

航空機関連プロジェクト
事後評価報告書
(案)

平成27年6月

産業構造審議会産業技術環境分科会
研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ

事後評価報告書概要

プロジェクト名	1-1 航空機用先進システム基盤技術開発（航空機用再生型燃料電池システム）
上位施策名	ものづくり産業振興
担当課	製造産業局 航空機武器宇宙産業課

プロジェクトの目的・概要

航空機用電源システムの一部として未だ航空機に適用されていない「燃料電池で構成される電源システム」を採用することにより、航空機電源システムの省エネルギー化／CO₂排出削減化を図ることを事業目的とし、高効率で電力供給の平滑化を可能とする再生型燃料電池（RFC）を航空機用電源システムの一部として民間航空機に搭載可能とする研究を行う。

予算額等（委託）

（単位：千円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成21年度	平成24年度	平成24年度	平成27年度	(株)IHI
H22FY 予算額	H23FY 予算額	H24FY 予算額	総予算額	総執行額
75,000	85,000	5,000	240,000	240,000

目標・指標及び成果・達成度

(1) 全体目標に対する成果・達成度

個別要素技術	目標・指標	成果	達成度
気液分離技術	気液分離器を組み込んだ15kW級RFC原理確認モデルを製作し、水回収ができること。	気液分離器を組み込んだ15kW級原理確認モデルにて水回収ができることを確認した。（平成21年度）	達成
航空機搭載システムインテグレーション	飛行環境に耐えるRFCシステムの確立 ※RFC: Regenerative Fuel Cell	小型化・耐環境試験を行い、航空機に搭載可能なRFCシステム試作品の製作を完了した。（平成22年度）	達成
	航空機との接続インターフェースの整合性確保	ボーイング機器との接続試験を完了した。（平成24年度）	達成
水素の安全性確保	飛行安全を確保する安全機構の確立	水素爆発に関する安全性解析を実施し、飛行安全を確保するための安全機構を設けた。（平成23年度）	達成

(2) 目標及び計画の変更の有無

なし

<共通指標>

論文数	論文の被引用度数	特許等件数(出願を含む)	特許権の実施件数	ライセンス供与数	取得ライセンス料	国際標準への寄与
1	0	0	0	0	0	0

* 技術ノウハウ保護等のため表記の件数となっている。

評価概要

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

航空機の電動化を今後進めるにあたり、欠くことの出来ないシステムであり、日本の優位性を活かすことができるテーマであるため、研究開発を進めることは非常に重要である。

なお、航空機の補助動力装置やバッテリーの代替システムを想定すると、ほとんどの大空港のスポットでは地上電源があり、CO2 削減等の効果を期待しにくい可能性もある。また、事業化が再生型燃料電池の開発にとどまっている印象を受ける。MEA/AEA (More Electric Aircraft/All-Electric Aircraft) 全体を見て、より大きな視点で事業化を考えるべきである。

2. 研究開発等の目標の妥当性

再生型燃料電池という環境性に注力している点が評価できる。飛行実証試験のための安全技術を含めた航空機搭載型モデルまでの目標設定が評価できる。

なお、今後、小型軽量化が必要であり、Boeing との技術実証の成果、特に知財を十分に生かせるかが明確でない。また、水素搭載のガイドラインの策定は重要であり、これに向けた作業を今後も継続する必要がある。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

飛行実証試験に繋がる安全技術の達成が得られた点、Boeing との技術実証を実施している点を含めた、目標としていた点は全て達成されているところは評価できる。また、世界で初めて再生型燃料電池システムを航空機に搭載したことも評価できる。

なお、認証により関与できるスキームを考える必要がある。水素の安全性確保についてはハードウェアに関する対応であった。今後の実用化を考えると作業する人も含めたシステム全体としてのソフトウェア的な対応も今後考える必要があると思われる。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

本プロジェクト後に、機体への搭載と飛行試験がなされ、この成果が実証されたことで事業化への見通しがたてられた点、他産業への波及効果が大きい点は評価できる。

なお、事業化には小型・軽量化が必要であり、他分野での波及効果を得るためには、今後更なる検討が望まれる。また、安全性の技術的確保と社会のコンセンサス作りも事業化の課題である。

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

研究開発上の分担については適切になされており、限られた資金で、成果を出すことにつながっている。

なお、事業の戦略性が弱く、周囲の情勢変化が起こったときに適切に対応できる体制であったかどうか、今後、確認しておく必要がある。

6. 総合評価

長期的な展開に繋がっている点、重要な課題に対して、適切な計画が立てられ、目標通りの成果が得られ、かつそれが今後の実用化につながる可能性を高めた点は高く評価される。日本の優位性を活かすテーマ設定であり、基幹技術として航空機産業振興に必要である。

なお、長所である高い発電効率と電力貯蔵変換効率の収支バランスの向上や、実用化に向けてどのような課題があるかが本プロジェクトを通じて明確になったかをまとめておく必要がある。

7. 今後の研究開発の方向等に関する提言

再生型燃料電池技術を開発したものの、技術実証、認証、事業化を海外 OEM に押さえられてしまっは「技術で勝って、事業で負ける」ことになること、安全性の観点から社会のコンセンサスがとる必要となることを考慮して、本技術の事業化にあたってはより広い視点で事業化戦略を構築していただきたい。

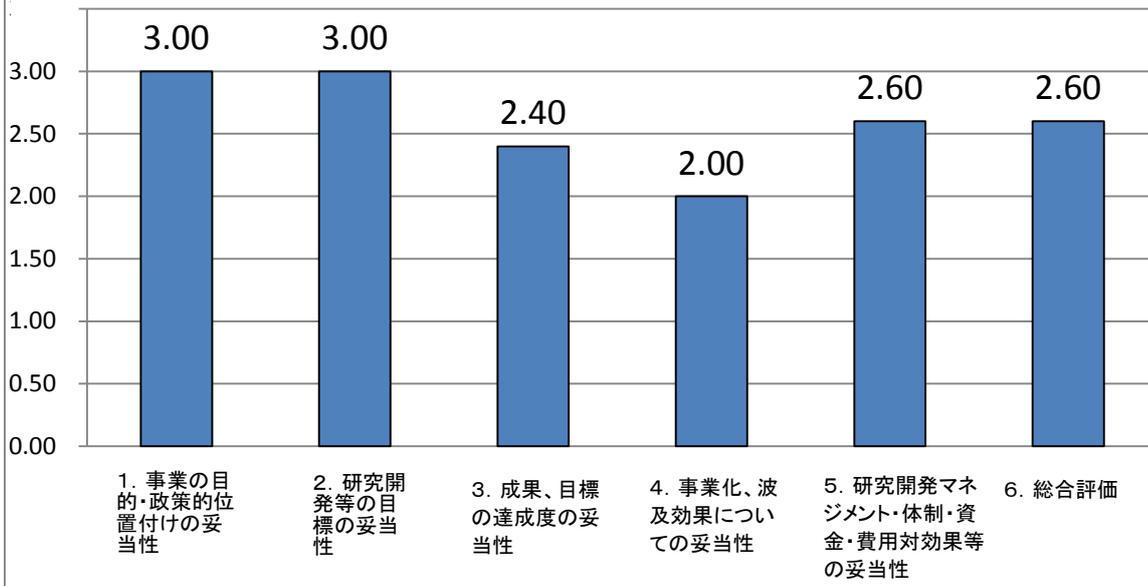
評点結果

評点法による評点結果

(1-1 航空機用先進システム基盤技術開発 (航空機用再生型燃料電池システム))

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	3.00	3	3	3	3	3
2. 研究開発等の目標の妥当性	3.00	3	3	3	3	3
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.40	3	2	2	3	2
4. 事業化、波及効果についての妥当性	2.00	2	2	2	2	2
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.60	3	3	2	3	2
6. 総合評価	2.60	3	2	3	2	3

評点



【評価項目の判定基準】

評価項目1～5

3点:非常に重要又は非常によい

2点:重要又はよい

1点:概ね妥当

0点:妥当でない

6. 総合評価

3点:実施された事業は、優れていた。

2点:実施された事業は、良かった。

1点:実施された事業は、成果等が今一步のところがあった。

0点:実施された事業は、成果等が極めて不十分であった。

プロジェクト名	1-2 航空機用先進システム基盤技術開発（デジタル通信システム）
上位施策名	ものづくり産業振興
担当課	製造産業局 航空機武器宇宙産業課

プロジェクトの目的・概要

航空機運航管理通信は従来、音声による通信が主力であったが、定型的な少量の情報については極力データに置き換えて通信するようになった。将来の航空機運航管理システムに向けては、正確な航空機の位置監視、航行交通の状況、気象状況、目的地の空港の混雑状況等の情報を地上の管制官等と航空機で共有化することにより、該当の航空機に最適でかつ更なる安全安心な飛行経路の指示（飛行計画の適宜更新）が行え、消費燃料削減によるCO2排出量の削減、飛行時間の短縮、空中及び地上での待ち時間の減少による経済効果を目的として、高速データ通信が求められている。

ATM（Air Traffic Management の略、航空交通管理）の近代化計画である欧州の SESAR や米国の NextGen および我が国の CARATS における、通信・航法・監視分野にて共通して必要となる航空機と地上間の情報伝達のためのデジタル通信技術の一つとされている 1GHz 帯 デジタル通信システムの開発を行うものである。

平成 23 年度は、EUROCONTROL が提案している L-DACS1（1GHz 帯デジタル航空機用通信システムの一つの方式のこと）仕様（案）に対し、実装設計前段階としてシミュレーション手法を用いて通信仕様に示される各種要素技術の有用性確認を下記のとおり行った。

無線により通信を行う場合、音声などの情報を自由空間に通しやすくするために、送信側でより高い周波数（ここでは 1GHz 帯）に変換する“変調”を行い、自由空間を通過して雑音や妨害で劣化した状態から、受信側では周波数を戻し元の情報を検出する“復調”を行う一連の処理をシミュレーション化した。変調方式は地上波デジタルテレビ放送等で採用されている OFDM（直交周波数分割多重）方式であり、飛行場域や飛行場入出域、航空路の異なる劣化の状態に対し、安定的に通信を可能とする補正処理を含む復調アルゴリズムを開発した。これをもとに、高速移動体通信で、かつ広域通信の実現化を目指す。

平成 24 年度は、欧州提案の誤り訂正方式である LDPC（低密度パリティ検査符号：low-density parity-check code）方式の採用により通信性能向上を図った。

予算額等（委託費）

（単位：千円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成 23 年度	平成 24 年度	平成 24 年度	平成 27 年度	日本無線（株）
H22FY 予算額	H23FY 予算額	H24FY 予算額	総予算額	総執行額
—	63,878	39,993	103,871	73,414

