

「航空機用先進システム実用化プロジェクト」 (中間評価)

(平成27年度～平成31年度 5年間)
プロジェクトの概要 (公開)

NEDO

ロボット・AI部

平成29年10月31日

発表内容

1. 事業の位置づけ・必要性

- (1)事業の目的の妥当性 <P.3~7>
 - ・事業実施の背景と事業の目的
 - ・政策的位置付け
 - ・国内外の研究開発の動向と比較
 - ・技術戦略上の位置付け
- (2)NEDOの事業としての妥当性 <P.8>
 - ・NEDOが関与する意義
 - ・実施の効果(費用対効果)

2. 研究開発マネジメント

- (1)研究開発目標の妥当性 <P.10~19>
 - ・事業の目標
 - ・技術開発目標と根拠
- (2)研究開発計画の妥当性 <P.20~21>
 - ・研究開発のスケジュール
 - ・プロジェクト費用
- (3)研究開発の実施体制の妥当性 <P.22>
 - ・研究開発の実施体制
- (4)研究開発の運営管理の妥当性 <P.23~27>
 - ・研究開発の運営管理
 - ・動向・情勢の把握と対応
 - ・開発促進財源投入実績
- (5)知的財産等に関する戦略の妥当性 <P.28>
 - ・知的財産権等に関する戦略
 - ・知的財産管理

3. 研究開発成果

- (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義 <P.30~41>
 - ・研究開発項毎の目標と達成状況
 - ・プロジェクトとしての達成状況と成果の意義
 - ・各個別テーマの成果と意義
- (2)成果の最終目標の達成可能性 <P.42~46>
 - ・成果の最終目標の達成可能性
- (3)成果の普及 <P.47>
 - ・成果の普及
- (4)知的財産権の確保に向けた取組 <P.48>
 - ・知的財産権の確保に向けた取組

4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

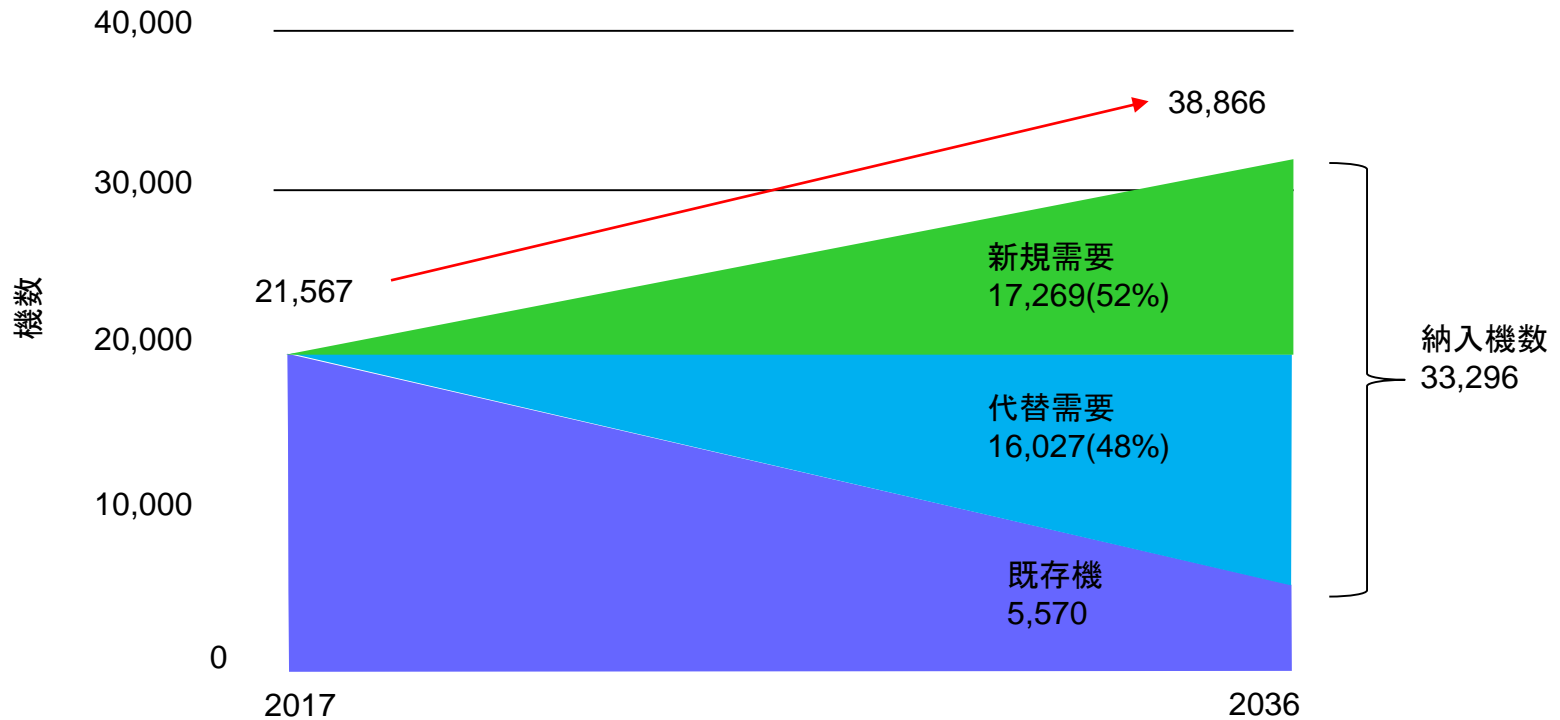
- (1)成果の実用化・事業化に向けた戦略 <P.50>
 - ・本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方
 - ・実用化・事業化に向けた戦略
- (2)成果の実用化・事業化に向けた具体的取組 <P.51~52>
 - ・実用化・事業化に向けた具体的取組
- (3)成果の実用化・事業化の見通し <P.53~55>
 - ・成果の実用化・事業化の見通し
 - ・波及効果

1. 事業の位置づけ・必要性

◆事業実施の背景と事業の目的

背景

- 航空機産業は、最先端の技術が適用される典型的な研究開発集約型の産業、かつ極めて広い裾野を有する総合産業である。
- 今後、旅客需要は世界的に大きく伸び、今後20年で約1.8倍になることが想定されている。

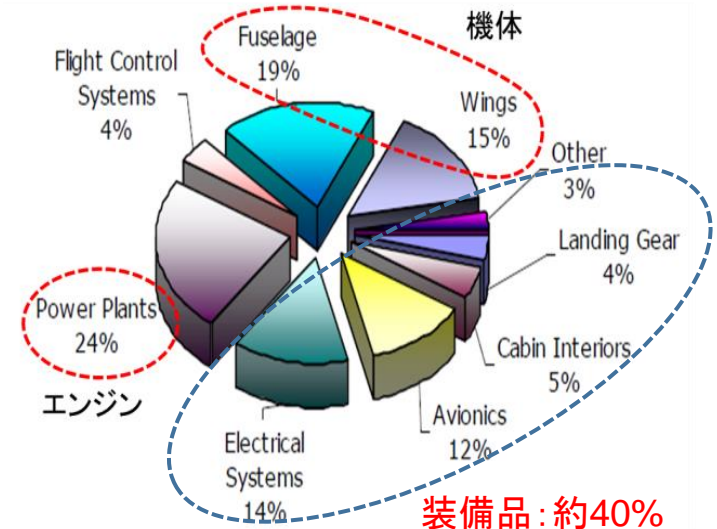


出典「民間航空機に関する市場予測2017-2036」
(日本航空機開発協会)を基にNEDOロボット・AI部作成。

1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性 (2/5)

航空機装備品への期待

- 航空機システムは、航空機の機体構造(胴体及び翼など)及びエンジン本体を除いた機器類を指し、操縦系、機体制御系、油圧系、燃料系など非常に多岐に及び、**航空機価格の約40%を占める。**
- 日本の航空機システムメーカーは、**官需(防衛市場)で技術力を培ってきた**部分が多く、今後は民間航空機分野での新たな市場開拓が期待される。
- 航空機システムは、MRO(※)ビジネスの観点から、機体そのものとは比べて**アフターマーケットでの継続的な収益が期待**できる。



※MRO: Maintenance, Repair and Overhaul

航空機の価値構成
(経済産業省 製造産業局:
航空機産業戦略策定以降の取組について)

2020年代半ば以降に市場投入予定の次世代航空機は、さらなる**安全性・環境適合性・経済性**が求められている。

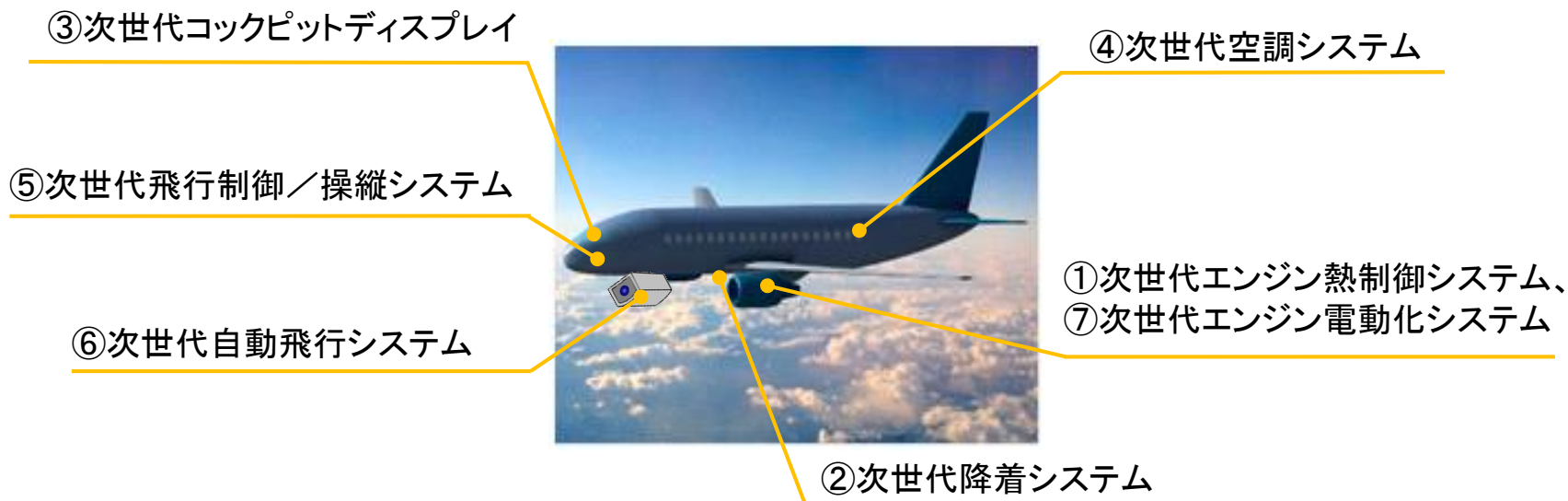
そのため、これらのニーズに対応した航空機用先進システムを開発し、我が国の技術が次世代航空機に早期に導入可能な体制を構築しておく必要がある。



