

“NIMS機能性材料研究拠点構想”

機能性材料研究拠点(全国ハブ拠点)構築と府省連携・産学官融合型イノベーション創出

産業界からの要請

政策的背景

- ◎ 【平成26年3月26日 産業競争力懇談会 (COCN)】
イノベーションによる新産業・新市場の創出2014～再生と成長のための課題と提言～
【提言1】 素材の強化(新材料の開発):テーマごとに複数の研究機関・大学の専門家や企業から構成する国家レベルのチームを組成し、基礎から応用まで目的志向の世界的な拠点化をめざす。
- ◎ 【平成26年4月10日 経済同友会】
「エネルギー自立社会と低炭素社会の構築」政府の研究開発投資の戦略的配分の強化(省庁縦割りの排除、産学連携によるオープン・イノベーションの推進、など)

政府の計画

- ◎ 【第4期 科学技術基本計画 抜粋要約】
「付加価値率や市場占有率が高く、国際競争力のある先端材料や部材の開発及び活用に必要な基盤技術など、革新的な共通基盤技術に関する研究開発を推進、これらの技術の適切なオープン化戦略を促進」
- ◎ 【平成26年度 科学技術イノベーション総合戦略】
▽政策課題解決をする「新たな機能を実現する材料の開発」の基盤的な技術を、材料開発と一体で強化することが重要。セレンディピティを生み出し易い環境を整え、次代を切り拓く芽を育てることも必要である。
▽この総合戦略では、研究開発法人改革が進展しつつあることを踏まえ、また「我が国のイノベーション・ナショナルシステムの改革戦略」(平成26年4月14日経済再生担当大臣)に基づき、特に、研究開発法人を中核とした国際的なイノベーションハブの形に向けた次の取組を強力に推進する。

**NIMS保有の基盤技術を生かし、産業競争力強化へ向け
機能性材料研究を統合的に推進**

イノベーションを連続的に生み出す我が国の研究開発システムの強化

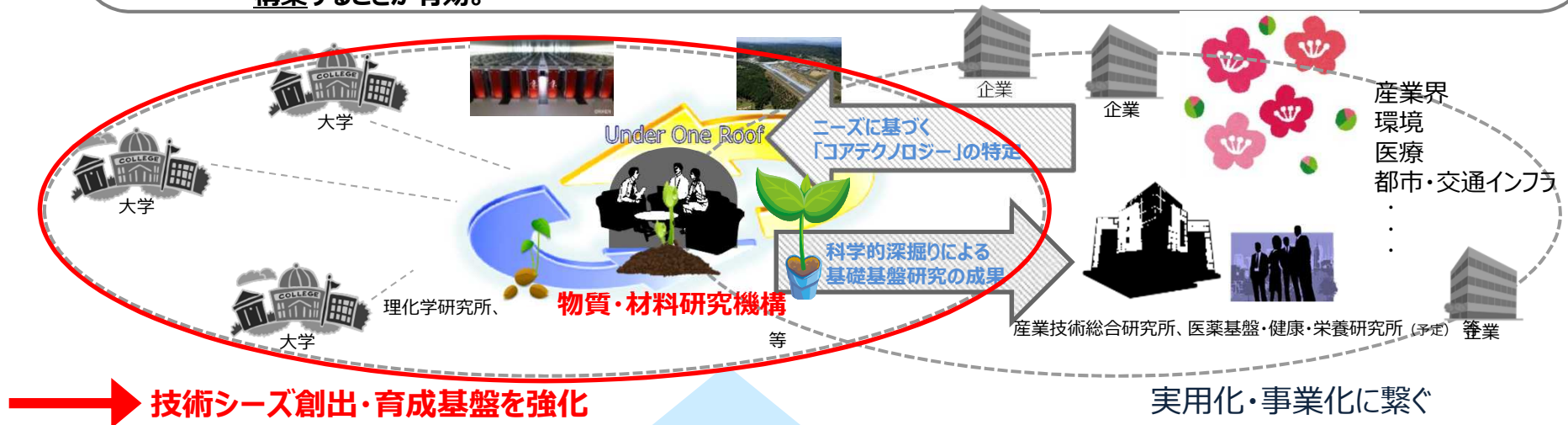
～事業化・実用化の礎となる技術シーズ創出・育成を牽引する研究開発法人の体制強化～

課題

イノベーションを連続的に生み出すためには、技術シーズを絶え間なく創出し続けることが重要。

しかしながら、技術シーズ創出の基盤（大学・国立研究開発法人）が弱体化しているため、研究者個人の多様な能力を積極的に引き出す独創的研究の強化が必要。

加えて、国家戦略上重要なコア技術に関し、①産業界がどのようなニーズを持ち、ボトルネックが何で、その解決のために何に取り組む必要があるかを産業界と大学・国立研究開発法人の研究者が膝を交えて議論し、②この議論を通じて特定された「コアテクノロジー」について、アカデミアも参画して科学的深掘りを行いながら技術シーズを創出・育成するといった基礎基盤研究を推進することが重要。このためには、産学官連携プラットフォームを国立研究開発法人に構築することが有効。



- ✓ 大学及び産業界の双方から人材を受入れ、研究開発拠点を構築して、
国家戦略に基づいた研究開発を総合的に実施
⇒ **産学官連携プラットフォームの構築**
- ✓ 研究開発法人間の連携強化等により、研究成果を最大化

- ✓ 民間や大学のみでは取り組み難い世界最先端の研究施設※
を用いた研究開発の実施
※スーパーコンピュータ「京」、大型放射光施設（Spring-8）など
- ✓ 大学でも産業界でも通用する専門人材の育成
（キャリアパスのリニアモデルからの脱却へ）

知識と人材が大きく循環するシステムを構築！

物質・材料研究機構の取組充実の方向性（ハブ化）

研究開発法人として求められる役割を全うすべく、基礎研究のみならず実用化を見据え、民間や大学のみでは対応できない国家戦略上重要な研究開発等のハブ（産学官連携プラットフォーム）としての機能を強化し、**ナノ・材料分野におけるシーズ創出・育成力を強化！**

先端研究のハブ形成

大学・研究機関等が行う材料分野の先端研究のハブとなり、産業界ニーズ・ボトルネックを受け止め、解決するための基礎基盤研究を推進

（現状）

- ・磁石、蓄電池等の研究開発の拠点

加えて

（今後の強化策）

- ・国家戦略上重要な領域や異分野の融合による領域における研究開発の拠点を構築

※ ー 構造材料研究開発

（社会インフラの長寿命化や航空機エンジン・産業インフラ材料の耐熱性向上等に貢献）

ー 機能性材料研究拠点の構築

ナノレベルの光・熱・水素等の制御など物質表面・界面の機能性を高めた革新的機能性材料、生体機能を応用した新材料の創製研究等（住宅・自動車など民生インフラ・移動体のエネルギー効率の向上やエレクトロニクスデバイスの超長寿命化等に貢献）

