

参考5-2

宇宙開発委員会推進部会
GX ロケット評価小委員会(第4回)議事録(案)

特別委員
特別委員
特別委員
特別委員

田中俊二
棚次亘弘
八坂哲雄
米倉誠一郎

1. 日時 平成20年4月7日(月)14:00~16:05

2. 場所 文部科学省 16階 特別会議室

3. 議題

(1) GX ロケットに関する評価について

(2) その他

4. 資料

資料4-1 これまでの小委員会会合において指摘された論点について

資料4-2 LNG 推進系研究開発の取組状況について(その2)

参考資料4-1 GX ロケット評価小委員会の今後の予定について

参考資料4-2 GX ロケット評価小委員会(第3回)議事録(案)

5. 出席者

【宇宙開発委員会】

主査

委員長

委員

委員

特別委員

特別委員

特別委員

特別委員

池上徹彦

松尾弘毅

青江 茂

森尾 稔

澤岡 昭

高柳雄一

栗林忠男

中須賀真一

【文部科学省】

文部科学省研究開発局参事官

文部科学省研究開発局参事官付宇宙国際協力企画官阿蘇隆之文

文部科学省宇宙開発利用課長

【説明者】

独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)

理事

LNG プロジェクトマネージャ

経営企画部長

石川島播磨重工業株式会社(IHI)

執行役員 航空宇宙事業本部長

理事 航空宇宙事業本部宇宙開発事業推進部長

株式会社ギャラクシーエクスプレス(GALEX)

代表取締役社長

6. 議事内容

【池上主査】 第4回GX ロケット評価小委員会を開催したいと思います。

皆様におかれてまは、お忙しいところをお集まりいただきましてどうもありがとうございました。本日の議題は、お手元にございますように、GX ロケットに関する評価について、それと、その他ということになっています。

審議に入る前に、事務局より配付資料の確認をお願いいたし

ます。

【阿蘇企画官】 それでは、資料の確認ですけれども、まず、資料 4-1「これまでの小委員会会合において指摘された論点について」、資料4-2「LNG 推進系研究開発の取組状況について(その2)」、それから、参考資料 4-1 と参考資料 4-2 が机の上に配付されているかと思えます。どうぞご確認ください。また、こちらのピンク色のファイルでございますけれども、前回までの資料がとじてあるので、どうぞ審議の途中にでも御参考にしてください。

以上でございます。

【池上主査】 ありがとうございます。

それでは、早速「GX ロケットに関する評価について」に入ります。

まず、事務局の方から、これまでの小委員会の会合において、指摘された論点について取りまとめましたので、それについて説明して下さい。

【片岡参事官】 資料 4-1 でございます。これまでの小委員会会合におきまして指摘された論点につきまして、宇宙開発に関するプロジェクトの評価指針の評価項目ごとに整理してみたものがこの資料でございます。

まず1.、プロジェクトの目的あるいは意義ということでございますが、従来民間主導の官民協カプロジェクトということで進めてきたわけでございますが、その中で、JAXA は第2段のエンジンの LNG 推進系の研究開発を担当するということでやってきたわけでございますけれども、今般、民間からの御要望を受けて、国が実質的な開発主体となって開発する場合、その意義は何か、それは投入する費用に見合うものなのかといった論点、その中で、中型ロケットの需要予測、GXロケットの国際競争力や打上げ

能力も踏まえた上で、大中小のロケットをすべて国主体で開発して取りそろえる必要性があるのか、それから、H- A ロケットの補完

バックアップとしての意義についてはどうか、それから、国が実質的な開発主体となって開発する場合に1段ロケットをアメリカから導入することについてはどうなのか、JAXA が技術を保有することの是非はどうか、それから、LNG 推進系技術を獲得することの意義についてはどうか、それから、日米協力の観点からの意義や各民協カプロジェクトの試金石としての意義についてはどうか。また、10年前に開始された技術開発が現時点でも意義を持つのか、技術面からの再評価が必要ではないかといった論点がございます。

2.、プロジェクトの目標であるが、技術実証を行うべき目標の設定は妥当であるか。

3.、開発方針ですが、官民の責任分担関係は妥当であるか、また、実証試験機2機についてアメリカの射場から打ち上げるといことで民間から御提案があるわけでございますけれども、これについては射場の整備費用の節約の観点からのお考えであるということでございますけれども、宇宙条約における打上げ国となる日米両国の関係、打上げの安全審査を行う米国への技術情報の開示等の諸課題についての見通しはどうか、必要経費がもっとかさむのではないかといったこと、論点がございます。

それから、アメリカ射場打上げの場合に、実証試験機2機以降の打上げ射場についての考え方はどのようになるか、それから、JAXA の方では米国射場と並行して、種子島射場からの打上げについても検討しているわけでございますが、その場合の経費、役割分担はどのようになるのか。

4.、システム選定及び基本設計要求でございますが、従来、アトラス のエンジンを使うということが今回 に変更になるということでございますけれども、それを活用することについて、ロシア製のエンジンの供給についての見通しはどうか、また、我が国の宇宙開発の基本方針の一つであります自律性との関係をどのように考えるか。それから、第2段のLNG推進系につきましては、本日これから御説明もでございますけれども、システム選定、開発計画等が妥当であるか。

5.、開発計画であります。JAXA が実質的な開発主体となる場合には、今後の開発費について改めて JAXA がみずから責任を持って算出するということが必要になりますけれども、どの程度の精度で算出されているか、資金計画は妥当であるか。それから、開発スケジュールは実現可能性等の観点から妥当であるか。また、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.、リスク管理についてでございますが、リスクの評価と管理が妥当に行われているか、コスト、スケジュール、その他の不確定要因についてでございます。計画どおり進まなかった場合のリスクマネジメント、官民の責任体制が妥当であるか、特に JAXA が責任を持ち得ること、JAXA の責任を超えていることを明確にすることが必要ではないかということでございます。

その下の 印のところの括弧でなお書きしてございますけれども、現在 JAXA におきましては民間の要望を踏まえて国の役割を拡大するとした場合の開発計画、開発コスト、技術・運用の自在性のあり方、製造・運用基盤の安定性等につきまして 4 月 24 日に予定されております第 5 回、次回の GX ロケット評価小委員会に向けまして民間の協力を得まして検討を進めているというこ

とでございますので、次回、その検討の結果を報告を受けて、審議いただく際には、以上のような論点を念頭に置いていただきつつ御膳論いただくということになるかと思えます。

3 ページ目でございますが、今回の評価を模式的に示したものがこの図でございます。左側の方に大きな四角が 2 つございますけれども、LNG 推進系に係る技術的な評価という部分、それから、民間からの今回の要望を踏まえた評価、この 2 つがあるということでございます。

そのうちの LNG 推進系の部分につきましては、従来から JAXA が担当している第 2 段エンジンにかかわる評価ということで、平成 18 年 10 月に評価の結果が、前回の中間評価の結果が出されておりますけれども、その結果の中で、おそくとも 1 年半程度をめどに開発スケジュール、開発費等を明確にして、開発方針を再検討するとされたわけでございます。その中で、再生冷却方式を第 1 の目標とし研究を加速するということ、それから、アブレータ方式につきましては再生冷却方式が開発スケジュール等の観点から第 1 の目標とすることができない場合に備えて開発を継続すべしということで、前回の中間評価では結論が出されたところでございます。

これを受けまして、今回の評価におきましては、第 2 回の会合のときに「LNG 推進系研究開発の取組み状況について(その 1)」ということでまず報告があったわけでございますが、本日、第 4 回の会合におきまして、残りの部分についての御報告があるということでございます。

それから、この評価の左下の方でございますが、民間からの今回の要望を踏まえた評価ということで、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の評価を行うことが必要

になっているということでございます。

新たな要望が GX ロケット全体のシステムインテグレーション、それから、1 段ロケットの開発、実証試験機の開発・製造・打上げ、射場整備というところでございます。これを踏まえまして、第 1 回の会合以来、これまでの経緯、あるいは、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、それを踏まえた JAXA における検討状況につきまして、JAXA、民間から聴取してきたところでございます。

この 2 つ、LNG と、それから、この民間要望を踏まえた審議を踏まえて、右側の真ん中の四角にございますように、GX ロケット開発の今後の進め方ということで、これらを踏まえて、JAXA が今後の開発経費等を宇宙開発委員会に対して提示することが必要であるということで、次回に向けて現在検討をされていると聞いております。

その結果を踏まえまして、今後の JAXA における GX ロケットにかかわる研究開発の進め方について御評価いただくということになるかと思っております。

以上でございます。

【池上主査】 ありがとうございます。

ただいまの指摘された論点に間違いたしまして、前回、若干議論になりましたロシア製のエンジンの供給の見通し等につきまして、IHI の方から補足説明がしたいということですので、お願いしたいと思います。どうぞ、川崎さんの方から。

【IHI(川崎)】 今日紙は用意しておりませんが、2 点少し説明しないといけないかと思っております。

ただ、これもロッキードの情報等々について我々の方に入っているんですけれども、棚次先生、それから、前回、青江委員の方

からも非常に供給安定性について少し心配だなというようなことをおっしゃったと思いますけれども、根拠というか、どこのデータによる話なのかというんですか。それから、ちょっと私はロシアとアメリカの関係もあるんですが、国務省がとめているとか、それから、10 機程度ぐらいしかストックがないとか、幾つか議事録にも載っかっていると思いますけれども、そのニュースというかデータのベースをちょっと教えていただきたいなと、ロッキードの方からも求められました。誰がそういうことをどう言っているかということをも求められましたので、それをちょっとよろしくお願ひしたいと。今ではなくていいですから、よろしくお願ひしたいと思います。

それで、それは別途我々がいただくとして、一言で言うと、ロッキードの方は相当気にしているというか、なぜそうなっているのだということをいろいろ、どうなっているんだというようなことを言っているということがありますけれども、そうは言っても、状況だけ御説明申し上げたいと思っております。

まず、ロシア製エンジンの供給安定性ということでもありますけれども、RD-180 のテクアシ、これは技術情報も含めて、ものがロシアの方からアメリカの方に入るかどうかということでもありますけれども、これは平成 8 年に承認を受けて以降、必要な更新をやっておりますということで一時的にも中断されたことはありません。これは幾つかいろんな議論があったのでしょ。わかりません。だけれども、結果的には中断されたことはありません。

それから、承認期間については相当向こうまで承認されております。これは 24 日の方に、ロッキードと話をして数字を全部出せるかどうかということを確認しながら出しますけれども、私の方の手元に届いているものについては相当向こうまで承認期間が延

長されております。

それから、在庫につきましてはそういうような 10 台とかのレベルではありませんということだけ申し上げておきます。

それから、米国製造につきましては、プラットが独占権を持っておるんですけれども、結果的にはということになりましょうか、米国製造に必要なすべての知的財産を既に入手済みでありますという報告がきております。これは供給の安定性の話であります。

【森尾委員】 米国製造、製造？

【IHI(川崎)】 米国製造。

【森尾委員】 米国で製造する。

【IHI(川崎)】 はい。これは確かにアトラス というのはアメリカの基幹ロケットなのです。したがって、いわゆるキーコンポーネントについてはやはりロシアのものが極めていいということで、それを使いこなすということだったんでしょうけれども、そうは言っても、国内でも作れる能力を持っておいの方がいいんじゃないんでしょうかというリコメンデーションがあるのは事実でありまして、それについて、着々と一方で米国製造を磨いているということが一つあるということで米国製造でやっています。まだ米国製造の RD-180 がまだ我々の方に配給するところまでは話はきておりませんが、ロシアから輸入するだけではなくて、同じものが米国で作れる能力を持ちましょうということになっているようです。そういう意味で、米国製造の話と。

