

研究評価委員会  
「次世代輸送系システム設計基盤技術開発」  
(事後評価) 第1回分科会  
議事録

日 時：平成23年6月27日(月) 13:00～17:25

場 所：WTCコンファレンスセンター 3階 Room A

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	久保田 弘敏	帝京大学理工学部 航空宇宙工学科	教授
分科会長代理	中須賀 真一	東京大学大学院 工学系研究科 航空宇宙工学専攻	教授
委員	赤星 保浩	九州工業大学大学院 工学研究院 機械知能工学研究系	教授
委員	小林 修	神奈川工科大学 工学部 機械工学科	特任教授
委員	早坂 裕一	スカパーJ S A T株式会社	執行役員
委員	米本 浩一	九州工業大学大学院 工学研究院 機械知能工学研究系	教授
委員	渡辺 紀徳	東京大学大学院 工学系研究科 航空宇宙工学専攻	教授

<推進者>

久木田 正次	NEDO 機械システム部	部長
大久保 一彦	NEDO 機械システム部	主任研究員
佐藤 允昭	NEDO 機械システム部	職員

<オブザーバー>

武尾 伸隆	経済産業省 製造産業局 宇宙産業室	課長補佐
東谷 佳織	経済産業省 製造産業局 宇宙産業室	担当官

<実施者>

泉山 卓	I H I 宇宙開発事業推進部プロジェクト Gr.	主幹
岩崎 雅昭	I H I 宇宙開発事業推進部プロジェクト Gr.	主査
水越 紀良	I H I 宇宙開発事業推進部プロジェクト Gr.	主幹
唐木 敦	I H I 宇宙開発事業推進部プロジェクト Gr.	主幹
大塚 健功	I H I 宇宙開発事業推進部プロジェクト Gr.	主査
樋川 治	I H I 宇宙開発事業推進部プロジェクト Gr.	主査
榛澤 和敏	I H I エスキューブ	参事
三好 孝一	I H I 航空宇宙事業本部	技師長
馬場 正	I H I 宇宙開発事業推進部営業 Gr.	部長
高尾 浩司	I H I 宇宙開発事業推進部営業 Gr.	主幹
濱 秀樹	I H I 宇宙開発事業推進部スタッフ Gr.	主幹
秦 重義	日本航空宇宙工業会	常務理事
前島 哲夫	日本航空宇宙工業会 技術部	部長
玉置 英彦	日本航空宇宙工業会 技術部	部長

<企画調整>

半沢 弘毅 NEDO 総務企画部 職員

<事務局>

竹下 満 NEDO 評価部 部長

土橋 誠 NEDO 評価部 主査

<一般傍聴者> なし

**議事次第**

<公開の部>

1. 開会、分科会の設置について、資料の確認

- ・開会宣言（事務局）
- ・事務局土橋主査より、分科会の設置について資料 1-1 及び 1-2 に基づき説明があった。
- ・久保田分科会長挨拶
- ・出席者（委員、推進者、実施者、事務局）の紹介（事務局、推進者）

2. 分科会の公開について

事務局より資料 2-1 に基づき説明し、今回の議題のうち議題 5「プロジェクトの詳細説明」、議題 6「実用化の見通し」および議題 7「全体を通しての質疑」を非公開とすることが了承された。

3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について

評価の手順と評価報告書の構成について、事務局より資料 3-1～資料 3-5 及び資料 4 に基づき説明があり、事務局案どおり了承された。

4. プロジェクトの概要説明

4.1 「事業の位置付け・必要性」及び「研究開発マネジメント」

推進者（NEDO 佐藤職員）より資料 6 に基づき説明が行われた。

4.2 「研究開発成果」及び「実用化の見通し」

実施者（IHI 泉山主幹）より資料 6 に基づき説明が行われた。

4.3 質疑

説明に対し以下の質疑応答が行われた。

**【久保田分科会長】** ありがとうございます。ただ今のご説明に対しまして、ご意見、ご質問をうけたまわりたいところですが、技術の詳細につきましては、後ほどの議題 5 で議論いたしますので、ここでは主に事業の位置付け、必要性、マネジメントについてのご意見をお伺いすることにしたと思います。まず確認ですが、いまの資料の最初にありました、この右下の数字で 9 ページ目、この研究は「次世代輸送系システム設計基盤技術開発」というのは全体でして、その中で 4 つに分かれたサブシステムが①、②、③、④とあります。個別評価は④だけをやります。ただし、①、②、③について事後評価は終わっているけれども、その後、進展があった、あるいは全体から見てこれについてどうかということもあれば評価書に書くという了解でいると思いますが、そういうことでよろしいでしょうか。これは、土橋さんにお伺いすればいいのでしょうか。そうですね。そうしますと、最初のときにお伺いしてもよかったのですが、資料 3-5 という評価のコメントを書く紙がありまして、これを見ますと最初の「総合評価」という「総論 1」、これは全体を通じて書くということですね。その中では、特に、例えば①ヴァーチャルプロトタイピングについて、何か特別にあれ

