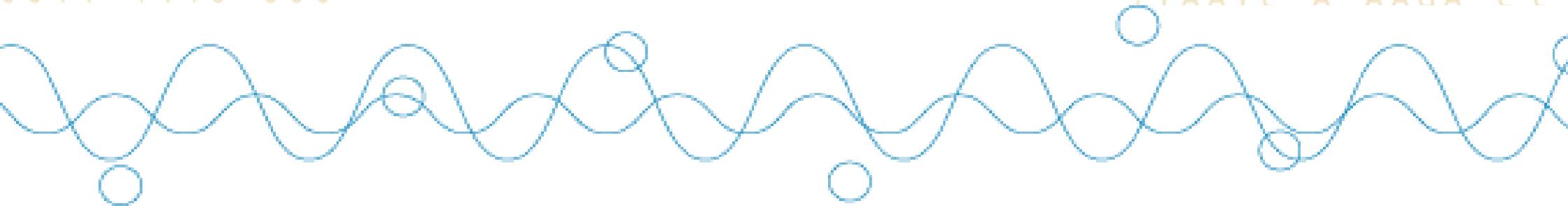


GA CCC  
CC AAAA GGCCI  
ATAAGA CTCTAACT CI  
AA TAATC  
AT A TCTATAAGA CTCT/  
CTC GCC AATTAATA  
ATTAATC A AAGA C CTA  
AAT A TCTATAAGA CTCTA  
CTC GCC AATTAATA  
TTAATC A AAGA C CTA  
AAT A TCTATAAGA CTCTA  
ATTAATC A AAGA C CT  
GA C CTA  
0011 1110 000

# 【俯瞰と展望】 ナノテクノロジー・物質・材料科学技術分野 の研究開発戦略

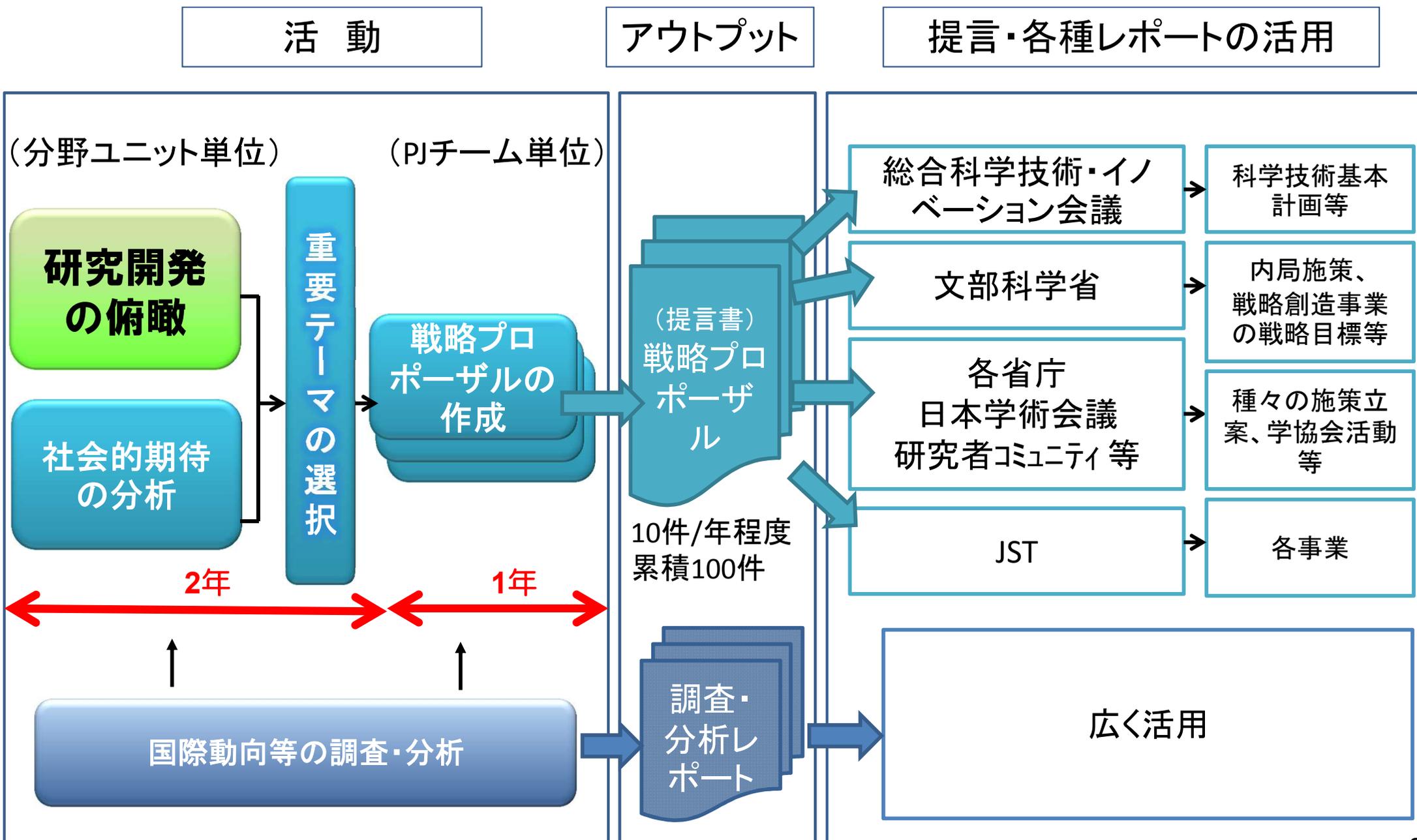
平成26年8月1日(金)  
JST-CRDS報告

@文部科学省ナノテクノロジー・材料科学技術委員会



Center for Research and Development Strategy – Japan Science and Technology Agency  
独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター

0011 1110 00  
001



- 第三期科学技術基本計画（平成18～22年度）においては、「ナノテクノロジー・材料分野」は4つの重点分野の一つとして推進
- 5領域「ナノエレクトロニクス領域」「ナノバイオテクノロジー・生体材料領域」「材料領域」「ナノテクノロジー・材料分野推進基盤領域」「ナノサイエンス・物質科学領域」に重要な研究開発課題を設定し推進
- 主な成果・取組
  - 国家基幹技術「X線自由電子レーザー」、「ナノテクノロジー・ネットワーク」等のインフラの整備
  - 日本初のオープンイノベーション拠点「つくばイノベーションアリーナ」（TIA - nano）による産学官連携の強化
  - 府省連携プロジェクト：『元素戦略プロジェクト』（文科省）と『希少金属代替材料プロジェクト』（経産省）の着実な進捗等

総合科学技術会議「分野別推進戦略総括的フォローアップ（平成18～22年度）」平成23年3月より



- 第四期科学技術基本計画（平成23～27年度）では、横断的な基盤技術として位置づけ。イノベーション総合戦略において、以下の観点からアクションプラン施策および関連施策を構成。
  - 出口を見据えた上で重要な課題を特定、新たなデバイス・システムで政策課題を解決
  - エネルギーの効率的な利用、資源リスクの軽減、環境負荷低減など、様々な政策課題解決
  - 要素技術の深化や研究者の自由な発想から生まれる新たな材料・機能を創出

## 内閣府・戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) ※ナノテク・材料関連を抜粋

革新的構造材料	次世代パワーエレクトロニクス	インフラ維持管理・更新・マネジメント技術	革新的燃焼技術	革新的設計生産技術
---------	----------------	----------------------	---------	-----------

## 内閣府・革新的研究開発推進プログラム(ImPACT) ※ナノテク・材料関連を抜粋

超薄膜化・強靱化「しなやかなタフポリマー」の実現	ユビキタス・パワーレーザーによる安全・安心・長寿社会の実現	無充電で長期間使用できる究極のエコIT機器の実現	超高機能構造タンパク質による素材産業革命	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	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	イノベティブな可視化技術による新成長産業の創出	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
--------------------------	-------------------------------	--------------------------	----------------------	----------------------------	-----------------------------	-------------------------	-------------------------------

### 文部科学省

#### ○元素戦略プロジェクト

研究拠点形成型 20億円

JST 戦略的創造研究推進事業 CREST・さががけ元素戦略

JST ALCA耐熱材料・鉄鋼リサイクル高性能材料

JST 産学共創基礎基盤研究プログラム

- 金属材料ヘテロ構造制御

- 革新的次世代高性能磁石

JST 戦略的国際共同研究プログラム希少元素代替材料

○効率的エネルギー利用に向けた革新的構造材料 23億円(内数)

○低燃費・低環境負荷に係る高効率航空機の技術開発 15億円

○構造材料研究拠点 5億円

○東北発素材技術先導プロジェクト 14億円

○ナノテクノロジーを活用した環境技術開発 4億円

○ナノテクノロジープラットフォーム 17億円

### 経済産業省 ※主にAP 対象施策を抜粋

○革新的触媒による化学品製造プロセス技術開発 17億円

○日米等エネルギー技術開発協力事業 12億円(内数)

○次世代パワーエレクトロニクス技術開発プロジェクト 60億円

○次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発 30億円

○希少金属代替材料開発プロジェクト 6億円

○革新的新構造材料等技術開発プロジェクト 61億円

○次世代素材等レーザー加工技術開発プロジェクト 7億円

○ナノ炭素材料実用化プロジェクト 15億円

※この他、NEDOにて実施中のプログラム・プロジェクトが複数存在

# 近年の大型研究開発プロジェクト



## 内閣府・最先端研究開発支援プログラム (FIRST) (平成21年度～) ※ナノテク・材料関連を抜粋

環境・エネルギー	低炭素社会創成へ向けた炭化珪素(SiC)革新パワーエレクトロニクスの研究開発	木本(京大)
	低炭素社会に資する有機系太陽電池の開発～複数の産業群の連携による次世代太陽電池技術開発と新産業創成～	瀬川(東大)
	高性能蓄電デバイス創製に向けた革新的基盤研究	水野(東大)
健康・医療	再生医療産業化に向けたシステムインテグレーションー臓器ファクトリーの創生ー	岡野(女子医大)
	ナノバイオテクノロジーが先導する診断・治療イノベーション	片岡(東大)
	1分子解析技術を基盤とした革新ナノバイオデバイスの開発研究	川合(阪大)
情報通信・エレクトロニクス	スーパー有機ELデバイスとその革新的材料への挑戦	安達(九大)
	フォトニクス・エレクトロニクス融合システム基盤技術開発	荒川(東大)
	マイクロシステム融合研究開発	江刺(東北大)
	省エネルギー・スピントロニクス論理集積回路の研究開発	大野(東北大)
	世界最速プラスチック光ファイバーと高精細・大画面ディスプレイのためのフォトニクスポリマーが築くFace-to-Faceコミュニケーション産業の創出	小池(慶應大)
	グリーン・ナノエレクトロニクスのコア技術開発	横山(産総研)
	量子情報処理プロジェクト	山本(NII)
物質・材料、共通基盤	強相関量子科学	十倉(理研)
	原子分解能・ホログラフィー電子顕微鏡の開発とその応用	長我部(日立)
	新超電導および関連機能物質の探索と産業用超電導線材の応用	細野(東工大)

## 世界トップレベル研究拠点プログラム (WPI) (平成19年度～) ※ナノテク・材料関連を抜粋

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 (AIMR)	小谷(東北大)
物質-細胞統合システム拠点 (iCeMS)	北川(京大)
国際ナノアーキテクトゥクス研究拠点 (MANA)	青野(NIMS)
カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (I2CNER)	ソフロニス(九大)
トランスフォーメティブ生命分子研究所 (ITbM)	伊丹(名大)

## 先端融合領域イノベーション創出拠点形成プログラム (平成18年度～) ※ナノテク・材料関連を抜粋

ナノ量子情報エレクトロニクス連携研究拠点	荒川(東大)
再生医療本格化のための最先端技術融合拠点	岡野(女子医大)
フォトニクス先端融合研究拠点	河田(阪大)
マイクロシステム融合研究開発拠点	小野(東北大)
光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点	並木(産総研)

# 元素戦略に関するプロジェクトのネットワーク

元素戦略運営統括会議(ガバニングボード) 関連する学会・産業界を代表する有識者

## ◆文科省 元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>



### 磁石材料

拠点設置機関: NIMS  
代表者: 広沢哲



### 電子材料

拠点設置機関: 東京工業大学  
代表者: 細野秀雄



### 触媒・電池材料

拠点設置機関: 京都大学  
代表者: 田中庸裕



### 構造材料

拠点設置機関: 京都大学  
代表者: 田中功

## ◆文科省 東北発 素材技術先導プロジェクト

### ◆最先端 共用施設



J-PARC

中性子・ミュオン



SPring-8/SACLA

X線自由電子レーザー



KEK-PF

文科省 ナノテクノロジープラットフォーム



京スパコン



計算物質科学イニシアティブ

## ◆経産省 関係プロジェクト

- ・ジスプロシウム等のレアアースを使用しない高性能モーター
- ・二酸化炭素を原料化する基幹化学品製造プロセス



等

## ◆科学技術振興機構



**CREST**  
(チーム型)  
PO: 玉尾皓平

**さきがけ**  
(個人型)  
PO: 細野秀雄

産学共創(金属ヘテロ構造制御)  
PO: 加藤雅治

産学共創(高性能磁石)  
PO: 福永博俊

日本-EU共同(希少元素代替材)  
PO: 黒田一幸



# 次世代蓄電池プロジェクト (JST-ALCA他)



**ガバニングボード** 戦略コーディネータ: 東京大学 橋本 和仁  
 共同議長: 文科省 環エネ課課長、参事官(ナノテク・物質・材料)  
 経産省 研究開発課長、化学課機能性化学品室長  
 関係独法: JST環境エネルギー研究開発推進部長、NEDO蓄電技術開発室 室長  
 関連PJ関係者: 本PJ、ALCA蓄電、元素戦略(触媒・電池)  
 先進・革新蓄電池材料評価技術開発、RISING

