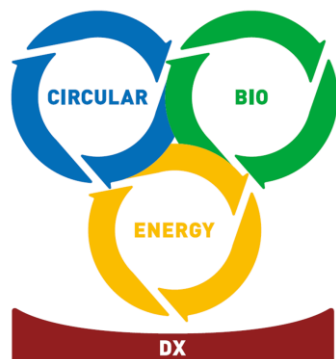


産業技術のフロンティアを拓く 新たなマテリアルによるイノベーション



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” = 素材・部材、それらを用いた部品・デバイス、および加工等の製造プロセスを含む。**
- 日本のマテリアル産業の強さはその技術力を活かした**“付加価値の高い”モノづくり。**
- 企業の組織としてのマテリアル開発能力が模倣困難な差別化の持続性の源泉としてますます重要に。

日本のマテリアル産業は、二度の石油危機や円高、バブル崩壊、国内需要成熟化と完成品企業の海外移転、などを経験。

生産性改善などの企業の自助努力により、**高付加価値製品技術開発力や高効率量産技術において高い競争力**を維持。近年では海外からの需要の拡大などを受けて、**日本のマテリアル産業に対する注目**が集まっている。

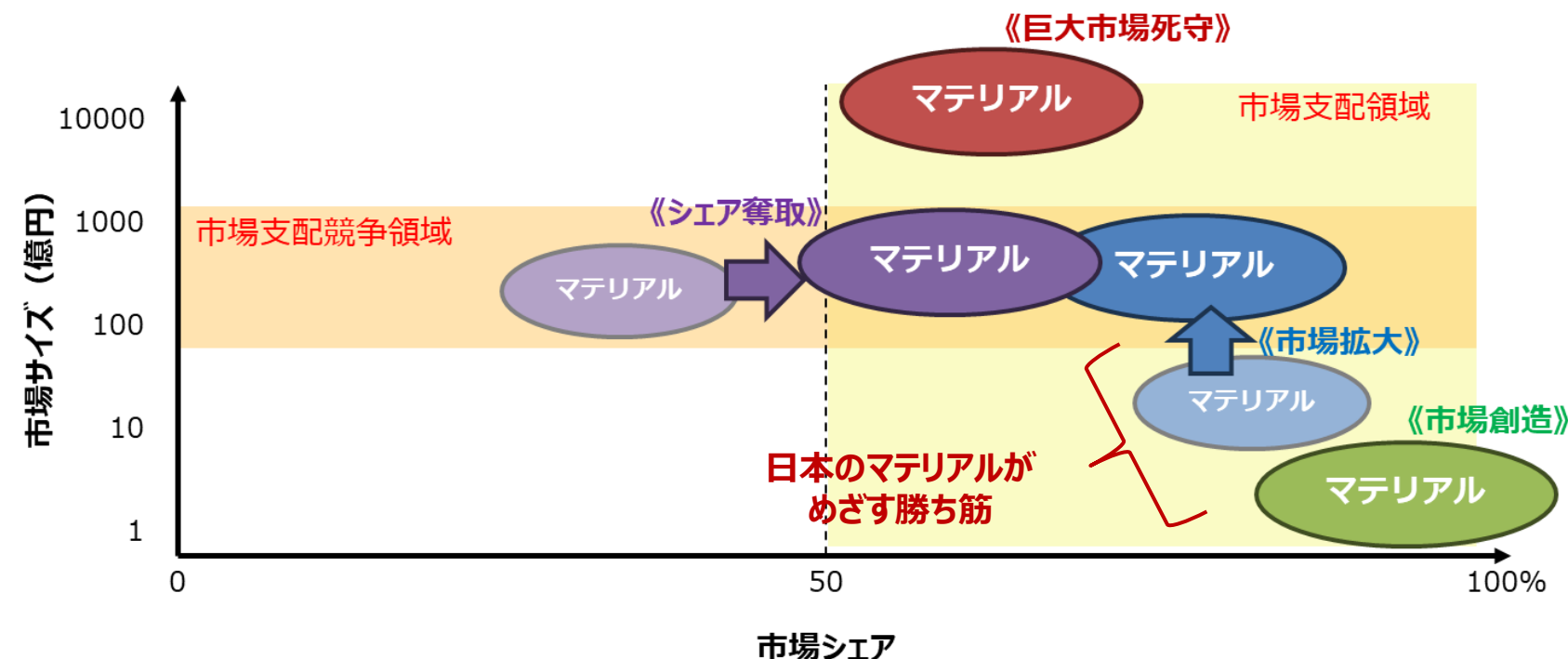
● 近年（2015年頃以降）のマテリアル産業におけるマテリアル産業界全体の動向

背景	差別化要素と近年の重要性変化		マテリアル企業の対応	
