

2. 研究報告

2-1. 成果の概要

電気事業が直面する喫緊の課題解決に向けた研究を着実に実施するとともに、「持続可能で社会に受容されるエネルギーシステム」の実現に向けた研究に取り組み、成果・ソリューションを創出・提供しました。

電気事業のサプライチェーンに対応した9分野を設定し、研究を推進しました。

(■ は各分野における課題を取りまとめた研究のカテゴリ)



原子力発電

- 既設軽水炉の活用・安定運転
- 核燃料サイクル技術の確立
- 放射性廃棄物処分手業支援
- 原子力施設の廃止措置支援



火力発電

- 既設火力の活用に向けた合理化
- 再生可能エネルギー導入拡大への対応
- CO₂排出量の削減



水力発電

- 水力施設の運用・保守・防災



再生可能エネルギー

- 低炭素電源の拡大
- 再生可能エネルギー導入拡大時の系統安定化



電力流通

- 設備形成・運用・保守の合理化
- 電力系統運用支援
- 需要側資源の活用
- 流通設備の災害・人為リスクへの対応



需要家サービス

- 電化推進と顧客満足度向上



環境

- 地球温暖化問題への対応
- 環境アセスメントへの対応
- 環境・健康リスクへの対応



事業経営

- 電力システム改革とエネルギー政策の整合性確保



共通・分野横断

- 需給協調による全体最適化
- 電気事業全般の技術開発動向
- 多様な分野への適用に向けた技術の開発

次ページから、各分野における研究の方向性と代表的な研究成果の概要を記します。そのなかから特に取り上げるべき研究成果については、p.20以降で詳しく紹介いたします。

「2.2 主要な研究成果 (p.20~p.57)」で紹介する写真は、新型コロナウイルス感染症対策を適切に講じた上で、被写体の研究員はマスク非着用として撮影しています。



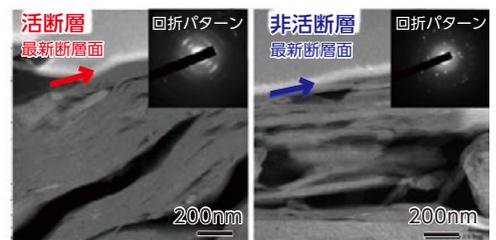
原子力発電

既設軽水炉の再稼働後の安定運転のため、確率論的リスク評価手法の開発とその実務展開の促進など、原子力発電のリスク定量化に向けた研究を実施しました。また、原子炉の運転期間延長を視野に入れて、圧力容器・炉内構造物等の経年劣化に対する健全性評価手法の高精度化を進めました。さらに、核燃料サイクルの実現に向けた使用済原子燃料の管理、放射性廃棄物処分事業、原子力施設の廃止措置に関わる研究に取り組みました。これらの技術の集約によりS+3E（安全性と経済性、環境適合、エネルギーセキュリティ）を達成する原子力発電を実現し、カーボンニュートラルを実現した社会における安定したエネルギー供給に貢献していきます。

既設軽水炉の活用・安定運転

低頻度事象評価技術の確立

- ・国内初の試みとして、四国電力(株)と協働して同社の伊方発電所を対象にSSHAC (Senior Seismic Hazard Analysis Committee) ガイドを適用し、信頼性の高い**確率論的地震ハザード評価**の結果を得るとともに、わが国でもガイドに基づいて評価を実施できることを確認しました。→ p.20参照
- ・透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いて断層試料を観察し、活断層と非活断層で異なる特徴を確認しました(右図)。本手法は、原子力規制委員会の適合性審査において、断層面を明瞭に中断する鉱物脈を見出すことが困難な場合でも断層活動性の評価の道を拓くものです。



断層面のTEM観察像

- (左) 矢印に沿った白い筋状の最新断層面の周囲では、回折パターンで見られる明部の多くが左上～右下に並び、鉱物粒子が定向配列していることがわかる。
- (右) 最新断層面周囲の回折パターンにおいてスポット状の明部が分散し、鉱物粒子がランダム配列していることがわかる。

