

西田篤弘先生が文化功労者になられたことをお祝いする会



祝賀会会場へ御入場を
スタンバイ中の
西田先生ご夫妻

去る2月24日(日)に西田篤弘先生文化功労者記念祝賀会が明治記念館にて執り行われました。西田先生ご夫妻のご入場後、発起人を代表して宇宙科学研究所の小野田淳次郎所長より挨拶があり、続いて学術振興会の小林誠先生、内閣府宇宙戦略室長の西本淳哉審議官、京都大学の松本紘総長(ビデオ)にご祝辞を頂きました。その後、JAXA立川敬二理事長の乾杯の発声で祝宴が始まりました。祝宴の後半では文部科学省大臣官房審議官の大竹暁審議官(代読 宇宙開発利用課竹内企画官)、日本地球惑星科学連合の津田敏隆会長、ISSIのボネ元所長(ビデオ)からご祝辞を頂きました。ご来賓から頂きたいずれのご祝辞もこれまでの西田先生の素晴らしいご業績、先生の卓抜した指導力と国際的なご活躍、そして西田先生が我が国の宇宙科学の発展のためになされたご尽力を讃える素晴らしい内容でした。その後、太陽系科学研究系の藤本正樹研究主幹から西田先生のご研究の紹介があり、さらに地球電磁気・地球惑星圏学会の家森会長から西田交流基金への感謝状が贈られました。

西田先生は非常に多くの重要なご業績をあげられましたが、中でも磁気圏物理学の新しいパラダイム構築にかかわるご業績は比類無きものであるといえます。先生のご研究によって、現在我々磁気圏物理学の研究者が持っている磁気圏描像が無から創り出されたと言っても過言ではありません。また、一九九〇年代に宇宙科学研究所がアメリカのNASAと共同で実施したジオテイル衛星計画は、西田先生の指導力と国際的な活躍によって初めて実現したものであり、今に至るまでの20年間、磁気圏の新しい描像を築き続けています。このジオテイル衛星のお陰で、西田先生の志を受け継ぐ多くの後進が育てられ、我が国の磁気圏研究者が世界を舞台に活躍できるようになったことは紛れも無い事実です。

最後に西田先生からお言葉を頂戴し、西田先生ご夫妻への花束贈呈の後、盛会のうちに記念祝賀会はお開きとなりました。西田先生からのお言葉で、先生はお世話になった恩師につい

て話されましたが、これはまさに磁気圏物理学の新たな時代を切り開いてこられた偉人達の系譜をたどることであり、先生の志を受け継ぎ宇宙科学を発展させるべき私達後進を奮起させる内容でした。西田先生の今後のご健康とご多幸を心よりお祈りすると同時に、今後ともご指導ご鞭撻をお願いする次第です。

西田篤弘先生インタビュー 「宇宙科学者としての50年」

西田篤弘先生が2012年に文化功労者に選ばれたことを記念し、JAXA宇宙科学研究所の藤本正樹がお話をお聞きしました。大学院生時代の藤本の指導教員が西田先生であったという間柄です。しかし、学位取得の1992年に「GEOTAIL」が打ち上がっており、プロの研究者としては、注目されるべき「GEOTAIL」の成果を世界に向かって発表するのが当たり前という立場から出発しています。そのような経緯なので、「GEOTAIL」以前の状況、この恵まれた状況が当たり前であることの有難さ、それを出発点として次のステップへと進むことの優位さ（あるいは、感じるべきプレッシャー）を自分はきちんと把握しているのだろうかという気持ちが、このインタビューに対する動機として藤本にありました。



ジオテイル20周年記念パーティ
での、西田先生と藤本

Q 文化功労者に選ばれました。おめでとうございます。改めてのご感想は？

A この栄誉は何よりも「GEOTAIL」計画の成果を評価していただいたものと思い、メンバーの皆さんに感謝しています。内外の優れた先輩、同僚、後輩たちに助けられたことは限りがありません。これも最先端の宇宙理工学研究を推進しようとする宇宙科学研究所の精神が背景にあつてのことです。1967年に大林辰蔵教授のもとで宇宙研に採用していただいたことは最大の幸運であったと思います。