目標・指標及び成果・達成度

(1) 全体目標に対する成果・達成度

個別要素技術	目標・指標	成果	達成度
OFDM 送受通信技術	OFDM 変復調、誤り訂正処理についてシミュレーションモデルを確立し伝送特性を確認する。 上記モデルより得られた性能を元に回線設計を行い目標通信可能距離 370km (200NM) の確認をする。	シミュレーションモデルを確立した。 一次変調方式 QPSK1/2 における BER=1×10 ⁻⁶ 時の所要 C/N 値が目標値に達し、通信可能距離が目標に達した。	達成
与干渉低減技術	シミュレーションモデルの作成と L-DACS1 で提案されている窓関数による低減効果を確認する。	シミュレーションモデルを確立し窓関数により帯域外にて 15dB 以上の低減を確認した。窓関数の有効性が確認できた。	達成
被干渉低減技術	シミュレーションモデルの作成と L-DACS1 で提案されている 3 方式による低減効果を確認する。	シミュレーションモデルを確立し提案された 3 方式について低減効果を確認した。3 方式の特徴が明らかとなり組み合わせにより改善が図れることを確認した。	達成
PAPR 低減技術	シミュレーションモデルの作成と L-DACS1 で提案されている PAPR 低減効果を確認する。	シミュレーションモデルを確立し PAPR シンボル挿入で 1.5dB 改善した。	達成
TDMA 技術	シミュレーションモデルの作成と L-DACS1 で提案されている同期信号を用いて FL に対して RL が同期可能なことを確認する。	シミュレーションモデルを確立し TDMA 動作のための時間同期検出が可能であることを確認した。	達成
適応変調技術	シミュレーションモデルの作成と L-DACS1 で提案されている適応変調動作について確認する。	GS と AS の相対位置に応じて一次変調方式を変更することで最適な通信量が確保できることを確認した。	達成
通信手順 (通信制御 コマンド)	机上検討にて L-DACS1 で提案されている通信制御コマンドの確認を行う。	要求仕様が示す通信制御コマンドによる通信手順を確認した。リンク維持の為の補正条件を確認した。 (送信出力/周波数/時間軸補正)	達成

(2) 目標及び計画の変更の有無

なし

<共通指標>

論文数	論文の被引用度数	特許等件数(出願を含む)	特許権の実施件数	ライセンス供与数	取得ライセンス料	国際標準への寄与
0	0	0	0	0	0	0

* 技術ノウハウ保護等のため表記の件数となっている。

評価概要

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

先進的な取組であり、今後、航空における高速データ通信の必要性は高まると思われる。また、具体的な仕様（L-DACS1）に基づく研究開発であることは評価できる。高速移動体通信において、狭い周波数帯域で高速通信と広域通信を両立させることを可能にする技術の確立をめざしたものであり、航空機の運航や管制に深く関わっているため、国の実施事業として重要である。

なお、今後、本分野への国が関与する重要性への国民の理解の浸透が必要である。また、事業化の見通しが具体的である必要がある。我が国の CARATS や ICAO のロードマップとの関連は明確であるが、これらの施策全体に対する本計画の重要度が占める程度に関して、出来ればもう少し明確にする必要がある。

2. 研究開発等の目標の妥当性

航空機に最適運航に関わる技術であり、全体の目標を達成するための要素技術に対する個別の目標設定は妥当である。また、費用対効果からも妥当な設定がなされている。また、航空機に最適運航に関わる技術であることも評価できる。

なお、陸続きの欧州 EUROCONTROL の L-DACS1 の仕様であるが、海に囲まれる日本での運用についての検討が必要。波及効果についてももう少し広範で、かつ深い検討が欲しい。全体の目標実現のための個々の要素技術毎の重み（重要度）をもっと明確にした方が良い。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

個々の目標に対しては、個別の要素技術毎に達成されていることは評価できる。

なお、EUROCONTROL の策定仕様がベースとなっているため、我が国がいかにか存在感を示し、この分野でイニシアティブを拡大できるかを検討する必要がある。また、個々の要素技術についての目標達成は認められるが、そのそれぞれが全体の目標に対して、どのように貢献できているかの全体像が掴みにくい。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

今後のデジタル通信化のための検討情報として活用が可能であり、事業化に向けて海外メーカーと調整が進んでいる点は評価できる。一方、他の将来競合技術との比較においての位置付けが欲しい。また、個々の要素技術について一步一步研究開発を続けている段階で、製品化され事業として成立するためにはまだまだ長い道のりがあると考えられるが、認証取得も含めて、これらの行程をより深く検討していく必要がある。

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

目標を達成するための体制やマネジメントとして適切である。また、費用対効果からも妥当な設定である。

なお、管制関連で造詣の深い電子航法研究所の役割をもう少し高めることで、より今後の開発が促進される可能性が考えられる。

6. 総合評価

我が国が立ち遅れている航空機搭載品の開発に結び付く可能性がある。また、本プロジェクトによって目標とする一定の成果が得られたことは評価される。

なお、実運用試験が安価で可能な方法を我が国が獲得することも今後必要である。本プロジェクトに係わる要素技術が多数あるが、それらの関連性を含めた全体像を整理した上で特に有効と判断される要素技術に特に力を注ぐことで、新たな第3世代のデータ通信技術の確立により早く近づいた可能性はある。

7. 今後の研究開発の方向等に関する提言

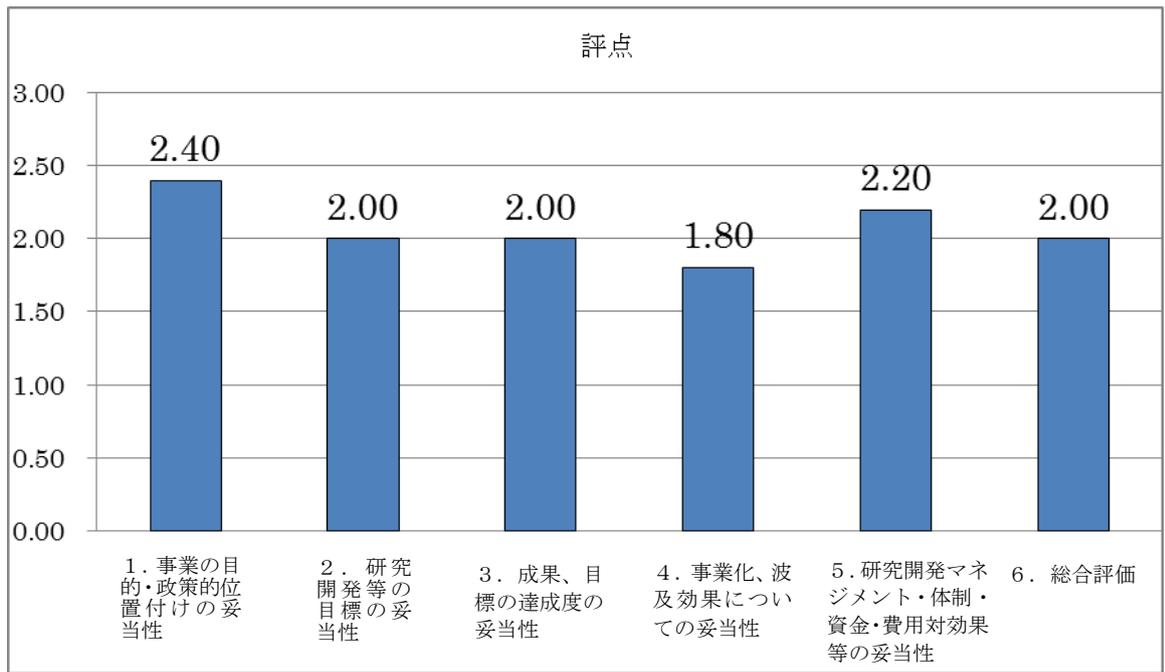
次世代管制システムは航空機の運航、さらには環境対策やエアラインの業績に直結してくる部分であるため、この分野で日本の技術がしっかりとしたポジションを確保すべきと考える。事業化・製品化においては、ユーザーからの意見を取り入れつつ、認証関係の検討を活発化させていただきたい。

評点結果

評点法による評点結果

(1-2 航空機用先進システム基盤技術開発 (デジタル通信システム))

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.40	3	3	2	2	2
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.00	2	2	2	2	2
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.00	2	2	2	2	2
4. 事業化、波及効果についての妥当性	1.80	2	2	2	2	1
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.20	2	3	2	2	2
6. 総合評価	2.00	2	2	2	2	2



【評価項目の判定基準】

評価項目1～5

3点:非常に重要又は非常によい
 2点:重要又はよい
 1点:概ね妥当
 0点:妥当でない

6. 総合評価

3点:実施された事業は、優れていた。
 2点:実施された事業は、良かった。
 1点:実施された事業は、成果等が今一步のところがあった。
 0点:実施された事業は、成果等が極めて不十分であった。

プロジェクト名	1-3 航空機用先進システム基盤技術開発（先進パイロットシステム（機体・システム統合化））
上位施策名	ものづくり産業振興
担当課	製造産業局 航空機武器宇宙産業課

プロジェクトの目的・概要

次期国際共同開発旅客機では機体軽量化・高信頼化のため先進技術が採用されると考えられ、日本のメーカーが当該開発プログラムに参画するためには複合材等の新素材の特性を活かした先進的空力・構造設計、この機体仕様に合致した小型／高性能アクチュエータの開発、及びこれらの統合技術の開発が急務であり、キー技術の先行開発により新技術に対する事前の実証を行い、実績を得る必要がある。

そこで本事業では、次世代旅客機向け先進操縦システム及びその機体統合技術開発として、①可変斜板 EHA (Electro-Hydrostatic Actuator) 技術開発 ②LBHA (Local Backup Hydraulic Actuator) 技術開発 ③操縦システム用データバス規格開発 ④将来操縦システムアーキテクチャ策定 の4つを実施し、キー技術の実用化に向けた目処付けを行う。本成果を基に、最終的には国際共同開発機プログラムでの機体構造と装備品の一括受注、我が国航空機産業の国際競争力強化、及び高付加価値化に貢献することを本プロジェクトの目的とする。

予算額等（委託）

（単位：千円，税込）

開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成23年度	平成24年度	平成24年度	平成27年度	三菱重工業（株）
H23FY 予算額	H24FY 予算額	—	総予算額	総執行額
99,887	81,900	—	181,787	180,563

目標・指標及び成果・達成度

(1) 全体目標に対する成果・達成度

個別要素技術	目標・指標		成果	達成度
	最終時点	中間時点		
①可変斜板 EHA 技術開発	150 席クラス将来民間機の想定仕様を所与として、操縦システムアーキテクチャ検討から得られた耐環境性、耐熱性といった各種要求事項を満足しつつ、キー要素技術について実現の目途付	将来民間機の想定仕様を所与として、操縦システムアーキテクチャ検討から得られた耐環境性、耐熱性といった各種要求事項を満足するよう構想設計を実施し、実用化に向けてキー要素技	150 席クラス将来旅客機の仕様に適合した、可変斜板 EHA の構想設計を実施して計画図初度版を作成した。また、キー要素としてスポイラ・アクチュエータ用可変斜板ポンプを選定し、供試体詳	達成

