



# Annual Report 2021

|  |    |
|--|----|
| Annual Report 2021の発刊にあたって                         | 2  |
| I. 事業報告  |    |
| 1. 事業の概要   | 4  |
| 2. 研究報告  |    |
| 2-1. 成果の概要   | 9  |
| 2-2. 主要な研究成果                                       |    |
| ■ 原子力発電  |    |
| 1-排気筒における放射性物質放出源の有効高さ評価モデルを開発                     | 20 |
| 2-津波漂流物の衝突影響評価技術を整備                                | 22 |
| 3-原子炉内気液二相流のシミュレーションを高精度化                          | 24 |
| 4-地下深部流体の判別手法の考案と影響領域の評価手法を開発                      | 26 |
| 5-汚染水の水処理二次廃棄物の安定固化技術を開発                           | 28 |
| ■ 火力発電   |    |
| 6-高機動・広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の要素技術を開発                    | 30 |
| 7-埋立処分場を活用した石炭灰・バイオマス灰等によるCO <sub>2</sub> 固定化技術を開発 | 32 |
| ■ 水力発電   |    |
| 8-供用下で施工可能な水力設備の耐震補強工法を提案                          | 34 |
| ■ 再生可能エネルギー  |    |
| 9-IEC 61850に基づいた負荷遮断方式の実現方法を提案                     | 36 |
| ■ 電力流通   |    |
| 10-送電分野における電気保安のスマート化技術を開発                         | 38 |
| 11-直流CVケーブル絶縁体内部の空間電荷測定システムを開発                     | 40 |
| 12-マイクロ波無線通信網の増強コストを最小化する設計手法を開発                   | 42 |
| 13-送電用鉄塔の着雪荷重・地震荷重評価手法と設計支援ツールを開発                  | 44 |
| 14-早期電力復旧情報プラットフォーム (RESI) を開発                     | 46 |
| ■ 需要家サービス  |    |
| 15-電気自動車の高効率な熱管理システムのコンセプトモデルを提案                   | 48 |
| 16-自然災害による長期停電時における生活者の困りごとを調査                     | 50 |
| ■ 環境   |    |
| 17-地熱発電所の環境アセスメントの技術ガイドラインを策定                      | 52 |
| ■ 事業経営   |    |
| 18-原子力発電の事業環境整備に向けた海外事例を分析                         | 54 |
| 19-欧米の自治体による運輸脱炭素化に向けた先進事例を調査                      | 56 |
| ■ 共通・分野横断  |    |
| 20-SiCパワー半導体の通電特性に与える積層欠陥の影響を解明                    | 58 |
| 21-高い安全性と信頼性を実現する次世代電池の製造・評価技術を開発                  | 60 |

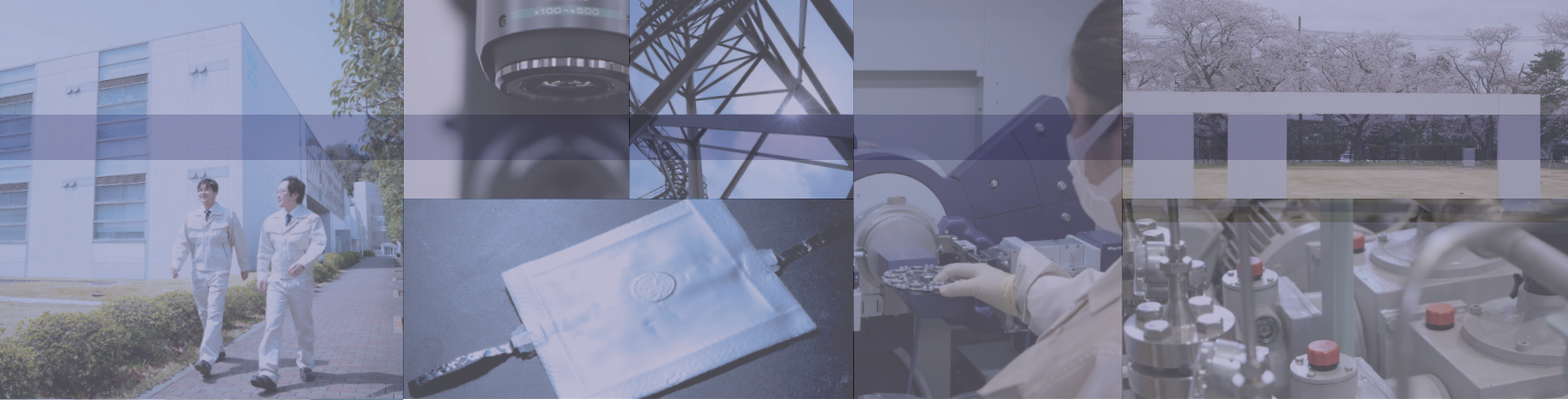
## II. 決算

|                   |    |
|-------------------|----|
| 1. 決算概要 .....     | 64 |
| 2. 財務諸表 .....     | 66 |
| 独立監査人の監査報告書 ..... | 74 |
| 監査報告 .....        | 76 |
| Facts & Figures   |    |
| 研究成果・知的財産 .....   | 78 |
| 成果の還元 .....       | 80 |
| 広報活動 .....        | 82 |
| 人員・学位・受賞 .....    | 84 |
| 研究ネットワーク .....    | 85 |
| 組織・体制 .....       | 86 |
| ガバナンス .....       | 88 |
| SDGsへの取り組み .....  | 92 |
| 環境活動 .....        | 93 |
| 地域貢献 .....        | 95 |
| 安全衛生 .....        | 96 |
| キーワード索引 .....     | 97 |

●定款第4条第1項に掲げる事業と2021年度の事業活動は、以下のとおり対応しています。

| 定款第4条第1項に掲げる事業                                    | 対応する活動             |
|---|--------------------|
| (1) 発送配電に関する電力、土木、環境、火力・原子力・新エネルギー及び電力応用の研究・調査・試験 | I-1.事業の概要、I-2.研究報告 |
| (2) 電力に関する経済及び法律に関する研究・調査                         | I-1.事業の概要、I-2.研究報告 |
| (3) 電力技術に関する規格・基準の作成など成果の普及・活用                    | I-1.事業の概要、I-2.研究報告 |
| (4) その他本財団の目的達成に必要な事項                             | 該当する事項はありません。      |





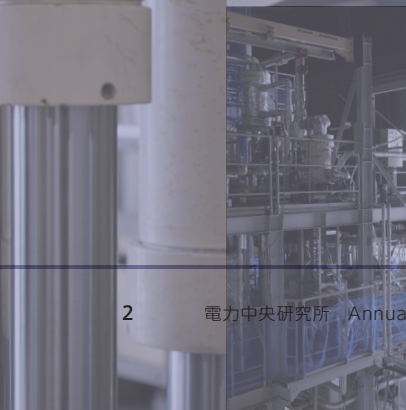
## Annual Report 2021の発刊にあたって

世界では、カーボンニュートラルの実現に向けた様々な取り組みが加速するとともに、新型コロナウイルス感染症の流行から経済活動が回復し始める一方、ロシアのウクライナ侵攻によりエネルギー安全保障リスクが顕在化しています。国内でも、電力需給のひっ迫や電気料金の上昇などの課題が山積するなかで、電気事業には「S+3E」の基本方針の下で電力安定供給の確保とともに、カーボンニュートラルの実現に向けた電源脱炭素化と電化推進の両面からの取り組みが求められています。

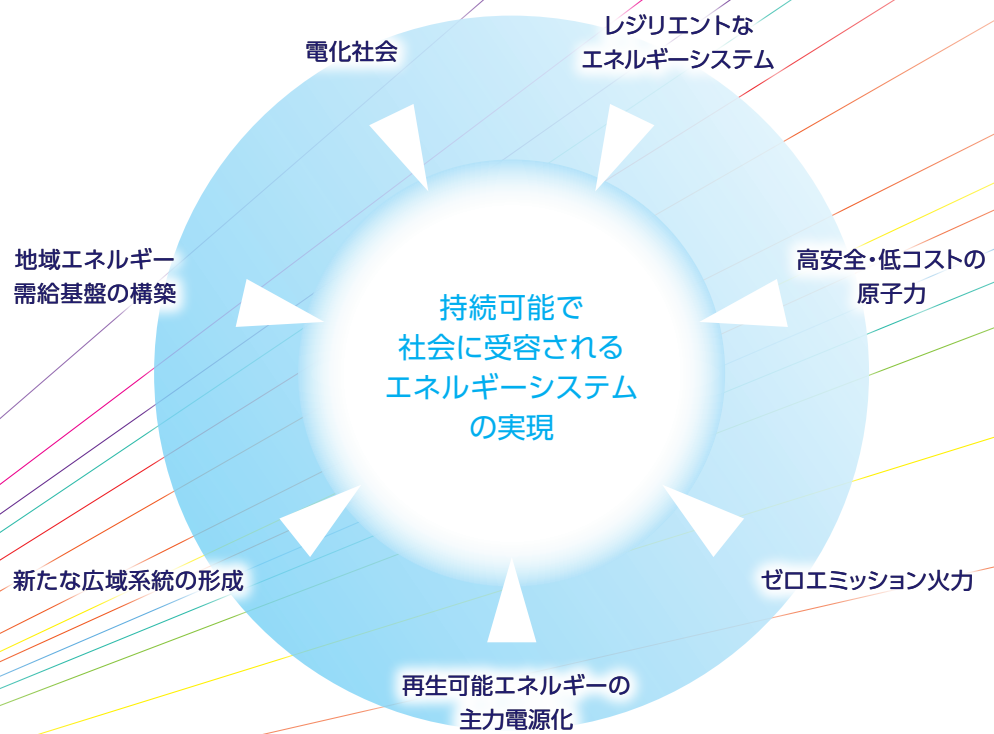
当所は「持続可能で社会に受容されるエネルギーシステム」を2050年の日本の目指すべき姿と定め、その実現に必要な7つの目標に向けた研究開発を進めています。それに向け、2021年度は研究系部署を中心に組織を見直し、基盤技術を軸に再編した3研究本部を設置して、多分野の知見と技術を融合させるとともに、柔軟かつスピーディな研究開発を加速させる、新たな事業運営体制をスタートさせました。その上で、コロナ禍の制約の下でも、電源脱炭素化をはじめ電気事業の課題解決に資する研究成果を創出・提供しました。再生可能エネルギーの導入拡大に向けて、調整電源としての火力発電の効率的な運用や、災害時における電力システムの周波数安定性確保を支える技術を開発しました。原子力発電においては、原子炉内気液二相流のシミュレーションの高精度化により、軽水炉の更なる安全性向上と経済的な運用に資する成果を創出しました。さらに、自然災害に対するレジリエンス確保のため、早期電力復旧情報プラットフォームを構築しました。

目指すべき姿を実現するためには、これに加えて既存技術の延長線上にはない革新的な技術の創出が不可欠です。当所は、この流れを先導すべく、従前より取り組んできた研究の方向性のシフトを本格的に進め、系統安定化やエネルギー変換など鍵となる新技術の創出に向けて研究開発を加速していきます。同時に、電気事業をはじめとする国内外のパートナーとの連携を強化し、研究成果の社会実装を進めます。これらの取り組みにより、エネルギーの供給・利用に係わる変革に向けて新たな価値を創造し、電気事業と社会が直面する課題の解決に貢献してまいります。

2022年6月  
理事長 松浦 昌則







当所は、「**持続可能で社会に受容されるエネルギーシステム**」の実現を2050年に目指す姿と定め、その実現に向けた7つの目標に向け研究を進めていきます。

# I. 事業報告

## 1. 事業の概要

2021年度は、電気事業における技術革新を先導するべく、当所が多分野にわたり保有する知見・技術の融合と柔軟かつスピーディな研究開発を目的として、新たな事業運営体制を構築しました。この体制の下、電気事業と社会の課題解決に資する研究成果を着実に創出し適時に社会実装まで繋げることで、「持続可能で社会に受容されるエネルギーシステム」の実現に向けた取り組みをより一層加速させました。

### ■ カーボンニュートラルの実現に資する電源の脱炭素化、電化の推進への貢献

カーボンニュートラルを目指す動きが世界的に加速するなか、当所が掲げる「持続可能で社会に受容されるエネルギーシステム」の実現に向けた取り組みはより一層重要になってきています。2021年度は、再生可能エネルギーの主力電源化に係わる技術の創出や、電化に関する国内外の取り組みの調査とそれを踏まえたわが国の施策立案への寄与を通じて、電源の脱炭素化と電化の推進の両面からカーボンニュートラルの実現に貢献しました。

・再生可能エネルギーの導入拡大には、太陽光や風力が有する自然変動特性に対応して電力系統の需給バランスを維持するために、火力発電による調整力の一層の確保が必要です。そのため、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)からのガスタービン複合発電(GTCC)に関する委託事業にメーカー等と連携して取り組み、ガスタービンの機動性向上や部分負荷運転時の効率向上のための要素技術を開発しました。本技術は、水素やアンモニア等の脱炭素燃料を利用するGTCCへも適用可能であり、将来の火力発電における脱炭素化に貢献できます。

・自然災害や送電線事故に起因する再生可能エネルギー電源の脱落に対応して変電所で行う負荷遮断(小規模な停電)について、変電所監視制御に関する国際規格IEC 61850に基づく製品を用いて低コストに実現する方法を開発しました。これにより、再生可能エネルギーの導入拡大に対応するための変電所対応工事を迅速化することが可能となります。



電力制御システムテストベッド

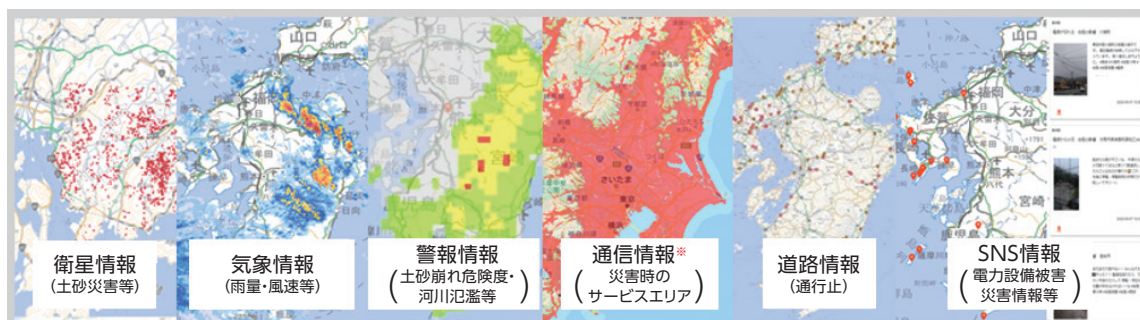
本設備を用いて、変電所に連系している再生可能エネルギー電源の情報をもとに脱落量を推定し、脱落量と同程度の負荷を系統から切り離すことにより、緊急時の周波数制御の検証を行いました。

・欧米の自治体による運輸部門の脱炭素化に関する先進的な取り組みを調査し、内容や導入経緯を明らかにした上で、規制的手法・経済的手法・情報的手法などの手法別に国や自治体への示唆を整理しました。これらの知見を踏まえ、国の検討会等に委員として参画し随時情報発信を行うことで、カーボンニュートラルに向けて国や自治体が手掛ける電化に関する施策の立案に寄与しました。

## ■ 電気事業・社会の課題解決に資する研究成果の創出

電気事業が直面する課題を的確に把握し、その解決に必要な研究開発に注力することで、原子力発電の安全性・経済性の更なる向上、電力流通設備を対象としたレジリエンスの強化など、電力の安定供給に繋がる成果を着実に創出しました。

- ・原子力発電の安全性・経済性の更なる向上に向けて、経済産業省からの委託事業を通じて、原子炉内の高温高圧の水と蒸気の気液二相流を再現するとともに、その空間分布の高解像度計測データを蓄積することで、様々な燃料集合体の形状に対する二相流データベースを構築しました。これにより、燃料の熱出力評価の精度が向上し、安全裕度が適正に評価できるとともに、燃料棒の形状と配置の工夫による燃料の有効活用が期待できます。
- ・送電分野における電気保安人材の減少に対応するスマート化技術として、鉄塔部材の腐食劣化ランクの自動判定システムと地中送電設備の遠隔監視システムを開発し、情報通信技術 (ICT) を活用した設備保全の省力化に寄与しました。
- ・災害時の復旧見通しや災害情報を迅速に共有・蓄積するための早期電力復旧情報プラットフォーム「RESI (early power REStoration Information platform)」において、過去実績に基づいて自動的に復旧時間を推定する機能を追加しました。また、経済産業省からの委託事業を通じて、復旧に必要な情報を適時・適切に配信するシステムを開発し、関係者による迅速な状況把握と情報共有を可能としました。



RESIで取得可能な復旧阻害要因となる災害情報の例

国・自治体・インフラ事業者の保有する膨大な災害の現況情報の中から、復旧の阻害要因となる情報や停電の現況情報などを蓄積し、電気事業者をはじめとする関係者に復旧見通しの精緻化に役立つ情報を適時・適切に配信できる仕組みをRESIに構築しました。

→ p.20~61「2-2.主要な研究成果」(全21件)参照

→ p.81「国等からの受託研究」参照



## ■ 知的財産・知見・技術を活かした電気事業・社会への貢献

・国や学会等の各種委員会へ当所研究員が参画し、科学的客観性に立脚した知見を発信することで、エネルギー関連の規格・基準の策定や政策立案に貢献しました。具体的な事例として、送電用鉄塔の着雪荷重・地震荷重に関して、各荷重の確率統計的な評価と鉄塔の応答までを体系的に算定する手法・ツールを構築することで、電気学会規格「送電用支持物設計標準JEC127-1979」の改正に寄与し、送電用鉄塔の設計法の高度化・合理化に貢献しました。

→ p.80「規格・基準・技術指針等」参照

・研究成果を報告書や学術論文として公開するとともに、当所が創出した特許・ソフトウェアの実施・利用許諾を通じて、電気事業・社会への還元に注力しました。具体的な事例として、一般送配電事業者向けの標準版の配電系統総合解析ツールCALDGの機能向上に加え、その他マイクログリッド事業者等の一般事業者が利用可能な一般版CALDGを新たに開発しました。これにより、一般事業者でも配電系統の解析・評価を行い、マイクログリッドを構成するのに必要な再生可能エネルギー電源や蓄電池の仕様、およびそれらを組み合わせたときの運用方法を適切に検討することが可能となりました。

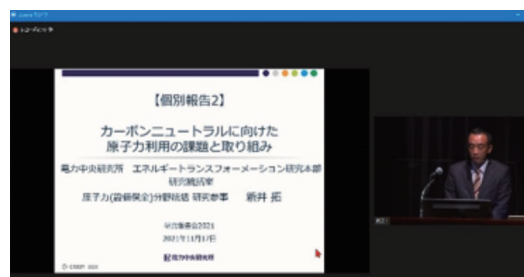
→ p.78「報告書・論文」およびp.79「知的財産」参照

・電力各社やメーカーから委託された変圧器等の電力機器の短絡試験を大電力試験所にて実施しました。また、PD (Performance Demonstration) 認証制度における「PD資格試験機関」として、原子力発電用機器の超音波探傷技術者の資格試験を継続して行いました。

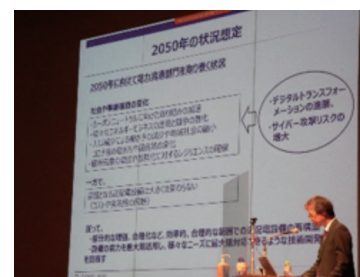
→ p.80「資格・試験業務」参照

## ■ 研究活動・成果に基づく情報発信

・コロナ禍においても適切に情報発信を行うため、「研究報告会2021」は会場での聴講とウェビナーによるハイブリッド形式で開催し、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて鍵となる研究活動・成果について発信しました。また、電力流通分野の中長期の研究・開発課題に対する認識の共有を図る場として、「第1回電力流通テクニカルカンファレンス」をハイブリッド形式で開催しました。



研究報告会2021 (ウェビナー配信画面)  
「『2050年カーボンニュートラル』実現に向けて  
—電力供給サイドの課題と取り組み—」



第1回 電力流通テクニカルカンファレンス  
「2050年に向けた新たなチャレンジ」

→ p.82「広報活動」参照

## ■ 研究ネットワークの強化

・国内外の研究機関との協力協定に基づき、オンライン会議等を活用して着実に情報交換等を実施することで、研究ネットワークの維持・強化を図りました。特に、フランス電力会社(EDF)とは、2050年までの脱炭素化に向け双方が新たな協力分野を見出すべく協議を進め、研究交流および人的交流を継続することについて合意しました。また、当所の研究成果・技術を海外に展開し、研究協力協定締結・共同研究実施機関との協力・交流の深化を図るとともに、新たな連携先の開拓に踏み出すことを目的として、英文資料「CRIEPI Technologies – Showcase for International Partners」( <https://criepi.denken.or.jp/en/publications/technologies/index.html> ) を刊行しました。



EDFとの年次会合



CRIEPI Technologies  
- Showcase for International Partners:  
当所Webサイト(英語版)に掲載(二次元バーコード参照)

→ p.85「研究ネットワーク」参照

## ■ 新型コロナウイルス感染症への対応

・新型コロナウイルス感染症に対する感染防止対策を引き続き徹底し、役職員等の感染およびクラスター発生の防止に注力しました。また、在宅勤務制度の拡充やテレワーク・オンライン会議等の増加に伴う情報セキュリティ対策の強化を図り、併せて当所が主催する外部向けの技術研修についてWeb配信を活用して実施するなど、コロナ禍における事業継続性の確保やアフターコロナにおける生産性向上に関する取り組みをより一層推進しました。

→ p.96「安全衛生」参照

## ■ SDGs(持続可能な開発目標)への貢献

・「持続可能で社会に受容されるエネルギーシステム」の実現に向けた当所の取り組みは、SDGsが指し示す方向と一致するものです。当所は、電気事業者をはじめ国内外の他機関と連携しながら、特にエネルギー分野に密接に係わるSDGsの課題解決に資する研究成果を確実に創出しました。今後も電気事業と社会への貢献を通じて、SDGs達成への取り組みを推進していきます。

→ p.92「SDGsへの取り組み」参照

## ■ 健全・厳正な業務運営

・「内部統制の基本方針」に従い、各種リスクに対するマネジメントの着実な実施と、役職員等のコンプライアンス意識の更なる向上に努め、健全かつ厳正に業務を推進しました。

→ p.88「ガバナンス」参照



## 2. 研究報告

|                    |    |
|--------------------|----|
| 2-1. 成果の概要 .....   | 9  |
| 2-2. 主要な研究成果 ..... | 20 |



## 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、研究成果を創出・提供しました。

研究成果がもたらす便益を明確にするため以下の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     | <ul style="list-style-type: none"><li>■ 既設軽水炉の活用・安定運転</li><li>■ 合理的な安全対策</li><li>■ 核燃料サイクル技術の確立</li><li>■ 放射性廃棄物処分手業支援</li><li>■ 原子力施設の廃止措置支援</li></ul> |
|    | 火力発電      | <ul style="list-style-type: none"><li>■ 既設火力の活用</li><li>■ 再生可能エネルギー導入拡大への対応</li><li>■ CO<sub>2</sub>排出量の削減</li></ul>                                    |
|   | 水力発電      | <ul style="list-style-type: none"><li>■ 水力施設の運用・保守・防災</li></ul>   |
|  | 再生可能エネルギー | <ul style="list-style-type: none"><li>■ 低炭素電源の拡大</li><li>■ 再生可能エネルギー導入拡大時の系統安定化</li></ul>   |
|  | 電力流通      | <ul style="list-style-type: none"><li>■ 設備形成・運用・保守の合理化</li><li>■ 電力系統運用支援</li><li>■ 流通設備の災害・人為リスクへの対応</li></ul>   |
|  | 需要家サービス   | <ul style="list-style-type: none"><li>■ 電化推進と顧客満足度向上</li></ul>  |
|  | 環境        | <ul style="list-style-type: none"><li>■ 地球温暖化問題への対応</li><li>■ 環境アセスメントへの対応</li><li>■ 環境・健康リスクへの対応</li></ul>   |
|  | 事業経営      | <ul style="list-style-type: none"><li>■ 電力システム改革とエネルギー政策の整合性確保</li></ul>  |
|  | 共通・分野横断   | <ul style="list-style-type: none"><li>■ 需給協調による全体最適化</li><li>■ 多様な分野への適用に向けた技術の開発</li></ul>   |

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。  
その中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.61)」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、被写体の研究員は撮影時のみマスク非着用としています。



## 原子力発電

### PRA： 確率論的リスク評価

原子力施設等で発生しうる様々な事故シナリオを体系的な方法で可能な限り網羅的に分析し、それらのシナリオを発生頻度と発生による影響の組み合わせで決まるリスクで順位付けして、施設の安全上の脆弱性を定量的に評価する手法。

### 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。

### 放出源の有効高さ

発電所内の建屋や周辺の地形が大気中の放射性物質拡散に及ぼす影響を線量計算に取り入れるためのパラメータ。

### 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。

### 内部溢水

地震による配管破断や、津波による浸水、消火活動における放水等により、原子炉施設内部で発生する漏水。

### 技術規程: JEAC4201

日本電気協会電気技術規程原子力編「原子炉構造物の監視試験方法」。

既設軽水炉再稼働後の安全性を評価するための**確率論的リスク評価(PRA)**について、実務での利用に必要な手法の開発など、原子力発電のリスクの定量化に向けた研究を実施しています。また、原子力発電の安全性を向上させるための合理的な対策について研究を推進しています。さらに、核燃料サイクルの実現に向けた使用済燃料の管理、放射性廃棄物処分事業の支援、原子力施設の廃止措置に係わる研究に取り組んでいます。これらの技術により、将来にわたる原子力発電の安全かつ持続的な活用を通じてカーボンニュートラル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

### 自然外部事象評価・対策策定

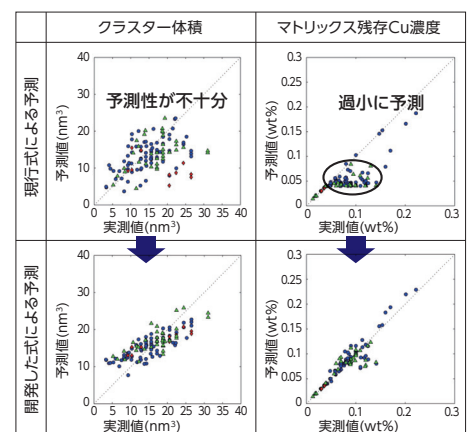
- ・実機の特徴を備えたモデルプラントを用いた**確率論的地震ハザード評価**において、地震動予測式の客観的な選択方法を導入し、基礎地盤の変形量や配管疲労を考慮することで事故シナリオを詳細化する手順を構築しました。この手順に沿って、プラントの地震に伴う事故リスクに大きく寄与する事故シナリオを抽出し、適切な対策を施すことでそのリスクを低減できる可能性を示しました。
- ・原子力施設の排気筒に対する**放出源の有効高さ**を精度良く評価できる新たな数値モデルを開発し、従来法で必要とされたコストのかかる風洞実験を代替できることがわかりました。→ p.20参照
- ・重要施設に対する津波漂流物の衝突可能性、衝突速度、および衝突位置を評価する数値解析技術を整備・提供することで、実際の発電所施設の津波漂流物衝突影響評価に活用されました。→ p.22参照

### リスク情報の活用

- ・**レベル2PRA**の活用を進める上で炉心損傷後の核分裂生成物(FP)の放出量を適切に評価することが必要です。そこでFP放出量評価に影響の大きい機器や、現象に関する文献調査や実験を実施し、その分析結果に基づくFP放出挙動解析手法を構築しました。また、構築した手法を解析コードに実装し、実機解析を通してその妥当性を確認しました。
- ・原子炉施設の**内部溢水**防護対策に関する安全性向上の観点で国から求められている、内部溢水ハザードに対する体系的なリスク評価方法として、実用的な内部溢水PRAガイドを策定しました。代表的なPWRプラントを対象としたモデルプラント評価を実施した結果、内部溢水リスクに寄与する事故シナリオを適切に抽出できたことから、PRAガイドの実機への適用性を確認しました。

### 経年劣化事象評価の高度化

- ・原子力プラントを長期運転するためには、压力容器鋼が放射線の照射により脆くなる照射脆化について適切に評価することが必要です。その評価式について、脆化の原因であるマイクロ組織変化の予測精度を向上させることで脆化予測の説明性を高めました(右図)。開発した評価式は現在審議中の**技術規程(JEAC4201)**の脆化評価式の改定案に採用されました。



**開発した評価式によるマイクロ組織変化の予測結果**  
開発した脆化評価式では、脆化の原因である、照射によって形成する微細な溶質原子クラスター体積や溶媒原子(マトリックス)中のCu濃度の予測値が実測値とより一致するようになり、マイクロ組織変化が脆化量に及ぼす影響を適切に反映できるようになりました。

## 合理的な安全対策

### 継続的安全性向上

- ・原子炉内の高温高圧の水と蒸気の気液二相流を再現し、二相流の空間分布の高解像度計測データを蓄積することで、様々な燃料集合体の形状に対する二相流データベースを構築しました。また、データベースの情報を用いた**データ同化**により二相流シミュレーションの精度が向上しました。これにより燃料の熱出力評価の精度が向上し、安全裕度が適正に評価できるとともに、燃料棒の形状と配置の工夫による燃料の有効活用が期待できます。→ p.24参照
- ・使用済燃料をより安全に保管するため、湿式中間貯蔵から**乾式中間貯蔵**への早期の移行が望まれています。乾式中間貯蔵に移行するには、燃料の崩壊熱が容器装荷の温度制限値を下回るまで冷却する必要がありますが、崩壊熱を保守的に評価していることが早期移行の阻害要因となっています。そこで、燃料の崩壊熱を運転条件と燃焼度に応じて計算することで、早期の乾式貯蔵への移行を可能にする合理的な冷却期間の評価方法を提案しました。

### 放射線防護体系の維持・発展

- ・健全な循環器に放射線が与える影響については**線量率**により異なり、総被ばく線量が同程度でも低線量率で慢性的に被ばくした場合は、高線量率で急性被ばくした場合よりも影響が小さいことを、マウスを用いた動物実験により世界で初めて明らかにしました。

## 核燃料サイクル技術の確立

- ・再処理施設での安全性を高めるため、事故時に高レベル濃縮廃液から放射性物質が揮発することを抑制する方策を検討した結果、中和剤として水酸化ストロンチウムを添加することにより、揮発性物質の生成が不添加の場合の100分の1まで抑制されることを確認しました。

## 放射性廃棄物処分事業支援

- ・高レベル放射性廃棄物処分施設の候補地選定を支援するために、プレート境界の地下深部に存在する**スラブ**起源水の候補地への流入の有無を判別する方法を開発し、その影響領域の評価に活用できることを示しました。→ p.26参照

## 原子力施設の廃止措置支援

- ・東京電力福島第一原子力発電所では、汚染水処理により発生する二次廃棄物の大半を**ALPS**沈殿廃棄物が占めます。これを安定して固化するため、セメント固化に比べて水の放射線分解による水素発生が少なく、ガラス固化に比べて揮発物対策の負荷低減が期待できる、リン酸化合物の固化製造プロセスを提案しました。→ p.28参照

### データ同化

観測値を学習して数理モデルを統計的に最適化することで予測性を向上する解析方法。

### 乾式中間貯蔵

再処理を行うまでの使用済燃料を、燃料プールで水を循環させて貯蔵する湿式中間貯蔵に対して、不活性ガスとともに金属容器に封入して、空気自然対流で冷却し貯蔵する方式。

### 線量率

単位時間当たり人体や物質が受ける放射線の量。

### スラブ

大陸プレートの下に沈み込んだ海洋プレートのこと。

### ALPS

沈殿処理設備や吸着塔により、汚染水中に含まれる多種の放射性物質を除去する多核種除去設備。



## 2-1. 成果の概要



### 火力発電

既設の火力発電プラントの合理的な運用・保全、および石炭灰の更なる利用拡大に係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に対応するため、火力発電プラントの需給調整力や機動性の向上など調整運用に関する技術の開発を推進しています。さらに、低炭素化に向けた新たな火力発電方式や高効率エネルギー変換技術等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の達成に貢献していきます。

### 既設火力の活用

- ・高効率火力発電プラントの主要構造材料である**9Cr鋼**について、世界最長時間にわたる溶接継手の**クリープ**試験データを取得し、現在の寿命評価式が実機で使用される時間スケールでも妥当であることを実証しました。
- ・ヒドラジンは火力発電プラントの給水処理に広く使用されている一方、発がん性の疑いがあるため今後規制が強化されます。ヒドラジンを代替する候補剤について、炭素鋼の腐食速度などプラントへの適用性を判断するための基礎特性を実験により得ました。

