

## LNG推進系飛行実証プロジェクトに関する主な資料

平成20年2月5日  
宇宙航空研究開発機構

### -目次-

1. 計画調整部会審議結果(平成11年8月4日宇宙開発委員会計画調整部会)[宇宙開発委員会提出資料]
2. 計画調整部会審議結果(平成11年12月13日宇宙開発委員会計画調整部会)[宇宙開発委員会提出資料]
3. 今後の宇宙開発利用に関する取組みの基本について(平成14年6月19日総合科学技術会議)
4. 計画・評価部会審議結果(平成14年8月21日宇宙開発委員会計画・評価部会)[宇宙開発委員会提出資料]
5. 計画・評価部会審議結果(平成15年3月11日宇宙開発委員会計画・評価部会)[宇宙開発委員会提出資料]
6. 宇宙開発に関する重要な研究開発の評価結果(平成15年7月31日宇宙開発委員会計画評価部会)[宇宙開発委員会提出資料]
7. 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)
8. 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)

9. 分野別推進戦略(平成18年3月28日総合科学技術会議)
10. 宇宙開発に関する重要な研究開発の評価LNG推進系飛行実証プロジェクトの中間評価結果(平成18年10月27日宇宙開発委員会推進部会)[宇宙開発委員会提出資料]
11. GXロケットに関する戦略重点科学技術の位置付けについて(平成18年12月26日総合科学技術会議有識者議員)
12. GXロケットの位置付け(平成19年1月12日文部科学省、経済産業省)[宇宙開発委員会計画部会 輸送系ワーキンググループ提出資料]
13. 輸送系ワーキンググループ報告(平成19年1月31日宇宙開発委員会計画部会輸送系ワーキンググループ)[宇宙開発委員会計画部会提出資料]
14. LNG推進系開発の進捗状況について(平成20年1月9日宇宙航空研究開発機構)

此の資料は目次に示す各資料の表紙、引用したい記事のある頁、で構成されるハードコピーに、アンダーラインを書き加えている。とても冗長であり読み難いので、不要と思われる記事を削除して、短く編集した。尚、参考の為続く2ページの原本コピーを添付する。

参考資料の抽出結果が、文科省とJAXAで違っている点も注目に値する。

委 2 9 - 1 - 1

## 計画調整部会審議結果

- 関係各機関における新規に実施する予定の施策及び「宇宙開発計画」（平成11年3月10日決定）の見直しに関する要望事項について —

平成11年8月4日  
宇宙開発委員会  
計画調整部会

iii H-II A ロケット 5 号機

ア. 審議事項

平成14年度に技術試験衛星Ⅷ型（ETS-Ⅷ）を打ち上げることを目標に、H-II A ロケット 5 号機の開発に着手したい。

イ. 審議結果

本ロケットは、既に開発に着手している技術試験衛星Ⅷ型（ETS-Ⅷ）を搭載するものである。従って、平成14年度に打ち上げることを目標に機体の開発に着手することは妥当である。

iv H-II A ロケット 6 号機

ア. 審議事項

平成14年度にデータ中継技術衛星（DRTS-E）及び次世代無人宇宙実験システム（USERS）を打ち上げることを目標に、H-II A ロケット 6 号機の開発に着手したい。

イ. 審議結果

本ロケットは、既に開発に着手しているデータ中継技術衛星（DRTS-E）及び次世代無人宇宙実験システム（USERS）を搭載するものである。従って平成14年度に打ち上げることを目標に、機体の開発に着手することは妥当である。

(3) 先端技術実証ロケットの開発研究（科学技術庁）

ア. 審議事項

メタン・エンジン等再使用型宇宙輸送系で必要となる最新技術の実証と中小型衛星の打上げ需要に対応するための中小型ロケットについて、平成14年度頃に打ち上げることを目標に開発研究に着手したい。

イ. 審議結果

先端技術実証ロケットの開発研究は、将来の再使用型輸送機の実現に貢献するとともに、小型衛星等を国際的なコストで、しかも柔軟に実現することを目指しており、我が国における宇宙開発の幅広い発展を促すことから重要である。従って、先端技術実証ロケットを平成14年度頃に打ち上げることを目標に開発研究に着手することは妥当である。

(4) 豪州小型衛星（FEDSAT）の打上げ（科学技術庁）

ア. 審議事項

国際協力の一環として、平成12年度にH-II A ロケット 2 号機の余剰能力を活用し、環境観測技術衛星（ADEOS-II）と相乗りで、磁気観測実験及びKaバンド通信実験等を行う豪州小型衛星（FEDSAT）を打ち上げることとしたい。

1.

委29-1-1

## 計画調整部会審議結果

- 関係各機関における新規に実施する予定の施策及び「宇宙開発計画」(平成11年3月10日決定)の見直しに関する要望事項について

平成11年8月4日  
宇宙開発委員会  
計画調整部会

(3) 先端技術実証ロケットの開発研究(科学技術庁)

### ア. 審議事項

メタン・エンジン等再使用型宇宙輸送系で必要となる最新技術の実証と中小型衛星の打上げ需要に対応するための中小型ロケットについて、平成14年度頃に打ち上げることを目標に開発研究に着手したい。

### イ. 審議結果

先端技術実証ロケットの開発研究は、将来の再使用型輸送機の実現に貢献するとともに、小型衛星等を国際的なコストで、しかも柔軟に実現することを目指しており、我が国における宇宙開発の幅広い発展を促すことから重要である。従って、先端技術実証ロケットを平成14年度頃に打ち上げることを目標に開発研究に着手することは妥当である。

2.

