

# 「航空機用先進システム実用化プロジェクト」

## 事業原簿

担当部	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ロボット・AI部
-----	---------------------------------------

## —目次—

概 要	1
プロジェクト用語集	12
<b>1. 事業の位置付け・必要性について</b>	<b>20</b>
1. 事業の背景・目的・位置付け	20
2. NEDO の関与の必要性・制度への適合性	22
2.1 NEDO が関与することの意義	22
2.2 実施の効果(費用対効果)	22
<b>2. 研究開発マネジメントについて</b>	<b>23</b>
1. 事業の目標	23
2. 事業の計画内容	35
2.1 研究開発の内容	35
2.2 研究開発の実施体制	44
2.3 研究の運営管理	52
2.4 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性	53
3. 情勢変化への対応	57
4. 評価に関する事項	65
<b>3. 研究開発成果について</b>	<b>66</b>
1. 事業全体の成果	66
2. 研究開発項目毎の成果	66
<b>4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて</b>	<b>111</b>
1. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	111

(添付資料)

- ・プロジェクト基本計画
- ・事前評価関連資料(事前評価書、パブリックコメント募集の結果)
- ・特許論文等リスト

# 概要

		最終更新日	平成 29 年 10 月 31 日			
プロジェクト名	航空機用先進システム実用化プロジェクト	プロジェクト番号	P15005			
担当推進部/ PMまたは担当者	ロボット・機械システム部 【PM】 井澤 俊和(平成 27 年 6 月～平成 28 年 3 月) 【担当者】 平林 弘行、飯田 大貴(平成 27 年 6 月～平成 28 年 3 月) ロボット・AI部 【PM】 平林 弘行(平成 28 年 4 月～平成 29 年 5 月)、嶋田 諭(平成 29 年 6 月～) 【担当者】 飯田 大貴(平成 28 年 4 月～平成 28 年 6 月)、齊藤 響(平成 28 年 7 月～)、林成和(平成 29 年 1 月～)					
0. 事業の概要	本研究開発は、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し、次世代航空機に提案可能なレベルにまで成熟させることにより、我が国の航空機産業の競争力強化を目指すものである。 本研究開発は委託による課題設定型の研究開発事業であり、平成 27 年度～平成 31 年度の 5 年間で実施される。					
1. 事業の位置付け・必要性について	本研究開発は、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ものであり、経済産業省が策定した産業構造ビジョン 2010に記載されている、航空機産業の売上高目標(2020年に売上高2兆円、2030年に売上高3兆円)を達成するための具体的な施策のひとつとして位置付けられている。 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。 航空機システムは開発期間が長く、認証取得にも膨大な費用と時間を要することから、開発にあたってのリスクが極めて大きいため、NEDOの関与が必要である。					
2. 研究開発マネジメントについて						
事業の目標	以下に示す7つの研究開発項目について航空機用先進システムのプロトタイプモデルを製作し、地上あるいは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。なお、研究開発項目⑥及び⑦は、平成28年度に実施した追加公募により採択した案件である。 ①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。 ②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、降着装置系統の脚システムの電動化対応技術を開発する。対象とする脚システムは脚揚降システム、電動タキシングシステム及び電磁ブレーキシステムとする。 ③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。 ④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。 ⑤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。 ⑥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。 ⑦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。					
事業の計画内容	研究開発項目	H27FY	H28FY	H29FY	H30FY	H31FY
	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			プロトタイプ設計/製作、検証	
	次世代降着システム研究開発	リグ供試体の設計/製作、及びリグ試験			プロトタイプ設計/製作、環境試験	

	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			供試体評価、耐環境性検証
	次世代空調システム研究開発	主要構成部の試作開発			プロトタイプ・システム開発、評価
	次世代飛行制御/操縦システム研究開発	仕様策定	試作品の製作		供試体製作・システム評価
	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			飛行試験、システム改良
	次世代エンジン電動化システム研究開発	電動機試作評価、システム設計			プロトタイプ製作、システム評価
開発予算(単位:百万円) 契約種類:委託	会計・勘定	H27FY	H28FY	H29FY	総額
	一般会計	340	305	331	976
	特別会計	0	100	95	195
	開発成果促進財源	0	0	53	53
	総予算額	340	405	479	1224
	(委託)	100%	100%	100%	-
開発体制	経産省担当原課	製造産業局 航空機武器宇宙産業課			
	プロジェクトリーダー	なし			
	プロジェクトマネージャー	NEDO ロボット・AI部 主査 嶋田 諭			
	委託先	研究開発項目①:住友精密工業(株) (再委託先:東京大学) 研究開発項目②:住友精密工業(株) (再委託先:多摩川精機(株)) 研究開発項目③:横河電機(株) 研究開発項目④:(株)島津製作所 (再委託先:名古屋大学) 研究開発項目⑤:東京航空計器(株) 研究開発項目⑥:(株)リコー、東京大学 (再委託先:三菱スペース・ソフトウェア(株)、(国研)宇宙航空研究開発機構、(国研)海上・湾港・航空技術研究所電子航法研究所) 研究開発項目⑦:(株)IHI(再委託先:住友精化(株)、住友精密工業(株)、(株)島津製作所、日産自動車(株)、(株)日立ソリューションズ)			
情勢変化への対応	<p>本プロジェクトに関連して平成27年度以降に実施された、動向・情勢の把握を目的とした情報収集事業は以下の通り。なお、調査の実施に係る費用は本プロジェクトとは別の予算から支出されている。</p> <p>また、各研究開発項目に関連する動向・情勢については、各委託先に把握に努めるよう指導するとともに、把握された動向・情勢への対応と併せ、事業推進委員会等で報告を行っている。</p> <p>①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(平成27年度)</p> <p>②航空機システム開発に関する国内他産業連携の可能性調査(平成29年度、実施中)</p>				
評価に関する事項	事前評価	平成27年度2月 担当部 ロボット・機械システム部			
	中間評価	平成29年10月			
	事後評価	事業終了後 実施予定			

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

研究開発項目①次世代エンジン熱制御システム研究開発

研究開発テーマ	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
①ASCOC	重量 5%減	重量 18%減△	◎	
②HFCOC	重量 5%減	重量 5%減△	○	ヘッダー等も含めた軽量化の検討
③OFCV	重量 5%減	重量 63%増△	× (平成 30 年 12 月 達成見込み)	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
④熱制御システム	重量 5%減	重量 4%減△	× (平成 30 年 12 月 達成見込み)	OFCV の軽量化により達成見込み

研究開発項目②次世代降着システム研究開発

研究開発テーマ	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
①脚揚降システムの 研究開発	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 することを確認する。	要求に合致することを確認 済。	○	達成済み
	PUMP 耐久性を向上する。	評価中	△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)	課題:ギアの摩耗 ギアの摩耗対策を行い、試験にて効 果を確認する。
	脚揚降システムの質量を軽減 させる。	目標の 50%を軽減した。残 り 50%の軽減を検討中。	△ (平成 29 年 12 月 達成見込み)	課題:質量軽減 形態見直しにより、軽量化を更に進め る
	電動 Uplock の最適な形態を 立案する。	構成は検討完了。軽量化 検討中。	△ (平成 29 年 12 月 達成見込み)	課題:質量軽減 詳細設計にて小型軽量化検討を更に進 める。
	MBD(モデルベース開発)を適 用する。	Co-simulation 及びソース コードの自動生成を計画 通り実施中。	△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)	課題:MBD の経験がない 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 ウを習得する。

3. 研究開発成果について

3. 研究開発成果について	②電動タキシングシステムの研究開発	以下の仕様を満足する供試体の設計を完了させる。 (In-Wheel Motor 単体)	下図に示す In-Wheel Motorの検討作業中で、平成30年3月末までに目標を達成できる見込みを得た。	△ (平成30年3月達成見込み)	設計検討の深度化を行い、各項目の課題を克服する。
		質量:30 kg 以下	質量:33 kg (概算)	△ (平成30年3月達成見込み)	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する。
		出力トルク:2200N-m	出力トルク:1500N-m ※1	○	巻線の高密度化及び制御手法の見直しにより出力トルクを向上させる。
		外形寸法: φ215mm × L150mm	外形寸法: 232mm × L178.6 mm ※1	○	強度検討及び部品形状の見直しにより外形寸法を削減する。
	③電磁ブレーキシステムの研究開発	以下の仕様を満足する供試体の設計を完了させる。(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未満を満足する。	×	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	○	—

研究開発項目③次世代コックピットディスプレイ研究開発				
研究開発テーマ	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
①大画面・任意形状 ディスプレイモジュールの研究開発	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	△ (平成30年2月 達成見込み)	視野角改善のための狭額縁ディスプレイデバイスの開発
	技術選定	選定完了	△ (平成30年3月 達成見込み)	
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	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	△ (平成30年2月 達成見込み)	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	△ (平成30年3月 達成見込み)	
③DO254 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. 研究開発成果について

研究開発項目④次世代空調システム研究開発				
研究開発テーマ	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
3. 研究開発成果について	①二相流体熱輸送システム	<b>二相熱交換器</b> <b>(Active 方式)</b> 従来手法よりも高精度な独自の設計式を得た。	○	
		<b>ポンプ(Active 方式)</b> 低コスト・タイプの翼車が適用可能なことを確認した。	○	
		<b>ウィック</b> <b>(Passive 方式)</b> 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する。	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。	△ (平成 30 年 1 月達成見込み)	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する。
	Passive Pump 方式では、所定の熱輸送量目標を達成する。	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。	△ (平成 30 年 1 月達成見込み)	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する。
②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)	<b>モータ制御回路</b> 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した。	△ (平成 29 年 12 月達成見込み)	統合評価
		<b>翼車</b> 従来手法よりも高精度な性能予測手法を確立した。	○	



研究開発項目⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発					
研究開発テーマ	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針	
3. 研究開発成果について	①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ブレッドボードモデル(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)	60%	△ (平成30年3月達成見込み)	人員の増強
	②モータコントローラ	所定の出力のBBM(TRL4)を製作する。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。	50%	△ (平成30年3月達成見込み)	テストベンチの製作の加速
	③ピトー管	フライトモデル(FM)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。	60%	△ (平成29年12月達成見込み)	試験供試体の製作手法の確立

研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発				
研究開発テーマ	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
3. 研究開発成果について ①画像処理による航法誘導制御技術	<b>位置検出・自動着陸</b> ・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する。	・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、課題を抽出した。 ・誤差モデルによるシミュレーション環境を構築中。	△ (平成30年3月達成見込み)	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。
	<b>GPS/ILS ロストモデル</b> ・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する。	・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。	△ (平成30年3月達成見込み)	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。
	<b>天候対応</b> ・晴天時で位置検出可能であることを確認する。	・本項目の検討は平成30年以降実施する。	△ (平成30年3月達成見込み)	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。
	<b>障害物検知・回避</b> ・アルゴリズムを検討する。 ・シミュレーションで確認する。	・予備飛行試験を実施し、アルゴリズム検討中。	△ (平成30年3月達成見込み)	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。

3. 研究開発成果について	②画像処理による舵面故障検出制御技術	<p><b>舵面状態検知</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・アルゴリズムを開発する。</li> <li>・地上試験にて二つの故障(固着、レートリミット低減)に対する機能確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・システム仕様を策定。</li> <li>・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。</li> <li>・機械学習による故障モード検知プログラムを作成中。</li> </ul>	<p>△</p> <p>(平成 30 年 3 月達成見込み)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>→地上試験で以下を検証する。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</li> <li>・最適な学習方法の検討</li> <li>→改善検討を実施。</li> </ul>
		<p><b>耐故障飛行制御</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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)を確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・耐故障飛行制御の開発</li> <li>・評価用のシミュレーションモデルを整備</li> <li>・飛行試験による耐故障飛行制御の初期性能確認を実施</li> </ul>	<p>△</p> <p>(平成 30 年 3 月達成見込み)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・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 1 月から次回飛行試験を実施予定</li> </ul>
		<p><b>ソフトウェア認証</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>	<p>△</p> <p>(平成 30 年 3 月達成見込み)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・DO178C を適用した場合の開発規模</li> <li>・上位規格と DO-178C の関係を明確化</li> <li>→公開資料の調査による</li> </ul>

研究開発項目⑦次世代エンジン電動化システム研究開発				
研究開発テーマ	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
①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℃の耐熱温度を有することを確認する。	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した。	○	
		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した。	○	
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	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する。	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した。	○	
		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する。	△ (平成30年3月達成見込み)	
		二次電池システム系統設計における課題を確認した。	○	
投稿論文	6件(うち査読有4件)			
特許	出願済6件(うち国際出願5件)			
その他の外部発表(プレス発表等)	16件(研究発表・講演8件、新聞雑誌等への掲載3件、展示会への出展5件)			
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	<p>本研究開発における7つの実施項目は、いずれも安全性・環境適合性・経済性の向上に寄与するものであり、社会のニーズに対応している。また、国内外の航空機メーカーが2020年代に開発を開始することが想定される、次世代航空機に提案可能なレベルにまで成熟させることを目標としているため、提案が採用されることで実用化への道筋が一気に開ける。</p> <p>実用化・事業化に向けての取り組みとして、本研究開発で製作する航空機用先進システムのプロトタイプを試作し、認証取得に向けて実証試験等を行うこととする。また、本研究開発を通じて、実証試験インフラの整備、サプライチェーンの確立、人材の確保に寄与するよう取り組む。さらに、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。</p> <p>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(Maintenance, Repair and Overhaul)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が期待できる。</p>			

5. 基本計画に関する事項	作成時期	平成 27 年 3 月 作成
	変更履歴	<p>平成28年3月 国外の研究開発動向を踏まえて研究開発項目⑥及び⑦を追加。また、技術分野における動向等の調査に関する記載、プロジェクトマネージャーに関する記載、及び研究開発スケジュール(別紙2)を追加。</p> <p>平成28年4月 組織再編に伴う部名変更、及びプロジェクトマネージャーの所属部署、氏名を変更。</p> <p>平成29年10月 プロジェクトマネージャーを変更。</p>

## プロジェクト用語集

### ①次世代エンジン熱制御システム研究開発

用語	説明
ASCOC	Advance Surface Cooled Oil Cooler。航空機用エンジンのオイルクーラーの一種。エンジンのバイパスファンエアーを冷媒として、航空機エンジンの潤滑油を冷却するための熱交換器。
HFCOC	Hybrid Fuel Cooled Oil Cooler。航空機用エンジンのオイルクーラーの一種。エンジンの燃料を冷媒として、航空機エンジンの潤滑油を冷却するための熱交換器。
OFCV	Oil Flow Control Valve。航空機エンジンのオイルクーラーに流れる油の流量をコントロールするためのバルブ。エンジンのEEC(電子式エンジン制御装置)から信号に制御される。
熱交換器	異なる2つ以上の流体間で熱を交換するために使用する機器。
GTF(Geard Turbo Fan)	ジェットエンジンの一種。ファンを減速して駆動するために遊星歯車機構を持つ。
熱制御システム	エンジンのパフォーマンスを最適化するためにエンジンの潤滑油および燃料の温度をコントロールする熱交換器のシリーズとその周辺機器。
冷媒	高温の流体を熱交換器で冷却するために利用される低温の流体
燃費	本事業原簿では、航空機の燃料の単位容量あたりの飛行距離を示す指標
エミッション	環境を汚染する廃棄物。本事業原簿では、主に航空機エンジンから排出される二酸化炭素や、窒素酸化物
LCC	Low Cost Carrier。格安航空会社。
Horizon2020	欧州委員会が実施する研究および革新的開発を促進するための助成金交付プログラム。
プロセス	本事業原簿では、製造工程を示す。
押出型材	押出成型で加工された材料。塑性加工材料の一種で、素材を圧縮して金型から押し出して形成され、ある一定の断面形状をもった材料である。
多穴管	押出型材の一種。
ハンブ・フィン	空気フィン的一种。
プレーン・フィン	空気フィン的一种。
スカイブ加工	製造工程の一種。
ブレイジングシート	アルミのろう付け(ブレイジング)に必要な材料。
コルゲーション	金属箔をプレス成型により、波上に成型した部品もしくはその形状。
ブレイジング	ろう付け工程。接合する方法で溶着の一種。接合する部材(母材)よりも融点の低い合金(ろう)を溶かして、母材自体を溶融させずに接合させることができる。
ブレイクプレス・ベンディング	材料の曲げ工程の一種。
ドロウ・ベンディング	材料の曲げ工程の一種。
ストレッチ・ベンディング	材料の曲げ工程の一種。

CFD	Computational Fluid Dynamics の略で、数値流体力学。
共役熱伝導解析	流体と個体間の伝熱の計算もしくはシミュレーション。
Ground Idel	航空機のフライト条件の一種。地上でエンジンの運転可能な最少出力状態。
Cruise	航空機のフライト条件の一種。航空機が一定の高度と速度を維持しながら飛行を継続している状態。
LVDT	Linear Variable Differential Transformer (線形可変差動変圧器)。本体と機械的に連結された物体の直線運動に対応する電気信号に変換できる、電気機械トランスデューサの一種
フェールセーフ機構	誤操作・誤動作による障害が発生した場合、常に安全側に制御するよう設計されること。
ホットプレス	加熱した専用の鋼板を、型で急冷しながら成形する工法。
積層造形	立体物を水平に輪切りにした断面データをもとに、材料を薄い層状積み上げて立体物を製作する工法。
UltraFan	英国のロールスロイス社が 2025 年の完成を目指し開発を進める次世代航空機用ターボファンエンジン。
技術成熟度 (TRL)	技術要素がどのような成熟段階にあるのかを定量的に示すもの。

## ②次世代降着システム研究開発

用語	説明
EHA	Electro-Hydrostatic Actuator - 電気油圧式アクチュエータ モータでポンプを駆動し、油圧でアクチュエータを制御する。
EMA	Electric Mechanical Actuator - 電気機械式アクチュエータ モータでメカニカルにアクチュエータを制御する。
ETAXI	Electric Taxiing - 電動タキシング 電動モータによる駆動力により、エンジン推力なしに航空機を地上走行させるシステム。
MBD	Model Based Development - モデルベース開発 シミュレーション技術を取り入れた開発手法。
MR ブレーキ	MRF を用いた非接触ブレーキ 磁気粘性流体の外部磁場による粘性変化を利用した、非接触式のブレーキ構造。
MRF	Magneto Rheological Fluid - 磁気粘性流体 強磁性微粒子、その表面を覆う界面活性剤、ベース液(水や油)の 3 つで構成される磁性コロイド溶液で、外部磁場により粘性が変化する性質を持つもの。
RTO	Rejected Take-Off - 離陸中断 航空機が離陸する際に、何らかの事情により離陸滑走を中断し、緊急停止すること。

### ③次世代コックピットディスプレイ研究開発

用語	説明
コックピット	航空機の操縦室部
パイロットワークロード	パイロットが飛行操縦判断のために行う情報認知及び処理の負荷を一般には示す
ヒューマンエラー	意図しない結果を生じる人間の行為、人為的誤認識及びそれによる失敗
SVS	Synthetic Vision System 合成視野システム コンピュータグラフィック(CG)を用いてパイロットの支援を行う器材である。SVS には、あらかじめ地形、空港、航空路などの情報を CG として保存し、自機の位置情報を CG 画面に重畳表示することによって、パイロットの操作を支援する。
EVS	Enhanced Vision System 増強視野システム イメージングセンサー(赤外線センサ、ミリ波レーダ、光電子倍増等)を用いて、前方外界の地形(生映像または処理映像で、地形や地域に対する航空機の相対位置と高度を示す手段)を表示する器材であり、視界が悪い状態での着陸などに有用である。
AWO	All Weather Operation FAA、EASA で定義される気象状況に応じた安全運航のための要件
次世代航空交通管制システム	次世代航空交通管制システムでは、機体・地上の情報を統合処理し、機上での相互位置関係の認識や、航路の協調的意思決定を可能とすることが検討されているが、本研究開発は、これら将来システムにも適応可能な技術である。 参考)IADF レポート, 25-7, ICAO が推進する次世代航空交通管理システム構想 <a href="http://www.iadf.or.jp/8361/LIBRARY/MEDIA/H25_dokojyoho/25-7.pdf">http://www.iadf.or.jp/8361/LIBRARY/MEDIA/H25_dokojyoho/25-7.pdf</a>
EMC	Electro Magnetic Compatibility 電子機器の電氣的、磁氣的な耐性、および不干渉性動作中に他の機器や人体に悪影響を及ぼす電磁妨害を発生させず、かつ、他の機器が発する電磁波などの影響を受けない性能のこと
DO254	RTCA/DO254 Design Assurance Guidance for Airborne Electronic Hardware (航空電子機器ハードウェアの設計保証ガイド)。FPGA/ASIC 設計に適用。
SOI#1	Stage Of Involvement #1 DO254 認証において ベンダーと認証機関との間で取り決められた 4 つの検討要求事項の 1 つ。認証取得のための計画を作成する。
DER	Designated Engineering Representative 開発された航空機搭載機器が、技術基準に適合していることを承認または承認するよう推奨することを FAA から委任された人
FAA	Federal Aviation Administration 連邦航空局
EASA	European Aviation Safety Agency 欧州航空安全庁



#### ④次世代空調システム研究開発

##### (a)二相流体熱輸送システム

用語	説明
エア・サイクル・システム	空気自身を冷媒とした空調・与圧システム。地上においては APU(補助動力装置)、飛行時にはエンジンのコンプレッサで圧縮された空気の一部を抽出し、それをコンプレッサで昇圧、タービンで膨張させて空気の温度と流量を調節して機内に供給すると同時に、機外に排出する空気流量を調節することで機内圧力を制御する。
ヒート・パイプ	密閉されたパイプ内に多孔質材を内張りし、液体を封入したもので、動力を必要とせずに熱輸送が可能な伝熱装置。ヒート・パイプの一端を加熱し、他端を冷却すれば、加熱部で内部の液体が蒸発して蒸気となり冷却部へと流動し、ここで冷却されて凝縮熱を出して凝縮する。凝縮した液は、多孔質材での毛細管作用により加熱部へと返送され、連続的に熱が輸送される。
ループ・ヒート・パイプ	加熱部にのみウィックが存在し、加熱部(蒸発器)と冷却部(凝縮器)が分かれた構成となっており、ウィックで生じた毛細管力により動力を必要とせずに加熱部と冷却部間の熱輸送が可能な伝熱装置。ウィックが蒸発器にのみ存在するため、ヒート・パイプよりも熱輸送量を大きく、熱輸送距離を長くすることが可能となる。
ウィック	ヒート・パイプ、ループ・ヒート・パイプにおいて冷媒を送り出す動力となる毛細管力を生み出す多孔質体。
毛細管力	液体中に細い管を入れると表面張力の作用等により、管内の液体が上昇又は下降する現象を毛細管現象といい、この時液体に加わる力のこと。
液冷システム	液相冷媒の温度変化(顕熱変化)により対象を冷却するシステム。液相冷媒はポンプで昇圧され、加熱部と冷却部間を循環する。
ベーパ・サイクル・システム	冷媒の相変化(潜熱変化)により対象を冷却するシステム。加熱部(蒸発器)での入熱により気単相になった冷媒はコンプレッサで昇圧された後、冷却部(凝縮器)に流れて凝縮して液単相になり、膨張弁で断熱膨張により温度低下するとともに気液二相となって再び加熱部(蒸発器)に流れる。
TRL(Technology Readiness Level)	技術要素がどのような成熟状態にあるのかを定量的に示す手法。TRL 1 から TRL 9 までの 9 段階が設定されている。 TRL4: ブレッドボードモデルの実験室環境での検証 TRL6: プロトタイプモデルの地上での実証
R245fa	化学式 $\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$ 、化学名 1,1,1,3,3,-ペンタフルオロプロパン。オゾン破壊係数(ODP)が 0、地球温暖化係数(GWP)が 882 であり、ターボ冷凍機用の冷媒として用いられている。
オープン・タイプ翼車、オープン翼車	回転によって生じる遠心力により流体にエネルギーを与える羽根車の中で、羽根部がむき出しになっているもの。
クローズド・タイプ翼車 クローズド翼車	回転によって生じる遠心力により流体にエネルギーを与える羽根車の中で、羽根部が側板等で覆われたもの。

## (b)スマート軸流ファン

用語	説明
ファン、送風機	羽根車の回転運動によって気体にエネルギーを与える機械で、単位質量当たりのエネルギーが $25 \text{ kNm/kg(kJ/kg)}$ 未満のもの。
軸流ファン	気体が羽根車を軸方向に通り返ける送風機。
内筒	ケーシング本体の内部に、軸受又は電動機を置くために設けた円筒
コアレス・アウターロータ・モータ	ステータ内に鉄構造(コア)がなく、ステータの外側に磁石(ロータ)がある DC ブラシレスモータ。
流量係数	<p>ポンプ特性のうち、吐出し量を表す無次元数。次の式の<math>\phi</math>をいう。</p> $\phi = Q / (Au)$ <p>ここに、</p> <p><math>\phi</math>: 流量係数</p> <p>Q: 吐出し量(<math>\text{m}^3/\text{s}</math>)</p> <p>A: インペラ出口面積(<math>\text{m}^2</math>)</p> <p>u: インペラの羽根代表径での周速度(<math>\text{m/s}</math>)</p>
揚程係数	<p>ポンプ特性のうち、全揚程を表す無次元数。次の式の<math>\psi</math>をいう。</p> $\psi = H / (u^2 / 2g)$ <p>ここに、</p> <p><math>\psi</math>: 揚程係数</p> <p>H: 全揚程(<math>\text{m}</math>)</p> <p>u: インペラの羽根代表径での周速度(<math>\text{m/s}</math>)</p> <p>g: 自由落下の加速度(<math>\text{m/s}^2</math>)</p>
ハブ	主軸に固定され、羽根を取り付ける回転体。
フィードバック制御	フィードバックによって制御量を目標値と比較し、それらを一致させるように操作量を生成する制御。

⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発

用語	説明
ACC	Acuator Contorl Computer(アクチュエータコントロールコンピュータ) 自動操縦を含む主操縦装置と副操縦装置からの信号を元に航空機の高揚力装置、水平尾翼トリムといった可動翼を動かす駆動装置を作動させ、機体の姿勢を制御する装置である。
ADC	Air Data Coumputer(エアデータコンピュータ) 高空を飛行する航空機において、機外で温度と圧力データを同時に計測し、それらから得られた情報を元にコンピュータが計算を行い、航空機が飛行に必要とする、気圧高度・対気速度・外気温度などを配信する装置である。
BBM	Bread Board Model(ブレッドボードモデル) 新規技術要素を有する開発において、設計の実現性を確認するために製作・試験されるモデル。初期段階に製作し試作機的役割を持つ。航空用の部品ではなく、地上の一般用部品や材料を使用して製作する。この段階で出た問題点を解決し、次のEM製作に進む。
EASA	European Aviation Safety Agency(欧州航空安全局) 欧州連合の専門機関の一つ。EU(欧州連合)の民間航空機産業における、安全に関する分野での規制やその管理を行なう機関で、ドイツのケルンを拠点としている。
EM、EM2	Engineering Model(エンジニアリングモデル(後ろの数字はバージョンを示す。)) 基本設計に基づき製作し、機能・性能・環境試験に供することで設計の妥当性を確認し、次の詳細設計段階に移行するための設計を固めるためのデータを取得するためのモデル。部品などの品質と信頼性を除いて実機とほぼ同一仕様を持つ。試験の内容によっていくつものモデルを製作することもある。
EMA	Electro-Mechanical Actuator(電気機械式アクチュエータ) 作動そのものを電動化したもので、油圧の代わりに電動機が直接、作動機構を動かす形式のアクチュエータ。
FBL	Fly By Light(フライバイライト) 航空機において、光信号により航空機の操縦翼面を制御する技術である。パイロットの操作を光ファイバー・ケーブルに流れる光信号によって伝え、可動翼を動かす駆動装置(アクチュエータ)を動かして操縦翼面を操作する技術である。FBLでは、光によって操縦信号を伝達するため、電磁干渉および電磁パルスに対して強く、信号の伝送量を大幅に増大できることから、航空機の性能向上に伴って信号の伝送量の増大が予想される将来の操縦装置にとって有効となる新技術である。
FM	Flight Model(フライトモデル) 詳細設計に基づき基本的に実機と同一仕様(部品、材料、加工)で製作されるモデルで、飛行試験に供するモデル。このモデルに対しては、飛行用としての品質を備えていることを確認するために最低限の環境試験を行う。
NRC	National Research Council of Canada(カナダ国立研究機関) カナダの経済、地域および社会の発展に役立つ科学技術を創造、修得、振興するために

	1916年に科学・産業研究諮問機関として創設された国立科学研究振興法人。カナダにおける科学研究の中心的存在。
PM	Prototype Model(プロトタイプモデル) システム開発において、本格的な開発に取りかかる前に、設計方式の妥当性、あるいは、性能の検証を行うためのモデル。
TRL	Technology Readiness Level(技術成熟度レベル) 体系的な分析に基づいて、新技術の開発レベルを評価するために使用する基準。米国NASAが1970年代に考案した。 TRL5: 技術要素としての実証モデルが、実使用環境に近い条件のもとで試験されているレベル。 TRL6: 地上でのシステムとしての技術成立レベル TRL7: 飛行試験確認レベル TRL8: 認証試験取得レベル TRL9: 実運用レベル

#### ⑥次世代自動飛行システム研究開発

用語	説明
IMU	慣性計測装置(英語: inertial measurement unit、略称:IMU)は、運動を司る3軸の角度(または角速度)と加速度を検出する装置。
GPS	グローバル・ポジショニング・システム(英語: Global Positioning System, GPS、全地球測位システム)とは、アメリカ合衆国によって運用される衛星測位システム(地球上の現在位置を測定するためのシステムのこと)を指す。
ILS	計器着陸装置(けいきちやくりくそうち、英語: Instrument Landing System、ILS)とは、着陸進入する航空機に対して、空港・飛行場付近の地上施設から指向性誘導電波を発射し、視界が悪いときでも安全に滑走路まで誘導する計器進入システム。
Horizon 2020	Horizon 2020 は全欧州規模で実施される、最大規模の研究及び革新的開発を促進するためのフレームワークプログラム。
6自由度	6自由度(英語: six degrees of freedom)とは、3次元空間において剛体を取り得る動きの自由度のことであり、並進速度3自由度と回転3自由度から構成される。

⑦次世代エンジン電動化システム研究開発

用語	説明
AACS	Autonomous Air-Cooling System: 自律型分散空冷システム
ACOC	Air-Cooled Oil Cooler: 空気冷却オイルクーラー
ECS	Environmental Control System: 環境制御装置
FCAC	Fuel-Cooled Air Cooler: 燃料冷却エアクーラー
FCOC	Fuel-Cooled Oil Cooler: 燃料冷却オイルクーラー
Miffee	Metering and Integrated fuel FEeding Electrification: 機体推進系統合燃料フィード
RamHX	ラム空気流を用いた熱交換器
固定子	電動機・発電機の固定された電機子のこと。
回生	機器で生じる余剰なエネルギーを回収し、電力に変換して再利用すること。
力行	モーターやエンジンの動力を駆動輪に伝えて加速して均衡速度を保つこと。
ワニス	透明な被膜を形成する塗料。天然または合成の樹脂を溶媒に溶かしたもの。

## 1. 事業の位置付け・必要性について

### 1. 事業の背景・目的・位置付け

#### 1.1 事業実施の背景と事業の目的

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り、極限までの安全性・信頼性が求められ、厳しい品質管理が要求される。また今後、旅客需要は世界的に大きく伸び、今後 20 年で約 2 倍になることが想定されている。

一方、2020 年代半ば以降に市場投入予定の次世代航空機は、2020 年代に開発が開始される想定であるが、次世代航空機にはさらなる安全性・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。

そこで本プロジェクトでは、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し、次世代航空機に提案可能なレベルにまで成熟させることを目的とする。

本プロジェクト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。これにより、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。そのため、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我が国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ため、事業目的として妥当であると考えられる。

#### 1.2 政策的位置づけ

「航空機用先進システム実用化プロジェクト」(以下、本プロジェクトと記載)は、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ものであり、経済産業省が策定した産業構造ビジョン2010に記載されている、航空機産業の売上高目標(2020年に売上高2兆円、2030年に売上高3兆円)を達成するための具体的な施策のひとつとして位置付けられている。

#### 1.3 国内外の研究開発の動向と比較

我が国では、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している。一方で、欧州では航空機システムに関する研究開発プロジェクトが 2002 年以降に実施されており、我が国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であると考えられる。

欧州では、航空機システムに関する研究開発プロジェクトが 2002 年以降に実施されているが、航空機システムに関する技術的課題はまだまだ多く残されているのが現状といえる。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我が国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。

