

研究評価委員会第1回「環境適応型小型航空機用エンジン研究開発」(事後評価) 分科会議事録

日 時 : 平成 25 年 7 月 17 日 (木) 13:10~18:00

場 所 : WTC コンファレンスセンター Room B

(〒105-6103 東京都港区浜松町 2-4-1 世界貿易センタービル 3階)

出席者(敬称略、順不同)

分科会長 久保田 弘敏 帝京大学 理工学部 特命教授
分科会長代理 辻川 吉春 大阪府立大学 工学研究科 名誉教授
委員 岡部 朋永 東北大学 大学院工学研究科 航空宇宙工学専攻 准教授
委員 船崎 健一 岩手大学 工学部 機械システム工学科 教授
委員 森本 健 日本航空株式会社 整備本部 企画財務部 統括マネージャー
委員 山崎 伸彦 九州大学 大学院工学研究院 航空宇宙工学部門 教授

<実施者>

金津 和徳 株式会社 IHI 航空宇宙事業本部 技術開発センター 所長
今成 邦之 株式会社 IHI 航空宇宙事業本部 技術開発センター エンジン技術部 部長
山本 政彦 株式会社 IHI 航空宇宙事業本部 技術開発センター エンジン技術部 担当部長
小見 淳介 株式会社 IHI 航空宇宙事業本部 技術開発センター エンジン技術部 主査
池田 修治 株式会社 IHI 航空宇宙事業本部 技術開発センター エンジン技術部 主査
本田 達人 株式会社 IHI 航空宇宙事業本部 技術開発センター エンジン技術部 担当課長
大石 勉 株式会社 IHI 航空宇宙事業本部 技術開発センター 要素技術部 担当部長
大北 洋治 株式会社 IHI 航空宇宙事業本部 技術開発センター 要素技術部 担当部長
加藤 大 株式会社 IHI 航空宇宙事業本部 技術開発センター 要素技術部 主幹
廣光 永兆 株式会社 IHI 航空宇宙事業本部 技術開発センター 要素技術部 主査
古川 洋之 株式会社 IHI 航空宇宙事業本部 技術開発センター 制御技術部 主査
佐々木 厚太 株式会社 IHI 航空宇宙事業本部 技術開発センター 材料技術部 主査
木下 康裕 川崎重工業株式会社 ガスタービン・機械カンパニー
ガスタービンビジネスセンター 技術総括部 要素技術部、(兼) 技術企画部 部長
緒方 秀樹 川崎重工業株式会社 ガスタービン・機械カンパニー
ガスタービンビジネスセンター 技術総括部 要素技術部 燃焼器課 課長
森合 秀樹 三菱重工業株式会社 航空宇宙事業本部 民間エンジン事業推進部
エンジン設計課 主席技師
坂井 栄治 財団法人 日本航空機エンジン協会 企画部 部長
三井 一郎 財団法人 日本航空機開発協会 常務理事
二村 尚夫 独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 航空本部 航空技術実証研究開発室 室長
柳 良二 独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 航空本部 非常勤招聘研究員
河野 通方 独立行政法人 大学評価・学位授与機構 東京大学名誉教授

<推進者>

久木田 正次 NEDO 技術開発推進部 部長
山本 将道 NEDO 技術開発推進部 課長
草川 剛 NEDO 技術開発推進部 主査

<オブザーバー>

荒木 健史 経済産業省 製造産業局 航空機武器宇宙産業課 総括係長

<企画調整>

伊吹 信一郎 NEDO 総務企画部 職員

<事務局>

竹下 満 NEDO 評価部 部長
保坂 尚子 NEDO 評価部 主幹
成田 健 NEDO 評価部 主査

<一般傍聴者>

1名

議事次第

【公開セッション】

- | | |
|---|----------------------|
| 1. 開会、分科会の設置について、資料の確認 | 13:10 ~ 13:20 (10分) |
| 2. 分科会の公開について | 13:20 ~ 13:25 (5分) |
| 3. 評価の実施方法について | 13:25 ~ 13:35 (10分) |
| 4. 評価報告書の構成について | 13:35 ~ 13:40 (5分) |
| 5. プロジェクトの概要説明 (NEDO) | |
| 5-1. 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメントについて | 13:40 ~ 14:00 (20分) |
| 5-2. 研究開発成果および実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて | 14:00 ~ 14:10 (10分) |
| 5-3. 質疑 | 14:10 ~ 14:30 (20分) |
| 休憩 | 14:30 ~ 14:40 (10分) |
| 6. プロジェクトの詳細説明 (実施者) | |
| 6-1. エンジンシステム特性向上技術 | 14:40 ~ 16:30 (110分) |
| 6-1-1.全体システムエンジン実証 (説明 40分、質疑 20分) | |
| 6-1-2.関連要素実証 (説明 15分、質疑 10分) | |
| 6-2. 耐久性評価技術/耐空性適合化技術 (説明 15分、質疑 10分) | |
| <一般傍聴者退場> | |
| ◆非公開資料の取り扱いに関する説明 (評価部) | 16:30 ~ 16:35 (5分) |

【非公開セッション】

- 6-3. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み・・・・・・・・・・ 16:35 ～ 17:05 (30分)
(実施者／説明 20分、質疑 10分)
7. 全体を通しての質疑 17:05 ～ 17:35 (30分)

【公開セッション】

8. まとめ・講評 17:35 ～ 17:50 (15分)
9. 今後の予定 17:50 ～ 18:00 (10分)
10. 閉会 18:00

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)
プロジェクトの概要説明資料 (公開)
資料 6-1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
資料 6-2 研究開発成果、実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み
プロジェクトの詳細説明資料 (公開)
資料 7-1-1 エンジンシステム特性向上技術(全体システムエンジン実証)
資料 7-1-2 エンジンシステム特性向上技術(関連要素実証)
資料 7-2 耐久性評価技術
資料 7-3 耐空性適合化技術
実用化・事業化に向けた見通し及び取り組み (非公開)
資料 7-4 実用化・事業化に向けた見通し及び取り組み
資料 8 今後の予定

議事録

【公開セッション】

議題 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）
- ・研究評価委員会分科会の設置について、資料 1-1 及び資料 1-2 に基づき事務局より説明。
- ・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）
- ・配布資料確認（事務局）

議題 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、議題 6「プロジェクトの詳細説明」のうち、「実用化に向けての見通し及び取り組み」と、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。

議題 3, 4 評価の実施方法と評価報告書の構成について

評価の実施方法を事務局より資料 3-1～3-5 および資料 4 に基づき説明し、事務局案どおり了承された。

議題 5 .プロジェクトの概要説明

推進者より資料 6-1, 6-2 に基づき説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

【久保田分科会長】 ご説明ありがとうございました。

今のご説明に対しまして、ご意見ご質問ございませんでしょうか。委員の方々は、多分技術的なことを議論されたいかと思われそうですが、技術的なことはその次の議題 6 で行います。ここでは主として、今、お話にありましたように、事業の位置づけおよび必要性、それからマネジメントについて議論していただきたいと思っておりますので、よろしくお願いします。

どなたから順番というわけではございません。ご自由にご質問、ご意見いただければと思いますが、いかがでしょうか。

森本委員、よろしく申し上げます。

【森本委員】 ご説明ありがとうございました。今の資料 6-2 の 14 ページの最後のところですが、このフローチャートからいうと、もともとは試作品というのでしょうか、エンジンをつくり込むところまで目指していたけれども、燃料代等の問題でいろいろ見直して、ビジネスチャンスは今後また検討していくということになっています。燃料代等の影響がどのように影響したのかという点をご説明いただきたい。もう 1 点は資料 6-1 の実施の効果のところ、20 年間で 2,000 機、5,000 億円の市場と書いてありますが、50 席クラスの市場の 50% 獲得という「50% 獲得」は、このエンジンがこの 50% を獲得すると想定されていたのかどうか、獲得の定義がわからないので回答をお願いします。この 2 点が質問です。

【山本課長】 まず 1 つ目につきましては、事業期間の途中でジェット燃料代が上がったため、燃費重視のエンジンに設計変更の検討をいたしました。設計変更に伴う再検討が必要となったため、当初の計画までは行き着かないので、要素技術ごとの実証まで目処をつけることとしました。それもあまり中途半端にやると意味がないので、ある程度、要素技術を実証することで、システム化への目処をつけていただいたということで、私どもとしてはよしとしました。

2 つ目が市場の見通しですが、これもいろいろな計算の見方があると思うのですが、少なくとも 50 席クラスの航空機分野においては、エンブラエルとボンバルディアの 2 大ユーザーがいて、今回の成果を全社に買っていただければ一番言うことないのですが、例えば、どちらかにこのエンジ

