

JAXAの森田プロマネが資料25-2-1(イプシロンロケット)を16分弱で説明した後、15分余の質疑応答があった。(イプシロンロケットはM-の後継となる全段固体の3段式ロケットで、低周回軌道に1.2トン、太陽同期軌道に450kg(M-のおよそ2/3)の打上げ能力を有する。打上コストはM-の約半分になる予定¹。伝承された技術を活用し、射場運用に於ける徹底した合理化・自律化を図ってこれを実現した。また、第三段の上に小さな液体ロケットを載せ、軌道投入精度を向上させられるオプションも用意する。研究開発から開発へのフェーズアップを審査する。)

井上:細かい質問ですけども、6頁の軌道投入能力の処の、例えば太陽同期軌道って云う、此の週の事にはその、今の小型液体推進系って云うのを使った場合を想定してると思えば良いんですか。

JAXA 森田:はい、そうですネ。あの一、エエト、すいません、其れは5頁目にチラッと米印で書きちゃったんですけど、太陽同期軌道の450キロって云うのはオプション形態と言いまして、

¹ 平成18年11月24日の計画部会・推進系WGでは、全段固体二段式ロケットとして紹介されている。続いて、平成19年8月7日の推進部会では打上げ能力目標、コスト目標ともに変更せずに三段式になっている。其処での報告と今回のものとを比べると、液体の軌道変更用エンジンの追加オプション、打上コストの若干の上昇以外、目立った変更点はない。3回の報告全体を眺めると、二段式では十分な打上げ能力が得られず、一段追加したところ目標コストを少々上回ってしまった様にも見える。

今の小型推進系を装着したケースが書いてあります。はい。井上:普通のその、同じ様な高度で、まあ、31度位のインクリネーションで上げると、どれ位になると思いますか。太陽同期軌道ではない、普通の。

JAXA 森田:エエト、まあ、500キロ位ですか。ア、エエト、其れはですネ、すいません。空でって云う訳に行かないんですけど、800キロとか900キロとか。

井上:それから、因みに例えば静止軌道に以てこうしたらどれ位になるんですか。

JAXA 森田:あの、静止軌道に...静止化って云うのはH-Aでも出来てないんで、静止遷移軌道って云う...

井上:遷移軌道。

JAXA 森田:そうすると今、6頁目に戻って頂きまして、あの、遠地点高度3万キロで300キロなんですネ。だからあの、3万6千キロの静止高度で言うと、エイヤで言うと250キロとか...

井上:アア、其の位ですネ、はい、有難う御座いました。

JAXA 森田:ア、実はあの、イプシロンロケットを活用して月・惑星探査ミッションをやろうと云う様な検討もローカルにはやって居りますので...

井上:やろうと思えばできる訳ですネ。

JAXA 森田:はい...はい。

森尾:済みません、あの、確認ですけど、此の5頁の右のオプションでは、エエト、2段目が固体で、3段目が...

JAXA 森田:ア、そうではなくて、すいません、説明があっさりすぎてたと思うんですけど、基本形態って云うのが全段1、2、3

段固体ですネ。で、3 段目の固体ロケットの上にチョココンと付けるんです。

森尾:アア、そうですか、じゃあ、此の絵が一寸アレなんですネ。

JAXA 森田:絵が見難いんでしょうかネ、すいません。

池上委員長:そうすると此れ、オプション形態って云うのは少し細くなるんですか？

JAXA 森田:いやあの、全くおんなじです。

池上委員長:ア、此れ、絵見ると何かムニャムニャ。

JAXA 森田:いや、此れ、僕もさっき一瞬気がつたんですけど、貼り付ける時に微妙に細くなっちゃったんで。

池上委員長:と、1 段 2 段 3 段の処は変わってない訳ネ。

JAXA 森田:はい。

池上委員長:何となく小さくなった様に見えたけど、そう云うこっちゃないんですネ。

JAXA 森田:はい、M- ロケットでも、3 段ロケットの脇にちっちゃな液体エンジンが載っていて、全く其のイメージなんですネ。すいません、一寸絵が。

森尾:其の 4 頁のあのー、ブルーのこの左側なんですけど、あの、「燃焼中断により制御できないロケットの軌道投入」ってのはどう云う意味か説明して下さい。

JAXA 森田:ア、エエト、液体ロケットの場合にはエンジンが付いてるんで、軌道に乗った瞬間にエンジン切るんですネ。で、軌道に乗りました、パチパチパチで終わりなんですけど、固体ロケットの場合には、構造がシンプルだって云うのと引き換えに、中に詰めた燃料って云うのは全部燃え尽きるまで

