

# 巨大惑星系研究会 開催報告

木村 淳<sup>1</sup>

2015年4月14日(火)に、東京工業大学地球生命研究所(ELSI)において「巨大惑星系研究会」を開催した(世話人：木村淳、藤本正樹、藤井友香、臼井寛裕)。本稿では、研究会の主旨に関わる学術的背景や国際情勢を概観しつつ、本会と文脈を共有する他の学会研究会等の履歴に触れながら、本会合を開催するに至った経緯と報告を行う。

太陽系最大のサイズと角運動量を持つ木星は、その形成が土星など他の巨大惑星との相互作用を通して太陽系全体のデザインに本質的な役割を果たし、地球など内側の惑星の軌道状態や物質供給にも多大な影響を与えたと考えられている。また爆発的な拡がりを見せる太陽系外惑星の発見は、木星のような巨大惑星が太陽系以外の系においても普遍的な形態であることや、巨大惑星がその形成後に大きく移動する可能性があることを目の当たりにさせている。こうした多様な惑星系の姿を前に、かつて「太陽系形成論」として構築されてきたモデルを、より普遍的な形での「惑星形成論」の枠組みの中で説明することが試みられている。つまり我々の太陽系のデザインは必然的に生じるものではなく、そこへ至った経緯と理由が理解されなければならないという文脈で、太陽系形成論が再び盛り上がりを見せている。

また巨大惑星自身も様々な科学的な重要性と波及性を持つことは言うまでもない。大気については、強い鉛直対流機構に代表される特徴的なダイナミクスを把握することが、太陽系外惑星も含めた惑星流体の一般的な性質を理解する重要なステップとなるほか、組成とそ



図1：会場となった東京工業大学地球生命研究所(ELSI)の玄関。

の鉛直構造の把握を通して深部も含めたバルク組成の理解へと繋げることで、巨大惑星系が形成時に経た環境への示唆も得られ、惑星形成論へのフィードバックが期待される。また強大な磁気圏は、その内部にプラズマ源となる衛星を内包することや、巨大惑星の自転に引きずられて高速で回転すること、そして外部から太陽風による揺さぶりを受けることといった特徴によって、その場観測が可能な空間の中で強力な粒子加速が起きている領域という魅力を持ち、相対論的エネルギー粒子加速の解明という宇宙物理学の大きな課題に迫るための最高のターゲットと言える。

巨大惑星の周りには数多くの多様な衛星が回り、それらのほぼ全ては氷に覆われた氷衛星として存在する。氷のテクトニクスに彩られた表面の下には大規模な海洋の存在が推測される衛星も今や数多く、有機物や内部熱源との共存を示唆する研究・観測結果とも合わせて、潜在的な生命居住可能領域として第一級の研究対

1. 東京工業大学地球生命研究所  
junkim@elsi.jp

象となっている。

こうした、太陽系の起源への本質的な関わりからアストロバイオロジーへの展開に至るまでの様々な文脈を持つ巨大惑星系への興味を実証的に解明する動きも近年再び活発である。2004年から土星系を探索しているCassiniは現在も大きなトラブルなく様々な科学成果をもたらし続けている(2017年にミッション終了)。2010年に打ち上げられたNASAの木星系探査機JUNOは2017年に木星へ到着する予定である。そして我が国では2013年に打ち上げた惑星観測宇宙望遠鏡ひさき(SPRINT-A)が定常観測を開始し、地球周回軌道からの遠隔観測で木星のプラズマ領域をモニタし、プラズマ環境のエネルギー供給過程の理解に貢献している。さらに2022年の打ち上げを目指す木星氷衛星探査機JUICEが、欧日協同体制で開発が進められている(木星到着は2030年) [1]。従来の日本にとって、巨大惑星系の研究に実証的手段をもって取り組むことは夢に過ぎなかったものが、ここへ来て前述のような様々な科学的興味があらわとなり、具体的な探査ミッションへの主体的な参画が実現する時代が到来したことに興奮を禁じ得ない。