	けを行う。具体的には、モータコイル温度180°C以下、作動油温度135°C以下（最酷条件下において）を目標とする。	術を明確化する。	細設計及び熱解析を行い、左記の目標値を満たすことを確認した。	
②LBHA 技術開発	150 席クラス将来民間機の想定仕様を所与として、操縦システムアーキテクチャ検討から得られた耐環境性、耐熱性といった各種要求事項を満足しつつ、キーとなる要素技術について実現の目途付けを行う。具体的には、モータ制御における損失を従来比20%以上低減（駆動部発生損失）する。	将来民間機の想定仕様を所与として、操縦システムアーキテクチャ検討から得られた耐環境性、耐熱性といった各種要求事項を満足するよう構想設計を実施し、実用化に向けてキー要素技術を明確化する。	150 席クラス将来旅客機の仕様に適合した、LBHA の構想設計を実施して計画図初度版を作成した。また、キー要素のとして高効率モータ制御アルゴリズムを選定し、2-arm 制御方式によって左記の目標値が達成できることを電力負荷解析によって確認した。	達成
③操縦システム用データベース規格開発	将来操縦システムに適した柔軟な冗長度管理が可能で、分散処理が可能なデータベース規格基本仕様を策定し、ハードウェア/ソフトウェア試験によって基本的機能・性能を実証する。	中間目標なし。 ※平成 23 年度の検討で、目標達成のため取り組むべき技術課題として明らかとなったため、平成 24 年度以降の要素技術項目として特出し。	高冗長や分散処理に対応した規格として基本仕様を策定した。また、汎用器材を用いてケーブル断線時の機能維持、故障検出等の基本機能確認を実施し、コンセプトの成立性を確認した。	達成
④将来操縦システムアーキテクチャ策定	上記の各技術を含めた将来操縦システムアーキテクチャを策定し、既存操縦システムに対して重量に25%削減、破局的故障の発生確率 $10^{-12}/H$ 達成の見込みを得る。	将来操縦システムの基本アーキテクチャを策定し、重量25%削減と破局的故障の発生確率 $10^{-12}/H$ の実現に向けた見通しを得る。	150 席クラス民間機の想定仕様にに基づき、可変斜板 EHA と LBHA を適用した操縦システムの基本アーキテクチャを策定した。既存操縦システムと比較して重量は23.3%の削減、破局的故障の発生	一部達成

			確率は $10^{-12}/H$ を達成する見込みを得た。重量についてはわずかに目標には達しなかった。	
--	--	--	---	--

(2) 目標及び計画の変更の有無

平成 24 年度以降の事業予算が当初の目論見から大幅に減額になるという見通しを受け、本来の計画では操縦システムの各コンポーネントについて開発・評価を実施する予定であったものを、特にキーとなる要素に絞った開発・評価を実施するように計画見直しを行った。キーとなる要素の選定にあたっては、構造検討とシステムアーキテクチャ検討の過程において実用化に向けてハードルとなる技術課題を明確化することで資源を集中投下すべき要素技術を絞り込み、削減予算下でも最大限の成果が得られるよう図った。

<共通指標>

論文数	論文の被引用度数	特許等件数 (出願を含む)	特許権の実施件数	ライセンス 供与数	取得ライ センス料	国際標準へ の寄与
0	0	1	0	0	0	0

* 技術ノウハウ保護等のため表記の件数となっている。

評価概要

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

航空機の MEA 化、AEA 化、さらには ICT 化に関わる重要な研究開発である。次世代航空機の操縦システムの高効率化につながる技術の開発であり、技術戦略マップにも謳われているテーマともなっており妥当である。

なお、今後、本分野への国が関与する重要性について国民の理解の浸透が必要である。また、出口戦略が不明瞭であり、他の研究開発との連携を図ることで、航空機の電動化、ICT 化でいかに日本が競争力を高めていくための戦略につなげる必要がある。今後の実用段階では、国に依存せず自社開発を続けることができる体制も可能にあると考えられるので、その可能性も念頭において実用化の検討を続けていただきたい。

2. 研究開発等の目標の妥当性

航空機の電動化で重要な役割を果たす EHA、LBHA を扱っており、かつ事業者は EMA の技術も有している。また、EHA や LBHA のようなハードウェア開発に加えて、システムアーキテクチャといったシステム考察も含んでおり、それぞれに具体的な目標を設定している点は評価できる。

なお、他国の同等な開発計画の調査を加えた上で、問題設定を行っているのと、より効率的な計画になった可能性があり、今後、競合他社にいかに対抗していくかの具体的な方策が見えてくると非常に良い。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

詳細設計まで実施されている点、操縦システム用データベース規格を作成し、その知財確保が考えられている点は評価できる。

なお、システムアーキテクチャの策定に関して、重量が目標数値にわずかに達しなかった点は、残念であるが、これによって本プロジェクトの価値を大きくさげるものではない。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

電動化の要素技術は将来性がある。また、自社開発の可能性がある次期国産旅客機に本成果を独占的に提供できることが見込まれる点は、事業化の観点から有効である。

なお、軍用機に適用されている EMA の適用・戦略的活用可能性などの検討も将来的に行ってほしい。また、本技術を事業化につなげるためには、海外システムメーカーとの協調が必要であり、この点が今後の大きなハードルになる可能性がある。

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

マネジメントや実施体制等は適切であるが、コストパフォーマンスの点では改善すべきである。変化への対応自体は不必要であったということであるが、現在世界各国で開発が進められている分野であることに鑑み、常に動静を注目する姿勢は維持し続けていただきたい。

6. 総合評価

将来必要とされる技術開発であり、適切な計画に従って、成果を着実に出した点は高く評価される。なお、実際の試作やシステム実証が実施できる環境を整えつつ、他国に遅れることなく、常に研究開発が続けられるような体制を維持する必要がある。

7. 今後の研究開発の方向等に関する提言

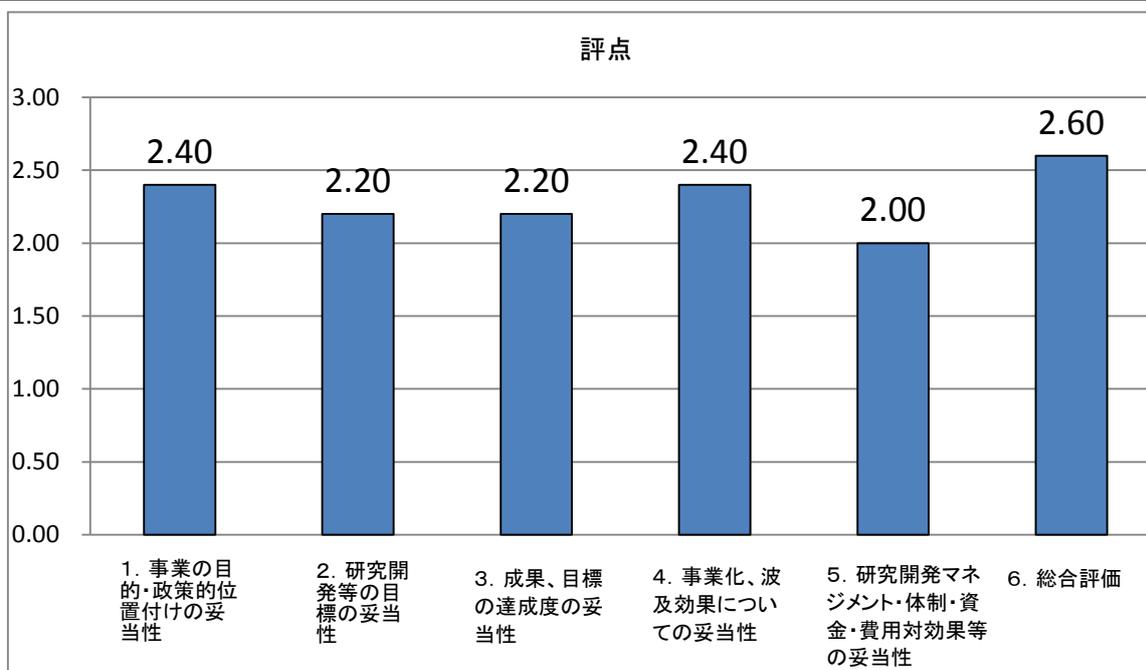
航空機の電動化や ICT 化の流れの中で重要な研究開発プログラムと考えられる。個別技術の開発だけでなく、システム・インテグレーション・レベルでの事業化を是非、実現していただきたい。その意味でも、他の電動化関連プログラムとの連携を通して、より大きなシステムへの展開を期待したい。また、市場参入に向けて、将来の動向を把握し、適切な目標設定ならびに完成機メーカーとの連携が重要である。

評点結果

評点法による評点結果

(1-3 航空機用先進システム基盤技術開発 (先進パイロットシステム (機体・システム統合化)))

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.40	3	3	2	2	2
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.20	2	2	2	2	3
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.20	2	2	2	2	3
4. 事業化、波及効果についての妥当性	2.40	3	2	3	2	2
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.00	2	2	2	2	2
6. 総合評価	2.60	2	2	3	3	3



【評価項目の判定基準】

評価項目1～5

3点:非常に重要又は非常によい

2点:重要又はよい

1点:概ね妥当

0点:妥当でない

6. 総合評価

3点:実施された事業は、優れていた。

2点:実施された事業は、良かった。

1点:実施された事業は、成果等が今一步のところがあった。

0点:実施された事業は、成果等が極めて不十分であった。

プロジェクト名	1-4 環境適応型小型航空機用エンジン研究開発
上位施策名	ものづくり産業振興
担当課	製造産業局 航空機武器宇宙産業課

プロジェクトの目的・概要

小型航空機用エンジンの完成機開発能力の更なる向上としてインテグレーション技術開発を、競争力強化の観点から直接運航費用低減に貢献する低コスト製造技術開発を実施する。

予算額等（補助（補助率：1/2））

（単位：千円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成24年度	平成24年度	平成24年度	平成27年度	株式会社IHI
H22FY 予算額	H23FY 予算額	H24FY 予算額	総予算額	総執行額
—	—	98,877	98,877	93,016

目標・指標及び成果・達成度

(1) 全体目標に対する成果・達成度

個別要素技術	目標・指標	成果	達成度
	最終時点		
<u>インテグレーション技術開発</u>			
①エンジン性能	実データとの比較により、性能予測レベル向上度を確認	①エンジン重量も加味した機体搭載時の燃料消費量を推算可能とする手法を考案	達成
②主流巻き込み		②シール部CFD解析の高速化と主流巻き込みモデルの改良によりシール効率などの予測精度が向上（10pts）	達成
③タングリング	実現象との比較により、破壊を伴う現象を定性的に再現できているか評価	③破断ひずみの速度依存性を考慮するなどの解析手法の改良を行い、予測精度を向上	達成
④ファン異物衝突		④モデル化範囲、異物モデルの引張強度を適切に設定し、大変形時の翼変形量の予測精度が大幅に向上	達成
⑤キャビティ	⑤温度予測精度（寿命）の向上度を確認	⑤リグ試験機により流動機構を解明し、CFDを検証。流れ構造を温度予測に反映することで、精度が60%以上改善	達成
個別要素技術	目標・指標	達成度	個別要