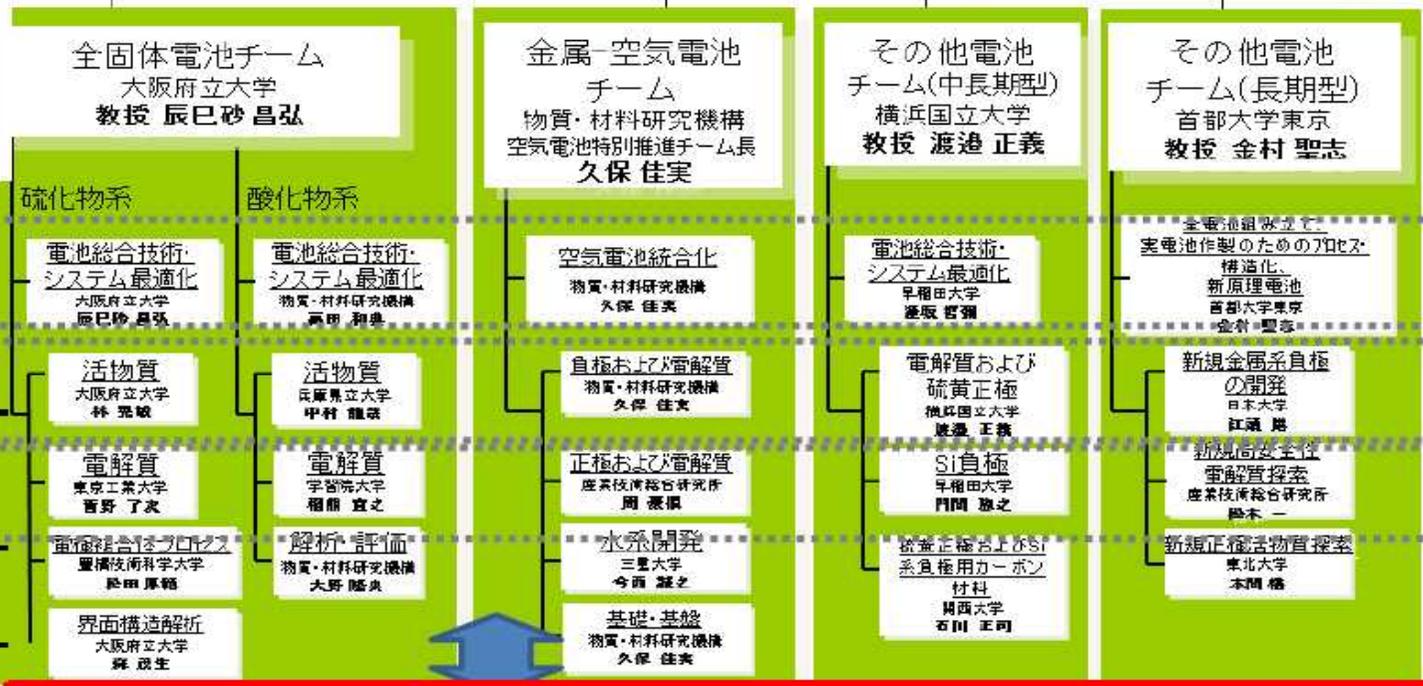
**運営総括(PO)**  
物質・材料研究機構  
フェロー 魚崎 浩平

システム研究・戦略検討チーム(12月2日)

成果の提供・橋渡し  
(橋渡し委員会)

- 分科会委員**
- 岡島 博司 トヨタ自動車(株)
  - 桑畑 進 大阪大学
  - 佐藤 緑 (独)産業技術総合研究所
  - 篠原 和彦 日産自動車(株)
  - 高見 則雄 (株)東芝研究開発センター
  - 辰巳 国昭 (独)産業技術総合研究所
  - 出来 成人 山梨大学
  - 山口 祥司 (株)地球快速化インスティテュート

総合チームリーダー  
金村 聖志



経済産業省・NEDO

各チームと連携して、共通課題の解決を行う。

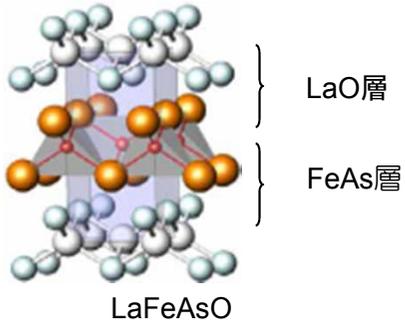
**蓄電池基盤拠点(仮称): NIMS、産総研関西、早大** 文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム  
 分析・解析、電池組み立て支援、安定性評価など全電池チーム共通課題を実施

# 戦略的創造研究推進事業（CREST）H18以降発足分



H18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
■ ナノ科学を基盤とした革新的製造技術の創成 研究総括: 堀池 靖浩 (物質・材料研究機構)																
■ ナノ界面技術の基盤構築 研究総括: 新海 征治 (崇城大学)																
■ 次世代エレクトロニクスデバイスの創出に資する革新材料・プロセス研究 研究総括: 渡辺 久恒 (EUVL基盤開発)																
■ プロセスインテグレーションによる機能発現ナノシステムの創製 研究総括: 曾根 純一 (物質・材料研究機構)																
■ プロセスインテグレーションに向けた高機能ナノ構造体の創出 研究総括: 入江 正浩 (立教大学)																
■ 先端光源を駆使した光科学・光技術の融合展開 研究総括: 伊藤 正 (大阪大学)																
■ 太陽光を利用した独創的グリーンエネルギー生成技術の創出 研究総括: 山口 真史 (豊田工業大学)																
■ 元素戦略を基軸とする物質・材料の革新的機能の創出 研究総括: 玉尾 皓平 (理化学研究所 クラスタ長)																
■ エネルギー高効率利用のための相界面科学 研究総括: 笠木 伸英 (科学技術振興機構)																
■ 新機能創出を目指した分子技術の構築 研究総括: 山本 尚 (シカゴ大学・中部大学)																
■ 超空間制御(空間空隙構造制御)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の創成 研究総括: 桜井 貴康 (東京大学)																
■ 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)																

## 鉄系超伝導体の発見：細野（東工大）



## 透明導電膜の開発：細野（東工大）



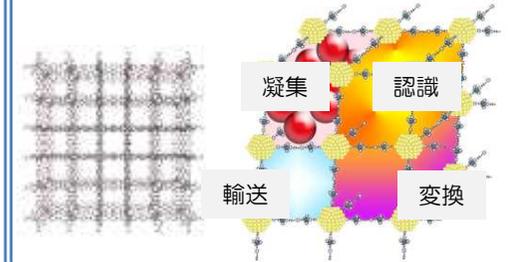
アモルファス酸化物半導体  
フレキシブルトランジスタ  
 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_5$

## 単層CNTの大量合成法の開発：畠（産総研）、日本ゼオン



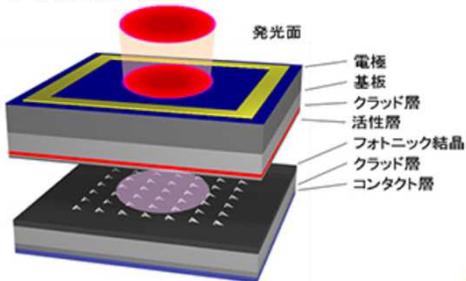
スーパーグロース法で合成されたCNTの特徴

## 多孔性材料（金属錯体）の開発：北川（京大）



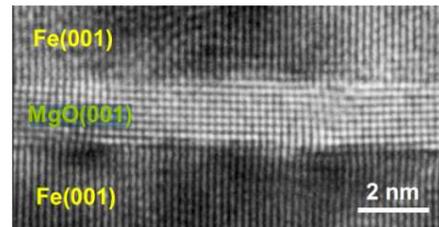
Porous Coordination Polymer (PCP)  
Metal-organic framework (MOF)

## フォトニック結晶による超小型光共振器の開発：野田（京大）



フォトニック結晶レーザー

## 高性能TMR素子の開発：湯浅（産総研）



断面の電子顕微鏡 (TEM)

## 細胞シート作製技術の確立：岡野（東京女子医大）



温度で構造変化する  
ナノ微細制御表面



自己骨格筋  
筋芽細胞シート  
移植

## 標的細胞に薬剤を的確に送達するナノデリバリーシステムの開発：片岡（東大）



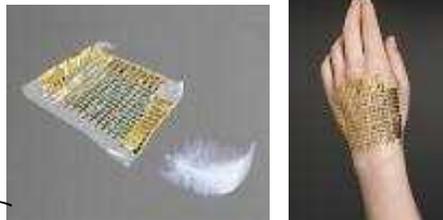
高分子ミセル製剤

## 高効率な有機薄膜太陽電池：中村（東大）、三菱化学



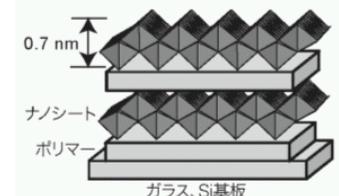
有機薄膜太陽電池（日刊工業新聞HPより）

## 柔らかい有機電子回路の開発：染谷（東大）



センサーシート

## 高品位薄膜配向制御を可能にするナノシートの開発：佐々木（NIMS）



2次元ナノシート

## ■ 環境・エネルギー

- ✓ シェールガスの登場、原発事故によりエネルギー・ミックス見直し
- ✓ 地球温暖化（気候変動）はより深刻に  
⇒信頼性が高く、低コスト、低環境負荷のエネルギー源の継続的追及

## ■ 健康・医療

- ✓ iPS細胞を中心とする幹細胞研究への大型投資、低コストゲノム解読技術の進展  
⇒再生医療、創薬スクリーニング応用への期待、診断・治療の革新

## ■ 情報通信

- ✓ IoT（Internet of Thing）時代到来、ビッグデータ処理技術の進展  
⇒ネットワークセンサーやエネルギーハーベスト技術への期待  
⇒インフォマティクスを駆使した材料開発、情報通信技術と融合した新しいものづくり技術への期待

## ■ 産業

- ✓ 輸出産業として自動車産業に次ぐ部素材産業への期待、雇用の拡大

冷戦構造の終結  
(東西ボーダー崩壊)

1990~

NNI  
宣言

2000~

アジア勃興  
(南北ボーダー崩壊)

グローバル化進展

リーマン  
ショック

2010~

震災、原発事故  
シェールガス登場

エネルギー  
政策転換

量子力学  
@~1900

エレクトロニクス  
躍進

IT革命(デジタル化、インターネットワーク化;米国主導)

- ・ MIによる材料開発
- ・ ICT融合ものづくり

iPS細胞登場

## ナノテク の動き

ゲノム解読  
@~2000

ライフサイエンス大躍進  
(産業化にはまだ時間)

- ・ 先端計測  
X線, NMR  
光計測
- ・ 先端半導体技術  
インタラクティブ  
バ付界面

オバマ政権  
(クリーンエネルギー政策)

人類社会の持続性  
がクローズアップ  
(温暖化、資源、水問題)

- ・ 半導体の微細化が  
ナノテクをドライブ
- ・ もの作り技術で日本  
が世界をリード  
(アナログ、摺合せ技術)

- ・ 半導体ビジネス  
モデルの激変
- ・ アジア台頭  
台湾、韓国  
シンガポール等
- ・ 機能性材料、  
部品で日本  
が強み発揮

- ・ 半導体先端技術  
開発はグローバル  
拠点へ集約

R&Dリニアモデル崩壊  
オープンイノベーションへ

- ・ 再生可能エネルギー-技術追及  
(電池、人工光合成)
- ・ 資源問題へ元素戦略

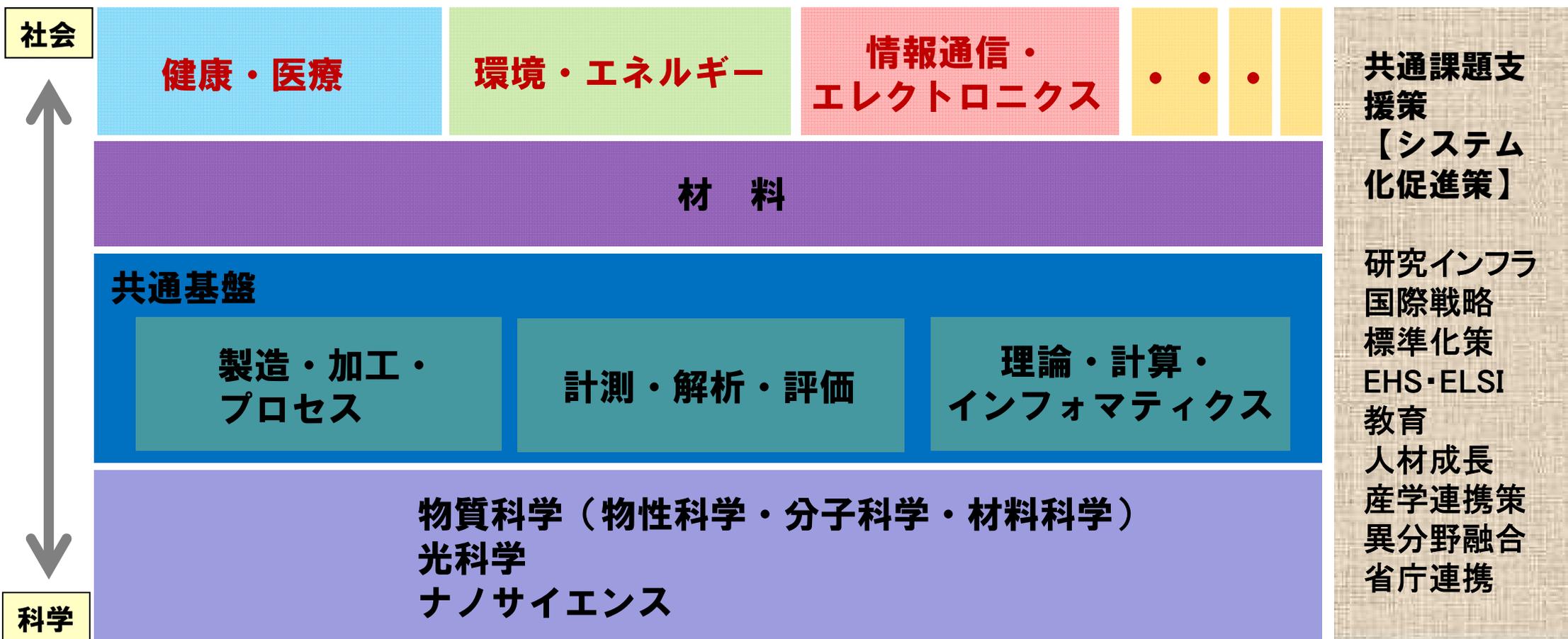
エレクトロニクス  
が技術を主導

ナノ材料技術と  
ICT, 環境・エネルギー,  
バイオとの融合進展

課題解決へシステム化進展 11

# 分野の定義と俯瞰図（対象・体系）

- ナノテクノロジーは、原子・分子レベルの微小領域で生ずる現象の理解をベースに、ナノスケールでの制御や新しい機能の実現を目指す技術である。材料技術は、物質科学をベースに工学的応用を図る技術である。これらは互いに深く関係しており、ここでは統合的に俯瞰を行う。
- ナノテクノロジー・材料は、健康・医療、環境、エネルギー、情報通信など、他の分野を横串的に横断し、これらの分野に革新的な進歩をもたらすイノベーションのエンジンである。
- ナノテクノロジー・材料分野の俯瞰においては、これら全体に関わる研究開発を対象とする。



