

**平成27年度
研究評価委員会
(エネルギー・環境領域)
評価報告書**

平成28年5月



国立研究開発法人

産業技術総合研究所 評価部

評価報告書 目次

1. 評価委員会議事次第	1
2. 評価委員名簿	3
3. 評価資料（主な業務実績等） ¹	5
4. 評価資料（説明資料） ¹	21
5. 評価委員コメント及び評点 ²	93

¹ 記載内容は、評価委員会開催時（平成 28 年 3 月 2 日）のものである。

² 評価委員会では、平成 27 年度末の見込値（平成 27 年 12 月末時点での実績値を参考）に基づいて評価を行った。経済産業大臣に提出する自己評価調書では、年度末の実績値が見込値に達しない項目（該当する項目は、評点表の下部に具体的に記述）についての評点は、実績値を勘案して行うこととしている。

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
平成 27 年度 研究評価委員会（エネルギー・環境領域）
議事次第

日 時：平成 28 年 3 月 2 日（水） 10:00-17:30
 場 所：国立研究開発法人 産業技術総合研究所 つくば中央第 1 事業所 ネットワーク会議室
 （本部・情報棟 1 階 1306-2 室）

開会挨拶 理事・評価部長 島田 広道 10:00-10:05
 委員等紹介・資料確認 評価部研究評価室 伊藤 徹二 10:05-10:10

説明と質疑 （議事進行：山口 真史 評価委員長）

1. 領域の概要

（1）領域全体の概要・戦略 10:10-10:40
 （説明 15 分、質疑・コメント記入 15 分） エネルギー・環境領域長 小林 哲彦

（2）研究開発の概要 10:40-11:45
 （説明 30 分、質疑・コメント記入 35 分）

① 新エネルギーの導入を促進する技術の開発

② エネルギーを高密度で貯蔵する技術の開発

再生可能エネルギー研究センター長
仁木 栄

③ エネルギーを効率的に変換・利用する技術の開発

④ エネルギー資源を有効活用する技術の開発

創エネルギー研究部門長 児玉 昌

⑤ 環境リスクを評価・低減する技術の開発

環境管理研究部門長 田中 幹也

2. 福島再生可能エネルギー研究所小委員会報告 11:45-12:00
 （説明 10 分、質疑 5 分） 岡崎 健 福島再生可能エネルギー
 研究所小委員会委員長

昼食・休憩（40 分） 12:00-12:40

現場見学会（60 分） 12:40-13:40

3. 「橋渡し」のための研究開発

（1）「橋渡し」につながる基礎研究（目的基礎研究） 13:40-14:25
 （説明 20 分、質疑・評価記入 25 分）

電池技術研究部門長 谷本 一美
 エネルギー・環境領域長 小林 哲彦

（2）「橋渡し」研究前期における研究開発 14:25-15:10
 （説明 20 分、質疑・評価記入 25 分）

太陽光発電研究センター長 松原 浩司
 省エネルギー研究部門長 宗像 鉄雄
 エネルギー・環境領域長 小林 哲彦

(3)「橋渡し」研究後期における研究開発 (説明 20 分、質疑・評価記入 25 分)		15:10-15:55
	安全科学研究部門長 本田 一匡 先進パワーエレクトロニクス 研究センター長 奥村 元 エネルギー・環境領域長 小林 哲彦	
休憩 (15 分)		15:55-16:10
4.「橋渡し」のための関連業務 (説明 15 分、質疑・評価記入 15 分)		16:10-16:40
	エネルギー・環境領域研究戦略部長 小原 春彦	
総合討論・評価委員討議・講評 (議事進行：山口 真史 評価委員長)		
総合討論 (領域等への質疑を含む)	(15 分)	16:40-16:55
評価委員討議 (領域等 退席)	(10 分)	16:55-17:05
評価記入 (領域等 退席)	(15 分)	17:05-17:20
委員長講評 (領域等 着席)	(5 分)	17:20-17:25
閉会挨拶	理事・評価部長 島田 広道	17:25-17:30

評価委員

エネルギー・環境領域

委員長	氏名	所属	役職名
○	山口 真史	豊田工業大学	特任教授
	岡崎 健	国立大学法人東京工業大学 ソリューション研究機構	特命教授/名誉教授
	窪田 ひろみ	一般財団法人 電力中央研究所 環境科学研究所 環境化学領域	主任研究員
	末光 真希	国立大学法人東北大学 電気通信研究所 情報デバイス研究部門	教授
	深野 行義	株式会社ガスアンドパワー	常務取締役
	吉岡 省二	株式会社 三菱電機 鎌倉製作所 宇宙技術第一部	専任部長

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

平成 27 年度 研究評価委員会（エネルギー・環境領域）

評価資料（主な業務実績等）

1. 領域の概要

(1) 領域全体の概要・戦略

領域のミッションとしては、グリーンテクノロジー（創・蓄・省エネルギー技術、環境・安全技術）の開発とそれらの社会・産業界への橋渡しを通して、Zero-emission Society への貢献を目指している。

(1)新エネルギーの導入を促進する技術では、太陽光発電、風力発電、地熱発電、電力エネルギーネットワーク等の技術開発を行い「社会に優しい再生可能エネルギー」を目指す。(2)エネルギーを高密度で貯蔵する技術では、長期蓄エネルギー技術の観点でのエネルギーキャリア技術や蓄電池技術の開発で、「使いたい時に使いたい場所で」を目指す。(3)エネルギーを効率的に変換・利用する技術では、パワーエレクトロニクス技術や自動車の省エネルギー技術等の開発で、「エネルギーの無駄の最小化」を目指す。(4)エネルギー資源の有効活用では、メタンハイドレートや未利用化石資源等の利用技術開発で「未来の国産エネルギー」を目指す。(5)環境リスクを評価・低減する技術では、都市鉱山、水循環技術等の開発で「資源の無駄の最小化」を目指すとともに、リスク評価、リスク・コミュニケーション等の技術開発で「産業技術のリスク低減」を目指す。

また地域活性化の観点から、福島再生可能エネルギー研究所（FREA）における再エネ技術研究開発拠点、関西センターにおける電池技術研究開発拠点の形成を通して、「地域に根ざして世界に伸びる」の実現を目指している。

研究開発方針としては、中長期目標・計画を達成するための方策、特に民間資金獲得増については、「急がば回れ」の言葉を掲げ、まずは職員への“技術を社会へ”マインドの浸透と、未来の産業ニーズを想定した目的基礎研究の設定等を通して、5年間で産業界からよりリスペクトされる存在となることを目指し、「結果」としての民間資金の増額獲得を実現して行きたい。平成 27 年度重点化方針としては、(1)新体制の着実なスタートおよび(2)FREA の強化支援である。

領域内マネジメントとしては、領域運営では「答えは現場にある」との視点で現場主義を重視し、領域と研究ユニットとの共同責任意識での PDCA サイクルを実施する。また当該領域の性格が「出口」に近いため、「総合力は強み」の観点で領域外、産総研外の要素技術を縦方向に連携させる。クロスポイントメント制度も積極的に活用する。民間資金獲得に重要なマーケティングについては、「社会・産業の声を聴く」方針で、社会動向、産業ニーズの把握をするとともに、情報・戦略の領域全体への横展開を図る。成果発信および普及については、成果発表会、テクノブリッジフェア、国際学会等を利用した積極的な情報発信を行う。

リスク管理・コンプライアンスについては、公的資金で運営されている組織としての意識を重視し、根気強くコンプライアンスの徹底を行う。研究者個人評価では、論文発表から橋渡し活動まで総合的に評価し、それらのバランスは個々人の状況を重視して判断する。

(2) 研究開発の概要

- ① 新エネルギーの導入を促進する技術の開発
- ② エネルギーを高密度で貯蔵する技術の開発
- ③ エネルギーを効率的に変換・利用する技術の開発
- ④ エネルギー資源を有効活用する技術の開発
- ⑤ 境リスクを評価・低減する技術の開発

豊かで持続可能な社会の実現には、利便性、安全性、安定供給性を併せ持つエネルギー技術と環境調和・資源循環型社会システムの確立が急務である。その解決に向けて、創（新）エネルギー、

蓄エネルギー、省エネルギー、エネルギー資源および環境リスクの5つの研究課題を柱として、研究を実施している。

①「新エネルギーの導入を促進する技術の開発」では、太陽光発電の低コスト化に向けた国内唯一の結晶 Si 太陽電池研究用一貫製造ラインの整備、信頼性向上に資する結晶 Si 太陽電池の劣化要因の特定と高速加速劣化試験方法の提案を行った。地熱・地中熱では、シミュレーションを適用した坑井能力の改善、地下水流動を考慮した独自の予測手法の確立を行った。

②「エネルギーを高密度で貯蔵する技術の開発」では、安全・低コストの高エネルギー密度蓄電池材料・デバイス化技術として酸化物全固体 Li イオン二次電池の低温作動化、Li 硫黄電池正極材料等の開発を行った。水素キャリア製造・利用技術では、MCH を有効に利用できるコジェネシステムの開発、世界初のアンモニア混焼のガスタービン発電、リバーシブルセルと水素吸蔵合金の組み合わせによる貯蔵技術の検証を行った。

③「エネルギーを効率的に変換・利用する技術の開発」において、削減効果の大きな自動車や電力機器等の省エネルギー化に関する研究を行っている。自動車用、ディーゼルエンジン等の効率向上の基盤技術確立、熱電変換等の未利用熱有効活用技術による熱・燃料の高効率利用化を進めている。低消費電力化に資するパワーエレクトロニクス技術では、SiC のウェア高機能化、デバイス/モジュール化および量産化技術等を開発した。

④「エネルギー資源を有効活用する技術の開発」では、メタンハイドレート資源からの天然ガス商用生産のための保圧コア評価装置群導入による貯留槽の高度解析等を行った。褐炭等未利用資源では、高効率ガス化プロセスの設計や下水汚泥流動層燃焼技術の商用化を通じた技術の社会還元等を進めた。

⑤「環境リスクを評価・低減する技術の開発」では、水処理・制御関連技術の開発とそのアジア展開を進めており、5分以内に検知・分析できるオンライン計測装置の開発と現地実証より難処理排水の効率的な処理・システム化を行った。レアメタルリサイクル等、戦略的都市鉱山技術では、複数電子素子回収技術の新規確立と金属分離効率の10%向上を達成した。

2. 福島再生可能エネルギー研究所小委員会報告

平成 26 年 4 月に開所した福島再生可能エネルギー研究所については、第 4 期中長期目標において、再生可能エネルギーに関する世界最先端の研究開発・実証拠点を目指し強化を図るものとし、強化に当たっては、東日本大震災復興関連施策の動向等を踏まえつつ、それまでの取組の成果を評価した上で、平成 27 年度中にその具体的な強化内容を明らかとし、残りの中長期目標期間において取り組むものとしている。

平成 27 年 12 月 17 日に開催した研究評価委員会（エネルギー・環境領域）福島再生可能エネルギー研究所小委員会（委員長：岡崎 健 東京工業大学 ソリューション研究機構 特命教授）において、上記の取組の成果を評価した結果、A 評定との総合評価を得た。詳細については、添付資料「福島再生可能エネルギー研究所の成果の評価報告」に記載している。

3. 「橋渡し」のための研究開発

（1）「橋渡し」につながる基礎研究（目的基礎研究）

評点：B

当領域では「目的基礎」研究として、次世代に大きく成長する可能性を秘めている多彩な研究テーマを発掘し、研究してきた。

電池技術研究部門では、ポストリチウムイオン電池の実現に向けて、酸化物全固体リチウム (Li) イオン二次電池の低温作動化の研究を行い、60℃で放電容量 120mAh/g の作動確認した。また、Li 硫黄電池用 $\text{Li}_2\text{S}-\text{FeS}$ 系正極材料の合成に成功し、段階充放電処理により通常より大きな初期放電容

量が得られた。更に、電荷担体に金属イオンを含まない分子性イオン新型二次電池の開発、イオン液体を用いた Mg 二次電池での理論容量付近での充放電可能性を見出した。極少量の水を加えた有機電解液 DMSO を用いて、革新的な Li-空気電池の空気極の過電圧を大幅に低減できることを示した。

再生可能エネルギー研究センターでは、地熱分野ではギガワット発電を実現する超臨界地熱資源の開発技術について研究を開始した。またエネルギー貯蔵技術としての水素技術開発では、ギ酸に関する触媒開発、60%の熱効率を目指す純水素用ディーゼルエンジン開発を実施している。

省エネルギー研究部門では、水蒸気・二酸化炭素の高温電解によるエネルギーキャリア合成技術、プラズマアクチュエーターを用いた新しいシール技術等、省エネルギー実現に向けた革新的エネルギー技術に関する研究開発等を実施している。

先進パワーエレクトロニクス研究センターでは、パルスマイクロ波プラズマ CVD 法によるダイヤモンド合成で、結晶成長速度とパワー効率の大幅向上を達成した。

環境管理研究部門では、環境微生物群の評価・制御による水処理再生技術に取り組んだ結果、次世代シーケンサーによる環境微生物群の大規模同定及び網羅的遺伝子発現解析技術を開発しており、同定同位体追跡法による環境微生物機能の超高感度同定に成功した。

また液体の体積を極限まで小さくすることにより、バルクでは達成できない化学反応や化学プロセスの制御ができることに着目し、体積フェムトリットレベルでの化学反応を可能とするフェムトリアクターを開発し、異性化反応、酸化還元反応などを実証した。

「目的基礎」研究の評価軸となる論文数については、目標値の 430 件に対して 242 件（2015 年 12 月時点）であり、最終的に未達の可能性が高い。しかしながら、論文被引用数は 15,287 回と高水準であり、産総研全体から見ても 35%の割合を示した。また大学等との共同研究件数も 442 件に至るなど顕著な成果を得た。

当領域が持つ技術的ポテンシャルを生かしつつ、論文（引用）数に代表される研究開発の質的・量的成果や共同研究件数に代表される外部連携等の成果を踏まえ今後「橋渡し」につながる基礎研究（目的基礎研究）を着実に遂行したことから「B」評点を付けた。

(2) 「橋渡し」研究前期における研究開発

評点：B

「橋渡し」研究前期においては、民間企業との受託研究等に結びつく研究開発への取り組みが求められる。特に、公的外部資金を効果的に利用した産学官連携によるプロジェクトを中心に研究開発を展開している。

太陽光発電研究センターでは、高性能な薄膜太陽電池として既に市場化されている CIGS 太陽電池の更なる効率向上のための研究を、大学および事業会社であるソーラーフロンティア株式会社と協力して、オールジャパンの NEDO プロジェクトに取り組んでいる。また、再生可能エネルギー研究センターと連携して、産総研独自のスマートスタック技術を利用した超高効率多接合太陽電池を低コストで実現する研究を、NEDO プロジェクトの下で企業・大学と共同で実施している。

省エネルギー研究部門では、自動車用内燃機関技術研究組合（AICE）と連携して、経済産業省プロジェクトの下で、排気ガス再循環デポジット生成機構解明や DPF（ディーゼルパーティキュレートフィルタ）酸化触媒の機能評価等を実施し、自動車業界全体に対する情報提供・情報交換を進め共同研究を実施している。また、未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合（TherMAT）と連携して、PbTe の内部にナノ構造 MgTe を埋め込む技術を開発し、試作モジュールにおいて世界トップレベルの発電効率 11%（温度差 590℃）を達成し、企業への技術移管を予定している。

他にも、創エネルギー研究部門では、メタンハイドレート資源からの天然ガス商用生産に向けて、出砂現象を解決するための技術として数値解析等を実施し得られた重要な知見を独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）等の関係機関と共有した。また、インド国営企業との国際共同研究などを通して、保圧コア評価装置群による評価技術の高度化を進めている。電池技術研究部門では、レアメタルを含まない NaFeO₂ を正極とする低コストな Na イオン電池の研究開発を行い、劣化要因を解明するとともに Fe の一部を異種元素と置換し、内部欠陥量を減少させ、1.5 倍の

容量で安定に充放電可能な材料を開発した。

「橋渡し」研究前期の評価軸となる知的財産の実施契約等件数に関しては、目標値の 101 件に対して、年度末までに達成見込みである。評価指標ではないが、民間受託の前段階としての公的外部資金に関しては、59.5 億円と昨年度よりも 7 億円ほど獲得額が増えており、研究成果の進展により民間受託への拡大が期待される。

このように「橋渡し」後期に繋がる公的資金獲得額や知的財産実施契約等件数が着実に増加していることから、エネルギー・環境領域の技術的ポテンシャルが企業が受け取り易い段階にまで着実に醸成してきたと評価し「橋渡し」研究前期においては「B 評点」を付けた。

(3) 「橋渡し」研究後期における研究開発

評点：B

「橋渡し」研究後期においては、民間企業のコミットメントが重要であり、企業単独は勿論、コンソーシアム、技術研究組合、共同研究連合体（TPEC など）を通じた研究を展開している。各種データベースや知的基盤を利用したコンサルタント業務も、新たな「橋渡し」研究後期の試みとして実施している。

先進パワーエレクトロニクス研究センターでは、パワーエレクトロニクスの応用展開を目指した TPEC を運営し、各種課題で実用化に直結する成果を得た。本年度の参画は 28 社であり、獲得資金は約 9 億円に達した。この獲得金額は研究所全体から見て、約 5 分の 1 に相当する規模である。更に、西事業所スーパークリーンルームを活用した平成 28 年度以降のパワーエレクトロニクス関連大型共同研究案件の獲得に成功した。

安全科学研究部門では、LCA データベース IDEA の利用許諾契約を、平成 27 年 12 月に販売会社と締結し、国内外への販売を開始する。また、火薬類取締法、高圧ガス保安法の改正や技術基準の策定等、法令運用に必要な実験データを取得するため、地下式火薬庫の安全性評価等、経済産業省からの受託研究を実施した。ナノ材料のリスク評価法を確立し、国際枠組み策定に向けた OECD 工業ナノ材料部会の専門家会合を主催した。

他にも、創エネルギー研究部門では、流動層燃焼技術を転用した環境調和型下水汚泥燃焼炉の実用化を企業と共に展開しており、既に東京都下水処理施設へ商用機を導入している。現在、他自治体との契約も順調に進んでおり、海外との契約も順次進んでいる。電池技術研究部門では、セパレーターメーカーと共同で膜構造設計指針を得るための核磁気共鳴（NMR）を用いた解析評価技術の研究を行い、膜内電解液中のイオン易動度やイオンと膜との相互作用力を直接求めることに成功した。また、高価なコバルトを使用しない高容量酸化物正極について、鉄、マンガンの一部をニッケルで置換した材料を電池メーカーとの共同研究において開発した。シリコン系負極の実用化については、9 社から資金提供を得て共同研究した。

「橋渡し」研究後期の評価軸となる民間資金獲得額に関しては、今年度の目標 24.7 億円に対して 17.7 億円（平成 27 年 12 月時点）までしか達成しておらず、最終的に 19.2 億円と未達が予想される。中堅・中小企業の資金提供を伴う研究契約件数の大企業に対する比率については 22% と全体平均を下回っているが、これは大企業との大口案件が多いことも影響している。

「目的基礎」研究と「橋渡し」研究前期を通じて醸成してきた当領域の技術的ポテンシャルが技術研究組合や共同研究連合体（TPEC など）などを通じて民間企業に広く行きわたっており、パワーエレクトロニクス、LCA データベース、流動層燃焼技術など、多くの技術が実用化されているが、民間資金獲得が当初の目標値には至らなかったことから「B」評点を付与した。

4. 「橋渡し」のための関連業務

(1) 技術的ポテンシャルを活かした指導助言等の実施

評点：B

当領域では、エネルギー・環境分野に特化した技術力を基に、民間企業への技術指導とコンサルティングを積極的に実施している。

例えば、福島再生可能エネルギー研究所では被災地企業のシーズ支援プログラムにおいて平成 25 年から 27 年にかけて計 63 件の支援を行い再生可能エネルギー関連の技術を基に被災地の企業の事業化支援を行った。その中で 43 件は福島県の企業であり被災地の復興に寄与している。

創エネルギー研究部門では、石炭流動層燃焼技術を基に下水汚泥の燃焼技術を開発した。この技術は複数の自治体の下水汚泥燃焼炉に導入された。さらにこの流動層燃焼技術は、廃プラスチック、廃タイヤ、バイオマス等のガス化等転換利用技術にも応用可能で、民間企業に指導、助言を行っている。

安全科学研究部門では、ナノ材料の安全性評価や化学物質の環境影響評価、爆発安全に関して民間企業から 60 件ほどの技術相談を受けた。太陽光発電研究センターでは、太陽電池メーカー、試験所に対して太陽電池性能評価の測定精度向上のための専門的な指導、新規参入メーカーに対しての測定原理の技術相談を共同研究や技術相談の一環として 20 以上の機関に対して実施した。

これらの活動を概観して「B」評点を付けた。

(2) マーケティング力の強化

評点：B

エネルギー・環境領域は産総研の技術力と中立的な立場を活かした R&D のハブとしての機能が期待されている。そこで、当領域が培ってきた技術を広く民間企業に橋渡しするため、エネルギー産業、エネルギーデバイス産業に加えてエネルギー・環境の最新の出口技術を基に素材・化学産業にも貢献できるよう、担当イノベーションコーディネータを配置してマーケティング力を強化している。

電池技術においては、革新蓄電池研究開発の複数のプロジェクトに参画し材料革新の拠点となっている。さらに蓄電池材料評価基盤研究には主導的に参画し、これらの技術開発力を基に自動車、電機メーカー、化学・材料メーカーなどとの共同研究を実施している。

太陽光研究では、太陽電池モジュール部材メーカーの要望で設立した企業コンソーシアムの活動から具体的な部材メーカーとの企業連携に発展した。

自動車関連では、各企業の共通課題を産総研を核とする産学官連携により解決することを目指して技術組合 AICE を活用した研究開発を実施している。

また先進パワーエレクトロニクスでは、新たな企業メンバー開拓やそのための方策についての意見聴取/交換を行い、企業ニーズの把握に努めた。

これらの活動を概観して「B」評点を付けた。

(3) 大学や他の研究機関との連携強化

評点：B

エネルギー・環境領域では大学等と連携して、将来の実用化を見据えた目的基礎研究の強化に取り組んできた。大学とは各種共同研究やクロスアポイントメント制度を活用した人材交流と産業人材育成事業に取り組んできた。

例えばエネルギー・ナノ工学研究ラボはクロスアポイントメント制度を活用して東京大学の丸山茂夫教授を招聘し、大学側のナノカーボン合成・応用技術、ナノ・マイクロ熱輸送技術と産総研の技術シーズをマッチングし産総研全体の目的基礎研究レベルの底上げを図っている。

二次電池研究では大阪大学、神戸大学とクロスアポイントメント制度を実施し、産総研のリチウ

ム電池をはじめとする先進・革新蓄電池の材料技術開発、劣化機構解明技術と大学のシーズ技術とを連携させ、産業界への橋渡しを目指している。

他にも安全科学研究部門では、国内主要大学約 20 大学と連携して研究開発を実施している。省エネルギー研究部門では、国内主要 7 大学との連携大学院制度等による博士課程学生の指導を行っている。

先進パワーエレクトロニクス研究センターでは、SIP 等の国家プロジェクトにおいて、中核的集中拠点として他の研究機関（11 機関）との連携のハブ機能を果たしている。

これらの活動を概観して「B」評点を付けた。

(4) 研究人材の拡充、流動化、育成

評点：B

エネルギー・環境領域の研究ユニットは、豊かで持続可能な社会の構築に貢献することをミッションとしている。それに資するため、研究に携わる人材の育成と社会への技術普及に努めるべく、産学官横断で総合的な人材育成事業を展開してきた。

先進パワーエレクトロニクスでは、筑波大学パワーエレクトロニクスコースの連携講座(3 教員)で講義を担当するとともに、TIA/TPEC の産業人材育成プログラムであるパワーエレクトロニクスサマースクールに協力し、全国 49 機関から 133 名の参加を得た。

環境管理研究部門では、環境有害物質に対する世界最高感度の分析技術の講習講座を実施している。また、「戦略的都市鉱山研究拠点 (SURE)」コンソーシアムでは今年 4 回目のリサイクル技術セミナーを実施しており、日本の産業に必要なリサイクル技術の発展と普及に努めている。

再生可能エネルギー研究センターでは、クロスアポイントメント制度を利用し、大学から人材を受け入れて平成 27 年 12 月現在で、ポスドク・技術研修など計 63 名の再生可能エネルギー分野の人材育成を行っている。また復興予算を用いた産業人材育成事業等で、リサーチアシスタント制度の活用し 15 人の学生の人材育成を行っている。

これらの活動を概観して「B」評点を付けた。

福島再生可能エネルギー研究所の成果の評価報告

平成28年3月2日

研究評価委員会（エネルギー・環境領域）

福島再生可能エネルギー研究所小委員会

1. 研究開発の成果（A 評定、（評点 4.1））

実績と評価コメント

（1）太陽光発電の高効率化・低コスト化技術

●実績

結晶 Si 太陽電池量産試作施設（国内唯一の研究用一貫製造ライン）の立ち上げに成功した。独自のスマートスタック技術を用いた GaAs/InP 系 4 接合セルを作製し、世界トップレベルの変換効率 31.6%を達成した。この技術を低価格結晶 Si セルに適用し効率 20.1%を得るなど、最新鋭の各研究用プロセスを利用し高効率化、低コスト化、長寿命化につながる要素研究で成果を上げた。

●評価コメント

1) 評価できる点

- ・ 薄型ウェハの作製から、高効率セル・モジュール作製、信頼性評価まで、FREA の設備施設を生かし、先端的で、総合的な技術開発を進めている。

2) 問題点・改善すべき点、助言

- ・ オリジナル技術を重要視すべきであるという意見と、今話題になっているコストダウンの技術をきちんと見ていくという二通りの方向性がある。このあたりをクリアにして研究を進めるべきである。
- ・ メーカーによる開発との違いを明確にする必要があるのではないか。
- ・ 基本的には、セルの高効率化、低コスト化が最も重要であるが、社会側のニーズをうまくとらえ、近い未来のビジネス化につながるような研究も合わせて実施できるとよい。
- ・ 全国の日射量予測などポテンシャル評価の研究も必要ではないか。

（2）高性能風車技術及びアセスメント技術

●実績

ナセル搭載 LIDAR により複雑な風況条件下で風速分布を遠隔計測することに成功し、最大 6%の発電電力量向上が可能なることを見出した。発電電力量と環境影響を正確に予測する技術として高解像度海面水温データセットを開発し、国際的に最も高精度な洋上風況シミュレーション技術を実現した。

●評価コメント

1) 評価できる点

- ・ 国際的に最も高精度な洋上風況シミュレーション技術を開発し、ポテンシャル評価精度を向上させた。
- ・ 国内風力発電導入促進のため、洋上風力ポテンシャル評価技術の高度化や洋上風況マップ・データベースの作成など、風力発電アセスメント技術の高度化に取り組んでいる。

2) 問題点・改善すべき点、助言

- ・ 日本に合った風力利用体系は何か、風況、地形などを含めて整理してほしい。
- ・ 風況とともに接続可能な電力系統との組み合わせも必要と思われる。
- ・ 欧州では風が主力であるが、日本として PV と風力とのバランスの将来像を示してほしい。
- ・ 開発したシミュレーション技術によるポテンシャルと電力系統も考慮した国内の風力発電ポテンシャルマップの開発が望まれる。

(3) 地熱の適正利用のための技術

●実績

複雑な地下構造に対応した地熱井加圧注水シミュレータを開発し、シミュレーションをもとに、実坑井の能力改善を実現し、発電量増大（約 1.1MW、定格出力の約 4%に相当）に成功した。

●評価コメント

1) 評価できる点

- ・ 超臨界地熱発電で革新的大規模発電にチャレンジしている。
- ・ 海外の研究機関と連携して、地熱井の能力改善のためのシミュレーション技術の開発とその実証を行った。

2) 問題点・改善すべき点、助言

- ・ 超臨界地熱利用は、国内に賦存する資源であり、地球温暖化対策、エネルギー対策としても大いに期待している。
- ・ FREA でなければならない、という特徴出しができていないかもしれない。
- ・ 資源量の評価、マッピングを正しく把握した上で、具体的なロードマップを作成してほしい。

(4) 地中熱ポテンシャル評価とシステム最適化技術

●実績

津軽平野において、産総研オリジナルの熱応答試験結果を組み入れた地下水流動・熱輸送モデルを構築し、少数の観測井から有効熱伝導率の分布を推定する新しいポテンシャルマップを作成した。現在、福島県の会津盆地に展開している。

●評価コメント

1) 評価できる点

- ・ 地元企業、大学との連携のもと、地中熱のポテンシャル評価や利用技術開発に積極的に取り組み、導入段階になっている。

- ・ 東南アジアでの地中熱による冷房の導入の実証が行われている。

2) 問題点・改善すべき点、助言

- ・ 周囲環境と対応させた本技術の適応性をコストも含めて整理し、その上で、国際展開を図ってほしい。
- ・ 開発された評価手法を民間と共同で多くの地域に適用し、場合によっては自治体と企業とに手法を橋渡しして、効率的に国内のポテンシャルマップが作られることを期待する。

(5) 水素キャリア製造・利用技術

●実績

高密度水素キャリアの製造・利用システム開発・実証を目指し、水素添加及び脱水素の各種触媒の性能を評価した。世界最大級の水素キャリア製造・利用統合システム実証機を稼働し、エンジン排熱を利用して世界トップ水準の MCH からの水素発生量を維持しつつ、水素を 60% 混合した燃料で熱効率 40% を実現した。世界で初めて小型ガスタービンで 100% アンモニアの燃焼と発電に成功した。

●評価コメント

1) 評価できる点

- ・ MCH に関して、他の熱源との結合を含め、独自の研究が進められている。
- ・ 世界最大級の水素キャリア製造・利用統合システム実証機を稼働させた。

2) 問題点・改善すべき点、助言

- ・ 企業と共同研究を行う場合は、FREA に残すべき技術と企業が持ち帰る技術は分離して行く必要がある。水素に関しては多くの企業が開発を行っているため、FREA は研究のプラットフォームを提供するポジションでも構わないと考える必要がある。
- ・ キャリアを特定することなく、将来の大量水素導入時代に向けて、様々な可能性に対して客観的な科学的判断をしてほしい。
- ・ トータルの H₂ 収率(効率)の目標を示すべきではないか。
- ・ エネルギーの貯蔵には貯蔵技術の他に立地の問題もあり、どのような需給バランスの地域ではどのくらいの貯蔵システムが必要かの検討も重要と思われる。

(6) 再生可能エネルギーネットワーク技術

●実績

世界最大級(3MW)パワーコンディショナを試験できるスマートシステム研究棟を整備。ICT を活用した変動対策技術として、福島県を対象に広域・高分解能(2km メッシュ&リアルタイム)の太陽光・風力資源評価 DB を構築するとともに数時間先の発電量予測も可能とした。

●評価コメント

1) 評価できる点

- ・ システムの実証ではなく、全体の評価検証を可能とする国際的なプラットフォーム

ムを構築している。

- ・ 地元をモデルとしてエネルギーマネジメントの手法の確立を図っている。

2) 問題点・改善すべき点、助言

- ・ グローバルでの競争力を得られるような試験設備の増強と標準化活動を合わせて行ってもらいたい（ガラパゴス化しないように）。特に海外でも競争できるメーカーは限られており、そのメーカーを育てるようなことと、アジア地区に展開できるようなグリッドシステムの構築を行ってもらいたい。
- ・ パワーコンディショナを中心としたエネルギーマネジメントで最初のテーマはよいが、次のフェーズでは複数電力のエネルギーマネジメントに挑戦してもらいたい。
- ・ 再生可能エネルギーの大量普及という課題に応えるためには、本来の意味のシステム評価が必要。システム全体の柔軟性を評価できるスキームが必要。火力の運用高度化、再生可能エネルギー制御、貯蔵要素、デマンドレスポンスまで踏み込んだ横串を通してほしい。研究分野を拡大する必要があるのではないか。
- ・ 平成 28 年 4 月開設の大型パワーコンディショナ（PC）の研究開発・認証拠点施設は、世界標準の PC を認証し、再生可能エネルギーの導入と PC の海外展開に貢献するものと期待する。

(7) 研究開発の成果全体に関する評価コメント

1) 評価できる点

- ・ すべての研究チームにおいて、アウトプットが発足1年半にしては多い。

2) 問題点・改善すべき点、助言

- ・ より具体的な目標を設定すべき。
- ・ 復興予算の減額による研究費の確保が運営費交付金の増額に比べて大きい。これを外部からの受託研究でまかなうのは大変なことと思われる。チーム長が資金確保に追われ、研究に携われないと危惧される。
- ・ エネルギー技術はシステム技術なので、個別技術のベストミックスと在来エネルギーとの連携、その最適化についての具体的な戦略を立てるべきである。

2. 「橋渡し」の成果（A 評定（評点 4.2））

実績と評価コメント

●実績

平成 27 年度の共同研究は、契約済み 40 件、手続き中 30 件、合計 70 件で、内訳は民間企業が 44 件（被災地企業支援プログラム 25 件を含む）、大学、公設試等が 26 件（人材育成事業 11 件を含む）である。民間企業からの受託研究費は 1.1 億円である。この他に、共同研究を想定して協議中の案件が 10 件以上（大型受託研究を含む）ある。

23 社参加の「次世代結晶シリコン PV コンソーシアム」は平成 27 年 9 月で終了し、10 月から「結晶シリコン太陽電池基盤技術コンソーシアム」を開始した。

復興予算の被災地企業技術シーズ支援プログラムで、被災 3 県の企業 33 社と延べ 63 件の共同研究を行い事業化を支援してきた。平成 27 年度は 25 件を実施中でうち 3 件が事業化している。地銀 2 行とのアクション JAT により連携企業を支援している。

復興予算の産業人材育成事業では 11 件の共同研究で学生を受け入れている。研究者が大学や高校に出張講義を行い人材育成に貢献している。

国内組織との連携では、大学、県市等と連携協力協定を締結している。海外機関との連携では、研究協力協定を 4 か国の主要機関と締結し共同研究や人材交流を行っている。スマートグリッド関連技術の国際規格化、標準化を目標とする国際的枠組みに参加している。

技術の橋渡しに繋がる情報発信を積極的に行い、ワークショップ等の開催、展示会への参加等を行っている。非常に多くの見学を受け入れ、平成 26 年度実績 4,930 名を上回る見込みである。

平成 28 年 4 月オープンの分散電源評価・研究施設（スマートシステム研究棟）の大型分散電源認証基盤利用促進協議会が組織され、企業群と産総研の共同研究利用や、施設貸与等の運用ルール、体制を整備中である。

● 評価コメント

1) 評価できる点

- ・ 現在の人員で 70 件の共同研究は評価できる。
- ・ 地元企業の技術支援、地元大学との連携による人材育成の目標も達成し、国際連携協力の面でも良い橋渡しができている。
- ・ 発足間もなく研究者数も十分とはいえない状況下において、精力的に他機関との連携や支援を行い、着実に成果が上がっている。
- ・ 外部連携を非常に積極的に推進している。ただし取捨選択が重要である。
- ・ 視察者が多く、研究所の情報発信はもとより、福島県の現状の情報発信にも地域の活性化にも貢献している。

2) 問題点・改善すべき点、助言

- ・ 限られた予算、限られた人員の中で対応するにはあまりに大きな多種多様なミッションをかかえている。このまま膨張していいのか将来展望を議論すべき。
- ・ 研究者の負担に関する懸念がある。スタッフの充実が望まれる。
- ・ 企業からの資金流入が少ない。マップ作りのような企業の参加を促す研究より、具体的な売り上げにつながる研究を進めると増加すると思われる。
- ・ 復興予算からの脱却が重要だが、その補填は受託研究だけでいいのか、地元企業との連携をどう位置付けるか、考えてほしい。
- ・ 連携の件数は多いが、今後は大型のプロジェクトを取得することが望まれる。
- ・ 出口戦略は重要であるため、FREA 中での成功事例をベンチマークして、重要な共同研究先を決めるほうがよい。

3. 研究所の総合評価（A 評定（評点 4.1））

実績と評価コメント

●実績

再生可能エネルギーの大量導入を促進する研究を、国内外の主要な研究機関、企業と連携して行うとともに、被災地の企業、大学等と積極的に連携し復興に貢献することとした。

常に不足するマンパワーを、研究者の新規採用、他拠点からの研究者や事務職の異動、支援人材の雇用等で強化し、当初の68名から147名に達した。共同研究などでの来所者は現在171名である。

