

惑星間宇宙望遠鏡による新時代のダストフリー天文学の創成

① ビジョンの概要

「宇宙や銀河はどのように生まれたか。」- この根源的な問いに直結する可視光・赤外線銀河系外背景光を、多様な分野の研究者が協働し解明する学術構想を提案する。本構想の軸は、これまで近地球軌道にとどまっていた宇宙望遠鏡を革新的な宇宙機により惑星間空間へ輸送し、地球近傍のダストに邪魔されない究極の精度で初期宇宙を観測する「惑星間宇宙望遠鏡」により、新時代の天文学を創成することである。

② ビジョンの内容

現在の天文学では、ビッグバン 40 万年後の宇宙の晴れ上がりによる宇宙マイクロ背景放射が精密観測されるとともに 10 億年後の超遠方銀河までも観測されているが、晴れ上がり前の最初期宇宙や晴れ上がり後の銀河形成以前の「暗黒時代・黎明期・再電離期」は未開拓である。本研究の目的は、可視・赤外域の宇宙背景放射の究極精度の観測により未開拓時代の残光を捉え宇宙史を解明することである。特に初代の星やブラックホールによる紫外放射、原始水素ガス放射や宇宙背景ニュートリノ崩壊光子などの宇宙背景放射への寄与が示唆されており、それらの検証は宇宙論の重要課題である。本提案者のグループが行なった観測では従来の知見では説明できない背景放射の赤外超過が発見されており、その解明にもつ

ながる。しかし地球近傍にとどまる限り、手前にある惑星間ダストの太陽光散乱(黄道光)や熱放射によるノイズや系統誤差により観測精度が制限され、目的を達成できない。この限界を突破するためには、ダストが希薄な黄道面外や深宇宙の惑星探査軌道を航行する「惑星間宇宙望遠鏡」(IPST - Interplanetary Space Telescope) が必要である。IPST の可視・赤外域での圧倒的な感度優位により、究極の背景放射観測を実現するだけでなく、従来のスペース天文学から新時代の「ダストフリー天文学」へのパラダイムシフトを目指す。

③ 学術研究構想の名称

惑星間宇宙望遠鏡による新時代のダストフリー天文学の創成

④ 学術研究構想の概要

本研究の目的は、可視光・赤外線の宇宙背景放射をかつてない高精度で観測し、未開拓である宇宙の晴れ上がり前後の残光を捉えることで宇宙史を解明することである。IPST を黄道面外あるいは小惑星帯以遠に投入すれば、原初天体や背景ニュートリノ崩壊光子を明確に検出できる。そしてスペース天文学に、IPST による新時代の「ダストフリー天文学」へのパラダイムシフトをもたらす。

⑤ 学術的な意義

構造形成理論から予想される宇宙で最初に生まれた星やブラックホールなどの原初天体の検出は、一様なビッグバン宇宙から複雑な銀河宇宙への相転移を解明するための架け橋であり極めて重要な課題である。また宇宙背景ニュートリノの検出に成功すれば、素粒子物理と宇宙論に最大級のインパクトのある成果となる。世界中の研究者が宇宙マイクロ背景放射の観測を重点的に行う中、赤外線の宇宙背景放射の観測意義に気づきその研究を開拓しようとする研究者は数少ない。我が国が独自に創成した科学を追求し、将来の我が国の基礎科学研究の軸として大きく展開するべきであると考え本提案に至った。我が国の惑星探査および宇宙工学の研究分野においては、「はやぶさ」等の探査技術が大きく進展し、将来の外惑星系探査を目指す技術開発が本研究提案メンバーの手で進められた結果、世界初のソ

