

「航空機用先進システム実用化プロジェクト」
中間評価報告書

平成30年3月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

平成30年3月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
理事長 古川 一夫 殿

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会 委員長 小林 直人

NEDO技術委員・技術委員会等規程第34条の規定に基づき、別添のとおり評価結果について報告します。

「航空機用先進システム実用化プロジェクト」
中間評価報告書

平成30年3月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

目 次

はじめに	1
審議経過	2
分科会委員名簿	3
評価概要	4
研究評価委員会委員名簿	6
研究評価委員会コメント	7
第1章 評価	
1. 総合評価	1-1
2. 各論	
2. 1 事業の位置付け・必要性について	
2. 2 研究開発マネジメントについて	
2. 3 研究開発成果について	
2. 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	
3. 評点結果	1-19
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会公開資料	2-2
参考資料1 分科会議事録	参考資料 1-1
参考資料2 評価の実施方法	参考資料 2-1
参考資料3 評価結果の反映について	参考資料 3-1

はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「航空機用先進システム実用化プロジェクト」の中間評価報告書であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき、研究評価委員会において設置された「航空機用先進システム実用化プロジェクト」（中間評価）分科会において評価報告書案を策定し、第55回研究評価委員会（平成30年3月16日）に諮り、確定されたものである。

平成30年3月
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

審議経過

● 分科会（平成29年10月31日）

公開セッション

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明

非公開セッション

6. プロジェクトの詳細説明
7. 全体を通しての質疑

公開セッション

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

● 第55回研究評価委員会（平成30年3月16日）

「航空機用先進システム実用化プロジェクト」

中間評価分科会委員名簿

(平成29年10月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	あさい けいすけ 浅井 圭介	東北大学 大学院 工学研究科 航空宇宙工学専攻 教授
分科会長 代理	きむら しげお 木村 茂雄	神奈川工科大学 工学部 機械工学科 教授
委員	いとう たけし 伊藤 健 *	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 次世代航空イノベーションハブ ハブマネージャ
	ささ しゅういち 佐々 修一	日本大学 理工学部 航空宇宙工学科 教授
	しま ひろし 島 裕	一般財団法人日本経済研究所 技術事業化支援センター センター長
	にしわき まさる 西脇 賢	全日本空輸株式会社 整備センター 技術部 専門 部長
	むらた いわお 村田 巖	株式会社SUBARU 航空宇宙カンパニー 技術開発センター 担当部長 (兼) システム設計部長

敬称略、五十音順

注*：実施者の一部と同一大学（or 研究機関）であるが、所属部署が異なるため（実施者：国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 航空技術部門 飛行技術研究ユニット）「NEDO 技術委員・技術委員会等規程(平成28年5月27日改正)」第35条（評価における利害関係者の排除）により、利害関係はないとする。

評価概要

1. 総合評価

我が国独自の技術を活用して世界レベルを超えた飛行機装備品を開発する本事業の重要性は誰しもが認めうるものであり、NEDO のリーダーシップにより計画的に事業を推進することは、経済的にも政策的にも大きな意義があると認められる。概ね計画通りに研究が遂行されており、管理体制も適切である。研究成果は設定された目標を概ね達成し、中にはいくつか顕著な成果も出ていることは、実施者の高い能力と尽力を示すものである。実用化・事業化に向けた戦略及び具体的取組は妥当であり、2020 年代以降の近い将来に本事業の成果が次世代航空機システムの一翼を担い、世界市場における国産装備品の地位を我が国のメーカーが獲得する姿が期待できる。

研究開発目標の設定根拠が抽象的、定性的な表現となっているテーマについては、実用化・事業化につながる適切な目標となっているか確認されたい。

今後、ソフトウェア認証等の共通的な技術については、各実施者の成果を横通しし、本事業の成果分については共有する仕組みを検討されたい。また、認証取得を我が国独力で行うためのビジョンを描くことも検討していただきたい。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

航空機の安全性、環境適合性及び経済性の社会ニーズに対応して開発を進める事業であり、上位施策・制度の目標達成への寄与も大きい。我が国の航空機製造が将来的に裾野を拡大し一つの産業分野として育つために、装備品及びシステム領域を含めて戦略的に取り組むという本事業の目的は高く評価される。世界水準あるいはそれを超える性能をもつ製品の開発という挑戦的な事業であるため、技術の開発から実用化及び認証に至る道のりには多くの費用と時間を要する。したがって、政策面と技術開発の連携を図りつつ NEDO が実施する事業として妥当である。

2. 2 研究開発マネジメントについて

開発計画及び実施体制は最終目標の達成に向けて堅実に組み立てられており、いくつかの研究開発項目においては実施者間の連携が極めて有効に機能している。航空機メーカー等との連携機会の整備、実用化までのマイルストーンの設定など、進捗管理も妥当である。また、進捗に遅れが見られる場合には材料変更などの計画見直しを行い、目標達成が困難な項目については中止する重要な判断も行うなど、マネジメントも適切に行われている。知的財産の戦略も各実施者において入念に検討されている。

研究開発目標の設定根拠について簡易的で、抽象的、定性的な記載になっているテーマが見受けられる。将来実用化・事業化につなげることのできる適切な目標となっているか確認されたい。

2020年代の実用化を実現するためには、認証取得に今後多大な費用と時間を要することが予想される。各研究開発項目の内容及び進捗度に従って、認証取得に関する事項を研究開発のアウトプット目標やスケジュールに明確に含めることが、本事業のより確実な目的達成の一助となると考えられる。

2. 3 研究開発成果について

本事業は、世界的に見てレベルが十分に高く挑戦的な成果を狙ったテーマを多くもちながら、設定された目標を概ね達成している。運航上危険性を持つ箇所への安全対策やエアラインのコスト削減寄与など、いくつかの顕著な技術成果もすでに出ており、評価に値する。事業全体はスケジュール通り、または若干の遅れ程度で進捗しており、最終目標達成の見通しに大きな問題はないものと認められる。

一方、知的財産権等の確保について、現状は各テーマでその必要性を判断してそれぞれ異なる対応をとっているが、一つの事業としての統一された行使法の策定が望ましい。また、成果の外部発信が少ないテーマについては、事業化につなげるために必要な活動として、今後努力してゆくことを期待する。

認証取得に係る基盤的な知見などの共通的成果をオールジャパンで共有できる仕組みを構築することを今後検討されたい。

2. 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

海外航空機メーカーなど顧客企業等との共同研究を含む適時適切な意思疎通が概ね行われており、事業化のマイルストーンも設定されていることから、実用化・事業化に向けた戦略及び具体的取組は妥当である。全体を通じて、着実な進展がみられており、実用化の見通しは高く、相応の成果が期待されるが、事業化の達成に向けては開発製品の販売の蓋然性に対するより詳細な根拠の提示が望まれる。

今後、認証取得を独力で行うためのビジョン・計画を持つておくことが肝要である。他分野において既にそのノウハウを保有する国内企業との意見交換等でその難易度や具体的な不足点等を正しく理解しておき、それを踏まえた研究体制の構築等を検討されたい。また、可能な範囲で成果を開示し、ポテンシャルカスタマーの反応を把握して協業関係へつなげてゆくべきと考える。

研究評価委員会委員名簿

(平成30年3月現在)

	氏 名	所属、役職
委員長	こばやし なおと 小林 直人	早稲田大学 研究戦略センター 副所長・教授、 研究院 副研究院長
委員	あさの ひろし 浅野 浩志	一般財団法人電力中央研究所 エネルギーイノベーション 創発センター 研究参事
	あたか たつあき 安宅 龍明	先端素材高速開発技術研究組合 (ADMAT) 専務理事
	いなば ようじ 稲葉 陽二	日本大学 法学部/大学院 法学研究科 教授
	かめやま ひでお 亀山 秀雄	東京農工大学 名誉教授/シニア教授
	ごないかわひろし 五内川 拓史	株式会社ユニファイ・リサーチ 代表取締役社長
	さくまいちろう 佐久間 一郎	東京大学大学院 工学系研究科 附属医療福祉工学開発評 価研究センター センター長/教授
	さとう りょうへい 佐藤 了平	大阪大学 産学共創本部 名誉教授/特任教授
	たからだ たかゆき 宝田 恭之	群馬大学 特任教授
	ひらお まさひこ 平尾 雅彦	東京大学大学院 工学系研究科 化学システム工学専攻 教授
	まるやま まさあき 丸山 正明	技術ジャーナリスト/横浜市立大学大学院非常勤講師
	よしかわ のりひこ 吉川 典彦	名古屋大学 名誉教授

敬称略、五十音順

研究評価委員会コメント

第55回研究評価委員会（平成30年3月16日開催）に諮り、本評価報告書は確定された。研究評価委員会からのコメントは特になし。

第1章 評価

この章では、分科会の総意である評価結果を枠内に掲載している。なお、枠の下の箇条書きは、評価委員の主な指摘事項を、参考として掲載したものである。

1. 総合評価

我が国独自の技術を活用して世界レベルを超えた飛行機装備品を開発する本事業の重要性は誰しもが認めうるものであり、NEDOのリーダーシップにより計画的に事業を推進することは、経済的にも政策的にも大きな意義があると認められる。概ね計画通りに研究が遂行されており、管理体制も適切である。研究成果は設定された目標を概ね達成し、中にはいくつか顕著な成果も出ていることは、実施者の高い能力と尽力を示すものである。実用化・事業化に向けた戦略及び具体的取組は妥当であり、2020年代以降の近い将来に本事業の成果が次世代航空機システムの一翼を担い、世界市場における国産装備品の地位を我が国のメーカーが獲得する姿が期待できる。

研究開発目標の設定根拠が抽象的、定性的な表現となっているテーマについては、実用化・事業化につながる適切な目標となっているか確認されたい。

今後、ソフトウェア認証等の共通的な技術については、各実施者の成果を横通しし、本事業の成果分については共有する仕組みを検討されたい。また、認証取得を我が国独力で行うためのビジョンを描くことも検討していただきたい。

〈肯定的意見〉

- ・ 我が国の航空機産業の現状に鑑み、我が国独自の技術を積極的に活用し、かつ動向をも踏まえた、世界レベルを超えた装備品の研究開発の重要性は誰しもが認めうるものと考ええる。同時に、研究開発に際しては、高いレベルでの研究開発であること故に、公的な資金援助が不可避であることも当然と判断する。これらを総合し、高い意義を有したプロジェクトであると結論できる。
- ・ 当該プロジェクトが統括する7つの研究テーマに関しては、進捗の程度、および実用化に向けた共同研究体制にそれぞれで若干の差が認められるものの、概ね計画通りに研究が遂行されており、管理体制なる観点からも申し分なきものと考えられる。
- ・ 研究成果も世界レベルに達しており、研究担当者の高い能力と尽力を証しえるものと判断する。
- ・ 本件の研究開発領域は、研究開発から実用化・事業化に至るまで、さらにはビジネスモデルの確立まで中長期的かつ体系的な戦略と積み上げが求められることから、NEDOのリーダーシップにより計画的にプロジェクトを推進することは、経済的にも政策的にも大きな意義があると認められる。
- ・ 総じて「1. 事業の位置づけ・必要性」「2. 研究開発マネジメント」の適正な設定・遂行により、計画通り、またはそれ以上の研究開発成果を残し、実用化・事業化に向けた見通しも明るいと感じた。2020年代以降の近い将来に、これらの研究開発システムが、次世代航空機システムの一翼を担い、また日本のメーカーも海外と対等に渡り合える技術力とノウハウを持つ姿が、大変楽しみである。
- ・ 中間評価としてのクライテリアは達成しており、計画線表に乗っ取り、さらに可能な事業についてはさらに成果獲得を目指し加速し、世界市場における国産装備品の地位を獲得するべきである。

- NEDO プロジェクトとして、民間が取り組むことが難しい課題を設定し、事業を進めており、意義は十分に高い。
- 装備品産業の規模拡大に向け、国際競争力の強化が期待される取り組みとして重要である。特に、部品供給のレベルから、上位のインテグレータに上がろうとする活動も見られることは将来の産業界の発展につながるものとして、ぜひ積極的に進めていただきたい。
- 概ね実用化を視野に入れた研究開発・海外航空機関連メーカーとの連携がなされている。
- 委託先企業各社はこれまでも多くのプロジェクトに取り組み今日に至っていると認識しており、本件についても実りの多いプロジェクトの遂行と経験値の蓄積を期待したい。
- 個別テーマに対するコメント：
 - 【熱制御システム】 全体的にバランスの取れた事業である。
 - 【降着システム】 やや挑戦的な要素を含んだ事業であり、今後の成果に期待する。
 - 【コックピット】 認証に向けた堅実な技術開発が行われている。
 - 【空調】 新規技術の製品化を目指した適切な事業である。
 - 【飛行制御】 エアデータセンサー製品化のための技術とノウハウが着実に蓄積されている。
 - 【自動飛行】 将来の飛行自動化を見据えた課題であり、他の追従を許さない高度な技術開発に焦点をおいた課題と認識している。
 - 【電動化】 オープン戦略のもと優位な技術を開発し製品化しようとする有望な事業である。

〈改善すべき点〉

- 実用化のための研究開発目標が不明確なものについてはその改善が必要である。
- 実用化に際しては、いずれの研究項目においても開発品に関する認証取得が不可避と考える。必要となる認証（手続きを含め）等の明確な理解、およびそれに必要となる体制の構築に関することも研究の一部として扱われることが望ましい。
- 装備品であることから、設計過程における上位者との密接な関係を有することが実用化にあたって肝要と考える。研究項目それぞれで上位者との関係の濃淡がうかがえる。設計段階における想定装備品としての高い位置づけとできるだけだけの努力の傾注を期待する。
- 一部の項目で、欧州の下請けに留まるのではないかと危惧されるものがある。その位置付けであれば NEDO プロジェクトとしての意義は低くなってしまう。単なる下請け的な開発で終わらず、それを如何に将来へむけてのワンステップとすることができるかが課題。
- 個別テーマに対するコメント：
 - 【熱制御システム】 サブコントラクターの開発管理。
 - 【降着システム】 サブコントラクターの開発管理。
 - 【空調】 運航現場の事情聴取が不足している印象を受ける。
 - 【飛行制御】 操縦バックアップシステムは単独で事業化をするかどうかの判断が必要。例えば部品レベルであっても、機体メーカー／運航現場の調査、技術動向の追跡は不可欠である。

【自動飛行】事業化を重視する本事業と HORISON2020 との整合性（または課題分離）を明確にする必要がある。セキュリティ対策など事業化で必要とされる課題が見逃されている。

〈今後に対する提言〉

- 各研究開発項目が実用化・事業化を目指しているので、研究開発マネジメントの中で、装備品としての認証、および航空機搭載の認証について、位置付けをより明確にする必要があると考える。また、認証取得のノウハウについては、他国や海外の他企業との共同開発を通して獲得していけると考えるが、その後他国の力を借りずに独自ノウハウとして確立させるまでのビジョンを描くことも、重要であると感じた。
- 最終目標に向けたさらなる研究の進展と、その結果としての実用化がはかれることを大いに期待する。
- 特にソフトウェア認証について、共通的な技術であり、各社の成果を横通しすることを期待したい。先行しているメーカーの知見は先行者としての優位性を尊重する一方で、NEDO 予算の成果分については、ぜひ共有する仕組みを検討されたい。(METI・JAXA 他で検討しているオールジャパンの枠組みとして、認証の基盤を共有する仕組みも検討されており、そこへ知見を提供する場合には見返りの対価を設定することも想定されている。そのような場をうまく活用できると良いように感じた。NEDO 自身も含め外部との連携によって、オールジャパンの枠組みで活動してゆくことを期待する。)
- 実用化・事業化の可能性を高めるため、研究を加速するとともにユーザー等との連携をさらに強化してゆくとよい。
- また実用化・事業化を意識した目標性能の見直しについては柔軟に対応してゆくとよい。
- 研究開発のステージが若い段階（TRL が低い段階）では実用化・事業化の判断がつきにくいため、外部環境・事業環境の将来予測、認証取得のステップなどを戦略ロードマップとして示していただけると第三者評価の質を高めるものと思料する。
- 研究開発に伴って会得される認証取得のプロセス、OEM との交渉・調整の要領などのノウハウを企業機密に触れない範囲で形式知化し、装備品・システム品分野の事業化を支える人材育成につなげることを検討していただきたい。航空機産業において付加価値が高いと言われる当該分野といえども、低コスト化の潮流の中で厳しい競争に晒されるリスクが高いことから、人材育成ではプロセスマネジメント・スキルに加えてファイナンスならびにビジネスモデル開発に係る知見を合わせて修得することを提案したい。
- 個別テーマに対するコメント：
 - 【熱制御システム】主要メーカーとの共同はハンドリングが難しい。実利がとれるよう強かな戦略をとって欲しい。
 - 【降着システム】主要メーカーとの共同はハンドリングが難しい。実利がとれるよう強かな戦略をとって欲しい。
 - 【コックピット】製品の魅力は「継ぎ目」以外に考えられないか。2027 年以降の次世代機採用に向け、製品の魅力をさらに増すさらなる仕掛けを今の段階から検討して欲しい。

【空調】新規事業として魅力的な分野。成果に期待する。

【飛行制御】ピトー静圧管、ToT センサーなど他のエアデータセンサーも視野に入れた技術開発を進めて欲しい。新規参入する事業では、人材育成という視点も重要である。

【自動飛行】新規参入する分野なので、特にソフトウェア開発と認証については、覚悟を持って取り組んでほしい。

【電動化】アライアンスとしてエンジンシステムの全体開発にもかかわりながら、装備品開発の将来動向を確実に把握して頂きたい。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

航空機の安全性、環境適合性及び経済性の社会ニーズに対応して開発を進める事業であり、上位施策・制度の目標達成への寄与も大きい。我が国の航空機製造が将来的に裾野を拡大し一つの産業分野として育つために、装備品及びシステム領域を含めて戦略的に取り組むという本事業の目的は高く評価される。世界水準あるいはそれを超える性能をもつ製品の開発という挑戦的な事業であるため、技術の開発から実用化及び認証に至る道のりには多くの費用と時間を要する。したがって、政策面と技術開発の連携を図りつつ NEDO が実施する事業として妥当である。

〈肯定的意見〉

- ・ 航空機の安全性・環境適合性・経済性なる社会ニーズに対応したシステムの開発を目指した研究であり、目標に合致した研究成果の達成状況から判断し、事業目的の妥当性、上位施策・制度の目標達成への寄与、ともに高くあると評価する。
- ・ 世界水準に伍した、あるいはそれ以上の機能を有する製品の開発という挑戦的な研究実施という観点から、NEDO の関与は必要不可欠であり、かつ十分にその意義を果たし得ていると判断する。
- ・ 日本が装備品に新たに参入するための競争力のある技術レベルを獲得することが必要であり、技術開発期間が長期化することから NEDO が取り組むことが必須である。
- ・ 環境負荷やコストの低減に資すると考えられる航空機電動化対応など、今後重要となる課題をとらえ、また航空機製造関連メーカーとの連携、認証取得の推進などを促す事業となっており妥当と考えられる。
- ・ 航空機産業を欧米 OEM の単なる下請けではなく一つの産業として育成するためには、装備品・システム領域の取り込みは必要不可欠である。部品製造受注への参入から世界で戦える装備品メーカーとなるに至るには、技術開発、組織能力の涵養、経験値の取得、バリューチェーンの構築、ビジネスモデルの確立など息の長い戦略的な取り組みを要する。NEDO の関与のもと、政策・技術開発の連携を図りつつ着実にプロジェクトを実行することが期待される。
- ・ 研究開発項目は、社会的必要性や国際競争力を加味し、2020 年代以降の実用化を目指した比較的現実的な項目が抽出されており、本プロジェクトの目的に合致したものとなっている。また、認証を含めた実用化までの道のりを考えると、莫大な費用と時間を要することは自明であり、NEDO が関与する事業として、妥当である。
- ・ 国内航空機産業は未だ発展途上段階にある、エアフレイマーは国際市場で一定の位置にあるものの装備品事業が将来的に裾野を拡大する鍵であり、NEDO 事業として投資を生かして育成するべきである。
- ・ 航空機の重要な要素である装備品につき、将来の市場参入と収益が期待できる分野を強化する取り組みとして高く評価できる。

- ・ 下請けからの脱却に必要な技術向上を目指し、高い技術開発を視野に入れた野心的な目標を設定しており、有意義な技術開発戦略が設定されている。
- ・ 個別テーマに対するコメント：
 - 【熱制御システム】 Ultrafan2025 等の次世代エンジンへの採用を達成するには、熱制御システムの小型軽量化・省スペース化・低コスト化が不可欠であり、本事業で支援すべき重要課題である。
 - 【降着システム】 UK Airbus との連携のもと、認証作業を含む現実的な目標とより挑戦的な目標が設定された、バランスの取れた事業である。
 - 【コックピット】 事業者はディスプレイ技術に実績があり、堅実かつ有効な事業計画が立てられている。Thales 社との日仏共同研究も機能している。
 - 【空調】 A320、B737 後継機への適用を目指した新規技術の製品化が期待できる有望な事業である。
 - 【飛行制御】 事業者は種々の航空機装備品の製品化に実績があり、堅実なものとして将来に向けたものからなる事業が展開されている。
 - 【自動飛行】 GPS、ILS から画像ベースへの移行を見据えた、将来型技術の研究開発である。日欧研究開発プログラム Horison2020 の課題として行われている研究要素の強い課題である。
 - 【電動化】 次世代エンジン電動化は確実に進行しており、その中での装備品開発を目指した本事業に相応しい事業である。

〈改善すべき点〉

- ・ 市場獲得に対して、信頼性、安全性、経済性、快適性、省エネなどのうち、どの項目を重視すべきかがより明確になると勝てる戦略となり得る。
- ・ 参入障壁として何があるかを明示し、それをプロトタイプによってどう打破するのが明確になると良い。
- ・ 競合他社の技術状況が少なく、海外 OEM の要求に従っているとの考え方が多い。将来の競争力確保の観点で、中長期的に見て不安があり、さらに調査の深堀が期待される。
- ・ 短期的な製品化の課題への対応もあり、企業活動の一部とすべき取り組みもある。本質的には、下請けから脱却し将来の大きな市場を目指すために、国際競争力のための新たな技術創出や競争力のある技術の育成が重要であるとの認識のもと、短期的な活動は、そのワンステップとなるべきであり、その先の技術創出に向けた活動につながる方向性を堅持すべき。すなわち将来に向けた価値を目指すことで、NEDO が取り組む意義を示すべき。
- ・ 目指すべきは航空機ビジネスの付加価値を高めつつ、その成長の果実を取り込むことにある。そのためには世界の競合先の動向を踏まえ、適切な目標設定、所要の研究開発費の確保、政策当局・関係機関等との緊密な連携に留意いただきたい。
- ・ 個別テーマに対するコメント：
 - 【飛行制御】 部品レベルと全体システムレベルの開発が混在した、温度差の違う対象のマ

ネジメントの明確化。

2. 2 研究開発マネジメントについて

開発計画及び実施体制は最終目標の達成に向けて堅実に組み立てられており、いくつかの研究開発項目においては実施者間の連携が極めて有効に機能している。航空機メーカー等との連携機会の整備、実用化までのマイルストーンの設定など、進捗管理も妥当である。また、進捗に遅れが見られる場合には材料変更などの計画見直しを行い、目標達成が困難な項目については中止する重要な判断も行うなど、マネジメントも適切に行われている。知的財産の戦略も各実施者において入念に検討されている。

研究開発目標の設定根拠について簡易的で、抽象的、定性的な記載になっているテーマが見受けられる。将来実用化・事業化につなげることのできる適切な目標となっているか確認されたい。

2020年代の実用化を実現するためには、認証取得に今後多大な費用と時間を要することが予想される。各研究開発項目の内容及び進捗度に従って、認証取得に関する事項を研究開発のアウトプット目標やスケジュールに明確に含めることが、本事業のより確実な目的達成の一助となると考えられる。

(1) 研究開発目標の妥当性

〈肯定的意見〉

- ・ 研究開発目標の設定は、担当社の有する独自の高い技術とこれまでの経験をもとに適切になされている。
- ・ 市場参入を具体化する観点で、プロトタイプモデルの製作は重要であり、適切である。
- ・ 中間目標と最終目標を明確に設定し、それぞれの目標に向けた詳細な研究開発スケジュールを設定していることから、一部の項目を除き、スケジュール通りまたは若干の遅れ程度で進捗しており、研究開発スケジュールが妥当であったと考える。

〈改善すべき点〉

- ・ 研究開発目標の根拠の記載が簡易であり、総じて現状との対比ないしは抽象的、定性的な表現が多く見受けられ、実用化・事業化に向けて適切かどうか判然としないという心象が残る。
- ・ 実用化のための研究開発目標が不明確なものについては、その改善が必要である。

〈今後に対する提言〉

- ・ 軽量化や高性能化の他に、当該装備品に対する整備や装備品の交換時の整備性(Maintainability)も意識したデザインを考慮されたい。
- ・ 分科会で議論した中には実施者間で横通しが可能な技術項目があり、連携することにより一層の強みの獲得と事業推進スピード向上が期待できる。可能な範囲で横通しを進めてはどうか。
- ・ 個別テーマに対するコメント：
【コックピット】ハードルの高いディスプレイ技術への取り組みとして NEDO 事業とし

て価値があるが、DO254 認証は取得するものの、逆にハードのみの部品供給レベルとも言える。コックピットアビオニクスに最も近く、本質的には将来のより高い価値やシステムレベルの市場参入につながる取り組みであることから、システムに近い領域にも視点をむけ、コックピットシステムインテグレータとなるための最初のワンステップになることが NEDO プロジェクトとして期待される。(たとえば、タッチパネル化が、一つの技術ジャンプとなり得ないか。そのタイミングでソフトウェアやシステムに首をつっこむチャンスではないか。)

(2) 研究開発計画の妥当性

〈肯定的意見〉

- ・ 開発計画・実施体制は、市場の動向を見据え、最終目標の達成を果たし得るように着実に構築されている。
- ・ 個別テーマに対するコメント：
【空調】 技術的課題の要点が確実に押さえられている。

〈改善すべき点〉

- ・ 個別テーマに対するコメント：
【コックピット】 Superior となるメーカーの数が多いので、Thales 社以外の動向も強く意識した戦略が望まれる。
【空調】 機体メーカーだけでなく、ユーザーである運航現場の意見も重視すべき。
【自動飛行】 事業化を重視する本事業と HORIZON2020 との整合性（または課題分離）を明確にする必要がある。セキュリティ対策など事業化で必要とされる課題が見逃されている。

〈今後に対する提言〉

- ・ 複数の小課題を扱っている課題については、必要なら実用化・事業化に近いものを選択し資源を集中するなど、計画の見直しについて柔軟に対応してゆくとよい。

(3) 研究開発の実施体制の妥当性

〈肯定的意見〉

- ・ 幾つかの研究項目においては、目標達成のための実務者間での連携が極めて有効に機能しており、実施体制の構築の観点から高く評価される。
- ・ 個別テーマに対するコメント：
【熱制御システム】 Horizon2020 の枠組みの中で、RR 社との共研として実施されている。主力メーカーとの密な連絡のもとでの事業推進は現実的な選択である。
【自動飛行】 欧州と対抗できる、産官学の強力な研究開発チームを形成している。
【電動化】 オープン戦略を選択したことを評価する。機体 OEM、エンジン OEM、システム OEM らとの連携のもと、鍵を握る重要技術を握ることが重要。

〈改善すべき点〉

- 日本国内で閉じた研究体制を敷いている研究項目があり、装備品実用化の観点からは、上位の設計社との連携も必要と考えられるため、当該社との協力体制の構築も検討されたら如何か。
- 個別テーマに対するコメント：
【飛行制御】 レベルの異なる技術課題を含む事業であり、マネジメントが難しい。
【電動化】 ソフトウェア認証の体制が明確ではなかった。

(4) 研究開発の進捗管理の妥当性

〈肯定的意見〉

- 航空機メーカー等との連携、実用化までのマイルストーンの設定などがなされており妥当である。またこれまでの成果により、「次世代降着システム（電動タキシング、電磁ブレーキ）」で電磁ブレーキの中止など)計画の見直しも適切に行われていると思われる。
- 研究開発の進捗に際して、顧客企業とのコミュニケーションを通じてアップデートを図るなど概ね把握、管理されており、特段非議すべき点は認められない。
- 目標達成に遅れが見られるものの、材料変更などの具体的な対策により、最終達成は可能であり、適切なマネジメントが行われている。達成が困難である項目については、中止する重要な判断も行われており、適切だった。
- 海外との連携、出口戦略を実行段階に移しつつある事業も有りマネジメントは適切に機能していると考ええる。
- 個別テーマに対するコメント：
【降着システム】 脚揚降 EHA システムの開発において、DO160 認証に向けた堅実なマネジメントが行われている。
【コックピット】 DO254(ハードウェア認証) への取り組みは高く評価でき、さらなる経験の蓄積が期待される。
【飛行制御】 ピトー管については、困難な認証作業を着実に前進させており、高く評価できる。

