

GX ロケット評価小委員会 審議経過報告(案)<sup>1</sup>

## 1. 本審議経過報告の位置づけ

民間主導により開発計画が進行中の GX ロケットについては、我が国が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、国は、第 2 段に搭載する液化天然ガス(LNG)推進系の開発及び飛行実証を進めるなど開発計画を支援してきたところである。

GX ロケットに関し、宇宙開発委員会としては、平成 18 年 11 月に、LNG 推進系飛行実証プロジェクトの中間評価結果を了承するとともに、その際に指摘した技術的課題の進展状況について、遅くとも 1 年半程度を目処に再評価を行うこととした。

今般、GX ロケットの開発において、民間から、これまで民間主導で行ってきたシステム設計や 1 段ロケットなどについて、独立行政法人宇宙航空研究開発機構(以下「JAXA」という。)が開発主体となって進めることが要望されたことを受け、前記技術的課題に関する評価に加え、新たに JAXA が実施することが求められている開発内容についても、宇宙開発委員会において評価を行うことが必要となった。

このため、GX ロケット計画において JAXA が果たすべき役割について、「宇宙開発に関するプロジェクトの評価指針」(平成 19 年 4 月 23 日 宇宙開発委員会推進部会)に基づき、宇宙開発委員会とし

て中間評価を行うこととした。

本小委員会は、本年 1 月 18 日の推進部会において設置され、以後、2 月から 5 月までの間に 7 回の会合を開催し、審議を重ねてきた。推進部会における通常の JAXA プロジェクトの評価と異なり、今回の評価においては、民間の要望を踏まえた JAXA の実施内容について、その具体的内容と範囲がまだ明確には定義されていない。このため、民間の要望をそのまま受け入れたとした場合を仮定しての審議を行ってきているところである。

本審議経過報告は、これまでの審議の経過を取りまとめるとともに、今後、JAXA が民間の協力を得てさらに検討すべき事項などを整理したものである。

小委員会としては、それらの事項についての JAXA・民間の検討の状況を聴取し、さらに審議を深めていく所存である<sup>2</sup>。

## 2. GX ロケットを巡る状況

## (1) 昨年までの経緯

現在の GX ロケットとほぼ同等のシステム構成を有する「先端技術実証ロケット」については、平成 11 年 8 月、宇宙開発委員会において、平成 12 年度からの開発研究着手が承認されたが、平成 11 年 11 月の H- ロケット 8 号機の打上げ失敗を受け、平成 11 年 12 月、宇宙開発委員会において、同ロケットの開発研究着手が見送られた<sup>3</sup>。

その後、民間主導型の官民協カプロジェクトとして新たに GX ロケットの開発を進めることとなった。宇宙開発事業団(当時)が

<sup>1</sup> GX 小委の議論を完結するには未だ時間が必要であるが、結論を先送りするだけで計画遂行を阻害する事が危惧されるので、推進部会に上げて GO・NOGO を早急に審議する為に纏めたと思われる。

<sup>2</sup> 注記 1 で分析した事の裏づけが此処にある。

<sup>3</sup> 審議過程で言及は少なかったが、審議経過報告には明記された。

GX ロケットの第2段として LNG 推進系の飛行実証を行う「LNG 推進系飛行実証プロジェクト」については、平成14年8月、宇宙開発委員会において、開発に着手せず、研究を継続することが妥当とされたが、その際の指摘事項に係る再審議を経て、平成15年3月には、宇宙開発委員会において、平成15年度より、「開発」段階に進むことが妥当とされた。

さらにその後、LNG 推進系について、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技術課題が発生し、「開発」移行承認時から状況が大きく変化したため、平成18年秋、宇宙開発委員会において、LNG 推進系飛行実証プロジェクトの中間評価を行った結果、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、以下の開発方針を再検討することとされた。

- 再生冷却・ターボポンプ方式エンジン(以下「再生冷却方式」という。):第一の目標とし、研究を加速。
- ブーストポンプ・アブレータ方式エンジン(以下「アブレータ方式」という。):再生冷却方式が平成22年度引渡しを目標とした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、引き続き開発を継続。

## (2) その後の状況

本年1月9日、JAXA は、LNG 推進系開発の進捗状況について宇宙開発委員会に報告し、平成18年秋の中間評価時に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に加え、民間の要望を踏まえ、新たに JAXA が実施する開発内容についても評価を行うことを宇宙開発委員会に要望した。

これを受け、1月28日、宇宙開発委員会推進部会の下に本小

委員会が設置され、2月以降、小委員会会合を7回開催し(評価実施要領については別添1、審議経緯については別添2参照)、LNG 推進系研究開発の取組状況のほか、GX ロケット開発に係るこれまでの経緯(別添3参照)、官民分担等に係るこれまでの調整状況、民間からの要望内容(別添4参照)、要望内容を踏まえた JAXA・民間における検討状況等について説明を聴取し、審議を重ねてきたところである。

この中で明らかにされた民間要望の主な概要は、従来民間が担当することとなっていた、あるいは役割分担が明確にならなかった以下のことについて、JAXA に担って欲しいというものである。

