

研究評価委員会

「航空機用先進システム実用化プロジェクト / ⑧次世代電動推進システム研究開発」(終了時評価) 分科会 議事録及び書面による質疑応答

日 時：2024 年 11 月 8 日 (金) 10：00～15：15

場 所：NEDO 川崎 23 階 2301～2303 会議室 (リモート開催あり)

出席者 (敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	田辺 光昭	日本大学 理工学部 航空宇宙工学科 教授
分科会長代理	奥田 章順	株式会社航想研 代表取締役
委員	竹井 勝仁	一般財団法人電力中央研究所 企画グループ 研究アドバイザー
委員	中村 武恒	京都大学 大学院工学研究科 電気工学専攻 特定教授
委員	西脇 賢	全日本空輸株式会社 整備センター 技術部 電装技術チーム マネージャー
委員	松尾 亜紀子	慶應義塾大学 理工学部 機械工学科 教授
委員	吉本 貫太郎	東京電機大学 未来科学部 ロボット・メカトロニクス学科 教授

<推進部署>

金山 恒二	NEDO 航空・宇宙部 部長
松木 秀男 (PMgr)	NEDO 航空・宇宙部 主査
林 慎一郎	NEDO 航空・宇宙部 ユニット長
品川 貴	NEDO 航空・宇宙部 主査
白川 周	NEDO 航空・宇宙部 専門調査員
神間 辰士	NEDO 航空・宇宙部 専門調査員

<実施者>

岩熊 成卓	国立大学法人九州大学 先進電気推進飛行体研究センター 教授
和泉 輝郎	国立研究開発法人産業技術総合研究所 省エネルギー研究部門 主任研究員
西川 平祐	株式会社 GS ユアサ 研究開発センター次世代電池開発部 担当部長
稲益 徳雄	株式会社 GS ユアサ 研究開発センター戦略企画室 室長
関 直喜	株式会社 IHI 航空・宇宙 防衛事業領域 技術開発センター 制御技術部 エレクトリフィケーショングループ グループ長
井上 知也	株式会社 IHI 航空・宇宙 防衛事業領域 技術開発センター 制御技術部 エレクトリフィケーショングループ 主幹
神本 長武	株式会社 IHI 航空・宇宙 防衛事業領域 技術開発センター 制御技術部 エレクトリフィケーショングループ 主幹
平川 香林	株式会社 IHI 航空・宇宙 防衛事業領域 技術開発センター 制御技術部 エレクトリフィケーショングループ 主査
久保田 晃弘	多摩川精機株式会社 スペースロニクス研究所 技監

<オブザーバー>

徳永 日向子 経済産業省 産業技術環境局 航空機武器産業課 係長

<評価事務局>

山本 佳子 NEDO 事業統括部 研究評価課 課長

植松 直哉 NEDO 事業統括部 研究評価課 主任

松田 和幸 NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員

中島 史夫 NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員

鈴木 渉 NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの説明
 - 5.1 プロジェクトの説明
 - 5.1.1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋
 - 5.1.2 目標及び達成状況
 - 5.1.3 マネジメント
 - 5.2 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの補足説明
 - 6.1 研究開発項目⑧-1「高効率かつ高出力電動推進システム」
 - 6.2 研究開発項目⑧-2「軽量蓄電池」
 - 6.3 研究開発項目⑧-3「電動ハイブリッドシステム」
 - 6.4 研究開発項目⑧-4「推進用電動機制御システム」
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認

- ・開会宣言（評価事務局）
- ・配布資料確認（評価事務局）

2. 分科会の設置について

- ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。
- ・出席者の紹介（評価委員、評価事務局、推進部署）

【田辺分科会長】 日大の田辺と申します。専門は推進工学、燃焼工学であり、航空・宇宙原動機の主に環境対応等を研究しております。よろしくお願いいたします。

【奥田分科会長代理】 航想研の奥田と申します。特に、航空機関係の事業立ち上げの手伝いを行っています。よろしくお願いいたします。

【竹井委員】 電力中央研究所の竹井です。私の専門分野はバッテリーや水素関係を、電気事業やエネルギー用途に利用する場合の開発評価になります。本日は、どうぞよろしくお願いいたします。

【中村委員】 京都大学の中村です。私の専門は回転機を中心とする電気工学になります。回転機一般とその制御、それから超伝導回転機についても広く研究しております。よろしくお願いいたします。

【西脇委員】 ANA 全日空整備センター技術部の西脇と申します。入社して以来、技術部門におり、航空機の開発は行っていない一方、航空機の改造ということでは様々な認証であるとか、法律上の要件等に長きにわたって触れております。そういうところでユーザーエアラインとしてのよいアドバイス及び意見ができればと思います。本日は、どうぞよろしくお願いいたします。

【松尾委員】 慶應義塾大学の松尾と申します。専門は流体力学、燃焼、コンピュータシミュレーションになります。最近の研究としては、次世代型において宇宙推進に関わる新しいタイプに関しても研究しております。本日は、よろしくお願いいたします。

【吉本委員】 東京電機大学の吉本と申します。専門はパワーエレクトロニクス、モーター制御を中心とした研究になります。電動化という観点では、長らく自動車メーカーで自動車の電動化の研究開発に取り組んでまいりましたので、そのような経験も含めて、今日は様々ここでコメントをさせていただいたく思います。よろしくお願いいたします。

