

ナノテクノロジー・材料科学技術の推進方策について 論点と検討の方向性

資料 1 - 1
科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
第12期ナノテクノロジー・材料科学技術委員会（第5回）



文部科学省

現状認識

- ・マテリアル分野は、エレクトロニクス、モビリティ、ライフサイエンス、環境・エネルギー等の幅広い産業課題・社会課題を解決に導く分野横断的な基盤であり、科学技術の発展を支えるとともに我が国の産業競争力強化に資する分野。
- ・我が国のマテリアル産業は、世界市場で非常に高いシェアを獲得する品目が多数存在するなど、高い国際競争力を有してきた。近年、新興国の急速な追い上げ等を背景に国際競争が益々激化しており、一部の品目で我が国のシェアが低下するなど、我が国の相対的な競争力の低下が顕在化。我が国発のマテリアルであっても、社会実装や産業界において他国の後塵を拝してしまうことが多い。また、現在、高いシェアを確保している製品についても、優位性の維持が課題。
- ・アカデミアにおいては、ノーベル賞受賞にもつながった革新的なマテリアルを我が国から多数創出してきた実績があるものの、近年は論文数の国際シェアの低下や、学会員数の減少等、我が国の研究力低下が指摘されて久しい。
- ・政府は、マテリアル・イノベーションを創出する力としての「マテリアル革新力」を高めることにより、経済発展と社会課題解決が両立した、持続可能な社会への転換に、世界の先頭に立って取り組み、世界に貢献することを目指し、「第6期科学技術・イノベーション基本計画」（令和3年3月閣議決定）や「マテリアル革新力強化戦略」（令和3年4月統合イノベーション戦略推進会議決定）を策定。我が国のマテリアル・イノベーションに向けて、データ駆動型研究開発の促進と物事の本質の追及による新たな価値の創出が必須として、「革新的マテリアルの開発と迅速な社会実装」、「マテリアルデータと製造技術を活用したデータ駆動型研究開発の促進」、「国際競争力の持続的強化」を柱として取組を進めてきた。
- ・文部科学省においては、革新的マテリアルの迅速な創出を図るためのデータ駆動型研究開発の促進に向けたマテリアルDXプラットフォーム構想を立ち上げるなど、ナノテクノロジー・材料科学技術分野の取組を推進。

現状認識

- これらの取組を始めて約3年が経過したことに加え、この期間に、国際情勢の不安定化を背景とした経済安全保障の強化や世界的な環境規制の強化、生成AIや、量子コンピュータを始めとした量子技術の急速な進展、半導体分野における国際競争の激化等、社会情勢にも変化があった。これらを踏まえ、これまでの取組を改めて検討するとともに、今後のナノテクノロジー・材料科学技術分野の取組の方向性について検討した。
- これまでに7名の委員、有識者からの発表や総合討議を行い、今後のナノテクノロジー・材料科学技術の推進方策を考える上で、以下のとおり主な論点と今後の検討の方向性をまとめた。

(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】

- ・マテリアルDXプラットフォームの進展を踏まえ、各事業及びプラットフォーム全体としての方向性や次に向けた展開について特に、
 - －令和7年度のデータ利活用に係る本格運用の開始を見据えて、マテリアルDXプラットフォームが今後目指すべき方向性、具体的方策の明確化
 - －データ駆動型研究手法の展開のための取組
 - －生成AIや量子技術等、技術の急速な進展による「データ駆動型研究」の進化への対応（情報分野の研究者との連携加速 等）
 - －本格化するデータ利用への対応（データ利用の拡大、データ利活用人材の確保・育成、データ基盤の持続性・使い勝手向上、オープン＆クローズ戦略を含むデータ利活用ポリシーや標準化 等）
 - －研究成果の社会実装（革新的マテリアルの開発による目指すべき社会の実現への貢献 等）
 - －良質なデータ創出のための取組（先端設備共用の機能強化、技術者の確保・育成、自動化 等）
 - －人材育成や産官学連携によるイノベーションの場としての機能拡充・強化
- ・データ駆動型研究の結果を裏付ける学理的なアプローチや基礎・基盤研究の必要性について

