

未来の技術を



FREIA

FUKUSHIMA RENEWABLE ENERGY INSTITUTE, AIST

福島から世界へ

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

私達のミッション

「再生可能エネルギーの最先端研究」

「復興への貢献」



FREIA
FUKUSHIMA RENEWABLE ENERGY INSTITUTE, AIST

福島再生可能エネルギー研究所 (FREIA) は、政府の「東日本大震災からの復興の基本方針」(2011年7月)を受けて、2014年4月、産総研の最新の研究拠点として開所しました。

「世界に開かれた再生可能エネルギー研究開発の推進」と「新しい産業の集積を通じた復興への貢献」を使命とし、国内外から集う多くの人々と共に活動しています。

再生可能エネルギーの大量導入に必要な幅広い技術を、地元を始めとする多くの企業や大学と積極的に連携して研究開発すると共に、将来を担う若い人材の育成も行っています。

震災からの復興と、世界に向けた新しい技術の発信に、皆さんと共に力を尽くしていきたいと思えます。

おおわだの よしろう
所長 大和田野 芳郎



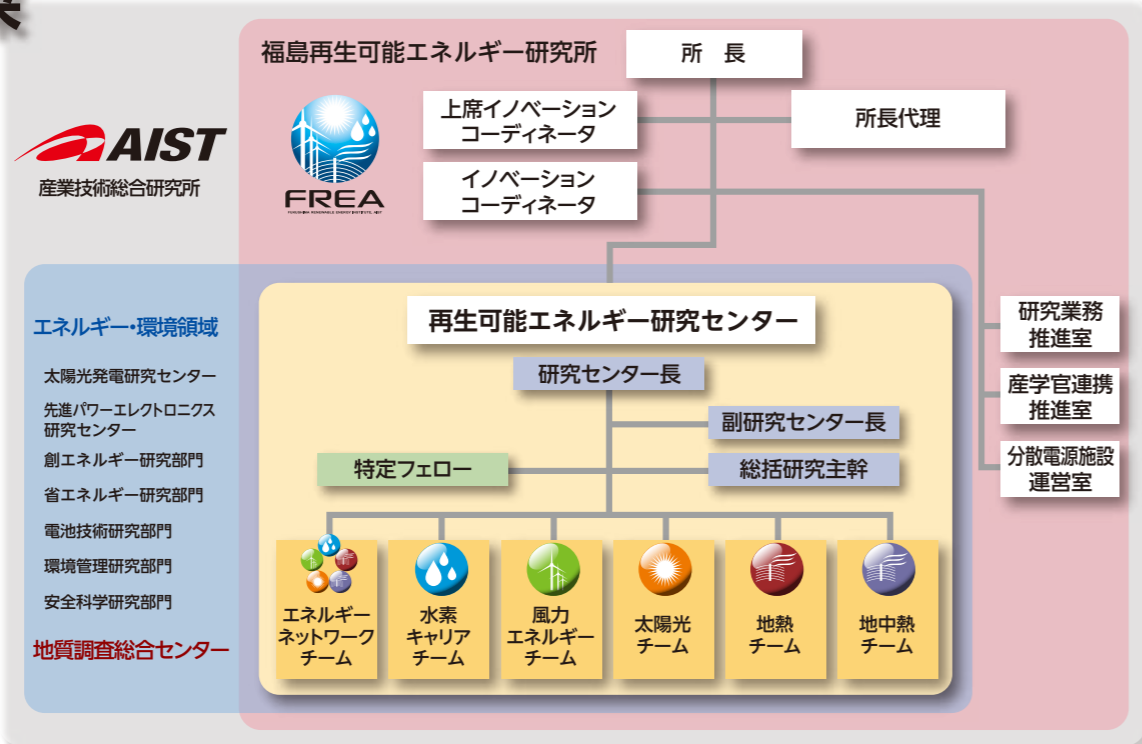
集うは、英知・情熱

3つのテーマ、6チームで取り組む再エネの未来

再生可能エネルギーは我が国にとって貴重な国産エネルギー源。そして世界的な地球温暖化防止と持続可能性実現にも不可欠なため、早期大量導入が期待されています。その導入には出力の時間的変動、高いコスト、地域的な偏りなどの解決すべき課題があります。福島再生可能エネルギー研究所は、これらの課題を解決して大量導入を加速するために研究課題に取り組んでいます。

- テーマ1** 導入制約解消のためのシステム技術開発
 - 1.再生可能エネルギーネットワーク開発・実証
 - 2.水素キャリア製造・利用技術
- テーマ2** 一層のコスト低減と性能向上
 - 3.高性能風車要素技術およびアセスメント技術
 - 4.薄型結晶シリコン太陽電池モジュール技術
- テーマ3** 適正な技術普及のためのデータベース構築、提供
 - 5.地熱の適正利用のための技術
 - 6.地中熱ポテンシャル評価とシステム最適化技術

組織概要



再生可能エネルギー研究戦略

Renewable Energy Research Initiative



RI: Research Institute (研究部門), RC: Research Center (研究センター)



にき しげる
仁木 栄

再生可能エネルギー
研究センター長

「再生可能エネルギー研究センター」(Renewable Energy Research Center: RENRC)は、福島再生可能エネルギー研究所の中で研究開発を担う組織です。

太陽光、風力エネルギー、水素キャリア、地熱、地中熱、エネルギーネットワークの6つの研究チームから構成されています。中核的な要素技術からシステム統合技術まで、そして基礎研究から実証研究まで、再生可能エネルギー技術の研究開発に幅広く取り組んでいます。

再生可能エネルギーの大量導入のためには、発電コストの大幅な低減、低コストな電力貯蔵技術、電力需要管理技術等の革新的な技術開発が必要となります。

再生可能エネルギーの世界のイノベーションハブとして、国内外研究機関との密接な連携によって福島発の独創的な再生可能エネルギー技術を発信するとともに、企業集積や人材育成によって福島県等の東北被災県の復興に貢献していきます。



▶P.6

エネルギー
ネットワークチーム



▶P.8

水素キャリアチーム



▶P.10

風力エネルギーチーム



▶P.12

太陽光チーム



▶P.14

地熱チーム



▶P.16

地中熱チーム

エネルギーネットワークチーム 再生可能エネルギーネットワーク開発・実証

再生可能エネルギーは自然と共に変動するため、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には場所による偏りもあります。私たちは、再生可能エネルギーを最大限活用するために、それぞれの場所に適した再生可能エネルギーを選択し、「繋げて」効果的に利用するための研究開発を行っています。

繋げる

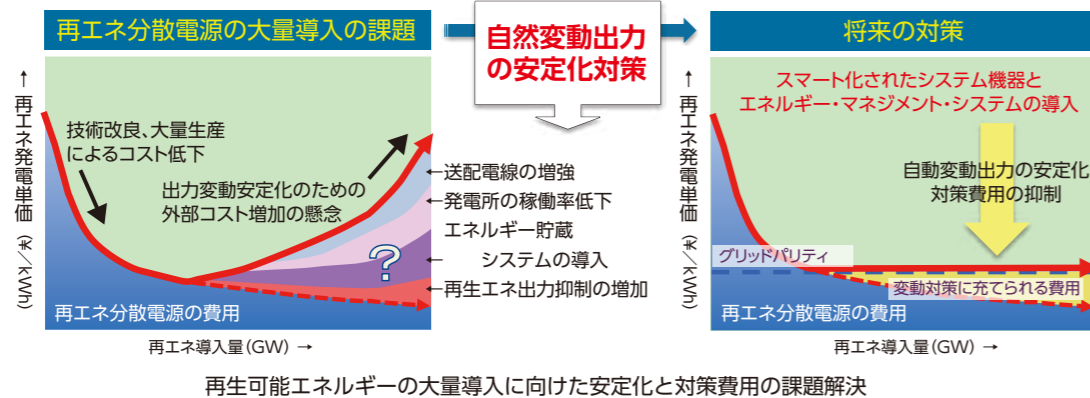


研究目標

当チームでは、再生可能エネルギーの積極利用によって枯渇性エネルギー資源(化石燃料等)の消費低減とCO₂排出削減を行うため、既存のエネルギーネットワークに再生可能エネルギーを無理なく健全に導入するための再生可能エネルギーネットワークを開発します。特に、自然変動電源(太陽光発電と風力発電)を既存の電力ネットワークに導入する際に、自然変動電源の出力安定化と発電量最大化を両立する技術として、パワーコンディショナのスマート制御、水素・蓄電池によるエネルギー貯蔵システムの活用、複数の分散電源のシステム統合化技術を研究しています。

大規模な太陽光発電(PV)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、柔軟に対応できる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。

- パワーコンディショナ(PCS)等のシステム機器の高機能化によって、太陽光・風力発電、蓄電システム等の分散電源をスマート化
- 情報通信技術(ICT)と気象データの組み合わせによるシステム全体の最適化
- 再生可能エネルギーからの水素製造と関連技術開発

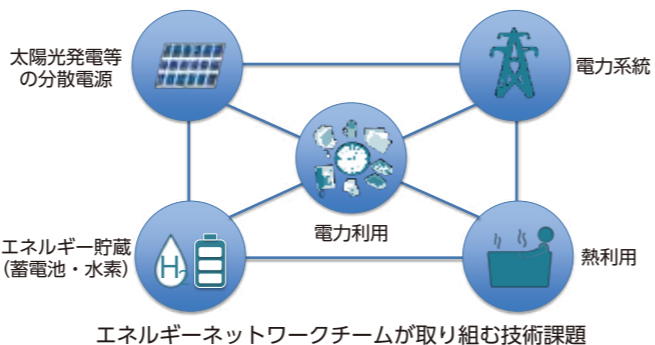


研究内容

再生可能エネルギーネットワークの実現に向けて、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・制御技術を開発し、蓄電システム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ています。これにより、再生可能エネルギーの電源価値・経済価値を向上させ、再生可能エネルギー100%といった電力自立などの様々な導入計画を促進します。