研究基盤のハブ形成

大学・研究機関等が行う材料研究を支える基盤のハブとなり、先端研究機器の共用、知的基盤の充実・整備、人材育成等を強力に推進

（現状）

- ・先端研究設備の共用の拠点（設備のプラットフォーム化）

加えて

（今後の強化策）

- ・人材育成・情報も含めた総合的なプラットフォームとしての機能を構築

※

ー 人材育成取組の強化

（連携大学院制度（クロスアポイント制度）の一層の活用、連携高専制度や地域大学等オープンラボ研究員制度の新設、NSF等との若手研究者の国際交流の取組強化等）

ー 材料データベースの整備・発信

（材料データベースの充実・発信などのマテリアルズ・インフォマティクス戦略で求められる事項）

※ 人材育成は横串取組のため、一部重複有り。

物質・材料研究機構の取組充実の方向性（ハブ化）

先端研究のハブ形成

ナノ材料科学環境拠点

燃料電池を巡る産業課題の解明を、基礎研究に立ち戻ったアプローチにより集中的推進



構造材料研究拠点

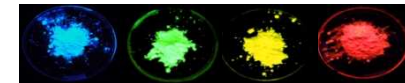
S I Pとの連携のもと、S I Pでは担いきれない基礎・基盤研究について、企業ニーズを聞きつつNIMSがハブとなり推進



