

ナノテクノロジー・材料科学技術に関する 研究開発課題の中間評価結果

令和5年12月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 委員等名簿

相澤	彰子	国立情報学研究所 副所長・教授
●五十嵐	仁一※	ENEOS 総研株式会社顧問
菅野	了次※	東京工業大学科学技術創成研究院特命教授、全固体電池研究センター長
栗原	美津枝	株式会社価値総合研究所代表取締役会長
田中	明子	国立研究開発法人産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 マグマ活動研究グループ長
原田	尚美※	東京大学大気海洋研究所教授、国立研究開発法人海洋研究開発機構地球環境部門招聘上席研究員
◎観山	正見	岐阜聖徳学園大学・同短期大学部・学長
明和	政子	京都大学大学院教育学研究科教授
村岡	裕由	国立大学法人東海国立大学機構 岐阜大学流域圏科学研究センター教授
村山	裕三	同志社大学名誉教授
出光	一哉	東北大学特任教授
上田	良夫	大阪大学大学院工学研究科教授
大森	賢治※	大学共同利用機関自然科学研究機構 分子科学研究所 教授・研究主幹
上村	靖司	長岡技術科学大学技学研究院教授
佐々木久美子		株式会社グルーヴノーツ代表取締役会長
高梨	弘毅※	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構先端基礎研究センター長、東北大学名誉教授
土屋	武司	東京大学大学院工学系研究科教授
長谷山	美紀	北海道大学副学長、大学院情報科学研究院長
原澤	英夫	元国立研究開発法人国立環境研究所理事
宮園	浩平	国立研究開発法人理化学研究所理事／東京大学大学院医学系研究科卓越教授

◎：分科会長、●分科会長代理

※本評価には参加していない

第12期ナノテクノロジー・材料科学技術委員会 委員

	氏名	所属・職名
主査	高梨 弘毅	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構先端基礎研究センター長
	伊藤 みほ	株式会社デンソー 先端技術研究所長
	上杉 志成	京都大学化学研究所教授
	折茂 慎一※	東北大学材料科学高等研究所長
	加藤 隆史	東京大学大学院工学系研究科教授
	菅野 了次※	東京工業大学科学技術創成研究院 特命教授、全固体電池研究センター長
	堅達 京子	株式会社NHK エンタープライズ第1制作 センター社会情報部エグゼクティブ・プロ デューサー
	関谷 毅	大阪大学産業科学研究所教授
	瀬戸山 亨	三菱ケミカル株式会社エグゼクティブフ ェロー
	高村 由起子	北陸先端科学技術大学院大学先端科学技 術研究科教授
	武田 志津	株式会社日立製作所専門理事、 研究開発グループ技師長、 日立神戸ラボ長
	永次 史	東北大学多元物質科学研究所教授
	中山 智弘	国立研究開発法人科学技術振興機構研究 開発戦略センター企画運営室長、 フェロー
	納富 雅也	東京工業大学理学院教授、 NTT 物性科学基礎研究所フェロー
	長谷川美貴	青山学院大学理工学部教授
	平田 裕人	トヨタ自動車株式会社先端材料技術部長
	宝野 和博※	国立研究開発法人物質・材料研究機構理 事長
	馬場 嘉信	名古屋大学大学院工学研究科教授
	湯浅 新治	国立研究開発法人産業技術総合研究所新

吉江 尚子
萬 伸一

原理コンピューティング研究センター長
東京大学副学長、生産技術研究所教授
国立研究開発法人理化学研究所量子コン
ピュータ研究センター副センター長

※本評価には参加していない。

中間評価検討会 委員

	氏名	所属・職名	
主査	黒田 一幸	早稲田大学・名誉教授	
	稲熊 宜之	学習院大学 理学部・教授	
	神谷 秀博	東京農工大・理事/副学長	
	神谷 浩樹	AGC(株)・執行役員 技術本部先端基盤研究所長	
	木場 祥介	ユニバーサルマテリアルズインキュベーター株式会社・ 代表取締役パートナー	
	高橋 真木子	金沢工業大学大学院イノベーションマネジメント研究科・教授	
	中山 智弘※	国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター・ 企画運営室長、フェロー	
	脇坂 安顕	(株)レゾナック・ホールディングス・ 研究開発企画部長	

※第12期ナノテクノロジー・材料科学技術委員会委員

材料の社会実装に向けたプロセスサイエンス構築事業 (Materealize) の概要

1. 課題実施期間及び評価時期

実施期間：令和元年度～令和7年度

中間評価：令和3年度及び令和5年度、事後評価：令和8年度を予定

2. 研究開発目的・概要

・目的

革新的な機能を有するものの社会実装につなげていない素材について、①大学等が学理・サイエンスを構築すること、②構築された学理・サイエンスを活用し、企業が社会実装に向けた技術開発を行うための大学等と企業の連携体制(産学官からの相談先)を構築することを目的としている。

