

## 2024年度実施方針

材料・ナノテクノロジー部

## 1. 件名:

航空機エンジン向け材料開発・評価システム基盤整備事業

## 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十五条第一号二及び第三号

## 3. 背景及び目的・目標

## 3. 1 背景

我が国の航空機産業は、民間航空機の機体構造・エンジンの国際共同開発事業を中心に産業規模を拡大させてきた。近年、航空機産業においても燃費性能を重視した、より性能の良い航空機・エンジンの製造が求められ、その結果、技術獲得競争がより激化している。

このような中、我が国航空機産業の競争力を強化していくためには、基礎開発だけでなく応用開発、特に量産段階における生産性向上を目指した部品や製品一体の製造技術向上や、環境性能の向上に資する材料や要素技術の開発が不可欠となっている。航空機エンジンに注目した場合、燃費向上に資する高圧タービン技術等、我が国が今後優位性を獲得可能な重要技術を開発するべきである。更に材料分野に目を転じると航空機エンジン材料の軽量化、耐熱性・耐久性向上を目指した新たな材料の開発が重要である。加えて、航空機産業では最終製品として求められる安全性・信頼性の高さゆえ、材料の段階から厳しい認証基準等が求められる。

我が国の航空機エンジン産業は国際共同開発への参画を通じて事業規模を拡大してきた（日本企業の参画例：Trent 1000、GEnX-1Bの約15%、PW1100G-JMの約23%）。

他方、我が国として航空機エンジン産業を更に成長させるためには、技術革新で優位性を維持、拡大することが必要であるほか、航空機エンジン設計段階から開発に携わり欧米OEMメーカーの戦略的パートナーとなっていくことが不可欠である。

## 3. 2 目的・目標

航空機の燃費改善、環境適合性向上の要請に応えるため、航空機エンジン向けに高機能材料を開発し、さらにその材料の部品製造、量産化のための加工技術プロセス（特に鍛造プロセスに焦点を当てる）の効率化、高度化を図っていく。また、関連企業や研究機関等と連携し、航空機用エンジンに関する材料データ蓄積及び強度評価、性能評価等のデータベースを

整備する。これらによって、川下である部素材産業及び加工・製造産業の連携により、航空機エンジン産業の国際競争力強化を目指す。

[助成事業(助成率:1/2)]

研究開発項目①「革新的エンジン部品製造プロセス開発」

【中間目標(2023 年度)】

経済合理性を担保した国内における航空エンジン部品(ディスク部分)の鍛造プロセス候補を決定する。

【最終目標(2025 年度)】

経済合理性を担保した国内における航空エンジン部品(ディスク部分)の鍛造プロセスを確立する。また、確立した製造プロセスにより、部品試作・評価を行う。

[委託事業、助成事業(助成率:1/2 又は 2/3)]

研究開発項目②「革新的合金探索手法の開発」

事業開始から 3 年目までの【フェーズ A:システム開発】では、自動合成システム、自動分析システム、これらを繋ぎ合わせてデータを取得可能なシステムを構築する。また、事業開始から 4 年目以降の 2 年間の【フェーズ B:合金探索】は、フェーズ A で構築したシステムをもとに合金探索のためのデータ取得を行う。

【中間目標(フェーズ A 終了時点)】

- ・ 自動合成システムと複数の分析システムを順次組み合わせて一日当たり 20 サンプル以上のデータを取得可能なシステムを構築する。
- ・ 元素を選択し、金属組織像、結晶構造(X 線結晶構造)などのバルク評価特性データを検索により取得できるソフトウェア(代表的な金属 6 種)を開発する。バルク特性と条件レシピとの相関関係は、アンサンブル機械学習などを用いた境界領域手法を組み込むこととする。

【最終目標(フェーズ B 終了時点)】

- ・ 1 日当たり 100 実験・評価データセットを自動的に取得可能な高速システムを開発することで、年間 20,000 セットのデータを取得可能とし、従来の 1/10 の材料開発期間および開発コスト 1/100 を達成する。
- ・ 本データを用いて本事業で開発したコンビナトリアル・バルク創製技術を用いて、軽量・耐熱性に優れたハイエントロピー合金材料を 2 つ以上開発することを目標とする。
- ・ 元素を選択し、金属組織像、結晶構造(X 線結晶構造)などのバルク評価特性データを検索により取得できるソフトウェア(代表的な金属 20 種)を開発する。
- ・ ハイエントロピー合金のためのユーザインターフェースを構築し、ユーザが元素間の関係を得やすくするための多元系材料に対応した可視化ソフトウェアを開発する。

[委託事業]

