

II-3-h-9

次期月探査・利用の研究

	室長 (兼SELENEプロジェクトマネージャ)	滝澤悦貞	開発部員	松井 快	
副主任開発部員	青木 滋	副主任開発部員	宮原 啓	開発部員	小野寺勝彦
		副主任開発部員	三浦貞仁	副主任開発部員	長柄泰博

今後の月探査のロードマップ検討を行った。米、欧を始め、各国・機関が人類の宇宙フロンティアの拡大、技術開発、月科学等を目的として本格的な月探査を始めようとしている。この中で、我国独自の目的やこれを達成することを旨とした技術開発・実証、更にはこれに基づいた国際協力を含む月探査ロードマップ (SELENEの位置づけ及びそれ以降の中長期計画) を検討した。

4. プロジェクトチームの研究活動

a. ジオテイルプロジェクトチーム

II-4-a-1

「GEOTAIL」の運用

教授	向井利典	教授	上杉邦憲	教授	中谷一郎
名誉教授	西田篤弘	本部長	鶴田浩一郎	助教授	早川 基
教授	川口淳一郎	助教授	橋本正之	助教授	斎藤義文
助手	松岡彩子	助教授	篠原 育	助教授	笠羽康正
客員教授	松本 紘	客員助教授	平原聖文	客員教授	星野真弘
教授	前澤 洌	教授	中村正人	助手	高島 健
		技術職員	斎藤 宏	技術職員	池永敏憲

磁気圏観測衛星「GEOTAIL」は、1992年7月24日に米国フロリダ州ケープカナベラルからデルタIIロケットで打ち上げられた日米共同プロジェクトの衛星である。その研究目的は、地球磁気圏尾部の構造とダイナミクスおよび磁気圏の高温プラズマの起源と加熱・加速過程を明らかにすることである。この目的のために、特有の軌道計画が実行された。1994年11月までの2年余りの期間は月との2重スウィングバイ技術などを駆使して衛星軌道の遠地点が常に地球磁気圏の尾部に来るように制御され、地心距離で210倍の地球半径までの広範な磁気圏尾部領域をくまなく探査した。1994年11月以降は、磁気圏サブストームなどの研究のため、衛星軌道の遠地点距離を30倍の地球半径に下げ、現在に至っている。なお、衛星軌道の近地点距離は9-10倍の地球半径で、この近地球軌道は昼間側の磁気圏境界面や地球前面の定在衝撃波やその上流域などの観測に適したものになっている。近地球軌道に入ってから、本影持続時間が3時間程度にもおよぶ長時間日陰が発生しているが、その対処のための特別なOPを用いて問題なく切り抜けている。

搭載観測装置としては日米双方から合計7個、即ち、磁場計測装置 (MGF)、電場計測装置 (EFD)、2組 (日米各1組) のプラズマ計測装置 (LEP, CPI)、2組 (日米各1組) の高エネルギー粒子計測装置 (HEP, EPIC) およびプラズマ波動観測装置 (PWI) である。日本側が主任研究者の観測装置にも部分的に米国NASAから提供された要素も含まれているので観測装置の約1/3が米国製、残りの2/3が日本製である。さらに、日本製の観測装置にはヨーロッパ (ドイツ, ESA) 提供のものも一部に含まれている。日本側の観測装置は、宇宙科学研究本部を中心に、東京大学、京都大学、早稲田大学、立教大学、名古屋大学、金沢大学、富山県立大学、愛媛大学、などの研究者の協力のもとに開発された。衛星運用やデータ解析には観測装置開発に携わったメンバー以外にも多数の研究者が参加し、数々の研究成果が得られている。これまでに出版された「GEOTAIL」関連の原著論文数は500編以上 (外国人の筆頭著者も含む、国際的な査読付き論文誌に掲載されたもの) である。

