ、数値計算とは相性が良かったのか、モデル構築自体には終始楽しみながら夢中になって取り組んでいました。一方で、モデル構築に夢中になるあまり、元々視野狭窄だったことも相まって、本来の目的を忘れてモデル構築が自己目的化してしまうことが多々ありました。その度に倉本先生からそれとなく視野を広げられるようなアドバイスを頂き、目が覚める思いをしたのが印象深いです。人間すぐには変われず視野の狭さは相変わらずですが、研究の方向性を見失わないように引き続き努力していきたいです。他にも大学院での思い出は沢山ありますが、長くなるのでこの辺で止めたいと思います。

博士課程まで進み研究を続けるうち、惑星科学の魅力にますます取りつかれるようになり、学位取得後も研究を続けていきたいと考えるようになりました。とは言え、職はなかなか見つからず、正規の研究職を諦めかけてタウンワークでバイト探しを始めていたところ、寺田先生から声をかけていただき、さらに多くの先生方からのご支援もあって、大変ありがたいことに東北大で研究を続ける機会をいただきました。このような機会を頂いたからには、少しでも惑星科学の発展に貢献できるよう励んで参りたいと思います。皆さま今後とも何卒よろしくお願い致します。

2021年度宇宙科学奨励賞公募のご案内

公益財団法人 宇宙科学振興会¹

公益財団法人宇宙科学振興会では、宇宙科学分野で優れた研究業績を挙げ、将来の宇宙科学の発展に大きな役割を果たすことが期待される若い研究者を顕彰し、宇宙科学奨励賞を授与いたします。ここに2021年度の第14回宇宙科学奨励賞候補者のご推薦を募集いたします。推薦要綱の詳細は当財団のホームページ(<http://www.spss.or.jp>)に掲示しておりますが、当奨励賞の概要は以下の通りです。皆様の周りで優れた業績を挙げ将来の活躍が期待される若手研究者をご存知の際は、是非ともご推薦いただきますようお願い申し上げます。

●表彰の趣旨

宇宙理学(飛翔体を用いた観測, 探査, 実験に関連する理学研究) 分野及び宇宙工学分野で独創的な研究を行い、宇宙科学の進展に寄与する優れた研究業績をあげた若手研究者個人を顕彰する。

●授与機関

公益財団法人 宇宙科学振興会

●候補者

上記分野で優れた業績をあげた当該年度の4月1日現在37歳以下の若手研究者個人。候補者の推薦は他薦に限る。

●業績の審査

業績の審査は、推薦理由となる研究業績に関連して

発表された論文に基づいて、当財団が設置する選考委員会において行う。

●賞の内容

授賞は原則として毎年宇宙理学関係1名、宇宙工学関係1名とする(ただし適格者のいない場合は受賞者なしとする場合がある)。受賞者には本賞(賞状と表彰楯)および副賞(賞金30万円)が贈られる。

●推薦締切日

2021年10月31日(日)必着。

●表彰式

選考結果は2022年1月に推薦者と受賞者に通知するとともに、当財団ホームページにおいて発表する。その後2022年3月初旬に表彰式を行い、受賞者には受賞対象となった研究に関する講演をして頂く。

なお、推薦の手続きの詳細については財団のホームページ(<http://www.spss.or.jp>)をご覧ください。推薦書式をダウンロードして必要事項を記載の上、(1) 候補者の略歴、(2) 論文リスト、および(3) 推薦の対象となる論文の別刷等必要書類を添付の上、電子メールにてご提出下さい。

●お問い合わせ先および推薦書送付先

〒252-5210 神奈川県相模原市中央区由野台3-1-1
公益財団法人宇宙科学振興会 事務局
E-mail: admin@spss.or.jp

1.公益財団法人 宇宙科学振興会 事務局
admin@spss.or.jp

JSPS Information

- ◇日本惑星科学会第55回総会議事録
- ◇日本惑星科学会第144回運営委員会議事録
- ◇日本惑星科学会第145回運営委員会 議事録
- ◇日本惑星科学会第146回運営委員会議事録
- ◇日本惑星科学会第147回運営委員会議事録
- ◇日本惑星科学会賛助会員名簿

