

委10-4  
(参 考)

H-IIA ロケットの検討状況について

平成8年4月17日

宇宙開発事業団

はじめに

宇宙開発事業団においては、平成7年度にH-IIA ロケットの概念設計作業を実施し、この結果を踏まえて、現在H-IIA ロケットの開発の進め方について、巾広く検討しているところであるが、その状況は次の通り。

## 1. 経緯

H-IIA ロケットに関わるこれまでの主要経緯は、以下の通りである。

- (1) 平成7年度予算でH-II発展型ロケットの研究が認められ、概念設計に着手。
- (2) 平成8年度宇宙開発計画見直し要望において、開発着手を要望。
- (3) 平成8年3月に、基本的な仕様、開発スケジュール等を設定するための概念設計作業を終了。

## 2. 開発目標

H-IIA ロケットの主要開発目標は、以下の通りである。

- (1) 人工衛星の打上げ・宇宙ステーションへの補給などの、多様な輸送需要に柔軟に対応できる輸送手段として、静止軌道に2トンから3トン程度までの打ち上げ能力を持つロケットを開発し、ファミリー化を図る。将来的には簡単な改修にて、静止4トン相当のペイロードにも対応可能なシステムとする。
- (2) H-IIA ロケットの打上げ費用は、信頼性を確保しつつ静止2トン級で85億円以下、静止3トン級で115億円以下まで低減する。
- (3) H-IIA システムは、極力システムの簡素化を図るとともに、整備作業にあたり自動化、効率化を可能とするように配慮したロケット・射点システムを開発する。

### 3. 検討状況

#### 3. 1 機体の検討状況

種々のコンフィギュレーションについてトレードオフを行い、固体ロケット付き水素ブースターによるファミリー化（図1参照）を基本とした。

H-IIA ロケットの主要諸元を、図2～3に、世界の主な人工衛星打上げロケットを図4に示す。H-IIA ロケットのH-IIからの主要変更点を図5に、静止3トン級機体における主要検討課題を図6に示す。また、主要サブシステムの概要を図7、8に示す。

なお、静止3トン級機体における水素ブースター（LRB）の形態について、クロスフィード案及びエンジンクラスター案（図9参照）についての最終的なトレードオフを実施した結果、以下の技術課題における優位性を考慮して、LRBにエンジンを2基搭載するエンジンクラスター案を採用することとした。

##### (1) 打上げ能力

宇宙ステーション補給機（HTV）打上げミッションに対する打上げ能力要求（13トン以上）に対して、エンジンクラスター案の方が能力余裕が大きく、また単位打上げ能力あたりの打上げコストが小さい。

##### (2) 制御系に対する要求

静止3トン級機体の非対称性及びブースターの推力バランスの関係上、第1段及びLRBエンジンは、姿勢の安定を保つために舵角を取る必要が生じるが、エンジンクラスター案の方が、クロスフィード案に対して飛行初期にこの舵角が小さく、これに対応して機体制御上の技術課題が少ない。

##### (3) 射点近傍における指令破壊時の推進薬破片の影響

打上げ時における射点近傍でのロケット指令破壊時の固体ロケット推進薬破片地上落下の安全上の影響について検討を実施した結果、機体総重量に対して推力の比率（推重比）の大きいエンジンクラスター案の方が、クロスフィード案より、安全余裕の大きい軌道を飛行することができる。

その他、H-IIA ロケットにおける主要変更点の一つとして、現行の4分割型金属ケース式SRBを一体型複合材ケース式のSRB-Aへ変更する。SRB-Aの採用により射場でのSRB組立作業が大幅に短縮される他、H-IIA ロケットシステム全体の簡素化、低コスト化、高信頼性化が可能となる。

また、低コスト化のためH-IIAの開発にあたって、輸入部品等の採用を検討している（表1参照）。

### 3. 2 射点設備の検討状況

現行射点設備を静止4トン級対応への発展性も有するH-IIAロケット用射点へ改修することは、技術的にもまたスケジュール的にも、極めて困難であることから、射点設備を新設する必要があると考えている。

これまでの検討より、射点設備の形態については、改修規模が小さいこと、及び将来的な運用の柔軟性を考慮して移動射座方式案を考えている。移動射座方式案の概要を図10に示す。

なお、静止2トン級H-IIAロケット初号機打上げを平成12年度以前に実施するためには、現行射点設備を静止2トン級H-IIA対応に改修する必要がある。

また、65トン級一体型SRB-Aへの推進薬の充填設備の能力増強、輸送性の改善のために、種子島宇宙センター内に推進薬充填設備を整備すべく、早急にその準備作業を開始したいと考えている。

### 3. 3 開発スケジュール

H-IIAロケットの開発スケジュールの見直し案を、図11に示す。

なお、静止3トン級については当初計画通り平成13年度の打上げを目標としているが、静止2トン級については、新たな液体ロケットブースタ(LRB)に関わる技術開発がないため、平成11年度中もしくは12年度中に開発を完了できる技術的な目処がついた。ただし、このためには次の措置を講じることが必要である。

