

# 航空科学技術に関する研究開発課題の 事後評価結果

平成31年2月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

## 航空科学技術委員会委員

平成 31 年 2 月現在  
敬称略、五十音順

(臨時委員)

◎ 李家賢一 東京大学大学院工学系研究科教授

(専門委員)

佐藤哲也 早稲田大学理工学術院基幹理工学部教授  
○ 高辻成次 一般社団法人日本航空宇宙工業会常務理事  
武市昇 首都大学東京システムデザイン学部准教授  
竹内健蔵 東京女子大学現代教養学部教授  
富井哲雄 株式会社日刊工業新聞社編集局科学技術部記者  
難波章子 株式会社タンゴ・エア・サポート代表取締役  
松島紀佐 富山大学大学院理工学研究部教授  
山内純子 株式会社ミクニ社外監査役  
和田雅子 一般社団法人日本女性航空協会理事

◎ : 主査

○ : 主査代理

# 「航空環境技術の研究開発」の概要

## 1. 課題実施期間 平成25年度 ～ 平成29(32)年度

中間評価:平成27年度、事後評価:平成30(33)年度

(注:機体騒音低減技術(FQUROH)のみ平成32年度までの事業)

## 2. 研究開発概要・目的

高効率軽量ファン・タービン技術実証(aFJR)プロジェクトでは、エンジンのファンおよび低圧タービンの差別化技術の燃費低減性能を実証し、国内メーカーが次の国際共同開発において設計分担を狙えるレベルまで技術成熟度を高める。

機体騒音低減技術実証(FQUROH)プロジェクトでは、空港周辺地域の騒音低減のボトルネックになっている高揚力装置および降着装置に対する低騒音化技術を、将来の旅客機開発ならびに装備品開発に適用可能な段階まで成熟度を高める。

上記に加え、航空環境に関する先進技術の研究開発を実施し、次世代旅客機における燃料消費低減、排出物低減等に訴求する機体・エンジンに係る優位技術を獲得する。

これらにより研究開発開始から約10年後までに、燃費向上30%以上、離着陸騒音や有害排出物の低減で世界トップレベルの要素技術を確立し、我が国産業の優位性、競争力を確保等に貢献する。

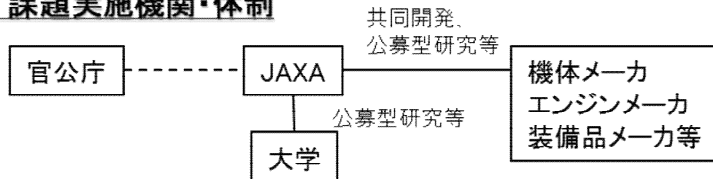
## 3. 研究開発の必要性等

航空機による旅客輸送量は、本研究開発開始時点から20年間で約2倍に増加すると見積もられ、それに呼応し航空機も約2倍の33,000機を超えると見られている。一方排出物に対する国際規制は強化される傾向にあり、CO<sub>2</sub>に関してはIATA(国際航空輸送協会)では2050年までにCO<sub>2</sub>排出量を半減するという目標を掲げていることに加え、国際民間航空機関(ICAO)でも排出基準が2017年に採択され、2020年以降順次適用されることとなった。この様な動向の中で、航空機の環境適合性能は航空機の市場価値を決めるものとなっており、環境負荷低減技術の獲得により国際的な競争力強化につながるものである。

## 4. 執行額の変遷(億円) ※FQUROHプロジェクトを除く。

年度	H25	H26	H27	H28	H29	総額
執行額	6.6	12.5	14.3	14.7	14.7	62.8

## 5. 課題実施機関・体制



## 6. 主な成果等 ※FQUROHプロジェクトを除く。

### 【成果概要】

aFJRプロジェクトでは、供試体の設計製作、詳細な性能実証データの取得により、各要素の技術目標を達成し、海外の最新開発エンジン比1.7%の燃費低減効果(現行エンジン(V2500)比16.7%)が確認された。

