

2022 年度実施方針

ロボット・A I 部

1. 件 名

ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト

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 1 5 条第 1 号二、第 3 号及び第 9 号

3. 背景及び目的・目標

①政策的な重要性

ロボット・ドローンは様々な分野で革命を起こす可能性を秘めており、諸外国でも利活用分野の拡大のための制度設計、技術開発及び標準化活動が活発である。一方、我が国においても、サービスの高度化や社会課題解決のためにロボット・ドローンの高度利活用が期待されるとともに、政府の目指す名目 GDP600 兆円の実現に向けた新産業創出と市場規模拡大が期待されている。

このような中、日本再興戦略 2016（平成 28 年 6 月 2 日 閣議決定）において、社会課題を解決し、消費者の潜在的ニーズを呼び起こす、新たなビジネスを創出する第 4 次産業革命に勝ち残るための具体的な政策の一つとして、「小型無人機の産業利用拡大に向けた環境整備」や「防災・災害対応に係る IoT・ビッグデータ・人工知能・ロボット等の活用推進」が掲げられており、特に、無人航空機においては、官民協議会において、中長期のロードマップ等も示されている。

加えて、製造業の新たな競争力強化及びものづくり産業の革命のために必要な政策の一つとして、産業用ロボット技術の研究開発・社会実装の加速のための環境整備の一環であるイノベーション・コースト構想の下、福島県の浜通り地区で実証実験を行うテストフィールド整備や、分野毎に求められるロボットの性能、操縦技能等に関する国際標準を見据えた評価基準及びその検証手法の研究開発の開始、東京オリンピック・パラリンピック競技大会が開催される 2021 年に、世界が注目する高度なロボット技術を内外から集結させ、様々な社会課題の解決を目指した競技やデモンストレーションを行う国際競技大会を開催することが掲げられている。

さらに、地球温暖化対策計画（2016 年 5 月 13 日 閣議決定）において、輸送効率・積載効率の改善による物流体系のグリーン化促進が掲げられており、ロボット・ドローンの活用によるグリーン化加速への期待も大きいところである。

② 我が国の状況

我が国の CO2 排出量の 17% を占める運輸部門（2 億 1,700 万トン）のうち、最も多くを占める要因が貨物車及びトラック（7,600 万トン）であるため、物流分野において無人航空機が広く活用されることは、CO2 排出量の削減及び省

エネルギー社会の実現に大きく貢献することが期待される。

また、輸送事業者においては、ネット通販の拡大等を通じて荷主や消費者のニーズが多様化したことにより小口輸送が急速に拡大しており、その結果、トラックの積載率も5割を切っている状況にある。こうした中、無人航空機による小口や即時配送が実現すれば、都市部における渋滞緩和や再配達の減少及び過疎地における物流改善等を通じて、エネルギー消費を削減することが可能となる。

一方、高度成長期以降に整備された社会インフラは、今後20年で建設後50年以上経過する割合が急速に増加するため、効果的かつ効率的なインフラの長寿命化が喫緊の課題である。このため、インフラ維持管理及び更新に従来どおりの支出を行うと仮定した場合、2037年度には現在の投資総額を上回り、2011年度から2060年度までの50年間に必要な更新(約190兆円分)のうち、約30兆円分(全体の約16%)の更新ができなくなるとともに、インフラ維持管理の技術者の高齢化が著しいため、一定レベルの知見を有する技術者が不足するという試算もある。

他方で、先進的な自治体では、一律に設定される設計耐用年数に基づく更新投資ではなく、インフラ毎に最新技術を用いて劣化や損傷の程度に基づく耐久性を判断して長寿命化を図ることで、総事業費の縮減を図り、CO₂等の環境負荷低減を目指す取組も進みつつある。

このような背景の下、インフラ点検分野における整備及び点検業務にロボットや無人航空機を活用することで、建設現場のベテラン人材の不足を補いつつ、より効率的な整備及び点検が実施可能となるとともに、既存インフラの長寿命化が図られることにより、建て替えによる資源の消費を抑え、ひいてはCO₂の削減を主とした環境負荷の低減に繋げることが可能となる。

③ 世界の取組状況

物流分野における無人航空機の活用については、世界的に開発競争が加速しており、米国ではNASAを中心に機体の性能評価のみならず、将来のインフラ輸出も見据えた社会実装に向けたシステム開発にも着手している。また、欧米では標準化に向けた活動が活発化しており、我が国もその動向を把握しつつ、研究開発及び標準提案を進める必要がある。

また、インフラ点検分野におけるロボットの活用については、開発は進んでいるものの標準化はなされていないことから、国内の課題を背景に開発を進めつつ、安全規格の国際基準(ISO13482)を策定した生活支援ロボットの例にならない、日本発の国際標準を積極的に推進していくことが重要である。

④ 本事業のねらい

小口輸送の増加や積載率の低下などエネルギー使用の効率化が求められる物流分野や、効果的かつ効率的な点検を通じた長寿命化による資源のリデュースが喫緊の課題となるインフラ点検分野において、無人航空機やロボットの活用による省エネルギー化の実現が期待されている。

このため、本プロジェクトでは、性能及び安全性の評価軸、評価軸に沿った性能レベル(数値)、それを測定するための標準的な試験方法に加え、長時間飛行や連続稼働性能を向上させる研究開発を実施する。

【委託事業：(1)7)】

研究開発項目①「ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発」

最終目標（2022年度）

(1) 性能評価基準等の研究開発

各種ロボット（無人航空機、陸上ロボット、水中ロボット等）における適用分野（物流、インフラ点検及び災害対応分野）毎に必要な性能や安全性に関する性能評価基準と検証方法、その基準に基づく各種試験方法を、福島県のロボットテストフィールド等に提案する。また、福島ロボットテストフィールドや福島浜通りロボット実証区域等を活用し、無人航空機の目視外及び第三者上空等での飛行を安全かつ環境にも配慮して行えるようにするための信頼性及び安全性等の評価手法及び評価基準を開発する。

ユースケース（機体規模や運航方法等）のリスクレベルに応じて求められる無人航空機の安全基準策定に必要な性能や安全性に関する性能評価基準と検証方法等を定め、その基準に基づく各種試験方法を、福島県のロボットテストフィールド等に提案する。

なお、研究成果は、関連する国内外の各種産業規格との整合性を図りつつ、性能評価手順書に取りまとめ、研究期間後速やかに公開する。

【委託事業】

研究開発項目③「ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進」

(PRISM 事業を含む)

最終目標（2022年度）

(1) デジタル・スタンダード

関連する海外の主要標準化団体（ISO 等）の会合への派遣や先行する諸外国の関連団体（例えば、米国の NASA、FAA 等）との研究者との意見交換・交流を通じて、最新の標準化動向を把握しつつ、国内関係官庁の政策のみでなく制度設計見直しに関する検討活動や、既に活動されている関連団体、協議会等の活動との協調を図り、本プロジェクトの成果（特に性能評価基準、無人航空機の運航管理システムの全体設計、各機能の仕様及び共通 IF 等）の国際標準化を獲得するための具体的な活動計画を国へ提言し、国際標準団体へ引き継ぐ。