3. 分科会の公開について

評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6.「プロジェクトの補足説明」及び議題7.「全体を通しての質疑」を非公開とした。

4. 評価の実施方法について

評価の手順を評価事務局より資料4-1～4-5に基づき説明した。

5. プロジェクトの概要説明

(1) 意義・社会実装までの道筋、目標及び達成度、マネジメント

推進部署より資料5に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【田辺分科会長】 ありがとうございました。

それでは、ただいまの説明に対する御意見、御質問等をお受けします。吉本委員、お願いします。

【吉本委員】 プロジェクトのマネジメントに関して1つ伺います。資料12ページの「目指すところを航空

機システムメーカーの下請けではなく、そこに参入する」という言葉については、Tier1 サプライヤーを目指す、システムとしてのサプライヤーの位置を目指すものとして理解しています。今回のそれぞれ4つに関して、例えば14ページの社会実装、アウトカムまでの中で、「超電導推進システムはTier1に提案する」といった説明があったと思います。また、56ページの電動ハイブリッドシステムも機体OEMだけでなく、Tier1と「協業する」、「情報交換する」といった言葉がありました。あるテーマによってはTier1を必ずしも目指しているわけではなく、事業構造といいますか、市場の中の既にプレーヤーのTier1メーカーの強い位置に関してはTier2の位置を目指すということもプロジェクトとしてはマネジメントされているのではないかと捉えるのですが、その理解で合っているのでしょうか。それとも、最終的には今行っている全てのプロジェクトはTier1のレベルを目指すべきだというお考えになりますか。例えばエンジンなどの主力メーカーがいるところで、電動の時代には日本の企業、日本の技術をTier1の位置に持っていきたいという思いで全体をマネジメントされているのでしょうか。

【松木 PMgr】 委員のおっしゃるように、最終的にはTier1としての位置を目指すところです。ただ、その過程でいきなりTier1にはいきませんので、従来の例えばエンジンOEMというものはTier1という位置づけで、先ほどの道筋のところは書いています。そのエンジンメーカーに対しての部品を供給するということで部品事業から入っていき、さらにその電動化を進めていく過程でエンジンOEMと同等のレベルになってくれば、Tier1として機体OEMに対しての位置を確立できるといったフェーズドアプローチといいますか、段階的な対応を考えています。

また、航空機先進プロジェクトということで、2015年から本来この事業はずっと進んできているのですが、その当初より、日本の航空機産業が部品メーカーをはじめ、先ほど申し上げた構造部品のメーカーのままでは産業構造がシュリンクをしてしまうという問題意識が経済産業省以下においてあります。それを補完すると言ふべきか、システムTier1としての位置を国内産業が目指すといった最終目標とし、今回のテーマがそれぞれ設定されています。ただ、その途中の過程においては、いきなりTier1に行かずにTier1メーカーの部品を供給するところが途中経過として入っていることから、そのような表現になっています。

【吉本委員】 御説明ありがとうございます。今の関連でもう一つ質問いたします。アウトカムにおいて、金額で市場規模、目標値等を掲げられていますが、こちらは、最終的なTier1に達した際の波及効果を見積もられたのか。それとも、先ほどおっしゃられた段階的な中での金額の算出なのか。どちらになるのでしょうか。

【松木 PMgr】 それは、最終的なTier1としての位置に達成して、市場での規模であるとか、生産物によるCO₂削減効果として御理解いただければと思います。

【吉本委員】 ありがとうございます。

【田辺分科会長】 それでは、松尾委員、お願いします。

【松尾委員】 14ページを拝見すると、今回の2023年度において終わったというアウトプットの目標のところから実用化までが2030年という大体のところで書かれていると思います。そこから、2030年の実用化と2040年の事業化、2045年の社会実装におけるイメージをもう少し説明いただきたいです。

【松木 PMgr】 実用化は、アウトプット目標を達成した後に出力のレンジを上げる、実航空機向けのレンジに達成させる、プロトタイプモデルからフルスケールモデルにいき、それを航空機の適合性証明等の目処がつく段階になります。それを行った後、部品事業としてTier1メーカー、機体OEMのシステムの一部として納入をしていくということが事業化になります。社会実装のところは、機体の一つのシステムとして機体OEMに採用されるイメージを考えています。電動ハイブリッドを例にとると、例えば実用化のところは、フルスケールモデルへの実証、事業化のところは各システムメーカーへの部品や機体OEMに対しての部品供給を開始しているところです。緑のところでは、機体OEMに対して一

つの客室エネルギーマネジメントシステムや、電力供給システムとしてシステムを機体 OEM に提供するというイメージで記載しています。

【松尾委員】 ありがとうございます。事業化において、初めてそうした意味で売上げが立つという形になっていると思います。また、40 ページの副次的成果等ですが、航空機になると、非常に安全性をはじめ、規模も大きく出力も大きくなりますが、こうした副次的なところにも先行してある程度行うことで、事業化のめど、もしくは売上げにおいて早期達成も検討に入れられているのでしょうか。

【松木 PMgr】 おっしゃるとおりです。まさにそうした考えより、副次的効果を整理しています。例えば超電導を例にとると、社会実装への道のりは、特にほかの 3 つと比べても長い道りになってしまいます。ほかの研究は、例えば eVTOL とか 2030 年代の単通路機への部品の供給といった目処が立ちやすいです。超電導もそこを目指しているものの、その途中の段階で研究の成果、スピノフ効果を出さないと交付金事業の予算を継続していくときの説明が難しいといった現実的問題もあります。近い将来への出口も今の研究で既に出していかなければならないので、こうした項目で説明いたしました。

