

付 録

付録. 全体スコープ

－開発研究移行評価前の経緯－

- 宇宙航空研究開発機構は平成10年2月に初号機を打上げて以降、平成18年9月に7号機で太陽観測衛星「ひので」を打上げるまで、合計7機のM-Vロケットを打ち上げた。
- 「ひので」に続く科学衛星として平成22年に金星探査衛星（PLANET-C）の打上げを計画しているが、これをM-Vロケットで打上げるには、4年間の設備等の維持費等、多額の経費を要する。
- 一方で、宇宙科学におけるプロジェクトの規模について宇宙開発委員会 計画部会 の元に設置された宇宙科学ワーキンググループにおいて審議され、平成19年1月29日の計画部会にて、以下の方針がとりまとめられた。

『従来M-Vロケットによる打上げを前提とした中型科学衛星計画を中心としていたものを、中型計画に加えて、国際協力を前提とした大型計画と、機動的で迅速に成果を挙げられる小型計画の積極的な推進により、ニーズに即した多様な規模の計画を展開するよう指向すべき。』

- 中型計画に加えて小型計画を積極的に推進するという宇宙科学の計画方針には、M-Vロケットを継続して運用するよりも、機動的・迅速かつ低コストの小型ロケットとH-IIAロケットの組合せで対応する方が、効果的、効率的であり、中型計画のミッションもより充実したものになる。

これらの背景を踏まえて、宇宙開発委員会 計画部会 の元に設置された輸送系ワーキンググループにて固体ロケットシステム技術の維持方策について審議され、平成19年2月27日の計画部会にて、以下の方針がとりまとめられた。

『M-Vロケットの開発・運用を通じて得た知見を継承し、基幹ロケットと基盤、機器を共通化するなどの設計思想の下「次期固体ロケット」を開発し、小型衛星への柔軟、効率的に対応することで固体ロケットシステム技術の維持・向上を図る。なお、次期固体ロケットの開発に伴いM-Vロケットの運用を終了する。』

付録. 全体スコープ

－開発研究移行評価前の経緯－ (政策的位置づけ:総合科学技術会議)

●我が国における宇宙開発利用の基本戦略

(平成16年9月9日 総合科学技術会議)

- 固体ロケットシステム技術は、我が国独自の技術の多くの蓄積があり、即時打上げ要求に対応可能な特徴を持つ技術として、我が国がその自律性を確保する必要がある。M-Vロケットについては、技術開発は終了した、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。なお、固体ロケットシステム技術の維持方策としては、M-Vロケットのみによる対応だけではなく、H-IIAロケット固体ロケットブースタの技術維持による対応や、M-Vロケットのコスト削減方策の検討を含め将来における民間移管の可能性を視野に入れた対応の検討が必要である。

●第3期科学技術基本計画 分野別推進戦略(フロンティア分野)

(平成18年3月28日 総合科学技術会議)

- 重要な研究開発課題の概要:M-Vロケット
- 研究開発目標(計画期間中の研究開発目標)
 - 2010年度までに、固体ロケットシステム技術の維持方策を明確にするとともに、我が国の自律性の確保のため、即時打上げ要求に対応可能な特徴を持つ技術として、固体ロケットシステム技術を維持する。【文部科学省】
- 成果目標
 - 2010年度までに世界トップレベルの打上げ成功率90%(20機以上打上げ実績において)を達成し、我が国が必要な衛星を必要に応じて独自に打ち上げる能力を確立する。また、中小型から大型の衛星の打上げに対応できる能力を維持・確立する。【文部科学省、経済産業省】

付録. 全体スコープ

－開発研究移行評価前の経緯－ (政策的位置づけ:宇宙開発委員会)

●宇宙開発に関する長期的な計画

(平成15年9月1日 総務大臣・文部科学大臣・国土交通大臣)