委47-1

## 計画調整部会審議結果

- 宇宙開発事集団の平成12年度予算に係る計画の見直しについて

平成11年12月13日  
宇宙開発委員会  
計画調整部会

### 1. 審議事項

今後の我が国の主力ロケットであるH-Aロケットの開発を着実に遂行するとともに、緊急性の高い事業を確実に実施するため、以下のとおり重点化を図る。

今後の我が国の宇宙輸送手段として最も重要なH-Aロケットの開発について、追加的な開発試験を行うなど、より入念な開発に取り組む。このため開発スケジュールも、より余裕のある期間を確保する。

H-Aロケットの開発に集中するため、H-ロケットシリーズを中止する。

上記及び に伴い、宇宙往還技術試験機(HOPE-X)、ミッション実証衛星(MDS)、データ中継技術衛星(DRTS)、技術試験衛星 型(ETS- )、月周回衛星(SELENE)等の諸計画、並びに先端技術実証ロケット等の新規計画について、延期、着手見送り等の変更を行う。

3. 今後の宇宙開発利用に関する取組みの基本について

平成14年6月19日  
総合科学技術会議

(2) 宇宙利用を支える宇宙輸送システムのあり方

政府は、人工衛星とロケットを必要な時に、独自に宇宙空間に打ち上げる能力を維持することができるよう、政府の人工衛星の打ち上げに国産ロケットを優先的に使用することを基本とする。また、我が国の民間企業が人工衛星を打ち上げる場合にも、国産ロケットの使用を奨励する。この方針の下に、H- Aロケットを我が国の基幹ロケットとして定常的に運用する。

なお、H- Aロケットにトラブルなどが生じた際に代替する方策を講じることが求められる。

H- Aロケットの民間移管

(省略)

民間主導による中小型ロケットの開発

民間主導で開発されるロケット(現時点ではGXロケット)については、政府は予算や人材の分散を避けつつ、適切な評価を経て、重要な要素技術の開発と、その移転等を通じ民間の開発を支援する。

M- ロケットについては、(以下略)

4. 委31-1

計画・評価部会審議結果

平成14年8月21日  
宇宙開発委員会計画・評価部会

2. 審議の結果等

2-1 新機関における宇宙開発活動の重点化の検討に資するもの

(2) LNG 推進系飛行実証プロジェクト

LNG 推進系飛行実証プロジェクトは、我が国で初めての民間提唱ロケットである GX ロケットの第 2 段を活用して、宇宙開発事業団が LNG 推進系の飛行実証を行うプロジェクトである。

本プロジェクトの評価については、LNG 推進系飛行実証プロジェクト評価小委員会を参考 2 のとおり開催し、別添の評価報告書(参考 7)をとりまとめた。

本部会は、平成 14 年 6 月 26 日、LNG 推進系飛行実証プロジェクト評価小委員会から、別添のとおり報告を受け、慎重に審議した結果、一部の委員から異議が表されたが、指摘事項への対応の準備に応じて再審議をすることとし、

宇宙開発事業団として、水素系エンジンの信頼性向上を重点的に推進している状況下で LNG 推進系に開発着手し、その飛行実証を平成 17 年度に行う緊急性について積極的な根拠は認められず、今後、LNG 推進系プログラムのロードマップを明らかにした上で、LNG 推進系飛行実証プロジェクトの位置づけを明確にする必要があること、

費用対効果の観点から将来展開を見据えたターボポンプ

方式等他の選択肢との比較検討を実施すべきであり、また、基盤技術の成熟化を図るため、今後、燃焼反応、複合材タンクの剥離一座屈に関する解析を実施し、試験データと併せて総合的な検討を行うべきであること、

ロケット全体のリスクを管理する上で必須である打上げ安全に必要な技術情報の開示について、GXロケットが第1段エンジンのみならず、誘導制御系、全段システムインテグレーションに至るまで米国企業の支援を受けるため、米国政府による技術輸出許可の見通しも含めて、必要な情報が開示可能であることを確認する必要があること、

から、**総合的に判断してLNG推進系飛行実証プロジェクトについては、開発に着手せず、研究を継続することが妥当である。**との評価小委員会の報告を了承した。

なお、LNG推進系の開発は、我が国で初めての民間提唱ロケットであるGXロケットの第2段エンジンとして宇宙実証を行う計画である。そのため、LNG推進系の開発は、GXロケット構想自体の内容及び進捗状況に左右される。また、宇宙開発事業団の研究開発は、民間への技術移転を通して、民間の活力を活かしつつ、宇宙開発利用の諸目標に貢献することが期待されている。このため、今回、技術移転先として予定されているGXロケット構想の意義等についても議論を行った。その結果、以下の論点が出された。

我が国が輸送系において自律性を確保する方針との整合性

国際市場における競争力の優位性確保の見通し  
官民の役割分担の在り方

5.