【松尾委員】 そうした意味では、航空機というよりも、最近非常に身近になっているドローンをはじめ、小型化といったもので安全性がある程度必要となるものの、そこまでの出力を必要とせずに扱いやすいといったスピノフ的な成果としても広がっていくとよいと思いました。ドローンに限らず、様々なところにおいて、航空機で使えるということであれば非常に性能としては高いものかと思いますので、そここのところが重要ではないかと感じた次第です。どうもありがとうございました。

【松木 PMgr】 ありがとうございます。

【田辺分科会長】 竹井委員、お願いします。

【竹井委員】 少し不勉強なところで質問をいたします。実用化、事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠の左下にある算出根拠ですが、CO₂削減は、電動化という手法に対して非常に有効であり、将来喫緊の課題を解決するための道筋だと思っております。例えば、NASA の資料から 2050 年の CO₂削減量という数字が載っており、そのうち、電動化によって細胴機と広胴機にそれぞれ 3%、1%が導入されるというイメージで、その結果として燃料の削減が 37%になるため、資料上の数字が CO₂削減できるという計算をされ、目標をつくられたとのことですが、この電動化率が 3%や 1%というのは、もっと普及してほしいと我々としては思うところです。その数字の低さの理由と、もう一つは、逆に言うと、一番下に削減量として大きな数字が書いてあるということは、他の技術によってこれだけ削減されるものの、電動化によって 3%、1%であるため、合計の 37 メガトンの削減量になるという読み方でよろしいのでしょうか。

【松木 PMgr】 申し訳ありません。一番下ですが、「2050 年の CO₂削減量」と書いてしまいました。これは、航空機の機数や、さらに需要の予想等もあるため、そのままにしておくとならぬだけの CO₂排出量になってしまうというものになります。

【竹井委員】 排出量になるのですね。

【松木 PMgr】 「削減量」というのは間違いになります。

【竹井委員】 分かりました。

【松木 PMgr】 排出量がこうになっており、そのうちの電動化率が細胴機にて 3%でいくと、このうちの X メガトンが電動化によって削減できるという算出です。

【竹井委員】 分かりました。下のほうの削減量が排出量という意味合いで数字が出ているということと、3%、1%という数字の根拠は何かあるのでしょうか。せっかく大きなお金を投入され、開発されてよいものが出来上がってきたときに、2050 年という大分先の話かもしれませんが、導入量はこの程度なのだろうかといった素人質問になります。

【松木 PMgr】 これは 2019 年の NEDO の技術戦略センターで置いた値であり、委員御指摘のように、非常に

控えめな数値になっています。その理由としては、電動化の要素以外に CO₂削減の大部分が SAF による削減であるとか、ほかの水素航空機の影響といったものを全部入れますと、電動化というのが関わり得るところはこのくらいではないかといった見立てとして、非常にチャレンジングではないほうの数値で設定しております。その電動化になった機体のうち、さらに細胴機の燃料削減率は約 70% というような指標の掛け算をして最終的な値になったところです。端的に申し上げますと、電動化以外の要素も含めた結果、このような少ない値になっております。

【竹井委員】 承知しました。先ほど 2019 年という話もされましたが、時代がまた大分たっております。また、おっしゃられるように SAF 等の水素による CO₂削減も非常に精力的に行われていると思います。この辺は目標値の設定ですから難しいとも思うのですが、今後このような事業を継続される場合には、もう少し感度を上げるといいですか、精度を上げてもう少し張って出られてもよいと個人的には考えるところです。ありがとうございました。

【松木 PMgr】 ありがとうございます。

【田辺分科会長】 私のほうから追加で伺います。控えめな算定ということですが、今回、電動ハイブリッドということで電気の使い方について議論されたと思います。その結果、どのような使い方をするとも最も効果の高いといった結論が得られてきたと思います。そうした使い方、あるいは新しい使い方というのは、この算定には反映されているのでしょうか。

【松木 PMgr】 算定に含めております。先ほどのものは、機体単体で見た場合、全体で 3% の燃費改善といった試算をされており、それは電動ハイブリッドのうち、熱エアマネジメントの部分と電力発電の部分とを合算すると、機体全体で 3% というようなシミュレーションの結果が出ます。燃費効率に対して 3% というものが多いのか、少ないのかという議論はずっと続けてきました。まずは、機体のいろいろなエネルギーが電気以外にも、まだ従来機には油圧であるとか、エンジン抽気系のエネルギーとか、そういうものが使われているものを全て電気エネルギーに置き換えて、トータルエアマネジメントを電気で行うにおける価値というのは 3% プラスの部分になるのですが、その部分についても引き続き機体 OEM や他のユーザーの方には説明をしていくというような方針になります。

【田辺分科会長】 BLI の抵抗低減等もカウントには入っているのですか。

【松木 PMgr】 BLI は入れています。電動モーターの BLI の効果も入れ、先ほどの燃費改善の計算をしています。

【田辺分科会長】 分かりました。では、逆にフル電動で小型の eVTOL 等は算定には入っていないのですか。

【松木 PMgr】 この電動ハイブリッドの場合、単通路機をシミュレーションの対象としており、それで BLI を入れています。ですので、ピュアな全て電動化をした機体の算出というものは、3 番目の電動ハイブリッドではしていないという認識です。

