

エネルギーネットワークチーム（研究概要）

研究目標

再生可能エネルギーは自然と共に変化するため、電力供給を安定化するためには、既存発電所や電力貯蔵、利用者による需給調整が必要です。また、再生可能エネルギーは場所による偏在もありますので、それぞれの場所に適した再生可能エネルギーを選択し、様々な組み合わせを検討する必要があります。

私たちは、大規模な太陽光発電と風力発電に水素と蓄電池による電力貯蔵を組み合わせた再生可能エネルギーネットワークを構築し、柔軟な実証設備と試験環境によって、電気利用者の目線に立つ新しいエネルギー供給モデルを提案します。



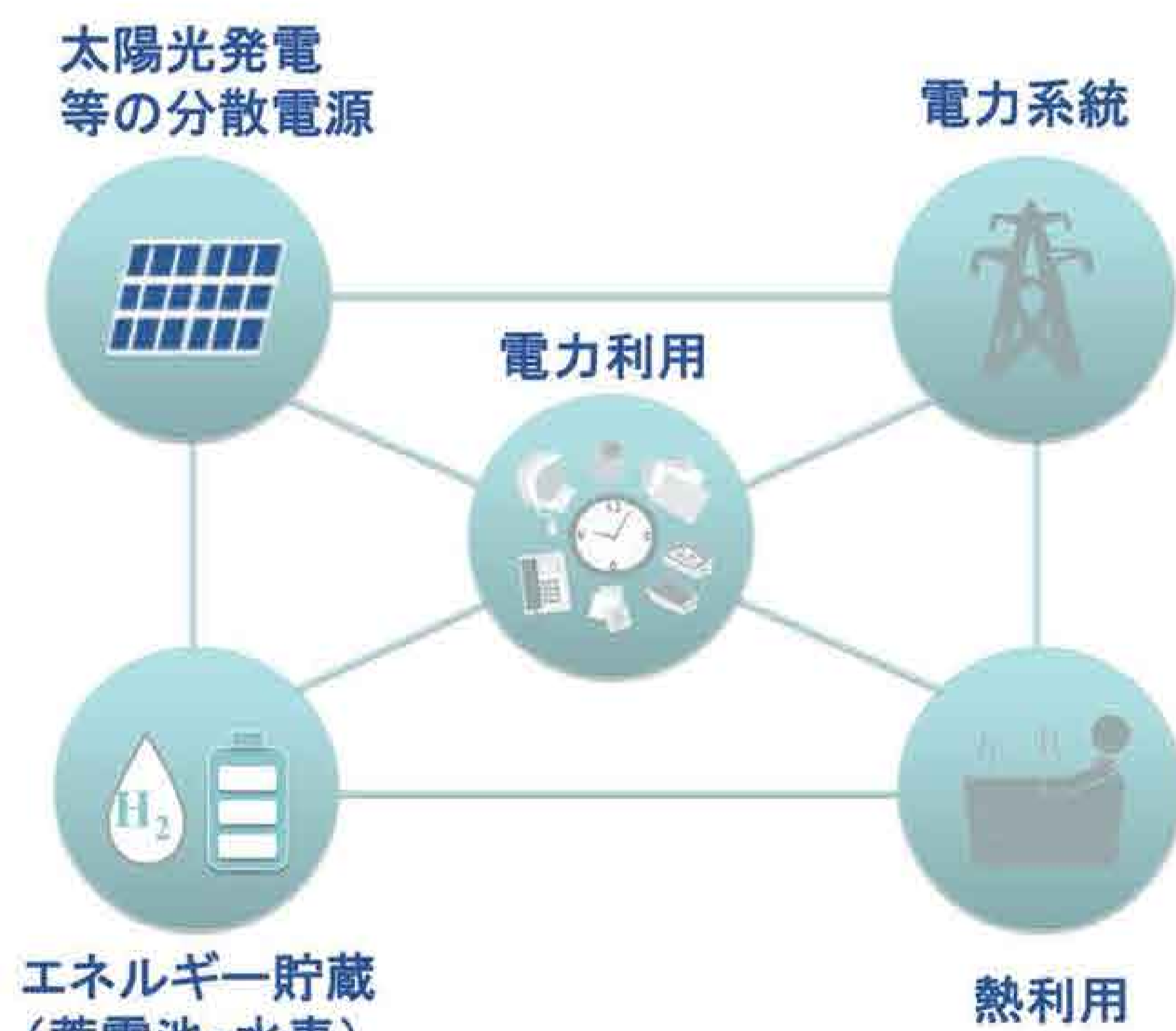
再生可能エネルギー統合実証フィールドの鳥瞰写真

全体概要

再生可能エネルギーを利用する分散電源、蓄電装置、需要家機器等の要素技術の性能試験法・最適設計法を開発します。また、再生可能エネルギーの電源価値・経済価値を向上するため、蓄電技術や熱利用技術を組み合わせた再生可能エネルギー統合利用技術を開発します。これにより、再生可能エネルギーによる電力ピークカットの他、再生可能エネルギー100%の様な電力自立などの様々な導入計画を促進します。

エネルギーネットワークチームでは、主に以下の研究開発テーマに取り組んでいます。

- **太陽光発電システムの総合評価**: 各種太陽電池の年間発電量の予測、パワーコンディショナの性能試験、メガソーラの現地故障診断、など。
- **再生可能エネルギーによる水素製造・貯蔵・利用**: 固体高分子型水電解槽(燃料電池機能付)、水素吸蔵合金を用いた水素貯蔵、など。
- **分散電源の系統協調と高度化技術**: 分散電源の性能試験とこれらを統合するエネルギーマネージメントシステムの性能検証を実規模で実施するためのユーザーファシリティの構築。
- **国際標準化**: 海外研究機関等との連携により、上記テーマの開発成果の速やかな国際標準化を目指します。



エネルギーネットワークチームが取り組む技術課題

主要な研究設備

- ・系統模擬電源 (ACシミュレータ; 500kVA)
- ・太陽電池模擬電源 (500kW)
- ・模擬負荷 (300kVA)
- ・太陽光発電用パワーコンディショナ (5機種、24台)
- ・大面積ソーラシミュレータ (下図)
- ・太陽電池モジュール用I-V特性測定装置
- ・太陽電池モジュール用EL検査装置
- ・エネルギーマネージメントシステム (EMS)
- ・太陽光発電、風力発電計測システム



分散電源の系統連系試験システム統合の実証

- ・固体高分子型水電解槽(燃料電池機能付)
- ・水素用除湿機、太陽熱蒸気発生装置
- ・水素吸蔵合金を用いた水素貯蔵
- ・電気自動車用急速充電器
- ・電気自動車用充放電設備 (V to Home)



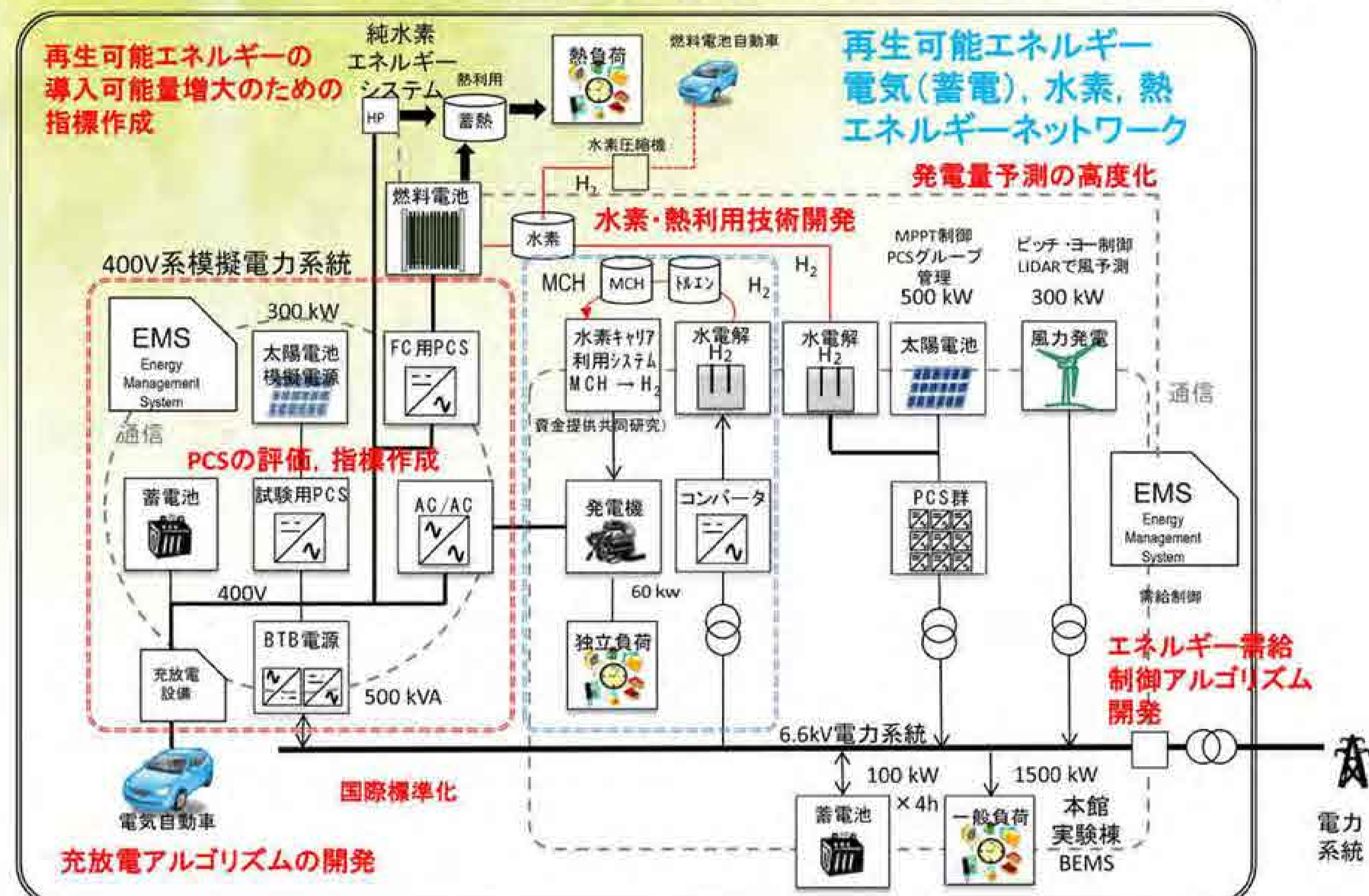
再生可能エネルギーによる水素製造・電気自動車を活用した平滑化実証

エネルギーネットワークチーム (主な研究成果)

再生可能エネルギーネットワークの開発と実証

システム統合技術とエネルギーマネジメント

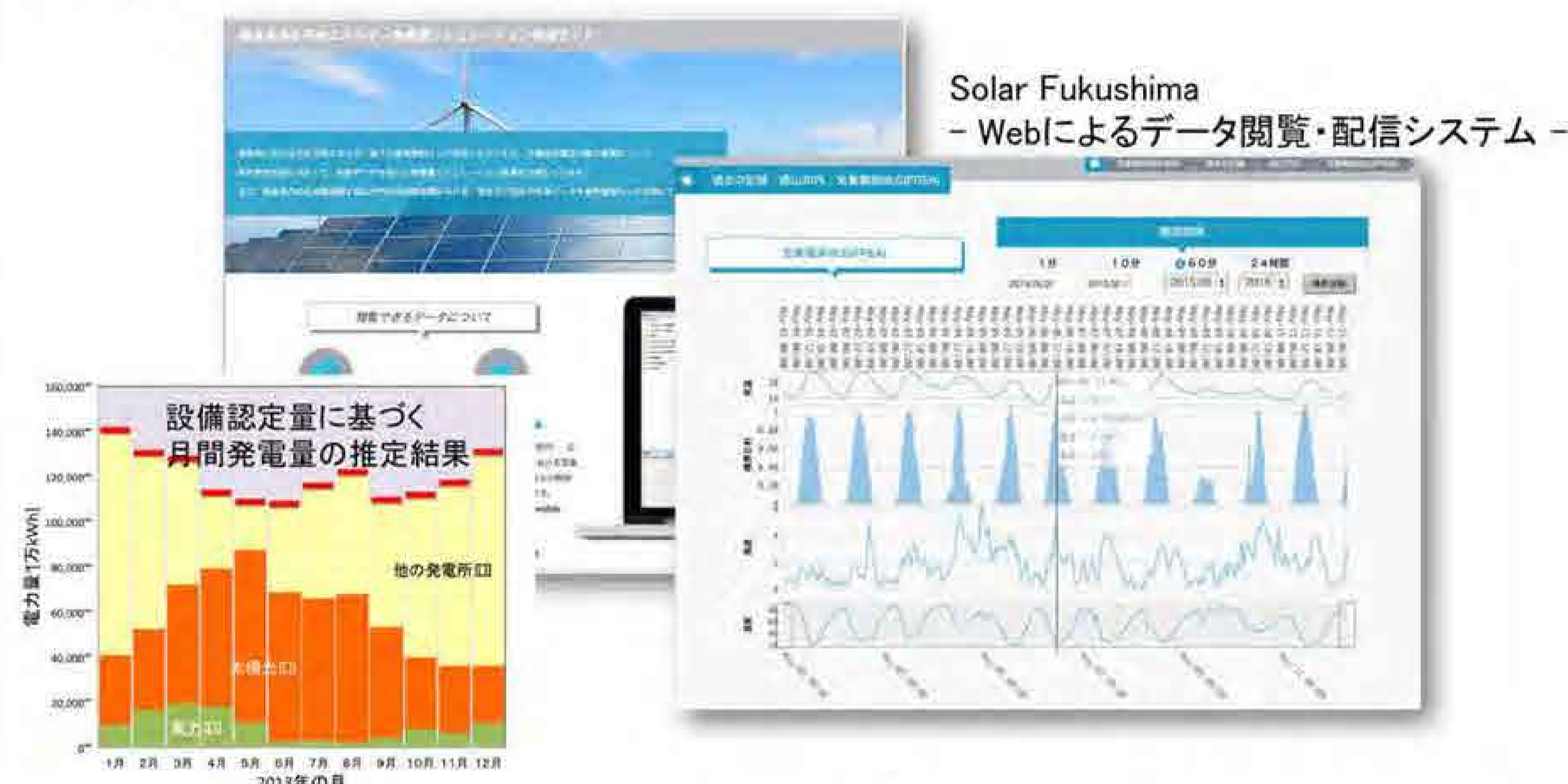
- ❖ 太陽電池モジュール10種以上、パワーコンディショナ3機種22台で構成された太陽光発電システム、固体高分子型水電解システム(燃料電池機能付)、水素吸蔵合金を用いた水素貯蔵システム、等の個別要素技術の性能分析
- ❖ これを基盤とする多くの共同研究(シーズ支援等)を実施



模擬電力システムを介したシステム統合の実証やシミュレーション技術、変動する再エネによる水素製造と電気自動車を活用した平滑化実証等のシステム研究を推進します。

再生可能エネルギー資源の高度モニタリング

- ❖ 福島県内に太陽光発電と風力発電が大量導入された場合の、発電電力の時間的・空間的変動を把握するための再生可能エネルギー発電観測システムを開発
- ❖ 福島県ハイテクプラザとの共同受託研究(福島県再生可能エネルギー次世代技術開発事業)にて開発
- ❖ 福島県内企業がシステム構築を実施; 福島コンピュータシステム(データベース、Web配信システム)、アサヒ電子(遠隔気象観測システム)



福島県全域の発電量(太陽光・風力)を1時間単位/2kmメッシュで推定可能です。同じ計算モデルで数時間先の発電予測も可能。今後、精度を上げ、全国展開を検討中です。

再生可能エネルギー利用システムの高度化のための研究開発

地元企業等と連携した研究開発 (被災地企業のシーズ支援プログラム)

- ❖ 被災地企業(福島県、宮城県、岩手県)十数社等と連携し、再生可能エネルギーの普及促進のための共同研究を実施。

太陽光発電

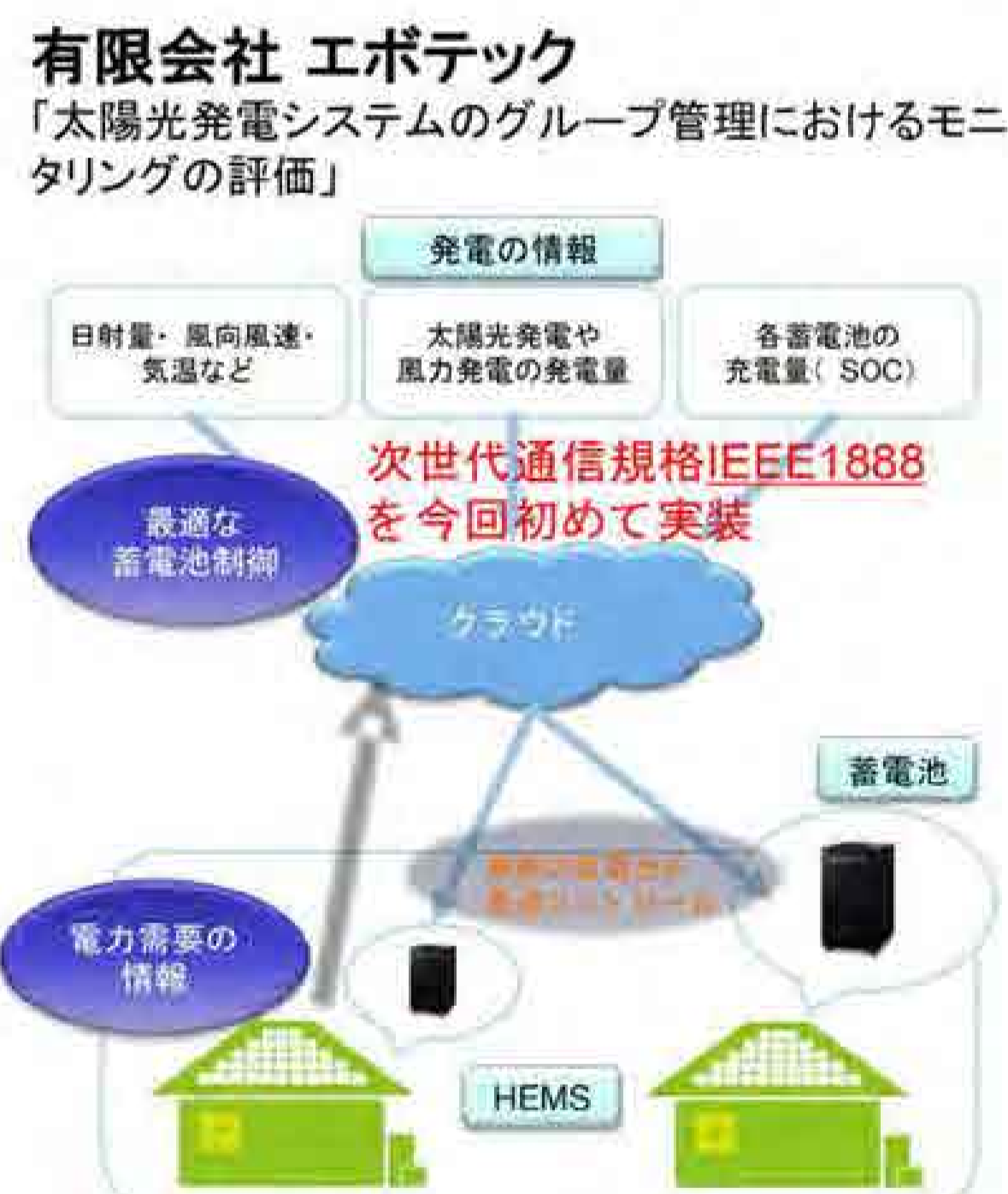


【太陽光発電】

- アサヒ電子 株式会社
「太陽電池String監視システムの評価」
- 福島発電 株式会社
「多種類の太陽光パネルの故障診断・発電量モニタリング」
- 日本カーネルシステム 株式会社
「太陽電池Stringの健全性確認検査装置の実証」
- 元旦ビューティ工業 株式会社
「太陽電池の性能低下防止装置の評価技術」
- 株式会社 倉元製作所
「逆型有機薄膜太陽電池の耐久性・信頼性評価とその劣化メカニズムの解析」

エネルギーマネジメント

【エネルギーマネジメント】



熱利用

【熱利用】

- 株式会社 亀山鉄工所
「温度成層式蓄熱・貯湯システムの実証評価」
- 日本化学工業 株式会社
「リン系イオン液体の高温熱媒体としての性能評価」
- アネスト岩田 株式会社
「スクロール膨張機を用いた太陽熱蒸気発電システムの性能評価」



水素

【水素】

- 株式会社 山王
「めっき技術を用いた水素透過膜支持体の開発」
- 大野ペロー工業 株式会社
「水素ガス及び水素混合流体雰囲気中におけるペロブスカイトバルブの有効性評価」



エネルギーネットワークチーム研究体制

チーム長 大谷 謙仁

研究員 (括弧内は代表研究担当分野)

- 前田 哲彦 (チーム運営補佐、水素製造・貯蔵・利用)
- 橋本 潤 (太陽光発電、系統連系)
- 遠藤 成輝 (水素製造・貯蔵・利用)
- 小曾根 崇 産総研特別研究員

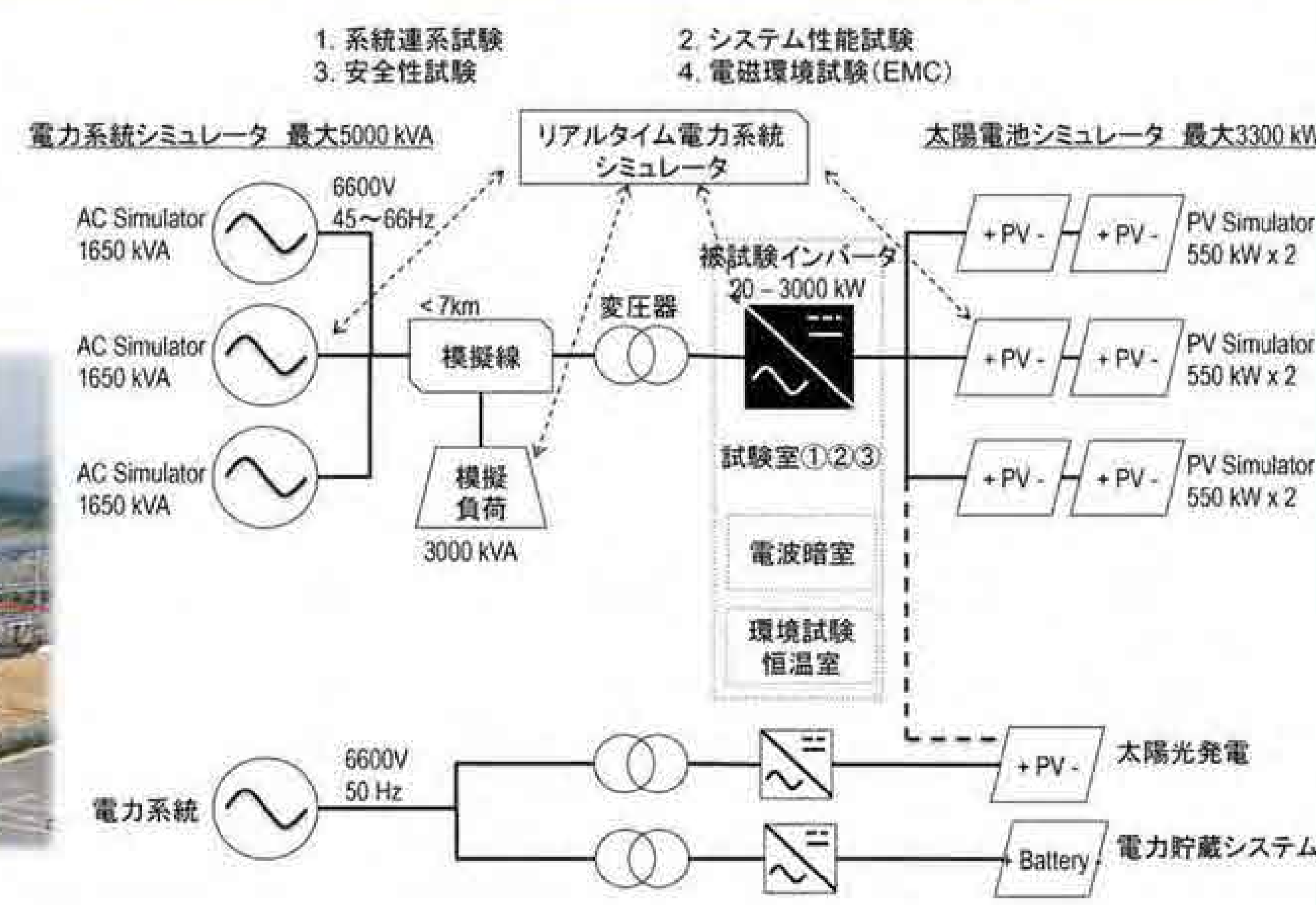
研究連携(産総研)

- 金久保 光央 材料・化学領域 化学プロセス研究部門
- 増田 善雄 材料・化学領域 化学プロセス研究部門
- 牧野 貴至 材料・化学領域 化学プロセス研究部門
- 招聘研究員 合田 忠弘、小西 博雄
- 客員研究員 竹中 清、原田 亮、西村 睦
- テクニカルスタッフ 18名
- 派遣職員 4名
- リサーチアシスタント(学生)4名

分散電源の系統連系技術と大型システムの研究開発拠点の構築

- ❖ 再生可能エネルギーの導入に不可欠な、大型パワーコンディショナ等の先端的パワーエレクトロニクス機器の世界トップレベル(3MWまで)の試験評価・研究開発拠点を整備中。
- ❖ スケジュール

2014年12月 施設着工
2016年4月 オープン

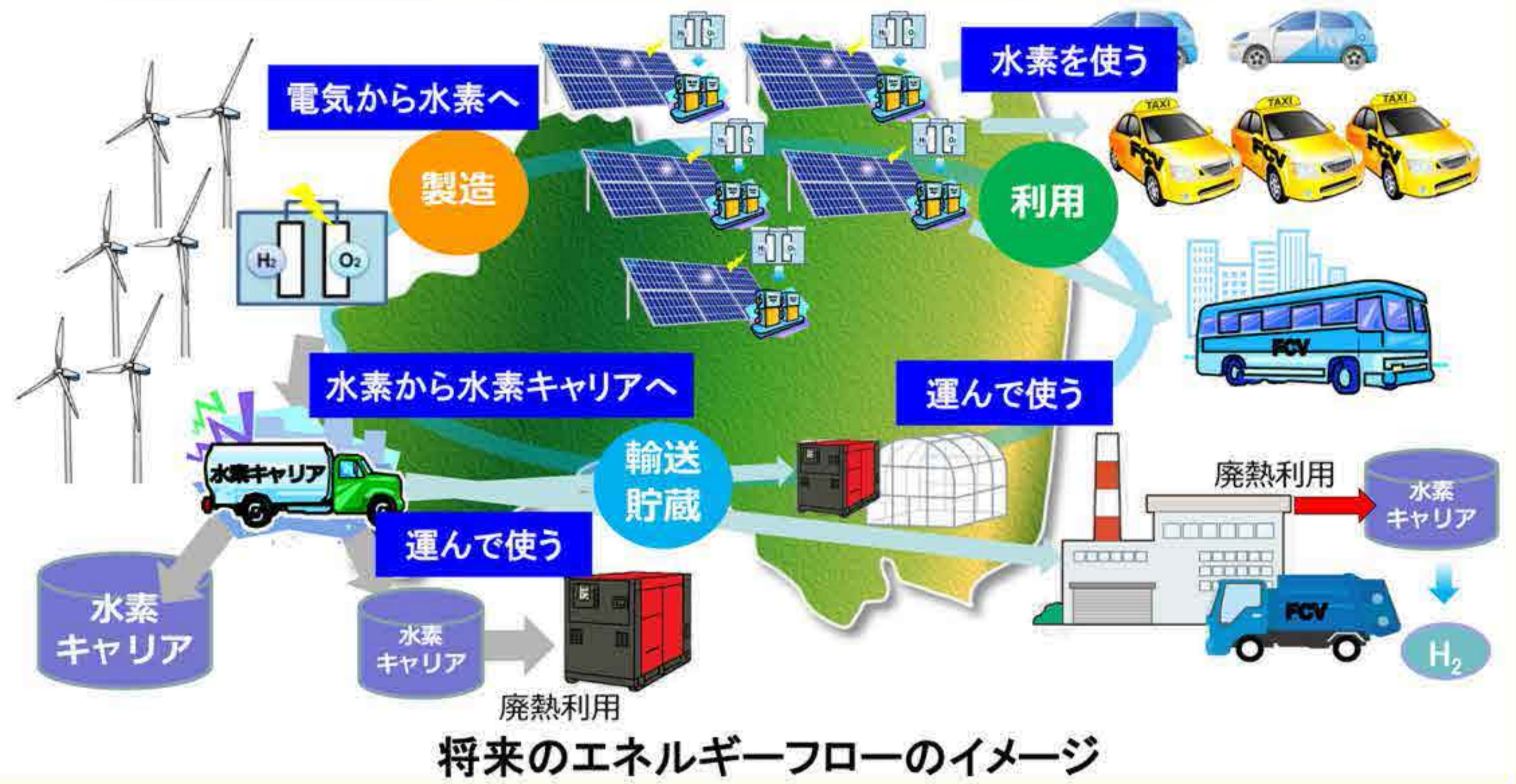


水素キャリアチーム (研究概要)

研究目標

わが国が直面するエネルギー問題の解決に貢献するため、再生可能エネルギーの大量導入を支える、エネルギー貯蔵・利用技術を研究開発します。

水素キャリアチームでは、再生可能エネルギーを化学変換して水素や水素キャリアとし、電気、熱、水素など様々な形でエネルギーを供給するための技術開発を行います。この技術は、自然状況により左右されて変動する再生可能エネルギー発電電力の吸収あるいは電力システムの調整力としても応用できます。また、大量の再生可能エネルギーを季節や場所を問わず高効率に利用できるようになります。