・東南アジア諸国等からの技術キャッチアップ ・最終製品のトレンド短期間化が加速 ・日本経済の低成長状況の継続、等	マテリアル製品技術	特定機能の差別化だけではキャッチアップされ価格競争へ	製品の機能以外の価値の取り込み（ソリューション提供など）	
	マテリアル製品開発能力	・差別性の持続、模倣困難性の源泉として重要度増加、 ・技術深掘りと探索を両立する組織構築（両利きの経営、ダイナミックケイパビリティ、オープン・クローズ戦略、等）	技術力	コア技術（群）の深堀による優位性の長期持続性確保と応用製品展開
			組織能力	高機能と低コスト量産の両立、すり合わせをはじめとする組織能力強化
			価値創造力	BtoC顧客企業への価値創出にあたり価値内容の多様化への対応

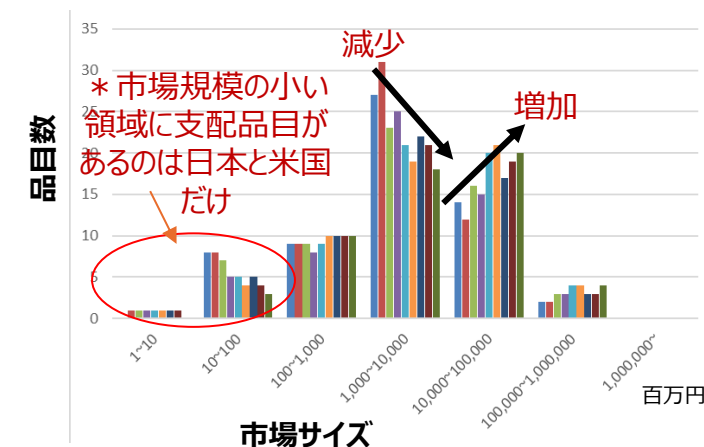
過半市場を獲得（シェア50%以上）している品目数を規模別に分類し年次変化を比較した場合の各国の特長：

- **日本・米国**：規模は小さいながらも新しいマテリアル市場を創造することができる
- **日本**：市場での高シェアを維持したまま市場サイズを大きくしていく
- **中国・欧州**：ある程度大きい市場に対し、市場シェアを高めることにより支配的ポジションを実現
- **米国**：非常に大きな市場（ロジック半導体、航空機機体など）の支配的ポジションを死守