放って置くしかない。そうすると中々、軌道に乗った処で此処で固体ロケットの燃焼を止めますヨって云う訳に行かないので、中々あのー、エエト、誘導制御って云う観点ではあの、誘導する為の自由度が1 個少ないって云う事で、液体ロケットに比べると格段に、誘導制御が非常に難しいと。それにも拘らず惑星探査機を打上げて来ましてよって云う処がポイントなんですネ、はい。

森尾:三段とも固体でも此れが出来ますって云う事？

JAXA 森田:アア、そうです、はい。勿論、はい。

青江:ムニャムニャあのー、ロケット、性能と運用と

JAXA 森田:はい。

青江:で、運用性は此れでぐっと良くなりますヨと。此れは良いですよネ。で、前者の性能は何で測ると云う風に理解して居られるんですか。

JAXA 森田:取っても良い質問で、此の性能を測る尺度が、ロケットには実は沢山あって、一番簡単な尺度は、例えばロケット全体の重さの中で人工衛星の重さがどれ位の割合で占めてますかと。此れあの、ペイロード比と云う言葉なんですけれども、其れで測ると取っても分かり易いって云うのが有るんですけど、実は此のペイロード比には、ロケットの大きさの絶対値に依存すると云う、そう云う部分が有ります。ロケットが大きければ大きい程、ペイロード比って黙ってても良くなるんですネ。だから、小さいロケット同士のペイロード比を比較しようとする、どうしても打上げ能力の絶対値って云うのを念頭に入れないと比較出来ないんで、中々其れだけでは

難しいんですネ。だから、どうしても一寸総合的な観点で見ざるを得ない。で、もう一つの観点は、上段ロケットの推進性能と構造効率なんですネ。と云うのはあの、一段目って云うのは非常に重力の大きい処で飛んで行くんで、まああの、車で言うとトラックみたいな²もんで、あんまり細かい性能って気にしなくて良いんですけど、ひとたび一寸重力の弱い処に行くと、例えば2段ロケットと3段ロケットを使う処では、豪く微妙な能力の違いって云うのが、劇的に差として出ちゃうんですネ。例えば構造がどの位軽いですとか、推進性能、燃費って云う事で分かり易く説明出来ると思うんですけど、推進性能として燃費がどの位良いですかと、其の二つの尺度が、非常に重要になって来るんですネ、上段ロケットの。で、斯う云う処では M- ロケットは世界に胸を張れる性能になって居ます。云う処が良いですネ、はい。

青江:もう一点...まあ、そう云う事で測る性能、それから、ロケットってのは、要は、ものをチャンと然るべき所に持ってきゃあ良いんだらうと思えば、要はナンボで持ってけるかと云うのも性能の一つの大きなファクタとして、やっぱり考えざるを得

² 重力が大きい処と小さい処との違いが無い訳ではないが、ロケットは全体を加速しなければならない事の方が大きく影響している。最終的にはペイロードを加速したいのであるが、大砲の様な加速では加速度が大き過ぎて積み荷が壊れてしまうのである。そこで、継手の部分の重量は無駄になってしまうけれども多段式にするのである。此の辺りの説明の煩わしさを避け、素人向けに理解して貰い易い重力の大小で説明なされた様である。

ないと。

JAXA 森田:そうですね、はい。仰る通りです。今、例えば、其処ん処もペイロード比と凄く相関が有って、今仰られた尺度は、例えば、ペイロード 1 トン当たりの運用コストみたいなもので、ま、コスト・パフォーマンスとか、キロ当たりの単価って云う言葉で呼んでますけど、此れも実はロケットの大きさの絶対値に依存すると云う非線形関係を持っていて、おっきいロケットは黙ってても其れ良くなっちゃうんですネ。だから、やっぱり小さいロケット同士で比較しようとする、其処も中々難しいですヨ。て云う部分が有るので、やっぱりロケットの能力って云うか、ポテンシャルを評価する場合には、どうしてもあの、多角的に見て頂かないと中々難しいって云う処は御座います。

森尾:済みません。まあ、其れは理屈では分かりますけど、そうは言っても H- より有意にコストが廉くないと、やっぱり存在意義を問われるんですネ。小型ロケットとしてのネ。あの、ニジョウツカレル(?)打上コストみたいなもの、若し有れば、

JAXA 森田:今、あの、コストをお尋ねになったと云う事ですか。あの、5 頁目で、まああの、コストって云うのを書いといた方が良いと思うんですけども、エエト、一寸ロケットの運用コストって云うのも中々言い方が難しいんですけども、あの、一切合財、あの、ペイロードを打上げるのに一切合財必要な経費と云う観点で数字を申し上げると、5 頁目の此のロケットの携帯に対して、大体 38 億円位。

森尾:基本形で?

