

※2019年2月13日開催  
第9期ナノテクノロジー・材料科学技術委員会  
(第8回) 提出資料より一部修正

参考資料2  
科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会  
第10期ナノテクノロジー・材料科学技術委員会  
(第3回)

# 研究開発の俯瞰報告書

## ナノテクノロジー・材料分野(2019年)

### (概要)

JST-CRDS

曽根純一、宮下 哲、荒岡 礼、馬場寿夫、眞子隆志、八巻徹也、河村誠一郎、永野智己



国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター  
Center for Research and Development Strategy Japan Science and Technology Agency

## ■ 技術革新の世界的潮流

### ✓ IoT/AI時代を牽引する多様なデバイス群を実現するナノテク・材料

- エッジ/クラウドAI、IoTセンサデバイス、自動運転、ロボット、ポスト5G/モバイルなど、ハード側はナノエレ・材料が競争を左右
- ポストムーアの革新的コンピューティング実現へ、新規なアーキテクチャ(量子/脳型)、デバイス・材料、実装技術からの挑戦

### ✓ SDGsを技術ベースで支えるナノテク・材料

- 水・大気浄化(分離、吸着、変換)、温室効果ガス排出削減(分離・吸着、再生エネルギー、省エネ)
- 資源循環(リサイクル、LCA、マイクロ・ナノプラスチック、元素戦略)
- エネルギー関連デバイス(太陽光発電、蓄電池、人工光合成技術、高性能磁石)
- 新たな先導的基盤技術として **マテリアルズ・インフォマティクス**

### ✓ Precision Medicineを可能にするウェアラブル等のナノデバイス・材料、再生医療応用のバイオ材料

- ナノ・マイクロ加工、精密合成、3Dバイオ造形、Organ on a Tip/再生医療応用、ウェアラブルセンサ

### ✓ ナノテクの実装が浸透するにつれ、**各国・地域単位で規制・制度の顕在化 (ELSI・EHS、RRI)**

## ■ 日本の立ち位置

- ✓ **米中台頭**のなか、日本の生命線は今もって輸出(9割が工業製品)、**部品・素材のウエイトは増大**
- ✓ 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**に長年の技術蓄積にもとづく強み → **新材料開発への期待と、ナノテク・材料科学技術セキュリティ**
- ✓ そこで用いられる計測評価・分析・品質管理にも強み → 計測データ活用、機器開発への期待
- ✓ IoT時代に重要となる**センサー/アナログ機能やコンピューティング機能のヘテロ集積モジュール化**にポテンシャル
- ✓ 製造プロセスにおける省エネルギー・低環境負荷技術に優位性
- ✓ 一方で、データ科学、標準化・規制戦略、医工連携、産学連携、ナノ材料のELSIに課題

## ■ 挑戦課題

- ✓ 科学技術研究の量的競争において不利にあるなか、官民の「研究開発投資効率最大化」の実現へ
- ✓ 異分野融合と新領域への挑戦
- ✓ 府省連携・産学連携/時間ギャップを考慮した研究開発フェーズ間のスムーズな移行
- ✓ 6つのニーズと10のグランドチャレンジ(後述)



## → 全7冊構成、2019春発行

1. 「統合版（2019）～俯瞰と潮流～」  
「科学と社会」のグローバルトレンドを示し、以下の6分冊のエッセンスを統合的に取りまとめたもの
2. 「科学技術分野別（2019年）」（4分冊）  
① 環境・エネルギー分野 ② システム・情報科学技術分野、  
③ ナノテクノロジー・材料分野 ④ ライフサイエンス・臨床医学分野
3. 「主要国の研究開発戦略（2019年）」  
主要国の最新の科学技術政策を概観したもの
4. 「日本の科学技術イノベーション政策の変遷  
～科学技術基本法の制定から現在まで～」

1章	俯瞰対象分野（ナノテクノロジー・材料研究）の全体像（約100ページ）
1.1	俯瞰の範囲と構造
1.1.1.	社会の要請、ビジョン
1.1.2.	科学技術の潮流
1.1.3.	俯瞰の考え方（俯瞰図）
2.1.	分野の研究開発を取り巻く現状（世界と日本）
1.2.1.	社会・経済の動向
1.2.2.	研究開発投資や論文、コミュニティ等の動向
1.2.3.	主要国の科学技術・研究開発戦略の動向
1.2.4.	研究開発の動向
1.2.5.	社会との関係における問題
1.3.	今後の展開・方向性
1.3.1.	今後重要となる研究の展望・方向性
1.3.2.	日本の研究開発力の現状
1.3.3.	国として推進すべき重点テーマ
1.3.4.	研究開発体制・システムのあり方

2章	研究開発領域 →6区分32研究開発領域の 最新動向（＝約400ページ）
2.1.	環境・エネルギー区分（7領域）
2.2.	ライフ・ヘルスケア区分（4領域）
2.3.	ICT・エレクトロニクス（7領域）
2.4.	物質と機能の設計制御（8領域）
2.5.	共通基盤科学技術（5領域）
2.6.	共通支援策（1領域）

# ナノテク・材料分野 研究開発俯瞰図 2019



## Society5.0、持続可能社会の実現 (SDGs)

低環境負荷 安全性 信頼性 省エネ・省資源プロセス リサイクル 資源保全 低コスト

安全・低環境負荷の交通・輸送

水・大気・鉱物資源の循環を可能にするスマート材料

ウェアラブル健康・医療モニタリング

人と共生するサービスロボット

安全・快適社会へIoT/AIチップ・量子デバイス

省/創/蓄エネのための先端材料・デバイス

デバイス・部素材

### 環境・エネルギー

太陽電池 複合材料  
燃料電池 極限環境材料・  
蓄電デバイス 計測技術  
パワー半導体 エネルギーハーベス  
ファイン触媒 超伝導送電  
分離技術 バイオマス

### ライフ・ヘルスケア

バイオ材料 人工臓器  
ナノDDS 再生医療材料  
ナノセラミクス 分子認識材料  
バイオ計測・ 生体ガス計測  
診断デバイス  
バイオイメージング

### ICT・エレクトロニクス

超低消費電力 ロボット基盤技術  
発光・表示デバイス IoT/AIデバイス  
フォトニクス 有機エレクトロニクス  
スピントロニクス 量子コンピューティング  
MEMS・センシングデバイス  
三次元ヘテロ集積

物質・機能

### 物質と機能の設計・制御

元素戦略・希少元素代替技術  
空間・空隙設計制御  
分子技術  
マテリアルズ・インフォマティクス

フォノンエンジニアリング  
量子技術  
二次元機能性原子薄膜  
生物機能ナノイオンハイブリッド  
材料・システム  
超分子

分子マシン  
ナノライボロジー  
マイクロナノフルイディクス  
量子ドット  
バイオ・人工物界面  
金属有機構造体 (MOF)

メタマテリアル  
トポロジカル物質  
ナノカーボン  
ハイブリッド材料  
ナノ粒子・クラスター

基盤技術

### 共通基盤科学技術

**加工・プロセス**： フォトリソグラフィ、ナノインプリント、積層造形、レーザー加工、接着技術、接合技術、インジェクション、自己組織化、結晶成長、薄膜コーティング  
**計測・分析**： 電子顕微鏡、走査型プローブ顕微鏡、X線・放射光計測、中性子線計測  
**理論・計算**： 第一原理計算、分子動力学、分子軌道法、モンテカルロ法、フェイズフィールド法、有限要素法、マルチスケールシミュレーション

科学

ナノサイエンス： 物質科学、量子科学、光科学、生命科学、情報科学、数理学

### 共通支援策

ELSI/EHS/RRI

中長期の人材育成・  
教育施策

国際標準化・規制戦略

知的財産の蓄積・活用策

先端研究プラットフォーム

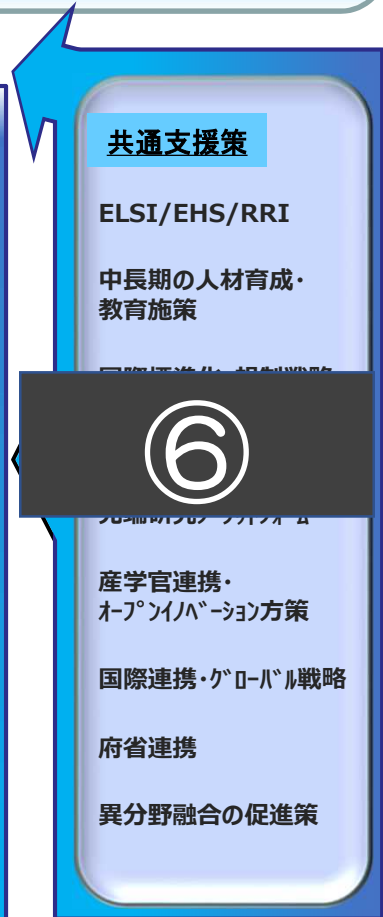
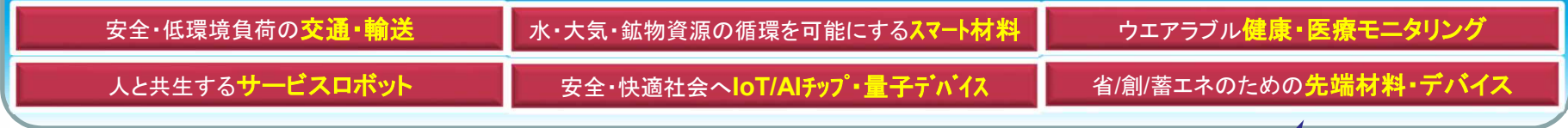
産学官連携・  
オープンイノベーション方策

国際連携・グローバル戦略

府省連携

異分野融合の促進策

## 6つのニーズと6つの区分で構成



# 掲載研究開発領域（32領域）



俯瞰区分	研究開発領域
環境・エネルギー	太陽電池
	蓄電デバイス
	パワー半導体
	ファイン触媒
	分離技術
	複合材料
	極限環境材料・計測技術
ライフ・ヘルスケア	バイオ材料
	ナノDDS・ナノセラノスティクス
	バイオ計測・診断デバイス
	バイオイメージング
ICT・エレクトロニクス	超低消費電力（ナノエレクトロニクスデバイス）
	発光・表示デバイス
	フォトニクス
	スピントロニクス
	MEMS・センシングデバイス
	三次元ヘテロ集積
	ロボット基盤

俯瞰区分	研究開発領域
物質と機能の設計・制御	空間・空隙構造制御
	分子技術
	元素戦略・希少元素代替技術
	マテリアルズ・インフォマティクス
	フォノンエンジニアリング
	量子技術
	二次元機能性原子薄膜
生物機能インスパイアード材料・システム	
共通基盤科学技術	加工・プロセス
	微細加工プロセス
	積層造形・レーザー加工
	接着接合技術
計測・分析	ナノ・オペランド計測
理論・計算	物質・材料シミュレーション
共通支援策	ELSI・EHS
	ナノテクノロジーのELSI/EHS、国際標準

赤：2019年版で新規追加/変更

# 国際比較表一覧 (32研究開発領域)



環境・エネルギー応用

国	フェーズ	太陽電池		蓄電デバイス		パワー半導体		コンタクト		分離技術						複合材料		極限環境材料・計測技術			
		現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	炭素化	人工合成	気体分離技術	液体分離技術	CO <sub>2</sub> 分離技術	金属分離	現状	トレンド	現状	トレンド		
日本	基礎	◎	→	◎	→	◎	→	△	↘	◎	↗	◎	↗	○	→	○	→	○	→	◎	→
	応用・開発	◎	↗	○	→	◎	↗	△	↘	◎	↗	○	↗	◎	→	○	→	◎	↗	◎	↘
米国	基礎	○	↗	○	→	◎	↗	○	→	△	→	◎	↗	○	→	○	→	○	→	◎	↘
	応用・開発	○	↗	△	→	◎	→	◎	→	△	→	○	→	○	→	◎	↗	◎	↗	◎	↗
欧州	基礎	◎	→	◎	→	◎	→	◎	→	△	→	◎	↗	○	→	○	→	○	→	◎	→
	応用・開発	◎	↗	○	↗	◎	↗	◎	↗	△	→	△	→	○	→	◎	↗	◎	↗	◎	→
中国	基礎	○	↗	△	↗	○	↗	◎	↗	○	↗	◎	↗	○	↗	○	↗	○	↗	△	↗
	応用・開発	○	↗	◎	↗	○	↗	◎	↗	×	→	△	↗	○	→	◎	↗	◎	↗	△	↗
韓国	基礎	○	↗	◎	↗	△	↘	△	→	△	→	◎	↗	△	→	○	→	△	→	△	→
	応用・開発	○	↗	◎	↗	△	↘	△	→	×	→	△	→	△	→	○	→	△	→	△	→