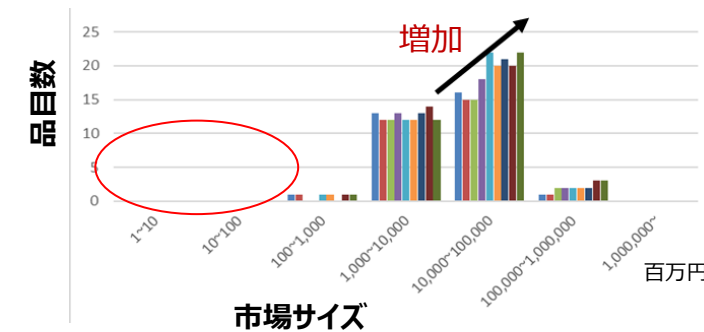
●マテリアル企業の4つの「勝ち筋」パターン



●市場育成型の例 -モビリティ用途（日本）-

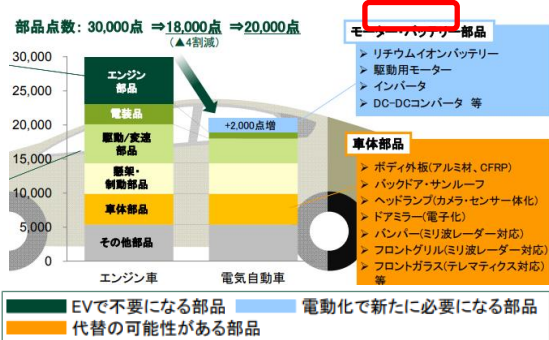
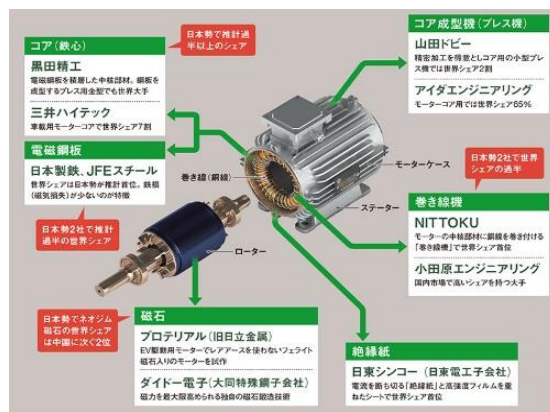


●シェア奪取型の例 -モビリティ用途（欧州）-



日本のマテリアル産業は多くの領域で多様なプレーヤーとその先進技術が集積するイノベーションハブを形成。様々な製品分野で新たなマテリアルのイノベーションにつながる特長因子であり、日本の強みともなっている。

●EV用モーターの省エネ・高性能化が、素材やプロセス技術等の多分野にわたるマテリアルの技術アップデートを通して実現。



出所：三井住友銀行「自動車及び関連産業の将来像」

出所：日経ビジネス20240415号「モーター経済圏で光る黒子 省エネ・精度・材料で独走」より

●FC-BGAパッケージ基板の日系トップメーカーを中心に国内にて材料・装置サプライチェーンを形成



出典：
https://note.com/eight_kei/kei/n/6n2d6d20c51b7

出典：電子デバイス産業新聞
(2022)よりTSCにて編集

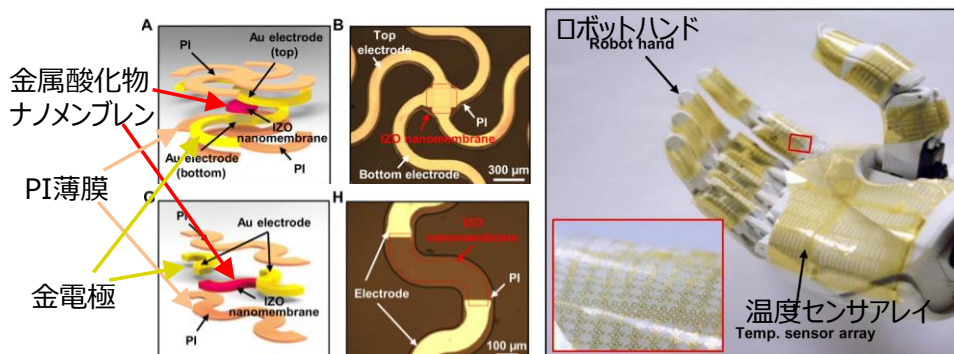
FC-BGAパッケージ基板のトップメーカー

イビデン、新光電気工業 国内に新工場立上・稼働予定

材料・装置サプライチェーン日系企業

材料	基板内層コア材：レゾナック
	コア材用ガラスクロス：日東紡
	ビルドアップ層用絶縁フィルム：味の素ファインテック
	回路用レジスト：レゾナック、旭化成エレクトロニクス
装置	ハイエンドパッケージ基板向け露光装置：ウシオ電機
	ビア加工用UVレーザー装置：ビアメカニクス
	コア層ビア加工用DLCドリル：ユニオンツール

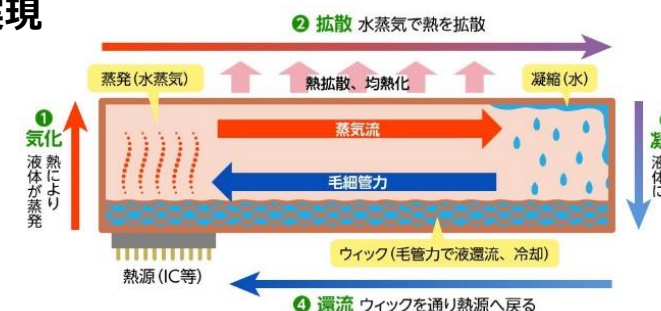
●人工皮膚開発における高度先端材料技術が高度先端材料や、材料微細化・微細加工技術などの先端マテリアル技術を適用して開発されている。



