

【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

2025年1月29日

科学技術振興機構 (JST)
研究開発戦略センター (CRDS)



JST-CRDSによる調査・検討の趣旨および方法

【調査・検討の趣旨】

専門家への意見聴取および議論を通じて、
今後マテリアル分野において**推進すべき研究開発の方向性への示唆を得る**
特に、次に焦点を当てる

- ・横断的に推進すべき**基礎・基盤研究**の具体的把握
- ・**データ駆動型研究手法との連携**による効果の明確化

【方法】

① 専門家アンケート

令和6年8月末～9月実施、計56名（アカデミア中心）より回答

② 検討会

令和6年11月24日開催、話題提供者8名・コメンテーター4名

専門家アンケートの概要（令和6年8月末～9月実施）

次の6つの設問を用意し、アンケート文書を各専門家へメール送付した。計56名から回答を得た。

設問 1	ご自身が研究開発に関わるマテリアルの 応用先 の例（選択式） ① カーボンニュートラル （再生可能エネ、省エネ、CO2回収・貯留など） ② サーキュラーエコノミー （資源循環） ③ バイオエコノミー （バイオものづくり、食料、生物多様性の保全など） ④ 健康・医療、Well-being ⑤ 社会インフラ （スマートシティ、防災・減災、モビリティなど） ⑥ デジタル・ICT （情報処理、通信、半導体、量子技術など） ⑦ ガバナンス （環境・健康影響、規制・標準化、LCA、社会受容など） ⑧ その他
設問 2	最近の社会的情勢や研究開発状況の急速な変化を踏まえた上での、1で挙げた領域に対するマテリアル研究開発の有用性、および、 今後重要となるマテリアル の例
設問 3	設問2で挙げたマテリアル研究開発の ボトルネック
設問 4	設問3のボトルネックを解消するために必要な、マテリアルの 基礎・基盤研究 の例 （例：乱れ・不均一性の制御・活用、界面現象の理解、時間発展の把握、劣化現象のリアルタイム把握、マルチフィジックス・シミュレーションなど）
設問 5	マテリアルの基礎・基盤研究に データ駆動型研究手法や生成AIなどを活用 することによって期待される効果、現在の活用状況、さらに活用を促進するために必要な方策
設問 6	その他（自由意見）