- 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:太陽電池からの直接電解技術(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、圧縮技術、水素分離膜、太陽熱利用技術、蓄熱技術など。

- 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を構築。
- 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す。



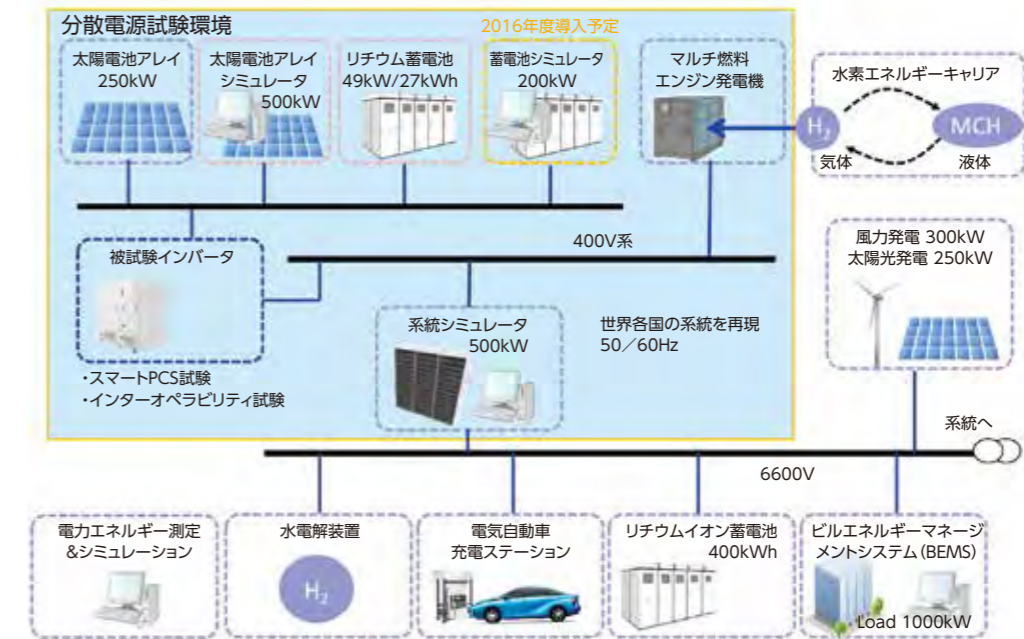
主な研究設備

●DER実証プラットフォーム(下図)

本プラットフォームでは、自在に接続可能な太陽光発電システム(国内10社等のPVシステム)と大型DC・AC模擬電源設備(500kW級PCSの実証試験設備)等により、様々なエネルギー・マネジメントシステム(EMS)の開発・実証が可能です。さらに水素社会を見据えた再生可能エネルギーによる水素製造技

術、電気自動車(EV)を含む分散配置された蓄電池の制御等の研究開発設備や日射量や風況等の予測技術と連携したEMS評価が可能なプラットフォームです(EV実証設備、20kW級PV+水電解実証設備等)。

※DER: Distributed Energy Resources(分散型再生可能エネルギー)の略



主な研究成果

①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や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を行い、これを基盤とする多くの共同研究を実施しました。今後、模擬電力システムを利用したシステム統合の実証やシミュレーション技術、変動する再生可能エネルギー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。

②再生可能エネルギー資源の高度モニタリング

福島県再生可能エネルギー次世代技術開発事業(平成25~26年度)を通じて、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しました。福島県全域の発電量(太陽光・風力)を1時間単位/2kmメッシュで推定が可能であり、また、同じ計算モデルで数時間先の発電予測も可能です。今後、更に精度を上げて本システムの全国展開を検討しています。

③再生可能エネルギーによる水素製造・貯蔵・利用システム

再生可能エネルギーの大量導入時に問題となる出力抑制問題の解決のため、特に太陽電池の出力を用いた水電解装置の制御方法を開発しました。変動する太陽電池の出力を直流のまま、電解セル数可変の電解装置に導き、太陽のエネルギーの15%を水素エネルギーに変換することに成功しています。(図1)製造した水素は、安全にかつ簡単に貯蔵することができる水素吸蔵合金を用いて貯蔵し、街区での定置用水素エネルギーシステム、さらには水素燃料電池自動車へのCO₂フリー水素の利用を想定し、高圧水素設備(図2)等を利用した実証的研究を行って、水素エネルギー社会実現を目指しています。



図1 セル数制御機能を持つ水電解装置(燃料電池機能付)



図2 燃料電池自動車への応用研究へ向けた高圧水素設備

水素キャリアチーム 水素キャリア製造・利用技術

太陽光、風力などの再生可能エネルギーは、資源に乏しい我が国にとって貴重な国産エネルギー資源ですが、日照や風況の適地は偏在し、得られる発電電力も変動します。水素キャリア製造技術は、再生可能エネルギーを利用して水素を製造し、その水素を大量、長期、安全に、安く貯めるように触媒等を使って化学変換する技術であり、偏在し変動する再生可能エネルギーを大量に導入するために必要不可欠な技術です。

貯める



研究目標

当チームでは、我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・利用技術を開発しています。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・利用するための技術開発を行っ

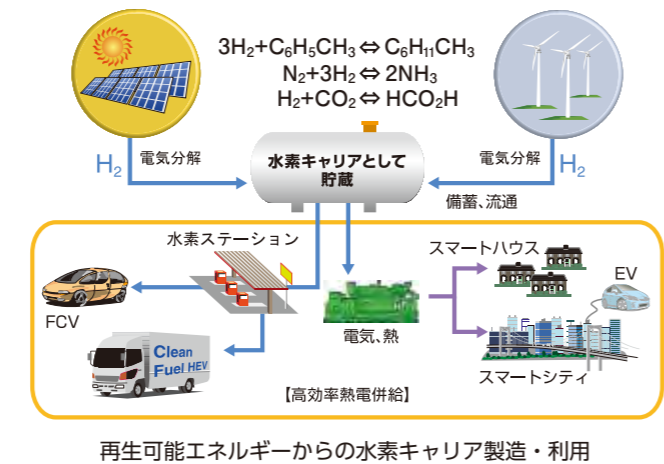
ています。この技術は、自然状況により左右されて変動する再生可能エネルギー発電電力の吸収あるいは電力系統の調整力としても応用できます。また、大量の再生可能エネルギーを、季節や場所を問わず効率的に利用できるようになります。

研究内容

当チームでは、変動電力を使う水素製造から触媒を使う水素キャリアへの化学変換、及び熱機関での利用までの一連の技術を開発しています。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。

- 水素キャリア(有機ハイドライド、アンモニア、ギ酸等)の高効率製造技術:高効率(省エネルギー)な触媒合成技術の確立
 - ※メチルシクロヘキサン(MCH):6wt.%の水素を有する常温常圧で液体の有機物。1LのMCHで500Lの水素ガスを貯蔵。
 - ※アンモニア:17wt.%の水素を有する窒化物。1Lのアンモニアで1,300Lの水素ガスを貯蔵。
 - ※ギ酸:4wt.%の水素を有する常温常圧で液体の有機物。二酸化炭素と水素を合成して製造。1Lのギ酸で600Lの水素ガスを貯蔵。
- 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

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:再生可能エネルギー発電の貯蔵・利用最適化システムの提案



主な研究設備



水素着脱反応触媒評価装置
水素化・脱水素の触媒反応をオンラインガスクロマトグラフにより分析する装置です。再生可能エネルギー由来を模擬した変動水素も供給可能です。
水素流量~10,000ml/min
トルエン・MCH流量~10g/min



アルカリ水電解装置



大型貯蔵タンク



次世代コジェネエンジン

水素キャリア製造・利用統合システム

アルカリ水電解装置、水素化触媒塔、大型貯蔵タンク、次世代コジェネエンジンを統合した、世界最大級のMCH製造・利用の実証機です。

[概要・特徴] アルカリ水電解装置による水素生成能力:34Nm³/h
トルエンへの水素付加能力:70L/h (MCH製造能力)
MCH貯蔵能力:容量20kL (発電換算:約10MWh)
水素コジェネ出力(電力・熱):電力60kW・熱35kW

主な研究成果

①有機ハイドライドの触媒性能評価(図1)

水素着脱反応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、水素化・脱水素化プロセスの繰り返し過程における生成物種及びその濃度を定量的に測定しました。これにより、有機ハイドライドの製造プロセスへの設計指針を構築するとともに、流通時の品質規格・標準化へのバックデータを取得できました。さらに現在、水素着脱反応プロセスの動的最適化に向けた基礎実験等を実施しています。

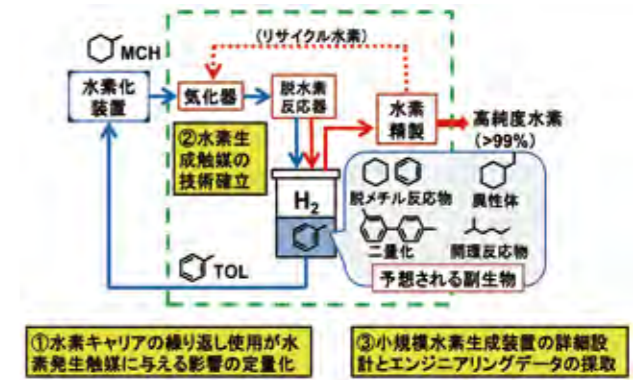


図1 MCHの水素化・脱水素循環

②水素キャリア製造・利用統合システム実証

アルカリ水電解装置、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・利用統合システム実証機を稼働しています。また、これまでに30MWhの電力(一般家庭3000軒日分)を水素あるいはMCHとして変換しながら、アルカリ水電解装置の性能予測シミュレーションモデルを構築しました。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。

③MCHを用いた次世代コジェネエンジン技術(図2)