◇日本惑星科学会第55回総会議事録

日時:2021年6月3日(木) 12:30-13:30

場所:オンライン開催

正会員数:592名

定足数:59名

参加人数:114名(最終参加人数)

委任状:92通(議長:90通, 中村 昭子会員:1通, 佐々木 晶会員:1通)

1. 開会宣言

保井総務専門委員長が開会を宣言。

2. 議長団選出

運営委員会からの推薦で議長に小玉 貴則会員, 書記に松岡 萌会員が選出された。

3. 議事

3.1. 審議事項

・第15期下期(2020年度活動報告)(中村会長)

日本惑星科学会2020年秋季講演会の参加者および発表数, 学会誌の発行状況, 最優秀研究者賞および最優秀発表賞, 各種講習会の開催状況などの説明がなされた。

・第15期下期(2020年度)会計決算報告(佐伯財務専門委員長)

第15期下期の一般会計・特別会計の決算報告についての説明がなされた。新型コロナウイルス感染症対策のため, 秋季講演会(リモート開催のため)の収支および研究会等補助の支出が0となる旨の説明がなされた。

・会計監査報告(小河会計監事)

収支決算に誤りのないことが報告された。

・第16期(2021年度)基本方針(中村会長)

今期の学会体制に関する指針に関して説明がなされた。

・質疑応答及び討論

特になし。

・採択

審議事項の採決が行われ、賛成: 195(うち出席者103)、反対: 0、保留: 0により採択された。

3.2. 報告事項**・2020年最優秀研究者賞受賞者発表(野村学会賞選考委員長)**

平野 照幸会員(アストロバイオロジーセンター)と片岡 章雅会員(国立天文台)の両名に授与されることが発表された。

・2021年秋季講演会開催案内(渡邊2021年秋季講演会組織委員)

2021年秋季講演会の実施案についての報告がなされた。開催期間は9/16-18とし、現状、対面(会場:名古屋市立大学田辺通キャンパス)+オンラインのハイブリッド開催を予定している。口頭発表は会場またはZoomを選択したうえで、Zoomで配信する。ポスター発表はSlackへのアップロード形式を取る。ただし会場にてA0ポスターのスペースも準備予定であり、Slackに加えて現地での掲示も可能となる。発表受付および参加費支払期間は6/18-8/27、発表申し込み期間は6/18-7/16の予定。支払にはイベントペイを使用する。

・各種専門委員会・作業部会等報告(各種委員長 他)**・第16期上期(2021年度)会計中間報告(佐伯財務専門委員長)**

会計の中間報告についての説明がなされた。収入支出ともほぼ予算案通りである旨の説明、また、会員区分・所属のアップデート依頼、会費未納入の方へ納入依頼呼びかけがなされた。

・マスタープランについて(竝木副会長)

マスタープラン2023への対応についての報告がなされた。学術会議からの公募は2022年1月以降の見込みである。大型研究計画への対応として、2021年6月に現況調査目的のヒアリングが実施され、また、学会内からの新提案の取り込みを目的として2021年7月から12月にかけて学会員向けの説明会および趣旨説明会等が実施され、公募応募へ向けて準備を進める旨の説明がなされた。

・第2回「来る10年の月惑星探査検討会」民間企業との共創・情報提示について(関根惑星探査専門委員長)

第2回「来る10年の月惑星探査検討会」についての報告がなされた。サイエンスとテクノロジーの新しい連携関係を加えたロードマップの策定に関する説明がなされた。マスタープランと「来る10年の月惑星探査検討会」の関係性・連携についての質問があった。「来る10年の月惑星探査検討会」の資金的サポートを得ることに加え、両者タイアップで進めるのがコミュニティにとってもプラスとなる。そのため、マスタープランの中のコンソーシアムプランの一つとして「来る10年の月惑星探査検討会」を加えることが、竝木副会長より説明された。

