

GEOTAIL衛星を通して学んだ機器開発とデータ解析の技術

名古屋大学 町田 忍

私が GEOTAIL 衛星計画に関わったのは、1988 年の 3 月に米国でのポスドク生活を終えて、当時、駒場から相模原に移転して間もない宇宙研（宇宙科学研究所）に、助手として採用されて活動を始めてからである。当時は PLANET-A、さきがけ両衛星によるハレー彗星探査で大きな成果を挙げ、さらに、翌年に EXOS-D（あけぼの）衛星の打ち上げを控えながら、同時に GEOTAIL 衛星の打ち上げに向けて準備が進んでいる時期で、日本の STP 分野の命運をかけた巨大プロジェクトが進行する最中であった。そのような中で、私は、向井先生のもとでプラズマ計測器の開発の手伝いをするようになった。しかし、当時の私は、基礎的なアナログやデジタル回路に関しては多少の心得があったが、プラズマ観測技術に必要とされる真空技術などについて十分な知識を持たない状態であった。手探りで、新しい研究生活が始まり、当時、京大の理学部から受託大学院生で宇宙研に来ていた平原さん、齋藤さんと一緒に、プラズマの計測技術を一から学ぶような状態であった。

粒子計測は、センサー部、MCP やチャンネルトロンなどの素子、それらの素子に高圧を供給するための高圧電源、素子が発生するチャージパルスを変換し増幅するオペアンプ、電圧パルス（カウント）を処理したり、センサーを制御する電子回路、さらに、センサーの設計製作・組み立て、センサーのキャリブレーションに用いるイオンビーム生成の技術、真空技術などについて幅広い知識が必要となる。また、衛星搭載機器や地上で機器動作をモニターするシステムのプログラムや各種仕様書の作成、EM・FM 衛星動作試験への参加など、私がそれまでに触れてきたことのないような事柄の連続であった。正直なところ、宇宙研での一からのスタートは非常に陰しい道程であった。高圧用のコンデンサに高電圧を印加しての強度試験（破壊実験）や、遮光フィルムの上に高圧用電源ケーブルを一本一本置いて、そこに X 線を直接照射しての部品検査、発がん性の溶媒が漏洩するチェンバーに張り付いて行ったセンサーの単体熱真空試験などの危険業務（？）もあったが、今になって思うと、最先端の技術を学びながら、日々新鮮な体験ができた



宇宙研・宇宙環境試験室にて：

- （左） 齋藤義文氏
- （中央） 平原聖文氏
- （右） 筆者

ことは、この上なく恵まれた幸せな時間であった。センサーの開発はトラブルの連続で立てた計画が予定通りに進むことは、まずなかった。しかし、その試練を経て、何事も決してあきらめてはいけない事を学んだ。

実際にセンサーを衛星に搭載し、しかも安定的にデータを送ってくるようにするまでには、長い道のり、さらに、GEOTAIL/LEP の場合には放電によるラッチアップと言う大事故があったが、起死回生、それを克服した後には、過去に誰も目にしたことのないような素晴らしいデータが、われわれのもとに送り届けられるようになった。その頃には、私は、京大理学部に移り、そこを拠点として活動を始めていたが、その際、ネットワークを通してデータ解析を行う新たな時代の到来したことを実感した。センサー開発に携わったことに優先権を与えられて、私は GEOTAIL 衛星が磁気圏遠尾部でプラズモイドと遭遇した際のイベントを解析する機会をいただいた。そこで、寺沢さんが開発された当時最先端の LEP 解析ソフトを使用させていただいて得た結果を Geophysical Research Letters 誌に公表したが、その研究が、家田さんの博士論文の研究に発展して重要な知見が得られたことを嬉しく思っている。

また、プラズモイド研究の延長として、サブストーム、特に、そのトリガーの物理機構に関心が高まり、以来、今日に至るまでサブストームを主たるテーマとして研究を続けることになった。その過程において、宮下さんをはじめ何人かの優れた学生さんがサブストームのトリガーをテーマとして大学院での研究を私と共同で進め、そのテーマを発展させることができた。途中には、全粒子コードや電磁ハイブリッドコード用いたシミュレーションを行って、その結果を GEOTAIL の解析結果と比較することによって、幾つかの重要な成果を挙げることができた。

例を一つ挙げると、サブストーム・トリガーの有力なモデルに、近尾部磁気中性線モデルというものがある。このモデルに従うと、南北方向に数 100 km 太陽反太陽方向に数 1,000km の局在化した領域で磁場の融合が始まり、磁気リコネクションが発生する。そして、それがサブストームを引き起こす。つまり、ごく狭い領域の変化が、磁気圏とそれに繋がる極域電離圏を巻き込んだ大規模な現象の始まりを支配することになる。私は、このことに魅力と不思議さを感じて鋭意研究に取り組んだ。それによって、現在では、これよりも広い南北方向に約 30,000 km、太陽反太陽方向に約 60,000km の領域全体で不安定現象が起こり、その結果として先程の狭い範囲で磁力線が融合して磁気リコネクションが起こるのではないかという考えに辿り着いている。その過程で、磁気リコネクションは、サブストームの開始後に重要な役割を果たしていることも確認できた。もちろん、これは未だ必ずしも完全には決着のついていない問題であるが、自分なりの答えが導けたのではないかと思っている。

私は、LEP という機器の開発に携わり、さらに、その衛星が主たるターゲットの 1 つにしていたサブストームを研究するための基盤を築きたかった。そのような観点では一定の貢献ができたのではないかと満足を感じている。