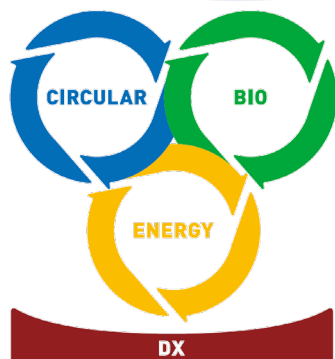


マテリアル分野の国内外の動向

(産業・市場の視点)

2024年10月10日

国立研究開発法人 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
ナノテクノロジー・材料ユニット



■ マテリアル企業の競争力強化に向けて様々な場面でDX化への関心が高まっており、生成AIをはじめとする最先端のデジタル技術の活用や最新の高度解析施設によるデータ収集も進められている。

● マテリアル産業における競争力強化に向けたデジタル技術の活用

デジタル技術を活用した高機能マテリアル開発の加速・効率化や市場ポジション獲得に向けた在り方についてマテリアル企業の関心が集まる（NEDO/TSCセミナー2022）。

- (1) 新たな高機能製品/機能拡充への開発強化、模倣困難な生産技術による迅速量産技術確立に向けたデジタル技術活用
- (2) カーボンニュートラル（CN）やサーキュラーエコノミー（CE）の環境価値創出に向けた中長期的取り組み
- (3) 競争力の源泉となるデータを見極めたオープン・クローズ戦略策定

競争力強化に向けたデジタル技術の活用

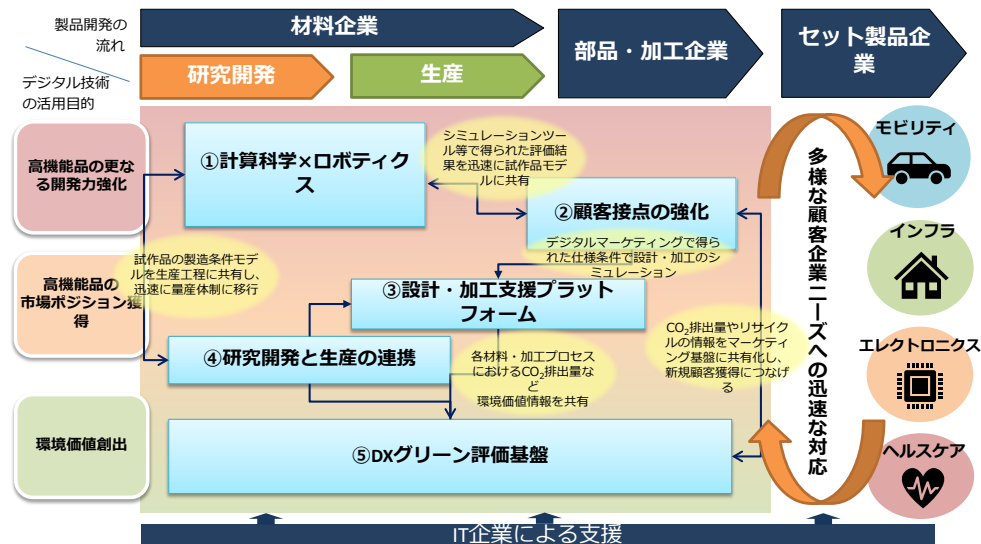
● マルチモーダルAIや生成AI等の先進AI技術の活用によるマテリアル開発効率化

新材料開発や製造プロセスの最適化と効率向上、あるいは技術アイデア創出や用途開拓など、**先進AI技術の特長を活かしたマテリアル開発の効率化**が進められている。

企業等	取り組み内容
住友化学	独自の生成AIシステム「ChatSCC」を開発、技術アイデアの創出や研究・製造データの分析にも活用。
三井化学	生成AIとWatsonを組み合わせることで、材料の新たな用途を見出す材料開発の一層の効率化を図る。
プロテリアル	生成AIの活用により社が有する幅広い製品群のデータやノウハウを生かした素材開発期間の短縮が可能に。
産総研/ AIST Solutions	様々なデータに対応したマルチモーダルAIにより新材料開発や製造プロセスの最適化と効率向上、マテリアル企業への支援事業を展開。

● 最新の高度解析実験施設の利用による精密・高信頼性データの収集

NEDO-PJ実施事業者による次世代放射光施設ナノテラスのマテリアル開発（材料等高精度解析）への適用。
高信頼性データの集積によるマテリアル開発効率向上への期待。