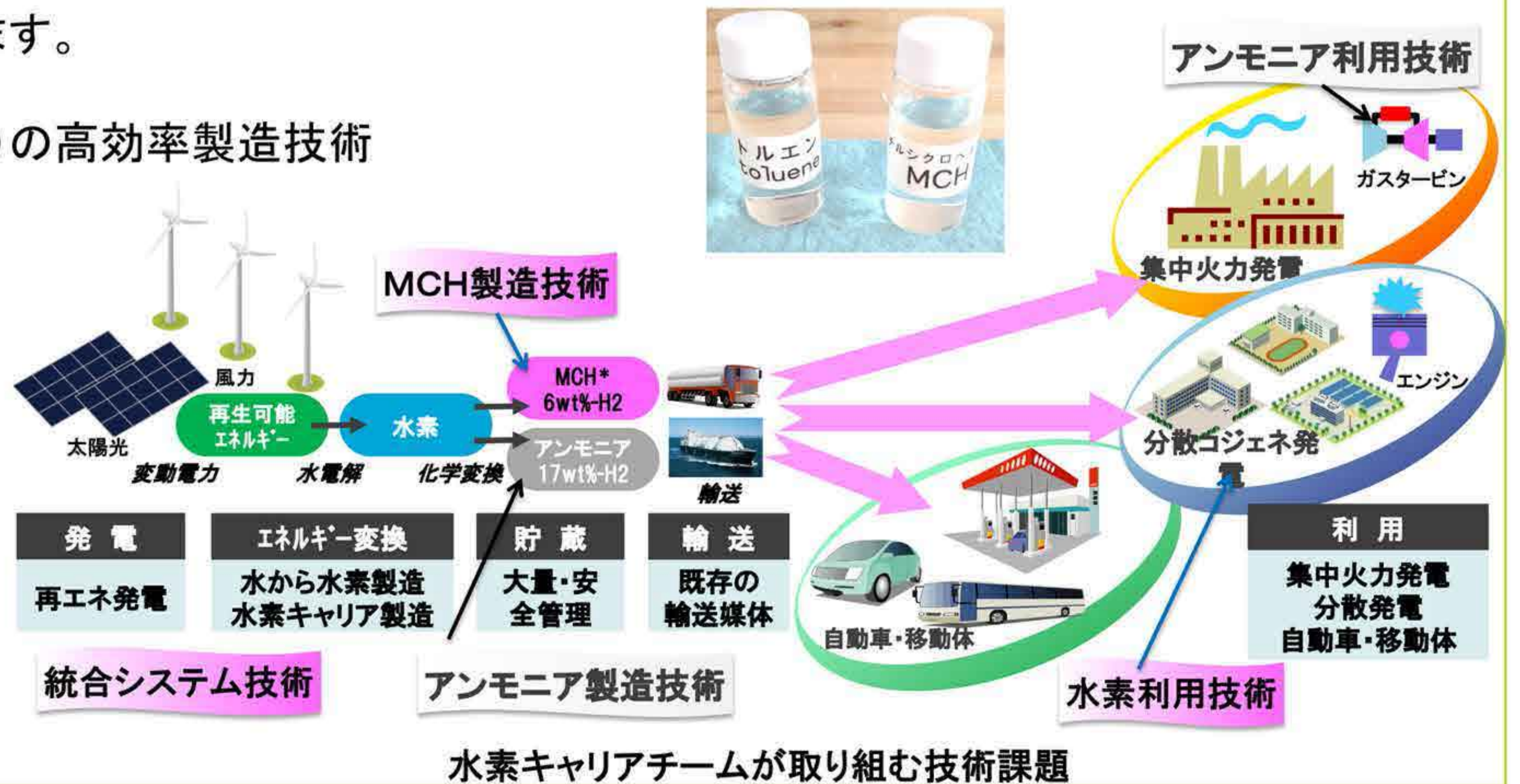


全体概要

当チームでは、変動する再生可能エネルギー発電電力を使う水素製造から水素キャリアへの化学変換、水素利用までの一連の技術を開発します。水素キャリア製造・利用触媒や水素エンジン制御などの要素技術は大型実証機等へ応用し、実証機等から得た知見は要素技術の見直しや新たなブレークスルーへと導きます。

当チームでは、主に以下の技術開発を実施します。

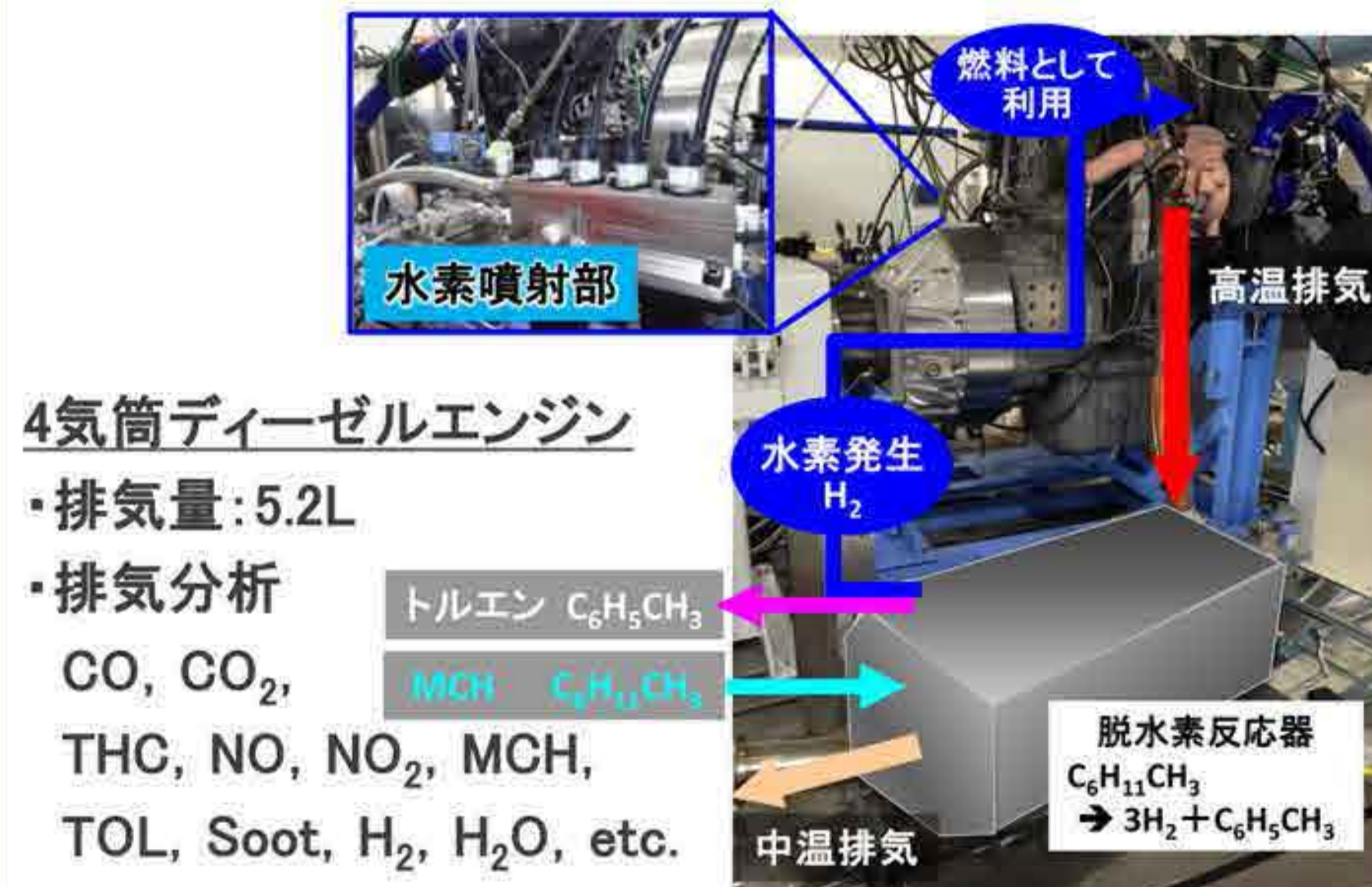
- 水素キャリア(有機ハイドライド、アンモニア等)の高効率製造技術
高効率(低エネルギー)な触媒合成技術の確立
- 水素利用拡大のためのコジェネエンジン技術
コジェネエンジンやガスタービンによる利用技術の確立
- 水素キャリア製造・利用統合システム実証
再エネ発電の貯蔵・利用を最適化するシステムの提案



主要な研究設備



水素着脱反応触媒評価装置



次世代コジェネエンジン



アンモニアガスタービン



アルカリ電解槽



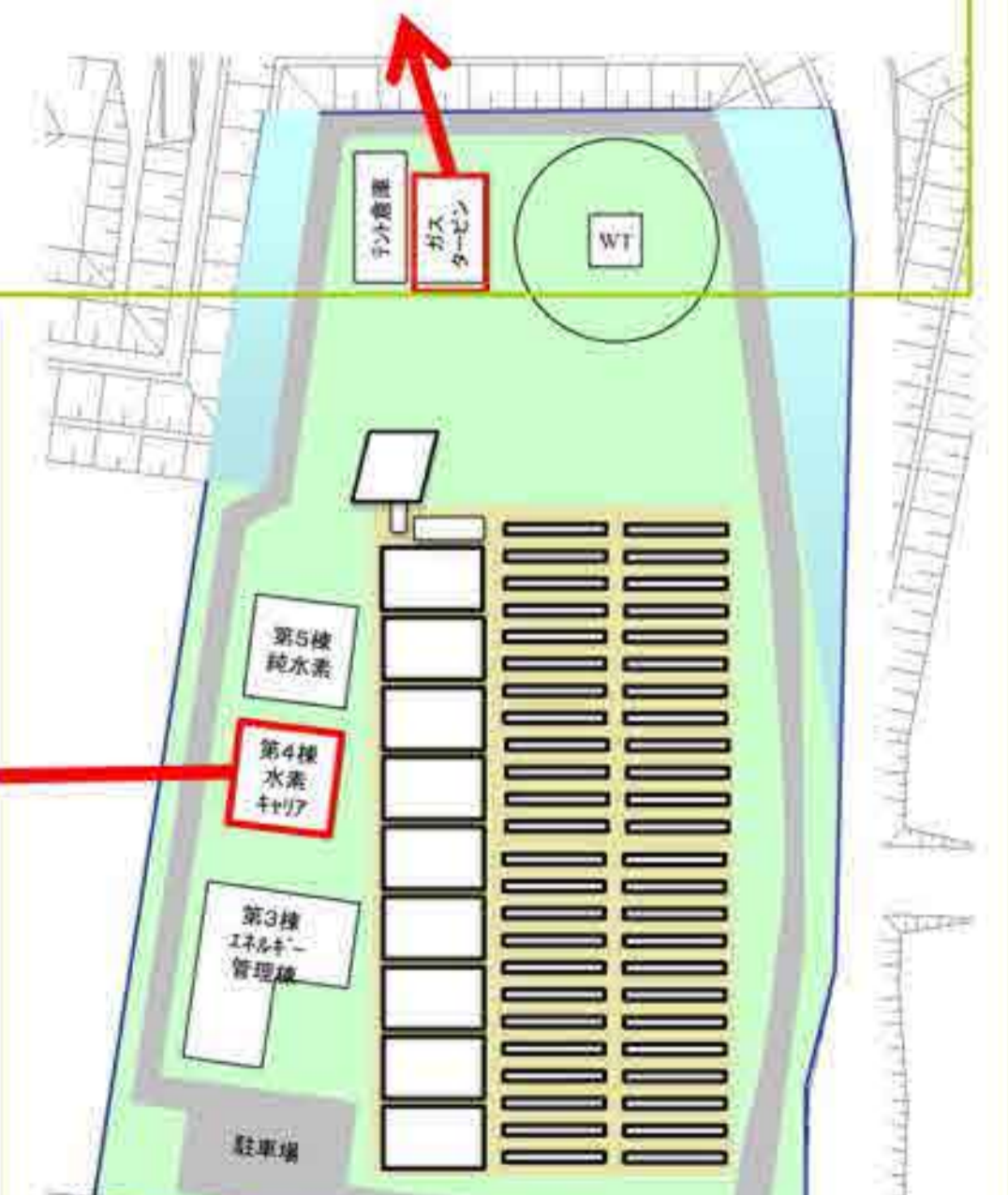
地下タンク



次世代コジェネエンジン



統合システム実験棟



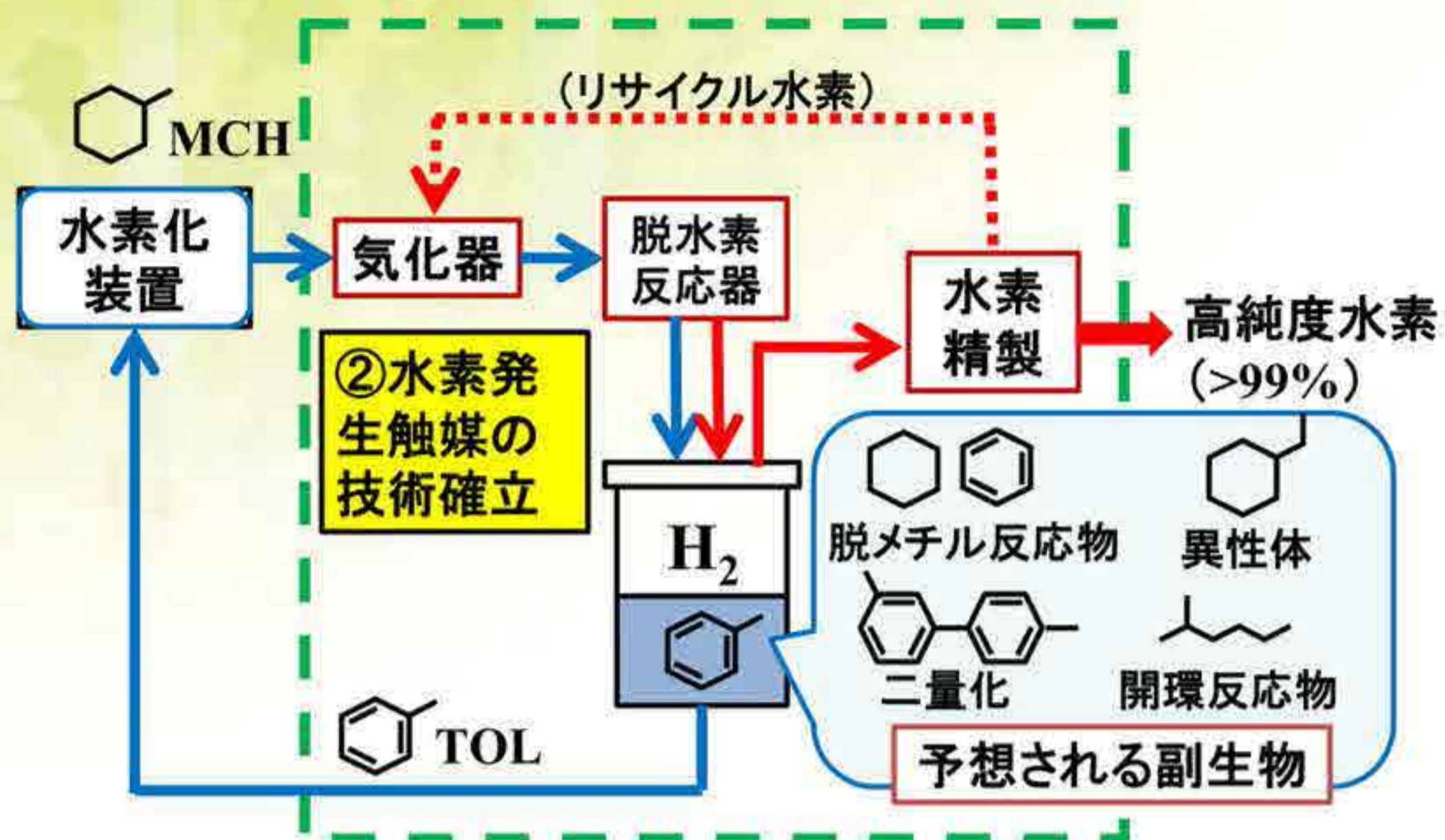
FREA実証フィールド

水素キャリアチーム（主な研究成果）

水素キャリア（有機ハイドライド、アンモニア等）の高効率製造技術

有機ハイドライドの触媒性能評価

- 水素化・脱水素過程を繰り返し、生成物及び副生成物の生成挙動を把握
- 有機ハイドライドの製造プロセスへの設計指針を構築
- 流通時の規格・標準化へのバックデータの取得

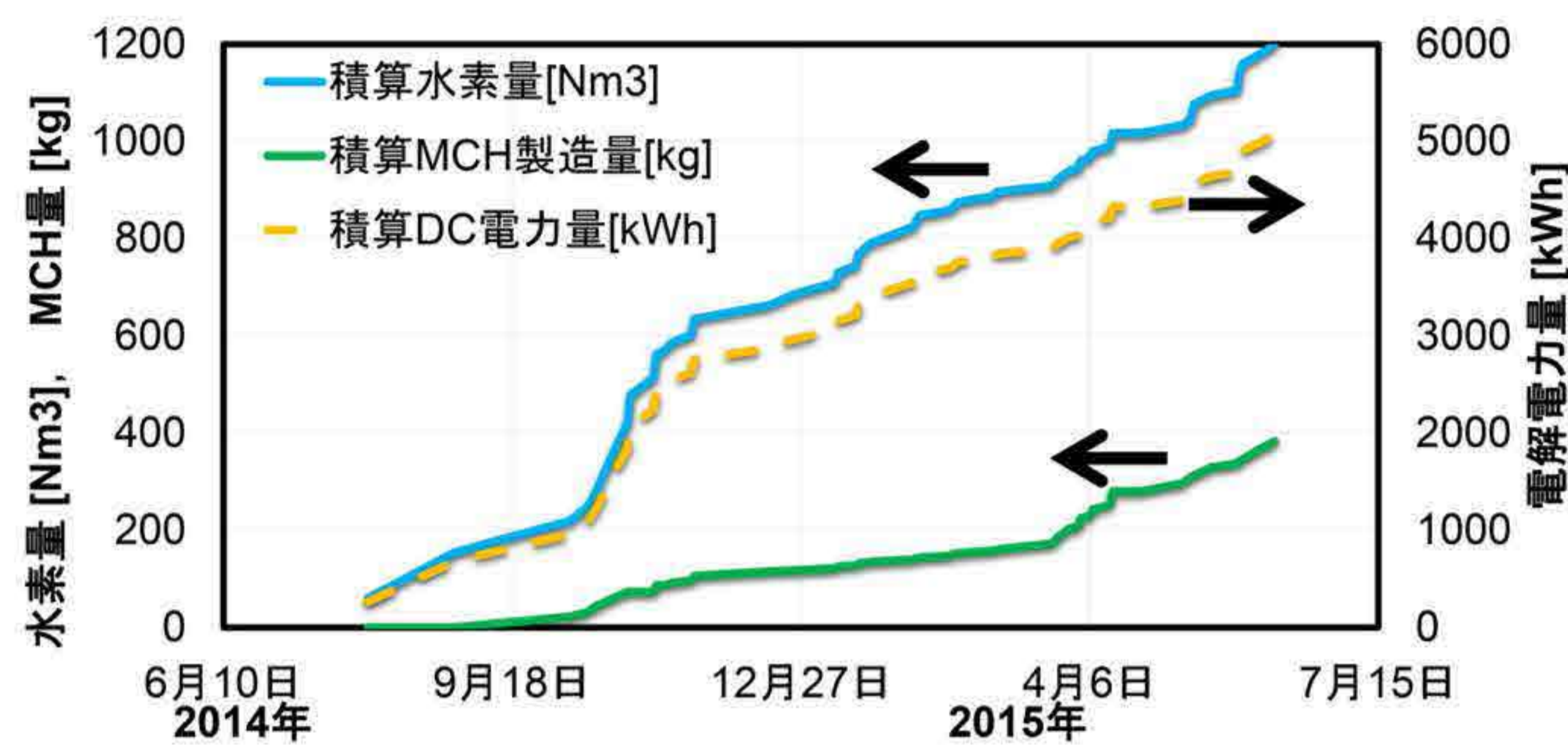


- ①水素キャリアの繰り返し使用が水素発生触媒に与える影響の定量化
- ③小規模水素発生装置の詳細設計とエンジニアリングデータの採取

水素着脱触媒評価装置及びオンラインガスクロマトグラフを活用し、生成物種及びその濃度を定量的に測定しました。繰り返し回数を増し、質及び量の推移を調べています。

水素キャリア製造・利用統合システム実証

- 大型アルカリ水電解、水素化触媒塔、大型貯蔵タンク、脱水素触媒搭載型コジェネエンジンを統合した世界最大級の水素キャリア製造・利用実証システムを稼働
- 実証機を使った検証データをもとに、統合システムシミュレータを開発中
- 連続稼働して効率や材料の経年変化を分析



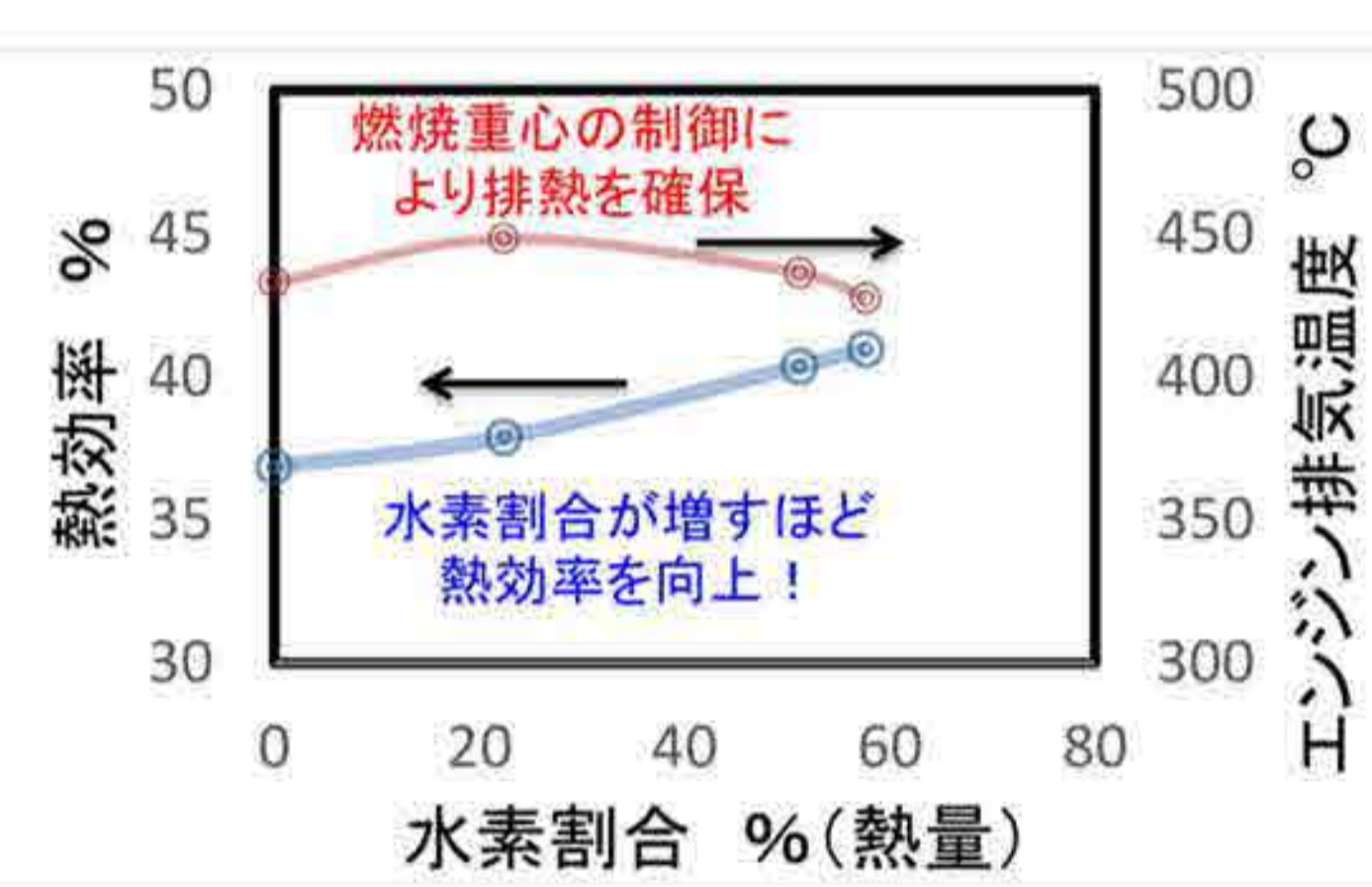
約1年間で5.0MWhの電力（一般家庭500軒日分）を水素あるいはMCHとして貯蔵しました。今後は、FREAのエネルギーネットワークに組み込み、電力貯蔵・利用方法を提案します。

水素利用拡大のためのコジェネエンジン技術

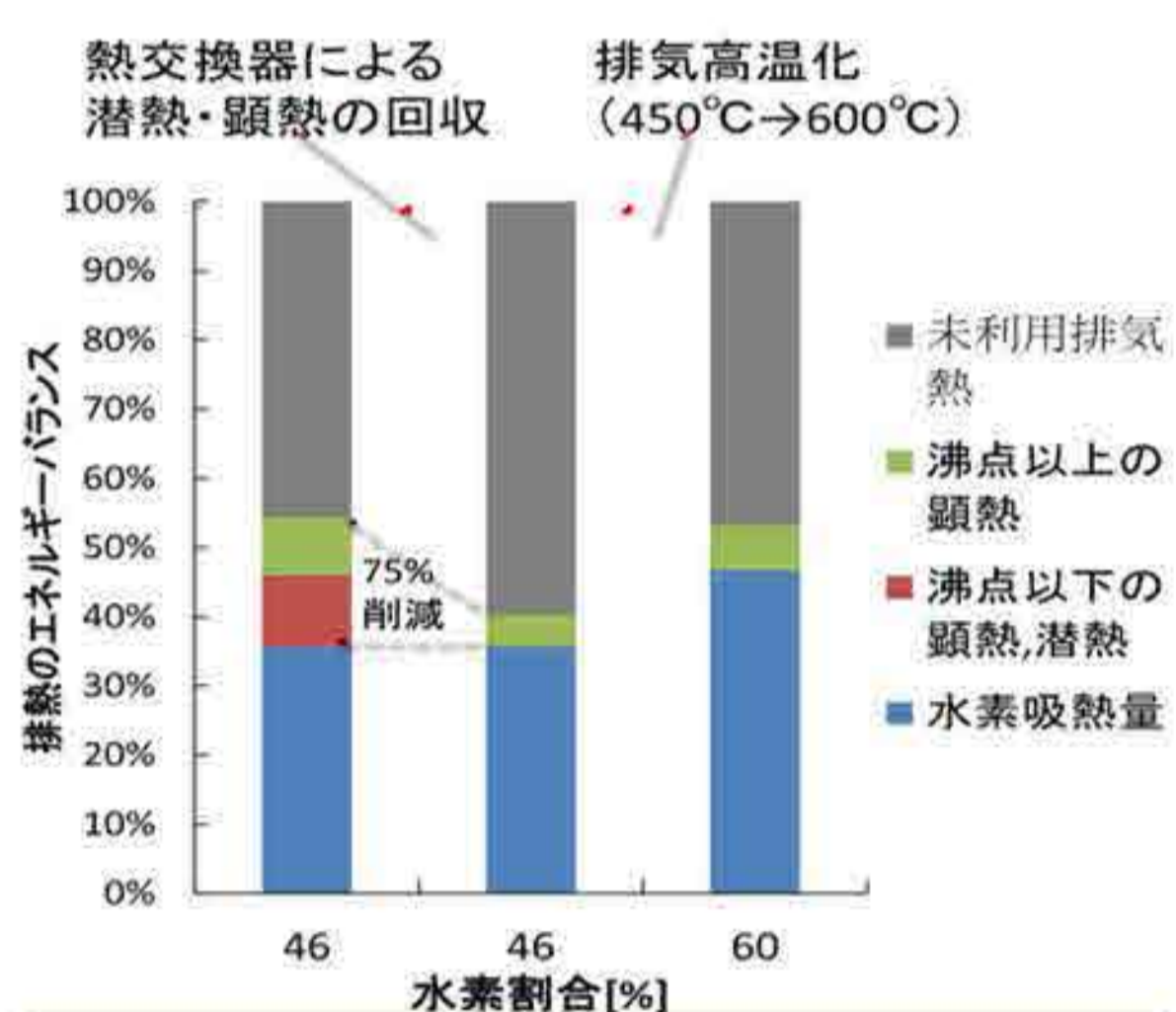
地元企業等と連携した研究開発（福島県再生可能エネルギー一次世代技術開発事業）

- 地元企業等と連携し、水素キャリアを利用する次世代コジェネエンジン技術及びその関連技術の研究開発を実施中

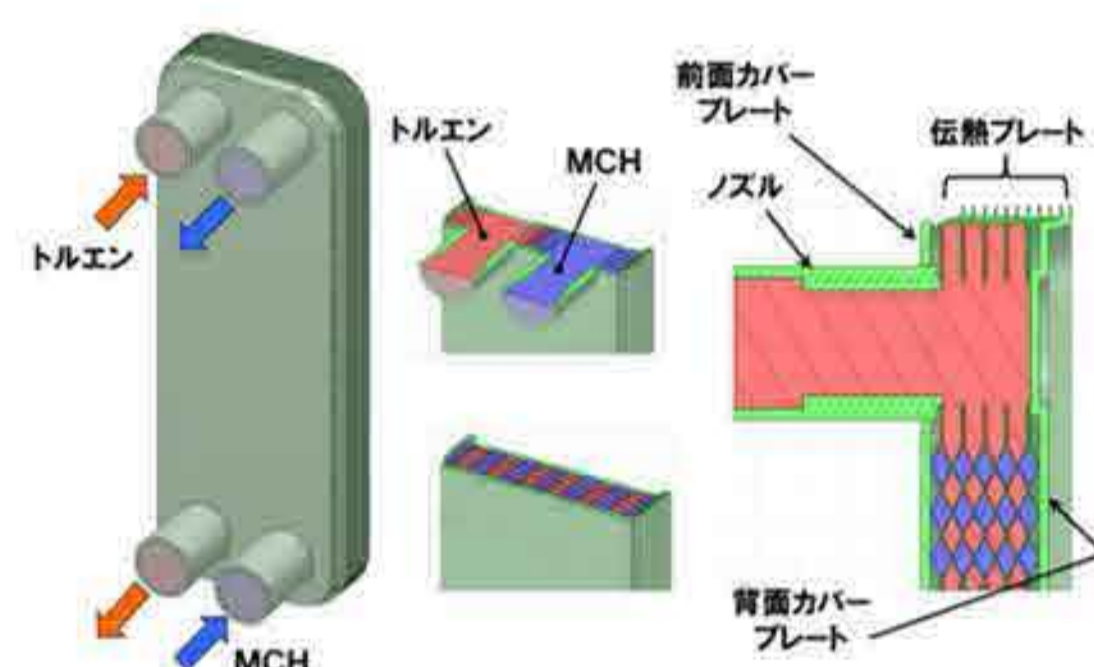
- マルチ燃料燃焼エンジン技術：燃焼性の激しい水素を高効率燃焼する技術（産総研）
- エンジン排熱高温化技術：エンジン冷却損失を低減し、排熱温度を高温化する技術（日立製作所、産総研）
- 先進的熱交換技術：MCHの蒸発・加熱とトルエンの凝縮・冷却を熱交換する技術（北芝電機（福島市））
- 先進的タンク技術：MCHとトルエンのタンク容量を半分にする技術（鈴倉プラント建設（いわき市））



①水素混燃割合と熱効率の関係



②水素混燃時の熱バランス



③熱交換器の熱応力解析



④伸縮素材隔壁による二重構造タンク

～ 水素キャリアチーム研究体制 ～

チーム長 辻村 拓

チーム員（括弧内は代表研究担当分野）

- 難波 哲哉（水素着脱触媒、アンモニア合成触媒、国際連携）
- 小島 宏一（基礎燃焼、水素キャリア製造・利用統合システム）
- 真中 雄一（有機合成・脱水素、新規キャリア合成）
- Rahat JAVAID（アンモニア合成触媒【産総研特別研究員】）
- 北島 明子（材料分析、水電解【産総研特別研究員】）
- 崔 協力（水素着脱触媒合成【産総研特別研究員】）
- テクニカル・スタッフ 6名

研究連携（クロスアポイントメント）

- 東京工業大学 松本 秀行 准教授（プロセスモデリング）
- 山形大学 松田 圭悟 准教授（化学工学・熱利用）
- 東北大学 小林 秀昭 教授（アンモニア燃焼）