MCHを用いた次世代コジェネエンジンにおいて、エンジン排熱エネルギーをMCHの脱水素に活用する熱回収技術および水素のエンジン燃焼技術を開発しています。エンジン排熱の高温化等の熱回収を強化することで、世界トップ水準のMCHからの水素発生を実現しています。また水素と軽油のエンジン混焼技術において、熱効率40%超の高効率かつ高排気温を実現しました(通常、高効率にすると排気温度が下がりますが、高排気温度の維持によってMCHの分解が可能になりました)。さらに、エンジンの高効率化とクリーンで高温の排気を両立するエンジン燃焼技術を上向しています。

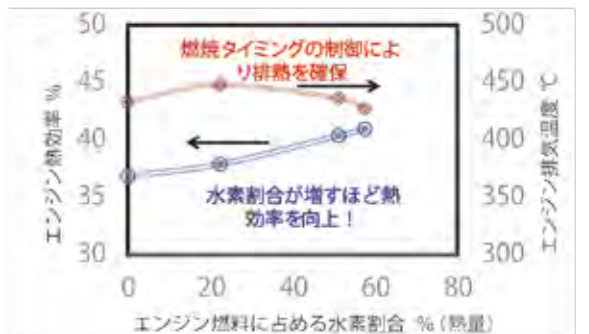


図2 次世代コジェネエンジンの水素割合と性能特性の関係

④アンモニア内燃機関の技術開発(図3)

東北大学と共同でアンモニアの直接燃焼利用技術を開発しています。小型ガスタービン(50kW定格)での燃焼利用に挑戦し、メタンとアンモニアの混合ガスを用いた混焼により、41.8kWの発電に成功しました。さらにアンモニア100%の専焼発電にも成功しました。これらは世界初の研究成果です。また燃焼後の窒素酸化物(NOx)を含んだ排出ガスに適量のアンモニアを添加し、脱硝装置で処理することでNOxを環境省の排出基準(16vol.%酸素(O₂)換算で70ppm)に十分適合できる25ppm未満まで抑制できました。
※本研究開発は、内閣府SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「エネルギーキャリア」(管理法人:JST)によって実施しています。



図3 アンモニアガスタービン

風力エネルギーチーム 高性能風車要素技術およびアセスメント技術

風力発電は実用化が進んでいますが、より一層の普及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。

風を読む

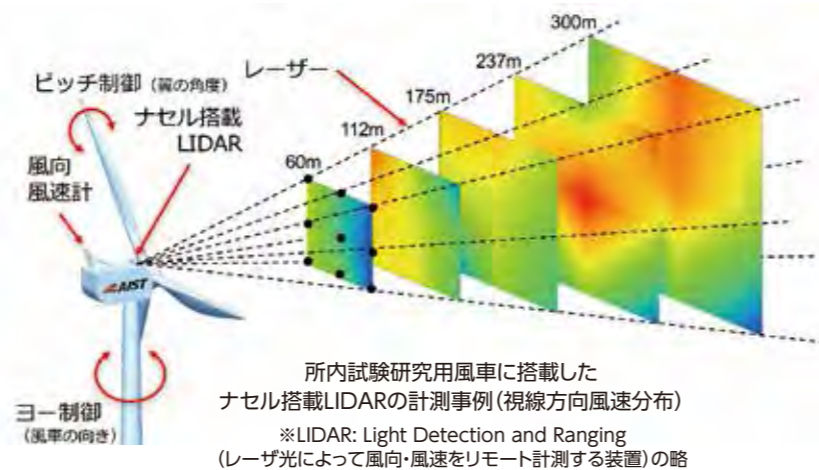


研究目標

当チームは、さらなる発電コストの低減に向け、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で、健全な国内導入量の発展と日本の風力発電産業界の国際競争力向上に貢献します。

①風車単体・ウィンドファーム全体を高性能化(高出力化・長寿命化)する要素技術を開発・実証することにより、発電電力量+5%以上、風車寿命+5~10%以上の向上の目標を掲げています。

②風力発電アセスメント技術の高度化を達成することにより、誤差±5%以下、計測・評価コスト20~30%削減の目標を掲げています。



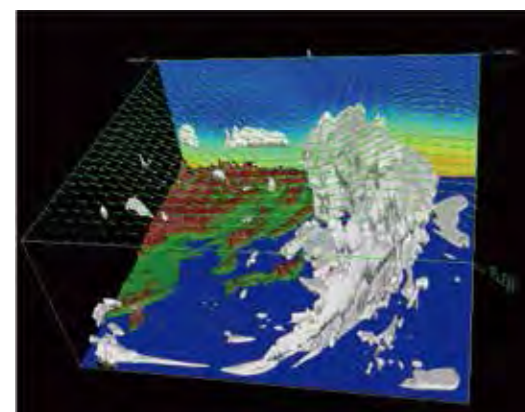
研究内容

①高性能風車要素技術

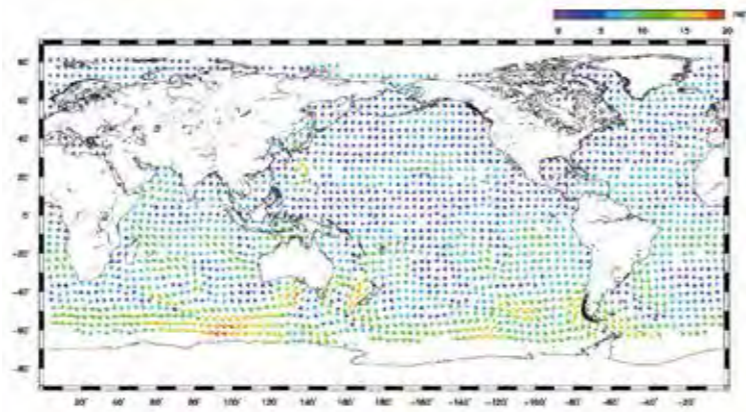
風車の上流側の風速・風向を把握できる新しい技術としてナセル搭載LIDARに着目し、高性能なナセル搭載LIDARプロトタイプ機を開発・実証します。ナセル搭載LIDARによって得られる風車上流側の風速情報に基づき、風車の予見制御(ヨー制御、ピッチ制御)を行うことにより、風車の出力を改善するとともに、風車翼への荷重を減少させ風車の信頼性・寿命を改善することが可能であり、基礎研究、実証研究を進めています。

②風力発電アセスメント技術の高度化

洋上でのマストによる現場風況観測は、実証研究を除き、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ています。数値気象モデル及び衛星リモートセンシングの活用により、低コスト化(数億円(1/5~1/10)以下)が期待されています。



数値気象モデル



衛星リモートセンシング

主な研究設備



試験研究用風車
駒井ハルテックKWT300
定格出力:300kW、風車直径:33m、
ハブ高さ:41.5m
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です。産総研もその設計段階において共同研究を通じて協力・貢献しています。

国内メーカー製のナセル搭載LIDARプロトタイプ機
(ナセル上の運転状況監視カメラによる撮影)
風車前方(9方向)にレーザー光を照射し、風車上流側の風速・風向を計測・評価できる装置です。



地上設置LIDAR
地上高さ50~200m上空の風速を、地上からリモートで計測する装置です。



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。



音源探査装置
30個の音響センサーで構成され、音の発信源(音源)を探査できる計測システムです。

主な研究成果

①ナセル搭載LIDARのフィールド実証結果(図1)

高性能なナセル搭載LIDARにより、風車の上流側の風速分布をリモート計測することに成功し、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であることを見出しました。

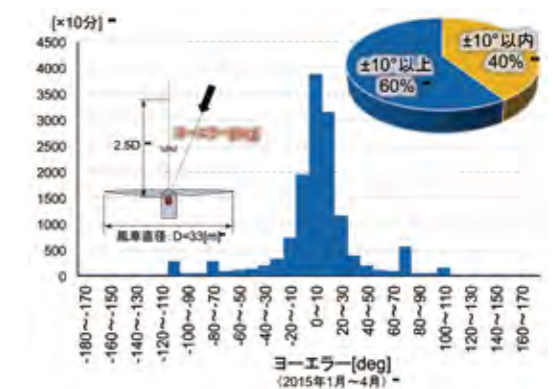


図1 ユーエラー(流入風向に対する風車の向きの誤差)の頻度分布

②アセスメント技術の高度化(数値気象モデル)(図2)

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しました。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MOSST(Shimada,2015)を開発し、海面付近における大気安定度の再現性を大幅に改善しました。

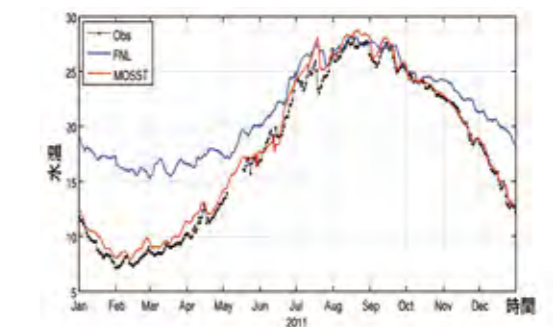


図2 海面温度の各種データセットと観測データとの比較(大阪湾)

③アセスメント技術の高度化(衛星リモートセンシング)(図3)

大気安定度を考慮したSAR(合成開口レーダ)による風速推定の補正手法を開発し、SAR風速推定における風向の依存性の課題(陸風の場合、SAR風速値は、実測値よりも過小評価傾向)を抽出しました。

