

統合型材料開発プロジェクト WGのまとめ

施策WG座長
古山 通久

略歴：

2008- 九州大学 (教育担当：水素エネルギーシステム専攻/機械工学部門)

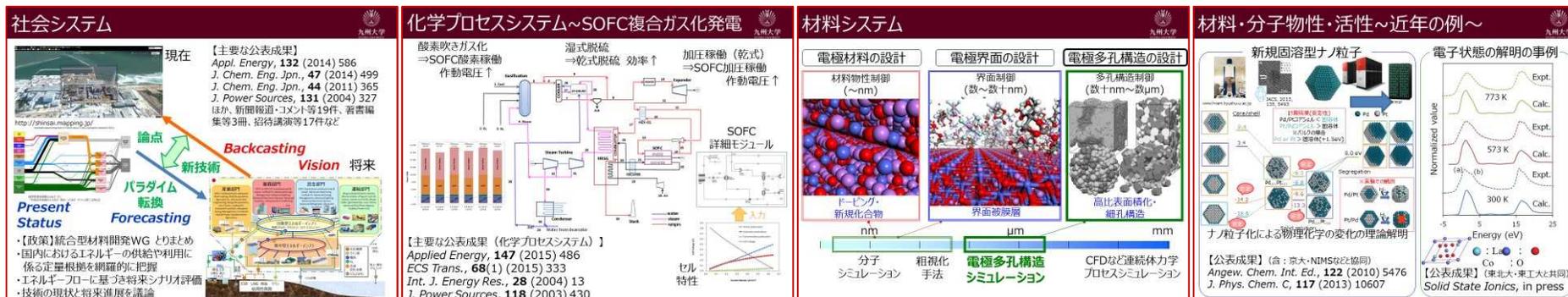
2003- 東北大学 (教育担当：応用化学専攻/化学工学専攻)

2002- 東京大学 博士研究員

2002 東京大学 博士(工学) (化学システム工学専攻)

専門分野： 化学工学、計算化学、電気化学

研究領域： 下記



統合型材料開発プロジェクトWG

平成28年度概算要求資料

統合型材料開発プロジェクト

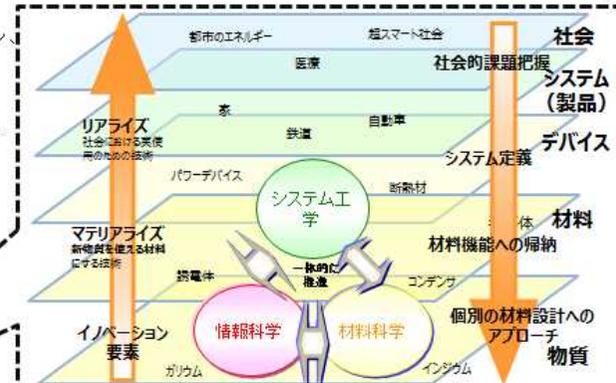
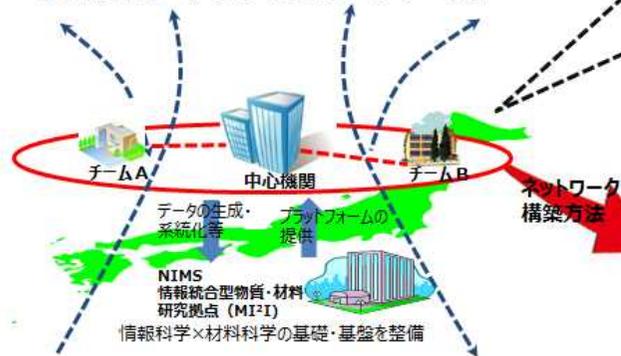
背景

- ◆ IoT社会等の未来社会を切り拓くため、特定の材料機能の高度化のみを目指すのではなく物質・材料研究によるフォアキャストインギングと未来社会からバックキャストインギングの融合・循環を統合的に行う場を構築し、未来社会を確実に変革する新たな材料開発を推進することが必要。
- ◆ 本プロジェクトにおいて、「システム工学」やAI等の「情報科学」を活用し材料開発に変革をもたらすと共に、これらの取組を展開し、研究者の新たな意識を醸成することを目指す。

具体的な推進体制

- システム工学や物質・材料研究者等が結集し議論する場を構築し未来社会の課題解決にむけた新たな材料開発を展開。
- また、物質材料研究機構の情報統合型物質・材料研究拠点と連携することにより、系統的なデータ取得・蓄積を図りシステム・プロセス情報と物質・材料情報を統合。
- 分野連携によるチーム(3~4程度)を公募。中心機関を設置し、各研究課題における取組のPDCAサイクルを適時確認すると共に、これらの取組を横展開。

