

「論点と検討の方向性」を踏まえた推進方策（案）

目次

1. はじめに

2.

（1）データ駆動型研究開発の促進（マテリアルDXプラットフォームの推進）

（2）マテリアル分野において今後振興すべき領域

（3）研究開発力の強化と人材育成

3. まとめ

1. はじめに

2.

(1) データ駆動型研究開発の促進（マテリアルDXプラットフォームの推進）

○「論点と検討の方向性」における記載内容

【課題】

- ・マテリアル DX プラットフォームの実現には、構成する主な事業の連携にとどまらず、プラットフォーム本来の目的の実現（データ駆動型研究を活用した社会課題の解決に貢献する新材料の開発や革新的なイノベーションの創出等）に向けた議論が重要。
- ・令和7年度のデータ利活用に係る本格運用の開始に向けて、マテリアル DX プラットフォームの構築を加速することが引き続き重要である一方、データのみに着目するのではなく、マテリアル分野の研究開発と人材育成を支える基礎・基盤研究、先端設備の共用、革新的マテリアルの創出（成果の社会実装）に向けた取組を忘れてはならない。
- ・マテリアル DX プラットフォームの構築は着実に進捗している一方、データ駆動型研究の全国への普及が必要。
- ・生成 AI や量子技術の進展を含め、データ駆動型研究の手法は進化途上であることに留意。

【取組の方向性】

- ・マテリアル DX プラットフォームの目的は、データ駆動型研究を進めるための基盤整備にとどまらず、研究手法の刷新による、社会課題の解決に貢献する新材料の開発や革新的なイノベーションの創出等の加速。プラットフォームを構成する各事業の部分最適に陥らず、マテリアル分野全体を俯瞰する視点で推進することが必要。

- ・ マテリアル DX プラットフォームの構築を加速し、作る、ためる、活用する、それぞれの過程の手法を革新するためには、構成する主な事業の推進・連携が引き続き重要。短期的には、令和7年度のデータ利活用に係る本格運用の開始に向けて、連携に向けた課題を抽出し、具体的な対処方針をまとめ、実践することを各事業に期待。その際、データ利活用人材の育成・確保、データ基盤の持続性・使い勝手の向上、オープン&クローズ戦略を含めたデータ利活用ポリシー等の検討も必要。
- ・ 研究開発や人材育成の基盤である、高品質かつ大量のデータを創出可能な先端設備の整備・高度化を引き続き行う。その際、量子技術や次世代半導体等の先端技術に対する社会的要請を踏まえること、また、人材の不足等を補い、研究活動を維持・発展させる観点からも、自律・自動実験や生成 AI・量子技術の活用等の最新の研究開発手法の取組を取り入れることが有効。
- ・ データ駆動型研究による成果の社会実装の加速に向け、DxMT 等で開発されつつあるデータ駆動型研究の手法をプロジェクト参画研究者以外の全国の研究者へ展開するとともに、協働可能な領域でのコンソーシアムを形成するなど産学連携を進めることが必要。
- ・ データ駆動型研究の手法が進化途上であることに鑑み、情報分野等材料分野以外の研究者の参画等の取組とともに、その裏付けとなる学理的なアプローチや基礎・基盤研究も推進。

【現状認識】

文部科学省においては、「マテリアル革新力強化戦略」に基づき、令和3年度から、データ駆動型研究開発の促進を目的としたマテリアルDXプラットフォームの整備を開始した。マテリアルDXプラットフォームは、主にマテリアル先端リサーチインフラ (ARIM)、データ創出・活用型マテリアル研究開発プログラム (DxMT)、物質・材料研究機構 (NIMS) のデータ中核拠点の3事業を中心に構成されている。

ARIMでは、前身事業から実施してきた先端設備の共用に加え、データ共用のための取組が新たに追加された。ハブとスポークを合わせ25機関からなり、1,000台を超える共用設備を有する。ユーザー数は5,000人/年以上、産学において幅広く利用されており、我が国

の材料研究開発を支えるインフラとして機能している。データ蓄積・構造化システム「RDE」へのデータ蓄積が開始され、令和5年12月に、データ利活用に係る試験運用を開始した。令和7年度のデータ利活用の本格運用に向け、データセットの整備や利用の増加に取り組んでいる。

