

水星周回衛星 Bepi-Colombo MMO によるプラズマ粒子観測

SCIENCE OBJECTIVES OF THE PLASMA AND CHARGED PARTICLE MEASUREMENTS BY MERCURY MAGNETOSPHERIC ORBITER: MMO

齋藤 義文[1], 平原 聖文[2], 高島 健[3], 浅村 和史[1], 早川 基[1], 向井 利典[1]

Yoshifumi Saito[1], Masafumi Hirahara[2], Takeshi Takashima[3], Kazushi Asamura[1], Hajime Hayakawa[1], Toshifumi Mukai[1]

[1] 宇宙研, [2] 立教大・理・物理, [3] 名大・理・物理

[1] ISAS, [2] Dept. Phys., Rikkyo Univ., [3] Astronomy and Astro. Phys. Sci, Nagoya Univ.

水星は地球と同様に固有の磁場を持ち、磁気圏を有することが知られている。しかしその詳細については未知であり水星磁気圏の詳細な構造、そしてそこで生起する様々な現象を解明する為には水星周回衛星による総合的な観測が必要不可欠である。Bepi-Colombo/MMO は水星磁気圏の構造、及びダイナミクスを解明する目的で esa と宇宙研が共同して 2009 年の打ち上げを目指している水星周回衛星である。磁気圏を理解する為には磁気圏に存在するプラズマ及び高エネルギー粒子の直接測定を行うプラズマ/粒子計測装置が必須であり、その目的のために 4 種類 5 台の観測器でプラズマ/粒子計測装置を構成することを現在考えている。

水星は地球と同様に固有の磁場を持ち、磁気圏を有することが知られている。しかし水星磁気圏の直接探査は過去に米国の Mariner-10 が数回のフライバイを行ったのみであり、現在の所はこの Mariner-10 による観測以外には地上からの光学観測でしか水星に関する情報を得る手立てがない状態である。水星磁気圏の詳細な構造、そしてそこで生起する様々な現象を解明する為には水星周回衛星による水星磁気圏の総合的な観測が必要不可欠である。Bepi-Colombo/MMO は水星磁気圏の構造、及びダイナミクスを解明する目的で esa と宇宙研が共同して 2009 年の打ち上げを目指している水星周回衛星である。磁気圏を理解する為には磁気圏に存在するプラズマ及び高エネルギー粒子の直接測定を行うプラズマ/粒子計測装置が必須である。プラズマ/粒子計測装置の主な科学目的は、大きく分けて (1) 水星磁気圏構造 (2) 水星磁気圏粒子加速機構 (3) 水星・太陽風相互作用 (4) 水星大気 (電離大気) (5) 0.3AU~0.47AU における太陽風 (6) 太陽起源高エネルギー粒子等を解明することにある。地球磁気圏をはじめとする惑星磁気圏はエネルギー源としての太陽風に対して固体惑星 (固有磁場) や惑星大気 (電離大気) の境界条件が惑星毎に異なるため、異なった反応を示すものと考えられる。水星の場合には固体惑星の磁気圏に占める割合が地球磁気圏にくらべてかなり大きいため磁気圏構造には大きな差が存在するものと考えられる。他、電離大気が (特に夜側で) 殆どないために、電離層のない磁気圏であるといえる。この境界条件の異なる惑星磁気圏と、これまでに観測を行ってきた地球磁気圏とを比較すれば、双方の磁気圏をより深く理解することが可能になる。これらの目的のために 4 種類 5 台の観測器でプラズマ/粒子計測装置を構成することを現在考えている。MSA (Mass Spectrum Analyzer) は低エネルギーイオンの質量分析器であるが、太陽風・水星相互作用の解明のためには太陽風或いは太陽光等によって水星表面からスパッターされるナトリウムイオンなどを弁別できる程度の高い質量分解能 ($m/m \sim 20$ 程度以上) が要求される。ESA (Electron Spectrum Analyzer) は低エネルギー電子のエネルギー分析器であるが、時間分解能を高くする為に 2 台の搭載を考えている。地球磁気圏と水星磁気圏を比較した場合、太陽風の変化に対する水星磁気圏の反応時間は地球磁気圏の反応時間に比べて数十倍早いといえる。このことは地球磁気圏の観測に用いているプラズマ/粒子計測装置に比べて水星磁気圏の観測には時間分解能の高い観測器が必要であるということの意味している。過去の Mariner-10 による観測結果では、水星磁気圏内で、水星のサブストームに伴うと見られる、バースト的な電子のフラックス増加が観測されているが、このフラックス増加の立ち上がり時間は 1 秒程度である。ESA を 2 台にすることによって時間分解能はスピン周期の 4 倍 (スピン周期 4 秒の場合、1 秒の時間分解能) とすることができる。水星磁気圏の理解のためには水星磁気圏のプラズマを計測する他に太陽風イオンを計測することが重要である。しかし、太陽風イオンのフラックスは、水星磁気圏イオンのフラックスに比べてはるかに高く、1 台の観測器 (MSA のみ) で太陽風と水星磁気圏イオンの両方を計測するのは困難である。そこで、太陽風イオンを計測する為の観測器 SWA (Solar Wind Analyzer) を別に用意する。SWA は 360 度の視野のうち、半分の 180 度を太陽風の観測用に用い、残りの 180 度は水星磁気圏のイオンのエネルギー分析に用いる。HEP (High Energy Particle analyzer) は高エネルギー電子、イオンの分析器であり、水星磁気圏内の加速された粒子を計測する他太陽風起源の高エネルギー粒子の計測を行う。各観測器は衛星側面に搭載するが、2 台の ESA は 90 度離して搭載する必要がある。また、MSA と SWA も 90 度離して搭載することによって時間分解能を上げることができる。限られたビットレートで最大のデータを送るため、データの圧縮と共に、重要なデータのみを選択的にメモリに保存して、時間をかけてでもそのデータを伝送するための機構が必要である。水星周辺は熱的に厳しい環境であるため、各観測器の発熱量は極力減らす必要があると共に、各観測器の開口部からの熱入力を極力減らすように熱設計を行う必要がある。プラズマ/粒子計測の場合にはセンサーの一部が衛星の開口部か

ら衛星外部に露出することが避けられないが最低限必要な部分の露出に止め残りの部分は OSR 等で覆う必要がある。