研究連携（産総研業務）

- 壹岐 典彦（アンモニア燃焼【省エネルギー研究部門】）
- 他 7名

研究連携（RA・技術研修生）

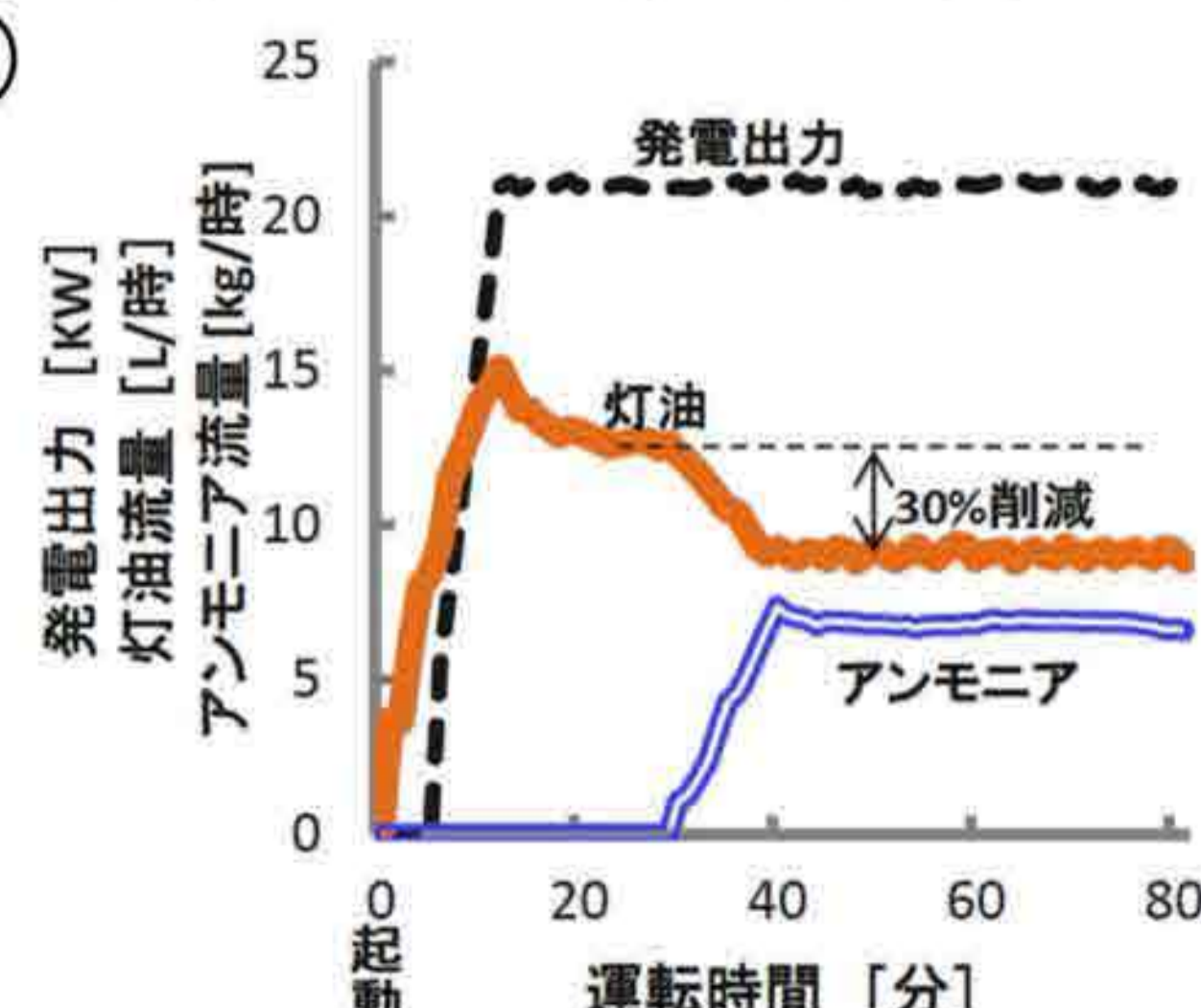
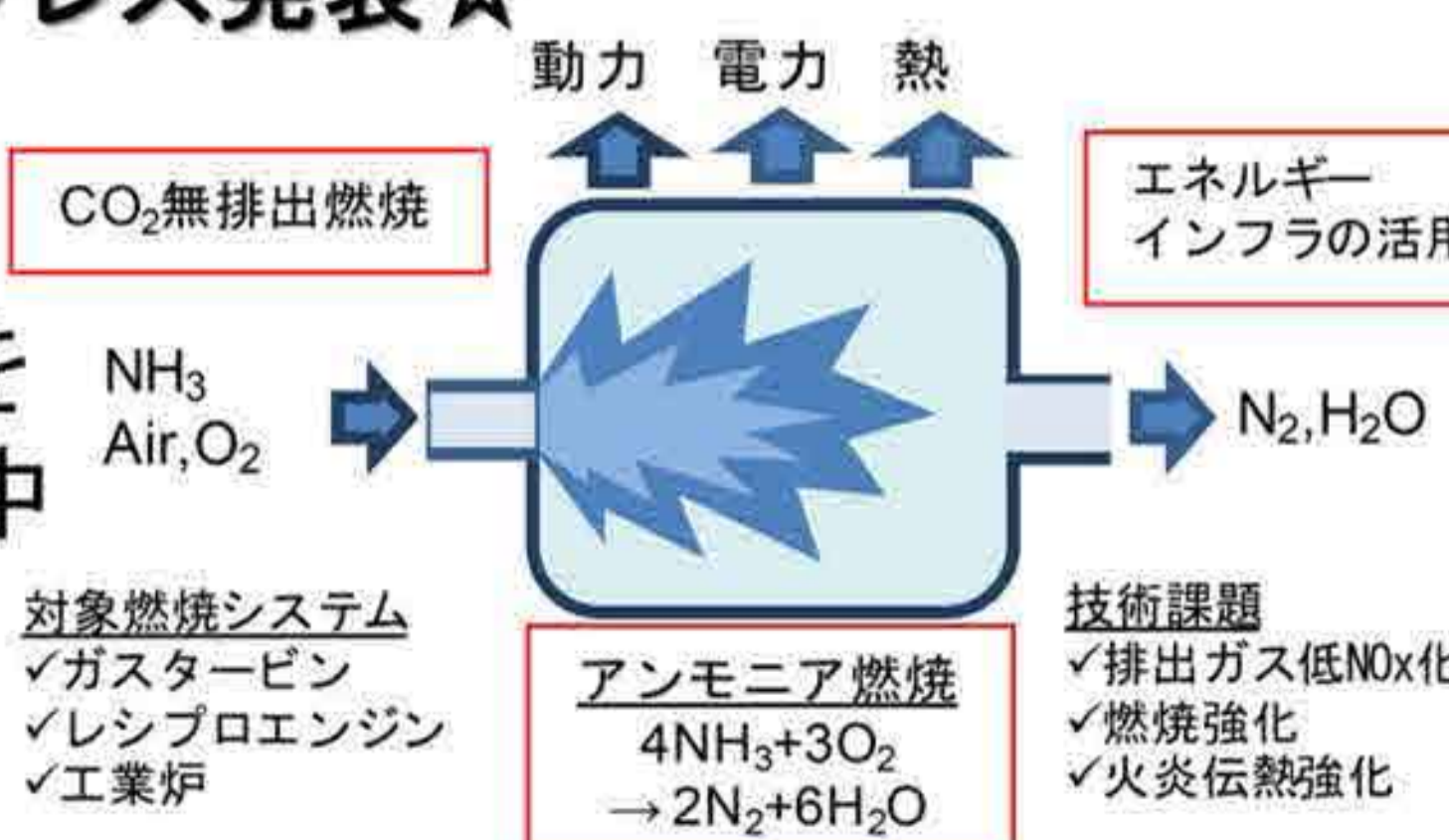
- 東北大学 3名
- 山形大学 1名
- 福島高等専門学校 1名（予定）

アンモニア内燃機関の技術開発

- アンモニアの燃料利用として、小型ガスタービン（50kW定格）燃焼利用に挑戦し、灯油燃料の30%（熱量換算）をアンモニアとして21kWの混焼での発電に、世界で初めて成功（燃焼器は産総研+東北大学の研究成果）

★2014年9月18日プレス発表★

- アンモニア専焼や天然ガスとの混焼を目指して実験実施中



風力エネルギーチーム (研究概要)

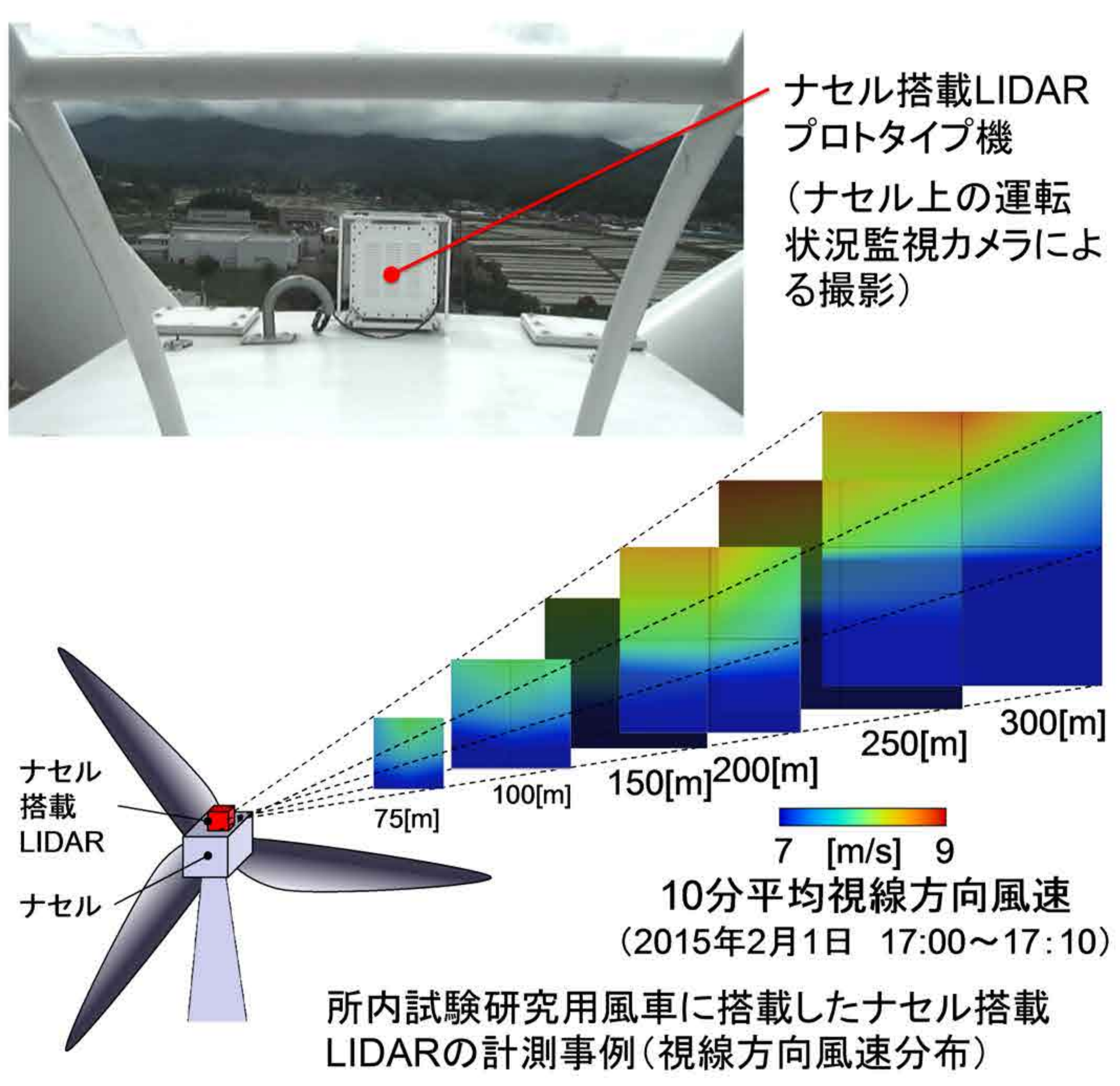
研究の全体概要

風力発電は実用化が進んでいますが、**真の実用化とグリッドパリティ実現**に向け、**更なる発電コストの低減**が必要です。そのためには、風車本体の**ハード的な高性能化**に加え、事前の適地選定・発電電力量評価、運転時の発電電力量予報技術といった**ソフト的な高度化**が必要です。風力エネルギーチームは、高性能風車要素技術及びアセスメント技術の確立を目指すとともに、そうした優れた技術を国内の風力発電産業界とともに、実用化につなげることにより、健全な国内導入量の発展と日本の風力発電産業の**国際競争力向上**に貢献します。また、シーズ支援事業、人材育成事業の枠組を利用して、**被災地域での風力発電関連産業の創出**や**人材の育成**にも貢献しました。



風車の高性能化(高出力化、長寿命化)

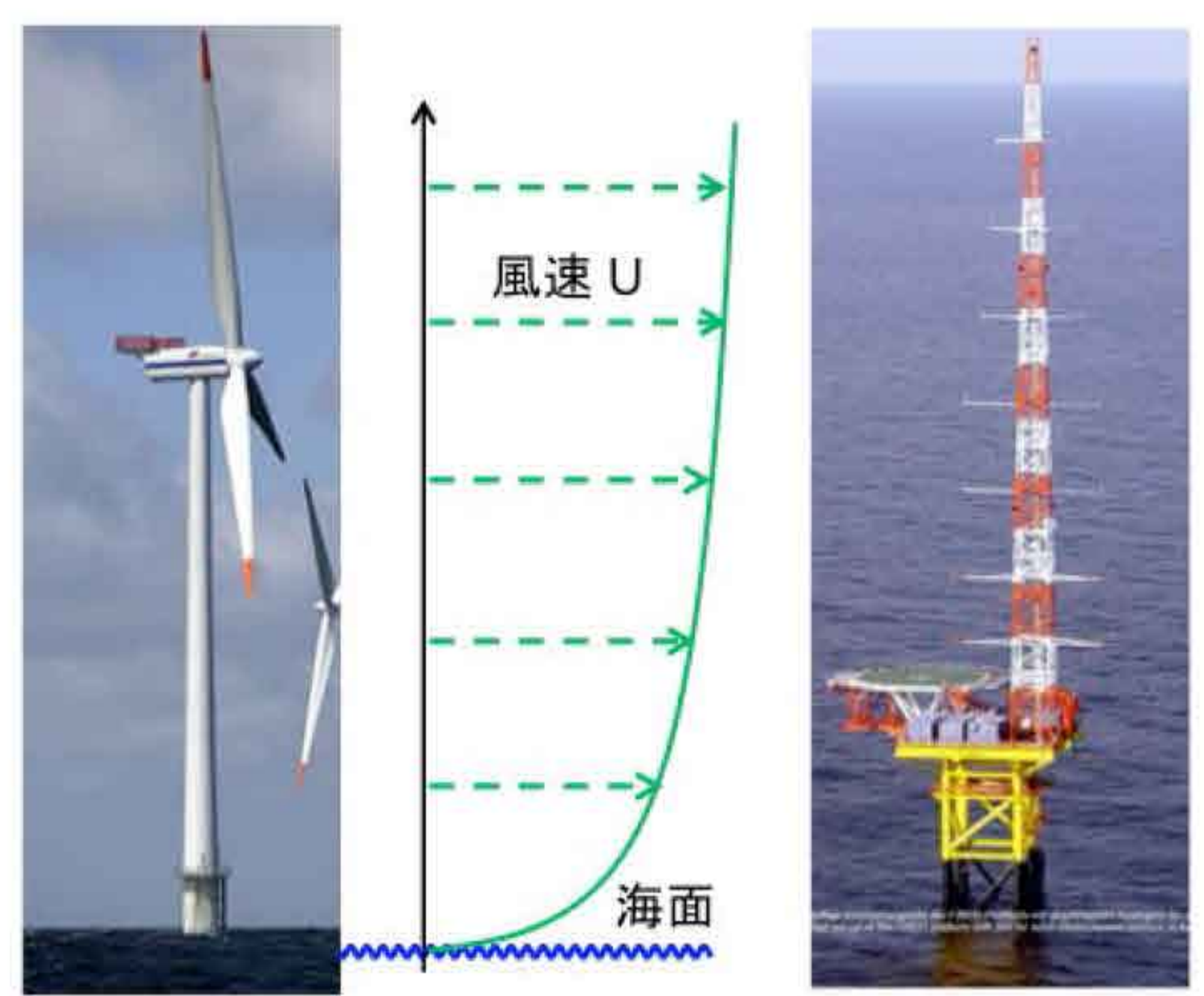
ナセル搭載LIDARは、風车上流側の風速・風向をリモートに計測できる新しい要素技術として着目しています。



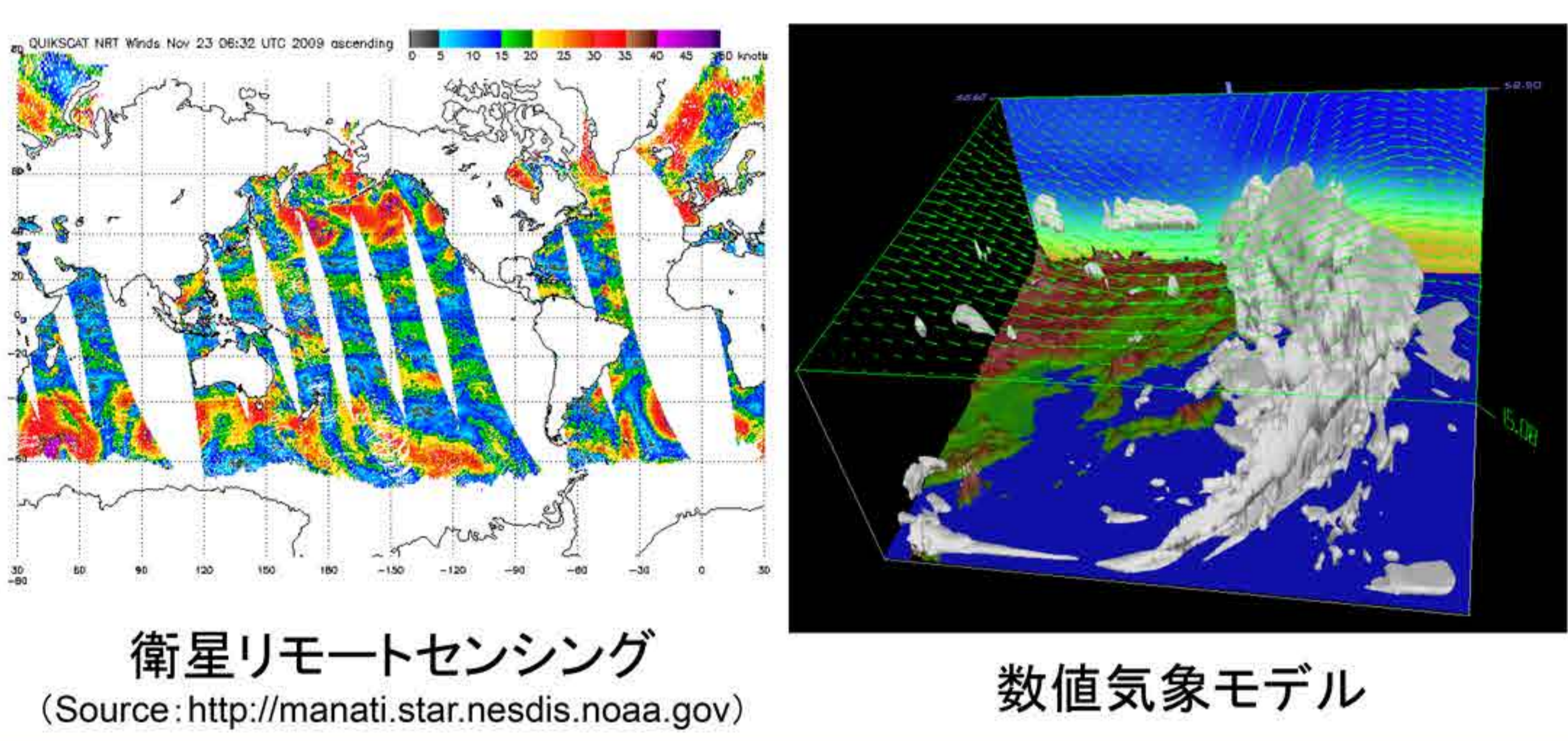
上流側の風情報を元に、**風車の予見制御(ヨー制御、ピッチ制御)**により、風車の出力を改善するとともに、風車翼への荷重を減少させ風車の信頼性・寿命を改善することが可能であり、基礎研究、実証研究を進めています。

アセスメント技術の高度化

洋上での現場風況観測(マスト)は、**経済的に極めて困難**であることが挙げられます。



高コストな洋上での現場観測に代わる新技術として、**衛星リモートセンシング**及び**数値気象モデル**を援用した洋上風況推定技術を開発し、推定風況の高精度化と水平方向分解能の高解像度化を進めています。



主な研究設備

試験研究用風車(右上写真)
 日本の厳しい外的条件(複雑地形起因高乱流、等)に耐えるように設計された風車。産総研もその設計段階において共同研究を通じて協力・連携しています。

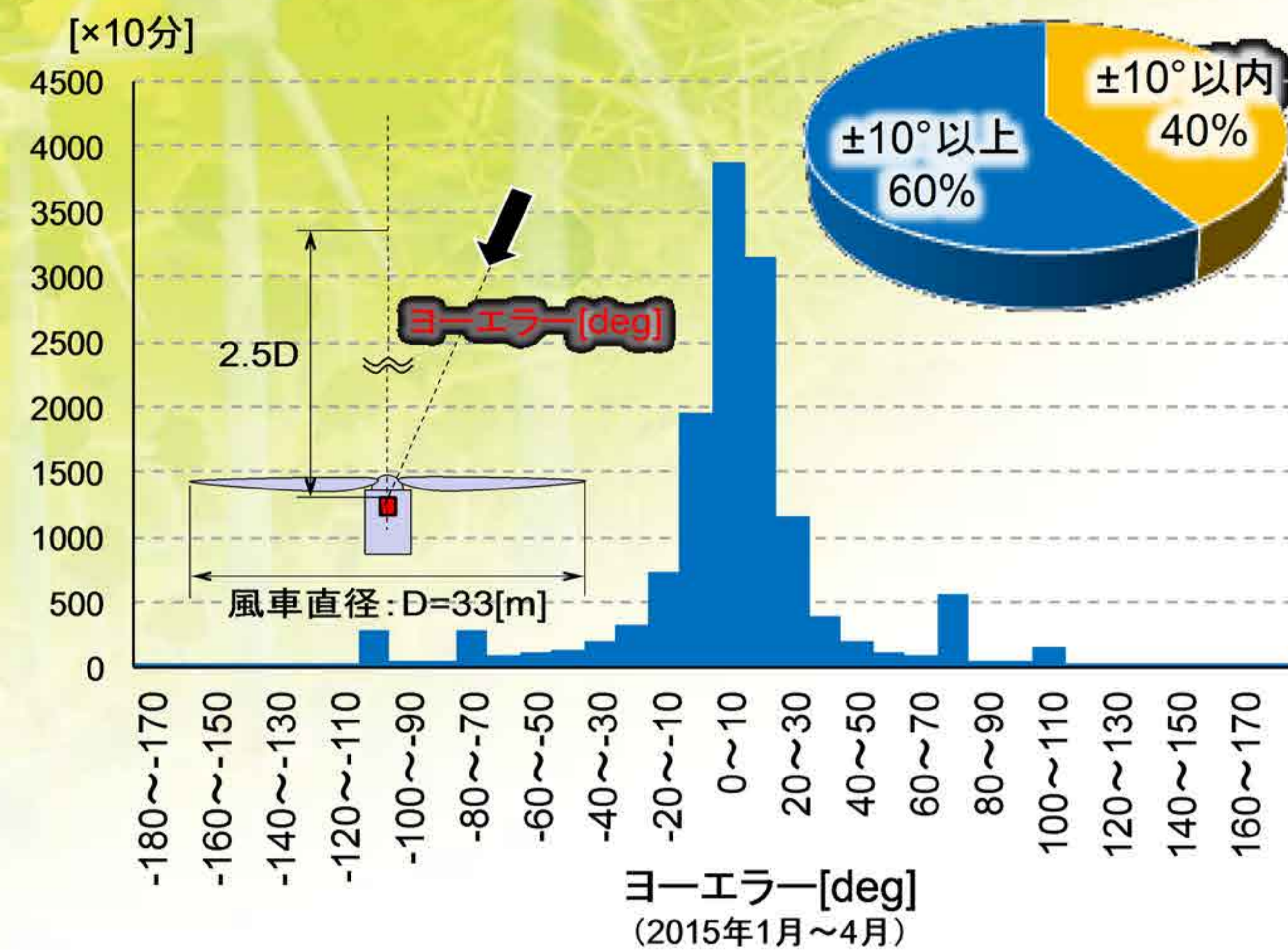
ナセル搭載LIDARプロトタイプ機(左上写真)
 国内メーカー製のナセル搭載LIDARプロトタイプ機。風車前方(9方向)にレーザー光を照射し、通常はわからない風车上流側の風速・風向を計測・評価できる装置です。

衛星・気象データ処理システム
 大規模な人工衛星データや気象データを保存する約1PB(ペタバイト)のストレージとデータ処理を行う計算機システムです。



風力エネルギーチーム (主な研究成果)

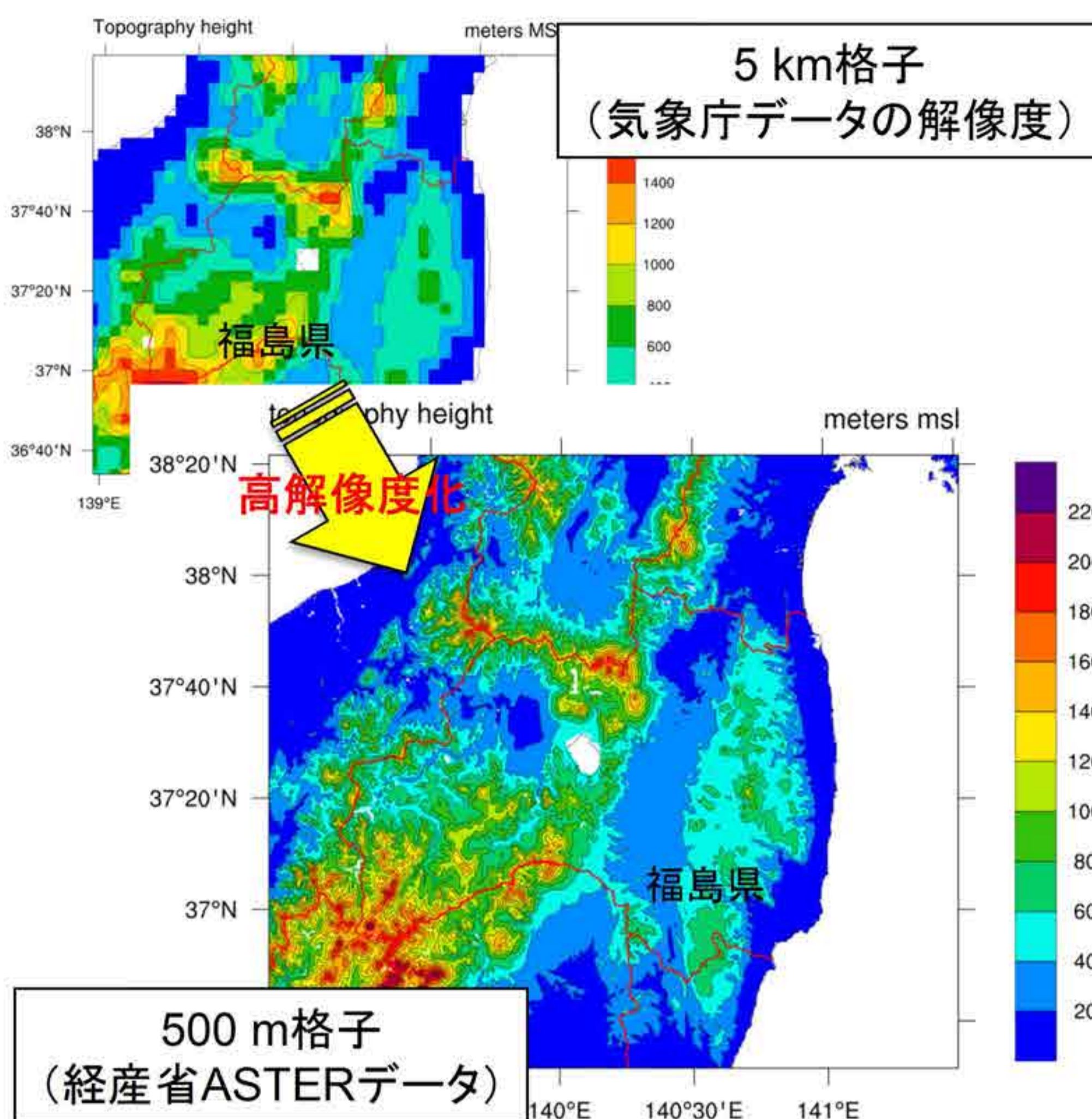
ナセル搭載LIDARのフィールド実証結果



ヨーエラー(流入風向に対する風車の向き)の頻度分布

- ナセル搭載LIDARによって得られる風車前方の風向情報を基に、±10°以上のヨーエラーの出現率を改善することで、最大で6%程度、風力エネルギーを多く得ることが可能。

アセスメント技術の高度化(数値気象モデル)



- 経産省ASTERデータを用いることにより、数値気象モデルの空間解像度を高解像度化するシミュレーション環境を整備。
- 海上風シミュレーションに特化した高解像度海面水温データセットを開発。海面付近における大気安定度の再現性を大幅改善。

被災地企業のシーズ支援プログラム

「垂直軸型小型風車の振動・騒音・疲労予測」に関する評価

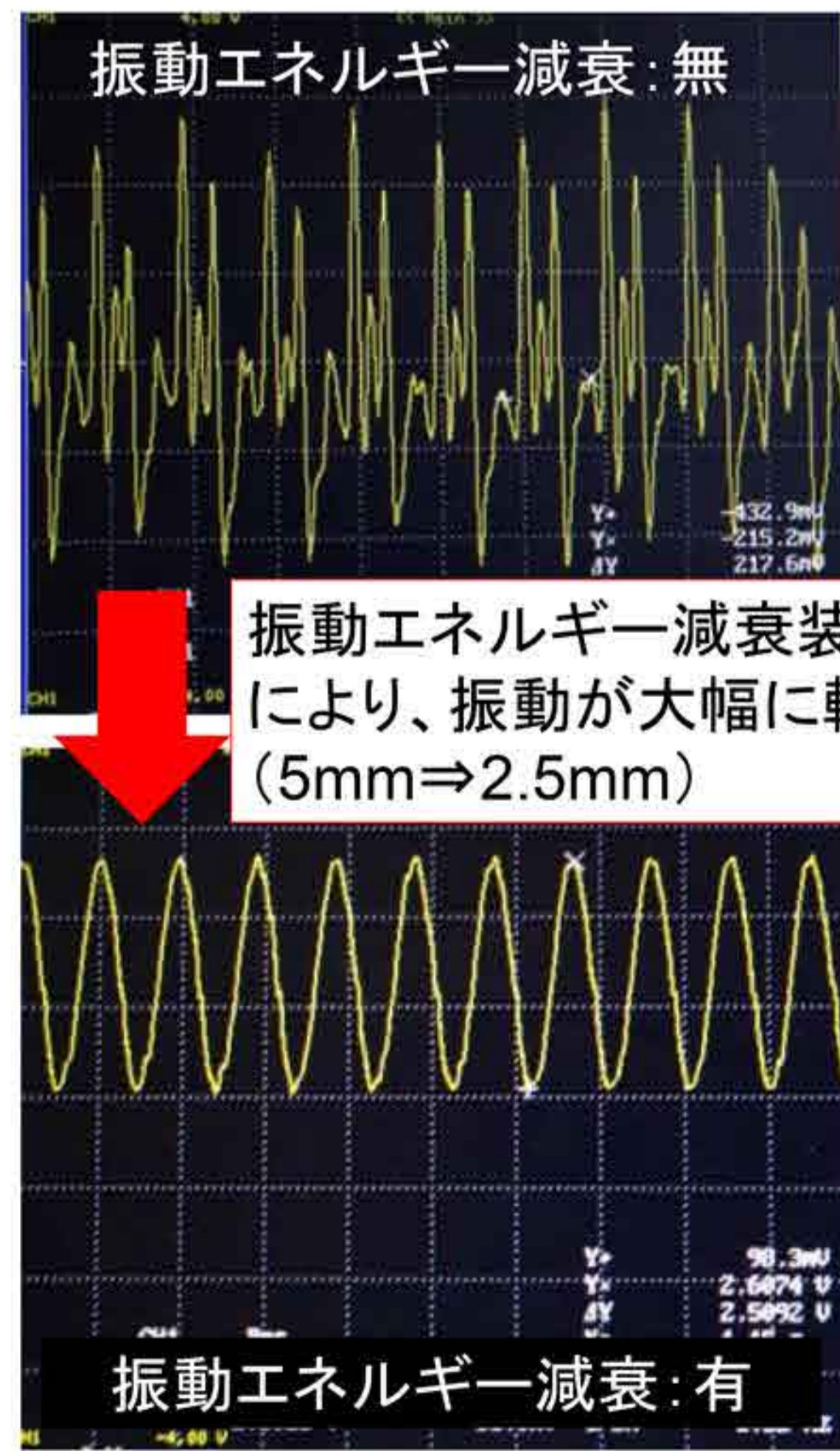
共同研究先: 株式会社シルフィード

企業のシーズ:

- 「ストール制御が可能な翼を搭載した垂直軸型小型風車」では、一定回転数以上の強風時にストールを発生させ過回転を抑制し、特別なブレーキを使用せず安全性を保つことが可能となる。しかし、高回転時の筐体、軸、翼の振動が問題となった。

産総研側の技術シーズの評価方法

- シルフィード社試験場(福島市)において実証試験を実施し、筐体・翼の振動、騒音を計測することにより、安全性を評価する。
- 剛性補強した筐体の構築および、振動エネルギー吸収軸受の開発・評価を行うことにより、本システムの普及を促進させる。



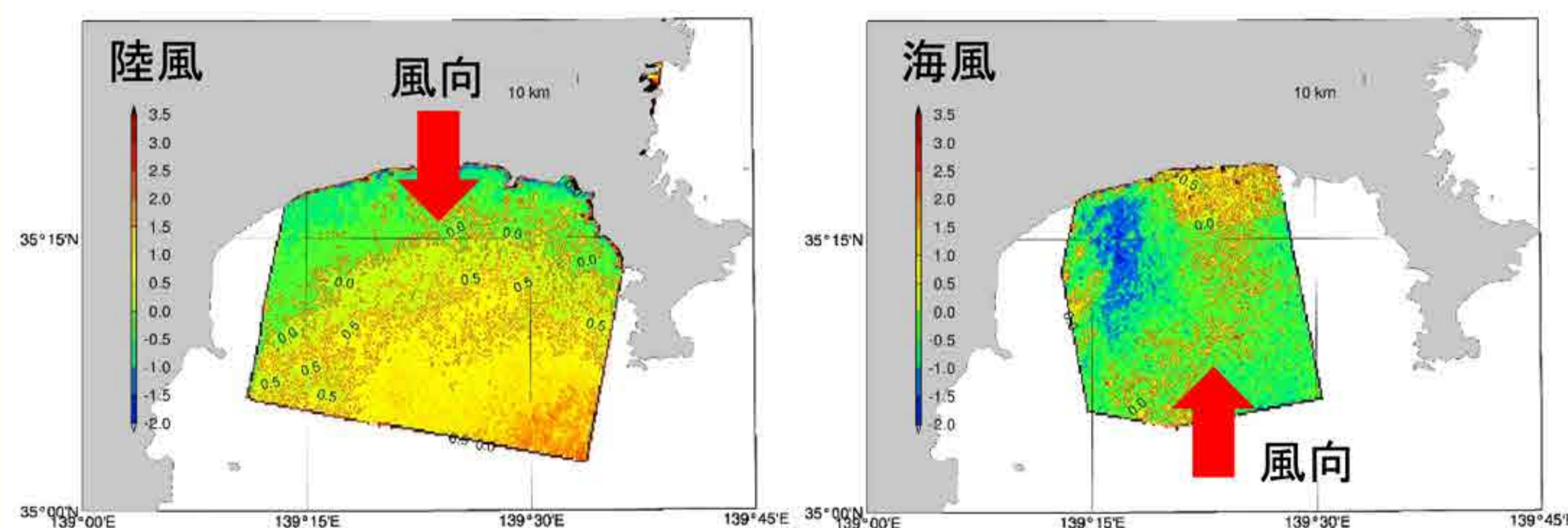
主な研究成果:

- シルフィード社と産総研との共同研究事業として振動エネルギー吸収軸受を開発。
- 振動エネルギー吸収装置により、振動モードの不活性化を確認(軸偏芯以外は除去することに成功)。

アセスメント技術の高度化(衛星リモートセンシング)

欧州では、外洋における衛星搭載合成開口レーダ(SAR)を用いた風況推定の既存研究が存在するが、

- 沿岸域での検証例が少ない。
- 欧州とは気象条件が異なる日本沿岸域での検証が必要。



洋上観測鉄塔(沖合1km)の実測値とSAR推定風速の差(平塚)

- 大気安定度を考慮したSAR風速推定補正手法の開発。
- SAR風速推定における風向の依存性の課題を抽出。
 - 陸風の場合、SAR風速値は、実測値よりも過小評価傾向。
- 今年度より、日本大学工学部との共同研究、人材育成に貢献。

風力エネルギーチーム研究体制

チーム長 小垣 哲也

チーム員 (括弧内は代表研究担当分野)

- 菊島 義弘 (チーム運営補佐、シーズ支援事業、人材育成事業)
- 竹山 優子 (アセスメント技術高度化(衛星リモートセンシング))
- 嶋田 進 (アセスメント技術高度化(数値気象モデル))
- 川端 浩和 (ナセル搭載LIDARによる風車制御高度化)

研究連携(産総研)

- 阿部 裕幸 省エネルギー研究部門 ターボマシングループ
- 往岸 達也 製造技術研究部門 数理デザイン研究グループ

研究連携(外部)

- 日本大学工学部 建築学科 濱田研究室
- 日本大学工学部 情報工学科 若林研究室

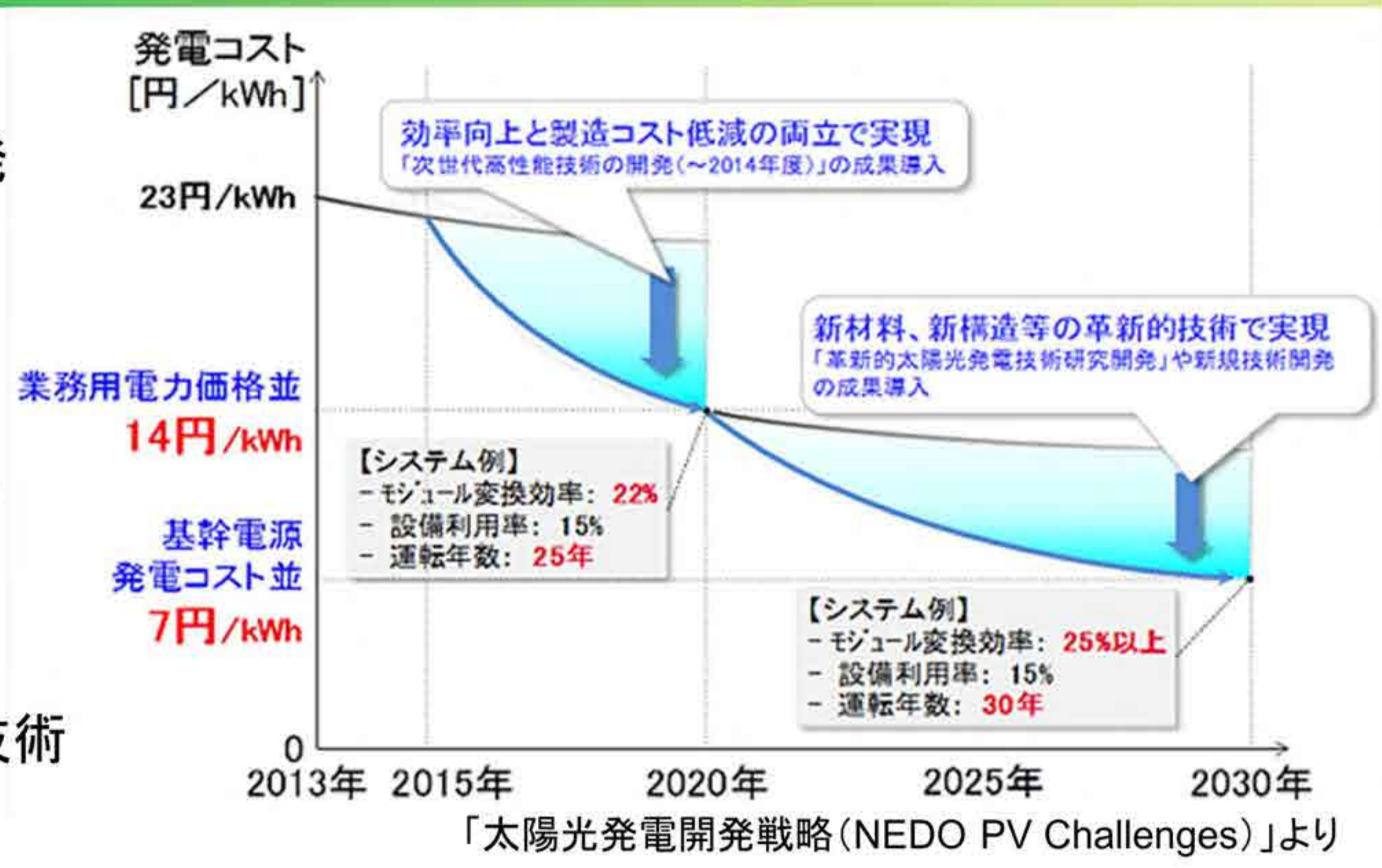
太陽光チーム (研究概要)

研究の目標

太陽光チームでは、以下の技術開発を行っています。

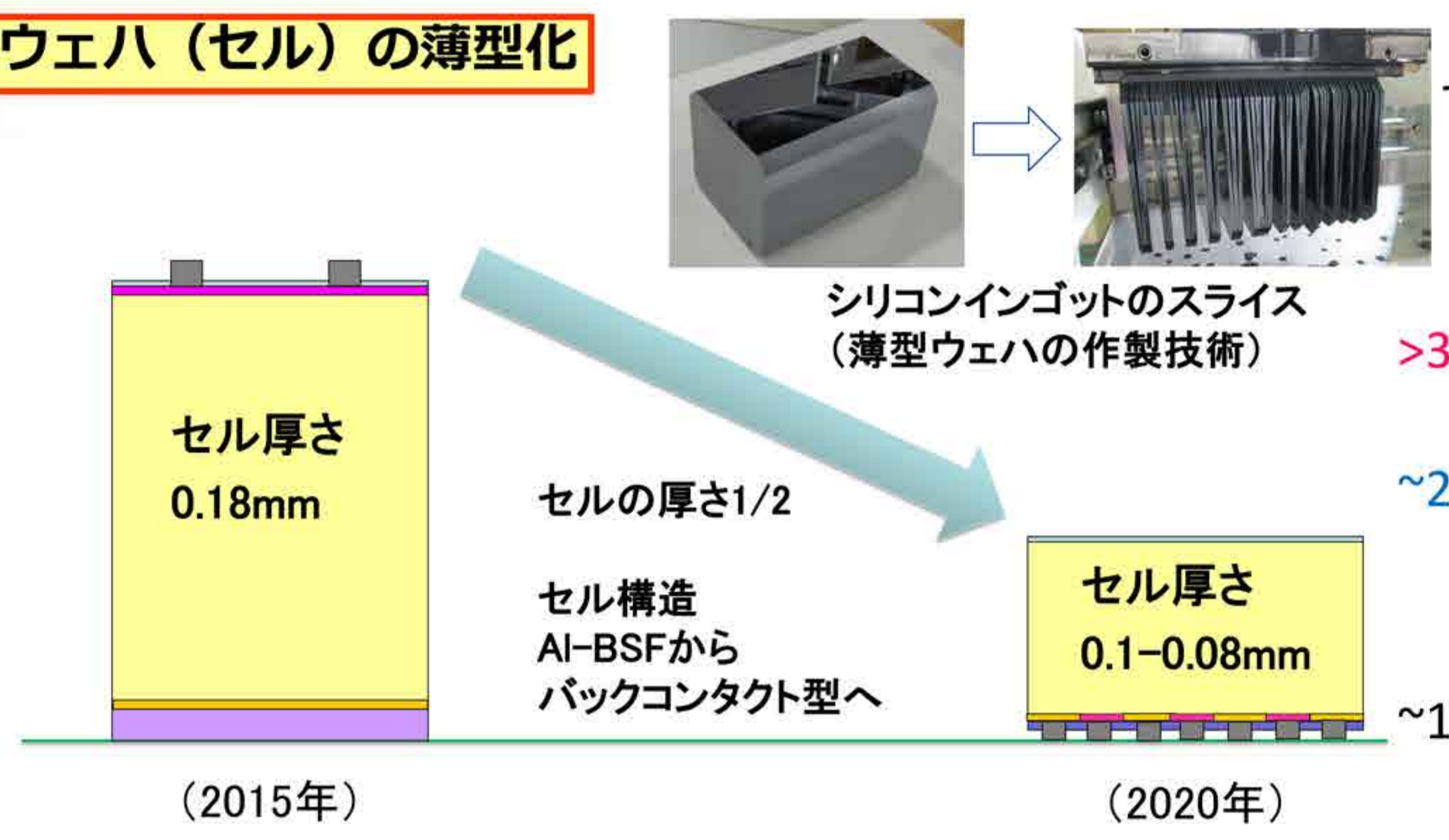
1. 高効率・高信頼性モジュールを低コストで作製するための技術開発
(目標:モジュール効率22%)
 - ・シリコンインゴット高精度スライス技術(薄型ウェハの作製)
 - ・高効率セル作製技術(バックコンタクト型セル)
 - ・モジュールの高信頼性化技術(新規評価技術や部材などの開発)
2. 次世代の高効率(>30%)太陽電池の開発(スマートスタック技術)

発電コスト目標、2020年 14円/kWh、2030年 7円/kWh を先導する技術の開発を行います。

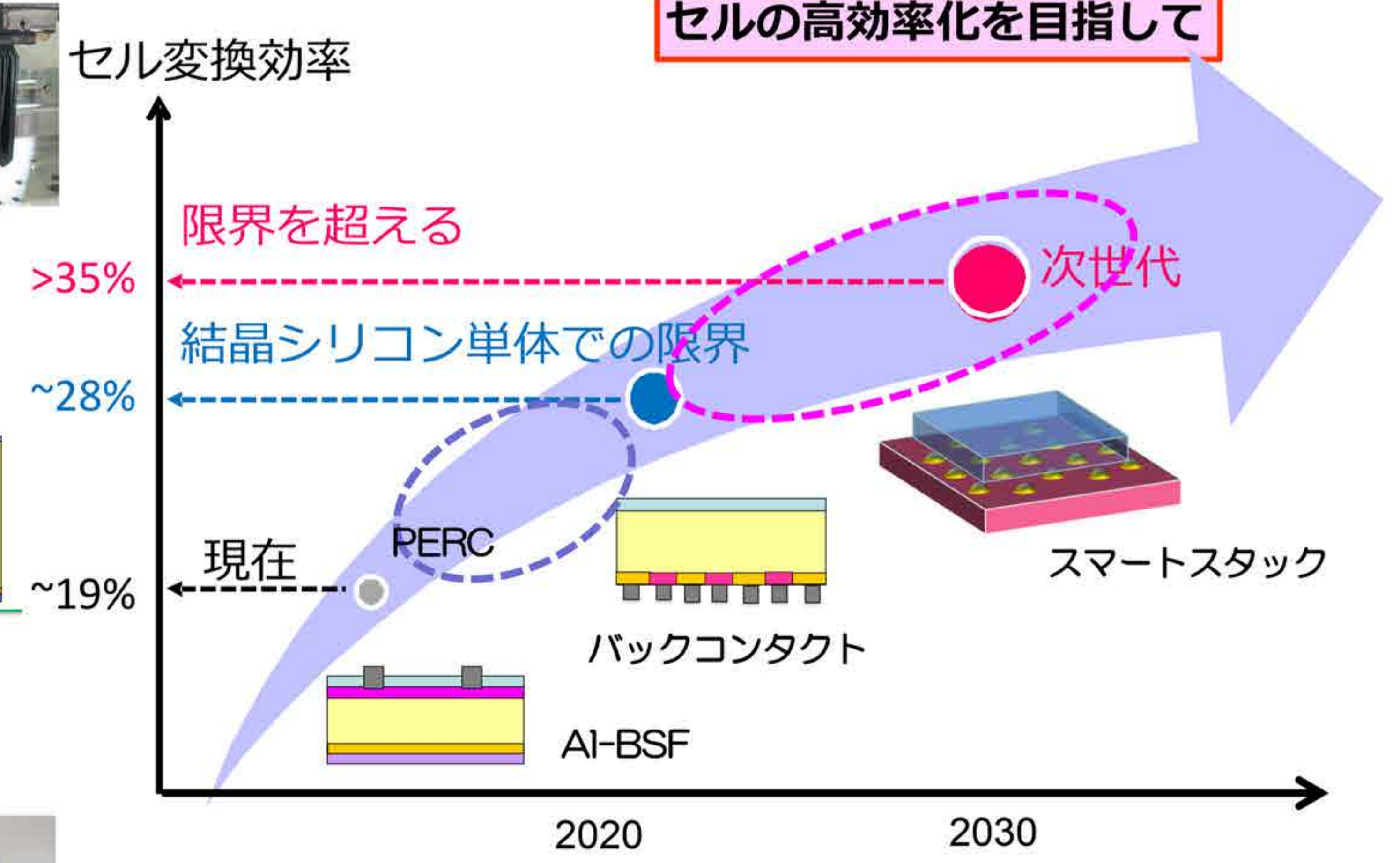


研究の全体概要

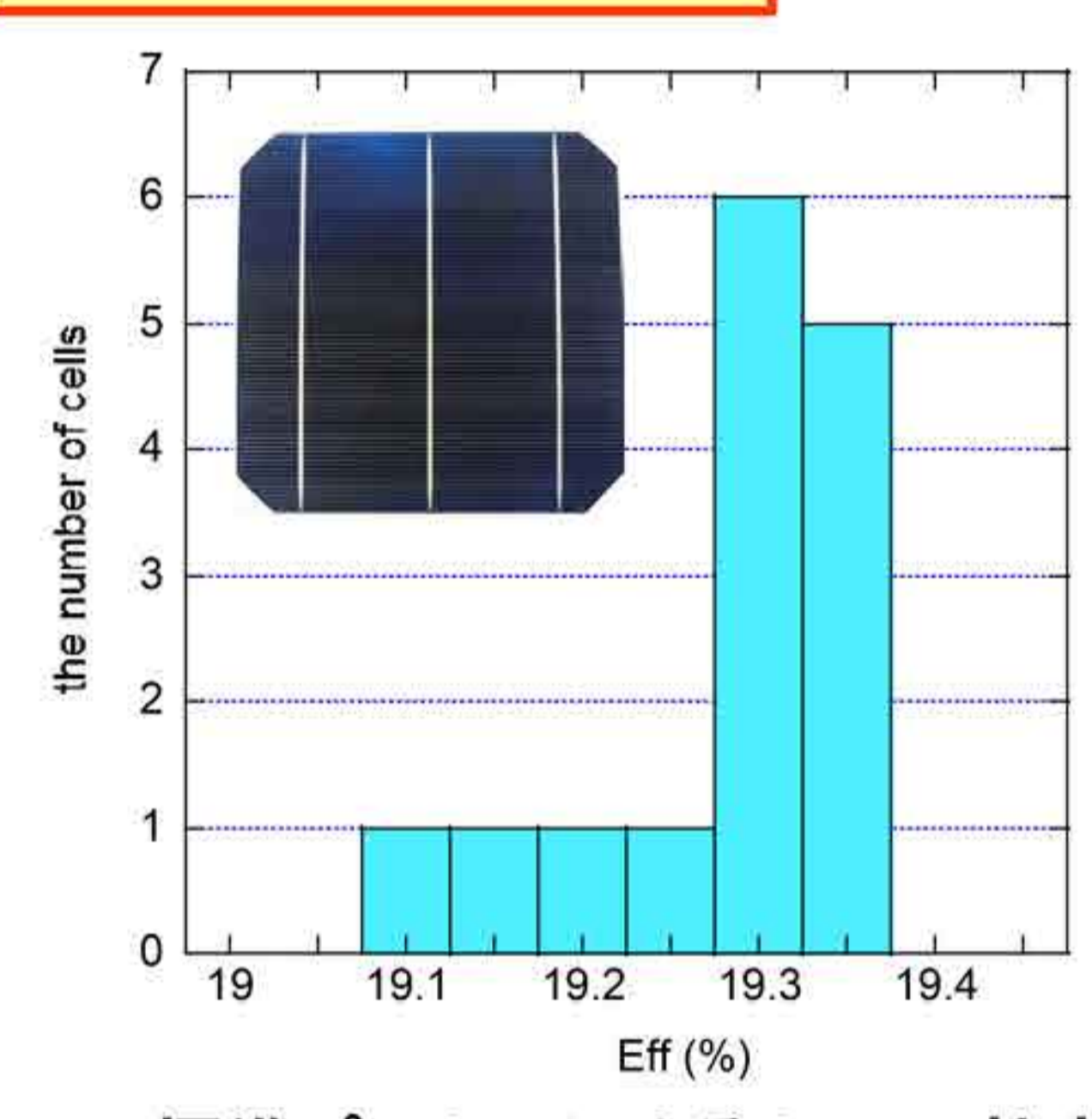
ウェハ(セル)の薄型化



セルの高効率化を目指して



高効率セル作製技術



FREA標準プロセスによるセルの効率 (Al-BSF 平均約19.3%)



両面受光タイプセル (効率19.4%)

新しいプロセス技術の開発



イオン注入技術

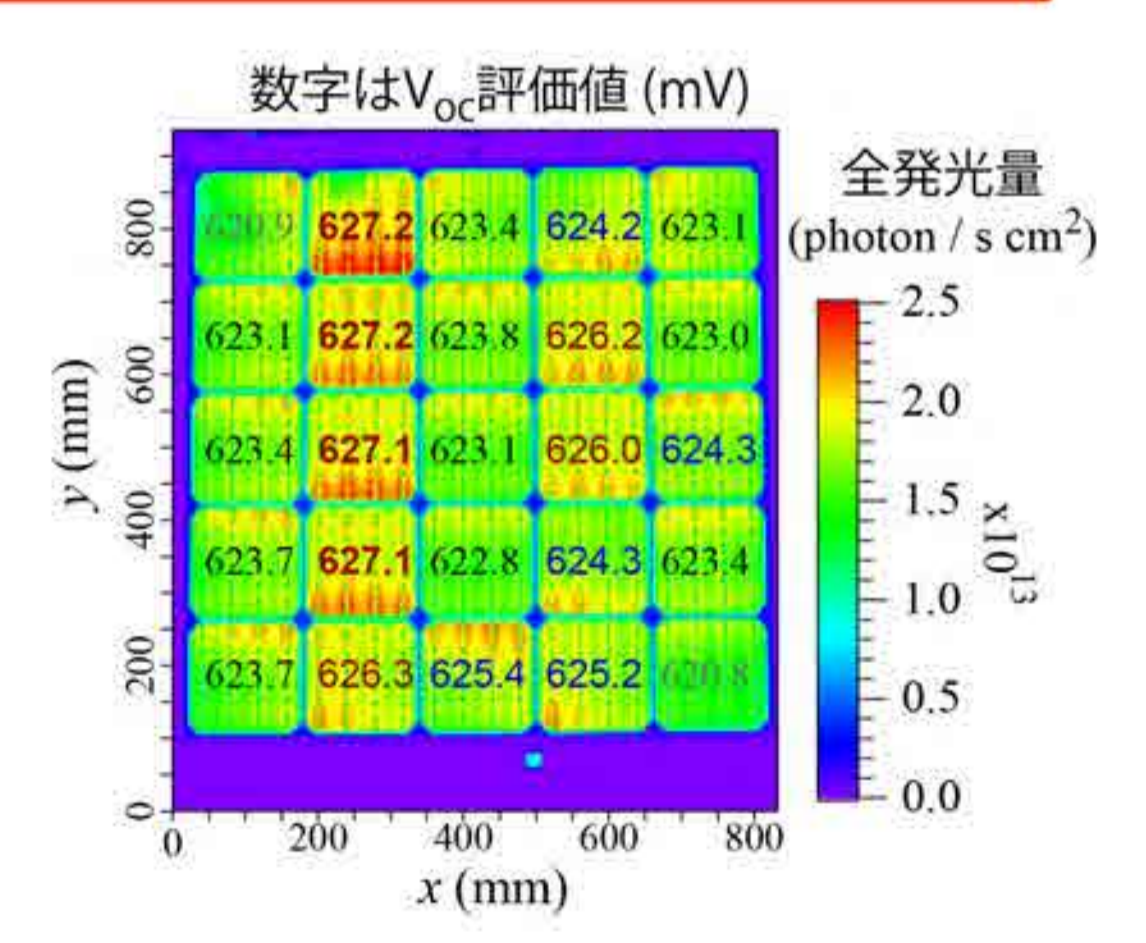


スピニング技術

モジュールの信頼性向上・新規評価方法の開発



絶対EL法



in situ ACインピーダンス測定法



レーザラマンエミッション顕微鏡

被災地企業のシーズ支援プログラム(2014年度)

日本化成(株)
モジュールの信頼性向上 (架橋助剤の開発)

(株)アサカ理研
分子結合チタニアシリカの開発 (ガラス上に塗布)

日本化成(株)
高効率セル作製のためのスピニング用薬液

(株)山王
導電性フィルムに混入させるAgめっきアクリル樹脂粒子の開発

(株)クレハ
波長変換材料

(株)カナメ
モジュールの取付け金具

クミネ工業(株)
天然粘土鉱物(ペントナイ)を用いたバックシート

スマートスタック技術

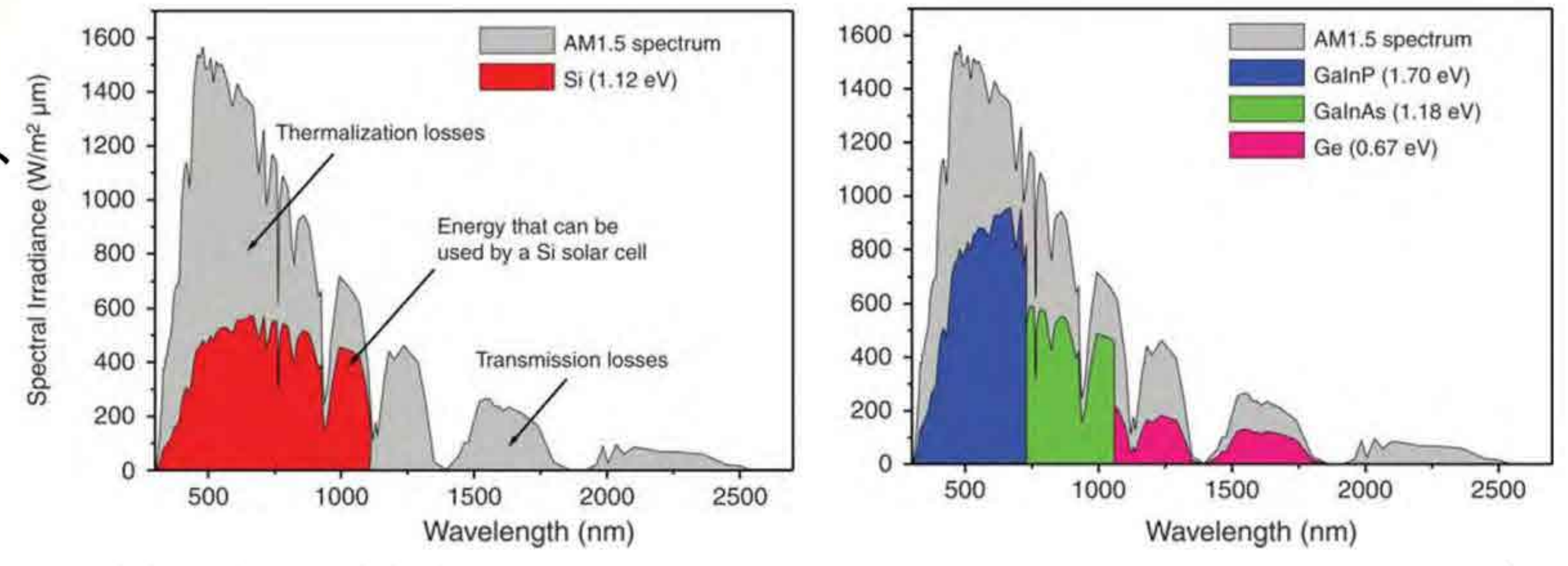
異種太陽電池積層による次世代多接合太陽電池

多接合太陽電池とは？

太陽電池には様々な種類がありますが、用いる材料のバンドギャップにより利用できる光の量・波長域は決まるため、単一の材料(単接合)では変換効率に限界があります。

例えば、結晶シリコン太陽電池(バンドギャップ: 1.12 eV)は理論上の限界変換効率が28%程度とされています。

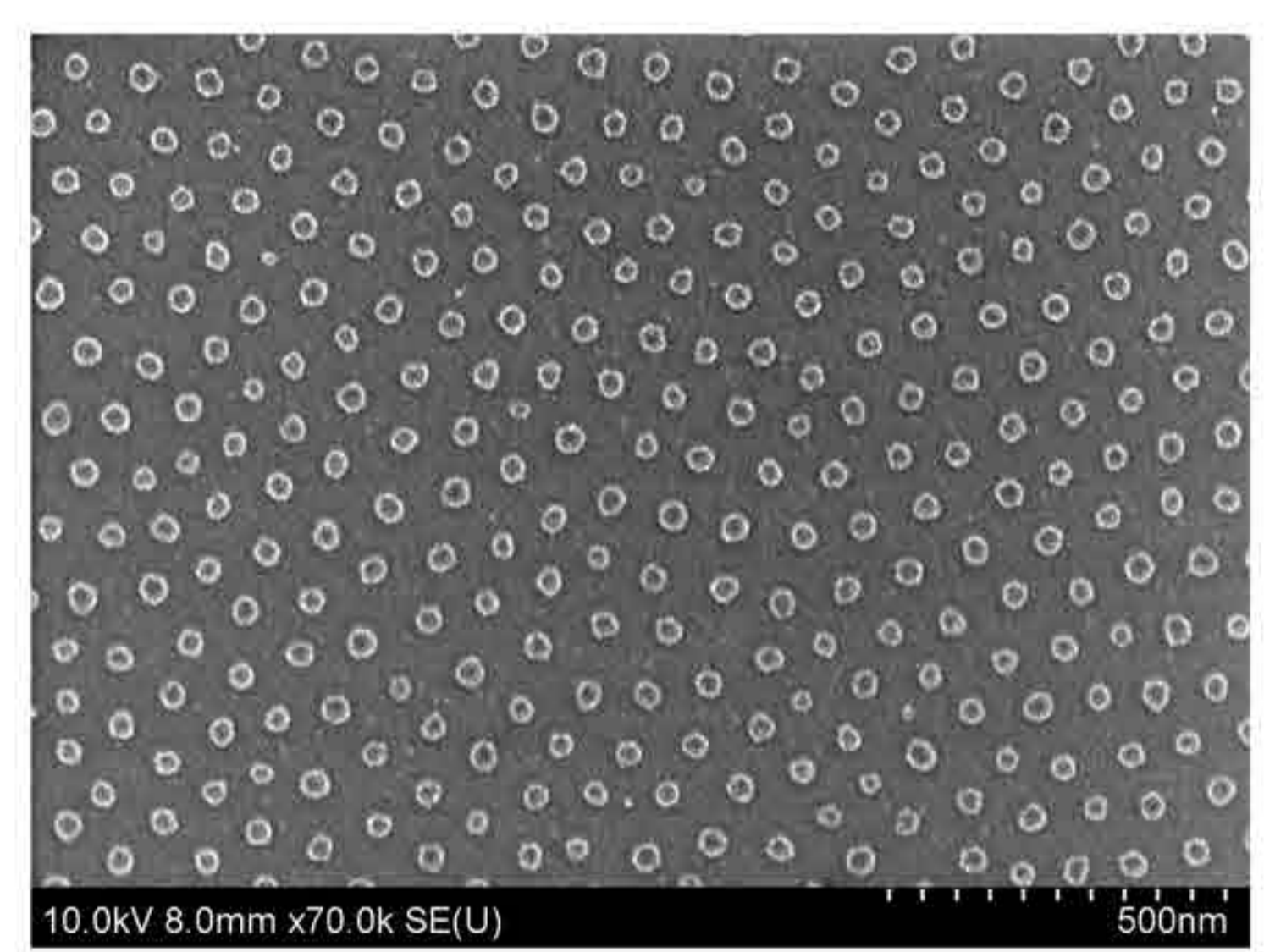
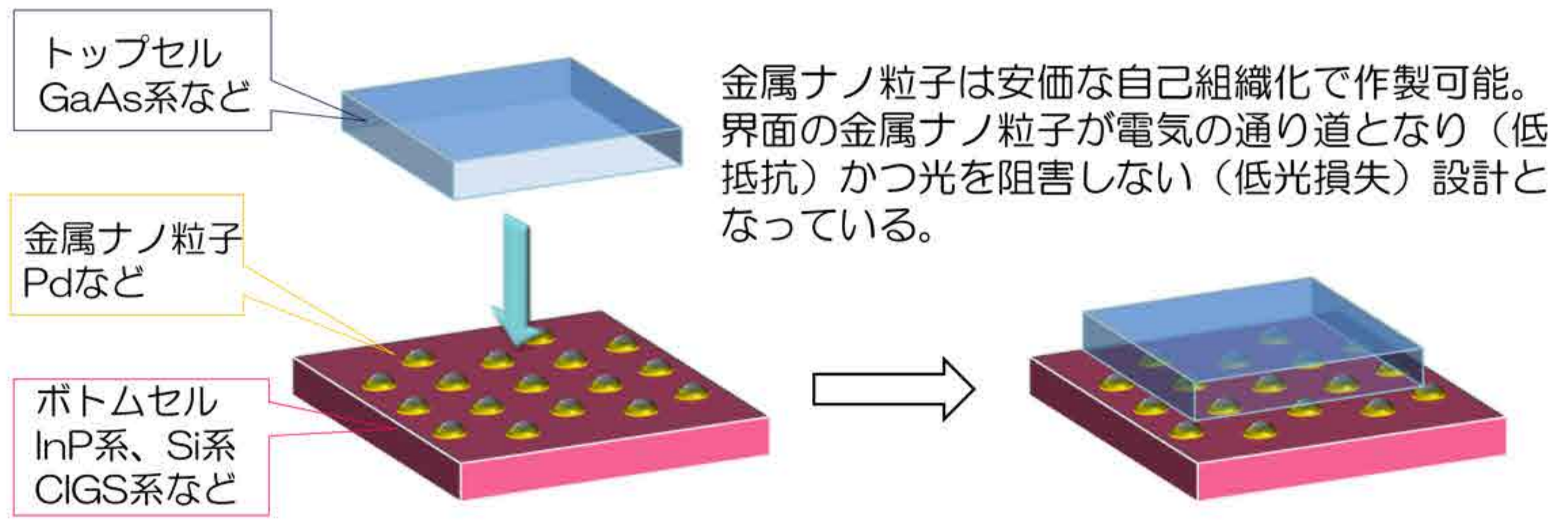
バンドギャップの異なる材料を積層(多接合化)することで多くの太陽光を利用し、より高い変換効率を実現できます。