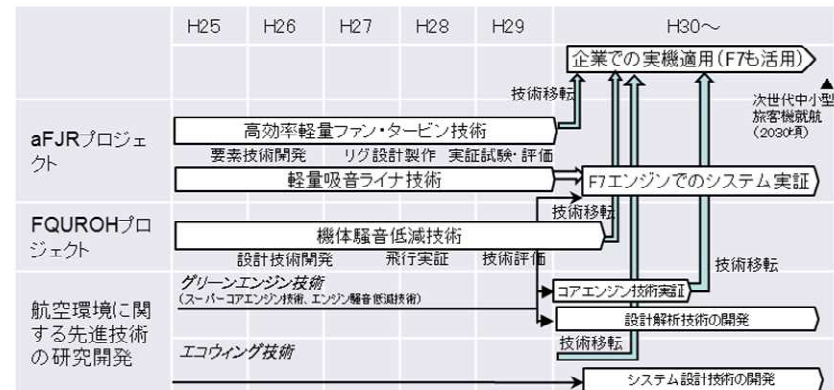
このほか、航空環境に関する先進技術の研究開発エンジン技術については、制御ロジック、超高温低NOx燃焼器は実証により、高負荷圧縮機、超高温タービンはシミュレーションにより所期の性能の達成が確認された。また、騒音低減技術はミキサノズルを採用することにより1dB低減等の効果が実証された。機体構造については、炭素繊維複合材料(CFRP)の自動積層技術、薄層化プリプレグ技術等については解析、試験により20%強の構造重量削減の目途が、抵抗低減技術のうち空力設計については解析により6%強の燃費削減効果が、リブレット技術については実験用航空機「飛翔」による有効性が確認された。

### 【今後の展望】

今後、次世代エンジンを搭載した小型の新型機就航(2030年頃)等が想定されている。これらの開発に我が国企業が参画するには、我が国の先進的技術の技術成熟度を高め、国際競争力を向上させることが必要である。

このため、メーカーでの実用化検討が可能な成果を得られているaFJRプロジェクトの高効率軽量ファンと軽量タービン技術は国内メーカーへの技術移転、軽量吸音ライナーは平成31年に導入予定のF7エンジンを活用した技術成熟度向上に引き続き取り組むなど、各技術の状況に応じた取組を、国内メーカーとの連携のもと行っていくことが必要である。

### 《研究開発のロードマップ》 平成29年度末時点



# 事後評価票

(平成31年2月現在)

## 1. 課題名 航空環境技術の研究開発

## 2. 研究開発計画との関係

施策目標：国家戦略上重要な基幹技術の推進

大目標（概要）：

産業競争力の強化，経済・社会的課題への対応に加えて，我が国の存立基盤を確固たるものとするものであり，更なる大きな価値を生み出す国家戦略上重要な科学技術として位置付けられるため，長期的視野に立って継続して強化していく。

中目標（概要）：

我が国産業の振興，国際競争力強化に資するため，社会からの要請に応える研究開発，次世代を切り開く先進技術の研究開発及び航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発を推進する。

重点的に推進すべき研究開発の取組（概要）：

「環境適合性・経済性向上技術の研究開発」

エンジンについては，国際競争力強化のため，ファン及び低圧タービンの軽量化，高効率化を進めるとともに，JAXA に実証用エンジンとして F7 エンジンを整備し，国内メーカーが次の国際共同開発においても設計分担を狙えるレベルまで技術成熟度を高める。また，次世代エンジンの鍵となるコアエンジン技術として，低騒音化技術，低排出燃焼器技術，耐熱材料技術等，将来産業界が分担率の拡大を狙える技術について実用性の高い技術開発を行う。