なお、グローバル市場の拡大に寄与する技術領域においては、複数分野、異なるロボット領域の研究者及び技術者等により構成されるワーキンググループを設置した上で推進し、知的財産の権利帰属等の合意形成を図りつつ、我が国の国際標準化団体へ技術提案を実施するとともに、標準化活動に資する技術者の育成を行う。

(2) デファクト・スタンダード

福島県のロボットテストフィールド等で、World Robot Summit（日本発のルールに基づいた新たな競技等）を、4 カテゴリー（ものづくり、サービス、インフラ・災害対応、ジュニア）で実施する。また、World Robot Summit の継続的な実施に向けた取組や検討を行う。

4. 事業内容及び進捗(達成)状況

プロジェクトマネージャーとして、研究開発項目①、②及び③(1)については選定中とし、研究開発項目③(2)については NEDO ロボット・AI 部 細谷 克己、研究開発項目④については、森 理人を任命して、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。

研究開発項目①については中央大学工学部精密機械工学科教授 大隅 久 氏を、研究開発項目②については国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構研究領域主幹 原田 賢哉 氏を、研究開発項目③については株式会社日刊工業新聞社業務局イベント事業部部長 林 英雄 氏、学校法人玉川学園玉川大学教授 岡田 浩之 氏、国立大学法人東北大学教授 田所 諭 氏、国立大学法人神戸大学教授 横小路 泰義 氏、UC SanDiego 准教授 江口 愛美 氏を、研究開発責任者（プロジェクトリーダー）として選定し、各実施者はプロジェクトリーダーの下で研究開発を実施した。

4.1 2021年度(委託)事業内容

研究開発項目①「ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発」

(1) 性能評価基準等の研究開発

7) 無人航空機に求められる安全基準策定のための研究開発

JIS等の無人航空機に関する各種産業規格との整合性を図りつつ性能評価手順書の取りまとめを実施する。JIS等産業規格草案のとりまとめや、JIS等産業規格化とセキュリティの委員会運営を行う。また、セキュリティのペネトレーションテストや非GPS性能評価の屋内試験も実施した。

各種無人航空機の性能評価基準に対応した各種試験法の開発と試験実施内容を以下に示す。

- ・大型無人航空機の対人衝突安全評価試験（高速、低速、切創、頭部衝撃等）
- ・ドローンのエネルギー源システムの衝突安全性能評価試験法開発（発火試験、衝突断線試験等）
- ・大型固定翼無人航空機性能評価試験法及び供試体開発（VTOL型QTW、産業用固定翼無人航空機、10m級大型無人航空機等）
- ・産総研及び福島ロボットテストフィールドの変動風風洞試験による制御性能評価試験法開発
- ・産総研屋内外及び福島ロボットテストフィールド屋内外での音響計測試験法の開発
- ・対人衝突安全における人体損傷評価試験法の開発と保護方策の性能評価法開発

研究開発項目②「無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発」

(1) 無人航空機の運航管理システムの開発

6) 遠隔からの機体識別に関する研究開発

2020年度の実証検証で得られた課題を踏まえて、下記項目を中心に開発を進めた。

- ・機体識別情報および位置情報を共有する通信システムのプラットフォームの機能改修と性能改善
- ・ネットワーク型リモートIDの通信モジュール・受信アプリケーションの改修
- ・有人航空機と無人航空機との空域共有システム及び情報統合アーキテクチャの開発検証

7) 運航管理統合機能の機能拡張に関する研究開発

複数の運航管理機能が管理する多数の無人航空機が同一の空域を飛行するため、運航管理機能間での飛行計画、空域情報、飛行状況を共有するための

運航管理統合機能の機能拡張について、2021年度は下記項目を中心に開発を進めた。

- 全国展開に向けた研究開発・運航管理統合機能への簡易登録機能の改善
 - ・運航管理システム全体としての分散処理機能開発、検証
- 社会実装に向けた多角的な課題の抽出と管理手法の研究開発、検証
 - ・障害時に必要な FIMS/UASSP との連携機能の開発、検証
 - ・全国の地図情報、気象情報の活用技術の開発、検証
 - ・有人航空機動態管理機能と運航管理統合機能間の連携、検証
- 研究開発の成果を反映させた機能の実証検証を研究開発項目②（1）10）と連携し実施

8）単独長距離飛行を実現する運航管理機能の開発（離島対応）

本項目について、以下の内容を実施した。

- ・離島対応運航管理装置の製作及び検証
- ・「衝突回避システムの小型化・低消費電力化」及び「準天頂衛星システムの小型化・低消費電力化」の飛行試験による実証

①小型化・低消費電力化の衝突回避システムの各種センサを搭載した小型無人航空機が、想定ケース（対有人航空機と相対速度 200 km/h）において回避可能かを検証する。（小型光波センサ・電波センサ搭載機体の衝突回避試験）

②小型化・低消費電力化の準天頂衛星システム受信機を搭載した小型無人航空機が、想定ケース（対有人航空機と相対速度 200 km/h）において回避可能かを検証する。（小型準天頂システム搭載機体の衝突回避試験）

- ・衝突回避技術やそのセンサに対する標準化に関して継続して対応した。

10）地域特性・拡張性を考慮した運航管理システムの実証事業

地域特性を考慮した持続可能な運航方法を多様なユースケースを対象に検証を行い、運航管理システム技術の検証などとともに、運航管理システムやそれを用いた無人航空機サービスの持続可能なビジネスモデルの確立に向けた検討を行った。

具体的には、全国の平時（東日本、西日本）/災害時を含む様々なユースケースを対象とし、実証先として選定した自治体・事業者等とともに、総合的な運航管理システムの実環境での実証を実施し、成果をガイドラインとして整備した。

また、本事業を円滑に推進するための委員会を設置し、運営した。

研究開発項目③「ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進」（1）デジュール・スタンダード

本項目について、以下の内容を実施した。

- ・提案済3テーマの標準化プロセス進捗支援
- ・衝突回避技術に関する標準化活動の支援（2テーマ）
- ・オンラインでの情報発信推進（展示会等）及びISO総会サポート
- ・研究開発実施者の情報共有を目的とした内部ポータルサイト運用
- ・運航管理システムAPIの仕様書配布サイト運用

（2）デファクト・スタンダード

1）プラットフォーム

競技種目及び競技ルールに沿ったプラットフォームの検討を行い、2021年度に予定する大会で活用するプラットフォームの準備を行った。

2) 競技やデモンストレーションによるイノベーション促進手法研究開発

挑戦的なテーマ設定に向けた競技タスク開発等の実行、実行委員会等の運営や調査を通じた大会の企画詳細化と推進、参加者を糾合するための周知活動推進及び必要に応じて試行的な取組や調査等を行った。

4.2 2021年度(助成)事業内容

研究開発項目①「ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発」

(3) 無人航空機のエネルギーマネジメントに関する研究

本項目について、以下の開発を実施した。

・高精度残量計開発

次ステップとして、電池パック残量計の動作検証、充電器の制御プログラムの動作検証を行い、実機想定動作検証として電池パックとしての性能検証を行った。最後に実証試験としてドローンに搭載した上の飛行試験を行った。