年間予算は、30億円強で推移しているが、平成26年度に受託研究費の獲得に努力し、平成27年度の復興予算の減少を補う額となっている。

●評価コメント

1) 評価できる点

- ・ 再生可能エネルギーによる安定したエネルギーの供給を目指して、個々のエネルギー技術開発だけでなく、エネルギーの貯蔵から有効利用まで一箇所に集中して研究開発を進めている。
- ・ 地元企業への支援、地元大学・自治体・金融機関との連携、米国、ドイツ等の主要な海外機関との連携がなされ、開かれた研究拠点として取り組みがなされている。
- ・ 人的資源の増強に努めており、研究所全体に以前よりも活気が感じられる。

2) 問題点・改善すべき点、助言

- ・ 多くのミッションを抱えているので、安定的な財源の確保とともに、人的資源が確保されることを期待する。
- ・ 設立時期のビジョンや計画を具体化するシナリオと実際の成果とのリンクを行い、発展性があることを示す根拠を提出していく必要がある。
- ・ 再生エネルギーが真に価値のある要素となるために、NRELのようにソフト的な評価面を充実させてほしい。
- ・ 各論（個別技術）の研究は高く評価するが、再生可能エネルギー全体としての横断連携と、システム評価について強化が必要である。
- ・ 研究所のミッションや目的は複数あるが、設立からの変遷により強弱をつけるべきである（すべてを満たすテーマは難しい）。

4. 評点一覧

評価委員(P, Q, R, S, T)による評価

評価項目	P	Q	R	S	T
研究所の総合評価	A	S/A	A	A	A
研究開発の成果	A	S/A	A	A	A
「橋渡し」の成果	A	S	A	A	A

別紙一覧

- 別紙 1 平成27年度 研究評価委員会（エネルギー・環境領域）
福島再生可能エネルギー研究所小委員会 評価委員名簿
- 別紙 2 1. 「橋渡し」機能の強化（8）地域イノベーションの推進等
②福島再生可能エネルギー研究所の機能強化
- 別紙 3 平成27年度 研究評価委員会（エネルギー・環境領域）
福島再生可能エネルギー研究所小委員会 議事次第

平成27年度 研究評価委員会（エネルギー・環境領域）
福島再生可能エネルギー研究所小委員会
評価委員名簿

岡崎 健	東京工業大学 ソリューション研究機構 特命教授 （委員長）
稲葉 道彦	株式会社東芝 社会インフラシステム社 太陽光発電システム推進 部 技術責任者
岩船 由美子	東京大学 生産技術研究所 エネルギー工学連携研究センター 特任教授
海江田 秀志	一般財団法人 電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域 研究参事
長門 昭夫	公益財団法人 福島県産業振興センター 理事長

研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項

1. 「橋渡し」機能の強化

(8) 地域イノベーションの推進等

②福島再生可能エネルギー研究所の機能強化

【産総研 第4期中長期目標】

平成26年4月に開所した福島再生可能エネルギー研究所については、これまで国や福島県の震災復興の基本方針に基づいて整備が行われてきたところ、エネルギー産業・技術の拠点として福島の発展に貢献するため、再生可能エネルギー分野における世界最先端で、世界に開かれた研究拠点を目指し、引き続き当該分野に関する研究開発に注力するものとする。また、地元企業が有する技術シーズ評価を通じた技術支援及び地元大学等との連携による産業人材育成に取り組むことにより、地元企業等への「橋渡し」を着実に実施するとともに、全国レベルでの「橋渡し」を推進するものとする。さらに、発電効率の極めて高い太陽電池や世界第3位の地熱ポテンシャル国であることを活かした大規模地熱発電、再生可能エネルギーの変動を大幅緩和するエネルギー貯蔵システム等の再生可能エネルギーに関する世界最先端の研究開発・実証拠点を目指し強化を図るものとする。強化に当たっては、東日本大震災復興関連施策の動向等を踏まえつつ、それまでの取組の成果を評価した上で、平成27年度中にその具体的な強化内容を明らかとし、残りの中長期目標期間において取り組むものとする。

【産総研 第4期中長期計画】

平成26年4月に開所した福島再生可能エネルギー研究所については、これまで国や福島県の震災復興の基本方針に基づいて整備が行われてきたところ、エネルギー産業・技術の拠点として福島の発展に貢献するため、再生可能エネルギー分野における世界最先端で、世界に開かれた研究拠点を目指し、引き続き、当該分野に関する研究開発に注力する。また、地元企業が有する技術シーズ評価を通じた技術支援及び地元大学等との連携による産業人材育成に取り組むことにより、地元企業等への「橋渡し」を着実に実施するとともに、全国レベルでの「橋渡し」を推進する。さらに、発電効率の極めて高い太陽電池や世界第3位の地熱ポテンシャル国であることを活かした大規模地熱発電、再生可能エネルギーの変動を大幅緩和するエネルギー貯蔵システム等の再生可能エネルギーに関する世界最先端の研究開発・実証拠点を目指し強化を図る。強化に当たっては、東日本大震災復興関連施策の動向等を踏まえつつ、それまでの取り組みの成果を評価した上で、平成27年度中にその具体的な強化内容を明らかとし、残りの中長期目標期間において取り組む。

【産総研 平成27年度計画】

- ・ 福島再生可能エネルギー研究所については、エネルギー産業・技術の拠点として福島の発展に貢献し、再生可能エネルギー分野における世界最先端かつ世界に開かれた研究拠点の形成を目指して活動を行う。
- ・ 平成27年度において、復興支援を目的として、地元民間企業の技術シーズへの技術支援を25件以上、及び地元大学等との連携を10件以上実施し、産業人材育成に取り組むことにより、地元民間企業等への「橋渡し」を実施する。また、東日本大震災復興関連施策の動向等を踏まえつつ、平成27年度中にこれまでの取り組みの成果を評価した上で、具体的な強化内容を明らかにする。

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
平成 27 年度 研究評価委員会（エネルギー・環境領域）
福島再生可能エネルギー研究所小委員会
議事次第

日 時：平成 27 年 12 月 17 日（木） 10:20-17:30

場 所：国立研究開発法人 産業技術総合研究所 福島再生可能エネルギー研究所 FREA ホール

開会挨拶 理事・評価部長 島田 広道 10:20-10:25
 委員等紹介・資料確認 評価部研究評価室 竹内 圭史 10:25-10:30

福島再生可能エネルギー研究所（FREA）による説明（質疑含む）（議事進行：岡崎 健 委員長）

1. 研究所の戦略・マネジメント
 - (1) 研究所の戦略 10:30-10:50
 （説明 20 分） FREA 担当理事 小林 哲彦
 - (2) 研究所のマネジメント 10:50-11:00
 （説明 10 分） FREA 所長 大和田野 芳郎
 質疑・評価記入 20 分 11:00-11:20
2. 研究開発の成果
 - (1) 概要 11:20-11:40
 （説明 10 分、質疑・評価記入 10 分）再生可能エネルギー研究センター長 仁木 栄
 - (2) 太陽光発電の高効率化・低コスト化技術 11:40-12:00
 （説明 10 分、質疑・評価記入 10 分） チーム長 高遠 秀尚
 - (3) 高性能風車技術およびアセスメント技術 12:00-12:20
 （説明 10 分、質疑・評価記入 10 分） チーム長 小垣 哲也
- 昼食・休憩 （40 分） 12:20-13:00
- 現場見学会 （55 分） 13:00-13:55
 - (4) 地熱の適正利用技術 13:55-14:15
 （説明 10 分、質疑・評価記入 10 分） 上級主任研究員 相馬 宣和
 - (5) 地中熱ポテンシャル評価とシステム最適化技術 14:15-14:35
 （説明 10 分、質疑・評価記入 10 分） チーム長 内田 洋平
 - (6) 水素キャリア製造・利用技術 14:35-14:55
 （説明 10 分、質疑・評価記入 10 分） チーム長 辻村 拓
 - (7) 再生可能エネルギーネットワーク技術（グローバル認証基盤整備事業を含む） 14:55-15:15
 （説明 10 分、質疑・評価記入 10 分） チーム長 大谷 謙仁
- 休憩 （15 分） 15:15-15:30
3. 「橋渡し」の成果 15:30-16:20
 （説明 25 分、質疑・評価記入 25 分） FREA 所長 大和田野 芳郎

総合討論・委員討議・講評（議事進行：岡崎 健 委員長）

- | | | |
|-----------------------|--------|-------------|
| 総合討論（FREA・領域等への質疑を含む） | （25 分） | 16:20-16:45 |
| 委員討議（FREA・領域等 退席） | （20 分） | 16:45-17:05 |
| 評価記入（FREA・領域等 退席） | （15 分） | 17:05-17:20 |
| 委員長講評（FREA・領域等 着席） | （5 分） | 17:20-17:25 |

閉会挨拶 理事・評価部長 島田 広道 17:25-17:30

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
平成27年度 研究評価委員会
(エネルギー・環境領域)
評価資料(説明資料)

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
エネルギー・環境領域

目 次

1. 領域の概要

- (1) 領域全体の概要・戦略
- (2) 研究開発の概要

2. 福島再生可能エネルギー研究所小委員会報告

3. 「橋渡し」のための研究開発

- (1) 「橋渡し」につながる基礎研究(目的基礎研究)
- (2) 「橋渡し」研究前期における研究開発
- (3) 「橋渡し」研究後期における研究開発

4. 「橋渡し」のための関連業務

- (1) 技術的ポテンシャルを活かした指導助言等の実施
- (2) マーケティング力の強化
- (3) 大学や他の研究機関との連携強化
- (4) 研究人材の拡充、流動化、育成

1. 領域の概要

(1) 領域全体の概要・戦略

産業界にご利用頂きやすい
エネルギー・環境領域をめざして

エネルギー・環境領域
領域長 小林 哲彦

持続可能な社会の構築

技術を社会へ

豊かで環境に優しい
社会を実現する
グリーン・テクノロジー

健康で安全な
生活を実現する
ライフ・テクノロジー

創・畜・省
エネルギー
再生可能エネルギー次世代パワーエレクトロニクス

環境リスク
低減
グリーンケミカルプロセス

新資源
創出
メタンハイドレート都市鉱山活用

健康・
生活安全
キッズデザイン介護ロボット

医療
がん早期診断
再生医療

創薬
ゲノム創薬
創薬ロボット

福島再生可能エネルギー
研究所(福島県郡山市)

つくばイノベーション
アリーナ(TIA)

バイオ・IT融合研究拠点
(臨界副都心センター)

オープンイノベーションプラットフォーム

わたしたちは、持続可能な社会の構築に向けて、グリーン・テクノロジーによる豊かで環境に優しい社会の実現とライフ・テクノロジーによる健康で安全な生活の実現を目指します。

Zero-emission Society の夢

エネルギー技術

- 創エネルギー
 - 再生可能エネルギー大量導入
 - メタンハイドレートの実用化
- 蓄エネルギー
 - 高容量低コスト蓄電池
 - 水素等化学物質エネルギー貯蔵
- 省エネルギー
 - 先進パワーエレクトロニクス社会実装
 - 未利用熱利用(熱電変換等)

環境・安全技術

- 物質循環
 - 都市鉱山の活用(希少元素)
 - 水循環技術のアジア展開
- 産業技術リスク低減
 - リスク評価、リスクコミュニケーション等のリスクマネジメント

エネルギー・環境領域 (研究職: 370名 (平成27年4月1日現在))

創エネルギー(再生可能エネルギー)

太陽光発電RC (36) つくば・九州
CIGS-PV・新概念PV

再生可能エネルギーRC (33) 福島★

Si-PV・多接合PV・風力・地熱・
化学エネルギー貯蔵・エネルギーシステム

電池技術RI (50) 関西★
LIB・新概念電池・PEFC

蓄エネルギー

創エネルギー(エネルギー資源)

創エネRI (57) つくば・北海道
メタンハイドレート、未利用化石
資源

先進パワエレRC (38) つくば・関西
SiC・GaN・ダイヤモンド

省エネルギーRI (47) つくば
熱電変換・燃焼技術(自動車)
SOFC

省エネルギー

物質循環

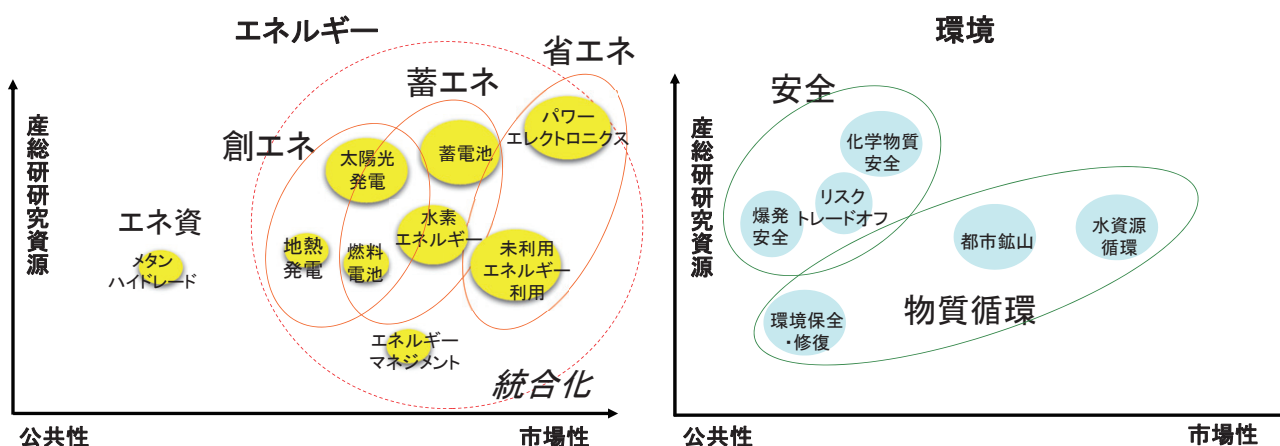
環境管理RI (57) つくば
リサイクル・環境保全

産業技術のリスク低減

安全科学RI (43) つくば
リスクマネジメント・爆発安全・LCA

★: 地域研究拠点化

RI: 研究部門、RC: 研究センター、(): 職員数



1. エネルギー・環境領域

- 1- (1) 新エネルギーの導入を促進する技術の開発(創エネ)
- 1- (2) エネルギーを高密度で貯蔵する技術の開発(蓄エネ)
- 1- (3) エネルギーを効率的に変換・利用する技術の開発(省エネ)

- 1- (4) エネルギー資源を有効活用する技術の開発(エネ資)
- 1- (5) 環境リスクを評価・低減する技術の開発(安全、物質循環)

- 独立行政法人「業務の効率化」
→ 国立研究開発法人「成果の最大化」
- 「橋渡し」機能の強化を促すために、民間企業からの資金獲得額を目標期間の終了時(平成31年度末)までに現行の3倍以上(46億円/年 → 138億円/年)とする



急がば回れ
結果としての民間資金獲得

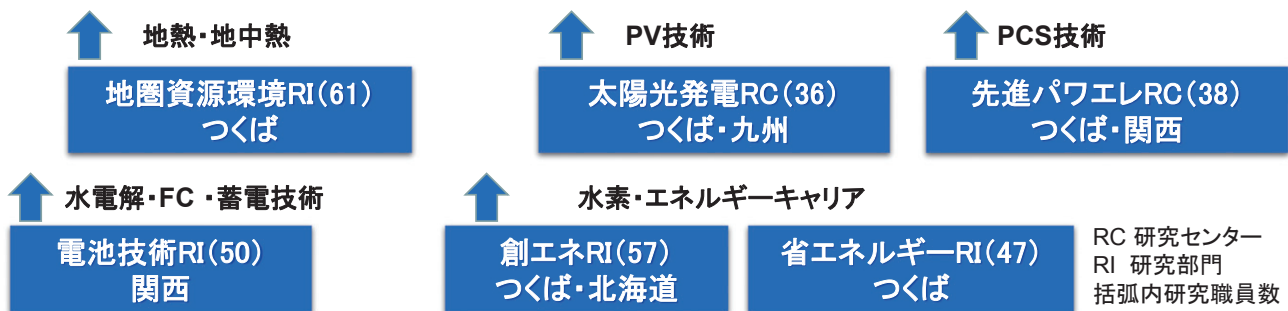
- 人材育成(「技術を社会へ」マインドの徹底)
- 将来の「橋渡し」準備=「目的基礎研究」の強化
- マーケティング活動の定着



東日本大震災後、福島県は「再生可能エネルギー先駆けの地」を目指して、再生可能エネルギーの導入を積極的に進めています。その地において、**再生可能エネルギー研究開発のハブとなるのが当研究所です**。再生可能エネルギーは、時間的に大きく変動する、コストが高い、場所ごとに適切な技術の選択が必要など、さまざまな課題を抱えています。それらを解決する新技術を生み出し、世界に発信するのがFREAのミッションです。

再生可能エネルギーRC (33)
福島

all AIST でのバックアップ体制



1) 領域内ガバナンス (研究ユニットとの意思の疎通)

研究ユニット幹部との意見交換 (定例2回/月、マーケティング会議合宿等)

2) 領域内重点テーマ定例技術会議 / 戦略会議

パワエレ、蓄電池、再エネ、水素・エネルギーキャリア、人工光合成、固体酸化物燃料電池、他

3) 内部人材育成

- ・ユニットマネージメントのためのパネル討論会 (公開)
- ・任期付き職員のための経過報告会・研究アドバイス
- ・海外派遣支援 (0.2億円 + 国際共同研究プロジェクト)

4) 目的基礎研究支援

- ・領域裁量研究費 (領域で審査) : 3.26億円
- ・論文発表支援 1億円
- ・知財登録支援 0.5億円
- ・外部資金獲得支援
公的資金の15% (8.94億円) 民間資金の30% (5.76億円)

(2) 研究開発の概要

(2) 研究開発の概要

- ①新エネルギーの導入を促進する技術の開発
- ②エネルギーを高密度で貯蔵する技術の開発
- ③エネルギーを効率的に変換・利用する技術の開発
- ④エネルギー資源を有効活用する技術の開発
- ⑤環境リスクを評価・低減する技術の開発

新エネルギー／蓄エネルギーを中心に

仁木センター長

・日本の現状

- 1) エネルギー自給率は6%まで低下
 - ・2010年:19.9%、2011年:11.2%、2012年:6.3%、2013年:6.0%
- 2) エネルギー起源のCO₂排出量過去最大

・日本のエネルギー戦略(3E+S)

- 1) 再エネ最大限導入(国民負担抑制)、徹底的省エネ、火力高効率化
- 2) エネルギー自給率を2030年に24.3%程度まで改善
 - ・再生可能エネルギー:13-14%、原子力:11-10%
- 3) 発電電力量の長期見通し
 - ・再エネの全電力量に占める割合:10.7%(2013)を22-24%(2030)に

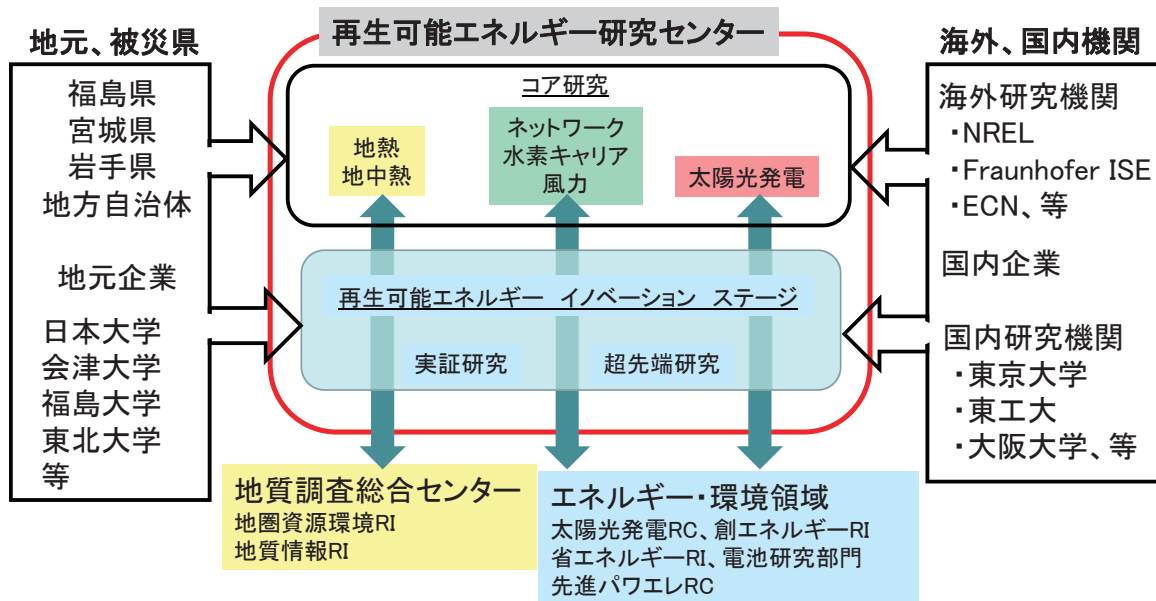
・福島県復興計画

- 1) 再生可能エネルギーの飛躍的推進による新たな社会づくり
- 2) 2040年を目途に再生可能エネルギー100%超供給を目標

再エネの大量導入を可能にする技術開発への期待

Renewable Energy Research Initiative

- ・オール産総研での研究開発体制
- ・再エネのHQは福島再生可能エネルギー研究所(FREA)



共通基盤技術	屋外性能評価技術 システム安全性 発電量予測	高精度性能評価技術の高効率・低コスト化 国際整合性検証・改善
太陽電池高性能化	新規化合物系 モジュール長期信頼性技術 生涯発電量推定(九州) 有機系薄膜太陽電池	結晶Si太陽電池 CIGS太陽電池
革新的太陽電池	スマートスタック 量子ドット、ナノシリコン III-V族高速製膜	
太陽エネルギー利用	人工光合成・光電極有用化学品製造	環境浄化光触媒

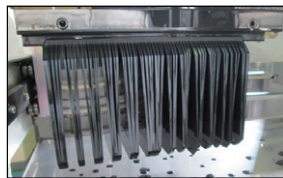


薄い、軽い、強い結晶シリコン太陽電池技術の開発

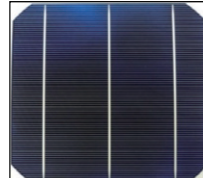
- ・日本の高い技術力にも関わらず世界シェアは10%程度に低下
 - ・導入政策によって普及が進んでいるが、発電コストがまだ高い(24-30円/kWh)
 - ・次世代太陽光パネル量産技術開発(発電コスト目標:2020年14円/kWh)
 - 極薄(~100ミクロン以下)結晶Siウエハ
 - 軽量モジュール
 - 長寿命化
 - 企業とのコンソーシアム(8社)
- 革新的な低コスト化技術で日本を牽引



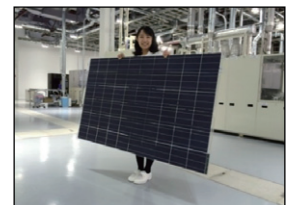
結晶作製技術
・欠陥低減
・キャリア長寿命



スライス技術
・100μm以下
・高歩留



セル技術
・変換効率25%
・工程数 1/2



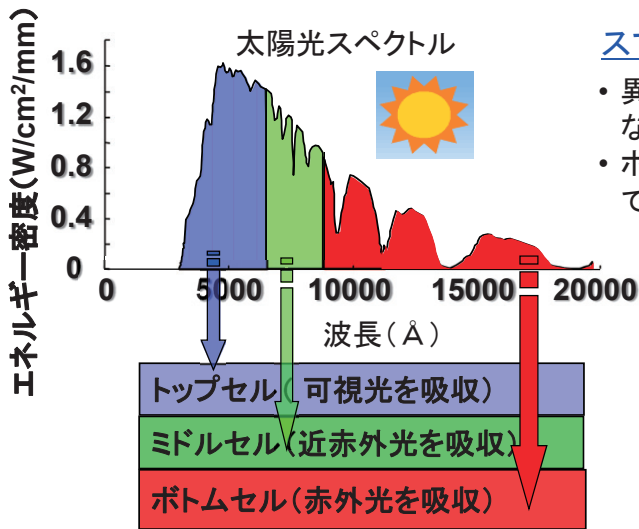
モジュール技術
・変換効率22%
・寿命30年、軽量

次世代結晶シリコン太陽電池(セル・モジュール)の一貫製造ライン

高効率、低コスト、非集光多接合太陽電池

多接合型(タンデム)太陽電池

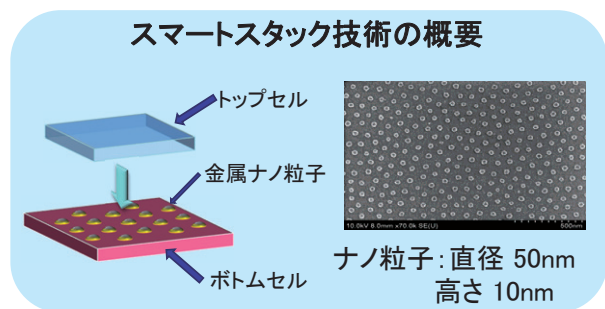
- ・光吸収波長の異なる複数の太陽電池を積層した太陽電池
- ・高い変換効率(約40%)を期待できるが発電コストが高いのが課題
- ・2030年発電コスト7円/kWhを可能とする技術として期待



多接合型(タンデム)太陽電池の模式図

スマートスタック技術

- ・異種太陽電池を簡単に接合する産総研オリジナルな多接合化技術(低コスト、材料選択肢広い)
- ・ボトムセルに薄型結晶シリコン太陽電池を使うことで高効率・低コストを同時達成可能



風力	風況・風力発電電力量等の予測、モニタリング、予報		
	ナセル搭載ライダー技術		
地熱	超臨界地熱資源開発	EGSシミュレーション技術	温泉モニタリング・共生
地中熱	第四紀地質構造解析および水理構造解析	東南アジア向け地中熱開発	ポテンシャルマップ整備、地中熱システム最適化
エネルギーネットワーク(ENT)	スマートグリッド評価技術	スマートグリッド機器試験技術	蓄電池システム制御プロトコル開発
	広域発電量把握技術		大型PCS試験技術



・風力発電は世界では実用化、商用化が進んでいるが、一層の発電コストの低減が必要

・このため、以下の研究開発を行う

1) ナセル搭載LIDAR*による風車制御技術の開発

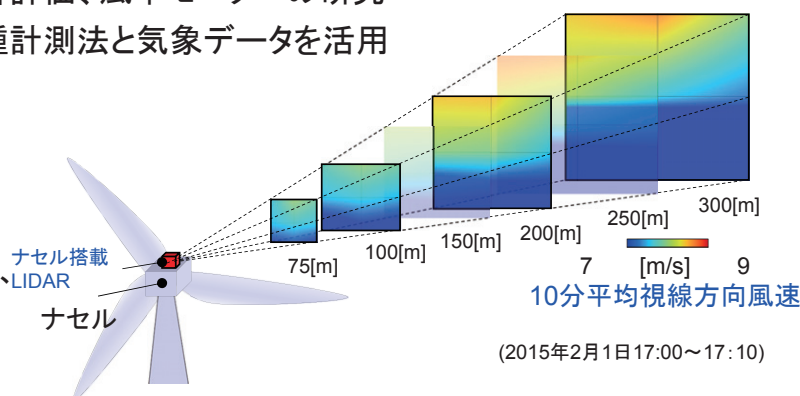
LIDAR*をナセル(翼の軸に連結するハブ)に搭載して200m以上前方の風速・風向情報を予め取得し、風車翼とナセルの角度を制御。

→ 風車単体やウィンドファームの稼働率の向上と長寿命化

2) 風況・発電量予測、環境影響評価、風車モニターの研究

LIDAR、音響センサー、多種計測法と気象データを活用

*Light Detection And Rangingの略。レーザーパルスを放ち、空気中の塵からの反射光のタイミングから距離を、ドップラー効果による波長のズレから風速を知る装置。



- ・地中熱利用技術とは、地下10m以深の、年内を通じて一定温度の地層との熱のやり取りを冷暖房に利用し、省エネルギーを図るもの
- ・日本では、欧米諸国に比べて複雑な地質構造、大都市における地下水の汲み上げ規制などにより、普及が停滞
- ・地下水の水位や流量が熱交換量を左右するため、正確なデータが必要

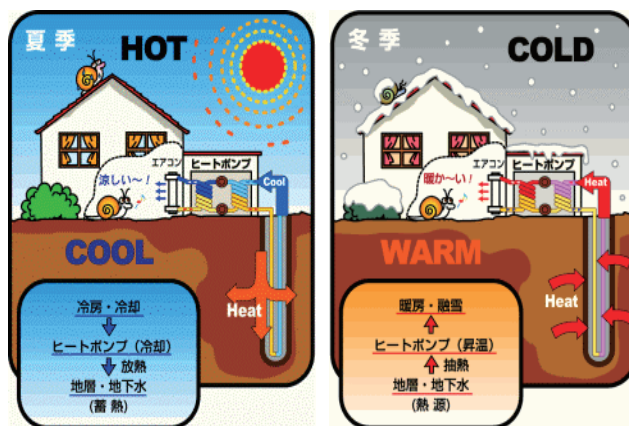
地下水を利用した地中熱利用システムは産総研オリジナル

(1) 地中熱ポテンシャル評価

- 1) 地質調査・地下水調査に基づき、地下水流動・熱交換量予測シミュレーションにより地中熱ポテンシャルマップを作成・提供
- 2) 福島県を中心に、東北地域における地中熱ポテンシャルを評価

(2) 地中熱システムの最適化技術開発

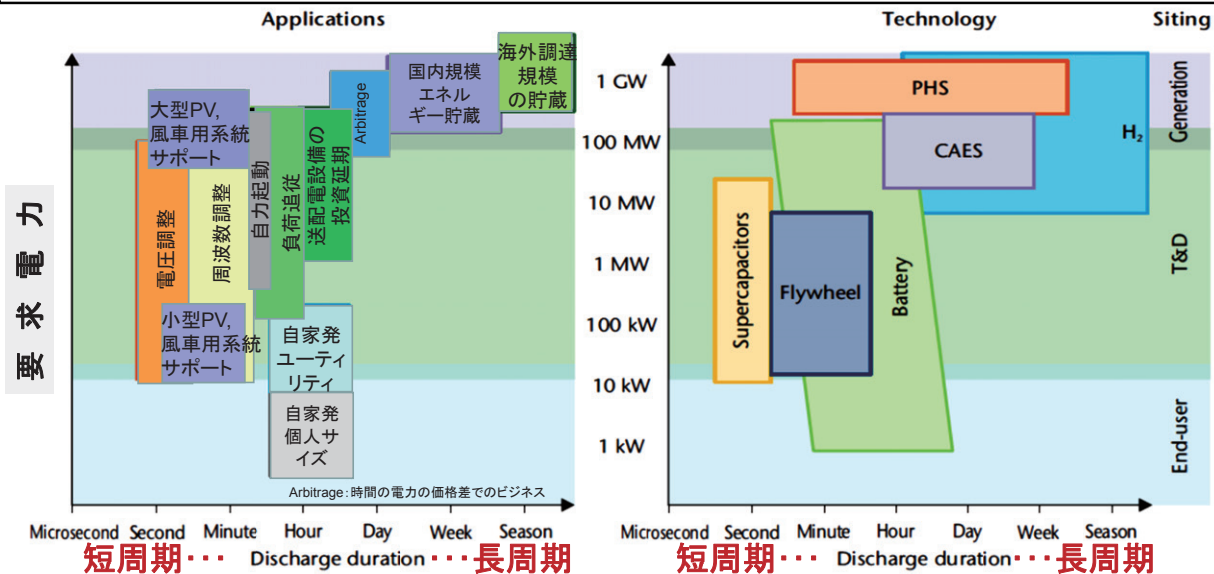
- 1) 地域の特性に合った地中熱システムの最適化
- 2) 熱交換器の種類、埋設深度、運転パターンなどを最適化



地下水を考慮した日本式の地中熱システムを東・東南アジア諸国に展開

短周期・長周期の変動

- 変動電力の平準化や貯蔵には貯蔵期間に応じてさまざまな方法がある
- 短周期変動へはキャパシタ、蓄電池、フライホイールが適し、数日から季節単位の長周期変動には揚水、圧縮空気、そして水素によるエネルギー貯蔵が適する

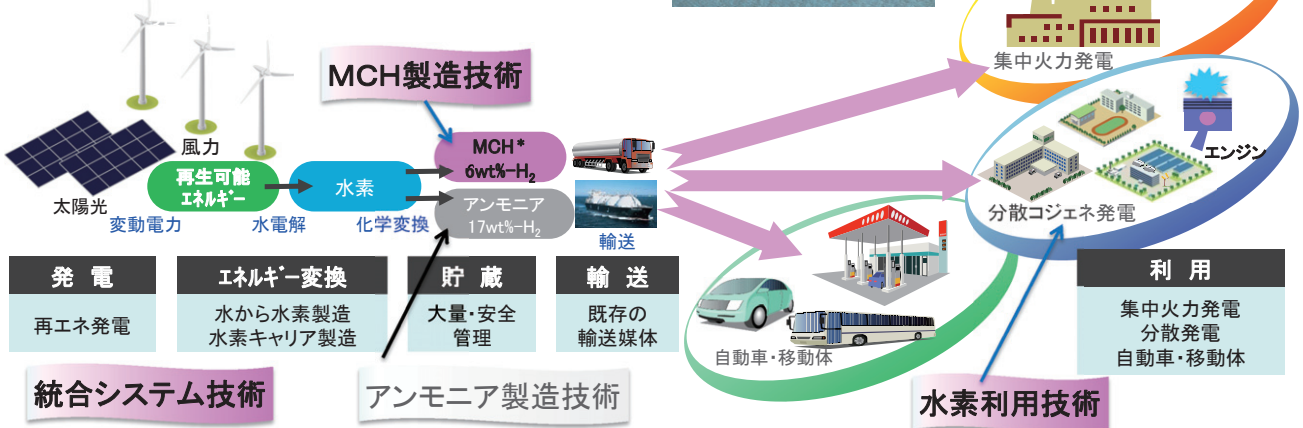


Note: CAES = compressed air energy storage; PHS = pumped hydro energy storage. 出典：IEA Hydrogen Technology Roadmap(2015)

	フェーズ I (~2025) 燃料電池用水素 (FCV、家庭用FC)	フェーズ II (2020~2030) 水素発電技術	フェーズ III (2040~) 再エネ利用 水素技術
水素製造	天然ガス改質	天然ガス利用 石炭(褐炭)利用	電気分解(アルカリ、 PEM、SOEC)
水素輸送・貯蔵	高压水素(システム、 材料) MCH 高压発生技術(ギ酸、 水素吸蔵合金)	MCH LH2 アンモニア(マイルド・ ハーバーボッシュ)	MCH、 吸蔵合金、 アンモニア(新触媒) ギ酸
水素利用	家庭用FC	水素エンジン アンモニアGT SOFC(コンバインド)	水素コジェネ ←と同じ