・概要

材料の社会実装に向けたプロセスサイエンスの効果的な発展が見込まれる、①ナノ材料の界面・構造制御プロセスサイエンス分野及び②全固体電池を実現する接合プロセス技術革新分野について、PDの強力なリーダーシップのもと、大学・国立研究開発法人等に、マテリアルの製造プロセスにおける諸現象の解明から、学理・サイエンスに基づく製造プロセスの提案までを一気通貫で取り組む体制を構築する。

構築された体制は、プロセス技術上の課題解決のための産学官からの相談先としても機能し、民間企業等における社会実装に向けた技術開発に貢献するとともに維持・発展し、我が国全体のマテリアル分野の社会実装を加速することに貢献する。

(※ポンチ絵を参照)

3. 研究開発の必要性等

(1) 必要性

ナノテクノロジー・材料科学技術はエレクトロニクスや自動車、ロボット等、我が国の基幹産業を支える要であり、我が国が高い国際競争力を有する分野である。なかでも材料分野は現在でも我が国の輸出総額の20%以上を占める重要な産業基盤であり、今後とも我が国の産業競争力を維持・成長させていくために国としても重点的に推進すべき分野である。しかしこれまでの材料研究開発に関する施策は新たなマテリアルの創出にフォーカスされており、「使えるマテリアル」に作り込むために必要となる科学技術への施策が手薄で、ナノテクノロジー・材料分野全体の研究開発のポートフォリオの重要な一角が不足している状況にある。

このような「使えるマテリアル」に作り込むために必要となる科学技術は、材料の構造等をナノレベルで制御することが必要になったり、従来材料で使われてきたプロセスがそのまま適応できずより高いレベルの技術が要求されるようになってきている。また、持続

可能な開発目標（SDGs）に掲げられているような材料開発が求められており、社会・産業上の課題解決に必要な基礎研究に立ち返ってサイエンスを追及しつつ、技術体系として確立し、「使える技術」とする必要性が出てきている。このような基礎に立ち返ることが求められる科学技術について、それを担う人材育成も含め、産業界のみで取り組むことは難しく、国が積極的に施策を講じる必要がある。

仮に施策を講じなければ、旧来の生産技術が連綿と継承されるにとどまり、新規マテリアルの候補が次々に創出されても、それを社会実装するために必要な新たなプロセス技術が確立していないがために、将来的に我が国が強みを有する材料分野の産業基盤が崩壊する可能性がある。また、「未来投資戦略 2018」（平成 30 年 6 月 15 日閣議決定）や「拡大版 SDGs アクションプラン 2018」（平成 30 年 SDGs 推進本部決定）にも記載されている「ナノテクノロジー・材料分野の研究開発戦略」においても「創出された革新的マテリアルを世に送り出すサイエンス基盤の構築」が重要な取組として位置付けられており、本施策を実施する必要性は高いと考えられる。

（２）有効性

現在までの材料研究開発施策は、マテリアルそのものの研究に重点が置かれており、プロセスサイエンスとあわせて世に出ていく段階まで作り上げる施策が不足している。それには、新材料そのものを創出する研究開発にとどまらず、材料の作り方にフォーカスを当てたプロセスサイエンスに取り組む施策を実施することが有効であると考えられる。

本事業においては、工学基盤の広範な底上げが見込まれる具体的なターゲット設定の下、産学官が連携した体制を構築し研究開発を推進することで、個別分野の要素理解や技術開発を統合的に理解することが可能になる。

また事業終了後においても、プロジェクトを通じて得られた成果をもとに、産学官が抱える他のマテリアル等の課題解決に資するため、駆け込み寺としての相談先機能を残す仕組みを構築する工夫があり、ナノテクノロジー・材料分野全体の研究開発のポートフォリオを埋めるための施策として有効であると考えられる。

（３）効率性

本事業では各大学や研究者毎に個別に実施されている研究開発活動をつなげ、一連の材料創製プロセスに取り組む事業を構築することによって、個別支援では実施できないレベルの研究開発を推進している。その波及的な効果としてマテリアルを作り上げていく過程全体を把握する人材育成にも資するなど、もって我が国のナノテクノロジー・材料分野におけるプロセスサイエンスの基盤構築に向けて効果的・効率的に取り組むことが可能となる。

また、産学が共通で抱える課題に取り組むための仕掛けを構築することで、多様な人材が集まることが期待でき、従来難しかったタイプの産学交流の機会を持つことにつながり、社会実装に向けて真に必要な課題に取り組むことができる体制が構築される。

事業の運営に当たっては、アカデミア出身の PD と、企業出身者等からなるプログラム運営委員会を設置することで、複数企業との連携の下で社会実装に向けたニーズをとらえた領域のプロセス構築を行うことができる仕組みとなっている。

さらに、新たなプロセスに関するサイエンスが構築されることで、従来方法では世に出すことが難しく死蔵してしまっていた研究段階の材料を社会実装につなげることができ

ると期待される。これにより、今まで我が国の材料研究開発施策によって創出されてきた成果を有効活用することも見込まれるため、ナノテクノロジー・材料分野に対する研究開発全体の費用対効果の向上に貢献することが考えられる。