・液系ラミネート電池開発

実セルと同レベルの10Ah級セルの試作を行い、セル性能評価、セル安全性評価のステップに移行した。その後、電池パックを構成した性能検証を行った。

・全固体電池開発

1Ah級のラミネートセルを作製し、特性および安全性の検証を行った。また新規高出力材料を適用した系において小型セルで検証を行い、ドローン向け全固体電池の可能性について検討を実施した。

研究開発項目②「無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発」

(1) 無人航空機の運航管理システムの開発

9) 地域特性に考慮した情報提供機能に関する研究開発

3D地図については、策定した全国版3D地図、スカイネットワークの仕様に基づき、地域実証向け3D地図のプロトタイプデータの作成及び飛行実証による評価・検証を実施した。また、製品化に向けた地図更新や製品保守等の運用手法・体制を確立した。

APIは、製品版の設計及び評価版システムの環境構築を実施し、開発計画の作成を完了した。

研究開発項目②(1)10)等を通じてドローン気象情報提供機能の検証を行い、機能拡張と改良を行った。気象特性の異なる実証地域にIoT小型気象センサ等を展開し、予測精度検証用の実況データを取得する。2020年度に開発したダウンスケラの改良を行い、予測精度向上を図るとともに、複雑地形や都市向けの高解像度ドローン3D風況予測を実装した。地域実証等では、UTMSへの気象情報提供を行い、情報提供機能の実用性を検証した。この検証をもとに、ドローン気象APIや可視化システムを拡張・改良し、全国展開に向けた実用性の向上を図った。

また、国際標準化(ISO/TC20/SC16)を推進し、2022年1月までの国際標準(IS)発行を目指した。

(2) 無人航空機の衝突回避技術の開発

3) 衝突回避システムの小型化・低消費電力化

本項目について、以下の開発を実施した。

- ・小型電波センサで探知した情報を適切に自律管理装置に提供できることの確認
- ・衝突回避を実現するための、小型電波センサ（レーダ）の有効性の検証
- ・委託事業で取得したデータを基にアルゴリズムの検証
- ・衝突回避に有効な目標出力の実現に向けた検証およびプログラムのブラッシュアップを実施
- ・小型無人機への電波/光波センサのソフトウェア統合開発(各センサとフライトコントローラーとの連携)
- ・自律管理装置の小型化（従来の TX2 から小型な NX への移管）
- ・衝突回避アルゴリズムの自律管理装置への実装

4) 準天頂衛星システムの小型化・低消費電力化

本項目について、以下の開発を実施した。

- ・デジタルベースバンド部の ASIC 化開発、設計及び評価ボードの製作
- ・ASIC 専用 FW の開発及び性能評価
- ・ASIC 対応小型低消費電力 GNSS モジュールの回路設計、レイアウト設計及びボード試作
- ・小型アンテナ試作及び性能評価
- ・小型低消費電力 GNSS モジュールと小型アンテナをドローンに搭載し、小型無人航空機の協調式 SAA システムの開発及び飛行試験の実施

4.3 実績推移

年度	2017	2018	2019	2020	2021
需給勘定（百万円）	3,144	3,180	3,718	3,834	4,000
特許出願件数（件）	2	4	4	1	※
論文発表数（報）	0	0	18	4	※
学会発表数（件）	0	0	69	26	※
フォーラム等（件）	50	59	38	13	※

(※) 2021 年度実績は確定次第、記入する

5. 事業内容

プロジェクトマネージャーとして、研究開発項目①及び③（１）については選定中とし、研究開発項目③（２）については NEDO ロボット・AI 部 細谷 克己を任命して、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る。

研究開発項目①については中央大学工学部精密機械工学科教授 大隅 久 氏を、研究開発責任者（プロジェクトリーダー）として選定し、各実施者はプロジェクトリーダーの下で研究開発を実施する。

実施体制については、（別紙）を参照のこと。

5.1 2022 年度(委託)事業内容

研究開発項目①「ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発」

(1) 性能評価基準等の研究開発

7) 無人航空機に求められる安全基準策定のための研究開発

安全性基準の前提となる、欧州や米国、日本の規制当局による機体に対する、型式証明等の許可承認の議論を見据えながら、機体の認証プロセスの手順書の調

査・検討を実施する。産業規格化の委員会運営を行う。

- ・各国の規制当局の状況を踏まえ、産業規格化委員会の運営と、JIS等の産業規格草案のとりまとめを実施する
- ・無人航空機の第三者上空飛行を含まないがリスクが高い運用となる、第二種(カテゴリ2)の型式証明等の機体認証に対応した疑似審査(ロールプレイ)を通じて、認証プロセスの手順書を作成する
- ・無人航空機の標準化や許可承認に関し、業界内での対話や意見交換などのアウトリーチ活動を実施する

研究開発項目③「ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進」

(PRISM事業を含む)(1) デジュール・スタンダード

本項目について、以下の内容を実施する。

- ・情報発信の推進(展示会等)
- ・海外の標準化・規制動向等の調査分析

(2) デファクト・スタンダード

- ・World Robot Summitの継続的な実施に向けた取組や検討を行う。

5. 2 2022年度事業規模

需給勘定 151百万円

一般勘定 40百万円(PRISM事業)

※事業規模については、変動があり得る。

6. その他重要事項

6. 1 評価の方法

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、技術評価実施規程に基づき、最終評価を2023年に実施する。

6. 2 運営・管理

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。

6. 3 複数年度契約の実施

原則、複数年度契約を行う。

6. 4 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。(委託事業のみ)

