

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3年8月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

第11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	東北大学金属材料研究所教授
主査代理	五十嵐 正晃	日鉄ケミカル&マテリアル株式会社顧問
	上杉 志成	京都大学化学研究所教授 物質-細胞統合システム拠点連携教授・副拠点長
	大久保 達也※	東京大学大学院工学系研究科教授・理事・副学長
	尾崎 泰助	東京大学物性研究所物質設計評価施設教授
	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教授
	関谷 毅	大阪大学産業科学研究所教授・総長補佐・栄誉教授
	瀬戸山 亨	三菱ケミカル株式会社エクゼクティブフェロー Yokohama Science & Innovation Center 瀬戸山研究所長
	高橋 真理子	科学ジャーナリスト
	高村 由起子	北陸先端科学技術大学院大学教授
	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 基礎研究センター日立神戸ラボ長
	常行 真司	東京大学大学院理学系研究科教授
	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
	納富 雅也	東京工業大学理学院物理学系教授
	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部長
	宝野 和博	物質・材料研究機構理事
	馬場 嘉信	名古屋大学大学院工学研究科教授
	前田 裕子	九州大学理事
	湯浅 新治	産業技術総合研究所 新原理コンピューティング研究センター研究センター長
	吉江 尚子	東京大学生産技術研究所教授
	萬 伸一	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

※本事業の参画者または利害関係者であり、審議には参加しない。

中間評価検討会 委員

氏名	所属・職名
稲熊 宜之	学習院大学理学部化学科教授
奥山 喜久夫	国立大学法人広島大学名誉教授・ホソカワ粉体工学財団常務理事
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
主査 黒田 一幸	早稲田大学理工学術院名誉教授
田中 淳	昭和電工株式会社常勤監査役
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

※第11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（2025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（2026年度）を予定

2. 研究開発概要・目的

大学・国立研究開発法人等において、産学官が連携した体制を構築し、革新的な機能を有するもの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、プロセス上の課題解決に資する学理・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、「産学官からの相談先」についても構築する。

プロセスサイエンスの効果的な発展が見込まれる、ナノ材料の界面・構造制御プロセスサイエンス分野及び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作り方における諸現象の解明から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、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。

（※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・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・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、アカデミアと産業界のバランスの取れた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。

更に、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繋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・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	R 1 (初年度)	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	総額
予算額	3.06	3.06	3.05	3.06 (見込額)	3.06 (見込額)	3.06 (見込額)	3.06 (見込額)	21.2 (見込額)
執行額	3.04	3.03	—	—	—	—	—	—

単位：億円

5. 課題実施機関・体制 ※令和3年3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

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 拠点長 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3年7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
(塚本 建次 一般財団法人 大阪大学産業科学研究協会 理事長 立ち上げ時
～令和2年12月まで)

サブPD 伊藤忠 富士フィルム株式会社 有機合成化学研究所 研究主幹

PO 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

PO 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

中村 栄 旭化成株式会社 研究・開発本部 理事・知的財産部長
シニアフェロー

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)

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



令和3年度予算額 : 305百万円
(前年度予算額 : 306百万円)

文部科学省

背景

- マテリアル(物質・材料・デバイス)に関する科学技術は、我が国に必要な不可欠な基盤技術。
- 「ナノテクノロジー・材料科学技術 研究開発戦略」(2018.8)においては、革新的なマテリアルを社会実装につなげるため、プロセスをさらに深く追求し、学理・サイエンス基盤の構築とそれに対応した新たな設計・開発指針を生み出していく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・目標】

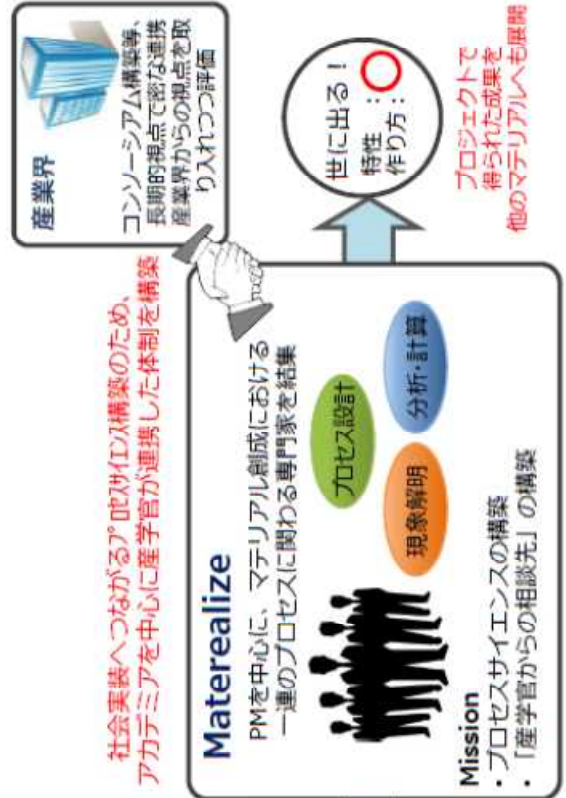
- 大学・国立研究開発法人等において、産学官が連携した体制を構築し、革新的な機能を有するものプロセス技術の確立していない材料を社会実装に繋げるため、プロセス上の課題を解決するための学理・サイエンス基盤としてプロセスサイエンスの構築 (Materialize) を目指す。あわせて、「産学官からの相談先」についても構築する。

