

「航空機用先進システム実用化プロジェクト/

⑧次世代電動推進システム研究開発」

(中間評価)

(2019年度～2023年度 5年間)

プロジェクトの概要 (公開)

NEDO ロボット・AI部
2021年10月1日

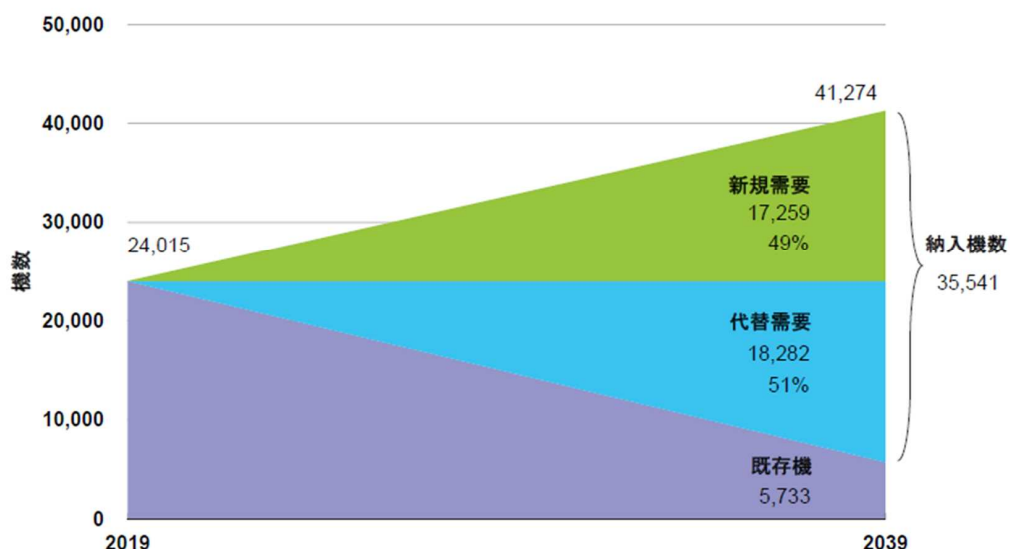
1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性 (1/7)

◆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。
- 旅客需要は世界的に大きく伸び、今後20年で約2倍になるとの予測。

ジェット旅客機の需要予測結果



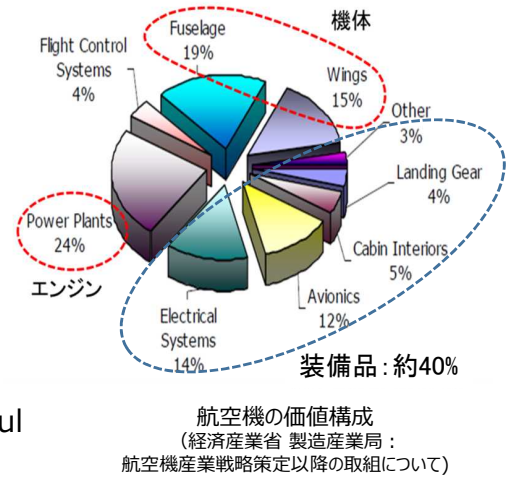
出典「民間航空機に関する市場予測2020-2039」(日本航空機開発協会)

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性 (2/7)

航空機装備品 (システム) への期待

- ▶ 航空機装備品は、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、航空機価値の約40%を占める。
- ▶ 日本の航空機装備品企業のシェアは海外企業に比べて低い。日本の航空機装備品は、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。
- ▶ 航空機装備品は、MRO (※) ビジネスの観点から機体そのものと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



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。また、国の支援を通じた、我が国装備品産業の育成が必要である。

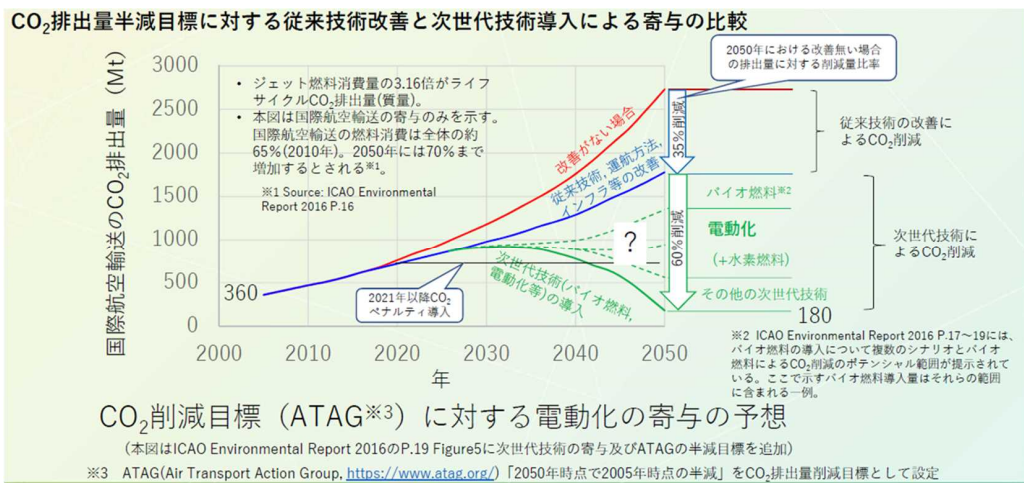


これらのニーズに対応した航空機用先進システムを開発し、我が国の技術が次世代航空機に早期に導入可能な体制を構築することを目的に、**2015年度より、「航空機用先進システム実用化プロジェクト」の取組を開始。**

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性 (3/7)

航空機の電動化という新たなトレンド

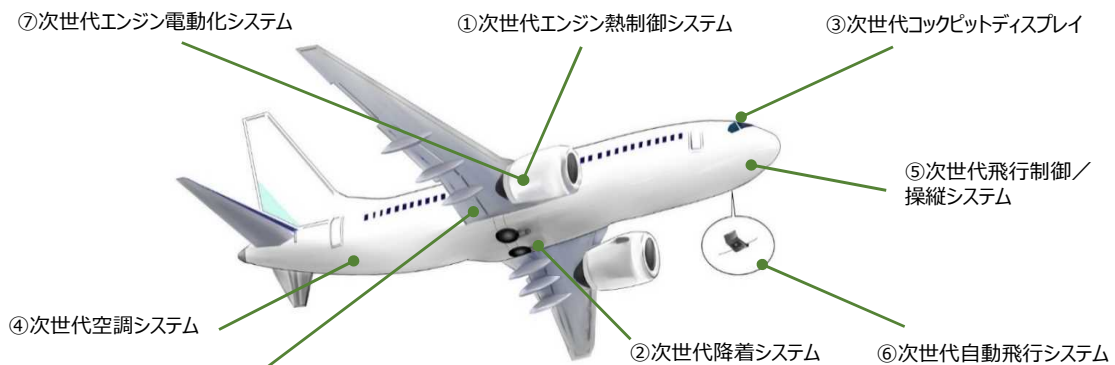
- ▶ 国際民間機航空機関(ICAQ)において、CO2排出量を**2050年までに50%削減(2005年比)**する目標が掲げられ、世界的に**電動航空機の開発が加速**している。
- ▶ 2018年7月、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) が中心となり、産官学の連携する枠組みとして、「航空機電動化コンソーシアム (ECLAIR)」が設立された。(NEDOはオブザーバー)