【革新材料とシステム化のパッケージ】



- 「社会変革が期待される革新材料とそのシステム化のパッケージ群」を、産学の対話等を通じ、以下の観点から特定
 - ・将来社会におけるインパクトが大きい
 - ・材料等要素技術の革新に対して、「システム化」志向の一貫した研究の効果が大きい
- 中心機関には、これに加え、データを活用した研究に係る総合的な知見や各機関との連携をコーディネートするための材料開発に関する総合的な知見を要求。
- 申請の中から中心機関及び研究チームを採択。PD・POを置き研究チーム間のネットワーク形成を推進。

平成28年度要求・要望額 : 1,326百万円
 うち優先課題推進枠要望額 : 1,009百万円
 (平成27年度予算額 : 388百万円)
 ※「ナノテクノロジーを活用した環境技術開発」を発展的拡充し、新規領域・仕組みを追加。

研究計画・評価分科会、ナノテクノロジー・材料科学技術委員会における事前評価において、“具体的な研究の進め方等の制度設計については更なる検討が必要”と指摘
 → 集中的に検討を行う場として、本WGを設置

WGメンバー

WG中は“先生”禁止。
“さん”付けで本気・本音で直言

若手・中堅(30-40代)の研究者を中心に構成

氏名	所属	研究分野
古山 通久 (とりまとめ)	九州大学稲盛フロンティア研究センター 教授	化学システム工学、電気化学、 計算科学、燃料電池、シナリオ設計
井 誠一郎	NIMS 構造材料ユニット 主任研究員	金属物性、無機材料・物性、構造・機能材料
大西 剛	NIMS・国際ナノアーキテクトニクス研究拠点MANA研究者	無機材料、物性
大野 宗一	北海道大学 大学院工学研究院 准教授	計算材料科学、組織制御、構造用材料 シミュレーション、凝固、粒成長
菊池 康紀	東京大学 総長室総括プロジェクト機構 特任准教授	プロセスシステム工学、ライフサイクル工学 環境影響評価、リスク分析、知識の構造化
菊地 隆司	東京大学大学院工学系研究科 化学システム工学専攻 准教授	エネルギー変換材料、触媒化学 プロセス工学 (燃料電池)
塩見淳一郎	東京大学大学院工学系研究科 機械工学専攻 准教授	熱エネルギー工学、分子熱工学、流体工学
杉本 渉	信州大学 環境・エネルギー材料科学研究所／繊維学部 教授	無機材料化学、電気化学、無機合成 表面化学 (キャパシタデバイス等)
杉山 正和	東京大学大学院工学系研究科 電気系工学専攻 准教授	太陽電池、半導体結晶成長プロセス 発光デバイス
林潤一郎	九州大学 先導物質化学研究所 教授	反応工学、化学工学(バイオマス利用プロセス等)
松井 雅樹	三重大学大学院工学研究科分子素材工学専攻 准教授	二次電池材料の固体化学、電気化学
松石 聡	東京工業大学 元素戦略研究センター 准教授	物質探索、構造・物性解析
安田 琢磨	九州大学 稲盛フロンティア研究センター 教授	機能有機材料化学、有機エレクトロニクス
大越 慎一 (オブザーバ)	東京大学大学院理学系研究科化学専攻 教授	物性化学、磁気化学、光化学、錯体化学
船津 公人 (オブザーバ)	東京大学大学院工学系研究科 化学システム工学専攻 教授	ケモインフォマティクス(化学情報学)、 プロセスシステム工学等
梶川 裕矢 (オブザーバ)	東京工業大学 イノベーションマネジメント研究科 准教授	技術経営学、科学技術政策学、情報学 サステナビリティ学、工学

WGにおける検討事項・開催日時

【検討内容】

1. 関連する拠点型の事業や大型研究プロジェクトにおける参考となる点、課題等
2. 材料研究とシステム研究の協働が必須なチャレンジな課題例
3. 本提案を実施する上での適切な研究体制、評価軸等

