

## 1. 件名： 航空機用先進システム実用化プロジェクト

## 2. 根拠法

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

## 3. 背景及び目的・目標

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、次世代航空機は、更なる安全性・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することを目的に、以下の研究開発を実施する。

## [委託事業]

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

研究開発項目②：次世代降着システム研究開発

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

研究開発項目④：次世代空調システム研究開発

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

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

研究開発項目⑧：次世代電動推進システム研究開発

上記、研究開発を実施するに当たり、以下の最終目標・中間目標を達成するものとする。

最終目標（研究開発項目①③④⑤⑥⑦）：2019年度、研究開発項目②：2020年7月31日、研究開発項目⑧：2023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、地上又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（研究開発項目①～⑦）：2017年度、研究開発項目⑧（推進用電動機制御システムを除く）：2021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。

#### 4. 実施内容及び進捗（達成）状況

2015年度はプロジェクトマネージャー（PMgr）にNEDO ロボット・機械システム部 井澤 俊和、2016年度はNEDO ロボット・AI部 平林 弘行、2017年度は嶋田 諭、2020年度は白木 聖司、2022年度は松木 秀男を任命して、プロジェクトの進行全体の企画・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た。

##### 4. 1 2015年度委託事業内容

###### 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」

（実施体制：住友精密工業株式会社－再委託国立大学法人東京大学）

開発するASACOC（Advanced Surface Air Cooled Oil Cooler）/HFCOC（Hybrid Fuel Cooled Oil Cooler）/OFCV（Oil Flow Control Valve）の強度、性能、インターフェースの要求値について、エンジンメーカーと意見交換を行った。また、目標を達成するASACOC/HFCOC/OFCVを製造するための成形・加工方法や材料に関する調査を行い、コンセプト検討、部分供試品の製作に着手した。

###### 研究開発項目②「次世代降着システム研究開発」

（実施体制：住友精密工業株式会社－再委託多摩川精機株式会社）

###### [脚揚降システム]

研究室環境下で脚の上げ下げに要する時間を評価し、実用化した場合に想定される要求値を満足することを確認した。また、モータ及びポンプの耐久性については、試験により評価した結果、目標値を満たすことを確認した。

###### [電動タキシングシステム]

一次試作品を用いた走行模擬試験については、試験治具の設計・製作が完了し、機能/性能の確認及びモータ周辺部の温度データを計測した。また、走行模擬試験と解析のコリレーションを実施し、熱解析シミュレーションモデルの改良を行った。

###### [電磁ブレーキシステム]

電磁ブレーキの冷却方式について、ブレーキによる発熱とコイルへの通電による発熱に対して、放熱量と電磁流体の温度上昇を解析により求めた結果、冷却または更に高い耐熱性を持つ電磁流体の開発が必要であることが判明した。また、電磁ブレーキ非使用時のトルク低減方法について、磁界の印加方法を4種類考案し、それぞれシミュレーションにより効果を検証した。

###### 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」

（実施体制：横河電機株式会社）

大画面・任意形状ディスプレイモジュール及びタッチパネルについて、システム要求調査及び要求仕様検討を実施し、要求仕様を定義するとともに、部分試作品を製作した。また、ハードウェア認証取得活動について、開発標準を準備するとともに、認証取得に向けて必要となる文書を作成するための詳細計画及び認証取得のレビュー実施計画を立案した。

###### 研究開発項目④「次世代空調システム研究開発」

（実施体制：株式会社島津製作所－再委託国立大学法人東海国立大学機構）

###### [二相流体熱輸送システム]

動向調査を実施し、二相流体熱輸送システムに対する機体システム側のニーズがあることを確認した。また、動向調査に基づいてシステムの概略仕様を設定し、構成要素及び要素試験装置の設計・

製作に着手した。

[スマート軸流ファン]

動向調査を実施し、スマート軸流ファンに対する機体システム側のニーズがあることを確認した。また、既存の民間機に搭載されている軸流ファンの仕様調査結果に基づいてスマート軸流ファンの仕様を策定し、構想設計に着手した。

研究開発項目⑤「次世代飛行制御/操縦システム研究開発」

(実施体制：東京航空計器株式会社)

ピトー管については、高信頼性を有するピトー管開発のため、ピトー管の故障やヒータの組込み工程、及び温度制御について検討した。また、操縦バックアップシステムについては、既存機の複数機種に対して操縦系統の調査を実施し、調査結果を踏まえて操縦バックアップシステムに必要な要求事項をまとめた。

4. 2 2016 年度委託事業内容

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」

(実施体制：住友精密工業株式会社－再委託 国立大学法人東京大学)

エンジンメーカーとの意見交換を踏まえ、オイルクーラー (ASACOC/HFCOC) 及び流量調節バルブ (OFCV) の仕様を確定した。また、2015 年度に引き続き、軽量及び低コストを実現するためのオイルクーラーの製造方法や材料について、調査検討及び解析・試験による性能確認を行った。さらに、最適化ツールを用いてオイルクーラーのフィン形状の最適化検討を行い、従来よりも性能が向上する形状を見出した。

研究開発項目②「次世代降着システム研究開発」

(実施体制：住友精密工業株式会社－再委託 多摩川精機株式会社)

[脚揚降システム]

振動試験について、解析結果と試験結果を比較し、解析結果が妥当であることを確認するとともに、振動要求に適合する範囲で質量軽減を図り、強度面での最適化を行った。また、ポンプについては、トルク効率の改善 (すなわち耐久性の向上) を目的として 3 種類の改善案について試作・評価を行い、改善効果を確認した。さらに、電動アップロックについては、概念設計を完了し、基本設計に着手した。

[電動タキシングシステム]