基礎・基盤研究の把握

データ駆動型研究

設問1～4の回答の集約結果

※計56名分の回答をJST-CRDSで集約

(設問1) 応用先	(設問2) 今後重要なマテリアル・技術	(設問3) ボトルネック	(設問4) ボトルネック解消 に必要な基礎・基盤研究
①カーボン ニュートラル	<ul style="list-style-type: none"> ●電極触媒、電解質膜、水素貯蔵材料 ●蓄電池活物質、固体電解質、セパレータ ●太陽電池材料、熱電変換物質・デバイス 	<ul style="list-style-type: none"> ●希少元素への依存 ●ラポレベルと実用サイズでの現象・性能の乖離 ●実使用条件での安定性・寿命予測の困難さ 	<p>【基礎・基盤研究】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●乱れ・不均一性の制御・活用 ●界面現象・流体現象の理解 ●材料の破壊機構の解明 ●微生物工学、微生物と材料の複合技術 ●生物化学工学的視点からのバックキャスト ●先端プロセス（積層造形など）を組み込んだ材料設計・製造の最適化 <p>【計算科学・データ科学・AIの活用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●マテリアルズインフォマティクス ●データ駆動型研究の実験研究への活用 ●現象の数学的構造の理解を元としたマテリアル開発と実材料の合成・分析 ●マルチフィジックス・シミュレーション ●自動・自律実験によるデータ蓄積と処理 ●自動合成・ロボット技術との連携 ●合理的材料設計のためのシミュレーション、情報科学や数理との融合 <p>【評価技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●材料の劣化現象のリアルタイム評価 ●生物多様性の定量的評価軸の構築 ●微小な物体の熱計測技術、材料欠陥などの計測・同定 ●先端分析技術・施設の活用
②サーキュラー エコノミー	<ul style="list-style-type: none"> ●長寿命化（高耐久化、自己修復） ●バイオマスポリマー、生分解性プラスチック ●低環境負荷・高効率リサイクル技術 	<ul style="list-style-type: none"> ●寿命予測、劣化度評価技術 ●相反する機能の同時実現 ●市場ニーズと技術のミスマッチ（物性、コスト） 	
③バイオエコノ ミー	<ul style="list-style-type: none"> ●石油素材のバイオものづくり ●CO2のバイオ固定技術 ●DNAデータストレージ技術 	<ul style="list-style-type: none"> ●マテリアル研究者と農学・微生物研究者のコラボレーションの少なさ ●社会実装を見据えた研究開発体制 	
④健康・医療 Well-being	<ul style="list-style-type: none"> ●バイオアダプティブ材料 ●医療診断/ヘルスケア用材料・デバイス ●適応性・自律性材料 	<ul style="list-style-type: none"> ●材料と生体の相互作用の階層的な理解 ●材料の劣化、長期的な品質保証 ●人工環境での最適な材料設計技術 ●異なる機能要請の両立・最適化 	
⑤社会インフラ	<ul style="list-style-type: none"> ●循環利用可能なコンクリートの代替品 ●高温超伝導材料の新規製法 ●耐環境性材料、耐放射性材料 	<ul style="list-style-type: none"> ●既存材料が低価格であること ●製造コスト ●耐環境における疲労・クリープ・高温機能の最適化 	
⑥デジタル・ ICT	<ul style="list-style-type: none"> ●脳型AI、量子コンピュータ、先端ロジック・メモリ、次世代通信、パワー半導体技術 ●新機能の量子マテリアル・量子デバイス ●3次元異種材料集積、熱制御技術 	<ul style="list-style-type: none"> ●原子レベルの計測技術 ●大学の長期的基礎研究と企業の短期的問題解決とのギャップ ●化学気相成長（CVD）プロセスの計測予測技術 	
⑦ガバナンス	<ul style="list-style-type: none"> ●健康への影響や環境負荷が少ない材料 	<ul style="list-style-type: none"> ●新規材料のパラメータ多様性・複雑性に起因した実データ収集の困難さ 	
⑧その他・共通	<ul style="list-style-type: none"> ●未利用元素・未活用元素を含んだ未開拓物質群の開拓 	<ul style="list-style-type: none"> ●新物質開拓の研究のため、時間と労力が必要 	