SSHACガイド

米国で開発され原子力施設で活用されている確率論的地震動評価手順に関するガイドライン。

確率論的地震ハザード評価

地震動強度とその年超過確率の関係を得るための評価。年超過確率とは、対象期間内に少なくとも1回、ある強度を超える確率。

レベル1・レベル2PRA

レベル1では炉心損傷頻度の評価まで、レベル2では放射性物質の大規模放出頻度、放出量の評価まで行う。

確率論的リスク評価 (PRA) の実務展開とリスク情報活用のための基盤整備

- ・当所の要素技術の研究成果を反映し、資源エネルギー庁からの委託事業を中核として、**レベル1・レベル2PRA**までを一貫して行う津波PRA手法を構築しました。→ p.22参照
- ・内部火災PRAに用いられるモデルの精度向上のために、高圧および低圧の電気盤や相非分離高圧母線用バスダクトを用いた内部アーク試験に基づき、高エネルギーアーク故障 (HEAF) 火災発生の防止条件の評価手法や、ケーブルトレイや電気盤などの周辺機器に対する熱的影響範囲の推定手法を提案しました。
- ・PRAで用いる一般機器故障率、一般火災発生頻度、人的過誤確率 (HEP) などの事象発生頻度や確率について、わが国の運転経験を反映したデータセットの整備を進めています。特にHEPについては、運転訓練シミュレータを使った訓練の結果を利用することで事業者に過度の負担をかけずに人的過誤件数や過誤出現機会数などのデータを収集する方法を考案し、そのデータを基に簡易にHEP推定ができる「人間信頼性データベースシステム」を開発しました。

運転保守技術および経年劣化に備えた健全性評価技術の高度化

- ・加圧水型軽水炉などの蒸気発生器伝熱管の腐食予防の目的で二次冷却水への添加が不可欠である脱酸素剤のヒドラジンは、将来的に使用が禁止される可能性があります。そこで、代替薬剤の選定を目的として候補剤の脱酸素性能の定量的な評価手法を提案しました。→ p.24参照

監視試験片

放射線による照射脆化に対する原子炉圧力容器の安全性を確認するために、運転開始前に圧力容器内に入れておき、定期的に取り出す材料試験片。

商用再処理

使用済燃料を硝酸溶液に溶解し、溶媒抽出法により核燃料物質を回収する化学プロセス。

ウォータージェットピーニング

高圧水を材料表面に噴射し、高圧水中の微小気泡が消滅する際の圧力波で材料表面に衝撃を与え、応力腐食割れの誘因条件である引張残留応力を低減する方法。

逆解析

通常は解となるべき値を与え、逆に本来の入力値を推定する解析手法。

・配管破損時の蒸気噴流および高温水噴流の影響範囲を評価しました。その結果、高温水噴流は蒸気噴流よりも拡がり角度が大きくなることを見出され、同温・同圧条件では高温水系統は蒸気系統よりも配管破損時の影響範囲が大きくなる可能性が高いことがわかりました。

・長期間にわたって運転する原子炉の圧力容器の健全性評価精度を向上するために、監視試験片から複数個採取可能な寸法の超小型試験片で破壊靱性を測定する手法を考案しました。→ p.26参照

合理的な安全確保策提案のための基盤技術の整備

・放射線防護で参照される疫学データの再解析と内部被ばくリスクの詳細分析を行い、リスク推定手法や規制基準値に内在する不確かさを定量化しました。この成果は、放射線防護に必要な保守性に関わる国際的な議論における科学的根拠として発信していきます。→ p.28参照

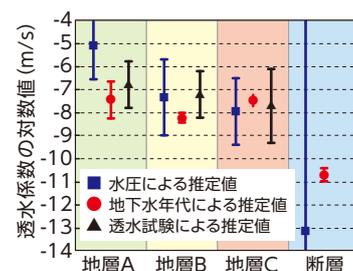
核燃料サイクル技術の確立／放射性廃棄物処分事業支援

・軽水炉用MOX燃料(ウランとプルトニウムの混合酸化物燃料)を UO_2 燃料と混合し、現行の商用再処理の技術(現行技術)にて有用な核燃料物質を回収する処理を想定し、混合割合を変化させた場合の溶液中Pu濃度や崩壊熱の増加に伴う、核燃料物質の回収特性や廃棄物性状を評価し、現行技術で対応可能な混合割合を明らかにしました。

・使用済燃料の乾式貯蔵が可能なコンクリートキャスクの長期健全性を確保するため、実径大キャニスタを用いた実証試験により、蓋溶接部近傍のウォータージェットピーニングがキャニスタの応力腐食割れ対策として有効であることがわかりました。