加えて、本事業はマテリアル創成の工程で生じている諸現象を科学的に明らかにすることで、従来ノウハウとして貯められていた暗黙知による技術等の数値化が可能になり、データ駆動型の材料開発に対しても重要なデータを提供することが可能であると考えられる。

4. 予算（執行額）の変遷

年度	R1(初年度)	R2	R3	R4	R5	翌年度以降	総額
予算額	306 百万	306 百万	305 百万	305 百万	305 百万	305 百万 (見込額)	2,136 百万 (見込額)
執行額	304 百万	303 百万	303 百万	303 百万	—	—	—

5. 課題実施機関・体制(令和5年8月現在)

ナノ材料の界面・構造制御プロセスサイエンス

代表研究者 国立大学法人東北大学 教授 阿尻雅文

代表機関 国立大学法人東北大学

分担機関 東京大学、産業技術総合研究所、一般財団法人ファインセラミックスセンター、東京農工大学、東北工業大学、早稲田大学、日本大学

全固体電池を実現する接合プロセス技術革新

代表研究者 国立研究開発法人物質・材料研究機構 フェロー 高田和典

代表機関 国立研究開発法人物質・材料研究機構

分担機関 一般財団法人ファインセラミックスセンター

6. その他

プログラム運営委員会メンバー(令和5年8月現在)

PD 松原英一郎 早稲田大学 ナノ・ライフ創新研究機構 研究院客員教授

サブ PD 伊藤忠 元 富士フィルム株式会社 有機合成化学研究所 研究主幹
(以下、「SPD」という。)

P0 永野智己 科学技術振興機構 研究監／フェロー／総括ユニットリーダー

P0 森脇章太 東洋紡株式会社 イノベーション戦略部 主席部員

専門委員 大久保達也 東京大学 理事・副学長

菅野了次 東京工業大学 科学技術創成研究院
全固体電池研究ユニットリーダー・教授

倉谷益功 旭化成株式会社 研究・開発本部 知的財産部長

文部科学省研究振興局参事官(ナノテクノロジー・物質・材料担当)

・研究データの管理・利活用に関する取組状況

実験、評価解析及び計算によるデータ創出、既存のデータベースや論文・書籍等の取込により、「プロセス・構造・物性」相関データベースを構築し、プロセスサイエンスの学理構築に活用している。

材料の社会実装に向けたプロセスサイエンス構築事業 (Materealize)



令和5年度予算額 305百万円
 (前年度予算額 305百万円)

文庫科学省

【背景】

- マテリアル（物質・材料・デバイス）に関する科学技術は、我が国に必要不可欠な基盤技術。
- 「マテリアル革新力強化戦略」（2021.4）においては、製造プロセス技術は経験とノウハウが蓄積されており、我が国の強みとなっている一方で、製品のニーズ多様化と寿命短縮化の傾向が高まる中、製造プロセスの高度化と開発期間の短縮化の必要性が掲げられているところ。
- また、マテリアル自体の高度化や経済的な制約、持続可能性への対応のためプロセスが達成すべきハードルが高くなっており、プロセスについて改めてサイエンスに立ち返ることが求められている。