ばそれも特出しで書いてもいい、それから全体を書く。その後の、最後のほうに「個別評価の評点」というのがあり、最後の13ページですが、これについては④の「ミッション対応設計高度化技術」だけに書くと。これに1「事業の位置付け」、2「研究開発マネジメント」が個別評価の評点の中には入っていないのですが、これは全体としてやっているの、個別としてはそれは言う必要がなく、ミッション対応設計高度化技術については、「研究成果」と「実用化の見通し」だけについて評価をすればいいと、こういう理解でいいと思っていますが、それでよろしいでしょうか。はい、ありがとうございました。後は、ご質問、ご意見、いかがでしょうか。では、私は中間評価を3年前、平成20年に行ったときに参加させていただきました。そのときの評価結果がありますが、それを基にしてその後進められていると思います。それが恐らく22ページの「中間評価結果および対応」というところにあると思います。実証試験をなさという評価もありましたので、それについてはおっしゃったように実証試験の前倒で対応されています。それから技術の最新化、時代遅れにならないようにということもあり、これもやられているということがありました。そのほかにいくつかありまして、それについてはどうかということですが、細かい技術のところではなくて全般的なことであればこの議題としてよろしいでしょうか。あのときは数値目標だけではなく、つまり40%、20%削減だけではなく、その解析の精度はどうか、その精度と両方を考えて作業時間削減というのを言うべきではなかろうかという言い方をされていました。それについてはいかがでしょうか、というのがまず1点。それから、GAを使うというのがありました、遺伝的最適化です。いまの泉山さんのお話でチラッと出てきていましたが、遺伝的最適化も効果があると言われているんだと思いますが、本当にそうなんだろうというのもありまして、これはたぶん中須賀さんが言われたのではないかと思います、ほかとの比較をしてくださいというのが中間評価のときのコメントだったと思います。そのへんはいかがでしょう。それからもうひとつありました。衛星ロケットと衛星のインテグレーションの実証が必要だと、これは明らかです。ただし、衛星とのインテグレーションはいろいろなフェーズがあると思いますが、いまはシミュレーションをやって、解析的にこれぐらいうまくいくということですが、実際に打ち上げてみたらどうなのだろうかということはまだunknownです。打ち上げたときにどうなるかというのは、これは打ち上げてみないと分からないのしょうけれども、そこまで自信がありますか。中間評価のときにはそれは打ち上げた後に、データをいろいろ使って活用すればよいのではないかという提言だったと思いますが、いま申し上げて3つについていかがでしょうか。もしかすると、後の技術のところと言うべきこともあるかもしれませんが、もし後で用意されているのであればそれはそれで結構です。

【IHI・泉山主幹】 最初の解析精度については後で回答させていただきます。GAの有効性と衛星のインテグレーション、打ち上げてからどうしたかということにつきましてですが、GAの有効性につきましては、その後、私たちの中でほかの手法と比べてみて、また総当たりの評価とも比べてみて、確かにGAの中で最適解を得られているということを確認しております。これについては前回の中間評価後にすぐに指摘頂いた委員の方にご報告すべきだったのですが、ご報告しておらず、申し訳ございませんでした。衛星とのインテグレーションですが、これにつきましては、このシステムを活用して打上げを実施する機会がなくなってしまったので確認できない状態です。この後でご説明しますが、例えば、先ほども少し申し上げました飛行制御検証技術等々で作りましたシミュレーターを使って、これもシミュレーションじゃないかと言われるかも知れませんが、そこである程度実際のデータを繰り込みながら、精度を高めたシミュレーションをした結果をベースに比較検証をしたという状況であります。

【中須賀分科会長代理】 目標設定のところで、目標設定の評価をきょうやるべきではないのだろうと思いますが、あえて申しますと、20%、40%という工数的なものの削減ということが目標として挙げられていますが、最終的に国際競争力の中でいちばん大きな要になるのはコストだと思います。そのコストの低減にそれらがどう反映されて、逆にいえば、それによってコストがこれくらいになることを目指して、これならば国際競争力があると考えられたのか、もしそのへんの背景があれば教えていただきたいと思いますが、いかがでしょうか。

【IHI・泉山主幹】 コスト低減につきましては、ロケットの開発という観点におきましては、この開発期間が削減されることによって、ほぼ比例と言ったら言い過ぎかもしれませんが、開発に人がかかるといいうことで、オーバーヘッドの部分がありますので、そういうところでの寄与はあるのかなと考えております。非常に定量的ではなく、定性的なものの言い方で申し訳ありません。ミッション対応設計では、実際にロケットを打ち上げる時、衛星側から見ますとロケットのコストということになるかと思いますが、それにつきまして今回着目しましたのは、ハードウェアのコストというわけではなく、エンジニアリングの部分の発生コストであります。したがって、その部分につきましては、40%なり 20%なりの作業の効率化というものが達成出来ておりますので、それが丸々というわけではないかもしれませんが、それと同じ、もしくはそれに近い比率ではエンジニアリング部分の費用を削減できるのではないかと期待していたところであります。

【中須賀分科会長代理】 それは分かりますが、いわゆるエンジニアリングのコストを、例えば 40%削減することで全体のコストがどれくらい下がるのか。逆にいえば、エンジニアリングの部分のコストと、それ以外の部分のコストの比みたいなのが効いてくるわけです。そういう観点で言うと、いまおっしゃったエンジニアリングコスト 40%下げるとは、全体のコストをどれくらい下げることになりそうかと、その点の見積りはされていますでしょうか。