## 計画・評価部会審議結果

平成15年3月11日

宇宙開発委員会計画・評価部会

### 1. はじめに

計画・評価部会は、「平成14年度以降の宇宙開発に関する計画の調査審議について」（平成14年2月27日 宇宙開発委員会決定）に基づき、宇宙開発委員会より、次の事項に関する調査審議を付託された。

新機関における宇宙開発活動の重点化の検討に資する調査審議

平成14年度以降において新たに実施する必要がある主要な研究、開発等に関する調査審議

「LNG推進系飛行実証プロジェクト」は、この「新機関における宇宙開発活動の重点化の検討に資する調査審議」における個別事項として計画・評価部会に付託され、これに伴い、計画・評価部会では、「LNG推進系飛行実証プロジェクト評価小委員会」（主査：栗木恭一宇宙開発委員）を設置し、「宇宙開発に関するプロジェクトの評価指針」（平成13年7月18日）に基づいて、プロジェクトが適切であるかどうかを審議した。

この審議の結果として、以下に示す指摘事項が示され、「総合的に判断してLNG推進系飛行実証プロジェクトについては、開発に着手せず、研究を継続することが妥当である。」との評価小委員会の報告が出され、計画・評価部会もこれを了承した（平成14年8月

21日)。

また、同時に、「指摘事項への対応の準備に応じて再審議をすること」とされた。

LNG推進系プログラムのロードマップとLNG推進系飛行実証プロジェクトの位置づけ

基盤技術の成熟度

打上げ安全に必要な技術情報の開示の見通し

我が国が輸送系において自律性を確保する方針との整合性

国際市場における競争力の優位性確保の見通し

官民の役割分担の在り方

これらの指摘事項に対するその後の対応の状況を踏まえ、宇宙開発委員会は、本部会に対し、LNG推進系飛行実証プロジェクトに関する審議を再開することを求めた(平成14年12月4日)。

この審議付託(再審議)に対して、本部会は、「LNG推進系飛行実証プロジェクト評価小委員会」(主査:栗木恭一宇宙開発委員)における審議を再開し、本部会2回、評価小委員会4回に及ぶ会合を開催した。その調査審議の結果等を次の通りとりまとめた。

## 2. 審議の結果等

LNG推進系飛行実証プロジェクトは、我が国で初めての民間主導ロケットであるGXロケットの第2段を活用して、宇宙開発事業団がLNG推進系の飛行実証を行うプロジェクトである。

本プロジェクトに関する再審議にあたっては、LNG推進系飛行実証プロジェクト評価小委員会を別紙2のとおり開催し、別添の評価報告書を取りまとめた。

本部会は、平成15年3月11日、LNG推進系飛行実証プロジェクト評価小委員会から、別添のとおり報告を受け、前回評価における指

摘事項を踏まえて慎重に審議した結果、今後適切に情報が開示され、開発過程においても適時適切にプロジェクトの進行状況が評価されることを前提に、「LNG推進系飛行実証プロジェクトが開発段階に進むことが妥当である」と判断した。

主要な論点に関しては、以下のような認識が示された。

### (1) LNG推進系開発の意義

高い軌道投入精度と優れた運用性を持つ液体燃料の中で、LNG系推進薬は液体水素に比べて推進性能は劣るものの、コストや貯蔵性で高い優位性を有しており、次代の輸送系開発にとって有望な選択肢である。また、複合材による推進薬タンクは、機体重量の軽量化に不可欠な技術である。

今後の輸送系開発に必要な技術基盤を獲得するために、本プロジェクトの実施は有意義と認識される。

### (2) LNG推進系の開発の進め方

これまでの研究の成果については、宇宙開発事業団が、外部の有識者の参加も得て評価を行っており、既に開発に必要な技術的見通しが得られている。燃焼反応や複合材タンクなど、前回評価で本部会ならびにLNG推進系飛行実証プロジェクト評価小委員会が指摘した事項についても、それらの評価も経て、地上での試験等を通じて今後検証されるべき技術課題とその解決のための研究計画が示されており、開発の進め方は妥当なものと考えられる。

### (3) 民間のGXロケット開発構想との関係(官民の役割分担)

民間の開発投資も促しつつ、既存技術の活用による事業化を指向する民間との協働プロジェクトとして技術実証を行うことにより、

効率的な技術開発が可能と考えられる。

宇宙開発事集団は、開発の意義に基づき、自らの役割をGXロケットの第2段に採用予定のLNG推進系の開発と、試験機2機によるその技術実証に限定している。また、飛行実証後は、民間に技術を移転し、その後の一切の事業リスクは民間が負うこととなり、役割分担は明確に設定されている。

#### (4) GXロケットの市場競争力

中小型衛星を対象とした商業打上げ市場への参入は、世界的な景気低迷などによる需要の一時的な減少とともに、軍縮の影響による余剰ミサイルの転用などにより、多くの競合機が存在している。民間は、以下のような取組により競争力の向上を図っているが、今後とも不断の努力により、市場競争力を確保することが必要である。

- ・ GXロケットは、開発過程で、打上げ価格とともに、打上げ時の振動による搭載衛星への影響の軽減など、設計段階から明確な顧客ニーズに配慮し、競合機と差別化を図っている。
- ・ GXロケットのマーケティングにおいては、既に市場でのシェア確保に実績を有する国際的な打上げ事業者との連携により、販路を確保する。

#### (5) 打上げに係る安全確保

GXロケットの打上げは、既存の法的な枠組みに基づき、宇宙開発事業団が受託するものである。宇宙開発事業団は、自らの安全評価基準と必要な評価体制を整備している。また、この基準に基づき、打上げ受託に際して民間から開示されるべき情報を特定しており、これらの情報が民間から宇宙開発事業団に対して開示される見通しであるとの認識を得た。

なお、将来、新機関が受託するロケットに係る安全確保については、民間移管されるH-Aロケットへの対応も含め、今後、適切に検討されることが必要である。

## 6.

委31-3

### 宇宙開発に関する重要な研究開発の評価結果

平成15年7月31日

宇宙開発委員会計画・評価部会

#### 4. 審議の結果等

##### 4-4 進捗状況等を確認する重要な研究開発

###### (14) LNG推進系飛行実証

(概要・意義等)

