

# マテリアル革新力強化戦略

— 知のバリューチェーンの構築を通じて —

令和7年6月4日

統合イノベーション戦略推進会議決定

## 目次

|    |                                                   |    |
|----|---------------------------------------------------|----|
| 1. | はじめに.....                                         | 3  |
| 2. | 我が国のマテリアル分野の現状認識.....                             | 5  |
|    | （1）これまでの政府の取組.....                                | 5  |
|    | ① 革新的マテリアルの開発と迅速な社会実装 .....                       | 5  |
|    | ② 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 .....           | 6  |
|    | ③ 国際競争力の持続的強化 .....                               | 7  |
|    | （2）考慮すべき状況変化.....                                 | 8  |
|    | ① 経済安全保障の確保 .....                                 | 8  |
|    | ② 国際的な環境規制の強化等 .....                              | 9  |
|    | ③ 技術の進展 .....                                     | 10 |
|    | （3）今後の課題.....                                     | 14 |
|    | ① 研究開発力の強化に向けて .....                              | 14 |
|    | ② 産業競争力の強化に向けて .....                              | 17 |
| 3. | 基本方針.....                                         | 19 |
|    | （1）目指すべき姿.....                                    | 19 |
|    | （2）実現のための方針.....                                  | 20 |
|    | ① どこで「勝つ」のか ―重点的に取り組む分野の特定― .....                 | 20 |
|    | ② どうやって「勝ち続ける」のか ―「知のバリューチェーン」の構築― .....          | 21 |
| 4. | 取り組むべきアクション.....                                  | 22 |
|    | （1）重点分野に対応した、革新的マテリアルの研究開発及び社会実装.....             | 22 |
|    | （2）マテリアル・イノベーションの加速.....                          | 25 |
|    | ① マテリアル DX の更なる推進 .....                           | 25 |
|    | ② 多様なプレーヤーのポテンシャルを最大限に発揮したイノベーション創出のための仕組み.....   | 27 |
|    | （3）マテリアル・イノベーションの継続的な創出.....                      | 29 |
|    | ① 優秀な人材の育成・確保 .....                               | 29 |
|    | ② 革新的なシーズの継続的な創出 .....                            | 30 |
|    | ③ 研究環境の整備 .....                                   | 31 |
|    | ④ 国際プレゼンスの強化 ―我が国発のマテリアルで世界を変える― .....            | 31 |
| 5. | まとめ.....                                          | 32 |
|    | （別添1）これまでの政府の取組.....                              | 38 |
|    | （別添2）イノベーション政策強化推進のための有識者会議 「マテリアル戦略」の開催について..... | 50 |
|    | （別添3）戦略改定までの有識者会議における検討の経緯.....                   | 52 |

## 1. はじめに

- 現在、世界は複合的な危機に直面している。気候変動や自然災害、天然資源の不足、世界的な感染症の拡大、国際秩序の構造的変化等、多数の問題が相互に関係し、これらの解決には、幅広いアプローチが必要とされる<sup>1</sup>。科学技術の発展は産業を支え、国民生活を安全・安心で豊かなものとするために貢献してきた<sup>2</sup>。今後は更に、複合的な危機に対応するために重要性が増している<sup>3</sup>。
- マテリアルは最終製品の構成物であるとともに、各種機能の源泉である<sup>4</sup>。AI 技術、バイオテクノロジー、量子技術や、半導体、電池等といった国民生活の向上や複合的な危機への対応に不可欠な重要技術領域において、マテリアル分野の技術革新の寄与は極めて大きく<sup>5</sup>、マテリアルは様々な産業課題・社会課題を解決に導く分野横断的な基盤技術であるとともに、幅広い分野に飛躍的な技術の進展をもたらし、イノベーションを先導する重要な要素である。
- 例えば、天然資源の乏しい我が国にとって、希少資源の代替や高度な製造プロセスによりマテリアルの機能を最大化するなどのマテリアル分野の技術は、資源確保等のサプライチェーン強靱化、循環経済（サーキュラーエコノミー）実現の観点から重要であり、我が国の自律性・優位性・不可欠性の確保にも直結する。
- また、ネット・ゼロ<sup>6</sup>の実現に向けて、マテリアルは主要な役割を果たす。グリーントランスフォーメーション（GX）は、マテリアルの製造・使用・廃棄時におけるCO<sub>2</sub>削減等がなければ進まない。
- さらに、自然を回復軌道に乗せるために生物多様性の損失を止め、反転させるネイチャーポジティブの実現に向けても、有限の鉱物資源の調達の見直しが行われる中で、希少資源の代替やリサイクル等のマテリアル分野の技術が重要となっている。
- 加えて、例えば Beyond 2nm の次世代半導体の実現には、二次元材料等の新たなマテリアルの探索や現象解明が不可欠<sup>7</sup>であり、また、近年の進展が著しい量子技術の更なる発展もマテリアルの革新なくしては成し得ない。
- このように、第6期科学技術・イノベーション基本計画に掲げる Society 5.0 の実現や、各重要領域における他の政府戦略等（脱炭素成長型経済移行推進戦略、循

環型社会形成推進基本計画、バイオエコノミー戦略、量子未来産業創出戦略、フュージョンエネルギー・イノベーション戦略、ネイチャーポジティブ経済移行戦略等）の実現においても、**マテリアルの革新は不可欠な要素**である。

- マテリアルは、**我が国が強みを持つ分野**である。我が国に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多数創出してきた実績があり、それらは国民生活の向上に大きく寄与してきた。産学合わせ 10 万人規模の研究者が存在し<sup>8</sup>、一定の論文数や質を維持していることや<sup>9</sup>、国立研究開発法人や大学に、国際的な研究拠点が数多く形成されている<sup>10</sup>ことなど、**活発な活動が継続している科学技術分野**である。また、我が国のマテリアル産業は、様々な社会課題を解決に導く重要な役目を担うとともに、世界市場で非常に高いシェアを獲得し、グローバルサプライチェーンにおいて不可欠の地位を占める品目が多数存在するなど高い国際競争力を有しており<sup>11</sup>、**我が国の製造業 GDP のうち 3 割以上を占める基幹産業**<sup>12</sup>である。マテリアル分野の研究開発力は我が国の産業競争力の根幹を支えるものであり、**国際競争力の源泉**である。我が国が強みとする産業技術分野を丹念に拾いあげ、それらを力強く支える科学技術分野を創出していくことが求められている。
- 政府は、本有識者会議での議論を踏まえ、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、我が国の強みを活かし「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、世界の先頭に立つて取り組み、世界に貢献すること」を目指すべき姿に掲げ、産学官共通のビジョンとして「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）を策定した。これまで、本戦略に基づき、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基盤の整備と物事の本質の追究による新たな価値の創出が必須であるとして、「**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。
- 戦略策定から約 4 年が経過し、産学官の取組は着実に進展したが、この間、国際情勢の不安定化等を背景とした、希少資源の確保や重要物資の安定的な供給等、**経済安全保障の確保の必要性は更に高まり**、また、ネット・ゼロやサーキュラーエコノミーの実現に向けた**国際的な環境規制等の動きも強まっている**。

- マテリアル分野の重要性がこれまで以上に高まり、また、デジタルトランスフォーメーション（DX）、AI、ロボティクス、評価・分析技術、計算技術等の関連技術に著しい進展があり、これまでにないマテリアル開発が可能になっている今こそ、マテリアル・イノベーションにより、我が国の基幹産業であるマテリアル産業で「勝ち続け」、複合化する様々な社会課題に対応し、戦略的自律性・優位性・不可欠性を確保しつつ、国際社会と協調して目指すべき社会の実現を先導するために、改めて産学官が「マテリアル革新力」の一層の強化に向けて総力を結集する必要がある。これは、我が国産業の発展のみならず、我が国に長期的な成長をもたらす基礎・基盤研究や人材育成に投資をする上でも重要である。本戦略は、そのための羅針盤として策定するものである。

## 2. 我が国のマテリアル分野の現状認識

### （1）これまでの政府の取組

- 政府は、「マテリアル革新力強化戦略」に沿って、「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。
- 主な進捗は、以下のとおりである（詳細は別添1）。各府省の施策は着実に進捗している一方、引き続き取り組むべき課題も残されている。さらに、その後の状況変化への対応が新たな課題となっている。

#### ① 革新的マテリアルの開発と迅速な社会実装

- ESG視点等を踏まえた革新的マテリアルの社会実装に係る取組支援  
バリューチェーンの上・下流／業種横断的／産学官からなる、社会課題解決型プラットフォームの推進
  - ・ 内閣府「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」第3期「サーキュラーエコノミーシステムの構築」で、プラスチック等マテリアルの資源循環を加速するための研究開発・国際ルール形成に向けた取組を実施（令和5年度開始）。

- **グリーンイノベーション基金の活用等によるネット・ゼロの実現に貢献するマテリアル技術の実装**
  - ・ グリーンイノベーション（GI）基金事業で、「CO<sub>2</sub>等を用いたプラスチック原料製造技術開発」、「製鉄プロセスにおける水素活用」プロジェクト（令和3年度開始）、「バイオものづくり技術によるCO<sub>2</sub>を直接原料としたカーボンリサイクルの推進」プロジェクト（令和4年度開始）を実施。
- **スタートアップ等が保有する未活用・埋没技術の活用促進**
  - ・ SIP 第3期「マテリアル事業化イノベーション育成エコシステムの構築」で、マテリアルユニコーンを次々創出するエコシステムの整備に着手（令和5年度開始）。
- **重要なマテリアル技術・実装領域での戦略的研究開発の推進**
  - ・ 半導体、蓄電池、永久磁石等の経済安全保障上も重要な分野や、ネット・ゼロの実現等の社会課題の解決に向けた、革新的マテリアルの研究開発を実施。
  - ・ データを活用した革新的マテリアル・製造プロセスの研究開発を推進（蓄電池、磁性材料、構造材料、バイオマテリアル、機能性化学品、ファインセラミックス、次世代半導体等）。
  - ・ 革新的技術シーズの継続的な創出のための基礎・基盤研究の実施。 等

## ② 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

- **良質なマテリアルの実データ、ノウハウ、未利用データの収集・蓄積、利活用促進（マテリアルDXプラットフォームの整備）**
  - ・ 全国の大学等の先端設備からのデータ創出・収集体制を構築（25機関・約1,100台の設備共用）。さらに、データ利活用のため、データ構造化・AI解析機能を実装した「マテリアルDXプラットフォーム」の整備を推進（令和3年度開始）。令和5年12月にデータ利活用の試験運用を開始し、令和7年度から本格運用を開始予定。
- **製造技術とデータサイエンスの融合、革新的製造プロセス技術の開発（プロセスイノベーションプラットフォームの構築）**

- ・ プロセスデータを一気通貫で収集・活用することができる「マテリアル・プロセスイノベーションプラットフォーム」を産業技術総合研究所（AIST）3拠点（つくば、中部、中国）に整備（令和4年4月運用開始）。産業界と連携した設備活用を推進しつつ、企業からの提供データ等も活用して、プロセス・インフォマティクスモデルを構築。
- データを活用した革新的マテリアル・製造プロセスの研究開発を推進
  - ・ データを活用した革新的マテリアル・製造プロセスの研究開発を推進（蓄電池、磁性材料、構造材料、バイオマテリアル、機能性化学品、ファインセラミックス、次世代半導体等）。（再掲） 等

### ③ 国際競争力の持続的強化

- 人材育成、国際協力の戦略的展開
  - ・ 博士後期課程学生の処遇改善と多様なキャリアパスの確保、大型研究施設も含む最先端研究を支える研究基盤の構築。
  - ・ 研究開発における国際競争力の強化に向けた、世界トップレベルの研究拠点の形成や、世界で活躍する人材の育成。
- 資源制約の克服
  - ・ 希少資源等の戦略的なサプライチェーン強靱化（供給源の多角化・研究開発・設備導入支援等）。
  - ・ 需要が増大する蓄電池、永久磁石に対し、未利用レアアース分離精製技術開発やリチウムイオン電池リサイクルの社会実装等、サプライチェーン強靱化に資する取組を実施。
- サーキュラーエコノミーの実現
  - ・ SIP 第3期「サーキュラーエコノミーシステムの構築」でプラスチック等マテリアルの資源循環を加速するための研究開発・国際ルール形成に向けた取組を実施（令和5年度開始）。（再掲）
  - ・ 内閣府「研究開発と Society 5.0 との橋渡しプログラム(BRIDGE)」 「バリューチェーン循環性指標及び企業情報開示スキーム等の国際標準化」<sup>13</sup>において、循環経済の国際ルール形成を主導（令和6年度開始）。

- ・ 環境負荷軽減系コンクリート、副産物の有効活用等に関する研究開発、社会実装に向けた取組等を推進。
- ・ サーキュラーエコノミーについて野心的・先駆的に取り組む国、自治体、大学、企業・業界団体、関係機関・関係団体等の関係主体における有機的な連携を促進するサーキュラーエコノミーに関する産学官のパートナーシップ「サーキュラーパートナーズ（CPs）」を立ち上げ、サーキュラーエコノミーの実現に必要な施策についての検討を実施（令和5年度開始）。
- ・ プラスチック資源・金属資源等のバリューチェーンにおける脱炭素化のための設備の高度化を促進。 等

## （２） 考慮すべき状況変化

- 「マテリアル革新力強化戦略」策定以降の特筆すべき状況変化は、以下のとおりである。

### ① 経済安全保障の確保

- 近年、安全保障と経済を横断する領域で様々な課題が顕在化し、世界的に科学技術・イノベーションが国家間の覇権争いの中核になる中、先端的な重要技術の研究開発の促進や技術流出防止策の強化等により、我が国の技術・産業競争力の向上や、国際社会における自律性、優位性ひいては不可欠性の確保・維持に向けた取組を進めていく必要がある。
- こうした中、各国が経済安全保障上の重要技術に関する政策を公表しており、主要国の多くがマテリアル分野の関連技術を経済安全保障上の重要技術として位置づけている。また、2か国間、複数国間の協議の場においても、経済安全保障上の重要技術に係る議論が盛んに行われており、同志国等の間で協力の重要性、必要性が高まっている。
- 我が国では、「経済施策を一体的に講ずることによる安全保障の確保の推進に関する法律（令和4年法律第43号）」において、特定重要技術を定義した上で、その



