

ベピ・コロンボ(BepiColombo)計画の 現状について

宇宙航空研究開発機構
平成16年4月14日

【資料内容】

1. ベピ・コロンボ計画の現状概要
2. これまでの経緯
3. 計画変更の内容について
4. 開発スケジュール
5. 今後の予定
6. 補足資料

1 . ベピ・コロombo計画の現状概要

「ベピ・コロombo (BepiColombo)」計画は、ESAとJAXAの大型国際共同により、未知の惑星・水星の磁場・磁気圏・内部・表層を初めて多角的・総合的に観測しようとするプロジェクトである。

本計画の科学的意義は、以下の二つである。

- (1) 固有磁場と磁気圏を持つ地球型惑星は地球と水星だけであり、水星の詳細探査は「初の惑星磁場・磁気圏の詳細比較」の機会となる。「**惑星の磁場・磁気圏の普遍性と特異性**」の知見に大きな飛躍をもたらすことが期待される。
- (2) 磁場の存在と関係すると見られる巨大な中心核に代表される水星の特異な内部・表層の全球観測は、太陽系形成、特に「**地球型惑星の起源と進化**」の解明に貢献することが期待される。

本計画は、上記の目標に最適化された2つの周回探査機、すなわち表面・内部の観測に最適化された**水星表面探査機 Mercury Planetary Orbiter [MPO: 3軸制御、低高度極軌道]** と、磁場・磁気圏の観測に最適化された**水星磁気圏探査機 Mercury Magnetospheric Orbiter [MMO: スピン制御、楕円極軌道]** から構成される(図1)。両探査機は、一体で「ソユーズ・フレガート 2B」ロケットで打上げられ、水星到達後に分離し、協力して観測活動を行う。

JAXAは、日本の得意分野である磁場・磁気圏の観測を主目標とするMMO探査機を担当する。ESAは残りの全て、すなわち、「打上げ・惑星間空間の巡航・水星周回軌道への投入」およびMPO探査機を担当することとなる。

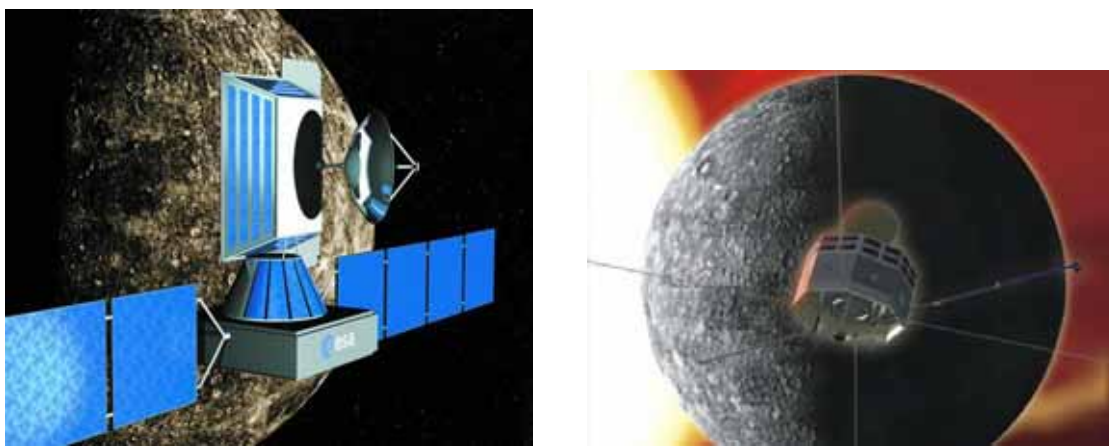


図1 (左) 水星表面探査機 Mercury Planetary Orbiter [MPO] (ESA 提供)
(右) 水星磁気圏探査機 Mercury Magnetospheric Orbiter [MMO]
(京大 RISH 提供)

