

惑星探査コンソーシアムプロジェクト：太陽系における生命生存環境の探求

① 計画の概要

本計画は、太陽系における生命生存環境の探求を目的に太陽系探査を必要とする課題を議論整理し、探査計画の企画立案とその推進のために必要となる研究や、探査から得られたデータ・資料等の活用とその促進のための研究を多面的戦略的に展開し、今後の科学探査計画の設計とその適時的改善を行い、科学探査の実現と科学成果の抽出に資することを旨とする。今日、「かぐや」、「はやぶさ」を経て、「あかつき」、「はやぶさ2」、「ベピコロンボ（みお）」と、我が国も太陽系探査に本格参加できる実力を備え、世界からも貢献を期待されるようになった。国際協力事業として推進する国際宇宙探査の枠組も新設され、宇宙航空研究開発機構(JAXA)にあっては国際宇宙探査センターも設置され、その中で科学探査を実施する機会も訪れた。一方、天文観測の進展は、数多くの太陽系外惑星を発見し、惑星系形成領域も多数観測されるに至り、太陽系外での生命生存環境の可能性を議論することが世界の宇宙科学における中心的課題の一つとなってきた。このような背景にあって、太陽系の生命生存環境がいかに形成され持続的に存在しえたかを探査によって実証的に探究することは、太陽系のみならず惑星系一般の生命生存環境考察の礎であり、人類的課題であると言える。我が国もこれに貢献し、長期巨大プロジェクトたる太陽系探査の科学面を宇宙科学コミュニティが責任をもって担うべく、ここに、複数の大学等が参加し有機的に連携する多拠点ネットワーク型の「惑星探査コンソーシアム」を、JAXA を取り巻く形で構築する。「惑星探査コンソーシアム」によって、宇宙科学コミュニティは、科学探査経験の蓄積継承を行い、今後の太陽系探査計画の科学面の設計を主導し、必要となる研究開発と人材育成、国際協力活動等を進め、太陽系における生命生存環境の実証的探求を実現する(図1)。

② 学術的な意義

宇宙科学コミュニティに「惑星探査コンソーシアム」を組織し、太陽系科学探査の科学面からの検討と成果の抽出提供に貢献できる人員を拡充し、あるいは、これに当たる若手人材を実践的に養成し、長期にわたる研究・開発活動の継続を保証して、周辺分野とも連携する太陽系科学探査推進の核とする。これによって、過去あるいは世界の科学探査の経験と得られた知見を咀嚼継承し、将来の探査計画の設計にこれを活かし、相互の連携性を高めた持続的戦略的な計画群の立案が実現する。我が国の太陽系科学探査は、これまで個別独立的に立案実施されてきたが、その黎明期を終えた今日、より戦略的な展開が可能であり、かつ、必要とされる。個々の探査では断片でしか得られない太陽系の生命生存環境の形成と持続性の考察に至る手がかりを、国際協力も含めた複数の探査計画を相互に関係づけながら構成していくことにより、より確かな描像を得ることができる。

また、天文観測の進展により、数多くの太陽系外惑星の発見と惑星系形成初期ガス雲の観測が多数実現するに至り、太陽系外での生命生存環境の可能性を議論することが宇宙科学における中心的課題の一つとなってきた。太陽系での生命生存環境の形成とその持続という問題の探求はそれ自身が人類的課題であると同時に、現場調査・観測が唯一可能である太陽系で得られる知見は、現在天文観測の進展によって明らかにならつつある太陽系外の惑星系において、その生命生存環境の形成と期待される持続性を考察する際の礎となることが期待され、その科学的意義は格段に高まっていると言える。

③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

現在、我が国では政策的な国際協力事業として月および火星探査が重点化されており、MMX(火星軌道投入とその衛星探査)、SLIM(月着陸実証)、DESTINY+(深宇宙探査技術実証)が2020年代初頭の打ち上げを目指して計画されている。さらに、OKEANOS(外惑星領域大型帆型探査技術実証)の他、国際協力事業としてJUICE(木星衛星探査)、CAESAR(彗星物質捕捉探査)、MACO(火星大気捕捉探査)などの計画が続いている(図1)。宇宙科学コミュニティにおいて本格的な企画立案に着手したMMXは区分IIに、CAESAR、MMX後の戦略的火星探査計画は区分Iに別途それぞれ大型計画提案している。本計画は、これらの探査計画を、生命生存環境の形成と持続という見地から戦略的に連携させた一連の科学探査として位置づけ、宇宙科学コミュニティとしての議論を展開し、全体像を描き、これを共有するためのものである。探査計画の科学面の精練度を高め、実現のあかつきには科学成果の抽出を最大化し、これを生命生存環境の考察に供し、研究会等の開催によって描像を得、これらを将来の探査計画立案にフィードバックする。

