

「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」
終了時評価報告書

2026年7月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

目 次

はじめに	1
審議経過	2
研究評価委員会委員名簿	3
第1章 評価	
1. 評価コメント	1-1
1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋	
1. 2 目標及び達成状況	
1. 3 マネジメント	
（参考）研究評価委員会委員の評価コメント	1-4
2. 評点結果	1-15
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 研究評価委員会公開資料	2-1
参考資料1 研究評価委員会議事録	参考資料 1-1
参考資料2 評価の実施方法	参考資料 2-1
参考資料3 現地調査会議事要旨	参考資料 3-1

はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構において、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される研究評価委員会を設置し、同研究評価委員会にて被評価対象プロジェクトの評価を行い、評価報告書を確定している。

本評価報告書は、「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」の終了時評価の評価結果を報告するものである。

2026 年 7 月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

審議経過

● 研究評価委員会（2026 年 6 月 26 日）

公開セッション

1. 開会
2. プロジェクトの説明

非公開セッション

3. プロジェクトの補足説明
4. プロジェクトリーダーの所見
5. 全体を通しての質疑

公開セッション

6. まとめ・講評
7. 閉会

● 現地調査会（2026 年 6 月 25 日）

国立研究開発法人産業技術総合研究所 つくば中央事業所東地区
本館 1 階第 2 会議室（茨城県つくば市）

「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」

(終了時評価)

研究評価委員会委員名簿

(2026 年 6 月現在)

	氏名	所属、役職
委員長	みうら せいじ 三浦 誠司	北海道大学 大学院工学研究院 材料科学部門 教授
委員長 代理	なかの たかよし 中野 貴由	大阪大学 大学院工学研究科 マテリアル生産科学専攻 教授
委員	おくだ あきのぶ 奥田 章順	株式会社航想研 代表取締役社長
	おざき ゆきこ 尾崎 由紀子	大阪大学 接合科学研究所 複合化機構学分野 招へい教授
	きたおか さとし 北岡 諭	一般財団法人ファインセラミックスセンター 執行理事
	なかがわ なりひと 中川 成人	株式会社超高温材料研究センター 代表取締役社長
	よしみ きょうすけ 吉見 享祐	東北大学 大学院工学研究科 知能デバイス材料学専攻 教授

敬称略、五十音順

第 1 章 評価

1. 評価コメント

1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

<肯定的意見>

アウトカム達成までの道筋

- ・ アウトカム目標としての 2040 年の CO₂ 削減に向けて、具体的な試算がなされるとともに、それを構成する 3 つの研究開発項目「革新的合金探索手法の開発」「革新的エンジン部品製造プロセス開発」「航空機エンジン用評価システム基盤整備」を有機的に連携させ、アウトカム達成に向けた道筋を示したことは、評価される。
- ・ ハイエントロピー合金の開発に向けては、今後のアウトカムを具現化すべく、日本 AM^{*1} 学会の講演大会のオープン・クローズドセッションやその他展示会を通じて、コンソーシアム的な形でステークホルダーとの議論がなされたことは、評価される。
- ・ 単通路の中型旅客機のエンジンの需要が伸びることを前提にした目標となっており、航空機業界の計画とも合致している道筋であることは、評価される。

知的財産・標準化戦略

- ・ 「航空機エンジン用評価システム基盤整備」については、複数の重工メーカーや航空機メーカーでデータベースを構築し、それを共有すべく努力がなされている日本初の試みであり、研究データを含めたクローズ領域とオープン領域を明確に整理するとともに、国内外への積極的な情報発信に取り組んだ点は、高く評価される。

<問題点・改善点・今後への提言>

アウトカム達成までの道筋

- ・ 長期にわたる研究開発の方向性を保証するためにも諸外国と比較した研究開発目標の達成度を明確にし、諸外国と共通の将来像（ビジョン・目標）の中で差が開かないようにすることも戦略の一部にすることが必要である。
- ・ 安全性基準の作成、規制緩和、標準化に向けては、欧米の情報を入手しつつ、本事業の成果を盛り込むべき活動が今後必要である。
- ・ データベースの拡張や信頼性向上に向けたさらなる取組については、事業者の自主的な取組に加え、国による継続的な支援が期待される。

知的財産・標準化戦略

- ・ 合金組成の基本特許は、事業開始前に参加企業で出願済みとのことであったが、本事業と同時進行している海外特許状況をアップデートし、エンジン完成メーカーへの参入に向けた競争力強化の観点から、本事業の成果を迅速に権利化する戦略見直しの検討も必要である。
- ・ 特許について適切な時期に取得するとともに、論文などは日本の技術力の高さを示すために最適な時期に公表することが必要である。

- ・ 今後も、MMPDS^{※2} に準じた統計的信頼性の高い材料データの整備を継続するとともに、設計許容値として活用可能なレベルまでデータベースを成熟させることを期待する。

※1 AM : Additive Manufacturing (積層造形技術)

※2 MMPDS :

Metallic Materials Properties Development and Standardization Handbook
(航空宇宙機器の開発、及び製造に不可欠の金属材料データ集)

1. 2 目標及び達成状況

＜肯定的意見＞

アウトカム目標及び達成見込み

- ・ 本プロジェクトは、素材開発から、材料、部材と航空機に採用されるまでには非常に長い研究開発期間を要するためリスクが大きく、また単独企業での開発ではなく産学官の密接な連携の下で厳しい国際的な産業競争を必要とするプロジェクトであるにもかかわらず、目標達成のための検討がなされており、アウトカム目標の達成が期待できる。
- ・ エンジンの燃焼シミュレーションを取り入れ、新合金を導入した場合のエンジン効率を試算するなど、アウトカム目標を検討する上で、重要かつ具体的な取組がなされたことは大いに評価できる。

アウトプット目標及び達成状況

- ・ 各研究開発項目において設定した最終目標を全て達成、もしくは目標を上回る形で達成されている。特に「評価基盤整備」については、当初の想定を上回る部材数への適用検討を開始するに至った点は高く評価できる。
- ・ ハイスループットなフィジカル AI による装置の自動自律化は、時代を先取りした展開を示すとともに、ハイエントロピー合金はもとより、ミドルエントロピー合金などの他の航空機材料の開発へつながる可能性を示したことは、評価される。

＜問題点・改善点・今後への提言＞

アウトカム目標及び達成見込み

- ・ 航空宇宙産業においては、変化の著しい時期であることから、引き続き本プロジェクトの成果を実施者がアップデートし、常に国際ベンチマークを行い、軌道修正を行いつつ、目標・指標を適切に変更することが望まれる。
- ・ パンデミック収束以降、需要の増大が見込まれる航空機のエネルギー源の内訳も水素、電動と多様化が検討されているため、アウトカム目標としての CO₂ 削減効果について、再度の見積もりも必要である。
- ・ 実部品の生産から認証取得まで、ここからが開発の本丸と考えられるので、国産ジェットエンジン開発実現に向けた継続的な国のサポートが望まれる。

アウトプット目標及び達成状況

- ・ 材料データベースは、今後の材料開発に有用なツールとするため、事業参加者以外の者がより広く利用できるような運用を工夫されるとよい。

1. 3 マネジメント

<肯定的意見>

実施体制

- ・ 中間評価の時点から目標達成に向けた大きな進展が認められたことは、NEDO ならびに PL*の努力の賜物であり、マネジメントが適切に進められたと評価できる。
- ・ 指揮命令系統及び責任体制も明確であり、かつ機能しており、実施者間での連携、ユーザーによる関与など、実用化を目指した体制となっていた。
- ・ 研究開発データの利活用・提供方針等は、基本的にクローズドされており、事業参加者間の開発に適切に利用されていた。

研究開発計画

- ・ アウトプット目標達成に必要な要素技術の開発は網羅され、要素技術間の連携は密接に取れており、適切に計画通り達成されていた。
- ・ 進捗状況を常に関係者が把握し、遅れが生じるかもしれないといった場合には、先手を打つように適切に対応できていた。さらに、研究開発の継続又は中止を判断するための要件・指標、ステージゲート方式による個別事業の絞り込みの考え方・通過数などの競争を促す仕組みの運用も妥当であった。

<問題点・改善点・今後への提言>

実施体制

- ・ 個別事業の採択プロセスは、ほぼ適切に行われていたと思われるが、鍛造プロセス開発については1社しか採択できておらず、複数社の技術を検討し見直す過程も必要であった。

研究開発計画

- ・ これまで生産現場のノウハウに依存してきた離型などの素形技術においても、アカデミアと産業界が連携した学術的な研究開発を国が支援することで、我が国の生産技術基盤の一層の強化につながることを期待される。
- ・ 航空機エンジン用評価システム基盤整備については、複数の実施者が共通の目標を掲げてデータベースの基になる部材レベルでの試作から試験評価に動き出したことに本プロジェクトの意義があり、この活動を契機にオールジャパンで、今後の主流になる単通路機用エンジン開発へ繋がることを期待したい。

*PL : Project Leader (プロジェクトリーダー)

(参考) 研究評価委員会委員の評価コメント

1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

<肯定的意見>

- ・ コロナ禍による外的環境の大きな変化（航空機需要の低迷）は、結果として今後の航空産業に大きな影響はないようであり、目先の変化に惑わされずに研究開発を実施したことはマネジメントとしても十分評価される。
- ・ アウトカムとしての 2040 年の二酸化炭素削減に向けて、具体的な試算がなされるとともに、それを構成する「ハイスループット合金探索」、「革新的エンジン部品製造プロセス開発」、「航空機エンジン用評価システム基盤整備」がバランスよく実施されている。NEDO はその推進に向けて、適切な管理運営を行っており、アウトカム目標が達成されることが大いに期待できる。さらに、ハイエントロピー合金の開発に向けては、日本 AM 学会の講演大会のオープン・クローズドセッションやその他展示会を通じて、今後のアウトカムを具現化すべく、コンソーシアム的な形でステークホルダーとの議論がなされており、引き続きこうした活動を続けていただきたい。3 つのプロジェクトは自立化に向けて実用化を意識したデータベース構築やその運用、さらには装置開発を行った。
- ・ いずれの研究開発項目（研究開発項目①、②、③）においても、設定されたアウトカム目標は達成されている。
- ・ アウトカム達成までの道筋も、おおむねとりまとめが行われている。
- ・ 目標の実現に向けて、リスク要因の排除がなされた（介在物混入を受けた高圧系 PM ディスク開発の見直し）。
- ・ 承認・認証に向け、想定される複数のユーザー企業へのコンタクトが行われ、情報展開がなされた。
- ・ 事業終了後実用化に向けて、主要国内重工メーカーの分担スキームが時間軸上で明確化された。
- ・ AM 学会での Closed Symposium でのプレゼンなど、情報管理のもとステークホルダーへの情報発信がなされた。
- ・ OEM メーカーにおける事業環境の変化を踏まえ、実用化の確度が高い部品製造プロセスへ変更した点は、高く評価される。
- ・ 単通路の中型旅客機のエンジンの需要が伸びることを前提にした目標となっており、航空機業界の計画と合致している。
- ・ アウトカムの道筋を考慮するようになったことは、これまでの多くのプロジェクトでは見られなかったアプローチとして、大いに評価できる。
- ・ オープン・クローズ戦略は、複数の企業の参画が同意される形態の構築が成功したという点で、本邦における類似の試みに対する雛形となることが期待できる。
- ・ オープン・クローズ戦略は、実用化・事業化を見据えた上で適切に設定されていた。特に、NIMS※の「航空機エンジン用評価システム基盤整備」については、複数の重工メーカーや航空機メーカーでデータベースを構築し、それを共有すべく努力がなされている

日本初の試みと強く評価できる。標準化戦略についても、NIMS 主導のもとで、適切な運用がなされていた。その結果として、5 つのアウトプット目標を達成するなど当初の予定以上に進捗が見られる。とりわけ、データベース構築に対するフォーマットを早い段階で決定したことが成功につながったと評価する。

※NIMS : National Institute for Materials Science

(国立研究開発法人物質・材料研究機構)

- ・ 研究開発項目③においては、オープン・クローズドについて資料で言及しており、また、事業原簿において知的財産・標準化戦略については知財委員会、知財取り扱いに関する合意書作成等について記述されている。
- ・ オープン・クローズ戦略は、クローズ領域とオープン領域の基準が適切に設定されていた。
- ・ 主にモノに関する情報をオープンとし、プロセスはクローズとする方針は妥当と思われる。
- ・ 本事業の成果物であるデータベースについて、研究データを含めたクローズ領域とオープン領域を明確に整理するとともに、国内外への積極的な情報発信に取り組んだ点は、高く評価される。
- ・ 航空機エンジン用評価システム基盤整備については、開発合金の実用化を目指す上で、使用する立場の実施者である 4 社が参画したプロジェクトとしてスタートし、まずは、試験片レベルから模擬鋳型を用いた試作まで実施して、部材レベルで各種材料特性評価を行い、データベースを構築してゆく流れが出来たことが大きな成果と言える。
- ・ ニッケル基合金に対して、オールジャパンに近い体制で連携して開発研究に取り組み、その成果をデータベースに落とし込むことで、NIMS と参画企業間で共有できるようにしたことは、画期的なアプローチであり、高く評価する。その過程の中で、本事業が終了した後の知的財産の取り扱いについては、現時点で、今後どのように扱っていくかのルールを定めている段階と理解するが、本事業で対象とした合金群が、今後、どれだけの可能性をもって発展するか未知数なところもあるだけに、致し方ない。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・ 諸外国と比較した達成度を明確にし、諸外国と共通の将来像（ビジョン・目標）の中で「走り続けることで差が開かないようにする」ことも戦略の一部であることが明確化されることで、長期にわたる研究開発の方向性を保証できるものとする。
- ・ 長期にわたるアウトカム目標の達成に向けては、責任者がしっかりとその目標を理解して、推進環境を構築していく必要がある。一方で、責任者が頻繁に変わることもあるので、既に資金援助が終了したプロジェクトに対しても真摯に向き合い、アウトカムに向けた取組を理解し、支援する必要がある。

- ・ 本評価項目が「アウトカム達成までの道筋」となっているが、いずれの資料にも「アウトカム達成までの道筋」をタイトルとしたとりまとめ内容が記載されていない。このため、スケジュールが現実的でなく、想定されたエンジンでの成果もスケジュール的に現実的ではない。あくまでケーススタディであれば、前提などを明記すべきと考える。
- ・ さらに重要な点として、本研究開発項目のそれぞれのアウトカム（成果）および設定が、本研究の目標及び出口となる社会実装との関係について説明が十分ではない。
- ・ 安全性基準の作成、規制緩和、標準化に向けては、欧米の情報を入手しつつ、本事業の成果を盛り込むべき活動が今後とも必要と思われる。
- ・ 官民の役割分担において、主要重工メーカー、鋳鍛加工については大手1社が参加していたが、日本のものづくりの基盤である中小企業を取り込んだ事業化スキームの検討も必要ではないか。
- ・ データベースの拡張や信頼性向上に向けたさらなる取組については、事業者の自主的な取組に加え、国による継続的な支援が期待される。
- ・ 温室効果ガス排出規制については、従来の燃料に加えて、アンモニア混焼も含めた様々な燃料を使用する方向も見えてきているので、次期プロジェクト起こしの際には、その辺りのトレンドも考慮したアウトカム目標も必要になると思われるので精査が必要。
- ・ アウトカムとして、中長期的計画を立てることは極めて難しい。なぜならば、航空機エンジン用合金の選択権が、そもそも我々に無いからである。そういった中でも、将来の我が国の耐熱合金研究開発に資する成果を残すためには、現在の海外 OEM の計画に従順に沿っている限りは難しいのではないかと？その先の先まで考慮して案を出すくらいの計画も欲しかった。
- ・ 今後の展開における問題点のさらなる洗い出しが継続的に実施されることを期待する。
- ・ データの取り扱いについては、プロジェクト参画企業の中ではオープン化し、効率的な運用を図ることにより、オープンイノベーションを推進できる立場にあるが、プロジェクトに加わっていない企業の取り扱いについての合意形成に至っていないことから、アウトカム目標の達成に向けた早期の合意形成が必要である。
- ・ 事業原簿、資料双方において、オープン・クローズド戦略、知的財産、標準化戦略についての記述が非常に乏しく、その内容についてほとんど記述がない。特にデータベースを今後運用していくことを考えれば、オープン・クローズド戦略、知的財産は現実的な問題として非常に重要であり、かつ、出口や社会実装では標準化にいかに対応するかは重要となる。しかし、戦略レベルの分析や記述は見当たらない。
- ・ 今回、研究開発成果は目標どおりクリアしたが、それを今後、具体的にどのようにデータベースなどの形で運用していくか、あるいは成果をいかに社会実装していくかという視点が、きわめて脆弱。
- ・ PPT 資料には知的財産・標準化戦略に関する説明資料も無い。データベース構築の成果はあるが、運用面は課題が無い点は、民間企業ではまず通用しないと考える。
- ・ 合金組成の基本特許は、事業開始前に参加企業で出願済みとのことであったが、本事業で開発した成分を反映した優先権出願などの方針は示されなかった。本事業と同時進行

している海外特許状況をアップデートし、本事業の成果を迅速に権利化する戦略見直しが必要に見受けられた。

- 合金設計については、HEA^{*}を柱として組成探索がなされたが、プロセス技術は TM 系であった。本事業のマテリアルデザイン開発の成果とプロセス開発の間に乖離があるように見受けられた。

^{*}HEA : High Entropy Alloy (ハイエントロピー合金)

- 標準化に向けては、欧米の情報を注視し、本事業の成果を盛り込むべき活動の積極展開を検討されてはどうか。
- 今後も、MMPDS に準じた統計的信頼性の高い材料データの整備を継続するとともに、設計許容値として活用可能なレベルまでデータベースを成熟させることを期待する。
- HONDA は独自小型ジェットで世界に打って出た国内の先駆けで、AAAF の認証取得の実績もあり、重工 3 社に対して実用化、事業化を目指す上で課題解決に向け進言出来る立場として参加された功績は大きい。重工 3 社はエンジンプライム 3 社と長年に渡る個別の付き合いがあることは承知しているが、オールジャパンとしてジェットエンジン高圧タービンに踏み込む覚悟をもって、次期プロジェクトに参画して貰いたい。特に、機体からエンジンまで国産のジェット旅客機開発に再挑戦する上で、次期主力戦闘機の開発を契機に、ジェットエンジン産業と呼べる流れを作って貰いたい。
- 米国の ULTIMATE プログラムでは、超高温高融点合金データベース ULTERA なるものが公開されている。基本的には高融点ハイエントロピー合金のデータをまとめたもののようなのであるが、米国ではすでにこういったステージに来ていることを、我々は十分に認識する必要がある。このデータベースは、既報論文からのデータマイニングによって作成されているようで、公式情報によれば、論文数は 536、ハイエントロピー合金数で 2,850、データ点数にして 6,830 が登録されているとのことである。すでに、情報がアップデートされている可能性があるが、こういったデータベースが公開されることで、我々研究者は、自身の研究成果がこのデータベースに登録してもらえるような動きになるはずである。その結果、このデータベースは、自己発展的に一層拡充されていく可能性が高い。データベースは、使われることによって発展していくものと考えられ、情報をクロードにして守秘していくものは、データシートとして別に管理されるべきだと考える。そういった観点は、我が国でも育まれなければならない。そしてこのことは、ハイエントロピー合金だけの問題ではなく、今後の材料開発全般にわたって整理し、確立していただきたい。

1. 2 目標及び達成状況

<肯定的意見>

- アウトカム目標に過不足は無く、また十分達成されていると評価できる。
- 本プロジェクトは、素材開発から材料、部材と航空機に採用されるまでには非常に長い研究開発期間を要するためリスクが大きく、また単独企業での開発ではなく産学官の密接な連携の下で厳しい国際的な産業競争を必要とするプロジェクトであった。そのため

NEDO のハンドリングがアウトカム目標の達成の可否を決定することになった。こうした中で、非常に難しい課題であるにもかかわらず、終了評価時点では、アウトカム目標を達成することを可能とするような十分な検討がなされ、未来のこととはいえ将来のアウトカム目標の達成も強く期待できる範疇である。その結果として、後続プロジェクトが空白なく、立ち上げられるとともに、航空機エンジン向け材料開発・評価システム基盤整備を社会実装へとつなげるための明確な道筋が見えていることは評価に値する。引き続き終了を迎えたプロジェクトに注視しつつ、そのアップデートや、リソースの利用を行いつつ、次期のプロジェクトにつなげていただきたい。

- いずれの研究開発項目においてもアウトカム目標が、定量的にまたは、具体的に明示されている。また、研究開発項目③にはアウトカムの達成見込みが、定量的な分析を含め記述されている。
- 市場規模、シェア、エネルギー、CO₂削減量は、当初の見積から変更はなく、本事業の結果として達成が見込まれた。
- アウトカム目標は、航空機産業の生産予想を根拠に明確に示されていた。
- 開発材料の性能向上による CO₂削減効果に寄与する因子を精査し、それに基づくジェット燃料消費率の算出精度向上に取り組んだ点は評価される。
- 革新的エンジン部品製造プロセス開発は、高圧タービンディスク部品を提供したいエンジンプライムの計画が変更になったものの、今後の動向等を的確にフォローし、後半の2年間は適宜、修正しながら目標クリアに向けて実施されていた。アウトカム目標は後ろ倒しになった感は否めないが、今後の取り組み方次第では十分リカバリー出来ると考える。
- エンジンの燃焼シミュレーションを取り入れ、新合金を導入した場合のエンジン効率を試算するなど、アウトカム目標を検討する上で、重要かつ具体的な取組がなされたことは大いに評価できる。
- 製造プロセスおよび試験・評価データ取得において、十分な目標達成がなされたと評価できる。
- アウトプット目標は、終了評価時点では達成もしくは目標を上回る形で達成されている。プロジェクトの途中では、目標設定が高すぎる可能性もあったが、NEDO のハンドリングにより、適宜、開発加速予算をつけるなどすることで、適切な管理運営を行うことで、十分に達成された。さらに副次的な効果としては、研究開発項目②のハイスループットなフィジカル AI による装置の自動自律化は時代を先取りした展開を示すとともに、ハイエントロピー合金はもとより、ミドルエントロピー合金などの他の航空機材料の開発へつながる可能性を示した。
- いずれの研究開発項目においても、アウトプット目標、達成状況について、具体的、かつ丁寧にとりまめられている。
- 高圧系 Ni 基合金ディスク素材については、背景となる欧米の実情の説明もあり、課題とその対応策、本プロジェクトの成果など、わかりやすい内容となっている。また、認定試験合格レベルを確認している点も評価されます。

- ・新合金探索、高効率革新プロセス開発、評価システム及びデータベース構築について、最終目標はほぼ達成された。
- ・DED^{*}プロセスでの合金探索期間 1/10、コスト 1/100、認証取得に向けた量産可能な高温鍛造プロセス、材料解析システムが構築され、DB を活用した部材設計がなされた。

^{*}DED : Directed Energy Deposition

(集束させた熱エネルギーを利用して、材料を溶融して結合、堆積させるプロセス)

- ・HEA を含めた材料データベースの構築手法は、その他合金系への拡張が期待される。
- ・6 種の異種粉末による DED プロセスが実現できたとすれば、HEA 以外の多様な合金系への展開が可能になるものと思われる。
- ・各研究開発項目において設定した最終目標を全て達成するとともに、特に「評価基盤整備」については、当初の想定を上回る部材数への適用検討を開始するに至った点は、高く評価される。
- ・各課題ともに掲げられた数値目標は、中間、最終目標と全てクリア出来ており素晴らしい成果です。
- ・アウトプット指標・目標値は概ね適切に見直していたものと考えられる。また、最終目標もしっかりと達成できている。副次的成果としては、やはりデータベースの構築が挙げられる。本事業の性格からすると、構築されたデータベースを直ちにオープンアクセスにできるとは思えないし、そうすべきではないと思うが、構築されたデータベースに、既報論文からデータマイニングで抽出したオープンアクセス可能なデータを加えて、階層的な構造化を図っていけば、より付加価値の高いデータベースへと進化していくものと期待される。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・世界のモノづくりと同様に、航空宇宙産業においては、変化の著しい時期であることから、引き続き本プロジェクトの成果を実施者がアップデートし、常に国際ベンチマークを調査し、軌道修正を行いつつ、目標・指標を適切に変更することが望まれる。
- ・アウトカム目標の設定背景・理由。どのような指標や考え方で、アウトカム目標が達成されたかが、国内外の動向、とりわけエンジンの開発状況や競合動向からどのように導出されたかが資料ではわかりにくい部分がある。サイトビジットでの説明や現場見学からは、達成見込みなどが良く理解できたため、最終報告であるので、単に成果や結果を記載するのではなく、これまでに実施してきたこと、工夫してきたことなどの経緯や今後の課題もわかりやすくとりまとめることが重要と考える。合わせて、国内外におけるエンジン開発動向や具体的なプロジェクトなどを勘案して、本アウトカム目標の技術、事業、競争力強化、戦略的な意味などを明確化していただきたい。
- ・パンデミック収束以降、航空機の需要は当初より増大したと言われる。増大が見込まれる航空機のエネルギー源の内訳も水素、電動と多様化が検討されている。アウトカムとしての CO₂ 削減効果について、再度の見積もりも検討されたい。