・事務局体制検討の中間報告について(中本事務局体制検討作業部会長)

2020年にイーサイド社から事務局業務終了の相談を受けた件で、2021年12月末で事務局業務を終えたいとの意向が示された。1年間を遷移期間として、2022年は事務員1名体制での事務局運営を行い、2023年1月から新事務局・業務開始へと進める計画に関する説明がなされた。

・学会公式Twitterアカウント創設に関して(奥住広報専門委員長)

遊星人の宣伝および秋季講演会の情報発信等の広報目的で、公式Twitterアカウントを開設する旨の説明が

あった。

4. 議長団解任

5. 閉会宣言

保井総務専門委員長が閉会を宣言。

◇日本惑星科学会第144回運営委員会議事録

日時:2021年5月17日(月) 20:00 - 21:00

場所:オンライン開催

運営委員:

出席者20名

中村 昭子, 竝木 則行, 中本 泰史, 玄田 英典, 関根 康人, 奥住 聡, 寺田 直樹, 関 華奈子, 千秋 博紀,
大竹 真紀子, 佐伯 和人, 藪田 ひかる, 保井 みなみ, 荒川 政彦, 臼井 寛裕, 田近 英一, 中島 健介,
中村 智樹, 三浦 均, 百瀬 宗武

欠席者3名

田中 秀和, 小林 浩, 倉本 圭

オブザーバー:

平田 成(事務局体制検討作業部会員), 諸田 智克(事務局体制検討作業部会員), 佐々木 貴教(事務局体制検討作業部会員)

報告事項:

- ・中本事務局体制検討作業部会長より, 今後の事務局体制の検討について, 中間報告があった。検討の経緯は以下の通りである。
- ・2020年10月に, 事務局業務を委託している株式会社イーサイドから, 業務受託を2021年12月もしくは2022年12月までに終了したいとの申し出があった。
- ・2020年12月に事務局体制検討作業部会を設置し, その後, 4回の部会を開催した。

- ・中本部会長より, 以下の方針が提案された。
- ・委託業者を選んで, 移行する。
- ・一般社団法人化は, 別問題として切り離す。
- ・上述の方針について, 意見交換を行った。その結果, 強い異論はなかった。

- ・今後の事務局移行に関するスケジュールとして, 以下の提案がなされた。
- ・2021年6月の総会:方針とスケジュールの承認
- ・2021年9月の総会:2022年予算で移行費用の承認
(新委託業者への委託費用+イーサイドへの移行業務追加費用)
- ・2022年5月の総会:新委託業者の承認(委託費用等)
- ・2022年6-7月:新委託業者との業務委託契約締結
- ・2022年9月末:株式会社イーサイドの業務終了。
- ・2022年10月:新事務局移行・業務開始。

- ・中本部長より、会計年度の変更について提案があった。
 - ・事務局の移行を余裕を持って行うため、会計年度の開始を4月にすることが提案された。
 - ・議論の結果、会計年度を1月開始にした理由を調査し、その上で総務・財務・編集の各委員会が連携して、検討を行うことになった。
- ・以下のような質疑に対して、中本部長から説明があった。
 - ・現在、株式会社イーサイドに委託している業務は、新委託業者にどこまで委託可能なのか：ほぼ同程度の業務が委託可能であると思われるが、細かい内容については、これから各業者と相談して決めていく。ただし、現在の学会サーバなど、全く同じシステム、内容で請け負ってくれる新業者があるかどうかは、現時点ではわからない。
 - ・一般社団法人にしない理由は何か：一般社団法人化することで、社会的信用が増す、銀行口座の作成などの法律行為が行える等のメリットはあるが、一方で、運営に費用が加算される、法的な規制が多くなる等のデメリットもある。国際会議等の大きなイベントを惑星科学会が主催する等の事があれば法人化するメリットはあるが、現状では、そこまでメリットがない、少なくとも事務局移行のために必須というわけではないと判断した。しかし、今後、法人化するメリットも考慮しつつ、事務局体制の移行とは切り離し、必要であれば別のところで検討していただくのがよい。
 - ・一般会員として、いつまで株式会社イーサイドに業務をお願いできるのか：2022年9月末まで可能である。
- ・運営委員から、以下のようなコメントがあった。
 - ・現在、様々な学会が一般社団法人、公益社団法人化しているが、特に、公益社団法人では法的な縛りが大きく、運営にかなりの負担を生じている。社会的信用を得たいということで法人化する方向に持っていくのは良いと思うが、特にそのようなモチベーションがなければ、無理に法人化する必要は無いと思われる。
 - ・SGEPSSの経験では、会員情報の移行はかなり大掛かりな作業であり、それなりに大きな金額を支払う必要があったので、留意しておきたい。一方で、その情報を移行したことで現在は管理が楽になった。会員情報の移行はできるだけしておいた方がよい。