④ 実施機関と実施体制

本計画では、大学等の様々な組織に分散する優れた資産を有する研究グループを拠点として位置づけ、その連携からなる多拠点分散ネットワーク「惑星探査コンソーシアム」を、JAXAを取り巻く形で構築する。全体の統括は神戸大・理CPS(惑星科

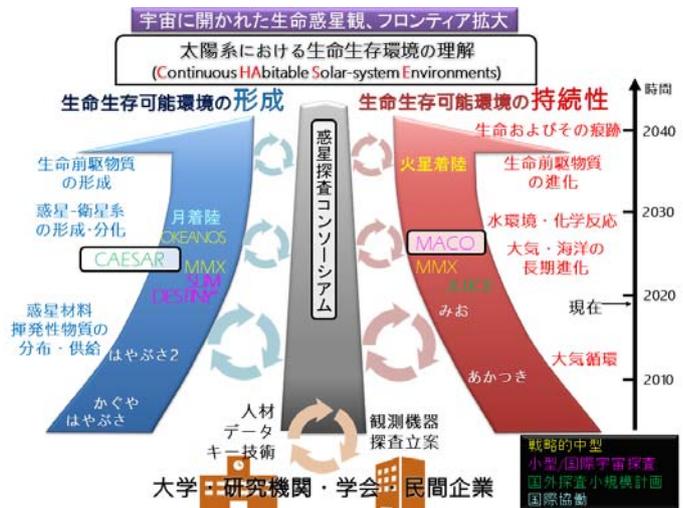


図1 宇宙科学コミュニティが企画する「太陽系における生命生存環境の理解」に向けた探査計画群と惑星探査コンソーシアムの位置づけ

学研究センター) (予定) が担い、(1)「人材育成」統括：神戸大理 CPS、(2)「研究開発」の推進統括：東大 (予定)、(3)「探査計画 (ミッション) 立案」統括：国立天文台 RISE (予定)、という体制で推進する。(2) 研究と開発の推進はその手法等により 4つのプロジェクトを構成してこれを推進する。それらは、A「宇宙探査機器技術プロジェクト」統括：東大 (準備中)、B「宇宙物質分析・実験プロジェクト」統括：東大 (準備中)、C「宇宙探査データ活用プロジェクト」統括：会津大、D「宇宙探査シミュレーションプロジェクト」統括：神戸大理 CPS である。C 会津大、D 神戸大理 CPS はそれぞれの全学に認知された連携活動をすでに展開中である。さらに現時点で参画を了解している機関・部局等 (多くは研究者レベルでの同意であるが部局等の了承に特に問題はない) は以下のとおりである。北大理/創成、国立天文台月惑星探査検討室 (RISE)、東北大理/工、東大理/工/新領域/総文、千葉工大惑星探査研究センター (PERC)、東工大理/地球生命研 (ELSI)、立教大理、海洋研究開発機構 (JAMSTEC)、極地研、名大環境/宇宙地球環境研 (ISEE)、京大理/生存圏研 (RISH)、京産大理、阪大理、神戸大理/工、九大理であり、それぞれの強みを生かして A~D のプロジェクトに分散展開する。