研究開発の促進とその成果の適切な活用を図るとともに、特定重要物資を指定し、その安定供給確保を図ることなどが定められた。

- この中においてマテリアル分野の研究開発は、複数の特定重要技術の発展に不可欠な基盤的要素であるとともに、マテリアル分野におけるイノベーションと関連の深い半導体や蓄電池、永久磁石等が特定重要物資に指定されており、経済安全保障上の重要性が非常に高まっている。経済安全保障の確保の観点も踏まえて関連施策を推進していく必要がある。

## ② 国際的な環境規制の強化等

- 循環経済への移行は、気候変動、生物多様性の保全、環境汚染の防止等の環境面の課題と合わせて、地方創生や質の高い暮らしの実現、産業競争力の強化や経済安全保障の確保といった社会課題の同時解決にもつながるものであり、国家戦略として取り組むべき重要な政策課題である。このような背景の下、我が国では、循環経済の実現を国家戦略として着実に推し進めるべく、令和6年7月に「第1回循環経済に関する関係閣僚会議」が開催されたとともに、同年8月に「第5次循環型社会形成推進基本計画」が策定され、同年12月には「循環経済（サーキュラーエコノミー）への移行加速化パッケージ」が公表された。
- 主要国、特に欧州では、「自動車設計の循環性及び廃自動車管理に関する規則（ELV規則）」案が2023年に公表されるなど、資源循環に関連する制度・規制等が次々と検討・導入されている。また、2026年からライフサイクルアセスメント（LCA）の自主開示規則が発効し、国連欧州経済委員会自動車基準調和世界フォーラム（UNECE/WP29）で、自動車のLCA算定手法の開発が進められている。建築分野においてもLCA開示の義務化等の施策が進みつつある。このような、製品におけるLCAやカーボンフットプリント（CFP）算定と開示の動きは、マテリアルの製造時、使用時の環境負荷の算定が基礎となっている。
- 希少資源は、脱炭素燃料の合成等のための触媒材料等として重要であるが、需要増によって生じる価格高騰や寡占化によるカントリーリスクの高さが危惧される戦略物資となっている。また、希少資源を産出するための新規の鉱山開発は環境破壊

や人権侵害を伴うことから世界各地で反発を生んでおり、省希少資源化の取組が重要となっている。

- 気候変動対策に関しては、令和 7 年（2025 年）2 月 18 日、令和 12 年（2030 年）から先の温室効果ガス削減目標について、世界全体での 1.5℃目標と整合的で、2050 年ネット・ゼロの実現に向けた直線的な経路にある野心的な目標として、我が国は、令和 17 年（2035 年）度、令和 22 年（2040 年）度に、温室効果ガスを平成 25 年（2013 年）度からそれぞれ 60%、73%削減することを目指すこととし、当該目標及びその実現に向けた対策・施策を含む「地球温暖化対策計画」を閣議決定した。
- その他、化学物質のうち毒性が認められたものは、「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約」において規制が行われている（例えば、令和 3 年（2021 年）4 月以降では、PFHxS、デクロランプラス、UV-328、メトキシクロルの規制が行われた）。
- このような状況において、マテリアル分野における研究開発とその社会実装は、次世代半導体や製造プロセスの脱炭素化等のネット・ゼロの実現に貢献する技術や、希少資源の代替やリサイクル等のサーキュラーエコノミーの実現に貢献する技術の発展に不可欠な要素であり、この観点でも重要性が更に高まっている。

### ③ 技術の進展

#### 【デジタルトランスフォーメーション（DX）】

- マテリアル分野におけるデジタルトランスフォーメーション（マテリアル DX）は、「マテリアル革新力強化戦略」の一つの柱として、文部科学省「マテリアル DX プラットフォーム」、経済産業省「マテリアル・プロセスイノベーションプラットフォーム」を中心に、取組が急速に進んだ。試行錯誤・経験を活かした従来の研究開発手法に計算科学やデータサイエンスを融合することにより、研究開発や製造プロセスを効率化するものであり、マテリアル開発の国際競争が激化する中で、革新的機能を有するマテリアルをいち早く創出する手法として期待されるとともに、製造プロセスにおける省エネルギー化や低環境負荷化の効果も期待されている。

- 例えば、文部科学省「マテリアル DX プラットフォーム」において、AI が研究者の「気付き」を誘導することによる電気化学の新たなサイエンスの創出<sup>14</sup>や耐熱材料の一見奇抜な熱処理方法の発見<sup>15</sup>、ハイスループット材料探索による優れた新規磁石化合物の発見<sup>16</sup>等、革新的マテリアル開発に向けた世界トップレベルの成果が上がるとともに、経済産業省「マテリアル・プロセスイノベーションプラットフォーム」において、拠点利用により得られたデータを蓄積し、材料特性を高精度に予測するためのプロセス・インフォマティクスモデル(例:再生樹脂の品質判定モデル)を構築する<sup>17</sup>などの成果が上がっている。これらの進展により、マテリアル DX は単に研究開発の効率化や高速化をもたらすだけでなく、従来の研究開発の在り方や考え方を根本的に変え得るものと認識されつつある。
- 主要国でもマテリアル DX はますます活発になっており、政府や公的機関、民間主導の研究開発プロジェクトの下、マテリアルに関するデータ基盤の整備が進んでいる。米国においては、2011 年に「Materials Genome Initiative (MGI)」<sup>18</sup>を発表し、さらに 2021 年 11 月に発表された「MGI Strategic Plan 2021」<sup>19</sup>では (1) 「Materials Innovation Infrastructure (MII, マテリアル・イノベーション基盤)」を統合すること、(2) マテリアルデータの力を活用すること、(3) マテリアル研究開発の労働力について教育と訓練を行いつなげていくことの 3 つのゴールを掲げている。MGI で創出された計算データベースサイト「Materials Project」<sup>20</sup>は無償で公開されており、当該サイトで提供される物質データや分析アプリケーションは世界のマテリアル分野や情報分野の研究者に利用されている。欧州が、2024 年 2 月に発表した「Communication on Advanced Materials for Industrial Leadership (先端材料に関するコミュニケーション (指針))」<sup>21</sup>においても、「European digital infrastructure for advanced materials R&I (先端マテリアルの開発の加速に向けた欧州デジタル基盤)」の構築が掲げられており、データインフラ間の相互運用と利活用の動きが加速する見込みである。
- 欧州のデジタルプロダクトパスポート (DPP) はマテリアルや製品の CFP やリサイクル性等のデータを共用化するデジタルプラットフォームであり、世界中でその構築が進められている<sup>22</sup>。また、我が国でも、企業や業界、国境を横断したデータ連携の取組として「ウラノス・エコシステム」<sup>23</sup>が推進されている。様々なマテリア

ルに関する膨大なデータをプラットフォーム化することは、社会課題の解決に資する効果的な手段となる。

## 【AI の発展、ロボティクスとの融合】

- 従来のデータ蓄積・管理・活用のみならず、生成 AI による新材料探索に代表されるようなデータ活用に関する技術的発展が目覚ましい。さらに、データや AI とロボティクスを組み合わせた自動・自律実験の成果も近年次々に報告されている。
- スクラップや廃プラスチック等の自動選別分野では、資源循環の高度化のみならず GX の促進にもつながる、AI とロボティクスを組み合わせた高速、自動選別の技術が急速に進展し、実装されつつある。
- また、自動・自律実験の導入は、人力では困難な膨大な数の条件での実験の高速化や、人間の認知限界・バイアスを超えた仮説探索・検証を可能とするため、従来とは、量的のみならず、質的に異なる科学的発見を導き出す可能性も示唆されている。海外では大型の投資が相次いでおり、例えば、2023 年には Google DeepMind が AI を用いた材料探索により、約 200 万種の安定無機化合物を同定したと Nature に発表し<sup>24</sup>、加えて米カリフォルニア大学バークレー校とローレンス・バークレー国立研究所（LBNL）の自動・自律実験システムによって、これらの候補物質から 41 個の無機物質を合成したと Nature に発表<sup>25</sup>した。また、カナダのトロント大学を中心とした自動・自律実験の大型拠点である Acceleration Consortium には 2023 年から大型の政府支援が決定され、約 100 名の研究者・技術者が活動を行っている<sup>26</sup>。英国でも、リヴァプール大学の Materials Innovation Factory に対する大型投資が開始されている<sup>27</sup>。
- 生成 AI の急速な進展・活用拡大をかんがみれば、AI やそれと連動したロボティクスが今後の研究開発や製造プロセスを抜本的に変えていく可能性を大いに秘めている。今や、マテリアル産業のライバルはマイクロソフトや Google であると言っても過言ではないほど状況は変貌している。マテリアルの設計と製造が分離し、水平産業化する可能性もある。我が国の強みを活かした AI やロボティクスの活用を含め、全体動向を注視する必要がある。

## 【評価・分析技術、シミュレーション技術等】

- これらの技術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る。
- 評価・分析、加工、合成技術はノウハウの塊であり、我が国は高い技術力を有している。また世界的な装置メーカーが国内に多数存在<sup>28</sup>することから、研究開発現場にとってサポートを得られやすい環境が構築されている。これらの基盤技術は、我が国のマテリアル分野の研究開発力や多様なシーズの創出を支えてきたとともに、表裏一体で成長してきた。例えば、オペランド計測やマルチモーダル計測は、触媒分野だけでなく、生きた細胞や組織等の生体試料から、半導体や蓄電池等の実デバイスにまで測定対象は急速な広がりを見せ、アカデミア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<sup>29</sup>。加工、合成プロセスは、対象ごとに手法が異なるため、また、プロセスを制御するパラメータが非常に多いことから一般化が困難であり、従来は経験や暗黙知に大きく依存していた。近年では、データサイエンス的側面からアプローチすることにより、加工、合成プロセスに関する科学的な理解が進み、それを活用した効率化や最適化が可能となってきた。
- また、社会的要請の高い先端半導体をはじめとする種々の半導体デバイス・電子デバイスでは、原子サイズの領域に迫るナノサイズでの加工、制御、評価技術が必須となるなど、原子・分子、ナノレベルでの物質設計と機能制御は、世界が直面する重要な課題に対処する上で不可欠な技術である。米国「2021 年版国家ナノテクノロジー・イニシアチブ戦略計画」<sup>30</sup>においても、「ナノテクノロジー」や「ナノサイエンス」の発展は医療、食糧、水、エネルギー等の諸問題の解決に貢献するものとして、重要性が再確認されている。
- シミュレーション技術についても、計算機的能力向上と計算手法の改良により、計算規模・精度・速度は絶え間なく拡大し、第一原理計算等の計算科学とデータサイエンス、AI との組み合わせによるシミュレーションが新材料創出や創薬における材料探索に広く活用されるようになってきている<sup>31</sup>。特に最新の進展は、合成経路の予測である。従来は生成したマテリアルの特性予測に限られていたが、それに加え、急速に合成経路予測技術が発展してきており、更にロボット合成実験との組み合わせが報告されている。また、環境負荷や影響を定量的に把握し低減するための設計・

評価・管理に関する LCA、物質ストック・フロー分析、産業連関分析、各種フットプリントやラベリング等、技術の導入による効果を予測する上でもシミュレーションを活用した検討が必要になる。今後、量子コンピュータの活用によってシミュレーション技術が更に発展することも期待される<sup>32</sup>。

- こうした技術の進展により、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や、ダイナミクスの理解に基づき機能を制御したマテリアル開発、製品のライフサイクル全体で環境負荷を低減したマテリアルの開発等を行うことが可能となってきた。

### (3) 今後の課題

#### ① 研究開発力の強化に向けて

- 優れた基礎・基盤研究成果の創出
  - ・ 国際情勢等の変化に対応して、マテリアル分野の研究開発に対する期待や重要性が高まる一方、依然として、我が国の研究開発力は相対的に低下していることが指摘されており<sup>33</sup>、その傾向が継続している。
  - ・ マテリアル分野において、産業界からアカデミアへの最も強い期待は、産業競争力の源泉となる優れたサイエンスの構築である。産学官が協働し、アカデミアの研究開発力の強化に取り組む必要がある。特に、産業界とも連携した基礎・基盤研究推進の在り方を検討する必要がある。
  - ・ アカデミアにおける研究開発力の強化にはトップ研究の創出と裾野の広がり確保が両輪で必要である。トップ研究の創出には、国内外から優秀な人材を確保するとともに、国際的な研究コミュニティへの参画が重要であるが、我が国では国際共著論文の割合が他国より低いこと<sup>34</sup>や研究人材の流動性が低いこと、国際共同研究相手としての位置づけが低下していること<sup>35</sup>、マテリアル分野においても、主要な国際会議において日本人の招待講演者数が減少していること<sup>36</sup>、主要な国際学術誌におけるエディターや国際会議におけるセッションオーガナイザーにおける、我が国研究者の割合が減少傾向にあること<sup>37</sup>など、国際的な研究コミュニティでの我が国の存在感の低下が指摘されている。また、

アカデミアにおける研究者の研究時間の不足<sup>38</sup>や研究開発マネジメント人材の不足<sup>39</sup>、人件費・物価の上昇<sup>40</sup>等、研究環境の問題が深刻化しており、トップ研究の創出にもつながる優れた人材の確保において困難な状況が続いている。裾野の広がり観点では、関連学会員数の減少等コミュニティの縮小<sup>41</sup>や博士後期課程への進学者数の減少<sup>42</sup>、女性研究者の割合が諸外国に比して著しく低い<sup>43</sup>ことなどが指摘されている。