【田辺分科会長】 分かりました。ありがとうございます。それでは、奥田分科会長代理、お願いします。

【奥田分科会長代理】 全体として伺います。今回、超電動のものが 1 メガワットから 2 メガワット、それからハイブリッドも 1 メガワット、常伝導が 100 キロワットということで、各クラスのこうしたモーターがまず開発されていると思います。併せて、それに関連してインバータあるいは熱制御、ESS としてはバッテリーがあるということだと思います。この 4 つ全体的に共通している部分として、従来の航空機よりも高電圧ということだと思うのですが、今回、個別ということよりも、この 4 つのプロジェクトを全部まとめて共通的に上がってくる課題についてはどのような解が得られたのか。特に、認証を含め、850 ボルトや 1 キロボルトの高電圧の部分は FAA もいろいろと認証で聞いているところでもあります。そのあたりの成果が 4 つ個別ではなく、全体として、日本として電動推進システムをシステムインテグレートいく上でこういった強み、能力がありましたというものがあるのか分かりやすいです。

それから、26 ページです。例えばハイブリッドだと、競合技術として Safran とか Honeywell が上がっています。それぞれでもよいですし、全体として海外競合と比較してどの辺が今回の成果として日本が強いものであり、どの辺に課題があったのか。そうした全体を見られるものがあると、今回の成果として非常によいと感じます。

もう一つは質問になります。今回の4つのプロジェクトを通して、恐らく試験評価というのは結構重要な話になってくると思います。国内で試験評価の全てはなかなかできませんから、事業者の方々から、こうした試験評価システムを国内で今後電動化であったほうがよいというような要望があれば、お答えいただける範囲でお聞かせいただければと思います。

【松本 PMgr】 まず、答えやすい2番目の質問から回答いたします。今後、要望されている試験設備に関しては、まさに今、経済産業省で施設設備ワーキングが開かれています。「次世代の日本の航空機産業に必要な試験設備等は何がありますか」というようなディスカッションをずっとされています。その中で、電動化や水素を含めた新技術への対応施設というものが一つの項目としてトピックスに上がってきており、その優先順位を高める議論も行われています。その中で、電動化については、今まで実証できる出力レンジが 500 キロワット級などその程度で止まっているため、1 メガワット級のものを国内で検証できる、それ以上のものを検証できる、実負荷を加えて検証できる施設というのはこの研究とも深いつながりがありますし、そうした要望はあると認識しています。

一方、1 メガワット級発電機をどのように実証したのかといった質問になるのですが、その場合、1 メガワット級のサブスケールオーダーでのテクニカルフィージビリティを今回確認し、次の GI 事業という話もありましたが、そこでの電動ハイブリッドの研究の中で新施設も期待しつつ、1 メガワットのフルスケール容量での検証を行うといった計画見込みがあると NEDO の事務局では理解しています。

また、御指摘の最初の質問ですが、4つの事業に共通しての課題というものは、こちらもいろいろなディスカッションの中で気がついてきているところはあるのですが、高電圧が上空の低圧環境で放電しやすい課題については、4 事業者ともその課題についての認識は持っていると考えます。その中で、例えば 4 事業者において受け止め方と、そのアウトプットには軽重ありますが、例えば電動ハイブリッドで言えば遮断器の話や、高電圧であるがゆえに電源グリッドの研究を特別に実施され、それは航空機高電圧特有の環境での問題というのが具体的に把握された結果、そうしたことをやっています。ほかにおいても、高電圧については SAE の規格等の課題で上がっていますので、その部分については共通認識がされていると考えます。

それから、競合技術において、もう少し海外コンペティターの動向と比較して示したほうがよいという指摘ですが、26 ページがまさにその点になります。ここに例示している海外コンペティターのプロトタイプサンプル、これもかなり各会社の看板といえますが、取りあえず上げたというようなところも多分にあると考えております。それに対して、実際に1メガワットの例えば発電機を作った後に、高電圧の問題や電源グリッドの具体的な課題が何なのかというようなことは全くシェアされていません。それが海外コンペティターで全く検討されていないとまでは言いませんが、より具体的に検討をしているという点では、こちらの優位性であるという認識です。

【奥田分科会長代理】 どうもありがとうございました。

【田辺分科会長】 それでは、西脇委員、お願いします。

【西脇委員】 説明の冒頭で、「航空機システムメーカーの下請けに甘んじることなく」といった話がありました。14 ページでは、Tier1 メーカーの中に部品供給といったことを電動推進システムやハイブリッドシステムのところで記載されています。当の Tier1 にとっても、彼らはボランティアメーカーではないので、恐らくしたたかなことを考えている、いいとこ取りをして、もうけを多く取ろうというのは、私でも向こうの会社の立場であれば、そのように考えます。今回は、従来の航空機システムにこれ

から参入し、部品メーカーとして成り立つというのは、御存じのとおり、Collins、Honeywell、Safran 等といった非常に経験者の違う会社がある中で難しい環境にあるわけです。今回、電動推進といううな、これまでにない原理の航空機が参入のチャンスではないかという考えだと思うのですが、精神的な質問になりますけれども、そういった背景の中で、Tier1 企業等に部品供給をする、共同開発をすることもありますが、下請け事業に甘んじない工夫及び心構えがあれば、ぜひ伺いたいです。