LNG推進系飛行実証は、将来の輸送系開発にとっての有望な選択肢の一つである液化天然ガス(LNG)推進系技術に関して、その技術開発の第一段階として、以下の技術開発・実証を行うものであり、総開発費は約158億円(飛行実証2回を含まず(飛行実証については現在調整中)、文部科学省分のみ)を想定している。

- ・ ガス押し方式によるLNG推進系基盤技術
- ・ 複合材による推進薬タンク

(目標)

本プロジェクトにおいては、これらに応じて、その実現のための技術開発要素も明確にした上で、LNG推進系基盤技術の修得及び民間への技術移転が、具体的目標として明確に設

定されており妥当である。

(官民の役割分担)

本プロジェクトは、民間主導の GX ロケットの第 2 段として LNG 推進系の飛行実証を行うものであるため、官民の役割分担が明確に定義されている必要がある。平成 14 年度に行われた宇宙開発委員会における評価では、その作業分担ならびに費用分担を確認した上で、NASDA の役割は GX ロケットの 2 段に採用予定の LNG 推進系の開発と試験機 2 機による技術実証に限定されており妥当であると判断した。また、飛行実証後は、民間に技術を移転し、その後の一切の事業リスクは民間が負うこととなっており、この観点でも役割分担は明確である。

(期待される成果の利用等)

本プロジェクトの成果の利用に関しては、上述のように、開発された LNG 推進系が GX ロケットの第 2 段として有効に利用される計画であり、民間による打上げ事業の推進の観点からも適当である。

また、本プロジェクトの目的として掲げたとおり、将来の輸送系を視野に入れた LNG 推進系技術の研究開発において、本成果が活用されていく構想であり、着実な技術開発の遂行の観点からも適当である。

(開発計画等)

平成 17 年度に予定している飛行実証に向けて、現時点で、以下のような作業が概ね順調に実施されていることが確認された。

- ・ 推進系コンポーネント試験
- ・ 複合材タンクのフルスケール常温・低温試験

また、平成 14 年度に行われた宇宙開発委員会における評価においてなされた指摘・勧告についても計画に反映・配慮されている。

今後、LNG エンジンの燃焼試験ならびに推進系としての認定試験が予定されている。飛行実証に向けて、打上げまでのスケジュールを考慮しても、開発計画は概ね妥当と考えられるが、設計の過程で質量超過という課題が見られることから、技術的対策を含め、官民の協調・連携をさらに強化して、これに対する適切な対応がなされる必要がある。

(実施体制)

本プロジェクトの実施体制についても、上述の官民分担を踏まえ、NASDA 内及び関係機関の役割が明確に定義されており、プログラム調整会議を設置し関係者間で定期的に調整作業を実施するなど、開発の適切な遂行が図られるものとなり妥当である。

(審議結果)

これらの結果、本プロジェクトの実施状況及び今後の計画は適切であると判断される。

7.

## 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

II. 重点的に取り組む業務に係る目標と方向

3. 宇宙活動基盤の強化

(2) 宇宙輸送システム

i) 当面の宇宙輸送需要に応えるロケット

(重点的に取り組むプログラム)

LNG 推進系

民間主導で開発される中小型衛星打上げ用の GX ロケットについては、民間との協働プロジェクトとして技術実証を行うことにより、効率的な開発が可能である。国は、第2段に採用予定の LNG 推進系の開発と、その技術立証を行う予定であり、これまでの評価結果を踏まえ、確立した技術を民間に移転する。

LNG 推進系の開発に当たっては、同技術が将来の輸送系の有望な選択肢であることを踏まえ、開発過程においても適時適切にプロジェクトの進行状況を評価し、技術実証を行う。

8.

## 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

4. 分野別推進戦略

(2) 輸送系

ロケット開発・運用方針

政府の人工衛星の打上げに国産ロケットを優先的に使用することを基本とする。また、我が国の民間企業が人工衛星を打ち上げる場合にも、国産ロケットの使用を奨励する。

(c) GX ロケット

GX ロケットは、将来の国内外市場における衛星打上げビジネスに積極的に参画することを目的として、米国の実績ある技術と我が国の開発技術を組み合わせ、官民協力の下、民間主導で開発中の中型ロケットである。

GX ロケットについては、開発計画、官民分担、運用計画、安全性確保の保証について具体化に十分留意しつつ、官はその分担に従い、必要な技術移転などを通じて、開発を支援する。官の分担である研究開発は、将来輸送系の検討の際の多様性の確と宇宙技術の産業化に資するプロジェクトとして実施する。

## 分野別推進戦略

平成18年3月28日  
総合科学技術会議

### 3. 戦略重点科学技術

#### (1) 選択と集中の戦略理念

フロンティア分野の戦略重点科学技術は、以下の2つの戦略理念に沿って4つの技術に絞り込む。(別紙 -3「戦略重点科学技術の体系」参照)

