

惑星探査コンソーシアム

① ビジョンの概要

近年、小惑星サンプル回収が目覚ましい成果を上げた一方で、電波天文学は惑星系形成の現場を詳細に調査している。惑星探査と天文観測の接点から、惑星系の分子進化～物質輸送を俯瞰する学術領域が生まれる。他方で、国際宇宙探査の急激な進展は月・火星の科学が「人類の宇宙進出」に貢献することを強く求める。人類圏の宇宙拡大の中で分野融合、産学連携、国際協調と、惑星の起源や生命生存環境の探究が共に発展する未来を目指す。

② ビジョンの内容

2020年12月に「はやぶさ2」が地球に小惑星リュウグウのサンプルを持ち帰り、世界の惑星科学者、そして日本社会に衝撃を与えた。この成功は「はやぶさ」から「はやぶさ2」、「はやぶさ2」延長ミッション、火星衛星探査(MMX)、そしてふたご座流星雨の母天体フェートン探査(DESTINY+)へと続く日本の小天体探査シリーズを加速させた。他方で、電波望遠鏡の観測は天の川銀河内で今まさに生まれつつある惑星系の外縁部でのダストの形成を明らかにし、光赤外の大望遠鏡は我々の太陽系外側の海王星外縁天体の姿をとらえている。こうした地上観測が海王星外縁天体に、更には惑星探査機が持ち帰った小天体サンプルの分析へと繋がることで、天文学と惑星科学の境界に新しい学術領域が生まれようとしている。この世界的潮流にのって、惑星科学のコミュニティは、2030年代を目指した次世代小天体サンプルリターン計画を立ち上げた。しかし、こうした従来型の惑星探査プロジェクトには若手研究者を疲弊させるという弊害があった。

また、宇宙政策委員会の工程表が令和6年度に改定され、米国提案の国際宇宙探査計画(アルテミス計画)への参画が詳細に記載された。元々惑星科学分野では「かぐや」月探査の実績を生かして「惑星系形成の仕組みの解明」を行い、火星地下水圏の探査から「生命を育む環境の普遍的理解」に向かうための議論が行われている。国際宇宙探査は科学貢献を通して日本のプレゼンスを高める絶好の機会になる。一方で、国際宇宙探査は政策主導のトップダウンプロジェクトであり、民間事業者の参入とその基盤強化、裾野の拡大が科学に並ぶ重要項目である。20年後の月科学は純粋科学の域を超えて、資源探査、土木工学、宇宙農学などとの異分野間融合や産学連携、国際協調を中心に展開される。当面は、表層環境の理解と浅い地下構造の探査が月と火星に共通する中心課題になるだろう。そうした「実学」と、惑星の起源や生命生存環境探究という純粋科学を両立させるために、まずは惑星科学分野として強固な中核を形成し、宇宙政策の頻繁な転換に遅れを取らない体制を作る必要がある。

③ 学術研究構想の名称

惑星探査コンソーシアム

④ 学術研究構想の概要

惑星探査コンソーシアムは、今後20年間の惑星科学分野の発展を見据えて、研究基盤を整備し、共同利用するためのバーチャル中核研究所である。既存の小拠点ネットワークを活用して、効果的に、迅速に惑星探査科学の中核拠点を形成する。また、バーチャル拠点の可塑性を生かして、分野融合や産学連携、国際協調を進めて、ボトムアップ型とトップダウン型両方のプロジェクトが併存する20年先の未来においても日本が世界最高水準の科学成果を創出しているための環境を形成する。コンソーシアムは搭載機器開発、惑星探査シミュレーション、地球外サンプル分析、惑星探査データアーカイブの4部門と本部を置く。

⑤ 学術的な意義

他の惑星系でのダスト形成(電波天文観測)と海王星外縁部の天体のサイズと軌道(光赤外天文観測)、そして惑星探査が持ち帰るサンプルの分析結果を繋ぐことで、「原始惑星系円盤内の化学進化と物質輸送を明らかにして惑星系形成論を実証する」という新たな学術領域が生まれる。そのためには天文観測の精度・分解能を向上させるとともに、惑星探査がメインベルト小惑星や、さらに遠くの木星以遠の小天体まで到達してサンプルを持ち帰らなければならない。とりわけ、太陽系形成の鍵を握ると言われる雪線の位置をサンプルの同位体分析から明らかにすることが新たな学術領域でのブレイクスルーとなる。本構想はそのような大目標を夢で終わらせないための基盤形成を企図している。