【森尾委員】 製造についての IP は解決済みと。

【IHI(川崎)】 はい。

【森尾委員】 それは製造だけですか、それとも、輸出も。

【IHI(川崎)】 それはもちろんアメリカからについてはロシアとの相談

の上でだと思えますけど、我々の方には輸出許可が出ています。

【森尾委員】 IP についての製造権もあるということは、製造・販売について日本にそれを持ってこられることもできるということ？

【IHI(川崎)】 今のものはロシア製のものを持ってきてよろしいということになっています。もちろんアメリカはアメリカの判断の中で我々の方に再輸出すると、今、リエクスポートという言葉を使っていますけれども、それが可能です。

【森尾委員】 だから、アメリカで作ったものを輸出できると。

【IHI(川崎)】 いいえ、ロシアで作ったものも、アメリカで作ったものも、アメリカで作った……。

【森尾委員】 だから、アメリカで作る IP は作る場合の IP は解決済みとおっしゃったわけですね。

【IHI(川崎)】 違います。アメリカで作るものについて、ロシアで同じものがアメリカで作る能力まで至っていますということを申し上げました。

【森尾委員】 能力？

【IHI(川崎)】 製造もしております。アメリカのものでないと、我々に入るわけではないです。関係ありません。どんなものでもいいんです。

【森尾委員】 いや、今おっしゃったのは、知的財産権のことじゃなかったんですか。

【IHI(川崎)】 違います。我々は知的財産というか、知的財産というのは図面もすべてということです。

【池上主査】 途中ですが、どうぞ。

【田中特別委員】 ちょっと一言だけ。今は輸入しているわけですか、ロシアから。

【IHI(川崎)】 ロシアから輸入しています。

【田中特別委員】 製造権、ライセンス生産を今後始めるべく、調整をしている。

【IHI(川崎)】 それは既にとっているんです。先ほどというか前回の御質問の中では、とったんだろうけれども、すべて作れるようになっているんでしょうかということの御質問だったと思います。したがって、それはもうすべて作れるようになっていきますということをお返事しました。

今回、これからとろうといっている話ではないようです。以前から進めているということですね。輸入する一方、そういうことをしていると、アメリカは、

【田中特別委員】 それで、第3国への輸出許可も得ていると。

【IHI(川崎)】 第3国はわかりませんが、我々の方にはリエクスポート(許可)はきています。ほかの国は知りません。

【池上主査】 どうぞ。

【棚次特別委員】 国務省から TAA が出るんですよね。言葉じゃなくて、具体的にそれを非公開でもいいから示していただきたいということなので、我々は要するにアクセスしようと思っても当事者にしか開示されないですね、TAA がどこに出たかというのは、それを心配しているんですよね。2月ごろのスペースニュースではっきりと報道されています。そういうものを踏まえて危惧しているんですね。だから、明確に TAA を見せていただくと一番いいんですけども、どうもそれが確たるものがないように思うんですよね。

【池上主査】 この話はかなりポリティカルな問題と絡んでいる様で、あくまでもIHIさんが民間同士で話す中での報告だと思っただけですね。ただ、確かな話として、アトラス用のエンジンをアメリカは独自で開発しようとしたんだけど、プラット・アンド・ホイットニー

社がそれはできなかったというのは事実であって、多分、ロシアと同じようなものを一度作るということをおっしゃっていると理解してよろしいですね。

【IHI(川崎)】 そうですね。

【池上主査】 どうぞ。

【IHI(川崎)】 プラットはそういう同じものを単独で作ろうとしたかどうかは知りません。けども、同じようなものが作れる状態になっているということだけがファクトであります。

それから、もう一件のアトラス の1段のテクアシでありますけれども、3月29日に我々の方に許可が出たという連絡がきました、紙も見ました、米国国務省に承認された、3月29日であります。

これは現行のアトラス のベースにVの技術情報、プラス、ハードウェアを追加したもので、要するに、アmendしたものであります。だけではなくてVも出すよということが追加されているものであります。

これは承認期間がどんどん更新されていきますけれども、これは今の承認が6月30日でありますけれども、まででありますけれども、ULA 社が米国国務省に確認しているのはこれから引き続き延長と、これまでもアトラス はどんどん延長されていますけれども、そういうことが延長されている、確認されているということになります。

それから、これはどんどん延長するのではなくて、本当にもうずっととったらどうだということをお米国の国務省の方から指導されているところがありまして、アトラス 向けに を全く切りかえたアトラス、 向けに新規のテクアシを申請したらどうだということをお指導されていると、それは申請済みであります。それが別にどうのこうのということ関係なく、一応アトラス も技術情報の開示に

ついでにテクアシは3月29日現在おりましたということです。先週ですかね。

【片岡参事官】 すいません。テクアシという言葉が使われていますが、先生方、みなさんご理解が。

【IHI(川崎)】 テクニカル・アシスタント・アグリーメント。ハードウェアも含めての話ですね。

以上です。

【池上主査】 何か今の点で、軽い質問はございませんか。

【棚次特別委員】 ですから、その辺が第三者からはアクセスするもう限界にきていたので、そこを私は以前から宇宙開発委員会なり文科省なりで確認できませんかということを行ったんですね。ですから、国務省にアクセスできるのは多分申請したロッキード・マーチン以外は開示されないと思います。議会の記録を見てもそこが承認されたという記録が出てない。それで心配しているのですが。

【池上主査】 課長の方から何か。

【中川宇宙開発利用課長】 補足ですが、さきほどIHIから説明がありましたとおり、アトラス について、3月29日にTAAが出たというお話がありました。これまではアトラス については技術情報の開示がまだだったということなんですけど、それが出ましたので、池上主査からのお話もありましたように、これに基づいて、先ほど来お話があったJAXAと民間の作業、これをより具体的に進めることができるということでもあります。それで、こうした技術的なところも、JAXAとしてもできるかどうかということなどを、次回以降、まずJAXAが自ら確認していったものを説明してまいり、そして、もし、おそらく今の感じだと、それに加えて政府ベースで確認しなくても大丈夫なのではないかと思われそうですが、必要なことがあ

れば政府ベースでもきちっと確認をするということをしてまいりたいと思います。

【棚次特別委員】 今おっしゃったのは、ロッキード・マーチンがロシアから輸入するTAAですね。それを今度はJAXAが輸入する場合には、JAXAの方がTAAを出すんですね。

【IHI(川崎)】 3月29日のTAAというのは、アメリカ側から日本です、我々の方にです。リエクスポートです。ロシアとアメリカとの間は中断したことがないということです。

【棚次特別委員】 そこが一番問題のところですね。去年の4月からずっとロッキード・マーチン社が申請しているけど、おりないとスペースニュースに出ていたので、それを調べてくださいと言っているのです。

【中川宇宙開発利用課長】 前回の委員会のときに、JAXAとIHIと両方から御説明があったとおりののですが、TAA というので、今、川崎さんから御説明があったとおり、これまで、アトラス に関してIHI が入っていた技術情報と同じようなものについて、アトラス についても、IHIにもJAXAにも開示されるようになって、これにより、アトラス についての詳細検討がきちんとできるようになるということでそこについてはオーケーなのですが、一方、前回、JAXA からもお話があったとおり、それでも開示される範囲とかはいろいろ制限もございますので、そういった開示範囲が十分かどうかというのは、またこれからJAXA、IHI 共同作業の中で検討を進めていくということでございます。ただ、これも前回JAXA が説明しましたように、外国ロケットの活用であることから、米口の状況などは、引き続き注視していくというのは、私どもも含めてやってまいりたいと思っております。

【棚次特別委員】 文科省さんが、確認されたということでもいいんです

ね。

【中川宇宙開発利用課長】 まずは、JAXA が民間の協力を得て進めているこの共同作業をきちっと進めて、評価いただく開発計画などをお示しすることをまずやらなくてははいけません。それを評価いただく過程で、それが十分なものなのか、まだ不十分なものなのか、明らかになってまいりまして、これが十分なものでないということであれば、今度は文科省としても、場合によっては経産省とも一緒になって、実施者側として、確認していくということが必要になるのかもしれない。ただ、その前の共同作業がもう少しかかりますので、その状況をみながらやってまいりたいと思っております。

【棚次特別委員】 3月29日と。

【池上主査】 国として外交ルートで確認したかと言われると、それはまだやっております。

【棚次特別委員】 要するに、前回のこの委員会のときにはなかったということですね、3月29日ですと。

【IHI(川崎)】 そうです。出していましたけれども、まだなかった状態です。

【池上主査】 ありがとうございます。

それでは、先ほど片岡参事官の方から説明がございました論点について、皆さんの御意見を伺いたいと思います。13 ページには、今回の評価作業の模式図というのが書かれていますので、御質問、あるいは、御意見がございましたらどうぞ。

【八坂特別委員】 最初のところの1.、プロジェクトの目的ですけども、ちょっと確認ですけども、このプロジェクトというのは GX ロケットのプロジェクトですね、従来から JAXA が担当してきた LNG 推進系ではなくて、ちょっとその辺が不明確なので、まず確認したい

と思いますが。

【片岡参事官】 このプロジェクトと申し上げておりますのは、今回の民間の要望を踏まえて JAXA が実施することとなる内容ということでございまして、LNG だけではなく、それ以外のものも含めてを言っております。ただし、何をやるかということ自体がまだ現時点ではこの小委員会に説明がございませんので、それを次回御説明になると理解しております。

【八坂特別委員】 実は、私の理解では、これは GX ロケットの評価小委員会ですから、GX ロケットのそもそもの目的、このプロジェクトの目的をここでは求めたわけなんですけれども、中身を見ると、確かに議論されてきた事柄です。

だけど、そのそもそもの GX ロケットの目的というのが、今おっしゃられたところではまだ明確になっていないということですか。従来の GX ロケット、つまり、民主導で国際競争力のあるそういうロケットを開発すると、こういうふうには私は理解しておったんですけども、それはこれから議論されるべきことということになるんでしょうか。

【片岡参事官】 今回の民間の要望を踏まえまして、国の役割を拡大するとした場合にどうなるのかという検討をまさに今民間の協力を得ながら JAXA の方で検討されているということでございます。

この委員会は何を評価いただくかということ、GX ロケットの計画において JAXA が果たす役割について助言するということを目的にしておりますので、この赤いファイルの第1回の資料の1-1というところを御覧いただきますと、今回の評価の評価実施要領がございまして、そこにはございますように、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ということでございますので。

【池上主査】 ですから、これは項目別のタイトルとして書いたので、プロジェクトの目的に関連してこういうような論点がありましたと、以下に書いたものです。

【片岡参事官】 この 1.、プロジェクトの目的とか 2. に書いてごさいます項目自体は、宇宙開発委員会がいつも JAXA のプロジェクトの評価をしていただいているときの評価項目を示したものでございます。

このプロジェクトについては、実は前回の資料 3-1-1 では少し注意書きをしておりましたけれども、そちらの方では、赤いファイルの資料 3-1-1 をお開きいただければ、そちらにございますように、プロジェクトとは GX ロケット計画における JAXA の実施内容を意味しているが、具体的内容については今後明確化が必要ということで、そういう意味では、今回の資料でもその注意書きを付すべきであったかもしれませんが、そういう趣旨でございます。

【池上主査】 ですから、むしろこの書かれている項目の中味については、今後、論点として議論したいと、こういう趣旨なんです。

【八坂特別委員】 確かにこれは考慮しなきゃいけない事項なんですけれども、そもそもこのプロジェクト、今論議しようとするプロジェクトの目的は一体何かということ。つまり、はっきり言いますと、従来から JAXA が LNG 推進系をやってきた場合には、こういう新しい技術を獲得するんだということが目的だったわけですね。一方、GX ロケットは先ほど言ったように、商業的にバイアブルなビークルを開発すると、こういうことだったと思うんですよ。だから、この 2 つは違うんですよね。