研究開発項目③「航空機エンジン用評価システム基盤整備」

【中間目標(2023年度)】

国内エンジンメーカーにおいて、1部材以上での活用(部材に使用する認定材料の選定)を可能とするデータベースの構築を中間目標とする。

【最終目標(2025年度)】

国内エンジンメーカーにおいて、3部材以上での活用(部材に使用する認定材料の選定まで実施)を可能とするデータベースの構築を目標とする。

#### 4. 実施内容及び進捗(達成)状況

NEDO はプロジェクトマネージャー(以下、「PMgr」という。)として、NEDO 材料・ナノテクノロジー部 飯山 和堯 を任命して、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た。

国立大学法人東京大学大学院工学系研究科 教授 榎 学 氏をプロジェクトリーダー(以下、「PL」という。)とし、以下の研究開発を実施した。

##### 4.1 2023年度実施内容

(1) 研究開発項目①「革新的エンジン部品製造プロセス開発」(助成)

(実施体制: (株)プロテリアル)

研究項目① 抵抗式金型加熱システムの製作および検証

2022年度より着手した、素材、金型温度および圧下速度の精緻な管理が求められる高圧系 Ni 基超合金ディスク素材の熱間鍛造を既設の 6000ton 油圧鍛造プレスで実施する際に適用する抵抗式金型加熱装置および金型の製作を完了した。製作した金型加熱システムを既設の 6000ton 油圧鍛造プレスに設置して金型加熱による機能検証をおこない、目標を満たす金型表面の温度分布が得られることを確認した。さらに、同システムを用いた高圧系 Ni 基超合金による円板形状の熱間鍛造を実施し、得られた被加工材が目標を満足する金属組織を有することを確認した。一連の検証と評価を通して、高圧系ディスク素材の鍛造プロセスにおける抵抗式金型加熱システムの適用性を確認した。

研究項目② 誘導式金型加熱システムの温度制御力強化

2022年度より着手した、素材、金型温度および圧下速度の精緻な管理が求められる高圧系 Ni 基超合金ディスク素材の熱間鍛造を既設の 6000ton 油圧鍛造プレスで実施する際に適用する誘導式金型加熱装置の温度制御力向上のための電源装置等および金型の製作を完了した。製作した金型加熱システムを既設の 6000ton 油圧鍛造プレスに設置して金型加熱による機能検証をおこない、目標を満たす金型表面の温度分布が得られることを確認した。以上により、誘導式金型加熱システムの温度制御力強化を完了し

た。

### 研究項目③ 誘導式金型加熱システムによる製品相当素材の試作・評価(1)

研究項目②で構築した誘導式金型加熱システムを用いて、高圧系 Ni 基超合金による製品相当の形状・大きさを有する素材への熱間鍛造を実施し、想定通りの形状の被加工材を得た。さらに製作した被加工材の金属組織評価および一部の強度評価の結果、目標を満足することを確認した。研究項目②の成果と合わせて、高圧系ディスク素材の鍛造プロセスにおける誘導式金型加熱システムの適用性を確認した。

## (2) 研究開発項目② 「革新的合金探索手法の開発」(委託)

(実施体制: AIST、筑波大学、JRCM、JX 金属株)

### 研究項目① 多元材料に対応したコンビナトリアル・バルク創製機構の開発(担当: AIST)

ハイエントロピー合金などの金属バルクを、所望の元素配合率を選択・制御可能にして、コンビナトリアルに作製可能とするレーザ DED バルク創製装置を開発し、雰囲気制御を行った低酸素、低水分の環境で、複数の単元素粉末材料や合金粉末材料を組み合わせハイエントロピー合金の造形を行うことに成功した。作製したバルク体は、溶け残りや欠陥がほとんど見られず、緻密で高密度、均一な元素組成分布を有した組織の結晶形成が可能であることを示した。バルク特性を可能にするバルク体の一つ当たりの作製速度は 5 分以内を実現し、ハイスループットでの合金創製に目処がついたといえる。

### 研究項目② 高速スループット評価に向けた機械加工技術の開発(担当: AIST)

機械加工およびエッチングなどを連結し、多種の合金材料の表面の超平坦化と金属組織の観察を可能にする連続機械加工システムを構築した。具体的には、精密研磨や洗浄工程、電解砥粒エッチング手法の改良開発を進め、表面粗さ(Ra)が 1nm の精密で清浄な超平坦バルク面の形成を実現した。作製したバルク体の機械加工での整面化に対して、バルク体一つ当たりの切削・研削時間で 20 分以内、エッチングで 7 分以内を達成した。