インホイール・モータの小型軽量化及び高出力化の検討において、更なる損失の低減検討のためモータ方式を改良し、想定しているホイール内に装着可能な目途を得た。また、モータの制御方式について、制御解析用の機体運動シミュレーションモデルを構築し、制御ロジックの構築に着手した。さらに、脚振動 (シミー振動) を考慮した機体運動シミュレーションモデルの作成に着手した。

[電磁ブレーキシステム]

電磁ブレーキに適した電磁流体の特性改善について調査・検討を行い、文献調査の結果、磁性微粒子に特殊な表面処理を施すことにより、非使用時のトルクが低い電磁流体が得られる可能性のあることを確認した。また、電磁ブレーキの冷却方式について検討し、シミュレーションにより冷却効果を検証した。さらに、電磁ブレーキのディスクを多板としたブレーキ構造の概略検討及びブレーキ全体構造の検討を完了した。

### 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」

(実施体制：横河電機株式会社)

大画面・任意形状ディスプレイモジュール及び当該ディスプレイモジュール適応型タッチパネルについて、数種類の方式について部分試作品の製作し、ディスプレイモジュールに求められる仕様に基づく評価を行った。また、2015年度に受けた外部有識者によるレビューの結果を踏まえて開発標準を修正するとともに、ハードウェア認証取得の第1フェーズで必要となる文書を作成し、外部有識者によるレビューを行った。

### 研究開発項目④「次世代空調システム研究開発」

(実施体制：株式会社島津製作所一再委託 国立大学法人東海国立大学機構)

[二相流体熱輸送システム]

Active Pump方式について、構成要素(熱交換器、ポンプ等)及び要素試験装置を設計・製作し、構成要素の試験評価を行った結果、消費電力低減の目標達成の目途を得た。また、Passive Pump方式について、構成要素及び要素試験装置を設計・製作し、構成要素の試験評価を行った結果、特定の仕様条件に対して熱輸送量の目標達成の目途を得た。また、システムの作動特性の試験、及び顧客デモを目的とした小型システムを設計・製作した。

[スマート軸流ファン]

構成要素である翼車について、作動範囲が広く高効率な翼車の二次試作品を設計・製作し、試験評価を行うことにより、翼車の性能向上を確認するとともに、製造コスト低減について検討した。また、モータ及び制御回路については、小型化・製造コスト低減の検討を行うとともに、基本特性取得のための試作を行った。

### 研究開発項目⑤「次世代飛行制御/操縦システム研究開発」

(実施体制：東京航空計器株式会社)

ピトー管については、構成要素であるヒータの耐久試験(短周期)を実施し、性能にばらつきがないことを確認するとともに、プロトタイプを設計・製作し、着氷試験による性能評価を行った。また、モータコントローラについては、汎用品を用いて有負荷時の基本的な制御技術を習得し、実機搭載品の設計及び制御アルゴリズムのノウハウを得た。さらに、操縦バックアップシステムについては、システムの構想設計が完了し、詳細設計に着手した。

### 研究開発項目⑥「次世代自動飛行システム研究開発」(2016年度から実施)

(実施体制：株式会社リコー、国立大学法人東京大学一再委託 三菱スペース・ソフトウェア株式会社、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、国立研究開発法人海上・湾港・航空技術研究所 電子航法研究所)

[GPS/ILS 異常時の自動着陸システム]

画像システム試作品における画像センサー仕様及び全体仕様を策定するとともに、原理確認用のマルチコプターに当該試作品を搭載して飛行実験を行うことにより、画像システムの機能・性能を確認した。また、無人機の自動着陸に関して、位置検出・自動着陸の制御アルゴリズムを検討し、シミュレーションを実施するとともに、小型の無人機による飛行試験を行った。さらに、GPS/ILSの通常動作時における誤差モデルの構築に着手した。

[舵面故障時の飛行維持システム]

舵面の故障状態を検知するシステムについては、画像システム試作品の仕様を決定し、舵面状態

の検知アルゴリズム検討に着手した。また、飛行維持システムについては、特定の舵面故障状態に対する制御アルゴリズムを開発し、シミュレーションにより効果を確認した。さらに、実験用航空機の機体運動シミュレーションモデルの設計仕様を検討し、設計仕様に基づいたシミュレーションツールの作成に着手した。

#### 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」(2016年度から実施)

(実施体制：株式会社 IHI－再委託 住友精化株式会社、住友精密工業株式会社、株式会社島津製作所、日産自動車株式会社)

##### [高耐熱電動機]

電動機からの排熱を効率良く行うための巻線熱構造のシステム仕様について検討を行うとともに、電動機における発熱部位を特定した。また、高耐熱を実現するための被膜について、耐熱性を評価するため、高温炉を用いた温度試験を実施した。

##### [効率の良い排熱システム]

エンジン内蔵型電動機を核としたエンジン電動化システム実現に向けて、エンジン軸直結様式、及び従来のエンジン排熱システムや空調システムとの連携について検討するため、システム系統設計に関する技術動向や、当該システムに必要な熱交換器のサイズ、空調システムの仕様について調査した。

#### 4. 3 2017年度委託事業内容

##### 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」

(実施体制：住友精密工業株式会社－再委託 国立大学法人東京大学)

オイルクーラー (ASACOC/HFCOC) 及び流量調節バルブ (OFCV) について、試作品の製造工程の最適化検討を行った上で実際に試作品を製作し、その妥当性を検証した。また、試作品の性能・強度を検証した。さらに、オイルクーラー及び流量調節バルブを構成要素とする熱制御システムの性能計算プログラム開発に着手し、空気フィンにおける流れ場と冷却性能との関係についての知見を得た。

##### 研究開発項目②「次世代降着システム研究開発」

(実施体制：住友精密工業株式会社－再委託 多摩川精機株式会社)