本プロジェクトの目的:

航空機の安全性・環境適合性・経済性といった社会のニーズに対応した、軽量・低コストかつ安全性の高い先進的な航空機用システムを開発する。

1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性 (3/5)



航空機用先進システム実用化プロジェクトの研究開発項目

◆政策的位置付け

我が国においては、本研究開発は以下の通り国家的な施策及び技術戦略マップにおいて、必要なプロジェクトとして位置付けられている。

(1)産業構造ビジョン2010(平成22年6月)

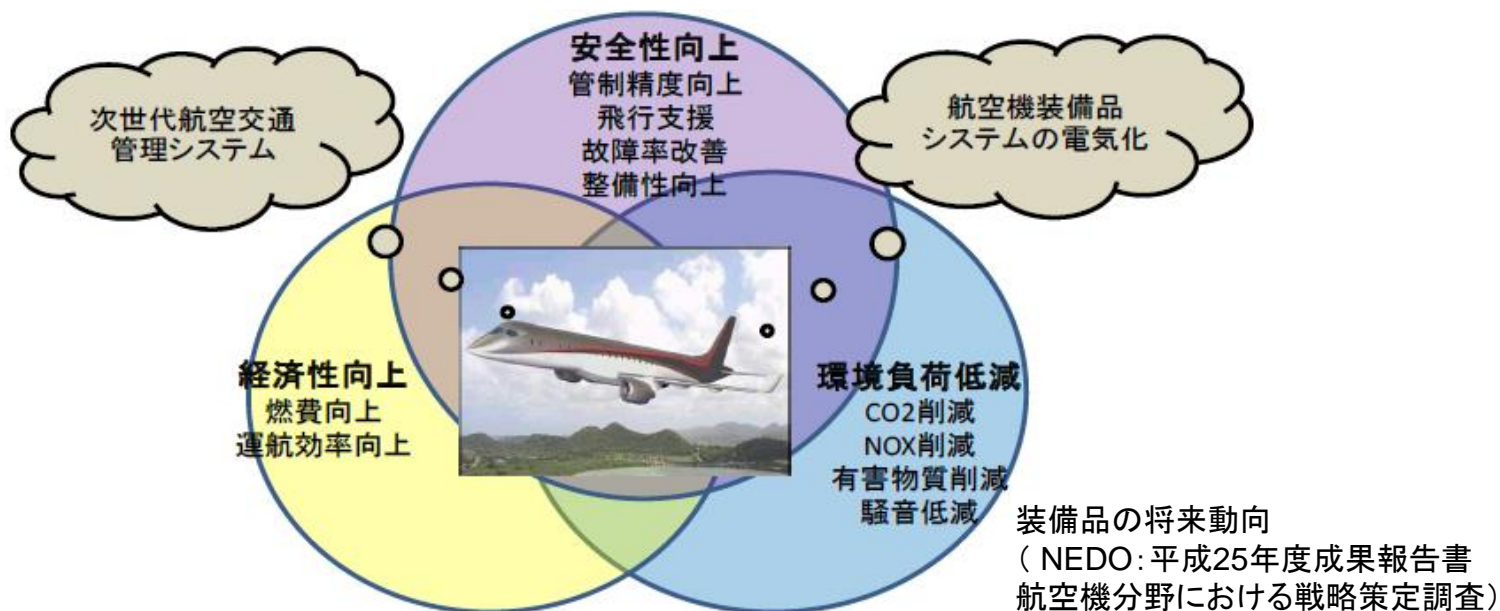
経済産業省が策定。2020年に航空機産業の売上高2兆円(2014年の約2倍)、2030年に売上高3兆円(2014年の約3倍)を達成することを目指す。

具体的な施策として、航空機システムを含めたモジュール単位での設計・開発を行う。

◆国内外の研究開発の動向と比較

国内外の研究開発の動向

- 日本: 経済産業省の事業「航空機用先進システム基盤技術開発」において、ブレーキシステムと地上走行システムの設計目標・仕様の設定等に関する研究開発を実施。
- 欧州: 航空機システムに関する研究開発プロジェクトが2002年以降に実施。



日本としても諸外国に遅れを取らないようにするため、航空機システムに関する継続的な研究開発が必要。

本研究開発を通じて航空機用先進システムを開発することにより、**これまでは国外の航空機システムメーカーの下請けに甘んじていた日本の航空機システムメーカーも、航空機システム市場に本格的に参入する機会を作り出すことができる。**

◆技術戦略上の位置付け

テーマ抽出

- ✓ 技術課題を以下の項目で評価し、研究開発支援の優先順位を整理。
- ✓ 調査事業により技術課題を明確化。

(評価項目)

- ① (a) 信頼性・安全性、経済性、快適性
(b) 省エネ、CO2削減、環境適合性
- ② 海外企業と比較して技術的優位性
- ③ 海外企業等(完成機OEM、装備品Tier1)が特に関心を示している分野か。
- ④ シーズ技術の実現性、TRL(※)から予定時期に開発完了が可能か
- ⑤ 波及効果(航空機関連技術及び他産業応用)
- ⑥ 他産業からの技術利用(スピンオン)が可能か

※TRL: Technology Readiness Level

- ・エンジン熱制御システム
- ・降着システム
- ・コックピットディスプレイ
- ・空調システム
- ・飛行制御/操縦システム
- ・自動飛行システム
- ・エンジン電動化システム

・「次世代航空機システムに関する技術動向調査」(NEDO, 2015)
 ・「国外の航空機開発及び航空機システム開発に関する動向調査」(NEDO, 2016)
 により技術課題を明確化。

航空機分野の技術マップ

中核的要素技術	装備品(システム)技術	技術	社会的必要性			国際競争力				
			環境適合性	安全性	経済性	その他	優位性確保	優位性維持	新分野開拓	
飛行安全性向上技術	パイロット支援技術	状況認識向上技術		○				○		
		意思決定支援技術		○				○		
		操縦支援技術		○				○		
	次世代航空交通システム技術	飛行管理システム技術	4次元航法技術	○	○		利便性			○
			管制効率化技術			○	利便性			○
			セーフティネット技術		○					○
			耐雷防塵技術		○					○
	通信・航法性能向上技術	通達性能向上技術	高精度飛行経路制御技術		○					○
			ヘルスマonitoring技術		○					○
			ヘルスマonitoring技術		○					○
経済性向上技術	全電気化技術	次世代飛行制御システム技術	○	○			○			
		油圧アクチュエータ電気化技術	○	○			○			
		空調系統全電気化技術	○	○			○			
		防水・除氷装置電気化技術	○	○			○			
		脚システム電気化技術	○	○					○	
		航空機の空港内自動タキシングシステム	○	○			○		○	
		推進システム電気化技術	○						○	
環境適合性技術	代替発電技術	発電及び配電装置高効率化技術	○	○			○			
		灯火装置低消費電力化技術	○	○			○			
		軽量材料応用技術	○	○					○	
		複合材料技術	○	○					○	
環境適合性技術	代替発電技術	高強度金属材料技術	○	○					○	
		代替発電技術	○	○					○	
		クリーンエネルギー貯蔵技術	○	○					○	
環境適合性技術	代替発電技術	新材料/プロセス適用技術	○						○	
		有害ガス代替技術	○						○	
環境適合性技術	代替発電技術	低燃料消費化技術	○						○	
		熱制御技術	○						○	

出典: 航空機分野における戦略策定調査 (NEDO, 2014)

◆NEDOが関与する意義

- 航空機用先進システムの開発は**技術的・経済的な波及効果が大きく、裾野産業の形成や雇用創出**につながり、我が国の産業の活性化、海外展開の促進に貢献することが期待できる。
- ただし、航空機システムは開発期間が長く実用化までに長期間を要すること、また認証取得に膨大な費用と時間を必要とすることから、**民間活動のみでは実施にあたってリスクが極めて大きい。**



推進にあたりNEDOの関与が必要。

◆実施の効果（費用対効果）

本プロジェクトで開発した航空機用先進システムが次世代航空機に搭載されれば、**2020年代以降に年間で最大数百億円規模の売上げ**を継続して得られる可能性がある。

そのため、本プロジェクトの総事業費：約21億円(予定)に対し、生み出される効果は十分であると考えられる。

2. 研究開発マネジメント

◆事業の目標

➤ アウトプット目標

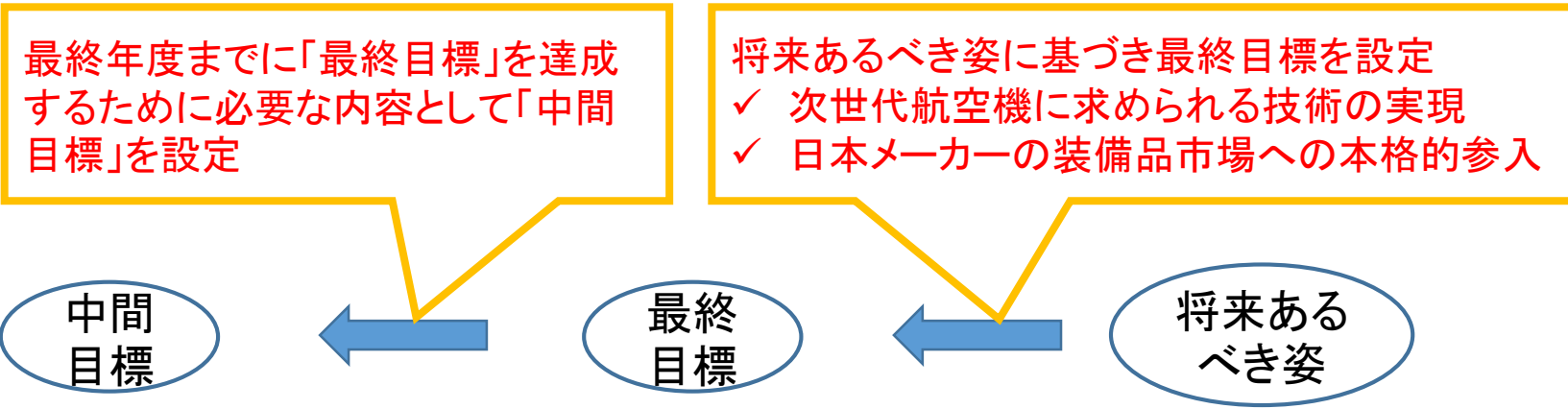
本研究開発では、航空機用先進システムの**プロトタイプモデルを製作し、地上ないし飛行環境下で従来のシステムよりも優れた性能・機能等を有することを実証**する。

この目標を達成すれば、国内外の航空機メーカーからは一定の成熟度を持つシステムであると判断され、次世代航空機への提案が可能となる。

➤ アウトカム目標

本研究開発にて開発した航空機用先進システムが国内外の航空機メーカーに採用されること、またプロダクトサポートやMROにより、2020年代以降から年間で**研究開発項目毎に数十億円、合計で最大数百億円の売上を継続**して得ることを目標とする。