【開催日時】

- 第一回：10月 8日(木) 9:00～18:00
第二回：10月27日(火) 9:30～18:00

拠点型事業や大型研究における理想的要件

- ・将来社会のビジョンからのプル型な研究開発戦略を議論
- ・バックキャストのためのフォアサイト・シナリオ分析や、技術・システムの事前アセスメントを実施
(現状では、拠点側シーズの延長上の研究が大半
→ ボトルネックに関する検討を計画策定の段階で実施する)
- ・日本全域に横展開できるインフラ、ロジスティクス、要素技術のあり方や、社会学的アプローチと理工学的アプローチを統合
- ・個々の材料機能を組み合わせ統合体として機能させるシステムの構築・最適化
- ・適切な評価体制の構築 (運営側・PMの専門性)
- ・既存プロジェクトを専ら否定せず、成功していればAdd-on強化
- ・『ありき』でないビジョン・議論
- ・競合技術の客観/相互比較

材料とシステムの協働が必須な挑戦的課題例

未来社会像	実現システム	機能分類	材料・要素
交通事故ゼロ社会	事故ゼロを可能にする自動車システム	<ul style="list-style-type: none"> 衝突等の外的要因に対して構造体強度が動的(自動)最適化する機能 	<ul style="list-style-type: none"> 既存の強度・延性・靱性レンジを飛躍的に超える構造材料群(超高強度材、超軽量材等) 強度自在変形材料(動的な機械的性質調整機能、製品化後の強度調整機能) レーダー(含むITS:高度道路交通システム)、センサー、制御
	走行時非接触充電による自動充電システム	<ul style="list-style-type: none"> ヒューマンエラー防止のための自動運転 長寿命・急速充放電蓄電システムとその制御系 	<ul style="list-style-type: none"> 非接触充電システムおよびそれらに関する材料
災害に強く容易に再生できる社会	災害に強く、解体しやすい建築システム	<ul style="list-style-type: none"> 地震等の外的要因に対して構造体強度が動的(自動)最適化する機能 解体時に上手に壊れる建物 	<ul style="list-style-type: none"> 既存の強度・延性・靱性レンジを飛躍的に超える構造材料群(超高強度材、超軽量材等) 強度自在変形材料(動的な機械的性質調整機能、製品化後の強度調整機能) センサー(エネルギーソース、通信を含む)、制御
エネルギー自給率100%社会	水素・炭素のエネルギー・物質チェーン	<ul style="list-style-type: none"> 再生可能エネルギーやバイオマスを高効率にエネルギー・物質へ変換 エネルギーカスケード利用 低温熱のプロセス利用 	<ul style="list-style-type: none"> 一次資源活用技術 再生可能エネルギー技術 エネルギーキャリアを支える各種技術 様々な温度域での反応を可能にする触媒
環境負荷制御社会	包括的化学品物質リスク管理システム	<ul style="list-style-type: none"> 特定物質の無害化 完全回収 物質代替 	<ul style="list-style-type: none"> 特定化学物質の吸着材、吸収剤 無害化触媒 低濃度における高反応触媒
健康寿命が延伸し高齢者が活躍する社会	アンビエントセンサーと融合したヘルスケアシステム	<ul style="list-style-type: none"> 意識しなくても健康状態をチェックし、自動(在宅)診断によりサブリ/薬を処方 ロボット技術との融合により、高齢者の身体機能を補助 簡便な手段でうつを予見し、リスクを回避可能なシステム(・活躍の場となる仕事や社会貢献の評価) 	<ul style="list-style-type: none"> センサー技術+ビッグデータサイエンス パワースーツ・ウェアラブルデバイス(エネルギーソース、センシング、通信を含む) 人体親和性材料
	子育て支援と合わせた包括活性化ケアシステム	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔地でも様子を確認できる(一定の仕事ができる)インターネットシステム 	<ul style="list-style-type: none"> 小型ウェブカメラ・画面 小型/簡易医療機器
人口が減少しても生活レベル・生産性(ライフライン)が落ちない社会	高度ロボットシステム(労働人口にあたる人達の健康状態の把握)	<ul style="list-style-type: none"> 仕事の効率化 人間の代替・支援 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギーソース、マネージメント センサー、アクチュエータ 骨格用軽量材料、インターフェース材料
	3Dプリンターの高度化による建造・製造システム	<ul style="list-style-type: none"> オンデマンドでの構造特性の実現 気分や天候により自在に着心地が変わる服 	<ul style="list-style-type: none"> 複合化・自己組織化による材料特性制御 質感変形自在材料
トリリオンセンサー社会(表現は要検討)	ビッグデータを活用するための超省エネシステム	<ul style="list-style-type: none"> トリリオンセンサーからデータ収集する社会(数桁大きい情報量)を成立させるためのデータサーバーの超省エネ化 	<ul style="list-style-type: none"> データサーバーの超省エネ技術 通信技術(基地局) センサー、エネルギーソース
安定食糧/食料生産社会(高度フードセキュリティ)	<ul style="list-style-type: none"> 栄養素循環システム 露地、施設、工場のハイブリッドシステム 農林水産業の自立システム(小型農林業機械、船舶用スマートエネルギー) 	<ul style="list-style-type: none"> 窒素・リン・カリウム・マグネシウム・カルシウムの循環利用 植物生理学と融合した高効率照明・空調 狭い農地や急峻な斜面での作業を可能にする農林業機械 漁船等船舶用スマートエネルギー 	<ul style="list-style-type: none"> 栄養素資源の分離・回収を可能とする材料(膜、吸着剤、抽出) 特定波長の光を効率よく出力するLED 緻密な制御が可能となるセンサー+空調 軽量で丈夫な機械用材料
(原料問題に悩まされない)高い産業競争力を有する社会	高度元素戦略システム	<ul style="list-style-type: none"> 元素代替・使用量削減 キー元素の物質循環 	<ul style="list-style-type: none"> 元素機能解明に基づく新材料創製 廃棄デバイス・材料からのキー元素の回収
スマートモバイル社会	ユビキタス創エネ素子システム	<ul style="list-style-type: none"> 環境の時間変動に合わせて可変な変換機能 	<ul style="list-style-type: none"> ダイナミック・マルチファンクション材料