##### [脚揚降システム]

2016年度に引き続き、脚揚降システムの更なる質量軽減を行った。モータ及びポンプについては、温度要求への適合性を確認する評価試験を行うとともに、2016年度に取り組んだ耐久性向上の成果を基に、実機運用時の形態にあわせて設計・製作を行い、耐久試験及び性能評価を実施した。評価の結果、温度要求への適合性が確認された。また、耐久試験においては、ポンプ内部のギアの摩耗が課題であることが判明したため、摩耗対策によって耐久性の向上を図った。また、電動アップロックの構成について、質量、信頼性、コスト、整備性、スペースの間のトレードオフを考慮し、最善の形態を検討した。また、MBD (モデルベース開発) プロセスの整備に着手した。

##### [電動タキシングシステム]

インホイール・モータの小型軽量化及び高出力化に向けた発熱の予測精度向上を目的として、走行模擬試験による発熱データの取得、数値熱解析モデルのコリレーションを行い、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できる目途を得た。

[電磁ブレーキシステム]

2016年度に引き続き、電磁ブレーキに適した電磁流体の特性改善等について調査・検討を行ったところ、航空機への適用にあたって克服困難な放熱性に関する技術的課題が確認されたため、外部有識者の意見を踏まえ2017年度上半期をもって本テーマについては終了とし、中間評価分科会においてもその妥当性が認められた。

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」

(実施体制：横河電機株式会社)

タッチパネル機能を搭載した大画面・任意形状ディスプレイモジュール試作品の製作・評価を行い、実際のコックピットを模擬したモックアップの設計・製作に移行するための技術方式を選定した。

研究開発項目④「次世代空調システム研究開発」

(実施体制：株式会社島津製作所—再委託 国立大学法人東海国立大学機構)

[二相流体熱輸送システム]

Active Pump 方式及びPassive Pump 方式について、要素レベルでの試験による評価を行った。また、試作品及び試験装置を設計・製作して評価試験を実施し、取得した特性データ等からプロトタイプ試作に向けた改善点等を把握した。

[スマート軸流ファン]

モータ及び制御回路について、評価試験により特性データを取得し、要素試験の結果を基にプロトタイプの構想設計を行った。また、翼車の低コスト製法を確立した。

研究開発項目⑤「次世代飛行制御/操縦システム研究開発」

(実施体制：東京航空計器株式会社)

ピトー管については、構成要素であるヒータの耐久試験（長周期）を完了するとともに、量産型ピトー管の設計・製作・評価を行い、認証取得及び2019年度の販売開始に向けた認証試験を開始した。モータコントローラについては、BBM で取得したデータをもとにテストベンチの設計・製作及び動作確認を行った。操縦バックアップシステムについては、2016年度の成果を基にモジュールの設計が完了し、BBM の部品手配を開始した。

研究開発項目⑥「次世代自動飛行システム研究開発」(2016年度から実施)

(実施体制：株式会社リコー、国立大学法人東京大学—再委託 三菱スペース・ソフトウェア株式会社、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、国立研究開発法人海上・湾港・航空技術研究所 電子航法研究所)

[GPS/ILS 異常時の自動着陸システム]

位置検出・自動着陸用の画像システム試作品について、固定翼無人機を用いて予備飛行試験を実施して当該システムの機能を確認した。また、GPS/ILS の異常時における誤差モデルを構築した。

[舵面故障時の飛行維持システム]

舵面故障検出用の画像システム試作品を実験用航空機に搭載し、地上試験を実施してシステムの機能を確認した。また、開発した飛行制御プログラムを実験用航空機に搭載し、予備飛行試験を実

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」(2016年度から実施)

(実施体制：株式会社 IHI 一再委託 住友精化株式会社、住友精密工業株式会社、株式会社島津製作所)

[高耐熱電動機]

高耐熱被膜を付した電動機の試作品を設計・製作して評価試験を実施し、所望の耐熱性能が得られていることを確認した。

[効率の良い排熱システム]

エンジン内蔵型電動機を核としたエンジン電動化システム実現に向けて、エンジン軸直結様式、及び従来のエンジン排熱システムや空調システムとの連携について検討し、これらのシステムも含めた統合システムについて解析による評価を行い、従来のラム空気への排熱と比較して燃費改善が見込まれることが分かった。

#### 4. 4 2018年度委託事業内容

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」

(実施体制：住友精密工業株式会社一再委託 国立大学法人東京大学)

2017年度に行ったオイルクーラー (HFCOC) の性能試験で確認された課題について改善検討を行った。流量調節バルブ (OFCV) については、重量目標を達成するべく構成品の削除、材料変更、小型化等の検討を行った。また、オイルクーラー及び流量調節バルブを構成要素とする熱制御システムに関して、試作品の設計及び性能計算プログラムの開発を行った。

研究開発項目②「次世代降着システム研究開発」

(実施体制：住友精密工業株式会社一再委託 多摩川精機株式会社)

[脚揚降システム]

システムとしての更なる重量軽減に向け、配置の最適化をつうじて、電気配線や構成部品点数の削減を図り、試作及び評価を開始した。電動アップロックについては2017年度中に重量、信頼性、コスト等において既存のシステムに対して優位な形態の検討が完了したため、更なる小型軽量化検討を進めた。また、D0-178C (ソフトウエア認証) に適合した Co-simulation (複数のシミュレーションを同時に行う連成解析) 及びソースコードの自動生成等、MBD (モデルベース開発) プロセスの整備を行った。

[電動タキシングシステム]

インホイール・モータの小型軽量化及び高出力化に向け、2017年度までは要素レベルでの最適化検討を行ってきた。2018年度はこれまで行ってきた要素レベルでの検討結果に加え、モータ冷却方式やタキシングにおける制御則・制御パラメータの検討結果を考慮し、プロトタイプ設計・製作を行った。