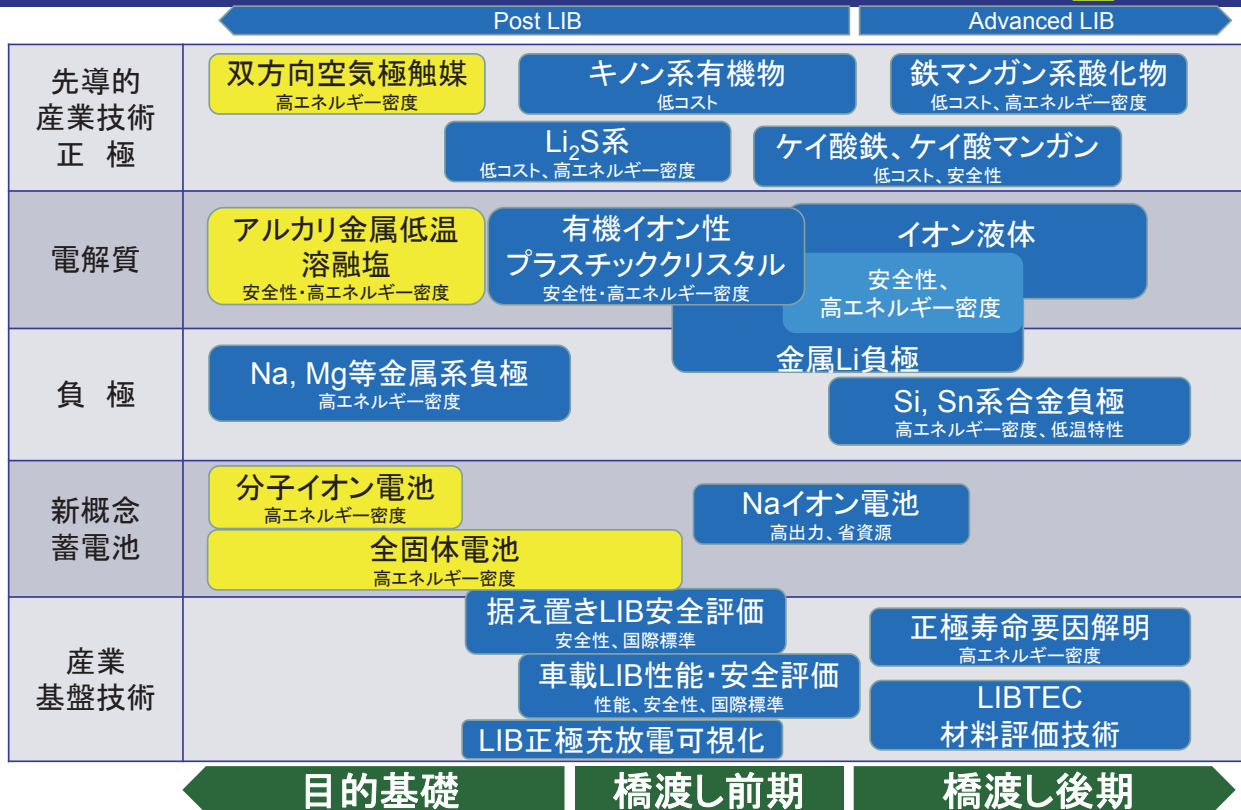
MCH：メチルシクロヘキサン

- 太陽光、風力等の再生可能エネルギーは天候により出力が変動。水素に転換して貯蔵・運搬し、安定的にさまざまな形で利用



* 水素キャリア: 水素を簡単に高い密度で貯蔵・輸送できる媒体

* MCH: メチルシクロヘキサン



(2) 研究開発の概要

- ①新エネルギーの導入を促進する技術の開発
- ②エネルギーを高密度で貯蔵する技術の開発
- ③エネルギーを効率的に変換・利用する技術の開発
- ④エネルギー資源を有効活用する技術の開発
- ⑤環境リスクを評価・低減する技術の開発

流動層／メタハイを中心に

児玉部門長

エネルギーを効率的に変換・利用する技術の開発

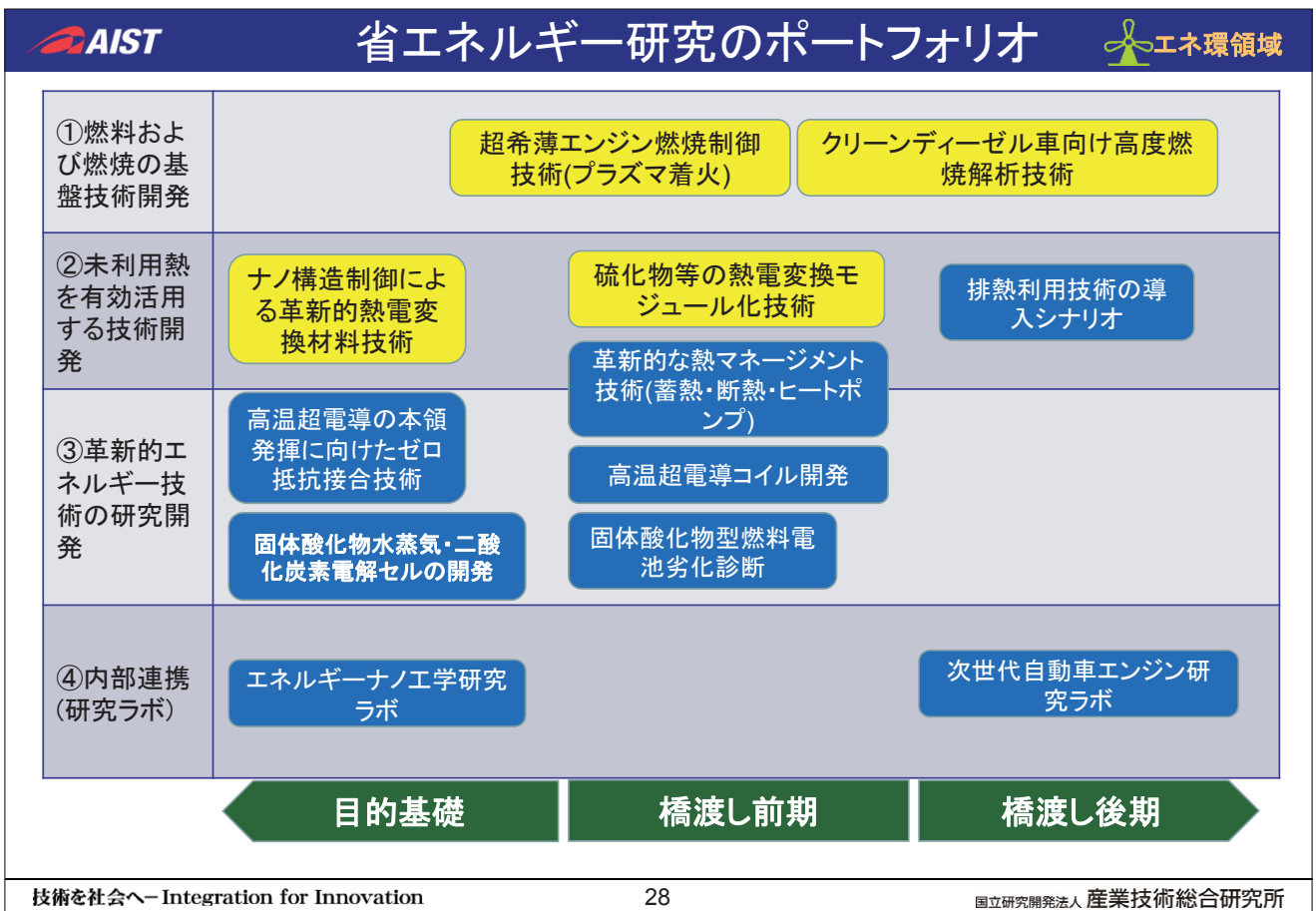
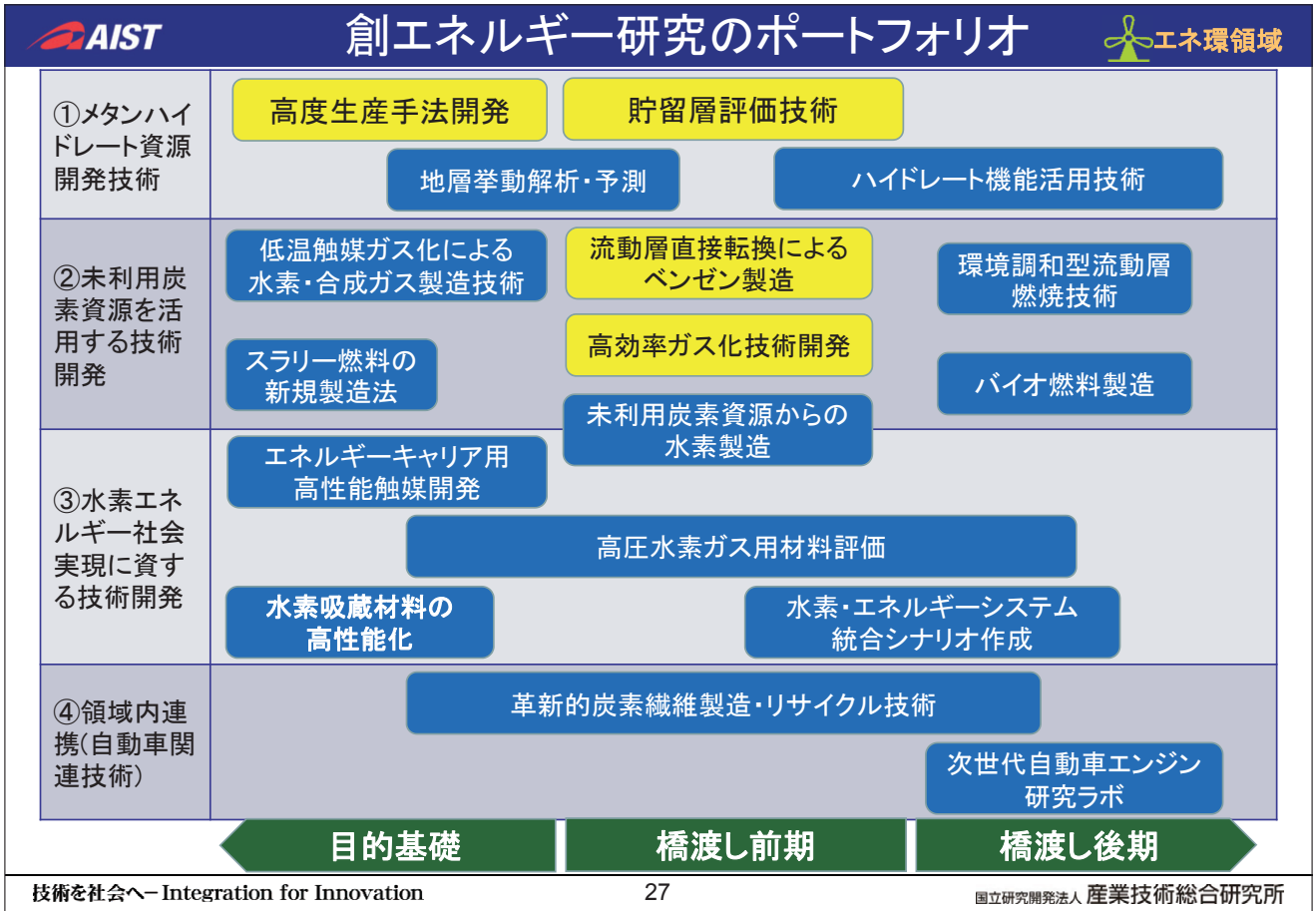
目標 省エネルギー社会を実現するために、熱エネルギーの有効利用技術、自動車用エンジンの高効率燃焼技術、高温超電導コイル化技術等を開発する。

計画 未利用熱を有効活用する高効率熱電変換等の排熱利用技術、蓄熱、断熱、ヒートポンプ等を活用した熱マネジメント技術を開発する。また、自動車産業に資するクリーンディーゼル車向け高効率エンジン燃焼のための基盤技術を開発する。省エネルギー電力機器を実現する、高温超電導コイルを開発する。

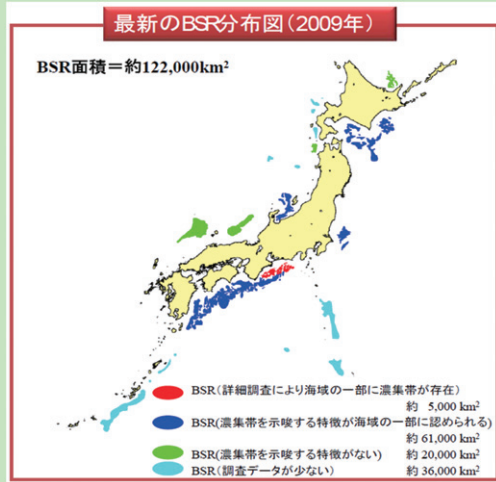
エネルギー資源を有効活用する技術の開発

目標 メタンハイドレート等のエネルギー資源の有効利用にかかわる技術を開発する。

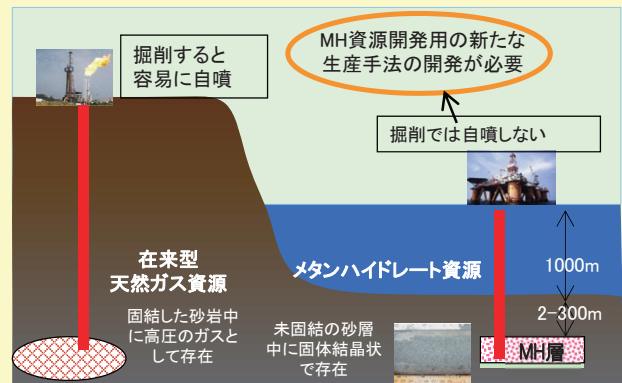
計画 未利用エネルギー資源の開発・利用を目指して、メタンハイドレート資源からの天然ガス商用生産に必要な基盤技術や、流動層燃焼プロセスを基盤とする褐炭等の低品位炭や非在来型資源等の環境調和型利用技術を開発する。



- 新たな天然ガス資源として期待されるメタンハイドレート資源は、**日本周辺の海底下に賦存が確認されている。**
- 東部南海トラフのメタンハイドレートが、全て分解すると、我が国の**天然ガス消費量の約10年分**に相当するとの算定あり。



日本周辺のメタンハイドレート分布(資料提供MH21)



在来型の天然ガス資源とメタンハイドレート資源の開発上の違い

- メタンハイドレートは、**砂層中に固体**として存在するため、掘削しただけでは在来型の天然ガス資源のように自噴しない。
- そこで、メタンハイドレート資源を**原位置で分解**して、ガスとして回収する生産手法(減圧法)を開発した。
- さらに、**商業化**に必要な技術として、貯留層の特性評価、生産挙動の予測技術や生産増進法の開発などを行っているところ。

長期安定生産のための出砂対策技術の開発 (MH:メタンハイドレート)

【従来の経緯】

・第1回海洋産出試験において、**出砂現象によって生産を中止**したことから、長期的に安定な生産を行うための出砂現象対策技術の確立が必要となっている。

・昨年までの**数値シミュレーション**を用いた検討によって、坑井近傍で生じた出砂現象の原因として、特定の地層でグラベルが移動して砂が直接スクリーンに接する可能性などについて示唆している。

【平成27年度の成果】

・海洋産出試験で生じた出砂現象を検討し、長期的に安定な生産のための**出砂対策技術の確立**を目指して、出砂評価試験装置を導入した。

・海洋産出試験に用いたグラベルパックによる出砂対策技術を検討するために、個別要素法と数値流体力学解析を実施し、**グラベルの最適な粒子形状**に関する知見を関連機関を通して企業と共有した。

【アウトプット】

Katagiri, J. et al., SPE Journal, submitted



図1 出砂対策技術検討のために開発した出砂評価試験装置

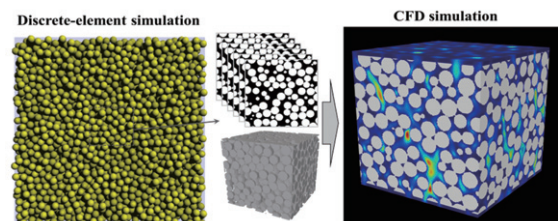


図2 個別要素法解析とその粒子配置を直接用いた数値流体力学の解析例

貯留層評価技術の高度化のための保圧コア評価技術の開発 (MH:メタンハイドレート)

【従来の経緯】

メタンハイドレートが分解しないように保圧した状態のコア取得が可能となり、平成25年1月から2月において、米国地質調査所、米国ジョージア工科大学と共に、保圧コア試験に関する共同研究を実施し、保圧コアを用いた解析技術の構築を進めてきた。

さらに、保圧コアの解析結果などを反映した貯留層モデルを用いて、第1回海洋産出試験の観測結果の再現を行った。

【平成27年度の成果】

保圧コアの内部構造を可視化したり、力学パラメータを取得できる保圧コア評価装置群を導入し、インドの国営企業との国際共同研究などを通して、評価技術の高度を進めている。

【アウトプット】

Konno, Y., et al., Marine and Petroleum Geology (2015)
Yoneda, J., et al., Marine and Petroleum Geology (2015) 他



保圧コア用キャビネット
PNATs-TACCT: 三軸型保圧力学装置 PNATs-X: 大型X線CT装置
図1 開発した保圧コア評価装置群の一部

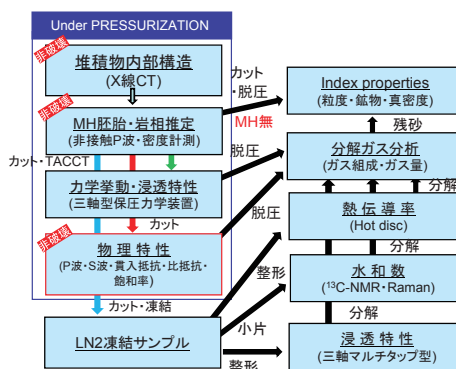


図2 保圧コアの解析フロー図

流動層燃焼プロセスを基盤とする褐炭等の低品位炭や非在来型資源等の環境調和型利用技術の開発

石炭ガス化高効率化のためのタール排出抑制技術開発



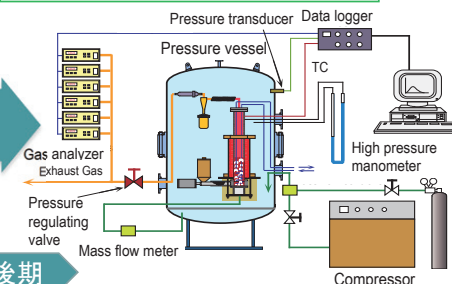
橋渡し前期

流動層技術

- 気固反応制御
- 温度管理が容易
- 処理できる対象が広範囲
- 粒子を循環させることも可能 (粒子を熱媒体として機能)

橋渡し後期

下水汚泥の環境調和型燃焼技術の商用化



- 循環流動層ガス化装置を用いてガス化の高効率化に不可欠なタール低減技術開発を実施。
- ガス化の残渣であるチャーを有効に利用する新規手法によりタールの排出を65%以下に低減。
- 民間企業との共同研究も開始。

- 流動層の高圧化と過給機の組合せにより、送風・排気ファンが不要となり、電力使用量を60%以上削減。
- 高温での燃焼により、N₂Oの排出量をこれまでの1/2~1/3に低減。
- 商用機を東京都に導入、稼働中。

低品位石炭の高効率ガス化技術開発

【従来の経緯】

- ・石炭ガス化(吸熱反応)の高効率化にはガス化温度の低温化が重要だが、その場合、石炭が完全にガスへ転換しきれず、一部が多環芳香族の**タール**として排出される問題がある。
- ・タールをガスへ転換させることが高効率化には必須であるが、タールを燃焼、あるいは高価な触媒を利用するなどの対策は、**効率低下やコスト向上**をもたらす。

【平成27年度の成果】

- ・循環流動層ガス化装置を構築し、石炭ガス化の残渣であるチャー(活性炭様物質)をタールと種々の方式で接触させることで、**タールがチャーに吸着し排出低減**が可能。
- ・多孔質になったチャーの構造を利用した手法で、タールがチャー上に吸着、さらに**水素やCOへ改質**されることも明らかとなり、**低コストで効率向上**に寄与できることが判明。

【アウトプット】

国際会議1件、国内会議5件(内3件依頼講演)
 実用化を見据えた共同研究を2件実施中

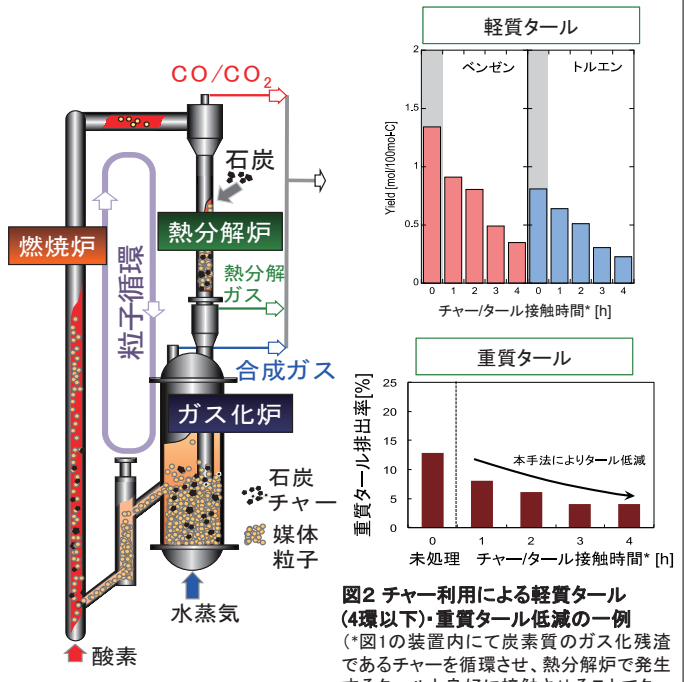


図1 循環流動層ガス化装置の概要

図2 チャー利用による軽質タール(4環以下)・重質タール低減の一例 (*図1の装置内にて炭素質のガス化残渣であるチャーを循環させ、熱分解炉で発生するタールと良好に接触させることでタールが低減)

メタンのベンゼンへの流動層直接転換触媒及びプロセス開発

【従来の経緯】

産総研ノウハウに基づき開発された**実流動層触媒**および独自に開発した**二塔式循環流動層反応装置**を用いた3日以上連続試験を行い、理論平衡値に近い**12%のベンゼン収率**を安定に得ることに成功した。

・実用化への課題:(1)ベンゼン収率を維持しながら触媒層高と空塔速度を実用化レベルまで増加させること、(2)反応圧の最適化、(3)反応熱の供給法の検討

【平成27年度の成果】

- ・反応器設計の最適化により、従来より**8倍高いガス速度**においても平衡値に近いベンゼン収率を達成(図1)
- ・6気圧まで加圧可能な小型単塔流動層反応器を製作し、**反応圧の最適化試験**を実施中
- ・触媒劣化を引き起こす**炭素析出経路**を解明(図2)

【アウトプット】

Song et al., J. Catal., 330(2015)261-272
 Zhang et al., Environmental Process & Sustainable Energy, (AIChE), DOI 10.1002/ep.12287
 Gan et al., Front. Environ. Sci. Eng., 2015, 9(6): 979-987 他

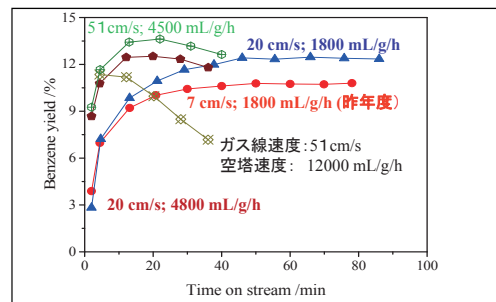


図1 高ガス速度下でのベンゼン収率

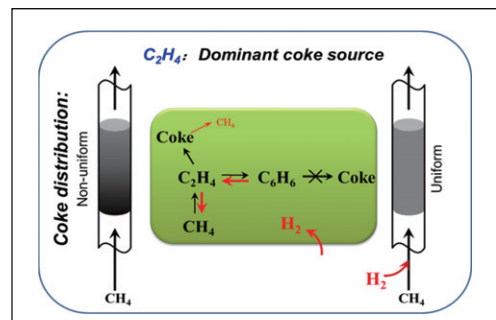


図2 触媒劣化を引き起こす炭素析出経路

(2) 研究開発の概要

- ①新エネルギーの導入を促進する技術の開発
- ②エネルギーを高密度で貯蔵する技術の開発
- ③エネルギーを効率的に変換・利用する技術の開発
- ④エネルギー資源を有効活用する技術の開発
- ⑤環境リスクを評価・低減する技術の開発

環境リスク低減に向けて

田中部門長

第4期中長期計画

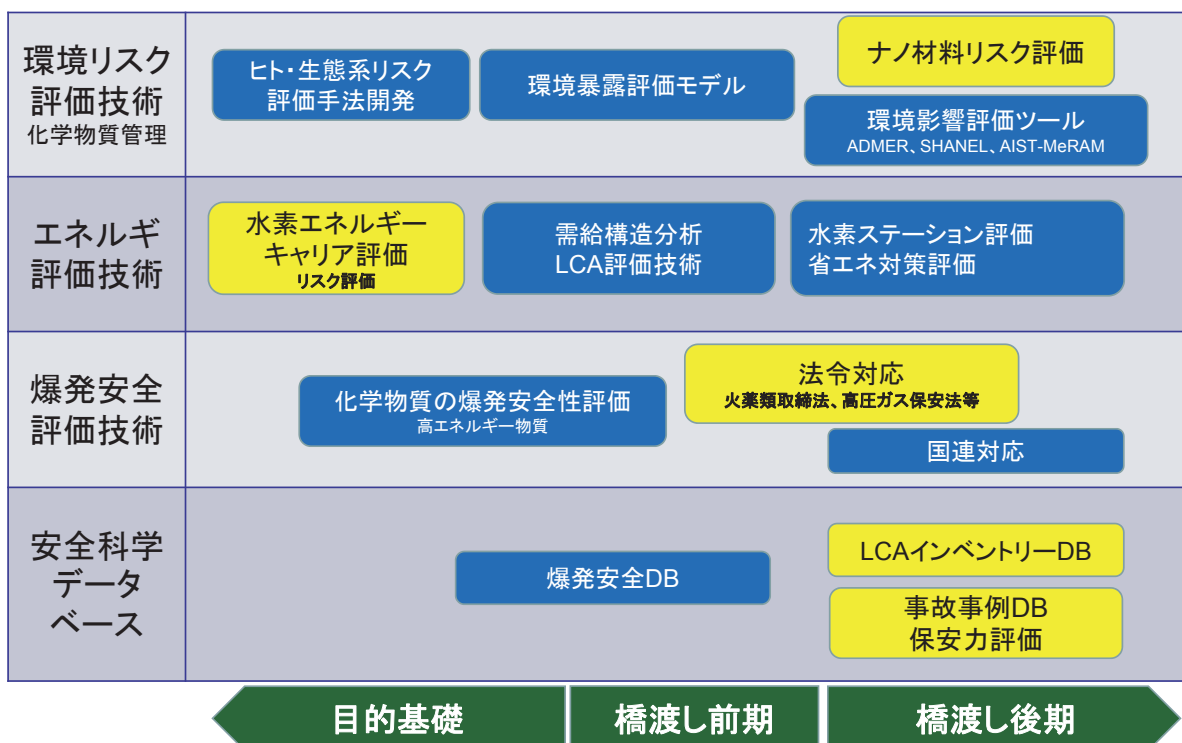
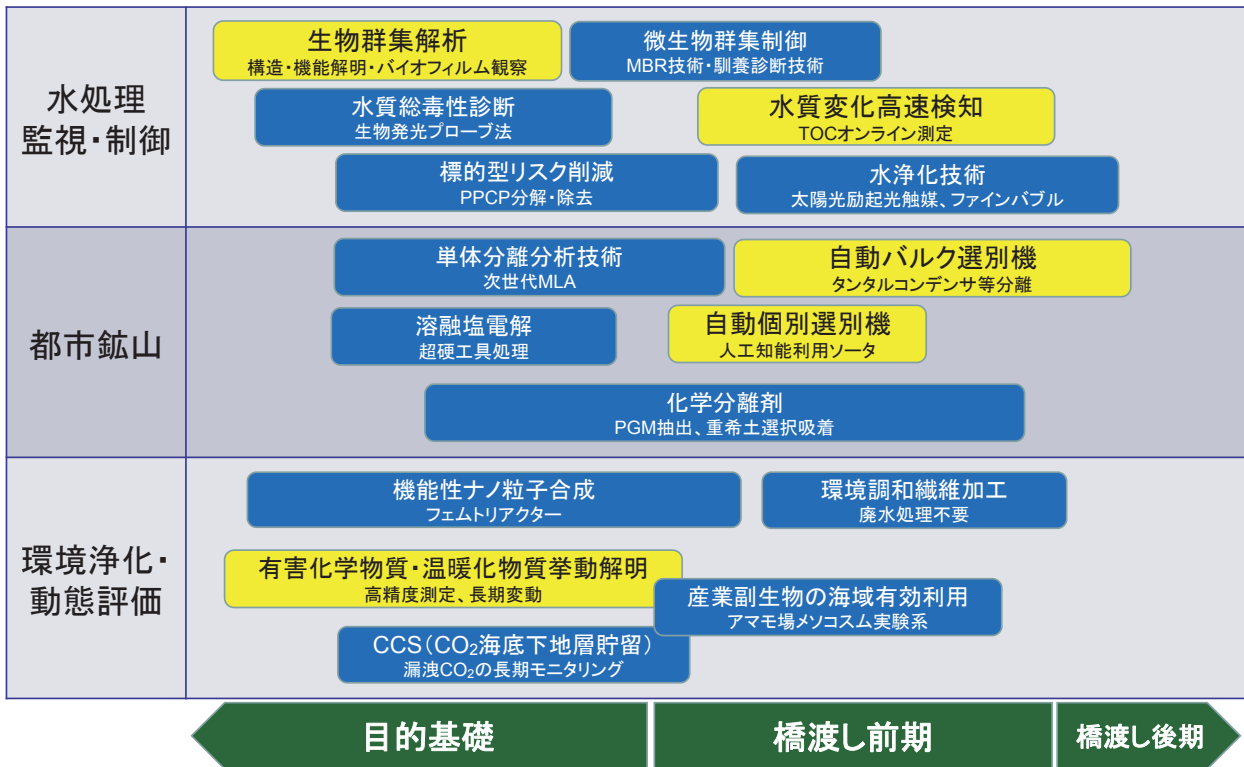
1-(5) 環境リスクを評価・低減する技術の開発

・ 環境の変化を検出するための分析・モニタリング技術を開発するとともに、環境負荷を低減するための水処理監視・制御技術や都市鉱山技術によるレアメタルリサイクル等、資源循環等対策技術の開発を行う。

→環境管理研究部門

・ 化学物質や材料、エネルギーを適切に利用するためのリスク評価・管理手法を開発するとともに、産業事故の防止及び被害低減化に向けた技術開発を行う。

→安全科学研究部門

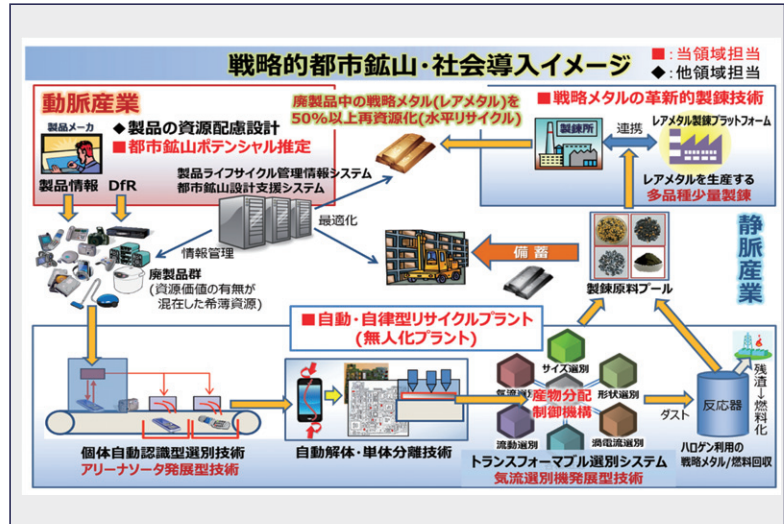


提案の背景と理由

- ・欧州のCE政策、中国の新資源戦略等に対応する我が国独自の都市鉱山戦略構築が急務の課題。
- ・当領域では、日本の強みであるリサイクル技術を飛躍的に発展させ、これを核として天然鉱山と価格競争が可能な「戦略的都市鉱山構想」を提唱。
- ・2013年に所内8ユニットの連携による戦略的都市鉱山研究拠点(SURE)を、2014年にSUREコンソーシアム(現在、産総研8ユニット38名の研究者、民間61社、24の政府機関・業界団体が参加)を設立。
- ・第4期においては、本構想をNEDO戦略とする検討を開始。総合的な都市鉱山開発実現に向け企業連携を強化。

研究の概要、目標

- ・天然資源と価格競争可能な都市鉱山開発により、**動静脈産業連携**による(日本の強みである)革新技術ベースの金属資源循環体制確立を目指す。
- ・H37全面社会実装を目指して、当領域では、その核となる**物理選別技術・レアメタル製錬技術**等の開発を実施。
- ・**データ利用型スクラップ自動選別技術(データ利用製品選別)**: AI技術で自動選別する装置(アリーナソータ)を開発、企業導入。
- ・**複数電子素子回収技術(データ利用部品選別)**: 選別計算に基づく自動制御により、金属種の異なる2種の電子素子を同時回収可能な四管式気流選別機を開発して実証機として製品化。
- ・**希薄希土類元素を選択的回収する吸着分離剤開発(多品種少量製錬技術)**: 希薄希土類元素の高精度選択吸着剤開発に向け、吸着容量を従来比3~4倍に増大。



【従来の経緯】

- ・各種スクラップの3次元形状と重量をセンシング、そのデータをAI解析して、種別を識別するスクラップ自動選別装置(アリーナソータ)を世界で初めて開発。

- ・2015年3月から国内リサイクル事業者において**実用1号機が稼働開始**(図1)。

【平成27年度の成果】

- ・複数スクラップの並列処理が可能な仕様(図2)を新たに開発。
- ・時間当たり**処理能力従来比3倍**を達成
- ・派生技術として走査型LIBSソータ向けの3次元位置検知システムを開発。時間あたり**処理能力を従来比4倍**に拡大。2015年12月、新たに**民間企業1社**が本システムを導入。



図1 アリーナソータ実用1号機

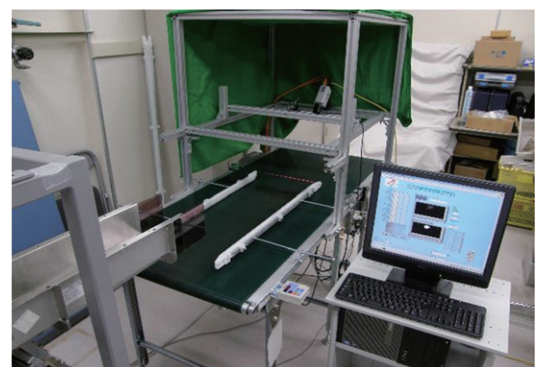


図2 改良型アリーナソータ(試作機)

【従来の経緯】

・2012年：複管式気流選別機等を開発、世界で初めてタンタルリサイクルのための工業プロセスを実用化。

・2014年：タンタルコンデンサと金が濃集するIC類を同時に高精度回収可能な四管式気流選別の実証試験機が完成。

【平成27年度の成果】

・プリント基板から電子素子を剥離後、スクリーン、傾斜弱磁力磁選機(産総研開発)後に、四管式気流選別機による選別試験を実施。

・タンタルコンデンサ92%、IC類84%の分離効率で同時に回収することに成功した(図1)(従来は30%程度)。

・現在、本装置群を核にしたプリント基板のトータル選別プロセス確立に向け、検討中。



図1 四管式気流選別機(実証機)と電子素子の5成分選別例

提案の背景と理由

・水問題は21世紀の世界の重大関心事であり将来市場は約90兆円。

・新たなビジネスモデル(設備の売切りではなく運転管理を主とする長期的利益獲得)を実現するための遠隔管理・制御技術と国際標準化による、水資源の有効利用の促進、日本の水ビジネスの国際競争力の強化(日本のシェア向上)に貢献。

研究の概要、目標

・2012~13(H24~H25): 技術の実証と知財確保、国内外の国研・大学・企業との協力関係を構築

・2014~16(H26~H28)の3年間:
 1) 日本の水ビジネスの生き残りに不可欠な処理設備の運転管理を含めたビジネスモデル構築のための技術開発
 2) 国際標準化参画機関(京大、清華大、造水センター等)との共同研究とデータ提供・発言力強化
 3) アジアへの進出企業の支援と産総研技術の市場参入を主な目標として活動

→国際的な水問題の解決と水ビジネスの市場拡大と日本企業の競争力強化に貢献。

ゴール

- 従来の環境指標に替わる「新たな水質安全性評価技術」、「次世代型嫌気MBRシステム」の開発で世界の水研究をリード
- アジア進出企業の支援と産総研技術の市場参入
- 国際標準化の推進による再生水利用ビジネスの拡大

シーズ導入期(H26-28):顧客ニーズプル

- 技術: 1) 現地ニーズ対応(耐久性向上、メンテナンスフリー化、低コスト化のための技術)、2) 新たなビジネスモデル実現(処理設備の運転管理を可能とする遠隔管理制御技術)
- 標準化: ISO/TC282(水の再利用)、TC147(水質分析)にデータ提供
- アジア展開: 国際共同研究の実施段階(海外国研、日本企業、地方自治体と共同)

シーズ実証期(H24-25):技術シーズプッシュ

- 技術: 原理の検証・知財確保・プロトタイプ機開発
- アジア展開: 国際共同研究の準備段階(海外国研、大学、企業、地方自治体等との連携構築、現場ニーズ調査、予備実験)

図1 ロードマップ

- 1) 環境規制動向・ニーズ調査・現地調査
- 2) 技術導入交渉
- 3) 実用性評価試験(人材育成も併行)
 水質計や光触媒
 アジア展開を目指す国内企業と連携



- 4) アジアへの技術展開
 タイ・TISTR及び現地企業と連携

図2 橋渡し展開技術(アジアモデルの構築)