材料とシステムの協働が必須な挑戦的課題例

- ・チャレンジングな課題例から具体的なテーマ設定を行うために研究要素を抽出(2グループに分かれて検討)

- 【 * ボタンの掛け違いを避けるための議論
* 『ありき』を脱却した議論
】

エネルギー



安全・安心・健康



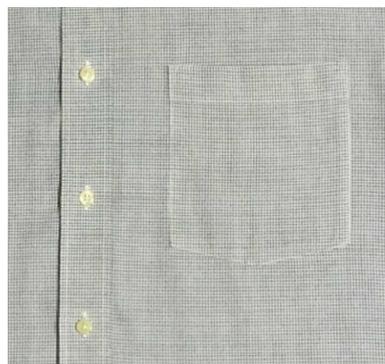
材料とシステムの協働が必須な挑戦的課題例

・チャ
研究

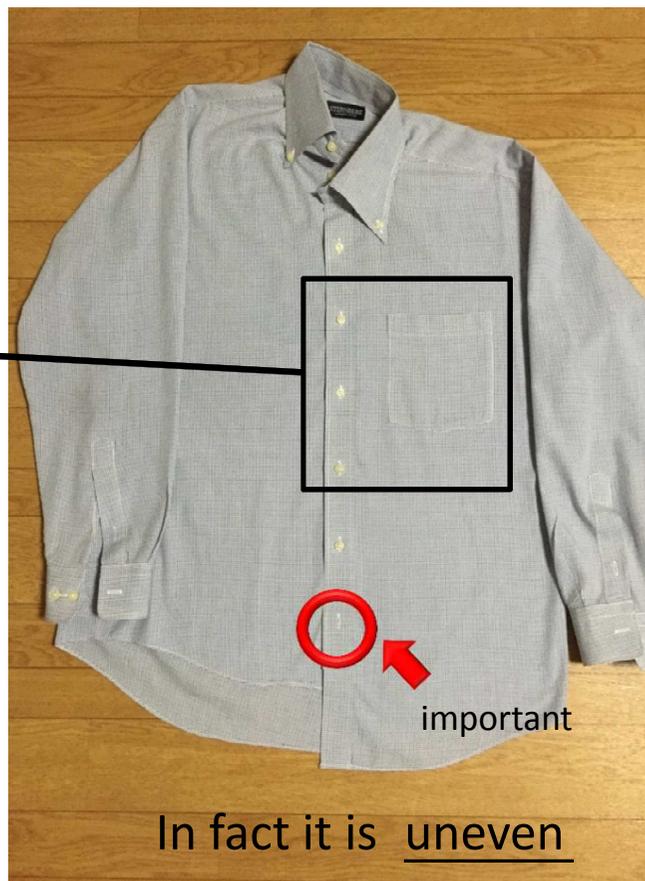