# 39の主要領域（CRDS俯瞰報告書2015に動向詳細を掲載予定）



俯瞰区分	研究開発領域
環境・エネルギー	太陽電池
	人工光合成
	燃料電池
	熱電変換
	蓄電デバイス
	パワー半導体デバイス
	高温超伝導
	グリーン触媒
	構造材料
	分離機能材料
健康・医療	放射性物質除染、減容化
	生体材料（バイオマテリアル）
	再生医療材料
	薬物送達システム（DDS）
	計測・診断デバイス
ICT・エレクトロニクス	バイオ・分子イメージング
	超低消費電力ナノエレクトロニクスデバイス
	スピントロニクス
	二次元原子薄膜
	フォトニクス
	有機エレクトロニクス
	異種機能三次元集積チップ
センシングデバイス・システム	

俯瞰区分	研究開発領域	
共通基盤／科学技術	設計、制御	界面制御
		空間・空隙構造制御
		バイオミメティクス
		分子技術
		分子ロボティクス
	加工、プロセス	分子ロボティクス
		元素戦略・希少元素代替技術
		物質・材料設計
		超微細加工
		MEMS
計測	ボトムアップ型プロセス （原子・分子制御、自己組織化）	
	走査プローブ顕微鏡	
	電子顕微鏡	
	放射光・X線	
理論、計算	その他の主要な計測技術	
	物質・材料シミュレーション	
	EHS、ELSI	
EHS、ELSI	リスク評価・リスク管理・リスクコミュニケーションと社会受容	

**グローバル、国内の社会的期待や研究開発動向等を踏まえ、研究開発領域別に詳述するテーマをCRDSで2014年度に選定**

- ・39の技術領域(中綱目)毎の動向を文章化するとともに、比較表を作成
- ・比較は日米欧中韓の5つ
- ・評価の根拠・ショートコメントを比較表中に記載
- ・注目すべき研究動向や新しい技術の芽をピックアップして記載

国	フェーズ	現状	トレンド	根拠・コメント
日本	研究水準	○	→	...
	技術開発水準	◎	↗	
	産業技術力	△	↘	
米国	研究水準	◎	↗	
	技術開発水準	○	↘	

## ➤ 研究、技術開発、産業技術力の3フェーズで評価

研究水準: 大学・独法における研究レベル  
 技術開発: 企業における研究開発のレベル  
 産業技術: 企業の生産現場の技術力

## ➤ 現状分析

- ◎: 非常に進んでいる
- : 進んでいる
- △: 遅れている
- ×: 非常に遅れている

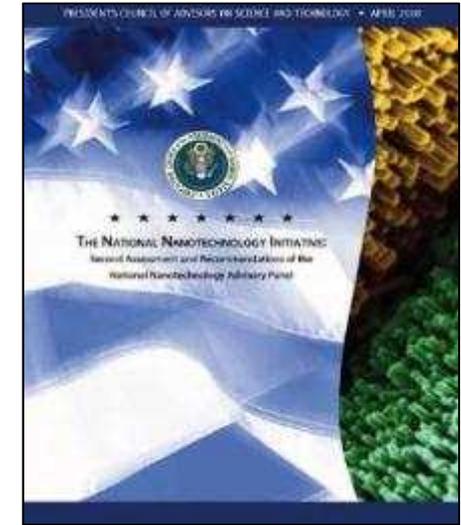
## ➤ トレンド

- ↗: 上昇傾向
- : 現状維持
- ↘: 下降傾向

国		ナノテクおよび材料の基本政策
日本		◆第4期基本計画では共通基盤として位置づけ／特化したイニシアティブは無かったが、イノベーション総合戦略（2014）において新たに横断領域として位置づけ
米国		◆National Nanotechnology Initiative（2001-） -第4期新戦略プラン（2014-）。省庁横断テーマとして5つの重点領域を設定 ◆Materials Genome Initiative（2011-） -実験ツール、計算機、データの連携により、研究室での新材料の発見から製造までの時間を半減
欧州	EC	◆Horizon 2020（2014-） -産業課題のKey Enabling Technologies（KETs）として、ナノテクノロジー、先進材料、マイクロ・ナノエレクトロニクス、フォトニクス、先進製造が選定
	独	◆Nano Initiative - Action Plan2015（2005-）2010年に更新（2期目） -ハイテク戦略の一環としてBMBFを中心に7省が連携して策定
	英	◆UK Nanotechnologies Strategy（2010-） -BISが中心となった省庁横断の国家ナノテクノロジー戦略
		◆UK COMPOSITES STRATEGY（2009-） -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
	仏	◆France Europe 2020（2013-） -製造業の復権においてナノエレ、ナノマテリアル、マイクロ・ナノ流体工学が優先領域
中国		◆国家中長期科学技術発展計画綱要（2006-2020） -先端技術8分野の一つ「新材料技術」、重大科学計画4分野の一つ「ナノ研究」 -第12次5か年計画の戦略的新興産業の一つ「新素材」
韓国		◆第三次科学技術基本計画（2013-2017） -30重点国家戦略技術の一つ「先端素材技術（無機、有機、炭素等）」 ◆ナノテクノロジー総合発展計画（2001-）2011年から3期目（ナノ融合2020） -研究開発、教育・人材育成、インフラ整備の3つの柱。

## ■ 4つの目標

1. 国際水準のプログラム
2. 工業化と国民利益への転換促進
3. ナノテク推進のための、教育資源・熟達労働力の開発と維持、社会基盤確保
4. 責任あるナノテクノロジーの開発支援



## ■ プログラムコンポーネントエリア

(2014予算%) 総額約\$ 1.6B

1. ナノスケール基礎 (26%)
2. ナノ材料 (22%)
3. ナノデバイス・システム (24%)
4. ナノ計測・標準 (3%)
5. ナノ製造 (6%)
6. 共用施設・研究インフラ (10%)
7. EHS (7%)
8. 教育・社会 (2%)

## ■ シグニチャーイニシアティブ

大きな進展が望めるとOSTPおよびNNI参加省庁が同定した5つの領域について、緊密な省庁間連携で重点的に推進

2010~ (3項目を設定)

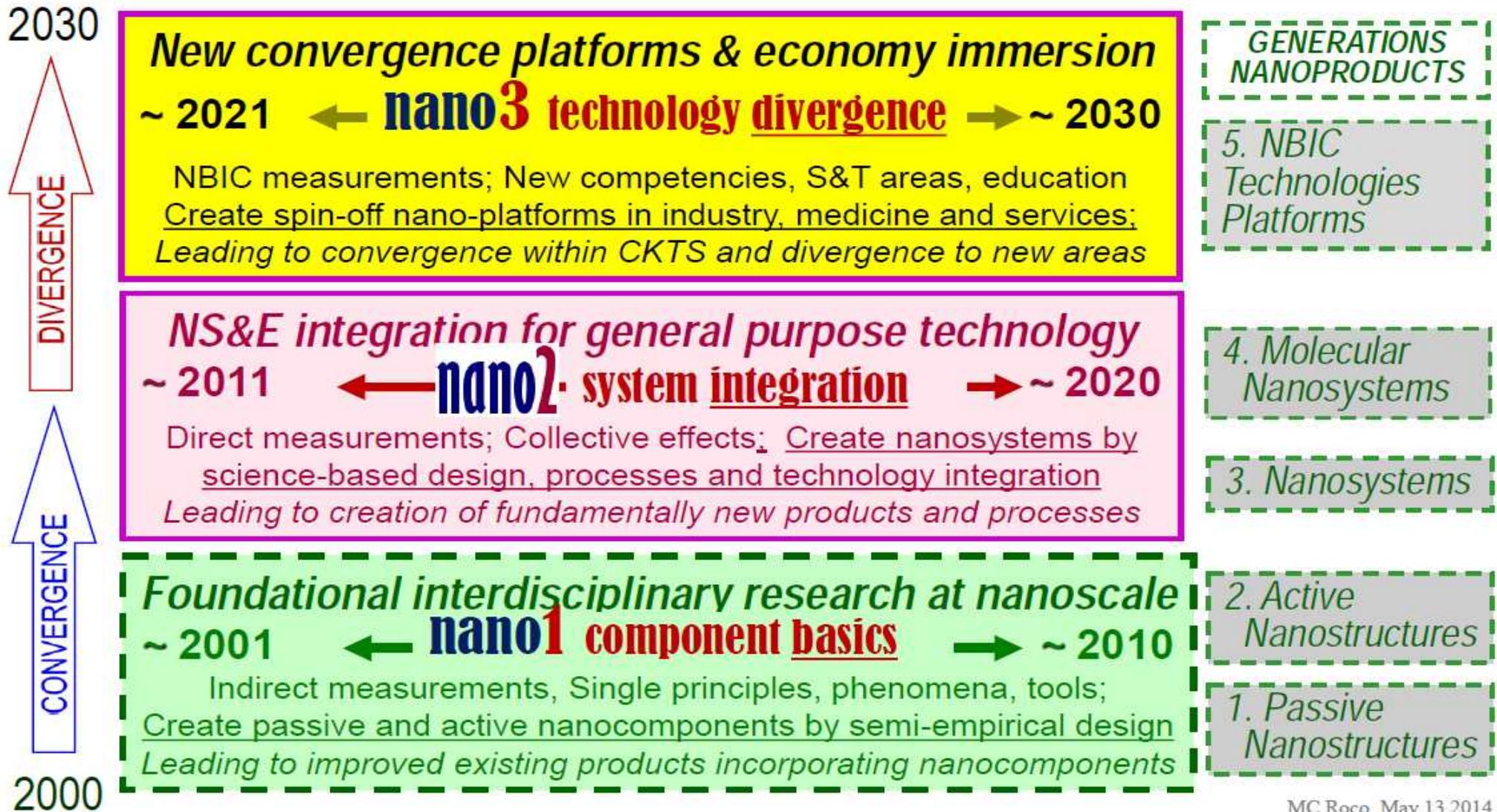
1. 太陽エネルギー収集・変換ナノテク
2. サステナブルナノ製造
3. ナノエレクトロニクス beyond 2020

2012~ (つづく2項目を設定)

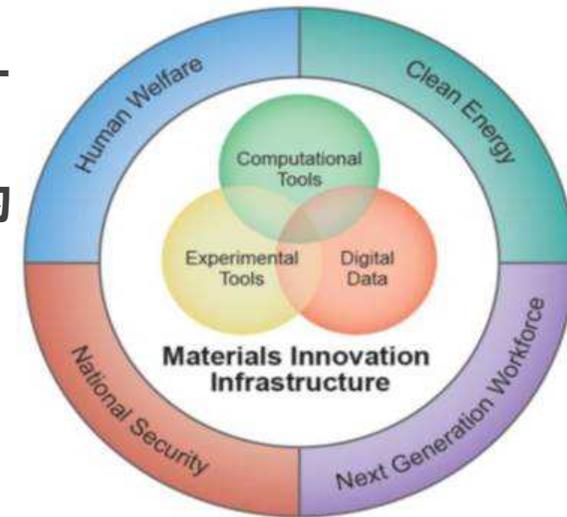
4. ナノ知識基盤
5. ナノ for センサー & センサー for ナノ

# OVERVIEW: CREATING A GENERAL PURPOSE NANOTECHNOLOGY IN 3 STAGES (2000 – 2030)

Described in (Refs. 2-5)



- 米国NSTCが2011年6月末に戦略レポートを発表
  - 実験室での新材料の発見から、開発、製造までのスピードを2倍にする野心的計画。
  - 材料設計技術、コンピュータ能力、データ共有・管理・解析の統合的アプローチ。特に計算科学と情報技術がkey
- ゲノム：「設計図（情報を含んでいる）」の意味
  - 遺伝子を実際に使うわけではない
- クリーンエネルギー、国家安全保障、生活向上、人材育成のために必須
- FY2012の予算は\$100millionで、DOE, DOD, NSF, NISTが実施



## 最近のトピックス

- 2014年、NISTが、“The Center for Hierarchical Materials Design (Northwestern, U. Chicago, Argonne)”の支援を開始。
- MRSや欧州MRSなどにおいて、“Materials by design through theory and experiment”や“Combinatorial and High-Throughput Methods”といったセッションが必ず行われるようになった。
- 2014年6月に初となる“Strategic Plan”を公表。

## MGIで取り組む社会課題と材料分野

	National Security	Human Health and Welfare	Clean Energy Systems	Infrastructure and Consumer Goods
Biomaterials	○	●	○	●
Catalysts	○	●	●	●
Polymer Composites	●	●	○	●
Correlated Materials	●	○	●	●
Electronic and Photonic Materials	●	○	●	●
Energy Storage Systems	●	●	●	●
Lightweight and Structural Materials	●	●	●	●
Organic Electronic Materials	○	●	○	●
Polymers	○	●	○	●