【目的】

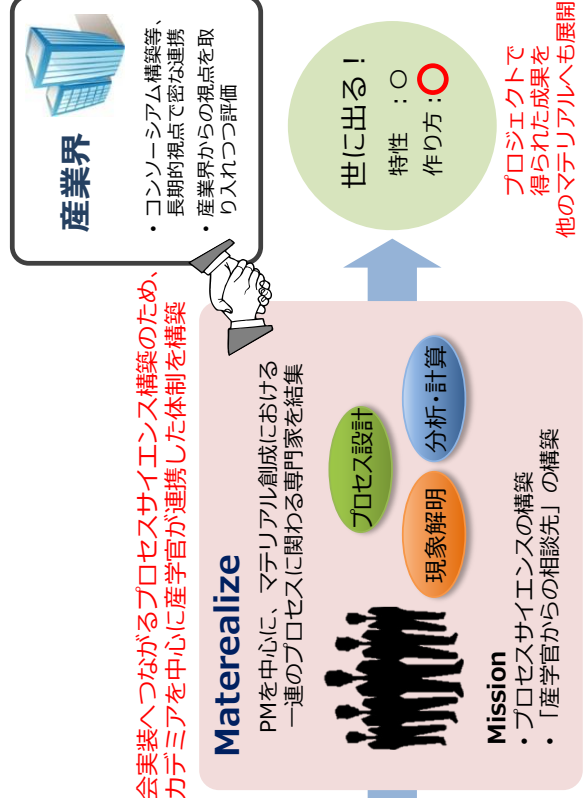
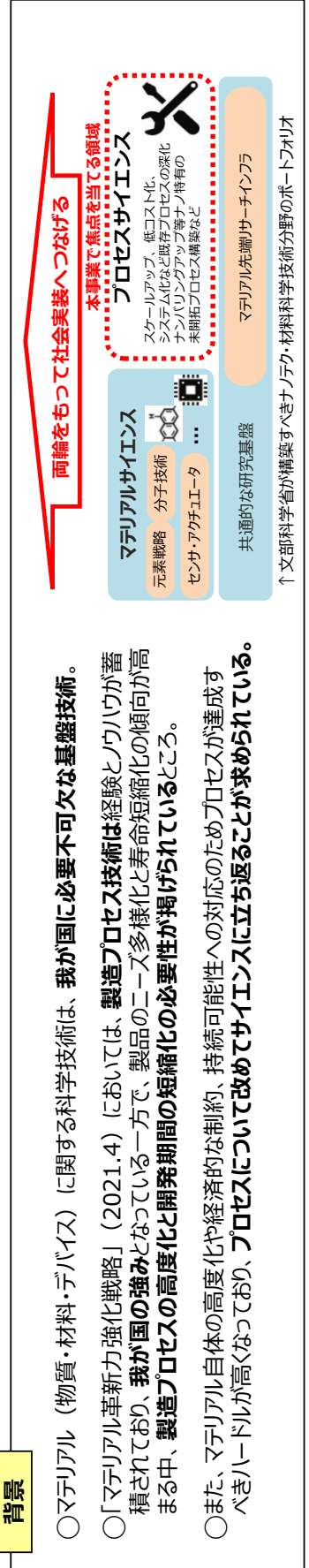
- 革新的な機能を有するものプロセス技術の確立していない材料を社会実装に繋げるため、プロセス上の課題を解決するための学理・サイエンス基盤としてプロセスサイエンスの構築を目指す。
- あわせて、構築された学理・サイエンスを活用し、企業が社会実装に向けた技術開発を行うための大学と企業の連携体制(産学官からの相談先)を構築する。

【概要】

- 研究代表者（PM）を中心に、現象解明、プロセス設計、分析・計算の要素を含んだ、幅広い連携が行われる研究体制を構築
- 材料を社会実装につなげる明確なビジョンと、具体的なターゲットを設定し、創出される成果が複数種の材料が有するものづくりの課題解決に資する取組を推進
- 産学官の課題解決のための相談先としても機能し、民間企業等と共に発展し、我が国全体のマテリアルの社会実装の加速に貢献

【スキーム】

- ✓ 事業規模：1.5億円×2課題
 - ✓ 事業期間：7年間（R元年度～）
- ※3年目、5年目でステータス評価を実施。



中間評価票

(令和5年8月現在)

1. 課題名 材料の社会実装に向けたプロセスサイエンス構築事業 (Materealize)			
2. 関係する分野別研究開発プラン名と上位施策との関係			
プラン名	ナノテクノロジー・材料科学技術分野研究開発プラン		
プランを推進するにあたっての大目標	「未来社会を見据えた先端基盤技術の強化」(施策目標 9-1) 概要：我が国の未来社会における経済成長とイノベーションの創出、ひいては Society 5.0 の実現に向けて、幅広い分野での活用の可能性を秘める先端計測、光・量子技術、ナノテクノロジー・材料科学技術等の共通基盤技術の研究開発等を推進する。		
プログラム名	ナノテクノロジー・材料科学技術分野研究開発プログラム 概要：ナノテクノロジー・材料科学技術は、他分野の研究開発を支える基盤となる重要な分野であり、幅広い応用が期待される。望ましい未来社会の実現に向けた中長期的視点での研究開発の戦略的な推進や実用化を展望した技術シーズの展開、最先端の研究基盤の整備強化等に取り組むことにより、ナノテクノロジー・材料科学技術分野の強化を図り、革新的な材料の創製や研究人材の育成、社会実装等につなげる。		
上位施策	第6期科学技術・イノベーション基本計画(令和3年3月26日閣議決定) マテリアル革新力強化戦略(令和3年4月27日統合イノベーション戦略推進会議決定)		
プログラム全体に関連する アウトプット指標	過去3年程度の状況		
	令和2年	令和3年	令和4年
プロセス設計指針(「プロセス・構造・物性」の関連の件数)(*1)	27	80	117
連携体制の構築につながるコンソーシアムの設立数	1	2	2
(*1) {プロセス・構造・物性}の関連の件数			
・プロセス・構造・物性のうち、2種以上の関連を得たものを1件とする。			
・既に得た関連から、さらに条件範囲を広げて新たな関連が得られた等の場合は、それをもって新たに1件とする。			

プログラム全体に関連する アウトカム指標	過去3年程度の状況		
	令和2年	令和3年	令和4年
査読付論文の本数	27	28	36
産学官からの相談件数(*2)	39	55	89
コンソーシアム等参画企業数	2	2	9
資金導入機関からの資金導入状況 (%)(*3)	9	17	26