### 研究項目③ 高速スループット評価を実現する評価技術の開発(担当: AIST)

これまでに開発した高速スループット評価機器に対して、サーバによるデータの集中管理、データ集約機能を有する環境を構築する。各評価の高速スループット測定を可能にする制御技術を開発した。具体的には、金属組織のハイスループット計測手法においては、バルク体一つ当たりの評価時間を 10 分以内で可能とし、結晶構造のハイスループット計測手法では、バルク体一つ当たりの評価時間を 15 分以内で実現可能とした。また、バルク組成のハイスループット計測手法では、バルク体一つ当たりの評価時間を 15 分以内で実現し、硬さのハイスループット計測手法では、バルク体一つ当たりの評価時

間を 10 分以内で可能とした。さらに、プローブ計測においては、超音波パルス法や電気抵抗率などの複数の計測法において、バルク体一つ当たりの評価時間を 7.5 分以内とした。

#### 研究項目④ コンビナトリアル・バルク創製および評価のプロセス連結統合化システムの構築(担当:AIST)

研究項目③と連携し、1日に20サンプルを作製から評価までを可能とするハイスループット連続バルク作製・評価システムを構築した。具体的には、2022年度に引き続き、複数の機械加工間や複数の評価装置間の試料搬送機構を開発し、人の手を使わず自動で試料が移動可能となった。汎用性の高いTCP/IP規格で統一した加工・評価統合化システムの仕様を決定し、かつ、移動ロボットとの組み合わせによりフレキシビリティを持たせることで、バルク創製と評価プロセスを一体化したハイスループット連続統合化システムの構築を行った。これらのシステム化により、1日20個以上のバルク形成とハイスループット評価を連続的にを行い、作製したバルク体の金属組織、結晶構造、組成、硬さ等に関する情報の高速取得に成功した。

#### 研究項目⑤ マテリアル・プロセス・インフォマティクスツールの開発(担当:AIST)

航空機エンジンに必要な耐熱性、機械特性を満足するオフラインでの評価データ取得を行う。複数の元素から材料探索に活用可能なマテリアル・プロセス・インフォマティクスツールを開発した。具体的には、作製したハイエントロピー合金に対して、微小強度試験、硬さ試験、1200°C以上の高温圧縮強度、クリープ特性や比熱、熱伝導等の熱物性の測定をオフラインで行った。また、電子顕微鏡観察による組織状態、結晶方位等を調べるとともに、高温環境下での荷重負荷したときのすべり線等の変化を直接観察し、強度と破壊の関係を調べた。次に、合金の状態図計算シミュレーションに命令を行い、実験前に有望なハイエントロピー合金材料の金属の種類と配合比を機械学習を用いて予測するソフトウェアを開発した。また、多元系材料の事例データを表現可能とする可視化ソフトウェアの開発を行った。さらに、得られた材料物性値とその製造プロセスパラメータと機械学習による解析、可視化ソフトウェアを組み合わせたMI-AI統合化プロセスインフォマティクスツールの開発を行った。(担当:AIST)

#### 研究項目⑥ 航空機エンジンのニーズに即した材料実現のための基盤技術検討

(担当:AIST、JRCM、JX 金属株)

- ・ フェーズ B に向けた取り組みとして、AIST と協力の上、ユーザー会を開催し、ジェットエンジン等の材料開発に深い知見を有する企業や有識者と議論し、ニーズの把握や要望を受けて、材料開発に迅速に対応できる仕組みを構築した。(担当:AIST,JRCM)
- ・ 2022 年度に引き続き、ハイエントロピー合金事例データベースの開発を行った。ハイ

エントロピー合金に関わる文献を精査し、加工事例として 100 件のデータ事例化を行った。(担当 AIST)

- ・ ハイエントロピー合金に関する最新の 80 件の文献情報を分析し、データベースを構築した。(担当:JRRCM)
- ・ 航空機エンジン用材料に関する 300 件の論文の動向整理と、20 件の論文の分析により適用の課題を抽出し、概要を整理した。(担当:JRRCM)
- ・ ハイエントロピー合金の論文、特許について公表、出願状況を時系列的に調査した。(担当:JRRCM)
- ・ コンビナトリアル DED 法に適した性状を有する 2 元系および 3 元系合金粉末を当社グループから調達し、AIST に供給した。これらの合金粉末の諸特性を測定し AIST へ報告した。また、これら合金粉末の造形結果について AIST からフィードバックを受けた。(担当:JX 金属株)

### (3) 研究開発項目③ 「航空機エンジン用評価システム基盤整備」(委託)

(実施体制:NIMS、(株)IHI、川崎重工業株、三菱重工航空エンジン株、(株)本田技術研究所、三菱重工業株、再委託先:JAXA、横浜国立大学)

