

宇宙実験の時代に想う



随筆

安楽城 恵 一*

Space Experiment Age

Key Words : Space Station, Space Shuttle, Microgravity, Cosmic Ray,
Life Science Experiment

3年前の9月12日に、日本初の本格的な宇宙実験、FMPT(愛称:ふわっと'92, First Material Processing Test)が、チャレンジャーの爆発事故の後に宇宙ステーション構築用に新しく開発されたスペースシャトル、エンデバーの2回目の飛行で実施された。エンデバーは9月12日の10時23分、米フロリダ州ケープカナベラルにあるNASAケネディー宇宙センターから歓声の内に打ち上げられ、8日間の飛行期間中に材料とライフサイエンスに係わる多くの宇宙実験を成功裏に終了させ、9月20日早期、静かに帰還した。この模様は日本でも詳しく報道され、日本人初の宇宙飛行士毛利 衛さんの魅力的な人柄と疲れを知らぬ精力的な活躍が相俟って、国中の耳目を集め、深い感動を与えたと聞いた。FMPTは次の時代を担う多くの子供達に科学技術を通じて深い感動を与え、人類の未来に大いなる希望を抱かせる、特筆すべき出来事となった。

また、昨年、向井千秋さんが搭乗し、2週間の長期間にわたって多くの実験を実施したIML-2(International Microgravity Laboratory 2)が毛利 衛さんの時と同じく国中の耳目を集め、

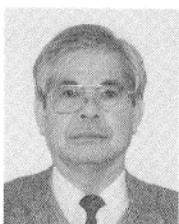
深い感動を与えたことは記憶に新しい。

21世紀当初には宇宙ステーションが完成し、我が国にとっても宇宙空間での活動がますます身近なものになる。今後、我が国も宇宙空間での活動領域を拡げ、宇宙ステーションの次には月面基地計画、火星探査計画などに取り組んで行くことであろう。ふわっと'92やIML-2などのスペースシャトルを利用した実験は宇宙ステーション構築や宇宙ステーションで実施する実験計画の策定のための支援機会である。

宇宙ステーションはスペースシャトルを用いて低軌道の地球周回軌道上に作る恒久的、発展的、多目的な有人施設で、実験、居住、補給、電力供給などの機能をもつ宇宙ステーション本体と、天体観測、地球観測等を行なう無人のプラットフォーム、これらの間を結ぶ軌道上作業機で構成されている。宇宙ステーションには広範な分野の科学実験、材料実験、ライフサイエンス実験等をおこなう地球軌道上の実験室、高純度結晶、半導体等の新材料を製造する製造設備、地球および天体の観測を行なう長期観測施設、高軌道、月、惑星への航行のための宇宙輸送の中継点、アンテナ等の大型構造物の組立て施設、予備部品、消耗材、衛星の保管等のための宇宙貯蔵施設としての機能が求められている。

宇宙ステーション計画は日米欧加の国際協力のもとに遂行されている。アメリカは居住モジュール、実験モジュール、補給モジュール、移動型サービス施設、極軌道プラットフォームを供給する。日本は実験モジュール、JEM(Japan

* Keiichi ARAKI
1939年9月24日生
昭和39年大阪大学工学部発酵工学科卒業
現在、千代田化工建設(株)、
エネルギー環境プロジェクト本部、
技師長、バイオテクノロジー
TEL 045-510-1163
FAX 045-510-1167



Experiment Module) を供給する。ヨーロッパのベルギー、デンマーク、フランス、ドイツ、イタリア、オランダ、ノルウェー、スペイン、イギリスは共同で実験モジュール、極軌道プラットフォーム、有人支援フリーフライヤーを供給する。カナダは移動型サービス施設を供給する。