・放射性廃棄物の安全評価で用いる地下水モデルの信頼性向上のために、水圧あるいは地下水年代の実測値を用いて逆解析を行い、透水係数の推定値と推定誤差を求めました。地下水年代による推定値は、従来の水圧による推定値に比べて推定誤差が小さく、透水試験結果と概ね一致しました(右図)。これより、地下水年代による推定手法が、モデルの信頼性向上に有効であることが確認できました。

・諸外国の廃棄物処分事業規制を調査した結果、確率論的評価を用いて決定論的評価による規制基準の裕度を確認している先行事例が多数あることがわかり、わが国の処分事業申請における確率論的安全評価を導入する上で参考となる情報が得られました。



逆解析による透水係数の推定値・推定誤差と透水試験結果の比較



火力発電

既設の火力発電プラントの合理的な運用・保守、および石炭灰の再利用に関わる研究を進めています。また、再生可能エネルギー導入拡大への対応として、火力発電プラントの動特性解析ツールおよび調整運用技術の開発を推進しています。さらに、 CO_2 を排出しない水素キャリアに適した燃焼技術や環境負荷低減に貢献する新しい発電技術の開発を進めており、将来的な火力発電のゼロエミッション化に貢献していきます。

既設火力の活用に向けた合理化

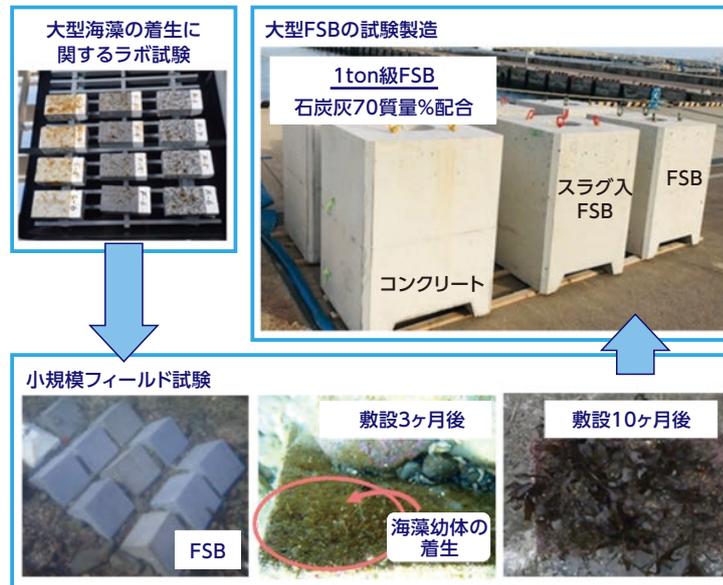
・コンバインドプラントの保守コスト削減を目指し、コストの大きな割合を占めるTBC施工を行ったガスタービン動翼を対象に、TBCはく離の有無の確認や運転条件に基づく動翼の温度・応力の数値解析による推定を行い、これを用いたガスタービン動翼本体の損傷評価を通して動翼本体の寿命を推定する手法を構築しました。

TBC

高温の燃焼ガスからガスタービン動翼を保護するために翼表面に施工される遮熱コーティング。

2-1. 成果の概要

- ・硫化腐食対策の合理化を支援するために、当所が開発を進めてきたボイラ内の硫化水素濃度の数値解析技術と硫化腐食環境評価手法を組み合わせ、実機ボイラの運転条件に応じたボイラ各部の硫化腐食環境を可視化する手法を構築しました。
- ・石炭灰の有効利用技術の一つである、石炭灰に貝殻を配合したセメント不使用の藻礁資材 (FA-Shell Block) について、資材成分の海生生物への影響と育成への効果を確認するとともに、大型化に必要な要素技術を開発しました (下図)。



藻礁資材 (FSB:FA-Shell Block) の生物親和性試験

再生可能エネルギー導入拡大への対応

- ・再生可能エネルギーの出力変動に対応して、出力変化 (非定常) 運転の頻度が高いプラントの状態監視を可能にするために、動特性解析ツールとデータ同化手法を連携したシステムに対応した熱効率や構成機器性能等の評価手法を開発しました。
- ・石炭火力による出力調整 (バックアップ運用) について、発電効率の低下により増える燃料費、起動停止頻度の上昇によるメンテナンス費、故障頻度の上昇による代替機の運用費を定量化する手法を構築しました。