◆ 研究開発目標と根拠



① 次世代エンジン熱制御システム研究開発

研究開発項目	研究開発中間目標	研究開発最終目標	根拠
ASACOC(※1)	従来技術で設計した熱制御システムと比較して、性能要求と強度要求を維持しながら5%の軽量化	従来技術で設計した熱制御システムと比較して、性能要求と強度要求を維持しながら10%の軽量化	住友精密工業株式会社の熱交換器は世界の競合他社の熱交換器に比較しても、ほぼ同等の性能・強度と重量であると推定。 10%の軽量化が実現できれば、競合他社との差別化が期待できる。
HFCOC(※2)			
OFCV(※3)			

※1. ASACOC : Advanced Surface Air Cooled Oil Cooler
 ※2. HFCOC : Hybrid Fuel Cooled Oil Cooler
 ※3. OFCV : Oil Flow Control Valve

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性 (3/12)

②次世代降着システム研究開発

研究開発テーマ	研究開発目標	根拠
脚揚降システム	中間目標 1) RTCA/DO-160で規定される環境試験(温度試験、振動試験等)を実施し、要求に合致することを確認。 2) PUMP耐久性の向上。 3) 脚揚降システムの質量軽減。 4) 電動Uplockの最適な形態を立案。 5) MBD(※)の適用。	実用化の際に機体メーカーから要求されると想定される目標を設定。
	最終目標 1) 実機搭載(温度変化含む)を考慮した状態で、脚扉の開閉 / 脚の揚降に要する時間を評価。 2) 脚揚降システムの質量軽減。	
電動タキシングシステム	中間目標 下記仕様を満足する供試体の設計を完了。 質量: 30kg以下 (In-Wheel Motor単体) 出力トルク: 2200N-m (In-Wheel Motor 1個あたり) 外形寸法: φ215mm × L150mm	質量、寸法: 最終目標を平成31年度に達成するために、平成29年度時点で達成する必要があると考えられる値。 トルク: 想定する規模の機体を、必要と想定される時間内に通常のタキシング速度まで加速させるのに必要なトルク。
	最終目標 下記仕様を満足する供試体の設計を完了。 ①. 質量: 25kg以下 (In-Wheel Motor単体)、120kg以下 (システム全体) ②. トルク: 2200N-m (In-Wheel Motor 1個あたり) ③. 外形寸法: φ215mm × L140mm	

※MBD :Model Based Development

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性 (5/12)

②次世代降着システム研究開発

研究開発テーマ	研究開発目標	根拠
電磁ブレーキシステム	<p>中間目標 以下に示す仕様を満足する供試体の設計を完了する。 質量: 80kg以下 (Brake Assy単体) 吸収エネルギー: 23MJ (Brake Assy 1個あたり) トルク: 18000N-m (Brake Assy 1個あたり) 外形寸法: φ 430mm × L500mm</p>	<p>質量、寸法: 最終目標を平成31年度に達成するために、平成29年度時点で達成する必要があると考えられる値とした。 吸収エネルギー、トルク: 想定する機体を通常の着陸条件で停止させるのに必要な値。</p>
	<p>最終目標 以下に示す仕様を満足する供試体の設計を完了する。 質量: 想定する規模の機体ブレーキと同等。 吸収エネルギー、トルク: 想定する規模の機体を最も厳しいケース(RTO※)で停止させるのに必要な値。 外形寸法: 想定する規模の機体の主脚ホイールに収まる寸法。</p>	<p>①. 想定する規模の機体ブレーキと同等。 ②. 吸収エネルギー、トルク: 想定する規模の機体を最も厳しいケースRTOで停止させるのに必要な値。 ③. 寸法: 想定する規模の機体の主脚ホイールに収まる寸法。</p>

※RTO: Rejected Takeoff

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性 (6/12)

③次世代コックピットディスプレイ研究開発

研究開発項目	研究開発目標		根拠
大画面・任意形状 ディスプレイモジュールの 研究開発	中間	要求設定：機能・性能要求の設定完了 技術開発：光学補償技術の確立 ：光学性能、耐環境性能の評価完了	研究開発した技術が実機搭載品に適用可能な技術レベルであると判断でき、 2027年以降に運航開始が予定される機体への搭載品開発が開始できる。
	最終	プロトタイプ製作評価完了 機能：一画面の表示面積従来比2倍 性能：光学性能、耐環境性能を満足	
大画面・任意形状 ディスプレイモジュール適応型 タッチパネル機能の研究開発	中間	要求設定：機能・性能要求の設定完了 技術開発：任意形状マルチタッチ技術の確立 ：光学性能、耐環境性能の評価完了	
	最終	プロトタイプ製作評価完了 機能：任意形状マルチタッチ機能実現 性能：光学性能、耐環境性能を満足	
DO254認証取得活動	中間	SOI#1(※)レビュー実施完了	SOI#1の完了要件を満たすことで、 製品開発にDO254認証プロセスを適用 できる。
	最終	SOI#1完了要件達成	

※SOI: Stage Of Involvement

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性 (7/12)

④次世代空調システム研究開発

研究開発項目	研究開発目標		根拠
二相流体熱輸送システム	中間	システムの主要構成部を試作し、性能を取得。(TRL4を達成)	将来の航空機電動化に対応するため、Active Pump方式では中～大型機におけるパワーデバイス等の比較的大きな発熱に対応することを目指し、Passive Pump方式によって電動アクチュエータ、センサ等の比較的小さい発熱に対してコンパクトで究極の省エネ(無動力)の冷却を達成することを目指して、各目標を設定。
		Active Pump方式では、所定の熱輸送量を達成するための制御手法を確立。	Active Pump方式の所定の熱輸送量目標は、既存の液冷システム、ベーパ・サイクル・システム、エア・サイクル・システムの冷却能力と重量トレンドを比較した結果から、従来の液冷システムが重量面で優位となる所定の熱輸送量以下の範囲を市場範囲と想定。
		Passive Pump方式では、所定の熱輸送量を達成。	Passive Pump方式の所定の熱輸送量目標は、小熱輸送量になるほど重量低減効果の絶対値が小さくなるため、ループ・ヒート・パイプの現状達成レベルからの能力拡大の可能性に鑑みて、この容量までの無動力化を行うことでより大きなメリットを出せるとの考えから目標を設定した。
	最終	機体への搭載を想定した仕様での設計、及びパッケージ化を行った飛行実証前段階のプロトタイプモデルを製作し、基本性能・環境性能・耐久性能の地上性能評価を完了。(TRL6※を達成)	航空機搭載を目指した プロトタイプモデルを試作して地上性能評価を完了 することにより、航空機での実用化に向けたシステムの有効性を世界に広くアピールし、以降の製品開発につなげることを目指して目標を設定。
		Active Pump方式では、所定の消費電力低減を達成。	冷媒の蒸発／凝縮による潜熱を利用することで 現行の液冷システムよりも循環流量を大幅に低減 し、これにより達成可能と見込まれる電力及び重量の削減目標として設定。この数値目標を実現する小型・高効率なシステムを構築してその性能を実証することが、その優位性を確実にするものと考えた。
		Passive Pump方式、Active Pump方式とも、従来の液冷システムに対して所定の重量低減を達成。	

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性 (8/12)

④次世代空調システム研究開発

研究開発項目	研究開発目標		根拠
スマート軸流ファン	中間	モータ、制御回路、翼車の各構成要素レベルでの設計・試作を行い、各試作部位に対して性能評価を行う。(TRL4を達成)	本研究開発でターゲットとする仕様にもとづいて、各構成要素の目標性能にブレークダウンして各試作を行い、各々の達成度・改善点を見出すことで、最終のプロトタイプモデルの設計に反映するために目標を設定。
	最終	スマート軸流ファンとして飛行実証前段階のプロトタイプモデルを製作し、基本性能・環境性能・耐久性能の試験評価を完了する。(TRL6～7を達成)	設定した仕様に適合した プロトタイプモデルを試作評価し、かつ開発プロセスも含めてその技術を確立 することで、航空機搭載への適合性と当該ファンの優位性を広く機体メーカー等へアピールし、早期の事業を実現するために目標を設定。
		所定のモータ効率向上を達成する。	誘導モータにおける日本国内の最高ランクであるトップランナーモータ規定はIEC60034-30規定のIE3に相当するが、 これより上位のIE4クラスに相当する効率を所定の高回転で達成 することを目標として設定。
	従来の軸流ファンと同程度あるいはそれより軽い重量を達成する。	高機能化のための制御回路部の追加にともなう重量増は開発製品の優位性を損なうものであることから、この増分をモータ及び他部位の軽量化によって相殺し、 従来ファンと同等もしくはより軽量なもの とする。	

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性 (9/12)

⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発

研究開発項目	研究開発目標	根拠
操縦バックアップシステム	<p>中間目標 モータコントローラ、ADC/ACCの基本的な機能確認用のBBM(※)を製作し、検証用プラットフォームとしてのBBMの機能、処理能力等の妥当性を確認する。(TRL4)</p> <p>最終目標 プロトタイプモデル(PM)レベルの操縦システムを用いた評価より次世代操縦システムの有効性を確認する。(TRL5) これにより、コスト低減、軽量化の機体設計トレンドに即した操縦バックアップシステムとしての適合性を検証する。</p>	<p>バックアップ用として最低限飛行可能な機能を有しており、メイン・フライト・コントロール・システムと組み合わせる事により、複雑な全体システムの簡素化が可能となり、飛行安全性の向上と同時にコストダウン、軽量化が可能。</p>
モータコントローラ	<p>中間目標 所定出力のBBM(TRL4)を作製する。模擬負荷印加装置を構築し、モータに負荷を加えた状態でモータ制御を実施する。</p> <p>最終目標 PMLレベルのハードウェア(TRL5)を製作し、目標とする機能性能を有することを検証する。</p>	<p>小型/高効率でファン等強制空冷を使用しない設計を行って来た実績がある。防衛向け機体においてアクチュエータメーカーとの協業の実績もあり、これらのノウハウを活用することで、発熱を考慮した設計が可能。</p>
ピトー管	<p>中間目標 フライトモデルを製作し、所定の寿命時間の実証試験を実施する。認証試験取得のための準備を行う。</p> <p>最終目標 フライトモデルによる実証及び認証取得を行う(TRL9)。 耐環境性を具備する材料による製造可否の目途を付ける。</p>	<p>最新の要求事項に合致したピトー管を開発することで、既に搭載されているピトー管に比べ飛行安全性が高くなる。最新のヒーター及び組立て手法を開発することで信頼性を高め、耐久性、入手性、コスト低減が可能。</p>

※ BBM: Bread Board Model

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性 (10/12)