Q 60年代当時、世界はスプートニク・ショックを経て、アポロによる月有人探査に向かっていた頃です。どのような雰囲気だったのでしょうか？

A 私は1962年にカナダのUBCで博士号を得てからシカゴ大学でポスドクを勤めた後、1964年に日本へ戻って東大理学部の助手になりました。1960年代のNASAは有人月探査アポロ計画に向けて総力をあげ、その一環として地球周辺空間の研究を精力的に推進していたため、僅か10年位の間宇宙空間物理学のパラダイムが一新されようとしていました。この流れから取り残されまいと、必死の思いで太陽、電離層、磁場の地上観測データを見て不思議なことや面白いことはないかと探しているうちに、磁気圏プラズマの対流運動の時間変化に対応する地磁気変動現象を発見したのです。この現象を手掛かりにして磁気圏対流の発生機構や磁気圏の内部にあるプラズマ圏の形成機構を提唱し、活路を開くことができました。

Q 大林先生に関して、もう少しお聞かせください。

A その頃大林先生が京都大学から宇宙科学研究所にお移りになり、助教授ポストの声をかけて下さったのです。大林先生は私が大変尊敬している方でしたので、大喜びでお受けしました。大林先生は宇宙空間物理学の革新に初期から参加なさった日本では稀な方でした。太陽からの高エネルギー陽子が極域電離層に流入して発生させる電波吸収現象を手掛かりにして、太陽活動と地球の繋がりに関わる研究を展開なさり、国際的な指導的研究者としての名声を得ていらしたのです。私が辿って来た道は先生のお仕事の延長線上にあり、私がいただいた栄誉は、本来、大林先生の上に輝いているべきものだったと思えてなりません。

Q 「GEOTAIL」の立ち上げの頃について聞かせてください。

A 大林先生のご活躍と同時に、宇宙研における宇宙空間物理の観測プロジェクトは平尾先生を中心とした方々のご努力で着々と実績を積み、1980年代になるとハレー彗星探査計画が始まりました。

丁度その頃、アメリカが4基の衛星を使って地球周辺の空間を組織的に探査するという研究を企画しました。OPEN計画といいました。OPENは「Origin of Plasmas in the Earth's Neighborhood」の頭文字をつないだものです。私はOPENの企画検討委員会の委員の一人でしたが、議論に加わっているうちに、宇宙研も立ち上がる時期が来たと思いました。日本の宇宙科学・宇宙工学の実力は国際水準に達しているし、私は研究者として最先端の問題意識を持っている。その問題意識と日本の実験家の実力を合わせてミッションを作れば、彼らと太刀打ちできると思ったのです。そこで、OPENの4基と並ぶ別の衛星計画を進めるという案を考えました。これがOPEN-J衛星計画で、その目的は、磁気圏尾部における磁気リコネクション過程の研究でした。尾部リコネクションは、磁気圏ダイナミックスの要をなす重要な過程なのですが、アメリカのOPEN計画の衛星だけでは十分に研究できないことがわかっていました。OPEN-J計画は小田先生が大変強く支持してくださいました。世界一流になったX線天文学に続けて太陽地球系物理のミッションも国際的に飛躍させたいと

思われたのでしょうか。

余談ですが、OPEN-J を実現したいと思ったのには個人的にこんな背景もありました。1973年に McCormac Conference に招かれて Sheffield に着いてみると、米・欧の同僚は既に前の週から集まって ISEE1-ISEE2 の Team meeting を開いていたのです。米・欧の community はこのように一体になって活動しているのに、自分はそのような meeting があることすら知らなかった。これでは困る。日本の研究者が国際的な community の仲間入りするように動かなければいけない、と思いました。

さて、当時宇宙研ではハレー彗星に探査機を送るための「M-3SII」型ロケットの開発が進んでいました。この「M-3SII」の性能をさらに強化して何とか磁気圏尾部まで衛星を持っていく。それまでの宇宙研の衛星はみんな近回り（低軌道）でしたが、OPEN-J の目的は磁気圏尾部の研究ですから、地球の半径で数えてせめて 10 倍～20 倍の距離まで行かなければならない。ハレー彗星計画を契機に衛星の共通系や観測系でも宇宙研の技術は成長していましたから、その延長線上に新しい企画を進めました。1980 年頃から企画を始めて、松尾弘毅さん等と相談ながら、例えばロケットに固体燃料と液体燃料を組み合わせることなどの案について検討を始めていました。