【事業概要】

- 下記を満たすMaterializeに関する構想を公募、審査、採択
- ① 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ものであること
- ② 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、PMの研究分野だけでは無い幅広い連携が行われる研究体制を構築。
- ③ 構築された体制が、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
- マテリアルサイエンスに係る事業等の成果とも適宜連携
- ナノテクノロジープラットフォーム等の先端的な研究設備やノウハウを活用

【スキーム】

- ✓ 事業規模: 1~2億円/領域
- ✓ 事業期間: 7年間 ※3年目、5年目でステータス評価を実施。
- ✓ プロジェクトの進捗にあわせて段階的に企業支援を求める。



中間評価票

(令和3年3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. 研究開発計画との関係

施策目標：未来社会を見据えた先端基盤技術の強化

大目標（概要）：

ICTを最大限に活用し、サイバー空間とフィジカル空間（現実世界）とを融合させた取組により、人々に豊かさをもたらす「超スマート社会」を未来社会の姿として共有し、その実現に向けた一連の取組を更に深化させつつ「Society5.0」として強力に推進し、世界に先駆けて超スマート社会を実現していく。このため、国は、超スマート社会サービスプラットフォームの構築に必要な基盤技術及び個別システムにおいて新たな価値創出のコアとなり現実世界で機能する基盤技術について強化を図る。

中目標（概要）：

ナノテクノロジー・材料科学技術分野は、我が国が高い競争力を有する分野であるとともに、広範で多用な研究領域・応用分野を支える基盤であり、その横串的な性格から、異分野融合・技術融合により不連続なイノベーションをもたらす鍵として広範な社会的課題の解決に資するとともに、未来の社会における新たな価値創出のコアとなる基盤技術である。また、革新的な技術の実現や新たな科学の創出に向けては、社会実装に向けた開発と基礎研究が相互に刺激し合いスパイラル的に研究開発を進めることが重要である。これらを踏まえ、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推進や社会ニーズを踏まえた技術シーズの展開、最先端の研究基盤の整備等に取り組むことにより本分野の強化を図り、革新的な材料を創出する。

重点的に推進すべき研究開発の取組（概要）：

①未来社会における新たな価値創出に向けた研究開発の推進

イ. 新たな研究開発手法の開発

(3) 材料開発に資するプロセス技術の開発

材料を開発し、社会実装へと繋げるため、スマート生産システムへの対応や経済合理性等を考慮した製造（プロセス）技術の開発等に注力する。これらの開発を一体で推進することにより、機能発現の本質と製造プロセスに用いられる要素反応・要素過程の理解を同時に進め、その知見に基づき高機能材料を開発する。

本課題が関係するアウトプット指標：プロセスサイエンス構築により獲得されたプロセス・構造・物性の相関の件数、査読付論文数

・相関の件数※：令和元年度 18 件、令和2年度 69 件

※研究対象とする材料のプロセス・構造・物性に関し、実験等によってこれらのうち2つ以上の相関を明らかにし得たものを1件とする。

・ 査読付論文数：令和元年度 12 件、令和 2 年度 26 件

本課題が関係するアウトカム指標：産学官からの相談件数

・ 産学官からの相談数：令和元年度 37 件、令和 2 年度 39 件

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」) は、大学・国立研究開発法人等において、産学官が連携した体制を構築し、革新的な機能を有するもの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している。あわせて、「産学官からの相談先」についても構築することを目指している。

本事業で採択された二課題、「ナノ材料の界面・構造制御プロセスサイエンス」および「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 2 年弱であるにもかかわらず、成果創出が順調に進みつつある。それぞれにおいては研究対象物質が大きく異なるために、単純な比較はできないが、両課題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繋げる学理・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いる。各々の進捗等にかかる具体的な状況は以下の通り。