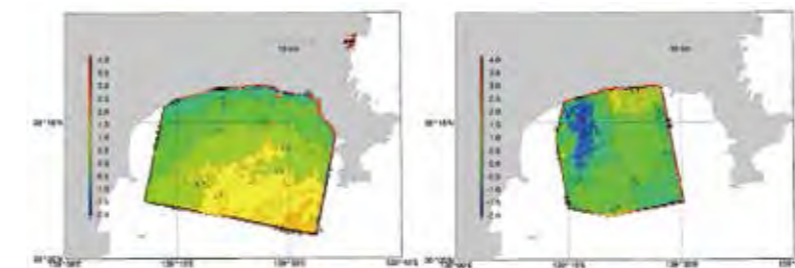
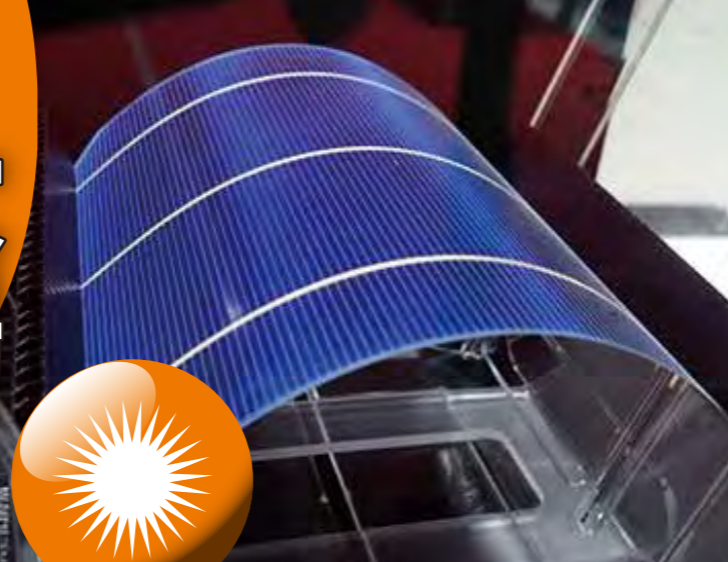


図3 洋上観測鉄塔(沖合1km)の実測値とSAR推定風速の差(平塚)

太陽光チーム 薄型結晶シリコン太陽電池モジュール技術

太陽光発電は、2012年7月から開始した固定価格買取制度のもと、急速に導入量が増加してきました。それまでの住宅の屋根への設置に加えて、メガソーラと呼ばれる大規模発電所が各地に設置されるようになってきました。このように太陽光発電の普及が進む一方、再エネ賦課金による国民負担も増加しています。このため、太陽光発電のコスト低減は、最も重要な課題となっています。

太陽を掴む

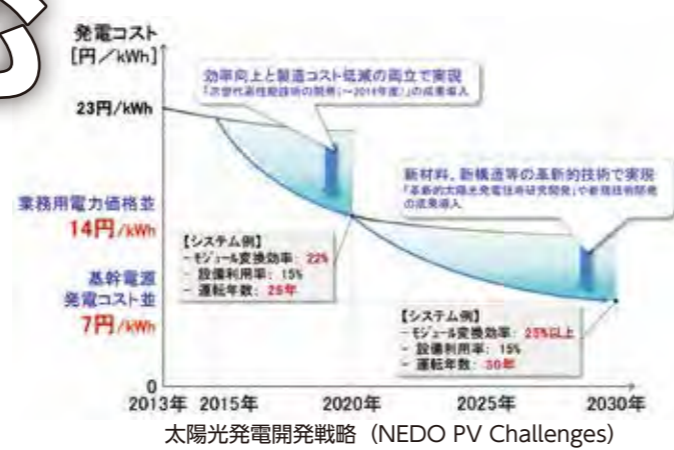


研究目標

当チームでは、高効率・高信頼性モジュール(変換効率目標22%)を低コストで作製するための技術開発として、以下の課題に取り組んでいます。

- 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(PERC型セル、バックコンタクト型セルなど)
- モジュールの高効率化・高信頼性化技術(新規評価技術や部材などの開発)

また、次世代の高効率(セル変換効率30%以上)太陽電池の開発として、スマートスタック技術の研究にも取り組んでいます。これらの課題に取り組むことにより、2020年に14円/kWh、2030年に7円/kWhの発電コスト目標を先導するための技術開発を実施しています。



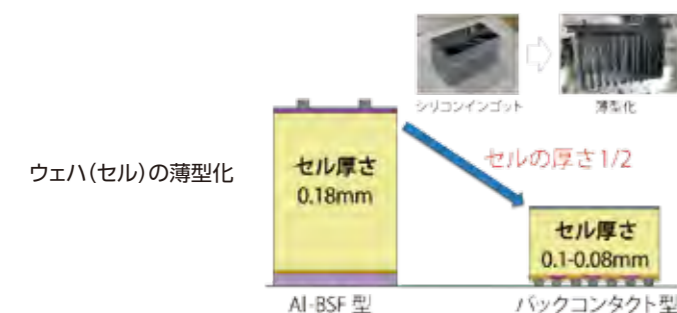
研究内容

太陽光発電の将来にわたる持続的な普及・発展には、その中心となる結晶シリコン太陽電池セル・モジュールの一層の高効率化・低コスト化が必要です。当チームでは、結晶シリコンインゴットのスライスからセル・モジュールまでの一貫試作施設を構築し、ウェハ・セル・モジュールを一体とした研究開発を進めています。

以下に主要な研究開発課題を示します。

●薄型ウェハの作製技術

ダイヤモンドワイヤーを用いたスライス技術を開発しています。現在のウェハ厚さ(0.2mm)から0.12-0.1mmへの薄型化を目指しています(セルの厚さ0.18mmから0.1-0.08mm)。また、クラックや亀裂とウェハ強度低下の関係の解明することにより、薄くても割れにくいウェハの開発や、ウェハ洗浄工程などにおける歩留り向上を図っています。

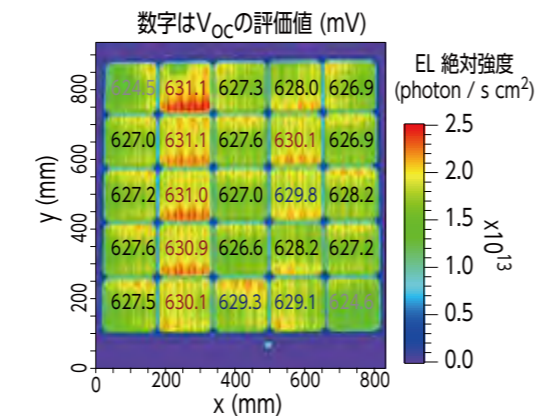


●新しいセル作製プロセスの開発

熱拡散技術だけではなくイオン注入技術を用いたセル作製プロセスの開発に取り組んでいます。このイオン注入技術を有効に用いることでバックコンタクトセル作製のための工程数を大幅に削減することを目指しています。

●モジュールの信頼性向上・新規評価方法の開発

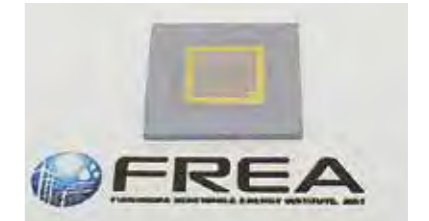
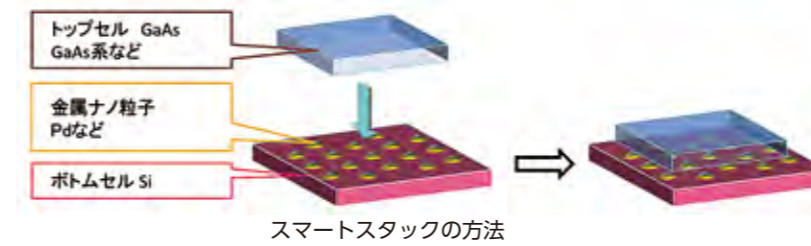
絶対EL (Electroluminescence) 法による電圧マッピングによる新しいモジュールの評価方法を開発しています。絶対EL法では、太陽電池に順バイアスをかけ、セルからの発光強度から個々のセルの電圧を破壊することなく評価が可能です。



●次世代多接合太陽電池「スマートスタック技術」

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、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。金属ナノ粒子配列を用いた世界で初めての高効率多接合太陽電池であり、格子定数に関係なく様々な太陽電池の接合が簡単に可能になります。

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(産



GaAs/Si系3接合スマートスタックセル

主な研究設備



電極焼成炉

電極に用いる銀ペーストと拡散層とのコンタクトやアルミBSF層を形成するための装置です。



スピニング装置

ウェハを回転させながら片面をエッチングする装置です。保護膜なしで片面のみをエッチングできます。

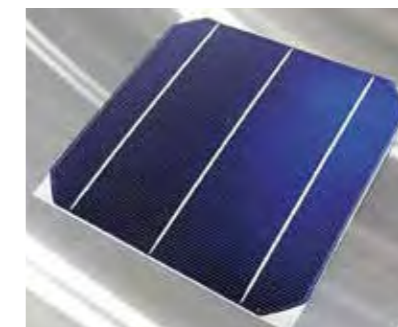


イオン注入装置

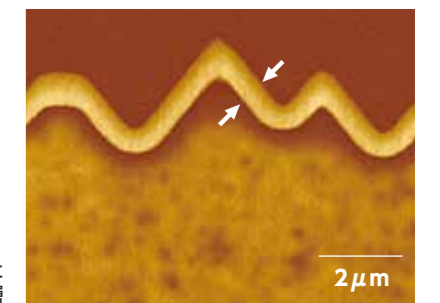
リンやホウ素のイオンを加速して基板に打ち込むための装置です。精密な拡散の制御が可能です。

主な研究成果

- ①FREA標準セル作製プロセス(AI-BSF構造で、メーカーの量産品と同等以上の、セル平均効率約19.3%の量産化試作施設)を確立しました。
- ②シリコンインゴットのダイヤモンドワイヤーを用いたスライスによる薄型ウェハ(厚さ0.12mm)の作製技術確立しました。厚さ0.12mmウェハの量産に近い加工条件を確立し、歩留まり99.8%を達成しました。
- ③結晶シリコンスマートスタック技術を、GaAs/Si系の3接合セルに適用し、変換効率24.7%を達成しました。
- ④量産タイプのPERC型セルで20.2%、両面受光型セルで20%の作製プロセスを確立しました。
- ⑤イオン注入技術により、ピラミッド状の表面においても深さが均一な拡散層の形成に成功し、イオン注入技術によりセルの変換効率19.4%を達成しました。
- ⑥セル・モジュールの新しい評価技術(絶対EL法、内部量子効率マッピング法)を開発しました。絶対EL法は、スマートスタックセルのエネルギー損失評価法としても有効です。



