

4. 今後10年を見据えた技術ポテンシャルの検討(2)

10年後の技術ポテンシャル・ブレークスルーについての検討の視点

視点	説明
基盤性	●当該技術が、特定の用途のみでなく、複数の技術分野・領域への適用が可能な技術であること
革新性	●以下のいずれかに該当する技術であること
	①現在、実用化されていない技術
	②作動原理、製造原理が新しい技術
	③既存技術の延長にあるが、改善代が明確な技術
実現性	●目的とそれを達成するための技術的なボトルネックが明確であること
	●上記を解決する方策と目標時期が明確であり、ロードマップを作成できること
	●10年以内を目標に技術の基本骨格が確立する見通しが立っていること
技術競争力の優位性	●国際ベンチマーク上、日本が強い、もしくは今後強みとすることが期待できる技術領域であること

<候補技術の選定>

- ナノテク・材料WGでは検討の第1ステップとして、今後10年間で大きなブレークスルーが得られる可能性のある技術について、その候補を挙げ、全体俯瞰を試みた。
- その際、左記のような視点からの技術の抽出を行い、検討の基礎とした。
- 加えて社会的課題の解決方策を検討する協議会、タスクフォースにおける重点化検討の視点についても参照しながら候補を選定した。

<重点化の視点に関する付帯意見>

- 技術のポテンシャルに関して、ナノテク・材料WGでの議論において、左記の視点に加え、ライフイノベーション、グリーンイノベーション及び復興・再生の各協議会及び重点化課題検討タスクフォースにおける重点化課題・取組抽出のための視点を考慮することが必要とされた。

共通基盤技術検討ワーキンググループ
(ナノテクノロジー・材料)

15

4. 今後10年を見据えた技術ポテンシャルの検討(3)

技術ポテンシャルマップ作成にあたっての考え方

<記載内容>

- ナノテクノロジー・材料技術で実現する2022年の姿(社会・ユーザ視点)を想定して、応用先・適用先ごとに記載
- 応用・適用領域の明確な“デバイス・材料関連技術”とそれらを支える“基盤的技術”に分けてマップ化
 - ① デバイス・材料関連技術
 - 横軸: 応用先・適用先を産業分類を参考に横断的にカバー(応用先をより明確にするため、上記に『エネルギー』、『医療』を追加。)
 - 縦軸: マッピングの目安として、デバイス～材料の軸を設定より適用先の広い材料関連技術を下部に記載。
 - ② 基盤的技術
 - “加工・プロセス”、“シミュレーション・設計・理論”、“計測評価”、“安全性”及び“資源の有効活用”の5領域に区分して、各技術をプロット
- それぞれの技術に対してポテンシャルを具体的に記載
 - 2022年における技術スペック、達成レベル
- 技術(デバイス・材料関連)及び“2022年の姿”について提案先候補となる協議会等の会議体を示した。

<全体構成>

- 基盤的技術を下部に、応用先・適用先が比較的明確なデバイス・材料関連の個別技術をその上部に配置することで、基盤的技術と個別の応用技術とが効果的に組み合わせられることにより、2022年に期待される姿が実現するという考え方を示す。

共通基盤技術検討ワーキンググループ
(ナノテクノロジー・材料)

16

4. 今後10年を見据えた技術ポテンシャルの検討(4)

技術から社会への適用までの展開例(1)