機体については，空港周辺地域の騒音低減のボトルネックになっている高揚力装置及び降着装置の低騒音化技術の研究開発を行い，将来の旅客機開発並びに装備品開発に適用可能となるように技術成熟度を高める。また，乱流摩擦抵抗低減技術等の機体抵抗低減技術の研究開発を進め，飛行実証等の技術実証を行う。さらに，複合材を初めとした各種材料を，それぞれの特性を活かして機体に適用する等，材料開発から機体構造設計までをつなぐ技術の研究開発を行い，機体重量の飛躍的な軽量化を目指す。

運航技術については，拡大を続ける航空輸送需要に対応するため，交通量や気象条件に合わせて最適な運航を行うことにより，空港容量の拡大と環境適合性の向上が両立する管制支援技術等の研究開発を行い，高密度運航の実現を目指す。

本課題が関係するアウトプット指標：

①航空科学技術の研究開発の達成状況（JAXAが実施している共同/委託/受託研究数の

観点も含む)

本課題が関係するアウトカム指標：

- ①航空科学技術の研究開発における連携数（JAXA と企業等の共同/受託研究数）
- ②航空科学技術の研究開発成果利用数（JAXA 保有の知的財産（特許，技術情報，プログラム/著作権）の供与数）
- ③航空分野の技術の国内外の標準化，基準の高度化等への貢献

### 3. 評価結果

※機体騒音低減技術実証（FQUROH）については 2020 年度までの事業であるため，2021 年度に事後評価を実施する予定（今回の評価には含まれない）。

#### （1）課題の達成状況

##### <必要性>

航空輸送は現在の経済活動や人間の生活にとって欠かせないものであるものの，地球温暖化対策やエネルギーの効率的な利用等の課題に対応するため，航空機からの CO<sub>2</sub>，NO<sub>x</sub> の排出や燃料消費の低減が求められている。第 4 期科学技術基本計画で示された「グリーンイノベーション推進」に続き，第 5 期科学技術基本計画においても，運輸（車両，船舶，航空機）の各部門において，より一層の省エネルギー技術等の研究開発を図ることとされている。また，国際民間航空機関（ICAO）では，航空機の CO<sub>2</sub> 排出規制基準が 2017 年に採択され，2020 年から適用されるとともに，騒音基準についても新たな基準が 2017 年から順次適用されるなど環境規制が厳しくなっており，環境負荷低減に資する技術の重要性は増している。

これらの課題に対応するため，高効率軽量ファン・タービン技術実証（aFJR）プロジェクトでは，これまで主にバイパス比増に頼っていたジェットエンジンの効率改善を，ファン及び低圧タービンに対し炭素繊維強化プラスチック（CFRP），セラミックス基複合材（CMC）を適用する等従来技術にアドオン可能な技術により行った。燃料消費量を海外の最新開発エンジン（PW1100G レベル）に比べ更に 1.7%減少させる効果が確認された。

グリーンエンジンの研究開発では，ジェットエンジンの効率改善及び NO<sub>x</sub> 排出量低減のため，高圧圧縮機の翼型，流路等の三次元設計，NO<sub>x</sub> 排出を低減する燃焼器の燃料噴射技術，高圧タービンにおける冷却構造の改善等により，ICAO の最新の NO<sub>x</sub> 排出基準に適合し海外の最新開発エンジン（PW1100G レベル）よりも NO<sub>x</sub> 排出量を抑えつつ，燃料消費量を海外の最新開発エンジン（PW1100G レベル）に比べさらに 1%減少させる効果に相当する成果が確認された。また，エンジン騒音の低減のため，ミキサノズルを適用することにより，損失を 1%以内に抑制しつつエンジン騒音を 1dB 削減することが試験により確認された。

エコウィングの研究開発では，主翼について CFRP の薄層化による板厚最適化・許容応力向上，空力構造統合設計手法の適用による構造上の制約を踏まえた空力設計の最適化