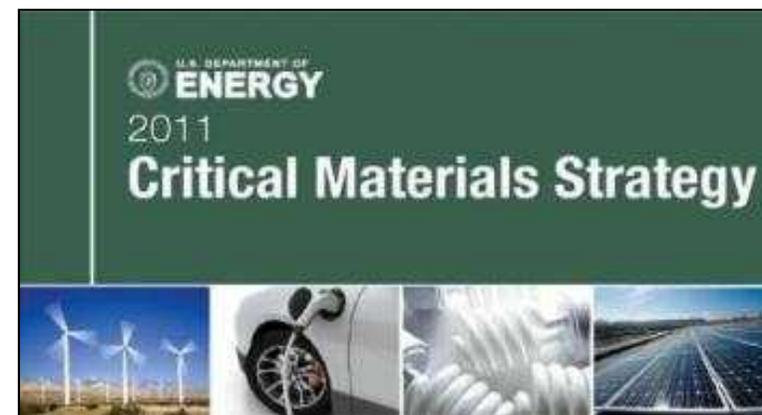
● Primary ○ Secondary

## 人工光合成、原子力、省エネルギー、蓄電池、希少元素の5つのハブ



### Innovation Hub for Critical Materials Research

- 2012年5月、5つ目となる新たなハブの立ち上げを発表。5年間で\$120Mを計画。
- 希少元素には、磁性、触媒、および発光性などの化学的および物理的特性があり、これらは、多くのエネルギー技術にとって重要
- 電気自動車 (EV)、風力発電 (タービン)、省エネ照明等のエネルギー産業における米国のリーダーシップを高める狙い



DOEは2011年に新戦略 Critical Materials Strategy を発表

### battery & energy storage hub

- Li-ion systems の上を目指す。
- 5年で5倍の性能、1/5のコスト実現  
5年間で\$120M (2012-)
  1. Electrochemical Storage Concepts
  2. Crosscutting Science
  3. Systems Analysis and Translation
  4. Cell Design and Prototyping



(770億€／7年間)

## 3つのプライオリティ

1. 卓越した科学
2. 産業界のリーダーシップ確保
3. 社会的な課題への取り組み



### 1. 卓越した科学

- FETs (Future and Emerging Technologies) として、新しくかつ有望な分野の連携研究を支援
- FET Flagshipsでは、10年間で1プロジェクトあたり10億ユーロという大規模な投資 (計2プロジェクト)

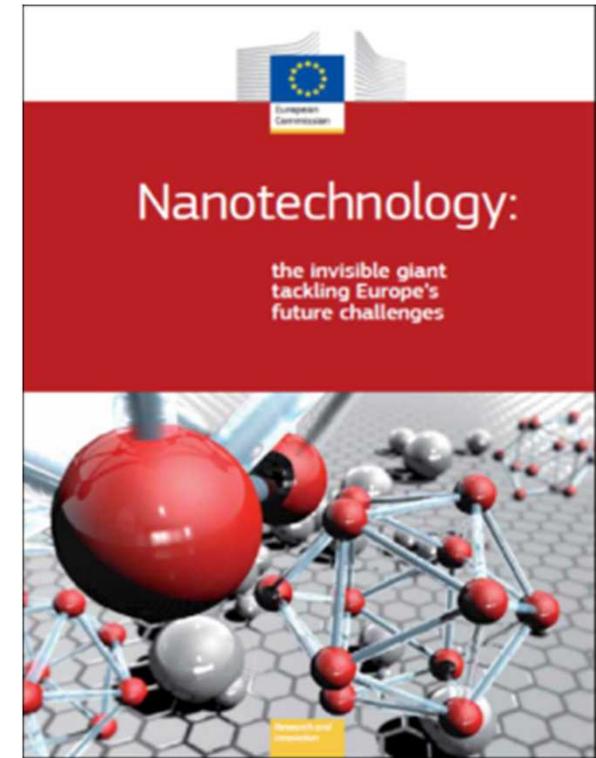
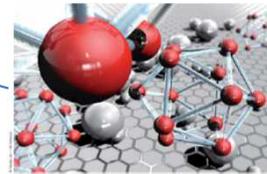
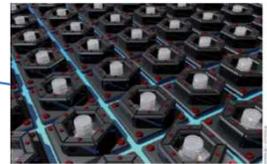
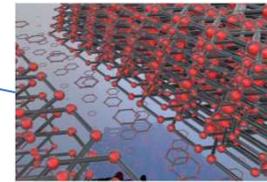
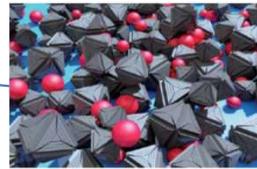
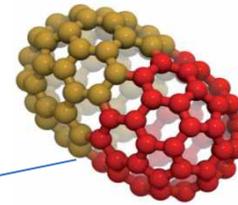
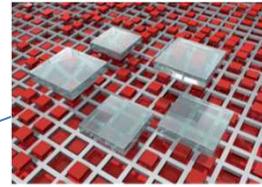
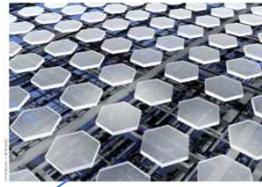
### 2. Key Enabling Technologies (KETs)

- ナノテクノロジー
- 先進材料
- マイクロ・ナノエレクトロニクス
- フォトニクス
- バイオテクノロジー
- 先進製造

### 3. 6つの社会的課題

1. 保健、人口構造の変化および福祉
2. 食糧安全保障、持続可能な農業およびバイオエコノミー等
3. 安全かつクリーンで、効率的なエネルギー
4. スマート、環境配慮型かつ統合された交通・輸送
5. 気候への対処、資源効率および原材料
6. 包括的、イノベティブかつ安全な社会

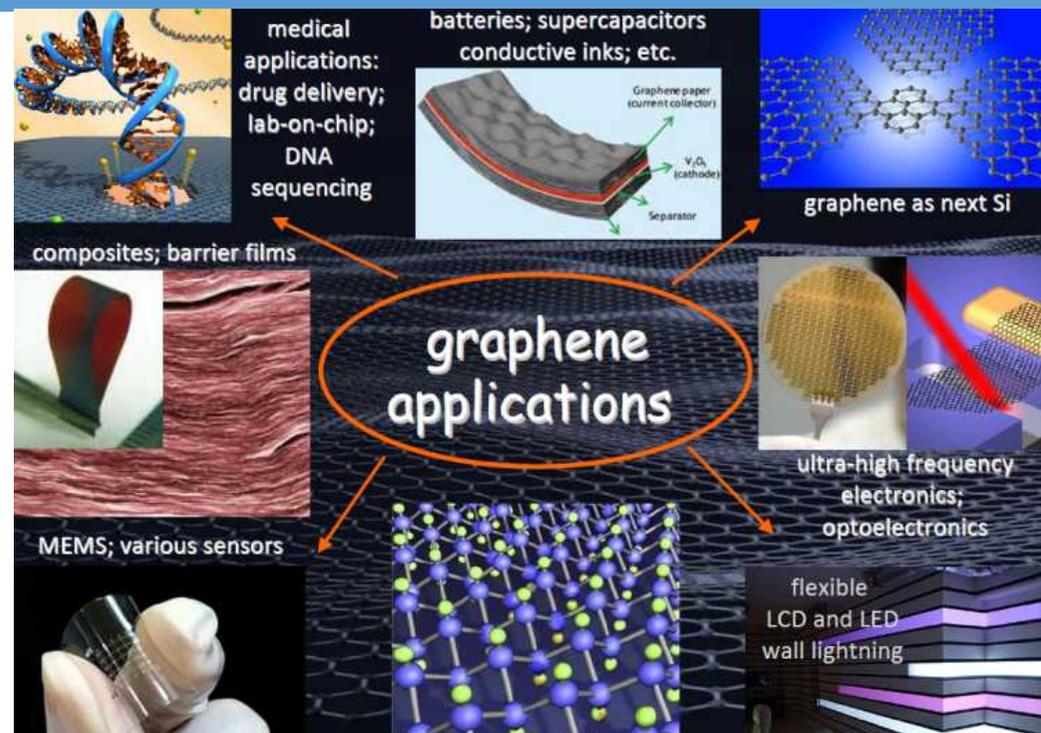
1. 新ナノサイエンス
2. ナノエレクトロニクス
3. ナノフォトニクス
4. DNAナノテクノロジー
5. 診断・ターゲティングナノメディシン
6. ボトムアップ・自己組織化材料創製
7. 触媒
8. 製造技術応用
9. エネルギー・環境
10. ナノ計測機器
11. EHS
12. コミュニケーション・社会的側面



# 欧州 : Graphene Flagship (2013-)

20世紀の驚異の材料がプラスチックなら、  
21世紀は**グラフェン**であろう

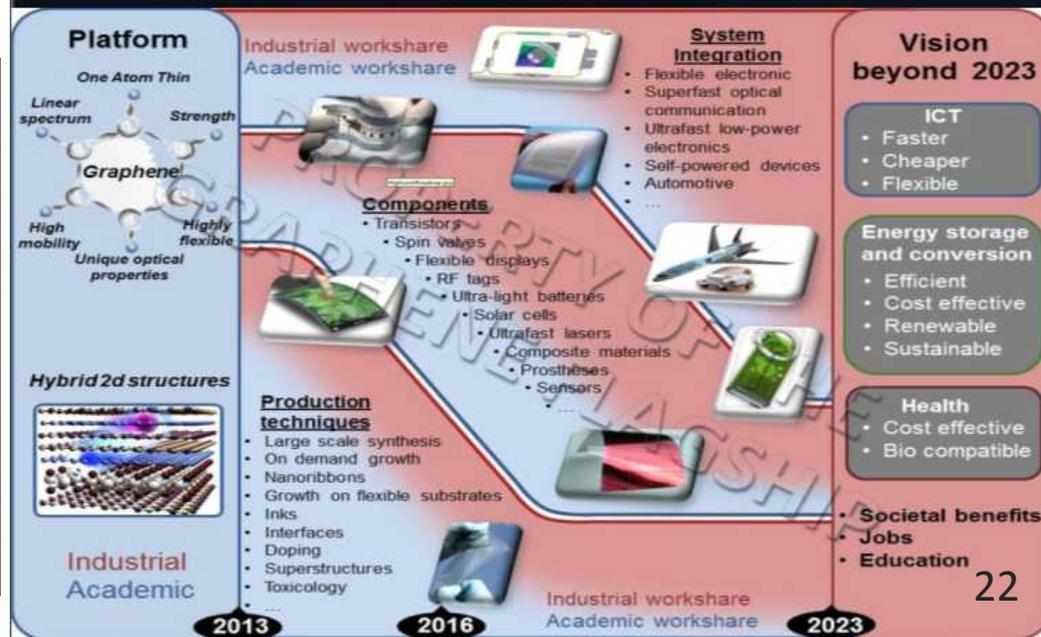
- EU Future Emerging Technology (FET) flagshipの一部
- 75機関（126研究グループ）中心メンバー 9機関
- 予算は10年間で10億ユーロ（約1230億円）を予定
- EUが50%を拠出、残り50%を参加機関、国や地域が負担

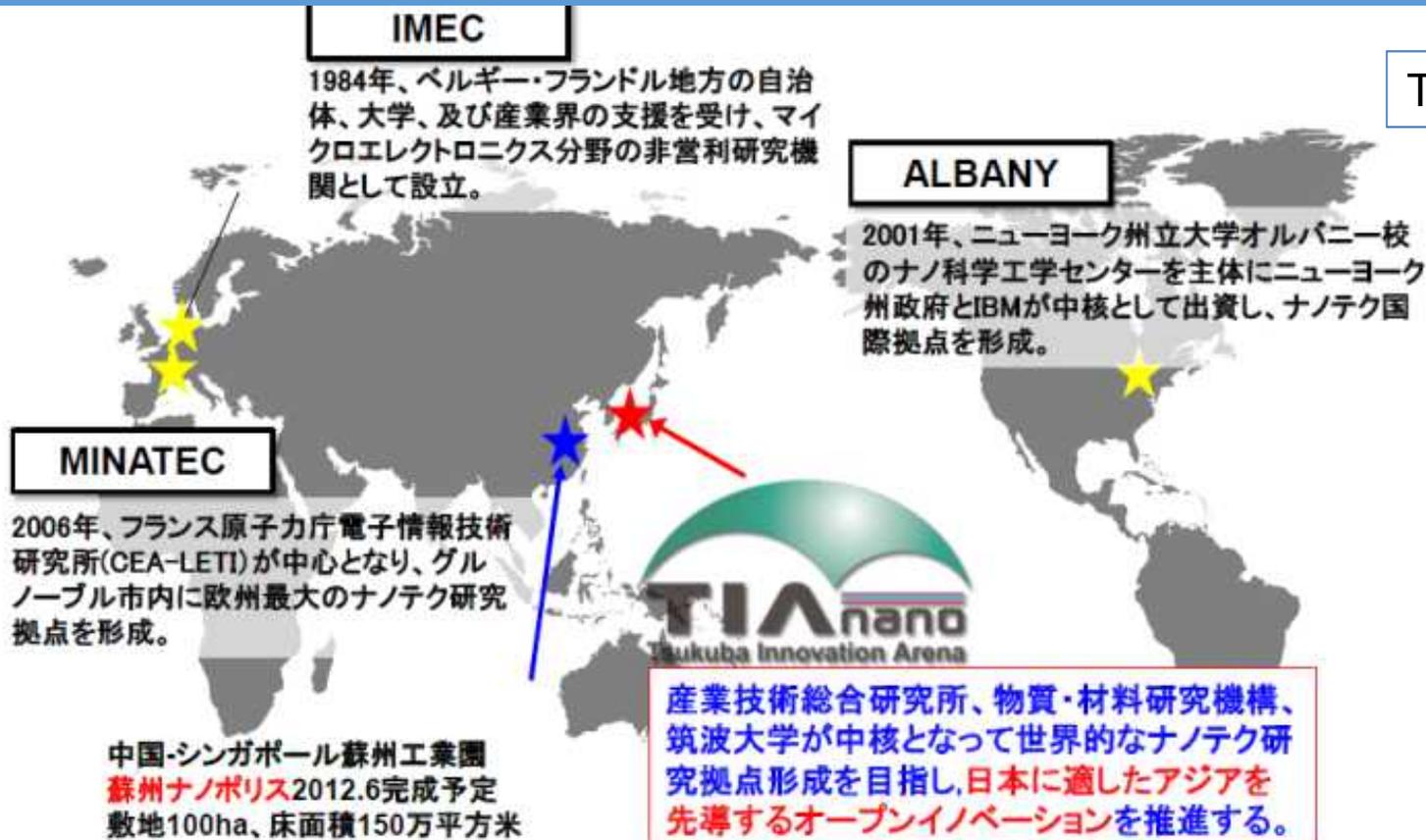


Scientific and technological roadmap

List of participants:

Participant no.	Participant organisation name	Part. short name	Country
1	Chalmers University of Technology	CUT	Sweden
2	University of Manchester	UNIMAN	United Kingdom
3	University of Lancaster	UNILAN	United Kingdom
4	The Chancellor, Masters and Scholars of the University of Cambridge	UCAM-DENG	United Kingdom
5	AMO GmbH	AMO	Germany
6	Catalan Institute of Nanotechnology	ICN	Spain
7	Italian Research Council	CNR	Italy
8	Nokia oyj	NOKIA	Finland
9	European Science Foundation	ESF	France





拠点名	国名	予算規模	人員	敷地面積	CR面積
MINATEC	フランス	350M€ (2008年);企業等と契約250M€、公的資金 100M€	4,000名	200,000	10,000
IMEC	ベルギー	285M€(2010年);84%は民間企業出資	1,900名	80,000	8,000
ALBANY CNSE-SUNY	米国	12BS(総計);年間運営経費450億円程度	2,600名	1,000,000	8,000⇒13,000
蘇州ナノポリス	中国	現在建設中:敷地100ha、床面積150万平方米、840億円投資(2011)		1,000,000	
TIA	日本	107億円(2010年);民間投資5%(2010年)	700名(職員200名、外部500名)	1,000,000	7,800(100-1万)

国	共用拠点
日本	文科省/ナノ・ネット事業（2007～11）、ナノテク・プラットフォーム（25機関/2012～2021）
米国	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インフラ整備はNNIの5重点領域の一つ</li> <li>・NSF/NNINの13大学、DOE /NSRCの5センターをはじめ拠点化・ネットワーク化を推進</li> </ul>
欧州	<ul style="list-style-type: none"> <li>・独KIT-KMNF オープンプラットフォーム</li> <li>・英MNT-Network 中小企業からアクセス、全国24の共用施設を整備。</li> <li>・仏RTB（National Network of Large Technological Facilities）施設設備</li> </ul>
中国	ナノ科学技術センター（NCNST）が北京（2003-）、天津、上海に設置（2005-）
韓国	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インフラ整備は3重点領域の一つ</li> <li>・6センター（ex. NNFC ユーザー支援を主。自主運営。）</li> </ul>



National Nanotechnology Infrastructure Network (NNIN)



nano-research centers in Korea

# 日本におけるナノテクノロジープラットフォームの推進体制



## センター機関

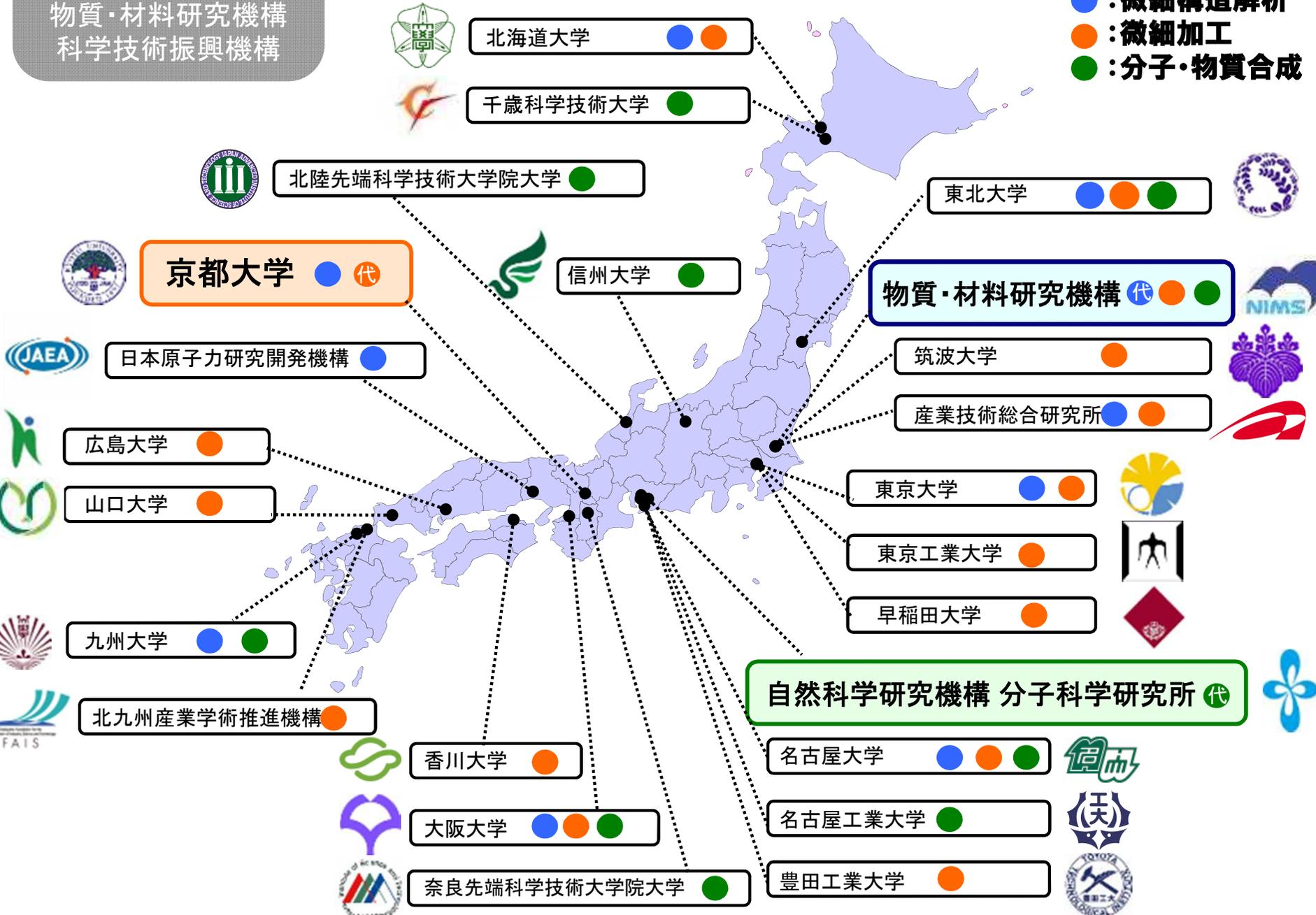
物質・材料研究機構  
科学技術振興機構

代：代表機関

●：微細構造解析

●：微細加工

●：分子・物質合成



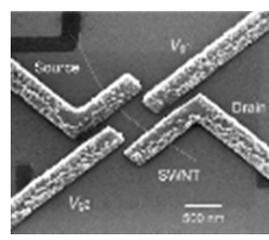
## 微細構造解析

超高圧透過型電子顕微鏡、高性能電子顕微鏡 (STEM)、放射光 等



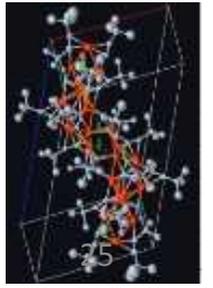
## 微細加工

電子線描画装置、エッチング装置、イオンビーム加工装置、スパッタ装置 等

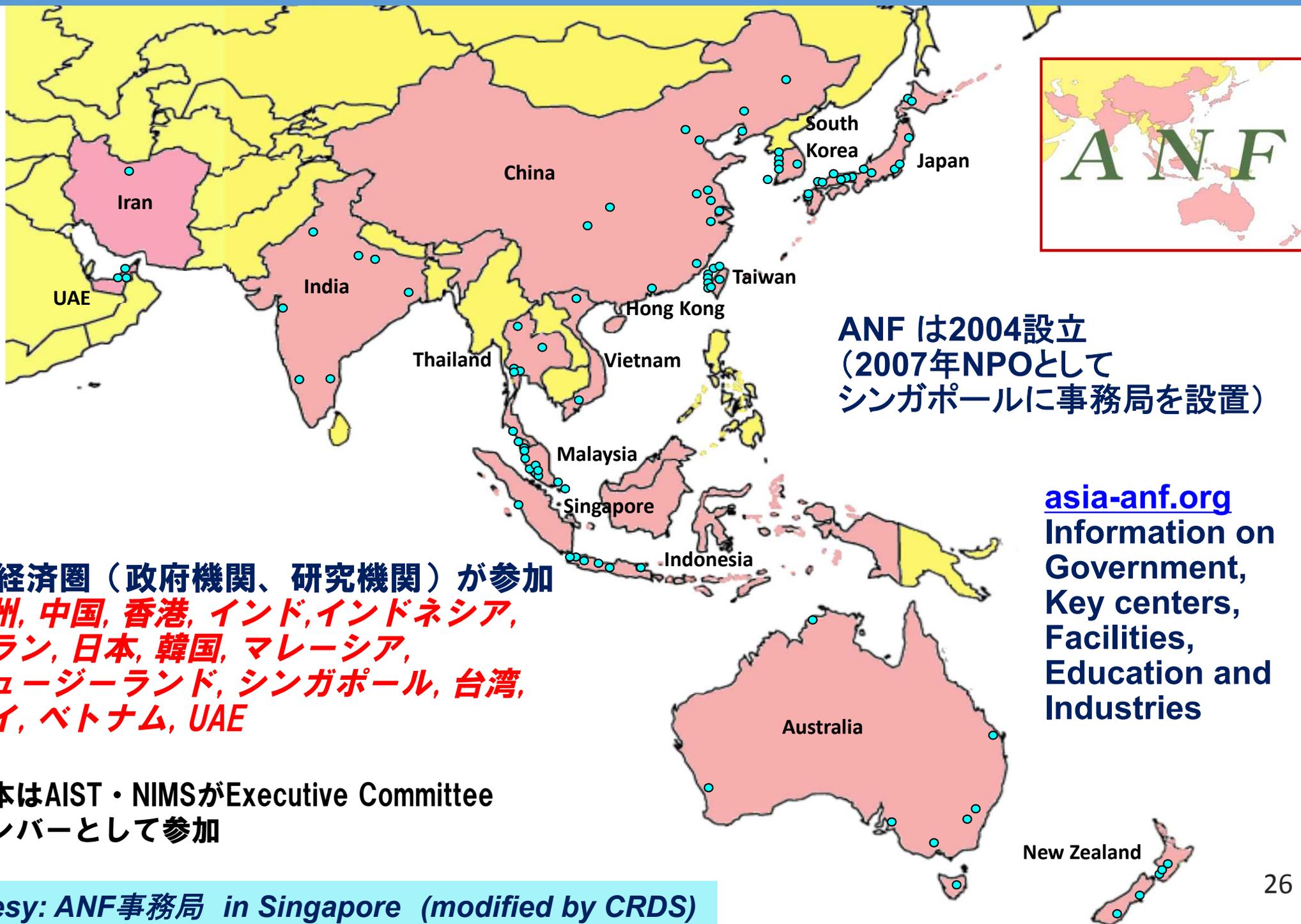


## 分子・物質合成

分子合成装置、分子設計用シミュレーション、システム質量分析装置 等



# Asia Nano Forum (ANF) Network



ANF は2004設立  
(2007年NPOとして  
シンガポールに事務局を設置)

15経済圏（政府機関、研究機関）が参加  
豪州, 中国, 香港, インド, インドネシア,  
イラン, 日本, 韓国, マレーシア,  
ニュージーランド, シンガポール, 台湾,  
タイ, ベトナム, UAE

日本はAIST・NIMSがExecutive Committee  
メンバーとして参加

[asia-anf.org](http://asia-anf.org)  
Information on  
Government,  
Key centers,  
Facilities,  
Education and  
Industries

1. 取り上げたすべての国が、ナノテクノロジー又は材料を国家戦略として重点技術に位置づけ。
  - 米：先進製造 (MGI)、グリーンエネルギー (Energy Innovation Hub、EFRC等)
  - 欧：グラフェンへの注力、英：グラフェン・グローバル研究技術拠点
2. 日本は社会的期待の大きな「元素戦略」、「蓄電デバイス」、「パワエレ」、「構造材料」などで府省横断の重点投資
3. ALBANY, IMEC, MINATEC, フュージョノポリス、蘇州ナノポリスのような産学によるグローバルな超大型拠点が確立。日本においてもTIAの研究者、資金はともに拡大中。
4. 米国、韓国などで異分野融合、産学連携、人材育成などをめざし、先端機器の共用NWが進展。日本でもナノテクPFにより微細加工、微細構造解析、分子・物質合成で先端機器共用が本格化
5. イノベーション総合戦略 (2014) でナノテク材料は分野横断技術の位置付

## 国内

学会名	会員数(最新)	会員数(過去)
応用物理学会	21,029名 (2013年末)	23,109名 (2002年末)
物理学会	16,998名 (2012年末)	19,396名 (2002年末)
電子情報通信学会	32,814名 (2013年度末)	34,118名 (2007年度)
日本化学会	30,055名 (2013年2月末)	32,263名 (2008年)
高分子学会	11,283名 (2013年度末)	12,148名 (2003年度末)
日本金属学会	5,877名 (2013年2月末)	7,421名 (2006年2月末)