ンを採用していただければ、おおむね50%の市場が獲れるという仮定で、この試算をさせていただきました。

【森本委員】 最初の試作品を作るか作らないかというところは、作れなくても、きちっと技術レベルが達成していれば良いということはそうだろうと思います。しかし、当初計画は、50席クラスの市場の50%獲得を想定していたけれども、結果、そこは叶わないというか、今後の課題という状況となっています。技術的なところは達成したというように読めるのですけれども、いわゆるNEDOの事業として、こういった市場を獲得していくというところについては、現実には断念したということでしょうか。

【山本課長】 断念した、諦めたということでは全くございません。このNEDOの技術開発の中ではここまで検証して確認しました。ただ、この瞬間、これが今後すぐに売れていくかということ、市場をつぶさに見ていきますと、50席クラスの航空機市場が今すぐ当初のもくろみどおり、何千機すぐ売れていくほど新規の需要が見えなくなってきた。こればかりは技術だけでは、仕方が無いことであり、この技術をIHIなどを中心にさらに検討を進めてもらいながら、この市場が改善していくか状況も見極めていただき、一定の市場環境が良くなれば、ビジネスに、事業につなげていっていただくということをNEDOとしては、見守っていきたいと考えています。逆に言うと、今後また追跡調査をさせていただきますので、その中で市場がどのような状況か、IHIのビジネスとしてはどういう検討が進んでいるかということモニタリングさせていただきながら、きちっと事業化に向けて検討を進めていただけるかどうかを確認しながら、対話は続けて行きたいと思っています。

【森本委員】 ありがとうございます。

【久保田分科会長】 私から3つほどお伺いしたいのですが、まず、資料6-2の3ページに目標と達成状況という表がございます。1つは直接運航費用の低減、それから環境適合性能の向上があります。環境適合性能のほうは多分技術的なことから検討すると何%減ということはわかってくるのだと思うのですが、直接運航費用というのは、なかなか見積もりが難しいのではないかと思います。伺っていたら、資料6-2の4ページの絵にあるような各要素技術を積み重ねていって、これで直接運航費がどのくらい減ってくるのではないかと思います。こういうことをやられているのだと思うのですが、逆に言いますと、その辺どうにでもなるのではないかというような気がします。少し欲目を入れれば良くなるし、シビアにやれば悪くなる。実証がなかなかし難いとおもいますが、この辺の実証というのはできるのかという質問が1つ目です。

【山本課長】 私共としては、IHIと共に議論をして、実際に達成した成果の積み上げで検討してきたつもりであります。実際に本当にこちら辺がどう評価したのかについては、細かい説明が要と思っています。

【久保田分科会長】 直接運航費用の低減量の積み上げは後の技術のところになるのであれば、議題6でお願いします。

【山本課長】 了解いたしました。

【久保田分科会長】 わかりました。

それで、この表を見ますと、達成度がみな一重丸となっています。何で二重丸はないのでしょうか。このような評価は難しいと思います。目標を高くとり過ぎると達成度はなくて、目標を低く置き過ぎるとものすごく達成できたようになります。その辺、難しいのですけれどもいかがでしょうか。

【山本課長】 NEDOとして、いろいろなプロジェクトをやっています、まさにその悩みがつきまわっております。今回の目標設定においては、ライバル企業を2倍、3倍と引き離していくようなものでは多分なくて、規制を悠々クリアしていく、あるいは他社との関係で競争力がある程度つけられるようなところ、ある意味、現実的に達成でき、かつ必要十分な競争力なり規制対応力を持つ技術の目標水準を設定させていただいたと私は認識しています。 まず、ここをしっかりと達成することが重要と考え、私どもは丸としました。

【久保田分科会長】 これはNEDOがつけた評価ですね。

【山本課長】 そうです。当然 IHI と議論させていただきながら、私どもとしては丸をつけさせていただいております。こういうプロジェクトは、私は丸でもすごくいい評価と思っています。逆にこれができなかったら、この10年間、何をやってきたのだということになりますので、この丸は実質二重丸に等しいような価値があると解釈していただければありがたいと思っています。

航空機プロジェクトと違って、例えばエネルギーシステムで効率を5倍、10倍にしていく、あるいは新しい材料探査をして、今までには全くできなかったような商品開発につなげてきた、そんなプロジェクトであれば、新規性や独創性など、あるいは世界のチャンピオンデータに対してさらにこれだけ上乘せしていくという場合、得てしてそういう二重丸（非常に優れた成果が得られた。）か〇かという議論があつたりするのですが、このプロジェクトは、まさにきちっと達成をしていってビジネスにつなげていっていただく。かなり長期的な問題意識のもとで継続的に一個一個ステップアップというかブレークスルーを積み重ねていただっていくべき取り組みだと思っていますので、私どもは丸という評価とさせていただきます。

【久保田分科会長】 ありがとうございます。

2つ目ですが、中間評価の結果を反映して研究開発を進めたと言いました。私は中間評価の委員をしてないのでわからないのですけれども、その辺、どうですか。中間評価の委員であった辻川先生、これはちゃんとよくやられていると思われませんか。

【辻川分科会長代理】 辻川です。私は中間評価の委員をさせていただきました。あまり記憶が定かではないですが、例えば直接運航費15%削減とか、中間評価のときには、これをほぼ達成できるような傾向なのでいいでしょうと、多分そういう全体的な感じだったと思います。

中間評価は2005年にさせていただいているのですが、やはりこの3期まで入れて10年という非常に長いスパンなので、中間評価のときはそれでよかったが、全体として直接運航費15%削減という目標設定がよかったのかどうかというような評価もあってもいいのではないかと感じをちょっと今受けました。それをさらに超える17.5%ですので、数値的に見たら十分なのかと思うのですけれども、やはり世の中ずっと移っています。他社の技術動向がどうかというような視点も含めて、当初の目標は達成され、これはこれでいいのですけれども、何か見通しのところにこれぐらいでよかったのだという評価もあってもいいのではないかと、今の感触ではそんな印象を受けています。

【山本課長】 確かに第2期が終わった時点の中間評価というのは、この要素技術が確立されれば、第3期頑張ってくださいというのが基本的な状況で、それに向けてエアラインとのクロストークをしっかりとやる、あるいは計画も柔軟に変更して、その状況に対応していくなど、中間評価後のマネジメントについてのアドバイスを主にいただいたと認識しております。

今のご指摘にあるように、今、直接運航費用低減で15%以上の成果がでたことは、設定目標上は成功だったけれども、実態上それといかなる意味があるのか、過去、この瞬間にということについて何

かコメントありますか。

【草川主査】 このコスト低減の15%というのは、今でも私個人的にはまだ十分優位性を持っていると思っています。この15%の中には、このクラスの軸流圧縮機で圧縮比を21ぐらいまで上げるといったコスト削減と高いレベルの技術を両立した開発成果により達成しており、この後説明する個別の技術の中でも高いレベルの技術開発の積み重ねによる結果です。そういった意味では、全体として見て、優位性はまだまだ保っていると考えております。

【小見主査】 補足させていただきますと、第2期のときは原油価格が非常に安くて、燃料費がDOC（直接運航費用）に占める割合は3分の1ぐらいでした。第3期に入って燃料価格が高騰して、エアラインのDOCに占める燃料費の割合が半分以上を占めるようになってきたということで、第2期と第3期でエンジンの仕様を大きく変更する必要が生まれました。同じ15%でDOCを下げるといっても、いろいろどこを下げるかという配分が全く異なります。

ですので、15%という指標がどうかということであれば、15%を設定したときにもエアラインを回って、まさにDOCというもの、エアラインが運営していくコストを下げるレベルとして、妥当なレベルだったということで設定しています。第3期で原油価格の高騰により燃費を重視するという設計変更の中で15%削減を達成できているということは意味があると私たちは思っています。

【辻川分科会長代理】 ありがとうございます。

【久保田分科会長】 ありがとうございます。

もう1つあるのですが、成果の普及のために、いろいろところで宣伝されており、かなり玄人受けする話なので業界の中ではもちろんいいのですけれども、一般の人にはどのように宣伝されているのでしょうか。例えば主婦の人に、こういういいエンジンができていますなど成果を宣伝することはできないのでしょうか。

【山本課長】 まさに今、分科会長のご指摘のとおり、技術の持つ性格がかなり航空機産業の中で生かしていただく技術なので、航空業界の方々が集まるようなイベントを生かし、アピールをしてきたわけではありますが、もっと一般の方々へのアウトリーチも大事なことと思っております。プロジェクトは終わりますけれども、こういった良い成果が出ていますので、先ほど言った製造技術分野の技術を、今のところ秘密管理してやっていくのですけれども、場合によってはいろいろな横展開も考えていくべきということをIHIと議論できれば良いと考えています。今後もNEDOが持っているいろいろなネットワークや機会を通じて、積極的にいいものはどんどんアピールしていきたいと思っております。これからが勝負とも思っていますので、NEDOもしっかり対応していきたいと思っております。