等により、現行機をベースとしたベースライン機に対して15%の燃料消費量削減の見通しが得られた。

以上のとおり、本研究開発は、燃料消費量や騒音、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>に係る問題等について、JAXAの有する優位技術を更に高度化し、世界トップレベルの技術を獲得するものであり、社会的・経済的意義、科学的・技術的意義はいずれも高く、また、これらの技術開発は、膨大な研究開発費を要するなど一企業で実施するにはリスクが高く、国として研究開発をまず進めるべきものであり、本研究開発の「必要性」は高いと認められる。

#### <有効性>

本研究開発で取り組まれた各課題は、いずれも研究計画・評価分科会で定められた研究開発計画の中目標達成のために重点的に推進すべき研究開発課題に取り組むものとして掲げられており、行政施策に貢献するものである。

高効率軽量ファン・タービン技術実証（aFJR）プロジェクトでは、ファン及び低圧タービンに世界で初めて中空化したCFRPやCMCを適用するなど、燃料消費量を減少させる従来技術にアドオン可能な新たな技術を開発した。本研究の成果を受けて国内メーカーが実用化検討に着手するなど、我が国の国際共同開発の更なるシェア、国際競争力の確保・拡大に向けた技術成果を得るとともに、国内大学との共同研究や国内メーカーとの連携を通して、これらの研究開発をJAXA主体で進めたことにより、JAXAの研究者の育成に大きく貢献したと考えられる。

グリーンエンジンの研究開発では、高圧圧縮機の翼型、流路等の三次元設計、海外の最新開発エンジン（PW1100Gレベル）よりもNO<sub>x</sub>排出を低減する燃焼器の燃料噴射技術、高圧タービンの冷却構造の改善（特許技術）等によるNO<sub>x</sub>排出低減と低燃費を同時に実現する燃料消費・環境性能に関する優位技術が、解析や要素実験により実証され今後の実用化に向けた優れた成果が得られた。

エコウィングの研究開発では、CFRPの構造設計技術の改善、翼の空力設計と構造設計の統合設計技術の開発により、現行機と比較して燃料消費量の大幅改善に資する見通しを得ており、技術移転した際のメーカーによる機体設計の高度化に大きく貢献する成果が得られた。

以上のとおり、いずれの課題でも所期の成果をあげており、科学技術の高度化に寄与したものと考えられ、有効性は高いと認められる。

#### <効率性>

本研究開発で取り組まれた各課題は、以下のとおり、いずれも産学や関係省庁との連携のもと、当初の計画に沿って計画的・効率的に進められたと認められる。なお、研究開発成果については、特許化するものと秘匿管理するものを識別の上で戦略的に知的財産の保護、技術流出防止に取り組むとともに、パートナー企業と秘密保持契約を締結す

る等により適切に管理されている。

高効率軽量ファン・タービン技術実証（aFJR）プロジェクトでは、当初予定の連携体制（国内メーカー（IHI）及び国内大学（東京大学、筑波大学、金沢工業大学））に実証試験に係る解析技術を担当する国内大学（東京理科大学）を加え連携を強化するとともに、外部有識者を含めた内部審査を組織内で実施するなど、目標達成に向けて限られたリソースを最大化するよう取り組まれた。また、以下のとおり当初の計画に沿って進められた。

平成 25 年度：研究開発計画の明確化

平成 26 年度：モデル試作・試験・解析による基礎データ取得

平成 27 年度：モデル改良・試験・解析により基礎データの改善

平成 28 年度：供試体の設計製作に着手

平成 29 年度：ファン及び低圧タービンの供試体を用いた実証試験

グリーンエンジンの研究開発では、外部有識者による助言を受けつつ、JAXA の研究事業実施要領に沿った研究管理体制のもと、国内研究機関（物質・材料研究機構）、国内メーカー（IHI、川崎重工業、本田技研、B&K Japan）及び国内大学（東京大学、九州大学）との連携体制を構築し、以下のとおり当初の計画に沿って進められた。