- M-Vロケットについては、政府としての技術開発を終了し、大型固体ロケット技術を確立した。これまでの技術成果を有効に利用し、打上げウィンドウなどの打上げに当たって厳しい条件を有する科学衛星について、引き続き、全段固体ロケットとしての優位性を活かした打上げを行うなどにより、固体ロケット技術の維持を図る。その際例えば、H-II Aロケットの固体推進系との共通化等により、打上げコストの低減に努めることが望まれる。なお、科学衛星の打上げ手段については、将来において国内での他の代替手段が信頼性等の観点から確立した時点で、改めて検討を行う。

●宇宙開発委員会計画部会輸送系ワーキンググループ (平成19年1月まで)

- 固体ロケット固有の技術の向上を図りつつ「次期固体ロケット」を開発し、小型衛星へ柔軟、効率的に対応することが適切
- 本ロケットの開発は、宇宙科学にとって有用な輸送手段を提供するという意味で極めて重要であるのみならず、ロケット工学の発展を図るもの
- 短期間・低コストの打上げオペレーションや、簡素性を徹底的に追求した射場設備などの新しい設計思想を採用し、単なる既存コンポーネントの組合せでは及ばない高品質のシステムを構築するとともに、革新的な運用性の向上を目指す
- 基幹ロケットと基盤（技術、技術者、技能者、設備）、機器を共通化するなどにより、短期、低コストでの開発や、基幹ロケットと一体となった信頼性向上、コストダウンを図る

付録. 全体スコープ

－開発研究移行評価の結論－

「宇宙開発に関する重要な研究開発の
次期固体ロケットプロジェクトの事前評価結果」(抜粋)
平成19年8月27日宇宙開発委員会 推進部会

4. 次期固体ロケットプロジェクトの事前評価結果

(1) プロジェクトの目的(プロジェクトの意義の確認)