- ・ 優れた基礎・基盤研究の成果が絶えず生み出されるための多面的な研究支援とともに、国際プレゼンスの向上、研究者・研究開発マネジメント人材の処遇改善や研究基盤の整備等の研究環境改善に取り組むことが必要である。
- ・ 人件費・物価の上昇等にも留意しつつ、科研費等の競争的研究費を通じた研究力の一層の強化、科研費における国際性・若手研究者支援等を通じた研究環境改善等を含め、支援の在り方を検討していくことが必要である。また、大学のガバナンス改革や人事給与マネジメント改革等の実施と併せて、人件費・物価の上昇等も踏まえつつ、国立大学法人や国立研究開発法人等の基盤的経費を確保することが必要である。

#### ● 研究開発の加速

- ・ 我が国の研究人口が減少しつつある中、激化する国際競争に対応するためには、DXを通じた研究開発の高速化、効率化が不可欠であり、「マテリアル革新力強化戦略」に沿って進めてきたマテリアルDXを更に強力に推進する。
- ・ マテリアルデータ基盤の充実とともに、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ことが必要である。その際、我が国には、データサイエンスや計算科学とマテリアルサイエンスの両方がわかる人材（マテリアルズ・インフォマティクス人材）が不足していることが指摘<sup>44</sup>されており、こうした人材の育成が必要である。
- ・ DX技術は、生成AIの発展に代表されるように急速に変化している。例えば近年、自動・自律実験への大型投資が欧米で先行<sup>25-27, 45</sup>しているなど、従来手法のみでは今後競争力を維持できない。我が国の強みを活かしながら技術の進展に常に対応していくことが必要である。その際、データ駆動型研究開発の手法は発展途上であり、情報分野の研究者の参画を促進することが重要である。

- マテリアルデータ基盤の活用拡大
  - ・ 文部科学省「マテリアル DX プラットフォーム」を通じ、アカデミアを中心とするオープン領域でのデータ共有は着実に進展しつつある<sup>46</sup>。共有設備と連動し、データ取得からデータベース化を一元的に行う取組は世界に先行する取組である。今後は、DX 技術の急速な進展を踏まえた、データ基盤の活用拡大に向けたユーザビリティの向上、AI、ロボティクス等を活用した新たな研究開発手法への対応や質の高いデータの蓄積の加速、諸外国の状況にかんがみた我が国としてのデータ収集・構造化・利活用戦略の検討、社会実装を見据えたオープン・アンド・クローズ戦略の検討が必要である。
- 最先端研究の社会実装に向けた橋渡し
  - ・ 使われてこそ「材料」であり、マテリアル分野の研究開発においては、最先端の基礎・基盤研究の成果が産業界で活用され、社会実装につながってこそ意味を持つ。最先端の研究成果のうち、「材料」に到達するものはごく一部であり、その過程には様々なボトルネックが存在する<sup>47</sup>。技術的ボトルネック（物質、材料、デバイス等のレイヤー毎にも存在する。）の解決に加え、経済、社会的なボトルネック（コスト、人・技術のマッチングの限界、社会実装につなげる目利き人材の不足等）の解決も必要である。
- 最先端研究を支える研究基盤の継続的な整備
  - ・ 研究機器<sup>48</sup>、研究経費（光熱水費、原材料、人件費等）の高騰により、研究室や研究者の単位においては最新技術・機器の開発と導入が困難になりつつある。
  - ・ 自身で十分な設備を持たない若手研究者やスタートアップ等を支え、基礎・基盤研究や、人材育成、研究の裾野拡大の基盤となるのみならず、マテリアル DX の推進において、高品質かつ大量のデータを生み出す基盤としても、最先端設備の共有等は有効であり、継続的な整備が必須である。
  - ・ また、NanoTerasu、SPRING-8、「富岳」等の世界最高水準の大型研究施設の整備・運用は国内外の優秀な人材の確保の観点でも重要である。
- 人材育成・確保の長期的な懸念への対応
  - ・ 前述（「優れた基礎・基盤研究成果の創出」）の他、マテリアル分野を志す若手研究者や学生の減少<sup>42</sup>が指摘されている。博士後期課程学生の育成・確保等、



国内の優秀な人材の育成・確保のみならず、海外の優秀な人材確保のための取組が急務である。また、研究者・研究開発マネジメント人材の処遇改善や研究環境の整備、研究開発成果のアウトリーチ活動等を通じたマテリアル分野の魅力向上・発信が重要である。

- 国際プレゼンスの強化

- ・ 前述（「優れた基礎・基盤研究成果の創出」）のとおり、国際的な研究コミュニティでの我が国の存在感の低下が指摘されている。国際プレゼンスの低下は、国際共同研究によるイノベーションや海外の優秀な人材を獲得する機会の損失を招く。国際プレゼンスの向上に向けた取組が必要である。

## ② 産業競争力の強化に向けて

- 我が国の基幹産業であるマテリアル産業で「勝ち続け」、目指すべき社会を実現するには、市場のグローバル化による競争の激化や、ネット・ゼロの実現、サプライチェーンリスクへの対応等、経済・社会情勢を取り巻く環境変化の中で勝ち筋を見出すことが必要である。その上で、マテリアル分野の研究開発には長い時間がかかる<sup>49</sup>ことから、長期的視点でマテリアル・イノベーションに投資することが重要である。
- ネット・ゼロの実現に向けて、マテリアルは主要な役割を果たす。鉄鋼、セメント、化学等のセクターは、製品の製造過程で温室効果ガス（GHG）の排出が大きく、かつ脱炭素プロセス技術が成熟していないことから、GX に向けて国際的な研究開発競争が繰り広げられている。個々の企業の実取組のみならず、サプライチェーン全体での排出削減を進めていく必要がある。サプライチェーン全体での排出量削減の実現には脱炭素・低炭素製品（グリーン製品）が選択される市場の存在が必要であり、その基盤として製品・サービスの CFP や排出削減量に着目した指標（削減実績量・削減貢献量等）といった GX 価値を「見える化」する仕組みが不可欠である。脱炭素移行期におけるグリーン製品の市場創造は、脱炭素投資に対する投資予見性を確保し持続可能な移行を進める上で、産業政策上の最重要課題の一つである。

- グローバル化や国際情勢の変化等に伴う新たな競争環境に対応した、より高付加価値な製品を生み出す研究開発力の向上や、マテリアルの価値が明確に評価される新たな市場の創出が必要である。具体的には以下への対応が課題としてあげられる。
  - ・ GX 実現に向けた研究開発の加速、グリーンマテリアル<sup>50</sup>に関する戦略的な取組、「GX 価値」<sup>51</sup>の「見える化」等の推進による社会実装の推進
  - ・ サーキュラーエコノミーの実現に向けた研究開発の加速
  - ・ 経済安全保障上の重要技術に関する研究開発の加速
  - ・ 原材料の特定国への依存や国際情勢の変化によるサプライチェーンリスクの高まりや、エネルギー・原材料価格の高騰への対応
- 産業界における開発加速
  - ・ 激化する開発競争に対応するため、また、製造プロセスの省エネルギー化、ネット・ゼロの実現等においてもマテリアル DX は不可欠である。
  - ・ 一方で、DX により、これまで暗黙知となっていたノウハウが明らかとなることで、他者による模倣を容易にする側面があることも否定はできない。適切なオープン・アンド・クローズ戦略や知財戦略によってノウハウを守ることは当然必要であるが、一方で模倣を完全に防ぐことは不可能である。次の開発にかけられる時間を獲得するためにも、自動・自律実験の活用を含む DX は更に加速する必要がある。併せて、「モノ」以外に、ソフトウェア等を併せて提供するなど周辺技術を組み合わせたシステム化等により、製品・サービスとしての強みを磨く必要がある。
- 労働人口減に伴う開発力低下や少子高齢化に伴う技術資産の継承
  - ・ 製造現場においても、労働人口減に伴う開発力低下や少子高齢化に伴い、技術資産の継承が困難<sup>52</sup>となっている。この観点においても、DX 技術等を活用した製造プロセスの効率化やデジタル化は不可欠である。
- 拡充されたデータ基盤の活用拡大に向けた体制整備
  - ・ 「マテリアル革新力強化戦略」に沿ってマテリアルデータ基盤の整備が進み、「協調領域」におけるデータ共用は、業界ごとに異なる背景があるものの、一定程度進捗した<sup>53</sup>。産業競争力の強化に向けて、今後は「競争領域」に踏み込んだデータ共用の拡大やデータ基盤の活用が必須である。

- ・ 一方、企業にとって「競争領域」のデータは個社のノウハウの塊であり、他者へそのまま共有することは困難である。産業競争力の強化のためのデータ共用、データ基盤の活用拡大に向け、データのオープン・アンド・クローズ戦略や、データ共用のブレークスルーとなり得る秘匿計算技術の開発等が必要である。
- 最先端研究に対する社会実装からの橋渡し
  - ・ マテリアル分野においては、他分野と比較してアカデミアの成果が産業界において活用されているとの見方もあるものの<sup>54</sup>、我が国のマテリアル産業における研究開発効率の低さも指摘されており<sup>55</sup>、アカデミアの知の活用を含め、研究開発力を産業競争力に十分転換できていないことが懸念される。
  - ・ 我が国発のマテリアルであっても、その社会実装において他国の後塵を拝することが多く、迅速な社会実装が課題とされてきた<sup>56</sup>。社会実装にあたっては、課題に直面している産業界の役割が特に大きく、産業界からは技術課題の明示、アカデミアからはこれに応える優れた研究成果の創出が必要である。加えて、これらの課題と成果を適切につなぎ、産業界における課題の解決と新たな学術領域の創出をもたらすコーディネート機能が産学ともに不足していることが課題である。

### 3. 基本方針

#### (1) 目指すべき姿

- マテリアル・イノベーションを絶えず創出し、我が国の基幹産業であるマテリアル産業で「勝ち続ける」。我が国発のマテリアルで、様々なバリューチェーンを介して、複合化する様々な社会課題に対応し、戦略的自律性・優位性・不可欠性を確保しつつ、国際社会と協調して目指すべき社会の実現を先導する。その際、ネット・ゼロやサーキュラーエコノミーの実現等において中心的な役割を果たすマテリアルの重要性と、マテリアル・イノベーションにおいて卓越したサイエンスが競争力の源泉であることを強く認識する必要がある。

## (2) 実現のための方針

### ① どこで「勝つ」のか ―重点的に取り組む分野の特定―

- マテリアル分野は分野横断的な基盤技術であり、研究開発の対象は広範に渡る。国際競争が激化し、また国際分業が進む中においては、限りあるリソースを重点的に投入すべき分野の特定が必要である。
- 短期・中期視点では、経済安全保障の観点も踏まえ、我が国が現に強みを持つ、または、持つべき以下の分野への重点化が必要である。
  - 我が国が現に技術優位性を有する高機能・高付加価値マテリアル
  - サーキュラーエコノミーの実現を通じた資源確保、サプライチェーン強靱化の鍵となるマテリアル
  - GX 成長に必要となる、グリーンマテリアル、エネルギー関連マテリアル
  - 経済安全保障上重要なマテリアル（半導体等）
  - 高度なマテリアル設計、評価・分析を組み合わせた、革新的なモノづくり技術（高度な量産技術を含む）
- 一方、マテリアル分野の研究開発には長い時間がかかることが特徴であり、基礎・基盤研究の成果が、当初は想定されていなかった社会課題の解決に将来貢献するなど、大きく発展することがあり得る。また、トップ研究の創出には、広い裾野が必要であり、若手研究者や学生がマテリアル分野に関心を持ち参画するためには、魅力的なテーマ設定や研究環境の構築が重要である。
- 中期・長期視点では、以下に取り組むことで、マテリアルを通じた新たな価値の創出に挑戦する。
  - 「フロンティア」への挑戦により、新たな価値を創出するマテリアル（フロンティア・マテリアル）
    - ・ ここでの「フロンティア」は複数の意味を持ち得る。

- ☆ 社会課題解決の視点からのバックキャスト、技術起点のフォアキャストの両面からアプローチすることによって特定される**価値のフロンティア**
- ☆ 現在のマテリアルの性能・機能の限界によって特定される**サイエンス・技術のフロンティア**
- ・ 「フロンティア・マテリアル」とは、これらの「フロンティア」への挑戦により、**新産業や新学術領域の創出、複合化する社会課題の根本的な解決等の新たな価値を創出するマテリアル**であり、具体的には以下のようなマテリアルが想定される。
  - ☆ 新規マテリアルと既存マテリアルの組み合わせや、革新的なモノづくり技術による性能・機能の最大化により、新たな価値に対応するマテリアル
  - ☆ 新たな科学技術的発見により、現在の性能・機能の限界を突破し、複合化する社会課題を根本的に解決し得るマテリアル

## ② どうやって「勝ち続ける」のか —「知のバリューチェーン」の構築—

- 産学官が相互に接続した「知のバリューチェーン」を構築することにより、マテリアル・イノベーションを我が国から絶えず創出し、マテリアル産業で「勝ち続ける」。
- ・ マテリアル・イノベーションにより、我が国の基幹産業であるマテリアル産業で「勝つ」ことは、我が国産業の発展のみならず、我が国に長期的な成長をもたらす基礎・基盤研究や人材育成に投資する上でも重要である。
- ・ 「勝ち続ける」には、我が国の強みをより強くすることが必要である。我が国の強みの一つは、産業界、アカデミアともに、優れた技術力、多様なプレーヤーの存在である。我が国のマテリアル分野は、産学の結びつきが比較的強い分野であり、また、アカデミアにおいて全国に多様な研究拠点が形成されているとともに、産業においても多分野・多様な企業とその先進技術が集積し、すり合わせ型の開発に強みを有してきた。こうした強みを活かし、多様なプレーヤーを結びつけ、優れた知や技術力をイノベーションにつなげる「知のバリュー