平成 25 年度：低排出燃焼器等のエンジン要素設計／試作

平成 26 年度：要素実験、技術実証用エンジンの設計仕様の設定

平成 27 年度：要素技術実証、技術実証用エンジンの基本設計

平成 28 年度：要素技術実証、技術実証用エンジンの要素性能評価

平成 29 年度：要素技術実証、技術実証用エンジンの基本設計完了

エコウィングの研究開発のうち、空力関係ではメーカー（三菱重工業、川崎重工業）や大学（東京大学、首都大学東京等）に加え、リブレットでの異分野企業（オーウェル）との連携が特筆される。また、構造・複合材関連ではメーカー（川崎重工業、SUBARU）や大学（上智大学、首都大学東京、等）を中心に、特に薄層複合材で公的研究機関を含む国際的連携体制（福井県工業技術センター、DLR、エアバス、三菱重工業）、光ファイバ関連ではメーカー（アンリツ）、大学（東京大学）との連携が図られた。以上のとおり、メーカーや大学、公的研究機関との連携し、以下のとおり当初の計画に沿って進められた。

平成 25 年度：薄層化材料開発、抵抗低減要素技術検討

平成 26 年度：軽量化設計、低抵抗設計技術の構築

平成 27 年度：板厚変化部構造要素強度設計技術、空力構造統合設計ツールの構築

平成 28 年度：自動積層構造要素供試体を製作し、欠陥と強度のデータを取得。構造及び空力の要素設計。空力風洞試験供試体の製作

平成 29 年度：薄層複合材による主翼適用軽量化設計。ベース形状の空力性能取得風洞試験。空力構造統合設計機体の性能評価

## （2）総合評価

## ① 総合評価

本研究開発は、国際競争力強化のため、環境適合性と経済性を向上させることを目的として、産学官の連携体制のもと効率的・計画的に取り組まれた。その結果、以下のとおりエンジン低圧部におけるファン径の拡大、圧縮機圧力比の増加、タービン入口温度の増加等によるバイパス比増によらず、かつ従来技術にアドオン可能な技術によって、目標（1%）を上回る1.7%の効率改善効果を得るとともに、得られた成果をもとに連携先である企業によって実用検討に着手された。以上のことから、本研究開発は適切に進められ、課題の解決に大きく貢献したと評価できる。

### 【aFJR プロジェクト】

本研究開発は、エンジン低圧部であるファン及び低圧タービンに対する低燃費化技術を更に進め、世界トップレベルの燃費低減技術を開発するものであり、以下の技術成果が得られた。

#### 1. 高効率軽量ファン技術開発

##### a) 高効率ファン技術

- ファン動翼前縁の曲率を工夫して層流域を拡大すること（層流翼設計）等で高効率化を達成した。
- 実証試験では、動翼空力効率について世界トップレベルを目指した目標値を0.7pt上回る高効率化（1.7pt改善）\*を実証した。

※従来のX%であったファンの効率をX+1%とする目標に対し、本事業ではX+1.7%となる成果が得られた。

##### b) 軽量ファンブレード技術

- 世界で初めて炭素繊維強化プラスチック（CFRP）ブレードの中空構造化に成功し、軽量化を実現した（国際特許出願済）。
- 実証試験では、実用化に必要な鳥吸込みなどの異物衝突に対する耐空性基準レベルをクリアした。

##### c) 軽量吸音ライナ技術

- 既存のアルミ製に代わり、世界で初めて樹脂製の吸音ライナの成形に成功し、軽量化を実現した（国際特許出願済）。
- 実証試験では、アルミ製ライナに対する重量低減効果と強度の両立、ファン騒音の音圧低下量がより大きいことを実証した。

#### 2. 軽量タービン技術

##### a) 軽量タービンブレード技術

- タービン翼を、世界的に実用例がなく、耐熱合金よりも軽量で耐熱性の高いセラミックス基複合材（CMC）製とすることで軽量化（9.1%）を実現した。
- CMCタービン動翼に適した従来手法とは異なる過回転防止設計法（コンセプト）を考案し（特許出願予定）、これを試験により実証した。