【新規】 →

機能性材料研究拠点

新たな機能を有する材料の創製に向け、薄膜・界面に着目した研究を、NIMSがハブとなり推進



研究基盤のハブ形成

共用ハブの充実

共用ニーズの高い先端機器や、NIMSのノウハウを要する機器をNIMSに集約・共用することで日本全国の研究活動を促



情報基盤ハブの構築

マテリアルズインフォマティクスの中核機関として、データベースの整備、データの収集・整理・発信を担うことによりデータ駆動科学の基盤を構築



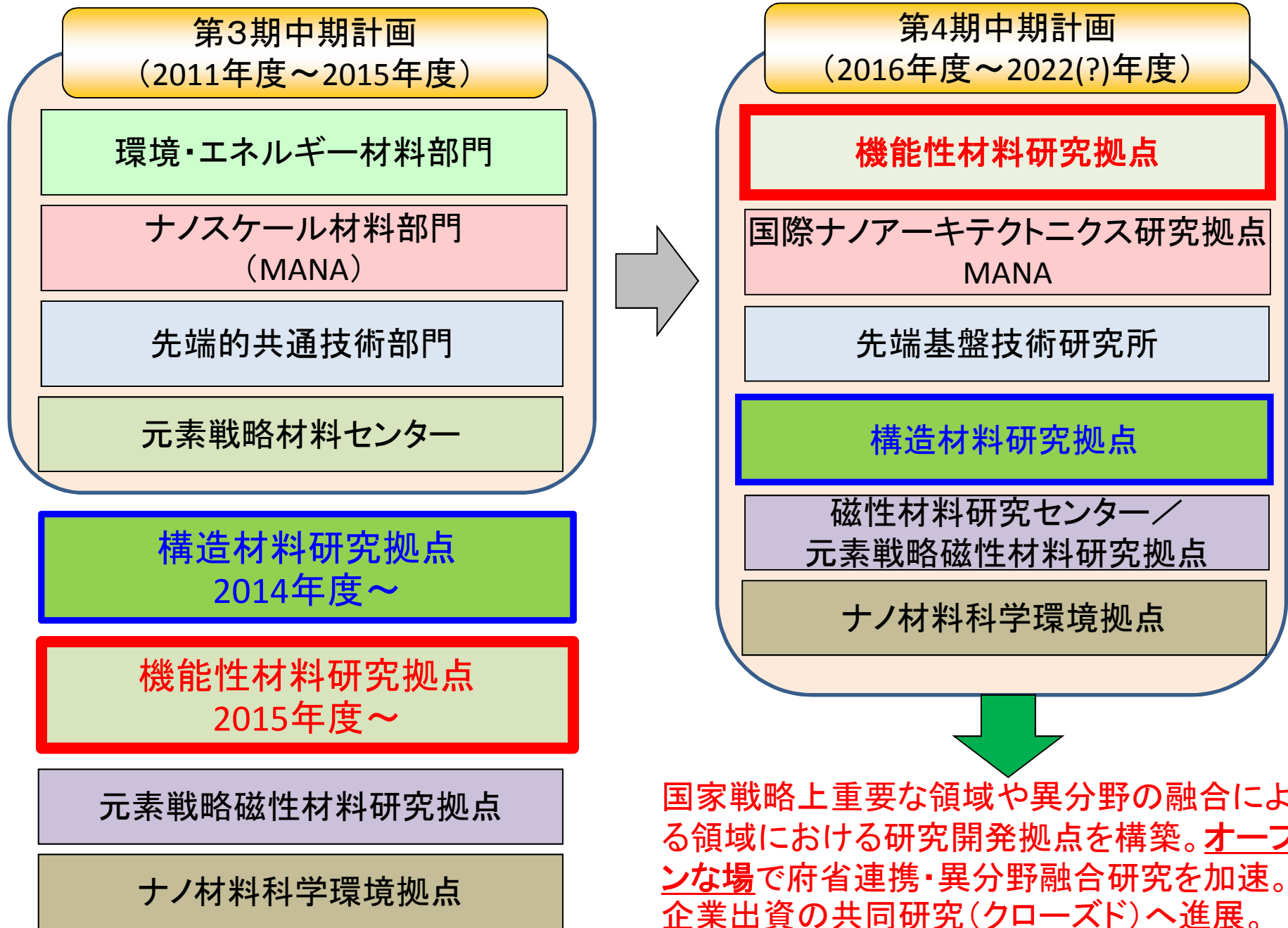
人材育成ハブの構築

連携大学院の枠組みの拡充や若手研究者の育成の充実により、我が国の物質材料研究の担い手の育成ハブとなる他、海外との人材交流のハブとしての機能を構築

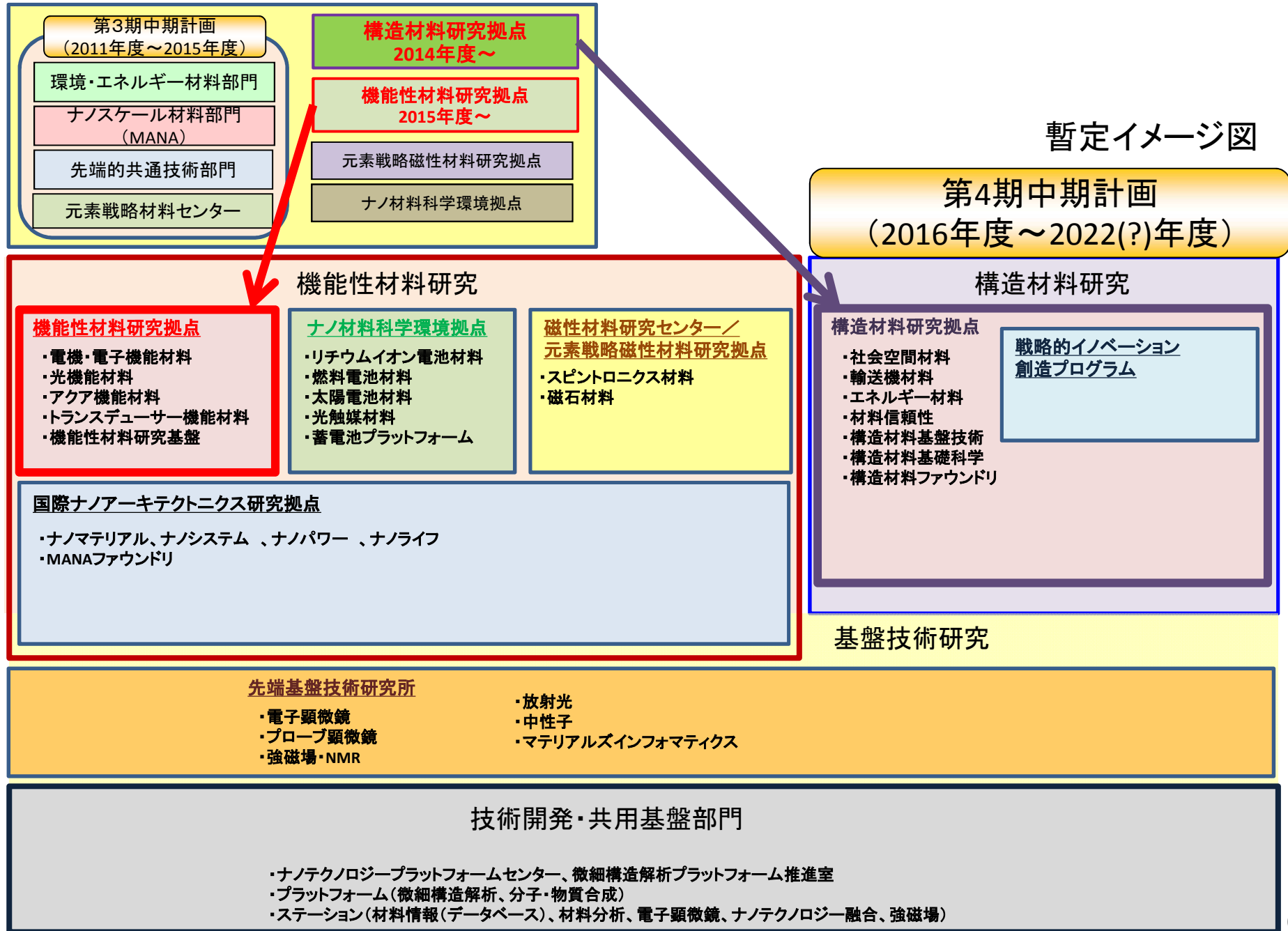


JSTクロスアポイント制度、学生受入れや海外派遣制度等を活用し、知識の集約、成果の最大化を目指す

NIMSにおける次期中期計画をにらんだ研究拠点の設置と改編（イメージ案）

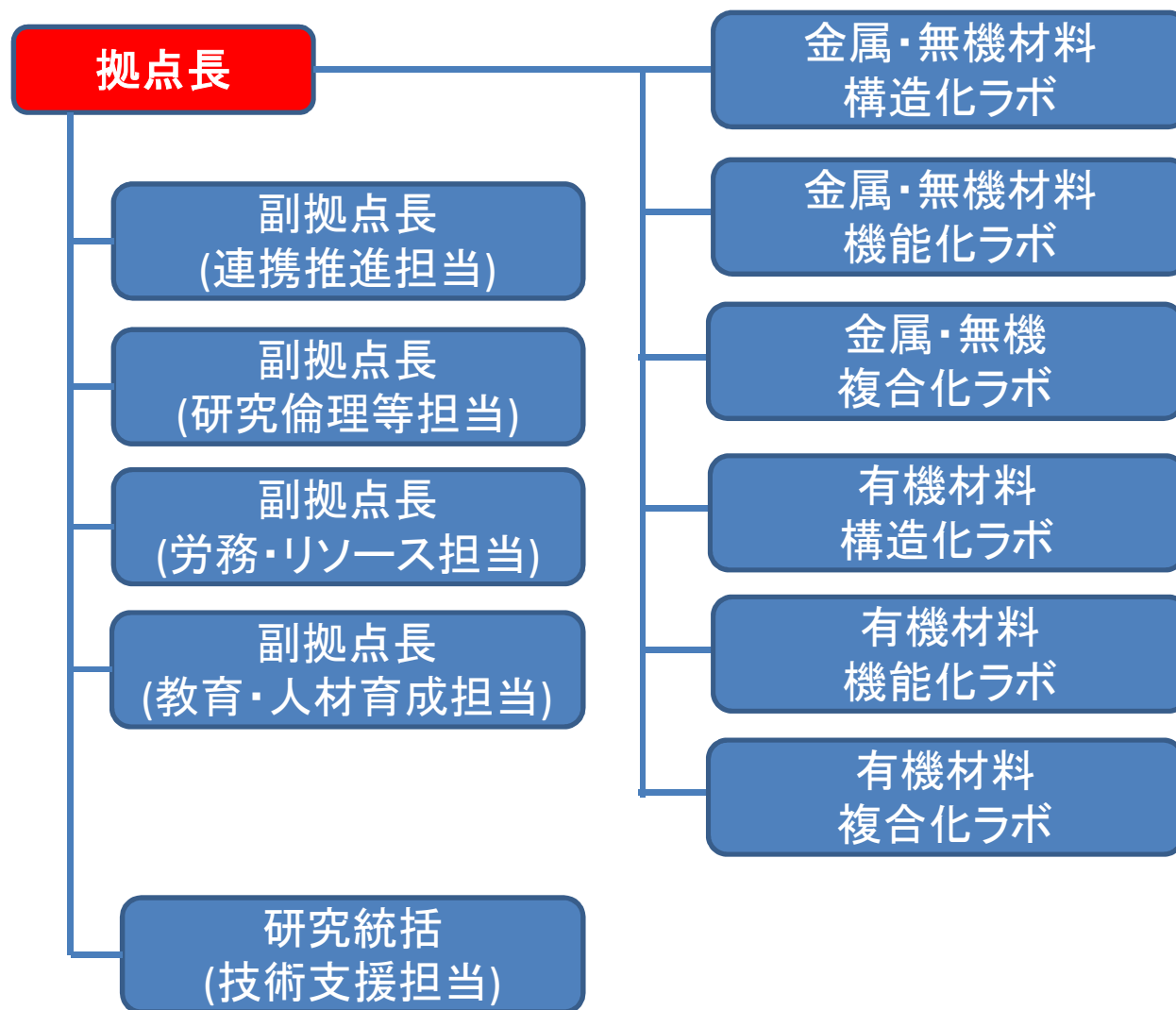


研究拠点 (NIMS内部組織) の改編イメージ案



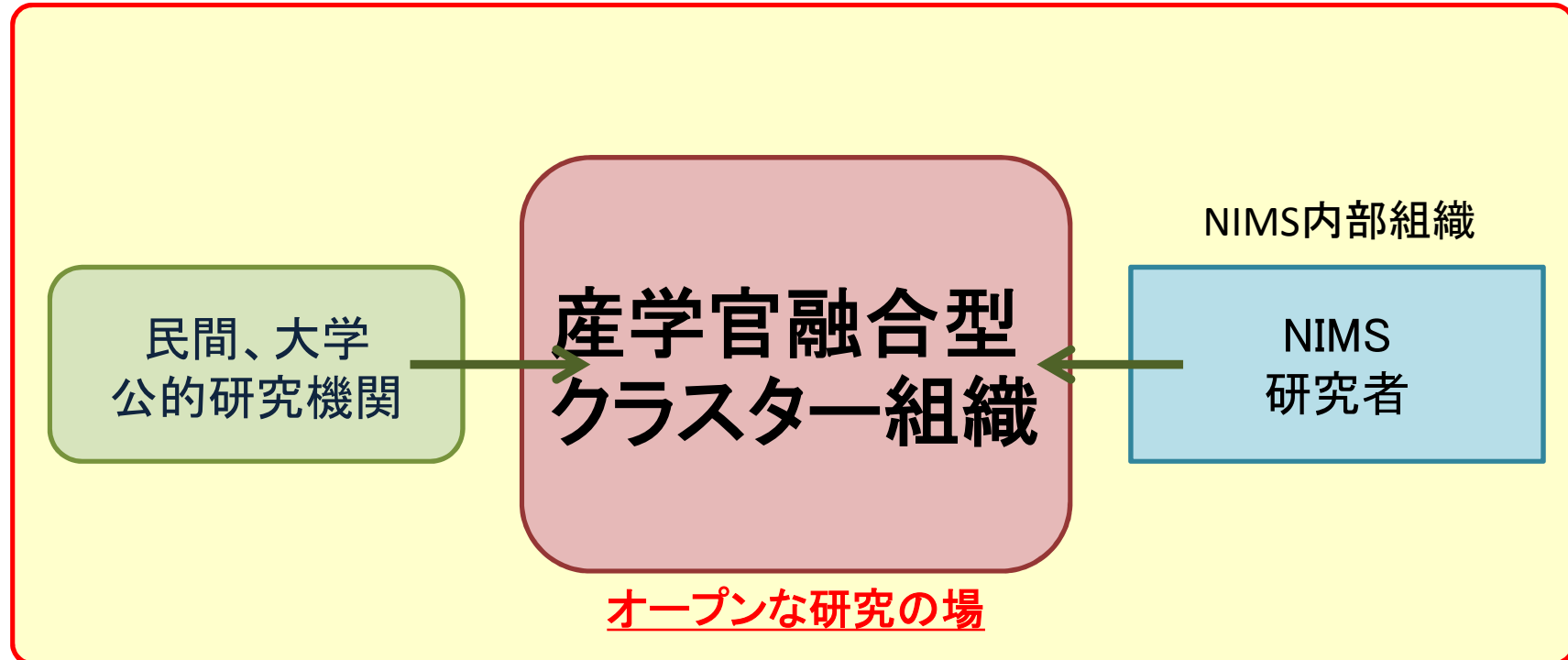
暫定イメージ図

機能性材料研究拠点(内部組織)の体制



機能性材料つくばオープンプラザの運営

機能性材料研究のオープン場を運営費交付金で設置・運営



○NIMSが機能性構造材料研究のハブ拠点になり、共同研究の場(クラスター組織)を運営

機能材料が果たすべき役割

- 環境・エネルギー材料、元素戦略などの国策関連課題への取り組み
 - パワーエレクトロニクスの実現に向けた大電流・高温対応の電子部品の提供
 - 高効率照明とセンサーネットワークの連携による省エネルギーと明るさ・安心の両立
 - 電子部品や光学部品の省資源化
 - 無人運転用赤外線センサーなど、安全・安心な社会システム構築のための材料
- バイオ、分離膜など、水が絡む系や、複合材料などの複雑な材料
 - 生活圏、生態圏の環境保全、環境再生に向けた浄化機能材料
 - 水資源の有効活用を通じた持続可能社会への貢献
 - 高齢化社会におけるヒューマニティー担保のための医療機能材料