#### (1) 開発計画の前倒し

当初計画より、一部の開発計画を早めに行う必要があり、開発計画及び開発資金計画の見直しが必要となる。

#### (2) 現行吉信射点の改修

新設する射点の開発の前倒しは困難なため、別途現行の吉信射点を静止2トン級H-IIロケット対応に改修する必要がある。

#### (3) 初号機のペイロード及び打上げ時期

静止2トン級の初号機ペイロード及びその打ち上げ時期について検討する必要がある。

#### 4.まとめ

H-II A計画の主要要求項目に対して、ほぼその目標を達成できる見通しが得られた(表2参照)。

今後、さらにリスクの詳細評価も行い、H-II A開発計画を確定し、それに基づき着実に開発を進めていきたい。

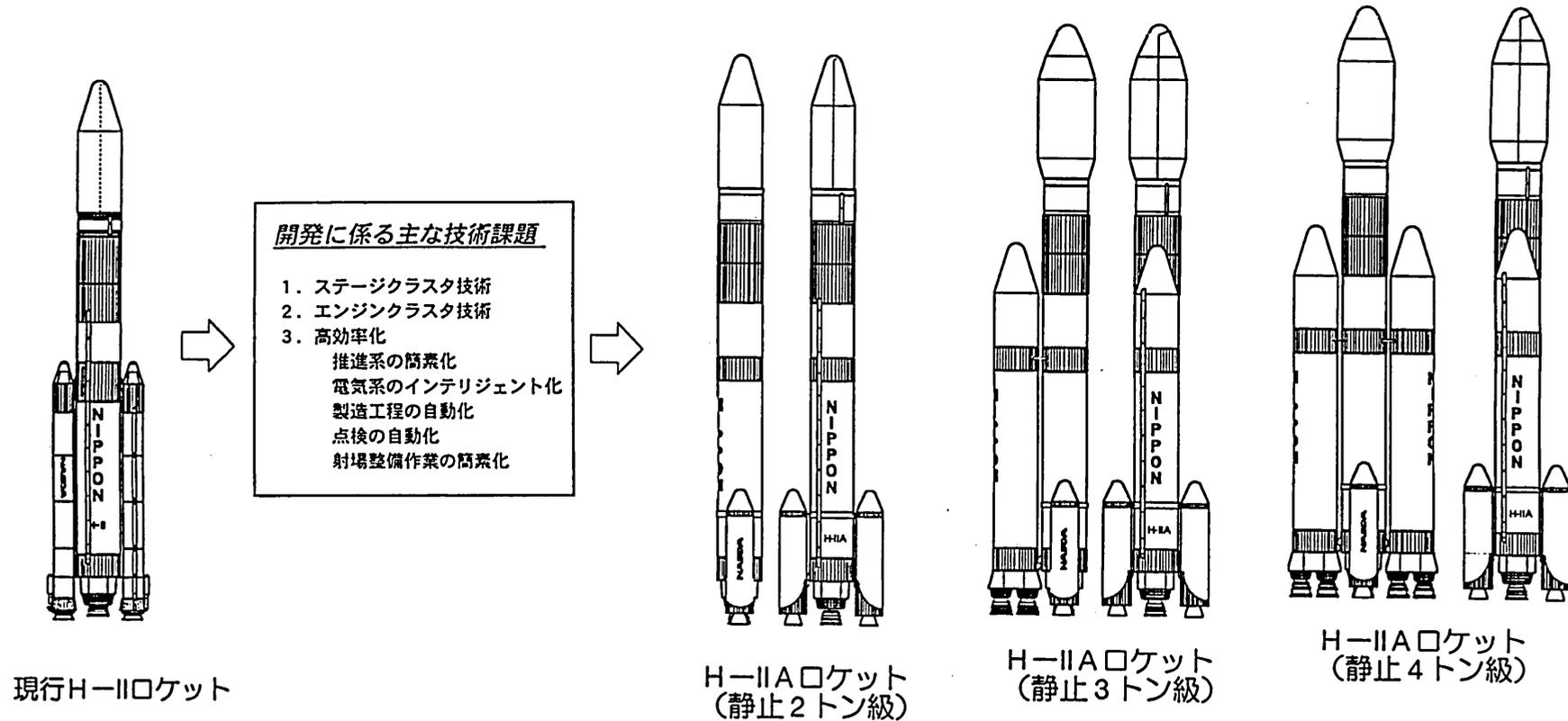
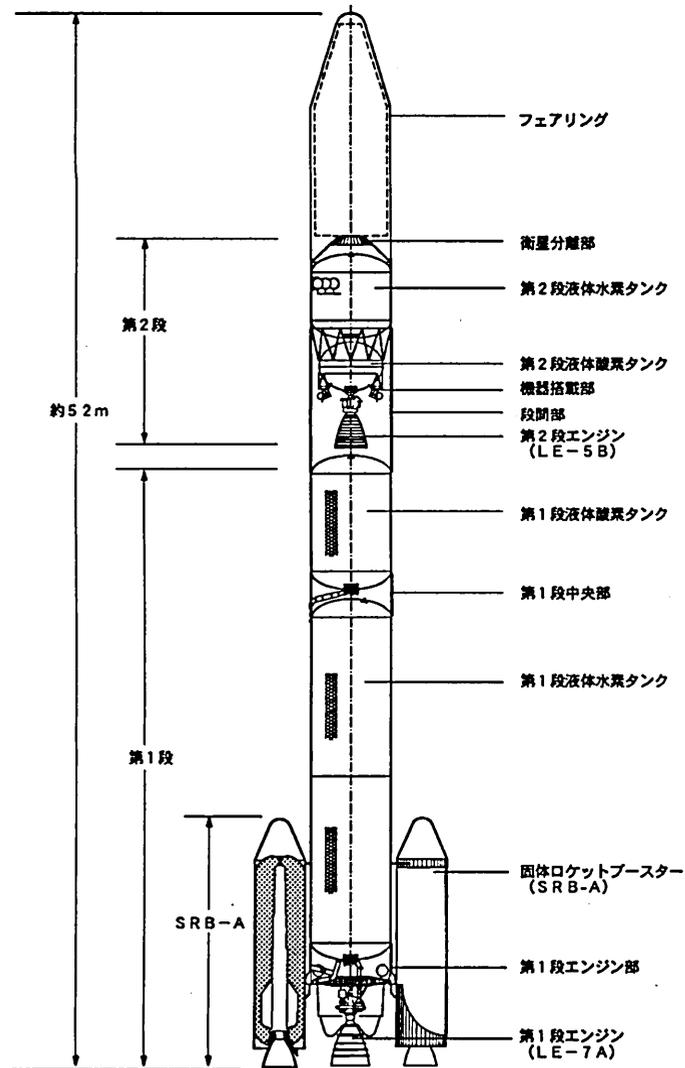
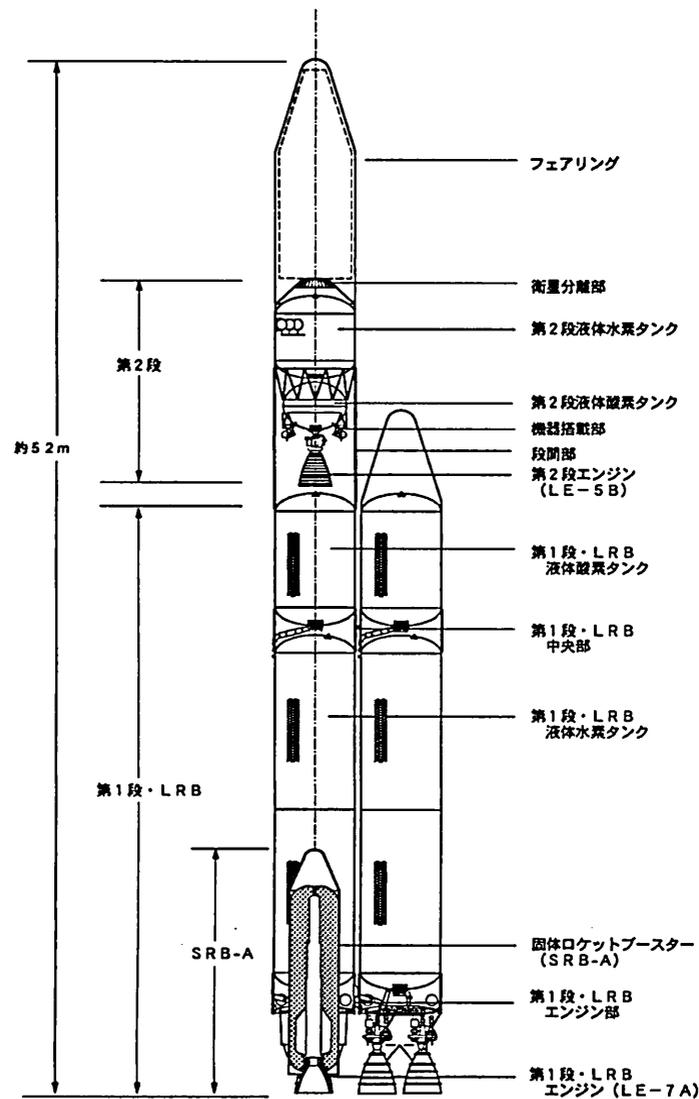