FREA製結晶シリコンセル



イオン注入により形成されたリン拡散層

地熱チーム
地熱適正利用のための技術

火山国である我が国には膨大な地熱エネルギーが存在しています。地熱エネルギーは気象条件等に依存せず安定しているため、再生可能エネルギーの中ではベースロードを賄う役割が期待されています。

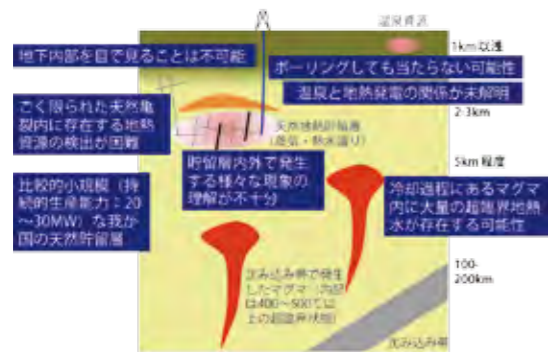
地球の恵み



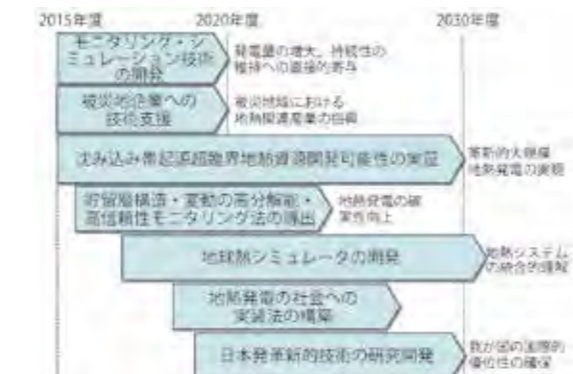
研究目標

当チームでは「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や貯留層変動の高度モニタリング等によ

り、持続的な発電と発電量の増大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規模に利用可能にします。



地熱研究開発の必要性



FREA地熱研究のロードマップ

研究内容

現在、当チームでは、地熱の適正利用を実現するために、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へ向け、地球科学に関連した様々な基礎研究も実施しています。地下は不可視であり、また、地熱資源の特性は地域に大きく依存するため、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、モニタリング、機器テスト等を実施しています。

- 当チームでは主に以下の目標達成を目指しています。
- MEMS、光ファイバ等を利用したセンシングシステムの開発、多元非定常信号処理、統合解析法等の高度解析技術の導出により貯留層内で生じている現象の理解と可視化を目指しています。
- 産総研が有する膨大な地熱資源情報を高度データベース化するとともに地球熱シミュレータの開発を通じて最適な開発手法の提示や温泉との共生を実現します。
- 室内実験やシミュレーションを通じて水圧刺激や注水による貯留層の最適作成・制御技術を開発します。これにより地域に依存しない開発・利用方法を導出します。

- 沈み込み帯に起源を有する超臨界地熱資源の開発可能性を探求し、2050年以降に大規模ベースロード発電のために利用可能にすることを目指します。

沈み込み帯に起源を有する超臨界地熱資源の開発による、数10GW～数100GWの発電可能性を提唱しました。現在、2050年以降にベースロード電源として利用可能にするための研究企画の立案を進めています。



超臨界地熱システム概念

地震波解析等の結果は、古火山・古カルデラ下部(4~5km)に1%程度の超臨界水を含むマグマ起源火山岩体の存在を示唆しています。東北地方で50以上の古火山・古カルデラが存在します。



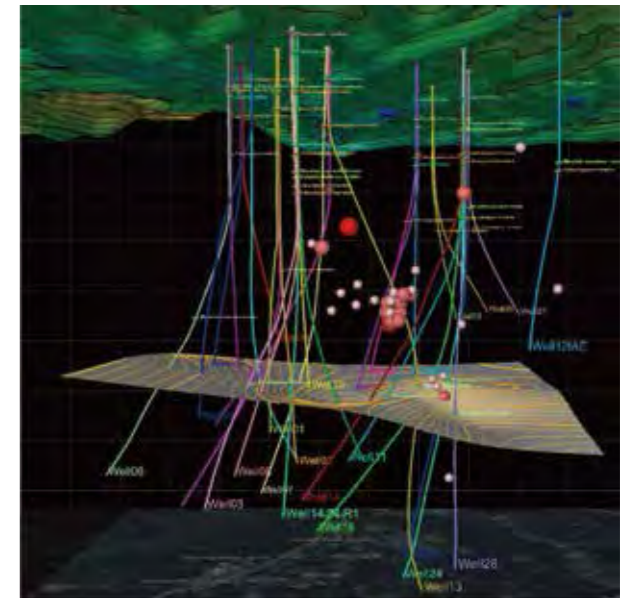
古カルデラの分布 (Oyagi, 2003)



柳津西山地熱発電所 (写真提供:東北電力株式会社)



地表設置型3成分地震計の設置状況



微小地震情報統合可視化システム (注水した水の挙動のモニタリング)

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小型坑井内3成分弾性波検出器等を使用した高精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での微小地震活動のリアルタイムモニタリング、高度統合解析を行うことが可能になり、適切な注水による生産量の回復に寄与する計画です。

主な研究設備



温泉システム模擬装置

温泉の配管系を室内で模擬することが可能です。温泉モニタリング用センサの評価や、温泉発電装置の実験等に使用します。



亀裂せん断滑り実験装置

高温・高圧の地熱貯留層内で発生する力学現象を模擬可能な装置です。

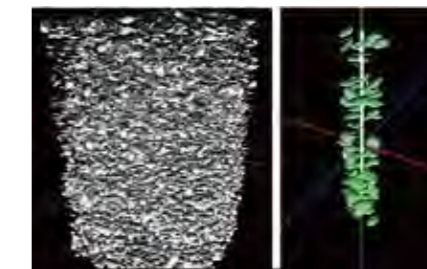


超高温坑内模擬装置

350℃、600気圧の坑内環境を模擬可能な装置です。機器、素材の開発に使用します。

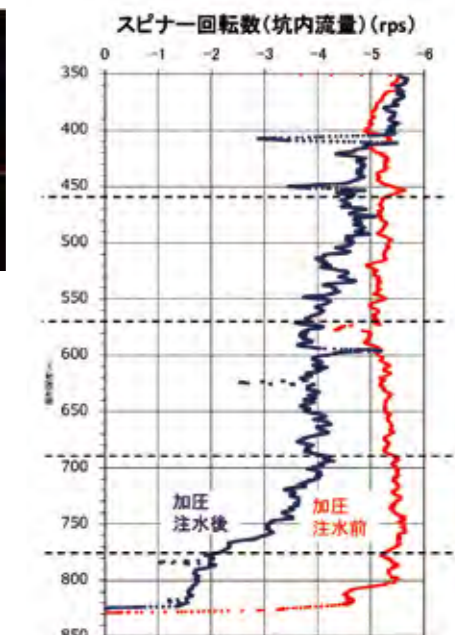
主な研究成果

- ①地熱井への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。東北地方の地熱フィールドで還元能力が低下した坑井を対象に実証試験を行った結果、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、発電量を増大(約1.1MW)させることに成功しました。



地下亀裂のシミュレーション

- ②温泉泉質の遠隔連続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、温泉の泉質(温度、流量、電気伝導度)を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。室内実験による性能評価やフィールド実証試験を重ね、2017年度末の実用化を目指しています。



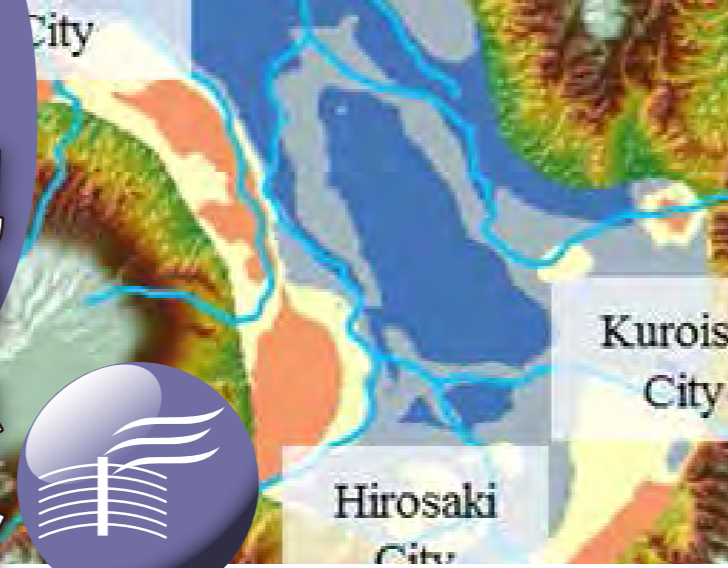
加圧注水試験結果

地中熱チーム

地中熱ポテンシャル評価とシステム最適化技術

地中熱利用システムは、もともと世界オイルショックを契機として1980年代から欧米諸国で広まった技術です。技術的には新しいものではないものの、日本においては2000年頃までほとんど知られていなかったことや、大都市における地下水の汲み上げ規制などの理由により、その普及が遅れています。日本における地中熱利用では、地下水の存在が熱交換量に大きく影響するため、地下水の水位や流量の把握が重要です。