次期固体ロケットプロジェクトは、小型衛星計画への対応及び固体ロケットシステム技術の維持・向上を目的としている。

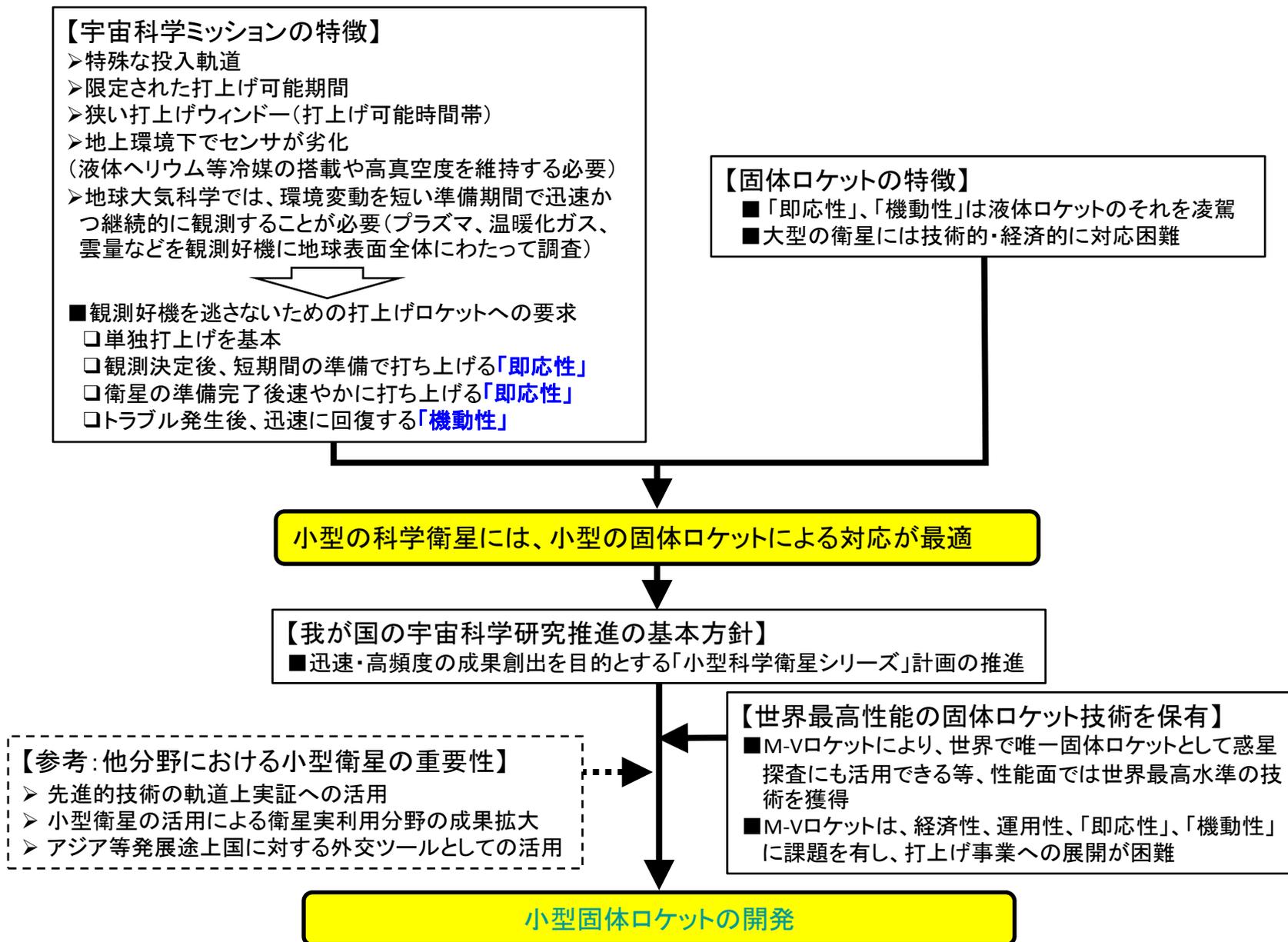
本プロジェクトは、基本戦略や長期計画等に規定されているわが国における宇宙開発利用全体の意義、目標及び方針等を踏まえるとともに、その目的は、次期長期計画の検討の一環として実施された輸送系ワーキンググループの結論に的確に対応するものと認められる。

さらに、固体ロケットの長所を生かし、システム構成と運用を簡素化することで、小型衛星の打上げに適した、信頼性が高く、運用性、経済性に優れた小型ロケットを開発することを目的としており、具体的に示された多岐にわたる小型衛星のニーズに対応するものと認められる。

固体ロケット技術の継承という面からも、開発経験の継続による人材育成が期待できることから意義が大きく、本プロジェクトの目的は適切である。

付録. 背景及び位置付け

小型科学衛星計画を推進する上での小型固体ロケットの必要性



付録. 背景及び位置付け

海外小型ロケットの動向

- 海外の小型固体ロケットはICBM転用により廉価な打上げ価格を設定。近年は価格上昇の傾向。
- 商業受注実績は、打上げ能力1トン以上クラスのロケットで1機／年以下、トールスXLで0.5機／年程度。打上げ能力0.5トンクラスのペガサスで1～1.5機／年程度。
- 欧州のベガは初期5機をESAが調達。欧州以外の打上げロケット(多国籍企業によるロケット)との価格差を考慮してVERTAプログラムによる価格低減措置を実施。
- 米国はUSAFのプログラムでミノタウルスを開発。政府需要専用であり、商業打上げは行っていない。商業打上げを行っている企業(2社)はいずれもNASAと莫大なアンカーテナント契約を締結。
- ファルコン1は打上げ能力約0.5トンでありイプシロンと衛星のターゲットが異なる。(競合しない)

付録. 背景及び位置付け

政府プログラムによる小型ロケットの動向

【欧州】(2008年 ESA bulletin 135、2005年 JAXA調べ)