	最終時点		素技術
低コスト製造技術開発			
① 圧縮機部品	試作、評価により、寸法精度や低コスト化を確認	①複雑形状部品である連翼をMIMで製造、金型改良で寸法精度を確認、強度は鍛造材並で、コストも60%削減と評価	達成
②フレーム部品		②板金化適用部位などの構造設計を行い、強度解析で成立性を確認、重量10%減、コスト6%減と評価	達成
③燃焼器部品		③燃料噴射弁について、DLDやMIMの適用部位を選定し、製造可能であることを確認、コスト1/6と評価。ライナーは、課題となるドロス除去に対し、アシストガスノズルの改良でレーザー孔加工速度向上(3倍以上)を確認、コストも1割削減と評価	達成
④技術動向調査		④文献調査等を実施し、有望技術として選定した加工技術(Laser Sintering、通電拡散接合)の試用を実施し有用性、課題を確認	達成
	直接運航費用削減目標—15%への寄与度を確認(直接運航費用低減への寄与度として、各技術適用で+0.15%を指標とする)	これらの低コスト製造技術をエンジンに適用すれば、貢献度としてDOC低減+0.4%と見込まれる	達成

(2) 目標及び計画の変更の有無

無し

<共通指標>

論文数	論文の被引用度数	特許等件数(出願を含む)	特許権の実施件数	ライセンス供与数	取得ライセンス料	国際標準への寄与
0	0	0	0	0	0	0

* 技術ノウハウ保護等のため表記の件数となっている。

評価概要

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

航空分野は国が関与する必要性が大きく、エンジンは非常に重要な基幹技術である。先進的なビジネスモデルを構築している領域であるため、エンジンOEMにつながる研究開発として重要である。また、CAEが積極的に導入されている点も評価できる。

なお、今後は本分野への国が関与する重要性への国民の理解の浸透が必要である。

事業性・市場性について詳細な分析を行っているが、残念ながら市場がなかなか見えないため、新たな

市場創出の可能性についても検討ができれば良いと考えられる。

2. 研究開発等の目標の妥当性

シミュレーション、素材、加工・製造技術など、複数の重要技術テーマから構成されており、わが国で不足している技術課題や将来性のある要素技術の開発を目標設定としている。また、具体的な数値目標が明示されており適切である。

なお、インテグレーションには技術認証を取得する技術や、高額なエンジン部品に対する修理再生技術が今後必要である。シミュレーションや素材、加工技術は航空機以外への波及可能性があると考えられ、より広い視点で波及効果の検討をすると良い。目標自体は、具体的な数値が明示されており、適切である。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

要素技術毎の目標に対しては個々に達成されており、妥当な成果が得られたと判断される。今後の我が国の航空機エンジン技術・事業の競争力強化への寄与が大きいと考えられる。

なお、要素技術毎の達成度は理解できたが、それらがインテグレートされたエンジン（仮想のものであったかもしれないが）全体としての評価も行うことができればよかった。本技術成果を今後、どのように活用していくか、できるだけ具体的に検討していただきたい。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

応用される可能性の高い技術の開発であり、他機種用エンジンへの成果展開も考えられており、波及効果が期待できる。

なお、事業化に向けては、技術開発だけではなく、エンジンサポート等を継続できる体制が必要であり、その点もプロジェクト当初から考慮に入れた計画にすることが望まれる。また、FAAの認証取得など、事業化への具体的アプローチが欲しい。

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

研究開発マネジメントや体制については、組織的に行われており適切である。また、コストパフォーマンスも良い。

なお、もともとのプロジェクトが対象とする機体規模が変化してしまった状態で、本プロジェクトが行われたため考慮すべき余地は多いが、費用対効果という観点では相当程度の効果が得られたという判断にとどまったことは残念である。

6. 総合評価

航空機用エンジン技術は安全保障上も国家の戦略的産業としての位置付けからも重要であり、可能な努力を積み上げる必要がある。技術開発された要素技術の成果の一部は今後の実用化につながる可能性が高いとの報告があり、その点は評価される。

なお、想定される機体規模が変化する状態のもとで研究開発が行われた点で、苦労は多かったと思われる。

7. 今後の研究開発の方向等に関する提言

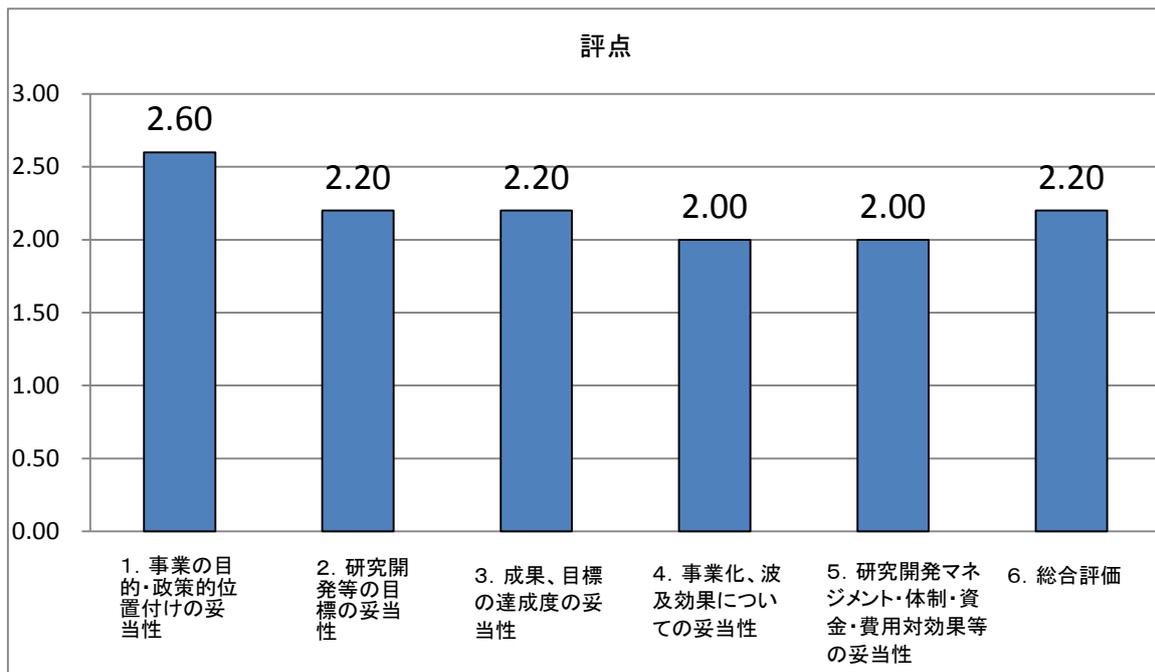
航空機用エンジンが市場で受け入れられるためには、技術的な観点の他に、販売、運用、維持整備関係の考慮点についても、検討する必要がある。また、個別要素技術においては技術革新への更なる取組を行うことで、事業化や波及効果の拡大が期待される。なお、市場の変化によって、対象が一部の機体のみになってしまったことについては、今後のエンジン開発の教訓として活かす必要がある。

評点結果

評点法による評点結果

(1-4 環境適応型小型航空機用エンジン研究開発の概要)

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.60	3	3	2	3	2
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.20	3	2	2	2	2
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.20	3	2	2	2	2
4. 事業化、波及効果についての妥当性	2.00	3	3	1	1	2
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.00	2	2	2	2	2
6. 総合評価	2.20	3	2	2	2	2



【評価項目の判定基準】

評価項目1～5

3点:非常に重要又は非常によい

2点:重要又はよい

1点:概ね妥当

0点:妥当でない

6. 総合評価

3点:実施された事業は、優れていた。

2点:実施された事業は、良かった。

1点:実施された事業は、成果等が今一步のところがあった。

0点:実施された事業は、成果等が極めて不十分であった。

プロジェクト名	2-1 次世代構造部材創製・加工技術開発（複合材構造健全性診断技術開発）
上位施策名	ものづくり産業振興
担当課	製造産業局 航空機武器宇宙産業課

プロジェクトの目的・概要

航空機の整備、点検作業効率化を図るべく、実飛行環境でも十分なシステム信頼性を有する、光ファイバを活用した複合材構造健全性診断技術を開発する。

予算額等（委託）

（単位：千円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成20年度	平成24年度	平成24年度	平成27年度	一般財団法人 素形材センター
H22FY 予算額	H23FY 予算額	H24FY 予算額	総予算額	総執行額
181,700	220,517	215,000	1,027,212	1,027,212

目標・指標及び成果・達成度

(1) 全体目標に対する成果・達成度

要素技術	目標・指標	成果	達成度
高信頼性診断技術開発	実用レベルの構造健全性診断を可能とし、航空機の点検効率を大きく改善する航空機構造健全性診断技術を開発する。	実用レベルの診断を実現する診断手法とその信頼性を検証した。	達成
高信頼性システム技術開発	・実飛行環境下で航空機複合材構造の歪、損傷などを高速、高精度に計測し、信頼性診断データの計測システムを開発する。 ・計測システムの小型化技術を開発する。	光ファイバーセンサーの耐環境性、耐久性の試験を行って検証した。また、システム小型化の検討に着手し、試作を行って検証した	達成
センサ機能の拡張	センサ機能を拡張し、計測データを活用して診断の信頼性を向上する技術を開発する。	センサ機能の拡張による診断信頼度向上の試験を行って検証した。	達成

(2) 目標及び計画の変更の有無

なし

<共通指標>

論文数	論文の被引用度数	特許等件数 (出願を含む)	特許権の 実施件数	ライセンス 供与数	取得ライ センス料	国際標準へ の寄与
21	0	14	0	0	0	0

評価概要

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

我が国の技術優位性を維持向上させるものである。また、複合材料は日本にとって戦略的に重要な技術であり、SHMは複合材料の低コスト化、高信頼性の確保の観点から必要不可欠な技術である。

なお、本分野への国が関与する重要性への国民の理解の浸透が必要ある。また、長期間実用化を目指した研究が続いており、出口戦略をも明確にした上で、できるだけ早く実用化されることが期待される。

2. 研究開発等の目標の妥当性

ファイバーセンサーを用いたヘルスマonitoring技術は、構造部材に機能部材の特性を加えることができ、付加価値を高めることに繋がる可能性がある。全体の目標設定のみならず、個別の要素技術毎にも非常に明確な目標設定がなされており適切である。

なお、実際の航空機に対する健全性診断の対象が不明確なように思われる。また、ファイバーセンサーの故障・トラブルの発見と対策が必要である。個々の要素技術がシステム全体にどのように貢献するか、かつそれぞれの技術がお互いにどのように補完しあっているかを見通せるようにしていただきたい。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

全体ならびに個別要素技術を含めて、設定された目標を全て達成されていることは確認できる。また、実証による成果は高く評価できる。

なお、長期において本件で採用した装置の重量が単に燃費増につながる可能性があるため、装置の重量に対する評価があった方がよい。個々の要素技術毎の実用化に向けての課題について整理することは、今後の本システムの実用化に重要な情報を与えられたい。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

航空機メーカーとの連携も進められており、事業化に向けての見通しは立っていると判断される。また、地上の様々な施設においては、装置の重量増のデメリットは航空機よりも小さく、航空機以外での波及効果は大きいのではないかとと思われる。モニタリングで得られたデータをもとに、より先進的な研究内容でイニシアティブがとれる可能性がある（マテリアル・インテグレーション等）。