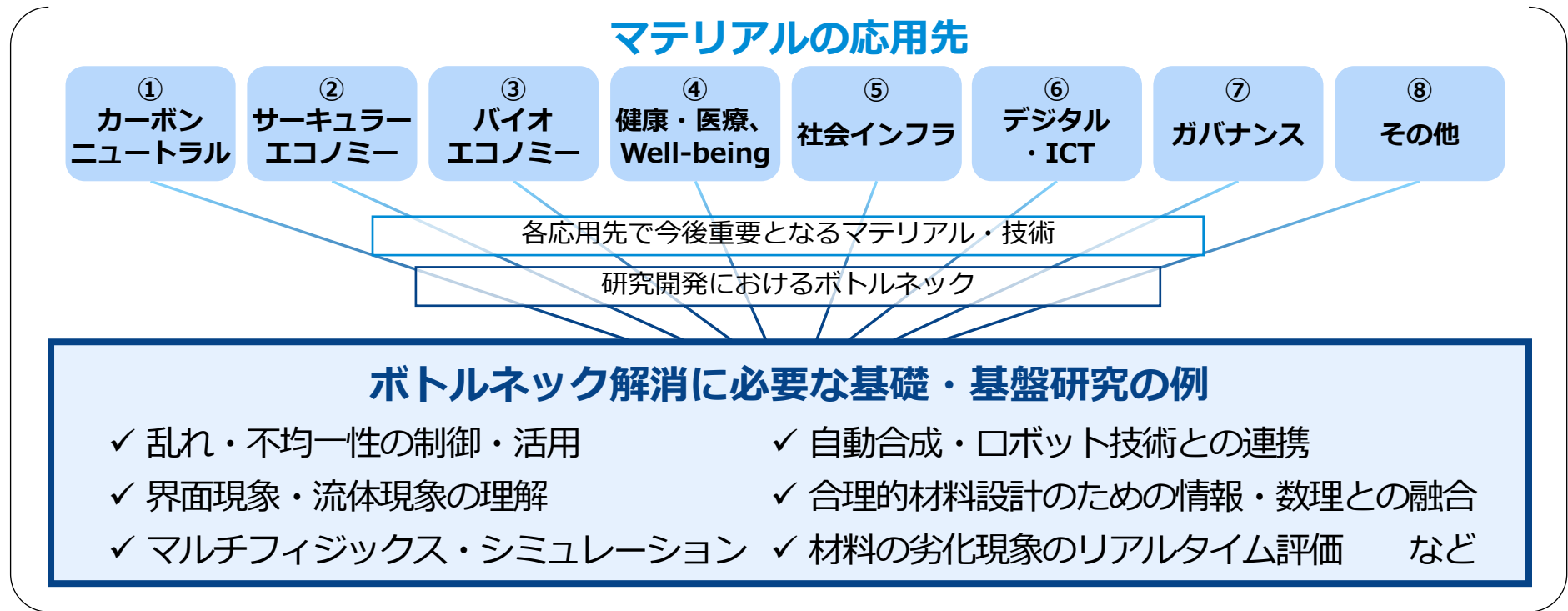
設問5および6の回答の集約結果

※計56名分の回答をJST-CRDSで集約

(設問5) 基礎・基盤研究にデータ駆動型研究手法や生成AIなどを活用		(設問6) その他
期待される効果	<p>[効率化：時間・労力・コスト]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●新しい材料や候補物質の迅速な発見 ●実験回数の削減とコスト効率化 <p>[予測・推定]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●劣化現象の推定 ●観測タイミング・計測条件などの推定 <p>[最適化・解析]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●個別化・最適化された材料設計 ●複雑な材料特性の解明 ●材料研究の過去の調査もれが無くなる ●社会実装を見据えた生産工程のバックキャスト 	<p>[研究スタイル・アプローチ方法]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●材料の開発には相応の時間をかけて取り組む古典的なアプローチも必要。職人技が失われないようにすべき。 ●「捨てて燃やす社会」から「捨てずに使う社会」へのパラダイムシフトが必要。社会・文化を醸成すべき。 ●再生高分子材の利用規制やPFAS規制などは、制定されてからの対応となっている。研究者として取り組むべき課題ではあるが、ビジネスの覇権争いに振り回されている感覚になる。 ●生成AIをツールとして活用することで、画期的にスピードアップする研究開発は何か（それは我が国にしか出来ないか）という観点で考えるべき。
現在の活用状況	<p>[有効活用①②⑥]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●開発段階の材料の最適化や品質の評価などに有用 ●研究フェーズで材料探索など活用事例が拡大 <p>[発展途上③④⑤⑦]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●実験量を低減するほどの効果は出ていない ●基盤となる基礎データが不足 	
活用促進の方策	<p>[データ周辺の制度設計]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●データの標準化と共有（ネガティブデータを含む） ●データ周辺のステークホルダーがWin-Winになる制度設計 ●容易にアクセス可能なデータインフラの強化 ●大型計算機・量子コンピューターの利活用 ●高品質データを選別するフィルター開発 <p>[人材育成]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●マテリアルサイエンスとデータサイエンスに精通した人材育成、相互移動の促進 <p>[研究体制・旗振り]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●超トップダウンの方式で取り組む（オールジャパン体制） ●インパクトのある成功事例を早期に得て、その成果を広く公開する ●興味を持った研究者がデータ駆動型研究の専門家から協力を得られる体制を構築する ●規制と倫理の整備 ●国際的な研究協力 	<p>[評価体制について]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●革新的な材料開発にチャレンジする実験重視の研究を正當に評価すべき ●評価制度の見直しと仕組みづくりが必要：1つの学理に閉じず、融合的なメンバーの研究チームが評価される仕組みなど <p>[研究開発体制について]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●実用化を見据えた研究には産学が集まるオープンリサーチ・プラットフォーム形成が必要 ●材料研究に拠点型はあまり向いていない。（※相反する意見）