【従来の経緯】

- ・パイロットスケールMBRを用いて模擬廃水（人工下水、植物油・鉱物油含有有機廃水）を対象とした有機物負荷変動型の加速試験を行い、処理限界条件を評価。
- ・次世代シークエンサーを用いた大規模微生物種同定（1ランで1000万種の微生物同定法）、従来法の500倍の感度を有する**世界最高感度の環境微生物機能同定法**（Ultra-high-sensitivity Stable Isotope Probing [Ultra-SIP]）を確立。
- ・MBRの**高活性維持管理技術**を提案。

【平成27年度の成果】

- ・**実産業廃水**（工業廃水、畜産廃水、飲食店舗廃水）を対象にMBR高効率処理を行い、当グループ独自の次世代シークエンサー解析法を適用することで、良好な処理水質が得られる運転条件を見出すことに成功。
- ・MALDI-TOF-MS解析によってMBR中の微生物群集構造変化を迅速に検出する新手法を編み出した。

【アウトプット】

- ・論文7報、特許3件、資金提供型共同研究3件

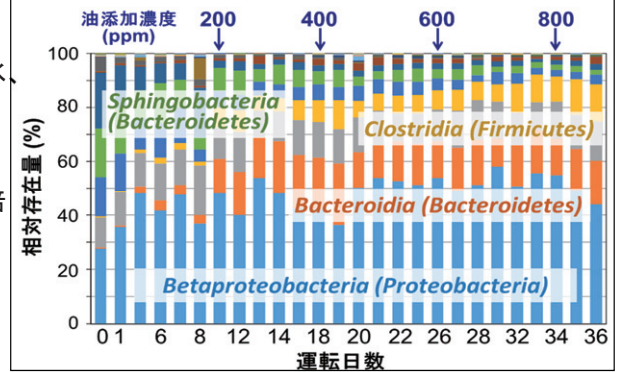


図1 次世代シークエンサーによる微生物群集遷移

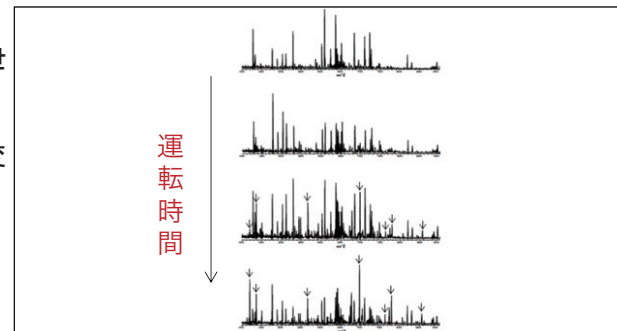


図2 MALDI-TOF-MS解析によってMBR中の微生物群集構造変化を迅速に検出

【従来の経緯】

- ・酸化剤などの高価・有害な試薬の代わりに、紫外線ランプ光を高効率に照射し、水酸化ラジカルを高効率に発生させて有機物を迅速分解できる**高効率光反応器**を開発。

- ・この反応器と赤外吸収分析計を組み合わせることで、有害・高価な試薬を用いずに河川水の**全有機炭素(TOC)**を測定できる**モニタリング手法**を提案。

【平成27年度の成果】

- ・水中のTOC濃度変化を**5分以内に検知**・分析が可能(図1)

- ・TOCモニタリング装置の実処理水への適用(図2)
- 技術展開1: 企業への技術研修
- 技術展開2: 環境水中の全有機炭素同位体比分析法の開発(国研との共同研究)
- 技術展開3: 有機物による測定妨害が無い水中重金属の電気化学検出法の開発(AISTバイオメディカル研究部門との共同研究)

【アウトプット】

- ・Anal. Sci., 31, 635 (2015) (共著)

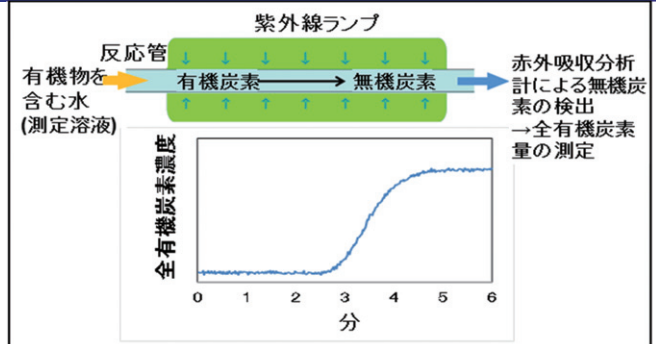


図1 高効率光反応器を組み込んだTOCモニタリング装置と測定データ例 (0分に有機物高濃度水に交換。約2.7分でTOC濃度変化を検知)

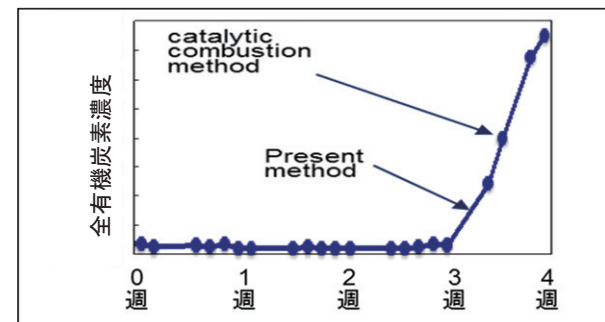


図2 TOCモニタリング装置の水処理水への適用例 実線は本法、ドットは従来のTOC計測定値

【従来の経緯】

・NANOTEC/NSTDA (タイ)とは2004年より、TISTR (タイ)とは2007年より、IET/VAST (ベトナム)とは2012年より共同研究を開始。現地飲料水の光触媒浄化を実現するため、現地調査を実施。
 ・タイにおいては現地調査の結果を踏まえ、飲料水の光触媒浄化実験を実施。新規光触媒の開発をメーカーと共に開始。

【平成27年度の成果】

- ・水中に含まれるミネラルの光触媒能に与える影響評価を行い、従来から考えられてきたCaやMgの蓄積が光触媒能に影響を与える以上に普遍的に水中に存在するSiO₃が光触媒能の性能を抑制することを発見。
- ・現地調査を継続し、タイ北部においては雨期より少ないものの乾期でも飲料水の細菌汚染レベルが高いことを見いだした。タイTISTR及びベトナムVASTより研究者を各1名ずつ受け入れ、産総研にて在外研究を実施。
- ・共同研究先である(株)光触媒研究所と事業提携しているタイBestrade Precision社と光触媒反応装置の今後の事業化に向けた協力関係を構築。



チェンライ県ヤオ族集落での聞き調査



チェンライ県カレン族集落での水汲労働

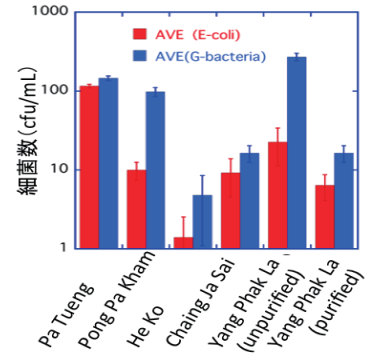


図2 チェンライ県北部地域における少数民族集落内飲料水中の細菌数 (2016/01/21調査)

表1 閉鎖循環式リアクターにおいてギ酸分解8時間を15回、計120時間継続したときの光触媒反応速度変化

Material	Conc. as cation (mg/L)	Ave. rate const. (h ⁻¹)	Max. rate const. (h ⁻¹)	Min. rate const. (h ⁻¹)
TiO ₂ alone	0	0.46	0.51	0.4
CaSO ₄	200	0.35	0.36	0.33
MgSO ₄	200	0.39	0.41	0.37
Na ₂ SiO ₃	100	0.04	0.1	0.04

ミネラルを含まない系では120時間の反応でも触媒活性低下は見られないが、ミネラル含有系ではその成分の違いにより活性低下に一定の傾向

【従来の経緯】

- ・過去20年間、70人近い留学生指導/博士研究者輩出と多数の国際誌報文。
- ・16か国、26機関を超える国際共同研究とISO国際規格活動により、全球レベルの有害化合物挙動「PFOS関連物質のグローバルモデル」を作成 (H25環境研究総合推進費)。

【平成27年度の成果】

- ・中国/インド/韓国/カナダ等、有害化学物質グローバル挙動解明を目的とする国際共同研究の一環として、科研費「第三の極における強紫外線照射が有害化学物質長距離輸送に与える影響評価研究」が5年計画で採択。
- ・WHOレベルの緊急課題である薬剤耐性菌発生に対する医薬品/新規有機汚染物質の影響をインド水処理施設で明らかにし、国際誌に3報公表 (図1)。
- ・インド/中国研究者とMOU/LOIを確立し、特に政府レベルの日印連携、アムステルダム/ムンバイ間の新幹線建造に係る環境影響評価研究についても緊密な国際共同研究体制を確立。
- ・東日本大震災イベントの環境化学的詳細理解を、RI以外では初めて、PFOS類について明らかにした (図2)。

【アウトプット】

- ・2015年「戦略的基盤技術高度化支援事業」採択、
- ・2015年10月、産業技術環境局長表彰「PFOSに関する国際標準化」

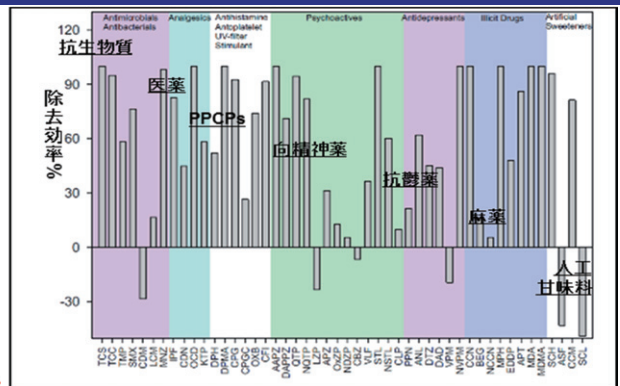


図1 インド水処理施設における有害物質除去試験

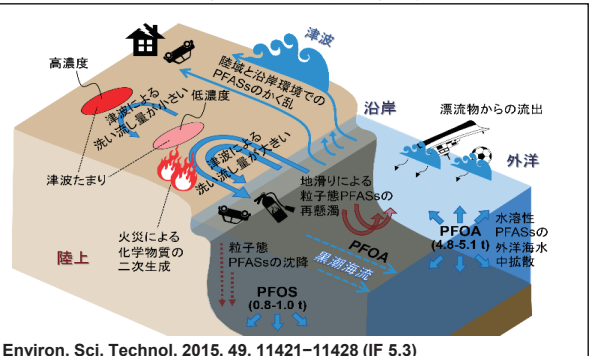


図2 東日本大震災によるPFOS類環境放出現象の解明

2. 福島再生可能エネルギー 研究所小委員会報告

福島再生可能エネルギー研究所(FREA)の機能強化

【産業技術総合研究所 第4期中長期目標】より

Ⅲ. 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項

1. 「橋渡し」機能の強化

(8) 地域イノベーションの推進等

② 福島再生可能エネルギー研究所の機能強化

平成26年4月に開所した福島再生可能エネルギー研究所については、エネルギー産業・技術の拠点として福島発展に貢献するため、

- 再生可能エネルギー分野における世界最先端で、世界に開かれた研究拠点をめざす。
- 地元企業等への「橋渡し」を着実に実施するとともに、全国レベルでの「橋渡し」を推進する。
- 再生可能エネルギーに関する世界最先端の研究開発・実証拠点を目指し強化を図る。

強化に当たっては、東日本大震災復興関連施策の動向等を踏まえつつ、それまでの取組の成果を評価した上で、平成27年度中にその具体的な強化内容を明らかにし、残りの中長期目標期間において取り組むものとする。

福島再生可能エネルギー研究所小委員会の概要

日時:平成27年12月17日(木) 10:20-17:30 (約1時間の施設見学を含む)
 場所:産総研 福島再生可能エネルギー研究所(FREA) FREAホール
 評価委員: 岡崎 健 委員長、稲葉 道彦 委員、岩船 由美子 委員、
 海江田 秀志 委員、長門 昭夫 委員

議事次第

1. 研究所の戦略・マネジメント
 - (1) 研究所に関する領域の戦(FREA担当理事 小林 哲彦)
 - (2) 研究所のマネジメント(FREA所長 大和田野 芳郎)
2. 研究開発の成果
 - (1) 概要(再生可能エネルギー研究センター長 仁木 栄)
 - (2) 太陽光発電の高効率化・低コスト化技術(チーム長 高遠 秀尚)
 - (3) 高性能風車技術およびアセスメント技術(チーム長 小垣 哲也)
 - (4) 地熱の適正利用技術(上級主任研究員 相馬 宣和)
 - (5) 地中熱ポテンシャル評価とシステム最適化技術(チーム長 内田 洋平)
 - (6) 水素キャリア製造・利用技術(チーム長 辻村 拓)
 - (7) 再生可能エネルギーネットワーク技術(チーム長 大谷 謙仁)
 (グローバル認証基盤整備事業を含む)
3. 「橋渡し」の成果(FREA所長 大和田野 芳郎)

福島再生可能エネルギー研究所 小委員会報告

ー 福島再生可能エネルギー研究所の成果の評価報告 ー

研究評価委員会(エネルギー・環境領域)
 福島再生可能エネルギー小委員会委員長

岡崎 健 東京工業大学 ソリューション研究機構 特命教授

研究開発の成果(評定A(評点4.1))

研究開発成果の代表例と評価委員のコメント

1. 太陽光発電の高効率化・低コスト化

- ・安定して高い効率の薄型結晶シリコン太陽電池パネルを製造できる国内唯一の研究用一貫製造ラインの立ち上げに成功。
- ・最新鋭の各研究用プロセスを利用し、スマートスタック技術等、高効率化に寄与する研究で成果。

●評価コメント

- ・被災地での企業支援、大学等の連携に積極的に取り組んでいることを評価。
- ・今後、研究開発の見通しを明確にし、社会側のニーズをうまくとらえ、近い将来のビジネスにつながる研究を期待。

2. 地熱の適正利用技術

- ・加圧注水シミュレーションを応用し坑井の能力改善に成功。
- ・超臨界地熱資源の存在を提唱。

●評価コメント

- ・少ない研究者でも、海外との連携を利用し地熱井の能力改善のためのシミュレーションとその実証を行ったことを評価。
- ・超臨界地熱発電で革新的大規模発電に国プロを主導する形でチャレンジしていることを評価。
- ・短期、長期の課題にバランスよく取り組んでいることを評価。
- ・今後、地熱マップの作成なども含め、具体的なロードマップ作りを期待。

3. 水素キャリア製造・利用技術

- ・メチルシクロヘキサンを有効利用できるコジェネシステムを開発。
- ・アンモニアを燃料とするガスタービンによる発電に世界で初めて成功。
- ・リバーシブルセルと水素吸蔵合金の組み合わせによる再エネ貯蔵技術を検証。

●評価コメント

- ・「水素社会」の実現や再生可能エネルギーの大量導入を支えるエネルギーの貯蔵・利用技術の研究開発を評価。
- ・企業連携もうまく取り入れて、世界独自の成果も挙げていることを評価。
- ・今後、コストも念頭に置きつつ、キャリアを限定することなく客観的な科学的判断をしてほしい。

4. 再生可能エネルギーネットワーク技術

- ・世界最大級（3 MW）パワーコンディショナを試験できるスマートシステム研究棟を整備（平成28年4月から稼働）。
- ・福島県を対象に広域・高分解能（2kmメッシュ&リアルタイム）の太陽光・風力資源評価DBを構築。

●評価コメント

- ・システムの実証ではなく、全体の評価検証を可能とする国際的なプラットフォームを構築する方向を評価。
- ・地元の再生可能エネルギー量の評価は大きな支援となる。
- ・今後、技術の橋渡しも視野にいれ、グローバルでの競争力を得られるような施設整備と標準化を行ってほしい。
- ・システム全体を評価できるようなソフト開発にも力を入れてほしい。

「橋渡し」の成果（評定A（評点4.2））

成果の代表例と評価委員のコメント

橋渡しにつながるFREAの共同研究

- ・平成27年度の共同研究は、契約済み40件、手続き中30件、合計70件内訳は、民間企業44件（被災地企業支援プログラム25件を含む）、大学・公設試等26件（人材育成事業11件を含む）
- ・民間企業からの受託研究費は合計1.1億円。
- ・他に、共同研究を想定して協議中の案件10件以上（大型受託研究を含む）ある。

●評価コメント

- ・人数が少ない中、70件もの共同研究を行っていることを評価。
- ・地元の支援、大学との共同研究による人材育成の目標も達成していることを評価。
- ・タスクに対する人材不足を懸念。

FREAの総合評価（評定A（評点4.1））

評価委員のコメント

1. 評価できる点

- ・再生可能エネルギーの安定供給を目指し、個別技術の成果をあげるだけでなく、エネルギー貯蔵から利用まで集中して研究開発している。
- ・地元企業支援、地元大学・自治体・金融機関との連携、主要外国機関との連携を行い、開かれた研究拠点として取り組んでいる。

2. 問題点・改善すべき点、助言

- ・復興予算減が運営費交付金増より大きく、財源確保が課題。
- ・多くのミッションに応じた安定的財源と共に人的資源の確保を期待。
- ・個別技術のベストミックスと在来エネルギーとの連携について具体的戦略を立てるべき。
- ・設立時のビジョンや計画を具体化するシナリオと成果とのリンクを行い、発展性を示す根拠が必要。
- ・再生可能エネルギーが真の価値を持つためソフト的な評価面の充実を。
- ・再生可能エネルギー全体の横断連携とシステム評価の強化が必要。
- ・複数のミッションの間で設立後の変遷に応じて強弱をつけるべき。

3. 「橋渡し」のための研究開発

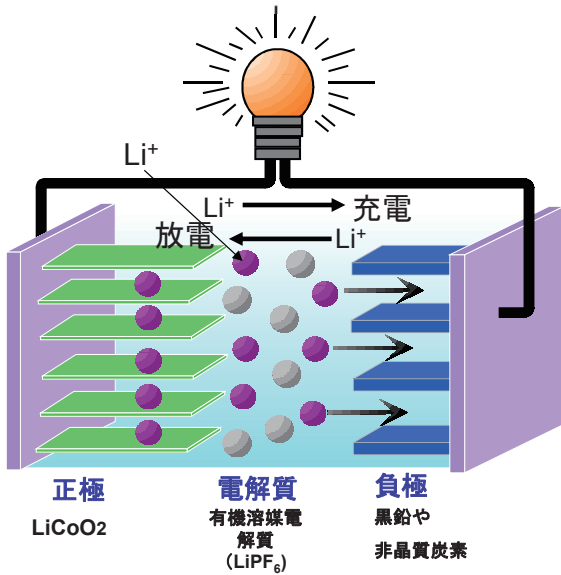
3. 「橋渡し」のための研究開発

(1) 「橋渡し」につながる目的基礎研究 (前半)

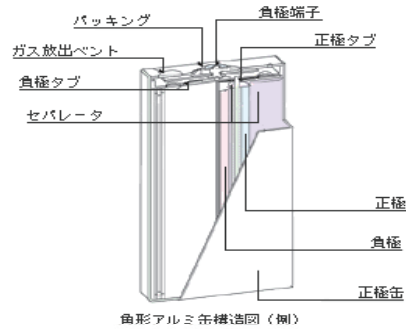
=電池技術の事例=
硫化物電池、空気電池を中心に

谷本部門長

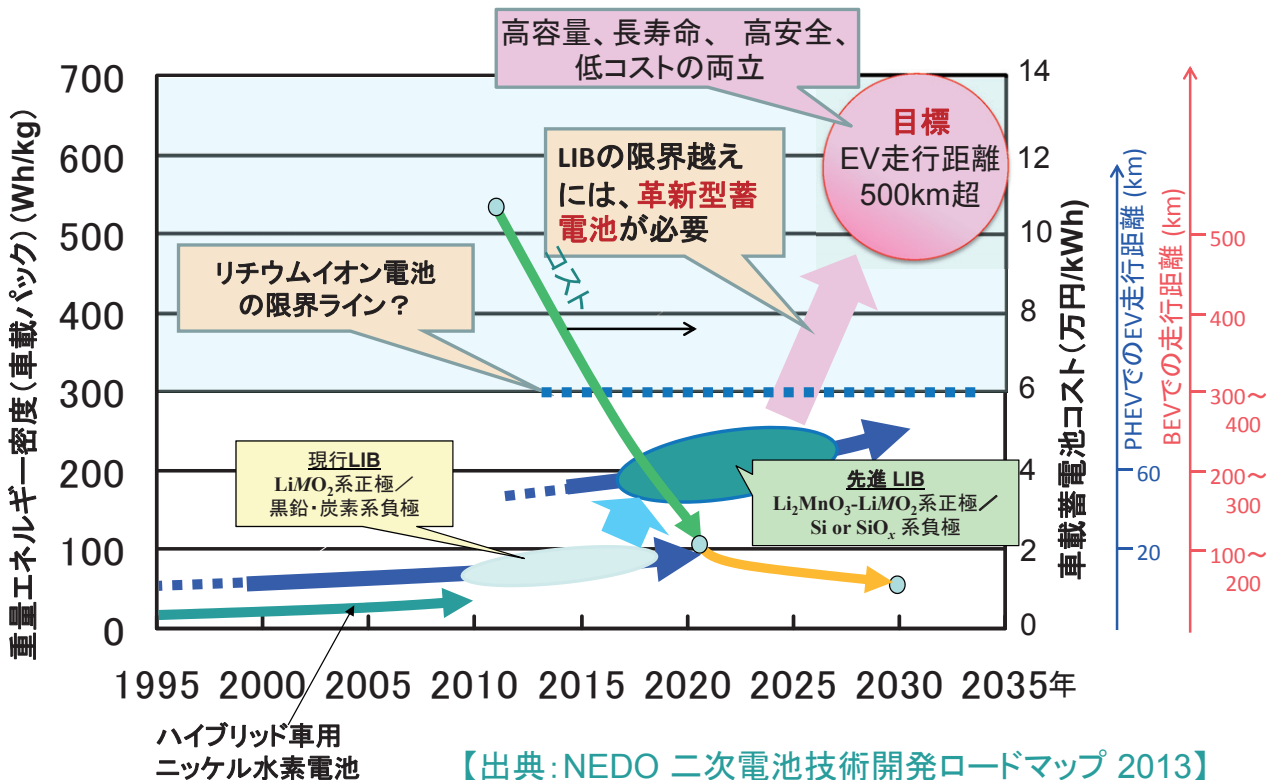
・リチウムイオン電池の原理

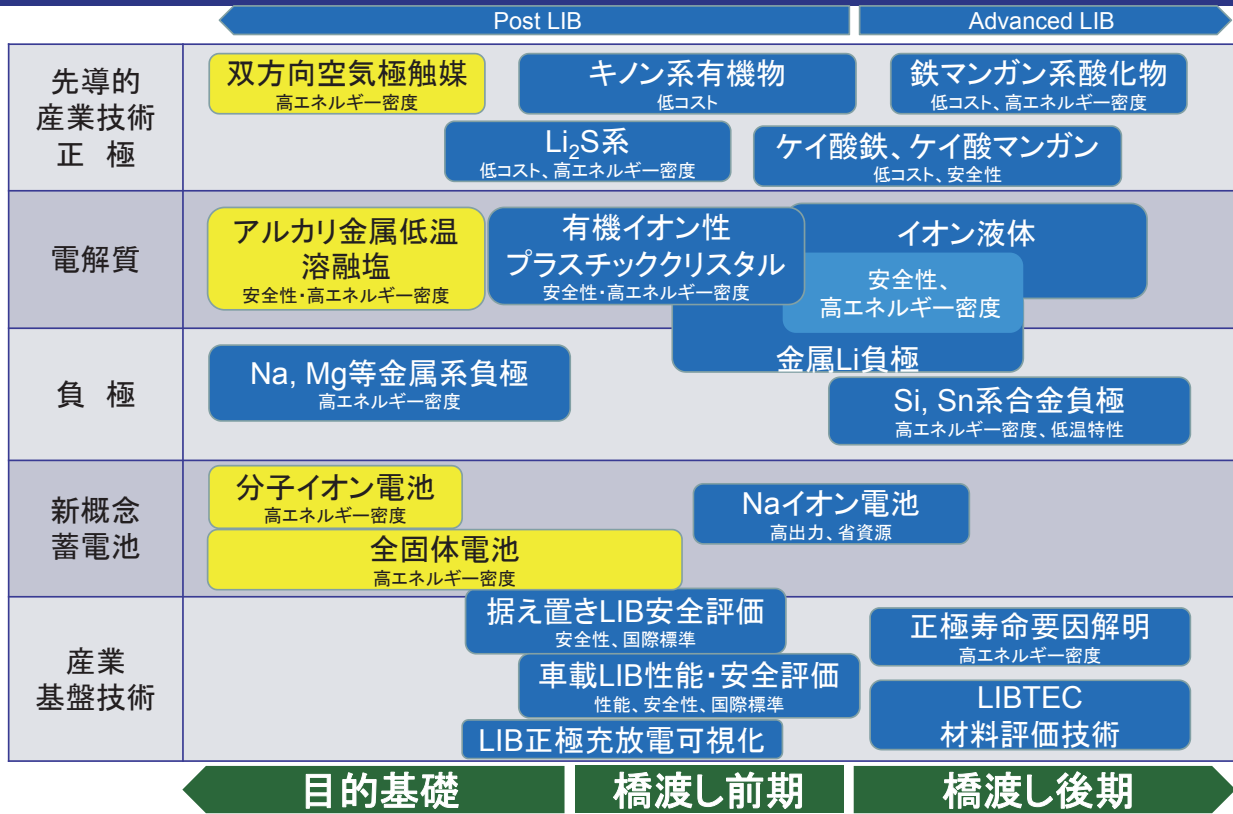


- ・正極と負極を電解質を介してリチウムイオンが行き来して、充放電させる。繰り返して使える蓄電池の一つ。
- ・正極、負極、電解液、電解液を含ませるセパレータが主要部材となる。
- ・軽量・コンパクトが特徴で、モバイル用途、定置用、自動車用途への展開が期待される。



リチウムイオン電池の構造例





【従来の経緯】

●酸化物全固体リチウムイオン電池では、固体電解質/正極活物質の接合体を高温反応で作製するため、リチウムイオンの拡散を阻害する副反応生成物ができる課題があった。そこで**低温で合成が可能**なLi₃BO₃-Li₂SO₄系またはLi₂CO₃-Li₃BO₃系固体電解質の利用を検討した。あわせて低温・短時間の焼成プロセスとなる**通電焼結法**での適用も検討した。

【平成27年度の成果】

- 通電焼結法による低温(450℃)、短時間(1分)のプロセスで緻密な**Li_{2.2}Co_{0.8}B_{0.2}O₃系固体電解質**ペレットが作成でき、同時に**イオン導電率も向上**した。(図1)
- 通電焼結法を用いることで正極電極層/固体電解質層の一体成形体が作製でき、**全固体電池を試作**した。この電池の60℃動作が可能となり、正極活物質当たり**放電容量120mAh/g**を示した(図2)。

【アウトプット】

- 奥村、竹内、小林、第56回電池討論会、3F14 (2015)

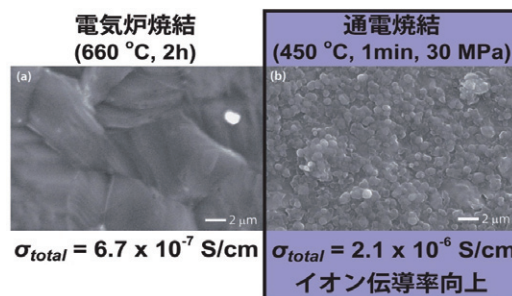


図1 固体電解質ペレット表面のSEM画像

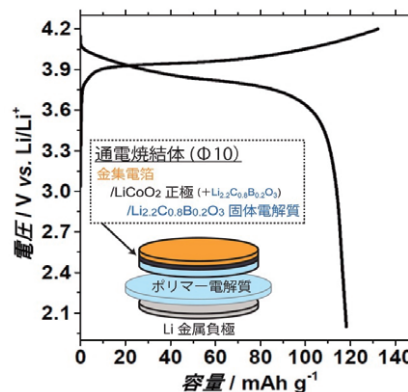


図2 全固体電池の初期の充放電曲線

【従来の経緯】

・マグネシウム金属負極電池（MMBと略）は、2価金属利用でリチウムイオン電池を超える高容量化が期待できるが、これまで**実用的な電解液**が見つからず開発が進んでいない。産総研では、**イオン液体**を用いた二次電池研究を進めており、このアプローチで実用レベルのMMB電池開発に取り組んでいる。

【平成27年度の成果】

・**新規イオン液体の探索とそのマグネシウム塩の高純度合成**を進め、それらを組合せたゼロ溶媒電解液を調整した。これらとV₂O₅合剤正極を用いた試作電池に適用し、充放電特性を調べた。その結果多数のイオン液体の中で最も構造がシンプルな**テトラエチルアンモニウム**からなる塩（[N_{2,2,2,2}][TfSA]）を用いたMMBが200℃において、**10サイクル以上ほぼ理論容量**で充放電することを見出した。

【アウトプット】

- ・PCT/JP2015/078651 (H27/10/8) 非水電解質マグネシウム系二次電池、松本一他
- ・東工大、農工大共同研究 (JST受託) で関連PCT出願中

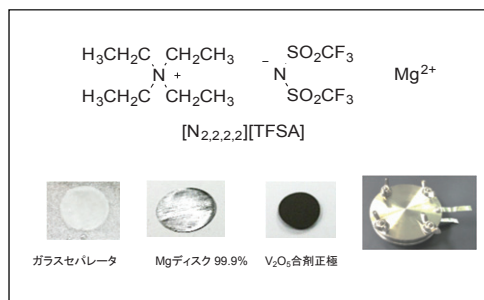


図1 イオン液体と電池の構造

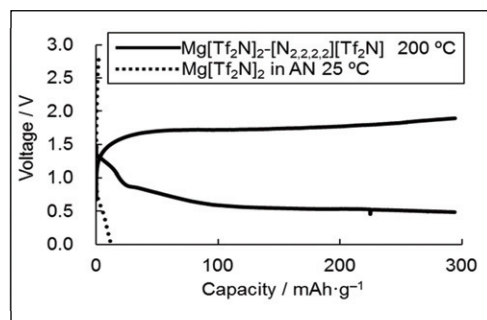


図2 200℃における充放電曲線
点線は有機溶媒（比較例）

【従来の経緯】

- **亜鉛空気電池**はリチウム電池を超える高いエネルギー密度が期待されるが、正極での**酸素還元／発生**を効率的に進行させ、かつ充電時の**高電位で安定な触媒材料・電極構造**の開発が課題。
- **ペロブスカイト型酸化物触媒と導電性酸化物**（アンチモンドープ酸化ズ、ATO）を複合化することにより、安定で高活性な正極の開発を進めてきた。

【平成27年度の成果】

- 亜鉛平板負極を用いたセルで、室温・自然吸気条件で充放電サイクル特性評価を実施した。その結果、従来のカーボンを導電助剤とするセルでは30サイクル付近で急速に劣化するが、**ATOを複合化した触媒電極では100サイクル以上安定な充放電**が可能となった。

【アウトプット】

- 特開2015-192986 (H27/11/05)「電気化学的酸素還元及び／又は酸素発生触媒」、藤原直子他
- 藤原直子他、第56回電池討論会(名古屋)、1G06(2015)

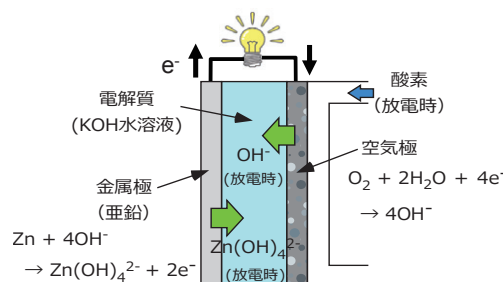


図1 亜鉛-空気電池の作動原理図

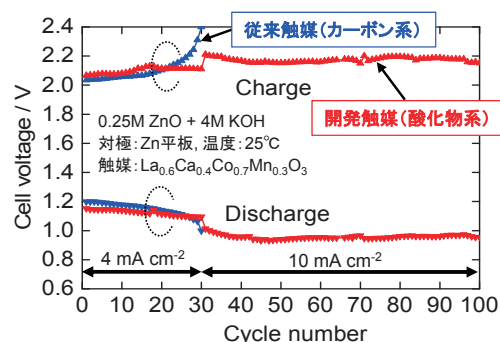


図2 ペロブスカイト/ATO正極のサイクル特性

【従来の経緯】

・リチウム-空気電池は、空気中の酸素を利用するため、理論的にはリチウムイオン電池を超える高い重量エネルギー密度が期待される。しかし、リチウム-空気電池の実用化には様々な解決すべき課題があり、その一つとして、リチウムと酸素の電気化学反応が理想的には進行せず、**放電時と充電時の電圧の差が約1.0Vと大きく、効率が低いという課題**がある。

【平成27年度の成果】

・空気極の充電・放電の反応機構の解明と過電圧の削減を目的に、**空気極に炭素・ルテニウム・二酸化マンガンを用い、有機電解液ジメチルスルホキシド (Dimethyl sulfoxide)にわずかの水(=約100ppm)の添加で、充電過電圧が約0.21V**まで縮小し、放電時に得られる電圧と充電に必要な電圧差が**0.32V**となることを確認した。

【アウトプット】

F. Li et al., *Nature Commun.* **6** (2015) 7843.

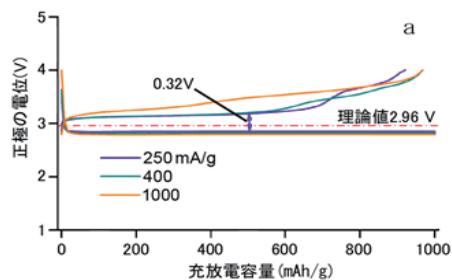


図1 リチウム-空気電池用空気極のレート特性

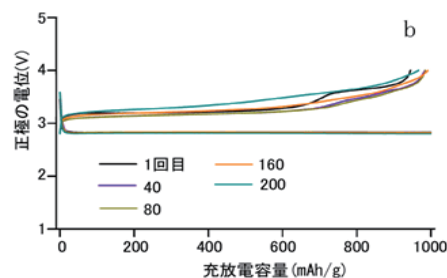


図2 電池密度500mA/g (0.25mA/cm²)での1-200回の充放電サイクル特性

【従来の経緯】

・リチウムイオン電池では、**Li⁺が電荷担体**として機能するため、電圧や安全性などに関して、**Liの本質的な物性の制限**を受けるため、それを越えた性能向上は不可能であった。

【平成27年度の成果】

・**分子性イオンが電荷担体**として機能することを実証し、分子性イオンを電荷担体に用いることで、Liの物性を越える可能性があることを提案した。この機構を用いることで将来的に期待される利点は以下の4点にまとめられる。

- ① Liより卑な電位 ⇒ 高電圧
- ② 高イオン伝導度 ⇒ 高入出力
- ③ デンドライトが出ない ⇒ 高安全性
- ④ レアメタルフリー ⇒ 低コスト

今後は、分子性イオンを挿入脱離できる正負極材料の開発が必要不可欠で、特に低電位で作動する負極材料の探索に取り組む。

【アウトプット】

・ M. Yao et al., *Sci. Rep.* **5**, 10962 (2015).