【現状】

- ・「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プラットフォームを整備。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）のデータ中核拠点によって構成されており、プラットフォームの構築は着実に進捗。
- ・令和5年12月には、データの利活用に係る試験運用を開始（ARIM）。
- ・これまでの試行・経験型の研究開発にデータサイエンスを取り入れたデータ駆動型の研究開発手法の確立を目指す研究開発プロジェクト（DxMT）で、各分野におけるデータ駆動型研究手法の開発が進展。
- ・NIMSのデータ中核拠点も、AI解析機能を備えたデータ基盤の開発を目指し令和5年度から試験運用を開始するなど、令和7年度の本格運用に向けた基盤整備が進捗。
- ・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】

- ・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深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。

(2) マテリアル分野において今後振興すべき領域

【論点】

- ・今後、支援を強化すべき研究領域や分野について（10年から20年後の我が国の社会像からバックキャストした基礎・基盤的研究、データ駆動型研究による分野融合 等）
- ・生成AIや量子技術の活用を含めたデータ駆動型研究の更なる深化・普及に向けた取組について
また、データ駆動型研究が普及した10年後に実施する取組について
- ・データ駆動型研究の結果を裏付ける学理的なアプローチや基礎・基盤研究の方向性について（再掲）
- ・産業界が必要とする国としての取組について（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、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社会実装につながる取組、産学官連携によるイノベーション創出につながる取組 等）

【現状】

- ・海外では、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、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。また、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。
- ・我が国では、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急速に拡大。
- ・また、経済発展と社会課題解決が両立した持続可能社会の実現に資する次世代材料について、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や、我が国発の材料であっても社会実装で他国の後塵を拝する場合も多い。
- ・プロセスサイエンス構築のための取組（Materealize）では、社会実装に必要不可欠な製造プロセス上の課題の解決に向けて、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、着実に成果を創出。

【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。

(3) 研究開発力の強化と人材育成

【論点】

- ・我が国がこれまで強みを有してきた技術の継承と人材育成について

【現状】

- ・ノーベル賞受賞にもつながった革新的なマテリアルを我が国から多数創出してきた実績があるものの、近年は論文数の国際シェアの低下や、学会員数の減少等、我が国の研究力低下が指摘されて久しい。
- ・我が国における学会員の減少や研究コミュニティの弱体化に加え、国際学会の招待講演や論文の編集者の減少に代表されるように、国際社会の中での存在感が低下。
- ・マテリアル分野の重要性や魅力が十分に伝えられておらず、また、研究環境や処遇等が不足しているなど、マテリアル分野の研究開発を志す学生が減少。
- ・ARIMにおいては、質の高い研究開発を担保するために約400名の研究支援人材が先端設備の利用を支援。また、先端設備の共用基盤により、若手研究者やスタートアップ企業等が研究に必要な先端設備を利用することで、我が国の研究開発力を強化するための人材育成の場の提供に寄与。

論点と検討の方向性

【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。

まとめ

- ・マテリアル分野は、産業課題・社会課題を解決に導く分野横断的な基盤であり、我が国の産業競争力の源泉。経済安全保障上重要な分野や国際競争が激化する分野、また、国際的な環境規制等への対応も含め、持続可能な社会の実現において、「マテリアル革新力」の重要性が益々高まっている。
- ・我が国では「マテリアル革新力強化戦略」に基づき、データ駆動型研究開発の基盤整備を柱として進めてきたが、今後、高品質かつ大量のデータを創出可能な先端設備の整備・高度化を戦略的に進めるとともに、材料分野以外の研究者も巻き込みながら、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導入による研究の高速・高効率化を図り、データ駆動型研究による成果の創出を加速することが求められる。
- ・また、持続可能な社会の実現への貢献に加え、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。
- ・同時に、「マテリアル革新力」を下支えする長期を見据えた幅広く横断的な基礎・基盤研究の振興を推進するとともに、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等の社会実装の加速や人材育成に取り組む。
- ・この論点と方向性を踏まえ、引き続き検討を行う。