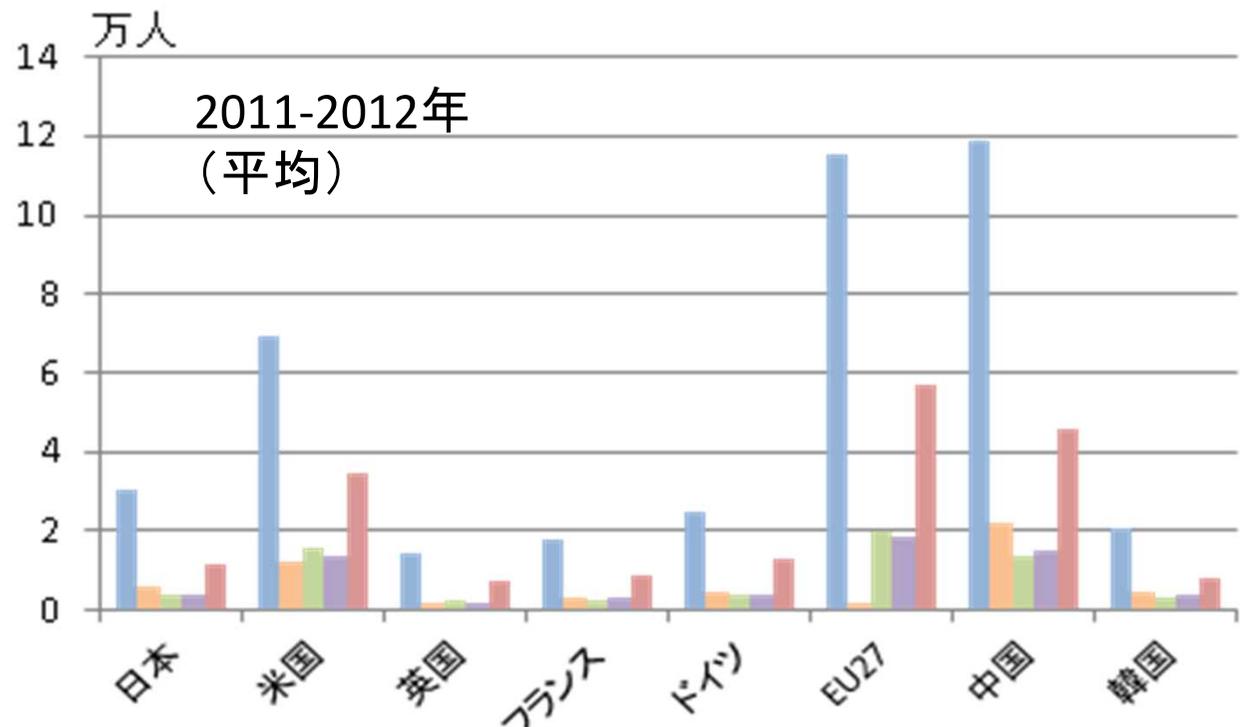
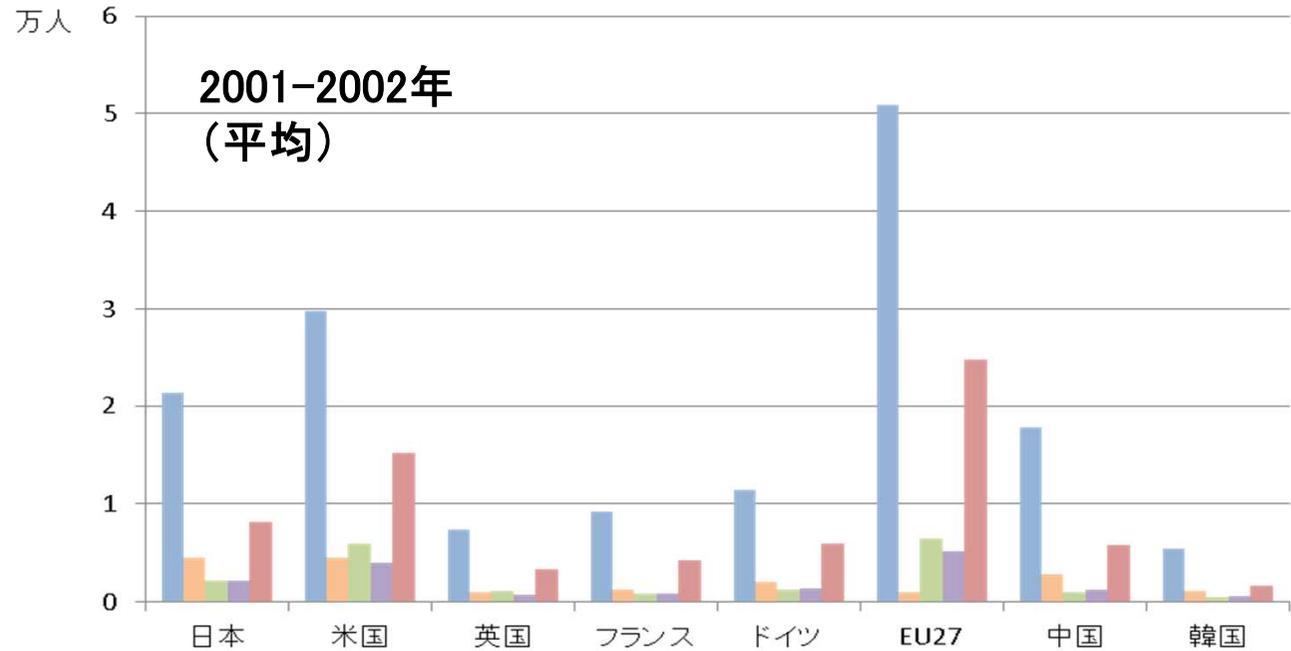
## 海外

学会名	会員数(最新)	会員数(過去)
American Physical Society (APS)	50,578 (2014)	46,269 (2008)
Materials Research Society (MRS)	16,600 (2013)	16,000 (2008)
American Chemical Society (ACS)	161,000 (2013)	158,422 (2005)

## 論文執筆者数から見る研究者数の傾向

- ここ10年、世界的にナノテク・材料分野で論文を執筆している研究者数は増加。
- 日本の論文執筆研究者数は、**およそ3万人**で、中国、米国に次ぐ第3位。
- しかし、欧米諸国が約2倍、中韓が3倍以上の伸びを見せる中、日本のみが1.5倍弱の伸びに留まる。

ナノテクノロジー・材料分野
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
ナノテクノロジー・材料科学技術基盤



(注) 研究者数のカウントは名寄せによる整数カウント。

## 事例) ナノテクノロジープラットフォーム事業 (H24-33)

### ■概要

- 全国37機関のネットワークにより外部ユーザへ先端設備・技術の外部共用を進める
- 地域大学や民間企業を含め、利用件数は年間2500件にのぼる。
- 現在約100名の技術専門人材を雇用、500名の教員・研究者が参画。

### ■課題

- 施設・設備の運転や技術の高度化に携わる人材の不足と、彼らのキャリアパス整備の必要性が課題になっている（文科省先端研究基盤部会報告書でも指摘H24.8）
- 高度技術人材に求められる主要知識やスキルが必ずしも明確化・共有されていない。電子顕微鏡操作や測定データの解析など、高度なスキルと経験が要求され、日進月歩の設備、技術に対応できるためのスキルアップを定常的に行う機会は必須。
- 産学いずれにおいても、技術専門人材を長期的・安定的に確保する方策が未だ見出せていない。
- 機関に雇用されている多くは任期制。ごく稀にパーマネントの技術職ポストへ移行するケースもあるが、大学・独法の定員の問題あり、教員数との競合。
- 各機関で雇用される技術専門人材の全国的なネットワーク化や流動化を進めることができないか。



### 事例) 計算物質科学イニシアティブ (H22-27)

3つの中核機関と、11の協力機関で計算物質科学に関連する新規研究テーマや外部連携を行っている。

#### ■若手（ポスドク）のキャリアパス

- 優秀なPDは、任期中に他の公募に応募し、助教や准教授になる。
- 他のPjの特任教員やPDに移る。
- 教員が手放したくないPDは、大学内で特任教員のポジションを作って格上げする。
- これまで企業に就職した例は、約40名中1名。

#### ■雇用形態

- 特任教員と特任研究員の2つ。研究員には、教員が提案する研究を実施する重点研究員と分野振興を主業務とする拠点研究員の2タイプがある。
- 重点研究員は上司である教員の下でPjとしての研究を実施（比較的自由に）。
- 拠点研究員は拠点長が上司で、Pjで実施しているイベント企画実施やソフト利活用のサポートも担っており、研究は50%。

#### ■課題

- 後継Pjがないと行き先がなくなってしまう研究者が多く出るおそれ。
- シミュレーションソフトの利用支援のポジションを魅力的に感じるPDの不在。
- Pjの中盤を過ぎると、研究員の応募は欧米以外の外国人かDr新卒にシフト。

1. ナノテク・材料に関連する多くの国内学会は、緩やかに会員数が減少。特に企業研究者の減少が大きいと推測。海外の学会は会員数が増加。
2. 日本で年間に論文を執筆している研究者は、約3万人。欧米亜に比して、日本の論文執筆者の伸びは鈍い。
3. 施設・設備、ソフトの外部活用支援や技術の高度化に携わる専門人材の不足とキャリアパス整備の必要性が課題。産学いずれにおいても、人材を長期的・安定的に確保する方策が見出せていない。

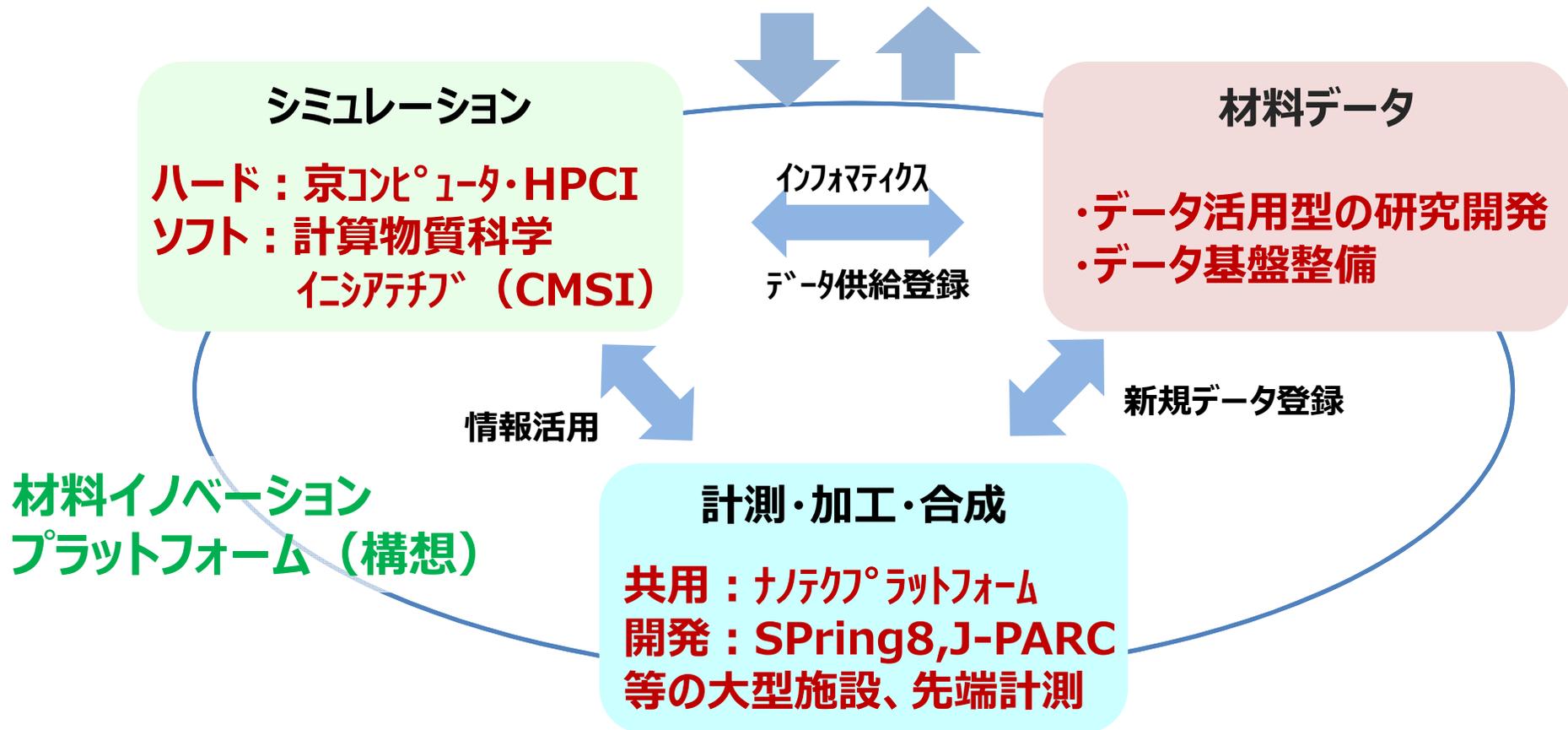
## 今後の方向性（総論）

- ナノテク・材料は各応用分野に対し横串的役割を果たし、技術融合により不連続的な革新をもたらす
  - ✓ 環境・エネルギー：高信頼、低コスト、低環境負荷エネルギー源追及  
“太陽光の電気エネルギー、化学エネルギー変換技術”  
“火力発電の高効率化へ耐熱材料” “水素化社会へ燃料電池含む技術開発”
  - ✓ 健康・医療：半導体技術との融合による診断、創薬スクリーニング応用  
“インタラクティブバイオ界面”
  - ✓ 情報通信：IoT時代、Big Data時代におけるナノテク・材料技術の変革  
“NWセンサーやエネルギーハーベスト技術の半導体チップ上集積化”  
“材料探索やものづくりでIT技術活用による設計型のナノテク・材料の研究開発強化”
- 技術融合をドライブし、技術シーズの市場化促進へ産官学連携へのナノテク・材料研究開発のプラットフォームを構築する
  - ✓ ナノテク・材料イノベーションプラットフォームの構築
- 協調と競争へグローバルリゼーション対応力の強化
  - ✓ グローバル時代に活躍できる研究者人材の育成
  - ✓ 常に海外ベンチマーク、国際競争を意識し、グローバルな人脈形成の強化

# 今後の方向性：材料イノベーションプラットフォームの確立

計測・加工・合成、シミュレーション、材料データの拠点による材料イノベーションPF構築  
⇒物質・材料・デバイス研究者にイノベーション創出に適した環境を提供

出口を志向した広範なアカデミア、産業界の研究に対し、  
横串としての基盤（新手法・新技術等）を提供  
“課題解決型プログラムでの活用（ALCA、元素戦略、SIP、ImPACT等）”