JAXA 森田: はい。で、これあの M- ロケットに比べるとどの位良くなってるかって云うのが一つの尺度になると思うんですけども、まあ、M- ロケットは公称で 75 億とか 78 億とか言われて居たんで、まあ、約半分位。で、一方打上げ能力は大体 2/3 ですから、コスト・パフォーマンスとしては、まあ、ホントは倍位狙いたかったんですけども、5 割位良くなっていると云う、そう云う認識で御座います。で、大体 38 億円で云うのは、あの、世界の他の小型ロケットと比べて、まあ、大きくは違ってない、大体、遜色のないものになりますヨと云う処で御座います。

池上委員長: あとあの、じゃ、7 頁目にその運用性の良さについて書かれてるんですが、最初質問はあの、「衛星最終アクセスから打上げまで」の時間で、これはどう云う定義なんですか？

JAXA 森田: エエト、これはですネ、最後に衛星があの一、何時何分までアクセスして良いですヨって云うのがあって、其の後衛星がアクセスして居た蓋を閉めるとか云う作業が有るんですネ。だから、最後に衛星があの一、衛星のグループが人工衛星にアクセスし終わってから、何時間後にロケットが発射出来るかと云う、そう云う定義です。これはだから短ければ短いほど良いと云う。

池上委員長: で、其れはロケット側ではどう云う工夫が有るんですか？ 蓋を開けて、其れを閉めてって、斯う言う感じ...

JAXA 森田: 其れも簡単ではなくて、例えばって云う話をすると、普通のロケットの蓋って云うのは、蓋自体が荷重を分担して

しまうんで、蓋閉めるって云うのは結構大変な精密な作業なんですネ。イプシロンではそう云う事がなるべく不要になる様に、あの、蓋自体は果汁を分担しなくて良い、例えば設計にしましょうと。そうすと何かワンタッチ式に、お弁当箱の蓋を閉めるみたいにカパッとハマれば良いですヨみたいな世界になってるんですヨネ。あとそれから、先程申し上げたロケットの点検の自律化って云うのが有るんですけれども、まあ、最終的な点検作業って云うのが、殆ど自動・自律で進みますので、ま、人が何かを繋ぎに行くって云う操作が、ロケットフェーズでも要らなくなりますから、そう云った処で時間が圧倒的に改善されると。

池上委員長: そうすと、これ書いてある下のあの、トーラス等々については、一応じゃあこれは公表されてる時間、皆 24 時間で不思議なんですけど。

JAXA 森田: これあの、ロケットの斯う云う処の情報って云うのは、結構機微な情報で、必ずしも絶対これだって云う数字ってのは中々暴き難いんですけど、斯う云う公表されている資料から推定すると大体 1 日位のオーダーですネ。

池上委員長: アア、アア、そう云う意味ですか。じゃあ、後その、左側は、逆に言うとトーラスとかですネ、何故 22 時間とか、それから 42 時間とか³あるんですか？

JAXA 森田: いや、あの一、普通ですネ、ロケットの組立自体に斯

³ 時間ではなく日である。時間と勘違いしているから、22 とか 42 を半端だと感じ、此の様な質問をしたのだろう。回答者も其の点に気付かずに回答していた。

う云った時間が掛るんですネ。其れは何故かって言うと、あのー、ロケットの先ず段間結合って言いまして、ボルトに結合するのにそもそも時間が掛るんです。で、一辺結合してしまうと、元に戻すって云うのが大変なんで、何かを繋げた段階で一々点検するんですネ。点検、組立、点検、組立。此の手間が物凄く大変なんで、時間が掛けて居ますって云う処が一番大きいんです。で、此の新しいイプシロンロケットの場合には、そう云う点検の手間って云うのを無くしましょうと云う処で、劇的な短縮をしていると云う処です。

池上委員長:アア、そうですか。じゃあ、他のは寧ろその点検の積み重ねで、公称斯う云う様な時間を必要としてると。

JAXA 森田:ええ、はい。だから、斯う云う自律点検みたいな取組って言うのは、世界的にもイプシロンが初めてになると思います。

池上委員長:アア、ハア、ハア。ア、其れは事前に、あの、作る段階で、信頼性等々を組み込んで行くと。

JAXA 森田:ええ、そうですネ。で、あの、まああの、点検だけが自律だと、中々どれだけ早くなかったかって云うのはイメージし難いんですけど、例えばの例で言うと、あの、点火系の、ロケットの点火系を点検する時に、今はその点検用のケーブルを差しに行くんですネ。其れがまあ、決死隊とまでは行かないまでも、ま、中々繊細な作業で、結構時間掛けてやっています。半日とか 1 日とかのオーダの時間を掛けてやってるんですネ。今回のイプシロンロケットは、今日あんまり説明しませんでしたけれども、単に点検を自律的にやるって云うだけでは