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」

(実施体制：横河電機株式会社)

2018年度から2019年度にかけて行う評価に向け、コックピット形状のディスプレイモジュールのプロトタイプ設計及び製作を行った。また、開発の進捗状況に応じて、D0254 認証取得に向け、これまでに実施した SOI # 1 での指摘事項へ対応し、完了要件を確認した。

#### 研究開発項目④「次世代空調システム研究開発」

(実施体制：株式会社島津製作所－再委託 国立大学法人東海国立大学機構)

##### [二相流体熱輸送システム]

Active Pump 方式及びPassive Pump 方式について、2017 年度までの試験評価結果をもとに、実機搭載を想定した仕様のプロトタイプシステム及び各種試験装置・治具等の設計・製作を行った。

##### [スマート軸流ファン]

2017 年度までに得られた開発成果をもとに、2018 年度は機体メーカー等の空調システムに対するニーズ調査を行い、実機搭載を想定した仕様の具体化及び技術課題の抽出を行った。

#### 研究開発項目⑤「次世代飛行制御/操縦システム研究開発」

(実施体制：東京航空計器株式会社)

##### [ピトー管]

2017 年度に実施した着氷試験で抽出した課題について、その解決方法の妥当性を確認し、量産タイプのピトー管の設計に反映した。

##### [モータコントローラ]

2017 年度に製作したテストベンチを用い、発熱等の温度環境を考慮したモータコントローラの設計に必要となるデータを取得し、部品選定及び回路設計を行った。なお、本テーマについては、外部有識者の意見を踏まえて事業化計画等の再検討を 2018 年度中に行った。

##### [操縦バックアップシステム]

構成要素となるハードウェア及びソフトウェアの製作を完了し、2019 年度に実施予定の統合評価に向けてプロトタイプを製作した。なお、本テーマについては、外部有識者の意見を踏まえて事業化計画等の再検討を 2018 年度中に行った。

#### 研究開発項目⑥「次世代自動飛行システム研究開発」

(実施体制：株式会社リコー、国立大学法人東京大学－再委託 三菱スペース・ソフトウェア株式会社、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、国立研究開発法人海上・湾港・航空技術研究所 電子航法研究所)

##### [GPS/ILS 異常時の自動着陸システム]

2017 年度までに行った予備飛行試験と原理確認に基づき画像処理システムの試作改良品を製作し、2019 年度の最終試験に向けた予備飛行試験を行った。

##### [舵面故障時の飛行維持システム]

2017 年度までに行った予備飛行試験と原理確認に基づき画像処理システム及び飛行制御アルゴリズムの試作改良品を製作し、シミュレーションを含め、2019 年度の最終試験に向けた予備飛行試験を行った。

#### 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」

(実施体制：株式会社 IHI－再委託 住友精化株式会社、住友精密工業株式会社、株式会社島津製作所、株式会社日立ソリューションズ)

##### [高耐熱電動機]

2017 年度に得られた評価試験結果をもとに、高温になる搭載部の環境及びエンジン熱構造に適合する高耐熱発電機のプロトタイプモデルに関する設計・解析を実施した。

##### [効率の良い排熱システム]



2017年度までに行ったエンジン電動化システム、エンジン排熱システム及び空調連携排熱システムの系統設計をもとに、機体電動化システム及びエンジン電動化システムの解析・評価等を実施した。また、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、課題の抽出と認証取得に向けた基盤整備を行った。

#### 4. 5 2019年度委託事業内容

##### 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」

(実施体制：住友精密工業株式会社－再委託 国立大学法人東京大学)

ASACOC のエンジン搭載モデル及び HFCOC の改良試作品の評価試験により各オイルクーラーの実エンジン搭載性を確認した。また ASAOC の熱交換器の高効率化、低抵抗化のためにヒートシンク伝熱特性を CFD 解析にて解明した。さらに ASACOC の新規製造技術導入などを行い、製造工程の最適化を実施した。OFCV については試作品の圧力損失/流量特性等の試験を行い、定めた評価基準を満たすことを確認した。

##### 研究開発項目②「次世代降着システム研究開発」

(実施体制：住友精密工業株式会社－再委託 多摩川精機株式会社)

###### [脚場降システム]

2018年度までに達成した質量軽減に加え、新形態システムの設計・製造・評価、D0178-C 対応やモデルベース開発プロセスの活用・環境整備を進め、システムレベルで要求性能（最終目標）が確保されることを確認した。

###### [電動タキシングシステム]

2018年度に引き続き、電動タキシングにおける電動モータ制御方式の検討を進め、制御方法・制御パラメータの検討結果を考慮し、プロトタイプ設計・製作を行った。インホイール・モータ試作品により、機能試験及び環境試験を実施し、低温での動作確認及び共振点サーベイによる作動範囲内での有害な共振点がないことを確認した。

##### 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」

(実施体制：横河電機株式会社)

コックピット形状のディスプレイモジュールのプロトタイプ設計、製作及び評価等をつうじて最終目標達成を確認した。また、開発の進捗状況に応じて、D0254 認証取得に向け、これまでに実施した SOI # 1 での指摘事項へ対応し、完了要件を確認した。

##### 研究開発項目④「次世代空調システム研究開発」

(実施体制：株式会社島津製作所)

###### [二相流体熱輸送システム]

プロトタイプシステムの製作・試験を実施し、航空機搭載環境における制御性や耐環境性の評価により、性能評価を完了した。

###### [スマート軸流ファン]

動向調査によって得られた適用先候補に関する性能評価を完了した。

##### 研究開発項目⑤「次世代飛行制御/操縦システム研究開発」(実施体制：東京航空計器株式会社)

###### [ピトー管]

2018年度までに実施した耐久試験、着氷試験等の結果から、新素材ピトー管の最終仕様を決定し、

再設計を実施した。

[モータコントローラ]