しかし、もしかしたらこの興奮は思い過ごしで、私だけが空回りしているのかもしれない。本研究会を開催したのは、そのあたりの雰囲気を見極めるためである。という表現はやや過言で自分勝手に過ぎるけれど、あながち嘘でもない。欧米と手を取り巨大惑星系へ探査機を送り込める時代の到来を感じるとは言え、いざそのデータや知見を共有できそうなコミュニティを眺めるに、その拡がりには欧米のそれと比べてまだまだ圧倒的に狭い、というか視界がぼやけている印象がある。惑星形成論や広い意味での惑星物質科学をも含めた人材は少なくないが、それらが有機的な繋がりをもって当該および周辺分野の科学研究が底上げされ、視野を広げているかと問われれば、現状ではネガティブな回答をせざるを得ない(私の視野と視力が悪いだけかもしれない)。しかしそうした状況を少しでも打破し、人材のネットワークを作ろうと、数年来さまざまな場を作ってきた。2009年11月には、「木星・巨大惑星系の起源と衛星サイエンス」と題した国際会合を惑星科学研究センター(CPS)主催のワークショップとして北海道大学で開催した。これを端緒として、2010年の地球惑星科学連合(JpGU)大会では「巨大惑星・衛星・

系外惑星」というセッションを立ち上げ、翌年にはこれを「Future explorations of Jupiter and Saturn system」として国際セッション化。以来、多少のセッション名の変更はあったものの、現在もなお継続して開催している。また2011年には、遊星人にて「将来木星圏・土星圏探査計画へのサイエンス」という特集を2号にわたって組んだ[2]。そして最近では木星探査機JUICEの準備が本格的に始動し、日本のチームもその開発に参加している [1]。

前置きがずいぶん長くなったが、このような背景と経緯を受けて、(いわゆる学会講演会よりは)ある程度の時間をかけてじっくり話を聞く研究会を開くことを決意した。はじめはJUICE計画に特化した議論の場をイメージしていたが、様々な審査イベントが立て込むこの時期にあつては計画内部の方々にとっての過剰な負担や視野狭窄をもたらし、かつ、外の人への波及効果も薄い(むしろ敬遠されるかもしれない)のではないかと考え直し、「巨大惑星系」をキーワードに、それ以上の文言は重ねずあえてゆるいテーマの会合にした。また、2月に惑星科学会が示した「惑星科学／太陽系科学研究領域の目標・戦略・工程表」では、この先100年程度を見通す超長期的なビジョンとして「太陽系生命環境の持続」を、そして20年程度のスパンでは「前生命環境の進化—生命圏の誕生・持続に至る条件の解明—」を地球生命圏との対比において進めることが適切な科学目標だと掲げられている。氷衛星を持つ巨大惑星系がまさにその具体的な「現場」であることも、本研究会をこのタイミングで、かつ特定のミッションに特化しないスタイルで開催する発想に至った重要な理由のひとつである。

会を構成するにあたっては、前段で述べた最近数年での様々な学会・研究会や出版活動の経験と経緯を活かしながら、巨大惑星系というキーワードに内包される様々なカテゴリをまず洗い出し、各々に対応するキーパーソンをピックアップした。巨大惑星系探査ミッションのタイムスケール(すなわち仮説と実証のフィードバックサイクル)の長さを考えると、若手を含めた研究者層の底上げを図ることも必須なので(主宰の私自身がもはや若手と言えるのかは棚に上げ)、意識的にそういった年齢層の研究者へ講演依頼をかけた。依頼をかけ始めたのが研究会のたった一ヶ月前であったにも関わらず、依頼したほぼ全ての方々から即座に

快諾の返事をいただき、依頼開始から3日ほどで会の大枠は整った。

かくして表1に示す講演が揃い、研究会が開催された。講演は質疑を含めて各30分を割り当てて日本語で行ったが、日本学術振興会の世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)採択拠点であるELSIでの開催にあたり、構成員の約4割が外国籍であるELSI研究員への便宜を図るため、スライドは英語で作製していただいた。参加者は50~60人に達し、トピックの多彩さを反映した大いに盛りあがる議論が交わされた。参加者からの声で印象深かったのが、異口同音に聞こえてきた「こんなに人が集まるとは思わなかった」という反応である。個人的には、これまでのJpGUでのセッション運営やJAXAでの次期木星探査ワーキンググループ会合などの経験からも、この参加者数は期待通りというか楽観していたのだが、これを「意外だ」と受け止める反応が多かったことは、巨大惑星系が包含する研究分野とそこに携わる人々の顔がお互いにまだ見えていない実情を反映しているのだろう。また、いまや研究会・会議や雑用が乱立し研究時間の確保が難しいという愚痴があちこちから聞こえて来る現状にあって、新たな会合を開くことの意義を語る向きも本会の立ち上げ時にはあった。しかしそれはあくまでも

