

プロジェクト中間評価報告書

評価委員会開催日：2020年1月7日

評価委員氏名（敬称略，五十音順）

小形 正男	東京大学大学院 理学系研究科 教授
加藤 隆史	東京大学大学院 工学系研究科 教授
浜地 格	京都大学大学院 工学研究 教授
湯浅 新治	産業技術総合研究所 スピントロニクス研究センター センター長

確定年月日：令和2年3月24日

プロジェクト名	機能性材料のシーズ顕在化に向けたプロセス技術の創出
研究責任者の氏名・所属・役職	一ノ瀬 泉 機能性材料研究拠点 副拠点長
実施予定期間	平成28年度～令和4年度
研究目的と意義	<p>基礎科学に根ざした研究により画期的な新素材が生まれたとしても、プロセス技術が弱ければ、素材の本来の性能を引き出せず、イノベーションの創出には繋がらない。また、製造プロセスが十分に吟味されていない材料は、製造業を営む企業にとってのシーズ価値が低く、ユーザー企業にとっては、更に不確実性を伴うことになる。従って、材料を社会に普及するには、製品としてのクオリティーを高め、ユーザー企業に評価されることが不可欠となる。本プロジェクトでは、機能性材料のシーズ顕在化、即ち、新素材としての価値を具現化し、その力量を科学的に担保することを目的とする。特定の用途に応じて材料の信頼性を確保することは、我が国を代表する材料科学の研究機関としても、重要なミッションとなる。</p> <p>プロセス技術という言葉には、生産性や歩留まりの改善といったイメージがあり、一方では、優れた性能を実現するための新しい合成ルートの開拓という意味合いもある。物質・材料の基盤技術開発をミッションとする NIMS においては、特に、後者に軸足を置き、硬さと靱性の間のトレードオフを打ち破るような新材料を得るためのプロセス、あるいは、未だ実現されていない複合材料を効率よく得るためのプロセスなど、プロセスとしてのシーズを提供することで、イノベーションの起爆剤を発信することを目指す。特に、基礎学理をベースとした素過程への理解を重視することで、大きな波及効果を生み出すプロセス技術を発信する。また、分離材料や超伝導線材などでは、特定の用途における性能評価を行い、社会実装に向けた企業連携を推し進める。</p>
研究内容	<p>本プロジェクトは、(1) 高分子・複合材料プロセスの高度化による未踏機能の開拓、(2) 無機プロセスの精巧化による先進的機能設計、(3) 金属材料プロセス技術の高度化と応用基盤の構築、の3つのサブテーマで構成されている。高分子・複合材料プロセスとしては、油田やガス田開発に利用可能な高性能濾過フィルターや吸着材、酸化還元ポリマーを利用したスマートウインドウの開発を目指す。無機プロセス技術としては、電気泳動堆積法による塗布工程の高度化と高品質化を目指し、環境・エネルギー材料や生体材料に適用する。金属材料プロセス技術としては、現在の NbTi 超伝導線材の応用限界を越える高性能超伝導線材の製造プロセスを確立し、超大型加速器や核融合実証炉などの高磁場応用に向けた基盤技術の開発を推進する。</p>