〈改善すべき点〉

- 個別テーマに対するコメント：
【飛行制御】 部品レベルと全体システムレベルの開発が混在した、温度差の違う対象のマネジメントの明確化。
【熱制御システム】 OFCV のサブコントラクターへの開発管理を強化すべき。重量増は起こるべくして起こった問題との認識。AL-carbon/3D プリンタなど調査段階のテーマについても、認証や製品化の観点で管理すべき。
【降着システム】 サブコントラクターへの開発管理を強化すべき。

〈今後に対する提言〉

- ・ 各研究項目担当社は中間目標の達成を概ね見込めるとの由。最終目標の達成も果たし得るよう進捗管理に万全を期することを願う。

(5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

〈肯定的意見〉

- ・ 知的財産の戦略も各担当社において入念に検討されており、これらいずれの点においても高い妥当性を認めることができる。

〈今後に対する提言〉

- ・ 本プロジェクトは基礎研究ではなく、2020年代の実用化を目指していることを考慮すると、莫大な費用と時間を要することが予想される認証について、アウトプット目標や研究開発のスケジュールに研究開発項目毎に明確に含めることは、本プロジェクトのより確実な目的達成の一助となると考えられる。具体的には、開発プロセスおよび品質保証のガイドラインとして DO-178 および DO-254 にそれぞれ準拠したソフトウェア・ハードウェア開発、航空機装備品としての DO-160 や TSO (Technical Standard Order) の認証取得が要求される。また、TC (Type Certificate) や STC (Supplement Type Certificate) 等の航空機搭載のための認証については、研究開発項目の内容・進捗により、必要に応じてスケジュールに包含する必要がある。
- ・ 個別テーマに対するコメント：
【降着システム】現在の技術では中止せざるを得なかった取り組みについても、将来の技術進捗を踏まえて再度着手することも想定し、技術的な知見や課題はしっかりと残すべき。特許として成果を残しておくことができれば一定の評価もできる。

2. 3 研究開発成果について

本事業は、世界的に見てレベルが十分に高く挑戦的な成果を狙ったテーマを多くもちながら、設定された目標を概ね達成している。運航上危険性を持つ箇所の安全対策やエアラインのコスト削減寄与など、いくつかの顕著な技術成果もすでに出ており、評価に値する。事業全体はスケジュール通り、または若干の遅れ程度で進捗しており、最終目標達成の見通しに大きな問題はないものと認められる。

一方、知的財産権等の確保について、現状は各テーマでその必要性を判断してそれぞれ異なる対応をとっているが、一つの事業としての統一された行使法の策定が望ましい。また、成果の外部発信が少ないテーマについては、事業化につなげるために必要な活動として、今後努力してゆくことを期待する。

認証取得に係る基盤的な知見などの共通的成果をオールジャパンで共有できる仕組みを構築することを今後検討されたい。

(1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

〈肯定的意見〉

- ・ 設定された目標を概ね達成しており妥当である。
- ・ 中間評価としては現在時点の当初計画線表のとおり推移しており評価できる。世界的に見てもチャレンジャブルなレベルを狙った事業も多く評価に値する。
- ・ 中間、およびその延長上にある最終目標達成の確度の高いこと、実施されている研究内容が世界的水準において十分に高くあること、から本研究の達成度と成果の意義は非常に高いものと判断する。
- ・ 各研究項目において中間目標の達成がなされることが確認できた。
- ・ 妥当な研究開発成果が創出されており、引き続き事業を推進されたい。
- ・ 個別テーマに対するコメント：

【熱制御システム、降着システム、飛行制御】以下の項目については、顕著な技術成果があったと考える。

- ・ HFCOC において、漏えいが発生した際、大規模火災に繋がる可能性がある燃料のオイル配管への流入が防止されていること。(次世代エンジン熱制御システム)
- ・ 電動タキシングシステムの活用により、着陸前に車輪を回転させることで、タイヤの摩耗を著しく低減させる可能性があること。(次世代降着システム)
- ・ ほぼ一社の部品メーカーがその供給を独占する現在のピトー管に対して、ヒーター断線による低信頼性を克服した高信頼性のピトー管が開発・導入され、エアラインの大きなコストセーブに寄与できる可能性があること。(次世代飛行制御／操縦システム)

【熱制御システム】ASACOC の軽量化を可能にする多穴管製造工程を確立したこと、および HFCOC の軽量化に目途を立てたことは、高く評価できる。

【降着システム】電動一油圧 EHA システムの目標達成に目途を立てた。

【コックピット】堅実に成果を上げており、評価できる。

【空調】二相流体熱輸送システムでは Active 方式の開発に目途を立てたこと、BBM の運

転データを着実に蓄積されていること等が評価できる。Passive 方式については基礎研究が進んでいる。

【飛行制御】ピトー管のヒーター耐久性評価、ろう付け技術、着氷試験等の技術獲得が着実に進んでいる。

【自動飛行】これまでに構築した協力体制を生かし、飛行実証に向けた準備が着実に整えられている。

【電動化】高耐熱電動機の耐熱温度を 240℃から 300℃に高める目途を立てたことの意義は大きい。

〈改善すべき点〉

- ・ 個別テーマに対するコメント：

【熱制御システム】OFCV についてはスクラップビルドの段階であり、真の技術課題が抽出しきれていない印象を受ける。リーク対策、重量軽減、耐久性等。SUS から AL 合金への材料の交換以外に複合的な技術課題があるはずであり、それを追及すべき。

【降着システム】電磁ブレーキの問題は、今後の教訓として真の原因を明らかにして欲しい。熱吸収が可能なら本質的な問題は何か、材料物性なのか熱伝達なのか、分析結果を報告に残すことが肝要。

【空調】Passive 方式については、ロバストネスが認定に向けた真の課題。スタートアップ特性、非常時の G 環境や長期安定性などの課題を、初期段階から検討すべき。

【自動飛行】ソフトウェア認証獲得の具体的な道筋を明確にすべき。

〈今後に対する提言〉

- ・ 研究開発目標設定において TRL により進捗を表現している事案が散見されるが、全案件を一望する際に有効であると感じる。達成度の評価においては、開発スペックがクリアされたかどうかの判断に加え、研究開発のステージを示すメルクマールを設定することを検討していただきたい。

- ・ 個別テーマに対するコメント：

【熱制御システム】CFD は有力なツールであるが、実験による検証が不可欠である。将来の認証作業のためにも、検証を組み込んだ形での技術実証を目指すべき。

【降着システム】降着装置はセーフライフ保証されていなければならない。製品開発には耐衝撃性などの課題が無視できない。

【コックピット】コックピットスマート化の動きは、新技術の登場で急転換する可能性がある。視認性向上や触覚、AI などの技術動向も注視して欲しい。

【空調】機体メーカーと併せてエアラインの運航現場の意見も聴取し、技術課題の設定に反映して欲しい。

【飛行制御】操縦バックアップシステムの開発は、ソフトウェアを含む機体全体のシステム設計を意識した課題設定をして欲しい。

【飛行制御／操縦システム】の“バックアップシステム”では既存システムへの組み込み

方策をより具体化する必要があると思われる。

【自動飛行】 研究開発要素の強い事業なので、知財の意義を関係者で共有して欲しい。

【自動飛行】 実際のニーズやパイロットを含む既存システムとの関係も考慮し、実用に近い成果がでるようにしてゆくとよいと思われる。

【電動化】 空冷排熱化は重要な開発要素だと認識する。その解決に期待する。

(2) 成果の最終目標の達成可能性

〈肯定的意見〉

- ・ 研究開発の進捗に合わせ、研究テーマの適格性の判断、コスト管理、今後の見通しなどが適切に把握、管理されており、研究計画の進捗、達成の見通しに大きな問題はないものと認められる。
- ・ 中間目標と最終目標を明確に設定し、それぞれの目標に向けた詳細な研究開発スケジュールを設定していることから、一部の項目を除き、スケジュール通り、または若干の遅れ程度で進捗しており、最終目標達成に向けて、適切に進捗している。

〈今後に対する提言〉

- ・ **TRL**(技術の成熟度)のみでは正しくプロジェクトの進捗を評価することは難しいため、ミッションクリティカル度、開発の難易度、設計変更のリスク、製造技術としての成熟度 (**MRL**)、認証プロセスにおける進捗度など総合的かつ横断的に実態を評価するための指標を策定することを期待したい。

(3) 成果の普及

〈改善すべき点〉

- ・ 事業化につなげるためにも、成果の対外発表が少ない項目については今後努力してゆくことを期待する。

(4) 知的財産権等の確保に向けた取組

〈肯定的意見〉

- ・ 論文や発表および知的財産などについては、各項目から適切なアウトプットが出ている。

〈改善すべき点〉

- ・ 知的財産権の行使に関して、担当実施者において独自の判断の結果としてそれぞれ異なった対応となっているが、同一プロジェクト下の研究実施であることから、もう少し統一された行使法の策定が好ましいのではなかろうか。
- ・ 個別テーマに対するコメント：
【熱制御システム】 ロールスロイスではなく本事業実施者に知財が帰属することが本プロジェクトの成果と考えられることから、知財の帰属を確認しておくべき。

〈今後に対する提言〉

- 知財は各社に帰属する形となっているが、装備品産業全体のレベル向上という NEDO プロジェクト目標の観点では、本プロジェクトで得られた成果のうち、共有できる成果や知財、特に認証取得にかかる基盤的な知見はオールジャパンで共有できる仕組みを構築することを考慮すべき。
- 成果および知財について、件数だけでなく、その波及効果も含めて評価できると良い。
- 各事業から、出口戦略の武器となる、コアとなる知財を創出することを期待したい。
- 個別テーマに対するコメント：
【熱制御システム】知財の自由度を確保すること。自由度を確保しつつ、特に将来の高いレベルの技術につながるテーマについて、武器となる知財を積極的に確保すること。

2. 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

海外航空機メーカーなど顧客企業等との共同研究を含む適時適切な意思疎通が概ね行われており、事業化のマイルストーンも設定されていることから、実用化・事業化に向けた戦略及び具体的取組は妥当である。全体を通じて、着実な進展がみられており、実用化の見通しは高く、相応の成果が期待されるが、事業化の達成に向けては開発製品の販売の蓋然性に対するより詳細な根拠の提示が望まれる。

今後、認証取得を独力で行うためのビジョン・計画を持つておくことが肝要である。他分野において既にそのノウハウを保有する国内企業との意見交換等でその難易度や具体的な不足点等を正しく理解しておき、それを踏まえた研究体制の構築等を検討されたい。また、可能な範囲で成果を開示し、ポテンシャルカスタマーの反応を把握して協業関係へつなげてゆくべきと考える。

〈肯定的意見〉

- ・ 本事業全体を通じ、実用化・事業化に向けた取り組みにおいて着実な進展がみられる。研究項目の幾つかにおいては、装備品として組込まれるべく上位設計者との密接な関連性を持ってその実施がなされており、実用化の蓋然性の高いことがうかがえる。
- ・ 海外航空機メーカー等との連携を意識した活動をしている研究開発テーマが多く、また事業化のマイルストーンも設定されており妥当である。
- ・ 研究開発テーマの設定が実用化・事業化を目標としており、また委託先企業は航空機産業におけるビジネス実績を有し、かつ顧客企業等との適時適切な意思疎通も行われていることから、相応の成果は期待し得るものと思料する。
- ・ 認証取得等を独自で行うノウハウが不足していることを自覚し、実用化・事業化に向けた戦略として、他国との共同研究や航空機メーカー等との協力を得て、プロジェクトを推進していることは、確実な実用化・事業化の達成、認証取得ノウハウの蓄積等の観点で、妥当なアプローチである。
- ・ 個別テーマに対するコメント：
 - 【熱制御システム】実用化に向けて、動向調査・主力メーカーとの連携が適切に行われている。
 - 【降着システム】国際協力の下での製品開発にモデルベース設計は今後欠かせないものとなる。本事業での導入に大いに期待する。
 - 【コックピット】DO254認証の取得活動が確実に行われている。
 - 【空調】ライバル社の動向調査が適切に行われている。
 - 【飛行制御】ピトー管については、生産自動化に向けた取り組みを高く評価する。運航現場の期待も高く、年商予測も現実的と思われる。
 - 【自動飛行】欧州と対抗できる研究開発を推進している。
 - 【電動化】オープン戦略のもとで事業化を狙う戦略は有効だと判断する。
 - 【電動化】実用化・事業化の観点で、長期的な視点で開発に取り組んでいる。それも踏まえ、全体システムを考慮すべきソフトウェア開発において、国内でよく問題意識を持た

れている認証やシステム設計の課題に取り組んでいるのみならず、一歩進んだ問題意識を持ち、将来の課題解決に向けた視点で取り組んでいるのは非常に良い。成果として、新たな方針や対応を提案されることを期待したい。

〈改善すべき点〉

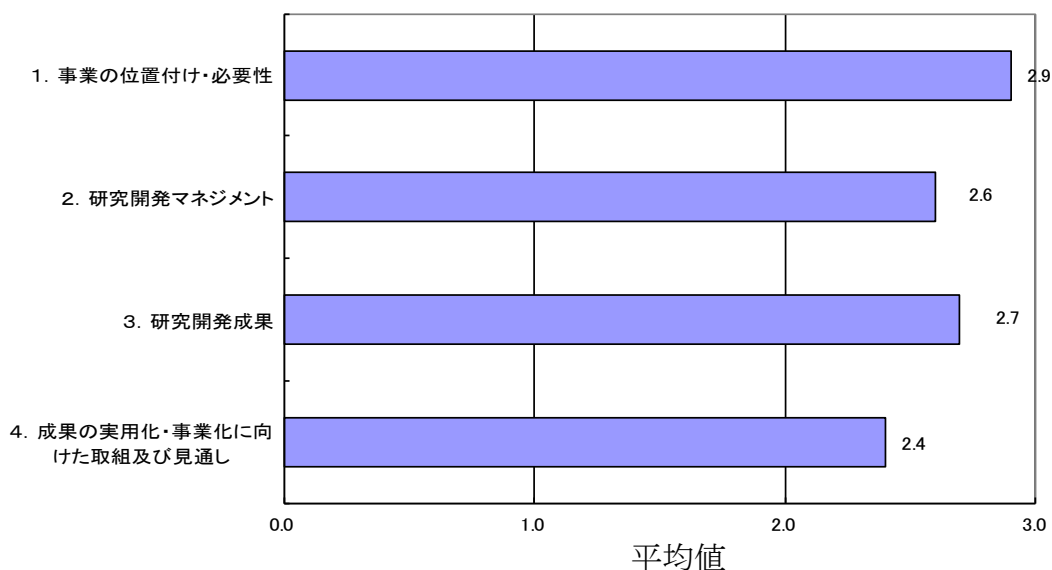
- ・ 「当該研究開発に係る製品の販売により、企業活動(売り上げ等)に貢献する」ことをプロジェクトの一義的目標とされていることに鑑みれば、販売の蓋然性の根拠の提示をより丁寧にされることで意義をさらに増すことが可能と考える。
- ・ 個別テーマに対するコメント：
 - 【熱制御システム】RR 社以外のエンジンメーカーへの展開を含めて、より強気のマーケットの戦略を描いても良いのではないか。
 - 【降着システム】電動タキシングシステムについては、運航現場における課題を意識した事業化設定を行うべき。
 - 【空調】空調ファンの市場戦略にレトロフィットが入っているが、どれほどの実現性があるのか。メンテナンス性やダクト内への設置等について運航現場の意見を反映すべき。
 - 【飛行制御】操縦バックアップシステムについては、製品化すべき技術要素の見極めが必要。
 - 【自動飛行】無人機分野でソフトウェア認証の目標が5年後というのはスピード感を欠く。

〈今後に対する提言〉

- ・ 他国との共同研究や航空機メーカー等との協力を得て、プロジェクト推進を行うにあたり、万年下請け会社や部品供給会社にあまじないよう、認証取得を独自に行うノウハウの保有・確立までのビジョン・計画を持つておくことが肝要である。また、既にそのノウハウを保有する国内企業との意見交換を通して、その難易度や具体的な不足点等を正しく理解しておくことも有効であると考ええる。
- ・ 開示可能な範囲で成果を市場へ開示し、ポテンシャルカスタマーの反応を把握し、カスタマーとの協業関係へ移行するべきと考える。
- ・ 実用化に際して不可避である認証作業の明確化とその実践を踏まえた研究体制の構築が望まれる。
- ・ 高い目標設定となっていることより、目標達成の帰結として世界に展開しうる製品の開発と、その事業化を強く求める。故に、実用化戦略のさらなる明確化も必要と考える。
- ・ 後発である日本装備品メーカーが国際競争力を持つためには知財の確保と優位技術の確保が重要であり、自由度があり価値の高い知財を生み出すことを重要な観点としてほしい。
- ・ プロトタイプに続き、航空機開発では認証取得が重要である。各方面の製品開発において、この認証取得における困難や課題が報告されていることから、この課題について幅広い情報収集と各方面と連携した活動を期待したい。

- ・ 課題にしっかり取り組み **TRL** を上げるとともに、マイルストーンに沿った活動により、実用化・事業化の可能性を高めることを期待する。
- ・ 本件の研究開発領域は、技術レベル、要求品質の水準とも先端的かつ先導的である。従って、本件の成果物となる要素技術の社会実装の場を広く求めることは、技術のあり方としても費用対効果の観点からも首肯し得る。研究成果が航空機製造以外（無人機、他モビリティなど）の領域でも実用化の可能性がある場合は、むしろ積極的に研究成果の横展開と実用化・事業化を奨励、支援することを期待したい。
- ・ 個別テーマに対するコメント：
 - 【熱制御システム】当該製品を魅力化するためのポイントは「省スペース」だと思われる。そのための技術課題を洗い出すことが望まれる。
 - 【降着システム】電動タキシングシステムはビジネスジェットとエアライナーで要求も技術課題も異なる。それを意識した開発が望まれる。
 - 【コックピット】システムインテグレーション段階における、経験の蓄積と認証作業の効率化、ノウハウ獲得に期待する。
 - 【空調】 出口戦略があまり明確ではないが、逆に、長期的視点でのハードルの高い技術開発を行なっているという位置付けをより前面に出し、技術開発を進めるべき。
 - 【飛行制御】 人材育成という観点での取り組みも重要である。
 - 【飛行制御】 操縦バックアップシステムについて、出口となる機体メーカーあるいはシステムメーカーが不明確に見える。ターゲットとなる機体システムとのインタフェースは重要であることから、上位の仕様を十分に考慮し、装備品のシステムに参入するステップとして何が重要かを踏まえることが必要。実用化・事業化を目指した将来のフライトコントロールシステムへの参入を実現するため、その方針に沿った戦略を堅持し、研究開発を進められたい。（DO、ARP については、できるだけ機体メーカーの知見を入れるべき。基礎的なアルゴリズムを構築し、機体ごとの違いはパラメータとして入れていく考え方は妥当。まずはピトー管で参入というステップアップも適切。）
 - 【自動飛行】 時間を要する研究開発であるが、事業化・実用化を目指し、システムに基づく設計や安全性保証の観点で、ソフト認証に取り組むことまでスコープに含めており、NEDO プロジェクトとしての意義は十分にあると考えられる。逆に、時間的にはじっくり取り組むべき課題であることから、ソフトウエア認証については各方面の動向や取り組みをじっくりと調査し、効率的な検討、開発を行うべきである。
 - 【自動飛行】 無人機から有人機に移行させるビジネスモデルが成立するか、再検討して欲しい。
 - 【電動化】耐熱性の他にもう一つ圧倒的な優位性を確保できる技術を持つことが望ましい。

3. 評点結果



評価項目	平均値	素点 (注)							
		A	A	A	A	A	A	B	B
1. 事業の位置付け・必要性について	2.9	A	A	A	A	A	A	A	B
2. 研究開発マネジメントについて	2.6	A	A	A	B	B	B	B	A
3. 研究開発成果について	2.7	A	A	A	A	A	B	B	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	2.4	A	A	B	A	B	B	B	B

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

〈判定基準〉

- | | |
|--------------------|------------------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について |
| ・非常に重要 →A | ・非常によい →A |
| ・重要 →B | ・よい →B |
| ・概ね妥当 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・妥当性がない、又は失われた →D | ・妥当とはいえない →D |
| 2. 研究開発マネジメントについて | 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 |
| ・非常によい →A | ・明確 →A |
| ・よい →B | ・妥当 →B |
| ・概ね適切 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・適切とはいえない →D | ・見通しが不明 →D |

第2章 評価対象事業に係る資料

1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

「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
1. 事業の位置付け・必要性について	20
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
2. 研究開発マネジメントについて	23
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
3. 研究開発成果について	66
1. 事業全体の成果	66
2. 研究開発項目毎の成果	66
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	111
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	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) 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)				
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	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。
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)	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。	○	

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	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。 ・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。
	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。	・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。
	天候対応 ・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。
	障害物検知・回避 ・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>舵面状態検知</p> <p>・アルゴリズムを開発する。</p> <p>・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。</p>	<p>・システム仕様を策定。</p> <p>・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。</p> <p>・機械学習による故障モード検知プログラムを作成中。</p>	<p>△</p> <p>(平成 30 年 3 月達成見込み)</p>	<p>・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</p> <p>→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</p> <p>・最適な学習方法の検討</p> <p>→改善検討を実施。</p>
		<p>耐故障飛行制御</p> <p>・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。</p>	<p>・耐故障飛行制御の開発</p> <p>・評価用のシミュレーションモデルを整備</p> <p>・飛行試験による耐故障飛行制御の初期性能確認を実施</p>	<p>△</p> <p>(平成 30 年 3 月達成見込み)</p>	<p>・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</p> <p>・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</p>
		<p>ソフトウェア認証</p> <p>・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。</p>	<p>・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</p>	<p>△</p> <p>(平成 30 年 3 月達成見込み)</p>	<p>・DO178C を適用した場合の開発規模</p> <p>・上位規格と DO-178C の関係を明確化</p> <p>→公開資料の調査による</p>

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。
ハンプ・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。
ブレーキプレス・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 http://www.iadf.or.jp/8361/LIBRARY/MEDIA/H25_dokojyoho/25-7.pdf
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 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ϕをいう。</p> $\phi = Q / (Au)$ <p>ここに、</p> <p>ϕ: 流量係数</p> <p>Q: 吐出し量(m^3/s)</p> <p>A: インペラ出口面積(m^2)</p> <p>u: インペラの羽根代表径での周速度(m/s)</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ψをいう。</p> $\psi = H / (u^2 / 2g)$ <p>ここに、</p> <p>ψ: 揚程係数</p> <p>H: 全揚程(m)</p> <p>u: インペラの羽根代表径での周速度(m/s)</p> <p>g: 自由落下の加速度(m/s^2)</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									○	
	乱気流等抑制技術		- 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								○		
	省電化技術	高圧アクチュエータ電氣化技術	- 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	○									
		空調系統全電氣化技術	- EMA/EHAの差別化技術	○									
			- EMAの構成部品共通化	○	○								
	脚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	- 脚操縦系統電動化技術		○								
			- 電動タキシング技術		○								
		軽量金属材料	- 電磁ブレーキ化技術		○								
			- 革新的降着装置構造材料		○								
	環境適合性技術	燃料制御技術	- 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						○				
配電経路の信頼性・寿命性向上		- 航空機の補助燃料システム									○		
		- 高電圧配電システム			○								
新材料/プロセス適用技術		- GFRFRP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/号任意位置制御技術	- 高効率・可変制御の電駆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	- 脚操縦の低減設計技術		○								○	
		- 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			○								
		空調機管理統合化技術	- 分散・高効率制御システム			○	○						
			- 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

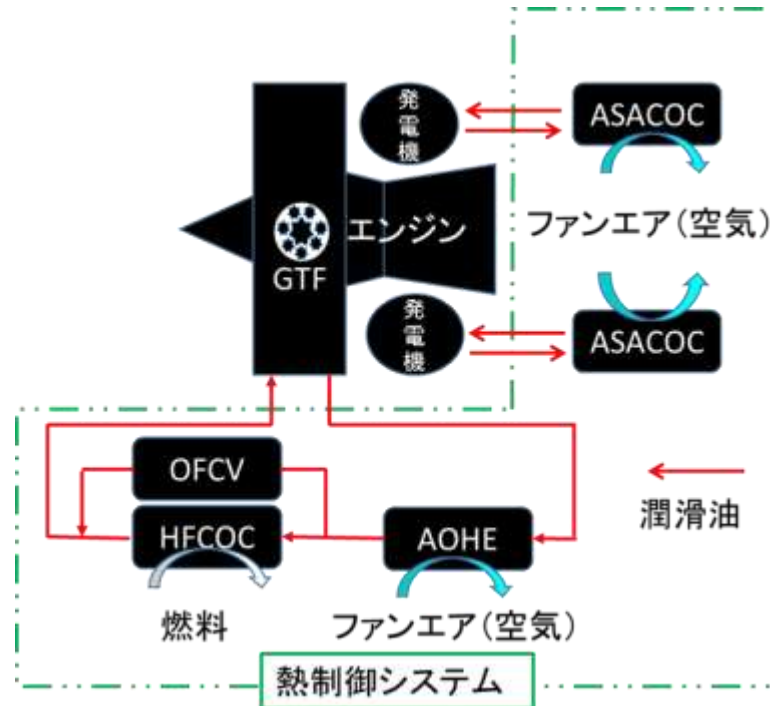
航空機の燃費向上及びエミッション低減を期待した、航空機の電動化、GTF(Geared Turbo Fan)導入等による航空機エンジン性能技術は日々進歩し、それに伴いエンジン内部での各種機器からの発熱量は大幅に増大している。また冷媒として用いられる燃料の流量が燃費性能の向上に伴って減少していることから、増大した発熱を効率よく排熱する熱制御システムの冷却性能の向上は重要な技術課題となっている。本研究開発では、航空機エンジンで発生する熱を効率よく排熱する高効率で軽量コンパクトな航空機エンジン用熱制御システムの開発を目的に、次のコンポーネント及びシステムに関する技術開発を行う。

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- α 機に舵面角度検知システムプロトタイプを搭載し、飛行試験を行い、定常旋回時の複数の故障(固着、レートリミットの低減に加えて、非常に早い周期運動)が検知可能であることを確認する。

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°C)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>

電動機の出カ(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	_____		中間目標	Assy検討	最終目標	
3. モータ冷却方式の検討	_____			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	_____			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	_____			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		
	_____			✖ 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