【IHI・泉山主幹】 比率的には数パーセントぐらいかもしれませんが。やはりモノの値段がどうしてもかかってしまうところがありますので。ただ、コストではないのですが、衛星側のほうでも早く打ち上げて欲しいという要望に対しては、十分に満足できるような効果はあると考えています。

【IHI・三好技師長】 エンジニアリングのところは、打ち上げの衛星の立場で、どれだけ情報が欲しいかということが客先によってだいぶ違うというのが私どもの調査結果です。下手するとハードウェアに対して 20%、30%ある場合もあるし、逆にほとんどいらないから打ってくれと言われる場合もあります。そうすると、比率が大きい場合にはコストもかかり、今回の開発による削減が効いてくる、そういう意味で競争力の強化にはそのままつながると思っています。

【早坂委員】 コストの関係ですが、例えばいまのプレゼンの 33 ページのところで、「ミッション対応設計情報一元管理」というがありますが、基本的に打上サービス会社、それから衛星メーカー等が共通のデータベース的な地盤を持って、効率よくやっていこうという話だと思いますが、例えばアリアン 5 の場合でいうと、いったん契約した後、こういったインターフェースコントロール・ドキュメントは都合 3 回くらいアップデートされていきます。このシステムを使用した場合、例えば衛星メーカーからすると、自分の衛星の技術的情報をアップデートしなければいけない。それを常に維持していなければいけないという、衛星メーカーが考えることは、技術的情報がはっきりするまではアップデートしたくないということです。そうすると、技術情報がはっきりするというのは

最後の最後の段階ですので、それまで結局はちゃんとした最新の情報が出ていない。情報としては古いデータベースで最後の最後までお互いに設計検討をやらなくてはいけなくなって、お互いに待ちをかけていて、最後にどちらかが我慢できなくなって、最終的なインターフェースはこれですと出してくるのが常なのです。また一元管理化のデータベースを揃えることによって、例えば衛星メーカーがこれまでと違って追加で作業をやらなければいけなくなった場合、打上側から見るとエンジニアリングコストはここまで減りましたということになるかもしれませんが、逆にいうと、その分衛星メーカーが追加の作業をしなければいけなくなり、衛星と打上サービスを買う客側からいうと、全体のコスト削減というのはどれくらい出来ているのかなど、そこらへんが疑問に思いました。そういった全体的なところでのお考えは特にありますでしょうか。

**【IHI・泉山主幹】** 一元管理技術というところだけに着目するとそのようなご指摘もあるかもしれませんが、ミッション解析情報設定技術と合わせて私たちは衛星のほうにインターフェースの情報を提供することを考えておまして、どちらかという、ロケットに合わせてくれというようなものではなく、衛星側に合わせようとするのでどれくらいロケットが許容できるかということを中心として、この一元管理情報技術とミッション解析情報設定技術というものを運用していこうと考えております。この件については、もう少しご説明をして、非公開の場で議論させていただこうと思います。また、SJACさんが運営している技術委員会の中でも、同じく衛星のオペレーターの方から同じようなご指摘がありまして、衛星側に立って調整をしてくれるようなシステムがあれば、それはメリットがあるのではないかとコメントを頂いております。

**【米本委員】** 九工大の米本です。先ほど中須賀先生の質問が中途半端で終わったような気がしたのでもう一度聞きたいのですが、国際的な競争力ということが目指すところにあるので、今回の技術を使ったところでの削減効果が、全体のコストに対する努力指標がどうなるのかという見通しがやはり必要ではないかと思っております。エンジニアリングだけではなく、射場の運用とかいろいろあると思っております。今回やった事業の成果というものが、全体の打上コストのどれだけになったかという概略が見えれば、大事なところを押さえていて、これだったら事業として十分に成果が出たと言えるという気はします。これはコメントです。それからもうひとつ、事後評価で既に終わっている①、②、③の事後評価の結果というのは、事前にいただいた資料にはなかったような気がします。もしあれば見せていただきたいと思っております。この中には中間評価の結果の部分は載っていましたが、評価者がどう見てコメントを残したかというのがなかったような気がしました。もし差し支えなければ見てみたいと思っております。以前の中間評価に関連して、ヴァーチャルプロトタイプングというものの認識ですが、確かに今回の評価では詳細な話はないと思っておりますが、こういう事業を研究するにあたってどういう認識がなされていたのかが聞きたいところです。27ページにヴァーチャルプロトタイプングの意味を2つ挙げておられました。いわゆるこれはヴァーチャルプロトタイプングというのは、前からいわれているコンカレントエンジニアリングを目指しているところだと思います。つまり、いままでの飛行機にしても、ロケットにしても設計がシリーズに進んでいくのは非常に問題だと、つまり最後になって、土壇場になって大きな設計変更になるというのがいままではコストに影響してきたということで、同時設計というか、なるべく技術の設計が進行しているなかで生産技術の進行も行い、それから技術の設計が行われているところで、どういう施策の情報をそこから同時にもらうかと、そういうのがなるべく並行して行われるコンカレントエンジニアリングの1手法だと思います。そうすると、例えばその成果はフィードバックではなく、生産技術の人間も設計段階から入るというフィードフォワードの要素があると思っております。そういった考え方があった。ではどうコ