ICT・エレクトロニクス応用

国	フェーズ	超低消費電力・ナノエレクトロニクスデバイス		発光・表示デバイス		フォトリソ		スピントロニクス		MEMS・センシングデバイス		三次元集積		ロボティクス・基盤技術	
		現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド
日本	基礎	○	→	◎	→	○	→	◎	→	○	→	◎	↘	○	→
	応用・開発	○	→	○	→	○	→	○	→	○	→	◎	→	○	→
米国	基礎	◎	↗	◎	→	◎	→	◎	↗	◎	→	◎	→	◎	↗
	応用・開発	◎	↗	○	→	◎	→	○	→	◎	↗	◎	↗	◎	→
欧州	基礎	○	↗	◎	→	◎	→	◎	→	◎	→	◎	→	○	→
	応用・開発	○	↗	◎	→	○	↗	△	↗	◎	↗	◎	→	○	→
中国	基礎	◎	↗	◎	↗	○	↗	◎	↗	○	↗	×	→	△	↗
	応用・開発	○	→	○	↗	○	↗	△	↗	○	↗	×	→	△	↗
韓国	基礎	○	↗	○	→	△	→	○	↗	△	↘	△	↘	○	↗
	応用・開発	○	↗	◎	→	△	→	○	↗	△	→	◎	↗	○	→
台湾	基礎	○	→									○	↘		
	応用・開発	◎	↗									◎	→		

ライフ・ヘルスケア応用

国	フェーズ	バイオ材料		ナノDDS・ナノセラノステイクス		バイオ計測・診断デバイス		バイオイメージング	
		現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド
日本	基礎	○	→	◎	→	○	→	◎	→
	応用・開発	○	→	○	↗	○	→	◎	→
米国	基礎	◎	→	◎	↗	◎	↗	◎	↗
	応用・開発	◎	→	◎	↗	◎	↗	◎	↗
欧州	基礎	◎	→	◎	→	○	→	◎	↗
	応用・開発	◎	→	◎	→	○	→	◎	↗
中国	基礎	○	↗	◎	↗	○	↗	○	↗
	応用・開発	○	↗	○	↗	○	↗	△	↗
韓国	基礎	○	→	○	↗	○	→	△	↗
	応用・開発	○	→	○	↗	○	→	△	↗
シンガポール	基礎							◎	↗
	応用・開発							△	→

物質と機能の設計・制御

国	フェーズ	空間・空隙構造制御		分子技術		元素戦略・希少元素代替技術		マテリアルズ・インフォマティクス		フォノンエンジニアリング		量子技術		二次元機能性材料		生物機能性インテリジェント材料	
		現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド
日本	基礎	◎	→	◎	↗	◎	→	○	↗	◎	↗	○	→	○	↗	◎	↗
	応用・開発	○	↗	◎	→	◎	↗	○	↗	○	↗	○	→	○	↗	○	↗
米国	基礎	◎	↗	◎	↘	○	↗	◎	↗	◎	↘	○	↗	◎	↗	◎	↗
	応用・開発	◎	↗	◎	↗	○	↗	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	↗
欧州	基礎	◎	↗	◎	→	○	↗	○	↗	○	→	◎	↗	◎	↗	◎	↗
	応用・開発	◎	↗	◎	→	○	↗	◎	↗	◎	→	◎	↗	◎	↗	◎	↗
中国	基礎	◎	↗	○	↗	○	↗	◎	↗	◎	↗	○	↗	○	↗	◎	↗
	応用・開発	◎	↗	○	↗	○	↗	○	↗	○	↗	◎	↗	○	↗	◎	↗
韓国	基礎	○	→	△	→	△	→	○	↗	○	→	×	→	○	→	○	→
	応用・開発	△	→	○	→	×	→	△	→	○	↗	△	→	◎	↗	△	→
韓国	基礎	○	→	△	→	△	→	○	↗	○	→	×	→	○	→	○	→
	応用・開発	△	→	○	→	×	→	△	→	○	↗	△	→	◎	↗	△	→

共通基盤科学技術

国	フェーズ	加工・プロセス				計測・分析		理論・計算	
		微細化エッチング	レゾグラフ加工	接着剤接合技術	ラナノ・計測	シミュレーション	物質・材料	理論・計算	
日本	基礎	◎	→	◎	↗	◎	↗	◎	↗
	応用・開発	○	↘	○	↗	○	→	○	↗
米国	基礎	◎	→	○	→	◎	↗	◎	↗
	応用・開発	◎	→	◎	→	○	→	◎	↗
欧州	基礎	○	→	○	→	◎	↗	◎	↗
	応用・開発	◎	↗	◎	↗	◎	→	◎	↗
中国	基礎	○	↗	◎	↗	○	↗	△	→
	応用・開発	◎	↗	○	↗	○	↗	△	→
韓国	基礎	○	→	△	→	○	→	△	→
	応用・開発	◎	↗	△	→	○	→	△	→

共通支援策

国	フェーズ	S・国際標準		ナノテクノロジーのE・H	
		現状	トレンド	現状	トレンド
日本	取組水準	△	→		
	実効性	×	→		
米国	取組水準	◎	→		
	実効性	○	→		
欧州	取組水準	◎	↗		
	実効性	◎	↗		
中国	取組水準	○	↗		
	実効性	○	↗		
韓国	取組水準	○	↗		
	実効性	○	↗		

(註1) フェーズ  
基礎：大学・国研などでの基礎研究の水準  
応用・開発：応用研究・技術開発の水準

(註2) 現状  
※わが国の現状を基準にした評価ではなく、CRDSの調査・見解による評価  
◎ 特に顕著な活動・成果が見えている、 ○ 顕著な活動・成果が見えている  
△ 顕著な活動・成果が見えていない、 × 活動・成果がほとんど見えていない

(註3) トレンド  
↗：上昇傾向、 →：現状維持、 ↘：下降傾向



# Society5.0を支えるナノテクノロジー・材料技術



環境負荷

安全性

信頼性

省エネ・省資源プロセス

リサイクル

資源保全

低コスト

## ライフ・ヘルスケア技術

- バイオ材料
- ナノDDS
- ナノセラミクス
- バイオ計測・診断デバイス
- バイオイメージング
- 人工臓器
- 再生医療材料
- 分子認識材料
- 生体ガス計測

## ICT・エレクトロニクス

- 超低消費電力
- 発光・表示デバイス
- フォトニクス
- スピントロニクス
- MEMS・センシングデバイス
- 三次元ヘテロ集積
- ロボット基盤技術
- IoT/AIデバイス
- 有機エレクトロニクス
- 量子コンピューティング

## 環境・エネルギー技術

- 太陽電池
- 燃料電池
- 蓄電デバイス
- パワー半導体
- ファイン触媒
- 分離技術
- 複合材料
- 極限環境材料・計測技術
- エネルギーハーベスト
- 超伝導送電
- バイオマス

# 6つのニーズと10のグランドチャレンジ



## Society5.0、持続可能社会の実現 (SDGs)

### 快適・安全・安心な社会

信頼性 省エネ・省 量子状態の高度制御 資源保全 低コスト

#### 安全・低環境負荷の交通・輸送

- ・ 高強度軽量複合材料、排ガス浄化触媒材料
- ・ 超小型パワーデバイス、蓄電池/燃料電池、
- ・ 高出力耐高温モータ、高精細ジャイロセンサ
- ・ フレキシブルディスプレイ、超高速CPU 等

#### 安全・快適社会へIoT/AIチップ・量子デバイス

- ・ 超低消費電力デバイス、エッジコンピューティング
- ・ 小型高感度センサ (光・物理/化学・バイオ)
- ・ 量子コンピュータ、量子通信
- ・ 超高感度量子センサ 等

### トランススケール力学制御

### センサフュージョン

### 最適な医療・ヘルスケア

#### ウェアラブル健康・医療モニタリング

- ・ 高選択性・分子認識材料/デバイス
- ・ 脳機能センシングとAI解析
- ・ ヒト体内動態モデリング、細胞・組織制御材料
- ・ 遠隔医療・診断を可能にするセンサネットワーク 等

### ナノ・メカ・IT・バイオ統合マニュファクチャリング

#### 人と共生するサービスロボット

- ・ 自律的行動を可能にするセンシング機能、認識・判断・予知機能 (3D画像センサ・軽量ジャイロ・匂い/炎/騒音センサ、高性能CPU・5G通信・AI)
- ・ 柔軟軽量アクチュエータ、筐体 (ソフトロボット) 等