チェーン」を構築する。複合化する社会課題に対応するためにも、異分野や異業種の多様な知が結集し融合することが不可欠である。

- ・ 「知のバリューチェーン」とは、イノベーションを継続的に生み出し、経済成長につなげるための知の好循環を意味する。具体的には、アカデミアの優れた知が産業界へつながり、かつ川上産業と川下産業が早期に連携し、イノベーションが生み出され、目指すべき社会を実現するとともに、社会課題の解決に資するマテリアルの価値と役割が評価され、産業界の得た価値評価を通じて、ニーズや課題、リソース<sup>57</sup>がアカデミアに還り、新たな研究領域の創出や人材育成につながるシステムが我が国の強みとして構築される事を目指す。
- ・ 「知」を「バリュー」に転換するには、高い技術力等の価値を「見える化」することが必要である。例えば、グリーン技術については特許庁がグリーン・トランスフォーメーション技術区分表（GXTI）を設定し、その中に多くのマテリアル技術が包含されている。また、グリーンスチールについては、国際的な LCA 評価システムが定着してきており、マスバランス法等の科学的な算定手法に基づいて、社会課題の解決に資するマテリアルの価値を客観的に定義している。
- ・ 「知のバリューチェーン」の起点はサイエンスである。我が国の競争力の源泉である、卓越したサイエンスの創出が重要であることを強く認識する。

## 4. 取り組むべきアクション

### （1） 重点分野に対応した、革新的マテリアルの研究開発及び社会実装

- 重点分野（短期・中期視点）に対応する革新的マテリアルの研究開発及び社会実装のため、以下を推進する。
  - 我が国が現に技術優位性を有する高機能・高付加価値マテリアル
    - ・ データ駆動型研究開発の成果を活用した、マテリアルの高機能化・高付加価値化（マテリアルの性能向上や製造プロセスの効率化、低環境負荷等）による競争力の維持・拡大。
  - サーキュラーエコノミーの実現を通じた資源確保、サプライチェーン強靱化の鍵となるマテリアル

- ・ プラスチックや金属等の資源循環を加速するための研究開発、ルール形成、設備導入支援等。
- ・ 再生材の供給量拡大や品質向上、国際標準化。
- ・ 資源循環に必要となる製品・マテリアルの情報や循環実態の可視化のための、産官連携体制の構築。
- ・ 資源の有効利用に資する建設材料等の技術実証・研究開発等。
- ・ 希少資源等の戦略的なサプライチェーン強靱化（希少資源等の供給源の多角化、代替・リサイクル等に関する研究開発・設備導入支援等）。

➤ **GX 成長に必要となる、グリーンマテリアル、エネルギー関連マテリアル**

- ・ 既存の ICT 技術の限界を打破することが期待され、かつ、国際的な競争が激化している量子コンピュータや量子センシング等のデバイス・部素材を構成する量子マテリアルに対する研究開発等。
- ・ 次世代蓄電池やモーター、半導体、航空機部品、バイオ由来製品、触媒等、ネット・ゼロの実現を加速するための革新的部素材に対する研究開発、設備導入支援等。
- ・ プラスチック・鉄鋼等金属のマテリアル製造プロセス転換等、バリューチェーンにおけるネット・ゼロ実現のための研究開発、設備導入支援等。

➤ **経済安全保障上重要なマテリアル（半導体等）**

- ・ 特定重要技術や特定重要物資に関する研究開発・設備導入支援等。

➤ **高度なマテリアル設計、評価・分析を組み合わせた、革新的なモノづくり技術（高度な量産技術を含む）**

- ・ マテリアルの特性データや製造プロセスデータを活用したプロセス・インフォマティクス技術、プロセスサイエンスの構築。
- ・ 大型研究施設を含む先端設備の整備・共用や、評価・分析、加工技術等の提供。

- **重点分野（短期・中期視点）に対応する革新的マテリアルの研究開発及び社会実装にあたって、以下が不可欠であり、産業界と国が連携して以下を推進する。**

➤ **LCA 評価や標準化等による研究開発成果による付加価値の「見える化」や、GX 製品市場の創出**

- ・ GX の推進には、製品・サービスの CFP や排出削減量に着目した指標（削減実

績量・削減貢献量等)といった「GX 価値」の「見える化」により、GX 製品が市場で評価されるための仕組みに加え、GX 製品の企業・公共での調達促進等の GX 市場を創出するための需要側の取組により脱炭素化投資を更に進展する経済的好循環が不可欠である。具体的には、製造業において、サプライチェーンの上流から下流までが連携した形で、「GX 価値」の共有や、先行調達及びそれを通じた需要の予見性向上を促進するとともに、ルール化の主導権を握るための、ISO 等の国際標準規格を策定するにあたっての支援が極めて重要である。

➤ **国内における再生資源の活用促進**

- ・ 再生資源が国内で循環する仕組みを構築していくため、「再生材の利用に関する計画策定や実施状況の定期報告の義務づけ」や「環境配慮設計を促進するトップランナー認定制度の創設等」等の再生資源の需要と供給を喚起する制度措置。
- ・ プラスチック・金属・再エネ関連製品の省 CO<sub>2</sub> 型技術実証、設備導入支援等。
- ・ 「資源循環の促進のための再資源化事業等の高度化に関する法律(令和 6 年法律第 41 号)」の認定制度等を通じた高度な再資源化事業等の促進。

➤ **マテリアルの供給途絶リスクの低減**

- ・ マテリアルバリューチェーンの中で日本をマザー工場にして海外で戦えるように、経済安全保障上の観点を踏まえたリスク分析や調達の多角化等。

➤ **市場のグローバル化や国際情勢の変化に対応するための、規制、標準化、知財戦略**

- ・ グリーンマテリアルについて、ISO 等の国際的な標準等の下で、「GX 価値」が適切に評価されるよう<sup>58</sup>、製品の CFP の評価手法について、国内外の CFP の専門家や関係者における議論の促進。
- ・ 資源循環・循環経済に関しては、近年 EU を中心に、製品レベルでの規制や情報開示ルールが導入される一方、特に循環性指標や情報開示については、国際的に確立されたルールが存在せず、今後ルールの乱立による企業の対応コスト増等も懸念される。BRIDGE「バリューチェーン循環性指標及び企業情報開示スキーム等の国際標準化」の成果も踏まえたグローバル循環プロトコル(GCP)の開発への貢献<sup>59</sup>を含む資源循環分野の国際ルール形成の主導による、日本企業の国際競争力の維持・強化。



- 競争領域での強固な産学連携の実現及び経済安全保障の確保のための、技術及びデータのオープン・アンド・クローズ戦略の高度化、研究セキュリティ・インテグリティの確保
- 重点分野（中期・長期視点）として、「フロンティアへの挑戦により、新たな価値を創出するマテリアル（フロンティア・マテリアル）」を目標として掲げ、以下を推進する。
  - 新たな市場の創出等につながる、ハイリスク・ハイインパクトな技術シーズの育成
  - 多様な元素の性質を引き出すことによる、従来の性能・機能を超越した革新的マテリアルの創出
    - ・ 最先端の学理、評価・分析技術、データサイエンス、プロセス技術等を活用し、多様な元素の性質を引き出すことにより、従来の性能・機能を超越し、世界が直面する複合化する社会課題に対応し得る革新的マテリアルを創出。この際、産学連携や府省連携、社会科学等も含めた異分野連携による総合知を活用しつつ、新たな才能の発掘も含めた、卓越したサイエンスの創出を主軸においた取組を推進する。

## （２） マテリアル・イノベーションの加速

- 激化する国際競争に対応するためには、マテリアル・イノベーションの加速が不可欠である。

### ① マテリアル DX の更なる推進

- 「マテリアル革新力強化戦略」に沿って進めてきたマテリアル DX を更に発展させる。この際、AI をはじめとする DX 技術の進展は目覚ましく、新たな手法に絶えず対応すること、また今後は、研究・製造において、AI、ロボティクス、量子コンピュータ等の活用を前提とした発想の転換が不可欠であることに留意しつつ、以下を推進する。
  - 研究開発・製造の革新的効率化（データ駆動型研究開発の推進・普及）

- ・ データ駆動、AI、ロボティクス、ハイパフォーマンスコンピューティング（HPC）や量子コンピューティングの活用等、絶えず進化する新たな手法の導入を加速するための研究開発等。
- ・ 多様な研究者・企業のデータ駆動型研究開発への参入を促すための、技術支援等を通じた、データ駆動型研究開発手法の普及、データ駆動型研究開発の成果創出・発信。
- ・ マテリアルズ・インフォマティクス人材の育成。

#### ➤ マテリアルデータ基盤の充実・活用加速

- ・ マテリアルデータ及び「マテリアル革新力強化戦略」に沿って整備されてきた、我が国の主要基盤である「マテリアル DX プラットフォーム」と「マテリアル・プロセスイノベーションプラットフォーム」は我が国の強みであり、貴重な資産である。マテリアルデータ基盤の整備・活用が世界的に加速する中において、国際動向に留意しつつ、これまでの取組を継続するとともに、活用されるマテリアルデータ基盤へと発展させることが重要である。また、我が国の取組がデファクトスタンダードを獲得できるよう、積極的に国際発信することも重要である。「マテリアル DX プラットフォーム」と「マテリアル・プロセスイノベーションプラットフォーム」は連携しつつ、以下に取り組む。
  - ☆ 質の高いデータの蓄積の加速。
  - ☆ AI 解析基盤を備えるなどによるユーザビリティの向上。
  - ☆ データの更なる利活用に向けたデータ収集・構造化・共用の方針の検討。
  - ☆ 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やセキュリティ確保。特に産業界も含むマテリアルデータ共用の加速に向けて、ニーズや課題を抽出するための産業界との連携体制の構築、オープン・アンド・クローズ戦略の高度化、秘匿計算技術の開発・活用等。
  - ☆ データの活用が、蓄積データの質やデータ基盤の改善にもつながるようなフィードバックの仕組みの構築。

#### ➤ 上質なシミュレーションデータの創出と活用

- ・ 第一原理計算からのマルチスケールシミュレーション技術を高度化させるとともに、AI とシミュレーションの融合を更に推進し、シミュレーションにより物性を正確に予測するシステムの構築。

➤ **自動・自律実験、製造システムの開発と活用加速**

- ・ 今後、研究開発や製造プロセスにおいて、自動・自律実験、製造システムを導入することは不可欠である。世界的に開発・導入が加速する中において、計測・分析機器産業やロボット産業が強いなど、我が国の強みを生かした、我が国発のコンセプトの確立と、誰もが使えるようにするための研究開発、標準化提案を目指すとともに、研究開発や製造の現場における設備整備・活用を加速。

**② 多様なプレーヤーのポテンシャルを最大限に発揮したイノベーション創出のための仕組み**

- マテリアル・イノベーションを加速するためには、社会課題の解決に資するべく再構築された研究開発と社会実装の橋渡しと、マテリアルの役割と価値が適切に評価される川上・川下産業の早期連携が不可欠である。その実現こそが、3. 基本方針に掲げる「知のバリューチェーン」の構築にあたって最も重要な要素の一つであり、我が国の強みを強化し産業競争力を高めるとともに、「知のバリューチェーン」の起点である卓越したサイエンスの深化と新たな学術領域の創出をもたらす。
- 少子高齢化を背景とした研究人口・労働人口の縮小も踏まえ、我が国からマテリアル・イノベーションを絶えず創出するためには、都市部の大学や大企業だけでなく、地方大学や高等専門学校（高専）、中小企業やスタートアップ等、多様なプレーヤーのポテンシャルを最大限に発揮したイノベーション創出のための仕組みが必要である。
- また、バリューチェーンにおけるマテリアルの重要性やニーズが増大する中、アカデミアの基礎・基盤研究に対する産業界の期待は高く、産学の橋渡しにおいて、社会のニーズを捉える産業界の役割は特に大きい。強固な産学連携を促進するにあたっては、連携の目的や研究開発フェーズの違いに応じた、オープン・アンド・クローズ戦略の高度化が重要である。

- これらを踏まえ、産学官が協働して、以下を推進する。
  - 研究開発と社会実装の橋渡しの強化に向けた、アカデミアの優れた知と産業界の課題、ニーズをつなぐ仕組みの構築
    - ・ シーズ・ニーズ情報の共有。
    - ・ シーズ・ニーズをマッチングする仕組み(コーディネート人材の育成等)。
    - ・ 産学それぞれの役割の明確化(産業界からは社会のニーズを捉えた技術課題の明示、アカデミアからはニーズに応える優れた基礎・基盤的研究成果の創出)。
    - ・ 特に競争領域での強固な産学連携の実施のための、オープン・アンド・クローズ戦略の高度化。
    - ・ 産学の橋渡し拠点としての国立研究開発法人の機能強化(研究セキュリティ・インテグリティの強化やシーズ・ニーズのマッチングのハブ機能、スケールアップを視野に入れたエンジニアリング機能の強化、オフキャンパス機能の強化等)。
    - ・ シーズ・ニーズをつなぐ場としての共用設備の整備。
    - ・ 学会や大学、業界団体等の産学連携機能の活性化。
    - ・ スタートアップ育成と、そのためのスタートアップエコシステムの構築、産業界への接続の強化。
    - ・ 基礎・基盤研究と実用化をつなぐ研究開発の推進(高度な評価・分析技術や計算・シミュレーション技術等の融合によるモノづくりの革新)。
  - マテリアルの役割と価値の適切な評価を前提とした川上・川下産業の連携強化による研究開発の早期実装とバリューチェーンの高度化
    - ・ データ駆動型研究開発(マテリアルズ・インフォマティクス、プロセス・インフォマティクス)も活用し、開発内容の共有化や標準モデル構築に向けたすり合わせ等の実施を通じた、開発初期段階から川上産業と川下産業が連携した研究開発の促進。