航空機電動化コンソーシアム「将来ビジョン」より抜粋

電動化のコア技術を育て将来における競争力強化を図ることを目的に、**2019年度から、「次世代電動推進システム研究開発」の取組を開始。**

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



今回の評価対象

- ⑧次世代電動推進システム
- 1 高効率かつ高出力電動推進システム (超電導)
- 2 軽量蓄電池
- 3 電動ハイブリッドシステム (常電導)
- 4 推進用電動機制御システム (常電導)

※研究開発項目①～⑦については、
2019年度に事業終了。
(2020年度に事後評価を実施)
※⑧-4は2021年度にテーマ拡充。
(中間評価対象外)

◆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 (2010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。

(2) 経済産業省とボーイング社との技術協力合意 (2019年1月)

経済産業省とボーイング社は、新たな技術分野 (「電動化」、「低コスト高レートな複合材」、「製造自動化」) における協力強化に合意。

(3) 経済産業省と仏航空総局とのMOC締結 (2019年6月)

日本の航空機産業と仏サフラン社との民間航空機産業における協力強化合意。経済産業省とサフラン社は、「電動化、新しい推進システム、AI等の革新的技術」、「材料、航空機システム及び機器、製造」、「日本を含むアジアにおけるサプライチェーン構築」の分野で協力。

(4) カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 (2020年12月)

経済産業省、成長が期待される産業 (14分野) において「実行計画」を策定。航空機産業も取り上げられ、複合材、電動化、水素や代替燃料などの複数の要素における技術的優位性の確立を目指す。

◆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：JAXAは、2030～50年代の実用化を目指して、CO2や窒素酸化物（NOx）など温室効果ガスの排出を少なくし、環境に優しいエミッションフリー航空機の研究を推進。
- 日本：航空機電動化システムに着目した研究開発拠点の整備。
- 米国：NASA Glenn Research Center が Electrified aircraft propulsion やHybrid Electric propulsion の研究を推進。
- 米国：Boeing社は、具体的な構想を発信していないが、特許の出願状況を踏まえると電動化に関わる研究等は進めており、また、経済産業省との技術協力で合意していることから何らかの活動が行われていることが伺える。
- 欧州：2021年から取組が計画されているCleansky3プログラムの中で、電動推進の研究開発が実施される。

航空機装備品、電動化分野における研究開発動向調査
(NEDO：2020成果報告書)

日本としても諸外国に遅れを取らないようにするため、**航空機電動化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

- ✓ JAXA電動化コンソーシアム、ヒアリング、シンポジウム等から電動推進化において必要となる技術課題を選出。

分類	重要技術課題名 (概要)	構成要素/システム
A) 全高度共通の重要 技術課題	高出力密度化 (重量の成立性確保、最大出力運転時間確保のための耐熱・冷却・放熱性)	電動要素 (電動モータ、発電機、パワーエレクトロニクス、電池、逆変換器、分配器、送配電線等)
	電池の安全性と高エネルギー密度化の両立 (熱暴走等の危険封じ込めと電池システム全体としての高エネルギー密度化の両立)	電池 (電力ストレージ)
	高効率化 (BIや多発化による推進効率の向上、推進系熱効率の向上)	推進系機体統合システム、ハイブリッドシステム、電動要素
	安全性・信頼性保証 (電動要素追加による故障率増加等に対するシステムの安全性と信頼性の保証)	電動推進システム、ハイブリッドシステム、電動要素
B) 高高度環境特有の 重要技術課題	耐放電・耐放射線 (高高度環境における高電圧要素及びシステムの放電及び放射線影響への対応)	パワーエレクトロニクス、電動モータ、発電機、電動要素
	熱&パワー管理・制御 (低空気密度・ガスタービンエンジン内外高温環境下の熱とパワーマネジメント)	電動要素、電動推進システム、ハイブリッドシステム
C) 低高度運用特有の 重要技術課題	耐故障 (推進系故障時の緊急着陸または通航継続に対する耐故障や故障許容設計)	電動推進システム
	低騒音化 (ファン、プロペラの空力騒音低減)	ファン、プロペラ

出典：「航空機電動化 将来ビジョン ver.1」(JAXA, 2018)

これら技術課題から、技術動向やニーズ調査、海外との共同研究への進展状況を踏まえ、研究開発支援の優先順位を整理し、テーマを選定。

・「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」(NEDO, 2017)

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性 (2/6)

◆研究開発目標と根拠

プロジェクトとしての研究開発目標

研究開発項目	研究開発目標	
⑧-1 高効率かつ高出力電動推進システム	中間	電動航空機用推進システムに求められる機能、性能を把握し、超電導技術を適用した高効率かつ高出力密度を有する推進システムの要素技術レベルでの開発・評価を行い実用化時に求められる出力目標達成のめどを得て、TRL4 (※1) を達成する。
	最終	電動航空機用の高効率かつ高出力密度を有する超電導技術を適用した推進システムの評価を行い、TRL6 (※2) を達成する。
⑧-2 軽量蓄電池	中間	電動航空機用蓄電池システムに求められる性能を把握し、セルや電池制御システムの試作及び評価試験を行い実用化時に求められるエネルギー密度、出力密度、サイクル寿命の目標達成のめどを得て、TRL4 (※1) を達成する。
	最終	セルや電池制御システムの設計、プロトタイプの評価を行い、電動航空機に求められる蓄電池システムとしてTRL6 (※2) を達成する。
⑧-3 電動ハイブリッドシステム	中間	電動ハイブリッド推進化した航空機で求められる常電導電力システム制御及び機体の熱マネジメントシステム成立性を機器単体及びシステムシミュレーションで確認し、TRL4 (※1) を達成する。
	最終	電動ハイブリッド推進化した航空機で求められる常電導電力システム制御の実証及び機体の熱マネジメントシステム成立性の実証を行い、TRL6 (※2) を達成する。