- 強相関材料、量子ドットなど、30年先を狙うような物質探索的、機能探索的な研究
 - 次世代産業育成を念頭に置いた新機能・新現象の持続的探索

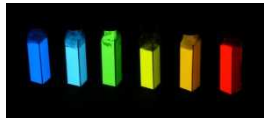
我が国の産業競争力を支える 革新的機能を有する新素材開発の重要性

- ・ **新しい機能性材料の創出により、新しい産業が誕生**
- ・ **既存機能性材料のさらなる高性能化により、産業分野が発展**
- ・ **我が国の産業競争力は、優れた素材、機能性材料により支えられている。**

科学技術イノベーション総合戦略2014
第二章 科学技術イノベーションが取り組むべき課題
第二節 産業競争力を強化し政策課題を解決するための分野横断技術について 3 取り組むべきコア技術
(5) 新たな機能を実現する材料の開発

機能性材料とは

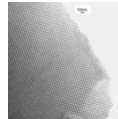
物質が本来的に有する機能(電気的性質、誘電体特性、磁性、光学特性など)を発現させることを目的として製品に組み込まれる材料・素材。特に**ナノレベルでの熱・光・水素等の制御**に着目し、新たな素材の開発を狙う。



蛍光体



透明導電性薄膜



メゾポーラス材料

日本の素材分野における極めて高い世界シェア

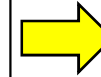
液晶における日本企業のポジション

機能性素材	日本企業のシェア(%)
カラーレジスト	71.3
ブラックレジスト	81.4
フォトスペーサー	94.5
液晶ガラス基板	51.0
偏光保護フィルム	100.0
反射防止フィルム	94.2

部材、製品	日本企業のシェア(%)
カラーフィルター	21.0
偏光版	58.0
液晶ディスプレイ	11.0

新しい機能性材料の創出により、新産業誕生や既存産業の発展

プロセス改良による高性能インジウム窒化ガリウム薄膜の発明



高輝度青色発光ダイオードの誕生

材料開発が鍵

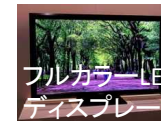
- ・ ツーフロー方式による均一な窒化ガリウムの成膜技術の開発成功
- ・ 低温バッファ層との組み合わせ、従来比5倍以上の電子移動度達成
- ・ 高品質インジウム窒化ガリウム薄膜の開発成功
- ・ 新しい熱処理技術により、低効率の低いp型層開発成功