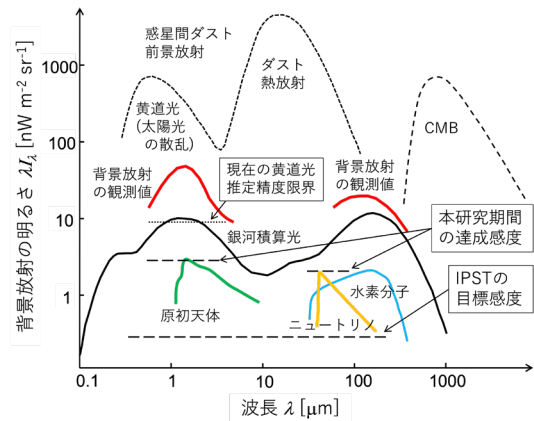


図 1 可視・赤外域での宇宙初期起源の背景放射

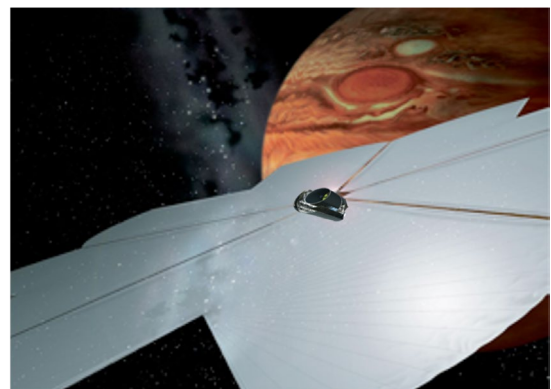


図 2 ソーラー電力セイルによる IPST の実現

ーラーセイル IKAROS が生み出された。原子力電池を用いる欧米の惑星探査計画に対し、この日本発の独自技術は国内で IPST を実現するうえで不可欠なものであり、さらにその技術発展は将来の我が国の惑星探査の基幹技術になると考えられる。本研究構想は、理学・工学の連携により、惑星探査の研究展開も目指している。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

欧米による大口径の赤外線宇宙望遠鏡のいずれも惑星間ダストの影響を避けられない。New Horizons 探査機を用いた外惑星域からの可視光宇宙背景放射観測では、日本グループが発見した近赤外超過と矛盾がないことが示され、将来は NASA が惑星探査機を用いた天文観測の計画を進める可能性がある。日本が主導して切り拓いた赤外線の宇宙背景放射研究を日本発のアイデアである IPST でこそ実現すべきであろう。本構想では、惑星探査で培った世界に誇る探査技術の工学的な優位性と世界を主導してきた惑星科学や宇宙背景放射の観測的研究とを融合し、他国では成し得ない独創的な研究を推進できると期待する。

⑦ 社会的価値

近年、「はやぶさ」や「はやぶさ2」の成功により惑星探査の価値に対する国民的な理解が得られた。宇宙望遠鏡は惑星探査機のような動きがなく、一部の熱心な人以外にはその科学的価値までも面白くないものと見做されるが、本計画は惑星間を航行する活動的な宇宙望遠鏡であることから興味と理解が得られる期待がある。本研究で目指す銀河形成以前の宇宙史の解明や宇宙背景ニュートリノの初検出はノーベル賞級の成果であることは誰もが疑わないであろう。IPST の実現に必要な技術は将来の宇宙開発や宇宙進出に広く応用される可能性があり産業的価値も高い。

⑧ 実施計画等について

実施計画・スケジュール IPST 計画の実施構想は今後5年程度内に宇宙背景放射実験や IPST キー技術の原理実証を超小型計画により行い、それをベースとして2040年以内に小口径の IPST pathfinder を JAXA プロジェクトとして実現することを想定している。その後は大型の IPST を国際協力のもと実現し、宇宙望遠鏡が惑星間空間を往来するダストフリー天文学の新時代を迎えることを目指す。

実施機関と実施体制 本研究構想のとりまとめは関西学院大学が行い、IPST の準備実験や開発研究を以下のような研究機関が中心となり実施する。実施体制は今後5年程度の IPST の技術実証や準備実験の段階におけるものであり、将来の IPST プロジェクトはこれらの機関を含む JAXA 宇宙科学研究所のワーキンググループとして一体となって実施する。

(機関名・役割) 関学大・観測ロケット観測、九工大・超小型衛星、筑波大・観測ロケット実験、JAXA 東工大/九大・超小型ソーラーセイル開発、阪大・理論研究、東大・遠方銀河観測、都市大・惑星探査機観測、千葉工大・ダスト分布調査、京産大・太陽系理論

総経費 今後直近の10年では20億円、20年では400億円

所要経費 本研究計画の今後10年間は、1) 約5年内に行う IPST の技術実証や準備実験の期間におけるものと、2) その後の JAXA プロジェクト提案へ向けた宇宙機および搭載機器の具体的な設計検討や開発の期間に大別できる。

1) は IPST の予備実験である観測ロケットと技術実証機である超小型ソーラーセイルの開発経費、およびその他の研究課題に関する設備備品や旅費として、5年間で総額10億円を要する(うち人件費1億円)。

2) については実施期間や実施内容の不定性が大きい。超小型ソーラーセイルの打上げと運用には2億円程度必要である。また少なくともプロジェクト化へむけた検討やコミュニティー維持にも2億円程度が必要である。もしこの期間に惑星探査機に小規模な観測機器を搭載する機会が得られた場合、さらに5億円規模の経費が必要になる。

以上の総額は20億円程度である。20年程度の計画では小型の IPST pathfinder を JAXA 中型計画として実施することを前提に総経費を400億円とする。”

⑨ 連絡先

松浦 周二 (関西学院大学)