#### 9Cr鋼

約9%前後のクロムを添加した炭素鋼。

#### クリープ

高温下において物体に一定の荷重(応力)を加えることで、時間とともに物体が変形していく現象。

### 再生可能エネルギー導入拡大への対応

- ・ガスタービン複合発電(GTCC)は、再生可能エネルギーの導入が拡大した電力系統で需給のバランスを保つための調整力として期待されています。ガスタービンの機動性向上(起動時間短縮、出力変化速度向上、最低出力低減)や部分負荷運転時の効率向上のための燃焼器や制御技術などの要素技術開発を三菱重工株式会社などと進め、実機による要素技術の実証に移行できる見通しを得ました。本技術は水素やアンモニア等の脱炭素燃料を利用するGTCCへも適用可能であり、将来の火力発電における脱炭素化に貢献できます。→ p.30参照
- ・火力発電における燃料の脱炭素化に向けて、燃料アンモニア価格や欧州のCO<sub>2</sub>排出権取引価格を調査しました。また、これらの価格が需給調整運用を行ったときの火力発電プラントの運用コストや設備利用率に及ぼす影響を定量的に明らかにしました。

### CO<sub>2</sub>排出量の削減

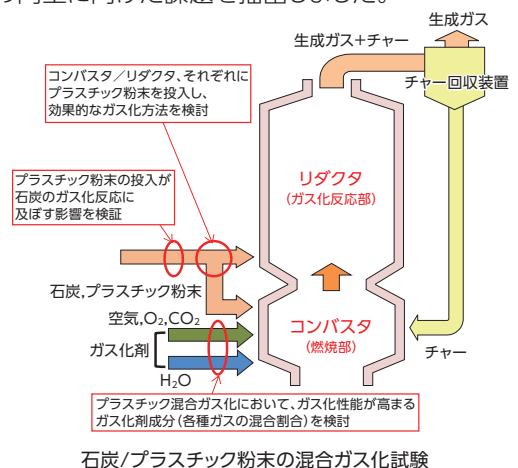
- ・石炭灰、バイオマス灰、焼却残渣などによるCO<sub>2</sub>の固定化技術として、埋立処分場を活用する手法を提案し、CO<sub>2</sub>固定量やCO<sub>2</sub>固定速度などの基礎特性を取得しました。また、CO<sub>2</sub>固定プロセスにおける**ライフサイクルCO<sub>2</sub>**の試算を行い、CO<sub>2</sub>固定効率の向上に向けた課題を抽出しました。

→ p.32参照

- ・既設石炭火力発電所における新たなアンモニア混焼方式として、微粉炭バーナーの一部をアンモニア専焼バーナーに入れ替える方式の技術開発を進めました\*。
- ・バイオマスや炭素系廃棄物などの多様な燃料をガス化して利用するCO<sub>2</sub>回収型ポリジェネレーションシステムの開発に向けて、石炭・プラスチック粉末(炭素系廃棄物模擬試料)の混合ガス化試験に成功しました\*(右図)。

#### ライフサイクルCO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub>を原料として利用する際の調達、製品製造、輸送、使用、廃棄、再利用といった全プロセスにおける二酸化炭素排出量を評価するもの。NEDOにおける研究開発初期段階のガイドラインでは原料の調達から製品製造までを評価対象としている。



- ・先進超々臨界圧(A-USC)火力発電プラントで使用される大径管の保守技術開発のため、溶接大径管試験体のクリープ試験を行い、そのデータから試験体の外径変化や表面ひずみを数値解析により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)からの委託・助成事業により実施。



## 水力発電

高経年化する水力施設の適切な維持管理と安定運用に貢献するため、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補強技術、被害発生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

#### ピア：水門柱

ダムから水を放流するための洪水吐ゲートを支える柱状の構造物。

#### キャビテーション壊食

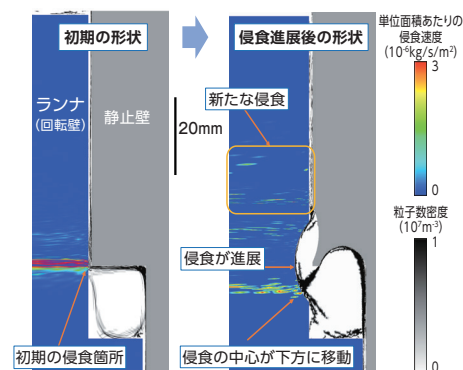
液体中の気泡が消滅する際の衝撃圧で部材表面を破壊・摩耗させる現象。

- ・ダムゲートやピア(水門柱)を対象として、供用しながら施工可能な耐震補強工法を提案し、その効果を試験・解析により確認しました。→ p.34参照

- ・水車の土砂侵食、キャビテーション壊食を評価可能な数値解析法を構築し、その結果に基づき水車ランナ背面シール部の土砂侵食(右図)やランナベーン(水車羽根)のキャビテーション壊食の発生メカニズム、および静止壁側の形状変更などの対策に有効な方法を示しました。

- ・発電機保守の現場における異常兆候の早期発見のために、機械学習による発電機固定子巻線の保守点検支援スキームを提案しました。また、巻線の異常を判定するために、各種異常を実験室レベルで模擬し異常時の信号を集約したデータベースを作成しました。

- ・貯水池や河川における出水に伴う土砂動態をモニタリングするために、カメラ画像情報から機械学習により濁度を推定する手法を開発しました。



ランナ壁面の土砂侵食状況の変化  
空隙(図のランナと静止壁の間の白い部分)に入る土砂の粒子により侵食が発生し、侵食の進展によって、侵食位置が変化する様子が確認できました。



## 再生可能エネルギー

再生可能エネルギー電源の一つで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、将来の再生可能エネルギー主力電源化を見据えて、受け入れる側となる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

#### カーボンリサイクル

##### CO<sub>2</sub>地熱発電

熱水量が不足・枯渇した地熱貯留層中に、CO<sub>2</sub>を圧入し、高温になったCO<sub>2</sub>で発電を行う。圧入されたCO<sub>2</sub>の一部は貯留層内に固定される。

- ・カーボンリサイクルCO<sub>2</sub>地熱発電を適用するため、地下岩盤の温度・圧力状況を踏まえた坑井シミュレーションおよび発電サイクルシミュレーション手法を開発し、海外の報告例を参考にした発電出力試算結果から開発した手法の妥当性を確認しました。これにより、複雑な地質構造を持つ日本でもカーボンリサイクルCO<sub>2</sub>地熱発電の検討ができるようになります。

## 2-1. 成果の概要

### 配電系統総合解析ツール CALDG

当所が一般送配電事業者向けに開発した、配電系統の各種制御を模擬し、総合的な潮流解析が可能なツール。

### 再生可能エネルギー導入拡大時の系統安定化

- ・自然災害や送電線事故等による再生可能エネルギー電源脱落に対応して変電所で行う負荷遮断(小規模な停電)を、変電所監視制御に関する国際規格IEC 61850に基づく製品を用いて低コストに実現する方法を開発しました。→ p.36参照
- ・マイクログリッド(MG)事業者が利用可能な一般版の配電系統総合解析ツールCALDGを開発しました。MG事業者が本ツールを用いて配電系統の解析・評価を行うことで、MGを構成するのに必要な再生可能エネルギー電源や蓄電池の仕様、およびそれらを組み合わせたとときの運用方法を適切に検討できるようになります。
- ・太陽光発電の出力予測誤差がいくつかの時間推移パターンに分類できること、また、この推移パターンの発生頻度には季節性があることがわかりました。これにより太陽光発電出力予測の大外れを検知できる可能性が見出され、本知見の太陽光発電出力予測の精度向上への活用が期待されています。

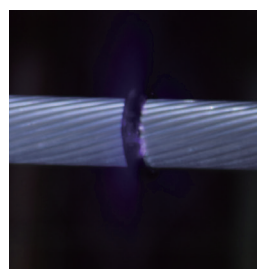


### 電力流通

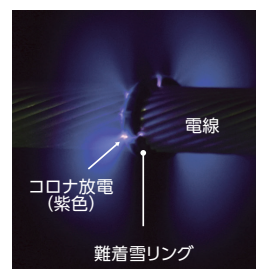
高経年化が進む電力流通設備の合理的な維持・更新や運用・保守を支援する技術の開発を進めています。カーボンニュートラル社会の実現に向けた再生可能エネルギーの導入拡大や電力システム改革の進展を受けて、より広域的な運用が求められている電力系統の安定性を維持する技術、自然変動電源の急激な出力変動や災害時の電力系統からの脱落に対応する技術の開発に取り組んでいます。自然災害に対しては、電力流通設備の耐風・耐雪・耐震設計やレジリエンス強化に向けた減災・復旧支援に係わる技術を開発しています。これらの取り組みにより、電力安定供給の維持と将来に備える新たな電力系統の形成に貢献していきます。

### 設備形成・運用・保守の合理化

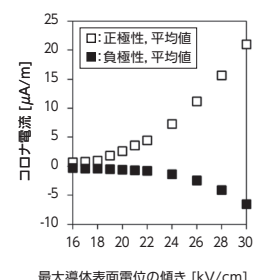
- ・送電分野における電気保安人材の減少に対応するスマート化技術として、鉄塔部材の腐食劣化ランクの自動判定システムと地中送電設備の遠隔監視システムを開発しました。→ p.38参照
- ・人による巡視に代わりセンサ等の情報を活用した効率的な配電設備の保全手法として、スマートメータ情報および設備データを活用して柱上変圧器の熱劣化状態を相対的に比較できる評価手法を開発しました。
- ・直流CVケーブルの電界分布をより正確に把握するため、運用時のケーブル内部の温度分布を推定する手法を開発するとともに、その温度分布に基づき測定信号の補正を行う空間電荷測定システムを開発し、その有効性を確認しました。→ p.40参照
- ・送電線への着雪を低減する難着雪リングが直流送電線に与える影響を解明するため、コロナ電流特性を測定しました。その結果、難着雪リングからコロナ放電が発生しやすく、送電線に流れるコロナ電流の絶対値は負極性よりも正極性の電圧を課電した方が大きくなることを見出しました(下図)。



難着雪リングの設置状況



コロナ放電の観測例



コロナ電流の測定結果



### 多相雷事故

交流送電線への落雷により、電力線各相の絶縁耐力を超える過電圧が発生して、同時に2相以上の変電所の遮断器が動作すること。

- ・送電線の**多相雷事故**は供給支障に至る可能性があるため、送電鉄塔における多相雷事故の模擬実験を行いました。雷撃時の交流位相による電圧差も考慮して実験を行い、多相雷事故に至る電界の範囲を明らかにしました。
- ・送電線への樹木接近による事故を未然に防ぐため、ドローンによる撮影画像から樹木を含む地表形状の三次元モデルを作成し、局所的な形状から樹頂の位置を特定することで送電線と樹木との離隔距離を評価する手法を開発しました。これにより、伐採すべき樹木の位置や本数が自動で判定できるようになります。

### PCS

(Power Conditioning Subsystem)

直流電力を交流電力に変換し、発電電力の制御機能や系統連系保護機能を有する装置。

## 電力系統運用支援

- ・太陽光発電や風力発電などのインバータで連携する電源が増えた系統(インバータ主体系統)では、地絡事故等が発生した際の電圧・周波数の変動が現状の系統に比べ増大します。その影響を把握するため、インバータ主体系統における三相地絡事故時のシミュレーションを行いました。その結果、系統事故時の電圧・周波数変動による電源脱落を防ぐ機能を備えた事故時運転継続対応の太陽光発電パネル用**PCS**であっても、**単独運転検出機能**が誤動作して脱落する可能性があることを明らかにしました。
- ・電力系統の保護リレー情報は、災害に強いが伝送容量は小さいマイクロ波無線通信網で伝送しています。低コストのIP保護リレーを導入する場合、必要な伝送容量が現状より増えることから、マイクロ波無線通信網の伝送容量増強が必要となるため、このコストを最小化する設計手法を開発しました。→ **p.42参照**

### 単独運転検出機能

上位系統で事故または作業等のため停電が発生したときに、分散型発電設備が連系したままになることを単独運転といい、その状態を検出し解列する機能。

## 流通設備の災害・人為リスクへの対応

- ・令和元年台風15号での強風による鉄塔被害の原因究明を三次元気流解析により実施した結果、風上8km以内にある高標高の地形から増速域が風下側に伸びることで、鉄塔に接近する風速が増大することを明らかにしました。また、このような地形による影響を考慮した簡易増速率算定法を構築しました。
- ・送電用鉄塔の設計時に送電線への着雪の影響を考慮するため、日本全国の基本着雪厚マップを作成するとともに、着雪時に考慮すべき基本風速と**等価静的風荷重**の算定式を考案し、風荷重評価法として取りまとめました。また、送電用鉄塔の設計に見込むべき地震荷重について、設計用加速度応答スペクトルの簡易評価法を提案し、それに基づく解析ツールを開発しました。  
→ **p.44参照**
- ・災害時の復旧見通しや災害情報を迅速に共有・蓄積するための早期電力復旧情報プラットフォーム「RESI」において、過去実績に基づいて自動的に復旧時間を推定する機能を追加しました。また、復旧に必要な情報を適時・適切に配信するシステムを開発し、関係者による状況把握と情報共有を可能にしました。→ **p.46参照**

### 等価静的風荷重

構造設計上重要な動的荷重効果に着目して、静的解析用に設定する風荷重。



### 需要家サービス

電化の促進によって需要側からカーボンニュートラルを実現する社会を目指し、民生・産業・運輸分野の省エネルギーおよび顧客便益の向上に貢献する、ヒートポンプ、電気自動車、冷暖房機器、植物工場など電気利用技術の向上を図る研究開発を進めています。また、自然災害による停電時における需要側のエネルギーレジリエンス性を高める研究に取り組んでいます。

#### 電化推進と顧客満足度向上

- ・太陽光発電(PV)の発電時間帯に湯を沸かして貯湯タンクに蓄えることで家庭用PV電力の自家消費を促進する、CO<sub>2</sub>冷媒ヒートポンプ給湯機「おひさまエコキュート」を東京電力エナジーパートナー株式会社および複数メーカーと共同で開発しました。
- ・電気自動車(EV)の商品価値を高め普及拡大に貢献するため、バッテリーやインバータ、モータの性能劣化の防止、車内の快適な温熱環境の確保、ガラス防曇対策等の現行の課題を踏まえて、熱源や機器の適切な温度管理と省電力を実現する熱管理システムのコンセプトモデルを提案しました。  
→ p.48参照
- ・台風や地震などの自然災害に伴う停電リスクを考慮した住宅のエネルギーレジリエンス性の向上方策の検討が喫緊の課題になるなか、自然災害による長期停電の経験者を対象に困りごとや給電設備(蓄電池や発電機)等に対する意識を調査し、停電時の被災者の安全や利便性の維持に必要な方策を見出しました。→ p.50参照
- ・エアコンの人感センサによる気流制御機能の有効性を検証するため、エアコンの動作を定量的に把握する独自手法を開発し、人感センサを使用した方が実際に温熱快適性の高い運転が可能になることを実証しました。
- ・NEDO先導研究プログラム「植物工場向けDR・生育維持システムの基礎技術開発」(DR:デマンドレスポンス)に参画し、宮古島にゼロエミッション型植物工場実験施設を構築しました。植物工場用エネルギー管理システムの開発に着手するとともに、系統運用者を対象としたDR実施のため島内で必要な調整力を明らかにしました。
- ・需給調整市場でEVを仮想発電所(VPP)として活用するために、走行中のEVのバッテリー情報や位置情報などを遠隔把握できるクラウドシステムを開発しました。ノートPCやスマートフォンから、地図情報と併せて最新のEVの各種情報をリアルタイムに把握することが可能になります。



## 環境

地球温暖化問題に関する政策の分析や、温暖化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についての研究やPM<sub>2.5</sub>の環境リスクに関する情報の収集・分析を行っています。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ます。

### 地球温暖化問題への対応

- ・国の研究会等においてカーボンニュートラル実現に向けた政策議論に積極的に参画するとともに、カーボンプライシングで争点となっている**炭素国境調整**について、欧米における制度設計案を分析し、日本への示唆を整理しました。
- ・CO<sub>2</sub>排出削減に対する国等の政策への的確な対応と火力発電事業におけるCO<sub>2</sub>削減対策技術としての見通しを明確にするため、国内外における**CCUS**の動向調査とCO<sub>2</sub>回収技術の調査を行いました。また、燃料やコンクリートの国内需要をすべてCCU製品で代替した場合のCO<sub>2</sub>利用量・削減量等を評価し、CCUの普及に向けた課題を明らかにしました。

### 環境アセスメントへの対応

- ・地熱発電所の環境アセスメントを円滑化するため、冷却塔排気中の硫化水素の大気拡散挙動や周辺樹木への着氷影響評価手法を確立し、地熱開発事業者向け技術ガイドラインを策定しました。  
→ p.52参照
- ・発電所アセスメントやモニタリングの効率化による期間短縮やコストダウンに貢献するため、沖合約1kmの温排水拡散域に対して各種無人探査技術を用いた観測を実施し、従来型船舶調査を代替できる見通しを得ました。
- ・既設発電所における生物アセスメントに係わる現地調査の負荷低減を支援するため、既往のアセスメントで記録されている重要種の生態的特性を分析し、重要種を対象とした簡易影響予測手法を構築しました。

### 環境・健康リスクへの対応

- ・商用周波磁界と小児白血病の因果関係を明らかにするため、評価用マウスの開発を行いました。遺伝子改変したヒトiPS細胞を移植したマウスに対し、既知のリスク因子をばく露した結果、白血病細胞の特徴を有する細胞が出現し、小児白血病評価に必要な特性を有していることを確認しました。
- ・国等の規制強化の動きへの対応や、発電所の環境性に対する立地地域の理解促進のため、PM<sub>2.5</sub>のリスク・有害性について学術論文等から最新の知見を収集するとともに、国内の人為発生源を対象にPM<sub>2.5</sub>の寄与濃度および寄与率に関するモデル計算を実施しました。

#### 炭素国境調整

国内と国外の炭素価格の差を埋めて、自国から他国への炭素リーケージ（排出の漏えい）を防ぐ措置。

#### CCUS

(Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage)

二酸化炭素の回収・有効利用・貯留。CCUは回収・有効利用。





### 事業経営

電力システム改革による市場を通じた経営効率化と再生可能エネルギー導入拡大を目指すエネルギー基本計画改定との整合性を確保するため、より望ましい制度のあり方を提言しています。また、カーボンニュートラル実現における原子力発電の重要性を踏まえ、原子力事業の環境整備方策に関する海外動向の分析も進めています。新たな課題に直面する電気事業者に対して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

- ・気候変動対策として原子力発電の新增設を進めようとする英国の事例を中心に、脱炭素化に貢献する原子力発電の利活用に向けた諸外国の取り組みを分析しました。→ p.54参照
- ・第6次エネルギー基本計画を対象に主な見直し項目を踏まえた定量分析を行い、2019年度実績から2030年度までのエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量の変化を推計しました。その結果、2030年度の排出量は7.5億t-CO<sub>2</sub>(2013年度比39.5%減)に留まり、政府が発表した2030年温室効果ガス46%削減達成のためには0.7億t-CO<sub>2</sub>不足することを明らかにしました。
- ・送配電投資が増加傾向にある米国を対象に送配電事業の投資動向とその抑制策について調査しました。需要家側の**分散型エネルギー資源(DER)**の活用は、設備投資を繰り延べて費用の削減を図る手段の一つと考えられますが、送配電事業者がDERに支払う価格を合理的な水準に抑制するための調達方法や、DERの活用が配電網・送電網の負荷に与える影響の予測には試行錯誤を伴うため、投資の繰り延べが見送られる事例もあることなどの課題を明らかにしました。
- ・カーボンニュートラルに向けた運輸部門の脱炭素化の取り組みについて、欧米の自治体による先進的な事例を調査し、内容や導入経緯を明らかにしました。また、政策手法別に国や自治体への示唆を整理しました。→ p.56参照

#### 分散型エネルギー資源： DER

(Distributed Energy Resource)

蓄電池、電気自動車、給湯設備、太陽光発電など、需要家が所有するエネルギー資源。



### 共通・分野横断

再生可能エネルギーの導入拡大、電気自動車(EV)や蓄電池の普及が進むなか、需給全体のエネルギー効率向上と経済性を両立するための電力需給マネジメント技術の構築を進めています。また、需給制御の最適化やプラント機器、社会インフラの保全のため、電気事業等におけるIoT、AI、新型センサなど革新技术の開発を進めています。

### 需給協調による全体最適化

- ・当所既開発の配電系統総合解析ツールCALDGをベースに、利用者が容易にデータ入力・解析を実施できる二次系統(地域供給系統)用**GUI**と、二次系統まで含めた地域グリッドの解析プログラムを開発しました。これにより、二次系統と配電系統をまとめた解析が可能になりました。

#### GUI

(Graphical User Interface)

コンピュータへの命令や指示等を、ユーザが画面上で視覚的に捉えて指定するもの。

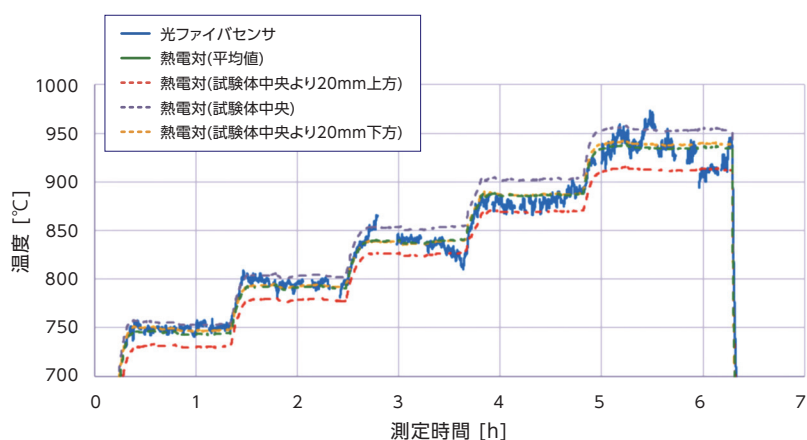
## 積層欠陥

結晶の規則正しい配列が崩れてできる欠陥。

## 多様な分野への適用に向けた技術の開発

- ・新型パワー半導体デバイスの構成材料の一つであるSiC結晶について、構造の異なる**積層欠陥**を含むSiCデバイスを作製して、積層欠陥が通電特性などのデバイス性能に与える影響度合いを定量的に明らかにしました。→ p.58参照
- ・リチウムイオン電池よりも安全性の高い全固体電池の開発に取り組み、従来の温度(750-900℃)よりも低温の600℃において密着性の高い全固体電池を製造できる手法を開発しました。得られた電池は、類似の酸化物から構成される全固体電池と比べても電池性能が低下しにくいことを示しました。→ p.60参照
- ・火力プラントなどでの使用を想定した、高温下で広範囲のリアルタイム計測が可能な光ファイバセンサを開発しました。最高温度950℃、空間分解能10cm、K型熱電対相当の精度での温度計測が可能で(下図)、750℃換算で16年間相当の耐久性を有します※。

※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)の委託業務(JPNP14004)として  
沖電気工業株式会社、中国電力株式会社と共同で実施。



光ファイバセンサによる燃焼ガス環境中での伝熱管表面温度計測結果例





## 原子力発電

放出源の有効高さ

→p.10参照

## 排気筒における放射性物質放出源の有効高さ評価モデルを開発

- 安全解析で求められる風洞実験を数値計算で置き換え、コスト削減に貢献

## 背景

原子力施設の安全解析に必要な公衆の被ばく線量評価には、解析に必要な排気筒ごとの**放出源の有効高さ**というパラメータを求める必要があります。従来は風洞実験によりこれを求めていましたが、風洞実験はコストと時間を要することから、これに代わる数値計算手法の開発が求められてきました。しかし、数値計算手法で風洞実験を代替するためには、計算手法の予測精度向上に加え、計算結果の誤差を考慮した適切な保守性の付与も必要となります。当所では、風洞実験を代替可能な高精度な数値モデルを開発するとともに、適切な保守性を持たせるための調整方法の開発を進めています。

## 成果の概要

## ◇放出源の有効高さ評価に活用できる数値モデルを開発

建屋や地形が大気中の拡散現象に及ぼす影響を高精度に再現するため、数値流体力学(CFD)をベースにした数値モデルを新たに開発しました。地表近くの濃度分布を計算した結果、風洞実験と同等の結果が得られ放出源の有効高さ評価に活用できることが明らかになりました(図1)。

## ◇風洞実験を必要としない放出源の有効高さ評価手法を開発

数値モデルによる計算結果は必ず誤差を有するため、適切な保守性を持つように計算結果を調整する必要があります。従来手法ではこの調整に対象地点の風洞実験結果を用いていました。そこで、モデル計算結果から放出源の有効高さの不確かさを定量化し、モデル推定誤差を活用して補正を行う手法を開発し、その補正量が現行の実施基準と同等であることを確認しました(図2)。これにより、コストのかかる地点ごとの風洞実験を代替するとともに、調整に必要な手順を従来手法と同程度以下に収めることができます。

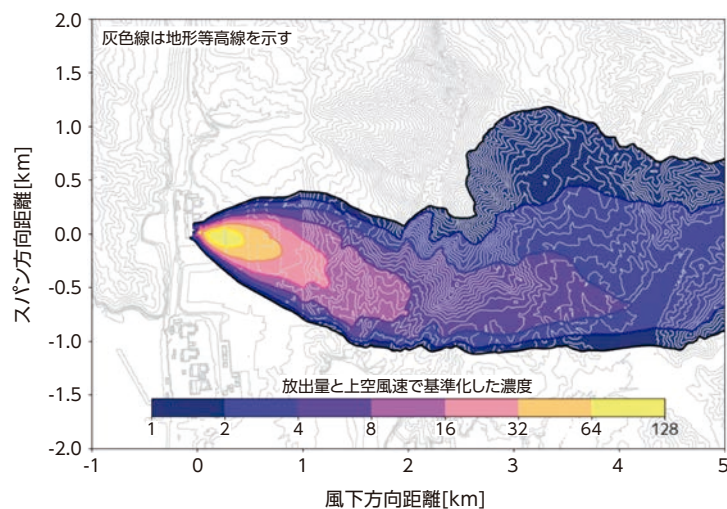


図1 地表近くの濃度分布の例

風上側の地形によって放出直後からブルーム(煙流)が偏向し、さらに風下側の地形を回り込むように蛇行する現象を再現しています。



小野 浩己(おの ひろき)  
原子力リスク研究センター リスク評価研究チーム

大型計算機システム 大規模かつ複雑な現象の解析を効率的に実施できる計算機システムです。

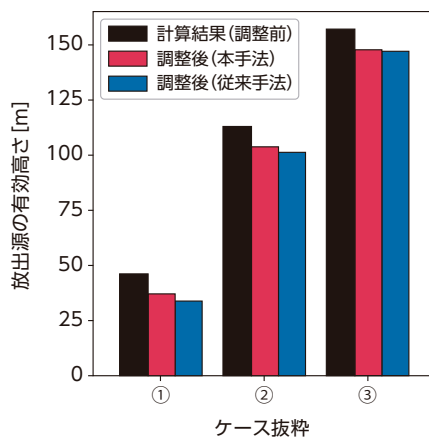


図2 数値モデル推定誤差を活用した調整手法の比較  
様々なケース放出源条件(①~③)において、提案する新たな手法による調整量(調整前との差)が従来手法と同程度もしくはそれ以下に収まりました。

## 成果の活用先・事例

放出源の有効高さ評価を、風洞実験から数値モデルに置き換えることで、評価に必要なコストを半分以下に削減できます。日本原子力学会から発行されている数値モデル計算実施基準(発電用原子炉施設の安全解析における放出源の有効高さを求めるための数値モデル計算実施基準)の次期改訂への反映を目指し、本手法の実用化を進めていきます。

参考 小野ほか、日本原子力学会和文論文誌Vol.21, No.3(2022.09発行予定)





原子力発電

津波漂流物の衝突影響評価技術を整備

● 衝突可能性および速度の評価技術の高精度化により津波PRAに活用

津波漂流物

津波により漂流する船舶、車両、コンテナ、木材、家屋の廃材等の漂流物。

PRA :  
確率論的リスク評価

→p.10参照

反射波

津波の流れとは逆向きに生じる建物前面の領域に見られる波。

Good PRA

国際的な水準に比肩する確率論的リスク評価(PRA)のこと。

背景

原子力規制委員会による新規規制基準に基づく審査においては、津波防護施設等の重要施設に対する津波漂流物の衝突による影響の評価が求められます。事業者が安全性向上のための評価として実施する津波PRAにおいては、漂流物衝突による施設への影響が確率論的に評価されますが、そのためには漂流物の衝突可能性、衝突速度、および衝突位置を合理的に評価する技術を構築する必要があります。当所では、漂流物を対象とした水理実験と数値解析を用いて、衝突影響を評価する技術の整備を進めています。

成果の概要

◇津波漂流物の運動を模擬した水理実験による移動特性の把握

洋上の船舶等の漂流物が津波によって漂流する運動を模擬した水理実験を行い、漂流物の初期配置や津波砕波の有無、および砕波の発生位置によって異なる漂流物の移動特性を把握しました。

◇津波漂流物挙動解析技術の開発

漂流物の衝突可能性、衝突速度、および衝突位置を精度よく評価するため、対象施設の前面で発達する反射波の影響等を考慮した漂流物挙動解析技術を開発しました(図1)。開発した解析技術により、水理実験で得られた津波遡上域における漂流物の移動経路のばらつき、および建物への衝突確率ならびに衝突速度を良好に再現できることを確認しました(図2)。

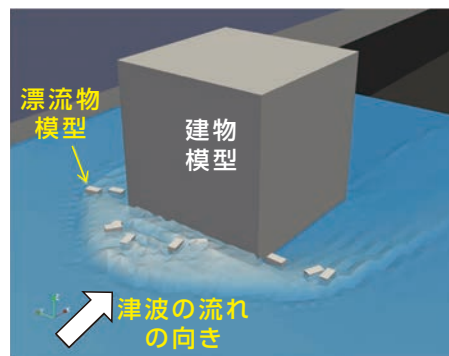


図1 津波漂流物の建物への衝突を再現した数値解析

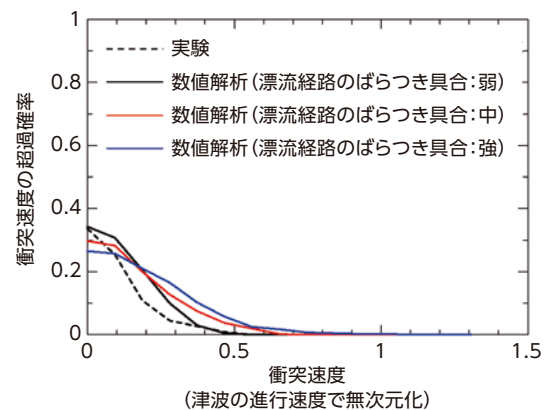


図2 衝突速度の評価例

(図1)建物模型の前面で発達する反射波の影響を考慮して漂流物の衝突を再現しました。(図2)再現結果から建物模型に衝突した漂流物の衝突速度とその超過確率\*を評価しました。漂流経路のばらつき具合の大小などを複数段階に設定して解析することで、実験結果を内包する現実的な評価が可能です。

\*超過確率:この場合、1回の津波発生で、漂流物が、ある衝突速度を超えて衝突する確率を示します。

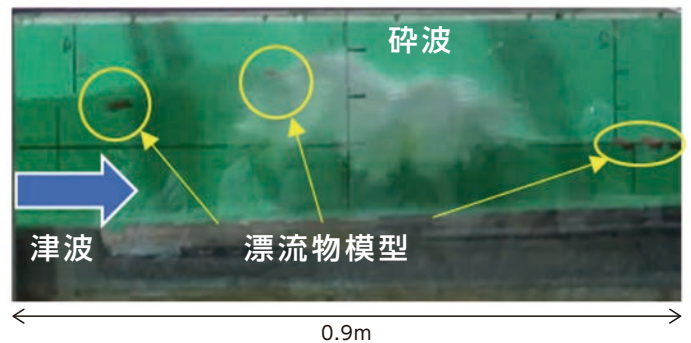


甲斐田 秀樹(かいだ ひでき)  
原子力リスク研究センター 自然外部事象研究チーム

木原 直人(きはら なおと)  
原子力リスク研究センター 自然外部事象研究チーム

津波漂流物の衝突影響評価技術の高精度化によって、津波PRAに役立てていきます。

水理実験の様子(水槽を横から見た図)  
漂流物が津波の砕波によって流下する運動が  
模擬されている。



### 成果の活用先・事例

開発した漂流物挙動解析技術は、防潮堤や取水設備等の発電所重要施設への船舶等漂流物の衝突可能性、衝突速度、および衝突位置の評価への適用を通じて、新規基準に基づく審査のバックデータの整備、および漂流物対策工法の導入の検討に活用されました。また、資源エネルギー庁の委託事業として実施された実機プラント津波PRAにおける漂流物衝突影響の評価手法として活用され、Good PRAの構築に貢献しました。

参考 Kihara et al., Coast. Eng. J. Vol. 62 (1), p. 69 (2020)  
甲斐田ほか、電力中央研究所 研究報告 O16010 (2017)