- GX ロケット全体のシステムインテグレーション
- 1段ロケットの開発(アトラス ロケットの1段を活用。これまではアトラス の1段を予定)
- 実証試験機(2機)の開発・製造・打上げ
- 射場整備(米国打上げ又は種子島打上げ(GX ロケット固有施設を含む))

なお、事業化については、従前通り民間の責任において行うことになっている。

## 3. 小委員会のこれまでの審議において明らかになった事項

3.1 第2段ロケット用 LNG 推進系に係る技術的な評価に係る事項  
小委員会では、LNG 推進系研究開発の取組状況について報告を受けた。その主な内容は以下のとおりである。

### (1) 再生冷却方式

- 推進系性能、技術の発展性についてはアブレータ方式より優れているが、従来計画である実証試験機1号機用 LNG 推

進系の平成 22 年度民間引渡しは困難な見込み<sup>4</sup>(エンジンの開発完了は平成 25 年度の見込み)。

- 今後必要な開発費は約 240 億円の見込み。

## (2) アプレータ方式

- 実証試験機 1 号機の段階では、平成 18 年度の間評価時点の基本仕様と比較し、打上げ能力は約 75kg 程度低下する見込み(実証試験機 2 号機に向けては能力の回復が可能な見込み)。
- 現設計仕様であれば、実証試験機 1 号機用 LNG 推進系の平成 22 年度民間引渡しは技術的には可能な見込み。
- 平成 15 年度の開発着手からの総開発費は約 296 億円(うち、今後必要な開発費は約 170 億円)の見込み(上述の実証試験機 2 号機に向けた能力回復のための開発費は含まず)。
- なお、民間要望を踏まえ、1 段及び射場を変更した場合、仕様や開発計画の一部見直しが必要な可能性があり、その場合、開発スケジュール、コストの変動もあり得る。

## 3.2 民間からの要望を踏まえた JAXA からの実施提案の評価に係る事項

小委員会では、民間要望を受けた場合の今後の GX ロケット開発の具体化に向けて、米国現地調査を含めて JAXA と民間が協力して進めてきた調査結果について報告を受けた(別添 5 参照)。

<sup>4</sup> 目標打上げ価格帯(ペイロード単位質量当たりの価格では大型より高いが、一機当たりの価格では大型より安い)に、アプレータ方式なら入るが、再生冷却方式では入らないかもしれない。委員会では言及しなかったため、此処に書きようが無いが重要な事である。

その主な内容は以下のとおりである。

なお、JAXA 及び民間では、本調査結果は、

- 米国 ULA 社(United Launch Alliance : ロッキードマーチン社とボーイング社が 50% ずつの出資で設立したロケット製造・打上げ会社)のこれまでの開発経験を基にした概略検討によるものであること
- 日本担当分と米国担当分のインターフェースに、まだ不確定な部分があること

から、民間要望を受けた場合の今後の GX ロケット開発について具体化するまでには、更に、システム設計解析による定量的な技術検討を行い、それを基に打上げ能力、開発コスト、開発スケジュールの検討及び若干の調整を行うことが必要であるとしている。

### (1) 打上げ能力(太陽同期軌道高度 500 km)

米国(ヴァンデンバーグ空軍基地)打上げの場合

3.1 ~ 3.4 トン(フェアリングについて、アトラス 搭載品と、GX (国内打上げ)用に開発してきた機器(以下「GX 開発品」という。)の違いによる影響のみ考慮)

日本(種子島大崎射場)打上げの場合

1.4 ~ 2.5 トン(飛行安全の考え方により変動)<sup>5</sup>

### (2) 開発コスト

今後必要とされる開発コストは、最も安いケース(米国打上げで、搭載電子機器(アビオニクス)、フェアリング等にアトラス 搭載品を最大限活用するケース)で 830 ~ 845 億円以上(うち、実証試験機(2 機分)300 億円)、最も高いケース(種子島打上げで、

<sup>5</sup> GX に限らず、種子島からの極軌道打上げは条件が悪い。H-A も含め、日本の極軌道打上げ戦略の見直しが必要ではないか。

搭載電子機器(アビオニクス)、フェアリング等に GX 開発品を適用するケース)で 1275 ~ 1380 億円以上(うち、実証試験機(2 機分)390 億円)と想定される(いずれも 1 ドル = 100 円で試算)。

### (3) 開発スケジュール

平成 20 年 8 月よりロケットシステムとしての開発に本格着手した場合、実証試験機 1 号機の打上げ時期は、最速で、平成 24 年 1 月(米国打上げで、搭載電子機器(アビオニクス)、フェアリング等にアトラス 搭載品を最大限活用するケース) ~ 平成 24 年 12 月(種子島打上げで、搭載電子機器(アビオニクス)、フェアリング等に GX 開発品を適用するケース)。