⑥次世代自動飛行システム研究開発 - 画像処理による航法誘導制御技術

研究開発項目	中間目標	最終目標	根拠
位置検出・自動着陸	<ul style="list-style-type: none"> 画像システムプロトタイプを開発し、画像システムプロトタイプによる飛行試験を実施する。 取得された画像を元に、位置検出・自動着陸が可能であることをシミュレーションにて確認。 	<ul style="list-style-type: none"> プロトタイプモデルを用いた無人航空機による飛行試験を行い、画像処理による位置検出が可能であることを確認。 	原理確認用画像システム試作機で取得された予備飛行実験画像を元にシミュレーションを実施後、 飛行実証実験に向けた具体的な数値目標を設定。
GPS/ILS(※)ロストモデル	<ul style="list-style-type: none"> GPS/ILS異常モデルを構築し、無人機によるGPS/ILS異常時の自動着陸が可能であることをシミュレーションによって確認。 	<ul style="list-style-type: none"> GPS/ILS異常時においても自動着陸ができることを無人機による飛行試験により確認。 	GPSロストモデルを用いたシミュレーション後、実機検証を実施。 実機検証前に必要な項目として設定。
天候対応	<ul style="list-style-type: none"> 晴天時で位置検出可能であることを確認。 	<ul style="list-style-type: none"> 有人機により悪天候(曇天)時の画像を取得し、そのデータをもとに位置検出が可能であることを確認。 	晴天時と比較したロバスト性評価を実施し、 実用化に向けた課題を明確化。
障害物検知・回避	<ul style="list-style-type: none"> アルゴリズムの検討。 シミュレーションでの確認。 	<ul style="list-style-type: none"> 滑走路上の障害物(車両など)を検知・回避できることを無人航空機を用いた飛行試験により実証。 	原理確認用画像システム試作機で取得された予備飛行実験画像を元にシミュレーションを実施後、 飛行実証実験に向けた具体的な数値目標を設定。

※ ILS: Instrument Landing System

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性 (11/12)

⑥次世代自動飛行システム研究開発 - 画像処理による舵面故障検出技術

研究開発項目	中間目標	最終目標	根拠
舵面状態検知	<ul style="list-style-type: none"> ・アルゴリズム開発。 ・地上試験で機能確認。 ・固着、レートリミット低減の二つの故障に対応可能な故障検知アルゴリズムの実証。 	<ul style="list-style-type: none"> ・MuPAL-α機に舵面角度検知システムプロトタイプを搭載し、飛行試験を行い、定常旋回時の複数の故障(固着、レートリミットの低減に加えて、非常に早い周期運動)が検知可能であることを確認。 	地上試験での機能確認後、実機検証を実施。
耐故障飛行制御	<ul style="list-style-type: none"> ・耐故障制御による安定飛行試験を実施し、性能(耐故障飛行制御による自動飛行性能)を確認。 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐故障制御による安定飛行の維持を飛行試験により確認。 	耐故障飛行制御の性能確認後、安定飛行の維持を確認。
ソフトウェア認証	<ul style="list-style-type: none"> ・画像処理システムを対象とし、民間航空機搭載用ソフトウェア規格DO-178Cに基づくソフトウェア開発プロセスの全体概要をまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ソフトウェア認証に関して、画像処理システムに対してDO-178Cに基づくソフトウェア開発プロセスを調査し、トータルシステムとしての実用化に向けた開発プロセスを確立。 	画像処理システムに対してDO-178Cに基づくソフトウェア開発プロセスを調査後、開発プロセスを確立。 画像処理システムとトータルシステムでそれぞれの 実用化に向けた開発プロセスを把握 する必要があるため。

⑦次世代エンジン電動化システム研究開発

高温に耐えうる高耐熱電動機	高耐熱電動機の試作品において300°Cの耐熱温度を有することを確認。	250kW以上で地上試験によりエンジン内蔵型電動機の実現性・有効性を実証。	(中間)世界の有力エンジンメーカーが目標としている240°Cを上回る300°Cを目標。 (最終)現在の民間航空機用の最大級出力の電動機が250kwであるため。
燃料システムおよび空調システムも考慮した、効率のよい排熱システム	エンジン電動化システムの設計手法を確立し、その手法を用いて燃費改善などの効果を確認。	シミュレーション等により性能評価を実施。	(中間)電動機の使用温度範囲(最大300°C)を可能とするため。 (最終)電動機出力(250kW以上)を可能とするため。

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性 (1/2)

◆ 研究開発のスケジュール

要求設定、数値解析、
試作品製作等

プロトタイプ的设计/製作、実証試験、
評価、検証、認証取得準備等

	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	平成31年度
①次世代エンジン熱制御システム研究開発	数値解析による設計検討、 試作品の実験検証(委託)			プロトタイプ的设计/製作、検証(委託)	
②次世代降着システム研究開発	脚揚降システムのプロトタイプ 製作/試験(委託)			飛行実証試験(委託)	
	電動タキシングシステムのリグ 供試体製作/試験(委託)			プロトタイプ製作/試験(委託)	
	電磁ブレーキシステムのリグ 供試体製作/試験(委託)			プロトタイプ製作/試験(委託)	
③次世代コックピットディスプレイ研究開発	要求設定、仕様策定、供試体製作(委託)			供試体評価、耐環境性検証(委託)	
④次世代空調システム研究開発	二相流体熱輸送システムの主要 構成部の試作開発(委託)			プロトタイプの開発(委託)	
	スマート軸流ファンの各構成要素 の試作開発(委託)			プロトタイプの開発(委託)	
⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発	ピトー管のフライトモデル製作/ 実証試験(委託)			認証取得作業(委託)	
	操縦バックアップシステムの ブレッドボードモデル製作(委託)			プロトタイプ製作/評価(委託)	
⑥次世代自動飛行システム研究開発		システム試作/ シミュレーション評価(委託)		飛行実証試験/システム改良(委託)	
⑦次世代エンジン電動化システム研究開発		電動機の試作・評価 システム設計(委託)		プロトタイプ製作、システム評価(委託)	

中間評価

◆プロジェクト費用

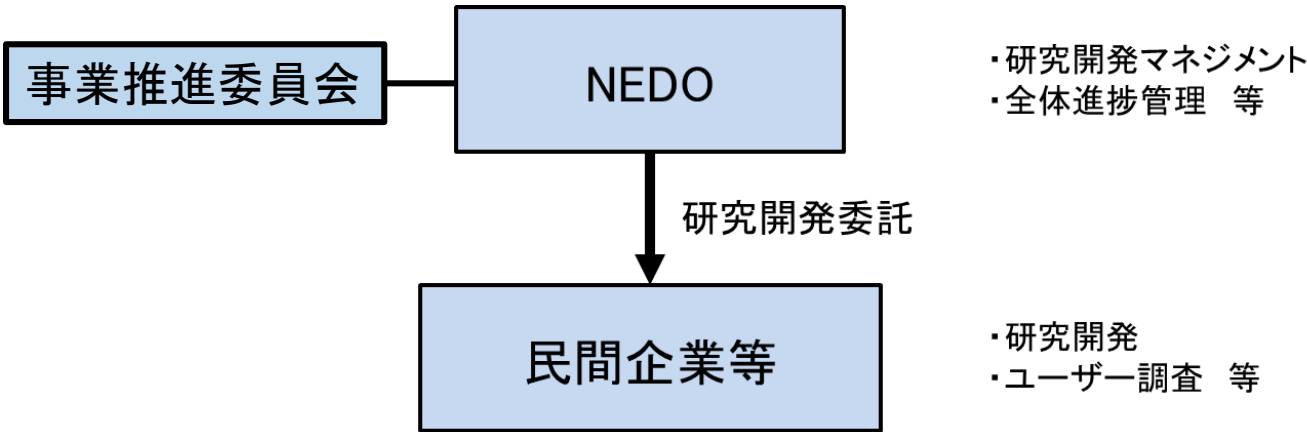
研究開発項目	平成 27年度	平成 28年度	平成 29年度	合計
①次世代エンジン熱制御システム研究開発	50	50	44	144
②次世代降着システム研究開発	120	120	177	417
③次世代コックピットディスプレイ研究開発	60	60	52	172
④次世代空調システム研究開発	70	70	65	205
⑤次世代飛行制御／操縦システム研究開発	40	47	51	138
⑥次世代自動飛行システム研究開発	—	28	41	69
⑦次世代エンジン電動化システム研究開発	—	30	49	79
合計	340	405	479	1,224

平成29年度の費用については、開発促進財源を含む。

単位：百万円

◆ 研究開発の実施体制

本プロジェクトは、NEDOが、単独ないし複数の、原則本邦の企業、研究組合、公益法人等の研究機関から公募によって研究開発実施者を選定後、共同研究契約等を締結する研究体を構築し、委託して実施している。実施体制を以下に示す。



- ・次世代エンジン熱制御システム研究開発 (*1)
- ・次世代降着システム研究開発
- ・次世代コックピットディスプレイ研究開発 (*2)
- ・次世代空調システム研究開発
- ・次世代飛行制御/操縦システム研究開発
- ・次世代自動飛行システム研究開発 (*1)
- ・次世代エンジン電動化システム研究開発

実施体制概要

*1: 欧州政府との共同研究に参加 (Horizon2020)
*2: 仏政府との共同研究に参加

◆ 研究開発の運営管理

下記の方法により、四半期に1度程度の進捗管理を実施。

➤ 事業推進委員会の開催(約2回/年)

NEDOを主体として、各研究開発項目の研究開発責任者等が進捗報告を行い、NEDOのプロジェクトマネージャーと議論を行い、**外部有識者による審議**を経て、研究開発の方向性を決定。

<開催実績>

第1回:平成27年12月

第2回:平成28年9月

第3回:平成29年2月

➤ サイトビジットの実施(1回/年)

平成28年度より、各研究開発項目の進捗状況のよりの確な把握及び外部有識者を含めたプロジェクト関係者間で今後の課題等について認識の共有をはかることを目的として、**外部有識者等と共に研究開発現場訪問**を実施。

<開催実績>

平成28年12月

平成29年8月～9月

◆ 動向・情勢の把握と対応

以下により、動向・情勢を把握。

- 国際学会やワークショップ、展示会への参画
- 国内外のエンジン、装備品メーカーやエアラインからのヒアリング
- 国内有識者から成る、アドバイザリー委員会での意見交換
- 共同研究者との協業
- 文献、特許の調査

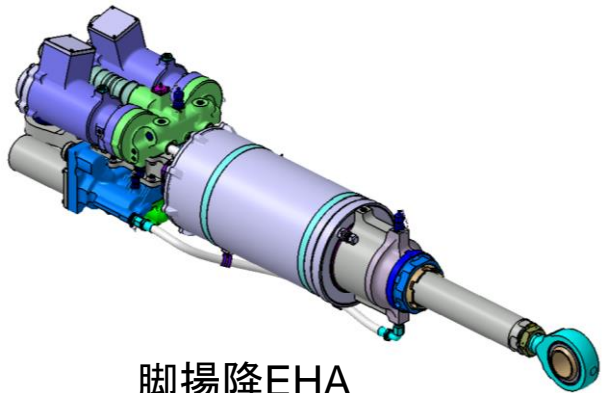
下記の情勢を把握	対応
1. 欧州の航空機に対する有害排気ガス削減、騒音低減に向けた研究開発 (Clean Sky2) 状況	1. 個々の技術開発目標の明確化
2. メーカーやエアラインのニーズ	2. ニーズの反映
3. 競合他社の動向	3,4. 実用化戦略へ反映
4. EASA/FAA(※)の動向やレギュレーションの改訂状況	