(*2) 産学官からの相談件数として、以下ABCのうち「B+C」をカウント

A: プロジェクトから相談元への情報提供を主体とする相談

B: 単なる情報提供だけではない、具体的なディスカッションを経た”助言やコンサルティング”を含む相談

C: 双方向の知識提供・ディスカッションによって、互いのフィードバックや、新知見の創出・発見、共同研究など、発展性や新たな活動につながる可能性のある相談

(*3) 資金導入機関: 株式会社、持分会社、有限会社等の民間企業及び一般社団法人、一般財団法人、公益社団法人並びに公益財団法人。

資金導入状況(%)=(資金導入機関からの資金導入費(*4)) / (年度当たりの総研究費) × 100

(*4) 資金導入機関からの資金導入費の定義(下記ア～ウ)

(ア) 実施機関(代表機関+分担機関)に対して資金導入機関がプロジェクトの推進の為に拠出する共同研究開発費(間接経費を含む)、寄付金、物品(設備、備品、消耗品等を含む)、人件費・謝金、旅費等。

(イ) プロジェクトの推進の為に資金導入機関が直接支出する研究費(物品費(設備備品費、消耗品費を含む)、人件費・謝金、旅費等)。実施機関に対して資金導入機関が派遣する研究者等に対する支出も含む。

(ウ) 資金導入機関が直接支出する、採択されたプロジェクトの研究開発成果の活用等に係る経費

3. 評価結果

(1) 課題の進捗状況

材料の社会実装に向けたプロセスサイエンス構築事業(Materealize)(以下「本事業」という。)は、革新的な機能を有するものの社会実装につながっていない素材について、①大学等が学理・サイエンスを構築すること、②構築された学理・サイエンスを活用し企業が社会実装に向けた技術開発を行うための大学等と企業の連携体制(産学官からの相談先)を構築すること、を目的としている。

本事業で採択された2つのプロジェクト、「ナノ材料の界面・構造制御プロセスサイエンス」及び「全固体電池を実現する接合プロセス技術革新」においては、研究開始から実質4年弱としては、一部改善を要するものの、想定以上の成果創出が2つのプロジェクト共に認められる。材料の社会実装に向けたプロセスサイエンス構築に向けて成果を上げているとともに産学官の課題の解決のための相談先としても機能しており、単なる情報提供にとどまらない相談件数や企業等からの資金導入率も順調に伸びている。

各々の進捗等にかかる具体的な状況は以下のとおり。

【ナノ材料の界面・構造制御プロセスサイエンス】

本プロジェクトでは、様々な分野で応用研究が行われていながら、実用化へのハードルが高いナノ材料の設計・制御基盤となる界面・構造制御のプロセスサイエンスの構築を目指している。

世界に先んじて「ナノ粒子系の熱力学」をプロセスサイエンスとして体系化しようとする取組であり、化学工学の発展、ナノ材料の活用の発展の観点で様々な産業応用も期待され、極めて重要な成果・進捗を創出している。データの収集と解析によりナノ粒子に対して熱力学的な取扱いが可能なことを見出し、体系化されたプロセスサイエンスの学理として令和7年に改訂が予定される「化学工学便覧 第8版」への掲載を目指している点も優れている。

コンソーシアムを介した産官学連携も、相談対応という一方向の貢献だけでなく、企業からのデータ提供も受け付ける仕組みを構築し、相互連携の取組となっている。民間企業等からの資金導入状況も当初計画を上回っており、基礎・基盤研究の継続も可能な体制の構築に向けて順調に進捗している。

若手研究者や大学院生がプロジェクトに参加しており、昇任も数多く見られ、新たなリーダー育成につながっている。

また、データを含む広義の知的財産の取扱い等において各企業の利害関係が衝突しないように、コンソーシアム運営会議の下に、それらの管理運用を適切に行う知的財産運営委員会を設置している。

このように、プロジェクトにおいて設定した研究開発上の5年目マイルストーン及び資金導入目標は、令和5年度末において十分に達成の見込みであり、当初の目標を超える進捗も認められる。

一方で、当初計画を上回る成果が期待できるゆえに、コンソーシアムの運営や知的財産の取扱いについては新たな課題が起こる可能性は否定できない。事業終了後も本プロジェクトで構築された拠点としての求心力を持って維持運営するために、企業から提供されたデータの取扱いを含む広義の知的財産マネジメント、その取扱い体制、運営コストについての検討は今後の喫緊の課題である。

【全固体電池を実現する接合プロセス技術革新】

本プロジェクトは、次世代蓄電池と目される酸化物型全固体電池の開発技術において、その基礎となるセラミックス材料接合のプロセスサイエンスの構築を目指している。可塑性をほとんど示さない酸化物型固体電池では、電極/電解質界面及び活物質/電解質/電極界面など、必要な電気化学特性を実現する界面の形成が最も達成困難な課題とされている。プロジェクトでは主要な電池候補材料系において、良好なイオン伝導を実現する界面構造の形成方法の提案に不可欠な、固相、液相、気相のセラミックス材料接合のプロセスサイエンスの構築に挑戦している。