出典：TSC短信「ウェルビーイング社会の実現に貢献するマテリアル技術」(2020年12月)

●超薄型高熱伝導放熱部品が素材を微細加工技術と組み合わせることでダイヤモンドを凌駕する画期的放熱性を実現

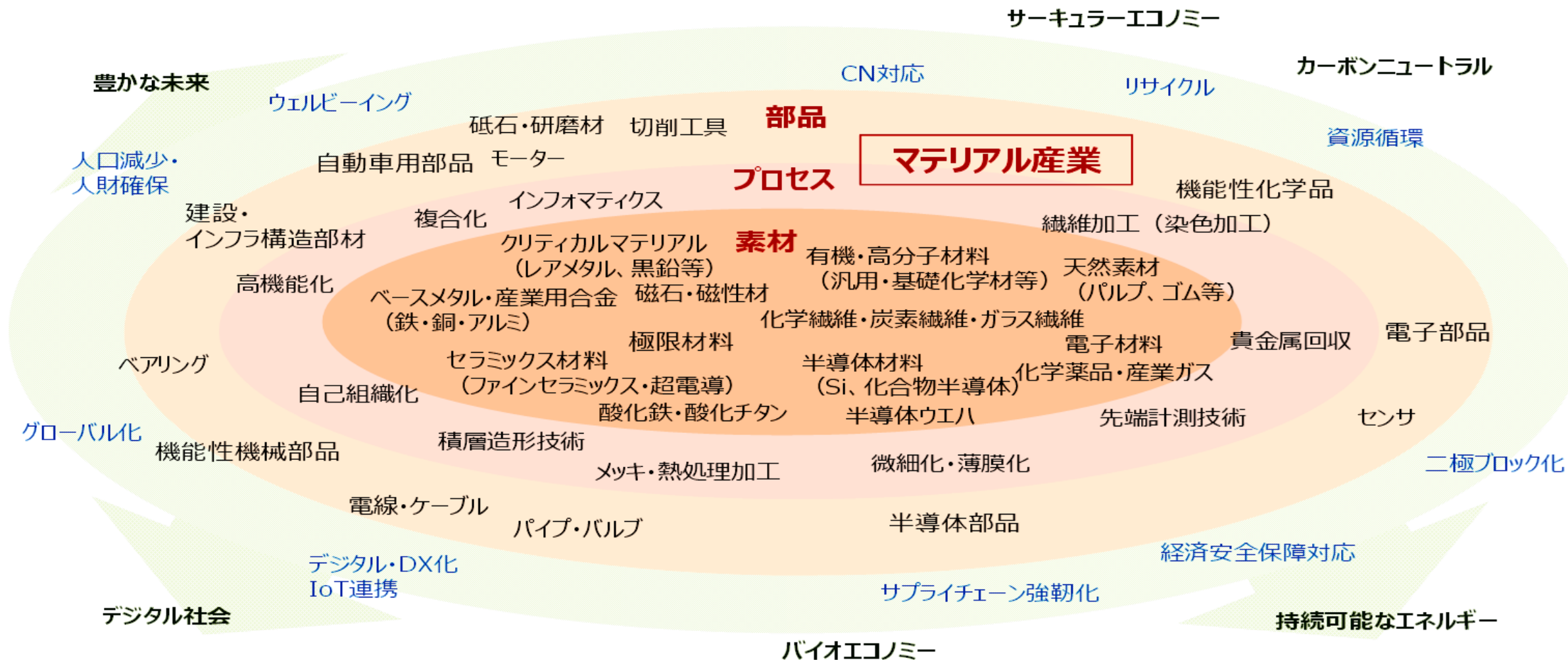
	ベーパーチャンバー	グラファイトシート
概要	水の気化・凝縮による熱移動放熱部材	グラフェンベース17~100μm厚程度
熱伝導率	21200 W/mK	700~1800 W/mK
特長	・スマホの放熱部材として急速普及	・薄膜での利用