#### 3. エンジンシステム評価



- 実証試験で得られた成果（燃料消費量）を評価するツール（AVJE-AFD）を開発し、飛行ミッションに対する燃費低減効果を評価した。
- 海外の最新開発エンジン（PW1100G レベル）の燃料消費量と比較して更に 1.7%の燃費低減効果が確認された（現行エンジン（V2500）と比較した場合には 16.7%低減）。

本課題が関係するアウトプット指標：

- i) 航空科学技術の研究開発の達成状況（JAXA が実施している共同/委託/受託研究数の観点も含む）

本研究開発の達成状況は上記のとおりであるとともに、共同/委託/受託研究は以下のとおり実施された。

年度	25	26	27	28	29
件数	1	3	3	3	4

本課題が関係するアウトカム指標：

- i) 航空科学技術の研究開発における連携数（JAXA と企業等の共同/受託研究数）

年度	25	26	27	28	29
件数	0	1	1	1	1

- ii) 航空科学技術の研究開発成果利用数（JAXA 保有の知的財産（特許、技術情報、プログラム/著作権）の供与数）

年度	25	26	27	28	29
件数	0	0	0	0	0

- iii) 航空分野の技術の国内外の標準化、基準の高度化等への貢献特になし。

#### 【航空環境に関する先進技術の研究開発】

本研究開発は、次世代旅客機における燃料消費低減、排出物低減等に訴求する機体・エンジンに係る優位技術を獲得するものであり、下記のとおり成果が得られた。

#### ○グリーンエンジン技術の研究開発

本研究開発は、エンジン高圧部であるコアエンジンについて、NOx の排出量を低減する燃焼器、燃料消費率を低減する高温/高圧ターボ機械設計技術、騒音を低減する排気ノズル出口形状等を開発するものである。ICAO の最新の NOx 排出基準に適合し海外の最新開発エンジン（PW1100G レベル）よりも NOx 排出量を抑えつつ、燃料消費量を海外の最新開発エンジン（PW1100G レベル）に比べさらに 1%減少させる効果に相当する以下の技術成果が得られた。

##### 1. スーパーコアエンジン技術開発

###### a) エンジンシステム設計

小型高出力コアエンジンの概念設計を行い、現行エンジン（V2500）比で燃料消

費 16%削減を達成できる見込みを得た。

b) エンジン制御技術

燃料消費量の最小化を図る多変数性能最適制御技術を開発し、超小型ターボファンエンジンを用いた実証試験により、燃料消費量を削減できることを確認した。

c) 高負荷圧縮機技術

高負荷圧縮機の翼型、流路等の三次元形状を決定し、高効率を実現する圧縮比 20 以上の性能を CFD 解析により確認した。

d) 超高温低 NOx 燃焼器技術

リーンバーン（希薄予混合）2 段燃焼器を適用し、高温高压の条件で ICAO 規制に適合する窒素酸化物の排出低減（規制値より 85%低減）を実証した。

e) 超高温タービン技術

タービン冷却構造について、電熱試験によりタービン入口温度 1600℃を達成する冷却効率を確認するとともに、ニッケル基単結晶材の寿命評価、コーティング材の耐損傷性能の評価等により、タービン入口温度 1600℃での適切に作動する目途をつけた。

## 2. エンジン騒音低減技術開発

ジェット騒音抑制のためにエンジン排気部形状を改良（ミキサノズル）し、小型エンジンを用いて騒音低減効果と性能影響を評価した。エネルギー損失を 1%以内に抑制しつつエンジン騒音を 1 dB 低減させる目標を達成した。