本プロジェクトの「産学官の相談窓口」と、物質・材料研究機構（以下「NIMS」という。）が法人として独自に進めているオープンイノベーションを推進するコンソーシアム：全固体電池 Materials Open Platform (MOP)との役割を明確化し、連携体制の整備がなされて

いる。参画企業のコミットメントを得る取組もなされており、ハブとしての機能を果たし得る状態にもなっている。相談件数も増加傾向にあり、資金導入等も目標を達成している。

本プロジェクトで雇用するポスドク研究員は、プロジェクトの研究開発推進を担っており、総合的に優れ、将来の研究開発を牽引するリーダーを育成するため取組や環境が準備されている。

関連データの集積も飛躍的に進み、さらに、NIMS の知的財産室による本プロジェクトの戦略的知的財産管理体制も構築されている。

このように、プロセスサイエンスのデータ蓄積自体は順調に進んでおり、プロジェクトにおいて設定した研究開発上の5年目マイルストーン及び資金導入目標は、令和5年度末において達成の見込みである。

一方で、焼結プロセスを対象とした接合プロセスという研究課題は意義深いものであるが、材料自体の特性にプロセスが依存するケースが多く、個別実験事例の積上げになっており、体系的な学理に帰結させることのハードルは高い。接合プロセスの体系化等、構築しようとする新しいプロセスサイエンスの思想やその全体像、方向性が十分提示できておらず、本プロジェクトによって生まれつつあるとされる新しい学理・サイエンスが、どこに象徴的に顕現されているかを明示する必要がある。PD、SPD、PO、プログラム運営委員会の更なる積極的な関与により、方向性の明確化が早急に必要と判断される。

また、酸化物型固体電池を希望する企業との連携強化なども含め、事業終了後にこの活動母体が維持運営されるためのデータを含む広義の知的財産の取扱いなども含めたルール設計とその運用体制が今後の課題である。

(2) 各観点の再評価

<必要性>

評価項目	評価基準		評価項目・評価基準の適用時期
科学的・技術的意義、社会的・経済的意義、産業競争力の向上、国費を用いた研究開発としての意義	定量的	—	—
	定性的	・本事業における取組が、ナノテクノロジー・材料分野における将来の我が国の産業競争力につながるものであるか。 ・我が国の材料科学技術基盤の強化に資する施策内容になっているか。	前
事業目標の妥当性	定量的	—	—
	定性的	・我が国のナノテクノロジー・材料分野における研究力及び産業競争力を維持・向上させていくため、魅力的な機能を持つ物質・材料・デバイス（マテリアル）を創出するための研究開発のみならず、マテリアルを社会実装につなげるために必要な、基盤となる学理・プロセスサイエンスを構築するための事業目標となっているか。	中

		・構築するプロジェクト体制は、産学官の課題解決のための相談先としても機能し、民間企業等と共に維持・発展する計画を有し、我が国全体のマテリアルの社会実装を加速することに貢献する事業目標となっているか。	
--	--	---	--

(* 5) 評価項目・評価基準の適用時期が事前評価時。

(* 6) 評価項目・評価基準の適用時期が中間評価時。

本事業は世界的に見て我が国のマテリアル技術基盤の中で「強み」を有している、ナノ粒子プロセス、焼結プロセスを対象に、マテリアルを社会実装へつなげ、我が国のナノテクノロジー・材料分野の研究力・産業競争力を維持・向上させていくための重要な取組であり、極めて妥当な事業目標である。産官学一体となって材料の社会実装に向けたプロセスサイエンスの新たな発展を目指す取組は、我が国の産業競争力強化の上で不可欠である。また、マテリアル分野においてプロセスサイエンスという概念を取り入れた事業を我が国が先んじて行ったことは重要で、Horizon Europe 等の諸外国の情勢を見ても必要な取組であった。

物質研究から製造プロセスまで見通すことは単独の機関では不可能であり、産官学の連携による本事業推進は極めて有効で必要性が高い。

両プロジェクトともにマテリアル創出の研究開発のみならず、マテリアルを社会実装につなげる学理・プロセスサイエンスを構築するための事業目標に向けて課題を設定し運営されており、事業目標が適切なものであると評価できる。

一方で、プロジェクトの一部では構築しようとする新しいプロセスサイエンスの思想やその全体像、方向性のより明確な提示が必要等の課題があった。また両プロジェクトとも事業終了後を見据えたデータを含む広義の知的財産マネジメントや拠点としての継続性については、今後早急な検討を要する。これらの点について、PD、SPD、PO やプログラム委員会の更なる主体的な検討や各課題への積極的な関与による改善や進捗を期待する。