- CO₂削減目標達成の前提が、国際シェア 31%であり、現時点に比べれば国際競争力増大が望まれるというシナリオは少々強弁のようである。実現性に向けては、技術要素に分けて、何がどこまで達成できれば、シェアが何%取れる、といった積み上げができるかというのではないか。
- カーボンフットプリント/マテリアルフットプリント（リサイクル性）の考慮も今後の事業では必要と思われる。
- 「合金探索」および「評価基盤整備」により構築したデータベースの効果的な活用に当たっては、OEM メーカーの開発ステージに応じた時間軸を踏まえた運用が必要である。
- 航空機エンジン用評価システム基盤整備のアウトカム目標は良いとして、耐熱性改善を狙いとした高性能 Ni 基超合金は、試験片レベルでの性能は良いとして、複雑形状の実部品（動翼等）を造る上での歩留まり、切り出し試験片での性能、単結晶化の難しさ、溶体化処理の適正化など、部品としての課題解決は後継プロジェクトにおいて実施する必要があると思われます。実部品の生産～認証取得まで、ここからが開発の本丸と考えられますので、国産ジェットエンジン開発実現に向けた METI/NEDO さんのサポートをお願いします。
- ハイエントロピー合金やニッケル基超合金に関しては、実装の可否について不透明ではあるが、既報の比較対象データを意識しておく必要があった。ニッケル基超合金は、世界的にコミュニティが堅固に形成されているため、逆に目標設定がコミュニティ内での目標設定、いわゆる内向き設定に陥ってしまうのではないだろうか？近年の我が国の材料プロジェクトは内向き設定の傾向を強く感じ、いわゆる当社比のようなもので納得しているところに危惧する。また、熱間鍛造プロセスについても、金型については自社開発のニッケル基合金を使用することを前提としている。しかし、事業担当者からも説明があったように、もともとそこはモリブデン合金が使用されている。ということは、自社開発のニッケル基合金がモリブデン合金よりも性能として十分に優れているということならば、従来プロセスを上回ることが将来できると考えられるが、そうでないならば、モリブデン合金をより安価で、自社内で調達できるものに置き換えましたというだけである。したがって、安価で現状維持はできても、それ以上の発展には繋がらないのではないかと？全体を通して、アウトカムの設定は、現状の 1 つ上を狙っても勝ち筋は見えない。3 つ、4 つ上を狙った挑戦的なものが成功したとき、未来が見えてくるのではないだろうか。この分野において、我が国にそれほどの想像力が残っているのかどうか、よくよく検討していただきたい。
- 材料開発における探索手法に関しては、現時点で、その構成要素（システムを構成する装置）が目標と完全に整合していたとは結論づけがたい点があることは否めないが、これに関してはそれらの見直しを主とする若干の手直しによる改善・完成が期待される。
- 外部への発信、特に特許取得については時間もかかることから、今後の展開を待ちたい。

- **TRL**^{*}については、基盤整備事業であるため低めの目標設定ではあるが、今後の取組により、この基板を拡張していくことで、大きな成果が生まれる可能性を秘めていると考える。特許について適切な時期に取得するとともに、論文などは、日本の技術力の高さを示すために最適な時期に公表することが必要である。

※**TRL** : Technology Readiness Level (技術成熟度)

- 前記のアウトカム目標と同様、アウトプット目標の設定の妥当性に関する説明が不明確。国内外の動向、日本のポジショニングを含めて、説明・記述することが重要である。
- **HEA** 粉末製造プロセス、**DED** プロセスの位置付けは、**HEA** 合金試作・探索のためのものと理解するが、量産プロセスは **Ni** 系耐熱合金をベースに鋳鍛造で検討されており、粉末製造プロセス開発・**HEA** 新合金の部材化スキームが明確ではない印象であった。
- 今後の材料開発に有用なツールとするため、材料データベースは、事業参加者以外の者がより広く利用できるよう、運用を工夫されると良いのではないかな。
- 「合金探索」の手法開発は共通基盤技術として有用であることは理解できる。一方、本手法により創出・抽出された材料については、エンジン完成メーカーへの参入に向けた競争力強化の観点から、知的財産の確保が重要であり、材料特許の取得を積極的に推進すべきであった。
- アウトカム目標の設定には疑問を感じているところであるが、アウトプットは、プロジェクトを設計した当初に立てられて、計画通りにプロジェクトが進められたので、適切であった。問題は、結果として生じているアウトカムとアウトプットの間の不整合である。今後、この分野において本気で実装を考えるならば、真つ当なアウトカム目標の設定が必要であるし、航空機エンジンを設計製造する立場にない我が国としては、そういう立場にある海外 **OEM** が、あっと驚くような成果を土産に持っていく覚悟が必要である。

1. 3 マネジメント

<肯定的意見>

- 中間審査の時点から目標達成に向けた大きな進展が認められ、マネジメントが適切に進められたと評価される。
- 3 つの直列なプロジェクトを、時間軸は並列な形として実施することに成功している。これはひとえに、実施者の努力と実力もさることながら、**NEDO** ならびに **PL** の努力の賜物であるものと言える。個別事業の採択プロセスについても、コロナ禍でのスタートであったにもかかわらず、最適な選考を行い、プロセス開発については、1 年遅れのスタートであったにもかかわらず、適切に運営・実施された。それぞれのプロジェクトにおいては、特に **NIMS** は多数の企業を束ねることで実用化基盤の構築のための最大の成果を得るとともに、プロテリアルは実用化を強く意識した日本に唯一無二のプロセス開発とともに、実用化を意識したエンジン **OEM** との議論を重ねたことは強く評価される。2 つのデータベースについても今後アップデートするとともに、有効な活用がなされることが期待される。

- いずれの研究開発項目も実施体制は妥当と考えられる。
- 実施者は、HEA 合金探索システム開発、量産プロセス開発、データベース化等、それぞれの分担において、実用化に向けた検討を行った。
- 本事業として、研究開発データの利活用・提供方針等は、基本的にクローズドされており、事業参加者間の開発に適切に利用されたものと見受けられる。
- 合金探索、プロセス開発、データベース構築と異なる 3 種の事業を並行してうまく推進されたと思う。
- TRL の異なる 3 つの研究開発項目を有機的に連携させ、アウトカム達成に向けた道筋を示したことは、評価される。また、「合金探索」および「評価基盤整備」の研究開発成果について、関連学会や展示会における講演や PR 活動を通じて積極的に成果の普及に努めた点も評価される。
- PMgr と PL の五年間に渡るご指導・取り纏めのご尽力あってこそ、最終評価を無事に迎えられたと感じました。特に、革新的合金手法の開発では相当のご苦勞があったと拝察しておりまして、お二方のご尽力に感謝致しますと共に、本当にお疲れ様でございました。
- 革新的エンジン部品製造プロセス開発については、サイトビジットによる現場視察も企画して頂き、恒温鍛造によるモノづくりの世界観に対する理解が深まりました。特に、プロセス開発では現場にこそ課題解決の糸口があると思いますので、今後のプロジェクトにも反映されては如何でしょうか。
- 実施者は、可能な限りの技術力及び実用化・事業化能力を発揮した。指揮命令系統及び責任体制も明確であり、かつ機能していた。また、実施者間での連携、成果のユーザーによる関与など、実用化を目指した体制となっていた。
- 目標達成のための要素技術は個別には完成されたものと評価される。
- アウトプット目標達成に必要な要素技術の開発は網羅され、要素技術間の連携は密接に取れており、スケジュールは、途中研究開発項目②については多少の遅れもあったが、終了時点では適切に計画通り達成されていた。プロテリアルについては、エンジン OEM との議論の元、抵抗加熱方式と誘導加熱方式のエフォートバランスを変えるなど適切な対応を行っており、それを NEDO 側も経済産業省の指導の下に適切に対応を行っていたものと高く評価される。
- いずれもスケジュール管理については記述がなされているおり、大きな遅延や問題などは現時点ではないと考える。
- アウトプット目標達成に必要な要素技術の開発は網羅され、ほぼスケジュール通りに進んだようである。
- 中間評価、計画見直しを通して、進捗が良く管理され、その内容は関係者で共有されていた。
- ステージゲート方式の個別事業絞り込みが行われた。
- 「合金探索」については、年度末にステージゲート審査を実施し、実用化に向けた取組が計画どおり着実に推進されていることを適切に管理した点は評価される。また、「評価

基盤整備」については、海外 OEM への提案を見据え、データベースの拡充に向けて開発促進財源を機動的に投入した点は評価される。

- 革新的エンジン部品製造プロセス開発は、高圧タービンディスク部品を恒温鍛造プロセスで造るもので、抵抗加熱式／誘導加熱式の二つの加熱方法で部品要求仕様に相応しい鍛造技術を構築するもので、それぞれの特徴を活かした課題抽出、方策の立案、実験による検証まで実施されており、効率的に計画が遂行され目標達成に繋がった。エンドユーザーの計画が変更になりアウトカム目標達成に向けた今後の活動に若干のずれが生じたが、航空機業界の動きを勘案するとリカバリーは可能と思われる。
- 航空機エンジン用評価システム基盤整備については、現行品より耐熱性に優れた NIMS 開発合金を実部品として採用を目指すべく実施者である 4 社が共通の目標を掲げてデータベースの基になる部材レベルでの試作～試験評価に動き出したことに本プロジェクトの意義がある。この活動を契機にオールジャパンで、今後の主流になる単通路機用エンジン、また、次世代戦闘機エンジン開発へ繋がることを期待したい。
- アウトプット目標達成に必要な要素技術の開発は概ね網羅され、要素技術間で連携が取れており、スケジュールも概ね適切に計画されていた。研究開発の進捗を管理する手法も適切であった。進捗状況を常に関係者が把握し、遅れが生じるかもしれないといった場合には、先手を打つように適切に対応できていた。さらに、研究開発の継続又は中止を判断するための要件・指標、ステージゲート方式による個別事業の絞り込みの考え方・通過数などの競争を促す仕組みの運用も妥当だった。

<問題点・改善点・今後への提言>

- 研究開発項目②は最終目標を達成したものの、マネジメントでは不十分な部分も多く、NEDO の支援に頼るところが大きかった。そのため、アウトカム目標の達成に向けては、実施者が一丸となって、具体的な目標を立てて取り組むべきであり、ハイスループットでのハイエントロピー合金データベースのアップデートとその活用について、真剣に取り組むべきである。
- NEDO のマネジメントが優れていたことで、実態体制は保たれた印象が強い。特にデータベースについては、構築はしたものの体制側の運用に関する当事者意識がやや弱いところが見られる。
- 企業が利用を検討しているとのことだが、実施体制においてこれら企業パートナーとの関係がよく見えない。
- 研究インテグリティ確保についての情報は確認できなかった。
- 個別事業の採択プロセスは、ほぼ適切に行われていたと思われるが、例えば、上記にも記載の通り、初期の段階で鍛造プロセス開発は 1 社に限定されており、複数社の技術を検討し、見直す過程も必要であったように思われる。
- データベースの拡張や信頼性向上に向けたさらなる取組については、事業者と国が連携し、継続的に推進していくことが望まれる。

- ・ 革新的合金探索手法の開発では、AIST^{※1}の独善的な姿勢・基本的な考えは、五年間で多少なりとも改善された感もありましたが、最終の現地視察は、後半の開発の主体を担われた JX 金属さん/JRCM^{※2}さんを引き立てる配慮も必要と感じましたし、導入された各種機器はオーバースペックの仕様が散見され、プロジェクトの主旨に合致しているのか疑問も残りました。

※1 AIST : National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

(産業総合研究所)

※2 JRCM : Japan Research and Development Center for Metals

(金属系材料研究開発センター)

- ・ そもそも、研究開発データの利活用・提供方針等が、オープン・クローズ戦略等に沿った適切なものであるべきことは、この事業が始まったときに、事業実施者に正しく伝わっていたのか？後出しにはなっていないのか？確認をいただきたい。
- ・ それぞれの開発要素技術が対象とする材料が異なっており、部品製造プロセス全体として一貫しているとは言い難いが、この点は今後の展開で対象材料を絞って共同することで十分対処可能であると評価される。
- ・ クローズドイノベーションからオープンイノベーションへの考え方の変更を促進するプロジェクトではあったが、企業間の連携については、今後、より協調領域をオープン化するような戦略が国のプロジェクトの実施については益々必要になると思われる。本プロジェクトはデータ駆動型研究、ハイスループット、社会実装、も含めて、その先駆けとなるもの。今後の他のプロジェクトの推移とともに見守っていきたい。
- ・ 社会実装や出口の想定などから考えた場合、今回のスケジュールと一部資料の内容に齟齬がみられる。この齟齬は基本的に前提をきちんと記述すれば誤解はなくなると考えられる。
- ・ 材料探索のアウトプットと部材製造プロセス間の乖離感など、事業間の要素技術間の連携は難しい物があつたように見受けられる。
- ・ 研究開発の継続又は中止を判断するための要件・指標については、わかりやすい指標で明示された方が良かったと思う。
- ・ これまで生産現場のノウハウに依存してきた離型などの素形技術においても、アカデミアと産業界が連携した学術的な研究開発を国が支援することで、我が国の生産技術基盤の一層の強化につながることを期待される。
- ・ 研究開発として見ると、AIST さんによる革新的合金探索手法の開発は、高速ハイスループットに関わる連続化・無人化・高速化は目標の数値を達成出来たとして、ハイエントロピー合金なるが故の、高融点・低融点の元素の多成分系の新規合金探索手法としてレーザーDED に期待したが、その部分の成果が曖昧で残念でした。ここだけでも新たな知見が得られていれば、AM 技術の新展開にも波及するキーテクノロジーになり得る技術と思います。今後の展開があるのなら、ここだけ注力する価値はあると判断します。

2. 評点結果

評価項目・評価基準		各委員の評価							評点
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋									
(1) アウトカム達成までの道筋		A	A	B	A	B	B	B	2.4
(2) 知的財産・標準化戦略		A	A	B	B	A	A	B	2.6
2. 目標及び達成状況									
(1) アウトカム目標及び達成見込み		A	A	B	B	B	B	B	2.3
(2) アウトプット目標及び達成状況		B	A	A	B	A	A	B	2.6
3. マネジメント									
(1) 実施体制		A	A	B	A	A	A	A	2.9
(2) 研究開発計画		B	A	B	A	A	B	A	2.6

《判定基準》

A：評価基準に適合し、非常に優れている。
 B：評価基準に適合しているが、より望ましくするための改善点もある。
 C：評価基準に一部適合しておらず、改善が必要である。
 D：評価基準に適合しておらず、抜本的な改善が必要である。

（注）評点はA=3、B=2、C=1、D=0として事務局が数値に換算・平均して算出。

第 2 章 評価対象事業に係る資料

1. 研究評価委員会公開資料

次ページより、推進部署・実施者が、委員会において事業を説明する際に使用した資料を示す。

「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」 (終了時評価)

2021年度～2025年度 5年間

プロジェクトの説明（公開版）

2026年6月26日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

航空・宇宙部

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

航空・宇宙部 飯山 和亮 (PMgr)

関連する技術戦略：機能強化新合金分野の技術戦略

プロジェクト類型：基礎・基盤



プロジェクトの概要

【背景】

○我が国の航空機産業の競争力強化には、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。
○量産段階における生産性向上を目指した部品の製造技術向上が不可欠。
○航空当局の認証取得に向けた、航空機エンジンの材料特性及び実環境下における性能等のデータ収集、整備、蓄積が必要。

【研究開発の内容】

- ・革新的合金探索手法の開発 (**合金探索**)
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データを大量取得可能なシステムを構築、新合金を開発する。
- ・革新的エンジン部品製造プロセス開発 (**革新プロセス**)
航空機エンジンの製造工程（特に鍛造プロセス）の効率化・高度化をはかる。
- ・航空機エンジン用評価システム基盤整備 (**評価基盤整備**)
航空機エンジン材料のデータを効率的に取得するために企業や研究機関等と連携し、データベースを整備する。

既存プロジェクトとの関係

- ①SIP1期「革新的構造材料」(‘2014～’2018)
- ②SIP2期「統合型材料開発システムによるマテリアル革命」(‘2018～’2022)
①②ではエンジン材料を開発。実験室レベルまで完了し、開発成果をMETI/NEDOの本プロジェクトに移行し、高度化を図る。
- ③NEDO「次世代複合材創製・成形技術開発」(‘2020～’2024)
航空機エンジン材料としてCMCを開発。適用部材が異なる。
- ④NEDO「超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト」(‘2017～’2021)
マテリアルズ・インフォマティクス(MI)、データマイニング(DM)等を有機材料を対象として開発しており、合金材料は対象としていない。

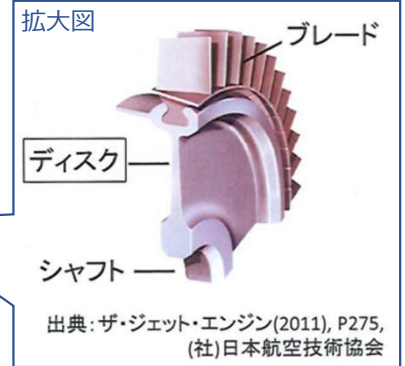
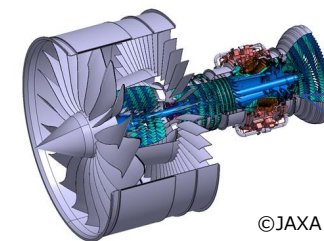
想定する出口イメージ等

アウトプット目標	・合金探索：期間1/10、コスト1/100の材料開発、MIによる新合金開発2つ ・エンジン材料製造プロセス開発：認証取得に向けた量産製造プロセス確立 ・材料試験拠点、解析システム開発：DBの活用3部材以上
アウトカム目標	・航空機エンジンの高効率化に伴う燃費改善によるCO₂削減：92.8万トン
出口戦略 (実用化見込み)	・新プロセス及び新合金を用いた航空機エンジンの実用化 ・航空機エンジン認証のための合金データ蓄積、評価技術 ・マテリアルズ・インフォマティクス(MI)による合金物性の予測技術確立 ・マテリアルズ・インフォマティクス・ツールによる合金情報の蓄積 ・国際標準化提案：無 ・第三者提供データ：無
グローバルポジション	・PJ開始時：RA ⇒ PJ終了時：DH ・航空機エンジンメーカはGE社、RR社、P&W社といった欧米が独占しており、我が国は航空機エンジンの構成品の15～23%のシェアに留まっている。 ・本事業にて計算科学や試作、計測との連携による新規合金開発や、合金の製造プロセスを開発することにより、欧米のエンジン部材メーカと互角に戦える技術力を開発することが期待される。

事業計画

- 期間：
 - ・革新的合金探索手法の開発 :適用先 航空機エンジン部材（全般）
2021年度～2025年度（5年間）
 - ・革新的エンジン部品製造プロセス開発 :適用先 タービンディスク
2022年度～2025年度（4年間）
 - ・航空機エンジン用評価システム基盤整備 :適用先 タービンディスク/ブレード
2021年度～2025年度（5年間）

○総事業費（NEDO負担分）：
45億円



出典：ザ・ジェット・エンジン(2011), P275,
(社)日本航空技術協会

報告内容



ページ構成

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略

- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策における位置づけ
- 技術戦略上の位置づけ
- 外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）
- 他事業との関係
- アウトカム達成までの道筋
- 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- 知的財産管理

2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況

- 実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠
- アウトカム目標の達成見込み
- 費用対効果と副次的成果等
- 本事業における研究開発項目の位置づけ
- アウトプット目標の設定及び根拠
- 前身事業との関連性
- アウトプット目標の達成状況
- 特許出願及び論文発表

3. マネジメント

(1)実施体制
※受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 個別事業の採択プロセス
- 予算及び受益者負担
- 研究開発のスケジュール
- 目標達成に必要な要素技術
- 進捗管理
- 進捗管理：ステージゲート審査について
- 進捗管理：中間評価結果への対応
- 進捗管理：開発促進財源投入実績
- 進捗管理：動向・情勢変化への対応
- 進捗管理：成果普及への取り組み

＜評価項目 1＞ 意義・アウトカム（社会実装） 達成までの道筋

※ 本事業の位置づけ・意義

（１）アウトカム達成までの道筋

（２）知的財産・標準化戦略

報告内容



ページ構成

- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策における位置づけ
- 技術戦略上の位置づけ
- 外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）
- 他事業との関係
- アウトカム達成までの道筋
- 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- 知的財産管理

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- ※本事業の位置づけ・意義
- (1)アウトカム達成までの道筋
- (2)知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

- (1)アウトカム目標及び達成見込み
- (2)アウトプット目標及び達成状況



3. マネジメント

- (1)実施体制
- ※受益者負担の考え方
- (2)研究開発計画

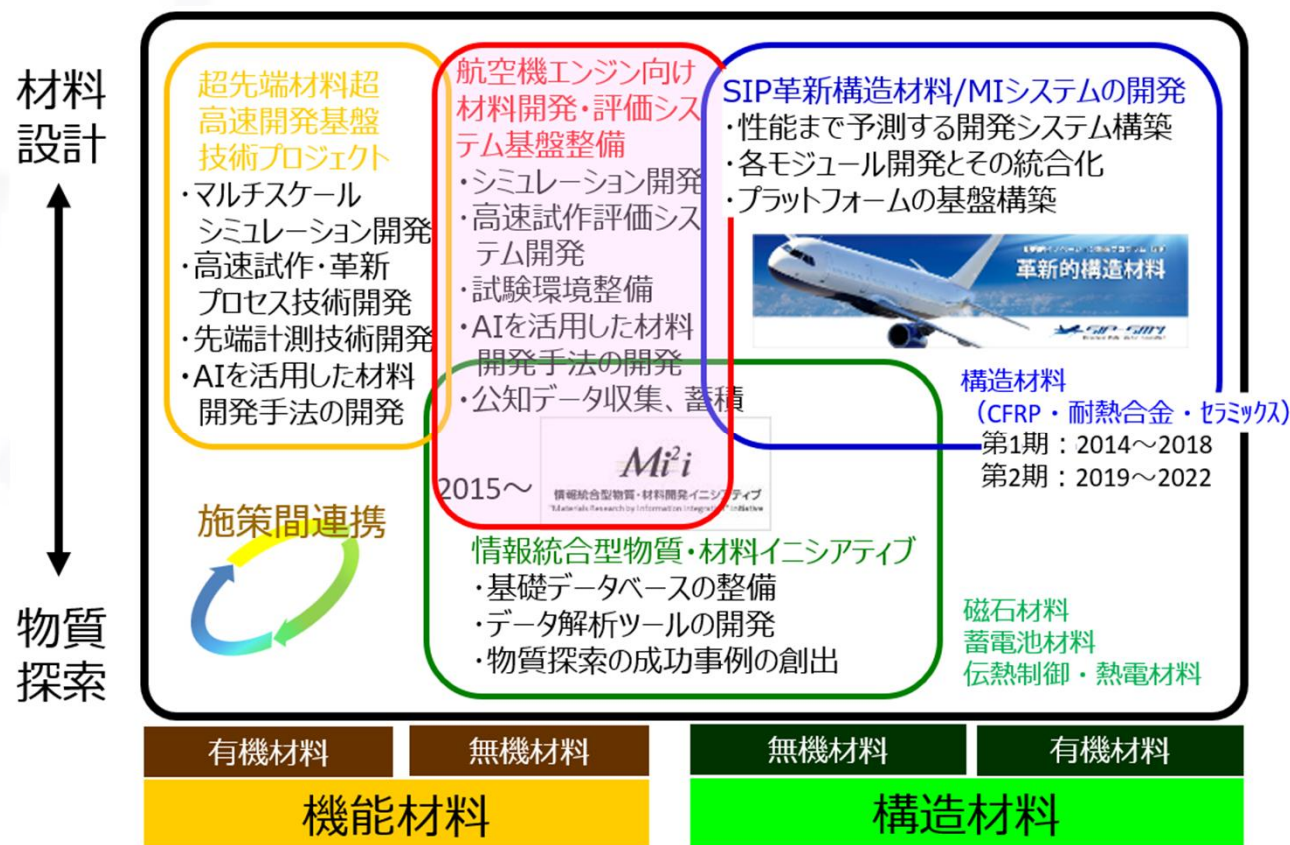
事業の背景・目的・将来像

- 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。近年の世界的なCO₂排出量削減の動向を受け、各航空会社は燃費効率の高い旅客機の導入を進めている。これに伴い、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、技術獲得競争がさらに激化している。
- 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、燃費向上に直結する高圧タービン技術や、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。
- また、航空機産業では最終製品として求められる安全性・信頼性の高さ故、**材料の段階から厳しい認証基準等が求められる**。
- これらのことから、本事業では我が国の航空機エンジン向け材料及び部品製造における競争力向上に資するため、
 - (1) 量産化を志向した航空機エンジン部品の**設計・製造プロセス(特に鍛造プロセス)の効率化**
 - (2) 人工知能(AI)、マテリアルズ・インフォマティクス(MI)等の計算機科学を利用した**国産材料の開発**
 - (3) 航空当局の認証取得に向けた、**航空機エンジンの材料特性及び実環境下における性能等のデータ収集、整備、蓄積**を実施していく。
- なお、航空機エンジンの耐熱性向上については2020年に文部科学省及び経済産業省が設置した「マテリアル革新力強化のための戦略策定に向けた準備会合」の中で「極限機能を有するマテリアル」及び「マルチマテリアル化技術」として取り上げられており、政府としても注力していくべきとされている。