### (3) マテリアル・イノベーションの継続的な創出

#### ① 優秀な人材の育成・確保

- イノベーションの基盤は優秀な人材である。国内人材のポテンシャル向上とともに、海外の優秀な人材の受け入れが必須であり、以下を推進する。
  - 産学が連携した優秀な研究者・研究開発マネジメント人材・エンジニアリング人材の育成・確保
    - ・ 研究者及び研究者と連携して研究開発に取り組む者（研究開発マネジメント人材・エンジニアリング人材）の育成と処遇・研究環境の改善等。特に、博士後期課程学生に対しては、経済支援や産業界における博士号取得者の処遇改善も含む多様なキャリアパスの構築が重要である。
    - ・ 多様な知の活用に向けて、女性研究者や外国人研究者を含む多様な人材の活用の促進。
    - ・ 国内外のトップ人材獲得のための、魅力的な研究環境整備・処遇改善の実現。この際、経済安全保障の観点に留意し、情報セキュリティを強化することも重要である。
    - ・ 人材育成にあたって、育成すべき人材像の明確化。特に、研究開発と社会実装の橋渡しにあたって、異なる研究領域をつなぎ、技術・社会・経済的なボトルネックの解消により課題解決を提案できる人材、新産業を創出するコーディネータ機能を備え、新しいバリューチェーンの構築を通じて課題解決を提案できる人材等の育成が急務である。
    - ・ 適切な間接経費の活用等による、優秀な人材の育成を可能とする経費の確保。
    - ・ マテリアル分野を志す優秀な若手研究者や学生の増加に向けた、産学官が連携した、大学・大学院における教育・研究内容の充実や研究開発成果のアウトリーチ活動の促進等によるマテリアル分野の魅力向上。
  - 人材の多様な評価軸の導入
    - ・ マテリアル分野においては産学連携やエンジニアリングが重要であり、またマテリアルデータ基盤や研究インフラの整備・運用が戦略上重要な取組

として位置づけられていることを踏まえ、これらに関わる研究者・研究開発マネジメント人材・エンジニアリング人材の活動が適切に評価される必要がある。また、国際プレゼンスを高める学会活動（国際会議の委員、国際学術誌におけるエディター等を含む）や人材育成に係る活動も同様である。マテリアル分野の魅力を高め、優秀な人材を育成・確保するためにも、ジャーナルインパクトファクター等の定量指標のみならず、イノベーション創出への貢献に基づいた、多様な評価軸が導入されることが必要である。

➤ **マテリアル DX の推進**

- ・ 人材のポテンシャルを最大化する観点及び、技術やノウハウの次世代への継承の観点からも、データ駆動型研究開発や自動・自律実験の導入による研究開発・製造の革新的な効率化が必要である。

**② 革新的なシーズの継続的な創出**

- 3. 基本方針（2）①において重点分野として特定した研究開発が重要であると同時に、マテリアル分野の研究開発力の維持・強化にあたっては、研究の裾野の拡大が重要である。このため、長期を見据えた幅広く横断的な基礎・基盤研究を不断に推進する。その際、文部科学省が実施した「元素戦略プロジェクト＜研究拠点形成型＞」の思想とも共通点のある「産業は学問の道場である」との考え方、すなわち産業界が直面する課題の解決に向けて、基礎・基盤研究を担うアカデミアと産業界が相互に役割を認識し、新たに見出された課題に挑み、それらを通じて研究開発成果の社会実装とサイエンスの深化をもたらすスキームを更に発展させて、我が国及び国際社会が直面する複合化する社会課題の解決に産学が力を合わせて挑むべきである。産業界からはパラダイムシフトにつながるような挑戦的な技術課題の提示、アカデミアからは現在のニーズに応えるだけでなく、新たなニーズにつながる優れた研究成果の創出が期待される。
- また、裾野を広げたシーズ創出・育成には、目利きの効いた、機動的で柔軟な支援が重要である。これには、大学等における、機関独自の支援メカニズムが機能することが有効である。適切な経費の確保等により、これらの取組を推進する。

### ③ 研究環境の整備

- 若手研究者やスタートアップ等を含む、多様な研究者や企業の最先端研究開発を支え、革新的マテリアルの開発や研究開発の裾野を拡大する観点のみならず、魅力的な研究環境を構築し、国内外の優秀な人材を獲得する観点や、研究者の一定の流動性を確保する観点等からも、研究セキュリティ・インテグリティを確保した上での、大型研究施設を含む、最先端の共用設備を備えたオープンな研究環境の整備を推進する。その際、共用設備等は、高品質なマテリアルデータを生み出す基盤でもあることや、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、進化するユーザーニーズに応えられるよう、戦略的に設備やシステムの整備・高度化に取り組むことが必要である。
- 設備の共用にあたっては、高度な技術支援の提供が合わせて必要であり、これに携わる専門技術人材の育成・確保が不可欠である。
- また、設備共用の場合は、「知のバリューチェーン」における、多様なプレーヤーをつなぐ結節点の一つとしての機能を果たすべきである。さらに、マテリアル開発における異分野連携や産学の成果の橋渡しのみならず、マテリアル開発の成果を計測・分析機器等の開発にもフィードバックする場としても機能することが期待される。

### ④ 国際プレゼンスの強化 ―我が国発のマテリアルで世界を変える―

- 我が国から世界の潮流を創り出すことは、国際情勢の変化も踏まえ、3. 基本方針（1）に掲げる目指すべき姿の実現においてこれまでになく重要になっている。我が国の国際プレゼンスの強化のため、以下を推進する。
  - マテリアル分野における諸外国との戦略的な研究協力の推進
  - マテリアル分野のみならず関連する幅広い研究分野も含めた、世界をリードする研究者の育成や研究拠点の形成、国際研究ネットワークへの参画促進
  - 大型研究施設を含む世界最高水準の研究基盤の整備
  - マテリアル産業の国際競争力の強化（研究開発、社会実装、ルール形成、設備導入支援等）

- ・ 資源循環・循環経済に関しては、BRIDGE「バリューチェーン循環性指標及び企業情報開示スキーム等の国際標準化」の成果も踏まえたグローバル循環プロトコル（GCP）の開発への貢献<sup>59</sup>を含む資源循環分野の国際ルール形成を主導していく。
- ・ 気候変動に関しては、温室効果ガスの算定手法として国内外で広く活用されている温室効果ガス（GHG）プロトコルや、ISO等の国際規格化作業における議論との連携を図り、製品の「GX 価値」の適切な評価を促進する。
- ・ 国際連携を通じ、我が国の産業競争力向上に資する国際ルール形成を促進すること<sup>60</sup>が我が国マテリアル産業の競争力の維持・強化において極めて重要である。

## 5. まとめ

- 本戦略では、マテリアル分野の重要性がこれまで以上に高まっている中、ネット・ゼロやサーキュラーエコノミーの実現等において中心的な役割を果たすマテリアルの重要性と、マテリアル・イノベーションにおいて卓越したサイエンスが競争力の源泉であることを強く認識しつつ、「マテリアル・イノベーションを絶えず創出し、我が国の基幹産業であるマテリアル産業で『勝ち続ける』。我が国発のマテリアルで、様々なバリューチェーンを介して、複合化する様々な社会課題に対応し、戦略的自律性・優位性・不可欠性を確保しつつ、国際社会と協調して目指すべき社会の実現を先導する」ことを目指すべき姿として掲げた。
- 本戦略はこの目指すべき姿の実現のため、「マテリアル革新力」の一層の強化に向けて、改めて産学官が総力を結集するための羅針盤であり、産学官が協力し、これを着実に実行する。その際、マテリアルをめぐる動向が急速に変化する状況を踏まえ、集中的にフォローアップすべきテーマを設定するとともに、マテリアル分野の研究成果が、AI、半導体、量子技術、バイオテクノロジー等の重要技術領域におけるイノベーションを先導することを踏まえ、これらの重要技術領域に係る他の政府戦略との連携に留意する。
- 国際情勢の変化は激しい。それに伴う、マテリアルを取り巻く今後の状況変化や本戦略のフォローアップを踏まえ、必要に応じ、戦略の見直しも含めた検討を行う。



## 【注】

- <sup>1</sup> 世界経済フォーラム「第18回グローバルリスク報告書2023年版」において、自然災害、天然資源の不足等のグローバルリスクは互に関連して「Polycrisis（複合危機）」を形成し、そのトータルのリスクは個々のリスクの合計を上回ると述べられている。
- <sup>2</sup> 文部科学省「令和5年度 文部科学白書」等
- <sup>3</sup> OECD “COVID-19, resilience and the interface between science, policy and society”, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 155 (July 2023). DOI:10.1787/9ab1fbb7-en
- <sup>4</sup> 「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）
- <sup>5</sup> JST 研究開発戦略センター（CRDS）「研究開発の俯瞰報告書 ナノテクノロジー・材料分野（2024年）」において、日本が誇る材料・デバイス研究が社会的・経済的なインパクトを与えていることが示されている。
- <sup>6</sup> 令和2年（2020年）10月の「2050年カーボンニュートラル宣言」以降、カーボンニュートラルや脱炭素という用語を用いてきた。一方、G7広島サミットの成果文書等にあるように、国際的な文脈においては、ネット・ゼロと表現することが一般的であることを踏まえ、本提言においては、固有名詞等の場合を除き、原則「ネット・ゼロ」を用いる。いずれも基本的な意味は同じと認識される。なお、「脱炭素」については、例えば日本化学会が令和4年に、より科学（化学）的に適切な用語として「炭素循環」を提言している（「化学と工業」2022年9月号）など様々な意見があることについて認識した上で、本提言では使用することとする。
- <sup>7</sup> 文部科学省「次世代半導体のアカデミアにおける研究開発等に関する検討会報告書」（令和6年7月）
- <sup>8</sup> 総務省統計局「科学技術研究調査（2023年）」によると、マテリアルに関連の深い「材料」、「繊維」、「化学」分野の企業、大学、国立研究開発法人等の研究者数の合計が10万人規模であることが示されている。
- <sup>9</sup> JST CRDS「研究開発の俯瞰報告書 論文・特許データから見る研究開発動向（2024年）」によると、我が国のマテリアル分野において、分野全体の論文数は横ばい、Top10%補正論文数も横ばいの傾向にあることが示されている。
- <sup>10</sup> 文部科学省「ナノテクノロジー・材料科学技術分野の推進方策参考資料」（令和6年9月）
- <sup>11</sup> 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）「2023年度 日系企業のモノとITサービス、ソフトウェアの国際競争ポジションに関する情報収集」によると、我が国のマテリアル産業が、世界シェア60%を超える多数のマテリアルを有していることが示されている。
- <sup>12</sup> 総務省・経済産業省「2023年経済構造実態調査 製造業事業所調査結果」による2022年の産業中分類別付加価値額において、化学、パルプ・紙、プラスチック、ゴム、窯業・土石、鉄鋼、非鉄金属、金属製品をマテリアル産業とみなしたものの。
- <sup>13</sup> 環境省から提案し、経産省等と連携して実施。
- <sup>14</sup> 東京大学プレスリリース「電気化学における100年来の未解決問題に答え 一固体と液体を繋ぐ新理論の構築」（令和6年（2024年）2月20日）、N. Takenaka, S. Ko, et al., Liquid Madelung energy accounts for the huge potential shift in electrochemical systems, Nature Communications 15, 1319 (2024). DOI:10.1038/s41467-023-44582-4 に掲載。
- <sup>15</sup> 物質・材料研究機構（NIMS）プレスリリース「AIと材料研究者のコラボで耐熱材料を強くする ～AIの一見奇抜な「手」から納得の熱処理法を考案～」（令和5年（2023年）9月25日）、V. Nandal, S. Dieb, et al., Artificial intelligence inspired design of non-isothermal aging for  $\gamma$ - $\gamma'$  two-phase, Ni-Al alloys, Scientific Reports 13, 12660 (2023). DOI:10.1038/s41598-023-39589-2 に掲載。
- <sup>16</sup> NIMS プレスリリース「磁気物性値が高い省レアアース新規磁石化合物の合成に成功」（令和6年（2024年）5月27日）、A.R. Dilipan, D. Ogawa, et al., Excellent intrinsic magnetic properties in the TbCu<sub>2</sub>-type Sm-Fe-N compound, Acta Materialia 274, 119996 (2024). DOI:10.1016/j.actamat.2024.119996 に掲載。
- <sup>17</sup> 経済産業省「マテリアル革新力強化戦略に関する取組の進捗について」（マテリアル戦略有識者会議第9回資料, 令和6年10月10日）

<sup>18</sup> オバマ政権の主導で開始した国家プロジェクト「Materials Genome Initiative for Global Competitiveness」(MGI) (2011年6月公表)において、先端マテリアルの発見から実用化の迅速化・低コスト化を目指すことや、データ共有・利活用の重要性が述べられている。

<sup>19</sup> National Science and Technology Council「Materials Genome Initiative Strategic Plan」(2021年10月)

<sup>20</sup> MGIの取組みの一部であるMaterials Projectは、計算データの作成、検証、配布、解析といった計算によるマテリアル設計プロセスをサポートするオープンアクセスのデータベースとして、2011年にマサチューセッツ工科大学とローレンス・バークレー国立研究所が共同で開始した。第一原理計算のデータを中心とした公開データは継続的に増加し、2024年7月時点で32万件を超えるマテリアルデータを公開している。(Materials Project Webサイト <https://next-gen.materialsproject.org/> 等を基に、NIMS調べ)

参考: A. Jain, S.P. Ong, et al., The Materials Project: A materials genome approach to accelerating materials innovation, APL Materials 1, 011002 (2013). DOI:10.1063/1.48123232013