	電気機械における事例	輸送用機械における事例
2022年のすがた (社会への適用・メリット)	<ul style="list-style-type: none"> ・高機能・高性能な電子機器、電子デバイス、センサ等の実現により、人々の生活の利便性が向上する。 ・光配線と電子回路の融合により、低消費電力な情報通信網が実現する。 ・超低消費電力な電子デバイス・機器、次世代照明により、低消費電力社会が到来する。 ・情報機器の高機能化・高性能化、新ICTサービスの創出等により、日本の産業競争力が向上する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電気自動車の普及、内燃エンジン車の燃費向上によりCO₂排出量が削減される。 ・電気自動車のチャージあたりの走行距離が向上し、ユーザーの利便性が向上する。 ・軽量高強度構造材料等により、次世代の高速・低消費電力車両が実現する。 ・高効率な輸送用機械の実現により、低消費エネルギー社会が到来する。 ・輸送機械用の電池のリサイクル率が向上し、環境負荷が軽減する。
システム	グリーンITシステム（サーバ、ネットワーク機器等の省エネ化、ネットワークシステム全体の省エネ化等）	電気自動車（EV）
材料・デバイス関連技術	<ul style="list-style-type: none"> ・光エレクトロニクス ・ノーマリーオフコンピューティング ・省エネサーバ、ネットワーク機器、低消費電力デバイス ・低消費電力/高速書換えメモリ ・ディスプレイ・ディスプレイ用材料、透明電極材料 ・半導体関連材料・プロセス技術 ・MEMS/NEMS関連材料、デバイス、加工プロセス技術 ・高性能パワーデバイス・高効率インバータ ・新原理ナノデバイス ・熱マネジメント材料、デバイス 	<ul style="list-style-type: none"> ・高効率モーター ・大容量・高エネルギー密度二次電池、二次電池用材料 ・大容量キャパシタ、キャパシタ用誘電体材料 ・高性能磁石、レアアースフリー磁石、磁性材料 ・高性能パワーデバイス・高効率インバータ ・半導体材料・デバイス・プロセス技術 ・低摩擦材料、トライボロジー技術 ・軽量高強度構造材 ・カーボン複合材料
基盤的技術	<p>【加工・合成プロセス】：自己組織化による材料形成/単結晶の高品質化技術</p> <p>【シミュレーション・設計・理論】：ナノスケール物質・材料のバルク物性の理論的解析/マルチフィジクスシミュレーション・複雑材料システムの統合シミュレーション/ナノシミュレーション/耐熱材料特性予測</p> <p>【計測・評価】：3次元元素・形状状態分析計測/化学材料の性能評価技術/ナノ材料の評価測定技術</p> <p>【安全性】：ナノ材料等の安全性評価技術</p>	<p>【加工・合成プロセス】：単結晶の高品質化技術/難加工材料の加工技術/金属の精錬・鍛造・鋳造・プレス・焼結技術/異種材料の接合技術</p> <p>【シミュレーション・設計・理論】：ナノスケール物質・材料のバルク物性の理論的解析/マルチフィジクスシミュレーション・複雑材料システムの統合シミュレーション</p> <p>【計測・評価】：化学材料の性能評価技術；疲労等の動的現象の計測・評価</p> <p>【安全性】：ナノ材料等の安全性評価技術</p> <p>【資源の有効活用】：希少元素等のリサイクル・回収技術</p>

共通基盤技術検討ワーキンググループ
(ナノテクノロジー・材料)

17

4. 今後10年を見据えた技術ポテンシャルの検討(5)

技術から社会への適用までの展開例(2)