##### (戦略概念)

国土が狭く、資源に乏しい我が国は、宇宙・海洋のフロンティアを最大限に活用して国の基盤を確保し、我が国の総合的な安全保障に貢献する。

戦略理念1. 宇宙・海洋のフロンティアにいつでも自在に到達できる技術を確立する。

世界トップレベルの信頼性の高い独自宇宙輸送手段を確保する。

戦略理念2. 宇宙・海洋の利用のフロンティアをきり拓く。

地球に関する観測・監視データめ包括的な利用技術を開発する。

##### (戦略重点科学技術)

信頼性の高い宇宙輸送システム  
衛星の高信頼性・高機能化技術

海洋地球観測探査システム(うち、次世代海洋探査技術)  
外洋上プラットフォーム技術

#### (2) 戦略重点科学技術の選定理由と技術範囲

各戦略重点科学技術に含まれる個別技術ごとに、その選定理由を示す。

##### 信頼性の高い宇宙輸送システム

我が国が必要な時に、独自に宇宙空間に必要な人工衛星等を打ち上げる能力を確保・維持するための宇宙輸送システムは、我が国の総合的な安全保障や国際社会における我が国の自律性を維持する上で不可欠である。その信頼性の確立等ため、第3期計画期間中に集中投資する必要がある以下の研究開発を推進する。

##### H- Aロケットの開発・製作・打上げ

(選定理由) 我が国の基幹ロケットとして位置付けているH- Aロケットについて、今後も継続的に打ち上げ、実績を積むことで世界水準を上回る信頼性を確立する必要がある。

##### H- Bロケット(H- Aロケット能力向上型)

(選定理由) 我が国の基幹ロケット開発能力の維持、国際競争力の確保、及び2008年度の宇宙ステーション補給機(HTV)技術実証機打上げとその後の継続的な運用に向け、第3期計画期間中にH- Bロケットの開発を集中的に進める必要がある。

##### 宇宙ステーション補給機(HTV)

(選定理由) 日本の実験棟「きぼう」が打ち上がった後の国際宇宙ステーションへの物資補給に関する我が国の責務を果たし、国際宇宙ステーションへの我が国独白の補給手段を確立するため、2008年度の宇宙ステーション補給機(HTV)技術実証機

打上げに向け、第3期期間中に集中的にHTVの開発を進める必要がある。

なお、GXロケットについては、その中型ロケットとしての必要性にかんがみ、技術的課題に見通しが得られた時点で評価・検討を行い、戦略重点科学技術として位置付ける。

10.

### 宇宙開発に関する重要な研究開発の評価 LNG推進系飛行実証 プロジェクトの中間評価結果

平成18年10月27日  
宇宙開発委員会 推進部会

#### LNG推進系飛行実証プロジェクトの中間評価結果について

平成18年10月27日  
推 進 部 会

本部会は、LNG推進系飛行実証プロジェクト評価小委員会(以下、小委員会という。)から別添のとおり報告を受け、慎重に審議した結果、小委員会の中間評価については、様々な可能性を視野に入れ、関係分野の専門家による入念な議論を重ねた上での結論であると判断した。推進部会としては、LNG推進系飛行実証プロジェクトの開発状況及びGXロケット計画を推進する民間の要望を踏まえると、独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)が提案する計画を変更し、再

生冷却・ターボポンプ方式を第一の目標とする、またブーストポンプ・アブレータ方式についてもそのバックアップとして開発を継続するとする小委員会の評価結果は、妥当であると評価する。

#### 1. 評価の経緯

宇宙開発を効率的かつ効果的に推進するため、宇宙開発委員会においては、「宇宙開発に関する重要な研究開発の評価について」(参考1)に基づき、重要な研究開発の評価を行い、その結果を公開するとともに、宇宙開発委員会として独立行政法人宇宙航空研究開発機構(以下「JAXA」という。)が実施するプロジェクトの実施内容や実施体制等に係る助言を与えることとしている。

LNG推進系飛行実証プロジェクトについては、宇宙開発委員会において平成14年度に「開発」移行のための事前評価を行ったが、その後、複合材推薬タンクの不適合及びエンジン燃焼中の燃焼圧力変動の技術課題が発生しており、「開発」移行時から状況が大きく変化しているため、宇宙開発委員会推進部会の下にLNG推進系飛行実証プロジェクト評価小委員会(以下「小委員会」という。)を設置し、中間評価を行った。

#### 2. 評価方法

評価は、LNG推進系飛行実証プロジェクトのうち、「開発」段階における複合材推薬タンクの不適合及びエンジン燃焼中の燃焼圧力変動の発生に伴うJAXAの対処の方向性を対象とし、推進部会が定めた評価実施要領(参考2)に即して小委員会が実施した。小委員会の構成員は参考2の別紙1のとおりである。

評価は、以下の項目について実施した。

(1) 複合材推薬タンクの不適合及びエンジン燃焼中の燃焼圧力変

動の発生に伴う技術的対策の方向性

(2) 開発計画(スケジュール、実施体制等)

(3) GXロケット計画支援の方向性

評価の進め方は、まず、JAXAからLNG推進系飛行実証プロジェクトの開発状況について説明を受けるとともに、LNG推進系の技術移転先として本プロジェクトと密接に関連するGXロケットについても、主としてその事業性に関して石川島播磨重工業株式会社(以下「IHI」という。)から説明を受けた。次に、各構成員に評価票(参考2の別紙2)により、評価項目ごとに意見、判定を求めた。

本報告は、各構成員の意見、判定を集約して、中間評価結果としてとりまとめたものである。本評価に係る小委員会の開催状況は、参考3のとおりである。

なお、本報告の末尾に構成員から提出された全意見並びにJAXA及びIHIの説明資料を付録として添付した。

### 3. LNG推進系飛行実証プロジェクトの概要

LNG推進系飛行実証プロジェクトは、GXロケット第2段推進系を飛行実証の機会と捉え、次世代使い切り推進系への応用、再使用型への発展等の将来輸送系の研究開発におけるさらなる多様性を確保すること及びその開発成果の技術移転などによりGXロケットの開発を支援することを目指したものである。