【久保田分科会長】 ありがとうございます。さっきの追跡評価というのは、非常に興味がありまして、今までのプロジェクトについても全部やってもらいたいと思っているのですが。

【山本課長】 私共も追跡評価という制度を作って、今、評価部を中心に産業界の皆様にも協力をいただいてやっています。ぜひ3年後、5年後、私共としてもこの成果を絶対にエンジンの事業につなげていていただきたいと思っています。しっかりと追跡評価を使って、またいろいろ意見交換をさせていただきたいと思っています。評価部の方から何かコメントがあればお願いいたします。

【竹下部長】 評価部では、平成16年から全てのプロジェクトについて、5年間の追跡調査をしております。その結果が非常に顕著なものは実用化ドキュメントというような形で、研究開発時の苦労話あるいはNEDOのマネジメントを紹介し、それを今後のNEDOのマネジメント、つまりプロジェクトの立案に生かすということも行っております。

それら全てについて、講評ベースではA4で1枚ぐらいの形で、どういうインプットがあり、どういうアウトプットがあり、どのぐらい長く考えるかという形でまとめてホームページで公開しております。

【山本課長】 私どもとしては、結果だけを聞くための追跡評価だけではなく、どのような課題があるから、課題を解決するためにもっと政策的にやって欲しいという提案があれば、意見を吸い取って、またナショプロとして、どの様に支援していくべきかという議論につなげていくこともあると思いますので、そういうことも含めて、フォローというかモニタリングしていきたいと思っています。

ただ、これは普通のプロジェクトと違い、少しスパンが長いので、終わってから3年目とか5年目という一般のやり方を適用するのではなくて、少し長い目で見て、7年後、10年後どうなっているのかという意味で追跡を組んでいただくということも可能と思っていますので、評価部とも連携して取り組んでいきたいと思っています。

【久保田分科会長】 ありがとうございます。

岡部先生、お願いします。

【岡部委員】 簡単に2点だけ教えてください。非常に大事だと思う図が資料6-1の第1期FS成果と書かれている結局40席から59席までのリージョナルジェットが2010年以降増えるという予測がこのプロジェクトの開始時点での一番重要なグラフだと思っています。このグラフに関して、2点聞きたいことがあります。まず、需要が下り始めているのにその後上ると予測した理由と図が非常にがたがたな数値となっている理由です。これはどういう計算をしたら、このような予測ができるのか教えていただきたい。また、今、現状、2013年ですので、この予測が正しかったのかどうかを重ねるべきだと思うのですが、この点についていかがでしょうか。まず、これが第1点です。

もう1点は、資料6-2の公開資料ですが、数値目標を出すということになったがために、この17.5（直接運航費用低減）という数字がどういう数字なのか非常にわかりにくくて、第三者が評価して、これはチャンピオンデータなのか、分布形を持っているのか、第三者が採っても同じ数字が出るのでしょうか。この17.5という数字がひとり歩きしても、信頼性が保てるのか。17.4、17.6ではだめなのか。しかも、直接運航費用の削減が17.5%、騒音低減は-20.5db、Nox低減は-50.5%と、何か微妙にコンマ5となっています。これはどういう数字からこういう数字が出てくるのか、の2点について説明をお願いします。

【草川主査】 非公開の資料で、現状のリージョナルとBJの予測が出ているのですが、実態としましては、2012年から2021年にかけての範囲でいきますと、リージョナルジェットだと150機程度の需要予測となっています。この期間で150機ですから、実際には当初考えていたようなピークは来なかったというのが実態であります。

2000年代に50席クラスが急に需要が増えたところで、その後、9・11テロの影響で一時期落ち込むものの、その後また回復していくだろうという見込みが計画当初に書かれたこの上がりの線図になっております。ただ、実態としては、その後、50席クラスの需要の戻りがなかったというのが実態であります。

【小見主査】 補足させていただきますと、チャートに出ている右側の分布のグラフですが、当初50席のブームというのが2005年程度のところで山が来ています。まさに世界で今、2,000機くらい、ボンバルディアとエンブラエルそれぞれ1,000機ずつぐらい運用されていたことを示しています。その山から10年か20年後にその機体の代替需要が来るだろうという予測が次の山です。最初に出

た山の機体が古くなって、次に、かわりの機体を購入するという時期がこの時期に来るということでございます。

本プロジェクトは、2003年に立ち上げましたので、その開発が終われば次の山がちょうど来るところに新しいエンジンを投入できるだろうという予測のもとに始まったものです。

各エアライン、どれだけ機体を保有して、リプレースしていくかという時期がそれぞれ異なってきますので、それでガタガタとしています。

【岡部委員】 そうすると、運用中の機体が、おそらくある年に代替される機数が何機有るからこれだけの機数が見込まれると予測した結果、このようながたがたの線が出てくるということによいですか。

【小見主査】 そういうことです。

【岡部委員】 わかりました。

もう1点のほうの評価の数字の話はいかがですか。

【小見主査】 評価の数字ですけれども、どの目標もコンマ5という数字でとなっている点についてですが、これはDOCにしても、騒音にしてもNO_xにしても、個々の要素の結果を積み上げてこの数字となっており、恣意的にコンマ5に何か調整をしているとかいうことではございません。

【岡部委員】 承知しました。

【久保田分科会長】 いかがでしょうか。

【山崎委員】 燃料費の高騰があって第3期の計画を見直したということでしたが、DOC低減の目標値-15%を確保できなくても-10%に計画を見直し、計画どおりにデモエンジンまで作るというオプションは検討されたのか教えていただきたいのですが。

【小見主査】 デモエンジンをつくるということは、我々事業者にとっても非常に力になることで、取り組みたいところではあります。一方で、デモエンジンをつくと相当の費用を負担しなければいけません。この第3期の事業は、補助率2分の1、つまり半分の費用を事業者負担の事業となっています。（現状の市場動向を見る限り、すぐに事業化が見えない状況で）開発費用の1/2を事業者が負担してやった成果が事業につながらないというようなことだけは、我々として、それだけ負担の回収をしなくてはいけませんので、なかなか難しいというところがあります。事業性と技術の重要性を天秤にかけて、今回はデモエンジンを見送って、高压系の技術の実証に注力をしたということでございます。

【山崎委員】 説明ありがとうございました。

【船崎委員】 技術的な説明は後で出るということですので、ごく一般的な話ですが、先ほども久保田分科会長からも出ていたお話ですが、やはりせっかく貴重な国のお金を投じてのプロジェクトということで、できるだけ若いエンジニア、これからエンジニアになる若い学生に向けても、こういう取り組みを日本として行っているということを何とか伝える機会を設けていただくことが非常に重要であると思います。技術を培うということは非常に重要ですが、それを支える若い人材へのアピールというのは、単に技術をつくる以上の非常に大きな効果があると思います。国際会議等いろいろと発表されたり、モックアップを展示されているということは出ておりますけれども、なかなか日本国民全体にももちろん周知徹底できるわけでもありませんし、日本国民のほとんどの人たちは車のエンジンのように多分日本の飛行機のエンジンも日本の会社がつくって飛ばしてくれているだろうと思っている人もかなりいます。現実はそのと大分違うということも知っていただくこともとても重要であると今思いました。このプロジェクトの事後というか、フォローアップということで、そういう点、どの様にアピールされるかについてお伺いしたい。

あと少し技術的なことになりすけれども、今回のプロジェクトについて、外国のいろんな企業なり外国の方からどのような評価を受けていたのか、いるのか。そういう声がなかなかこういうところでは耳にすることもないので、技術的に個別に高い部分はあるとは思いますが、プロジェクト全体に対する評価、もちろん目標に対する妥当性みたいなものもそういうところで何かあったかもしれないですけれども、何かそのような諸外国のレスポンスみたいなものがどういうものがあったのか、知っている範囲で結構ですので、お教えいただければと思います。

【小見主査】 人材育成という点でいいますと、先ほど話しがあったように、エンジン全体を研究するようなプログラムは、航空エンジンを生業にしています弊社でも、なかなかそういうチャンスは数少ない。入社して何回あるかというようなところで、技術を伝承していくという点でもこういった技術開発プログラムと、あと真に事業としての開発と、両輪がなされることによって、そうした技術がレベルアップしていくものと思っています。本当にこのエコエンジン開発が、我々事業者にとって非常にいい技術レベルアップのチャンスとなりました。

先ほどDOCの話がありましたけれども、このエコエンジン開発で本当に新しい点はDOCという指標を入れて開発した点です。今までチャンピオンデータを目指して、効率がこれだけよくなったが、実際どうやって作るのか、高くてそんなものは世の中に出せないじゃないかというようなことがありました。DOCという評価を入れることによって、事業に結びつき、地に足をつけた技術開発ができたことで、このエコエンジン開発に携わった技術者、若い人を含めて、非常に多くの人材が切磋琢磨させていただきました。後で出てきますけれども、今、真に弊社でいろいろな国際共同開発を進めています。その中でエコエンジン開発を経験した人材が力を発揮しているというところでございます。