青色LED



LED照明



フルカラーLEDディスプレイ



イルミネーション

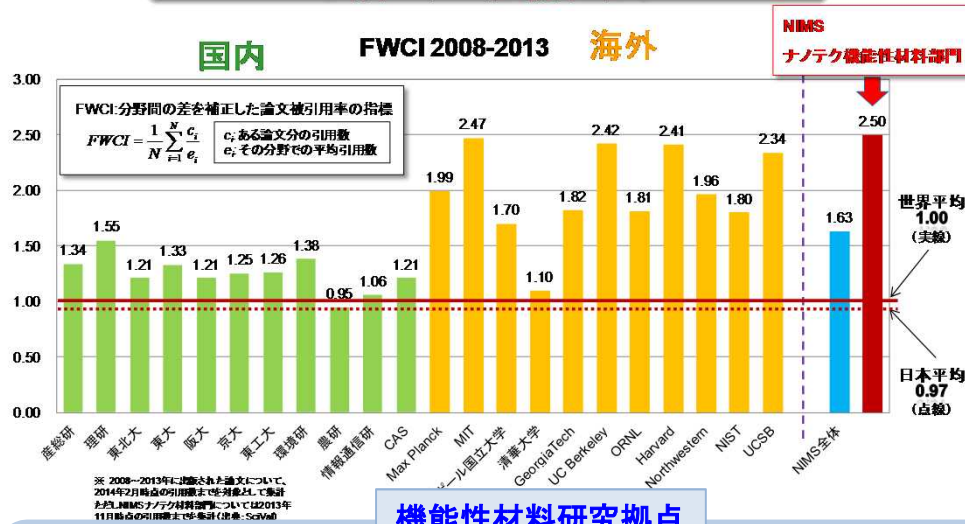
様々な製品の誕生、産業の活性化

- ・ しかし、中韓などの台頭で日本のシェアは素材分野でも低下傾向
- ・ 厳しい競争にさらされる産業界では、目先の改良に追われ、革新的新素材創出が困難
- ・ 素材分野、ナノテク材料分野の強さを持続的なものとするために、国家戦略・先行投資が今必要



機能性材料研究の中核拠点を構築し、持続的なイノベーションが可能な体制構築の必要性

NIMS機能性材料に関する研究部門の論文被引用率は
世界トップの研究機関と同等



NIMSが機能性材料拠点となる必要性

- (1) NIMSは、国内トップ、世界でも屈指の機能性材料の優れた研究機関
- (2) 優れたシーズを多数保有し、日本の機能性材料分野の中心的役割を既に担っている。
- (3) ハブ拠点として明確に打ち立てることで、さらに大学や企業のシーズ、知との融合を後押し、革新的な新機能性材料の創製と育成を加速

国研が拠点となることへの産業界からの期待

日本の産業競争力を支える機能性材料であるが、広範な分野であるため、各大学の先生が個人の探究心に基づいた多種多様な研究

大学任せでは、方向性が不明瞭なシーズ研究だけで終わる傾向

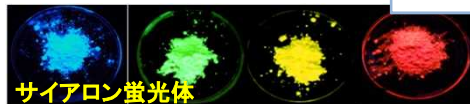
国研がJSTとの連携のもと積極的なイノベーションハブ拠点となることへの産業界からの大きな期待（経団連からの提言、2014.7）

機能性材料研究拠点

オールジャパンのシーズ創出と育成の拠点に



NIMSが保有する革新的シーズ技術



NIMS

ナノレベルでの光・熱・水素等の制御による革新的材料開発

・NIMSのシーズと大学のシーズが融合することで、新たなシーズ物質の創製

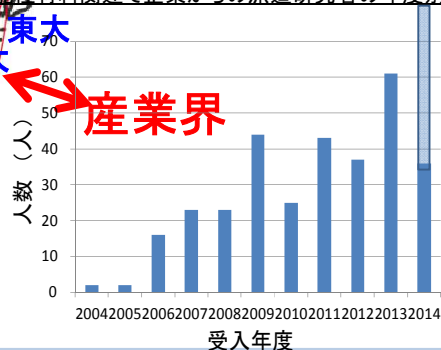
・目的物性を持つ未知物質を高効率に探索し、現行を凌駕する性能をもつ新規発光体、光触媒、イオン伝導体、光学透明、誘電材料などを開発する。