CO₂排出量の削減

- ・カーボンニュートラルな水素キャリアであるアンモニア燃料の利用として、微粉炭ボイラでのアンモニア混焼において、石炭専焼時と同等の燃焼特性を保ちつつNO_xも同時に抑制する技術を開発しました。→ p.30参照
- ・CO₂回収型次世代IGCCに適用可能なガス化・ガス精製技術の開発を行うとともに、それらの技術を活用して炭素資源 (石炭、炭素系廃棄物、バイオマスなど) を循環利用するCO₂回収型ポリジェネレーションシステムを考案しました。→ p.32参照
- ・バイオマスを含む有機固体炭素資源を有効利用する小規模かつ高効率な発電デバイスとして、当所が考案した円筒セルを用いた熔融炭酸塩形ダイレクトカーボン燃料電池の開発を進め、電極材料の改良により、600時間超の連続発電が可能となりました。

IGCC

(石炭ガス化複合発電)

石炭をガス化し得られるガスを燃料とする高効率のガスタービン複合発電システム。

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。

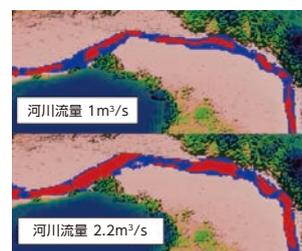


水力発電

高経年化する水力施設の適切な維持管理と継続的活用のため、設備の状態保全・監視技術の開発と、水力設備の劣化対策、ダムの堆砂・濁水問題解決に寄与する土砂管理技術の開発を進めています。また、地震や洪水などの大規模自然災害に備えて、リスク評価手法や被害軽減対策としての修復・補強技術、被害時の復旧支援に関する技術の開発を進めています。これらの取り組みにより、再生可能エネルギーの一翼を担う重要電源である水力発電の継続的利用に貢献していきます。

水力施設の運用・保守・防災

- ・水力発電施設における大規模な土砂対策（排砂・通砂等）により流下する土砂量や濁りに関して物理計測や状態観測を通じて特性を明らかにするとともに、土砂対策前後における施設の下流河川の水質や生態系、さらにはアユの生息環境の適性を総合的に評価する数値シミュレーションモデルを構築しました（右図）。
- ・斜面崩壊危険度判定に必要な斜面地下の状態を簡易に評価するため、ドローン電磁探査技術の適用を進め、アクセス困難な斜面においても**比抵抗構造**を推定できることを確認しました。→ p.34参照



アユの生息環境の変動解析事例
赤色：河川における好適場所

比抵抗構造

比抵抗は電気の通りにくさを示す値。地質の種類や含水量などによって変化する。地下の比抵抗の分布（比抵抗構造）から、地質の境界や地下水位を推定することが可能となる。



再生可能エネルギー

再生可能エネルギー電源のうち、安定的に発電できる地熱発電の導入拡大を支援する技術や、火力発電におけるバイオマス燃料の利用拡大技術の開発を進めています。また、再生可能エネルギーの主力電源化を見据え、導入拡大時にも電力システムの安定性を維持する技術を開発するとともに、電力システムに影響を与える太陽光・風力発電の出力推定・予測技術の精度向上等に取り組んでいます。

低炭素電源の拡大

- ・地熱発電の適用地域の拡大や有望な候補地選定を支援するため、地熱開発、地熱増産システム技術、地中熱利用に関する国内外の動向調査、および地域共生方策に関する調査の結果を取りまとめ、併せて地熱開発ポテンシャルマップを構築しました。また、IoT-AI技術を用いた小規模地熱発電の事業性評価および運転管理の支援ツールの開発を行うとともに、二酸化炭素を循環させて抽熱を行う新たな地熱発電システムの概念を構築しました。今後、これらのシステムを提案していきます。

再生可能エネルギー導入拡大時の系統安定化

- ・様々な使用条件下での定置用リチウムイオン電池の安全性を評価するため、過充電状態での強制破壊試験を実施しました。国内メーカー製リン酸鉄系正極のリチウムイオン電池では、電池容量が劣化しても、ガス放出弁が正常に機能するなど、安全装置の作動が確認できました。

2-1. 成果の概要

配電系統総合解析ツール (CALDG)