この表は、特定の『2022年の姿』に関連する材料・デバイス関連技術とそれをバックアップする基盤的技術を技術ポテンシャルマップに記載の項目から抜粋したものを示す。

	エネルギー・資源における事例	医療における事例	医療における事例
2022年のすがた (社会への適用・メリット)	<ul style="list-style-type: none"> ・風力発電、太陽光発電、バイオマス発電などが高度化し、クリーンエネルギーの使用が拡大する。 ・高エネルギー密度二次電池、高効率燃料電池により分散型エネルギーシステムの導入が加速する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・皮膚、骨の再生治療法が普及、組織・器官再生の臨床研究が進む。 	<ul style="list-style-type: none"> ・指向性の各段に向上したDDSが普及し、治療効果と副作用軽減が両立する ・上記により、患者の生活の質（QOL）が向上する。 ・ナノテクノロジーを医療応用した新産業が創出され、我が国の国際競争力が強化される。
システム	太陽光発電による電力供給システム	移植用細胞の採取、培養、運搬のシステム	治療・診断
材料・デバイス関連技術	<ul style="list-style-type: none"> ・高効率・長寿命・低コスト太陽電池 ・エネルギーキャリア ・高性能パワーデバイス・高効率インバータ ・大容量・高エネルギー密度二次電池、二次電池用材料 ・大容量キャパシタ、キャパシタ用誘電体材料 ・超電導材料、超電導デバイス・線材 ・光触媒 ・分離膜 	<ul style="list-style-type: none"> ・細胞・組織利用 ・培養装置・器具の開発 ・細胞シート構造化技術の開発 ・細胞の高効率培養に適した材料の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・診断・治療機器 ・生体内分子イメージング <ul style="list-style-type: none"> - 光増感剤の開発等 ・DDS <ul style="list-style-type: none"> - 精密粒徑制御 - 組織集積性の高い材料の開発
基盤的技術	<p>【加工・合成プロセス】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・単結晶の高品質化技術 ・希少元素等のリサイクル・回収技術 ・自己組織化による材料形成 <p>【シミュレーション・設計・理論】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ナノスケール物質・材料のバルク物性の理論的解析 <p>【計測・評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・化学種同定高感度化技術 ・超高速現象の連続的観測 <p>【安全性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ナノ材料等の安全性評価技術 <p>【資源の有効活用】：希少元素等のリサイクル・回収技術</p>	<p>【加工・合成プロセス】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コーティング・表面加工技術 <p>【シミュレーション・設計・理論】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インフォマティクスを活用した分子設計 <p>【計測・評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・化学材料の性能評価技術 <p>【安全性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ナノ材料等の安全性評価技術 	<p>【加工・合成プロセス】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自己組織化による材料形成 ・コーティング・表面加工技術 <p>【シミュレーション・設計・理論】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インフォマティクスを活用した分子設計 <p>【計測・評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・化学材料の性能評価技術 ・ナノ材料の評価測定技術 <p>【安全性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ナノ材料等の安全性評価技術

共通基盤技術検討ワーキンググループ

18

5. まとめ(1)

1. 重点化候補となる技術の俯瞰(全体像)

- 第3回会合までの成果として『技術ポテンシャルマップ』を取りまとめ、関連する戦略協議会等へ報告する。(別紙『技術ポテンシャルマップ』参照)
- 今回の『技術ポテンシャルマップ』は、主として技術シーズから重点化する候補となるものを整理したもので、第4期科学技術基本計画の社会的課題解決とのマッチングに関する検討には至っていない。

2. ナノテクノロジー・材料科学技術の共通基盤技術としての重要性の認識

- あらゆる領域の応用技術を支える基盤としての重要性
 - ナノテクノロジー・材料分野の技術は製造業のみならず、エネルギー、資源、医療、情報通信、環境、農林水産業などの分野における科学技術の進歩や様々な社会的課題の解決に貢献する。
 - よって同分野の技術の俯瞰、重点化を議論するに際してはあらゆる産業/分野の出口を想定しておくことが必要と認識された。
- 異分野融合により新たな科学技術や産業の強みを創出
 - これまでもナノテクノロジーと材料技術の融合、ものづくり技術との相互連携が、我が国の科学技術の強みとなってきたが、今後、さらなるナノテクノロジーと材料技術の融合に加え、情報通信技術、バイオテクノロジーなどの高度な科学技術との融合が進展し、新たな科学技術や産業の創出につながる事が期待される。
- 「システム」を介した応用範囲の広がり
 - ナノテクノロジーや材料技術は、その研究成果を製品に仕上げるものづくり技術、システム化技術によって支えられており、社会への波及効果を議論するに際しては、介在する「システム」の重要性が強く認識された。
 - 一方、当該「システム」については本ワーキンググループの検討範囲外としたため、「技術ポテンシャルマップ」には「システム」領域の技術を除いた形で整理したことから、「システム」関連技術への研究開発投資については戦略協議会等における課題解決の取組の中で取り扱うことが必要とされた。
- 安全性の視点を持った技術の開発
 - あらゆる分野への貢献が期待される分野だけに、その開発に際しては安全性の視点を意識し、将来的な社会実装段階でのリスクを可能な限り小さくする努力が必要である。

共通基盤技術検討ワーキンググループ
(ナノテクノロジー・材料)

19

5. まとめ(2)