### (4) 米国打上げ対応案

打上げ実施体制として、a) JAXA が打上げ、b) (株)ギャラクシーエクスプレスが打上げ、c) 米国 ULA 社が打上げ、の 3 通りが想定されるが、米国 ULA 社の見解に基づくと、現実的に対応可能な案は c) となると考えられる。

c) 案では、GX ロケットをアトラスロケットの 1 形態と解釈して実施。その場合でも、打上げ失敗時の第三者損害賠償の取り扱いについて検討が必要。

### (5) 射場施設設備

#### 米国の場合

アトラス の既存設備に対して、一部新設及び改修が必要。なお、発射管制時、日本の作業者は立ち入りを規制される可能性があり、その際、打上げ実施判断への関与について米国側と調整等が必要。

#### 日本の場合

これまでのアトラス 1 段を前提とした射場構想(大崎射場を想定)の見直しが必要。

機体と直接インターフェースする設備・装置については、米

国射場と同一設計にすることが最も効率的であると考えられ、製造図面の開示を受け日本側で製造、又は米国側での製造のいずれかになると考えられる。

なお、1 段がアトラス に変更になったことに伴い、推薬搭載量が増加した結果、打上げ時の保安距離が長くなり、吉信射場からの打上げについては問題はないが、大崎射場からの打上げの場合、現在の打上げ時の警戒区域を越える。

## 4. 今後検討が必要な事項

以上の状況説明等により明らかになった情報に対して、これまで小委員会で議論になった点等を、前記「評価指針」の評価項目毎に整理すると、以下のとおりである。

なお、以下の点のいくつかについては、小委員会のみでは議論できず、推進部会あるいは宇宙開発委員会において議論する内容も含みうるが、今後の JAXA・民間の検討の参考となるように、これまでに与えられた議論について、できる限り網羅的に挙げるようにした。

### (1) プロジェクトの目的

これまでの民間主導の GX ロケットプロジェクトの目的は、国際市場で競合し得る、高性能で安く、信頼性の高い中小型商用ロケットの実現であり、本プロジェクトへの国の取組の目的は、「LNG 推進系の飛行実証」と「GX ロケット開発の支援(及びそれを通じた民の事業化の支援)」の 2 点である。今般の民間の要望を受け入れるとすれば、今後のプロジェクトにおいては、「LNG 推進系の飛行実証」と「GX ロケットの開発による民の事業化の支援」が国の取組の目的となる。これらについての意義はどう評価されるか。

これに関連して、以下の点も明らかにすべきである。

- 「支援」という目的に対する意義としては、H- A に比し有意に安価な輸送手段が用意されること<sup>6</sup>及び事業化により新たな産業が創出されることが挙げられるが、この二つの意義は現時点ではどうか。

また、H- A の代替の輸送手段が用意されることの意義はどうか。

- 今後必要とされる開発コスト等を考慮した場合、LNG 推進系技術を獲得することについて、現時点での意義はどうか。

今後必要とされる開発コストは、最も安いケースで 830 ~ 845 億円以上、最も高いケースで 1275 ~ 1380 億円以上と試算されているが、上の意義は投入する費用に見合うものか。

## (2) プロジェクトの目標

LNG 推進系の飛行実証という観点では、例えば、アブレータ方式の場合、2 段エンジンの性能は、実証試験機 1 号機の段階では、平成 18 年度の中間評価時点の基本仕様と比較し、打上げ能力が約 75 kg 程度低下することが見込まれるが、これは妥当であるか。

GX ロケットの支援という観点では、例えば、ロケット全体の打上げ能力は、米国打上げの場合 3.1 ~ 3.4 トン、日本打上げの場合 1.4 ~ 2.5 トンと見込まれるが、これは妥当であるか。

## (3) 開発方針

### 米国打上げの場合の検討

国が実質的な開発主体となったときに、米国打上げのために必要となる内外の手続等について、スケジュール等のリ

スクをどのように考えるのか。

アトラス 1 段を使い、米国企業が打上げ主体になり米国から打ち上げる場合には、それで日本のロケットと言えるのか。

JAXA が開発主体となったロケットを米国から打ち上げる場合には、宇宙損害責任条約の下では日米両国がともに第三者損害に対する責任を負うことになると考えられるが、この場合には、あらかじめの政府間の整理が必要なのではないか。また、この際、日本政府による打上げに係る安全確保上のチェックが必要となる場合、その実効性につき検討が必要ではないか。

打上げの安全確保上のチェックを行う米国への技術情報の開示等は問題ないのか。

実証試験機 2 機打上げ終了後についての事業について、事業は民間が責任をもつとのことだが、その時点で GX ロケット用に国内で整備された射場がない状況になるが、それでよいのか<sup>7</sup>。官民合わせた総コストをみると、かえって経費がかさむのではないか。

これらのことについて明確にならない点がある場合、スケジュールリスク等は誰が担うことになるのか。

### 種子島打上げの場合の検討

打上げ能力は、飛行安全の考え方により変動(1.4 ~ 2.5 トン)するとのことだが、その評価については、妥当か。(破壊時最大添加速度の仮定についてどう考えるか。)