配電系統の電圧制御、PVの電圧制御および需要家のSC制御を模擬可能なツール。各種制御を模擬し、総合的な潮流解析が可能。

フリッカ

電線路の電圧が繰り返し変化することで、家庭などの照明が短い時間に明るくなったり暗くなったりする現象。

- ・PV(太陽光発電)出力予測において、天候、数値気象モデルの不完全性、日射量からのPV出力への変換誤差など、予測過程で生じる様々な不確実性の定量評価に基づき、翌日までを対象としたPV出力の確率予測手法を開発しました。→ p.36参照
- ・配電線に既設のセンサ類から簡易に得られるデータを用いて、これまで困難であった再生可能エネルギーの接続状態を評価する配電系統の状態把握ツールを開発しました。さらに、**配電系統総合解析ツールCALDG**と組み合わせることで、配電線の潮流状態を高精度に把握して電圧制御方式の開発・改良、PV用PCS(パワーコンディショナ)に起因する**フリッカ**の発生有無や対策の要否が確認できるようになりました。→ p.38参照



電力流通

カーボンニュートラル社会の実現に向けた再生可能エネルギーの導入拡大や電力システム改革の進展を受けて、より広域的な運用を求められる電力系統の安定性を維持する技術、再生可能エネルギー電源の急激な出力変動や災害時の電力系統からの脱落に対応する技術の開発に取り組んでいます。また、高経年化が進む電力流通設備の合理的な維持・更新や運用・保守を支援する技術の開発を進めています。さらに、自然災害に対しては、電力流通設備の耐風・耐雪・耐震設計やレジリエンス強化に向けた減災・復旧支援に関わる技術を開発しています。これらの取り組みにより、新たな電力系統の形成に貢献していきます。

設備形成・運用・保守の合理化

IEC 61850

保護制御システムを対象とした、国際電気標準会議(IEC)が制定する標準。

- ・将来の中央給電司令所システムなどの電力制御システムに向けて、国際標準IEC 61850をベースとする指令用通信の統一仕様案を作成しました。
- ・送電用鉄塔の塗装の塗替えの要否の判断をするために、インピーダンス測定によって塗膜劣化を診断する手法を開発しました。→ p.40参照
- ・高経年CV(架橋ポリエチレン絶縁ビニルシース)ケーブルの供用期間延伸や取替計画策定のために、CVケーブルの絶縁性能低下要因を解明する必要があります。そこで、60kV級撤去CVケーブルの絶縁破壊前駆遮断試験と水トリー解析を行った結果、通常の水トリーに加え、樹枝状水トリーや大きな異物を起点とする水トリーによっても絶縁性能が低下し、データのばらつきの要因となっていることがわかりました。→ p.42参照
- ・湿潤環境において、火山灰付着が電力設備へ及ぼす影響を評価するため、火山灰の付着特性や電気特性を解明するとともに、実際の火山灰試料を用いた人工試験により、がいし種類や降灰条件の違いが絶縁破壊特性に与える影響を評価しました(右図)。
- ・微量PCB汚染変圧器を使用しつつ無害化する課電洗浄法について、同法の適用可能濃度や付属品の範囲を拡大するための実証試験を実施し、結果を手順書(環境省・経済産業省)の改正版に反映しました。
- ・猛禽類の模型や物理的的刺激などの鳥害対策の効果について、飼育環境下での野生鳥類の心拍数を指標とした定量評価を行うことで、鳥害対策品の開発や現場への導入を支援しました。→ p.44参照



試験状況例(懸垂がいし、下向き30°)
下向き角度により、がいしの下面(ひだ側)に灰を付着させた状態

電力系統運用支援

二次調整力

発電所等で需要と供給を一致させるために必要な電力(調整力)のうち、周波数を基準周波数に回復させる調整力。LFC信号によるものと経済負荷配分信号によるものに分けられる。