※EASA: European Aviation Safety Agency(欧州)
 FAA: Federal Aviation Administration(米)

◆ 開発促進財源投入実績

平成29年度には以下の研究開発項目に開発促進財源投入を行い、研究開発の加速を図っている。

投入対象項目	投入の目的
②次世代降着システム研究開発	本研究開発項目のうち脚揚降システムについて、平成27年度中にシステムレベルの試験を実施し、全試験を完了した。 この試験の成果は共同研究先であるエアバスからも高い評価を受けたものの、平成28年度末、実用化に向けた具体的な課題として、アップロックス機構等を含めた一連のシステムとしての電動化及びさらなる重量軽減の必要性が明らかとなった。 これらの課題への対応によって、本システムの実用化に向けて前進を図るため投入を実施した。



脚揚降EHA
(EHA: Electro Hydrostatic Actuation)

2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の運営管理の妥当性 (5/5)

平成29年度には以下の研究開発項目に開発促進財源投入を行い、研究開発の加速を図っている。

投入対象項目	投入の目的
⑦次世代エンジン電動化システム研究開発	機体メーカーへのヒアリング及び技術動向調査を通じ、エンジン軸直結型発電機及びそれを駆動させる際に必要なパワーエレクトロニクス ^① の排熱を行うシステムに関する議論を行った結果、空冷方式が次世代航空機に適しており、機体メーカーのニーズが高いことが明らかとなった。このニーズへの対応によって、本システムの実用化に向けて前進を図るため投入を実施した。

◆ 知的財産権等に関する戦略

委託研究開発及び共同研究の成果に関わる知的財産権については、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、全て委託先に帰属させることとする。

なお、本プロジェクトの当初から、事業化を見据えた知財戦略を検討・構築し、適切な知財管理を実施する。

どの技術を公開(積極的に権利化を行う)、非公開(ノウハウとして秘匿)とするかについては各委託先の戦略による。

◆ 知的財産管理

各委託先ごとに以下の方法、取り決め等により知的財産管理に取り組む。

- 知的財産管理指針の策定
- 知財運営委員会の設置
- プロジェクト内での秘密保持
- 知的財産権の帰属
- 出願手続きの取り決め
- プロジェクト内での実施許諾
- 知財合意書の取り交わし

3. 研究開発成果

◆研究開発項目毎の目標と達成状況

達成度:
 10月31日現在、中間目標の達成に至っていない項目や、一部平成29年度中の中間目標達成が困難なテーマあり。

- 対策と今後の課題:**
- ✓ 未達理由の大半は、元々の計画として平成29年度後半(11月以降)に取り組む内容のため。
 - ✓ 今年度中の達成が困難な項目については解決方針が立っており、平成30年度中には目標達成できる見込み(最終目標への影響無し)。
 - ✓ 電磁ブレーキについては、技術的課題の克服目途が立たないため、外部有識者の意見も踏まえ、中止とした。

①次世代エンジン熱制御システム研究開発

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
ASACOC	重量5%減	重量18%減↘	◎	
HFCOC	重量5%減	重量 5%減↘	○	ヘッダー等も含めた軽量化の検討
OFCV	重量5%減	重量63%増↗	× (H30年12月達成見込)	・軽量材料への変更を検討 ・構成部品の小型・サイズ最適化及び省略化を検討
熱制御システム	重量5%減	重量 4%減↘	× (H30年12月達成見込)	OFCVの軽量化によりシステム全体として達成見込み

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義 (2/15)

②次世代降着システム研究開発 - 脚揚降システムの研究開発

中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
RTCA/DO-160で規定される環境試験(温度試験、振動試験等)を実施し、要求に合致することを確認。	要求に合致することを確認済。	○	達成済。
PUMP耐久性を向上。	評価中	△ (H30年3月達成見込)	課題:ギアの摩耗 解決方針:摩耗対策を行い、試験にて効果を確認。
脚揚降システムの質量軽減。	目標の50%を軽減した。 残り50%の軽減を検討中。	△ (H29年12月達成見込)	課題:質量軽減 解決方針:形態見直し。
電動Uplockの最適な形態を立案。	構成は検討完了。 軽量化検討中。	△ (H29年12月達成見込)	課題:質量軽減 解決方針:詳細設計にて小型軽量検討を更に進める。
MBDの適用。	Co-simulation 及び ソースコードの自動生成を計画通り実施中。	△ (H30年3月達成見込)	課題:MBDの経験がない。 解決方針:難易度の高いモデル作成作業の一部に関し、機体会社での作業経験がある解析受託業者と契約し、そのノウハウを習得。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義 (3/15)

②次世代降着システム研究開発

- 電動タキシングシステムの研究開発

中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
以下の仕様を満足する供試体の設計を完了。(In-Wheel Motor単体)	In-Wheel Motorの検討作業中で、本年度末までに目標を達成できる見込み。	△ (H30年3月末達成見込)	設計検討の深度化を行い、各項目の課題を克服。 巻線の高密度化、強度検討による余肉の削除により質量を軽減。
質量: 30 kg以下	質量: 33 kg (概算)	△ (H30年3月末達成見込)	
出力トルク: 2200N-m	出力トルク: 1500N-m ^(※)	○	達成済。
外形寸法: φ215mm × L150mm	外形寸法: φ232mm × L178.6 mm ^(※)	○	達成済。

(※) 出力トルク及び外形寸法については、既存機での運用状態の調査及びホイール内部の許容スペースの再確認を行った結果、出力トルクを1500N-m、外形寸法をφ232mm × L178.6 mmに緩和しても実用化が可能であることを確認済みである。

- 電磁ブレーキシステムの研究開発(平成29年度上半期をもって中止)

中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
以下の仕様を満足する供試体の設計を完了。(Brake Assy単体)	質量を除いて中間目標の仕様を満足する結果を得た。この条件で作動した場合の最大温度は270°CでMRFの許容温度300°C未滿を満足する。	×	大幅な質量軽減と温度上昇を抑制するための高熱容量化・高放熱化が課題。 課題解決に対する有効な手段が現状なく、最終目標を達成する見込みはないため、本研究は中止とした。
質量: 80kg以下	質量: 325 kg	×	
吸収エネルギー: 23MJ	吸収エネルギー: 23MJ	○	
トルク: 18000N-m	トルク: 18000N-m	○	
外形寸法: φ430mm × L500mm	外形寸法: φ430mm × L500mm	○	

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義 (5/15)

③次世代コックピットディスプレイ研究開発

- 大画面・任意形状ディスプレイモジュールの研究開発

中間目標	成果	達成度	今後の課題と 解決方針
要求設定	設定完了	○	
部分試作品製造・評価	評価完了	○	
技術試作品製造・評価	評価完了	△ (H30年2月達成見込)	視野角改善のための技術開発
技術選定	選定完了	△ (H30年3月達成見込)	

- 大画面・任意形状ディスプレイモジュール適応型タッチパネル機能の研究開発

要求設定	設定完了	○	
部分試作品製造・評価	評価完了	○	
技術試作品製造・評価	評価完了	△ (H30年2月達成見込)	任意形状タッチパネルにおけるタッチ検出を実現するためのコントローラチューニング
技術選定	選定完了	△ (H30年3月達成見込)	

- DO254認証取得活動

ツール導入	導入完了	○	
開発標準作成	作成完了	○	
Gap analysis	実施完了	○	
SOI#1文書作成	作成完了	○	
SOI#1レビュー	実施完了	○	

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義 (7/15)

④次世代空調システム研究開発 - 二相流体熱輸送システム

中間目標	成果		達成度	今後の課題と 解決方針
システムの主要構成部を試作し、性能を取得。 (TRL4を達成)	二相熱交換器 (Active方式)	従来手法よりも高精度な独自の設計式を得た。	○	達成済。
	ポンプ (Active方式)	低コスト・タイプの翼車が適用可能なことを確認。	○	
	ウィック (Passive方式)	従来品よりも有望なウィックを得た。	○	
Active Pump方式では、所定の熱輸送量目標を達成するための制御手法を確立。	小型システムを試作・評価を実施。基本となる制御式を得た。		△ (H30年1月達成見込)	BBM試験にて所定の熱輸送量目標を実現するとともに、制御時定数などの制御パラメータ詳細を確認。
Passive Pump方式では、所定の熱輸送量目標を達成。	小型システムを試作・評価を実施。システム達成の目途を得た。		△ (H30年1月達成見込)	BBM試験にて所定の熱輸送量目標を実現するとともに、蒸発器を並列設置した場合の影響を確認。

- スマート軸流ファン

モータ、制御回路、翼車の各構成要素レベルでの設計・試作を行い、各試作部位に対して性能評価を行う。 (TRL4を達成)	モータ 制御回路	既存ファンにないモータ方式の採用により、ファン内蔵可能な小型回路を実現。	△ (H29年12月達成見込)	統合評価
	翼車	従来手法よりも高精度な性能予測手法を確立。	○	達成済。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義 (9/15)

⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発

	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
操縦バックアップシステム	モータコントローラ、ADC/ACC(※)の基本的な機能確認用のBBMを製作し、検証用プラットフォームとしてのBBMの機能、処理能力等の妥当性を確認。(TRL4)	60%	△ (H30年3月達成見込)	人員の増強
モータコントローラ	所定出力のBBM(TRL4)を作製。模擬負荷印加装置を構築し、モータに負荷を加えた状態でモータ制御を実施。	50%	△ (H30年3月達成見込)	テストベンチの製作の加速
ピトー管	フライトモデルを製作し、所定寿命の実証試験を実施。認証試験取得のための準備を行う。	60%	△ (H29年12月達成見込)	試験供試体の製作手法の確立

※. ADC: Air Data Computer
ACC: Actuator Control Computer

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義 (10/15)