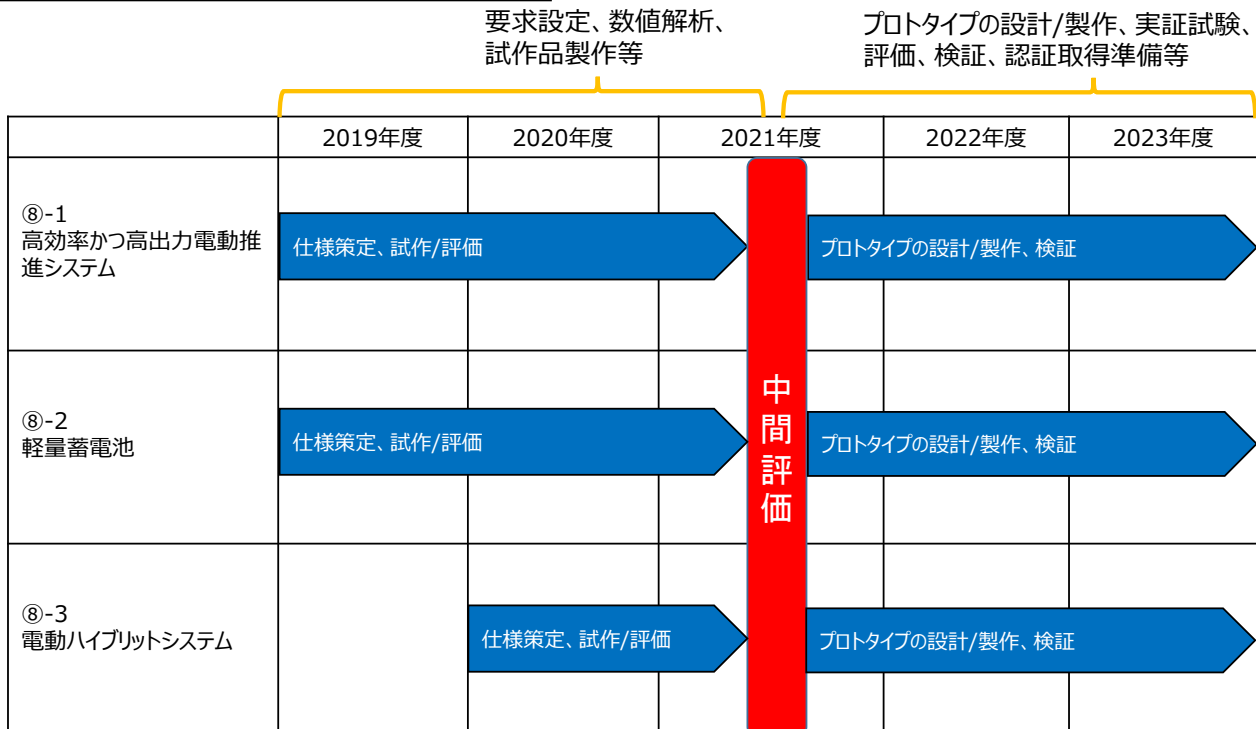
※1 TRL4 : コンポーネントおよび/またはブレッドボードモデルが、実験室環境下において妥当性確認されていること。

※2 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。

次ページ以降、研究開発項目毎の詳細目標を記載。

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



◆プロジェクト費用

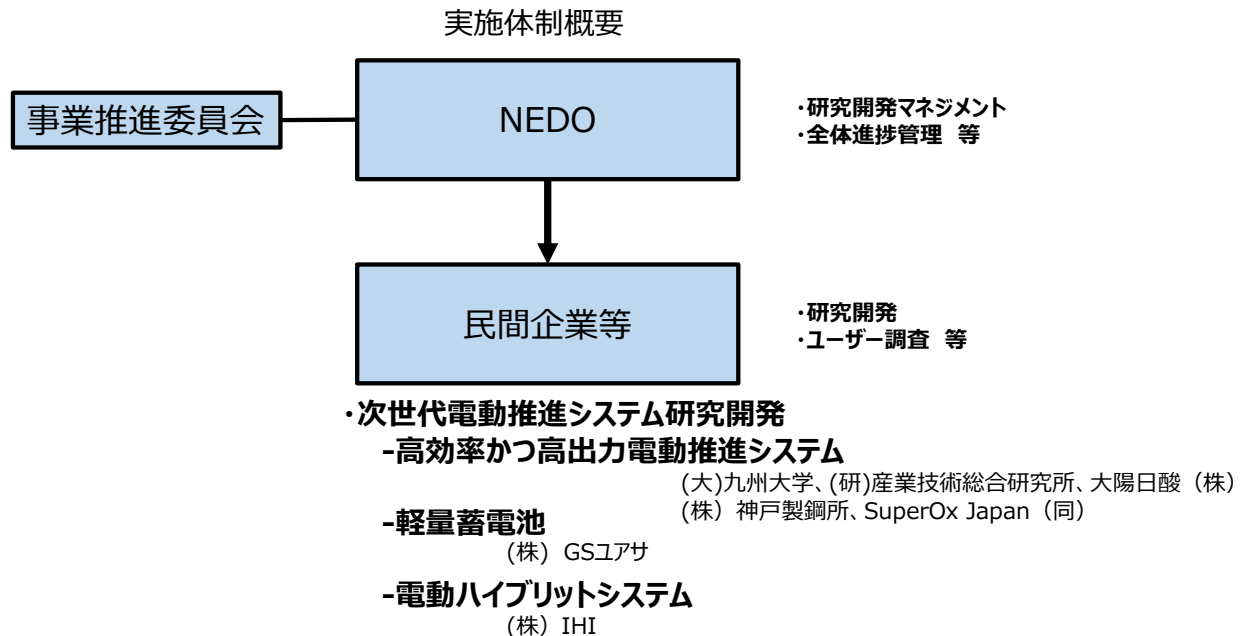
(百万円)

研究開発項目	2019年度	2020年度	2021年度	合計
⑧-1 高効率かつ高出力電動推進システム	320.8	793.6	1,214.8	2,329.3
⑧-2 軽量蓄電池	294.8	428.8	313.9	1,037.6
⑧-3 電動ハイブリットシステム	—	229.6	243.5	473.3
合計	615.6	1,452.0	1,772.3	3,840.2

費用については、開発促進財源を含む。

◆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。



2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性 (1/4)

◆ 研究開発の進捗管理

「三現主義」、「信頼関係構築」、「社会実装」を意識しプロジェクトを推進。四半期に1度程度でイベントを実施。

➤ 事業推進委員会の開催 (約2回/年、外部委員8人)
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のプロジェクトチームと議論を行い、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7回:2019年9月 第8回:2020年2月 第9回:2020年2月
第10回:2021年3月 臨時:2021年6月

➤ サイトビジットの実施 (1回/年、外部委員8人)
2016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(※)>
第4回:2019年11月 (2箇所、外部委員 延べ10人)
第5回:2020年12月 (3箇所、外部委員 延べ12人)
第6回:2021年7月 (3箇所、外部委員 延べ11人)

※開催実績は、⑧次世代電動推進システムが対象となった回数を記載

2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性 (2/4)

➤ 進捗確認ヒアリングの実施 (1回/年)
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(※)>
第5回 2020年5月
(第6回は推進委員会(臨時)やサイトビジット(6回)にて代用)

Table with columns for years (2019, 2020, 2021) and months (4-3), listing events such as '事業推進委員会' and 'サイトビジット'.