出典：NEDO/TSCセミナー「NEDO-モノづくり日本会議『TSC Foresight』オンラインセミナーマテリアル産業のDX ～デジタル技術で切り拓く日本企業の勝ち筋とは？～」（2022年9月16日）

- サプライチェーン横断的な取り組みに向けたデジタルデータ連携基盤構築の試みが進められている。
- 量子計算技術の活用によって創出される新たなマテリアル価値への関心は高く、マテリアル企業等による適用事例が現れている。

● サプライチェーン横断的な取り組みへのデジタル連携基盤技術の活用

(1) スコープ3基準のCN化への取り組みに向けたデジタル基盤構築の試み

- 最終製品のカーボンフットプリント（CFP）管理基盤を開発、最終製品別のCFPを数秒で算出。（旭化成とNTTデータ：2022年4月本格運用開始）
- データ連携基盤を活用したサプライチェーン上のCFPデータの算出等を効率的に行うための運用方法公開（2023：情報処理推進機構（IPA））。
- 炭素国境調整メカニズム等への対応に向けたCFP算定支援事業開始（2024：日立コンサルティング）。

(2) ブロックチェーン技術を活用したトレーサビリティ確保

ブロックチェーンを活用したサプライチェーン上の環境負荷データ収集・分析や、リサイクル素材の出自等を証明するプラットフォームが構築されている。

企業等	取り組み内容事例	対象
三井化学	RePLAYERプラットフォーム（IBMと共同）	プラスチック
デンソー	QRコードによるトレーサビリティシステム	LIB電池
東レ、帝人	帝人（+富士通）：欧州企業と実証実施 東レ：ソラミツと共同開発	繊維製品

● 量子計算技術の活用による競争力強化への期待

誤り耐性等のハードウェアの開発過程でありながらも、**従来技術では実用上計算不可能なマテリアル課題への量子計算技術の適用が進められている注**）。

方式	事例、目的等	関連企業等
量子インスパイアード/ 量子アニーリング	従来計算の融合による安定構造の探索、分子構造の構造最適化	ペプチドリーム、富士通
	量子インスパイアードによる段取り時間の最小化等、生産計画最適化	NECプラットフォームズ
	母材からの製品切り出し最適化への適用	AGC
	量子アニーリングを用いたメタマテリアル設計	東大
	量子アニーリングによる物流最適化	アイシン
量子ゲート（NISQ/FTQC）	有機EL発光材料の励起状態計算	JSR
	量子機械学習によるLIB材料計算、機械学習を用いた全エネルギーの推定	メルセデスベンツ、IBM、アラバマ大
	数値流体力学への適用に向けた取り組み	ロールスロイス、Classiq
	量子ゲートによる鉄鋼製造プロセス最適化、生産計画の最適化	日本製鉄、Quantinuum
量子リザバー計算による画像認識（物体の識別）	三菱ケミカル、慶應大	

注）2023年3月末時点（出典：NEDO情報収集事業「量子AI技術を活用したマテリアル産業競争力強化に係る動向調査成果報告書」（2022年度））

- CNやCEの進展により日本独自の技術やマテリアル製品が開発される中で、社会実装に向けた新たな視点や課題が浮き彫りに。
- 特にCEについては、持続可能性に加え経済安全保障視点での関心を集めつつある。

● マテリアル産業における気候変動および資源循環転換への対応例から見える視点と課題

気候変動対策

①再生可能エネルギーへのシフトと安定生産確保の両立：

化石燃料由来エネルギーから再生可能エネルギーへのシフト（再生可能エネルギーによる工場操業：村田製作所、東京製鉄、住友化学、等）が進む中で、**マテリアル製造の安定性維持と競争力向上の両立**。

②重要産業基盤の急速立上とCN化：

グローバルで競争が激化する**先端産業の国内基盤確立とCNの並立**
 ・少数ミラーEUV露光装置（沖縄科学技術大学院大学）
 ・パワー半導体向け高放熱絶縁材料（太陽インキ）
 ・マイクロ波によるLi溶解低温化（量研機構）、等

③CN化技術に必要なマテリアル確保：

CN化に必須なマテリアル原料のグリーン調達
 ・特殊カーボン部材や金属電気精錬用電極等の炭素製品需要増が見込まれる中、炭素原料の石炭石油からの脱却（東洋炭素、日鉄ケミカル & マテリアルズ）

