

## 井の中から大海に

元 宇宙科学研究所 向井利典

GEOTAIL の前身、OPEN-J 計画が西田先生により提唱された頃、多分、東京大学宇宙航空研究所が文部省宇宙科学研究所に改組される頃だったと思いますが、私は EXOS-C 衛星搭載用の低エネルギー粒子観測装置と PLANET-A 搭載用太陽風観測装置の開発を担当していて、更に、EXOS-D 計画にも関わっていたので、とても OPEN-J までは手が回らないと思っていました。というか、OPEN-J はまだ現実的なミッションとは思えなかったのです。それが急遽、NASA からの要請で日米共同プロジェクトして GEOTAIL が始まる事になりました。ほぼ同時期に EXOS-D 衛星の開発も計画されていたので、本当にやり通せるのか、人的資源に不安を感じながらのスタートでした。

OPEN-J 計画の検討が始まった頃、私は EXOS-A (きょっこう) と EXOS-B (じきけん) で低エネルギー電子の観測成果を出していて、また、観測ロケットによる電離層光電子の観測でも新しい結果を出していたので、国内ではある程度の実績を認められていたと思いますが、国際的知名度はほとんどゼロに等しい状況でした。その頃、助手の身分で次々と観測ロケットや衛星プロジェクトに関わっていったのですが、観測装置の基礎開発実験からフライト品の設計・開発・飛翔前試験、センサーの校正実験、打上げ後は衛星運用、観測データの処理・解析、成果の学会発表など、全て一人でやっていました。他に人もいなかったのですが、今にして思えば、やり過ぎというか、科学成果をきちんと論文にしないまま次のミッションに手を付け、朝から晩まで現場作業に明け暮れていました。つまり自己流で、井の中の蛙に等しい状況でした。

GEOTAIL 衛星には日本側と米国側の 2 式のプラズマ観測装置が搭載されることになり、日本側の担当は私、米国側プラズマ観測の主任研究者はかの有名な Van Allen 教授の直弟子、アイオワ大学の Lou Frank 教授でした。彼のグループは既に ISEE-1 で磁気圏尾部の観測をしており、また、Pioneer-10 による木星磁気圏の観測など、実績や国際的知名度は遙か雲の上の存在でした。その時に私が考えたのは、過去の実績や経験はどうであれ、とにかく米国側のプラズマ観測に太刀打ちできるようにしなければいけない、少なくとも ISEE 衛星を凌駕する結果を出さなければいけないという事でした。そこで、文献で ISEE 衛星や AMPTE 衛星に搭載されたプラズマ観測装置の性能や観測結果を調べた結果、キーはイオンの高時間分解能観測だ思うようになりました。そのためには粒子計数の統計精度を稼ぐ必要があり、分析器の幾何学的因子(感度)を ISEE 衛星の 10 倍以上にしようと考えました。米国側プラズマ観測装置は ISEE-1 と同程度の感度のものが提案されていたので、これがうまくいけば勝てるという狙いもありました。問題は、検出器に使用するマイクロチャンネルプレート(MCP)の寿命が有限で、カウント数の総量で決まると考えられていた事でした。Lou Frank 教授からもその事を忠告されたのですが、私は自分の考えを通す事にしました。

GEOTAIL プロジェクトが開始してまもなくの頃、多分、井の中の蛙に大海を見せようという西田先生の配慮だったと推測しますが、鶴田先生と 2 人でアメリカの著名なプラズマ観測グループを訪問する機会が与えられました。アイオワ大学、サウスウェスト研究所、ロスアラモス国立研究所、UC バークレー、Aerospace Corp.を 10 日ほどで回りました(別稿;鶴田・向井「米国ラボの駆け足視察」)。非常に慌ただしく、不慣れな英語で苦労しましたが、GEOTAIL のプラズ

マ観測の仕様や設計に関する議論、実験室や工作工場の見学など、極めて印象的でした。その一方で、それまで自己流の井の中の蛙と思っていた事に対して、こちらも満更でないという自信が持てた事は大きな収穫でした。

GEOTAIL 衛星の開発が本格化し、同時に EXOS-D 衛星の開発も並行して行っていましたので、超多忙な日々を送る事になりました。同時に、「すいせい」(PLANET-A) の成果発表で国際会議に出席する機会が増え、また、IACG のテーマが ISTP となった為、外国に行く機会が増え、欧米の知人が増えると共に彼らの研究室や実験室の状況も段々と分かってきました。就中、ドイツ・リンダウにあるマックスプランク研究所の Rosenbauer 博士との議論は非常に有益でした。彼は GEOTAIL のプラズマ観測に関する私の考えに全面的に同意し、MCP の寿命については心配無用と、HELIOS-1 による太陽風観測装置のデータを見せながら太鼓判を押してくれました。ただし、地上試験や較正実験の際の環境の清浄度には要注意との事。また、ミュンヘン郊外にあるマックスプランク研究所の Paschmann 博士の所では、AMPTE 衛星のデータを見せてもらい、測定エネルギー範囲を高くする必要がある事や機上のモーメント計算の有用性を学びました。

一方、人的資源に関して、共同研究者の寺澤敏夫さんが京大に移った事を契機にチームの強化が図られました。まず、寺澤研の優秀な大学院生が宇宙研の受託学生としてチームに加わりました。平原聖文君と齋藤義文君です。平原君には修士論文のテーマとしてイオン質量分析器の開発を担ってもらいましたが、卓抜なアイデアにより(当時としては)画期的な分析器の設計をやってくれました。また、齋藤君には電子とイオンのエネルギー分析器の設計、そして、機上 DSP (Digital Signal Processor) によるモーメント計算やデータ圧縮のソフトウェア開発を担当してもらいました。さらに、アイオワ大学でポスドクをしていた町田忍さんが私の研究室の助手として赴任してきました。私を含め、この4人が一丸となってメーカーの明星電気(電気部担当)と三鷹光器(センサー部担当)の協力を得てプラズマ観測装置 LEP を完成させることができました。また、寺澤さんは打ち上げ後のデータ処理、特に、3次元分布関数の表示ソフトウェアの開発を担ってくれました。これは初期観測の結果を見るのに大変有用でした。



(実験室のクリーンベンチで LEP の EA センサーを組立中の筆者)

1992年7月24日、GEOTAIL衛星は米国フロリダからDELTA-IIにより成功裡に打ち上げられ、順調に初期運用を実施していきました。約1ヶ月後、LEPの高圧電源の投入チェックも無事終了、磁気圏尾部のプラズマシートを観測していたのですが、全く突然LEPのコマンド受け回路がラッチアップしてしまいました。1年後に行われた復活オペレーションの顛末は別稿「LEPの復活劇」に書きましたが、これも多くの方々の協力により成しえた事です。間違いないと確信していたものの、本当に復活した時の安堵感は生涯忘れえません。その後、LEPの観測データを使った数百編の論文が出版されてきました。これは勿論、それだけ多くの研究者にデータを使ってもらったからであります。当初設定した高感度のイオン観測が功を奏したものと思います。MCPは確かに年月とともに劣化し、それを補正するためにバイアス電圧を上げていますが、劣化速度は想定以上に遅く、20年以上を経た今もなお有用なデータが得られています。Rosenbauer博士の言うとおりでした。

いつの間にか井の中の蛙が大海を泳げるようになりましたが、実に多くの方々のお蔭です。あらためて、感謝の意を表する次第です。