原子力発電

## 原子炉内気液二相流のシミュレーションを高精度化

● BWRのボイド率の予測精度を高め、熱的な安全裕度を適正に評価

### ボイド率

気液二相流の中での気体の体積割合。

### X線CT

X線を用いて、らせん状に対象物を撮影する測定手法。断面の詳細を画像として取得することができる。

### データ同化

→p.11参照

### 背景

沸騰水型軽水炉(BWR)では、燃料を有効活用するために燃料棒の形状と配置を工夫して取り出せるエネルギーを増やしてきました。その一方で、燃料集合体の構造が複雑になり、熱出力評価に影響を及ぼす水と蒸気の混相流(二相流)の状態を予測することが難しくなる課題が生じています。炉心の核分裂の反応や熱出力の状態は二相流の空間分布である**ボイド率**により決定されるため、様々な燃料集合体の形状に対して二相流を高解像度で実測し、そのデータに基づいたボイド率の予測モデルを開発する必要があります。

\* 経済産業省「平成27～令和3年度原子力の安全性向上に資する技術開発事業(燃料集合体内冷却水の気液二相流の挙動解明に向けた研究開発)」の委託事業として実施。

### 成果の概要

#### ◇様々な燃料集合体形状に対応した二相流データベースの構築

BWR炉内の高温高圧の二相流を試験装置で再現し、**X線CT**により二相流の空間分布を70 $\mu$ mの高解像度で計測しました。様々な燃料集合体の形状に対して二相流実測データを取得することで、解析コード開発と妥当性確認、現状および将来の核熱水力設計に役立つ二相流データベースを構築しました。

#### ◇二相流データベースに基づくボイド率の予測モデルの開発

機械学習と類似の**データ同化**を用いた予測モデルを開発し、二相流シミュレーションの精度を向上させました(図1)。開発した予測モデルは、様々な解析コードに広く適用することができ、現行炉や新設炉の核熱水力設計、安全設計の解析コードにも利用することができます。

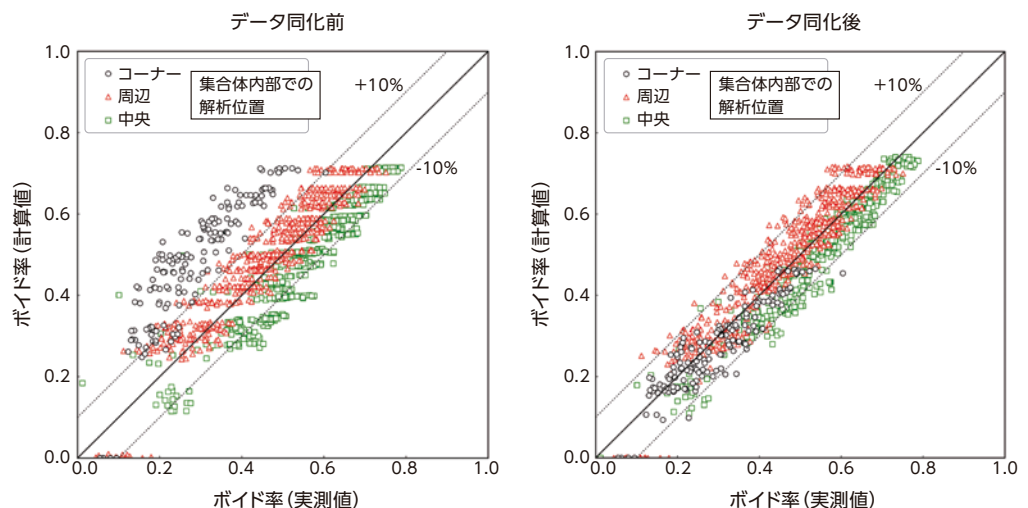


図1 データ同化による既存モデル・コードの予測精度向上の例

データ同化前は燃料集合体内のコーナー部においてボイド率の予測が難しく、実測値との誤差が大きくなっていましたが、データ同化により位置によらず高い精度で予測することが可能となりました。





宇井 淳(うい あつし)  
エネルギー変換研究本部  
プラントシステム研究部門



新井 崇洋(あらい たかひろ)  
エネルギー変換研究本部  
プラントシステム研究部門

軽水炉三次元熱流動実験設備 原子炉プラントの高温高圧条件を再現し、安全評価の高度化に貢献します。



X線CT装置  
青色のフレーム部が回転しながら  
上下に移動し、中央白色の試験部  
分のX線像を撮影する。

## 成果の活用先・事例

開発した予測モデルは、国内電力の解析コードNASCAに追加されました。また、構築した二相流データベースと開発した予測モデルを活用すれば、BWRの熱的安全裕度の予測性が高まり経済性の向上が期待できます。

参考 Ui et al., Mult. Sci. Technol., 2022043255 (2022)  
Arai et al., Mech. Eng. J., Vol. 8, p. 21-00001 (2021)





原子力発電

地下深部流体の判別手法の考案と影響領域の評価手法を開発

● スラブ起源水の影響を回避した高レベル放射性廃棄物処分施設の候補地選定に貢献

スラブ起源水

地下深部に沈み込んだ海洋プレート(スラブ)からの脱水により形成された熱水。

深部流体

地下300mより深いところに存在する雨水を起源としな地下水。

背景

プレート境界に位置するわが国の地下深部には、マグマを起源とする火山性熱水のほかに、**スラブ起源水**と呼ばれる**深部流体**が存在しています。有馬温泉に代表されるスラブ起源水は、地下深部で形成され断層などを經由して地表まで到達する場合があるものの、その分布は十分に把握されておらず、判別手法も確立されていません。高レベル放射性廃棄物の最終処分地の選定にあたっては、その影響を適切に回避する必要があるため、地点選定調査時のボーリング調査等で得られる地下水から、深部流体の種類や、スラブ起源水の流入・影響範囲を特定することが望まれています。

\* 経済産業省「平成30～令和2年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業(地質環境長期安定性評価技術高度化開発)」の委託事業として実施。

成果の概要

◇ 深部流体判別手法の考案

わが国の地下水について、既往の文献データを調査するとともに、全国各地の温泉水等を採用・分析した結果を加えて、水分中に溶存する元素、希ガス、同位体等の特徴を整理しました。その結果に基づき、スラブ起源水の流入・影響の有無と深部流体の種類を、塩素の濃度とヘリウム同位体比、水の安定同位体比の3つを指標として、定性的に判別するフローを考案しました(図1)。

◇ 影響範囲の判定指標の例示

地下水の溶存物質濃度は、深部流体の混合の影響で地域により特徴的な分布を示す場合があります。この地域的な特徴に基づいて、各地点におけるスラブ起源水など深部流体の流入の影響の大きさや、地下水にスラブ起源水の影響が及んでいる地域を評価できる可能性を示しました(図2)。

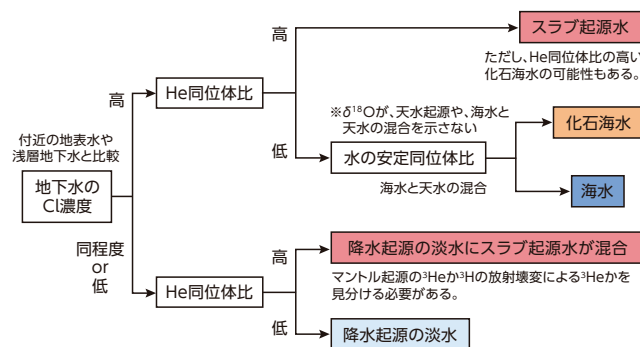


図1 深部流体判別フロー案

地下水の塩素(Cl)濃度、ヘリウム(He)同位体比の特徴から、スラブ起源水の流入と混合を判別できることがわかりました。  
\*  $\delta^{18}O$ : 酸素の安定同位体である $^{18}O$ と $^{16}O$ の存在比。

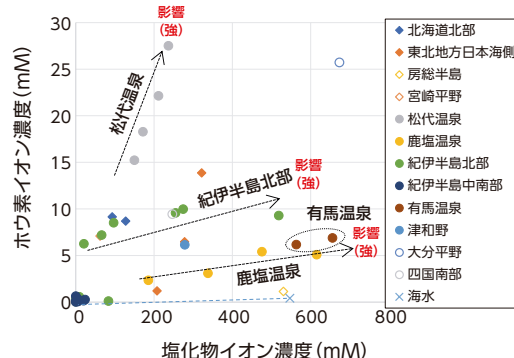


図2 スラブ起源水の影響の評価

地下水のホウ素イオンと塩化物イオン濃度が高くなるほど、スラブ起源水等の影響を大きく受けている地点と考えられます。



富岡 祐一(とみおか ゆういち)  
サステナブルシステム研究本部  
地質・地下環境研究部門

イオンクロマトグラフ 水に含まれるイオン成分を定量する装置です。深部流体の影響を判別することで、処分サイトの選定に貢献します。

**深部流体判別指標の例**  
 地下水の溶存元素組成、同位体比に着目し、スラブ起源水と降水、海水、化石海水\*と判別するための指標を整理しました。  
 ※岩石・地層の間隙等に閉じ込められた昔の海水。

| 判別指標     |           | スラブ起源水   |
|----------|-----------|--|
| 溶存元素組成   | 降水・海水との比較 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・降水よりCl濃度が高い。</li> <li>・海水よりMg/Clが低い場合が多い。</li> <li>・海水よりSO<sub>4</sub>/Clが低い。</li> <li>・海水よりBr/Clが低い。</li> </ul>   |
|          | 化石海水との比較  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・Li/Clがモル比で0.005以上を示す場合が多い。</li> <li>・I/Clは化石海水より低い場合が多い。</li> <li>・Sr濃度が化石海水よりも高い場合が多い。</li> <li>・NH<sub>4</sub>濃度が化石海水よりも低い場合が多い。</li> </ul>                        |
| He同位体比   | 大気との比較    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・大気と比較して高い。ただし、スラブ沈み込み深度の浅い地域では、He同位体比が低い場合がある。</li> <li>・地下水に核実験の影響など、人為的な<sup>3</sup>Hが高濃度に含まれていた履歴のある場合、放射壊変することで生成する<sup>3</sup>HeによりHe同位体比が高くなる場合がある。</li> </ul> |
|          | 化石海水との比較  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・一般にスラブ起源水の方が高いHe同位体比を示すが、東北地方の日本海側では高いHe同位体比を持つ化石海水がある。</li> </ul>   |
| 水の安定同位体比 | 降水・海水との比較 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・淡水と比較して酸素安定同位体比(δ<sup>18</sup>O)が高い。</li> <li>・海水と比較して水素安定同位体比(δD)が低く、δ<sup>18</sup>Oが高い。</li> </ul>   |
|          | 化石海水との比較  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・化石海水と比べ低いδDを持つ。</li> </ul>   |

### 成果の活用先・事例

本手法は、高レベル放射性廃棄物施設建設の候補地選定において、スラブ起源水の影響判定へ用いられることが見込まれます。本研究により、概要調査から精密調査段階で取得すべきデータを明確化し、影響領域の評価手法を示したことで、調査・評価の合理化に寄与します。

参考 日本原子力研究開発機構・電力中央研究所、資源エネルギー庁委託事業「高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業(地質環境長期安定性評価技術高度化開発)」報告書(2019, 2020, 2021)



原子力発電

ALPS

→ p.11参照

スラリー

微細な固体粒子が水分を多く含み、泥状になったもの。

セメント固化体

低レベル放射性廃棄物等をドラム缶内にセメントで固化し閉じこめたもの。処理が比較的容易で、処理された物質が比較的安定であること、経済的であること等が利点。

ガラス固化体

再利用できない放射能レベルの高い廃液をガラス原料と高温で融かし、ステンレス容器に入れて冷やし固めたもの。

汚染水の水処理二次廃棄物の安定固化技術を開発

● 低温で廃棄物の固化体を製造し、放射性分解による水素発生リスクを大幅に低減

背景

福島第一原子力発電所で発生する汚染水の水処理二次廃棄物の中では、ALPS沈殿廃棄物が大部分を占めています。沈殿廃棄物は水分を多く含むスラリー状であり、放射性物質の漏えいリスクが高いため、放射性物質の耐浸出性能が高い固化体として安定化させてから保管する必要があります。固化体にはセメント固化体とガラス固化体などの種類がありますが、セメント固化体は含有する水分が放射線により分解し水素が発生すること、ガラス固化体は製造時に高温を要するため揮発物が発生することが問題とされています。このため、水素発生量が少なく低温で固化できる製造プロセスが望まれています。

\* 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 (JAEA) 「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」JPJA19P19210371 の助成を受けて実施。

成果の概要

◇ リン酸化合物の固化体製造プロセスを考案

ALPS沈殿廃棄物には冷却のため注入した海水の成分であるCaやMgなどのアルカリ土類金属が含まれ、これらも固化する必要があります。リン酸化合物の多くは水への溶解性が低く、アルカリ土類金属も化合物中に取り込んで安定化させることができます。この性質に基づき、6工程で構成するリン酸化合物の固化体製造プロセスを考案しました。実験室レベルでは、1000℃程度のガラス固化体製造と比較して大幅に低い500℃で目的とする固化体を製造することに成功しました(図1)。

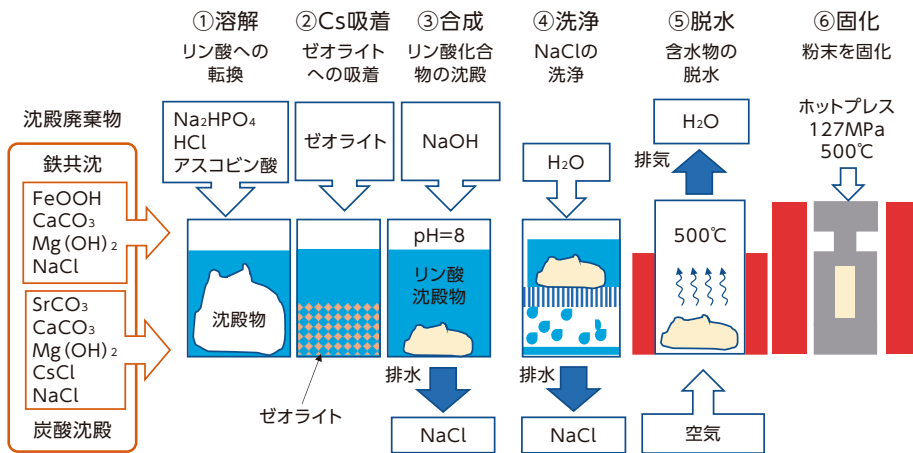


図1 リン酸化合物固化プロセス

①鉄共沈および炭酸沈殿の沈殿廃棄物を溶解します。②廃棄物に含まれるCsを吸着除去します。③pHを調整してリン酸沈殿物を合成します。④リン酸沈殿物に付着するNaClを洗浄します。⑤加熱によりリン酸沈殿物を脱水します。⑥高い圧力をかけて焼き固めます。

◇ 工学規模での固化体製造プロセスの成立性を確認

考案した固化体製造プロセスは実規模処理を見通せる工学規模試験においても成立することを確認しました。また、製造した固化体の浸出試験を行い、米国原子力規制委員会 (NRC) の低レベル廃棄物に対する基準を満たすことを確認しました。さらに、固化体からの放射性分解による水素はほとんど発生せず、水素発生リスクを大幅に低減できることがわかりました。



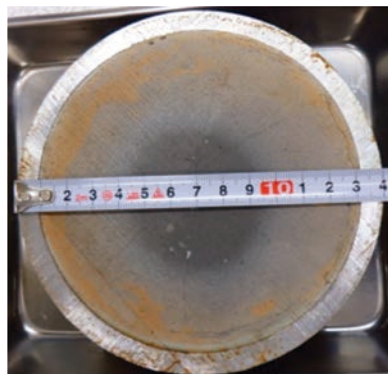


土方 孝敏(ひじかた たかとし)  
エネルギートランスフォーメーション研究本部  
エネルギー化学研究部門

金川 俊(かながわ しゅん)  
エネルギートランスフォーメーション研究本部  
エネルギー化学研究部門

工学規模固化試験装置 原子力施設の廃止措置で発生する放射性廃棄物の安定固化方法の開発に貢献します。

考案した固体化製造プロセスにより、工学規模で製造したリン酸化合物固化体と、製造に用いたホットプレス装置(高温高圧下にて成形・焼結固化する)。



工学規模試験固化体(約850g)



ホットプレス

## 成果の活用先・事例

リン酸化合物固化体はセメント固化体に比べて水素発生が少なく、ガラス固化体に比べて低温で製造できることから、固化体製造プロセスに採用されることで安全性の向上が見込まれます。併せて、保管した固化体から発生する水素の換気設備や、ガラス固化時に発生する揮発物の回収設備などの付帯設備が軽減されるため、コスト低減が期待されます。

参考 JAEA-Review 2021-077 (2021)  
JAEA-Review 2020-060 (2020)





火力発電

高機動・広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の要素技術を開発

● 電力システムの安定化と、需給調整市場の様々な取引要件に幅広く対応することに貢献

三次調整力②

FITインバランス特例制度を利用している再生可能エネルギー出力の予測誤差に対応する調整力。

三次調整力①

需要や再生可能エネルギー出力の予測誤差、および、電源脱落等のトラブルにより生じる需給アンバランスに対応する調整力。

レトロフィット

既存の機械や装置、設備を改造して新式の技術を組み込むこと。

背景

再生可能エネルギーの導入が拡大する電力系統では、需給バランスを適切に保つために火力発電設備に従来以上の需給調整力が求められます。2021年4月からはエリアを越えた広域的な調整力の調達を行う需給調整市場が開設され、応動時間を45分以内とする**三次調整力②**や応動時間を15分以内とする**三次調整力①**などの市場の開設が進み、その他の取引要件の市場も順次開設される予定となっています。当所では、今後も需給調整市場の様々な取引要件に幅広く対応し、再生エネ導入拡大によるCO<sub>2</sub>排出量削減と電力系統安定化を両立するため、機動性に優れた火力発電技術の開発を進めています。

\* 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) からの受託研究により実施。

成果の概要

◇ガスタービン複合発電の機動性向上や部分負荷効率向上のための要素技術を開発

火力発電のうちガスタービン複合発電 (GTCC) について、ガスタービンの機動性向上 (起動時間の短縮、出力変化速度の向上、運転可能な最低出力の低減) や部分負荷運転時の効率向上のための燃焼器や制御技術などの要素技術開発を進め、実機による実証に移行できる見通しを得ました。これらの技術は、新設プラントへの適用に加えて、既設プラントの**レトロフィット**に適用して設備投資コストを抑えた性能向上にも貢献できます。

◇ガスタービンの高機動化に伴う排熱回収ボイラの寿命延伸方策を提示

GTCC全体の動特性解析モデルを構築し、ガスタービンの機動性が向上した際のGTCCの負荷追従性を確認するとともに、作動流体温度や圧力等の時間変化を解析しました。この結果をもとにして熱負荷が高くなる排熱回収ボイラに対する熱応力解析を行って最も熱応力が大きい部位を特定するとともに、実運転条件を模擬した熱疲労試験から寿命曲線を取得して寿命評価を行いました (図1)。さらに、熱負荷を低減する運転方法や遮熱技術の検討を通じて、寿命延伸方策を提示しました。

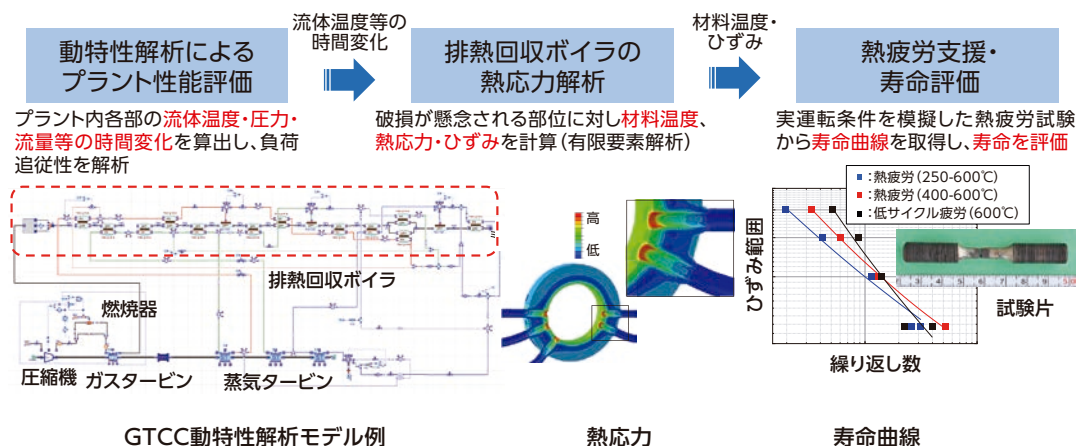


図1 ガスタービンの高機動化に伴う排熱回収ボイラの寿命評価

プラントシステムに対する性能解析や健全性評価の技術を提供することにより、開発プロジェクトの推進、プラントユーザでの運用・保守計画検討への貢献が可能となります。

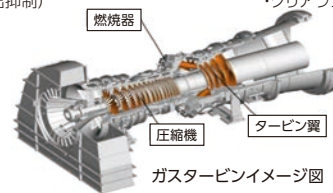


高橋 徹(たかはし とおる)  
エネルギー変換研究本部  
プラントシステム研究部門

酒井 英司(さかい えいじ)  
エネルギー変換研究本部  
プラントシステム研究部門

プラントシステムの性能解析や健全性評価の観点から、火力分野での低炭素化・ゼロエミッション化の推進に貢献します。

- 燃焼器開発  
最低出力を実現する  
高環境型燃焼器  
(CO排出抑制)
- 制御技術開発  
高負荷変動時の  
制御技術開発
- 高レスポンス化/長寿命化技術開発  
・ローター軽量化/長寿命化技術  
・動翼軽量化技術  
・クリアランスコントロール技術



ガスタービンイメージ図

- GTCCシステム評価  
・GTCC成立性評価  
・劣化、保守管理技術調査
- 実用化への取り組み  
・経済性評価  
・実証計画検討

高機動GTCCの目標性能と要素研究の開発項目

本研究開発は2018～2021年度NEDO委託事業「機動性に優れた広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究」において当所と三菱重工業株式会社ほかが実施。

出典：NEDO「機動性に優れた広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究」(事後評価)分科会資料5

注) 表中の定量値の出典：NEDO成果報告書「再生可能エネルギー大量導入時代の系統安定化対応先進ガスタービン発電設備の研究開発」(2016)で取りまとめた2030年における目標値

|                   | 起動時間<br>(ホットスタート) | 出力変化速度 | 1/2負荷に<br>おける効率低下* | 最低出力         |
|-------------------|-------------------|--------|--------------------|--------------|
| 開発目標              | 10分               | 20%/分  | -10%               | 10%<br>(一軸式) |
| 現状性能<br>(2015年以前) | 60分               | 5%/分   | -15%               | 45%程度        |

※定格効率に対する相対的な値

成果の活用先・事例

開発した高機動・広負荷対応のGTCC技術は、同一プラントにおいて高効率ベースロード電源(kWh)、バックアップ電源(kW)、電力系統安定化(ΔkW)といった様々な価値を創出できます。また、水素やアンモニア等の脱化石燃料を利用するGTCCへも適用可能であり、将来の火力発電における脱炭素化に貢献できます。

参考 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 成果報告書  
「機動性に優れた広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究」(2022)



火力発電

## 埋立処分場を活用した石炭灰・バイオマス灰等によるCO<sub>2</sub>固定化技術を開発

- エネルギー投入量の少ないCCUS技術を開発してカーボンニュートラルに貢献

CCUS

→ p.17参照

### 背景

カーボンニュートラル実現に向けて火力発電所の脱炭素化に貢献するCCUS技術として、石炭灰、バイオマス灰、一般ごみ焼却施設で副生される焼却残渣(ごみの燃え残り)などの燃焼灰を炭酸塩化するプロセスを利用してCO<sub>2</sub>を固定する技術が国内外で提案されています。しかし、CO<sub>2</sub>固定化の効率を高めるために薬剤の添加や高温・高圧下での処理を必要とする技術も多く、炭酸塩化する際のCO<sub>2</sub>排出量がCO<sub>2</sub>固定量を超えてしまうことが課題となっています。当所では、長期間の維持・管理が必要とされている燃焼灰などの埋立処分場に着眼し、時間を要してもエネルギー投入量の少ないCO<sub>2</sub>固定化技術の開発を進めています。

\* 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)からの受託研究により実施。

### 成果の概要

#### ◇燃焼灰によるCO<sub>2</sub>固定に関する基礎特性を把握

石炭灰、バイオマス灰、焼却残渣などによるCO<sub>2</sub>固定に関する基礎特性として、CO<sub>2</sub>固定量とその固定速度、炭酸塩化する際の重金属等の溶出特性、炭酸塩化した後の燃焼灰の結晶構造・粒子形状などをそれぞれ明らかにしました。

#### ◇CO<sub>2</sub>固定プロセスにおけるライフサイクルCO<sub>2</sub>を試算

埋立処分場でのCO<sub>2</sub>固定プロセスとして、燃焼灰をそのまま大気にさらして追加のエネルギーを投入することなく炭酸塩化する方法と、火力発電所からの排ガスを高圧タンクに充填して燃焼灰の埋立層内に圧入して炭酸塩化する方法の2つを想定し、それぞれのライフサイクルCO<sub>2</sub>(LCCO<sub>2</sub>)の試算を行いました(図1)。その結果、大気中でも効率的にCO<sub>2</sub>を固定するための工夫や、火力発電所からの排ガスを回収・運搬・圧入する過程でのCO<sub>2</sub>排出量を抑制する工夫が必要であることが明らかになりました。

ライフサイクルCO<sub>2</sub>

→ p.12参照

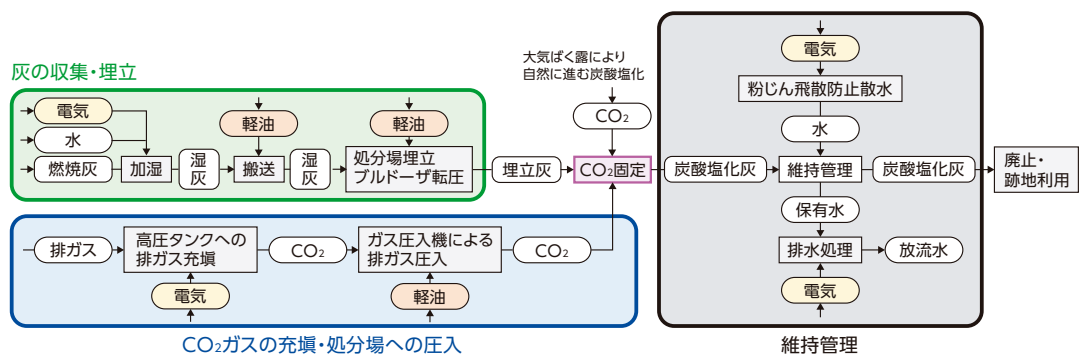


図1 ライフサイクルCO<sub>2</sub>試算の対象とする埋立処分場を活用したCO<sub>2</sub>固定プロセス

埋立処分場を活用してCO<sub>2</sub>の固定化や埋立物の安定化を進めることにより、埋立物を掘り起こして資源化することが容易となることに加えて、埋立処分場を廃止する際には早期の跡地利用が可能となることも期待されます。





森永 祐加(もりなが ゆか) / 正木 浩幸(まさき ひろゆき) / 井野場 誠司(いのば せいじ)  
サステナブルシステム研究本部 生物・環境化学研究部門

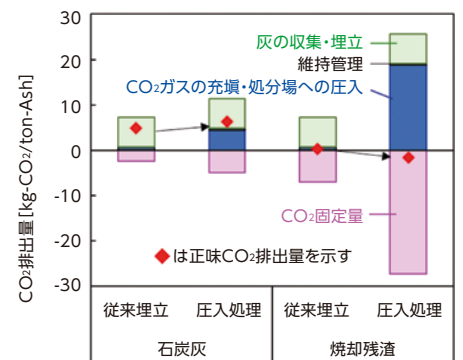
**In-situ X線回折装置** 石炭灰などの試料をCO<sub>2</sub>などのガスにさらしながらX線を照射することで得られる回折線を解析し、その鉱物組成の同定や定量を行う装置です。

#### CO<sub>2</sub>固定プロセスにおけるLCCO<sub>2</sub>試算

【従来埋立】：燃焼灰を大気さらして自然と炭酸塩化する方法

【圧入処理】：排ガスを高圧タンクに充填して燃焼灰の埋立層内に圧入する方法

圧入処理を行う場合、高圧タンクに充填する際のCO<sub>2</sub>排出量が多くなるため、CO<sub>2</sub>固定量を差し引いた正味のCO<sub>2</sub>排出量も多くなります。そのため、エネルギー投入量の少ないCO<sub>2</sub>圧入方法を確立することが必要です。一方、従来埋立でも大気中のCO<sub>2</sub>が固定されます。散水方法や大気ばく露の方法等を工夫して反応を促進させることで、CO<sub>2</sub>排出量の少ないCO<sub>2</sub>固定を実現できる可能性もあります。



## 成果の活用先・事例

埋立処分場を活用したCO<sub>2</sub>固定化技術の実用化により、薬剤の添加や高温・高圧下での処理を必要とせずエネルギー投入量の少ないCCUS技術が実現します。また、火力発電所の脱炭素化に加えて、埋立処分場における埋立物の再資源化や早期の跡地利用にも貢献します。

参考 カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発/次世代火力発電技術推進事業/カーボンリサイクル技術の共通基盤技術開発 (JPNP16002) 中間年報 (NEDO) 「石炭灰およびバイオマス灰等によるCO<sub>2</sub>固定・有効活用に関する要素技術開発」(2020, 2021)





水力発電

## 供用下で施工可能な水力設備の耐震補強工法を提案

### ● ダム附属設備の耐震補強の合理化と耐震性能向上による信頼度強化に貢献

ピア

→ p.13参照

CFRP

炭素繊維強化プラスチック。

PSアンカー

プレストレス(圧縮力)により構造物や岩盤等の対象物を緊結するもの。

残留変位

載荷試験において、荷重をかけて発生した変位のうち、荷重を0に戻したときに残っている変位。

#### 背景

電力会社では、大規模地震時におけるダムの安全性確保のために、ダム附属設備(ゲート・ピア)の耐震性能照査を進めています。しかし、対策が必要となった設備への耐震補強事例が少なく、補強工法の効果の検証が必要となっています。また、ダム附属設備の耐震補強においては、施工箇所をドライ状態にするための仮締切等の大型仮設備に多大な費用が必要となる場合があります。そこで当所では、当該設備を供用しながら施工可能で、大型仮設備を不要とする廉価な耐震補強工法の開発を進めています。

#### 成果の概要

##### ◇ゲートを対象とした耐震補強工法を提案

ローラゲートおよびラジアルゲートを対象に、水圧荷重作用下で施工可能かつ軽量で施工性に優れた補強工法を提案しました。本工法は、アングル材のボルト接合による主桁の補強ならびにCFRPプレートの接着接合によるローラゲートの主桁およびラジアルゲートの脚柱の補強を行う手法で、補強材が軽量であることから重量増による補強後のゲート操作への影響を最小限に留めることが可能となっています。本工法について実験・解析により効果の検証を行い、荷重作用下での補強でも無荷重下での補強と同等の剛性向上効果が得られました(図1)。

##### ◇ピアを対象とした耐震補強工法を提案

主にローラゲートのピアを対象に、流水阻害となりうるピアの断面増加がなく、供用下でも施工可能な補強工法を提案しました。本工法は、ピア天端からダム本体や基礎までを緊結したPSアンカーの圧縮力によりピアの補強を行う手法で、ピア上面のみからの施工が可能となっています。本工法を施した模型試験体の載荷試験により、無補強の試験体と比較して耐荷力の向上や残留変位の低減等の補強効果を確認しました(図2)。

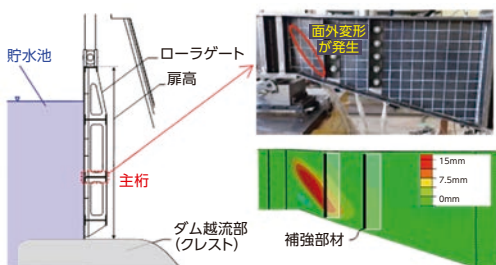


図1 ローラゲート主桁のアングル材補強の実験・解析例  
アングル材のボルト接合により補強したローラゲート主桁の静的載荷実験により、変形の発生は赤丸の箇所に限定され、補強の効果を確認できました。また、この現象を解析により評価できることを示しました。