2003年度末現在で打ち上げ後11年8ヶ月を経過したが、(当初からの計画に従って)衛星の運用管制は宇宙科学研究本部が責任をもち、データ受信は日米双方で行っている。米国JPLの深宇宙ネットワーク(DSN)局で受信されるデータ(搭載のデータレコーダーに記録された24時間連続データ)はNASAゴダード宇宙飛行センターで一次処理され、Key Parameter Dataは世界中の研究者に公開されている。また、高時間分解能のプラズマおよび磁場データは宇宙科学研究本部の科学衛星データベース・システム(DARTS)から一般公開されている。(宇宙科学情報解析センターの項を参照のこと。)また、IACGにおける協議を軸に、米国の「WIND」、[POLAR]の両衛星、ロシアの「INTERBALL-TAIL」、ESAの「CLUSTER-II」などとのISTP共同観測も精力的に行われている。

2003年度末現在も衛星の状態は良好であり、7つの搭載科学観測機器は順調に観測を続けている。これまで幾多の成果をあげ、宇宙プラズマ物理学の研究進展に大きく貢献した事は世界的に高く評価されているが、さらに最近では宇宙天気予報等の観点から「GEOTAIL」の観測は多衛星による国際共同観測の中で重要な位置を占め続けている。国際協力による磁気圏多点観測網の中での責務を果たすため、2003年度には以下の項目について「GEOTAIL」の運用が行われた。

- ・米国NASAとの協力関係の下に国内局・米国JPLの深宇宙ネットワーク(DSN)局にて衛星運用・追跡管制およびデータ取得を行った。2003年の1年間のDSN局での年間受信実績は1165トラック(合計時間1985.79時間)におよぶ。
- ・米国NASAゴダード宇宙飛行センターとデータ交換を行い、日米双方で取得したデータを共有している。現在では日米のデータ交換はSINETの日米回線を通して行われており、DSN局で受信されたデータは受信後、平均約3日以内に宇宙科学研究本部のSIRIUSデータベース・システムに登録される。
- ・2005年5月にも200分を超える長時間日陰が発生することが予想される。この長時間日陰に備え、2004年2月には、衛星の推進系に僅かに残っていた燃料を完全に放出するオペレーションを行った。オペレーションの結果、残燃料の放出に成功し、日陰時の燃料凍結に起因するバースト事故危険が回避されることとなった。
- ・日本側の観測機のデータの一部については、日本側で較正され、主任研究者から公開許可が出た後、宇宙科学研究本部の公開用科学衛星データベース(DARTS)システムから公開される。2003年度には、公開データセットについて、さらに、米国NASAゴダード宇宙飛行センターに転送し、太陽地球系物理学分野における国際標準フォーマット(CDF形式)に変換する、データ交換の流れを新しく確立した。GEOTAILの公開データが国際標準フォーマットに対応したために、国際的な共同研究の利便性が向上することとなった。

上記の衛星運用項目以外にも、先に述べたように、米国、欧州とともに地球磁気圏の国際共同観測を行なうことによって、着実に科学的な成果を上げ続けている。2003年中に国際的な査読付き論文雑誌に掲載された「GEOTAIL」関連論文の数は50本を超えており、打ち上げ後、11年以上を経た現在も科学的な活動は衰えていない。2002年夏に行われた「GEOTAIL」打ち上げ10周年を記念する国際ワークショップの論文集が2004年中に発行され、40本以上の論文が国内外から掲載される予定である。

「GEOTAIL」はこれまで、磁気圏尾部のプラズマシート領域におけるプラズマ加熱や加速過程についてイオンの運動論的効果の重要性を初めて実証的に示したり、静電孤立波の発見など宇宙プラズマ中の波動-粒子相互作用研究の新しい展開のきっかけを作る、など、単独の観測結果で世界第一級の研究成果をあげてきたが、最近では海外の衛星観測と協力して磁気圏多点観測網の中の重要な一点として磁気圏のグローバル・ダイナミクスの研究に寄与する側面が増してきている。例えば、2003年の10、11月に発生した大磁気嵐時には「GEOTAIL」は非常に観測条件が良く、貴重な観測データを取得することに成功している。これらの大磁気嵐については特に国際共同研究が進行中であり、「GEOTAIL」の観測結果は世界的に注目を集めている。

「GEOTAIL」の科学的研究活動の詳細や成果報告については、宇宙プラズマ研究系の項などに関連記述があるので、そちらを参照されたい。