2018 年度に設計した実機温度環境下での耐久性を考慮したモータコントローラの製作と動作確認及び温度高度試験を行い、目標仕様を満たしていることを確認した。また競業他社状況等の市場調査を行って温度高度環境に対する仕様を決定し、製品化に向けた更なる課題を抽出した。

[操縦バックアップシステム]

2018 年度に製作したシステムの動作確認及びピトー管・モータコントローラを連結した機能評価を行い所期の目標を達成した。また競業他社状況等の市場調査を行い製品仕様を決定し、今後、機体メーカーと共同で操縦システムの構築を目指すこととした。

研究開発項目⑥「次世代自動飛行システム研究開発」

(実施体制：株式会社リコー、国立大学法人東京大学－再委託 三菱スペース・ソフトウェア株式会社、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、国立研究開発法人海上・湾港・航空技術研究所 電子航法研究所)

[GPS/ILS 異常時の自動着陸システム]

2018 年度までに構築した画像処理システム及び GPS 異常時の誤差モデルを用いて、GPS の異常時においても無人固定翼機による自動着陸(最終進入)が可能なことを検証した。

[舵面故障時の飛行維持システム]

2018 年度までに実施した飛行試験結果を解析し、想定されたアクチュエータ故障が生じた状況でも安定飛行が維持できることを確認し、センサー故障時の安定飛行の維持についても hardware-in-the-loop シミュレーションにおいて確認した。また、飛行中の画像データを用いて、画像を用いた舵面故障検知が可能なことを検証した。

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」

(実施体制：株式会社 IHI－再委託 住友精化株式会社、住友精密工業株式会社、株式会社島津製作所、株式会社日立ソリューションズ)

[高耐熱電動機]

2018 年度に実施した解析・設計に基づくプロトタイプ電動機を試作し、作動試験、動作解析により目標仕様を満たされていることを確認した。

[効率の良い排熱システム]

2018 年度に作製した排熱システム、空調システムを考慮した機体・エンジンサーマルモデルを用いて機体・エンジン電動化システムの解析と評価を行い、目標仕様を満たしていることを確認した。また、エンジン電動化システム認証取得に関する課題の抽出を行った。

研究開発項目⑧「次世代電動推進システム研究開発」

[高効率かつ高出力電動推進システム]

(実施体制：国立大学法人九州大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、SuperOx Japan 合同会社、大陽日酸株式会社－再委託 富士電機株式会社、国立大学法人東海国立大学機構、学校法人成蹊大学、国立大学法人鹿児島大学、学校法人福岡工業大学、昭和電線ケーブルシステム株式会社)

航空機電気推進システムを構成する、超電導技術を適用した高効率かつ大出力密度モータや冷却システム、ケーブル、線材、インバータ等に関する各要素の基盤技術開発を行った。

[軽量蓄電池]

(実施体制：株式会社GSユアサー再委託 学校法人関西大学)

実機適用レベルのエネルギー密度を実現する要素技術として電極、電解質などの構成要素について基本仕様の研究開発と検討と小型セル製作・評価による検証を行った。

#### 4. 6 2020年度委託事業内容

研究開発項目②「次世代降着システム研究開発」

(実施体制：住友精密工業株式会社－再委託 多摩川精機株式会社)

[電動タキシングシステム]

インホイール・モータ試作品の耐久試験で実機運用を想定した作動時間を確認、また電動タキシングにおける電動モータの制御方法・制御パラメータを確立し、本システム開発の最終目標を確認した。

研究開発項目⑧「次世代電動推進システム研究開発」

[高効率かつ高出力電動推進システム]

(実施体制：国立大学法人九州大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、株式会社神戸製鋼所、太陽日酸株式会社、SuperOx Japan 合同会社－再委託 富士電機株式会社、国立大学法人東海国立大学機構、学校法人成蹊大学、国立大学法人鹿児島大学、学校法人福岡工業大学、昭和電線ケーブルシステム株式会社)

2019年度に引き続き、航空機電気推進システムを構成する、超電導技術を適用した高効率かつ大出力密度モータや冷却システム、ケーブル、線材、インバータ等線材等に関する各要素の基盤技術開発を行い、それらの検討・部分試作検証をもとに250－500kW級全超電導モータの設計・評価仕様の検討を進めた。

[軽量蓄電池]

(実施体制：株式会社GSユアサー再委託 学校法人関西大学)

2019年度に引き続いて電極、電解質などの構成要素について2次、3次の基本仕様の検討と小型セル評価による検証を繰り返し行った。また、CMU(Cell Management Unit)、BMU(Battery Management Unit)の基本設計を行い、蓄電池システム製作に着手した。

[電動ハイブリッドシステム]

(実施体制：株式会社IHI－共同実施 国立大学法人東京大学、国立大学法人岡山大学、国立大学法人秋田大学、公立大学法人秋田県立大学、学校法人立命館、学校法人大阪産業大学－再委託 住友精密工業株式会社 株式会社島津製作所、株式会社日立ソリューションズ、三電機株式会社、住友精化株式会社、ナブテスコ株式会社)

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の電力制御及びそれに対応した機体の熱マネジメントシステム成立性の検証に必要な基礎技術の検討を行い、評価・試験のための発電機・システムの設計を行った。

#### 4. 7 2021年度委託事業内容

研究開発項目⑧「次世代電動推進システム研究開発」

[高効率かつ高出力電動推進システム]

(実施体制：国立大学法人九州大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、株式会社神戸製鋼所、

大陽日酸株式会社、Super Ox Japan 合同会社―再委託 富士電機株式会社、国立大学法人東海国立大学機構、学校法人成蹊大学、国立大学法人鹿児島大学、学校法人福岡工業大学、昭和電線ケーブルシステム株式会社、三菱重工業株式会社、BASF ジャパン株式会社)