図1 H-IIAロケット機体基本構成



項目		諸元	備考
全長		約 52 m	
全備重量		約 283 ton	
静止軌道打上能力		約 2.0 ton	
第1段	推進薬	液体酸素/液体水素	真空中
	推進薬重量	約 96 ton	
	推力	約 110 ton	
	燃焼時間	約 385 秒	
	比推力	約 441 秒	
全備重量		約 109 ton	真空中
SRB	推進薬	固体推進薬	2本分 2本分、真空中
	推進薬重量	約 128 ton	
	推力(最大)	約 460 ton	
	燃焼時間	約 100 秒	
	比推力	約 277 秒	
全備重量		約 149 ton	真空中平均 2本分
第2段	推進薬	液体酸素/液体水素	真空中 再着火機能 真空中
	推進薬重量	約 17 ton	
	推力	約 14 ton	
	燃焼時間	約 520 秒	
	比推力	約 450 秒	
全備重量		約 19 ton	
フェアリング	直径	4 m	
	全長	12 m	
誘導方式		IMU慣性誘導方式	

図2 H-IIAロケット主要諸元 (静止2トン級)

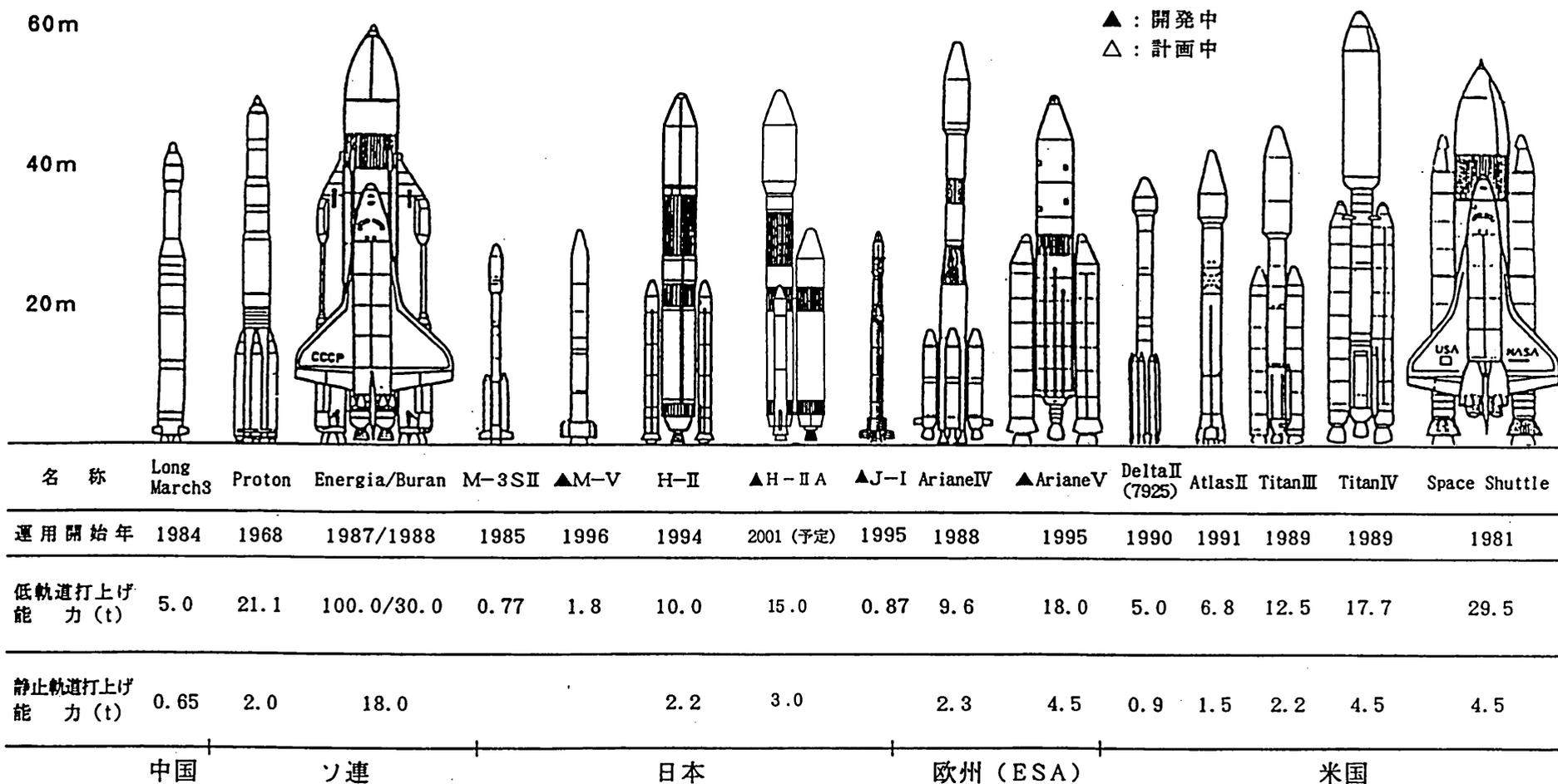


項目		諸元	備考
全長		約 52 m	
全備重量		約 397 ton	
静止軌道打上能力		約 3.0 ton	
第1段	推進薬	液体酸素/液体水素	真空中
	推進薬重量	約 96 ton	
	推力	約 110 ton	
	燃焼時間	約 385 秒	
	比推力	約 441 秒	
全備重量		約 109 ton	真空中
L R B	推進薬	液体酸素/液体水素	真空中
	推進薬重量	約 96 ton	
	推力	約 220 ton	
	燃焼時間	約 190 秒	
	比推力	約 441 秒	
全備重量		約 111 ton	真空中
S R B	推進薬	固体推進薬	2本分 2本分、真空中
	推進薬重量	約 128 ton	
	推力 (最大)	約 460 ton	
	燃焼時間	約 100 秒	
	比推力	約 277 秒	
全備重量		約 149 ton	真空中平均 2本分
第2段	推進薬	液体酸素/液体水素	真空中 再着火機能 真空中
	推進薬重量	約 17 ton	
	推力	約 14 ton	
	燃焼時間	約 520 秒	
	比推力	約 450 秒	
全備重量		約 19 ton	
フェアリング	直径	4 m	
	全長	12 m	
誘導方式		IMU慣性誘導方式	

図3 H-IIAロケット主要諸元 (静止3トン級)

