

イプシロンロケットの飛行結果と今後の展望

森田泰弘 (ISAS/JAXA)

井元隆行、徳留真一郎、堀恵一 (JAXA)、大塚浩仁、宮川清 (IA)、

秋葉鏢二郎 (HASTIC/USEF/ISAS)

次世代固体ロケット研究会 (産学官)

イプシロンロケットプロジェクトチーム (JAXA)

摘要

いま宇宙開発は大きな時代の転換点に差し掛かっている。これからは「小型・高性能・低コスト」という概念が大切で、打上げの頻度を上げて宇宙を身近にすることが宇宙開発利用を活性化する大きな鍵となる。このような新しい時代の幕を開けるべく、イプシロン計画では打上げシステムを革新、ロケットを効率的に打つ仕組みを構築して宇宙への敷居を下げることが最大の目的としている。昨年9月に打ち上げた1号機では、モバイル管制などの世界をリードする革新コンセプトを実現、宇宙ロケット全体の未来を大きく切り拓いた。本報告では、これまで述べてきた切り口とは別の観点でイプシロンロケットの今後の発展の方向性について示したい。

1. はじめに

いまようやく宇宙は開発から利用の段階に移ろうとしている。今後の宇宙利用の活性化のためには自律的な打ち上げ手段を持って頻度を大きく上げていくことが最重要の課題である。頻度が上がれば宇宙利用のすそ野が広がり、その可能性も大きく拡大していくであろう。そのための取り組みの一つが、小型・低コストでチャンスを増やそうという小型衛星コンセプトである。これこそ、これからの宇宙科学の進歩と宇宙工学の発展、そして宇宙利用の促進の鍵を握る概念である。イプシロン試験機で上げた「ひさき」は極端紫外線による惑星観測というように目的をシャープに絞ることによって、世界に胸を張れる観測を行おうとしている(図1)。このように小さくも夢のあるミッションが可能であって、夢は大きく膨らむというわけである。素晴らしい時代の到来である。

2. イプシロンの開発コンセプト

このような新しい時代の要請に応えるロケットがイプシロンである。イプシロン開発の目的は、機動性の高い宇宙輸送システムを作って、みんなの宇宙への敷居を下げようということにある。このために、イプシロンでは、単に機体の性能だけでなく、組立てや点検などの運用を効率化、かつ地上の設備もコンパクトにして打ち上げ方式を革新、ユーザにとっての使いやすさも含めて、打ち上げシステム全体を最適化しようとしている。いうなれば、F1レーシング並みに特殊だった宇宙ロケットを、乗用車並みに運転しやすく、乗り心地の良い身近なシステムに変えようというわけである。このような革新コンセプトは宇宙ロケットの未来を拓く大きな第一歩である。イプシロンは、まさに未来志向のロケットと言えよう。



図1 惑星分光観測衛星「ひさき」

3. イプシロン開発の新しい局面

イプシロン開発のコンセプトを別の観点で眺めてみると、新たな側面が浮かび上がってくる(図2)。すなわち、高性能、高信頼性、そして低コストという概念である。これまで、これらは相反する要求と考えられてきたが、これからは発想の転換が必要である。イプシロン開発では製造プロセスの改革ということも目指していて、例えば、ロケットの作り方を変えて部品数を減らそうと考えている。部品数が減れば潜在的な故障要因は減り、軽量化も図られ、しかも製造工程の効率化も実現する。低コスト化が研究ではないと言うのは錯覚である。こうして設計の根本を変えるような低コスト化の大きな試みが高性能と高信頼性にもつながる、いわゆる一粒で3度おいしい立派な研究になってくる。今後は、このような自由な発想で研究を推進していくべきである。



図2 ロケット開発の新しい局面

さて、このようなコンセプトを分解して、いくつかのポイントに分けてみよう(図3)。まず、これからの宇宙開発は「開かれた宇宙」という考え方が最大のテーマである。いままで宇宙に参加してこなかったような業界にもどんどん宇宙に挑戦してもらって、宇宙の裾野を広げていくことが今後の宇宙開発利用の活性化には不可欠である。言い換えると、これからは最先端の他の産業や異分野との連携が最重要の課題である。というのも、宇宙開発は最先端の科学技術の集大成であり、実際に液体ロケットのエンジンや固体ロケットのモータなどはまさしくその通りである。しかし、他の部分、例えば電気製品などは、信頼性を重視するあまり相当に古臭い技術に頼っていて、まるでガラパゴス状態である。こういう部分を革新していかないかぎり、宇宙ロケットに未来はない。イプシロン自慢の自律・自動点検などは、実は医療の分野や自動車業界では当たり前の技術とも言える。