◇日本惑星科学会第145回運営委員会議事録

日時：2021年6月2日(水)18:30-20:30

場所：オンライン開催

運営委員：

出席者22名

中村 昭子, 竝木 則行, 中本 泰史, 玄田 英典, 関根 康人, 奥住 聡, 寺田 直樹, 田中 秀和, 小林 浩, 関 華奈子, 千秋 博紀, 大竹 真紀子, 佐伯 和人, 藪田 ひかる, 保井 みなみ, 荒川 政彦, 倉本 圭, 田近 英一, 中島 健介, 中村 智樹, 三浦 均, 百瀬 宗武

欠席者1名

白井 寛裕(委任状:会長1通)

オブザーバー：

野村 英子(2020年学会賞選考委員長), 田中 佑希(2021年連合大会プログラム委員), 渡邊 誠一郎(2021年秋季講演会組織委員長), 城野 信一(2021年秋季講演会組織委員), 北里 宏平(総務専門委員)

議題・報告事項：

1. 2021年秋季講演会について(城野 2021年秋季講演会組織委員)

- ・日程は2021年9月16日(木)から19日(日)までの4日間(19日は一般講演会)。

- ・会場は名古屋市立大学田辺通キャンパス宮田専治記念ホール。
 - ・発表は対面+オンラインのハイブリッド形式で行う。
 - ・口頭発表は会場で直接発表もしくはzoom, ポスター発表にはslackを利用する。
 - ・秋季講演会開催当日までに開催できない状況にならない限り, 対面での発表も実施する。
 - ・6月18日(金)から参加・発表申し込みの受付を開始する。
 - ・参加費の徴収にイベントペイを利用する。
 - ・早期割引は設定しない。
2. 今後の秋季講演会と一般講演会について(玄田 行事部会長)
- ・秋季講演会と併催される一般講演会の位置付けについて提案がなされた。
 - ・開催の承認プロセスは他の共催依頼などと同様に行うものとする。
 - ・学会の年間活動計画書・報告書に一般講演会についても記載することとする。
 - ・2022年の秋季講演会の会場予約について百瀬委員より説明があった。
 - ・秋季講演会の安定開催のためには, 仮に会場のキャンセル料が発生したとしても, それを学会側が負担するのは妥当であるとの合意がなされた。
3. 2020年度最優秀研究者賞について(野村 2020年学会賞選考委員長)
- ・応募者は9名と例年に比べて多かった。
 - ・審査の結果, 平野 照幸会員と片岡 章雅会員の両名が受賞者として推薦され, 承認された。
4. 惑星探査基礎研究若手奨励賞(仮称)の創設検討の要望(野村 2020年学会賞選考委員長)
- ・短期間で成果が出にくい基礎研究を行う若手研究者を奨励する賞の創設について提案がなされた。
 - ・賞創設の是非を含めて検討する作業部会の設置について, 会長・副会長で検討することとなった。
5. 日本地球惑星科学連合: プログラム委員会(田中 連合大会プログラム委員)
- ・2021年大会では, 3セッション(惑星科学, 惑星火山学, 宇宙・惑星探査の将来計画及び関連する機器開発の展望)が学協会セッションとして登録された。
 - ・次期プログラム委員に黒崎 健二会員(正)と門屋 辰太郎会員(副)が推薦され, 承認された。
6. 日本地球惑星科学連合: 学協会長会議(中村 会長)
- ・日本学術会議の近況報告として, マスタープランの募集が開始されたことが報告された。
 - ・次期議長にリモートセンシング学会長の林田 佐智子氏が選出されたことが報告された。
7. マスタープランについて(竝木 副会長)
- ・大型研究計画への対応について説明がなされた。
 - ・7月14日と7月の最終週に学会員向けの説明会を予定している。
8. 事務運営体制について(中本 事務局体制検討部会長)
- ・今後の作業方針とスケジュールについて提案がなされた。
 - ・2021年6月総会 方針とスケジュールの承認
 - ・2021年9月総会 2022年予算で移行費用の承認
 - ・2022年6-7月 新委託業者との業務委託契約締結
 - ・2022年5月総会 新委託業者の承認(委託費用など)
 - ・2023年1月 新事務局に移行
 - ・2021年12月末でイーサイド社との契約は終了する。
 - ・事務局所在地やクレジット支払いの技術的な問題については検討中。
 - ・議論の結果, 提案は承認された。