【松木 PMgr】 委員御指摘のように、今の欧米の Tier1 メーカーといきなり組むというのは、いいところ取りというのはおっしゃるとおりだと思います。ここで書かれている例えば電動ハイブリッドの部品単品事業化ですが、例えばエンジン OEM に対しての発電機であるとか、そういう切り口でエンジンアクセサリーという分野は従来からありますので、その部分から入っていくというところはあると思います。一方、電動化で日本はゲームチェンジしなくてはいけないところがメリットであり、これは両面戦略だとは思いますが、一方、例えばエンジンメーカーに対して部品を供給しつつ、最終的にはそれを全部電動に置き換えるというところでは、従来のエンジンから考えると全く違ったものに置き換えるわけです。最終的にはそれを乗り越えていかななくてはならないといったところだと思います。

また、私が個人的に委託者の方に話をするのは、エンジンの話になりますが、パート 33 というものを従来のエンジンから電動化に置き換えたときに何が必要になっているのか。それは自分で考えていけないといけないという点です。その部分までエンジンメーカーに聞いていると、まさに食べられてしまいます。その食べられない工夫としてパート 33 の対応策というものを、しっかりと電動化でどのように置き換えるのかを最終的には考えないといけないのではないかと思います。ASTM などで様々なスペシャルコンディション等をマグニックス社などが FA 等で協議していますが、そういうような活動をもう少し具体的に、日本が入るのは難しいものの、そういうところもリードしていかないと考えるところです。

【西脇委員】 御説明ありがとうございます。その上での私の個人的な感想になりますが、そういう開発を進める上では、エンジンにしても航空機そのものにしてもメイドインジャパンの部品があって、同じ日本国内の企業が一緒になったほうが非常に進めやすいと考えますし、やはり将来的にはメイドインジャパンの航空機となるとよいと思っています。

【松木 PMgr】 今年になってから、完成機事業における話が様々出てきています。それは、いわゆる前のリージョナルエアクラフトをもう一回やるということではなく、委員御指摘のように、日本がワンチームとして持ち寄って、一つ一つの部品やシステムから今また再構築をしていき、さらにスーパーTier1 として成り立っていけば、ワンチームとして最終的な日本の完成機というものにまた近づいていくという方向性もついてくるのではないかと考えます。

【田辺分科会長】 それでは、中村委員、お願いします。

【中村委員】 時間がないため、簡単な質問だけ伺います。4 つのプロジェクトがこれまで走ってきており、これから各実用化に向けてさらにという段階になると思います。これまでとこれからにおいて、4 つのプロジェクトでせっかくいろいろなよい成果が出ている中で、お互いのコミュニケーションというのはこれまでなかったのか。また、今後もないのでしょうか。できれば、いろいろと有機的に結合されてよりよいものという形もあると思い、そのあたりに関して教えてください。

【松木 PMgr】 事業推進委員会というものを半年に 1 回やっているという話をしましたが、各事業者側に分けて研究の詳細をディスカッションするものであり、なかなか事業者間でオープンなディスカッションというのは事業推進委員会のレベルではできていなかったのが現状です。こういう 4 事業を俯瞰しての情報共有というのは、ある意味 NEDO の事務局としてやらなくてはいけないと思っています。SAE の動向の話をはじめ、国際標準化動向の話等については、各事業者の方に機会があるときにディスカッションをするところですが、例えば軽量蓄電池の研究において、「この程度の出力密度になったら電動

ハイブリッドでどうですか」といった具体的なディスカッションはできていません。様々な NDA の問題もありますが、概要として共有できるものについては今後共有し、一つの方向性として出すときにメリットがあるものについては、そういう情報共有の仕方を今後考えていきたいと思います。

【中村委員】 どうもありがとうございます。

【田辺分科会長】 大体よろしいでしょうか。最後に、NEDO が電動航空機を主導してもう少し新しく立ち上げたほうがよいといったオールジャパン体制の意見を頂戴したと思います。本事業についての御質問については、これで出尽くしたと思いますので、以上で議題 5 を終了といたします。どうもありがとうございました。

【松木 PMgr】 ありがとうございました。

(非公開セッション)

6. プロジェクトの補足説明

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8. まとめ・講評

【吉本委員】 本日は、プロジェクトの説明から始まりまして、皆様ありがとうございました。特に、電動推進の将来的な日本の産業として目指す方向として、先ほどシステムとしてや Tier1 を目指すというコメントをいただきました。今日、4つのプロジェクト進捗終了の評価というような中で、様々な進捗を見まして、ぜひそれぞれの事業が産業に発展できるように、ぜひ Tier1 を目指すように、ここにいる皆様のお力で育ててほしいです。また、入口において、部品や Tier2 からという話もありましたが、ゴールをもっと大きく、システムとして日本の産業として根づくよう御支援を引き続きお願いできればと思います。以上です。ありがとうございました。

【田辺分科会長】 ありがとうございました。それでは、松尾委員、お願いします。

【松尾委員】 今日は全体としての説明及び個別に 4 つの説明において非常に深く内容を伺うことができました。全体としてのプロジェクトマネジメントとしてもそれぞれが 4 つ走っているという中で、全体を見通して丁寧に進めていただいていると思います。4 つそれぞれの方向性が同じものではないとしても、2023 年度までに得られた成果について、皆様、今後とも続けていかれると思いますので、今後は隣も見ながら、より知見を交換しながら、さらに発展的結合や共同作業といった点もやっていただけると将来の事業化、実用化に向けて道が開かれるのではないかと思います。まだまだ困難が残っているかと思いますが、くじけることなく、途中は、スピンアウトとして事業化を小規模でも始められるところは始めるようなことから発展をしていただければと思います。頑張ってください。以上です。