なお、知財の確保と有効活用が必要である。また、今後の実用化のためには認証取得が最大の関門と考えられ、その点に関する検討を加速させていただきたい。

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

研究開発マネジメントの体制に関しては、それぞれの分担も明確化されており、適切である。なお、長年取り組まれてきているテーマであり、技術的な可能性や限界から、社会的ニーズに対応してテーマの妥当性を検討する必要もある。

6. 総合評価

複合材は我が国の得意分野であり優位性を維持向上することに国が関与することは有意義である。航空機等の安全性、経済性に大きく寄与する先進的技術の先駆的開発であり評価できる。また、多くの成果を達成している点で、本事業は優れていたと判断される。

なお、長年取り組まれてきているテーマであり、社会的ニーズ（経済性、安全性）を考慮した上で、実用化を早く成し遂げることを目標にして引き続き積極的に研究を推進していただきたい。

7. 今後の研究開発の方向等に関する提言

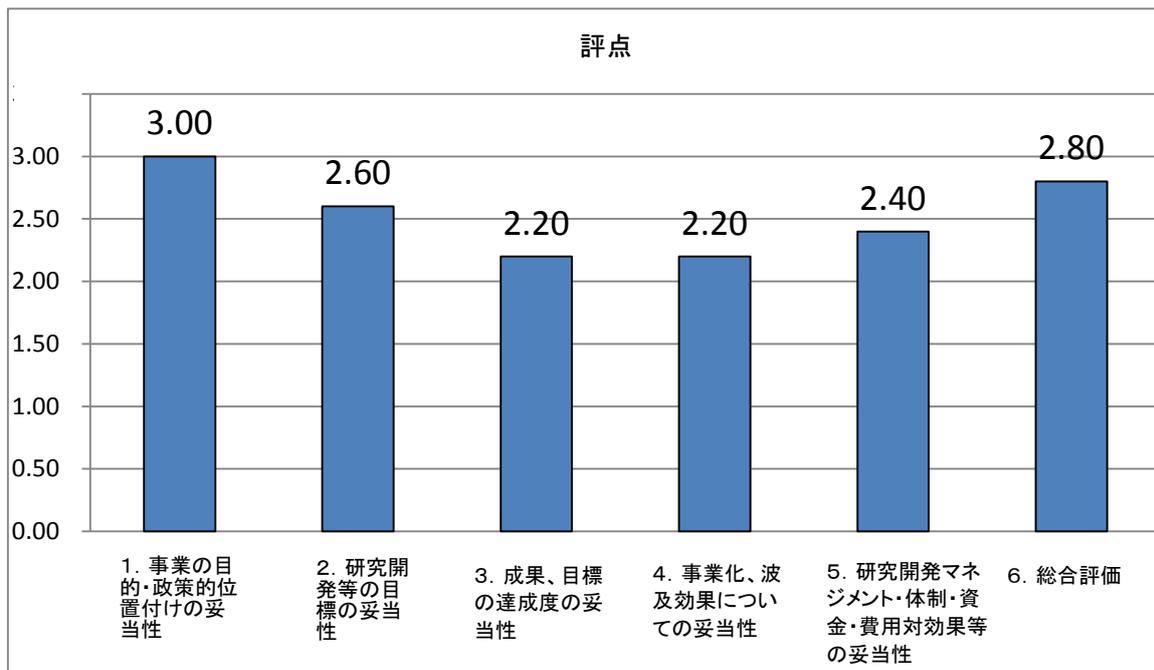
複合材料及び関連技術は日本が強い分野であり、ボトルネックになっている部分を明確にすることで、今後の実用化を期待したい。また、製造コストだけでなく、本システムを用いることによる整備等コストの削減もあり、航空機のライフサイクルを考えた際のコストの観点から本システムの利点を明確にすることも必要である。加えて、実証評価できる体制を含めた認証取得に関する検討をする必要がある。

評点結果

評点法による評点結果

(2-1 次世代構造部材創製・加工技術開発（複合材構造健全性診断技術開発）)

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	3.00	3	3	3	3	3
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.60	3	3	2	2	3
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.20	2	3	2	2	2
4. 事業化、波及効果についての妥当性	2.20	2	2	3	2	2
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.40	2	3	3	2	2
6. 総合評価	2.80	3	3	3	2	3



【評価項目の判定基準】

評価項目1～5

3点:非常に重要又は非常によい

2点:重要又はよい

1点:概ね妥当

0点:妥当でない

6. 総合評価

3点:実施された事業は、優れていた。

2点:実施された事業は、良かった。

1点:実施された事業は、成果等が今一步のところがあつた。

0点:実施された事業は、成果等が極めて不十分であつた。

プロジェクト名	2-2 次世代構造部材創製・加工技術開発 (次世代チタン合金構造部材創製・加工技術開発)
上位施策名	ものづくり産業振興
担当課	製造産業局 航空機武器宇宙産業課

プロジェクトの目的・概要

わが国が保有している優れたチタン合金技術および金属加工技術を航空機構造に適用し、チタン合金部材の製造コストを30%削減することを目標とする。

加工性に優れた新チタン合金（Ti-9 合金シート材、Ti-531C 鍛造材・押出材、SP-700 粉末）、および高効率加工技術（部分加熱成形、レーザービーム溶接、FSW、粉体焼結）を開発し、航空機構造チタン合金部材の製造コストを下げることにより、わが国製造業の競争力を上げるとともに、航空機のさらなる軽量化に寄与する。

予算額等（委託）

（単位：千円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成20年度	平成24年度	平成24年度	平成27年度	一般財団法人素形材センター
H22FY 予算額	H23FY 予算額	H24FY 予算額	総予算額	総執行額
120,000	169,000	164,000	693,000	693,000

目標・指標及び成果・達成度

(1) 全体目標に対する成果・達成度

要素技術	目標・指標	成果概要	達成度
[テーマ別技術開発]			
(1) テーマ1 チタン板金部品の低コスト製造技術の開発	①低コストで冷間加工性に優れたチタン合金（Ti-9）板材を開発する ②チタン合金製板金部品の低コスト曲げ成形技術を確立する	①鉄鋼用製造ラインを用いて、Ti-9合金板の面内強度異方性を軽減する圧延方法を開発した。 ②局所加熱成形装置を開発し、Ti-9合金の精度の良い曲げ成形手法を開発した。	達成
(2) テーマ2 高加工性新チタン合金の押出／鍛造材を用いた低コスト製造技術の開発	①加工性に優れたチタン合金（Ti-531C）開発 ②チタン合金の押出材・鍛造材を対象とした低コスト加工プロセス（押出材曲げ、接合、切削）を開発する	①高加工性新チタン合金（Ti-531C合金）を開発し、鍛造および押出試作を行い、熱間加工性に優れていることを確認した。 ②押出材に対する局所加熱逐次成形装置を開発し、金型なしで高効率曲げ加工が可能であることを確認した。	達成

		③組立大型化の基礎技術として、新チタン合金 (Ti-531C 合金) を最新ファイバー・レーザ溶接機器を用いて高効率に接合する手法を開発した。	
(3) テーマ3 高機能化チタン合金 焼結部品の低コスト 製造技術の開発	①SP-700 合金をベースとし、 焼結に適したチタン混合 粉末を開発する ②・粉末焼結法による部品製 造プロセスを開発する ・放電プラズマ焼結法によ る部品製造プロセスを開 発する	①チタン SP-700 合金をベースとし た焼結用混合粉末を開発した。 ②CIP を用いる金属粉末焼結法をベ ースに、チタン合金粉末に適した焼 結手法を開発した。 ③放電プラズマ装置をチタン合金小 型部品の製造に適用し、製造条件の 最適化を行い、高密度焼結体を試作 した。	達成
[共通技術開発]			
(4) 共通技術 1 材質評価	開発する素材および加工部 品が適切な特性を有するよ う調査・提言し、実用化を促 す	押出/鍛造部材 (Ti-531C 合金) の 溶接部疲労強度問題、板金部材 (Ti-9 合金) 力学的異方性軽減法などを調 査し、製造プロセス開発の指針を示 した。	達成
(5) 共通技術 2 接合技術 (摩擦拡散 接合 (FSW))	・FSWによるチタン合金接合 技術を開発する ・新合金へのFSW適用を図る	摩擦攪拌接合の接合条件を制御する ことにより、継手の組織および機械 的特性を制御する接合手法を確立し た。	達成
(6) 共通技術 3 先端粉末造形技術 (レーザフォーミング および金属粉末射出成 形 (MIM))	レーザフォーミングおよび MIMをチタン合金粉末に適用 するための研究を実施する MIMについては大型・複雑形 状品の試作を行う MIM: Metal Injection Molding	①レーザフォーミング; 装置を開発 し、チタン合金粉末積層造形体の相 対密度を 100%に近くまで高めた。 ②MIM; チタン合金に対し、充填密度 の高い焼結に成功した。	達成

(2) 目標及び計画の変更の有無

なし

<共通指標>

論文数	論文の 被引用度数	特許等件数 (出願を含む)	特許権の 実施件数	ライセンス 供与数	取得ライセ ンス料	国際標準へ の寄与
8	0	9	0	0	0	0

評価概要

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

複合材料関連と並んで中核的要素技術の一つに位置づけられており、我が国の国際競争力を高めることにつながる重要な技術と捉えることができ、政策的位置づけは極めて明確である。また、我が国が強みを出せる素材加工技術分野であること、我が国の材料技術の強みを航空機産業に活かすことができることは評価できる。

なお、本分野への国が関与する重要性への国民の理解の浸透が必要である。また、価格、加工性に課題がある。資源としてのチタンは海外に依存せざるをえないため、事業リスクが生じる可能性がある。実機適用可能になるような設備投資という面についても事業目的を検討してもよい時期にきていると思われる。

2. 研究開発等の目標の妥当性

コスト低減目標を具体的な数値で示しており、かつ個々の要素技術の指標設定も具体的に示されており適切である。また、チタン加工技術は重要な基幹産業となることや、複合材料への適用拡大にともない、チタンの重要性・用途が拡大すると考えられることから、目標設定は妥当である。

なお、チタン製品の国内 OEM が弱いと本技術を十分に活かす可能性はある。また、コスト低減目標の具体的な数値が示されたが、これの実現による航空機開発全体へのコスト低減効果も検討していただきたい。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

個々の要素技術毎に設定された目標を一つ一つ達成されており、妥当な成果が得られていると判断される。

なお、コスト低減の視点からも航空機以外の用途開発も重要となる。設定されたコスト削減目標の達成が、一応目処がついたことは示されているが、個々の要素技術毎にコスト削減にどの程度効果があり、その相乗効果によって全体のコスト削減につながるといったような、定量的な議論をより詳細に検討いただくことが、今後の更なるコスト削減につながると思われる。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