課題：材料データ拠点の欠如、研究への技術支援充実、3拠点の密な連携構築

種別	報告書番号	タイトル
俯瞰報告書	FY2012-FR-06	研究開発の俯瞰報告書「ナノテクノロジー・材料分野(2013年)」
	FY2013-FR-05	研究開発の俯瞰報告書「ナノテクノロジー・材料分野(2013年)」 第2版
提言書 戦略プロポーザル	FY2009-SP-01	戦略プロポーザル「ナノエレクトロニクス基盤技術の創成」
	FY2009-SP-02	戦略プロポーザル「産業競争力強化のための材料研究開発戦略」
	FY2009-SP-05	戦略プロポーザル「空間空隙制御材料の設計利用技術」
	FY2009-SP-06	戦略プロポーザル「分子技術」
	FY2009-SP-07	「ナノテクノロジー」グランドデザイン - グローバル課題解決の鍵となる技術領域 -
	FY2010-SP-02	Nanotechnology - Grand Design in Japan - Key Technology for Solving Global Issues -
	FY2011-SP-04	戦略プロポーザル「次々世代二次電池・蓄電デバイス基盤技術」
	FY2011-SP-10	戦略プロポーザル「二次元機能性原子薄膜による新規材料・革新デバイスの開発」
	FY2012-SP-07	戦略プロポーザル「デジタルデータの長期安定保存のための新規メモリ・システムの開発」
	FY2013-SP-01	戦略プロポーザル「データ科学との連携・融合による新世代物質・材料設計研究の促進」 マテリアルズインフォマティクス
	FY2013-SP-0X	戦略プロポーザル「インタラクティブバイオ界面の創製」
テーマ別国際比較	FY2011-GR-01	G-Tec 主要国のナノテクノロジー政策と研究開発・共用拠点

## 俯瞰にもとづく、今後の戦略プロポーザル作成候補テーマ

- ・ナノ熱制御工学(フォノンエンジニアリング)(2014年度現在作成活動中)
- ・生物機能に学び生物機能を超える材料 (来年度以降の候補)
- ・極限環境対応材料・デバイス技術 (来年度以降の候補)
- ・ものづくり・加工・ナノ製造・機械技術 (来年度以降の候補)
- ・ナノテク・材料研究開発のEHS・ELSI (来年度以降の候補)
- ・・・・(この他、CRDSにて継続的に動向を調査・検討中)

- ◆ **実質的府省連携と継続性**：国策構想段階からの、予算規模（財務省）も含めた実質的府省連携施策の強化。施策の継続性と、その上で研究開発現場が機能する体制の構築。そのためには、戦略を参画研究者レベルまで共有化することが必要であり、共有のための方策が要る
- ◆ **川上から川下までの全体における戦略の構造化**：物質・材料・デバイス・装置・システム・サービスの各レイヤー間の垂直統合・水平連携を阻害する隘路への対応。国際標準化活動や知財・マーケティングの戦略的対応。新素材・新技術・新産業の社会受容に関しても、EHS（環境・健康・安全）やELSI（倫理・規制・社会上の課題）、関連する国際標準・規格（ISO、IEC）等の活動を今後必ず並存させることが求められる（世界の趨勢に比し、日本の対応後手）
- ◆ **官民による戦略的重点投資**：公的投資と民間投資の接続性を含めたファンディング設計。 ex. 関連プロジェクトにおいて、タイプによっては民間からの資金規模が増えるほどに公的資金投資も増やすような、インセンティブ設計の検討。現在の、民間からの資金が増えれば公的投資が減るというモデルだけでは、国際競争で不利。一方で、ターゲティングポリシーの扱いは議論
- ◆ **学術・学会活動の活性化**：関連学会間や学会／業界間の連携（学術の質的向上、海外会員、企業会員）
- ◆ **国際共同の方策**：外国との共同によって、内外投資の効率を向上させる方策や、日本の研究開発の国際プレゼンス向上策と、国際共同研究等で活躍できるグローバル人材
- ◆ **研究インフラ**：異分野技術の融合・統合、産業界との連携を加速する研究インフラ戦略。「研究拠点」や「共用拠点」の抜本強化。【TIA-nano(研究開発型拠点)や、ナノテクプラットフォーム(共用NW型拠点)、放射光等の大型施設】
  - 世界規模で吸引力のある拠点には、最新の評価装置や加工・製造装置の整備が必須。オープンにして産学官が連携して研究・技術開発・製品試作を自由に行えるようにし、研究開発と事業化展開を加速。特に、拠点における学の関与が日本の課題。
  - データインフラの戦略的充実（情報・データの蓄積とアクセス・解放/クローズのバランス戦略）
  - 拠点が安定・継続的に活用され成長するためには、インフラ更新の他に、研究支援者（高度技術専門職やインキュベータ等）の雇用・育成・教育・キャリアアップに関わる資金確保と仕組・制度・体制整備。（多年度予算、課金モデル、大学における技術専門職確保、全国規模の人材バンク・流動化策、等）
  - 海外の競合拠点（IMEC、Albany、蘇州ナノポリス等）に負けない中長期の戦略を策定し、継続的に成長させる

# 資料

# H25-26年度 CRDS俯瞰ワークショップ (領域別分科会および全体会議) 開催状況

2013年11月 20日	光（フォトニクス・オプティクス）領域
2014年 1月 20-21日	物質・材料領域
2014年 2月 7日	ナノ計測技術領域
2014年 5月 9日	ものづくり基盤技術領域
2014年 7月 16日	全体会議
2014年 8月 28日（予定）	バイオナノテクノロジー領域

※上記は、すべての技術・領域をワークショップとしてカバーしているわけではない。CRDSのこれまでの活動において、特に蓄積が不足しているものについて重点的に開催している。ワークショップを開催していない技術・領域であっても、個別の調査・インタビュー等により、動向情報をアップデートしている。

# 光(フォトンクス・ 옵ティクス)領域 サマリー

開催日時: 2013年11月20日 @JST

趣旨: 産業側からの今後の「光」科学技術への期待、光技術の最新動向、今後重要となる科学技術の把握

## 「光の俯瞰図」について

- 光の性質、光の特長で分類、社会と技術とのつながりを示す

## 今後の光研究開発の方向性

- 従来型の光産業は海外企業との競争ではコスト的に勝てず。欧米のように「新しい価値を作る」ことを自分たちでやる必要がある。
- 同じような性質を持つ人たちの融合ではなく、全く違う性質を持った人たちとの協業により、新しい価値を作っていくことが重要。

## 政策・制度上・ファンディングの課題

- バイオ関係の規制、装置貸し出しや試作サービスのプロジェクト外利用の制約など、規制や制約の改善が必要
- 価値の創出という意味で異分野の人たちにも重要性を示すパッケージングが必要
- 課題解決だけではなく基盤技術をやる新たなテーマも必要

## 参加者(外部招聘者)

### ◆発表者

加藤 雄一郎(東京大学)  
高橋 和(大阪府立大学)  
中山 健一(山形大学)  
芦原 聡(東京農工大学)  
小関 泰之(東京大学)  
納富 雅也(NTT物性科学基礎研究所)  
飯田 琢也(大阪府立大学)  
中野 義昭(東京大学)  
山本 敏裕(NHK放送技術研究所)  
橋本 武(オリンパス)  
山本 毅(富士通研究所)

### ◆コメンテーター

伊藤 正(大阪大学)  
荒川 泰彦(東京大学)

# 光(フォトニクス・オプティクス)領域 俯瞰図

エネルギー

次世代インフラ

安心・安全

ものづくり

応用分野

照明

太陽電池

映像

情報・通信

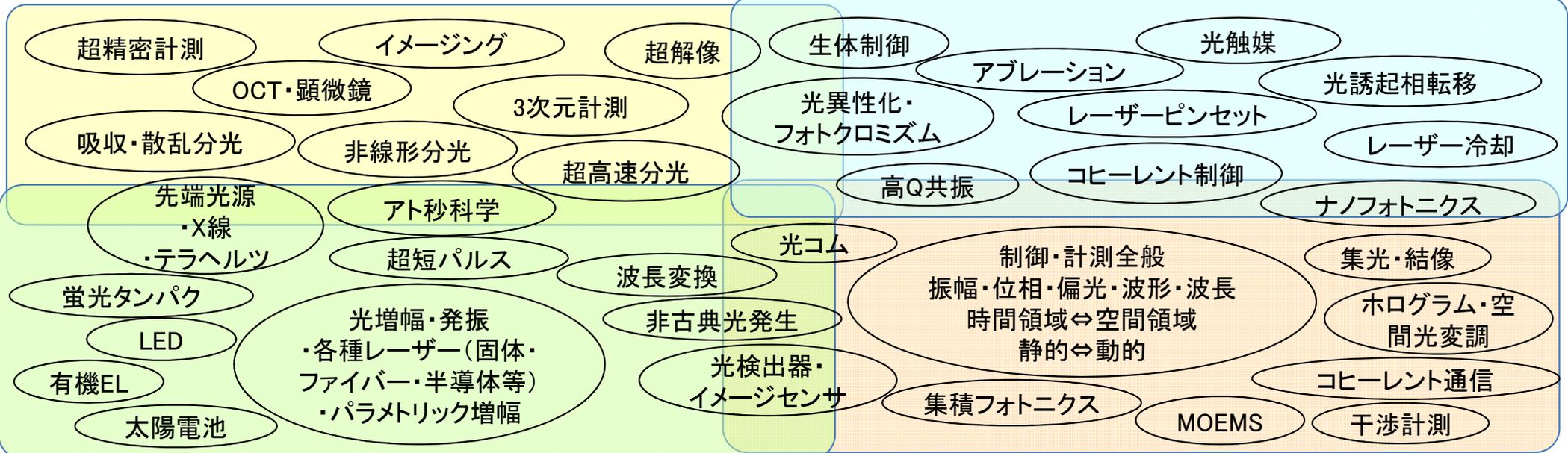
医療・バイオ

加工

計測・標準

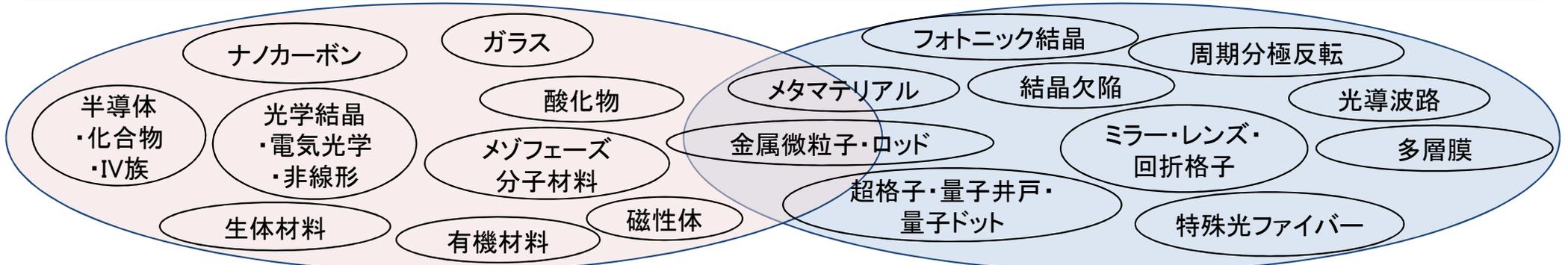
## 光による物質計測

## 光による物質制御



## 光の発生・検出

## 光の制御・計測



材料

構造

# 物質・材料領域 サマリー

開催日時: 2014年1月20-21日 @JST

趣旨: 物質・材料領域における世界的な研究開発の流れを認識し、現在までの研究開発の状況を把握し、今後のあるべき方向性を展望

## 研究テーマ

- 3Dプリンタなど積層造形技術の活用による革新的材料の創出
- マルチスケールの連結とメゾ領域(数十 nm からmmのオーダー)の制御による革新的材料・デバイスの創出
- ボトムアップ的手法とトップダウン的加工法の活用による革新的デバイス創出
- 理論と実験の一層の連携による予測に基づく物質・材料研究の促進
- 演繹的手法と帰納的手法の双方向の活用による革新的な物質・材料設計(マテリアルズ・インフォマティクス)
- 二次元薄膜の複合・積層化による革新的デバイスの創製
- 輸送、相変化、非平衡、揺らぎなどの現象をテーマに異分野が連携することによる新しい価値(材料の機能)の創出

## 日本の競争力強化に向けて国、独法や大学、学会が取り組むべき課題

これらの環境を整備することにより、イノベーションが起こる確率を上げていくことが重要となる。

- 大学研究者の産業への貢献を評価する仕組みの必要性
- 大学と企業の定常的なコミュニケーションの場の必要性
- 大学研究におけるシステム統合(垂直連携)の仕組みの必要性
- 明確な目標の下、コーディネータの巧みなさばきによるプロジェクトの必要性
- ソフト・サービス基盤の強化の必要性
- 異なるキャリアを持つ人材の役割連携によるチーム形成の必要性
- 新たな価値を創造できる人材育成のための教育や人材循環の必要性