本プロジェクトは、当初、旧宇宙開発事業団(以下「NASDA」という。)が、民間提唱により平成17年度を目処に開発されるGXロケットの第2段を活用して飛行実証を行うものとして提案された。これを受けて、宇宙開発委員会計画・評価部会及びその下に設置されたLNG推進系飛行実証プロジェクト評価小委員会は、平成14年5月から8月にかけて「開発」着手前段階における事前評価を実施した。し

かしながら、評価の結果、LNG推進系プログラムのロードマップとLNG推進系飛行実証プロジェクトの位置付け、基盤技術の成熟度、打上げ安全に必要な技術情報の開示の見通し等の指摘事項が示され、LNG推進系飛行実証プロジェクトについては、開発に着手せず、研究を継続することが妥当であるとされた。

これらの指摘事項に対するNASDAのその後の対応の状況を踏まえ、宇宙開発委員会計画・評価部会及びLNG推進系飛行実証プロジェクト評価小委員会は平成14年12月に審議を再開し、平成15年3月には、「開発」段階に進むことを妥当とする評価結果をとりまとめた。なお、この再審議の説明において、LNG推進系飛行実証プロジェクトは、LNG推進系プログラムのロードマップ第1段階であるガス押し・アブレータ方式による基盤技術の修得を目指し、将来的にその成果を第2段階の再生冷却・ターボポンプ方式による高性能LNGエンジン技術の修得につなげていくものとされた。

その後、NASDAが実施した基本設計の結果、比推力が当初目標から大幅に低下するとともに、質量がGXロケットシステムの要求を大幅に超過することが判明した。さらに、複合材推薬タンク及び複合材ヘリウム気前器の実機大サイズ試験において、複合材タンクに剥離が発生したため、代替形態案の検討に着手した。この検討においては、開発リスクを避けるとともに、民間が要望する打上げ能力及びスケジュールをできる限り尊重した結果、複合材タンクを金属タンクに変更し、推薬量を増やすとともに、推薬供給方式をガス押し方式からロードマップ第2段階で修得するターボポンプ技術を一部取り入れたブーストポンプ方式に変更することとなった。

しかしながら、平成17年8月には、この代替形態案のエンジン燃焼試験において、エンジン燃焼中の燃焼圧力の過大な変動及び推力低下が発生した。そのため、原因究明及び対策の検討を行うと

ともに、今後の開発を着実に進めるため、再度仕様の見直し案を設定し、新たな開発計画をまとめた。

今回の中間評価の対象となった開発計画では、試験機2機のうち、1号機の飛行実証では再着火の実施を取り止めたが、2号機で再着火機能を取り入れることによって、一定の打上げ能力を確保する方向で検討している。試験機1号機用のLNG推進系の民間への引渡し時期は平成22年度の予定である。

#### 4. LNG推進系飛行実証プロジェクトの中間評価結果

##### (1) 複合材推進タンクの不適合及びエンジン燃焼中の燃焼圧力変動の発生に伴う技術的対策の方向性

###### i) 複合材推進タンクの不適合に伴う金属タンクへの設計変更

当初計画において、GXロケット第2段として複合材推進タンクを用いたガス押し方式を選択することで軽量化やシステムの簡素化を行う方針とし、高信頼性化、低コスト化を目指したことは、ユニークでコスト競争力のある推進系構想として評価できる。

一方で、サブスケールタンク試験では複合材推進タンクのフィージビリティを確認したものの、実機大サイズ試験において、複合材推進タンク及び複合材ヘリウム気蓄器に相次いで不適合が発生したことは、計画の根幹となる部分の技術的裏付けが不足していたと言わざるを得ない。

ただし、複合材タンク技術の修得は、LNG推進系の固有の基盤技術の修得と区別できるものである。複合材タンクの不適合については、既に相当の検討・解析が行われており、技術課題の解決に見込まれる期間と費用を考慮すると、現状では、本プロジェクトの要求を満たすことはできないと考えられる。従って、本プロジェクトの目的であるLNG推進系の基盤技術の修得及

び開発成果の民間への技術移転を実現するために、開発要素の少ない、実績のある金属タンクへ変更することはやむを得ない。

ただ、これにより、ガス押し方式によるシステムの簡素化という利点を失う一方、ターボポンプ方式による高圧燃焼化にもつながらない、中途半端なものを追求するものとなっている。また、打上げ能力の低下を招来している。

なお、複合材タンクは汎用性が高く、その技術を修得することは、我が国として世界に誇れるものとなることから、要素技術として、本プロジェクトを通じて修得した技術の研究を継続的に進めることが望ましい。

###### ii) エンジン燃焼中の燃焼圧力の過大な変動に対する対策

エンジン燃焼中の燃焼圧力の過大な変動は、原因究明試験結果の解析から、噴射面又は燃焼室に未燃推進薬が蓄積し、一時に燃焼したことによる可能性が高いと推定されている。これに対する対策として噴射器外周のLNG噴射量を削減し噴射面近傍の温度分布を上昇させること及び噴射器を設計変更して燃焼面を噴射面に近付けることが計画されている。この燃焼圧力変動の原因と対策の方向性については、JAXAのLNGエンジン技術課題評価委員会においても評価を行っており、この対策によって燃焼圧力の過大な変動が抑制されることについては、概ね妥当であると考えられる。

iii) しかしながら、提案されている対策の妥当性は、燃焼試験を通じて慎重に確認していくことが重要である。JAXAにおいては、今後、発生メカニズムの解明を進めるとともに、バックアップ案を含めて対策確認試験を行い、必要に応じて長秒時試験を追加することとしており、これらを通じて実機レベルの丹念な