6. 5 PRISM事業の実施

海外の標準化・制度整備動向等を把握し、これらを踏まえた国際標準化戦略を検討する

7. 実施方針の改定履歴

- (1) 2022年1月 制定

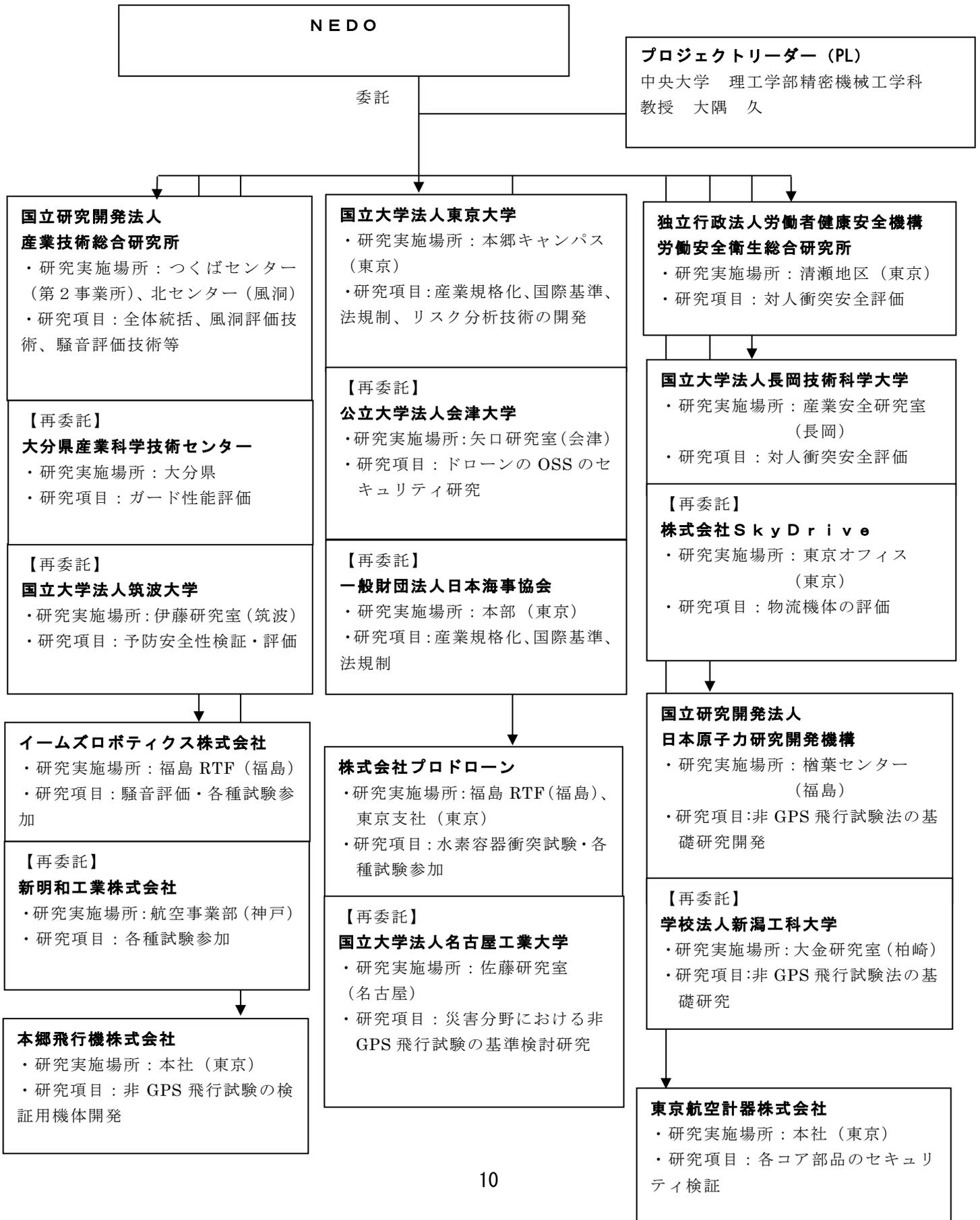
(2) 2022年2月 研究開発項目③(2)の内容追加等に伴う改訂

(別紙) 事業実施体制の全体図

研究開発項目 ①ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発

(1) 性能評価基準等の研究開発

7) 無人航空機に求められる安全基準策定のための研究開発



研究開発項目 ①ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発

(3) 無人航空機のエネルギーマネジメントに関する研究

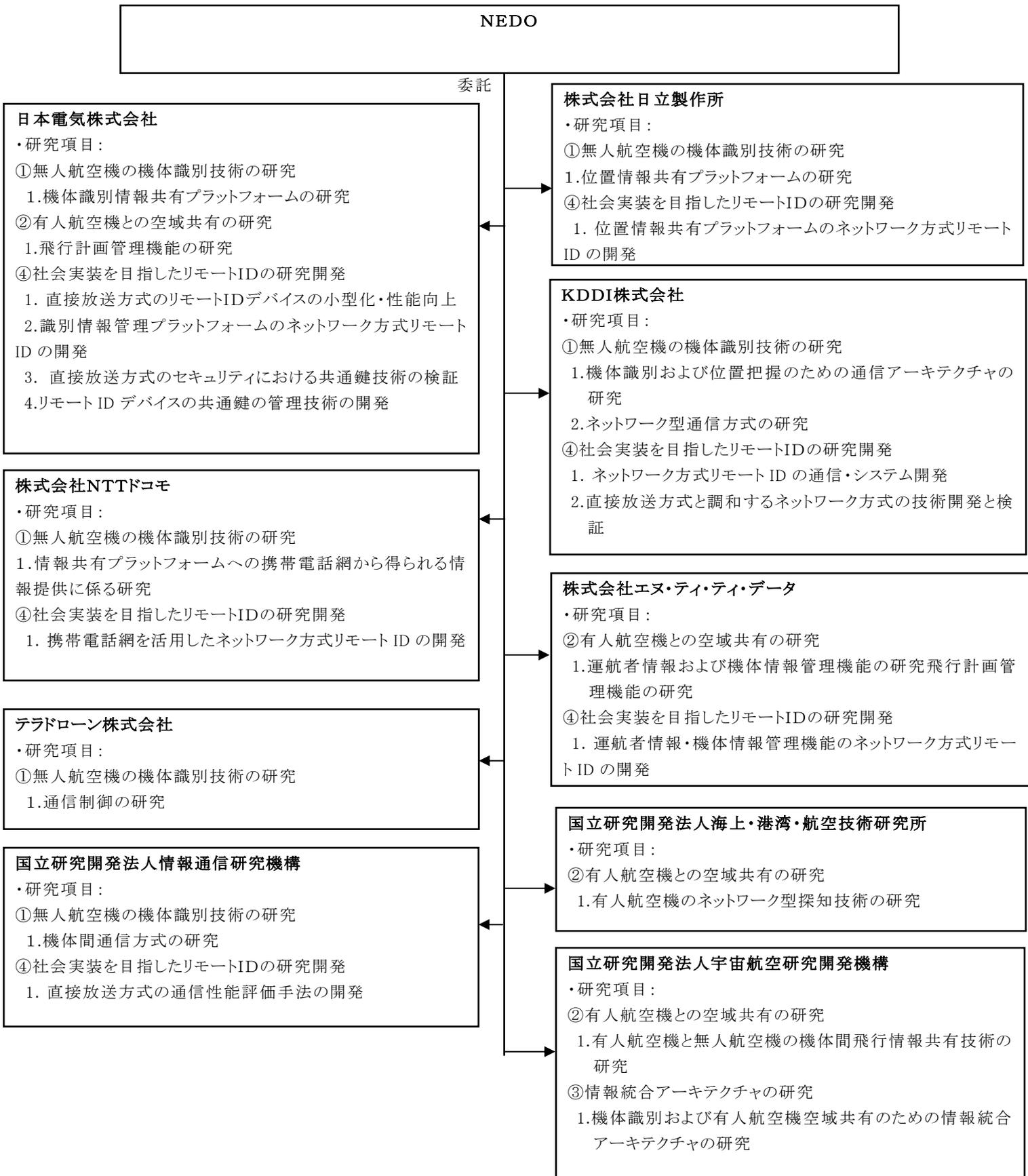
【高効率エネルギーマネジメントのための高精度残量計及び高エネルギー密度電池の開発】