本課題が関係するアウトプット指標：

i) 航空科学技術の研究開発の達成状況（JAXA が実施している共同/委託/受託研究数の観点も含む）

本研究開発の達成状況は上記のとおりであるとともに、共同/委託/受託研究は以下のとおり実施された。

年度	25	26	27	28	29
件数	4	6	5	10	10

本課題が関係するアウトカム指標：

i) 航空科学技術の研究開発における連携数（JAXA と企業等の共同/受託研究数）

年度	25	26	27	28	29
件数	3	3	3	7	7

ii) 航空科学技術の研究開発成果利用数（JAXA 保有の知的財産（特許、技術情報、プログラム/著作権）の供与数）

年度	25	26	27	28	29
件数	0	1	2	1	1

iii) 航空分野の技術の国内外の標準化、基準の高度化等への貢献  
特になし。

## ○エコウィング技術の研究開発

本研究開発は、構造重量軽減と空力抵抗低減により燃料消費量を低減（現行の金属構造の機体に対して 15%低減）する技術の研究開発であり、以下のとおり成果が得られた。

### 1. 軽量構造技術

#### a) プライドロップオフ（板厚変化）部最小化技術

- 荷重が集中する板厚変化部の破壊を予測する技術を構築した。

#### b) 複雑曲面自動積層技術

- 曲面を有する C 型桁形状供試体を自動積層で試作し、欠陥と強度のデータを取得した。

#### c) 薄層化プリプレグ技術

- 衝撃後圧縮強度（CAI）が従来材よりも 50%向上した薄層 CFRP を開発した。
- 120 席クラスの主翼上面・下面パネルへ適用した場合に、約 6%の重量削減効果があることを確認した。

#### d) 高機能構造及びモーフィング技術

- 光ファイバ分布ひずみセンサーの飛行試験を行い、実飛行環境で確実に計測できることを実証した。
- 軽量かつ少ないエネルギーでの舵面制御を可能とするモーフィング舵面の模型を開発し、風洞試験により空力特性データを取得した。

### 2. 抵抗低減技術

#### a) 空力構造統合設計技術

- 空力構造統合設計手法により最適アスペクト比を設定するとともに、揚力分布最適化、層流翼技術の適用等により、ベースライン機に対して 6%強の燃料消費量削減効果があることを数値解析により確認した。
- 主翼構造重量を推算する構造サイジングツールを高度化（座屈等の物理現象も考慮可能）し、設計時間を大幅に短縮した（1 週間→1 日）。

#### b) 層流翼技術

- 層流化による粘性抵抗低減に加え、圧力抵抗も低減する設計コンセプトを創出し、3 件の特許を出願した。

#### c) リブレット技術

- 実験用航空機「飛翔」の胴体の一部に独自開発の航空機用塗料によるリブレットを施工して飛行試験を実施し、飛行環境下における境界層速度分布の計測により開発したリブレットが飛行環境下で空力抵抗の低減に有効であることを実証した。これらの技術により、15%の燃費減少の達成に必要な技術獲得の見通しを得た。

本課題が関係するアウトプット指標：

- i) 航空科学技術の研究開発の達成状況（JAXA が実施している共同/委託/受託研究数の観点も含む）

本研究開発の達成状況は上記のとおりであるとともに、共同/委託/受託研究は以下

のとおり実施された。

年度	25	26	27	28	29
件数	11	22	17	24	20

本課題が関係するアウトカム指標：

i) 航空科学技術の研究開発における連携数（JAXA と企業等の共同/受託研究数）

年度	25	26	27	28	29
件数	5	7	5	9	8

ii) 航空科学技術の研究開発成果利用数（JAXA 保有の知的財産（特許，技術情報，プログラム/著作権）の供与数）

年度	25	26	27	28	29
件数	0	0	0	0	0

iii) 航空分野の技術の国内外の標準化，基準の高度化等への貢献  
特になし。

## ② 評価概要

本研究開発は，以下のとおり我が国産業の振興，国際競争力の強化に資する優れた成果が得られたと評価できる。

個別には，aFJR プロジェクトでは，エンジン低圧部であるファン及び低圧タービンに対する世界トップレベルの低燃費化技術を開発し，海外の最新開発エンジン(PW1100G レベル)の燃料消費量と比較して更に1.7%の燃費低減効果が確認された。以上から，次世代エンジンの国際共同開発への参画に向けた優れた研究開発が進められたと認められる。