専門家アンケートから見出された方向性

有識者アンケートより、マテリアルの様々な**応用先**におけるボトルネックの解消に対して、**横断的に重要となる基礎・基盤研究の要素**が見出された。



→ これらの検証と更なる具体化、また、有効な方策を含めた議論を行うため、
② 検討会を開催

検討会の概要

今後推進すべきマテリアル研究開発に関する検討会（主催：JST-CRDS）

令和6年11月24日（日） 11:00～16:50 @TKP市ヶ谷カンファレンスセンター&オンライン
話題提供者8名、コメンテーター4名を招聘し討論

【検討会の論点】

何を推進すべきか（What）

基礎・基盤研究として挙げられている各要素について

- その妥当性
- 応用先毎の重要性
- （発展してきた計測・プロセス評価・シミュレーション技術に加えて）
データ駆動型研究との連携の必要性や効果

どう推進すべきか（How, Actions）

基礎・基盤研究の推進に有効と思われる方策について

- 応用先毎に進めるべきこと/共通的に進めるべきこと の整理が可能か
- マテリアルDXプラットフォームの拡充とユーザーの拡大
 - ・ 基礎・基盤の横断的プロジェクト
 - ・ ARIM（計測データ、加工・合成プロセスデータ）+ シミュレーションデータ
 - ・ NIMSデータ拠点でのデータ蓄積量の増加
- 他プロジェクト（GteXなど）と連携したデータ蓄積と利用
- 国際連携のあり方

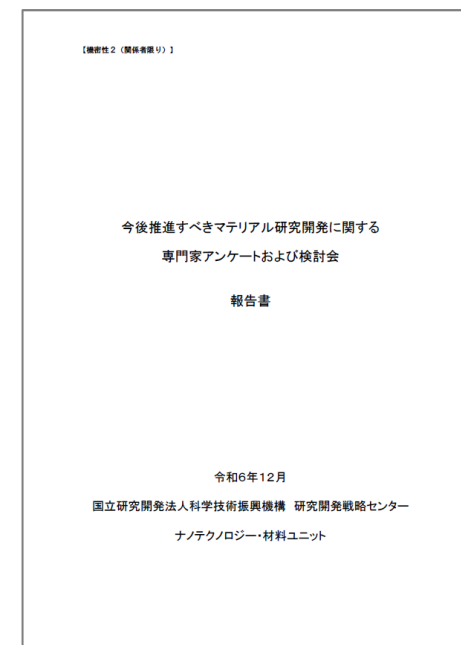
議論で挙げられた観点のサマリー

■ 研究開発課題（基礎・基盤研究）

- **界面現象、材料構造の制御、材料とデバイス・システムの間**の乖離の解消、**寿命予測**など
- 上記に計測やプロセス、シミュレーション、さらにデータ科学といった**基盤の開発を連携**させる
- **バックキャスト**による課題設定や、**経済安全保障**の観点、環境負荷や経済性を含む**社会的なコンセンサス形成**への配慮