### バイオアダプティブ材料設計

### IoTデバイス集積

### 持続可能な社会

### サステイナブル元素戦略

#### 水・大気・鉱物資源の循環を可能にするスマート材料

- ・ 汚染水/塩水分離・吸着膜材料
- ・ ガス分離・吸蔵材料
- ・ 鉱物資源分離 (環境汚染物質除去、希少物質回収) 等

#### 省/創/蓄エネのための先端材料・デバイス

- ・ 高性能蓄電池、燃料電池、太陽電池
- ・ 高Tc超伝導材料、高ZT熱電材料
- ・ 高効率人工光合成
- ・ 高輝度蛍光体、高磁気記憶・磁石材料 等

### 分離技術

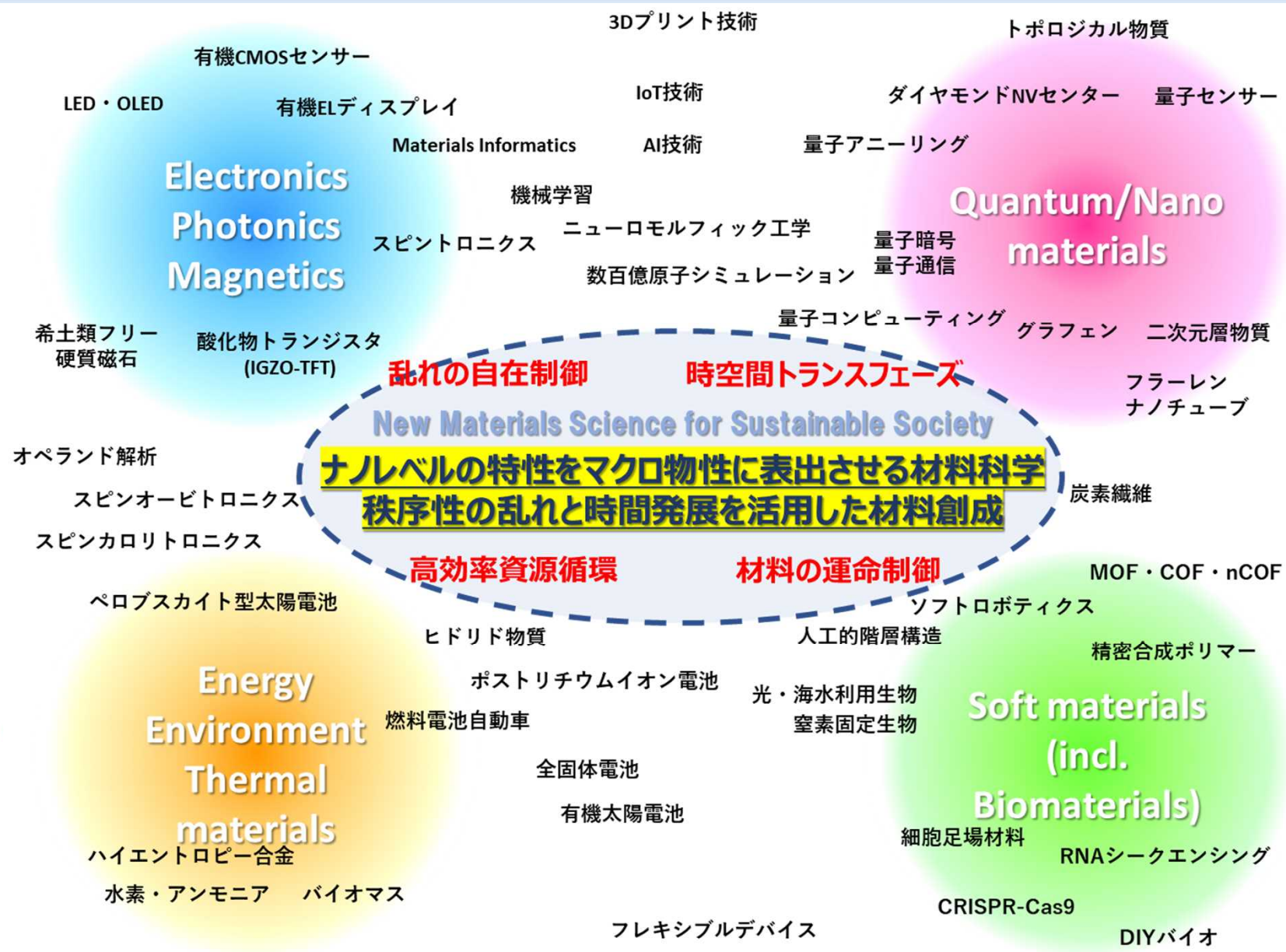
### 多機能・複雑系の材料設計

オペラント計測・プロセス統合ものづくり

# ■ 俯瞰ワークショップ ナノテクノロジー・材料分野 区分別分科会

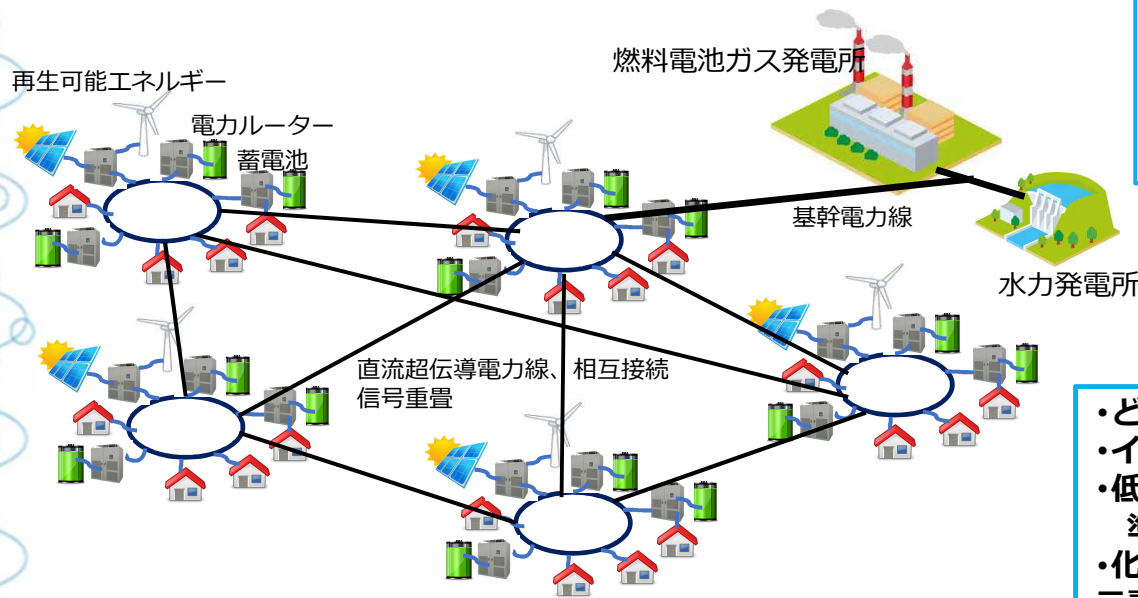


➤ 「物質と機能の設計制御～材料科学の未来戦略～」 2018年9月22日-23日開催



## 再生可能エネルギー大量導入時代の電力網

電圧差の流れから、社会経済原理に基づく価格差による電力の流れへ  
この世界観に必要なデバイス・材料とは



- ・非同期接続のため、直流送電
- ・すべてのデバイスに番地、この信号を重畳して配電
- ・超伝導配電
- ・電気効率80%燃料電池火力発電所
- ・大規模太陽電池に加え、建物の屋根に太陽電池
- ・変動する電力活用のための蓄電、化学エネルギー転換



- ・どのデバイスであっても高効率化と低コストは共通
- ・イオン伝導率向上（蓄電池、燃料電池）
- ・低温合成プロセスによる材料特性の革新  
準安定相の活用、高エントロピー化の可能性
- ・化合物半導体は、新しいプロセスにより従来にない  
元素の組み合わせで高耐圧、高効率の可能性

東京大学 阿部力也研究室の資料を基にCRDS作成

戦略プロポーザル作成中  
「非平衡プロセス・準安定状態の活用戦略」仮

## 世界：持続可能な開発目標（SDGs）

日本の目指す姿：世界の中で日本のプレゼンスを発揮し、個人が個性を発揮して活躍できる社会の実現へ

- 日本の文化、価値観と並ぶ科学技術力のブランド化
- 個の能力の拡張、インフラの進化と個人へのカスタマイズ

社会的課題の克服  
(少子高齢化、社会インフラ、等)

Society 5.0 (CPS) の推進

産業競争力強化



強化する材料・デバイス基盤技術：

- プレゼンス向上技術：技術統合・システム化、小型・省エネ・高信頼化のコア技術（センサー、機能材料、ものづくり基盤 [加工・プロセス、信頼性・安全性評価等]）
- 強化の方向性：信頼性・安全性に関わるメカニズム解明、ハード+ソフト（サービス）、革新的技術への挑戦

強化方策：

- プロセス基盤、データ連携基盤の産学官連携拠点整備と世界的エコシステム構築
- 有望技術の加速とベンチャー創出への支援、基礎・応用・開発・試験の成果指標構築
- 長期的視点の継続的なプロジェクト推進と、次世代リーダーへのバトンタッチ

# 社会・産業の変遷とナノテクノロジーの進化



冷戦構造終結

ITバブル

NNI宣言

アジア勃興  
グローバル化進展

リーマンショック  
バブル政権

震災、原発事故

米中競争  
ポスト平成

1990

2000

2010

2020

量子力学@~1930

CNT発見@1991

ヒゲル解読@2003

iPS細胞作製@2006

シールガス革命

SDGs

トランジスタ発明@1947

高輝度青色LED@1993

@2003

@2006

ゲノム編集

DNA構造説明@1953

半導体エレクトロニクス躍進

IT革命

デジタル・NW化

R&Dリアモデル崩壊

オープンバージョン・PF拠点

再生可能エネルギー拡大

Industry4.0

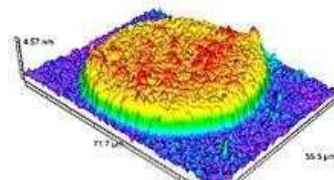
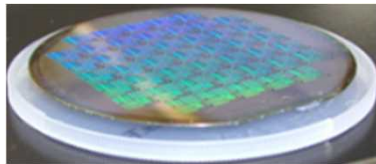
IoT/AI

ハイテクノロジー躍進

## Progress Nano

先鋭化・極限追求

超微細計測（電顕、SPM）、超微細加工（リソグラフィ、薄膜）



## Fusion Nano

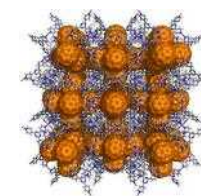
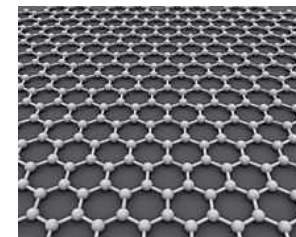
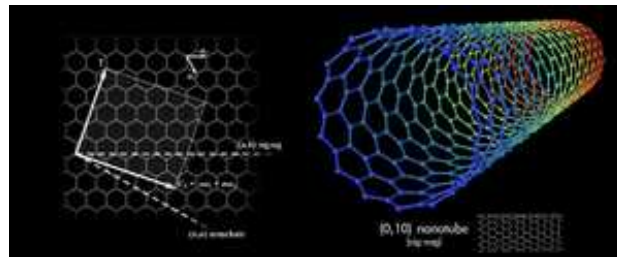
融合化による新機能・複合材料、デバイス

マイクロマシン, DDS, カーボンファイバー強化樹脂

## Systems Nano

ナノテクノロジーをベースに他技術領域との融合を通じた複雑なシステム機能発現  
3D積層デバイス、IoTセンサ、AIチップ

人類社会・地球の持続性がクローズアップ  
(温暖化、資源・エネルギー、水、食糧)