政策・施策における位置づけ

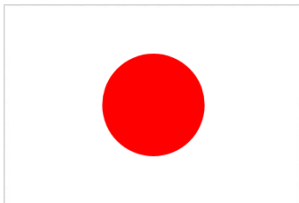
- ①2020年に文部科学省及び経済産業省が設置した「マテリアル革新力強化のための戦略策定に向けた準備会合」
重点技術領域（例）「極限機能を有するマテリアル」及び「マルチマテリアル化技術」
- ②パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（令和元年6月閣議決定）
- ③革新的環境イノベーション戦略（令和2年1月、統合イノベーション戦略推進会議決定）
- ④「日本再興戦略」（平成28年6月閣議決定）
- ⑤「航空産業ビジョン」（平成27年12月、基幹産業化に向けた航空ビジネス戦略に関する関係省庁会議）

技術戦略上の位置づけ



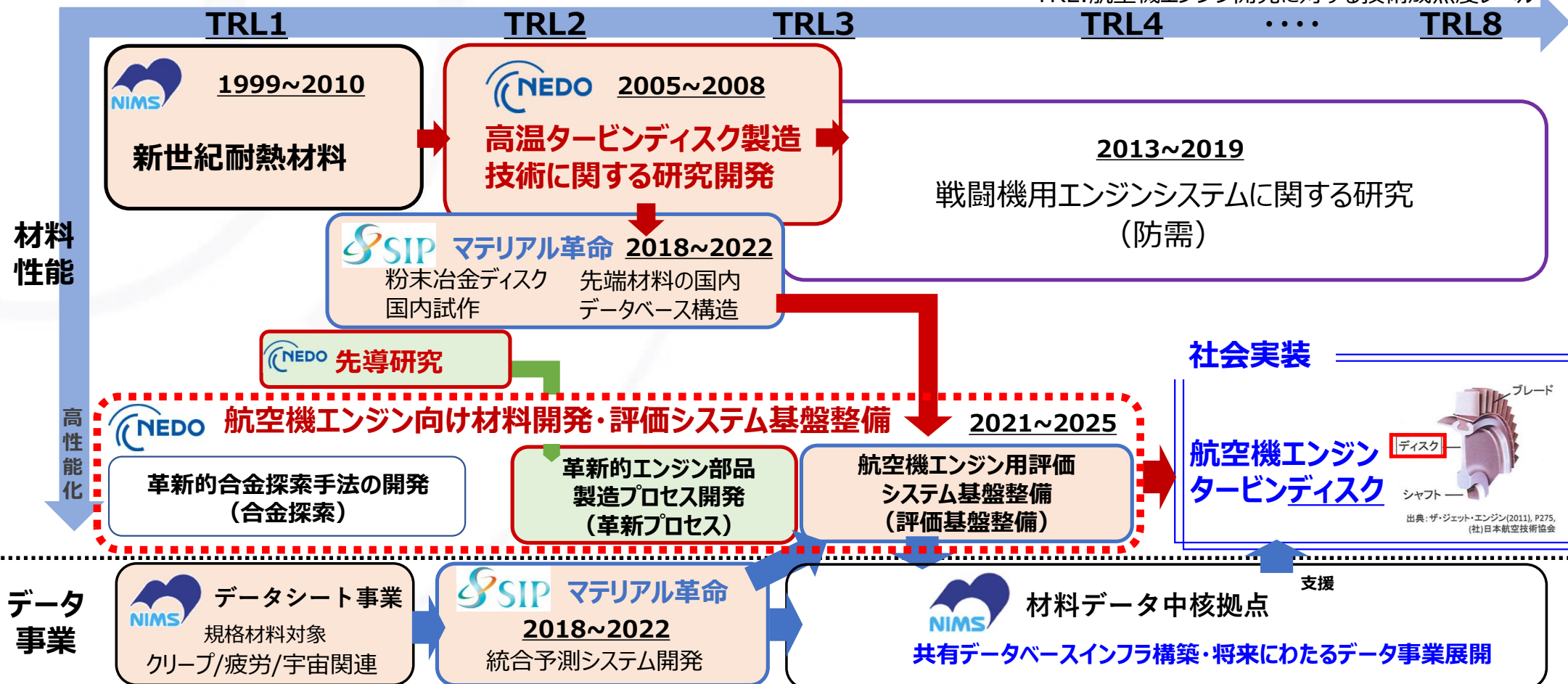
本事業は、NEDO技術戦略研究センターにより策定されている「機能強化新合金分野の技術戦略（含：高効率モータ用磁石技術戦略）」のうち、効率的な新合金探索基盤構築と機能性新合金開発に係る技術戦略において、あるべきプロジェクトとして適切に位置付けられている。

外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）

国	プロジェクト名	事業内容/対象	中心参画機関
 米国 米国が新材料開発およびデータマネジメント（輸出管理）含め世界を先導	Ultra-Efficient Engine Technology (UEET) ULTIMATE Refractory Alloy Innovations for Superior Efficiency (RAISE) Materials Genome Initiative (MGI)	先端航空エンジン材料・構造設計事業 1999-2006 TRL 2-9 Ni基超合金 CMC 先端航空エンジン用新規材料設計事業 2021- TRL 1-3 新規耐熱材、コーティング材 材料設計・計算・DBインフラ構築事業 2011-現在 設計システム全体の構築	NASA/GE/P&W/Honeywell /Williams International /Rolls Royce GE/Air Force Research Lab /ATL/UC Santa Barbara /Case Western Reserve Univ. Northwestern Univ. /NIST /NASA/国防総省/米軍/国務省/エネルギー省/NNI/など多数参画
 日本	戦闘機用エンジンシステムに関する研究 SIP-革新的構造材料（航空機耐熱材料関連） SIP-統合型材料開発システムによるマテリアル革命	防衛エンジン材料・構造設計開発事業 2013-2019 ~ TRL9 民間エンジン材料・プロセス開発事業 2014-2018 TRL 2-3 Ni基超合金/CMC/Ti合金 材料設計・計算・DBインフラ構築事業 2018-2022 TRL 2-3 粉末プロセス+予測システム	株式会社IHI/防衛装備庁 NIMS/日本エアロフォージ/日立金属/大同特殊/神戸製鋼/大学多数 など NIMS/MHI/HONDA/IHI/KH I/JAXA/大学多数 など

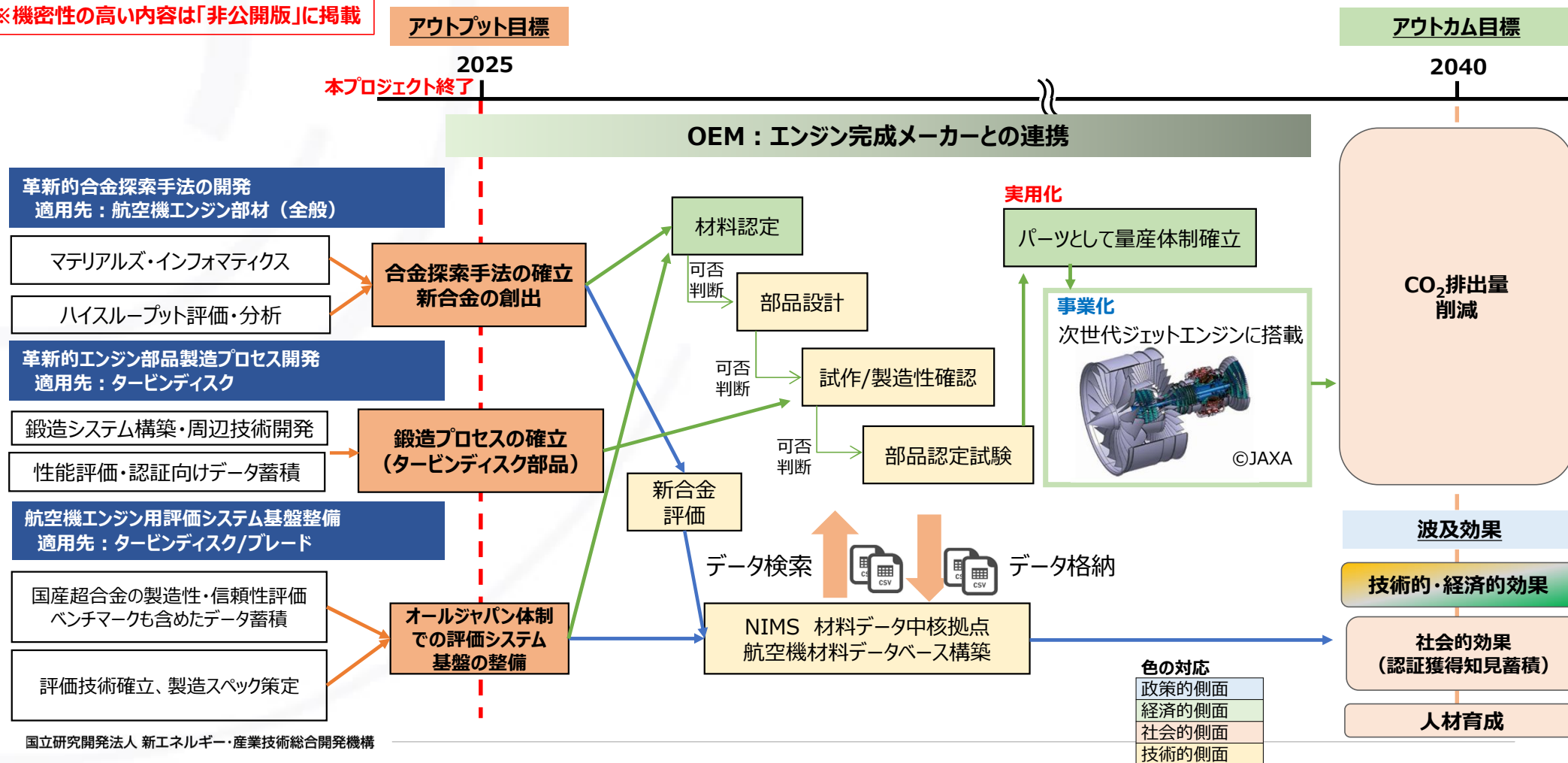
他事業との関係（エンジン部材：タービンディスク）

TRL: 航空機エンジン開発に対する技術成熟度レベル



アウトカム達成までの道筋

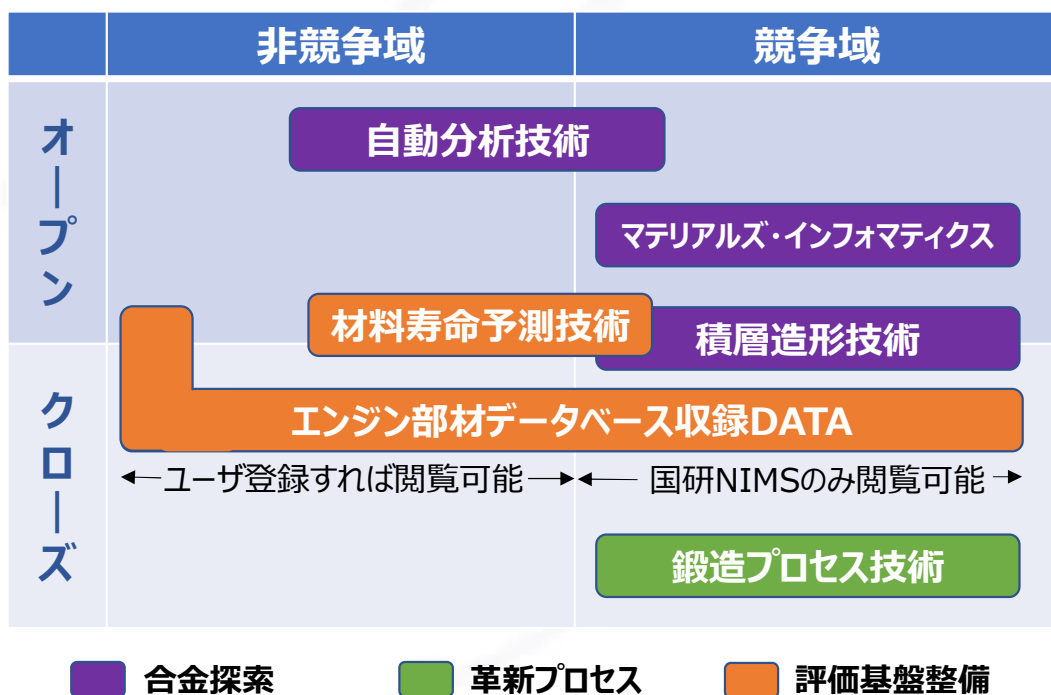
※機密性の高い内容は「非公開版」に掲載



知的財産・標準化:オープン・クローズ戦略

●オープン・クローズ戦略

基礎的で広く産業の発達に寄与する技術は公開（特許/論文）
実用化技術（設計情報）は非公開（ノウハウ秘匿or限定開示）



●特許戦略

※標準化戦略は本事業の評価対象外

革新的合金探索手法の開発（合金探索 フェーズA）
・基本技術について特許出願する。

航空機エンジン用評価システム基盤整備（評価基盤整備）
・超合金の基本特許は国内外で本事業開始前に権利化済み
・「もの」特許（改良/周辺特許等）の出願を検討する。

参考)

革新的合金探索手法の開発（合金探索 フェーズB）
革新的エンジン部品製造プロセス開発（革新プロセス）

※知財等は補助事業者に帰属

基本/周辺特許ともに本補助事業の提案前に特許出願完了
NEDO事業での特許は、都度追加出願の必要性を判断し、出願

知的財産管理

● 知的財産権の帰属

産業技術力強化法第17条（日本版バイ・ドール規定）を適用し、知的財産権はすべて発明等をなした機関に帰属する。

参考)

革新的合金探索手法の開発（合金探索 フェーズB）および革新的エンジン部品製造プロセス開発（革新プロセス）において、知財等は補助事業者に帰属、基本/周辺特許ともに本補助事業の提案前に特許出願完了済であり、NEDO事業成果に基づく特許は、都度追加出願の必要性を判断し、出願する。

● 知財マネジメント基本方針（「NEDO知財方針」）に関する事項

NEDO知財方針に記載された「全実施機関で構成する知財委員会（又は同機能）」を整備し、「知財の取扱いに関する合意書」を作成し、運用中。

● データマネジメントに係る基本方針（NEDOデータ方針）に関する事項

NEDOデータ方針に記載された「全実施機関で構成する知財委員会（又は同機能）」を整備し、「データの取扱いに関する合意書」を作成し、運用中。

＜評価項目 2＞ 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

報告内容



ページ構成

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況

- 実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠
- アウトカム目標の達成見込み
- 費用対効果と副次的成果等
- 本事業における研究開発項目の位置づけ
- アウトプット目標の設定及び根拠
- 前身事業との関連性
- アウトプット目標の達成状況
- 特許出願及び論文発表



3. マネジメント

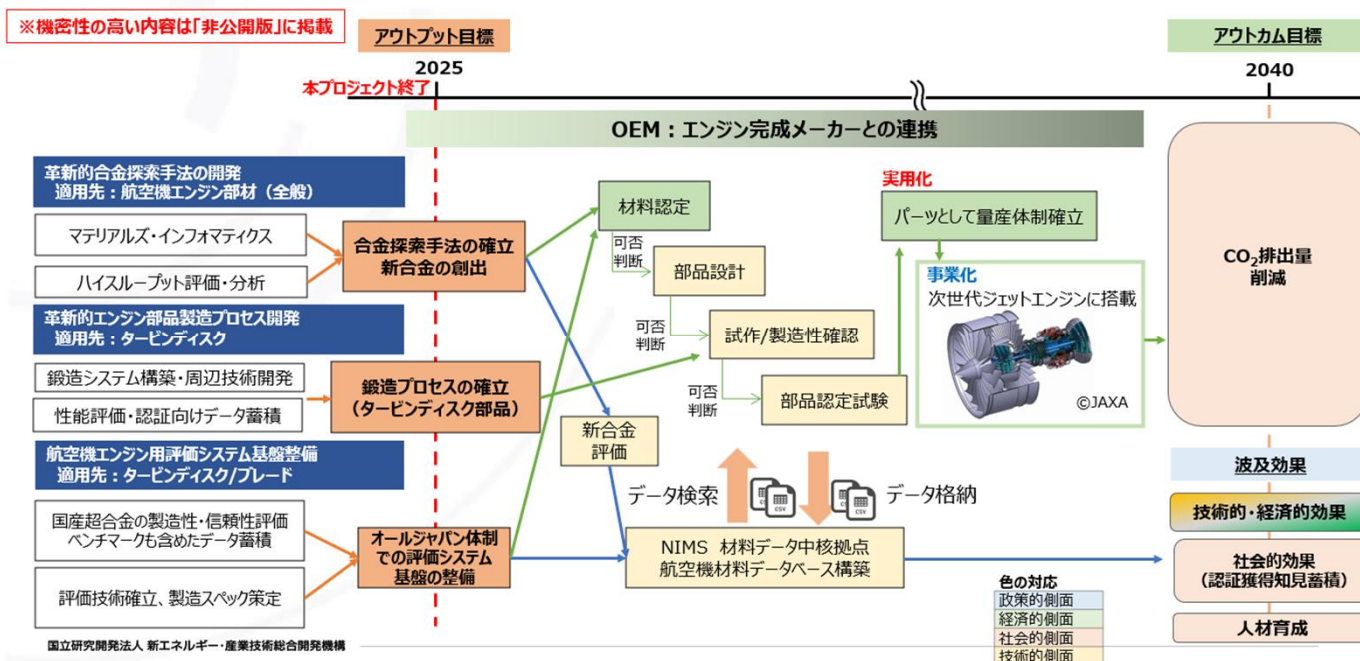
(1)実施体制
※受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

2. 目標及び達成状況 (1) アウトカム目標及び達成見込み



実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠

プロジェクト類型	実用化・事業化の考え方
標準的研究開発	プロジェクト終了後5年を目処に、 事業化 まで達することを目指す研究開発
基礎的・基盤的研究開発	プロジェクト終了後5年を目処に（もしくはそれ以上の期間で）、 実用化 まで達することを目指す研究開発
知的基盤・標準整備等の研究開発	知的基盤・標準整備等を目的としており、研究開発成果による 事業化・実用化 を目標としていない事業

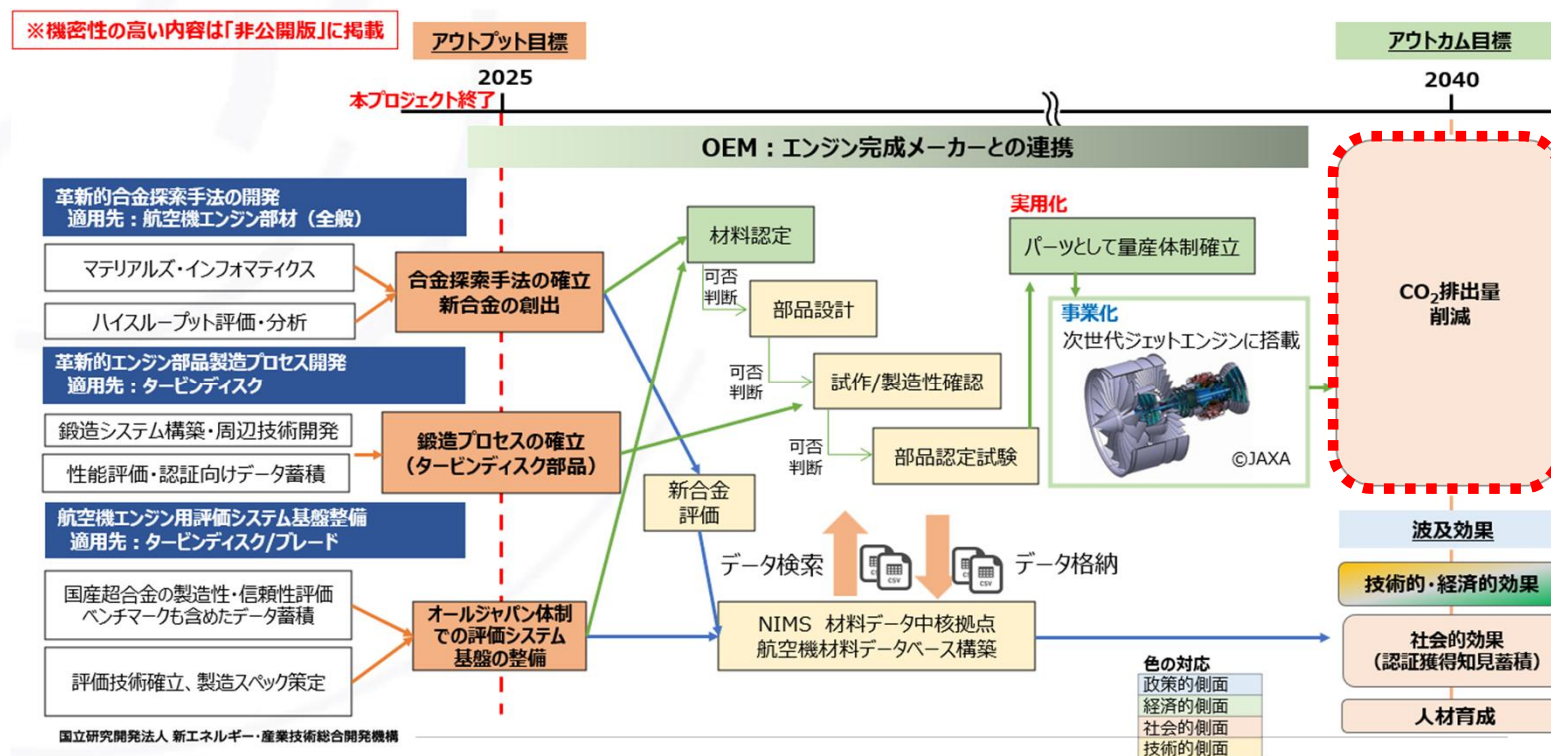


2. 目標及び達成状況 (1) アウトカム目標及び達成見込み



実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠

アウトカム目標	算出式
2040年においてCO ₂ 排出量を 93万トン／年削減する	$\text{CO}_2\text{削減量} = (\text{ジェット燃料消費率の性能アップによるジェット燃料油の削減量}) \times (\text{ジェット燃料油排出係数})$ ※ジェット燃料油排出係数：2.46 tCO₂/k L（出典：環境省等）



アウトカム目標の達成見込み

※機密性の高い詳細版は「非公開版」に掲載

アウトカム目標

CO₂削減量 = (ジェット燃料消費率の性能アップによるジェット燃料油の削減量) × (ジェット燃料油排出係数)
93万トン/年

※ジェット燃料油排出係数：2.46 tCO₂/k L (出典：環境省等)