地中で省エネ



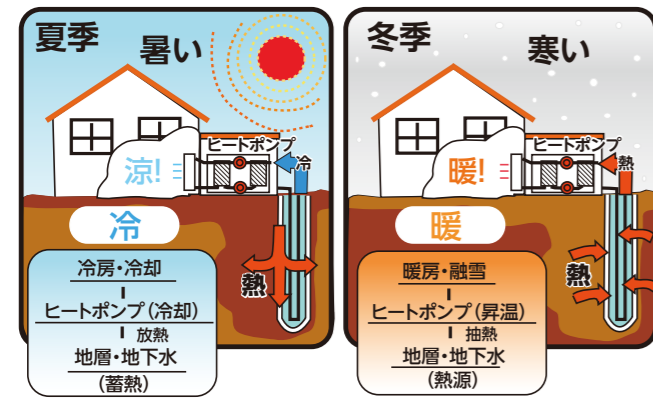
研究目標

当チームでは、一般的なエアコンや融雪システムよりも高効率(高いCOP)、省エネルギーである地中熱利用システムの普及促進に向けた研究を行っています。地下水流動・地質特性に応じたシステムの高性能化・低コスト化を目指しています。

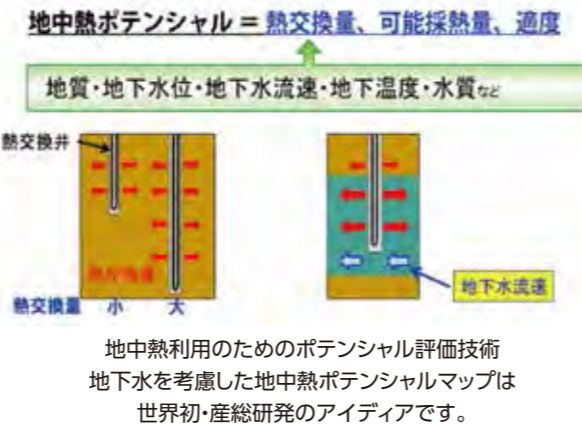
地中熱利用には、地下に埋設した管に不凍液や水を循環させて熱交換するクローズドループと、地下水を汲み上げて熱交換するオープンループの2種類があります。日本においては、いずれの場合も地下水の存在が熱交換量に大きく影響するため、地下水の水位や流量の把握が重要です。また、地下水を考

慮した日本式の地中熱研究は、東南アジア諸国に対しても大きく役立ちます。このため、当チームでは、地域の地質や地下水流動の特性に適応した地中熱システムの開発を目指して、以下の研究目標に取り組んでいます。

- 地中熱ポテンシャルマップ作成に必要な現地データ収集・概要モデルの構築
 - 地中熱システムの最適化技術の概念設計
 - 東南アジアにおける地中熱研究の展開 等
- ※COP: Coefficient of Performance (成績係数)の略



地中熱利用システムの概要



研究内容

地中熱を利用するには、地下の地質や地下水流動の状態を知ることが大切です。そのため、当チームでは、ボーリング(掘削)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。

そして、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の地中熱利用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採熱量・最適な運転方法の違いを調

べています。
主に以下の研究開発テーマに取り組んでいます。

- 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いる地域が多く、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。当チームでは、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。

●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や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。FREA地中熱利用システム実証試験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。

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。



主な研究設備



FREA地中熱利用システム実証試験場
深度1~2mの地下に設置するシート型熱交換器とスリンキー型熱交換器および深さ約40mの鉛直型(ポアホール型)の熱交換器を利用した地中熱システムです。



タイ・チュラロンコン大学に設置したGSHPシステム
タイ・チュラロンコン大学の施設を利用して、バンコクでも地中熱システムによる冷房運転の可能性を実証しました。
※GSHP: Ground Source Heat Pump (地中熱ヒートポンプ)の略

主な研究成果

- ①津軽平野の地中熱ポテンシャル評価
 熱応答試験 (TRT) 結果を組み入れた地下水流動・熱輸送モデル【図1】を構築し、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するとともに、有効熱伝導率と地下温度分布図をGISで重ね合わせ、全く新しいポテンシャルマップ(暖房利用)【図2】を作成しました。既存の観測井データとTRT結果を組み合わせると(産総研オリジナル技術)、少数の観測井でも高精度のマップが作成可能になりました。

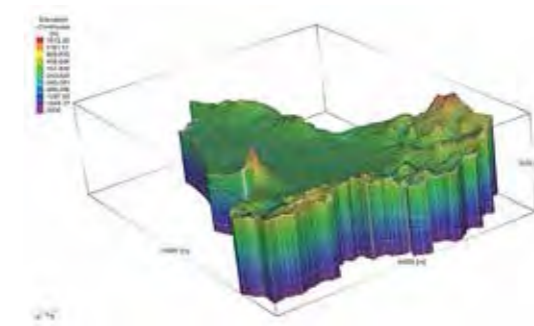


図1 津軽平野3次元地下水流動・熱輸送モデル

- ②会津盆地の水利地質構造の解明
 福島大学との共同研究を通じて、福島県会津地域における第四紀地質構造解析と水利構造(地下温度構造など)解析を行い、地中熱ポテンシャル評価の基盤データを構築しました。

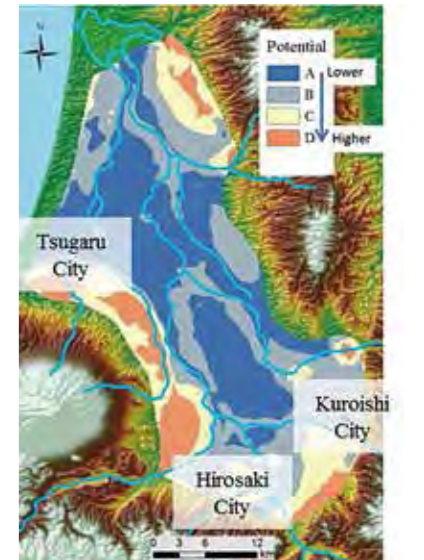


図2 新しい地中熱ポテンシャルマップ

- ③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
 被災地企業のシーズ支援プログラムを活用して、日本地下水開発(株)との共同研究により、自噴井を利用した地中熱システムを構築しました。システムを高度化させ、自噴井を井戸内温度によって制御するシステムを構築しました。本共同研究では、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を把握しました。運転方法にもよりますが、冷房運転ではCOP8.0以上、暖房運転ではCOP4.5以上を確認しました。

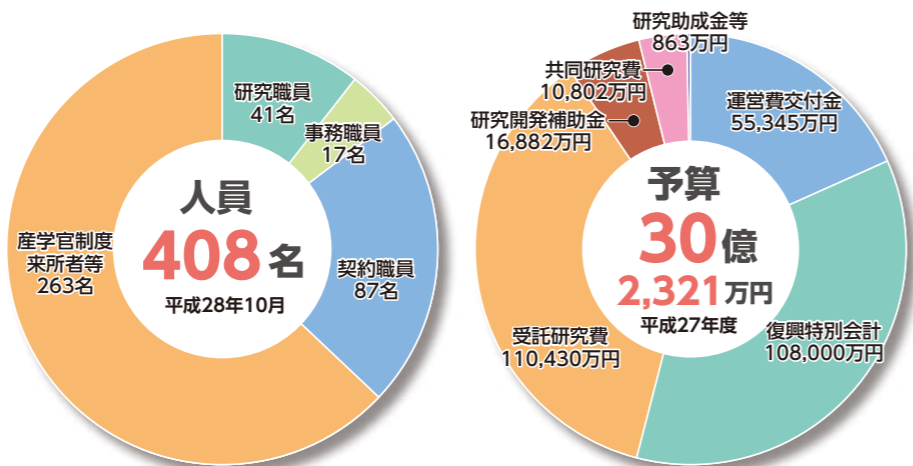
産業技術総合研究所の研究拠点と重点化研究テーマ



総敷地面積78,000m²

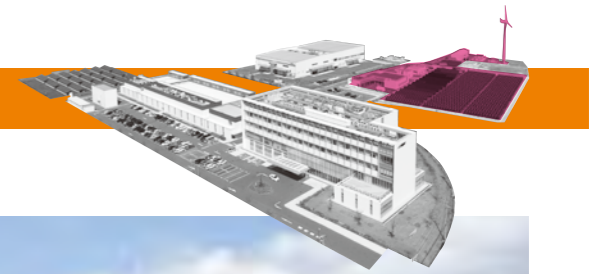
A 研究本館	(延床面積) 7,200m ²
B 実験別棟	(延床面積) 4,700m ²
C 実証フィールド	30,000m ²
D エネルギー管理棟	830m ²
E スマートシステム研究棟	(延床面積) 5,700m ²

人員・予算



主要施設

再生可能エネルギー統合実証フィールド



①エネルギー管理棟

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の研究を実施しています。

- [特徴]
- 系統模擬電源 (ACシミュレータ:500kVA)
 - 太陽電池模擬電源 (600kW)
 - 模擬負荷 (250kVA)
 - 試験用パワーコンディショナ (3機種、各1台)
 - 太陽電池モジュール用ソーラシミュレータ (擬似太陽光源)
 - 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
 - エネルギーマネジメントシステム (EMS)
 - 太陽光発電・風力発電計測システム

②MCH実験棟

アルカリ水電解装置、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MCH製造・利用の実証機を稼働させ、水素キャリア製造・利用統合システムの実証を行っています。

- [特徴]
- アルカリ水電解による水素生成能力:34Nm³/h
 - トルエンへの水素付加能力:70L/h (MCH製造能力)
 - MCH貯蔵能力:容量20kL (発電換算:約10MWh)
 - 水素コジェネ出力 (電力・熱):電力60kW・熱35kW

③純水素実験棟

水素エネルギーシステム、熱エネルギーの貯蔵・利用の研究を実施しています。

- [特徴]
- 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)

④太陽光発電システム実証エリア

太陽光発電システムの性能評価とパワーコンディショナの制御技術を開発・実証しています。

- [特徴]
- 定格出力:500kW
 - 太陽電池モジュールは計11種類
 - 太陽電池モジュールの枚数は計2,500枚
 - 太陽光発電用パワーコンディショナ (3機種、22台)
 - 太陽光発電システム実証エリアの面積は約8,000m²