#### 研究項目① 特性予測・変形機構解明と材料データベースの構築(担当:NIMS)

2022 年度から継続し、データベースのデータ取得対象とするタービン翼用材料 Ni 基単結晶超合金 TMS-238 及びタービンディスク用材料 Ni 基鍛造超合金 TMW-4M3 の組成仕様・熱処理条件の検討を行った。またデータベースの構造、項目を検討し、フォーマット案を作成し、共通利用可能なデータベースソフトウェアを構築した。参画機関からの接続確認を行い、データの格納を開始した。

#### 研究項目① -1 材料のエンジン性能効果検証(担当:NIMS-再委託先:JAXA)

2022 年度に引き続き、2023 年度は取得する材料データベースを用いたエンジン性能効果検証を行うためのエンジンモデル等を検討し、開発材料を適用するエンジンサブコンポーネントの性能等モデルを設定した。航空機エンジン技術動向調査も引続き進め、2021-2022 年度の調査結果の動向から変化無く、効果検証のために開発材料を適用する機種クラス、エンジンタイプの設定の妥当性を確認した。

#### 研究項目① -2 タービンディスクの疲労破壊統計に関する研究

(担当:NIMS-再委託先:横浜国立大学)

2022 年度に引き続き、破壊起点欠陥分布の極値統計解析を実施し、統計学に基づく欠陥分布生成方法について検討した。具体的には、有限要素解析モデルを用いて、実稼働条件を想定したシミュレーションを実施し、任意の材料組織・欠陥の 2 次元分布情報

を 3 次元空間分布情報へと変換するためのステレオロジーの最適パラメータを確認した。また、N 個のディスク(試験片)を対象とした危険部位のばらつき評価を実施し、3 次元変換後のデータに対して、極値統計モデルへとシームレスに近似するための最尤法プログラムを構築した。また、疲労寿命予測モデルの実装に取り組み、破壊統計を予測する解析スキームを疲労現象へと応用するため、NIMS 担当者と協働してサブルーチンと解析モデルの Verification & Validation を実施し、結晶粒界分布を起点とした TMW-4M3 試験片モデルの寿命予測解析を実施した。その結果、組織情報と関連付けた破壊統計(疲労寿命のばらつき)予測技術のプロトタイプモデルとして、寿命、寿命分布、破壊起点、き裂長さ、危険体積を予測するための解析スキーム ver.0 を構築できた。

#### 研究項目② 次世代単結晶材料の製造性・耐環境性及び特性評価(担当:株)IHI)

TMS-238 について、欠陥の発生を抑制可能な製造条件を確立し、量産での炉の運用負荷も考慮し、想定強度を発現できる溶体化熱処理条件を決定した。比較材である CMSX-4 について、単結晶鋳物で発生する傾角粒界を再現した試験片の製造方法を確立し、TMS-238 との競争力検証のためのデータを取得した。これらによって、TMS-238 の競争力の検証を進めると共に、材料スペックの仮設定の準備を実施した。また、耐酸化コーティングの影響評価に着手した。NIMS と共に、データベースシステムの導入及び製造条件や熱処理条件を含む材料の製造情報、各種試験データ、レポート等を収録できる航空業界で通用するデータベースの構築を進め、取得した試験データの集約を開始した。

#### 研究項目③ 次世代単結晶材料の材料特性評価(担当:川崎重工業株)

国内共同利用が可能な材料データベースの構築に向けて、NIMS に導入されたデータベース管理システムを利用できる社内環境を整備した。  
TMS-238 について 2022 年度から引き続いて、製造条件を定めるために二種類の熱処理を施工した試験用材料を用いて各種強度試験を実施し、標準の熱処理条件を決定した。また比較材である CMSX-4 について 2022 年度から引き続いて材料特性を取得するための強度試験を実施するとともに、もう一種類の CMSX-4PLUS について試験用材料を入手して試験を開始した。

#### 研究項目④ 次世代ディスク・単結晶材の特性評価(担当:三菱重工航空エンジン株)

データベース構造検討について運用基本事項を決定した。また、NIMS 保有のデータベースへのアクセス環境の整備、および整備した環境でのデータ入力を試行した。

ディスク材料データベース構築/ブレード材料データベース構築/データ比較・検証について、ディスク材料 TMW-4M3、ブレード材料 TMS-238 の特性データの追加取得を実施し、特性評価を継続実施した。また比較材として鍛造合金 AD730、IN718DA と単結晶