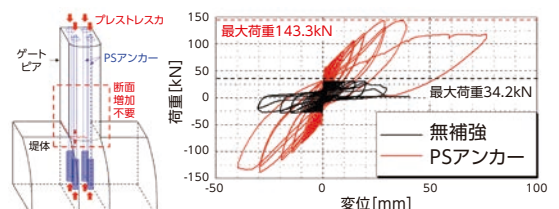


図2 ローラゲートピアのPSアンカーによる補強工法の概要と補強効果

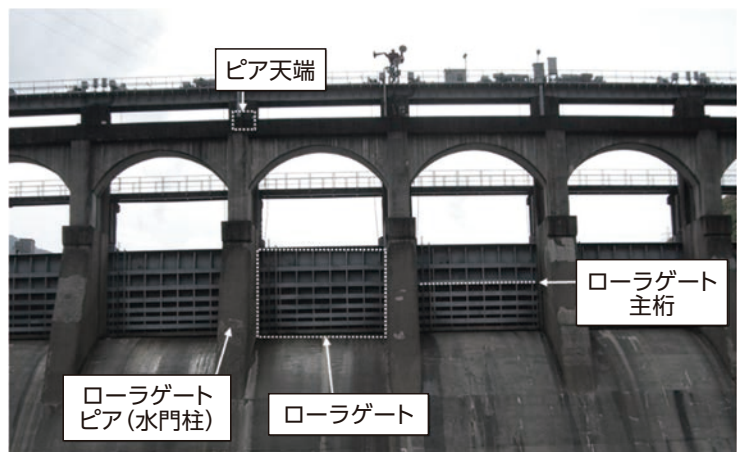
PSアンカー工法の施工を模擬した供試体に対して荷重を正負交互に与える載荷試験を行い、無補強の場合よりも、PSアンカーを施工した場合に耐荷力が向上することや、残留変位が低減することを確認しました。



杉本 啓太(すぎもと けいた)  
サステナブルシステム研究本部  
構造・耐震工学研究部門

府川 和樹(ふかわ かずき)  
サステナブルシステム研究本部  
構造・耐震工学研究部門

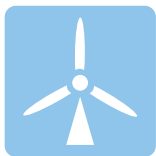
大型コンクリート構造高速載荷試験装置 大型の試験体に対して高速かつ大容量な一軸繰り返し載荷ができる装置です。



下流から見たローラゲートの構造  
ローラゲートを支える柱がピア(水門柱)であり、ゲートの水平方向の鋼材が主桁である。写真は、九州電力株式会社西郷ダム(重力式コンクリートダム)。2007年撮影。

## 成果の活用先・事例

本提案の耐震補強工法は、供用中の施工が可能かつ大型仮設備が不要であることから、コストの削減および工期の短縮が期待できます。また、補強に伴う流下断面の減少による流水阻害がなく、河川法など関連する法令対応が不要となります。



再生可能  
エネルギー

## IEC 61850に基づいた負荷遮断方式の実現方法を提案

● 再生可能エネルギー電源導入拡大対応コストの低減に寄与

### 背景

自然災害や送電線事故等で大規模な電源脱落が起こると、系統周波数の急激な低下により、大量の再生可能エネルギー電源も併せて脱落して大規模停電が起きる恐れがあります。これを回避するには、各変電所レベルで再生可能エネルギー電源の脱落に対応した負荷遮断（小規模な停電）を行い、系統周波数を制御することが有効となります。近年、変電所監視制御システムに関する国際規格であるIEC 61850に対応した変電所用の機器が増えてきており、変電所への導入も進んでいます。当所では、再生可能エネルギー電源の脱落に対応した負荷遮断方式をIEC 61850に基づいて実現する方法の開発に取り組んでいます。

### 成果の概要

◇ 負荷遮断方式の国際規格準拠製品による実現方法を提案

国際規格IEC 61850に準拠する変電所向けの既存製品を使って負荷遮断方式を実現する方法を提案しました（図1）。この方式の特徴として、変電所向けコンピュータのソフトウェアを特注仕様とする以外は汎用品で設備を構成でき、コスト削減が可能となります。

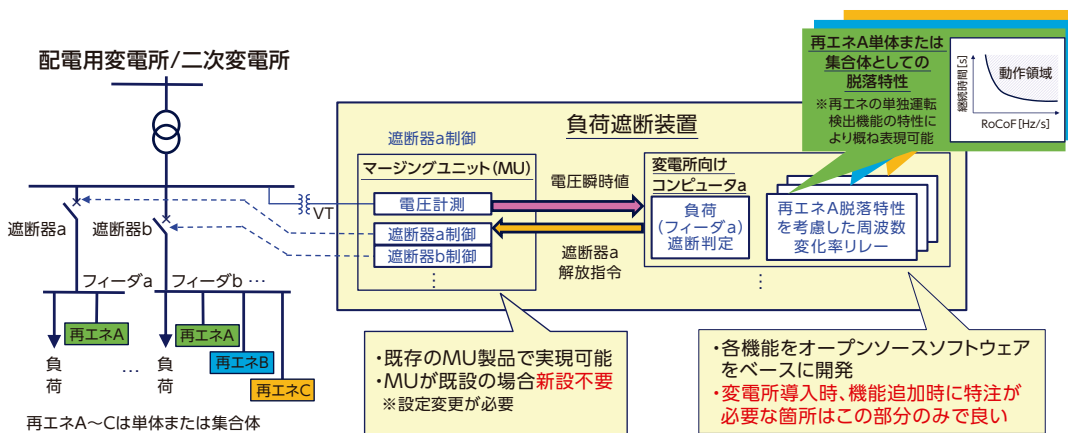


図1 負荷遮断方式のIEC 61850による実現方法

変電所に連系している再生可能エネルギー電源の情報をもとに脱落量を推定し、脱落量と同程度の負荷を系統から切り離すことにより、緊急時の周波数制御を行います。

◇ 実現方法に基づく装置の試作と検証

提案した実現方法に基づいて、メーカー3社の製品をそれぞれ用いた負荷遮断装置を3台試作し、どの製品を用いた場合でも同等に必要な性能を確保できることを確認しました。異なるメーカーの製品で実現できることから、導入や更新時のコスト削減が見込めます。また、特定のメーカーが事業撤退した際のリスク回避にも貢献できます。





佐藤 勇人(さとう はやと)  
グリッドイノベーション研究本部  
ネットワーク技術研究部門

上田 紀行(うえだ のりゆき)  
グリッドイノベーション研究本部  
ネットワーク技術研究部門

電力制御システムテストベッド IEC 61850に基づく保護制御システムとそのサイバーセキュリティの検証設備です。

主要な研究成果

再生可能エネルギー



実験装置の全体図

## 成果の活用先・事例

本方法により、従来の装置と比較して、既存製品の使用が可能で特注部分も限定されることから、低コストかつ短期での新規導入や機能追加が可能となります。これにより、再生可能エネルギー電源導入拡大に対応するための変電所工事の迅速化が期待できます。

参考 上田ほか、電力中央研究所 研究報告 GD21013 (2022)





電力流通

## 送電分野における電気保安のスマート化技術を開発

- 自動判定、遠隔監視により保安人材の減少に対応

### 背景

電気保安に関する人材が減少するなか、情報通信技術 (ICT) を活用した効率的な設備保守監視を推進することが求められています。送電分野においては、様々な立地環境に設置された多数の送電設備に対して、熟練者がいなくても同一の判定基準で劣化などを自動判定する手法や、道路の専有や作業者の酸欠対策の必要があるマンホール内への立ち入りをせずに、地中送電設備の状態を遠隔から常時監視する手法など、作業を省力化しつつ適切に設備を保全できる技術へのニーズが高まっています。

### 成果の概要

#### ◇鉄塔部材の腐食劣化ランクの自動判定方法を開発

AI技術を活用して鉄塔全体を撮影した画像から鉄塔部材を抽出する手法を新たに開発し、部材画像から部材の劣化ランクを判定する既開発の技術と連携することで、鉄塔の空撮画像を用いて部材の腐食劣化ランクの判定まで一貫して自動で行う方法を開発しました (図1)。同一の判定基準で自動診断ができるため、作業の省力化に貢献できます。

#### ◇地中送電設備の遠隔監視システムを構築

地中送電ケーブルの絶縁破壊前に発生する部分放電は複雑な波形を伴う現象で、マンホール内などに設置されるケーブル接続部で発生する可能性があります。しかし、マンホール内から複雑な波形情報の大容量データを伝送することは容易ではありませんでした。そこで、部分放電の波形情報を効率的に圧縮する手法を開発しました。これにより、マンホール内の閉空間から低コストの低速無線通信環境でもデータ伝送可能な遠隔監視システムを構築することができます (図2)。

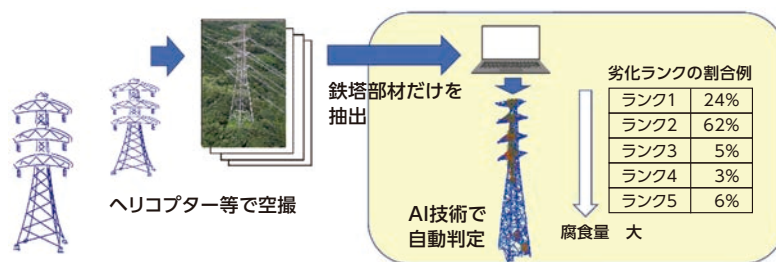


図1 鉄塔部材の腐食劣化判定システムの適用イメージ

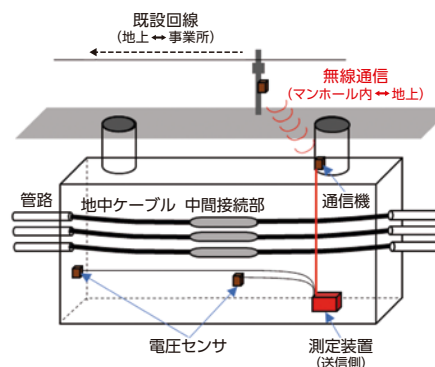


図2 地中送電設備の遠隔監視システムの適用イメージ

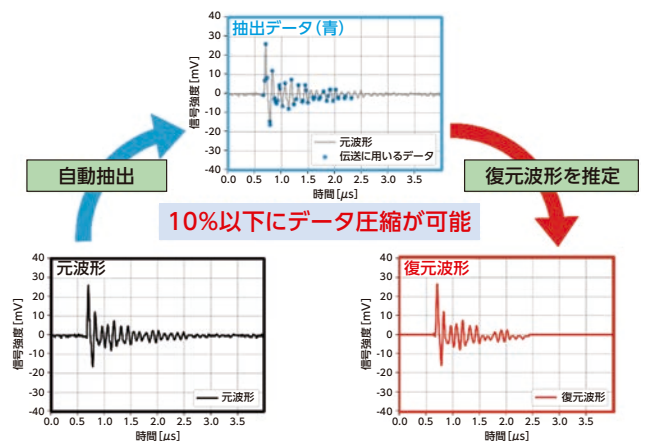


真下 貴文(ましも たかふみ)  
グリッドイノベーション研究本部  
ファシリティ技術研究部門

石野 隆一(いしの りゅういち)  
グリッドイノベーション研究本部  
ファシリティ技術研究部門

AIや最新の情報通信技術を活用した効率的な設備保守監視に貢献します。

**部分放電波形の圧縮例**  
大容量データである部分放電の電圧波形情報をピーク値のみ圧縮伝送します。これにより、マンホール内に設置されている設備を遠隔から常時監視することが可能となります。



### 成果の活用先・事例

ヘリ等による巡視で撮影された大量の送電鉄塔写真から鉄塔の腐食劣化ランクと劣化位置を自動で判定することで、部材の劣化ランクの割合に応じた塗装優先度の決定や、部材交換要否の判断を支援することができます。また、マンホール内設備を遠隔・常時監視することで、設備保全の省力化に寄与します。

参考 石野、電力中央研究所 研究報告 GD21028 (2022)  
真下ほか、電力中央研究所 研究報告 GD21022 (2022)



電力流通

## 直流CVケーブル絶縁体内部の空間電荷測定システムを開発

● 実運用環境下での直流CVケーブルの電界分布評価が可能

### 空間電荷

絶縁体の内部に正極性、または負極性のどちらかに偏って存在する電荷。

### 電界強調

空間電荷により、絶縁体内部の電界が強調される状態。

### パルス静電応力法

試料の両側を電極で挟み、パルス電圧を印加することで、内部電荷の振動をセンサで捉えた信号の大きさから、電荷量を測定する方法。また、パルスと信号の時間のズレから、電荷分布を測定することができる。

### 背景

直流CVケーブルは、洋上風力発電の適地から需要地までの長距離海底送電における使用が想定されていますが、絶縁体内部の空間電荷蓄積現象により局所的に高電界（電界強調）が発生することで、絶縁破壊が生じる可能性が指摘されています。これまでに当所では、パルス静電応力法を適用した一様な温度条件下でのCVケーブルの空間電荷評価法を開発してきました。しかし、運転中のケーブル内部に生じる温度分布が空間電荷分布に影響するため、この影響を織り込んだ定量的な絶縁性能の評価技術確立する必要があります。当所では、直流CVケーブルの運用時を想定した温度条件下での空間電荷を正確に評価するための手法を開発するとともに、絶縁体内部における電界分布の評価に必要な空間電荷測定システムの開発に取り組み、その有効性の評価を進めています。

### 成果の概要

#### ◇空間電荷測定システムを用いたケーブル絶縁体内部における電界分布の確認

空間電荷測定では、絶縁体内部や界面の空間電荷を振動させ、その信号を受信することで分布を測定します。その信号の伝搬速度や減衰量は温度によって異なることから、運転中の負荷変動によりケーブル内部に生じる温度の時間変化の影響を考慮する必要があります。そこで、運転時のケーブル内部の温度分布を推定する手法と、その温度分布に基づき信号の補正を行う空間電荷測定法を開発しました（図1）。本手法により、外気温や負荷電流に応じて温度変化する運転中のケーブルの空間電荷の分布を詳細に把握し、電界強調が生じる箇所の確認などが可能となります（図2）。

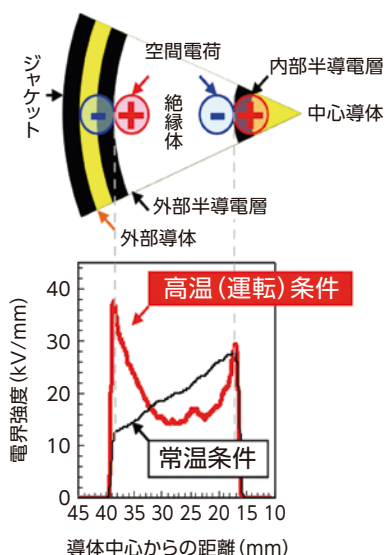


図1 275kV交流用CVケーブルの電界分布の評価結果

交流用CVケーブルに使用される架橋ポリエチレンは空間電荷が蓄積しやすいため、挙動を明瞭に観測する目的で交流用CVケーブルを使用しています。

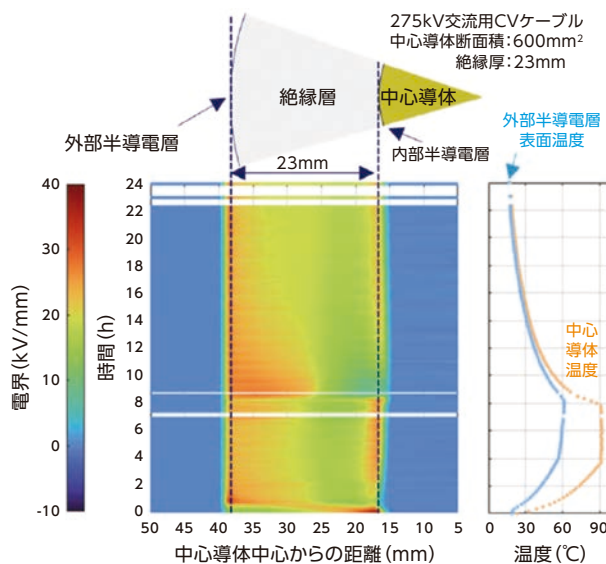


図2 24時間ヒートサイクル付与時の電界分布の変化

外気温や負荷電流の変化による時間的な温度変化に伴い、絶縁体の電界分布が時間的に変化しているのが確認できます。





布施 則一(ふせ のりかず)  
グリッドイノベーション研究本部  
ファシリティ技術研究部門

森田 翔亮(もりた しょうすけ)  
グリッドイノベーション研究本部  
ファシリティ技術研究部門

高電圧試験技術と最新の高周波測定技術を駆使し、電力機器の信頼性向上に貢献します。

開発した空間電荷測定システム  
観測用オシロスコープ、データ解析PC、空間電荷信号検出装置  
(豊橋技術科学大学と共同開発)から構成されます。



## 成果の活用先・事例

開発した空間電荷測定システムによる絶縁体内部の電界分布の評価手法は、直流CVケーブルの絶縁性能検証試験法としてIEC等に規格化されることが期待できます。また、この評価手法も活用することで、直流CVケーブル絶縁体中の空間電荷挙動を考慮した高度な絶縁設計が可能となるため、最適な絶縁材料の選定にも貢献することができます。

参考 布施ほか、電力中央研究所 研究報告 GD21018 (2022)  
森田ほか、電力中央研究所 研究報告 GD21031 (2022)



電力流通

## マイクロ波無線通信網の増強コストを最小化する設計手法を開発

● IP保護リレーの導入を想定した増強計画立案業務の効率化に貢献

### 背景

保護リレーシステムは、電力系統の設備に事故が発生した場合に、事故箇所を迅速に切り離して、電力系統の健全性を確保するものです。近年のインターネット技術の発展に伴い、汎用的なIP機器を用いることで、低コストで構築できることから、情報伝送にIP系技術を適用した保護リレー（IP保護リレー）システムが検討されています。一般に、IPネットワークの伝送には大容量通信可能な光ファイバを用いますが、基幹系統のIP保護リレー情報の伝送には、既存のリレー情報の伝送と同様に、災害に強いマイクロ波無線通信網の利用が求められています。一方、IP保護リレー情報は、現状の保護リレー情報よりも使用する伝送容量が増えるため、マイクロ波無線通信網の増強が必要になると考えられます。

### 成果の概要

#### ◇ 増強コストが最小となる伝送経路設計手法を開発

IP保護リレー情報の伝送経路設計を最適化問題として定式化することで、マイクロ波無線通信網の伝送容量増強に要する総コストが最小となる伝送経路を求める手法を開発しました。現状の伝送要件を最適化問題に組み込むことで、伝送要件を満たし、かつ総コストが最小となるIP保護リレー情報の伝送経路導出が可能となりました(図1)。

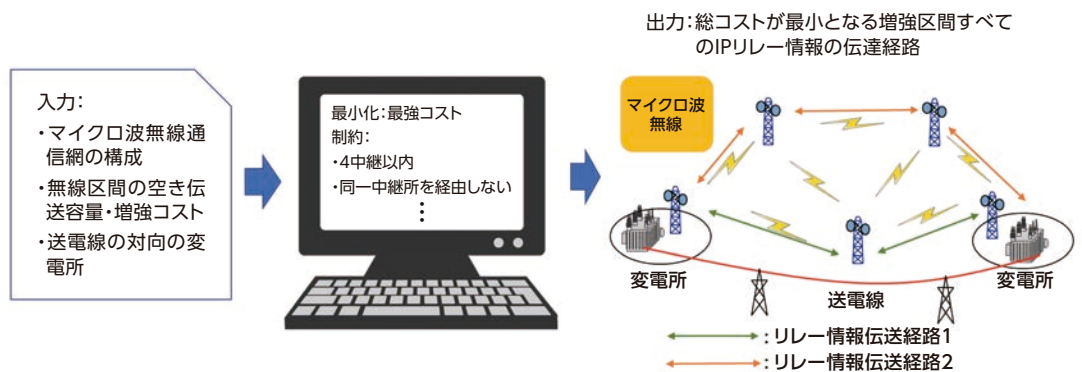


図1 開発した設計手法の入出カイメージ

#### ◇ 開発した設計手法の評価

開発した設計手法を評価するため、実規模レベルである100ヶ所の無線拠点からなるマイクロ波無線通信網を想定し、増強前の各無線区間に収容可能なIPリレーシステム数を変化させ、すべてのIPリレーシステムの収容に要する増強区間数を試算しました。その結果、従来法である伝送経路の設計を逐次行う手法に対し、提案手法はより少ない増強区間数ですべてのIP保護リレー情報を収容できる結果を得られることがわかりました(図2)。



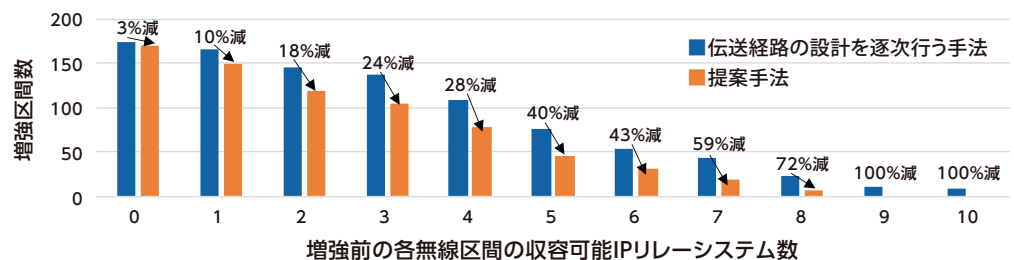
大場 英二(おおば えいじ)  
グリッドイノベーション研究本部  
ネットワーク技術研究部門

田中 彰浩(たなか あきひろ)  
グリッドイノベーション研究本部  
ネットワーク技術研究部門

数値最適化手法によりIP保護リレー導入時のマイクロ波無線通信網の増強コスト削減に貢献します。

図2 提案手法と伝送経路の設計を逐次行う手法の比較

例えば、増強前の収容可能リレーシステム数が0とは、IPリレー導入前の各無線区間の空き容量が0の状態から、すべてのIPリレーシステムの収容に必要な増強区間数を示しています。



## 成果の活用先・事例

本手法を組み込んだ設計ツールを開発することで、IP保護リレー情報の伝送経路設計が自動化でき、IP保護リレー導入検討時に現在のマイクロ波無線通信網への収容可否が簡単に判定できるようになります。また、収容が困難な場合に、伝送容量増強コストの事前見積もりと増強区間の把握ができることから、増強計画立案業務の効率化が期待できます。

参考 田中ほか、電力中央研究所 研究報告 GD21010 (2022)





電力流通

## 送電用鉄塔の着雪荷重・地震荷重評価手法と設計支援ツールを開発

● 送電用鉄塔に関する設計法を高度化し、規格基準へ反映

### 背景

電気学会「送電用支持物設計標準JEC127-1979」は制定から約40年が経過しており、現在、新しい技術・知見の導入、国際規格や他分野の関連規格との整合等を図るべく改正作業が進められています。本設計標準のうち風荷重については、当所のこれまでの耐風設計研究において構築した評価法を基本に改正作業が進められていますが、送電線への着雪および地震に起因して鉄塔に作用する荷重の評価法は確立されておらず、荷重の確率統計的な評価と鉄塔の応答までを体系的に算定する手法・ツールを構築することが課題となっています。当所では、着雪・地震の両荷重に対する評価手法を開発するとともに、JEC改正時に反映すべく研究を推進しています。

### 成果の概要

#### ◇着雪荷重と着雪時に重畳させる風荷重を提案

実規模設備での観測結果や過去の雪害事象に基づく送電線への着雪量評価法を開発しました。その統計解析手法の算定結果に基づき、設計に見込むべき基本着雪厚マップを作成しました(図1)。また、着雪時の風速特性から着雪時に重畳させるべき基本風速とそれを用いた**等価静的風荷重**の算定式を考案しました。以上により、着雪時設計のための荷重評価法を提案しました。

#### ◇地震応答解析ツールを開発

基準地盤における**加速度応答スペクトル**と、その表層地盤での増幅倍率の算定式を示し、鉄塔設計に用いる加速度応答スペクトルの簡易評価法を構築しました(図2)。また、加速度応答スペクトルを用いて鉄塔の各部材に発生する最大**軸力**を算定する地震応答解析ツールを開発しました。

#### 等価静的風荷重

→p.15参照

#### 応答スペクトル

固有周期(構造物が揺れやすい周期)の異なる様々な構造物に対して、地震動がどの程度の揺れの強さ(応答)を生じさせるかを示したものです。

#### 軸力

部材の長さ方向に発生する応力。

#### TCLOAD

当所が開発した簡易発生軸力評価ツールであり、等価静的風荷重に加え、着雪荷重および着雪と風重畳時荷重の軸力評価が可能。

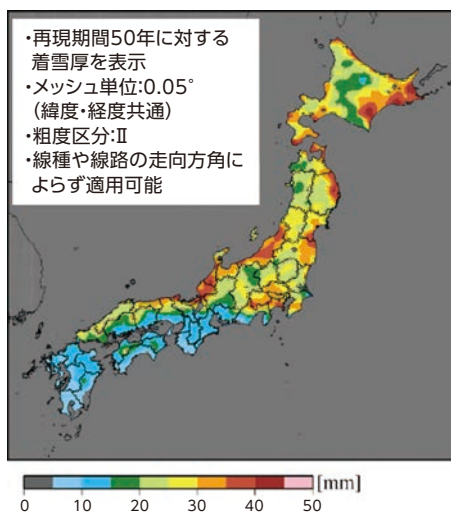


図1 基本着雪厚マップ

確率統計理論に基づいて任意の再現期間に対する着雪量を評価する方法を構築することで、基本着雪厚をマップに示しました。

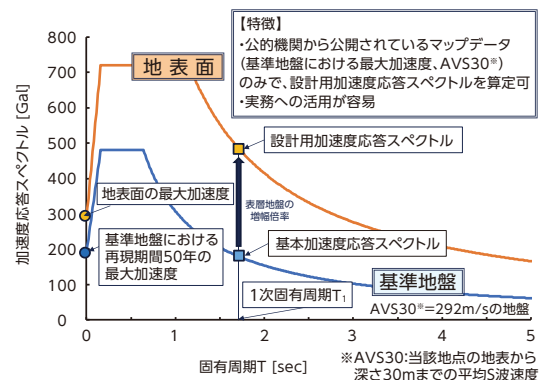


図2 設計用加速度応答スペクトル

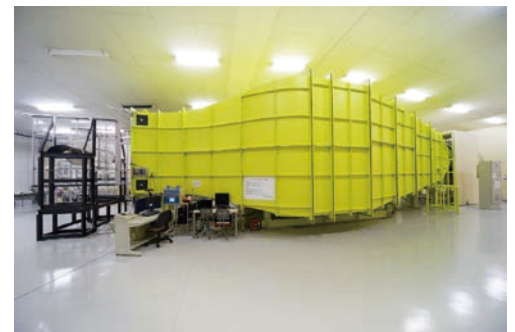
基準地盤における加速度応答スペクトルに、地表地盤の増幅倍率を考慮することで、設計用の加速度応答スペクトルを簡易に評価することができます。



松宮 央登(まつみや ひさと)  
サステナブルシステム研究本部  
気象・流体科学研究部門

佐藤 雄亮(さとう ゆうすけ)  
サステナブルシステム研究本部  
構造・耐震工学研究部門

送電用鉄塔の着雪荷重・地震荷重に関する設計支援ツールにより、設計の高度化・合理化に貢献します。



空気力载荷試験装置  
送電線着雪時における等価静的風荷重の基礎データを  
取得するための大型の風洞実験装置です。

## 成果の活用先・事例

既往の発生軸力評価ツールTCLOADに、着雪厚マップや各種荷重評価式、地震応答解析ツールを実装したTCLOAD2 Ver.2021を新たにリリースしました。また、本研究の成果は、電気学会「送電用支持物設計標準JEC127-1979」における着雪荷重および地震荷重の評価法の改正\*に反映されました。

\*電気学会 送電用鉄塔設計標準(JEC5101:2022)として2022年度中に発刊予定。

参考 佐藤ほか、電力中央研究所 研究報告 SS21008 (2022)  
松宮ほか、電力中央研究所 研究報告 SS21006 (2022)  
松宮ほか、電力中央研究所 研究報告 N19008 (2020)



電力流通

## 早期電力復旧情報プラットフォーム (RESI) を開発

● 主に配電設備を対象とした電力レジリエンスの強化に貢献

### 背景

自然災害等による大規模停電が発生した場合、現場の状況把握が困難であっても気象警報や衛星情報、SNS情報などの現況情報、ならびに過去の停電復旧データに基づく情報などを活用した高度な解析技術を用いることで、より精緻な電力復旧見通しを算出し、関連情報とともに災害復旧の関係者に届けることが求められています。しかし、令和元年の台風15号による千葉県を中心とした大規模停電では、停電の長期化により復旧見通しなどの情報が適切に関係者に届けられませんでした。そのことを受け、当所では送配電網協議会や一般送配電事業者10社と協調しながら、災害時に関係者間で迅速に災害情報や復旧見通しを共有・蓄積するための早期電力復旧情報プラットフォームの構築に取り組みました。RESI (early power REStoration Information platform) と名付けたこのプラットフォームには、過去実績に基づき自動的に復旧時間を推定するツールや、復旧に必要な情報を復旧実務者が迅速に把握することを可能とするシステムが組み込まれています。

\* 経済産業省「令和2年度第3次補正予算高圧ガス等技術基準策定研究開発事業（停電復旧見通しの精緻化・情報共有システム等整備事業）」の委託事業として実施。

### 成果の概要

#### ◇効率的な情報の共有と情報錯綜期における防災情報の効果的な取得と配信

国・自治体・インフラ事業者の保有する膨大な災害の現況情報の中から、復旧の阻害要因となる情報や停電の現況情報などを蓄積し（図1）、一般送配電事業者等の関係者に復旧見通しの精緻化に役立つ情報を適時・適切に配信できる仕組みをRESIに構築しました。これにより、必要な情報を迅速に共有することができます。

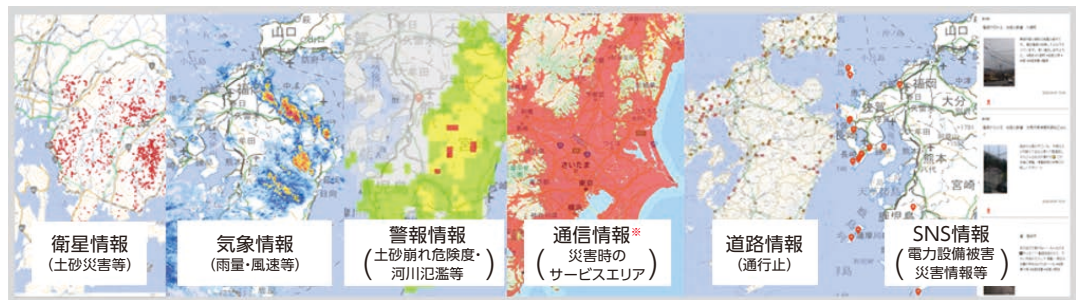


図1 RESIで取得可能な復旧阻害要因となる災害情報の例

#### ◇復旧見通しの定量化と精緻化

復旧遅延が発生する条件を明らかにし、市町村単位までの空間解像度で復旧時間の推定を行うツールを開発しました（図2）。本ツールは、復旧遅延の発生可能性が経過時間により逐次変化していく様子を定量的に把握することができるため、より詳細な復旧計画を立案することができます。

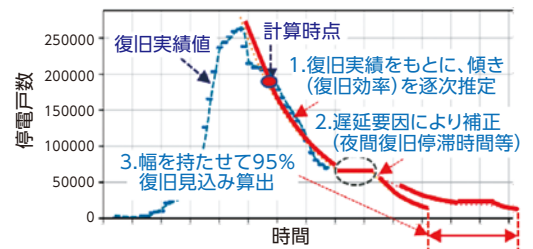


図2 復旧見通し算出ロジック

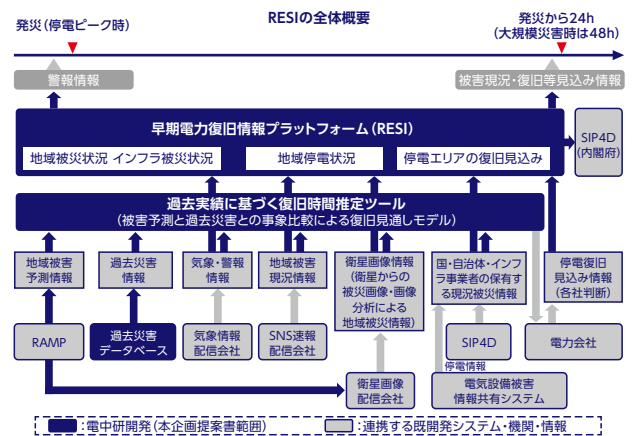




朱牟田 善治 (しゅむた よしはる) / 鈴木 俊樹 (すずき としき) / 満山 照樹 (みつやま てるき)  
 サステナブルシステム研究本部 構造・耐震工学研究部門

早期電力復旧情報プラットフォームにより、電力レジリエンスの強化に貢献します。

主要な研究成果  
電力流通



RESIの全体概要図

### 成果の活用先・事例

台風等の災害時、気象警報・道路情報・衛星情報・SNS情報等の各種災害関連情報および復旧実績に基づいて算出した復旧時間推定値について、復旧活動支援やアーカイブによる振り返り等に活用できます。RESIは、2022~2023年度の2か年で一般送配電事業者10社の参加による試験運用を行います。

参考 令和2年度第3次補正予算「高圧ガス等技術基準策定研究開発事業 (停電復旧見通しの精緻化・情報共有システム等整備事業)」-開発報告書-(2020)