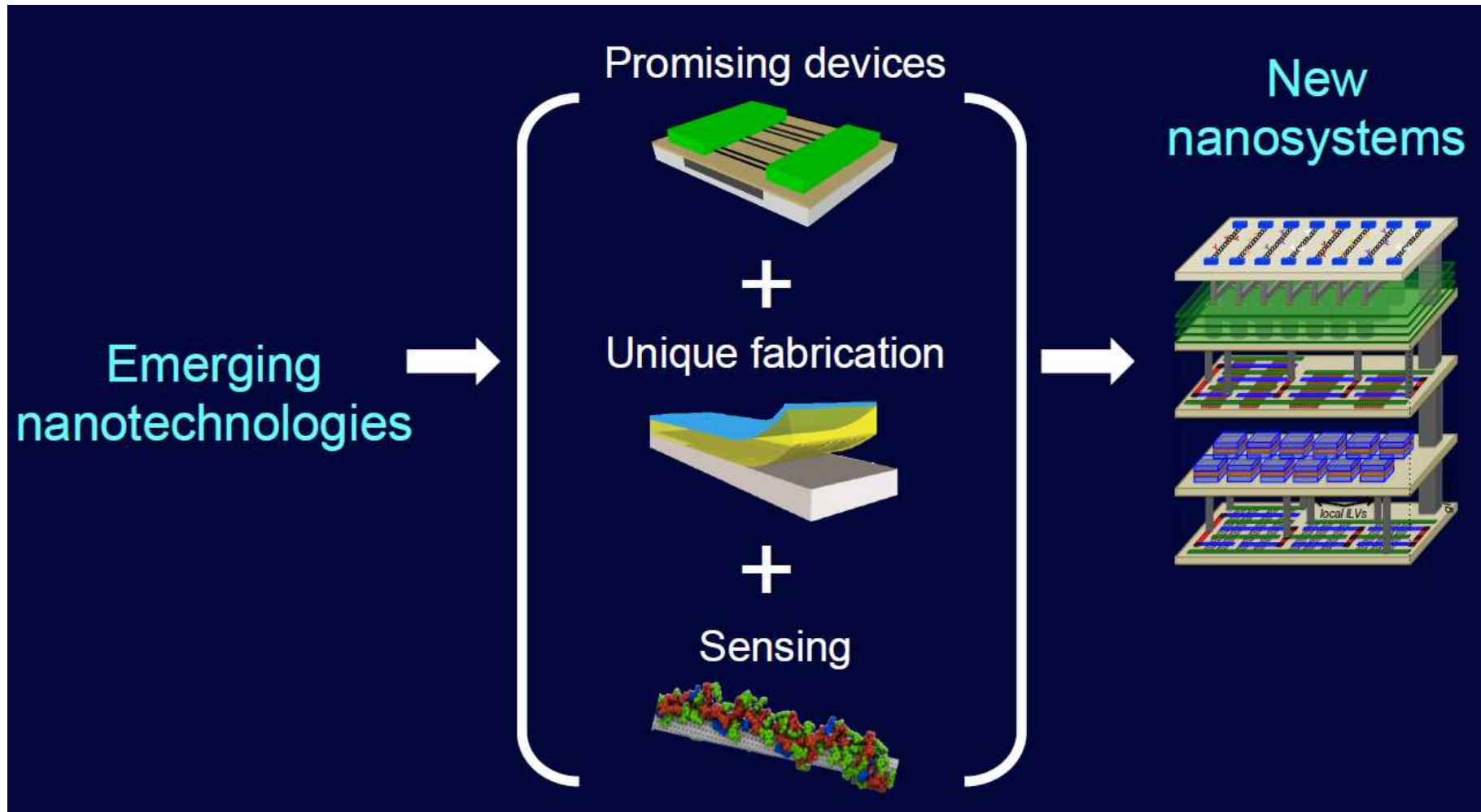


画像：Wikipedia, JST

# From Nanodevices to Nanosystems



Applications ↔ architectures ↔ devices



## 自動運転 技術

### 監視・測長センサー

- ・高精度GPS
- ・ミリ波レーダー
- ・レーザーライダー(Lidar)
- ・高出力レーザーヘッドライト

### 自動運転制御

- ・大容量3Dマップ
- ・高精度ジャイロ
- ・超高速CPU(実時間処理)
- ・車間、車/道路間通信

### モニタリング

- ・イメージセンサー  
(可視光、赤外光)
- ・ドライブレコーダー用  
大容量不揮発メモリ

### 超小型電力素子

- ・AI/IoTデバイス
- ・GaN/SiCデバイス



### 高強度軽量複合材料 (ボディ、車台、タンク)

- ・繊維強化複合樹脂
- ・金属/樹脂接合材料

### 排ガス浄化触媒 (NOx, CO, HC)

- ・ナノ構造多元触媒
- ・MOF

### 高性能バッテリー (LIB, FC) 高出力耐高温モータ

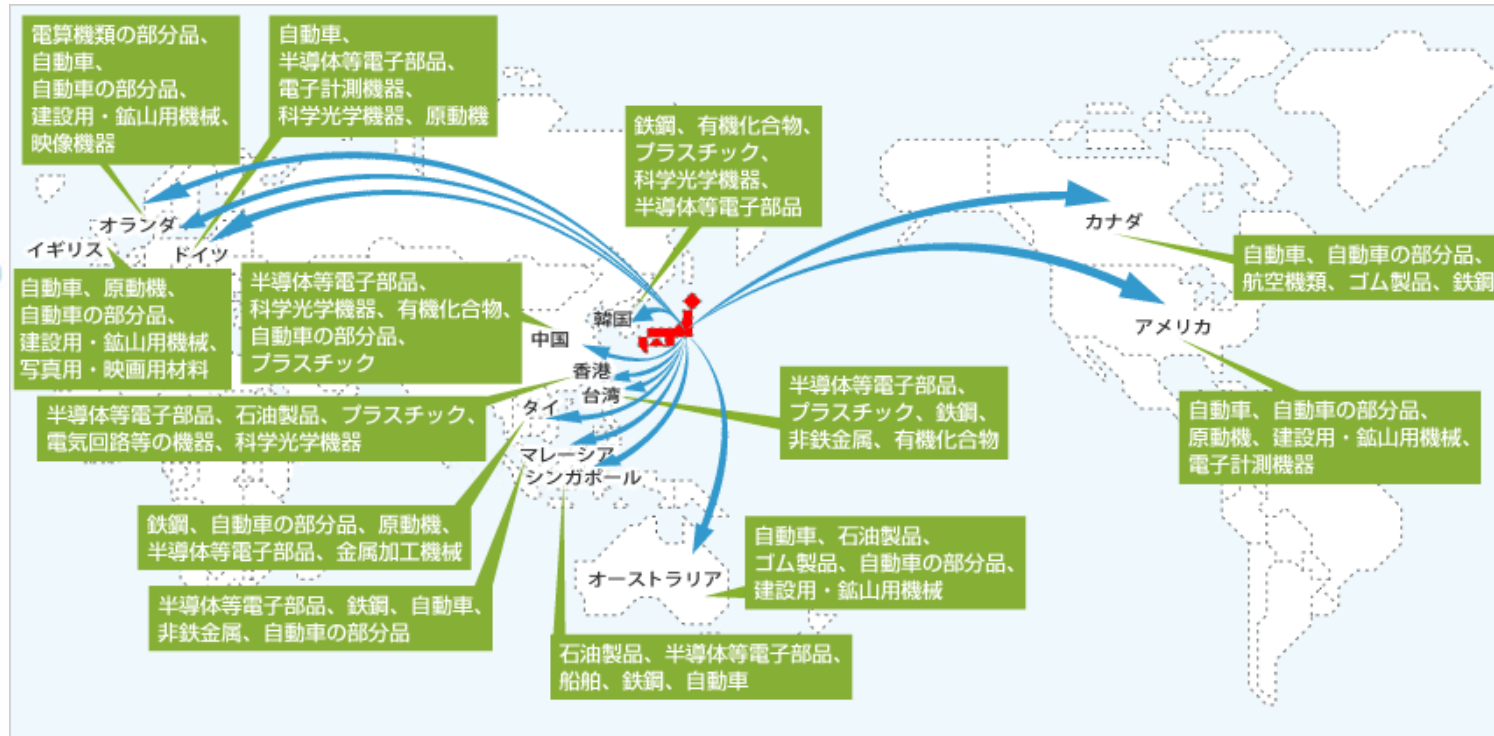
- ・正極/負極材料
- ・電解質膜
- ・高イオン伝導材料
- ・高性能磁石

### スマート・フレキシブル ディスプレイ

- ・有機EL、OLED
- ・曲面/3D投影

## 環境・エネル ギー技術





## 日本の輸出： 上位10品目の変化

順位	2000年 輸出総額 51兆6,542億円		2017年 輸出総額 78兆2,864億円	
	品目	割合	品目	割合
1	自動車	13.4%	自動車	15.1%
2	半導体等電子部品	8.9%	半導体等電子部品	5.1%
3	事務用機器	6.0%	自動車部品	5.0%
4	科学光学機器	5.1%	鉄鋼	4.2%
5	自動車部品	3.6%	原動機	3.5%
6	原動機	3.2%	半導体製造装置	3.3%
7	鉄鋼	3.1%	プラスチック	3.2%
8	映像機器	2.7%	科学光学機器	3.1%
9	有機化合物	2.3%	電気回路等の機器	2.6%
10	プラスチック	2.0%	有機化合物	2.5%

出典：財務省統計および  
一般社団法人日本貿易会 資料  
[http://www.jftc.or.jp/kids/kids\\_news/japan/item.html](http://www.jftc.or.jp/kids/kids_news/japan/item.html)

# 主要国のナノテク・材料科学技術政策・国家戦略



日本	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 第5期科学技術基本計画、Society5.0の実現へ向けた11のシステムの一つに「統合型材料開発システム」を特定。新たな価値創出のコアとなる強みを有する基盤技術として「素材・ナノテクノロジー」「光・量子」など</li> <li>◆ Q-LEAP (2018-) を開始</li> </ul>	
米国	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ National Nanotechnology Initiative (2001-)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 第6次NNI戦略プラン (2016-) 省庁横断テーマNational Signature Initiativeを更新</li> <li>- National Strategic Computing InitiativeやBRAIN Initiativeと連携し、Future Computing GCを特定</li> </ul> </li> <li>◆ Materials Genome Initiative (2011-2016)、Electronics Resurgence Initiative (2018-)、National Quantum Initiative (2019-)</li> <li>◆ Critical Mineral Executive Order発令 (2017.12)</li> </ul>	
欧州	EU	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Horizon 2020 (2014-2020)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Key Enabling Technologies (KETs) として、ナノテクノロジー、先端材料、先進製造技術、バイオテクノロジーを選定</li> <li>- Future and Emerging Technologies (FET) として、2018年よりQuantum Flagshipを開始</li> </ul> </li> </ul>
	独	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Action Plan Nanotechnology 2020 (2016-2020)</li> <li>◆ Quantum Technologies –from basic to markets (2018-2022、最長2028)</li> </ul>
	英	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ UK Nanotechnologies Strategy (2010-)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- BIS (現BEIS) が中心となって策定した省庁横断の国家ナノテクノロジー戦略</li> </ul> </li> <li>◆ UK COMPOSITES STRATEGY (2009-)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- BISを中心に航空機、自動車向けの耐久性が高く軽量かつ高性能な複合材料の開発</li> </ul> </li> <li>◆ UK Quantum Technologies Programme (2014-)</li> </ul>
	仏	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ SNR France Europe 2020 (2015-)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10の社会的課題に対する重点的研究方針として、希少資源への依存度減少、化石燃料からの脱却、新材料設計、センサーを特定</li> </ul> </li> </ul>
中国	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 国家中長期科学技術発展計画綱要 (2016-2020)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 先端技術8分野の一つに「新材料技術」、重大科学研究4分野の一つに「ナノ研究」</li> <li>- 第13次五ヶ年計画 2030年を見据えた15の重大科学技術プロジェクトに「重点的新材料」「量子通信・量子コンピュータ」「スマート製造・ロボット」「航空エンジン・ガスタービン」等を指定</li> </ul> </li> <li>◆ 国家重点研究開発計画の一つとして「材料ゲノム工学のキーテクノロジーと支援キーテクノロジー」を開始 (2016-)</li> <li>◆ 中国製造2025 半導体自国化へ向け投資拡大。R&amp;D投資を対GDP比で1.5%程度から3%程度へ引き上げる</li> <li>◆ 合肥に量子科学技術国家実験室を建設中 (2020年完成予定)</li> </ul>	
韓国	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 第4期ナノ技術総合発展計画 (2016-2025) 米国の技術レベルを100%としたときに、92%まで到達させる</li> <li>◆ 第3次National Nanotechnology Map (2018-2027)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 70のコアテクノロジーを同定。ポータブル人工知能、ポータブル無線通信、無人飛行機、超急速充電電池などの開発を推進</li> </ul> </li> </ul>	

## 文部科学省

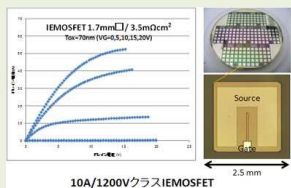
- 材料の社会実装に向けたプロセスサイエンス構築事業 (Materealize-PJ) **2019年度新規**
- 革新的材料開発力強化プログラム (M-cube)
- 光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP)
- 元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>
- 統合型材料開発プロジェクト
- ナノテクノロジープラットフォーム
- 省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発

## 経済産業省・NEDO

- IoT社会実現のための超微小量センシング技術開発 **2019年度新規**
- 機能性化学品の連続精密生産プロセス技術の開発 **2019年度新規**
- 超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト
- 次世代人工知能・ロボット中核技術開発
- 計算科学等による先端的な機能性材料の技術開発事業
- 次世代人工知能・ロボットの中核となるインテグレート技術開発
- 次世代電動航空機に関する技術開発事業
- 高効率・高速処理を可能とするAIチップ・次世代コンピューティングの技術開発事業
- AIチップ開発加速のためのイノベーション推進事業
- 革新型蓄電池実用化のための基盤技術の開発事業

## 次世代パワー半導体

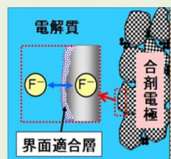
SiCやGaN、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等のワイドギャップ半導体デバイスの実用化開発とシステム化に向けたモジュール開発が活発化。



SiC IEMOSFETと電気特性 (産総研)

## 次世代蓄電デバイス

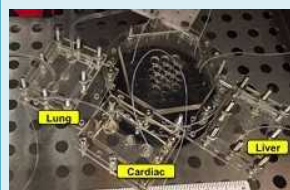
全固体型、アニオン移動型、金属-空気電池、Li硫黄など、次世代の高性能電池に期待が集まる。



アニオン移動型電池 (京都大学発表より)

## ヒト体内動態再現モデル

ヒト体内における材料や薬剤の動態をin vitro (生体外)で再現可能なモデルの研究開発が進む。生物・医学研究、創薬、バイオ材料開発への応用に期待。



Scientific Reports, 7(1), [8837]

## センサ・MEMS技術

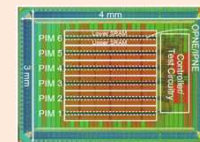
自動運転、IoT、POCTなどへの応用に向け、小型・高感度・低電力のMEMSを用いた物理センサや、生体物質検出用の化学センサの開発に期待。



高性能MEMSジャイロスコープ (東北大学)

## 革新的コンピューティング・デバイス技術

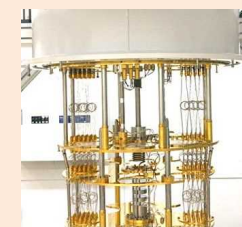
IoT/AI時代の高度な情報処理の実現に向け、デバイス・材料からアーキテクチャ、アルゴリズムに跨る新たなコンピューティング技術開発が期待。



パイナリDNNチップ (北海道大学)

## 量子コンピュータ

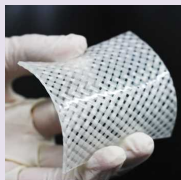
米国のGoogle、IBMなどがゲート型量子コンピュータの開発を加速。量子超越性の実現やキラーアプリによる量子化学計算、機械学習の高度化に期待。



極低温に冷却される量子コンピュータの心臓部

## 超複合材料

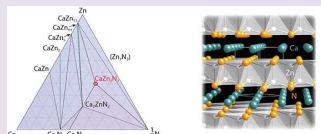
材料の力学特性発現メカニズムをナノスケールレベルで解明することで、既存の複合材料を凌駕する相反物性や複数物性を実現する革新材料に期待。



金属より強靱な「繊維強化ゲル」(北大)