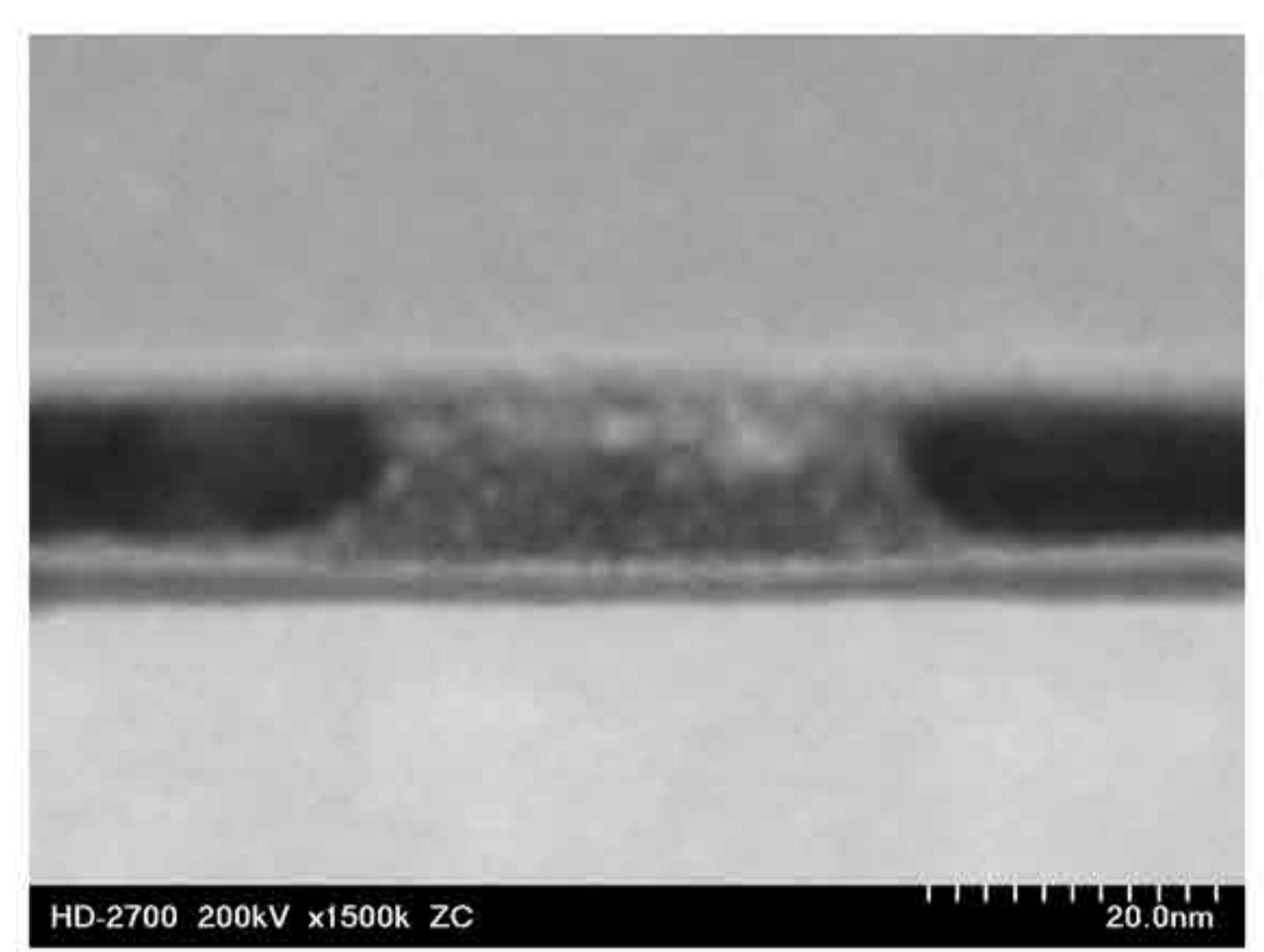
単接合(Si)と多接合(GaInP/GaInAs/Ge)太陽電池における利用可能な太陽光エネルギー比較
出典: F. Dimroth and S. Kurtz, *MRS Bulletin* 32, 320 (2007).

スマートスタックテクノロジー

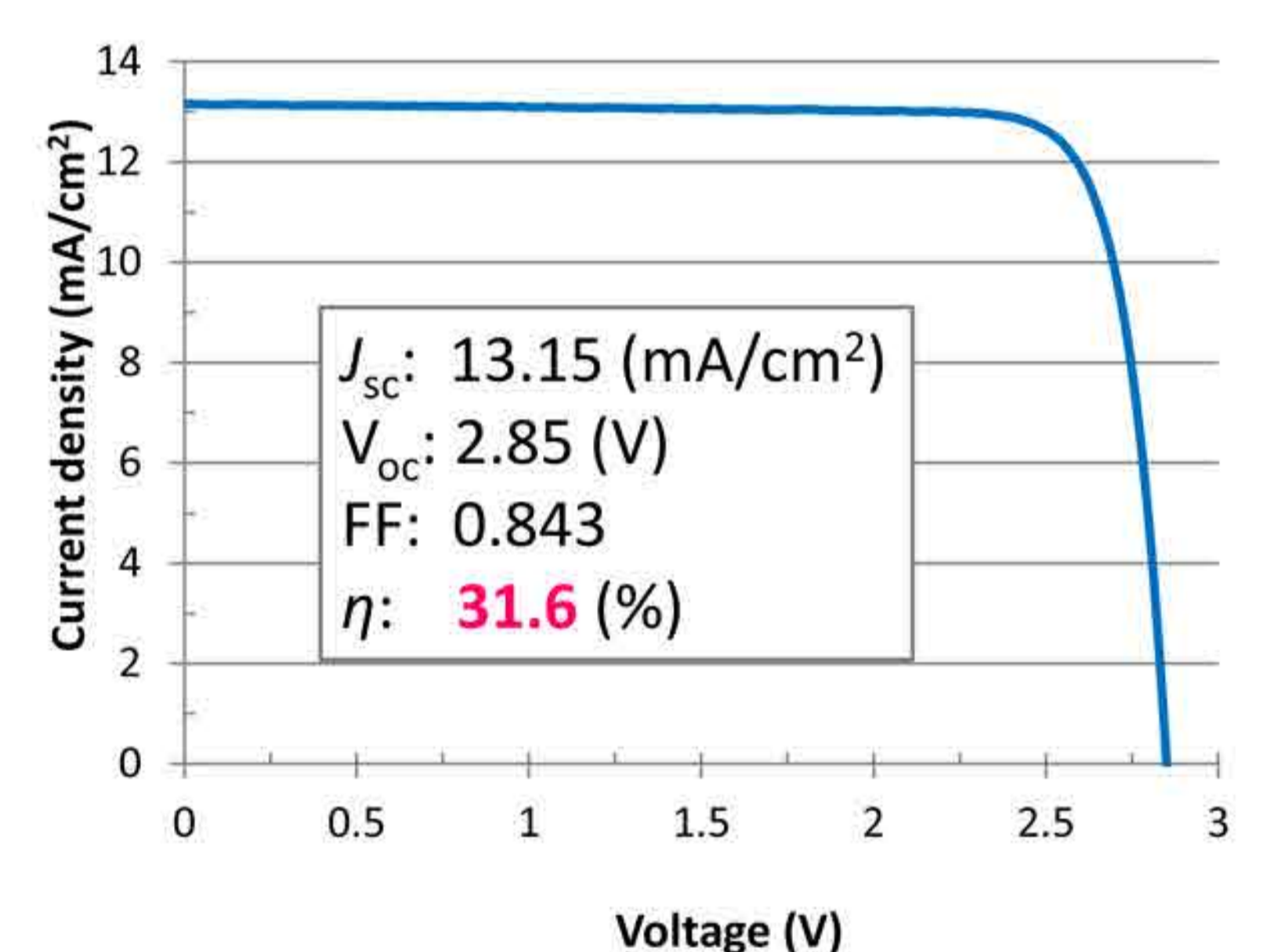
バンドギャップの異なる様々な材料を接合する手段として、われわれは金属ナノ粒子配列を接合媒体として用いる技術: 「スマートスタックテクノロジー」を開発しました。これまでにGaAs/InP系4接合太陽電池で変換効率31.6%、GaAs/CIGS系3接合太陽電池で24.2%を達成しています(つくばとの共同成果)。空气中で金属ナノ粒子を挟むだけで簡単に積層できるため量産性が良く、次世代太陽電池の有力な技術と考えられます。



金属ナノ粒子配列(金属:パラジウム、サイズ:~40 nm)



接合界面(ギャップ = Pdナノ粒子高さ: ~10 nm)



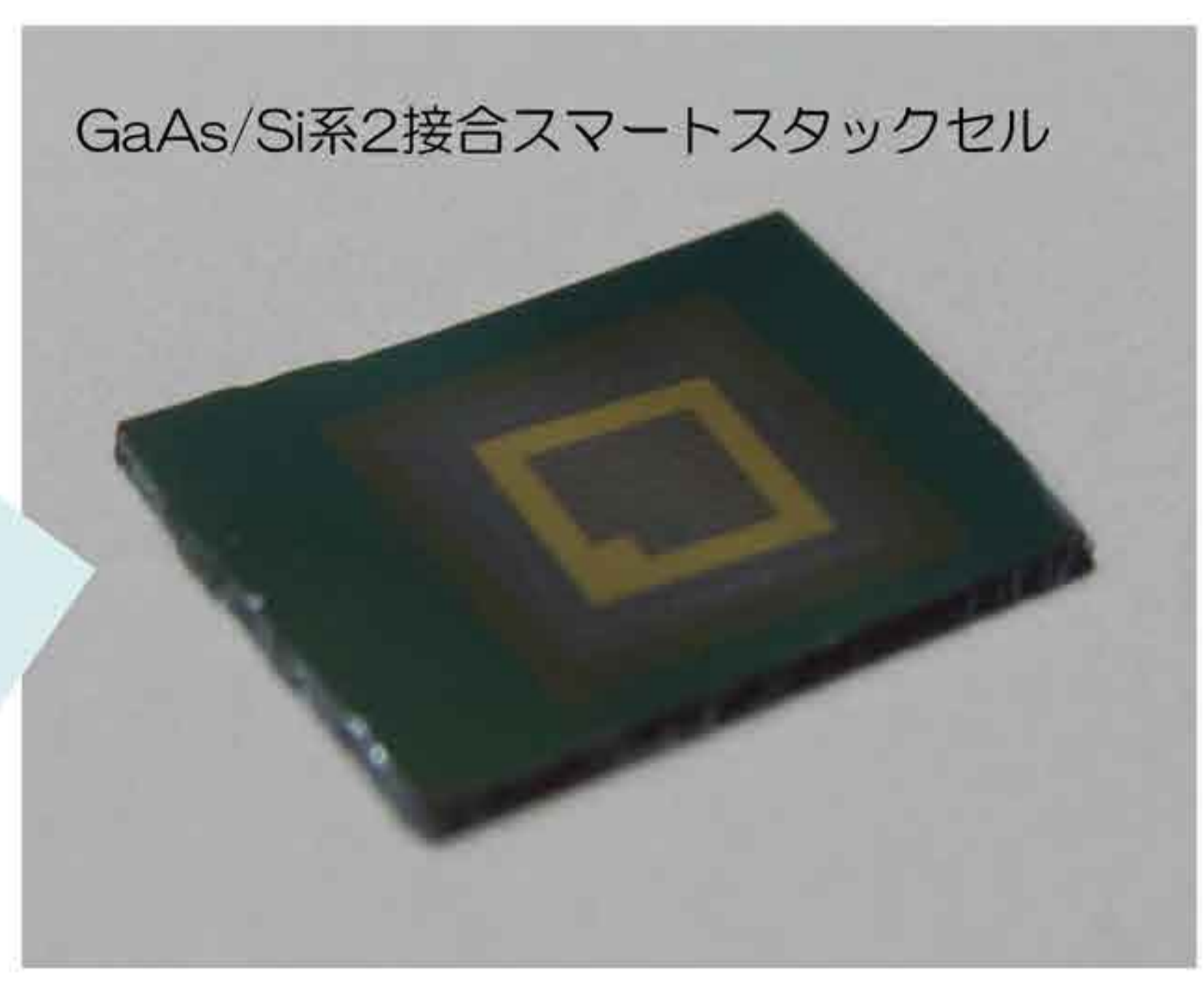
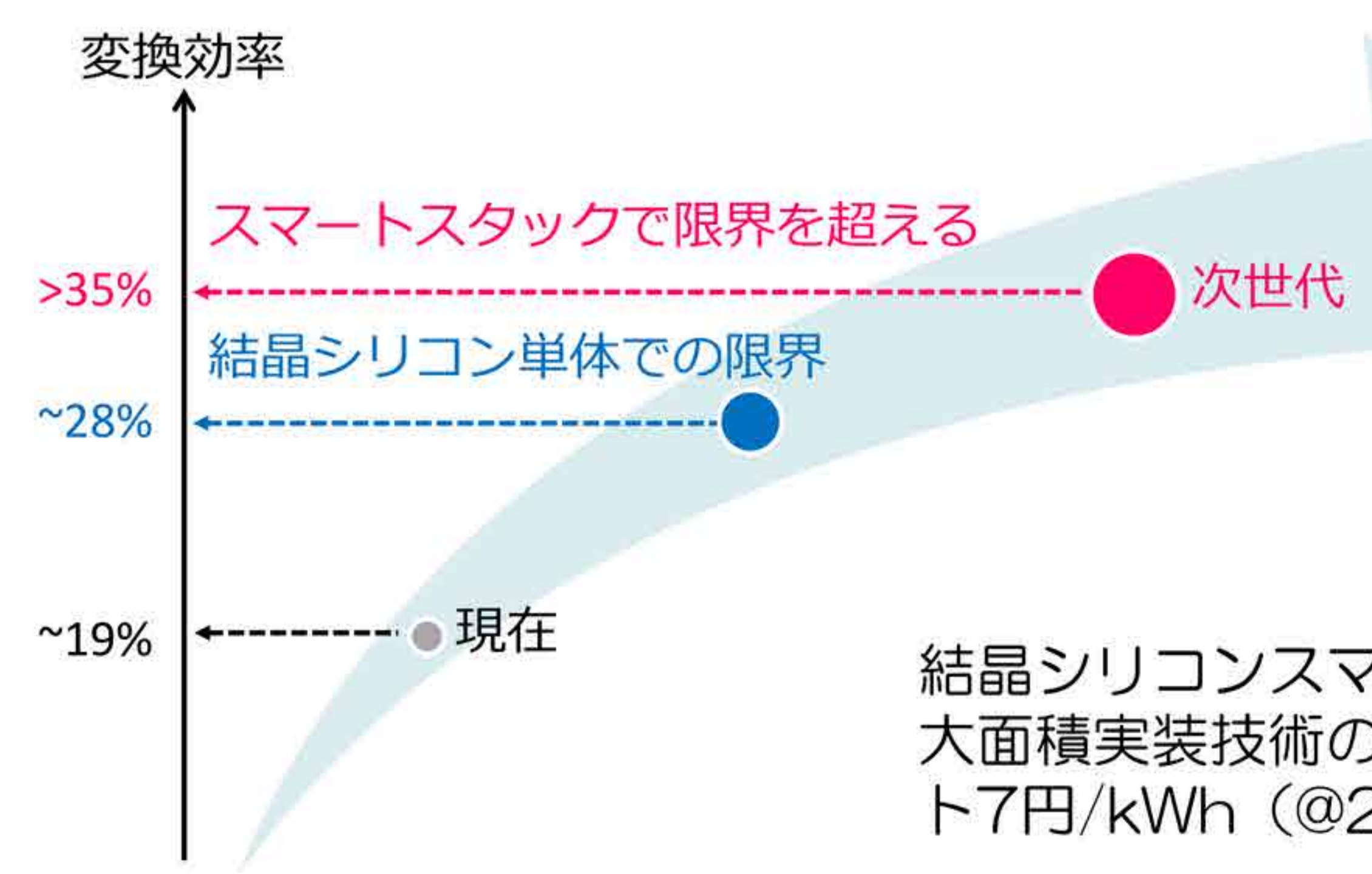
通常困難なGaAs/InP系4接合太陽電池の電流-電圧特性

結晶シリコンスマートスタックセル

FREAの薄型結晶シリコン太陽電池技術とスマートスタックテクノロジーを融合し、理論限界効率を超える「結晶シリコンスマートスタックセル」の開発を進めています。試作セル(GaAs/Si系2接合)において、良好な接合を確認済みです。



FREA製薄型結晶シリコンセル



GaAs/Si系2接合スマートスタックセル

結晶シリコンスマートスタックセルのモジュール化に向けた大面積実装技術の研究開発にも合わせて取り組み、発電コスト7円/kWh (@2030年)の実現を目指します。

地熱チーム (研究概要)

チームの概要と目標

地熱チームでは、「地熱の適正利用」をキーワードに、地熱エネルギーを地下や社会の状態に合わせて、適正な規模および形態で持続的に利用するために一連の研究開発を実施しています。

短期的には、温泉と共生した地熱発電のためのモニタリング機器の開発、貯留層変動のモニタリング、貯留層シミュレーション技術の開発等により、地熱発電量の増大と持続性の維持に直接的に寄与することを目指しています。

また、長期的には、沈み込み帯に起源を有する超臨界地熱資源を利用した革新的発電法の開発や、地熱エネルギーの社会実装法の導出等により、ベースロード電源として地熱エネルギーを大量導入可能にします。

チームのメンバー

浅沼 宏
(チーム長, 地熱開発工学)
相馬 宣和
(主任研究員, 物理探査工学)
石橋 琢也
(研究員, 貯留層工学)
最首 花恵
(研究員, 地球化学)
山谷 祐介
(研究員, 物理探査工学)
阪口 圭一
(兼)IC, 地質学)
桑名 栄司
(テクニカルスタッフ)

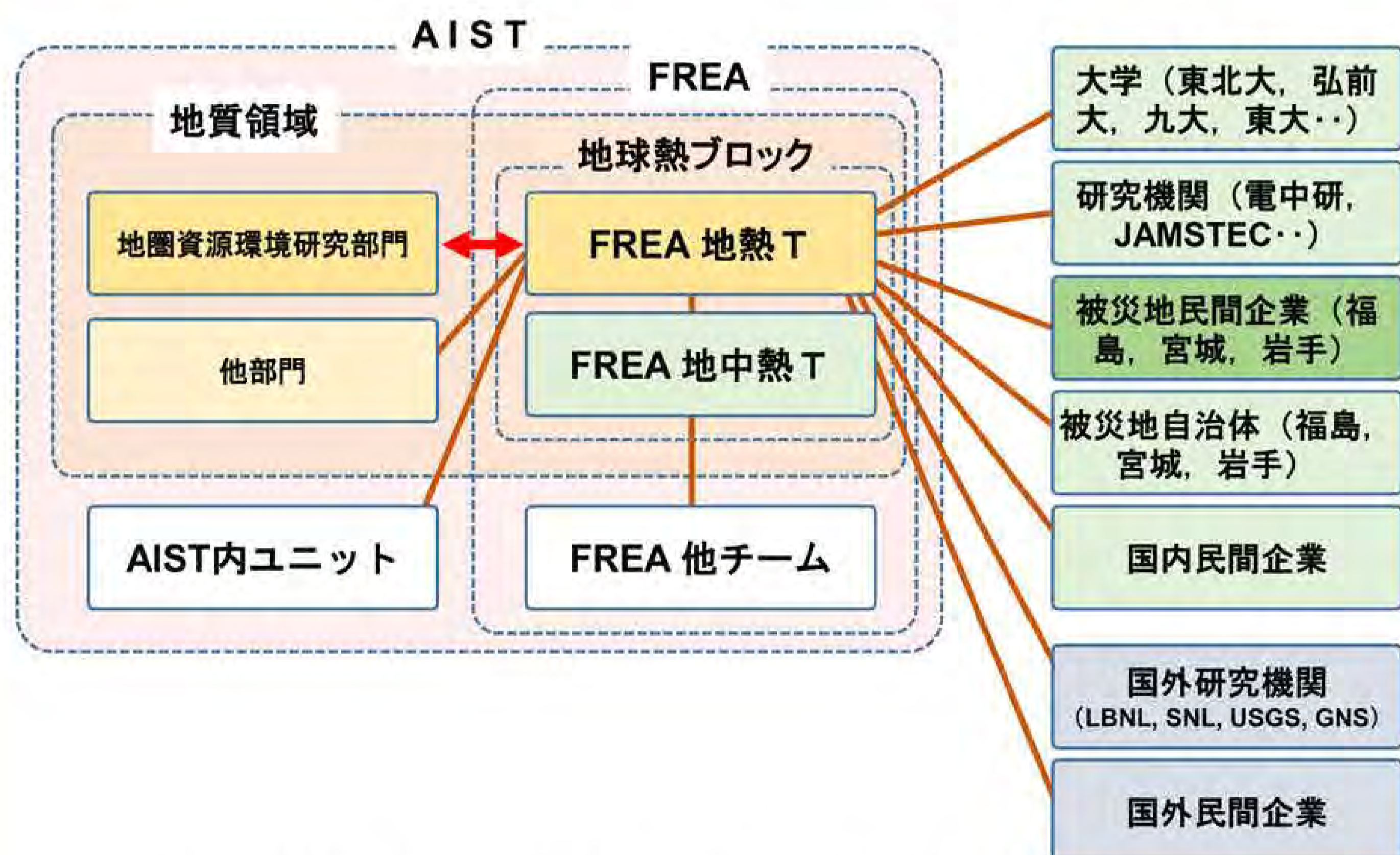
大月 文恵
(テクニカルスタッフ)
水崎 雄二郎
(テクニカルスタッフ)
柴田 由美子
(テクニカルスタッフ)
長谷川 裕樹
(テクニカルスタッフ)
石川 慧
(RA, 東北大)
寺澤 佑貴
(RA, 東北大)

主な研究活動

現在、地熱チームでは、地域によって大きく異なる地下や社会の状況に合わせて地熱資源を適切に利用可能にするために、短期的および長期的視点からの研究計画を立案し、国や民間企業等からの委託を受け、様々なプロジェクトを実施しています。それとともに、地熱システムの科学的理解の深化を目指して、学術的基礎研究も行っています。

地熱研究では、フィールドで実データの取得を行ない、それをベースに研究を行うことが非常に重要です。このため、東北地方を中心とした多数のフィールドで、野外実験やモニタリングを実施しています。

地熱チームでは、FREA内の他の研究チーム、産総研内の他の研究ユニットに加え、国内外の大学、研究機関、企業等と連携して研究を行っています。特に、東日本大震災被災地域の企業や大学と連携し、新技術の創出や産業化に対する支援、さらには本分野の将来を担う若手人材の育成を目指している点も特徴です。



FREA地熱チームと他ユニット, および国内外の他機関との研究連携

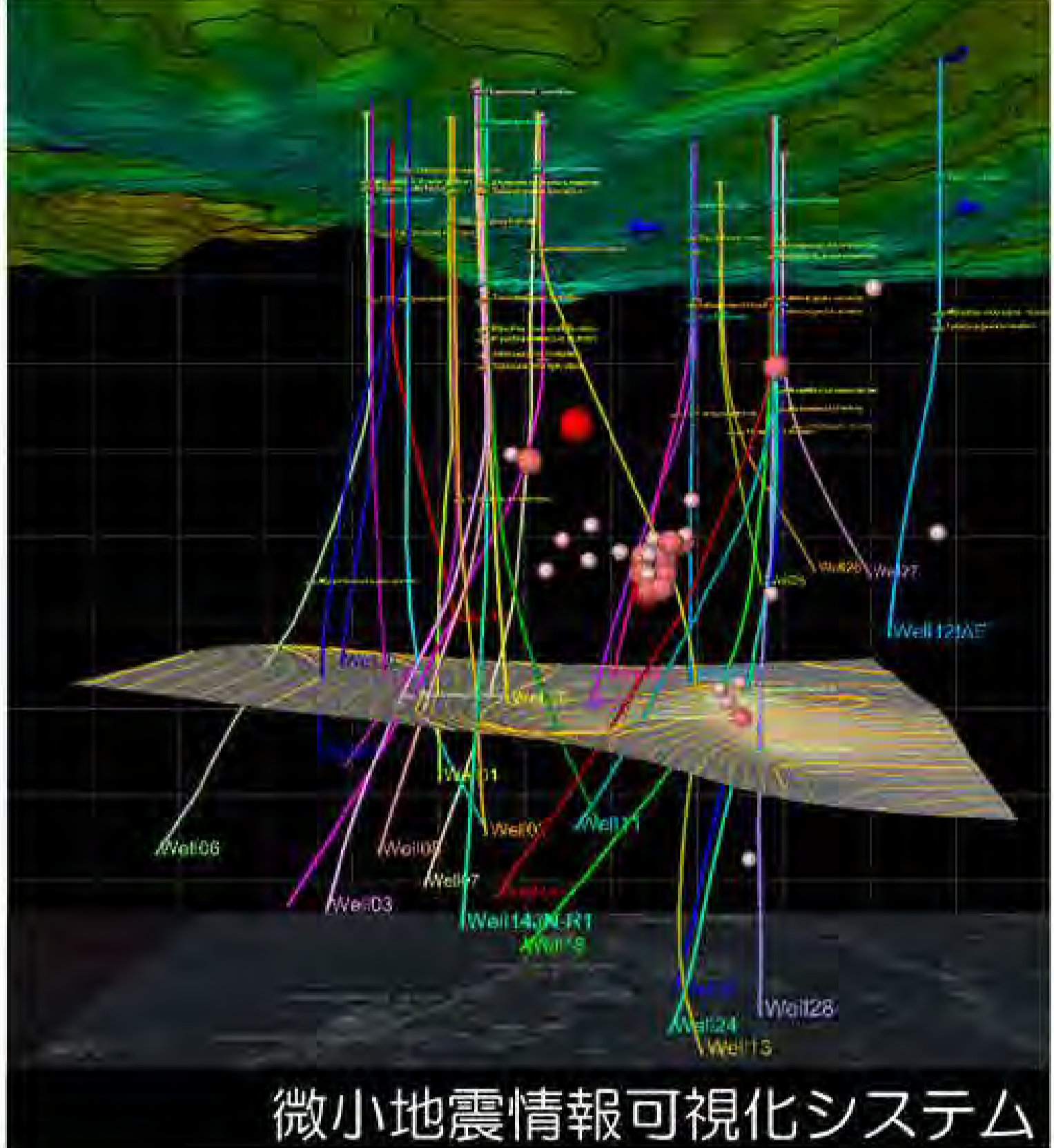


2015年現在の主な研究対象地域

地熱チーム (主な研究成果)