Q 日本が OPEN-J という磁気圏尾部探査機を打ち上げるという話が、日米共同で「GEOTAIL」を打ち上げるという話に変更されました。経緯をお聞かせください。

A 検討を進めていたところ、突然 1983 年に OPEN 計画代表者の研究者が訪れ、NASA の計画と宇宙研の計画を統合したいと提案したのです。その理由は、彼等は 4 基の衛星を使う計画を作っていたのですけれども、それを全部実施するとなると 800 億ぐらいかかる。そんなに経費がかかるミッションはとても NASA の中で通らない、だからそのうちの 1 基を宇宙研でやってくれないか、という事でした。条件は「打ち上げは NASA が担当する。衛星を宇宙研に作ってほしい。観測計器は共同で製作しましょう」ということでした。これは願ってもない話でした。NASA には尾部観測衛星打ち上げに十分な能力がありますし、必要経費は半分で済みます。最初の NASA 提案は元々彼らが計画していた 4 基の衛星のうち 1 基を任せるという案だったのですが、磁気圏の尻尾における磁気リコネクションの研究という OPEN-J の目的を取り入れ、磁気圏尾部の全般的な研究を行うミッションにしました。それが「GEOTAIL」で、上杉邦憲さんが開発中の月スイングバイの技術を駆使して遠地点の距離を変化させることになりました。

Q その後、シャトルの事故があって、さらに計画の変更を迫られました。いろいろと御苦労があったのでは？

A NASA は最初 4 基の衛星を全部シャトルで打ち上げるという予定でした。80 年代の初め頃、アメリカでは Expendable Launch Vehicle (使い捨てロケット) による打ち上げは廃止して、全部シャトルで打ち上げるという方針がありました。すべての衛星、ですから、「GEOTAIL」衛星もそうすることになっていました。日米協力「GEOTAIL」計画が宇宙研の中で支持された理由の一つは、ひょっとすると将来は世界中の衛星がシャトル打ち上げ

になるかもしれないと思われていたからです。衛星打ち上げ経費を低くするためには打ち上げを頻繁に行わなければなりませんから、NASA がダンピングをやっても世界中の衛星を集め、シャトルで上げるという世の中になる可能性もあると思えたわけです。それで、将来宇宙研の衛星をシャトルで打ち上げる場合のテストケースとして、「GEOTAIL」に力を入れていただいたのではないかと考えています。宇宙研の工学系からは上杉邦憲さん、中谷一郎さん、横山幸嗣さん、橋本正之さんという強力なメンバーがプロジェクトに参加してくださいました。

ところが1987年に「チャレンジャー」が事故を起こし、普通のロケットで衛星を打ち上げることに方針が切り替わりました。「GEOTAIL」は幸いな事にその時にまだEM (engineering model:工学モデル) 開発を始めたばかりでしたので、比較的簡単に設計を変更することができました。実はシャトル打ち上げは歓迎していなかったのです。というのは人間が乗るために安全性に対する基準が厳しいのです。例えば、衛星にはパイロが使われています。計測器の窓を開いたりするために、極少量の火薬が用いるものですが、それも危険物だということで規制の対象になるのです。そういうことがあるので手間も金もかかります。これは悩まされると思っていたら普通のロケット (Delta II) による打ち上げになったのでほっとしました。