開発した国産耐熱合金をエンジン部材として採用した際に、ジェット燃料消費率の性能がどの程度向上するかを見積もるエンジンモデルの開発が必要となる。 ※ジェットエンジンのモデリング技術は既に保有

STEP1 (済)

将来を考慮した機体モデル・
エンジンクラスの選定

航空機エンジン技術全般（推力、
燃費、全体圧力比、バイパス比、等）
について過去数年から近い将来
までの動向調査

STEP 2 (済)

選定したエンジンモデルの開発

- ・エンジン全体モデル
- ・エンジンサブコンポーネントモデル
- ・開発対象
タービンブレード・ディスク

STEP 3 (検証結果を報告)

国産耐熱合金を採用した際の
ジェット燃料消費率の算出

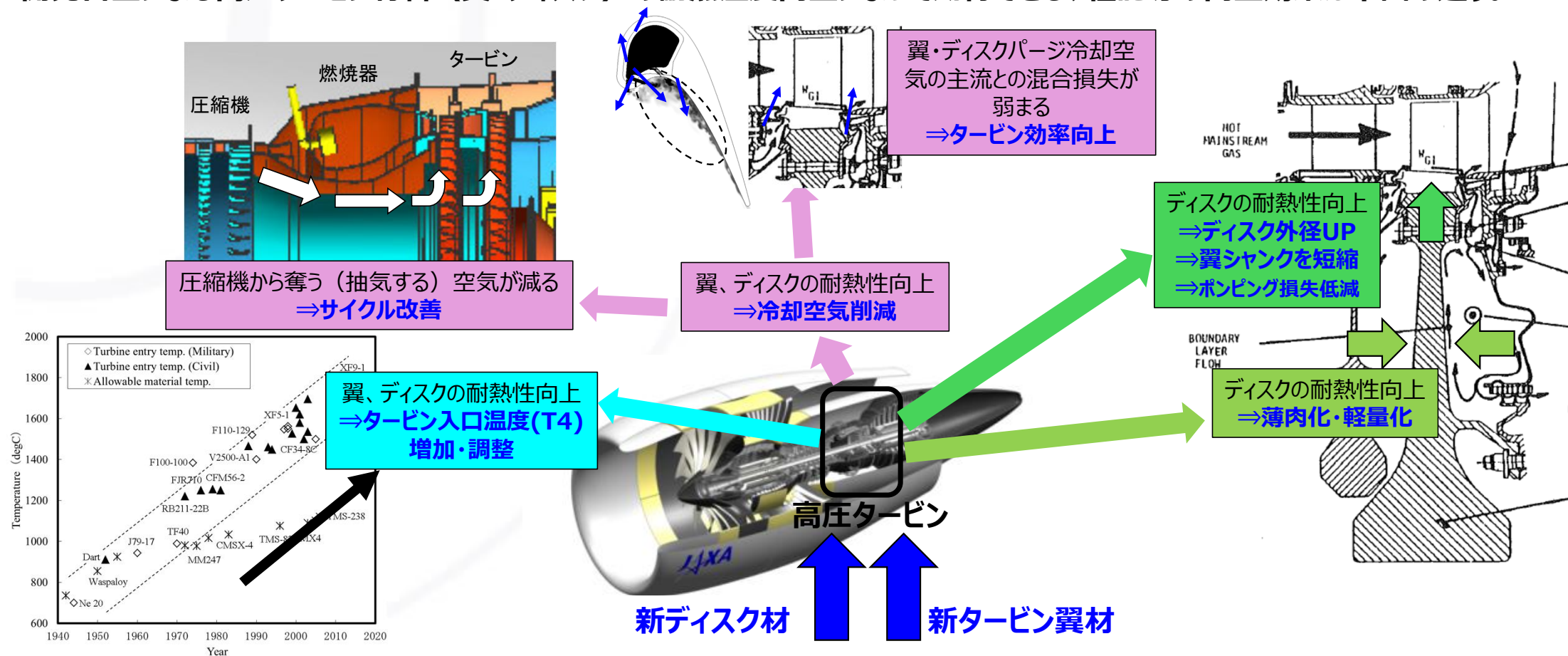
取得した材料データベースを
エンジンモデルに入力して検証

アウトカム目標の達成見込み

※機密性の高い詳細版は「非公開版」に掲載



開発合金による高圧タービン材料（翼・ディスク）の耐熱温度向上によって期待できる、性能等の向上効果は下図の通り。



アウトカム目標の達成見込み

※機密性の高い詳細版は「非公開版」に掲載



アウトカム目標 **93万トン/年**

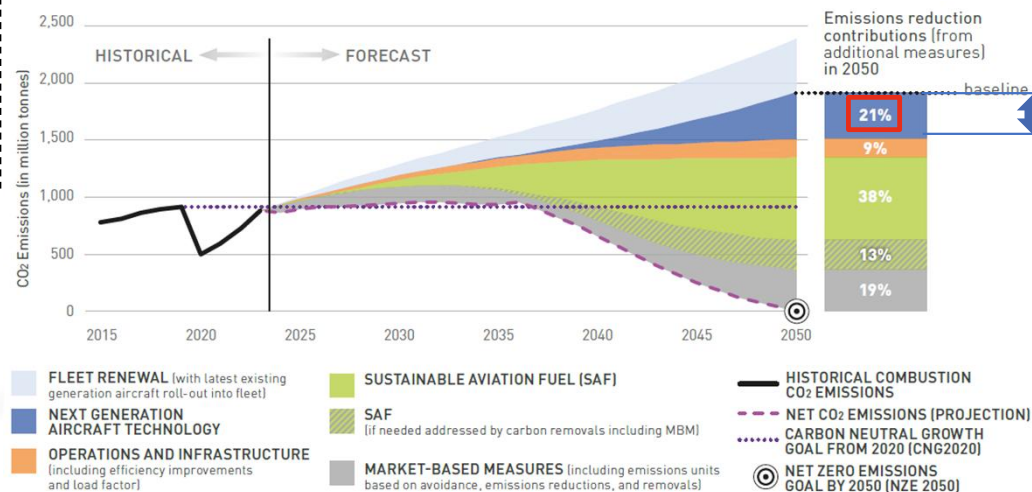
材料のエンジン性能効果検証（試算）

- 試算した燃料削減率（Δ1.96%）によるCO₂削減効果※¹は、
 - モデルとしたA320neo相当の機体 **1機あたり、年間約430トン**
 - 少なくとも**2163機**に本事業成果が適用されればアウトカム目標が達成される
- 2024年から2044年の間の細胴機の世界全体の新規納入予測数は約27900機（JADC令和6年度版民間航空機データ集より）
 - このうち4分の1の新規機体に成果の導入が可能と仮定
 - $27900/4=6975$ 機のうち**約31%以上のシェアを獲得することでアウトカム目標を達成可能**

【※1 試算の前提条件】

- ・市場規模の大きいsingle aisle中距離中型機 A320neo（乗客165人、運航距離700海里=1297km）
- ・消費燃料量（VJEによる計算）：4,523リットル
- ・年間稼働率：稼働率90%、6フライト/日
- ・単位燃料量あたりCO₂排出量：2.46257kg/リットル

SCENARIO 2: TECHNOLOGY-CENTRIC MARKET SCENARIO



もし本事業成果がすべての航空機に適用されれば、2050NetZero達成に必要なTECHNOLOGYによる貢献の21%分のうち、**本事業の成果1.96%だけで、その約1/11を担えるインパクト**

From “WAYPOINT2050” by ATAG (Air Transport Action Group) third edition January 2026

費用対効果と副次的成果等

※機密性の高い詳細版は「非公開版」に掲載



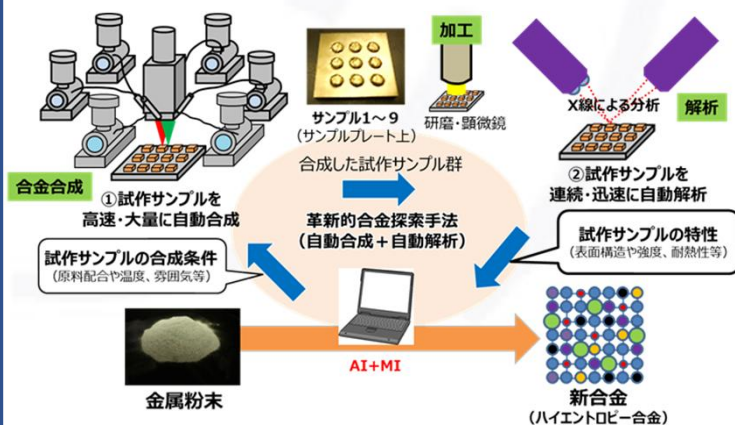
大分類	中分類	効果	備考
費用対効果 (見込み)	CO ₂ 排出削減量	930,000ton/年 (目標)	2040年度
	ジェット燃料油の削減量	378,000kL/年 (目標)	ジェット燃料油排出係数*1 2.46 ton-CO ₂ /k L *1:出展 環境省等
	ジェット燃料油の費用削減	<u>67,652百万円</u> /年 (見込)	Jet Fuel Price*2:106 \$ /bbl, *2:IATA公表値: 1 May 2026、為替レート: 157円/\$
	本プロジェクト事業費	<u>4,500百万円</u> (実績)	NEDO負担額 (2021年～2025年)

大分類	中分類	効果
波及効果 (見込み)	技術的・経済的 効果	- 産業用ガスタービンへの適用も想定され、発電分野でのCO₂削減が期待される - 合金探索システムは、異業種の優れた新材料の開発スピード向上が期待される
	社会的効果	日本国内の競合他社が共通利用できる材料データベースの枠組みは、異業種の材料開発・材料評価のモデルケースとなり、我が国の国際競争力を高める。
	人材育成	我が国の強みである超合金分野の技術伝承を行い、航空機エンジンの最重要技術に携わることで技術ノウハウを蓄積し、航空機エンジン産業を牽引する人材を育成する。

本事業における研究開発項目の位置づけ

材料開発

革新的合金探索手法の開発

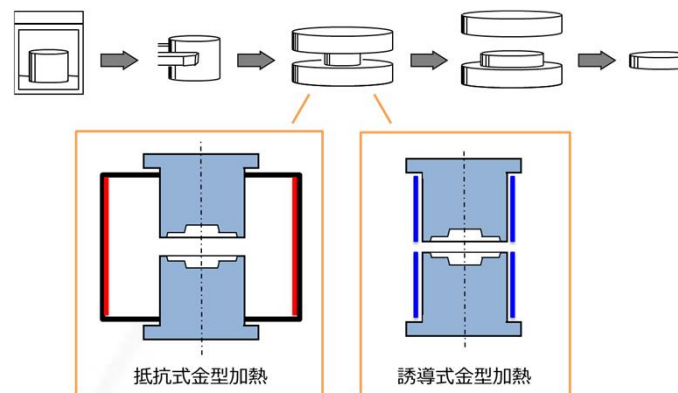


フェーズAで所望の特性を有する合金を探索可能な合金探索システムを構築し、フェーズBで同システムを用いて軽量・耐熱性に優れたハイレントロピー合金を開発

適用先：航空機エンジン部材（全般）

製造プロセス

革新的エンジン部品製造プロセス開発

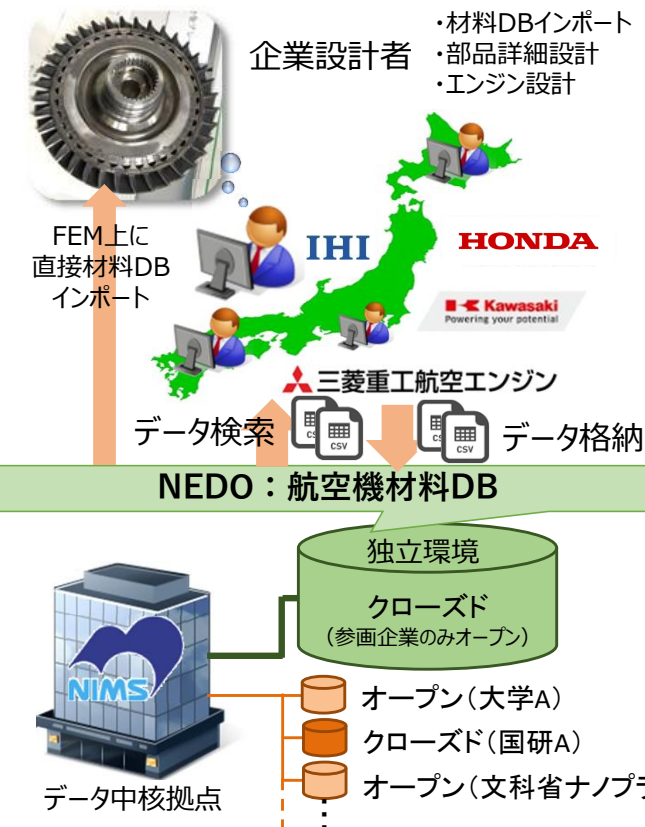


既存の熱間鍛造プレスに脱着可能な2種類の金型加熱方式を開発し、要求に応じた使い分けによる高効率の鍛造を実現

タービンディスク部材

試験・評価データ取得

航空機エンジン用評価システム基盤整備



タービンディスク/ブレード部材

アウトプット（終了時）目標の設定及び根拠

研究開発項目	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度
革新的合金探索手法の開発	委託事業		中間評価	補助事業	SG審査
革新的エンジン部品製造プロセス開発			中間目標		最終目標
航空機エンジン用評価システム基盤整備					

研究開発項目	最終目標（当初）	最終目標（終了時評価時）	根拠
合金探索	金属バルク材料の自動合成システム、結晶構造解析、組成分析、金属組織像取得などを順次分析するシステムを構築し、これらのプロセスを利用することで、一日当たり100サンプル数のデータを取得可能とする。その結果、従来の1/10の材料開発期間及び開発コスト1/100を達成する。 ま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レントロピー合金材料を2つ以上開発するとともに、その製造プロセスを開発する。 マテリアルズ・インフォマティクス・ツールを構築して、代表的な金属20種のデータを蓄積する。	同左	合金探索を行う上で、探索期間と探索に要するコストを削減することは実用化に向けて重要である。従来の同分野における合金探索は、人手により時間を要する工程も含まれていたことから、本事業成果である合金探索システムを導入することで大幅な削減を期待するチャレンジングな目標を設定し、成果の最大化を目指した。また、同システムを用いて軽量・耐熱性に優れたハイレントロピー合金材料を開発した上で、1種類だけでは実用化に懸念が残ることから、少なくとも2種類の合金材料を開発することで、成果の最大化を目指した。

前身事業との関連性

革新的エンジン部品製造プロセス開発（革新プロセス）

※中間評価/事前評価時と同内容

【アウトプット目標】：研究開発項目「革新的エンジン部品製造プロセス開発」（革新プロセス）
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し、エンジン部品試作・評価を行う。

抵抗式金型加熱：

金型表面温度1000～1100℃において、金型表面の被加工素材との接触域での温度差が±10℃となる抵抗式金型加熱システムを開発し、その機能を検証する

誘導式金型加熱：

金型表面温度1000～1100℃において、金型表面の被加工素材との接触域での温度差が±30℃となる誘導式金型加熱システムを開発し、製品相当素材の試作を通して、その機能を検証する

前身プロジェクトや先導研究等

2019～2020年度のNEDO先導研究において、抵抗式金型加熱試験機を作製。各種評価を通して、1100℃までの金型表面温度条件下で±10℃の温度分布が得られていることを確認するとともに、実鍛造プレス用加熱装置の設計技術を獲得。併せて望ましい金型内温度測定位置等を検討。

取組の成果とその評価

獲得した設計技術を活用して、6000ton油圧プレス用の抵抗式金型加熱装置の仕様検討、設計を実施。温度監視点の考え方を装置設計に反映。また独自の事前数値解析によって、±10℃の実現性が高いことを確認。

2. 目標及び達成状況 (2) アウトプット目標及び達成状況



アウトプット（終了時）目標の設定及び根拠

研究開発項目	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度
革新的合金探索手法の開発					
革新的エンジン部品製造プロセス開発		補助事業	中間評価	中間目標	最終目標
航空機エンジン用評価システム基盤整備					

研究開発項目	最終目標（当初）	最終目標（中間評価時）	根拠
革新プロセス	経済合理性を担保した国内における航空エンジン部品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。	同左	
	抵抗式金型加熱： さらに高い品質要求を安定して実現するための鍛造前素材加熱システムを構築し、その機能を検証する。併せて製品種毎に熱処理直後の冷却速度の制御が可能な熱処理システムを構築し、その機能を検証する。構築したシステムを用いて、製品相当素材を試作し、製品相当素材が以下の特性を満足することを確認することにより、量産適用性を検証する。	■ 左記に追加 ・形状：型打鍛造形状 ・金属組織：平均粒径ASTM No. 8 あるいはそれより細粒であること ・引張特性：(649℃あるいは650℃にて)引張強さ1300MPa以上、耐力1000MPa以上、伸び10%以上、絞り10%以上	航空機エンジンにおける高圧タービン用のNi基合金ディスク素材（C&W及びP/M）においてシェアを獲得するためには、製品の高い性能および品質水準を実現できるだけの機能を有しつつ、特殊な構造を持つ専用機に依らず、高い生産自由度を有する鍛造システムが必要である。 また、採択審査委員会でのご助言を受け、鍛造プロセスに関する目標設定だけでなく、製造されるエンジン部品の物性に関する目標を追加することで、成果の最大化を図る。
	誘導式金型加熱： さらに製品相当素材の試作実績を増すとともに、製品相当素材が以下の特性を満足することを確認する。	■ 左記に追加 同上	

アウトプット（終了時）目標の設定及び根拠

研究開発項目	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度
革新的合金探索手法の開発					
革新的エンジン部品製造プロセス開発		補助事業	中間評価	中間目標	最終目標
航空機エンジン用評価システム基盤整備					

研究開発項目	最終目標（当初）	最終目標（終了時評価時）	根拠
革新プロセス	経済合理性を担保した国内における航空エンジン部品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。	同左	
	抵抗式金型加熱： さらに高い品質要求を安定して実現するための鍛造前素材加熱システムを構築し、その機能を検証する。併せて製品種毎に熱処理直後の冷却速度の制御が可能な熱処理システムを構築し、その機能を検証する。構築したシステムを用いて、製品相当素材を試作し、製品相当素材が以下の特性を満足することを確認することにより、量産適用性を検証する。	■左記の記載を下記の通り変更 さらに金型/素材温度の都度監視を可能とする温度計測機能の精度向上を図るため、計測機器の調整を含む改良をおこない、小規模実験、実機試験等により効果を検証する。構築したシステムの検証試験で試作した円板形状素材が、以下の特性を満足することを確認することにより、鍛造プロセスへの実用的な適用が可能なシステムであることを検証する。	P&W社における粉末冶金ディスクのコンタミネーション事案等による事業環境変化を受け、技術推進委員会でのご助言、武器課による承認をもって、粉末冶金ディスクへの適用を想定した抵抗式金型加熱を活用した実施計画を一部見直し、鋳鍛造ディスクへの適用を想定した誘導式金型加熱を活用した取り組みにより注力する計画へ見直すことで、成果を最大化する。
	誘導式金型加熱： さらに製品相当素材の試作実績を増すとともに、製品相当素材が以下の特性を満足することを確認する。	■左記の記載へ下記の通り追記 さらに製品相当素材の試作実績を増すとともに、不可避的製造パラメータのバラつきを加味した試作・評価をおこない、量産プロセスとしての好適範囲を探索する。そして、好適範囲で製造された製品相当素材が以下の特性を満足することを確認する。	

アウトプット（終了時）目標の設定及び根拠

研究開発項目	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度
革新的合金探索手法の開発					
革新的エンジン部品製造プロセス開発					
航空機エンジン用評価システム基盤整備	委託事業				

研究開発項目	最終目標（当初）	最終目標（終了評価時）	根拠
評価基盤整備	・航空機エンジン用の評価システム基盤を整備し、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）を可能とするデータベースを構築する。	同左	航空機エンジンにおける国内エンジンメーカー各社の担当部位を踏まえ、本事業で取り扱う国産Ni基超合金適用を想定して数値を設定することで成果の最大化を目指した。研究開発を進める中で、国産Ni基超合金の高い性能が証明されることで、自社の担当部位への適用を検討するなど、正の効果が生まれることを期待したもの。

アウトプット目標の達成状況

※機密性の高い詳細版は「非公開版」に掲載



◎大きく達成見込み ○達成、△一部未達、×未達

研究開発項目	最終目標（要約版） （2026年3月時点）	成果（実績）概要 （2026年3月時点）	達成度 （見込み）	達成の根拠
合金探索	- 高品質な合金を自動合成し、複数の分析装置により、100実験・評価データセット/1日のデータを取得可能なシステムの構築。 - MI-AI統合化プロセスインフォマティクス（HEA条件の算出/最適な自動合成条件/優れた合金組成提案）ツールの開発。 - 同技術にて軽量・耐熱性・強度に優れた合金を2つ以上開発。	- 合金を自動合成し、複数の分析装置により、100実験・評価データセット/1日のデータを取得可能なシステムを構築した。 - 材料特性に優れ安定した品質のHEAとなる条件を満たす合金組成の提案、MI-AI統合化プロセスインフォマティクスツールを開発した。160件以上の文献をデータベース化し合金設計のために迅速に参照できる仕組みを構築した。 - Ta, Nb等の高融点金属を含む、6元系あるいは7元系合金を合計3種類開発し、軽量・耐熱性・強度に優れたHEAであることを確認した。	○ 2026年3月に達成	最終目標に合致する 合金探索システムを構築し、3種類の合金を開発 したため。
革新プロセス	- 金型表面温度1000～1100℃下で金型表面の温度差±10℃[抵抗式金型加熱]、±30℃[誘導式金型加熱]。 - 円板形状[抵抗式金型加熱]および製品相当素材[誘導式金型加熱]での鍛造試作にて、所望の形状が得られ、平均粒径ASTM No. 8(22μm)かそれよりも細粒かつ、所定の機械的特性を満足すること。	抵抗式金型加熱については、金型表面温度1000～1100℃において、金型表面の被加工素材との接触域での温度差が±10℃となるシステムを测温技術（±5℃）も含め構築した。誘導式金型加熱については、金型表面温度1000～1100℃において、金型表面の被加工素材との接触域での温度差が±30℃となる システムを構築した 。両システムを用いて 円板形状素材および実ディスク相当素材を試作し、形状、組織、機械特性を満たしていることを確認 。特に誘導式を用いたC & Wディスクの試作では、信頼性を向上させるためにN増し試験を実施し、ロバスト性評価等も含めた認定に向けた取組みを実施した。	○ 2026年3月に達成	抵抗式 金型加熱装置、 誘導式 金型加熱装置について システムを構築し、試作にて所定の特性を満足 することを確認したため。
評価基盤整備	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）を想定することを可能とするデータベースを構築する。	国内エンジンメーカー4社において、データベース構築したTMS-238およびTMW-4M3に関してそれぞれ適合する 5部材への活用 の検討が始まった。	◎ 2026年3月に達成	「3部材」に対して「 5部材 」での 適用検討 が開始されたため。

特許出願及び論文発表

※2026年5月14日現在

	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	計
特許出願 (うち外国出願)	0	0	0	0	0	0
論文	2	2	2	3	1	10
研究発表・講演	0	5	3	4	6	18
受賞実績	0	0	0	0	0	0
新聞・雑誌等への掲載	2	5	1	1	0	9
展示会への出展	0	1	0	0	1	2



国立研

《講演を行う飯山PMgr (2025年度)》



《日本AM学会クロードセッション (2025年度)》

＜評価項目 3＞ マネジメント

（１）実施体制

※ 受益者負担の考え方

（２）研究開発計画

報告内容



ページ構成

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況



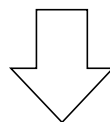
3. マネジメント

(1)実施体制
※受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 個別事業の採択プロセス
- 予算及び受益者負担
- 研究開発のスケジュール
- 目標達成に必要な要素技術
- 進捗管理
- 進捗管理：ステージゲート審査について
- 進捗管理：中間評価結果への対応
- 進捗管理：開発促進財源投入実績
- 進捗管理：動向・情勢変化への対応
- 進捗管理：成果普及への取り組み