宇宙開発には多額の費用が必要である。そして、宇宙開発に多額の費用を投じることの是非が問われていることも事実である。人類は今や深刻な危機に直面している。人口問題、民族紛争、飢餓、森林破壊、砂漠化、地球温暖化など、何れもその対策と解決に多くの資金を必要とする。宇宙開発に投じる費用を振り向ければ、この内の幾つかの問題は、一時的には解決できるであろう。しかし、これらの問題は一時的な解決ではなく根本的に解決しなければならない問題で、これが達成されなければ、人類の永続的な繁栄はありえない。総ての人類が、総ての局面で、博愛の精神と科学技術に裏打ちされた知恵を結集する気運にならなければならない。科学技術の底上げとモラルの向上が不可欠なのである。宇宙開発あるいは宇宙実験は、科学技術の進歩への直接の貢献のみならず、次代を担う多くの子供達の科学技術への参入を喚起し、人類の直面する種々の問題の解決、延ては人類の永続的な繁栄に大きく貢献する。是非積極的に推進して欲しいテーマである。

自然科学系の学科に学ぶ学生にこの道に進んだ動機を聞くと、殆ど総ての学生が小学校、中学校の時代に先生、両親あるいは親戚の人、マスメディアの報道などからその道に進むべき動機付けを受けたと答える。社会科学系に学ぶ学生はこのような科学技術に対する動機付けの機会に恵まれなかった者と言う訳ではないだろうが、動機付けの機会が多ければ自然科学系の学科に学ぶ者の数が増え、現在の技術ばなれ傾向にはならなかったであろう。

私はここ数年、宇宙ライフサイエンス実験に関わる実験操作技術の開発、実験機器の開発を通じて宇宙開発に携わってきた関係で、FMPTのライフサイエンス実験の一つを支援する業務を担当し、この世紀の大イベントに直接、現地で接する機会を与えられ、大いなる感動を味わった。

打ち上げ当日の9月12日の朝、ケネディー宇宙センター内に与えられた実験室に平常通り出勤し、地上対照実験の準備状況を点検した後、NASA セレクト (NASA の活動を一般に報道する専用のテレビ番組) で毛利さんを含む7人の宇宙飛行士の搭乗と打ち上げ予定時間を確認し、実験室の近くのバナナリバーの川岸、発射台の対岸へ打ち上げ見物に出かけた。天候は快晴、絶好の打ち上げ日和、気温は既に30℃を越え、この日だけ一般に開放された川岸は近隣から集まった約3万人の見物客で沸き返っていた。FMPT を搭載するスペースシャトル、エンデバーは遙に見える射台上に、衆目を集め、起立していた。後は発射の時間を待つばかり。しかし、この時間が結構長く感じられる。この間、長期間にわたって綿密に計画を立て、何回もリハーサルを繰り返し、ようやく予定通り完了させた搭載実験試料の準備作業には思いを馳せたが、この時点では、打ち上げは単に現在担当しているFMPT 実験支援業務のフェーズが実験準備の段階から地上対照実験の段階へ移行するための通過点としか考えていなかった。前回エンデバーの第1回目の打ち上げをここで見守った時に比べて落ち着いたものであった。10時23分、射台の下から白煙が一気に吹き出し、エンデバーは予定通り打ち上げられた。白煙の中にオレンジの炎を吹き出し、エンデバーがゆっくりと射台に添って上昇し始めた時、突如、下半身に寒気を感じ、喉に熱いものが込み上げてきた。目には涙がにじみ、エンデバーが鮮やかな飛行雲を残し、空の彼方に消え去るまで殆ど何も見えなかった。遅れて川面を渡ってきた発射音、それに続く飛行音、無事に固体燃料を切り離し、周囲からどっと挙がった歓声と拍手、これらを別の世界から流れて来る音のように微かに聞いた。一体、これは何だったのだろうか。果たして、これが感動というものなのだろうか。それでは、一体、何にこんなに感動したのだろうか。この疑問は、一緒にいた多くの実験実施者と打ち上げの成功を手を取り合って喜び合う時にも、実験室へ帰る道すがらにも心に残っていた。これが感動である、感受性が鈍くなってしまったこの年になって初めて経験した意識

越えた感動である、という事に思い至ったのは随分後になってからであった。エンデバーは9月20日朝、8日間の宇宙飛行を終え、ケネディー宇宙センターに無事帰還した。この日もすばらしい晴天であった。FMPTのライフサイエンス実験の結果は、総て大成功であった。

