

「航空機向け革新的推進システム開発事業」

基本計画

ロボット・AI部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

① 政策的な重要性

世界的な脱炭素化の潮流の中で、IATA（国際航空運送協会）は、2021年10月、従来の「2050年にCO₂排出量半減（2005年比）」から、「2050年実質ゼロ」へと目標を切り上げた。2019年以降、ICAO（国際民間航空機関）を中心として航空機の脱炭素化に対する取組強化の機運が世界で高まっており、2022年10月の第41回ICAO総会では「2050年までにカーボンニュートラル」とするLTAG（長期目標）が採択されている。これら世界的な社会課題である脱炭素化に対して、我が国の航空産業界は、エネルギー高効率化や軽量化など航空機の性能改善のための技術開発により貢献していく必要がある。また、カーボンニュートラルに寄与する航空機の技術開発の実現とシステムインテグレータとなり得る国内企業の育成と振興が重要である。

- ・航空機産業は2017年世界市場規模が約30兆円規模の巨大な産業であり、今後の成長が見込まれる産業であるが、現時点では日本の生産規模は欧米に比べて劣っている。我が国の固有技術を活かし、機体構造・エンジン用材料では炭素繊維強化プラスチック(CFRP)やセラミックス複合材料(CMC)等の材料・製造技術、推進システムではシステムの電動化、高効率化等の技術開発等を推進し、国内の基幹産業の一つに発展させることが望まれる。
- ・経済面・環境面等のニーズに対応する電動航空機や新たな移動手段となる空飛ぶクルマへの期待が高まる中、モータ、パワエレ、電池等の電動推進技術や軽量材料技術の開発と実用化で、我が国の産業優位性を確保していくことが重要である。
- ・電動航空機の推進システムでは、軽量化と同時に航空機用モータの高出力化に要する大電流化が必要なため、2050年までに主として広胴機での超電導の実用化を目指して国内外での超電導モータの適用が検討されている。

② 我が国の状況

日本の航空機産業は、大型航空機への国際共同開発で成り立っており、大型航空機の開発技術は日本の強みと言える。一方で、2050年カーボンニュートラルに向けて、選択肢の一つとなっている電動推進航空機については、大型化が困難とされている。将来的な日本の勝ち筋の一つである大型電動推進航空機を開発するため、不可欠である超電導システムの研究開発が必要である。

最近の超電導開発の動向としては、欧米でのプロジェクトは一部開発中ではあるが、未だコンセプトレベルなのに対し、日本の超電導開発は、すでに試作機の運転検証を実施しており、世界初の全超電導交流モータの試験も行っている。

③ 世界の取組状況

民間航空機産業は、COVID-19の影響で大幅に需要が落ち込み、2019年水準への回復は2024年頃と予測されているものの、引き続き年率3%以上で増加する成長産業とされている。

2017年以降には世界中で電動化に関する研究開発が急激に増加しており、欧米を中心に電動航空機や空飛ぶクルマの取組み及び電動推進関連の技術開発が進展中である。現在の航空機産業は、

欧米中心の業界構造であり、国際的な認証基準策定についても欧米が強い力をもっている。

我が国の企業や大学におけるバッテリーやモータ、インバーター等の電動化コア技術は、欧米の機体 OEM より多数アプローチを受けている状況にある。研究開発を通じて航空機用推進システムの開発として超電導システムの技術開発を加速することにより、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。

④ 本事業のねらい

日本の航空機産業は、機体・エンジンについての国際共同開発が主となっているが、産業規模を拡張していくためには、航空機全体の価値構成の4割を占めるとされる装備品事業に参画していくことが必須である。将来的な脱炭素化を狙うため要素技術のみならず、システムレベルでの参画を目指し、経験を積んでいくことが将来の布石となる。

本事業では、脱炭素化として進めている電動化の動きに乗じて、期待されている日本の技術を盾に、電動化技術を開発し実現化させる。長期的な戦略として次世代航空機への実装を目指した推進システムの開発を目指す。本事業としては次世代航空機の広胴機の実装を狙いとして、電動推進としての超電導を活用した推進システムの開発に取り組む。

機体の電気系統を更に大きく拡張していく既存技術の延長では、重量や安全性の観点から使用電力の制約が発生する。そこで軽量かつ高出力な超電導システムの研究開発、実装に取り組むことで、軽量・低コストの航空機用超電導システムを次世代航空機に提案できるレベルを目指す。

(2) 研究開発の目標

① アウトプット目標

2026年度までに次世代機の電動化開発を見越して、2MW級超電導システムの地上実証試験による評価を完了する(TRL6以上)。また将来大型航空機を念頭に置いた20MWシステム実現を可能とする要素性能の高度化に関わる技術を開発する(TRL4以上)。さらに超電導システムの開発動向・ニーズ調査を実施し、社会実装化への対応計画を立案する。

② アウトカム目標

CO2排出削減(燃費削減)に向けて、以下の目標達成の実現を目指す。

・短期目標(2035年度)

20MW級超電導システムの技術仕様の策定。

・長期目標(2050年度)

広胴機への超電導推進システム適用により174Mt/年のCO2削減。

③ アウトカム目標達成に向けての取組

超電導システム研究開発については、世界的に見ても現時点で、超電導モータの飛行試験が行われた例がない。また、技術を社会実装するためには、上空環境での飛行試験が不可欠であることから、航空機への搭載可能な軽量超電導モータや軽量冷却システム等を開発して、システムを構築後、実際の航空機を用いた飛行試験を実施する。また将来開発される大型フル電動航空機(777クラス)に技術搭載することを念頭に、開発した小型超電導システムを連結した超電導システムの検証も実施する。

本研究開発ではプロトタイプモデルを試作し、認証取得に向けて必要と想定される試験項目を

計画のうえ実証試験等を行う。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して、国内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を進める。