9. 第15期下期決算(佐伯 財務専門委員長)

- ・匿名の方から寄付金10万円を頂いた。
- ・秋季講演会と各種研究会がリモート開催となったことにより、それらの収入と支出はゼロであった。
- ・他は例年通り。

10. 第16期上期予算執行状況(佐伯 財務専門委員長)

- ・収入、支出ともにほぼ予算案(例年)通り。
- ・今年も匿名の方から10万円の寄付金があった。

11. 遊星人の発行状況報告(三浦 編集専門委員長)

- ・滞りなく発行できている。
- ・学会員向けに学会誌に関するアンケートを取ることを計画している。
- ・編集専門委員に荒川 創太会員、瀧 哲朗会員、野津 翔太会員の3名を追加することが提案され、承認された。

12. SNSを用いた学会広報について(奥住 広報専門委員長)

- ・学会公式Twitterアカウントの立ち上げについて提案がなされた。
- ・惑星科学の知識と学会活動を積極的に発信することを目的とする。
- ・アカウントの管理は広報専門委員会が行う(担当委員1名を設置済み)。
- ・他委員会(例えば編集)から依頼を受けて広報専門委員会が発信する。
- ・学会活動の広報でないもの(会員個人の宣伝など)は受け付けない。
- ・継続的な運用のため、利用者・運用者の負担が最小限になるように制度設計する。
- ・議論の結果、提案は承認された。

13. 第15期下期活動報告、第16期上期活動計画(保井 総務専門委員長)

- ・総会で提示する活動報告と活動計画の内容について説明がなされた。

14. 入退会状況報告(保井 総務専門委員長)

- ・会員数に大きな変動はないことが報告された。

15. 第55回総会の議長・書記の推薦について(保井 総務専門委員長)

- ・議長に小玉 貴則会員、書記に松岡 萌会員が推薦され、承認された。

16. 学会賞選考委員の入れ替え(保井 総務専門委員長)

- ・次期選考委員に中島 健介会員(委員長)、奥住 聡会員、道上 達広会員、癸生川 陽子会員、成田 憲保会員、寺田 直樹会員、三浦 均会員、臼井 寛裕会員の8名が推薦され、承認された。

17. 会員種別の条件について(保井 総務専門委員長)

- ・事務局からシニア会員に関して似た問い合わせが増えているので、学会HPの入会案内ページに情報を追加してほしい旨依頼があった。
- ・会員種別の条件について、シニア会員と学生会員の詳細情報を学会HPに追加することが提案された。
- ・シニア会員の条件は提案通り追加することで合意がなされた。
- ・学生会員の条件については提案の通り変更する場合に発表のエントリーで問題が生じないか学会賞選考委員で検討することとなった。
- ・HPの更新は広報専門委員会が対応する。

