

第14章 波及効果

この章のまとめ

SPICA の技術開発は、(1) ユニークで有用な技術であるか、(2) 他の衛星にも応用できるかという観点も考慮して、以下の2点に重点的にとりこんできた。

1. 冷凍機
2. 軽量大型望遠鏡

これらの技術開発の成果は、SPICA に留まらず、他の衛星にも使われており、日本の大きな「武器」となりつつある。

さらに、上記のような個別の技術要素に加え、衛星全体としても、技術共通項の多い他衛星と協力して、効率的な開発を進めていきたい。

上記を実現するためには、開発体制の見直しが必要である。その意味において、SPICA の推進は、JAXA 統合の試金石である。

SPICA の成果は、一般にも大きな波及効果がある。SPICA がもたらす宇宙の数々の迫力あるイメージは、多くの人々に宇宙への関心を喚起すると同時に、日本の科学技術の水準の高さを再認識させ、日本人が自信とりもどす一助となり得るであろう。技術的成果も、宇宙の範囲にとどまらず、広がって行くことであろう。

14.1 宇宙科学、宇宙開発への波及効果

14.1.1 戦略的技術開発

限られたリソースの中で、効率的に技術開発を行なうためには、以下の2点に配慮しながら、「戦略的」に開発を行なうべきである。

1. ユニークで有用な技術であるか
2. 他の衛星にも応用できるか

上記は言い替えば、その技術が、日本の宇宙科学、宇宙開発の「武器」になるかどうかということである。この観点から、SPICA では、「何を開発し」「何を開発しないか」を検討し、特に以下の2点を重点技術項目として開発にとり組んで来た。

冷凍機

日本における宇宙用冷凍器の本格的な開発 (実際のミッション搭載につながる開発) は、我々が ASTRO-F 用に Stirling Cycle を開発したことに始まる。その後、SMILES ミッションにむけて、

4K 級の冷凍機が開発された。SPICA 用の 1K 級冷凍機開発研究は、これらの成果をフルに活かしたものである。

これらの開発成果の結果、日本は、

1. 80K 級一段 Stirling 冷凍機
2. 20K 級二断 Stirling 冷凍機
3. 4K 級 JT 冷凍機
4. 1K 級 JT 冷凍機

と、世界に例を見ない豊富な宇宙用冷凍機のラインアップを持つことになった。その性能も、Stirling 冷凍機で 5 年を越える寿命試験に成功、1.7K にて 12 mW という世界最高の冷凍能力を達成するなど、世界のトップに立つにいたった。

表 14.1: 国産冷凍機の搭載が決まっているミッション

| ミッション | 打ち上げ年 | 冷凍機 |
|------------|--------------|-----------------------|
| ASTRO-EII | 2005 | 一段 Stirling |
| ASTRO-F | 2005 年度 (目標) | 二段 Stirling |
| SELENE | 2006 | 一段 Stirling |
| JEM/SMILES | 2006 | 二段 Stirling + 4K 級 JT |

表 14.2: 国産冷凍機の搭載が検討されているミッション

| ミッション | 打ち上げ年 | 冷凍機 |
|----------|----------|---------------------------------|
| Planet-C | 2010? | 一段 Stirling |
| NeXT | 2011(目標) | 二段 Stirling + 1K 級 JT |
| VSOP-II | 2011(目標) | 二段 Stirling |
| SPICA | 2012(目標) | 二段 Stirling + 4K 級 JT + 1K 級 JT |

これらの開発研究の成果は、赤外線天文学のみならず、数多くの科学ミッションで使われるようになってきた。表 14.1 に示すように、我々の開発研究の成果を利用した冷凍器が、すでに多くの科学ミッションに用いられている。さらに、表 14.2 に示すように、将来も多くのミッションで冷凍機の搭載が検討されている。今後の宇宙科学ミッションの半数以上が冷凍機の搭載を検討しているのである。

このように、我々の冷凍器開発研究の成果は、大きく花ひらき、他の多くの科学衛星にも広く利用されている。これは、日本の宇宙開発の大きな「武器」になっていると言える。

大型軽量望遠鏡

人工衛星を用いた応用分野に、光学機器 (スペース・オプティクス、広い意味での望遠鏡) を用いる分野が数多くある。その中でも代表的なものは、天体観測、地球観測、光通信である。近年ではこれらの分野から、大型でかつ高精度の光学機器を要求する声が増している。

しかしながら、今までのタイプの光学機器では、(1) 高精度を達成しようとするとう重くなる、(2) 高精度を保ったままの大型化が困難、という大きな欠点があった。そのため、応用分野からの要請に答えることができないでいた。

そこで、我々は、高精度を維持しながら、大型でかつ軽量化された望遠鏡を実現すべく、新しい「鏡面材料」の開発にとり組んで来た。

この技術開発は、まず ASTRO-F 向けに開始された。ASTRO-F では、6 章で議論されているように、高い比強度と優れた温度安定性を誇る SiC に着目した。具体的には、Porus SiC に CVD SiC をコートするユニークな構造で、 25 kg m^{-2} というハッブル宇宙望遠鏡の約 1/10 の軽量鏡の実現に成功した。この鏡は、開発途中で破損を起こすなどの問題も起こしたが、最終的には問題も解決し、極低温下においても十分な性能を発揮している。