合金 CMSX-4 の各特性データの継続取得を実施し、特性の比較評価を継続実施した。

#### 研究項目⑤ 次世代ディスク材の特性評価(担当:株)本田技術研究所)

##### ・次世代 C&W ディスク材の特性評価

技術委員会にて製造仕様の議論を行うと共に、組織や強度等のこれまでの評価結果を要求仕様に反映した。また、それをベースに AMS レベルの材料スペック案の改訂を行った。TMW-4M3 合金の評価を継続し、本年度においては部品相当サイズのトリプルメルト素材の評価に着手した。また、部品を模擬した部材の評価方法の検討を開始した。

##### ・次世代 P/M ディスク材の特性評価

粉末冶金(P/M)材の特性データベース構築には合金清浄度と特性相関データを取得する必要がある。P/M プロセスで重要となる内部介在物に注目したデータ取得計画を策定した。介在物データを定量的に取得する為の手法構築では「介在物の分離及び同定」の2項目に分けて実施し、2023 年度は「介在物の分離」手法の構築に注力して開発を実施した。介在物の分離では介在物の密度差を利用した分離を可能とする特殊設備を設計、試作を行った。

#### 研究項目⑥ 次世代ディスク材の製造(担当:三菱重工業(株))

##### ・溶解鍛造ディスク材の製造と製造仕様策定

セカンドベンダー製のインゴットをビレット鍛造およびアップセット鍛造し、ディスク素材に仕上げた。ファーストベンダー製のディスクの追加鍛造およびインゴットの追加製造を行った。溶解鍛造ディスク材の標準製造仕様書の作成を完了した。

##### ・粉末鍛造ディスク材の製造と製造仕様策定

粉末製造からアップセット鍛造まで実施し、ディスク素材に仕上げた。参画する航空機エンジンメーカーと協議し、製造仕様書の策定を開始した。

##### ・鍛造金型の製造と仕様策定

小型金型造形モデルを基に、レーザ粉末 PBF 方式等の 3 種類の製造プロセスで金型を試作し耐久性を検証した。また、鍛造金型の製造仕様書を完成させ、本研究項目を完了した。

## 4. 2 実績推移

	2022年度		2023年度	
	委託	助成	委託	助成
実績額推移 需給勘定(百万円)	1,198(実績) (NEDO)	76(実績) (NEDO)	1,148(実績) (NEDO)	115(実績) (NEDO)
特許出願件数(件)	0	-	0	-
論文発表数(報)	0	-	6	-
フォーラム等(件)	0	-	2	-

## 5. 事業内容

NEDO は PMgrとして、NEDO 材料・ナノテクノロジー部 飯山 和堯 を任命して、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。

国立大学法人東京大学大学院工学系研究科 教授 榎 学 氏を PL とし、以下の研究開発を実施する。実施体制は、別紙を参照のこと。

### 5. 1 2024 年度(助成)事業内容

#### (1) 研究開発項目①「革新的エンジン部品製造プロセスの開発」(実施体制:(株)プロテリアル)

##### 研究項目① 抵抗式金型加熱システムの製作および検証

構築した抵抗式金型加熱システムに設置した金型/素材温度の都度監視を可能とする温度計測機能の精度を向上する。2023 年度に機能検証を目的に取得した計測実績をもとに、計測機器の調整を含む改良をおこなう。

##### 研究項目③ 誘導式金型加熱システムによる製品相当素材の試作・評価(1)

2023 年度に引き続き、誘導式金型加熱システムを用いた高圧系 Ni 基超合金による製品相当素材への熱間鍛造試作で得られた被加工材の特性評価を完了する。形状、金属組織、強度特性等の一連の評価を通して、構築した誘導式金型加熱システムの実用性を検証する。

##### 研究項目④ 誘導式金型加熱システムによる製品相当素材の試作・評価(2)

研究項目③とは異なる製品相当素材を対象に金型を製作したうえで、試作および評価を実施する。構築した誘導式金型加熱システムによる試作実績を増すことで、適用製品範囲の拡張性を確認する。

## (2) 研究開発項目②「革新的合金探索手法の開発」

- ・ 年間 20,000 セットのデータを取得可能とし、従来の 1/10 の材料開発期間および開発コスト 1/100 を達成するべく、1 日当たり 100 実験・評価データセットを自動的に取得可能な高速システムの開発を開始する。
- ・ 本事業で開発したコンビナトリアル・バルク創製技術を用いて、軽量・耐熱性に優れたハイエントロピー合金材料の開発を開始する。
- ・ 元素を選択し、金属組織像、結晶構造(X線結晶構造)などのバルク評価特性データを検索により取得できるソフトウェア(代表的な金属 20 種)の開発を開始する。
- ・ ハイエントロピー合金のためのユーザインターフェースを構築し、ユーザが元素間の関係を得やすくするための多元系材料に対応した可視化ソフトウェアの開発を開始する。