図4 世界の主な人工衛星打上げロケット

8



b

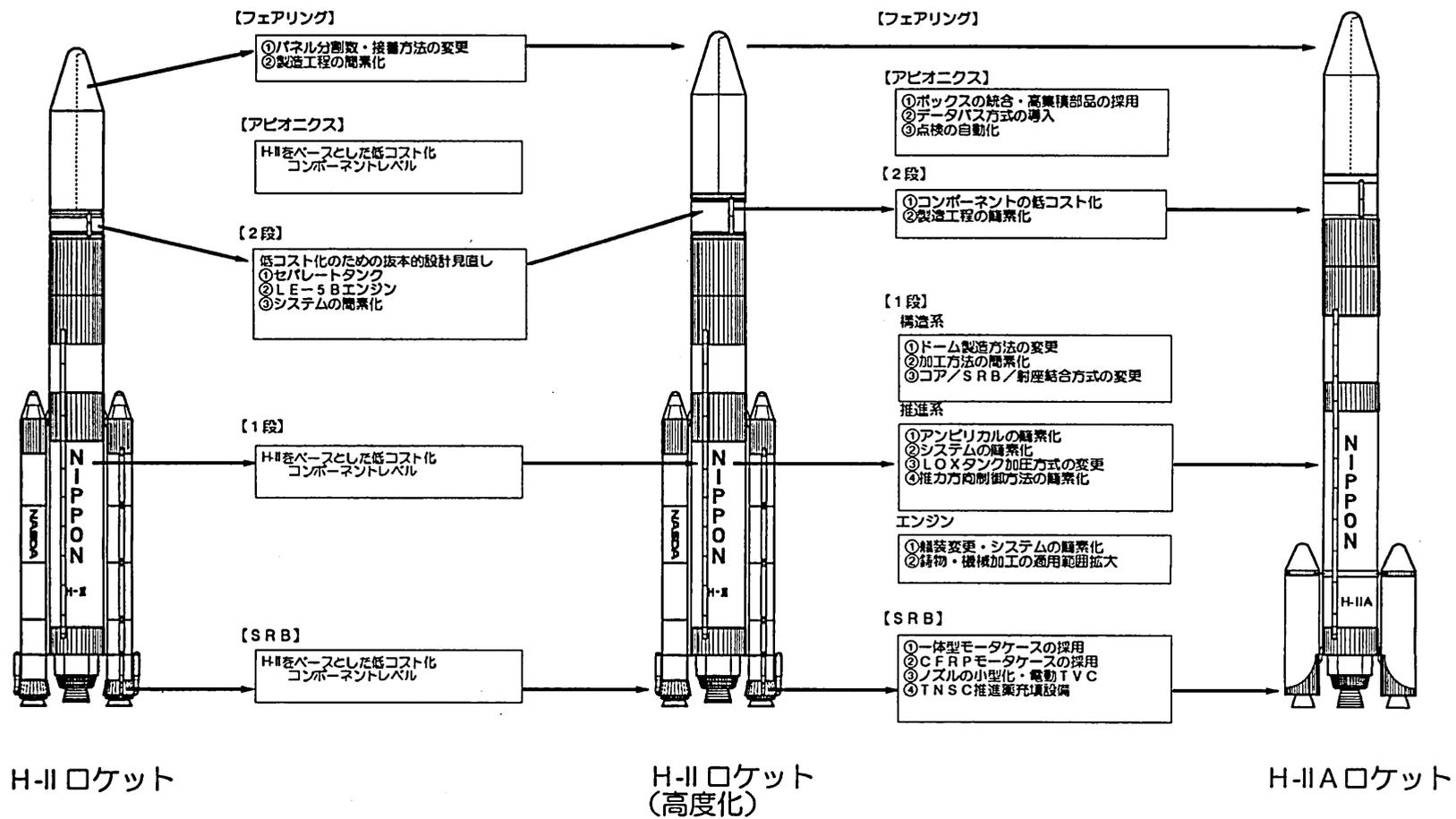
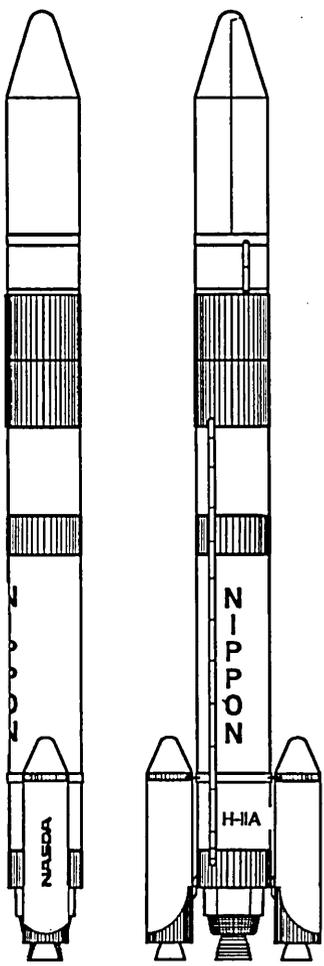


図5 H-IIロケットからの変更点



H-IIA ロケット  
(静止 2 トン級)

【システム】

- ① ステージスラスト技術の確立
- ② 空力特性 (制御性/機体荷重条件等)
- ③ 飛行経路 (パッドクリアランス等)