### 1.4 技術戦略上の位置づけ

NEDO の平成 25 年度情報収集事業「航空機分野における戦略策定調査」の技術戦略マップにおいて、航空機用先進システムの開発は航空機システム技術の重点開発テーマとなっており、本プロジェクトは航空機の安全性・環境適合性・経済性といった社会のニーズにも対応したものとなっている。また、NEDO は平成 26 年度に実施した「次世代航空機システムに関する技術動向調査」及び平成 27 年度に実施した「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」において、航空機システム技術分野における重要技術課題を整理し、これをもとに航空機分野のうち装備品に関する技術戦略を策定し、本プロジェクトの各研究開発項目を抽出した。

表 重要技術課題

技術分野			重要技術課題	飛行制御	操縦	電源	空調	内装品	燃料	機法	共通		
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	- 大画面・曲面・多軸形・双方向機能等を実現する着座型コックピットディスプレイ								○		
		操縦支援技術	- ビジョンセンシングと知的飛行制御の融合による航空安全技術									○	
	乱気流事象防止技術		- ソフトウェア標準基盤技術	○								○	
				- パイロット・コントロールシステム								○	
経済性向上技術	次世代飛行制御システム技術		- 噴火乱気流検知技術								○		
			- 燃料タンク内の窒素リッチガス注入技術								○		
			- モータコントロール技術	○	○								
			- モータ及び電力素子の小型・高効率化技術	○									
	省電化技術	高電圧技術	高圧アクチュエータ電氣化技術	- EMA/EHAの差別化技術									
			電氣系統全電氣化技術	- EMAの構成部品共通化	○	○							
		制御システム電氣化技術		- 電動分動型高機力システム	○								
				- 小型高効率の二相流冷却システム						○			
	軽量材料適応技術	複合材料技術		- 制御系統電動化技術		○							
				- 電動タキシング技術		○							
	環境適合性技術	燃料制御技術	複合材料技術	- 電磁ブレーキ化技術		○							
				軽量金属材料	- 革新的降着装置構造材料		○						
		配電装置の信頼性・寿命性向上		- 航空機用一般アクチュエータ	○	○							
				- マグネシウム合金の内装部材の適応							○		
			- 航空機の補助燃料システム								○		
			- 高電圧配電システム			○							
低燃料消費化技術	熱制御技術		- GDLの代替としての硬質電解コックピット技術								○		
			- 次世代エンジン用小型高性能熱制御システム									○	
機内快適性向上技術	座席ノリ任意位置調節技術	機内騒音低減技術	- 高効率・可変制御の電機スマート軸流ファン						○				
				- ANOを用いたジェット民間航空機の客室100%の騒音低減							○		
	機内・機外騒音低減技術	部・高機力調整可能な低減設計技術	- 騒音低減設計技術		○							○	
				- 客室内情報通信の高効率化							○		
総合性能最適化技術	二次動力管理統合化技術		- 多重化電力管理システム			○							
			- 分散・高効率発電システム			○	○						
			- 電動化エンジン燃料システム			○				○			

出展：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)

## **2. NEDO の関与の必要性・制度への適合性**

### **2.1 NEDO が関与することの意義**

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く、推進にあたって NEDO の関与が必要である。

### **2.2 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について

### 1. 事業の目標

#### 1.1 事業の目標

本研究開発では、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、安全性が高く軽量・低コストな航空機用先進システムを開発し、次世代航空機に提案可能なレベルにまで成熟させることを目的としている。

#### ・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 (Maintenance, Repair and Overhaul) 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。

### 2.2 研究開発目標と根拠

本プロジェクトにおける研究開発の目標は以下の通り。

#### ・最終目標(平成 31 年度)

航空機用先進システムのプロトタイプモデルを製作し、地上または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。

#### ・中間目標(平成 29 年度)

航空機用先進システムのプロトタイプモデルを製作し、実験室環境下で従来のシステムよりも優れた性能・機能等を有するかどうかを検証する。

以下に各研究開発項目の研究開発目標とその設定根拠を示す。

#### 研究開発項目①次世代エンジン熱制御システム研究開発

##### (1) 研究開発目標

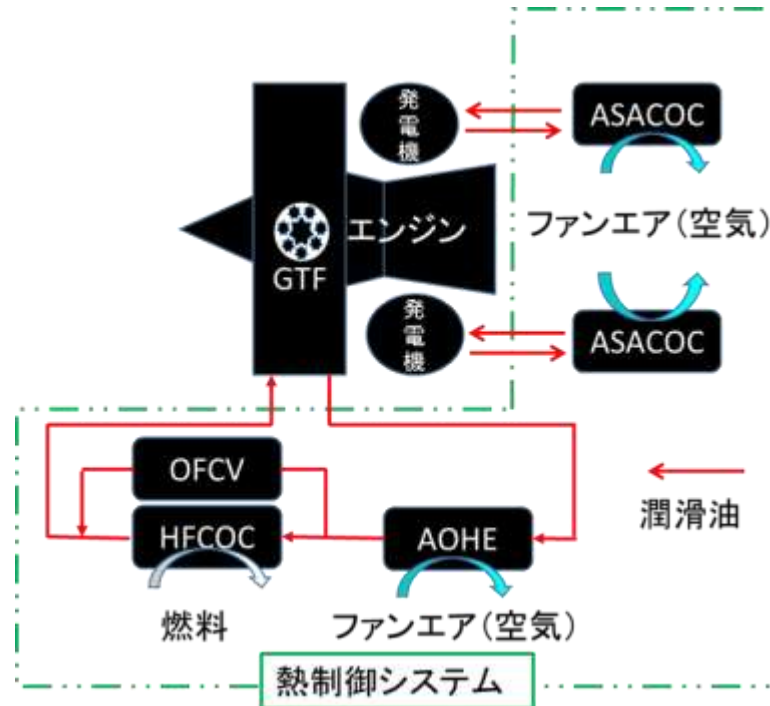
航空機の燃費向上及びエミッション低減を期待した、航空機の電動化、GTF(Geared Turbo Fan)導入等による航空機エンジン性能技術は日々進歩し、それに伴いエンジン内部での各種機器からの発熱量は大幅に増大している。また冷媒として用いられる燃料の流量が燃費性能の向上に伴って減少していることから、増大した発熱を効率よく排熱する熱制御システムの冷却性能の向上は重要な技術課題となっている。本研究開発では、航空機エンジンで発生する熱を効率よく排熱する高効率で軽量コンパクトな航空機エンジン用熱制御システムの開発を目的に、次のコンポーネント及びシステムに関する技術開発を行う。

①Advanced Surface Air Cooled Oil Cooler (ASACOC)

②Hybrid Fuel Cooled Oil Cooler(HFCOC)

③Oil Flow Control Valve(OFCV)

④熱制御システム



## (2) 技術的目標とその設定根拠

【中間目標(平成 29 年度末)】

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

【最終目標(平成 31 年度末)】

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  
<設定根拠>

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。

## 研究開発項目②次世代降着システム研究開発

### (1) 研究開発目標

#### ①脚揚降システムの研究開発

航空機の電動化が世界的に取り組まれているが、中・大型機での脚揚降システムの電動化は実現されていない。航空機の集中油圧源の排除による機体質量軽減、及び燃費の向上を目的に、脚揚降 EHA システムを開発する。

#### ②電動タキシングシステムの研究開発

航空機の地上走行時の環境負荷低減(有害廃棄物低減、騒音低減)に関する社会的要求及び燃費向上に関する業界要望を考慮し、インホイール方式の前脚用電動タキシングシステムの技術開発

を行い、リージョナル機をターゲットとした、電動タキシングシステムの実用化を目指す。

### ③電磁ブレーキシステムの研究開発

航空機運用コスト低減に関する業界要望を考慮し、ブレーキのメンテナンスコスト低減を目指した、非接触式の電磁ブレーキシステムの技術開発を行い、リージョナル機をターゲットとした実用化を目指す。

## (2) 技術的目標とその設定根拠

### ①脚揚降システムの研究開発

#### 【中間目標(平成 29 年度末)】

- 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する。
- 2) PUMP 耐久性を向上させる。
- 3) 脚揚降システムの質量を軽減させる。
- 4) 電動 Uplock の最適な形態を立案する。
- 5) MBD(モデルベース開発)を適用する。

#### 【最終目標(平成 31 年度末)】

- 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する。
- 2) 脚揚降システムの質量を軽減させる。

#### <設定根拠>

目標は、実用化の際に機体メーカーから要求されるであろう値を想定し、設定した。

### ②電動タキシングシステムの研究開発

#### 【中間目標(平成 29 年度末)】

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: 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:  $\phi 215\text{mm} \times L150\text{mm}$

#### <設定根拠>

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。

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とした。

#### 【最終目標(平成 31 年度末)】

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: 25kg 以下 (In-Wheel Motor 単体)、  
120kg 以下 (システム全体)

・出力トルク:2200N-m (In-Wheel Motor 1 個あたり)

・外形寸法:φ215mm × L140mm

<設定根拠>

質量: 想定する燃料消費削減効果と電動タキシングシステムで代替する事を目指すステアリングシステムの質量の合計をシステム全体の目標とし、想定されるモータとその他ドライブ等の部品との按分からモータ単体の目標質量を設定した。

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とした。

寸法: 想定する規模の機体の前脚ホイールに収まる寸法とした。

### ③電磁ブレーキシステムの研究開発

#### 【中間目標(平成 29 年度末)】

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:φ430mm × L500mm

<設定根拠>

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とした。

#### 【最終目標(平成 31 年度末)】

質量: 想定する規模の機体のブレーキと同等の質量とした。

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とした。

寸法: 想定する規模の機体の主脚ホイールに収まる寸法とした。

## 研究開発項目③次世代コックピットディスプレイ研究開発

### (1) 研究開発目標

本研究開発では次世代コックピットディスプレイの実現に向けて、中間目標と最終目標を以下のように設定。最終目標達成後はコックピットシステムモックアップにプロトタイプを組み込み(システムインテグレーション)、システム評価を実施する。

#### 【中間目標(平成 29 年度末)】

研究開発成果がプロトタイプ製造着手可能レベルに到達

・コックピットディスプレイの要求仕様を設定する

・コックピットディスプレイモジュールの技術試作品を製造し、航空機搭載品としての性能要求を満足すること、航空機搭載環境に対する対応不能な問題がないことを確認する

・装備品のハードウェア開発で必要となる、DO254 認証の SOI#1 レビュー実施

【最終目標(平成 31 年度末)】

研究開発成果が製品開発着手可能レベルに到達

・コックピットディスプレイモジュールのプロトタイプを製造し、航空機搭載品としての性能要求を満足することと、航空機搭載品としての耐環境性を有することを実証する

・装備品のハードウェア開発で必要となる、DO254 認証の SOI#1 完了要件を達成

(2) 技術的目標とその設定根拠

①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(平成 29 年度末)】

1) 要求設定: 機能・性能要求の設定完了

2) 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

【最終目標(平成 31 年度末)】

プロトタイプ製作評価完了

1) 機能: 一画面の表示面積従来比 2 倍

2) 性能: 光学性能、耐環境性能を満足

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

【中間目標(平成 29 年度末)】

1) 要求設定: 機能・性能要求の設定完了

2) 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

【最終目標(平成 31 年度末)】

プロトタイプ製作評価完了

1) 機能: 任意形状マルチタッチ機能実現

2) 性能: 光学性能、耐環境性能を満足

<①及び②における目標の設定根拠>

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、平成 37 年(2025 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。

③DO254 認証取得活動

【中間目標(平成 29 年度末)】

1) SOI#1 レビュー実施完了

【最終目標(平成 31 年度末)】

- 1) SOI#1 完了要件達成

＜③における目標の設定根拠＞

SOI#1 の完了要件を満たすことで、製品設計に DO254 認証プロセスを適用できる。

研究開発項目④次世代空調システム研究開発

(1) 研究開発目標

次世代の電動化航空機の冷却に対応できるような熱輸送システム、及び軸流ファンに関する新技術の研究開発を行う。

(2) 技術的目標とその設定根拠

①二相流体熱輸送システム

【中間目標(平成 29 年度末)】

- 1) システムの主要構成部を試作し、性能を取得する。(TRL4※を達成)

＜設定根拠＞

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、各目標を設定した。

※TRL=Technology Readiness Level

- 2) 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する。

＜設定根拠＞

Active Pump 方式の所定の熱輸送量目標は、既存の液冷システム、ベーパー・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した。

- 3) Passive Pump 方式では、所定の熱輸送量目標を達成する。

＜設定根拠＞

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。

【最終目標(平成 31 年度末)】

- 1) 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する。(TRL6 を達成)

＜設定根拠＞

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した。

- 2) Active Pump 方式では、所定の消費電力低減を達成する。
- 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する。

<2) 項及び 3) 項の設定根拠>

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した。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。

## ②スマート軸流ファン

### 【中間目標(平成 29 年度末)】

- 1) 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)

<設定根拠>

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イ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した。

### 【最終目標(平成 31 年度末)】

- 1) 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)

<設定根拠>

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した。

- 2) 所定のモータ効率向上を達成する。

<設定根拠>

誘導モータにおける日本国内の最高ランクであるトッ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した。

- 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する。

<設定根拠>

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。

(1) 研究開発目標

①操縦バックアップシステム

プロトタイプモデ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する。  
(TRL5)

②モータコントローラ

プロトタイプモデルのハードウェア(TRL5)を作製し、所定の出力を目標とする機能性能を有することを検証する。

③ピトー管

フライトモデルによる実証及び認証取得を行う。(TRL9)

(2) 技術的目標とその設定根拠

①操縦バックアップシステム

【中間目標(平成 29 年度末)】

モータコントローラ、ADC/ACC の基本的な機能確認用のブレッドボードモデル(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)。

【最終目標(平成 31 年度末)】

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。

<設定根拠>

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、軽量化が可能となる。

②モータコントローラ

【中間目標(平成 29 年度末)】

所定の出力の 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。

【最終目標(平成 31 年度末)】

PM 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。

<設定根拠>

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である。



### ③ピトー管

#### 【中間目標(平成 29 年度末)】

フライトモデル(FM)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。

#### 【最終目標(平成 31 年度末)】

フライトモデル(FM)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。

#### <設定根拠>

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、コスト低減が可能となる。

## 研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発

### (1) 研究開発目標

本研究開発は画像処理による航法誘導制御技術および画像処理による舵面故障制御技術である。

### (2) 技術的目標とその設定根拠

#### ①画像処理による航法誘導制御技術

##### 【中間目標(平成 29 年度末)】

##### 1) 位置検出・自動着陸

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。また、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する。

##### 2) GPS/ILS ロストモデル

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する。

##### 3) 天候対応

晴天時で位置検出可能であることを確認する。

##### 4) 障害物検知・回避

アルゴリズムを検討する。また、シミュレーションでの確認を行う。

##### 【最終目標(平成 31 年度末)】

##### 1) 位置検出・自動着陸

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する。

##### 2) GPS/ILS ロストモデル

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する。

3) 天候対応

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する。

4) 障害物検知・回避

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する。

<①における各目標の設定根拠>

1) 位置検出・自動着陸

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する。

2) GPS/ILS ロストモデル

GPS ロストモデルを用いたシミュレーション後、実機検証を実施する。

3) 天候対応

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する。

4) 障害物検知・回避

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する。

**②画像処理による舵面故障検出技術**

**【中間目標(平成 29 年度末)】**

1) 舵面状態検知

アルゴリズム開発、地上試験での機能確認及び固着および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を行う。

2) 耐故障飛行制御

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)を確認する。

3) ソフトウェア認証

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。

**【最終目標(平成 31 年度末)】**

1) 舵面状態検知

MuPAL- $\alpha$ 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する。

2) 耐故障飛行制御

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する。

3) ソフトウェア認証

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する。

#### <②における各目標の設定根拠>

##### 1) 舵面状態検知

地上試験での機能確認後、実機検証を実施する。

##### 2) 耐故障飛行制御

耐故障飛行制御の性能確認後、安定飛行の維持を確認する。

##### 3) ソフトウェア認証

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する。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。

### 研究開発項目⑦次世代エンジン電動化システム研究開発

#### (1) 研究開発目標

中間目標として平成29年度までに、高耐熱電動機の試作品において、従来を上回る300℃の耐熱温度を有することを確認する。また、燃料・空調などのシステムを考慮した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する。

最終目標として、平成31年度までに、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い、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・性能の評価を実施する。

#### (2) 技術的目標とその設定根拠

##### ①高温に耐えうる高耐熱電動機

###### 【中間目標(平成 29 年度末)】

1) 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する。

###### <設定根拠>

世界の有力エンジンメーカーが目標としている240℃を上回る300℃を目標とした。

###### 【最終目標(平成 31 年度末)】

1) 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・有効性を実証する。

###### <設定根拠>

現在の民間航空機用の最大級出力の電動機は250kW であるため目標とした。

##### 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

###### 【中間目標(平成 29 年度末)】

1) 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する。

<設定根拠>

電動機の使用温度範囲(最大300℃)を可能とするため目標とした。

【最終目標(平成 31 年度末)】

1) シミュレーション等により性能評価を実施する。

<設定根拠>

電動機出力(250kW 以上)を可能とするため目標とした。

## 2. 事業の計画内容

### 2.1 研究開発の内容

#### 2.1.1 研究開発のスケジュール

本研究開発の実施期間は平成27年から31年までの5年間である。

プロジェクト全体の研究開発スケジュールは以下の通り。

	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
研究開発項目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)	
研究開発項目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)	
研究開発項目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)	
研究開発項目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)	
研究開発項目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)	
研究開発項目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)	
研究開発項目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

以下に各研究開発項目のスケジュールを示す。

研究開発項目①次世代エンジン熱制御システム研究開発

研究開発テーマ	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
①ASACOCの開発					
(a) 仕様の確定	→				
(b) 製造方法と材料の調査検討	→				
(c) 性能計算プログラムの開発	→				
(d) 試作品の設計		→			
(e) 試作品の製作			→		
(f) 試作品の評価試験				→	
②HFDOCの開発					
(g) 仕様の確定	→				
(h) 製造方法と材料の調査検討	→				
(i) 性能計算プログラムの開発	→				
(j) 試作品の設計		→			
(k) 試作品の製作			→		
(l) 試作品の評価試験				→	
③OFCVの開発					
(m) 仕様の確定	→				
(n) 製造方法と材料の調査検討	→				
(o) 試作品の設計		→			
(p) 試作品の製作			→		
(q) 試作品の評価試験				→	
④熱制御システムの開発					
(r) 試作品の設計				→	
(s) 試作品の製作					→
(t) 試作品の評価試験					→
(u) 性能計算プログラムの開発					→

研究開発項目②次世代降着システム研究開発

①脚揚降システムの研究開発

	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
研究室環境システム性能評価	→				
MOTOR&PUMP温度要求適合性確認					
MOTOR&PUMP耐久性の向上	→				
EHA振動試験		→			
EHA質量軽減活動			→		
EHA System新形態開発				→	
電動Uplockの設計		→			
ソフトウェアMBDの検討	→				
MBDの準備		→			
MBDの適用			→		
DO-178C MBDプロセス整備				→	
MBD自動試験環境構築					→

## ②電動タキシングシステムの研究開発

	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. モータの走行模擬試験	_____					
2. モータの小型・高出力化の検討	要素最適化検討		中間目標	Assy検討	最終目標	
3. モータ冷却方式の検討	解析技術の向上			成果盛り込み		試作・試験
4. タキシングにおける電動モータ制御方式の検討	シミュレーションモデルによる制御則・制御パラメータ検討			成果盛り込み		試験結果のフィードバック
5. 脚振動抑制機能の検討	_____					
	✖ 検討中止					

## ③電磁ブレーキシステムの研究開発

	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. MR流体の特性データ取得	_____		研究中止		
2. 電磁ブレーキの冷却方式の検討	_____				
3. 電磁ブレーキ非使用時のトルクを低減する磁界の印加方法の検討	_____				
4. ブレーキに適応したMR流体の検討	_____				

研究開発項目③次世代コックピットディスプレイ研究開発

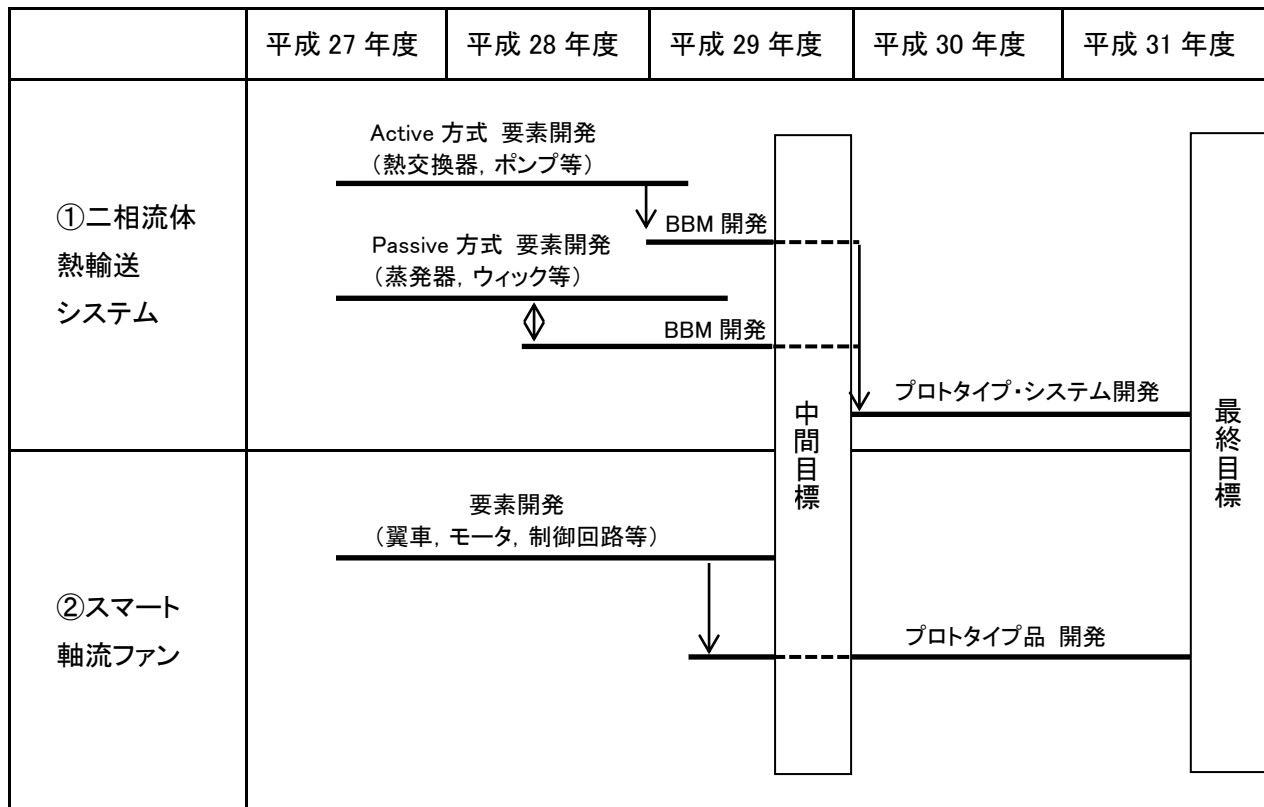
事業項目	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	平成31年度
大画面・任意形状 ディスプレイモジュールの 研究開発	システム要求	調査・要求仕様定義 部分試作品製造・評価	技術試作品 設計・製造・評価	技術選定 ディスプレイモジュール プロトタイプ設計・製造	
大画面・任意形状 ディスプレイモジュール適応型 タッチパネル機能の研究開発	システム要求	調査・要求仕様定義 部分試作品製造・評価	技術試作品 設計・製造・評価	技術選定 プロトタイプ 評価 システムインテグレーション・評価	
DO254認証取得活動	ツール導入 開発標準案 ギャップ分析とSOI#1(*)実施計画 SOI #1 文書作成	SOI #1 実施		SOI #1 指摘事項対応	SOI #1完了要件確認終了
	(*)SOI#1: Stage of Involvement #1, Planning				



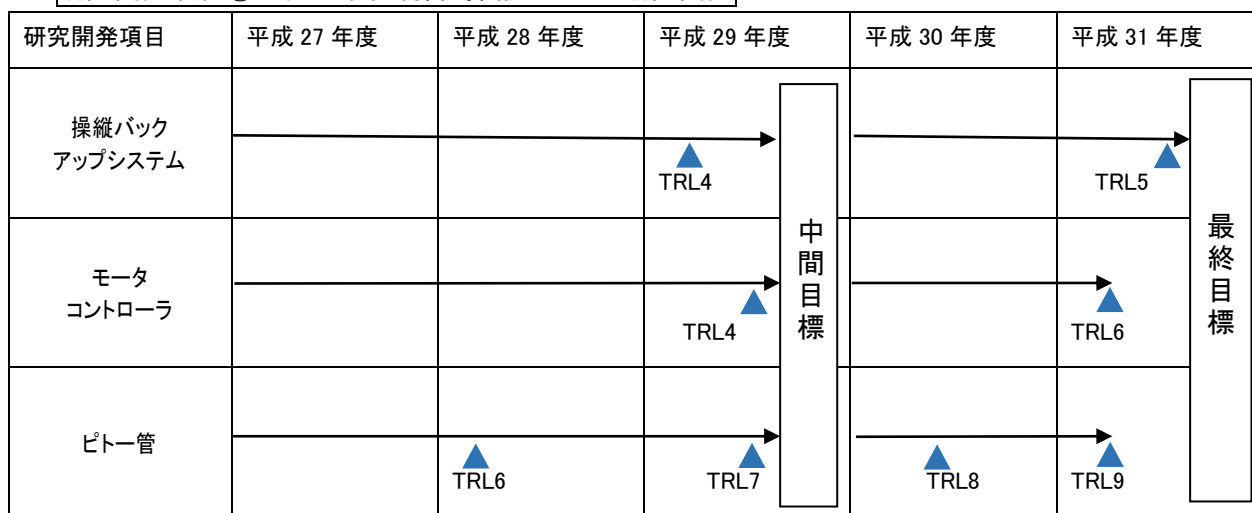
**研究開発項目④次世代空調システム研究開発**

まずプロジェクト前半の3年で、二相流体熱輸送システムは要素開発、及びBBM開発を行い、スマート軸流ファンは要素開発を経て、実機搭載を念頭に置いたプロトタイプ品の開発に着手する。

続いて後半の2年で、二相流体熱輸送システム、スマート軸流ファンとも、プロトタイプ品の開発・評価を完了する。



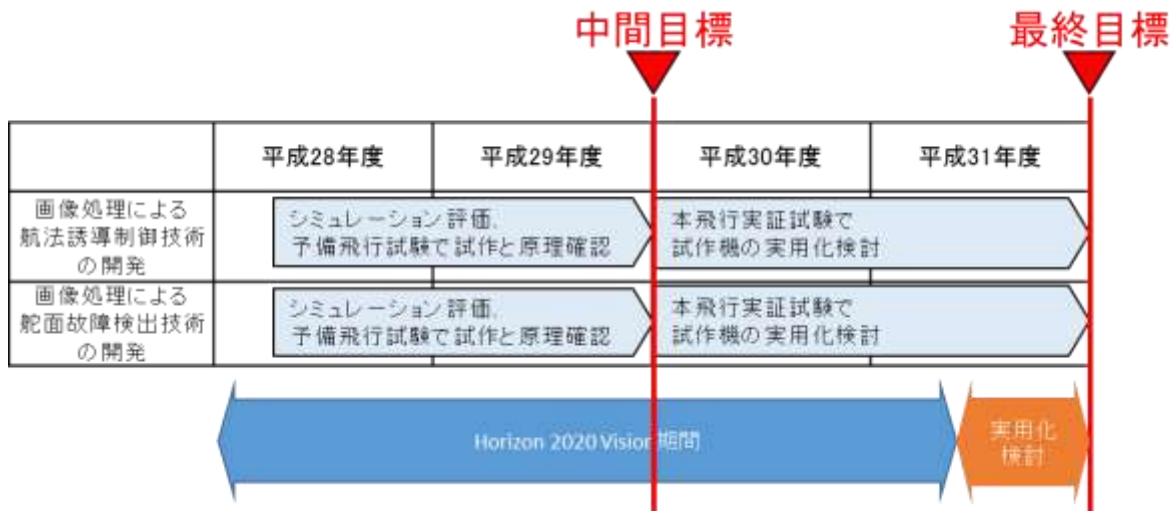
**研究開発項目⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発**



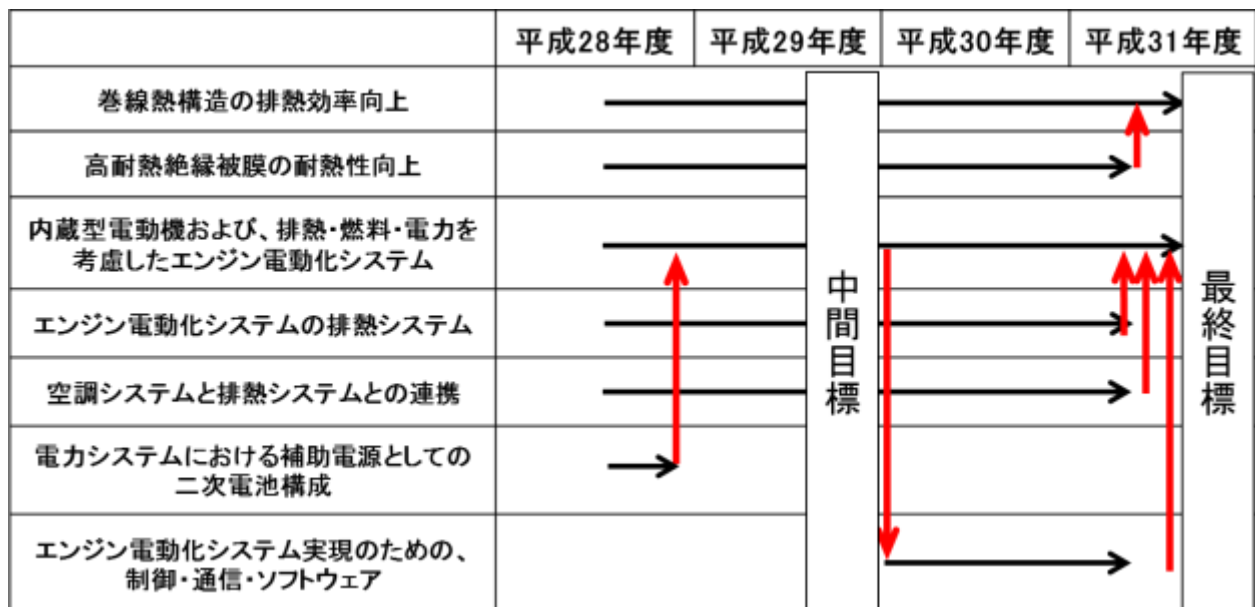
**研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発**

以下に本研究開発の平成29年度から平成31年度までの全体計画を示す。

中間目標まではシミュレーション、予備飛行試験で画像システムの試作および原理確認による可能性検証を主として実施する。最終目標では中間目標までに確度を上げた技術に対して、飛行試験による画像システムの試作機の効果の検証を行うことで実用化検討を実施する。



**研究開発項目⑦次世代エンジン電動化システム研究開発**



## 2.1.2 プロジェクト費用

本プロジェクト全体の費用は以下の通り

(単位:百万円)

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。

以下に各研究開発項目の費用を示す。

(平成 30 年度及び平成 31 年度は中間評価時点での見込み額)

### 研究開発項目①次世代エンジン熱制御システム研究開発

(単位:百万円)

研究開発テーマ	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	合計
①ASACOC	50	50	44	44	44	232
②HFCOC						
③OFCV						
④熱制御システム						
合 計	50	50	44	44	44	232

研究開発項目②次世代降着システム研究開発

(単位:百万円)

研究開発テーマ	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	合計
脚揚降システム	102.6	97.8	153.8	140.4	140.4	635.0
電動タキシングシステム	12.2	12.5	19.3	24.5	15.3	83.8
電磁ブレーキシステム	5.2	9.7	3.7	0.0	0.0	18.6
合 計	120.0	120.0	176.8	164.9	155.7	737.4

研究開発項目③次世代コックピットディスプレイ研究開発

(単位:百万円)

研究開発テーマ	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	合計
大画面・任意形状ディスプレイモジュールの研究開発	2	24	26	34	37	123
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	2	24	26	34	37	123
DO254 認証取得活動	56	12	0	6	0	74
合 計	60	60	52	74	74	320

研究開発項目④次世代空調システム研究開発

(単位:百万円)

研究開発テーマ	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	合計
二相流体熱輸送システム	45	46	42	45	45	223
スマート軸流ファン	25	24	23	25	25	122
合 計	70	70	65	70	70	345