【田辺分科会長】 ありがとうございました。それでは、西脇委員、お願いします。

【西脇委員】 本日は各プロジェクトの説明及び質疑応答をどうもありがとうございました。長年、エアラインという立場で 30 年以上この業界におりますが、欧米のメーカーの台頭というのはずっと変わっていません。今回この電動化やハイブリッド化というチャンスをうまく使っていただき、少しでも日本のメーカーがこういうところに食い入ることができるようになれば思っております。一方、このよう

な開発のときには、何度も申し上げているように、性能やデザインが先行しがちですが、航空機の耐空性というものはメンテナンスや信頼性であり、一方では運航の安全性、フライトセーフティーになります。このデザインとの三角形で成り立っているということを考えると、この先、より現実的な開発に進むにつれて、そういうことを早めに取り込んでいただくことも大事だと思いますので、最後の総評として申し上げます。本日はどうもありがとうございました。

【田辺分科会長】 ありがとうございました。それでは、中村委員、お願いします。

【中村委員】 本日はどうもありがとうございました。私は、長年モーターの研究に携わっており、そういったモーターがハイブリッド、もしくは電動化ということで空を飛ぶといった非常に意欲的な研究開発をお聞きすることができまして、非常に心強く思った次第です。新規事業というのは、御承知のように、「魔の川」、「死の谷」、「ダーウィンの海」といって、せっかくよい技術であるにもかかわらず、それが途中で実用化にならないといったこともあると聞きます。このプロジェクトをNEDOが非常に強力に推進してサポートされているということも、本日様子を拝見してよく分かりました。ぜひとも日本の強力な技術の一つとして実用していただければと思います。今日はどうもありがとうございました。

【田辺分科会長】 ありがとうございました。それでは、竹井委員、お願いします。

【竹井委員】 本日は、1日にわたって次世代電動推進システムの4つのプロジェクトの全体概要及び個々のプロジェクトの成果を伺いました。事業期間は2019年から2023年という5年間のうち、最後の2年間についてどのような成果を出されたかをしっかりと聞いた次第です。ありがとうございました。個々のプロジェクトは、これまで委員の先生が言われたように、必ずしも同一方向ではありません。目標もまた別のものがあるという中で進められています。これも非常にユニークなところで、NEDOが国のプロジェクトとして推進されていることから、こうしたものができるのだと思います。また、この類の開発というのは「千三つ」とよく言われます。「千に三つ成功すればよい」という話がありますが、これだけいろいろな方向を向いて進められていると、そのまま航空機の電動化に直結するものではなくとも、いろいろな波及した成果がこれから出てくると思いますので、その辺を楽しみにいたします。本当に航空機が電動化をする、飛行機が空を飛んでいる頃には、私は多分飛行機に乗れないような年になっていると思いますが、その前に様々な成果が実用化されるのを楽しみにできるような成果を本日伺えたものと感じます。今後、さらにNEDOの同じような事業に向かわれるところとか、別のGIのほうに進められる等の様々な話を聞きましたが、それぞれの方向に向かっていろいろな可能性を求めて、ぜひ推進していただければと思いますので、よろしくお願いいたします。以上です。本日はありがとうございました。

【田辺分科会長】 ありがとうございました。それでは、奥田分科会長代理、お願いします。

【奥田分科会長代理】 本日は、長い時間、皆様お疲れさまでした。本日聞いた4つのプロジェクトは、いずれもこの春に経済産業省が公表した新しい航空機戦略の2つの流れの中の1つである次世代航空機に関連する技術です。戦略にも書かれていましたが、こうした技術を核に、今後、日本がインテグレーターという形で世界市場に入っていくことを期待しております。また、それぞれの発表の中では、海外のコンペティターとの対比や、今後の課題がしっかりと出されていました。引き続きこの次世代航空機の中で、日本の位置づけをしっかりと確保する意味で頑張っていただきたいと思います。ありがとうございました。

【田辺分科会長】 ありがとうございました。それでは、最後に私のほうから講評をいたします。皆様、本日は長時間にわたり、どうもありがとうございました。また、発表者の方にも感謝を申し上げます。中間評価から携わらせていただきましたが、こういうプロジェクトで技術開発と社会実装に向けての準備ということで、中間のところでは技術開発がメインだったかと思いますが、そこからの実際の実証に

近いところ、それから今回少し話題として出てきているのが規格策定に取り組み始めているといったものになります。それからもう一つ、テーマによってはコンソーシアムをつくり、今後の発展の基礎ができているということで、少し技術開発以外のところで本当の実現に向けて一歩進んだという印象を持っております。もちろん技術的なところは目標をほぼ達成していると私は評価しております。委員の先生方がおっしゃったように、恐らくここはまだ開始地点であって、中間評価のときには、電動化がどちらに向かうのかまだ分からないという話をしましたが、ある程度手の届くところが見えてきています。ここからぜひ本当の目標の Tier1 を目指し、プロジェクトも別な形で続くものもありますが、今回集まった方々、それから新しく入って来られる方々をどんどん推進していくような体制になればと思います。今回のプロジェクトは、そういう意味ではその基礎ができたのではないかと思います、皆様の努力に敬意を表す次第です。以上になります。