【山本課長】 あとNEDOにおける今後の機会、どういうことが考えられるのかという点につきましては、NEDOに関係しているいろいろな産業技術のイベント等、幾つかあるのですけれども、そういったところでIHIのご要望も踏まえて検討していくことも可能であり、NEDOがポリシーメーカーや企業の経営幹部の方々向けに出版している成果のトピックを載せたようなリーフレットも作っていますので、そういったものに積極的に載せていくことによってIHIのビジネスを後押しできるのであれば、IHIのご要望を踏まえた上でやっていくことを検討したいと思います。あとNEDOのウェブサイトからある程度まとまった段階で少しWhat's New的に広くインターネット上で公表するなど、いろいろ手段はあると思いますので、これからもIHIなどと議論させていただいて、積極的にサポートさせていただきたいと思っております。以上です。

【久保田分科会長】 かなり突っ込んだ議論をさせていただきました、ありがとうございます。ほかにご意見、ご質問でございますが、技術的なことにつきましては、また後ほど、詳しく議論したいと思っております。プロジェクトの概要等については、この辺で終了とさせていただきたいと思っております。

議題6 プロジェクトの詳細説明

推進者より資料7-1-1, 7-1-2, 7-2, 7-3に基づき説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

資料7-1-1「全体システムエンジン実証」の質疑：

【久保田分科会長】 説明ありがとうございます。それでは、質疑に移りますが、実施者の不利益を招くことが懸念されるような質問があった場合は、その旨、お伝えください。それでは、どうぞご質問を。

【辻川分科会長代理】 2点。1点かもしれませんが、エンジンのシステム全体ということで、一番根幹にあるのはDOCを削減したいということですが、IHIでは、エンジンの設計技術でDOCにどういう寄与ができるかということ、実際のエンジンで適用されたということはあるのですか。

【小見主査】 国際共同開発の中でもそうした指標が出ていまして、それを開発会社が共有をして設計を進めているところです。ですから、民間機の開発の中では当たり前の指標になりますけれども、こうした研究開発の中にDOCという指標を取り込んだのは、ほんとうにエコエンジンがまさに初めてのことになります。

【辻川分科会長代理】 その辺をお聞きしたかったのですが、例えば先ほどのDOC削減の積算をさせていたグラフがあるのですけれども、一番効果の大きいのは圧縮機で、マイナス4.5%ですかね。

その圧縮機の効果は、OPR、圧力比を変えたことによってエンジン全体の性能がよくなったという効果だけが入っているのでしょうか。

【小見主査】 圧縮機はそうです。

【辻川分科会長代理】 LFWは、いかがでしょうか。

【小見主査】 製造技術関係がこちらに入っていて、こちらはその性能のところだけです。

【辻川分科会長代理】 そうしたら、タービンについてもそういう形になっているのでしょうかね。

【小見主査】 そうですね、この低圧タービン、高圧タービンについても、そうになっています。

【辻川分科会長代理】 わかりました。ありがとうございました。

【久保田分科会長】 あと、いかがでしょうか。はい、どうぞ。

【船崎委員】 資料7-1-1 21ページの図ですけれども、この図は、それぞれのコンポーネントの貢献度というもの、もしくは、この順番というのは、当初予想されていたものなのか、結果としてこう出たものなのか。もしわかっていれば、どういうふうにコスト、投資をすればいいかというようなことにもつながるのかなと思っていたのですけれども、これはこういう結果になったということなのか、当初の予測に近いものなのか、お伺いしたいのですけれども。

【小見主査】 大体当初の予測に近い結果になっています。このような配分になるだろうということでターゲットを決めて、研究開発を進めています。実際、この圧縮機にしても試験をしまして、効率と性能が出てきて、それを反映して、このグラフの高さが微妙に変わっています。

燃焼器だけ少し出ていて、順番がおかしいと思われるかもしれませんが、これは真に当初見込みより非常に低コストの燃焼器が開発でき、そのアドバンテージ分が乗っているためです。ですから、大体当初見込んでいたような形になります。

【久保田分科会長】 よろしいですか。

【船崎委員】 はい。

【久保田分科会長】 多分、この開発を随分、何度もやっているうちに、どういうところがきいてくるかなど勘でわかってくるのでしょうか。そういう蓄積があるからこそ、こういうことが言えるのでしょうか。

【小見主査】 やはりどこをどうやってDOC削減につなげていくかということで、このチャートにはないのですけれども、事業原簿のほうに、DOCがどう効くかという、その感度係数を表にまとめたものがあります。この表の数値は、まさにエコエンジンがどういうエンジンかがあらわになってしまうデータですので、数値は差し控えさせていただきます。この表は、重量が1%減少でどれだけDOCが下がるか、増えたらどれだけDOCが悪化するか、あるいは製造コストを何%下げればDOC

が何%下がるかということが、きちんと係数でわかるようになっていまして、それをまさに開発者、研究者が共有して、このエコエンジンをまとめてきました。

【岡部委員】 2点あるのですが、1点は、質問というかコメントという感じになってしまうかもしれないのですが、この研究課題は、環境適応型小型航空機用エンジン研究開発だとすると、まず前提としては大変よく研究なさっていて、すごいと思いました。しかし、この課題を考えると、小型航空機には、もしかすると、それは多分提案の段階とか中間審査では入っていたのかもしれないのですが、どういうエンジンが必要なのかという議論があまり感じられませんでした。例えば大型のエンジンだと、全体に対して離発着の比率が下がってくると思うのです。例えばB787とかB777だと、1万5,000キロメートルぐらいの航続距離があります。でも多分、今回のエンジンが想定する機体の場合、航続距離が3,000キロメートルから4,000キロメートルぐらいのものを考えているとすると、一体、売れる小型機のエンジンのためには何が必要なのでしょうか。燃費に関してはわかりましたけれども、その部分がちょっと見えなかったなという感じがしました。

【小見主査】 整備のところなどについて、今回の発表の中で触れていませんが、事業原簿の中では言及されているかと思うのですが、やはり小型機ということで、離発着陸回数が多いということが1つ、特殊性というか、使い方が大型のロングレンジのものとは違うというところがあります。あと、今まで使われてきたエンジンの、どこが使い勝手が悪いかというようなところもあわせて、エンジンの部品のライフのセッティング、例えば、あるオーバーホール期間に来たら、部品寿命を合わせるなどというようなことで、寿命のセッティングとかその辺については、小型機用に合うような形にしています。

【岡部委員】 そうすると、今、何%という話は、小型機の40何人から60人に考慮した上でのDOC削減と考えてよろしいですか。。

【小見主査】 ええ、まさに、デルタと書いてございますけれども、このデルタのリファレンスは50席機に今使われているエンジンになります。それをリファレンスにして、それからのアドバンテージを見えています。

【岡部委員】 そうすると、ここでやった技術をそのまま、例えばB777のようなロングレンジの機体用エンジンに使ったときには、必ずしも効果はないけれど、ここに非常に特化した形になっているのか、非常にゼネラルな話になっているのかが少し見えなかったと思います。

【小見主査】 個々の技術は、大型のエンジンにも使えるかとは思いますが。低コストの製造技術や圧縮機にしても、また後で出てきますけれども、圧縮機は、小型のエンジンということで後段の翼の高さが非常に小さくなって性能を出しにくくなるので、いろいろな工夫をしていますが、大型化になればその辺の制約が外れるため、性能的には楽になってきます。技術的なポイントとしては、やはり小型の圧縮機をいかに作るかといったところが1つのポイントでした。

あと、ゼロハブファンは、小型で高流量、低圧圧縮機を無くすようにハブ側の圧力を高めるコンセプトで研究開発しています。そうした意味では小型機に特化したというようなことはあるかと思いません。

【岡部委員】 そうすると、そういう話をいろいろなところで言っていると、ああ、なるほどという感じがすると思います。

もう1点だけ、これ、全くトレードオフがないのですか。ずっと足し算して行って、ずっと上がっていくのですが、これはちょっと不思議な感じがするのですがいかがでしょうか。