ンカレントエンジニアリングの技術として育てていくかというような考え方が、9年前になるかもしれないませんが、このプロジェクトになかったのかを伺いたと思います。資料の中に Unigraphics とか Pro/Engineer とか CATIA で、飛行機はほとんど CATIA ですし、エンジンは Unigraphics ということだと思うのですが、何かベースとなる CAD システムを統一したなかで、それをどうシステムとして使い回していくかというような、そういう展開だとは思っています。しかし、報告書の中はわりとそれが3つの CAD ソフトを統合してということでしたが、そのへんも含め、このヴァーチャルプロトタイピングというのをどう最初の事業の立ち上がりの技術マネジメントとして、どういうお考えだったのかと、そこらへんが入っていなかったのかということをお聞きしたいと思います。

【IHI・泉山主幹】 ヴァーチャルプロトタイピングに関して、まず1つ目で、どのようにそれを使っているかということにつきましては、後で非公開の資料の実用化のところでも少し述べさせていただいておりますので、そこで説明をしたいと思います。ご指摘のように今回の、8年前に作ったヴァーチャルプロトタイピングのシステムの Pro/Engineer、CATIA、Unigraphics、いくつかの CAD に対応するようなシステムになっていますが、これはもともと SJAC さんを主体として航空宇宙産業の各メーカーに対して、どういう CAD を使っていますか、ヴァーチャルシミュレーションをしようとしたときに、そこのインターフェースを持つとしたら、どのような CAD とのインターフェースを取るようにしたらいいですかというようなヒアリング、アンケートをした結果として、まさに航空機メーカーとエンジンメーカーと衛星メーカーでそれぞれ使っている CAD が異なっていましたので、それらが共通的に使えるようなインターフェースを設けたということでもあります。ちなみに Pro/Engineer は USEF さんが中心として衛星メーカーで使われており、CATIA や Unigraphics はご指摘のとおり航空機メーカーやエンジンメーカーで使われているということで、結局は聞いた業界から返ってきた答がそのような状態であったということでもあります。

【米本委員】 コンカレントエンジニアリングという位置付けはどうでしょうか。

【IHI・泉山主幹】 その位置付けについても考えていまして、具体的にどのようなかたちで運用しようとしていたかについては、後ほどご説明させていただきたいと思います。

【小林委員】 ミッションインテグレーション作業期間の短縮目標の話ですが、欧米は期間が短くて、それに追い付く、補うのに IT 技術、AI 技術を使って乗り越えようというのが趣旨ですね。気になるのは、欧米はこういった IT 技術などを使った立派なシステムを既に持っていると考えてよろしいのでしょうか。それとも、いままでの打上のノウハウを使って、そしてこういう短い期間でやっていると、そのあたりのお話をお聞きしたいと思います。なぜこういうことを聞くかということ、例えば作業期間を40%短縮できましたという話ですが、いまノウハウが非常に少ない時点でそれが達成できるということですね。とういことは、我が国は打上回数がもっと増えれば、経験していけばそれがもっと、もっと減っていくのか。逆にいうと、ノウハウによって得られる知見などに対してどういうふうに考えておられるのか。これはいわゆる研究の目標を定める場合の基本的な考えにつながるのではないかと思います。そのあたりを教えていただければと思います。

【IHI・泉山主幹】 私たちのアプローチとしましては、当初はいろいろな方の話を伺わせていただいて、そのなかで欧米のロケットメーカーに対してヒアリングをしたり、調査をしたりしたことがあります。

欧米のメーカーもあるレベルでは AI の技術というよりも、IT の技術を使った作業の効率化のシステムを持っているところもあることはあります。しかし、これほどまでの大規模なものというのはなかったと記憶しています。最近では IT の技術はどんどん進歩していますので、いま調べてみると少し状況は変わっているかもしれません。これらの調査をもとに、私たちが議論を含め出した結論というのは、やはり経験的なものによって欧米では期間の短縮がある程度出来ていると言うものです。経験的なものというのは、同じような種類の衛星を何回も何回もいままでに上げているというところでの経験というのものもあるかと思えます。まさに、同じ衛星を打ち上げて入れれば、18 カ月といわずにもっと短い期間で打ち上げられるとも彼らは言っています。では、日本が打上の経験を積みばどうなるかということですが、今回目指した 40%削減、期間で 18 カ月、さらにもう少し短くなるいかもしれません。そこまではいくかもしれませんが、やはり絶対的作業時間というのはある程度必要な部分がありますので、ある期間に収束していくのではないかなと考えております。ただ、まだまだもっと IT 技術が進んで、もっと効率化できるようになった場合には、もしくは解析しようとした場合、計算機の速度が速くなることによって、解析の時間を短縮できますので、そういうことによってさらに短縮できるかもしれません。しかし、いままでの経験的な部分を今回の技術で置き換えることによって期間短縮をするというアプローチの場合、それは 18 カ月なり何ヶ月になる、というのが欧米の現状を見ても妥当なところではないかと思っています。