【制御系】 非対象機体の制御性

- ① 1 段・LRB エンジン 舵角要求
- ② SRB ノズル 舵角要求

【構造系】

- ① 機体起立方法
- ② エンジン部構造強度
- ③ 中央部構造強度
- ④ 静止 2 トン級第 1 段との共通性

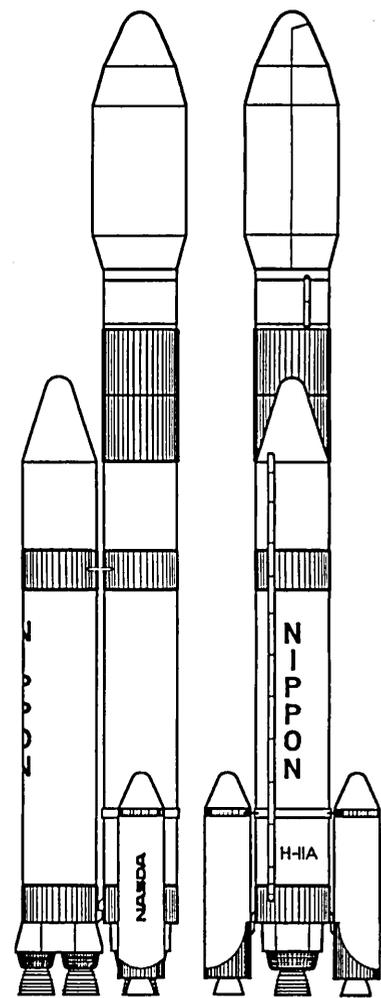
【推進系】

エンジンクラスター技術の確立

- ① エンジン排気干渉
- ② 2 台エンジン同時着火・停止

【エンジン】

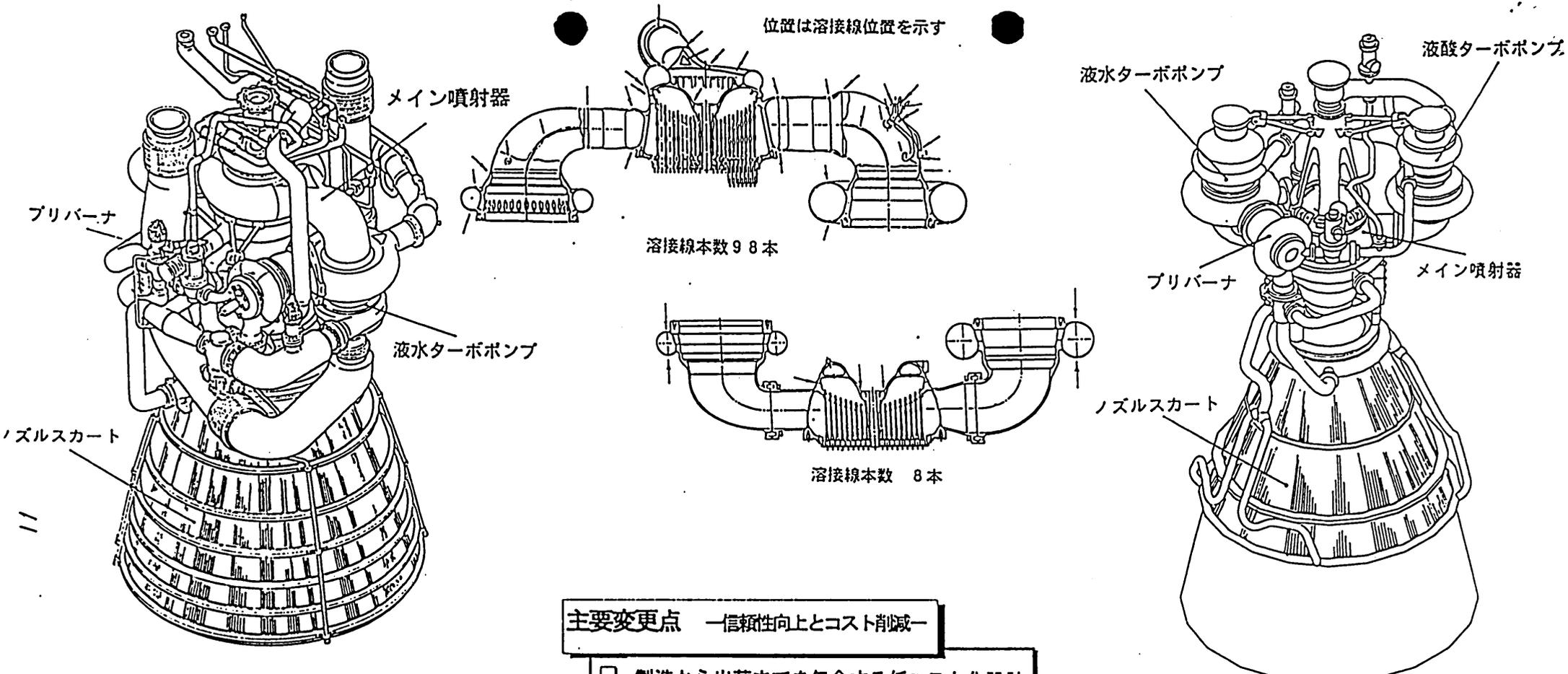
- ① 複数エンジンの同時起動/停止
- ② スロットリング (可変推力化)



H-IIA ロケット  
(静止 3 トン級)

図 6 静止 3 トン級の検討課題

10



LE-7エンジン主要諸元

推力 (真空中)	110	tonf
混合比	6.0	
比推力	445.6	sec
液水ターボポンプ回転数	42200	rpm
液酸ターボポンプ回転数	18100	rpm
プリバーナガス温度	810	K
エンジン全長	3243	mm
エンジン最大径	2610	mm

主要変更点 一信頼性向上とコスト削減一

- 製造から出荷までを包含する低コスト化設計  
機装変更、システムの簡素化  
⇒ 部品の小型化/削減、整備の簡易化
- 製造の改善  
鋳造品及び機械加工品 (半加工品) の多用  
⇒ 部品点数の削減、溶接部の削減
- 燃焼試験の効率化

LE-7Aエンジン主要諸元

推力 (真空中)	110	tonf
推力可変機能あり (混合比制御なし)		
混合比	5.9	
比推力	441	sec
液水ターボポンプ回転数	41200	rpm
液酸ターボポンプ回転数	18050	rpm
プリバーナガス温度	740	K
エンジン全長	3765	mm
エンジン最大径	2000	mm

図 7 LE-7A (第1段及びLRB用エンジン)