研究開発項目②「無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発」

(1) 無人航空機の運航管理システムの開発

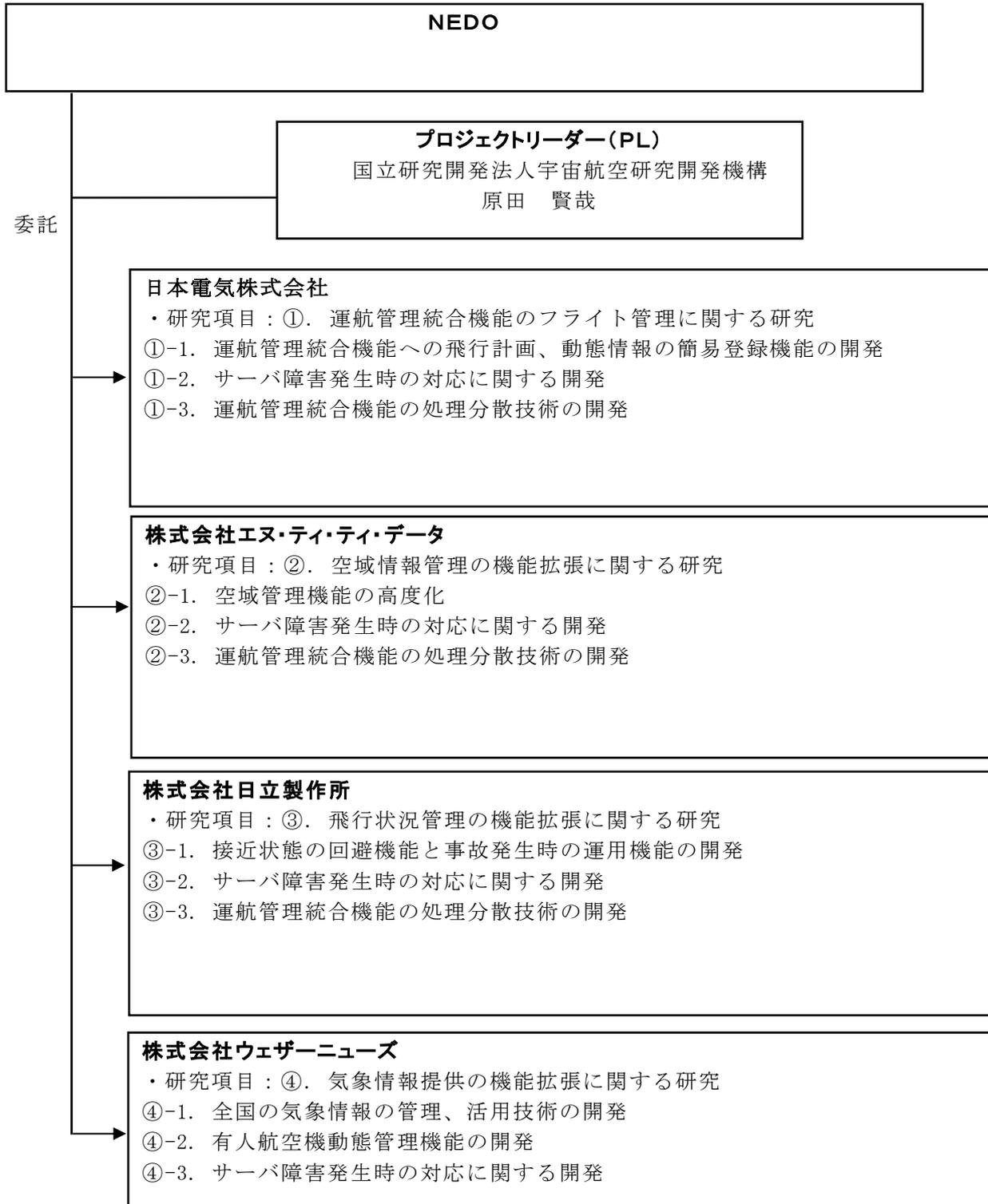
6) 遠隔からの機体識別に関する研究開発



研究開発項目②「無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発」

(1) 無人航空機の運航管理システムの開発

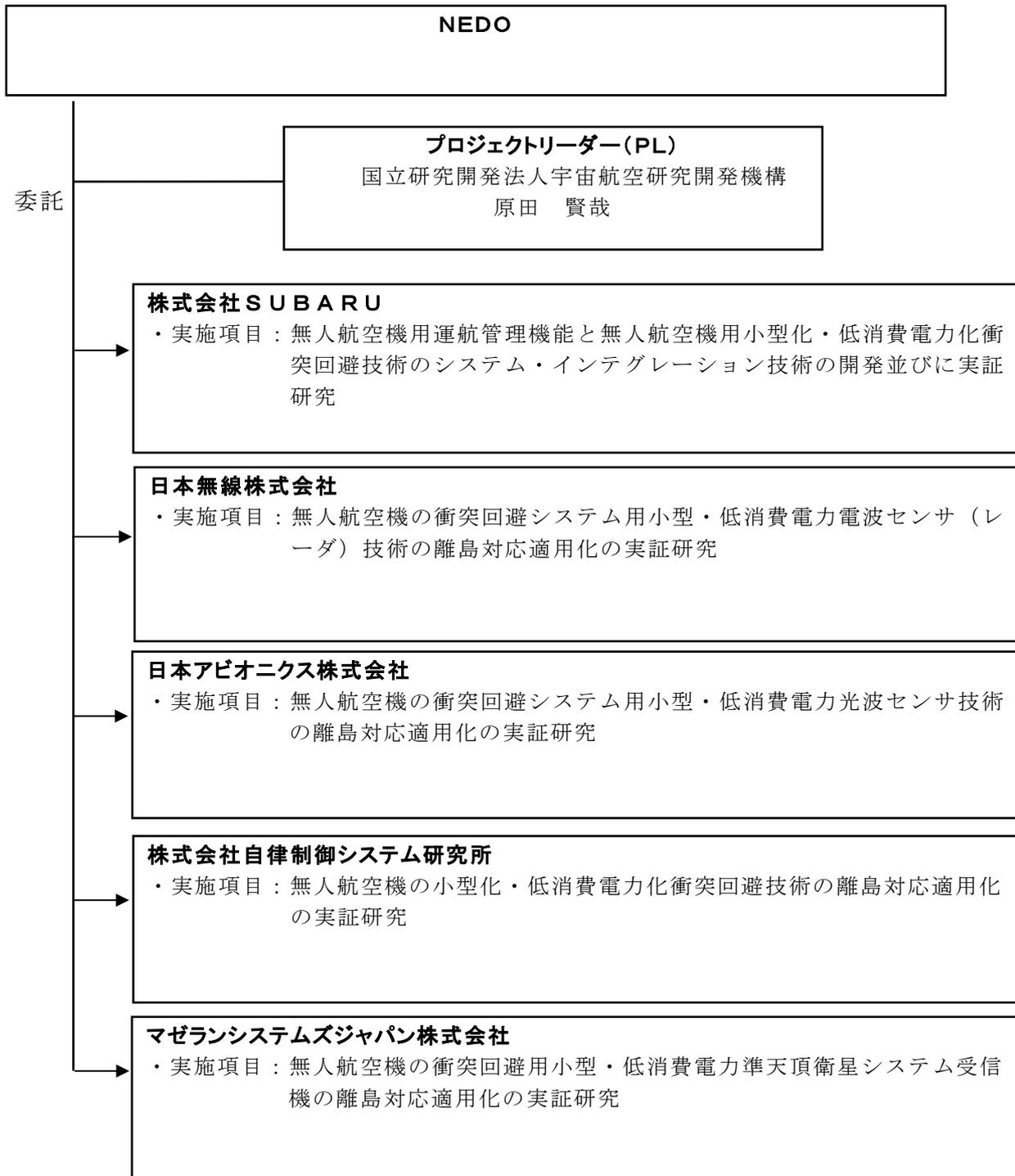
7) 運航管理統合機能の機能拡張に関する研究開発



研究開発項目②無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発

(1) 無人航空機の運航管理システムの開発

8) 単独長距離飛行を実現する運航管理機能の開発 (離島対応)