**【小林委員】** 期間短縮がこの IT 技術とか AI 技術で出来るというのは非常に嬉しいことですが、ただ宇宙開発の技術において我が国が欧米に比べて遅れている理由としてよく言われることの 1 つは、打上回数とか経験が少ないからだということです。それに対して、いまの基本的な考え方は IT 技術みたいなものでほとんどこなせると、そういう意味にもとらえられてしまうというか、ノウハウや経験みたいなものを低く見過ぎてはいないかと、いままで言っていることと何かちょっと違うと感じます。ですからいまの IT 技術がどんどんよくなっているのは分かりますが、それとノウハウの融合、取り込み方が重要だと思います。本来はそういう結果が出てきてほしいと思っていますが、ただみんながハッピー、ハッピーになってしまっている感じがしますので、そのあたりが少し心配だというのが本音です。

**【IHI・泉山主幹】** 今回のシステムを作るにあたって、経験が少ないとはいっても、その経験を蓄積するためのデータベースを作って、それを活用することによってその次のものに使えるようにしようということで、ある種そのデータベースの中にはノウハウを蓄えられるようなシステムになっています。もうひとつ、これがいちばん大きな問題だと思いますが、今回フォーカスしたのはどちらかというシステム設計の部分でありまして、要素技術の開発はしていません。アビオニクスの部分については次世代 LNG 制御システム開発の中では一部は行っていますが、例えばエンジンの開発など、要素の部分の開発というのは、どちらかというシステム設計の基盤開発にフォーカスしているので、今回の設計基盤からは落としています。そうすると、どうしてもシステム設計といいますと、どういうふうに設計を進めていくのかという、マネジメントの部分の比率も大きくなるので、こういうような結果になったのではないかと思います。当然、要素技術でブレークスルーしないとなかなか新しい物が完成できないというところについては、経験が必要なところだと思います。しかし、その部分は今回の研究開発では手があてられていないので、何ともしがたいところであって、また別の部分で日本国として手を当てることが求められているというふうに考えております。

**【小林委員】** 今回の事業の話としてはサクセスクライテリアというか、成功判定基準が何パーセント削減

ということになっていますのでやむを得ないかと思いますが、ITですべてよくなるわけではないので、さらに実際には使っていくうちにどんどん良くなるという、そういうのも少し強調されていったほうが宇宙開発にとってはかえってハッピーなのではないかと思います。そのあたりだけちょっとコメントさせていただきました。

【久保田分科会長】 非常に重要な視点をありがとうございました。まだご意見、ご質問があるかと思いますが、プロジェクトの詳細内容につきましては、後で詳しく説明していただくことになっておりますので、これだけは公開の場で発言されたいということがあればおっしゃってください。先ほど、米本委員が言われた3つのサブ項目ですが、事後評価が完了しているということで取り上げないのは問題なのですが、実はこの事業原簿の中に目標と達成状況があるのでそれでいいと思っています。もしそれでは不十分でしたら。

【事務局】 米本先生から先ほど出た20年度のものには委員レクのとときに後ろに委員の説明だけは付けて、点数も付いているものをお渡ししていると思いますが、16年度は入っておりません。16年度、20年の中間評価についてはURLを送らせていただくか、コピーして先生方に配布したいと思いますので、それを見ていただいて評価をしていただくようにしたいと思います。とりあえず明日、委員の先生方にはURLだけは表示いたしますのでよろしくお願いいたします。

【久保田分科会長】 では、渡辺委員いかがでしょうか。

【渡辺委員】 後でまた出るのかもしれませんが、いままでご指摘がなかったのが要望です。実用化可能性のところ、先ほどの説明だと詳細といいますか、具体的どころがよく分からなかった。外的な状況変化によって実証の機会が失われたというのは当然そうなので、出口イメージを変更せざるを得ません、それはそうだと思います。では具体的にどういうところにこういう技術が応用されて、このように発展していくという姿が見えるともう少し見やすくなるのでよろしいと思います。以上です。

【久保田分科会長】 何かしろということではなく、コメントでよろしいでしょうか。はい、ありがとうございました。

【赤星委員】 簡単ですが、26枚目のところで特許や論文等はいろいろ出されていると思いますが、今後の戦略として国際標準なども検討されているのではないかと思います。具体的には申請、New Work Itemとかでもう出ているのがあるのか、あるいは日本がプロジェクトリーダーを取っているような案件があるのでしょうか。

【IHI・泉山主幹】 このプロジェクトに関しては国際標準（ISO）の申請というのは行ってはいません。どちらかというと、ロケットと衛星のIRD（Interface Requirements Document）とか、ICDでの作り方というのが既にISOになっております。それを取り込んだかたちで、例えばミッション対応設計高度化技術の情報一元化のシステムはISOに準拠するように作っています。そういうところで、逆にISOを取り込んで、ある種、標準化されたシステムを構築していったというところでもあります。