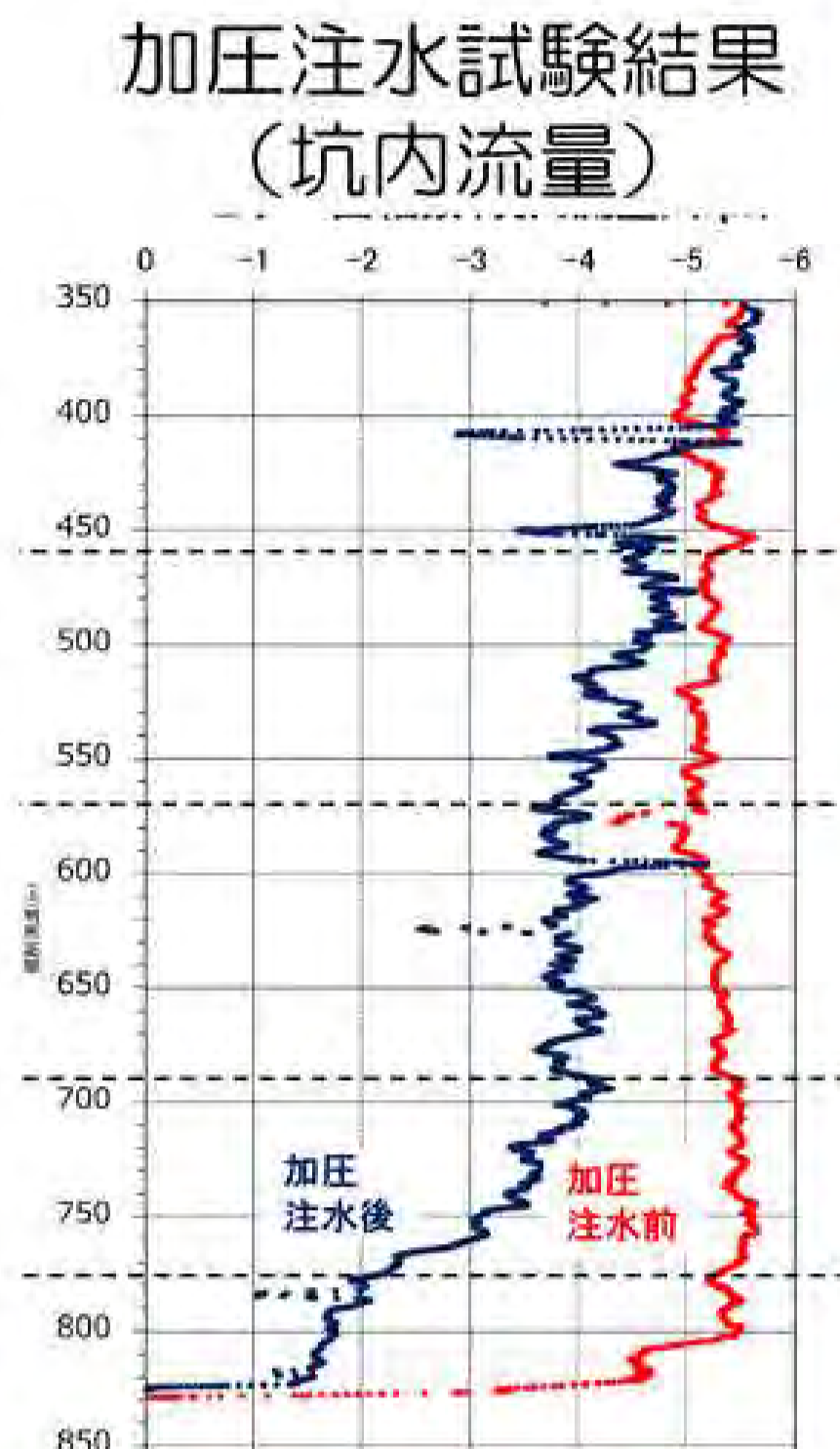
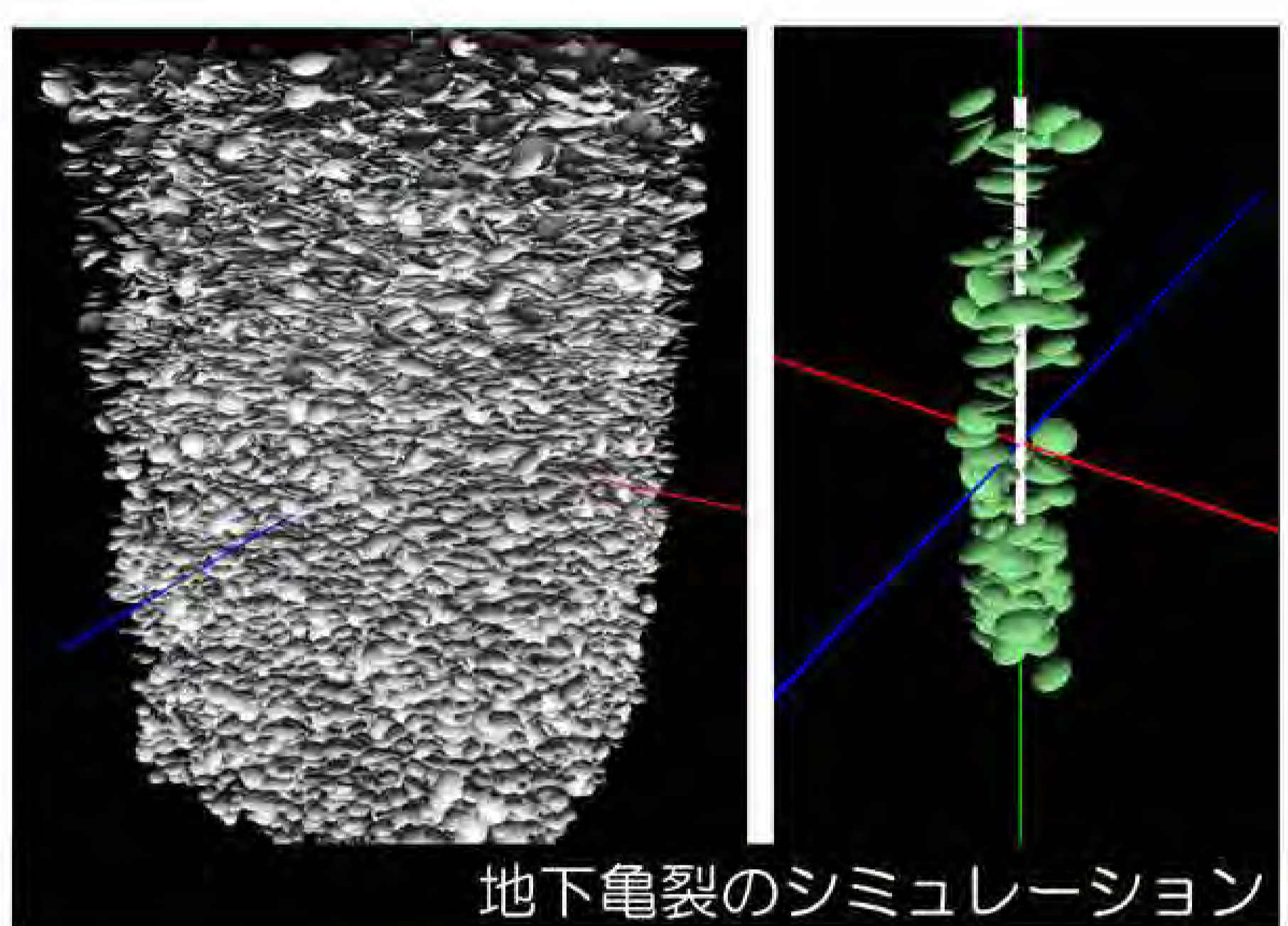
福島県柳津西山地熱地域での微小地震遠隔モニタリング

2015年度から、福島県柳津西山地熱発電所で蒸気生産量減衰防止・生産量回復のための涵養注水試験が実施されています。地熱チームでは本地域に高密度微小地震遠隔モニタリングネットワークを設置し、運用を開始しました。これにより、FREAで微小地震活動のリアルタイムモニタリングが可能になり、適切な注水による生産量の回復に寄与する計画です。



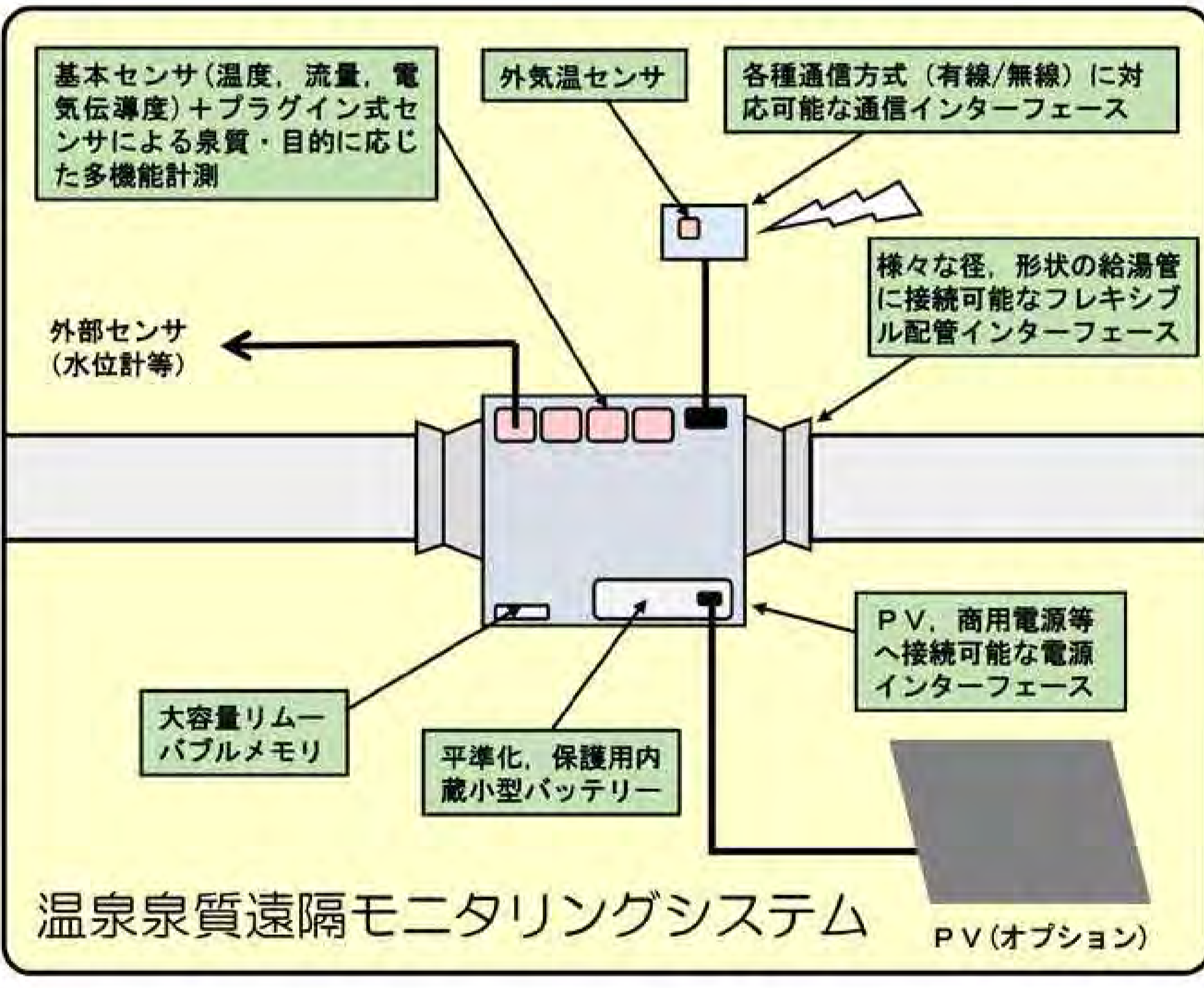
地熱井加圧注水シミュレータの開発

坑井を介した貯留層への加圧注水により、地熱貯留層の能力改善を試みる必要があります。地熱チームは欧米の研究者と連携して加圧注水に対する亀裂の応答を模擬するシミュレータを開発しました。東北地方の還元能力が低下した坑井を対象に実証試験を行ない、事前シミュレーションで予測した通りに能力改善を実現し、発電量を約1.1 MW増大させることに成功しました。

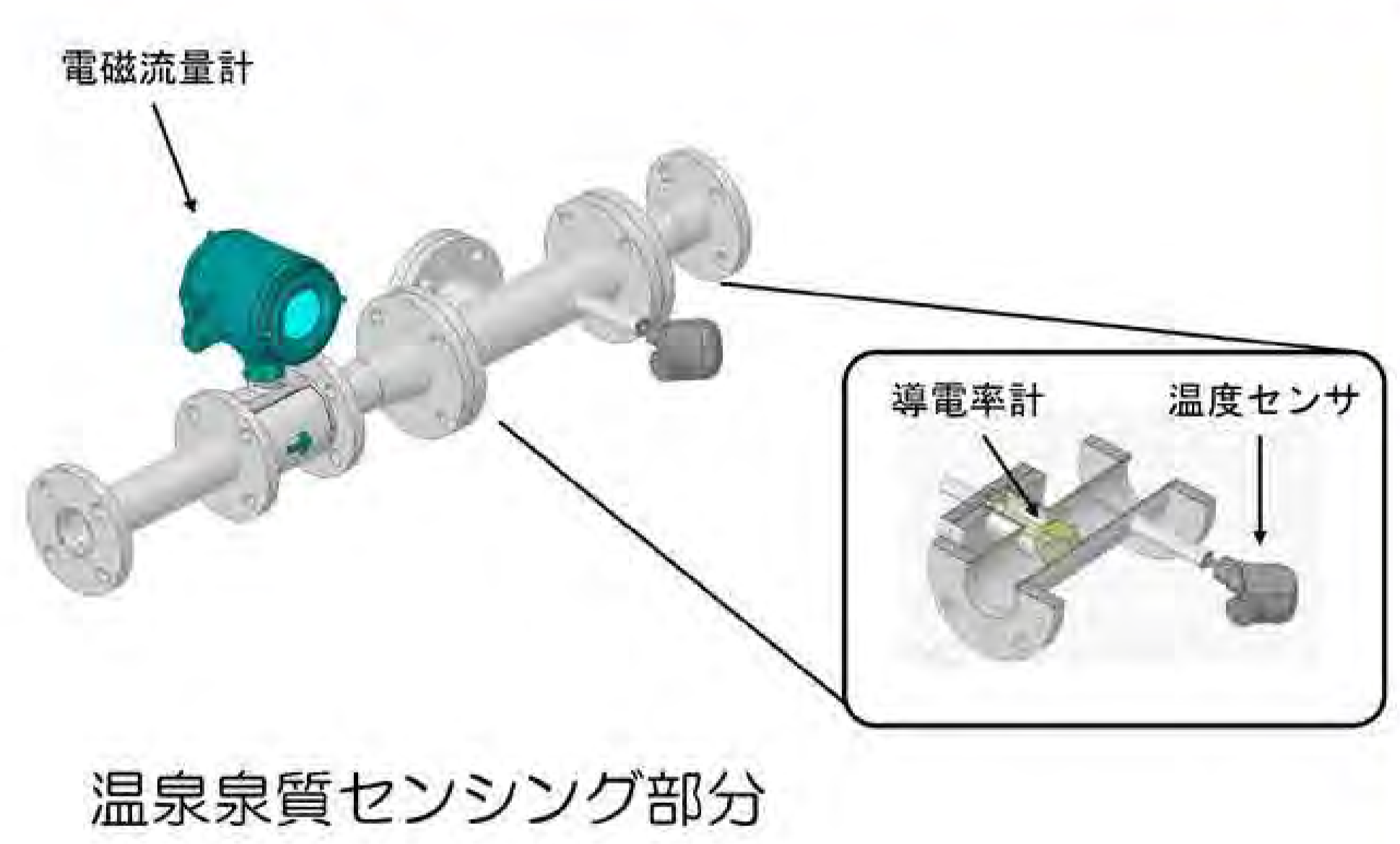


温泉泉質の遠隔モニタリングシステムの開発

地熱発電と温泉との関連を科学的に説明可能にするために、温泉の基本的な泉質(温度、流量、電気伝導度)を連続計測できるシステムの開発を開始し、プロトタイプを製作しました。このシステムは自立型計測を可能とし、インターネットを通じて、連続的に取得したデータをサーバへ転送します。

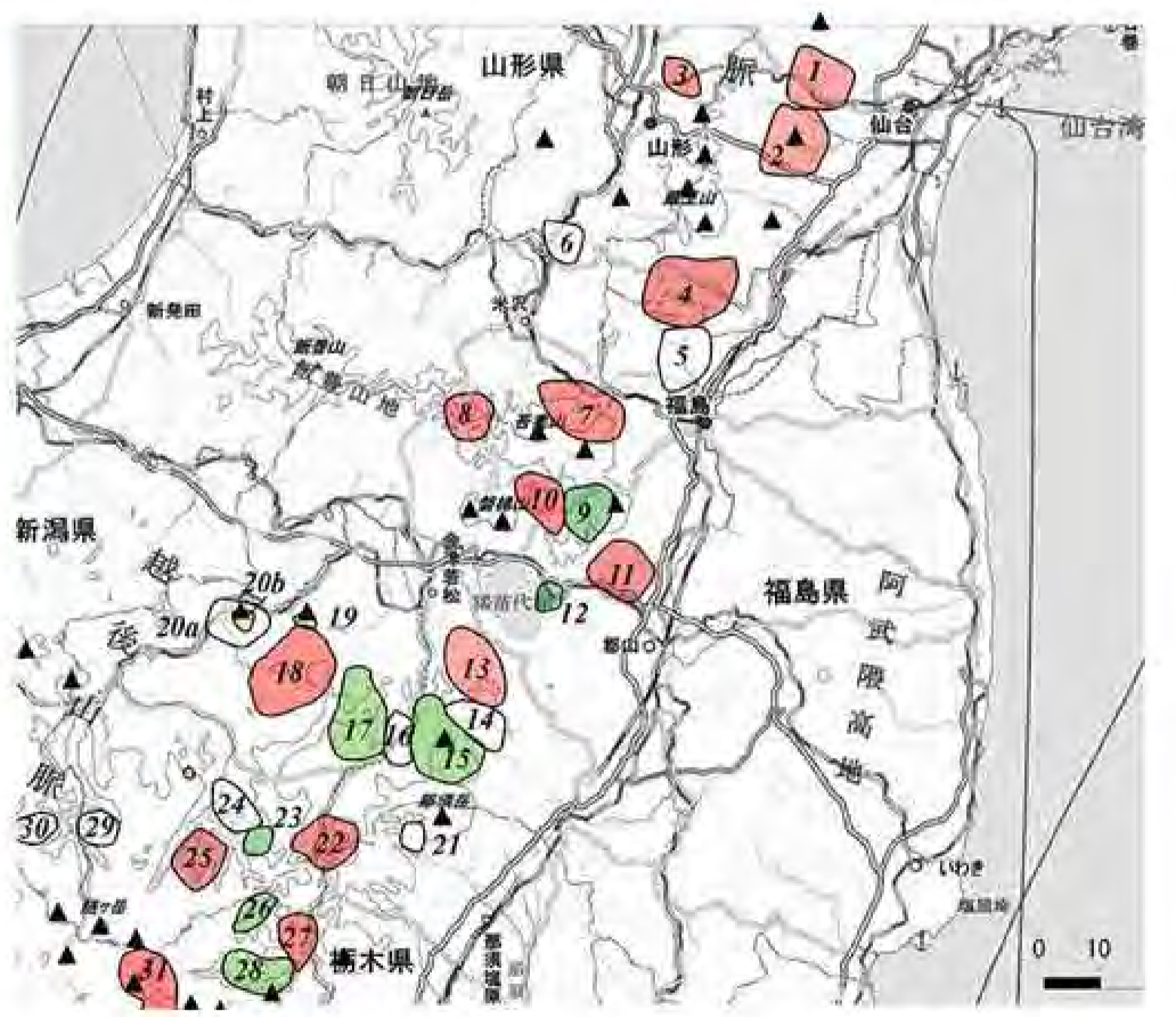
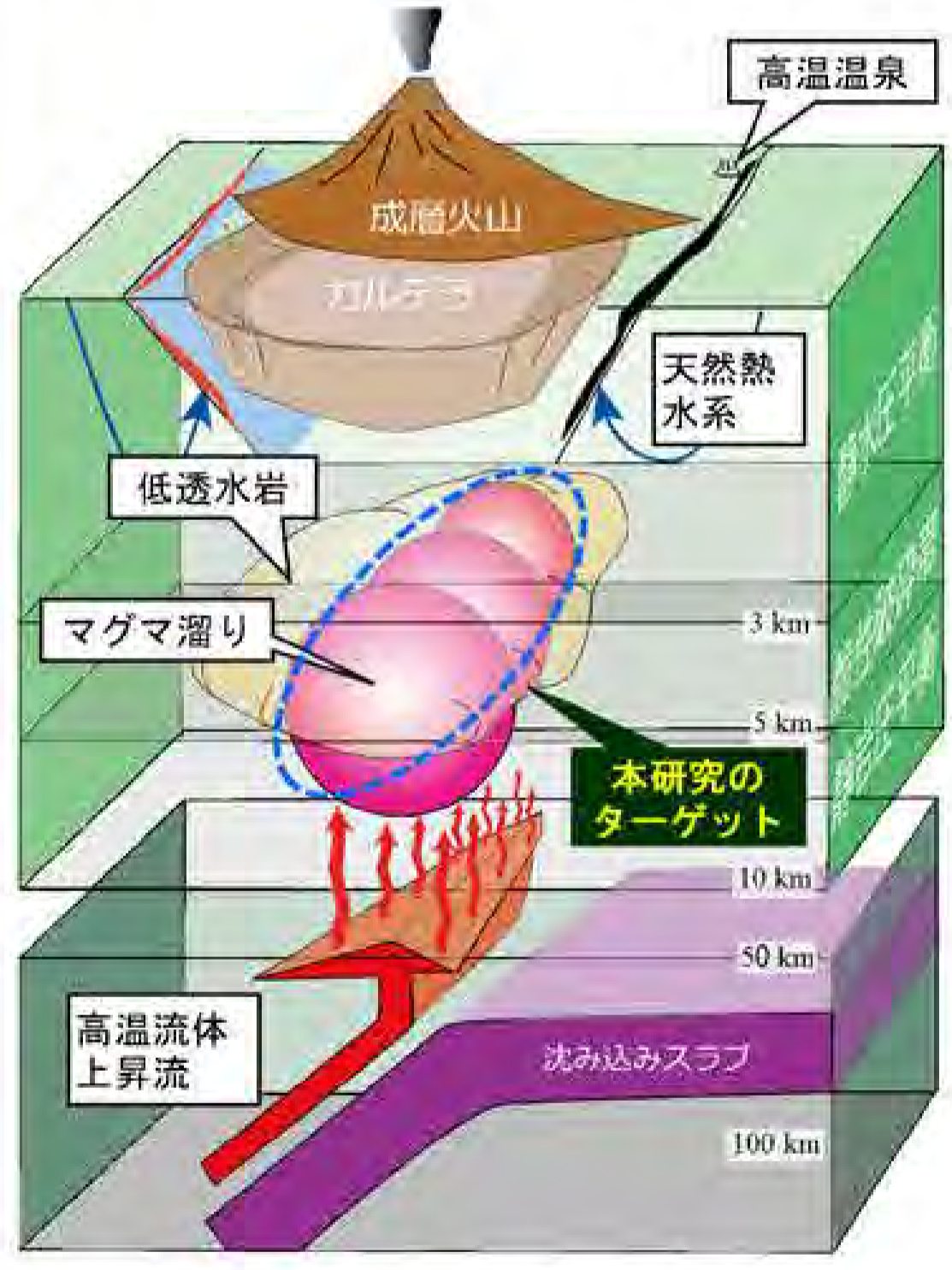


今後、様々な泉質の温泉地域でのフィールドテストを重ね、2017年度末の実用化を目指しています。



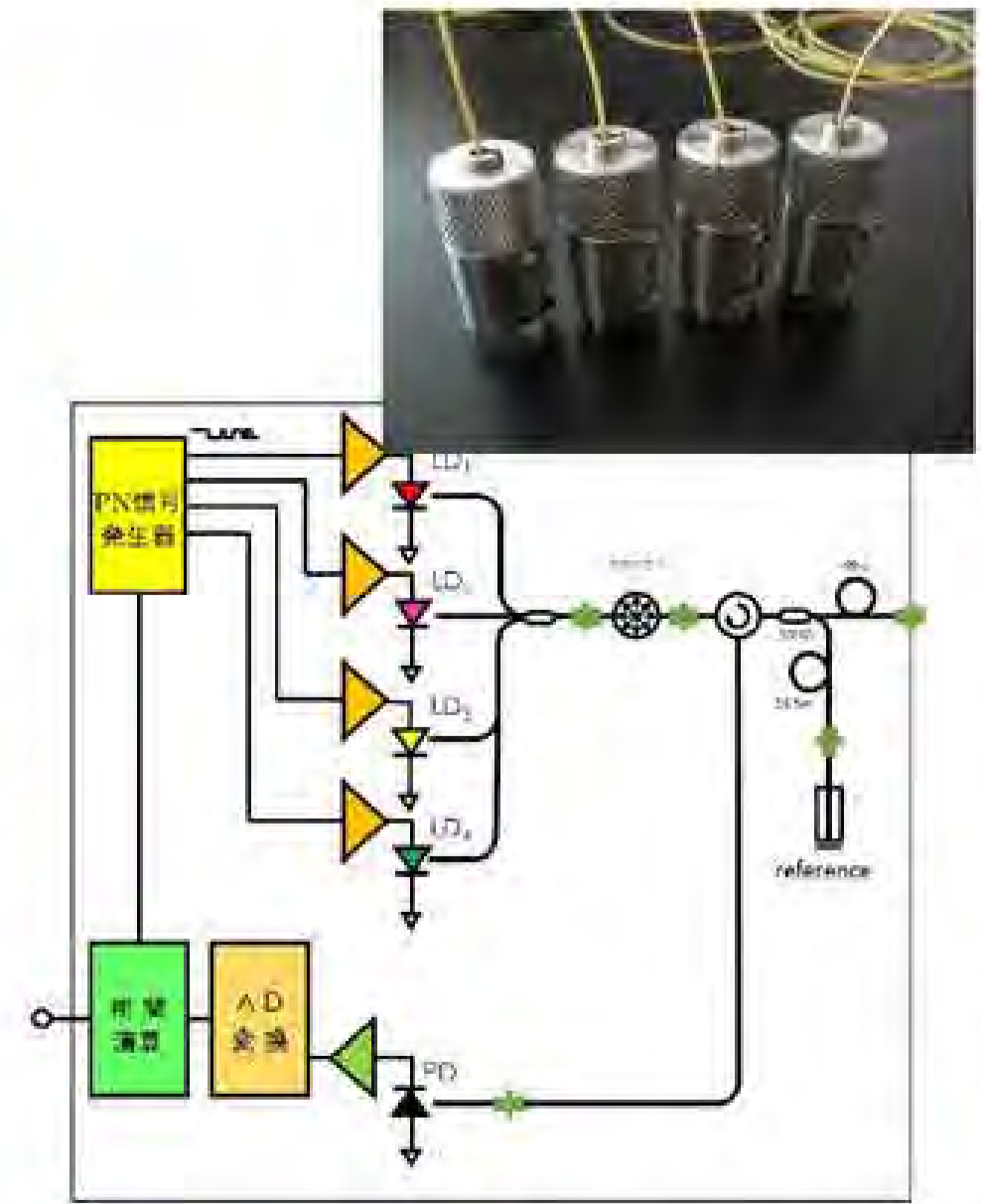
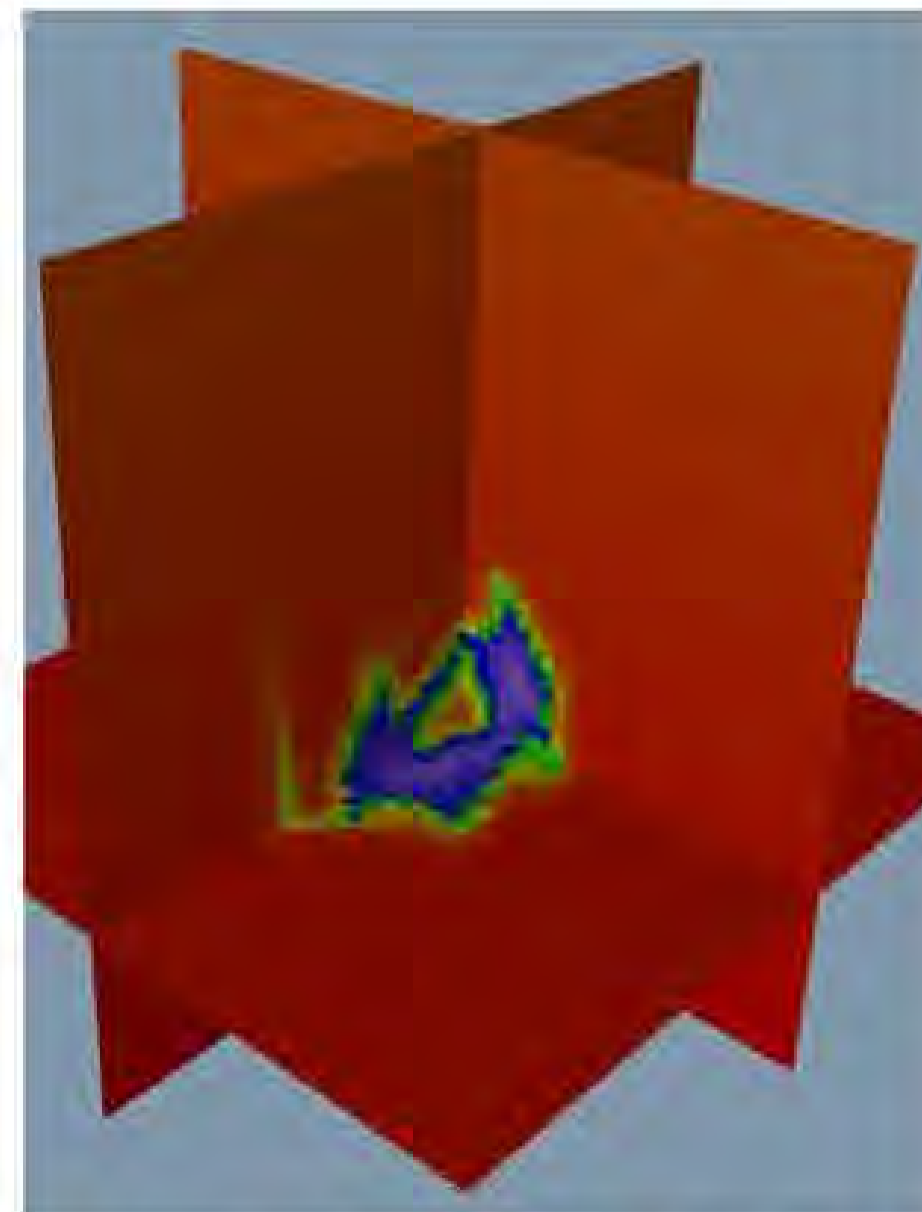
沈み込み帯起源超臨界地熱資源の開発による発電量の飛躍的増大

最新の地球科学分野での研究により、国内の古カルデラ下部に、沈み込み帯で発生した高温・高圧の超臨界地熱資源が大量存在する可能性が示されています。これを利用可能にするためには多くの科学的・技術的チャレンジが必要です。地熱チームは国内の研究者、技術者からなる研究チームを組織し、2040年にベースロード電源として利用可能にすることを目指し、研究企画を開始しました。



被災地企業のシーズ支援プログラム

- これまでに以下の技術シーズ支援を行っています。
- (a) 地熱貯留層評価技術の評価
 - (b) 高傾斜地熱井内での比抵抗測定装置の開発
 - (c) 地熱貯留層計測のための光マイクロセンサの開発
 - (d) 地熱貯留層性能予測シミュレータの評価
 - (e) 温泉水と廃アルミを利用した水素製造システムの開発
 - (f) 温泉発電用小型バイナリー発電システムの開発
 - (g) 空気熱交換型地中熱利用システムシミュレータの開発と性能評価