18. 日本学術振興会育志賞の選出について(保井 総務専門委員長)

- ・他の賞と比べて推薦者を出した回数が少なく、そのような状況をよしとするか問題提起がなされた。

- ・産休・育休などやむを得ない事情で休学中の人も応募できるように、応募資格の見直しを検討してもらう要望を本学会から日本学術振興会に出してもらえないか提案がなされた。
- ・以上について運営委員からの意見をもとに、次回改めて提案を行うことが述べられた。

19. その他

- ・会員登録の際にメール不達の不具合が生じた件について千秋委員より説明がなされた。

◇日本惑星科学会第146回運営委員会議事録

期間:2021年6月3日(木)～6月5日(土)

議題:学会賞検討作業部会の設置について

運営委員会委員:

出席(23名)

中村 昭子, 竝木 則行, 中本 泰史, 玄田 英典, 関根 康人, 奥住 聡, 寺田 直樹, 田中 秀和, 小林 浩, 関 華奈子, 千秋 博紀, 大竹 真紀子, 佐伯 和人, 藪田 ひかる, 保井 みなみ, 荒川 政彦, 臼井 寛裕, 倉本 圭, 田近 英一, 中島 健介, 中村 智樹, 三浦 均, 百瀬 宗武

欠席(なし)

成立条件:期間内に議決返信のあった者を委員会出席とみなす。

議決方法:上記期間内に steering-ml@wakusei.jp 宛に投票。

議題:

将来計画専門委員会のもとに「学会賞検討作業部会」を設置したく、その提案について承認を求める。

提案内容:

目的:最優秀研究者賞委員会から、研究業績で評価しにくい研究を対象とした賞の新設の要望があったことを受けて、最優秀研究者賞の評価方法の見直し、新しい学会賞の創設、シニア会員の審査員への取り込み等の新しい方針も含め、幅広く検討を行い、方針を示すことを目的とする。

部会の構成:田中 秀和(部会長), 中村 智樹, 諸田 智克, 千秋 博紀, 荒川 政彦

期限:2021年秋季講演会までに提言をまとめ、その後は解散する。

審議結果:議題は原案のとおり承認された(可23・否0)。

◇日本惑星科学会第147回運営委員会議事録

期間:2021年7月26日(月)～7月28日(水)

議題:将来構想検討作業部会の設置について

運営委員会委員:

出席(23名)

中村 昭子, 竝木 則行, 中本 泰史, 玄田 英典, 関根 康人, 奥住 聡, 寺田 直樹, 田中 秀和, 小林 浩,

関 華奈子, 千秋 博紀, 大竹 真紀子, 佐伯 和人, 藪田 ひかる, 保井 みなみ, 荒川 政彦, 白井 寛裕,
倉本 圭, 田近 英一, 中島 健介, 中村 智樹, 三浦 均, 百瀬 宗武

欠席(なし)

成立条件:期間内に議決返信のあった者を委員会出席とみなす.

議決方法:上記期間内に steering-ml@wakusei.jp 宛に投票.

議題:

将来計画専門委員会のもとに「将来構想検討作業部会」を設置したく、その提案について承認を求める.

提案内容:

目的:惑星科学会から日本学術会議マスタープラン2023に提案する大型研究計画についてとりまとめを行うことを目的とする.

部会の構成:荒川 政彦(部会長), 中村 昭子, 中本 泰史, 倉本 圭, 田中 智, 玄田 英典

期限:この作業部会の活動は、日本学術会議マスタープラン2023に提案する大型研究計画について方針を出すまでとする. 方針を出したあとは解散する.

審議結果:議題は原案のとおり承認された(可23・否0).

◇日本惑星科学会賛助会員名簿

2021年8月4日までに、賛助会員として本学会にご協力下さった団体は以下の通りです. 社名等を掲載し、敬意と感謝の意を表します. (五十音順)

- ・Harris Geospatial 株式会社
- ・株式会社ナックイメージテクノロジー
- ・株式会社ノビテック

賛助会員名簿が2021年3月号および6月号には掲載されていませんでした. この場をお借りしてお詫び申し上げます.