だから、ここでいうプロジェクトと、我々は一体何を目的にこういったここにあるようなことを検討してやっていくのかというのが、

僕は自明のように思っていたんですけど、今の話ではまだはっきりしていないということだった。これは大変大事なことじゃないかと思しますので。

【池上主査】 GX ロケット全体と、それから、JAXA が分担した部分、両方についてここは書かれているはずですよ。

【青江委員】 今、片岡参事官が説明した、まさに正確に説明したのですよ。民間の要望を受けたわけですね。それで、それで受けて立つとすれば、JAXA はこれだけのお仕事という、仕事の中身自体が今検討途上で、今、両方で作業をやって今詰めているわけですね。

この JAXA が受けて立つとすればやるお仕事、これをトータルとしてプロジェクトとして、これは本当に国としてやるべきものでしょうかということをお審議くださいということなのです、これから。

それで、どうもそれを民間からの御要望を非常に素直に受けるとすれば、まさに今まで民主導ということでもって民が担いでやっていただいていたいわゆる GX プロジェクトなるものを、すこんと国に肩代わりをしてやってくださいと、こういう御要望の中身になっているわけですね。

ですから、それを非常に素直に受けるとすれば、GX ロケット計画、従前言っておったもの、これを国として進める、すなわち、JAXA が背負って進める、これは本当にやるべきことでしょうかということをお審議くださいということになるわけですね。

だけど、今、作業中ですから、その部分がどれだけのものになってくるのか、JAXA の受けて立つお仕事の量が、これを次回きちんと整理して、両方で今作業を進めていただいていますから、それをその外縁がはっきりしてくるわけですね。

ですから、それを本当に税金を投入してやるのが本当に大丈夫

夫ですかということを御審議くださいと。

【池上主査】 すいません。開発計画にかかると、それは項目 5. ですね。

【青江委員】 違う。その外縁をこうやったこれが一応プロジェクトと呼びましょう。そのプロジェクトの目的は何を本当に目的としておるんですかということで、その外縁がはっきりすれば、そのねらっておるところは何かということが出てくるから、それは当を得ているかということも御審議くださいと言っている。

【八坂特別委員】 じゃあ、わかりました。次回にまたいろいろ聞かせていただくとして。

ただ、以前に国がそういうふう支援した場合でも、最終的にロケット自体は民間の方での運用というか民間主導の計画は変わらないとたしかおっしゃっていたわけなので、これも含めて、じゃあ、次回議論させていただきたいと思います。

【池上主査】 わかりました。それは多分今日も議論に出てくるとは思いますが、そのときにまた議論していただきたいと思います。

ここでは、項目タイトル以下に書かれている論点に注目して御覧になっていただきたい。

どうぞ。

【松尾委員長】 今の八坂委員の御指摘は、国がスコンと受けるにしても、そのときに国際競争力のある、そういうロケットを作って事業化するんだというもとの目的も引き継ぐんでしょうかと御質問ですよね。

【八坂特別委員】 はっきり言えば、そのとおり。

【松尾委員長】 引き継ぐのかどうかという、これは一つの論点ではあると思う。

【池上主査】 それはいずれ整理しなきゃいけないと思います。要する

に、国際市場で競争力があって、信頼性があって、安い商用ロケットを開発するというのはこれまでの目的であったわけですね。その実現のために一生懸命やってきたと。その一部を JAXA が分担するという形でやってきたと。

今回それを国が受ける場合に、それをそのまま持ってくるんですかという議論をちゃんとしなければいけない。

どうぞ。

【森尾委員】 今の延長みたいな議論ですけど、結局、だから、民間主導でやりますよというのに載っかる形で JAXA が第 2 段を LNG でやると。ところが、何で LNG という燃料を使うのかということや、ずっと考えていくと、将来宇宙空間の輸送にいいからということで、必ずしも地上から打ち上げるロケットに LNG が最適という答えはなさそうなんです。ということは、国が主体となって中型ロケットをもしやるとすれば、やるかどうかは決まっていることではないと思うんですけど、やるとすれば、本当は LNG でやるべきなのか、国のリソースをどこにかけるのが一番最適なのかという議論をしないと、今単に民間から国主導でやってくださいと言われてると、やった方がいいのかやらない方がいいのかということだけでは議論は終わらないと思うんですね。

むしろ、私はもっと、もし国がやるとすれば、国がやるべき中型ロケット、あるべき姿はどういうことなのかというようなことを JAXA の方からも提案していただければ、それについての議論をするということで、もうちょっと実のある議論ができるんじゃないかと思えます。

【池上主査】 今の御発言については、多分、皆さん、同じようにお考えになっていると思うんです。ただ、スタートした時点の民間主導型のプロジェクトは、少なくともあの時点では非常に新鮮であり、

みんな期待したと思うんですね。あのときは既存の技術をうまく組み合わせてやっていきましょうというようなことでスタートしている。

ですから、そこが最初から悪かったというのを現時点で言うというのは、あまり実りある議論はできないのではないかという。

【森尾委員】 いえ、そういうことを言っているのではなくて、この間論点にありましたけれども、10年以上前に言われたことが今でも大丈夫なんですかというのを委員の先生からも疑問が出ているわけですね。ですから、私が申し上げているのは、それを見直すいいチャンスでもあるから、今日現在最適と考えられるものはどういふものかということで、以前決めたことがだめだったということを言おうというのではないです。

【池上主査】 わかりました。

どうぞ。

【米倉特別委員】 確かに、今後どういう形で出てくるかという外縁を見ないとなかなか発言できないとは思いますが、今のお話を聞いていて疑問があります。第1回の資料1-1で、「これまで民間主導で行ってきたシステム設計や第1段ロケットなどについて、JAXAが開発主体になって進めることが要望された」と書いてあります。

これはわかるんですけども、なぜ「民間主導」がだめになったかということと言われないと、「はいそうですか」というわけにはいかない。今おっしゃられたように、このプロジェクトには多くの人の期待があった。民活主導でやって安くて早くて国際競争力のあるものができると思ったものが、なぜできないで、もう一回、国主導に戻らざるを得なかったのかという、その経緯をしっかりと認識して、書いていただかないと、新しくこんなふうになりますよ

といっても、それが本当に有効性のあるものなのかどうなのか、過去の失敗をどのように具体化したものかわからないようでは、困ります。

これは皆さんが他人事だとすぐわかると思うんですけども、新銀行東京、新たに400億円突っ込んでも再生しない、と多くの人は分かっている。議論の出発点が間違っていますから。要するに、これからは担保もとって、厳しい審査をするんだというならば、ほかの銀行ができるわけですから必要ない。そうじゃないスキームで始まったものがうまくいかないから、ほかの銀行と同じにすればうまくいくというのはあり得ない話なんですね。

このプロジェクトも同じで、こういうふうにしたけれども、なぜ悪くなったのかということきちっと分析しないで、JAXA主導にすればうまくいくというのは説明になっていない。やっぱりこれから1,500億円という莫大な税金を投入するという説明にはならないと思うので、そこら辺をかなりはっきりしていただいて、今度の制度設計ではそういうことがあり得ないと。

もしそれが言えないのであれば、これは償却すなわち「損切り」するという判断も含めて我々は考えざるを得ないというところにいるんだということを、是非説明者の方々は認識していただきたいと思います。

【池上主査】 ありがとうございます。

田中さん、どうぞ。

【田中特別委員】 今の御意見ももっともな御意見だとももちろん思いますけれども、この当初の意義そのものが、今ここでやはりもう一度考えてみるに、JAXAの方がLNGエンジンを開発して、その技術を持って支援すると、それで、民間がそれを利用して、中型打上げ能力のあるロケットを開発するということがあったんですが、た

だ、これを JAXA というか、国の立場から考えてみますと、そういった中規模の打上げ能力をやはり国としても必要としているというところがあって、LNG エンジンを開発すると。

それは一つの共同事業の中の任務分担でございまして、本来、官も民もそこはやはり中型ロケットを開発するという目標では一致していたんだと。今、その目標自体が陰りを持っているのかと、必ずしもそうではありませんから、やはりここは可及的速やかに従来の方針のもとに研究を終結に持っていくということが一番重要なんじゃないかなと思いますけど。

【池上主査】 おっしゃるとおりで、中型についてちゃんと議論しなきゃいけない。一方、やはり重要だなということについての了解は多分日本全体があったんじゃないかと感じがいたします。

【棚次特別委員】 今後のスケジュールを非常に心配しているんですが、これは本当にあと2週間ぐらいでこれだけ膨大な資料がちゃんとしたのが出るんですかねというのが非常に心配なんですけどね。

【池上主査】 それは私にも責任がございまして、主査として一番心配しているんでございますが、一応5月、おそくても中にはレコメンデーションなり何なり、最終報告を出そうと考えております。

【棚次特別委員】 24日に向けてじゃなくて、5月中旬。

【池上主査】 24日にもう少し具体的なものを出していくと、こういうことです。これまでは今までどうなっているか、今日もこの後、LNG 推進系について、技術開発という点からについてどうかということについて今日説明があります。一応それでエンジンそのものについては終わる。そうすると、次のステップにいくということになって、それが24日と考えております。ですから、そのときはもう少し最終的な答申に向いやすいようなことで議論を進めたいと思っております。

【棚次特別委員】 以前よりも精度の高いものにならないと、相変わらず判断できないままになってしまう可能性がありますよね。そこを心配しているのですが。

【池上主査】 それは是非この委員会の特別委員の方をはじめ、我々も努力する、特に主査は努力したいと思っていますので、とりあえずはそういうことで御支援を賜りたいということにとどめておきます。

どうぞ。

【米倉特別委員】 あまり好戦的なのはよくないと思うんですけども、中型ロケットが大事だというのはそれはわかりました。でも、それは目的であって、そのための手段がこれだということにはならない。ですから、それを考えるときに、これが大事だから、もう始めちゃったんだからこれでいこうという議論には絶対にならないということだけは確認していただきたいと思います。

【池上主査】 それについては覚悟しております。

【青江委員】 いや、まさに、今、米倉先生が言われたことを言いたかった。だから、わかりました。

【池上主査】 ほかに、論点として開発方針とか等々書いてありますが御意見ありますか。どうぞ。

【中須賀特別委員】 すいません。しばらく出れなかったんですけども、私はロケットの専門家というよりは衛星の方をやっておりまして、衛星の方の立場からしたら、どれぐらいこのロケットで衛星の受注がとれるのかというのはやはり大変気になるところでございまして、昨今いろいろ世界のロケットなんかを探していると非常に安いロケットがたくさん出てきていて、その中で、やはりある程度ちゃんとしたビジネスプランみたいなものを、なかなか企業さんは出さないだろうとは思うんですけども、こういうふうな感じ

で安心して下さいよというのを出していただけると大変我々も安心するのではないかということです。そこを是非、できる範囲でいいですので、やっていただければありがたいと思っております。

【池上主査】 それについても、いずれ議論しなきゃいけないと思っております。今、ビジネスプランという言葉が多分この委員会で初めて出てきたと思うんですが、市場を見て、ビジネスプランという視点からどうかということですね。それについては工夫しないといけないと。

【中須賀特別委員】 そうですね。その辺が、企業さんがやられている場合にはある程度任せておいていいと思うんですけど、国がもし支援するとしたら、やっぱり作って売れるというロケットであれば、国としても全面的にというんですか、頑張っって応援しようという気持ちになって、国民もそれは納得するだろうと思うんですけど、その辺のエビデンスみたいなものがもしあれば大変ありがたいなという気がします。