2020 年度に引き続き、航空機用電動推進システムを構成する、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の設計・試作・検証を更に進め 250-500kW 全超電導モータとその冷却システムの試作を開始し、500kW-1 MW 級試験システムを実現するための基本構造・基本仕様について一次案を決定した。

#### [軽量蓄電池]

(実施体制：株式会社GSユアサー再委託 学校法人関西大学)

2020 年度に引き続いて電極、電解質などの構成要素について基本仕様の検討と小型セル評価による検証を繰り返し行い、エネルギー密度やレート特性等の目標性能実現を、5-10Ah 程度の積層セルで確認した。また、積層セルと、CMU(Cell Monitoring Unit)、BMU(Battery Management Unit)とを組み合わせた蓄電池システムを試作し、電動航空機への搭載可能性を地上実験室環境で検証した。

#### [電動ハイブリッドシステム]

(実施体制：株式会社 IHI 共同実施 国立大学法人東京大学、国立大学法人岡山大学、国立大学法人秋田大学、公立大学法人秋田県立大学、学校法人立命館、学校法人大阪産業大学 ー再委託 住友精密工業株式会社 株式会社島津製作所、株式会社日立ソリューションズ、三電機株式会社、住友精化株式会社、ナブテスコ株式会社)

2020 年度に行った発電機・システムの設計に基づいて発電機製造、およびモデル製作と試験用リグ製造を行い、発電機評価準備、およびシステム評価と最適化検討のための試験環境を整備した。

#### [推進用電動機制御システム]

(実施体制：多摩川精機株式会社―再委託 公立大学法人公立諏訪東京理科大学、国立大学法人信州大学、ゴコー電工株式会社、住友精密工業株式会社、株式会社 SClabAir)

100kW 級モータ・インバータを空冷方式にて出力密度 6kW/kg を実現するため、熱解析・磁界解析を統合したマルチフィジックス最適設計の導入、高密度巻線方式・交流銅損低減化の要素研究、高帯域EMCフィルタの検討を行い、基本設計を実施した。また、認証に向けた準備としてソフトウェアのMBD設計、認証用文書事前調査、高機能テストベンチの導入を行った。

### 4. 8 2022 年度委託事業内容

研究開発項目⑧「次世代電動推進システム研究開発」

#### [高効率かつ高出力電動推進システム]

(実施体制：国立大学法人九州大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社、SuperOx Japan 合同会社、昭和電線ケーブルシステム株式会社―再委託 富士電機株式会社、国立大学法人東海国立大学機構、学校法人成蹊大学、国立大学法人鹿児島大学、学校法人福岡工業大学、三菱重工業株式会社、BASF ジャパン株式会社)

航空機用電動推進システムを構成する、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の設計・試作・検証を更に進め 250-500kW 全超電導モータとその冷却システムを試作し、基本評価を開始した。1 MW 級試験システムを実現するための要素技術を選定し、検証モデルの設計・製作に着手した。

[軽量蓄電池]

(実施体制：株式会社GSユアサー再委託 学校法人関西大学)

500Wh/kg 級エネルギー密度とサイクル寿命向上とを実現するための要素技術開発（新規電解液および金属Li 負極人工SEI 技術）を実施した。さらに、400 Wh/kg 級-5~10Ah クラスの積層セルと、CMU(Cell Monitoring Unit)、BMU(Battery Management Unit)とを組み合わせた蓄電池システムのプロトタイプモデルの一次試作を完了し、安定な充放電サイクル性能を実証した。

[電動ハイブリッドシステム]

(実施体制：株式会社 IHI ー共同実施 国立大学法人東京大学、国立大学法人岡山大学、国立大学法人秋田大学、公立大学法人秋田県立大学、学校法人立命館、学校法人大阪産業大学 ー再委託 住友精密工業株式会社 株式会社島津製作所、株式会社日立ソリューションズ、三菱電機株式会社、住友精化株式会社、ナブテスコ株式会社)

2021 年度までに整備した評価環境に基づく電動ハイブリッド航空機システムの最適化を検討した。MW 級発電機や熱・エアマネジメントユニットの製造・評価、エネルギー回収システム評価を通じて最適化を検証した。

[推進用電動機制御システム]

(実施体制：多摩川精機株式会社ー再委託 公立大学法人公立諏訪東京理科大学、国立大学法人信州大学、ゴコー電工株式会社、住友精密工業株式会社、株式会社 SClabAir)

基本設計結果から設計を進め、前年の事前検討結果を反映した詳細設計を実施した。詳細設計に当たり、マルチフィジックス最適解析によるモータ設計、冷却構造設計を取り入れている。詳細設計によるBBM 及びプロトタイプの製作を実施した。認証に向けた検討では、ハードウェア設計、D O-331 に準拠したMBD に基づくソフトウェア製作、認証用の文書テンプレートによる設計アウトプット作成を行った。

4. 9 実績推移

年度	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
①一般勘定（百万円）	340	331	365	340	268	1	0	0
②需給勘定（百万円）	0	100	114	142	803	1,350	1,900	2,780
特許出願件数（件）	3	4	0	7	10	4	4	13
論文発表数（報）	0	1	5	9	14	8	3	7
フォーラム等（件）	2	3	3	2	15	28	17	26

## 5. 事業内容

研究開発項目①から⑧（高効率かつ高出力電動推進システムを除く）のPMgrにNEDO ロボット・AI部 松木 秀男 を任命し、プロジェクトの進行全体を企画・管理し、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。

なお、実施体制については、別紙を参照のこと。

### 5. 1 2023 年度委託事業内容

研究開発項目⑧「次世代電動推進システム研究開発」

[高効率かつ高出力電動推進システム]