## データ駆動型材料設計

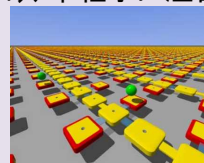
材料DBと機械学習など情報科学的手法を併用することで物質探索・設計手法を革新。開発期間を極端に短縮するマテリアルズ・インフォマティクス



<http://www.titech.ac.jp/news>

## トポロジカル物質

数学におけるトポロジー(位相幾何学)で特徴付けられる物質群。次世代の電子デバイスや量子デバイスの候補として、トポロジカル絶縁体やマヨラナ準粒子に注目。



トポロジカル量子計算用デバイスの模式図 (NIMS)

## 3Dプリンティング

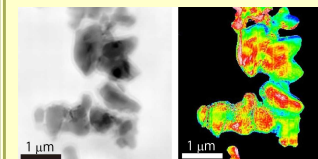
積層造形技術による強度や耐久性に優れた金属部品の製造に向け、装置の開発とともに、各種の合金原料、シミュレーションの技術開発が活発化。



ハニカム人工関節 (TRAFAM)

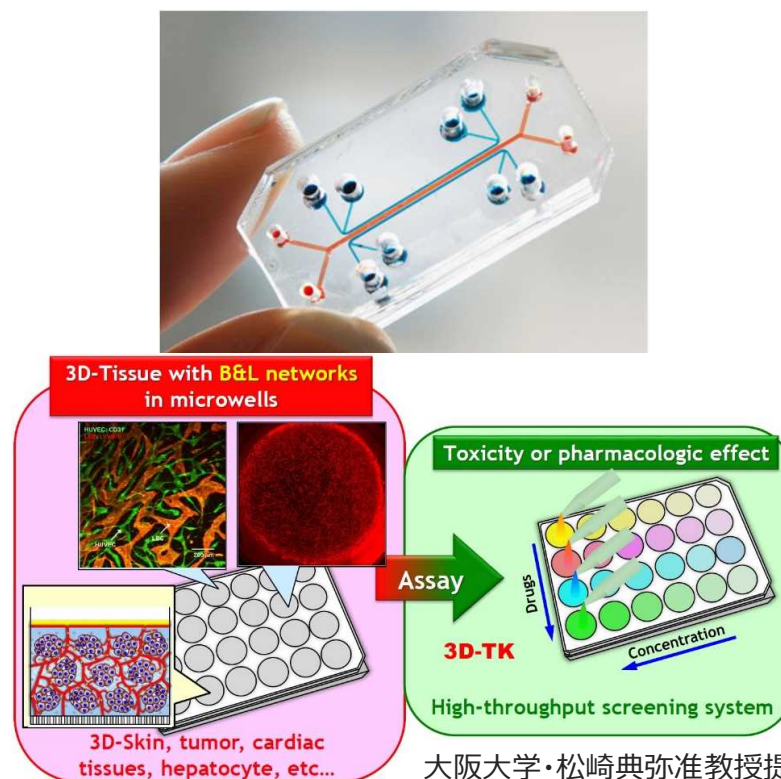
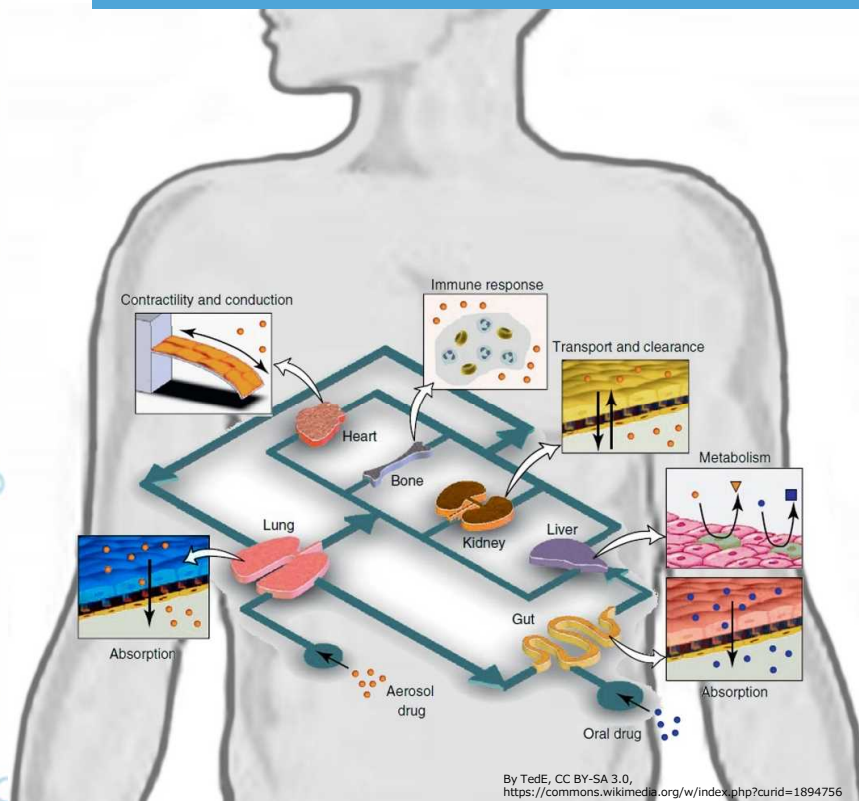
## オペランド計測

時間・空間・エネルギー・角度分解能の向上や分光法と顕微法との複合化による解析が実現。現象の精密な可視化、定量化が期待される。



タイコグラフィXAFSによる機能可視化 (理研・阪大・名大)

## 創薬・医学研究用のヒト組織・臓器モデル構築



大阪大学・松崎典弥准教授提供資料より

ヒト組織・臓器の機能をチップ上に再現

モデル組織・臓器による創薬・医学研究の進展

参考：戦略プロポーザル「バイオ材料工学 ～生体との相互作用を能動的に制御するバイオアダプティブ材料の創出～」CRDS-FY2018-SP-02

Copyright © 2019 CRDS All Rights Reserved.

持続可能社会

Society5.0

新産業創出

輸送機器 社会インフラ エレクトロニクス ロボティクス ヘルスケア など

安全・安心 低コスト 高機能 利便性 快適性 長寿命 リサイクル性 高出力

## 超複合材料／新規力学材料の開発

軽量・高強度材料 易解体・強接着材料 高弾性・高靱性材料 自己修復材料 耐摩耗材料 など

- ✓ 寿命
- ✓ 信頼性
- ✓ 耐久性

### 力学機能メカニズム解明

軽量 高強度 高剛性 耐熱性 耐疲労 耐摩耗  
耐環境劣化 耐腐食 溶接性 接着性 自己修復  
応力発光(メカクロミズム) 柔軟性 超弾性 吸着 粘着 など

### 社会ニーズ

- 接着・接合・剥離
- 摩擦・摩耗
- 自己修復  
など

## トランススケール科学の確立

### トランススケール力学の学理

### トランススケール力学シミュレーション技術

### オペランド計測評価技術

### ナノの世界

ナノから技術課題へアプローチ

fs

ps

ns

μs

ms

s

h

y

nm

μm

mm

m

時間  
空間

マクロから技術課題の提示

### マクロの世界

## 複合材料の高度化

- ① 新たな設計・成形技術開発
- ② 破壊メカニズムの解明
- ③ プロセスコストの低減

## 新規力学材料への展開

発光性メカノクロミズム、有機超弾性、超低摩擦ポリマー、高靱性ダブルネットワークゲル、耐熱性自己治癒セラミックス など

- ✓ 寿命
- ✓ 信頼性
- ✓ 耐久性

## 接着・接合・剥離

- ① 異種材料接着・接合のための界面科学
- ② 接着力の起源となるナノ・メソ・マクロ現象の解明
- ③ 多様な外部刺激を利用した解体性接着
- ④ 半導体デバイスに関する接合・剥離技術

- ① 接触界面における現象理解と実用機器への展開
- ② 「なじみ」現象の物理的・化学的解明と低摩擦設計手法の確立

## 摩擦・摩耗

- ① 損傷界面における原子・分子的挙動の解明
- ② 自己修復力の定量的な指標および計測評価手法の確立

## 自己修復

## トランススケール科学の確立

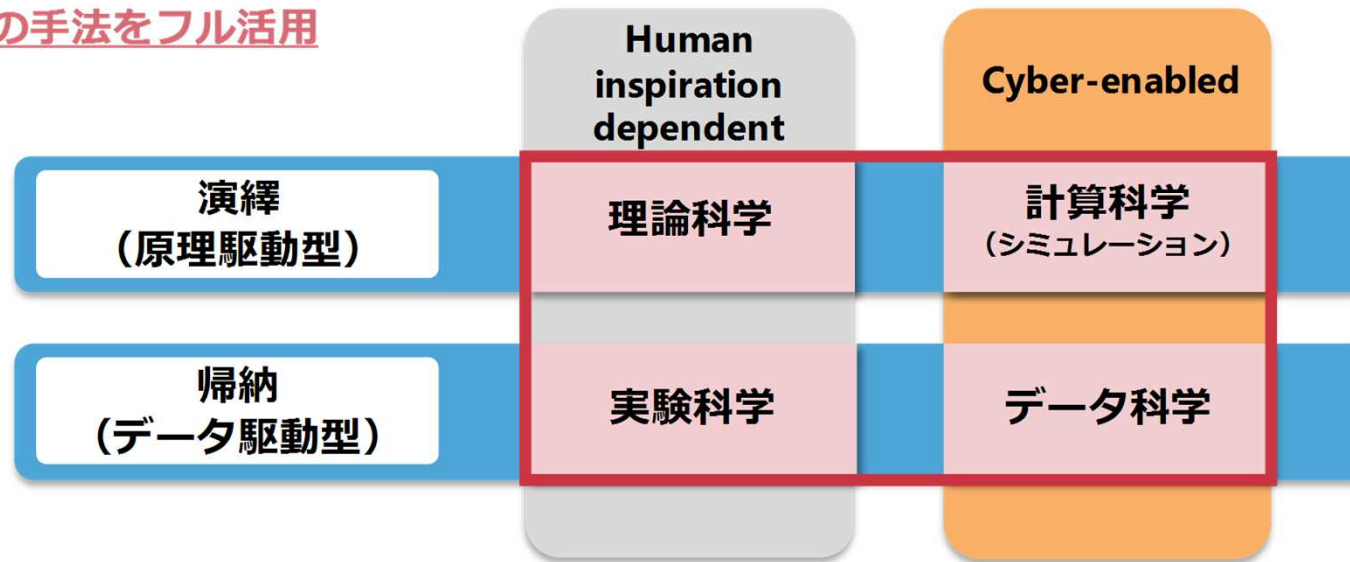
- ① トランススケール力学の学理構築
- ② トランススケール力学シミュレーション技術
- ③ ナノ構造およびマクロ構造のオペランド計測評価技術