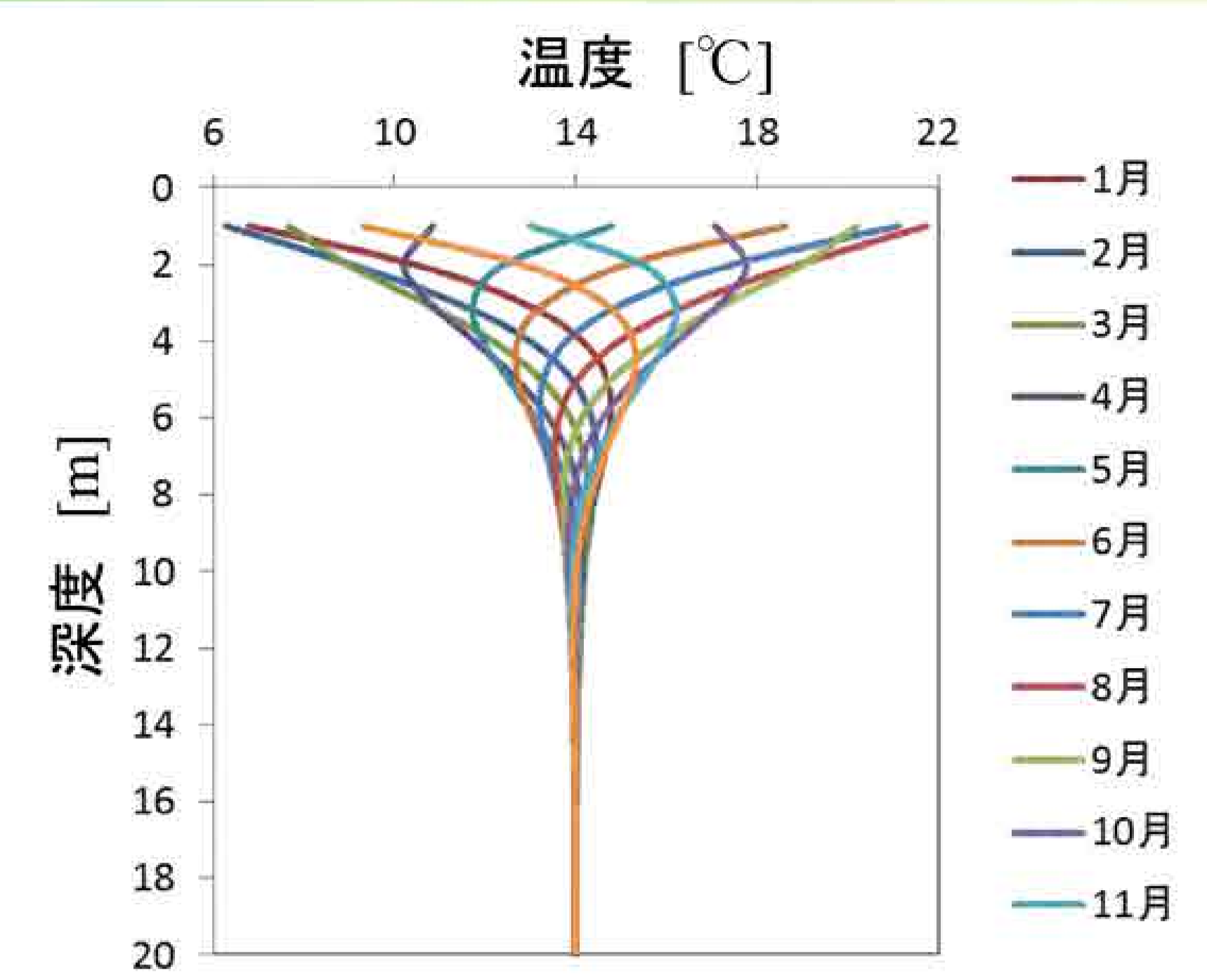


地中熱チーム（研究概要）

研究の全体概要

地中熱は地下を利用する省エネ技術であり、地下の地質や地下水の状態を知ることが大切です。そのため、地中熱チームでは、産総研・地質調査総合センターと連携し、ボーリングによる地質調査や深度別の地下水温度の調査、広域地下水流動熱輸送シミュレーションなどを行い、地域の地下環境に応じた地中熱の利用可能性(地中熱ポテンシャル)を調べる研究を行っています。

また、様々な地下環境に応じた地中熱利用方法を開発する研究も行っています。FREAの地中熱システム実証試験場では、浅部・深部の地下を利用する2種類の熱交換器を組み合わせた実験を行っています。また、同様のシステムを茨城県つくば市の産総研・地質標本館にも導入しており、地質や地下水の流れの異なる地域での運転方法・効率の違いを調べています。



地下温度の季節変動の計算値

地中熱ポテンシャル評価の研究

地中熱利用の対象となる地下数m～100m付近には、地下水が豊富に存在しており、その流動性に応じた地中熱の利用が有効と考えられます。

地中熱チームでは、適切な地中熱利用の普及促進のため、地質・地下水環境や地下熱環境について、産総研・地質調査総合センターと協力し、調査・研究を行っています。また、現地調査や数値解析による地中熱のポテンシャル評価手法の開発を進めています。

山形盆地の地下温度分布(「水文環境図 山形盆地」より)

現地調査

地中熱ポテンシャルマップ(一例)

数値シミュレーション

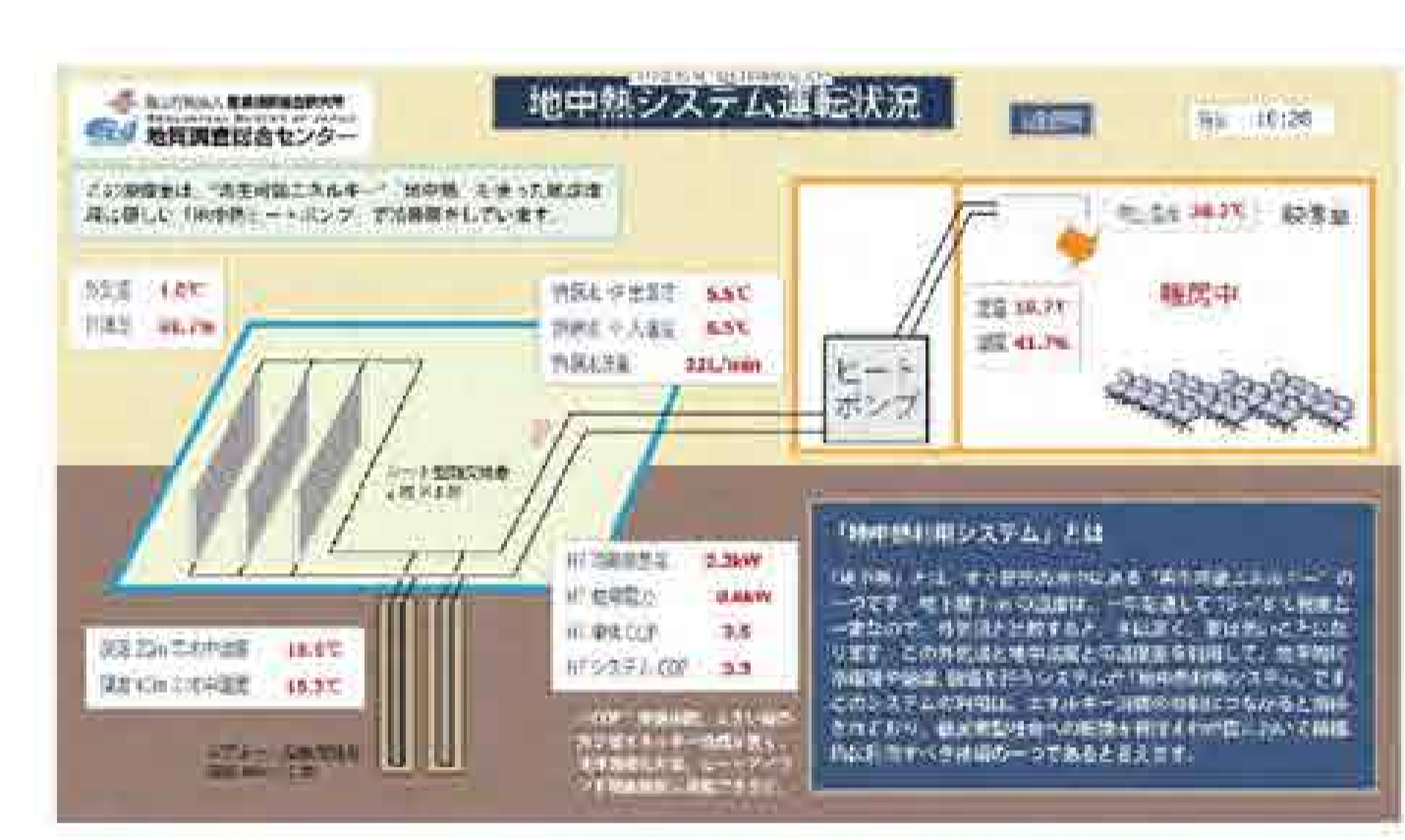
地中熱利用最適化技術開発

浅層(深度1~2m)と深層(深度~100m程度)の地下を効率的に活用できる地中熱利用システムの運転方法最適化評価及び、水文地質を活用したより効率的な熱交換器の開発を行っています。

シート型熱交換器
(深度1~2mに埋設)

熱交換器に関する
数値モデル

福島再生可能エネルギー研究所地中熱実験圃場および茨城県つくば市の産総研・地質標本館では、様々なタイプの水平型熱交換器と従来の熱交換器を組み合わせた地中熱利用システムを導入し、水文地質環境の異なる地域での運転方法や効率の違いについて、長期計測や数値シミュレーションを用いて検討・評価しています。



「見える化モニター」

また、リアルタイム稼働状況のモニタ表示や熱交換井部分の「見える化」により、地中熱利用システムの普及促進を目指します。

研究設備

水平型熱交換器

福島再生可能エネルギー研究所
地中熱実験圃場

熱応答試験(TRT)装置
設置した熱交換器の熱交換能力を測定します。

熱伝導率計 →
土壌・岩石等の熱伝導率を迅速(最短60秒)で測定します。

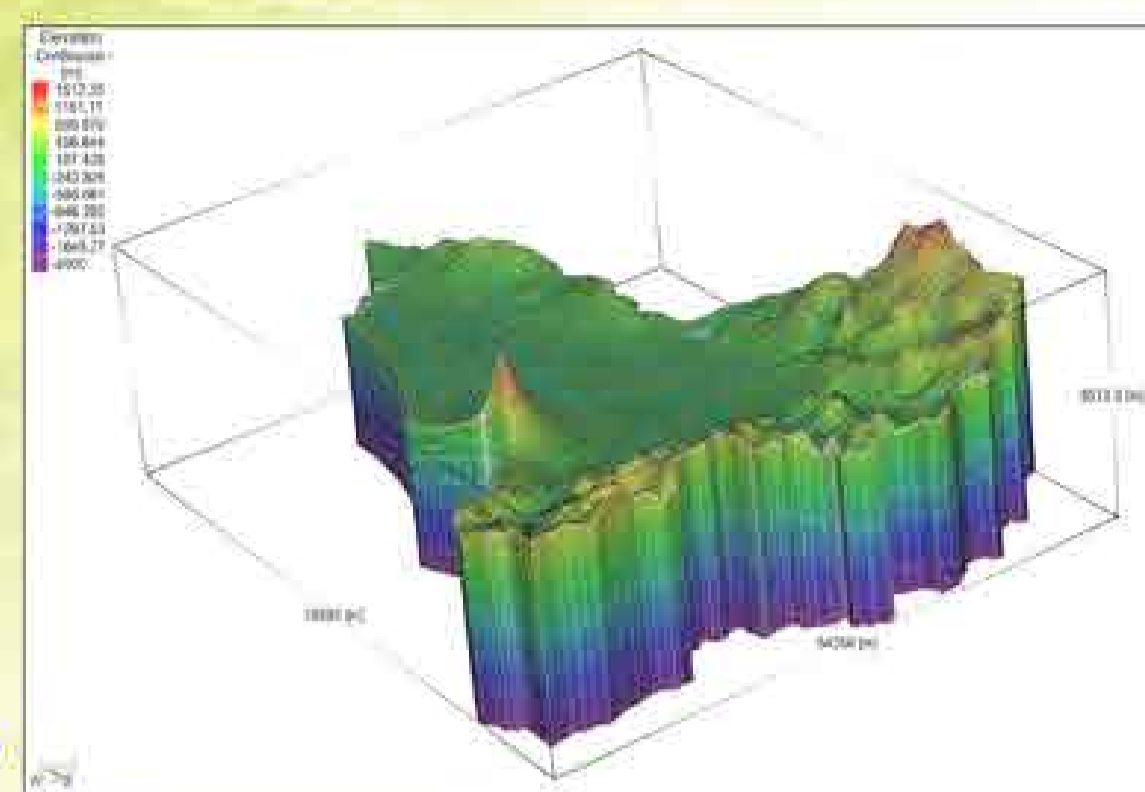
←光ファイバー温度計測装置
長さ約130m間の温度を2m間隔で測定できます。

地中熱チーム (主な研究成果)

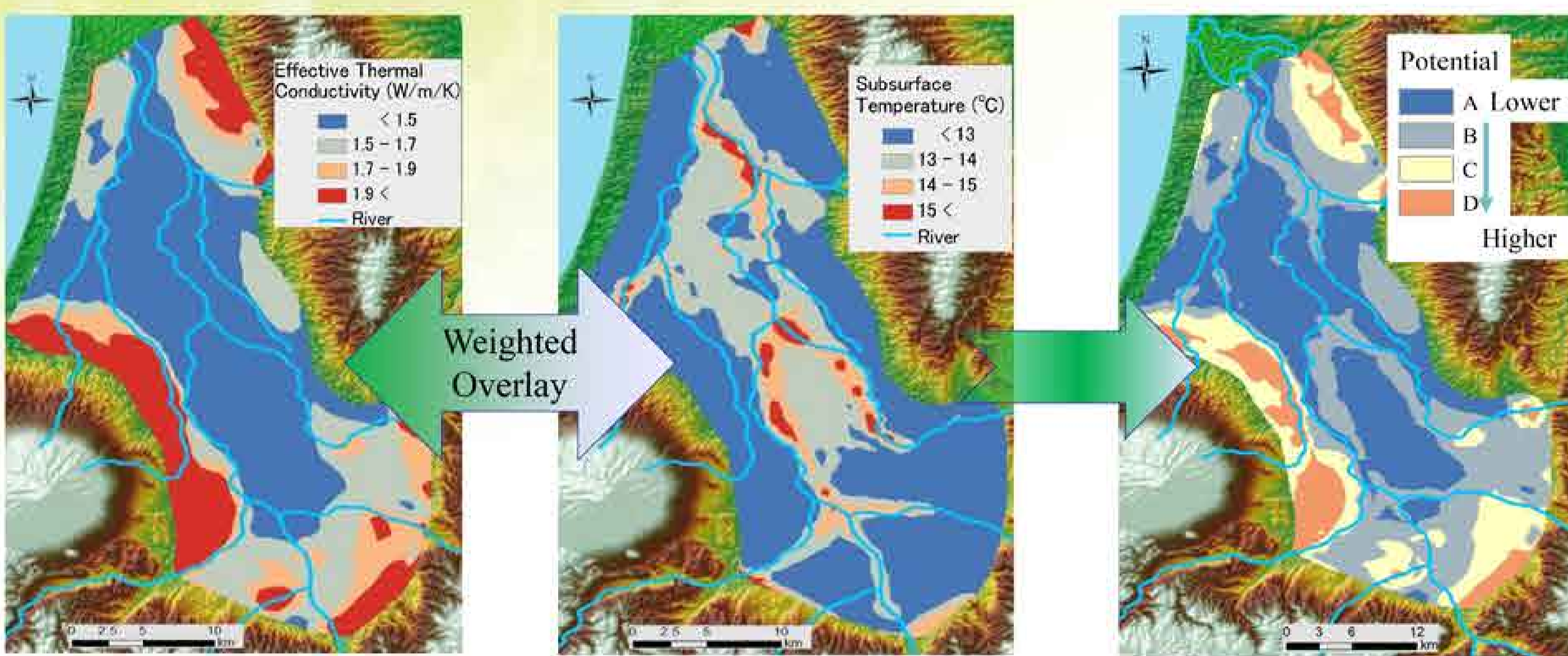
地中熱ポテンシャルに関する研究成果

津軽平野の地中熱ポテンシャル評価

- 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
- 流動解析結果とTRT結果を基に有効熱伝導率の分布を推定
- 有効熱伝導率と地下温度分布図をGISで重ね合わせ、ポテンシャルマップ(暖房利用)を作成



三次元広域モデル



ポテンシャルマップ・有効熱伝導率の分布図が津軽平野における地中熱利用の適地選定に重要であり、システムの最適な設計と経済性向上にも役立つ

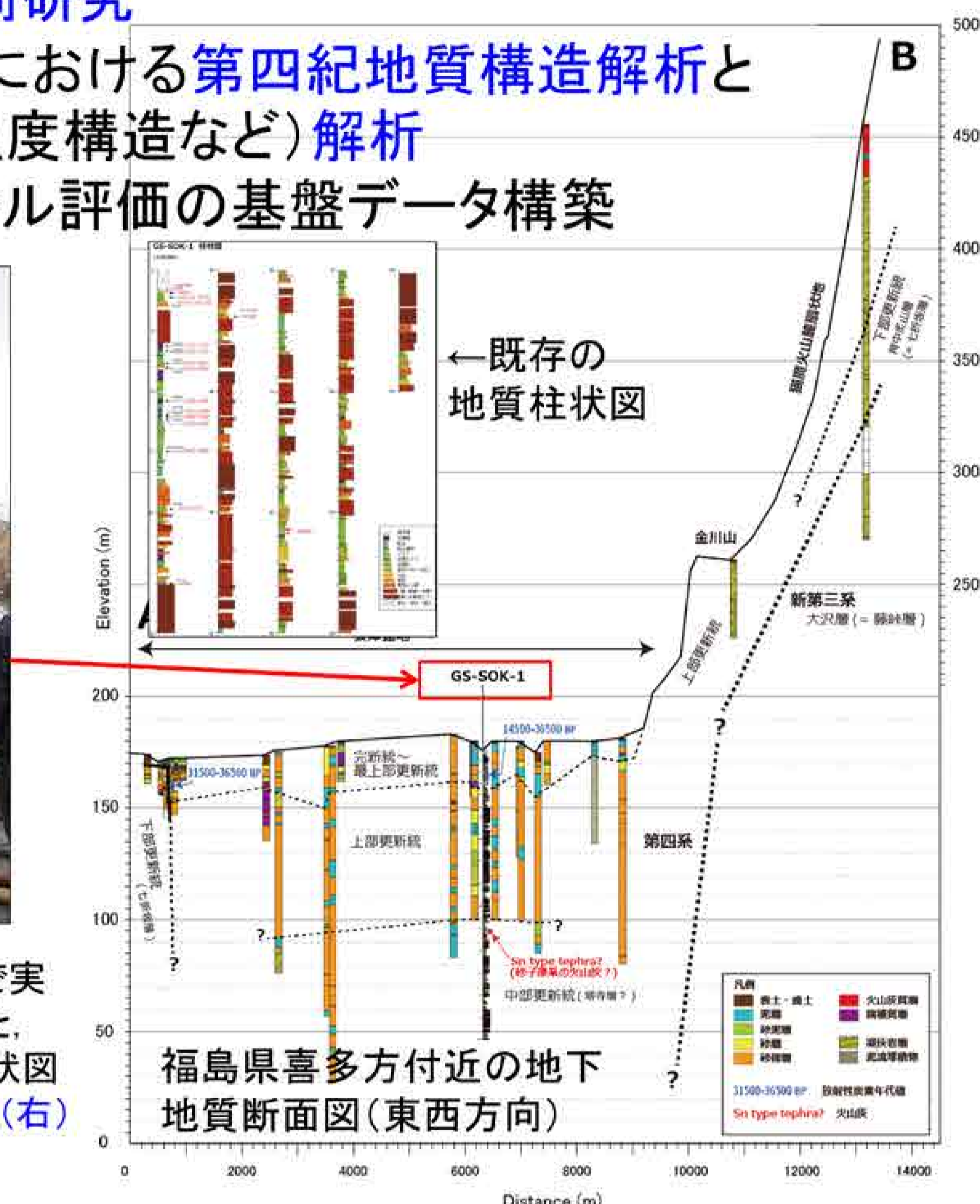
出典: Shrestha et al. (2015) Assessment of development potential of ground-coupled heat pump system in Tsugaru Plain, Japan. Renewable Energy, 76, 249-257.

会津盆地の水理地質構造の解明

- 福島大学との共同研究
- 福島県会津地域における第四紀地質構造解析と水理構造(地下温度構造など)解析
- 地中熱ポテンシャル評価の基盤データ構築



2014年11月に福島県喜多方市で実施した地質ボーリング調査(上)と、ボーリング調査結果に基づき柱状図資料を解釈した地下地質断面図(東西方向)



波及効果

- * 地元の水文地質情報に詳しい福島大学と地中熱ポテンシャル評価の全国展開を目指す再エネセンターがタッグを組み、福島県内の地中熱システム普及の加速を目指す
- * 地中熱研究の基礎から実用までを包含する高度人材を輩出する

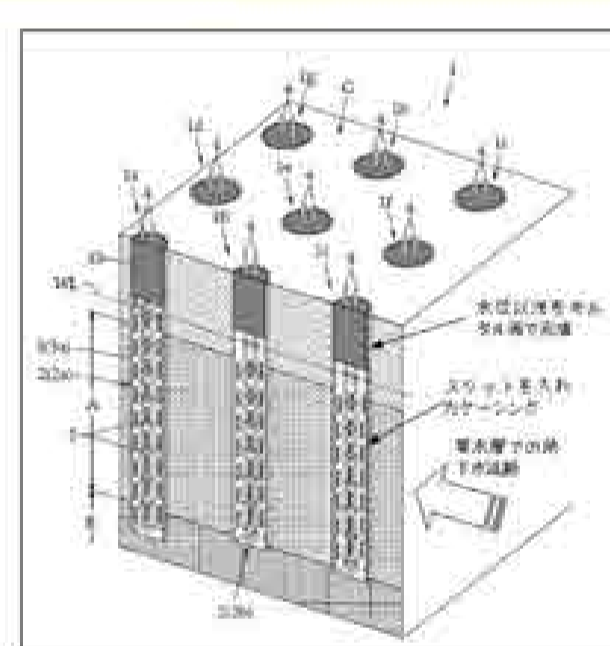
被災地企業のシーズ支援プログラム

地下水移流効果を利用した高効率熱交換器の評価

共同研究先: ジオシステム株式会社

企業のシーズと産総研の評価結果:

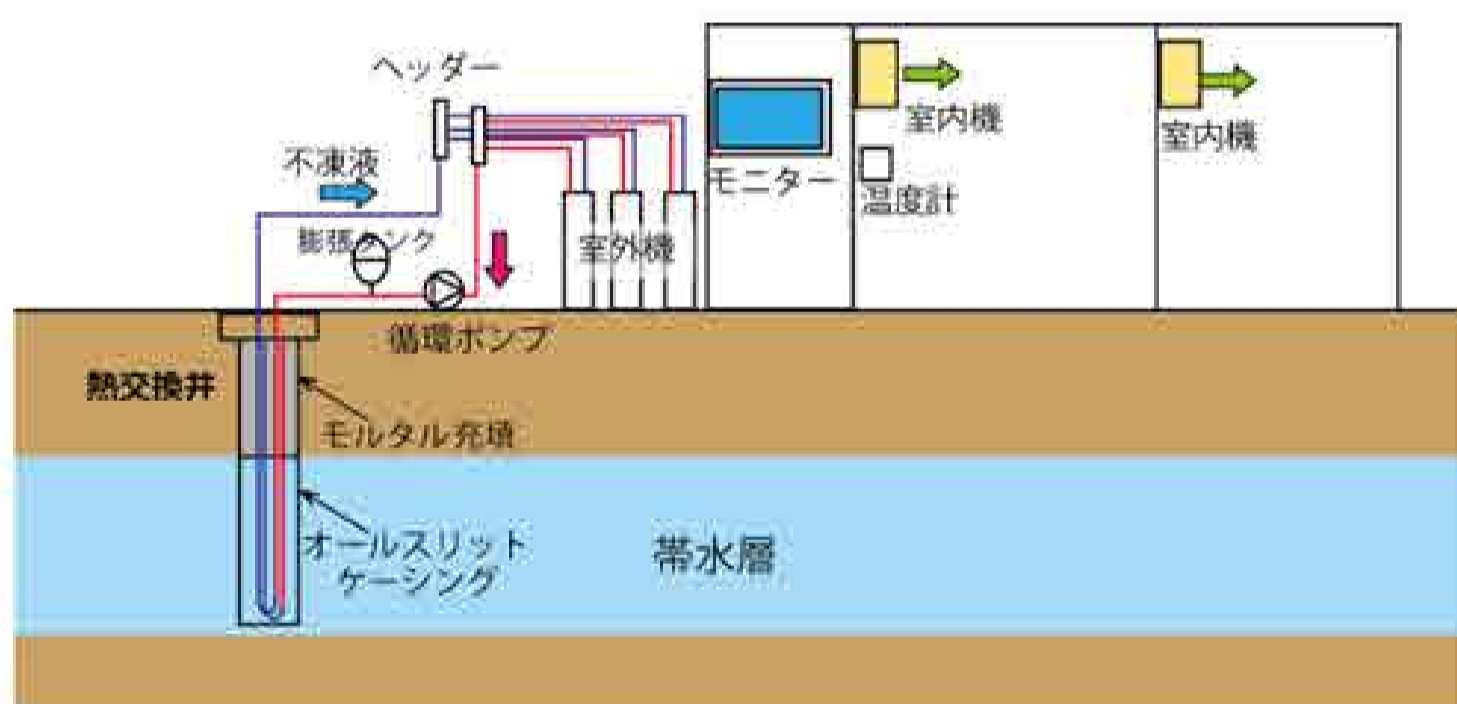
- 地中熱利用システムの初期コスト低減につながる地下水流動の効果を利用できる地中熱交換器を開発
- 冷暖房時の性能評価を行うと共に、地質データ等との組み合わせで効率的な熱交換井の実用化を目指す



本プログラムで実証試験中の高効率地中熱交換器(特許出願中)

研究成果(何が分かったか):

- 有効熱伝導率はグラウト前後ともに既存の旧型熱交換井で測定されたものよりも非常に高く、スリットケーシングの使用、水充填などの効果があったと考えられる
- 期間を通してフル負荷に近いヒートポンプの冬期暖房時に対しても、地中熱交換器は十分な性能を発揮し高効率であることが確認された



システムの全体図

自噴井を利用したクローズドループ地中熱ヒートポンプ冷暖房システムの性能評価

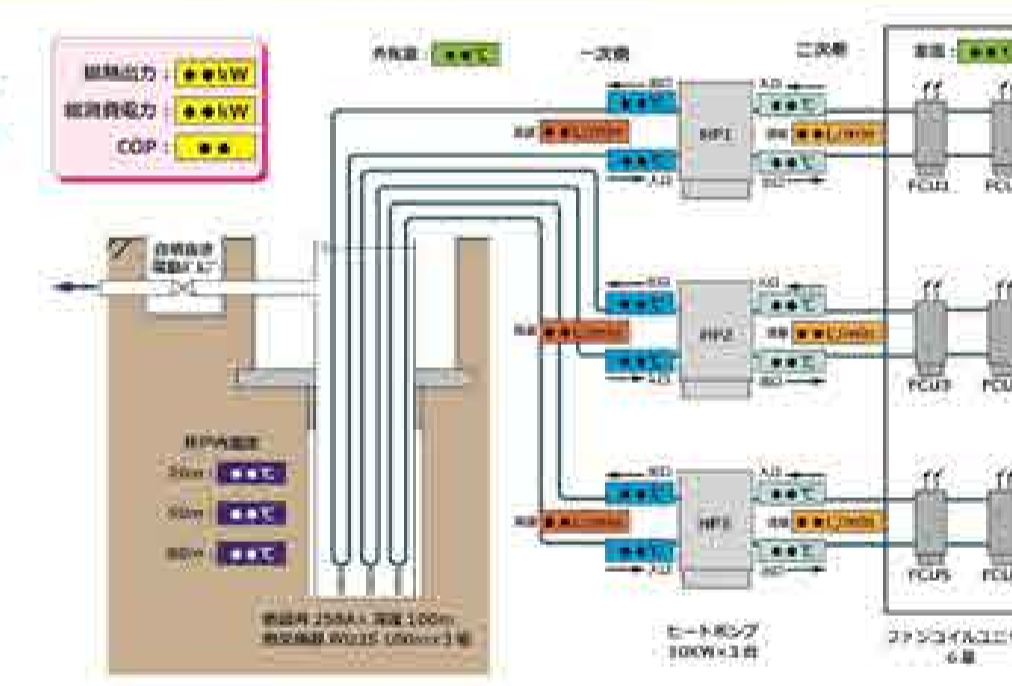
共同研究先: 日本地下水開発株式会社

企業のシーズと産総研の評価結果:

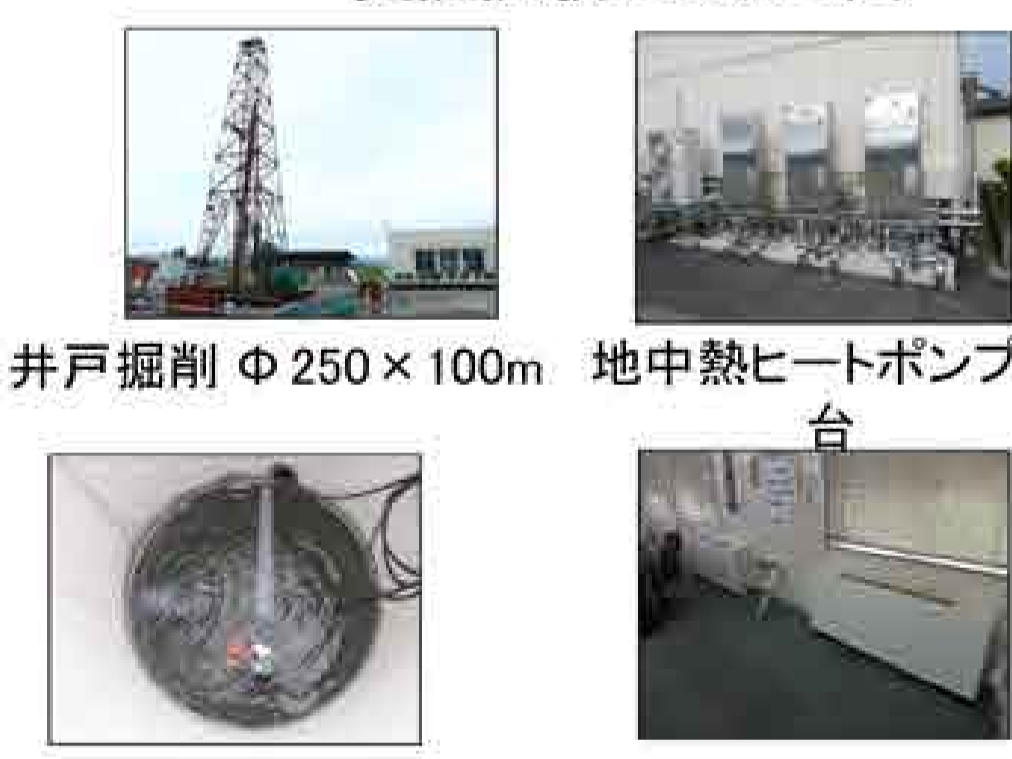
- 自噴井を利用した地中熱システムを構築
- システムを高度化させ、自噴を井戸内温度開閉制御するシステムを構築

研究成果(何が分かったか):

- 井戸内温度連続観測および井戸内微流速測定により、冷暖房時における井戸内の温度挙動と自噴湧出メカニズムが把握された
- 冷房運転結果より、運転方法によってはCOP7以上を確認。冷房試験期間が短かった為、最適な運転方法は次年度の課題とし、目標COPは8以上
- 暖房運転結果より、運転方法(10℃-12℃自噴開閉制御)でCOP5以上を確認。冬期間の地下水位低下現象が判明(GL-1m以下30.8日)。地下水位低下時の対応については次年度の課題とする



実証試験システム図



井戸掘削 直径200×100m 地中熱ヒートポンプ3台

自噴排水槽 室内ファンコイルユニット

オープンループ型に対応可能な地中熱ヒートポンプの開発

共同研究先: サンポット株式会社

企業のシーズと産総研の評価結果:

- 現在、オープンループ型に対応できる小型ヒートポンプ(10kwクラス)は国内に既存の製品がないため、井戸水と1次側循環水とを熱交換する熱交換ユニットを開発
- 郡山市内の既存井戸(未利用)と接続・システムを設置し実証試験を実施したところ、単体COP5以上で稼働する能力を有していると推定される

- オープンループ型**
- クローズドループと比べて高効率
 - 既存井戸の利用が可能 → 掘削費不要
 - 災害時は各種水源として利用可能
 - 揚水規制のある地域では利用不可