- 【小見主査】 既にトレードオフをした後の目標設定ということです。
- 【岡部委員】 そうすると、トレードオフが全部終わった後の寄与率だということですか。
- 【小見主査】 そうです。
- 【岡部委員】 わかりました。
- 【久保田分科会長】 森本委員、どうぞ。
- 【森本委員】 22ページのところですけれども、今回、(研究開発)期間中に) 1回、外部環境の変化でHPCの設計変更をしましょうということで、そこは工夫するというか、いかに圧力比を上げるかというところを研究されてきた。実績もよくわかります。HPCと燃焼器の研究をしてきましたと。
- 一方で、エンジン価格の比較を見ると、TITもあまり変わらないのに、タービンのところの費用の増加率が一番大きいように思えます。この理由は何でしょうか。
- 【小見主査】 9段の圧縮機にしたことで、タービンの段数も増えている分です。
- 【森本委員】 その増加の比率というのは、圧縮比の増加の比率よりも、タービンの方が大きいですが、如何でしょうか。
- 【小見主査】 圧縮機は6段から9段になったので、3段増えていますけれども、高圧タービンの場合は1段が2段になって倍になったといった違いがございます。
- 【森本委員】 2倍になったのですね。わかりました。ありがとうございます。
- あともう1点が、ちょっとエアライン的な観点で申しわけないのですが、先ほどのトレードオフとの話ともちょっと関連するのですが、整備費の比較というところで、既存機の内訳がないのがすごく気になっています。私が考えるだけでも、整備費の中には、ここにある人足の話、修理費、LLPや材料費などがあるのですが、その後設備類の減価償却費がものすごくかかっています。このあたりが、先ほどのLFW含めて、新しい製造技術が開発されて、さらにはそれに伴う設備投資などもあって、そのあたりの減価償却費がものすごくかかると思います。このあたりはもともとの既存機の比較から抜けているように思うのですがいかがでしょうか。
- 【小見主査】 設備投資は入っていないと思います。
- 【森本委員】 例えばLFWのところ、今までは、エアラインでブレードを1枚1枚交換すれば、何もととは言わないが、設備投資は要らなかったが、今回ブレードを1枚修理しようとする、ものすごい外注費なり修理費がかかってしまうのではないのでしょうか。
- 【小見主査】 弊社にお申しつけくだされば修理いたします。
- 【森本委員】 であれば、そこは外注費にトレードオフとして入っているはずではないかと思えます。そのあたりがよく見えない。グレーなグラフになってしまっている。
- 【小見主査】 即答ができなくて申し訳ありませんが、整備費についても、やはり部品点数が削減されるなどそうしたところはきちんと加味して算出をしています。
- 【森本委員】 ありがとうございます。つまり私は、整備にかかるほかの経費があるのではないのかという1つの疑問と、あと、その下にある、エンジン価格が下がることによって直接運航費用が減るとい、これはどういうロジックなのでしょう。
- 【小見主査】 これはディプリシエーションが減っていくということです。
- 【森本委員】 減価償却ですね。
- 【小見主査】 そうです。
- 【森本委員】 わかりました。ありがとうございます。

【久保田分科会長】 国際共同開発というところで、さっきの質問の答えをしていなかったと言われて、きちんと答えられたような気がしましたが、それはI C A Oのことを言われて、要するに環境適合しているようなエンジンだという、評判がいいということだったのですか。

【小見主査】 大石担当部長、I C A Oの委員会におけるエコエンジンへの認識について回答をおねがいできますか。

【大石担当部長】 ご質問は、このエコエンジンプロジェクトが国際的にどういうふうに評価を得られているのかということでしたね。

小見から説明したのは、その1つの例として、I C A Oの中で議論されている、例えばNOXの規制を次に強化するために、今どういうテクノロジーが、日本、アメリカ、ヨーロッパで技術開発が行われているのか、騒音についても同じようにそういうところの検討の題材として、日本のエコエンジンプロジェクトの成果もピックアップされて、1つの材料になっていますという説明をいたしました。

【久保田分科会長】 そうですか。

それと関連して、お話があったかもしれませんが、そういう国際的に良いということと逆に、競合機が多分出てくるのではないかと思います。現状はどうでしょうか。これに似たようなエンジンで、すごいライバルになりそうなエンジンとか、あるいはこれから考えられているとか、どんなことがあるのか。ないですか。

【小見主査】 その点については、後ほど説明させていただきます。

【久保田分科会長】 わかりました。

【船崎委員】 細かい質問をもう2つさせていただきたいのですが、鑄造のシミュレーションの説明があったと思うのですが、鑄造品はかなり大物で、重量的にもインパクトは大きいと思っています。一方で、鑄造で自動車等、多分、自動車に限らず、シミュレーションは、そんなに、とりたてて珍しくもない技術であると思われるのですが、今回これを強調される理由などを説明ねがいます。

つまり、自動車用のエンジンのブロックなどは、もう既にシミュレーションを多分やっていて、ここで使われているシミュレーションが独自に開発されているものなのかどうかということも関係あるのですが、当然なのではないのかなと思っています。逆に、私から見ると、自動車とか何か聞いている範囲で、今さらこういうのが売りですというふうに言われると、そういうレベルだったのでしょうかというふうにちょっと疑問に思いました。あと、さらに軽量化を進めるための鑄造技術が必要になるのかどうか。重量等、強度の問題もあると思いますけれども、航空エンジンならではの問題なのか、この分野の現状なのか、確認したいので、説明をお願いします。

【小見主査】 大物の鑄物フレームは、航空エンジンの場合、世界で数社しか作っておらず、日本国内にはつくっているところが有りません。このため、価格交渉もなかなかできないという状況です。

我が国にとっては、大物の鑄物フレームを低コストに、型数を削減して、あらかじめこうした製造工程で作れるようになれば、競合他社との交渉の期間も製造の立ち上げの期間も短くすることができます。これは直接コストにかかってくるので、このような技術を研究開発しているということがあります。

自動車でもやられているということですが、自動車のエンジンのシリンダーブロックの大きさなら、おそらくどこでも、日本国内でもやっているとありますが、こうした大型の航空エンジン用の鑄造フレームは、1つのエンジンに1つ必要な部品ですので、それほど数多く製造する部品では有りません。従って、日本の鑄物メーカーもなかなかこうした製造分野に参入してこないというような現状はあり

ます。

【船崎委員】 わかりました。逆に言うと、そういう点をきっちり、この技術が非常に重要であるとか、希少なものであるというようなところを説明していただきたい。

【小見主査】 もう1つ、最後に先生が言われていた低コストおよび軽量化の為の鑄造技術についてですが、やはりそういったところから脱却しなければいけないと認識をしていて、昨年度のMET Iから直接執行で補助事業を実施させていただきました。その事業の中で、この鑄物フレームからの脱却ということで、いろいろ、板金構造ですとか、小さい鑄物の部品を溶接接合でつくり上げるというような構造の検討をさせていただいてまして、その辺にも手を当てているところではございます。

【船崎委員】 わかりました。

【久保田分科会長】 ありがとうございます。それでは、よろしいですか。

【山本担当部長】 先ほど森本委員からご質問ありました、整備費に機材の減価償却が入っているかという質問について、担当に確認したところ、減価償却費用は部品の費用に全部割り掛けられているとのこと。それは、比較対象となる既存機の中にも含まれるということなので、整備にかかる費用は全てDOC削減率の検討に考慮しているとお考えいただければと思います。

【久保田分科会長】 ありがとうございます。

それでは、時間となりましたので、次に進みたいと思います。

資料 7-1-2 「関連要素実証」の質疑：

【久保田分科会長】 ご説明ありがとうございます。

それでは、10分ぐらい時間を見まして、質疑応答に移りたいと思います。何でもよろしいですので、よろしくをお願いします。どうぞ。

【船崎委員】 ファンについてですが、第2期から第3期にかけて、18枚から20枚に翼枚数を増やし、OGVとの間隔を少し詰められているということでした。これはノイズ低減と関連してくると思います。ノイズについてファンの説明の中で何も触れられていないのですが、OGVとの間隔を詰めることによって、ノイズへの影響が出ていないのかどうか。それから、ファン全体のノイズのレベルがどういうものであるかというのは、今回の説明の中で特に触れられていないので、その点についても伺いたい。

【小見主査】 ファンの技術については、ほとんど第2期でやったということではございまして、20枚に翼枚数を変えたこと、および、ファンとOGVの距離を縮めたため、ファンの騒音の評価については別途行っています。図に示されるこの静翼の傾きが少しきつくなっていると思いますが、このような調整の結果、低騒音の性能は維持しつつ、軸長を短縮してきたということではございます。

【船崎委員】 それはエビデンスとして出てこないのですか。今は2期と3期の違い、2期で十分やられたということですが、設計を変えているという意味では、そのところがきちんと維持されているというようなことをどこかで述べられてもいいのかなとは思ったのですけれども。

【小見主査】 この説明の中では触れておりません。

【大石担当部長】 補足させていただきますが、ファンとOGVの距離は変わっているのですけれども、ファンの低騒音化設計をする上で大事なことは、ファンとOGVの距離ではなくて、動翼の軸コード長、あるいは動翼の翼厚さに対する静翼の比のような関係で決まります。従って、低騒音化設計の観点では、第2期と第3期で設計は変わっていない。このため、騒音への影響はないという評価をし

