



今後さらに取り組むべき課題・分野横断技術についての意見

(独) 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 馬場寿夫

ナノテクノロジー・材料分野に関連して、JST-CRDS におけるこの分野の全体俯瞰、海外政策調査、およびナノテクノロジー・材料ワーキンググループにおける昨年度の技術ポテンシャルマップ作成活動や今年度の議論などに基づき、今後さらに取り組むべき課題・分野横断技術について言及する。

〔基本的な考え方： 基礎・基盤的技術の深堀と課題解決・出口指向のテーマの両立〕

○社会的課題の解決／イノベーション創出に向けた取り組み

ナノテクノロジー・材料分野は過去 10 数年にわたり「ナノの要素技術の先鋭化」および「ナノの異なる要素技術間の融合化」が進められ、数多くの成果と知見が蓄積され、「実装・応用技術としてのシステム化」への取り組みができていく状況になっていることが世界共通の認識・潮流である。それらの世界の流れを注視しながら、他分野技術との融合・統合により、課題解決・イノベーション創出を図ることが重要になる。

○共通の技術課題／基盤技術に対する取り組み

複数の社会的課題に共通して重要な技術課題に対しては、解決の候補となるナノテク・材料技術（材料、デバイス、ナノシステム等）や異分野との融合技術を集中的に育成し技術を深堀りすることで、これらの技術の持つ技術革新の可能性（ポテンシャル）や適用領域の広がりを早期に明らかにし、システム化に対応できる技術レベルまで高めていく。

新たな現象の発見や材料・デバイス技術の高度化／新技術の創出に不可欠である計測・分析、加工／プロセス、シミュレーション、標準化・社会受容等の科学技術の共通基盤技術は、従来の適用範囲や性能限界を突破するように技術を深化させていく。

〔分野横断技術の推進方法〕

- ・ 世界の技術レベルをベンチマークするとともに、グローバルな技術の流れ・方向性をリード・共有し、国際的な協力関係を構築する。 その上で、世界が注目する技術、日本がリードする技術、独自に取り組んでいる技術などの育成に注力する。
- ・ 中長期的に、大きなインパクトを与える可能性がある革新的な技術に取り組んで将来の技術の選択の幅を広げておく。 また、ナノテクノロジー・材料分野と他分野との融合・統合化を促進し、新学術・新技術として発展させる。
- ・ イノベーションの主体は産業界であるので、産業界が安心して開発した技術を使って事業化できるように、新材料・デバイスの機能実証だけでなく、動作や製造プロセスに関わるナノレベルでの現象解明・構造制御、信頼性の向上などに関わる技術についても取り組む。
- ・ 上記の取り組みを通して、新たな計測・分析技術と装置の開発、理論・計算手法の高度化など、科学技術の共通基盤技術・ツールを育成する。
- ・ 先端的な計測・分析・プロセス装置や高性能スパコン・サーバー・材料データベースをそろえた研究拠点およびオープンファシリティ拠点を充実させ、デバイス材料試作、計測・分析、理論・シミュ

ユレーションの産学官の密なネットワークを形成する。また、研究拠点やオープンファシリティの利用しやすいシステムを構築し、国全体としての投資効率の上昇、成果創出のスピードアップ、有能創出若手人材のトレーニングの場としても機能させる。

〔融合領域的課題および分野横断技術の例〕

エネルギー、健康長寿、インフラ、地域資源、復興再生の社会的課題や ICT、環境などに共通する重要な課題を具体的に列挙し、それに大きな貢献が期待できる分野横断技術を特定していくことが今後必要であるが、ここではさらに取り組むべき課題・技術の例を示す。

○ものづくり・製造プロセス

◆精度の高い3次元構造物の形成（エネルギー、地域資源、健康長寿、ICT）

- ・ナノ精度の3D 構造成形技術
- ・異種材料接合・積層技術

◆新材料設計・製造の効率化（エネルギー、インフラ、地域資源、ICT）

- ・マテリアルデータベース／マテリアルインフォーマティクス技術（ナノ・材+ICT）
- ・生物機能模倣技術
- ・元素戦略・希少金属代替技術
- ・触媒・ナノ空間・空隙制御活用技術

◆長期信頼性の確保・寿命予測（エネルギー、インフラ、ICT）

- ・マルチスケール統合化シミュレーション技術
- ・ナノ計測技術・原子レベルの構造欠陥評価技術
- ・非破壊モニタリング技術

○データ収集

◆長期的な観測・データ送信（インフラ、健康長寿、復興再生、ICT、環境）

- ・耐環境・高感度・低消費電力センサー技術
- ・超低消費電力デバイス技術
- ・エネルギーハーベスタ技術

○ライフサイクルにおける安全性確保

◆有害物・廃棄物の処理（インフラ、エネルギー、環境）

- ・有害元素の選択的分離技術

◆新物質・ナノ材料の安全性確保（インフラ、健康長寿、環境）

- ・ナノ材料の安全性評価技術（情報共有、活用戦略、標準化活動含む）
- ・リスクマネージメント・リスクコミュニケーションの府省横断の枠組み構築

○ナノテクノロジー・材料の技術ポテンシャルマップ

3. 今後10年を見据えた技術ポテンシャルの検討(4)

技術ポテンシャルマップのイメージ

The diagram illustrates a 'Technical Potential Map' (技術ポテンシャルマップ) categorized by 'Export Industry' (出口産業による分類). It features a grid of technology areas, each with a color-coded box indicating its expected development status by 2020 and 2022.

- 出口産業による分類 (Classification by Export Industry):** A horizontal bar at the top categorizes industries into sectors like Machinery, Chemicals, and Electronics.
- 2020年に期待される姿 (社会的ニーズ) (Expected appearance in 2020 (Social Needs)):** A blue box pointing to the left side of the map, indicating technologies expected to be developed by 2020.
- 2022年に期待される姿 (技術ポテンシャル) (Expected appearance in 2022 (Technical Potential)):** A red box pointing to the right side of the map, indicating technologies expected to be developed by 2022.
- デバイス技術 (Device Technology):** A blue box pointing to the bottom left section of the map.
- 材料技術 (Material Technology):** A blue box pointing to the bottom right section of the map.
- 基盤的技術 (Infrastructure Technology):** A blue box pointing to the top right section of the map, specifically mentioning '加工・合成/シミュレーション・設計・理論、計測・評価、安全性' (Processing/Synthesis/Simulation/Design/Theory, Measurement/Evaluation, Safety).

2013 年末出版のナノテクノロジー・材料分野の俯瞰報告書では、グリーンナノテクノロジー、バイオナノテクノロジー、ナノエレクトロニクスおよび科学技術基盤に分類して 29 の重要な研究開発領域を抽出している。

バイオナテクノロジー ■生体材料 ■ナノ構造体 ■バイオナナデバイス ■バイオイメージング	グリーンテクノロジー ■太陽電池 ■人工光合成 ■燃料電池 ■燃料電池 ■二次電池、蓄電池デバイス ■パワー半導体 ■超伝導送電 (■化学エネルギー貯蔵・貯蔵) ■グリーンプロセス技術 ■ナノ材料製造技術 ■分離膜材料による水処理 ■元素制御、希少元素代替技術 ■放射性物質の除去・廃棄・転換技術	ナノエレクトロニクス ■超伝導電カテナノエレクトロニクス ■異質接合三次元異質ナノデバイス・システム ■センシングデバイス・システム
共通基盤技術 ■ナノ表面・界面制御 ■空間・空間構造制御 ■ナノ計測 ■ナノマテリアル・プロセス ■ナノテクノロジーのリスク管理・リスクコミュニケーションと社会受容		