しかしながら、ASTRO-F に開発された技術では、大型化が難しい。そこで、我々は、同じ SiC 系であるが、大型化が可能な他の技術に着目し、SPICA に向けて開発を進めている (詳しくは 6 章)。この開発は、SPICA だけのものではない。実際、技術開発は、地球観測のグループや、光通信のグループとの協力で進めており、天体観測に限らず広い分野への応用を視野に入れている。これが実現すれば、SPICA のみならず、地球観測の分野などでも、従来にはない新しい観測衛星の実現が可能になる。

したがって、この大型軽量望遠鏡技術も、日本の宇宙開発の武器になり得る技術なのである。

日本の「武器」となる技術については、JAXA 内の技術交流が有効に行なわれるよう、開発体制の見直しが必要である。例えば、この大型軽量望遠鏡技術に関しては、「スペース・オプティクス・ラボ」(仮称) を JAXA 内に設立し、設計、評価のための、技術、インフラストラクチャー、人材の集積を計ることを提案したい。

他衛星との開発協力

上記の 2 つの技術開発に記されているように、SPICA での技術開発は、他衛星にも用いることができることを視野に入れながら進めている。

特に高精度の地球観測衛星との間には、上記の技術以外にも、共通項が多い。例えば、上記に述べて来た技術以外にも、高精度の姿勢制御技術や、大量の観測データの処理などが共通項が挙げられる。

SPICA の開発にあたっては、これら他の衛星の開発とも協力しながら、日本全体として効率的に衛星開発を進めていきたい。これには、以下の 2 つの側面がある。

1. 広い分野で用いることができる、日本の宇宙開発のユニークな「武器」となる技術を確立する。
2. パス部については、他衛星との共同開発により、お互いに大幅なコスト削減および開発リスクの軽減をはかる。

すなわち、個々の要素技術の協力はもちろんのこと、衛星全体の開発としても協力して効率化する方向を探りたい。

14.1.2 S-E L2 への尖兵

本提案書では、S-E L2 ハロ-軌道のメリットを、主に赤外線天体観測という面から述べた。

もっとも、S-E L2 は、他の天体観測にとってもメリットが大きい。たとえば、この軌道ではポテンシャルが緩やかな傾きしかもたないため、編隊飛行等が行ないやすい。これは、巨大な X 線

望遠鏡や、干渉計などの実現には、極めて有利なことである。

また、この場所は、さらに遠くの深宇宙へと出かける際にも、一種の中継地点(深宇宙港)として活用されるべき場所である。SPICA は、この重要な場所を利用する日本で最初のミッションとなる。

このように、S-E L2 軌道は将来の宇宙科学、開発にとって重要な場所であり、SPICA はその尖兵となるものである。

14.1.3 新しい宇宙開発体制の提案

すでに、今までの章でも議論してきたように、我々は、SPICA を統合 JAXA の試金石としていたいと考えている。宇宙機関を JAXA に統合することにより、新しい可能性が開けたかどうかを、我々は問われている。新しい可能性を開くためには、科学衛星、試験衛星、実用衛星の枠を越えた協力体制が身を結ぶことが必須である。

そこで、SPICA を JAXA としてとりくむ最初の科学衛星と位置づけ、(旧)宇宙開発事業団のシステム・エンジニアリング的な手法をとりいれつつ、(旧)宇宙研方式の機動性の良さを併せ持った開発方式を、SPICA では模索して行きたい。そして、これを契機として、JAXA の衛星の開発体制を改善して行く大きな動きとしていきたい。

14.2 一般社会への波及効果

14.2.1 宇宙への関心を喚起する

SPICA の成果は、人類共通の財産である。これは、人類が長年抱き続けてきた根源的な問いに、答えられる可能性を持っている。さらに、新たな発見により、人類に対して、さらに次の大いなる根源的な問いを抱かせることにもなるであろう。

科学の成果が重要であればあるほど、それをわかりやすい言葉や形で一般の人々に伝えていく必要がある。SPICA がもたらす宇宙の数々の迫力あるイメージは、多くの人々に、日本の科学技術の水準の高さを再認識させ、日本が自分自身への信頼をとりもどす一助となり得るであろう。SPICA プロジェクトでは、これまでの宇宙科学における普及活動から大きく脱皮し、広く、国民に対する成果の普及、国民の宇宙科学に対する理解の増進、そしてさらに、未来を担う青少年たちへの教育活動にまで力を注いで取り組んでいく予定である。

この点の詳細については、13 章を参照されたい。

14.2.2 技術的波及効果

SPICA 開発の過程では、日本独自のアイデアや技術力に基づく、新しい技術が多数生み出されるものと期待される。得られた技術的成果が、宇宙開発に留まらず、広く他の分野にも応用/活用される可能性がある。

例えば、上記の軽量大型望遠鏡技術は、地上の超大型望遠鏡技術にも必須の技術であり、我々の開発成果は、地上の超大型望遠鏡にとりくんでいるグループからも着目されている。

宇宙と言う狭い範囲にとらわれず、日本という視野に立ち、日本の「武器」となる技術開発にもとりくんでいきたい。