グリーンエンジン技術の研究開発では，エンジン高圧部であるコアエンジンについて，ICAO の最新の NOx 排出基準に適合しつつ，燃料消費量を海外の最新開発エンジン(PW1100G レベル)に比べさらに1%減少させる効果に相当する技術，騒音を低減する排気ノズル出口形状等を開発するなどの所期の成果が得られたことから，aFJR プロジェクトと同様に次世代エンジンの国際共同開発への参画に向けた優れた研究開発が進められたと認められる。

エコウィング技術の研究開発では，構造重量軽減と空力抵抗低減により，現行の金属構造の機体に対して15%の燃費減少を達成する見通しが得られたことから，複合材料の導入割合が増加傾向にある航空機構造分野での我が国航空産業の競争力強化に繋がる研究開発成果が得られたと評価できる。

## (3) 今後の展望

地球温暖化対策やエネルギーの効率的な利用等の重要性が高まるとともに、国際民間航空機関（ICAO）でも環境規制の厳格化が進んでいる。このような状況下で、我が国がこれまで航空機の設計開発分担を獲得できていない分野に新たに参入し、産業基盤を支える分野の発展に着実に繋げるためには、独創的かつ飛躍的なレベルの技術を開発し、新型機開発等の好機を逃さないことが重要である。これに向け、産学官の連携体制のもと、実用化に向け、民間への技術移転あるいは更なる技術成熟度の向上の取組を進めることが期待される。また、得られた成果を知的財産の供与等により他分野に応用することや基盤技術として蓄積することも併せて求められる。

特にエンジン関連技術については、2030年頃に就航が見込まれる次世代中小型機への搭載が想定される次世代エンジンの国際共同開発に向け、独自の先進的な技術の技術成熟度を高めることで国際競争力を向上させることが、設計開発分担の拡大のための有利な立場を築くことに繋がる。このため、平成31年に導入予定のF7エンジンを共用の技術実証テストベッドとすることにより、本研究開発の成果を最大化し、我が国航空産業の開発分担の獲得に繋げていくことが必要である。

個別には、aFJRプロジェクトについては、国内企業が次世代エンジンの国際共同開発に参画するため、高効率軽量ファンと軽量タービン技術については国内メーカーによる次世代エンジン搭載に向けた実用化検討を、新規技術である軽量吸音ライナ技術についてはJAXAによるF7エンジンを用いた実証試験を通じた技術成熟度向上を行うことが必要である。

グリーンエンジン技術のうち、スーパーコアエンジン技術（超高温NOx燃焼器、超高温タービン）については、国内メーカーと連携しつつ、F7エンジンも活用した実用化に向けたプロジェクトを推進することが重要である。また、スーパーコアエンジン技術（高負荷圧縮機技術）やエンジン騒音低減技術等についても、国内メーカーと連携して、設計・解析技術の高度化を目指した研究が求められる。

エコウィング技術のうち、高ひずみ軽量複合材構造設計技術については、薄層CFRPを対象に産学官共同研究により、効果的な適用方法を明らかにするための部材レベルでの検討を推進することが必要である。空力／構造連携機体抵抗低減技術については、実用化に向け模型等を使用した実証試験により、層流翼技術及びリブレット技術を対象に国内メーカーと連携して実用化研究を推進することが必要である。

なお、次世代エンジンの国際共同開発への参画を見据えた要素技術開発は国内メーカーと連携し出来る限り先行的に進めることを基本としつつ、特にF7エンジンを用いた技術実証の実施など高いTRLを目標とする研究開発は、リソースの効率的な配分の観点からも、成果を活用した製品の納入先あるいは将来的な技術移転先となりうる機関との連携を図っていくことも重要である。

また、aFJRプロジェクトはJAXAが得意とする数値解析技術を活用して優れた成果が得られたものである。出口における成果を最大化のため、引き続き数値解析技術の更なる高度化に取り組むことも求められる。