研究開発項目⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発

(単位:百万円)

研究開発テーマ	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	合計
操縦バックアップシステム	6	5	6.8	42	34	93.8
モータコントローラ	9	10	8.9	26	12	65.9
ピトー管	25	32	35	82	0	174
合 計	40	47	50.7	150	46	333.7

研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発

(単位:百万円)

研究開発テーマ	平成 28年度	平成 29年度	平成 30年度	平成 31年度	合計
画像処理による航法誘導 制御技術	15	24	26	21	86
画像処理による舵面故障 検出技術	13	17	24	25	80
合 計	28	41	50	46	166

研究開発項目⑦次世代エンジン電動化システム研究開発

(単位:百万円)

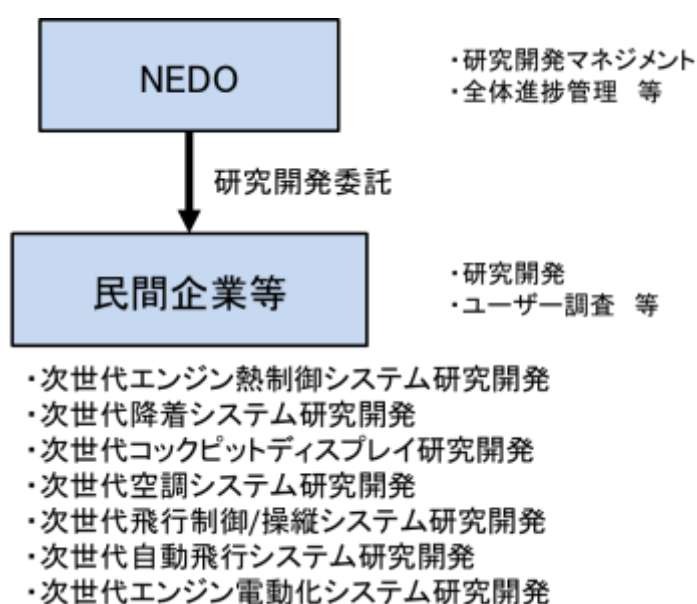
研究開発テーマ	平成 28年度	平成 29年度	平成 30年度	平成 31年度	合計
高温に耐えうる高耐熱 電動機	17.5	14.2	14.0	14.0	59.7
燃料システムおよび空調 システムも考慮した、 効率のよい排熱システム	12.5	34.7	16.0	16.0	79.2
合 計	30.0	48.9	30.0	30.0	138.9

## 2.2 研究開発の実施体制

プロジェクトの進行全体を企画・管理や、プロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させるべく、プロジェクトマネージャーに NEDO ロボット・AI 部 嶋田 諭を任命している。

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(原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別な研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点からの国外企業との連携が必要な場合はこの限りではない。)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。

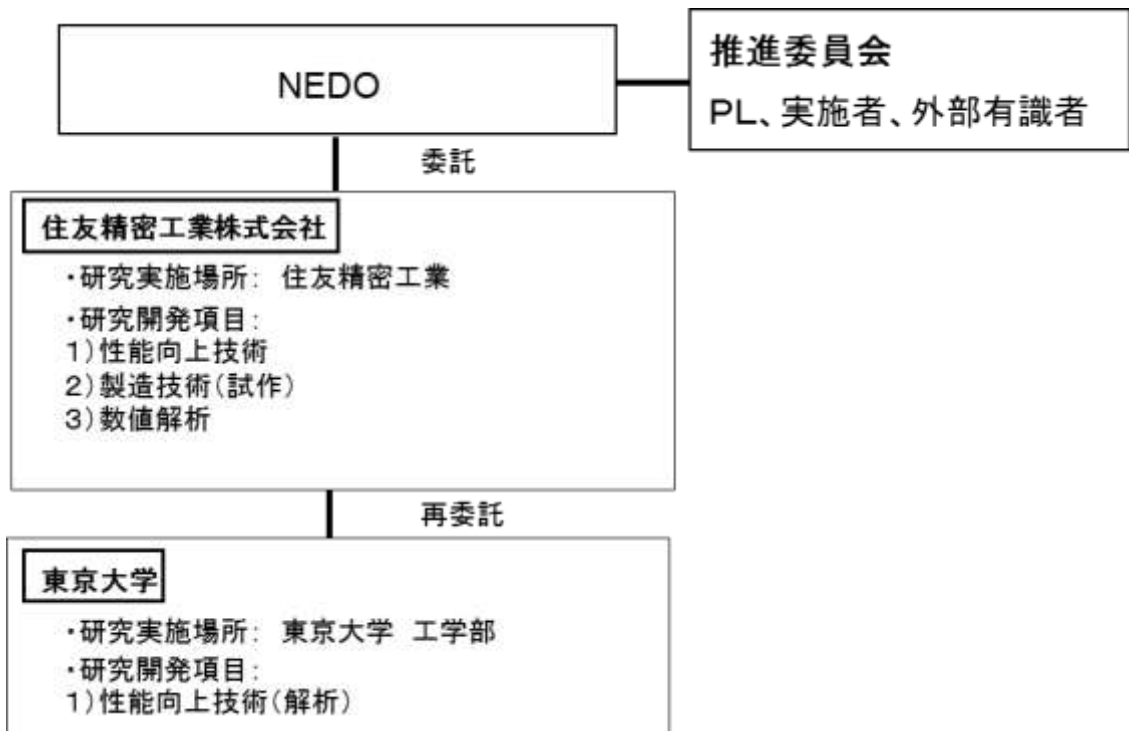


### 実施体制概要

以下に各研究開発項目の実施体制を示す。

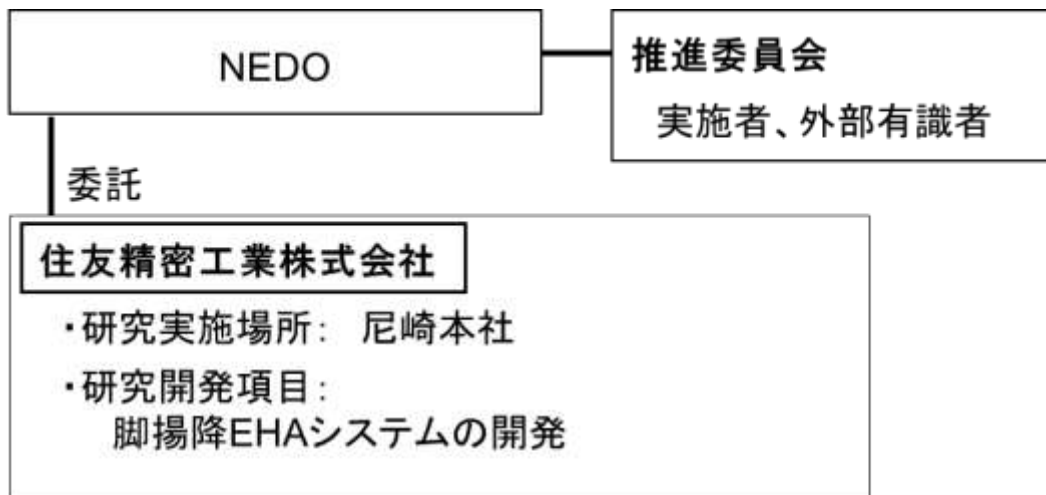
#### 研究開発項目①次世代エンジン熱制御システム研究開発

住友精密工業は、熱制御システムの設計開発・製造開発を進め、東京大学(再委託先)は、その熱制御システムの放熱性能計算プログラムの開発について数値解析の分野でサポートする。また、本研究開発は、欧州の HORIZON2020 の枠組みにおける日欧共同研究のテーマとしても採用されており、欧州側はイギリスのロールスロイス社をリーダーにフランスのハッチンソン社、ドイツのブランデンブルク工科大学と国際共同開発の体制を敷いている。ロールスロイス社には、熱制御システムの要求仕様の決定と開発したコンポーネントをデモンストレーターエンジンに搭載して実エンジンテストによる技術実証試験を実施する。



研究開発項目②次世代降着システム研究開発

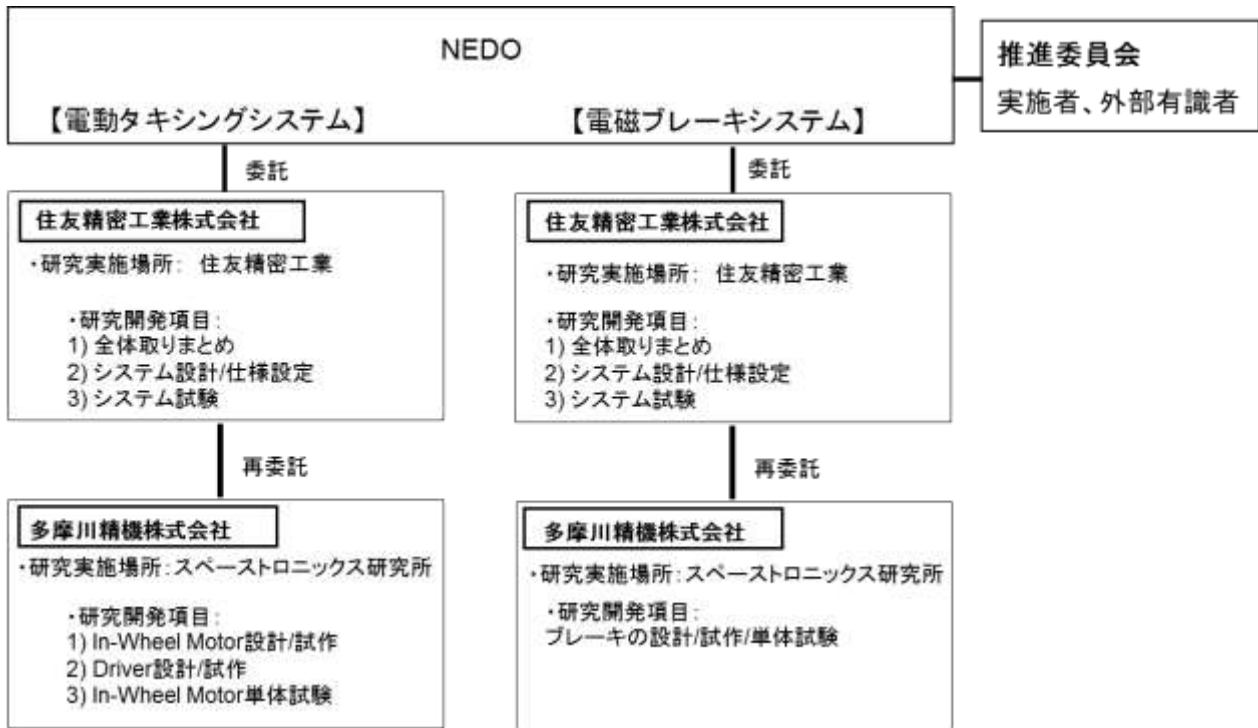
①脚揚降システムの研究開発



研究協力先



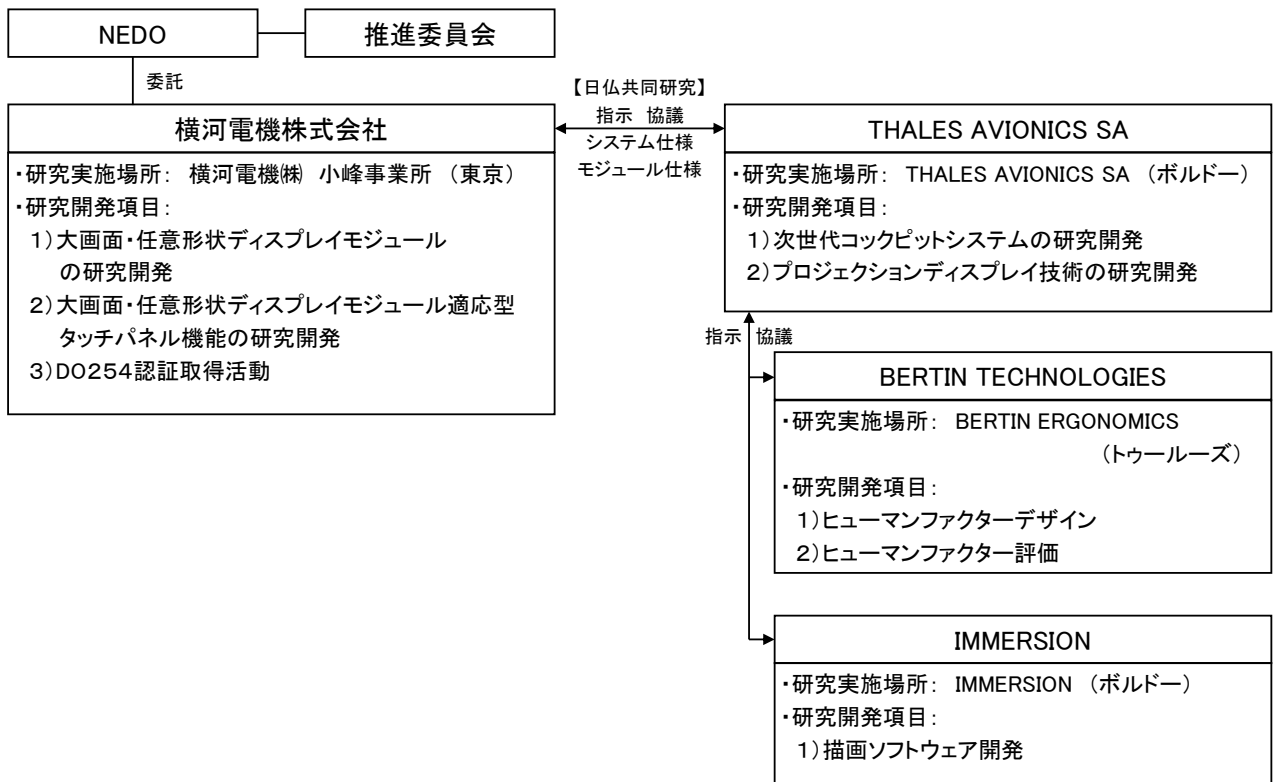
②電動タキシングシステムの研究開発／③電磁ブレーキシステムの研究開発





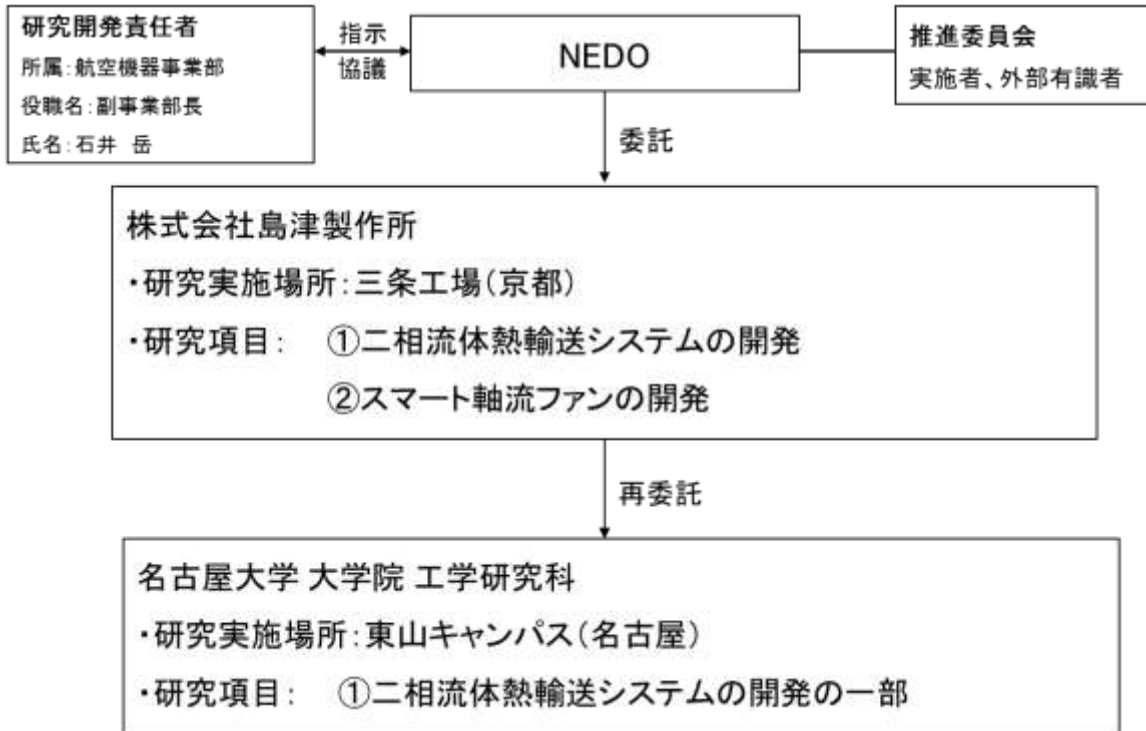
### 研究開発項目③次世代コックピットディスプレイ研究開発

本研究開発項目は、2013年6月の日仏共同声明における両国航空機産業の交流支援に関する決定を受け、経済産業省とフランス航空局が共同で開催したワークショップにて、横河電機株式会社と THALES AVIONICS SA が共同で提案した研究開発プロジェクトを成り立ちとした日仏共同研究開発プロジェクトであり、日本側は横河電機が NEDO の委託事業として平成 27 年から研究開発を行っている。

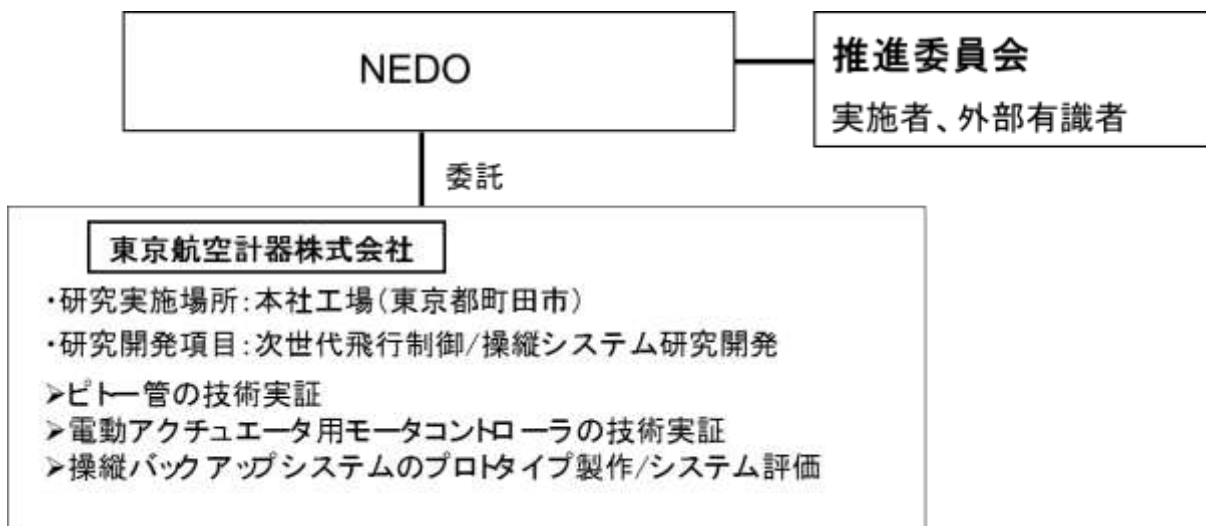


**研究開発項目④次世代空調システム研究開発**

株式会社島津製作所にて二相流体熱輸送システムの開発及びスマート軸流ファンの開発を行う。二相流体熱輸送システムの開発に関しては、その一部を国立大学法人名古屋大学に再委託する。

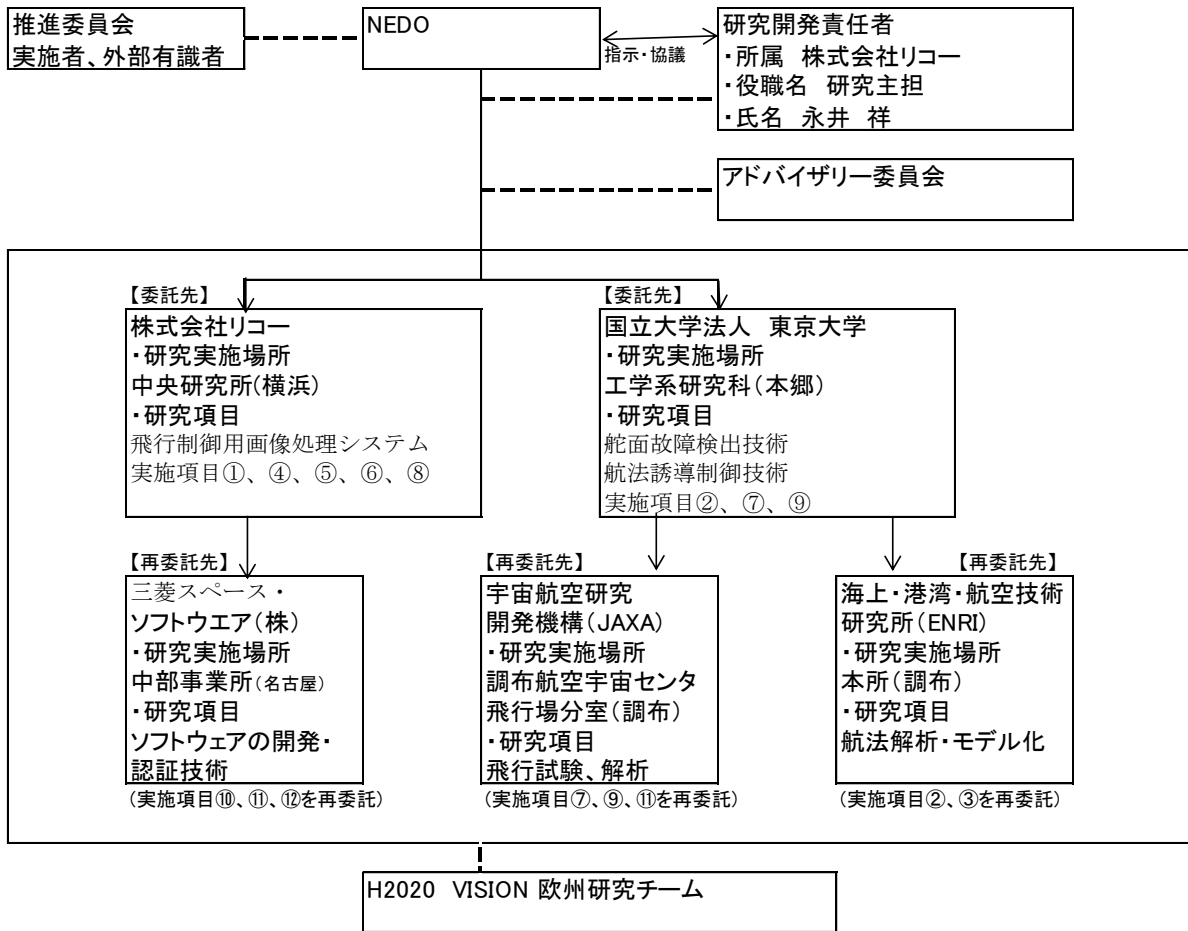


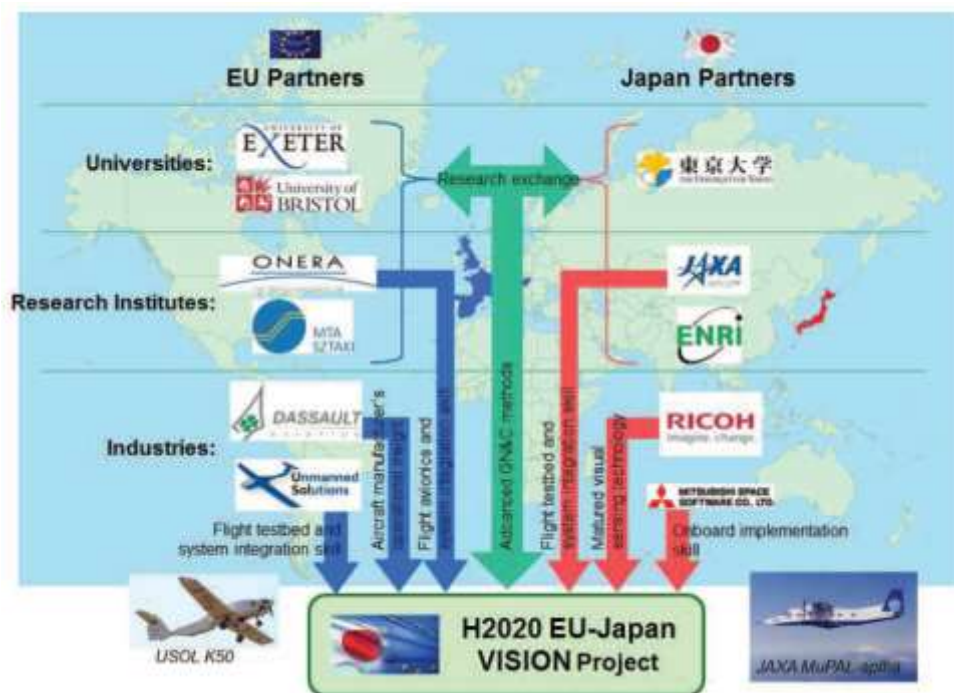
**研究開発項目⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発**



**研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発**

以下に本研究開発の実施体制を示す。画像処理システムを株式会社リコーが、舵面故障検出および耐故障制御技術を国立大学法人東京大学が、着陸時の航法誘導制御技術を国立大学法人東京大学が中心となって実施し、MSS(三菱スペース・ソフトウェア株式会社)、JAXA(国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構)、ENRI(国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 電子航法研究所)がそれらに協力して実施する。本提案のメンバーは、2014年に欧州連合が発表した日欧の航空技術分野の共同研究プログラム Horizon 2020 の1テーマ「航空安全向上のための知的飛行制御技術(Smarter flight control technologies for enhanced safety)」に欧州チーム(ダッソーアビエーション、USOL、ONERA、SZTAKI、ブリストル大学、エクスター大学)(注1)と共同提案を VISION(Validation of Integrated Safety-enhanced Intelligent flight cONtrol)プロジェクトとして提案し、2015年に欧州委員会によって採択された。その内容は、高度な画像処理技術により故障検出を行うことで、耐故障制御技術の完成度を高めるとともに、航法誘導制御技術の高度化を確実にする手法を開発し、実験用航空機および無人航空機を用いて飛行実証するものである。

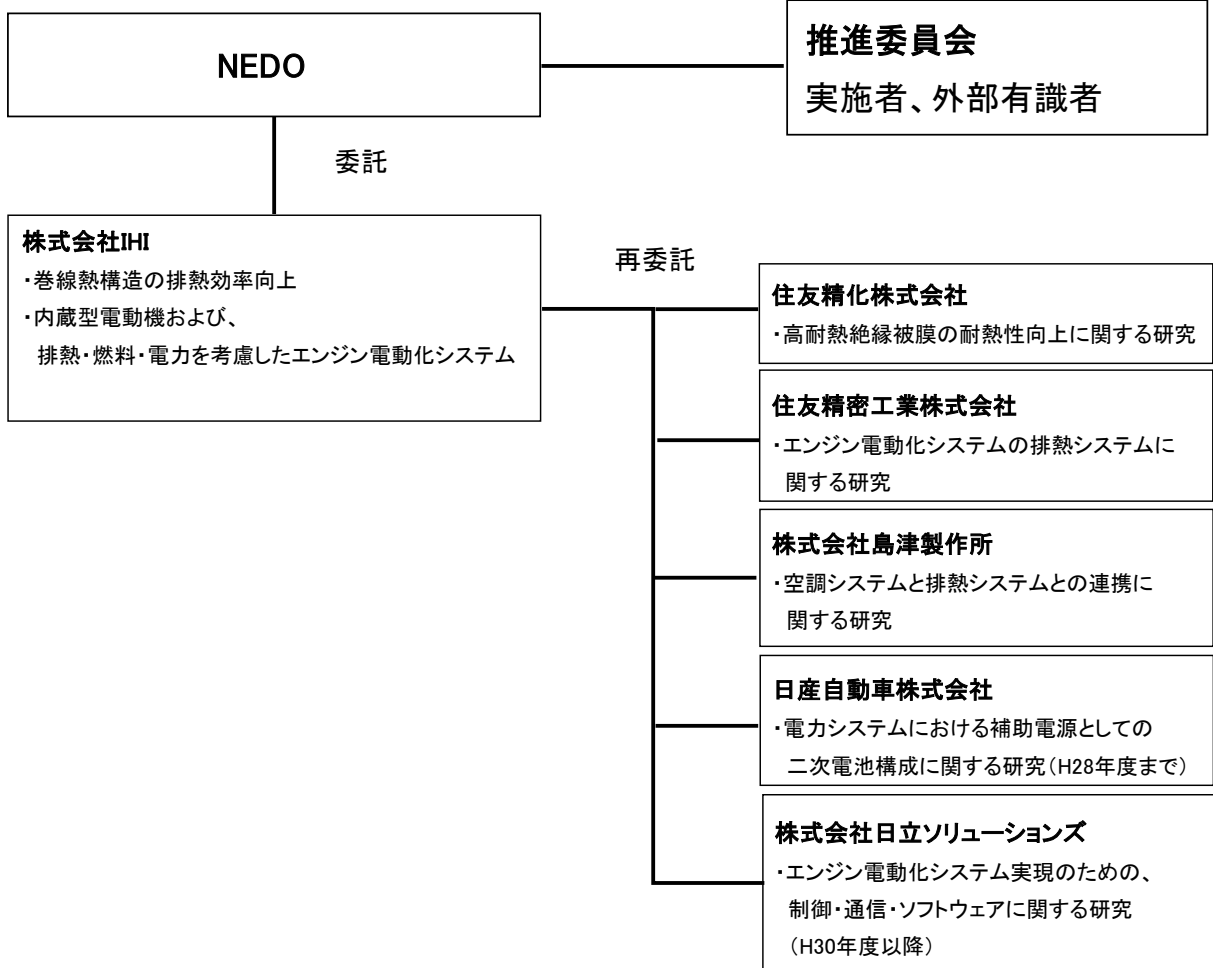




注) 欧州研究チーム (NEDO プロジェクトからの予算配分は無い)

- ・ダッソーアビエーション フランスの航空機メーカー
- ・USOL スペインの無人航空機メーカー
- ・ONERA フランスの国立航空宇宙研究機関
- ・SZTAKI ハンガリーの国立研究所 Institute for Computer Science and Control
- ・ブリストル大学、エクスター大学 英国の大学

研究開発項目⑦次世代エンジン電動化システム研究開発



## 2.3 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有する NEDO は、経済産業省及び総括責任者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標、並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には半年に 1 回程度、推進委員会を実施する。また、プロジェクトで取り組む技術分野について、必要に応じて内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査する。なお、調査の効率化の観点から、本プロジェクトにおいて委託事業として実施する。

進捗管理に関する具体的な取組は以下の通り。

### ・事業推進委員会の開催

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している。本委員会は半年に 1 回程度開催している。

#### <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

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(以下、「サイトビジット」という。)を実施している。

#### <開催実績>

平成 28 年 12 月

平成 29 年 8 月～9 月

### ・進捗確認ヒアリングの実施

事業推進委員会及びサイトビジットに加え NEDO のプロジェクトマネージャーと委託先との間で進捗確認を目的としたヒアリングを実施している。

#### <開催実績>

平成 28 年 6 月

平成 29 年 5 月



公開(積極的に権利化を行う):MR ブレーキ構造

非公開(ノウハウとして秘匿):制御技術、冷却方式、MRF

**研究開発項目③次世代コックピットディスプレイ研究開発**

本研究開発における知的財産は、量産化時期が2027年以降であることに鑑み、クローズ戦略とし、外見から容易に複製可能な技術については公開前または量産化前に特許を申請する。

**研究開発項目④次世代空調システム研究開発**

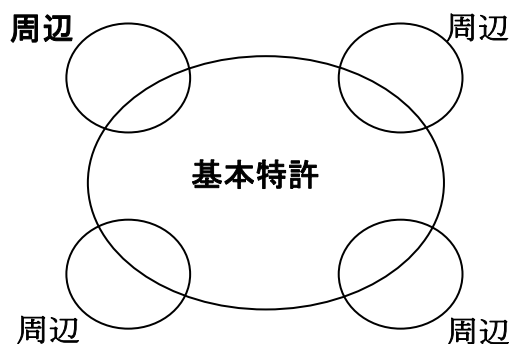
本研究開発項目では、知的財産権のオープン/クローズ戦略を下表の通り考えている。

	知的財産として保護する			保護しない
知財実務	発覚し難い → ノウハウ	発覚し易い → 特許取得(公開)		(D) 公開し 認知度を 上げる
事業戦略	(A) 隠す	(B) 他者に 使わせない	(C) 使わせる	
			有料      無料	
	クローズ戦略		オープン戦略	