【池上主査】 ほかに何か御意見はございますでしょうか。

この模式図についてはよろしゅうございますでしょうか。

どうぞ。

【中川宇宙開発利用課長】 少し補足的に、これまでの経緯とか今のいろいろの御議論も踏まえて、だからそれで押し切ろうというつもりはないんですが、中型ロケットの意義等々については、先ほど田中委員がおっしゃられたとおり、これについては第1回のときに資料を出してお伝えしたとおり、JAXA が第2段を分担するということではあるけれども、そのような役割分担の中型ロケットは大事であるということ、総合科学技術会議としても戦略重点科学技術として位置づけ、それを受けて文部科学省、経済産業省

としても中型ロケットとしての GX ロケット開発というのは大事なことであるということ、1年前の1月、平成19年の1月に言っていると、こうやってきた事実はあるということ、文部科学省と経済産業省も民間も JAXA も受けとめて、このような経緯も踏まえて、できる限りそういったものに近づくべく実現をしたいなということで、それを目指して、今、JAXA、民間、共同で一生懸命作業をしているということでもあります。おそらく今、国が、と言われるのと、JAXA が、というのがあたかも同義のようにお話されているのですが、実質的には非常に似通っているかもしれませんが、宇宙開発委員会では先ほどの資料 4-1 の模式図にありまして、あくまでも JAXA が何をやるかということの御審議ですので、それだけではなく、国としての意義というものも踏まえて、今、何とかできることはないかということで作業しているということも一方あるのだ、ということは念頭に置いておくというのが一点です。そうした経緯も踏まえ、必ずやれるということではないということはもちろんわかっていながらも、なんとかできることはないかということで、JAXA も民間の協力を得て作業をしているということでもあります。

もう一点、先ほどの特に米倉委員のご指摘について、そうやって国として一生懸命、官民協カプロジェクト、その試金石であるというような御議論もありましたが、そうしてやってきたにもかかわらず、やはりいろいろ前回は反省を申し上げたのですが、どうもうまくいってないということもあるということ、関係者は認識しております。それはなぜなのだろうと。今回、JAXA、民間、一緒になって過去を振り返り、その時点、その時点を振り返り、どこに双方の考え違いがあり、どこに齟齬があったのかというものも明らかにしてい、そのことを、次に進めるためにどう活かしたらいいの

だろうかということをお考えしております。これが具体的にどこまでお示しできるか、まだ十分なものをお示しできるかどうか自信はありませんが、その一つが、前回のJAXAの資料の3-3-2のなかで、JAXAが今こんなことを検討していますというものをお出したのですが、その7頁に記載がありますように、米倉委員の御指摘に対するきれいな答えが書けるかどうかわかりませんが、今JAXAと民間で共同して作っているGXロケットの新たな開発計画の中では、これまでの経緯に鑑み、後にプロジェクトの進行に多大な影響を与えるような事態が発生しないよう、以下に留意しつつ、GALEX社との間で合意した形でまとめることを目指す、目指すってどこまでできるかわかりませんがそのようなつもりで共同作業をやっているわけです。例えば、機体性能、開発コスト、開発スケジュールに大きな乖離が生じないよう、事前に十分な検討を行った上での詳細な開発計画を策定する。開発リスクを考慮した上で、官民連携プロジェクトとして適切な官民の役割分担及び体制を構築する。当初計画どおりに進まなかった場合のリスクマネジメント、と、こういった点です。おそらく今までどちらが責任を持っているのか、どちらかのトラブルの場合にどちらがどう判断するか、こういうことがあいまいなところがあって、あるいは、5年遅れならいけるだろうというような、何となくそういったもので進んでいったものを、JAXAも民間も一緒になってきちんとリスク評価もしてやっていこうと、そういうものを目指しているわけであります。

これは、棚次先生がおっしゃるように、4月24日にどれだけパーフェクトなものが出せるか、これはJAXAと民間の共同作業次第であり、一步一步だと思っております、中間的な御報告になってしまうかもしれません。ただ、その中には、例えば経済的観点

から提示のあった米国打上げといったものが、本当に安く済むのか、あるいは、リスクを大きくはらむものになるのか、そういったものもまだ実績のないことですので、今、一生懸命検討しております。もしかすると、いろいろなりリスク、不確定要因を大きく増やすようになるのであれば、多少高くても日本で打ち上げたほうがいいということも、あるのかもしれませんが、こういったものも鋭意今検討しております。

全部を次回に出せるかどうかはわかりませんが、過去を踏まえるということはこういうことでありまして、このような官民協力プロジェクトを進めてきたこれまでの反省も踏まえて、今までとは少し違った形で出していくことができるんじゃないかということで、JAXAと民間が今一丸となってやっておりますので、後は、その共同作業でだされたものをみていただいて、厳しく評価をいただくということかなと思っております。

【青江委員】今言った前半のことですけど、どうもよくわからない。中型ロケットは日本にとってあった方がいい、アベイラブルな状態にあった方がいい、これは明確ですよ。ですけども、それは国費を投入する投入量とのバランスの問題であって、それで、1年半前は、こういう形でならそれはいいことですねということで支援をしましょうという判断をしたんだと思うんですよ、これは宇宙開発委員会も、これは従前、総合科学技術会議もそういう判断をしたんですよ。

ですけど、今回新しい事態が生じて、新しいこれだけの資源量を投入してやるだけ、やって得られるものは当然ありますよ。ですけども、それはそれだけの価値があるものですかということにはきちんと新しい状況下できちんと判断すべきことなのであって、中型ロケットをアベイラブルな状態にするということそのものがタ

ーゲットになっておるわけではないはずだということだということだと思いますよ。

【池上主査】 中型ロケットが重要であるということについては一般的に了承されているんだけど、今後 JAXA がそれをどうやるかという話とは違うということをしているわけですね。具体的にやる話と国がやった方がいいですねという話は別です。具体的に何をどうやるかについて議論することになります。

【中川宇宙開発利用課長】 青江委員が御指摘の点はそのとおりでございます。昨年までこういった経緯はあって、そうやって今のこういった役割分担のこういった中型ロケット、これを支援していこうということで、国としてもやっているということは事実であります。

ただ、一方、今度、JAXA が自らどこまでやるのか、それも含めたときに、それが全体として正当化されるかどうか、あるいは、JAXA としてその技術を自ら保有した方がいいのかどうか、それが一体どのくらいのお金で、どのくらいのスケジュールでできるのか、こういったものは JAXA が主体となってやっていくということになりますと、それについて JAXA が出したものを、あらためて御議論いただくというのは、当然のことだと思っております。

【池上主査】 どうぞ。

【米倉特別委員】 中川さんの後半の意見で、今後これまでの失敗をきちんと踏まえてやる、リスクマネジメントをベースにやっていただくというのはすごく大事な点で、それは受けとめますけれども、青江委員と同じように戸惑いを感じるのは、過去においてこういうように判断がされていると強調される点です。我々が呼ばれている理由は、当事者はやっぱりサンクコストがあるので、目が曇るんですね。我々は当事者じゃないから呼ばれているのであって、過去の決定がこうだったから、すべての経緯は正当化され

るとするのは間違い。さらに、そのときの状況と違っているということで判断をせざるを得ないので、こういう経緯があったということとはわかりますけれども、その経緯は絶対ではない。

もう一つ言うと、もう棚次先生みたいな方がいる前で言うのも何ですが、素人が聞いても、ロケットで一番大事なものは第1段階ロケットに決まっている気がするんですね。それをなぜ外国で、しかも、米国経由のロシア製にしたかということ、民活で早くて安くできる。その前提がくるっているのにもう一回というのは、非常に筋の悪い議論なんですね。要するに、もともと成立しないものがある種の条件が整ったときに、短期間でこれができる、と判断されたと思います。その前提が崩れたときに、それを引っ張るだけの好材料がないと感じます。その意味で、何かちょっとGXロケットの開発ということと、それから、中型ロケットが国として必要だということが混同されているような気がするので、GX というのはいくつのある状況から出現した一つの手段にしかすぎず、それは目的ではないということをやっぱり確認された方がいいと思います。

【中川宇宙開発利用課長】 新たに JAXA としてやる部分というものがどういふもので、その今日的意義がどうであって、これまでご指摘いただいたいくつかの論点について、こういった御指摘を受けたものについて、きちっとお答えして、これまでこうだったからだからそのままこうだというわけにはいかない、ということは、我々評価を受ける側としても、了解してやっているつもりでございます。

【池上主査】 それについて、多分共通認識ではないかとは思いますが。つまり、中型ロケットが重要だという話と、JAXA の現在のプログラムをそのまま認めるという話と別の話であるということが共通認識だと思います。

棚次さん。

【棚次特別委員】今までの議論ですと、このプロジェクトのインタフェースといいますのは、試験機 2号機まで JAXA は面倒見ると。国としてこの中型ロケットが必要となると、それ以降も国として維持するような話もあるということですか。あるいは、別に国が維持していなくても、民間で維持していればいいんだということで、JAXA としては試験機 2号機までやると。あとは、射場についてはその後どうするか、これもちょっと不透明なんですけど、要するに、このプロジェクトの助言としては、予算の範囲としては、試験機 2号機までということでもいいんですね。

【池上主査】今、その後についてはこれまで全く議論されていません。

【棚次特別委員】国としてこの中型ロケットを維持するとなると、試験機 2号機だけではなくて、それ以降もということにもなります。

【池上主査】ということは、国がまだもちろん認めておりません。

【棚次特別委員】認めてないんですね。

【池上主査】まだそこは全く議論されていない。

【棚次特別委員】ですから、GX を国の中型ロケットとするとすると、ちょっと相当また話が大きな話になると。

【池上主査】今御意見としてとりあえずお聞きするというにとどめたいと思います。

ほかに何かご質問なり、これについて、論点について御意見ございますでしょうか。今日議論するテーマとして、昨年度の宇宙開発委員会の中間評価で宿題になっておりました JAXA がやっております LNG 推進系研究開発について、きちっと評価しろという宿題があります。

第 2 回の小委員会で JAXA が今開発しておりますエンジンの

説明についての前半部分については審議しましたが、本日提出された残りの部分について説明を受けて議論をしたいと思います。

資料 4-2 の説明をお願いします。

【JAXA(今野)】 それでは、資料 4-2 に基づきまして、LNG 推進系の研究開発の状況、技術的な進展状況について御報告申し上げます。

お聞きいただきまして、2 ページに技術的な観点からの報告をこの委員会で一昨年 10 月の中間評価で宿題になっていたものについて報告すべき事項ということで、再生冷却エンジンの研究について、それから、アブレータエンジンの開発状況について、開発方針の再検討という全体的に網羅していましたが、その中で、まだ未報告のものがこの色を塗ってある部分ですが、ありましたので、今回この色を塗った部分について報告いたします。

その内容は、一つはアブレータエンジンの設計について、それから、推進系システムの開発状況について、それから、アブレータエンジン、再生冷却エンジン、それぞれのエンジンを採用したときの LNG 推進系の基本仕様、それから、開発計画の整理、そういうものについて御報告申し上げます。

それで、この資料の中で、これまでの検討結果を踏まえて、今後検討が必要な事項を多々記載してございます。それらについては、あくまでも宇宙開発委員会でのこの委員会での評価結果を踏まえて、実施の可否については改めて判断する予定ですので、そういう点を前提にしてお聞きいただきたいと思います。

それで、まず最初に、アブレータエンジンの設計状況について 3 ページと 4 ページに示してございます。それで、エンジンの設計については各コンポーネントについてそれぞれ状況を記