<p>ミッションステートメント（具体的な達成目標）</p>	<p>サブテーマ(1) CVD プロセスによる多孔性硬質カーボン膜の製造とオイル耐性高性能 NF 膜としての社会実装、およびエレクトロクロミック高分子の耐熱性と耐光性の向上と省エネ型調光ガラスとしての応用。 サブテーマ(2) 電気泳動堆積法によるセラミックス微粒自立膜の大面积高速成膜技術の確立、および金属と強固に結合する骨形成促進膜の製造と医療応用。 サブテーマ(3) 高磁場応用が可能な 16 テスラ級超伝導線材の製造と 10km 級線材へのスケールアップ、および液体窒素温度で運転できる高温超伝導線材のコイル化技術の確立と実用化。</p>
<p>平成 28 年度～令和元年中間評価時までの主な研究成果（アウトプット）及び研究成果から生み出された（生み出される）効果・効用（アウトカム）、波及効果（インパクト）</p>	<p>1) 主な研究成果（アウトプット） 硬質カーボン製の高性能濾過フィルターでは、分離機能層である多孔性カーボン膜の内部に 0.45-0.62nm の細孔を形成することに成功し、有機分子のサイズ選択的透過の性能が大幅に向上している。また、50cm 幅の不織布への有機溶媒耐性 UF 膜の製造、350mm 幅のプラズマ CVD 装置を用いた硬質カーボン膜の連続成膜が可能になった。ルテニウムイオンを含む有機／金属ハブリッドポリマーでは、自然な色合いを調節することが可能となった。粘度鉱物への放射性 Cs の吸着状態の経時変化を明らかにし、汚染土壌の実用的な減容化技術に展開しつつある。チタンにコーティングしたヒドロキシアパタイト／コラーゲン被膜では、電気泳動堆積（EPD）法を改良することで、基板への接着性の向上と膜厚制御が可能になり、優れた骨形成活性も確認されている。EPD 法によるコロイド結晶薄膜の成膜では、移流集積法などの従来法より 2 桁の高速化が達成され、膜の優れた均質性も確認されている。これにより、コロイド結晶膜の量産化プロセスへの展開が可能となった。一方、NIMS オリジナルのブロンズ法 Nb₃Sn 超伝導線材の製造では、18.5%の世界最高スズ濃度のブロンズ合金で実用的な極細多芯線材が製造された。さらに、ジェリーロール複合ビレットを経由する Nb₃Al 超伝導線材では、外径が 0.03mm まで極微細化することに成功しており、優れた柔軟性を確認している。さらに、高温超伝導線材の 6 極磁石のモデルコイルが高エネルギー加速器研究機構との協働で試作されている。</p> <p>2) 研究成果から生み出された（生み出される）効果・効用（アウトカム）、波及効果（インパクト） 本プロジェクトでは、NIMS の優れた材料シーズの出口戦略を探ることを目指しており、基礎研究者がプロセス技術に踏み込むことで、材料のポテンシャルを具現化し、実用化に向けた要求性能を明らかにしてきた。ユーザー企業との議論から、素材や部材の弱みも明らかとなり、それを克服することも、重要な研究要素となりつつある。このようなサイクルを繰り返すことで、NIMS には重要かつ幅広い知見やノウハウが溜まりつつあり、ブラックボックス化が著しい製造業において、特に、その主体が新興国に移りつつある状況下において、我が国の材料技術の力量を基礎科学的に底上げし、長期にわたり大きな波及効果を与えるものと考えている。</p>
<p>中間評価時の進捗状況及び自己点検・評価</p>	<p>中間評価時の進捗状況 予定通りの進捗で目標を達成できる。</p> <p>自己点検・評価 プロジェクト全体としては、ほぼ計画通りに進んでおり、最終年度には、社会実装ができそうな部材も見えつつある。高性能 NF 膜では、大面积化だけでなく、ユーザー企業との用途開発も議論されている。EPD 法では、成膜速度と品質が向上しており、多くの企業連携が進んでいる。超伝導線材では、劇的な細線化に成功しており、性能向上と量産化に向けた基礎研究が進んでいる。中間</p>

	評価時の進捗状況としては、大きな問題点は認められない。
プロジェクト名	機能性材料のシーズ顕在化に向けたプロセス技術の創出
研究責任者の氏名・所属・役職	一ノ瀬 泉 機能性材料研究拠点 副拠点長
【評価項目】	コメント
①研究計画、実施体制、マネジメント、連携 (研究開発の方向性・目的・目標の見直し、計画・ロードマップの問題点、実施体制・マネジメントの改善、連携のあり方、ほか)	【A】 <ul style="list-style-type: none"> ・ NIMS で開発された材料を実用化しようという重要な役割であり、それに徹しているのが高く評価できる。 ・ 「目的」も具体的であり、出口が明確に意識されている。 ・ 有機・無機・金属というサブテーマにまとめられており、バランスはよい。ある程度バラバラ感があるが、連携をうまくとってまとめていく努力をしていると思われる。 ・ 実用に繋がる計画であり、産業界にとっても重要である。できれば、応用を考える過程で、新しい基礎学理的な問題点を抽出できるような努力もしてはどうだろうか。 【B】 <ul style="list-style-type: none"> ・ 高分子・無機材料・金属材料の幅広い材料のプロセスを研究している。 ・ プロセス指向であるため、基礎的なジャーナルにおける論文が出にくくなっているが、本プロジェクトでは、いかにきっちりとして応用・実用化できる材料をできるかという目標で進めてこのままで良いと思われる。 ・ 分離膜・クロミック膜・バイオ基板・超伝導材料などに展開しており今後に期待できる。 【C】 <ul style="list-style-type: none"> ・ 3つのサブテーマを掲げて研究が進められており、マネジメントは十分に機能にしていると判断できる。 【D】 <ul style="list-style-type: none"> ・ プロセス技術の開発は高インパクト論文になりにくいために担い手が少ないが、新材料を産業応用につなげるために不可欠な重要分野である。 ・ プロセス技術の開発に率先して取り組んでいる点は高く評価したい。
②研究開発の進捗状況及び進め方 (進捗状況の把握、研究責任者の自己点検・評価の妥当性、進め方の見直し(継続・変更・中止等)、研究資源(資金・人材)の再配分、ほか)	【A】 <ul style="list-style-type: none"> ・ 評価資料の達成目標のところ、この中間の時点でどこまで達成できたのか明確に書かれていて大変分かりやすい。(他のプロジェクトも見習うべきである) ・ すべてのサブテーマ1～3について十分成果があがっている。 ・ 企業との連携は十分うまく進められているようである。 ・ 若手人材が参入できるかどうか難しい点である。企業連携を活かして、企業からの人材を受け入れるとか、海外との連携を活かして外国からの学生を受け入れるなどの方策を立てるべきかもしれない。 【B】 <ul style="list-style-type: none"> ・ このまま進めても良いと思われる。 【C】 <ul style="list-style-type: none"> ・ 研究プロジェクトは順調に進んでいるようであり、特にサブグループ1の成果は社会実装まで進む事が期待できる。

