

ナノテクノロジー・材料分野
科学技術・研究開発の国際比較
2009年版

独立行政法人科学技術振興機構(JST)
研究開発戦略センター(CRDS)



ナノテクノロジー・材料分野 2009年版

- 全体を4つのカテゴリに分類
 - (1) ナノテク・材料
 - (2) ナノテク・材料の応用
 - (3) 基盤科学技術
 - (4) 関連共通課題
- 各カテゴリを分野に分け、計15分野、71中綱目、延べ127名の専門家による執筆協力

ナノテク・材料 国際技術力比較 調査対象15分野

ナノテク・ 材料	ナノ材料・新機能材料
	ナノ加工技術

基盤科学 技術	ナノサイエンス
	材料設計・探索
	ナノ計測・評価技術

ナノテク・ 材料の応用	ナノエレクトロニクス
	バイオ・医療
	エネルギー・環境
	産業用構造材料 (輸送・建造等)
	生活関連材料

関連共通 課題	共用研究開発拠点 (融合・連携促進)
	教育・人材育成 (ナノテ クリテラシー含む)
	国際標準・工業標準
	社会受容・EHS・ELSI
	国際プログラム

Executive Summary



- ナノテク・材料分野への世界各国の公的投資が始まって5年以上が経過し、日米では双方とも9年目を迎える。
- 民間を含む世界の年間総投資額は、2007年度に1.2兆円(US\$13.5B)に達し、2008年度は1.35兆円(US\$14.9B)とされる。
- 特にこの1-2年は米国、EU諸国を中心に政府投資の継続的強化、新興国(ロシア、アジア、中近東)の新たな参入、ナノテク商業化の兆し、などが相乗して投資急増の傾向。
- ナノテク・材料はほぼ全ての産業領域を横断する融合技術分野であり、新材料・新プロセス・新デバイスが生み出されるとの期待が大きい。特にここへ来て、エネルギー・環境や医療・健康、エレクトロニクス等の各応用分野から、ナノテク・材料技術によるブレークスルーへの期待がいつそうの高まりを見せる。
- 2005年以降に世界のナノテク関連製品数が急増しているという調査結果も複数出始め、投資が製品として結実し始めた兆候が明らかになってきた。
- 日本は国際的に優位を保つ材料科学・物理学・化学の学術ポテンシャルと、圧倒的な強さを持つ部素材産業とを車の両輪にして、欧米と肩を並べて世界をリード。ただし、欧米に比較して企業化を含む長期戦略や、それに必要な人材育成策、インフラ構築策が脆弱である。次頁に個別分野の概略を示す。

各個別分野の概略

分野	Summary
ナノ材料・新機能材料	カーボンナノチューブ、超分子、 新型超伝導材料 、強相関材料など、多くの部分で日本が先端を走る。米欧が続き、韓が追う。 中国は新型超伝導やナノ空間材料など、いくつかのテーマで脅威的進展を見せる
ナノ加工技術	超微細加工技術、ナノ転写加工・印刷技術、MEMS・NEMSなど日米欧がリード。韓・台はエレクトロニクス関連に力を入れ、中国が追う
ナノエレクトロニクス	CMOS関連、スピントロニクス、有機エレクトロニクスなどで、日米のリードに韓国が食い込み、 中国が猛追 。米欧は 中核研究拠点の整備・充実を図り、海外人材を吸引し始める 。中長期で日本の苦戦が予想される
バイオ・医療	日本はDDSや再生医療用材料で一歩リード。しかし全般的に産業化へのインフラが弱く、制度的課題もあり、欧米の後塵を拝す
エネルギー・環境用材料	米国のナノテク応用戦略が際立つ 。太陽電池や、光触媒、電池関連材料で日本はリードするものの、市場展開で遅れる。二次電池やキャパシタでは中国の存在感が増す。基礎技術では英・独・仏が傑出。バイオ燃料・バイオ発電等の生物材料は欧米がリード。膜分離による水浄化や、排出ガス浄化触媒、 環境調和・リサイクル技術では日本がリード
産業用構造材料	高強度・計量構造材や高機能ガラスでは日米欧が先進し、中・韓がキャッチアップ途上。 耐熱構造材では米・欧が先行

各個別分野の概略

分野	Summary
生活関連材料	化粧品、繊維では既に多くのナノテク製品が各国で市場に出ている。 食品については欧米の産業界が応用開発を主導している
ナノサイエンス	ナノフルイディクス・ナノトライボロジー、界面・表面、自己組織化、新量子概念、マルチフェロイクスなど、日米の上昇傾向が強く、欧州が続く。界面・表面・ナノ空間では、韓国が急上昇中
材料設計・探索	計算機シミュレーション、高速材料探索手法で米国が強く、データベース整備では欧州が強い。日本は本分野で豊かな人材を有す
ナノ計測・評価技術	液中・高速AFM(日本)、SPMの汎用機器化(米)、スピン偏極STM(欧米)の発展があり、最先端電顕では欧がリード、米は放射光利用イメージングに注力。
共用研究開発拠点	社会受容を除き、日本は確たる戦略を持たず、欧米や台湾に遅れをとる。特に融合と連携を加速推進するための共用施設については、米欧韓に比して 国家投資が極端に貧しく、国際的にも開かれていない。国際戦略の欠如は日本のアキレス腱になりつつある。ISOのナノテク標準化技術委員会では日米欧が活発。 教育・人材については、米国と台湾がK-12という小中高一貫教育のためのナノテク教材作りと教員養成を精力的に進めている。
教育・人材育成	
国際標準・工業標準	
社会受容・EHS・ELSI	
国際プログラム	

注目すべき研究開発の動向

この1,2年の注目トピック

•新型超伝導材料

鉄ニクタイド系新超伝導体の発見及び50Kを超える転移点の実現(日本/東工大-JST、中国/中国科学院)

•グラフェン

新たなナノカーボン材料であるグラフェンのエピタキシャル成長、バンドギャップを持つグラフェンの作製及びそれを使ったトランジスタ作製(米国-DARPA)。グラフェンは微細化限界が間近に迫ったCMOS技術を打破しようとする候補材料の一つとして、米欧での研究集中が著しい。

•米新大統領がエネルギー長官にノーベル物理学賞受賞者を指名

ナノテク・材料のエネルギー・環境応用を加速させる象徴的な出来事の一つとして、米国新大統領がDOEのローレンス・バークレー国立研究所長のSteven Chu氏(1997年ノーベル物理学賞受賞)をエネルギー長官に指名。同氏は「分子工場(Molecular Foundry)」の提唱者であり、異分野融合とナノテクによって再生可能エネルギー分野でのイノベーションを起こすことを宣言している。DOEの「Energy Frontier Research Program」等での投資の大部分はナノテクへ分野・材料分野である。