橋渡し機関や企業での
実用化研究、
製品開発へ

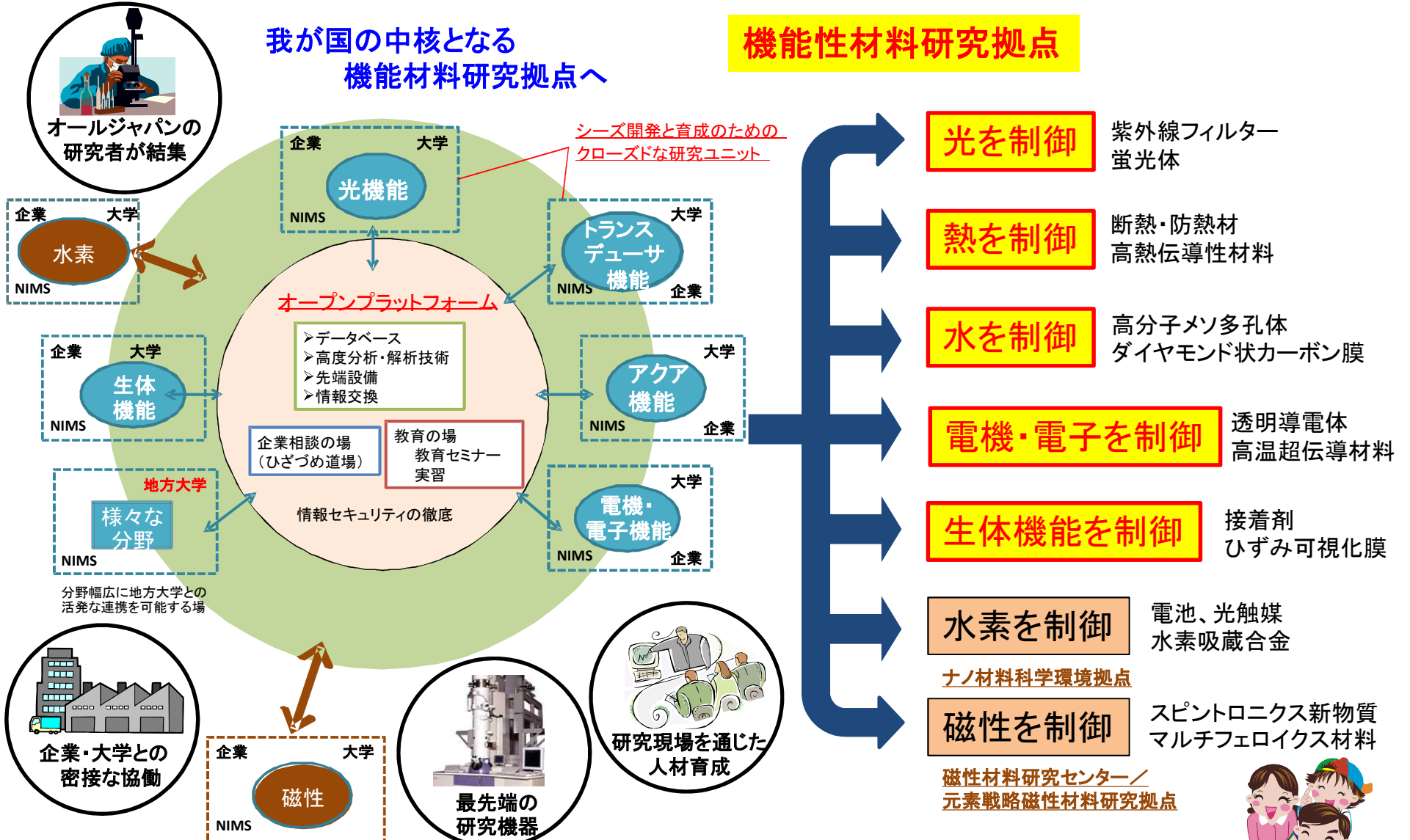
NIMSの先端オープンプラットフォーム

- ・データベース
- ・最先端設備
- ・高度分析支援
- ・異分野融合
- ・企業相談の場
- ・人材育成の場

産業界



先端研究のハブ 機能性材料研究拠点(オールジャパンのハブ拠点) ~ 産業競争力強化へ向けた機能性材料研究の統合的实施 ~

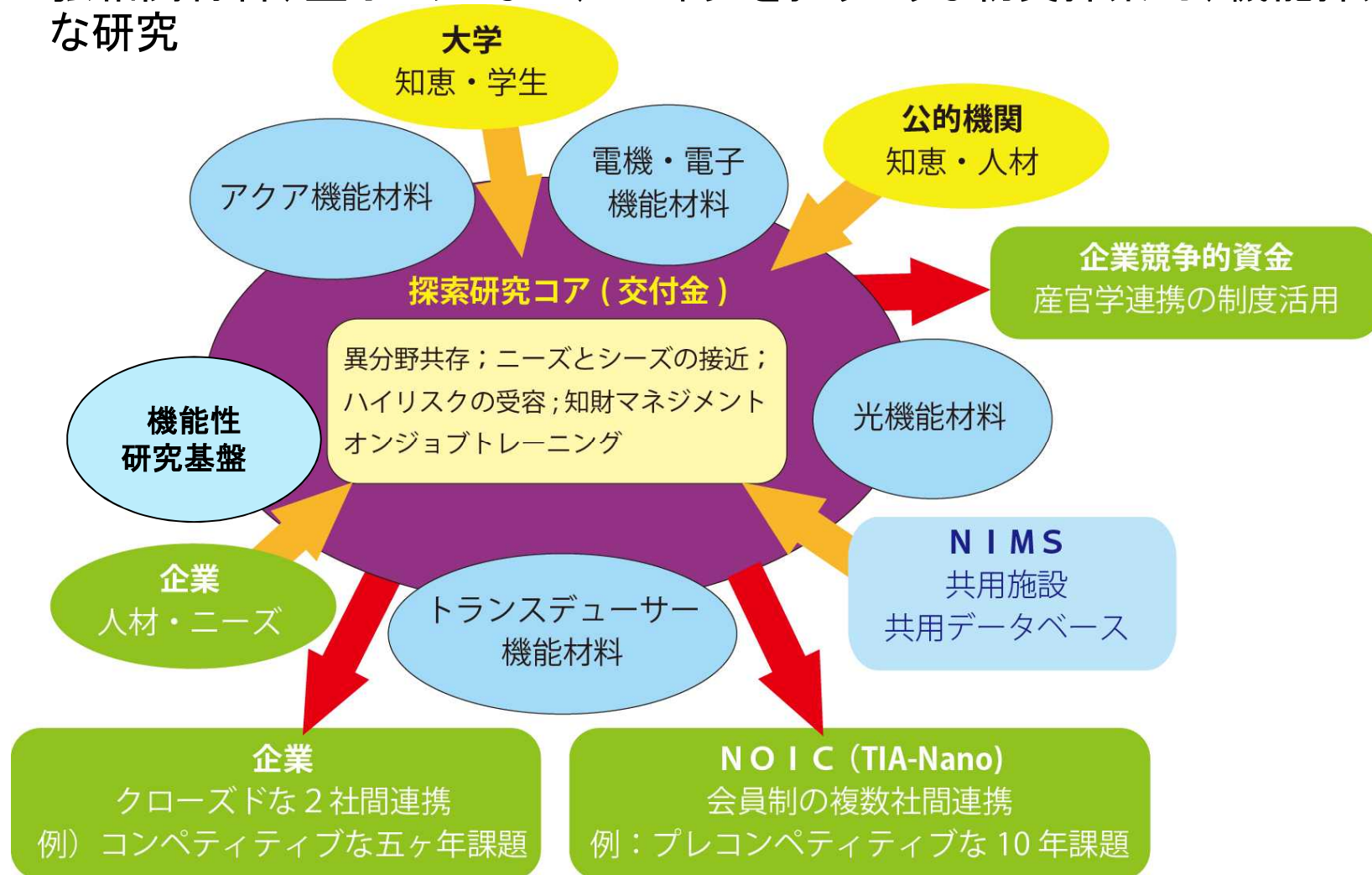


日本の総力を「拠点」に集結して、
NIMSのリーダーシップの下で課題解決に挑戦する！



人と知恵が集結するシーズ開発コアとシーズ顕在化

- 環境・エネルギー材料、元素戦略などの国策関連課題への取り組み
- バイオ、分離膜など、水が絡む系や、複合材料などの複合材料的な材料
- 強相関材料、量子ドットなど、30年先を狙うような物質探索的、機能探索的な研究



