

R009-02

Zoom meeting D : 11/1 AM1 (9:00-10:30)

9:15~9:30

BepiColombo Mio 搭載イオンエネルギー分析器MPPE-MIAによる金星・水星フライバイ観測

#齋藤 義文¹⁾, 原田 裕己²⁾, 横田 勝一郎³⁾, 三宅 互⁴⁾

(¹⁾宇宙研, (²⁾京大・理・地球惑星, (³⁾大阪大, (⁴⁾東海大・工

Venus and Mercury fly-by observations by MPPE-MIA on BepiColombo/Mio

#Yoshifumi Saito¹⁾, Yuki Harada²⁾, Shoichiro Yokota³⁾, Wataru Miyake⁴⁾

(¹⁾ISAS, (²⁾Dept. of Geophys., Kyoto Univ., (³⁾Osaka Univ., (⁴⁾Tokai Univ.

BepiColombo Mio was successfully launched by Ariane 5 from Kourou, French Guiana on 20 October 2018. The Mercury Plasma/Particle Experiment (MPPE) is a comprehensive instrument package on Mio spacecraft for plasma, high-energy particle and energetic neutral atom measurements. It consists of 7 sensors: two Mercury Electron Analyzers (MEA1 and MEA2), Mercury Ion Analyzer (MIA), Mass Spectrum Analyzer (MSA), High Energy Particle instrument for electron (HEP-ele), High Energy Particle instrument for ion (HEP-ion), and Energetic Neutrals Analyzer (ENA). MIA that measures 3D phase space density of low energy ions between 15eV/q and 29keV/q was developed for understanding (1) structure of the Mercury magnetosphere, (2) plasma dynamics of the Mercury magnetosphere, (3) Mercury - solar wind interaction, (4) atmospheric abundances, structure, and generation/loss process, and (5) solar wind between 0.3 and 0.47 AU. In order to achieve these science objectives, MIA was designed to measure the three-dimensional distribution function of both solar wind ions around Mercury, and Mercury magnetospheric ions.

After experiencing Earth fly-by in April 2020 and 1st Venus fly-by in October 2020, the necessity of modifying the MIA flight software in MDP (Mission Data Processor) was identified. Although the output range of the onboard calculated ion velocity moment is limited, the definition of the output range was not optimum. The optimum output range and the software modification to implement the new output range were decided by using the MIA simulator that outputs the count rate obtained by MIA taking into account the analyzer characteristics determined by the pre-flight calibration and the MDP MIA software simulator that generates exactly the same velocity moment as flight MDP MIA software. The new software was successfully uploaded on 22 June 2021.

The 2nd Venus fly-by is scheduled in August 2021 and the 1st Mercury fly-by is scheduled in October 2021. During the Venus and Mercury fly-bys most of the MPPE analyzers including MIA will be turned on and will make observation of Venus induced magnetosphere and Mercury Magnetosphere though most of the field of view of the MPPE analyzers are blocked by MOSIF (MMO Sunshield and Interface Structure) before arriving at Mercury in December 2025. During the 1st Venus flyby, MIA succeeded in observing energy spectra of low energy ions around the bow shock of Venus and in the Venus plasma sheet. Since the closest distance to Venus during the 2nd Venus flyby is shorter than the 1st Venus fly-by, we are expecting another interesting data set that can be analyzed together with other instruments on Mio not to mention other analyzers of MPPE instrument suits.

We are planning to turn on most of the MPPE analyzers including MIA during the future Mercury fly-bys scheduled in June 2022, June 2023, September 2024, December 2024 and January 2025. The observation with full performance of MIA will start after Mio's arrival at Mercury in December 2025.

BepiColombo Mio は 2018 年 10 月 20 日にフランス領ギアナのクールーからアリアン 5 によって打ち上げられた。MPPE (Mercury Plasma/Particle Experiment) は Mio 衛星に搭載された、プラズマ・高エネルギー粒子・高速中性粒子の計測を行う観測装置で、7 台の観測装置で構成されている。2 台の電子計測センサー：Mercury Electron Analyzers (MEA1 and MEA2), イオン計測センサー：Mercury Ion Analyzer (MIA), イオン質量分析器：Mass Spectrum Analyzer (MSA), 高エネルギー粒子計測装置：High Energy Particle instrument for electron (HEP-ele) 及び High Energy Particle instrument for ion (HEP-ion) と、高速中性粒子計測装置 Energetic Neutrals Analyzer (ENA) である。このうち、MIA は、15eV/q から 29keV/q の低エネルギーイオンの三次元分布関数の計測を行うことで (1) 水星磁気圏の構造 (2) 水星磁気圏におけるプラズマのダイナミクス (3) 水星と太陽風の相互作用 (4) 水星希薄大気の組成、構造、生成・消滅過程 (5) 0.3AU から 0.47 AU における太陽風の理解を目指す。これらの科学目的を達成するために、MIA は水星周辺の太陽風イオンと、水星磁気圏イオン両方の三次元分布関数を計測できるように設計した。

2020 年 4 月の地球フライバイと、2020 年 10 月の金星フライバイの際のデータを調べたところ、MDP (Mission Data Processor) 内の MIA のフライトソフトを一部変更すべきであることが明らかになった。機上で計算する速度モーメントの出力範囲には制限があるが、その範囲の設定が最適化された値になっていなかったためである。最適な速度モーメントの出力範囲とその変更に必要なソフトウェアの改訂方法については、地上の較正試験結果を取り入れた、MIA のシミュレータと、機上速度モーメント計算の結果を再現することのできる MDP MIA ソフトシミュレータを用いて決定したが、新しいソフトウェアは、2021 年 6 月に無事アップロードすることができた。

2 回目の金星フライバイが 2021 年 8 月に、1 回目の水星フライバイが 2021 年 10 月に予定されている。金星フライバイ、水星フライバイの際には、MIA を含む MPPE の殆どのセンサーを観測状態にして、金星の誘導磁気圏と、

水星磁気圏の観測を行う予定である。2025年12月にMio衛星が水星に到着するまでの間は、MPPEの視野の殆どはMOSIF (MMO Sunshield and Interface Structure) に隠されてしまっていることには注意を要する。1回目の金星フライバイの際には、MIAは金星バウショック周辺の低エネルギーイオンや、金星プラズマシートイオンのエネルギースペクトルの観測に成功した。2回目の金星フライバイ時の最接近距離は、1回目よりも短いことから、MPPEの他のアナライザーは言うまでもなく、MioやMPOに搭載された他の観測装置のデータと一緒に解析すべき新しいデータが得られることを期待している。

その後2022年6月、2023年6月、2024年9月、2024年12月に予定されている水星フライバイの際にもMIAは観測を行う予定であるが本格的な観測を開始するのは、2025年12月にMio衛星が水星に到着してからになる予定である。