⑥次世代自動飛行システム研究開発
- 画像処理による航法誘導制御技術

中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
<p><u>位置検出・自動着陸</u> ・画像システムプロトタイプを開発し、画像システムプロトタイプによる飛行試験を実施。 ・取得された画像を元に、位置検出・自動着陸が可能であることをシミュレーションにて確認。</p>	<p>・本飛行試験に向けた画像システムプロトタイプの固定翼機へのインストレーションおよび予備飛行試験を実施し、課題を抽出。 ・誤差モデルによるシミュレーション環境を構築中。</p>	<p>△ (H30年3月 達成見込)</p>	<p>飛行実証実験に用いる画像処理システムの最適仕様(振動・横風などの影響を考慮)の把握。 →平成30年に欧州で本飛行試験を実施し、取得された画像を元にシミュレーションを実施し、課題の抽出、目標値を設定予定。</p>
<p><u>GPS/ILSロストモデル</u> ・GPS/ILS異常モデルを構築し、無人機によるGPS/ILS異常時の自動着陸が可能であることをシミュレーションによって確認。</p>	<p>・GPSについて、標準24衛星軌道でモデルを構築済み。異常時に関してもモデルを構築済み。 ・ILSモデルについては、ローカライザーのみ計算を実施。</p>		<p>ILSに関して、未実施の計算項目があるため、今後実施。また、現行モデルは、シミュレーション時にしか使用できないため、飛行試験時に適用可能なリアルタイム誤差モデルを構築予定。</p>
<p><u>天候対応</u> ・晴天時で位置検出可能であることを確認。</p>	<p>・本項目の検討は平成30年以降実施。</p>		<p>天候が画像処理システムへ及ぼす影響の把握 →曇天データの取得予定。</p>
<p><u>障害物検知・回避</u> ・アルゴリズムを検討。 ・シミュレーションで確認。</p>	<p>・予備飛行試験を実施し、アルゴリズム検討中。</p>		<p>画像処理システムによる障害物検知精度の把握。 →予備飛行試験およびシミュレーションによる確認。</p>

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

3. 研究開発成果

(1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義 (11/15)

⑥次世代自動飛行システム研究開発

- 画像処理による舵面故障検出制御技術

中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
<u>舵面状態検知</u> ・アルゴリズム開発 ・地上試験で機能確認 ・固着、レートリミット低減の二つの故障に対応可能な飛行制御則の実証	・システム仕様を策定。 ・MuPALエルロンの3次元シミュレーション環境を構築、最適な位置関係、画像特徴量をシミュレーションにより導出中。 ・故障モード検知プログラムを作成中。	△ (H30年3月達成見込)	・舵面故障検出技術に用いる画像処理システムの最適仕様の抽出。 →地上試験で以下を検証。 カメラ仕様・カメラ位置・検出舵面位置、画像特徴量、取得パラメータ精度。 ・最適な方法の検討 →改善検討を実施。
<u>耐故障飛行制御</u> ・耐故障制御による安定飛行試験を実施し、性能(耐故障飛行制御による自動飛行性能)を確認。	・耐故障飛行制御の開発 ・評価用のシミュレーションモデルを整備 ・飛行試験による耐故障飛行制御の初期性能確認を実施		・実フライトデータを利用してシミュレーションモデルの改修を予定。 ・初期性能確認結果を踏まえて耐故障制御を改修し、平成30年2月から次回飛行試験を実施予定。
<u>ソフトウェア認証</u> ・画像処理システムを対象とし、民間航空機搭載用ソフトウェア規格DO-178Cに基づくソフトウェア開発プロセスの全体概要をまとめる。	・DO-178C(ソフトウェア開発保証プロセス)とその上位規格ARP4754(システム開発保証プロセス)、ARP4761(安全性評価プロセス)の概略を把握。		・DO178Cを適用した場合の開発規模把握。 ・上位規格とDO-178Cの関係を明確化。 →公開資料の調査による。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義 (12/15)

⑦次世代エンジン電動化システム研究開発
 - 高温に耐えうる高耐熱電動機

中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
高耐熱電動機の試作品において300℃の耐熱温度を有することを確認。	テストピースにて巻線被膜耐熱温度300℃、3,000時間相当耐えることを確認。	○	達成済。
	電動機試作品において、300℃の耐熱温度を有することを確認。	○	達成済。

- 燃料システムおよび空調システムも考慮した、効率のよい排熱システム

中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
エンジン電動化システムの設計手法を確立し、その手法を用いて燃費改善などの効果を確認。	エンジン電動化システムおよび排熱システム、空調連携排熱システムの系統設計を行い、燃費改善効果等を確認。	○	達成済。
	エンジン排熱システムおよび空調連携排熱システムの効果を評価。	△ (H30年3月達成見込)	
	二次電池システム系統設計における課題を確認。	○	達成済。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

➤ 達成状況:

10月31日現在、中間目標の達成に至っていない項目や、一部平成29年度中の中間目標達成が困難なテーマがある。

未達理由の大半は、元々の計画として平成29年度後半(11月以降)に取り組む内容のためであり、**中間目標達成の見込み。**

今年度中の達成が困難な項目についても解決方針が立っており、平成30年度中には目標達成できる見込み(全体スケジュールへの影響無し)。

技術的理由により中止するテーマを除き、**目標達成に向けて着実に前進している。**

➤ 成果の意義:

中間目標は最終目標を見据えたものとなっており、事業化へ向けた重要なマイルストーンである。**中間目標の達成目途付ができたことは、実用化や事業化に向けた重要な前進と言える。**

また航空機分野では通常、研究開発から実用化まで数年を要する。

研究の推進と共に**認証への取り組みやニーズや動向、情勢調査**を行い、**実用化する上で必要な検討事項**に対して適切に取り組むことで、**着実に前進している。**

◆各個別テーマの成果と意義

成果: 数値計算、試作品の設計/製作、評価試験、認証に関するDER(※1)レビュー等
 意義: 実用化に向けた技術的目途付、課題の明確化、認証取得に向けた取り組み、QCD (※2)を意識した製品化戦略の策定等

※1. DER: Designated Engineering Representative)

※2. QCD: Quality Cost Delivery)

研究開発項目	概要	個別研究開発項目	成果	意義
次世代エンジン熱制御システム研究開発	発電容量の大容量化の要求の高まり等に伴う冷却負荷の増大に対応した、高効率かつ小型軽量のエンジン用熱交換器システムを開発する。	①. ASACOC ②. HFCOC ③. OFCV ④. 熱制御システム	数値流体解析による形状最適化や新しい加工方法の策定、試作品製造。	製品の高性能化および軽量化、コスト低減。
次世代降着システム研究開発	次世代の民間航空機で求められる電動化の技術動向に対応した、降着装置システムの脚システムの電動化対応技術を開発する。	①. 脚揚降システム ②. 電動タキシングシステム ③. 電磁ブレーキシステム	①. 各種試験の実施および質量軽減検討の推進、モデルベース開発の適用。 ②. 走行模擬試験の実施および高精度熱解析モデルの構築、発熱抑制。モーターの小型化、高出力化の目途付。 ③. 試験によりブレーキトルクを向上についての知見が得られた。一方で放熱機構の抱える技術的課題が克服困難であることが判明。	①. 開発リスクや運用コストの軽減。 ②. 研究開発の効率化や、実用化に向けた前進。 ③. ブレーキ性能を高める目途が付いた。一方で技術的課題により電磁ブレーキに関する研究を中止することとなったが、軽量である事を必要としない用途には適用できる目途が得られた。
次世代コックピットディスプレイ研究開発	先進の表示デバイス技術、光学補償技術、薄型・曲面・ガラス加工技術、双方向パイロット・インターフェース技術等を用いたコックピットディスプレイを開発する。	①. 大画面・任意形状ディスプレイモジュール ②. 大画面・任意形状ディスプレイモジュール適応型タッチパネル ③. DO254認証取得活動	①. ②. 要求仕様の検討、部分試作品と技術試作品を製作。 ③. DERのレビューを受け、指摘事項を反映。	①. ②. プロトタイプに採用する方式の策定に活用。 ③. SOI#1完了に向けた取り組み内容の明確化。

3. 研究開発成果

(1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義 (15/15)

研究開発項目	概要	個別研究開発項目	成果	意義
次世代空調システム研究開発	次世代の電動化された航空機で増大することが予想される電子機器の発熱に対応した、Passive Pump方式・Active Pump方式の液冷システム及び風量や昇圧調節等の作動状態を可変制御できる軸流ファンを開発する。	①. 二相流体熱輸送システム ②. スマート軸流ファン	①. 従来よりも高精度な設計式を得た。小型システムを 試作・評価 。 ②. ファンに内蔵可能な小型回路の 設計手法を得るとともに 、性能領域の広い翼車を短期間で設計可能となった。	①. 熱をコンパクトな形状で輸送できる 目的を得た。 ②. 設置性に優れ、種々の既存品の性能を広く包括するファンが 実現できる 目的を得た。
次世代飛行制御/操縦システム研究開発	高信頼なピトー管、エア・データ・コンピュータ/アクチュエータ・コントロール・コンピュータ、電動アクチュエータ向けのコントローラ及び光通信を組み合わせた飛行制御/操縦システムを開発する。	①. ピトー管 ②. モータコントローラ ③. 操縦バックアップシステム	①. 耐久試験 により不良が無いことを確認。量産化を見据えた製造プロセスを開発。コスト低減に向けた調整。 DERから認証に関する情報収集 。 ②. TRL4相当のBBMを用いて動作を確認。テストベンチ製作。 ③. モジュール設計。	①. ニーズの反映および実用化を見据えたQCD、耐食性の向上 。 認証取得を円滑に進める 目的を得た。 ②. 基本技術を習得。 ③. システム評価に用いる制御則を開発する。
次世代自動飛行システム研究開発	画像処理技術を用いた、舵面故障時の飛行維持システム及びGPS/ILSロスト時の自動着陸システムを開発する。	①. 画像処理による航法誘導制御技術 ②. 画像処理による舵面故障検出技術	①. 試作、予備飛行実験 。また シミュレーションモデルの検討および構築 。 ②. シミュレーション環境の構築、故障検知を行う手法を開発、アルゴリズムの開発 。	①. ②. システムに必要な目標値を決定することができる。開発プロセスの確立。
次世代エンジン電動化システム研究開発	従来を上回る耐熱性を有する高耐熱電動機、及び燃料システムや空調システムも考慮した効率の良い排熱システムを開発する。	①. 高温に耐えうる高耐熱電動機 ②. 燃料システムおよび空調システムも考慮した、効率のよい排熱システム	①. テストピースの耐熱性評価にて耐久性を確認 。 試作品にて発電機運転達成 。 ②. 各種 系統設計および補助電源としての二次電池の構成検討 を実施。	①. 必要な耐熱性の達成および耐熱システムの基本構成の 目的を得た。 ②. 各種システムの 構成を構築 するとともに、二次電池を補助電源として使用する場合の課題を 明確化 。

◆ 成果の最終目標の達成可能性

現状：
 重量目標や性能面で、現段階においては最終目標未達。
 達成見通し：
 電磁ブレーキシステムについて技術的課題克服の目途が立たないものの、その他のテーマにおいては現在実施中あるいは対策が立てられており、最終目標達成可能の見通し。