なくて、点検機能をロケットに乗っけてるんですネ、一部。例えば、加工品て言うか、ロケットに火を付けるその大事な部分の点検で云うのは、今は人が大勢で点検用のケーブルを一日掛りで差しに行ってる訳ですけども、イプシロンロケットの場合には其れはロケットが自律的に勝手にやってくれるんで、ケーブル差しに行く必要無くなっちゃうんですネ。そう云った処で、全然あの、時間が変わって来ますと云う処で御座います。

池上委員長:アア、分かりました。で、最後にその、一寸いちばん気になってる 4 頁ネ。あの、固体ロケットは暫くやってなくて、現場を含めネ、技術者はダイジョブなんですか？

JAXA 森田:技術者ですか？

池上委員長:技術者。チャンとその、M- のネ、技術チャンと残ってるかどうか。

JAXA 森田:今あの、まああの、物を作る装置とか、ま、そう云うのも勿論ありますけれども、人の処が一番大事で、此れあの、JAXA と云うか、宇宙研の中でも、私の様な人間が未だチャンと居ますと。で、あの、IA さんみたいな、製造メーカの中でも、一緒に私と M- ロケットを開発して来た人間が未だいらっしゃるんですネ。だからまあ、そう云う意味ではもう数年すると大変厳しい状況になりますと云うのが、此処に書いてある主旨で御座います。

池上委員長:アア、分かりました。だから其れが一番日本にとっても重要だって云う風に思いますんでネ、

JAXA 森田:そうなんです。

池上委員長:早急に着手できる様に。

JAXA 森田:はい、有難う御座います。

池上委員長:エー、どうも有難う御座います。

森尾:もう一つ良いですか？

池上委員長:はい、どうぞ。

森尾:あの一、エエト、自己診断機能なんか取り入れて、非常にあの、打上げを、前段階の作業を簡便にされてネ、するの非常にあの、良いっちゃうかあの...これは H- A とか H- B にも斯う云う風にやって貰って欲しいなって云う。

JAXA 森田:ア、あの一、そうですネ。我々あの、此の輸送系の視点で書きましたけれども、そう云った処はあの、固体ロケットだけのものではなくて、あの、次のステップの基幹ロケットの改良とか、或いは将来の再使用ロケットにも必ず使える技術なんですネ。逆に云うと、そう云うものが無ければ未来はもう無い⁴と思うんですネ。何時までもおんなじ様な点検とか組立ってやってたら、先は無いんで、斯う云う改革を今からしましょうって云う。其れは輸送系共通の基盤技術ですヨと云う処が大事なポイントだと思います。

森尾:て云う事は、此れが出来れば 25 年の初号機の打上げまで

⁴ 他のロケットシステムでも採用できると云う事は、其れが採用された後はイプシロンロケットの強みの一つが無くなる。其処をまた回復すべく、次なる技術開発を企画して欲しいと期待している。森田先生の「未来は無い」と云うお言葉を其の様に解釈したい。また、基幹ロケットを使って、此の様な技術的な挑戦をする事は不適當なので、此処で挑戦するのが適切だと思う。

漕ぎ着ければ、其の時点では H- A とか B もほぼそうなってる⁵と。

JAXA 森田:ア、いや、其れはあの、先ずイプシロンロケットでチャーンと出来ると云う証拠を皆さんにお見せしてから、多分基幹ロケットに漸次適用する事になるかと思えます。

池上委員長:宜しいでしょうか。じゃ、どうも有難う。此れをどう扱うかについて松尾参事官に...

文科省の松尾参事官が資料 25-2-2(イプシロンロケット 調査審議)を 2 分弱で説明し、推進部会に審議付託される事が承認された。

⁵ 其れを期待するなら、イプシロンロケットで挑戦せずに基幹ロケットで挑戦すれば良いと言っている様な事になってしまう。基幹ロケットに対して其の様な技術的挑戦を適用すると、打上げ能力の空白を作るリスクが高まる。基幹ロケットでは開発成功の見込みが高い技術と立証された技術を注ぎ込まなければならないのである。失敗すれば次の案でやり直せば良い小さなシステムとは違うのである。