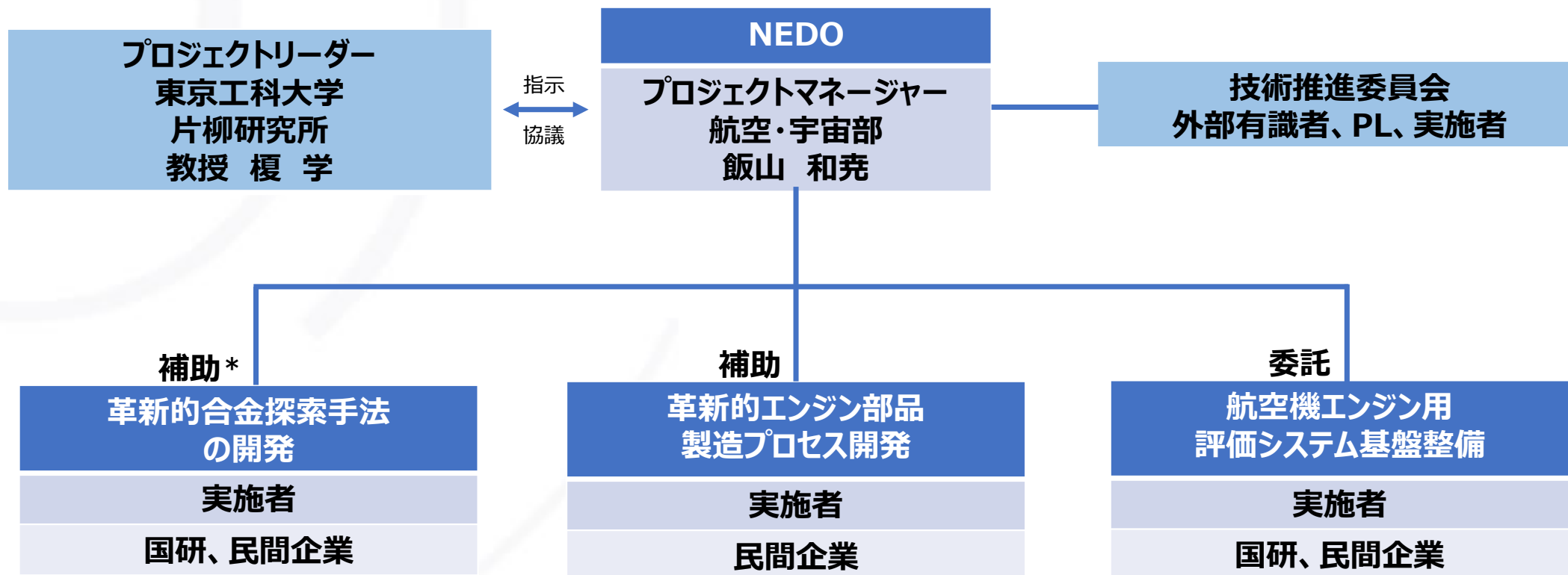
NEDOが実施する意義

- NEDOは第四期中期計画におけるミッションとして、「技術戦略に基づいたチャレンジングな研究開発の推進」を掲げ、リスクが高い研究開発テーマにも果敢に挑戦することが求められている。また産業技術分野の目標として、「次世代航空機をリードするような、低コスト化等に寄与する先進技術等に関する技術開発に取り組む」（抜粋）ことを掲げている。
- 本プロジェクトの狙いは、産業構造の裾野が広い航空機産業の国際競争力を維持・拡大し、これらを他産業分野へ波及させることにより、輸送機器をはじめとした様々な分野における製品の高付加価値化を進めることで日本の主要産業の競争力を強化し、新たな産業創成を目指すものであることから、NEDOのミッションと合致する。さらに、**素材開発から材料、部材と航空機に採用されるまでには非常に長い研究開発期間を要するためリスクが大きく、また単独企業での開発ではなく産学官の密接な連携の下で激化する厳しい国際的な産業競争に勝つ必要がある**ことから、NEDOプロジェクトとしての実施が必要である。
- 「機能強化新合金分野の技術戦略」では「顧客ニーズの高度化に適応するための材料技術開発、後工程プロセス等の最適化とのセットでの技術開発、従来材料では限界となりつつある材料特性へのブレイクスルーの創出」（抜粋）が課題として取り上げられており、本プロジェクトの狙いに合致する。

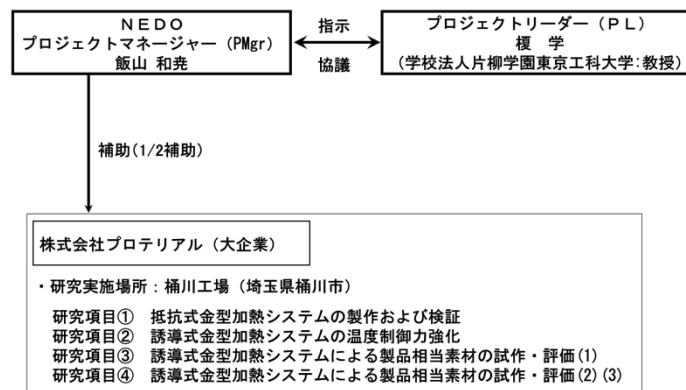


NEDOが保有する知識・実績を活かして推進すべき事業

実施体制（責任体制）

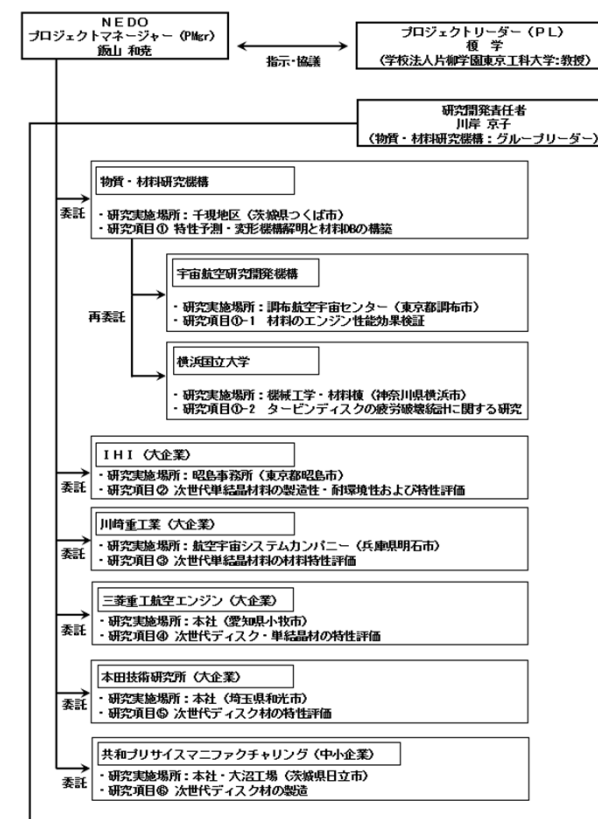


* : 2021-2023年度:委託、2024-2025年度:補助



タービンディスク部材

航空機エンジン用評価システム基盤整備 (評価基盤整備)



タービンディスク/ブレード部材

34

研究項目D: ハイエントロピー合金開発のためのユーザーインターフェースの構築

用先：航空機エンジン部材（全般）

個別事業の採択プロセス

■ 2021年度開始事業

1. 対象：研究開発項目
 - ・「革新的合金探索手法の開発」（合金探索：フェーズA）
 - ・「航空機エンジン用評価システム基盤整備」（評価基盤整備）
2. 公募：
 - ・公募内容 航空機エンジン向けの高機能材料開発および材料データベース整備
 - ・公募予告（1/15）⇒公募（2/18）⇒公募〆切（4/6）
3. 採択：
 - ・採択審査委員会（4/16）
 - ・審査項目；NEDOの標準的採択審査項目に加え、下記を審査項目に加えた。
 - 合金探索：本委託事業の成果（【フェーズA:システム開発】）を、後継事業（【フェーズB:合金探索】）で使用することを想定しているか。
 - 評価基盤：本委託事業で構築したデータベースについて、将来のエンジン部材整備への社会実装に向けた活用方法が示されているか。
 - ・採択条件
 - 合金探索：なし
 - 評価基盤：①海外OEMとの連携を含めた実用化迄の道筋を明確に示すこと
整備 ②データベース構築にあたり、統計学の専門家との連携が図れる体制を検討すること
 - ・留意事項：（参考：公募要領の留意事項（20））
研究の健全性・公平性の確保に係る取組；公募の際にその他の研究費の応募・受入状況を確認し、不合理な重複及び過度の集中がないか確認した。

■ 2022年度開始事業

1. 対象：研究開発項目
 - ・「革新的エンジン部品製造プロセス開発」（革新プロセス）
2. 公募：
 - ・公募内容 航空機エンジン部品の製造工程の効率化・高度化
 - ・公募予告（12/23）⇒公募（1/26）⇒公募〆切（3/1）
3. 採択：
 - ・採択審査委員会（3/28）
 - ・審査項目；NEDOの標準的採択審査項目に加え、下記を審査項目に加えた。
 - 革新プロセス：本提案の研究開発成果を社会実装させるまでの道筋が明確に示されているか。（具体的なOEM先等）
 - ・採択条件
 - 革新プロセス：航空エンジン部品（ディスク）の物性に関する目標を追加すること
 - ・留意事項：（参考：公募要領の留意事項（20））
研究の健全性・公平性の確保に係る取組；公募の際にその他の研究費の応募・受入状況を確認し、不合理な重複及び過度の集中がないか確認した。

個別事業の採択プロセス

■ 2024年度開始事業

1. 対象：研究開発項目

- ・「革新的合金探索手法の開発」（合金探索：フェーズB）

2. 公募：

- ・公募内容：航空機エンジン向けの高機能材料の開発（合金探索）
- ・公募予告（1/9）⇒公募（2/26）⇒公募×切（4/16）

3. 採択：

- ・採択審査委員会（5/14）
- ・審査項目；NEDOの標準的採択審査項目に加えて、下記を審査項目に加えた。
【フェーズA:システム開発】の成果を【フェーズB:合金探索】で活用した提案内容となっているか。

- ・採択条件（複数条件が附されたため、重要性の高い条件を抜粋して示す）

- ①本事業では、公募要領に記載された「「部分提案」については、他の提案との組み合わせによって、最終目標全体の達成に有効と認められる必要があります。」を満たす必要があるが、採択審査の結果、「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。」が未達見込みとなった。最終目標全体が達成可能となるように、提案内容の見直しを検討すること。なお、見直し検討後に、他の提案との組み合わせによって、最終目標全体が達成可能となれば当該条件が満たされるものとし、そうでない場合は当該条件が満たされないものとする。
- ②企業化計画書に記載された「マテリアルズ・プロセス・インフォマティクスツール、産総研の研究成果」を提供する国内の企業・大学・研究機関を確実に獲得する計画を企業化計画書へ追記すること。なお、提供先となる企業等には、フェーズ B 終了後に「航空機エンジン産業の国際競争力強化」に貢献する者を含むこと。また、NEDOからの申し出により、当初交付期間を1年間としてSG審査を2024年度に実施し、通過した場合に2025年度へ交付期間を延長することとした。

- ・留意事項：（参考：公募要領の留意事項（16））

研究の健全性・公平性の確保に係る取組；公募の際にその他の研究費の応募・受入状況を確認し、不合理な重複及び過度の集中がないか確認した。

予算及び受益者負担

■ 予算

研究開発項目	委託/補助	NEDO負担額					
		2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	合計
革新的合金探索手法の開発	委託	200	535	580			1,315
	補助（1/2または2/3補助）				84	92	176
革新的エンジン部品製造プロセス開発	補助（1/2補助）		76	115	23	15	229
航空機エンジン用評価システム基盤整備	委託	255	663	545	727	682	2,872
合計		455	1,274	1,240	834	789	4,592

(単位：百万円)

■ 委託及び補助事業の理由

- 「革新的合金探索手法の開発」（合金探索）【フェーズA：システム開発】、【フェーズB：合金探索】
 フェーズA：産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ち寄り、**協調して合金探索システム開発する公共性の高い事業**であることから、**委託事業**として実施する。
 フェーズB：フェーズAで開発したシステムを元に、大量のデータ取得を行い新合金を創出するもので、**実用化に向けて企業の積極的な関与**により、推進すべき研究開発であることから、**補助事業**として実施する。
- 「革新的エンジン部品製造プロセス開発」（革新プロセス）
 技術的な難易度が高く、日本の素材製造メーカーがこれまで参入出来ていない領域ではあるものの、**事業化に向けて企業の積極的な関与**により推進すべき研究開発であることから、**補助事業**として実施する。
- 「航空機エンジン用評価システム基盤整備」（評価基盤整備）
 産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ち寄り、**協調して航空機エンジン用評価システム基盤を整備する公共性の高い事業**であることから、**委託事業**として実施する。

研究開発のスケジュール

▼アウトプット中間目標 ▼アウトプット最終目標

	2021	2022	2023	2024	2025	2026
合金探索	自動合成システム開発 自動分析システム開発 高速データ取得・解析システム開発			軽量・耐熱性に優れた新合金材料の探索に向けたデータ取得		
評価時期			中間評価	SG審査		終了時評価
革新プロセス		効率的な鍛造プロセスの設備設計・導入プロセス開発		鍛造プロセス認証取得に向けた開発		
評価時期			中間評価			終了時評価
評価基盤整備	データ蓄積・部材製造・評価試験					
評価時期			中間評価			終了時評価
予算※1 (百万円)	合金探索※2 委託+補助	200	535	580	84	92
	革新プロセス 補助	-	76	115	23	15
	評価基盤整備 補助	255	663	545	727	682

 委託事業

 補助事業

※1 : NEDO負担額 ※2 : 合金探索は2021-2023年度が委託、2024-2025年度が助成 ※補助率 合金探索 : JX金属 1/2、JRCM 2/3、革新プロセス: 1/2

目標達成に必要な要素技術

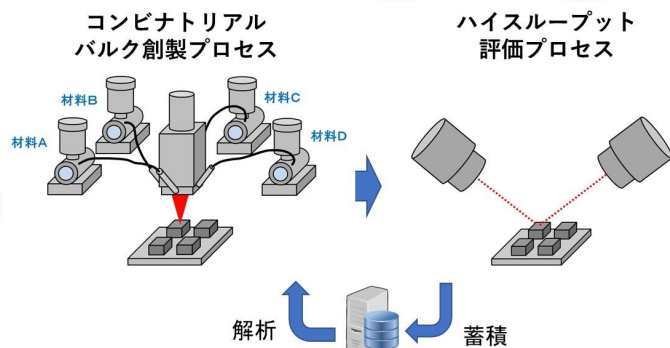
※機密性の高い詳細版は「非公開版」に掲載



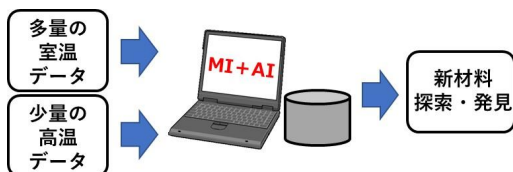
革新的合金探索手法の開発

材料開発

- 自動合成・分析システム開発
- ・高速データ取得・解析システム開発



- 軽量・耐熱性に優れた新合金材料探索

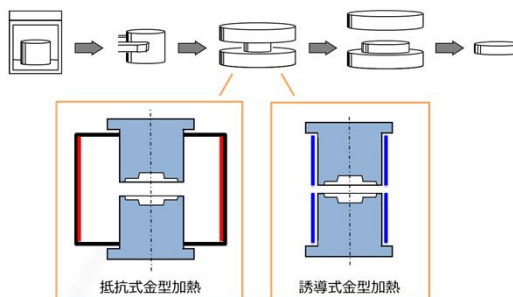


適用先：航空機エンジン部材（全般）

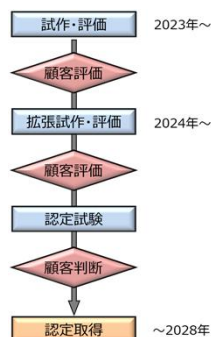
革新的エンジン部品製造プロセス開発

製造プロセス

- 効率的な鍛造プロセスの設備設計
- ・導入プロセス開発



- 鍛造プロセス認証取得に向けた開発

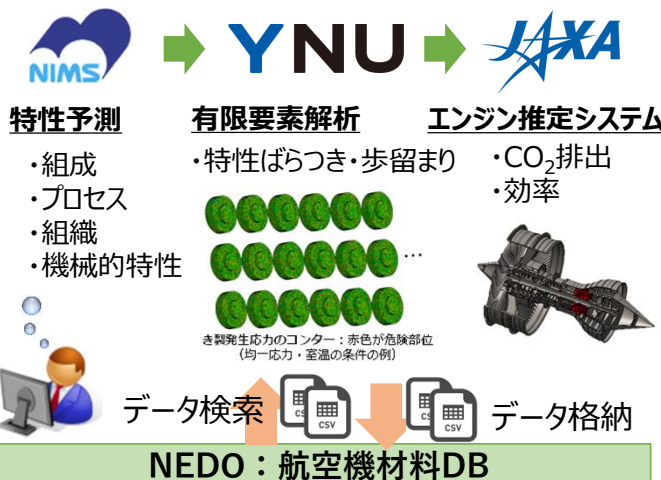


タービンディスク部材

航空機エンジン用評価システム基盤整備

試験・評価データ取得

- データ蓄積・部材製造・評価試験



タービンディスク/ブレード部材

進捗管理

名称	参加者	報告形式	目的	開催頻度
年間計画説明会	PL,事業者, NEDO	事業者→PL/NEDO	年度初めに計画を確認し、方針決定する	年1回
サイトビジット	PL,事業者, NEDO	事業者⇔PL/NEDO	研究開発現場において、技術者と意見交換する	適宜
サイドミーティング (事業者主体)	事業者, NEDO	事業者⇔NEDO	事業者間の調整を行い、円滑なプロジェクト運営を行う	毎月
技術指導会	PL,事業者, NEDO	PL→事業/NEDO	研究開発の進捗状況を確認し、今後の対応を協議する	適宜
予算執行状況調査	事業者, NEDO	事業者→NEDO	研究開発が計画通り実施されているか予算面から確認する	毎月
四半期報告会	NEDO	NEDO 航空・宇宙部→役員	NEDO担当理事に懸案事項/課題解決状況を報告する	四半期毎
技術推進委員会	技術推進委員, PL,事業者, NEDO	PL/事業者/NEDO →技術推進委員	外部有識者と研究開発の方向性を議論する	年2回 程度

進捗管理：ステージゲート審査について

■ ステージゲート審査委員会について

- 「革新的合金探索手法の開発」（合金探索）フェーズBについては、採択条件を附され、実用化に向けた懸念事項も生じたことから、NEDOからの申し出の下、採択審査委員会の総意として、当初交付期間を1年間とし、年度末にステージゲート審査を実施することを要件としていた。
- そのため、本事業におけるステージゲート審査委員会は、採択審査委員会時に附された採択条件に対して適切な対応がなされていることおよび実用化に向けた具体的な戦略が描かれていることの2点を確認する位置づけとして開催した。
- 本事業の採択審査委員および技術推進委員も並行して務めるステージゲート審査委員との協議の結果、「合金探索」の助成先であるJX金属株式会社、JRCM共に、ステージゲート審査を通過した。

進捗管理：中間評価結果への対応

※機密性の高い詳細版は「非公開版」に掲載



	問題点・改善点・今後への提言	対応
1	知的財産・標準化戦略について、クローズド戦略の重要性は理解できるが、例えば特許化する技術並びに特許申請数について目標設定するなど、具体的な道筋を明示してほしい。	超合金の基本技術は国内外で本事業開始前に権利化済みである。本事業内で創出する成果は共通基盤的な位置づけの技術であり、事業終了後に各社が自社へ成果を持ち帰り、特許化すべき技術は参入障壁を築けるように特許出願する。
2	「合金探索」及び「評価基盤整備」の研究開発項目におけるデータベースの積極的な発信など、システム基盤の発展性・運用展開について、方針・計画の標準化戦略の検討を進めていくことが望まれる。	本事業の成果物である材料データベースは、オープン・クローズド戦略の考え方に従って国内外への情報発信を強化した。 (例、航空宇宙機器の設計に使用する金属材料に関する世界標準ハンドブック (MMPDS) の改訂を議論する会合でのPRなど) また、事業終了後もシステム基盤が利活用される仕組みを検討した。
3	材料・部品認証、上市に向けた製品としてのインテグレーションを見据え、社会実装に向けて対外的な情報発信、ネクストレベルでのステークホルダーとの協議の場を戦略的に企画・立案していくことが期待される。	次世代航空機エンジンへの社会実装を目指し、個別事業者によるエンジン完成メーカーへの情報発信を継続的に実施すると共に、NEDO主導の協議の場を参画事業者と共に戦略的に企画/立案した。具体的には2023年度にエンジン完成メーカーを事業者と共に訪問し、本事業成果をPRすると共に、技術的な意見交換を実施した。

進捗管理：中間評価結果への対応

※機密性の高い詳細版は「非公開版」に掲載

	問題点・改善点・今後への提言	対応
4	今後、ぜひ学術的な成果発信（論文数）と、技術構築の観点から、各参画企業を中心として特許化についても積極的なチャレンジを期待したい。	オープン・クローズド戦略の考え方に従って、材料カタログスペック等の公開すべき内容は超合金分野の学术界に貢献すべく、学会/論文発表を強化した（中間評価後の2024年度時点から論文4件、発表・講演を10件実施）。的確に国内外への情報発信を強化する。また、特許化すべき技術は参入障壁を築けるように特許出願する。
5	合金開発をより進めるために、特に「ハイエントロピー合金」の開発に対して一層の資源の投入を期待する。	2023年度の実施計画を遂行するため、人的補強（登録研究員の増員等）を行うと共に予算配分（注力すべき領域への予算執行）を行い、最終目標である軽量・耐熱性に優れたハイエントロピー合金の開発を達成した。
6	プロセスインフォマティクスツールについては、システムとしての単なるデータストレージではなく、例えば逆解析できるような双方向機能も付与するなど、ブラッシュアップして、よりシステムの優位性を高めるような計画も盛り込んでいただくと、より良い成果が期待される。	実験による物性データの取得・蓄積のみならず、シミュレーション、機械学習、順・逆問題解析などに取り組み、材料探索に対してより効果的な手法の開発を行った。

進捗管理：開発促進財源投入実績

目的	実施内容（追加事項）	成果・効果	開発促進費
合金探索システムの品質向上 (合金探索)	《2022年度》 航空機エンジン部材評価で重要な高温環境下でのデータを取得可能な高温試験用の機械装置等の追加導入	・航空機エンジンの合金探索に有用な追加取得したデータを合金設計にフィードバックすることで、より耐熱性に優れた高品質な合金の創製が可能となった。 ・将来のユーザー企業にとって魅力のある合金探索システムを構築することで助成事業への円滑な移行が期待される。	114百万円
海外OEMへ提案するためのデータベースの構築、データベース収録内容の充実化 (評価基盤整備)	《2022年度》 ・材料データ管理システムを前倒しで立ち上げ ・き裂進展試験装置の早期導入による材料破壊メカニズムの理解の深化 ・製造プロセスウィンドウ評価手法の開発 ・タービンディスクの疲労破壊統計に関する研究など	・データ構造の最適化によりユーザー企業にとって使いやすい材料DBの構築が早まる。 ・高度な材料寿命予測技術の早期確立により、信頼性の高い材料DBの構築が早まり、海外OEMに対しタイムリーな提案が可能となる。 ・完成度の高い製品形状の部材製作が可能となり、材料DBの信頼性を高めることで海外OEMへの訴求力が向上する。 ・多角的なアプローチによる材料寿命予測技術の導入により材料DBの信頼性が高まり、海外OEMへの訴求力が更に向上する。	307百万円
合計			421百万円