データ収集と分析を着実に積み重ねていくことが求められる。

## (2) 開発計画(スケジュール、実施体制等)

開発計画に関連して、第一に指摘しなければならないことは、この開発において目指す目標について(1)i)で述べたように問題があることである。即ち、LNG推進系の基盤技術の修得という観点からは、ブーストポンプ・アブレータ方式は諸外国の動向と比較すれば、決して魅力的ではない。また、その開発過程には、LNG推進系の将来を見たとき必ずしも活きない部分が存在している。一方、民間による事業化の支援という観点からは、ペイロードの低下により顧客の幅を大きく狭めることになるのではないかと懸念がある。

また、これまでの3年あまりにわたる開発の状況をみると、当初における技術的課題に対する見込みの甘さのほか、基礎データの積上げの不十分さ、第2段エンジンの開発を実施するJAXAとGXロケット計画を推進する民間側との連携及びそれぞれの体制の不十分さ等が指摘される。これらに関しては、両者において検証され、今後に向けて改善策が講ぜられていると認められるが、そのさらなる徹底が必要である。

## (3) GXロケット計画支援の方向性

本プロジェクトは、LNG推進系技術の開発を進め、その成果を移転することなどにより、民間のGXロケット計画を支援することをも目的としているが、この観点からしたとき、前に述べたとおり、今回のJAXAが提案するブーストポンプ・アブレータ方式では、ロケットの打上げ能力が当初計画に比較して低下し、GXロケットの顧客の幅を大きく狭めることになるのではないかと、ひいては、その事業性に対し悪影響が生ずるのではないかと、との懸念が生ずるに至っている。

一方、このJAXAの提案は、開発成果の移転を受けたいとする民間側の“平成22年度引渡し”という強い要望を受けるものである。この民間側の“平成22年度引渡し”の要望は、これまでのGXロケット計画の遅れを踏まえ、顧客の信頼をつなぎとめるためには大変重要なポイントであるとの考えに基づくもので、事業者感覚を忖度すれば、理解できることである。

従って、このプロジェクトが民間のGXロケット計画を支援することをも目的としている限り、この“平成22年度引渡し”の点については、十分なる考慮が必要である。

## (4) 総合評価

以上述べた諸点を踏まえ、本プロジェクトについては、次のとおり取り進めることが適切である。

再生冷却・ターボポンプ方式については、現在のところ研究段階として取り組んでいるところであるが、LNG推進系の基盤技術の修得及びGXロケット計画の支援のいずれの面からみても、これを目標とすることが適切である。従って、再生冷却・ターボポンプ方式を本プロジェクトの第一の目標とし、できるだけ早期に開発に移行することができるようにする。このため研究を加速する。

ブーストポンプ・アブレータ方式については、再生冷却・ターボポンプ方式が開発スケジュール等の観点から、第一の目標とすることができないような事態に至った時に備えて、引き続き開発を継続する。この場合、まずはエンジン燃焼中の燃焼圧力変動の技術課題の解決に向けた対策確認試験を着実に実施すべきである。研究開発リソースを有効に活用する観点から、再生冷却・ターボポンプ方式による場合にも現在の試験設備を活用

できるようにすることを念頭に置くとともに、いずれの方式の開発にも共通して必要となるLNGエンジン性能特性、LNG再着火特性等のデータ取得を進めるべきである。また、ブーストポンプ・アブレータ方式の打上げ能力向上の方策についても検討を深めることが望ましい。

再生冷却・ターボポンプ方式に関し、遅くとも1年半程度を目処に開発スケジュール、開発費等を明確にし、その時点で、上記及びの開発方針の再検討を行う。また、本件プロジェクトに係る研究開発の進捗状況及び周辺環境状況に関し、外部の専門的知見をも活用しつつ、不断のウォッチを行い、状況の変化にタイムリーに対応し、本件プロジェクトの確実な進展が図られるように措置する。

本件プロジェクトに係る研究開発を進めるに当たっては、JAXA及び民間側のそれぞれの体制及びその連携協力関係をより強固なものにするとともに、我が国の関連する研究開発能力の結集を図るべきである。特に、再生冷却・ターボポンプ方式に関しては、上記に示したLNGエンジン開発における技術成果・経験に加え、これまでのH系ロケット開発の経験が最大限活かされるよう努めるべきである。

11.

## GXロケットに関する戦略重点科学技術の位置付けについて

平成18年12月26日

総合科学技術会議有識者議員

GXロケットについては、分野別推進戦略(平成18年3月28日総合科学技術会議)において、「中型ロケットとしての必要性にかんがみ、技術的課題に見通しが得られた時点で評価・検討を行い、戦略重点科学技術として位置付ける。」こととされている。今回、上記戦略のフォローアップの一環として検討を行い、下記のとおり取り扱うこととする。

1. GXロケットの技術的課題に関して宇宙開発委員会において評価が行われ、今後の開発に当たって技術的課題に見通しが得られた、との評価結果の説明を受けた。
2. 宇宙開発委員会による評価結果を踏まえ、可能な限り速やかにGXロケットの研究開発を加速させ民間に技術移転を行う必要があるため、これを戦略重点科学技術(信頼性の高い宇宙輸送システム)の施策の一つに位置付ける。