【鈴木専門調査員】 委員の皆様、御講評をありがとうございました。田辺分科会長、まとめの言葉もいただきました、ありがとうございました。ここで、推進部署である航空・宇宙部、金山部長より一言頂戴いたします。よろしくお願いします。

【金山部長】 航空・宇宙部長を務めます金山です。本日は、長時間にわたりまして、委員の皆様、御審議をいただきましてありがとうございます。また、発表者の皆様、丁寧な質疑応答をありがとうございました。NEDO の航空関連のプロジェクトの歴史は非常に古く、1990 年代から進めてきております。かれこれ 30 年以上取り組んできており、これまでは部材の軽量化や環境調和型のエンジンといった個々の部品の性能向上が中心のプロジェクトが多いところでした。まさに脱炭素化が求められる社会背景において、本日御審議いただいたプロジェクトは、戦略的な位置づけを持って、これから Tier1、そして海外 OEM に食い込んでいくといった狙いを持ったプロジェクトの出発点の一つです。御認識のとおり、このプロジェクトを起点とし、GI 基金事業をはじめ、さらに他のプロジェクトにも本日の成果及び課題が引き継がれていき、10 年後、20 年後の日本としての狙いを実現するように我々これから進めたいと思っております。また、本日スピナウトの話において、いろいろと委員の方から御意見をいただきました。スピナウトにつきましては、本プロジェクトでもプロジェクト実施期間中から実施者の皆様とその可能性についていろいろと議論をしてきております。NEDO は社会実装をするプロジェクトです。そのアプリケーションが見つかり次第、新たな支援をもって、その技術アプリケーションに適応した形で世に送り込んでいきたいと思っております。そういった支援も引き続き進めたいと思っております。本日いただきました御意見は我々の糧とさせていただきます、航空機産業の発展のため、また推進していきたいと思っております。本日は、どうもありがとうございました。

【田辺分科会長】 金山部長、ありがとうございました。それでは、以上で議題 8 を終了いたします。

9. 今後の予定

10. 閉会

配布資料

資料 1	研究評価委員会分科会の設置について
資料 2	研究評価委員会分科会の公開について
資料 3	研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
資料 4-1	NEDO における技術評価について
資料 4-2	評価項目・評価基準
資料 4-3	評点法の実施について
資料 4-4	評価コメント及び評点票
資料 4-5	評価報告書の構成について
資料 5	プロジェクトの説明資料（公開）
資料 6	プロジェクトの補足説明資料（非公開）
資料 7	事業原簿（公開）
資料 8	評価スケジュール