LFC

Load Frequency Control(負荷周波数制御)の略。系統周波数を一定に保つため、発電出力を制御する方式。

インバータ連系電源

系統に接続する際、交流に変換する必要がある直流で発電される電源(太陽光発電や燃料電池など)や系統の周波数と異なる交流で発電される電源(風力など)。

長期気象再現データベース

当所開発の領域気候モデルにより、1957年9月から2019年8月までの日本列島周辺(沖縄除く)の気象を時々刻々解析した結果を取りまとめデータベース。

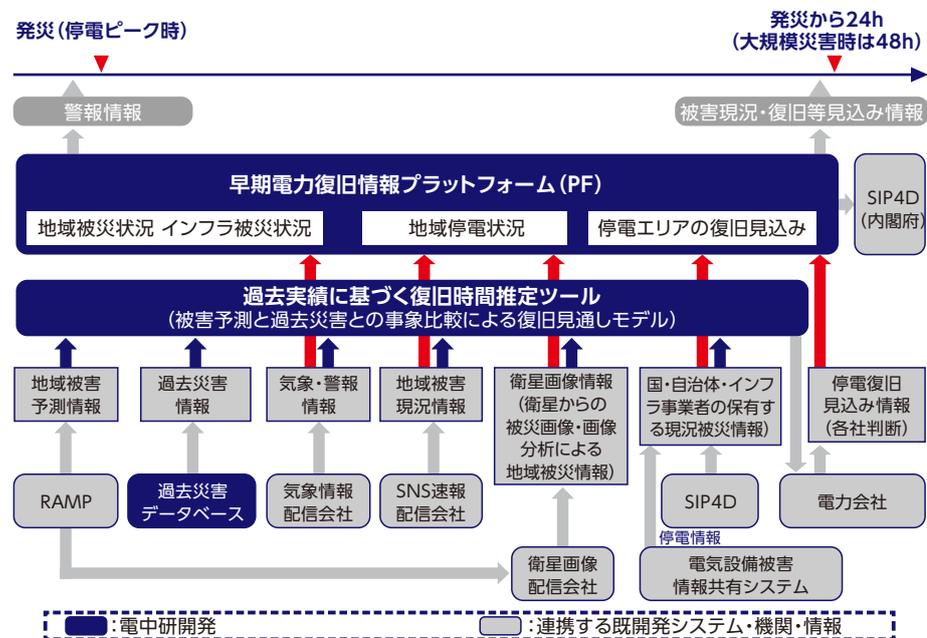
- 再生可能エネルギー導入拡大を想定した系統の平常時の安定性維持に関して、調整力(二次調整力のうちLFC信号によるもの)の広域運用の早期実現のために、各エリアの現状のLFC機能を活用する広域LFC手法(現状活用案)および各エリアの中央給電指令所システムの仕様を統一した上での広域LFC手法(仕様統一案)を開発し、周波数品質の維持・向上と二次調整力の運用コスト低減を実現できることをシミュレーションにより検証しました。
- 再生可能エネルギーなどのインバータ連系電源の導入拡大に伴い、電力系統を保護する保護リレーの検出感度低下が懸念されています。保護リレーの整定検討等に用いることができる系統安定解析用IBRモデルを開発しました。→ p.46参照
- 配電自動化システムへの適用に向けて、エリアの特性に応じた無線通信方式の選択の考え方を提示し、候補となる無線規格の選定と通信速度の評価を行いました。→ p.48参照

需要側資源の活用

- 当所開発の電力系統瞬時値解析プログラムXTAPIに、需要家のPVやEVなど配電系統を構成する全要素の解析モデルを組み込みました。これにより、PVやEVの系統への接続が増加した地域の配電系統での需給協調のための動特性解析が可能となりました。

流通設備の災害・人為リスクへの対応

- 当所の長期気象再現データベースを活用し、流通設備全般の耐風設計に必要な基本風速マップを整備しました。同マップは経済産業省の電気設備技術基準に採用されました。
- 災害時における現況・警報情報等を収集し、迅速に災害復旧関係者間で情報共有するための早期電力復旧情報プラットフォームを試作しました。加えて、過去災害データベースと災害現況情報等を組み合わせ、復旧時間を推定するツールを構築しました(下図)。



令和2年度経済産業省受託「停電復旧見通しの精緻化・情報共有システム等整備事業」の概要

- 導入が進みつつある国際標準IEC 61850に基づく電力制御システムにおいて、主回路機器の不正な動作を引き起こすサイバー攻撃シナリオを作成する手順を開発しました。

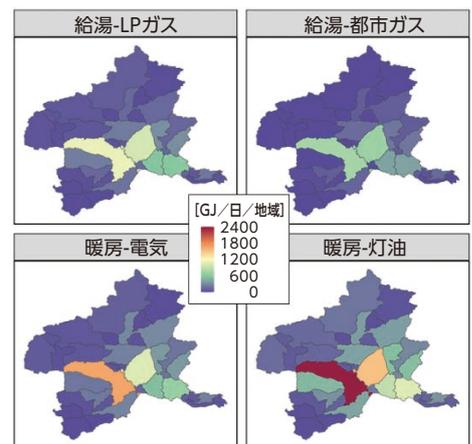


需要家サービス

脱炭素社会の実現に向け、民生・産業・運輸分野における省エネルギー化と電化の促進、および顧客便益の向上を図るため、ヒートポンプ、電気自動車、冷暖房機器、農業電化など電気利用技術の性能向上や普及促進に貢献していきます。