事業化にむけての技術開発に関しては、十分に開発の目処がたっていることは確認できる。また、他産業への応用が期待される。

なお、事業化に向けて材料認定や認証関係の検討も進め始められようとしている点は評価できるが、今後更に検討を促進していただきたい。

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

研究開発マネジメントや研究開発体制に関しては、産学官の連携もよくされており、評価される。

なお、チタン合金をとりまく世界の開発状況は日々変化をとげているようであり、プロジェクト期間中も的確に変化を把握されてはいたが、今後も動向に対して十分な注意を払い、スピード感をもった取組みが期待される。また、コストパフォーマンスについても改善の必要がある。

6. 総合評価

新技術へチャレンジをしている点、多くの成果を個々の要素技術毎に出している点は評価できる。

なお、製造技術として国際標準化をリードする戦略や、認定、認証関係の取組が重要課題であるという認識を持つことが必要である。また、加工した試験部品の実証試験機への搭載試験などが実施できればよい。

7. 今後の研究開発の方向等に関する提言

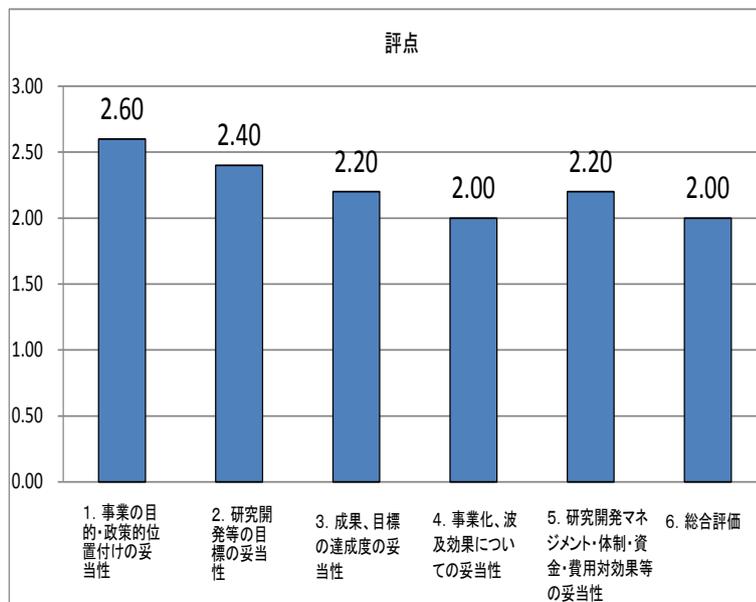
技術開発に関しては、個々の要素技術毎に高い成果を挙げているが、そういった技術そのものに対する取組だけではなく、今後は実証試験をとおした材料認定や認証といったような実際の航空機部材に活用していくことができるような事業化に向けての取組が重要であることを認識し、研究開発を進めていく必要がある。

評点結果

評点法による評点結果

(2-2 次世代構造部材創製・加工技術開発 (次世代チタン合金構造部材創製・加工技術開発))

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.60	3	2	2	3	3
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.40	2	2	2	3	3
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.20	2	2	2	3	2
4. 事業化、波及効果についての妥当性	2.00	3	1	2	2	2
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.20	2	2	2	3	2
6. 総合評価	2.00	2	1	2	2	3



【評価項目の判定基準】

評価項目1～5

3点:非常に重要又は非常によい

2点:重要又はよい

1点:概ね妥当

0点:妥当でない

6. 総合評価

3点:実施された事業は、優れていた。

2点:実施された事業は、良かった。

1点:実施された事業は、成果等が今一步のところがあった。

0点:実施された事業は、成果等が極めて不十分であった。

プロジェクト名	3-1 超高速輸送機実用化開発調査
上位施策名	ものづくり産業振興
担当課	製造産業局 航空機武器宇宙産業課

プロジェクトの目的・概要

中長期的に実現が期待される超高速機の国際共同開発において、我が国が相応の役割を果たすことに繋げるべく、重要要素技術を開発する。また、将来の国際共同開発において主導的な立場で参画すべく、その時点で想定しうる超高速機のスペック等を設定する。

予算額等（補助（補助率：50%））

（単位：千円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成 14 年度	平成 25 年度	平成 18 年度 平成 21 年度 平成 24 年度	平成 27 年度	一般財団法人 日本航空機開発 協会
H23FY 予算額	H24FY 予算額	H25FY 予算額	総予算額	総執行額
91,593	91,593	82,000	1,920,243	1915,319

目標・指標及び成果・達成度

(1) 全体目標に対する成果・達成度

個別要素 技術	目標・指標		成果	達成度
	最終時点	中間時点		
空力技術	全機空力形状最適化設計技術	インテークナセル形状について、各種パラメータ及びナセルの位置等による空力抵抗への影響を評価し、抵抗低減形状を検討する。	垂直尾翼、水平尾翼及びインテークナセル等の最適化を施したベースライン形状に対して、エンジン吸排気を含む機体・ナセル統合形態での空力性能評価を実施し、抵抗減少が可能であることを確認した。これにより空力形状最適化設計技術構築の見通しを得た。	達成
	低騒音化技術	騒音測定試験及びCFD解析に基づき音源モデルを作成し、精度向上を行なう。また、翼胴形態での抵抗・ブーム最適化手法を開発する。	機体開発設計に利用できる実用的なエンジン騒音等の音響伝播解析ツールを開発する。また、抵抗低減と両立するソニックブーム低減解析手法を開発する。	簡便で設計に使える音響伝播解析手法を開発するため、ジェット騒音の音源モデルを作成、音響伝播解析手法の検証を実施した。また、抵抗低減とともにソニックブームを低減するための最適化手法を開発し、抵抗とともにブームを低減できる見通しを得た。

個別要素 技術		目標・指標		成果	達成度
		最終時点	中間時点		
空力技術 材料・構造技術	安全性向上技術	機体開発設計に利用できる実用的な全機非定常空力解析技術を構築する。	翼胴形態で、解析時間の低減と精度向上を可能とする非定常空力解析技術を開発する。	BCMによる実用的なフラッタ評価ツールを開発し、亜音速域と同レベルの10%以内の推算精度を達成。	達成
	軽量化構造設計技術	薄い主翼等超高速機に特異な形状に適用できる、空力特性と組み合わせた軽量化設計技術を構築する。	主翼桁間構造について空力弾性特性評価を含めた最適化手法を開発する。また、抵抗低減を可能とする主翼の断面可変手法を検討する。更に、金属と複合材の効率的な結合手法を検討する。	空力弾性特性評価を含んだ複合材桁間構造に非線形効果（ポストバックル設計）を考慮した構造最適化手法を開発した。最適化により主翼構造重量は12%減少。また、飛行条件を見直しフラッタ要求速度を緩和することにより、主翼重量を10%程度軽量化できる見通しを得た。	達成
	低コスト製造技術	低コストでの複合材成形技術及び金属材料成形技術等を開発する。	高効率で低コストな複合材成形法、複合材一体成形法、低コストチタン成形加工法等を検討する。	複合材構造において結合金具等ヘチタン合金の多用が想定され、製造コスト低減が望める新ピーニング成形技術を開発し、成形高さについて解析手法の有効性を確認した。また、形状精度の高いRTM成形手法について、大型部材を効率的に成形し、高品質、低コストで更に板厚方向の強度向上を図った。	達成
超高速機のスペック等の検討		開発目標とする機体のスペック等を設定する。	航続距離、座席数等の各種運航条件での、主要諸元を策定し、主要性能を推算する。	ファミリー化を考慮した超高速機の要求仕様を設定した。また、日仏共研において機体規模の軽量化、燃料節減を図るため、最適な加速上昇スケジュールを検討し、日欧共研において需要予測を実施した。	達成

(2) 目標及び計画の変更の有無

なし

<共通指標>

論文数	論文の被引用度数	特許等件数 (出願を含む)	特許権の実施件数	ライセンス 供与数	取得ライセンス料	国際標準への寄与
21	0	18	0	0	0	0

評価概要

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

今後、海外を含めて超音速輸送機の開発が始まった場合、日本がパートナーとして参加するにあたり重要な技術開発テーマである。また、将来の国際共同開発が見込まれる超音速機に関して、我が国が十分な役割を果たすことができるようになるためには、環境適合性等に関する要素技術を重点的に開発することが重要である。

なお、本分野への国が関与する重要性への国民の理解の浸透が必要である。また、超高速化や騒音の低減は、一般論としては必要だが、どこまで必要かの判断が難しいテーマである。

2. 研究開発等の目標の妥当性

環境適合性と経済性の両面の課題を解決するために各要素技術は明確に目標を設定できている。

一方、需要予測や航空会社のメリットが現実的か不明確である。コンコルドの事業としての失敗事例を分析した上で目標設定すべきである。また、機体スペックの検討も同時になされているが、各要素技術の目標が達成されたときに、どのようにスペック自体に影響が及ぶか（より高性能化できるか）についても明確にすべきである。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

日欧共同研究等でも評価されており、長期にわたるプロジェクト期間を通じて、各要素技術に関する多くの成果が得られたことは評価できる。特に主翼軽量化の定量的な見通しが得られたことと離着陸騒音の低減につながる騒音評価手法をある程度確立できたことは今後の開発につなげられる技術であると判断できる。また、他国でもあまり取り組んでいない超音速機技術に取り組んだことの価値は高い。

一方、欧米他社（民・官双方）の動向が全く記されておらず、事業環境の変化がとらえられていない。また、それぞれの要素技術の実現が機体全体の性能にどのように効いてくるかの定量的観点も含めた目標設定があれば、今後の研究開発の際には有効であると考えられる。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

超音速機向けに開発された技術の多くは、亜音速機に広く活用できるため、その点での波及効果は大きい。また、超高速機以外の航空機製造に必要な成果（波及効果）を出している。

一方、経済性と環境性が解決されたとする目標値や、現状での到達点、クリアすべき技術的困難性などを整理する必要がある。また、他の超音速機開発プロジェクトとの関連・連携が見られない。大型の開発計画であるため、これからの世界全体の経済情勢が事業化の見通しに大きく影響する点は否めないため、常に周辺の状況を見極めながら計画を進めていくことが重要である。

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

国外機関との国際共同研究も行った研究開発であり、そのマネジメントや実施体制は適切に行われたと判断される。

一方、費用対効果の面では、そもそもの機体開発計画の目処がたっていない現状では、明確な結論は出せない。ただし、波及効果の大きい計画であり、その点も含めれば、効果が十分あると言える。

6. 総合評価

目標に対する成果は全て達成しており、波及効果も期待できる。

一方、経済性と環境性が解決されたとする目標値や、現状での到達点、クリアすべき技術的困難性などを整理する必要がある。本成果が日本の航空機産業や他産業にいかにかつ寄与するかという部分での分析が不十分である。また、得られた研究成果を今後の機体開発に活用できるような技術伝承の体制についても検討しておくことが望ましい。