⑤風力発電設備

日本型風車設計基準の検証と風車制御技術の高度化に関する実証研究を実施しています。ナセル搭載LIDARにより、風車上流側の風速・風向をナセル上からリモートに計測する技術・装置を開発・評価、また、音源探査装置等により風車音を計測・評価し、騒音特性を明らかにするとともに、静音化に向けた研究も進めています。

- [特徴]
- (株) 駒井/ハルテック製 KWT300
 - 定格出力:300kW
 - 耐風性、耐雷性、耐震性、輸送・施工性に優れた仕様
 - 直径33m、翼長16m、ハブ高さ41.5m (最高到達点58m)
 - 定格風速:11.5 m/s
 - カットイン風速: 3.0 m/s、カットアウト風速: 25 m/s
 - 耐風速: 70 m/s

⑥アンモニア直接燃焼ガスタービン実証設備

水素キャリアであるアンモニアを燃料として直接燃焼利用するガスタービン発電技術の研究開発を行っています。

- [特徴]
- マイクロガスタービン発電装置 (定格出力:50kW (灯油運転時))
 - 燃料としてアンモニアガス、メタンガス、灯油の利用が可能
 - メタンとアンモニアの混合ガスを用いた混焼により、41.8kWの発電に成功
 - さらに100%のアンモニアの専焼により41.8kWの発電にも成功 (世界初)
 - 脱硝装置により排出される窒素酸化物濃度は、環境基準に十分適合

主要施設

薄型結晶シリコン太陽電池の一貫製造ライン

福島再生可能エネルギー研究所実験棟内に薄型結晶シリコン太陽電池の一貫製造ラインを整備し、高効率・低コスト・高信頼性を兼ね備えた太陽電池モジュールの量産化技術を開発しています。本ラインでは、メーカーの量産品と同程度以上の変換効率を有するセルを作製することが可能です。



①インゴットのスライス(ウェハの作製)



マルチワイヤソー
④反射防止膜の形成

②テクスチャの形成



テクスチャー形成装置
⑤電極の形成

③接合の形成



熱拡散装置



イオン注入装置



プラズマCVD装置



セル電極形成装置



大型真空ラミネーター



信頼性試験装置



本館北側

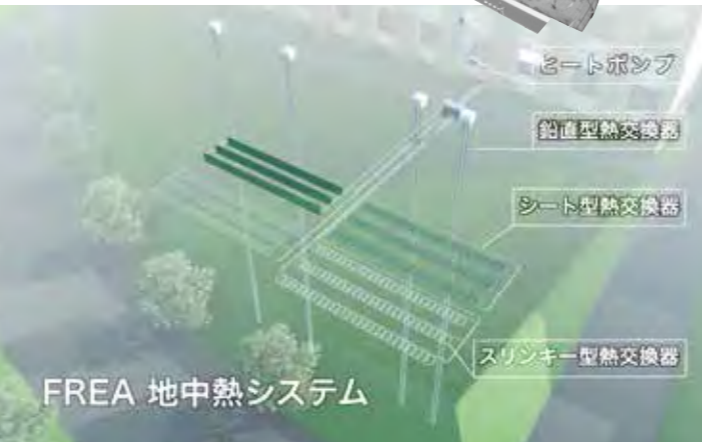
地中熱利用システム実証試験場



地中熱ヒートポンプ
(室内)

地中熱利用システム実証試験場の概観

福島再生可能エネルギー研究所の地中熱利用システム実証試験場では、深度1~2mの地下に設置するシート型熱交換器・スリンキー型熱交換器と、深さ約40mの鉛直型(ボアホール型)の熱交換器を利用した地中熱システムを設置しています。これらのシステムを比較すると共に、両者を組み合わせた運転方法の最適化技術開発を行っています。



FREA 地中熱システム

地下の熱交換器の設置状況

また、リアルタイムモニターを設置し、地中の温度やシステムのCOP(性能を示す指標)、室内温度等がリアルタイムで表示されます。リアルタイムでの稼働状況や熱交換井部分の「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ています。

主要施設

スマートシステム研究棟(SS棟)



大型パワーコンディショナ等の 先端的研究開発・評価拠点

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(PCS)等のパワーエレクトロニクス機器の先端的研究開発・評価を行う世界トップレベル(3MW)の拠点(SS棟)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ーです。

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目指し、製品の海外認証を支援します。

本施設では以下の4つの試験が可能です。

- 系統連系試験**
20フィートコンテナを収容可能な国内最大の系統連系試験室です。3MWまでの系統連系試験、模擬配電線路をご利用頂けます。
- 安全性試験
(恒温槽等)**
砂漠地、高温湿潤地、極寒地での使用を想定した温湿度サイクル等の環境試験が可能な大型の恒温恒湿実験室です。温度範囲はマイナス40℃~プラス80℃、湿度範囲は30~90%RH(相対湿度)に対応できます。
- 電磁環境試験
(電波暗室)**
スマートシステムに不可欠なパワーエレクトロニクス機器、ICT機器のEMC(電磁両立性)試験にご利用頂けます。電磁暗室はテニスコート約5面分の広さで国内最大です。
- システム性能試験**
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)を評価します。



系統連系試験室



電力系統模擬電源



実験用模擬負荷



電波暗室



環境試験用恒温恒湿室

詳しくは <http://www.aist.go.jp/fukushima/ja/outline/smart-system/index.html>

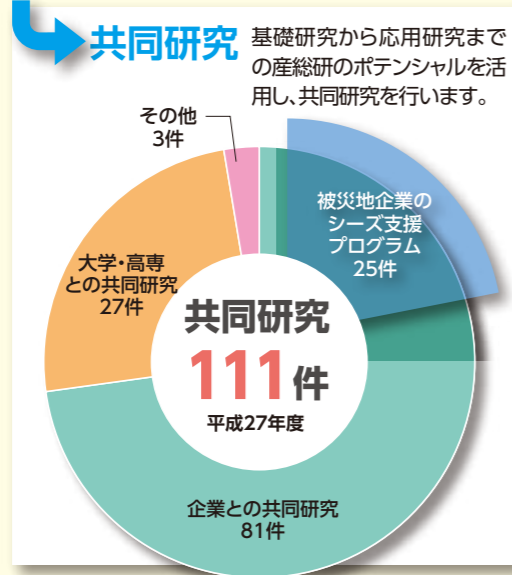


産学官連携の取り組み

FREAの産学官連携の窓口として、産学官連携推進室では、産業発展に資するため、研究成果の技術移転のためのマッチング活動、共同研究や受託研究の仲介・支援、技術研修、技術相談等を行っています。

※数字は平成27年度の実績件数を表しています。

Q. 一緒に研究したい……



Q. 技術的アドバイスが欲しい……

技術相談

メール、電話、文書、及び面談によって技術的な問題の相談に応じる技術相談の窓口を設けています。相談ご希望の方は、専用フォームなどをご利用ください。

30件

Q. 技術課題を解決して欲しい……

技術コンサルティング

最先端の研究開発で培った技術力を活かし、「技術の目利き」や「事業化サポート」など、ステージに応じた多様なコンサルティング・サービスを提供します。

Q. 研究を委託したい……

受託研究

企業・法人等からの委託により、産総研の高いポテンシャルを活かした研究、あるいは研究成果の普及・実用化に関する研究を行います。

(独法13、企業等7)

20件

Q. 産総研の特許等を利用したい……

知的財産

特許、ノウハウ、プログラム等の研究成果を知的財産として保有し、ライセンス付与等によりそれらの実用化を推進しています。

Q. 専門技術を習得したい……

技術研修

企業、大学等から派遣される技術者、学生等に技術開発や研究に必要な専門技術の習得を目的とした研修を行います。

(大学38、企業等1)

39件

Q. 研究施設などを見学したい……

施設見学

研究業務に支障のない範囲で、団体見学を受け付けています。団体見学をご希望の方は、見学受付専用フォームをご利用ください。

見学者 5,287名 平成27年度

見学者の属性	人数
一般	433名
学校関係	1,596名
企業・学会・協会等	2,299名
自治体・行政関係	773名
海外	186名

見学の申し込みはこちらから

Q. 専門家を派遣して欲しい……

派遣依頼

外部機関から依頼を受けて、産総研の研究者を講演等に派遣します。

(大学7、独法3、国1、他9)

20件

国内外の機関との連携

福島再生可能エネルギー研究所は、多様な研究人材、先進的な研究インフラ、人材育成の仕組み、地域とのネットワークなどを活用、発展させ、地元大学や国内外の主要機関との連携を積極的に進めています。



主な国際連携

- 欧州**
- オーストリア技術研究所 (AIT)
 - フランス国立科学研究センター (CNRS)
 - オランダエネルギー研究センター (ECN)
 - European Liaison on Electricity Committed Towards long-term Research Activity (ELECTRA)
 - フラウンホーファー研究機構
 - ノルウェーエネルギー技術研究所 (IFE)
 - ノルウェー科学技術大学 (NTNU)
 - ノルウェー産業科学技術研究所 (SINTEF)
 - イタリアエネルギーシステム研究所 (RSE)
 - スマートグリッド国際研究施設ネットワーク (SIRFN)
- 北米**
- ロスアラモス国立研究所 (LANL)
 - ローレンス・バークレー国立研究所 (LBL)
 - 米国再生可能エネルギー研究所 (NREL)
 - サンディア国立研究所 (SNL)
 - プリティッシュコロンビア大学 (UBC)
 - スマートグリッド国際研究施設ネットワーク (SIRFN)
- アジア・オセアニア**
- 東アジア・ASEAN経済研究センター (ERIA)
 - インドネシア地質総局
 - タイ科学技術研究所 (TISTR)
 - タイ国立科学技術開発庁 (NSTDA)
 - 東・東南アジア地球科学計画調整委員会 (CCOP)
 - オーストラリア連邦科学産業研究機構 (CSIRO)