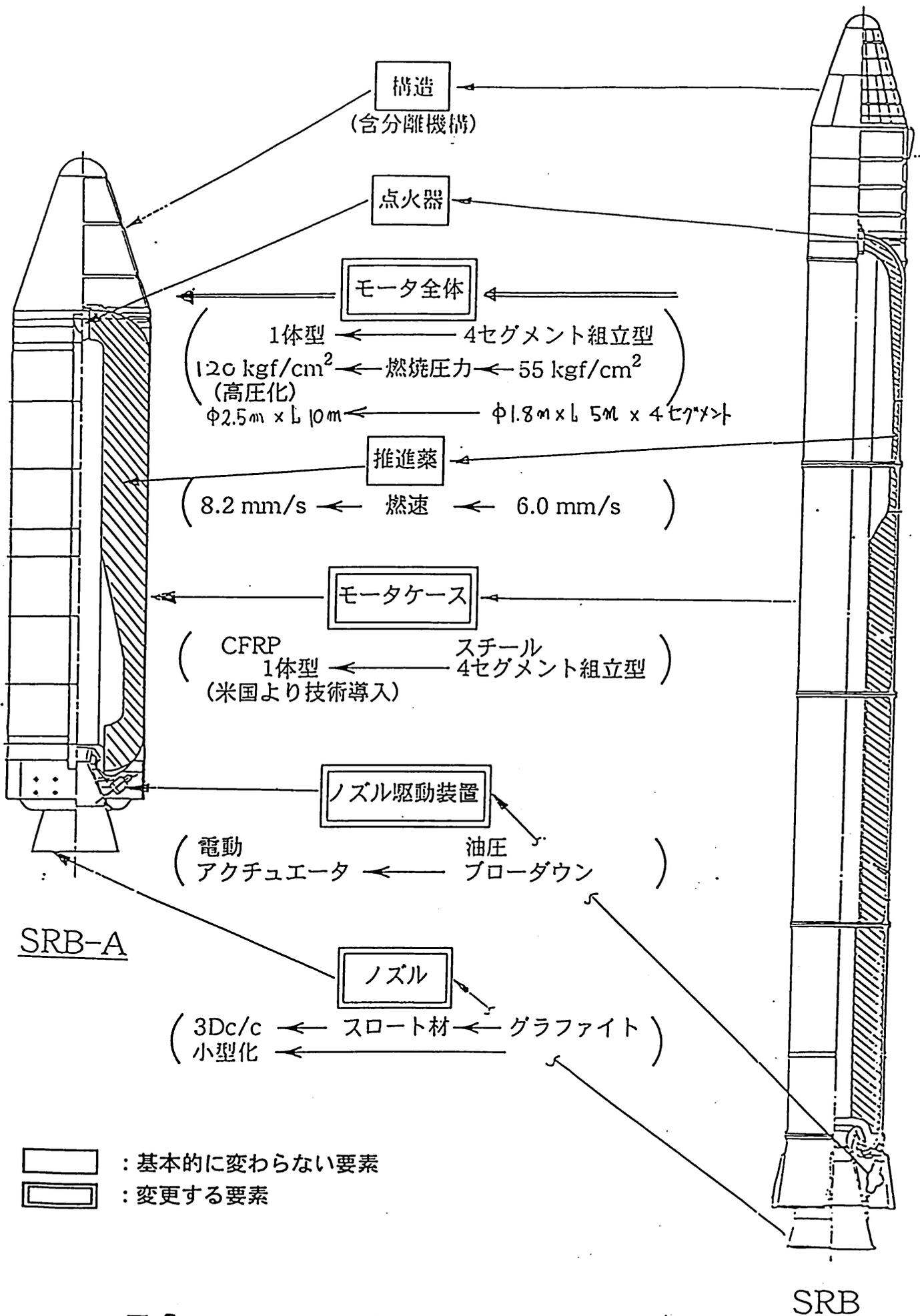
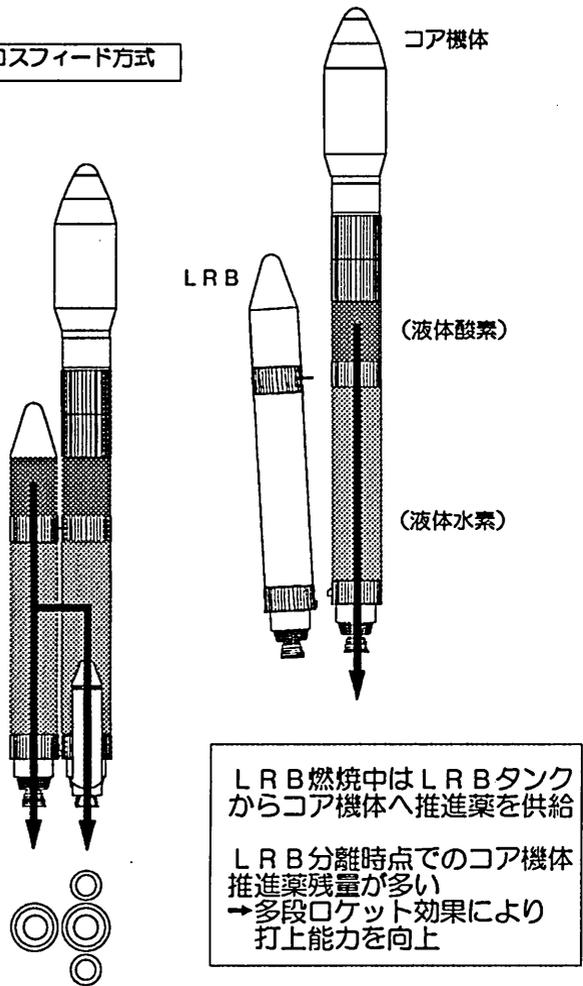


図 8 SRB-A (固体ロケットブースター)

クロスフィード方式



エンジンクラスター方式

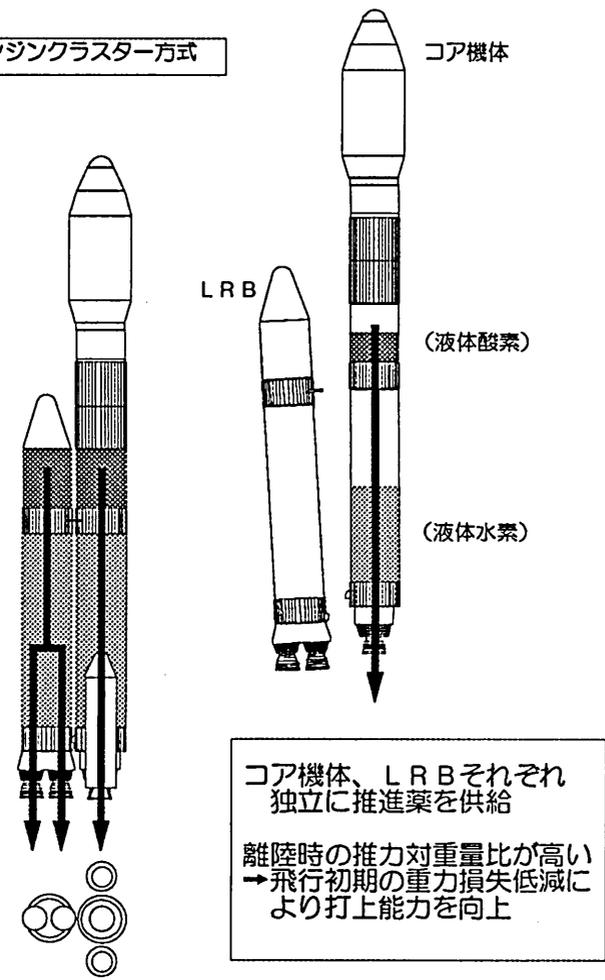
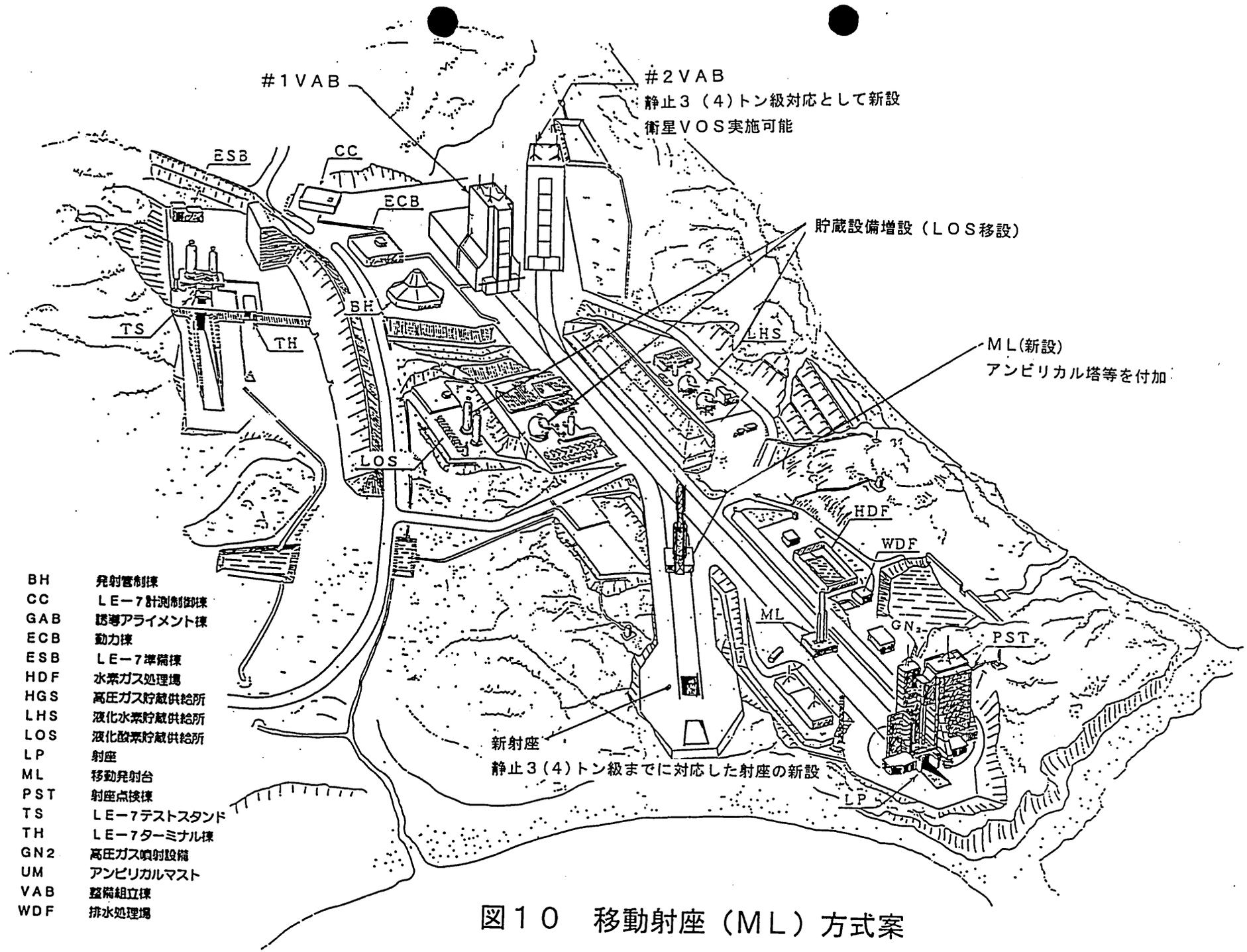