3. 社会的・経済的波及効果が明確になっていることの重要性

今後、大きな技術のブレークスルーが期待される技術の中から優先的な資源配分を行う技術を検討するに際しては、以下のような点が明確になっていることが必要である。

- 研究開発により達成される技術レベル・目標が明確になっていること
- 応用先製品、産業等が明確になっており、関連する市場規模の成長性、シェアの向上が予測されていること
- 製品化、社会実装に向けたプロセスが明確であること
- 最終製品・サービス等を介して得られる具体的な効果(環境性、プロセスの効率性・製品の利便性向上等)が明確になっていること

4. 個別領域における科学技術を支える基盤的技術の重要性

- 様々な基盤的技術におけるブレークスルー
 - 応用先・適用先の明確な技術に対して、それら技術を基盤として支える設計、計測・評価等の技術は、直接的にその最終製品による社会への波及効果を議論できる対象ではないが、それら個別の技術が価値を生み社会に貢献するために必須なものとして位置付ける。
 - 中でもスーパーコンピュータ『京』や、SACLA、SPring-8、J-PARCといった重要な施設については、着実にその技術レベルの向上を図るとともに、官民含めたさらなる積極的な活用を進めることが重要である。
- 安全性評価を通じた円滑な社会実装と競争力向上
 - 基盤的な技術として、ナノテクノロジー及び材料の開発、製造プロセス、または、製品化後の使用に際して、人体等への影響の有無を予測するための技術についても、将来にわたりナノテクノロジー及び材料の技術開発が滞りなく前進するために必要であることが確認された。

共通基盤技術検討ワーキンググループ
(ナノテクノロジー・材料)

20

5. まとめ(3)

5. 今後の検討スキームに関する特記事項

- a. 課題解決の戦略検討をミッションとする協議会等、関係会議体との連携の必要性
 - 第4期科学技術基本計画における重点的取組等の検討の枠組みにおいては、本来、課題解決のための予算の重点化が示されることで重点化される技術開発領域が特定されるというアプローチがあるべきである。
 - また、今後の施策検討やその実施状況のレビューに際して、関係する協議会等より、技術の観点からの様々な照会や調査の要請等があることが想定される。
 - 以上より、今後、共通基盤技術を検討する当ワーキンググループは、各協議会等の会議体と連携した情報交換及び関係する技術についての検討の場を持つことが望ましい。
- b. 先端的な技術を支える基盤的な技術分野への資源の重点配分の枠組
 - 基盤的な技術については、関連する協議会等において社会的課題の解決の観点からの予算の重点化スキームであるアクションプランあるいは施策パッケージといった既存の枠組みに組み込みにくい側面がある。
 - そのため、当該分野に対する研究開発投資の重点化については、既存の検討の枠組とは別な新たな枠組を検討することも必要ではないか。

6. ナノテク・材料WGにおける今後の検討の進め方

<検討・活動内容>

1. 25年度アクションプラン、重要施策パッケージ等のフォローアップ
 - a. 協議会等における検討に対する技術の観点からの情報提供
 - b. アクションプラン等に組み入れられる施策に関連する関係府省との情報交換
2. 課題解決に向けた技術開発課題の検討

以下のような活動を、関係協議会等との連携をとりながら進めることで今後の技術開発課題の特定とその解決策についての検討を行う。

 - a. 『技術ポテンシャルマップ』の見直し及びアップデート
 - 構成メンバー、関係研究機関等における最新の研究開発状況の反映
 - 戦略協議会等で企画される公開シンポジウム、ヒアリング等から入手される情報の反映
 - b. 主要な技術に関するロードマップの策定
 - c. 国際ベンチマーク、諸外国政策動向の調査
 - d. 重点化の視点等の見直し

<スケジュール等>

7月以降、1～2か月に1回の頻度で開催予定

【参考1】 ワーキンググループ メンバーからの主な意見(1)