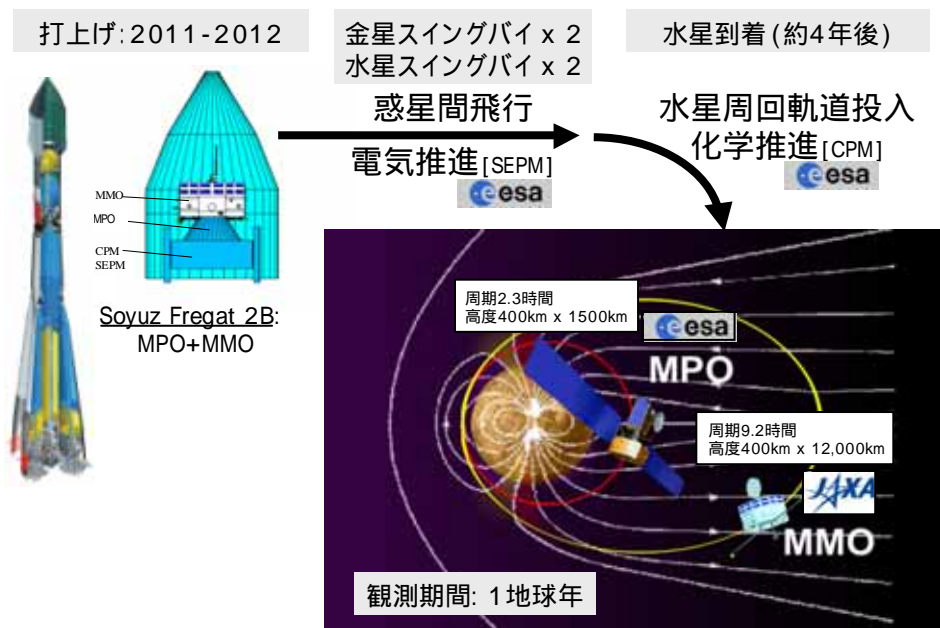


図2. BepiColombo 計画: ミッションシナリオ

2. これまでの経緯

本計画は、当初、「MPO」と「MMO」に加えて、表面・地下を直接観測する「水星着陸機（MSE：ESA担当）」も含まれていた（補足資料）。

平成15年11月に行われたESAの科学プログラム委員会において、今後10年間における宇宙科学プログラムの見直しが行われた結果、ベピ・コロombo計画に関して以下の計画変更が決議された。

- 太陽系科学の最優先プロジェクトとして、二つの周回探査機「MPO」（ESA担当）と「MMO」（JAXA担当）を2012年に打上げる（当初計画では2010年末）。
- 2004年11月までに「MPO」搭載の観測装置を確定する。
- ただし、着陸機「MSE」（ESA担当）は断念する。

平成15年12月に行われた日・ESA行政官会議において、上記の計画変更に関し合意するとともに、今後の予定を協議した。主な結果は以下のとおり。

- 「MPO」と「MMO」を「ソユーズ・フレガット2B」1機に搭載して、遅くとも2012年に打上げる。
- JAXA・ESA間の合意文書「Letter of Agreement」を取り交わすための準備を開始する。
- 「MPO」と「MMO」に搭載される観測装置を日欧の国際公募により選定し、平成16年11月頃までに観測装置を正式確定する。

上記の合意に基づいて、ESA側は「MPO」の観測装置の国際公募を3月1日より開始した。

3 . 計画内容の変更について

断念された着陸機（MSE）の科学目的への影響

- 着陸機MSEは、社会へのアピールとESAの技術的挑戦として意義が大きい。このため、ESAはロシアとの共同の道を探るなど、これまでなんとか実現の努力をしてきた。しかし、安全な着陸技術に対する懸念が解決されないこと、コストが非常に大きいことが問題となっていた。
- MSEの断念により、「地球型惑星の起源と進化」観測の一部、即ち「熱流量/地震による水星内部構造の探査」および「表面組成の直接計測」ができなくなる。
- しかしながら、2機の周回探査機「MPO」と「MMO」の構成については変更がない。水星内部の情報は周回探査機による磁場と重力場の計測からもある程度得られる。また、組成情報はリモートセンシングによってリカバーできる。
- さらに、MSEの観測寿命は、元々、水星の厳しい環境下では1週間程度の予定であった。
- したがって、「ベピ・コロombo」の科学目的は、犠牲は伴うものの、依然として周回探査機「MMO」と「MPO」によって達成される。