DxMTでは、これまでの試行・経験型の研究開発にデータ科学を取り入れたデータ駆動型研究開発手法の確立を目指しており、「極限環境対応構造材料」や「バイオアダプティブ材料」、「エレクトロニクス材料」、「電気化学材料」、「磁性材料」の5つの研究拠点で研究が行われている。各分野におけるデータ駆動型研究開発手法の開発や、RDEへデータを蓄積するためのテンプレート化が進行し、共用利用・異分野連携に向けたデータ蓄積を開始している。また、データ駆動型研究開発手法の全国への普及に向け、人材育成セミナーやシンポジウムを開催している。DxMTには、旗艦的研究事例として優れた成果を創出することにより、我が国のデータ駆動型研究開発を先導することが期待されている。

データ中核拠点では、ARIMやDxMTのRDEへのデータ登録が進み、AI解析基盤（pinax）の開発が進んでいる。

人材不足は材料分野に限らず継続的な我が国の課題であり、研究者の減少や技術支援人材の不足による技術継承問題、更にはデータ科学の進展によるデジタル人材の不足が顕著となっている。また、生成AIや量子技術の急速な進展等、事業開始時に予測していなかった技術の進展が、データ駆動型研究開発手法そのものを刷新する可能性が生じている。

【課題】

材料DXプラットフォームの目的は、データ駆動型研究開発を進めるための基盤整備にとどまらず、革新的な材料の創出やそれによる社会課題の解決等を加速することである。その目的を達成するためには、構成する主な事業の部分最適に陥ることなく、事業間で連携し、分野を俯瞰する視点で材料DXプラットフォーム全体を推進することが重要であるが、そのための体制が十分構築されていない。

材料研究開発の手法を刷新し、我が国全体の材料・イノベーションを創出する力を底上げするには、データ駆動型研究開発手法を全国の研究者に普及させるとともに、データ駆動型研究開発により創出された研究成果の社会実装を加速することが重要で

ある。そのためには、DxMT等でデータ駆動型研究開発手法を確立するとともに旗艦的な研究成果を創出することに加え、産学で協働可能な領域でのコンソーシアムを形成するなど、成果の社会実装を加速するための取組を推進する必要がある。また、プロジェクト参画研究者以外の全国の研究者へデータ駆動型研究開発を展開するためには、セミナーやシンポジウム等の開催に加え、データ駆動型研究開発手法を導入する上での心理的・技術的な障壁を無くす仕組みが必要である。

マテリアルDXプラットフォームの推進にあたり、データのみに着目した取組だけではなく、マテリアル分野の基礎・基盤研究や人材育成の基盤である高品質かつ大量のデータが創出可能な先端設備の共用が極めて重要である。量子技術や次世代半導体等の先端技術に対する社会的要請も踏まえつつ、進化するユーザーニーズに応えられるよう、戦略的に先端設備の整備・高度化を継続することが必要である。また、研究者等の不足を補いつつ研究活動を維持・発展させるためにも、我が国の強みである高品質な材料データを大規模に創出する自律・自動実験の整備や、生成AI・量子技術の活用、ハイスループット実験、コンビナトリアル実験手法など新しい研究開発手法を取り入れることも有効である。

データ駆動型研究開発の手法が進化途上であることに鑑み、情報分野等材料分野以外の研究者の参画等の取組も推進する必要がある。

【具体的な取組】

○マテリアルDXプラットフォームの推進体制の構築

各事業が部分最適に陥らず、また、マテリアル分野全体を俯瞰して推進するため、例えば、本委員会が、マテリアルDXプラットフォームを構成する主な事業のPD・POと連携した体制を構築する。なお、すでに各事業において、これまで様々な取組を実施してきたことを踏まえ、各事業への十分な理解と実態を把握したマネジメントが求められることに留意する必要がある。

その上で、マテリアルDXプラットフォームを構成する主な事業においては、令和7年度のデータ利活用に係る本格運用の開始に向けて、関連する事業間の連携に向けた課題を抽出し、具体的な対処方針をまとめ、実践することが期待される。例えば、データ駆動型研究開発に取り組む研究者やデータコーディネータ等のデータ利活用人材の育成・確保、先端設備の利用支援を行う高度専門人材の育成・確保、データ登録へのインセンティブや

ユーザビリティに優れた利用環境等のデータ基盤の持続性・使い勝手の向上、オープン&クローズド戦略を含めたデータの有効的な利活用を促すためのデータ利活用ポリシー等に、データ駆動型研究開発の国際的な動向も考慮しつつ取り組む。

○データ駆動型研究開発の全国展開に向けた取組

DxMTにおいて、令和7年度からデータ駆動型研究開発による新材料・新手法の成果創出フェーズへ移行し、データ駆動型研究開発手法の確立と旗艦的な成果の創出にむけて、テンプレートの最適化や大規模なデータの創出、解析ツールの開発を行うとともに、創出された成果の社会実装を加速するために、協働可能な領域での産学コンソーシアムを形成するなど、社会実装に向けた課題抽出とその解決に取り組む。