※開催実績は、⑧次世代電動推進システムが対象となった回数を記載

◆研究開発項目毎の目標と達成状況

達成度：

中間評価分科会開催時点で、中間目標の達成に至っていない項目はあるものの、2021年度末に達成、あるいは、2022年度早々に達成見込みとなっている。

課題と解決方針：

- ✓ 達成見込みとなっている理由は、元々の計画として2021年度末時点での目標値のため、現在も取組中である。また、新型コロナ感染症拡大による、出社制限等により研究開発の進捗に制限がかかった事に伴う計画遅れによるものである。
- ✓ 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、2022年度前半には目標達成できる見込み（最終目標への影響無し）。

次ページ以降、研究開発項目毎の詳細。

⑧-1 高効率かつ高出力電動推進システム

-項目：航空機用超電導推進システム要素技術開発

中間目標	成果	達成度	課題と解決方針
250-500 kW回転機、ケーブル、冷却システム基盤技術確立。	<ul style="list-style-type: none"> ・各開発要素に対して、モデル試作等で有効性の検証を一部終了。 ・軽量ケーブル、接続構造に関して適正構造を考案し、モデル試作等で有効性の検証を一部終了。 	△ (2022年6月達成見込)	<p>【課題】 新型コロナ感染症拡大の影響により研究開発活動が大幅に制限されている。</p> <p>【解決方針】 目標達成時期を数ヶ月後ろ倒しすることにより対応。</p>
0.5-1 MWシステム用回転機、ケーブル、冷却システム技術概念確立。			
<ul style="list-style-type: none"> ・5分割-100m長線材で電流密度250A/cm@温度70K、磁束密度1.2Tかつ歩留り60%以上を達成。 ・100m長線材で電流密度300 A/cm以上@温度70K、磁束密度2.5Tを達成。 	<ul style="list-style-type: none"> ・歩留り向上に有効なスクライブ加工装置を導入、立ち上げ中。 ・短尺線材において左記目標特性を見通す技術を開発。 	△ (2022年6月達成見込)	
0.5-1MWシステム用シールド基盤技術を確立。	小型コイルにてシールド基礎特性を把握するとともに、電磁解析で有効性を確認。	△ (2022年6月達成見込)	
65 Kで動作する半導体材料の開発。	既存半導体及び名大試作品で、低温評価を行い必要な耐電圧を確認。	△ (2022年6月達成見込)	

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 (3/11)

⑧-1 高効率かつ高出力電動推進システム

-項目：航空機用超電導推進システム機器機能検証

中間目標	成果	達成度	課題と解決方針
250-500 kW超電導モータを製作し、基礎評価を行うことで、5kW/kgを超える出力密度を実現する見通しを得る。	研究項目【航空機用超電導推進システム要素技術開発】の検討に基づき250- 500kWモータの基本構造を設計。	△ (2022年8月達成見込)	【課題】 新型コロナ感染拡大の影響により研究開発活動が大幅に制限されている。
0.5-1 MW超電導推進システム構成の基本仕様を決定する。	現時点で未着手だが、今後他の進展の状況をみて仕様決定予定	△ (2022年8月達成見込)	【解決方針】 目標達成時期を数ヶ月後ろ倒しすることにより対応、及びモータ容量を調整することに対応。及びモータ容量を調整することに対応。

◎ 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 (4/11)

⑧-2 軽量蓄電池

-項目：硫黄を担持する多孔性粒子の研究開発

中間目標	成果	達成度	課題と解決方針
500Wh/kg が目指せる硫黄正極として、硫黄の担持質量割合が60%を超えても安定に充放電できる電極炭素材料と、それに対する硫黄担持方法を開発する。	硫黄担持質量割合60 wt%以上の硫黄正極で1000 mAh g ⁻¹ から 1300-1600 mAh g⁻¹の可逆容量 の増大に成功した。エネルギー密度は可逆容量と作動電圧の積であるため、上述の可逆容量の飛躍的な向上により、500Wh/kgのエネルギー密度実現に大きく近づいた。	◎	-

-項目：硫黄の溶解を抑制する電解液の研究開発

中間目標	成果	達成度	課題と解決方針
500Wh/kg が目指せる硫黄正極に対して、SEI（電極界面被膜）の効果により、容量安定後の充放電50サイクルの容量維持率が90%以上である電解液を開発する。	硫黄正極小型セル評価において、良好なSEIを形成できるVCを溶媒とした電解液を適用することで、容量安定後の充放電 50サイクルの容量維持率は93% であることを確認した。また電解液の粘度が可逆容量に依存することを見出し、 高エネルギー密度化への電解液のコンセプトを得た 。さらに 電解液の軽量化を目的とし密度の小さな電解液も開発済 である。	◎	-

◎ 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 (5/11)

⑧-2 軽量蓄電池

-項目：硫黄の大電流での放電性能を向上する要素技術の研究開発

中間目標	成果	達成度	課題と解決方針
500Wh/kg が目指せる硫黄正極として、電極の電子伝導性を改善し、0.5CA程度の放電でも電極が大きな劣化を起こさず充放電が可能な技術を見出し、高エネルギー密度化との両立に備える。	新バインダーを適用した硫黄正極小型セル評価において、0.1CA相当の放電に対する 2CA相当の放電 (目標値の4倍の大電流による放電)における 容量保持率は100%であり 、電極に大きな劣化を起こさずに充放電が可能であることを確認した。さらに、新バインダーを適用した高目付(4.21 mg cm ⁻²)の20サイクル充放電後の容量維持率が旧バインダーを適用したものに比べ、約10%高いことを明らかにした。	◎	-

◎ 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 (6/11)

⑧-2 軽量蓄電池

-項目：蓄電システムの実証検証

中間目標	成果	達成度	課題と解決方針
軽量蓄電池について、500Wh/kg が目指せる400Wh/kg級の小型セルのプロトタイプモデルを試作する。さらに、軽量蓄電池に適合するCMU、BMUのプロトタイプモデルを設計し、蓄電池システムを試作する。	・試作した5 Ah級-積層セルのエネルギー密度は350Wh/kgであることを実証した。(2021年8月時点) ・軽量蓄電池に適合する電池モジュール構造(軽量化、均一圧迫機構)およびCMU、BMUのプロトタイプ的设计を完了し、蓄電池システムを試作中。	△ (2022年3月達成見込)	【課題】 エネルギー密度向上 【解決方針】 詳細設計改善にて検討を更に進める。
上記の蓄電池システムを用いて、地上の実験室環境下で航空機の電動化に適用可能かどうかを検証する。	・試作した蓄電システムについて、地上の実験室環境下で航空機の電動化に適用可能かどうかを検証予定。	△ (2022年3月達成見込)	【課題】 検証指標の確定 【解決方針】 地上の実験室環境下で航空機の電動化に適用可能かを判断する指標(安全性などの影響を考慮)の把握。
軽量蓄電池の大電流での放電性能については、0.5 CA 程度の放電が可能であることを目標とする。その他の性能値(サイクル特性等)については、機体OEM等との協議により、必要性能値を具体化したうえで、それらを達成する。	・試作した5 Ah級-積層セルでの大電流での放電性能については、1.0 CA 程度の放電が可能であった。 ・その他の性能値については、機体OEMメーカーとの協議を継続中。	△ (2022年3月達成見込)	【課題】 大電流放電性能の検証 【解決方針】 地上の実験室にて、蓄電システムの大電流放電性能を確認する。