7. 今後の研究開発の方向等に関する提言

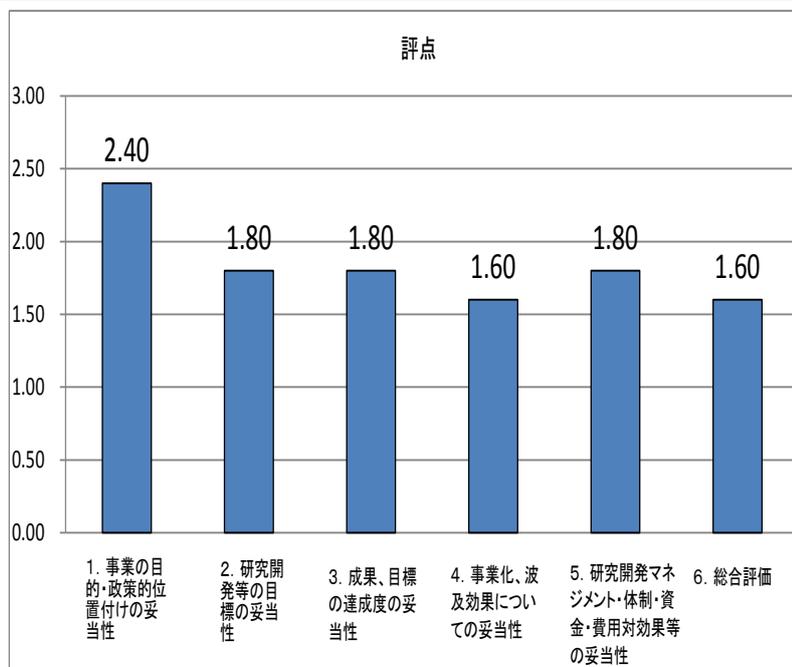
超音速輸送機をめぐる技術開発や事業化に向けて市場性・顧客ニーズをしっかりと分析し、日本が今後、どのような方策をとっていくべきかを、詳細に検討することが不可欠である。事業化の視点で分析を十分にいき、培われたノウハウの維持・蓄積という点も踏まえて、研究開発成果を既存の航空機開発につなげていく必要がある。

評点結果

評点法による評点結果

(3-1 超高速輸送機実用化開発調査)

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.40	3	1	2	3	3
2. 研究開発等の目標の妥当性	1.80	3	1	1	2	2
3. 成果、目標の達成度の妥当性	1.80	2	1	2	2	2
4. 事業化、波及効果についての妥当性	1.60	2	1	1	2	2
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	1.80	2	1	2	2	2
6. 総合評価	1.60	2	1	1	2	2



【評価項目の判定基準】

評価項目1～5

3点:非常に重要又は非常によい

2点:重要又はよい

1点:概ね妥当

0点:妥当でない

6. 総合評価

3点:実施された事業は、優れていた。

2点:実施された事業は、良かった。

1点:実施された事業は、成果等が今一步のところがあった。

0点:実施された事業は、成果等が極めて不十分であった。

プロジェクト名	3-2 超高速輸送機実用化開発調査（革新的推進システム）
上位施策名	ものづくり産業振興
担当課	製造産業局 航空機武器宇宙産業課

プロジェクトの目的・概要

本調査研究事業では、LNG ロケットエンジンの超音速輸送機における適合性を、安全性・経済性・環境適合性・技術的実現性などの観点から評価し、今後の技術開発の方向性を模索することを目的とする。

本調査研究事業においては、弊社の持つ液体ロケットエンジン、主として LNG ロケットエンジンの開発実績をベースとし、以下の検討を実施することを通じ、超音速輸送機に対するロケットエンジンの適用可能性、或いは超音速輸送機に搭載可能なロケットエンジンの実現可能性についての評価を行う。

- (1) 燃料の検討
- (2) システムの検討
 - ア) 機体システム仕様に適合するロケットエンジンの基本仕様設定
 - イ) 推進モジュールなどの概念設計
 - ウ) 実用化に係る課題の抽出

予算額等（補助（補助率：50%））

（単位：千円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成23年度	平成25年度	平成24年度	平成27年度	IHI イロハ [®] -ス/ 株式会社 I H I
H23FY 予算額	H24FY 予算額	H25FY 予算額	総予算額	総執行額
10,000	10,000	8,000	28,000	27,727

目標・指標及び成果・達成度

- (1) 全体目標に対する成果・達成度

個別要素技術	目標・指標	成果	達成度
(1) 燃料の検討	液体水素、液化メタン、ケロシンと液体酸素の組合せに対し、超高速輸送機向けロケット燃料としての得失について総合的に検討を行う。	液体水素、液化メタン、ケロシンと液体酸素の組合せに対し、超高速輸送機向けロケット燃料としての得失について検討し、メタンを選定した。	達成
(2) システムの検討	商用・有人輸送に適すると考えられる液化メタンを燃料とした超高速輸送機についてシステム検討を行う。	商用・有人輸送に適すると考えられる液化メタンを燃料とした超高速輸送機についてシステム検討を行った。	達成

ア) 機体システム仕様に適合するロケットエンジンの基本仕様設定	システム検討の結果からエンジンの要求仕様を設定し、要求に合致するエンジンの概念設計を行い基本仕様を設定する。	システム検討の結果からエンジンの必要推力を設定し、要求に合致するエンジンの概念設計を行い基本仕様を設定した。	達成
イ) 推進モジュールなどの概念設計	AIRBUS 社より入手する情報に基づき、燃料供給系を含めた推進モジュールの概念設計を行う。	AIRBUS 社より入手する情報に基づき、燃料供給系を含めた推進モジュールの系統・搭載性設計を行った。	達成
ウ) 実用化に係る課題の抽出	航空機用ロケットエンジンとして、実用化のための課題を抽出し、技術開発計画の初期検討を行う。	航空機用ロケットエンジンとして、実用化のための課題を抽出し、技術開発計画の初期検討を行った。	達成
i) エンジンの繰り返し使用に関わる課題	エンジン繰り返し使用に関わる課題を抽出し解決策を検討する。	エンジン繰り返し使用に係る長寿命化、ヘルスマニタ等課題を抽出し解決策を検討した。	達成
ii) 有人機への適用に必要な信頼性・安全性の確保の方法	有人機への適用に必要な信頼性・安全性の確保の方法を検討する。	有人機への適用に必要な信頼性・安全性の確保の方法を抽出し解決策を検討した。	達成

(2) 目標及び計画の変更の有無

なし

<共通指標>

論文数	論文の被引用度数	特許等件数 (出願を含む)	特許権の 実施件数	ライセンス 供与数	取得ライ センス料	国際標準へ の寄与
0	0	0	0	0	0	0

* 技術ノウハウ保護等のため表記の件数となっている。

評価概要

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

将来に向けての先進的な研究開発である。我が国が有している LNG ロケットエンジン技術に注目して、それを超高速航空機用推進機関に活用することで機体のコンパクト化につなげることを考えた点は斬新であり、評価できる。

なお、本分野への国が関与する重要性への国民の理解の浸透が必要である。また、EADS(現 Airbus) の ZEHST プロジェクトの一部であるため、日本が主導権を握りにくい。長期開発を要するテーマであることを事業目的にもう少し明記しておいた方が、計画の位置づけがより明確になったと思われる。

2. 研究開発等の目標の妥当性

燃料や推進系統だけにとどまらず、機体システム全体との適合も考えた具体的な研究開発目標となっており、その点は評価できる。また、再使用可能で信頼性の高いロケットエンジンは日本の基幹技術として重要である。

なお、AIRBUS 社の計画に乗ったものであるが、現実性に対する評価や事業化に資する目標設定が不十分なように思われる。また、3種類の推進システムを有するため、事業化に困難さがあると考えられ

る。エンジンの繰り返し使用に係る課題の検討が行われているが、この点が、本プロジェクトの成否を決める点の一つでもあり、この点により重点を置いた目標の設定であったら、より良かった。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

各要素技術に関する目標は全て達成されている点は確認出来た。

一方、新たな技術開発として何がなされたのか、今後実際の設計に入るための成果なのか不明確である。また、本研究開発の成果を ZEHST プロジェクトに限らず、広く国内の航空機産業や他産業に適用するための戦略がやや希薄である。本プロジェクトの目的としてあげられている「超高速輸送機に搭載可能なロケットエンジンの実現可能性についての評価」の点で、各結果を整理しておく、技術開発課題全体が見通せるようになり、今後の研究開発を考える際に役に立つと考えられる。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

国際共同開発の推進に寄与している。また、本システムは特に宇宙往還機に有効な技術であり、波及効果としては宇宙開発関係で期待できる。

一方、事業化の実現性については不明確であり、我が国航空機産業の今後の戦略にいかん位置づけるかを明確化したほうが良い。また、今回は本システムの導入の可否を検討する段階であったので、今後は、より実開発に近い検討が必要である。

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

海外メーカーからの情報入手が必要なプロジェクトではあり、国際共同に関する面でも、実施にあたって適切な体制下で行われている。

一方、国際共同研究の枠組みの中でも実施されていたが、万一国際的な情勢変化があったとしても柔軟に対応がとれる体制にするという観点も重要である。また、国内と欧州の研究機関との連携が見えない。知財が日本できちんと確保できるかも不明である。

6. 総合評価

日本では、航空機よりロケットでのインテグレーション技術が先行しており、その技術を航空機に応用することは評価できる。また、アイデアとしては興味深いプロジェクトである。

一方、事業化に向けた実現性については不明確なところがある。また、航空機開発に本技術が適用できなかった場合に、本成果が他に（特に宇宙往還機に）適用できるようにする検討は重要である。

7. 今後の研究開発の方向等に関する提言

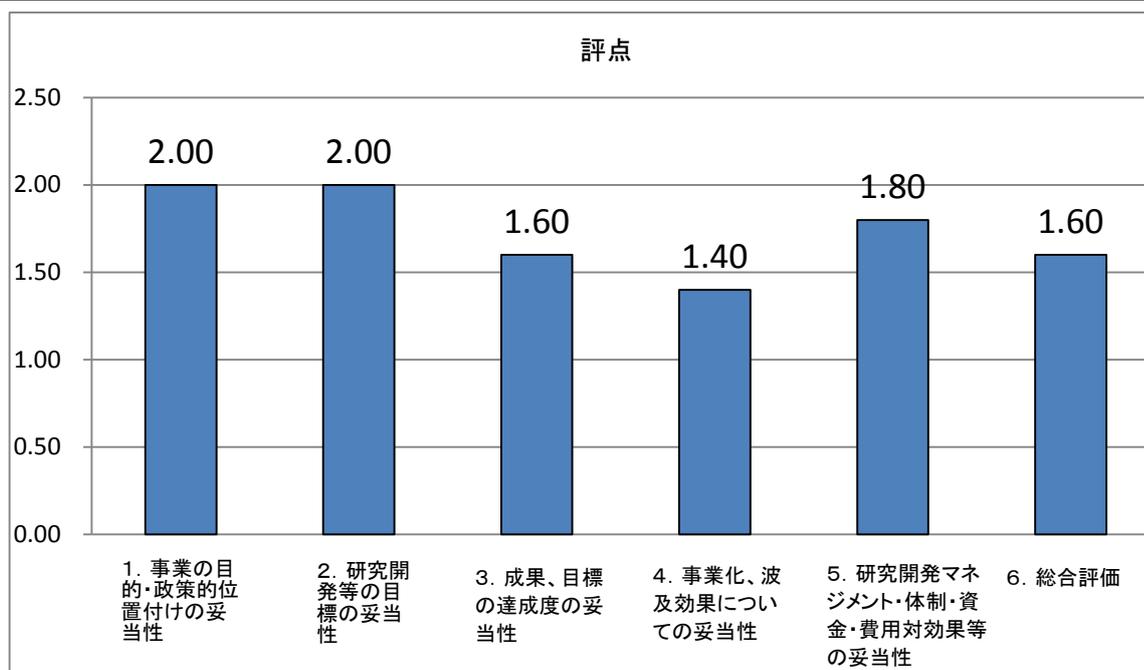
先進的な技術開発であるため、航空機産業全体やその研究開発戦略における位置付けを明確化した上で、このプロジェクトで得られた成果を、より早期に他の航空機分野や他分野のプロジェクトに活用するかを検討することが必要である。