また、データ駆動型研究開発の裾野を広げる活動として、セミナーやシンポジウムなどを開催し先端的な研究開発手法を広く発信していく。

○先端共用設備の整備・高度化及び新しい研究開発手法への対応

基礎・基盤研究開発を支え、また、社会的要請の高い研究開発ニーズに応えるため、進化するユーザーニーズに沿った、ARIMの先端共用設備の整備・高度化や技術支援人材による共用設備の利用支援などを戦略的・継続的に進める。

また、先端材料の研究においては、加工・分析等にかかる機器の進化が不可欠であることを踏まえ、設備共用の場が、産学の研究者が協働で最先端機器の研究開発を行う場としても機能するなど、先端共用設備の最適な運用を実現する環境整備を進めることが望まれる。

これに加え、データ駆動型研究開発を加速するためには我が国の強みである高品質な材料データを大規模に創出する自律・自動実験の整備や、生成AI・量子技術の活用、ハイスループット実験、コンビナトリアル実験手法など新しい研究開発手法の導入を進める。

また、データ駆動型研究開発の手法が進化途上であることに鑑み、各事業において情報分野等材料分野以外の研究者の参画を促進する等、技術の進展に対応できるよう柔軟に対応する。

(2) マテリアル分野において今後振興すべき領域

○「論点と検討の方向性」における記載内容

【課題】 【取組の方向性】

- ・ 持続可能な社会の実現や、今般、急速に重要性が増大する経済安全保障の観点から次世代材料の開発を加速する必要。
- ・ 同時に、多様な目的に利用できることがマテリアルの本質であることに鑑み、我が国のマテリアル分野における基礎・基盤研究の現状や強み、産業への寄与等を踏まえながら、長期を見据えた幅広く横断的な基礎・基盤研究の推進が必要。次世代材料の開発には、異分野を融合した取組が重要であるとともに、社会実装の観点から社会ニーズを踏まえた課題設定が有効。これらを踏まえ、振興すべき領域や手法については今後更なる議論が必要。
- ・ また、新しく開発した材料の社会実装の加速（社会実装に至る事例の確率が増加）が重要であることから、プロセスサイエンスの構築による製造プロセスの最適化や新材料の製造プロセスの確立、スタートアップや大学・研究機関発ベンチャーの増加等の取組を推進。また、アカデミアと産業界の協働を促す人材交流の取組も有効。

【現状認識】

経済発展と社会課題解決が両立した持続可能な社会の実現に向けて、近年、ナノマテリアルを利用した製品、PFAS/PFOS、海洋ナノ・マイクロプラスチックなどに対する各国・地域の規制や制度の検討が進められている。産業界でも環境対策を構造転換と成長に繋げる機運が高まっており、環境負荷低減を可能とする資源循環システムの自立化・強靱化が望まれている。

また、国際情勢の不安定化や社会経済構造の変化等から、経済安全保障の重要性が急速に増大する中、自国や友好国・地域内において半導体や電池等の戦略物資を確保する動きが顕在化している。特定国への依存度の高い資源の使用量削減、新供給国探索、代替の検討も進んでおり、マテリアル・サプライチェーンの変革が起こっている。そこで、将来の

技術優位性を確保するため、量子や先端半導体、次世代電池、水素等の先端技術に積極的な投資が行われている。

我が国でも、エネルギー・環境、情報・通信、半導体、電池、AI、量子、ロボット等の経済安全保障への貢献が期待される分野を強化する必要性が拡大し、それらの分野の共通的な基盤となるマテリアルの新規開発・イノベーション創出が求められている。また、2050年のカーボンニュートラル実現に向けて多面的な投資がなされるとともに、経済安全保障上の重点施策として設定されている半導体、量子、電池などに関する戦略も実行フェーズに入り、関連する政府研究開発投資が実施されている。

マテリアル産業は日本経済を支える主要産業の一つであり、戦略的不可欠性や自律性を確保し、マテリアル・サプライチェーンの変革等に対応していくためにも、次世代材料・プロセスの創出に対する期待は大きい。

一方で、我が国のマテリアル産業の現在の輸出規模は、以前と比べて縮小はしていないものの、世界市場に占める割合は、新興国の経済成長および研究開発投資の強化に比して低下している。研究力についても、他国の著しい進展に対して相対的に低下傾向にあり、マテリアル分野の学会員数も減少している。また、マテリアル分野の特性として、継続的な研究開発が必要であることに加え、新しい材料が開発されても社会実装に至らない事例も多く、社会実装で他国の後塵を拝する場合も多い。