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 (7/11)

⑧-3 電動ハイブリットシステム

-項目：ハイブリッド電動推進システム

中間目標	成果	達成度	課題と解決方針
電動ハイブリッド航空機の実用化に向けた電動推進電力システムおよび熱・エアマネジメントシステムに係るシステム定義、および評価項目設定を行う	電動推進とBLIを組み合わせた機体形態を想定し、電動推進電力システムおよび熱・エアマネジメントシステムに係るシステム定義および評価項目設定を完了した。	○	-

-項目：電動推進電力システム

中間目標	成果	達成度	課題と解決方針
MW級電動推進を達成するエンジン内蔵発電機の特許電磁機械製造技術の実現性確認のための試作を完了する	構造成立性、製造性を踏まえた発電機の詳細設計、解析による性能評価を完了。発熱密度低減を図った巻線構造、高性能絶縁材料を取り入れ試作機の製造を開始、完了の見込みを得た。	△ (2022年3月達成見込)	【課題】 - 【解決方針】 試作機の製造開始しており、年度末までに完了する。
電力システムを構成する電源グリッド、遮断システム、分散ファン用電動機、電力変換器の技術成立性について、モデル解析等による確認を完了する	電力システムとして、マルチターミナル半導体式限流・遮断器(電源グリッド)、半導体式遮断回路方式(遮断システム)、ハルバツハ構造電動機(分散ファン用電動機)、階調制御等のインバータ方式(電力変換器)、についてそれぞれモデル解析により妥当性確認を完了した。	○	-

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、X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 (8/11)

⑧-3 電動ハイブリットシステム

-項目：熱・エアマネジメントシステム

中間目標	成果	達成度	課題と解決方針
フライトミッションを通じたシステム特性評価を可能とする燃料排熱空調システム、エネルギー回収システムの技術成立性について、シミュレーションモデル等による確認を完了する	燃料排熱空調システム及びエネルギー回収システムのシステム定義と評価項目設定を完了し、評価ツールとしてのシミュレーションモデルの作成を完了した。年度末までに、シミュレーションモデルを用いた成立性評価を完了する見込みを得た。	△ (2022年3月達成見込)	【課題】 - 【解決方針】 作成したシミュレーションモデルでの成立性評価を完了する。
熱・エアマネジメントシステムを構成する燃料排熱熱交換器(FCAC)の耐久性評価を完了する	熱・エアマネジメントシステムのシステム設計によりFCACへの要求定義を行い、それを満足するFCACの設計を完了、製造を実施中。8月中旬に製造完了し、年度末までに耐久性評価を完了する見込みを得た。	△ (2022年3月達成見込)	【課題】 - 【解決方針】 試作品完了し、耐久性試験を完了する。

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性 (1/3)

◆成果の最終目標の達成可能性

現状：最終目標に向け、試作評価等による目処付け、技術的課題の抽出中。

達成見通し：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（2023年度末）	現状	達成見通し
⑧-1 高効率かつ高出力電動推進システム	<ul style="list-style-type: none"> ・20MWシステム開発に向けた回転機、ケーブル、冷却システムにおける課題と対策の明確化。 ・10分割-100m長線材で電流密度300A/cm@温度70K、磁束密度1.2Tかつ歩留り60%以上を達成。 ・100m長線材で電流密度500 A/cm以上@温度70K、磁束密度2.5Tを達成。 ・20MWシステム用シールド基盤技術を確立する。 ・65 Kで動作する半導体素子の開発。 	各開発技術に関して、モデル試作等により着実に開発は進展しているものの新型コロナ感染拡大の影響により研究開発活動が大幅に制限され、中間目標に関しては、達成時期を数ヶ月後ろ倒しすることにより対応。	新型コロナ感染拡大の影響による遅延を最小限に抑制することで達成を目指す。

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性 (2/3)

◆成果の最終目標の達成可能性

研究開発項目	最終目標（2023年度末）	現状	達成見通し
⑧-1 高効率かつ高出力電動推進システム	<ul style="list-style-type: none"> ・250-500kWモータの修正（含再製作）を行い、航空対応条件に対する地上評価を行うことで実機搭載の実現性を評価する。 ・0.5-1MW超電導推進システムを製作し、基礎評価を行うことで、超電導推進システムの成立性を検証する。 	研究項目「航空機用超電導推進システム要素技術開発」の検討に基づき、250-500kWモータの基本構造を設計を終え、着実に開発は進展しているものの新型コロナ感染拡大の影響により研究開発活動が大幅に制限され、中間目標に関しては、モータ容量の調整とともに達成時期を数ヶ月後ろ倒しすることにより対応。	0.5-1MW超電導推進システムの検討を250-500 kW超電導モータの製作・評価と並行して行うなどにより、新型コロナ感染拡大の影響による遅延を最小限に抑制することで達成を目指す。
⑧-2 軽量蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> ・軽量蓄電池について、500 Wh/kg級の小型セルを試作する。 ・軽量蓄電池に適合するBMU, CMUの仕様を決定し、蓄電システムを試作する。 ・上記蓄電システムを用いて、航空機の電動化に適用可能であることを実証する。 ・大電流放電性能として、2CA程度の放電が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・400Wh/kg級の小型セルを試作・評価中。 ・BMU, CUMおよび蓄電システムの設計検討中。 	<ul style="list-style-type: none"> ・軽量蓄電池について、500 Wh/kg級が見通せるいくつかの要素技術については成果が得られているが、それらを組み合わせた電池設計では、まだ不十分な要素技術がいくつかあり、それら要素技術を如何に改善できるかが目標達成のカギとなる。 ・蓄電システムについては、機体OEMのご意見を伺いながら、2021年度までに有られた小型セルの成果をベースに設計を進め、必要性能を具体化したうえで達成する。