<sup>21</sup> 欧州委員会「Communication on Advanced Materials for Industrial Leadership」(2024年2月)において、先端マテリアルを迅速に市場に出すためのマテリアルエコシステムを確立することを目的としていることが述べられている。この中の「4. Fast track from lab to fab」では、先端マテリアルのスケールアップと製造を加速するために、デジタル化を促進し実験設備へのアクセスを改善することを目指して、持続可能な欧州のデジタル基盤の構築を目標とすることが述べられている。

<sup>22</sup> 欧州ではGaia-XやCatena-Xといったイニシアティブを通じて、データ主権やデジタルプラットフォーム間の相互運用性の確保、ソースコードのオープン化を実現しながら、連邦型の基盤を通じて安全にデータを連携する取組を進めている。

<sup>23</sup> 令和5年4月に経済産業省が発表した、企業・業界を横断した産業データ連携のイニシアティブであり、官民協調で企業・産業競争力強化を目指す取組。

<sup>24</sup> GoogleのAI研究部門DeepMindとローレンス・バークレー国立研究所のチームは、彼らが開発したAIシステム「GNoME (Graph Networks for Materials Exploration)」を用いて材料探索を行ったことが報告されている。A. Merchant, S. Batzner, et al., Scaling deep learning for materials discovery, Nature 624, 80 (2023). DOI:10.1038/s41586-023-06735-9

<sup>25</sup> N. J. Szymanski, B. Rendy, et al., An autonomous laboratory for the accelerated synthesis of novel materials, Nature 624, 86 (2023). DOI:10.1038/s41586-023-06734-w

<sup>26</sup> U of T News「U of T receives \$200-million grant to support Acceleration Consortium's 'self-driving labs' research」(2023年4月28日)

<sup>27</sup> University of Liverpool News「Materials Innovation Factory officially opened by President of the Royal Society」(2018年10月5日)において、8100万ポンドを投じたMaterial Innovation Factoryが、リヴァプール大とユニリーバの共同で開設したことが報じられている。世界で最もオートメーションロボを集めた施設の一つであることが紹介されている。

<sup>28</sup> JST CRDS「研究機器・装置開発の諸課題 ―新たな研究を拓く機器開発とその実装・エコシステム形成へ向けて― (市場動向・海外政策動向アップデート版)」(令和6年(2024年)7月)によると、2021年の計測・分析機器市場における日本企業のシェアは世界第3位(8%)、マテリアル研究関連の機器に限れば世界第2位であり、基盤技術として我が国のマテリアル研究を支えていることが示されている。

<sup>29</sup> JST CRDS「機能解明を目指す実環境下動的計測の革新～次世代オペランド計測～」(令和3年(2021年)3月)

<sup>30</sup> National Nanotechnology Initiative Strategic Plan (2021年10月公表)

<sup>31</sup> 名古屋大学・岡山大学プレスリリース「全タンパク質構造への薬の結合親和性から薬効と副作用を予測～シミュレーションとAI・機械学習で薬のメカニズムを理解する～」(令和6年(2024年)6月19日), R.

Sawada, Y. Sakajiri, et al., Predicting therapeutic and side effects from drug binding affinities to human proteome structures, *iScience* 27, 110032 (2024). DOI:10.1016/j.isci.2024.110032 に掲載 等

<sup>32</sup> 東京大学・NTT・大阪大学プレスリリース「未来の量子計算機は何をめざすべきか？—実用的インパクトのある量子優位性に向けて—」（令和6年（2024年）5月14日）、N. Yoshioka, T. Okubo, et al., Hunting for quantum-classical crossover in condensed matter problems, *npj Quantum Information* 10, 45 (2024). DOI: 10.1038/s41534-024-00839-4 に掲載 等

<sup>33</sup> JST CRDS「研究開発の俯瞰報告書 ナノテクノロジー・材料分野（2024年）」における「ナノテクノロジー・材料分野の論文数の国別推移」によると、2011年から2021年にかけて中国が論文の量・質（上位10%論文数）ともに大きく増加させた一方、我が国では横ばい傾向にあり、相対的な競争力の低下が示されている。

<sup>34</sup> 文部科学省 科学技術・学術政策研究所（NISTEP）「科学技術指標2024」によると、令和4年（2022年）時点における国際共著論文の割合は、英国の約74%、米国の約47%に対して、日本は約36%であることが示されている。

<sup>35</sup> 文部科学省 NISTEP「科学研究のベンチマーキング2023」によると、米国における国際共著相手国としての日本の順位はほとんどの分野で低下している。

<sup>36</sup> 半導体関連のトップ研究者が集まる IEEE の国際会議、International Electron Devices Meeting (IEDM) では、日本人の招待講演者が2015年頃に比べて近年では半数以下に減少している（学会ウェブサイトの情報を元に JST CRDS で集計）。

<sup>37</sup> 幅広い分野のマテリアル研究者が集まる Materials Research Society、材料分野の国際会議（2023 MRS Spring Meeting & Exhibit では8日間で4,000件を超えるプレゼンテーションが実施された）では、日本人のセッションオーガナイザーの人数が他国に比べて相対的に減少傾向にある（学会ウェブサイトの情報を元に JST CRDS で集計）。

<sup>38</sup> 文部科学省「令和5年度 大学等におけるフルタイム換算データに関する調査」によると、平成14年（2002年）度から令和5年（2023年）度にかけて、大学教員の研究活動時間割合が46.5%から32.1%と減少傾向にある。

<sup>39</sup> 文部科学省「科学技術要覧 令和5年度版」によると、研究者一人当たりの研究支援者数は、例えば中国が1.38人、ドイツが0.63人である一方、我が国は0.26人であり、主要国に比べて低い水準にある。

<sup>40</sup> 例えば、文部科学省 科学技術・学術審議会 学術分科会研究費部会「第12期研究費部会における科学研究費助成事業（科研費）の改善・充実について」参考資料（令和7年1月29日）によると、消費者物価指数や円ドルの為替レートを考慮すると、平成25年（2013年）度時点からの比較における令和4年（2022年）度の科研費の一研究課題当たりの平均配分実質額は、それぞれ80.3%[実質額・円]と51.2%[実質額・ドル]に低下している。

<sup>41</sup> JST CRDS「研究開発の俯瞰報告書 ナノテクノロジー・材料分野（2024年）」によると、平成19年（2007年）から令和4年（2022年）にかけて、日本化学会会員数は約30%、日本物理学会会員は約18%低下し、文部科学省調べによると、日本金属学会は約34%、日本セラミックス協会は約9%減少するなど、マテリアル分野における複数の学会で、学会員数は減少傾向にある。

<sup>42</sup> 文部科学省 NISTEP「科学技術指標2023」によると、マテリアルと関連の深い理学・工学分野における、修士課程修了後に博士課程に進学する学生の人数は、平成16年（2004年）をピークに、令和5年（2023年）までの間に約32%低下している。また、文部科学省 NISTEP「科学技術の状況に係る総合的意識調査（NISTEP 定点調査2023）」において、「望ましい能力をもち博士後期課程を目指す人材の数は、十分だと思いますか」の質問に対して、多くの属性において著しく不十分との認識が示されている。

<sup>43</sup> 文部科学省「科学技術要覧 令和5年度版」によると、我が国の女性研究者の割合は18.3%（令和5年（2023年）度）であり、英国38.7%（2017年）、ドイツ29.4%（2021年）等に比して著しく低いことが示されている。

- <sup>44</sup> JST CRDS「研究開発の俯瞰報告書 論文・特許データから見る研究開発動向（2024年）」によると、論文執筆数から見たデータ駆動型物質・材料開発領域の研究者数において、日本は米国の約1/4、中国の約1/5であることが示されている。
- <sup>45</sup> 例えば、米国では主要な社会的課題に取り組むために必要な先端材料の設計、発見、開発を推進するプログラムである NSF「Designing Materials to Revolutionize and Engineer our Future (DMREF)」が、AI 活用やハイスループット実験等のデータ駆動型材料研究開発に対し、2023 年から4年間で約110 億円（7,250 万ドル）を投入している。
- <sup>46</sup> 文部科学省「マテリアル革新力強化戦略に基づく文部科学省の取組」（マテリアル戦略有識者会議第9回資料，令和6年10月10日）
- <sup>47</sup> JST CRDS「【報告】今後推進すべきマテリアル研究開発に関する専門家アンケートおよび検討会」（マテリアル戦略有識者会議第11回資料，令和7年1月29日）
- <sup>48</sup> JST CRDS「研究機器・装置開発の諸課題 - 新たな研究を拓く機器開発とその実装・エコシステム形成へ向けて」（令和6年（2024年）7月）によると、輸入に頼る機器の場合、生産国でのインフレや円安の影響が相まって高額化、この10年あまりで主要機器の価格は概ね1.5～2倍ほどとなっていることが示されている。
- <sup>49</sup> 例えば、SIP 第3期「マテリアル事業化イノベーション・育成エコシステムの構築 社会実装に向けた戦略及び研究開発計画」（令和6年10月31日）によると、研究開発段階では用途探索で時間がかかり、この探索のための試作評価等で時間をロスする傾向が強いことが示されている。
- <sup>50</sup> 経済産業省「新・素材産業ビジョン（中間整理）」（令和4年4月）において、従来の製品よりCO<sub>2</sub>排出量等が実質的に大幅に削減されたマテリアルとされている。
- <sup>51</sup> 経済産業省 産業競争力強化及び排出削減の実現に向けた需要創出に資するGX製品市場に関する研究会「GX市場創出に向けた官民における取組について（中間整理）」（令和6年3月）において、企業の脱炭素投資によって生み出された製品単位のGHG 排出削減量を「製品のGX 価値」と定義することが提唱されている。
- <sup>52</sup> 経済産業省「2020 年度版ものづくり白書」第2章 ものづくり人材の確保と育成
- <sup>53</sup> NEDO 調査報告書「政策全体や本事業を含む関連研究開発事業の効果測定調査結果」（令和4年3月）によると、重点5分野（自動走行・モビリティサービス/ものづくり・ロボティクス/バイオ・素材/プラント・インフラ保安/スマートライフ）の協調領域で基礎的な検討が進んでおり、データ連携の成功事例が出現しているほか、我が国の製造業に適したリファレンスアーキテクチャの提示といった成果が出つつあることが示されている。
- <sup>54</sup> 文部科学省 NISTEP「科学技術指標 2024」によると、我が国のパテントファミリーにおいて自国の論文を引用している割合は、理工系8分野の中で材料科学分野が2番目に高く、他分野に比べてアカデミアの成果が国内企業に活用される割合が高いことを示唆している。
- <sup>55</sup> 例えば、SIP 第3期「マテリアル事業化イノベーション・育成エコシステムの構築 社会実装に向けた戦略及び研究開発計画」（令和6年10月）において、化学業界において、過去に支出したR&D 費に対する営業利益の創出割合（研究開発効率）が、グローバル企業に対し我が国企業は低位で維持されていることが指摘されている。
- <sup>56</sup> 「マテリアル革新力強化戦略」（令和3年4月）において、開発されたマテリアルが社会実装に至らない事例が多いことが指摘されており、「マテリアル革新力強化に向けた基本方針」として「産学官共創による迅速な社会実装」が掲げられている。
- <sup>57</sup> 例えば、共同研究費等としての資金的支援、人材交流等の人的支援等を想定。
- <sup>58</sup> 経済産業省 GX 推進のためのグリーン鉄研究会「GX 推進のためのグリーン鉄研究会とりまとめ」（令和7年1月）において、グリーンスチール分野においては、我が国が主導するマスバランス法を基軸としたISOを中心として国際規格策定が進んでいることが述べられている。

<sup>59</sup> 循環性指標や情報開示スキームを含むグローバル循環プロトコル（GCP）の開発を 2025 年末までに目指す民間企業団体である WBCSD（持続可能な開発世界経済人会議）と環境省は令和 6 年（2024 年）2 月に GCP（グローバル循環プロトコル）の開発で協力していくことで合意し、協力文書に署名した。

<sup>60</sup> 国際連携の事例として、例えば、マスバランス方式を活用したグリーンスチールに関するガイドラインは日本鉄鋼連盟が開発し、それをベースに World Steel Association（世界鉄鋼協会）がグローバルなガイドラインを策定し、日本のマテリアル産業の国際競争力向上に資するガイドラインの策定につながった。鉄鋼製品のリサイクル効果を定量的に算定する ISO 20915 規格は、世界鉄鋼協会の方法論を日本が国際標準化した。

## これまでの政府の取組

### 1：革新的マテリアルの開発と迅速な社会実装

#### ① ESG 視点等を踏まえた革新的マテリアルの社会実装に係る取組支援

- バリューチェーンの上・下流／業種横断的／産学官からなる、社会課題解決型プラットフォームの推進（ロールモデル：CLOMA）※Japan Clean Ocean Material Alliance（プラスチックリサイクルに向けたビジネスマッチング等を実施。関連企業・団体で構成。）
- SIP 第3期「サーキュラーエコノミーシステムの構築」で、プラスチック等マテリアルの資源循環を加速するための研究開発・国際ルール形成に向けた取組を実施（令和5年度開始）

#### ② 基金の活用等によるネット・ゼロの実現に貢献するマテリアル技術の実装

- GI 基金事業で、「CO<sub>2</sub>等を用いたプラスチック原料製造技術開発」、「製鉄プロセスにおける水素活用」のプロジェクトを実施（令和3年度開始）

#### ③ スタートアップ等が保有する未活用・埋没技術の活用促進

- SIP 第3期「マテリアル事業化イノベーション育成エコシステムの構築」で、マテリアルユニコーンを次々と創出するエコシステムの整備に着手（令和5年度開始）

#### ④ 重要なマテリアル技術・実装領域での戦略的研究開発の推進

- 半導体、蓄電池、永久磁石等の経済安全保障上も重要な分野や、ネット・ゼロの実現等の社会課題の解決に向けた、革新的マテリアルの研究開発を実施
- データを活用した革新的マテリアル・製造プロセスの研究開発を推進（蓄電池、磁性材料、構造材料、バイオマテリアル、機能性化学品、ファインセラミックス、次世代半導体等）