【久保田分科会長】 よろしいでしょうか。それでは、ここまでのところでいったん打ち切りまして、10分間



の休憩を取りたいと思います。

<非公開の部>

非公開資料の取扱いの説明

5. プロジェクトの全体説明

省略

6. プロジェクトの詳細説明

ミッション対応設計高度技術の研究開発

省略

7. 実用化の見通し

省略

8. 全体を通しての質疑

省略

<公開の部>

9. まとめ・講評

各評価委員から以下の講評があった。

**【久保田分科会長】** それでは議題 9 であります。公開の部に戻りました。まとめと講評ということです。

まとめといっても、いまの議論のとおりでありまして、「こういうことです」というのは難しいと思いますので、それは評価のところそれぞれに書いていただきまして、それを全体としてのまとめということにさせていただきたいと思います。もうひとつは、最初にお約束いたしました講評をそれぞれお願いしたいと思います。それも含めて「まとめ」ということにさせていただきたいと思います。1人2分ということでした。渡辺委員から、よろしく願いいたします。

**【渡辺委員】** 私は今回初めていろいろ伺ったのですが、膨大なご説明をいただきまして全体をほぼ把握できたかなと思います。こういう設計システム上の改良点というのは非常に大きいということがよく分かりまして、しかもミッションをきちんととらえて、きちんと進められたということで、これは非常にいいプロジェクトを遂行されたと評価したいと思います。なお、今後の方向性には不透明な部分があるということは残念なことでありますが、現実を踏まえ、将来への応用と、先ほどから出ているもう少し大きい話である今後のロケットをどういうふうに作っていくかということに対して、インパクトがあるような方向で考えていただければと思いますので、今後とも努力を是非よろしく願いいたしたいと思います。どうもありがとうございます。

**【米本委員】** 九工大の米本です。きょうは本当に長い時間をかけていただきまして、非常に丁寧に説明していただきましてありがとうございました。事前に資料を読ませていただいた以上に、きょうは特に「ミッション対応設計高度化技術 (MI)」のところがよく理解できて非常によかったと思います。私自身は国のお金を使っている以上、従来ある技術をやるのではなくて、チャレンジしてもらわないといけないという意味で、最初に紹介していただいた中間評価のあの点数は、私の印象では値がひっくり返っていて、こういう MI のチャレンジしているところにむしろ高い点を差し上げたほうがいいのかという印象があります。それに比べてというか、(休憩時間に) 三好さんと少しお話しした部分もありますが、航空機というのは 20 年来「ヴァーチャルプロトタイプング (VP)」(相当のこと)

をやっています、航空機産業、PX、CX が立ち上がった時には、それなりのかたちで運用を始めていて定着しているところです。ロケット開発ではいま使おうとしているということで、そういう意味で印象が薄かったです。中身をよく理解していないのかも知れませんが、そういったことがちょっと頭にあって、きょうはMIの説明をしっかりと聞かせていただいて非常によかったです。出口をイプシロンロケットとして、是非いまの技術を応用していただくところに注力していただくとともに、どうかたちにしろ、やはり将来は民間になっていくはずなので、途中でシナリオが崩れたかもしれませんが、民間ロケットに対して IHI さんをはじめ日本がそういう方向に向かえるよう、今後とも努力をしていただければというふうに思っております。どうもありがとうございました。

**【早坂委員】** 最初に、短い時間でしたけれども遠く離れていた技術の分野にこうやって時間を費やすことができ、非常に私個人としては面白かったです。成果としては非常に興味深いものが出来たのではないかと考えています。いま、我が社は日本では唯一の衛星通信をやる会社になってしまいましたが、日々衛星メーカー、打上サービス会社と仕事をする機会がありまして、我々なりに問題意識等を含めて持っています。そういったような意見を将来も摘み取っていただければいいかなと考えています。最終的に面白いものが出来たと思いますので、これを実際に、例えばコマーシャルの分野で使うことになると、今度は企業とか人間の損得勘定が、これまでとは違うことはやりたくないというようなところが出てくると思います。今度はそれをちゃんとやらせるような契約上のインセンティブを設けさせるとか、運用のところが重要になってくるかと思っています。9年前にこれがスタートして、なるべく早く打ち上げるといった目的も1つあったかと思いますが、最近ではそれを飛び超えて「いつでも、自分が好きなときに打ち上げてほしい」といったような、かなり衛星オペレーター側からするとわがままな要求が業界ではそれほど不思議ではなくなってきていますので、今後はそういったものも視野に入れていろいろな研究をしていただきたいと思います。ありがとうございました。

**【小林委員】** きょうは説明していただきましてありがとうございました。いろいろ教えていただきまして、立派な成果で敬服しております。宇宙開発のロケットのほうも、ついこのあいだまではどちらかというと推進性能主義といいますか、それが世界一よくなることを目指してずっときていたように思いますが、最近では、きょうのお話も含め運用といいますか、打上期間を短くするといった、作業期間を短縮してより使いやすいロケットにすることに注目がきています。イプシロンもそうだと思いますが、その点、非常に嬉しいことだと思っています。ロケットの技術も円熟化の段階まで技術レベルがきたのかなという感じがしております。それから最後にちらっと申し上げましたが、いわゆる宇宙開発の産業基盤というのが脆弱さというのがあって、だんだんと強固になるはずだったのがどうも何となくおかしな方向に行っているのではないかと、そういう心配をしています。例えば航空機産業からいいますと、日本の場合、航空機の場合は防衛省ですが、いわゆる安全保障、日本の防衛基盤は産業基盤にあるというようなところもありました。きちんとした対応みたいなものが出来ているように思いますが、宇宙開発のほうはどうもそのへんが上手くいっていないような印象を持っております。そういう意味では、経済産業省さんのやられているこういった事業というのは非常に重要な役割を果たすのではないかと思います。きょうはそちらにみえておられますので、是非ともきょうのプロジェクトの件も含めてよろしくお願ひしたいなと思います。以上です。