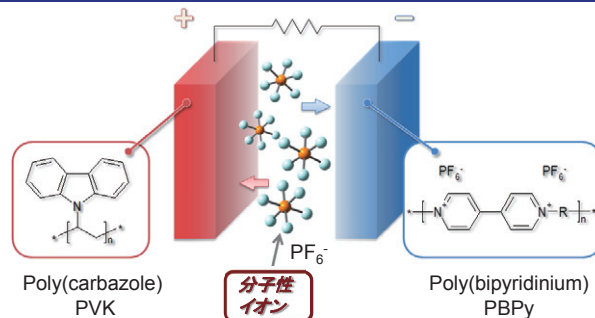


図1 分子性イオンを電荷担体に用いる電池の概念図と実証に用いた高分子型有機活物質の構造。(t-(Buty)₄N⁺がカチオン。Li⁺もNa⁺も電解液中に存在していない。)

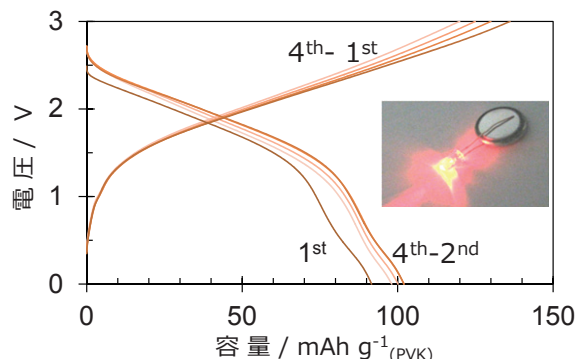


図2 作製した電池の充放電曲線と点灯するLEDランプ。

3. 「橋渡し」のための研究開発

(1) 「橋渡し」につながる「目的基礎」研究 (後半)

～「目的基礎」研究への取組～

小林理事

【研究開発の背景】

- 現状で我が国の地熱発電の発電量が今後飛躍的に増大するとは考えにくい。
- 近年、地球科学的データから、沈み込み帯で発生し、古カルデラ下部等の地下数kmで冷却過程にあるマグマ内部に、**超臨界状態の地熱資源が大量に(国内総資源量数百GW程度)存在する可能性**が示唆されてきた。

【平成27年度の成果】

- **AIST研究者は国内研究者のリーダーシップを取り、NEDOエネ環先導プログラム等を通じて、2030年にパイロットプラントを実現するための研究企画を実施。**
- **主な成果**
 - > 比較的若いカルデラや火山下部に超臨界地熱資源が冷却せずに存在する可能性が高い。
 - > 超臨界岩体内に熱水の対流系を人工的に形成し、同軸熱交換システムと組み合わせることにより**許容可能なコスト(10円台/kWh)で大量に発電**できる可能性が高い。

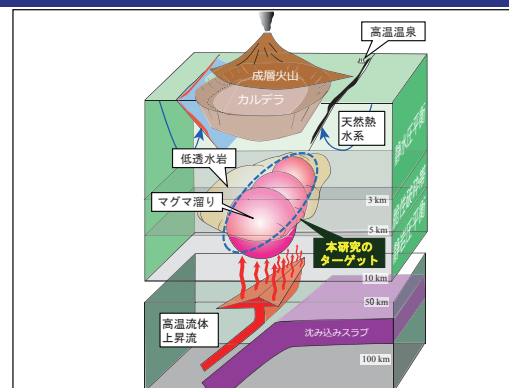


図1 沈み込み帯起源超臨界地熱システムの概念図

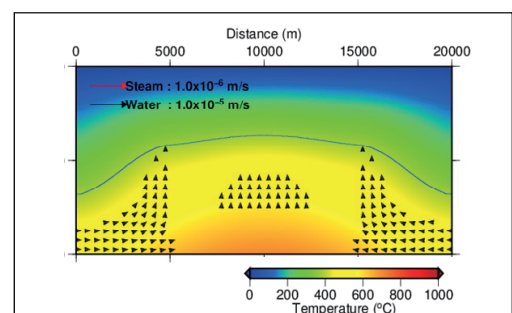


図2 マグマ冷却過程のシミュレーション結果 (九州大学と共同)

【アウトプット】

- 50GWの超臨界地熱発電を2050年に実用化できれば、二酸化炭素排出量の大幅削減(約1.9億tCO₂/年)。原発依存度低下、エネルギーセキュリティの確保等に結びつく。

【ロードマップ】

- 2020年代初頭の試掘井掘削
- 2030年のパイロットプラント(100~200MW)建設
- 2050年の商用発電実現(50GW~)を目指す。
- これらのための国プロを提案, 実施中

【主な重点研究課題】

- 超臨界地熱資源存在形態と資源量の詳細評価 (NEDO先導P、提案中)
- 人工熱水システムの造成、制御法 (科研費、実施中)
- 誘発地震抑制法 (産総研戦略予算、提案中)
- 超臨界地熱システムシミュレーション技術 (METI革新技術PJ、実施中、NEDO先導P、提案中)
- 超臨界地熱流体による環境影響予測・抑制法
- 超臨界地熱システム探査・モニタリング法 (NEDO先導P、提案中)
- 超臨界坑内・発電用素材 (500℃超臨界、強酸性) (METI革新技術PJ、実施中)

AIST内での領域横断的研究が必要

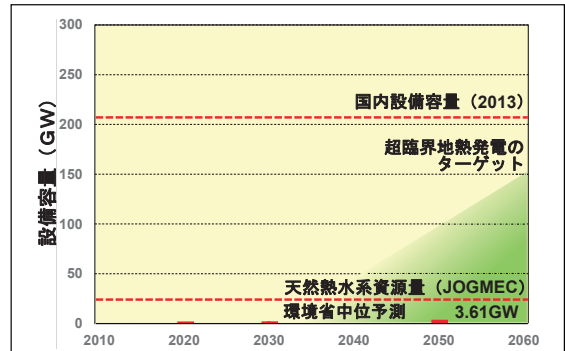


図3 天水系地熱発電導入予測と超臨界地熱発電の導入目標

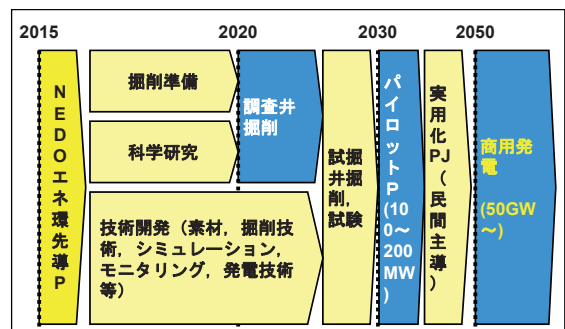


図4 超臨界地熱発電技術開発のロードマップ

【研究開発の背景】

- 次世代水素キャリアとして、**高圧水素供給、大規模貯蔵**が容易なギ酸を対象とした要素技術を開発。
- 公的外部資金(JST-ACT-C, JST-CREST, 経産省)により、米国、スイスとの国際連携、および産総研内の拠点連携を通じた研究開発を実施

水素キャリアとしてのギ酸の位置づけ (SIP対象物質(NH₃, MCH, 液体水素)を補完する)

- ・高いエネルギー効率
80℃以下での水素生成が可能
- ・高圧水素供給可能
50 MPa以上のガス供給が可能(試験中)
- ・高品質水素発生
COが副生しない(改質器不要)
- ・貯蔵・備蓄が容易
原料のCO₂が無尽蔵
78%未満で毒劇・消防法対象外(41g/L) [cf. MCH 47g/L]

【平成27年度の成果】

- ギ酸からの高圧水素供給('15/12/11プレス発表)
 - > 50 MPa以上の水素ガス発生を達成。またCOを含まない85%以上の水素に濃縮可能
- 水素供給システムのスケールアップ
 - > ギ酸より350h以上の耐久性でトータル1 m³以上のガス発生を達成
- EPFLとの共同研究による新しいCO₂還元反応の開発(共同出願)
- 今後の課題
 - > 想定以上の50 MPa以上のガスが発生したため、それに対応できる新たな高圧水素製造装置を設計・製造する必要がある。
 - > 更なる水素精製には、ガス分離技術が必要。(外部技術の導入)
 - > 再生可能エネルギーを利用したギ酸の大量製造技術の開発。(ギ酸が有用物質としての一般社会に周知する必要がある。)

参考

バイオマスや工業廃水からギ酸が大量に発生し、処分に困っている。ギ酸の純度や濃度に課題があるが、ギ酸の供給源としてポテンシャルは高い。

【ロードマップ】

- 水素製造・CO₂分離技術
 > 水素社会への貢献
- 水素貯蔵・CO₂還元技術
 > 低炭素社会への貢献

【アウトプット】

- 論文発表
 > Chem. Rev.(IF:46.5), ACS Catal. 2報 (9.3), Catal. Sci. Technol.(5.4), Inorg.Chem. (4.8), Chemcatchem.(4.6), Eur. J. Inorg. Chem.(2.9)
- プレス発表
 > 圧縮機を使わない高圧水素連続供給法を開発 (平成27年12月11日)
- 国際共同研究
 > ブルックヘブン国立研究所とのMOU締結
- 知的財産権
 > スイス連邦工科大学と共同出願
- 「橋渡し」の成果
 > 複数の企業から共同研究実施に関する問い合わせ

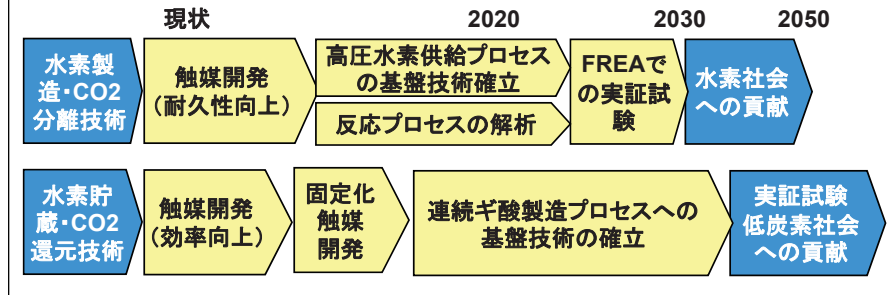


図4 水素キャリアとしてのギ酸の開発のロードマップ

【その他(従事者と予算)】

- JST, ACT-C事業(直接経費:18百万円)
- JST, CREST事業(直接経費:47百万円)
- 経産省、革新的エネルギー技術国際共同開発事業(直接経費:51百万円)
- 従事者
 > (つくば)姫田、(東北)川波、(関西)徐、(福島)眞中、その他特別研究員(6名)、テクニカルスタッフ(5名)

水資源循環技術開発のための環境バイオインフォの構築(目的基礎)

【研究開発の背景】

- 水処理技術の高度化
 > 経験則と勘に頼った管理からの脱却
- 水資源循環技術への高いニーズ
 > 廃水(マイナス)から資源(プラス)へ
- 環境微生物解析法の急速進化
 > 次世代シーケンスビッグデータ

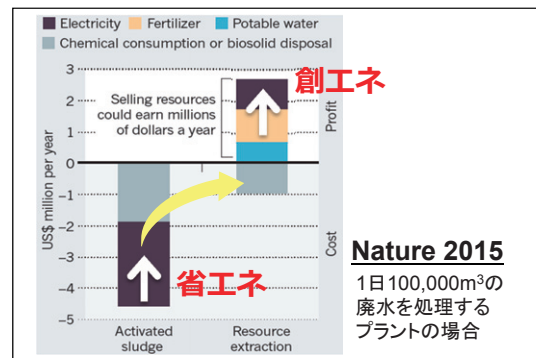


図1 水資源循環技術へのパラダイムシフト

【平成27年度の成果】

- 高い時間・空間分解能、高解像度で微生物群動態追跡を達成
 > 1ランで1000万種の微生物情報
 > 世界最高感度で環境微生物機能を同定
- MBRの実産業廃水への適用
 > 企業貢献とデータベース化への道筋

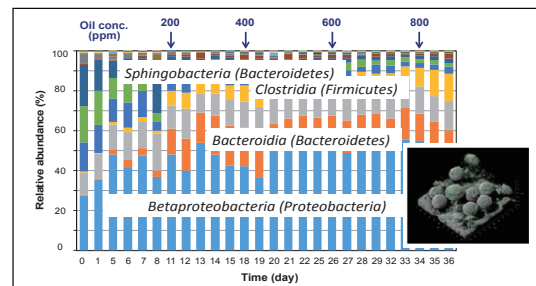


図2 微生物群集遷移の高解像度プロフィール

【アウトプット】

- 環境微生物解析技術の更なる進化
 - ＞ 産総研のオンリーワン、ナンバーワン技術
- 環境微生物データベースの戦略的運用
 - ＞ 環境情報新戦略、将来のアドバンテージ
- 次世代型の水資源循環技術の創成
 - ＞ 省エネから創エネ、有価物変換ファクトリー

【ロードマップ(今後の展開)】

- データが産総研に集積する仕組みづくり
 - ＞ 所内バーチャルラボ、所外研究連携
 - ＞ 日本版 DOE JGI (Joint Genome Institute)
- 環境微生物データベースの構築・展開
- 新環境産業プロセスの提案・提供

【その他(今年度:従事者と予算など)】

- 従事者: 研究職員4名、テクニカルスタッフ4名
- 予算(千円): 産総研・水プロジェクト(7,500)、科研費(8,000)、企業共同研究(10,500)
- 成果: 論文15件、特許3件、招待講演4件等



図3 戦略的環境バイオデータベースの理念

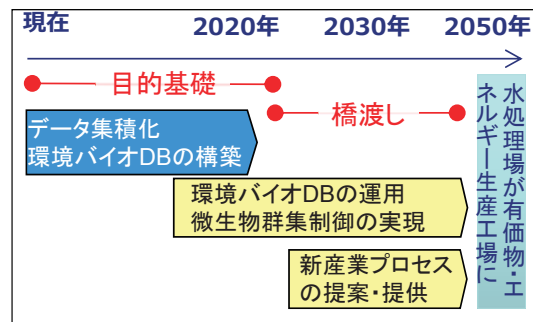


図4 技術ロードマップ

3. 「橋渡し」のための研究開発

(1) 「橋渡し」につながる「目的基礎」研究の纏め

小林理事

主な自己評価視点	評価
<p>【研究開発成果】 2030年以降の実用化を見据えた高容量蓄電池材料や空気電池技術、大規模な新エネルギー源としての超臨界地熱発電技術、またバイオインフォ視点での微生物水処理技術など、新技術の萌芽が得られている。</p>	
<p>【発表論文数(IF付論文)】目標値430報、見込値323、達成率75.1% 研究職員数370名(AIST全体の18%)であるので1報/人に満たず、大幅な改善が必要である。ただしAIST全体で見れば23%の論文数を担っている。査読付き論文数の見込値は490報(1.3報/人)である。</p>	
<p>【論文被引用数(過去3年間合計)】14,311件(H23-25) → 15,287件(H24-26) AIST全体の33%を担っている。AISTはThomson-Reuters高被引用ランキング国内6位である。</p>	
<p>【大学等との連携状況】 共同研究件数442件(AIST全体の26%)、クロスアポイントメント等人事交流6名(山形大、東北大、東大、東工大、阪大/産総研全体では双方向計21名)</p>	
<p>【総合評価】 発表論文数は大幅な改善が必要であるが、研究開発の内容や基礎分野における外部連携等は十分な成果が得られ、全体としてはほぼ目標通りの成果を上げている。</p>	B

3. 「橋渡し」のための研究開発 (2) 「橋渡し前期」における研究開発 (前半)

CIGS、スマートスタックを中心に

松原センター長

共通基盤技術	屋外性能評価技術 システム安全性 発電量予測	高精度性能評価技術の高効率・低コスト化 国際整合性検証・改善
太陽電池高性能化	新規化合物系 有機系薄膜太陽電池	CIGS太陽電池 結晶Si太陽電池
革新的太陽電池	スマートスタック 量子ドット、ナノシリコン	III-V族高速製膜
太陽エネルギー利用	人工光合成・光電極有用化学品製造	環境浄化光触媒



ジェネレーションパリティ (7円/kWh)を達成する太陽電池の開発
 ⇒低コスト化、高効率化、高信頼性化が必須
 ⇒その最有力候補として**CIGS太陽電池**の研究を行う

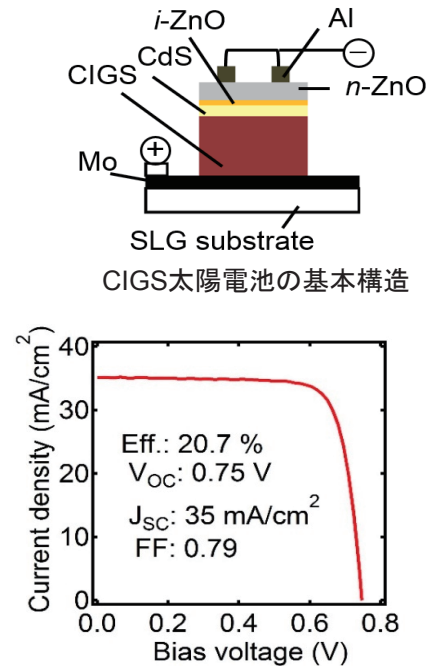
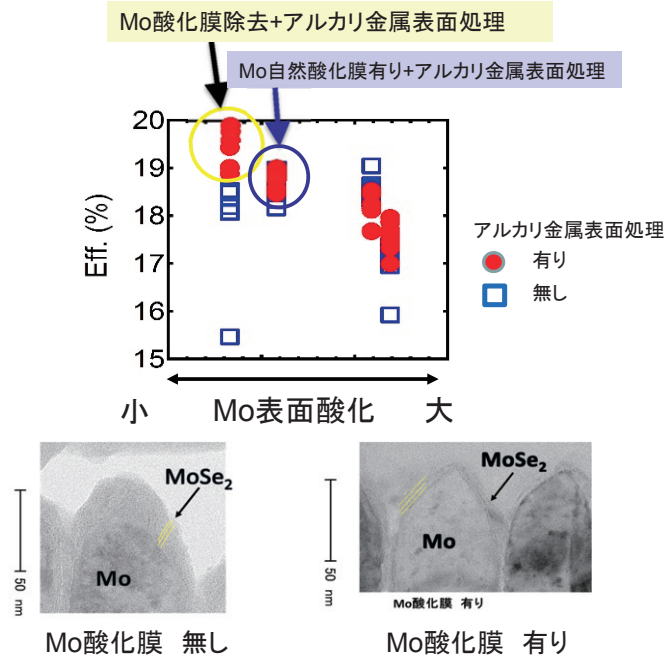
課題は高効率化と信頼性(安定性)向上
 薄膜の特徴を生かしたフレキシブル化

企業との協力状況:
 NEDOプロ(H27~)において、ソーラーフロンティア社とコンソーシアム体制で研究実施中
 フレキシブル化に関して新日鐵住金(株)と共同研究(~H26)

研究開発の内容

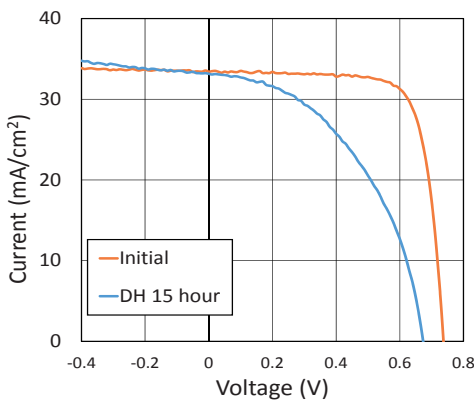
- ①CIGS太陽電池の高効率化技術の開発
アルカリ金属添加やMo表面処理などによる効率向上メカニズムの解明
- ②CIGS太陽電池の長期信頼性向上に向けて
CIGS太陽電池の高温多湿中における効率劣化のメカニズム検証
- ③フレキシブルCIGS太陽電池の開発
企業との協業によりCIGS太陽電池の付加価値創出

高効率化プロセスの開発とメカニズムの解明



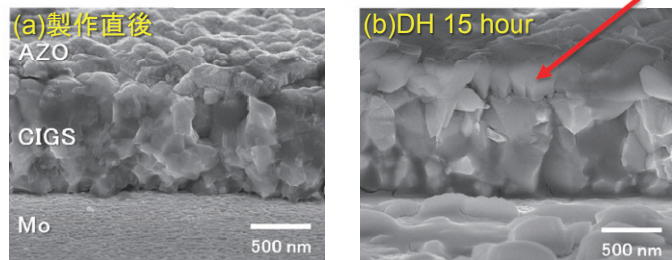
Jpn. J. Appl. Phys., 55, 022304 (2016)

CIGS太陽電池の高温多湿中における効率劣化のメカニズム検証



CIGS太陽電池の側面のSEM像

Mo酸化物



モリブデン電極より、Mo酸化物が拡散

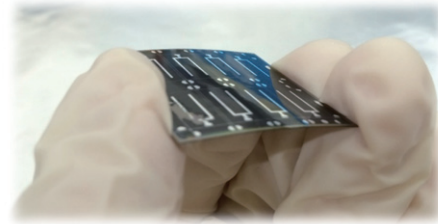
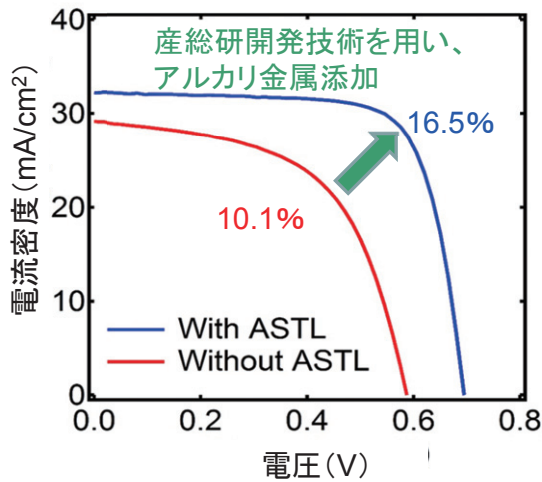
Mo酸化物が R_{sh} (並列抵抗)を低下させる

Mo酸化物を選択エッチングし、変換効率回復に成功

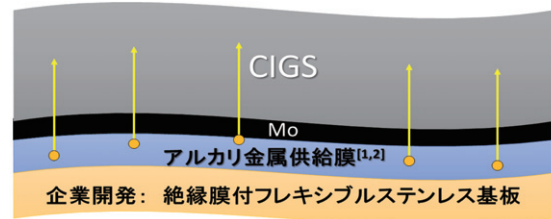
	Eff. (%)	V_{oc} (V)	J_{sc} (mA/cm ²)	FF	$R_{sh, dark}$ (Ω cm ²)	$R_s, dark$ (Ω cm ²)
製作直後	18.9	0.737	33.4	0.77	2200	0.36
温度85°C湿度85% 15時間	10.6	0.673	33.2	0.47	470	0.35

2016春 応物学会にて発表予定

新日鐵住金(株)との共同研究を通じた、橋渡し研究



産総研開発のアルカリ金属添加法を用いて高性能CIGS太陽電池を作製。



● アルカリ金属

CIGS太陽電池の付加価値(軽量化、フレキシブル化、低コスト化)の創出に貢献

EU PVSEC2015にて発表

[1]特許第5366154号「太陽電池及びその製造方法」
[2] US Patent 8921691
“SOLAR CELL AND MANUFACTURING METHOD THEREOF”

テラワットスケールの太陽電池産業に向けて (7円/kWh以下)
⇒低コスト化、脱希少金属利用が必須
⇒その解の一つとしてCZTS太陽電池の研究を行う

高効率化が現在最大の課題 (CIGS: 22.3%、CZTSSe: 12.6%、CZTSe: 11.6%)

⇒CZTS太陽電池の高効率化により企業の実用化を
研究開発の早い段階からサポート

企業との協力状況:

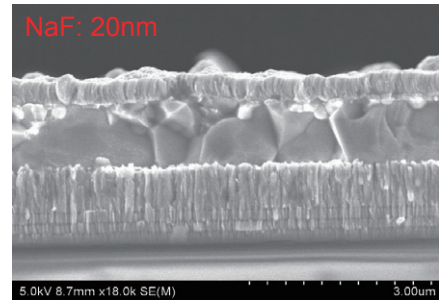
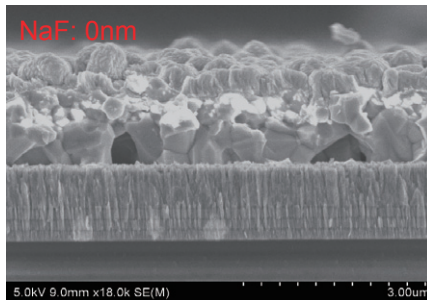
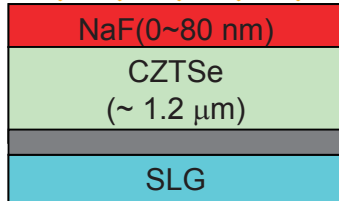
NEDOプロ(H24-26)において、ソーラーフロンティア社とコンソーシアム体制で研究実施

研究開発の内容

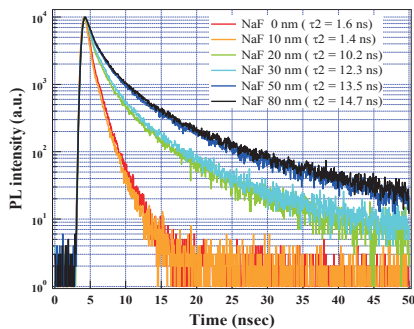
- ①アルカリ金属添加効果による高効率化
CIGS太陽電池の知見活用(結晶形態や物性の精密制御)
アルカリ金属の添加効果の評価の深堀(CIGSでもまだ未解明)
- ②新しいプリカーサ利用による高効率化
反応制御により、より高品質なCZTS薄膜を得るための手法開発

添加による結晶形態の変化(大粒径化、平坦化)

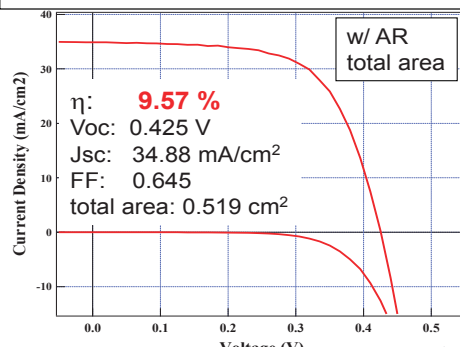
アルカリ金属(NaF)添加



添加による発光寿命の大幅増大

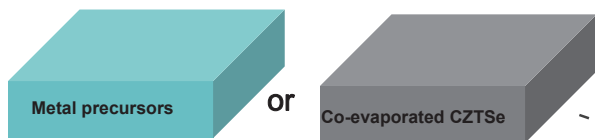


ベストセルの特性

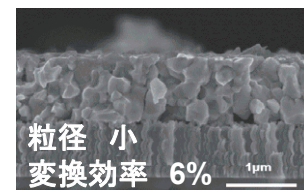
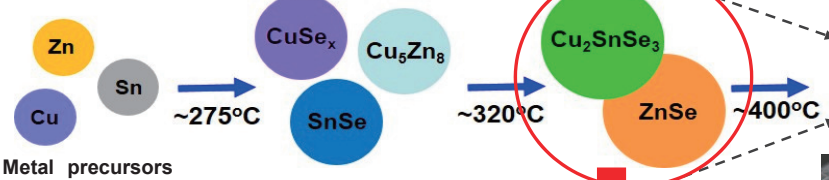


PVSEC-25(2015)にて発表

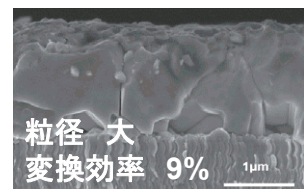
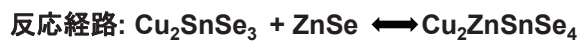
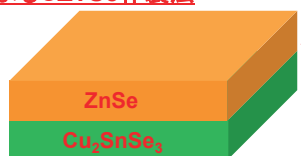
従来のCZTSe作製法



反応経路



新しいプリカーサによるCZTSe作製法



利点

- ✓ 組成や異相の制御が容易
- ✓ 大粒径の薄膜が利用できる

Appl. Phys. Express, 8, 042301 (2015)

低コスト・超高効率太陽電池の実現に向けて (30%超、7円/kWh以下)
 ⇒太陽光スペクトルの有効利用=多接合化
 ⇒スマートスタック技術による太陽電池の貼り合せ

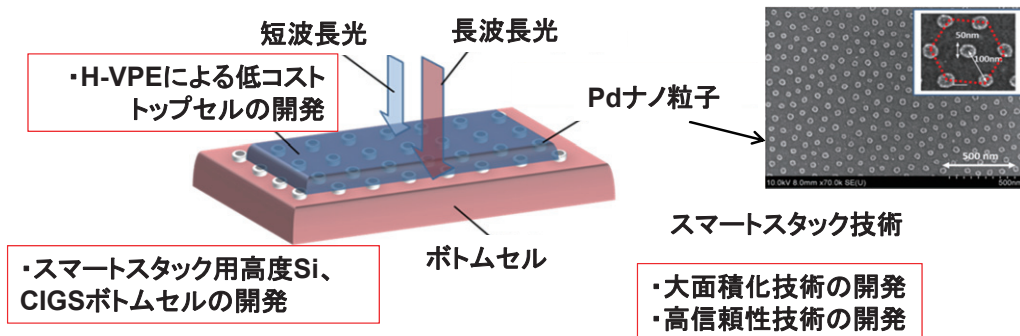
(III-V族化合物太陽電池同士で**31.6%**を実現)

課題は、
 高効率トップセルの低コスト化
 低コストボトムセルの効率向上

企業との協力状況:
 NEDOプロジェクト(H27fy~)において、大陽日酸と共同で装置開発

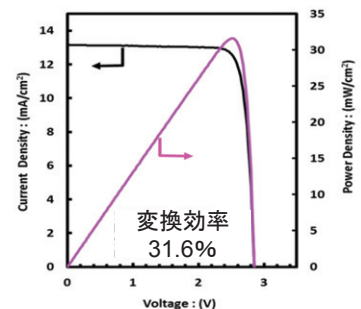
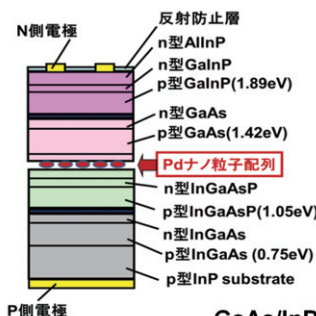
研究開発の内容

- ①スマートスタック用高度Si、CIGSボトムセルの開発
 Siとの積層セルを試作し、ボトムセルの課題を抽出
- ②ハイドライド気相成長法(H-VPE)による低コストトップセルの開発
 H-VPE装置の設計、開発に着手



ボトムセル

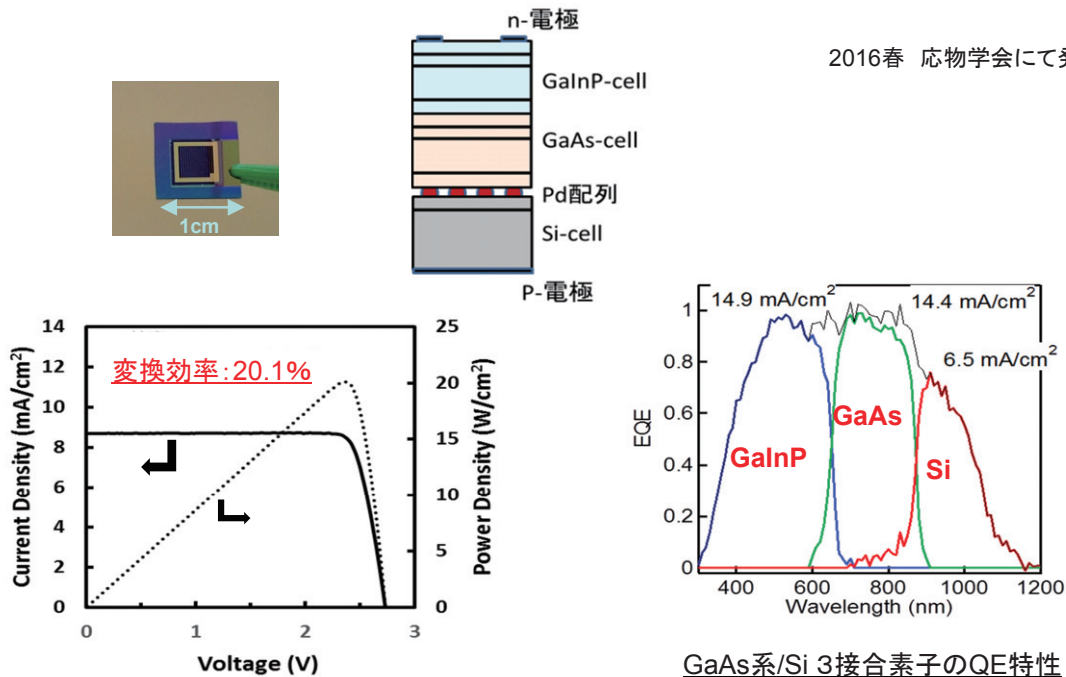
- ・シート抵抗最適化 (FF ↑)
- ・界面パッシベーション (V_{oc} ↑)
- ・光閉じ込め (J_{sc} ↑)
- ・高効率構造 (PERC, HIT)



GaAs/InP系4接合太陽電池

スマートスタック法でInGaP/GaAs/Si 3接合素子を試作

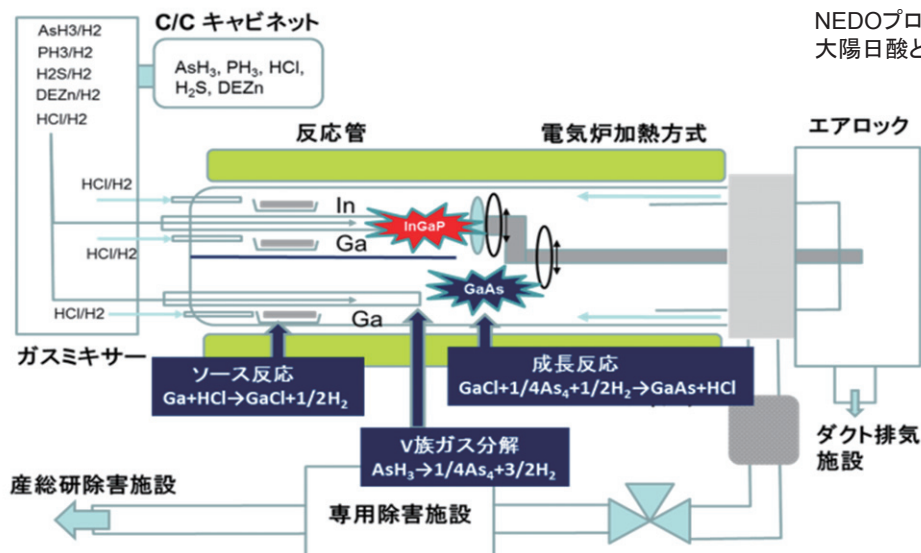
2016春 応物学会にて発表予定



GaAs系/Si 3接合素子の発電特性

GaAs系/Si 3接合素子のQE特性

NEDOプロ(H27~)にて大陽日酸と共同開発中



導入するH-VPE装置の概略図

H-VPE法は、Ⅲ族は金属とHClガスにより塩化物として、V族はAsH₃,PH₃のガスを熱分解によって供給する。成長反応は、熱平衡律速条件で行うのが通常である。本装置では、2成長室法により連続ヘテロ成長が可能。また、高速成長用として装置設計が施されている。

➡ 目標: GaAsセルコストを1/10に削減

3. 「橋渡し」のための研究開発

(2) 「橋渡し前期」における研究開発 (後半)

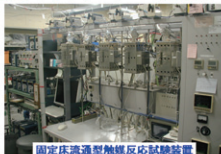
TherMAT(熱電)、AICEを中心に

宗像部門長

材料・要素技術の開発からデバイス・システム化研究まで、幅広く省エネルギーのための技術、高効率エネルギー変換技術等の研究開発を行います。

①燃料および燃焼の基盤技術開発

次世代エンジンシステムの実用化



固定床流通型触媒反応試験装置

排気浄化触媒解析評価技術

X線画像

X-ray Phase-Contrast Image (150ps exposure)

レーザー (可視光) 画像

Visible Light Image (10ns exposure)

燃料噴霧解析評価技術

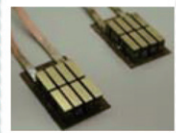
②未利用熱を有効活用する技術開発

工場や自動車からの排熱回収発電技術として、材料開発・モジュール化および評価技術の開発に取り組んでいます。



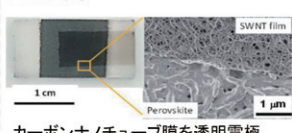
PbTe MgTe

ナノ構造を制御した熱電材料



熱発電モジュール

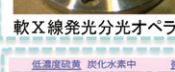
ナノ材料合成技術と微細加工による表面創製技術等を融合し、革新的なエネルギーデバイスの技術領域を確立します。



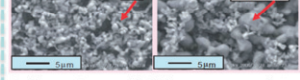
カーボンナノチューブ膜を透明電極としたペロブスカイト型太陽電池

③革新的エネルギー技術の研究開発

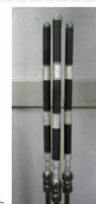
物理化学現象の解明を通して、高効率なエネルギー貯蔵・変換デバイスの開発を行っています。