需要家  
サービス

## 電気自動車の高効率な熱管理システムのコンセプトモデルを提案

- ヒートポンプ等を利用した熱管理システムで電気自動車の商品価値の向上に貢献

### 背景

運輸部門でのCO<sub>2</sub>削減に貢献する電気自動車(EV)の普及促進のためには、EV内の省電力化を図り航続距離を延ばすことなど、今以上に商品価値を高めていくことが求められます。長い航続距離と快適な車内温熱環境を省電力で実現するためには、バッテリーやインバータ、モータなどを適切に温度調節して性能劣化を防止することなどがが必要です。当所では、電気自動車の新たな熱管理システムの開発を進めて、EVの普及促進を支援しています。

### 成果の概要

#### ◇現行の熱管理技術の課題を抽出

EVでは、バッテリー、インバータ、モータの性能劣化の防止や車内の快適な温熱環境の確保、ガラス防曇等のために適切に熱管理することが求められています。現行の熱管理技術の調査をしたところ、車室冷房中に生じる凝縮水の活用方法、車室暖房やバッテリー冷却等による消費電力の増加、ヒートポンプの除霜時の車室暖房の一時停止などがEVの熱管理上の課題として明らかになりました。

#### ◇熱管理システムのコンセプトモデルを提案

現行の熱管理技術の課題を踏まえて、新たな熱管理システムのコンセプトモデルを提案しました(図1)。EVの熱管理システムを「熱管理対象」、「熱管理機器」、「エネルギー源」の3つのパーツに分けて整理し、温度の近い熱源や熱機器とその熱利用を集約させることで、適切な温度管理と省電力を実現するコンセプトモデルです。本コンセプトモデルの熱管理システムを導入した場合を試算すると、従来のヒータによる車室暖房と比較して航続距離が1.7倍延長することが期待されます。

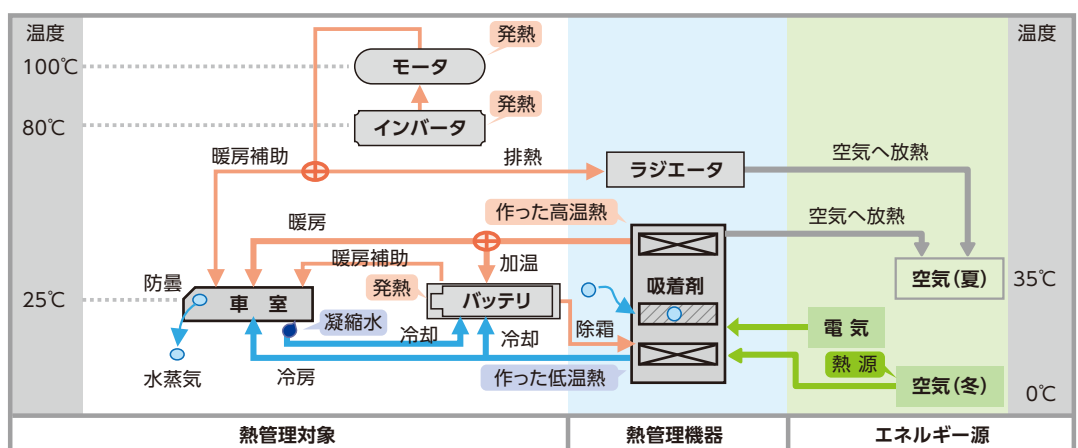


図1 EV熱管理システムのコンセプトモデル

車室とバッテリーは最適温度が近いので、ヒートポンプによる温度調節をします。インバータとモータは許容温度が近いのでラジエータを用いて冷却します。車室冷房時の凝縮水はバッテリー冷却に、バッテリーやインバータ、モータの発熱は車室暖房に活かして省電力に寄与します。バッテリーの放熱は暖房時のヒートポンプの除霜に利用し、ヒートポンプに吸着剤を加えることで車室の水蒸気を除去しガラス防曇します。

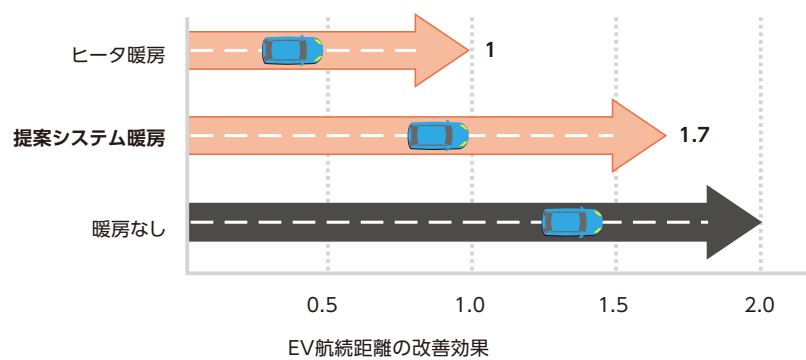


張 莉(ちょうり)  
グリッドイノベーション研究本部  
ENIC研究部門 emission

電気自動車の新たな熱管理システムを構築することで、商品価値の向上と普及拡大に貢献します。

主要な研究成果

需要家サービス



### 成果の活用先・事例

航続距離を延ばし利便性を向上させたEVの普及を通じて、運輸部門におけるカーボンニュートラルの実現に寄与します。2030年の1年間に世界で販売が想定される2,500万台のEVすべてに提案システムを導入し、1年のうち暖房期間での1台あたりの走行距離が5,000kmと仮定すると、ヒータによる車室暖房に比べて、省電力効果は年間100億kWhとなります。

参考 張、電力中央研究所 研究報告 GD21011 (2022)





需要家  
サービス

## 自然災害による長期停電時における生活者の困りごとを調査

### ● 住宅のエネルギーレジリエンス性向上に貢献

#### 背景

台風や地震などの自然災害に伴う停電時における、住宅のレジリエンス性の重要度が増えています。カーボンニュートラル実現に向けて電化率上昇が求められるなか、特に停電リスクを考慮した住宅のエネルギーレジリエンス性の向上策の検討は喫緊の課題です。当所では、自然災害による長期停電(24時間以上)の経験者を対象に、停電時の困りごとや給電設備(蓄電池や電気自動車)等に対する意識を調査することで、停電時の被災者の安全や利便性の維持に関する方策を検討しています。

#### 成果の概要

##### ◇長期停電時における被災者の困りごとの調査

停電時に被災者が使用できないと困った家電機器として、冷蔵庫・冷凍庫が最も多く挙げられ、照明、給湯、テレビ・ラジオ等が上位を占めました(図1)、災害発生地域や季節によって異なる傾向があることも確認されました。困った理由として、冷蔵庫・冷凍庫では食材の腐敗、エアコンでは熱中症などの健康不安が挙げられました。また、被災者のなかには給湯機の貯湯槽の湯を使用する事例があった一方、湯の取り出し方を知らない場合もあり、被災時の設備活用に関する情報発信の必要性が示唆されました。

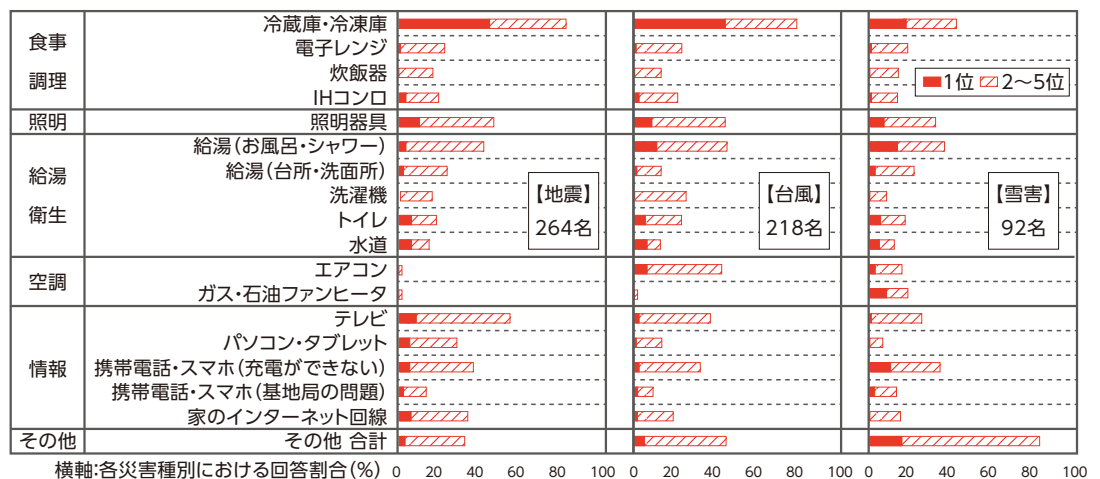


図1 自然災害時の長期停電による困りごと(各対象者1位~5位の選択結果)

##### ◇被災者の困りごとの分析および課題抽出

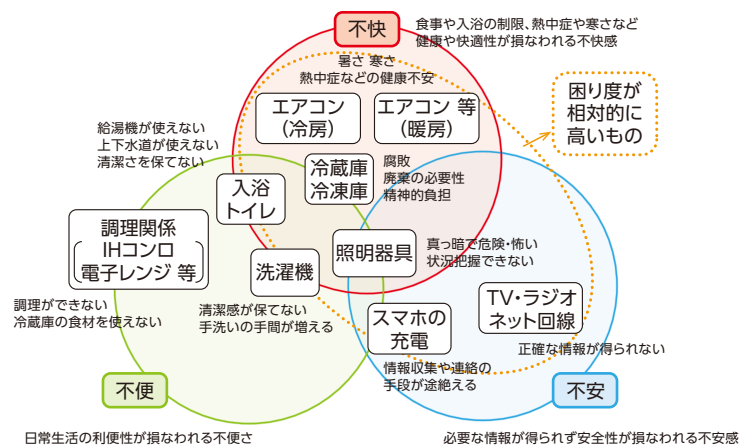
被災者の困りごとを「不快」、「不安」、「不便」の3つに分類して家電機器との関連性を整理したところ、長期停電の経験によって、停電時でも家電機器を活用できることに加え、給電設備の利用が望まれる傾向にありました。ただし、給電設備の購入には費用対効果が重視されるほか、電気自動車等を活用することへの注目度が高いこともわかりました。また、各家庭の設備機器の構成や意識等が多様であることから、停電時の給電設備や家電機器の利用に関する情報提供を各家庭のライフスタイル等に応じて実施することの重要性が示唆されました。



安岡 絢子(やすおか あやこ)  
グリッドイノベーション研究本部  
ENIC研究部門

住宅のエネルギーレジリエンス性の向上により生活者の安全や利便性の維持に貢献します。

被災者の困りごとの分類  
被災者の困りごとを「不快」、「不安」、「不便」の3つに分類し、  
家電機器との関連性を整理しました。



### 成果の活用先・事例

本調査の知見を活かして、被災者の困りごとの解消に必要な情報発信手法やレジリエンス性の高い住宅設備形成手法の確立を目指します。

参考 安岡ほか、電力中央研究所 研究報告 GD21016(2022)



環境

## 地熱発電所の環境アセスメントの技術ガイドラインを策定

### ● 地熱発電所建設時の環境アセスメント円滑化に貢献

#### 背景

地熱発電所の環境アセスメント(アセス)は通常3~4年程度かかることから、地熱発電導入拡大を促進するためにアセス手続きの合理的な短縮化が求められています。従来、冷却塔から排出される硫化水素の拡散予測や蒸気による樹木への着氷影響など地熱発電特有の項目については、科学的知見が乏しいことから、確立された予測・評価手法がなく、そのことがアセス長期化の一因となっていました。当所では、冷却塔排気の大気拡散挙動や周辺樹木への着氷状況に関する観測結果をもとに信頼性の高い予測・評価手法の開発に取り組んでいます。

\* 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)からの受託研究により実施。

#### 成果の概要

##### ◇2種類の硫化水素拡散予測モデルの精度を検証

実在の地熱発電所の冷却塔から排出される硫化水素の拡散挙動を観測し、その結果に基づき当所が開発した2種類の硫化水素拡散予測数値モデル(三次元数値シミュレーションを行う詳細モデルとPC版簡易モデル)(図1)の予測精度を現地観測結果との比較により検証しました。また、事業規模やアセス手続きの段階に応じた両モデルの適切な使い分け方法の指針や評価基準を明確化しました。

##### ◇冷却塔蒸気による着氷成長率を予測

冷却塔から排出される蒸気による着氷成長率を予測する手法を開発し、従来は困難であった樹木への着氷の発生リスクや影響範囲を定量的に予測することを可能としました。樹木への着氷が周辺環境に与える影響を軽減するための手順を提案し、上記の予測モデルに係わる指針・評価基準と併せてNEDO技術ガイドライン策定に貢献しました。

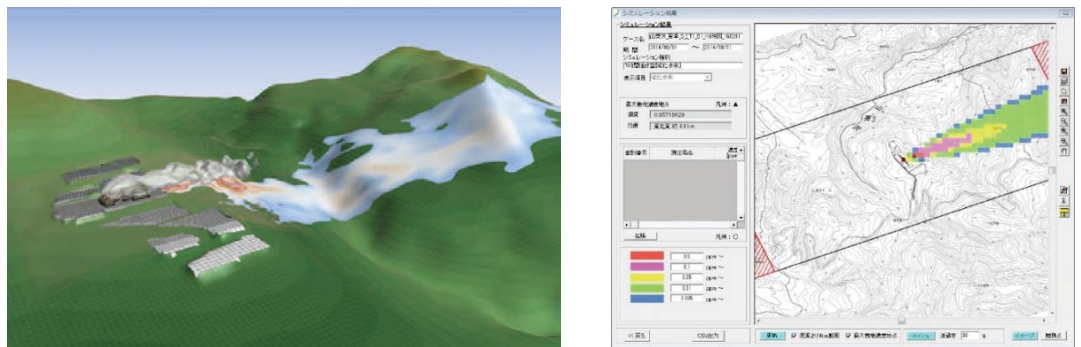


図1 2種類の硫化水素拡散数値モデル  
三次元数値モデル(左図)とPC版簡易モデル(右図)



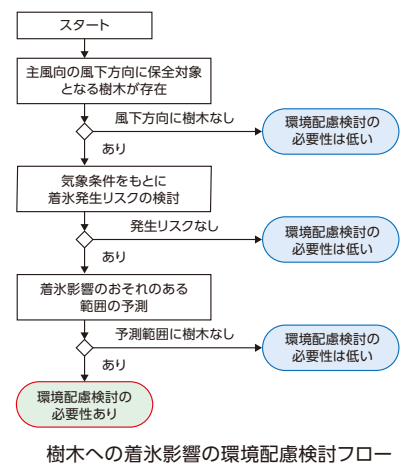


佐藤 歩(さとう あゆむ)  
サステナブルシステム研究本部  
気象・流体科学研究部門

瀧本 浩史(たきもと ひろし)  
サステナブルシステム研究本部  
気象・流体科学研究部門

地熱発電所の環境アセスメントの技術ガイドラインにより、建設時のアセスメントの円滑化に貢献します。

**\*NEDO技術ガイドライン**  
「地熱発電所の冷却塔から排出される硫化水素の予測手法の基本的な考え方に関するガイドライン」(東北緑化環境保全株式会社、東京農業大学 東京情報大学、株式会社ガステックと共同で実施)。  
2021年12月1日よりNEDOのWebサイトで公開  
([https://www.nedo.go.jp/library/chinetsu\\_guideline.html](https://www.nedo.go.jp/library/chinetsu_guideline.html))



### 成果の活用先・事例

硫化水素の拡散予測のための三次元数値モデルは、すでに4地点の地熱アセスで活用され、従来の風洞実験による評価と比べ期間短縮とコスト削減ができました。



事業経営

## 原子力発電の事業環境整備に向けた海外事例を分析

● 脱炭素化に貢献する原子力発電の利活用に向けた諸外国の取り組みを調査

### 背景

世界的に脱炭素化に向けた動きが加速するなか、諸外国では原子力発電の新增設に向けた投資の予見性の確保、既設炉の維持、技術革新の促進、社会との関係構築など、原子力発電が直面する社会的・経済的課題の克服を目指した様々な取り組みが進められています。当所では、諸外国の原子力発電の事業環境整備に向けた取り組みを対象に、日本で参考となりうる事例に着目して調査分析を行っています。

### 成果の概要

#### ◇ 新增設に向けた投資の予見性と政策的支援に関する事例を分析

気候変動対策として原子力発電の新增設を目指すイギリスが導入を検討する「規制資産ベースモデル」に着目し、投資家のリスク軽減による資金調達費用の削減とこれによる総費用抑制などのメリットがある一方で、制度の導入に向けては需要家の理解を得ることが望ましいことなど、投資予見性の確保や政策的支援のあり方を分析しました。

#### ◇ 既設炉の活用と固定費回収に関する事例を分析

フランスにおける原子力事業者と新規参入の小売事業者との競争を促進する制度の改革案を分析しました。改革案では、原子力発電の電力を卸電力市場で売ることを義務付ける代わりに、市場価格が事前に定めた下限を下回る場合には小売事業者がその不足分を補填する制度となっており、既設炉の売電価格の安定化を通じた固定費回収に資する側面があることを示しました。

#### ◇ 政策の変遷と国民意識を分析

イギリスの原子力政策の変遷について分析し、イギリス政府が2000年代中盤以降に再び積極的な姿勢に転じることができた要因は、エネルギー安全保障と電源の低炭素化という2つの課題を同時に解決する手段として原子力発電の必要性を改めて認識し、その利用促進に向けた明確な考え方を国民と共有することに努めた結果であることを示しました。また、日英一般国民を対象にしたインターネット調査結果に基づき、原子力発電に対する受容性について、気候変動への対策として役立つのであれば、という「条件付き消極受容」に着目し、日英国民の意識の差やその要因を明らかにしました(図1)。

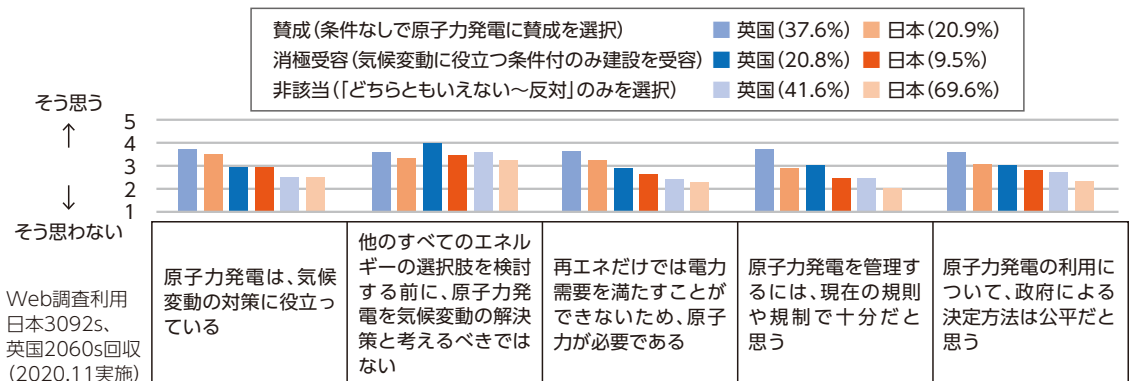


図1 気候変動対策としての原子力発電に対する「条件付き消極受容」の日英国民意識の比較

日本に比べて英国は国民の間に消極受容が定着しており、原子力発電の気候変動に対する貢献度や安全性向上の認知のみならず、他の選択肢や手段を検討した上での利用であることや、リスクコミュニケーションに係る組織の公正さや信頼などが要因となります。

#### 規制資産ベースモデル

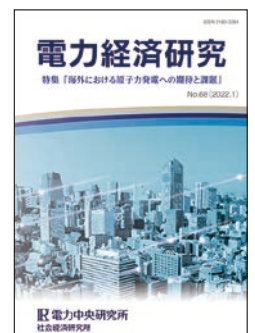
規制当局が認可したインフラ等の投資の回収を、利用者(需要家)が支払う規制料金を通じて行う仕組み。



服部 徹(はっとり とおる)  
社会経済研究所

稲村 智昌(いなむら ともあき)  
社会経済研究所

脱炭素化に向けて、原子力発電の事業環境整備に向けた諸外国の取り組みを分析し、広く情報発信を行いました。



電力経済研究 No.68(2022年1月)  
「海外における原子力発電への期待と課題」  
<https://criepi.denken.or.jp/jp/serc/periodicals/index.html>

## 成果の活用先・事例

社会経済研究所刊行の学術誌「電力経済研究No.68」において、気候変動対策として原子力発電の新增設を進めようとする英国の事例を中心に、投資の予見性と政策的支援、既設炉の活用と固定費回収、イノベーションの推進、許認可に係る規制行政、政策の変遷と国民意識などに関する9本の論稿を掲載しています。これらが国の原子力政策の検討において参照され、原子力発電の利活用に向けて建設的な議論が進展することが期待されます。





## 欧米の自治体による運輸脱炭素化に向けた先進事例を調査

● わが国における地域の脱炭素化に貢献

事業経営

### 地域脱炭素ロードマップ

地域創成に資する脱炭素化に国全体で取り組むことを目的に、国・地方脱炭素実現会議が2021年6月に公開。

### ゼロ・エミッション車 (ZEV)

走行時にCO<sub>2</sub>などを排出しない車両であり、バッテリー電気自動車 (BEV) や燃料電池車 (FCV) などが含まれる。

### 背景

政府の2050年カーボンニュートラル宣言以降、運輸部門の脱炭素化に向け検討が加速しています。地域脱炭素ロードマップでは2030年までに少なくとも100か所の脱炭素先行地域を創出することが表明されており、運輸部門においても、自治体による取り組みへの注目が高まっていくものと考えられます。

欧米では、ゼロ・エミッション車 (ZEV) 規制や燃費規制などの導入・検討に加え、自治体によるEV普及策などの取り組みが独自に実施されています。当所では、これら欧米の自治体による取組事例を調査しています。

### 成果の概要

#### ◇ 欧米の自治体による運輸部門の取り組みを整理

欧米の10の自治体を対象に、39件の運輸部門の取組事例を収集し、内容や導入経緯を明らかにしました (図1)。また、これらの取組事例を体系的に整理しました。具体的には、充電設備、自家用車、民間企業や自治体などが事業に用いるフリート車両、その他モビリティなどの各分野において、規制的手法・経済的手法・情的手法などを通じて、各自治体が脱炭素化に向けて取り組んでいることを示しました。

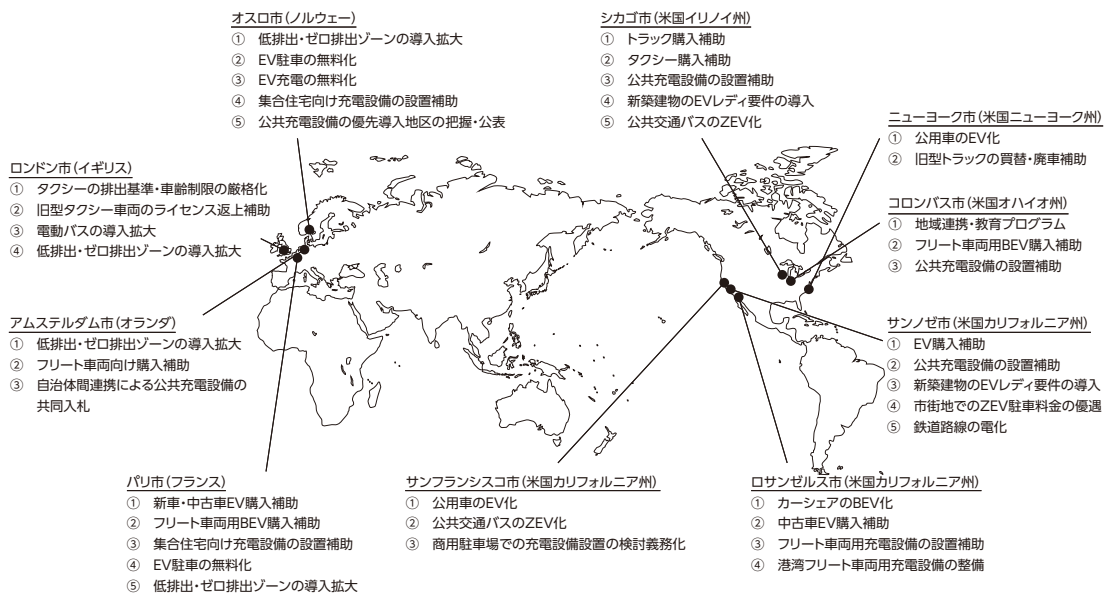


図1 欧米の自治体による運輸部門の取組事例

#### ◇ 地域における運輸脱炭素化に向けた取り組みの方向性を提示

調査結果を踏まえ、規制的手法・経済的手法・情的手法などの手法別に、国や自治体への示唆を整理しました。例えば、規制的手法として、集合住宅・商業施設などを新築する際に、充電設備の設置に必要な分電盤・駐車場間の配線などを求めるEVレディ要件と呼ばれる制度や、既築駐車場に対して、充電設備の設置検討を義務付ける条例が見られました。前者は将来的に改修で対応するよりも費用が抑えられる点を踏まえた措置であり、後者は設置費用が高くなる場合の当該義務の免除規定も定められるといった配慮がなされています。



向井 登志広(むかい としひろ)  
社会経済研究所

2050年カーボンニュートラル実現に向けて、運輸部門の脱炭素化をはじめ需要側の電気利用拡大に貢献していきます。

運輸部門における  
脱炭素化の取り組みの方向性

| 政策手法        | わが国への示唆   |
|-------------|---|
| 規制的手法       | <ul style="list-style-type: none"> <li>乗用車の新車販売で電動車100%を目標に掲げるわが国において、<b>既築建物への充電設備設置は工事費増加に繋がるため、新築向けEVレディ要件の導入が必要である</b></li> <li><b>既築の建物についても、規制対象者に対する過度の費用負担を避けるような免除措置を含めることで、経済性を踏まえながら充電設備の導入を促すことができる</b></li> </ul>  |
| 経済的手法       | <ul style="list-style-type: none"> <li>自家用車向けEV購入補助に対する消費者の受容性は高く、予算面で課題はあるものの<b>自治体が追加的な購入補助を提供することで地域のEV導入を加速することができる</b></li> <li>地域内における充電設備の優先導入地区を把握しておくことで、<b>限られた予算の中での設置補助申請の選定・採択など、補助制度の費用対効果の改善に繋がる</b></li> <li>フリート車両向け買替・廃車補助対象として、低炭素型ディーゼルトラックに加え、<b>短距離輸送や地域配送を想定する電気式のバン・トラックも含めることで脱炭素化に寄与する</b></li> </ul> |
| 情報的手法<br>など | <ul style="list-style-type: none"> <li>地域脱炭素化に向け、<b>公用車EV化など自治体が率先して取り組む姿勢を示すとともに、助成金や各種教育プログラムを通じた地元企業・団体の民間投資誘発も有効である</b></li> <li>徒歩・自転車などのアクティブ移動や、電気バスなどゼロ・エミッション公共交通への転換を促す取り組みは、<b>CO<sub>2</sub>排出削減に加え、健康・安全性向上など地域の便益創出に繋がる</b></li> </ul>  |

## 成果の活用先・事例

充電設備・自家用車・フリート車両・モビリティなどの各分野における先進事例について情報発信することで、国や自治体による、運輸部門の脱炭素化に向けた検討に貢献していきます。

参考 向井、電力中央研究所 研究報告 SE21005 (2022)





## SiCパワー半導体の通電特性に与える積層欠陥の影響を解明

● SiCデバイスの信頼性向上に貢献

共通・分野横断

### SiCパワー半導体

SiC(シリコンカーバイド)単結晶を用いた高耐圧・低損失パワー半導体。

### 背景

中・大容量の高効率パワー半導体として期待されているSiCパワー半導体は、量産・実用化が開発され、現在の主流であるSiパワー半導体に対する優位性が実証されつつあります。今後、電力系統や、電動車、鉄道、航空機などの分野において、SiCパワー半導体の需要拡大が期待されますが、それに伴って、半導体素子(デバイス)動作の信頼性向上が強く求められています。

\* 本研究の一部は、防衛装備庁(安全保障技術研究推進制度JPJ004596)からの受託研究により実施。

### 成果の概要

#### ◇SiCデバイスの電気伝導に与える積層欠陥の影響を実験的に解明

SiCデバイス動作中に、SiC結晶中に内在する積層欠陥の拡張が生じ、通電特性が低下する問題があることから、SiCデバイスの信頼性向上のためにはその影響を定量的に把握する必要があります。そこで、構造の異なる積層欠陥を一つ含むSiCデバイスを4種類作製し、通電特性などのデバイス特性に与える影響度合いを定量的に明らかにしました(図1)。

#### ◇SiCデバイスの通電特性が積層欠陥によって悪化するメカニズムを解明

積層欠陥を量子井戸として扱うことで積層欠陥を内包するデバイスの動作をシミュレーションできるモデルを開発し、SiCパワー半導体の通電特性が積層欠陥によって悪化するメカニズムを解明しました。さらに、開発したシミュレーションモデルによって、実際のデバイス導通損失と積層欠陥の占有面積の関係を再現できました(図2)。これにより、長期使用の際に拡張する積層欠陥によるSiCデバイスの特性変化の予測が可能になります。

### 積層欠陥

→ p.19参照

### 量子井戸

電子の移動方向が束縛された状態のこと。SiC中の積層欠陥は、伝導帯に形成する量子井戸でモデル化され、電子を捕獲することが報告されている。

### フォトルミネセンス

物質に光を照射し、励起された電子が基底状態に戻る際に発生する光のこと。この発光は物質の不純物や欠陥に影響を受けやすいため、発光を分光し詳細に解析をすることによって、物質中の欠陥や不純物の情報を得ることができる。

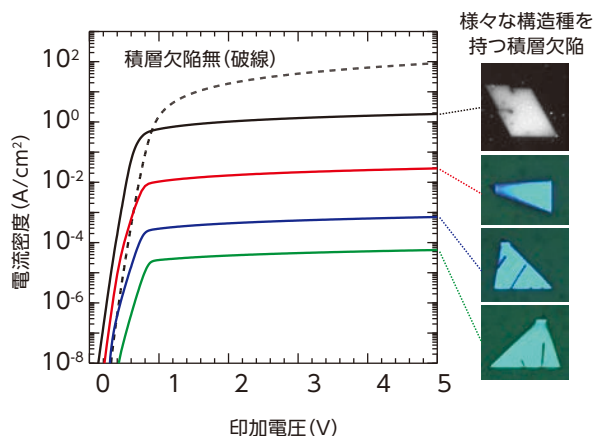


図1 4種類の異なる積層欠陥を含むSiCダイオードの通電特性(実測)

様々な構造種を持つ積層欠陥の影響度を、それぞれ実験的に明らかにしました。

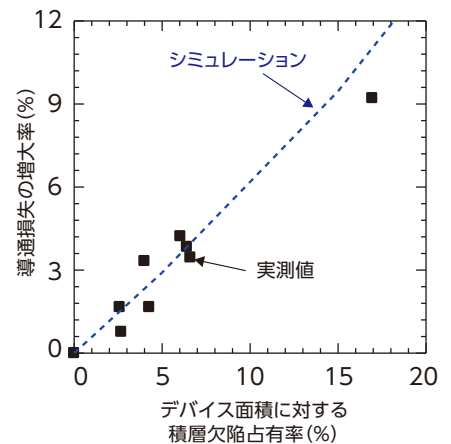


図2 積層欠陥の電気特性への影響のシミュレーションによる再現

積層欠陥の増加により電流が流れづらくなることを、シミュレーションで再現することができました。





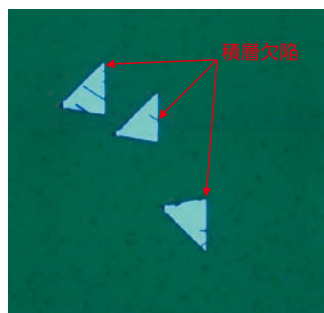
浅田 聡志(あさだ さとし)  
エネルギー変換研究本部  
材料科学研究部門

村田 晃一(むらた こういち)  
エネルギー変換研究本部  
材料科学研究部門

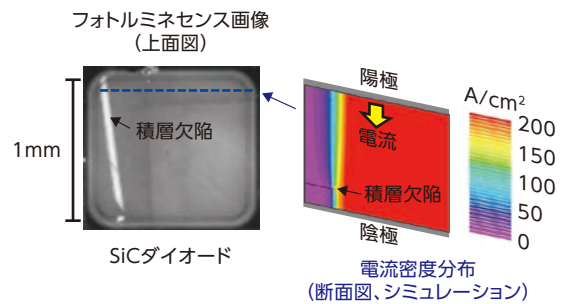
フォトルミネッセンスイメージング装置 対象物に光照射した際に生じる発光現象を観察する装置。ウェハ中の結晶欠陥の検出などに用います。

主要な研究成果

共通・分野横断



SiCウェハのフォトルミネッセンス画像と  
開発したシミュレーションモデルによる結果



### 成果の活用先・事例

使用中に拡張する積層欠陥を考慮したSiCデバイス特性を予測できることから、長期信頼性を確保したSiCパワーエレクトロニクス機器の設計が可能となります。SiCパワー半導体の信頼性向上により、高効率パワーエレクトロニクス機器の適用拡大に貢献します。

参考 S. Asada et al., Appl. Phys. Express 15, 045502, 2022.  
S. Asada et al., Jpn. J. Appl. Phys. 59, 054003, 2020.  
S. Asada et al., IEEE Trans. Electron Devices 68, 3468, 2021.  
K. Murata et al., J. Appl. Phys. 126, 045711, 2019.