■ 方策

- **公的プログラム**を契機とした異分野連携・融合の促進ならびにデータ駆動型研究への参入機会の創出
- ノウハウ確保につながる**プロセス研究の推進**
- **データインフラ**：拡充・拡張とともに、研究セキュリティや持続性を確保
- **人材育成**：異分野間や多様な研究開発段階を跨ぎ活躍する人材
マテリアル研究開発の特徴に適した評価指標の設定

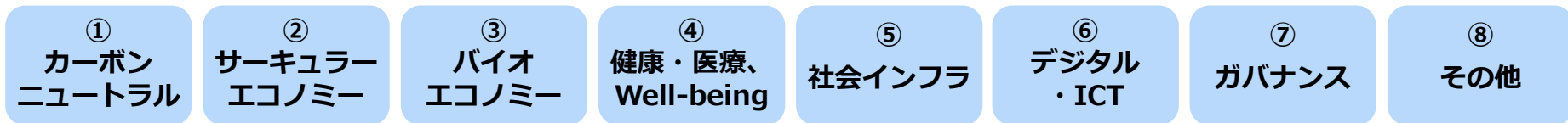


令和6年12月
報告書を関係者に共有

専門家アンケートと検討会を踏まえた JST-CRDSによる方向性の整理

今後重要となるマテリアルの方向性

マテリアルの応用先



今後重要なマテリアル・技術の方向性

従来からの材料用途に対する機能・性能追求

- (挙げた例)
- 電解/電池技術
 - バイオアダプティブ材料/診断デバイス
 - 軽量高強度材料
 - 高温超伝導材料
 - 半導体/集積回路
 - 無線・光通信デバイス
 - 熱機能材料

社会の情勢や価値観の変化に応える材料・技術

- (挙げた例)
- 低資源負荷：未利用物質開拓、希少金属回収など
 - 製造プロセス：低CO2排出、排熱利用、廃棄物利用
 - 使用：低消費電力、安全性
 - End：リサイクル、循環性、分解制御、長寿命・高耐久