④低温暖化係数（GWP）視点の気候変動対策：

GWP視点等のマテリアル開発による気候変動対策への貢献
 ・低GWPの半導体メモリ製造用エッチングガス（関東電化工業）
 ・低GWPかつオゾン層破壊寡少な硬質ポリウレタンフォーム発泡剤（セントラル硝子）
 ・低GWP（10以下）のエアコン向けフッ素系冷媒の開発（AGC）

GWP：Global Warming Potential

資源循環経済（サーキュラーエコノミー）への転換

①リサイクルに対する新たな外部環境要因リスク：

海外からの買い占めによる国外へのアルミスクラップ流出が、**アルミリサイクル開発を進める日本の新たなリスク要因**になりつつある。

②リサイクル技術の進展と技術展開：

リサイクル技術の更なる進展に向けた視点や課題：
 ・プラスチックやアルミ等におけるリサイクル過程での品質劣化。
 ・グリーンマテリアルへのニーズ増（グリーン水素を活用したCO₂からの合成粗油（ENEOS）、等）。
 ・バイオ技術によるリサイクルの広がり（廃食油からのバイオ燃料開発（IHI、ユーグレナ、等）、バクテリアによる電子廃棄物からのレアメタルリサイクル開発（英エジンバラ大）、等）。

③資源再利用化技術と環境負荷低減の両立：

環境調和性に優れたレアメタル等の回収技術
 ・高濃度の酸や有害化学物質を使用せず、繰り返し利用可能で、目的のレアメタルを高効率に回収する技術（九大）、等

④部品再利用（リマニファクチャリング）への関心：

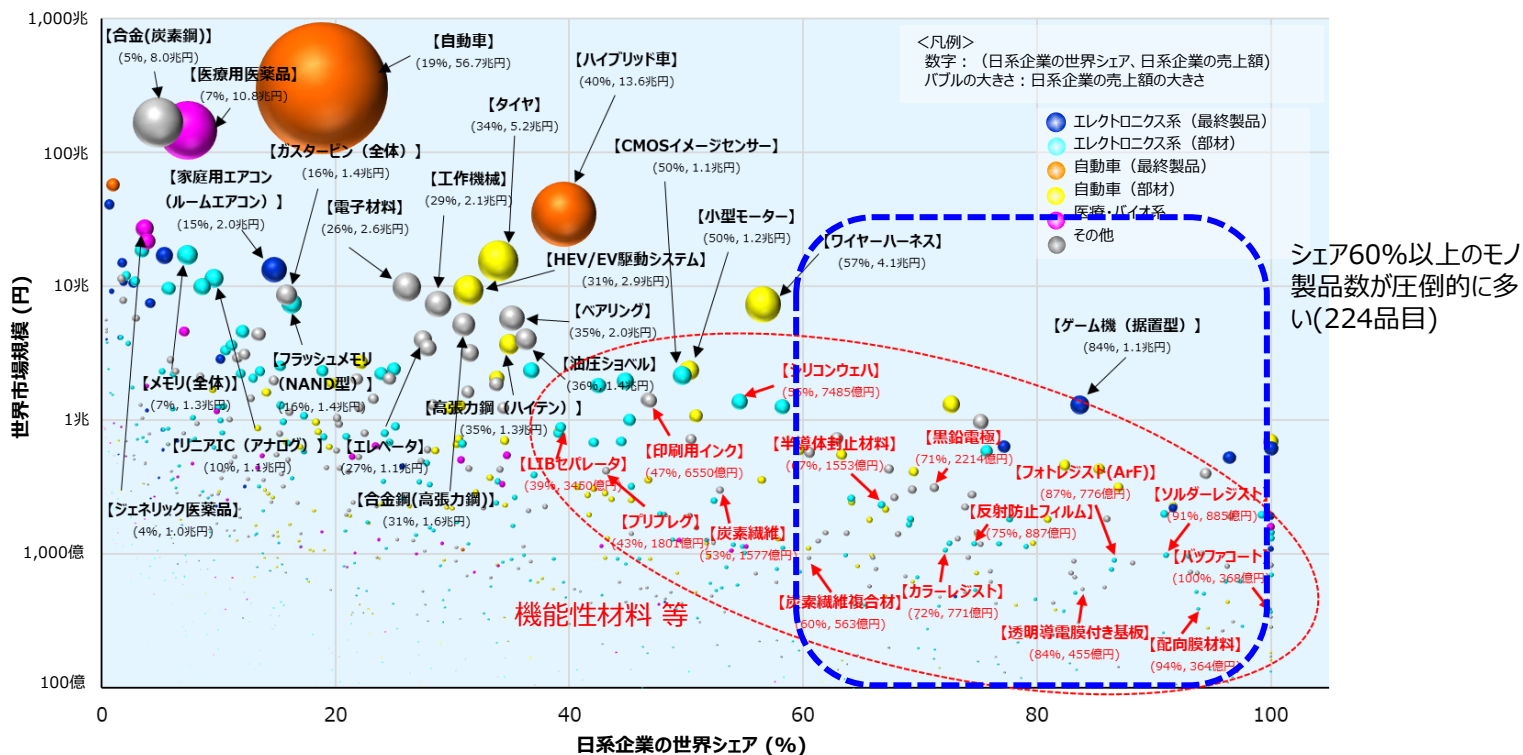
自動車用部品（信越電装）や複合機（キヤノン）等、使用済み製品の部品を再生、新品として再販。
 部品コスト削減やCN・CEへの貢献のみならず、**経済安全保障対応の視点で欧米での関心が高まる。**