軟X線発光分光光オブレンド測定用の電極セル



硫黄によるSOFC燃料極(Ni-ZrO₂)の変化一次エネルギーからの高効率電力変換技術及び電力・水素の高効率変換、貯蔵・利用技術の開発を行っています。



SOFC/SOECリバーシブルスタック

材料・要素技術開発

デバイス・システム開発

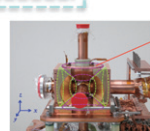


アンモニア直接燃焼マイクロガスタービン発電装置

CO₂排出削減を目指し、FREAと連携し、アンモニア混焼技術の実証実験を行っています。



統合型水素エネルギー利用システム



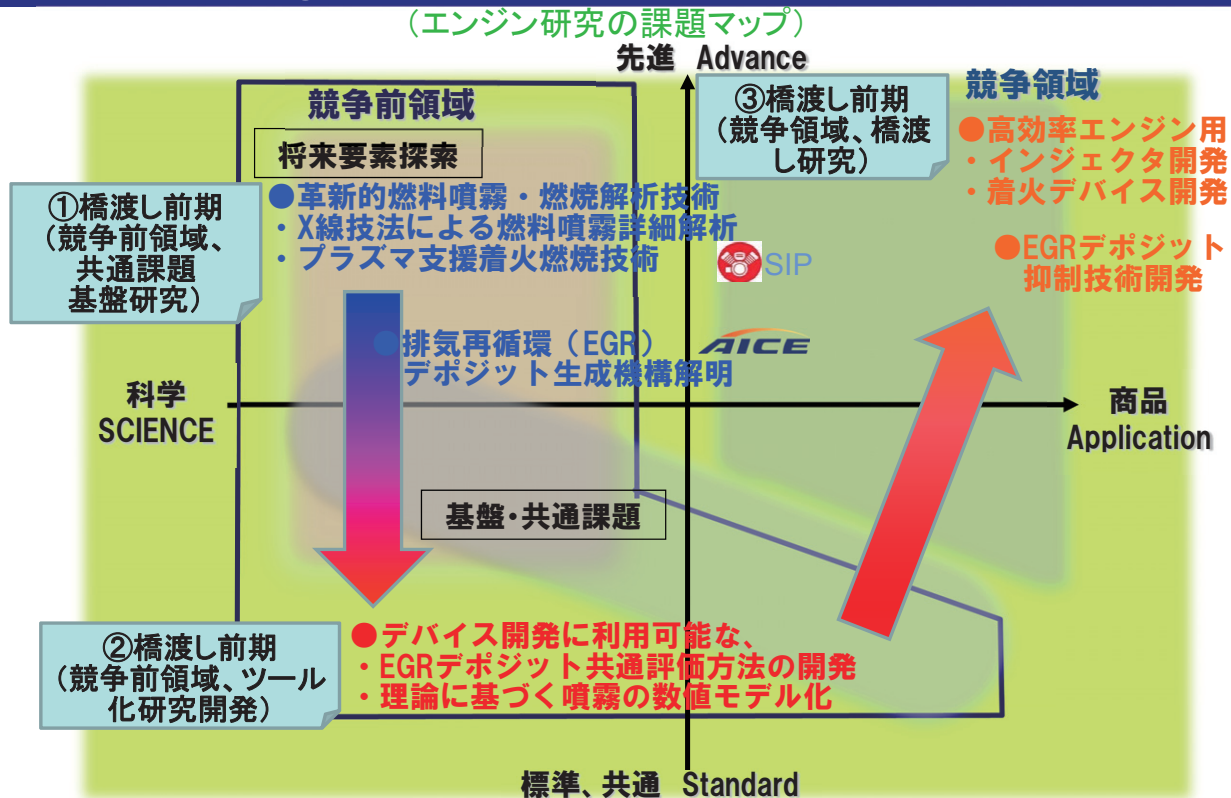
リットリウム系線材使用「ベクトル型超電導マグネット」



エジェクターによるSOFC燃料再循環実験装置

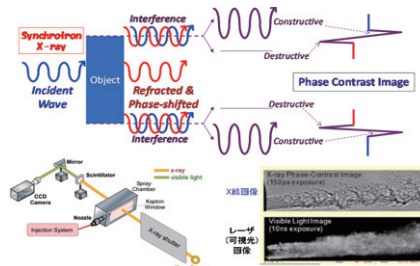
アウトカム: 燃料や熱の効率的な利用を中心に、熱・電気・化学エネルギー消費の省エネ化の研究開発を推進し、温室効果ガス排出削減・産業競争力の強化に貢献

①燃料および燃焼の基盤技術開発	超希薄エンジン燃焼制御技術(プラズマ着火)	クリーンディーゼル車向け高度燃焼解析技術	
②未利用熱を有効活用する技術開発	ナノ構造制御による革新的熱電変換材料技術	硫化物等の熱電変換モジュール化技術	排熱利用技術の導入シナリオ
③革新的エネルギー技術の研究開発	高温超電導の本領発揮に向けたゼロ抵抗接合技術	革新的な熱マネジメント技術(蓄熱・断熱・ヒートポンプ)	高温超電導コイル開発
	固体酸化物水蒸気・二酸化炭素電解セルの開発	固体酸化物型燃料電池劣化診断	
④内部連携(研究ラボ)	エネルギーナノ工学研究ラボ	次世代自動車エンジン研究ラボ	
	目的基礎	橋渡し前期	橋渡し後期



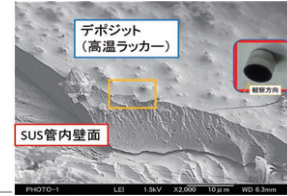
X線技法による燃料噴霧詳細解析

- ・シンクロトロンX線源の利用(短波長、高輝度、超短パルス(ナノ秒))
- ・超高密度、超高速の噴射直後の噴霧発達過程、およびノズル内部の流動をX線位相コントラスト画像法で可視化解析 → 定量データの取得

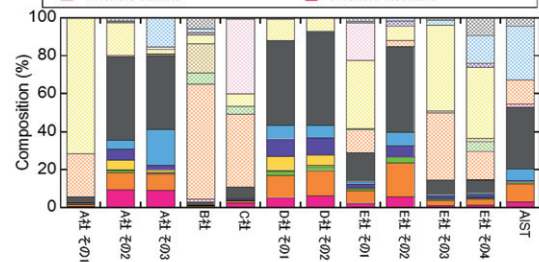


EGRデポジット生成機構解明

- ・デポジット生成機構解析(排ガスとデポジットの詳細分析)
- ・生成判定基準、モデル化検討
- ・デポジット評価手法検討



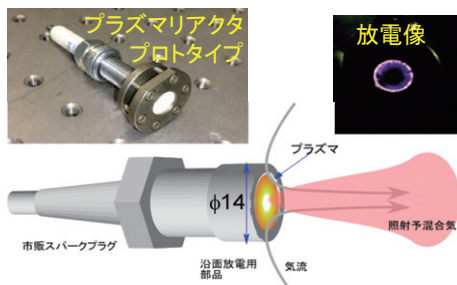
デポジットのSEM観察



OEM提供EGRデポジットの分析結果

プラズマ支援着火燃焼技術

予混合気改質による着火・燃焼の促進(化学的燃焼促進効果、プラズマアクチュエータ効果を予混合気に適用)



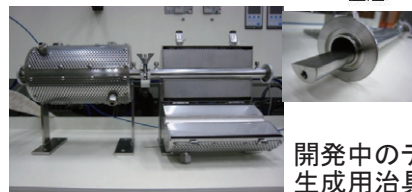
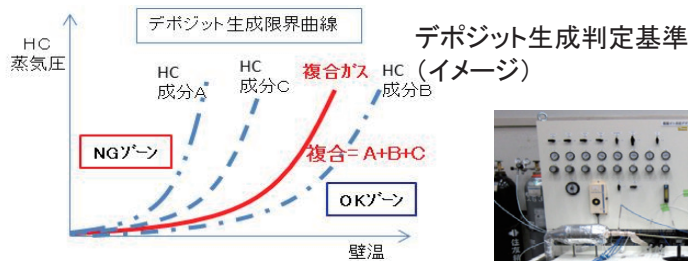
プラズマリアクタプロトタイプ動作イメージ

X線技法による燃料噴霧詳細解析

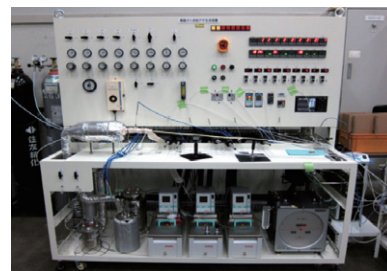
- ・燃料噴霧流動の詳細構造、ダイナミクスの定量化 → 新たな噴霧モデルの提案

EGRデポジット生成機構解明

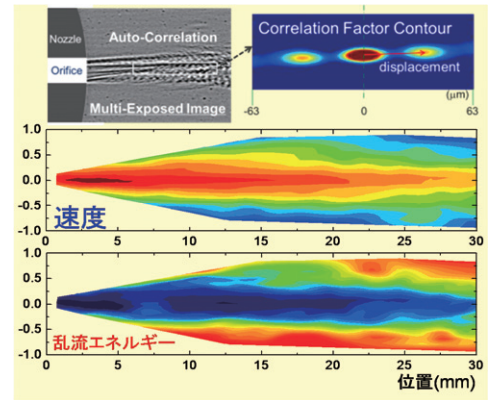
- ・デポジット生成機構の解明 → デポジット生成判定基準、デポジット生成モデル化
- ・デポジット評価手法の構築 → デバイス開発(EGRバルブやクーラ等)に適用可能な評価手法の構築 → 模擬デポジット生成装置、デバイス評価装置等の開発



開発中のデポジット生成用治具



模擬ガス供給デポジット生成装置

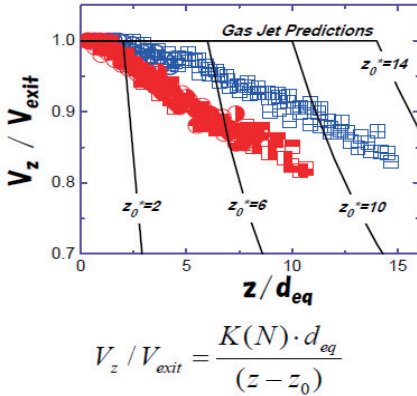


燃料噴霧詳細解析



EGRデポジット実務者会合の様子

X線技法による燃料噴霧詳細解析
自動車メーカーのエンジン開発に貢献中(共同研究)



単噴孔

- Case1
- Case2
- Case3
- Case4

多噴孔

- Case5
- Case6
- Case7
- Case8
- Case9
- Case10

$$d_{eq} = d \sqrt{\frac{\rho_f}{\rho_a} \frac{d}{\rho_a}}$$

d : 噴孔径
 ρ_f : 燃料密度
 ρ_a : ガス密度

K : 減速係数
 N : ノズルファクター
 Z_0 : 運動量保存原点

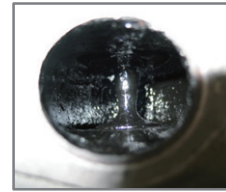
$$V_z / V_{exit} = \frac{K(N) \cdot d_{eq}}{(z - z_0)}$$

プラズマ支援着火燃焼技術

効果の実証研究を「SIP革新的燃焼技術」の要素技術として実施中
 →H27年度ステージゲートを通過し、より詳細な実証研究ステージへと発展
 →SIPの成果を基に将来の実用化に向けた発展を期待

EGRデポジット生成機構解明

AICE後処理研究として、得られる成果をベースに、個社商品化に貢献する共同研究への発展を目指す。
 ・デポジット抑制素材, 手法の開発
 ・エンジン燃焼や触媒浄化によるデポジット生成要因成分抑制技術の開発 など



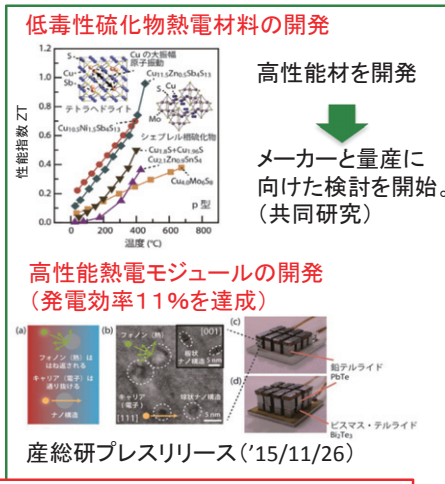
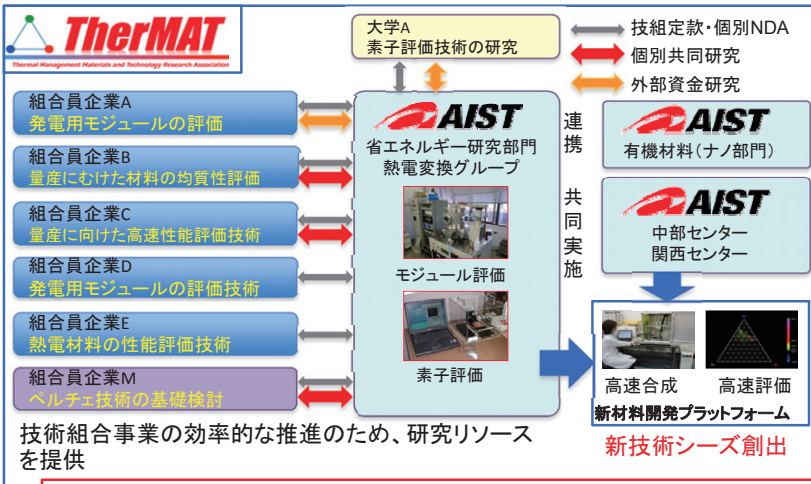
EGRバルブへのデポジットの堆積

①燃料および燃焼の基盤技術開発	超希薄エンジン燃焼制御技術(プラズマ着火)	クリーンディーゼル車向け高度燃焼解析技術
②未利用熱を有効活用する技術開発	ナノ構造制御による革新的熱電変換材料技術	硫化物等の熱電変換モジュール化技術
③革新的エネルギー技術の研究開発	高温超電導の本領発揮に向けたゼロ抵抗接合技術	革新的な熱マネジメント技術(蓄熱・断熱・ヒートポンプ)
	固体酸化物水蒸気・二酸化炭素電解セルの開発	高温超電導コイル開発
		固体酸化物型燃料電池劣化診断
④内部連携(研究ラボ)	エネルギーナノ工学研究ラボ	次世代自動車エンジン研究ラボ



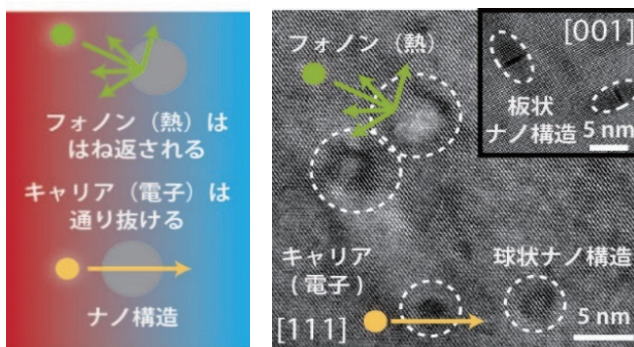
(熱電変換関連研究)

- 未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合(TherMAT)に参画して研究実施中
- TherMAT内の産総研研究開発テーマとして、中部や関西センターと連携して推進 (テーマ:熱電材料の高速合成・評価技術を開発中)
- ナノ構造高性能材料のモジュール化に成功。世界トップレベルの発電効率を実証
- 硫化物材料の量産技術の開発のため半導体用材料メーカーとの資金提供型共同研究



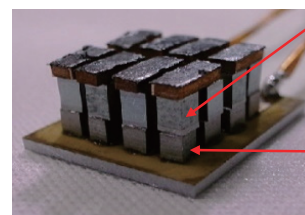
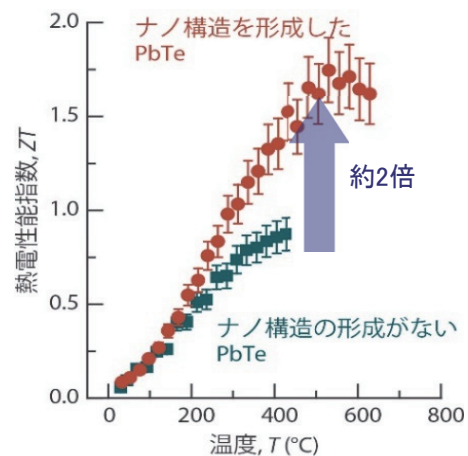
=ナノ構造制御による革新的熱電変換材料技術=

- 鉛テルル系材料のナノ構造析出制御に成功し高性能熱電材料を開発(国際共同研究)



ナノ構造は電気は良く通すが、熱の伝導を抑制 ⇒ 熱電性能の大幅向上

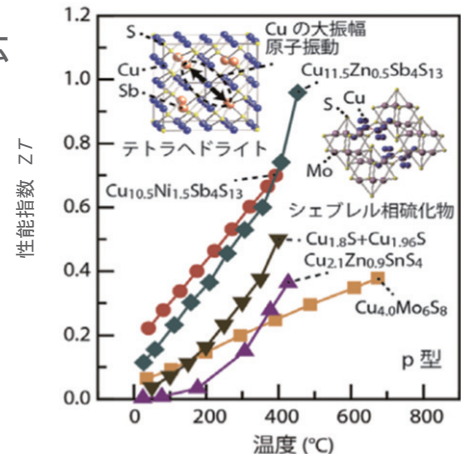
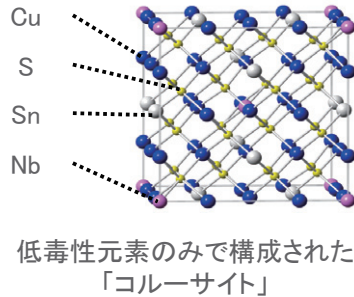
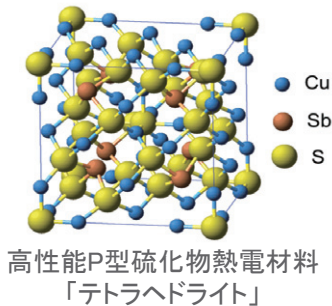
- ビスマステルル系材料とナノ構造制御した鉛テルル系材料のセグメント型素子を開発し、世界トップクラスとなる変換効率11%の熱電変換モジュールを開発



プレス発表: 変換効率11%の熱電変換モジュールを開発(2015/11/26)

=「硫化物等の熱電変換モジュール化技術」=

- 低毒性・地殻存在度の高い元素(銅や硫黄)を主成分とする**低コスト**かつ**環境調和性**の高い熱電材料を開発(広島大との共同研究)



橋渡し1:電極材料・電極構造の最適化の研究開発

- 信頼性と性能が両立する**モジュール試作技術開発**、素子・電極の開発

橋渡し2:量産化技術の開発

- 焼結体の**大型化と性能再現**をテーマとして、**企業と資金提供型共同研究**を実施
- ラボスケール試料(15mmΦ)から生産用試料(~50mmΦ)への大型化に目処

3. 「橋渡し」のための研究開発

(2) 「橋渡し前期」における研究開発の纏め

小林理事

世界の再生可能エネルギー研究拠点



フラウンホーファー研究機構
太陽エネルギーシステム研究所 (ISE)
設立：1981年
所属人員：1,200人以上



国立再生可能エネルギー研究所
(NREL)
設立：1974年
所属人員：2,400人以上



産業技術総合研究所
福島再生可能エネルギー研究所 (FREA)
設立：2013年
所属人員：300人以上



Copyright © National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST). All rights reserved.

主な自己評価視点

評価

【研究開発成果】

AISTオリジナルのスマートスタック太陽電池の新展開や高効率・低コストとして期待の高いCIGS太陽電池の実用性向上、さらに未利用熱利用技術として注目される熱電変換材料の大幅な性能向上など、産業界との連携も始まりつつあり、将来大きな連携に発展することが期待される。

【公的資金獲得】45億円 (METI委託費、NEDO委託費など)

メタンハイドレート生産やSiCパワーエレクトロニクス、エネルギーキャリアなどの大型プロジェクトにおいて中心的な役割を果たしている。AIST全体の公的資金獲得の34%を担っている。

【国際連携】

革新的エネルギー技術国際共同研究開発事業 (METI) を活用し米国DOE研究機関等と人材交流・連携強化を図るとともに、FREAを中心に米NREL、独ISE-FhGとの三機関再エネ連携を確立した。ICEFIにも主体的に協力している。

【総合評価】

公的資金を活用し、萌芽期にある産業技術を企業が受け取り易い段階にまで醸成するため、積極的に取り組んでいる。

B

3. 「橋渡し」のための研究開発

(3) 「橋渡し後期」における研究開発

(前半)

LCAデータベース利用、ナノリスクを中心に

本田部門長

安全科学研究の特徴と主なデータベース・ツール群

ミッション: 産業技術のリスク・マネジメント

- ① 化学物質や材料、エネルギーを適切に利用するためのリスク評価・管理手法の開発
- ② 産業事故の防止及び被害低減化に向けた技術開発

評価研究が主

成果:

評価手法 → ツール類、評価書、手順書

基礎データ }
過去の事例 } → データベース

- ・国費開発部分は無償で公開
- ・主なユーザーは行政、事業者
- ・個別ニーズへの対応は共同研究、受託研究、**コンサルティング制度(新設)**

化学物質リスク評価関連

- ・汎用生態リスク評価管理ツール AIST-MeRAM
- ・大気モデル ADMER/ADMER-PRO
- ・河川モデル SHANEL
- ・製品暴露評価ツール AIST-CX

フィジカルハザード評価関連

- ・リレーショナル化学災害データベース
- ・化学物質の爆発安全情報データベース

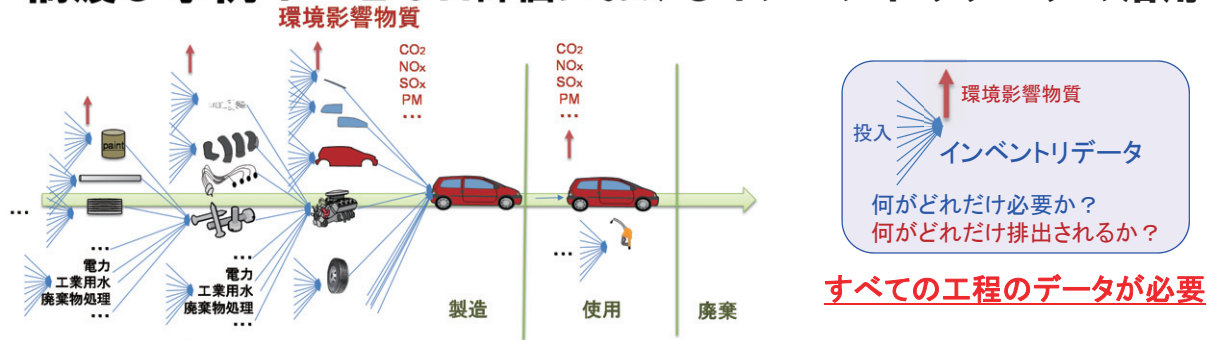
ライフサイクルアセスメント関連

- ・インベントリデータベースデータベース (IDEA)
- 2015年12月 販売業者と契約締結、
欧州のLCAソフトへ搭載予定

エネルギー評価関連

- ・民生部門エネルギー需要データベース

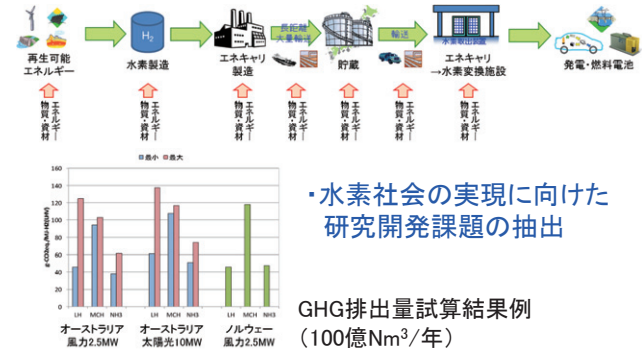
橋渡し事例1～LCA評価におけるインベントリデータの活用



カーボンフットプリントへの活用
製品への温室効果ガス排出量のラベル表示
(経産省、産環協)

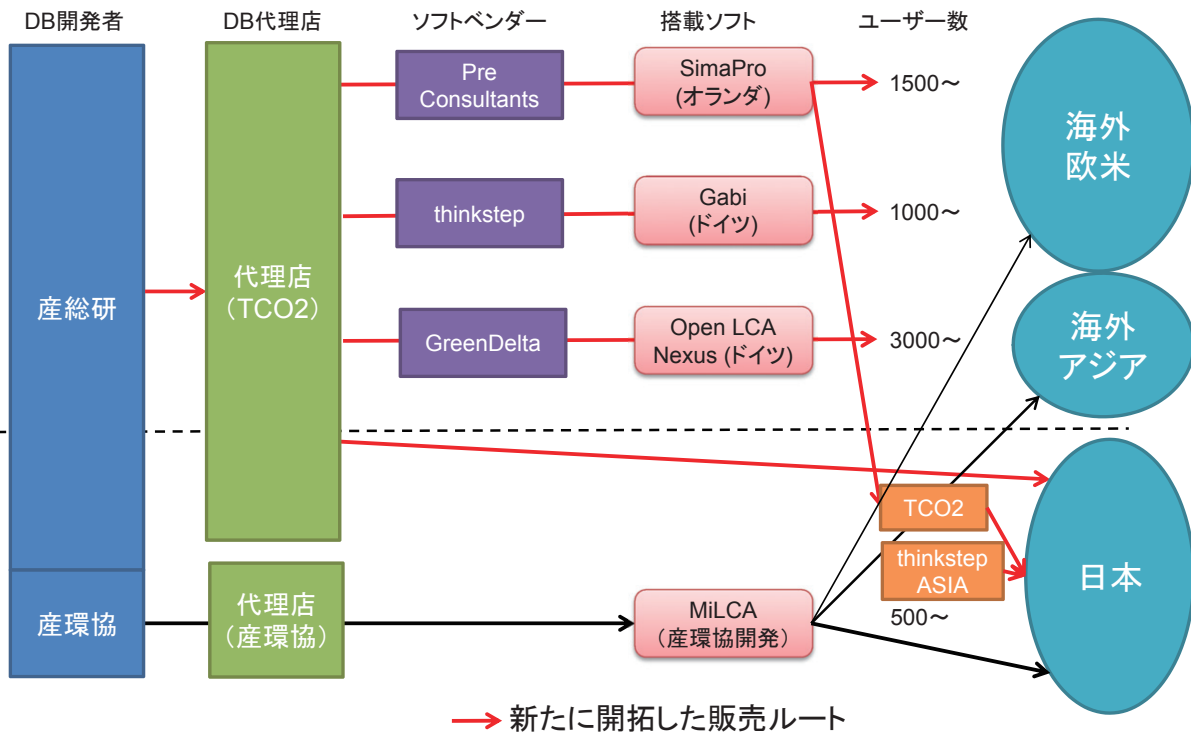


新規技術(水素利用技術)の環境性評価



・水素社会の実現に向けた
研究開発課題の抽出

想定しているIDEA v2の販売ルート



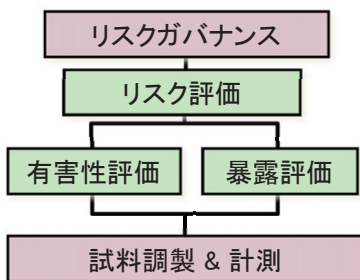
橋渡し事例2～ナノ材料のリスク評価・管理手法の開発

研究の背景

ナノ材料は、様々な科学技術分野での応用が期待されている一方で、その有害性への懸念によって事業者の開発や市場化の意欲が阻害されている。リスクの顕在化を未然に防止しながらも、便益を最大限に享受するためには、ナノ材料のリスクが事業者や行政によって適切に評価・管理されることが必要。

研究の概要

ナノ材料のリスク評価の考え方を、社会的な管理に反映させるため、**事業者による自主安全管理及び行政的な管理枠組み**という二つの観点からの評価技術を開発する。それらに対して、国際的なコンセンサスを得るための情報発信を行う。技術研究組合(TASC)のナノ安全を担当。



2016

国際標準化および国際協調の主導

ISO→新規格案(2012→2015発行)

OECD→新規共同事業(2013→2016公開)

単層CNTの事業化に貢献

自主安全管理のための安全性試験手順書・作業環境計測手引き書(2013)、ケーススタディ報告書(2014)

行政のための効率的な管理枠組みの開発

経産省ナノ安全プロジェクト(2011～2016)

2011

ナノ材料リスク評価書の発表、CNTなど3材料の暫定許容暴露濃度を提案(2011)

事業者のための自主安全管理技術の開発
研究組合TASCへ参加(2010～)

世界に先駆けてのリスク評価

NEDOプロジェクト「ナノ粒子特性評価手法の研究開発」(2006～2010)

2006

2005

産総研交付金による要素技術開発
分野融合課題(2005-2007)

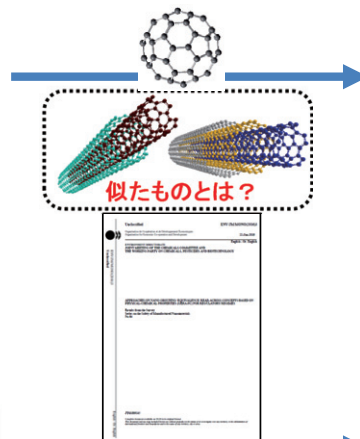
行政及び国際標準化への成果展開

OECD 工業ナノ材料部会(WPMN)にて、**ナノ材料の法的管理の準備に向けた調査プロジェクトを主導**

・経産省委託事業による研究開発を踏まえ、ナノ材料の多様性に対応した法的管理に必要なカテゴリー化の概念について、調査プロジェクトを提案。
加盟国の使用・開発状況を調査し、各国の状況把握と課題を抽出

ISO/TC229にて、**細胞試験のための技術仕様書を作成**

・細胞を用いた有害性試験で観察される反応がナノ材料に起因するのか、コントロールされていない要因によるのかを明確化するため、ナノ材料の作業懸濁液の特性評価項目を規定
→TS 19337



国際的に調和した将来の法的管理への貢献

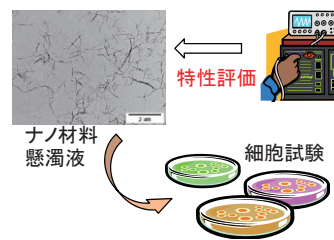


ナノ材料のカテゴリー化に関する調査報告書を完成、2016/1/22公開

試験結果の質の担保と有害性評価の促進



細胞試験用分散液に関する世界初の国際標準化



カーボンナノチューブの安価かつ簡便な自主安全管理手法の提案と事業者への普及

<p>I. 総論(概要)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 序論 2. 有害性 3. 暴露 	<p>概論</p>
<p>II. 各論(詳細説明・データ)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 基本的情報 2. 有害性情報 <ul style="list-style-type: none"> (1) 環境中運命 (2) 環境中の生物への影響 (3) ヒト健康への影響 (4) 作業環境における許容暴露濃度 3. 暴露評価情報 <ul style="list-style-type: none"> (1) 計測法 (2) 飛散性 	<p>評価データ</p>
<p>III. TASCにおける自主安全管理手法<参考></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 作業環境中許容暴露濃度の設定 2. リスク管理 <ul style="list-style-type: none"> (1) 作業環境におけるリスクの判定 (2) リスク対策と自主安全管理 3. 自主安全管理のための有害性評価および暴露評価手法の提案 <ul style="list-style-type: none"> (1) 排出・暴露評価の手引き (2) 安全性試験総合手順書 4. 国際標準化への対応 	<p>TASC管理例</p>



ケーススタディ報告書
スーパーグロース単層CNT版及
び eDIPS単層CNT版

- ・技術研究組合 単層CNT融合新材料研究開発機構 (TASC)に参加し、**事業者が自ら行える簡易な**排出・暴露量計測技術、有害性試験技術を開発
- ・これら及びTASCにおける安全管理手法を紹介した“**ケーススタディ報告書**”を作成し、CNT等のサンプル提供先に配布
- ・第II章 2. 「有害性情報」の(1)～(3)は、化学品の譲渡・提供の際に添付する**安全データシート(SDS)**の「有害性情報」、「環境影響情報」の詳細情報に相当、**事業者がSDSを作成する際にも重要な資料**となった
- ・スーパーグロース単層CNT版は、事業者の**工場立地に係る貢献自治体の環境審議会に参考資料として提出され、認可に貢献した**。2015年11月に稼働開始

3. 「橋渡し」のための研究開発 (3) 「橋渡し後期」における研究開発

～ オープンイノベーション共同研究連合体(TPEC)
の活動を中心として ～

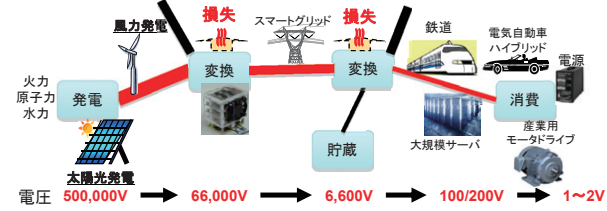
(橋渡し前期 ⇒ 橋渡し後期)

奥村センター長



【出典】第114回総合科学技術会議資料(2013.9.13)

電力エネルギーの流れとパワーエレクトロニクス



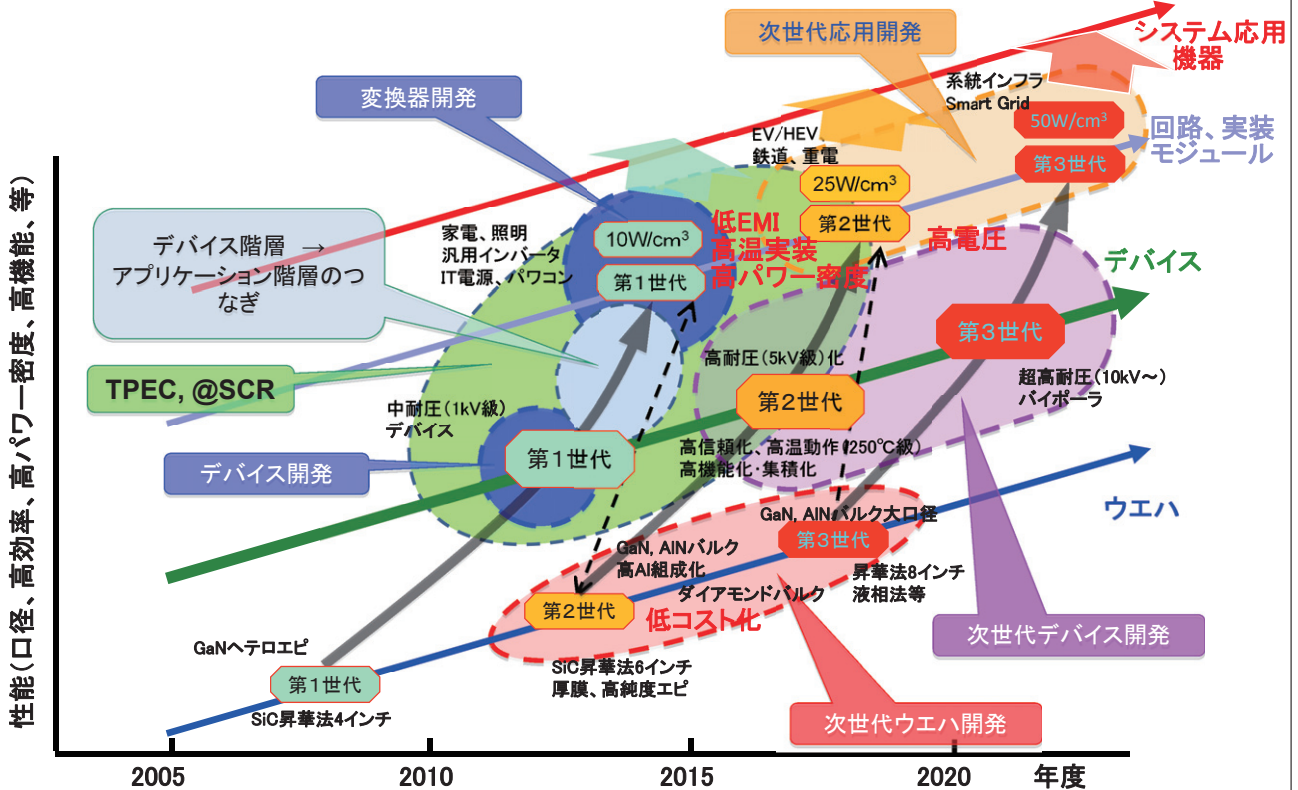
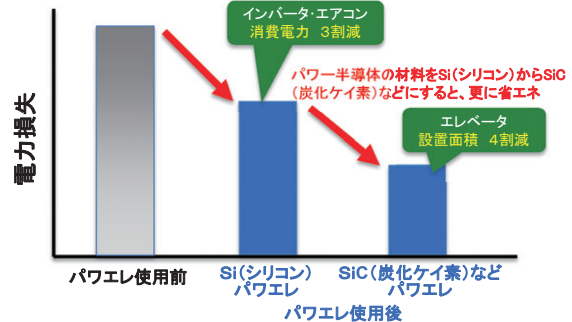
発電から消費までの電力フローにおいて、さまざまな箇所です電力損失が発生
⇒電力変換技術(=パワーエレクトロニクス)の革新と導入が必須。

