

## BepiColombo 計画の概要

### Science Target and Outline of BepiColombo Mission

# 早川 基[1], 向井 利典[1], 山川 宏[1], 小川 博之[1], 笠羽 康正[1], 水星探査ワーキンググループ 向井 利典

# Hajime Hayakawa[1], Toshifumi Mukai[1], Hiroshi Yamakawa[1], Hiroyuki Ogawa[1], Yasumasa Kasaba[1], Mercury Exploration Working Group MUKAI Toshifumi

[1] 宇宙研

[1] ISAS

水星は、地球型惑星のなかで最も未知の惑星である。この惑星に関する知識は、限られた地上観測と約 30 年前に行われた Mariner10 の 3 回のフライバイ観測に基づく断片的なものに過ぎないが、既にかくつか大きな謎を我々に投げかけている。この特異な惑星の全貌解明は、地球および太陽系の現在の姿、その歴史のより深い理解に直結する。

我々が、提案している「BepiColombo (ベピ・コロombo) 国際水星探査計画」は日欧協力により、水星の内部・表層・大気・磁気圏にわたる総合的観測を行い、水星の現在と過去を明らかにすることを目的とする、史上三番目かつ最大の水星探査計画である。

「BepiColombo 計画」は、3 軸姿勢制御の「MPO: Mercury Planetary Orbiter」、スピン安定型の「MMO: Mercury Magnetospheric Orbiter」の 2 つのオービターと、「MSE: Mercury Surface Element」というランダーから構成される。これらの探査機システムは、Soyuz-Fregat もしくは Ariane-5 により 2009 年夏に打ち上げられ、2012 年秋に水星周回軌道に投入される。その後、オービターは 1 地球年 (4 水星年)、ランダーは 1 週間以上の観測を予定している。

我々は水星についてわずかの知識しか持ちあわせていないが、これまで得られたわずかな情報だけでも、水星は驚くべき特異性を示している。最大の謎の一つが「磁場の存在」である。Mariner10 は、水星が磁気双極子的な固有磁場を有することを発見した。金星には固有磁場が無く、火星も地殻の局所的残留磁場が最近ようやく発見された程度である。それにも関わらず、「より小さい水星に磁場が存在する」ことは全く予想外であった。惑星が固有磁場を持つには「溶けた中心核」が必要とされるが、小質量の水星でこれが可能なのか、満足な説明がなされないまま 30 年以上が経過している。この解明には、現在の磁場構造・内部構造の詳細な情報が必要である。

「磁場の存在」の帰結として、水星は現在知られる最小スケールの磁気圏を有する惑星として、宇宙空間におけるプラズマプロセスを考える上で重要な存在となった。Mariner10 は、「磁気圏」と思われる磁場構造を観測するとともに、その通過中に、地球磁気圏において「サブストーム」時に観測されるものに相似した爆発的な高エネルギー電子を観測した。しかし、Mariner10 の観測は、限られた時間・空間における限られたエネルギー範囲の電子と磁場のデータしかない。このため、その磁気圏の構造・ダイナミクス・物理プロセスは未解明である。天体磁気圏は、磁場とプラズマ流の相互作用の結果として、惑星、太陽、パルサー、銀河など宇宙の様々なスケールで見られる普遍的な存在である。最小スケールの水星磁気圏における「普遍性」の解明は、地球磁気圏の理解、また天体磁気圏現象を貫く一般法則の理解に極めて重要である。

また、水星は十分な大気を有さず、また磁場がそれほど強くないため、電離圏・プラズマ圏を伴わず、磁気圏が直接惑星表面と接続する点で特異な磁気圏を有する。地球磁気圏では両者が大きな役割を果たしており、この欠如がもたらす影響は未解明である。また太陽により近く、太陽風の条件も地球近傍とは異なる。これらの明らかに異なる境界条件を有する水星磁気圏が、そもそも安定して存在できるのか、またどのようなプロセスを経て太陽風エネルギーが蓄積・開放されるのかなどの点で、多くの議論があるが定説は得られていない。この特異な磁気圏の「独自性」の理解は、それぞれの境界条件の果たす役割の解明を通して地球磁気圏・天体磁気圏のよりよい理解につながる。さらに、磁気圏を知ることは、内部磁場の構造を求めめるために必要不可欠である。

日本は、BepiColombo 計画のうち「MMO の開発・運用」を主に担当する。MMO は、他の探査機・推進モジュールと一体化された複合モジュールとして打ち上げられる。また、MPO・MSE を含む BepiColombo の観測装置は、国際 A/O によって選択される。

MMO 探査機の検討はこれまでの水星探査 Working Group の行った検討を引き継いで 2000 年 8 月から開始され、システム検討と要素技術の開発を行ってきた。既に、地球軌道に比して桁大きな熱入力・放射線など厳しい環境条件への対策を考慮したうえで、実現可能な探査機システムを構成できることを明らかにした。また、現実的な機器配置を考慮した熱構造、運用モード、機上データ処理についても考慮を行ってきた。一部のクリティカルな要素技術については、構成部材の試作・試験を行いつつある。一方、BepiColombo 複合モジュールとのインターフェースに関しては、ESA で平行して行われている Definition Study の結果に対応したシステム検討が進行中である。