編集後記

2018年のちょうど今頃、少し遅い夏休みが終わり、京都に戻る新幹線に乗っていた。なごやー、なごや、乗車のアナウンスと重なるように、近年になく大きな台風21号が近づいているというニュースが目に入った。私には明日の台風よりも、明後日三つも保育園見学に行かねばならないことや、その次の日からの研究会のほうが、気がかりであった。眠った息子を抱きかかえながら、帰省の疲れを感じてぼんやりとなり、そのうち眠ってしまった。

3年前、我々の大変さの中に、新型コロナウイルスはいなかったし、現れるとも思っていなかった。事態が深刻化した後、総じて研究者は対面のない生活へ迅速に適応していった。関係者の多大な努力により、日本惑星科学会やJpGUなど、多くの学会がオンラインで開催され、困難な状況の中で、我々は研究発表の場や交流の機会を享受することができた。一方で、対面とオンラインの間にはとても深い溝があり、両者が等価では

ありえないことが明白になった。人と人が対面することによる交流が失われるのは仕方がない。しかし、国際色豊かな会場で、他人の講演をしかめっ面で聞く横顔や、挑戦的な話にささやきあう姿や、場を支配する緊張感を、恋しく思う。しのぎを削る研究者達を目の当たりにし、その高揚を体験することは、研究者である価値の一つであり、次に向かって研究を展開するために必要な“余分”ではないだろうか。秋季講演会も対面とオンラインのハイブリッド開催に向け入念な準備がなされてきたが、コロナ禍の長期化を受けてオンライン開催が決定された。我々は、“普通の対面”にこれから戻っていくのだろうか、それとも、“当たり前”が変わっていく様をみまもののだろうか。

本号では、4名の惑星科学会会員がNew Faceへの投稿呼びかけに応じてくださった。川島さん(理研)、柴田さん(チューリッヒ大)、森さん(東北大)、吉田さん(東北大)の今後の活躍にご注目いただきたい。(瀧川)

編集委員

三浦 均 [編集長]

瀧川 晶 [編集幹事]

荒川 創太、上栢 真之、岡崎 隆司、小川 和律、鎌田 俊一、木村 勇氣、黒澤 耕介、小久保 英一郎、坂谷 尚哉、杉山 耕一郎、関口 朋彦、瀧 哲朗、田中 秀和、谷川 享行、長 勇一郎、成田 憲保、野津 翔太、はしもと じょーじ、濱野 景子、本田 親寿、諸田 智克、山本 聡、和田 浩二、渡部 潤一

2021年9月25日発行

日本惑星科学会誌 遊・星・人 第30巻 第3号

定 価 一部 1,925円(税込・送料込)

編集人 三浦 均(日本惑星科学会編集専門委員会委員長)

印刷所 〒224-0044 神奈川県横浜市都筑区川向町787-1 株式会社 シュービ

発行所 〒105-0012 東京都港区芝大門2-1-16 芝大門MF ビルB1階

株式会社イーサイド登録センター内 日本惑星科学会

e-mail : staff@wakusei.jp

TEL : 03-6435-8789 / FAX : 03-6435-8790

(連絡はできる限り電子メールをお使いいただきますようご協力お願いいたします)

本誌に掲載された寄稿等の著作権は日本惑星科学会が所有しています。

複写される方へ

本誌に掲載された著作物を個人的な使用の目的以外で複写したい方は、著作権者から複写等の行使の依託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル 学術著作権協会

TEL : 03-3475-5618 / FAX : 03-3475-5619

e-mail : kammori@msh.biglobe.ne.jp

著作物の転載・翻訳のような複写以外の許諾は、直接日本惑星科学会へご連絡下さい。

1. 原稿の様式

○投稿原稿：

受領可能なファイルの形式は、MS WORD、PDF、またはテキストファイルである。原稿投稿時チェックリストを参照して作成すること。また、所定の投稿原稿送り状も提出すること。