打上げ時の保安距離の確保等を考慮したとき、射点については、どのように考えるか。

<sup>6</sup> 製品価格は設計段階での寄与が最も高い。設計が悪いと製造段階で幾ら努力しても目標価格に届かない事がある。重要な評価項目である。

<sup>7</sup> 注記 5 に示した様に、日本の極軌道打上げ構想が重要である。

射場整備の役割分担はどうか。

(4) システム選定及び基本設計要求

第2段のLNG推進系について、システム選定、開発計画等が妥当であるか。(実証試験機1号機用LNG推進系については、JAXAは平成22年度民間引渡しという前提の下、アブレータ方式であればスケジュール通りの引き渡しは技術的には可能な見込みとのことであるが、そのスケジュールを変更してまでも、今後の推進系性能や技術の発展性を考慮する必要性はないか。)

搭載電子機器(アビオニクス)、フェアリング等について、GX開発品を活用するか、アトラス 搭載品を活用するかについての選択は妥当か。

アトラス 第1段エンジンを活用することについて、ロシア製エンジンの供給や価格の安定性についての見通しはどうか。我が国の宇宙開発の基本方針の一つである自律性との関係をどのように考えるか。

(5) 開発計画

開発費について、JAXAとして責任をもって必要な精度で算出されているか。為替変動の影響や、これまでの民間の開発成果をJAXAに移転するための費用の扱いについても、明確化する必要があるのではないか。

今後必要とされる開発コストは、最も安いケースで830~845億円以上と想定されるが、今後JAXAとしてこの開発コストを負担していく場合、JAXA全体の資金計画の中でどのような影響があるか。

実証試験機のコストは、最も安いケースで300億円(2機分)と想定されるが、実機のコストはどの程度になるか。H-Aより打ち上げ能力が低くてコストが高いロケットを開発す

ることは正当化されるのか。国の中型ロケットとして開発するのであれば、少なくとも、実機ベースでJAXAの衛星がいくらで打ち上げられるのかについても確認する必要があるのではないか。

開発スケジュールは、最速で、平成24年1月の実証試験機1号機打ち上げが可能とのことだが、技術的見通し、実現可能性等の観点から妥当であるか。

本プロジェクトは、官民協力の試金石ともなるプロジェクトであるが、これまでの経緯を踏まえた上で、プロジェクトを成功させることが可能な責任分担関係・実施体制が構築されているか。

(6) リスク管理

コスト、スケジュールその他の不確定要因として、どのようなリスクがあり、それをどのように評価、管理するのか。計画通り進まなかった場合のリスクマネジメント、官民の責任はどうか。(特に、JAXAが責任を持ちうること、JAXAの責任を超えていることを明確化することが必要ではないか。)

(7) 以上のほか、小委員会では、より基本的な議論として、次のような議論もあった。

中型衛星の需要見通し、GXロケットの国際競争力や打ち上げ能力も踏まえた上で、大中小のロケットを全て国全体で開発して取り揃える必要性について明らかにする必要がある。

新たに日本に相応しい安くて高性能な中型ロケットを開発するとした場合のコストのシミュレーションと対比して検討すべきではないか。

以上

(別添 1)  
資料 1-1

## GX ロケットに関する評価実施要領(案)

平成 20 年 1 月 28 日  
推進部会

1. 趣旨  
民間主導により開発計画が進行中の GX ロケットについては、我が国が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、国は、第二段に搭載する液化天然ガス(LNG)推進系の開発及び飛行実証を進めるなど開発計画を支援してきているところである。  
GX ロケットに関し、宇宙開発委員会としては、平成 18 年 11 月に、LNG 推進系飛行実証プロジェクトの中間評価結果を了承するとともに、その際に指摘した技術的課題の進展状況について、遅くとも 1 年半程度を目処に再評価を行うこととした。  
今般、GX ロケットの開発において、民間から、これまで民間主導で行ってきたシステム設計や 1 段ロケットなどについて、JAXA が開発主体となって進めることが要望されたことを受け、前記技術的課題に関する評価に加え、新たに JAXA が実施することが求められている開発内容についても、宇宙開発委員会において評価を行うことが必要となった。  
このため、GX ロケット計画において JAXA が果たすべき役割について、「宇宙開発に関するプロジェクトの評価指針」(平成 19 年 4 月 23 日 宇宙開発委員会推進部会)に基づき、宇宙開発委員会として中間評価を行う。
2. 評価の目的  
GX ロケット計画において JAXA が果たすべき役割について助言することを目的とする。
3. 評価の対象  
GX ロケット計画において JAXA が実施することが求められている開発内容を評価の対象とする。
4. 評価項目  
LNG 推進系を含め、GX ロケット計画において JAXA が実施することが求められている開発内容について、その目的、目標、開発方針、システム選定及び基本設計要求、開発計画、リスク管理
5. 評価の実施体制  
推進部会の下に、GX ロケット評価小委員会(以下、小委員会という。)を設け、関係分野の専門家による評価を実施する。小委員会の構成員は、別紙 1 のとおりとする。
6. 中間評価の進め方  
小委員会においては、前記の評価項目について評価を行い、平成 20 年 5 月を目処に評価報告書を取りまとめることを目標とする。  
推進部会においては、小委員会の評価報告書を確認した上で、GX ロケット計画において JAXA が果たすべき役割について総合的に判断する。
7. 関連文書  
評価に当たっての関連文書を別紙 2 に、LNG 推進系飛行実証プロジェクトに関する宇宙開発委員会における過去の評価結果を別紙 3 に示す。
8. 会議の公開  
「宇宙開発委員会の運営等について」(平成 13 年 1 月 10 日宇宙開発委員会決定)に従い、検討委員会は、原則として公開とし、特段の事情がある場合には、非公開とすることができるものとする。