（実施体制：国立大学法人九州大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社、Faraday Factory Japan 合同会社、昭和電線ケーブルシステム株式会社―再委託 富士電機株式会社、国立大学法人東海国立大学機構、学校法人成蹊大学、国立大学法人鹿児島大学、学校法人福岡工業大学、三菱重工業株式会社、BASF ジャパン株式会社、イーグル工業株式会社、株式会社グローバル・アシスト）

航空機用電動推進システムを構成する、超電導技術による 250-500kW 全超電導モータとその冷却システムの試作完成品の基本評価の総括と特殊評価を実施する。

20MW 級推進システムの実用化に向けた出力密度の目標達成の為、1MW 級試験システムの軽量化を実現するための各要素技術の設計・試作・またフルモデルでの検証を実施する。

[軽量蓄電池]

（実施体制：株式会社GSユアサー再委託 学校法人関西大学）

500Wh/kg 級エネルギー密度とサイクル寿命向上とを実現するための要素技術の結果を展開し、小型セルの実証検証を実施する。積層セルにて軽量モジュール構造を確立した蓄電池システムの実証検証を行う。

[電動ハイブリッドシステム]

（実施体制：株式会社 IHI―共同実施 国立大学法人東京大学、国立大学法人岡山大学、国立大学法人秋田大学、公立大学法人秋田県立大学、学校法人立命館、学校法人大阪産業大学―再委託 住友精密工業株式会社 株式会社島津製作所、株式会社日立ソリューションズ、三菱電機株式会社、住友精化株式会社、ナブテスコ株式会社）

電動推進システム定義の妥当性評価、中長期的視野に立った開発ロードマップ策定を行う。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リグ実証を行い、機体適用化に向けた性能評価を完了する。

[推進用電動機制御システム]

（実施体制：多摩川精機株式会社―再委託 公立大学法人公立諏訪東京理科大学、国立大学法人信州大学、ゴコー電工株式会社、住友精密工業株式会社、株式会社 SClabAir）

2022 年度 に製作したプロトタイプチューニングを実施し、性能評価を行う。また、環境試験、耐久試験を実施し技術レベルを確認する。認証に向けた作業では、装備品の適合性証明計画書、ソフトウェア認証のための文書を作成する。

### 5. 2 2023 年度事業規模

需給勘定 2,350 百万円

ただし、事業規模については変動があり得る。

## 6. その他重要事項

### (1) 運営・管理

NEDO は、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、プロジェクト基本計画の変更、評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。また、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。

### (2) 複数年度契約の実施

研究開発項目①③④⑤⑥⑦について、2018年度～2019年度、研究開発項目②について、2018年度～2020年7月31日の複数年度契約を行った。また、研究開発項目⑧については、2019年度～2021年度の複数年度契約を行った。推進用電動機制御システムについては2021年度～2023年度の複数年度契約を行う。

### (3) 知財マネジメントにかかる運用

「NEDO プロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」に従ってプロジェクトを実施する。

### (4) データマネジメントに係る運用

「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）」に従ってプロジェクトを実施する。ただし、研究開発項目⑧に限る。

### (5) 標準化施策等との連携

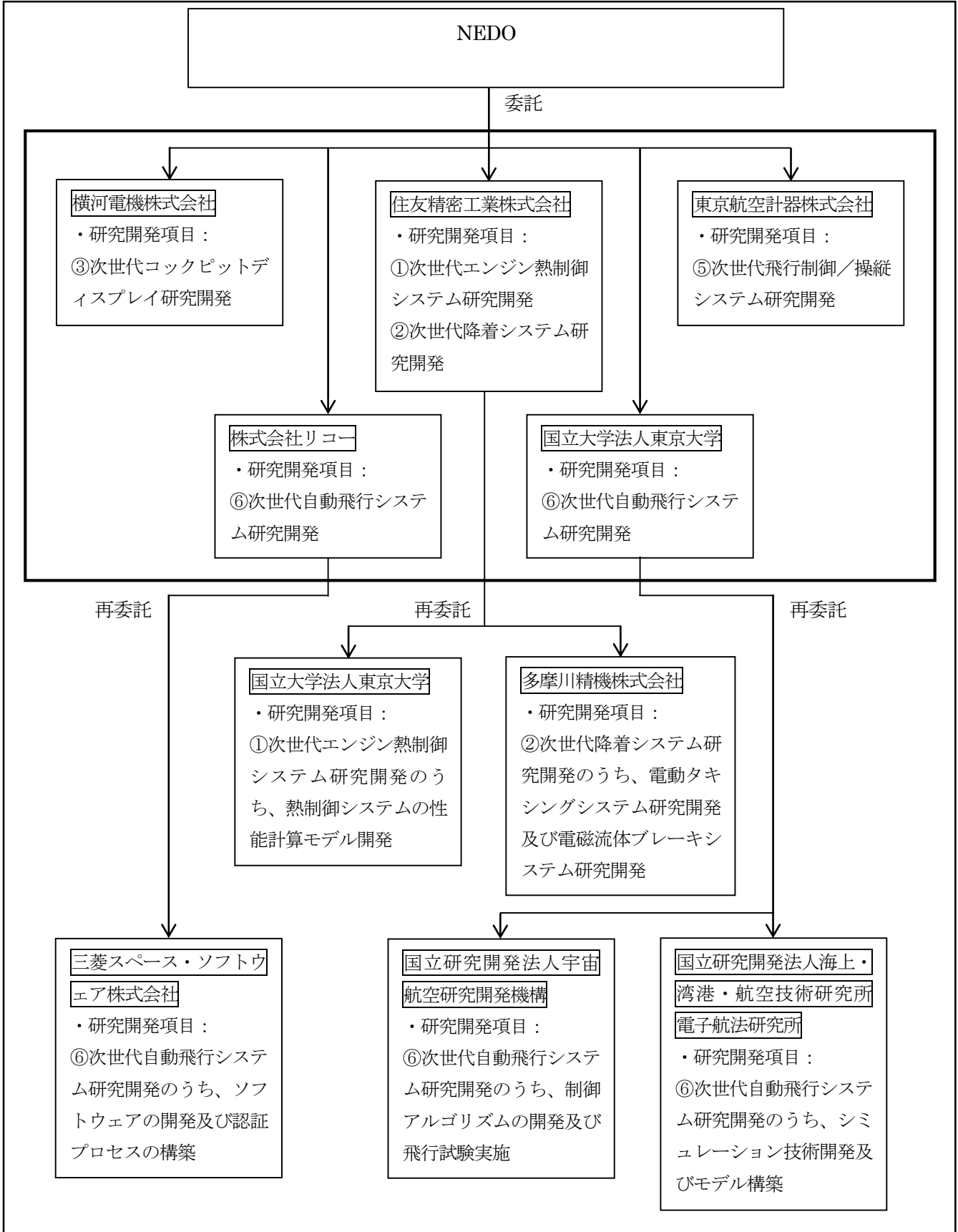
得られた研究開発成果については、標準化に向けて開発する評価手法の提案、データの提供等の活動につなげていけるよう、標準化施策等との連携を図る。