## 参加者(外部招聘者)

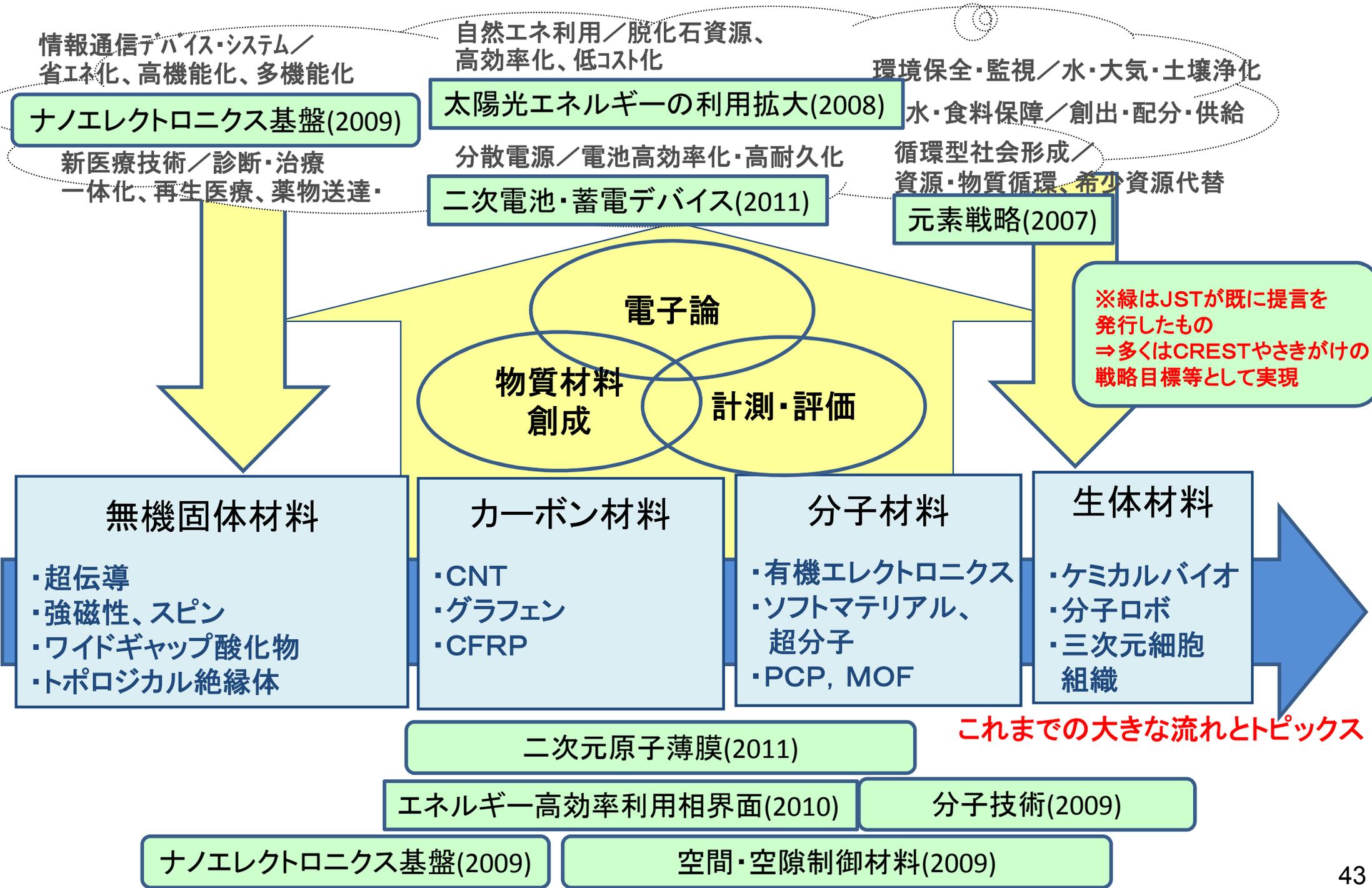
### 発表者

- ・大野 宗一 北海道大学
- ・葛谷 明紀 関西大学
- ・北野 政明 東京工業大学
- ・組頭 広志 高エネルギー加速器研究機構
- ・齊藤 博英 京都大学
- ・重田 育照 大阪大学
- ・田原 一邦 大阪大学
- ・永野 修作 名古屋大学
- ・藤田 武志 東北大学
- ・福村 知昭 東京大学
- ・堀毛 悟史 京都大学
- ・町田 友樹 東京大学
- ・溝口 照康 東京大学
- ・柳田 剛 大阪大学
- ・山本 浩史 分子科学研究所
- ・若林 克法 物質・材料研究機構

### コメンテータ

- ・大林 元太郎 東レ株式会社
- ・北岡 康夫 経済産業省
- ・塚本 健次 昭和電工株式会社

# 物質・材料領域 俯瞰図



# ナノ計測技術領域 サマリー

開催日時: 2014年2月7日 @JST

趣旨: ナノ計測技術領域における研究開発の動向把握、今後求められる技術、注目される科学技術の潮流、研究開発の方向性、推進方策を議論

## ・計測は「マザー・オブ・サイエンス」

特にナノテク・材料分野では、新たな研究の開拓と計測技術の進歩とが一体的に進む。この視点が不可欠

## ・ニーズ対応の「ナノ計測技術」

ナノテク・材料分野の研究開発を不連続に押し進める計測技術ニーズを明らかにすることと、一方で計測技術者は全く新しいシーズ開発にも挑戦

## ・研究ニーズと計測技術シーズの邂逅

3次元計測、動的・リアルタイム計測、界面および内部計測、生体物質・組織の計測や、プロセスの微視的解明のための使用環境下のその場計測技術など、各技術領域やニーズにおける、それぞれの流れや方向性と、計測研究者との邂逅が鍵

## 参加者(外部招聘者)

発表者

- ・大木 進野(北陸先端大)
- ・大久保 雅隆(産総研)
- ・大島永康(産総研)
- ・坂井 徹(原子力研究開発機構)
- ・柴田 直哉(東京大学)
- ・杉沢 寿志(日本電子)
- ・渡慶次 学(北海道大学)
- ・豊田 岐聡(大阪大学)
- ・中川 利久(島津製作所)
- ・藤田 大介(物質・材料研究機構)
- ・福間 剛士(金沢大学)
- ・由井 宏治(東京理科大学)

コメンテータ

- ・大堀 謙一(堀場製作所)
- ・高口 雅成(日立製作所)
- ・田名網 健雄(横河電機)
- ・永井 康介(東北大学)
- ・古屋 一夫(物質・材料研究機構)
- ・矢尾板 憲一(リガク)

# ナノ計測領域 俯瞰図

研究ニーズに対応

した、

Nano-Characterization Needs

各研究ニーズ X, Y, Z, ……

構造特性					機械特性		形状特性		素材特性			反応特性	
結晶構造	組成・不純物	結合状態	密度・空孔	欠陥	硬度	歪・ストレス	次元形状	サイズ・厚み	電気特性	磁気特性	光学特性	温度・圧力	時間

測定すべき対象を具体的なMeasurandへ落とし込む

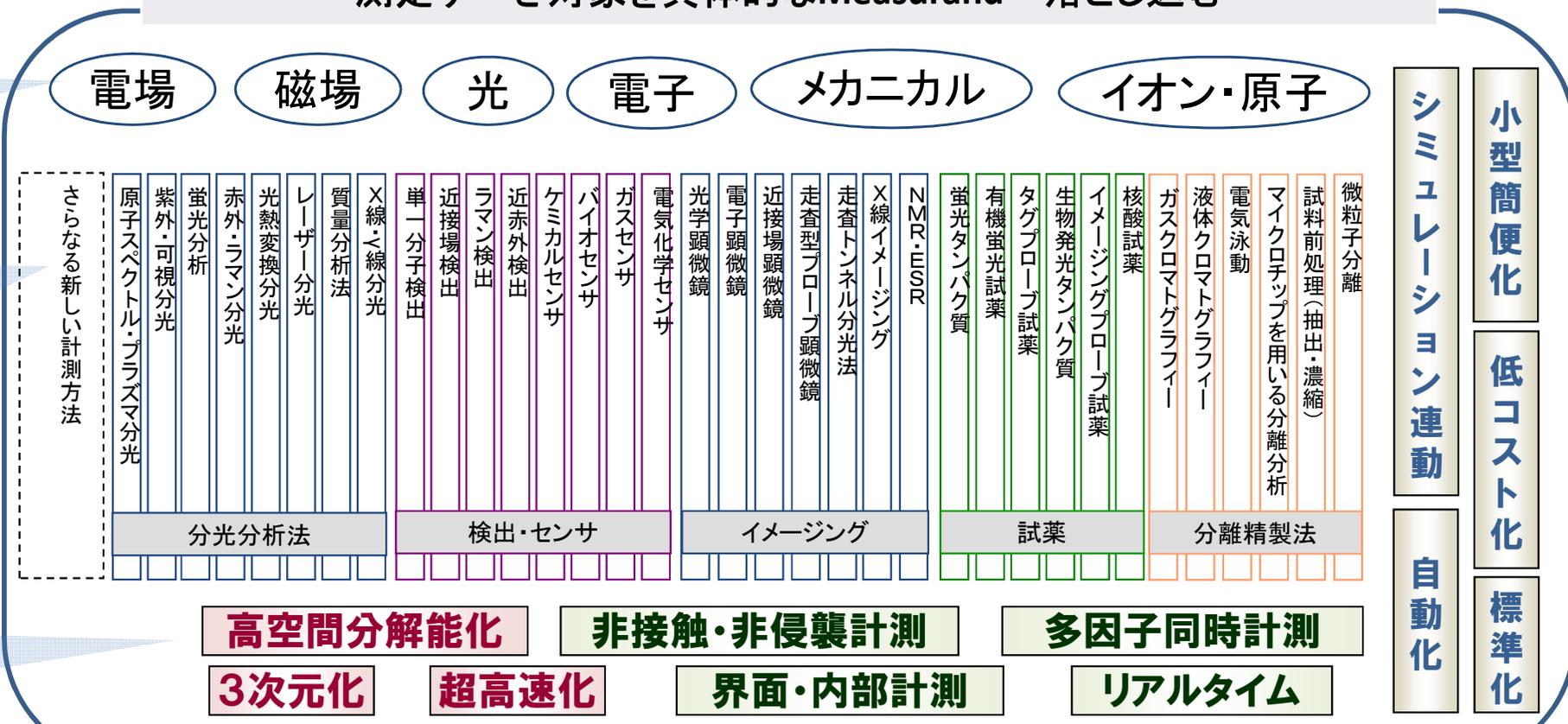
ギャップ

Measurand (測定変量・測定量)

プローブ

Measurement Techniques / Device

Key・流れ



# ものづくり基盤技術領域 サマリー

開催日時: 2014年5月9日 @JST

趣旨: ものづくり科学技術領域における世界的な研究開発の流れを俯瞰し、わが国のポジションを把握するとともに、現在までの研究開発の状況を俯瞰し、今後のあるべき方向性を展望などについて議論

## 【世界・社会のトレンド】

- 生産や研究開発のグローバル化・水平分業化が進む一方で、自国における雇用や技術の確保の観点から工場等を自国へ回帰させる動きもある。
- インターネットなどの影響により知識経済化が進み、バリューチェーンのグローバル化が進展していく。その中で、今後のものづくりの大衆化、個人化の兆しが見て取れる。
- ものづくりのプロセス(使われる技術)が複雑化している一方で、要素技術は、専門化が進んでおり、産にも学にもものづくり全体を俯瞰できる人がいなくなっている。
- 大学等においてもものづくり技術に携わる研究者(CADや機械加工等)は減少している。機械系・電気系では、シミュレーションやロボット関連に人気集中している。

## 【ドイツのオープンな産学連携システム】

- フォルクスワーゲン、BMWなど、同業が参加したオープンイノベーション型の国家プロジェクトがうまく機能している。
- 応用研究開発をミッションとするフラウンホーファー研究所が大学キャンパス内に設置され、多くの大学も、企業のニーズを把握した上での研究を進めている。

## 【大学等における評価の仕組み】

- 若手研究者が、大学等における学術論文主体の業績評価基準に合わせて研究分野や研究の方法を最適化せざるを得ない状況下では、産業化に真に必要なものづくり研究が敬遠される傾向になり、研究者の世代交代ごとに、ものづくり研究は減っていく。

## 参加者(外部招聘者)

森郁夫(東芝 生産技術センター)  
前田千芳利(トヨタ自動車 生技開発部)  
鈴木宏正(東京大学)  
白瀬敬一(神戸大学)  
村上和彰(九州大学)  
加藤千幸(東京大学)  
帯川利之(東京大学)  
石川隆司(名古屋大学)  
大森整(理化学研究所)  
新野俊樹(東京大学)  
千葉晶彦(東北大学)  
塚本雅裕(大阪大学)  
藤井英俊(大阪大学)  
明渡純(産業総合技術研究所)  
菅沼克昭(大阪大学)  
佐々木直哉(日立製作所)

# ものづくり基盤技術領域 俯瞰図

社会  
応用

持続可能な社会

安全・安心な社会

国際競争力のある社会

航空・宇宙

自動車

社会インフラ  
(重電)

情報・電機機器  
(エレクトロニクス)

ヘルスケア製  
品・医療機器(ロ  
ボット)

産業用ロボッ  
ト/FA

工作・加工  
機械

半導体・電機機  
器製造・評価装  
置

部材  
(鉄鋼、炭素  
繊維など)

部品  
(半導体・電  
機機器など)

生産(リソース、コスト、時  
間、品質、環境など)

実装

システム統合

ライフサイクル  
マネジメント

## 基盤技術

### 設計

設計知識  
DB

データマ  
ネジメント

CAE

ラピッドプロ  
トタイプング

CAD

3Dスキャ  
ニング

CAM

CAPP

### 加工

付加製造  
積層造形

インク  
ジェット

レーザー  
加工

放電加工

電子ビー  
ム加工

切削加工

研削・研  
磨加工

接合

成膜・コー  
ティング

鍛造

鋳造

プレス加  
工

トライボロ  
ジー

射出成形

金型製造

インプリ  
ント

MEMS

### 制御

センサ+  
組み  
込み  
ソフト

多軸・複合加  
工制御

位置決め  
制御

ロボット  
制御

材料

電気

機械

情報

サイエンス(物理・化学・生物・数学...)

学問  
基盤

# 全体構想会議

開催日時: 2014年7月16日 @JST

趣旨: 第3期および第4期科学技術基本計画期間を踏まえた現状認識と問題点を共有したうえで、2016年からの次期基本計画期間を含む向こう10年間程度において、ナノテクノロジー・物質・材料科学技術分野全体の研究開発を如何なる方向性で推進すべきかを展望。

特に、他分野、環境・エネルギー、ライフ・医療、ICTや産業技術の諸分野に対して、不連続な革新をもたらし、競争力の源泉となる科学と技術を生み出し続けるためのナノテクノロジー・材料分野の推進方策、また、学术界の活性化や変革に何が求められるのかについてを検討。

## 主要論点

- ナノテク・材料分野における、今後期待される技術革新、産業化の可能性、その過程で世界のなかで期待される日本の役割
- 産学官連携。それを加速するための拠点の在り方、海外の拠点と比較する中での、国内拠点への要請はなにか
- グローバル化への対応。特に人材のグローバル化。 ex.海外への留学生の減少
- 人材の育成・成長の方策
- 学会の活性化や産業界と学会との関係

## 参加者

### 発表者

- (CRDS特任フェロー)
- ・魚崎浩平 (NIMS)
- ・川合知二 (阪大)
- ・河田 聡 (阪大)
- ・北澤宏一 (都市大)
- ・田中一宜 (AIST)
- ・村井眞二 (NAIST)

### 開催オーガナイザ

- ・曾根純一 (CRDS)

### 招聘識者

- ・黒部 篤 (東芝)
- ・小寺秀俊 (京大)
- ・小長井誠 (東工大)
- ・清水敏美 (AIST)
- ・瀬戸山亨 (三菱化学)
- ・塚本建次 (昭和電工)

### 府省関係者

- ・守屋直文 (内閣府)
- ・前田 豊 (文科省)
- ・立松慎也 (文科省)
- ・田中伸彦 (経産省)
- ・倉敷哲生 (経産省)