## GX ロケット評価小委員会構成員

(委員)

主査 池上徹彦 宇宙開発委員会委員  
青江 茂 宇宙開発委員会委員  
森尾 稔 宇宙開発委員会委員(非常勤)

(特別委員)

澤岡 昭 大同工業大学学長  
高柳雄一 多摩六都科学館長  
中須賀真一 東京大学大学院工学系研究科教授  
  
栗林忠男 慶應義塾大学名誉教授  
河野通方 大学評価・学位授与機構教授  
田中俊二 社団法人日本航空宇宙工業会常務理事  
棚次巨弘 室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター長  
新岡 嵩 秋田県立大学理事・副学長  
八坂哲雄 九州大学名誉教授  
米倉誠一郎 一橋大学イノベーション研究センター教授

## 評価に当たっての関連文書(抜粋)

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)

### 2. 宇宙開発利用の意義、目標及び方針

#### (1) 意義

国家戦略技術としての重要性

宇宙開発利用で必要とされる技術は、さまざまな高度技術の統合の上に成立つ代表的な巨大システム技術であり、科学技術創造立国を標榜する我が国にとって、国の持続的発展の基盤となる重要な国家戦略技術として位置付けられる。さらに宇宙開発利用は、第2期科学技術基本計画の重点4分野である情報通信分野、環境分野の推進に不可欠である。また、宇宙開発利用における技術は多くの工学分野における極限技術の集大成とも言える領域であり、その技術力の向上活動自体が広範な分野における技術の飛躍的進歩をもたらし、これらを通じて幅広い技術革新の進展を促すことになる。

我が国の総合的な安全保障への貢献

宇宙開発利用は、近年の国内外における政治・経済・社会の急激な情勢変化を踏まえ、我が国の総合的な安全保障に重大な影響を及ぼすさまざまな情報・事象を正確かつ迅速に収集、伝達するために、もっとも有効な手段のひとつである。

#### (2) 目標

## 経済社会の発展と国民生活の質の向上

国際競争力の強化などを通じた宇宙産業の基幹産業への成長促進や、宇宙という特殊環境を舞台にした活動を通じた革新的な技術や新たな付加価値とビジネスチャンスの創出により、我が国の経済の活性化に貢献する。同時に、研究開発の成果を踏まえ、宇宙インフラと地上インフラの各々の特徴を活かした最適なシステムを構築し、効率的かつ効果的な利用の促進により、国民生活に真の豊かさをもたらす。

### (3) 方針

我が国の国際的地位、存立基盤を確保するため、諸外国における宇宙開発利用の状況を踏まえつつ、我が国は人工衛星と宇宙輸送システムを必要な時に、独自に宇宙空間に打ち上げる能力を将来にわたって維持することを、我が国の宇宙開発利用の基本方針とする。

そのため、技術の維持・開発においては、信頼性の確保を最重視する。また、重要技術の自律性を高めるため、適切な選択と重点化を行った上で、ソフト面も含めた基盤的技術を強化するとともに、技術開発能力を維持する。

なお、研究開発目標設定や研究開発計画の策定に関しては、利用者の要求を十分に反映することが可能となる仕組みを構築する。

## 3. 横断的推進戦略

### (3) 産業化の推進

#### 産学官の役割のあり方

産学官の役割のあり方は、「民でできることは民で」を基本原則とする。その上で、民の役割は事業化リスクを分担することであり、

官の役割は、その技術開発に公益性が認められる場合、失敗を伴う可能性もあるような高い技術開発リスクを分担し、その実証を行うことである。さらに官の役割は、大型試験設備などの維持・整備を行い、基礎的技術の蓄積と開発支援を行うことである。また、学は独自の、基礎的な研究を行い、人材養成を行うことである。

宇宙開発利用のプロジェクトを推進するには、産学官がこれらの役割分担を踏まえた上で、連携して実施することが望ましい。官民連携プロジェクトなどを推進するに際しては、官は民の技術開発や事業運営に係る能力を有効に引き出すとともに、これを維持、発展させることが重要である。また、大学における研究開発成果が産業化に寄与できるような連携システムを確立する必要がある。加えて、連携のあり方としては、産学官だけではなく、宇宙開発担当機関同士の連携強化と宇宙利用機関との連絡調整の緊密化も必要である。

なお、産業化を推進するための官民の役割整理に際しての重要な項目として、国の研究開発成果の民間移転のあり方に関して、制度と具体的な手続きなどを定めることが求められる。

## 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。

#### 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)

#### I. 我が国の宇宙開発に関する基本的考え方

#### 2. 我が国の宇宙開発の目的と基本方針

##### (1) 我が国の宇宙開発の目的

##### 経済社会への貢献

変化する時代の要請に的確に対応し、経済社会に対して積極的に貢献するため、成果の社会還元等の推進等により、国際的な競争力を有する産業への成長促進につなげる。また、宇宙環境利用の優位性を最大限に活かし、新たな付加価値、新産業の創出に貢献し、幅広い技術力のすそ野を形成する契機となる活動を行う。