研究開発段階では基本的に表の(A)の立場をとり、公開しない。製品化段階にて、特許を活用して日本の産業を強化することを念頭に、情報公開のメリット/デメリットをトレードオフし、表の(A)(B)(C)(D)のいずれをとるか決定する。

表の(B)(C)の立場を取ることになった場合、特許取得の戦略については、下図にイメージする通り、まず本研究開発の技術的コアとなる原理、構造、材料等に関する基本特許を取得し、続いて製造方法、用途、関連部品等に関する周辺特許を押さえていくものとする。

尚、現状では基本特許の取得は行っておらず、また障害となる特許も存在しない。





#### 研究開発項目⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発

基本的に特許取得は実施せずノウハウによる秘匿を行う。

#### 研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発

平成 30 年度以降の実証試験結果に鑑みた上で特許取得を検討する。

#### 研究開発項目⑦次世代エンジン電動化システム研究開発

- 知財合意書にもとづき、知的財産権等の取得を実行する。なお、
- ・システム構想については、オープン戦略により、機体メーカーやエンジンメーカー、システムメーカーが有する構想とのすり合わせを積極的に行うことにより、他国他社に先駆けて事業化の機会を得るものとする。
  - ・材料、構造、工法については、その知的財産権の侵害を発見・証明することが困難であることから、知財委員会等で個別に取得すべきとの判断のない限りにおいて、ノウハウとして公開しない。

### 2.4.2 知的財産管理

知的財産管理に関する各研究開発項目の取組は以下の通り。

#### 研究開発項目①次世代エンジン熱制御システム研究開発

再委託先との間で知財合意書を制定し、以下の事項について取り決めた。また、知財委員会運営委員会規則を制定し、知財運営委員会を発足した。

- ・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
- ・プロジェクト内での実施許諾

#### 研究開発項目②次世代降着システム研究開発

##### ①脚揚降システムの研究開発

###### 1) 知的財産管理指針の策定

- ・研究協力先である Airbus 社と、EHA システム関連の特許を受ける権利は住友精密工業に帰属することを規定

###### 2) 発明委員会の運用

- ・メンバーは、研究部・航空宇宙技術部で構成
- ・アイデアを出し、特許性の有無について審議・認定
- ・PJ期間中、計 10 回開催(2 回/年)

## ②電動タキシングシステムの研究開発／③電磁ブレーキシステムの研究開発

- ・NEDO プロジェクトにおける知財マネジメント基本方針に沿って、委託先(住友精密)及び再委託先(多摩川精機)間で締結した知財合意書に基づいて知財管理を実施する。
- ・特許等の知的財産権の権利者は、委託先(住友精密)と再委託先(多摩川精機)で開催する知財運営委員会により決定する。
- ・知財運営委員会は本研究開発プロジェクト期間中に必要に応じて開催する。

### 研究開発項目③次世代コックピットディスプレイ研究開発

本研究開発における知的財産の権利の帰属は発明者にあるものとし、プロジェクト内での相互実施許諾を認めるものとする。

### 研究開発項目④次世代空調システム研究開発

本研究開発項目では、知的財産管理指針を次の通り策定している。尚これらは、知的財産管理に関する社内規定、及びNEDO 知財合意書(雛形)に沿ったものである。

- ・特許を受ける権利の帰属 : 権利は会社に帰属する。
- ・再委託先との知財合意書の取り交わし :
  - －名古屋大学(再委託先)との共有特許 : 持ち分は都度協議する
  - －プロジェクト内での実施許諾 : 共有特許は自由・無償で実施できる、等。

本プロジェクトでは、特許の出願に関する発明委員会を次の通り運用している。尚これは、知的財産管理に関する社内規定を準用したものである。

- ・株式会社島津製作所知的財産部にて、公開(出願)／隠す(ノウハウ)／放棄の方針を立案する。
- ・知的財産部と発明者にて協議(書面持ち回り、又は打合せ)し、方針を決定する。
- ・出願した場合はNEDO に通知する。
- ・これまでのプロジェクト期間中、計5回実施。出願は未実施。

### 研究開発項目⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発

本研究において得られる制御アルゴリズム(バックアップシステム、モーターコントローラ)及びピトー管に関する設計手法、製造方法及び製造設備については、その内容を第三者が検証する事が困難な為、秘匿すべき重要技術と位置付け、特許の取得では無く、ノウハウとして秘匿する予定である。

### 研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発

NEDO プロジェクトにおける知財マネジメント基本方針に沿って、委託先、再委託先からなる「知財運営委員会」を整備し、知財の取り扱いや方針等を決定するとともに、委託先間の知財の取り扱いに関する合意事項が含まれる知財合意書を作成し、関係者間で合意した。

## 研究開発項目⑦次世代エンジン電動化システム研究開発

本プロジェクトにおける成果の公表および知的財産権の取扱いを適切に行うため、知財運営委員会を設置した。また、知財合意書により、

- ・秘密保持
- ・本プロジェクト成果の知的財産権の帰属
- ・共有するフォアグラウンド IP の取り扱い
- ・プロジェクト参加者間での知的財産権の実施許諾等を規定した。

### 3. 情勢変化への対応

#### 3.1 動向・情勢の把握と対応

本プロジェクトに関連して平成 27 年度以降に実施された、動向・情勢の把握を目的とした情報収集事業は以下の通り。なお、調査の実施に係る費用は本プロジェクトとは別の予算から支出されている。

また、各研究開発項目に関連する動向・情勢については、各委託先に把握に努めるよう指導するとともに、把握された動向・情勢への対応と併せ、事業推進委員会等で報告を行っている

#### ①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(平成 27 年度)

本調査の目的及び概要は以下の通り。

##### 1) 調査の目的

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り、多岐にわたる関連産業分野への技術波及、及び技術高度化を促進する。また今後、旅客需要は世界的に大きく伸びることが想定されており、今後 20 年間で約 2 倍になる見込みとなっている。航空機産業にとどまらず、より広い産業の技術力向上及び雇用創出のために我が国の航空機産業の発展を図ることは、産業政策上、極めて重要である。

しかし、航空機産業における我が国の産業競争力は決して高くない。例えば国外の航空機システムメーカーでは、M&A を繰り返し巨大企業に成長してきており、航空機システムを丸ごと受注しているため、我が国の航空機システムメーカーは航空機分野においてビジネスの機会が縮小し、国外の航空機システムメーカーの下請けに甘んじている。我が国の国際競争力強化のためには、次世代航空機の方向性である電動化を見越して、既存の油圧式システムを代替するような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。

一方、国外の航空機開発動向については、欧米の航空機メーカーが 2020 年代半ば以降に次世代航空機を市場投入予定であることが分かっているが、平成 27 年度から平成 31 年度まで実施予定の「航空機用先進システム実用化プロジェクト」の成果をより確実に実用化・事業化に繋げるために、次世代航空機に求められる航空機システムの在り方について更なる調査を行い、調査結果をプロジェクト運営に反映していくことが重要である。

そこで本調査では、我が国航空機産業の更なる競争力強化、市場活性化に向けて、欧州や北米等、国外の航空機開発・航空機システム開発に関する動向調査を行い、国外の航空機メーカー及び航空機システムメーカーのニーズ、国外の今後の航空機開発の方向性等を明らかにする。また、「航空機用先進システム実用化プロジェクト」の基本計画の見直しや新規案件の発掘、また必要に応じて技術

戦略マップの改訂を行う。

## 2) 調査の概要

下記①②に示した項目について調査(情報収集、分析及び考察)を行い、得られた調査結果をもとに、我が国の航空機産業活性化シナリオの改訂を行う。なお、本調査の実施状況については、月に最低1回進捗報告会を行ってNEDOと密に共有し、調査の方向性について適宜確認を行うとともに、追加で実施すべき事項が発生した際には、協力して対処する。また調査の取り纏めに際しては、NEDOや外部有識者、経済産業省、関連機関等と密接な連携を図り、情報収集、分析及び考察を行うこととし、かつ一般に流布する情報だけではなく、有識者委員会やヒアリング等を通して、様々な意見を広く発掘して調査する。

### ① 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

欧州や米国等の国外で開発が計画されている次世代航空機に関して、次世代航空機に求められる機能・性能、今後の航空機開発及び航空機システム開発の方向性、航空機開発及び航空機システム開発に関する研究開発の現状、国外の航空機メーカー及び航空機システムメーカーの技術ニーズについて、公的研究機関や大学・地域クラスタとの連携も踏まえて調査・分析を行う。また、平成26年度のNEDO調査事業「次世代航空機システムに関する技術動向調査」の中で調査した各種の実証試験設備に関連して、国外の研究機関等が保有する実証設備の活用状況(保有形態、利用料、設備投資費、運営費等)について調査する。なお、調査にあたっては、欧州との国際協力の枠組みの中で実施されるワークショップや現地調査等を活用するものとする。

### ② 航空機産業活性化シナリオの改訂

上記①で得られた調査結果を基に、「次世代航空機システムに関する技術動向調査」で作成した航空機産業活性化シナリオを改訂する。航空機産業活性化シナリオには、a.我が国が目指すべき航空機産業の方向・戦略(航空機・構造関連、航空機システム関連、エンジン関連)、b.我が国の航空機に関する技術開発、c.我が国の航空機システムに関する技術開発、また技術開発以外に d.我が国の認証体系の整備、e.我が国のサプライチェーンの整備、f.我が国の実証試験インフラの整備、及び g.我が国の人材育成・人材確保に関するシナリオを含むものとし、改訂にあたっては各項目に関連する有識者・事業者等と密に連携しながら作業を進めるものとする。また、航空機産業活性化シナリオを踏まえ、平成27年度から平成31年度まで実施予定の「航空機用先進システム実用化プロジェクト」の基本計画の見直しや新規案件の発掘に関する検討、また必要に応じて技術戦略マップの改訂を行う。なお、航空機産業活性化シナリオの改訂にあたっては、航空機産業活性化シナリオの妥当性について審議するための有識者委員会を立ち上げ、専門的見地からの意見を聴取し、航空機産業活性化シナリオに反映するものとする。

## ② 航空機システム開発に関する国内他産業連携の可能性調査(平成29年度、実施中)

本調査の目的及び概要は以下の通り。

### 1) 調査の目的

今後、旅客需要は世界的に大きく伸びることが想定されている。2015年の時点では航空機の運航機数は約22,000機であるが、ボーイングの需要予測によれば、2035年までに約40,000機が新規製造され、その販売額は約5兆9,000億ドルにのぼる見込みとなっている。航空機産業にとどまらず、より

広い産業の技術力向上、及び雇用創出のために日本の航空機産業の発展を図ることは、産業政策上、極めて重要である。

しかし、航空機産業における日本の産業競争力は決して高くない。例えば航空機装備品の分野においては、海外の航空機装備品メーカー(システムインテグレーター)が合併・買収を繰り返しながら巨大企業に成長しており、国内外の航空機メーカーからシステムを一括受注しているため、国内の航空機装備品メーカーはビジネスの機会が縮小し、海外の航空機装備品メーカーの下請けとなっているケースが多い。しかし、航空機装備品は航空機の価値構成のうち約4割を占める重要な分野であることから、航空機装備品の分野における産業競争力を強化することは、重要な課題のひとつであると言える。

上述の背景を踏まえ、NEDOでは平成27年度から「航空機用先進システム実用化プロジェクト」を推進している。本プロジェクトでは、主に航空機装備品メーカーを委託先とし、2020年代半ば以降に市場投入予定の次世代航空機への採用を出口として、軽量・低コストかつ安全性の高い航空機用先進システムに関する研究開発が行われている。

一方、一部の欧米航空機メーカーや航空機装備品メーカー、エンジンメーカーには、海外のシステムインテグレーターだけでなく、日本が強みを有する国内他産業の企業との連携について検討を進める動きがある。そのため、この機会を積極的に活用し、欧米航空機メーカーの次世代航空機開発や、さらにはMRJでは約3割にとどまっている部品の国産比率を次世代国産航空機開発において高め、航空機市場における日本のプレゼンスを高めていくためには、すでに航空機産業に参入している国内企業の競争力向上だけでなく、未参入の国内企業における新規参入を促進することが重要である。

このような状況に鑑み、本調査では、航空機産業、その中でも特に航空機装備品の分野への新規参入を促進するような研究開発の立ち上げに繋げることを目的とし、国内外のエアライン、航空機メーカー、航空機装備品メーカー及びエンジンメーカーのニーズ調査、及びニーズを踏まえた国内他産業の企業が有する技術シーズの発掘を行う。

## 2) 調査の概要

下記(1)及び(2)の事項について、公開レポート等からの情報収集、国内外で開催されるワークショップや展示会等への出席、国内外のエアライン等への現地調査、個別の企業ヒアリング等を通じて、調査(情報収集、分析及び考察)を行う。

なお、調査にあたっては、調査の実施状況をNEDOと密に共有し、調査の方向性について適宜確認を行うとともに、追加で実施すべき事項が発生した際には協力して対処するものとする。また、NEDOや外部有識者、経済産業省、関連機関等との密接な連携のもとで行うものとする。

### (1) 航空機メーカー等のニーズに関する調査

2020年代半ば以降の市場投入を想定して、現在開発が計画されている(あるいはコンセプト検討が開始されている)国内外の次世代航空機に対して、次世代航空機に求められる機能・性能、及びそれに基づく航空機メーカーや航空機装備品メーカー、エンジンメーカーの技術ニーズを調査・分析する。

なお、ニーズ調査にあたっては、平成27年度NEDO調査事業「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」の調査結果を活用するものとする。また、NEDOや経済産業省との協力のもとで、必要に応じて国外の航空機メーカー等とのワークショップを共同で開催し、ニーズの把

握に努めるものとする。

(2) 国内他産業の技術シーズに関する調査

上記(1)の調査と並行して、航空機メーカーや航空機装備品メーカーのニーズに合致する技術を有する国内他産業の企業を調査・分析する。ただし、調査効率化の観点から、すでにニーズとして判明している「航空機の高機能性、高信頼性、運用コスト低減に資する以下の5分野」に適用できる技術について優先的に調査するものとする。

- 機体構造及び材料
- 装備品
- キャビン
- 製造技術及びデータマネジメント
- 環境性能

なお、シーズ調査にあたっては、必要に応じてエアライン、航空機メーカー、航空機装備品メーカー、(他産業を含む)業界団体、大学等の有識者等で構成されるワーキンググループを立ち上げ、調査結果について幅広い視点で意見を聴取し、調査結果に反映するものとする。また、必要に応じてホームページでの情報提供依頼等を行い、独自の調査やワーキンググループでは網羅しきれない産業の企業からも、幅広く情報を得られるような仕組みを構築するものとする。

以下に各研究開発項目の把握・対応状況を示す。

**研究開発項目①次世代エンジン熱制御システム研究開発**

航空機エンジンの発熱量の増大及び熱制御システムに許容されるスペースの確保が重要かつ重大な課題となっている。エンジンメーカーでは、新規開発のファン駆動用のギヤの導入、発電機の大型化等により増大している発熱量の予測に苦労している。発熱量が増大すれば、その排熱を担う熱制御システムの容量は増大するため本研究開発のコンポーネントのサイズ・重量に直接的に影響がある。そのため、共同研究パートナーであるエンジンメーカーから上位システムの開発状況のフィードバックを得るため適切な頻度で調整会議を開催しコンポーネントのサイズ、仕様の見直を実施している。

**研究開発項目②次世代降着システム研究開発**

研究協力先である Airbus 社とのコミュニケーション、及び国際学会への参加により、動向・情勢を把握し、対応している。

情勢	対応
1. EHA についての General Specifications が発行されたとの情報を入手した。	1. 基本的には機体会社からの Specification によって設計しているが、要すれば今後の EHA 設計時の参考とする。
2. 中・大型機の脚揚降用アクチュエータの電動化は他社では EHA は行われていないと思われる。また、同じ用途の EMA はジャミングや質量増の課題があり、研究が進んでいないと思われる。	2. 先行者利益を獲得すべく、自社の EHA 研究を加速させている。

<p>る。</p> <p>3. 脚揚降用アクチュエータの EHA 化のみではなく、揚降システムの電動化を提案しないと機体会社は対応しない。</p> <p>4. 自社の EHA 提案に対し、メンテナンス性の向上を要求されている。</p> <p>5. 機体運用環境への適合性を要求されている。</p> <p>6. モデルベース開発の導入が要求された。</p>	<p>3. 揚降システムに使用している油圧機器の電動化を提案し、対応可能な EHA や EMA の設計／検討を進めている。</p> <p>4. EHA の交換部品を、組立品からモジュールレベルに変更可能か再検討すると共に、交換時間も短くなるよう構成を再検討している。</p> <p>5. 耐久性向上の為の設計変更及び耐久試験を実施している。また、低温環境での作動試験も行き、環境面でのリスクを事前に排除している。</p> <p>6. モデルベース開発の導入に取り組んでいる。</p>
---	---

### ②電動タキシングシステムの研究開発

国際学会 (ITAT 2nd E-TAXI Conference)への参加及び民間旅客機運行会社との情報交換を行い、電動タキシングシステムに関する運行側でのニーズや業界動向・情勢を把握した。

情勢	対応
<p>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)の趣旨に合致したシステム構築が重要となっている。</p> <p>2. 先行他社の実用化に向けた動きが加速している状況であり、速やかな実用化と先行他社との差別化が重要となっている。</p>	<p>1. 既存機での地上走行時間を調査し、エンジン駆動が最小となるように、非エンジン駆動走行仕様を設定を設定した。</p> <p>2. 先行他社は単通路型での実用化であることから、本研究は当初どおり Regional Jet 機向けとし、他社より小型・軽量化を目指す開発とした。</p>

### ③電磁ブレーキシステムの研究開発

民間旅客機運行会社と情報交換することにより、運行側でのニーズ及び業界動向を調査した。研究中に、以下のような情勢である事が判明したため、以下の通りの対応とした。

情勢	対応
<p>1. 短時間での放熱させる技術の構築について大きな課題に直面した。</p> <p>2. MR 流体の比熱向上が想定以上に困難であることが判明した。</p>	<p>現状の技術では、RTO(Reject Take-Off)条件の高エネルギーを MR ブレーキ単体で吸収及び放熱させることは非常に困難であること、また既存ディスクブレーキに対して質量の観点でメリットを見いだせないことが判明したため、本研究は中止することとした。</p>

### 研究開発項目③次世代コックピットディスプレイ研究開発

プロジェクトの運営管理として、定期的な研究開発の進捗報告と技術推進委員会に加え、以下の頻度でフランス側関係者との定期的な情報共有を実施の上、動向と情勢を把握し対応してきた。代表的な情勢変化に対する対応を下図に示す。

- ・年1回 日仏政府間 WS における会合
- ・年2回 仏側企業とのプロジェクト会議 (Face to Face)
- ・月次 仏側企業とのプロジェクト WEB 会議
- ・週次 仏側担当との研究開発進捗 WEB 会議

図 代表的な情勢変化とその対応

情勢	対応
フランス側プロジェクトの正式ローンチの遅延	日本側プロジェクトローンチ後にTHALESと個別に会合を実施、フランス側プロジェクトの正式ローンチ前にTHALESが横河との研究開発を前倒しスタートした。
技術動向調査に時間がかかる	日本側、フランス側双方から技術動向調査を行い、情報を補完しあうことで研究開発を効率的に進めている。
フランス側プロジェクトに必要な評価サンプルがTHALESで調達できない(時間がかかる)	横河取引先からのサンプル調達、技術情報入手のアレンジを行い、研究開発を効率的に進めている。
日本側プロジェクトに必要な評価サンプルが横河で調達できない(時間がかかる)	THALES取引先からのサンプル調達、技術情報入手の調整を行い、研究開発を効率的に進めている。
民生品向けディスプレイの技術革新が加速度的に進んでいる	以下の技術に関する追加調査を実施 ・有機ELディスプレイの寿命調査 ・狭額縁LCDの耐環境性調査 ・フレキシブルディスプレイの技術調査

### 研究開発項目④次世代空調システム研究開発

本研究開発項目では、①機体会社、装備品会社、エアラインとの意見交換、②展示会、ワークショップ等への参加、③競合他社を訪問して意見交換、④文献・特許調査、等により世界の動向と情勢を把握している。尚、現時点で、研究開発開始時の想定との大きな差異はない。

具体的な取り組み状況、及び結果を下表に示す。

表 動向・情勢の把握のための取り組み状況、及び結果

	2015 年度	2016 年度	2017 年度
調査方法	1. 機体会社との意見交換 2. エアラインとの意見交換(2回) 3. 海外の航空機関連展示会に参加 4. 海外の二相冷却メーカー2社を訪問	5. 機体会社との意見交換(2回) 6. JA2016 に出席(*1) 7. 経産省主催のワークショップに参加。関連機関・各種メーカーとの意見交換	8. 機体会社との意見交換 9. ワークショップに参加 機体会社との意見交換(訪問) 10. 各種展示会への参加・出展
実績	1. 将来機体への適用可能性に言及。本研究開発に手応えを得た。 2. 故障検知機能の充実など、競争	5. 将来機体への適用可能性を視野に、特に二相の研究進捗に継続して関心を持たれている。	8. 二相について実証機への適用可能性に言及。継続して高い関心を持たれている。



	<p>力のある製品開発に有益なユーザー視点での意見・要望を入手。</p> <p>3.4. 競合他社の開発動向を確認。</p> <p>二相では民航機分野での競合は存在せず、ファンでは他社ファンメーカーの動向を注視中。</p>	<p>6. 機体会社が強い関心を示し、7 項に示す意見交換に繋がった。</p> <p>7. 二相は注力する将来 MEA(*2)のコンセプトに一致するとしてサーマル・マネジメント専門の技術チームに展開された。</p>	<p>9. 本研究技術を継続的にアピール。共同研究の方法・可能性などについて意見交換を実施。</p> <p>10. 国際フロンティア産業メッセ 2017 (*3)@神戸/9 月に出展。</p> <p>その他の展示会、学会等に参加してニーズ調査を実施。</p>
--	---	---	---

\*1:4 年に 1 回の日本最大の航空宇宙関連の展示会。 \*2:More Electric Aircraft の略。 \*3:西日本最大級の産業総合展。

#### 研究開発項目⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発

本研究開発項目における把握・対応状況は以下の通り。

情勢	対応
<p>EASA は、航空機において同一機器の多重化による安全性について見直しを行っていて、同じコンパイラを用いることによる脆弱性を指摘している。</p>	<p>多重化機器とは独立したシステムを組み入れることにより脆弱性を払拭するため、機能を限定した安価で小型化したシステムの仕様を決定した。</p>
<p>次世代/次々世代機では、航空機の電動化の一環として EMA の採用が見込まれているが、現状採用されている製品も含め全ての要求に合致したものは無い。</p>	<p>アクチュエーターメーカーとの協業時の要求を元に製品仕様を決定した。</p>
<p>着氷に関してピトー管の規定 (TSO-C16b : ELECTRICALLY HEATED PITOT AND PITOT-STATIC TUBES) が 2017 年 1 月 27 日に改定された。</p>	<p>新しい規定に対応するため、JAXA 殿設備にて着氷試験の一部を実施した。</p>
<p>現在着氷試験は、国外でのみ実施可能となっているため、国内での実施を可能性を模索し、JAXA 殿の高空試験設備での実施可否を検討。</p>	<p>着氷試験実現のために、新たに JAXA 殿と共同研究を開始した。</p>

**研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発**

Horizon2020 Vision 日本・欧州パートナーと協議、連携しつつ、動向と情勢の把握に努めた。以下に具体的な当初予定との差異とその対応状況について示す。

情勢	対応
無人機の安全性に対する要求の高まり (目視外飛行についての議論が世界的に活発化している。)	アドバイザー委員会での指摘もあり、実用化の一つの方向性として、無人機への検討を開始した。

**研究開発項目⑦次世代エンジン電動化システム研究開発**

海外機体メーカー、システム・メーカー等との意見交換を通じた動向・情勢の把握を実施した。

また、電動化に関する国際学会における動向・情勢の把握を実施した。

- ・Electric & Hybrid Aerospace Symposium 2016(ドイツ) : 2016 年 11 月

上記で得られた情勢を以下に示す。

- ・エンジンシステム系統設計において、発電機コンバータ(パワーエレクトロニクス)の冷却方式の課題が判明した。

この得られた情勢への対応として、研究開発課題として追加した。

**3.2 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
研究開発項目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。
研究開発項目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。

#### **4. 評価に関する事項**

NEDOは技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、プロジェクト評価を実施する。評価の時期は、中間評価を平成29年度、事後評価を平成32年度とし、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じて研究開発の加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。

### 3. 研究開発成果について

#### 1. 事業全体の成果

平成 29 年 10 月 31 日現在、一部見極め対象となった研究開発テーマはあるものの、本プロジェクト全体の中間目標に対する進捗状況は概ね良好である。

#### 2. 研究開発項目毎の成果

##### 2.1 研究開発項目毎の目標と達成状況

以下に各研究開発項目の目標と達成状況を示す。

##### 研究開発項目①次世代エンジン熱制御システム研究開発

##### ①ASACOC

中間目標	成果	達成度	今後の課題と 解決方針
重量 5%減	重量 18%減↘	◎	

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

##### ②HFCOC

中間目標	成果	達成度	今後の課題と 解決方針
重量 5%減	重量 5%減↘	○	ヘッダー等も含めた軽量化の検討

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

##### ③OFCV

中間目標	成果	達成度	今後の課題と 解決方針
重量 5%減	重量 63%増↗	× (平成 30 年 12 月 達成見込み)	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

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

#### ④熱制御システム

中間目標	成果	達成度	今後の課題と 解決方針
重量 5%減	重量 4%減	× (平成 30 年 12 月 達成見込み)	OFCV の軽量化 により達成見込 み

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

#### 研究開発項目②次世代降着システム研究開発

##### ①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 ことを確認する。	要求に合致することを確認済。	○	達成済み
PUMP 耐久性を向上する。	評価中	△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)	課題:ギアの摩耗 ギアの摩耗対策を行 い、試験にて効果を 確認する。
脚揚降システムの質量を軽減 させる。	目標の 50%を軽減した。残り 50%の軽減を検討中。	△ (平成 29 年 12 月 達成見込み)	課題:質量軽減 形態見直しにより、軽 量化を更に進める
電動 Uplock の最適な形態を立 案する。	構成は検討完了。軽量化検討 中。	△ (平成 29 年 12 月 達成見込み)	課題:質量軽減 詳細設計にて小型軽 量検討を更に進め る。
MBD(モデルベース開発)を適 用する。	Co-simulation 及びソースコー ドの自動生成を計画通り実施 中。	△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)	課題:MBD の経験が ない 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 のノウハウを習得す る。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

## ②電動タキシングシステムの研究開発

質量を除き中間目標で設定した要求仕様を満足する見込みを得た。今後研究開発において各種検討を深度化することにより、最終目標を満足するように検討を進める。

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させる。(In-Wheel Motor 単体)	下図に示す In-Wheel Motor の検討作業中で、平成 30 年 3 月末までに目標を達成できる見込みを得た。	△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)	設計検討の深度化を行い、各項目の課題を克服する。
質量: 30 kg 以下	質量: 33 kg (概算)	△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)	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する。
出力トルク: 2200N-m	出力トルク: 1500N-m ※1	○	巻線の高密度化及び制御手法の見直しにより出力トルクを向上させる。
外形寸法: φ 215mm × L150mm	外形寸法: 232mm × L178.6 mm ※1	○	強度検討及び部品形状の見直しにより外形寸法を削減する。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

(※1) 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 232mm × 178.6 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。

## ③電磁ブレーキシステムの研究開発

考案した多板ブレーキ構造により中間目標のサイズ・吸収エネルギー・トルクを満足する目処を得たが、質量については目標値 80kg に対して現状 325kg と大きく乖離した結果である。

また最終目標のサイズ・吸収エネルギーでは、MRF の許容温度 300°C を大きく上回る約 1400°C まで昇温することが判明した。

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させる。(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 未満を満足する。	×	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: φ 430mm × L500mm	外形寸法: φ 430mm × L500mm	○	—

### 研究開発項目③次世代コックピットディスプレイ研究開発

#### ①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	△ (平成 30 年 2 月 達成見込み)	視野外角改善のための狭額縁ディスプレイデバイスの開発
技術選定	選定完了	△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)	

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

#### 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

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	△ (平成 30 年 2 月 達成見込み)	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	△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)	
------	------	-----------------------------	--

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

### ③DO254 認証取得活動

中間目標	成果	達成度	今後の課題と 解決方針
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	○	

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

## 研究開発項目④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

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、性能を取得する。 (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。	○	
	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した。	○	
	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する。	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。		△ (平成 30 年 1 月 達成見込み)	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する。
Passive Pump 方式では、所定の熱輸送量目標を達成する。	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。		△ (平成 30 年 1 月 達成見込み)	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する。

◎:大きく上回って達成、○:達成、△:達成見込み、×:未達



## ②スマート軸流ファン

中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針	
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した。	△ (平成 29 年 12 月 達成見込み)	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した。	○	

◎:大きく上回って達成、○:達成、△:達成見込み、×:未達

## 研究開発項目⑤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

中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
モータコントローラ、ADC/ACCの基本的な機能確認用のブレッドボードモデル(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)	60%	△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)	人員の増強

◎:大きく上回って達成、○:達成、△:達成見込み、×:未達

### ②モータコントローラ

中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
所定の出力のBBM(TRL4)を製作する。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。	50%	△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)	テストベンチの製作の加速

◎:大きく上回って達成、○:達成、△:達成見込み、×:未達

### ③ピトー管

中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
フライトモデル(FM)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。	60%	△ (平成 29 年 12 月 達成見込み)	試験供試体の製作手法の確立

◎:大きく上回って達成、○:達成、△:達成見込み、×:未達

### 研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発

#### ①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
<b>位置検出・自動着陸</b> ・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する。	・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、課題を抽出した。 ・誤差モデルによるシミュレーション環境を構築中。	△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)	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。
<b>GPS/ILS ロストモデル</b> ・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する。	・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。	△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)	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。
<b>天候対応</b> ・晴天時で位置検出可能であることを確認する。	・本項目の検討は平成30年以降実施する。	△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)	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><b>障害物検知・回避</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・アルゴリズムを検討する。</li> <li>・シミュレーションで確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・予備飛行試験を実施し、アルゴリズム検討中。</li> </ul>	<p>△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)</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

## ②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
<p><b>舵面状態検知</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・アルゴリズムを開発する。</li> <li>・地上試験にて二つの故障(固着、レートリミット低減)に対する機能確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・システム仕様を策定。</li> <li>・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。</li> <li>・故障モード検知プログラムを作成中。</li> </ul>	<p>△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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する。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</li> <li>・最適な学習方法の検討 →改善検討を実施。</li> </ul>
<p><b>耐故障飛行制御</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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)を確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・耐故障飛行制御の開発</li> <li>・評価用のシミュレーションモデルを整備</li> <li>・飛行試験による耐故障飛行制御の初期性能確認を実施</li> </ul>	<p>△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・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 1 月から次回飛行試験を実施予定</li> </ul>
<p><b>ソフトウェア認証</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>	<p>△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・DO178C を適用した場合の開発規模</li> <li>・上位規格と DO-178C の関係を明確化 →公開資料の調査による</li> </ul>

◎:大きく上回って達成、○:達成、△:達成見込み、×:未達

### ①高温に耐える高耐熱電動機

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する。	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した。	○	
	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した。	○	

◎:大きく上回って達成、○:達成、△:達成見込み、×:未達

### 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

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する。	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した。	○	
	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する。	△ (平成30年3月達成見込み)	
	二次電池システム系統設計における課題を確認した。	○	