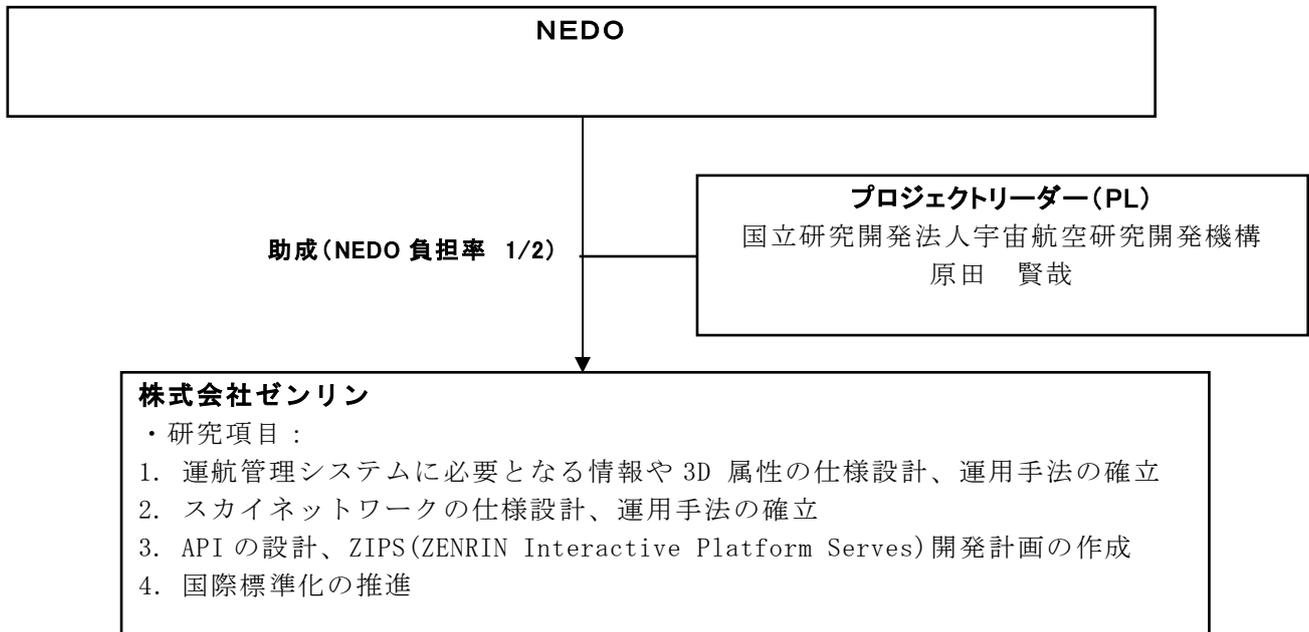


研究開発項目 ②無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発

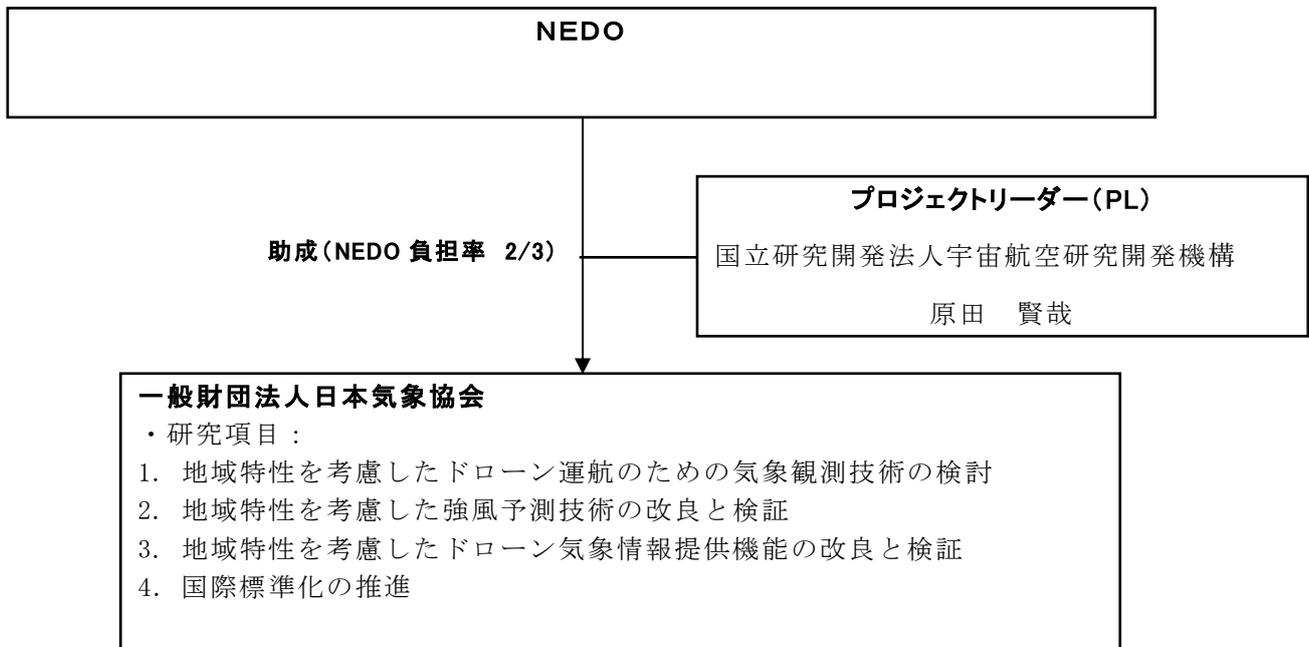
(1) 無人航空機の運航管理システムの開発

9) 地域特性に考慮した情報提供機能に関する研究開発

【空の道を組み込んだ統合型情報提供機能の実用化】



【地域特性を考慮したドローン気象情報提供機能に関する研究開発】

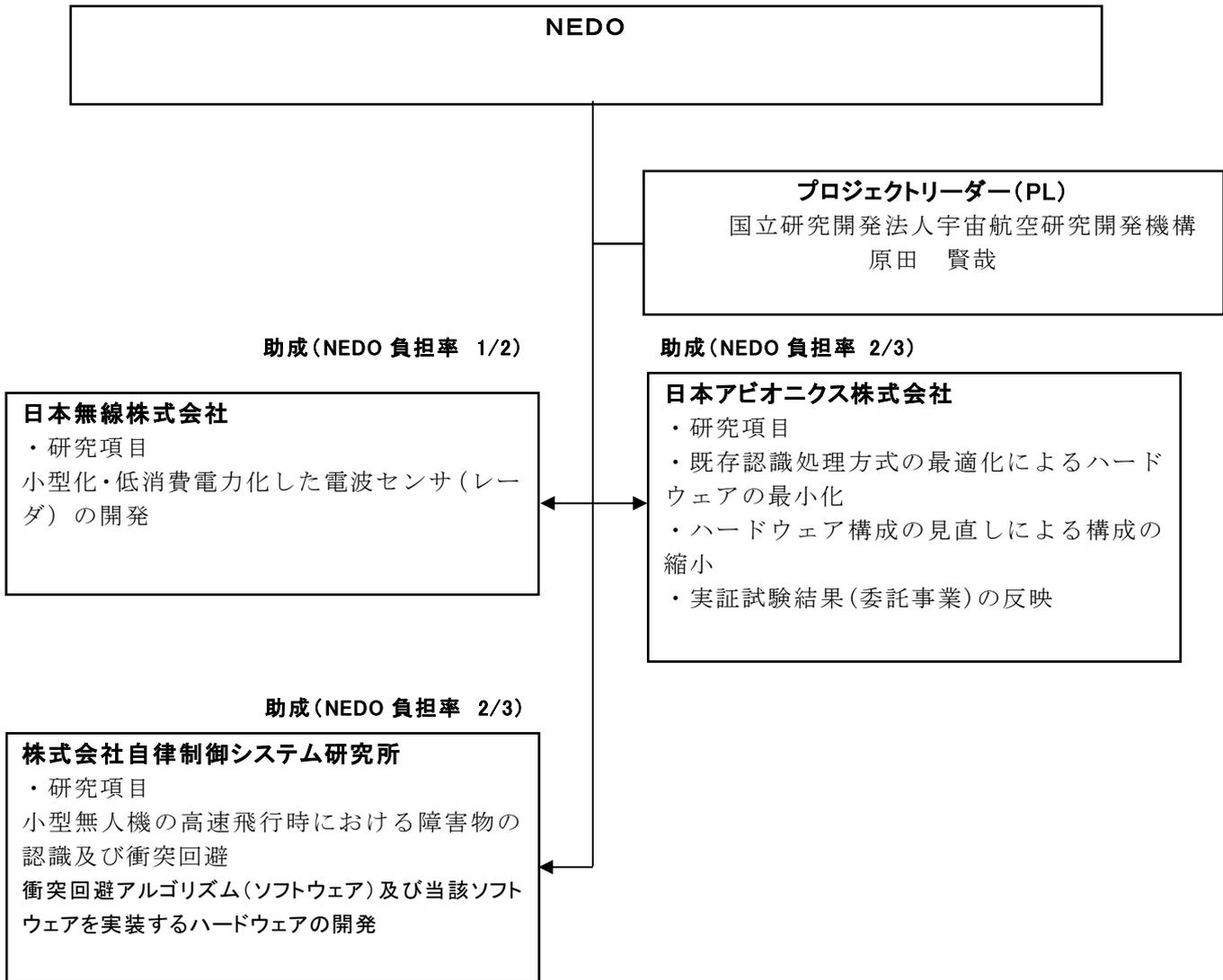


研究開発項目 ②無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発
（１）無人航空機の運航管理システムの開発
10）地域特性・拡張性を考慮した運航管理システムの実証事業



研究開発項目 ②無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発
(2) 無人航空機の衝突回避技術の開発 3) 衝突回避システムの小型化・低消費電力化