既存のヒートポンプ(GSHP1002UR)

熱交換ユニット

既に性能が実証され、製品化されている地中熱ヒートポンプを高度化

オープンループ(地下水)対応可能に

研究成果(何が分かったか):

- 既存のクローズドループ型ヒートポンプに地下水利用熱交換器を接続する方式なので、施工が比較的容易である
- 冬季の暖房運転の立ち上がりが速い
- 単体COPは5以上と好成績であるが、井戸内の水位が低いため大型ポンプの使用により、システムCOPが低くなるのが問題

~ 地中熱チーム研究体制 ~

チーム長 内田 洋平

チーム員 (括弧内は代表研究担当分野)

- 高橋 保盛 (チーム運営補佐、研究サポート)
- 吉岡 真弓 (地中熱高度化技術開発、地中熱ポテンシャル評価)
- シュレスタ・ガウラブ (地中熱ポテンシャル評価、国際連携)
- 石原 武志 (地中熱ポテンシャル評価のための地質構造解析)
- 金子 翔平 (会津盆地の地下水構造解析 [リサーチアシスタント])

研究連携(産総研)

- 町田 功、小野 昌彦 地圏資源環境研究部門 地下水研究グループ
- 神宮司 元治 地圏資源環境研究部門 物理探査研究グループ
- 水野 清秀、小松原 琢 地質情報研究部門 平野地質研究グループ
- 伊藤 忍 地質情報研究部門 地球物理研究グループ

研究連携(外部)

- 福島大学共生システム理工学類 柴崎研究室
- 日本大学工学部 再生可能エネルギーシステム研究室

被災地企業のシーズ支援プログラム

全63件採択(平成25年度:11件、平成26年度:27件、平成27年度:25件)【平成27年8月現在】

概要

- 東日本大震災により被災した福島県、宮城県、岩手県に所在する企業が開発した再生可能エネルギーに関連した技術やノウハウ等の事業化を産総研が技術的に支援。
- 成果の技術移転を通じて、被災地域における新たな産業の創出を目指す。

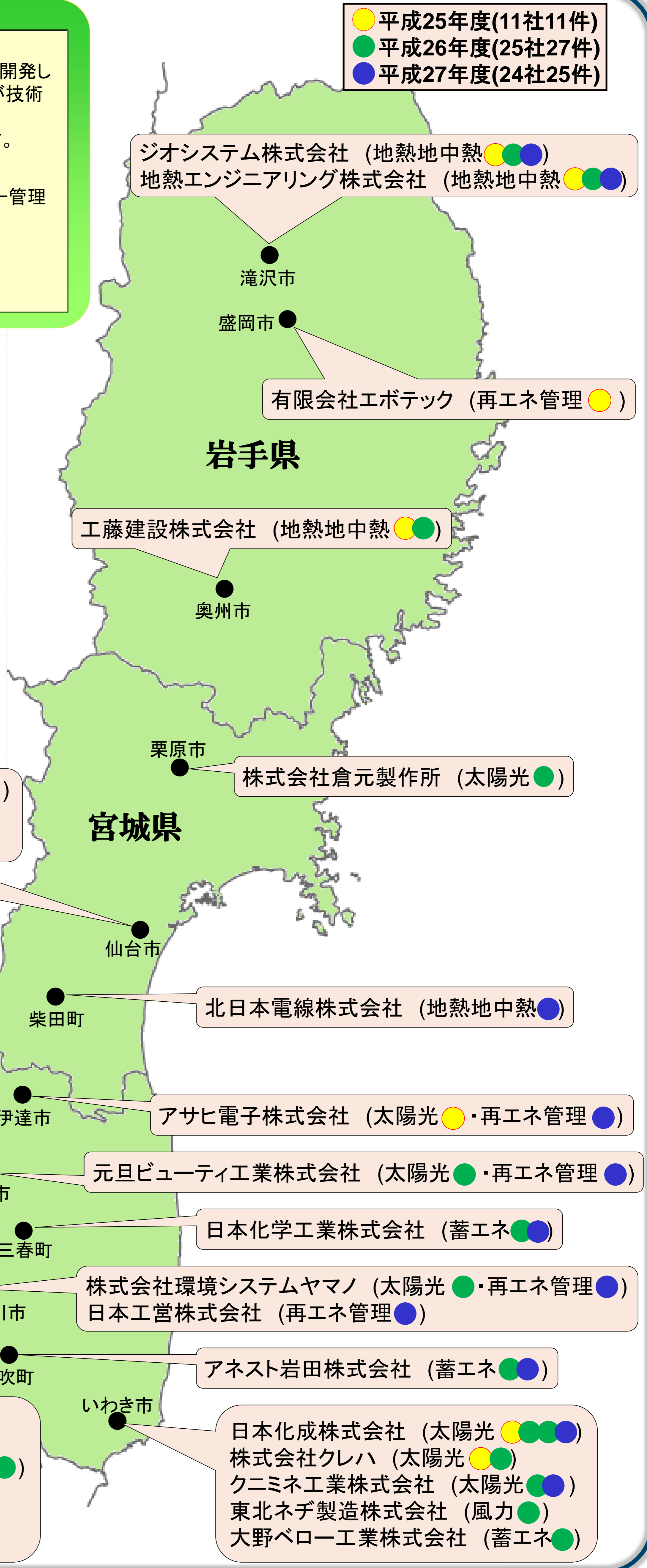
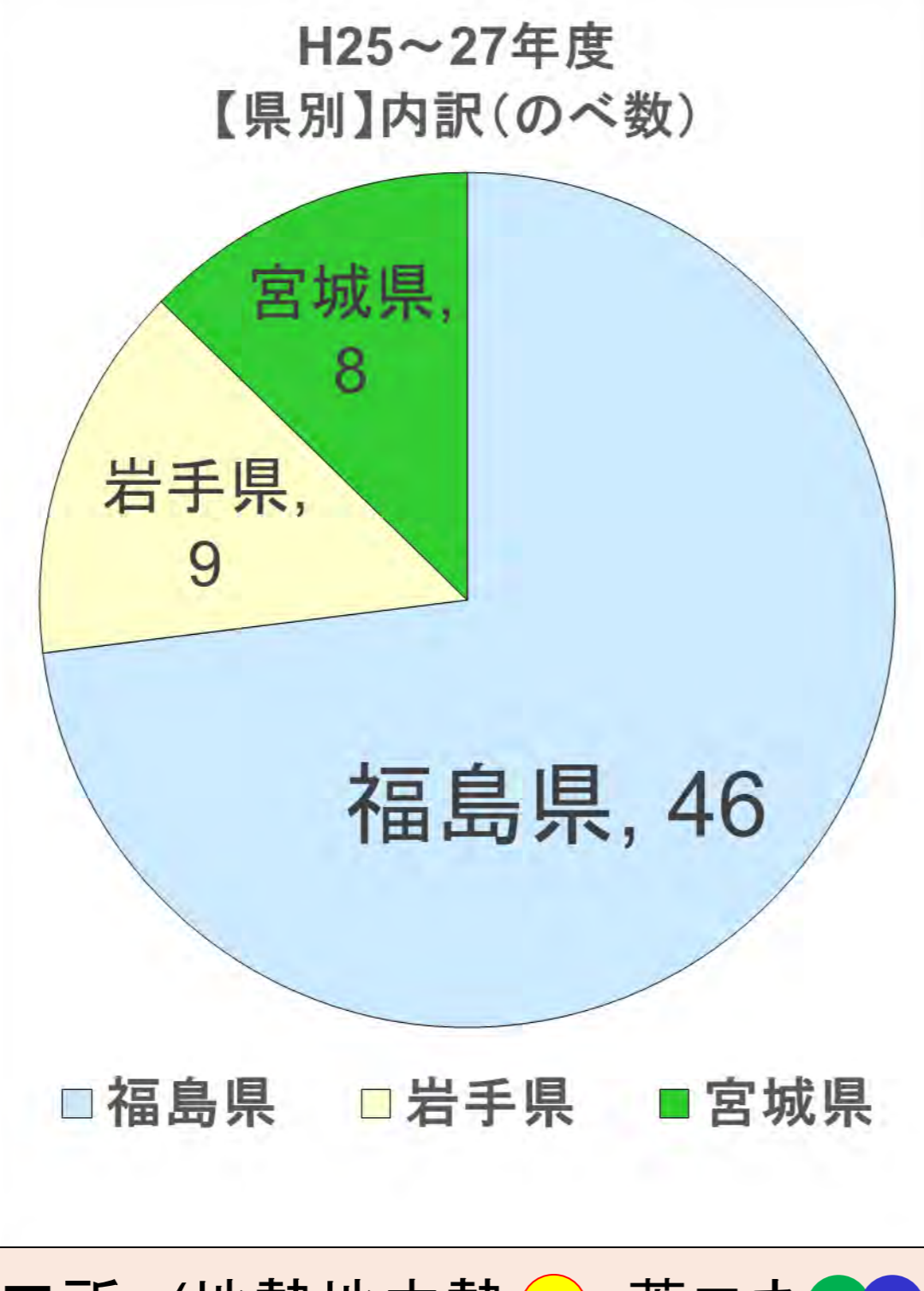
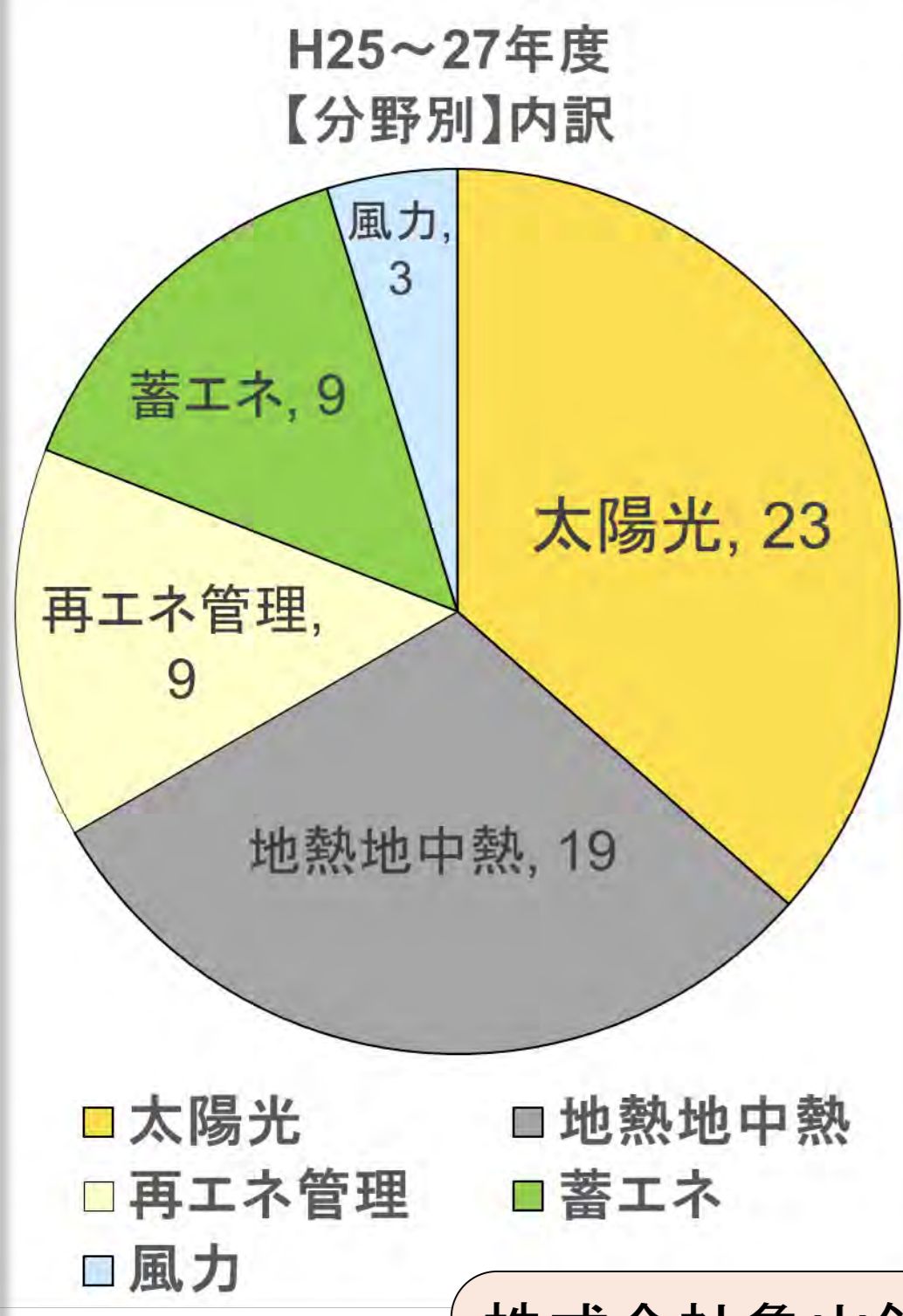
【対象分野】

太陽光発電、風力発電、地熱地中熱、蓄エネルギー、再生可能エネルギー管理

【採択件数】

平成25年度11件(福島県:6件、宮城県:1件、岩手県:4件)
 平成26年度27件(福島県:20件、宮城県:4件、岩手県:3件)
 平成27年度25件(福島県:20件、宮城県:3件、岩手県:2件)

- 平成25年度(11社11件)
- 平成26年度(25社27件)
- 平成27年度(24社25件)



問い合わせ先
 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
 福島連携調整室
 TEL:024-963-0813
 E-mail:fukuseihyo-ml@aist.go.jp

再生可能エネルギー分野の産業人材育成事業

全11件の共同研究を実施中(平成27年4月現在)

事業の概要

大学等(東北大学・日本大学工学部・福島大学・会津大学等)から学生を受け入れ、当所との共同研究を通じて再生可能エネルギー分野に係る産業人材を育成します。

主な実績

【平成26年度】

共同研究件数	全10件(4大学)
主な育成人材(雇用実績)	
ポスドク	7名
RA	12名
インターンシップ生	5名
テクニカルスタッフ	27名(のべ人数)

【平成27年度(想定人数)】

共同研究件数	全11件(5大学)
主な育成人材(予定)	
ポスドク	10名
RA	19名
テクニカルスタッフ	10名

※RA(リサーチアシスタント)とは、産総研技術研修生のうち優れた研究開発能力を有し、産総研の研究開発プロジェクトの業務に従事した大学院生です。



～福島大学～

『会津盆地における第四紀地質構造解析および水理構造解析』
○地中熱チーム



～会津大学～

『再生可能エネルギー発電の広域予測技術の高度化研究開発』
○エネルギーネットワークチーム

問い合わせ先

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 福島連携調整室
TEL:024-963-0813 E-mail:frea-info-ml@aist.go.jp



～岩手大学～

『結晶シリコンインゴット高精度スライス技術の開発』
○太陽光チーム



～東北大学～

『脆性-延性境界以深での地熱開発に関する研究』
○地熱チーム

『次世代太陽電池(量子ドットなど)に関する研究』
○太陽光チーム

『太陽電池(シリコンの結晶成長)に関する研究』
○太陽光チーム

『水素キャリアの燃焼利用に関する研究』
○水素キャリアチーム

『再生可能エネルギー起源の水素製造・貯蔵・利用システムにおける水素貯蔵材料開発および実証に関する研究』
○エネルギーネットワークチーム



～日本大学工学部～

『再生可能エネルギー関連の熱利用技術』
○エネルギーネットワークチーム
○水素キャリアチーム

『風力発電システムのモニタリング技術構築および環境影響評価に関する研究』
○風力エネルギーチーム

『太陽光発電システムの自動故障診断法に関する研究』
○エネルギーネットワークチーム

大学・研究機関との国内外連携

代表的な研究パートナー

～FREAの研究連携～

共同プロジェクトの推進

研究者の相互交流

研究成果の国際発信



国内連携

- 大学・公的研究機関との連携
- 研究コンソーシアム
- 文科省プロジェクトへの参画
- 企業との共同研究・委託研究

国際連携

- 大学、国立・公的研究所
- 国際研究推進機関
- 政府機関
- 企業との共同研究・委託研究



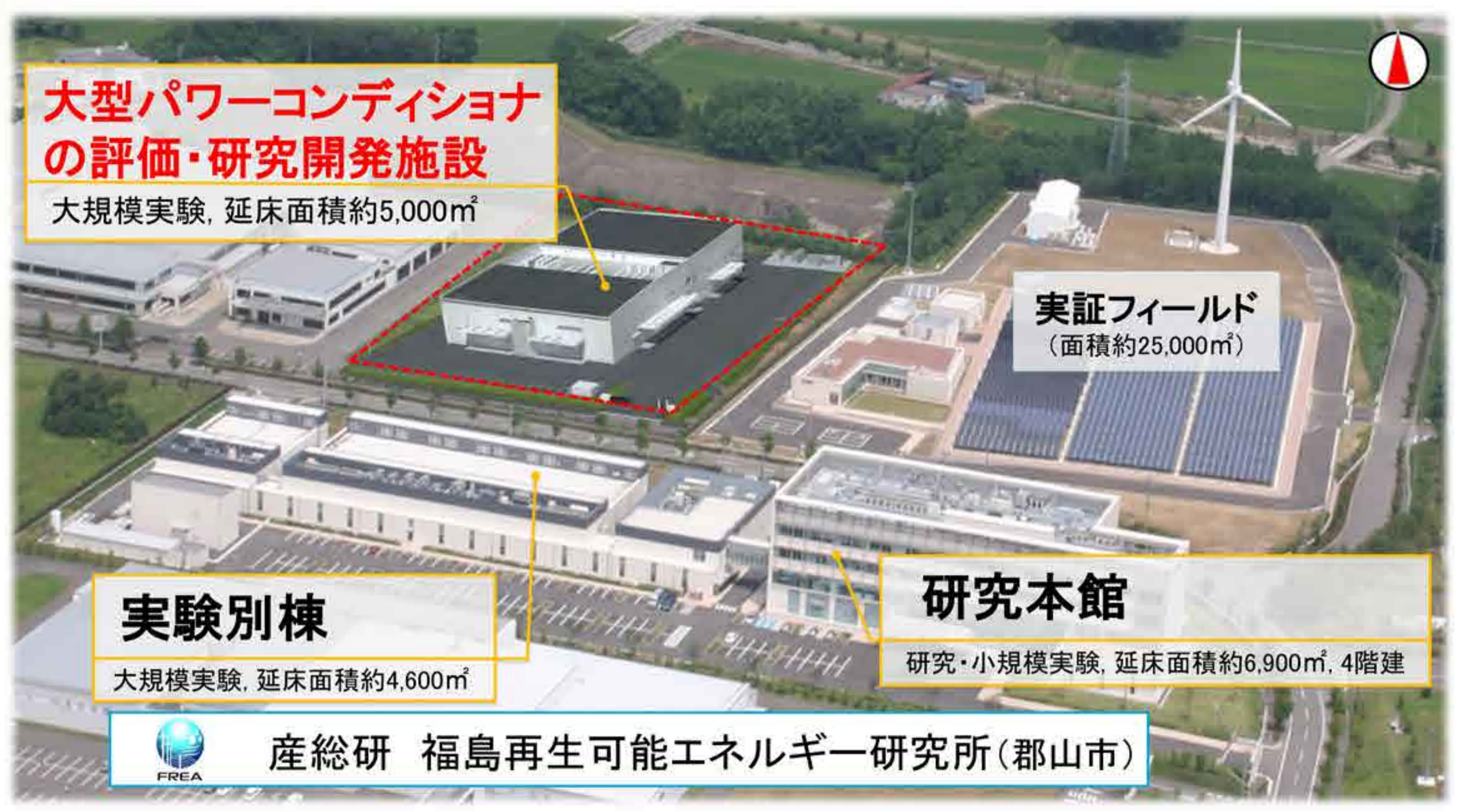
問い合わせ先

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 福島連携調整室
 TEL:024-963-0813 E-mail:frea-info-ml@aist.go.jp

大型パワーコンディショナの 先端的研究開発・認証拠点と国際標準化

研究の目的

- ❖ 再生可能エネルギーの導入に不可欠な、大型パワーコンディショナ等の先端的パワーエレクトロニクス機器の世界トップレベル(3MWまで)の試験評価・研究開発施設を整備中です。
- ❖ 分散電源の性能試験と、これらを統合するエネルギーマネジメントシステムの実規模での性能検証のためのユーザーファシリティとなります。
- ❖ 海外研究機関等との連携により、研究成果の速やかな国際標準化をめざし、製品の海外認証を支援します。
- ❖ スケジュール
2014年12月 施設着工
2016年 4月 オープン



設備の概要

A. 系統連系試験設備

電力系統への分散電源の連系において電力品質確保のために求められる試験を行う設備。PCSの各種試験(単独運転防止試験、FRT試験等)を行う。交流電源シミュレータの最大容量は5MVA。試験可能な分散電源の最大容量は3MW。

B. 安全性試験設備(恒温槽等)

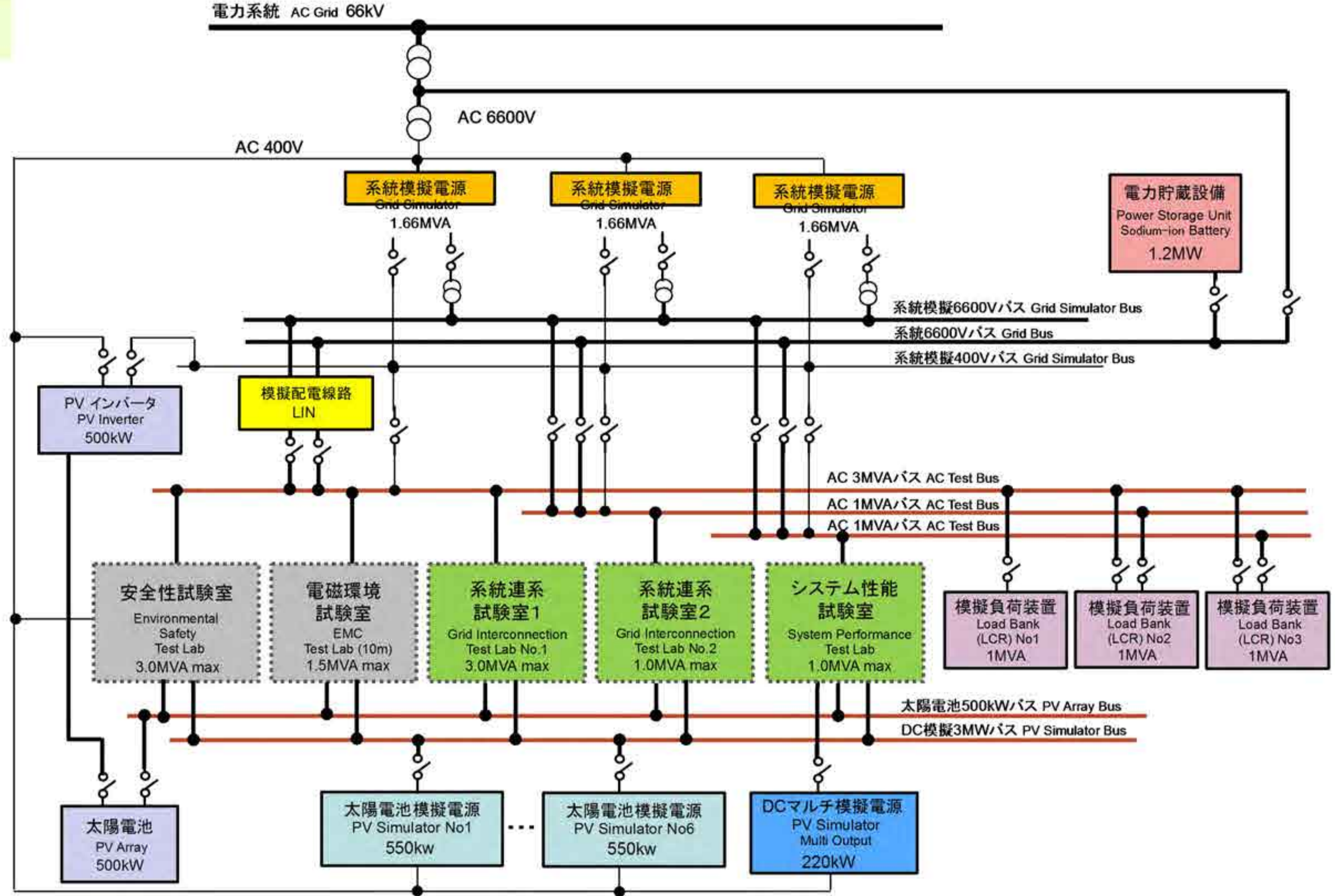
PCSに実環境を模擬した高温加速試験、熱サイクル試験を行い、長期的な信頼性の評価や、サージ電圧(瞬間的な異常高電圧)試験などの安全性に関する試験を行う設備。

C. 電磁環境試験設備(電波暗室)

PCSからの電磁放射(妨害波)を測定、および外部からの電磁波に対してPCSの機能・動作が阻害されないかを測定する試験を行う設備。

D. システム性能試験設備

分散電源(太陽光発電、蓄電池等)とPCSを一つのシステムとして各種性能(天候に応じて発電出力を最大化する自動制御性能等)を評価する設備。



電源設備の特長

5.0 MVA 系統模擬電源

世界最大級、最新の電源設備により、米国、欧州、東南アジア等の様々な国の電力系統を模擬します。各国の市場に向けた系統連系試験を促進します。



- 5.0MVA Grid Simulator**
- 定格出力 Rated output: 1660 kVA x 3 units
 - 並列運転機能 Modularity: 3台並列運転時: 5.0 MVA, 3 modules capable of independent or parallel operation
 - 基本仕様 Specifications:
 - 電圧 Voltage: 0 - 576V or 0 - 6750V
 - 電圧精度 Voltage Accuracy: ±0.1%
 - 周波数 Frequency: 45 - 66Hz
 - 周波数精度 Frequency Accuracy: ±0.01Hz
 - 電流 Current: 2500A or 146A
 - 出力方向: 双方向 Power Flow: Bi-directional
 - 位相制御: 三相独立制御 Phase Control: Independent phase control
 - 出力電圧歪: <1% Output Voltage THD
 - ソフトウェアインターフェース: 過渡応答リスト編集, 任意波形生成

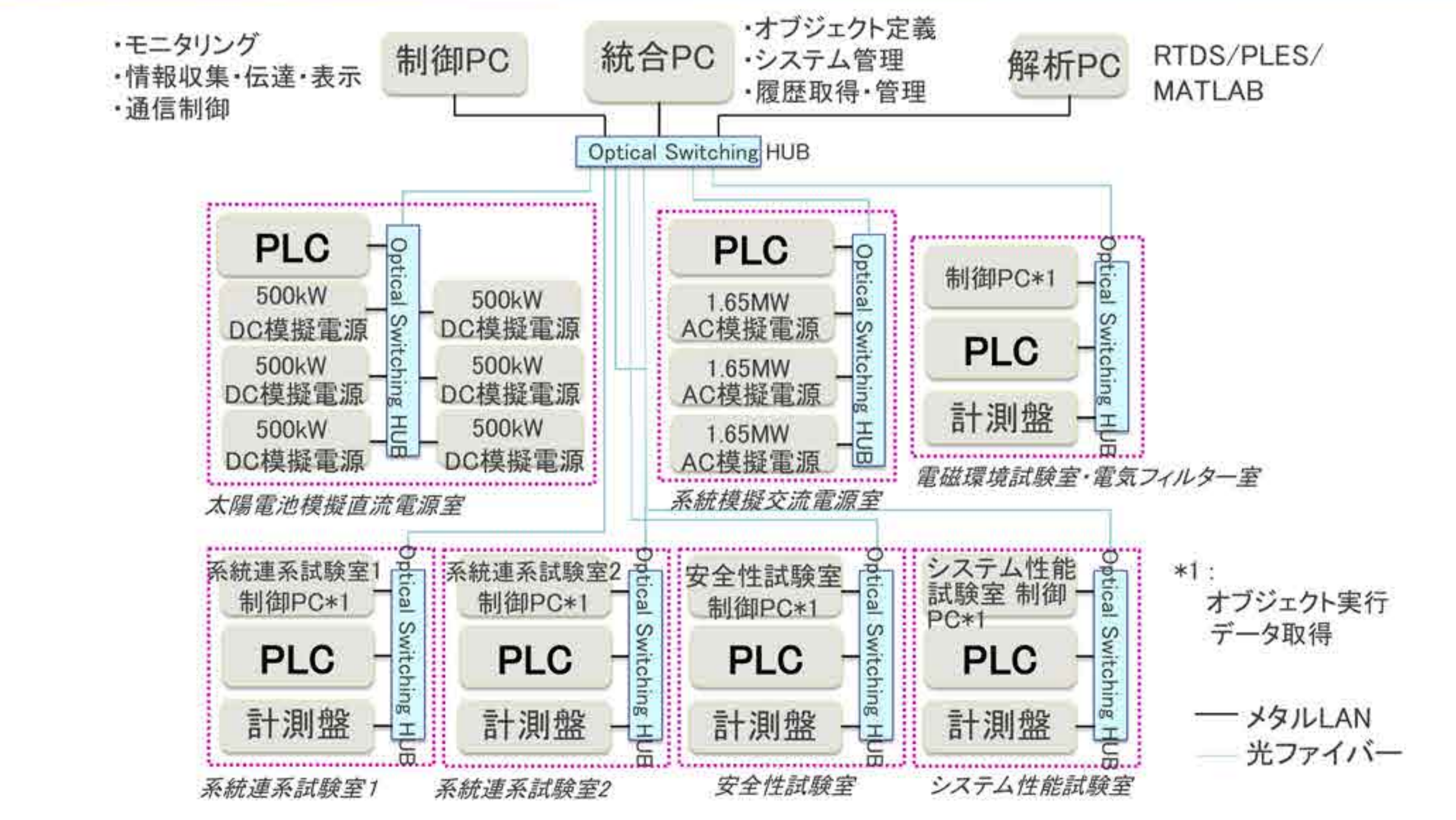
3.0 MW 太陽電池模擬電源

天候によらず、様々な太陽電池(結晶シリコン形、薄膜シリコン形、CIGS形等)の模擬ができます。世界中のメガソーラ建設に対応します。(直流電圧2,000V対応など)



- 3.0MW PV Simulator**
- 定格出力 Rated output: 550 kW x 6 units
 - 直並列運転機能 Modularity: 6台並列運転時: 3.3 MW, 6 modules parallel operation; 2台直列運転時: 2,000 V, 2 modules series operation
 - 基本仕様 Specifications:
 - 電圧 Voltage: 0 - 1000V
 - 電流 Current: 0 - 1500A
 - 出力方向: 供給のみ Power Flow: Supply only
 - PHIL interface: TBD
 - 応答時間 Slew Rate: ≤5ms for 10 - 90% step
 - 出力電圧精度: ±0.5% Load Regulation/at Steady-state
 - ソフトウェアインターフェース: 太陽電池 IV カーブ エミュレーション, 時系列運転パターンの設定

SCADAシステム



各試験室で基本的なデータ収集と装置の操作が行えます。

国際連携

FREA-Gでの認証試験と研究開発がPCSメーカーの海外進出を支援できるよう、国際標準化に向けた連携を推進しています。

パワーコンディショナ等の系統連系機器の試験・研究協力相手機関

- Fraunhofer ISE (フラウンホーファ研究機構)
- FREA (福島再生可能エネルギー研究所)
- NREL (国立再生可能エネルギー研究所(NREL), 米)
- Sandia National Laboratories (サンディア国立研究所(SNL), 米)
- AIT (オーストリア工学研究所(AIT), オーストリア)

その他の活動
IEA スマートグリッド行動計画 (ISGAN) Annex 5. SIRFIN (スマートグリッド研究施設ネットワーク) への参加機関
欧州計画: European Liaison on Electricity grid Committed Towards long-term Research Activities (ELCTRA) WP10: International Cooperation (国際協力)