

日本による木星将来探査: 2015 - 2025

笠羽 康正 [1]; 藤本 正樹 [2]; 高島 健 [3]; 三澤 浩昭 [4]

[1] 宇宙機構/宇宙研; [2] 宇宙機構・科学本部; [3] 宇宙研; [4] 東北大・理・惑星プラズマ大気

Future Jovian Mission by Japan: 2015-2025

Yasumasa Kasaba[1]; Masaki Fujimoto[2]; Takeshi Takashima[3]; Hiroaki Misawa[4]

[1] JAXA/ISAS; [2] ISAS, JAXA; [3] ISAS/JAXA; [4] PPARC, Tohoku Univ.

Jupiter, which is the largest planet in the Solar system, is the most interesting objects in the solar system explorations. The mission to this planet will investigate the following characteristics: 1) Origin and evolution of the planetary environment, 2) Universal physics in the space, and 3) Establishment of the base knowledge and technologies toward the whole solar system. Solar-Sail Project to have been examined by ISAS/JAXA as an engineering mission has a possibility of a small probe into the Jovian orbit. And the larger Jovian mission will be planed based on those technologies. Future Jovian mission by Japan would mainly solve two objectives: (1) Structure of a gas planet: the internal and atmospheric structures of a gas planet which could not become a star (following the objectives of Planet-C and BepiColombo). (2) Jovian-type magnetosphere: the process of a pulsar-like magnetosphere with the strongest magnetospheric activities in the solar system (following the objectives of BepiColombo and SCOPE). This paper summarizes our ambitious future toward this planet in 2015-2025.

木星が次世代の「地球惑星磁気圏探査」における大きな目標であることは、本学会参加者の共通認識のひとつであろう。地球磁気圏探査の段階的な発展、Nozomiによる火星への挑戦を受け、現在私達は、欧州との共同によって初の「異なる磁気圏の本格的探査」といえる水星探査計画・BepiColomboを進めている。このミッションによって初めて得られる「地球」と「他の惑星磁気圏」との詳細比較を基にして、太陽系最大の磁気天体である木星の探求により「惑星圏の知見」を普遍的な宇宙プラズマの描像へと飛躍させる。これは我々に課せられた人類的な使命であろう。

木星は、磁気圏に留まらず太陽系探査における白眉である。その機会の希少さから、その探査は全人類的な課題に基づき、以下の特徴を有するこの惑星の起源・進化・現在の解明によって広く科学に新しい知見をもたらすものでなければならない。1) 木星環境の起源・進化・現在: 多様な衛星群を擁する「小太陽系」には、初期の「原始惑星円盤」の情報が保有されている可能性がある。また、惑星系初期の進化に影響を与えるとみられる磁場・プラズマが媒介する連星的な相互作用を太陽系内で直接調べることができる希少な場である。2) 宇宙の普遍現象の解明: 最大のガス惑星である木星は太陽系最強の「磁場天体」であり、地球・水星など「惑星」と恒星・パルサー・銀河など「天体」の現象の橋渡しをする存在である。また、宇宙に遍く存在する「太陽になれなかった星」の代表であり、その内部構造の解明はそうしたガス天体全般の理解につながりうる。3) 太陽系の知識・技術基盤を構築: 太陽系辺境領域まで人類の活動の場を広げるに足る最初のステップとして、木星系への到達技術は不可欠である。この探査に対し、我々は地球・金星・水星探査における惑星環境探査の知見を基礎に、これに参加・貢献する道を作り出す必要がある。2015~2025の木星大規模探査では、現在未解明の木星の「内部」「大気」「極域」「電磁圏」「衛星系」の全貌を探査することになるだろう。このなかで、本学会においては、特に以下の2つの柱への貢献を行うことができる。1) 木星型惑星の科学: 軽くて太陽になりきれなかった巨大ガス惑星の内部および大気構造を解明する。2) 木星型電磁圏の科学: 太陽系最強の磁気天体がもつパルサー様の激しい極域および電磁圏を直接探査する。

その技術的基盤の確立へ向けて現在検討が進められている「ソーラー電力セール計画」では、その一環として小型探査機を木星周回軌道へ投入することが想定されている。この小型周回探査機は、将来の外惑星探査の可能性を工学的に実証する「パスファインダー」として位置づけられている。しかし外惑星探査の機会は国際的にも極めて限られており、この貴重な機会を科学成果に極力結びつけたい。そのため、小型極軌道周回機で「木星極近傍の直接探査」を実現することを検討している。木星の極近傍に入り込んだ探査機は未だ例がなく、近傍の「磁場」および「放射線環境」はよくわかってない。木星本体を極軌道で全球的に観測することで、太陽系最強の磁気天体が引き起こす現象を探査し、1) 木星近傍の磁場、特に地球より二桁規模の大きいオーロラ加速域の直接横断観測、および2) 木星近傍で加速される相対論的な高エネルギー粒子分布の直接観測を、それぞれ可能とする。観測機会および手段は限定的なものとならざるを得ないが、1) 木星型「磁気圏-電離圏カップリング」、2) 木星型「磁気圏-衛星カップリング」、3) 太陽系最強の「粒子加速装置」の解明へ近づく一助としたい。

将来の大型探査においては、競争力のある惑星環境を「Speer Head」として食い込むことで、計画全体への日本からの参加を可能にすることを目指す。現在、ESA側で検討が進んでいる2020年代の木星探査計画との共同検討が緒につきつつあるが、以下の構図で議論を進めつつある。A) オイロパおよびGalileo衛星探査(国内検討チームリーダー-佐々木[国立天文台]): ペイロード(レーダーサウンダなど)、降下手段(ペネトレータなど)、理論グループの構築。B) 木星磁気圏探査(国内検討チームリーダー-高島[JAXA]): 周回機+ペイロード(リモート観測手段、In-situ観測手段)、太陽風小型モニタ衛星、理論グループの構築。C) 木星大気探査(国内検討チームリーダー-高橋[東北大]): ペイロード検討(雷観測等)、降下手段(エントリーブプローブ)、理論グループの構築。2006年夏~秋にかけて欧州での各種検討会への参加が予定されている。本講演では、2015-2025における惑星磁気圏探査の中核となりうる木星探査の科学的可能性、実現可能性、現在の検討状況を総括するとともに、それまでの間、地上観測や海外ミッション等において何をなすうるかを述べたい。