○最終稿：

原稿の掲載が決定したら、最終原稿準備チェックリストを参照して必要なファイルを提出する。原稿のファイル形式は WORD、PDF、または、テキストファイル。図は別ファイルにて提出。そのファイル形式は tiff、eps、pdf、pict が望ましい。jpeg、png も可。

投稿原稿送り状の雛型および各チェックリストはウェブサイトで

(<https://www.wakusei.jp/book/pp/guide.html>) から取得できる。

2. タイトル

記事のタイトルは20字程度以内。また、タイトル、筆者名、及び所属を和文・英文両者で付す。

(注：著者人数に対する制限はなく、紙面本文タイトルにおいて著者全員の氏名が原則掲載されるが、著者が多数である場合、各号の目次においては紙面の都合上一部著者名を省略することがある。)

3. 要旨

研究報告の記事や解説記事については、(原稿タイトルと著者名の後に) 300字程度の要旨をつける。

4. セクション

セクションは1,2,...., サブセクションは1.1,1.2,...., 細区分は(1),(2)...., の記号を頭にして、左寄せ、行末改行とする。

- ・文中での区分けは(a), (b), (c)を用いる。
- ・これら記号はすべて半角文字を用いる。
- ・セクションタイトルは簡潔にすること。

5. 述語

専門用語はなるべく避けるか、十分な説明をつける。特に、対応する日本語がある場合、英語・英略語は使わない。

6. 字体

- －数字、英字は半角とする。また() [] ; : など区切り記号も半角を用いる。
- －変数は斜体、ベクトルと行列は太字、を使う。

7. 句読点

句読点は全角の“,”と“.”を用いる。

8. 図、表

文中での図表の引用は“図1”、“図2”の形をとる。最終稿に図表の刷り上がり時の位置や大きさを指定のこと。他の文献から図表を転載する場合は、著者及び発行者より転載許可を得ること。また、出典を明記すること。

図作成のガイドライン：

原則として、電子ファイルとして作成すること。解像度は印刷時実寸で300dpi相当以上。ファイル形式はTIFF、EPS、PDF、JPEG、PNGが望ましい。

やむをえない場合に限り、写真も可とする。その際はL版サイズ以上の大きさで鮮明な写真を送付すること。送付された写真は原則として返却しない。カラーページは、著者の費用負担により可能。ただし、著者が希望し、かつ編集委員会が認めたものについては、印刷費用を学会が負担する。カラー印刷の希望が無い場合、電子版のみにカラー画像が掲載され、冊子体には白黒で印刷される。

9. 脚注

脚注は“1”などの記号をつける。

10. 文献の引用

引用文献は重要なものに限る。目安として20項目程度とする。ただし編集部が必要と認めた場合についてはこの限りではない。

本文中での引用は[1]、[2]の形で通し番号をつけ、論文の末尾に一括してリストを載せる。

文献リストは題名は省略し、3人以上の著者は et al. と表記する。雑誌名などは一般に使われる略称を用い、ページについては開始ページのみを記すこととする。

参考文献

- [1] Wakusei, T. et al., 1989, *Astron. Astrophys.* 220, 293.
- [2] 惑星太郎, 1993, *天文月報* 86, 186.
- [3] Bohren, C. F. and Huffman, D. R., 1983, *Absorption and Scattering of Light by Small Particles* (New York: Wiley).
- [4] Hayashi, C. et al., 1985, in *Protostars and Planets II*, 1100.

11. 投稿原稿送付先

遊星人編集長 三浦 均
e-mail : chiefeditor@wakusei.jp

電子メールで送付できない場合は下記へ郵送
〒105-0012 東京都港区芝大門2-1-16
芝大門MFビルB 1階
株式会社イーサイド 登録センター内
日本惑星科学会事務局 遊星人編集長



The Japanese Society for Planetary Sciences