**【赤星委員】** 九工大の赤星です。きょうは本当に長い時間ありがとうございました。私は大学から来てい

ることがあって、学生、特に若い人たちに夢を与えていただけるようなことをこれからもどんどん進めていただければと思います。やはり若い人たち、特に九工大も宇宙コースがある関係で、宇宙に行きたいという学生もおります。そういう学生に対して、是非、将来こういう方向に進みたいという模範になるようなイプシロンロケットだとか、あるいはさらにその先の将来があるかと思っておりますので、そういうものを通じて、是非よろしくお願ひしたいと思います。きょうは質問しなかった部分もありますが、その中の1つとして基盤的なところの解析ツール等が実は日本製でなく海外製、特に CAD とかあるいは解析ソフトの場合もそうですが、日本はそういうツールを使わざるを得ない状況に追い込まれている部分もあると思います。もちろんこれは何もこのプロジェクトだけの責任だけではなくて、日本全体の問題でもあると思います。世界と共通でやろうとすると、やはりいまであれば Word や Excel みたいなマイクロソフトのソフトを使わざるを得ない状況です。是非、このへんで出てきた技術を、できるだけオープンにできるものはオープンにさせていただきたい。できればパブリックドメイン的にオープンになればその分広まると思います。たぶんこの研究開発の中でウェブとのインターフェースなどである言語が使われていると思いますが、例えば日本では Ruby というオブジェクト指向の言語が開発されているのです。ああいったものをこういう NEDO 関係のプロジェクトで使用していくとか、そのように日本発のものをどどんうまく生かして、世界にアピールするというのも大事ではないかと思っていますので、今後ともよろしくお願ひいたします。

【中須賀分科会長代理】 東京大学の中須賀でございます。きょうはどうもありがとうございました。大変立派な研究をされたと思います。いくつか考えなければいけないと思うこともありますが、やはりこのもの自体はすごくいい研究をされて、役に立ちそうなことはたくさんあります。特に興味を持ったのは ICD が自動生成できると。これは非常にいいです。我々もウクライナのユジノエという会社と、ドニエプルロケットとかサイクロン 4 というロケットのインターフェース調整をまさにいまやっている最中で、やはりきょういろいろご議論になったことがたくさん出てきております。入力したらそれがそのまま ICD になっていけるものがあつたらとってもいいといつも思っていて、それに似たようなものは私共も EXCEL で作り始めているのですが、それがここではこういうかたちになっていて、非常にいいなと思いました。ユジノエと付き合っていてよく分かるのは、彼らには IT はないけれども頭の中にみんな入っています。というのはこれまでに実は 6 千発くらいロケットを打ち上げた会社で、何がどうなればどうなるかというのをみんな分かっています。それが無いのが日本の非常に弱いところだなというふうに強く感じました。弱ければ勝負できないかという、逆に弱いからこそいわゆるモデルベース、シミュレーションベース、物の原理をしっかりとシミュレーションに置き換えていくという、こういうことで日本は対応せざるを得ない状況ではあるので、逆にそこをもっと押して、我々はある意味、理論で勝負するという世界になってもいいのではないかと思います。もちろん経験は要ると思いますが、経験がないから仕方がないという観点でやっていくのも 1 つの道かなと感じました。いろいろ研究されて、それが全体のプロジェクトの中でいかにコストを下げるかということ、かつ海外への競争優位性を持つかということ、これらをやはり大局的に見ていく必要があるかなと感じました。例えば、僕らが海外のロケットを探すときにいちばん最初に考えるのはコストです。例えばコストが高いけれども開発期間が短いというよりは、やはりコストが安いほうをどうしても探してしまいます。まずはコスト競争なのです。ですから、そこにいかに今回の技術が貢献できるかということをもう少しお示しいただいたらよかったですと感じております。もうひとつは、きょうの議論の中でも出てきましたけれども、ユーザーのいろいろなアイデアに応じて変えられるという柔軟性というのは非常に大事だと思いますが、逆にそれは固定して