◎:大きく上回って達成、○:達成、△:達成見込み、×:未達

## 2.2 各個別テーマの成果と意義

以下に各研究開発項目の成果と意義を示す。

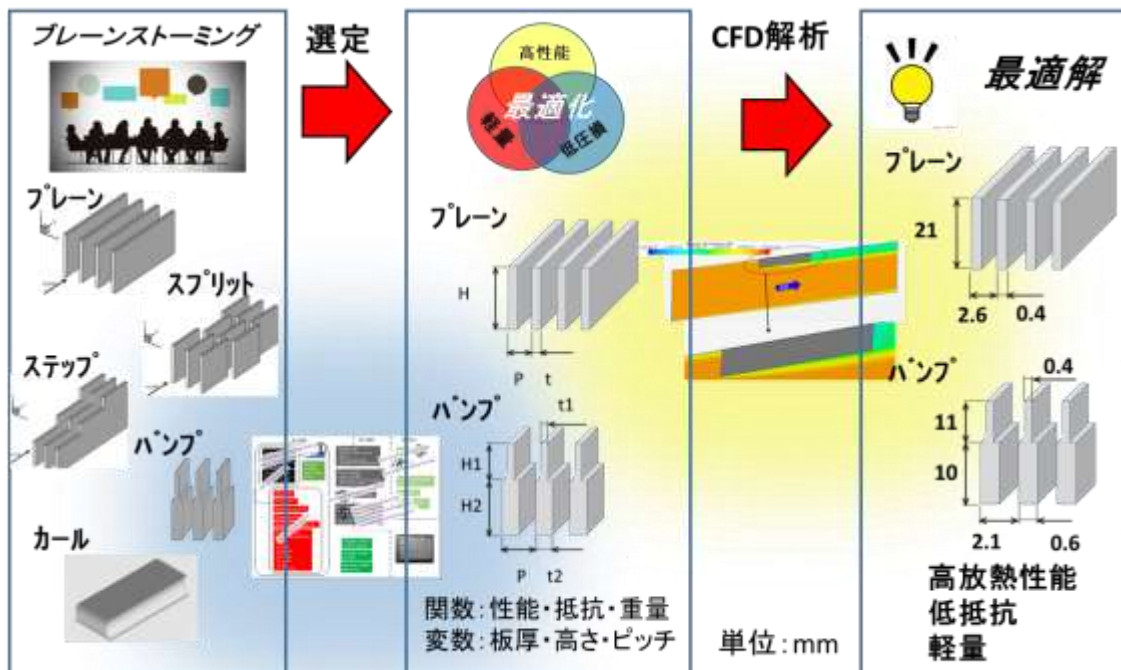
### 研究開発項目①次世代エンジン熱制御システム研究開発

#### ①ASCOCの研究開発成果

本プロジェクトで研究開発するASCOCは、ターボファンエンジンのファン・エアを冷媒として高温になったエンジン潤滑油を冷却する熱交換器で、従来の設計に比べ、細長い縦横比でデザインされ、冷媒としての空気をより多く活用することを可能としていることに特徴がある。

#### ①-1 空気フィンの最適化形状

放熱性能の高効率化のために、空気フィンの形状の最適化を計った。数値流体解析を利用して、高性能、軽量、低圧力損失のフィン形状の最適解を得た。従来の空気フィンに比較して、高い放熱性能、低い抵抗性能、軽量化が可能であることが確認できた。



### ①-2 空気フィンの加工方法リサーチ

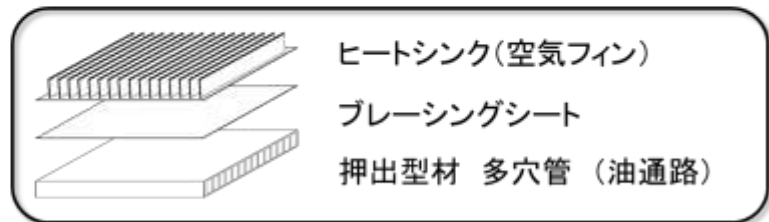
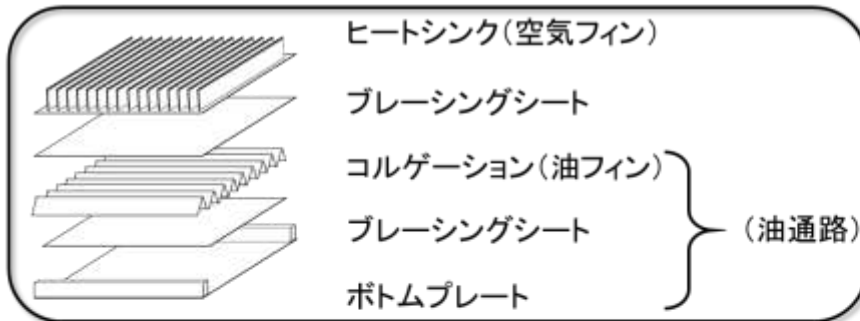
空気フィンの最適化により得られた形状について、その加工方法をリサーチした。機械加工や、プレス成型、押出成型等の加工方法を検討した結果、製品実現には課題は残すものの、概ね製造実現の目途がたち、量産化・実用化を視野に入れて引き続き課題克服のためのリサーチを継続中である。

<p><b>最適ハンブ・フィン</b></p>  <p>形状詳細(mm)</p>	 <p>機械加工 (ミツ精機株)</p>	 <p>加エトリアル サンプル</p>	<p>課題: 理想的な形状の加工未達</p>  <p>理想断面 実際断面</p> <p>対策: 専用刃物の準備</p>
<p><b>最適プレーン・フィン</b></p>  <p>形状詳細(mm)</p>	 <p>スカイク加工 (株中村製作所)</p>	 <p>加エトリアル サンプル</p>	<p>課題: 最大サイズ約300mm (要求 1,500~2,000m)</p> <p>対策: 分割製作 加工設備の大型化</p>

### ①-3 熱交換器の潤滑油通路への多穴管の採用

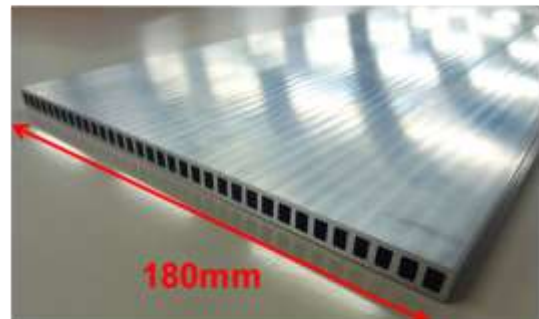
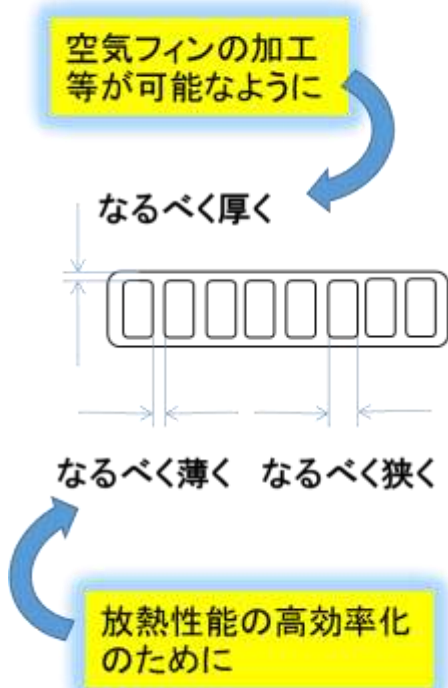
従来の製品では、潤滑油通路には、金属箔をプレス成型したコルゲーションを使用していたが、押出成形による多穴管を採用することにより製品の部品点数を減らしコスト削減、ブレージング接合部位

の削減による品質向上を実現することができた。 多穴管の設計(デザイン)については、製造性の制約を考慮しつつ高性能・軽量を実現した最適化形状の試作部品の成形をした。



- 部品点数の削減 ⇒ コストダウン
- ブレージング接合の削減 ⇒ 品質向上

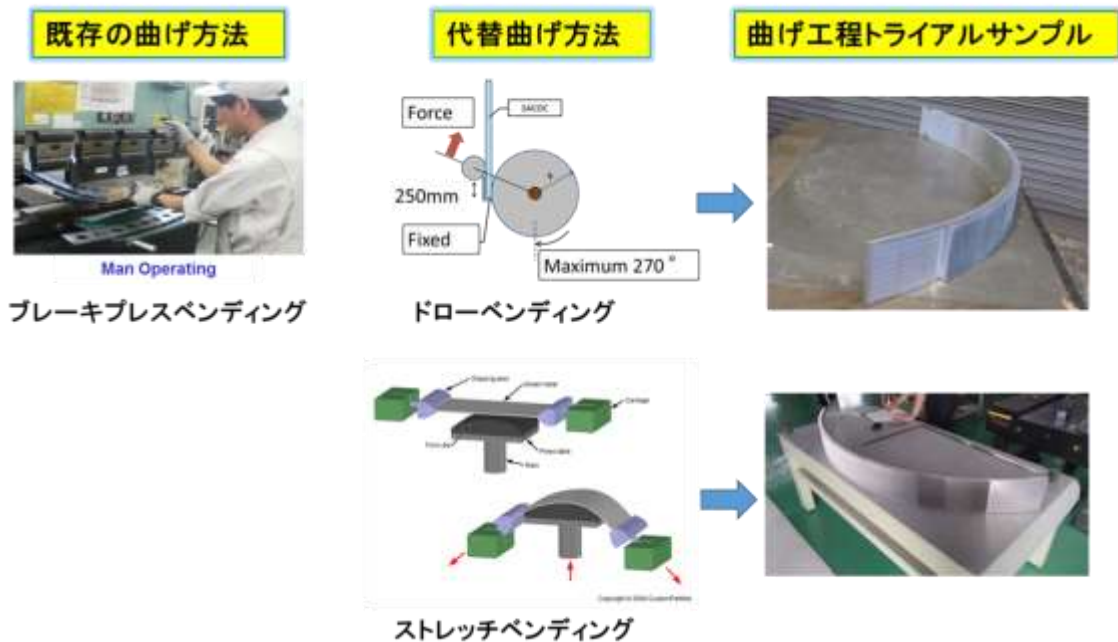
### 多穴管の最適化形状



アルミ合金 6063 株式会社UACJ

#### ①-4 曲げ加工のリサーチ

研究開発する ASACOC は、ターボファンエンジンのファン・エア・バイパスダクトの内側に装着するため、円筒形状である必要がある。本研究開発では、当該熱交換器をフラット形状から曲げ加工により円筒形状を実現することとし、その曲げ加工のリサーチを行った。従来はブレーキプレスによる曲げ加工を利用していたが、代替の曲げ加工として、ドロー曲げ加工、ストレッチ曲げ加工の採用を検討中。両方の加工方法ともに、従来の加工方法くらべ、低コスト、高精度で曲げることが可能であることが確認できた。どちらの代替方法が最適か、引き続き検討を進める。



#### ①-5 数値解析(CFD)による空気フィン周りの流れ場調査 (再委託先 : 東京大学)

研究開発している ASACOC の放熱性能計算プログラムの精度向上を目的に、数値流体解析 (CFD)を利用して、空気フィンにおける流れ場の特徴を調べ、その伝熱特性への影響を考察して、フィンの最適設計を可能にする基礎的な知見を得ることができた。冷却フィン形状に関するパラメトリックスタディを実施して流れ場と冷却性能との関連を調べることで、次の結論を得た。

- 放熱量は、フィン高さを増すと大きくなるが、高さ方向に飽和傾向にある。
- 長いフィンを用いるほど、フィン高さを増すことの放熱量へのメリットが大きい。

Geometric Parameters	
L[mm]	0 ~ 900
H[mm]	12.5, 25, 37.5, 50
L2[mm]	200
H1[mm]	25

Calculation condition	
Mach No.	0.4
Ttotal[K]	348.05
Ptotal[Pa]	101325
Tbottom[K]	403.05

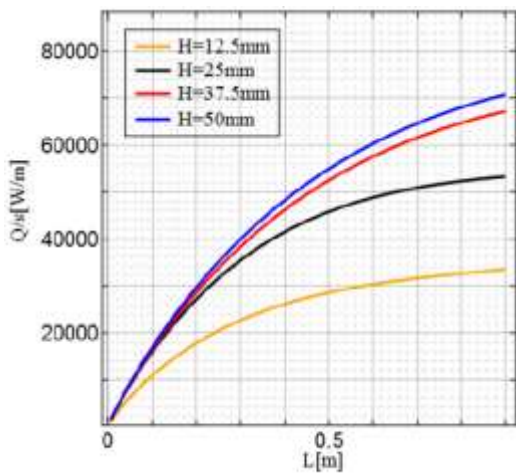
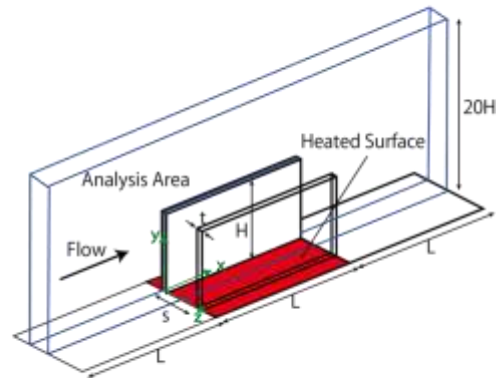


Fig.5.8 Heat transfer vs L

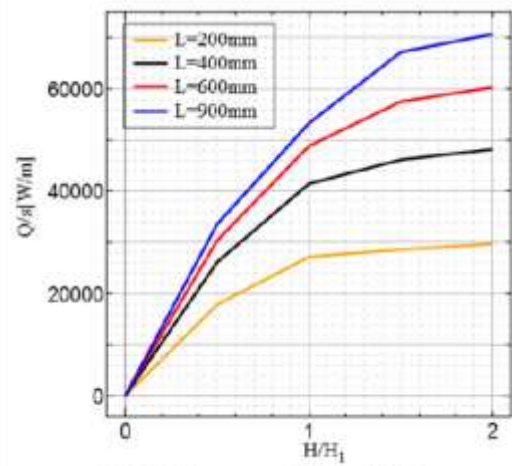
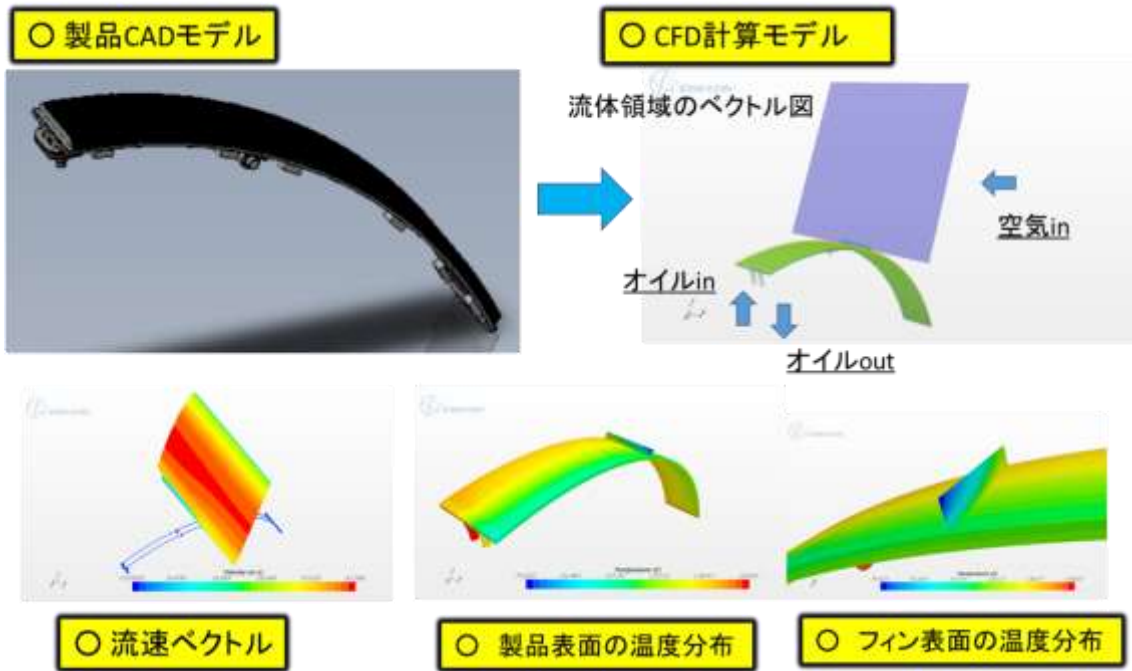


Fig.5.10 Heat transfer vs. Height

### ①-6 数値解析(CFD)を活用した性能予測

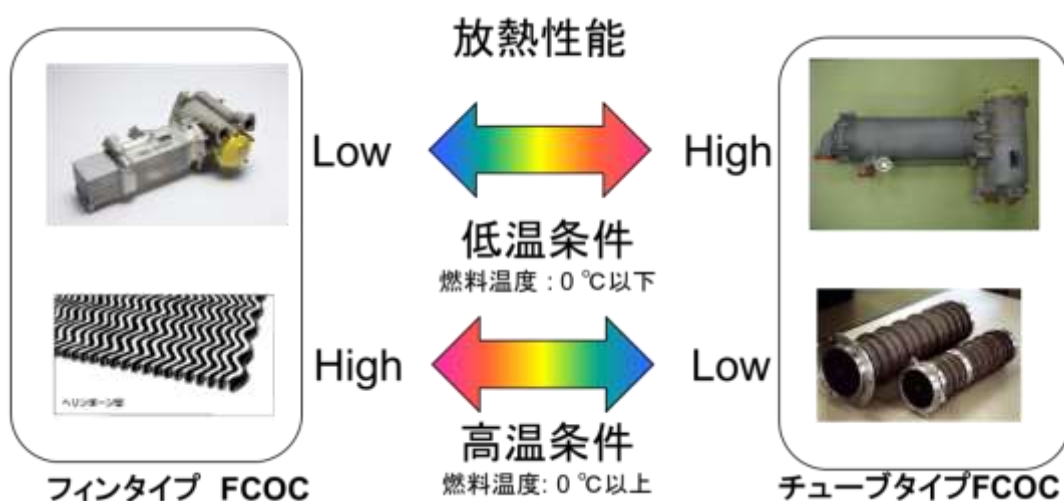
ターボファンエンジンに搭載する ASACOC のフルスケールモデルの放熱性能計算モデルを数値流体解析ソフトを利用して作成した。上記①-1項で得られた2種類の最適フィン形状の内、最適プレーンフィンにおいて、重量軽減が可能であることが確認できた。





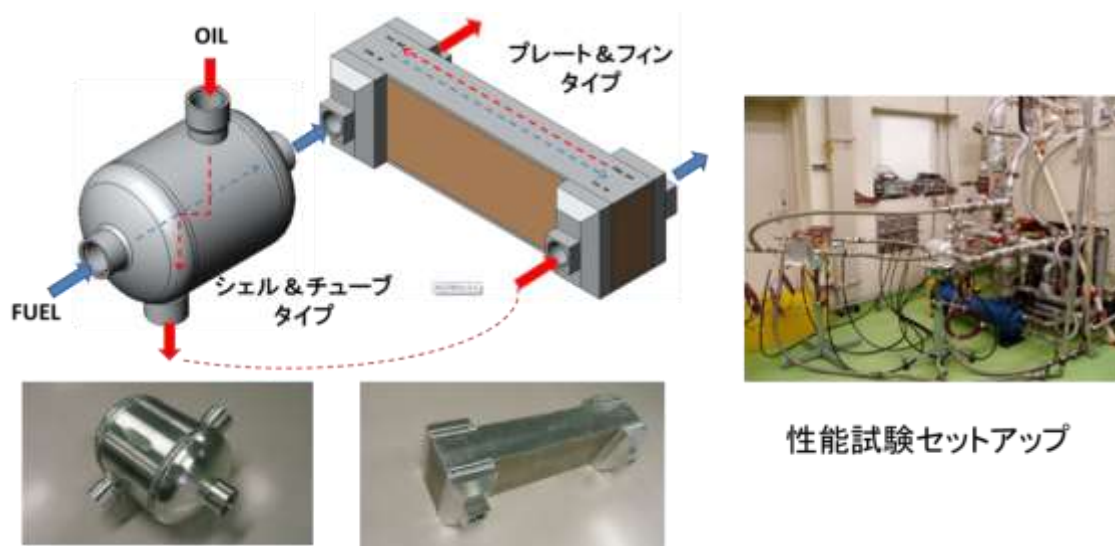
②HFCOC の研究開発成果

航空機エンジン用 FCOC(燃料・潤滑油冷却器)は、広範囲の燃料温度(およそマイナス 50℃~プラス 60℃)で使用されるため、すべての使用温度範囲で高い冷却性能を発揮できる熱交換器が期待される。フィン・タイプ FCOC とチューブ・タイプ FCOC は、高温条件(燃料温度が 0℃以上)と低温条件(燃料温度が 0℃以下)において放熱性能(潤滑油の冷却性能)に次の特徴があることが分かっている。本研究開発では、フィン・タイプとチューブ・タイプの融合(ハイブリッド)タイプの熱交換器(HFCOC)を開発することを目的とする。



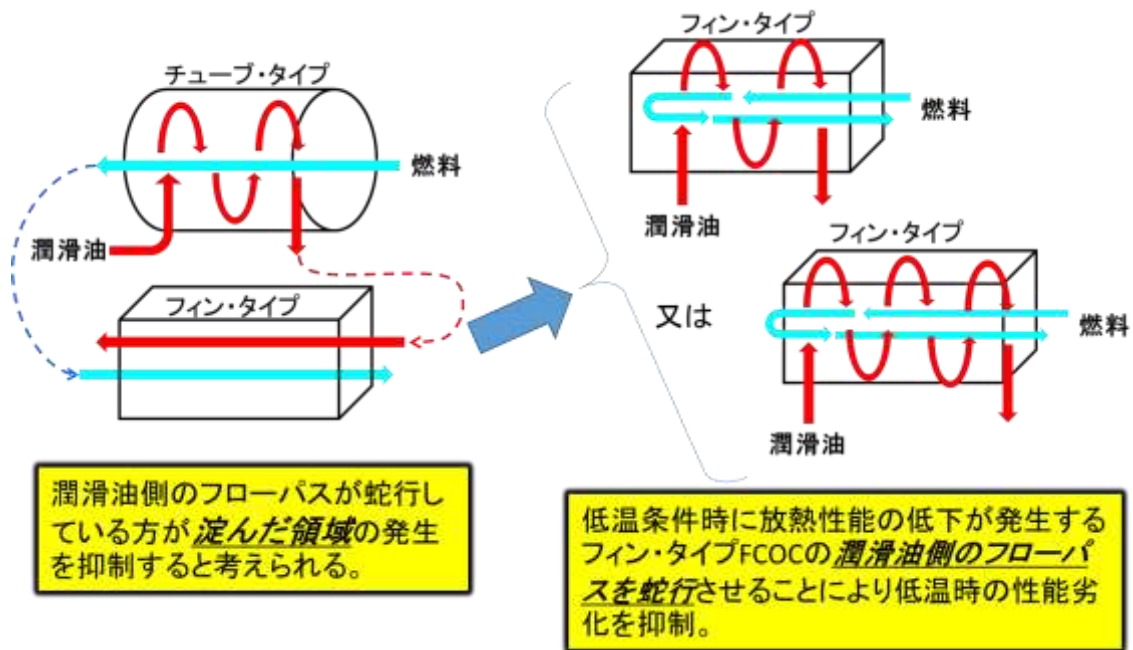
## ②-1 HFCOC の試作評価

既に量産化されているフィン・タイプ FCOC を比較サンプルとして HFCOC の試作評価を行った。高温条件・低温条件の放熱性能は既存の FCOC と同等でかつ、FCOC のコア部分のコンパクト化、軽量化することができた。



## ②-2 低温環境下での性能劣化の原因究明

②-1 の試作評価に性能試験結果からフィン・タイプ FCOC の部位では、低温条件下において、燃料流量が多くなる領域で極端に放熱性能が劣化する現象が確認され、改善の余地があることが判明した。この性能劣化は、潤滑油側通路の油流れの偏流が原因であることが数値流体解析の結果から推定された。一方で、チューブ・タイプ FCOC では、放熱性能の劣化は確認されず、2つのタイプの熱交換器の差を考察したところ、潤滑油側の通路の蛇行が油流れの偏流発生を抑制している可能性があることが確認された。この仮説を実証するため、潤滑油側の通路を蛇行させたプレート・タイプの FCOC を2種類試作し検証する予定である。この仮説が正しいことが証明できれば、更なる高効率化、軽量化が期待することができる。



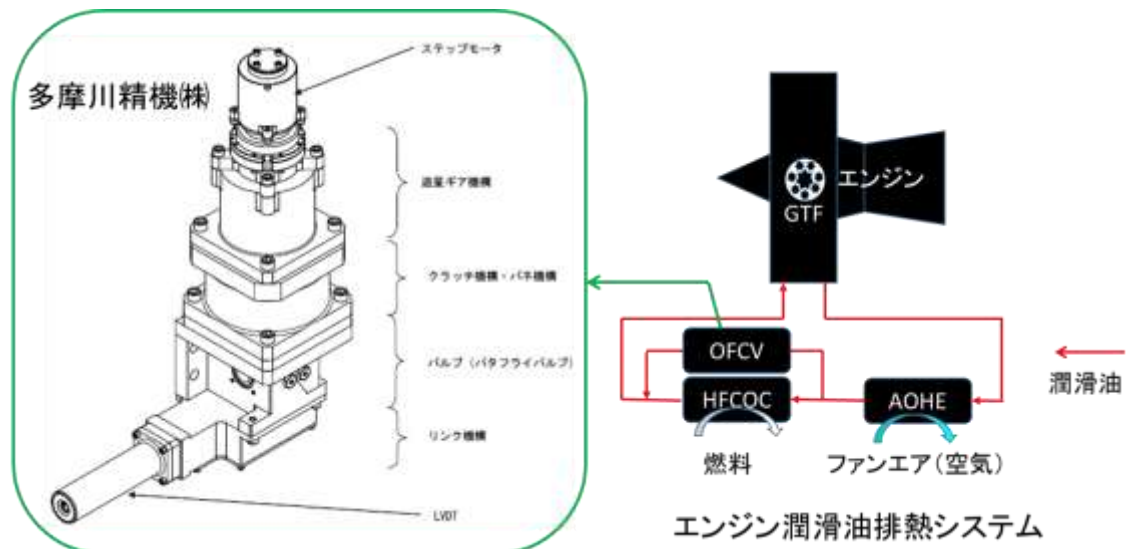
### フィン・タイプ FCOC の放熱性能の改善対策

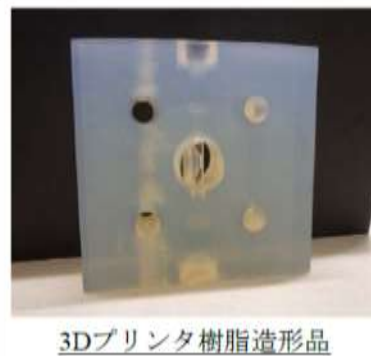
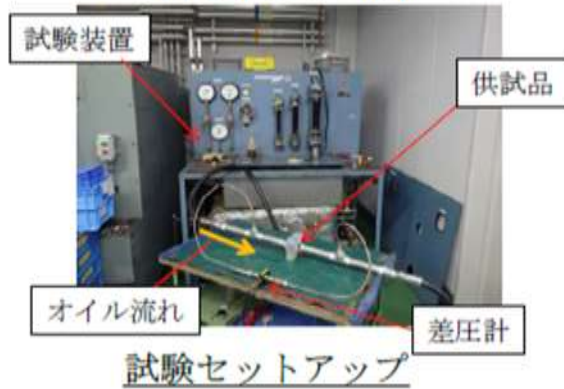
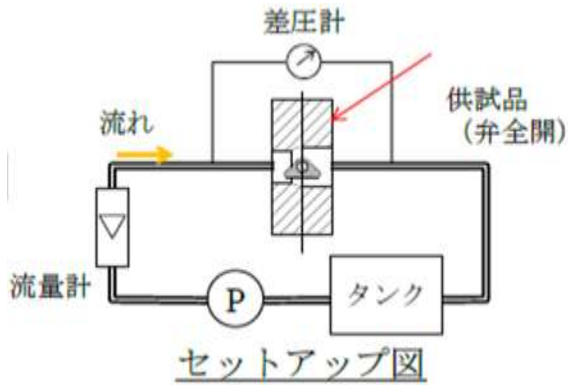
### ③OFCV の研究開発成果

HFCOC に流れるエンジン潤滑油の流量を EEC (電子式エンジン制御装置) のコマンドにより調整し、エンジン潤滑油温度および燃料温度をエンジンのパフォーマンスが最大となるように制御するためのバルブを開発する。

#### ③-1 OFCV の試作評価

部分供試品による圧力損失試験や漏洩試験を完了させ、現在は試作品を製作中で、その性能試験と強度確認試験を実施予定である。試作品の重量は目標値から大幅に逸脱しているが、バルブの各構成部品は、既存の部品を流用しており、サイズ・重量・性能の最適化の余地は十分残しており、次回試作品において大幅に重量軽減できる見通しは立っている。





### バルブ部分供試品による圧力損失試験

#### ④高熱伝導材の薄板化技術調査

##### 1) 調査の目的

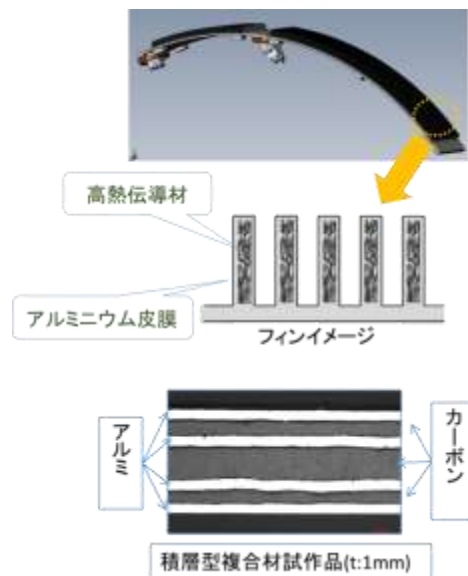
- ・既存の材料よりも高い熱伝導性・軽量の材料を熱交換器(ASACOC)の空気側フィンに適用  
⇒高性能・軽量化

##### 2) 高熱伝導材の適用イメージ

- ・アルミニウム+カーボンの複合材を薄板化
- ・フィン高さ方向に高い熱伝導性を発揮

##### 3) 進捗

- ・高熱伝導材使用時の熱交換器の重量軽減効果について定量的に検討  
⇒既存品に比較し重量減確認済み
- ・ホットプレス法にてアルミニウム+カーボン複合材を試作  
⇒接合性の問題があり、改善方法を検討中

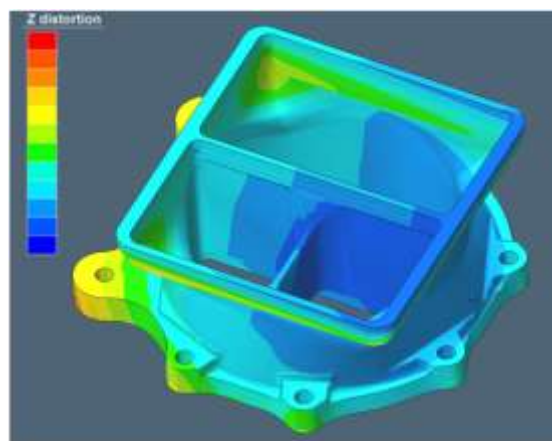


## ⑤アルミ積層造形技術の調査検討

アルミ積層造形による熱交換器への適用には多くの課題があるが、その一つとして造形時の熱歪がある。熱歪の対策として解析ソフトの適用を検討した。市販の専用ソフト(Simfact Additive)を用いて、実際との比較を実施。解析結果と、実物の寸法測定結果が一致していることを確認することができたため、専用ソフトでの解析は有効であり、今後の設計に利用可能と判断した。



造形物



解析結果

## 研究開発項目②次世代降着システム研究開発

### ①脚揚降システムの研究開発

- 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した。

温度要求に対する適合性の確認として、低温から高温までの環境下でポンプを作動させ、要求温度範囲内でポンプが問題なく作動することを確認した。これにより、環境要求の一つである温度に関するリスクが排除され、また、低温及び高温時のポンプ特性を取得することができた。

また、振動に関する要求への適合性の確認として、EHA Assy の振動試験を実施するとともに、FEM 解析を実施した。

その結果、現在の設計にて振動要求を満たすことが確認された。また、実験モード解析(試験)と FEM 解析のコリレーションのプロセスを確立することができた。将来の EHA 形態を設計する段階においても、今回のコリレーションに基づいた実績あるパラメータを使った FEM 解析により、振動要求への適合性を効率的に精度良く確認することが可能となった。

- 2) ポンプの耐久性を向上することにより、EHA のメンテナンス間隔を長くすることができ、運用コストを削減することができる。

以前に実施した耐久試験の結果、ポンプ内部で摺動するギアの摩耗が耐久性に関する課題であることが分かった。今回は、ギアの摩耗対策を行うことで、ポンプ耐久性の向上を図っている。現在、実機での運用時に想定される負荷を模擬したサイクルにて、耐久試験を実施している。