研究開発項目	最終目標(平成31年度末)	現状	達成見通し
次世代エンジン熱制御システム研究開発	システム全体で重量10%軽減 ①. ASACOC ②. HFCOC ③. OFCV ④. 熱制御システム	①. 重量18%減 ②. 重量5%減 ③. 重量63%増 ④. 重量4%減	①空気フィンの最適化により軽量化。 ②サイズ最適化により軽量化。 ③OFCVの構成部品の材料変更、小型化により軽量化。 ④システム合計で目標達成見込み。
次世代降着システム研究開発 ①脚揚降システム ②電動タキシングシステム ③電磁ブレーキシステム	①-1.目標質量まで軽減。 ①-2.実機搭載(温度変化含む)を考慮した状態で、脚扉の開閉/脚の揚降に要する時間を評価。 ②-1.質量軽減 ②-2.所定の出力トルク ②-3.所定の外形寸法 ③-1.質量軽減 ③-2.吸収エネルギー ③-3.所定の出力トルク ③-4.所定の外形寸法	①-1.質量軽減が必要。 ①-2.最終形態でのシステム性能未確認。 ②-1/-2/-3.未達 ③-1/-2/-3/-4.未達	①-1.形態見直しにより目標達成の見込み。 ①-2.最終形態を試作し、評価することで目標達成の見込み。 ②-1/-2/-3.モータをIPM方式とし、巻線の高密度化による質量軽減により目標達成の見込み。 ③.本方式では達成の見込み立たず。

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性 (2/5)

研究開発項目	最終目標(平成31年度末)	現状	達成見通し
<p>次世代コックピットディスプレイ 研究開発</p> <p>①. 大画面・任意形状ディスプレイ モジュールの研究開発</p> <p>②. 大画面・任意形状ディスプレイ モジュール適応型タッチパネル機 能の研究開発</p> <p>③. DO254認証取得活動</p>	<p>①, ②. ・航空機搭載品としての性能要 求を満足。 ・航空機搭載品としての耐環境 性を有する。</p> <p>③. SOI#1完了要件達成。</p>	<p>①, ②. 技術試作品製 造・評価中</p> <p>③. SOI#1レビュー完 了</p>	<p>①, ②. 達成の見通し。 民生品のデバイス技術は、個々の要素技 術を見ると、要求に対して機能性能を満足 するか、満足させるために必要な改良の方 向性が明確になっている。</p> <p>③. 達成できる見通し。 SOI#1レビューの結果から、完了要件達成 のために必要な対応が明確になっている。</p>
<p>次世代空調システム 研究開発</p> <p>①. 二相流体熱輸送システム</p> <p>②. スマート軸流ファン</p>	<p>①-1. プロトタイプモデルを製作 し、各種性能評価を完了(TRL6 を達成)。</p> <p>①-2. Active Pump方式では、所 定の消費電力低減を達成。</p> <p>①-3. Passive Pump方式、 Active Pump方式とも、従来の液 冷システムに対して所定の重量 低減を達成。</p> <p>②-1. プロトタイプモデルを製作 し、各種性能試験評価を完了 (TRL6~7を達成)。</p> <p>②-2. 所定のモータ効率向上を 達成。</p> <p>②-3. 従来の軸流ファンと同程度 あるいはそれより軽い重量を達 成。</p>	<p>①-1. プロトタイプモデ ルの前段階としての BBM試験を開始。</p> <p>①-2. 既に達成の目 途を得ている。</p> <p>①-3. 構成品の要素 開発を完了し、精度の 高いサイズ見積りが 可能になった。</p> <p>②-1. プロトタイプ品 の構想設計完了</p> <p>②-2. 所定の設計(最 大)効率を超えるモー タを採用</p> <p>②-3. プロトタイプ品 構想設計段階であり、 質量試算中。</p>	<p>①-1. BBM試験で得られた成果と、これま での航空機装備品の開発経験を踏襲する ことで、目標を達成の見通し。</p> <p>①-2. 既に達成の目途を得ている。</p> <p>①-3. システムの中で特に重量比率が大き い、熱交換器のサイズを低減できる見込み であり、目標を達成可能と考える。</p> <p>②-1. 過去の航空機搭載品の設計品質基 準を詳細設計にて適用するため、達成可 能と考える。</p> <p>②-2. 設計リスクは低く、達成見込み。</p> <p>②-3. モータ方式の変更により、従来の軸 流ファンに対して質量を低減できる見込み。</p>

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性 (3/5)

研究開発項目	最終目標(平成31年度末)	現状	達成見通し
<p>次世代飛行制御/操縦システム 研究開発</p> <p>①.操縦バックアップシステム</p> <p>②.モータコントローラ</p> <p>③.ピトー管</p>	<p>①. プロトタイプレベルの操縦システムを用いた評価により次世代操縦システムの有効性を確認。(TRL5) これにより、コスト低減、軽量化の機体設計トレンドに即した操縦バックアップシステムとしての適合性を検証。</p> <p>②. プロトタイプレベルのハードウェア(TRL5)を製作し、目標とする機能性能を有することを検証。</p> <p>③.フライトモデルによる実証及び認証取得を行う。(TRL9)耐環境性を具備する材料による製造可否の目途付け。</p>	<p>①.ハードウェアの設計・製作</p> <p>②.テストベンチの製作</p> <p>③.プレ着氷試験供試体の製作</p>	<p>①. 今期ハードウェアを製作、来期ソフトウェアの製作、最終年度に統合評価確認達成の見込み。</p> <p>②. 今期BBMを用いての評価、来期耐環境性評価を行う。達成の見込み。</p> <p>③.プレ着氷試験、量産手法を確立することで、達成の見込み。</p>

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性 (4/5)

研究開発項目	最終目標(平成31年度末)	現状	達成見通し
<p>次世代自動飛行システム 研究開発</p> <p>①. 画像処理による航法誘導制御技術</p> <p>②. 画像処理による舵面故障検出制御技術</p>	<p>①-1. 画像処理による位置検出が可能であることを確認。</p> <p>①-2. GPS/ILS異常時においても自動着陸ができることを確認。</p> <p>①-3. 悪天候時の画像を取得し、そのデータをもとに位置検出が可能であることを確認。</p> <p>①-4. 滑走路上の障害物を検知・回避できることを飛行試験により実証。</p> <p>②-1. 飛行試験を行い、検出可能であることを確認。</p> <p>②-2. 耐故障制御による安定飛行の維持を飛行試験により確認。</p> <p>②-3. ソフトウェア認証に関して、画像処理システムに対してDO-178Cに基づくソフトウェア開発プロセスを調査し、トータルシステムとしての実用化に向けた開発プロセスを確立。</p>	<p>①-1. プロトタイプ of 固定翼機へのインストレーションおよび予備飛行試験を実施し、課題を抽出。 ・誤差モデルによるシミュレーション環境を構築中。</p> <p>①-2. GPSについて、標準24衛星軌道でモデルを構築済み。異常時に関してもモデルを構築済み。</p> <p>・ILSモデルについて、ローカライザのみ計算を実施。</p> <p>①-3. 平成30年以降実施する。</p> <p>①-4. 予備飛行試験を実施し、アルゴリズム検討中。</p> <p>②-1. ・システム仕様を策定。 ・MuPALエルロンの3次元シミュレーション環境を構築、最適な位置関係、画像特徴量をシミュレーションにより導出中。 ・故障モード検知プログラムを作成中。</p> <p>②-2. ・耐故障飛行制御の開発・評価用シミュレーションモデルを整備 ・飛行試験による耐故障飛行制御の初期性能確認を実施</p> <p>②-3. ・DO-178Cとその上位規格ARP4754、ARP4761の概略を把握。</p>	<p>①-1. 各飛行実証試験データ取得およびシミュレーションを駆使し、課題抽出、試作機改善を実施して、達成する見込み。</p> <p>①-2. GPSデータ取得およびシミュレーションを駆使し、課題抽出、改善を実施して、達成する見込み。</p> <p>①-3. 晴天時と比較したロバスト性評価を実施し、実用化に向けた課題を明確化できる見込み。</p> <p>①-4. 各飛行実証試験データ取得およびシミュレーションを駆使し、課題抽出、試作機改善を実施して、達成する見込み。</p> <p>②-1. ・実証試験データ取得およびシミュレーションを駆使し、課題抽出、試作機改善を実施して、達成する見込み。</p> <p>②-2. ・シミュレーションと飛行試験により抽出された課題に対して、アルゴリズム改修を実施して、達成する見込み。</p> <p>②-3. 平成30年度以降に本格的に実施することで、達成する見込み。</p>

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性 (5/5)

研究開発項目	最終目標(平成31年度末)	現状	達成見通し
<p>次世代エンジン電動化システム研究開発</p> <p>①. 高温に耐えうる高耐熱電動機</p> <p>②. 燃料システムおよび空調システムも考慮した、効率のよい排熱システム</p>	<p>①.プロトタイプモデルの電動機の地上試験にて250kW以上の電動機の運転を行う。</p> <p>②.シミュレーションによりエンジン電動化システムを含めた、機能・性能の評価を実施。</p>	<p>①.プロトタイプモデルの設計解析実施中。</p> <p>②.エンジン排熱システムおよび空調連携排熱システムのシミュレーションモデルの作成方法を検討中。</p>	<p>①.中間目標における試作品評価結果の反映と合わせて、最終目標達成見込み。</p> <p>②.中間目標におけるシステム効果評価結果の反映と合わせて、最終目標達成見込み。</p>

◆ 成果の普及

得られた研究開発成果については、NEDO、実施者とも普及に努めるものとする。
 また、本プロジェクトでは、航空機用先進システムの開発を通じて、我が国で開発した技術・製品の認証を円滑に取得するために必要な安全性評価手法等を構築する。

各項目の合計

	平成27 年度	平成28 年度	平成29 年度	計
論文	0	1	5	6
研究発表・講演	2	3	3	8
新聞・雑誌等への掲載	0	3	0	3
展示会への出展	1	2	2	5

※平成29年度10月31日現在

◆ 知的財産権の確保に向けた取組

委託研究開発及び共同研究の成果に関わる知的財産権については原則として、全て委託先に帰属させることとする。

なお、本プロジェクトの当初から、事業化を見据えた知財戦略を検討・構築し、適切な知財管理を実施する。

どの技術を公開(積極的に権利化を行う)、非公開(ノウハウとして秘匿)とするかについては各委託先の戦略による。

各項目の出願特許数合計

	平成27年度	平成28年度	平成29年度	計
国内出願	1	1	0	2
外国出願	2	3	0	5
計	3	4	0	7

※平成29年度10月31日現在

4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

◆本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方

当該研究開発に係るプロトタイプ等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る製品等の販売により、企業活動(売り上げ等)に貢献することをいう。

◆実用化・事業化に向けた戦略

- 従来、日本メーカーは国外メーカーの下請けに甘んじてきたため、認証取得等を独自で行う上でのノウハウが不十分。
今後は独自に開発、設計、製造、認証取得、販売を行うことができるよう、本研究開発を通じてプロトタイプの製作や、認証取得に向けた実証試験等の実績を積み、国際競争力を向上させる。
- 本研究開発を通じて、実用化を見据えた実証試験インフラの整備やサプライチェーンの確立、人材の確保に取り組む。
- 必要に応じて国外の航空機メーカーや航空機システムメーカーをパートナーとして選定することにより、ユーザ側のニーズを的確に把握し、成果を実用化・事業化につなげることを目指す。