本計画全体はESAが主導し、日本は得意分野である磁場と磁気圏の観測を行う「MMO」の開発と運用を担うことになっていた。「MMO」の目的達成に対して、今回の見直しで断念された着陸機「MSE」の影響は無い。

元々、「MSE」は単独で打ち上げる予定であったため、2機の周回探査機の計画に影響することはない。また、「MSE」の検討に日本側は参加していなかった。

したがって、日本の参加する意義・目的、参加形態には変更がない。

4 . 開発スケジュール

平成15年12月に行われた日・ESA行政官会議における調整結果に基づいて見直したJAXA側の開発スケジュールは以下のとおりである。

- 平成15年度 基礎研究フェーズ
 平成16年度 研究フェーズ(フェーズA)
 (国際観測機器公募、内惑星熱真空環境シミュレータ製作)
 平成17年度 フェーズB(予備設計段階):従来の「衛星試作」
 ・衛星システム検討、サブシステム設計・試作
 ・観測装置の設計・試作
 ・内惑星熱真空環境シミュレータ(11ソーラー)による材料・観測センサーの熱真空環境試験開始
 平成18年度 同上続き
 平成19年度 フェーズC(設計・製作段階):従来の「衛星製作」
 平成20年度 同上続き
 平成21年度 同上続き~フェーズD(MMO総合試験@JAXA)
 平成22年度 MMO総合試験@JAXA、
 欧州へ移送後、母船総合試験@ESTEC(欧州宇宙技術センター)
 平成23年度 母船総合試験@ESTEC(欧州宇宙技術センター)、射場作業
 平成24年度 射場作業、打上げ(2012年5月予定)