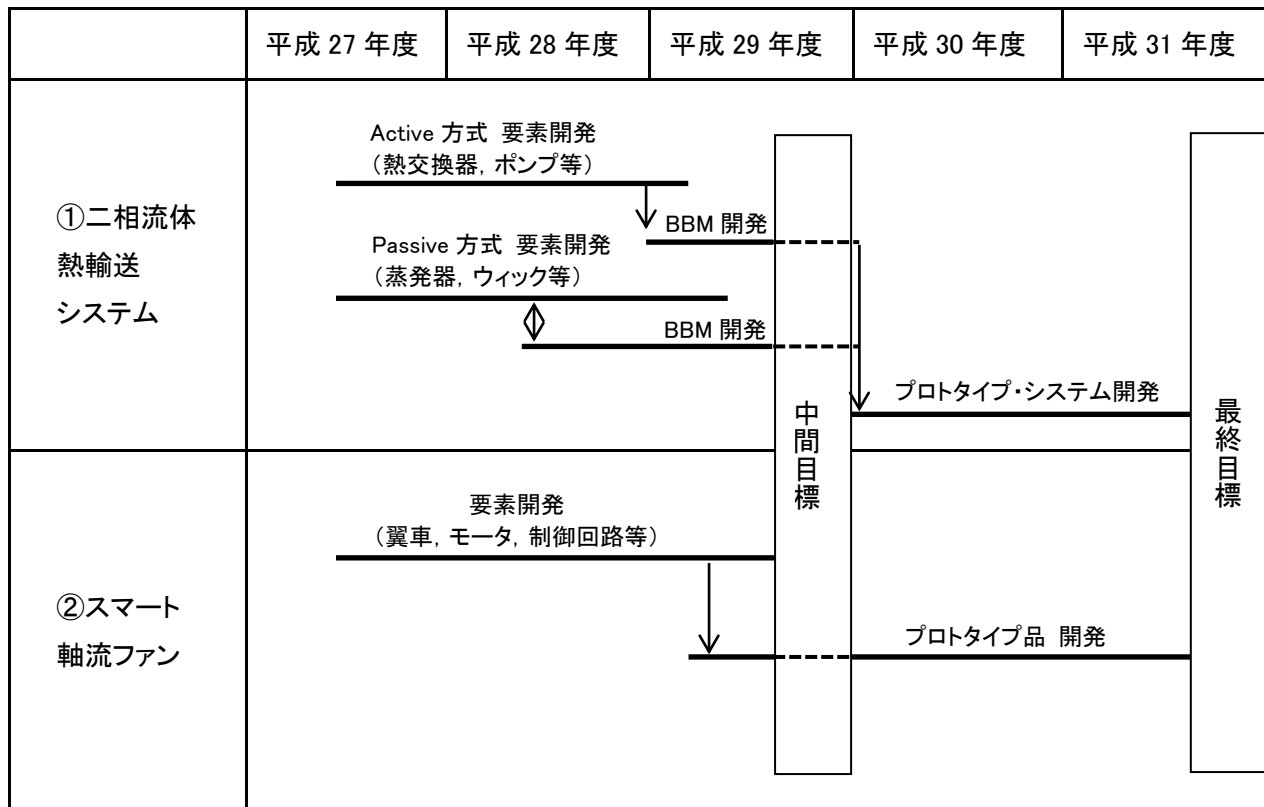
事業項目	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	平成31年度
大画面・任意形状 ディスプレイモジュールの 研究開発	システム要求	調査・要求仕様定義 部分試作品製造・評価	技術試作品 設計・製造・評価	技術選定	ディスプレイモジュール プロトタイプ設計・製造
大画面・任意形状 ディスプレイモジュール適応型 タッチパネル機能の研究開発	システム要求	調査・要求仕様定義 部分試作品製造・評価	技術試作品 設計・製造・評価	技術選定	プロトタイプ評価 システムインテグレーション・評価
DO254認証取得活動	ツール導入 開発標準案 ギャップ分析とSOI#1(*)実施計画	SOI #1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

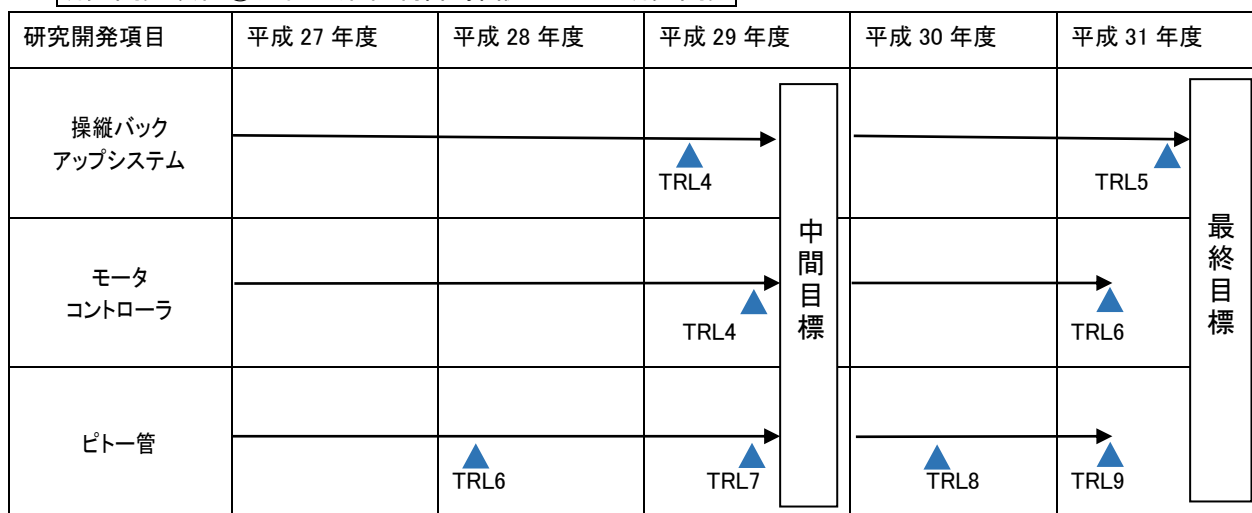
研究開発項目④次世代空調システム研究開発

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。



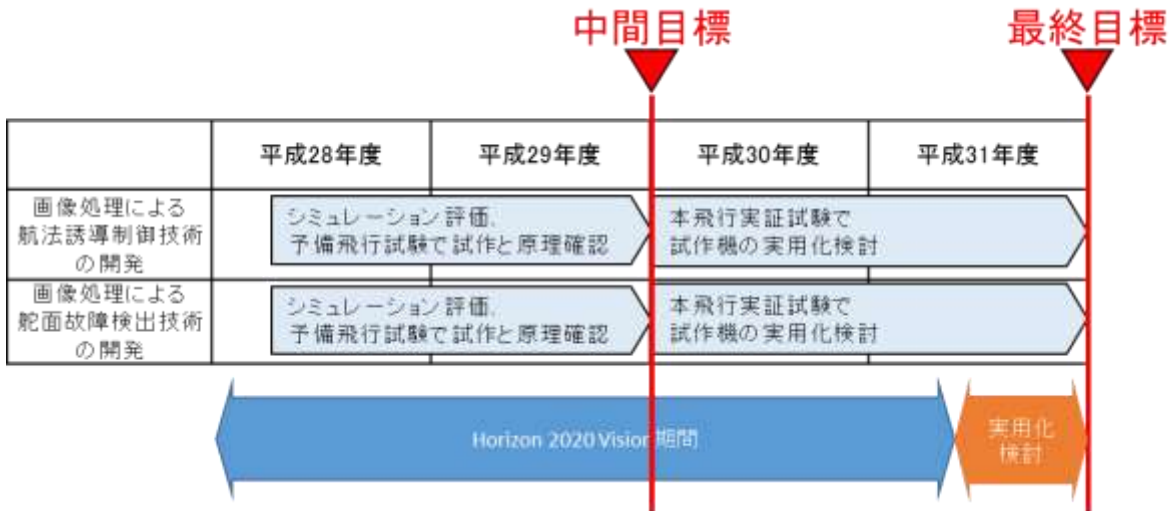
研究開発項目⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発



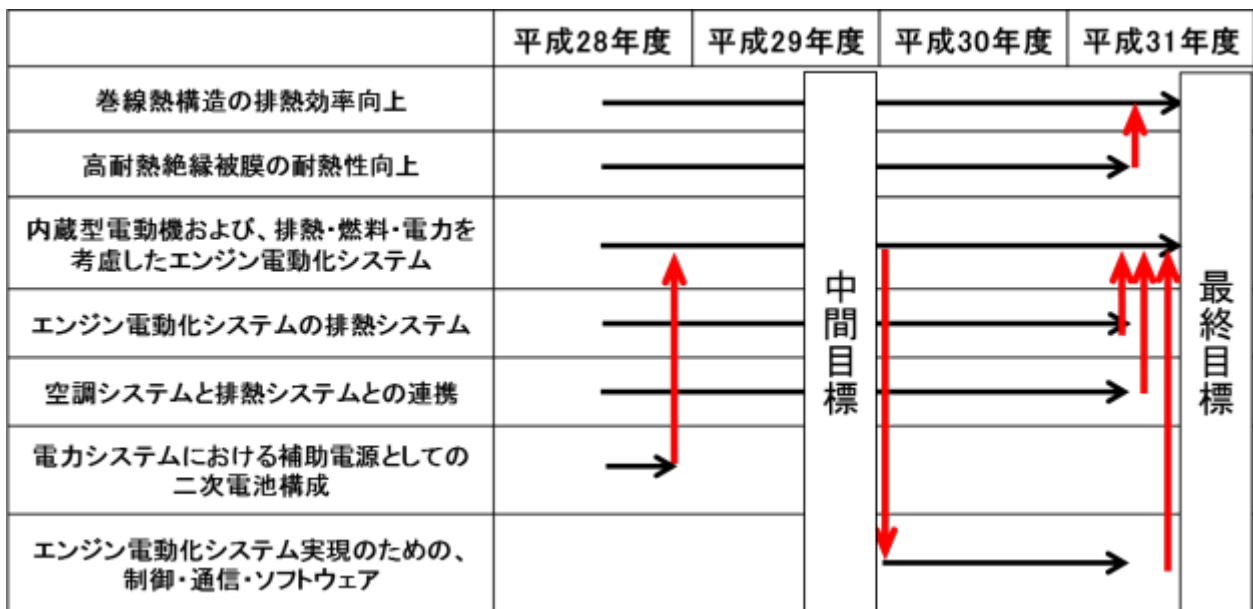
研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発

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)

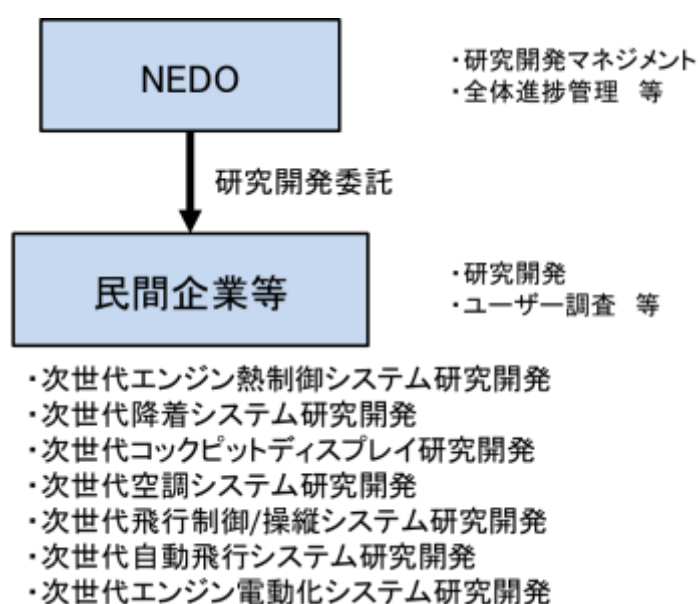
研究開発テーマ	平成 28年度	平成 29年度	平成 30年度	平成 31年度	合計
高温に耐えうる高耐熱 電動機	17.5	14.2	14.0	14.0	59.7
燃料システムおよび空調 システムも考慮した、 効率のよい排熱システム	12.5	34.7	16.0	16.0	79.2
合計	30.0	48.9	30.0	30.0	138.9