評点結果

評点法による評点結果

(3-2 超高速輸送機実用化開発調査 (革新的推進システム))

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.00	3	1	2	2	2
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.00	3	1	2	2	2
3. 成果、目標の達成度の妥当性	1.60	2	1	2	1	2
4. 事業化、波及効果についての妥当性	1.40	2	1	1	1	2
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	1.80	2	1	2	2	2
6. 総合評価	1.60	2	1	2	1	2



【評価項目の判定基準】

評価項目1～5

3点:非常に重要又は非常によい

2点:重要又はよい

1点:概ね妥当

0点:妥当でない

6. 総合評価

3点:実施された事業は、優れていた。

2点:実施された事業は、良かった。

1点:実施された事業は、成果等が今一步のところがあった。

0点:実施された事業は、成果等が極めて不十分であった。

プロジェクト名	3-3 航空機先進システム基盤技術開発（電源安定化システム）
上位施策名	ものづくり産業振興
担当課	製造産業局 航空機武器宇宙産業課

プロジェクトの目的・概要

将来の航空機は、経済性、環境適合性の観点から、システムの電氣化がより進むと考えられる。本事業は、将来のより電氣化された航空機を実現するために、課題となる電氣アクチュエータからの電力戻りなどによる電源変動を、地上用装置で開発された電力変換技術や蓄電技術を用いて、効率的に解決する電源安定化システムの基礎技術の確立を目的とする。

予算額等（委託）

（単位：千円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成23年度	平成25年度	平成24年度	平成27年度	川崎重工業（株）
H23FY 予算額	H24FY 予算額	H25FY 予算額	総予算額	総執行額
45,772	62,871	69,975	178,618	178,618

目標・指標及び成果・達成度

(1) 全体目標に対する成果・達成度

個別要素技術	目標・指標	成果	達成度
電源安定化システム	高効率な電力変換技術とバッテリー技術を用い、小型軽量で多機能な航空機用電源安定化システムのシステム構想とその仕様を設定し、その基本機能を模擬組み合わせ試験によって実証して、基礎技術を確立する。	電源安定化の他、APU始動、緊急電力供給などを行える多機能なシステム構想とその仕様を設定し、模擬組み合わせ試験により、その基本機能について、実証して、基礎技術を確立した。	達成

個別要素技術	目標・指標	成果	達成度
電源安定化装置	高効率で小型軽量な航空機用直交流電力変換装置として、Pulse Width Modulation コンバータ部に3レベルインバータ技術を用いた装置を開発し、機能確認試験用供試体を製作	Pulse Width Modulation コンバータ部に3レベルインバータ技術を採用した高効率な航空機用直交流電力変換装置を開発し機能確認試験用供試体として	達成

<p>バッテリー</p>	<p>し、試験することによって基本機能を確認する。</p> <p>航空機用でエネルギー密度が高く、パワー密度も高いバッテリーセルを開発し、セルの試作、試験による特性の確認を行なうことで、基本性能を確認する。</p>	<p>PWM コンバータとブーストコンバータを製作して、その基本機能を試験により、確認した。</p> <p>航空機用でエネルギー密度が高くパワー密度も高いバッテリーセルを開発し、セルの試作、試験により、その基本性能を確認した。</p>	<p>達成</p>
--------------	---	---	-----------

(2) 目標及び計画の変更の有無

なし

<共通指標>

論文数	論文の被引用度数	特許等件数 (出願を含む)	特許権の実施件数	ライセンス 供与数	取得ライセンス料	国際標準への寄与
0	0	1	0	0	0	0

* 技術ノウハウ保護等のため表記の件数となっている。

評価概要

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

費用対効果の高い優れたプロジェクトである。航空機の電動化技術は次世代航空機に一番求められている技術であり、この観点から電源安定化技術は非常に重要である。また、本技術開発によって航空機システムでの国内メーカーの参入を促すことが国策としても必要である。

なお、本分野への国が関与する重要性への国民の理解の浸透が必要である。また、安定化電源はMEA化、AEA化で重要となる技術だが、本技術だけで我が国が存在感を高め、主導権を握ることはできない。航空機の電動化に向けて数多くの技術課題が存在するが、それらが互いにどのように関連しあうかの全体像を把握しておくことが重要であり、本技術と他の技術を組み合わせた全体戦略があると良い。

2. 研究開発等の目標の妥当性

電源システムの根幹を支える基礎技術であり、必要とされる電源は益々増大化していく傾向の中で、それを睨んだ目標設定になっている。また個別要素技術に関しても、要素毎に重点をおくべき目標が明確になっている。また、Boeing社の協力を得て実施しているのは評価できる。

なお、電氣化が進むと、航空機の電力需要がフライトフェーズでどのような変動をするかを想定する必要があると思われる。バッテリーに関しては年々性能が向上していくことが予想されるため、本プロジェクト期間内で本システムの性能をどこまで目指すかに関しては、定量的な目標数値を掲げてからプロジェクトを開始することで、効率的な開発を行えた可能性があった。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

全体ならびに個別要素毎に目標を達成しており、十分な成果が得られたと判断される。また、試作・

実証による評価を実施している点は評価できる。

なお、本研究ではカバーされなかった実際の機体搭載に向けての構想設計、技術実証、実機システム開発などに是非つなげていただきたい。「小型軽量」という目標の面で本システム全体がどこまで達成されたかという観点を常に持ちつづけることが製品開発の際に重要である。また、電動化で実際に起きている不具合と、今回の技術開発による改良点の対比が必要である。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

近い将来に必ず必要となる技術であり、事業化に近い。また、米国特許を出願していることは評価できる。TRL レベルを高めていく流れも整理されており、国際共同での開発の方向性が立っていると認められる。

なお、事業化に向けての流れに関して、国際標準化や、製品としての認証にむけての対策、対応も並行して進めていくべきである。

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

研究開発にあたっての分担や外注の体制は明確に整理されており、効率よくプロジェクトが進められたと認められる。ボーイングとの連携も評価できる。また、コストパフォーマンスが良いことも評価できる。

なお、バッテリー等の分野の進歩は著しいため、それらの変化への対応も取られたとのことであるが、航空機の電動化に関するその他の技術分野とも情報交流を行うことにより、更に効率的な開発を行えた可能性がある。

6. 総合評価

重要なテーマでの研究であり、航空機以外への波及も検討されている。航空機の電動化に資する重要な技術開発が行われたと高く評価できる。

なお、必ず必要となる技術であるため、国際標準として、事業化につなげる計画を検討する必要がある。有効に機能して成果をあげた本プロジェクトの開発体制を維持して、次のステップである実用化研究を進められることを期待する。

7. 今後の研究開発の方向等に関する提言

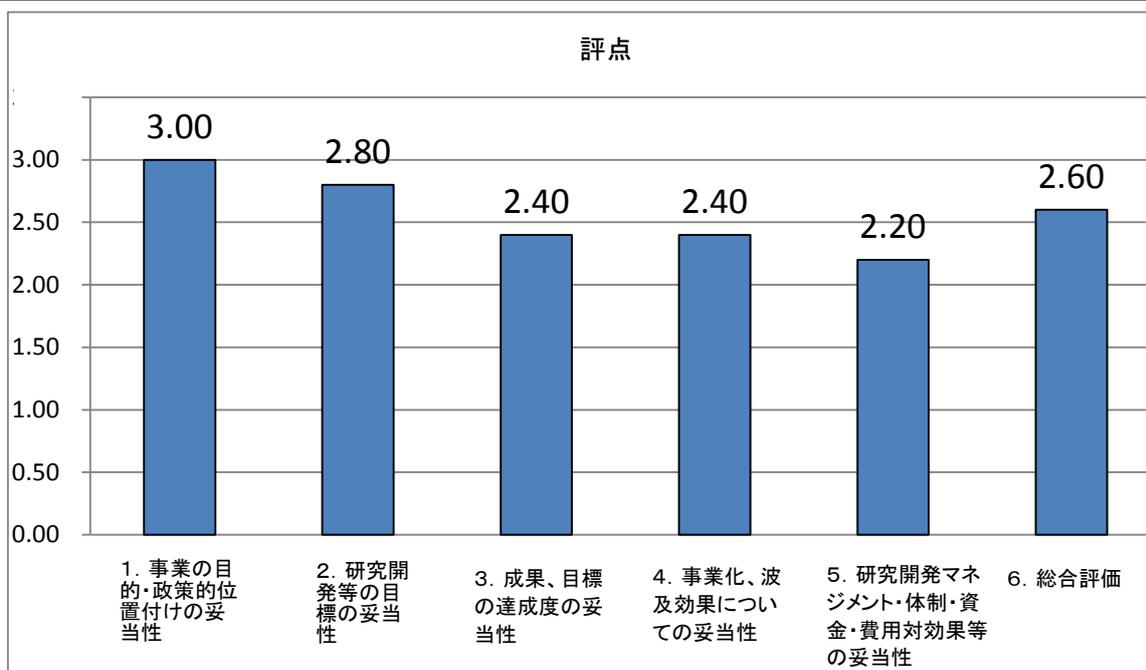
ボーイング社との国際共同開発事業として採用されるなど、事業の目的や目標は将来の航空機に必要とされるものであることは明白であり、電動化で実際に起きる不具合に確実に対応できる技術として確立し、国際標準としての技術を確立する必要がある。基礎技術確認にとどまらず、技術実証、実機搭載・実機システム開発から、事業化につなげることで、我が国の航空機装備システム事業の強化につながることを期待したい。

評点結果

評点法による評点結果

(3-3 航空機用先進システム基盤技術開発 (電源安定化システム))

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	3.00	3	3	3	3	3
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.80	2	3	3	3	3
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.40	2	3	3	2	2
4. 事業化、波及効果についての妥当性	2.40	3	3	2	2	2
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.20	2	3	2	2	2
6. 総合評価	2.60	2	3	3	2	3



【評価項目の判定基準】

評価項目1～5

3点:非常に重要又は非常によい

2点:重要又はよい

1点:概ね妥当

0点:妥当でない

6. 総合評価

3点:実施された事業は、優れていた。

2点:実施された事業は、良かった。

1点:実施された事業は、成果等が今一步のところがあった。

0点:実施された事業は、成果等が極めて不十分であった。