## 高い安全性と信頼性を実現する次世代電池の製造・評価技術を開発

● 難燃焼材料で構成される酸化物型全固体電池の利用により、火災安全性が飛躍的に向上

共通・分野横断

### 背景

高効率かつ長寿命で、高出入力にも対応する有機電解液型電池は、電力貯蔵による系統安定化や電気自動車 (EV) などに幅広く利用されています。しかし、有機電解液を利用するために低・高温に弱く、可燃性でもあることから国外では火災事故例が報告されており、運用面や安全性に課題があります。そのため近年、常温を中心とした幅広い温度域で充放電が可能で、過充・過放電による不可逆的な化学反応が生じにくく、発火することもない、全固体電池の開発が進められています。当所では、全固体電池の中でも安全性が極めて高く、リチウムより安価なナトリウムを使用することでコスト低減が期待されている酸化物型全固体電池 (ナトリウムイオン電池) の製造・評価技術の開発を進めています。

\* 本研究の一部は、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) からの受託研究により実施。

### 成果の概要

#### ◇融剤の混合による低温での製造手法を開発

酸化物型全固体電池はセラミックスである電極と電解質を密着させるため、一般に高温で製造する必要がありますが、意図しない化学反応によって電池性能の低下や製造コストの増大が課題となっていました。固体電解質にあらかじめ融剤を混合することで、従来の温度 (750-900℃) よりも低温の600℃において密着性の高い全固体電池を製造できる手法を開発しました (図1)。得られた電池は、高速充放電をしても安定に動作し、サイクル試験による顕著な性能低下は見られず (図2)、類似の酸化物から構成される全固体電池と比べても劣化しにくいことを示しました。

#### ◇交流インピーダンス法により酸化物型全固体電池の性能決定要因を把握

電池内部の電気化学反応を電気的な等価回路に置き換えて得られたインピーダンスデータを解析することで、電池性能の決定要因を明らかにすることができます。酸化物型全固体電池を試作し評価した結果、現在主流の有機電解液型電池と比較して電荷移動反応に伴う抵抗は非常に小さく、電池の内部抵抗は大きいことから、内部抵抗を小さくすることで性能をさらに向上できることが明らかになりました。

#### 融剤

融解しにくい物質をとけやすくするために加える物質。

#### 電荷移動反応

電子の授受を伴う反応。

#### 内部抵抗

電池内部の電気抵抗。主に電解質に起因する抵抗。

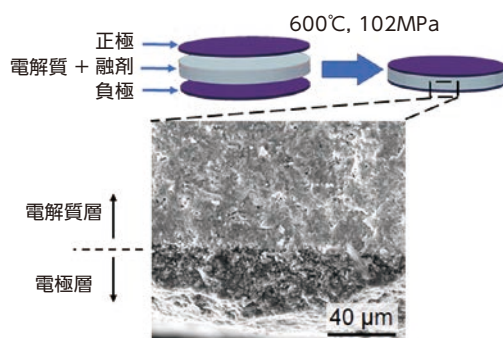


図1 本製造手法の模式図 (上図) と製造した電池の断面の電子顕微鏡写真図 (下図)

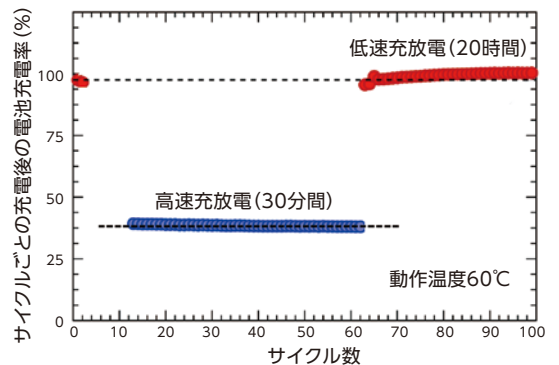
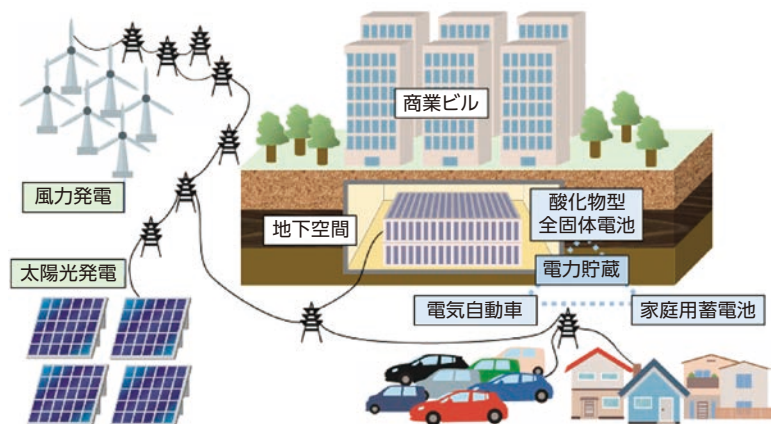


図2 充放電を繰り返したときの電池充電率の変化

充放電速度によらず充電速度ごとの電池充電率が一定となる優れたサイクル特性を示しました。電池抵抗に応じて充電率が低下するため、高速充放電では4割程度の充電率となります。



酸化物型全固体電池を用いた電力貯蔵イメージ  
安全性が飛躍的に向上するため、商業ビルの地下空間に酸化物型全固体電池を設置することができます。都市部や住宅地で電力貯蔵が可能になります。

## 成果の活用先・事例

既存の電力貯蔵蓄電池に比べ高い安全性を有するため、設置場所の制約がなくなり、地下空間への設置も可能になります。電力貯蔵用や車載用に全固体電池を活用することにより、変動型再生可能エネルギーの導入促進や電力品質の安定化に貢献します。

参考 Kutsuzawa et al., ACS Applied Energy Materials, 5, 4025 (2022)  
T. Kobayashi, et al., J. Power Sources, 450 227597 (2020)





# Ⅱ. 決算



|                   |    |
|-------------------|----|
| 1. 決算概要 .....     | 64 |
| 2. 財務諸表 .....     | 66 |
| 独立監査人の監査報告書 ..... | 74 |

## Ⅱ. 決算

### 1. 決算概要

経常増減額は前年度比3.19億円増の11.82億円となりました。これは、受取経常給付金の減少により経常収益が減少したものの、消耗品費、減価償却費、環境対策引当金繰入額(PCB処分費用)など経常費用が大きく減少したことなどによります。

#### 正味財産増減計算

(単位:百万円)

| 一般正味財産増減の部  |        |        |       |              |        |        |       |
|-------------|--------|--------|-------|--------------|--------|--------|-------|
|             | 2021年度 | 2020年度 | 差異    |              | 2021年度 | 2020年度 | 差異    |
| 経常費用        | 28,762 | 29,298 | △ 535 | 経常収益         | 29,945 | 30,161 | △ 216 |
| 人件費         | 10,116 | 10,088 | 28    | 受取経常給付金      | 24,369 | 24,911 | △ 542 |
| 経費          | 18,646 | 19,209 | △ 563 | 事業収益         | 5,027  | 4,911  | 115   |
|             |        |        |       | その他収益        | 80     | 132    | △ 51  |
|             |        |        |       | 指定正味財産からの振替額 | 467    | 206    | 261   |
| 当期経常増減額     | 1,182  | 863    | 319   |              |        |        |       |
| 当期一般正味財産増減額 | 1,294  | 874    | 419   |              |        |        |       |

| 指定正味財産増減の部  |        |        |     |        |        |        |     |
|-------------|--------|--------|-----|--------|--------|--------|-----|
|             | 2021年度 | 2020年度 | 差異  |        | 2021年度 | 2020年度 | 差異  |
| 一般正味財産への振替額 | 467    | 206    | 261 | 受取補助金等 | 534    | 245    | 288 |
| 当期指定正味財産増減額 | 66     | 39     | 27  |        |        |        |     |
| 当期正味財産増減額   | 1,360  | 914    | 446 |        |        |        |     |

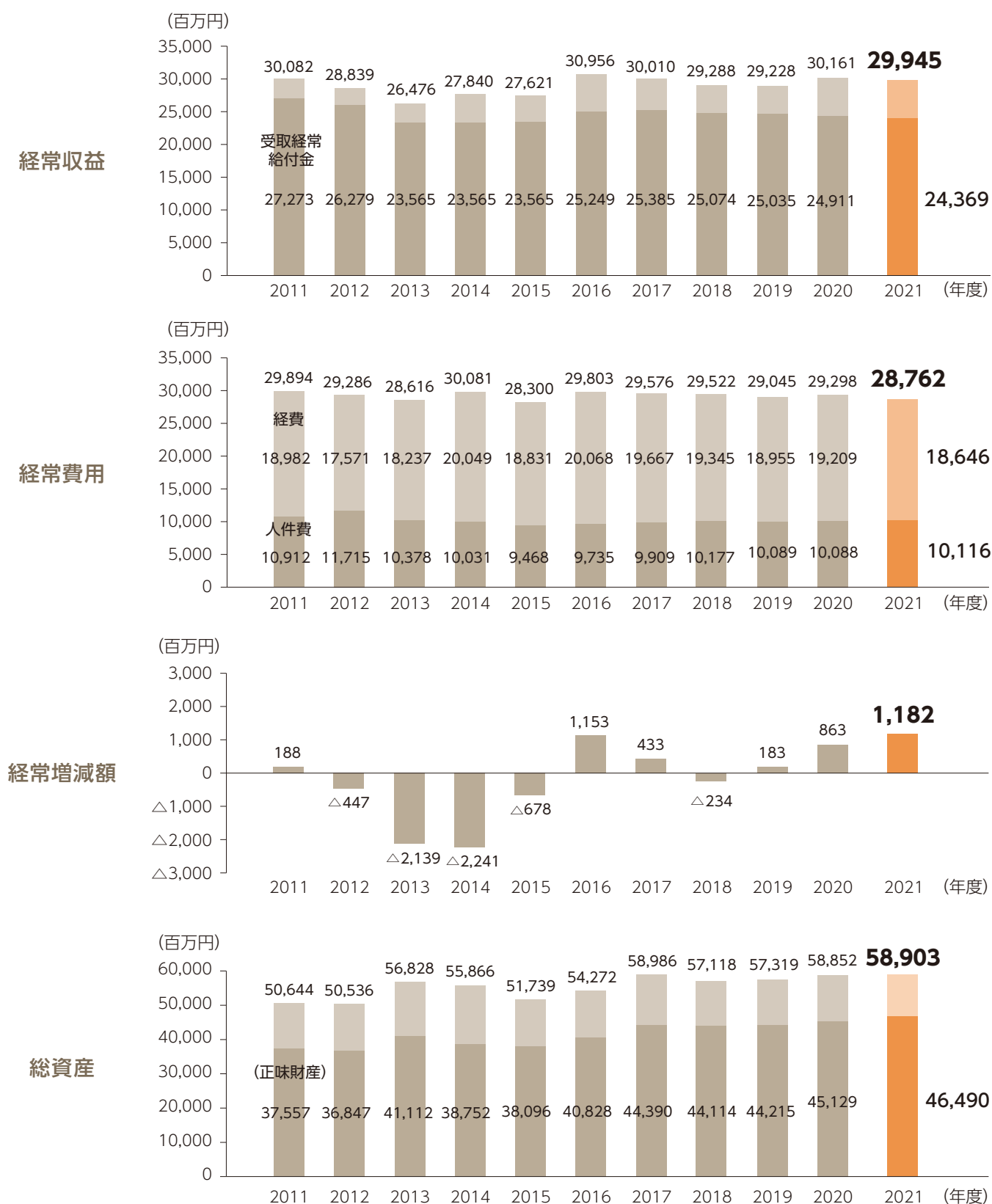
#### 貸借対照表

(単位:百万円)

| 資産の部 |        |        |       | 負債の部   |        |        |         |
|------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|---------|
|      | 2021年度 | 2020年度 | 差異    |        | 2021年度 | 2020年度 | 差異      |
| 流動資産 | 5,571  | 6,554  | △ 983 | 流動負債   | 5,478  | 5,867  | △ 389   |
| 固定資産 | 53,332 | 52,298 | 1,034 | 固定負債   | 6,935  | 7,855  | △ 919   |
| 資産合計 | 58,903 | 58,852 | 51    | 負債合計   | 12,413 | 13,723 | △ 1,309 |
|      |        |        |       |        |        |        |         |
|      |        |        |       | 正味財産の部 |        |        |         |
|      |        |        |       | 指定正味財産 | 317    | 251    | 66      |
|      |        |        |       | 一般正味財産 | 46,172 | 44,878 | 1,294   |
|      |        |        |       | 正味財産合計 | 46,490 | 45,129 | 1,360   |



## 財務状況の推移(実績)



## 2. 財務諸表

### 貸借対照表

2022年3月31日現在

(単位:千円)

| 科目                | 当年度               | 前年度               | 増減                 |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| <b>I 資産の部</b>     |                   |                   |                    |
| <b>1. 流動資産</b>    |                   |                   |                    |
| 現金預金              | 1,722,060         | 2,724,268         | △ 1,002,207        |
| 未収金               | 3,620,385         | 3,621,529         | △ 1,144            |
| 仮払金               | 96,621            | 44,771            | 51,850             |
| 前払金               | 126,179           | 159,740           | △ 33,561           |
| 未成支出金             | 5,805             | 3,939             | 1,865              |
| 流動資産合計            | 5,571,052         | 6,554,249         | △ 983,196          |
| <b>2. 固定資産</b>    |                   |                   |                    |
| <b>(1)特定資産</b>    |                   |                   |                    |
| 建物                | 79,837            | 96,867            | △ 17,029           |
| 建物附属設備            | 0                 | 0                 | -                  |
| 構築物               | 847               | 1,090             | △ 242              |
| 機械及び装置            | 45,689            | 60,395            | △ 14,706           |
| 器具及び備品            | 203,191           | 99,735            | 103,455            |
| 車両及び運搬具           | 6,870             | 2,197             | 4,673              |
| 一括償却資産            | 2,060             | 1,874             | 186                |
| 無形固定資産            | 16,345            | 32,380            | △ 16,034           |
| 退職一時金給付引当特定資産     | 3,435,900         | 3,435,900         | -                  |
| 減価償却引当特定資産        | 11,500,000        | 9,200,000         | 2,300,000          |
| 拠点整備等引当特定資産       | 590,938           | 846,586           | △ 255,648          |
| 特定資産合計            | 15,881,681        | 13,777,027        | 2,104,654          |
| <b>(2)その他固定資産</b> |                   |                   |                    |
| 土地                | 9,204,332         | 9,204,332         | -                  |
| 建物                | 13,605,519        | 13,971,279        | △ 365,759          |
| 建物附属設備            | 6,487,988         | 6,553,401         | △ 65,412           |
| 構築物               | 1,847,636         | 1,947,689         | △ 100,052          |
| 機械及び装置            | 2,935,480         | 3,671,551         | △ 736,070          |
| 器具及び備品            | 1,684,478         | 2,050,900         | △ 366,421          |
| 車両及び運搬具           | 3,625             | 5,607             | △ 1,982            |
| 一括償却資産            | 104,096           | 128,680           | △ 24,583           |
| 無形固定資産            | 922,201           | 909,722           | 12,478             |
| 建設仮勘定             | 655,905           | 78,305            | 577,599            |
| その他固定資産合計         | 37,451,265        | 38,521,471        | △ 1,070,205        |
| 固定資産合計            | 53,332,946        | 52,298,498        | 1,034,448          |
| <b>資産合計</b>       | <b>58,903,999</b> | <b>58,852,747</b> | <b>51,251</b>      |
| <b>II 負債の部</b>    |                   |                   |                    |
| <b>1. 流動負債</b>    |                   |                   |                    |
| 未払金               | 5,040,920         | 5,455,422         | △ 414,502          |
| 預り金               | 104,319           | 84,221            | 20,097             |
| 前受金               | 11,156            | 11,315            | △ 159              |
| 賞与引当金             | 322,000           | 317,000           | 5,000              |
| 流動負債合計            | 5,478,396         | 5,867,960         | △ 389,563          |
| <b>2. 固定負債</b>    |                   |                   |                    |
| 役員退職慰労引当金         | 348,000           | 322,000           | 26,000             |
| 退職給付引当金           | 6,306,000         | 6,782,000         | △ 476,000          |
| 環境対策引当金           | 281,300           | 313,000           | △ 31,699           |
| 長期未払金             | -                 | 438,200           | △ 438,200          |
| 固定負債合計            | 6,935,300         | 7,855,200         | △ 919,900          |
| <b>負債合計</b>       | <b>12,413,696</b> | <b>13,723,160</b> | <b>△ 1,309,464</b> |
| <b>III 正味財産の部</b> |                   |                   |                    |
| <b>1. 指定正味財産</b>  |                   |                   |                    |
| 特別給付金             | 79,837            | 96,867            | △ 17,029           |
| 補助金               | 179,331           | 60,822            | 118,508            |
| 寄付金等              | 58,527            | 93,399            | △ 34,871           |
| 指定正味財産合計          | 317,696           | 251,089           | 66,607             |
| (うち特定資産への充当額)     | ( 317,696 )       | ( 251,089 )       | ( 66,607 )         |
| <b>2. 一般正味財産</b>  |                   |                   |                    |
| (うち特定資産への充当額)     | ( 46,172,605 )    | ( 44,878,497 )    | ( 1,294,108 )      |
| 正味財産合計            | 46,490,302        | 45,129,586        | 1,360,715          |
| <b>負債及び正味財産合計</b> | <b>58,903,999</b> | <b>58,852,747</b> | <b>51,251</b>      |

## 正味財産増減計算書

2021年4月1日から2022年3月31日まで

(単位:千円)

| 科目             | 当年度            | 前年度            | 増減            |
|----------------|----------------|----------------|---------------|
| I 一般正味財産増減の部   |                |                |               |
| 1. 経常増減の部      |                |                |               |
| (1) 経常収益       |                |                |               |
| ① 受取給付金        |                |                |               |
| 受取経常給付金        | 24,369,331     | 24,911,428     | △ 542,097     |
| ② 事業収益         | ( 5,027,431 )  | ( 4,911,479 )  | ( 115,951 )   |
| 受託研究事業収益       | 3,887,226      | 3,735,633      | 151,593       |
| その他事業収益        | 1,140,204      | 1,175,845      | △ 35,641      |
| ③ その他収益        | 80,804         | 132,629        | △ 51,824      |
| ④ 指定正味財産からの振替額 | 467,637        | 206,020        | 261,617       |
| 経常収益計          | 29,945,205     | 30,161,557     | △ 216,352     |
| (2) 経常費用       |                |                |               |
| ① 事業費          |                |                |               |
| 人件費            | ( 9,493,649 )  | ( 9,479,781 )  | ( 13,867 )    |
| 給料手当           | 7,540,655      | 7,491,567      | 49,088        |
| 退職給付費用         | 806,459        | 862,197        | △ 55,737      |
| 厚生費            | 1,146,533      | 1,126,016      | 20,517        |
| 経費             | ( 18,401,369 ) | ( 18,969,633 ) | ( △ 568,263 ) |
| 消耗品・諸印刷物費      | 2,053,263      | 2,261,348      | △ 208,085     |
| 光熱水道費          | 799,711        | 774,746        | 24,964        |
| 委託費            | 7,236,088      | 7,231,858      | 4,229         |
| 共同研究分担金        | 246,313        | 207,175        | 39,138        |
| 修繕費            | 1,376,616      | 1,319,192      | 57,424        |
| 賃借料            | 587,031        | 653,580        | △ 66,549      |
| 租税公課           | 574,386        | 523,796        | 50,589        |
| 旅費交通費          | 146,330        | 137,250        | 9,079         |
| 減価償却費          | 4,560,335      | 4,648,630      | △ 88,294      |
| 固定資産除却損        | 44,248         | 41,290         | 2,957         |
| 環境対策引当金繰入額     | -              | 313,000        | △ 313,000     |
| その他経費          | 777,044        | 857,762        | △ 80,717      |
| 事業費小計          | 27,895,019     | 28,449,414     | △ 554,395     |
| ② 管理費          |                |                |               |
| 人件費            | ( 623,175 )    | ( 608,763 )    | ( 14,411 )    |
| 役員報酬           | 130,650        | 148,195        | △ 17,545      |
| 給料手当           | 327,974        | 301,300        | 26,674        |
| 退職給付費用         | 32,745         | 34,719         | △ 1,973       |
| 厚生費            | 45,334         | 43,118         | 2,216         |
| 役員退職慰労引当金繰入    | 86,470         | 81,430         | 5,040         |
| 経費             | ( 244,691 )    | ( 240,313 )    | ( 4,378 )     |
| 消耗品・諸印刷物費      | 10,713         | 9,152          | 1,561         |
| 光熱水道費          | 803            | 757            | 46            |
| 委託費            | 67,448         | 74,738         | △ 7,290       |
| 修繕費            | 351            | 1,235          | △ 883         |
| 賃借料            | 105,291        | 104,978        | 313           |
| 租税公課           | 3,214          | 3,227          | △ 13          |
| 旅費交通費          | 8,869          | 7,234          | 1,634         |
| 減価償却費          | 4,129          | 4,084          | 45            |
| 固定資産除却損        | 0              | 32             | △ 32          |
| その他経費          | 43,869         | 34,872         | 8,997         |
| 管理費小計          | 867,866        | 849,076        | 18,790        |
| 経常費用計          | 28,762,885     | 29,298,491     | △ 535,605     |
| 当期経常増減額        | 1,182,319      | 863,066        | 319,252       |
| 2. 経常外増減の部     |                |                |               |
| (1) 経常外収益      |                |                |               |
| ① 固定資産売却益      | 81             | 35             | 45            |
| ② 固定資産受贈益      | 111,707        | 11,636         | 100,071       |
| 経常外収益計         | 111,788        | 11,671         | 100,116       |
| (2) 経常外費用      |                |                |               |
| 当期経常外増減額       | 111,788        | 11,671         | 100,116       |
| 当期一般正味財産増減額    | 1,294,108      | 874,738        | 419,369       |
| 一般正味財産期首残高     | 44,878,497     | 44,003,759     | 874,738       |
| 一般正味財産期末残高     | 46,172,605     | 44,878,497     | 1,294,108     |
| II 指定正味財産増減の部  |                |                |               |
| ① 受取補助金        | 485,549        | 167,837        | 317,711       |
| ② 固定資産受贈益      | 48,696         | 77,653         | △ 28,957      |
| ③ 一般正味財産への振替額  | 467,637        | 206,020        | 261,617       |
| 当期指定正味財産増減額    | 66,607         | 39,470         | 27,136        |
| 指定正味財産期首残高     | 251,089        | 211,618        | 39,470        |
| 指定正味財産期末残高     | 317,696        | 251,089        | 66,607        |
| III 正味財産期末残高   | 46,490,302     | 45,129,586     | 1,360,715     |



## 2. 財務諸表

### 財務諸表に対する注記

#### 1. 重要な会計方針

##### (1) 棚卸資産の評価基準及び評価方法

未成支出金…個別法による原価法によっている。

##### (2) 固定資産の減価償却の方法

- ・有形固定資産は、建物、2016年4月1日以後取得した建物附属設備及び構築物は定額法、一括償却資産は3年均等償却、機械及び装置などその他の有形固定資産は定率法によっている。
- ・無形固定資産は、定額法によっている。

##### (3) 引当金の計上基準

貸倒引当金…未収金、貸付金などの貸倒れに備え、一般債権については過去の貸倒実績率により、また、貸倒懸念債権については回収不能額を個別に見積り、引当金として計上することとしている。

賞与引当金…職員等の賞与の支払に備え、賞与支給見込額の当期負担額を引当金として計上している。

役員退職慰労引当金…理事・監事の退職慰労金の支出に備え、関連する内規に基づいた期末見積額を引当金として計上している。

退職給付引当金…職員の退職金・年金の支出に備え、将来の退職給付見込額を基礎とした現価方式による額から年金資産の評価額を控除した額を引当金として計上している。なお、参事等退職慰労引当金については関連する内規に基づいた期末見積額を基準として計上し、合算して表示している。

環境対策引当金…PCB(ポリ塩化ビフェニル)の処分等にかかる支出に備え、発生する可能性が高く、客観的な資料に基づき合理的に見積もることができる金額を、引当金として計上している。

##### (4) 退職給付の会計処理基準

###### ・退職給付見込額の期間帰属方法

退職給付債務の算定にあたり、退職給付見込額を当期までの期間に帰属させる方法については、期間定額基準によっている。

###### ・数理計算上の差異及び過去勤務債務の費用処理方法

数理計算上の差異は、発生翌年度から5年の定率法により費用処理している。

過去勤務債務は、発生年度から5年の定額法により費用処理することとしている。

##### (5) 消費税等の会計処理

消費税等の会計処理は、税抜方式によっている。

#### 2. 会計方針の変更

重要な会計方針の変更はない。

## 3. 特定資産の増減額及びその残高

特定資産の増減額及びその残高は、次のとおりである。

(単位:千円)

| 科目            | 前期末残高      | 当期増加額     | 当期減少額   | 当期末残高      |
|---------------|------------|-----------|---------|------------|
| 建物            | 96,867     | -         | 17,029  | 79,837     |
| 建物附属設備        | 0          | -         | -       | 0          |
| 構築物           | 1,090      | -         | 242     | 847        |
| 機械及び装置        | 60,395     | 3,862     | 18,568  | 45,689     |
| 器具及び備品        | 99,735     | 194,991   | 91,535  | 203,191    |
| 車両及び運搬具       | 2,197      | 6,947     | 2,273   | 6,870      |
| 一括償却資産        | 1,874      | 2,280     | 2,093   | 2,060      |
| 無形固定資産        | 32,380     | 18,963    | 34,997  | 16,345     |
| 退職一時金給付引当特定資産 | 3,435,900  | -         | -       | 3,435,900  |
| 減価償却引当特定資産    | 9,200,000  | 2,300,000 | -       | 11,500,000 |
| 拠点整備等引当特定資産   | 846,586    | -         | 255,648 | 590,938    |
| 合計            | 13,777,027 | 2,527,044 | 422,389 | 15,881,681 |

## 4. 特定資産の財源等の内訳

特定資産の財源等の内訳は、次のとおりである。

(単位:千円)

| 科目            | 当期末残高      | (うち指定正味財産<br>からの充当額) | (うち一般正味財産<br>からの充当額) | (うち負債に対応<br>する額) |
|---------------|------------|----------------------|----------------------|------------------|
| 建物            | 79,837     | (79,837)             | -                    | -                |
| 建物附属設備        | 0          | (0)                  | -                    | -                |
| 構築物           | 847        | (675)                | (172)                | -                |
| 機械及び装置        | 45,689     | (23,080)             | (22,608)             | -                |
| 器具及び備品        | 203,191    | (195,683)            | (7,508)              | -                |
| 車両及び運搬具       | 6,870      | (747)                | (6,123)              | -                |
| 一括償却資産        | 2,060      | (2,060)              | -                    | -                |
| 無形固定資産        | 16,345     | (15,612)             | (733)                | -                |
| 退職一時金給付引当特定資産 | 3,435,900  | -                    | -                    | (3,435,900)      |
| 減価償却引当特定資産    | 11,500,000 | -                    | (11,500,000)         | -                |
| 拠点整備等引当特定資産   | 590,938    | -                    | (590,938)            | -                |
| 合計            | 15,881,681 | (317,696)            | (12,128,084)         | (3,435,900)      |

## 2. 財務諸表

### 5. 固定資産の取得価額、減価償却累計額及び当期末残高

固定資産の取得価額、減価償却累計額及び当期末残高は、次のとおりである。

(単位:千円)

| 科目       | 取得価額          | 減価償却累計額      | 当期末残高        |
|----------|---------------|--------------|--------------|
| 特定資産     | (5,409,280)   | (5,054,436)  | (354,843)    |
| 建物       | 485,172       | 405,335      | 79,837       |
| 建物附属設備   | 54,144        | 54,143       | 0            |
| 構築物      | 29,118        | 28,270       | 847          |
| 機械及び装置   | 4,441,114     | 4,395,424    | 45,689       |
| 器具及び備品   | 363,245       | 160,053      | 203,191      |
| 車両及び運搬具  | 11,035        | 4,165        | 6,870        |
| 一括償却資産   | 4,312         | 2,251        | 2,060        |
| 無形固定資産   | 21,137        | 4,791        | 16,345       |
| その他の固定資産 | (122,053,206) | (94,462,179) | (27,591,027) |
| 建物       | 26,669,244    | 13,063,724   | 13,605,519   |
| 建物附属設備   | 18,648,189    | 12,160,200   | 6,487,988    |
| 構築物      | 7,331,121     | 5,483,485    | 1,847,636    |
| 機械及び装置   | 47,523,777    | 44,588,297   | 2,935,480    |
| 器具及び備品   | 15,156,562    | 13,472,084   | 1,684,478    |
| 車両及び運搬具  | 101,131       | 97,506       | 3,625        |
| 一括償却資産   | 320,762       | 216,666      | 104,096      |
| 無形固定資産   | 6,302,416     | 5,380,214    | 922,201      |
| 合計       | (127,462,486) | (99,516,616) | (27,945,870) |

### 6. 債権の債権金額、貸倒引当金の当期末残高及び当該債権の当期末残高

債権の債権金額、貸倒引当金の当期末残高及び当該債権の当期末残高は、次のとおりである。

(単位:千円)

| 科目                        | 債権金額      | 貸倒引当金の<br>当期末残高 | 債権の当期末残高  |
|---------------------------|-----------|-----------------|-----------|
| 未収金                       | 3,620,385 | -               | 3,620,385 |
| 退職一時金給付引当特定資産<br>のうち厚生貸付金 | 16,020    | -               | 16,020    |
| 合計                        | 3,636,405 | -               | 3,636,405 |

### 7. 保証債務等の偶発債務

職員の住宅ローンに対する保証債務は、548,489千円である。



8. 補助金等の内訳並びに交付者、当期の増減額及び残高  
補助金等の内訳並びに交付者、当期の増減額及び残高は、次のとおりである。

(単位:千円)

| 補助金等の名称                                  | 交付者                   | 前期末残高  | 当期増加額   | 当期減少額   | 当期末残高   | 貸借対照表上の記載区分 |
|--|-----------------------|--------|---------|---------|---------|-------------|
| ・分散型電源大量導入系統影響評価基盤整備事業費補助金               | 経済産業省                 | 0      | -       | -       | 0       | 指定正味財産      |
| ・平成 20 年度財団法人電力中央研究所横須賀地区太陽光発電システム導入促進事業 | (国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構 | 3,682  | -       | 614     | 3,067   | 指定正味財産      |
| ・平成 21 年度地域新エネルギー等導入促進事業                 | (一社)新エネルギー導入促進協議会     | 695    | -       | 116     | 579     | 指定正味財産      |
| ・セメントを使用しないフライアッシュコンクリートの製造技術の適用性調査      | (国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構 | 0      | -       | 0       | 0       | 指定正味財産      |
| ・先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発費補助金                | (国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構 | 3,881  | -       | 1,946   | 1,935   | 指定正味財産      |
| ・平成 22 年度受信障害対策共聴施設整備事業費補助事業助成金          | (一社)放送サービス高度化推進協会     | 253    | -       | 63      | 189     | 指定正味財産      |
| ・クリーンエネルギー自動車導入事業費補助金                    | (一社)次世代自動車振興センター      | 214    | 776     | 243     | 747     | 指定正味財産      |
| ・次世代技術の早期実用化に向けた信頼性向上技術開発                | (国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構 | 13,779 | 45,293  | 48,680  | 10,392  | 指定正味財産      |
| ・電力機器用革新的機能性絶縁材料の技術開発                    | (国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構 | 5,510  | 10,400  | 9,582   | 6,328   | 指定正味財産      |
| ・鉄塔腐食評価のための飛来海塩量シミュレーション高度化実証            | 経済産業省                 | 14,135 | -       | 5,437   | 8,698   | 指定正味財産      |
| ・スラリーの低温固化処理に関する研究開発                     | 経済産業省                 | 18,668 | 101,125 | 110,460 | 9,334   | 指定正味財産      |
| ・森林と河川の生態系レジスタンスとレジリエンスに関する調査研究          | (公社)国土緑化推進機構          | -      | 11,118  | 11,118  | -       | -           |
| ・社会的要請に応える革新的な原子力技術開発支援事業                | 経済産業省                 | -      | 9,999   | 6,937   | 3,061   | 指定正味財産      |
| ・廃炉・汚染水対策事業費補助金                          | 経済産業省                 | -      | 302,051 | 167,053 | 134,997 | 指定正味財産      |
| ・水素エネルギーの効果的な利用に向けたライフサイクルエクセルギー分析       | 一般財団法人トヨタ・モビリティ基金     | -      | 4,784   | 4,784   | -       | -           |
| 合計                                       |                       | 60,822 | 485,549 | 367,040 | 179,331 |             |