## 5. 2 2024 年度(委託)事業内容

### (1) 研究開発項目③「航空機エンジン用評価システム基盤整備」(委託)

(実施体制: NIMS、(株)IHI、川崎重工業(株)、三菱重工航空エンジン(株)、(株)本田技術研究所、(株)共和プリサイスマニファクチャリング 再委託先: JAXA、横浜国立大学)

#### 研究項目① 特性予測・変形機構解明と材料データベースの構築(担当: NIMS)

対象材料の疲労特性、き裂進展、クリープ疲労特性等の評価を行い、微細組織観察により高温変形挙動の機構解明と特性予測技術の高度化を行う。また各参画機関で特性評価を行った試験片の組織解析を行う。データベースソフトウェアの運用を行い、各参画機関から格納されたデータによりデータベースを構築する。

#### 研究項目① -1 材料のエンジン性能効果検証(担当: NIMS-再委託先: JAXA)

2023 年度までに検討したエンジン性能予測モデルを用い、2024 年度は、開発している国産耐熱合金をエンジンに適用した際の燃料消費量等性能のケーススタディを行う。

#### 研究項目① -2 タービンディスクの疲労破壊統計に関する研究

(担当: NIMS-再委託先: 横浜国立大学)

十分な範囲の材料組織・欠陥観察データにステレオロジーを適用し、これらの 3 次元空間分布データの取得と確率密度関数近似に取り組む。また、2023 年度に確立した統計学に基づく欠陥分布生成方法を用い、粒界+介在物の両方の分布が考慮された解析モデルを構築する。次に、NEDO 共通試験片形状ならびにディスク形状のモデルに対する疲労寿命予測の解析に取り組む。NIMS と協働して是正を重ね、組織情報と関連付けた破壊統計(疲労寿命のばらつき)予測技術としての基盤を確立する。

#### 研究項目② 次世代単結晶材料の製造性・耐環境性及び特性評価(担当:株IHI)

継続して実施している TMS-238 のインゴット及び単結晶鋳物試験片の製造を行い、比較材の CMSX-4 等の単結晶鋳物との製造性の評価及び鋳造欠陥の強度影響評価を行うことで競争力の検証を進め、材料スペックの仮設定を実施する。耐酸化コーティングの影響評価を行い、使用中に不具合が発生するリスクに関する検証データを取得する。模擬形状での試作に着手し、製造性確認の準備を実施する。また一連の取得データについて、共用データベースへの集約を行い、データベース構築を進める。

#### 研究項目③ 次世代単結晶材料の材料特性評価(担当:川崎重工業株)

国内共同利用が可能な材料データベースの構築に向けて、取得した材料データについて NIMS に導入されたデータベース管理システムへの入力を開始する。TMS-238 について、データベースに必要な材料特性を取得するために各種評価試験を実施する。また比較材である CMSX-4 ならびに CMSX-4PLUS について、2023 年度に引き続いて TMS-238 と同様の各種評価試験を実施する。

#### 研究項目④ 次世代ディスク・単結晶材の特性評価(担当:三菱重工航空エンジン株)

データベース構造検討について、追加取得したデータの NIMS 保有のデータベースへの蓄積を継続する。ディスク材料データベース構築では、ディスク材料 TMW-4M3 の特性評価を継続実施すると共に部材評価に向けての検討・準備を進める。ブレード材料データベース構築では、ブレード材料 TMS-238 の特性評価を継続実施すると共に部材製造性評価に向けての検討・準備を進める。比較材評価においては、鍛造合金および単結晶合金の特性の比較評価を継続実施する。また、2023 年度に製造されたインゴットを、ピレット鍛造およびアップセット鍛造してディスク素材に仕上げる。

#### 研究項目⑤ 次世代ディスク材の特性評価(担当:株本田技術研究所)

##### ・次世代 C&W ディスク材の特性評価

前年度に作成されたディスク材の製造仕様をベースに AMS レベルの材料スペックを整理するとともに、引き続き TMW-4M3 合金および比較材のデータ取得を継続し、製造仕様および材料スペックの要求値の更新を行う。

また、部品模擬材の試験を実施し、対象材のディスク材としての妥当性の評価を推進する。

##### ・次世代 P/M ディスク材の特性評価

2023 年度までに開発した「介在物の分離」手法により得られた粉末中の「介在物の同定」(大きさ、形状、組成)を取得する手法の構築を進める。介在物の同定を抜け漏れ無いようにデータ取得する為に全自動でデータを取得する走査型電子顕微鏡(CC-SEM/EDS)を導入し、測定条件の最適を行う。これにより P/M 鍛造材で使用された原料粉末中の介