オープンイノベーションの活動

戦略的な国際連携の推進

テラワット太陽光発電時代実現に向け、日独米の公的研究機関が共同して重要課題の解決や研究開発の推進等に貢献していきます。

研究成果の情報発信

成果報告会や展示会への出展、地域向けの公開イベントなどを通じて、研究成果の進捗や復興に向けた取り組み等を広く社会に発信しています。

地域産業との連携

地元自治体(福島県、郡山市)との連携として、「再生可能エネルギー関連産業推進研究会」への参加や、各種展示会等での、地元産業の振興等の取組みに協力しています。

FREA一般公開

地域向けの研究所公開イベントです。自然エネルギーをうまく利用する技術の実験・体験ができるコーナーや研究所の見学ツアーや、地元高校、大学からの展示など楽しい企画が盛りだくさんです。

詳しくは <http://www.aist.go.jp/fukushima/ja/collabo/>

被災地企業のシーズ支援プログラム

■事業の目的と概要:

福島再生可能エネルギー研究所では、共同研究(評価、課題解決)を通じて、東日本大震災によって甚大な被害を受けた被災地(福島県、宮城県、岩手県)の企業が持つ再生可能エネルギー関連技術の事業化支援を積極的に行っています。

本プログラムにより、被災地域における新たな産業の創出につながる技術開発により、事業化成功例が生み出されています。

製品化の一例



太陽電池モジュール
封止用架橋材料

太陽電池モジュールで使用される封止材(EVA:エチレン酢酸ビニル共重合樹脂)の信頼性を高めるための添加剤(架橋助剤)として、産総研の技術的支援を受けて製品化されました。



バイパスダイオード
チェッカー

太陽電池モジュール内バイパスダイオードのオープン故障を点検できる装置として、産総研の技術的支援を受けて製品化されました。



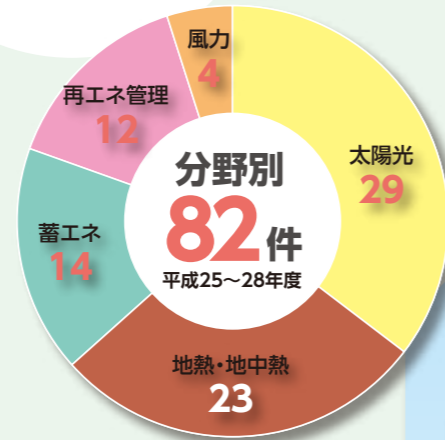
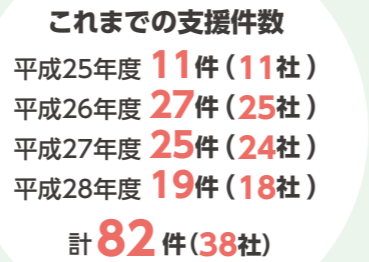
太陽電池ストリング
監視システム

太陽電池モジュールの電流・電圧を測定する装置です。太陽光発電用のモニタリングおよび発電量回復デバイスとして、産総研の技術的支援を受けて製品化されました。



温度成層式蓄熱
貯湯システム

タンク内の攪拌を抑制することで、高温・低温水の境目を維持し、給湯温度が低下しない大型貯湯タンクです。産総研の技術的支援を受けて、省エネ効果を評価・分析し、太陽熱との連携など、さらなる性能向上を達成しました。



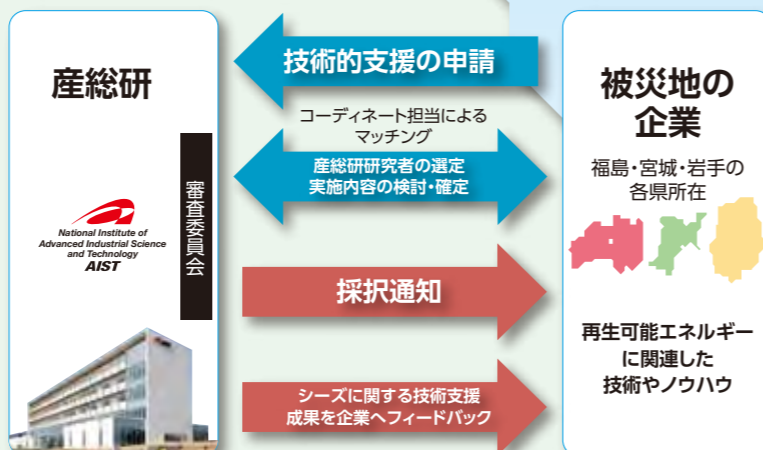
SEEDS PROGRAM

岩手県 10件 (4社)

宮城県 10件 (5社)

福島県 62件 (29社)

事業への流れ



被災地域における新たな産業の創出

再生可能エネルギー分野の産業人材育成事業

■事業の目的と概要:

平成26年度より、地元の大学等から様々な制度で学生を受け入れ、最先端の設備や知見を活用した研究開発(共同研究)への参画を通じ、将来の再生可能エネルギー分野を担う産業人材を育成しています。



人材育成の実例



バイナリー発電施設の見学会 (土湯温泉)

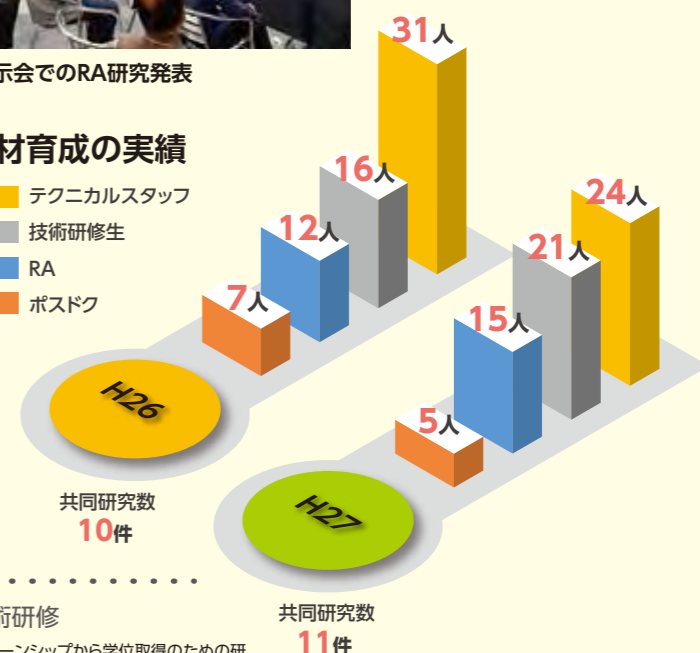
<H28共同研究数>

- 岩手大学 ……1件 (太陽光)
- 東北大学 ……7件 (地熱・太陽光・水素・エネルギー管理)
- 福島大学 ……2件 (地熱・地中熱)
- 日本大学工学部 ……4件 (エネルギー管理・風力)
- 会津大学 ……1件 (エネルギー管理)

UPBRINGING

人材育成の実績

- テクニカルスタッフ
- 技術研修生
- RA
- ポストドク



RA

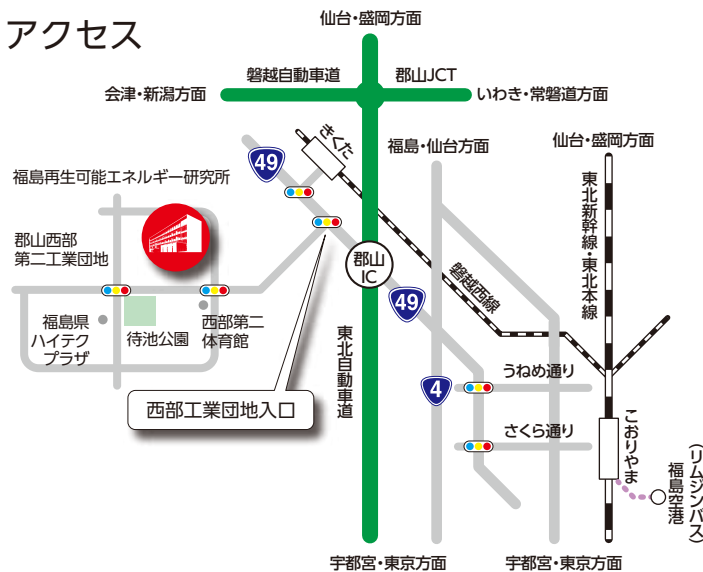
■産総研リサーチアシスタント制度
技術研修生(研究指導型)のうち、優秀な大学院生を産総研の契約職員(リサーチアシスタント(RA))として雇用し、経済的な負担を軽減して研究に専念してもらう制度です。産総研が実施している研究開発プロジェクトに参画して、実践的な研究経験を積むことで、高度な研究実施能力や計画立案能力を有する実践的の博士人材を育成します。

■技術研修

インターンシップから学位取得のための研究指導において幅広く活用されています。学生を一定期間産総研に受け入れ、各種研修、研究指導を行います。産総研にある最先端の研究施設を利用したり、最先端の実験・分析技術などを習得できます。

共同研究数 11件

アクセス



●お車でお越しの方

東北自動車道「郡山IC」から約5km(所要時間約10分)

「郡山IC」を降りて猪苗代方面(右)へ進行、国道49号を北上し、西部工業団地入口交差点、「産業技術総合研究所AIST(FREA)」の案内標識に従って左折、一つ目の信号を右折、約150m先

●飛行機でお越しの方

福島空港⇄郡山駅 リムジンバス(片道1,100円 所要時間約40分)

●郡山駅からお越しの方

郡山駅からタクシー:所要時間約25分(料金4,000円目安)

郡山駅からJR磐越西線利用:

「喜久田駅」下車後、タクシーで約10分(料金1,200円目安)

郡山駅から福島交通バス利用:

8番のりば「郡山西部工業団地行き」約40分、「産総研」下車(料金710円)



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

FUKUSHIMA RENEWABLE ENERGY INSTITUTE, AIST (FREA)

〒963-0298 福島県郡山市待池台2-2-9 TEL.024-963-1805 FAX.024-963-0824
Eメール frea-info-ml@aist.go.jp URL <http://www.aist.go.jp/fukushima/>