

Bepi-Colombo MMO による水星磁気圏プラズマ粒子観測

Plasma and charged particle measurements by Bepi-Colombo MMO

斎藤 義文[1], 平原 聖文[2], 高島 健[3], 浅村 和史[1], 向井 利典[1]

Yoshifumi Saito[1], Masafumi Hirahara[2], Takeshi Takashima[3], Kazushi Asamura[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] Particle 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。水星の磁気圏が地球磁気圏とどのように異なっているのか、そして宇宙に存在する磁気圏としての普遍的な共通点は存在するのか、水星磁気圏に対する興味は尽きない。水星磁気圏の詳細な構造やそこに存在する様々な現象を解明する為には水星周回衛星による磁気圏の総合的な観測が必要不可欠である。

BepiColombo/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。水星磁気圏の観測には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。水星磁気圏におけるプラズマ/粒子観測の主な科学目的は次のような項目：(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) 0.4AU 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である。

これらの目的のために 5 種類 6 台の観測器でプラズマ/粒子計測装置を構成することを考えており、現在ヨーロッパやアメリカのグループともコンタクトを取りながらセンサーの設計を進めている所である。5 種類の観測器は MSA(Mass Spectrum Analyzer), 2 台の ESA(Electron Spectrum Analyzer), SWA(Solar Wind Analyzer), HEP ele(High Energy Particle analyzer-electron), HEP-ion(High Energy Particle analyzer-ion) である。

MSA 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 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を意味している。過去の Mariner-10 による観測結果では、水星磁気圏内で、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 を別に用意する。SWA は 360 度の視野のうち、一部を太陽風の観測用に用い、別の部分を水星磁気圏のイオンのエネルギー分析に用いる。また、広い範囲のイオンのフラックスに対応する為、電気的に感度を変更できる機能も持たせる予定である。HEP-ele, HEP ion は各々高エネルギー電子、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。衛星全体のビットレートは低い為、限られたビットレートで最大のデータを送るために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、時間をかけてそのデータを伝送するための機構を持つ必要がある。電子回路として、プラズマ/粒子計測装置の各観測器にはセンサーとその信号を処理するプリアンプ、高圧電源等が付属している。これらのプリアンプからの信号は、プラズマ/粒子計測装置に共通の CPU でデータソート、データ圧縮などの処理をした後衛星全体で共通の CPU に渡される。また、プリアンプの信号を処理する電子回路部は重量、電力削減の為共通のケースに入れ、粒子共通電子回路部を構成する。