電化推進と顧客満足度向上

- ・欧州における産業用ヒートポンプの導入事例を調査し、食品産業への導入事例が比較的多いことや冷却と加熱の両方を有効活用したオール電化の達成事例もあることがわかりました。また、適用先の拡大に向け、100℃以上の高温ヒートポンプの開発と実証が活発化していることを併せて確認しました。→ p.50参照
- ・電力以外のインフラ産業におけるブロックチェーンの導入事例、異なる種類やバージョンのブロックチェーンの相互運用を可能とする最新の取り組みを調査し、他分野との連携により提供が可能となる移動や生活などの新サービスを提案しました。
- ・EVをVPP（仮想発電所）の一部として需給調整市場で活用するため、商用IoTクラウドサービスを利用したEVとの接続システムを開発し、EVの充放電中のみならず、走行中でもバッテリー残量や緯度経度などの情報を収集できることを実証しました。
- ・当所開発の電力需要シミュレーションツールに都市ガス・LPガス・灯油の用途別エネルギー需要を計算する機能を追加し、給湯や暖房分野における電化による需要創出ポテンシャルについて評価が行えるようになりました（右図）。
- ・断熱性能の異なる試験用住宅群を用いて、エアコン暖房時において人感センサ機能とサーキュレータの併用により省エネ・温熱環境改善効果があることを確認しました。さらに、暖房時の不均一な温熱環境を実際の住宅の暖房環境に近い状態で模擬・測定可能な試験室を整備し、温熱快適性を定量評価できるようになりました。→ p.52参照



群馬県の市町村別エネルギー消費量試算
(年平均1日あたり)



環境

地球温暖化問題に関する政策の分析や対策技術の動向把握と事業性の評価を行っています。また、環境アセスメントの期間短縮や省コスト化を目的として、発電所周辺環境の数値予測手法や調査手法の開発を行っています。さらに、送配電設備で発生する電磁界影響の懸念に応えるための研究や、PM_{2.5}の健康リスクに関する研究を行っています。これらの取り組みにより、環境と共生するエネルギーシステムの実現に貢献していきます。

地球温暖化問題への対応

- ・気候変動に関する政府間パネル (IPCC) による温室効果ガスの排出シナリオを分析し、ネットゼロ排出達成時のCO₂排出・除去のあり方が多様であることを明らかにしました。また、欧州におけるサステナブルファイナンスの制度形成を分析しました。→ p.54参照
- ・火力事業におけるCO₂削減対策技術としての**CCUS技術**の導入の見通しを明確にするため、国内外の動向調査とCO₂回収技術調査およびコスト評価を行いました。

環境アセスメントへの対応

- ・地熱発電所の冷却塔から排出される蒸気による樹木への着氷影響を予測するため、当所の**白煙予測モデル**をベースにした着氷予測モデルを開発しました。発電所における着氷観測結果との比較から、着氷成長率の変化を精度よく再現できることを確認しました。
- ・火力発電所の海域環境アセスメントの期間短縮と省コスト化を目的として、水中観測用ドローンや自律航行潜水機を用いた観測を実施し、その結果が船舶で取得したデータと概ね一致することを確認しました。
- ・洋上風力発電建設時の環境アセスメント審査への対応のため、国内外の学術論文、報告書等を収集・分析し、洋上風力発電が生物へ及ぼす影響を整理しました。それに基づき、設備の基礎構造の違いにより魚類へ及ぼす影響が異なることを明らかにしました。

環境・健康リスクへの対応

- ・磁界ばく露と小児白血病の因果関係を明らかにするため、小児白血病遺伝子を持つヒト細胞を移植したマウスを作製・分析しました。その結果、このマウスは、小児白血病において異常増殖する細胞が多く存在する前白血病様の状態であることが確認され、本マウスを今後小児白血病の発症評価に活用できる見通しを得ました。
- ・コロナ禍が日本の大気環境に与えた影響を調べるため、中国のロックダウン期間中(2020年2~3月)の越境輸送についてモデルにより計算しました。その結果、硫酸塩の濃度の減少は中国での排出量減少が主要因である一方、硝酸塩の濃度の減少はそれとは異なり暖冬が主要因であることが明らかになりました。