宇宙開発は感受性が鈍くなってしまった大人にもこのような意識を越えた感動を与えることができる。感受性の豊かな子供達に与える影響は計り知れないものがある。私が子供の頃にこの感動を味わっていたら今頃はバイオテクノロジーではなく宇宙開発事業に直接従事していたことであろう。

宇宙実験は主に微小重力環境下であることを特徴とする実験である。ここでは熱対流は起こらず、密度分級も起こらない。均一な合金や触媒、歪のない結晶を造るのに絶好の場であろう。また、生命の発生や適応の機構解明に有用な知見が得られるであろう。

スペースシャトルでの実験だけではなく、JEMでの実験でも、宇宙実験は多くの制約の下での実験である。宇宙開発事業団は各実験に共通する実験装置や実験技術を供給するが、初期の実験ではJEMに設置される実験装置の種類は非常に少ない。特に、高度な分析装置、解析装置などは望むべくもない。また、ライフサイエンス実験で多用される、地上では簡単な操作である溶液の取り扱いが微小重力下では非常に難しい。しかもこれらの操作を、非常に優れた人達ではあるが各実験分野においては素人の数人の宇宙飛行士が、多くの実験を並行して、地に足がついていない不安定な環境下で、交替で実施するのである。各実験操作に地上では考えられないほど時間と労力がかかり、スペース、用量などの制約も多い。

実験を成功させるには実験テーマの選定は勿論のこと、各テーマの個々の実験操作にも相当の工夫が必要である。実験スペースを小さくするために、実験容量を極度に小さくしなければならない。クルータイム(搭乗員がアクセスする時間)を少なくするために、実験操作を簡略化し、できるだけ自動化しなければならない。クルータイムが多くかかる操作、JEMでは不

可能な操作は他の操作で代替しなければならない。

分析、解析に係わる項目は軌道上でできるものが限られており、殆どの試料を保存して地上に下ろして行なわなければならない。試料に微小重力下での経過を確実に保存し、重力下の地上で再現できる保存法の開発が重要である。ライフサイエンス実験では、試料が変質、変敗しやすい上に、従来、試料を保存しておき、後でまとめて分析なり解析なりを行なう習慣がないので、関連の方法、技術が存在しない。開発は一からの開発になり、この結果如何に実験の成否がかかっている。分析したい形質の最低限を保存し、クルータイムの少ない方法を個々の分析項目毎に開発し、実験により適用性を確認するのである。ケミカルハザードは設置されるであろうが、容量が小さく、多種類の試薬、多量の試料を取り扱うことはできない。冷凍庫は設置されるであろうが、容量が小さい、複雑な操作を行なうことができず、多量の試料も取り扱うことはできない。

現在の実験、特にバイオテクノロジーの実験は高度な実験用機器、分析機器、解析機器に支えられて実験系が確立してしまっている。殆どマニュアル化した手法に従って実験を実施すれば、昔では考えられなかった、すばらしいデータが得られるのである。研究者、特に若手の研究者にとっては、これらの実験用機器、分析機器、解析機器なくしては実験ができないのが現状であろう。これでは宇宙実験には対応できないのである。宇宙実験は殆ど何もないところでの実験である。総ての実験操作に数多くの代替案を用意し、宇宙環境での実施の可能性と容易さの観点から選別し、実験系を構築しなければならない。

幸か不幸か、私がバイオテクノロジー(その頃はこんな格好の良い名前と呼ばれていなかったが)の研究に携わっていた頃は実験を支援する機器は殆どなく、実験系、解析系に多くの工夫を凝らさなければ研究はおろか、実験すらも満足に行なうことができなかつた。私の卒業論文のテーマはきのこ類の菌系体の液内培養における核酸成分の消長という格好良いタイトルで

生産と技術

あったが、実情は液体クロマトグラフィーのフラクションコレクターの代わりをしていただけであった。現在の宇宙実験はこの時代の研究環境にあると考えると理解しやすいと思う。

偶然に携わるようになった新規分野で、私の様なロートルでも十分役に立つことを知った。

今後は、宇宙ライフサイエンス実験支援の分野で、搭載可能な実験系の開発、解析系の開発を通じて、実験提案者を積極的に支援し、宇宙ライフサイエンス実験を成功に導いて行きたいと考えている。