一方で、我が国は、計測、分析、加工・合成技術について高い技術力を有しており、これらの技術力は質の高い競争性のあるマテリアルの創出を支える基盤であり、我が国が強みを有するノウハウの塊である。このような基盤技術は、これまでも材料の研究開発とともに表裏一体で成長してきたものであり、近年、シミュレーション技術、リアルタイム・プロセス計測技術、ロボット技術等が進展してきている。例えば、オペランド・マルチモーダル計測は、触媒分野だけでなく、生きた細胞や組織などの生体試料から、半導体蓄電池などの実デバイスにまで測定対象は急速な広がりを見せ、学术界と産業界の両方において不可欠な研究手法となりつつある。加えて、合成・製造プロセスは、対象ごとに手法が異なり、またプロセスを制御するパラメータが非常に多く、データ科学的にアプローチするのは一見困難に思えるが、データ科学的側面からアプローチする環境が整ってきている。

マテリアル研究を支えるインフラとして先端設備の全国的な共用体制を整備する事業を平成14年度以降、20年以上に渡って実施してきており、令和3年度からは、ARIMIにおい

てデータを収集・蓄積・利活用するための取組が進んでいる。また、令和6年4月より高輝度放射光施設ナノテラスが運用開始しており、今後の我が国のナノテクノロジー・材料分野の開発競争力の強化に繋がると期待されている。

また、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）では、プロセスに関する新たな理論体系が構築されつつあるとともに、プロジェクトで構築された体制が産学官からの相談先としても機能するなど、成果が着実に創出されている。

【課題】

次世代材料の創出は、カーボンニュートラルやサーキュラーエコノミー等、経済発展と社会課題解決が両立した持続可能な社会の実現に不可欠であり、また、急速に重要性が増大している経済安全保障の確保にも直結するといっても過言ではない。マテリアル・サプライチェーンの変革に対応し、成長と両立した持続可能な社会を実現するためにも、戦略的不可欠性及び自律性を確保し、我が国の強みを生かし、技術力と知識を総合して、他国が模倣困難な我が国発のマテリアルを創出することの意義は非常に大きい。

一方、国際情勢や社会が目まぐるしく変化する中、長期的な視野から、エレクトロニクス、モビリティ、ライフサイエンス、環境・エネルギー等の産業課題・社会課題の解決に貢献する次世代材料についての重要課題を明確に予測することは極めて困難である。加えて、多様な目的に利用できることがマテリアルの本質であることに鑑みると、長期的には基礎・基盤研究の成果が、当初は想定されていなかった産業課題・社会課題の解決につながることも大いに期待される。

そのため、持続可能な社会の実現や経済安全保障等の社会的要請をはじめ、多様な目的に対応した次世代材料の開発には、10から20年後の成果につながるような、長期を見据えた幅広く横断的な基礎・基盤研究の推進が重要である。

これまで、原子・分子からマクロ構造までを俯瞰したマルチスケールに渡る階層的構造の設計をすることや、ダイナミクスを理解して材料の機能を制御した材料開発を行うことは困難であった。しかし、近年では、計測、分析技術やシミュレーション技術が発展し、従来取り扱うことが難しかった空間・時間スケールで材料をとらえ、材料の構造や機能を理解することが可能となった。加えて、経験や暗黙知に大きく依存していた物質の合成・加工プロセスに関する科学的な理解も進んできた。基礎・基盤研究の推進にあたっては、

このような新たに取り扱うことが可能となった様々な知見を横断的に活用して、次世代材料の開発に取り組むことが求められる。

また、次世代材料の開発に必須の計測、分析、合成・加工等の先端設備は重要なインフラである一方、個々の研究室や研究者が常に先端設備を導入し維持・運用することは困難である。そのため、持続可能な社会の実現や経済安全保障等の社会的要請を始め、多様な目的に対応した次世代材料の開発のための基礎・基盤研究を支えるためにも、先端設備の共用を行うARIMIにおいて、先端設備の整備・高度化や、これまで取り組んできた技術支援人材による利用支援を継続するなど、先端設備の最適な運用を実現する環境整備が必要である。また、計測、分析、合成・加工技術は、材料研究開発を支える我が国の強みであり、新たな材料を創出する上で材料研究開発と表裏一体で発展してきた技術であり、産学の研究者が協働で最先端機器の研究開発を進める必要がある。