CCUS技術

CO₂回収・利用・貯留の略。発電や産業プラントなどのCO₂発生源で回収したCO₂を地中に貯留あるいは産業利用する技術。

白煙予測モデル

機械通風式冷却塔からの白煙、湿度、温度および液滴飛散量を予測するためのモデル。



事業経営

各種市場で掲げられる政策目標に対する費用対効果と、再生可能エネルギー導入拡大を企図する次期エネルギー基本計画策定との整合性を確保するため、制度のあるべき姿について数多く提言しています。また、カーボンニュートラルにおける原子力発電の重要性を踏まえ、原子力発電の利用に関する海外動向の分析も進めています。さらに、多様化する電力経営を様々な角度から分析・評価し、新たな価値創造の可能性を提示していきます。

電力システム改革とエネルギー政策の整合性確保

- ・2050年の再生可能エネルギー導入量について、過去の導入傾向を外挿したシナリオと立地地域の地域受容性を重視するシナリオで比較して、それぞれ約2.1億kW(約4,000億kWh)と約4億kW(約6,500億kWh)となることを推計した上で、次期エネルギー基本計画の策定に関わる国の審議会にて政府関係者ほかに説明・訴求しました。
- ・原子力発電に関する日英国民の意識調査を実施し、気候変動への取り組みに役立つことを条件としても、発電所の建設を受け入れる人の割合は日本の方が英国より低いことを確認しました。
- ・多様化する電力経営について、国内外の事例調査から定量分析に至るまで、様々な角度から分析・評価を行いました。例えば、発電事業と小売事業を同時に保有することによる費用節減効果の評価などを行い、費用節減効果は統計的に有意な形で確認されませんでした。→ p.56参照



共通・分野横断

電気事業の成長戦略に資するため、電気事業者によるイノベーション動向等の調査を進めるとともに、IoT、AI、新型センサなど革新技术の開発を進めています。また、カーボンニュートラル達成に向けて、水素キャリアとしての合成メタンの評価や、CO₂吸収源として近年注目されているブルーカーボン(海洋生態系に蓄積される炭素)のポテンシャル評価などを進めています。

電気事業全般の技術開発動向

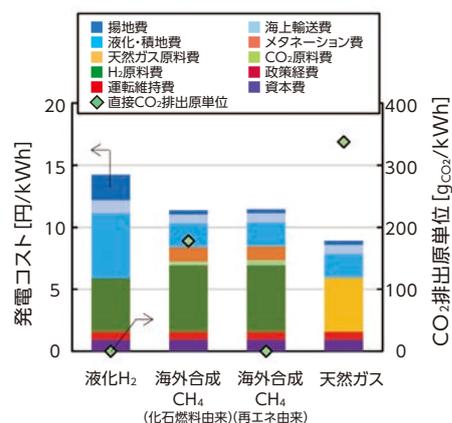
- ・海外の電気事業者や国内公益事業者を対象に、既存事業以外へのイノベーションの推進手法、進出分野、推進組織・体制、組織能力に関して事例調査・分析を行い、進出分野に関しては、事業者にとらわらず再生可能エネルギー開発、スマートグリッド、EV関連など概ね共通していることを明らかにしました。

多様な分野への適用に向けた技術の開発

メタネーション

水素とCO₂から天然ガスの主成分であるメタンを合成する技術。メタン合成時にCO₂を原料にするため、カーボンリサイクルの有望な技術の一つとして位置付けられる。

- ・カーボンニュートラル達成に向けてコスト評価を行った結果、バイオマス燃焼により発生したCO₂ (再生可能エネルギー由来) を用いた海外での**メタネーション**による合成メタンは、輸送コスト(揚地費、海上輸送費、液化・積地費の合計)が低いためトータルの発電コストが液化水素より低いことがわかりました(右図)。
- ・過去の藻場調査事例を類型化することにより、国内の浅海域における岩礁性藻場のCO₂吸収ポテンシャルを推算する方法を提案し、日本の代表的な藻場に適用しました。
- ・植物バイオマスから化成品等の高付加価値な原料となる構成成分を分離する技術として、液化アンモニアを分離溶媒として用いることで乾燥・微粉化することなく、植物バイオマスの構成成分を分離できる技術を開発しました。



合成メタンに関連する発電コスト(左軸:棒グラフ)およびCO₂排出原単位(右軸:シンボル)