#### 4. 研究開発の重点化の考え方

##### (2) 官民の役割分担

宇宙産業が将来の我が国の基幹産業に発展し、経済社会の発展に寄与するため、利用を見据えた研究開発が不可欠であり、研究開発の企画構想段階から、官民が連携・協働体制を構築し、

イコール・パートナーシップの下で宇宙開発を進める。宇宙開発は、技術集約度が高く、また、手作りに近い一品生産品をシステムとして統合する必要があり、技術力を維持、継承し発展させていくため、官民が役割分担を明確化した上で取り組む。

今日までの我が国の宇宙開発の蓄積を踏まえて、「民間でできることは民間で」との方針の下、国は、民間では実施困難なリスクの大きい研究開発、宇宙実証等を行い、その成果を速やかに民間移転することにより、産業競争力の強化に寄与する。

また、産業化の段階においては、新たな宇宙利用の可能性を探るとともに、必要な基盤的な技術開発を行うことにより、その可能性の顕在化に資する。このため、信頼性や安全性の向上のための宇宙実証の推進、宇宙における実証一実験機会の提供、民間では整備できない大型試験施設・設備の供用、打上げ射場の整備充実を推進する。

なお、民間においては、我が国が得意とする分野の技術優位性を活かし、その事業化に関する責任とリスクを踏まえ、宇宙の利用拡大に向け、魅力あるサービス等の提供に努めることを期待する。

個別のプロジェクトの推進に当たっては、以上の基本的な考え方の下で、あらかじめ官民の役割分担を明確にした上で推進する。

#### 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

## LNG 推進系飛行実証プロジェクトに関する 宇宙開発委員会における過去の評価結果(抜粋)

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进行评估し、技術実証を行う。

独立行政法人宇宙航空研究開発機構が達成すべき業務運営に関する目標(中期目標) (平成 15 年 10 月 1 日 総務大臣、文部科学大臣、国土交通大臣)

### III. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

#### 1. 自律的宇宙開発利用活動のための技術基盤維持・強化

##### (A) 宇宙輸送系

##### (5) LNG 推進系

次世代基幹ロケットのキー技術の有力な候補である LNG 推進系の技術を確立することを目的として、LNG 推進系の研究開発を行い、民間主導で開発される中小型衛星打上げ用の GX ロケットの第 2 段を活用した、LNG 推進系の飛行実証を行う。

### LNG 推進系飛行実証プロジェクトの評価報告

(平成 14 年 6 月 18 日 宇宙開発委員会 計画・評価部会 LNG 推進系飛行実証プロジェクト評価小委員会)

#### 総合評価

各項目についての評価と、各委員から出された総合評価を踏まえ、一部留保する委員もあったが、本評価小委員会では、以下の 3 項目にまとめ、今後とりうる方向を示した。

長期的には、LNG 推進系プログラムの選択肢としての有用性は認められる。しかしながら、NASDA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なかった。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。

「研究」段階にあるプロジェクトとしては、開発を意識したエンジン燃焼試験、複合材タンク試験など、かなりの努力が払われており、概ね妥当であると判断する。しかしながら、「研究」段階に達成されるべき成果のうち、他の選択肢との比較検討がほとんど実施されていない。今後、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

る。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・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。

打上げ安全に必要な技術情報の開示は、ロケット全体のリスクを管理する上で必須である。本プロジェクトの飛行実証手段であるGXロケットは、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ものであるため、米国政府による技術輸出許可の見通しも含めて、現時点では、打上げ安全に関して必要な技術情報開示については、打上げの安全基準を作成した上で、基準により要求される技術情報が開示可能であるとの説明があった。今後、このことを確認する必要がある。また、全体システムの開発・管理体制及び共同開発に係わる役割分担と責任を明らかにすべきである。

以上のことから、本評価委員会は、LNG推進系飛行実証プロジェクトは、「開発」段階に着手せず、「研究」段階を継続して、上記の諸課題の解決に向けて、民間と協力して、内容充実を図ることが妥当であると判断した。

#### 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。... (略)...

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・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直し  
官民の役割分担の在り方

LNG 推進系飛行実証プロジェクトの評価報告書  
(平成 15 年 3 月 10 日 宇宙開発委員会 計画・評価部会 LNG 推進系飛行実証プロジェクト評価小委員会)

#### 総合評価

前回評価における指摘事項を踏まえ、研究段階にある当該プロジェクトの進捗状況の確認、及び要望を以下のようにとりまとめた。

LNG 2 段推進系の開発は、将来の輸送系に関わる LNG 推進系プログラムの第 1 段階として、適切に位置付けられている、平成 17 年度を目途とする飛行実証には、最優先の目標である燃焼、複合材構造などの基盤技術の開発・成熟を果たして臨むこととし、関係者は開発に関わるリスクを許容している、ロケットシステムとしての LNG 2 段推進系、及びその各要素について適切なトレードオフがなされ、外部の研究者と協力して基盤