【ナノ材料の界面・構造制御プロセスサイエンス】

ナノ粒子に特化した本プロジェクトは、ターゲット設定が明確かつ具体的で、ナノ粒子に関わる学理創成から生産プロセスにわたる幅広いスコープを保ちつつ、従来の化学工学の学理にはない新分野創成につながる重要な進歩を示し始めている。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 (プロセスサイエンス) の構築状況について、ナノ粒子を疑似分子に相当するとみなして化学工学の視点から原理的に解析を進める手法は進歩的で非常にすぐれており、未知のナノ粒子の物性推算が可能になるなど新しい学理につながるような具体的な成果が得られており、新たな理論体系が構築されつつあると判断できる。特に液固系のナノ粒子流体の挙動が化学工学的視点で数値化、理論化、体系化出来ているというのは本事業の目標・趣旨に照らし合わせ、正に合致するものであり、広く産業応用が利くプロジェクトになっていると考えられ、大変期待出来る。個別事例における情報を、メタデータ化して解析に取り込む実績や、化学工学便覧に掲載可能レベルであることも十分評価できる。教科書に載るような仕事を多くの若い研究者が経験しつつあり、人材育成としても優秀な取組と認められる。

プロジェクトにおいて設定した研究開発上のマイルストーン及び資金導入目標は、令和 3 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。プロセス計測やシミュレーション技術の開発なども着実に進んでいる。

社会実装に向けたプロセス上の課題に対する「産学官からの相談先」の構築状況については、産学官からの相談件数、企業との共同研究数、コンソーシアム等への参加企業数も十分である。ナノ粒子の社会実装を支援するために設立した企業コンソーシアムでは、産学官が交流する仕組みが構築され、着実に推進されている。共同研究開始企業および企業からの受け入れ研究者はかなり多くなっており、企業を引き込んで大学と共に高め合うようなプラスのスパイラルが回ろうとしている。企業からの本プロジェクトに対する期待の大きさが把握できる。

データ収集基盤の構築については、データ収集のための規約やそのための組織の構築、外部データの取り込みなど、プロセスデータを適切に扱う体制が整備されている。コンソーシアムにおけるデータベースや知的財産の取り扱い等、各企業の利害関係の衝突がないような施策についても考えられている。また、特許出願も着実に進められている。データ収集基盤の構築が進んでいることから、今後はプロセス設計のためのデータベース構築に進み、最先端の研究を推進する体制構築に全力を挙げていくことが期待される。また今後、出口用途の一つとして挙げられている放熱部材等については、放熱性能向上に必要な高熱伝導ナノ材料の要素技術である、ナノ材料と樹脂との親和性や分散制御のプロセスサイエンス構築が進展しており、取り組みを通じて得られた知見を、他のナノ材料、溶媒、高分子へと拡張し、包括的なプロセスサイエンス基盤を構築していくことで、熱伝導材料のみならず、吸音材、電池デバイス、フレキシブル光学材料、誘電体材料、磁性材料、NOx選択還元触媒および hidrocarbon トラップなど、ナノ材料を使用する他製品の性能向上にも貢献できる。このように、プラットフォーム的に様々な系に応用が利くと思われ、特定の用途に無理に出口をフォーカスせずに、産業へ還元する事も望まれる。

【全固体電池を実現する接合プロセス技術革新】

全固体電池の世界的な開発状況の中で、開発が盛んに行われている硫化物系全固体電池は、固体電解質の化学的安定性に乏しいために、その活用は限定的ともいわれている。本プロジェクトではこの問題を解決に導くものとされる酸化物系全固体電池の研究開発を行っている。しかし、酸化物系全固体電池においては材料間の接合が困難であり、これまでに発表されてきたものは、エネルギー密度や出力密度が低いものにとどまっていた。これは共焼結による材料間の接合が可能な材料系に限られていたからであるが、本プロジェクトでは、共焼結が困難でありながら高いエネルギー密度や出力密度が期待される材料系を選択した全固体電池を実現すべく、界面接合プロセスにおける課題の洗い出しを集中的に行い、接合プロセスサイエンスの構築に挑戦している。

本プロジェクトはこのような酸化物系全固体電池における最重要課題の一つである接合界面の解明とそれに基づく全固体電池の実現に必要なプロセスサイエンスを構築する重要プロジェクトであり、連携機関として我が国の主要化学系企業が複数参画している。また、プロジェクトにおいて設定した研究開発上のマイルストーン及び資金導入目標は着実に達成の見込みである。