⑤ 所要経費

期間 10 年想定総額 267.3 億円

(1) 人材育成 8.5 億円×10 年=85 億円

(2) 研究開発総額 167.3 億円

拠点 (重点) 13 拠点

A: (設備・事業費 6 億+研究職人件費) × 5 拠点

B: (設備・事業費 4 億+研究職人件費) × 4 拠点

C: (設備・事業費 4 億+研究職人件費) × 2 拠点

D: (設備・事業費 4 億+研究職人件費) × 2 拠点

合計：設備事業費 62 億+研究職人件費 66.3 億=128.3 億

拠点 (萌芽) 19 拠点

A: (設備・事業費 1 億+研究職人件費) × 3 拠点

B: (設備・事業費 1 億+研究職人件費) × 9 拠点

C: (設備・事業費 1 億+研究職人件費) × 2 拠点

D: (設備・事業費 1 億+研究職人件費) × 5 拠点

合計：設備事業費 19 億+研究職人件費 20 億=39 億

(3) 探査計画立案 0.5 億円×10 年= 5 億円

⑥ 年次計画

生命生存環境の探究を、太陽系探査 (「かぐや」「はやぶさ」「あかつき」「はやぶさ 2」「ベピコロンボ) ならびに諸外国の探査) 結果の整理提供と物質分析や比較実験の導入あるいはシミュレーションとデータ同化の活用等を徹底することで進め、今後の太陽系科学探査群の設計と最適化、必要となる機器開発・試行実験等を行う。生命生存環境の (A) 形成には主に固体天体探査の情報、その (B) 持続性に関しては「あかつき」「ベピコロンボ」等表層観測情報が関与する。計画は、(1) 人材育成：各拠点に若手人員 (博士課程毎学年 15 名とそのキャリアパスとしての博士研究員 60 名、特命教員 40 名) を年次進行で分散配置して実現、(2) 研究開発：重点拠点には研究教育を主導するチームを新規導入、(1) の若手人員の参加も得て、[A 機器開発] 搭載機器開発環境整備と機器要素開発 (質量分析器、分光計、レーダー、検出器・分光素子など (0.3-1 億弱)、チェンバー (@0.3 億)、クリーンルーム (@0.3 億) を導入)、[B 分析・実験] キュレーション技術・分析技術の開発 (「はやぶさ」「はやぶさ 2」のための資料分析装置 (@0.3-1 億)、衝突実験装置等 (0.3-1 億) を導入)、[C データ] 「かぐや」「はやぶさ」「はやぶさ 2」等からの太陽系天体データの集積提供と解析、アーカイブ提供 (情報基盤 (@0.3-1 億) を導入)、[D シミュレーション] 「あかつき」データ同化等の解析、惑星システムモデルの開発と探査シミュレーション (計算システム・ストレージ (@0.3-1 億) を導入) をそれぞれ実施、(3) 探査計画立案：統括グループ 3 名による中核情報基盤維持と研究会開催、情報アーカイブ提供する。本課題期間終了後は、本課題での経験をもとにより安定した予算的裏付けの下で長期にわたる太陽系科学探査を担い、世界に対して応分の貢献を行う体制の確立を必要とする。

⑦ 社会的価値

惑星探査の推進と成功は多くの国民、とりわけ若い世代に夢と希望をもたらす。また、太陽系と惑星の成り立ちの解明、その理解の上に明らかになる生命生存環境の形成と持続性の問題は、人類が共通に抱く根源的な好奇心につながる知的価値を有すると同時に、地球環境上に許容される人類活動の限界をも教えてくれる。本計画では、探査データの配信や知見ライブラリの提供も目的としており、これらは学際研究にとどまらず、理科教育あるいは一般市民の知的活動のためのコンテンツとして活用が期待される。産学協同による新しい搭載機器の時間をかけた企画開発は、センサー、ロボティクス、通信技術などの小型化・高効率化・高信頼度化等、さまざまな技術を先鋭化させ、企業側にも大きなメリットをもたらすことが期待される。産業界とのパイプを生かした理工連携による長期的な開発計画をデザインし、惑星探査データ高次解析や流体等の高機能計算機シミュレーション、データ同化などの情報技術面とあわせて、高度科学技術を担う人材の幾世と産業のイノベーションに資する。

⑧ 本計画に関する連絡先

渡部重十・中本泰史・林祥介 (地球電磁気・地球惑星圏学会 (SGEPSS) ・日本惑星科学会)

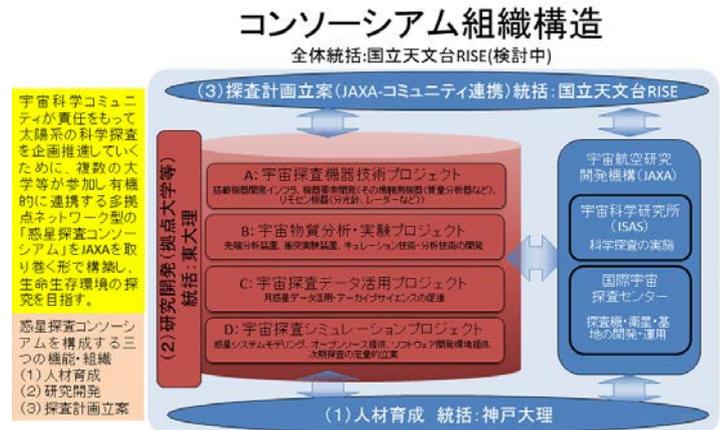


図2 惑星探査コンソーシアムの組織構造略図