出典：DNP社ウェブサイトより転載

微細加工技術等の適用により、250μmの薄型化が可能に。

- 持続する技術の進化を通して広がり続ける産業技術のフロンティアにおいて、様々な解決すべき社会課題と将来像の実現に必要な**新たなマテリアルのイノベーション創出に対する重要性が高まっている。**



- 高機能製品開発で競争力を確立している日本のマテリアル産業は、デジタル技術活用（IoT、MI/PI、生成AI等）を行いながら、ProductからSolutionへの移行や環境課題解決への貢献等、**新たな価値創出へシフト**へ。

製品タイプ	ビジネスモデル	日本のマテリアル企業の勝ち筋
① 高機能品 顧客の要求性能が常に向上し、かつ仕様順守に対する要求が高い	原材料、製造設備、生産ナレッジの3つにより常に新しい機能を達成 無限規格推進モデル	(1) 高機能開発、模倣困難な量産技術確立に向けて デジタル技術（IoT、マテリアル・プロセスインフォマティクス(MI/PI)、生成AI） などの活用推進 (2) 競争力の源泉を見極めた オープン・クローズ戦略 (3) 環境対応などの 新たな価値創出に向けた中長期的取り組み
② 優良グレード品 要求性能は一定であるが、仕様順守に対する要求が高い	自社工場内での製品の仕様バラツキを小さくするとともに、ユーザと連携して納入時の欠品をなくしシェア拡大 モノ売り+ソリューション 	
③ 汎用品 要求性能は一定であり、仕様順守に対する要求も比較的低い	大規模工場を建設し規模の経済によりコスト低減を実現。その他、原料調達や顧客立地で差別化 	日本： 自社の強みに立脚して“すり合わせ”開発することで①高機能品と②優良グレード品にシフト、国際競争力を維持してきた経緯あり。 海外：汎用品をベースとして、優良グレード品までデジタルを活用した顧客の業務プロセスを理解しソリューション提案に注力するケースが多い。

- 気候変動や資源循環対応への取り組みの中で日本独自の技術やマテリアル製品が開発されるとともに、**取り組みの過程で浮き彫りになった課題を新たな機会としてとらえたイノベーション**が期待される。

- マテリアル産業における気候変動および資源循環への対応例から見える新たな視点と課題

気候変動対策（カーボンニュートラル：CN）

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：Global Warming Potential）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
- ・GWPを抜本的に低減した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（セントラル硝子）
- ・GWP10以下のエアコン向けフッ素系冷媒の開発（AGC）

資源循環経済（サーキュラーエコノミー：CE）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からの合成原油（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しない、レアメタルの高効率回収技術（九大）、等