	<p>【D】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 3つのサブテーマそれぞれにおいて、概ね着実な進捗が得られている。
<p>③論文・特許等の直接の成果（アウトプット）、効果・効用（アウトカム）、波及効果（インパクト） （研究成果の質は世界レベルか、どのような効果・効用あるいは波及効果が出たか/期待されるか、研究タイプを考慮した費用対効果はどうか、セレンディピティー、ほか）</p>	<p>【A】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ これまでよい成果があがっている。 ・ 実用化に向けて大きな波及効果がある。 ・ Nature、Scienceなどの雑誌の論文が少ないと嘆いているようであるが、その必要はないと思われる。 <p>【B】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ プロセス指向であるため、基礎的な各分野のトップジャーナルにおける論文が出にくくなっている。 ・ 研究の内容としては悪くないと思われる。 ・ 費用対効果も適切である。 <p>【C】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 発表された論文の数、量は問題ない。 <p>【D】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 論文数は十分である。ただし、目玉になる論文成果はあまりない。 ・ アウトカム・波及効果などは、従来技術や競合技術とのベンチマークの提示が少なかったため、よく分からなかった。今後は、ベンチマークの提示を望みたい。
<p>④見込まれる直接の成果（アウトプット）、効果・効用（アウトカム）や波及効果（インパクト） （質の高い成果は期待できるか、論文・特許数は十分出そうか、新技術や実用材料につながるか、多くの外部資金獲得・共同研究につながるか、他分野への波及効果は、ほか）</p>	<p>【A】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 研究成果のアウトプットは非常に可能性が高いと思われる。すでに成果があがっており、波及効果やインパクトは大きい。 ・ 企業との連携も引き続き拡大して、ぜひ実用化していただきたい。 <p>【B】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実用化にかなり力を割いているので、論文の出方は質量ともに鈍くはなっている。しかし、新しい技術として、残せるようにがんばってほしい。 ・ 公的機関であるので、問題は実用化できなかった場合も、何か新しい知見や知恵をきっちり得て、残していくことが大事と思われる。 ・ 共同研究も新しいニーズをもとめて、より多方面と検討を進めるべきと思われる。 <p>【C】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ この研究プロジェクトに関連する外部資金獲得が、コア資金の2倍ほどあり高く評価できるだけでなく、発展性がありそうと思われる。 <p>【D】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ プロセス開発は産業応用に近い分野であるが、民間企業資金の総額が少なく、1件当たりの金額も小さい。まだ民間企業が本気で取り組む段階には至っていないと思われる。

<p>⑤総合評価 (研究全体に対する総合的所見、及び上記評価項目①～③に含まれない、その他の評価ポイント、問題点等があれば追加してコメント)</p>	<p>【A】 ・他のプロジェクトの中間評価資料に比べて、よく考えられてコンパクトにまとめられている。</p> <p>【B】 ・研究は、予定通り進んでいるようであり、このまま進めることでよいと思われる。 ・企業の実用化研究と異なり、NIMSの実用化を目指した研究であり、社会実装がうまく進まない場合でも、何らかの普遍的なプロセス技術を獲得でき、それぞれの研究がより広がりを持った形を見せられればさらに好ましいと思われる。 ・ポストクの展開は、たとえば、企業などに優秀な人材を供給しても良いのではないか。</p> <p>【C】 ・NIMS オリジナルの材料を基軸に据えて、プロセス技術まで踏み込んだ特徴あるプロジェクトであり、全体として順調に進行していると判断できる。</p> <p>【D】 ・研究開発の担い手が少ないが重要な分野であるプロセス技術の開発に積極的に取り組んでいる点を高く評価したい。 ・各サブテーマにおいて、概ね着実な進捗が得られている。 ・ただし、まだ民間企業が本気で取り組む段階には至っていないと思われる。そのような段階にどうやって至るのかについて、戦略を練る必要がある。</p>
<p>委員の評価点 (10点満点)</p>	<p>8, 8, 9, 9</p>
<p>総合評価点平均 (10点満点)</p>	<p>8.5点</p>
<p>評価点</p>	<p>評価</p>
<p>10 9</p>	<p>S 全ての点において模範的に優れている。 計画を変更することなく継続すべきである。</p>
<p>8 7</p>	<p>A 総合的に優れている。 一部計画を見直し継続すればS評価になる可能性がある</p>
<p>6 5</p>	<p>平均的なプロジェクトである。 継続は認めるが、継続する時に、一部計画を見直した方が良い点がある。</p>
<p>4 3</p>	<p>B 期待されたほどではない。 計画を見直して継続すべきである。</p>
<p>2 1</p>	<p>C プロジェクトの見直し、計画の抜本的な変更が必要である。 大きな問題があり、継続を中止すべきである。</p>