- 日本は高シェアを占めるモノの製品数が圧倒的に多く、市場シェアが増減する分野^{注1)}はあるものの、部材・素材が多くを占める特長は前回 (2020年整理) 以降大きな変化は無い。

最終製品に不可欠な高機能マテリアル製品をグローバルに展開する日本のマテリアル産業が、高機能マテリアル製品の供給を通して諸外国との相互依存型ネットワーク構築に向けた貢献に繋がることが指摘されている^{注2)}。

全969製品 ※売上高の重複する製品は除外	日系	米国系	欧州系	中国系
シェアの高い製品(シェア60%以上)の品目数 [総額 兆円]	224 [18]	117 [66]	69 [25]	53 [41]
売上高の大きい製品(売上高1兆円以上)の品目数 [総額 兆円]	20 [109]	40 [240]	28 [222]	31 [271]

<凡例>
 縦軸：世界市場規模 [円]
 横軸：各国の世界シェア [%]
 バルーンの大きさは：各国の売上高の大きさ



出典：新エネルギー・産業技術総合開発機構「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」

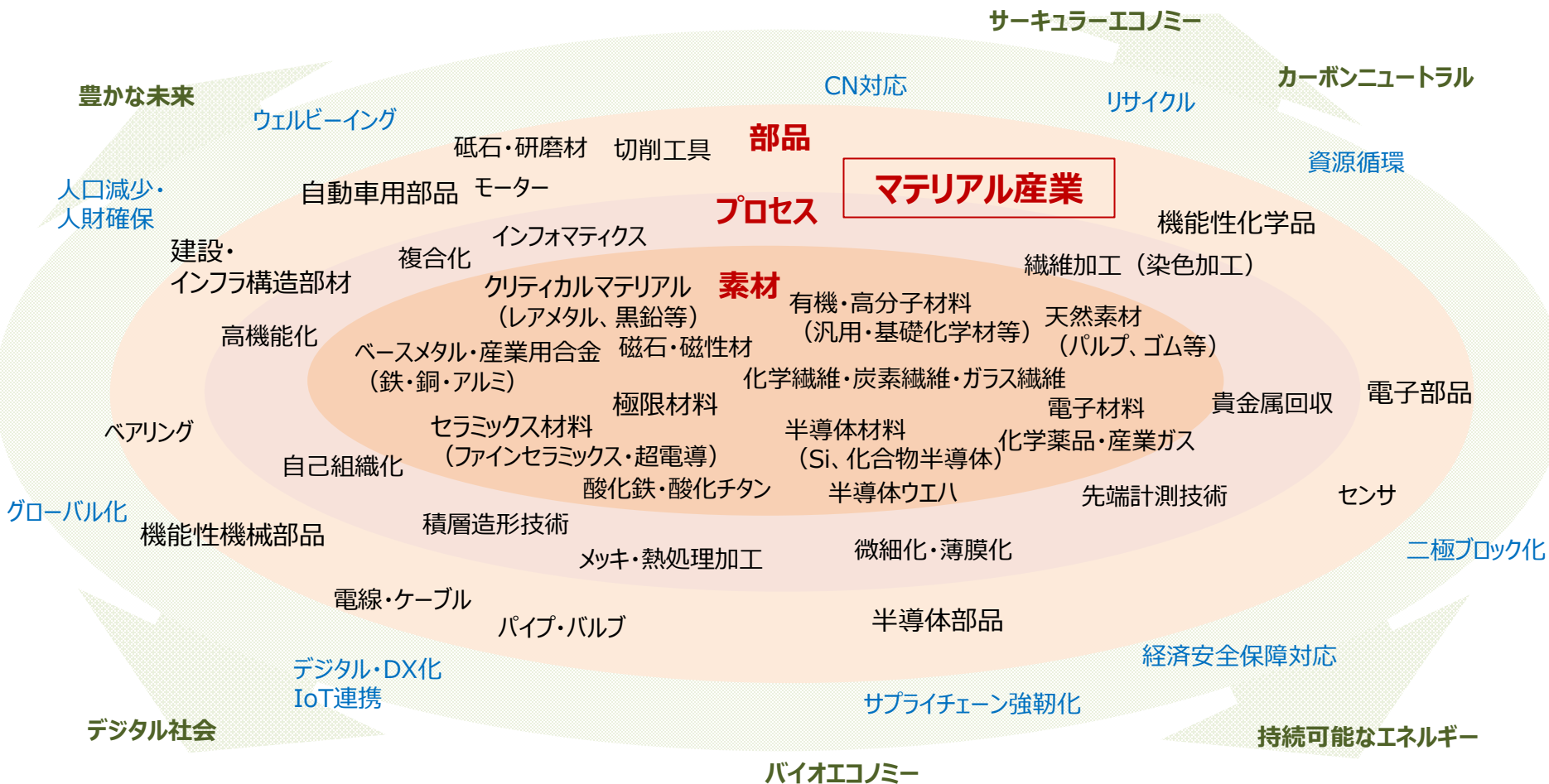
注1) リチウム電池用材料分野では日系シェアが低下、特にセパレーターでは2021年比で20.0%から9.7%に半減 (日経新聞2024/9/26)