- 3) 脚揚降 EHA システムの質量を軽減した。

航空機の構成品質量は燃費に直結し、軽量化により運用コスト軽減が可能となるため、軽量化は航空機開発にとって非常に重要である。

そこで、EHA 構成品の配置最適化検討を実施することで EHA システムとして軽量化した。また構成品の詳細強度検討時にも軽量化に成功した。

今後、更には配置最適化、詳細検討を実施することにより、最終目標値達成の目途が得られる見込みである。

#### 4) 電動 Uplock の構成を決定した。

Uplock の目的は飛行中に脚を脚上げ位置に保持し、脚下げ時に確実に Release することである。従来 Uplock の Release には Normal 系統に機体集中油圧源を用いた油圧アクチュエータ、Emergency 系統にはコックピットから物理的に伸びたケーブルを用いるのが一般的である。しかしながら、機体集中油圧源からの配管やコックピットからのケーブルは質量及び整備性の問題がある。電動 Uplock はこの問題に対し優位性があり機体全体の電動化には不可欠である。

従って、電動 Uplock の構成について、質量、信頼性、コスト、整備性、スペースに対して Trade Off を実施し、最善の形態を検討した。

#### 5) MBD (モデルベース開発)に関する Co-simulation 及びソースコードの自動生成について活動中。

開発リスク軽減のために、EHA システム全体のモデル化とそのシミュレーションを実施し、システムデザインの妥当性確認を実施中。構造系モデル、油圧系モデル、制御系モデルを各シミュレーションツールにて作成し、Co-Simulation を実現している。

制御系モデルについては、モデルからソースコードを自動生成するためのデザインモデルの検討を進めている。本作業は、民間機ソフトウェアの認証ガイドラインである DO-178C(MBD 用の DO-331 含む)に適合するプロセスの構築が必要であり、ソフトウェアで MBD プロセスを構築し、EHA システムにおける様々なパターンのデザインモデルの作成とその妥当性確認方法の確立、各作業フェーズにおける検証手法の検討を進めている。

## ②電動タキシングシステムの研究開発

電動タキシングシステムは、大出力の電動モータを前脚ホイール内に装備することから、小型・大出力の電動モータにおける発熱を抑制することが本研究における重要な課題の一つである。

そこで、発熱の予測精度向上を目的として、走行模擬試験による発熱データの取得、数値熱解析モデルのコリレーションを行い、数値熱解析における解析精度向上のノウハウを得た。

次に、前述の数値熱解析モデルを用い、モータ構造・形状・方式を様々に変更し、熱解析を行った結果、当初選定した巻線界磁モータ方式から永久磁石埋込型同期モータ方式に変更することにより、要求仕様(トルク、サイズ)を満足し、発熱に関する課題を克服する目途を得た。

永久磁石埋込型同期モータ方式を採用したことにより、着陸等の高速走行時での強度・安全性に関する新たな課題が生じたが、In-Wheel Motor の構成要素にクラッチを追加し、高速走行時は In-Wheel Motor と車輪を切り離すこととし、課題を克服した。また、限られたスペース内におけるクラッチ成立性の目途を得た。

脚振動抑制機能は、高速滑走時におけるシミー振動抑制制御機能を想定したものであり、前述の通り高速走行時には、電動モータと車輪をクラッチにより切り離すこととしたため、検討作業を中止とした。

リージョナル機に向けた電動タキシングシステムは本研究のみで、世界的に省エネルギー・環境負荷低減に対する要望は大きいことから、現在まで得られた成果を発展させ、早期の実用化を目指した

研究開発を継続することにより、日本の航空機装備品産業の発展に寄与することが可能と考える。

### ③電磁ブレーキシステムの研究開発

航空機用ブレーキの特徴として、産業用機器と比較するとブレーキトルク及びブレーキ吸収エネルギーが非常に大きいことが挙げられる。

そこで、ブレーキトルクの発生源となる MRF のせん断力向上のための、流体改善を実施した。

次に、航空機用ブレーキに必要な大ブレーキトルクを達成するために、励磁コイルを内径部に設置した多板ブレーキ構造を考案し、磁場解析により要求ブレーキトルクを満足する目途を得た。ただし本構造の質量は概算 325kg となっており中間目標質量 60kg を大幅に上回っていることから実用化に向けては質量低減が大きな課題である。

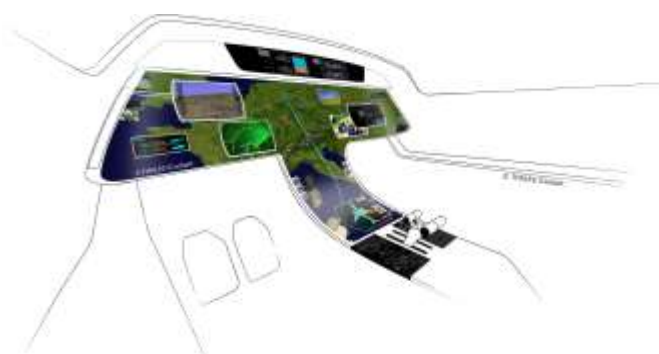
上記の多板ブレーキ構造において通常着陸条件(中間目標の吸収エネルギー量)及び RTO 条件(最終目標の吸収エネルギー量)での熱解析を実施した結果、中間目標のサイズ及びエネルギー量の場合は、MRF の許容温度未満となり、目標を達成した。しかし、最終目標のサイズ及びエネルギー量の場合は最大温度が MRF の許容温度を大幅に超える結果となることから、発熱に関する課題克服は非常に困難であるとの結論に達した。

次に、ブレーキ非作動時においても MRF の粘性抵抗によるトルクの発生を抑制する手法の考案が必要であることから、車輪の回転と同期するように変動磁場を付与し MRF を回転移動させる方法を考案した。考案した手法の有効性を確認するために、実験による検証を行ったが、MRF の移動を確認することはできず、本手法を確立することを断念した。

研究にて得られた成果のうち、温度及び質量に関して、目標仕様とのかい離が大きく、現在の技術では克服できないと判断する。

一方、得られた成果及び知見は、航空機用複合ブレーキ(MR ブレーキと他のブレーキ方式の併用)や他産業用ブレーキへの MR ブレーキの適用可能性検討に用いることができ、価値のある研究成果が得られたと考える。

### 研究開発項目③次世代コックピットディスプレイ研究開発



©THALES iCockpit

#### ①大画面・任意形状ディスプレイモジュール

平成 27 年度は次世代コックピットディスプレイに求められるシステム要求調査と大画面・任意形状ディ

スプレイモジュールに求められる要求仕様を設定し、大画面・任意形状ディスプレイを実現するための検討を行い、部分試作品を製作した。

平成 28 年度は引き続き複数の部分試作品を製作し、各部分試作品に対する評価を実施、技術試作品へ移行する方式を絞り込み、技術試作品の製作を行った。

平成 29 年度は技術試作品を評価するための治工具類を整備し、技術試作品の評価を完了させ、平成 30 年度から設計・製作するプロトタイプに採用する方式を決定する。

## 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

平成 27 年度は次世代コックピットディスプレイに求められるシステム要求調査と大画面・任意形状ディスプレイモジュール適応型タッチパネルに求められる要求仕様の検討と実現のための方式の検討を行った。

平成 28 年度は検討した方式の部分試作品の製作・評価を実施、技術試作品へ移行する方式を絞り込み、技術試作品の詳細仕様の検討を行った。

平成 29 年度は技術試作品製造と評価のための治工具類を整備し、技術試作品の評価を完了させ、平成 30 年度から設計・製作するプロトタイプに採用する方式を決定する。

## ③DO254 認証取得活動

H27 年度は開発標準(4 種)について DER(Designated Engineering Representative)とレビューを実施。指摘事項を反映した。

H28 年度は SOI#1 文書作成(7 種)し、DER と SOI#1 レビューを実施。SOI#1 完了要件達成に向けた取り組み内容を明確化した。

## 研究開発項目④次世代空調システム研究開発

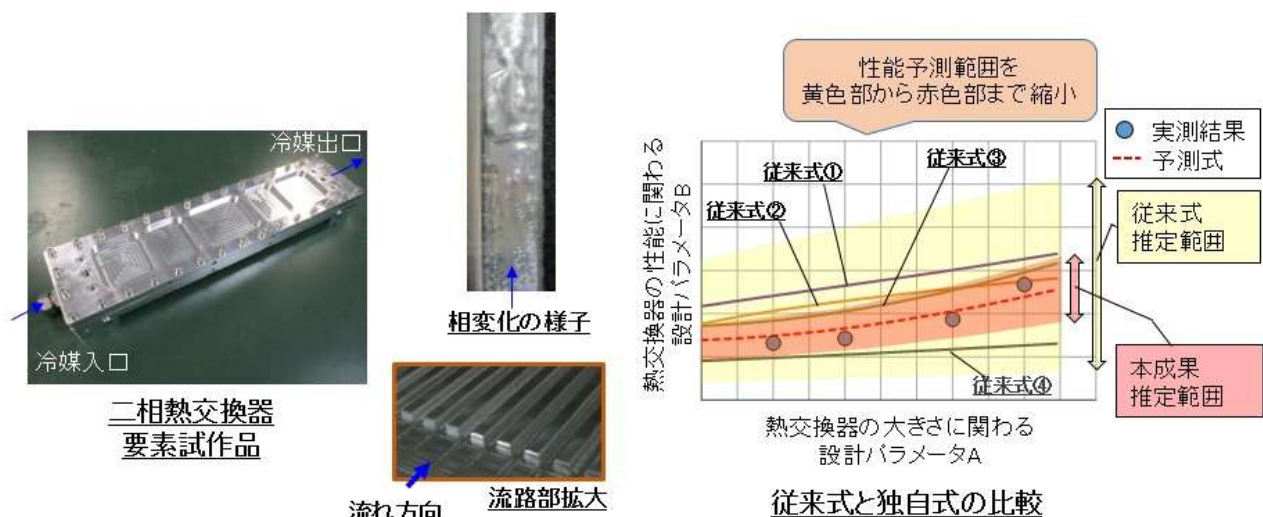
### ①二相流体熱輸送システム

#### 1) 主要構成部の要素開発

##### ・二相熱交換器(Active 方式)

二相熱交換器を試作・評価を実施し、選定した冷媒に対応した二相熱交換器の解析ツールを開発。

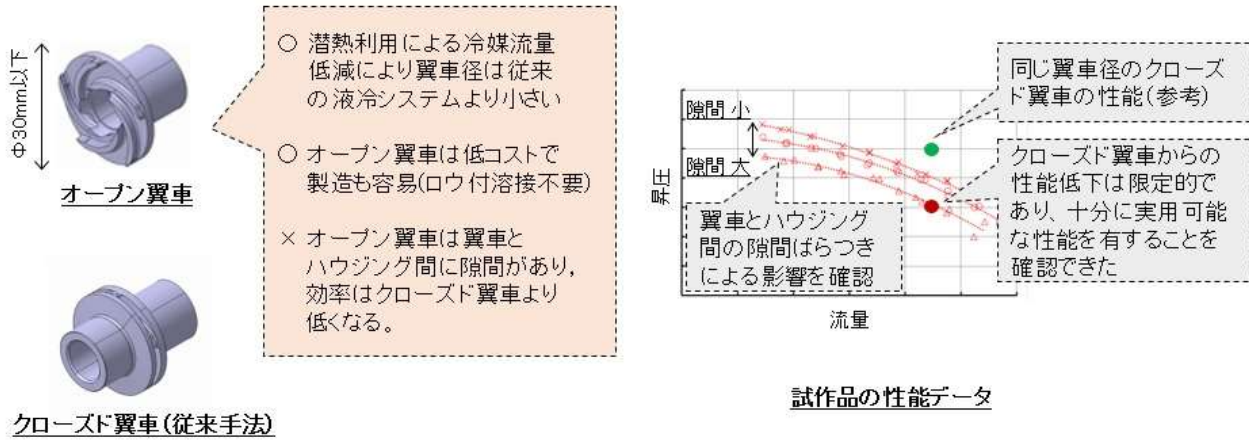
図.従来式と独自式の比較に示すとおり従来設計手法よりも高精度な独自の設計式を得た。この結果、従来の二相熱交換器の設計手法と比較してサイズダウン設計が可能となった。



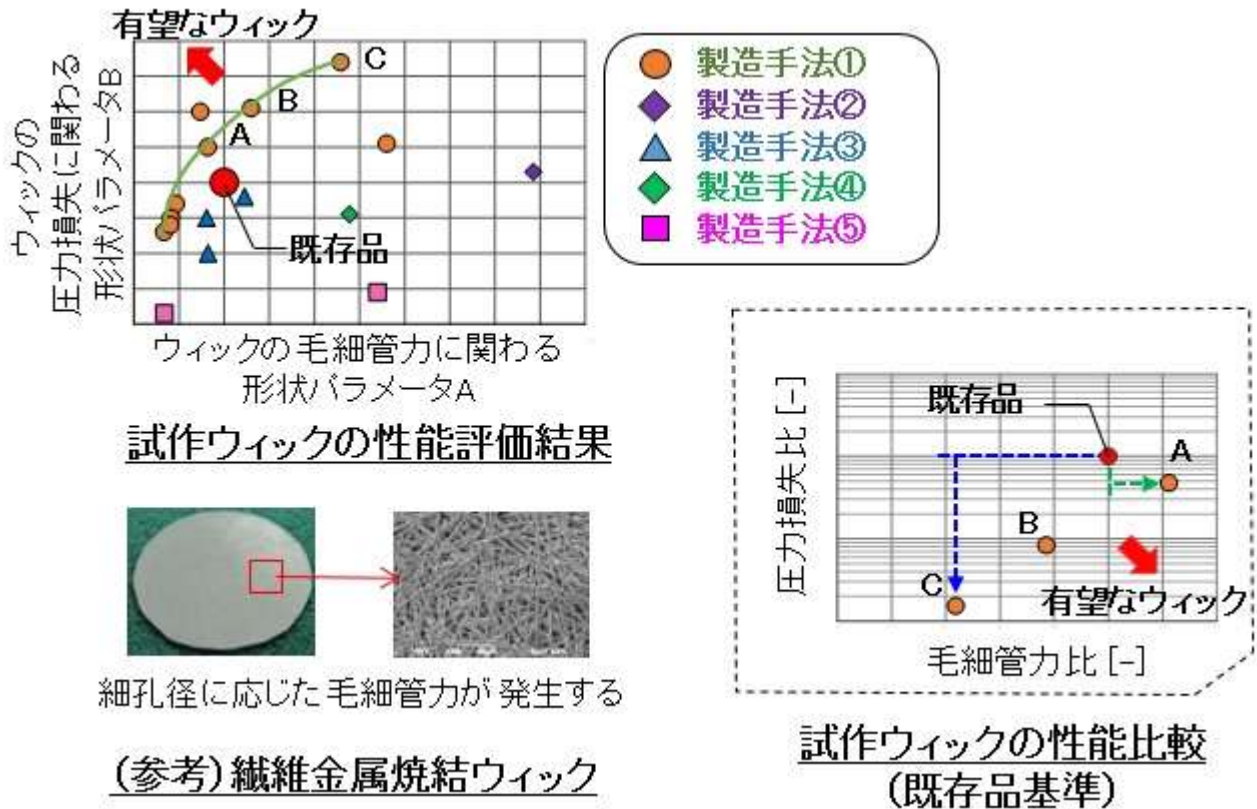


・ポンプ(Active 方式)

ポンプを試作・評価。選定した冷媒に対して、オープン・タイプ翼車 が適用可能なことを確認した。この結果、従来のクローズド・タイプ翼車よりも製造コストを低減可能となった。



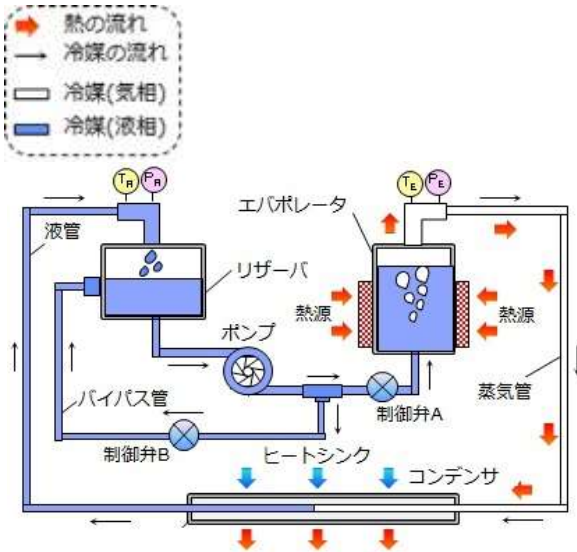
ウィックを試作・評価し、図試作ウィックの性能評価結果および図 試作ウィックの性能比較に示すとおり、従来よりも有望(高い毛細管力、低い圧力損失)なウィックの製造手法を得た。この結果、従来よりも小型・コンパクトな蒸発器が設計可能となった。



2) システム設計開発

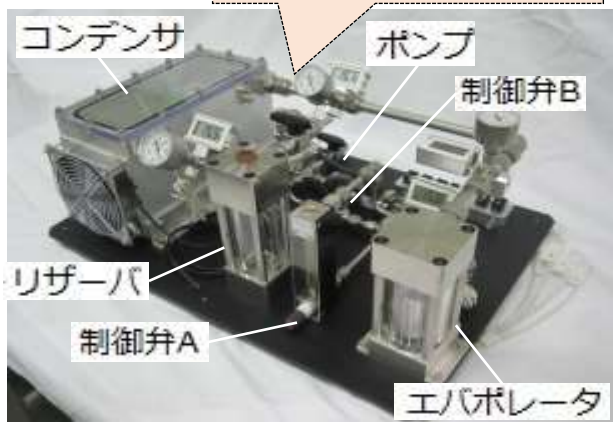
・Active Pump 方式

小型システムを試作。重要要素を可視化してシステム挙動を確認し、制御対象・制御弁配置を定めるとともに、基本となる制御式を得た。この結果、システムを制御できる目途を得た。



システム・スケマチック

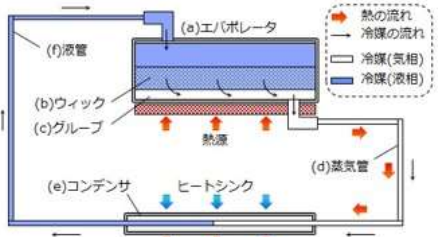
可視化してシステム挙動を確認し、制御対象・制御弁配置を定めた



小型システム

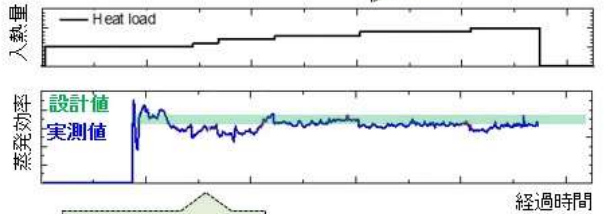
・Passive Pump 方式

小型システムを試作・評価し、図.蒸発効率 評価結果に示すとおり、所定の性能が出ることを確認した。この結果、システムを実現できる目途を得た。



システム・スケマチック

入熱量に対してウィック表面での冷媒相変化に使われた熱量の割合を評価



蒸発効率は(ほぼ設計どおり)

蒸発効率 評価結果



小型システム

②スマート軸流ファン

1) モータ/制御回路の小型化 ~ダクト外への突出部のないファンの実現~

既存ファンにないモータ方式(コアレス・アウトロータ・モータ)の採用により、ファン内筒配置可能な小型回路を実現した。これにより、ダクト外への突出部のないファンを実現できた。スマート軸流ファンプロトタイプ品の構想設計結果を下図に示す。

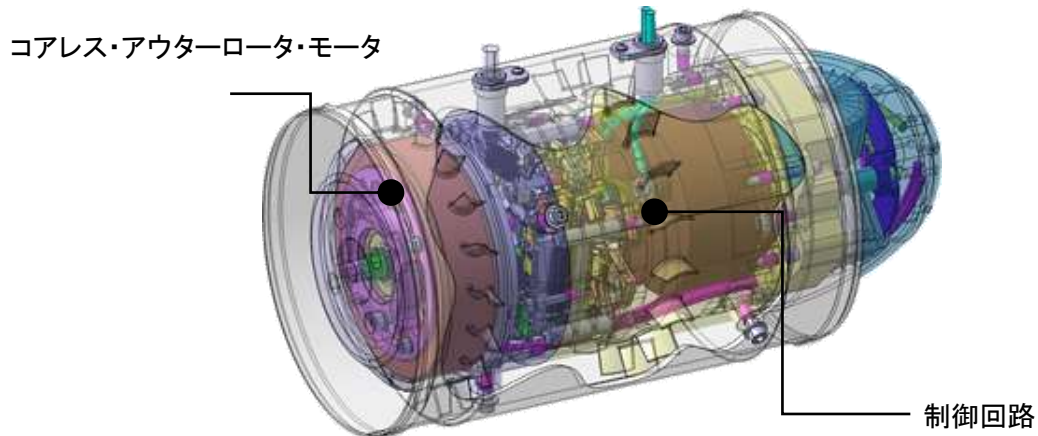
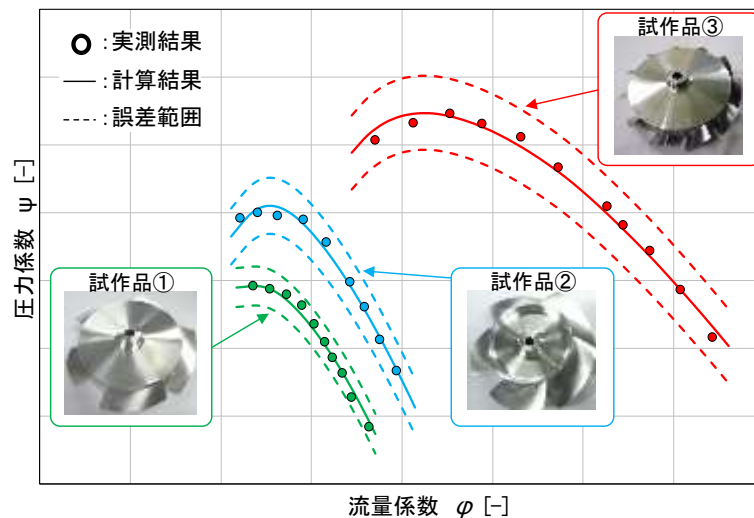


図 スマート軸流ファン プロトタイプ品構想設計結果

## 2) 翼車設計手法の確立

数種類の翼車の試作/評価を実施し、曲線での性能予測が可能な翼車設計手法を確立した。さらに最適化設計手法に適用することで、使用目的(定格昇圧性能、作動範囲、効率)に応じた翼車を短時間で設計可能になった。これまでの試作結果を下図に示す。スマート軸流ファンプロトタイプ品では広い作動範囲/高効率に適した翼車を目的に設計する。



※流量係数、圧力係数  
 大きさ/回転数によらず翼車性能を比較するために一般的に用いられる無次元数  
 (JIS B 0131 で「流量係数」「揚程係数」で示される)

図 試作翼車評価結果

## 3) 制御回路のファン内筒内配置による翼車性能低下の克服

ファン内筒内への制御回路配置により翼車内筒径が増大し、内筒部の圧力損失が増大する。これにより、昇圧性能の低下が確認された。そこで、動翼入口/静翼後流の形状変更(流線型にする)により、内筒部の圧力損失を低下させ、昇圧性能の向上を図った。効果の検証結果を下図に示す。動翼入口/静翼後流を形状変更することで、昇圧性能が向上した。本検証結果はプロトタイプ品構想設計に反映済みである。

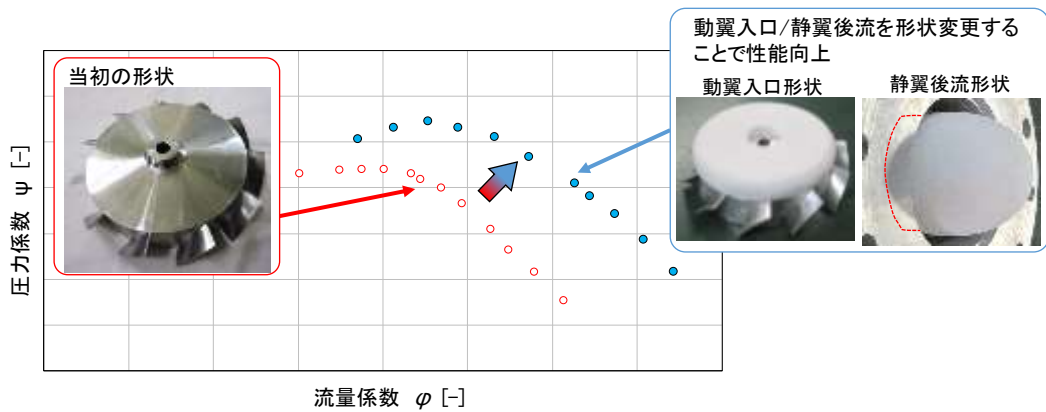


図 動翼入口/静翼後流の形状変更による効果検証結果

#### 4) 翼車の低コスト製法の確立

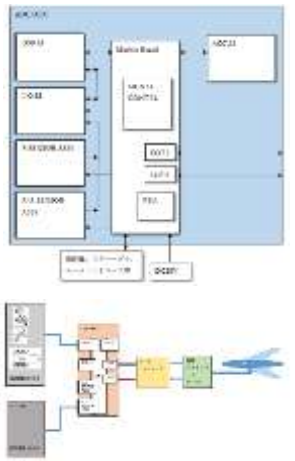
翼車機械加工表面の粗化により加工時間を低減させ、その結果、翼車の製造コストを削減できた。なお、本コストダウン法による性能低下は確認されなかった。コストダウン前とコストダウン後の翼車表面の状態を下図に示す。



図 翼車表面の粗化によるコストダウン

研究開発項目⑤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

図、写真	個別テーマ	成果	意義
	操縦バックアップシステムの設計	モジュール設計終了。	TRL4 相当の BBM を用いてシステム評価に用いる制御則を開発する。
	操縦バックアップシステムの製作	TRL4 相当の BBM の部品手配開始。	

②モーターコントローラ

図、写真	個別テーマ	成果	意義
	BBM モーターコントローラ動作確認	TRL4 相当の BBM を用いて基本的な動作確認を実施。	基本技術の習得は実機相当の負荷での制御の基礎となる。
	評価用テストベンチ製作	実機相当の負荷を模擬するテストベンチを製作。	実機相当の負荷を用いた評価が可能となる。

### ③ピトー管

図、写真	個別テーマ	成果	意義
	<p>ヒーターの耐久試験</p>	<p>短周期: 75,000 サイクル 実施し不良ゼロ。 長周期: 25,000 サイクル 実施し不良ゼロ。</p>	<p>耐久試験を継続し、故障解析を行うことで潜在的な故障原因の特定をし、設計に反映する。</p>
	<p>プロトタイプ (EM2) のピトー管の設計</p>	<p>EM の評価結果より、ヒーター配置、ロウ付け手順の見直しを行いヒーターに掛かるストレスの低減を実現した。</p>	<p>ヒーター故障要因の低減によりピトー管の信頼性向上に寄与する。</p>
	<p>プロトタイプ (EM2) のピトー管の製作・評価</p>	<p>量産化を見越した新たな製造プロセスを開発した。</p>	<p>QCD を満足する量産品製造プロセスの確立。</p>
	<p>量産タイプ (FM) ピトー管の設計</p>	<p>コスト低減に向け調整を実施中。</p>	<p>目標原価の達成。</p>
	<p>認証取得準備作業</p>	<p>EM の最新規格による耐着氷性能の確認を実施。 FAA DER から FAA STC 取得について情報収集を実施。 JCAB と装備品型式承認取得について調整開始。</p>	<p>重要な性能の検証。認証取得を円滑に進める。</p>
	<p>新素材調査・評価</p>	<p>従来型ピトー管に採用可能な耐食性コーティングの発掘。</p>	<p>耐食性向上の可能性。</p>

## 研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発

### ①画像処理による航法誘導制御技術

#### 1) 位置検出・自動着陸

<研究成果>

画像による位置検出・自動着陸の有効性を検証するため、画像システムの試作およびシミュレーションモデルの構築を実施した。具体的な内容は以下4点。

・原理確認用の画像システムを試作。

固定翼機の飛行試験を踏まえたソフトウェア・ハードウェアインタフェース仕様を関係者間で協議の上、策定し、文書化した。仕様に基づく原理確認用の画像システム試作機を作成し、実証実験用の固定翼機へのシステムインストレーションを実施した。



試作した原理確認用の画像システム

・自動着陸のシミュレーションモデルを構築。

固定翼機の飛行ダイナミクスモデルおよび各センサーの誤差モデルを実装したシミュレーションモデルを構築した。

・試作画像システムを固定翼無人航空機やマルチコプターに搭載し、予備飛行試験を実施。

飛行中の機体振動に対する検討や滑走路までの相対位置検出アルゴリズムの検討のため、固定翼機やマルチコプターによる予備飛行実験を実施し、画像システムによる距離画像算出を実施した。



画像システムを搭載した無人固定翼機(東京大学)



画像システムを搭載した予備飛行試験@守谷

・2018年6月以降に実施される本飛行試験用の画像システムの開発を実施。

リアルタイムでの位置出力が可能な画像システムの仕様を決定し、開発を開始した。

<意義>

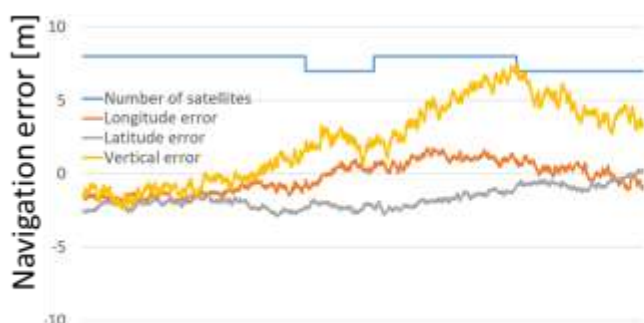
画像処理技術による、滑走路までの相対位置検出の原理確認、画像システムの仕様決定、シミュレーションモデルを構築することで、航法誘導制御に必要な画像システムの目標値を決定することができる。

## 2) GPS/ILS ロストモデル構築

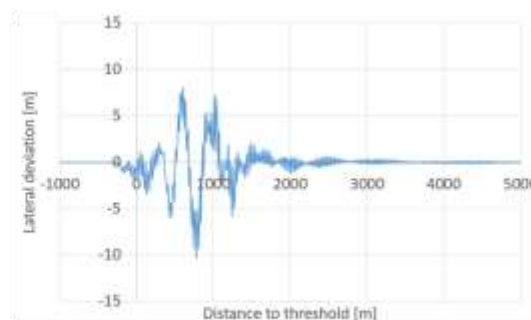
### <研究成果>

画像による航法誘導制御システムの有効性を検証するため、GPS および ILS の誤差モデルの開発を実施した。

- ・GPS 通常時の誤差モデルを構築。航空機制御側の構築のために使用される。
- ・現実的な GPS 異常のシナリオを構築。(下図左)
- ・GPS 異常のシナリオをもとに、誤差モデルを構築。異常時のシミュレーションの事前検証目的で使用される。
- ・ILS 環境下については、特定の環境下(滑走路付近の障害物)を仮定した上で、いくつかのケースにおいて各地点における誤差の計算を実施。(下図右)



GPS単独測位の場合の誤差計算例



ILS (ローカライザ)の誤差の計算例

### <意義>

航法システムを取り扱う研究機関として、現実的なモデル・シナリオ作成を実施し、本研究開発が実社会に適用できるようになる。

## 3) 障害物検知・回避

### <研究成果>

画像による障害物検知・回避の有効性を検証するため、アルゴリズムおよびシミュレーションモデルの検討を実施。

- ・試作画像システムをマルチコプターに搭載し、予備飛行試験を実施し、障害物検知アルゴリズム検討を実施。





予備飛行試験で試作画像システムによって取得した疑似滑走路の輝度画像(高度40m)



自動車を模した障害物 (H:1.8m x W:1.8m)



輝度画像(疑似滑走路部分)



試作画像システムを搭載したマルチコプター飛行実験

- ・飛行シナリオ・回避シミュレーションの検討を実施。

<意義>

画像処理技術による、滑走路上の障害物検知の原理確認、画像システムの仕様決定、回避シミュレーションモデルを構築することで、航法誘導制御に必要な画像システムの目標値を決定することができる。

②画像処理による舵面故障検出制御技術

1) 舵面状態検知

<研究成果>

画像処理技術による舵面状態検知の有効性を検証するため、MuPAL の 3 次元情報を使用したカメラによる舵面角度検出シミュレーション環境の構築、舵面故障検出を行う手法を開発した。

- ・MuPAL エルロン舵面を用いた予備画像取得試験を実施。
- ・MuPAL 機体・エルロン部の 3 次元情報を使用したカメラによる舵面角度検出シミュレーション環境の構築。



MuPALエルロン舵面角度検出用カメラの設置位置(仮)



