



## 2030年戦略研究

2050年カーボンニュートラル実現に向けて、再生可能エネルギーや原子力発電などの脱炭素電源の活用、水素・アンモニア発電やカーボンリサイクル技術の火力発電への適用、蓄電池等の分散型エネルギーリソースの活用などの取り組みが加速しています。当所が日本の目指すべき姿とする「持続可能で社会に受容されるエネルギーシステム」の実現の鍵となる研究テーマの中から、取り組みを強化すべき11のテーマを「2030年戦略研究」と名付け2022年度から研究開発を加速させました。これらの研究を通じて、電気事業や社会における脱炭素化、デジタルトランスフォーメーションに貢献していきます。

### 再生可能エネルギー導入拡大時の系統安定化技術の開発

#### グリッドフォーミングインバータ (GFM)

同期発電機が持つ慣性・電圧維持能力等と同等の能力を備えたインバータ。周波数維持や系統安定化に資する。

- 再生可能エネルギー導入拡大時の系統安定性低下対策の一つとして用いられる**グリッドフォーミングインバータ (GFM)**について、系統外乱により発生した有効電力出力の振動を簡単な制御ロジックで抑える方式を考案しました。
- 洋上風力発電所から陸上の複数拠点への多端子直流送電が交流系統に与える影響を評価するため、交流／直流変換器の一つである**モジュラーマルチレベル変換器 (MMC)**の電力系統解析用回路モデルを開発しました。

#### モジュラーマルチレベル変換器 (MMC)

単位変換器(モジュール)を多段接続することにより構成する交流／直流変換器のこと。

### 需給調整力向上に寄与するエネルギー変換技術の開発

#### ポリジェネレーションシステム

ガス化により発生する合成ガスから、発電、化学原料製造、熱供給を並列で行うシステム。

- CO<sub>2</sub>回収型**ポリジェネレーションシステム**の基盤技術開発において、発電部分に固体酸化物形燃料電池(SOFC)、化学合成部分にジメチルエーテル製造装置を採用したシステムでのCO<sub>2</sub>回収コストについて、目標とする1,000円台/t-CO<sub>2</sub>を実現できる可能性を見出しました\*。  
\*国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの受託研究(JPNP16002)により実施。
- SOFCの電流密度、温度、ガス分圧などの状態量を同時に算出できる動特性モデルを構築しました。SOFCの非定常運転にも対応したモデルであり、これらの状態量が急激に変化した場合でもセル電圧の応答を適切に再現できることを確認しました\*。  
\*国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの受託研究(JPNP20003)により実施。
- 液化アンモニアを溶媒として微細藻類から有効成分を抽出する技術を新たに開発しました。これにより、大きなエネルギーを必要とする乾燥・細胞破壊プロセスを用いることなく、バイオマス由来の燃料や化成品の原料を直接抽出することが可能となりました。

#### CCS (Carbon dioxide Capture and Storage)

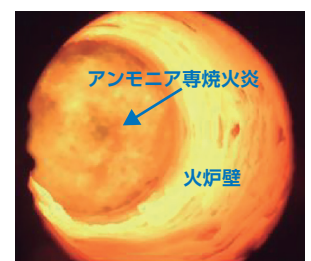
二酸化炭素の回収・貯留。

### 水素・アンモニアの製造・利用技術の開発

#### プロトン伝導セラミック燃料電池

セラミックス電解質膜とそれを挟む空気極と燃料極の三層構造を有し、空気中の酸素と、水素などの燃料を利用して発電する燃料電池。セラミック電解質膜中をプロトン(水素イオン)が透過することで電池として作動。

- 火力発電の脱炭素化技術の社会実装に向けて、天然ガス、ガス化用石炭、および一般炭の3つの燃料について、**CCS技術、水素製造・利用技術、およびアンモニア製造・利用技術**を適用したときの経済性および環境性を定量的に評価しました。→ p.22参照
- 微粉炭火力発電所におけるアンモニア燃焼技術の実装に向けて、当所燃焼炉での試験結果から窒素酸化物や未燃アンモニアの排出を抑制できるアンモニア専焼バーナーの構造をメーカーと共同で考案しました(右図)\*。  
\*国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの受託研究(JPNP16002)により実施。
- 高い発電効率が見込まれる**プロトン伝導セラミック燃料電池**の開発において、標準セルと改良セルを対象とした基礎発電特性評価試験から、燃料中の水蒸気量が増加すると発電出力密度も増加することがわかりました。