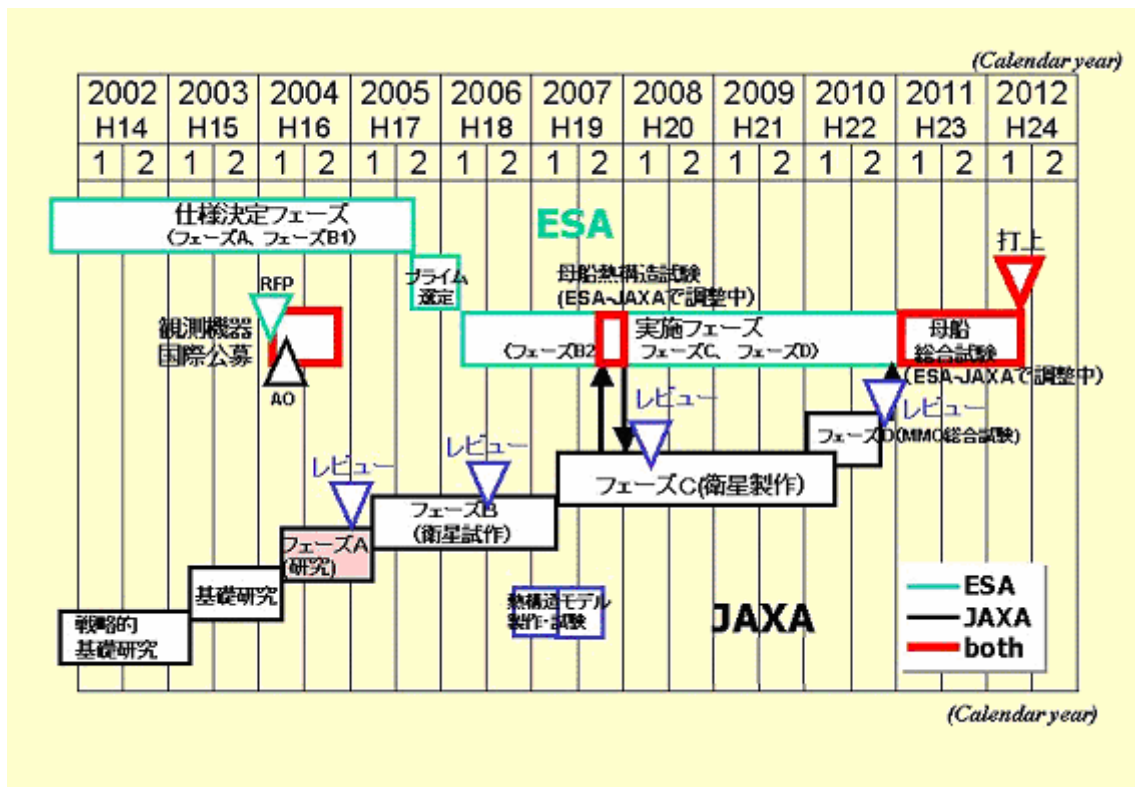


図3 BepiColomboプロジェクト:マスタースケジュール案

5 . 今後の予定 (平成 16 年度)

ESA側は「MPO」に搭載する観測装置の国際公募を3月より開始しているため、これに応募する予定の日本側の観測装置の準備を進めている。

JAXA側は、表1に示すスケジュールで「MMO」に搭載する観測装置の国際公募・選定作業を行う予定である。

観測装置が選定されると、MMO探査機の基本仕様が確定できるため、16年度末に予備要求審査(PRR)を実施の上、17年度からフェーズB(予備設計段階)を開始する予定である。

地球に比べて11倍に達する太陽光に耐える熱設計検証に資する内惑星熱真空環境シミュレータを製作する予定である。

表1 観測装置の国際公募・選定スケジュール

	MPO [ESA:確定]	MMO [JAXA:予定]
方式	Request For Proposal [RFP] (観測装置候補のPIチームを公募)	Announce of Opportunity [AO] (観測装置提案を公募)
公募開始	2004/3/1	2004/4/15
応募意思の表明	---	2004/5/15
公募終了	2004/5/15	2004/7/15
審査/システム検討	2004/6～9月 (選考委員会による)	2004/8～9月 (選考委員会による)
正式決定	2004/11～12月 (ESA : Science Program Committee)	2004/11～12月 (JAXA : 宇宙科学研究本部)

ベピ・コロンボ国際水星探査計画の概要 (当初計画)




科学的意義：水星の磁場、磁気圏、内部、表層を多角的・総合的に観測

地球を含めた惑星環境の理解を深める：MMO(磁場/磁気圏など) + MPO(磁場など)

特異な水星の起源と進化を解明する：MPO(地形/組成/重力場など)+MSE(地震/熱/地形/組成)

**** 当初計画：構成 ****

[このうち、着陸機 MSE が ESA によってキャンセルされた。]

	水星磁気圏探査機 (MMO) [日本/JAXA] 	水星表面探査機 (MPO) [欧州/ESA] 	水星着陸機 (MSE) [欧州/ESA] 
目的	磁場・磁気圏・希薄大気などを、直接およびリモートセンシングで観測する。	水星の表面(地形/組成など)・内部(磁場/重力場など)を、リモートセンシングで観測する。	水星の表面(地形/組成)・地下(熱/地震)を、直接観測する。
役割	楕円極軌道に投入し、磁気圏・希薄大気の全域をカバーする。 1年間の周回観測を予定。 (日本の得意分野)	低高度極軌道に投入し、表面の全域をカバーする。 1年間の周回観測を予定。	夜側北極近傍に着陸し、そこで観測する。 1週間程度の生存を予定。
観測機器	磁力計(内部・磁気圏磁場) プラズマ・電場・波動計測器 (磁気圏構造・運動) 中性粒子(表面・周辺粒子) 可視分光撮像(希薄大気) ダスト(惑星間空間) など	カメラ(表面の地形) 赤外・紫外・X線・γ線・中性子 (表面の組成) 磁力計(内部・磁気圏磁場) 高精度軌道決定(重力場計測) など	X線/γ線分析、カメラ (表層の組成・地形) 地震計、熱流量計測 (地下の情報) 磁力計(磁場測定) など

補足資料