技術の開発が進められている。

民間企業が主導するロケットのシステム開発体制が整えられ、事業団との協定において合意される役割分担の具体化が進められている、

事集団において、ロケットの受託打ち上げに向けた安全評価体制が整備され、民間企業が委託を希望するロケットについて、打ち上げ安全に必要な情報開示が可能であるとの見通しが示されている、

ことから、開発に進み得る研究成果、実施体制が概ね整っている状況を確認した。

なお、ロケット打ち上げについて、「国」が負うべき責任の根拠として、

安全評価基準を定めて新機構の打ち上げ業務に適用し、受託打ち上げについては、関係者が責任分担、保証体制を明示した受託打ち上げ契約を締結する、

ことが適当であるとした要望を提示した。

以上を総合して、本評価小委員会は、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。

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処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っており妥当である。

(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。

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 24 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評価小委員会)

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ず、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。

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) )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・アプ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か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・アプレータ方式では、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、理解できるところである。

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・アプ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るべきである。研究開発リソースを有効に活

**GX ロケット評価小委員会の審議経緯**

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。

なお、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。

【第1回 GX ロケット評価小委員会】

平成20年2月5日(火) 10:00～12:00

【第2回 GX ロケット評価小委員会】

平成20年2月25日(月) 13:00～15:00

【第3回 GX ロケット評価小委員会】

平成20年3月18日(火) 13:00～15:00

【第4回 GX ロケット評価小委員会】

平成20年4月7日(月) 14:00～16:00

【第5回 GX ロケット評価小委員会】

平成20年4月24日(木) 10:00～12:00

【第6回 GX ロケット評価小委員会】

平成20年5月15日(木) 14:00～16:00

【第7回 GX ロケット評価小委員会】

平成20年5月29日(木) 10:00～12:00





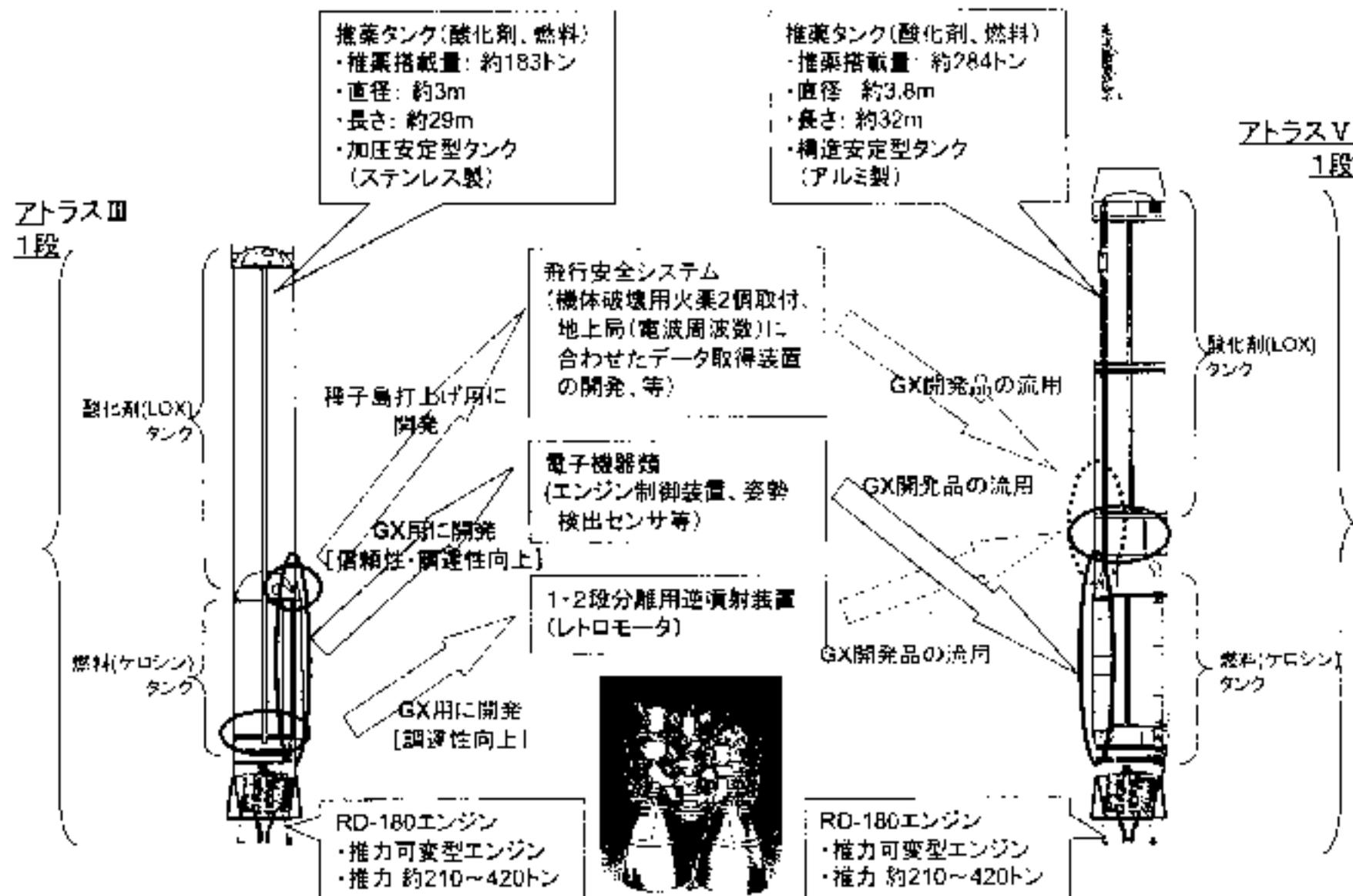
平成20年2月5日  
株式会社 IHI  
航空宇宙事業本部

## GXロケット(官民共同プログラム)について

|    | 現行(民主導)の<br>官民共同プログラム                             | 今後の進め方(案)                         | 備考                                     |
|----|---|-----------------------------------|--|
| 事業 | 実用機製造   | 民間                                | 民間                                     |
| 開発 | 打上・運用   | 民間                                | 民間                                     |
|    | 1段ロケット<br>(アトス1段をGX<br>用に改修)                      | アトス<br>(民間)                       | アトス<br>(JAXA/民間)                       |
|    | 2段ロケット<br>(新規開発)                                  | LNG推進系(JAXA)<br>(平成22年度に<br>開発完了) | LNG推進系(JAXA)<br>(平成22年度に<br>開発完了)      |
|    | システム設計・<br>試験、各種機器<br>実証試験機(*)<br>(開発・製造・<br>打上げ) | 民間<br>別途検討<br>(初号機打上げ:<br>平成23年度) | JAXA/民間<br>JAXA<br>(初号機打上げ:<br>平成23年度) |