◆成果の最終目標の達成可能性

研究開発項目	最終目標 (2023年度末)	現状	達成見通し
⑧-3 電動ハイブリットシステム	(1)ハイブリッド電動推進システム 実用化に向けたシステム定義の妥当性評価、および将来を見据えた中長期スパンでの技術開発ロードマップの策定を行う。	電動ハイブリッド航空機の実用化に向けた電動推進電力システム及び熱・エアマネジメントシステムに係るシステム定義と評価項目設定を完了した。	中間目標におけるシステム定義及び評価項目に基づき、各研究項目で作成したシミュレーションモデルを用いてシステム成立性の解析評価を行うことで、システム定義の妥当性評価を完了する見通し。また、システム評価の過程で洗い出された技術課題を整理することにより、将来を見据えた中長期スパンでの技術開発ロードマップの策定も完了する見通しであり、最終目標を達成する見込み。
	(2)電動推進電力システム MW級電動推進を達成するエンジン内蔵発電機の電流密度及び耐電圧性に係る性能評価を完了する。 システムリグ試験を含むシミュレーションによる電力システムの地上実証を行い、機能・性能評価を完了する。	発電機の構造、電磁気の詳細設計を完了。試作機の製造を開始し製造完了の見込み。 電動ファンシミュレータを構成する装置の器材検討および検証計画の立案を完了。	試作した発電機において、MW級電動推進を達成するエンジン内蔵発電機の電流密度、及び耐電圧性に係る性能評価を完了、最終目標を達成する見込み。 中間目標におけるシミュレーションによる解析評価と、今後実施するシステムリグ試験の組み合わせにより、電力システムの地上実証を行い、機能・性能評価を完了して最終目標を達成する見込み。
	(3)熱・エアマネジメントシステム システムリグ試験を含むシミュレーションによる熱・エアマネジメントシステムの地上実証を行い、燃費改善効果を含む機能・性能評価を完了する。 実用化に向けた燃料排熱熱交換器(FCAC)の性能図表作成を完了する。	燃料排熱空調システム及びエネルギー回収システムのシミュレーションモデルの作成を完了した。また、FCACの設計を完了、製造を実施中。	中間目標におけるシミュレーションによる解析評価と、今後実施するシステムリグ試験の組み合わせにより、熱・エアマネジメントシステムの地上実証を行い、燃費改善効果を含む機能・性能評価を完了して最終目標を達成する見込み。 試作したFCACを用いてシステムリグにおいて性能評価を実施、燃料排熱熱交換器(FCAC)の性能図表作成を完了して最終目標を達成する見込み。

◆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

	2019年度	2020年度	2021年度	計
論文	0	8	1	9
研究発表・講演	37	28	7	72
新聞・雑誌等への掲載	4	4	0	8
展示会への出展	2 ※	0	0	2

2021年8月27日現在

※2020年度2月 : 第2回 航空・宇宙機器開発展

◆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

()内は予定数

	2019年度	2020年度	2021年度	計
国内出願	0	2	1 (2)	3 (2)
外国出願	0	1	(1)	1 (1)
計	0	3	1(3)	4 (3)

2021年8月27日現在

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製品・サービスが顧客（機体メーカー、エンジンメーカー、システムメーカー、エアライン等）に納品されることをいう。

◆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。

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 (1/1)

◆ 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
- ✓ 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
⑧-1 高効率かつ高出力電動推進システム	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実用化・事業化の本命対象である100～150人対応の航空機に必要な20MWの推進パワーの超電導推進システム開発に向けて、本事業終了後に、本事業成果の飛行試験とともにスケールアップの開発を計画。 ✓ ユーザーとの連携を通して開発方向性の共有を実施中。
⑧-2 軽量蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2030年までに硫黄正極や電解液のサプライヤーを確保し、軽量蓄電池を量産化できる基盤を作る。その上で、軽量蓄電池の量産仕様を確立し、地上⇒飛行環境での実証試験を進める。 ✓ 機体OEMメーカーと協議して量産、供用を開始し、2030年代後半の実用化を目指す。
⑧-3 電動ハイブリットシステム	<ul style="list-style-type: none"> ✓ コンポーネント、システムの事業化に向けた開発を実施 ✓ 技術動向の調査及び規格化活動 ✓ 想定されるシステムに係る、機体メーカー、エンジンメーカーとの定期的な意見聴取

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 (1/5)

◆ 成果の実用化・事業化の見通し

- ✓ 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	事業化の見通し
⑧-1 高効率かつ高出力電動推進システム	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ユーザーとの連携を通してニーズの調査、確認を継続中。 ✓ 世界的に最も高い需要が期待されている、100～150人対応の航空機に必要な20MWの推進パワーの超電導推進システムを提供予定。
⑧-2 軽量蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 電動航空機の場合、航行距離を伸ばす方法としてエネルギー搭載量を増やす方法がある。航空機の場合は、全体の質量が増えないように電池の質量エネルギー密度向上、すなわち軽量蓄電池の研究開発が強く望まれている。 ✓ 蓄電池の専門メーカーである株式会社 GSユアサにおいて軽量蓄電池の研究開発は、第5次中期経営計画で重要研究案件と位置づけており、最終年度以降も実用化・事業化に向けた量産化技術も含めた取り組みを行う予定である。

4. 成果の実用化・事業化に向けての取組及び見通し
 (3) 成果の実用化・事業化の見通し (2/5)

◆成果の実用化・事業化の見通し

研究開発項目	事業化の見通し
⑧-3 電動ハイブリットシステム	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 中長期 技術開発計画 <ul style="list-style-type: none"> ・中期的には、装備品レベルでの実用化の見通しを得ることを目指す。本研究開発の成果は、要素技術の水平展開として装備品開発において実用化事業に供することを計画している ・長期的には本プロジェクトの目標である2030年代の単通路機におけるシステム参入の機会を得ることを目指す。本研究開発の成果は中核技術としてシステムを担うとともに、それらを使ったシステムの実用化事業に供することを計画している ✓ 技術動向の調査及び規格化活動 <ul style="list-style-type: none"> ・SAE Internationalの電動化に係る技術委員会等での調査及び標準化活動 <ul style="list-style-type: none"> i) EASG (Electric Aircraft Steering Group)、 AE-9 (Electrical materials committee)等での情報収集を実施 ii) SAE E-40(Electrified Propulsion Committee)にて電動化の規格化活動を実施 ✓ 想定されるシステムに係る、定期的な意見聴取を実施 <ul style="list-style-type: none"> ・海外OEMメーカーからの意見聴取を継続実施