進捗管理：開発促進財源投入実績

目的	実施内容（追加事項）	成果・効果	開発促進費
海外OEMへ提案するためのデータベースの構築、データベース収録内容の充実化 （評価基盤整備）	《2023年度》 溶解鍛造ディスク材の製造と製造仕様策定に関し、TMW-4M3合金は、これまでの単純試験片での材料評価において、現行材料対比で優れた材料物性が発現することを確認した。本材料の航空機部品としての認証取得に向けて、タービンディスク部材の特性に影響を及ぼす合金素材のロット数を増やした追加試験を行った。	製造したトリプルメルトインゴットからビレットを経てディスクを製造し、追加試験（機械的特性評価試験および回転バースト試験）を行うことで、航空機ディスク製品としての実用化に向けたデータ取得を可能とし社会実装が加速される。	44百万円
海外OEMへ提案するためのデータベースの構築、データベース収録内容の充実化 （評価基盤整備）	《2023年度》 単結晶TMS合金において、航空機部材の認証取得には、ロバスト性の評価として複数ロットによる信頼性評価が必要であり、技術推進委員からも更なるN数アップを求められた。そこで、航空当局の認証取得および実機適用を目指し、タービンブレード部材の特性に影響を及ぼす合金素材のロット数を増やした追加試験（インゴット1本分）及び設計評価に重要な高/低サイクル疲労試験を行った。	インゴットの追加製造によりロット間のバラツキも考慮した信頼性の高いデータベース構築が可能となる。また、航空機エンジンの設計に重要な疲労特性評価項目の充実により実機適用が加速する。	43百万円
合計			87百万円

進捗管理：開発促進財源投入実績

目的	実施内容（追加事項）	成果・効果	開発促進費
海外OEMへ提案するためのデータベースの構築、データベース収録内容の充実化 （評価基盤整備）	《2025年度》 Ni基単結晶鑄造合金の結晶方位の 弾性率 について、 高精度に取得可能な新たな測定方法を採用し実施した	変更により、弾性率測定を計画通りに実施することが可能となり、その測定精度も高く精緻な解析に対応可能となるため、 海外エンジンメーカーに対して訴求力のあるデータベースを構築することができる。	14.5百万円
海外OEMへ提案するためのデータベースの構築、データベース収録内容の充実化 （評価基盤整備）	《2025年度》 TMP合金を用いた粉末冶金鍛造ディスクについて、追加で実用性を示すため、 TMP合金製ブリスクを適用した模擬タービン作製及び同タービンを用いた着火・回転試験(高温スピントスト)を実施した。	・TMP合金を用いたブリスクを適用した模擬タービンを用いた着火・回転試験(高温スピントスト)を実施することで、ガスタービンにおける粉末冶金鍛造ディスクの実用性を検証することができる。 ・また、国産新規材料が海外OEMに採用されるためには、認定取得を始め複数のハードルが存在するが、上記の取組みによってTMP合金の実用性を示すことが、海外OEMに対して訴求力のある国産合金材料データベースの拡充に繋がることが期待される。	19.8百万円

進捗管理：開発促進財源投入実績

目的	実施内容（追加事項）	成果・効果	開発促進費
疲労試験および耐酸化試験の実施による航空機エンジン材料への適用加速 （合金探索）	《2025年度》 国内重工メーカーへのヒアリングの結果、当初設定の目標値に含まれない「疲労試験」や「耐酸化性試験」も重要との知見を得た。そこで、本事業内で「疲労試験」や「高温連続耐酸化性試験」を実施した。	「疲労試験」や「耐酸化性試験」を実施する事で、顧客のニーズに沿った新規材料の提示ができ、 航空機エンジン材料への適用の早期見極め ならびに フィードバックによる開発の加速 が期待される。	9.0百万円
合計			43.3百万円

進捗管理：動向・情勢変化への対応

■動向：日本AM学会 講演大会シンポジウム クローズドセッションにおける情報収集活動

「革新的合金探索手法の開発」の成果をPRするべく、標記シンポジウムへ榎PLおよび事業者と共に参加した。オープンセッションにおける本事業の成果に関する講演の後、非公開環境であるクローズドセッションにおいて、本事業成果へ関心を有する国内企業・アカデミア等との意見交換の場を設定した。30社42名が参加したクローズドセッションにおいて、「革新的合金探索手法の開発」で構築した合金探索システムおよび同システムを用いて開発する[ハイエントロピー合金の活用方針（ハイエントロピー合金の活用に関する国内動向）](#)に関して[意見交換および情報収集を実施し、得られたご意見を以後のプロジェクトマネジメントに役立てた。](#)

■情勢変化：「革新的エンジン部品製造プロセス開発」（革新プロセス）における事業方針の見直し

2023年度に報道された、米国の航空機エンジンOEMメーカーであるPratt&Whitney社が採用する粉末冶金ディスクにコンタミネーションが発生した事案等による事業環境変化を受け、「革新的エンジン部品製造プロセス開発」で実施する粉末冶金ディスクを対象とした取り組みの事業方針を見直した。本事案を受けて、粉末冶金ディスクに関する市場の先行きが不透明となったことから、粉末冶金ディスクを対象とした取り組みを一部見直し、並行して実施する鋳鍛造ディスクを対象とした取り組みに注力し、実用化の確度を高めるべく、見直しを行った。計画見直しの妥当性について、[技術推進委員会にて審議、経済産業省をはじめとする関係各所との調整](#)を行い、承認を得たうえで、事業方針を見直した。

進捗管理：成果普及への取り組み

■日本AM学会 講演大会シンポジウム 講演

「革新的合金探索手法の開発」の成果をPRするべく、標記シンポジウムへ複PLおよび事業者と共に参加した。オープンセッションでは、NEDO航空・宇宙部の取り組み、本事業全体の事業概要をPRを実施したほか、クローズドセッションのメインテーマである「革新的合金探索手法の開発」の研究開発成果をPRすることで成果普及活動を行った。

■航空・宇宙フェスタふくしま 展示および講演

標記展示会へ出展し、「革新的合金探索手法の開発」および「航空機エンジン用評価システム基盤整備」の研究開発成果について、展示物および説明パネルを用いて広報した。また、NEDOによる出展者プレゼンテーションである「次世代航空産業技術開発におけるNEDOの取組」において、本事業の概要説明に加えて、主に出展を行った両項目の研究開発成果について講演し、成果普及活動を行った。



《講演を行う飯山PMgr（2025年度）》



《研究成果の展示ブース（2025年度）》

進捗管理：成果普及への取り組み

■ 本事業成果を活用した後継事業に関する検討

本事業成果の内、「航空機エンジン用評価基盤整備」の成果を中心に、2023年度から実施する経済安全保障重要技術育成プログラム「航空機エンジン向け先進材料技術の開発実証」に対して、本事業の後継事業の位置づけで2026年度より合流予定。

航空機エンジン向け先進材料技術の開発実証

研究開発項目①「1,400℃級CMC材料の製造・量産技術開発」

研究開発項目②「材料認証取得に向けた評価プロセスの実証」

現行：KプロCMC
2023年度～2027年度（5年間）
50億円

研究開発項目③「国産ニッケル基超合金における評価システム基盤整備」

1. 高品位ディスク製造技術の開発
→ 粉末冶金ディスクの製造プロセス開発・製造仕様策定
2. 先進恒温鍛造プロセスの開発
→ 恒温鍛造プロセスの開発・実証・鍛造シミュレーション開発
3. 大型破壊試験による欠陥分布評価および寿命予測手法の確立
→ 粉末冶金ディスクの介在物評価・疲労寿命予測手法の開発
4. 国内共有データベースの拡充
→ FAA/EASAの認証取得を念頭に置いた国産材料DBの拡張

現行KプロCMCへ合流：合金後継
2026年度～2028年度（3年間）
70億円

航空機エンジンのホットセクションを対象にCMCに加えて国産Ni基超合金の開発を実施。
後継事業の実施を通じて、国内に国産タービンディスクの製造技術基盤の構築を目指す。

参考資料 1 研究評価委員会議事録

研究評価委員会
「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」(終了時評価)
議事録

日 時：2026年6月26日(金) 10:30～15:40

場 所：NEDO 高輪ゲートウェイオフィス 20F T 大会議室 06 (オンラインあり)

出席者(敬称略、順不同)

<委員会委員>

委員長	三浦 誠司	北海道大学 大学院工学研究院 材料科学部門 教授
委員長代理	中野 貴由	大阪大学 大学院工学研究科 マテリアル生産科学専攻 教授
委員	奥田 章順	株式会社航想研 代表取締役社長
委員	尾崎 由紀子	大阪大学 接合科学研究所 複合化機構学分野 招へい教授
委員	北岡 諭	一般財団法人ファインセラミックスセンター 執行理事
委員	中川 成人	株式会社超高温材料研究センター 代表取締役社長
委員	吉見 享祐	東北大学 大学院工学研究科 知能デバイス材料科学専攻 教授

<推進部署>

金山 恒二	NEDO 航空・宇宙部 部長
井上 能宏	NEDO 航空・宇宙部 航空材料ユニット ユニット長
飯山 和堯(PMgr)	NEDO 航空・宇宙部 航空材料ユニット 構造材料チーム 主任
井手口 貴弘	NEDO 航空・宇宙部 航空材料ユニット 構造材料チーム 主任
高津 亮太	NEDO 航空・宇宙部 航空材料ユニット 構造材料チーム 主査

<実施者>

榎 学(PL)	東京工科大学 片柳研究所 教授
廣瀬 伸吾	産業技術総合研究所 次世代ものづくり実装研究センター 上級主任研究員
原田 祥久	産業技術総合研究所 次世代ものづくり実装研究センター 研究チーム長
宮前 収	一般財団法人 金属系材料研究開発センター 総務企画部 主席研究員
小紫 正樹	一般財団法人 金属系材料研究開発センター 専務理事
草原 輝樹	JX 金属株式会社 技術開発センター戦略グループ 主任技師
吉田 拓	JX 金属株式会社 技術本部 技術戦略部 主任技師
藤田 悦夫	株式会社プロテリアル 特殊鋼事業部 航空機エネルギーセグメント プロダクト推進部 主管技師
石割 雄二	株式会社プロテリアル 桶川工場 技術部 部長
林 耕拓	株式会社プロテリアル 桶川工場 技術部 技師
川岸 京子	物質・材料研究機構 構造材料センター 材料創製分野 超耐熱材料グループ グループリーダー
長田 俊郎	物質・材料研究機構 構造材料センター 材料創製分野 高信頼性耐熱材料グループ グループリーダー

<オブザーバー>

前村 皓一	経済産業省 製造産業局 航空機武器産業課 係長
-------	-------------------------

近藤 瑞穂	経済産業省	製造産業局	航空機武器産業課	係長
神沢 吉洋	経済産業省	製造産業局	金属課 金属技術室	課長補佐
板坂 浩樹	経済産業省	製造産業局	金属課 金属技術室	調査員
堀 宏行	経済産業省	イノベーション・環境局	研究開発課	課長補佐

＜評価事務局＞

薄井 由紀	NEDO 事業統括部	研究評価課	課長
松田 和幸	NEDO 事業統括部	研究評価課	専門調査員
對馬 敬生	NEDO 事業統括部	研究評価課	専門調査員
板倉 裕之	NEDO 事業統括部	研究評価課	専門調査員

議事次第

(公開セッション)

1. 開会
2. プロジェクトの説明
 - 2.1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋
 - 2.2 目標及び達成状況
 - 2.3 マネジメント
 - 2.4 質疑応答

(非公開セッション)

3. プロジェクトの補足説明
 - 3.1 研究開発項目「革新的合金探索手法の開発」
 - 3.2 研究開発項目「革新的エンジン部品製造プロセス開発」
 - 3.3 研究開発項目「航空機エンジン用評価システム基盤整備」
4. プロジェクトリーダーの所見
5. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

6. まとめ・講評
7. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、出席者紹介

- ・開会宣言（評価事務局）
- ・出席者の紹介（評価委員、評価事務局、推進部署）

【三浦委員長】 三浦でございます。専門はハイエントロピー合金であり、特に耐火金属系のものも研究対象に入っておりますので、本日いろいろなところから御意見を申し上げることになると思います。どうぞよろしくお願いいたします。

【中野委員長代理】 大阪大学大学院工学研究科にてマテリアル生産科学専攻の教授をしております中野と申します。専門は金属材料学をはじめ、最近では「異方性材料学」という学問分野を専門と紹介させていただいています。一つには、ハイエントロピー合金を研究対象にしております。どうぞよろしくお願いいたします。

【奥田委員】 奥田でございます。私は、どちらかというと専門は航空機関係の技術戦略であったり事業化の御支援であったり、そういったことをお手伝いさせていただいています。どうぞよろしくお願いいたします。

【尾崎委員】 尾崎です。専門は焼結材料になります。粉末を固めた焼結材料を扱っておりまして、主としては金属になります。その機械的特性あるいは機能特性についてメカニズムを中心に解析するのが専門です。どうぞよろしくお願いいたします。

【北岡委員】 北岡と申します。専門は耐熱材料の腐食防食技術や遮熱および環境遮蔽コーティングです。よろしくよろしくお願いいたします。

【中川委員】 超高温材料研究センターの中川です。専門分野というわけではありませんけれども、今の会社ではいろいろと皆様から寄せられるセラミックス金属、あるいは複合材料の開発、試作、試験評価をやらせていただいております。今日はよろしくお願いいたします。

【吉見委員】 東北大学の吉見でございます。専門は耐熱材料の設計から耐熱性能評価等々、あるいは高温変形を専門にやっておりますが、最近ではAIやデジタルトランスフォーメーションを活用して材料の開発などを行うところも同時にやっております。今日はどうぞよろしくお願いいたします。

2. プロジェクトの説明

- (1) 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋、目標及び達成状況、マネジメント
推進部署より資料に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【三浦委員長】 御説明ありがとうございました。

ここから事業全体の議論を行います。評価項目ごとに進めていきますので、まずは1番の意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋、2番の目標及び達成状況に関する御意見、御質問をお受けします。北岡委員よろしくお願いいたします。

【北岡委員】 ファインセラミックスセンターの北岡です。御説明ありがとうございました。データベースとしては2つ、合金探索と基盤整備があるかと思います。それぞれについて、このプロジェクト終了後のデータベースの維持管理や更新に関する考え方や今後の計画について教えてください。

【飯山 PMgr】 御質問いただきましてありがとうございます。まずデータベースのうち合金探索で構築するものについては、産総研において既に運用される加工材料データベースの中に我々の事業の成果であるデータベースも組み込まれていると伺っております。その維持・運用に関してはJRCM（金属系

材料研究開発センター) 様のほうで御検討いただいている状況です。基本的には JRCM 様の協賛企業の利用者やアカデミア等の利用者に対しては無償での利用を想定しているといったところです。一方で、それ以外の企業の利用者に対しては、有償で御活用いただくようなことを想定しているところで、そういった形の維持管理費を得ることで、そのデータベースの更新等に努めていく次第です。そして、評価基盤整備のデータベースにつきましては、NIMS (物質・材料研究機構) 様が構想を進める材料データベース中核拠点の中に NIMS 様が構築された各種データベースが格納されている状況になっております。その中に我々のデータベースが入っていくといった形です。基本的に最初は、この事業で構築した材料データベースに関しては、この事業に参画した機関にオープンという形で運用させていただき、その参画事業機関が利用する際に、ある種の共同研究費のような形で費用等をいただきながら、そのデータベースの維持・運用を行うことを考えております。将来的には、現状の閉じた環境だけでなく、さらに広いユーザー様に御活用いただくことも念頭に置いておりますので、そのような場合には利活用を希望する方々との共同研究の流れを経て、維持運営費等を得ていくものと考えております。

【北岡委員】 御説明ありがとうございます。基本的に国や NEDO 様のそういったサポートというものはないけれども、各実施事業者側で対応していくという考えですか。

【飯山 PMgr】 まずこの事業を終了した後のデータベースの運営に関しては、御理解のとおり各社様の下で維持運営をしていくといったところです。一方、データベースの拡充に関しましては、引き続き支援が必要な領域もございますので、後継事業のような取組も通じながら継続的に支援したく存じます。

【三浦委員長】 奥田委員よろしくお願ひいたします。

【奥田委員】 航想研の奥田です。御説明どうもありがとうございました。少し伺いますが、説明の中で「将来を考慮したエンジンを設定した」とありました。この将来を考慮したエンジンというのは、どういうエンジンなのでしょうか。

【飯山 PMgr】 ありがとうございます。我々としては単通路機等にしっかりとニーズが集中するであろうといったところを期待しておりまして、そうしたところから選定させていただいたものになります。

【奥田委員】 つまり、単通路機向けエンジンでしょうか。

【飯山 PMgr】 こちらの詳細に関しては、アウトカム目標の試算を実際に検討している JAXA (宇宙航空研究開発機構) 様のほうにも御確認いただければと思っておりますが、将来の 2040 年度の段階で航行等が想定される中でも、我々の事業の成果がメジャーに適用される可能性があるような機体を想定したものでございます。

【奥田委員】 ちょっとタイムスケジュールが私の中では合いません。単通路機向けのエンジンであれば、もう 2030 年より前にエンジンのアーキテクチャーもほとんど決まってきていて、そこに今回の成果を取り込むのは結構難しいのではないかと思います。海外のものを見ていても、ハイエントロピー合金が認証を取るためには、少なくとも 10 年から 15 年かかるというのが大体言われている話です。そうしたことを考えますと、とても単通路機向けエンジンの次世代には使えません。大体 2040 年代ぐらいには使えるのではないかという話は出ていますけれども、ただ、例えば HPT (航空機エンジン高圧タービン) に使おうとすると、今の材料はほとんど単結晶材料なので、ハイエントロピー合金が単結晶化できるのかという課題もあります。また、ひょっとすると次世代のツインアイルの機体、2040 年代にも間に合わない可能性がある。そうなると、想定すべきエンジンは、少なくとも次世代のツインアイルのエンジンか、あるいは先週発表された NASA の 2050 年以降のエンジン。これは LNG を使うということで、いかにもアメリカの強いところを出そうとするエンジン開発が発表されているわけですが、そういうところになるはず。一方で、波及効果のほうは 2024 年から 2044 年までの機体の 3 分の 1 に導入されればよいということは、まずあり得ないのかなという気がいたします。その実用化のスケジュールと、それから認証にかかる時間、そして各社様、やはりハイエントロピーエンジンを

海外 OEM がもう何年も研究しているのに使っていない理由は、既存材料が結構よくなってきているというのが1つあります。それからもう1つは、先ほどの成果の中で CMC（セラミックス基複合材料）というのが出てきて、こちらのほうがはるかに TRL（Technology Readiness Level）は高い状況だと考えると、このアウトカムの目標に関してはスケジュール感が全く合わないというのが1つです。それから、一体この次世代のエンジンというのが、単通路機向けエンジンというのはまずあり得ないような気がしていますし、そこの設定が、航空機の開発スケジュールから考えると全く合わないという印象を受けますが、そのあたりはいかがですか。

【飯山 PMgr】 まず、スケジュール感のところに私から回答させていただきまして、その後の機体のところの考え方を NIMS 様から補足いただいてもよろしいでしょうか。

【奥田委員】 はい。

【飯山 PMgr】 ありがとうございます。まずスケジュール感から御説明をさせていただきます。この事業、特にアウトカム目標の達成の試算に関するところは、ハイエントロピー合金がエンジンに対して実装されることが理想ではあるものの、さすがにそこに間に合うことは非常に厳しいと思っております。今回アウトカム目標を試算するに当たりまして、特に 2040 年というところにラインを置いた際に我々がターゲットとしていたのは、NIMS 様のほうで取り扱われているような TMS (Ni 基単結晶超合金)、TMW や TMP (Ni-Co 基超合金) といった3種類の超合金と考えているところです。この超合金に関しては、これまで長い期間研究開発が実施されていると共に、この事業期間を通じて部材レベルでのデータ取得にも取り組んでまいりました。この後、各社様の中でさらに量産化に向けたデータ取得を進めていくことで、量産化までこぎ着けることができるだろうといった水準にあると考えております。そうしたときに、2040 年を一旦ゴールと置いておりますが、我々としては今の OEM との会話状況や、そうしたところから採用いただける余地がしっかりとあるのではないかと期待しているところでございます。以上がスケジュール感に関する御回答になります。ハイエントロピー合金を仮に活用しているとする場合には、ここから部材化にスケールアップするような流れも必要になるとともに、これまでにないハイエントロピー合金の評価手法の確立も必要となります。そういった点で、超合金と比べて社会実装までより時間がかかると思っておりますので、まずは目下、部材等の製造プロセスもしっかりと確立されているこの超合金をターゲットとしてアウトカムの試算に取り組んできたところです。続いて、機体のほうに関して NIMS 様からお願いいたします。

【川岸グループリーダー】 NIMS の川岸です。アウトカム目標の達成見込みにつきましては、JAXA に御協力いただき試算を実施しました。本試算は、基盤整備事業において開発対象としている合金を既存材料の代替としてエンジンへ適用した場合、どの程度エンジン性能の向上に寄与するかを評価することを目的としたものです。まず、評価対象とするエンジンについて JAXA に調査いただきました。その結果、今後の市場規模が大きいことが見込まれる推力 100～150kN 級の単通路機向け亜音速ターボファンエンジンをケーススタディとして選定しました。本試算では、このエンジンに新規合金を適用した場合に、既存材料と比較してどの程度耐熱性が向上するか、さらに冷却空気量の削減等によりエンジン性能がどの程度向上するかを評価しています。現在お示ししている図は、こうした性能向上効果を基に、本事業の成果がアウトカム目標の達成にどの程度寄与し得るかを試算した結果です。なお、本試算で対象としているエンジンは評価のためのケーススタディであり、今回参画している5社が実際に当該エンジンを製造することを前提としたものではありません。各企業においては、海外 OEM に対して部材や材料を提案し、採用を目指す活動を進めている段階であるため、その点とは切り分けて御理解いただければと思います。以上になります。

【奥田委員】 よく分かりました。あくまでも試算上のものとして設定されているということであれば、それはそれでよいと思います。ただ、そこの部分をしっかりと書かないと、逆に今回の成果がまさにすぐで

も使うというような誤解を招く可能性もあります。試算はあくまでも試算で私はよいと思いますので、この現状の単通路機の市場を対象に試算しました、そうするとこうですよということがあれば全く問題ないと思います。少しその辺の全体をしっかりと書いていただくと誤解がないと思います。ありがとうございます。

【三浦委員長】 ありがとうございます。中野委員お願いします。

【中野委員長代理】 大阪大学の中野です。飯山様におかれましては、非常に分かりやすく御説明いただきましてどうもありがとうございます。ベンチマーキングにおいても海外の国際的なものも含めて非常にしっかりされているということで、特に今回の3つのプロジェクト、合金探索、プロセス、それから評価基盤整備について、これは非常によい流れができていると高く評価されます。アウトカムに関しては今、奥田委員からも話がありましたが、材料、ハイエントロピー合金はなかなか使うのは大変とは言え、非常に期待される材料群です。これからTRLは上げていく必要があると考えます。ただ、よいことには、手法は違いますが、例えばパウダーベッドフュージョン（PBF）のような方法を使うと単結晶化がある程度できることが、ハイエントロピー合金では一部証明されています。もちろんフローティングゾーン（FZ）とかそういう方法でもできるということは、鑄造材で将来的には可能になる可能性があるのも、ぜひそのあたりは今後航空機への実装に向けて考慮いただきたいと思います。そうすると、2050年以降かもしれませんが、ハイエントロピー合金が実装され、さらにCO₂削減にもつながるものと。アウトカムはCO₂の削減だと思いますので、年間93万トンというのが効率的に達成されるような、そういうシナリオがあればよいと思っています。アウトカムに関しては奥田委員と同じような考えですが、試算レベルだということですが、かなり現実的な話として既に算出され、考えられているということだと理解しました。質問は、今回はいろいろなプロジェクトをうまく組み合わせられていて、それで最終的にはNEDO様のほうで、経済産業省様のほうでうまく活用されて、SIPからのスタートや、それ以外のプロジェクトと連携して、うまく進められていると強く評価されます。そうした中で、やはりアウトカムを最終的に確実に達成しようと思うと、現状ではオープンクローズ戦略を明確にされた結果、特許は出していないということですが、早い段階で必要な特許は出す必要があると思います。そのアウトカムに向かっての特許ですが、どういう特許をどのぐらいの時期にどのように出そうと考えられているか。それは非常にシビアな話ですから、公開の場でなかなかお話しできないかもしれませんが、少なくとも例えばこの後1年以内にその辺りの整備をするなど、そういう今後のお考えについて、まだこれからすり合わせるのかもしれませんが、できる範囲で御回答いただければと思います。