当所燃焼炉におけるアンモニア専焼火炎

円筒型火炉の後流側からバーナー部を観察した画像。アンモニアの安定な専焼に成功。さらに低NO<sub>x</sub>化のため、アンモニアの噴出方法や燃焼用空気との混合方法の適性化を実施。

- 山梨県が工場等大口のエネルギー需要家への導入を進めるオンサイト型P2G (Power to Gas) システムについて、大口需要家で自家消費しきれない水素を周辺地域で活用することを想定した水素需給バランス、経済性、CO<sub>2</sub>削減効果を評価しました\*。

\*山梨県からの受託研究により実施。

## 洋上風力発電の運用管理・保守技術の開発

- 洋上風力発電施設などの海中構造物が海生生物に及ぼす影響を把握するため、水中カメラ、ROV、およびバイオテレメトリーを用いて実際の海中構造物を調査しました。その結果、魚類がこれらの海中構造物を隠れ場や餌場として利用し、その利用には昼夜の違いがあることを明らかにしました。
- 洋上風力発電施設の運用管理・保守を考える際には、風況・波浪についての予測情報や過去の情報が必要となります。このため、機械学習手法を用いて短時間先の風況・波浪を高精度に予測する技術や、過去の気象場との類似性から風況・波浪を確率的に予測する技術を開発しました。
- 風車ブレード構造材の内部き裂などを検査する超音波探傷試験について、不規則な探傷面にも対応できる音響カプラを経年変化が少ない最新のゲル素材 (SPUG) を用いて開発するとともに、測定ノイズを抑制するためのデータ処理アルゴリズムを考案しました。

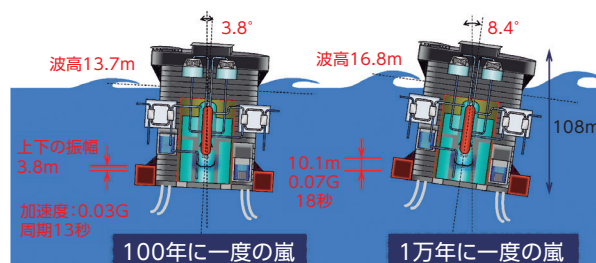
## 資源循環・カーボンリサイクル技術の開発

- 石炭火力発電所から排出されるフライアッシュ (FA) を有効活用するために、FAを主原料とするセメント非配合低炭素コンクリート系資材であるEeTAFCONとFSBの開発を進めています。これらは製造過程で大量のCO<sub>2</sub>を放出するセメントを用いないため、CO<sub>2</sub>排出を5~7割削減できます。EeTAFCONについては、これまでより低品質なFAでもこれまでと同等以上の性能を持った資材を製造できる新たな技術を開発しました。FSBについては、漁協等との地域連携を図り、水産系副産物の貝殻粉末を利用して、海域での活用に向けた大型藻礁の製造に成功しました\*。→ p.24参照  
\*FSBについては国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) からの受託研究 (JPNP16003) により実施。
- 使用を終えたりリチウムイオン電池から、レアメタル含有素材を高純度・高回収率で分離する技術を開発しました。
- 廃コンクリートを新たな地盤材料として再資源化する方法を開発しました。廃コンクリート由来のセメント微粉を配合した材料を成形し、CO<sub>2</sub>固定処理を行うことで、地盤材料に求められる強度や環境安全品質を確保できることを明らかにしました。

## 次期原子炉の設計評価

- 革新軽水炉への導入が見込まれる自然循環や重力により駆動する受動的な炉心や格納容器の冷却システムについて、シミュレーションによる検証を補完するための二相流計測技術を活用した実験方法を考案しました。
- 浮体式原子炉 (軽水炉) の海洋での揺動に関する実験・解析を行い、沖合で想定される原子炉の揺動が通常運転時および事故時の炉心冷却性能にほとんど影響を与えないことを確認しました (右図)\*。

\*NEXIP (Nuclear Energy × Innovation Promotion) 事業の一つである資源エネルギー庁の「社会的要請に応える革新的な原子力技術開発支援事業」として実施。