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。

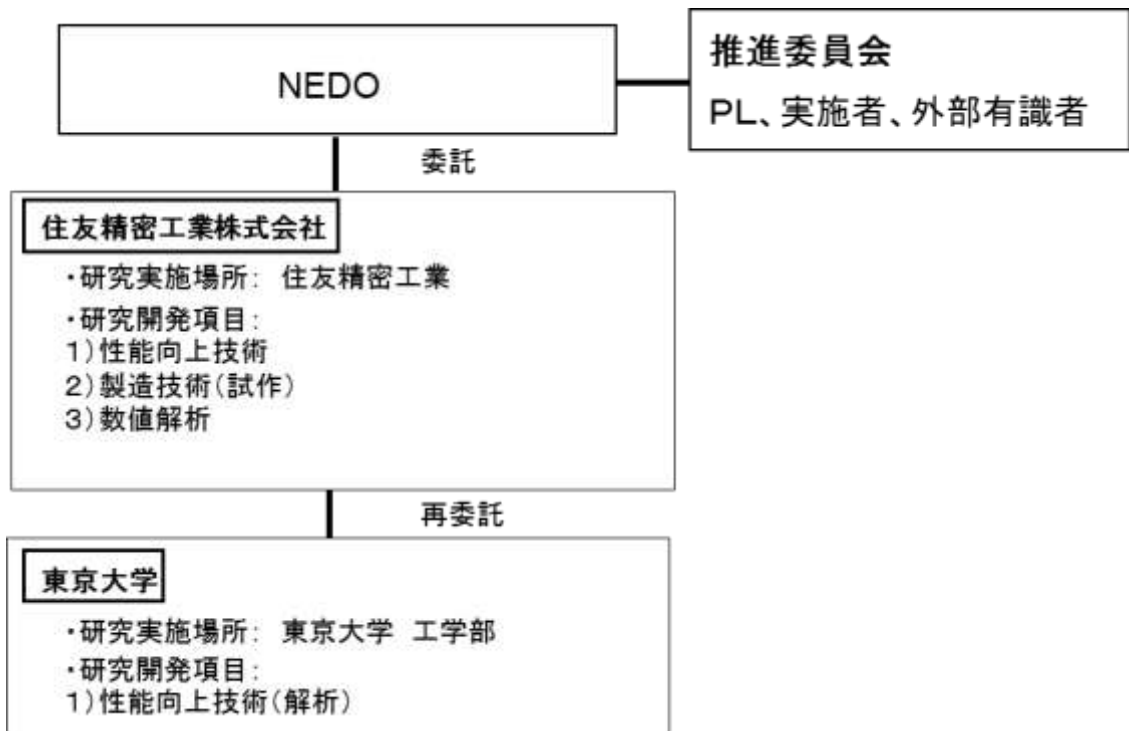


実施体制概要

以下に各研究開発項目の実施体制を示す。

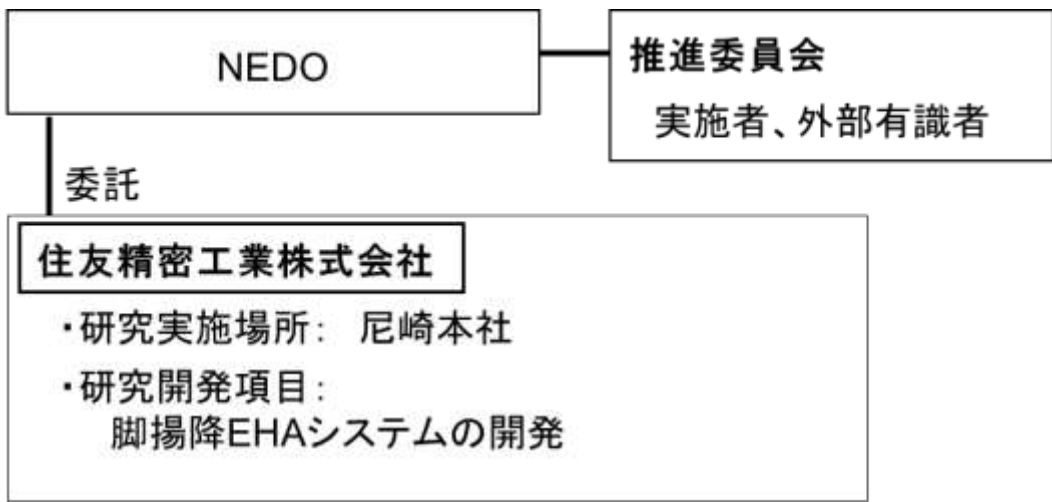
研究開発項目①次世代エンジン熱制御システム研究開発

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

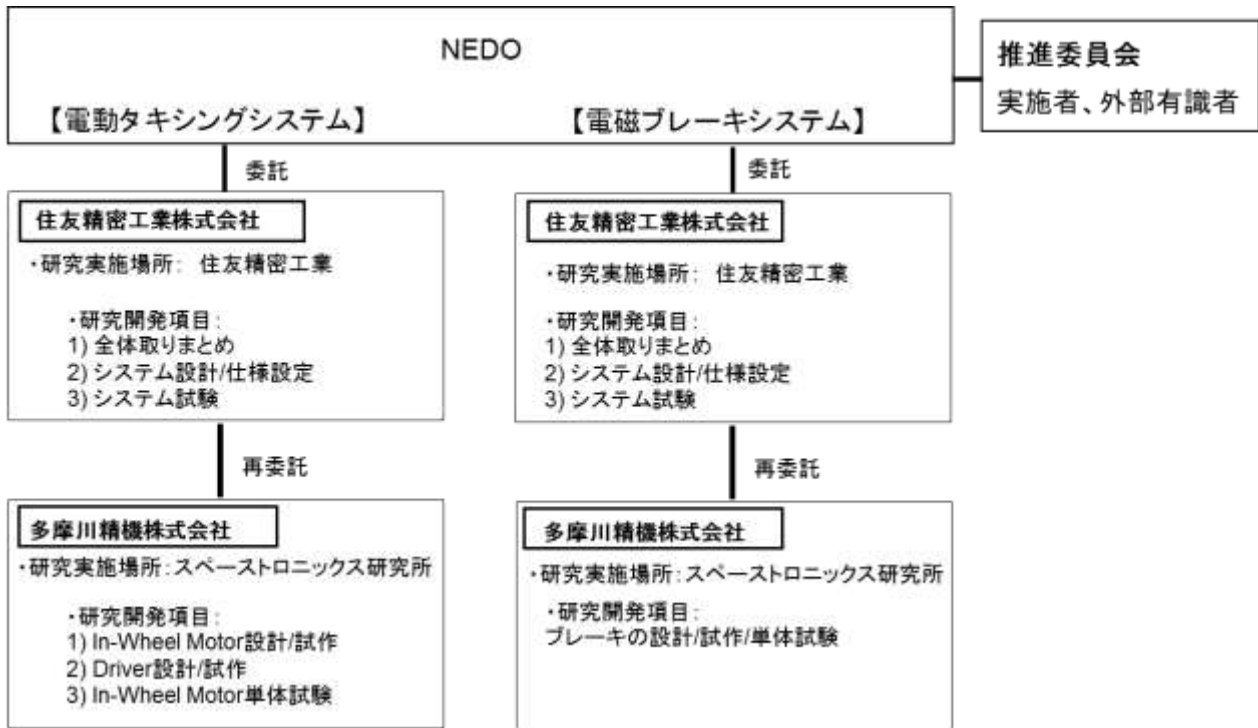
①脚揚降システムの研究開発



研究協力先

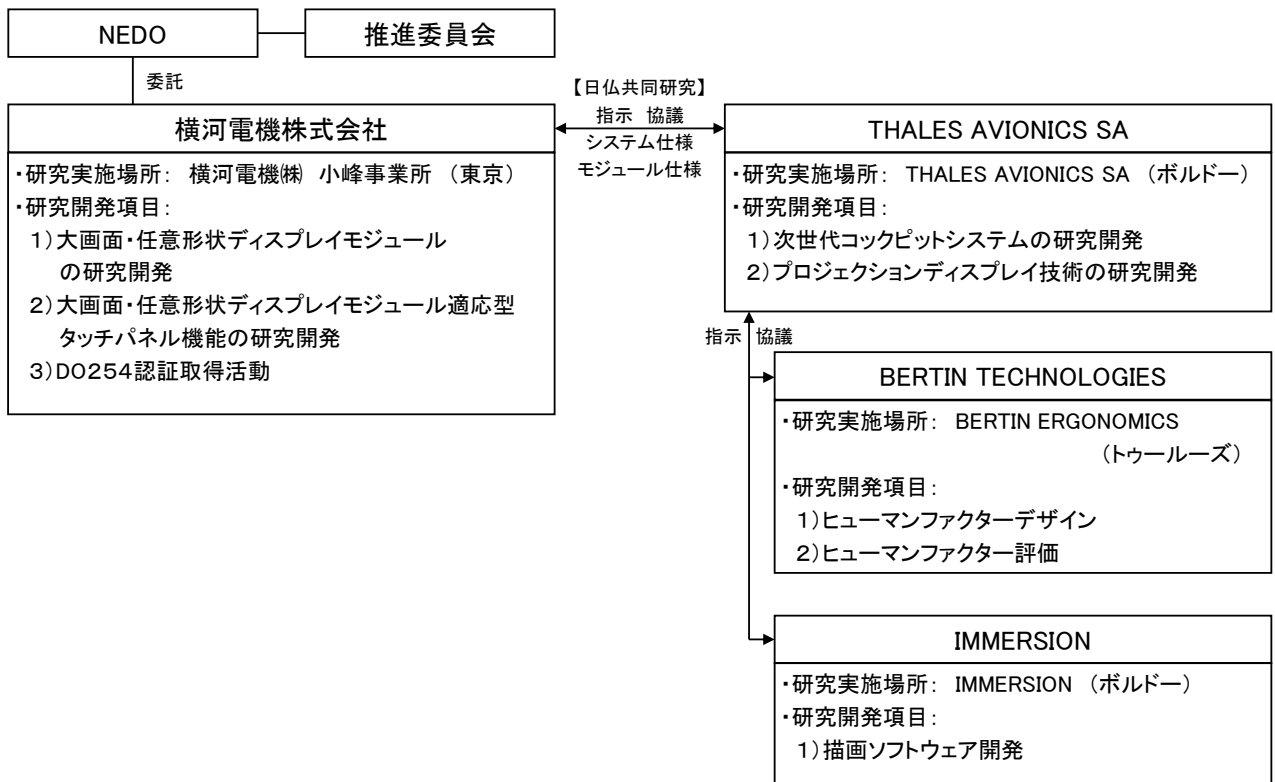


②電動タキシングシステムの研究開発／③電磁ブレーキシステムの研究開発



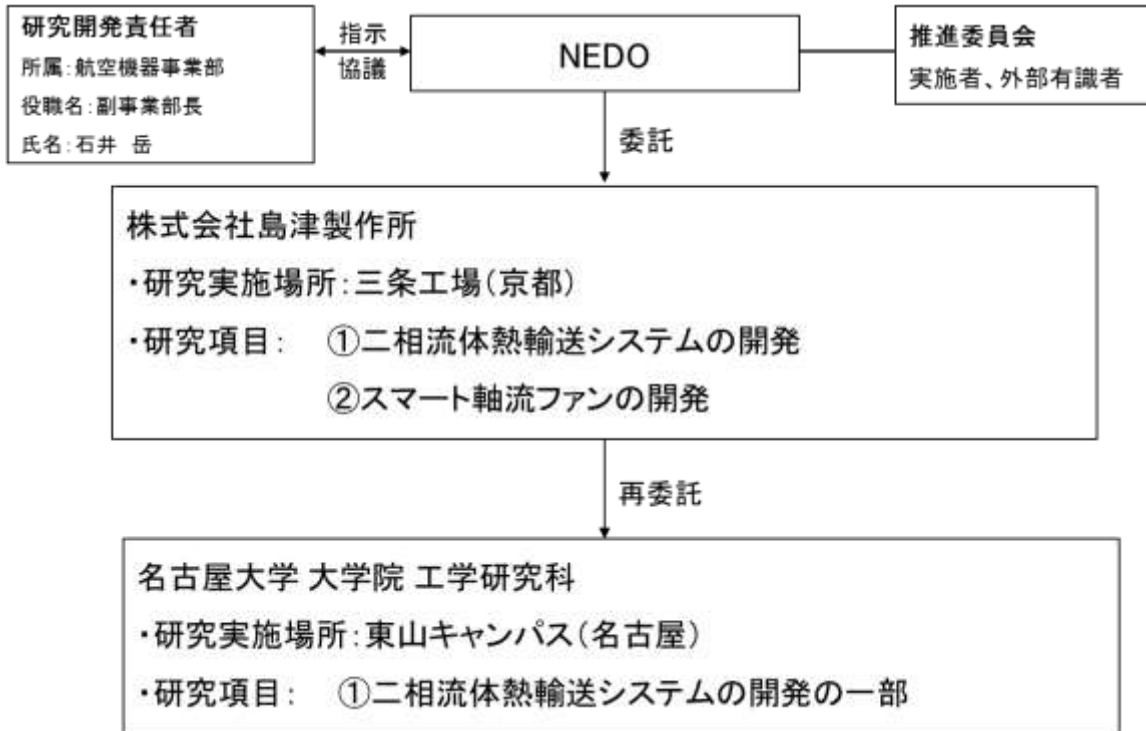
研究開発項目③次世代コックピットディスプレイ研究開発

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。

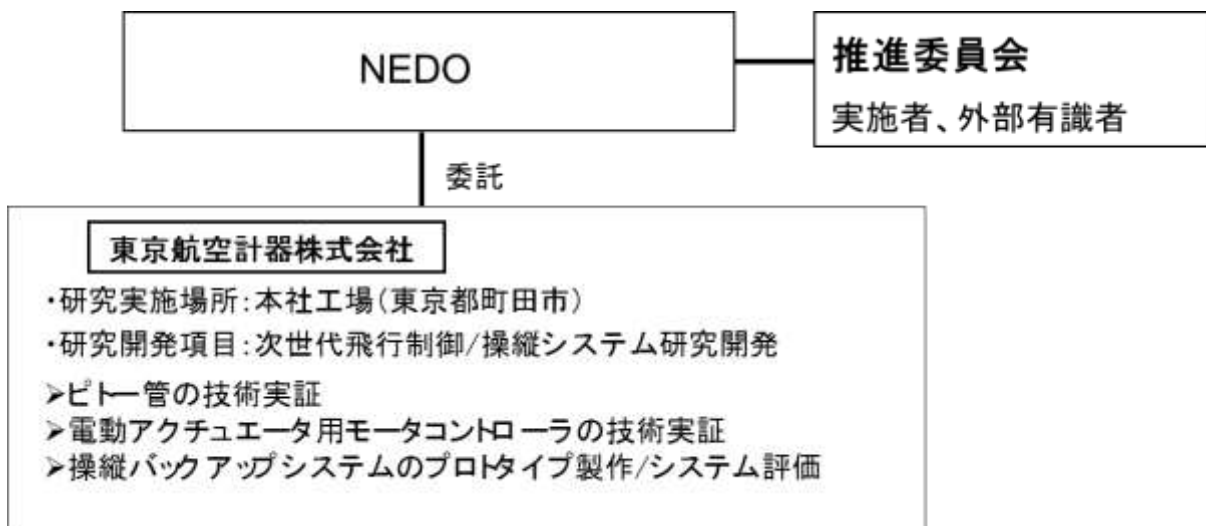


研究開発項目④次世代空調システム研究開発

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。

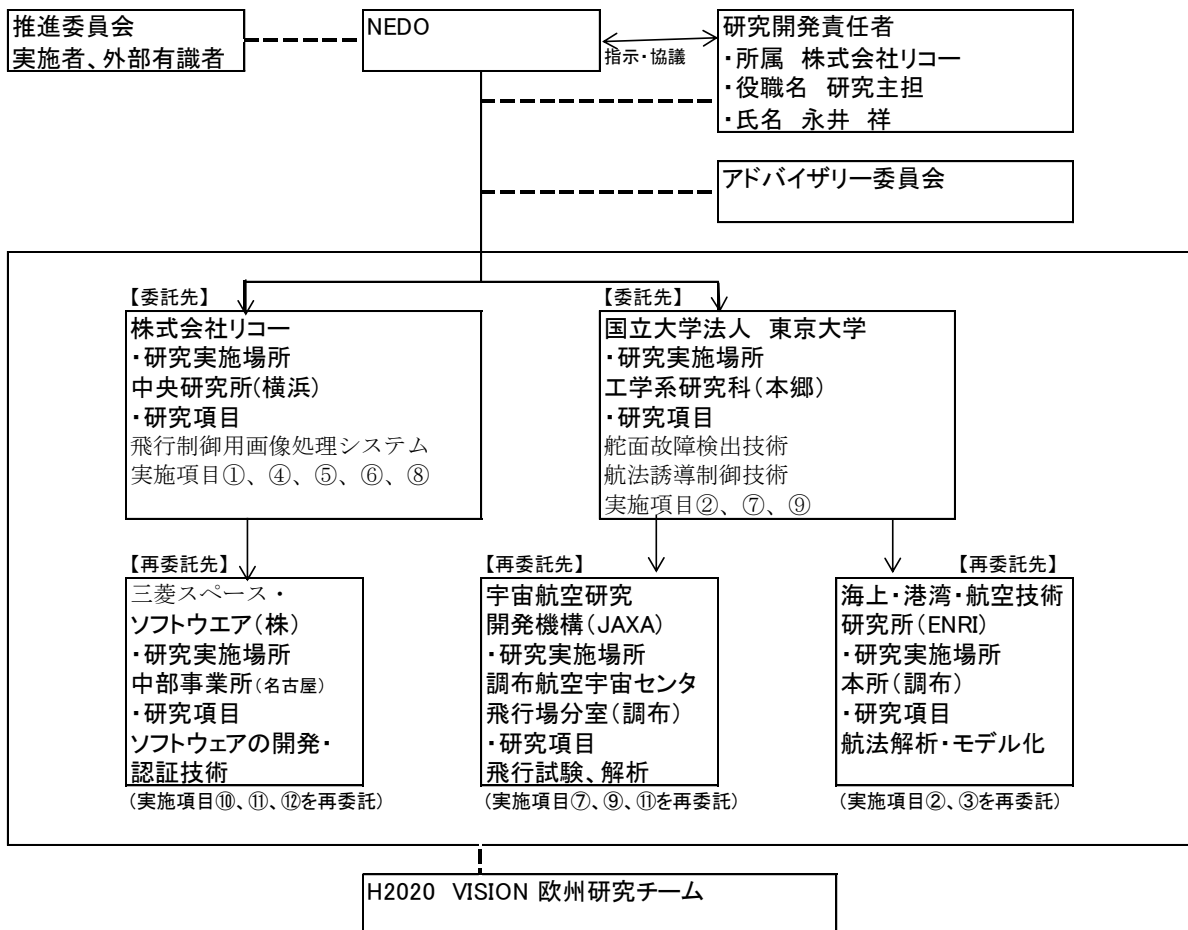


研究開発項目⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発



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。

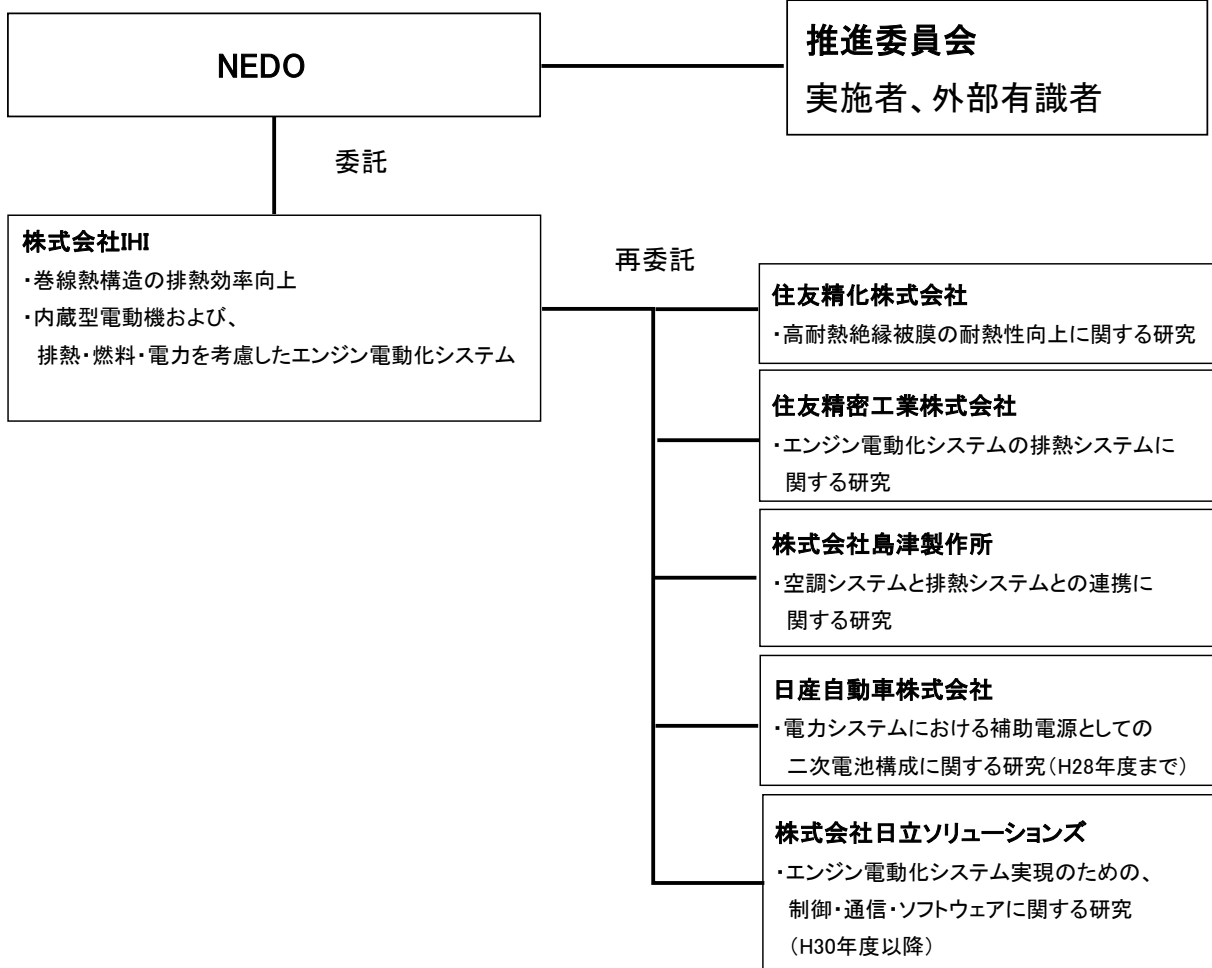




注) 欧州研究チーム (NEDO プロジェクトからの予算配分は無い)

- ・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

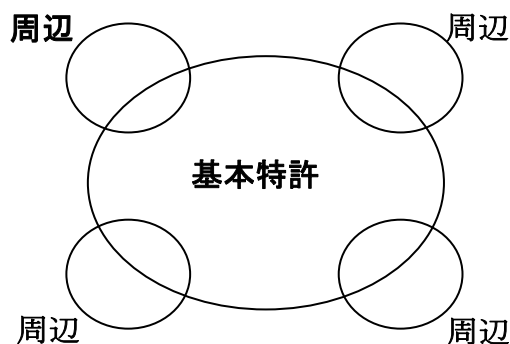
本研究開発項目では、知的財産権のオープン/クローズ戦略を下表の通り考えている。

	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を行い、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 に出展(*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
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。 ・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。
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。	・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。
天候対応 ・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>障害物検知・回避</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アルゴリズムを検討する。 ・シミュレーションで確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・予備飛行試験を実施し、アルゴリズム検出中。 	<p style="text-align: center;">△ (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>舵面状態検知</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アルゴリズムを開発する。 ・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。 	<ul style="list-style-type: none"> ・システム仕様を策定。 ・MuPAL エルロン の 3 次元シミュレーション環境を構築、最適な位置関係、画像特徴量をシミュレーションにより導出中。 ・故障モード検知プログラムを作成中。 	<p style="text-align: center;">△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・最適な学習方法の検討 →改善検討を実施。
<p>耐故障飛行制御</p> <ul style="list-style-type: none"> ・耐故障制御による安定飛行試験を実施し、性能(耐故障飛行制御による自動飛行性能)を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐故障飛行制御の開発 ・評価用のシミュレーションモデルを整備 ・飛行試験による耐故障飛行制御の初期性能確認を実施 	<p style="text-align: center;">△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・実フライトデータを利用してシミュレーションモデルの改修を予定 ・初期性能確認結果を踏まえて耐故障制御を改修し、平成 30 年 1 月から次回飛行試験を実施予定
<p>ソフトウェア認証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・画像処理システムを対象とし、民間航空機搭載用ソフトウェア規格 DO-178C に基づくソフトウェア開発プロセスの全体概要をまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<p style="text-align: center;">△ (平成 30 年 3 月 達成見込み)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・DO178C を適用した場合の開発規模 ・上位規格と DO-178C の関係を明確化 →公開資料の調査による

◎:大きく上回って達成、○:達成、△:達成見込み、×:未達

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。

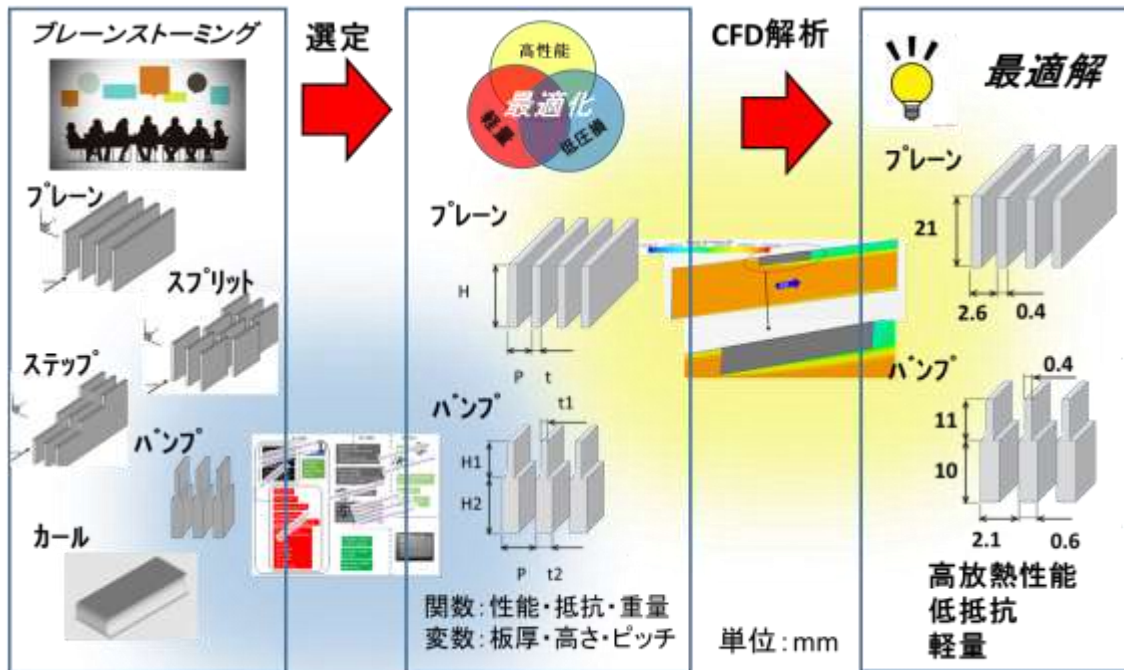
研究開発項目①次世代エンジン熱制御システム研究開発

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

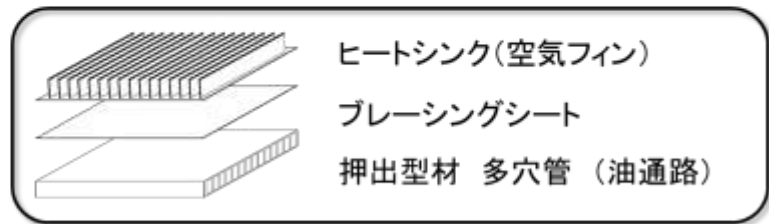
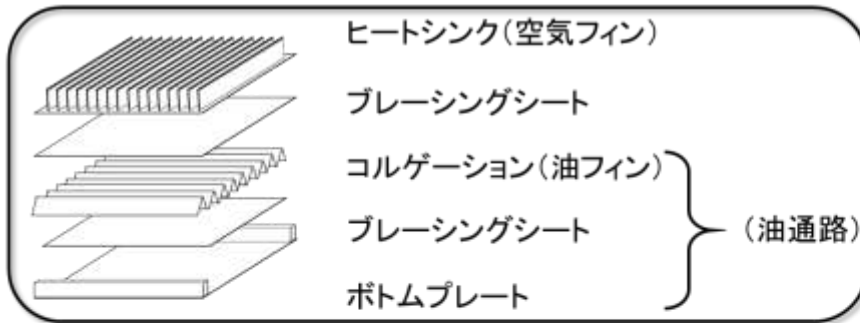
空気フィンの最適化により得られた形状について、その加工方法をリサーチした。機械加工や、プレス成型、押出成型等の加工方法を検討した結果、製品実現には課題は残すものの、概ね製造実現の目途がたち、量産化・実用化を視野に入れて引き続き課題克服のためのリサーチを継続中である。

<p>最適ハンブ・フィン</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>最適プレーン・フィン</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

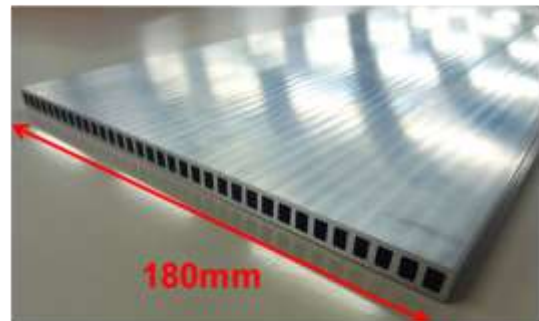
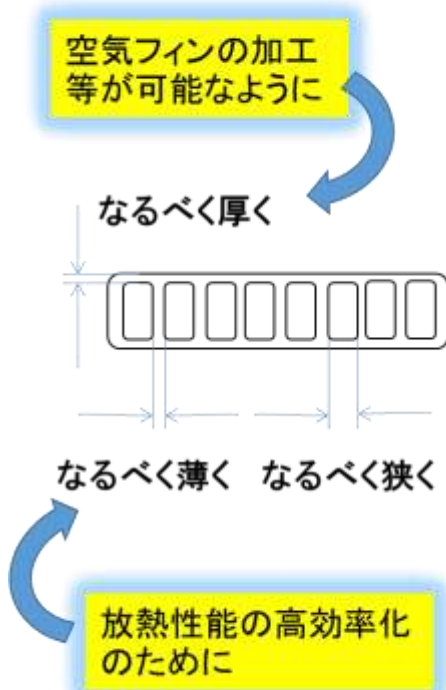
従来の製品では、潤滑油通路には、金属箔をプレス成型したコルゲーションを使用していたが、押出成形による多穴管を採用することにより製品の部品点数を減らしコスト削減、ブレージング接合部位

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

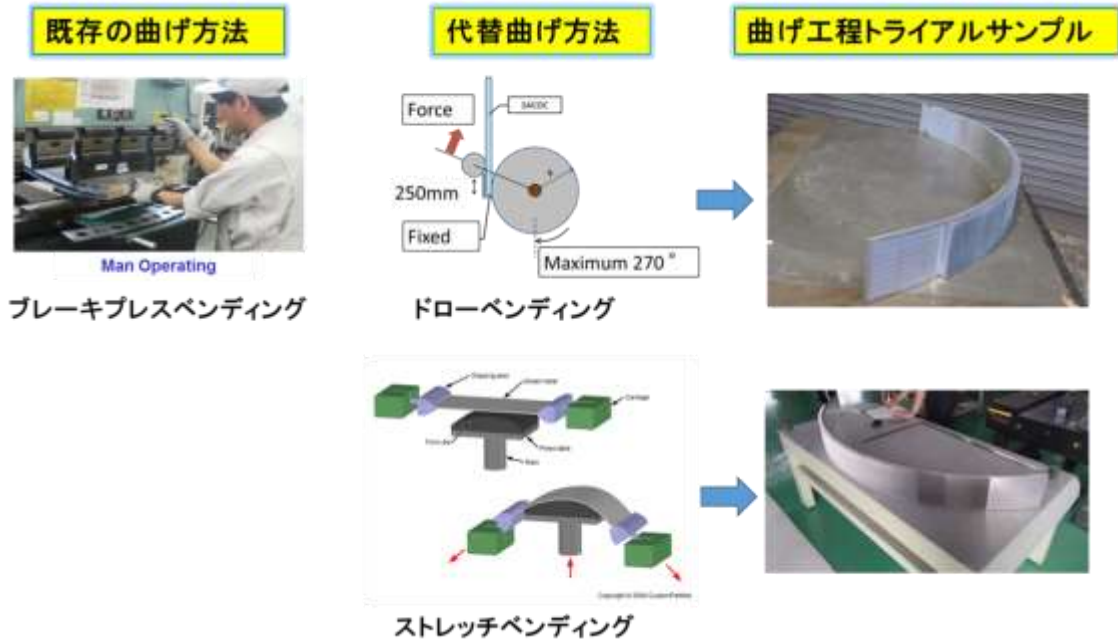
多穴管の最適化形状



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

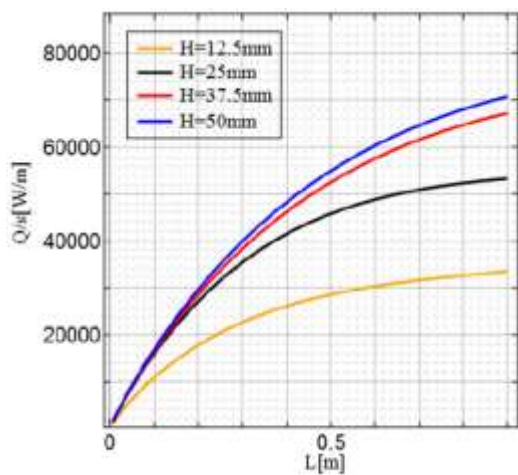
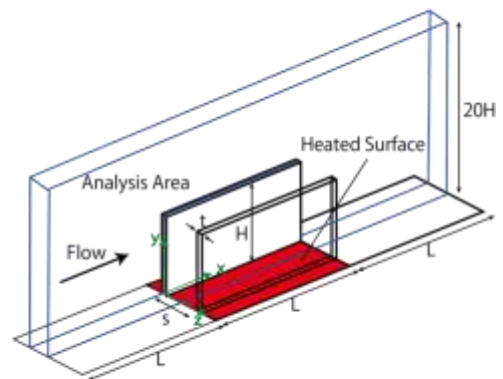


Fig.5.8 Heat transfer vs L

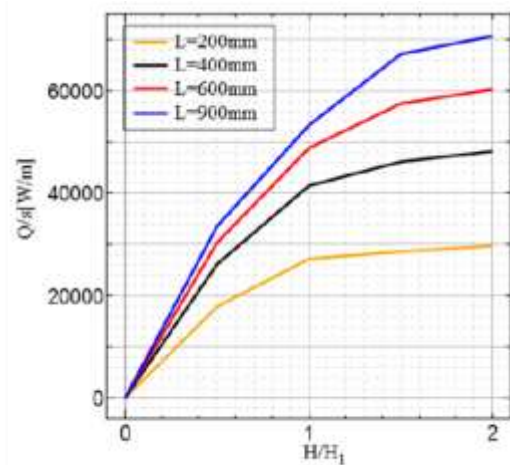
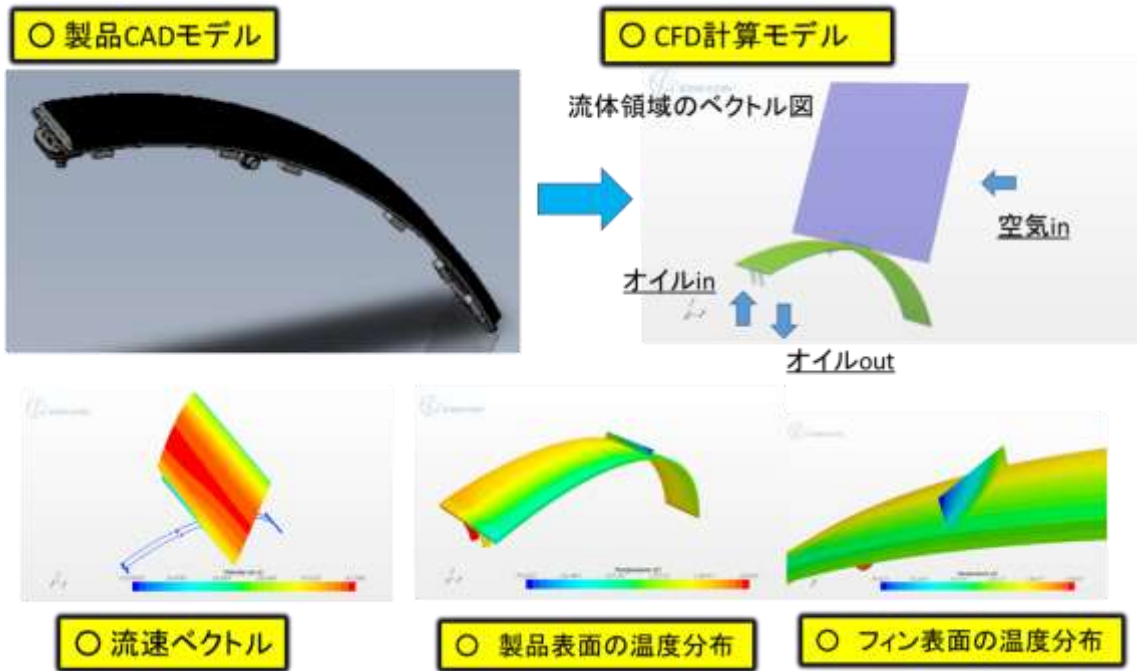


Fig.5.10 Heat transfer vs. Height

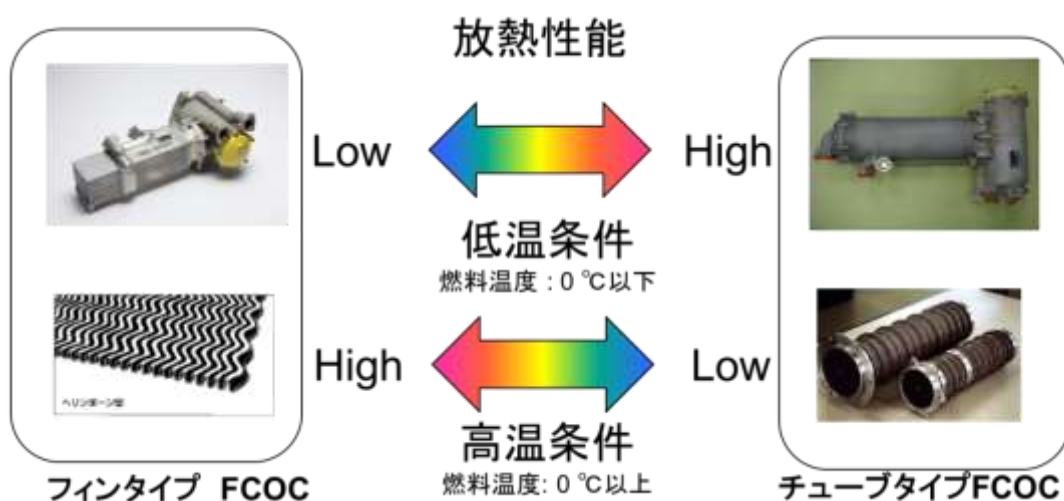
①-6 数値解析(CFD)を活用した性能予測

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。



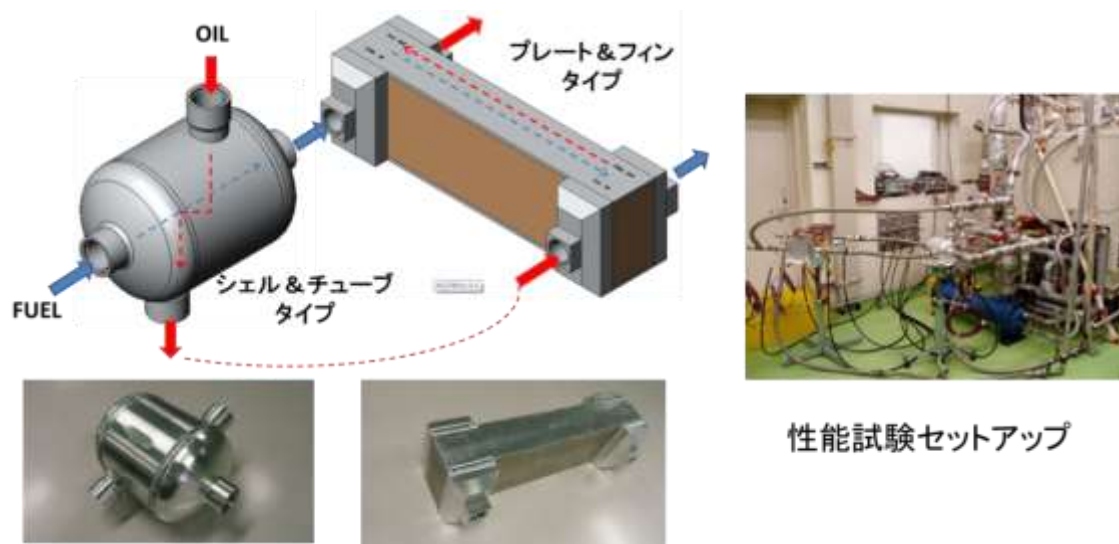
②HFCOC の研究開発成果

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。



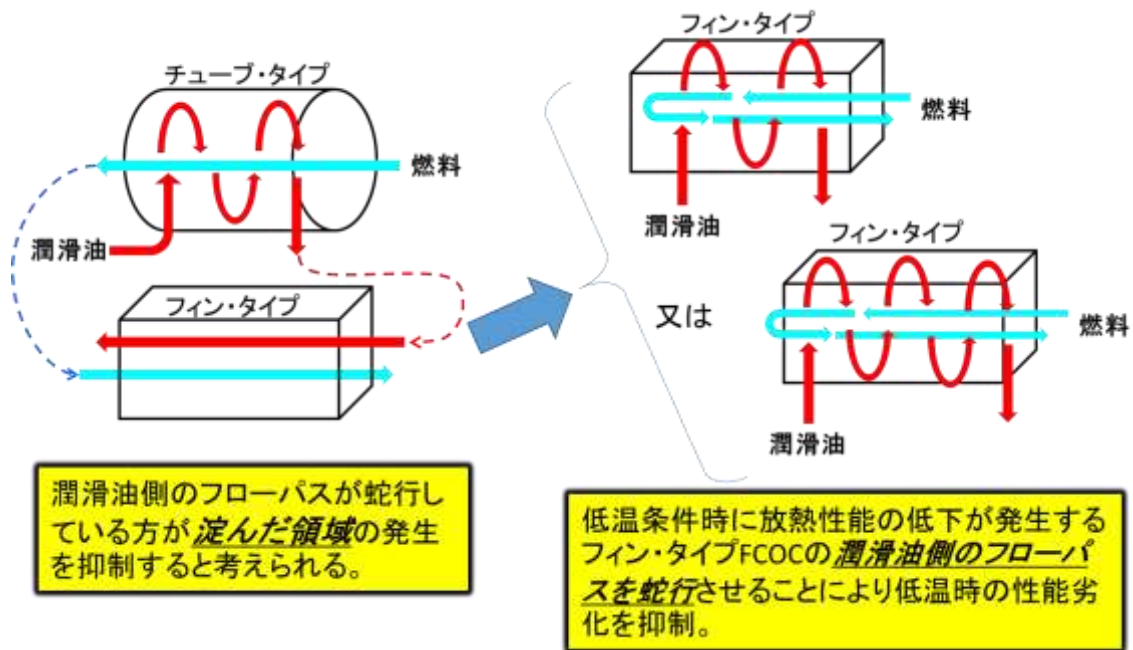
②-1 HFCOC の試作評価

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。



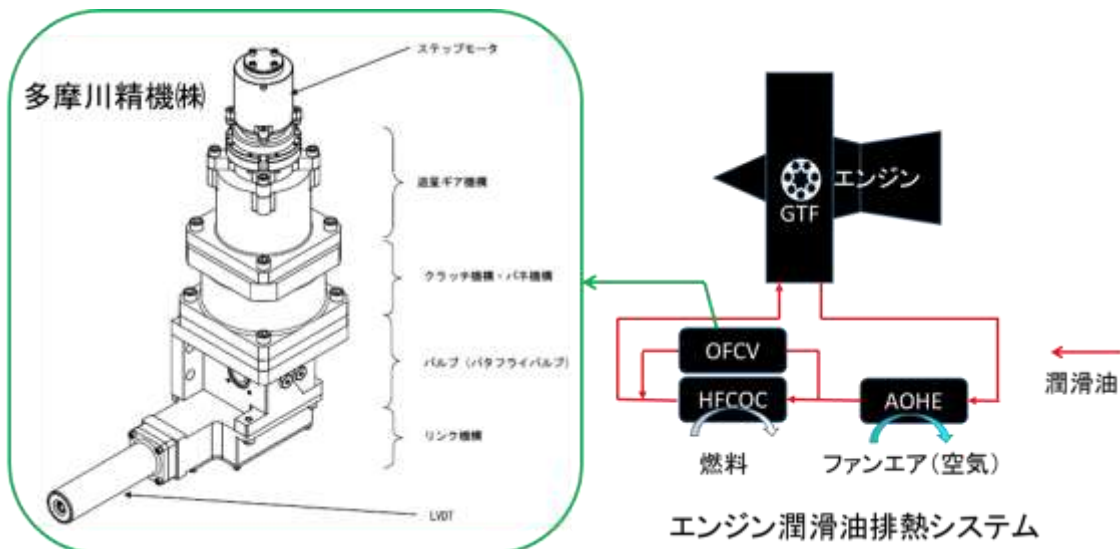
フィン・タイプ FCOC の放熱性能の改善対策

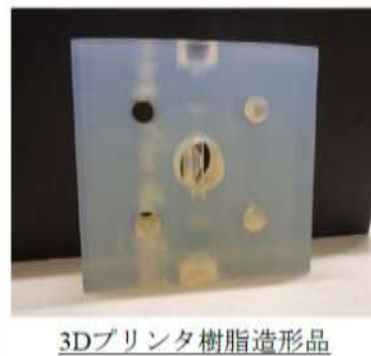
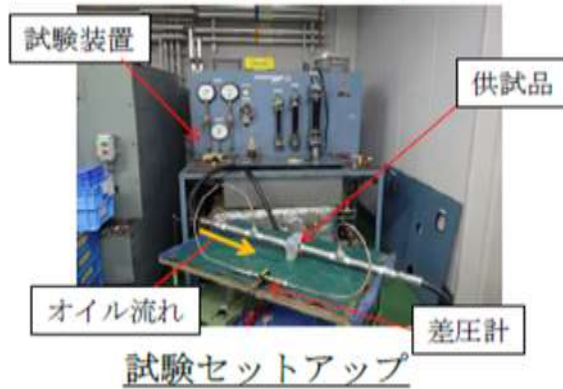
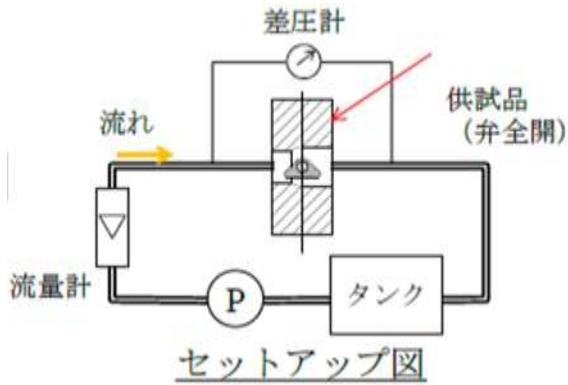
③OFCV の研究開発成果