【飯山 PMgr】 御質問いただきましてありがとうございました。前半にいただいたハイエントロピー合金の御示唆に関しては、本当にありがとうございます。今後の実用化に向けてぜひそういった御知見も取り入れていきたいと思っています。その上で、御質問いただいた特許戦略ですが、NEDOとしては企業の皆様のそれぞれの量産化の計画に基づいてお出しいただくことが想定されるストーリーかと思っております。詳細はそれぞれ各社様の量産化計画に依るところになりますので、私からは期待という形で述べさせていただきます。この共通基盤的な事業成果がこの事業の中でしっかりと創出された後、各社様の中で引き取った自社の量産化計画がいつから実施されるか、そうしたところがその次の焦点になると思っております。量産化計画に関しては非公開情報を含むことから公開セッションではお話しできませんが、一方で、それは2040年の社会実装を目指す上では決して遠くない段階で押さえられていくべき特許になると思います。私としては、この事業の成果を基に、どこまで実用化に近い水準のものかは分かりませんが、そういったものが各社様から御提出されることに期待しております。

【中野委員長代理】 どうもありがとうございます。特に、NEDO様のマネジメント体制がこの3つのプロジェクトを一体としてうまく束ねてこられて、正直なところ個々について、NIMS様のグループはか

なり目標を越えて到達されているものの、一部のグループはかなり NEDO 様が介入されてマネジメントをしっかりとやられたということで今に至っていると思います。今後それら3つを束ねながらプロジェクトを推進するに至っては、特許戦略などある程度の介入は必要と思いますので、そのあたりもプロジェクトが終わった後においても、ぜひアウトカム目標の達成に向けて可能な範囲でお願いできればと思っております。以上です。

【飯山 PMgr】 ありがとうございます。

【三浦委員長】 尾崎委員お願いします。

【尾崎委員】 大阪大学接合研の尾崎です。御説明、大変ありがとうございました。全体感が非常に把握できて分かりやすい説明だったと思います。その中でアウトカムの部分について、今、中野委員から知財の戦略についてございました。私も同じような疑問を持ちましたけれども、一応今後の後継事業の中で含めて考えられるものとして理解したところです。疑問点としては2点ほどありまして、1つは CO₂ 削減効果になります。こちらは、開発した材料が搭載された場合どれだけ削減効果があるかということで試算されているということですが、新しいプロセスをはじめ、そういったところまで含めると、カーボンフットプリントという考え方でどの程度 CO₂ 削減効果があるか。そうしたところまで考慮する必要があるのではないかと思いますので、そのあたりについて検討されたかどうか。それからもう1つは、そのときに31%のシェアを想定されているということで、シェアを取りに行くための1つの要素としては、性能以外にコストという問題があると思います。コスト競争力のあたりはどのように考えられているかを教えてください。

【飯山 PMgr】 御質問いただきましてありがとうございました。まず、1つ目の御質問のカーボンフットプリントの概念をしっかりと取り入れていたかについてですが、「取り入れていない」というのが結論となります。ただ一方で、非常に重要な概念ではございまして、先ほど御説明させていただきました通り、今回、費用対効果のところ、どうしてもこの事業に対しての観点で御説明をさせていただくものであったことから、この事業自体のアウトカムに資するような CO₂ の算出をするにとどまってしまった実情があります。本来は考慮すべきような情報かと思っておりますので、今後こういった試算をする際に、ぜひ念頭に置かせていただければと思っております。そして2つ目のシェア3割を確保するための要素としての特にコスト面ですが、どれくらい競争力があるかといった話ですが、基本的にコスト競争力でそこまで大きな優位性があるかと言われると難しいところではあります。ニッケル基超合金ということもあり、組成もそうですが、非常に高価な金属が含まれていることから、そういった面でコストを大きく下げられるかというのは難しいと思っております。ただ一方で、コストに関しては OEM が採用する上で非常に重要な部分です。そういった意味では、その後の材料の部材化を進めていく上でどこまでそのコストを下げられるか。そこもポイントになると思っております。後継事業の中では、そういった製造プロセスに係る部分に関しても焦点に当てた研究が含まれておりますので、その中でもコストに関して着目できる箇所があれば注視していきたいと思っております。

【尾崎委員】 ありがとうございました。これは余分な話になりますが、このプロジェクトの中に想定されてはいないと承知の上で、カーボンフットプリントのほかに、今後将来的にはマテリアルフットプリントという考え方が出てきます。リサイクル性等も含めた材料設計というのは、後継事業では必要になってくるかと思っております。今後の事業でその概念を御検討いただくとよいのではないかと思います、コメントになりますが、よろしくお願いいたします。

【飯山 PMgr】 ありがとうございます。

【三浦委員長】 尾崎委員ありがとうございました。それでは、吉見委員お願いいたします。

【吉見委員】 御説明ありがとうございます。私の質問は、我が国ではなかなか航空機エンジンを自前で調達という産業構造にはなっていないので、当然海外の OEM に対してのアピール度というところが重

要になってくると思います。前もって事前質問の中に入れておけばよかったのですが、例えば今の CO_2 の削減量であるとか、1 個前のスライドでの考え方をしたときに、これぐらいの実績が出そうだという説明時において、確か 2011 年の *Science* に出てきた記事で、米国 Wisconsin 大学の Perepezko 教授がプロットのデータを使ってエンジン性能を評価した図があるのですけれども。そこに今回の全体の成果として、そのデータ点をプロットしたら例えばどこに相当するのとか、そういう評価を多分されていけば出てきたと思うので、ぜひそれをしていただきたいと思います。それというのは、今日のお話を伺っていると、どうしても比較検討が我が国の今までの流れの中に対してというところで、どうも気にかかっております。やはり対象がどうしても海外の OEM になってくると、そこに入り込まなければいけないといったときには、ちょっと我が国の今までの流れの中で物を考えてもらわねばならないのではないか。そうした懸念もありますので、ぜひそこは少し検討として入れていただきたいと思いますというリクエストですけれども、最初の質問について、検討されているかどうかだけ御回答をいただけたらと思います。

【飯山 PMgr】 御質問いただきましてありがとうございます。国際的なベンチマークの話かと思っております。合金探索の取組のハイエントロピー合金に関しては、事前質問の際に御回答させていただいた中で図中にプロットをさせていただきまして、評価基盤整備においても類似のそうしたマッピングがされているのではないかと思います。このあたりは NIMS 様いかがですか。

【長田グループリーダー】 物質・材料研究機構 (NIMS) の長田と申します。御質問ありがとうございます。ちょっと吉見先生がおっしゃった *Science* の論文について、私はウオッチしていないため、その上では評価をしておりません。先生のおっしゃるように、OEM の中でやらなければいけないというのは、NIMS としても忸怩 (じくじ) たるところはあるかと思います。一方、そういった直接、各エンジンメーカー様もそうですし、NIMS もそうですが、各 OEM の材料を担当する方と直で話ができる立場にありますし、情報交換もしています。ですので、こういう材料が作られたときに、必ず各 OEM 様の性能を上げるのに寄与するところはしっかりできていけるのではないかと。そういうところを現場の議論の中では思っていますので、そうした直接的な関係を築きながらしっかりアピールできていければと思います。ただ、全ての議論が過程になっているのは、日本でちゃんとエンジンを作っていくという基盤を徐々につくらなければいけませんので、この事業が最初の取りかかりになってこれから長い時間をかけて着実に進めていく。そうしたことが必要と NIMS としては思っております。

【吉見委員】 ありがとうございます。そうしたお考えで全く結構だと思いますが、こういった競争の中で注目をしていただくときには、ほんの僅かな性能アップというのでは多分なかなか対応し切れず、本当は思い切って格段な性能アップというものでない限りはなかなか難しいのではないかと。そういう意味では、常に海外のデータと、それから我が国から出てくるデータがどれぐらいの状況にあるのか。そうしたところは追いかけて続けたいとまずいのではないかと考えておりますので、引き続きどうぞよろしくお願いいたします。

【三浦委員長】 どうもありがとうございます。まだ議論は尽きないところと思いますが、ここから 3 番目のマネジメントに移ります。この点に関する御意見、御質問はいかがでしょう。中野委員お願いします。

【中野委員長代理】 大阪大学の中野です。マネジメントに関しては、ステージゲートのときにも強く感じたことですが、NEDO 様の非常に強いリーダーシップがあつてうまくいっているというのが正直な印象です。一方で、個々のプロジェクトの内の一部機関に関しては、上の方が変わればどうしても変わってしまうというのもあると思います。昨日のサイトビジットでもそう感じましたが、少なくとも実施機関のトップの方が、大きなプロジェクトですから内容をしっかり理解しようという努力は必要と思いました。今回は NEDO 様がトップの方に内容を理解してもらうような形でプロジェクトをうまくまと

めていかれたと思います。ただし、トップの方の交代に伴う引継ぎも含めて NEDO 様と榎 PL が一生懸命まとめられているという姿勢が見えました。それからこの 3 つのプロジェクト全体としては、NEDO 様を中心となって、例えば 1 つ上げられていた日本 AM 学会（日本 Additive Manufacturing 学会）のオープンクローズセッションであるとか、これそのものはどうしてもクローズドで進めないといけないところもあると思います。ですので、そのあたりをうまく活用され、一種のコンソーシアムとしての形を取られ、重工メーカー様を中心になんかどうしているかというアピール、それからハイエントロピーの重要性などを普及してきた、それだけではないと思いますが、例えば福島の実験などといった外部発信も十分されてきたと思っております。それから、繰り返しになりますが、最初の 3 つのプロジェクトを縦につなぎつつ平行に進めるというのはマネジメントがすごく難しいと思うので、それをすごくうまくやられたと考えます。しかも、これはコロナ禍でのスタートでしたから、なかなか現地に赴くのが難しい状態でありながら、実際には何度も現地に赴いて管理運営をやられたという話も伺っています。それから今回の評価は、ステージゲート後の差分がどうかということだと思いますけれども、その差分に関しても非常に明確な形で表現をされています。具体的には午後の話だと思いますけれども、そういう意味では、私の印象で申し訳ありませんが、マネジメント体制は非常にすばらしいと思いました。質問ではありませんが、以上です。

【三浦委員長】 中野委員ありがとうございます。それでは、中川委員お願いいたします。

【中川委員】 超高温センターの中川です。マネジメントについては、今の中野委員のコメントとほぼ一緒に、榎 PL と飯山 PMgr とで非常に 3 つをうまくまとめられており、御苦労も多かったのだと思います。それは非常に感謝をしております。それと、あとはこの成果を今後どうつなげていくか。それが非常に肝だと私は常々思っています。先ほど吉見委員も言われたように、高圧タービン側にどう打って出られるか。日本の航空機ジェットエンジンにおいて、特に機体の部分はよいとして、エンジンの部分をどうしていくかというのが非常に問題だと思っています。最後の進捗管理のページにもあるとおり、後継プロジェクトも今御検討されているということで、間髪を入れずに今年度からスタートできるというようなことが理想的だとは思いますが、3 か年ということで区切って書いてありますが、このあたりの規模感と期間について、私はもう少しスパンは長いほうがよいだろうと思うのですけれども、いかがでしょうか。

【飯山 PMgr】 御質問いただきましてありがとうございます。今公表している資料上では、3 年間 70 億円の規模で予算がついているという状況です。公表されている研究開発構想の中では、この事業期間を最長で 2 年間延長できる余地が残っているといった状況になります。予算の追加措置は難しいという状況ですが、一方で、もし何らかの課題等があった場合にもう少し長く向き合える余地を残していただけだと思っていますので、そういったところをしっかりと活用していきたいと思っています。

【中川委員】 ありがとうございます。

【三浦委員長】 ありがとうございます。そのほか、いかがでしょうか。では、ここから全ての評価項目を対象に御意見等をお受けいたします。奥田委員お願いします。

【奥田委員】 最初のほうの話になりますが、先ほど吉見委員からも話がありましたけれども、出口ははっきりしなければいけないといったときに、現状このハイエントロピー合金をアメリカで何に使おうかと考えますと、基本的に軍用機になります。第 6 世代戦闘機のエンジンで、この MDI (Modular Devices, Inc.) についても軍がものすごく関与しているところです。民間では今試験をやっている超音速機のようなところに使おうとされています。アウトカムというのはアウトプットに比べて中長期になるわけですね。ですから、あまり変わりそうもないのですが、実はこちらのほうがいろいろな人たちの思惑で結構変わります。アウトプットのほうは今回すごく成果が私にはよいと思っていまして、そちらのほう

うは1回決まってやっているので変わらないということですから、アウトカムに関してもう少し短期に見直しをかけていき、アメリカとかヨーロッパが何をやろうとしているのか。そこをしっかりと考えたほうがよいと思います。現状いきなり民間ではないと思っていますので、あくまでもコメントですが、以上です。

【飯山 PMgr】 ありがとうございます。

【三浦委員長】 吉見委員お願いします。

【吉見委員】 東北大学の吉見です。今の奥田委員の御発言について、大変私もそのとおりだと思っております。このプロジェクトは耐熱性の高い高温で使える材料のプロジェクトだと考えたときに、そういった材料が今どういった動きをしているのか。そうした視点もしっかりと入れていただきたいです。それというのは、本当に中長期的にエンジンの構想にいきますと、何となく割と材料を忘れられがちといえますか、要するに今ある現状の技術の中で恐らくエンジン設計されていくのではないかと思います。そのときに、本当に使えるかどうかの材料が、今一生懸命本来探索されているはずであるものの、それについてはなかなか表に出ているのか出ていないのかもよく分からないことが多いと、今まで自分がその分野に身を置いてきて非常に感じるところです。しかも、それが意外に延々と答えも出ないまま10年も20年も時間が経過することも往々にしてあるわけです。だけれども、着々と実は水面下でいろいろなことが進んでいます、エンジンの設計とともに本格的に。本当に海外が耐熱材料をどのようにしたいと思っているのか、そうしたところが本当に動いているのか、動いていないのか。意外に最近、私がちょっと見ている限りでは、そういった方面がやや停滞気味だと思っています。そうしたところも含めて少し考慮に入れていただけると、よりよいプランニングができるのではないのでしょうか。

【飯山 PMgr】 ありがとうございます。

【三浦委員長】 ありがとうございます。よろしいでしょうか。

そうしましたら、非常に様々な意見をいただいたかと思います。また、御質問に対するコメントもしっかりいただきましたので、以上で議題2の質疑応答を終了いたします。

(非公開セッション)

3. プロジェクトの補足説明

省略

4. プロジェクトリーダーの所見

省略

5. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

6. まとめ・講評

【板倉専門調査員】 それでは、御講評をいただきます。最初に、吉見委員よろしくをお願いします。

【吉見委員】 東北大学の吉見です。本日成果を御報告いただきまして、全体として非常にいい成果も出ていると感じております。それで、議論の中で申し上げたとおり、5年間たくさんのお金を使い、人を使い、時間をかけて進んできて成果が出る。これそれものは当然といえば当然なわけですが、その成果に対して、今我々が目標とするような例えば海外 OEM の動きに追いつくだけのスピード感を持って取り

組めているかどうか。それは事業者の皆様も、それから評価する我々も、あるいは統括される経産省の皆様やNEDOの皆様も、そこは正確に見積もっていただきたいというのが強い要望です。そうしないと、お金や時間や人を投じて頑張っているものの、実はじり貧で後退しているということにもなってしまう。「やらないよりは、やったほうがましだ」という意見もあるのですが、やはりそれは手として考えなければいけないのではないかと私なんかは思うところです。今回5年も経ちますと、昔は10年一昔と言いましたが、もう今は5年一昔どころの騒ぎではないのかもしれませんが、そういう意味では環境状況が非常に大きく変わっている中で、もう一度次のプロジェクトに向けて冷静にいろいろと分析をしていただきたいというのが要望になります。そういう意味で、今回は確かに成果が出ておりそのあたりは評価できるものの、一層未来に向けて発展させていただきたいというのが要望でございます。私からは以上です。

【板倉専門調査員】 ありがとうございます。続きまして、中川委員よろしくお願ひいたします。

【中川委員】 超高温センターの中川です。5年間の最初のときから見させていただいて、随分と隔世の感もあったなと、随分進んでいるなと正直思いました。3つのテーマでそれぞれ差はあるものの、それなりの成果はあったのだらうというところです。肝心なのは、議論の中で飯山 PMgr が言われたように、これをどう次の後継プロジェクトにつなげていくのか。そこが国としては最も大事なことだろうと思います。先ほどちょっと話にも出ましたが、ちょうどこれが始まったコロナの初っ端のときは、三菱様が担っていらっしゃった国産の中型旅客機のプロジェクトも頓挫し、それから、はやこんなに経ったかと思えますけれども。経産省様にお伺いすると「またそれをやるべきではないか」という議論もあると聞きます。今度は機体もエンジンも純国産でいくぐらいの気概を持って国として取り組んでいただけたら非常によいですし、また、このプロジェクトの原課の航空機武器課様もいらっしゃることですから、次の戦闘機のエンジンをも純国産でいくんだよというようなことにつながるような流れで組み立てていただけたら非常によいと思います。ちょうど戦後80年が経ち、これは私の主観ですが、ジェットエンジンの業界だけはずっと昔のままだなと思っております。本当はやれるはずなのにできていないというのが一番、私自身も重工様、ホンダ様等とお付き合いして常々感じるところです。そこを将来につなげていただけたら非常にありがたいと思っています。以上です。

【板倉専門調査員】 どうもありがとうございます。続きまして、北岡委員よろしくお願ひします。

【北岡委員】 ファインセラミックスセンターの北岡です。今回このプロジェクトの中で2つのデータベースを開発されており、とてもよい成果が得られたと思っております。冒頭にも質問しましたが、これらのデータベースを実部材の社会実装に向けて積極的に活用していくことが必要です。そのためには、事業者だけではどうしても不足するところもあると思いますので、そこにはやはり国のサポートというものを積極的にコミットしていただきたいと思っています。それと合金探索のところですが、幾つか材料抽出されたということなのですが、確実にハイエントロピー構造になっているか、実際の微構造をしっかりと調べていただき、その上で機能発現の本質を理解することも含めて研究開発を進めていただきたいと考えています。それと鍛造プロセスですが、こちらは実用化をすごく強く意識した取組であり、大変よい成果が得られており、実用化が期待できると思っております。それに関して、少し質問させていただきましたが、離型を含めた素形技術は、これまで生産現場のノウハウに大きく依存してきた分野であり、学理に基づく体系的な研究が十分に進んでいるとは言えません。だからこそ、アカデミアと産業界が連携してこの課題解決に取り組むことで、我が国の素形技術の高度化を図ることができます。それは、日本の産業界全般の競争力を底上げする上でも、極めて重要なテーマであると考えております。

【板倉専門調査員】 ありがとうございます。それでは、尾崎委員よろしくお願ひします

【尾崎委員】 大阪大学の尾崎です。本日の機会をいただきまして、今後のプロジェクトの最初の入り口の目

標と、それに対する成果について整理されており、理解できたと思っております。3つのファクターがありまして、まずは合金探索の部分でハイスループットのシステムを開発することにより、効率的に材料設計ができるというシステムを作られています。ハイエントロピー合金という非常に難しいものを対象とし、そういうシステムを作られたということですから素晴らしい成果だと思ひ感心いたしました。ただ、プロジェクトのリスク管理という意味では、例えば航空機業界の状況が大きく変わり、これではなく別の材料がいいんだよというようなことが出てくるかもしれない。そういうときに、柔軟に材料設計し直すことができるような形でこのシステムを改善といいますか、ブラッシュアップしていただくとまた後につながるシステムになるのではないかと思います。それから、次の革新プロセスの部分、高温鍛造のプロセスを開発されたということですが、これは塑性加工の分野で非常に難しいところをクリアされたと思いますし、大型のものは鍛造できるということですから素晴らしい成果だと思います。その上で少し懸念するのが、一社の技術だったということで、こういう塑性加工の技術はかなり多くの企業が日本ではあり、強い部分ではあるため、そのほかにも要素技術があるのではないかと。そうした視点が必要だったのではないかとこの気はいたします。北岡委員がおっしゃったように、この分野は学理という部分が遅れているとは決して言いませんけれども、大学と企業と連携し、このあたりの高温鍛造について学理ができるようなことになれば、また新たな塑性分野の発展になると思ひました。最後に、評価システムについても2つのデータベースができたということで、これも素晴らしい成果だと思います。ただ、これはクローズドシステムといいますか、「共有の」とはおっしゃいましたけれども、参加者しか使えないような印象を受けました。それこそ第三者がいかに使えるかという視点から後継プロジェクトで改善していただければと思います。以上になります。

【板倉専門調査員】 どうもありがとうございました。続きまして、奥田委員よろしくお願ひします。

【奥田委員】 航想研の奥田です。どうもありがとうございました。私のほうからは3つほどあります1つ目は、まず今回の合金合成、ハイスループットの評価、プロセス、データベースについてですが、これはいずれも非常に重要な成果だと思ひており、これは高く評価されると思ひます。その中で、せっかくここまで日本が初でやったこともあると思ひますので、これをある意味殺すようなことがないようにしていただきたいですし、しっかりと次につなげていっていただきたいです。要するに、使ってもらえるものに次のステップでぜひやっていってほしいと思ひます。それから2つ目は、今回はハイエントロピー合金を対象にやっていますが、ここは先ほど専門の先生方にも伺ひまして、多少可能性がありそうですから、ハイエントロピーの合金に限らず、金属材料でもよいですし、今回 CMC という話もありましたが、そういうところにいろいろと広く適用できるのであれば、どんどんそれを拡大していただきたいです。アメリカの研究も別にハイエントロピー合金だけではなくありません。ニッケル、チタン、CMC、そういった様々なコンポジットも含めてこの研究をやっています。ぜひそれを広げ、今回の成果を生かす部分を拡大していただきたいと思ひます。それから3つ目は、鍛造プロセスの御説明を聞いたときに、目標設定の背景から、それからどのように取り組んでこのような成果ができて、それで認定も取れそうだという非常に分かりやすい説明がありました。ただ、ほかのところに関しては、目標設定について何でそう設定されたかの説明が、資料についてもほとんどありません。その目標設定の背景は恐らくアウトカムのところから来ていると思ひますので、5年というプロジェクトをやっている中で目標は多少変わる可能性がある。その意味で、先ほどから申しているように、アウトカムをきちんとある一定で見直していただきたいです。そして、この後その成果をいろいろな方が読まれるときに、何でこの目標設定をしたのですかというところは、最終であるのなら報告書にはきちんと書いていただく。合わせてこの3つのプロジェクト、これが全体としてどういうことで日本の航空機産業に貢献し、今後どのようにしていきたいというところの全体感をまとめて報告書としていただくと、この後それをお読みになる方々にも非常に有益になると感じます。以上です。

【板倉専門調査員】 どうもありがとうございました。続きまして、中野委員長代理よろしく申し上げます。

【中野委員長代理】 どうもありがとうございました。まず、題名のとおり「航空機エンジン向け材料開発・評価システムの基盤整備事業」ということ、つまりこのプロジェクトのミッションは基盤整備の位置づけだと理解しています。私の方は、ステージゲートを評価させていただき、今回の終了評価となります。その差分をそれぞれ見ていくと非常にすばらしい結果になっていると思います。目標設定がそれぞれ3つのチームにありました。それぞれ目標を達成しているというチームが2つと、それを超えているという1チームですから、現時点で見た場合には非常にすばらしい成果が出ていますし、そういう意味では満点を超えた成果だと思います。ただ、先ほどからずっと話があるように、まず目標設定というのは変わっていく必要もあるかもしれませんし、それがベンチマーキングをしながらくまいったかどうかというのは、少なくとも今の時点の成果は100%以上の達成だと判断しますが、将来にわたっては時間軸に合わせて変更が必要になるかもしれません。成功の一例としてNIMS様を中心とした事業については5部材といったところで、データ活用がどのようになるかというのは、あとは企業様の秘密的なところがあるのかもしれませんが、そこに現状は有効活用いただける状況ということかと思っています。ただ、やはりここで明確にしておかないといけないのは、アウトカムに対して今の時点のロードマップというのは非常にはっきりしていますが、いろいろと地政学的な面、時間的な面で大きく変わってくるといいますから、そのあたりはしっかりと柔軟に。先ほど5年一昔という話がありましたけれども、1年一昔ぐらいなので、それは柔軟に今後対応していったことによって、本当の意味での成果がそこで初めて出るのではないかと考えております。ハイエントロピー合金は2050年ぐらいにぜひ実用化して、飛行機として飛んでいてくれたらよいと期待しています。それで、元に戻ると基盤整備事業ということで、今回いろいろな面でインパクトがあったのは、データ駆動型の開発をまずスタートしたということだと思います。5年前というとデータ駆動型という言葉はありましたが、それは研究におけるデータ駆動型であって、開発のほうにはそれはなかった。それからハイスループットというのも1つのキーワードだと思いますし、それから社会実装に向けての評価を中心とした基盤づくりでしょうか。それも今回重工様が多く入ってやられたというのもすばらしいことです。それから、クローズド戦略だったものがややオープン戦略になってきたということもあると思います。その意味では、次に70億円のプロジェクトが立ち上がったということは、これを基盤にしてそれをより充実させる形で進んでいく必要があります。今は評価されているものの、そちらの70億円のほうはまた3年後に評価されることになると思いますので、しっかりとした枠組みが必要と考えます。今こちらのプロジェクトが100点以上の評価であれば、そちらも200点ぐらいを目指していただきたいですし、両者を合わせてシナジー効果によってアウトカムも500点ぐらいを目指してほしいという期待を込めて楽しみにしております。また、先ほども話があったように、私が全てを分かっていることからこういう言い方をしておりますけれども、目標を立てるときにベンチマーキングはしっかりとしたいほうがよいと思います。今日はその目標に対する評価をする会だと思いますので、それはもう十分クリアされていると思いますし、そして何より今回、ずっと最初からでもありますが、NEDO様が相当頑張ってくれました。どんどん人は入れ替わっていきました。それぞれの方はもう早い段階でかなりいいですか、もちろん大変なところと大変ではなかったグループがあると思いますが、そのあたりのマネジメントがうまくいったので、最終目標に対して100%を超えた成果になったと感じます。もちろん実施者の方もすごく努力されたと思いますし、今ある意味すごくよい基盤が整備され、装置もたくさん入っている状態ですから、それを今後もぜひ生かしていただきたいと思います。長くなりましたが以上です。