概要

		最終更新日	2021年9月1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/ ⑧次世代電動推進システム研究開発	プロジェクト番号	P15005
担当推進部/ PM、担当者	ロボット・A I 部 【PM】 嶋田 諭 (2019年4月～2020年5月)、白木 聖司(2020年6月～) 【担当者】 林成和 (2019年4月～2020年2月)、白石 貞純(2019年4月～2021年3月)、 阿部 憲幸(2019年4月～)、品川 貴(2019年4月～)、服部 元隆(2019年7月～)、金谷明 倫 (2020年4月～2021年6月)、白川 周 (2020年4月～)、梅田 英幸 (2021年7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（電動航空機）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る。航空機用先進システム実用化プロジェク トは 2015 年度より開始しているが、研究開発項目「⑧次世代電動推進システム研究開発」は、2019 年 度～2023 年度の約 5 年間で実施される。		
1. 事業の位置付け・ 必要性について	環境負荷低減や経済性、整備性向上のため、今後は推進系も含め更に航空機の電動化が進むと考え られており、特に大型航空機に求められる航続距離も満たす電動ハイブリッド技術による燃費削減効果が試 算されている。例えば NASA では種々の機体形態で電動推進システムの構想が検討され大幅な燃費削 減効果を期待できるとされている。しかし、電動推進システムを構成する従来のモータやケーブル、発電機、 蓄電池等の要素技術及び電力制御システム技術は、飛行に求められる重量当たりの容量・出力の点にお いて旅客や貨物輸送に供する実用レベルには至っていない。そのため、これら要素の高効率化と軽量化が必 要とされている。 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、研究テーマ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。 ⑧-1 高効率かつ高出力電動推進システム 超電導技術による回転機、冷却システム、ケーブル、線材、インバータ等の各要素技術を活用し、小型・ 軽量、高効率・低エミッションの航空機用電機推進システムを開発する。 ⑧-2 軽量蓄電池 正極活物質に硫黄を用いた蓄電池の技術を活用し、電動航空機に求められるエネルギー密度を実現し た蓄電池システムを開発する。 ⑧-3 電動ハイブリッドシステム 電動ハイブリッド航空機の実用化に向け、電動推進電力システムおよび熱・エアマネジメントシステムの基 礎技術開発をすすめ、これらから構成されるハイブリッド電動推進システムを開発する。		

事業の計画内容	研究開発項目	2019FY	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	
	⑧-1 高効率かつ高出力電動推進システム	仕様策定、試作/評価			プロトタイプ設計/製作、検証		
	⑧-2 軽量蓄電池	仕様策定、試作/評価			プロトタイプ設計/製作、検証		
	⑧-3 電動ハイブリッドシステム	仕様策定、試作/評価			プロトタイプ設計/製作、検証		
開発予算 (単位：百万円)	会計・勘定	2019FY	2020FY	2021FY	総額		
	一般会計	0	0	0	0		
	特別会計	615.6	1,302.6	1,680.4	3,598.6		
	開発成果 促進財源	0	149.6	92.0	241.6		
	総予算額	615.6	1,452.2	1,772.4	3,840.2		
	(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 白木 聖司 (⑧-1 高効率かつ高出力電動推進システム のみ NEDO ロボット・AI部 統括主幹 梅田 英幸が代行)					
	委託先	⑧-1 高効率かつ高出力電動推進システム：九州大学、産業技術総合研究所、 (株)神戸製鋼所、大陽日酸(株)、SuperOx Japan 合同会社 (再委託先：富士電機(株)、東海国立大学機構、成蹊大学、鹿児島大学、 福岡工業大学、昭和電線ケーブルシステム(株)、三菱重工業(株)、BASF ジャパン(株)) ⑧-2 軽量蓄電池：(株)GSユアサ (再委託先：関西大学) ⑧-3 電動ハイブリッドシステム：(株)IHI (共同実施先：東京大学、岡山大学、秋田大学、秋田県立大学、立命館、大 阪産業大学) (再委託先：住友精密工業(株)、(株)島津製作所、(株)日立ソリューションズ、三菱電機(株)、住友精化(株)、ナブテスコ(株))					
情勢変化への対応	<p>本プロジェクトに関連して 2015 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。</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 (2015 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 (2017 年度) 3. 航空機装備品、電動化分野における研究開発動向調査 (2020 年度) 						
評価に関する事項	事前評価	2015年2月 担当部 ロボット・AI部 (プロジェクト立ちあげ時)					

	中間評価	2020年10月			
	事後評価	事業終了後 実施予定			
3. 研究開発成果について	◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達				
	⑧-1 高効率かつ高出力電動推進システム				
	項目	中間目標	成果	達成度	課題と解決方針
	航空機用超電導推進システム要素技術開発	250-500 kW 回転機、ケーブル、冷却システム基盤技術確立	・各開発要素に対して、モデル試作等で有効性の検証を一部終了。 ・軽量ケーブル、接続構造に関して適正構造を考案し、モデル試作等で有効性の検証を一部終了。	△ (2022/6 達成見込)	【課題】 新型コロナ感染拡大の影響により研究開発活動が大幅に制限されている。 【解決方針】 目標達成時期を数ヶ月後ろ倒しすることにより対応。
		0.5-1 MW システム用回転機、ケーブル、冷却システム技術概念確立。			
		・5 分割-100m 長線材で電流密度 250A/cm@ 温度 70K、磁束密度 1.2T かつ歩留り 60%以上を達成。 ・100m 長線材で電流密度 300 A/cm 以上@ 温度 70K、磁束密度 2.5T を達成。	・歩留り向上に有効なスクライブ加工装置を導入、立ち上げ中。 ・短尺線材において左記目標特性を見通す技術を開発。	△ (2022/6 達成見込)	
		0.5-1MW システム用シールド基盤技術を確立。	小型コイルにてシールド基礎特性を把握するとともに、電磁解析で有効性を確認。	△ (2022/6 達成見込)	
		65 K で動作する半導体材料の開発。	既存半導体及び名大試作品で、低温評価を行い必要な耐電圧を確認。	△ (2022/6 達成見込)	
	航空機用超電導推進システム機器機能検証	250-500 kW 超電導モータを製作し、基礎評価を行うことで、5kW/kg を超える出力密度を実現する見通しを得る。	研究項目【航空機用超電導推進システム要素技術開発】の検討に基づき 250- 500kW モータの基本構造を設計。	△ (2022/8 達成見込)	【課題】 新型コロナ感染拡大の影響により研究開発活動が大幅に制限されている。 【解決方針】 目標達成時期を数ヶ月後ろ倒しすることにより対応、及びモータ容量を調整することで対応。
		0.5-1 MW 超電導推進システム構成の基本仕様を決定する。	現時点で未着手だが、今後他の進展の状況をみて仕様決定予定	△ (2022/8 達成見込)	
	⑧-2 軽量蓄電池				
	項目	中間目標	成果	達成度	課題と解決方針
	硫黄を担持する多孔性粒子の研究開発	500Wh/kg が目指せる硫黄正極として、硫黄の担持質量割合が 60% を超えても安定に充放電できる電極炭素材料と、それに対する硫黄担持方法を開発する。	硫黄担持質量割合 60 wt%以上の硫黄正極で 1000 mAh g ⁻¹ から 1300-1600 mAh g ⁻¹ の可逆容量の増大に成功した。エネルギー密度は可逆容量と作動電圧の積であるため、上述の可逆容量の飛躍的な向上により、500Wh/kg のエネルギー密度実現に大きく近づいた。	◎	-