以上

以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。

研究評価委員会

公開可

「航空機用先進システム実用化プロジェクト／⑩次世代電動推進システム研究開発」

質問・回答票（公開）

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答	公開可 /非公開
資料5・P.23	“2050年CO ₂ 削減量”とありますが、電動化率や燃料削減率を乗じると25Mt/12Mtになります。“削減量”では電動化が寄与する割合との意味にとれますが、“排出量”ではないのでしょうか？	竹井	CO ₂ に関わるアウトカム試算は、2050年時に稼働が想定されている細網機・広網機が、従来の化石燃料による推進システムにより排出するCO ₂ 予測総量に対して、電動化が寄与した場合の割合を乗じ、削減量として算出しています。したがって、全く電動化しなかった場合に対する削減量を意味しています。	公開可
資料5・P.24-27	表の“達成見込み”の表現がわかりにくい。各研究開発テーマにおいて、実際に本プロジェクト内で達成見込みのものもあれば、イメージだけのものもある。もう少し統一できないか？	竹井	ご指摘の資料ページでは、各実施項目が目指す製品化のイメージを明らかにし、当該品の量産化目途を記述することでアウトプット目標達成の見込みを説明する書式になっています。ご指摘のように、量産化に向け具体的な標準規格への対応を済ませているものと、課題と対応見立てだけを列記したものが併存しています。後者に該当する記述をより具体化した記載にあため、研究評価委員会でご説明します。	公開可
資料5・P.29	“非連続ナショナルプロジェクト”についての説明があればわかりやすい。現状からかけ離れた高い目標のプロジェクトとの意味ですか？（最初、前後に連続したプロジェクトがないとの意味合いと誤解した）	竹井	“非連続ナショナルプロジェクト”に本事業が該当するかにつき、①非連続的な価値の創造（画期的な変化を伴う価値が創造され、社会・環境等を変えられる）、②技術の不確実性（難易度の高い技術課題への挑戦があり、開発リスクが高い）の二つの観点から評価した結果を記載しています。これら観点の説明を資料に追記します。	公開可
資料5・P.31	軽量蓄電池の位置づけについて、300⇒500Wh/kgと目標が大きくなるにつ入れて、低⇒高サイクルとなっているが、一般的な蓄電池の常識からは逆で奇異に見える。	竹井	電池の使用用途に応じ、求められるサイクル寿命が異なる傾向を図示しました。（例、HAPS：低サイクル、細網機：高サイクル）また、細網機はHAPS等と比べて高容量密度が求められます。したがって本ページでは、各用途に求められる容量密度とサイクル寿命の指標値を示しているため、一般的な蓄電池の性能傾向を表す表にはなっていません。	公開可
資料5・P.35	⑩蓄電池システムの実証検証で、成果が“一定レベルの高安全性実証”とされているが、P.25では課題にも挙げられている。誤解を招かないよう、説明の加筆が必要	竹井	実証検証は、電池の本質的安全性を示す過充電＋内部短絡試験とオーバーヒート試験の二種があります。前者については試験に合格したのでこれを成果として記載し、後者は、一部発火が確認されたため、電池パックの類焼防止策の検討が課題として残りました。（P25説明の通り）明確を期するため、P35にも残課題への説明追記を検討します。	公開可
資料5・P.24	資料5では2030年代に50～70席のターボプロップ機を想定していますが、基本、2030年代後半～末と考えてよろしいでしょうか？	奥田	資料中、2030年代小型機と書いております応用先への展開はご指摘のように、2030年代後半～末と理解しております。	公開可
資料5・P.25	軽量蓄電池の充放電サイクル寿命性能が100サイクルに未達となっておりますが、実際に航空機に使用する場合はeVTOLで1,000サイクルは必要かと認識しております。社会実装に向けて、サイクル数の増加は、今後、どのように対応されるのでしょうか。競合のリチウム金属電池は、HAPS向けに100～200サイクル程度は達成しているかと認識しておりますが、競合技術に対する強みや課題はどのようになるのでしょうか？	奥田	サイクル寿命性能と相反する条件である電池のレート性能を緩和して、サイクル性能をさらに高めるための新規電解液の組成最適化をはかる方針で対応します。競合リチウム金属電池に対して、イオン正極（硫黄）が容易に調達可能であること、高容量密度などの点が強みになると考えます。	公開可
資料5・P.32 ⑩-1-⑤	アウトプット目標として、“TRL6”の達成となっています。“TRL6”のキーワードは、「プロトタイプ製作」と「飛行状態を模擬した環境における実証」です。P.32 ⑩-1-⑤「低温動作半導体」となっていますが、超電導推進システムの主要構成部品の一つである、「低温で動作する大電流対応インバータ」に使用される「低温動作半導体」が開発項目になっているので、インバータ自体の開発に遅れがあるような印象を受けます。資料全体を見渡しても、「低温で動作する大電流対応インバータ」開発スケジュールに関するスライドを見つけることができなかったもので、インバータ開発に関する現状・スケジュールについて、簡単に説明いただけますでしょうか？	西脇	本事業は、インバータ回路そのものの開発は組み込まれていませんが、最初のステップとして低温（LN2中）で動作する半導体素子（GaN）の開発を最終目標として進めてきました。本開発項目の成果として、ノーマリーオンながら、LN2で問題なく（キャリアコンテントが減少して抵抗が大きくなることや、スイッチング時間の遅れ等がない）、動作する半導体素子の開発には成功し、最終目標を達成しております。インバータ回路（電源方式）は今後の開発対象であり、次の段階として、本事業で開発した素子を用いた回路への展開を次の事業より実施する予定です。	公開可
資料5・P.14 チャート内 超電導	“航空機Tier1企業”という表記がありますが、これは Boeing / Airbus 社のような国外の OEM を指しているのでしょうか？“機体OEM”表記との違いはありますか？	西脇	本ページのTier1企業は、エンジンおよびその周辺装備品を製造しているメーカをイメージしております。従来のエンジンを電動式モータに換装する際の相手先としてはこれらの企業群が適切かと考えます。その後、これらのTier1企業が提供するシステムとして機体OEMに納入する順序を想定しています。	公開可
資料5・P.39 ⑩-4-④	「航空機EMC規格に適合するインバータ回路およびフィルタ回路の開発」という目標に対して、成果として完了したという記述がありますが、TRL6の観点から開発された回路が航空機EMC規格（DO160 Sec21）に適合していることも実証されているのでしょうか？	西脇	完成状態でEMC試験を実施した際に、規格を適合するにあたって、数点の部品（ノーマルチョークコイル、コモンモードキャパシタ等）を外部のケーブルへ追加しております。EMC規格への完全適合にあたっては、今後これらの部品を実装して再評価をする必要があります。	公開可
資料5・P.25 ⑩-2-製品イメージ	課題欄に「DO-311オーバーヒートに関する安全性について対策が必要」という記述がありますが、他の資料にて安全性についての対策が必要な理由が見つかりませんでした。オーバーヒートに対してどのような対策が必要なのかご教示いただけますでしょうか？	西脇	オーバーヒートについては、一部発火が確認されたため、電池パックの類焼防止の対策が必要と認識しています。	公開可
資料5・P.14 チャート内 ハイブリッドシステム	「単品・部品事業化」と「システム事業化」の項目がありますが、ハイブリッドシステムの中の電動推進電力システムおよび熱エアーマネジメントシステムどちらがどちらの項目に当たるのでしょうか？または、両方が該当するとの理解でしょうか？	西脇	「電動推進電力システム」と「熱エアーマネジメントシステム」の両システムは、社会実装に際して共に、単品・部品事業化とシステム事業化の過程を経っていくものと想定しています。システムの有効性を部品の段階から早期に機体実装して市場に示し、その実績をもって機体のシステムとしての納入を目指す階梯を踏むことが最も現実的です。最終的にはシステム事業化が我が国の産業政策上の重要課題とも合致する目標となっています。	公開可
資料5・P.14 チャート内 ハイブリッドシステム	「システム事業化」によるアウトカムが CO ₂ 削減のみとなっています。売上アウトカムにつながらない理由をご教示いただけますでしょうか？	西脇	ご指摘のようにCO ₂ 削減のみならず、売上シェア拡大のアウトカム目標にもつながると考えられますので、図の矢印を訂正いたします。	公開可