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

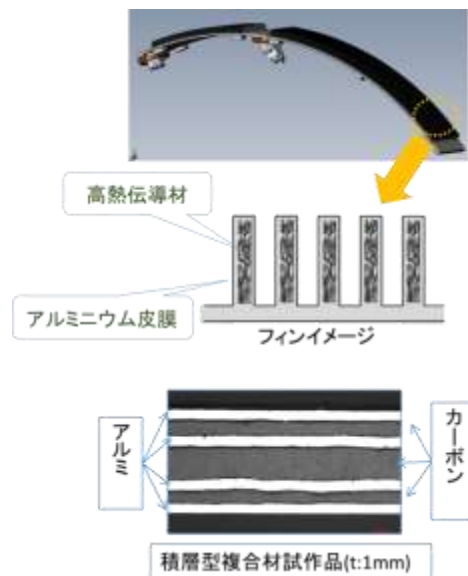
- ・既存の材料よりも高い熱伝導性・軽量の材料を熱交換器(ASACOC)の空気側フィンに適用
⇒高性能・軽量化

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

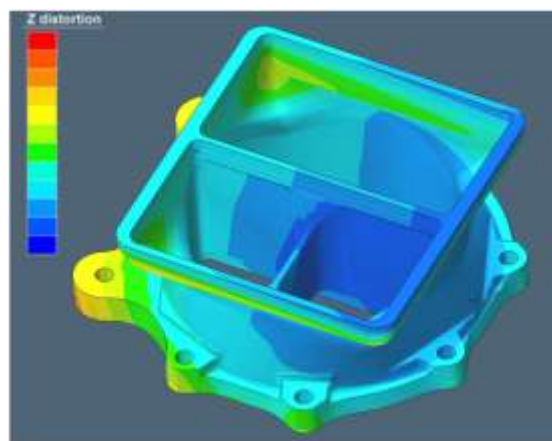


⑤アルミ積層造形技術の調査検討

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バリデーションを行い、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、前述のとおりに高速走行時には、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

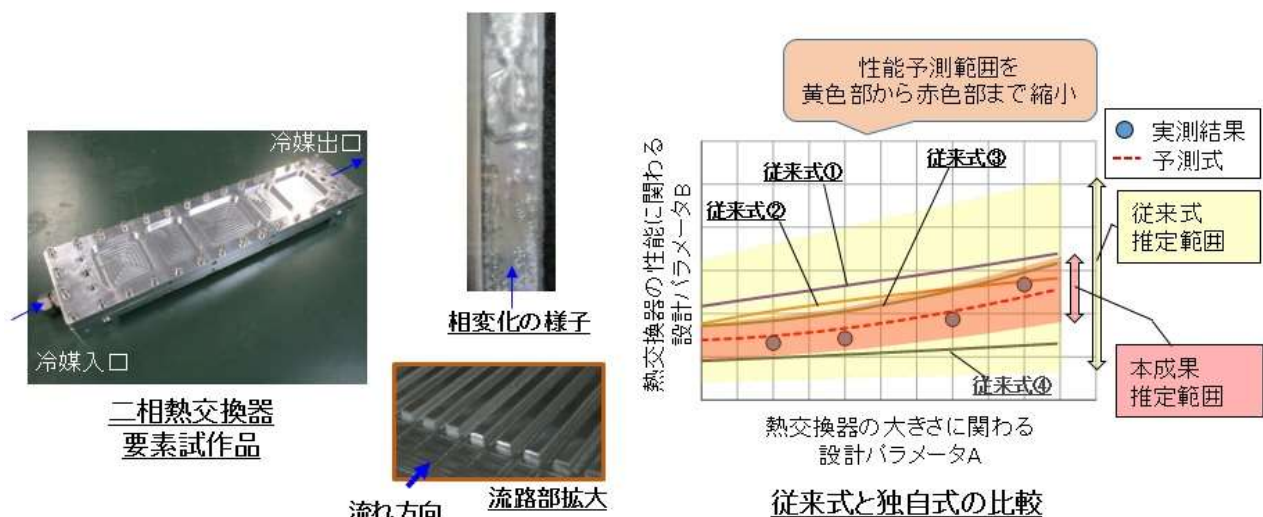
①二相流体熱輸送システム

1) 主要構成部の要素開発

・二相熱交換器(Active 方式)

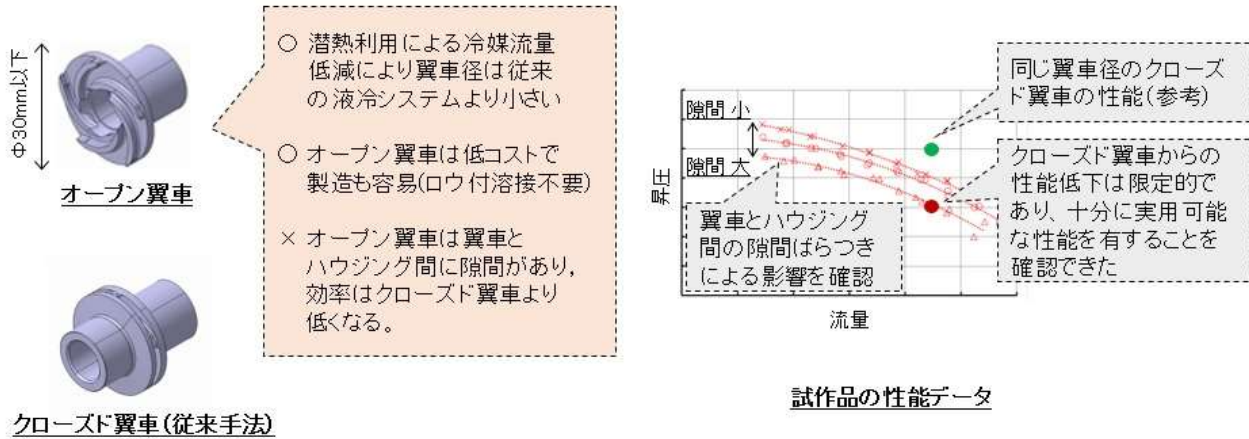
二相熱交換器を試作・評価を実施し、選定した冷媒に対応した二相熱交換器の解析ツールを開発。

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。

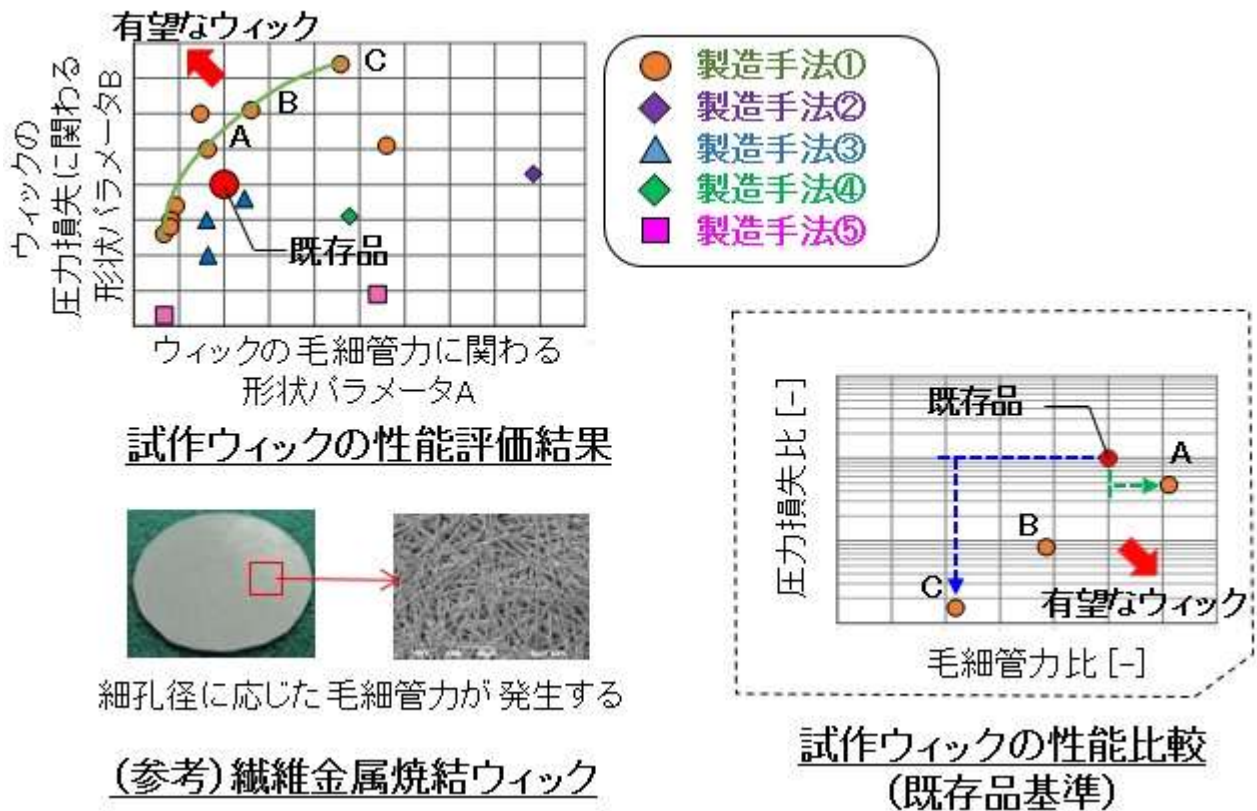


・ポンプ(Active 方式)

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。



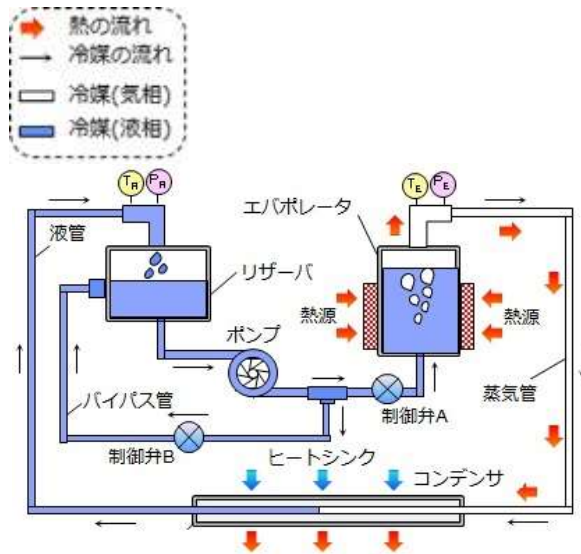
ウィックを試作・評価し、図試作ウィックの性能評価結果および図 試作ウィックの性能比較に示すとおり、従来よりも有望(高い毛細管力、低い圧力損失)なウィックの製造手法を得た。この結果、従来よりも小型・コンパクトな蒸発器が設計可能となった。



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

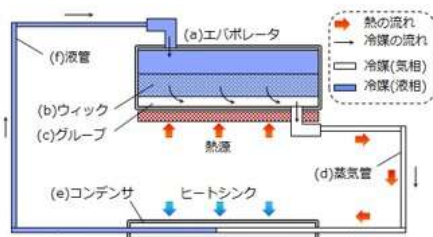
可視化してシステム挙動を確認し、制御対象・制御弁配置を定めた



小型システム

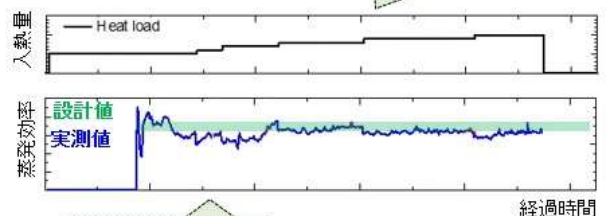
・Passive Pump 方式

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。

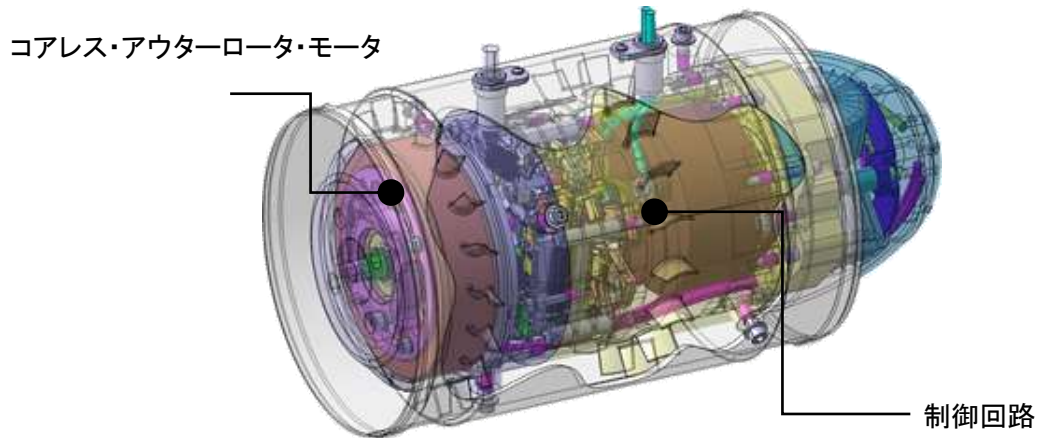
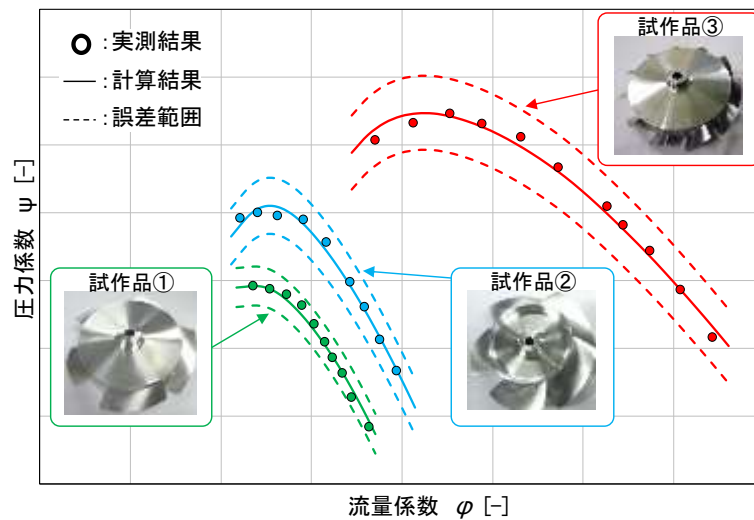


図 スマート軸流ファン プロトタイプ品構想設計結果

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。

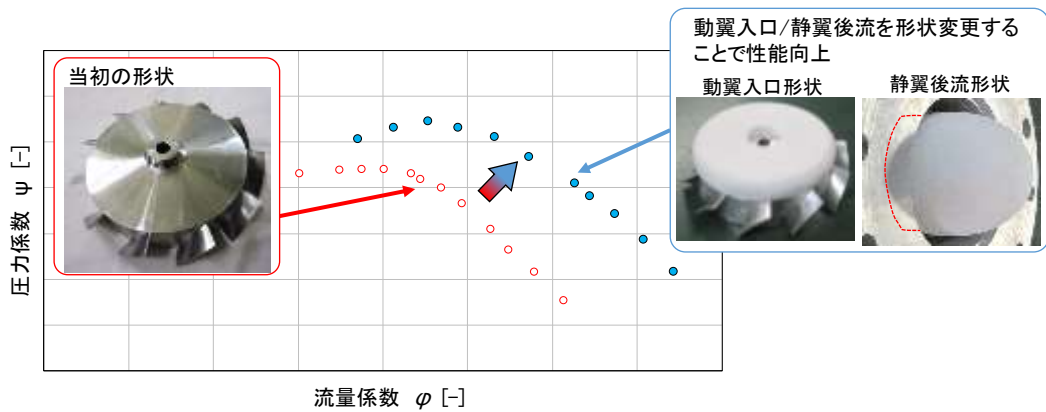


図 動翼入口/静翼後流の形状変更による効果検証結果

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。

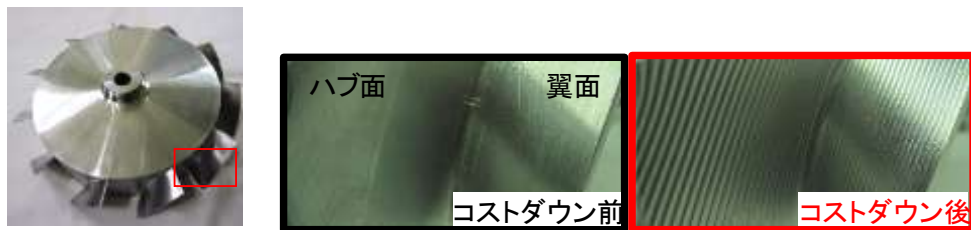
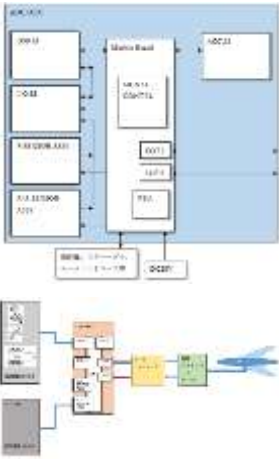


図 翼車表面の粗化によるコストダウン

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>

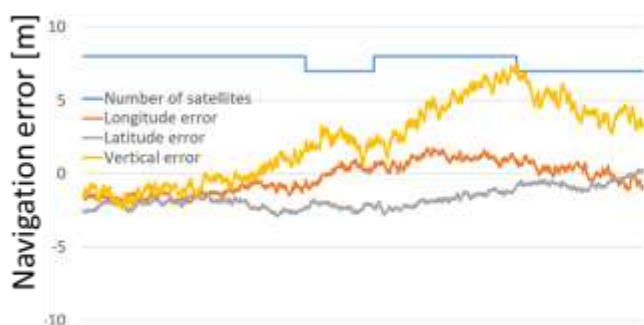
画像処理技術による、滑走路までの相対位置検出の原理確認、画像システムの仕様決定、シミュレーションモデルを構築することで、航法誘導制御に必要な画像システムの目標値を決定することができる。

2) GPS/ILS ロストモデル構築

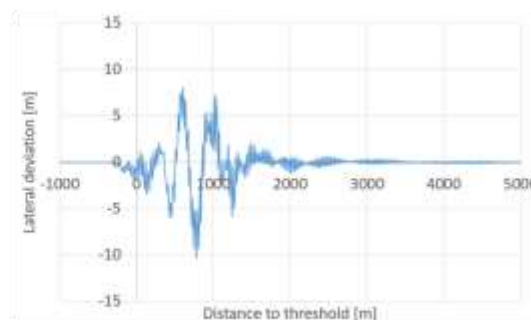
<研究成果>

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>

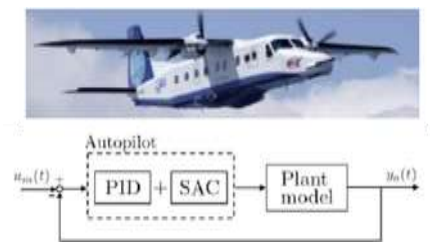
画像処理技術による、舵面角度推定のアルゴリズム検討、画像システムの仕様決定、故障モード検知を開発することで、舵面状態検知に必要な画像システムの目標値を決定することができる。

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。



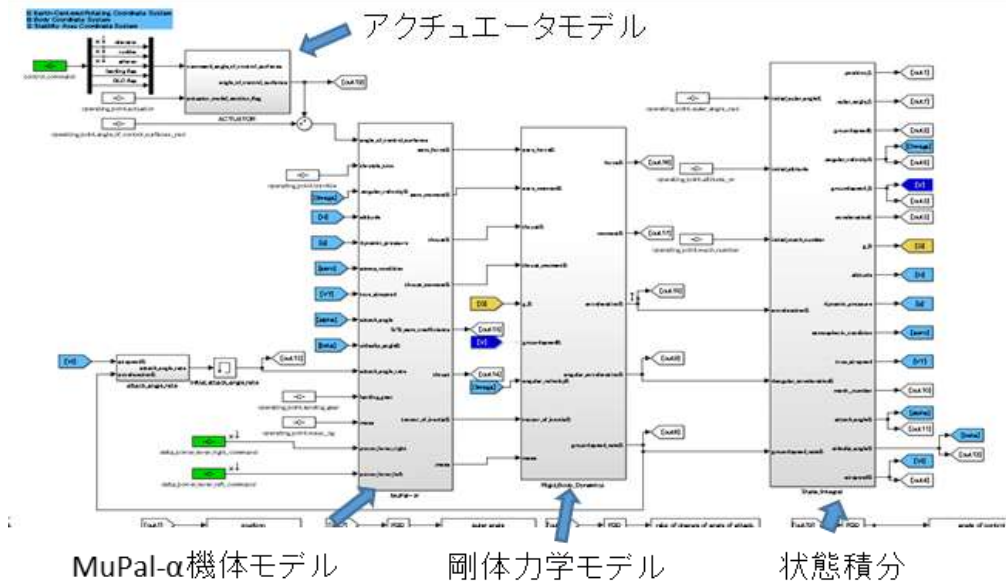
耐故障飛行制御概要

- ・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。

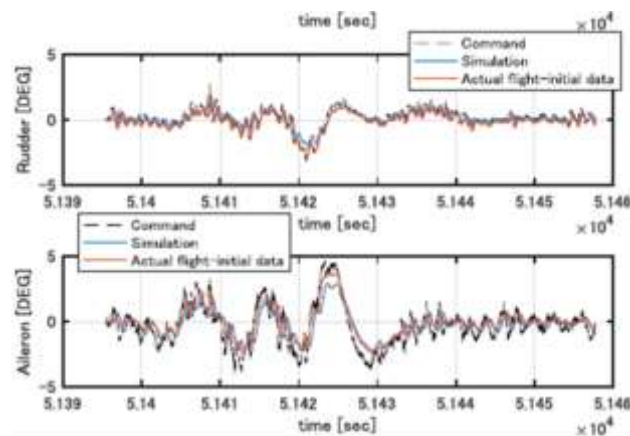


フライトシミュレーター@東京大学

- ・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

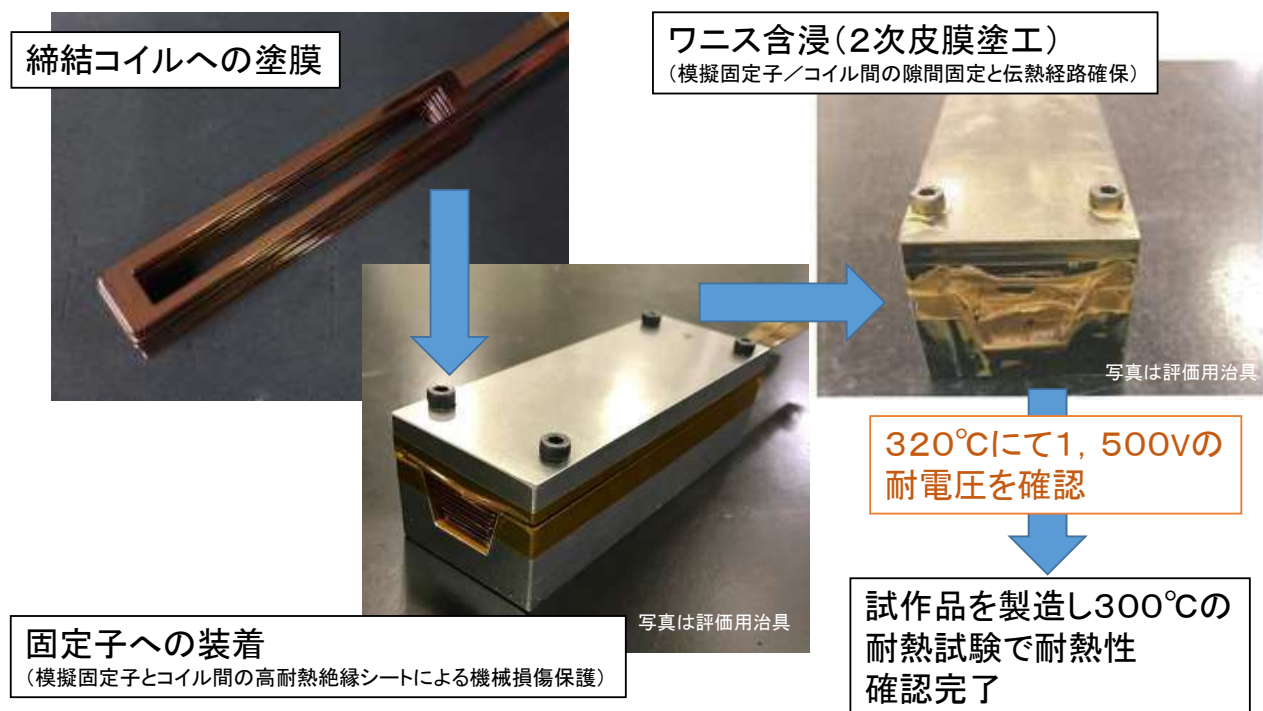
<研究成果>

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。

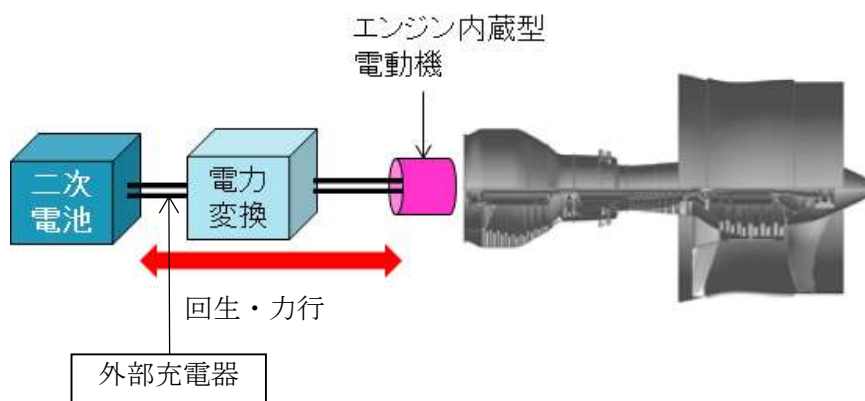
ー充放電サイクル

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"> 航空機搭載品としての性能要求を満足すること 航空機搭載品としての耐環境性を有すること 	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>位置検出・自動着陸</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>GPS/ILS ロストモデル</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。
天候対応 ・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。
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。	・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
舵面状態検知 ・MuPAL- α 機に舵面角度検知システムプロトタイプを 搭載し、飛行試験を行い、定常旋回時の複数の故障 (固着、レートリミットの低減に加えて、非常に早い周 期運動)が検知可能であることを確認する。	・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。
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。	・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。
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。	・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:

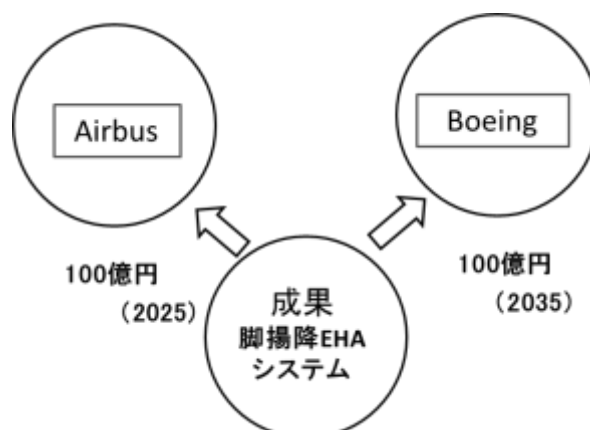
- 新規設計技術: 高性能な熱交を開発し、エンジン性能向上に貢献
- 新規製造技術: 低コストな熱交を開発し、エンジン、機体の競争力向上に貢献
- 新規技術の IP を所持: 他の顧客への展開を可能とし、ビジネスを拡大

