

## IIIIII 巻頭言 IIIIII

## 微小重力科学の歴史と共に

依田 眞一



私が 1987 年に当時の宇宙開発事業団に入社して以来、我が国のほとんどの微小重力実験に関わることができ、その歴史と共に歩んでこられたことは、この上ない喜びであった。宇宙ステーション計画への参加を日本として決定したのは、1987 年であり、まさに微小重力科学の曙的時代であった。その頃を振り返りながら、微小重力利用科学の歩みについて綴ってみたいと思う。

旧宇宙開発事業団 (NASDA) に入社した時には、既に第一次材料実験 (FMPT) の装置開発、実験計画作成の最中であった。この様な時期に微小重力実験に関わることになり、正直、カルチャーショックを味わったことが思い出される。とにかく、実験装置開発費が、私の常識とは 2 オーダー程違っていた。また、実験装置仕様のための調整が、メーカーと研究者間で行われ、NASDA 職員は、マネージメントと称する役割で、実験内容の協議には直接関与していなかった。この様な状況での実験計画作成に少なからず疑問を抱いたことが、その後の小型ロケット実験での実験計画調整、宇宙環境利用科学システムの構築、JAXA 統合後の旧宇宙環境利用科学研究系及び ISS 科学プロジェクト室の構築へとつながっていくことになる。FMPT の最大の悲劇は、実験終了後数年経っても、研究者はメーカーの装置仕様設定に対して苦言を呈し、またメーカーは、研究者の実験パラメータ、及び目的が、時々刻々と変わった事に異論を唱えることをたびたび耳にした点にある。

この時代を象徴する一つの例を挙げよう。私が入社してすぐに指示された事は、浮遊位置制御方式の検討であった。委託先と協議している時、具体的な発言内容を今となっては覚えていないが、ある種の検討をすべきと述べたところ、仕様書に書かれていないと拒否された。このため、「私が仕様書だ」と言ったところ、後で他の職員から教育的指導を受けたことを覚えている。しかし、わずか数行の文章しか書かれていない仕様書で本当の開発が出来るとは思えず、この考え方は、今も変わっていないし、時代と共に全体の雰囲気、これに近いものとなってきているように感じる。

1988 年から 5 年間に渡り、当時の科学技術庁の振興調整費により日独専門家会合なるものが始められた。これ

は、日独 15 名ほどの研究者が、研究協力を 1 年に一度、互いの国で成果の報告を行い、研究を進めることが目標であった。これに参加して、ドイツのアクティビティが日本を遙かに勝り、我々はまるで小学生であるかのような感を抱いたことを思い出す。当時ドイツは、スペースシャトルを用いた実験を 1985 年に実施した直後であり、まさに微小重力科学で世界の最先端にあると言えた。また、1988 年にカナダの微小重力科学の国内シンポジウムに参加した時も、既にカナダでは、NASA から航空機を借用して、二相流などのテーマを航空機の放物線飛行を利用した低重力環境下で行っていた。また、軍の払い下げのロケットを利用した微小重力実験も行っており、我が国の現状を踏まえると大きな隔たりを感じざるを得なかったことを鮮明に覚えている。当時の日本は、宇宙ステーション計画への参加を表明し、FMPT 用の実験装置開発を行ってはいったが、実験結果は無く、すべて今後の計画であった。そのため、日独専門家会合、1991 年から始められた日加微小重力科学 WS は、我々は遠くにいる彼らの実験成果を聞き、今後の我々の計画にどう反映すれば良いのかといった、ある意味で観客的な交流でしかなかった様に思われる。

1992 年 FMPT が実施され、実験を行うために日本人宇宙飛行士が搭乗したことから、世間から大きな注目を集める中、前年の 1991 年に開始された TR-IA 小型ロケット実験計画は、静かに進められた。TR-IA 計画は、1998 年に終了した。その間、流体、燃焼、結晶成長、凝固、拡散、ライフサイエンスなど 37 テーマを実施したことから、小型ロケット実験は、日本の微小重力実験のアクティビティの底上げを果たした最大の功労者であると信じている。

小型ロケット実験以前の微小重力実験準備では、装置開発担当メーカーが研究者から実験条件を聞いて装置開発を進める方式であったが、これこそが最大の問題であると考えていた。そのため小型ロケット実験の準備では、科学と技術をいかに融合させるかを特に留意した。実験条件は科学的目的達成のために定義される。同時に、この実験条件を技術に置き直したものが実験装置である。従って、いかに目的を理解し、また小型ロケット実験による微小重力実験時間内で目的を達成するかが最大の課題となる。このため、小型ロケット実験では、まず十分に科学の議論を尽くし、時として一部の目的を変更・改