たということです。

【船崎委員】 私が申し上げたかったのは、そういうことを残しておいていただいてもよかったのかなということです。

【小見主査】 はい。

【辻川分科会長代理】 2期から3期への設計変更で、圧縮機の圧力比といいますか、圧縮機の段数を6段から9段に増やしていると説明がありました。そのときに基準といいますか、6段と9段の場合で、入口径が変わらないと考えたらいいのでしょうか。それとも全部、設計変更しているのでしょうか。

【山本担当部長】 全部、設計変更し直しています。6段と9段で全く同じ部品は、ひとつもありません。ただ、技術としては第2期の研究成果がベースとした設計になっています。

【辻川分科会長代理】 ですから、ちょっとそのときに、最終段の翼高さが低くできたという記述がありますので、最終段の翼高さが性能には重要なファクターになってくる。確かにディフューザーパッセージで非常に翼高さを低くして、最終段を設計できたといことはわかるのですが、それをほかの機種と翼高さと比較することにどういう意味があるのか説明をお願いします。

【小見主査】 これは横軸が推力になっていますので、大体このクラスだと同じ大きさになります。ですので、今までであるような位置に、低いものでもこの位置だったものが、ここを越えると大体、他社ですと軸流ではなくて遠心の圧縮機を選択しています。そうしますと、径は張るし、重たくなるため軽量化にはつながらないため、燃費も悪くなるということで、エコエンジンでは、軸流でまとめ上げて、軽量でシンプルなものを追求してきたということです。

【辻川分科会長代理】 チップクリアランスの影響が大きいかいけれども、そこをクリアできたと解釈したのですね。ありがとうございます。

【久保田分科会長】 1点よろしいですか。CFDの役割が随分大きいと思っています。もし、このCFDが未発達であれば、ここまでいけたかどうか、それにかわるようなことができたのでしょうか。逆に言うと、今まで計算機がないころでも開発をしていました。それは、いい手段、ツールを手に入れたからもっと良くなったということかもしれません。

【小見主査】 古いエンジンは、大体2次元翼による設計でしたが、今は、CFDが導入されたことによって、3次元的に翼の形状を変えて設計することができるといったところが一番大きいと思います。専門家からはどうでしょう。

【加藤主幹】 ほとんど小見の申し上げたとおりでございますが、圧縮機の基本となる設計の部分は必ずしもCFDではなくて、昔からの流線解析ですとか、あるいは1次元の解析で、基本的なパッセージや段数、そういった基本的な設計はしないといけない。最後の、今申し上げた3次元設計のところ、CFDが発達するとともに、よりそこで効率を稼ぐことができ、従来に比べて1ポイントですとか、そういったさらに上積みが従来機種に対してできているというところがございます。

【小見主査】 どこでロスが発生しているかとか、そうした診断もできるようになったということが重要なのだと思います。

【久保田分科会長】 ありがとうございます。ほかにどうでしょうか。

それでは、時間がちょうどいいようですので、次に移らせていただきます。

資料 7-2「耐久性評価技術」、7-3「耐空性適合技術」の質疑：

【久保田分科会長】 説明ありがとうございます。いかがでしょうか。 どうぞ。

【岡部委員】 では、2点ほど教えてください。

1点は、この業界でよく使う言葉なのかもしれないですし、もしかしたら御社の言葉なのかもしれないですが、「耐空性適合化」という言葉がございしますが、これは何ですか。あまり言葉の意味がとれなくて。

【小見主査】 英語で言えば、” Air Certification”、になります。 日本語では、耐空証明や耐空性証明と使われます。

【岡部委員】 空力がかかった状態における構造の信頼性評価ということですか。

【金津所長】 エンジンに限らず、航空機が飛行しても良いという当局の認証（耐空証明）をいただくために必要となる安全性及び環境保全の為の技術上の基準に適合させるための技術を耐空性適合技術、耐空性適合化といっています。

【岡部委員】 飛行時という意味ですか、これは。

【金津所長】 そうです。

【岡部委員】 わかりました。

【金津所長】 航空法令上の要求ということですか。

【岡部委員】 そうすると、前半戦は材料のデュラビリティーに関して議論をしていて、後半戦は使用時に関するデュラビリティーを議論していると、こう捉えてよろしいでしょうか。

わかりました。 それをまず前提として伺いたかったのが、計算は、仮定を入れれば何でも合ってしまう。問題なのは、本当にそこから何を引き出すのかということが一番問題だと思っています。例えば、ポイント・ストレス・クライテリオンを入れれば、寿命がうまく、縦軸と横軸に実験と計算を入れると合う、45度の線上に乗るとい話がありますけれども、本当にそういうものは企業のお役に立つのか。

むしろその先をやらないと、こうだからこういう設計指針を決められないのではないかと、つまり、寿命を予測するというのは結構、経験則を入れれば何でもある程度は合うと思います。私も専門なので一応、やっていると感じるのですけれども、それよりは、できればその先、先ほどのCFDと同じ使い方をさせていただきたいと考えており、それをベースに、よりよい設計にフィードバックがかかるというふうに言っていただきたいと思いました。

【小見主査】 耐空性を取得するために、ほんとうに信頼できる解析なのかを確認するために、こうした検証を進めているのですけれども、実際これで設計のオーソライズというか、耐空性の承認が取れたとしても、また別途必要となる耐久試験で、エンジンが本当に設計結果と同等の寿命があるか証明をしなくてはならないので、実際の解析や設計が妥当であったかという評価が必要となります。

【岡部委員】 そういう点で言わせていただくと、もう1点、気になる点がありまして、幾つかの仮定が入っていると思います。例えばポイント・ストレス・クライテリオンだとか。こういうものをいきなりPC（公）の場に持っていったら、オーソライズされて、ピアレビュー（査読）システムを受けたきちんと認知された理論でない限り、これは合わせただけでしょうと言われてしまうのではないかと思います。つまり、論文にしないと、ピアレビューを受けて、第三者からの間違いなくこの理論は大丈夫だという評価がないと厳しいのではないかと思いますのですが、その点、どうお考えでしょう。

【本田担当課長】 本件に関しては、こういったやり方をやっているということの審査ではないですけれ

ども、学会発表をして、公の場にさらすということはやっております。あと、経験則を入れれば何でもある程度は合うというところなのですけれども、これは、ダブテールの実際のを壊して、その結果が説明できるように特性距離を決めていったというわけではなくて、単純形状のクーポン試験の結果を使って、その結果から取り出してきた結果を実機設計に当てはめると、実際の物の壊れ方、ダブテール形状といった複雑なものの壊れ方も説明できるという、設計の手順というか、流れを作ったものです。単純に、試験を実施し、こういった距離にすれば解析結果に合うという合わせ込みをしている訳ではありません。

【岡部委員】　でも、そうすると、その中の応力の勾配の積分値と、そこにかかっているひずみエネルギーの量が完全に一致しない限り、理論的には証明できないはずで。完全に、完璧に、その結晶粒で議論したときに、素過程に対して何を積分値としてとるかが、複合材料の世界でも、金属の世界でもこういう急峻な高応力の場に関してかなり議論となるはずで。やっていることは非常にすばらしいと思いますが、こういう話で終わっても何か、やはりできればそうだとすると、こういう応力勾配がつかないような設計にまでいってもらえると、自分たちとしても役に立っているなというか。

【久保田分科会長】　同じようなことを解析のほう、CFDは完全にうまくいっているかという、実はそうでもないのです。同じような問題があって、これは多分乱流計算をやっているのだと思うのですけれども、乱流計算の仕組みとして、解析的には出てこない。したがって、ある定数値を与えなければいけないのです。その定数値の与え方によって、幾らでも結果が違う。これをチューニングと称して、合うように調整しているのですけれども、そこでうまく折り合いをとっているのではないかと思うのですが、それが実際の現象に合うようになっていけばいいとしているのでしょうか。CFDがいいといってもそれ以上のことはできていないのではないのでしょうか。

CFDは今、どうやっておられるのですか。自社で解析されているのですか、あるいは市販のツールを使ってやっているのですか。それはおそらくいろいろなツールがあって、どういう場合にはこれがいいというようなお薦めがあって、それを使うというのが世の中、もうそうやっている。矛盾もなくしているのではないかと思うのですけれども、そういうことではないのですか。

【加藤主幹】　CFDについては市販のツールではなく、開発したツールでやっております、今おっしゃられたようにチューニングと称する調整をしています。乱流の定数もそうです。いまだにCFDで翼列の流れを解いて、試験どおりの効率というのはやはり出てこないで、試験データと合わせ込んで、開発にはCFDを利用しているという現状です。

【久保田分科会長】　悪く言うと、実験に合うように定数を決めて計算処理したということになってしまうのですよね。

【加藤主幹】　理想的には最後は全くそういう合わせ込みを無くして、試験をせずにCFDで設計が完全にできれば、究極の姿としてはいいと思うのですが、やはりそれはできるとは考えておりません。