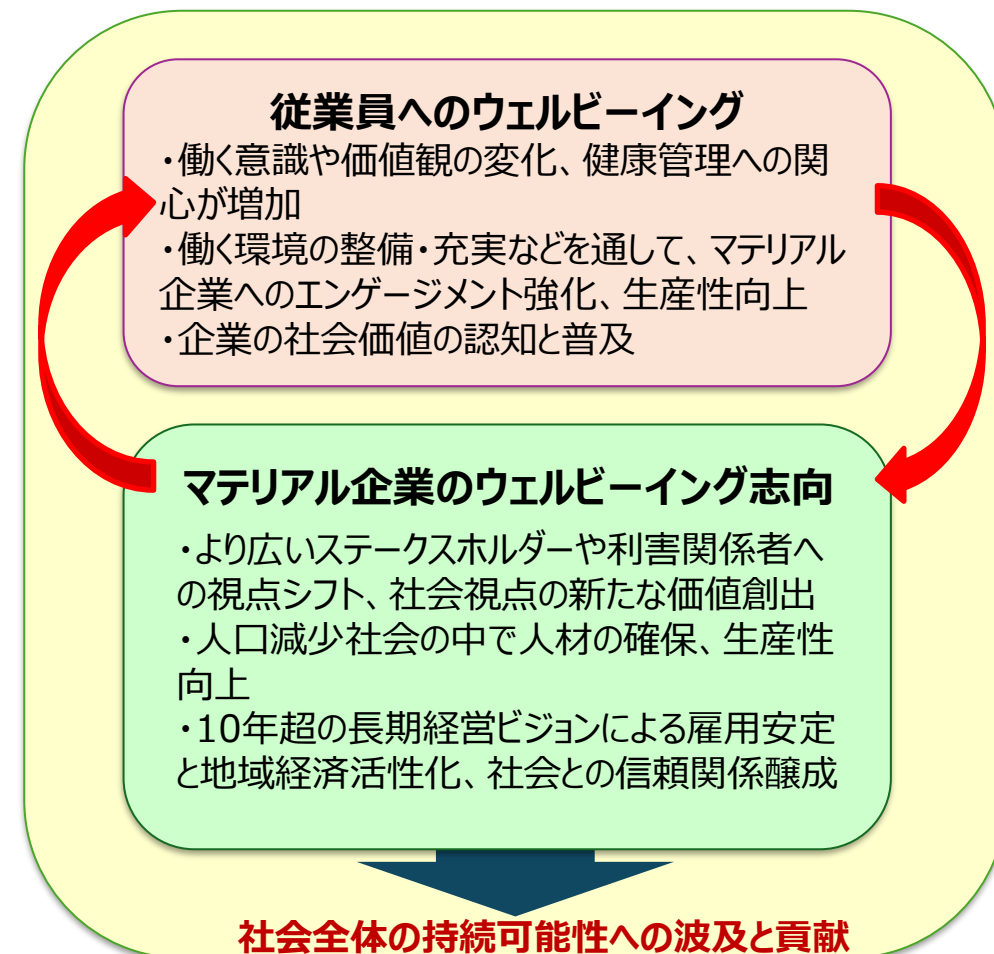
④部品再利用（リマニファクチャリング）への関心：

- 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**。

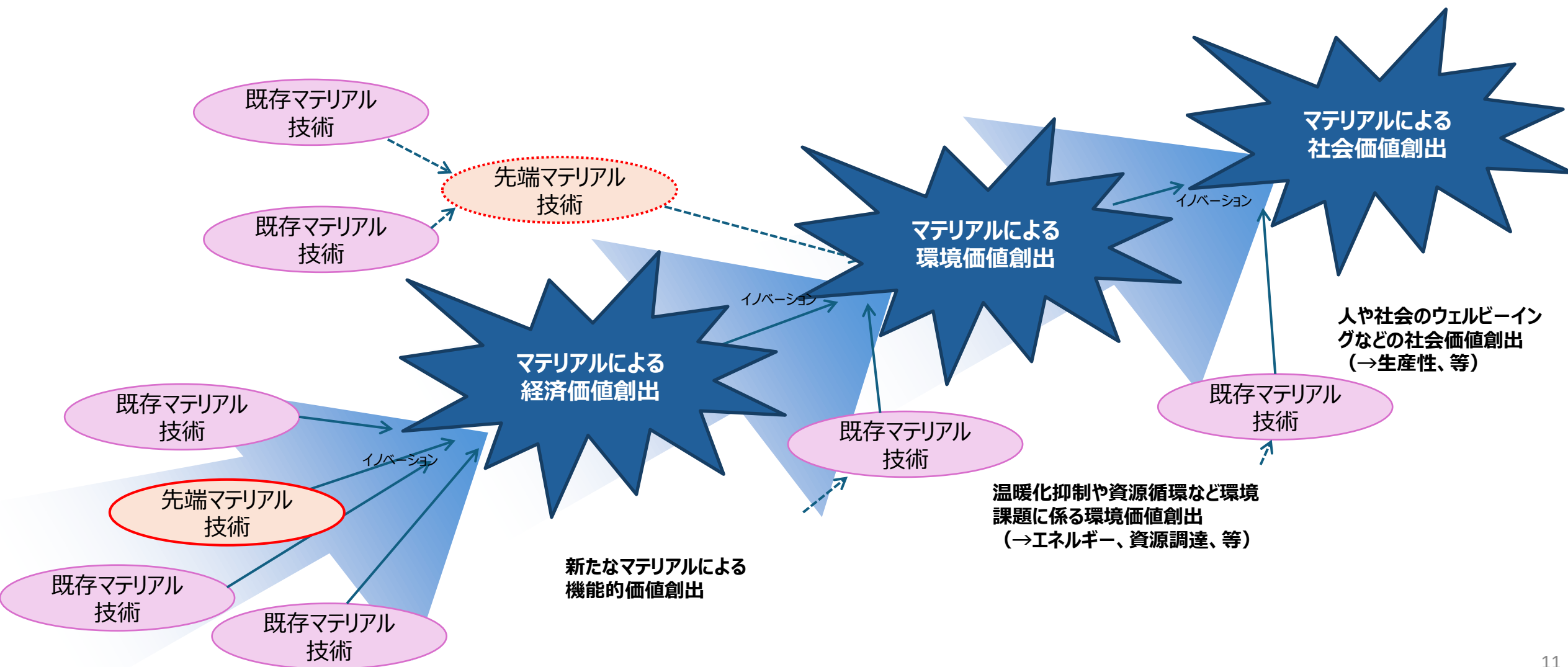
- マテリアル企業価値を構成する**価値の源泉が、社会そのものを包摂するより広い対象へ拡張**
- エネルギー資源に乏しい日本が省エネ技術等で技術開発の先頭を走ってきたように、今後、環境問題や労働人口減少問題などの新たな課題に対するイノベーションで世界を牽引する貢献がマテリアル産業に期待される。

