

社会の要請・ビジョン

IoT/AI時代のCPS (Society5.0) への期待

• いよいよ全盛を迎えるIoT/AI時代においては、エッジ/クラウド、IoTセンサデバイス、自動運転、ロボット、ポスト5G/モバイル、診断・治療・計測デバイスなど、ハード側はナノテク・材料技術が競争を左右

複雑化、深刻化する環境・エネルギー問題と科学技術への期待

• 太陽光や太陽熱エネルギーの電力変換技術、風力発電技術、そして電力系統間での負荷変動を吸収する蓄電池技術や、EVに代表される輸送機器の蓄電池技術はいずれもナノテク・材料・デバイス技術が鍵を握る。あらゆる素材・デバイスの作成・使用過程において、資源制約への対応技術と省エネ技術は経済的にも環境的にも極めて重大な課題に

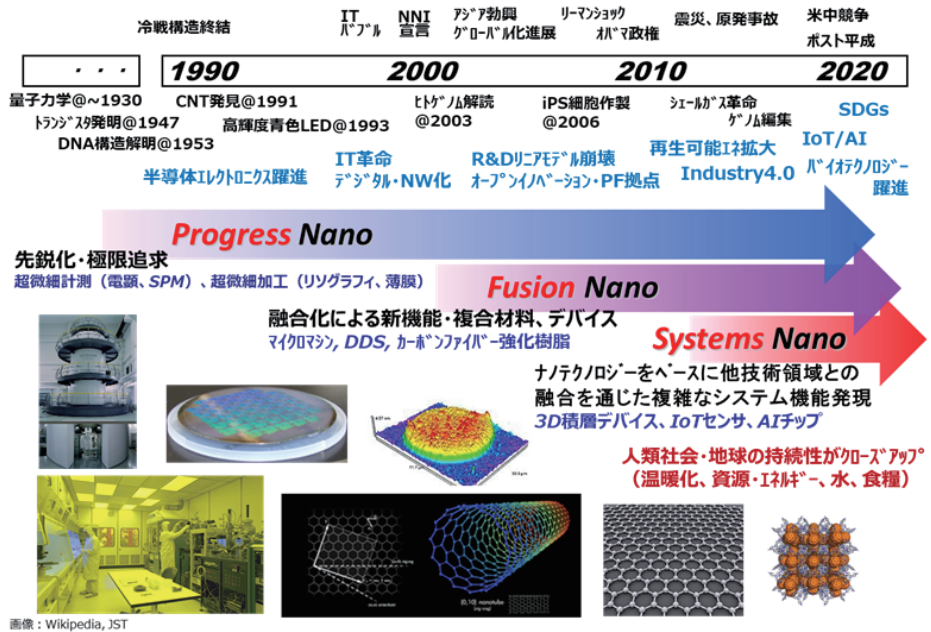
超高齢化社会・人口減少時代のヘルスケア・医療への期待

• 高齢人口の割合が増加するなか、健康寿命を延伸するためには「健康維持」「疾患治療」「身体機能の補修・代替・拡張」がより重要に。未病段階における超早期診断、健康状態把握に直結する生態情報モニター、簡便な在宅医療システム、難治疾患・がん・脳疾患などの根本的治療、機能を失った臓器を代替・修復する技術など、ナノテクノロジー・材料の貢献が期待される多数の医療・健康ニーズが存在

社会・経済の動向

• SDGs (持続可能な開発目標) 達成、Society5.0実現を見据えた研究開発が主流になり、価値形態が変化 (所有からシェアへ、大量生産から個別生産/カスタマイズへ)
• デジタルトランスフォーメーションを牽引するGAFAMなどの巨大IT企業が、自動運転、ロボット、ドローン、スマートホーム、AR/VRなど、CPSを実現するハードウェア技術へも参入。
• 簡単なアセンブリによる大量生産の製造が先進国からより多様な国・地域へ。半導体回路のように最先端の高度な加工技術に巨額の設備投資が必要な製品は限られた企業に集約。中国やインドが台頭日本は、高度なすり合わせを伴うシステム化技術が必要とする産業、高精度技術を要する製造装置産業、高性能・高信頼性を実現している部品や素材 (部素材) 産業に存在感