〔 * ホ
* 『な

基礎課題設定の難しさは
局所だけを見がちなこと

うために



Appears buttoned up
evenly



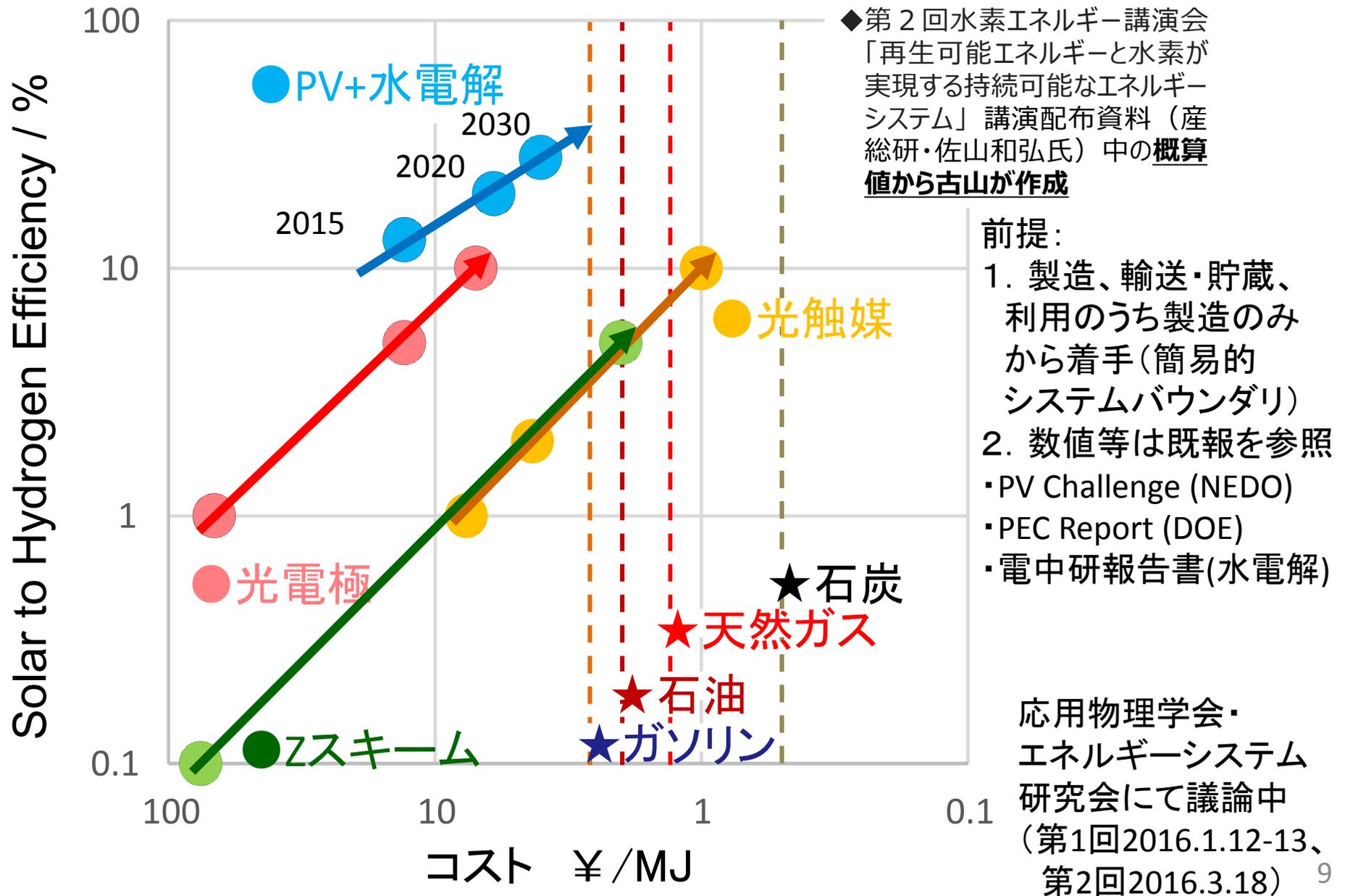
In fact it is uneven

important

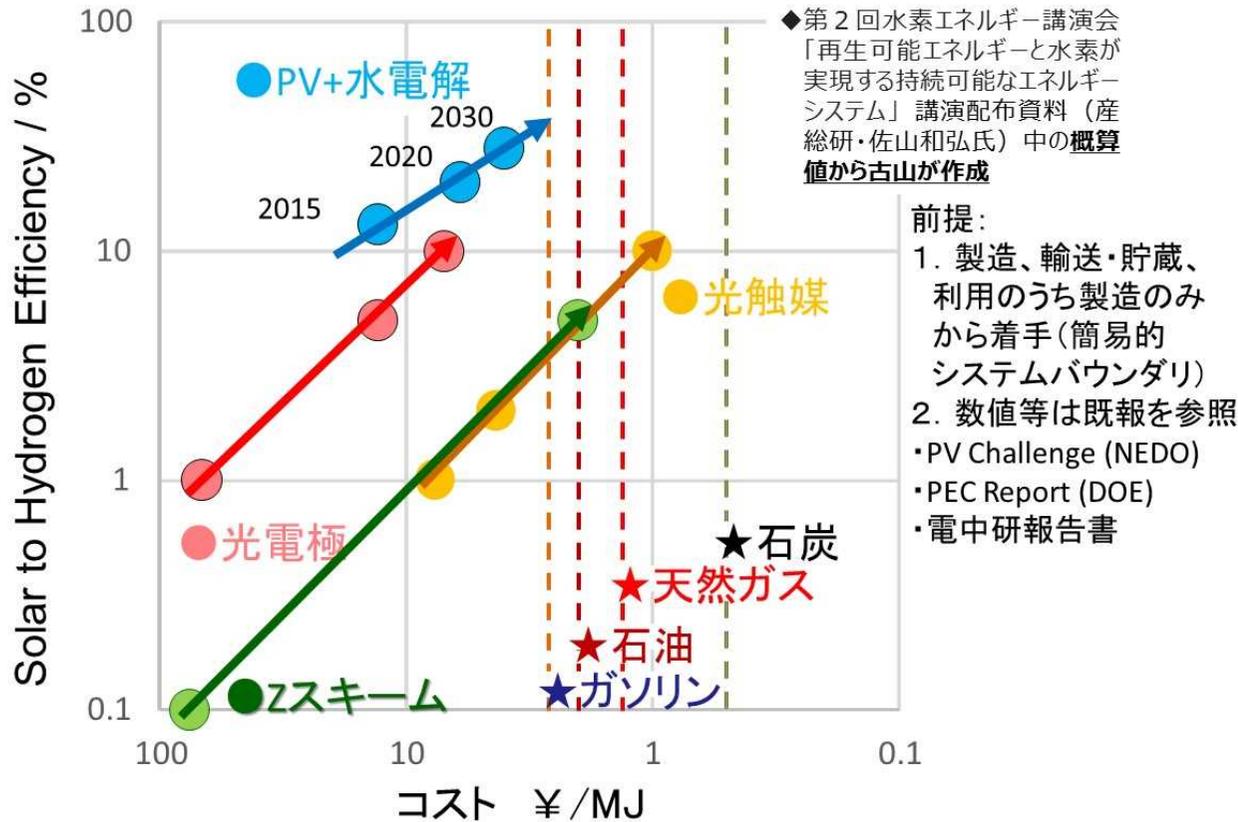
Koyama, Hasegawa, Kajikawa, in "Energy Technology Roadmaps of Japan", Kato, Koyama, Nakagaki eds., Springer, in press

康

研究要素の抽出：水素製造技術の例



研究要素の抽出：水素製造技術の例



技術比較

1. 評価軸選定
2. (半)定量化
3. 評価の深化

⇒課題設定の議論

- ・飛びの必要性認識
- ・重要課題の同定
- ・目標の見直し
- ・新たな価値での再比較
- ...