次のポイントは、脱・特殊材料、脱・特殊部品と言う考え方である。というのも、ロケットの値段が高い理由の一つに特殊な材料や部品を多用しているというのがあって、こういう考え方を転換していくことが今後の宇宙ロケットの発展にとって重要である。極端に言うと、町のホームセンターや秋葉原で売っているような材料や部品でロケットを作ってみたらどうかと思うわけである。例えば、イプシロン1号機のフェアリングの耐熱には、特殊なC/C材を卒業して工業用の汎用の断熱材をうまく活用している。こうして新しい概念をしっかりと汲み取って、少しずつ現実のものにしているところがイプシロン開発の素晴らしいところである。2号機以降は適用範囲を広げ、内容の深さも極めていきたい。

このような取り組みを突き詰めてくと、製造プロセスのシンプル化と言う概念にたどり着く。構造でいうとCFRP一体成型などによる部品点数の削減、電気系でいえばコンポーネントの共通化・モジュール化が当然の目指すべき方向になる。イプシロン1号機の搭載計算機はH2A用のものを使っているが、未来への種も新たに仕込んでいる。例えばボードひとつの交換というワンタッチ方式でイプシロン用に変身できるような工夫である。これからは、こうしたロケットの機種に依らない搭載系と言う考え方がとても重要である。これらに加えて、推進系では低融点推進薬という新たな推進薬の研究を進めている。その心は、設計を根本から変えることにより、大型で効率の悪いバッチ方式の製造を小型で高頻度なプロセスに変えようという試みである。

最後に挙げたいのは、打ち上げシステムのさらなるシンプル化である。ロケットの知能をさらに高めて飛行安全を自律化できれば、もはや地上にはトラッキングレーダや飛行安全監視用の計算機は不要である。極端に言うと、打ち上げ射場全体はテレビの中継車くらいコンパクトになり、未来のロ

- ✓ **進んだ他の産業・異分野との連携(開かれた宇宙)**
医療(心電図)の自律診断→ROSE(自律点検装置)
自動車のエアバック→MOC(火工品自動点検装置)
- ✓ **脱特殊材料・特殊部品(汎用性の高い材料で宇宙を)**
最新の民生部品→半導体リレー(2号機)/フライワイヤレス(E1)
汎用材料の活用→フェアリング断熱材/PBS気体蓄器
- ✓ **製造プロセスのシンプル化(簡単に作れるロケット)**
部品点数削減 →CFRPガンプラ方式(2号機以降)
統合化/共通化/ネットワーク化(アビオ/PBS)
製造方法の革新 →低融点推進薬(小型高頻度プロセス)
- ✓ **打ち上げ方式のシンプル化**
打ち上げ管制→モバイル管制/完全機上判定(2号機)
追跡系→半自律(2号機で実証)/完全自律飛行安全(E1)

図3 イプシロン開発のキーポイント(開かれた宇宙)

ケットに向けた土台がしっかり整うことになる。そこまで一足飛びにいけなくとも、ロケットに搭載した航法センサーのデータをテレメータで地上に送ることによりレーダの廃止は可能である。このような実験を、既にイプシロン2号機で計画之中である。こうした改革を継続して進め、宇宙への敷居をどんどん下げていきたいと考えている。

4. まとめ

宇宙ロケットの世界は今まさに歴史の転換点を迎えようとしている。これからは単に機体の性能だけではなく、製造から打ち上げ、そして搭載系に至るまで、およそロケットの打ち上げに関わるライフサイクル全体をシンプルかつ低コストにしていこうというコンセプトが大切である。そのための第一歩として、イプシロン試験機ではモバイル管制などの超革新技術の実現を果たした。しかし、イプシロンの挑戦はまだ始まったばかりである。今後は、射場系を含めて打ち上げシステムの改革を進め、未来のロケットに向けた土台を着実に整えていく計画である。さらに、設計を抜本的に変えるような技術の革新が、高性能低コストで信頼性も高い世界につながるという展望も見えてきた。こうして一歩一歩確実に新しいコンセプトを形あるものに変え、宇宙輸送系の未来を切り拓いていきたいと考えている。

【参考文献】

森田泰弘、“イプシロンロケットの初飛行と今後の展望、” 航空と宇宙、日本航空宇宙工業会、2013。12月号、pp. 1-13。