9. 指定正味財産から一般正味財産への振替額の内訳  
指定正味財産から一般正味財産への振替額の内訳は、次のとおりである。

(単位:千円)

| 内容                 | 金額      |
|--------------------|---------|
| 経常収益への振替額          |         |
| 減価償却費計上による振替額      | 96,471  |
| 指定正味財産の指定解除による振替額  | 53,419  |
| 受取補助金の目的事業実施による振替額 | 317,747 |
| 合計                 | 467,637 |

## 2. 財務諸表

### 10.退職給付関係

#### (1)採用している退職給付制度の概要

確定給付型の制度として、確定給付年金制度及び退職一時金制度を設けているほか、確定拠出型の制度として確定拠出年金制度を設けている。

#### (2)確定給付制度

##### ①退職給付債務の期首残高と期末残高の調整表

(単位:千円)

|                |            |
|----------------|------------|
| 期首における退職給付債務   | 20,755,062 |
| 勤務費用           | 874,644    |
| 利息費用           | 96,148     |
| 数理計算上の差異の当期発生額 | △672,824   |
| 退職給付の支払額       | △1,440,701 |
| 過去勤務債務の当期発生額   | -          |
| その他            | -          |
| 期末における退職給付債務   | 19,612,329 |

##### ②年金資産の期首残高と期末残高の調整表

(単位:千円)

|                |            |
|----------------|------------|
| 期首における年金資産     | 14,467,047 |
| 期待運用収益         | 144,670    |
| 数理計算上の差異の当期発生額 | 138,594    |
| 事業主からの拠出額      | 395,186    |
| 退職給付の支払額       | △646,913   |
| その他            | △65,820    |
| 期末における年金資産     | 14,432,765 |

##### ③退職給付債務及び年金資産と貸借対照表に計上された退職給付引当金の調整表

(単位:千円)

|             |             |
|-------------|-------------|
| 退職給付債務      | 19,612,329  |
| 年金資産        | △14,432,765 |
| 未認識数理計算上の差異 | 1,126,435   |
| 未認識過去勤務債務   | -           |
| 退職給付引当金     | 6,306,000   |

##### ④退職給付費用及びその内訳項目の金額

(単位:千円)

|                   |          |
|-------------------|----------|
| 勤務費用              | 874,644  |
| 利息費用              | 96,148   |
| 期待運用収益            | △144,670 |
| 数理計算上の差異の当期の費用処理額 | △178,969 |
| 過去勤務債務の当期の費用処理額   | -        |
| その他               | 65,820   |
| 未成支出金             | 66       |
| 確定給付制度に係る退職給付費用   | 713,040  |

## ⑤年金資産の主な内訳

年金資産の合計に対する主な分類ごとの比率は、次のとおりである。

|        |             |
|--------|-------------|
| 債券     | 45%         |
| 生保一般勘定 | 21%         |
| 株式     | 25%         |
| 短期資金   | 9%          |
| 合計     | <u>100%</u> |

## ⑥長期期待運用収益率の設定方法に関する記載

過去の運用実績、市場の動向等を勘案し設定している。

## ⑦数理計算上の計算基礎に関する事項

期末における主要な数理計算上の計算基礎

|           |      |
|-----------|------|
| 割引率       | 0.5% |
| 長期期待運用収益率 | 1.0% |

## (3)確定拠出年金制度

確定拠出年金制度への要拠出額は、126,154 千円である。未成支出金を考慮した 126,164 千円を退職給付費用として処理している。

また、2018 年度より 4 年に亘って実施してきた確定拠出年金制度への移換は、当事業年度において完了した。

## 11.未成支出金の内訳

未成支出金の内訳は次のとおりである。

(単位:千円)

|           |         |
|-----------|---------|
| 事業費       |         |
| 人件費       | (2,053) |
| 給料手当      | 1,678   |
| 退職給付費用    | 125     |
| 厚生費       | 249     |
| 経費        | (3,752) |
| 消耗品・諸印刷物費 | 469     |
| 委託費       | 3,266   |
| 旅費交通費     | 1       |
| 減価償却費     | 15      |
| 合計        | (5,805) |



独立監査人の監査報告書

2022年5月13日

一般財団法人 電力中央研究所  
理事長 松浦 昌則 殿

東 和 監 査 法 人  
東京都墨田区  
代 表 社 員 公認会計士 富川 昌之  
業 務 執 行 社 員  
代 表 社 員 公認会計士 山尾 崇  
業 務 執 行 社 員

監査意見

当監査法人は、一般社団法人及び一般財団法人に関する法律第199条において準用する同法第124条第2項第1号の規定に基づく監査に準じて、一般財団法人電力中央研究所の2021年4月1日から2022年3月31日までの2021年事業年度の貸借対照表、損益計算書（公益法人会計基準に基づく「正味財産増減計算書」をいう。）及び財務諸表に対する注記並びに附属明細書（以下「財務諸表等」という。）について監査を行った。

当監査法人は、上記の財務諸表等が、我が国において一般に公正妥当と認められる公益法人会計の基準に準拠して、当該財務諸表等に係る期間の財産及び損益（正味財産増減）の状況を、全ての重要な点において適正に表示しているものと認める。

監査意見の根拠

当監査法人は、我が国において一般に公正妥当と認められる監査の基準に準拠して監査を行った。監査の基準における当監査法人の責任は、「財務諸表等の監査における監査人の責任」に記載されている。当監査法人は、我が国における職業倫理に関する規定に従って、法人から独立しており、また監査人としてのその他の倫理上の責任を果たしている。当監査法人は、意見表明の基礎となる十分かつ適切な監査証拠を入手したと判断している。

その他の記載内容

その他の記載内容は、事業報告及びその附属明細書である。理事者の責任は、その他の記載内容を作成し開示することにある。また、監事の責任は、その他の記載内容の報告プロセスの整備及び運用における理事の職務の執行を監視することにある。

当監査法人の財務諸表等に対する監査意見の対象にはその他の記載内容は含まれておらず、当監査法人はその他の記載内容に対して意見を表明するものではない。

財務諸表等の監査における当監査法人の責任は、その他の記載内容を通読し、通読の過程において、その他の記載内容と財務諸表等又は当監査法人が監査の過程で得た知識との間に重要な相違があるかどうか検討すること、また、そのような重要な相違以外にその他の記載内容に重要な誤りの兆候があるかどうか注意を払うことにある。

当監査法人は、実施した作業に基づき、その他の記載内容に重要な誤りがあると判断した場合には、その事実を報告することが求められている。

その他の記載内容に関して、当監査法人が報告すべき事項はない。

財務諸表等に対する理事者及び監事の責任

理事者の責任は、我が国において一般に公正妥当と認められる公益法人会計の基準に準拠して財務諸表等を作成し適正に表示することにある。これには、不正又は誤謬による重要な虚偽表示

のない財務諸表等を作成し適正に表示するために理事者が必要と判断した内部統制を整備及び運用することが含まれる。

財務諸表等を作成するに当たり、理事者は、継続組織の前提に基づき財務諸表等を作成することが適切であるかどうかを評価し、我が国において一般に公正妥当と認められる公益法人会計の基準に基づいて継続組織に関する事項を開示する必要がある場合には当該事項を開示する責任がある。

監事の責任は、財務報告プロセスの整備及び運用における理事の職務の執行を監視することにある。

#### 財務諸表等の監査における監査人の責任

監査人の責任は、監査人が実施した監査に基づいて、全体としての財務諸表等に不正又は誤謬による重要な虚偽表示がないかどうかについて合理的な保証を得て、監査報告書において独立の立場から財務諸表等に対する意見を表明することにある。虚偽表示は、不正又は誤謬により発生する可能性があり、個別に又は集計すると、財務諸表等の利用者の意思決定に影響を与えると合理的に見込まれる場合に、重要性があると判断される。

監査人は、我が国において一般に公正妥当と認められる監査の基準に従って、監査の過程を通じて、職業的専門家としての判断を行い、職業的懐疑心を保持して以下を実施する。

- ・ 不正又は誤謬による重要な虚偽表示リスクを識別し、評価する。また、重要な虚偽表示リスクに対応した監査手続を立案し、実施する。監査手続の選択及び適用は監査人の判断による。さらに、意見表明の基礎となる十分かつ適切な監査証拠を入手する。
- ・ 財務諸表等の監査の目的は、内部統制の有効性について意見表明するためのものではないが、監査人は、リスク評価の実施に際して、状況に応じた適切な監査手続を立案するために、監査に関連する内部統制を検討する。
- ・ 理事者が採用した会計方針及びその適用方法の適切性、並びに理事者によって行われた会計上の見積りの合理性及び関連する注記事項の妥当性を評価する。
- ・ 理事者が継続組織を前提として財務諸表等を作成することが適切であるかどうか、また、入手した監査証拠に基づき、継続組織の前提に重要な疑義を生じさせるような事象又は状況に関して重要な不確実性が認められるかどうか結論付ける。継続組織の前提に関する重要な不確実性が認められる場合は、監査報告書において財務諸表等の注記事項に注意を喚起すること、又は重要な不確実性に関する財務諸表等の注記事項が適切でない場合は、財務諸表等に対して除外事項付意見を表明することが求められている。監査人の結論は、監査報告書日までに入手した監査証拠に基づいているが、将来の事象や状況により、法人は継続組織として存続できなくなる可能性がある。
- ・ 財務諸表等の表示及び注記事項が、我が国において一般に公正妥当と認められる公益法人会計の基準に準拠しているかどうかとともに、関連する注記事項を含めた財務諸表等の表示、構成及び内容、並びに財務諸表等が基礎となる取引や会計事象を適正に表示しているかどうかを評価する。

監査人は、監事に対して、計画した監査の範囲とその実施時期、監査の実施過程で識別した内部統制の重要な不備を含む監査上の重要な発見事項、及び監査の基準で求められているその他の事項について報告を行う。

#### 利害関係

法人と当監査法人又は業務執行社員との間には、公認会計士法の規定により記載すべき利害関係はない。

以上

監査報告書

私たち監事は、一般財団法人電力中央研究所の2021年4月1日から2022年3月31日までの事業年度における理事の職務の執行を監査いたしました。その方法及び結果につき以下のとおり報告いたします。

1. 監査の方法及びその内容

監事は、監事監査規程及び2021年度監事監査計画に基づき、理事、内部監査部門その他の職員等と意思疎通を図り、情報の収集及び監査の環境の整備に努めるとともに、理事会その他の重要な会議に出席し、理事及び職員等からその職務の執行状況について報告を受け、重要な決裁書類等を閲覧するなどにより、業務及び財産の状況を調査いたしました。

また、当所が定める「内部統制の基本方針」に基づく内部統制システムの整備及び運用状況について、理事及び職員等から報告を受け、必要に応じて説明を求めました。

さらに、独立した監査人（以下、独立監査人）が適正な監査を実施しているかを監視及び検証するとともに、独立監査人からその職務の執行状況についての報告や、独立監査人の職務の遂行に関する事項の通知を受け、必要に応じて説明を求めました。

以上の方法に基づき、当該事業年度に係る事業報告並びに計算書類（貸借対照表及び正味財産増減計算書）及びその附属明細書について検討いたしました。

2. 監査の結果

(1) 理事の職務執行及び内部統制システムに関する監査結果

- ア 理事の職務の執行に関する不正の行為又は法令若しくは定款に違反する重大な事実は認められません。
- イ 内部統制システムに関する整備及び運用状況について、指摘すべき事項は認められません。

(2) 事業報告の監査結果

- ア 事業報告は、法令及び定款に従い法人の状況を正しく示しているものと認めます。
- イ 当該内部統制システムに関する事業報告の記載内容については、指摘すべき事項は認められません。

(3) 計算書類及びその附属明細書の監査結果

独立監査人である東和監査法人の監査の方法及び結果は相当であり、計算書類及びその附属明細書は、法人の財産及び損益の状況をすべての重要な点において適正に示しているものと認めます。

2022年6月1日

一般財団法人 電力中央研究所

監事 矢花 修一

監事 森下 義人

監事 西澤 伸浩



# Facts & Figures

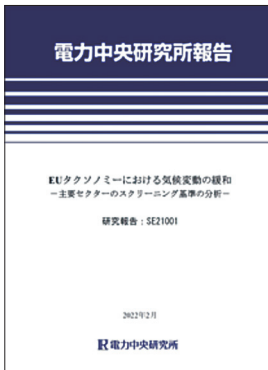
2021年度の活動の中から、主要なデータや実績を紹介します。



|                          |    |
|--------------------------|----|
| <b>研究成果・知的財産</b>         |    |
| 報告書・論文                   | 78 |
| 知的財産                     | 79 |
| <b>成果の還元</b>             |    |
| 規格・基準・技術指針等              | 80 |
| 資格・試験業務                  | 80 |
| 国等からの受託研究                | 81 |
| 技術交流コース・技術研修             | 81 |
| <b>広報活動</b>              |    |
| マスメディアを通じた情報発信           | 82 |
| 研究報告会など                  | 83 |
| プレスリリース・ソーシャルメディアなど      | 83 |
| <b>人員・学位・受賞</b>          | 84 |
| <b>研究ネットワーク</b>          | 85 |
| <b>組織・体制</b>             |    |
| 拠点                       | 86 |
| 組織                       | 87 |
| <b>ガバナンス</b>             |    |
| 業務の適正を確保するための体制          | 88 |
| 業務の適正を確保するための体制の運用状況(概要) | 89 |
| 会議体と役員等人事                | 90 |
| <b>SDGsへの取り組み</b>        | 92 |
| <b>環境活動</b>              | 93 |
| <b>地域貢献</b>              | 95 |
| <b>安全衛生</b>              | 96 |

電気事業や社会に広く活用していただくために、研究活動の成果は報告書や論文にまとめて発信しています。

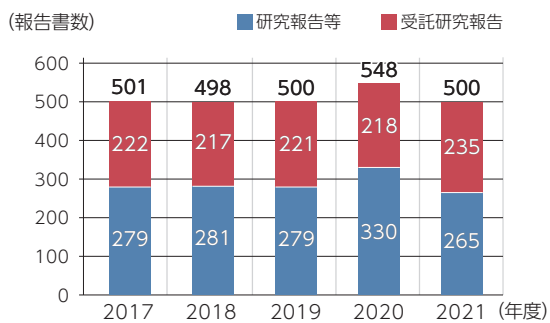
<https://criepi.denken.or.jp/research/index.html>



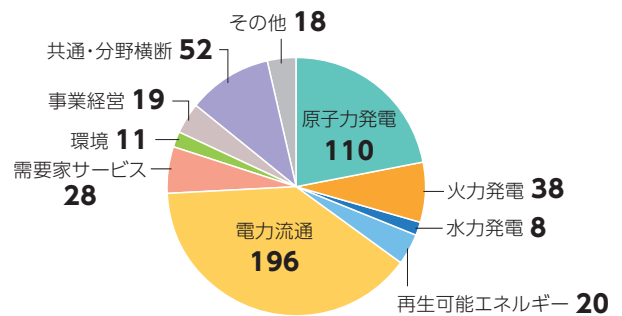
2021年度は、電力流通分野で196件、原子力発電分野で110件、火力発電分野で38件など合計500件の報告書を発刊し、ホームページにて無償提供している報告書は、2021年度末時点で約9,820件に及びます。

また、学術研究機関として学会等での論文の発表も積極的に行っており、2021年度は1,187件の論文を発表しました。

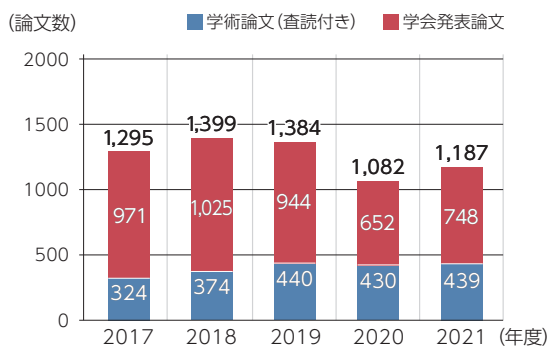
### 報告書発刊数の推移



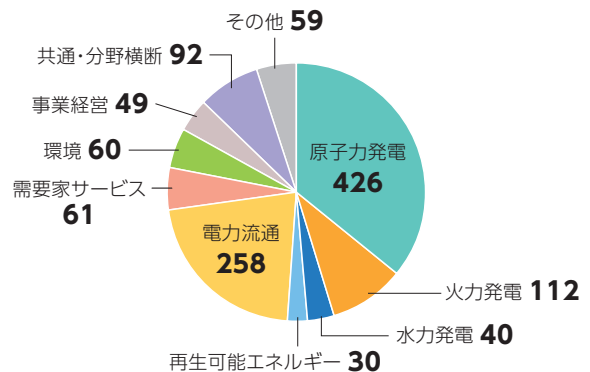
### 2021年度の報告書数の研究分野別内訳



### 論文発表数の推移

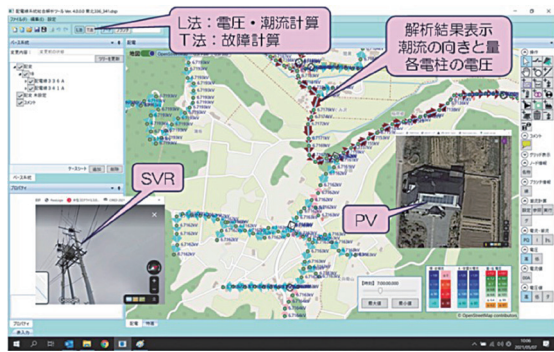


### 2021年度の論文数の研究分野別内訳



研究開発により創出した知的財産は厳選して特許出願・登録しており、開発したソフトウェアと併せて、電気事業をはじめとする産業界で活用されています。

2021年度は56件の特許出願、44件の特許登録を行い、2021年度末時点で737件の特許権を保有しています。また、電力技術・設備の評価、シミュレーション等を行うソフトウェアを118本開発しました。



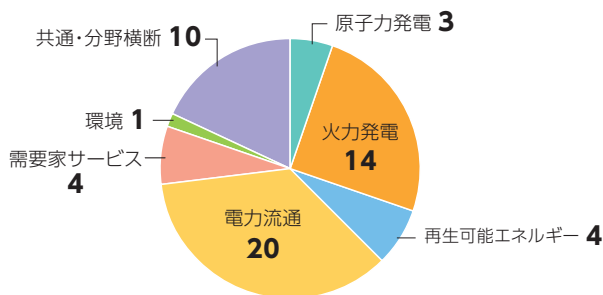
一般版CALDGの操作画面の例

当所開発の配電系統総合解析ツールCALDGは、配電系統の潮流や電圧を計算するソフトウェアとして、汎用のPC上で動作し、グラフィカルユーザーインターフェース(GUI)により容易に操作可能な点を特徴としています。

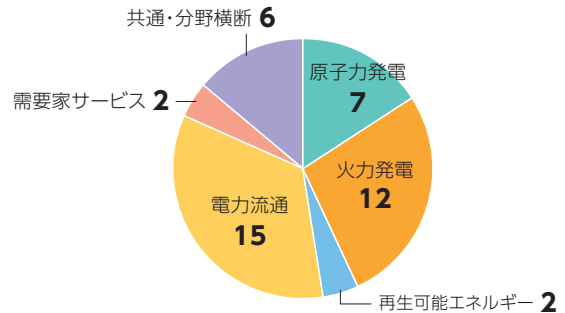
配電系統において太陽光発電をはじめとする分散型電源の導入拡大が進むなか、電圧制御等の運用シミュレーションに広く活用されています。

2021年度は、近年のマイクログリッドの導入に伴う技術的課題の解決に貢献するため、マイクログリッド事業者が利用可能な一般版ツールの開発を行いました。

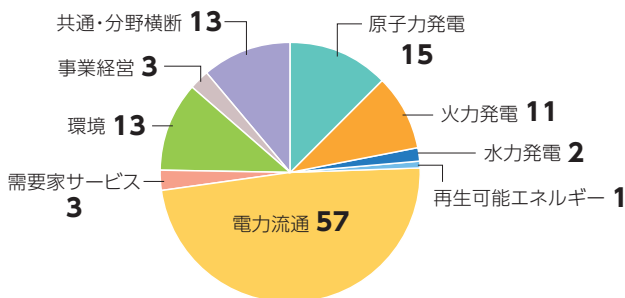
2021年度の特許出願数の研究分野別内訳



2021年度の特許登録数の研究分野別内訳



2021年度に開発したソフトウェア数の研究分野別内訳



2021年度に実施許諾した主な特許

- SiC STEP成膜・装置共同研究特許
- 変圧器の健全性診断方法、健全性診断装置
- PCB汚染変圧器の洗浄方法及び洗浄装置
- 膜状部材の支持方法及び膜状部材の支持構造

2021年度に使用許諾した主なソフトウェア

- 電力系統解析プログラム CPAT
- 電力系統瞬時値解析プログラム XTAP
- 竜巻飛来物速度評価ソフト TONBOS
- 表面き裂解析プログラム



## 成果の還元

### 規格・基準・技術指針等

研究成果を規格・基準・技術指針等に反映することで、電気事業のコストやリスクの低減、電気の利用者の利便性向上、社会全体としての安全・安心などに寄与しています。

2021年度は、日本原子力学会「原子力発電所の出力運転状態を対象とした確率論的リスク評価に関する実施基準(レベル2 PRA編):2021」や電池工業会「産業用密閉型ニッケル・水素蓄電池の単電池及び電池システム-第2部:安全性要求事項」など、多岐にわたる分野で国内外の規格・基準・技術指針等の制定に寄与しました。

当所が制定に寄与した主な規格・基準や技術指針等

| 分野    | 規格・基準・技術指針等   | 実施機関   |
|-------|---|--|
| 原子力発電 | AESJ-SC-P009:2021 原子力発電所の出力運転状態を対象とした確率論的リスク評価に関する実施基準(レベル2 PRA編):2021  | 日本原子力学会  |
|       | AESJ-SC-TR018:2021 外的事象に対する原子力安全の基本的考え方:2021  | 日本原子力学会  |
|       | JEAG4610-2021 個人線量モニタリング指針  | 日本電気協会   |
| 火力発電  | JIS K 0222 排ガス中の水銀分析方法  | 産業環境管理協会   |
| 電力流通  | IEC 61000-2-10:2021<br>Electromagnetic compatibility (EMC) -Part 2-10: Environment - Description of HEMP environment -Conducted disturbance   | IEC<br>TC 77/SC 77C                                    |
|       | IEC 61000-3-2:2018/AMD1:2020/ISH1:2021<br>Interpretation Sheet 1 - Amendment 1 - Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤16 A per phase) | IEC<br>TC 77/SC 77A                                    |
|       | IEC 61850-7-420:2021<br>Communication networks and systems for power utility automation - Part 7-420: Basic communication structure - Distributed energy resources and distribution automation logical nodes              | IEC<br>TC 57   |
|       | JIS C 60364-4-41, JIS C 60364-4-42, JIS C 60364-4-44<br>低圧電気設備-第4-41部:安全保護-感電保護、第4-42部:安全保護-熱の影響に対する保護、第4-44部:安全保護-妨害電圧及び電磁妨害に対する保護   | 日本規格協会   |
|       | 共通・分野横断   | JIS C 63115-2 産業用密閉型ニッケル・水素蓄電池の単電池及び電池システム-第2部:安全性要求事項 |

### 資格・試験業務

各種電力機器・機材の性能評価試験(短絡試験等)やPD認証制度における資格試験を運営しています。

#### 電力機器の性能評価試験業務(短絡試験等)

当所の大電力試験所は、ISO/IEC規格に適合した試験所として認定を受けており、50年以上に及ぶ短絡試験の経験と、基礎研究で培った科学的知見を併せ持つ試験所です。第三者機関としての安全性評価を通じて、電気事業における電力流通設備の最適設計や運用計画立案、電力の安定供給に貢献しています。

#### 2021年度の短絡試験業務の実績

| 受託試験件数 | 延べ試験日数 |
|--------|--------|
| 18件    | 32.5日  |

#### PD資格試験業務

日本非破壊検査協会による国内唯一の認定機関として、2006年より原子力発電所の配管などの非破壊検査の信頼性向上を目的としたPD(Performance Demonstration:性能実証)認証制度に基づくPD資格試験業務を実施しています。

#### 2021年度のPD資格試験業務の実績

| 試験回数 | 受験者数 | 合格者数 |
|------|------|------|
| 2回   | 5名   | 3名   |

## 国等からの受託研究

電気事業の課題解決への寄与や研究力の向上に繋がる国等からの受託研究を積極的に実施しています。

2021年度は、原子力発電分野における「原子力の安全性向上に資する技術開発事業」、火力発電分野における「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発」、電力流通分野における「再生可能エネルギーの大量導入に向けた次世代電力ネットワーク安定化技術開発」など、多岐にわたる分野で合計107件の受託研究を実施しました。

### 国等からの主な受託研究

| 委託元・件名  | 分野                              |
|---|---------------------------------|
| <b>経済産業省</b>  |                                 |
| 原子力の安全性向上に資する技術開発事業<br>(燃料集合体内冷却水の気液二相流の挙動解明に向けた研究開発、原子力発電所のリスク評価研究に係る基盤整備)   | 原子力発電                           |
| 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業<br>(岩盤中地下水流動評価技術高度化開発、地質環境長期安定性評価技術高度化開発、沿岸部処分システム評価確認技術開発)  |                                 |
| 原子力発電所の安全性向上に資する事業(原子力発電所の長期運転に向けた高経年化対策に関する研究開発)   |                                 |
| 原子力発電所の安全性向上に関する事業(「第四系中の変状」の成因に関する基礎的研究)   |                                 |
| 放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固化技術の基盤研究事業(ガラス固化技術の基盤整備)  | 電力流通<br>環境                      |
| 高圧ガス等技術基準策定研究開発事業(停電復旧見通しの精緻化・情報共有システム等整備事業)  |                                 |
| 地球温暖化問題等対策調査(地球温暖化問題を巡る国際動向調査(気候変動枠組条約(UNFCCC)))  |                                 |
| <b>総務省</b>  |                                 |
| 中間周波における遺伝毒性等の生物学的ハザード同定に関する調査  | 電力流通                            |
| <b>原子力規制庁</b>   |                                 |
| 原子力施設等防災対策等委託費(実機材料等を活用した経年劣化評価・検証(実機材料を活用した健全性評価に係る研究))事業  | 原子力発電                           |
| <b>国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構</b>  |                                 |
| カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発<br>【次世代火力発電基盤技術開発】機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究、<br>石炭火力の負荷変動対応技術開発/石炭火力発電システムの運用性向上技術開発、<br>CO <sub>2</sub> 分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発/多様な燃料を利用するCO <sub>2</sub> 回収型ポリジェネレーションシステム<br>基盤技術開発、<br>【カーボンリサイクル技術の共通基盤技術開発】二酸化炭素資源化のための中低温イオン液体を用いた尿素電解合成の可能性調査、<br>CO <sub>2</sub> 電解リバーシブル固体酸化物セルの開発、石炭灰およびバイオマス灰等によるCO <sub>2</sub> 固定・有効活用に関する要素技術開発<br>【石炭利用環境対策事業/石炭利用環境対策推進事業】浅海域における石炭灰の利活用促進に向けた環境配慮型技術の開発、<br>石炭の低温反応機構解明とそれに基づく自然発熱抑制技術開発、石炭灰を主原料とした新規なリサイクル連続長繊維の応用研究<br>【アンモニア混焼火力発電技術開発・実証事業】要素研究/火力発電所でのCO <sub>2</sub> フリーアンモニア燃料利用拡大に向けた研究開発<br>クリーンコール技術開発/石炭利用環境対策事業/石炭利用環境対策推進事業/石炭灰の削減と用途拡大のための石炭高品位化技術開発<br>水素利用等先導研究開発事業/従来技術を凌駕する超高効率発電共通基盤研究開発/酸素水素燃焼タービン発電の共通基盤技術の研究開発<br>燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業/共通課題解決型基盤技術開発/固体酸化物形燃料電池<br>スタックの高度評価・解析技術の研究開発、超高効率プロトン伝導セラミック燃料電池デバイスの研究開発(WP3 セル評価・アプリ<br>ケーション研究) | 火力発電<br>環境                      |
| NEDO先導研究プログラム/エネルギー・環境新技術先導研究プログラム<br>車載用蓄電池の内部状態解析に基づく診断技術の研究開発、植物工場向けDR・生育維持システムの基礎技術開発、<br>大容量洋上風力発電導入拡大のための再エネと蓄電池を伴うM-Gセット、超高温設備の革新的オンライン監視システムの開発、<br>電力貯蔵用高安全・低コスト二次電池の研究開発、二酸化炭素循環型地熱発電システムの開発  |                                 |
| 再生可能エネルギーの大量導入に向けた次世代電力ネットワーク安定化技術開発<br>研究開発項目①-1日本版コネクト&マネージを実現する制御システムの開発、<br>研究開発項目②-1配電システムにおける電圧・潮流の最適な制御方式の開発<br>地熱発電導入拡大研究開発/環境保全対策技術開発/気象調査代替手法および新たな大気拡散予測手法の研究開発  | 再生可能エネルギー<br>需要家サービス<br>共通・分野横断 |
| <b>国立研究開発法人科学技術振興機構</b>   |                                 |
| 微小エネルギーを利用した革新的な環境発電技術の創出/スマートメカトロニクスを基盤とした振動発電素子の開発/<br>エレクトレットを用いた振動発電素子開発  | 電力流通<br>共通・分野横断                 |
| <b>国立研究開発法人日本原子力研究開発機構</b>  |                                 |
| 金属燃料炉心安全性および乾式再処理技術に関する研究   | 環境                              |
|   | 共通・分野横断                         |
|   | 原子力発電                           |

## 技術交流コース・技術研修

当所が蓄積してきた技術や知見、開発した解析プログラム、最新の技術情報等を電気事業者向けに提供・講演する技術交流コースを開催しています。

2021年度は、新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から、電力技術、土木技術、火力技術など5分野で計15件の技術交流コースの開催をウェビナーや動画配信、少人数の対面方式により実施しました。また、各種団体や企業等からの依頼を受け、電気事業や電力技術等に関する講演・研修などを実施する出張技術研修についても、対面開催を主としつつ一部をオンライン開催により実施しました。

# 広報活動

## マスメディアを通じた情報発信

新聞、雑誌、TV・ラジオなどからの取材依頼などに対し、当所が保有する科学的知見・データに基づく解説などを行いました。特に、カーボンニュートラルや地球温暖化問題、電力の安定供給など社会的関心の高い話題について、社会全般における理解促進に向けて、解説や情報提供を行いました。

また、創出した研究成果について、電気事業者や社会での活用に繋げることなどを目的に、積極的な情報発信に努めました。

なお、前年度に引き続き、オンラインと対面を適切に使い分けるなど工夫をして、コロナ禍の制約があるなかでも適切に感染防止に留意し、取材等に対応しました。

### 2021年度における主なトピックス

#### 脱炭素社会実現に向けた電力需給のあり方に関する解説等

わが国で2050年カーボンニュートラルに向けた政策策定や取り組みが本格化するなか、電力需給両面での脱炭素化の必要性とその達成に必要な技術開発などについて解説しました。また、脱炭素社会実現と電力安定供給の両立への幅広い選択肢確保の観点から、再生可能エネルギー、原子力および火力各電源の有効利用における課題などについて解説しました。

(読売新聞2021/7/17、22、2022/1/17、毎日新聞2021/6/1、日刊工業新聞2021/5/31、2021/7/22、2022/1/31、日経産業新聞2022/1/19、雑誌「Wedge」2021/11月号、雑誌「エネルギーフォーラム」2021/9月号、雑誌「日経クロステック」2022/2月号、BSフジ「ガリレオX」2021/8/22 ほか)

#### 地球温暖化政策の国際動向などに関する解説等

カーボンニュートラルに向けた世界的な動きが加速し、地球温暖化問題への関心が高まるなか、米国バイデン政権によるエネルギー・環境政策の動向やわが国に及ぼす影響、COP26などにおける国際交渉の行方、欧米等で議論が進められているカーボンプライシング、EUタクソミーの概要などについて解説しました。

(毎日新聞2021/4/23、12/18、雑誌「エコノミスト」2021/11/29号、雑誌「日経ESG」2021/9、10月号、2022/1、4月号 ほか)

#### 自然災害発生時などにおける電力の安定供給および効率的な電気利用に関する解説等

大規模な地震や火山噴火などの自然災害発生時の電力インフラへの影響や電力安定供給への技術的側面からの解説、需給ひっ迫時などに家庭で実施可能な効率的な電気利用などについて解説しました。

(NHK「明日をまもるナビ」2021/10/17、テレビ朝日「スーパー」チャンネル」2022/3/17、福岡放送「めんたいワイド」2022/3/23、共同通信2022/3/23 ほか)