会の主旨に独自性があり、そこにコミュニティが必要を感じるかどうかの問題であって、その答えは会終了後に参加者それぞれが実感して頂けたものと確信している(ただし世話人の労力は最低限まで削ぎ落とした。完全手弁当、集録・アーカイブ作業なし、懇親会なし、等々)。会の終了後には「○○の講演をした□□さんに詳しく話を聞きたいので連絡先を教えてください」という類の問い合わせが多数寄せられたことにも、研究会を開いた最低限の意義はあったと感じる。

巨大惑星系にまつわる議論の場は本会をもって単発で終わるものではないし、すべてが議論し尽くされたわけでもない。本会で採り上げきれなかった、しかし巨大惑星系の科学には欠くことのできない分野やトピックはまだまだ数多い。今後はそうした話題をカバーしながら、しかしいたずらに義務感に追い立てられることなく、研究の進捗のタイムスケールと歩調を合わせながらメリハリのある会として在り続けたい。むしろ惑星科学会員や周辺他学会の方々から、「次はこういうテーマで」「この人の話を聞きたい」というようなアイデアを寄せて頂き、この場を積極的に利用するようなアクションを期待したい。

また本会の他に、巨大惑星の衛星系に焦点を当てた議論の場として「衛星系研究会」を毎夏に開催してい

表1：研究会のプログラム。

1月14日(火)9:30~18:45	
平田 直之(神大)	土星中型衛星の地質
栗田 敬(東大)	潮汐相互作用と衛星の内部進化
高井 研(JAMSTEC)	Thermodynamic estimation of hydrothermal fluid chemistry and associated chemosynthetic microbial community development in Enceladus interior ocean
松尾 太郎(京大)	Europaの分光観測とその準備状況
堀 安範(国立天文台)	Peer into a Nutshell: The Interior of Jupiter
杉山耕一朗(JAXA)	木星の大気構造
谷川 享行(産業医大)	巨大惑星周りの衛星系形成
関根 康人(東大)	JUICEに期待する木星系探査からの惑星科学
松島 政貴(東工大)	Galileo衛星の磁場
木村 智樹(理研)	その場観測と多波長遠隔観測に基づく高エネルギー磁気圏物理
埴 千尋(IRAP)	木星・衛星オーロラと環境/ダイナミクス探査
総合 討論	
谷川 享行(産業医大)	衛星系探査からの惑星形成論
笠井 康子(NICT)	JUICE搭載サブミリ波分光計による木星系観測からの惑星科学
渡邊誠一郎(名大)	巨大ガス惑星系からの惑星科学

る [3] ほか、より大規模な報告・議論の場としては、JpGUでのセッションや、AOGSでの「Icy satellites and rings」セッションを毎年開催しているので、積極的に利用して頂きたい。本年5月のJpGUでは、「P-PS01: Outer Solar System Exploration Today, and Tomorrow」セッションとして合計34件(口頭23件、ポスター11件)の講演が行われ、最大瞬間値で約80名に達する聴衆を集めて活発な議論が行われた。

と、ここまで一通り書き上げてから再読するに自画自賛的な文章だらけで気持ち悪いことを認識したのだが、投稿メ切まで数時間しかないのではや手直しできないことをお詫びしたい。そして最後に、本稿執筆者自身も会の最中は講演と議論に夢中で、「研究会の様子」なる写真を撮る暇がまったく無かったことを言い訳しつつ、筆を置く。

## 謝 辞

御講演いただいた皆様には厚く御礼申し上げます。完全な手弁当の会合だったにもかかわらず、かつ年度初めの多忙な時期に急な講演依頼に快く応えて下さったこと、重ねて深く感謝致します。また、当日会場へ脚を運び議論に参加して下さいました多くの皆様にも御礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] 木村淳ら, 2013, 遊星人 22, 146.
- [2] 木村淳ら, 2011, 遊星人 20, 252.
- [3] 谷川享行ら, 2014, 遊星人 23, 386.