なお、宇宙開発委員会において平成20年度に開発方針の再検討を行うとしていることにかんがみ、必要に応じ総合科学技術会議としても今後フォローアップを行う。

平成19年1月12日  
文 部 科 学 省  
経 済 産 業 省

### GXロケットの位置付け

#### 1. 施策の位置付け(総合科学技術会議の評価)

##### (1) 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」(H 16.9)

「GXロケットについては、開発計画、官民分担、運用計画、安全性確保の保証について具体化に十分留意しつつ、官はその分担に従い、必要な技術移転などを通じて、開発を支援する。」

##### (2) 科学技術基本計画分野別推進戦略(フロンティア分野)(H 18.3)

「GXロケットについては、その中型ロケットとしての必要性にかんがみ、技術的課題に見通しが得られた時点で評価・検討を行い、戦略重点科学技術として位置付ける。」

##### (3) 総合科学技術会議有識者議員(H 18.12)

「可能な限り連やかにGXロケットの研究を加速させ民間に技術移転を行う必要があるため、これを戦略重点科学技術(信頼性の高い宇宙輸送システム)の施策の一つに位置づける。」

#### 2. 中型ロケットとしてのGXロケット開発

GXロケットについては、以下の理由から、中型ロケットとして適切に中小型衛星の需要に対応可能となるよう着実に開発を進める。

- (1) GXロケットは、今後の打上げ需要増が見込まれる中小型衛星の需要に対して、H- Aと比べてより柔軟かつ効率的に対応するポテンシャルを有すること
- (2) H- Aの利用が困難な場合に基幹ロケットの代替の輸送手段となるとともに、H- Aによる打上げと合わせ同一期における打上げ機会を拡大できること
- (3) GXロケットは、平成15年度から官民連携の下に開発が進められており、LNG推進系の技術課題について解決の方向が示されるとともに、関係機関の連携体制の検討も進み、試験機の打上げの見通しが立つ段階に至ったこと

#### 3. GXロケットの位置づけ

以上から、GXロケットについては、我が国の宇宙輸送系における「中型ロケット」として明確に位置づけ、政府として着実にその開発を支援する。

## 輸送系ワーキンググループ報告

平成19年1月31日  
宇宙開発委員会計画部会  
輸送系ワーキンググループ

### 7. 中型ロケット

今後の我が国の政府ミッションや科学ミッションは、太陽同期軌道又は極軌道上の2トン級以下の中型、小型衛星が多数となる見通しであり、これらのミッションについて基本的には基幹ロケットで対応できる。しかし、中型ロケットを用いることにより、その規模に応じた、より柔軟・効率的な対応が可能となり、またH-Aロケット打上げが一時的に困難となった場合においても、限定的ではあるが、基幹ロケットの代替の輸送手段となり得ることが想定され、さらにH-Aロケットによる打上げと合わせて同一期における打上げ機会の拡大も可能となる。

中型ロケットとしては、現在、GXロケット計画が進行中である。

この計画は、前述のとおり、我が国の宇宙開発史上はじめての民間主導の計画であり、ロケットの開発のみならず、我が国の宇宙開発諸活動全般において、民間の主体的活動が活発化することは好ましい効果を持つとの観点から、国としても支援を行うことに意義があるとされている。

このGXロケットは、今後の打上げ需要の増大が見込まれる中小型衛星に対応する能力が見込まれており、また、同ロケットの使用により打上げコストの低減が期待できる。軌道間輸送機等将来の輸送系の選択肢拡大に有望な技術基盤の修得を目的とし、またGXロ

ケット計画に対する政府の支援の一環として、同ロケット第二段に搭載予定の液化天然ガス(LNG)推進系の開発が宇宙航空研究開発機構において進められているが、その開発過程で技術課題が生じている。この技術課題については、解決の方向が示されており、今後、関係機関が一丸となった開発努力が求められるが、この示された解決の方向に沿っての開発が進むことにより、試験機の打上げを展望し得ることとなる。

以上に述べたようなGXロケットの持つポテンシャル及び開発の進展状況から、同ロケットが我が国の保有すべき中型ロケットとしての役割を担うものとなるよう、適時適切に開発状況を確認しつつ、同計画を引き続き支援していくことが適切である。

### 8. 目指すべき輸送系構成

今後、拡大、多様化すると見込まれる我が国宇宙活動に柔軟に対応することができるよう、5. 基幹ロケット、6. 小型ロケット及び7. 中型ロケットの項で述べた方向性に従い、H-Aロケットファミリーを機軸に、大中小のラインナップにより構成される輸送系の構築を目指すべきである。

なお、それらのラインナップの中において、大学における教育研究の観点をも踏まえ、小型衛星のピギーバック搭載などによる宇宙輸送能力の積極的な活用に配慮すべきである。

## LNG推進系開発の進捗状況について

平成20年1月9日(水)  
宇宙航空研究開発機構

### 今後の進め方について

- GXロケットの開発においてJAXAが担当するLNG推進系に関しては、宇宙開発委員会において指摘された技術的課題の進展状況についての再評価が行われることが予定されているところであるが、ブーストポンプ・アブレータ方式の燃焼圧力変動に関する対策確認試験については、対策効果のある結果が得られ、実機型エンジンの試作試験に入れる状態に到達したと考えられる。
- 一方、GXロケットの開発において、民間から、平成23年度の初号機打上げを目指し、JAXAの役割をより拡大すること(実証機のインテグレーション等)が求められているという状況も踏まえ、民間と連携してGXロケットの開発の進め方を整理し、新たにJAXAが実施する開発内容についても、宇宙開発委員会において評価いただくこととしたい。