注2) ウリケシェーデ「シン・日本の経営」(日経BP、2024)、ミヤノリズ「ネットワークパワー 日本の台頭」(日本経済新聞社、2024)

■ 解決すべき社会課題と将来像^{注1)}の実現に必要な社会基盤や基幹技術に繋がる新たなマテリアル^{注2)}のイノベーションが求められている。

注1) NEDO/TSC「イノベーションの先を目指すべき豊かな未来」(2021年: https://www.nedo.go.jp/library/tsc_future.html) 等

注2) 「高度な機能発現を可能とするマテリアル」、「量子・電子制御により革新的な機能を発現するマテリアル」、「革新的なエネルギー変換を可能とするマテリアル」、「マテリアルの高度循環のための基盤技術」、「極限機能を有するマテリアル」等 (マテリアル革新力戦略、令和3年)。



- 摺り合わせ開発や技術の模倣困難性を競争力の源泉としてきた日本のマテリアル産業は、**グローバル化の進展とともに競争力強化のための対応を模索する現状**にある。
- また、様々な外部環境変化により**国内外のサプライチェーンの脆弱性が露呈**。サプライチェーンの多様化・強化が優先順位の高い課題に。

● マテリアル産業のグローバル化の進展と課題

- ◆ マテリアル産業のグローバル化対応にあたり、日本のマテリアル企業は国際的な競争圧力を直接に受けるに加え、**CN化等への対応やサプライチェーンリスクへの対応等の課題**も重なる状況。

海外拠点でのマテリアル生産を進めるも、最先端品生産や新製品開発では日本と海外生産拠点と間の物理的距離や地政学リスク等のデメリットも。

- ◆ 摺り合わせ開発や模倣困難性を競争力確保の源泉としてきた日本のマテリアル企業が、**拠点の国際展開に対してどのようにコアコンピタンスを維持していくかも課題**に。

最先端研究開発を国内マザー工場で行いつつ、需要とコスト競争力の観点から現地生産体制構築し、現地ニーズに対応した用途開発を推進する動きも。

- ◆ 新興国との人件コスト差縮小等の状況変化から国内回帰への関心が高い分野もあるが、**国内エネルギー問題、CN対応、労働人口減少などの日本が直面する国内社会課題も深刻化しており、大きな制約**になる可能性。