図9 クロスフィード方式とエンジンクラスター方式比較

表-1 H-11Aに関して輸入する可能性のある部品等

サブシステム	項目	製品or技術	輸入(購入)先	担当メカ	購入(導入)形態	使用に際しての条件	ステータス
2段機体	2段LH2タンクドーム	製品	マクダ・礼・ダグラス(米)	MHI	H-11ロケット仕様により購入	H-11Aへの使用に対して条件なし	開発供試体及び8号機用発注済
	2段LOXタンク	製品	同上	同上	同上	同上	同上
	3WAYソレノイドバルブ	製品	マロツタ(米)	MHI	H-11ロケット仕様により購入	同上	確認試験準備中
	圧力センサ	製品		MHI	既存品を購入	同上	照会並びに業者選定中(国内品を含めて)
2段エンジン	ノズルスカート	製品	フラット&ホイニ(米)	MHI	H-11ロケット仕様により購入	同上	開発供試体を4月にメカ間で契約予定
	温度センサ	製品	ローズマウント(米)	IHI	既存品を購入	同上	照会並びに業者選定中(国内品を含めて)
ガスジェット装置	ジェットモータ触媒	製品	シエル(米)	IHI	既存品を購入	同上	照会中(輸入実績有・国産品有)
	ヒドラジン	製品	オーリン(米)	IHI	既存品を購入	同上	同上
1段機体	タンクドーム	製品	ツェッペリン(独)、スピングラフ(米)	MHI	H-11ロケット仕様により購入	同上	照会並びに業者選定中
	供給配管ベローズ(LOX用)	製品		MHI	H-11ロケット仕様により購入	同上	照会並びに業者選定中(国内品を含めて)
	3WAYソレノイドバルブ	製品	マロツタ(米)	MHI	H-11ロケット仕様により購入	同上	確認試験準備中
	圧力センサ	製品		MHI	既存品を購入	同上	照会並びに業者選定中(国内品を含めて)
1段エンジン	ノズルスカート板金	製品	ホルホ(スウェーデン)	MHI	H-11ロケット仕様により購入	同上	契約交渉中
	温度センサ	製品	ローズマウント(米)	IHI	既存品を購入	同上	照会並びに業者選定中(国内品を含めて)
固体ロケットモータ	複合材モータケース製造装置	製造装置及び製造技術	サイコル(米)	NM	別途調整中	同上	契約交渉中
アビオニクス	電気電子部品(一部)	製品(部品)	TRWCI(米)他	各社	既存品に仕様追加しH-11ロケット仕様により購入 OR 既存品を購入	同上	照会並びに業者選定中
その他	打上げ・エンジン試験データ解析ソフト	サービス	SEP(仏)				内容照会中



- BH 発射管制棟
- CC LE-7計測制御棟
- GAB 誘導アライメント棟
- ECB 動力棟
- ESB LE-7準備棟
- HDF 水素ガス処理場
- HGS 高圧ガス貯蔵供給所
- LHS 液化水素貯蔵供給所
- LOS 液化酸素貯蔵供給所
- LP 射座
- ML 移動発射台
- PST 射座点検棟
- TS LE-7テストスタンド
- TH LE-7ターミナル棟
- GN2 高圧ガス噴射設備
- UM アンピリカルマスト
- VAB 整備組立棟
- WDF 排水処理場