・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。

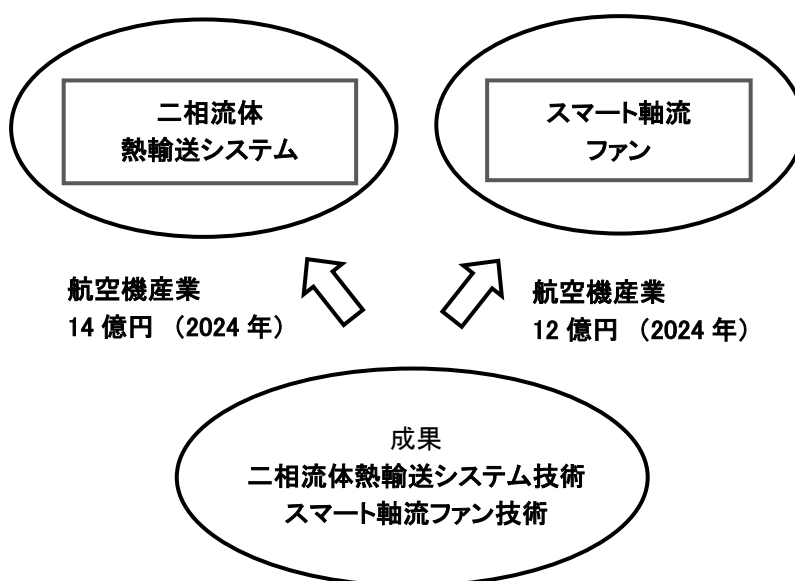


図 実用化・事業化に向けた戦略イメージ

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

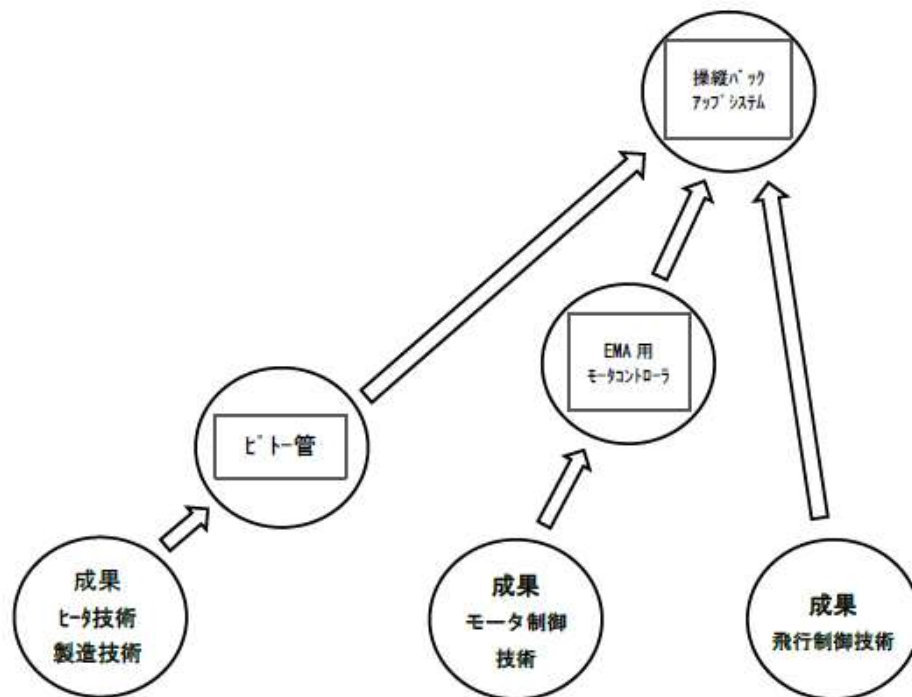
飛行制御技術を元にターゲット市場、使用環境を明確化し、操縦バックアップシステムの最終製品を開発する。ピトー管、モータコントローラを含めたスタンバイフライトコントロールシステムとして製品開発を行うが、ニーズに合わせて単体での販売も行う。

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

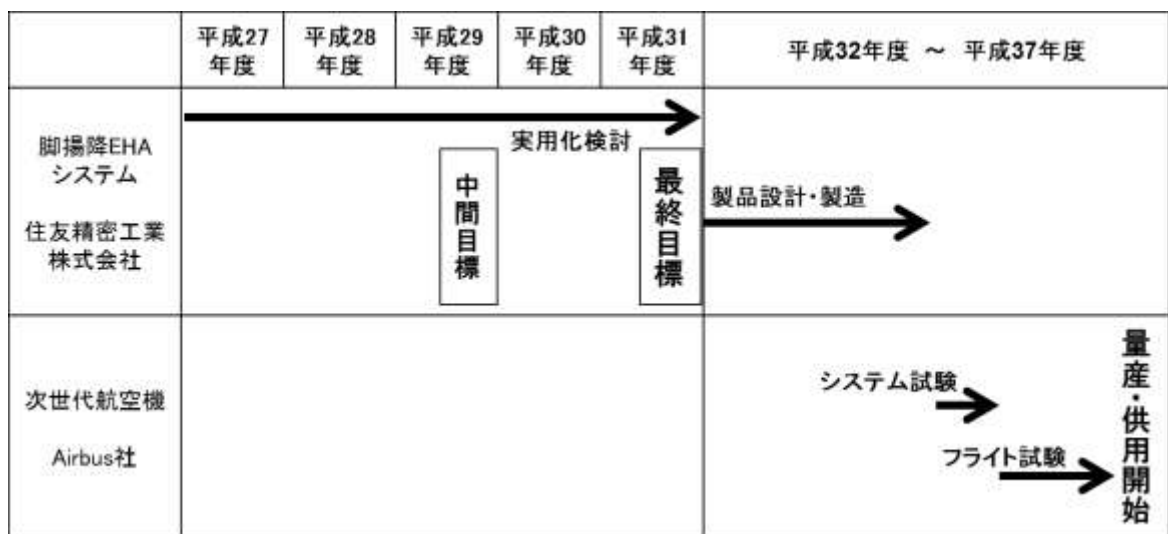
英国 Rolls-Royce 社との共同開発(Horizon2020)

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

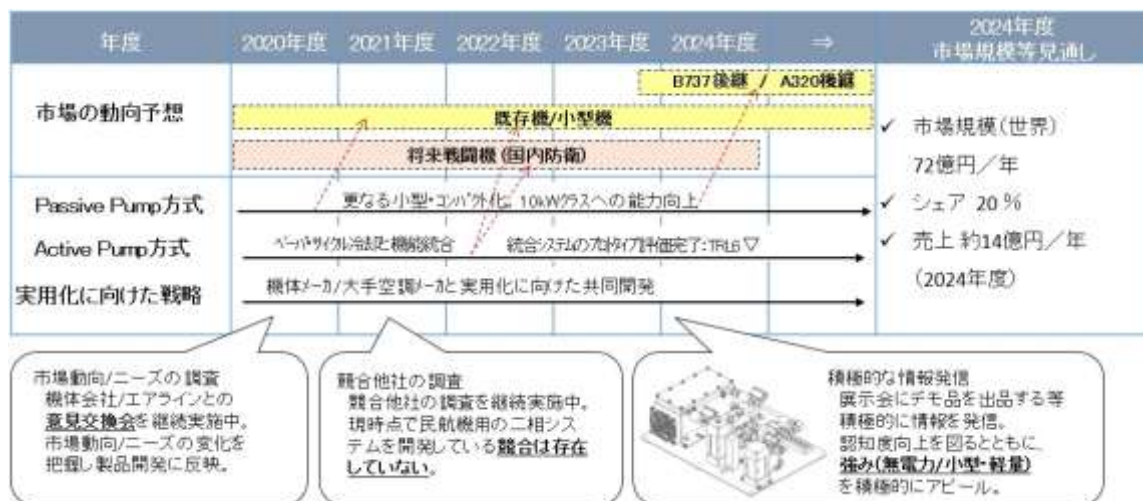


図 二相流体熱輸送システムの実用化・事業化に向けた取り組み

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						

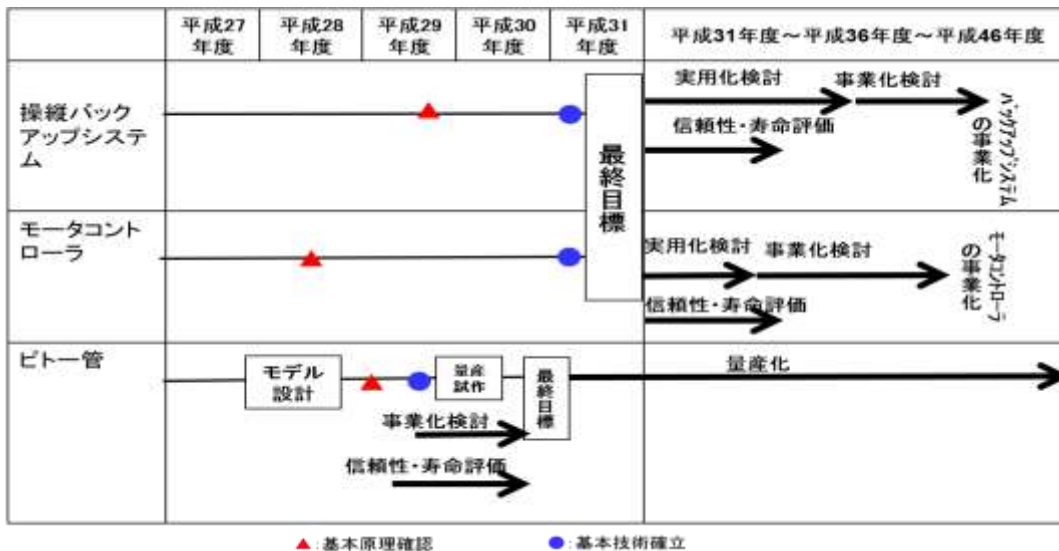
※1 機体メーカー等への提案 / 運用上要望調査
機体会社/エアラインとの**意見交換会**を継続
→開発成果を継続的にアピールするとともに、これまでに得た
キーワード(低コスト/高信頼性)を打ち破る既存軸流ファンへ
の要望を拾い上げ、**付加機能に反映**。

※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。

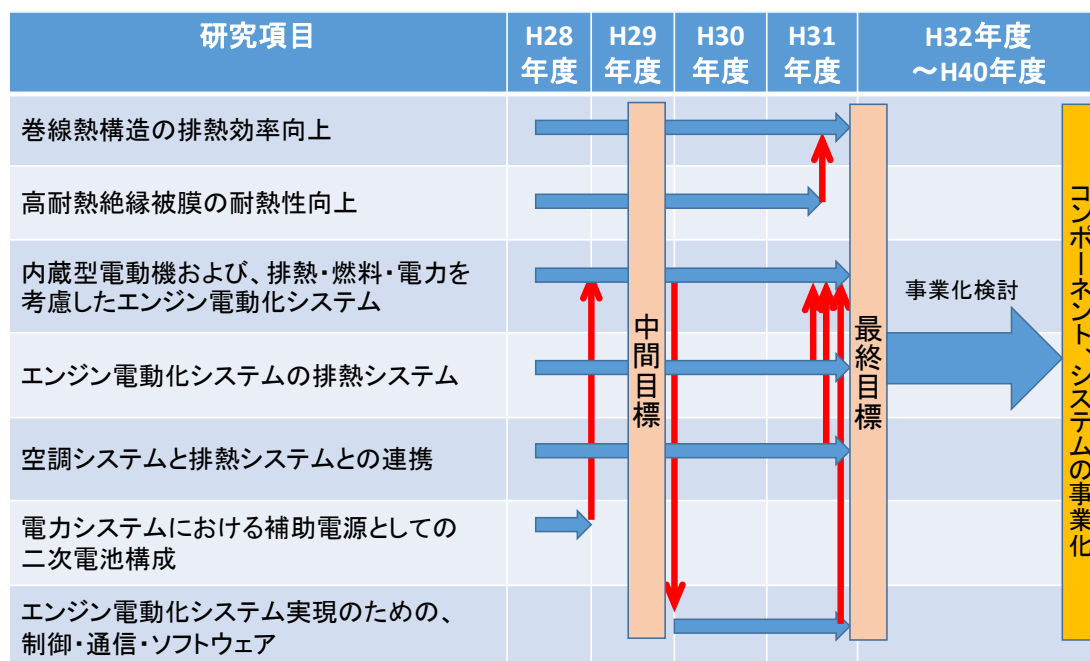


研究開発項目⑥次世代自動飛行システム研究開発

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图に示す。



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。

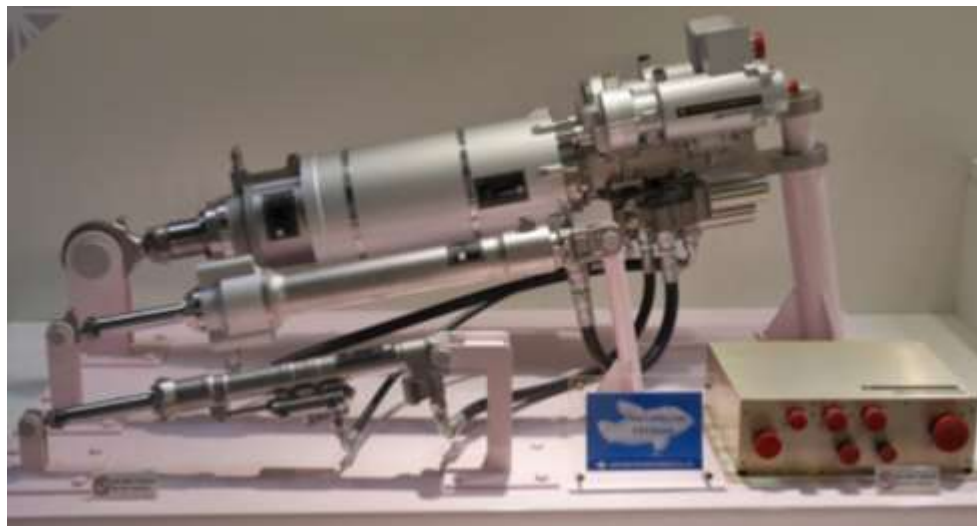
販売については共同開発のパートナーであるロールス・ロイス社からの受注が期待できるとともに、他の民間航空機エンジンメーカーであるジェネラルエレクトロニクス社、プラットアンドホイットニー社、スネクマ社などにも本研究開発で得た知財・成果を利用して、顧客のニーズに合わせた製品の提案をすることが可能である。

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。

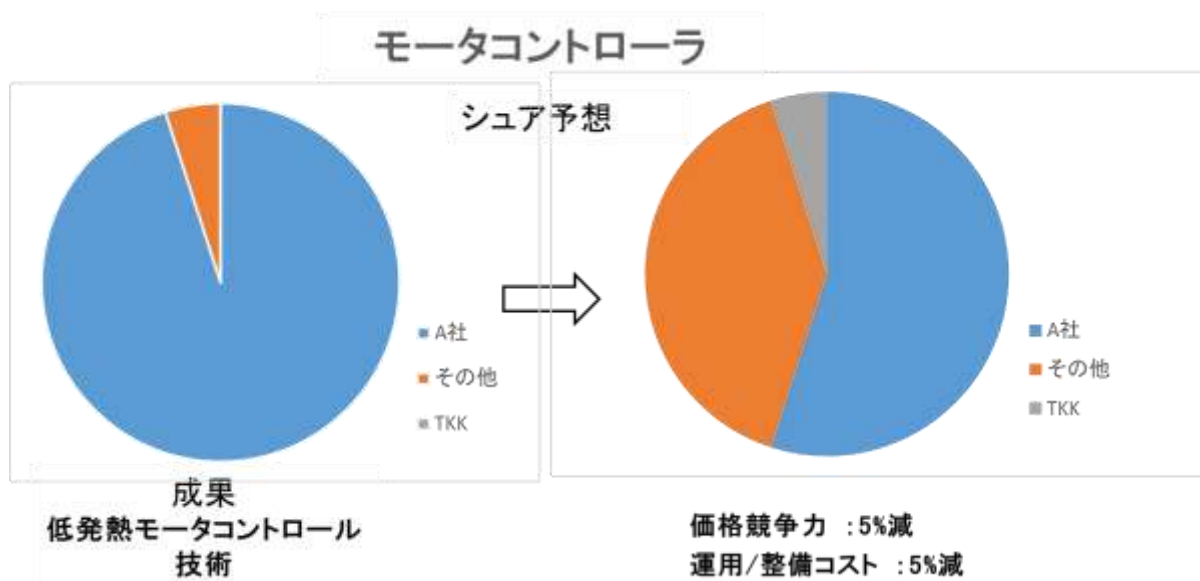
②スマート軸流ファン

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。

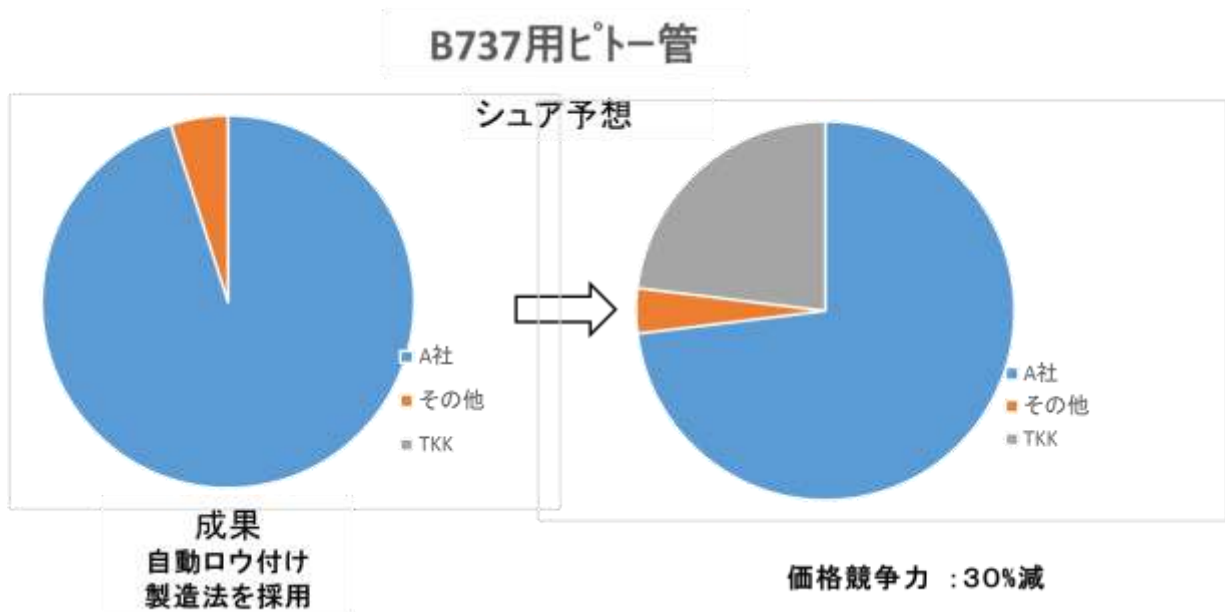
これらの成果を事業化に結び付けることにより、2024年(年間製造機体数見込 1,435機)において、従来品を含む市場規模は新造機で30万円×5台/機×1,435機=21億円、既存機の換装で4億円の計25億円のところ、シェアを50%獲得し約12億円の売り上げを見込む。

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。

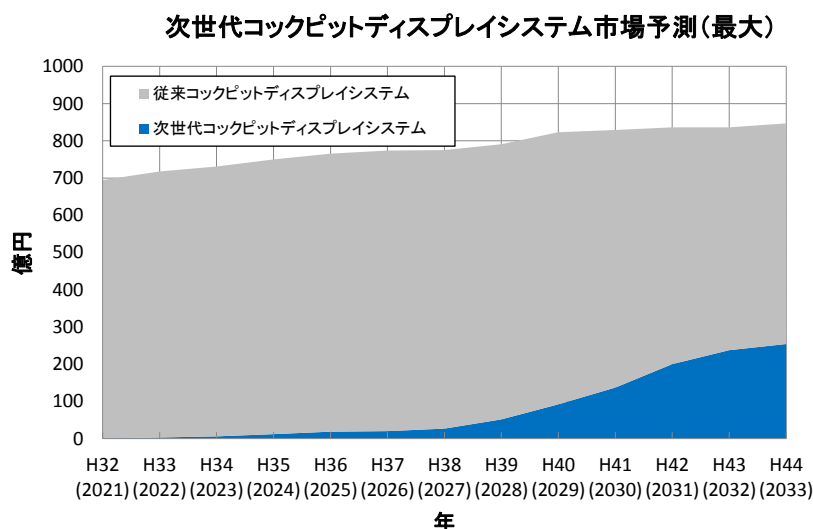
③電磁ブレーキシステムの研究開発

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CO₂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

2. 分科会公開資料

次ページより、プロジェクト推進部署・実施者が、分科会においてプロジェクトを説明する際に使用した資料を示す。

「航空機用先進システム実用化プロジェクト」 (中間評価)

(平成27年度～平成31年度 5年間)
プロジェクトの概要 (公開)

NEDO
ロボット・AI部
平成29年10月31日

0

発表内容

1. 事業の位置づけ・必要性

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



2. 研究開発マネジメント

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



3. 研究開発成果

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



4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

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

1

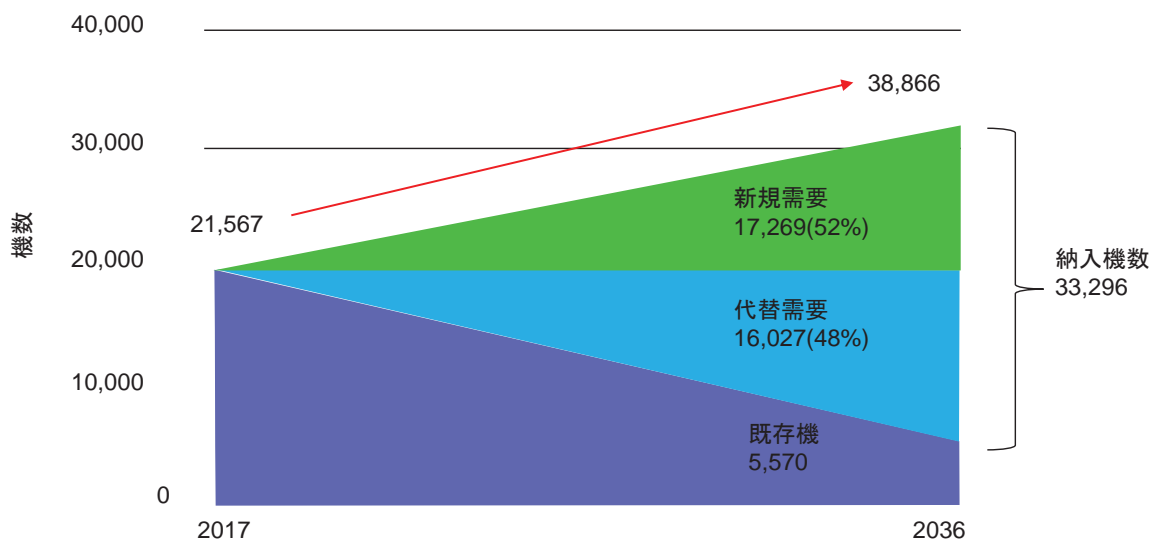
1. 事業の位置づけ・必要性

1. 事業の位置づけ・必要性 (1)事業の目的の妥当性 (1/5)

◆事業実施の背景と事業の目的

背景

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



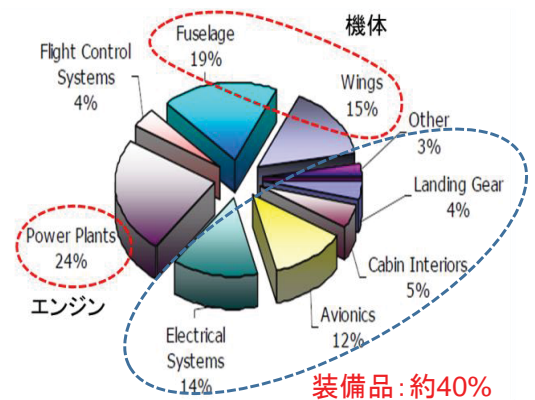
出典「民間航空機に関する市場予測2017-2036」
(日本航空機開発協会)を基にNEDOロボット・AI部作成。

1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性 (2/5)

航空機装備品への期待

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

※MRO: Maintenance, Repair and Overhaul



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

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

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



本プロジェクトの目的:

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

4

1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性 (3/5)



航空機用先進システム実用化プロジェクトの研究開発項目

◆政策的位置付け

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

(1)産業構造ビジョン2010(平成22年6月)

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

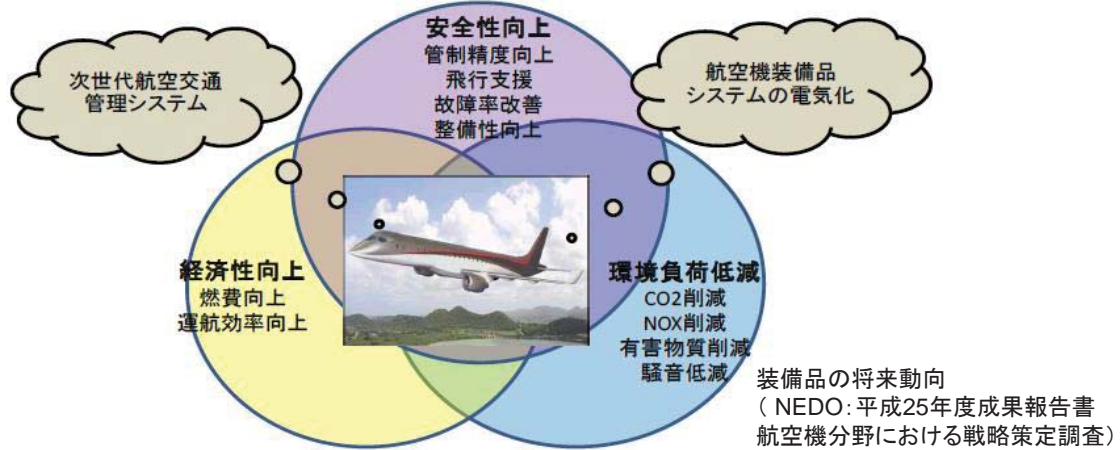
具体的な施策として、航空機システムを含めたモジュール単位での設計・開発を行う。

5

◆国内外の研究開発の動向と比較

国内外の研究開発の動向

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



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

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

◆技術戦略上の位置付け

テーマ抽出

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

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

※TRL: Technology Readiness Level

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

航空機分野の技術マップ

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

出典: 航空機分野における戦略策定調査 (NEDO, 2014)

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

◆NEDOが関与する意義

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



推進にあたりNEDOの関与が必要。

◆実施の効果（費用対効果）

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

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

2. 研究開発マネジメント

◆事業の目標

▶ アウトプット目標

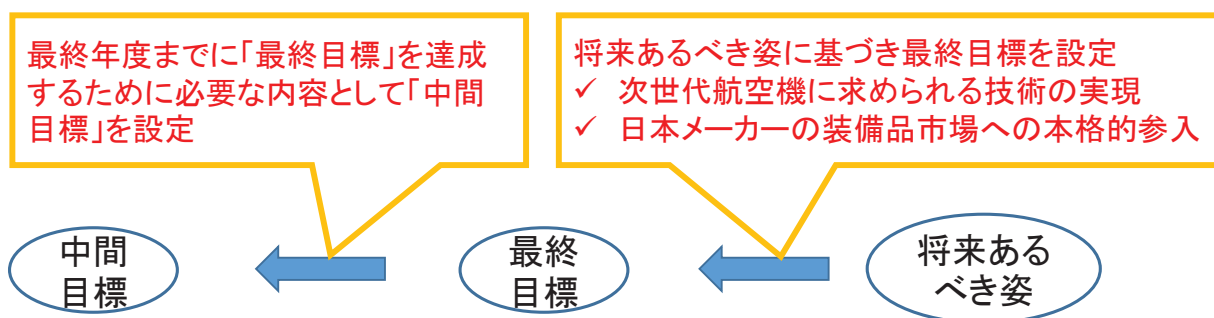
本研究開発では、航空機用先進システムの**プロトタイプモデルを製作し、地上ないし飛行環境下で従来のシステムよりも優れた性能・機能等を有することを実証する。**