工程自動化の導入により製造工程を国内に一部移管・国内回帰へ。また、多製品対応の自動化ラインによる柔軟な供給体制構築を通したリスク分散。

● サプライチェーンと環境対応に係る課題

長く複雑なグローバルサプライチェーン構造の脆弱性・リスクが露呈。過剰な依存を排する戦略的自立性の確保へ視点が変化。それに伴い**環境対応と両立するリサイクル・再資源化技術への関心**も高まる傾向。

視点	世界動向レポート (WEF2023 ^{注1})	国内レポート ^{注2})
地政学・地経学	<ul style="list-style-type: none"> ・製造拠点のグローバル最適配置を前提とした既存のサプライチェーンは脆弱性が露呈。 ・先進国を中心にフレンドショア等、関係国・域内での生産強化によるサプライチェーン再編へ向かう。 ・重要産業や資源への特定国からの過剰な関与の排除。 	<ul style="list-style-type: none"> ・海外に分散する製造拠点が関わるサプライチェーン上の脆弱化が露呈。 ・中国からASEANへの製造拠点移設や国内回帰の動きが一部見られる。 ・多くの資源を外国に依存するため、資源偏在国による輸出規制等への対応が求められている。
環境	<ul style="list-style-type: none"> ・パンデミックと其後の戦争によりエネルギー転換が停滞。環境対応状況は世界的に進んでいない。 ・鉱物・金属の需要がCN対応等で急増、採掘・精錬等による環境汚染が深刻化。 ・自然災害と異常気象が今後深刻なリスクになる可能性が増大。 	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー価格高騰により貿易収支が赤字化、環境対応は遅延基調。 ・リサイクル技術開発が進められるも、増大するエネルギー需要への化石燃料での対応が継続、環境課題対応の遅れ。 ・日本の課題として二次請け以降のサプライチェーン可視化を指摘。

注1) World Economic Forum : 第18回グローバルリスク報告書 (2023)

注2) 日本企業のグローバル戦略動向調査 (PwC2023)、日本企業の海外事業展開に関するアンケート (JETRO2023)、わが国製造業企業の海外事業展開に関する調査 (JIBC2022)、ものづくり白書 (経産省2023)

- 欧米では国・域内での調達強化、特に欧州では**サステナビリティ認証導入**や、**製品のトレーサビリティの担保**、**グリーン化**等も推進されていく方向。**環境負荷低減技術**や**3R技術**等が重要となる。