Q さらに、損害賠償請求権相互放棄という問題が発生しました。

A プロジェクトを国際協力で行う場合には何らかの損害をお互いに与える可能性があります。例えば、アメリカ人が何らかの落ち度で日本人に怪我させたらどうなるかということ、まず日本国の労災保険から補償され、それを日本政府がアメリカ政府に代位請求することになっています。科学研究を目的とする共同プロジェクトでも例外は認められていません。一方、アメリカ側では損害賠償を放棄出来ます。これでは不公平だということで、アメリカ側が協力協定への署名を拒んだのです。意見の対立は解けず、平行線をたどるばかりでした。ところが、クエールというアメリカ合衆国副大統領が日本を訪れるということがあって、「クエールさんが来たので何らかのセレモニーをやる必要がある、彼にサインをさせるような協定はないだろうか」という事情ができ、「GEOTAIL」衛星計画位ならサインさせても構わないだろうということになり、超法規的に解決したのです。こういう風に前例にならない解決をしたので、次の「SFU」では再び膠着状態になりました。当時私は対外協力室長をやっていたので、何回かアメリカに行かされて、結局日本で保険をかけることで解決しました。問題が起きたときはアメリカに請求するのではなく、保険会社に払ってもらう。役所は保険がかけられない仕組みになっていますから、その保険料は宇宙研の財団が払ったのです。

Q 「GEOTAIL」は1992年7月に打ち上げられました。その直後に、中核的観測機器であるLEP (低エネルギー・プラズマ観測機器) のラッチアップが起きます。どのように対応されましたか？

A 「GEOTAIL」の打ち上げは1992年の7月24日に行われ、衛星は順調に軌道に乗りま

した。ところがプラズマ観測器 LEP が初期観測を行っている時にラッチアップが発生しました。これは放電現象で起こります。地上で真空試験をしてから衛星を打ち上げたのですが、順調に観測を続けていた時、何の予兆もなく、高圧が放電したようです。瞬間的に強烈な電流が流れたものですから、本来グラウンドラインになっている所に電圧が生じ、IC に逆バイアスがかかったのです。電流制限抵抗を入れてあったのでデッド・ショートになって IC 内部が焼き切れるということには至りませんでした。この観測器が作動しなくなりました。ラッチアップは電源を切ると元に戻って正常な状態に戻りますが、偶々、その箇所が衛星全体の電源と共通になるように設計されていたので、全体の電源を切らなければならない。一旦電源を切ったら衛星は目を覚まさないかもしれない。しかし、技術陣の検討を踏まえて 1993 年 9 月に実施に踏み切りました。衛星の軌道を変えて月の裏側に持って行って太陽光を当たらないようにし、すなわち太陽電池の出力をゼロにしておいて、蓄電池を切り離したのです。

私の研究者としての経歴のなかで一番忘れられない経験でした。アメリカの参加者も皆、B 棟（宇宙科学研究所、衛星運用センターのある棟）に集まっていました。衛星が月の影に入ると、通信が途絶えます。そして、約 3 分後に影から出たとき、通信を回復しようとしたのですが、すぐには同期がかかりませんでした。臼田（宇宙科学研究所・臼田宇宙空間観測所で衛星通信用アンテナがある観測所）にいた橋本正之さんから「かかりません、かかりません、かかりません」と声が聞こえてくるのです。30 秒から 1 分ぐらいして「かかったあ」と聞こえた時には、本当にほっとしました。

大胆なオペレーションを実行できたのは大勢の方々のご理解とご支援があつてのことでした。宇宙研では秋葉所長はじめ工学の担当者、NEC の技術者、さらにアメリカ側からの了解が得られたことについては NASA GSFC の Mario Acuna と Dan Baker の尽力が大きかったと思います。改めて感謝いたします。

Q LEP のラッチアップは無事解決しジオテイルは本格的観測を開始。今でも 20 年以上にわたって観測を継続し、世界で最も成功を収めた磁気圏衛星のひとつと言われます。どの時点で、この衛星計画の科学的成功を確信しましたか？

A このように、打ち上げ後 1 年間ぐらいは片肺運転に近い状態でしたが、LEP が戦列に戻ってからはイオンや電子の速度分布関数を高い時間分解能で測定できるようになったため、磁気圏プラズマのダイナミックスの根底にあるミクロな物理過程を初めて精密に観測し、さまざまな新しい知見を得ることができました。衛星の軌道は、近地点は 10 Re (Re は地球の半径) とし、遠地点はまず 1 年ほどにわたり約 220 Re において尾部の全体的な構造を調べ、その後は 50 Re ~ 30 Re の低緯度領域（尾部磁気中性面の位置）においてリコネクション領域の詳細な研究を行いました。いずれも「GEOTAIL」以前の衛星ではほとんど探査されていなかったところです。