MuPALの3次元情報の取得

- ・MuPAL エルロン舵面への入力信号と舵面応答の出力信号から故障検出を行う手法を開発。

<意義>

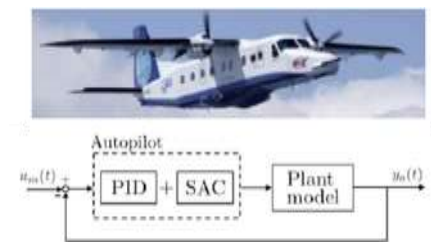
画像処理技術による、舵面角度推定のアルゴリズム検討、画像システムの仕様決定、故障モード検知を開発することで、舵面状態検知に必要な画像システムの目標値を決定することができる。

## 2) 耐故障飛行制御

<研究成果>

耐故障飛行制御による自動飛行性能を確認するため、耐故障制御アルゴリズムの開発、MuPALの飛行ダイナミクスをシミュレーションするためのツール構築、安定飛行試験を実施した。

- ・舵面のレートリミット制限に関してアルゴリズムの開発とシミュレーションによる確認を実施。



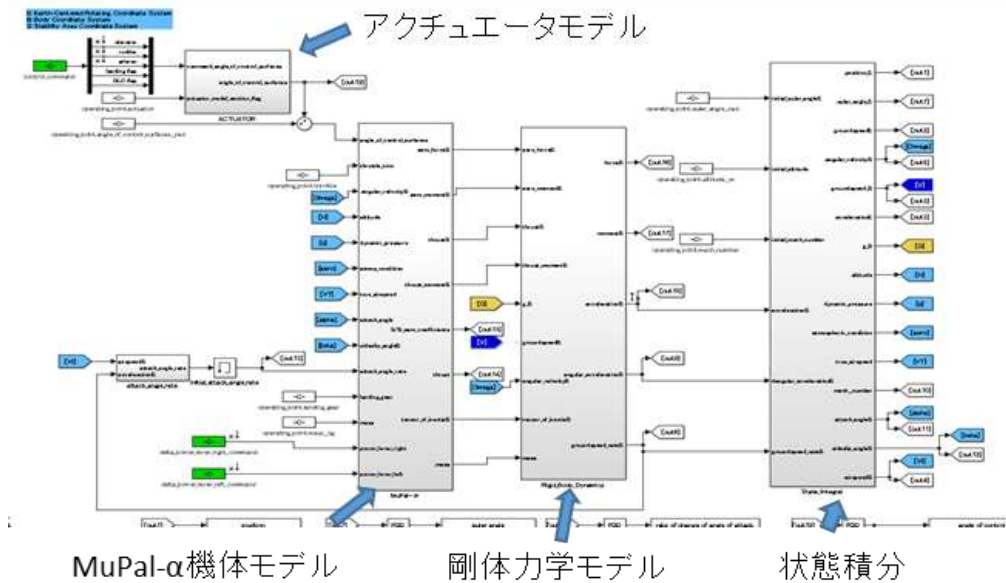
耐故障飛行制御概要

- ・フライトシミュレーターへの組み込み試験を開始し、舵面の効き低下を模擬した耐故障飛行制御の検証を実施。

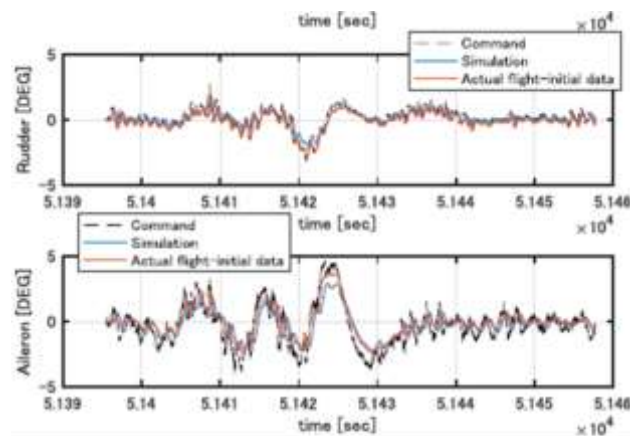


フライトシミュレーター@東京大学

- ・MuPALの6自由度シミュレーションツールを構築、飛行試験データとの比較を実施。



### 6自由度シミュレーションツールのブロック図



### 飛行試験データとの比較例

・H2020 パートナー(Bristol 大学、Exeter 大学、ONERA)と耐故障制御による安定飛行試験を実施し、初期性能を確認。

<意義>

耐故障制御アルゴリズムの開発、シミュレーションツール構築、飛行試験を実施することで、耐故障飛行制御による自動飛行性能評価を効率的に実施することができる。

### 3) ソフトウェア認証

<研究成果>

画像処理システムに対して、航空機向けの実用化に向けたソフトウェア開発プロセスを確立することを目的とし、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)の概略を把握した。

- ・ソフトウェア開発規格である DO-178 により航空機搭載用ソフトウェアの開発は保証される。
- ・安全性保障については ARP4761 に寄るところであり、また故障探究ではシステムに振り返って検討が必要。(このために ARP4754 が存在する)
- ・航空機搭載用のソフトウェアを開発する規模としては開発保証に係る規模だけでなく安全性保証に係る規模を見込んでおく必要があることが確認できた。

<意義>

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することができる。

研究開発項目⑦次世代エンジン電動化システム研究開発

①高温に耐えうる高耐熱電動機

1) 高耐熱絶縁被膜の耐熱性向上

<研究成果>

電着塗料を塗工したテストピースの耐熱性評価にて、300℃で3,000時間相当の耐久性を確認した。

<意義>

エンジン内蔵型発電機に必要な耐熱性達成の目途を得た。

2) 巻線熱構造の耐熱性向上

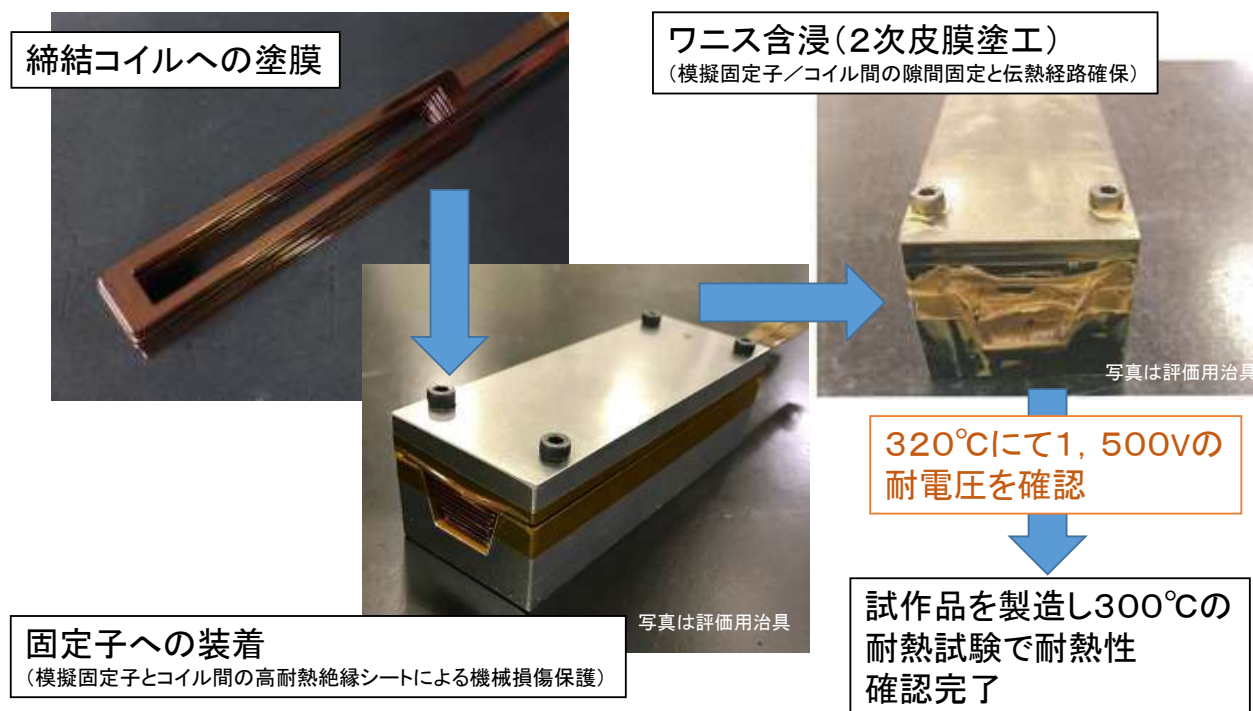
<研究成果>

高耐熱電動機の試作品において300℃の発電機運転を達成した。

<意義>

コイル・固定子・ワニスによる耐熱システム構成の目途を得た。

図 巻線熱構造の耐熱性向上の様子



3) 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

<研究成果>

エンジン電動化システムの系統設計を実施した。

<意義>

内蔵型発電機を用いた電動化システムのシステムを構築した。

・エンジン電動化システム系統設計を行い、以下のエンジン内蔵型発電機の緒元を得た。

発電様式: 永久磁石発電機

回転数: 約1,500~8,000rpm

定格出力: 250kW

寸法: 約φ300mm×200mm

質量: 約120kg

・エンジン内蔵型発電機および発電機コンバータの以下の排熱システム構成を得た。

－エンジン内蔵型発電機

エンジン潤滑油を用いて冷却を行うこととした。エンジン排熱システムは、エンジン本体(ベアリング、ギア等)冷却に加えて内蔵型発電機の冷却も充分行える冷却能力を有していなければならないため、エンジン潤滑油から外部への排熱は、エンジン燃料を冷媒とするFCOCおよび、ファン出口空気を冷媒とするACOCにて行うシステム構成とした。さらに、エンジン本体および内蔵型発電機の発熱特性、熱交換器性能、潤滑油および冷媒の流量・温度特性等を考慮したシステム設計・評価を実施可能な冷却系シミュレータを作成した。

－発電機コンバータ

コンバータに接続したヒートシンクを用いた強制空冷システムを用いることとした。

## 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) エンジン電動化システムの排熱システム

<研究成果>

エンジン排熱システムの系統設計および熱交換器設計を実施した。

<意義>

エンジン内蔵型発電機システムの排熱システムを構築した。

・エンジン排熱システムの系統設計を行い、以下の排熱システムを得た。

－FCOC

エンジン燃焼燃料とエンジン潤滑油の熱交換を行う熱交換器を用いることとした。将来のエンジン電動化システムにおいては燃料フィードシステムも電動化されるため、熱交換器入口における燃料温度(冷媒温度)が既存のエンジンシステムよりも低下する。すなわち、FCOCは熱交換における燃料温度上昇幅を最大限活用した熱交換性能向上型とすることを、エンジン電動化システムの排熱システムにおける特徴とした。

－ACOC

エンジンのファン出口空気とエンジン潤滑油の熱交換を行う熱交換器を用いることとした。ファン出口空気を冷媒に使用するに際しては、エンジンの燃費性能への影響を極力軽減する必要がある。また、ファン・ダクトのアウト側へのACOC設置は、エンジン潤滑油の配管取り回しなどの点で複雑になる。これらのことを考慮し、ファン・ダクトのインナ側に設置する形態・寸法とすることを特徴とした。

・FCOCおよびACOCの熱交換器設計を行い、以下の概略寸法を得た。

FCOC: 約φ65mm×250mm (コア部概略寸法)

ACOC: 約400mm×200mm×100mm(コア部概略寸法)×4個

## 2) 空調システムと排熱システムとの連携

<研究成果>

エアサイクル空調から燃料に排熱する空調連携排熱システムの系統設計を実施した。

<意義>

空調連携排熱システムの有効性を確認した。

・空調連携排熱システムの系統設計を実施し、以下の検討結果を得た。

既存の民間航空機における空調システムでは一般的に、空調システムからの排熱はラム空気を冷媒とするラム空気熱交換器で熱交換を行い、熱を外気に捨てている。このラム空気の使用による機体ドラッグの発生を低減するため、空調システムとエンジン電動化システムの排熱における連携を図るシステムを検討した。

システム連携の有効な手段として、空調からの排熱を燃料に行う系統を想定して空調システムのエア・サイクル・システム系統設計を実施した。この結果、高空巡航条件においては空調システムからエンジン燃料システムへの排熱が可能であり、ラム空気に排熱した場合に比べて、システム質量の影響は考慮していないものの、空調システムからの排熱による機体燃費への影響を約4割削減の見込みがあるとの推算結果を得た。

## 3) 電力システムにおける補助電源としての二次電池構成

<研究成果>

補助電源としての二次電池構成を検討した。

<意義>

Li-Ion電池を航空機用補助電源に用いる場合に考慮すべき以下の課題を明確にした。

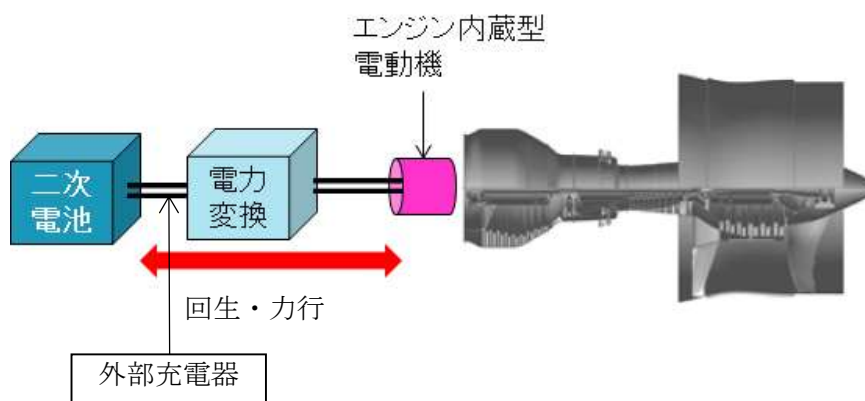
ー充放電サイクル

航空機用途では高エネルギー密度を最大限利用するため、満充電から全放電を考慮したより高い寿命性能が必要となるため、材料選択等によって高寿命化を図ることが課題となる。

ー排熱システム

充放電時の温度上昇がサイクル寿命に影響するため、排熱システム設計最適化と、体積・表面積増加による放熱の増加、電池構成の並列化で電流を下げることなどによる発熱低減が課題となる。

図 二次電池構成



## 2.3 成果の最終目標の達成可能性

平成 29 年 10 月 31 日現在、一部見極め対象となった研究開発テーマはあるものの、本プロジェクト全体の中間目標に対する進捗状況は概ね良好であり、最終目標の達成可能性についても現時点で大きな支障は確認されていない。

以下に各研究開発項目の達成可能性を示す。

### 研究開発項目①次世代エンジン熱制御システム研究開発

3 つのコンポーネントの内、OFCV の重量軽減 10%の達成にはリスクがあるが、他の2つのコンポーネント、ASACOC と HFCOC で補填し、最終目標であるシステム全体での重量軽減 10%の達成は可能と判断している。

最終目標(平成 31 年度末)	現状	達成見通し
システム全体で重量 10%軽減 ①ASACOC ②HFCOC ③OFCV 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	システム合計で目標達成見込み ・ASACOC の空気フィンの最適化により軽量化 ・HFCOC のサイズ最適化により軽量化 ・OFCV の構成部品の材料変更、小型化により軽量化

### 研究開発項目②次世代降着システム研究開発

#### ①脚揚降システムの研究開発

最終目標(平成 31 年度末)	現状	達成見通し
目標質量まで軽減させる。	質量軽減が必要。	形態見直しにより、目標達成可能と考える。
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する。	最終形態でのシステム性能が未確認。	最終形態を試作し、評価することで、目標達成可能と考える。

#### ②電動タキシングシステムの研究開発

設計の深度化及びモータ巻線の高密度化等を実施ことにより最終目標を達成できると推定する。なお、現状達成している出力トルク及び外形寸法は、既存機での運用状況調査に基づく仕様緩和検討にて設定した値を満足しており、実用化に関する大きな課題ではないが、本研究を実施している他社への優位性を確保するために、性能向上を模索する予定。



最終目標(平成 31 年度末)	現状	達成見通し
以下に示す仕様を満足する供試体の設計を完了する。	—	モータを IPM 方式とし、巻線の高密度化により質量を軽減し、達成できる見通し。
質量: In-Wheel Motor 単体: 25kg 以下 システム全体 : 120kg 以下	概算 33kg 検討中	
出力トルク: In-Wheel Motor 1 個あたり: 2200N-m 備考: 要求仕様緩和検討により出力トルクが 1500N-m 以上であれば実運用に影響を与えないことを確認済み。	1500N-m	
外形寸法(In-Wheel Motor1 個あたり): φ215mm × L140mm 備考: 要求仕様緩和検討により外形寸法: φ232mm × L178.6mm を満足する場合は、想定 Wheel 内への装着が可能であることを確認済み。	φ232mm × L178.6mm	

### ③電磁ブレーキシステムの研究開発

最終目標に対し、目標エネルギー吸収量の達成が非常に困難であり、かつ現状の質量と最終目標の質量の乖離は非常に大きいことから、最終目標の達成は困難と判断する。

最終目標(平成 31 年度末)	現状	達成見通し
以下に示す仕様を満足する供試体の設計を完了する。	—	本方式では達成見込みなし
質量: 想定する規模の機体のブレーキと同等の質量	325kg	
吸収エネルギー: 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	23MJ(最大温度: 約 270°C)	
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	トルク: 18000N-m	
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	φ430mm × L500mm	

### 研究開発項目③次世代コックピットディスプレイ研究開発

#### ①大画面・任意形状ディスプレイモジュールの研究開発/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

最終目標(平成 31 年度末)	現状	達成見通し
<ul style="list-style-type: none"> <li>航空機搭載品としての性能要求を満足すること</li> <li>航空機搭載品としての耐環境性を有すること</li> </ul>	技術試作品製造・評価中	達成できる見通し。 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しており、製品化に必要な全ての要求を同時に満足するための方針が明確になっている。
	技術試作品製造・評価中	

### ③DO254 認証取得活動

最終目標(平成 31 年度末)	現状	達成見通し
SOI#1 完了要件達成	SOI#1 レビュー完了	達成できる見通し。 SOI#1 レビューの結果から、対応すべき内容が明確になっている。

### 研究開発項目④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

最終目標(平成 31 年度末)	現状	達成見通し
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する。(TRL6 を達成)	プロトタイプモデルの前段階としての BBM 試験を開始した。	BBM 試験で得られた成果と、弊社のこれまでの航空機装備品の開発経験を踏襲することで、目標を達成可能と考える。
Active Pump 方式では、消費電力低減(60%減)を達成する。	消費電力低減 60%の目途を得ている。	既に達成の目途をえている。
Passive Pump 方式、Active Pump 方式とも、従来の液冷システムに対して重量低減(30%減)を達成する。	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。	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 30%以上低減できる見込みであり、目標を達成可能と考える。

#### ②スマート軸流ファン

最終目標(平成 31 年度末)	現状	達成見通し
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)	プロトタイプ品の構想設計完了。	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。
モータ効率向上(90%以上)を達成する。	設計(最大)効率 90%を超えるモータを採用予定。	設計リスクは低く、達成見込みである。
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。	プロトタイプ品構想設計段階であり、質量試算中。	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 10%低減できる見込みである。

## 研究開発項目⑤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

最終目標(平成 31 年度末)	現状	達成見通し
<p>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)</p> <p>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>	ハードウェアの設計・製作	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。

### ②モータコントローラ

最終目標(平成 31 年度末)	現状	達成見通し
PM 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。	テストベンチの製作	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。

### ③ピトー管

最終目標(平成 31 年度末)	現状	達成見通し
フライトモデル(FM)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的を付ける。	プレ着氷試験供試体の製作	プレ着氷試験、量産手法を確立することで、達成の見込み。

## 研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発

### ①画像処理による航法誘導制御技術

最終目標(平成 31 年度末)	現状	達成見通し
<p><b>位置検出・自動着陸</b></p> <p>・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する。</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、課題を抽出した。</p> <p>・誤差モデルによるシミュレーション環境を構築中。</p>	<p>・欧州での本飛行試験は4回予定されており、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><b>GPS/ILS ロストモデル</b></p> <p>・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する。</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。</p>	<p>・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</p>

	・ILS モデルについては、ロー カライザーのみ計算を実施。	施して、達成する見込 み。
<b>天候対応</b> ・有人機により悪天候時(曇天)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する。	・本項目の検討は平成30年 以降実施する。	・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。
<b>障害物検知・回避</b> ・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する。	・予備飛行試験を実施し、ア ルゴリズム検討中。	・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。

## ②画像処理による舵面故障検出制御技術

最終目標(平成 31 年度末)	現状	達成見通し
<b>舵面状態検知</b> ・MuPAL- $\alpha$ 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する。	・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。	・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。
<b>耐故障飛行制御</b> ・耐故障制御による安定飛行の維持を飛行試験によ り確認する。	・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	・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。
<b>ソフトウェア認証</b> ・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 セスを確立する。	・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 握した。	・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。

**研究開発項目⑦次世代エンジン電動化システム研究開発**

**①高温に耐える高耐熱電動機**

最終目標(平成 31 年度末)	現状	達成見通し
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。	プロトタイプモデルの設計解析実施中。	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。

**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**

最終目標(平成 31 年度末)	現状	達成見通し
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・性能の評価を実施する。	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。	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。

**2.4 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。

以下に各研究開発項目の成果の普及状況を示す。添付の「特許論文等リスト」も併せて参照されたい。

**研究開発項目①次世代エンジン熱制御システム研究開発**

	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	計
研究発表・講演	1	1	1	3

※平成 29 年 10 月 31 日現在

**研究開発項目②次世代降着システム研究開発**

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

※平成 29 年 10 月 31 日現在

**研究開発項目③次世代コックピットディスプレイ研究開発**

	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	計
研究発表・講演	1	1	0	2

※平成 29 年 10 月 31 日現在

**研究開発項目④次世代空調システム研究開発**

	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	計
展示会への出展	0	1	1	2

※平成 29 年 10 月 31 日現在

**研究開発項目⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発**

平成 29 年 10 月 31 日現在、外部への発表等の実績はなし。

**研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発**

	平成 28 年度	平成 29 年度	計
論文	1	4	5
研究発表・講演	0	2	2
新聞・雑誌等への掲載	2	0	2

※平成 29 年 10 月 31 日現在

**研究開発項目⑦次世代エンジン電動化システム研究開発**

	平成 28 年度	平成 29 年度	計
論文	0	1	1

※平成 29 年 10 月 31 日現在

**2.5 知的財産権の確保に向けた取組**

以下に各研究開発項目の取組を示す。

**研究開発項目①次世代エンジン熱制御システム研究開発**

熱交換器に関連する競合他社の特許出願状況について定期的に調査・確認を行い、当該研究活動の内容が競合他社の特許に抵触するリスクを回避。

知財グループメンバーと技術課メンバーでの知財ミーティングの開催(年 2 回)し、当該研究活動の内容の中に知的財産権の確保が必要となるような成果はないかを確認。

平成 29 年 10 月 31 日現在、知的財産権の出願・取得実績はなし。

### 研究開発項目②次世代降着システム研究開発

#### ①脚揚降システムの研究開発

- 欧州・米国への海外特許出願
- 知財関係者が技術者を招集し、特許アイデアを発掘
- 技術者の知的財産の認識を深めるために、知財関係者が技術者を教育

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

※平成 29 年 10 月 31 日現在

#### ②電動タキシングシステムの研究開発

	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	計
国内出願	0	1	0	1

※平成 29 年 10 月 31 日現在

#### ③電磁ブレーキシステムの研究開発

	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	計
国内出願	0	0	0	0

※平成 29 年 10 月 31 日現在

### 研究開発項目③次世代コックピットディスプレイ研究開発

平成 29 年 10 月 31 日現在、知的財産権の出願・取得実績はなし。

### 研究開発項目④次世代空調システム研究開発

平成 29 年 10 月 31 日現在、知的財産権の出願・取得実績はなし。

(製品化のタイミングで出願の適否を決定する)

### 研究開発項目⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発

ピトー管は、設計、製造、認証取得を行い本研究期間内に実用化を行う。知的財産は、設計手法、製造方法及び製造設備が該当すると考えるが、特許の取得では無く、ノウハウとして秘匿することを考えている。また、生産設備については汎用性のある設計とし、多機種に対応可能な標準化を目指している。

モータコントローラは、TRL6 レベルを作製し、国内外アクチュエータメーカーとの協業により国外の航空機メーカーとの共同開発を目指す。

操縦バックアップシステムは、国内航空機メーカー(装備品担当)殿との協業(システムインテグレートの部分)により国外の機体メーカーとの共同開発を目指す。

平成 29 年 10 月 31 日現在、知的財産権の出願・取得実績はなし。

#### 研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発

平成 30 年度以降の実証試験結果に鑑みた上で特許取得を検討する。

平成 29 年 10 月 31 日現在、知的財産権の出願・取得実績はなし。

#### 研究開発項目⑦次世代エンジン電動化システム研究開発

システム構想については、オープン戦略により、機体メーカーやエンジンメーカー、システムメーカーが有する構想とのすり合わせを積極的に行うことにより、他国他社に先駆けて事業化の機会を得るものとする。

材料、構造、工法については、その知的財産権の侵害を発見・証明することが困難であることから、知財委員会等で個別に取得すべきとの判断のない限りにおいて、ノウハウとして公開しない。

標準化については、認証に係る規格、規準、ガイドライン等の制定を行う国際的な機関である SAE International のコミッティ活動への参加を考慮する。

平成 29 年 10 月 31 日現在、知的財産権の出願・取得実績はなし。



#### 4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

##### 1. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

###### 1.1 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。

###### 1.2 実用化・事業化に向けた戦略

本研究開発で製作する航空機用先進システムのプロトタイプについて試作し、認証取得に向けて実証試験等を行うこととする。また、本研究開発を通じて、実証試験インフラの整備、サプライチェーンの確立、人材の確保に寄与するよう取り組む。さらに、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。

以下に各研究開発項目の戦略を示す。

###### 研究開発項目①次世代エンジン熱制御システム研究開発

住友精密工業におけるこれまでの豊富な航空機用熱交換器の開発実績と製造実績を背景に開発リスクを最小限に新しい熱交換器の技術開発を促進するとともに、熱交換器開発製造メーカーからシステム開発製造メーカーへのステップアップを実現することによりプロジェクトの受注確度を上げ事業化を図る。

###### ・新規技術の開発:

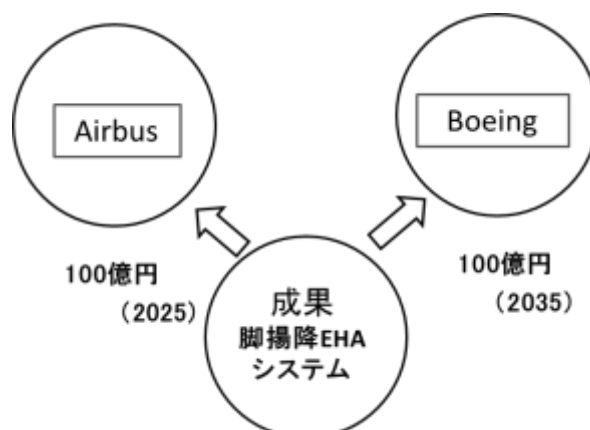
- 新規設計技術: 高性能な熱交を開発し、エンジン性能向上に貢献
- 新規製造技術: 低コストな熱交を開発し、エンジン、機体の競争力向上に貢献
- 新規技術の IP を所持: 他の顧客への展開を可能とし、ビジネスを拡大

###### ・ロールス・ロイス社との共同開発:

- 製品に求められる機能、性能、強度、価格の最新ニーズの把握
- ロールス・ロイス社の実エンジンに搭載して技術評価試験
- ロールス・ロイス社が開発を進める次世代航空機エンジン Ultrafan への採用を提案

## 研究開発項目②次世代降着システム研究開発

### ①脚揚降システムの研究開発



本研究成果を基に、Airbus 社次世代機の脚揚降 EHA システムを受注する。

Airbus 社の実績を基に、Boeing 社次世代機の脚揚降 EHA システムを受注する。

### ②電動タキシングシステムの研究開発

委託先(住友精密工業株式会社)は民間リージョナルジェット機クラスの脚システムを設計・製造している。まずは、事業領域である民間リージョナルジェット分野での実用化及び実績の蓄積を行う。その後、今後拡大が見込まれる単通路機クラスへの展開を目指す。

### ③電磁ブレーキシステムの研究開発

当初、委託先(住友精密工業株式会社)の事業領域であるリージョナルジェット機クラスのブレーキでの実用化を目指す方針であったが、発熱に対する課題解決が困難、かつ既存ディスクブレーキに対する質量メリットを見いだせないことが明らかになったため航空機分野での事業化は断念する。なお、得られた成果は、一般産業用分野での転用が可能な技術であることから、他産業での利用を模索する。

## 研究開発項目③次世代コックピットディスプレイ研究開発

2020年代後半から30年代前半に運航開始が予想されるジェット旅客機及びビジネスジェット機への搭載を目指す

## 研究開発項目④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

開発システムが、実証試験にて所定の熱輸送量目標を達成することを確認できる見込であり、ターゲット市場や使用環境を明確化し、機体メーカーと最終製品の共同開発を進める方針である。

### ②スマート軸流ファン

開発品の機能として可変回転速度制御が可能なこと、変動周波数交流電源に対応可能なことに加え、自己診断機能、フィードバック制御機能等の付加機能を加え、他社製品との差別化を図る。開発品の利

点を、機体メーカー／大手空調システムメーカーにアピールし、付加機能を中心に共同開発を進める方針である。

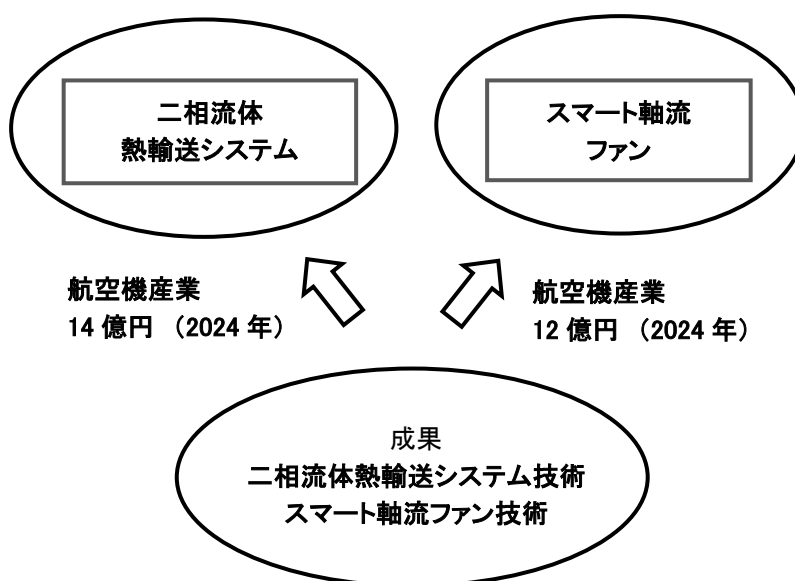


図 実用化・事業化に向けた戦略イメージ

#### 研究開発項目⑤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

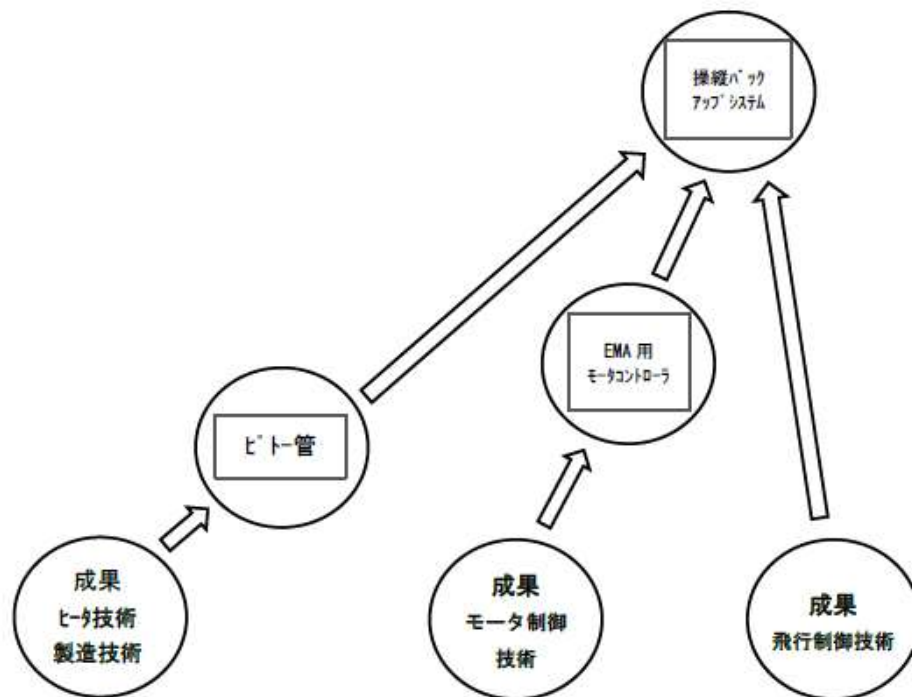
飛行制御技術を元にターゲット市場、使用環境を明確化し、操縦バックアップシステムの最終製品を開発する。ピトー管、モータコントローラを含めたスタンバイフライトコントロールシステムとして製品開発を行うが、ニーズに合わせて単体での販売も行う。