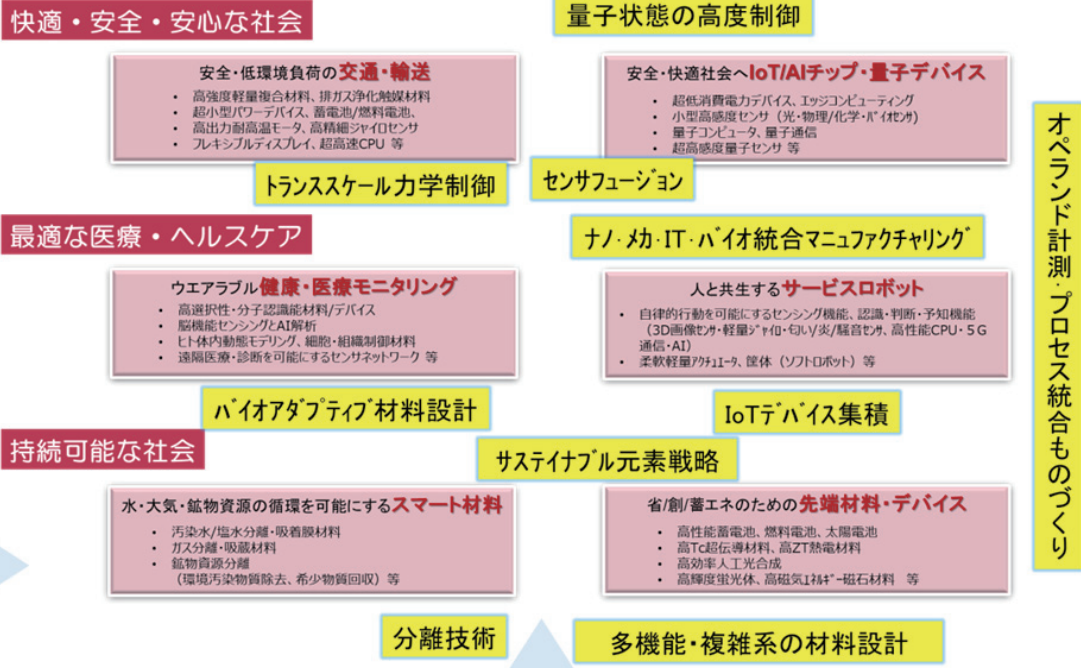
科学技術の潮流・変遷



世界的な研究開発トレンド・技術開発の潮流

Grid of 10 boxes detailing global research trends: 次世代半導体, 次世代蓄電池, ヒト体内動態再現, センサ・MEMS技術, 革新コンピュータ・デバイス技術, 量子コンピュータ, 超複合材料, データ駆動型材料設計, トポロジカル物質, 3Dプリンティング, オペランド計測.

6つの社会ニーズと10のグランドチャレンジ



オペランド計測・プロセス統合ものづくり

ナノテクノロジー・材料分野 研究開発俯瞰図2019

Central overview diagram for Society 5.0, showing the realization of SDGs through various research fields like environment, health, and electronics.

主要国におけるナノテク・材料科学技術の基本政策・国家戦略動向

• 米国では国家ナノテクイニシアティブを4代の政権に渡って継続。AI/EtC/量子の新たなイニシアティブと接続
• 欧州Horizon2020は、ナノテク・先端材料をKET's (key enabling technologies) として位置づけ。Graphen Flagship、Human Brain Projectに続きQuantum Flagshipを開始。次期Horizon Europeの準備が加速。ナノELSI/EHSで世界のリーダーに
• アジアでは中国の台頭が目立ち、中国製造2025など製造技術・材料デバイス技術の覇権獲得に向けた国家的取組が活発化。台湾・韓国・シンガポールなどもナノテクの先端研究開発拠点を築き、世界のR&Dを吸引
• 異分野融合の象徴としてこのナノテクは、方向性が各国で多様化するなか、素材・デバイス技術の競争力のエンジンに

日本の位置づけ

• 元素戦略、分子技術、蓄電池部材、電子材料、パワー半導体、複合材料などの物質創製・材料設計技術に長年の技術蓄積でもとづく強み
• そこでも用いられる計測評価・分析・品質管理にも強み。これらが活きるかたちで省エネ・低環境負荷技術に優位性
• 一方、データ科学、標準化・規制戦略、医工連携、産学連携に課題がある。これらは研究開発の枠組みを構築して実行するまでの問題の共有や意志決定スピードに課題。また、ナノテクのELSI・EHSは制度化が進む世界の流れから遅れ