本PJでは、同様のシステム解析・技術アセスメントを、
目指すべき社会像について実施する

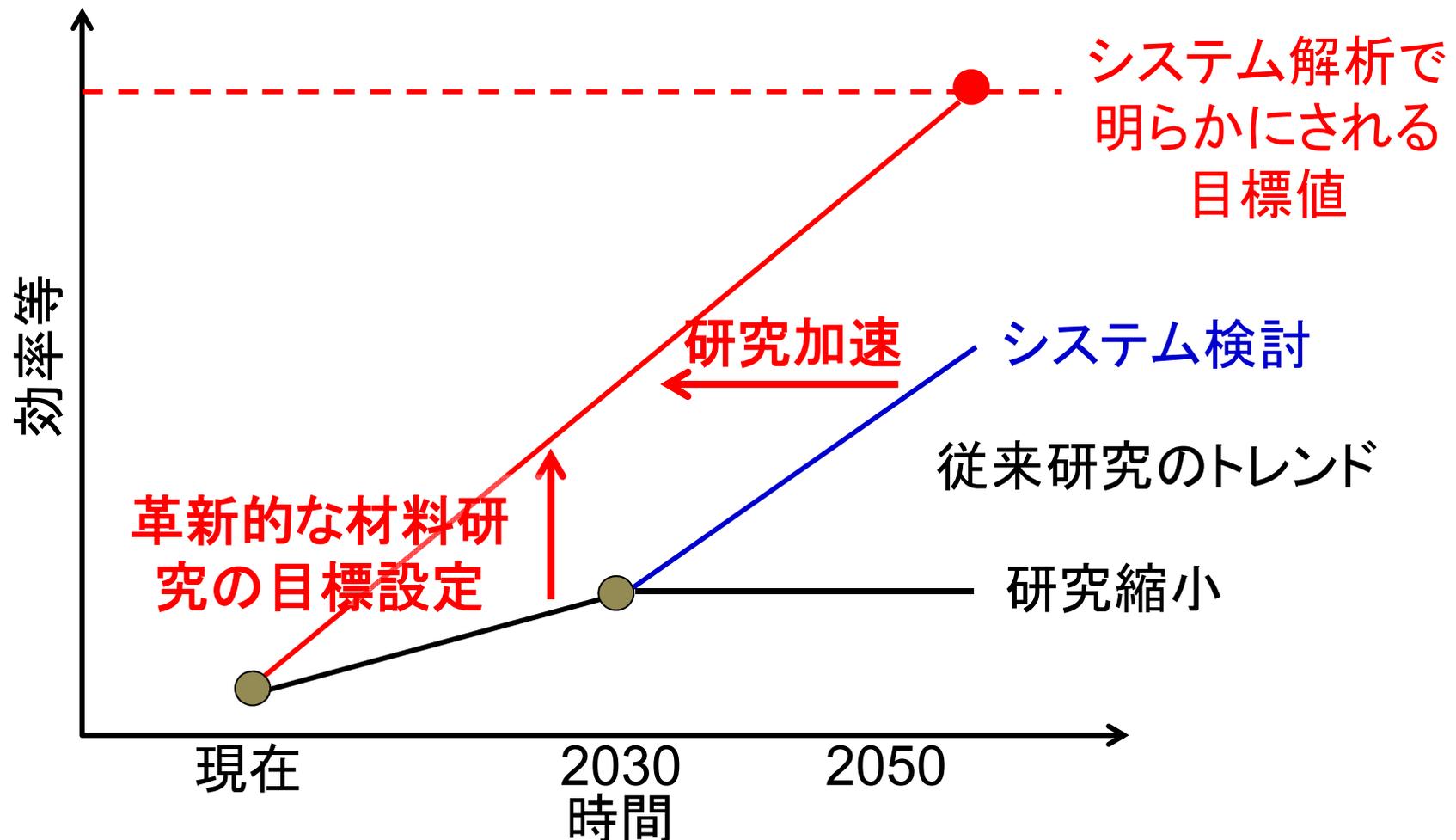
* システム解析をせずに具体的な研究要素の抽出はできない(本WGの時間内では困難: システム解析は妥当性の検証も含めてPJにおいて行う)

統合型材料開発PJのイメージ

2050-2100年における目標(既存の延長ではない方向性)を設定

→「システム工学者(システム解析・技術アセスメントを行う者)」と材料研究者が根拠をもって議論をする方法を確立

→ 革新的な材料創製で加速的に推進する新しい仕組み作りを目指す。



統合型材料開発PJのイメージ・推進方法

2050-2100年における目標(既存の延長ではない方向性)を設定

→「システム工学者」と材料研究者が根拠をもって議論をする方法を確立

→ 革新的な材料創製で加速的に推進する新しい仕組み作りを目指す。

【推進方法】

- 目指すべき材料性能に関して技術アセスメント(システム工学的検討)がなされていない(既存のロードマップがない)材料の研究開発事業に、システム研究を付加して研究を加速することが可能ではないか。
- 様々なテーマのもと、3年程度システム解析をFS的に実施してもらい、その中から優れた提案について厳選した上で、新たな材料開発プロジェクトを開始するようは仕組みも必要ではないか：革新的な”とび”が実現できる材料研究 と、システム解析チームによるチェック機能を組み合わせて実施
- システム解析チームは、各種ロードマップのメタアナリシス(整合性比較)を実施することも有益

統合型材料開発PJの体制等について

【技術アセスメントチーム】

- ・ 既存システムの解析や改良よりも未来志向のシステム工学（新システム概念設計者）
システム工学者と対話/指示できる材料研究者の参画
→ システム解析のマインドのある産学研究者を巻き込む