産学官の問題解決のための相談先としても機能しており、単なる情報提供にとどまらない相談件数も順調に伸びている。また、両プロジェクトともに民間企業等と協力してプロジェクトを維持・発展する計画を有し、我が国のマテリアルの社会実装を加速することに貢献する事業目標となっており、実際、資金導入機関からの資金導入状況(%)も順調に伸びている。

以上のことから、本事業の進捗・成果が冒頭に掲げた評価基準を満たしていると判断できる。

<有効性>

評価項目	評価基準		評価項目・評価基準の適用時期
新しい知の創出への貢献、直接・間接の成果・効果やその他波及	定量的	—	—
	定性的	従来手薄になっていたプロセスサイエンスの構築に資する事業になっている	前

効果の内容		か。 事業終了後においても、プロジェクトで培った成果が産学官が抱える他のマテリアルにも波及する仕組みになっているか。 材料創製の全体像を把握できる人材が育成され得るスキームになっているか。	
事業全体の進捗・成果	定量的	—	—
	定性的	<ul style="list-style-type: none"> ・工学基盤の広範な底上げが見込まれる具体的なターゲット設定の下、産学官が連携した体制を構築し、個別分野の要素理解や技術開発を統合的に理解するための、材料の作り方にフォーカスを当てたプロセスサイエンスの構築が進んでいるか。 ・産学官が交流する仕組みを構築し、マテリアル創製フローの全体像を理解して有効なプロセスを考案できる人材の育成につながる取組が進んでいるか。 ・特許・ノウハウ等の知的財産や関連するプロセスデータを適切に取り扱う体制が構築されているか。 	中

設定されている課題は、産業界でも注視されている重要なものであり、材料の作り方にフォーカスを当てたプロセスサイエンスの確立に向けた成果集積が進んでいる。特に【ナノ材料の界面・構造制御プロセスサイエンス】では、プロセスサイエンスについての体系的な知識の構築が試みられており、化学工学の発展、ナノ材料の活用の発展の観点で様々な産業応用も期待され、極めて重要な成果・進捗を創出している。

企業等からの資金導入も順調に進んでおり、事業終了後を見据えた体制の構築も進んでいる。将来的に、プロジェクトで培った成果が産学官の抱える他のマテリアル課題の解決にも資する期待があり、有効性が高い。

人材育成についても、特に若手がこのプロジェクトに深く関与し総合的に優れた人材の育成を意識した取組がなされている。社会実装の壁となっている課題に関する新たな学理の創出は、アカデミア研究者に新たな刺激をもたらし、また、新しい学術創成に若手研究者が携わることの将来的な波及効果としても、その有効性を評価することができる。

特許・ノウハウ等の知的財産や関連するプロセスデータを取り扱う体制は、【ナノ材料の界面・構造制御プロセスサイエンス】の場合、東北大学産学連携機構と東北テクノアーチ社（TLO）が担当している。コンソーシアム参画機関間や参画機関と外部機関間で発生する知的財産権や研究データの管理・運用を適切に取り扱うため、本プロジェクトコンソーシ

アム運営会議下に知的財産運営委員会を設置し、各参画機関の利害関係の衝突を防いでいる。【全固体電池を実現する接合プロセス技術革新】の場合、NIMSの知的財産室による本プロジェクトの戦略的知的財産管理体制が構築されている。

知的財産の量も質も向上し、データを含む広義の知的財産を適切かつ有効に取り扱う体制が構築されつつある。

以上のことから、本事業の進捗・成果が冒頭に掲げた評価基準を満たしていると判断できる。

<効率性>

評価項目	評価基準		評価項目・評価基準の適用時期
費用構造や費用対効果向上策の妥当性	定量的	—	—
	定性的	目的の達成に向けて、効率的な研究を推進するための適切な実施計画と体制が形成されるスキームになっているか。	前
実施体制及び運営の妥当性	定量的	—	—
	定性的	・事業全体の実施計画、運営体制、資源配分は妥当か。運営メンバー（PD/SPD/PO/専門委員）はプロジェクトの状況を把握できているか。 ・得られたプロセスサイエンスに関する知見が、より汎用的なプロセスサイエンスへ展開し、広範なターゲットでの活用を想定しての、産官学からの相談先構築へ向けた活動が行われているか。	中

大学又は国立研究開発法人がそれぞれの研究資源と、研究・開発体制を生かして取り組むことで限られた資源を有効に生かしており、効率的な研究を推進するための適切な実施計画と体制が形成されるスキームになっている。事業全体の運営体制、資源配分は妥当である。

両プロジェクトとの定期的な会合、PDによる指示、サイトビジット、進捗状況の把握など適正な展開に向けての助言など積極的な関わりが認められる。プロジェクトにおいて設定した研究開発上の5年目マイルストーンと進捗を比較し、評価できる面と今後強化すべき点などを的確にまとめており、運営メンバーによるプロジェクトの状況把握は十分と判断される。