載していますが、説明は特記事項があるところについて御説明したいと思います。

ガス発生機については、一昨年10月の中間評価のとき報告申し上げてございますが、エンジンの燃焼試験中に火炎の一部が吹き消えて、エンジン出力が階段状に低下する現象が認められました。それで、その時点では既に対策を打って今後確認するということがございましたが、これについては、噴射エレメントに設計変更を行いまして、単体試験、それから、昨年8月から10月にかけてエンジン試験によりまして確認しておりまして、これらすべての試験で吹き消え現象は発生していないという状況でございます。

それから、ノズルエクステンション、エンジンのノズルエクステンションについては費用の削減、それから、製造期間短縮の観点から当初は海外調達を考えておりましたが、国内調達に切りかえの予定でございます。それに伴いまして、もともと海外のものは素材としてコロンビウム合金を使う予定でしたが、現在はL-605という合金に変更する計画でございます。

次に、4ページに噴射器について、噴射器についても、やはり一昨年10月の中間評価で、それから、前々回のところでも御報告申し上げましたが、燃焼圧変動というのがございまして、それに対して、対策として噴射器の噴射パターン、それから、あわせて、バッフルの冷却流量の見直し等を行いました。それで、この燃焼圧変動対策については有効性をエンジン試験等で確認してございますが、そのエンジン試験結果として出てきたのが、燃焼効率が約1%強低下しております。これは打上げの能力が低下するという影響があらわれますという状況でございます。

エンジンとしてはそれぞれそういう状況ですが、3ページの一

番初めに戻っていただきまして、こういう状況から、現在は実機型のエンジンについて製造に移行できるレベルまでの設計が進捗したという状況だと考えております。

5ページに行ってくださいませか。5ページについては推進系システムの開発状況を示してございます。推進系システムに関しては、予備設計相当のシステム設計を実施するとともに、コンポーネントの開発試験等を行っております。それから、試験機1号機に向けて開発の効率化のために仕様の一部を見直したり、開発ステップの見直しを行っております。その具体例は下のところに個々に書いてございますが、1つは、推進系システムのところに書いてありますが、圧肉タンクステージ試験、これはエンジンと圧肉のタンクを組み合わせ、推進系を組み合わせ燃焼試験をやる試験ですが、それをとりやめる計画にしました。そのかわり、個々の試験をきっちり充実してやって、それで、計測データもきっちり多数とりまして、それで、並行して実施する解析と合わせてコリレーションを十分にとるというところに重点を置く開発をやるということで効率化を図ろうとしております。

それから、もう一つが、右側の金属極低温推進薬タンクのところに書いてございますが、2ポツでございます。液体酸素とLNGタンクの設計圧力を同一にしまして開発を効率化しております。すなわち、タンクの圧力の高い方に合わせるために、開発は効率化されるんですが、質量が増加するという結果になっております。それから、構造については現在ベースとしてはアルミ合金で設計中でございますが、費用の削減、これは開発コスト、実機コスト、実機費用、それから、軽量化のためにタンク間の構造と後部のパネル支持トラス、これらの2つの部分については複合材化を今後検討することにしております。

6 ページには推進薬タンクの開発状況を示してございます。先ほど、圧力は液体酸素と LNG のタンクを同一にしたということですが、それ以外でも直径、それから、ドームの形状を共通化しまして、極力共通化を回り、開発要素を削減しております。

それから、実際に開発試験の内容としては、まずタンクの製造工程を確立するために溶接条件の設定試験を平板、それから、サブスケールのリング上で溶接する、それから、フルスケールのリングで溶接するという 3 つのステップで試験をやってございます。

それから、実際、推進薬タンクのいろんな機能、推進薬を排出する、推進薬タンクを加圧する、それから、液の揺動、そういう現象については CFD の解析をいろいろ実施しました。それで、実際には試験をやって検証する必要がありまして、それは今後検証する計画となっております。それで、これらがすべて作業を完了した上で実機大のタンクの試作に着手することが可能だと考えております。

7 ページを御覧いただけますか。7 ページにはアプレータエンジンをつけた LNG 推進系の基本仕様について、いろいろな設計検討を行いまして、その結果、今後開発を継続する場合の基本の目標仕様について表に示してございます。現在の目標仕様が左側、右側は一昨年、平成 18 年 10 月時点で当時 GX システム、民間が主体となって開発するロケットシステムですが、そのロケットシステムと LNG 推進系のインタフェース会議で両者で合意した値になっております。

それで、現在の設計の目標値として、質量、それから、有効推進薬質量等については当時の目標のままですが、特に性能、打上げ能力にききます真空中比推力が 3 秒ほど下げざるを得ない

という状況になってございます。

この詳細については次の方で報告申し上げます。

【池上主査】 ちょっと今の点で確認したいんですけども、7 ページのこのスペックの表ですけど、この参考と書いてあるのは民間主導の GX ロケット側からの JAXA に対するリクワイアメントだったわけですね。

【JAXA(今野)】 リクワイアメントはもう少し高かったんですが、少し性能が落ちるということが、当時あって、それで、これでどうでしょうかというイタレーション、調整をやった結果、これでいいでしょうという、両者合意した値と。

【池上主査】 そうですか。わかりました。あくまでも GX ロケット全休から見て、その時点でいろいろ話し合いがあって、これでいきましょうとした数値ですね。

【JAXA(今野)】 すべて。

【池上主査】 ですから、例えば 3 秒の話で何でがたがたするのとも聞こえるんだけど。

【JAXA(今野)】 一応お約束した。

【池上主査】 お約束した対応を達成するには今のところ 3 秒がちょっと足りないですよと、こういうことですね。

【森尾委員】 ちなみに、最初のリクワイアメントはどんな趣旨の。

【JAXA(今野)】 いろいろな時点でいろいろ違ってきます、その開発状況に応じて違うので、時点を限らないとちょっと。

【池上主査】 少なくとも 23 年度打上げということについて言いますと、これがクリアされていけば上がるというお互いの了解と考えてよろしいですね。

【JAXA(今野)】 それで、実際、詳細について 8 ページ以降に示してございます。まず、真空中比推力 3 秒というものがちょっと下がる、

目標値を下げざるを得ないということですが、これは打上げ能力で換算しますと75キロほど低下するという事に相当いたします。それで、それはその3秒下がったなら何とかできるだろうと我々は今踏んでいますということです。ただし、現在、燃焼試験をやった結果として現状どうなっているかということが次のところに書いてある。

それは、昨年8月から10月にかけて実機大のエンジン燃焼試験を行いました。そこで実測した燃焼効率は燃焼圧力変動対策のための設計変更の結果として、燃焼効率が低下しております。これが1%強ということです。それで、もう一つは、燃焼試験における計測精度を見直して、保障値というものを採用しないといけないのではないかとということで、それを採用しております。

その結果として、現在のいわゆる従来既に設計されたものに関しては7秒ほど低下する見通しとなっておりますが、今後、実機型エンジンの基本設計をやる段階では、今見込みといたしましては、まず噴射器のバッフル冷却量の最適化をやるということで、これはちょっと冷却量を増やし過ぎたということもございまして、この辺を適切化するということ。

それから、もう一つは、今、ISPの予測に対してはノズルの下流についての回復というものを一切考慮してない値の目標値になっておりますが、これが高空燃焼試験で多分従来のお機種例から見ても、1秒ぐらい回復するだろうということで、計測の見直しによる低下分というのは現在、実際いろいろ試験をやって計測値の精度をインプレース校正の値で見てもちょっとわからないところがあり、その分だけやっぱり3秒ほど低下した目標値になると。それ以外は回復できる見込みであるという状況です。

それから、質量に関しては9ページに書いてございまして、現

在の設計の積み上げ値は目標に対して210キロほど超過しております。これについてはいろいろ要因を分析して要因がわかっていまして、構造解析の条件が少し過大であるとか、そういうことを適正化することによって質量軽減が約150キロぐらいできるでしょうと見込んでおります。

それから、一部の構造の複合材料化、先ほど申し上げましたタンク間の構造、それから、後部パネル支持トラスの複合材化によりまして質量軽減が60キロほど見込まれるので、基本設計段階において目標を達成することが可能であると考えております。

それで、次に10ページに民間に18年度の時点で民間に約束したのに対して、打上げ能力で75キロほど低下するという現在のステータスなわけですが、それを回復する家というものを並行して考えてございます。それが10ページの下に示したものでございまして、一つは、設計圧力が最適化すると、それぞれのタンクに最適な圧力にして軽量化を図るということでございます。

それから、気蓄器の削減、これは今ある程度余裕を見て試験も全然やっていませんので、余裕を見たタンクの個数を設定しておりますが、地上での実横型タンクステージ燃焼試験、それから、試験機1号機のフライト結果を確認することによりまして、タンクの気蓄器を減らせるのではないかと見込んでおりまして、これによって40キロほど低減できるということでございます。

ただし、この試験機2号機において低減できる見込みでございしますが、この採用の要否は今後のロケットシステムレベルでの検討を経た上で決定することになると思います。

それから、18年度の間評価でも申し上げていたんですが、再着火についてでございますが、試験機1号機では再着火をせず、再着火実現に向けたデータ取得を行うこととしております、

同じように。そのデータ評価によりまして2号機での再着火実施の可否を決定する必要があると考えておりまして、これも民間との調整が必要だと思っております。

それで、アプレータエンジンによる推進系の開発スケジュールと開発コスト等について11ページ、12ページに示してございます。開発スケジュールに関しては、12ページにその詳細を示していますが、このスケジュールはアトラスの1段、それから、種子島打上げに対応したものでございまして、この現設計仕様であれば技術的にはアプレータエンジンによるLNGの推進系の平成22年度引き渡しは可能な見込みでございまして。

それから、開発費でございまして、開発費については推進系の開発に必要な費用として、今後、170億円と見込んでおります。その中には、射場の整備と試験機2機の費用は除いております。

それで、あくまでもこの開発計画については、従来のアトラスのベースでございまして、民間の要望を受けまして1段とか射場が変更になった場合については、推進系の開発に対する影響について、この文章では米国の技術情報が入手でき次第ということですが、TAAがおりたので早急、速やかに検討を行う必要があると考えております。

それで、13ページにアプレータエンジンによる推進系の検討結果の全体のまとめをしておりますが、今までの繰り返しのところもございまして、簡単にまとめますと、まず、能力に関しては試験機1号機の段階で打上げ能力が一昨年の評価時点より75キロほど低下する見込みです。全体の打上げ能力の約4%程度です。それから、2号機に向けては回復が可能ですが、具体的にやるかどうかは今後の検討事項です。

それから、開発スケジュールに関しては、現仕様であれば中

間評価時に目標とした22年度の民間引き渡しが技術的には可能です。それから、開発コストに関しては、平成15年度の開発着手から総開発経費として約296億円になります。今後必要な開発費は17億円。それで、一昨年の中間評価時点で今後、開発費用が見込みを示しましたが、それよりも約50億円程度削減が可能と見ております。

それで、あくまでもやはり1段と射場を変更した場合については、これらは変更する、変動する可能性がありまして、早急に検討をする必要がありますということです。

それから、14ページにはアプレータエンジンをつけた推進系、それから、前々回報告しました再生冷却のエンジンをつけた推進系について、その基本仕様と開発期間、開発コストを整理した表を下に示してございます。これで比推力、あるいは、推進系の質量等の性能について、及び、技術の発展性という観点から見ますと、右側の再生冷却エンジンの推進系の方がすぐれていると思います。

ただし、従来計画でありますと、平成22年度に開発完了して試験機1号機を引き渡すということについては、再生冷却の方は困難な見込みでございまして。アプレータエンジンに関しては現仕様のアプレータエンジンであれば22年度開発完了は可能な見込みでございまして。