在物データの取得が可能となる。

研究項目⑥ 次世代ディスク材の製造(担当:(株)共和プリサイスマニファクチャリング)

・粉末鍛造ディスク材の製造と製造仕様策定

追加で素材を調達し、粉末製造、粉末 HIP およびビレット鍛造する。金敷を製作し、ビレットをアップセット鍛造する。粉末の高品質化、低コスト化のために粉末製造のコンタミ防止技術および量産化技術を検討する。また、参画する航空機エンジンメーカーと協議し、製造仕様書を策定する。

## 6. その他重要事項

### (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、プロジェクト評価を実施する。

評価の時期は、中間評価を2023年度に実施済みで、終了時評価を2026年度に実施する。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。

### (2) 運営・管理

NEDOは、研究開発全体の管理、執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

#### ① 研究開発の進捗把握・管理

PMgrは、研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者で構成する技術推進委員会等を組織し、様々な観点から定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

#### (3) 関係省庁の施策との連携体制の構築

NEDO が実施する「革新的新構造材料等研究開発」や内閣府が実施する「戦略的イノベーション創造プログラム:統合型材料開発システムによるマテリアル革命」の実施体制と緊密に連携する。

#### (4) 複数年度契約の実施

研究開発項目①については、2022年度から2025年度までの4年間とする。研究開発項目②については【フェーズA】を2021年度から2023年度までの3年間、【フェーズB】を2024年度

から2025年度までの2年間とし、【フェーズB】の実施体制構築に当たっては公募を実施することとする。③については、2021年度から2025年度までの5年間とする。

(5) 知財マネジメントに係る運用

委託事業である研究開発項目②【フェーズA】、③については、「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。

(6) データマネジメントに係る運用

委託事業である研究開発項目②【フェーズA】、③については、「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。