一方で、両プロジェクトの課題設定が異なることから、更なる運営面での改善を目指すためには、それぞれのプロジェクトで認識されている課題等を踏まえて、PD、SPD、POやプログラム委員会が適切なイニシアチブを発揮し、更なる主体的な検討や今まで以上に強い指示など各課題へのより積極的な関与が必要と判断される。

得られたプロセスサイエンスを、より汎用的なものに展開し、活用していくための産官学からの相談先の機能強化によって相談件数や資金導入が増加傾向にあることは特筆すべきである。

以上のことから、本事業の実施体制及び運営の妥当性が冒頭に掲げた評価基準を満たしていると判断できる。

(3) 科学技術・イノベーション基本計画等の上位施策への貢献状況

第6期科学技術・イノベーション基本計画では、第5期科学技術・イノベーション基本計画に引き続き、マテリアルは基盤分野として、分野別戦略である「マテリアル革新力強化戦略」に掲げられた取組を強力に推進すると記載されている。

このマテリアル革新力強化戦略では第5章、アクションプランの中の1つで「革新的製造プロセス技術の開発」が記載されており、本事業はそのコアの一つとして主要な貢献が期待されている。

実際、地道なデータ収集活動による良質なマテリアルデータを蓄積し、それらを整理するとともに、理論で裏付けし、産業界での利活用を促進するアプリケーションに近い重要なマテリアル技術、実装領域における研究開発を実践しており、マテリアル革新力強化戦略に対する貢献も大きい。産業界を巻き込むなど大きな展開につなげつつあり、今後もマテリアル革新力強化戦略に高く貢献できる事業と判断される。

さらに、本事業で行う若手人材育成を通じて将来にわたって基礎研究力を維持し、工学基盤の強化につながるという点でも貢献が見られる。

上記の内容から、本事業は第6期科学技術・イノベーション基本計画にも貢献していると判断できる。

(4) 事前評価結果時の指摘事項とその対応状況

<指摘事項>

中間評価は、体制及び研究の方向性について確認するため3年目、基礎的な理解を深め技術やプロセスの開発フェーズへの進展等を確認するために5年目、事後評価は最終年度の翌年に行うのが望ましいと考えられる。

<対応状況>

上記指摘を受け、中間評価は3年目の令和3年度に実施済み。5年目の令和5年度の結果が本中間評価結果（案）にあたる。事後評価は最終年度の翌年令和8年度を予定。

(5) 今後の研究開発の方向性

本課題は「継続」、「中止」、「方向転換」する（いずれかに丸をつける）。

理由：今後も基礎学理の確立及びデータ科学の活用が推進され、材料の社会実装につながる成果が大いに期待される。一方で一部には課題も明らかとなった。本事業はマテリアルを社会実装へつなげ、我が国のナノテクノロジー・材料分野の研究力・産業競争力を維持・向上させていくための重要な取組であり、一部改善の上、本事業を継続することが望ましい。引き続きプロセスサイエンスを体系化すること、産学官でしっかり協働し、プロセスサイエンスを「世に出る」成果につなげ、本事業の終了まで志高く高みを目指すことを期待する。

<本課題の改善に向けた指摘事項>

【ナノ材料の界面・構造制御プロセスサイエンス】では、事業終了後も含め構築した拠点としての求心力を持って維持・運営するために、企業から提供されたデータの取扱いを含む広義の知的財産マネジメント、その取扱い体制、運営コストについて検討すること。

【全固体電池を実現する接合プロセス技術革新】では、接合プロセスの体系化等、構築しようとする新しいプロセスサイエンスの思想やその全体像、方向性が十分提示できておらず、今回のプロジェクトによって生まれつつあるとされる新しい学理・サイエンスが、どこに象徴的に顕現されているかを明示する必要がある。また、事業終了後にこの活動母体が維持運営されるための、データを含む広義の知的財産やの取扱いなども含めたルール設計とその運用体制が今後の課題である。

これらの点について、PD、SPD、PO、プログラム運営委員会による更なる主体的な検討及び各課題への積極的な関与が必要と判断される。

(6) その他

次の3年弱で本事業が終了するのを踏まえ、持続的な材料の社会実装に向けたプロセスサイエンス拠点の維持に向けた方策を、今から検討すべきである。学理を構築し世界で認められるレベルまで引き上げ、そしてその学理の有効性の証明、有用性の一般認識に至るまでかなりの時間を要する。マテリアル分野におけるプロセスサイエンスを国際的に認知された学術にまで育て、社会的な有効性、有用性を認識させるには次の3年弱以降も持続的な体制を各プロジェクトが構築すること及び本事業実施期間終了後の施策の検討を早急に始める必要があると考える。

知的財産については、単なる特許出願や共同出願企業による実施ではなく、両プロジェクトがそのコアコンピテンスを維持発展できるようなものが求められると考える。産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン追補版や大学の知的財産ガバナンスガイドラインを適宜参考とし、大学又は国立研究開発法人の一般的な知的財産ルールを考慮しつつ、本プロジェクトの活用のためのオーダーメイドのルールを個別に独自に設計する必要がある。