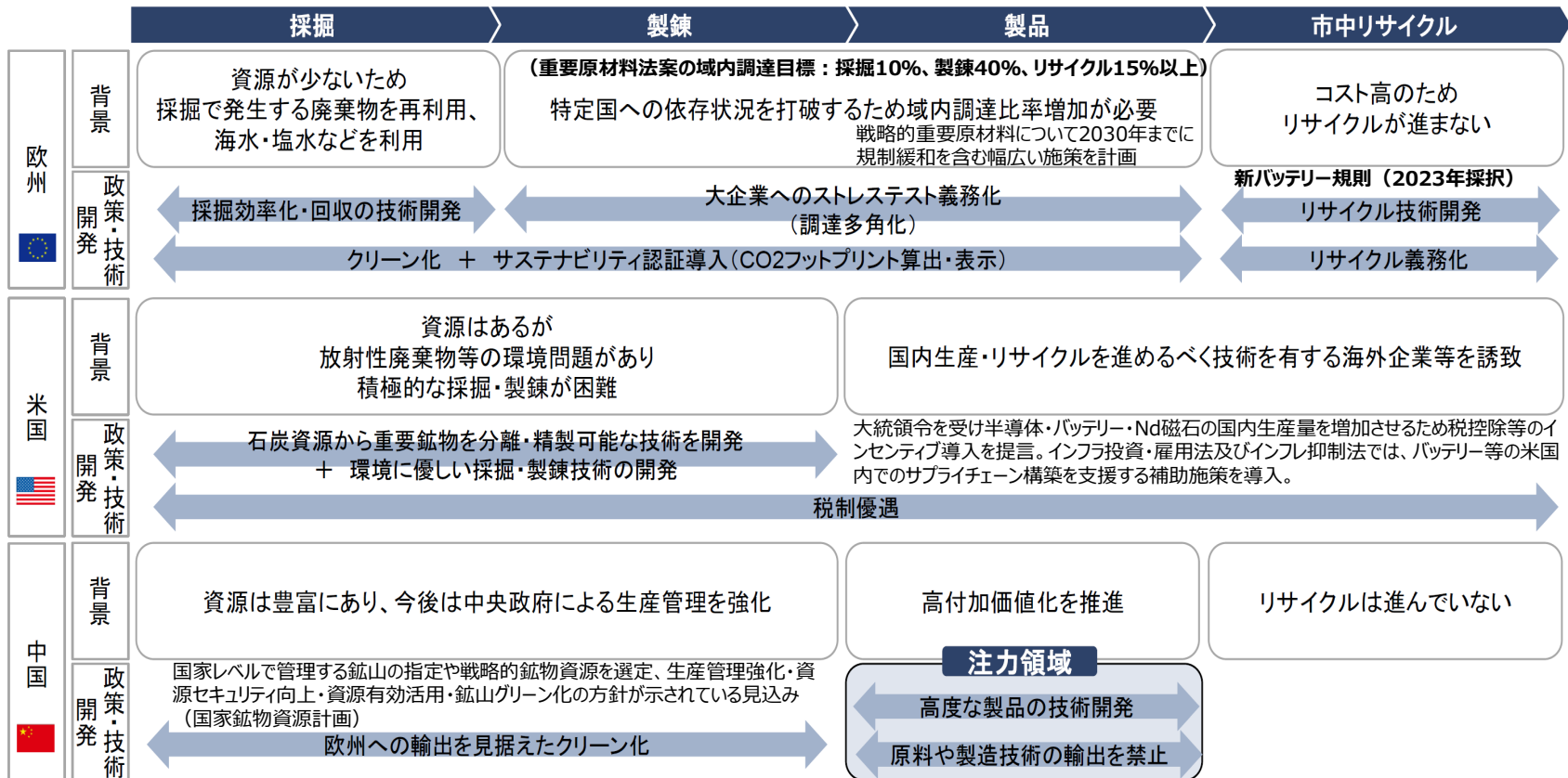
● 欧米中のレアメタル^{注)}に係る技術開発および政策動向概要

欧州：域内調達増加（欧州重要原材料法案）のためクリーン化及び義務化を推進。

米国：国内資源利用の研究開発及び税制優遇による国内生産増加。

中国：製品の高付加価値化と製錬等のクリーン化を進めていく方向。

低環境負荷なレアメタル生産技術へのニーズが今後国内外で高まり、日本が技術開発を通して連携強化することで分散調達等によるリスク低減に繋がれる可能性がある。



注) Ga, Mgを含む5鉱種のレアメタルを対象に調査（出典：NEDO情報収集事業（2023）「金属材料のサプライチェーン強靱化に関する調査」）

	マテリアル技術開発の視点（2020年提示）注）	新たな変化と今後の課題
共通基盤的技術	高品質化とそれを実現するプロセス技術高度化 ・マテリアル高機能・多機能化・高付加価値化を支える要素技術、日本のモノづくり力の進化	<ul style="list-style-type: none"> ・MI・PI開発や競争力強化に向けたDX化の進展と並行した実験自動化などの開発環境整備。 ・生成AI等の先進デジタル技術、HPCや量子コンピューター等の高度計算基盤技術の活用によるマテリアル開発の革新的効率化。 ・グローバル化の進展に伴う日本のマテリアル産業の強みの確保と競争力強化に向けた在り方。
	マテリアルズ・インフォマティクス/高度先端解析技術 ・AIやビッグデータを活用した材料設計、データの共有 ・高度解析技術による高精度データの創出	
個別応用技術	資源戦略・マテリアルリサイクル ・市場が拡大する蓄電技術、ライフサイクルアセスメント（LCA）を考慮したモビリティの実現	<ul style="list-style-type: none"> ・関係省庁を中心に進められるCN・CE施策の進捗と合わせた、マテリアル産業界全般へのCN・CEの付加価値概念の浸透。 ・特にCEは、原材料・部素材確保等のための経済安全保障の視点での対応が高まる可能性。 ・「低環境負荷」を特徴とする様々なマテリアル技術開発に対する国内外のニーズへの対応技術開発と社会実装に対する日本への期待。
	環境負荷低減 ・エネルギー消費を大幅に低減するモビリティの軽量化技術 ・インフラ等の長寿命化を実現するマテリアル	
	高度な機能を発現する材料 ・環境変化や刺激に応答して機能が変化するマテリアル ・極限環境等で機能を発現するマテリアル	

注) 第二回マテリアル革新力強化に向けた準備会合におけるNEDO/TSC報告資料：「マテリアル分野における重要技術・研究領域について（産業・市場の視点）」（2020年3月23日）