焼結過程の相変化、状態変化の in-situ 評価等の高度な分析技術から計算科学シミュレーション技術に至るまで、焼結セラミックス界面現象を総合的に解明するためのツールの開発が順調に行われ、プロセスサイエンスの構築に向けて進んでいる。現在大変注目されているテーマであり、研究において、材料自体の新規性に加え、焼結などの操作方法にも新規性が生じることが多々あるため、研究成果を論文化し企業へ成果を開示するまでには、相応の時間を要することが予想されるが、酸化物全固体電池の実現に向けた材料の設定と、プロセス自体の選択という困難な課題に対して、このプロジェクトの重要性を考慮して粘り強く取り組むことが求められる。

「産学官からの相談先」の構築状況については、適切な相談窓口を設置しており、相談件数が今後さらに増加すると期待でき、産業界からの本プロジェクトに対する期待は大変大きいと考えられる。代表機関が法人として独自に進めている企業コンソーシアムである Materials Open Platform (MOP) との連携も進展しており、他の関連国内主要プロジェクトとも連携をとるなど産学官が交流する仕組みが構築されている。

データ収集基盤の構築については、酸化物全固体電池のプロセスサイエンスのために必要なプロセス—構造—物性の相関データ収集のための環境整備・体制の構築、そして有効なデータ収集のた

めの実験基盤の確立が推進されている。

非常にハードルの高い物質群を対象としているため、検討しなければならない要素が多いが、材料接合、イオン伝導抵抗の起源解明、計算科学的な界面現象など、多くの実験と解析をこなす中で新規な知見を引き出しつつあり、プロセスサイエンスの構築に向けて進んでいる。今後研究の展開をより加速させるためには、「反応焼結・界面形成・Liイオン移動」に関する理論の体系化ができるような焦点を絞った課題設定が期待される。また、物質科学の専門家に加え、化学工学あるいはプロセス工学の専門家を交えてプロセス全体を見渡しつつ、新たな学理構築を目指すことも考慮することが望まれる。

(2) 各観点の再評価

<必要性>

評価項目

事業目標の妥当性

評価基準

- ・本事業における取り組みが、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、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繋げる学理・プロセスサイエンスを構築するための事業目標となっているか。
- ・構築するプロジェクト体制が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。

本事業は、マテリアル・デバイスを実装へつなげ、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り組みであり、極めて妥当な事業目標である。採択された二課題の成果は、研究開始から実質二年弱であるにもかかわらず、成果創出が順調に進みつつある。両課題では研究対象物質が大きく異なるために単純な比較はできないが、両課題ともにマテリアル創出の研究開発のみならず、マテリアルを実装に繋げる学理・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。材料では、小スケールの環境下で見出された高機能が、大スケールのプロセス環境の中では発現しにくいことが、社会実装の取り組みの中でしばしば生じる。産業界はそこを長年の経験則・ノウハウでカバーしてきているのが実態で、それが、細部にこだわる「匠の技術」「ものづくり日本」の強み、あるいは日本の製造業の差別化の源泉であるともいえるが、今後予想される急激な社会変革に対応するには、その社会実装の効率性を高める必要がある。そのためにも、ナノ・材料・デバイスにわたる学理から社会実装までを視野に入れた本事業は、海外ではほとんど見られず独創性が高く、国際的にも高く評価される内容であると判断される。従来にはない形で我が国におけるマテリアルイノベーション創出を強化するもので、我が国の国際競争力を維持、強化する上で重要である。

両課題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いる。本事業のようなかたちで産学官が連携する体制を構築する取り組みはこれまでに無かったと思われ、必要性は高いと判断される。このことは、本事業の公募時に30件近い提案があったことにもその一端が表れ

ているものと考えられる。

これらのことから、冒頭に掲げた本事業の事業目標の評価基準が、取り組みを適切に把握しフォローしていくためのものとして改めてみても適切と判断できる。

<有効性>

評価項目

事業全体の進捗・成果

評価基準

- ・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り組みが進んでいるか。
- ・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。

物質材料研究から製造技術まで全体を見通すことは、個々の研究機関では不可能な事であり、本事業による産学連携研究推進は極めて有効である。プロセスサイエンスの構築を推進することで、社会実装に向けた課題も可視化され、新しい学理につながる成果も生まれており、さらなる物質材料研究にもフィードバックできると考えられ、連携が有効に機能している。特に「ナノ材料の界面・構造制御プロセスサイエンス」プロジェクトでは、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、また素材・化学産業でも経験則とされていた部分の多くが数値化出来ると期待され、これまでなかったプロセスサイエンスの成果が出始めている。産業的な価値としても、極めて高い有効性が期待できる。費用対効果を考えても、本事業の有効性が認められる。