浮体式原子力発電所の沖合での揺動

### ROV (Remotely Operated Vehicle)

遠隔操作型の無人潜水機。海中の映像や情報をリアルタイムに送ることができる。

### バイオテレメトリー

生物に小型の発信器などを取り付け、行動・生理・環境についてのデータを遠隔測定し、行動や生態を調査する研究手法。

### SPUG (Segmented Polyether-Urethane Gel)

ウレタン結合により接合された液状セグメントと分散媒による分子構造を有し、水に近い音速および密度と高柔軟性を有するポリウレタンゲル。

### EeTAFCON (イータフコン)

一般土木建築向けの高強度・高耐酸性資材の略称。現在社会実装を進めている。

### FSB (FA-Shell-Block)

水産副産物である貝殻粉末を利用した藻礁ブロック。藻場再生等への活用を進めている。

### 電気化学インピーダンス解析

2枚の電極に微小な正弦波交流を与え、周波数の関数としてその間に挟まれる物質のインピーダンスを求めることにより電極反応機構などを解析する技術。

### GFM

→ p.10参照

### 配電線雷リスク評価手法

落雷データや配電設備データ等をもとに、任意のエリアにおける高圧配電線の雷事故発生率を計算する手法。

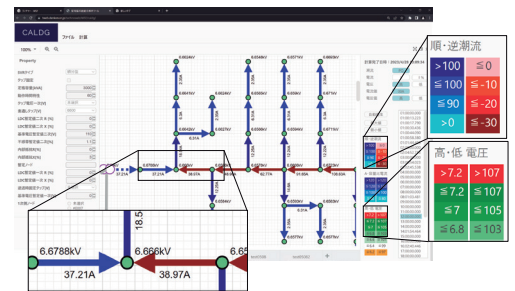
## 蓄電池の安全性・性能評価

- ・需給調整市場、容量市場、卸市場において長期間の運用が見込まれるリチウムイオン二次電池について、電気化学インピーダンス解析と電圧解析を応用した非破壊かつリアルタイムの劣化評価技術を開発しました。→ p.26参照

## 次世代地域グリッドの構成・運用

- ・再生可能エネルギー導入拡大時における系統慣性と短絡容量の不足への対策装置の実用化に向けて、配電系統連系用GFMの仕様検討および実規模試験実施による検証に着手しました\*。
- ・配電事業ライセンス制度の導入により、一般送配電事業者以外の今後参入が見込まれる事業者に向けて、地域グリッドの計画や運用の検討を可能とする一般版の配電系統総合解析ツールCALDGのWindows版およびWeb版(右図)を新たに開発しました。

\*国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの受託研究(JPNP22003)により実施。



配電系統総合解析ツールCALDGのWeb版

図中の矢印は潮流を表します。Web版はブラウザがあれば動作し、クラウド環境によりチームでの協業ができます。

## 電力流通設備のアセットマネジメント技術の開発

- ・電力広域的運営推進機関が策定した「高経年化設備更新ガイドライン」のブラッシュアップへの寄与を念頭に、各種電力流通設備のリスク評価に必須となる故障率特性をその運用実態から適切に推定するため、故障顕在化のばらつきを考慮できる統計分析手法を提案しました。
- ・配電線雷リスク評価手法を精緻化するため、地理情報システムを用いて配電線周辺の構造物を把握し、その雷遮へい効果を加味したところ、より実態に近い配電線への雷撃確率評価が可能となることを明らかにしました。

## 電気事業のデジタル化推進

- ・公開されている電力需要および人口や産業などに関する統計データから、将来の電力需要を数理的に分析する手法を開発しました\*。→ p.28参照
- ・近年発展の著しい人工知能(AI)・データサイエンス(DS)の電気事業における現場適用を支援するため、AI・DS技術の最新動向を調査するとともに、基礎理論からプロジェクト運用方法までをカバーするAI・DS講習会を開催しました。

\*国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの受託研究(JPNP22003)により実施。

## 脱炭素化に向けたエネルギー政策の評価

- ・わが国における今後の原子力発電所のバックエンド事業の進め方に関する検討のため、官民の役割分担等が変遷してきた英国における当該事業の実施体制を調査し、その特徴や変遷の要因等を明らかにしました。
- ・2050年カーボンニュートラル実現に向けて脱炭素電源への新規投資を促すための制度として検討が進められている長期脱炭素電源オークションについて分析を行いました。長期的な電力安定供給の確保を前提に、経済効率性に配慮しつつ脱炭素化を目指す本制度には、建設リードタイムの長い電源における費用の上振れリスクへの対応など、課題もあることを明らかにしました。そして、これらの課題に配慮した制度設計の必要性を示しました。