国際宇宙探査における月探査の惑星科学的意義は、第一に、46億年前の地球・月系の痕跡を探し出し、生

命誕生以前の地球の姿を明らかにすることである。その痕跡がどこに見つかるか未だ誰にも分からないので、広域の調査が必要となる。第二に、地球型惑星に固有の大規模火成活動の変遷が月からも明らかにされている。月の海の玄武岩サンプルについて年代測定と化学分析を行うとともに、月震観測から深部内部構造を決定することで、月の海を形成した巨大噴火を解明できるだろう。火星でブレークスルーとなる探査は地下水圏と大気散逸の調査である。太古の火星を覆っていた大量の水は、現在の地表には存在していない。地下に潜ったか、宇宙に逃げたかのいずれかに違いない。火星表面を広く移動調査し、掘削を行うとともに、大気下層から超高層までの物理と輸送過程を解明し現在から太古に遡る火星気候モデルを構築することで生命生存環境の探究に重要である。地下掘削は月の水探査にも必須の重要技術である。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

本構想に深く関わる宇宙研プロジェクトはボトムアップ型である。一方、トップダウン型の国際宇宙探査では、更に変化の激しい政策要求にコミュニティが臨機応変に対応しなければならない。学会の「来る 10 年」をコンソーシアムに取り込み強化して、多種多様な観測提案を用意しておく。海外では米国に SSERVI というバーチャル研究組織がある。NASA の資金支援を受けている点では宇宙機関と独立した本構想と異なっている。

⑦ 社会的価値

本構想では、2 種類のアウトプットにより惑星科学の社会的価値向上に貢献する。第一は、民間の宇宙開発事業者に向けたアウトプットである。搭載機器開発部門では民間企業との共同技術開発を取り入れる。惑星探査シミュレーション部門と惑星探査データアーカイブ部門で開発する数値計算コードやデータ利用ツールでも可能ならば開発に民間企業を導入し、オープンソースの民間利用を支援する。第二は、科学振興のためのアウトプットである。惑星探査データアーカイブ部門で開発するデータ利用ツールは国内外の一般の方々でも利用し易いようにインターフェースの簡素化に務める。地球外サンプル分析部門は全国の科学館・博物館と協力して、地球外サンプルの一般公開を促進する。

⑧ 実施計画等について

<実施計画・スケジュール>

26 年度：研究拠点形成事業や産学融合拠点創出事業に応募する。搭載機器開発部門は、26-27 年度に開発中の装置を月面 3 科学へ適応させる。惑星探査シミュレーション部門は 26-28 年度に火星大循環モデルの精度を上げ、29-31 年度には大気散逸を組み込む。32-34 年度には地下水圏と大気の相互作用モデルを作成する。地球外サンプル分析部門は 26-27 年度にサンプル分析施設の設計を行い、27-28 年度に建設する。惑星探査データアーカイブ部門は、26-31 年度の宇宙研ミッションに対してデータ公開とデータ解析ツールの提供、データアーカイブを行う。

<実施機関と実施体制>

コンソーシアムは以下の(1)～(4)の部門と本部からなる。

(1) 搭載機器開発部門は独自の機器開発と新規参入グループへのノウハウ伝授を行う。実施機関：立命館大学（ハブ）、立教大学、宇宙研。(2) 惑星探査シミュレーション部門は探査情報基盤を支える専門家を育成し、オープンコードを開発・管理する。実施機関：京都大学（ハブ）、国立天文台 RISE、神戸大学。(3) 地球外サンプル分析部門はサンプル回収装置の設計と検証、帰還サンプルの高次キュレーションを行う。実施機関：東京大学（ハブ）、宇宙研。(4) 惑星探査データアーカイブ部門はデータ処理機能の作成と維持、データ公開、アーカイブサイエンスを実施する。実施機関：会津大学（ハブ）

本部：部門間の連携、調整を行う。実施機関：会津大学、実施体制：事務支援員 1 名

<所要経費>

(1) 地球外サンプル分析は温度や湿度、清浄度が一定の環境で一貫した分析を実現するため、地球外サンプル分析部門の宇宙研ハブにサンプル分析施設を建設し、分析装置を集約する。(2) 各部門には研究開発環境の保守維持費と学位のための共同研究、人材育成スクール、技術講習会、運営協議会、外部評価、広報普及のための資金を配分する。(3) 各部門には 1 名の特任教授を配置する。また、本部には事務支援の短期職員 1 名を置く。(1)～(3)のため経費として総額は 10 年間で 30.5 億円を見込む。

⑨ 連絡先

竝木 則行（自然科学研究機構 国立天文台）