各機能クラスターの取組み内容

- 電機・電子機能材料クラスター：
 - 省電力を目指したエレクトロニクスと安心社会のための高信頼性耐環境電子素子
 - ヘリウム消費縮減、電飾消費縮減を目指した超伝導マグネット、超伝導伝送
- 光機能材料クラスター：
 - 省電力を目指した高効率照明や、環境計測・安全安心のための高効率レーザー
 - 可視化デバイスやヒューマニティーデバイスのための波長変換、多機能フィルター
- アクア機能材料クラスター：
 - 高齢化社会への対応に向けた生体機能材料や、生物・生態圏保全のための材料
 - 水資源の有効活用のための化学機能材料、分離膜材料
- トランスデューサー機能材料クラスター：
 - 省電力やロボティクス応用のための圧電機能材料や、廃熱利用のための熱電機能材料
 - 安心社会や省エネルギー社会の実現に向けた高機能・多機能センサー材料
- 機能性材料研究基盤クラスター：
 - 物質探索のための評価・解析、理論解析
 - インフォマティクスと連携した物質探索

クラスター組織とNIMS内部組織の関係

NIMS内部組織 (研究拠点)	金属・無機材料			有機材料	
	構造化ラボ	機能化ラボ	複合化ラボ	構造化ラボ	機能化ラボ
研究 クラスター組織					
電機・電子機能材料	超伝導線材 超高压技術 極細複合加工技術 結晶成長技術	ドーピング制御 長寿命化 圧力相転移制御 ダイヤモンド磁気センサ 結晶粒界機能制御	補強予定: ハイブリッドバイモルフ構造	ガスバリア・封止材	導電性制御
光機能材料	メタマテリアル形成 量子構造形成	レーザー結晶 電気・磁気光学素子 赤外光学結晶 高温素子封止材	コロイド結晶 周期構造形成	赤外線フィルター	分子発光材料
アクア機能材料	多孔質足場材料	生体親和性・ 表面修飾 酸素透過膜 反応経路制御 環境浄化材料	無機・有機・生体分子の複合化 接着剤	メソ多孔体	吸着材・分離膜
トランSDューサー機能材料	高温圧電センサー 極限環境合成技術 ナノ細孔テンプレート スーパーキャパシタ積層化	熱電材料 カルコゲナイド単結晶 ダイヤモンドMEMS	補強予定: ハイブリッドバイモルフ構造	補強予定: 有機トランSDューサー	有機熱電材料
機能性材料研究基盤	量子構造物性	強相関物性 マルチフェロイック	補強予定: 分散・凝集解析レオロジー解析・DB	補強予定: 重合プロセス解析・DB	電子構造・ 分子構造設計 (MANA)

各機能クラスターの取組み概要

光制御機能性材料クラスター

NIMS
シーズ
技術

サイアロン蛍光体

ナノシート技術

多目的単結晶構造解析技術

周期的分極反転材料

単結晶バルク蛍光体

ナノ光スイッチ技術

水溶性酸化還元ポリマー

DNAファイバナノ粒子制御

分子構造制御発光液体材料

拠点化

材料研究（NIMS単独でできない部分） + 生産技術的要素：拠点を中心に専門家・企業等国家レベルのチームで取組む

連携する
大学や
研究機関

A大学 B大学

基礎研究を分担可能な研究機関： a研究所、 b研究機構

大学（企業、研究機関も可）と共に
画期的な新シーズ技術を創出育成

期待される
新しい
シーズ材
料・技術

高演色蛍光体	紫外線蛍光体	生体ナノ蛍光体	光触媒コート	電磁波シールド	赤外線シールド
赤外線蛍光体	レーザー用蛍光体	レーザー発振用素子	色可変ナノコート	光アンテナ	光導波素子
				電磁波発振素子	

連携する
橋渡し機
関や企業

出口目線で実用化を加速
(特に、生産技術的要素を補強)

産総研等、出口への橋渡しを担う研究機関、大学等

企業A、 企業B、 企業C

断熱コーティング
(自動車、インテリア)

レーザー光源

NIMS保有の基盤技術を活用

材料・技術シーズ

- ✓ ユニークな新規物質：
 - * 各種ナノシート
 - * 機能膜材料
 - * 耐久性の優れた蛍光体
- ✓ 超高圧技術
- ✓ 極細複合加工技術
- ✓ 結晶成長技術
- ✓ コロイドプロセス

研究インフラ

- ✓ 超高分解能電子顕微鏡
- ✓ 3次元構造観察
- ✓ ナノ界面評価技術
- ✓ イオンビーム応用技術
- ✓ 先端レーザー技術
- ✓ 放射光利用技術
- ✓ 極限場での物性評価

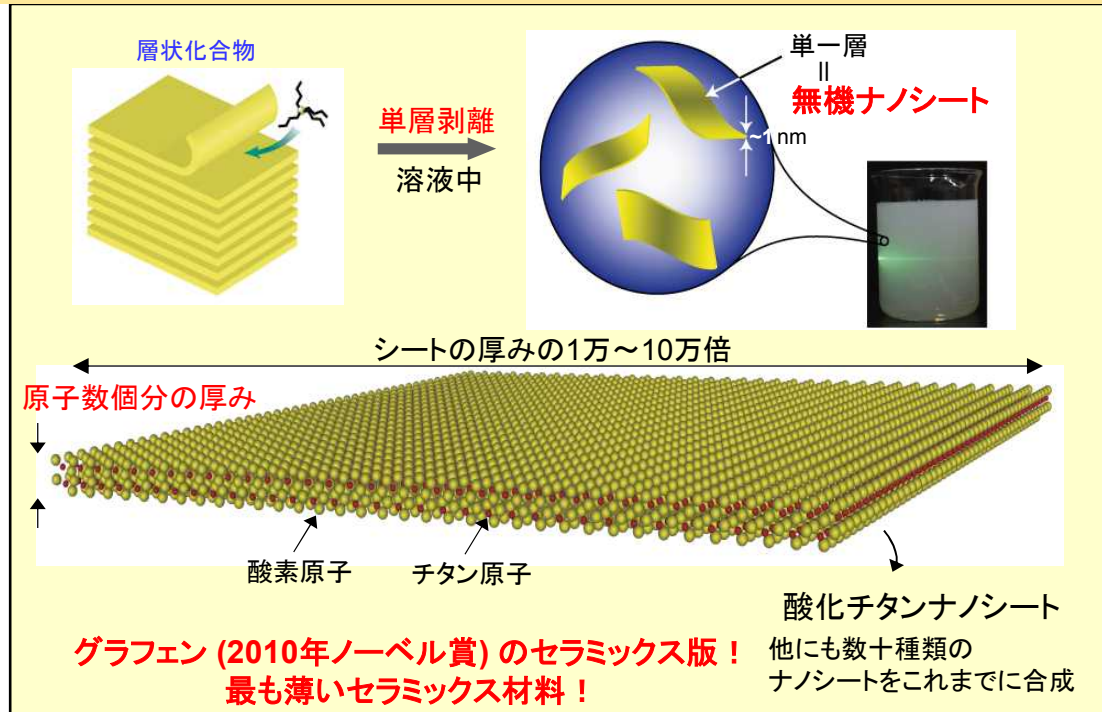
知の蓄積と利活用

- ✓ 世界最大の材料DB, MatNaviの構築
- ✓ 国内外の学術連携: 技術・情報が集まる拠点的な機能を既に保有
- ✓ 企業との共同研究、大学・研究機関との共同研究: 同上
- ✓ 学生の育成にとどまらず、企業研究者の再教育の役割も担いつつある
...これらを強化