それから、開発コストでございまして、アプレータ方式の推進系を開発するには、今後約170億、これは推進系の開発とエンジンの開発を含んだものでございまして。それで、このうちエンジンの開発には約70億です。それから、再生冷却の方については、今後必要な開発費は240億円、これも推進系の開発を含んだもので、やはり同じように推進系が100億、エンジンが140億、

計 240 億ということです。これについても射場整備、試験機に関する費用は入ってございません。そういう状況でございます。

それで、全体をまとめますと、開発方針といたしましては、アブレータエンジンによる LNG 推進系については今後詳細な検討を行うこととしておりますが、アトラス 1 段の変更による LNG 推進系の影響が軽微な場合には、技術的には 22 年度の引き渡しが可能と考えます。

それから、再生冷却エンジンについては、将来の発展性を有していることもかんがみ、原型エンジンでの燃焼試験までは実施した上で、その成果をとりまとめて、将来輸送系の重要な技術を確立することの意義は大きいと考えております。

あと、最後に、参考として 16 ページでございますが、欧州、ロシア、それから、アメリカ、韓国における LNG エンジンの開発状況を示してございますが、これは見ておいていただければと思います。

以上です。

【池上主査】 どうもありがとうございました。

非常に技術の細かい話でございまして、ロケットの専門家でない方にとっては非常にわかりにくかったかと思いますが、ここにはロケットの専門家の方もおられますので、そういった方の目で御覧になりまして、この LNG 推進系、エンジン、あるいは、推進系全体について御意見があったらいただきたいと思っております。

【片岡参事官】 ちょっと補足させていただいてよろしいでしょうか。しません。

【池上主査】 どうぞ。

【片岡参事官】 先ほど 7 ページのところ森尾委員の方から御質問がございました真空中比推力が中間評価時点で 316 秒以上という

ことで、当初どうだったのかということでございますけれども、前回の平成 18 年 10 月の中間評価に出された資料によりますと、宇宙開発委員会が承認した時点、すなわち平成 15 年時点ですが、その時点でのものが約 345 秒ということでございます。

【池上主査】 比推力値が 345 秒、あるいは、316 秒が将来を考えて適切かについても、もし御意見があればいただきたいと思っております。

【棚次特別委員】 もうここまで来ますと、22 年に間に合わせるためにやるということしかないように思いますけど、そうすると将来に向けてはあまり期待できなくて、再生冷却の方に期待するしかないんだと思うんですね。

これを見ますと、再生冷却の方は将来とも GX にはもう使わないという方針なんですか。もう将来ともずっとアブレータでいくのだということなんでしょうか。

【池上主査】 それは答えられますか？ そこまで議論していますかね。では、河内山さん。

【JAXA(河内山)】 基本的にはどうするかというのは今後の問題ですが、GX に使わないわけではありません。発展側として使おうと思えば使えるので、その辺はやっぱり、でも、ちゃんとできた時点でもう一度きちんと、どんなものができるかによると思いますので、議論されるんじゃないかと思いますが、これは多分民間さんでもずっと同じで、発展構想を持たれているので、必ずしも使う、使わないという単純な議論ではなくて、使うことを前提ということは考慮には入れていると考えております。

【棚次特別委員】 最後の結論を見ると、ただ意義があるとか書いていないので、将来使うとはっきりと書かれていませんよね。

【池上主査】 よろしいですか、とりあえず。

【棚次特別委員】 はい。

【森尾委員】 たしか18年度の前の状況は、今棚次委員がおっしゃったように、23年度に打ち上げるということで能力的に落ちるけど、アブレータでとりあえず保険をかけようと、本流の、基本的には再生冷却の方がいいという結論だったと思うんですね。だから、間に合わない場合に備えようということだったと思うんですね。

だから、当時もおそらく何か、僕はよくわかりませんが、冬はいいけど夏は能力が足りないとか、そういう議論もありまして、今回、民間が例えばギブアップしてしちゃって、国でやってくださいということになった場合に、もし国がやるとしたら、23年度打上げというのでどの程度重要なのか、要するに、それをやるためにあえて何年後かに再生冷却に切りかえなくちゃいけない、言ってみれば、中途半端なアブレータ方式というものをやる意味があるのかどうか。その辺はJAXAさんはどうお考えなんですか。

【JAXA(河内山)】 基本的には、アブレータにつきましてもその基礎的な技術、これがさっきの研究のところには書いてないんですが、軌道間輸送機とかそういうやつに使うことができるんですね。その辺につきましても、アブレータ、それから、これはその応用技術が生きてきますのでむだになると思っておりません。

【森尾委員】 でも、これは平成22年とか3年の問題ではなくて、軌道間輸送というのはもっと先の問題で。

【JAXA(河内山)】 先の問題です。22年度に渡すかどうかについては、これは総合的な判断が別途されるのではないかとということで、これも視点のところでもはっきりとは申されておられませんけれども、きちっとした評価を今後されるということで、こういう書き方になっております。

【棚次特別委員】 22年にビジネスを始めるということが非常に大きな意義があるという前提でアブレータエンジンにするということですよ。

ね。そこの前提が崩れると、本当にアブレータエンジンを選ぶ意味がないと思うんですが、それは今後、22年に上げるという意義が示されるわけですか。

【池上主査】 非常に答えにくいと思うんですが、私の理解しているところでは、当初安くて効率のいいエンジンを作るというときに、アブレータ方式を選んだというのは一つの選択だと思うわけですよ。ところが、そう単純にいかなかったと。その結果、再生冷却が生まれてきたようにも思うんですが、それは正しい理解なんですかね。再生冷却の方が最初からあった話なんですか。その辺はどうなんでしょう。

【棚次特別委員】 なかったと思いますよ。

【JAXA(河内山)】 いや、再生冷却は初めからありまして、アブレータをやった後にやるという2段階方式になっておりました。

【棚次特別委員】 一番最初ですか。

【JAXA(河内山)】 はい。第2ステップは再生冷却。

【池上主査】 それは当初から再生冷却の方が本命だと考えていたと、こういうことなんですか。

【JAXA(河内山)】 技術の内容から考えて、そういうステップを踏もうということを考えていたというのが従来の考えだと思います。

【池上主査】 再生冷却がある意味では本命で、その一つのステップとしてアブレータをやると、こういうことですか。

【JAXA(河内山 I)】 基礎から発展へという流れという表現の仕方に従来なっておりましたので。

【森尾委員】 いや、当初は複合材タンクで軽いから、アブレータでつじつまが合うというような議論だったと思うんですね。それが、複合材タンクの軽いものはだめだということになってしまったので、能力的に落ちるじゃないかという議論が18年度であったと。

【池上主査】 その辺についてはいかがでしょうか。

【棚次特別委員】 前回の委員会で散々そこは議論したところでありまして、要するに、一番の問題は、アブレータエンジンにした場合の複合材タンク、極低温の複合材タンクが、これがもうどうしてもうまくいなくて、プーストポンプをつけて金属タンクにして、どんどん性能が落ちていったというのが経緯ですよ。それは、言ってみれば 22 年というか、早くビジネスに持っていきたいという思いでそういうふうになったと思うんですね。抜本的に再生冷却にしてという話はなかったように思います。前回の委員会でそれをリコメンドしたように思います。

ですから、とにかく早期にビジネスをしたいということで今のような状況になっていて、今それを認めるということになると思うんですが、だから、その大前提がちゃんとした意義のあるものでないとあんまり意味がないと思うんですね、こういうエンジンにするというのは、

【池上主査】 ちょっとすいません、技術的に見ると、例えばこのエンジンが単体で世の中に出ていくということはそう簡単ではないと、こういうことですか。

【棚次特別委員】 どちらがですか。

【池上主査】 つまり、アブレータエンジンがもしできたとしますね。

【棚次特別委員】 ですから、ここまで性能を落とせば、それは成り立つでしょうね、きっと。ですから、エンジンとして成り立つのはいいんですけれども、将来に向かってこういうアブレータエンジンで本当にビジネスができるんですかねということですよ。

あくまでもビジネスというのを前提にされていますから、多分 JAXA も我々もそのビジネスについては全く議論してないんですよ。だから、そういう民の思いと官の思いでは全然違っていま

すから、あくまでも民がビジネスを是非急ぎたいとおっしゃるのでこういうふうになって、こういうエンジンにせざるを得ないのだと思うんですよ。

【池上主査】 どうぞ。

【青江委員】 今、棚次さんの御質問に対してなんですけど、年初における民間側の御要望は、後の開発は官に背負ってくださいよと。それで、その御要望の中の一つに、多分 23 年初号機の打上げ、これも期間を守ってくださいよと。我々民間はその開発していただいたものをいただいて、後はビジネスとして成立すると前回おっしゃっておられますね。

ですから、その 23 年打上げというものは守ってくださいよということが御要望に入っている。ですから、それに応えれば、こんなふうな形になります、アブレータでもってこういきますということになるんですね。

ですから、アブレータでもってこれだけ落ちて、我々は受け取って、事業化は我々が責任を持ってやりますと、こうおっしゃっておられるわけですから、それがちゃんとできるかどうかということは見極めをつけていただいて、御回答いただければいいんだと思うんですよ。

これができるというんでしたら、それだったら、それは 23 年打上げということに、ある、その限りにおける意味はあると。ただし、それが国費を全部投入して引き続きやっついていいのかなのかというのは、これはまた別の話としてもう 7 つ議論があるということだと思うんですがね。

【棚次特別委員】 前回の GX の委員会でも議論になったんですが、国が予算を投入するからには、幾ら民間のビジネスといっても GX がそれだけの健全なものであるということが前提だったと思うん

ですね。そうしないと、何が何でも国が信用するというのではないと思います。やっぱり国の予算を投入するからには、その対象となる GX が健全なものであるということが前提だと思います。ビジネスをおやりになるという健全な目的があれば、それには国として支援するんですけども、そこは.....。

【青江委員】 それも多分言い過ぎなのですよ。健全なものとして成立するということであっても、場合によっては国費を投入しないという選択肢だってあるわけですよ、論理的に。税金を投入することの当否というものは総合的にビジネスを成立せしめるというもの一つ、それから、例えば長期的に見て、将来の輸送系の技術、選択肢を増やすということも国としての意義としてはあるかもしれない。

そういったいろんな角度から総合判断をさせていただいて、本当に税金を投入するだけの意味がありますかということや次回以降御判断をいただくといいたいでしょうか、考えていただくということだと思ふんですよね。

【池上主査】 技術に洞察のある方にちょっとお聞きしたいんですが、仮に 23 年度打上げでこのアブレータエンジンができたとする。これは魅力あるエンジンなんですか。私が言っている魅力あるエンジンというのは、例えばアトラスにしてもロシアの魅力あるエンジンを買ってきて実際ロケット打上げをやっているわけですよ。ですから、このエンジンがエンジンとして魅力あって、ほかの国が買いたいなという話であるとすれば、これはこれとして価値があるだろうと。もう一つは、技術開発でいろいろ学ぶことができたというような意味合いもあるかもしれない。

そういう点でいった場合に、今、ここでねらっているアブレータエンジンというのについてどういようにお考えになりますかね。

【棚次特別委員】 ここまで性能が落ちますとどうかと思いますね。要するに、コストだと思いますね。だから、私は一番最初にも言いましたけど、前回の GX の委員会ですが、コストとの関係なんですね。性能が悪くてもコストが安ければビジネスとしては成り立つと思います。それはそれで割り切らざるを得ないと思います。