■ ポテンシャルマップについて

- ✓ ポテンシャルマップの粒度をそろえるべき。個々の技術でなく、技術領域レベルの区分としては。
- ✓ 産業界では技術開発は『出口』として、その開発によりどれだけの規模(売上)の市場を獲得できるかの見込みが立っていることが前提である。
- ✓ 出口産業の「売上」としての把握が難しい場合、市場においてどれほどシェアを持つものを狙うか、既存市場であればどれくらいシェアを向上できるかという観点で経済効果を測ることができるはず。
- ✓ 材料レベルの技術開発、最終製品に近い技術開発という技術のレイヤが混同している。ランクを区別して整理しては。
- ✓ 国家の戦略として2022年にGDPをどこに持ってくるのか、そのためにどのような産業に資源を配分すべきかという軸も設定すべきでは。
- ✓ ナノテク関連技術の出口を産業で見た場合、農業、食品・飲料などが抜けている。
- ✓ 社会のニーズという観点を軸にポテンシャルマップの技術を整理したらどうか。
- ✓ 2022年に期待される姿、達成できたらどのくらい効果、ご利益があるのか、具体的に表現した方が良い。
- ✓ 技術領域を『ライフ』、『グリーン』及び『復興再生』に分けることで網羅性を確保でき、かつ、今後の課題とのマッチングにもスムーズに入れる。
- ✓ 掲げられている技術は現在研究開発が進んでいるものがほとんどだが、将来を見据え新たに取り組む必要がある技術という観点は必要ないのか。

【参考1】 ワーキンググループ メンバーからの主な意見(2)

■ 技術重点化の視点について

- ✓ このWGIはあくまでも技術視点。社会・経済への波及効果の視点からの重点化は主に戦略協議会等で議論する。
- ✓ 重点化にあたっては、今ある技術から2歩ぐらい踏み込んだ、尖った技術、インパクトのある技術で資源配分を考えないと結局は他国に先を越されるのではないか。
- ✓ 第3期のフォローアップで議論した「4つの視点」、即ち課題解決のキーテクノロジーであること、産業競争力の強化、基礎・基盤研究の強化、拠点形成と人材育成、を基本に重点化を検討してはどうか。
- ✓ 医療機器だけでは市場規模が小さい。ナノテク・材料、ICT等で日本が強みを持っている基本技術をさらに強化し組み合わせることで、医療を含め他の領域にうまく使えるようにすることが大事。
- ✓ 材料から、中間製品、最終製品、そしてそれが使用され廃棄されるまでのライフサイクルを考えるとそれぞれのフェーズごとに重点化の視点は変わってくるのではないか。
- ✓ 安全でもナノに特有なものかどうかで濃淡をつけたらどうか？
- ✓ グリーンイノベーション、ライフイノベーション、復興・再生、及び基本計画の3章の課題のすべてに貢献するのがナノテク。『出口』としての産業は重要だが、それ以外の視点も入れるべき。
- ✓ シミュレーション・設計、計測・評価等の基盤的技術は産業への出口を持つ材料・デバイス関連技術を底で支える重要な技術。マップ上でもそれらの技術と一体的に表現したい。
- ✓ スパコン『京』、Spring-8等の技術競争力の原動力となりうる研究施設についても、その技術の向上と活用がきわめて重要。10年後の具体的な開発目標を立ててほしい。

【参考1】 ワーキンググループメンバーからの主な意見(3)

■ 検討の範囲・枠組みについて

- ✓ 本来は、社会的課題解決のための戦略を考える協議会等から、こういう分野の技術を強化、促進すべきという要請があり、それを受けて個々の技術のポテンシャルや重点化を検討したり、必要な情報提供をするのがこのWGの役割ではないのか。技術の俯瞰から入るのは順序が逆ではないか。
- ✓ デバイスや部材を組み合わせて最終的に『システム』化することで、目指す社会の姿が実現すると考えるべきで、そのシステム化の技術そのものも非常に重要である。
- ✓ 『システム』については、本WGでの検討の範囲を超えている。協議会等における課題解決策の議論の中でカバーされるべき。

■ その他

- ✓ 今後の技術の重点化を検討するに当たっては、これまでのナノテク・材料分野にどの程度の研究開発予算がついてきて、どのような施策が実行されてきたのかを把握しておくことが必要。

共通基盤技術検討ワーキンググループ
(ナノテクノロジー・材料)

【参考2】 第3期科学技術基本計画 ナノテクノロジー・材料関連施策①



共通基盤技術検討ワーキンググループ
(ナノテクノロジー・材料)