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。

知的財産や関連するプロセスデータの取り扱いに関しては、「ナノ材料の界面・構造制御プロセスサイエンス」プロジェクトでは、企業からのプロセスデータをメタデータ化することにより、本課題が構築するデータベースを通じてプロジェクト内で共有可能であることが示されている。構築中のコンソーシアムにおいて、プロセスデータや知的財産の取り扱い等、各企業間の利害関係を調節する施策についてもよく考えられている。また、特許出願も着実に進められている。「全固体電池を実現する接合プロセス技術革新」プロジェクトにおいても、酸化物全固体電池のプロセスサイエンスのために必要なプロセス－構造－物性の相関データ収集のための環境整備・体制の構築、そして有効なデータ収集のための実験基盤の確立が推進されている。

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改めて判断できる。

<効率性>

評価項目

実施体制及び運営の妥当性

評価基準

- ・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/P0/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。

代表機関、分担機関、連携機関およびコンソーシアム等が一体となって研究を進め、プログラム運営委員会の議論を基にPDとそれを補佐するP0が適切な指導を行っており、効率的な運営がなされていると判断できる。産業界からの資金導入や、若手研究者の参画など将来を見据えた取り組みも順調に進んでおり、効率性高く事業が進行していると高く評価できる。

「ナノ材料の界面・構造制御プロセスサイエンス」プロジェクトでは、汎用的なプロセスサイエンスへの展開が計画以上の進展を示し、産業界からの参画と資金導入も進んでおり、期待以上の進展として評価できる。「全固体電池を実現する接合プロセス技術革新」プロジェクトにおいても、プロセスサイエンスへの展開に資するマテリアルサイエンスに関わる広範な検討が続いており、産業界からの資金導入も進んでいる。今後研究対象の選択と集中を経て、目標達成に向けて強力に推進されることが十分期待できる。

今後は研究開発段階に応じた機動的な資金導入が行えるか否かが、本事業の成否を決める可能性もあるので、開発段階に応じた柔軟な事業編成も考えておく必要がある。プログラム運営委員会は、今後も効率の良い事業推進に注力することが重要と考える。

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改めて判断できる。

（3）科学技術基本計画又は科学技術・イノベーション基本計画等への貢献状況

本事業が開始されて実質2年弱であるが、現状での成果をもって、「科学技術基本計画又は科学技術・イノベーション基本計画等への貢献状況」についてコメントするならば、試行錯誤を伴いながらも、産業界の重層的巻き込みと、研究成果には新しい芽が複数以上出つつあると判断でき、学理から社会実装を一気通貫する展開が今後見えてくると期待される。データに基づくプロセスサイエンスの構築が試みられており、大きな成果を上げているテーマもあり、特に科学技術・イノベーション基本計画の本文において第6期基本計画期間中での取り組みを強力に推進することが示された「マテリアル革新力強化戦略」のアクションプランの一つである、「革新的製造プロセス技術の開発」への貢献度は大きいと考えられる。

（4）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およびデータ科学の活用を推進し、材料の社会実装の実現が大いに期待されることから、本事業を継続することが望ましい。プロセスサイエンスを体系化すること、産

学官とともに広い視野でプロセスサイエンスを生み育てることを指向し、またプロジェクト終了後もサイエンスを成熟させる方策を考えることが望まれる。特筆すべきは、東北大学において、企業からのプロセスデータをメタデータ化することにより、本課題が構築するデータベースを通じてプロジェクト内で共有可能であることが示されたことである。企業に集積されている膨大なデータが適切な取り扱いのもと共有され、データサイエンスの発展にも留意しつつ新たな価値創造に有効に利用され得る枠組みを構築することが重要である。

(5) その他

現在進捗中の二課題に加え、マテリアルに関わる諸分野に通底する学理として育てる上で、本事業は他の課題へ対応すべく拡大することが望ましい。公募時の提案件数が非常に多かった（採択率約8%）ことを踏まえると、現在の二課題では本事業が企図する十分な成果が得られるとは言い難い。より広範な分野における本コンセプトの有用性が明らかにされる可能性も高く、本事業は優先度高く推進されることが望ましい。本事業は我が国の産官学が一体となって物質材料系科学技術の一層の発展に資すべき重要施策として展開すべきである。