- ESA Verta (Vega Research & Technology Accompaniment) プログラムとして
 - ・ 固体ロケットVEGA (LEO300kmに2.3ton)を開発中。2010年初号機打上げ予定。
 - ・ 欧州以外の打上げロケット(多国籍企業によるロケット)との価格差を考慮して補助金の支出を決定。
 - ー 初期5機に対して247M€ → 14M€ /機の価格設定
 - ー 次の5機については17M€ /機、11号機以降は21M€の価格設定に対応した補助金の支出を予定。
- ESAは、“Buy European”政策により、欧州のロケットの価格が欧州以外の打上げロケットよりも25%以内の高値であれば、欧州のロケットを使用すること、としている。



【米国】

- 米軍のプログラム (USAF's Orbital/Suborbital Program) の中で
 - ・ 固体ロケットミノタウルス1 (LEOに0.6ton) を開発 (OSC社に委託)、即応性を狙った小型技術実証衛星 (TacSatシリーズ) を打上げ。
 - ・ 打上げ能力を向上したミノタウルス4 (LEOに1.7ton) を2010年4月に打上げ (サブオービタル飛行)。
 - ・ ミノタウルスロケットは政府需要専用であり、商業打上げは行っていない。
- 米空軍 (DARPA) は同じくOSC社による商業用の固体ロケットトールラス (LEOに1.6ton) の開発資金を負担。