# MI/データ駆動型研究開発のパラダイムシフト



4つの科学的手法の組合せ（4輪駆動）と加速プラットフォームにより、  
諸科学の問題をハイスループットに解明し、開発を行うスキームを異分野連携で構築

## 4つの手法をフル活用



## 加速プラットフォーム

研究機器にIoT、ロボティクスを導入することによる  
実験データ取得工程の自動化

インフォマティクスによる予測結果の  
IoT、ロボティクスを活用した  
ハイスループット実験による検証

データベース、解析ツール、APIからなるデータプラットフォーム

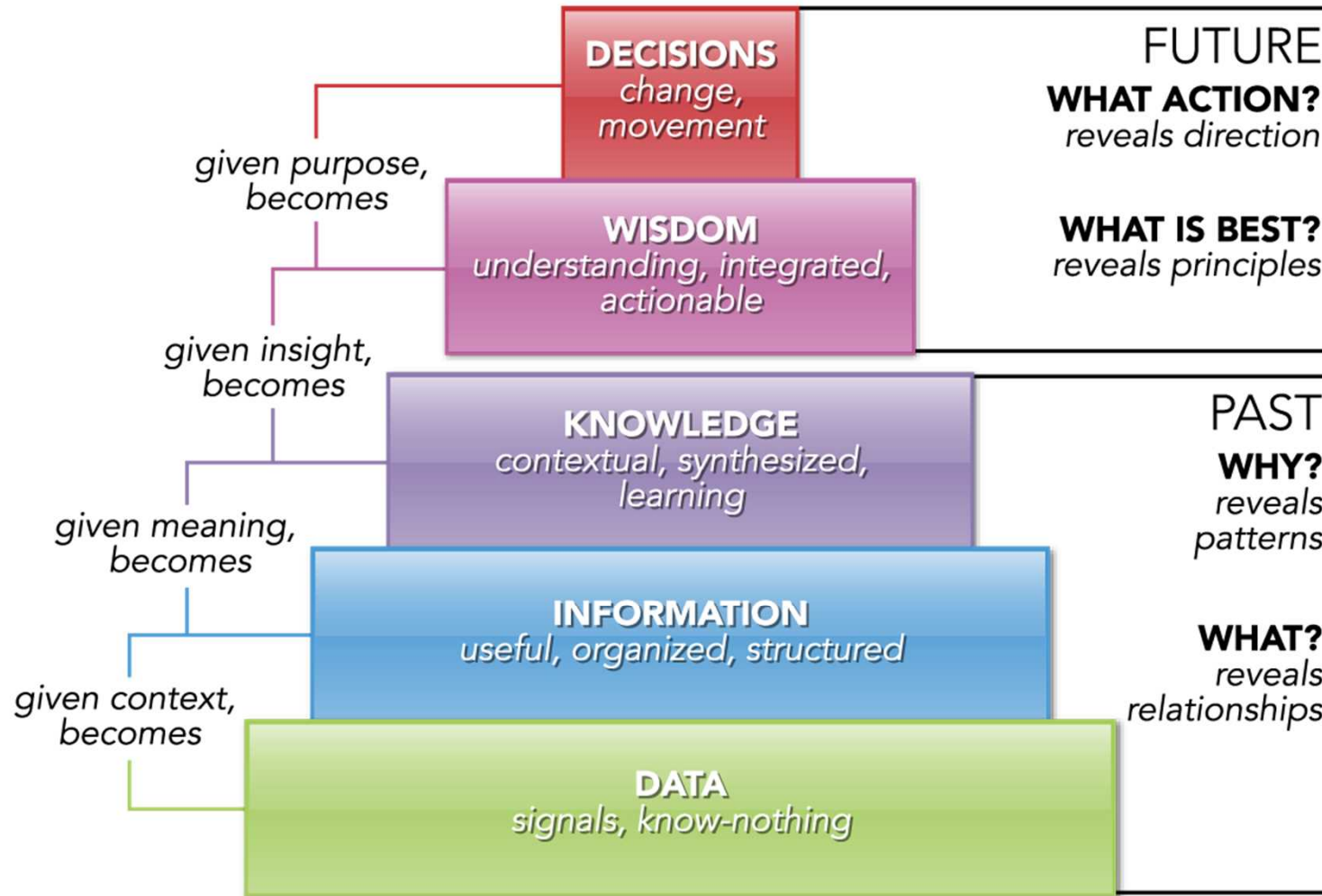
→ MIハブ拠点、NIMS/MaDIS-MRBの成功は最重要



# (参考) DIKW model



## Data, Information, Knowledge, Wisdom



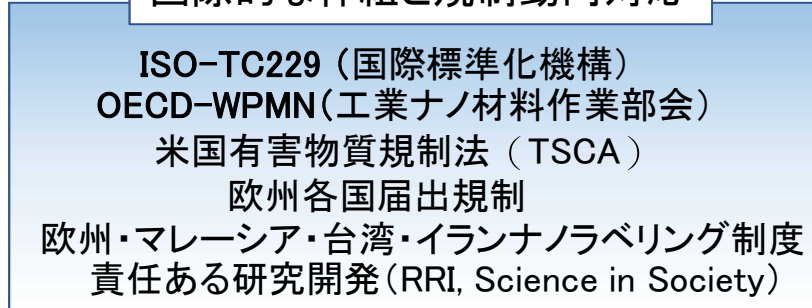
# 責任あるナノテクノロジー研究開発の在り方 (ナノELSI/RRI)



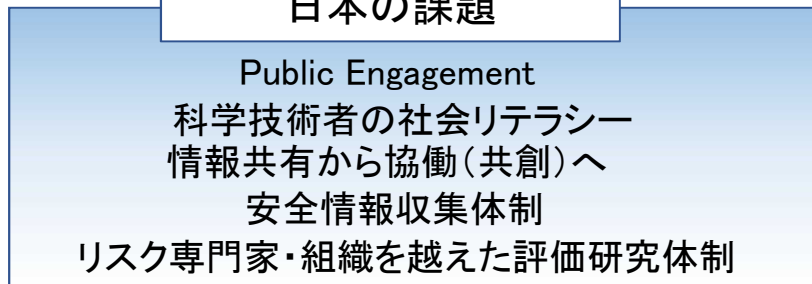
## 主要6項目



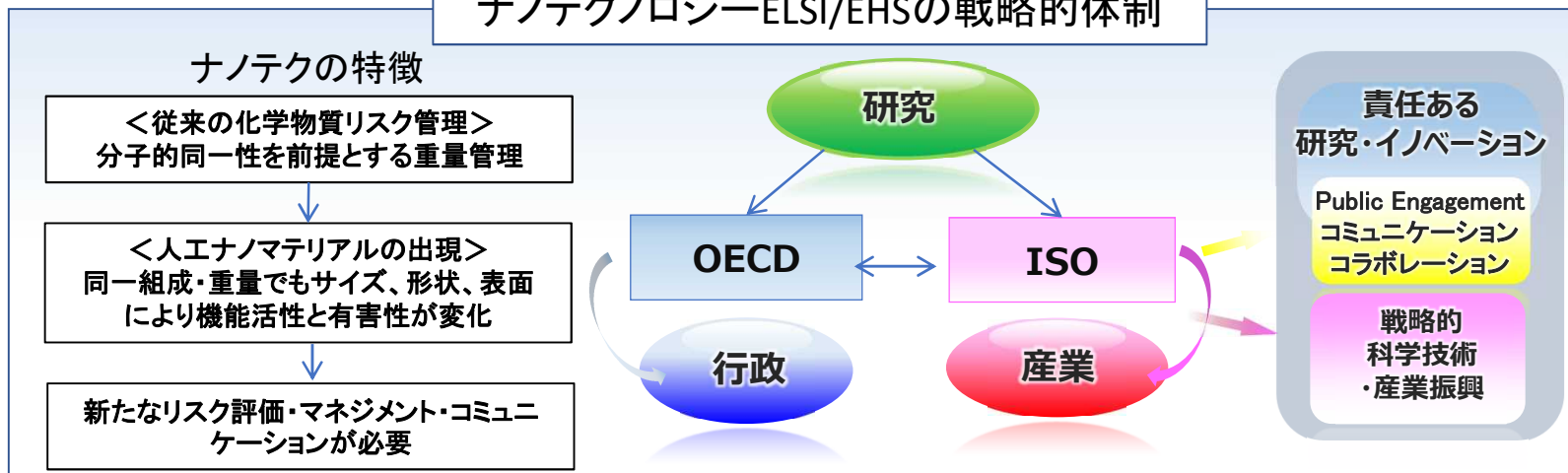
## 国際的な枠組と規制動向対応



## 日本の課題



## ナノテクノロジーELSI/EHSの戦略的体制



## ■ 俯瞰ワークショップ ナノテクノロジー・材料分野 区分別分科会

- 「再生可能エネルギー大量導入時代を見据えたエネルギー材料・デバイス研究開発」  
2017年12月13日開催  
(WS報告書) <https://www.jst.go.jp/crds/report/report05/CRDS-FY2017-WR-10.html>
- 「共通基盤科学技術（製造加工）－デジタル情報を基にした製造加工の姿」  
2018年 3月11日開催  
(WS報告書) <https://www.jst.go.jp/crds/report/report05/CRDS-FY2018-WR-02.html>
- 「共通基盤科学技術（計測分析）－オペランド計測技術」  
2018年 3月10日開催  
(WS報告書) <https://www.jst.go.jp/crds/report/report05/CRDS-FY2018-WR-01.html>
- 「物質と機能の設計制御～材料科学の未来戦略～」  
2018年9月22日-23日開催  
(※WS報告書作成中)

## ■ 全体会議

- 「世界を先導する材料・デバイス研究の方向性」  
2018年9月1日開催  
(WS報告書) <https://www.jst.go.jp/crds/report/report05/CRDS-FY2018-WR-08.html>

