

水星周回衛星 MMO による低エネルギー粒子観測

Low energy ion observation by Mercury Magnetospheric Orbiter: MMO

齋藤 義文[1]; BepiColombo/MMO 水星プラズマ/粒子計測グループ 齋藤 義文[2]

Yoshifumi Saito[1]; Yoshifumi Saito BepiColombo/MMO Mercury Plasma/Particle Consortium[2]

[1] 宇宙研; [2] -

[1] ISAS; [2] -

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 ISAS/JAXA が共同して 2012 年の打ち上げを目指している水星周回衛星である。この水星周回衛星にプラズマ、高エネルギー荷電粒子、及び高速中性粒子の観測を行うプラズマ/粒子計測装置を提案するため、MPPC (Mercury Plasma Particle Consortium) が組織された。MPPC にはヨーロッパ、日本、アメリカ、台湾から 60 名を超える研究者が参加している。MPPC は 6 種類 7 台の観測器で構成される、プラズマ/粒子計測装置を提案し採択された。これら 6 種類 7 台の観測器は 2 台の水星電子エネルギー分析器 MEA, それぞれ 1 台ずつの水星イオンエネルギー分析器 MIA, イオンエネルギー質量分析器 MSA, 高エネルギー電子計測器 HEP-eIe, 高エネルギーイオン計測器, そして高速中性粒子計測器 ENA である。これらの内、MEA1, MEA2, MIA, MSA の 4 台が低エネルギー粒子の観測装置である。

MEA 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考えられている。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。MEA 2 台を互いに 90 度離して搭載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。MEA はフランス CESR のグループが担当する。

水星磁気圏の理解のためには水星磁気圏のプラズマと太陽風イオン両方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、太陽風イオンと水星磁気圏イオンの両方を計測するには非常に広いダイナミックレンジを持った観測装置が必要となる。MIA の 360 度の視野のうち、一部の視野 (赤道面の上下 45 度) は特に太陽風の観測に適した感度に調整されている。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備えている。これらにより、最大で 1000 倍の感度差を実現することが可能であり、水星の広いダイナミックレンジを持ったイオンの計測を行なう事ができる。MIA は日本と英国 MSSL のグループが共同で担当する。

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。これを実現するために、MSA は LEF (Linear Electric Field)-TOF (Time Of Flight) と呼ばれる方式を用いた質量分析部と、エネルギー分析部とで構成される。更に、広いダイナミックレンジを持たせるために、電気的に感度を变化させる機能も備えている。MSA はフランス CETP のグループがアナライザー部、日本とベルギー BIRA-IASB のグループが電子回路部、ドイツ MPS のグループが高圧電源部を担当することになっている。

MEA1, MEA2, MIA, MSA の各観測器は八角形の衛星の角への搭載を検討している。上で述べたように 2 台の MEA は 90 度離して搭載する必要がある。また、MSA と MIA 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。また、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。