● マテリアル企業の価値創出領域の展開

付加価値の内容	価値を構成する内容	マテリアル企業の具体的アクション
顧客価値 (BtoB)	・顧客が製品やサービスに対して適正だと感じる価値。 モジュール化の流れに抗し、高機能品開発を軸にソリューション提供型のマテリアル製品事業へシフトへ。	・マテリアル製品のモノ売りからソリューション提供へ ・技術シーズや市場調査から、顧客の体験やニーズから解決策やアイデアを見出していくデザイン思考へ ・多様な文化圏でのBtoB関係構築
環境価値	・製品が環境に与える影響評価や環境への貢献などによる製品への付加価値、およびそのサステナビリティの取り組みを通じた企業活動への価値。	・グリーンマテリアルなどの環境配慮製品への関心高まり、LCA等環境評価明示 ・製品のみならず事業全体のCNやCEへの取り組み ・経済安全保障にも貢献する新たなCEへの取り組み
社会価値	・主に政府・自治体等が取り組んできた社会課題解決に向けた貢献への期待。その貢献や課題解決によって生まれる製品および企業活動の価値。	・CSRからCSVへの企業経営 ・経済価値と社会価値（社会的課題の解決）の両立 ・持続可能なビジネスモデルの構築 ・地域経済との共創活性化、ウェルビーイング社会実現への貢献



- 環境や社会の持続性への関心の高まりを受けて、マテリアル企業は環境や社会価値への貢献が不可避。経済価値との両立を長期的視点で追及し、価値の共通点をイノベーションの機会ととらえた取り組みが重要に。



- 高機能・高付加価値で競合との差別性あるマテリアル製品の技術開発、および模倣困難な製造プロセス技術の開発が日本の強みを活かす方向。**IoTや生成AIなどのデジタル技術などを活用したマテリアル技術開発**とその普及が開発効率化につながる。
- 高機能製品開発力や高品質量産技術開発力を有する様々な企業が集積する日本のマテリアル産業の特長を活かし、企業の組織能力とともに協業、共創などの企業外関係構築等も含めて**マテリアル製品の提供価値創出と最大化**が必要になる。幅広いマテリアル分野で多様な企業プレーヤーが存在することを強みとし、アカデミアとの関係構築も重要になる。
- **マテリアルの価値を構成する源泉は、BtoC顧客価値から環境価値、更にはウェルビーイングのようなより広い社会を対象とする社会価値へと広がっている。**多様な価値に裏付けられた顧客ニーズへの対応とマテリアルのコア技術深化をバランスし、マテリアル企業の経済性や事業経営との両立につながる深掘りと探索を、長期的視点で取り組む事が重要に。
- エネルギー資源に乏しい日本が省エネ技術等で技術開発の先頭を走ってきた。今後、**環境問題や労働人口問題に対するイノベーションで世界を牽引する貢献**がマテリアル産業に期待される。

End of Presentation