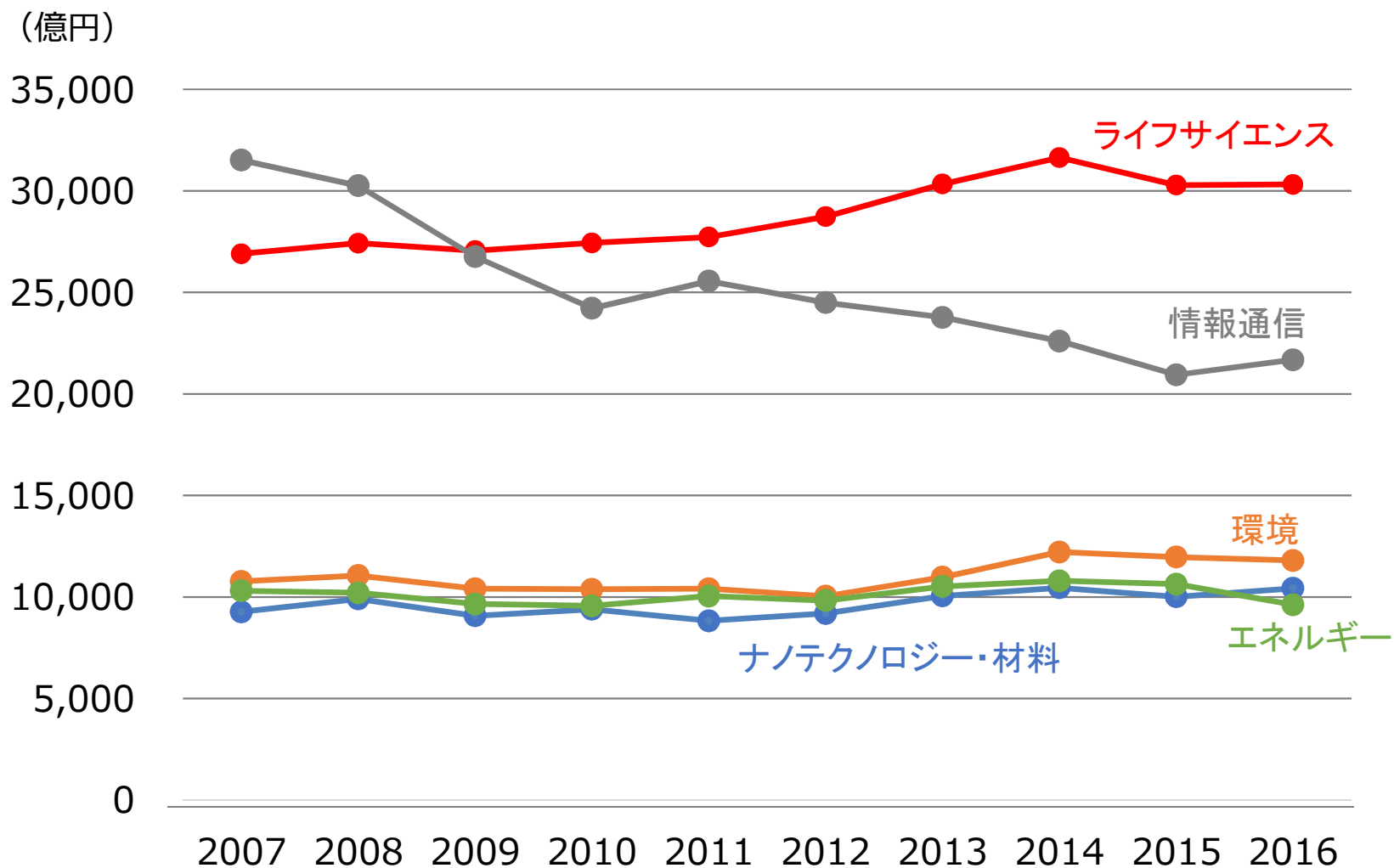
# 謝 辞

本報告書作成の過程で、約180名の産学官の専門家より、ワークショップ参加、インタビュー・情報提供等、多大なご協力をいただきました。改めて深く感謝申し上げます。

記載内容の文責は、JST研究開発戦略センターにあります。

# 参考資料・データ等

# 科学技術主要4分野の研究費（官民合計）



総務省統計局, “科学技術研究調査”を基にCRDSが作成

# 研究人材（主要学会の会員数の変化）

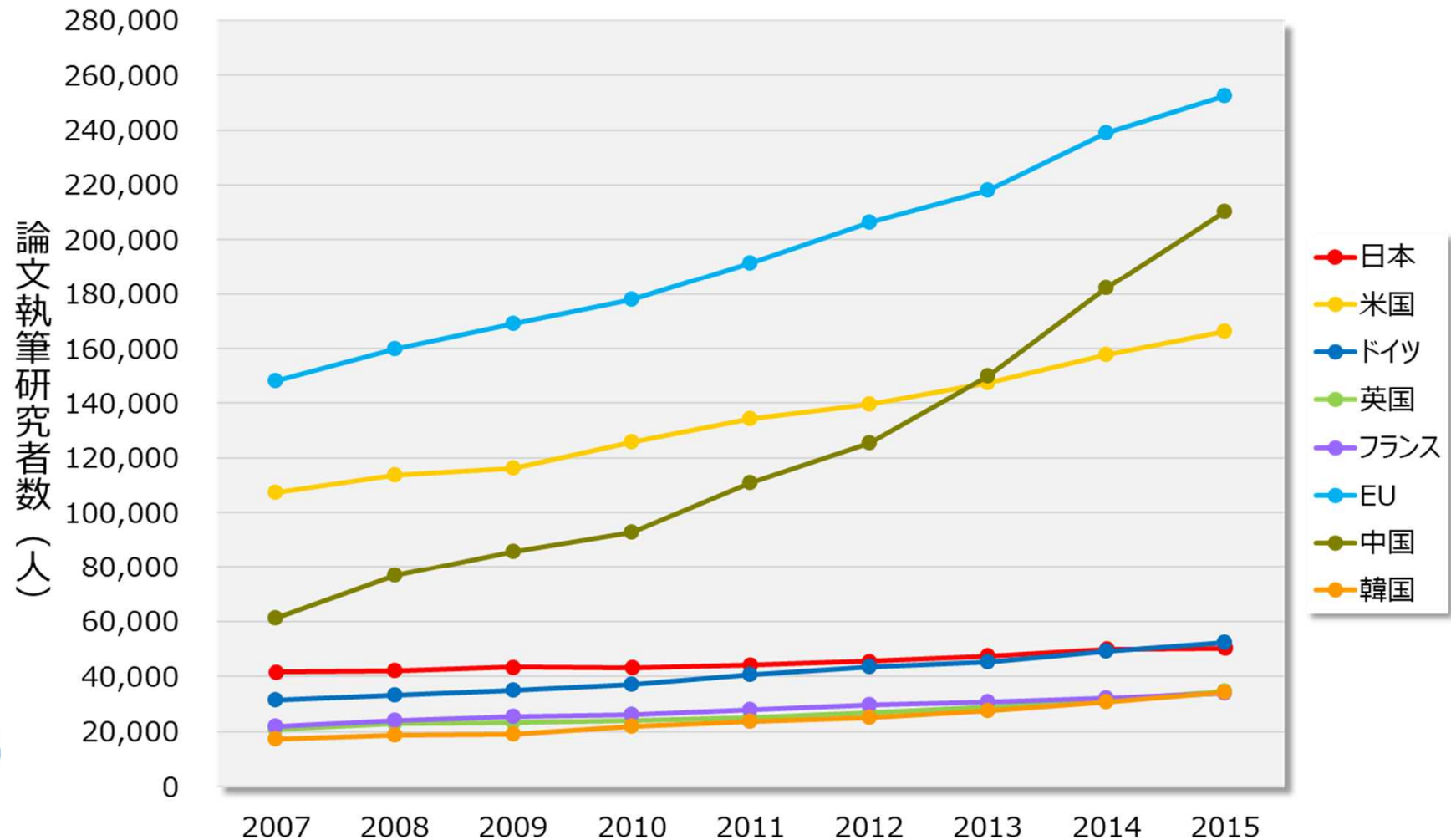
## 【日本】

学会名	会員数(最新)	会員数(過去)
応用物理学会	19,616名(2017年12月末)	23,109名(2002年12月末)
日本物理学会	16,338名(2017年12月末)	19,396名(2002年12月末)
日本化学会	27,469名(2018年2月末)	36,062名(2002年12月末)
高分子学会	10,111名(2018年3月末)	12,148名(2004年3月末)
日本金属学会	5,251名(2018年2月末)	7,421名(2006年2月末)

## 【米国】

学会名	会員数(最新)	会員数(過去)
American Physical Society(APS)	55,368名(2017)	46,269名(2008)
Materials Research Society(MRS)	約14,000名(2017)	約16,000名(2008)
American Chemical Society(ACS)	約150,000名(2017)	158,422名(2005)

# 研究者コミュニティ（論文執筆者動向）

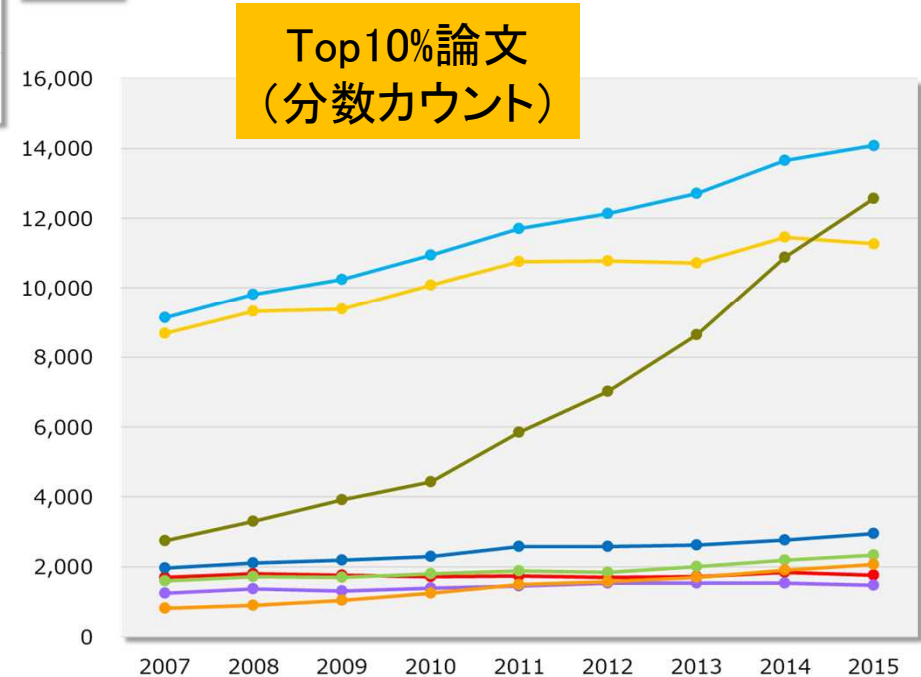
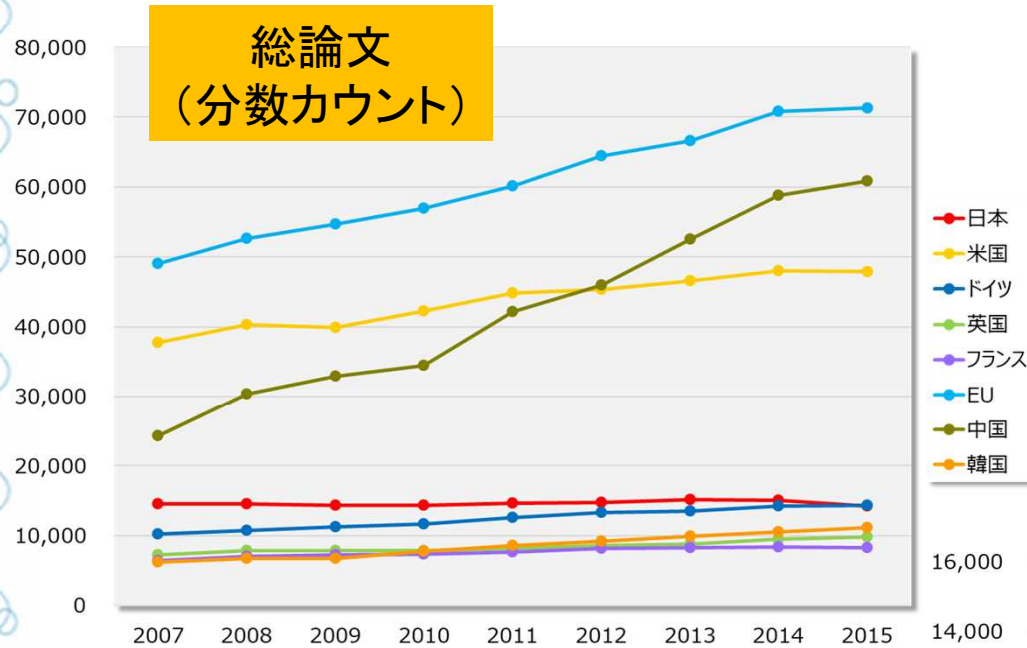


出典：エルゼビア社のScopusデータをJSTプログラム戦略推進室・CRDSが加工  
 （論文執筆者数は名寄せによる整数カウント）



# 論文数でみるナノテク・材料分野の動向（国際比較）

出典：エルゼビア社のScopusデータをJSTプログラム戦略推進室・CRDSが加工



- 量（総論文）、質（Top10%）ともに中国、米国が他国を圧倒。
- 特に中国の伸びが顕著、日本は量質ともに横ばい

# 日本の大型研究開発プロジェクト (総合科学技術・イノベーション会議)



※ナノテク・材料関係を抜粋

## 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 2014-18年度

革新的燃料技術	杉山 雅則 (トヨタ)
次世代パワーエレクトロニクス	大森 達夫 (三菱電気)
革新的構造材料	岸 輝雄 (ISMA)
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術	藤野 陽三 (横国大)
革新的設計生産技術	佐々木 直哉 (日立)

## 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第2期 2018-22年度

フィジカル空間デジタルデータ処理基盤	佐相 秀幸 (富士通)
統合型材料開発システムによるマテリアル革命	岸 輝雄 (東大、ISMA)
光・量子を活用したSociety 5.0実現化技術	西田 直人 (東芝)

## 革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) 2014-18年度

超薄膜化・強靱化「しなやかタフポリマー」の実現	伊藤 耕三 (東大/JST)
ユビキタス・パワーレーザーによる安全・安心・長寿命社会の実現	佐野 雄二 (東芝/JST)
無充電で長期間使用できる究極のエコIT機器の実現	佐橋 政司 (東北大/JST)
重介護ゼロ社会を実現する革新的サイバニクスシステム	山海 嘉之 (筑波大/JST)
超高機能構造タンパク室による素材産業革命	鈴木 隆領 (小島プレス工業/JST)
タフ・ロボティクス・チャレンジ	田所 諭 (東北大/JST)
核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化	藤田 玲子 (東芝/JST)
進化を超える極微量物質の超迅速多項目センシングシステム	宮田 令子 (名大/JST)
量子人工脳を量子ネットワークでつなぐ高度知識社会基盤の実現	山本 喜久 (JST)
豊かで安全な社会と新しいバイオものづくりを実現する人工細胞リアクタ	野地 博行 (東大/JST)

# 日本の主な研究拠点型プロジェクト（文部科学省）

※ナノテク・材料関係を抜粋

世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI） 2007年度-		革新的イノベーション創出プログラム（COI STREAM） 2013-21年度	
化学反応創成研究拠点（ICReDD） 2018年度-	前田 理（北大）	さりげないセンシングと日常人間ドックで実現する理想自己と家族の絆が導くモチベーション向上社会創生拠点	東北大学、NECソリューションイノベータ
ナノ生命科学研究所（NanoLSI） 2017年度-	福間 剛士（金沢大）	自分で守る健康社会拠点	東京大学
トランスフォーマティブ生命分子研究所（ITbM） 2012年度-	伊丹 健一郎（名大）	スマートライフケア社会への変革を先導するものづくりオープンイノベーション拠点	川崎市産業振興財団
カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所（I2CNER） 2010年度-	ペトロス ソフロニス（九大）	活力ある生涯のためのLast 5Xイノベーション拠点	京都大学、パナソニック
カブリ数物連携宇宙研究機構（Kavli IPMU） 2007年度-	大栗 博司（東大）	「サイレントボイスとの共感」地球インクルーシブセンシング研究拠点	東京工業大学、ソニー
		人間力活性化によるスーパー日本人の育成拠点	大阪大学、パナソニック
		コヒーレントフォトン技術によるイノベーション拠点	東京大学
		革新材料による次世代インフラシステムの構築拠点	金沢工業大学、大和ハウス工業
		世界の豊かな生活環境と地球規模の持続可能性に貢献するアクア・イノベーション拠点	信州大学、日立製作所
		持続的共進化地域創成拠点	九州大学、NTT西日本