【板倉専門調査員】 ありがとうございます。それでは、最後に三浦委員長よろしく申し上げます。

【三浦委員長】 ありがとうございます。各委員の先生方、いろいろとどうもありがとうございます。非常に

豊富なコメントで、言われるべきコメントがしっかりと尽くされているのではないかと考えております。

まずは、本研究の実施において、非常に御努力された皆様に感謝を申し上げます。今回、研究開発項目 3 つありましたが、私としては非常にそれぞれ面白い結果、重要な結果が出たものと認識しております。材料開発についても、フェーズ A で合金探索システムにしましょう、フェーズ B でハイエントロピーというような形で、これはフェーズ A からフェーズ B にこのような進展をしています、先ほどコメントございましたように様々な合金に対しても使っていけるようなシステムであると理解しております。今後いろいろなところで非常に重要なキーファクターになっていくのではないかと考えておりますので、これを順調に進めていただければと考えてところです。製造プロセスに関しても、こういったプロセスをきちんと使える形に落とし込んでいくというのはしっかりできています。こうしたことが日本の地力を高めていくという意味で非常に大事な点だと思っております。何かなされたかがよく分かったという点で、私は非常にうれしく思いました。

それから、最後の航空機エンジン用の評価システムですが、データベースの話が今も委員のほうからたくさんコメントとして出されましたので、大体言い尽くされているのではないかと思います。こういった形でいろいろな会社様のデータをうまく統合していくというのは本来あるべき形にステップアップしていくにおいて、どうしても乗り越えなければいけないところだったと思います。それがきちんと乗り越えられたということが非常に重要です。なかなか日本でそういった形で乗り越えていくことがこれまでできなかったのではないかと、私の乏しい知識の中ではそのような認識だったところを、こういう形でアップグレードしていただきました。これを順調に展開していただけることによって、本当にオールジャパンの形で物事が進んでいく、一つのひな形がきちんとできていく。これを皆様目指しましょうといった形で展開していただければと思う次第です。もちろん出来上がってきた合金に関しても、今後さらにステップアップしていただけるものと思います。そういう意味で、十分展開するための基盤というものがきちんとできたのではないかと考えておりますし、また、その先のところも見えているというようなことから、非常に安心いたしました。

私のほうから、雑駁ですけれども以上のようなコメントをさせていただきます。どうもありがとうございました。

【板倉専門調査員】 どうもありがとうございました。委員の皆様、御講評をいただきましてありがとうございました。ただいまの講評を受けまして、推進部の金山部長のほうからコメントをよろしく願います。

【金山部長】 航空・宇宙部の金山です。委員の皆様におかれましては、本日長時間にわたり御審議いただき、誠にありがとうございました。また、昨日の現地調査会に引き続き、本日も多くの御意見、御示唆を賜りましたことに厚く御礼申し上げます。実は私も最後のコメントとして、本日中野委員から御指摘いただいた内容と同様に、本プロジェクトの正式名称に立ち返って申し上げたいと考えておりました。本日の議論ではデータベースに関する話題が多く挙がりましたが、本プロジェクトは「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」であり、本来の目的はシステム基盤の整備にあります。データベースについては、維持・管理や費用負担などに関する御指摘をいただきましたが、システムとして考えた場合には、今後の拡張性や発展性についても検討していく必要があると改めて認識いたしました。プロジェクトは本日をもって終了となりますが、今後はいただいた御意見を踏まえ、アウトカム指標の見直しを含め、システムとしてのあるべき姿について関係者間で議論を進めてまいりたいと考えております。また、NEDO のマネジメントに関して高い評価をいただき、ありがとうございました。この 5 年間を振り返りますと、プロジェクト立ち上げから 3 つの研究開発テーマの推進、ステージゲート審査など、それぞれの局面で様々な課題がありました。その都度、技術推進委員会の委員

の皆様から貴重な御助言をいただきながら、課題を乗り越えてくることができたと考えております。現在では、NEDO と実施者の皆様との間で率直な意見交換ができる関係が構築されていると感じております。本日いただいた御質問や御指摘、また将来のシステムの在り方に関する御意見についても、今後、NEDO と事業者双方で議論を深めてまいりたいと考えております。本日のマネジメント評価の説明では、主としてテクニカルな側面を御説明いたしましたが、私自身は、NEDO と実施者の皆様との信頼関係の構築も重要なマネジメント要素であったと考えております。また、榎 PL に 5 年間にわたりプロジェクト全体を御指導いただき、その下で飯山プロジェクトマネージャーが職責を果たしたことも、本事業を推進する上で大きな要素であったと認識しております。委員の皆様におかれましては、今後評価結果をお取りまとめいただくこととなりますが、どのような御評価をいただいたとしても、それを真摯に受け止め、今後の取組につなげてまいりたいと考えております。何卒、厳正な御評価を賜りますようお願い申し上げます。以上です。

【板倉専門調査員】 金山部長どうもありがとうございました。それでは、以上で議題 6 を終了いたします。

7. 閉会、今後の予定

配布資料

番号無し	議事次第
資料1	委員名簿
資料2	評価項目・評価基準
資料3	プロジェクトの説明資料（公開）
資料4	プロジェクトの補足説明資料（非公開）
資料5	事業原簿（非公開）
番号無し	事前の質問票と回答（非公開）
番号無し	評価コメント及び評点票
番号無し	評価スケジュール

※委員会前に実施した書面による質疑応答は、全ての質問について質問または回答が、非公開情報を含んでいるため、記載を割愛する。

以上

参考資料 2 評価の実施方法

NEDO における技術評価について

1. NEDO における技術評価の位置付けについて

NEDO の研究開発の評価は、プロジェクト/制度の実施時期毎に事前評価、中間評価、終了時評価及び追跡評価が行われ、研究開発のマネジメントにおける PDCA サイクル (図 1) の一角と位置づけられています。さらに情勢変化の激しい今日においては、OODA ループを構築し、評価結果を計画や資源配分へ適時反映させることが必要です。

評価結果は、被評価プロジェクト/制度等の資源配分、事業計画等に適切に反映させることにより、事業の加速化、縮小、中止、見直し等を的確に実施し、技術開発内容やマネジメント等の改善、見直しを的確に行っていきます。

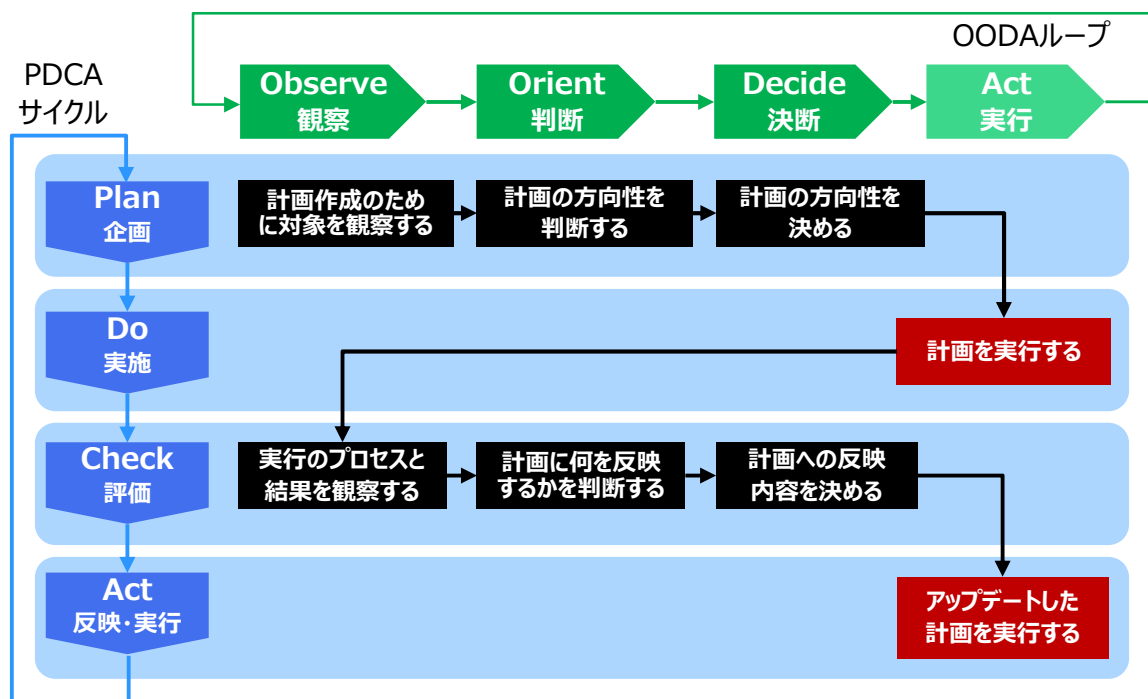


図 1 研究開発マネジメント PDCA サイクルと OODA ループ組み合わせ例

2. 技術評価の目的

NEDO では、次の 3 つの目的のために技術評価を実施しています。

- (1) 業務の高度化等の自己改革を促進する。
- (2) 社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む。
- (3) 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する。

3. 技術評価の共通原則

技術評価の実施に当たっては、次の 5 つの共通原則に従って行います。

- (1) 評価の透明性を確保するため、評価結果のみならず評価方法及び評価結果の反映状況を可能な限り被評価者及び社会に公表する。なお、評価結果については可能な限り計量的な指標で示すものとする。
- (2) 評価の明示性を確保するため、可能な限り被評価者と評価者の討議を奨励する。
- (3) 評価の実効性を確保するため、資源配分及び自己改革に反映しやすい評価方法を採用する。
- (4) 評価の中立性を確保するため、可能な限り外部評価又は第三者評価のいずれかによって行う。
- (5) 評価の効率性を確保するため、研究開発等の必要な書類の整備及び不必要な評価作業の重複の排除等に務める。

4. プロジェクト評価/制度評価の実施体制

プロジェクト評価/制度評価については、図 2 に示す実施体制で評価を実施しています。

- (1) 評価対象プロジェクト/制度毎に当該技術の外部の専門家、有識者等からなる研究評価委員会を設置。
- (2) 同研究評価委員会にて評価対象プロジェクト/制度の技術評価を行い、評価を確定する。
- (3) 評価結果を事業統括部長に報告。

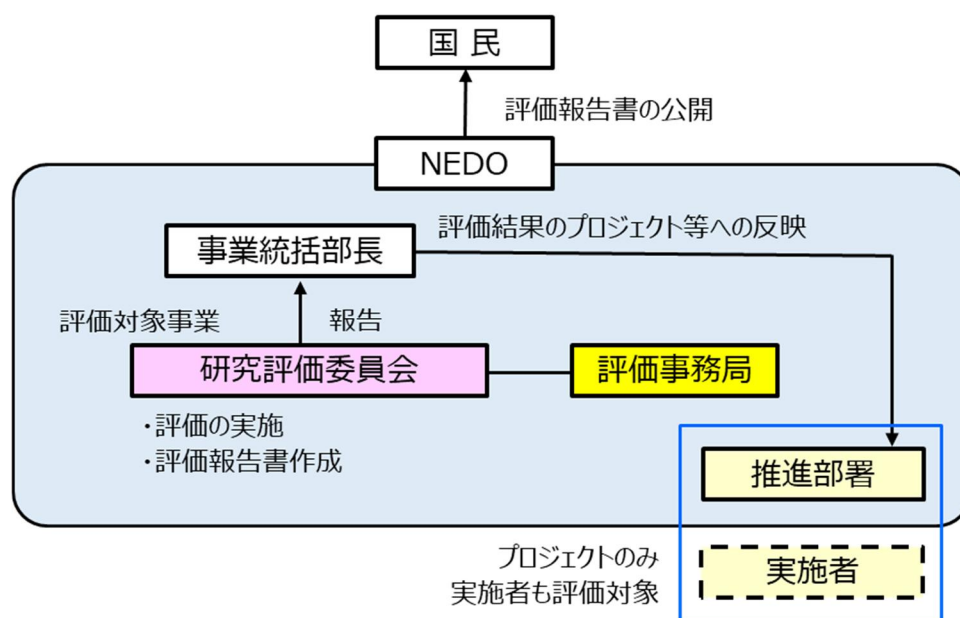


図 2 評価の実施体制

5. 評価手順

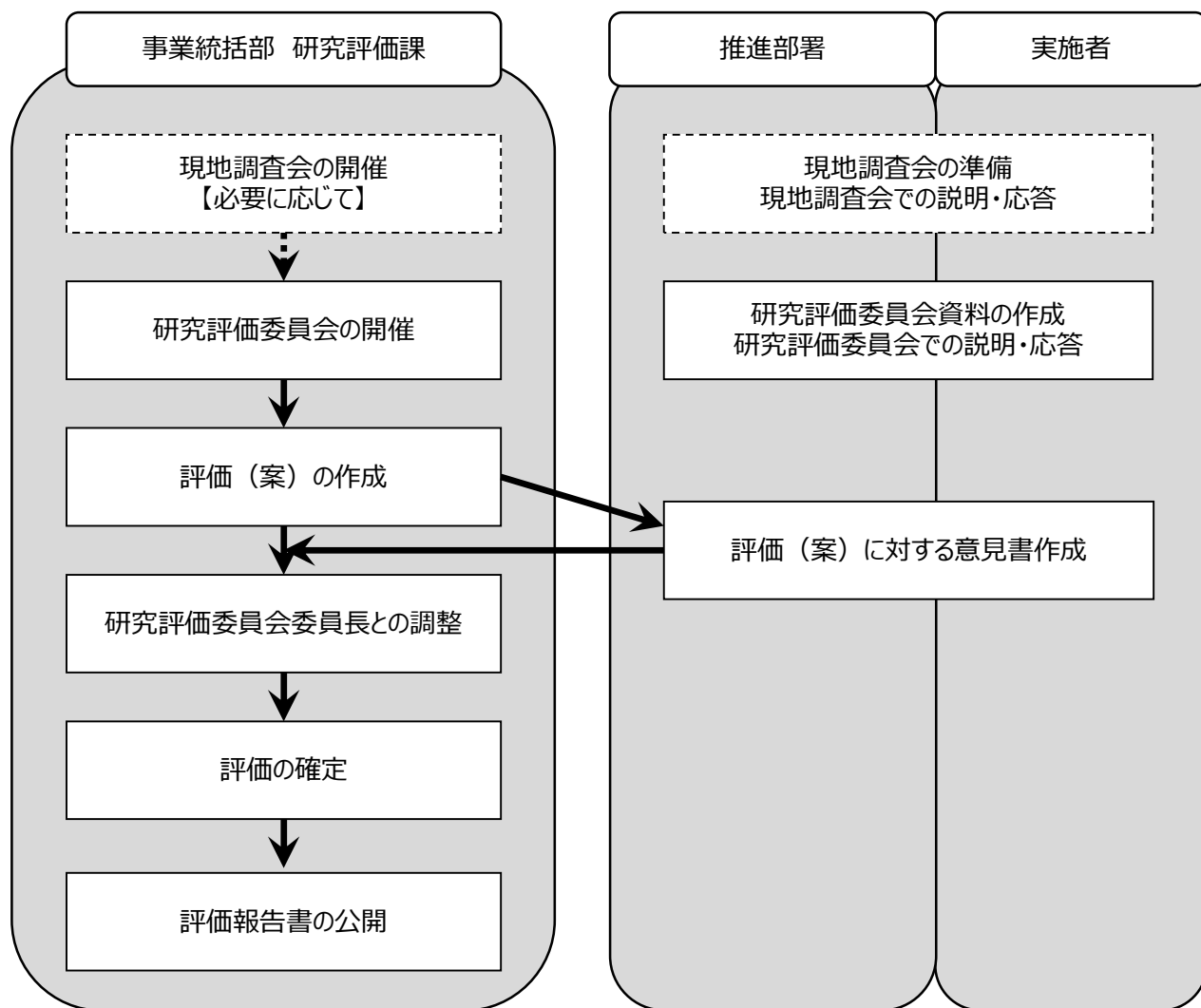


図 3 評価作業フロー

研究評価委員会
「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」（終了時評価）に係る
評価項目・評価基準

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

(1) アウトカム達成までの道筋

- ・「アウトカム達成までの道筋」※の見直しの工程において、外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を考慮したか。

※ 「アウトカム達成までの道筋」を示す上で考慮すべき事項

- ・将来像（ビジョン・目標）の実現に向けて、安全性基準の作成、規制緩和、実証、標準化、規制の認証・承認、国際連携、広報など、必要な取組が網羅されていること。
- ・官民の役割分担を含め、誰が何をどのように実施するのか、時間軸も含めて明確であること。
- ・本事業終了後の自立化を見据えていること。
- ・幅広いステークホルダーに情報発信するための具体的な取組が行われていること。

(2) 知的財産・標準化戦略

- ・オープン・クローズ戦略は、実用化・事業化を見据えた上で、研究データも含めた上で、クローズ領域とオープン領域が適切に設定されており、外部環境の変化等を踏まえてもなお、妥当であったか。
- ・本事業の参加者間での知的財産の取扱い（知的財産の帰属及び実施許諾、体制変更への対応、事業終了後の権利・義務等）や市場展開が見込まれる国での権利化の考え方は、オープン・クローズ戦略及び標準化戦略に整合し、研究開発成果の事業化に資する適切なものであったか。
- ・標準化戦略は、事業化段階や外部環境の変化に応じて、最適な手法・視点（デジュール、フォーラム、デファクト）で取り組んでいたか。

2. 目標及び達成状況

(1) アウトカム目標及び達成見込み

- ・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトカム指標・目標値を適切に※見直していたか。
- ・アウトカム目標の達成の見込みはあったか（見込めない場合は原因と今後の見通しは妥当であったか）。

※ アウトカム目標を設定する上で考慮すべき事項

- ・本事業が目指す将来像（ビジョン・目標）と関係のあるアウトカム指標・目標値（市場規模・シェア、エネルギー・CO₂削減量など）及びその達成時期が適切に設定されていること。
- ・アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。
- ・アウトカム目標の設定根拠は明確かつ妥当であること。
- ・達成状況の計測が可能な指標が設定されていること。

(2) アウトプット目標及び達成状況

- ・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトプット指標・目標値を適切に※見直していたか。
- ・最終目標は達成しているか。未達成の場合の根本原因分析や今後の見通しの説明は適切だったか。
- ・副次的成果や波及効果等の成果で評価できるものがあったか。
- ・オープン・クローズ戦略や実用化・事業化の計画を踏まえて、必要な論文発表、特許出願等が行われていたか。

※ アウトプット目標を設定する上で考慮すべき事項

- ・アウトカム達成のために必要なアウトプット指標・目標値及びその達成時期が設定されていること。
- ・技術的優位性、経済的優位性を確保できるアウトプット指標・目標値が設定されていること。
- ・アウトプット指標・目標値の設定根拠が明確かつ妥当であること。
- ・達成状況の計測が可能な指標（技術スペックとTRL※の併用）により設定されていること。

※TRL：技術成熟度レベル（Technology Readiness Levels）の略。

3. マネジメント

(1) 実施体制

- ・実施者は技術力及び実用化・事業化能力を発揮したか。
- ・指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能していたか。
- ・実施者間での連携、成果のユーザーによる関与など、実用化を目指した体制となっていたか。
- ・個別事業の採択プロセス（公募の周知方法、交付条件・対象者、採択審査の体制等）は適切であったか。
- ・本事業として、研究開発データの利活用・提供方針等は、オープン・クローズ戦略等に沿った適切なものであったか。また、研究者による適切な情報開示やその所属機関における管理体制整備といった研究の健全性・公正性（研究インテグリティ）の確保に係る取組をしたか。

(2) 研究開発計画

- ・アウトプット目標達成に必要な要素技術の開発は網羅され、要素技術間で連携が取れており、スケジュールは適切に計画されていたか。
- ・研究開発の進捗を管理する手法は適切であったか（WBS^{※1}等）。進捗状況を常に関係者が把握し、遅れが生じた場合、適切に対応していたか。

※1 WBS：作業分解構造(Work Breakdown Structure)の略。

- ・研究開発の継続又は中止を判断するための要件・指標、ステージゲート方式による個別事業の絞り込みの考え方・通過数などの競争を促す仕組みの運用は妥当だったか。

参考資料 3 現地調査会議事要旨

研究評価委員会
「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」(終了時評価)
現地調査会 議事要旨

1. 日 時：2026年6月25日(木) 14:30～16:45

2. 場 所：国立研究開発法人産業技術総合研究所 つくば中央事業所東地区 本館1階第2会議室

3. 出席者(敬称略、順不同)

＜委員会委員＞

委員長	三浦 誠司	北海道大学 大学院工学研究院 材料科学部門 教授
委員長代理	中野 貴由	大阪大学 大学院工学研究科 マテリアル生産科学専攻 教授
委員	奥田 章順	株式会社航想研 代表取締役
委員	尾崎 由紀子	大阪大学 接合科学研究所 複合化機構学分野 招へい教授
委員	北岡 諭	一般財団法人ファインセラミックスセンター 執行理事
委員	中川 成人	株式会社 超高温材料研究センター 代表取締役社長

＜推進部署＞

金山 恒二	NEDO 航空・宇宙部 部長
飯山 和堯	NEDO 航空・宇宙部 航空材料ユニット 構造材料チーム 主任 (PMgr)
井手口 貴弘	NEDO 航空・宇宙部 航空材料ユニット 構造材料チーム 主任
高津 亮太	NEDO 航空・宇宙部 航空材料ユニット 構造材料チーム 主査

＜実施者＞

榎 学	東京工科大学 片柳研究所 教授 (PL)
増井 慶次郎	産業技術総合研究所 次世代ものづくり実装研究センター センター長
廣瀬 伸吾	産業技術総合研究所 次世代ものづくり実装研究センター 上級主任研究員
原田 祥久	産業技術総合研究所 次世代ものづくり実装研究センター 研究チーム長
吉田 拓	JX 金属株式会社 技術本部技術戦略部 主任技師
草原 輝樹	JX 金属株式会社 技術開発センター戦略グループ 主任技師
宮前 収	一般財団法人金属系材料研究開発センター 総務企画部 主席研究員

＜評価事務局＞

植松 郁哉	NEDO 事業統括部 研究評価課 主任
松田 和幸	NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員
對馬 敬生	NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員
板倉 裕之	NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員

4. 議事次第

- 1)開会
- 2)委員紹介・挨拶
- 3)調査テーマの概要説明
- 4)研究開発関連設備の現地調査
- 5)質疑応答
- 6)閉会

5. 議事要旨

知的財産権の保護の上で支障が生じると認められるため、委員長の下承のもと全て非公開で行われた。

以 上

本研究評価委員会報告は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）事業統括部が委員会の事務局として編集しています。

NEDO 事業統括部 研究評価課

研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。

(https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html)

〒212-8554

神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミューザ川崎セントラルタワー

TEL 044-520-5160