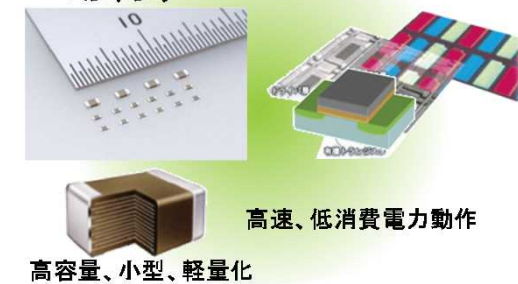
参考資料:機能性材料研究の具体例

ナノレベルの光・電子・水素などを制御する機能性材料(無機系)

層状化合物を層1枚にまでバラバラにするというNIMSオリジナルの技術を用いて、新しいナノ物質であるナノシートを創製する。極めて大きな表面積、究極の二次元性など他の物質では見られないユニークな特徴を活かして、現行技術を大きく凌駕する性能を発揮する電子材料、触媒、電池材料などの開発を目指す。



ナノレベルの薄さでも働く誘電体
コンデンサー



(企業と共同研究中)

短波長の光で働く
磁気光学材料

光アイソレーター・磁気メモリ



高い防汚効果を持つ
光触媒

車両窓のセルフクリーニング



- | | | |
|---------------|---|------------------------------|
| ナノメートルレンジの厚み | → | 全く新しい or 際立った機能 (電子的、磁氣的...) |
| すべてが表面 | → | 高い反応性・機能性を発揮 |
| 溶液中に分散 (コロイド) | → | 省エネ・低コストプロセスでナノ材料構築 |

拠点化

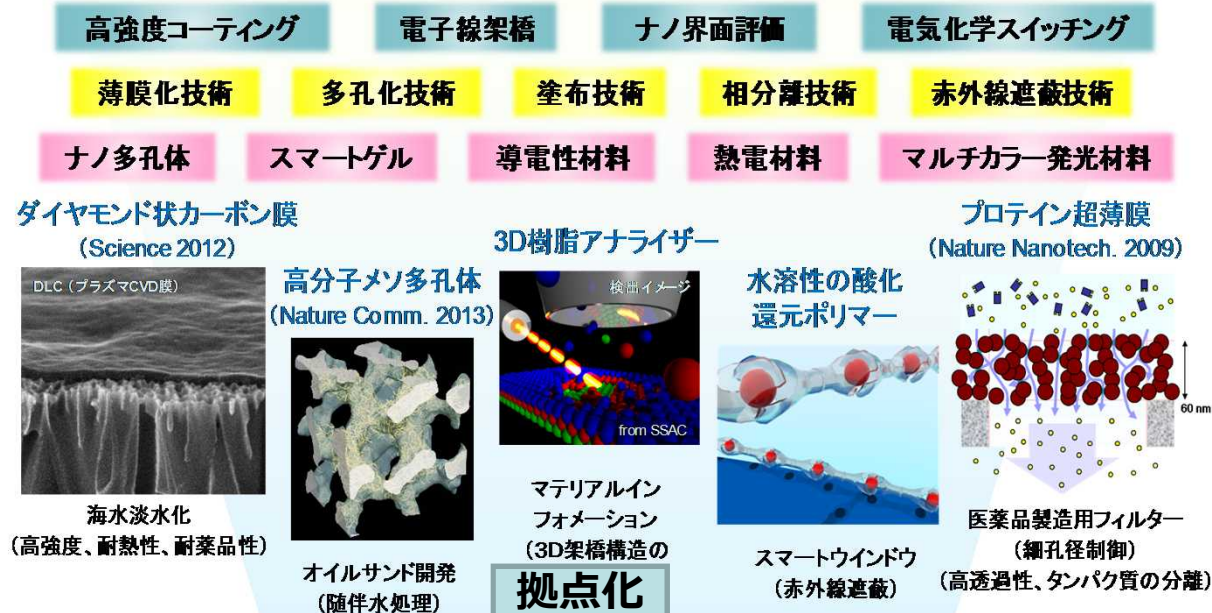
材料研究 (NIMS単独でできない部分) + 生産技術的要素 : 拠点を中心に専門家・企業等国家レベルのチームで取組む

エレクトロニクス、IT技術、環境・エネルギーなどの広範な技術分野に貢献

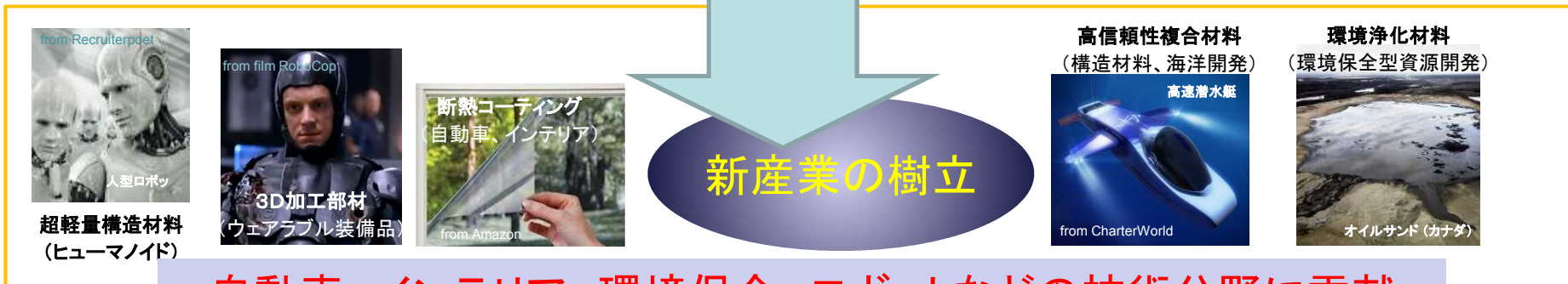
ナノレベルの熱・水などを制御する機能性材料(有機系)

突き抜けた性能をもつ高分子素材を開発することで、大きな技術革新が実現する。NIMSには、環境問題を解決する分離機能材料、ヒューマンインターフェースを支えるソフトマテリアルなど豊富な新素材であり、高分子の先端加工プロセスや量産化技術を組み合わせることで、早期に実用化への道筋をつけ、社会実装、さらには新産業の樹立を目指す。

物材機構の高分子材料コアコンピタンス



材料研究 (NIMS単独でできない部分) + 生産技術的要素 : 拠点を中心に専門家・企業等国家レベルのチームで取組む



自動車、インテリア、環境保全、ロボットなどの技術分野に貢献