加えて、本研究開発を通じて、我が国で開発した技術仕様を策定し、その認証を円滑に取得するために必要な関係機関との連携体制等を検討する。

(3) 研究開発の内容

超電導システム研究開発事業については、航空機用モータの高出力化に要する大電流化が必要のため、国内外で超電導モータの適用が検討されている。特に全超電導交流モータは、界磁（ロータ）と電機子（ステータ）の両方が超電導となる完全超電導型であり、同一の冷媒空間におき両者のギャップを小さくすることで、磁束密度を更に増加させて高出力と軽量化との両立が可能となる。また大型電動推進航空機に向けた、モータ以外の超電導システム（発電機、インバーター、ケーブル等）についても研究開発し、航空機型式認証を念頭においた実証試験を実施する。次世代航空機（中小型機、大型機）等への適用も視野に入れつつ開発を行う。また超電導システムの認証取得に向け、電動航空機に係る標準化動向の調査を行う。

上記、研究開発を実施するにあたり、以下の最終目標を達成するものとする。また、以下の目標を達成するために、別紙1の研究開発計画及び別紙2の研究開発スケジュールに基づき研究開発を実施する。なお本プロジェクトは、事業化のためには長期間の研究開発が必要であり、かつ事業性が予測できない事業であることから、委託事業として実施する。

最終目標（2026年度）

- ・2MW級超電導システムでの地上での性能実証を行う。（TRL6以上）
- ・20MWシステム実現を可能とする要素性能の高度化に関わる技術を開発する。（TRL4以上）
- ・超電導システムの開発動向・ニーズ調査を実施し、社会実装化への対応計画を立案する。

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

プロジェクトマネージャー（以下「PMgr」という。）を指名する。PMgrは、事業の成果・効果を最大化させるため、実務責任者として担当事業全体の進行を計画・管理し、事業遂行に係る業務を統括する。

本研究開発は、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、委託して実施する。

(2) 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。

3. 研究開発の実施期間

2024年度から2026年度までの3年間とする。

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、終了時評価を2027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、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。

5. その他重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

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。

② 知的財産権の帰属、管理等取扱い

研究開発成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 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。

③ 知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトは、「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用する。

④ データマネジメントに係る運用

本プロジェクトは、「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針（委託者指定データを指定しない場合）」を適用する。

(2) 基本計画の変更

NEDOは、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、プロジェクト内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、プロジェクト基本計画を見直す等の対応を行う。

(3) 根拠法

本プロジェクトは、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法」第15条第2号、及び第15条第9号に基づき実施する。

(4) その他

- ・産業界が実施する研究開発との間で共同研究を行う等、密接な連携を図ることにより、円滑な技術移転を促進する。
 - ・本事業のうち委託事業は、交付金インセンティブ制度を活用することとする。
- 当該事業における具体的運用等は、公募を経て採択された実施者に提示する。

6. 基本計画の改訂履歴

- (1) 2024年2月、制定。

(別紙1) 研究開発計画

1. 研究開発の必要性

日本の航空機産業は、大型航空機への国際共同開発で成り立っており、大型航空機の開発技術は日本の強みと言える。一方で、2050年カーボンニュートラルに向けて、選択肢の一つとなっている電動推進航空機については、大型化が困難とされている。将来的な日本の勝ち筋の一つである大型電動推進航空機を開発するため、不可欠である超電導システム（発電機、インバーター、ケーブル、モータ等）について研究開発し、航空機型式認証を念頭においた実証試験を実施する必要がある。

2. 研究開発の具体的内容

(1) 2MW級システム技術開発

航空機の搭載可能な軽量超電導発電機、全超電導交流モータ、軽量冷却システムを開発し、要素技術として開発した冷温インバーターを活用して2MW級の超電導システムを構築する。構築したシステムを用いて地上試験を実施する。

(2) システム要素高度化技術開発

将来開発される大型フル電動航空機（777クラス）に技術搭載することを念頭に、開発した小型超電導システムを連結した20MW規模のスケールアップした超電導システムの要素技術の開発、仕様検討を行い、次事業の次世代航空機（中小型機、大型機）飛行検証に繋げるように推進する。本事業においては、次世代航空機への適用も視野に入れ開発を行う。

(3) 社会実装への対応計画立案

超電導システムの航空機への搭載に向けて、安全や性能に係る認証取得、標準化を実現させるため、本事業では、電動航空機の標準化動向調査、国際標準への超電導仕様反映のための課題の抽出も同時に進めていく。航空機以外の超電導技術の適用ニーズについても調査を実施し、技術課題の抽出と対応計画を立案する。

3. 達成目標（数値目標については実施計画書にて別途定める）

【最終目標】

- ・2MW級超電導システムの地上実証試験による評価を完了する。（TRL6以上）
- ・20MW級システムを実現可能とする出力密度向上のための要素性能高度化技術を開発する。（TRL4以上）
- ・超電導システムの開発動向・ニーズ調査を実施し、社会実装化への対応計画を立案する。

※TRL6：システム/サブシステムモデルやプロトタイプモデルが、実環境と類似の環境において実証されていること。

※TRL4：初期プロトタイプモデルが試験環境において実証されていること。

(別紙2) 研究開発スケジュール

	2024 年度	2025 年度	2026 年度	2027 年度
(1) 2MWシステム 技術開発	2MW モータ製作	2MW 発電機製作	2MW システム 組上・評価	終了時 評価
	20MW システム系統構成検討			
(2) システム要素性能 高度化技術開発	低温インバーター開発			
	各種要素技術開発			
(3) 社会実装への 対応計画立案	電動航空機の開発動向調査/ 超電導適用ニーズ調査	超電導仕様反映の 課題抽出/対応計画立案		