図10 移動射座 (ML) 方式案

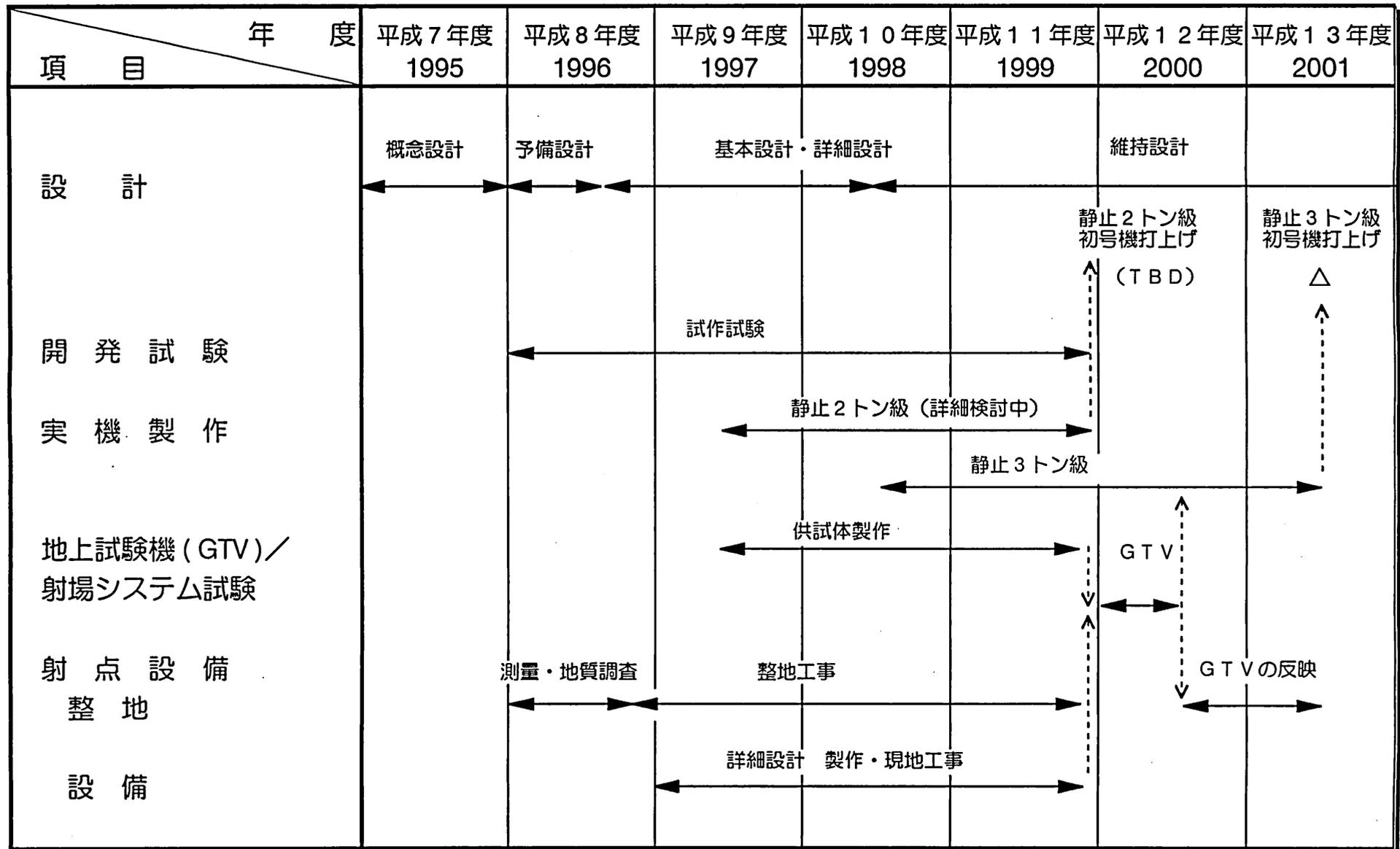


図11 H-IIAロケットの開発計画 (案)

表2 概念設計結果（基本要件達成状況）

要求項目	達成状況	今後の対応策
<p>ミッション要求</p> <p>(1) 静止2トン級 現行H-IIと同等以上</p> <p>(2) 静止3トン級</p> <p style="padding-left: 20px;">GTO 6.0 トン以上</p> <p style="padding-left: 20px;">HTV 13.0 トン以上</p>	<p>性能解析実施（達成見通しあり）</p> <p>性能解析実施（達成見通しあり）</p> <p>性能解析実施（達成見通しあり）</p>	
<p>発射整備作業要求</p> <p>(1) 発射整備作業期間の短縮</p> <p>(2) 発射整備作業要員の削減</p> <p>(3) 発射リサイクル作業の短縮</p> <p>(4) 発射設備復旧期間の短縮</p>	<p>20日以内を目標として設定 （達成見通しあり）</p> <p>省力化手段の検討実施中</p> <p>24時間以内を目標として設定 （確認試験等の実施を条件に達成見通しあり）</p> <p>短縮化手段の検討実施中 （設備設計時配慮すれば対応可）</p>	<p>作業内容、要員数の確定。機体/設備設計への反映。</p> <p>同上（作業実施体制の見直し検討も含む）。</p> <p>リサイクル作業・条件の詳細検討。設計への反映。</p> <p>設備システム設計の中で、具体的仕様を明確化する。</p>
<p>スケジュール要求</p> <p>(1) 開発完了/打上げ目標時期</p> <p style="padding-left: 20px;">静止3トン級初号機打上げ 平成13年度夏期</p> <p style="padding-left: 20px;">静止2トン級の早期打上げ可能性</p>	<p>開発計画設定（達成見通しあり）</p> <p>平成11年度もしくは12年度中に開発を完了できる技術的な目処を得た。</p>	<p>要詳細検討</p>
<p>コスト要求</p> <p>(1) 実機コスト 現在のH-IIから大幅に削減</p> <p style="padding-left: 20px;">静止2トン級 85億円 以下</p> <p style="padding-left: 20px;">静止3トン級 115億円 以下</p>	<p>設定目標コストを設定（達成見通しあり）</p>	<p>さらなるコスト低減に向けて検討を行う。</p>

17

# 委 10-5

H-II ロケット4号機による地球観測プラットフォーム技術衛星 (ADEOS) 及びM-V ロケット1号機による第16号科学衛星 (MUSES-B) の打上げに係る安全の確保に関する調査審議について (案)

平成8年4月17日

宇宙開発委員会決定

## 1. 調査審議の趣旨

(1) 平成8年度夏期には、H-II ロケット4号機による地球観測プラットフォーム技術衛星 (ADEOS) 及びM-V ロケット1号機による第16号科学衛星 (MUSES-B) の打上げが予定されており、これらの打上げに係る安全を確保する必要がある。

(2) このため、平成6年6月に策定した「ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全評価のための基本指針」(以下「基本指針」という)に基づき、所要の調査審議を行うものとする。

## 2. 調査審議事項

H-II ロケット4号機及びM-V ロケット1号機の打上げに係る以下の安全対策についての基本指針に基づく妥当性

- ① 地上安全
- ② 飛行安全
- ③ 安全管理体制

3. 調査審議は、安全評価部会において行うこととし、平成8年5月下旬までに終えることを目途とする。

(参考)

宇宙開発委員会安全評価部会構成員

(部会長)

吉田 忠雄 法政大学工学部教授

(部会長代理)

長洲 秀夫 元科学技術庁航空宇宙技術研究所長

(専門委員)

井口 雅一 (財)日本自動車研究所長、東京大学名誉教授

岩崎 民子 (財)放射線影響協会疫学センター長

内田 國昭 郵政省通信総合研究所宇宙通信部長

河村 光隆 通商産業省工業技術院物質工学工業技術研究所  
統括研究調査官

栗林 忠男 慶応義塾常任理事・同大学法学部教授

小林 繁夫 東京大学名誉教授

近藤 恭平 東京大学工学部教授

坂田 八昭 (社)日本遊技関連事業協会顧問

塩見 弘 中央大学理工学部教授

長谷川和俊 消防庁消防研究所第二研究部長

雑田 元紀 (\*\*) 文部省宇宙科学研究所教授

村山 英敏 (\*) 宇宙開発事業団理事

谷島 一嘉 日本大学医学部教授

山中 龍夫 横浜国立大学工学部教授

(\*) 印の専門委員は、H-IIロケットに関する調査審議については説明者として参加。

(\*\*) 印の専門委員は、M-Vロケットに関する調査審議については説明者として参加。