良することにより、小型ロケット実験時間の 6 分を最大限に利用する実験計画を作成する方法をとった。航空機、落下塔、スペースシャトル、回収衛星などの実験機会の内、一番難しいのが、小型ロケット実験である。これは、実験時間が 6 分程度と短いこと、全て自動でシーケンスが構築されているためである。また、実験テーマで言えば、流体を扱う実験が一番困難であった。気泡の混入を防止しつつ、装置に流体試料を仕込むかが、常に苦労した点であった。1991 年から 1998 年の間に 7 回の打ち上げを行ったが、4 号機を除いて他は全て、打上げ遅延を招くほどの装置の不具合が種子島の射点での作業時に生じた。小型ロケット実験での射場作業では、常に不具合が付きまとった。これらの不具合を 2~3 日で改修するために、不具合が生じれば、殆ど徹夜の毎日だったことが懐かしく思い出される。種々の不具合において、ほとんどの問題の解決に貢献してきた。ある時は、I 社の電気炉でリークが生じ、He リークディテクターでもリーク箇所が特定出来なかったが、私は、リーク箇所を構造から指摘し解決することが出来た。このため I 社は、私にフォークリフトをくれる事になった。またある時は、液体の試料容器への注入において、N 社が幾度も失敗し、私が代わって注入作業を行なったことから、シーマをくれることになった。ただ、両社共にその様な異常事態で口走ったことから、これらは未だ実現していない。

日本の小型ロケット実験計画は、それまで小学生であった微小重力科学のアクティビティを間違いなく世界のトップレベルに押し上げることができた。これを可能とした理由は、1 年に一度打ち上げるため、実験計画立案時に課題となったことが、実際にどの様な結果をもたらしたのかが直ぐに解ることであると考えられる。即ちターンアラウンドタイムが短いために、計画と結果が直結していたことにある。ここで学んだことは、失敗したことから学ぶと言うことであった。

また、実験装置開発メーカーに多くの知識、及び経験を有する人材を育成し、また研究者も微小重力利用の意味を理解した人材を多く輩出したことも重要な点である。まさに今日、日本の微小重力科学のアクティビティを押し上げ世界と肩を並べるまでにしたのは、小型ロケット実験計画であると考えている。

国際協力に関しては、色々な事があった。日本の本格的な国際協力は IML-2 からである。ここでは、我が国が、実験装置を NASA に提供し、軌道上でその利用権を 50% ずつ使用して、各々の実験を行うと言うのが基本原則であった。私は、IML-2 のマネージメントに直接携わることはなく、微小重力科学分野の実験計画立案を行っていたが、NASA と調整するたびに、やれリソースを減らせだの、こう変更しろだのと NASA が言うため、正直苦々しく思っていた。1994 年の IML-2 ミッション実施中に NASA から新たな材料科学ミッション MSL-1 の話が持ち掛けられ、それに大型均熱炉をもって参加することにな

った。これを実施するに当たり、NASA とは常に対等な立場で行う事を念頭に置き、準備作業を進めた。NASA との技術調整、及び米国研究者との調整の中で、軌道上で実験後の試料の電気抵抗を計るとの実験計画に思わず「時間と金の無駄だ」と言ったところ、米国の科学に口を出すなどの口論になり、「科学は、人類共通の財産であるから私は正しいことを言っている」と一歩も引かなかったことを思い出す。

科学協力と言っても多くの闇の部分がある。IML-2、MSL-1、国際公募とどの協力においても互いの利益を巡っての暗闘があった。国際公募を実施する上で多くの時間を費やし、進め方、スケジュールなどで互いのプログラムの違いから生じる考え方の相違等のすり合わせの議論をした。この議論の中で、NASA の担当者は激怒し、私の机の前に資料の束が、叩きつけられたこともあった。また、ESTEC (ESA の技術開発センター、アムステルダム近郊にある) での準備会合の時は、コーヒーコースターが、壁に投げつけられた。これらは一例であり、ここでは紙面も限られているので、いつか裏の話をする機会があればと思っている。

今後の微小重力科学分野に関しては、決して明るくはない。何よりも微小重力科学を進める若手研究者が少ないことが最大の課題である。独自の宇宙開発を進める中国は、2020 年に自国の宇宙ステーション利用を始める予定としている。日中韓微小重力 WS や他の国際会議には、多くの中国若手研究者が参加しており、層の厚さの違いはいかんともしがたく、学会として若手研究者の育成は急務であると言える。宇宙開発は軍事を除けばある意味で国の余力であり、この点で先進国の人類に対する責任の様なものである。日本は、1000 兆円もの財政赤字を抱えており、今後当分宇宙科学が潤沢な資金を得られるとは考えづらい。すなわち実験機会が限定されることになる。このため、国際協力は必須となり、欧米、アジア諸国との関係構築が必要であろう。日中 WS は、1992 年から始められた。韓国の微小重力学会の設立を機に、彼らにも日中 WS への参加を促した結果、日中韓 WS が 2010 年から開始された。日中韓の協力を基盤として、タイ、インドネシア、ベトナム等の東南アジア諸国を加えて、欧州の ELGRA 相当のアジア微小重力科学協力圏の構築が今後の方向性であろう。

微小重力科学分野は、実験実施まで含めると総合科学技術であり、これを行う事は人類共通の財産である科学・技術の発展に寄与するものである。このためには、JASMA のより積極的な活動が必須であり、一層の発展を期待したい。