快適・安全・安心な社会

■ 社会ニーズ
① 安全・低環境負荷の交通・輸送
事故や渋滞を激減し、安全で快適な移動空間としての自動車や、燃料効率が高くCO2排出量が抑制された航空機などの交通・輸送機器の実現

② 安全・快適社会実現に向けたIoT/AIチップ・量子デバイス
ビッグデータを高速かつ低消費電力で処理した結果生まれる新たな情報をベースに人間が安全・快適に暮らす豊かな社会を実現するための材料・デバイス

■ グランドチャレンジ
i 量子状態の高度制御
電子、光子、スピン、フォノンなどの個々の量子状態およびそれらの相互作用がもたらす物理現象を理解し、さらにトポロジーといった新しい概念を導入することによる新しい量子状態の実現と、これらの高度制御

ii トランススケールカ学制御
航空機・自動車におけるCO2排出量の大削減、摩擦などによるエネルギー損失を大幅低減した機械機器、社会インフラ材料の超長寿命化や修復など、持続可能社会実現に貢献する材料・デバイスの創製

iii センサフュージョン
物理センサおよび化学センサを統合的に用い、老朽化や災害時における橋梁やトンネルなどの社会インフラの異常検知、日常生活における病気の検出

■ 社会ニーズ
③ ウェアラブル健康・医療モニタリング
疾患の早期診断や健康状態・生体情報のモニタリングを実現するウェアラブル (もしくはインプラント) な健康・医療モニタリング技術の構築

④ 人と共生するサービスロボット
負担の少ない高齢者介護、持続可能な社会インフラ保守管理、災害やテロに対するセキュリティ強化などの課題の解決のため、人間が苦手な作業の代行や人間の作業能力を補強・拡張するなど、人と共生するサービスロボットの活用

■ グランドチャレンジ
iv ナノ・メカ・IT・バイオ統合マニファクチャリング
生物が実現する巧妙な構造や機能、低エネルギーで実現する動作や物質生産に学び、人工的な材料・デバイスの生産システムとして再構築

v バイオアダプティブ材料
生体環境に適合した材料の探索という従来の概念から脱却し、生体との相互作用を積極的に活用して能動的に制御する機能をもつ材料の設計・創製

vi IoTデバイス集積
IoT/AI時代に求められるセンシング、エッジ・コンピューティング、ネットワーク等の多機能をヘテロ集積モジュール化した安価な電子システム、新アーキテクチャ (ニューロ、量子) による高性能コンピューティングの開発

■ 社会ニーズ
⑤ 水・大気・鉱物資源の循環を可能にするスマート材料
世界の人口増による著しい水不足や海洋汚染、CO2・大気汚染問題、および世界のハイテク産業を支える希少元素をはじめとする鉱物資源枯渇の危惧や偏在性から生ずる価格高騰のリスクを解決するために必要な材料・デバイス

⑥ 省/創/蓄エネルギーのための先端材料・デバイス
再生可能エネルギーを持続的かつ効率的に導入するために必要な省/創/蓄エネルギー用材料・デバイス

■ グランドチャレンジ
vii サステイナブル元素戦略
グローバルな課題解決に資する魅力的な機能を持った材料・デバイスの継続的創出のため、新機能の追求と元素・物質循環に代表されるサステナビリティを重視した材料創製を可能にする強固な材料開発基盤の構築

viii 分離技術
化学プロセス分離工程の省エネ化、環境汚染物質除去、来たる水素社会に向けたガス分離・吸蔵、鉱物資源分離、医療など広範な分野において分離・吸着機能材料・システムの研究開発

ix 多機能・複雑系の材料設計
様々な機能材料のさらなる高性能化には結晶構造の多元素化や複合化が避けられず多様な結晶構造が可能になるなか、絨毯爆撃的な材料設計から脱却し、進展が著しいシミュレーションやデータ科学、さらにはオペランド計測を駆使した精緻な材料設計、プロセス設計手法の確立

上記すべての基盤となる技術

x オペランド計測・プロセス統合ものづくり
反応プロセス中の物質・材料もしくは実動作下の材料・デバイスを対象にオペランド計測を実行し、得られた計測結果に対してデータ科学的手法を駆使して高速・高効率なデータ解析を実現