7. 本年度のスケジュールと来年度の公募について

7. 1 本年度のスケジュール

2024年	1月上旬	公募予告
	2月下旬	公募開始
	4月中旬	公募締切
	5月中旬	採択審査委員会
	5月下旬	採択決定

7. 2 本年度の公募について

事業の効率化を図るため、2023年度中に研究開発項目②【フェーズB】に係る2024年度公募を開始する(但し、事業の内容は別途2023年度実施方針に定める)。

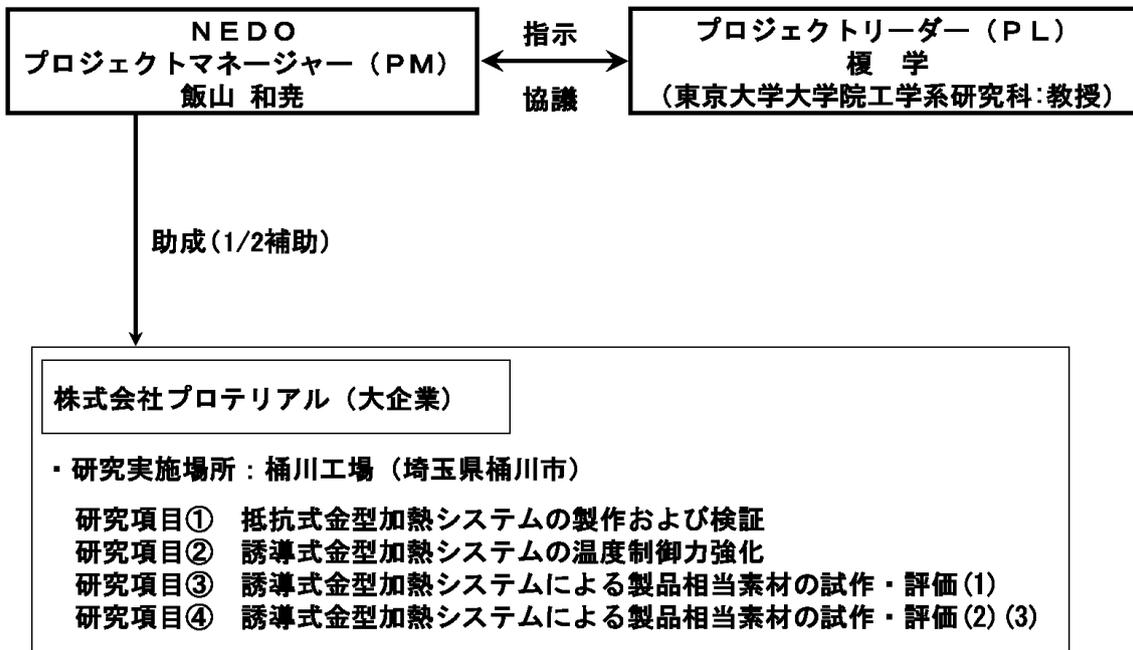
8. 実施方針の改定履歴

(1) 2024年2月、制定

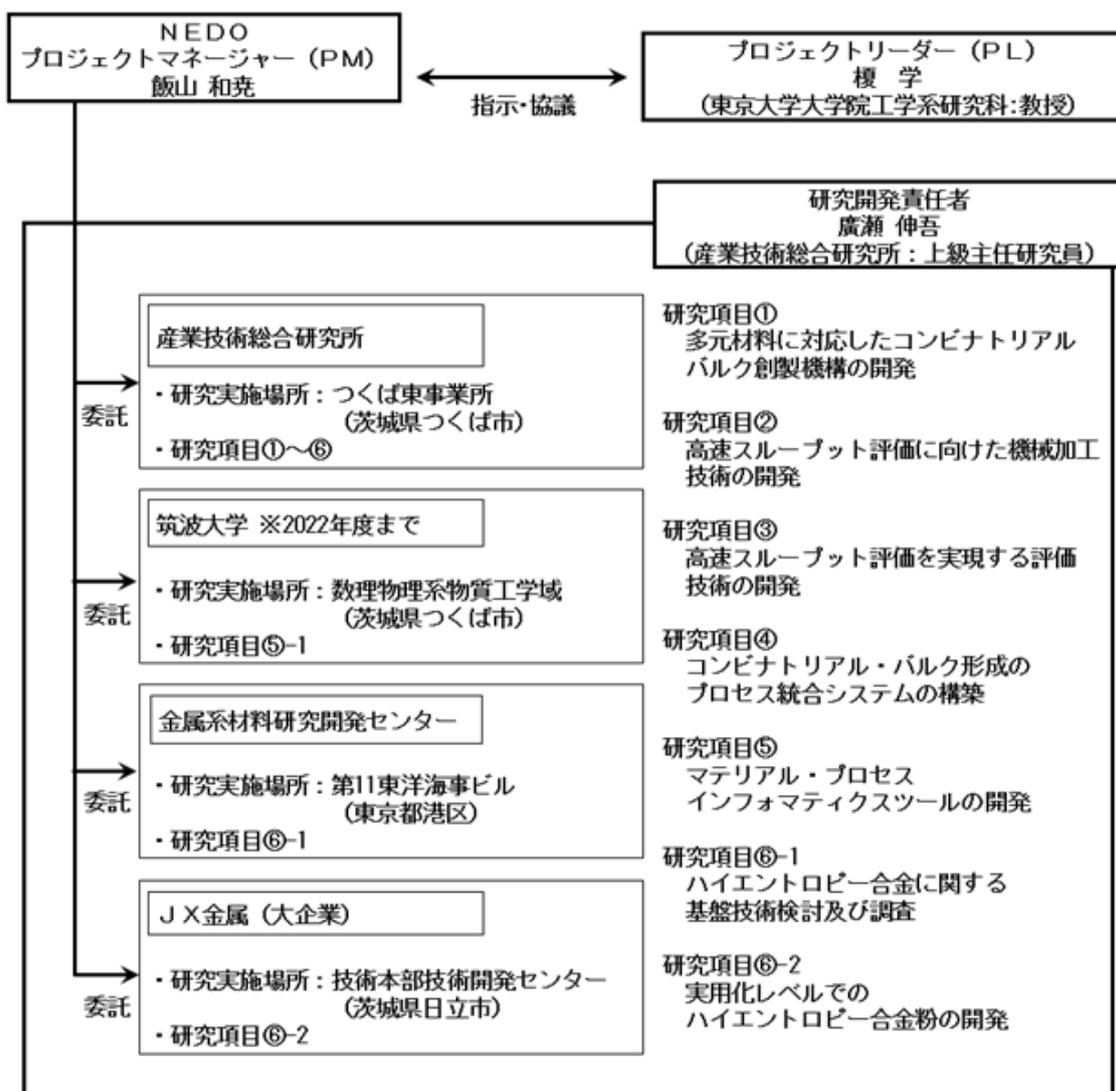
(2) 2024年4月、事業承継に伴う変更事項及び公募スケジュールの改訂

(別紙) 事業実施体制図

研究開発項目①「革新的エンジン部品製造プロセス開発」



研究開発項目②「革新的合金探索手法の開発」



研究開発項目③「航空機エンジン用評価システム基盤整備」