得られた成果の例をあげますと、(1) 磁気リコネクション領域の構造が明らかになりました。(2) 磁場エネルギーが電子やイオンのエネルギーに変換されるプロセスを知ることができました。(3) その一環として電磁流体 slow mode 衝撃波の内部構造が明らかになりま

した。(4) プラズマ中に静電ソリトンが形成されることがわかりました。(5) 磁気圏尾部の中に密度や温度が太陽風とあまり変わらないイオンが出現することがあることが発見され、プラズマ流入過程について新たな課題を生みました。また、(6) オーロラ活動と磁気圏ダイナミックスの関係についての知見が深まりました。

余談ですが、1995年にBoulderで開催されたIAGAの尾部過程シンポジウムで初期の成果を発表した後、論文をJGG(いまのEPS)の特集にまとめて1996年にBirminghamで開催されたCOSPARに持って行った時、sessionの始まる前に一番前の机に積み上げ「どうぞお取り下さい」といって席まで戻ろうとしたところ、左右の人たちが「おい、振り向いて見ろ」というので見ると、人だかりが出来ていて、すぐに捌けてしまいました。

Q 「GEOTAIL」は国際共同計画ですが、国際競争という意識もあったはずですが。そのあたりの意識の持ち方に関して、どのようなご意見をお持ちですか？

A 小柴昌俊先生(2002年ノーベル物理学賞受賞)が、学術会議で国際協力に関するシンポジウムが開かれたとき、国際協力が成功するための条件を列記なさいました。予算に関わることなどいろいろありましたが、ナンバー・ゼロは「お互い尊敬する間柄であること」でした。全くその通りだと思います。単に経費を節約するとか、利用しあうとか、表面的な付き合いでは成功しない。お互いの力量を評価し、お互いに尊敬しあって初めて、相手の立場になって考え、お互いの意見の良いところを併せて更に良いプロジェクトにしようことができます。「GEOTAIL」で如実に感じました。

これも云うまでもないことですが、尊敬されるためには実力があり、自分の意見があることが必要条件です。国際協力に参加するメンバーはプロジェクトの内部では競争する間柄でもあるわけですから、相手を納得させるだけの実績と説得力を持っていることが求められます。日頃から国際学会で存在感を発揮し、説得力を錬えてください。また、腹藏なく意見を交わすことのできる外国の友人を得てください。出発から帰国まで日本人だけで屯しているのでは、何のために出席したのか分かりません。

1999年に学術会議で開催された U.S. - European - Japanese Workshop on Space Cooperation の Summary Report (Space Studies Board, National Research Council) に収録された Geotail における国際協力と題する [西田先生](#) と [Acuna](#) それぞれによる報告へのリンク。

Q 60年代からの50年、あるいはジオテイル打ち上げからの20年でも、科学の在り方は随分と変わったように思います。今の若手に一言。

A 幾つか古人の言葉で感心したものがあり、いわば座右の銘にしています。一つは論語の「学んで思わざれば則ち罔し。思うて学ばざれば則ち殆うし」です。万巻の書を読んで勉強していても自分の頭で考えなければ本当に理解することはできない。また、いくら自分で考えていてもよく勉強して視野を広げなければ独りよがりになる。人の論文をたくさん読むとか、講演を聞くとかは大事ではあるけれども、それだけだと他の人の仕事をな