##### ②モータコントローラ

モータ制御技術を元にターゲット市場、使用環境を明確化し、モータコントローラの最終製品を開発する。

##### ③ピトー管

開発サンプルが、実証試験にて、防氷性能をもつことを確認済み。ターゲット市場、使用環境を明確化し、最終製品を開発する。



#### 研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発

本研究成果を元に、以下の次世代航空機の装備品としての実用可能なレベルを目指す予定である。

- ・航空機着陸の安全性を高めるための画像による自動着陸支援システム
- ・航空機航行時の画像による舵面等の故障検知および安定飛行維持システム

#### 研究開発項目⑦次世代エンジン電動化システム研究開発

世界レベル技術を国内メーカー連携により技術開発を行い、認証取得・量産、整備・修理事業へ展開する。それにより、マネジメント、最適化などのシステムアップで高付加価値化、機体システムを担う形へのステップアップにつながる。

### 1.3 実用化・事業化に向けた具体的取組

以下に各研究開発項目の具体的な取組を示す。

#### 研究開発項目①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

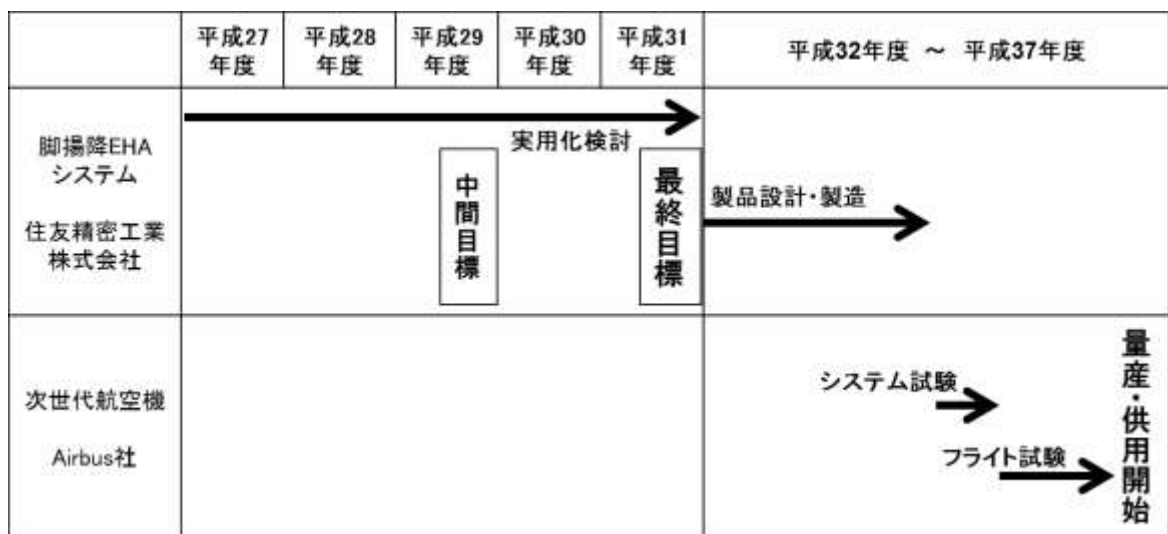
英国 Rolls-Royce 社との共同開発(Horizon2020)

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

開発期間	27年度	28年度	29年度	30年度	31年度	32年度	33年度	34年度	35年度	36年度	37年度
開発フェーズ	技術開発					製品開発					実用化
TRL (技術成熟度)	3			4	5	6			7	8	
ASACOCの開発	■										
HFCOCの開発	■										
OFCVの開発	■										
熱制御システムの開発			■								
ユーザー評価						▼ 機体・エンジン開発 スタート					
新規機体開発						■					
製品設計						■					
製品認証試験							■				
エンジン試験								▼ エンジン認証			
飛行試験									▼ 機体認証		
量産品生産									■		
量産品販売										■	
EIS (商業運航開始)											▼ EIS

## 研究開発項目②次世代降着システム研究開発

### ①脚揚降システムの研究開発



### ②電動タキシングシステムの研究開発

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電磁ブレーキシステムの研究開発

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。

### 研究開発項目③次世代コックピットディスプレイ研究開発

- ・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。

### 研究開発項目④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

小型・高効率(無電力)の冷却・熱輸送の手段として、電動機器の信頼性向上に寄与する。

- ✓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

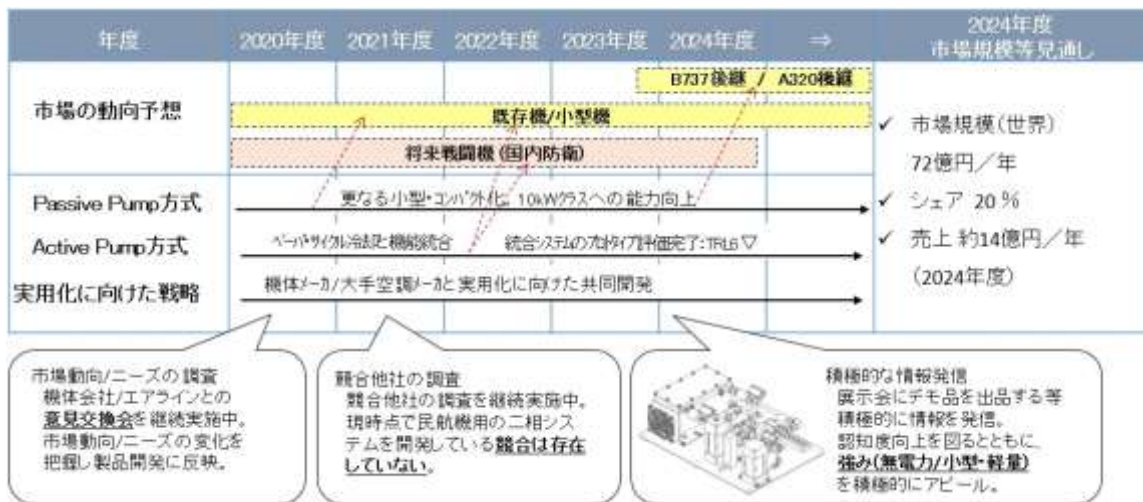


図 二相流体熱輸送システムの実用化・事業化に向けた取り組み

#### ②スマート軸流ファン

空調メーカーの知見を活かした付加価値を持った軸流ファンで、空調システムの利便性に寄与する。

- ✓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

競合する海外業者が数多く存在し、各社は既に搭載実績を多く有する。また、他社が回転速度制御が可能で変動周波数交流電源に対応した製品を開発中との情報がある。開発成果の積極的アピールによる認知度の向上に加え、空調システムの設計経験にもとづく、「低コスト」「高信頼性」を上回る機能(自己診断機能/フィードバック制御機能等)の付与による民航事業への新規参入を目指す。

年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	⇒	2024年度 市場規模等見通し
市場の動向予想	B737後継 / A320後継						✓ 市場規模(世界) 25億円/年 ✓ シェア 50% ✓ 売上約12億円/年 (2024年度)
	既存機/小型機						
可変回転速度制御・ 変動周波数交流電源対応	認知度の向上 開発成果の機体メーカー等 へのアピール・提案 ※1		製品の 受注・開発		製品 ラインアップの拡充		
自己診断機能・ フィードバック制御機能 付与	運用上要望調査 ※1 競合他社動向調査 ※2						

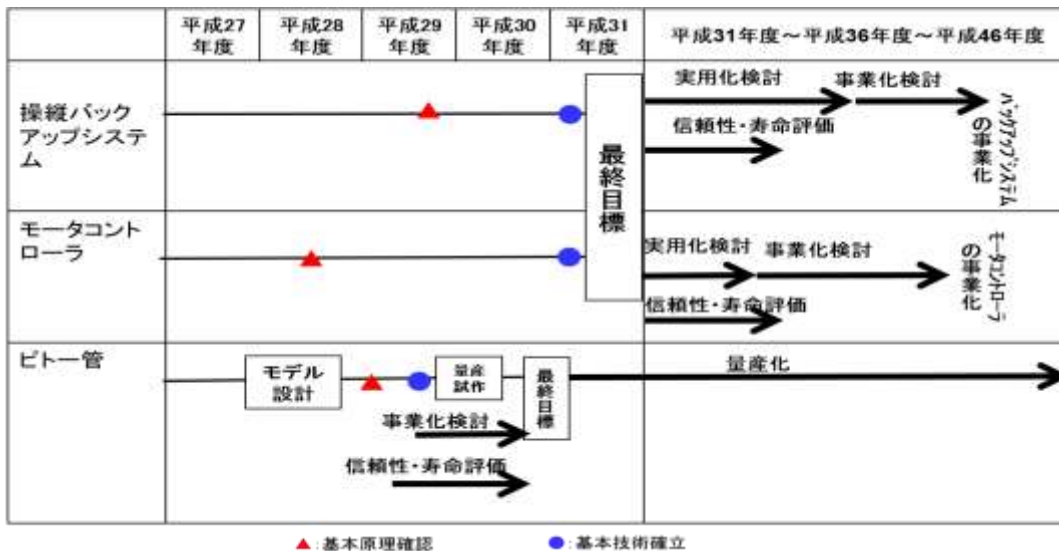
※1 機体メーカー等への提案 / 運用上要望調査  
機体会社/エアラインとの**意見交換会**を継続  
→開発成果を継続的にアピールするとともに、これまでに得た  
キーワード(低コスト/高信頼性)を打ち破る既存軸流ファンへ  
の要望を拾い上げ、**付加機能に反映**。

※2 競合他社動向の調査  
各種展示会に参加し、競合他社の開発動向調査を継続。  
→「可変回転速度制御」、「変動周波数交流電源対応」への  
**各社動向を把握**するとともに、『**真に望まれるファン**』を提案。

図 スマート軸流ファンの実用化・事業化に向けた取り組み

**研究開発項目⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発**

本研究開発項目における取組は下図の通り。

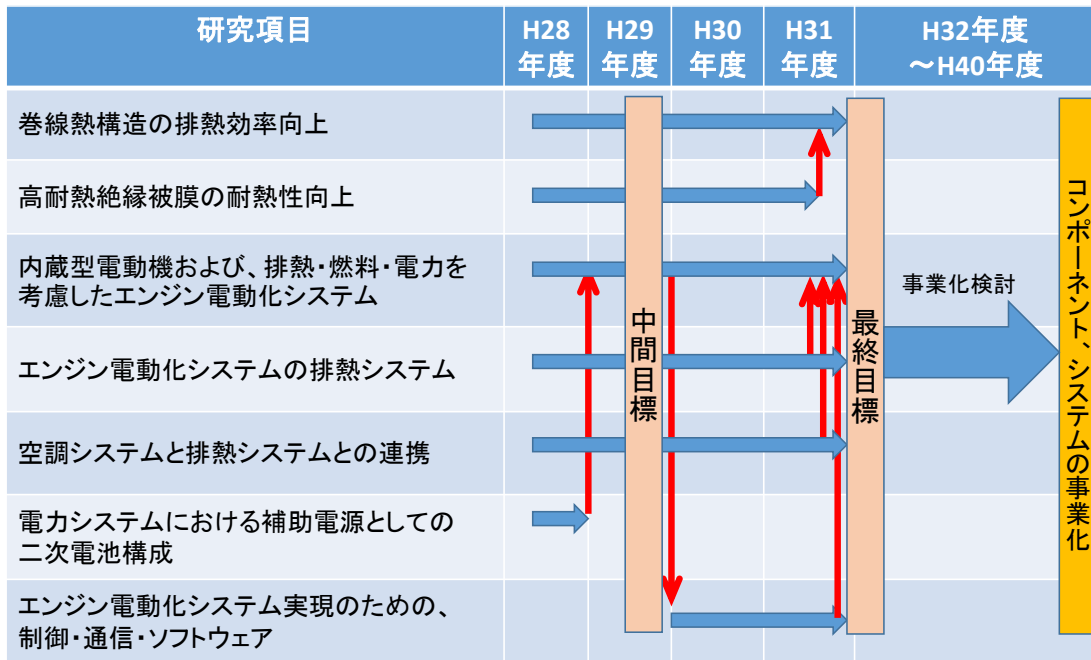


**研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発**

Horizon2020 Vision 欧州メンバーの機体製造メーカー以外に、国内ではエアライン、機体製造メーカー、航空産業政策の専門家によるアドバイザー委員会を設置し、実用化を踏まえた研究開発を実施できる体制を整えている。

**研究開発項目⑦次世代エンジン電動化システム研究開発**

実用化・事業化に向けた、各テーマのつながり、取組のスケジュールを下図に示す。



**1.4 成果の実用化・事業化の見通し**

以下に各研究開発項目の見通しを示す。

**研究開発項目①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の英国ロールス・ロイス社との共同開発 (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。

量産化に向けては、材料・部品調達については国内のみならず、アジア、北米、ヨーロッパ諸国より最適な材料・部品をグローバル調達することにより低コストを実現させる。

販売については共同開発のパートナーであるロールス・ロイス社からの受注が期待できるとともに、他の民間航空機エンジンメーカーであるジェネラルエレクトロニクス社、プラットアンドホイットニー社、スネクマ社などにも本研究開発で得た知財・成果を利用して、顧客のニーズに合わせた製品の提案をすることが可能である。

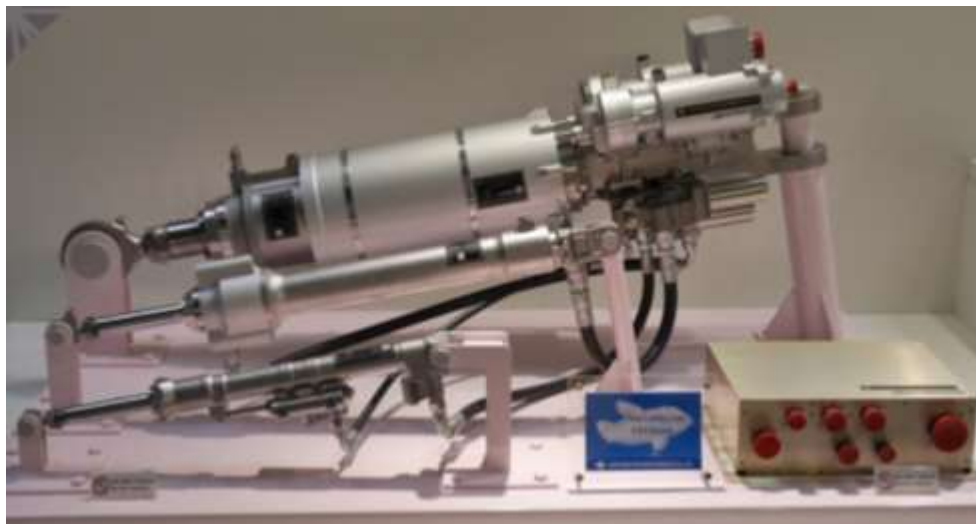
これまでに培ってきた価格競争力・技術・製造・品質・販売・カスタマー・サポート体制と、さらなる改善及びグローバル展開にて、競合他社との差別化を図り、シェア拡大を図る。



## 研究開発項目②次世代降着システム研究開発

### ①脚揚降システムの研究開発

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した。  
現在、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である。



脚揚降 EHA システム

### ②電動タキシングシステムの研究開発

民間旅客用航空機産業は今後 20 年の市場規模が、約 3 万機/約 4 兆ドルと推定される成長産業である。同様の研究開発を行っている他社(WheelTug 社及び Safran 社)のターゲット機体は、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。100 席クラスの次世代リージョナル機での市場占有率 30%と仮定した場合でも、年間 100 機分が見込まれる有望市場であり、環境負荷低減に関する社会的要望に合致した技術開発であることを考慮すると、本プロジェクト及び次に想定している機体会社との共同実証研究を確実に実施することにより事業化への道が開かれると考える。

### ③電磁ブレーキシステムの研究開発

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事業化は断念する。

## 研究開発項目③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。

## 研究開発項目④次世代空調システム研究開発

本研究開発項目の成果の実用化・事業化の見通しを、次のように想定している。

### ①二相流体熱輸送システム

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見

込みである。

これらの成果を事業化に結び付けることにより、2024年(年間製造機体数見込 1,435機)において、従来品(液冷システム)を含む市場規模は500万円/機×1,435機=72億円のところ、シェアを20%獲得し約14億円の売り上げを見込む。

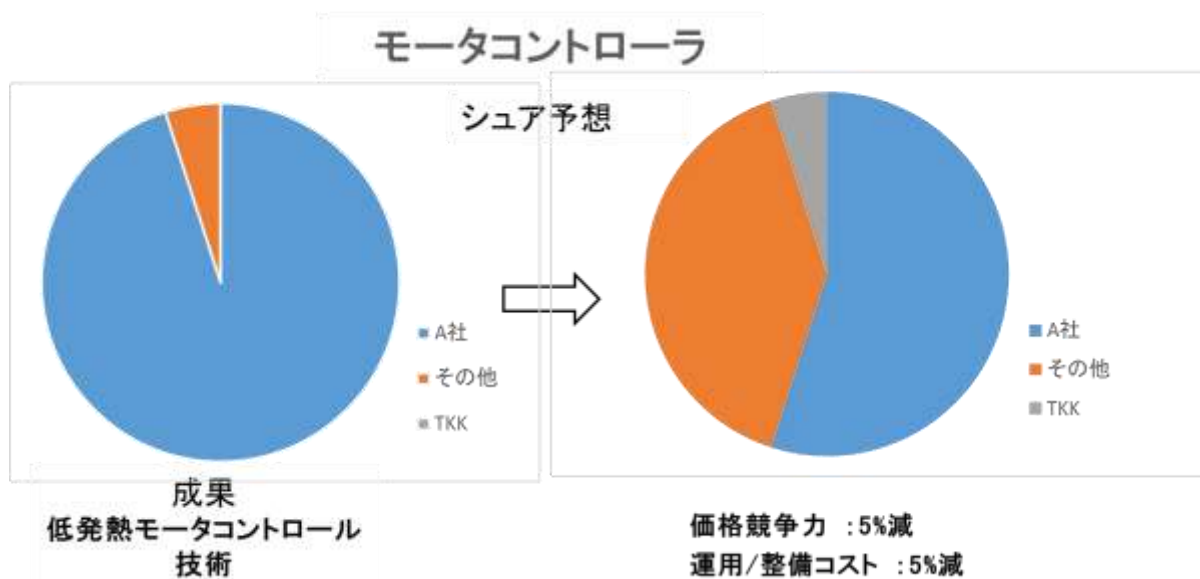
## ②スマート軸流ファン

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見込みである。

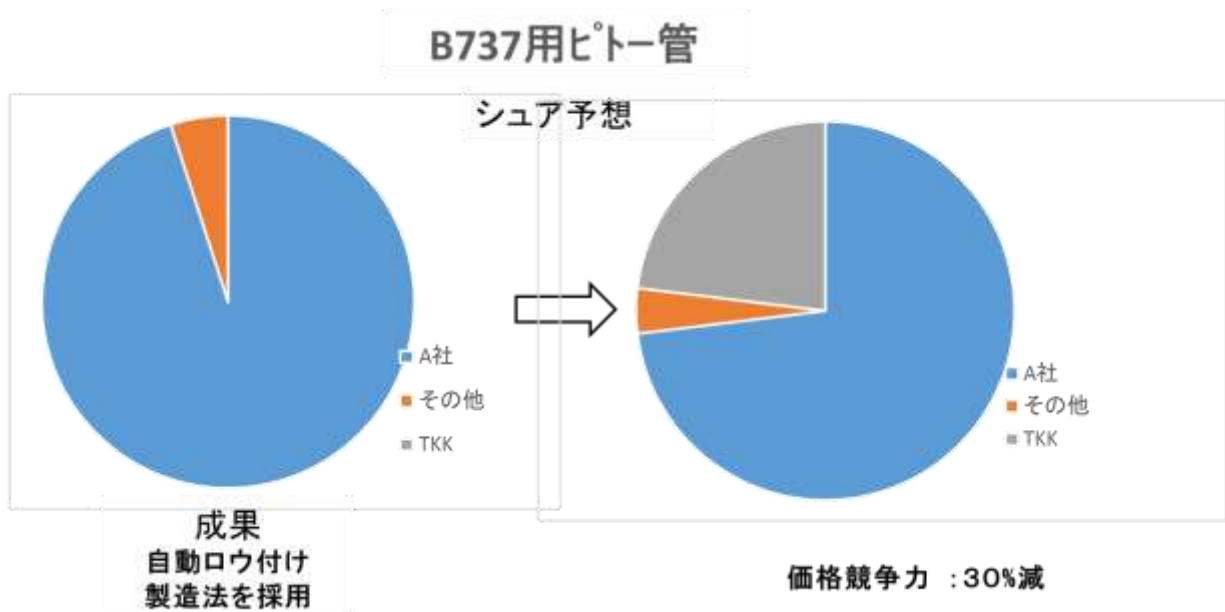
これらの成果を事業化に結び付けることにより、2024年(年間製造機体数見込 1,435機)において、従来品を含む市場規模は新造機で30万円×5台/機×1,435機=21億円、既存機の換装で4億円の計25億円のところ、シェアを50%獲得し約12億円の売り上げを見込む。

### 研究開発項目⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発

現在、A社がEMAを納入しているが、今後その他のEMAメーカーも参入すると予想している。国内アクチュエーターメーカーと協業して新造機の受注獲得を目指し将来的には5%のシェアを狙う。



ピトー管は、A社が95%以上を独占しているが、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30%を目指し、将来的には次世代機への拡大を狙う。



#### 研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発

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。

#### 研究開発項目⑦次世代エンジン電動化システム研究開発

本研究開発項目における成果の実用化・事業化の見通しは以下の通り。

##### ・ユーザ・ニーズとの合致性

既存機置き換えにおいては、小型・軽量・低コストの電動機適用のニーズがある。また、次世代単通路機とそれ以降の将来機はより電動化が進んだ機体となり、従来に比べ大容量発電が必須と予想され、エンジン内蔵型電動機およびそれを可能とする排熱システムから構成されるエンジン電動化システム適用のニーズは高い。

##### ・海外メーカーとのパートナーシップ実績

株式会社IHIは、国際アライアンスによって技術開発、実機適用設計および実証、型式認定取得の実績がある。さらに、量産製造・販売やアフターマーケットにおける事業に関しても長年の経験と蓄積を有する。

##### ・型式認定取得の実績

株式会社IHIは、各航空機開発プログラムで型式認定の実績を有する。

上記の見通しに対して具体的なアクションとして以下を実施。

##### ・技術動向の調査

エンジンOEMの技術開発部門への定期的な調査や企業間の情報交換が活発なシンポジウム等での意見聴取。

想定されるシステムに係る、定期的な意見聴取を実施。

## 1.5 波及効果

本プロジェクトの「アウトカム目標」に示している通り、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 (Maintenance, Repair and Overhaul) 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している。

以下に各研究開発項目で見込まれる波及効果を示す。

### 研究開発項目①次世代エンジン熱制御システム研究開発

#### <経済的波及効果>

##### ▶ 本研究開発がターゲットする熱交換器の市場規模推定

本プロジェクトで開発する熱制御システムは、推力 10,000lbs 以上の中・大型エンジン(120 席クラス以上用民間旅客機用エンジン)用をターゲットして、今後 20 年間で年率平均 4%の成長が期待できると推定しており、その市場規模は商品化・実用化を予定している平成 37 年度には約 91 億円を推定している。この内住友精密工業は現状で 30%のシェアがあり、そのシェアを 50%まで増やすことを目標としている。

#### <技術的波及効果>

##### ▶ 別クラスの航空機エンジンへの展開・発展

本プロジェクトでは、推進力 72,000lb クラスのエンジンの熱交換器を開発するが、すべてのクラスのターボファンエンジン用の熱交換器へ応用が期待できる。

##### ▶ 航空機に使用されている熱交換器への展開・発展

本プロジェクトでは、熱交換器の高効率化、小型軽量化の技術開発であり、対象となったエンジン潤滑油の冷却装置のみならず、航空機に搭載されるすべての熱交換器の設計開発に応用・利用が期待できる。

##### ▶ 航空機器開発エンジニアの育成

国際共同開発を通じてグローバルなエンジニアの育成が進んでいる。

### 研究開発項目②次世代降着システム研究開発

#### ①脚揚降システムの研究開発

#### <経済的波及効果>

2020 年代から年間 100 億円から 200 億円の売上げが数十年間にわたって継続することが想定される。数億円規模の投資に対して、費用対効果は非常に高いと考えられる。

#### <技術的波及効果>

AIRBUS 社の 100~200 席クラスの次世代航空機で年間 500 機最大が想定される。また、本技術は 100 席クラスのリージョナル機にも適用可能である。航空機以外の一般産業(重機・鉄道系)への適用の可能性も考えられる。人材育成の観点では、脚揚降システム開発、MBD(モデルベース開発)、DO-178C 対応に関するノウハウの波及効果が期待できる。

## ②電動タキシングシステムの研究開発

航空機モータは他産業用モータと比較し、大出力であり耐環境性に優れ、高い信頼性を有するため、本研究開発による成果は一般産業、乗り物・移動体への普及が期待できる。

人間的観点から考えると、モータ開発において、熱解析/磁場解析を用いたモータの高効率化検討は、省エネルギー化設計のノウハウであり、他の省エネルギー化を目指した電気機器設計に利用することができる。さらに、型式証明取得などの経験はノウハウとして他のシステム・機器の開発にも応用できる。

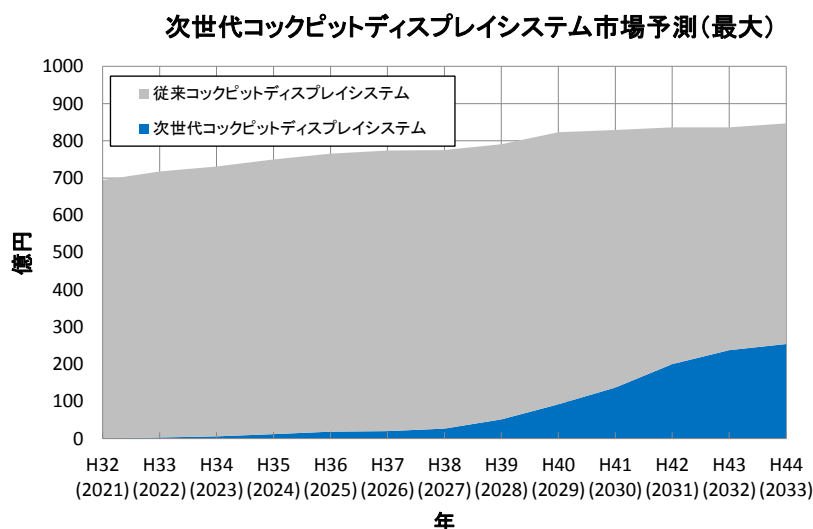
## ③電磁ブレーキシステムの研究開発

電磁流体を用いた非接触式のブレーキは、ブレーキディスクやブレーキシューの摩耗を大幅に減らす事が可能であり、自動車・鉄道等のブレーキ FA ロボット等の他産業への波及効果が期待できる。

### 研究開発項目③次世代コックピットディスプレイ研究開発

<経済的波及効果>

15年後には旅客需要が倍増し、空港の過密化とパイロット不足が深刻化すると予測されている中、状況認識向上、パイロットワークロード低減、ヒューマンエラーの低減に貢献する次世代コックピットディスプレイ技術は、次世代旅客機と次世代ビジネスジェットに採用が進むと2033年にはコックピットディスプレイシステム全体の30%を占めると考えられ、その市場規模は2033年で年間250億円、ディスプレイモジュールとしては年間50億円に達すると予測される。



#### 研究開発項目④次世代空調システム研究開発

本研究開発項目の波及効果として経済的なものと技術的なものがあり、それぞれ次のように想定している。

<経済的波及効果(2024年)>

##### ①二相流体熱輸送システム

- ・システムの平均売価：500万円/機
- ・市場規模：新造機全体で500万円/機×1,435機/年＝72億円/年
- ・売上規模：シェア20%を獲得、約14億円/年

##### ②スマート軸流ファン

- ・平均売価：30万円/台×5台/機＝300万円/機
- ・市場規模：新造機全体で300万円/機×1,435機/年＝21億円/年、換装4億円、計25億円
- ・売上規模：シェア50%を獲得、約12億円/年

<技術的波及効果>

- ・防除氷システムに対して機器排熱を利用し、機体全体での効率化につなげることができる。
- ・航空機と同様な輸送・移動体である自動車では、化石燃料依存を低減してCO<sub>2</sub>を削減するといった技術動向は類似しており、エンジン・コントロール・ユニットを筆頭に高度な熱管理を要する系統等への技術転用の可能性が考えられる。

#### 研究開発項目⑤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

操縦バックアップシステムは、既存のエアデータコンピュータ(ADC)とアクチュエータコントロールコンピュータ(ACC)の機能を統合する構成となっているため、既存のシステムとのインターフェースも容易となり、フライトコントロールシステムのデシミラー(多重性)化のニーズに応える事が出来ると考えている。

また、装備品分野で民航事業に参入する上で認証取得(DO-178, DO-254)が大きな障壁となっているが、機能を簡素化した操縦バックアップシステムは、認証取得の難易度を下げることが可能となり、参入の可能性を高めることが可能になると考えている。

また、メインのフライトコントロールシステム市場への参入の足がかりになると考える。

##### ②モータコントローラ

新規開発の機体は、燃費の改善、整備の簡素化を目的として電動化を進めている。最新機に採用され始めている電気機械式アクチュエーター(EMA)は、発熱等による運用制限があるなど実用化レベルに達しておらず、BBMレベルの域を出ていないのが現状である。本研究内でモータコントロールの技術を習得し、航空機向けに適合したモータコントローラを開発することで参入の機会が得られると考える。

##### ③ピトー管

機体メーカー(発注者)及びエアライン(最終顧客)共に既存品に対し信頼性の面で不満を持っており、参入の機会であると考えている。

本研究開発において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、また、最新のヒーター及び組立て手法を採用することで信頼性の向上、供給の安定化、コスト低減をする。

#### 研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発

本研究開発項目において想定される波及効果は以下の通り。

##### <技術的波及効果>

##### ・航空機の自動化促進

航空機の自動化促進は長期的な技術動向であり、貨物機の無人化も ICAO などで検討されている。画像処理による自動操縦技術の信頼性向上は先端研究であり、飛行実証まで行えれば世界的に競争力を示すことができ、将来の産業化へ貢献できる。

##### ・警報装置

画像認識による異常の検知はパイロットへの警報として早期に実用化可能である。画像処理技術はハード、ソフトともに日本は世界最先端であり、航空機分野への活用が新たな市場となる。欧州と共同研究することで、実機採用のノウハウが得られるとともに、市場開拓も容易となる。

##### ・無人機利用

画像技術の無人機での利用は、航空法が改正され、視程外運航、夜間運航、人口密集地域での使用許可が必要となった中で、安全性向上のために重要な研究開発項目であり、実用化の可能性が高い。

##### ・他分野への波及効果

航空機特有の長距離、高速下での画像処理システムは、鉄道、船舶、港湾、自動車、ホームランドセキュリティ等への応用が可能である。

##### ・日欧共同研究促進

本プロジェクトは日欧共同研究 H2020 と密接な連携をとって推進している。今回の日欧共同研究の成果は、今後、実用化研究、さらに新たな先端技術の共同研究を推進するためにも重要である。

#### 研究開発項目⑦次世代エンジン電動化システム研究開発

##### <経済的波及効果>

本研究開発の結果として技術成立性に目途が得られ、製品への適用・事業化を行う場合、以下の市場規模が想定される。

##### ・2030年

エンジン搭載システムとして年間1,000セット

機体搭載システムとして年間500セット

##### <技術的波及効果>

従来型電動機の小型・軽量化技術として利用され、以下の波及効果がある。

##### ・航空機

排熱困難な翼や非与圧部の高温部位などに設置される電動機器に有用な技術となる。

・航空機以外

地上で使用される様々な電動装置の軽量化に応用可能である。

応用例： 高速鉄道車両等で利用することにより、車両の軽量化に貢献し、走行時のエネルギー消費削減、騒音低減や軌道への負荷低減等の効果を得ることができる。



添付資料1:「航空機用先進システム実用化プロジェクト」基本計画

添付資料2:事前評価関連資料(事前評価書、パブリックコメント募集の結果)

添付資料3:特許論文等リスト