## 7. 実施方針の改訂履歴

### (1) 2023年2月策定。

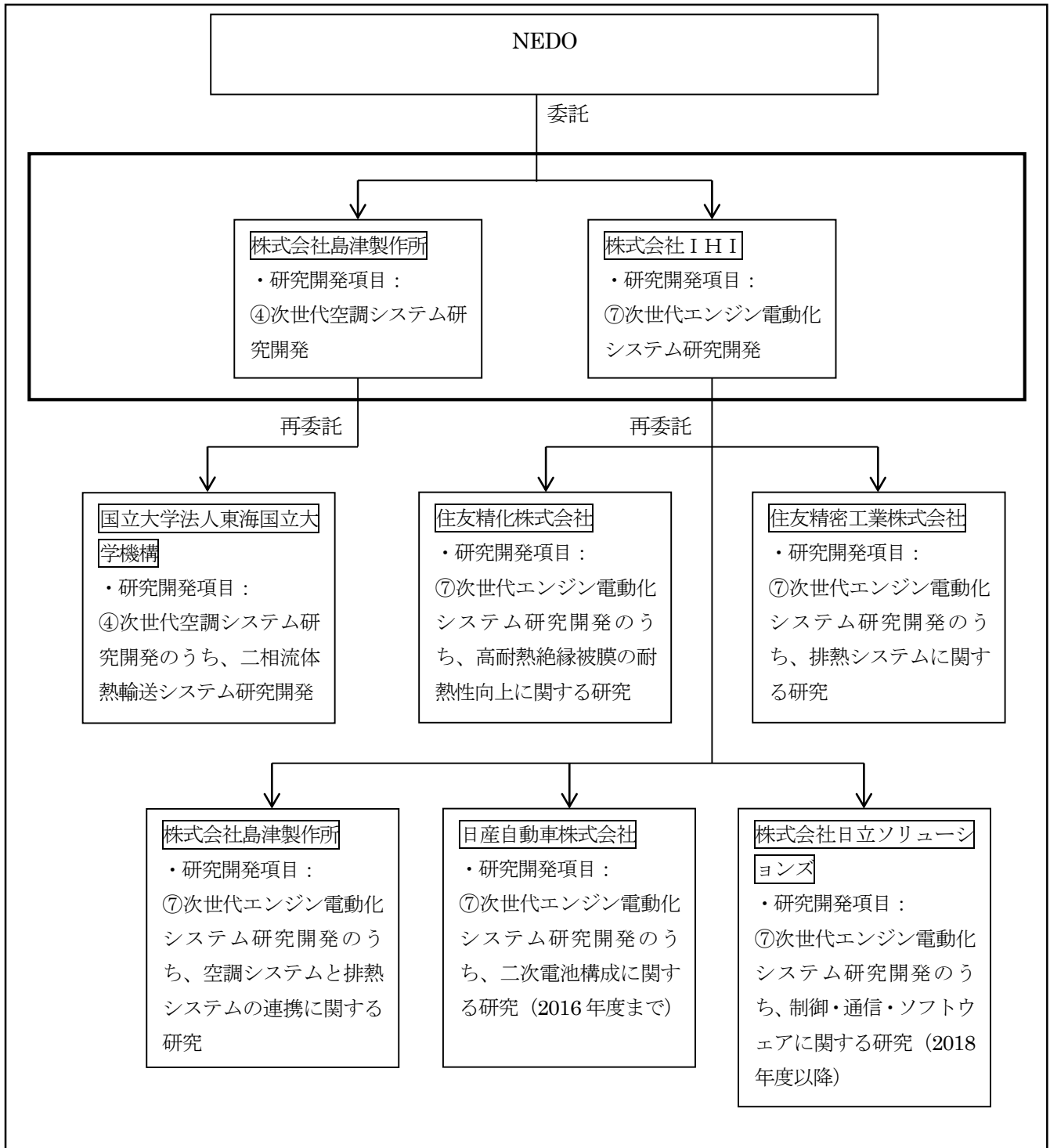
(別紙) 事業実施体制の全体図

「航空機用先進システム実用化プロジェクト」実施体制（一般勘定；研究開発項目①②③⑤⑥）





「航空機用先進システム実用化プロジェクト」実施体制（需給勘定；研究開発項目④⑦）



「航空機用先進システム実用化プロジェクト」実施体制（需給勘定；研究開発項目⑧）