ぞるだけの独創性のない研究者になりがちだし、一方ではオリジナリティのある考え方を出すのは大事だけれども、それだけで人の言う事を聞こうとしない人は袋小路に入ってしまう。もう一つ、職業的科学家として共感できるのは、芭蕉の「不易と流行」という言葉です。彼は芸術家として評価されていますが、連歌の席に雇ってもらって生計を立てていた人でもあります。研究者についても、職業人としては似たような面があるのではないのでしょうか。この場合には不易というのは自分の固有の問題意識であり、一貫して大きな目標に向かって研究を進めていくという事。流行というのはその時々の手頃なトピックを取り上げたり、かならずしも共感できない事業につきあったりする事。実際には、その両方をしなければならないことが多いでしょう。特に科学が体制の一部になっている現代では、社会の営みの一環としての研究があります。それを拒んでいては研究費もポストも不自由でしょう。また、そういう研究にもそれ自体として意義があるでしょうし、そこから学ぶこともあるでしょう。しかし、それが全てになったら、後で振り返った時に、自分でなければ出来なかったと思えるようなことは無かった、ということになりかねません。大量のデータを簡単に入手することができ、一通りのシミュレーションという道具も揃っている現在、流れ作業の一員になっているだけではないかという反省も時々必要ではないか、と感じています。更に、将棋の升田名人の「新手一生」も良い言葉だと思います。常に新しいアイデアを求め、学問の流れを変えるような研究を目指していただきたいと思います。

Q ご自身のこれまでを振り返ると？

A かつてアメリカから帰るかどうか迷った時にいろいろ考えましたが、そのうちのひとつに、このままアメリカにいても一通りの事は出来るのではないか、だけどリタイアする時に、「私は何をやっていたのだろう。アメリカにごまんという研究者の中の一人としてまずまずの仕事はやったけれども、私がいてもいなくても別に違わなかったのではないかと、そう思うのではないかと感じて帰ることにしました。ほぼ半世紀の後、2000年にGSFCで開催してくれたNishida Honor Symposiumで、あるアメリカ人が、かつては自分たちが知っている日本の磁気圏研究者は西田だけだったが、今では日本人研究者の集団が世界の宇宙空間研究の一翼を占めている、とってくれました。私の仕事がそれに一役買っていたのであれば嬉しいことです。

私は戦後世代に属し、中学に入学した時は第2次大戦が終わってから3年しか経っていませんでした。三重県の中都市でしたが、まだ戦争の傷跡は消えず、同級生の中で大学まで進んだのは5%位でした。良くできる友人の中にも中卒で就職したり、夜間高校で学びながら家業を継いだり、若い時から厳しい現実の世界に入った人たちがいました。それに比べ、大学に進み研究者として生きることのできた私は恵まれています。何か後ろめたいような気持ちを持つこともあります。あるいは、それがバネになって頑張ってきたのかもしれませんが。それにしても、宇宙研という一体感のある組織でcareerを送れたことは本当に幸運でした。

Q 惑星磁気圏分野では、水星磁気圏探査（ベピ・コロombo）、ERG衛星（地球近傍宇宙空間での粒子加速問題探求）、木星探査計画（JUICE）と、ヴァラエティに富んだ将来展開

がありそうです。研究者としての西田先生は、このチャンスをどう捉えますか？

A 心待ちにしています。GEOTAIL 衛星打ち上げから 20 年の間に、研究の frontier がより遠くに広がった現在、日本は再び後発の立場です。第一級の成果をあげて再び frontier に立つためには、解明を待つ謎がどこにあり、解決の鍵を握る観測は何であるかを考え抜いておく必要があると思います。ERG 衛星については放射線帯粒子の加速機構という基本的な問題が残されており、大村善治さん達の非線形波動を介した加速機構論で説明されるかどうか、楽しみです。水星や木星の磁気圏でも粒子加速機構の解明は大きなテーマの一つですが、それだけでなく日本の community が惑星磁気圏の物理全般について新しいアイデアを今から着々と提起して行くことを望んでやみません。

個人的には、100 まで生きて Recirculation model が証明されるのを見たいものです。

Q JAXA 宇宙科学研究所では組織変更があり、「太陽系科学研究系」という、太陽、太陽圏宇宙空間、惑星大気、惑星そのもの、小惑星といった「太陽系のすべて」を研究対象とする大きな研究系にまとまりました。組織運営経験者である西田先生からの、今後の太陽系科学への期待をお聞かせ下さい。

A 研究の流れを大局的に見れば、太陽系における生命の起源という大問題が次第に存在感を増してくるものと思います。少なくとも断片的な情報が次々に捉えられ、具体性を持つさまざまなモデルが姿を現すようになるのではないのでしょうか。このような局面を想定しながら、「太陽系のすべて」を対象に研究を進めてゆくことが必要でしょう。

<終わり>