技術進展で新たな価値創出が期待される材料・技術

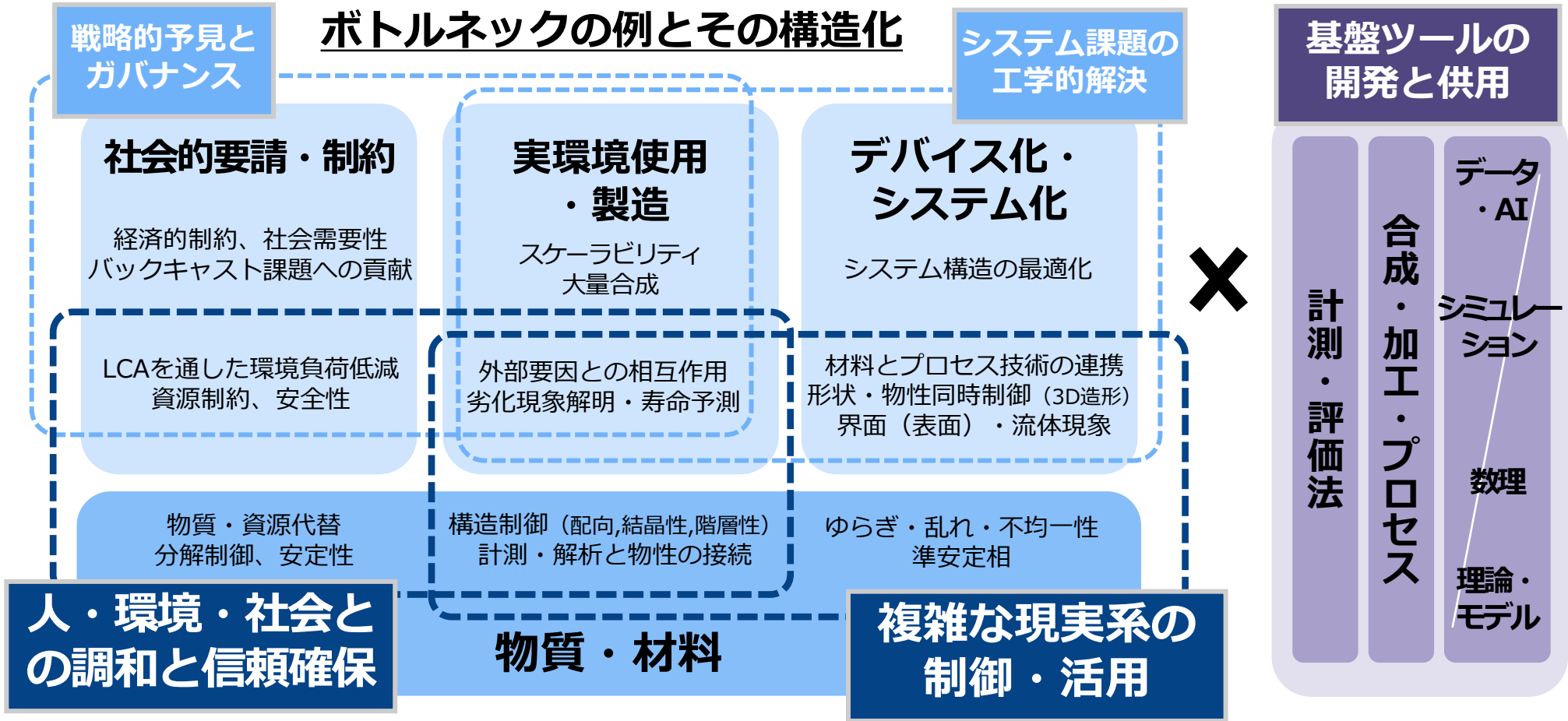
- (挙げた例)
- ナノ・合金粒子触媒
 - バイオ利用：反応選択性、多様な機能、適応性・自律性、CO2固定
 - 量子マテリアル/デバイス/計算
 - メタマテリアル

短期の方向性

長期の方向性

マテリアル研究開発のボトルネック、基礎・基盤研究の方向性

多様な応用、今後重要なマテリアル・技術へ

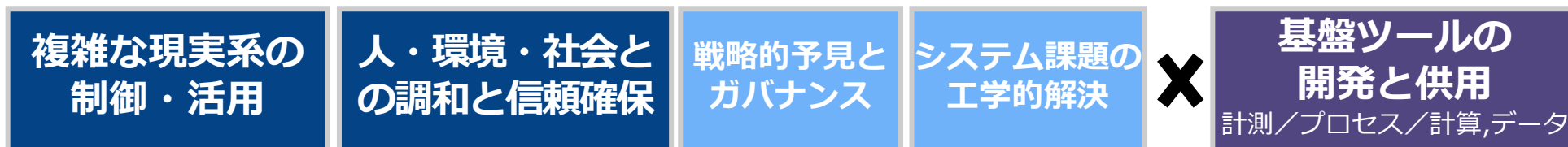


何を推進すべきか、どう推進すべきか

基礎・基盤研究の方向性

- ・ 様々なボトルネックを、**従来の領分の間を越えて一体的に解消を目指す**
- ・ ここに、**基盤ツールの開発を連携して進めることが有用**

方向性の例：



方策と検討課題

- ・ **異分野や基盤ツール開発、多様な研究開発段階**に携わる研究者を巻き込んだ**公的プログラム**の実施。あるいは、**事業間、省庁間の連携**による推進。特に、ノウハウ確保を強みにつなげるための**プロセス技術の強化**。
- ・ 基盤ツールの**支援システム**と、異分野および産学の研究者が集う**場作り**の強化。
- ・ **事業・省庁を横断したデータ蓄積・活用**の仕組み作り、その持続性の確保。
- ・ 分野間や研究開発段階を跨いで活躍できる人材の育成。**適した評価指標**の見直し。