	硫黄の溶解を抑制する電解液の研究開発	500Wh/kg が目指せる硫黄正極に対して、SEI（電極界面被膜）の効果により、容量安定後の充放電50サイクルの容量維持率が90%以上である電解液を開発する。	硫黄正極小型セル評価において、良好なSEIを形成できるVCを溶媒とした電解液を適用することで、容量安定後の充放電50サイクルの容量維持率は93%であることを確認した。また電解液の粘度が可逆容量に依存することを見出し、高エネルギー密度化への電解液のコンセプトを得た。さらに電解液の軽量化を目的とし密度の小さな電解液も開発済である。	◎	—
	硫黄の大電流での放電性能を向上する要素技術の研究開発	500Wh/kg が目指せる硫黄正極として、電極の電子伝導性を改善し、0.5CA程度の放電でも電極が大きな劣化を起こさず充放電が可能な技術を見出し、高エネルギー密度化との両立に備える。	新バインダーを適用した硫黄正極小型セル評価において、0.1CA相当の放電に対する2CA相当の放電（目標値の4倍の大電流による放電）における容量保持率は100%であり、電極に大きな劣化を起こさず充放電が可能であることを確認した。さらに、新バインダーを適用した高目付(4.21 mg cm ⁻²)の20サイクル充放電後の容量維持率が旧バインダーを適用したものに比べ、約10%高いことを明らかにした。	◎	—
蓄電システムの実証検証		軽量蓄電池について、500Wh/kgが目指せる400Wh/kg級の小型セルのプロトタイプモデルを試作する。さらに、軽量蓄電池に適合するCMU、BMUのプロトタイプモデルを設計し、蓄電池システムを試作する。	<ul style="list-style-type: none"> 試作した5Ah級-積層セルのエネルギー密度は350Wh/kgであることを実証した。（2021年8月時点） 軽量蓄電池に適合する電池モジュール構造（軽量化、均一圧迫機構） およびCMU、BMUのプロトタイプ設計を完了し、蓄電池システムを試作中。 	△ (2022/3達成見込)	<p>【課題】 エネルギー密度向上</p> <p>【解決方針】 詳細設計改善にて検討を更に進める。</p>
		上記の蓄電池システムを用いて、地上の実験室環境下で航空機の電動化に適用可能かどうかを検証する。	<ul style="list-style-type: none"> 試作した蓄電システムについて、地上の実験室環境下で航空機の電動化に適用可能かどうかを検証予定。 	△ (2022/3達成見込)	<p>【課題】 検証指標の確定</p> <p>【解決方針】 地上の実験室環境下で航空機の電動化に適用可能かを判断する指標（安全性などの影響を考慮）の把握。</p>
		軽量蓄電池の大電流での放電性能については、0.5CA程度の放電が可能であることを目標とする。その他の性能値（サイクル特性等）については、機体OEM等との協議により、必要性能値を具体化したうえで、それらを達成する。	<ul style="list-style-type: none"> 試作した5Ah級-積層セルでの大電流での放電性能については、1.0CA程度の放電が可能であった。 その他の性能値については、機体OEMメーカーとの協議を継続中。 	△ (2022/3達成見込)	<p>【課題】 大電流放電性能の検証</p> <p>【解決方針】 地上の実験室にて、蓄電システムの大電流放電性能を確認する。</p>

⑧-3 電動ハイブリッドシステム				
項目	中間目標	成果	達成度	課題と解決方針
ハイブリッド電動推進システム	電動ハイブリッド航空機の実用化に向けた電動推進電力システムおよび熱・エアマネジメントシステムに係るシステム定義、および評価項目設定を行う	電動推進と BLI を組み合わせた機体形態を想定し、電動推進電力システムおよび熱・エアマネジメントシステムに係るシステム定義および評価項目設定を完了した。	○	—
電動推進電力システム	MW級電動推進を達成するエンジン内蔵発電機の特許電磁機械製造技術の実現性確認のための試作を完了する	構造成立性、製造性を踏まえた発電機の詳細設計、解析による性能評価を完了。発熱密度低減を図った巻線構造、高性能絶縁材料を取り入れ試作機の製造を開始、完了の見込みを得た。	△ (2022/3 達成見込)	【課題】 — 【解決方針】 試作機の製造開始しており、年度末までに完了する。
	電力システムを構成する電源グリッド、遮断システム、分散ファン用電動機、電力変換器の技術成立性について、モデル解析等による確認を完了する	電力システムとして、マルチターミナル半導体式限流・遮断器(電源グリッド)、半導体式遮断回路方式(遮断システム)、ハルバツハ構造電動機(分散ファン用電動機)、階調制御等のインバータ方式(電力変換器)、についてそれぞれモデル解析により妥当性確認を完了した。	○	—
熱・エアマネジメントシステム	フライトミッションを通したシステム特性評価を可能とする燃料排熱空調システム、エネルギー回収システムの技術成立性について、シミュレーションモデル等による確認を完了する	燃料排熱空調システム及びエネルギー回収システムのシステム定義と評価項目設定を完了し、評価ツールとしてのシミュレーションモデルの作成を完了した。年度末までに、シミュレーションモデルを用いた成立性評価を完了する見込みを得た。	△ (2022/3 達成見込)	【課題】 — 【解決方針】 作成したシミュレーションモデルでの成立性評価を完了する。
	熱・エアマネジメントシステムを構成する燃料排熱熱交換器(FCAC)の耐久性評価を完了する	熱・エアマネジメントシステムのシステム設計によりFCACへの要求定義を行い、それを満足するFCACの設計を完了、製造を実施中。8月中旬に製造完了し、年度末までに耐久性評価を完了する見込みを得た。	△ (2022/3 達成見込)	【課題】 — 【解決方針】 試作品完了し、耐久性試験を完了する。
投稿論文		9件 (うち査読有8件)		
特許		出願済4件 (うち国際出願1件) 予定3件 (うち国際1件)		
その他の外部発表 (プレス発表等)		82件 (研究発表・講演72件、新聞雑誌等への掲載8件、展示会への出展2件)		

<p>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>	<p>本研究開発における実施項目は、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、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、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>	
<p>5. 基本計画に関する事項</p>	<p>作成時期</p> <p>変更履歴 (⑧開始以降)</p>	<p>2015年3月 作成（プロジェクト立ちあげ時）</p> <p>2019年3月 国外の研究開発動向を踏まえて研究開発項目⑧を追加。研究開発スケジュール（別紙2）を追加。</p> <p>2020年1月 研究開発項目⑧のテーマを追加(⑧-3)。</p> <p>2020年7月 プロジェクトマネージャーの変更</p> <p>2021年8月 プロジェクトマネージャーの職務範囲等変更</p>