|    | 打上げ射場   | JAXA(GX固有は民間)<br>(種子島射場整備)        | 米国射場を借用。<br>又は、JAXAによる<br>種子島射場整備。     |

(\*)実証試験機については、システム設計等の開発成果並びに打上げ安全の確保について国が責任を持って検証すべきもの。

## GX用アトラスⅢ 1段とGX用アトラスⅤ 1段の比較





# 打上げ能力、開発コスト、開発スケジュール



調査結果を下表に示す。なお、開発コストは調査に基づいた集計結果である。

為替レートは1USDル=100円で換算

|                      |        | ケースA                 | ケースB                   | ケースC                         | ケースD                                    |
|----------------------|--------|----------------------|------------------------|------------------------------|---|
| 打上げ射場                |        | 米国VAFB打上げ            |                        | 種子島打上げ                       |   |
| フェアリング               |        | アトラスV搭載品             |                        | GX開発品                        |   |
| 2段アビオニクス             |        | アトラスV搭載品<br>最大限活用    |                        | GX開発品最大限活用                   |   |
| 1段(搭載機器含む)           |        | アトラスV                |                        |                              | アトラスV改修                                 |
| 打上げ能力<br>(太陽同期500km) |        | 3.1トン※2              | 3.4トン※2                | 1.4~2.5トン※3                  | 1.4~2.5トン※3                             |
| 開発費                  | GXシステム | 360-375億円            | 430-495億円              | 500億円                        | 525-630億円                               |
|                      | LNG推進系 | 170+ $\alpha$ 億円※4   | 170+ $\alpha$ 億円※4     | 170+ $\alpha$ 億円※4           | 170+ $\alpha$ 億円※4                      |
| 射場施設整備費              |        | (開発費に含む)             | (開発費に含む)               | 190+ $\beta$ 億円※5            | 190+ $\beta'$ 億円※5                      |
| 実証試験機(2機分)           |        | 300億円                | 360億円                  | 350億円                        | 390億円                                   |
| 開発費用合計※6             |        | 830-845+ $\alpha$ 億円 | 960-1,025+ $\alpha$ 億円 | 1,210+ $\alpha$ + $\beta$ 億円 | 1,275-1,380<br>+ $\alpha$ + $\beta'$ 億円 |
| 初号機打上げ時期※7<br>(最速)   |        | 平成24年1月              | 平成24年3月                | 平成24年1月※8                    | 平成24年12月                                |

- (※1) 米国はバンデンバーグ空軍基地(VAFB)、日本は種子島大崎射場を想定
- (※2) フェアリングの違いによる影響(質量、空力係数)のみ考慮(搭載品の質量差は軽微と仮定)
- (※3) 飛行安全の考え方により、打上げ能力は変動する
- (※4) 1段および射場を変更した場合、LNG推進系の仕様、開発計画の一部見直しが必要な可能性がある。その場合、コストの変動もありうる。
- (※5) アトラスIIIベースの射場構想から見直しが必要になるが、現状はアトラスV1段と射場のインターフェースが不明なため積算が困難
- (※6) 民間から国へこれまでの開発成果の有償移転を行う場合の費用については含まず
- (※7) 平成20年8月よりロケットシステムとしての開発に本格着手した場合
- (※8) 射場施設整備が平成22年度末までに完了することが必要

(別添5)