【事業代表者/中核研究者】

- ・ 多分野の材料とシステムのMulti-disciplineに取り組める人が鍵。複数領域におけるシステム及び材料両方の言語に通暁している人材。

【事業の体制】

- ・ 適切な研究体制を担保するために、事業運営にあたってアドバイザリーボードを設置することが有効
- ・ チーム編成にあたっては、課題の新陳代謝、材料・システム双方の分野に流動的に取り組める体制作りが必要。
- ・ Multi-disciplineの業績評価は難しく、成果が出始めるまでに時間がかかる。また、失敗の確率も高まるため、適切な評価軸の設定が必要。

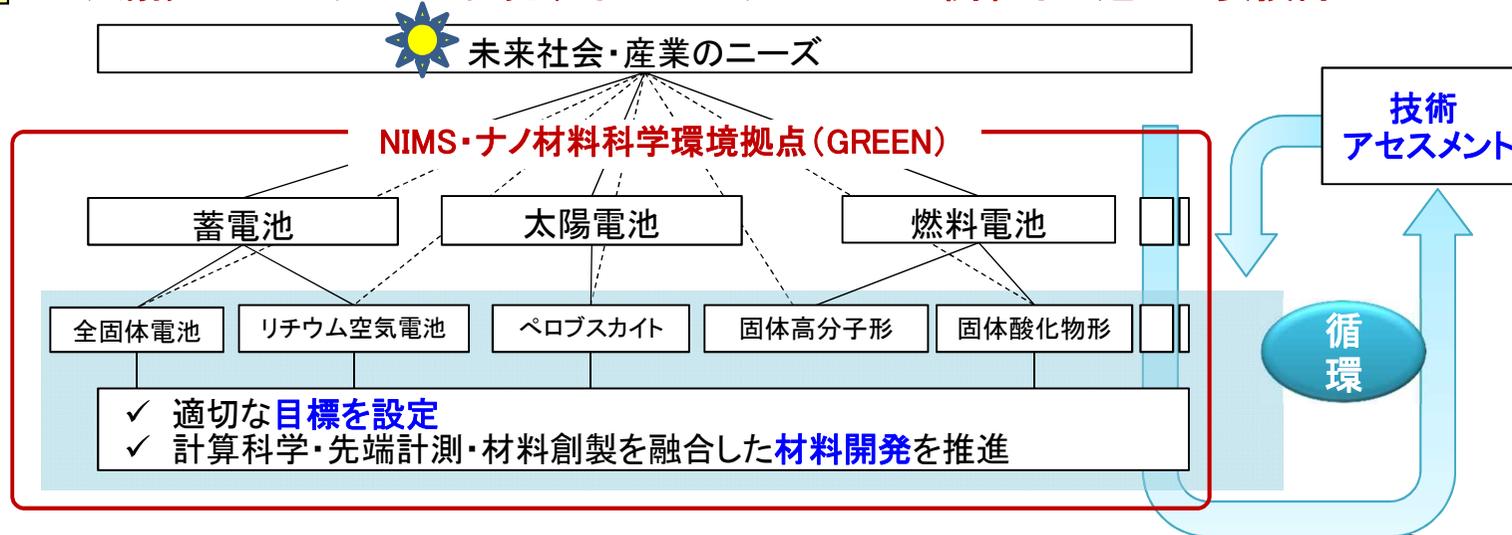
統合型材料開発プロジェクト

平成28年度予算案 : 316百万円
 ※「ナノテクノロジーを活用した環境技術開発」を改組。

概要

- ◆ **ナノテクノロジー・材料分野において高い研究水準**を誇る我が国が、地球環境問題を抜本的に解決して持続可能な社会を構築するため、**太陽光エネルギーから出発するエネルギーフローに関わる一連の材料技術**である**太陽光発電**、電力貯蔵用**二次電池**、及び**燃料電池**を出口側の対象として、技術シーズの源泉となる基礎基盤研究を強化し、出口課題の実用化に向けた研究開発を推進。
- ◆ 材料シーズと技術ニーズの適切なマッチングを図るため、本プロジェクトにおいて、**全体を俯瞰した技術アセスメントと理論・計測・創製を融合した材料開発との協働**により革新的技術に資する基礎研究成果を得ると共に、これらの取組を展開し、協働の核となれる研究者の育成を目指す。

研究課題 ▶ 太陽光エネルギーから出発するエネルギーフローに関わる一連の重要技術



実施体制イメージ

- ▶ 材料シーズと技術ニーズの適切なマッチングを図るため、全体を俯瞰した技術アセスメントと材料開発を相互循環させることが必要。
- ▶ そのため、材料研究者とシステム研究者の参画により研究開発の適切な目標設定を行う技術アセスメントを行う体制を整備。