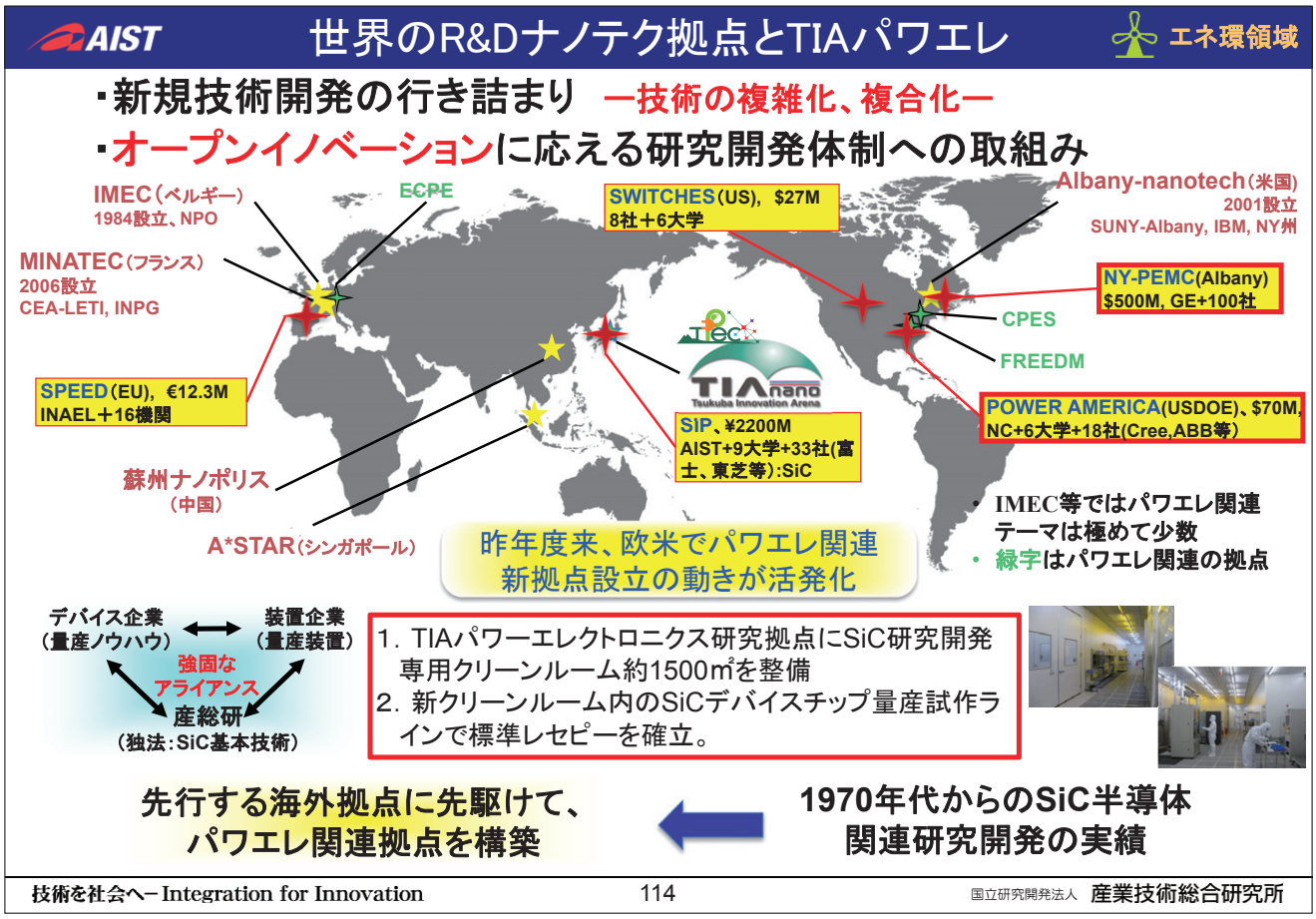
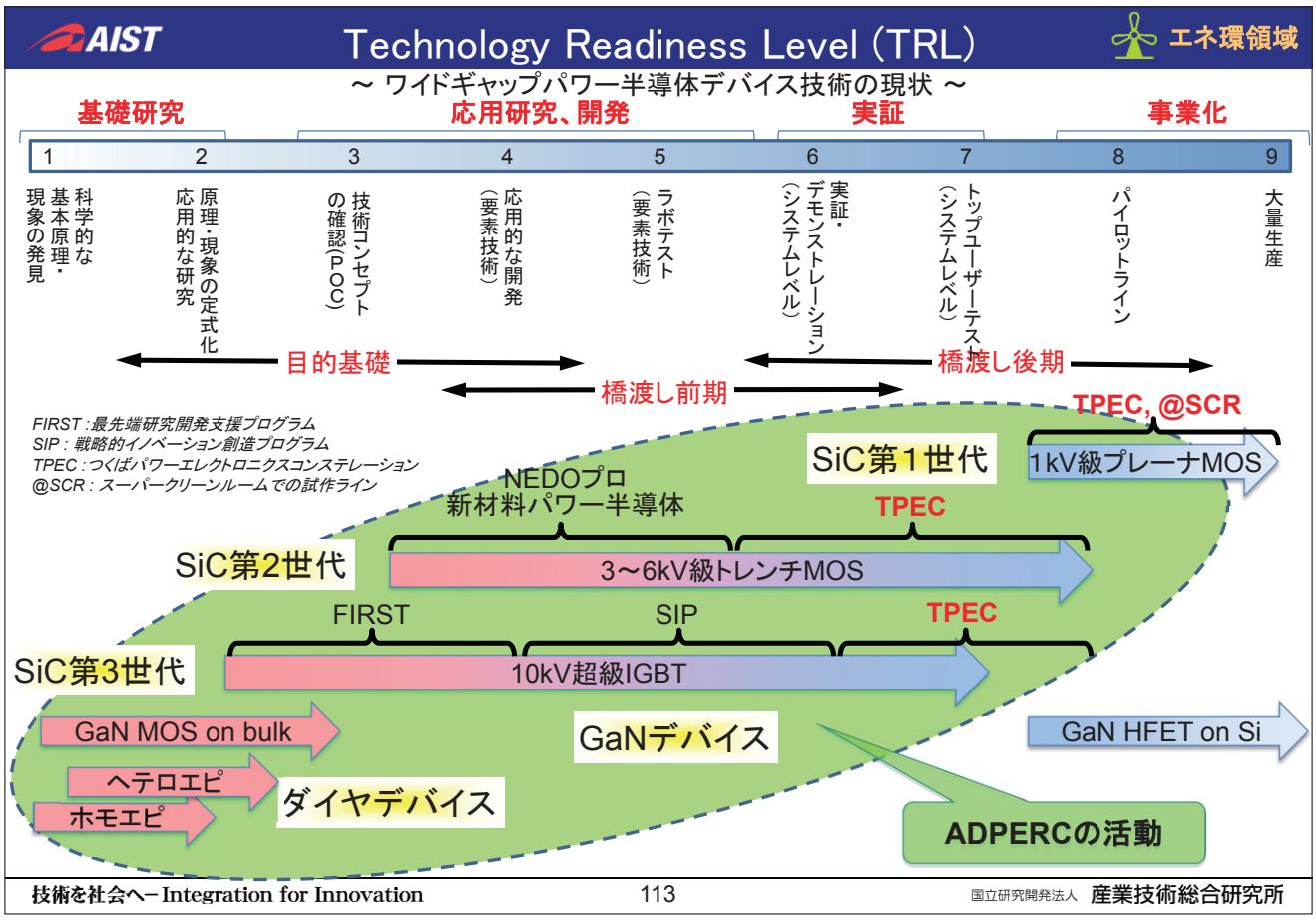
- ・発電量の不安定な再生可能エネルギーの大量導入には特に重要！
- ・我が国の国際産業競争力、及び安全保障にとっても極めて重要！

・CO₂削減効果=4.047万トン/年@2030年！(原発数基分)
・我が国パワエレ業界の世界的シェアは約1/3

- インバータ(直流を交流に変換するパワエレ)の搭載により、省エネを実現。
- さらに、パワエレ新材料の実用化により一層の省エネ、小型化を実現
- 我が国パワエレ業界/半導体業界の国際産業競争力確保

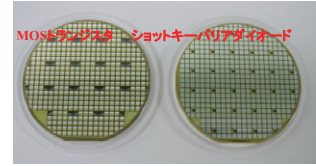
超小型低損失
SiC電力変換ユニット
(約4x4x4cm³)





国家プロジェクト等で蓄積された技術成果資産
プラットフォームとしてのTIA-nanoの活用
SiCデバイス専用量産試作ラインのコア施設としての活用

SiC素子量産試作品
AISTオリジナル構造



(on 3インチウェハ)

橋渡し前期 ⇒ 橋渡し後期



つくばパワーエレクトロニクスコンステレーション(TPEC)

- 企業との大型共同研究コンソーシアム
- パワーエレクトロニクスのためのオープンノラディカルイノベーション
- アカデミアを含めたつくばにおけるR&Dハブ / 拠点の確立

H25産学官連携
功労者表彰受賞
(経団連会長賞)

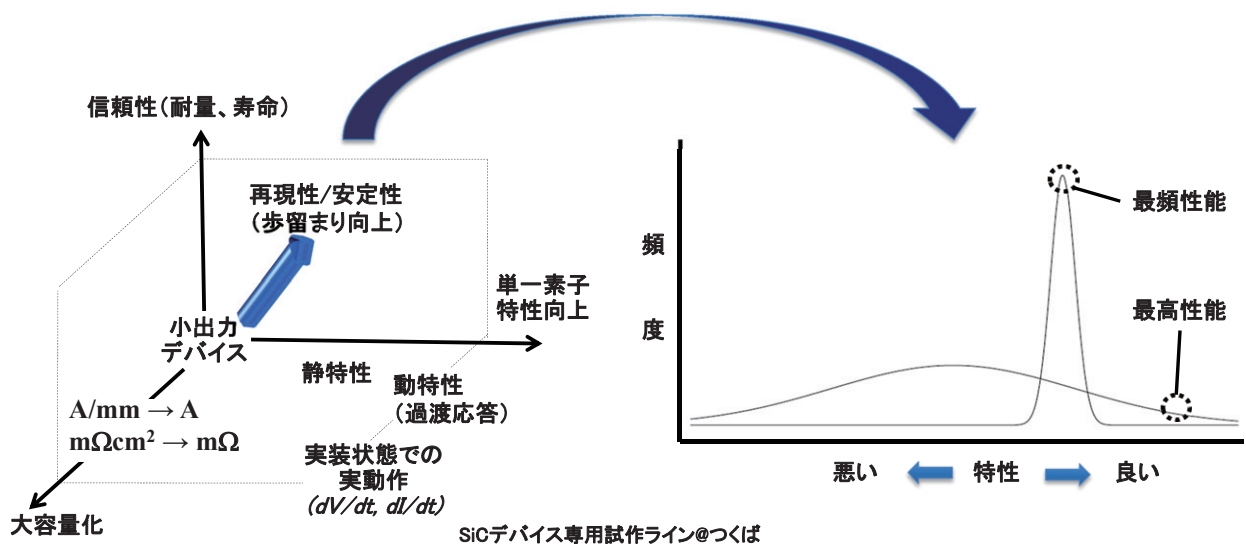
資金、マンパワー、
装置、資材、ノウハウ、他

海外で先行するオープンイノベーション R&D 拠点
(IMEC, MINATEC, Albany 等)

研究開発, 技能養成,
知識の獲得
ビジネスモデル構築

◇参画者のメリット:

- ①リソースシェアによる技術開発コスト削減、リスク低減
- ②オープンキャンパス化による研究人件費の低減
- ③共通インフラ、基礎基盤技術開発への国の投資・支援
- ④知財の相互利用



SiCデバイス専用試作ライン@つくば



国プロ後の
適用先に応じた
技術最適化開発の必要性

オープンイノベーションで
規模を担保、リスクを共有
(死の谷の克服)

・SiC関連技術の産業界への橋
渡し機能のコア施設

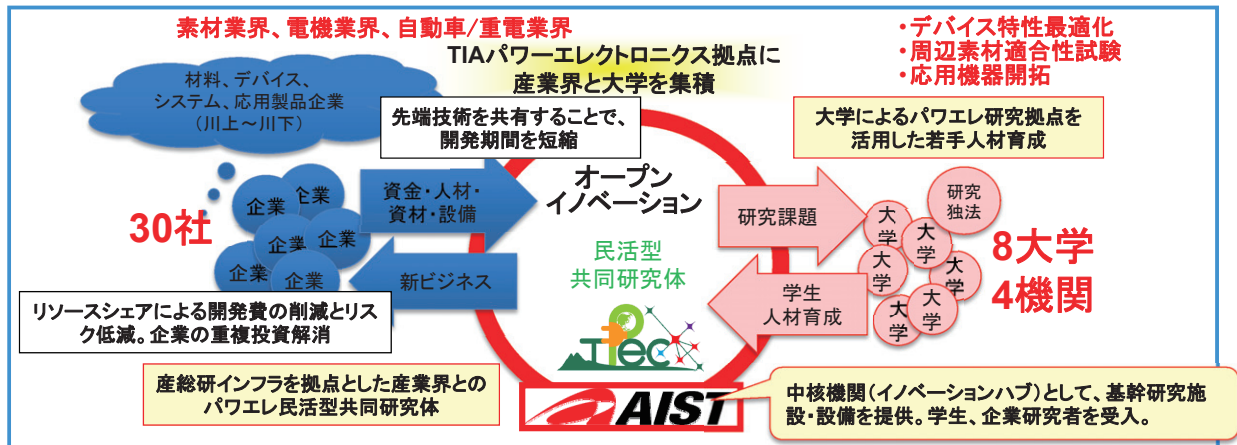
TPECの理念と目標

(TPEC)

「我が国の企業文化に適したパワーエレクトロニクスオープンイノベーション拠点をつくばに構築し、我が国独自の研究開発と人材育成を実施」

⇒ 参加企業が研究開発資金の大半を賄うことで、パワーエレクトロニクスのオープンイノベーション拠点を自立的に運営する民活型の共同研究体

⇒ 我が国独自のパワーエレクトロニクスに関する人材育成、研究開発、知識の獲得、及び、それらを活用したビジネスモデル構築が可能



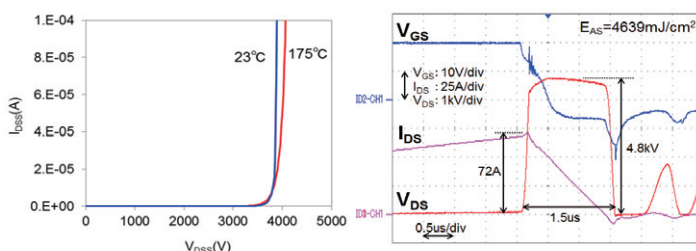
- H27.4現在、30社,8大学,4機関の参画
- H27獲得企業資金:約9億円
- H27NEDO補助金(企業経由):約6,700万円



【平成27年度の技術成果】

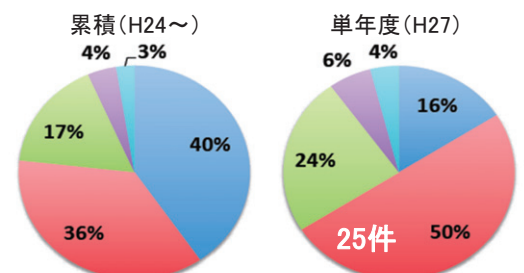
- 72のテーマを実行し、年度当初に設定していたほとんどの目標をクリア
- 特許出願、レシピ・ノウハウの登録を行うと共に、可能なものは誌上、口頭での外部発表
- バイス量産試作ライン/モジュール量産試作ラインで作製されたデバイスチップやモジュールを外部に提供

H27年度にTPECで実用化開発したSiC 3.3kV IEMOSFETの耐圧特性とアバランシェ耐量評価結果



研究成果物:TPECに蓄積される知財

■ 特許 ■ レシピ・ノウハウ ■ 学会発表 ■ 論文発表 ■ プレス



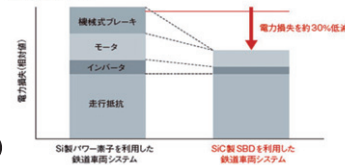
鉄道車両

2012.9



東京メトロ銀座線 (DC600V)

(a)電力損失の比較



2014.11

SiCハイブリッドモジュール適用により450kWのシステム構成を「1台」で実現可能

2014.4

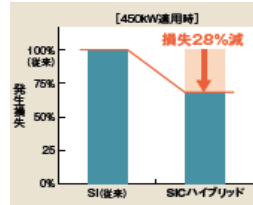


小田急電鉄株式会社1000形車両 (DC1500V)

三菱電機製車両用 SiCインバータ



富士電機発表



太陽光発電

2014.7



JR山手線 E235系新型車両 (DC1500V)

デンソー製SiCインバータモジュール



トヨタのアナウンス 2020年頃の普及を目指す

自動車

2015.6



JR東海 N700系車両 (AC25000V)



つくば西事業所

つくば第2事業所



要素技術から一貫プロセスへ

CR、大型機器の運転条件適正化、共通化/効率化

オープンイノベーション 産学官連携 企業との大型共同研究 (人材移籍型、装置提供型)

H28よりスーパーCRでパワーデバイス開発を展開

TIAパワエレ拠点への企業からのニーズ

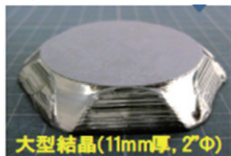
- ・アプリケーションに対応した技術のカスタマイズと最適化
- ・事業部隊からのニーズに答えられる迅速な量産化レベル開発 (開発期間の短縮)

最先端技術を対象に、迅速な量産化レベル開発を可能とする開発環境の提供

- ・処理能力の増大: リードタイムの短縮、新プロセス導入時の拡張性
- ・十分な信頼性を担保できるハイレベルクリーンルームと常時24h稼働を可能とする強固なインフラ
- ・新技術トレンドへの対応: 微細化/大口径化 (6インチ)

● **新規革新的成長法による高品質SiC結晶と高品位ウェハ加工技術**

- 溶液成長法(非昇華法)、6インチ結晶の高効率ウェハ化一貫プロセス構築



大型結晶(11mm厚, 2"φ)

- Al, Nの同時添加でp, n両伝導型の制御
- 拡大成長部で超低欠陥化

切断・研削・粗研磨・CMPの統合プロセス: 高速/高品位/高精度

各工程の効率向上とその最適組み合わせで
6インチ一貫加工工程: 約9時間40分を実現
切断(9h)+中間工程[研削・研磨](20min以内)+CMP(約20min)

世界でも例の無い取り組み

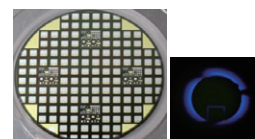
従来技術の1/3~1/4

● **新構造 高耐圧/超高耐圧パワーデバイス**

- 高耐圧トレンチMOSFET
耐圧: 3,800V
特性オン抵抗: 8.3mΩcm²
- 絶縁ゲートバイポーラトランジスタ(IGBT)
耐圧: 16.4kV
特性オン抵抗: 11mΩcm²

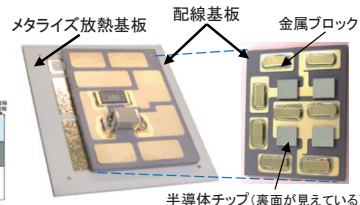
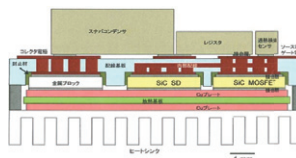
いずれも当該電圧領域で世界最高の低損失性

- SiC スーパー Junction構造: 高耐圧化の原理実証



● **高耐熱両面実装技術**

- 250°C動作可能な
高密度立体実装構造
(現在のSiベースの技術では175°C程度)



半導体チップ(裏面が見えている)

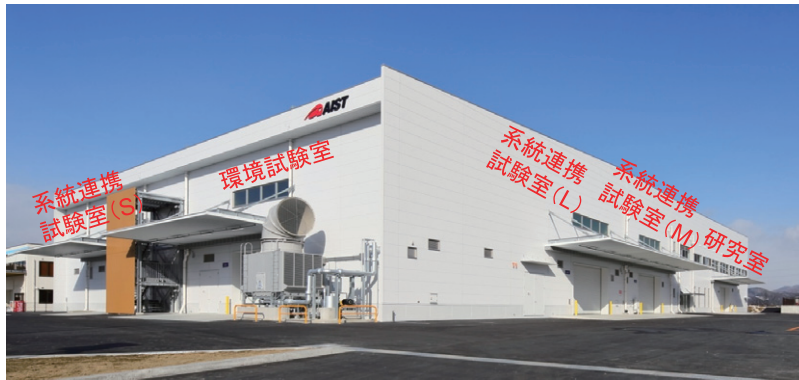
3. 「橋渡し」のための研究開発

(3) 「橋渡し後期」における研究開発の纏め

小林理事

世界トップレベル(最大容量
3MW)のパワーコンディショ
ナー試験・研究設備

国内最大級の電波暗室も完
備



再生可能エネルギーの利用
を支える高機能な電力制御・
蓄電装置等の開発と海外市
場進出を強力に支援

主な自己評価視点

評価

【研究開発成果】

AIST最大の民間連携案件であるパワーエレクトロニクス(TPEC)を支えるための実用性向上の技術開発が着実に進み、次年度も大型の資金獲得が期待される。また、産業技術のリスクマネジメントにおける新たな視点の橋渡し方法論の構築も進めてきた。

FREAにおいては開所2年間で再エネ水素貯蔵技術や大型PCS評価技術が順調に立ち上がり、今後の民間資金確保の目途がついた。

【民間資金獲得】目標値24.7億円、見込値19.2億円、達成率77.8%

パワーエレクトロニクス(TPEC)の9億円を始め、他の7研究ユニットもそれぞれ1億円前後の民間資金を獲得したが、目標値には達しなかった。民間資金獲得そのものが目的ではなく、研究開発の結果として増加させるものと考えている。なお、AIST全体の民間資金獲得の40%を担っている。

中小企業からの資金獲得件数は57件、22%と大きくはないが、復興予算を活用した被災3県の中小企業支援は25件を実施し、3件の実用化実績(太陽光発電関係)がある。

【総合評価】

B

民間資金獲得は目標値を大きく下回ったが、単に数字を追い求めるのではなく、より以上に産業に役立つ組織となることで、結果として増額することを目指したい。目標に見合う人員増強などが課題である。

4. 「橋渡し」のための関連業務

4. 「橋渡し」のための関連業務

- (1) 技術ポテンシャルを活かした指導助言の実施
- (2) マーケティング力強化
- (3) 大学や他の研究機関との連携強化
- (4) 研究人材の拡充、流動化、育成

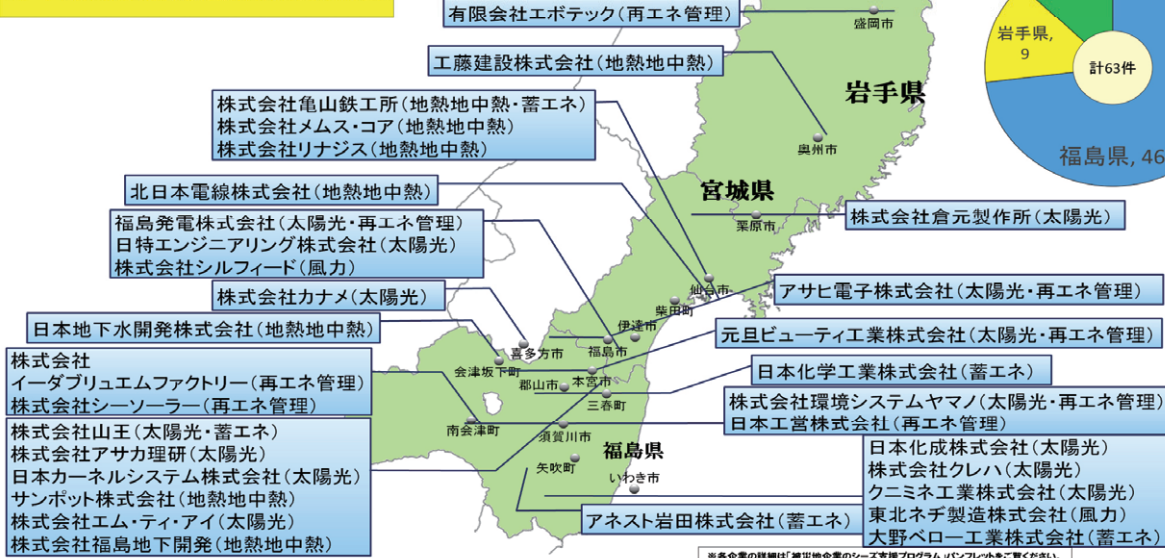
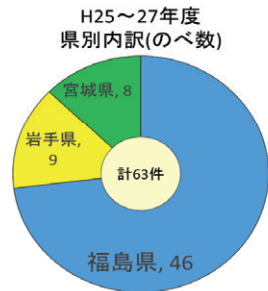
エネルギー・環境戦略部
小原部長

平成25～27年度 福島再生可能エネルギー研究開発拠点機能強化事業

被災地企業のシーズ支援プログラム

- 平成25年度採択企業(11社11件)
- 平成26年度採択企業(25社27件)
- 平成27年度採択企業(24社25件)

ジオシステム株式会社(地熱地中熱)
地熱エンジニアリング株式会社(地熱地中熱)



※各企業の詳細は「被災地企業のシーズ支援プログラム」パンフレットをご覧ください。

流動層技術→環境調和型石炭流動層燃焼技術→廃棄物・バイオマス燃焼等への展開

産総研シーズ研究
(目的基礎)

橋渡し前期

橋渡し前期

石炭流動層燃焼技術(～第2期)

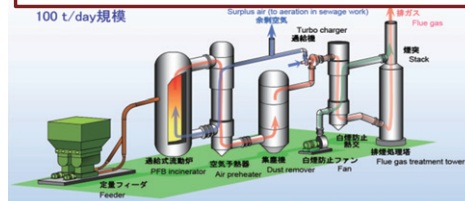
下水汚泥の加圧流動層燃焼(第3期)

環境調和型燃焼技術の商用化・フォローアップ研究(第4期)



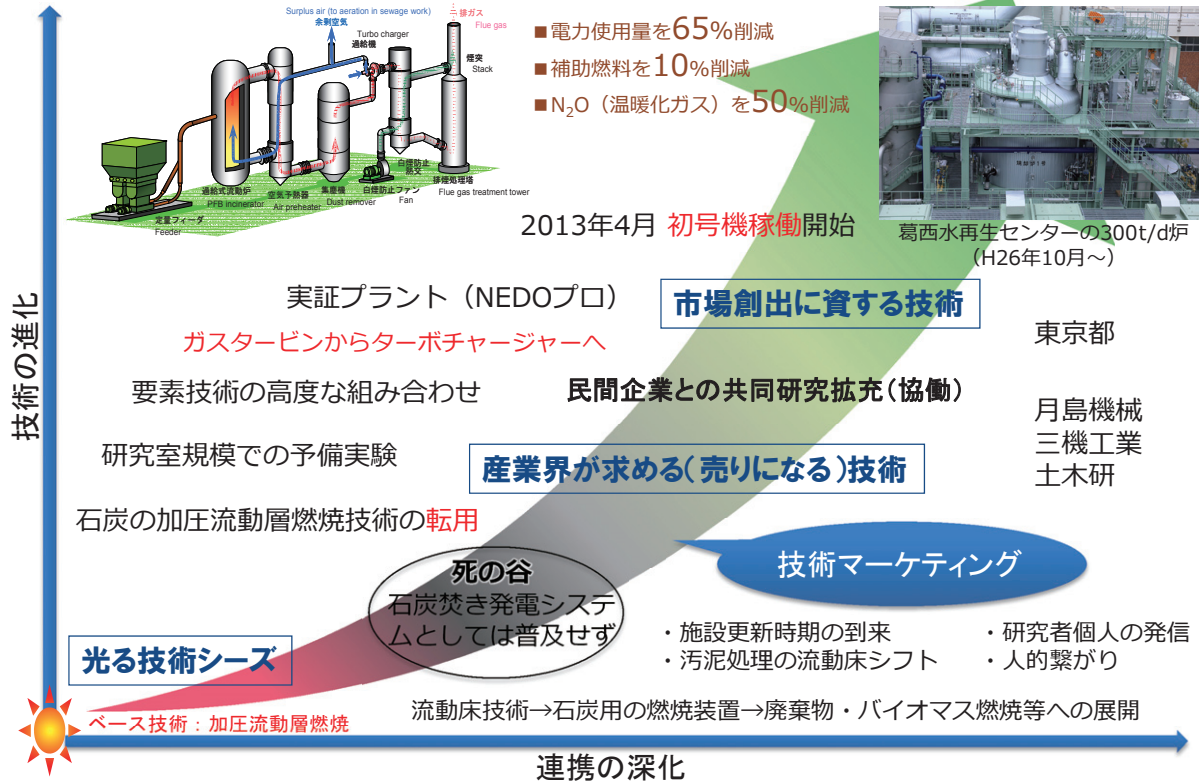
応用展開

石炭循環流動層ガス化、
廃プラスチック循環流動層
ガス化を民間企業と推進中
(第4期)



下水汚泥燃焼炉導入実績

施設名	導入自治体	規模	稼働開始
浅川水再生センター	東京都下水道局	60t/day	H25.3
葛西水再生センター	東京都下水道局	300t/day	H26.4
相模川右岸処理場	神奈川県	100t/day	H26.8
新河岸水再生センター	東京都下水道局	250t/day	H27.4
甲府市浄化センター	甲府市上下水道局	60t/day	H27.10
安威川中央水みらいセンター	大阪府	100t/day	H28.2予定
みやぎ水再生センター	東京都下水道局	300t/day	建設中
千葉市南部浄化センター	千葉市下水道局	70t/day	H30.3予定

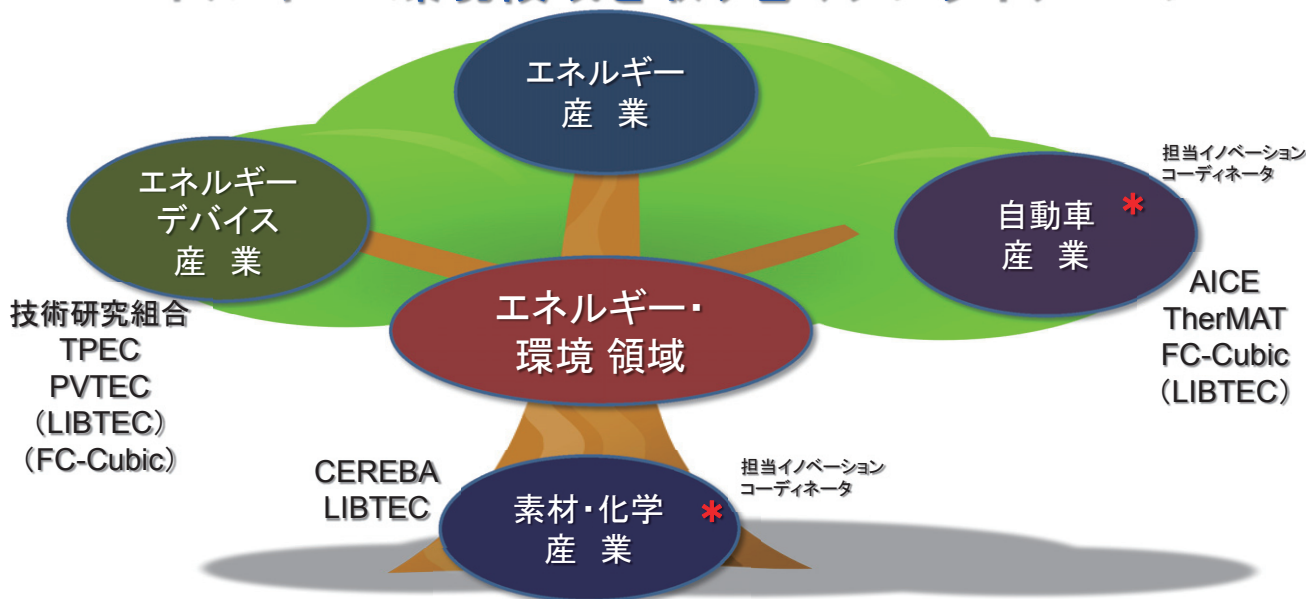


4. 「橋渡し」のための関連業務

- (1) 技術ポテンシャルを活かした指導助言の実施
- (2) マーケティング力強化**
- (3) 大学や他の研究機関との連携強化
- (4) 研究人材の拡充、流動化、育成

エネルギー・環境戦略部
 小原部長

エネルギー・環境領域を取り巻くサプライチェーン



- 産総研の技術力と中立的立場を活かしたR&Dのハブ機能
- エネルギー産業、エネルギーデバイス産業に加え、エネルギー・環境の最新の出口(川下)技術情報をもとに素材・化学産業にも貢献
- 自動車産業には省エネ要素技術(熱電変換、燃焼制御、電動化、新燃料)、安全を橋渡し

主導参画

蓄電池材料評価基盤研究

技術研究組合 LIBTEC	革新電池の評価技術開発
日本自動車研究所	先進リチウムイオン電池評価方法の開発
日本電池工業会	定置用LIB国際標準化委員会協力
製品評価技術基盤機構	大型蓄電池システム評価協力

共同研究技術指導

革新蓄電池研究開発

NEDOプロジェクト 革新型蓄電池先端科学基礎研究事業 (京大-AIST) 大学、企業13社

AISTは「材料革新グループ」の拠点

JST-ALCA

次世代蓄電池研究加速プロジェクト

エネ環領域 (電池拠点)

共同実施助言協力

資金提供型共同研究開発

自動車、電機メーカー
化学・材料メーカー
製造機器・プロセス機器等の
企業36社と共同研究契約

基礎研究と実用化研究のループを作ることが重要

(一方向では行き詰る)

高信頼性太陽電池モジュール
開発・評価コンソーシアム
(平成21~25年度)

- 太陽電池モジュール部材メーカーの要望で設立
- 周辺状況とともに、目的に応じたグループに再編

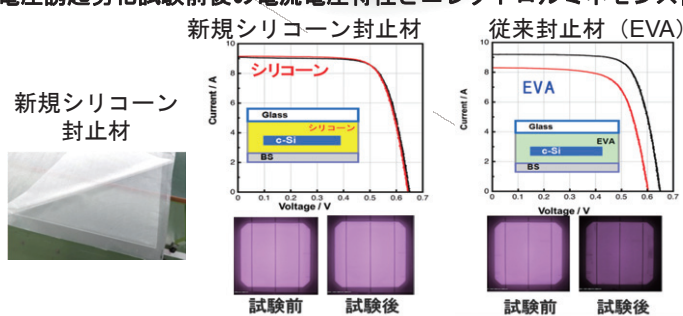


信越化学工業とのプレスリリース
(平成27年6月22日)

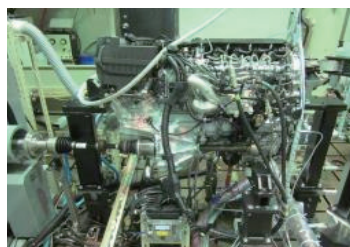
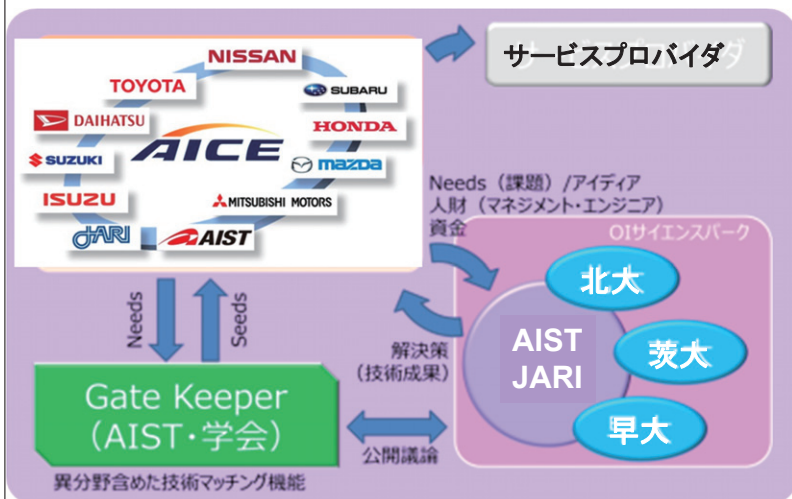
信越化学工業：シリコンゴムシート
の封止材
産総研：太陽電池モジュール技術