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

▶ アウトカム目標

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

◆研究開発目標と根拠



①次世代エンジン熱制御システム研究開発

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

※1. ASACOC : Advanced Surface Air Cooled Oil Cooler

※2. HFCOC : Hybrid Fuel Cooled Oil Cooler

※3. OFCV : Oil Flow Control Valve

2. 研究開発マネジメント (1)研究開発目標の妥当性 (3/12)

②次世代降着システム研究開発

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

※MBD :Model Based Development

12

2. 研究開発マネジメント (1)研究開発目標の妥当性 (5/12)

②次世代降着システム研究開発

研究開発テーマ	研究開発目標	根拠
電磁ブレーキシステム	中間目標 以下に示す仕様を満足する供試体の設計を完了する。 質量:80kg以下 (Brake Assy単体) 吸収エネルギー:23MJ (Brake Assy 1個あたり) トルク:18000N-m (Brake Assy 1個あたり) 外形寸法: φ430mm × L500mm	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。 ①. 想定する規模の機体ブレーキと同等。 ②. 吸収エネルギー、トルク: 想定する規模の機体を最も厳しいケースRTOで停止させるのに必要な値。 ③. 寸法: 想定する規模の機体の主脚ホイールに収まる寸法。
	最終目標 以下に示す仕様を満足する供試体の設計を完了する。 質量: 想定する規模の機体ブレーキと同等。 吸収エネルギー、トルク: 想定する規模の機体を最も厳しいケース(RTO※)で停止させるのに必要な値。 外形寸法: 想定する規模の機体の主脚ホイールに収まる寸法。	

※RTO: Rejected Takeoff

13

2. 研究開発マネジメント (1)研究開発目標の妥当性 (6/12)

③次世代コックピットディスプレイ研究開発

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

※SOI: Stage Of Involvement

14

2. 研究開発マネジメント (1)研究開発目標の妥当性 (7/12)

④次世代空調システム研究開発

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

15

2. 研究開発マネジメント (1)研究開発目標の妥当性 (8/12)

④次世代空調システム研究開発

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

16

2. 研究開発マネジメント (1)研究開発目標の妥当性 (9/12)

⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発

研究開発項目	研究開発目標	根拠
操縦バックアップシステム	<p>中間目標 モータコントローラ、ADC/ACCの基本的な機能確認用のBBM(※)を製作し、検証用プラットフォームとしてのBBMの機能、処理能力等の妥当性を確認する。(TRL4)</p> <p>最終目標 プロトタイプモデル(PM)レベルの操縦システムを用いた評価より次世代操縦システムの有効性を確認する。(TRL5) これにより、コスト低減、軽量化の機体設計トレンドに即した操縦バックアップシステムとしての適合性を検証する。</p>	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。
モータコントローラ	<p>中間目標 所定出力の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。</p> <p>最終目標 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。</p>	小型/高効率でファン等強制空冷を使用しない設計を行って来た実績がある。 防衛向け機体においてアクチュエータメーカーとの協業の実績もあり、これらのノウハウを活用することで、発熱を考慮した設計が可能。
ピトー管	<p>中間目標 フライトモデルを製作し、所定の寿命時間の実証試験を実施する。認証試験取得のための準備を行う。</p> <p>最終目標 フライトモデルによる実証及び認証取得を行う(TRL9)。耐環境性を具備する材料による製造可否の目途を付ける。</p>	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。

※ BBM: Bread Board Model

17

2. 研究開発マネジメント (1)研究開発目標の妥当性 (10/12)

⑥次世代自動飛行システム研究開発 - 画像処理による航法誘導制御技術

研究開発項目	中間目標	最終目標	根拠
位置検出・自動着陸	・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。	・プロトタイプモデルを用いた無人航空機による飛行試験を行い、画像処理による位置検出が可能であることを確認。	原理確認用画像システム試作機で取得された予備飛行実験画像を元にシミュレーションを実施後、 飛行実証実験に向けた具体的な数値目標を設定。
GPS/ILS(※)ロストモデル	・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。	・GPS/ILS異常時においても自動着陸ができることを無人機による飛行試験により確認。	GPSロストモデルを用いたシミュレーション後、実機検証を実施。 実機検証前に必要な項目として設定。
天候対応	・晴天時で位置検出可能であることを確認。	・有人機により悪天候(曇天)時の画像を取得し、そのデータをもとに位置検出が可能であることを確認。	晴天時と比較したロバスト性評価を実施し、 実用化に向けた課題を明確化。
障害物検知・回避	・アルゴリズムの検討。 ・シミュレーションでの確認。	・滑走路上の障害物(車両など)を検知・回避できることを無人航空機を用いた飛行試験により実証。	原理確認用画像システム試作機で取得された予備飛行実験画像を元にシミュレーションを実施後、 飛行実証実験に向けた具体的な数値目標を設定。

※ ILS: Instrument Landing System

18

2. 研究開発マネジメント (1)研究開発目標の妥当性 (11/12)

⑥次世代自動飛行システム研究開発 - 画像処理による舵面故障検出技術

研究開発項目	中間目標	最終目標	根拠
舵面状態検知	・アルゴリズム開発。 ・地上試験で機能確認。 ・固着、レートリミット低減の二つの故障に対応可能な故障検知アルゴリズムの実証。	・MuPAL- α 機に舵面角度検知システムプロトタイプを搭載し、飛行試験を行い、定常旋回時の複数の故障(固着、レートリミットの低減に加えて、非常に早い周期運動)が検出可能であることを確認。	地上試験での機能確認後、実機検証を実施。
耐故障飛行制御	・耐故障制御による安定飛行試験を実施し、性能(耐故障飛行制御による自動飛行性能)を確認。	・耐故障制御による安定飛行の維持を飛行試験により確認。	耐故障飛行制御の性能確認後、安定飛行の維持を確認。
ソフトウェア認証	・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。	・ソフトウェア認証に関して、画像処理システムに対してDO-178Cに基づくソフトウェア開発プロセスを調査し、トータルシステムとしての実用化に向けた開発プロセスを確立。	画像処理システムに対してDO-178Cに基づくソフトウェア開発プロセスを調査後、開発プロセスを確立。 画像処理システムとトータルシステムでそれぞれの 実用化に向けた開発プロセスを把握 する必要があるため。

⑦次世代エンジン電動化システム研究開発

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

19

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性 (1/2)

◆研究開発のスケジュール

要求設定、数値解析、
試作品製作等

プロトタイプ的设计/製作、実証試験、
評価、検証、認証取得準備等

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

20

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性 (2/2)

◆プロジェクト費用

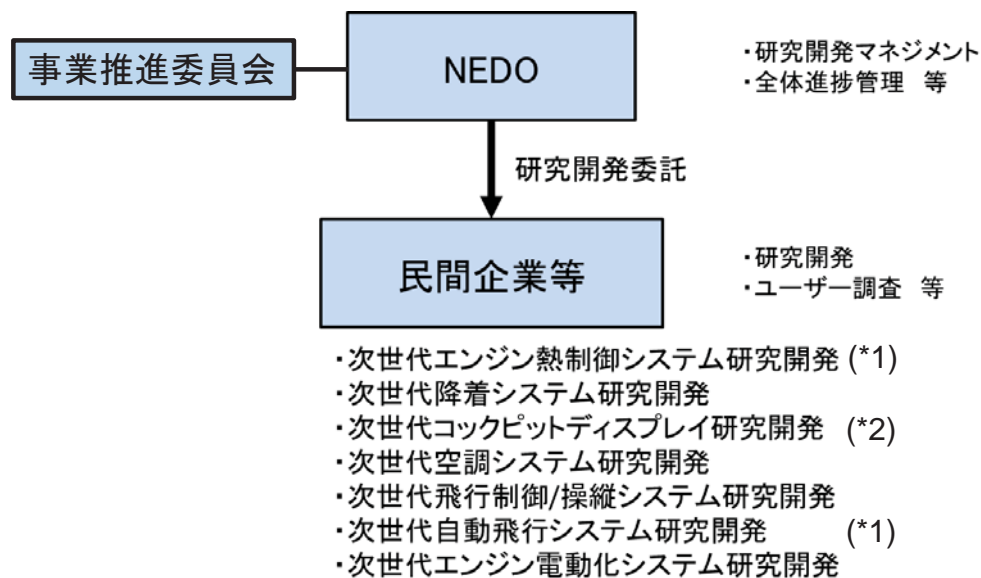
研究開発項目	平成 27年度	平成 28年度	平成 29年度	合計
①次世代エンジン熱制御システム研究開発	50	50	44	144
②次世代降着システム研究開発	120	120	177	417
③次世代コックピットディスプレイ研究開発	60	60	52	172
④次世代空調システム研究開発	70	70	65	205
⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発	40	47	51	138
⑥次世代自動飛行システム研究開発	—	28	41	69
⑦次世代エンジン電動化システム研究開発	—	30	49	79
合計	340	405	479	1,224

平成29年度の費用については、開発促進財源を含む。

単位: 百万円

◆ 研究開発の実施体制

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



実施体制概要

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

22

◆ 研究開発の運営管理

下記の方法により、四半期に1度程度の進捗管理を実施。

➤ 事業推進委員会の開催(約2回/年)

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

＜開催実績＞

- 第1回: 平成27年12月
- 第2回: 平成28年9月
- 第3回: 平成29年2月

➤ サイトビジットの実施(1回/年)

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

＜開催実績＞

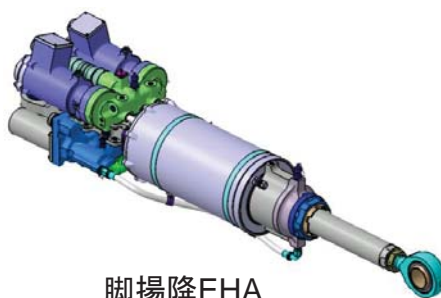
- 平成28年12月
- 平成29年8月～9月

23

◆開発促進財源投入実績

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

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



脚揚降EHA
(EHA: Electro Hydrostatic Actuation)

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

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

◆知的財産権等に関する戦略

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

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

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

◆知的財産管理

各委託先ごとに以下の方法、取り決め等により知的財産管理に取り組む。

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

3. 研究開発成果

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

達成度:

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

対策と今後の課題:

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

① 次世代エンジン熱制御システム研究開発

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

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

② 次世代降着システム研究開発

- 脚揚降システムの研究開発

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

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

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

②次世代降着システム研究開発

- 電動タキシングシステムの研究開発

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

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

- 電磁ブレーキシステムの研究開発(平成29年度上半期をもって中止)

中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
以下の仕様を満足する供試体の設計を完了。(Brake Assy単体)	質量を除いて中間目標の仕様を満足する結果を得た。この条件で作動した場合の最大温度は270℃でMRFの許容温度300℃未滿を満足する。	×	大幅な質量軽減と温度上昇を抑制するための高熱容量化・高放熱化が課題。
質量:80kg以下	質量:325 kg	×	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。
吸収エネルギー:23MJ	吸収エネルギー:23MJ	○	
トルク:18000N-m	トルク:18000N-m	○	
外形寸法: φ430mm × L500mm	外形寸法: φ430mm × L500mm	○	

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

32

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

③次世代コックピットディスプレイ研究開発

- 大画面・任意形状ディスプレイモジュールの研究開発

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

- 大画面・任意形状ディスプレイモジュール適応型タッチパネル機能の研究開発

中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
要求設定	設定完了	○	
部分試作品製造・評価	評価完了	○	
技術試作品製造・評価	評価完了	△ (H30年2月達成見込)	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ーチューニング
技術選定	選定完了	△ (H30年3月達成見込)	

- DO254認証取得活動

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

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

33

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

④次世代空調システム研究開発
- 二相流体熱輸送システム

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

- スマート軸流ファン

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

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

34

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

⑤次世代飛行制御/操縦システム研究開発

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

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

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

35

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

⑥次世代自動飛行システム研究開発
- 画像処理による航法誘導制御技術

中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
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。 ・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。	・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ールおよび予備飛行試験を実施し、課題を抽出。 ・誤差モデルによるシミュレーション環境を構築中。	△ (H30年3月達成見込)	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。
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。	・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。		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。
天候対応 ・晴天時で位置検出可能であることを確認。	・本項目の検討は平成30年以降実施。		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。
障害物検知・回避 ・アルゴリズムを検討。 ・シミュレーションで確認。	・予備飛行試験を実施し、アルゴリズム検討中。		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。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義 (11/15)

⑥次世代自動飛行システム研究開発
- 画像処理による舵面故障検出制御技術

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

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

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

⑦次世代エンジン電動化システム研究開発

- 高温に耐える高耐熱電動機

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

- 燃料システムおよび空調システムも考慮した、効率のよい排熱システム

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

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

38

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義 (13/15)

◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

➤ 達成状況:

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

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

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

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

➤ 成果の意義:

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

また航空機分野では通常、研究開発から実用化まで数年を要する。

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

39

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義 (14/15)

◆各個別テーマの成果と意義

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

※1. DER: Designated Engineering Representative
 ※2. QCD: Quality Cost Delivery

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

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

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

◆ 成果の最終目標の達成可能性

現状:

重量目標や性能面で、現段階においては最終目標未達。

達成見通し:

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



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

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

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性 (3/5)

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

44

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性 (4/5)

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

45

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性 (5/5)

研究開発項目	最終目標(平成31年度末)	現状	達成見通し
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 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.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。 ②.シミュレーションによりエンジン電動化システムを含めた、機能・性能の評価を実施。	①.プロトタイプモデルの設計解析実施中。 ②.エンジン排熱システムおよび空調連携排熱システムのシミュレーションモデルの作成方法を検討中。	①.中間目標における試作品評価結果の反映と合わせて、 最終目標達成見込み 。 ②.中間目標におけるシステム効果評価結果の反映と合わせて、 最終目標達成見込み 。

46

3. 研究開発成果 (3) 成果の普及 (1/1)

◆ 成果の普及

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

各項目の合計

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

※平成29年度10月31日現在

47

◆知的財産権の確保に向けた取組

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

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

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

各項目の出願特許数合計

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

※平成29年度10月31日現在

4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

(1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略 (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。

◆実用化・事業化に向けた戦略

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

50

4. 成果の実用化・事業化に向けての取組及び見通し

(2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組 (1/2)

◆実用化・事業化に向けた具体的取組

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



研究開発項目	具体的取組
次世代エンジン熱制御システム研究開発	<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 <p>平成29年度中に「ASACOCの開発」、「HFCOCの開発」、「OFCVの開発」を、平成31年度末までに「熱制御システムの開発」、平成32年度中に「ユーザー評価」、平成33年度中に「製品設計」、平成34年度中に「製品認証試験」、平成35年度上期に「エンジン試験」、その後平成37年度までに「量産品生産」、「量産品販売」を実施。</p>
次世代降着システム研究開発 ①. 脚揚降システム ②. 電動タキシングシステム ③. 電磁ブレーキシステム	<p>①. 平成32年度より製品設計・製造、システム試験、フライト試験を順次進め、平成37年度までに量産・供用を開始する。</p> <p>②. 本プロジェクト期間中は、実用化を目指した試作品の設計、製作、試験による検証を行う。また本プロジェクト終了後には機体会社との共同実証研究を経て、次世代以降のリージョナルジェット機向け機器としての実用化を想定し、研究開発を進める。</p> <p>③. 本プロジェクトにおいて、発熱及び質量に対する課題を克服することが困難と判断したため、航空機用電磁ブレーキシステムとしての実用化は断念する。</p>

51

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

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

52

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

◆ 成果の実用化・事業化の見通し

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

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

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

53

4. 成果の実用化・事業化に向けての取組及び見通し

(3) 成果の実用化・事業化の見通し (2/3)

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

54

4. 成果の実用化・事業化に向けての取組及び見通し

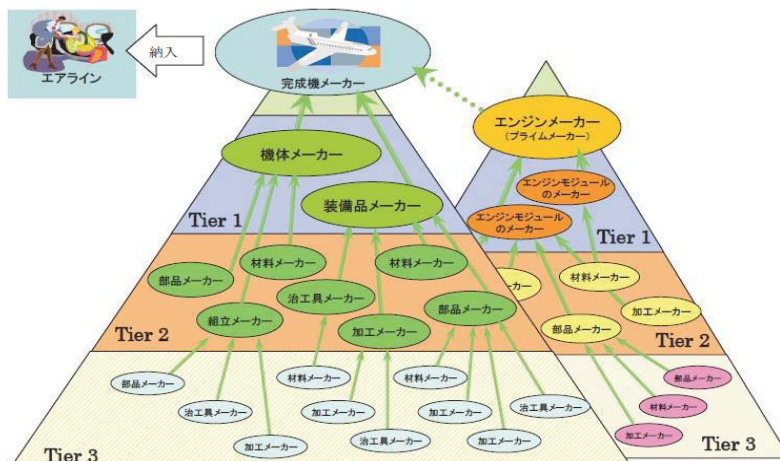
(3) 成果の実用化・事業化の見通し (3/3)

◆波及効果

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

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

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



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

55

参考資料 1 分科会議事録

研究評価委員会
「航空機用先進システム実用化プロジェクト」(中間評価)分科会
議事録

日 時：平成29年10月31日(火) 10:00～17:00

場 所：WTC コンファレンスセンター Room A

(東京都港区浜松町2丁目4番1号 世界貿易センタービル3階)

出席者(敬称略、順不同)

＜分科会委員＞

分科会長 浅井 圭介 東北大学 大学院 工学研究科 航空宇宙工学専攻 教授
分科会長代理 木村 茂雄 神奈川工科大学 工学部 機械工学科 教授
委員 伊藤 健 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 次世代航空イノベーションハブ
ハブマネージャ
委員 佐々 修一 日本大学 理工学部 航空宇宙工学科 教授
委員 島 裕 一般財団法人日本経済研究所 技術事業化支援センター センター長
委員 西脇 賢 全日本空輸株式会社 整備センター 技術部 専門部長
委員 村田 巖 株式会社SUBARU 航空宇宙カンパニー 技術開発センター 担当部長
兼システム設計部長

＜推進部署＞

弓取 修二 NEDO ロボット・AI 部 部長
林 成和 NEDO ロボット・AI 部 統括研究員
嶋田 諭(PM) NEDO ロボット・AI 部 主査
齊藤 響 NEDO ロボット・AI 部 職員
中濱 良美 NEDO ロボット・AI 部 主任

＜実施者＞

富田 進 住友精密工業株式会社 航空宇宙熱制御システム部 技術主幹
古屋 徹 住友精密工業株式会社 航空宇宙技術部 脚構造設計課 マネジャー
萩原 正悟 住友精密工業株式会社 航空宇宙技術部 システム設計課 マネジャー
二村 理宇 横河電機株式会社 航空宇宙・特機事業部技術部 リードエンジニア
山本 将之 株式会社島津製作所 航空機器事業部 環境システムグループ 主任
早川 昌志 株式会社島津製作所 航空機器事業部 環境システムグループ 主任
伊勢 和明 東京航空計器株式会社 技術部 電子機器設計課 主査
永井 祥 株式会社リコー リコーICT 研究所 研究主担
森岡 典子 株式会社IHI エンジン技術部 将来技術プロジェクトグループ 担当部長

＜評価事務局＞

保坂 尚子 NEDO 評価部 部長
宮嶋 俊平 NEDO 評価部 主査
中井 岳 NEDO 評価部 主任

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
 - 5.2 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し
 - 5.3 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
 - 6.1 次世代エンジン熱制御システム研究開発
 - 6.2 次世代降着システム研究開発
 - 6.3 次世代コックピットディスプレイ研究開発
 - 6.4 次世代空調システム研究開発
 - 6.5 次世代飛行制御／操縦システム研究開発
 - 6.6 次世代自動飛行システム研究開発
 - 6.7 次世代エンジン電動化システム研究開発
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
 - ・開会宣言（評価事務局）
 - ・配布資料確認（評価事務局）
2. 分科会の設置について
 - ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。
 - ・出席者の紹介（評価事務局、推進部署）
3. 分科会の公開について
 - 評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6.「プロジェクトの詳細説明」及び議題7.「全体を通しての質疑」を非公開とした。

4. 評価の実施方法について

評価の手順を評価事務局より資料 4-1～4-5 に基づき説明した。

5. プロジェクトの概要説明

(1) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント

推進部署より資料 5.1 に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

(2) 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

推進部署より資料 5.2 に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【浅井分科会長】 ご説明ありがとうございました。

個別テーマの技術の詳細につきましては、議題 6 で扱いますので、ここでは主に事業の位置付け、必要性、マネジメントについて議論したいと思います。少し討議の時間を取っていますので、ぜひ、今のご説明に関しましてご意見、ご質問等があればお願いします。

【村田委員】 今回のプロジェクトを見ますと、7つのテーマが並行して走っている中で、一部、協業したほうがよいと思える部分があります。この研究の中で既に横通しのような取り組みはされていますか。

【嶋田 PM】 原則としてテーマごと、委託先ごとの実施で、協業はしていません。

【齊藤職員】 補足しますと、各研究テーマは、基本的には個別で実施していますが、一部、空調システム等で共通する課題もあります。例えば、テーマ 4 の実施者である島津製作所が、再委託先としてテーマ 7 の項目に参画しているといったことはあります。

【伊藤委員】 冒頭の事業について説明では、最終的な成果は、プロトタイプの製作という形を出口とするとのお話をされていましたが、それに加えて最後の実用化の所では認証まで記載されています。認証はかなり大変な作業です。プロジェクトの範囲の中だけで実施するのは非常に難しい一方で、ぜひ、認証に対する取り組みについて、このプロジェクトの先まで見据えた長い取り組みとして進めていただけるとよいと思います。認証取得に向けた取り組みとして、どのような位置付けで、このプロジェクトでは考えられているのか、教えていただければと思います。

【嶋田 PM】 今回のプロジェクトでは、認証取得にも取り組んでいます。テーマごとに進捗は異なりますが、進んでいるテーマでは、認証取得に向けて必要な試験に具体的に取り組んでいく段階にあるものもあります。その一方で、TRL (Technology Readiness Level、技術成熟度) としてまだ低いテーマについては、認証取得に向けて必要な取組を洗い出すということも、このプロジェクトの中で取り組んでいます。

【浅井分科会長】 大きな流れとしては伊藤委員のおっしゃるとおりで、さらにテーマごとにいろいろと進捗状況があると思います。

【西脇委員】 私も伊藤委員の言われた認証の部分が非常に重要だと思います。ハードルの高さに関して、オペレーターとして、エアラインとして、いくつも失敗例を見てきています。今お話しいただいた中で、いくつかのプロジェクトでは、例えばエアバス等欧州の方たちと共同しての実施方法が非常に優れていると思います。他にも恐らくそのような共同研究で、意見をいただきながら実施しているものだと思います。認証の部分では、どうしても国内のノウハウが今はほとんどない状況ですので、ぜひ積極的にそういった共同的な開発をしていただきたいと思います。

【嶋田 PM】 NEDO としても短期的、中期的及び長期的に認証取得に取り組む戦略を持っています。短期的にはエアバスやボーイング等の下請けになるかもしれませんが、実績づくりというところから最

最終的には日本独自で認証取得していけるように今後取り組んでいきたいと思っております。

【島委員】 私も今のお話に関連することですが、恐らく今回は5年計画の中の3年目ということで、最終目標で求められる要件あるいは要求事項といったものが、例えばエンドユーザーの製品開発全体のインテグレーションの中や認証取得の過程で、修正が掛かってくるがあると思っております。そこで、今回の中間目標の設定の見直しの部分は、どのようにチェックされているのか、委託先にお任せされているのか、この辺をお聞かせいただけますか。

【嶋田 PM】 基本的には委託先の方々が各種のワークショップや学会等に参加したり、特許等を調べたりすることを通じて情勢を把握するようにお願いをしています。その中で、情勢の変化が把握されればそれに見合った対応を取る等、既に決めている目標に沿って推進するだけではなく、臨機応変に対応することも皆さまに求めているところです。

【弓取部長】 いろいろとご指摘ありがとうございます。目標を要請に合ったものに適宜変化させていくことは非常に重要です。先ほどマネジメントのところでも述べたように、有識者も含めた上でのヒアリングといった推進委員会を開催しています。そういう場で実施者が独自に収集される情報と有識者のご意見に加えて、NEDOも経済産業省と一緒に、海外の航空機メーカーとの対話や、あるいは、いろいろな展示会に実際に出て行って情報収集しています。そのような情報を総合して、本当に今目標としているものが適しているのかどうかを吟味しながら事業を進めさせていただいているところです。

【浅井分科会長】 どうもありがとうございます。この問題は非常に重要ですので、認証の問題と合わせて個別テーマのセッションでも積極的にご意見をいただければと思います。

【佐々委員】 今のお話とも関係していますが、スケジュール感について伺います。今実施していることの実現あるいは実用化といいますか、その辺が少し時間的に厳しいように受取りました。

【嶋田 PM】 中間目標の達成においてスケジュール的に厳しいテーマもありますが、実施者の皆さまはリカバリーできるように頑張っており、概ね達成できる見込みです。実用化に関しては2020年代半ば以降を目指しています。

【浅井分科会長】 伊藤委員がご意見を出されたように、この事業は非常に長期的な戦略の中で位置付けられていると思っております。ただ、個別の事業ごとにより温度差があり、現状の達成度が違うところもありますので、その辺りは個別の議論のところでももう少し深く議論させていただきたいと思っております。

【木村分科会長代理】 多少重複することもあります。いくつかのプロジェクトに関しては欧州のプロジェクトもしくはメーカーと協力して進められています。この場合には実用化という観点からはかなり現実味が出てくるのではないかと思います。独立して行われている場合には、航空機の場合たやすく交換は難しいと思っております。協力している部分及び単独で行っている部分に関して、どのように実用化に向けて動かれるかが、いささか気になっているところです。

【嶋田 PM】 共同研究の中でエアバスやエンジンメーカー等から世の中の動きやニーズがダイレクトに入ってきており、そこから出てきた要求を満たすために進めているところです。共同研究しているテーマについてはニーズにかなり敏感に反応できていると思っておりますし、単独で行っている所もワークショップや学会等での情報収集は実施いただいておりますので、ニーズとのずれがないように各社にお願いしているところです。

【齊藤職員】 経済産業省が主催しているワークショップ等にも積極的にご参加いただき、装備品メーカー

や航空機メーカーとのコミュニケーションも継続的に取っていただいています。エアバスの幹部の方々がいらっしゃったワークショップにも出席いただく等、さまざまな所で出口を探っています。

【弓取部長】 海外の航空機メーカーと実際にコラボレーションをして、研究開発段階から実施していくのは非常に有効ですが、あまり深く入っていきますと、技術を吸い上げられてしまう危険性もあります。欧米の航空機メーカーでも、既存の大きな装備品メーカーがどんどん大きくなってきているため、新しい装備品メーカーを入れて競合関係をつくりたいような雰囲気も感じられます。われわれとしては、海外から求められている中、その方法自体が適切かどうかを少々テストケースとして見ながら、もし良ければ他にもいろいろ行っていることがありますので、チャンネルを広げていきたいとは思っています。重要な事業だと思しますので、さらに実施者と相談しながら、また有識者の先生がた、あるいは経済産業省とコミュニケーションを取りながら慎重に進めていきたいと思っています。方向性としてはご指摘いただいた方向でいきたいと思っています。

【浅井分科会長】 今の NEDO のご説明は非常に重要なことだと思います。この点に関して島委員にもう一度コメントをいただきます。われわれ他の委員は機体メーカー的な発想が結構強いかもしれませんが、この装備品に関してはスタートアップという要素もあるかと思えます。

【島委員】 先ほど西脇委員がおっしゃられたお話と、私も同感です。特に装備品分野は認証の取得や、あるいはビジネスにビルドインしていただくインテグレーター、OEM との関係はあまり経験値がない領域です。もちろん欧州では技術的なご経験があると思いますが、民間機の開発の中で、経験値をどのようにして日本の資産にしていくのか。個々の事業のビジネス化も大事ですが、やはり全体的にビジネス化をするための暗黙知をとりためていくことが大事だと思います。

一方で出口という意味では、欧州メーカーといえども競合の中で戦っている、かなり厳しい領域です。おっしゃるように距離感の取り方も含めて、ノウハウといった辺り、あるいは世界的なネットワークの作り方のような暗黙知をできる限り、コンフィデンシャルな部分はもちろんあるかと思いますが、われわれの形式知に変えていくことが大事だと認識しています。