# 近年のJST戦略的創造研究推進事業（CREST）



※ナノテク・材料関係を抜粋

2011	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
■ エネルギー高効率利用のための相界面科学 研究総括： 花村 克悟 (東京工業大学)														
■ 新機能創出を目指した分子技術の構築 研究総括： 山本 尚 (中部大学)														
■ 超空間制御に基づく高度な特性を有する革新的機能素材等の創製 研究総括： 瀬戸山 亨 (三菱化学)														
■ 素材・デバイス・デバイス融合による革新的ナノエレクトロニクス創成 研究総括： 桜井 貴康 (東京大学)														
■ 再生可能エネルギーからのエネルギーキャリアの製造とその利用のための革新的基盤技術の創出 研究総括： 江口 浩一 (京都大学)														
■ 二次元機能性原子・分子薄膜の創製と利用に資する基盤技術の創出 研究総括： 黒部 篤 (東芝)														
■ 統合1細胞解析のための革新的技術基盤 研究総括： 菅野 純夫 (東京大学)														
■ 多様な天然炭素資源の活用を資する革新的触媒と創出技術 研究総括： 上田 渉 (神奈川大学)														
■ 新たな光機能や光物性の発現・利活用を基軸とする次世代フォトニクスの基盤技術 研究総括： 北山 研一 (光産業創成大学院大学)														
■ 微小エネルギーを利用した革新的な環境発電技術の創出 研究総括： 谷口 研二 (大阪大学)														
■ 量子状態の高度な制御に基づく革新的量子技術基盤の創出 研究総括： 荒川 泰彦 (東京大学)														
■ 計測技術と高度情報処理の融合によるインテリジェント計測・解析手法の開発と応用 研究総括： 雨宮 慶幸 (東京大学)														
■ ナノスケール・サーマルマネジメント基盤技術の創出 研究総括： 丸山 茂夫 (東京大学)														
■ 実験と理論・計算・データ科学を融合した材料開発の革新 研究総括： 細野 秀雄 (東京工業大学)														
■ 新たな生産プロセス構築のための電子やイオン等の能動的制御による革新的反応技術の創出 研究総括： 吉田 潤一 (鈴鹿工業高等専門学校)														
■ トポロジカル材料科学に基づく革新的機能を有する材料・デバイスの創出 研究総括： 上田 正仁 (東京大学)														

# 近年のJST戦略的創造研究推進事業（さきがけ）

※ナノテク・材料関係を抜粋

2013	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		■ 超空間制御と革新的機能創成 研究総括： 黒田 一幸（早稲田大学）								
		■ 素材・デバイス・デバイス融合による革新的ナノエレクトロニクス創成 研究総括： 桜井 貴康（東京大学）								
		■ 再生可能エネルギーからのエネルギーキャリアの製造とその利用のための革新的基盤技術の創出 研究総括： 江口 浩一（京都大学）								
		■ 統合1細胞解析のための革新的基盤 研究総括： 浜地 格（京都大学）								
		■ 理論・実験・計算科学とデータ科学が連携・融合した先進的マテリアルズ・インフォマティクスのための基盤技術 研究総括： 常行 真司（東京大学）								
		■ 革新的触媒の科学と創製 研究総括： 北川 宏（京都大学）								
		■ 光の極限制御・積極利用と新分野開拓 研究総括： 植田 憲一（電機通信大学）								
		■ 微小エネルギーを利用した革新的な環境発電技術の創出 研究総括： 谷口 研二（大阪大学）								
		■ 量子の状態制御と機能化 研究総括： 伊藤 公平（慶応義塾大学）								
		■ 計測技術と高度情報処理の融合によるインテリジェント計測・解析手法の開発と応用 研究総括： 雨宮 慶幸（東京大学）								
		■ 熱輸送のスペクトル学的理解と機能的制御 研究総括： 花村 克悟（東京工業大学）								
		■ 電子やイオン等の能動的制御と反応 研究総括： 関根 泰（早稲田大学）								
		■ トポロジカル材料科学と革新的機能創出 研究総括： 村上 修一（東京工業大学）								

# 近年のJST戦略的創造研究推進事業（ERATO）



※ナノテク・材料関係を抜粋

2013	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
■ 安達分子エキシトン工学 研究総括： 安達 千波矢（九州大学）										
■ 美濃島知的光シンセサイザ 研究総括： 美濃島 薫（電気通信大学）										
■ 伊丹分子ナノカーボン 研究総括： 伊丹 健一郎（名古屋大学）										
■ 磯部縮退 $\pi$ 集積 研究総括： 磯部 寛之（東京大学）										
	■ 百生量子ビーム位相イメージング 研究総括： 百生 敦（東北大学）									
	■ 齊藤スピン量子整流 研究総括： 齊藤 英治（東京大学）									
		■ 山元アトムハイブリッド 研究総括： 山元 公寿（東京工業大学）								
			■ 中村巨視的量子機械 研究総括： 中村 泰信（東京大学）							
					■ ニューロ分子技術 研究総括： 浜地 格（京都大学）					

# JST未来社会創造事業（MIRAI）

探索加速型	重点公募テーマ
<b>「超スマート社会の実現」領域</b> 運営統括：前田 章（元日立製作所）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 多種・多様なコンポーネントを連携・協調させ、新たなサービスの創生を可能とするサービスプラットフォームの構築（2017年度-）</li> <li>• サイバー世界とフィジカル世界を結ぶモデリングとAI（2018年度-）</li> </ul>
<b>「持続可能な社会の実現」領域</b> 運営統括：國枝 秀世（JST/名古屋大学）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 新たな資源循環サイクルを可能とするものづくりプロセスの革新（2017年度-）</li> <li>• 労働人口減少を克服する"社会活動寿命"の延伸と人の生産性を高める「知」の拡張の実現（2017年度-）</li> <li>• 将来の環境変化に対応する革新的な食料生産技術の創出（2018年度-）</li> </ul>
<b>「世界一の安全・安心社会の実現」領域</b> 運営統括：田中 健一（三菱電機）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ひとりひとりに届く危機対応ナビゲーターの構築（2017年度-）</li> <li>• ヒューメインなサービスインダストリーの創出（2017年度-）</li> <li>• 生活環境に潜む微量な危険物から解放された安全・安心・快適なまちの実現（2018年度-）</li> </ul>
<b>「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域</b> 運営統括：橋本 和仁（NIMS）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 「ゲームチェンジングテクノロジー」による低炭素社会の実現（2017年度-）</li> </ul>
<b>「共通基盤」領域</b> 運営統括：長我部 信行（日立製作所）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 革新的な知や製品を創出する共通基盤システム・装置の実現（2018年度-）</li> </ul>
大規模プロジェクト型	技術テーマ
運営統括：林 善夫（JST）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 粒子加速器の革新的な小型化及び高エネルギー化につながるレーザープラズマ加速技術（2017年度-）</li> <li>• エネルギー損失の革新的な低減化につながる高温超電導線材接合技術（2017年度-）</li> <li>• 自己位置推定機器の革新的な高精度化及び小型化につながる量子慣性センサー技術（2017年度-）</li> <li>• 通信・タイムビジネスの市場獲得等につながる超高精度時間計測（2018年度-）</li> <li>• Society5.0の実現をもたらす革新的接着技術の開発（2018年度-）</li> <li>• 未来社会に必要な革新的水素液化技術（2018年度-）</li> </ul>

# 近年のJST諸事業

※ナノテク・材料関係を抜粋

## 戦略的イノベーション創出推進プログラム（S-イノベ） 2009年度-

有機材料を基礎とした新規エレクトロニクス技術の開発	PO: 谷口 彬雄（信州大）
フォトニクスポリマーによる先進情報通信技術の開発	PO: 宮田 清蔵（農工大）
超伝導システムによる先進エネルギー・エレクトロニクス産業の創出	PO: 佐藤 謙一（元住友電気工業）
スピン流を用いた新機能デバイス実現に向けた技術開発	PO: 安藤 功兒（産総研）

## 国立研究開発法人を中核としたイノベーションハブの構築支援事業 2015年度-

情報統合型物質・材料開発イニシアティブ (MI <sup>2</sup> I)	中核機関：NIMS
-----------------------------------------	-----------

## 先端的低炭素化技術開発（ALCA）革新技術領域 2013年度-

太陽電池および太陽エネルギー利用システム	PO: 大須賀 篤弘（京大）
超伝導システム	PO: 大崎 博之（東大）
蓄電デバイス	PO: 逢坂 哲彌（早大）
耐熱材料・鉄鋼リサイクル高性能材料	PO: 原田 幸明（NIMS）
バイオテクノロジー	PO: 近藤 昭彦（神戸大）
革新的省・創エネルギー化学プロセス	PO: 辰巳 敬（NITE）
革新的省・創エネルギーシステム・デバイス	PO: 谷口 研二（阪大）

## 産学共創基礎基盤研究プログラム 2010年度-

テラヘルツ波時代を切り拓く革新的基盤技術の創出	PO: 伊藤 弘昌（東北大）
革新的構造用金属材料創製を目指したヘテロ構造制御に基づく新指導原理の構築	PO: 加藤 雅治（新日鉄住金）
革新的次世代高性能磁石創製の指針構築	PO: 福永 博俊（長崎大）

## ACCEL

超活性固定化触媒開発に立脚した基幹化学プロセスの徹底効率化	魚住 泰弘（分子研）
ダイヤモンド電極の物質科学と応用展開	栄長 泰明（慶應大）
P S D法によるフレキシブル窒化物半導体デバイスの開発	藤岡 洋（東大）
元素間融合を基軸とする物質開発と応用展開	北川 宏（京大）
近接場結合集積技術による革新的情報処理システムの実現と応用展開	黒田 忠広（慶應大）
濃厚ポリマーブラシのレジリエンス強化とトライボロジー応用	辻井 敬巨（京大）
スローライト構造体を利用した非機械式ハイレゾ光レーダーの開発	馬場 俊彦（横国大）
スーパーバイオイメージャーの開発	染谷 隆夫（東大）
半導体を基軸としたテラヘルツ光科学と応用展開	田中 耕一郎（京大）



# NEDOの主要プロジェクト

※ナノテク・材料関係を抜粋

分野	事業・プロジェクト名	研究期間	分野	事業・プロジェクト名	研究期間
太陽光発電	太陽光発電システム効率向上・維持管理技術開発プロジェクト	2014-18	新製造技術	高輝度・高効率次世代レーザー技術開発	2016-20
	太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト	2014-18		次世代型産業用3Dプリンタの造形技術開発・実用化事業	2017-18
	高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発	2015-19	材料・ナノテクノロジー	非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発	2013-19
燃料電池・水素	固体酸化物形燃料電池等実用化推進技術開発	2013-19		二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発	2014-21
	水素利用等先導研究開発事業	2014-22		有機ケイ素機能性化学品製造プロセス技術開発	2014-21
	水素社会構築技術開発事業	2014-22		革新的新構造材料等研究開発	2014-22
	固体高分子形燃料電池利用高度化技術開発事業	2015-19		次世代構造部材創製・加工技術開発	2015-19
	超高圧水素インフラ本格普及技術研究開発事業	2018-22		超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト	2016-21
蓄電池・エネルギーシステム	革新型蓄電池実用化促進基盤技術開発	2016-22		省エネ製品開発の加速化に向けた複合計測分析システム研究開発事業	2018-22
	先進・革新蓄電池材料評価技術開発（第2期）	2018-22		次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発	2014-21
電子・情報通信	低炭素社会を実現する次世代パワーエレクトロニクスプロジェクト	2011-19		IoT社会実現のための超微小量センシング技術開発	2019-23
	次世代プリントエレクトロニクス材料・プロセス基盤技術開発	2010-18		機能性化学品の連続精密生産プロセス技術の開発	2019-25
	超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発	2013-21	ロボット技術	インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト	2014-18
	高効率・高速処理を可能とするAIチップ・次世代コンピューティングの技術開発	2016-27		次世代人工知能・ロボット中核技術開発	2015-22
	IoTを活用した新産業モデル創出基盤整備事業	2017-18		ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクト	2015-19
	AIチップ開発加速のためのイノベーション推進事業	2018-22		ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト	2017-21