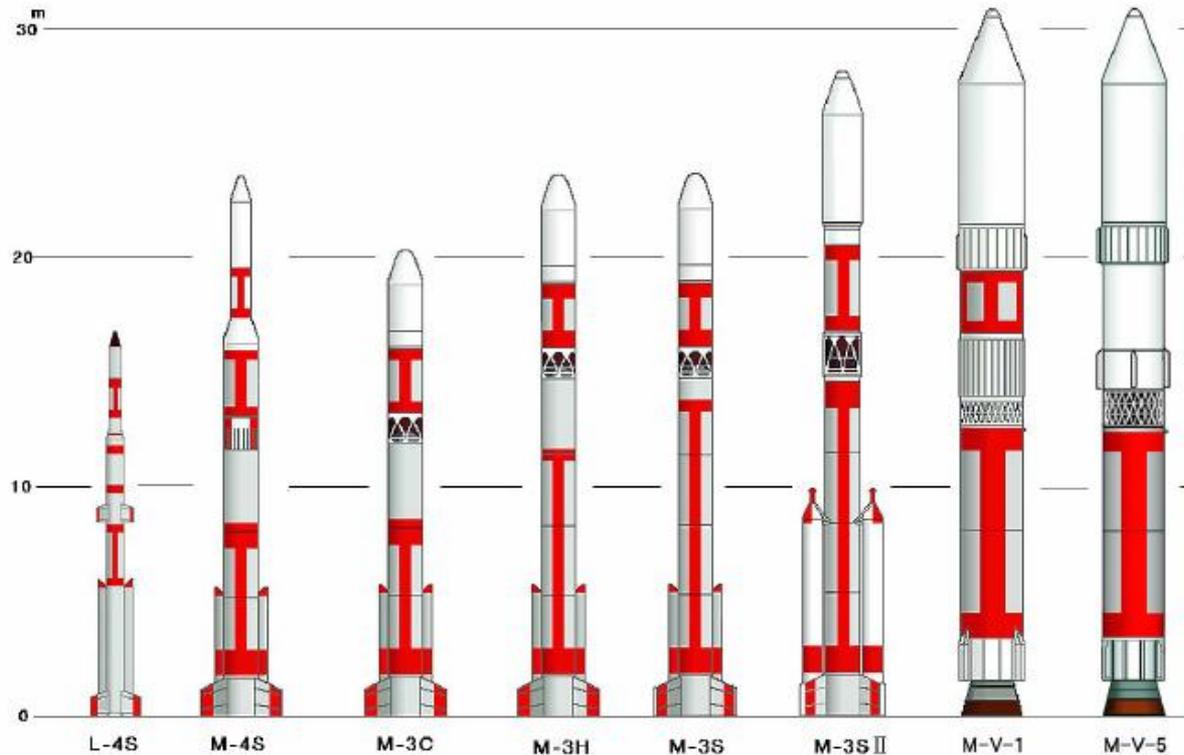
付録. 背景及び位置付け

海外小型ロケットの比較

| ロケット名 | ファルコン1 | ペガサスXL | ミノタウルス | トーラスXL | ロコット | ベガ | |
|------------|-----------------|---------------------|-------------------------------------|---|---|------------------------------------|----------------------|
| 国名 | 米国 | 米国 | 米国 | 米国 | 露 | 欧州 | |
| LEO打上能力 | 0.42t | 0.44t | 0.58t | 1.46t | 1.95t | 2.2t | |
| 初号機打上年 | 2006年 | 1990年 | 2000年 | 1994年 | 1990年 | 開発中 | |
| 打上実績 | 2/5 (民需は1/1) | 35/40 (民需は14/15) | 8/8 (全て官需) | 6/8 (民需は3/5) | 13/14 (民需は9/10) | — 初期5機はESA調達 | |
| 機体形態 | 1段 | 液体(ケロシン) Merlin | 固体 Orion 50SXL | 固体 M-55A 1 (Minuteman転用) | 固体 Castor120 (Peace Keeperベースに開発) | 液体(ヒドラジン系) RD-0233 (SS-19転用) | 固体 P80 FW |
| | 2段 | 液体(ケロシン) Kestrel | 固体 Orion 50XL | 固体 SR-19 (Minuteman転用) | 固体 Orion 50SG or SXLG (ペガサスモータ伸張) | 液体(ヒドラジン系) RD-0235 (SS-19転用) | 固体 Zefiro 23 |
| | 3段 | — | 固体 Orion 38 | 固体 Orion 50XL (ペガサス転用) | 固体 Orion 50 or 50XL (ペガサス転用) | 液体(ヒドラジン系) Breeze KM (既存品活用) | 固体 Zefiro 9 |
| | 4段 | — | 液体(ヒドラジン系) HAPS(option) | 固体 Orion 38 (ペガサス転用) | 固体 Orion 38 (ペガサス転用) | — | 液体(ヒドラジン系) RD-869 |
| | フェアリング | | | ペガサス転用 | 既存品活用 | 既存品活用 | |
| | アピオニクス | | | 既存品活用 | | | |
| 打上げ費用(M\$) | ~FY2008 *1 | 7 | 16 | 14.5 | 25 | 13.5 | — |
| | FY2009~ *2 | 8 | 36~40 (※) | 15 | 48 | 15 | — |
| 備考 | | 空中発射 | 米空軍のOSP契約で開発。 ICBM、ペガサス、既存品の組合せ。 | 米空軍(DARPA)のSSLV programで開発。 ICBM、ペガサス、既存品の組合せ。 | | | |

*1: FAA Quarterly Launch Report 1stQuarter 2009 以前 *2: FAA Quarterly Launch Report 2ndQuarter 2009 以降、NASA予算書
ただし、(※)はペガサスXLの実勢価格。NASA打上げサービス調達(2011及び2012打上げ予定)のプレスリリースによる。

付録. 固体ロケット技術発展の推移



| | L-4S | M-4S | M-3C | M-3H | M-3S | M-3S II | M-V-1 | M-V-5 |
|------------|-------|------|------|------|------|---------|-------|-------|
| 全長 (m) | 16.5 | 23.6 | 20.2 | 23.8 | 23.8 | 27.8 | 30.7 | 30.8 |
| 直径 (m) | 0.735 | 1.41 | 1.41 | 1.41 | 1.41 | 1.41 | 2.5 | 2.5 |
| 全質量 (ton) | 9.4 | 43.6 | 41.6 | 48.7 | 48.7 | 61 | 139 | 140.4 |
| 打上げ能力 (kg) | 26 | 180 | 195 | 300 | 300 | 770 | 1,800 | 1,850 |