例えば、世界的にといいいますか、アメリカのポーイングの人に聞きますと、ビジネスを目指すのであれば新規開発は一切やめると、要するに、既存の技術、既存のものを流用するのが一番ビジネスとして成り立つのだというような考えです。

だから、世界に前例のない推進系を持ってきて、開発が終わると即ビジネスとなりますと、これは相当きつい話だと思います。一番最初にこの GX が提案されたときには、打上げコストは低軌道に3トンか4トンかで35億円ぐらいだったんです。それは魅力あるなと私は思いましたね。とにかく、当時の M ロケットと比べたら半額ですから、これは成功すれば非常にコストダウンになっていいと思いました。

そこまでコストが安ければ、それは性能云々じゃなくてビジネスを優先できると思いますね。

ただ、今はアトラス 型を使って、2 段のこれだけのエンジンを造ってとなりますと、もう相当なコストになってしまって、ひょっとしたら H- に近いような金額までいってしまっているんじゃないかと思います。そうしたときに、そのコストに見合うだけの性能にはなっていないように思ふんです。そこだけだと思ふ。

要するに、ビジネスという観点から見ますと、安ければいいと思います。もう性能は関係ないと思います。

【池上主査】 八坂委員、どうぞ。

【八坂特別委員】 私もそういうふうだと思います。性能だけを言ったので

はこれは話にならないので、それに対するコスト、あるいは、プライスという、本当はプライスでしょうね、これでもって評価していくことになるんじゃないかと思います。

ただ、この小委員会の場で一体何を目標にするか、先ほどプロジェクトの目標というか、あれは何なんですか、次回議論するという話だったのですが、今の棚次委員の話も、魅力ある商用のピークルを目指すという、こういった観点から言っているの、やっぱりここははっきりしなきゃいけない話だと思うんですよ。それをメンテナンスするのか、あるいは、国が入るから別の見地もあり得るというような話だけど、これはやっぱり逃げだと思います。これははっきり次回の頭にでも結論を出していただかないと、なかなかその議論が終息しないと思います。

それと、このアブレータと再生冷却の話が加わって、技術的にはこういう話だということなんですけれども、やはりこれはどこに、JAXA の担当になるのか、あるいは、それを作るコントラクターの側になるのか、それぞれの、開発費はわかったけれども、実際プロダクションに入ったときのそのコストというか、それがどうなるかというのは一切述べてないので、今のような話をする場合にはそれを考えなければいけないわけですね。

【池上主査】わかりました。今議論しているのは、あくまでも2段ロケットこ JAXA が開発している2段ロケットについてということではあるんですが、やはり最終的にはコストが重要だと。コストは研究開発そのものに相当関係するわけですね。

【八坂特別委員】それは場合によるでしょう。

【池上主査】でも、非常にそもそも高くなるようなものであれば、コストを下げるということは容易ではない。

【八坂特別委員】そうかもしれませんね。これで見ると、アブレータ方

式がうんと開発費が安いということになっていますね。これはやはり製造においてもそういうことだろうと思いますけどね。

【池上主査】今の点で、何かご意見ございませんか。

【棚次特別委員】そのコストをコストダウンするための研究開発が必要ではないか。それは必要だと思いますよ。そうなっているんですかねというのは、それはやはりできるだけ性能がいいのに決まっているんですが、やっぱり性能とそのコストとのバランスだと思う。その判断はピークル全体になりますと非常に難しく、例えばアトラス 型の1段目だと、それだけで60億円ぐらいしてしまうんじゃないかと思いますがね。だから、2段目よりも1段目の方が圧倒的に高いはずですよ。

【池上主査】衛星屋として、中須賀委員、何か御意見ございますでしょうか。

【中須賀特別委員】いや、もうさっき申し上げたとおりで、やはり評価するとき、クローズでもいいんですけど、ある程度ビジネスモデルのようなものを見せていただいて、これだったら日本の国としても1本持つておくといいはねということ、本当は国民がみんな合意すべきだと思うんですけど、その代表としての我々がやはり評価できるようなものを是非出していただきたいなところですね。先ほどと同じになりますけれども。

【池上主査】澤岡委員、何か御意見ございますでしょうか。

【澤岡特別委員】欠席が多かったので、分厚い議事録を丁寧に読んでいます。今後の議論の結果、ある種の結論が出た場合に、この委員会として開発費が1,100億円ならばゴーであるとか、1,500億円ならばやめた方がいいとか、そこまで考えた議論を行なう任務を持っているのかどうか、大変疑問に思っています。最後に一体どうなるのだろうという気がしてなりません。

【池上主査】是非難破することのないようにいきたいと思っております。

もう一点、LNG推進系そのものについては別の議論があって、将来宇宙空間に燃料をためる必要があれば、やはりLNG、メタン系というのは有利だなという議論があります。それについて何か御意見がございますでしょうか。若干GXとは切り難した議論になるかもしれませんけどね。

【米倉特別委員】ちょっと文系ばりばりの質問なんですけれども、わからなかったのは、このアプレータがひょっとしたらGX、要するに、第1段にも転用可能性があるとおっしゃったんでしょうか。そういうふうに一瞬間こえたような気がしたので、そこだけちょっと今のお話に入る前に教えていただく。

【JAXA(今野)】第1段としては非常に大きな推力を必要としますので、それはエンジンとしては再生冷却タイプになるのが普通ではないかと思えます。

ただ、宇宙空間ではそんなに大きな力が要りませんので、推力の小さいエンジンでも十分で、そういうものに関しての発展性はアプレータでも十分にあるということでございます。

【米倉特別委員】で、そのもとにはならないということですね、推力の大きいものは、わかりました。

【池上主査】多分、今の議論と私が申し上げたLNGそのものについての議論は重なるところがあると思いますが、棚次さん。研究開発の対象としてのLNG、メタン系のエンジンについて何か。

【棚次特別委員】LNGの特性ですよ。LNGというのは液体水素に比べますと密度が大きい。ですから、液体水素とケロシンの中間ぐらいにあると思います。密度が大きいということは大気中を通過するときに機体が小さくなりますから、空気抵抗が小さくなってという有利な面はあります。

それから、もう一つLNGの特性としては、液体水素に比べて蒸発しにくいということで、宇宙空間での軌道間輸送機には適していると思います。

性能的に見ますと、やはりケロシンと液体水素の間ぐらいで、酸化剤は液体酸素になってしまいますので、液体水素であろうがLNGであろうがケロシンであろうが、すべて液体酸素です。酸化剤の方は何も変わらない。

ですから、燃料の方だけが液体水素になるかLNGになるかケロシンになるかで、この3つの選択肢だと思えます。昔はヒドリンなどがありましたが、今では、ほとんどケロシンか液体水素か、LNGはまだ実現していませんが、LNGも可能性があると思えます。

ですから、1段目に使うそこそこの性能があれば、特に燃焼圧力を高くすれば1段目で使うこともあり得ます。ただ、そのときには、ケロシンとの競合性も考えないといけませんから、現にアトラス型の1段目というのはケロシンですから、ケロシンの方が密度が大きいのですから、さらに大気中を通過するときには有利になります。

ですから、1段目に使ったときにLNGとケロシンというのはどっちがいいかということとはよく検討しないといけないと思います。特にケロシンは常温で使えますから。LNGは中間段階の極低温ですから、極低温といいますが温度が低いものですから、逆に言うと始末が悪いというか、中途半端で、いっそのことケロシンの方が使いやすいということになります。ターゲットとしてはやはり軌道間輸送機の方がLNGの特性を活かし易いように思います。

今回のように、2段目となりますと、圧倒的に液体水素の方が有利です。ですから、LNGを2段目に使うということは将来への布

石としてやるのであって、2段目にLNGを使うことが最適という解はなかなか難しいのではないかと思います。

【池上主査】 どうぞ。

【八坂特別委員】 軌道間輸送という話が出ていますけど、軌道間輸送しているいろいろありますからね。一体どういう形の、どこからどこまでの軌道であるかという話なんですよ。

それで、確かに液体水素に比べれば貯蔵性があるとかいう話になりますけれども、今話が出た問題はケロシンとの競合だと思います。やはり極低温というか、クライオジェニックなものであることは同じなので、液体酸素と同じだといえればそれまでですけれども、これは酸化剤としては別の方式がありやすから、常温の酸化剤もあり得るわけで、これはアップーステージでよく使われている話。

ただ、軌道間輸送でいいよというのはこれは極めて無責任な話で、これを一言で言うのは、どういう軌道を考えたときにどういうふうにも有利だと言わないと、これは私にとっては納得できない話です。

例えば、何年間軌道で待機して、それから行くのかという話ですよ。ATV というか、ああいった形でやるのなら確かにそのとおりでしょうけど、宇宙ステーションでストアしてどうのこうという話とは違った値に思うんですけど、その場合だったらちょっと考えものじゃないかと。

【棚次特別委員】 今おっしゃるとおりですが、LNG の特性を考えた場合に、1 段目か 2 段目か軌道間輸送機かと、どれをとるかといったら比較的軌道間輸送機じゃないかと思います。

ですから、おっしゃるとおり、軌道間輸送機も非常に短期のものから長期のものまで、推力の小さいものから大きなものまであ

ります。今までのようなヒドラジンとか別のものもありますね。それとの関係ですから、LNG の特性を生かすとすれば、1 段目、2 段目よりは軌道間輸送機かなと思います。

【池上主査】 今のお話は、この六、七年で状況が変わってきたと理解していいですか。

【棚次特別委員】 六、七年では変わっていません。LNG は昔からありますから。

【池上主査】 そうじゃなくて、今のように例えばケロシンで相当いけそうだという話ですよ。それについては、やはり五、六年前、同じような議論はあったんですか。

【棚次特別委員】 ケロシンはロシア、アメリカの独壇場です。もう技術的には圧倒的に差があります。ですから、今から追いかけるのであれば、LNG という手はあるということですけど、ただ、それも最終的にはやっぱり 1 段目についてはケロシンじゃないかと思います。

【池上主査】 今の点で何か御議論ございますでしょうか。日本が世界を抜くには LNG というストーリーも立てられないことはないといった。

【八坂特別委員】 ちょっと別の観点でよろしいですか。

【池上主査】 どうぞ。

【八坂特別委員】 今のエンジン系の経緯とこれからの話をお聞きして、例えば、比推力の話があり、それから、重量の話があり、それで、まず比推力の観点では 8 ページ目の一番下にありますように、高空燃焼試験によって確認するという話がありますが、これは要するに大気中での試験結果を見ての話でこういうことになったということですか。

【JAXA(今野)】 現在は大気中での燃焼試験しかしてませんので、そ

れに基づいた値で真空中はこうなるだろうと評価しているだけです。それなので、最終的にはいわゆる真空中の燃焼試験で確認するという。

【八坂特別委員】わかりました。大気中の補正は、大気圧の補正はやっておる値ですね。

【JAXA(今野)】 ええ。

【八坂特別委員】 そうすると、そんなに違わないですね。高空燃焼でやって何秒上がるかとか、そういう話にはならない。

【JAXA(今野)】 それは1秒ぐらいじゃないかと思っています。

【八坂特別委員】 これは±1秒、マイナスかもしれないし。

それから、重量の話で210キロ超過しておって、これをこういったことでやりますと。これを見ると、構造解析条件の見直しで150キロ、それから、複合材で60キロとどんぴしゃ210キロなんですよ。こういうのは実は私は信じられないんですけど、この数字が合うことが、これぐらいで頑張るといことかと思うんですけども、構造解析条件の最適、適正化と、これは何でしょうかね。