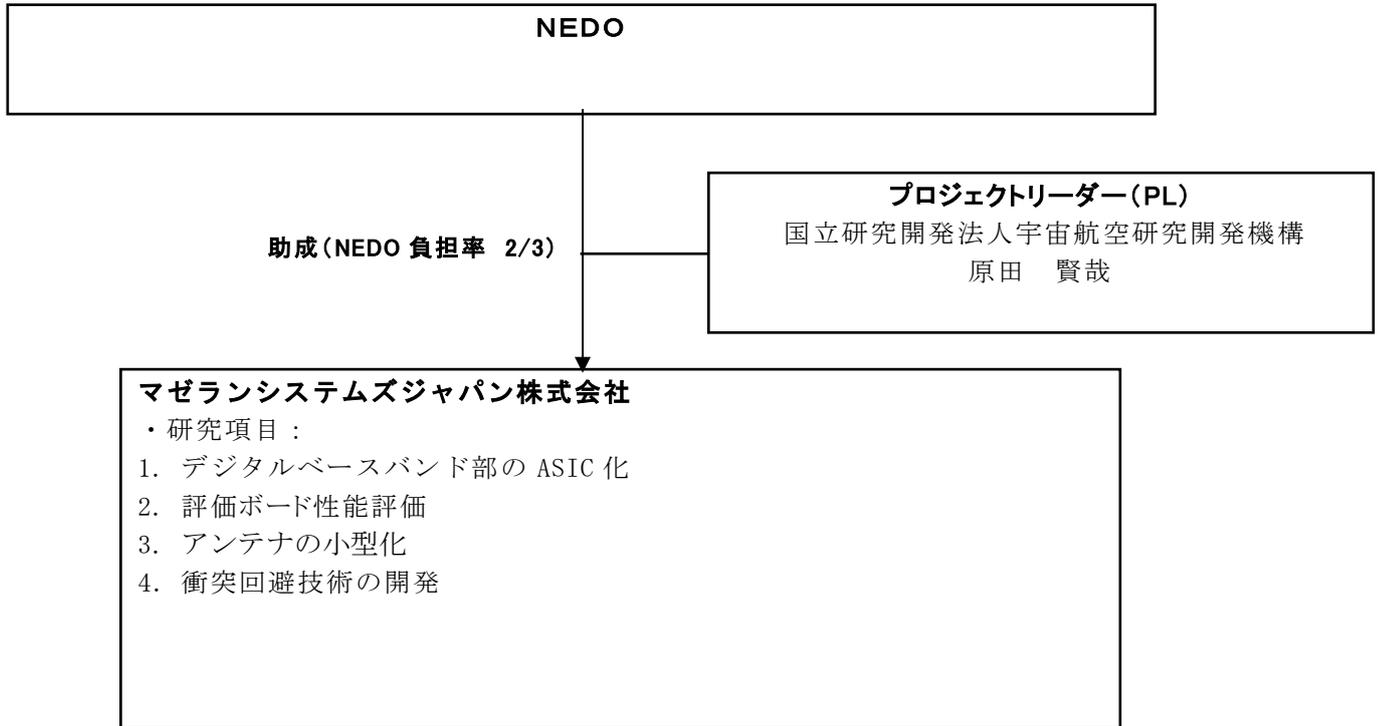
【衝突回避システムの小型化・低消費電力化】



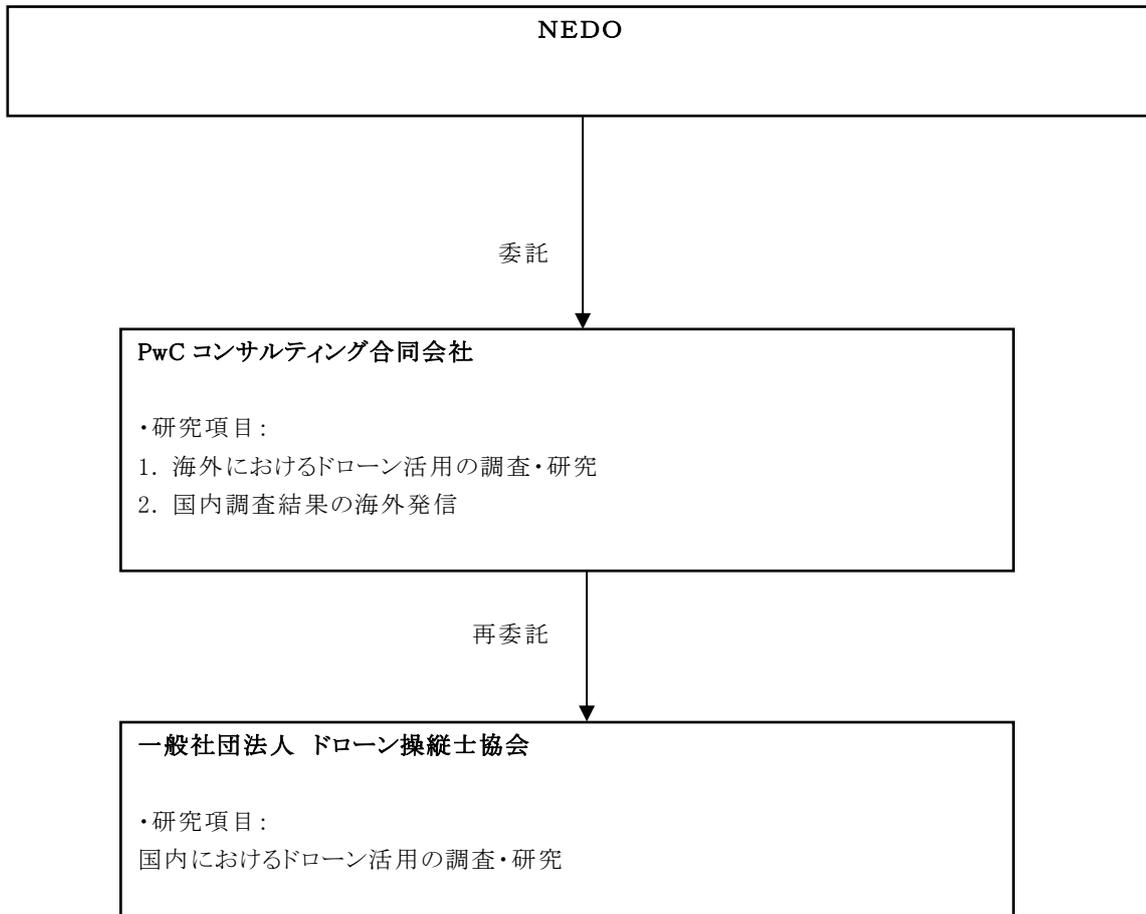
研究開発項目 ②無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発

(2) 無人航空機の衝突回避技術の開発 4) 準天頂衛星システムの小型化・低消費電力化

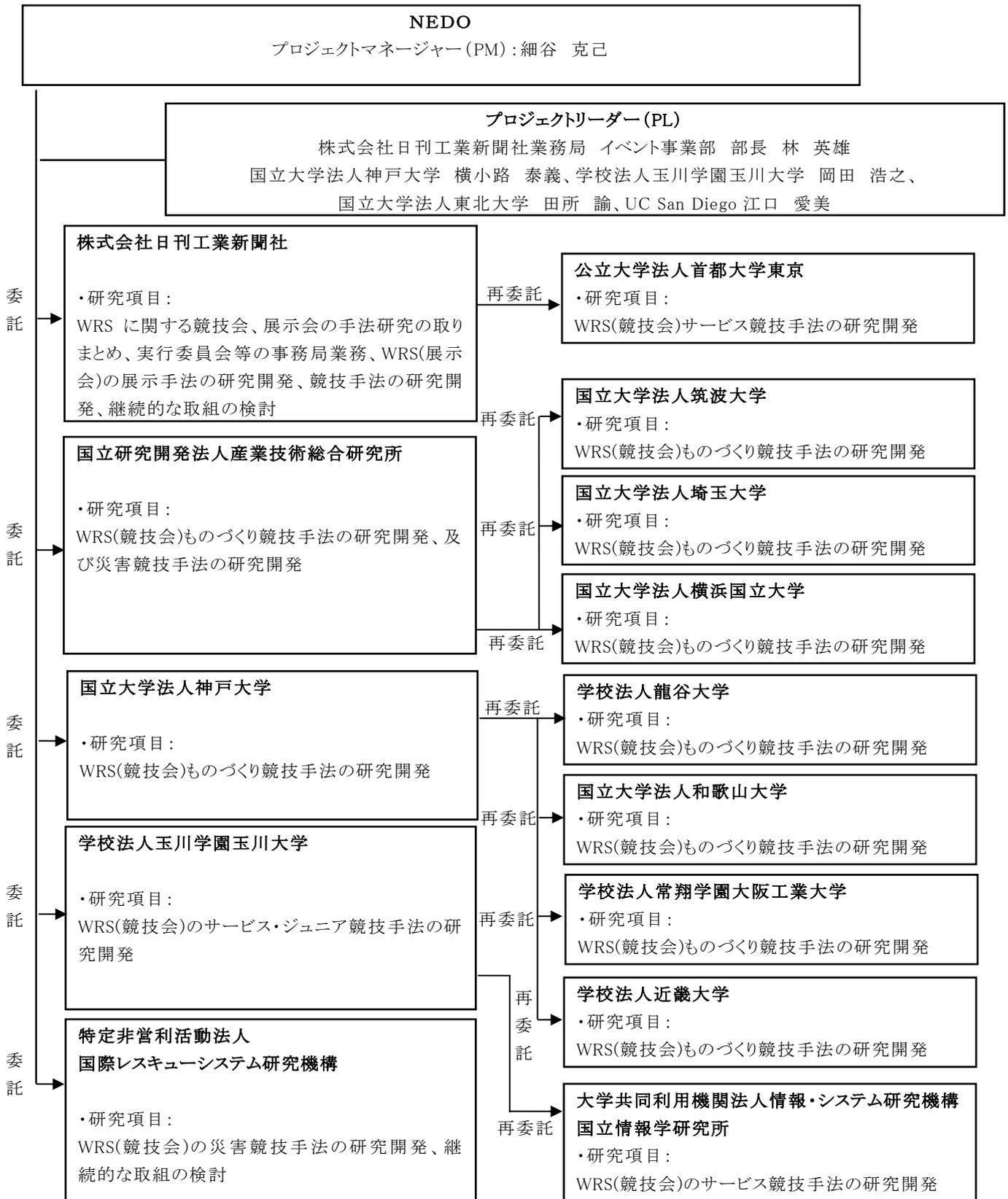
【準天頂衛星システムに対応した受信機、アンテナの小型化・低消費電力化の研究開発】



研究開発項目③「ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進」
(1) デジタル・スタンダード



研究開発項目③「ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進」
 (2) デファクト・スタンダード



研究開発項目④「空飛ぶクルマの先導調査研究」