4. 成果の実用化・事業化に向けての取組及び見通し
 (2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組 (1/2)

◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組

- ✓ 開発、設計、試験、評価、量産化のステップアップ
- ✓ 日欧、日仏等、海外との共同研究実施や共同研究体制作り
- ✓ 機体、装備品メーカーとの共同研究
- ✓ 市場リサーチ
- ✓ 認証取得準備



研究開発項目	具体的取組
次世代エンジン熱制御システム研究開発	平成31年度までに、技術成熟度(TRL)をLevel 6達成、平成37年度頃に商業就航(EIS)予定の航空機エンジンに搭載を目標 ・英国Rolls-Royce社との共同開発(Horizon2020) ・コスト競争力のある価格設定のための市場価格のリサーチ 平成29年度中に「ASACOCの開発」、「HFCOCの開発」、「OFCVの開発」を、平成31年度末までに「熱制御システムの開発」、平成32年度中に「ユーザー評価」、平成33年度中に「製品設計」、平成34年度中に「製品認証試験」、平成35年度上期に「エンジン試験」、その後平成37年度までに「量産品生産」、「量産品販売」を実施。
次世代降着システム研究開発 ①. 脚揚降システム ②. 電動タキシングシステム ③. 電磁ブレーキシステム	①. 平成32年度より製品設計・製造、システム試験、フライト試験を順次進め、平成37年度までに量産・供用を開始する。 ②. 本プロジェクト期間中は、実用化を目指した試作品の設計、製作、試験による検証を行う。また本プロジェクト終了後には機体会社との共同実証研究を経て、次世代以降のリージョナルジェット機向け機器としての実用化を想定し、研究開発を進める。 ③. 本プロジェクトにおいて、発熱及び質量に対する課題を克服することが困難と判断したため、航空機用電磁ブレーキシステムとしての実用化は断念する。

4. 成果の実用化・事業化に向けての取組及び見通し

(2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組 (2/2)

研究開発項目	具体的取組
次世代コックピットディスプレイ 研究開発	<ul style="list-style-type: none"> ・日仏共同研究開発のスキームにより、研究開発終了後速やかに製品開発へ移行する。 ・横河電機株式会社でのDO認証取得体制を構築することで同社製品の開発を可能とし、ビジネスチャンス を拡大する。
次世代空調システム 研究開発 ①. 二相流体熱輸送システム ②. スマート軸流ファン	<ul style="list-style-type: none"> ・既存機・小型機のレトロフィットから参入。 ・既に民航に進出して関係を築いている機体メーカー/空調メーカーとの共同開発。 ・パートナー企業との共同開発。
次世代飛行制御/操縦 システム研究開発 ①. 操縦バックアップシステム ②. モータコントローラ ③. ピトー管	<ul style="list-style-type: none"> ①. ②. 平成31年度より順次実用化、事業化検討および信頼性、寿命評価を実施。その後、平成46年度ま でに事業化を実現。 ③. 平成29年度～30年度中に量産試作、事業化検討、信頼性・寿命評価を完了させ、平成31年度より量産 化を実施。
次世代自動飛行 システム研究開発 ①. 自動着陸システム ②. 舵面故障検出システム	<ul style="list-style-type: none"> ①. 平成31年度末まで「画像システム開発」、「航法誘導制御技術」に、 平成32年度より「実用化/事業化検討」、「量産・信頼性検討」に取り組み、無人機システムへの参入を経て 平成37年度末までに民間航空機システムへ参入。 ②. 平成31年度末まで「画像システム開発」、「耐故障飛行制御技術」、「ソフトウェア認証プロセス構築」に、 平成32年度より「実用化/事業化検討」、「量産・信頼性検討」に取り組み、民間航空機既存機参入を果たし、 平成37年度末までに民間航空機(新製機)システムへ参入。
次世代エンジン電動化 システム研究開発	<p>平成28年度中に「電力システムにおける補助電源としての二次電池構成」を、 平成28年度から平成31年度まで「巻線熱構造の排熱効率向上」、「高耐熱絶縁被膜の耐熱向上」、「内蔵型 電動機および、排熱・燃料・電力を考慮したエンジン電動化システム」、「エンジン電動化システムの排熱シ ステム」、「空調システムと排熱システムとの連携」を、 平成30年度から平成31年度まで「エンジン電動化システム実現のための、制御・通信・ソフトウェア」につい て取り組む。</p>

4. 成果の実用化・事業化に向けての取組及び見通し
 (3) 成果の実用化・事業化の見通し (1/3)

◆ 成果の実用化・事業化の見通し

- ✓ 欧州との共同研究
- ✓ 海外メーカーとのパートナーシップ
- ✓ 他社技術との差別化
- ✓ 実績

- ✓ ニーズに合致した製品提案
- ✓ 潜在的顧客の獲得
- ✓ 高品質・低コスト化



研究開発項目	競争に対する優位性	事業化の見通し
次世代エンジン熱制御システム研究開発	本研究開発は航空機エンジンメーカーとの共同開発(HORIZON2020)であり、次世代の航空機エンジン性能を最適にする為の熱制御システムの詳細仕様、形態を協議できている。	<ul style="list-style-type: none"> ✓ グローバル調達により低コストを実現。 ✓ 民間航空機エンジンメーカーへ本研究開発で得た知財・成果を利用し、顧客のニーズに合わせた製品の提案をすることが可能。 ✓ これまでに培ってきた価格競争力・技術・製造・品質・販売・カスタマー・サポート体制と、さらなる改善及びグローバル展開にて、競争他社との差別化を図り、シェア拡大を図る。
次世代降着システム研究開発 ①脚揚降システム ②電動タキシングシステム ③電磁ブレーキシステム	<ul style="list-style-type: none"> ①. Airbus社と脚揚降EHAシステムの共同研究を実施しており、システム試験に成功。 ②. 他社のターゲット機は単通路型機であり、本研究でのターゲットであるリージョナルジェット機とは異なる。 ③. 研究中止。 	<ul style="list-style-type: none"> ①. 実用化(信頼性・コスト)を考慮した脚揚降システムを開発中。 ②. 将来的には機体会社と共同研究を実施。 ③. 研究中止。
次世代コックピットディスプレイ研究開発	実用化・事業化に向けた戦略及び具体的取り組みに従い、2027年までに製品開発を完了させることによって、ターゲットとする機体への搭載が見込まれる。	

4. 成果の実用化・事業化に向けての取組及び見通し

(3) 成果の実用化・事業化の見通し (2/3)

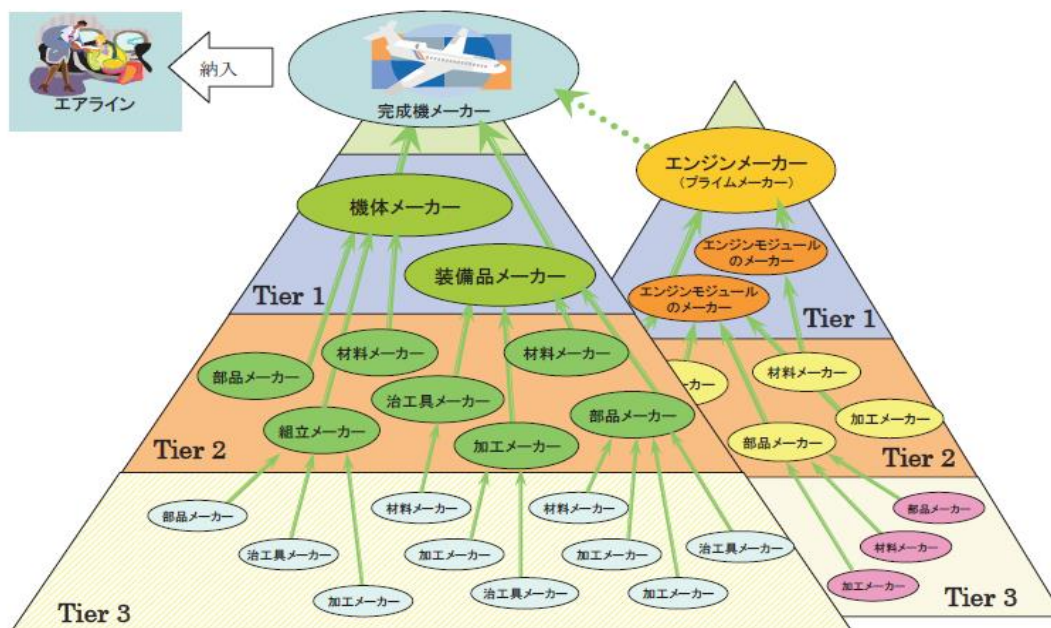
研究開発項目	競争に対する優位性	量産体制を確立する見通し
次世代空調システム研究開発 ①.二相流体熱輸送システム ②.スマート軸流ファン	①. 従来品である液冷システムと比較して、消費電力減、重量減、価格減といった特性向上を達成する。 ②. 従来品と比較して、可変回転速度機能により約60種類の既存ファンの性能を包含できることによる整備性向上を達成し、内蔵制御回路による自己診断機能やフィードバック制御機能といった付加機能の充実を図る。	
次世代飛行制御/操縦システム研究開発 ①.ピトー管 ②.モータコントローラ	①. 既存機のMRO事業をターゲットに、国内エアライン、商社、等の協力を得て受注を伸ばし、将来的には次世代機への拡大を狙う。 ②. 国内アクチュエータメーカーと協業して新造機の受注獲得を目指す。	
次世代自動飛行システム研究開発 ①.自動着陸システム ②.舵面故障検出システム	最終的には有人航空機向け装備品をターゲットとしているが、安全性確保、顧客獲得には多大な時間がかかると予測しており、それらビジネスはプロジェクト終了後5年以降をターゲットとする。	
次世代エンジン電動化システム研究開発	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ユーザニーズとの合致性 ✓ 海外メーカーとのパートナーシップ実績 ✓ 型式認証取得の実績 ✓ 技術動向の調査 	

◆波及効果

- 航空機用先進システムの開発は技術的・経済的な波及効果が大きく、裾野産業の形成や雇用創出につながり、我が国の産業の活性化、海外展開の促進に貢献することが期待できる。

特に航空機のシステム品は先端技術を集約したものであり、また、信頼性、品質ともに高いレベルを有するため他産業への技術的波及効果が大きい。

- 本研究開発にて開発した航空機用先進システムが国内外の航空機メーカーに採用されること、またプロダクトサポートやMROにより、2020年代以降から年間で研究開発項目毎に数十億円、合計で最大数百億円の売上を継続して得られる可能性がある。



出典：航空機産業における部品供給構造と参入環境の実態(日本政策金融公庫総合研究所, 2011)