【久保田分科会長】　同感です。昔、筑波大の方が、第一原理まで立ち戻って、解析だけで乱流を計算しようとしていました。これができれば多分ノーベル賞と言われていたのですが、それを、その弟子が研究していたのですが、結局今はCFDは完全な解析はできないため、合わせ込まなくてはならない。その中でうまく利用していくしかないのではないかと私も理解しております。

【岡部委員】　私はその上で、できればその技術を利用して、設計までつなぐというふうな道を出していただくと、こちらとしても、ただ単に合わせただけじゃないという感じを持てるものですから、ぜひそう言っていただきたいということです。以上です。

【久保田分科会長】 あと、いかがでしょうか。

それでは、以上で一応終わりにしまして、これから先は、議題6-3、実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み、及び議題7、全体を通しての質疑ということになります。

【非公開セッション】

6-3 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み

7. 全体を通しての質疑

【公開セッション】

8. まとめ・講評

各委員から、以下の講評があった。

【久保田分科会長】 公開ではあるのですがけれども、一般傍聴者の方がいらっしゃらないので、このまま進めたいと思います。

議題の8、まとめ・講評ということでもあります。審議も終了いたしましたので、各委員の皆様から、最初にお願ひしましたように、講評をお願ひします。感想でも結構でございますのでよろしくお願ひいたします。

これから先の皆様のご発言は公開として、議事録に記載させていただきますので、ご留意ください。

それでは、講評いただきたいと思いますので、山崎委員から順番にお願ひします。

【山崎委員】 今日、環境適応型小型航空機用エンジンの研究開発というプロジェクトについて報告をいただいて、非常に順調に進んだことをうれしく思っております。達成度のほとんどが丸印で、三角は1つぐらいだったと思うのですが、もうちょっと積極的に二重丸をつけられてもいいような技術もあるのではないかと思います。私としては、例えば摩擦接合、あのような製造技術はこれから、先ほどもIHIの方がおっしゃっていたように、日本の中で航空機産業を残していくためには必要な技術だろうと思います。ですから、もうちょっと積極的に二重丸をつけるような評価をしてもよかったのではないかと考えております。

いずれにしても、デモエンジンはできなかったのですが、非常にいい成果が出せたことを、ご苦労さまと申し上げたいと思います。ありがとうございました。

【森本委員】 今日は1日ありがとうございました。皆様のこれまでの長年にわたるこの研究に心から敬意を表したいと思っています。エンジニアリング的なアウトプットも、今後の波及効果も含めて非常に期待できるものだと思っております。

一方でちょっと気になったのが、やはり市場調査に関する、費用対効果等含めて、もうちょっと精査の余地はあったのではないかと考えています。一方で、DOCの考え方を導入されたということは、非常にユーザーとしてはありがたい。ただ、エアラインとクロストークしているからには、もうちょっとエアラインサイドに立ったメッシュで見えるとよかったと思っています。今後は、ここでつくり上げた高压系の技術を中心に、いろいろな展開を期待したいと思っています。

最後に感想ですけれども、あまり事業化にとらわれずに、実用化して、今回の数値的な検証を本当の実際のエンジンで回して出来たら、もっともっとエンジニアの研究成果として付加価値がついたのかと思います。これは感想ですし、お金の問題もあるので、ないものねだりだと思っておりますが、そういう感想を持ったぐらい素晴らしい研究だと思えました。ありがとうございました。

【船崎委員】 私も同様な感想ではございますが、最初に、この事業推進に携わられた多くの方々のご苦労に敬意を表したいと思っております。HYPR、ESPRに続いての小型エコで、デモ機をつくるんだという当初の話を伺っておりまして、その熱意の中で中間評価をさせていただいて、その中で、今回のお話にも出ておりましたが、DOCというふうな形で、少し差別化を持たせたようなエンジンの開発というふうなところで、前回、中間評価の段階でも非常に感銘を受けたものですが、その後の社会情勢の変化によって、燃費重視ということで方向性も変わり、またデモ機という非常に夢を持たせていただいたものが残念ながら実現できなかったわけですが、やはりこのプロジェクトを経て得られたものは非常に大きかったのだと思っております。

こういうものに少しでも携わっている者として、得られた成果をどんどん発信していただきたいと思っておりますし、今後のエンジン開発にどんどん展開していただきたいと思っております。

また、途中で申し上げましたが、やはり得られた成果をできるだけ広く知っていただくような努力をお願いしたいと思っておりますし、その努力が、今後の新しいエンジン開発の国民の熱意に転じていくのではないかと期待しているところもあります。

また、先ほど強みの中に出ておりましたし、山崎先生もおっしゃっていましたが、やはりゲームチェンジャーになり得るのは、もちろん材料もあるかと思っておりますけれども、やはり製造技術であるというふうに、この間の現地調査会も通じて深く感じたところでもありまして、やはりこの製造技術、国内でいろいろな関連の製造技術に携わっている会社等ありますので、いわゆるオール・ジャパンでこの部分を支えていくということが必要なのだろうと思っておりますし、それが今後の日本の生きる技術の道にもなるというようなこともあります。航空分野には限らないわけですが、この製造技術をいかに高めて、それを航空の中でさらに生かしていけるかと、そういううまい循環をつくっていくということが今後の日本の戦略になるのだろうというふうに思っておりますし、今回そのような結果も多く出ていたということで、非常に感銘した次第です。 以上です。

【岡部委員】 今日は1日、長い間ご説明いただきありがとうございます。非常に多岐にわたって検討なさっていて、大変感銘を受けました。

私は中間審査には出席していませんので、今日何とかしつかりキャッチアップしようと思って私なりに聞いておりました。そうすると、3つの点で、このNEDOプロジェクトで成果が出たのかなど、勝手に思っております。

第1点は、DOCという概念を導入したことで、ノイズ、NOXの低減という、この3つの評価指標に関して低減するということが非常に重要だということをはっきりさせて、これが、先ほどのお話ですと150席級程度のものにも適用がどうもできそうだということは、非常に波及効果としてあるのだろうということ。私は、これはどんどん、2、3に行くほど重要だと思っております。

もう1点は、CAEをかなり積極的に導入したこと。計算機援用工学をこれだけ積極的に導入した例、特に航空機分野で、いろいろな多岐にわたって積極的に導入した例は、なかなか無いと思っております。それによって納期、コストの低減につながりそうだということが2つ目で、3つ目が最も重要ではないかと感じているのですが、私も何回かNEDOのこういう報告会に出させていただいたのですが、これだけ1つの会社から実施者が分科会に出てくることは、なかなか無いと思っておりますし、これはもう完全なる人材育成につながったのではないかとということで、IHIは日ごろよりプロジェクトに非常に真摯に取り組んでいらっしゃって、全社を挙げて皆さんが同じ方向を向いて取り組んだということが、いつの日か必ず結実するのではないかとというふうに私は感じました。 以上です。

【辻川分科会長代理】 本日は長時間にわたって、いろいろなお説明ありがとうございました。朝の最初の紹介でも申し上げましたが、縁あって中間評価もさせていただきます。そのときは4年経過後ぐらいでしたか、その時点では、まだちょっと先がどうなるのかという心配をしたような覚えもございました。後6年の長きにわたって、非常に成熟した技術を獲得されたという印象を受けております。特に、以前からのIHIの国際共同開発というバックグラウンドもありまして、それでDOCという新しい評価の視点をエンジン全体に入れられたということで、非常に感銘を受けました。

中間評価のときにも、デモ機はどうなのだろうというような感じでしたけれども、最終的にデモ機をつくらないということになりましたので、その辺は少し残念だと思いました。コストを削減するために、例えばオーバーホールや組み立て手順など、その辺まで非常に検討されておられますので、やはり最終的には物ができたらよかったのかなと、そういう感想を受けました。

それともう1つは、このプロジェクトを通じてほんとうに、IHI、あるいはKHI、MHI、3社が参画されていますので、非常に人材育成につながっているのかなという感想を受けました。私も大学に籍を置いていましたので、ぜひこの成果を宣伝していただいて、我々航空宇宙工学の学生がぜひIHIへ行ってみようというような気が起こるような、その成果報告をぜひしてほしいと思っております。昔はずっと毎年、学生がお世話になったのですが、最近ちょっと間があいておりますので、ぜひよろしくお願ひしたいと思ひます。

本日はありがとうございました。

【久保田分科会長】 私からは、ちょっと違う視点から感想を述べさせていただきたいと思ひます。

私は、もう五、六年前ですか、総合科学技術会議という政府の組織というか、会議がありまして、ちょっとそこの仕事をしていたことがあります。あのころは第3期科学技術基本計画、私どもがやっていたころは第4期科学技術基本計画というのがつくられました。第3期のときは、いろいろな技術は縦割りになっていたのですね。飛行機であるとか船というように、要するに、いわば日本の大学の学科がそのまま総合科学技術の概念になっていたのですが、第4期からそれを大きく変えようということになりました。1つはイノベーションという立場、もう1つはグリーンテクノロジー、環境です。