それぞれの技術を組み合わせて実証

電圧誘起劣化試験前後の電流電圧特性とエレクトロルミネッセンス像



自動車用内燃機関技術研究組合 (AICE)
各企業の共通課題を産学官の連携強化により解決 → 技術力強化・人材育成



↑ EGR (排気再循環) デポジット詳細解析用テストエンジン
実務者会合の一コマ↓



【自動車メーカーの産総研への期待】

- ★ 裾野の広い研究シーズを持っていること
- 分野横断・融合による技術革新、課題解決能力
- ★ 「ゲートキーパー」の役割
- 技術シーズと業界ニーズのマッチング機能、
- 分野横断技術シーズのマッチング機能

AICEでの研究的役割

- ・ 同じ悩みを共有する各社実務者、最先端の分析技術での新たな気づきの場
- ・ 単体テスト法(物差し、標準評価法)などを検討中

4. 「橋渡し」のための関連業務

- (1) 技術ポテンシャルを活かした指導助言の実施
- (2) マーケティング力強化
- (3) 大学や他の研究機関との連携強化**
- (4) 研究人材の拡充、流動化、育成

エネルギー・環境戦略部
小原部長

- **クロスアポイントメントフェロー**の招聘: 東京大学 丸山茂夫教授
- 東京大学との**連携研究ラボ**を設立: 産総研全体の目的基礎研究レベルの底上げ
企業へ橋渡しを目指した新規エネルギーデバイス等の開発
- **PD、RA制度の有効活用**: 新たな研究の場の醸成と産総研内若手研究人材の育成

<大学側技術シーズ: 丸山ラボ>

ナノカーボン合成・応用技術



1 cm, Perovskite, 1 μm

カーボンナノチューブとナノ界面制御方法の開発

- ・カーボンナノチューブ合成と透明電極作成
- ・ペロブスカイト構造の制御(凝固プロセス)

ナノ・マイクロ熱輸送技術

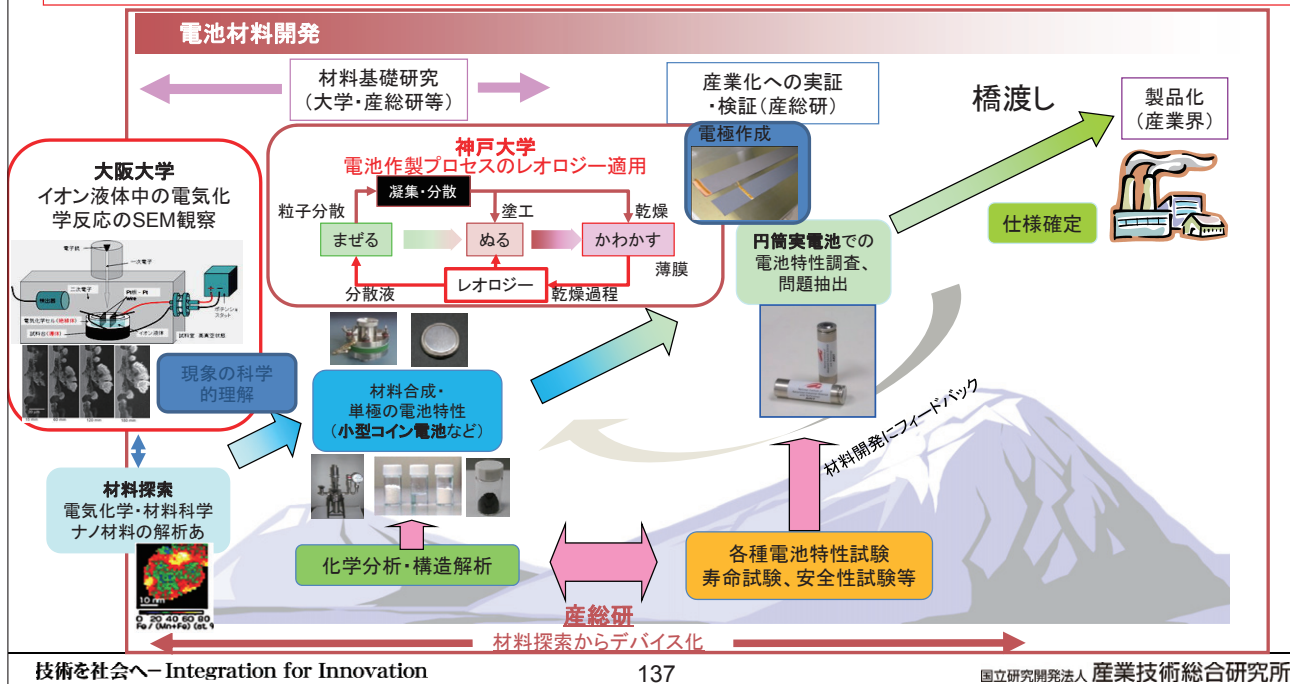
ナノ・マイクロ熱輸送技術の開発

- ・微小スケール流れの速度と温度の可視化計測
- ・熱輸送, 混合拡散の評価
- ・ナノ細孔内物質の吸着・輸送現象
- ・ナノ細孔内液体中のイオン輸送現象

<産総研側技術シーズ>

部門内連携 領域内連携 領域外連携	マイクロ・ナノ構造熱電発電技術 ナノワイヤー材料 50 nm -mm 新規熱電デバイスの開発 <ul style="list-style-type: none"> ・ナノ構造熱電材料 ・ナノスケール電極形成技術 ・ナノスケール熱伝導制御技術 	蓄熱技術 過冷却・結晶化制御技術の開発 <ul style="list-style-type: none"> ・不凍タンパク質等による氷の成長抑制剤開発 ・凝固の核生成等としてのナノカーボン利用
	太陽電池応用技術 (太陽光発電研究センター) 新規発電デバイスの開発 単層CNTフィルムやグラフェンのペロブスカイト型太陽電池への応用展開	蓄電デバイス応用技術 (創エネルギー研究部門) 高容量キャパシタの開発 単層CNTを用いたスーパーキャパシタ技術
	ナノチューブ応用デバイス製造技術 (集積マイクロシステム研究センター) CNT-Si太陽電池デバイス作成技術開発	ナノチューブ評価技術 (ナノ材料研究部門) ナノカーボン評価法開発

- 産総研 リチウム電池をはじめとする先進・革新蓄電池の材料技術開発、劣化機構解明技術
- 大阪大学(桑畑教授 ↔ 松本主研) イオン液体を利用した蓄電技術の研究開発
- 神戸大学(菰田准教授) 電池作製プロセス等へのレオロジーの適用可能性に関する研究

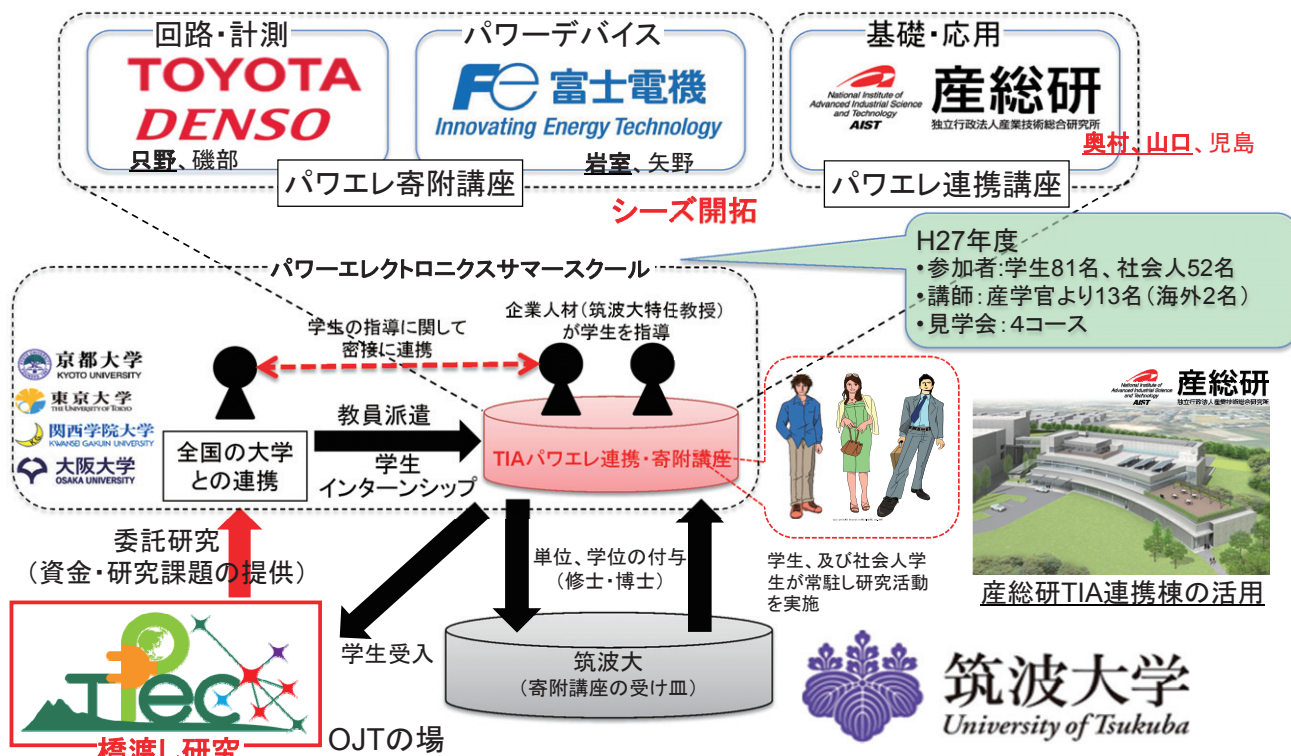


4. 「橋渡し」のための関連業務

- (1) 技術ポテンシャルを活かした指導助言の実施
- (2) マーケティング力強化
- (3) 大学や他の研究機関との連携強化
- (4) 研究人材の拡充、流動化、育成**

エネルギー・環境戦略部
小原部長

パワエレ連携・寄附講座 (H25/4開講)



産学官横断で総合的な人材育成事業の展開

メタンハイドレート
アライアンス活動



日本のメタンハイドレートの
研究人材育成の中核

- 若い世代に正しい情報を発信する実験教室

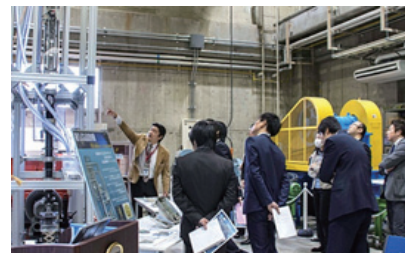
橋渡し事業成果(次世代大気捕
集装置)・機器分析講習



世界に開かれたPOPs
微量分析法講習の中核

- インターンシップ制度により世界各国70人余りの留学生技術指導 (1996-現在)

SUREコンソーシアム
リサイクル技術セミナー



リサイクル装置の
日本最大のオープンラボ

- 国内最大(世界最大級)のリサイクル装置開発・試験施設を用いた技術研修

- 大学等から人材を受入れ、再生可能エネルギー分野の人材を育成。
 人材育成を伴う共同研究契約件数： 東北大学、福島大学、岩手大学等11件
 人材育成数(H27年12月現在)： ポスドク、技術研修など計63名
- 産総研職員による講義
 「福島再生可能エネルギー
 イノベーション人材養成講座」等



ノルウェー工科大学 (NTNU)学生の見学

2015.12

主な自己評価視点	評点
<p>【技術ポテンシャルを活かした指導助言等の実施】 被災地企業シーズ支援プログラムを活用し、被災三県の地元企業24社25件との共同研究・技術支援を行っている(FREA)。H25年開始時からでは33社63件となる。太陽光発電関係で3件の事業化にもつながった。その他、産総研シーズである流動層燃焼技術において民間への技術指導を行い、8ヶ所の浄化施設での設備導入実績を得た。</p>	B
<p>【マーケティング強化】 旧来の顧客であるエネルギー産業やエネルギーデバイス産業に加えて、自動車産業や素材・化学産業に顧客を広げる活動を行っている。特に、未利用熱エネルギー革新的活用技術組合TherMAT、自動車用内燃機関技術研究組合AICE、技術研究組合リチウムイオン電池材料評価研究センターLIBTECなどの組合員企業を中心に、ニーズ把握、シーズ紹介に努めている。地域センター(福島、中部、関西、中国)との連携による</p>	B
<p>【大学や他の研究機関との連携強化】 大学との共同研究件数442件(AIST全体の26%)、クロスアポイントメント等人事交流6名(山形大、東北大、東大、東工大、阪大/産総研全体では双方向計21名)である。 パワエレの大型企業連携TPEC以外にも、FREAの太陽光発電コンソーシアムや都市鉱山コンソーシアム(SURE)が実績を上げている。また、フレキシブルエネルギーデバイス、固体酸化物燃料電池、超電導材料などに関する新たなコンソーシアムの準備も着実に進んでいる。</p>	B
<p>【研究人材の拡充、流動化、育成】 パワエレに関する筑波大寄付講座の運営やサマースクール開催、メタンハイドレートのアライアンス活動、FREAにおける再エネ人材育成など、合計200名以上に講義・講習等を行った。</p>	B

評価委員コメント及び評点 研究評価委員会（エネルギー・環境領域）

1. 領域の概要

（1）領域全体の概要・戦略

（評価できる点）

- ・我が国のエネルギー自給率低下と、化石燃料消費の増加を踏まえ、再生可能エネルギーの拡大・普及を進める開発計画の立案、実行について大いに評価できる。
- ・領域のミッション、領域の研究開発の取組みは、いずれも我が国、そして人類が直面するエネルギー問題の解決に向けて不可欠かつ本質的な課題設定であり、その問題認識と取組みを高く評価する。
- ・テーマをニーズごとでなく、創/蓄/省の技術的区分けを行った上で、個々の開発内容をブレークダウンし、開発ターゲットと方法を明確化している点は評価できる。
- ・エネルギー環境領域を「エネルギー技術」と「環境・安全技術」に分類しつつ、「創エネルギー」「蓄エネルギー」「省エネルギー」および「物質循環」「産業技術リスク低減」といった中核分野にフォーカスして研究を推進している点は素晴らしい。また、産総研のミッションとしての「橋渡し」機能を重視し、その姿勢が領域全体（研究内容、人材育成等）に浸透していることは特筆すべき点であると思う。

（問題点・改善すべき点、助言）

- ・再生可能エネルギーについては、太陽光発電、風力発電、地熱発電と総花的であり、時系列的にでも、重点化が必要と考える。ニーズ開拓を含めて、「橋渡し」、社会構築に貢献してほしい。また、わが国のリーディング研究所として、国際共同研究の推進を期待する。
- ・「コミュニティの形成」、「市場が立ち上がる感触」のような、そこに続く何かを予感させるものを出口として設定すべきである。課題設定に際してのロードマップ議論を示してほしいと思う。
- ・テーマによっては研究場所があまりに分散しており、産総研としての研究力の分散につながらないか危惧する。情報交換を超えて、優秀な研究者たちがもっと有機的に連携して共同で研究を推進する工夫が必要である。
- ・短期的な成果（事業化、商品化、外部資金獲得等）と将来を見た独創性の両立のためのマネジメントやしぐみの工夫が今後、より重要になる。
- ・「橋渡し」研究の重要な点は、ベンチマークによる外国との技術力の差を客観的に把握し、優位性と劣位性の評価を行うことである。研究者個人の専門にこだわることなく、産総研が有する幅広いシーズの中から、適切な技術を適用する必要がある。
- ・研究拠点が複数に渡り、大所帯であるため、距離的に意思疎通が難しい場合もあるかと思われる。領域内ガバナンスが、幹部内・幹部間だけでなく、若手にも十分浸透しているのであれば良いが、もしもそうでなければ（不足あれば）、その点も留意してほしい。
- ・「橋渡し」機能を重視し、民間資金の獲得額を目標の一つに設定していることは良いことだと思う。ただ、「橋渡し」機能やこのような目標に過度にこだわりすぎると、研究内容等が民間寄りになりがちで、産総研の独創性等との両立が難しくなるかもしれないので、他の目標とのバランスに留意するのが良いかと思う。目的基礎研究の強化等をしているとのことなので、そのような活動も肝要かと思う。

（2）研究開発の概要

（評価できる点）

①新エネルギーの導入を促進する技術の開発

- ・日本製太陽電池の世界シェア低下により、製造技術への投資が困難な状況にある今、次世代太陽光パネルを念頭に低コスト化に向けた量産技術開発を企業とコンソーシアムを組んで実施している点は評価できる。
- ・地中熱利用に関して、システム提案に向け、地域の特徴を考慮したエネルギーアセスメントに基づいた技術を開発している点が評価できる。

②エネルギーを高密度で貯蔵する技術の開発

- ・蓄電池開発に関し、既存の電池系だけでなく、産業界の多様なニーズに沿って、可能性ある組合せを検討するなど、幅広い視点からの新規蓄電デバイス開発を実施している点が評価できる。
- ・エネルギー形態の水素エネルギーへの転換を念頭におき、今後必要となる低コストの水素貯蔵技術、水素輸送技術を国と共同歩調で開発を進めている点が評価できる。

③エネルギーを効率的に変換・利用する技術の開発

- ・下水汚泥の利用実機が東京都に導入されるなど、入口から出口までつながった研究がなされている点を

高く評価したい。こうした研究は、まさに産総研でしか実施できないと思う。

- ・利用困難な熱エネルギーを有効利用するため、熱電変換モジュールについて、EPT を考慮して開発成果を上げている点が評価できる。
- ④エネルギー資源を有効活用する技術の開発
 - ・メタンハイドレート資源の生産技術は、わが国独自の課題ということもあり、ニーズに対するシーズ技術がマッチし、課題設定が的確である点が評価できる。
 - ・メタンハイドレート資源利用技術は、わが国のエネルギー政策に関わる重要課題であり、その取組みを高く評価する。
- ⑤環境リスクを評価・低減する技術の開発
 - ・水処理監視/制御技術と環境動態評価研究については、技術開発と同時並行的にニーズを的確に拾い上げ、成果が出ている点について評価できる。国研にしかできない開発と事業による成果も出ており、海外展開による国際貢献についても大いに評価できる。
 - ・都市鉱山技術は、資源の乏しい日本が技術を確立することは意義がある。ニーズに対するシーズがマッチしており、課題設定が的確であること、また、民間企業と共同研究で成果を上げている点などが評価できる。

(問題点・改善すべき点、助言)

全体

- ・インフラに近い再生可能エネルギー新技術は、かなり出口に近いところまで産総研が持っていけないと橋渡しにならないと思う。商業化に向けてのロードマップをもう少し明確に。また、橋渡しをスムーズにするためにも、目的基礎から民間に入ってもらうのが良いと思う。
- ①新エネルギーの導入を促進する技術の開発
 - ・我が国の電源構成の中で、現在の再エネ技術はいずれも大量導入が難しいといわれているため、さらなる革新的な再エネ技術の開発などが必要であり、従来の考え方の延長ではない視点をもって、先進的に実施・発展して行ってほしい。
 - ・日本が再び太陽電池技術でトップランナーとなるには、低コスト化だけでは不十分であり、太陽電池技術、製造技術のパラダイムシフトを狙う必要がある。
 - ・地熱・地中熱利用のビジネスモデル構築により、勝てる戦略（有り体に言えば、儲かる戦略）を立てられる業界・業種、また、他国より優位に事業を進められる装置の抽出を行い、その装置の核となる新技術の開発などを検討することも、重要と考える。
- ②エネルギーを高密度で貯蔵する技術の開発
 - ・高エネルギー密度蓄電池については、材料系の組合せは多岐にわたるので、これこそ、電池メーカーとの連携が必要である。
 - ・水素関連技術は古くから研究されているが、いまだに実用化が難しい。どの産業部門でまず実用化するのが効果的か、具体的な課題の優先度・重要度を整理し、限られた資金・人的資源の選択と集中を行っていくべきではないか。
 - ・太陽光や風力は地域に偏在し、水素を輸送するにもエネルギーがかかる。水素の地理的な需給バランスを考慮し、コストだけでなくトータル的に省エネにもなるよう、エネルギーマネジメントの持続可能性を考慮した研究戦略を考慮して発展して行ってほしい。
- ③エネルギーを効率的に変換・利用する技術の開発
 - ・低温の熱など、低品質エネルギー利用は、エネルギー量に比べ設備が相対的に大きくなる。経済性の成立を厳密に評価する必要があるのではないか。
 - ・わが国は未利用熱がまだ多くあり、技術導入が不十分であるため、国内全体でのインフラ整備やライフサイクルの転換も含めて経産省ともしっかり連携し、実用化にむけて重点的に研究を加速・実施してほしい。
- ④エネルギー資源を有効活用する技術の開発
 - ・メタンハイドレートの利用については、いかに安定的に大量のメタンを効率的に取り出すかが重要である。各論の研究はいろいろ行われているが、全体像と技術開発のシナリオの明示が必要である。
 - ・メタンハイドレート資源を採掘する際の海洋環境リスクや漁業関係者との調整についても今後留意してほしい。メタンハイドレートも有限な資源であるため、どの段階（時代?）で使用すべきかの戦略も必要かもしれない。
- ⑤環境リスクを評価・低減する技術の開発
 - ・水処理・循環技術などは、アジアだけではなく、発展途上国や石油産油国で、今後が期待されるので、幅広い展開が必要である。
 - ・リスク評価・管理手法やリスク低減技術は、どの程度リスクが低減・管理できたかを検証できる手法や結果が示されると成果が分かり易い。

2. 「橋渡し」のための研究開発

(1) 「橋渡し」につながる基礎研究（目的基礎研究）

（評価できる点）

- ・地熱発電技術に関しては、経済性試算とパイロットプラントによる実証をゴールにして基礎研究を進めている点、また、年度展開のロードマップを具体的に示している点が評価できる。
- ・次世代水素型キャリアの開発に関して、積極的な国際連携を図ることにより、方式確立と特許化など、実証試験に向けた成果を確実に刈り取っている点が評価できる。
- ・蓄電デバイス技術に関して、自動車業界からのニーズに基づいた厳しい開発目標に対し、新候補材料と新構造のデバイスを網羅的に検討するなど、戦略的研究体制を敷いている点は評価できる。
- ・全体として、高IF・高被引用の優れた論文を多数発表している点を高く評価する。

（問題点・改善すべき点、助言）

- ・世界のトップランナーと比較した位置付け、現実的な出口イメージを明確にしてほしい。例えば、車載用蓄電池のエネルギー密度の向上の目標値はあまりに現実とかけ離れている。夢と現実的な技術目標は混同すべきでない。
- ・目的基礎研究のテーマが、エネルギー・環境領域の中でどのような位置付けにあり、互いにどのように連携しているかについて、さらに整理をして、産総研としての強みをどう引き出すか戦略を立ててほしい。
- ・各人の基盤研究力を高めていく上では、橋渡し後期等への時間配分が多くなってしまった人に対して、一定期間は原点となる基礎研究に立ち戻る機会を与えるなどの取組みを入れると、また違った発想や思考のブラッシュアップができるのかもしれない。
- ・地熱発電技術に関しては、実用時期 2050 年が国の目標値であり、余りにも先である。研究者のモチベーション維持の方法を別途考える必要があるのではないか。
- ・蓄電デバイスの開発は、電池種が複数あるため、やや総花的な印象を受ける。複数タイプの研究を並行して進める場合、適用先の違いによる異なる開発課題と、各開発電池の技術的特徴の違いを明確にする必要があるのではないか。
- ・目的基礎研究とはいっても、研究者としては、ある程度は自由度のある研究を実施できる環境・時間・予算がないと、創造的なアイデアが出て来ない上にモチベーションが維持しにくいいため、その点は留意してほしい。

(2) 「橋渡し」研究前期における研究開発

（評価できる点）

- ・燃料および燃焼は、自動車のエンジン技術にフォーカスし、ニーズにマッチした成果を出している点と、X線技法による燃料噴霧詳細解析技術で培った高度な解析技術はシーズとして産総研の資産になっている点が評価できる。
- ・熱電変換研究については、企業連携によりモジュールの大型化を進めている点が評価できる。
- ・太陽光研究について、7円/kWhの明確なコスト目標に向けた開発をゴールとしている点はわかりやすく評価できる。また、変換効率を40%まで向上させたスマートスタックの要素技術開発を終え、「橋渡し」研究の段階に進んだ点はかなり評価できる。
- ・薄膜太陽電池として期待される CIGS 太陽電池では、高効率 20.7%、スマートスタック技術では、InGaP/GaAs/Si 3 接合セルで効率 20.1%の世界トップレベルの成果を実現し、企業との連携で、オールジャパンでの技術開発も進めている。未利用熱エネルギーの有効利用技術として注目されている熱電変換材料（PbTe 内部にナノ構造 MgTe）を用い、試作モジュールで効率 11%の実現、など、今後が期待される成果を上げている。

（問題点・改善すべき点、助言）

- ・省エネの研究において、研究テーマがかなり各論的である。これらを橋渡し前期の研究として取り上げた根拠について、省エネの全体を俯瞰した上で明示すべきである。クリーンディーゼルは自動車会社が精力的に取り組んでいるし、熱電発電は、この程度の効率アップではまだまだ実用からは程遠い。
- ・太陽電池のモジュールの価格低下は近年激しく、そのような動きも見ながら適宜研究内容等を見直すことも必要。特に、CIGSについては、結晶系との価格競争力等を常に評価しつつ、場合によっては軌道修正が必要。
- ・一般企業との共同研究や競争領域での技術開発となるとスピード感が重要となる。橋渡し前期にある競争前領域の研究者においても、そのスピード感や臨機応変に対応できる力を醸成しておくことも重要かもしれない。

- ・ CIGS 太陽電池分野では、企業から産総研への期待は、次世代太陽電池のシーズの提供であろう。熱電変換材料についても、熱電性能指数 $ZT \sim 1$ 程度では、大幅な変換効率向上は、期待できない。国際共同研究についても、人材交流やモジュール信頼性、システム実証に限られている。
- ・ 本分野における技術進歩（効率向上、コストダウン等）は速いので、マーケットの状況を常にウォッチしながら、臨機応変に研究内容やスピード等の見直しをするのが良いかと思う。

（３）「橋渡し」研究後期における研究開発

（評価できる点）

- ・ 安全科学研究において、化学物質リスク評価、フィジカルハザード評価、LCA 評価で構築されたデータベース・ツールは、各方面からの引合いが大きく、有用性の高さが実証されていること、さらに、目に見えない様々なリスクから国民を守る技術を高いレベルで開発している点が評価できる。
- ・ パワーデバイス技術に関しては、開発シナリオを明確にしたことでの確かなテーマ選定を可能にし、オープンイノベーションの仕組みを取り入れたことで、いわゆる死の谷を克服、さらに、「橋渡し」の仕上げとして大型共同研究コンソーシアム(TPEC)を結成し、成功に導いた点は大いに評価できる。
- ・ 民間資金 19.2 億円を獲得し、産総研全体の 40%を担っている。被災 3 県の中小企業支援 25 件の実績を有する。

（問題点・改善すべき点、助言）

- ・ 橋渡し後期までに至った研究分野の成功要因をしっかりと分析し、他の研究分野にも適用・展開していくことが重要である。汎用性の高い研究スキームはコンサル業務にも役立つと思われる。また、このフェーズに至らず途中で終了した研究テーマがあるのであれば、その障壁や失敗要因・教訓についてもしっかりと分析して今後の研究推進・加速化に役立てることが重要。
- ・ この分野で経験の深い産総研が、信頼できる将来技術に対するテクノロジーアセスメント手法の開発に取り組んでほしい。
- ・ 自己評価に記してある「目標に見合う人員増強」も必要ではあるが、即戦力のある優秀な人材確保は簡単ではなく、相手企業がある段階において、人の数だけでは解決できない部分もある。研究の進め方や時間の使い方、人員配置などを見直し、限られた人材・時間・予算でも今以上に多くの成果を挙げるための何らかの工夫も必要ではないか。

3. 「橋渡し」のための関連業務

（１）技術的ポテンシャルを活かした指導助言等の実施

（評価できる点）

- ・ シーズとしてあった流動層技術を、国家レベルの課題である石炭ガス化や下水汚泥処理技術のブレークスルーに応用展開した組織としての機転と、実用化にまで結びつけた点は大いに評価できる。
- ・ 下水汚泥の燃焼技術に関して、ニーズとシーズをつなげ、実用化、応用展開まで実施。
- ・ 被災地企業のシーズを支援し、3 件ではあるが実用化まで導いた企画力と遂行力は評価できる。

（問題点・改善すべき点、助言）

- ・ 被災地企業の採択企業数は把握できたが、産総研による復興への寄与度合いや成果の反映が見えにくい。産総研による関与でどの程度事業化が加速されたのか等が見える化してあると、成果がより分かりやすい。
- ・ 産総研自身がやらなくてはならないことと、他の企業への助言程度にとどめるべきものを、明確に区別しておく必要がある。
- ・ FREA の活動で、地熱分野での共同研究・技術支援が 10 社と多いのが気になる。地熱は、社会基盤の構築なくしての事業化は難しいと考えられる。
- ・ わが国のベストミックスの方向性や FIT 価格動向、電力の安定供給、再エネ市場、土地確保等をかんがみると、もう少し長期的な視点や多様性を踏まえ、今後は太陽光以外の再エネ技術の導入拡大支援に重点を置くべきではないか。

（２）マーケティング力の強化

（評価できる点）

- ・ エネルギー・環境領域に関係する各種製品群のサプライチェーンを分析することで、技術貢献できる業種、業界を抽出し、実際に自動車産業に省エネ技術で貢献している点は大いに評価できる。
- ・ 電池技術研究、太陽光研究、省エネ分野技術の連携に代表されるように、産官学の協力体制を構築し、基礎研究と実用研究を同時並行的に実施し、素材メーカーからセットメーカーまでの縦連携を実現している点は評価できる。

- ・イノベーションコーディネータの活用。
- ・技術研究組合との連携、企業とのコンソーシアムの構築等により、大学・他研究機関・企業との協業を推進し、保有技術の実用化に努めている。
(問題点・改善すべき点、助言)
- ・「マーケティング」や「橋渡し」はプロセスが重要であるため、見えにくい成果や問題点について、PDCAが有効に機能しているか内部での確認が必要である。
- ・技術研究組合等を通しての共同研究は、一般的に、時間のかかるものもあり、忍耐強い連携が必要であろう。従って、テーマの重点化が要求され、領域長や部門長の目利きが重要と考えられる。
- ・「マーケティング力」とは産総研のシーズを売るのではなく、課題設定、課題解決において、常に市場が何らかの形で意識されているということであろう。
- ・競争の激しい分野で、産総研だからこそできる役割に焦点を絞って進めてほしい。
- ・マーケティング力とは、言うまでもなく売れるものを見つけ、作って、売するためのうち、「売れるもの」を見つける力である。物作りに必要なサプライチェーン分析だけでなく、海外需要の分析により、国内では売れないが、海外で売れるものの探査など、視点の転換も分析において重要かもしれない。

(3) 大学や他の研究機関との連携強化

(評価できる点)

- ・先進技術や設備を持つ大学との連携により、産総研の技術シーズのレベルアップを加速させている点、技術連携だけでなく、産業界への「橋渡し」に直結させている点は評価できる。
(問題点・改善すべき点、助言)
- ・PD、RA 制度は重要であるが、人材不足の中で単価の安い有期の若手人材への負担が大きくなりすぎたり、使い捨てにならないよう留意し、プロパーへのキャリアパス枠を拡大していく必要がある。
- ・現時点では製品化や事業化に直結しないような大学の基盤技術要素や基礎研究成果について、今後、他分野への潜在的な活用方策（本来の目的以外の使途・実用化など）を見落とさないよう、多様な発想や視点の自由度を高めていくことも忘れておいてほしい。
- ・パワーエレクトロニクスや太陽光発電分野等での中核的集中拠点として、今後も活躍してほしい。将来のビジョン設定を踏まえた共同研究体制、共同研究内容の考察が必要であろう。

(4) 研究人材の拡充、流動化、育成

(評価できる点)

- ・国内外の大学、研究機関への教員派遣や、学生インターンシップなどが図られおり、積極的な人材交流を実現している点は評価できる。
- ・OJT の場を創出
- ・パワエレ寄付講座等、外部の力も活用しながら、研究人材の拡充・育成に積極的に取り組んでいる。イノベーションスクールや留学制度等も活用されている。
(問題点・改善すべき点、助言)
- ・人材不足が課題とのことだが、人材拡充には予算的にも限度があり、優秀な人材に業務負担が集中するため、成果創出を増やすための具体的な改善策や、キャリアチェンジも含めた適材適所を重点的に考えていくべきである。
- ・今後の成果創出の増加や人材育成の強化のためには、スクラップ&ビルドの見極めを一層強化するとともに、なかなか研究成果の芽が出ない人や、スクラップされた研究テーマに携わっていた人に対する分野転向、モチベーションの維持・向上など心理的なフォロー方策が重要である。
- ・産総研の輩出すべき研究者は、優れた科学・技術者であるだけでなく、技術の「目利き」のできる人間であるべきである。分野により、産総研自身が研究を先導する場合もあろうが、場合によっては「場」の形成に徹し、きわめて戦略的に立ち回るべきことであろうと思う。
- ・社会への技術導入には、専門分野の技術力強化だけでなく、社会科学系研究者の採用、あるいは既存人材に対して社会科学的なマインド力の強化・専門分野拡大も重要である。
- ・どのような人材を育成しようとしているのか、さまざまな人材交流の意図するところを明確にした上で、これが機能するための仕組みと方法をしっかり考えてほしい。

4. 総合評価

(評価できる点)

- ・エネルギー・環境問題に関わる課題を、広汎かつ包括的に抽出し、これらに対し、精力的に取り組んで

いる姿を高く評価。

- ・産総研は、幅広い技術領域を有し、過去からの技術シーズを絶え間なく発展させ、「橋渡し」という新機軸を打ち出して産業界のニーズに応える姿勢は高く評価できる。
- (問題点・改善すべき点、助言)
- ・研究テーマが系統的なグループと、各論テーマが総花的なグループとがある。社会の情勢、企業の研究など対比して、産総研としてのミッションを明確にして、もう少し整理する必要がある。
- ・「橋渡し」前期は、成果出しの難しい時期と想像される。ここをブレイクスルーするには、研究者個人の力に頼らざるを得ないことが多いが、それを後押しする施策を考える必要がある。
- ・どのフェーズでも自己評価において今後の具体的な課題や問題点の本質が抽出・認識されていないように見える。PDCAのC以降がうまくサイクルできているのかを、今一度確認・見直す必要があるのではないか。
- ・競合材料、競合技術、競合相手、国際的立ち位置等に関するフェアな比較・検討が提示されなかったことが残念で、この点の改善を望む。
- ・特許や知財に関わる研究だと、基礎研究がメインの人とは評価のあり方が異なる。研究者個人の評価と研究テーマごとの評価のあり方やモチベーション向上について適宜見直し、優秀な人材流出を最小限に抑える工夫が必要。
- ・産総研は技術のメタ次元に立って分野をデザインしてほしい。ニーズを聞いて回ってシーズを提供する、シーズとして認識されていない技術を発掘して、産総研プロデュース・ブランドとして提供してほしい。こうしたことのできる「目利き」人間を育ててほしい。

5. 評点一覧

事前自己評価及び評価委員 (P, Q, R, S, T, U) による評価

評価項目	事前自己 評価	P	Q	R	S	T	U
「橋渡し」のための研究開発							
「橋渡し」につながる基礎研究 (目的基礎研究)	B	B	A	A	A/B	B	B
「橋渡し」研究前期における研究 開発(注1)	B	B	A/B	B	A/B	B	B
「橋渡し」研究後期における研究 開発	B	B	S/A	A/B	B	B	B
「橋渡し」のための関連業務							
技術的ポテンシャルを活かした指 導助言等の実施	B	B	B	A	B	B	B
マーケティング力の強化	B	B	A	A	B	B	B
大学や他の研究機関との連携強化	B	B	A	A/B	A/B	B	B
研究人材の拡充、流動化、育成	B	B	A	B	B	B	B

(注1) 本評価項目の一部を構成する評価指標「実施契約等件数」については、平成 27 年度目標値が 101 件であったところ、評価委員会(平成 28 年 3 月 2 日開催)において年度末の見込値を 116 件としていたが、年度末実績値は 93 件であった。

平成27年度 研究評価委員会（エネルギー・環境領域）評価報告書

平成28年5月13日

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 評価部

〒305-8561 茨城県つくば市東1-1-1 中央第1

つくば中央1-2棟

電話 029-862-6096

<http://unit.aist.go.jp/eval/ci/>

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。



AIST16-X00001