→ 革新的技術シーズの継続的な創出のための基礎・基盤研究の実施 等

## 【主な取組の詳細】

- (①関係) SIP 第3期「サーキュラーエコノミーシステムの構築」では、令和6年度までにプラスチック情報流通プラットフォーム(PLA-NETJ)の初期版を開発して動静脈の流れの有効性の実証、構築した再生材データバンクに機械学習を利用することによる再生材グレーディングの提示、速攻と通常の2種フローで再生材ポリプロピレンからの自動車部品の試作・評価の実証試験等を行った。今後は、これらの展開に加え、再生品の自動車以外の分野への展開に向けた研究開発・実証や、国際標準化へ向けた積極的な情報発信等の取組が重要となる。
- (②関係) 令和2年10月の「2050年カーボンニュートラル」宣言を踏まえ、GX実現に向けて研究開発から実証・社会実装に向けた取組を加速化。例えば、鉄鋼については、鉄鉱石をコークス(石炭)を用いて還元する現行の高炉法において不可避免的に多くのCO<sub>2</sub>が発生する一方で、需給の観点からは今後も鉄鉱石の還元による鉄鋼生産が必要となることから、鉄鉱石還元時のCO<sub>2</sub>排出量を抑制するための研究開発を進めるとともに、ネット・ゼロ実現のための投資を進めていく。具体的には、グリーンイノベーション基金を活用し、高炉法を用いた水素還元技術、直接水素還元技術といった研究開発を進めていくとともに、自動車用も含めた多用途の鋼材を生産できる革新的電炉等への投資を促進する。また、脱炭素化投資を行った設備から生産されるグリーン鉄の普及拡大も図っていく。具体的には、GI基金事業「CO<sub>2</sub>等を用いたプラスチック原料製造技術開発」、「製鉄プロセスにおける水素活用」において、化学産業や鉄鋼業におけるネット・ゼロの実現に向けた生産プロセス等の研究開発を支援。
- (③関係) SIP 第3期「マテリアル事業化イノベーション育成エコシステムの構築」では、マテリアル分野でのユニコーンの実例創出を通して、サイバー・フィジカルのプラットフォーム等を連結し、データ駆動研究開発とソフトインフラが融合した「マテリアルユニコーン育成プラットフォーム」をベースとしたエコシステムの構築に取り組んでいる。このエコシステムによってマテリアルユニコーンが次々と創出され、またマテリアルの社会実装に必要なプロセスデータが我が国を經由する状

態とすることで、我が国のマテリアル産業の競争力強化を目指すものである。令和6年度までに、実際にユニコーンへの発展が有望である複数の候補の育成が進み、基盤となるデータプラットフォームの要素技術開発、個別ユニコーン候補支援のための用途特化型アプリの開発にも着手した。また、エコシステム構築でも支援の具現化と実践が開始された。今後は、ユニコーン候補の目標達成、データプラットフォームの確立、エコシステムの確立を目指す。

- (④関係) 文部科学省「データ創出・活用型マテリアル研究開発プロジェクト」では、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研究開発手法の確立を目指し、5つの拠点（「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」）でデータ駆動型研究開発手法の開発や、物質・材料研究機構（NIMS）のデータ蓄積・構造化システム「RDE」へデータを蓄積するためのテンプレート化が進行中。これまでに、AIが研究者の「気付き」を誘導することによる電気化学の新たなサイエンスの創出<sup>14</sup>や耐熱材料の一見奇抜な熱処理方法の発見<sup>15</sup>、さらには、ハイスループット材料探索による優れた新規磁石化合物の発見<sup>16</sup>等、新材料開発に向けた世界トップレベルの成果を上げた。共用利用・異分野連携に向けたデータ蓄積を開始し、また、人材育成セミナーやシンポジウムの開催を通じ、データ駆動型研究開発手法の全国への普及にも取り組んだ。データ駆動型研究開発手法の全国の研究者への普及、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の加速、マテリアルズ・インフォマティクスに係る人材の育成が今後の課題であり、継続した人材育成と多様な専門分野の研究者、企業の参画促進に取り組む。
- 文部科学省では次世代半導体の研究開発を推進しており、「次世代 X-nics 半導体創生拠点形成事業（X-nics）」、「革新的パワーエレクトロニクス創出基盤技術研究開発事業（INNOPEL）」を実施している。X-nics では、2035～2040 年頃の社会で求められる半導体（ロジック、メモリ、センサー等）の創生を目指したアカデミアの中核的な拠点を形成し、省エネ・高性能な半導体創生に向けた新たな切り口（“X”）による研究開発と将来の半導体産業を牽引する人材の育成を実施している。また、INNOPEL では、超省エネ・高性能なパワーエレクトロニクス（パワエレ）技術の創出を目指し、我が国が強みをもつ窒化ガリウム（GaN）等の次世代半導体の



優れた材料特性を実現できる「パワーデバイス」や、その特性を最大限に生かすことのできる「パワエレ回路システム」、その回路動作に対応できる「受動素子」等、パワエレ機器トータルとしての統合的な研究開発を実施している。引き続き、両事業における研究開発等の推進に取り組むとともに、INNOPEL が令和 7 年度に事業最終年度を迎えることを踏まえ、令和 7 年 4 月に「パワーエレクトロニクス等の研究開発の在り方に関する検討会」を開催し、これまで創出された成果や明らかになった課題等を整理しつつ、今後の施策展開について検討を進めている。

- 文部科学省では、2050 年ネット・ゼロの実現等への貢献を目指し、従来の延長線上にない非連続なイノベーションをもたらす革新的技術を創出するため、探索型の「戦略的創造研究推進事業 先端的カーボンニュートラル技術開発（ALCA-Next）」及びチーム型の「革新的 GX 技術創出事業（GteX）」を両輪で推進している。ALCA-Next では、「エネルギー変換・蓄エネルギー」や「半導体」等、重要となる技術領域を複数設定した上で、幅広いチャレンジングな提案を募り、大学等における基礎研究の推進により、様々な技術シーズを育成する探索型の研究開発を実施した。GteX では、日本のアカデミアが強みを持つ「蓄電池」、「水素」、「バイオものづくり」の 3 つの重点領域を設定し、社会実装に向けて技術成熟度を高める研究開発スキームの導入等を行いながら、マテリアル等の開発やエンジニアリング、評価・解析等を統合的に行うオールジャパンのチーム型研究開発を実施した。研究成果の早期創出及び産業界への成果展開の積極的な推進が今後の課題であり、引き続き、両事業や領域・研究開発課題間の連携を進めるとともに、JST の他事業や NEDO 等の他省庁事業、産業界との連携や国際連携、対外的な成果発信等を進めながら、大学等における基礎・基盤研究開発と将来技術を支える人材育成を推進する。
- 環境省では、「革新的な省 CO<sub>2</sub> 実現のための部材や素材の社会実装・普及展開加速化事業」において、省 CO<sub>2</sub> 性能の高い GaN 半導体インバーターの実用化を目指して、種結晶、ウエハ、パワーデバイス及びインバーター技術について一気通貫での開発・実証を実施している。また、レーダーやサーバー等に組み込まれている各種デバイスを、高品質 GaN 基板を用いることで高効率化し、省エネルギー効果の実証に取り組んでいる。引き続き、多種多様な電気機器（AI 制御、LED 等）に組み込まれている各種デバイスを高品質 GaN 等の次世代半導体により高効率化し、省エネ技術に関

する研究開発・実証及び社会実装を推進する。その他、環境省では民間の自主的な取組だけでは十分に進まない CO<sub>2</sub> 排出削減効果の高い技術開発・実証に対する支援を幅広く行っており、例えば少量の重希土類で EV 駆動用モーターの高効率化と低価格化を実現する積層磁石一体製法の開発を行ったほか、生物模倣（バイオミミクリー）による表面処理等によって実現した革新的なマテリアルを活用した研究開発・実証に取り組んでいる。

## **2：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**

### **① 良質なマテリアルの実データ、ノウハウ、未利用データの収集・蓄積、利活用促進（マテリアル DX プラットフォームの整備）**

→ 全国の大学等の先端設備からのデータ創出・収集体制を構築（25 機関・約 1,100 台の設備共用）。さらに、データ利活用のため、データ構造化・AI 解析機能を実装した「マテリアル DX プラットフォーム」の整備を推進（令和 3 年度開始）。令和 5 年 12 月にデータ利活用の試験運用を開始し、令和 7 年度から本格運用開始予定。

### **② 製造技術とデータサイエンスの融合、革新的製造プロセス技術の開発（プロセス・イノベーション・プラットフォームの構築）**

→ プロセスデータを一気通貫で収集・活用することができる「マテリアル・プロセスイノベーションプラットフォーム」を産業技術総合研究所（AIST）3 拠点（つくば、中部、中国）に整備（令和 4 年 4 月より運用開始）。産業界と連携した設備活用を推進しつつ、企業からの提供データ等も活用して、プロセス・インフォマティクスモデルを構築。

### **③ データを活用した革新的マテリアル・製造プロセスの研究開発を推進**

→ データを活用した革新的マテリアル・製造プロセスの研究開発を推進（蓄電池、磁性材料、構造材料、バイオマテリアル、機能性化学品、ファインセラミックス、次世代半導体等）。（再掲） 等

## 【主な取組の詳細】

- (①関係) 文部科学省では、「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)、NIMS のデータ中核拠点、データ創出・活用型マテリアル研究開発プロジェクト (DxMT) の3事業を中心に構成されている。ARIM は幅広いユーザーが利用可能な先端設備環境の整備を目的に 25 機関から構成され、1,100 台を超える共用設備を有し、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、我が国のマテリアル研究開発を支えるインフラとして機能している。共用設備から創出されるマテリアルデータは、NIMS のデータ蓄積・構造化システム「RDE」<sup>61</sup>に集約され、全国の研究者に共用される仕組みとなっている。令和5年2月に、RDE への ARIM データの蓄積が開始され、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。データ中核拠点である NIMS では、NIMS が有する世界最大級のデータベース<sup>62</sup>や ARIM 及び DxMT で創出されたデータを一元的に集約・蓄積・利活用するためのシステム構築 (RDE) を進めている<sup>63</sup>。画一されたデータ管理手法でデータ取得からデータベース化を一元的に行う取組は世界にも類を見ない。また、データ駆動型研究の統合的なプラットフォームを目指し、AI 解析基盤ソフトである「pinax」の開発や、SIP 第1～2期に開発されたマテリアルズインテグレーションシステム「MInt」の継続的な高度化に取り組んでいる。MInt は性能から材料・プロセスをデザインする先進的なシステムであり、世界的に先行する取組である。DxMT は我が国の所有する良質な実験データ等をもとに、5つの研究拠点でデータ駆動型研究開発を強力に推進している。令和7年度からデータ駆動型研究開発の成果創出フェーズへ以降し、データ駆動型研究開発手法の確立及び旗艦的な成果の創出に向けてデータ駆動型研究開発手法を実践可能な人材の育成や研究解析ツールの開発を行っている。
- マテリアル DX プラットフォームの継続的な発展には、高品質かつ大量のデータを創出する基盤である先端共用設備の拡充が極めて重要であるとともに、今後の課題

として、データ登録及び利活用へのインセンティブ検討や情報分野の研究者の参画促進も想定した、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、分野を越えたデータを利活用に向けたデータ記述方法の検討や、オープン・アンド・クローズ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やセキュリティ確保等に、国際的な動向も考慮しつつ取り組むことが必要である。

- (②関係) 経済産業省「マテリアル・プロセスイノベーションプラットフォーム」では、マテリアル製造プロセスデータを収集・活用するための基盤整備として、令和6年度までに産業技術総合研究所(AIST)の3カ所の拠点に製造プロセスや評価に関わる先端設備を導入し、これらの設備を活用した「製造プロセスの高度化・スケールアップにおける課題解決」及び「データ駆動型研究開発」を推進している。  
「製造プロセスの高度化・スケールアップにおける課題解決」では、産業界と連携した設備活用として令和6年9月時点で240件以上の企業活用実績を達成している。「データ駆動型研究開発」については、各拠点にてデータ(企業の同意に基づいて提供されたデータを含む)を蓄積し、インフォマティクス解析等と組み合わせることで、材料特性を高精度に予測するためのプロセス・インフォマティクスモデル(再生樹脂の品質判定モデル等)を構築した。今後は、蓄積したデータの更なる利活用に向けたデータ記述方法の検討や、オープン・アンド・クローズ戦略を含めたデータの有効活用を促すためのデータ利活用ポリシーやセキュリティ確保、構築したプロセス・インフォマティクスモデルの活用・普及等が課題であり、産業界と連携した設備活用を引き続き進めると共に、これらの課題に対する研究開発にも取り組む。
- (③関係) 経済産業省「先端計算科学等を活用した新規機能性材料合成・製造プロセス開発事業」では、激化する材料開発における国際競争に対応するため、材料特性データやプロセスデータを活用するデータ駆動型研究開発を推進。令和4年度からは「超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト」で構築した材料設計プラットフォーム(MDPF)を幅広いユーザーに利用してもらうために、産業技術総合研究所(AIST)に「データ駆動型材料設計技術利用推進コンソーシアム」を設立。高品質

なマテリアルデータの提供や高度なデータ解析技術の提供等、機能性材料開発のためのソリューションを提供している。

- 環境省では、「量子技術イノベーション戦略」等を踏まえて、量子物性に係る知見に基づいた材料創製インフォマティクスにより触媒探索を加速し、元素を幅広く利用した「多元素ナノ合金」等から構成される革新的な触媒や、電子やイオン等を制御して触媒の潜在能力を最大限に引き出す非在来型触媒プロセス等を活用するための研究開発・実証を実施している。具体的には、稲わら等の農業系バイオマスの活用によりプロパン等の有用なガスを製造して農業や家庭で利用する循環系、廃プラスチック等をガス化しプロパノール等を介して再度プラスチック製品として利用する循環系及びこれらの循環系に資する水素製造における触媒・プロセスに係る研究開発・実証試験等を実施している。これらの取組によって触媒反応を高度化・省エネ化し、地域の資源循環に資する、イリジウムやプラチナ等の経済安全保障上も重要な希少金属への依存を低減した高性能かつ比較的安価な触媒技術等の社会実装の促進を目指す。