【浅井分科会長】 それでは、貴重なご意見をたくさんありがとうございました。他にもご意見、ご質問等があるかと思われませんが、大体予定の時間がきましたので、次の議題に移りたいと思えます。事務局から説明をお願いします。

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8. まとめ・講評

【村田委員】 日本の航空機産業を見たときに、われわれエアフレーマーの立場からいいますと、それなりの地位、立場でまずまずの商売をさせていただいているありがたい状況があります。他方、装備品の分野につきましては、まだまだです。出て行ける会社は出て行っていますが、これからまさに山に登ろうとしている会社もあります。ただ、装備品は、物は小さいですが機体よりも必ず多く市場に出回

るという意味で、数が大変はける事業です。機体と違って、整備やメンテナンス、オーバーホールといった事業もこれから期待できるような、非常に魅力的な分野だと思います。頑張りがいがある分野だと思います。

昨今の世の中の状況を見ますと、電動化、その後にはAIや制御性の改革のようなところで、いわゆる戦い方が変わってきました。これは、見方を変えればチャンスだと思います。この研究事業の中で各社の皆さまに、しっかり行っていただいています。Proof of Conceptをしっかりとまとめていただいています。今回は認証の前段階のProof of Conceptがありますが、ぜひ、その後の認証等まで視野に入れた、しっかりと地に足の着いた研究成果を、最終的に各研究の目標に向かってまとめていただければと思います。

【西脇委員】 評価委員としての立場で参加させていただくのは今回が初めてでした。プロジェクトの内容が「次世代の何々」という名前でしたので、最初のイメージとしては、雲をつかむような話だと思っていました。しかし、冒頭にご説明がありましており、技術戦略上の位置付けであり、きちんとその必要性、将来性を見据えて、各プロジェクトが立ち上がっていることを聞き、少し驚いたのが正直なところです。

目標についてはプロトタイプモデルの製作、または現在より優れた性能、機能等を有することを実証するということがありました。皆さまのお話にありましており、認証という部分を、その中にきちんと入れておかないといけません。私のイメージでは、プロトタイプを作るまでが一山だとすれば、恐らく認証は研究室でのテストと飛行試験を入れて、もう一山ぐらいのイメージです。そういった認証の部分を目標の中でどのような位置付けにするかは、今後もう少し明確にできたらよいと感じました。

個々の内容はいろいろありましたが、オペレーター、エアラインとして非常に困っているところ等をくすぐされるような内容もありまして、今後非常に楽しみです。うまくいけば、これは絶対に成功するというものが数々ありまして、引き続きよろしくお願ひしたいと思います。

【島委員】 まずは、各社の取り組みに敬意を表したいと思います。非常に実直かつハードルの高い技術的なテーマに取り組んでおられるとの心証を強く持ちました。この領域は、各社の先人、先輩たちが積み上げてきた戦後からの航空機の技術開発が、ようやく民間機のエリアで市場に手が掛かるというポジションに、今来たのだと思います。まさにここでアクセルを踏んで、市場の主要プレーヤーの位置を狙っていくタイミングであろうかと思ひます。NEDOにおかれましても、また、関係機関におかれましても、ここで支援の手をさらに強めていただけるようなタイミングだと認識しています。

3点申し上げたいと思ひます。1点目として、航空機の世界はグローバルビジネスの世界です。単に技術的、あるいは製品としての認証だけではなくて、その先のビジネスモデルが持続的に享受できるかが大きなポイントです。機体、エンジン、装備品と、それぞれビジネスモデルが異なっていますので、この段階からビジネスモデルの構想、MRO（整備・メンテナンス・オーバーホール）等も含めてどのような長期的な投資回収のモデルを描いていくのかの検討が必要になると思ひます。

2点目は認証のお話です。先ほど来の各委員のご指摘のとおりです。特にシステム認証、ソフトウェア認証の辺りのノウハウは、まさに今積み上げている最中だと思ひます。共通の課題、困難、あるいはプラットフォーム、基盤となるノウハウ等があるかと思ひますが、ぜひ、ここは認証人材の育成という文脈でもNEDOに少し踏み込んでいただひて、各企業の共益的な部分を担っていただひけるような立ち位置を期待したいと感じました。

3点目です。いくつかのプロジェクトでは、横展開といひましようか、航空以外の領域への転用の可能性もあるかのご指摘がありました。これは航空と全く違ひる明後日の方向ではなくて、航空の周辺です。例えば無人機の話や、いろいろな航空の周辺でのビジネスチャンスがこれから出てくると思ひ

ます。今回の研究開発で終わらせず、事業として少しでも実装するためにも、このような本丸以外の市場を作っていくところも政策的に支援の対象にするほうがよいのではないかと考えました。

【佐々委員】 各社の説明を聞かせていただきまして、非常にしっかり行っておられることが分かりました。先進のシステムという中で、いろいろなテーマがありました。かなり実用化に意識が近いようなものと、まだもう少しのものがあつたと思います。それから、いくつかのテーマでは、既存のシステムとうまくコラボレーションする形の提案によって、装備品の分野で国際的な活動の中に組み込んでいく努力をすることがよいと思いました。今後、プロジェクトの後半につきましても、諸外国の動向や調査も進められて、それをフィードバックするような活動を最後までなさるとよろしいかと思ひます。

【伊藤委員】 NEDOの皆さまによる各社の取りまとめで、非常に有意義な検討がされていると感じました。装備品に関しては言うまでもなく非常に重要です。ただ、数や規模を伸ばすだけではなくて、これからのようにして上位のインテグレーターに上がっていくかが重要なポイントだと思ひています。技術開発の取り組みは非常に先進的なことを行っているに加えて、さらに実用化に向けて、たびたび発言で出ていますが、認証の部分が一番重要であろうと、将来的な視点では感じます。MRJの開発でもそこは苦労しているところです。とりわけソフトウェアの認証のところ、最後の最後に苦労しているという話も聞いています。装備品は一部品ではありますが、システムと連携をしてソフトウェアを構築するという観点もありますし、機体と飛行機側との連携が問われるという意味で、NEDOプロジェクトの出口、事業化につながるどころです。その意味では、ソフトウェア認証のポイントというものは、繰り返しになりますが重要になるだろうと考えています。

その認証の取り組みに関してですが、特にソフトウェアに関しては、個別の機器とは異なり、共通的部分、共有できる部分があると思ひています。そこを今回のプロジェクトの中でどのように共有していくかが一つの課題ではないかと思っています。NEDOのプロジェクトの中での連携は、いろいろ契約上の問題もあり、難しいところもあるかと思ひます。しかし、今の世の中のオールジャパンの体制という意味でも、いろいろな動きがはじめていますので、そこを積極的につないでいく活動を踏まえて、NEDOもそのような場に参画していただきながら、共通的なところを進展させていく活動につながっていくとよいと感じました。

いずれにせよ、今後の装備品産業は発展していただきたいと思いますし、発展していただろうということも感じながら、最後のコメントとさせていただきます。

【木村分科会長代理】 まず、全体として、航空機の電動化、自動化に資する重要な研究であり、意義の高いものと考えました。かつ、計画もおおむね当初の計画どおりに進捗していると理解しました。各事業者のかたがたの尽力に敬意を表します。特に、本プロジェクトは実用化というキーワードを持って進められていると理解しています。装備品とはいえ、機体本体の設計に関わるものも多くあると理解しました。かなり初期の段階からメーカーと密な関係を構築することも、実用化に向けて重要なことではないかと思ひます。さらに、現実的な実用化に向けた意味での調査研究及び体制の構築についても、もう少し説明いただければ、より理解しやすかったという感じはします。認証作業の重要なことも理解しました。それから、民生品といひますか、航空機産業以外への展開も可能であるものも随分研究されていることも分かりました。本日はどうもいろいろとありがとうございました。

【浅井分科会長】 分科会長の職を引き受けることになった後で、この分野をだいぶ意識するようになりしました。先月たまたまソウルでADEX (Aerospace Defense Exhibition) というものが開かれまして、参加しましたら、プログラムベースですが新興メーカーも含めて200社が来ていて、これはなかなか覚悟の要る分野だと思ひました。ただ、航空産業が日本の中で育っていくためには欠かせない分野ですので、皆さまも覚悟を持って乗り込んでくださったのだ思ひます。敬意を表したいと思ひます。

航空機の装備品となりますと、航空機に載せるものとはとにかく経験が結晶化したようなものが製品になっています。海外メーカーに比べると経験の少ないわれわれがそこへ切り込んでいくためには、技術が必要です。それを支援することが、この事業の大きな目的だと思います。それで、ぜひ皆さまには技術的な魅力を持つ製品を作っていただきたいと思います。今までですと、品質・納期をちゃんと守り、コストはどうなのか、ということでしたが、やはり技術的な魅力をぜひとも、この事業の中で目指していただきたいと思います。

先ほどからお話が出ていますように、認証の話とビジネス化の話は必ず背景にあります。各事業者の方で、いろいろ温度差、ステップの違いはあるかと思いますが、この視点は全体が共有して持っていたいただければと思います。

先ほど島委員の講評の中にありました人材育成ですが、このプロジェクトの中で、そのようなものに取り組んでくれる人を各社の中で育てていただけるというのが大きいと思います。その辺りを事業者の皆さまにも頑張っていただきたいですし、NEDO 推進部の方にもサポートいただければと思います。

【弓取部長】 委員の先生がた、本日は長い時間、大変ありがとうございました。また、実施者の皆さま、大変ありがとうございました。政府が掲げる Society 5.0、超スマート社会の中に一つ、移動に関わるサービスが非常に重要なポイントになってきていると思います。移動といいますと、もっぱら自動走行がクローズアップされがちですが、陸海空、どれも移動はあります。その中で、やはりこれから伸ばすべきといいますか、伸びる余地のある、そして、またニーズも高いのは空の話ではないかと思っています。

これから、もっと空の移動に関わる技術開発に力を入れて、国としても力を入れることができたらと私は本当に心から思っています。ですから、私どもの装備品プロジェクト、また、航空機に係るプロジェクトにも、もっとわが国の、例えば自動車部品を造っていらっしゃる専門メーカーといった所からでも航空機分野に出ていきたいということで、いろいろなプレーヤーが、いろいろな提案を出してくださって、その中でわれわれは素晴らしい意欲のある方々と、一番素晴らしい提案を実施させていただくことが、結果的に税金を有効活用させていただき、そして、この航空機産業のためになるのではないかと思っています。

そのような環境をつくるためには、言っているだけでは駄目で、まずは成果を出すことが重要です。こういったプロジェクトの実施の機会を与えられていますので、まずは意欲のある実施者の皆さまがたと成果をきちんと出していき、その成果を外で評価していただき、さらには皆さまがたに、きょうは先生がたにも評価いただきましたが、いろいろな所で評価していただくことを着実に積み重ねることが本当に重要だと感じました。

そのためにも、先ほどからご指摘のあった認証については、ぜひとも全体的な横串の情報共有も含めた検討の方法を、今後私どもの推進部の中で考えさせていただきたいと思います。そして、プロジェクトの中だけではなくて、先ほど伊藤委員からもご指摘がありましたように、国の動きや、世界のいろいろなかたがたの動きとリンクさせて、より良いプロジェクト推進にまい進したいと思います。

【浅井分科会長】 どうもありがとうございました。以上で議題8を終了したいと思います。

9. 今後の予定

10. 閉会

配布資料

資料 1	研究評価委員会分科会の設置について
資料 2	研究評価委員会分科会の公開について
資料 3	研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
資料 4-1	NEDO における研究評価について
資料 4-2	評価項目・評価基準
資料 4-3	評点法の実施について
資料 4-4	評価コメント及び評点票
資料 4-5	評価報告書の構成について
資料 5	プロジェクトの概要説明資料（公開）
資料 6-1	次世代エンジン熱制御システム研究開発（非公開）
資料 6-2	次世代降着システム研究開発（非公開）
資料 6-3	次世代コックピットディスプレイ研究開発（非公開）
資料 6-4	次世代空調システム研究開発（非公開）
資料 6-5	次世代飛行制御／操縦システム研究開発（非公開）
資料 6-6	次世代自動飛行システム研究開発（非公開）
資料 6-7	次世代エンジン電動化システム研究開発（非公開）
資料 7-1	事業原簿（公開）
資料 7-2	事業原簿（非公開）
資料 8	今後の予定

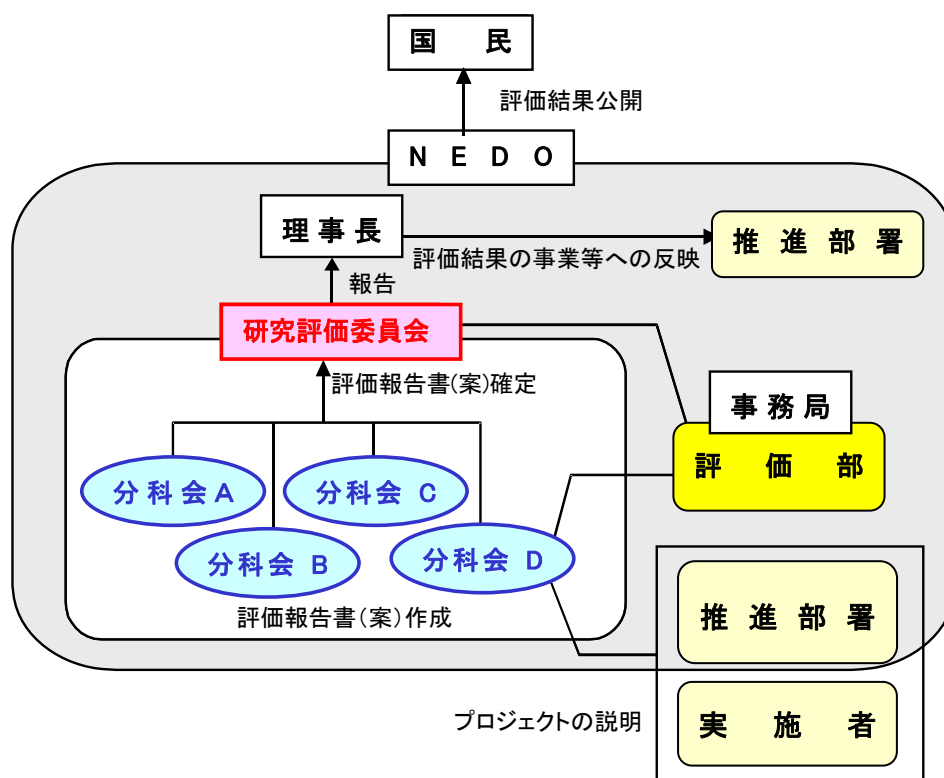
以上

参考資料 2 評価の実施方法

本評価は、「技術評価実施規程」（平成 15 年 10 月制定）に基づいて実施する。

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)における研究評価では、以下のように被評価プロジェクトごとに分科会を設置し、同分科会にて研究評価を行い、評価報告書（案）を策定の上、研究評価委員会において確定している。

- 「NEDO 技術委員・技術委員会等規程」に基づき研究評価委員会を設置
- 研究評価委員会はその下に分科会を設置



1. 評価の目的

評価の目的は「技術評価実施規程」において

- 業務の高度化等の自己改革を促進する
 - 社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む
 - 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する
- としている。

本評価においては、この趣旨を踏まえ、本事業の意義、研究開発目標・計画の妥当性、計画を比較した達成度、成果の意義、成果の実用化の可能性等について検討・評価した。

2. 評価者

技術評価実施規程に基づき、事業の目的や態様に即した外部の専門家、有識者からなる委員会方式により評価を行う。分科会委員は、以下のような観点から選定する。

- 科学技術全般に知見のある専門家、有識者
- 当該研究開発の分野の知見を有する専門家
- 研究開発マネジメントの専門家、経済学、環境問題、国際標準、その他社会的ニーズ関連の専門家、有識者
- 産業界の専門家、有識者

また、評価に対する中立性確保の観点から事業の推進側関係者を選任対象から除外し、また、事前評価の妥当性を判断するとの側面にかんがみ、事前評価に関与していない者を主体とする。

これらに基づき、委員を分科会委員名簿の通り選任した。

なお、本分科会の事務局については、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構評価部が担当した。

3. 評価対象

「航空機用先進システム実用化プロジェクト」を評価対象とした。

なお、分科会においては、当該事業の推進部署から提出された事業原簿、プロジェクトの内容、成果に関する資料をもって評価した。

4. 評価方法

分科会においては、当該事業の推進部署及び実施者からのヒアリング及び実施者側等との議論を行った。それを踏まえた分科会委員による評価コメント作成、評点法による評価により評価作業を進めた。

なお、評価の透明性確保の観点から、知的財産保護の上で支障が生じると認められる場合等を除き、原則として分科会は公開とし、実施者と意見を交換する形で審議を行うこととした。

5. 評価項目・評価基準

分科会においては、次に掲げる「評価項目・評価基準」で評価を行った。これは、NEDOが定める「標準的評価項目・評価基準」をもとに、当該事業の特性を踏まえ、評価事務局がカスタマイズしたものである。

評価対象プロジェクトについて、主に事業の目的、計画、運営、達成度、成果の意義、実用化に向けての取組や見通し等を評価した。

「航空機用先進システム実用化プロジェクト」に係る 評価項目・評価基準

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献可能性等の観点から、事業の目的は妥当か。
- ・ 上位の施策・制度の目標達成のために寄与しているか。

(2) NEDOの事業としての妥当性

- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされると期待される効果は、投じた研究開発費との比較において十分であるか。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標を設定しているか。
- ・ 達成度を判定できる明確な目標を設定しているか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール及び研究開発費（研究開発項目の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術の開発は網羅されているか。
- ・ 計画における要素技術間の関係、順序は適切か。

(3) 研究開発の実施体制の妥当性

- ・ 技術力及び事業化能力を有する実施者を選定しているか。
- ・ 指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能しているか。
- ・ 成果の実用化・事業化の戦略に基づき、実用化・事業化の担い手又はユーザーが関与する体制を構築しているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために実施者間の連携が必要な場合、実施者間の連携関係は明確であり、かつ機能しているか。
- ・ 大学または公的研究機関が企業の開発を支援する体制となっている場合、その体制は企業の取組に貢献しているか。

(4) 研究開発の進捗管理の妥当性

- ・ 研究開発の進捗状況を常に把握し、遅れが生じた場合に適切に対応しているか。
- ・ 社会・経済の情勢変化、政策・技術の動向等を常に把握し、それらの影響を検討し、必要に応じて適切に対応しているか。

(5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

- ・ 知的財産に関する戦略は、明確かつ妥当か。
- ・ 知的財産に関する取扱（実施者間の情報管理、秘密保持及び出願・活用ルールを含む）を整備し、かつ適切に運用しているか。

3. 研究開発成果について

(1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

- ・ 成果は、中間目標を達成しているか。
- ・ 中間目標未達成の場合、達成できなかった原因を明らかにして、解決の方針を明確にしているか。
- ・ 成果は、競合技術と比較して優位性があるか。
- ・ 世界初、世界最高水準、新たな技術領域の開拓、汎用性等の顕著な成果がある場合、積極的に評価する。
- ・ 設定された目標以外の技術成果がある場合、積極的に評価する。

(2) 成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見通しはあるか。
- ・ 最終目標に向けて、課題とその解決の道筋は明確かつ妥当か。

(3) 成果の普及

- ・ 論文等の対外的な発表を、実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・ 成果の活用・実用化の担い手・ユーザーに向けて、成果を普及させる取組を実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・ 一般に向けて、情報を発信しているか。

(4) 知的財産権等の確保に向けた取組

- ・ 知的財産権の出願・審査請求・登録等を、実用化・事業化の戦略に沿って国内外で適切に行っているか。

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

「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) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

- ・ 成果の実用化・事業化の戦略は、明確かつ妥当か。
- ・ 想定する市場の規模・成長性等から、経済効果等を期待できるか。

(2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組

- ・ 実用化・事業化に取り組む者について検討は進んでいるか。
- ・ 実用化・事業化の計画及びマイルストーンの検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化・事業化の見通し

- ・ 実用化・事業化に向けての課題とその解決方針は明確か。
- ・ 想定する製品・サービス等は、市場ニーズ・ユーザーニーズに合致する見通しがあるか。
- ・ 競合する製品・サービス等と比較して性能面・コスト面等で優位を確保する見通しはあるか。
- ・ 顕著な波及効果（技術的・経済的・社会的効果、人材育成等）を期待できる場合、積極的に評価する。

「プロジェクト」の中間評価に係る標準的評価項目・基準

※「プロジェクト」の特徴に応じて、評価基準を見直すことができる。

「実用化・事業化」の定義を「プロジェクト」毎に定める。以下に例示する。

「実用化・事業化」の考え方

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(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商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献することをいう。

なお、「プロジェクト」が基礎的・基盤的研究開発に該当する場合は、以下のとおりとする。

- ・「実用化・事業化」を「実用化」に変更する。
- ・「4. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて」は該当するものを選択する。
- ・「実用化」の定義を「プロジェクト」毎に定める。以下に例示する。

「実用化」の考え方

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることをいう。

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 事業の目的の妥当性

- ・内外の技術動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献可能性等の観点から、事業の目的は妥当か。
- ・上位の施策・制度の目標達成のために寄与しているか。

(2) NEDO の事業としての妥当性

- ・民間活動のみでは改善できないものであること又は公共性が高いことにより、NEDO の関与が必要とされる事業か。
- ・当該事業を実施することによりもたらされると期待される効果は、投じた研究開発費との比較において十分であるか。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標を設定しているか。
- ・達成度を判定できる明確な目標を設定しているか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・目標達成のために妥当なスケジュール及び研究開発費(研究開発項目の配分を含む)となっているか。
- ・目標達成に必要な要素技術の開発は網羅されているか。
- ・計画における要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・継続または長期の「プロジェクト」の場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んで活用を図っている

か。【該当しない場合、この条項を削除】

(3) 研究開発の実施体制の妥当性

- ・技術力及び事業化能力を有する実施者を選定しているか。
- ・指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能しているか。
- ・成果の実用化・事業化の戦略に基づき、実用化・事業化の担い手又はユーザーが関与する体制を構築しているか。
- ・目標達成及び効率的実施のために実施者間の連携が必要な場合、実施者間の連携関係は明確であり、かつ機能しているか。【該当しない場合、この条項を削除】
- ・目標達成及び効率的実施のために実施者間の競争が必要な場合、競争の仕組みがあり、かつ機能しているか。【該当しない場合、この条項を削除】
- ・大学または公的研究機関が企業の開発を支援する体制となっている場合、その体制は企業の取組に貢献しているか。【該当しない場合、この条項を削除】

(4) 研究開発の進捗管理の妥当性

- ・研究開発の進捗状況を常に把握し、遅れが生じた場合に適切に対応しているか。
- ・社会・経済の情勢変化、政策・技術の動向等を常に把握し、それらの影響を検討し、必要に応じて適切に対応しているか。

(5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

- ・知的財産に関する戦略は、明確かつ妥当か。
- ・知的財産に関する取扱(実施者間の情報管理、秘密保持及び出願・活用ルールを含む)を整備し、かつ適切に運用しているか。
- ・国際標準化に関する事項を計画している場合、その戦略及び計画は妥当か。【該当しない場合、この条項を削除】

3. 研究開発成果について

(1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

- ・成果は、中間目標を達成しているか。
- ・中間目標未達成の場合、達成できなかった原因を明らかにして、解決の方針を明確にしているか。
- ・成果は、競合技術と比較して優位性があるか。
- ・世界初、世界最高水準、新たな技術領域の開拓、汎用性等の顕著な成果がある場合、積極的に評価する。
- ・設定された目標以外の技術成果がある場合、積極的に評価する。

(2) 成果の最終目標の達成可能性

- ・最終目標を達成できる見通しはあるか。
- ・最終目標に向けて、課題とその解決の道筋は明確かつ妥当か。

(3) 成果の普及

- ・論文等の対外的な発表を、実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・成果の活用・実用化の担い手・ユーザーに向けて、成果を普及させる取組を実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。

・一般に向けて、情報を発信しているか。

(4) 知的財産権等の確保に向けた取組

- ・知的財産権の出願・審査請求・登録等を、実用化・事業化の戦略に沿って国内外に適切に行っているか。
- ・国際標準化に関する事項を計画している場合、その計画は順調に進捗しているか。【該当しない場合、この条項を削除】

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 【基礎的・基盤的研究開発の場合を除く】

(1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

- ・成果の実用化・事業化の戦略は、明確かつ妥当か。
- ・想定する市場の規模・成長性等から、経済効果等を期待できるか。

(2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組

- ・実用化・事業化に取り組む者について検討は進んでいるか。
- ・実用化・事業化の計画及びマイルストーンの検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化・事業化の見通し

- ・実用化・事業化に向けての課題とその解決方針は明確か。
- ・想定する製品・サービス等は、市場ニーズ・ユーザーニーズに合致する見通しがあるか。
- ・競合する製品・サービス等と比較して性能面・コスト面等で優位を確保する見通しはあるか。
- ・顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)を期待できる場合、積極的に評価する。

4. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて 【基礎的・基盤的研究開発の場合】

(1) 成果の実用化に向けた戦略

- ・成果の実用化の戦略は、明確かつ妥当か。

(2) 成果の実用化に向けた具体的取組

- ・実用化に向けて、課題及びマイルストーンの検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化の見通し

- ・想定する製品・サービス等に基づき、市場・技術動向等の把握は進んでいるか。
- ・顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)を期待できる場合、積極的に評価する。

【基礎的・基盤的研究開発の場合のうち、知的基盤・標準整備等を目標としている場合】

(1) 成果の実用化に向けた戦略

- ・知的基盤・標準の整備及び活用の計画は、明確かつ妥当か。

(2) 成果の実用化に向けた具体的取組

- ・知的基盤・標準を供給・維持するための体制の検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化の見通し

- ・整備する知的基盤・標準について、利用の見通しはあるか。
- ・顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)を期待できる場合、積極的に評価する。

参考資料3 評価結果の反映について

「航空機用先進システム実用化プロジェクト」（中間評価）の評価結果の反映について

評価のポイント	反映（対処方針）のポイント
<p>①研究開発目標の設定根拠について簡易的で、抽象的、定性的な表現が多い記載になっているテーマが見受けられる。将来実用化・事業化につなげることのできる適切な目標となっているか確認されたい。</p> <p>②知的財産権等の確保について、現状は各テーマでその必要性を判断してそれぞれ異なる対応をとっているが、一つの事業としての統一された行使法の策定が望ましい。認証取得に係る基盤的な知見などの共通的成果をオールジャパンで共有できる仕組みを構築することを今後検討されたい。</p>	<p>①本プロジェクトの成果の導入を目指している 2025 年以降に就航予定の次世代航空機で求められる具体的な数値目標は、プロジェクト開始時点では明らかにされていなかった。</p> <p>プロジェクト開始当初より、国内外のエアラインや機体メーカーとの意見交換を委託先に促し、数値目標を段階的に具体化している。今後もヒアリング等を通じたニーズ把握の取組を続けるとともに、必要に応じて研究開発目標の見直しを行っていく。</p> <p>②今後、協調領域における取組として、航空機装備品メーカーのニーズが高いソフトウェア認証取得への取組を強化する。具体的には、JAXA が主導する「ソフトウェア認証基盤イニシアティブ」（航空機分野の装備品メーカー、業界団体、ソフトウェアベンダー等により構成）に、NEDO 及び本プロジェクトの委託先も参画し、認証プロセスのノウハウ共有やソフトウェアライブラリの整備等を通じて協調を推進する。</p> <p>知的財産権等については、各項目で開発している技術それ</p>

評価のポイント	反映（対処方針）のポイント
<p>③事業化の達成に向けては、開発製品の販売の蓋然性に対するより詳細な根拠の提示が望まれる。</p>	<p>ぞれの特徴に鑑み、航空機メーカー等への提案時期も考慮しながら、外見上模倣が容易なものは特許取得によって保護し、それ以外はノウハウとして秘匿することとしている。</p> <p>③プロジェクト開始当初より、委託先に国内外のエアラインや機体メーカーとの意見交換を促し、レトロフィット、新造機への搭載、次世代機への採用等、参入、販売戦略の具体化を求めている。</p> <p>今後も、展示会での情報収集や外部有識者からのレビューの場等を通じ、競合に対する技術的優位性の確保だけでなく、整備性や収益性といったエアラインのニーズを踏まえた戦略の策定をサポートしていく。</p>

本研究評価委員会報告は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）評価部が委員会の事務局として編集しています。

NEDO 評価部
部長 保坂 尚子
担当 宮嶋 俊平

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。

(http://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地
ミューザ川崎セントラルタワー20F
TEL 044-520-5161 FAX 044-520-5162