

M-V 開発の経緯（5号機から8号機まで）

小野田淳次郎*

1. はじめに

M-V ロケット4号機までの成果は文献[1]に纏められている。M ロケットの歴史とM-V ロケット4号機までの開発経緯についても既に同文献に纏められているので、ここでは5号機から8号機のまでの開発の経緯について述べる。

2. M-V ロケット改良計画

1号機の成功以降、更なる性能の向上と低コスト化に向けたM-V ロケットの改良計画が検討され、予算的制約等から遅々とした歩調ではあったが、着実に進められていた。その一環として、5号機以降の第2段には、新開発のM-25 ロケットモータが用いられた。M-25 ロケットモータには高性能CFRP 製モータケースが用いられ、燃焼圧力（平均）もそれまでの第2段用のM-24 ロケットモータからほぼ倍増した。また、推力方向制御には電気駆動のMNTVCを採用した。さらに、5号機以降、1～2段接手の単純化、第1段SMRC 基数の大幅な削減を行っている。これらの改良は高性能・低コスト化計画の第一歩であったが、4号機の失敗以降停滞し、結果的には当初目論んだ半額近くへのコスト削減は実現しないままとなったことは残念である。

3. 飛翔への復帰

前報[1]記載のように、M-V-4号機はX線天文衛星ASTRO-Eを搭載して2000年2月10日に打上げられた。しかし、第1段点火直後から第1段ロケットのノズルスロート部の耐熱材製のスロートインサートが徐々に破損脱落し、高温の燃焼ガスがノズル側面に噴出、周辺の姿勢制御機器を焼損したため、搭載した衛星を軌道に投入するに至らなかった。

スロートインサートが破損した原因の究明は、各方面からの応援をも得、CFDや破壊統計論などの最新の学術研究成果をも取り入れて、全力を挙げて行われた。慎重な調査検討の結果、スロートインサートの表面あるいは内部に3～4mm程度以上の亀裂などの欠陥が存在したために破損した可能性が高いとの結論に達した[2]。4号機の打上げ失敗は痛恨の極みであるが、この間の原因究明と対策の為の検討により、多くの有用な知見を得たことは救いである。

上記の結論を受けて、最新の非破壊検査手法でも上記の欠陥に対しては検出能力が不足すること等をも勘案し、M-V-5号機に向けた対策として、各段ロケットのスロートインサートを3次元カーボン/カーボン複合材（3D-C/

* The Institute of Space and Astronautical Science (ISAS) / JAXA

C材)製に設計変更した。必要な大きさの3D-C/C材を製造する技術、設備も関係メーカーの努力により、比較的短時間の間に国内に整備できた。設計変更後の各段モータは、地上燃焼試験により設計等の妥当性を検証した。更に、M-Vロケット信頼性会議の充実(より高頻度の開催等)、信頼性管理主任の設置(川口教授)、信頼性確認報告書の作成など、信頼性管理体制の強化を図った。

M-V-5号機は2003年5月9日打上げられ、小惑星サンプルリターンに係わる工学実験衛星MUSES-Cを所定の惑星間軌道に投入した。MUSES-Cは「はやぶさ」と命名された。これにより3年余を経てM-Vロケットは飛翔に復帰した。同時に、Mロケット開発主任は小野田から森田教授に引き継がれた。

4. 宇宙航空研究開発機構の発足

2003年10月、宇宙開発事業団、宇宙科学研究所、航空宇宙技術研究所の統合により宇宙航空研究開発機構(JAXA)が発足した。これに伴い、M-Vロケットの運用は、従来M-Vを支えた宇宙科学研究所職員の殆どが所属する宇宙科学研究本部ではなく、H-IIAなどの運用を担当し、旧宇宙開発事業団職員が殆どを占める宇宙基幹システム本部の担当となった。H-IIAとM-Vには設計や運用の考え方に相違があることをも踏まえ、この環境変化にもかかわらずM-Vを確実に打上げるために、旧宇宙科学研究所から森田教授を始めとする5名が宇宙基幹システム本部所属となり、旧宇宙開発事業団等からの3名と併せて8名のM-Vプロジェクトチームを構成した。更にそれまでM-Vを支えてきた担当者の殆どを宇宙科学研究本部からM-Vプロジェクトに兼任とし、技術の維持、継続性に配慮した。これにより、対外折衝などは全JAXAとしての体制としつつ、現場作業や科学衛星とのインターフェイス調整などの実質的な面では急変を避け、確実な打上げに万全を期した。

この体制の下、2005年7月11日に6号機(すざく)、2006年2月22日に8号機(あかり)、2006年9月23日に7号機(ひので)と、ほぼ半年間隔で3機のM-Vロケットが成功裏に打上げられた。地上設備や人員などの面でこの頻度の打上げを想定していないM-Vにとって、かなりタイトなスケジュールではあったが、打上げ準備作業中に発生した不具合件数は機を追う毎に激減し、その技術の成熟度が立証された。

5. 運用終了と今後に向けた期待

M-Vロケットについては、国の方針として、「・・・打上げ実績のあるロケットであることを踏まえ、固体ロケットシステム技術の維持を図るとともに、我が国の小型衛星(科学衛星を含む)打上げ手段を確保するため、当面運用を継続する。・・・」[3]とされ、金星探査機PLANET-Cも当初、M-V-9号機により打上げられる計画であった。しかし諸事情でPLANET-Cの打上げが2010年へと遅れたことに伴い、M-Vロケット打上げに4年近い空白が生じることとなり、この間の地上設備、製造設備、技術者の維持などをも勘案しつつ、PLANET-Cの打上げ手段について見直しが行われた。様々な議論の末、M-Vは運用を終了し、PLANET-CはH-IIAで打上げること、及び、今後需要の高まりが予想される小型衛星を視野に入れ、我が国が培ってきた全段固体ロケット技術を継承・発展させた小型固体ロケットの開発を検討する方針がJAXA理事長により示された。M-Vクラスの打上げ手段についての今後の見通しが必ずしも透明でないところは気にかかるところであるが、現在、宇宙開発委員会計画部会輸送系ワーキンググループで、上記固体ロケットを含めて我が国の輸送系のあり方について審議が行われているところである。

一方、JAXA宇宙基幹システム本部内には既に森田教授を中心とし次期固体ロケット研究チームが発足し、M-VロケットやH-IIAロケットで培った技術を継承発展させ、低価格で使い易く、発展性にも富む固体ロケットの検討が精力的に行われている。

全段固体ロケット技術の集大成とも言えるM-Vロケットの開発は、幾多の困難に直面しながら、宇宙研内外の多数の関係者の献身的な努力により押し進められた。その過程で我が国の固体ロケット技術はさらに磨かれ、

成熟した。M-V ロケットは2機の惑星ミッションを含む6機の科学衛星、探査機を打上げ、日本の宇宙科学の発展に大いに貢献するとともに、全段固体ロケットの実力を実証した。M ロケットで培った全段固体ロケット技術が継承され、更に発展することにより、次期固体ロケットが素晴らしいロケットになることを期待する。

参考文献

- [1] M-V 型ロケット（1号機から4号機まで），宇宙科学研究所報告 特集 第47号，2003年3月
- [2] M-V 型ロケット4号機打ち上げ失敗の原因究明及び今後の対策について（報告），宇宙開発委員会技術評価部会，2000年7月12日
- [3] 我が国における宇宙開発利用の基本戦略，2004年9月9日，総合科学技術会議