### **3 : 国際競争力の持続的強化**

#### **① 人材育成、国際協力の戦略的展開**

- 博士後期課程学生の処遇改善と多様なキャリアパスの確保、大型研究施設も含む最先端研究を支える研究基盤の構築。
- 研究開発における国際競争力の強化に向けた、世界トップレベルの研究拠点の形成や、世界で活躍する人材の育成。

#### **② 資源制約の克服**

- 希少資源等の戦略的なサプライチェーン強靱化（供給源の多角化・研究開発・設備導入支援等）。
- 需要が増大する蓄電池、永久磁石に対し、未利用レアアース分離精製技術開発やリチウムイオン電池リサイクルの社会実装等、サプライチェーン強靱化に資する取組を実施。

### ③ サーキュラーエコノミーの実現

- SIP 第3期「サーキュラーエコノミーシステムの構築」でプラスチック等マテリアルの資源循環を加速するための研究開発・国際ルール形成に向けた取組を実施（令和5年度開始）。（再掲）
- BRIDGE「バリューチェーン循環性指標及び企業情報開示スキーム等の国際標準化」において、循環経済の国際ルール形成を主導（令和6年度開始）。
- 環境負荷軽減系コンクリート、副産物の有効活用等に関する研究開発、社会実装に向けた取組等を推進。
- サーキュラーエコノミーについて野心的・先駆的に取り組む国、自治体、大学、企業・業界団体、関係機関・関係団体等の関係主体における有機的な連携を促進するサーキュラーエコノミーに関する産学官のパートナーシップ「サーキュラーパートナーズ（CPs）」を立ち上げ、サーキュラーエコノミーの実現に必要な施策についての検討を実施。
- プラスチック資源・金属資源等のバリューチェーンにおける脱炭素化のための設備の高度化を促進。 等

#### 【主な取組の詳細】

- （①関係）文部科学省「マテリアル先端リサーチインフラ（ARIM）」では、先端設備の全国的な共用体制の整備を行うとともに先端設備の利用支援等を支える専門技術人材を配置しており、職能制度を導入することで専門技術人材のキャリアパス形成に取り組んでいる。また、令和7年度からの本格運用に向けて、共用設備から創出されるデータの共用・利活用を推進するための体制強化を図っており、今後は、データ人材の確保に加え、共用設備とデータの両方に精通した人材の育成に取り組む。
- 物質・材料研究機構（NIMS）では優秀な研究者及び技術者を国内外から獲得し、最先端の研究環境における人材育成を通じて国際的な人材ネットワークを構築することで、マテリアル分野の多様で優秀な人材の育成・確保に取り組んでいる。加えて、連携協定等の締結により国際交流を推進し、機関間の組織的な共同研究体制を

構築・強化することで、機構の国際連携機能や国際プレゼンスを向上させている。今後は、マテリアル分野における我が国全体の国際プレゼンス及び国際競争力の強化を見据え、卓越研究者の確保や若手研究者の育成に向けた処遇や研究環境等の改善に取り組む。

- 文部科学省「世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）」では、優れた研究環境と高い研究水準を誇る、「世界から目に見える研究拠点」の形成を目指しており、これまで18の拠点を採択してきた。その拠点の一つとして、平成19年（2007年）度に、物質・材料研究機構（NIMS）がホスト機関となる国際ナノアーキテクニクス研究拠点（MANA）が設立された。国際的なハブ拠点として研究開発力を維持するため、若手研究者の確保・育成が不可欠かつ今後の課題であり、継続した若手研究者の育成と、グローバルネットワークの拡大に取り組む。
- 文部科学省「先端国際共同研究推進事業（ASPIRE）」では、G7等の先進国を対象とした先端・重要分野での国際共同研究を通じた頭脳循環の強化を目的としており、令和6年度までに各国と連携して公募を順次実施し、国際共同研究及び交流を推進した。文部科学省「次世代研究者挑戦的研究プログラム（SPRING）」及び「国家戦略分野の若手研究者及び博士後期課程学生の育成（BOOST）」では、令和6年度までに経済的支援及びキャリアパス整備の充実に必要となる経費等を確保し、第6期科学技術・イノベーション基本計画の目標達成に向けて取り組んだ。今後も博士課程学生支援を着実に取り組む。
- （②関係）経済産業省「資源自律経済システム開発促進事業」では、デジタル技術を活用しながら廃家電から貴金属、レアメタル、ベースメタル、プラスチック等の資源を余すことなく資源循環する基盤技術の開発を行っている。未利用レアアース分離精製技術開発事業の中で、ネオジム磁石廃棄物等の未利用資源から重レアアース（ジスプロシウム、テルビウム）を選択的に回収し、相互に分離・精製、電解・還元する研究開発を行う。令和6年度までに各工程の要素技術の開発に取り組んだ。今後は実用化に向けて、要素技術を組合せたプロセス開発、及びスケールアップ装置の設計・導入とその評価に取り組む。アルミニウム素材高度資源循環システム構築事業では、令和6年度までに低純度アルミスクラップからアルミニウム再生材を得るための不純物元素低減技術の開発と、不純物が微量に存在するアルミニウム再

生材を高性能なアルミニウム展伸材に加工するための研究開発に取り組んだ。今後は研究開発の成果物であるアルミニウム合金の社会実装（関連企業による品質評価を経た実用化等）に向けて関連企業による取組を促進する。

リチウムイオン電池リサイクルについては、令和6年度までにGI基金や安定供給確保支援基金において、研究開発及び実証事業に取り組んだ。今後は使用済蓄電池の回収をはじめとしてリサイクルを社会実装することが課題であり、リサイクルシステム確立に取り組む。

- （③関係）建築研究所「環境負荷軽減系コンクリートに関する研究」では、近年使用が増加している高炉セメント等の混和材を使用した環境負荷軽減系コンクリートの耐久性確保として、建築物表面の仕上材に着目し、既に市場展開されている仕上材によってコンクリートの耐久性がどの程度向上するかについて、実験的に調査した。土木研究所では、コンクリート構造物の解体材を、コンクリート用骨材として有効利用すべく、今後特に利用拡大が期待される再生骨材Mを積雪寒冷地等で使用するための現行評価試験の見直しに係る検討を行った。上述の結果については、建築分野の基準、JIS規格等にも反映され、今後はさらなる利用拡大に向け、引き続き検討を行っていく。
- 経済産業省及び環境省では、「サーキュラーエコノミーに関する産官学のパートナーシップ（CPs）」の取組において「ビジョン・ロードマップ検討WG」、「地域循環モデル構築WG」、「CE情報流通プラットフォーム構築WG」を立ち上げ、サーキュラーエコノミーの実現に必要な施策についての検討を実施している。また、CPs参画者にはGX経済移行債を活用し、動静脈産業の連携による資源循環や、再資源化の容易性の確保等に資する環境配慮設計のための実証や設備投資を支援している。
- 環境省「プラスチック資源・金属資源等のバリューチェーン脱炭素化のための高度化設備導入等促進事業」においては、令和6年度までにプラスチック及び金属資源の高度リサイクル設備導入に取り組んだ。今後はより幅広い用途・製品への拡大や再生材の供給拡大が課題であり、高度なりサイクルを推進し、再生材の供給量拡大や品質向上に継続的に取り組む。



## 【注】

<sup>61</sup> 日々実験室で生まれる研究データをオンラインで迅速に登録するために NIMS が開発したシステム。登録されたデータは、自動的に再利用可能な形に構造化するための各種処理が施され、データ駆動型のマテリアル研究に適した形で蓄積される（NIMS プレスリリース，令和 5 年（2023 年）1 月 17 日）。

<sup>62</sup> 金属信頼性データベース KINZOKU は 15 万を超える特性データが収録されており（令和 7 年（2025 年）3 月時点）、海外に比して圧倒的なリファレンスデータを備えている。無機結晶と高分子に関する世界最大の論文抽出データベース「AtomWork-Adv.」や「PolyInfo」、実験データの収録数で群を抜く「Research Data Express（RDE）」も保有している。計算データに関しては、5 万以上の電子構造データを持つ「CompES-X」をはじめ、統計数理研究所の「RadonPy」（令和 8 年（2026 年）度までに 10～100 万の高分子物性データの収録を目指す）、産業技術総合研究所の「AIST Materials Gate データプラットフォーム（DPF）」など、我が国の研究機関が重要な貢献を果たしている。一方で計算データの収録数については米欧が先行している。

<sup>63</sup> NIMS では、世界最大級の物質・材料データベース「MatNavi」、研究データを構造化し蓄積・共用できる「RDE」、材料に関する文献・データのリポジトリ「MDR」、AI 機能を備えた解析システム「pinax」、産学官連携の統合型プラットフォーム「MInt」等のサービスを提供（NIMS 材料データプラットフォームウェブサイトより）。

(別添 2)

## イノベーション政策強化推進のための有識者会議

### 「マテリアル戦略」の開催について

|                     |   |   |   |    |   |    |   |
|---------------------|---|---|---|----|---|----|---|
| 令                   | 和 | 2 | 年 | 10 | 月 | 20 | 日 |
| 統合イノベーション戦略推進会議議長決定 |   |   |   |    |   |    |   |
| 令                   | 和 | 3 | 年 | 2  | 月 | 16 | 日 |
| 令                   | 和 | 3 | 年 | 4  | 月 | 27 | 日 |
| 令                   | 和 | 4 | 年 | 4  | 月 | 7  | 日 |
| 令                   | 和 | 4 | 年 | 5  | 月 | 26 | 日 |
| 令                   | 和 | 6 | 年 | 8  | 月 | 5  | 日 |
| 一                   |   |   | 部 |    | 改 |    | 正 |

1. 「イノベーション政策強化推進のための有識者会議」の設置について（平成 30 年 7 月 27 日統合イノベーション戦略推進会議決定）第 2 項の規定に基づき、イノベーション政策強化推進のための有識者会議「マテリアル戦略」（以下「会議」という。）を開催する。
2. 同第 2 項及び第 3 項の規定に基づき、会議の座長及び構成員は、別紙のとおりとする。  
要すれば、座長が構成員の中から座長代理を指名し、座長の担務を代行させる。
3. 会議の運営については、同第 4 項から第 7 項までのとおりとする。

イノベーション政策強化推進のための有識者会議「マテリアル戦略」

＜座長及び構成員＞

|     |       |                                            |
|-----|-------|--------------------------------------------|
| 座 長 | 山岸 秀之 | 旭化成株式会社専務執行役員<br>ライフイノベーション事業本部長           |
|     | 阿部 晃一 | 株式会社東レリサーチセンター<br>特別顧問                     |
|     | 射場 英紀 | トヨタ自動車株式会社<br>チーフプロフェッショナルエンジニア            |
|     | 川合 眞紀 | 大学共同利用機関法人 自然科学研究機構<br>機構長                 |
|     | 菅原 静郎 | JX 金属株式会社<br>取締役副社長執行役員 技術本部長              |
|     | 関谷 毅  | 大阪大学 産業科学研究所<br>教授                         |
|     | 寒川 哲臣 | 日本電信電話株式会社 先端技術総合研究所<br>常務理事 基礎・先端研究プリンシパル |
|     | 仲川 彰一 | 京セラ株式会社<br>執行役員 研究開発本部長                    |
|     | 橋本 和仁 | 東京大学<br>名誉教授                               |
|     | 一杉 太郎 | 東京大学大学院理学系研究科<br>教授                        |
|     | 福田 和久 | 日本製鉄株式会社<br>代表取締役副社長 技術開発本部長               |
|     | 宝野 和博 | 国立研究開発法人物質・材料研究機構<br>理事長                   |
|     | 村山 宣光 | 国立研究開発法人産業技術総合研究所<br>副理事長                  |

戦略改定までの有識者会議における検討の経緯

令和6年10月10日 第9回有識者会議

- (1) 本有識者会議開催の趣旨、今期の議論の進め方について
- (2) マテリアル革新力強化戦略の進捗について
  - ① 内閣府
  - ② 文部科学省
  - ③ 経済産業省
- (3) 国内外動向について
  - ① 科学技術振興機構 研究開発戦略センター
  - ② 新エネルギー・産業技術総合開発機構 イノベーション戦略センター
- (4) 総合討議

令和6年11月25日 第10回有識者会議

- (1) マテリアル革新力強化戦略の進捗について
  - ① 環境省
  - ② 国土交通省
- (2) 総合討議（我が国のマテリアル分野の研究開発・技術開発における今後の方策について（論点と検討の方向性））

令和6年12月26日 提言骨子「マテリアル革新力の一層の強化に向けた論点と検討の方向性」公表

令和7年1月29日 第11回有識者会議

- (1) 報告「マテリアル革新力の一層の強化に向けた論点と検討の方向性（有識者会議提言骨子）」（令和6年12月26日 マテリアル戦略有識者会議）について
- (2) ヒアリング
  - ① 高分子のサーキュラーエコノミー
  - ② 産業視点でのマテリアルのイノベーション フロンティアマテリアルの取り組み
  - ③ 今後推進すべきマテリアル研究開発に関する専門家アンケートおよび検討会
  - ④ 元素戦略プロジェクトについて
- (3) 総合討議

令和7年3月3日 第12回有識者会議

- (1) 総合討議（有識者会議提言案について）

令和7年3月31日 提言「知のバリューチェーンの構築を通じた マテリアル革新力の一層の強化に向けて」公表