ユーザーに「これに従え」と、その代わりすごく安いのを作りますという道もあります。それでいくのか、あるいは柔軟にユーザーの要求 (requirement) に応えられるということで勝負するのか、このへんがいわゆる企業戦略、ロケット戦略になってくると思うので、そのへんをしっかりと考えて、何がいま世界で求められていて、それに対してどう応えていくのかということを考えていくのが非常に大事だと思います。もうひとつ言うと、たぶん今回の技術を適用しても例えば 40 億のロケットが 38 億になるとか、そのような程度かという気がします。ところがもともとロケット自体が 20 億ぐらいだったとしたら、それが 18、17 億になってくるとやはり効果が大きい。ということは、やはりロケット作るもとの値段のベースを徹底的に下げて、初めてこういうシステムも役に立ってくる。ロケットがものすごく高いときに、こういうところだけ少しだけ変えても実はあまり効果がないのではないかと非常に強く感じていて、やはり日本全体としてロケットをいかに安く作って、海外に売っていくかという戦略を考えていかなければいけないという気持ちがあります。そういう意味でいうと、僕は 50 キログラムぐらいの衛星を作っているので、50 キログラムの衛星を打ってくれるロケットが是非欲しいので、そうすれば海外でたくさん売れると思います。そういう世界で恐らくこれぐらいの、きょうお話しいただいたようなことが、数がたくさん出るということと、もともとのコストが安いということですのでごく役に立つのではないかと思いますので、この研究の応用先として是非そのへんを考えていただければありがたいなと考えております。以上です。

【久保田分科会長】 超小型衛星打ち上げ用のロケットというのは出口イメージとしてはあり得ますね。もうからないですが、それは何とか考えていただくということでしょう。だいたい皆さんがおっしゃっていただいたので、私はもう何も言うことがないかと思っています。私を最後にしたのは、これが狙いだったのですが、ですが、2,3 点申し上げたいと思います。先ほどの小林委員の話を受け取って、波及効果、実用化の 14 ページに経済的波及効果の三角形の図があります。これには覚えがあります。経済産業省の産業化ワーキンググループが出来ていたときに、日本宇宙工業会に委託して作ってもらった図です。あの時の覚えでは、宇宙機器産業でいくら、宇宙利用サービス産業がいくらという値段も入っていて、しかも 10 年後にはこれがどれくらい伸びるという予測もありました。2003 年ぐらいで 4 兆円ぐらい、2015 年になると 8 兆円ぐらいになるという予測でした。それがその通りになっているかということとは分かりませんが、少なくともいちばん上の三角形、宇宙機器産業は残念なことに横ばいです。だいたい 2 千億円から 3 千億円ぐらいの間です。下の方の三角形がまあまあ順調に伸びています。ですからこの下の三角形の底辺のほうが大きくなれば、上の宇宙機器産業を突き上げて、宇宙機器産業が大きくなっていくというのが狙いだと思います。そのために、今、やっておられるプロジェクトが 1 つの起爆剤になってくれればいいなという感じがいたしました。また、宇宙開発事業団といていたところに私は外部評価のメンバーになりまして、あの時に外国から 8 人、国内から 8 人が選ばれて、近藤次郎先生が日本側の委員長になりまして、私は幹事をやっていました。その時、外国から来た NASA のチーフエンジニアだったヴェンネリさんという人がおりまして、ヴェンネリさんがしきりに IT でやらなければいけないと、IT とは言わずにソフトウェア、ソフトウェアとしきりに言っていました。恐らく狙いとしてはきょうの MI みたいなことで、「ソフトウェア」を設計に使ったらどうか、日本もやったらどうかと言っていたのではないかと思います。NASDA といていた時代ですから少なくとも 10 年以上前のことです。それがいま、このプロジェクトでヴェンネリさんが狙っていたことそのままかどうかは分かりませんが、少なくとも理想が生かされているのではないかと思います。さすがだなという感じがいたしました。これが皆さんおっしゃるように、これからの宇宙輸送システムであるロケットの設計に生かされて、出口

イメージにつながっていけばと思いました。衛星とのインテグレーションというのはやはり問題です。早坂さんがおっしゃっておられましたのはずっと問題として残っていくと思いますが、もうひとつは皆さんがおっしゃった人材育成です。このプロジェクトの研究者がハードウェア開発もやりますし、カオスをやったり、ソフトウェアのシステム設計をやったりと、いろいろなことを言われていてもすごく感心しました。人材育成が十分に出来ているなと思いました。これからも人材育成に役立っていくということも1つのこのプロジェクトの効果だったかなと思っております。今後、実用化にも向けて実っていくことを期待しております。ということで、私の感想でございます。

## 10. 今後の予定

事務局より資料9に基づき説明した。

## 11. 閉会

### 配布資料

- 資料 1-1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 1-2 NEDO技術委員・技術委員会等規程
- 資料 2-1 研究評価委員会分科会の公開について（案）
- 資料 2-2 研究評価委員会関係の公開について
- 資料 2-3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘について
- 資料 2-4 研究評価委員会分科会における非公開資料の取り扱いについて
- 資料 3-1 NEDOにおける研究評価について
- 資料 3-2 技術評価実施規程
- 資料 3-3 評価項目・評価基準
- 資料 3-4 評点法の実施について（案）
- 資料 3-5 評価コメント及び評点票（案）
- 資料 4 評価報告書の構成について（案）
- 資料 5-1 事業原簿（公開）
- 資料 5-2 事業原簿（非公開）
- 資料 6 プロジェクトの概要説明資料（公開）
  - 4.1 事業の位置付け・必要性及び研究開発マネジメント
  - 4.2 研究開発成果及び実用化の見通し
- 資料 7 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
  - ミッション対応設計高度化技術の研究開発
- 資料 8 実用化の見通し（非公開）
- 資料 9 今後の予定

以上