【JAXA(今野)】 設計計算するとき、境界条件を従来やっているのより厳し目にセットして計算した結果、重量増が生じてきているので、それで、それはどちらかというやり過ぎじゃないかということで、従来の要求条件に戻すとともに、必要な部分に対しては設計を適切化するという事です。内部の荷重条件の配分とか、そこがちょっと過剰になっているということです。

【八坂特別委員】 一体これはそもそもタンクは何キロなんですか、この1本のタンクは。

【JAXA(今野)】 ちょっと今記憶にない。

【八坂特別委員】 つまり、150キロという相当でかいので、このタンクがもう一本まだあるわけじゃないから。

【JAXA(今野)】 タンクのあれではなくて、どちらかというところは構造重量の外板とか、そういうところです。

【八坂特別委員】 全部。

【JAXA(今野)】 全部です。タンクの重量はほとんど今設計段階でフィックスした値ですので。ただ、タンクとしては圧力を高目に一緒にしたので、従来の設計から比べると、従来は最適なことを考えていたんですが、それに対しては約60キロぐらい増えています。

【八坂特別委員】 これは、要するに、圧力が共通化したときの。

【JAXA(今野)】 共通化したときで、それで、それをコンペントするために軽量化をやれば、複合材化をやれば、何とか。

【八坂特別委員】 それは、じゃあ、実際の圧に合った設計にするのと、最初から。

【JAXA(今野)】 そうです。

【八坂特別委員】 それと、こういってどっちが。

【JAXA(今野)】 それは最初の段階ではやっぱり開発のリスクも含めて、共通化して進めた方がいいのではないかとということで、まずそういうことを考えて。

【八坂特別委員】 ただ、これはいずれにしても1号機ではこれだけ減らしてもとの値をメインテナンスするという事ですね。

【JAXA(今野)】 そのとおりです。

【池上主査】 いろいろ御膳論いただきましたが、時間が実は追っておりまして、最後にそれぞれの委員の方から御自身の御立場で結構でございますので、コメントいただきたいと思います。

【澤岡特別委員】 今日の議論を伺って、この開発はビジネスに限定すると難しいが、有人飛行のためには必要な技術のように感じました。しかし、原点にもどって、議論を蒸し返すと収集がつかなくなりま

すので、これは大変なことになったということが今日の印象です。

【池上主査】 ありがとうございます。

高柳委員。

【高柳特別委員】 素人の発言しかできないですが、先ほどから伺っていて、この LNG 推進系の研究というものが中型ロケットの開発に関して、今後の日本の宇宙開発の上で大事な研究だというのはよくわかるのですが、先ほどのお話でこれを目的とすると、それを進める手段である GX とが、両方でお互いに支え合ってきているプランが評価の対象になっているだけに、判断によっては共倒れの解もあるのではと心配しながら皆さんのお話を聞いてきました。これから皆さんのお話をさらに聞いて判断して行きたいと思います。

【池上主査】 栗林委員。

【栗林特別委員】 ようやく発言のチャンスが来ました。前回、私は休ませていただきましたものですから、議事録を見ますと、かなりアメリカの射場で打ち上げることについても是非、あるいは、制度的な問題についていろいろ御議論されておりますので、ちょっとそれについて気がついたところだけをお話しさせていただきます。

前回は JAXA が作成したいろんなケースを想定した表を、これは資料 3-3-2 にあると思うんですけれども、それをもとにいろいろ紹介、説明をされておるわけですが、私もそれをもとにいろいろ考えてはみました。

まず1つには、JAXA法の規定の中に主務大臣が機構に対し、国際条約、及び、その他の国際約束に基づいてきちっと運営しなさいということの規定があります。この国際的約束というのはおそらく日本、アメリカ、両政府間の交換公文等を含むわけですね。

このケース、このような、今回議論されたようなケースが、結構この公文、覚書みたいなものがかかなり多くなるんじゃないかなという感じがいたします。

宇宙条約は当然ですけれども、その中で、その下に宇宙活動の損害責任賠償条約というのがあります。これは非常に共同打上げの場合、複数の打上げ国があった場合の責任の所在、責任の分担について極めて詳細な規定を設けています。ですから、共同打上げというケースが多分このプロジェクトでは考えられますので、この損害賠償条約め規定を十分検討された方がよからうと。特に両国において損害賠償額についての意見が異なったようなときには、その紛争を解決するための請求委員会の設置というような問題も含めて細かく規定がありますので、是非そこら辺を御検討していただきたいと思います。

それから、一番難しいのは、アメリカの法人によって GX を打ち上げてもらうというケースですね。ケース B という名前がついていましたけれども、これは非常に難しく、JAXA と関係のないような日本の米国法人が打上げるものにどの程度コントロール、規制が及び得るかという問題なんですけれども、これは三菱と JAXA との間で契約に基づいた打上げが行われてきたわけですが、それと同じような体制が必要かなという感じがいたしますが、これは少しまた検討の余地があるだろうと思います。

それから、民間打上げを規制する法がまだ我が国には十分に備わっておりません。日本国内での打上げというのは JAXA 法によって規制が可能であると考えられますけれども、海外で日本法人が打上げた場合に、JAXA 法がそこまで法として、域外適用でありますけれども、及び得るかという問題がありまして、これは法的な担保がなく打上げが行われてしまうんじゃないかという、

そういう問題があるかと思えます。

こんなことを考えると、ゆくゆくは我が国においてもアメリカの商業打上げ法みたいな包括的な法律というものがやがては必要になってくるかなという感じがいたします。

それから、損害賠償についてですけれども、日米両国が責任を負担するというときに、アメリカでは国の責任限度額を定めております。そういう責任限度額を定めていない日本においてどういふふうにこれを対応するのかと、そういう問題があります。

それから、GX ロケットについて、最大蓋然損害額といえますけれども、これを算定する必要がありますけれども、これに伴う保険関係のそういう規則というものをどう検討していくかということが求められます。

とりあえずのコメントでございまして、今日まで随分御議論がありましたように、プロジェクト全体の基本的方針がまだ検討中、御膳箇中でありますし、そのほかにもさまざまな法的問題の検討課題があると思われまますので、いずれにしましても JAXA におきましては米国射場での打上げの対応についての具体的ケースについて、今申し上げましたような課題も含めて十分に検討していただきたいと思えます。

【池上主査】 どうもありがとうございました。

それでは、田中委員。

【田中特別委員】 この宇宙プロジェクト自体がなかなか商業ベースで成立するビジネスというのは少ないと理解してございます。そういった観点から申しますと、何らかの意味の官民共同というのが今後ともあり得るべきかなと考えてございます。この GX そのものはかなり大規模な官民共同の一つの事例でございまして、是非成功させる必要があるんじゃないかと考えています。

【池上主査】 ありがとうございました。

棚次先生、何かございますか。

【棚次特別委員】 随分申しましたが、一番釈然としないのは、やはり 22 年引き渡し、23 年というのが絶対条件になっているんですが、その理由がどうも理解できないですね。そのために、無理な技術的選択をせざるを得ないということになっている。それが本当に将来に向かって JAXA が維持する技術として本当にいいのかなという、もう少し何とかそこを考慮すればもうちょっといいエンジンになるんじゃないかという気がしてしょうがない。そこだけです。

【池上主査】 ありがとうございました。

【中須賀特別委員】 先ほど何度も申し上げているとおりでございますけれども、私たちもやはり日本として海外に商売で打って出れるロケットがあるということで大変ありがたいので是非応援したいんですけれども、多分この委員会、あるいは、国民が納得するためにはやはりちゃんとしたビジネスプランというものがある程度提示されるということは非常に大事だと思います。

それから、全体のこの評価の仕方というか、大変難しいなと、議事録を読んでいながら考えていたんですけれども、一体どういう条件が満たされたら国として支援すべきかということについてのコンセンサスというのがまだとれていなくて、それも何か一緒に議論しているような感じがしているんですね。だから、二重に難しいことに今なっている状態だと思います。

だから、最終的にいろいろエビデンスが、ファクトがたくさん出てきたときに、じゃあ、我々は果たしてどういう基準でそのファクトを評価していいのかというのがおそらく皆さんばらばらで、その辺をもう一つ整理していく必要があるのかなと。

それはもしかしたら、いろいろ向こうからファクトが出る前に整理しておいた方がいいんじゃないかなという気もちょっとするんですね。というのは、ファクトが出てきたら、それに合わせて何か評価基準を決めてしまうというようなこともこれまでも何回かあったかもしれない。

その辺の整理をもう少しして、どういう基準で我々は考えたらいいのかということですね。項目はいろいろ挙がっているんですけども、じゃあ、合格点はどこなのかというところが今全然見えないところで、あるいは、優先順位としてどれが絶対成り立たなきゃいけないのかと、これはよりよければいいのかとか、この辺のことがちょっと今一つ見えなくて、我々も非常に評価しにくいなと、委員の先生方もそう考えておられる方は多いんじゃないかなと、ちょっとそんな気がした、もので、その辺、是非整理していただければと思います。

【池上主査】わかりました。主査としてもただいまの御意見を参考にいたしまして、多分次回からもう少し方向づけをするようなことでやっていきたいと思います。

【八坂特別委員】いろんな国の宇宙開発のデシジョンメイキングのプロセスを見ていきますと、見ていくというか、学会なんかで発表されるところを聞いて判断しますと、どこにインベストして、どういう技術をどういうブレークスルーの説明をすると、その効果はどうだという、こういう段階の評価があって、したがって、こういう、この分野に投資すべきであると、こういうデシジョンをやるのが普通のような、こういうふうに私は見えています。

今回は、今までは実際使うのが民間のロケットであるということで、JAXA はその技術開発、技術確立をすると、こういう立場で LNG の推進系の開発をしてきたと。だけど、今度はピークルも含

めてということになると、やはりこういう乏しい額と、それから、最終的なそういう市場を目指すときのインパクトというか、これを評価せざるを得ないように思うんです。

ただ、今、中須賀委員がおっしゃったビジネスプランというののも一つのあれかと思うが、これがクリアできたらこれだけのインパクトがあるというのを、これは出さざるを得ないように思いますね。

それともう一つ、技術的なところを見ますと、いろいろ性能が劣化したのに対してどういうふうにかカバーするという話になって、ちょっと心配だなと思うんですけれども、最初に LNG の推進系の話のときも複合材のタンクの話がありました。どこが違うのだろうなど。あのときも、もう少しやればできますという話でやったと思うんですよ。

今の構造の話もこれあり、数字があまりにもきれいにそろっているんで、これはそういうふうな希望的な数字ではないかなというように気もしたり、ちょっとこの辺、非常に心配なところであります。

【池上主査】ありがとうございました。

米倉委員。

【米倉特別委員】多分、群盲象を触るという状況なので、24日に少し外縁が出てくると議論が進むと思うので、それを非常に楽しみにしているのと同時に、ちょっと JAXA 自身が全体像の中でこのプロジェクトをどう位置づけているのかも聞かないと、これがなくなったときにどれぐらいのダメージなのかとか、代替としてはこういうものがあるという、そういう全体像の中で語っていただけるともう少し判断がしやすくなるかと思うので、その辺も次回、JAXA 全体像の中のこのプランというものの位置づけをお聞かせいただけたらと思います。

【池上主査】 ありがとうございます。

それでは、今日の委員会はこれで終えたいと思います。

今後の予定について、事務局の方から説明してください。

【阿蘇企画官】 次回、第5回の評価小委員会ですけれども、4月24日の10時から12時を予定しております。また、参考4-2に第3回の議事録を配付しておりますけれども、事前にお送りしておりますので御了解をいただければ案をとらせていただきたいと思いますっております。

以上でございます。

【池上主査】 貴重な御意見を賜りまして、どうもありがとうございました。

これをもちまして、第4回の小委員会を終了いたします。どうもありがとうございました。

了