基礎・基盤研究の成果として新しく開発された材料を社会実装に繋げ、新しい市場を創出していくことは極めて重要である。これまでも、マテリアル分野においては、アカデミアの成果を産業界において活用してはいるものの、研究成果として得られた優れた材料が必ずしも社会実装されるわけではない。そのため、新しく開発した材料が実用化に至る確率を上げるなど、社会実装を加速するための取組が必要である。

社会実装を加速するためには、スタートアップや大学・研究機関発ベンチャーの増加や基礎・基盤研究の成果を応用研究や実用化に繋げるための橋渡し機能の強化等の取組が有効である。マテリアル分野のスタートアップ等にとっては次世代材料の研究開発において先端設備の利用が可能な環境が必須であるとともに、応用研究や実用化に資する先端設備が不可欠である。ARIMIにおいては、スタートアップを含めた幅広いユーザに対し先端設備を共用していることから、上述のとおり、先端設備の整備・高度化や技術支援人材による利用支援を継続するなど、先端設備の最適な運用を実現する環境整備が必要である。さらには、物質・材料研究に特化した国立研究開発法人であるNIMSや大学等においてアカデミアから産業界への基礎・基盤研究の成果の橋渡し機能を強化する必要がある。

加えて、プロセスサイエンスの構築による製造プロセスの最適化や新材料の製造プロセスの確立が社会実装の加速に有効である。プロセスサイエンスの構築を目的とした事業であるMaterealizeは、採択課題数が2件と少なく産学連携の窓口が限定的であったものの、プロセスサイエンスの構築や産学官からの相談先として機能するなどの成果を挙げてい

る。社会実装を加速させるためにも、プロセスサイエンスの構築は不可欠であり、現事業終了後の取組について引き続き検討していく必要がある。

また、社会実装の加速の観点からも、アカデミアと産業界の協働を促す人材交流の取組も有効である。

【具体的な取組】

○他国が模倣困難な材料創製に繋がる基盤技術（仮称）

持続可能な社会の実現や経済安全保障等の社会的要請に資するとともに、他国が模倣困難な我が国発のマテリアルの創出に将来的に繋がる、長期を見据えた横断的な基礎・基盤研究に取り組む。これまで取り扱うことが難しかった空間・時間スケールでの材料の構造や、機能、経験や暗黙知に大きく依存していた物質の合成・加工プロセス等、これまでに得られた様々な知見を横断的に活用した、材料研究に横断的に共通して重要となる課題に取り組む。

○先端設備の整備・高度化

次世代材料開発のための基礎・基盤研究やスタートアップ等による研究開発を支えるために、ARIMの先端設備の整備・高度化や技術支援人材による利用支援を継続的に進めるとともに、設備共用の場が、産学の研究者が協働で最先端機器の研究開発を行う場としても機能するなど、先端設備の最適な運用を実現する共用環境整備を行う。また、物質・材料研究に特化した国立研究開発法人であるNIMSや大学等において、産学によるプラットフォームやコンソーシアムの構築・活用、先端設備の整備・高度化を図り共用化を促進することなどにより、アカデミアから産業界への基礎・基盤研究の成果の橋渡し機能を強化する。

○プロセスサイエンスの構築

プロセスサイエンスの構築は不可欠であり、現事業終了後の取組について引き続き検討する。

(3) 研究開発力の強化と人材育成

○「論点と検討の方向性」における記載内容

【課題】

- ・我が国の急激な人口減少に鑑み、研究開発人材の確保が課題。
- ・優秀な研究開発人材の確保が困難な状況の中、我が国がこれまで強みを有してきた技術の継承や、研究者が想像力を最大限に発揮するために必要な時間を確保する対策、学生や若手研究者の研究開発力の育成、処遇の改善等が急務。
- ・国際的な研究者コミュニティにおいて我が国の研究者が減少している中、我が国のプレゼンスを高めるための取組が必要。

【取組の方向性】

- ・大学や国研における基礎・基盤研究の強化や処遇改善に向けた取組を推進するとともに、優秀な留学生や外国人研究者を含めた多様な人材の確保に向けた取組も有効。
- ・マテリアル DX プラットフォームにおいて人材育成の機能を拡充・強化。データ利活用人材については、幅広い学生や若手研究者等を対象とした研修等の取組を強化するとともに、研究支援人材については、研究支援に係る資格制度等、研究支援人材のキャリアパスの充実化を図る取組を推進。
- ・技術の継承や、研究者が先端研究に取り組める環境を整備する観点からも、自律・自動実験や生成 AI・量子技術の活用等の最新の研究手法を取り入れることが有効。
- ・国際的なネットワーキング等、国際的な研究者コミュニティにおいて活躍する我が国の研究者が増加する取組を検討。

3. まとめ