その後、私は委員から外れたものですから、今どういうことになっているかわかりませんが、そのことから言いますと、まさにこのエコエンジンというのは、イノベーションと環境適合ということを取って置いた技術ではないかと思ひます。これができてきて、実際に使われるということになれば、これはまさに狙ったとおりの日本の第4期科学技術基本計画を、そのままあらわしているものと思ひます。

航空機、機体、エンジンも同様に、開発スパンが長くて、その間に、最初に始めた技術というのは、段々、開発の終わりぐらいになると古くなっていくのが普通です。それが色あせないで、どんどん更新していったということをやっているのは、非常にすばらしい。これはきっとNEDOの目のつけどころもよかつたのかもしれないし、NEDOと実施者と両方うまくいっている例ではないかと思ひます。皆さんおっしゃるように、これが実用化されて事業化されていけば、申し分ないプロジェクトではないかと思ひます。

最後に、事業費のトータルを見ましたら166億円と大変な額です。これがそれだけのエンジンになるかどうかというのは、これからどうやって生かしていくか。だからいろいろな技術ができてきて、これを生かしていったら事業化していけば、これは決して高いものではなかつたのではないかと言ひます。

ように、これからしていただきたいと思っております。

以上で、分科会を終了しますが、言い足りなかったことはございませんか。大丈夫でしょうか。

ちょうどいい時間になってきましたので、最後に、推進部から一言お願いします。

【山本課長】 本日、出席いただいた実施者、航空機武器宇宙産業課および推進部部長の3名からお礼とコメントを言わせてもらってよろしいですか。

【久保田分科会長】 はい。

【山本課長】 最初に、実施者側を代表してI H Iの金津所長、お願いします。

【金津所長】 本日は、先生方、ほんとうに長い間ご審議いただきまして、ありがとうございます。

ご説明させていただいたとおり、小型エコという形そのままでは市場には出ていませんけれども、間違いなく私どもの基礎体力というのですか、基盤技術の技術力というのは高まっています。よくサッカーで、最近の日本人は外国人に当たり負けしないと言っていますが、我々も当たり負けしないだけの体力が多分、このプロジェクトを通じて涵養させていただきまして、そのことについては、NEDOの皆さん、それからME T Iの方にも大変感謝申し上げます。

もともと民間エンジンの世界は、V2500というエンジンの国際共同開発が最初のスタートラインだったのですけれども、これが一回り回って、今その後継のPW1100Gというエンジンの国際共同が始まって、我々のエンジン開発というのも、やっと二回り目が始まったところです。そういう点でいくと、今までは何かよくわからずに、右往左往しながらやっていたのですけれども、ここからほんとうの意味で世界と勝負していきたいというふうに思っています。皆様のご支援、今後ともいろいろとお助けいただきながらやっていきたいと思っております。世界の舞台で戦っていきたいと思っておりますので、今後ともどうぞよろしく願いいたします。

今日はほんとうにありがとうございます。

【山本課長】 続きまして、経済産業省から荒木様にお越しいただいているので、一言コメントをお願いいたします。

【荒木総括係長】 皆様、長時間にわたりましてご審議いただきまして、ありがとうございます。経済産業省で航空機を担当しております荒木と申します。よろしく願いいたします。

今回、エコエンジンプロジェクトでは、10年間の長期間にわたりまして技術開発、実証も含めてやっていただきましたけれども、最後、デモエンジンの作製というところまではいきませんでした、実際に日本としてやはりTRL6の壁を越えたいというのは、我々含めて思っているところでもございます。

そういったところに関しては、デモエンジンもございましたが、ちょっとまだ議論はし切れていませんが、隣の防衛のエリアでつくっているエンジンというのも実際ございますので、ああいったところと、ある種、技術連携ないし実証の連携をしていくということが必要だと考えています。実は我々経済産業省側として、防衛省と最近、その切り口ではありますが、民防連携という形でちょっと考え始めているところがございます。なので、そういったところの1つの、ある種技術として、技術実証事業としてやるというのも1つ価値があることなのかなというところを今、この瞬間感じております。

この成果として出てきませんでした、圧縮機とか燃焼器とかああいったところを、日本国である程度、TRL含めて引き上げた上で、今後、PW1100のPIPとか、いろいろ出てくるであろうエンジンでございますので、ああいったところで実際に搭載をして商品メーカーに訴求をしていくのかなといったところが、端的な、我々も考えている、ある種戦術でございます。

そういったところ含めて我々、国では産業構造審議会で議論をしておりますので、そういったところのエンジンも含めて、材料、次期完成機と、あと、森本さんいらっしゃるMROの関係とか、ああいったところを総合的に議論を今させていただいておりますので、そういった、大きな場も含めて、航空産業を今後引き続き、我々としても盛り上げていきたいというふうに思っておりますので、引き続きご支援をよろしくお願いいたします。

【久木田部長】 推進部長の久木田でございます。

この10年プロジェクトというのは、NEDOでもなかなかないのでけれども、私で4人目の部長なので。要するに、NEDOでのマネジメントというのは、この10年プロジェクトを見ると、始めた当初は一体どうだったのみたいなご質問もございましたけれども、我々としては、マネジメントとしてはよく考えないといけないと思いました。

それから、10年たつと、企業の体力、それから環境の変化、国の政策の重点項目の変化とか、いろいろな環境の変化があって、これをどっちに持っていくかというのは、その時々の方針によってすぐに変えるのではなくて、やはり長期を見ながらやらないといけない。これも非常に難しいマネジメントだなというふうに思いました。

それから、プロジェクトというのは、要するに国やらNEDOから金が出ている、そのときだけがプロジェクトではなくて、終わってからが大事だということを非常に思っております。昨今、技術で勝って、ビジネスで負けていると、こう言われていますけれども、この業界では、技術で負けていて、今からビジネスでどうやって勝つのだというのは、やはりここは相当、国もNEDOも、それから航空業界も一緒になって考えていかないといけないと非常に思いました。

それから、ホームランが、このエンジンをそのままどこかに売るということであったとすると、いろいろな単打というか、ヒットをいっぱい打ってくれたということで、このヒットについても、人材育成も含めてですけれども、うまくPRができればいいと思っております。

そういう意味で、これはどこがやったのだと言われて、ヒットの部分はなかなか、やっていただいた企業が、これはNEDOだとあまり言わないようなところもあるのですけれども、ぜひ、このヒットはNEDOの成果でもあると言っていたいただければと思っています。

長い間ありがとうございました。

【久保田分科会長】 以上でよろしいですか。 それでは、分科会を終わらせていただきます。

9. 今後の予定

【成田主査】 資料8のほうに書いてございます今後の予定について、ごく簡単にご説明いたします。

質問票につきましては、既に評価委員の皆様へ送らせていただいております。質問がある場合には、7月22日までに事務局へお寄せください。評価コメント票、評点シートにつきましてもあわせて送付させていただいております。8月2日までにご回答をお願いいたします。

委員から質問があった場合、実施部門はご協力をお願いいたします。各評価委員のコメントをまとめた評価書(分科会案)を実施者に提示しますので、その内容をご確認ください。これに対しまして、事実誤認の確認であるとか補足説明という形で意見書を作成する場合、一応目標は9月9日ごろまでとさせていただきます。

あと、中立性確保の観点から、委員から実施部門へ直接の質問、接触は避けていただくようお願いいたします。推進部の評価委員との意見調整は、分科会長に一任で最終判断いただくことをご了承

ださい。

また、分科会資料につきまして、委員の皆様の分科会資料は事務局より発送することも可能ですので、ご希望の方は座席に資料を置いたまま、お帰りください。

以上でございます。

【竹下部長】 本日は、長時間お疲れさまでした。特に評価委員の皆様、ナショプロの事後評価に参加いただきまして、まことにありがとうございます。改めて御礼申し上げます。今後2週間で評点票をいただきますけれども、またぜひ率直な評価コメントと評点について、今後の提言をよろしく願いいたします。それから、実施者、推進部の皆様、自己評価に対応いただきまして、まことにありがとうございます。

事後評価の委員会は本日、これで終了でございます。一方、先ほどから話題になっておりますように、追跡調査ということで、我々、プロジェクト評価と同等に、車の両輪として重点的に実施しております。これはナショプロのアウトカムということ、先ほどありましたように、成果がほんとうに産業競争力の強化につながっているのかということは何度も聞かれて、さらに聞かれてくることと思いますので、これを説明するツールとして追跡調査というのは価値を置いておりますので、ぜひご協力のほうをよろしくお願いいたします。

本日はありがとうございました。

10. 閉会

以上