### 当所研究活動・成果紹介記事の例

| 掲載・放映タイトル等  | 分野        |
|---|-----------|
| NRRC 地震PRAの高度化に向けて(電気新聞、2021/8/26 ほか 計6回連載寄稿)                   | 原子力発電     |
| プラント用耐熱鋼など 余寿命予測サービス 電中研-神戸工業試験場(化学工業日報、2021/8/23)              | 火力発電      |
| ドローン電磁探査による斜面の地下構造評価手法の開発(電気現場、2022/1月号)                        | 水力発電      |
| 温室効果ガス 30年度「46%減」困難 電中研 政府見通し反映も(電気新聞、2021/5/17)                | 再生可能エネルギー |
| 気象データで再生エネ促進(日本経済新聞、2021/11/2)                                  | 再生可能エネルギー |
| 地熱発電事業 小規模事業者向けツール 運転効率・事業性「見える化」(日刊工業新聞、2021/10/6)             | 再生可能エネルギー |
| スカイツリー「知られざる仕事のウラ側」雷観測研究(TBSテレビ「あさチャン」、2021/7/21)               | 電力流通      |
| 2050年以降に実用化 次世代系統制御開発へ リアルタイムの情報活用(電気新聞、2021/12/13)             | 電力流通      |
| EV普及に向けた電中研の取り組み(電気新聞、2021/10/18 ほか 計5回連載寄稿)                    | 需要家サービス   |
| コンクリート製造 CO <sub>2</sub> 排出70%減 セメント使わず 強度も維持(日経産業新聞、2021/7/26) | 環境        |
| 低炭素ごはん研究挑む 電中研 「食」起源の排出減へ(電気新聞、2021/10/8)                       | 環境        |
| 鉄酸化細菌でエチレン 電中研 CO <sub>2</sub> から効率生産(化学工業日報、2021/10/12)        | 環境        |
| 電力使用量 コロナ前比4%増(日経産業新聞、2021/7/28)                                | 事業経営      |



## 研究報告会など

研究報告会などを通じて、当所の研究活動や研究成果を適切に情報発信しています。

2021年11月17日に、『2050年カーボンニュートラル』実現に向けて「電力供給サイドの課題と取り組み」をテーマに「研究報告会2021」を会場とウェビナーによるハイブリッド形式で開催し、電力会社や研究機関、学協会等から計約770名の参加がありました。2050年カーボンニュートラル実現に向けて変革が不可避である電力需給に着目し、火力発電ゼロエミッション化の道筋、原子力発電の活用、CO<sub>2</sub>を資源として循環利用するカーボンリサイクル技術、カーボンニュートラル実現に伴う変化を見据えた系統分野の技術や対応策などに関し、解決すべき課題とそれに対する当所の研究の狙いや具体的取り組みなどを報告しました。



研究報告会2021  
(会場とウェビナーのハイブリッド開催)

2021年10月14、15日に、電力流通部門における中長期の研究・開発課題に対する認識共有および意見・情報交換などを目的に、「第1回 電力流通テクニカルカンファレンス」を会場とウェビナーによるハイブリッド形式で開催しました。電力会社や研究機関、企業、大学などから2日間で延べ約315名の参加があり、外部有識者による講演、研究成果の報告、意見交換などを行いました。

## プレスリリース・ソーシャルメディアなど

当所の活動を幅広くご理解いただくため、プレスリリースやソーシャルメディア(Twitter、Facebook、YouTube)なども積極的に活用しました。具体的には、研究活動や成果などに関する16件のプレスリリース、また、当所公式YouTubeチャンネルによる、シリーズ「電気を安定して送るために」(その5、6)の公開や大型研究設備などの紹介、FacebookとTwitterによる、刊行物発行や新聞・雑誌掲載・テレビ放映に関する情報の発信を行いました。

### 2021年度に公式YouTubeチャンネルで公開した主な動画

電気を安定して送るために その5『無効電力』で電圧を調整する

電気を安定して送るために その6「系統安定度を維持する」

<大型研究設備シリーズ5>大電力試験所

Shear test of reinforced fly-ash based alkali-activated concrete beam

ヒトコネクションテクノロジー HITO CONNECTION TECHNOLOGY (ver.2021)

採用ビデオ/ CRIEPI Recruitment Video

XTAPシリーズ(「Introduction to XTAP」ほか、計5本)



「電気を安定して送るために」シリーズ

### 施設等の視察、見学、研究所公開など

当所では施設・設備などの視察、見学を随時受け入れるとともに、研究所公開等のイベントにおいては、実験施設の紹介や子供向けの科学教室、研究員による講演等のプログラムを提供し、地域の皆さまをはじめ、多くの方々に参加いただいています。ただし、2021年度は、前年度に引き続き、新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から、研究所公開などのイベントは中止とし、視察、見学についても、国・自治体の要請などを踏まえ、感染防止対策を優先し、原則中止または保留としました。

そのため、これらに代わる新たな取り組みとしてオンラインによる設備見学会などを行いました。



オンラインによる設備見学会

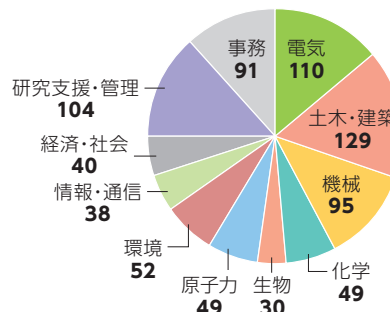
## 人員・学位・受賞

当所には、様々な専門分野の研究者が所属しており、発表する論文等は各種学会・協会等から多くの賞をいただいています。

2021年度末時点の人員数は、研究系職員696名、事務系職員91名、合計787名です。研究系職員の専門分野は、電気、土木・建築から経済・社会など、多岐にわたっており、博士号取得者数は405名です。

また、2021年度は、日本エネルギー学会からの「学会賞（技術部門）」や日本電気協会からの「第66回澁澤賞」など、計55件（延べ82名）の外部表彰を受賞しました。

2021年度末時点の専門分野別人員構成



### 受賞した主な外部表彰

| 授賞団体       | 受賞名               | 受賞者                            | 論文名等  |
|------------|-------------------|--------------------------------|---|
| 日本原子力学会    | 第54回日本原子力学会賞論文賞   | 名内 泰志                          | Adjoint flux calculation of natural mode equation by time dependent neutron transport |
| 日本機械学会     | 日本機械学会奨励賞(技術)     | 甲斐田 武延                         | 産業用高温ヒートポンプの冷媒選定と性能評価手法の開発  |
| 日本エネルギー学会  | 学会賞(技術部門)         | 一般財団法人電力中央研究所                  | 「クローズドIGCC」による高効率ゼロエミッション火力技術の開発  |
| 電気学会       | 第30回業績賞           | 山崎 健一                          | 低周波・中間周波数帯電磁界安全性評価技術の開発・標準化ならびに電気学会活動への貢献   |
| 電気学会       | 第77回電気学術振興賞論文賞    | 上田 紀行                          | IEC 61131-3/IEC 61850準拠PLCによる保護制御機能の実装手法  |
| 日本電気協会     | 第66回澁澤賞           | 幸田 栄一<br>高橋 徹<br>中尾 吉伸<br>渡邊 泰 | 【発明・工夫、設計・施工】<br>発電システム熱効率解析汎用プログラム(EnergyWin <sup>®</sup> )の開発グループ                   |
| 日本電気協会     | 第66回澁澤賞           | 佐賀井 重雄                         | 【学術研究】<br>サイバーセキュリティ演習を通じた電力系ITシステム保安強化への貢献   |
| 電気科学技術奨励会  | 第69回電気科学技術奨励賞     | 宮川 義範<br>石丸 真<br>佐藤 浩章         | 変電所の新たな耐震設計指針を反映した耐震診断ツールELECTREEの開発と変圧器ブッシングの非線形地震応答解析の実用化                           |
| 土木学会       | 構造工学論文集Vol.67A論文賞 | 松宮 央登<br>清水 幹夫<br>西原 崇         | 多導体送電線用ジャンパ装置における強風時の横振れ評価  |
| エネルギー・資源学会 | 第9回茅賞             | 向井 登志広                         | 家庭CO <sub>2</sub> 統計を用いた機器保有状況の予測手法に関する検証   |

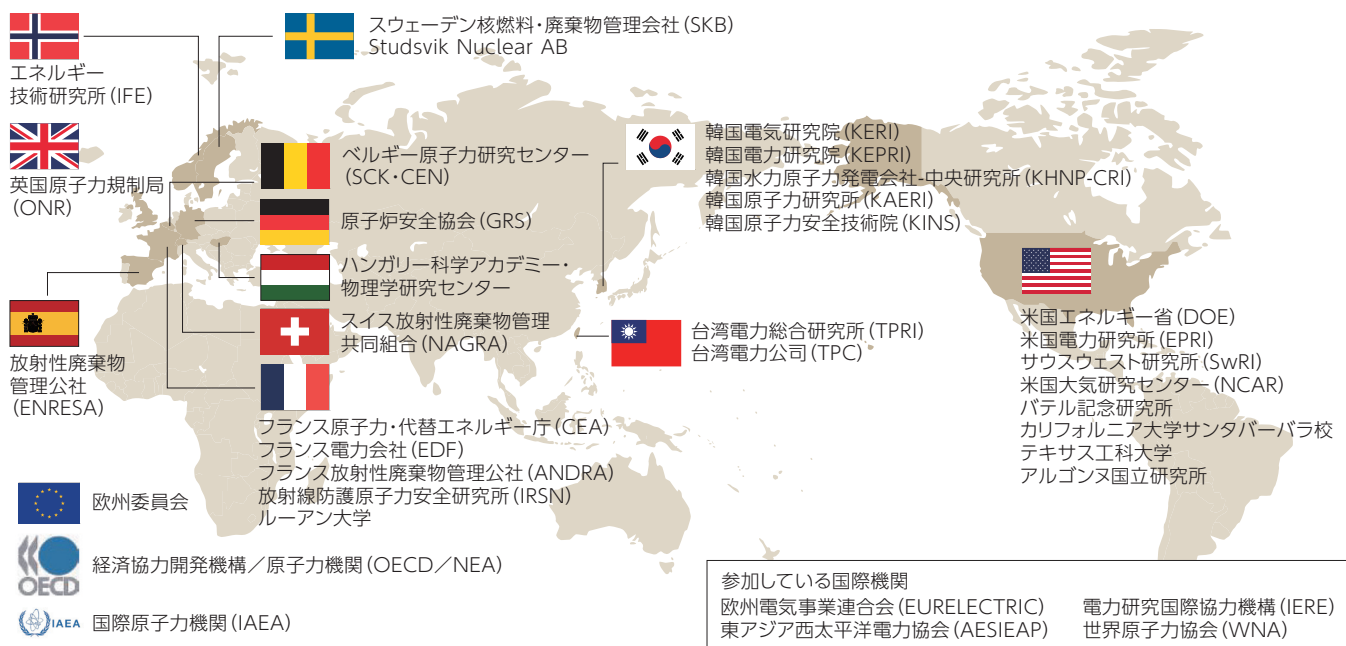
## 研究ネットワーク

エネルギーに係わる最先端の研究開発動向の把握や研究ネットワークの強化・拡充を目的に、高い技術水準を有する国内外の機関等と包括協力協定の締結や共同研究を積極的に行っています。

国外機関との協力状況は以下の通りです。

近年、特にフランス電力会社(EDF)、経済協力開発機構／原子力機関(OECD/NEA)との協力関係を強化しています。EDFについては、相互に研究員の長期派遣を実施しており、2021年10月に経営レベルでの会議(オンライン)、2022年2月に”EDF-CRIEPI Zero Carbon Virtual Seminar”を開催しました。また、OECD/NEAについては、2021年5月にMagwood事務局局長ほかによるバーチャル訪問を受けるとともに、12月および2022年3月には経営レベルでの会議(オンライン)を開催しました。コロナ禍により国外出張や対面での会合が困難な状況が継続するなか、着実に協力・交流の深化を図っています。

### 主な研究協力協定締結・共同研究実施機関

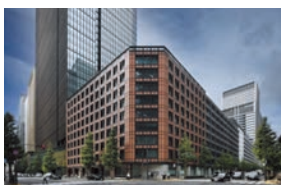
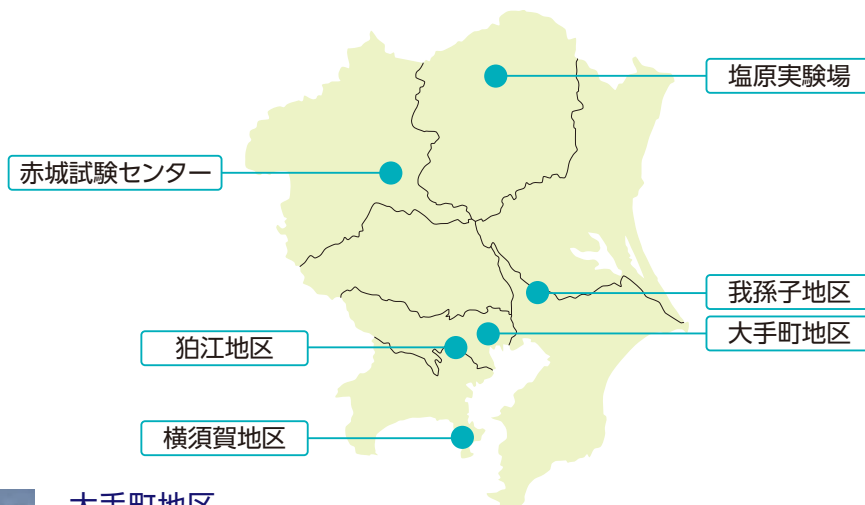


### 包括協力協定を締結している主な国外機関との協力内容

| 相手機関                      | 相手先機関の特徴  | 主な協力内容   |
|---------------------------|---|--|
| フランス電力会社 (EDF)            | 1946年に設立されたフランス最大の電力会社。電気事業のあらゆる分野を網羅してインハウスで研究開発を実施  | 協定締結:2012年～<br>原子力分野 (PRA, SAIほか)、ヒートポンプ、蓄電池、次世代グリッド、水素、電化、耐震            |
| 米国電力研究所 (EPRI)            | 1973年に米国カリフォルニア州パロアルトに設立された非営利研究機関                    | 協定締結:1976年～<br>原子炉材料、低線量放射線、原子力のリスクと安全管理、水化学、地熱利用、電力流通と利用、水素             |
| サウスウェスト研究所 (SwRI)         | 1947年に米国テキサス州サンアントニオに設立された非営利研究機関                     | 協定締結:1997年～<br>非破壊検査、火災ハザード、耐震PRA  |
| フランス原子力・代替エネルギー庁 (CEA)    | 1945年設立。原子力・代替エネルギーに関する政策立案および研究開発を行うフランスの政府機関        | 協定締結:2004年～<br>原子力燃料、非破壊検査、放射性物質長期保存、使用済燃料貯蔵                             |
| ベルギー原子力研究センター (SCK・CEN)   | 1952年設立。原子力材料科学や原子力システム、環境・安全・健康などの分野で研究を行う非営利の研究機関   | 協定締結:2016年～<br>原子炉材料   |
| 経済協力開発機構／原子力機関 (OECD/NEA) | 1972年設立。原子力政策、技術に関する各国間の情報交換、行政上・規制上の課題の検討等を目的とする国際組織 | 協定締結:2019年～<br>原子力燃料、原子力安全 (火災ハザードなど)、自然災害へのアプローチ、放射線防護、電力市場における課題、廃棄物管理 |



当所には、関東地方の一都四県に、4つの研究・事業活動拠点と2つの試験センター・実験場があります。現在、「エネルギー産業技術研究の拠点」である横須賀地区、および「自然・環境科学研究の拠点」である我孫子地区を中心とする研究拠点整備を進めています。



### 大手町地区

内部監査室 総務グループ 企画グループ 経理グループ 広報グループ  
 社会経済研究所 原子力リスク研究センター  
 〒100-8126 東京都千代田区大手町1-6-1 TEL:03-3201-6601



### 横須賀地区

エネルギー変換研究本部 グリッドイノベーション研究本部  
 横須賀運営センター  
 〒240-0196 神奈川県横須賀市長坂2-6-1 TEL:046-856-2121



### 我孫子地区

サステナブルシステム研究本部  
 我孫子運営センター 調達センター  
 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子1646 TEL:04-7182-1181



### 粕江地区

粕江運営センター  
 〒201-8511 東京都粕江市岩戸北2-11-1 TEL:03-3480-2111



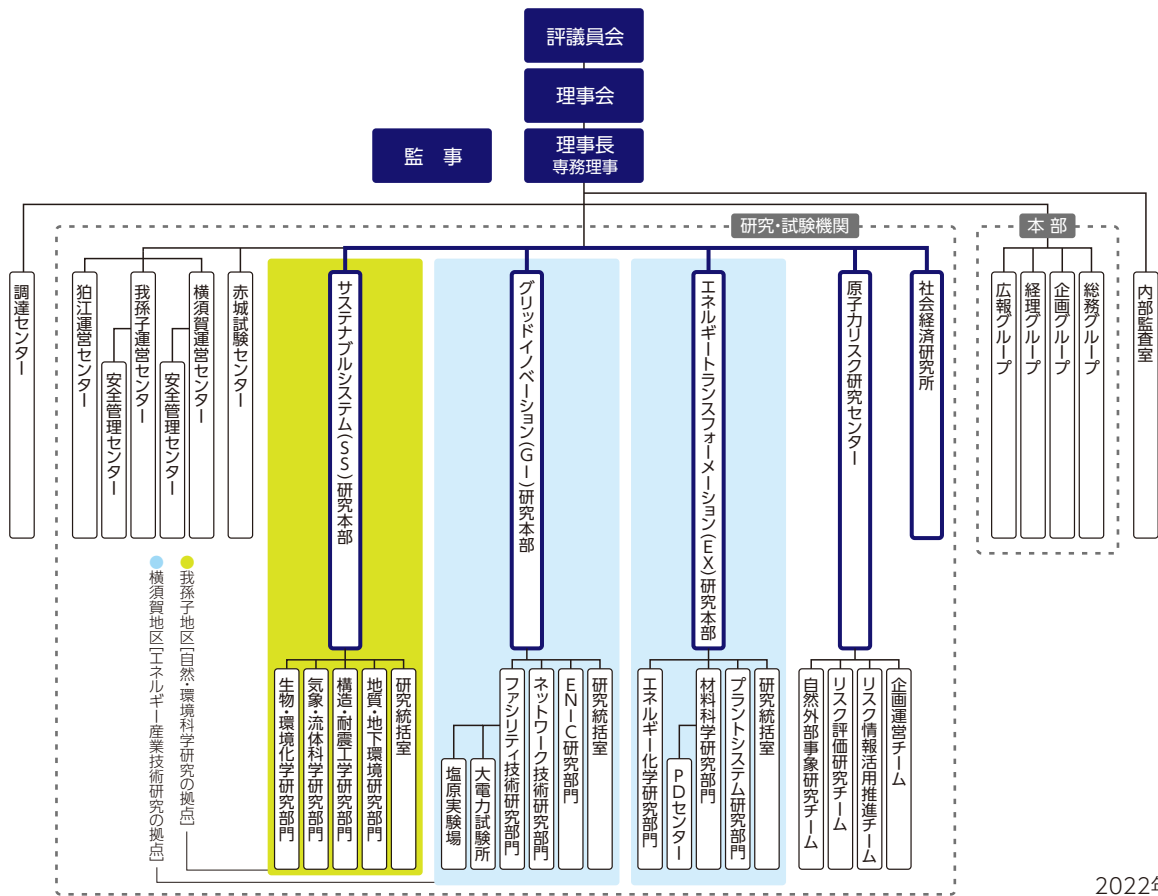
### 赤城試験センター

〒371-0241 群馬県前橋市苗ヶ島町2567 TEL:027-283-2721



### 塩原実験場

〒329-2801 栃木県那須塩原市関谷1033 TEL:0287-35-2048



2022年3月現在

### 3 研究本部体制

各研究本部においては、基盤技術を構成単位とした部署編成とすることで、研究員が研究分野に囚われることなく、基盤技術の幅広い応用先を発想することを促します。さらに、所内における横断的な研究展開を戦略的に促進する機能を担う研究統括室を各研究本部に設置することで、所内における更なる知見の融合と、よりスピーディな研究員の連携を可能とする組織体制としています。

#### エネルギートランスフォーメーション(EX)研究本部

機械工学、原子力工学、化学、材料科学等の基盤技術を活用し、革新的なエネルギー変換・貯蔵技術の開発、原子力発電所の長期運転と次期原子炉開発、ゼロエミッション火力の実現等に向けた研究開発を推進します。

#### グリッドイノベーション(GI)研究本部

電気工学、情報通信等の基盤技術を活用し、再生可能エネルギーの導入拡大と安定供給確保を両立するため、新たな広域系統や地域エネルギー需給基盤の構築、産業・運輸・家庭における電化等に寄与する研究開発を推進します。

#### サステナブルシステム(SS)研究本部

土木工学、地球物理学、環境化学、生物学、農学等の基盤技術を活用し、洋上風力発電等の再生可能エネルギー電源を含む、電力設備の効果的な防災・運用・保全によるレジリエンス強化、放射性廃棄物処分や放射線安全等に関する研究開発を推進します。

#### 社会経済研究所

経済学、経営学、法律学に加え、電気工学やエネルギー技術、環境制度などの知見を活用し、社会経済やエネルギー需給、電気事業経営を支える技術を幅広く俯瞰した分析等を行います。

#### 原子力リスク研究センター(NRRC)

原子力施設の安全性向上に向けた取り組みとして、確率的リスク評価(PRA)、リスク情報を活用した意思決定(RIDM)等の手法開発と活用支援を推進します。

### 内部統制の基本方針

一般財団法人電力中央研究所は、業務の適正かつ効率的な運営を図るため、下記のとおり内部統制システムの基本方針を定め、以て同システムの維持・改善に努める。

#### (1) 経営に関する管理体制

- ・理事会は、定時に開催するほか、必要に応じて臨時に開催し、法令・定款、評議員会決議に従い、業務執行上の重要事項を審議・決定するとともに、理事の職務執行を監督する。
- ・業務を執行する理事等で組織する経営および研究戦略等に関する会議体（以下、「経営会議等」という）を適宜開催し、業務執行上における重要事項について機動的、多面的に審議する。
- ・業務を執行する理事の担当業務を明確化し、事業運営の適切かつ迅速な推進を図る。
- ・職務執行上の責任と権限を所内規程で明確にし、理事、職員等の職務遂行の適正および効率性を確保する。
- ・評議員会、理事会、経営会議等の重要会議の議事録その他理事の職務執行に係る情報については、定款および所内規程に基づき、適切に作成、保存、管理する。
- ・理事長直轄の内部監査部門を設置し、職務執行の適正および効率性を確保するため、業務を執行する各部門の職務執行状況等を定期的に監査する。

#### (2) リスク管理に関する体制

- ・リスク管理に関し、体制および所内規程を整備する。
- ・事業活動に関するリスクについては、法令や所内規程等に基づき、職務執行箇所が自律的に管理することを基本とする。
- ・リスクの統括管理については、内部監査部門により一元的に行うとともに、重要リスクが漏れなく適切に管理されているかを適宜監査し、その結果を理事長および経営会議等に報告する。
- ・経営に重大な影響を及ぼすおそれのある重要リスクについては、経営会議等で審議し、必要に応じて、対応策等の必要な事項を決定する。
- ・非常災害等の発生に備え、対応組織や情報連絡体制等について、所内規程に定めるとともに、防災訓練等を実施する。

#### (3) コンプライアンスに関する管理体制

- ・コンプライアンスに関する行動指針等を定め、理事自ら率先して実践するとともに、所内向けホームページ等を介した不正防止に関わる職員への啓発活動を継続して実施する。
- ・匿名相談できる通報窓口を所内・外に常設する。
- ・内部監査部門は、職員の職務執行状況について、コンプライアンスの観点から監査し、その結果を経営会議等に報告する。理事等は、監査結果を踏まえ、所要の改善を図る。

#### (4) 監査に関する体制

- ・監事は、理事会などの重要会議への出席、ならびに重要書類の閲覧等を通して、理事等の職務執行についての適法性、妥当性に関する監査を行う。なお、常勤の監事を設置する。
- ・監事の職務を補助するスタッフは、内部監査部門が務める。監事補助スタッフは、監事を補助する職務に専念している間は、理事の指揮・命令を受けず、また異動や評定に当たっては、監事の意向が尊重される。
- ・理事および職員は、当研究所に著しい損害を与えるおそれのある事実または法令、定款その他の所内規程等に反する行為などを発見した時は、直ちに理事長ならびに常勤の監事、内部監査部門に報告する。
- ・理事および職員は、職務執行の状況等について、監事が報告を求めた場合には、これに応じる。



## 業務の適正を確保するための体制の運用状況(概要)

一般社団法人及び一般財団法人に関する法律施行規則第64条において準用する同規則第34条第2項第2号に従い記載する、当所における「内部統制の基本方針」に基づく業務の適正を確保するための体制の運用状況に関する報告は以下のとおりです。

### (1) 経営に関する管理体制の運用状況

- ・理事会は、法令・定款のほか、評議員会の決議に従い、法人の業務執行上の重要事項を審議・決定するとともに理事の職務執行の監督を行いました。
- ・業務を執行する理事等で組織する経営および研究戦略等に関する会議体(以下「重要会議体」という)を開催し、業務執行上の重要事項を審議・確認しました。
- ・評議員会、理事会、重要会議体の議事録その他理事の職務執行に係る情報については、定款および所内規程に基づき、適正に作成、保存、管理を行いました。
- ・年間の監査計画を策定し、所内規程に基づき内部監査を行いました。

### (2) リスク管理に関する体制の運用状況

- ・「電力中央研究所リスク管理規程」に基づき、リスクに関する管理状況を内部監査部門において取り纏め、重要会議体で審議・確認しました。

### (3) コンプライアンスに関する管理体制の運用状況

- ・コンプライアンス推進の一環として、外部のeラーニング教材を利用し、全役職員等を対象とした研究倫理に関する研修やハラスメント研修を実施したほか、コンプライアンスに係わる所内向けの情報発信を行いました。
- ・匿名で相談できる通報窓口を所内・外に常設し、コンプライアンスに関する相談に対応しました。
- ・組織改編を踏まえた内部統制体制の再確認や公的研究費の執行状況に関する内部監査を実施し、その結果を踏まえて業務改善を促しました。

### (4) 監査に関する体制の運用状況

- ・監事は、理事会、重要会議体への出席、重要書類の閲覧等を通じて、理事の職務執行状況を確認しました。
- ・「内部統制の基本方針」に基づき、監事の職務を補佐するスタッフはその補佐業務を優先して行いました。
- ・監事は、独立監査人の監査状況の監視および同人から提出された監査報告書等の確認を行いました。
- ・監事は、理事および各部門の長への面談等により、事業計画策定ならびに業務執行が適切かつ効率的に行われていることを確認しました。
- ・監事、内部監査部門ならびに独立監査人との間で定期的に情報・意見を交換する場(三様監査連絡会)を設け、連携を図ることで監査の実効性を高めました。

## 会議体と役員等人事

### 評議員会

#### 評議員会実施状況

| 年月日               | 付議事項  |
|-------------------|---|
| 2021年 6月18日(第34回) | 1. 2020年度継続給付金 報告の件<br>2. 2020年度事業報告 承認の件<br>3. 2020年度決算 承認の件<br>4. 理事及び監事の選任 決議の件  |
| 2021年 9月 7日(第35回) | 1. 評議員及び理事の選任 決議の件  |
| 2022年 3月18日(第36回) | 1. 2022年度継続給付金 決議の件<br>2. 2022年度事業計画書 承認の件<br>3. 2022年度収支予算書 承認の件<br>4. 評議員の選任 決議の件 |

### 理事会

#### 理事会実施状況

| 年月日               | 付議事項   |
|-------------------|--|
| 2021年 6月 3日(第42回) | 1. 2020年度継続給付金の報告について<br>2. 2020年度事業報告について<br>3. 2020年度決算について<br>4. 理事長、専務理事、常務理事、業務執行理事の職務執行の状況報告<br>5. 理事及び監事の選任について<br>6. 評議員会の決議及び報告の省略について                  |
| 2021年 6月18日(第43回) | 1. 理事長、専務理事、常務理事及び業務執行理事の選定と分担業務について<br>2. 重要な使用人の選任について<br>3. 役員退職慰労金の支給について  |
| 2021年 8月16日(第44回) | 1. 評議員及び理事の選任について  |
| 2022年 3月11日(第45回) | 1. 2022年度継続給付金について<br>2. 2022年度事業計画書について<br>3. 2022年度収支予算書について<br>4. 理事長、専務理事、常務理事、業務執行理事の職務執行の状況報告<br>5. 評議員の選任について<br>6. 役員等賠償責任保険への加入について<br>7. 評議員会招集の決定について |

## 役員等人事

- (1) 評議員 ①就任 [2021年 9月 7日付] 松田 光司  
 [2022年 3月18日付] 大久保 仁  
 ②退任 [2021年 8月13日付] 横山 明彦  
 [2021年 9月 7日付] 金井 豊
- (2) 理事 ①就任 [2021年 6月18日付] 芦谷 茂 犬丸 淳 植田 伸幸 氏家 和彦 大西 賢治  
 岡信 慎一 金谷 守 近野 博嘉 曾根田 直樹 豊馬 誠  
 根本 孝七 松浦 昌則 美濃 由明 村田 千春 山田 研二  
 [2021年 9月 7日付] 塩谷 誓勝
- ②理事長、専務理事、常務理事及び業務執行理事の選定  
 [2021年 6月18日付] 理事長 松浦 昌則  
 専務理事 犬丸 淳  
 常務理事 金谷 守 植田 伸幸 美濃 由明 村田 千春  
 業務執行理事 曾根田 直樹 根本 孝七 近野 博嘉
- ③退任 [2021年 6月18日付] 谷井 浩  
 [2021年 9月 7日付] 大西 賢治
- (3) 監事 ①就任 [2021年 6月18日付] 西澤 伸浩 森下 義人 矢花 修一

## 評議員一覧 (2022年3月31日現在)

|        |          |         |
|--------|----------|---------|
| 碧海 西 癸 | 小早川 智明   | 正田 英介   |
| 池辺 和 弘 | 清水 希 茂   | 増田 尚 宏  |
| 石原 研 而 | 早田 敦     | 増田 祐 治  |
| 一ノ倉 理  | 長井 啓 介   | 松田 光 司  |
| 伊藤 眞   | 南部 鶴 彦   | 松本 紘    |
| 岩崎 俊 一 | 長谷川 俊明   | 村松 衛    |
| 大久保 仁  | 林 欣 吾    | 本永 浩 之  |
| 大島 ま り | 林 良 嗣    | 森 鳶 昭 夫 |
| 茅 陽 一  | 樋口 康 二 郎 | 森本 孝    |
| 小島 明   | 藤井 裕     | 渡部 肇 史  |

評議員 計30名

## 役員一覧 (2022年3月31日現在)

|        |            |         |            |
|--------|------------|---------|------------|
| 理 事 長  | 松浦 昌則(常勤)  | 理 事     | 氏家 和彦(非常勤) |
| 専務理事   | 犬丸 淳(常勤)   | //      | 岡信 慎一(非常勤) |
| 常務理事   | 金谷 守(常勤)   | //      | 塩谷 誓勝(非常勤) |
| //     | 植田 伸幸(常勤)  | //      | 芦谷 茂(非常勤)  |
| //     | 美濃 由明(常勤)  | //      | 山田 研二(非常勤) |
| //     | 村田 千春(常勤)  | //      | 豊馬 誠(非常勤)  |
| 業務執行理事 | 曾根田 直樹(常勤) | 理事 計15名 |            |
| //     | 根本 孝七(常勤)  | 監 事     | 矢花 修一(常勤)  |
| //     | 近野 博嘉(常勤)  | //      | 森下 義人(非常勤) |
|        |            | //      | 西澤 伸浩(非常勤) |

監事 計 3名

## SDGsへの取り組み

「持続可能で社会に受容されるエネルギーシステム」の実現に向けた当所の取り組みは、目標7「エネルギーをみんなにそしてクリーンに」をはじめとするSDGs(持続可能な開発目標)が指し示す方向と一致するものです。

当所は、国内外の他機関と連携しながら、高度な研究力を活かして技術革新を先導すると同時に、電気事業の課題解決に資する研究成果を確実に創出し、その成果の社会実装を通じて、SDGsの達成に貢献していきます。

また、次ページの環境活動に示すとおり、研究活動に加えて、「環境に配慮した研究所運営」においてもSDGsの達成に貢献する取り組みを継続していきます。

### 当所の研究が貢献するSDGs



7 エネルギーをみんなに  
そしてクリーンに

すべての人々の、安価かつ信頼できる  
持続可能な近代的エネルギーへのアクセ  
スを確保する



13 気候変動に  
具体的な対策を

気候変動及びその影響を軽減するため  
の緊急対策を講じる



8 働きがいも  
経済成長も

包摂的かつ持続可能な経済成長及び  
すべての人々の完全かつ生産的な雇  
用と働きがいのある人間らしい雇用  
(ディーセント・ワーク)を促進する



14 海の豊かさ  
を守ろう

持続可能な開発のために海洋・海洋資  
源を保全し、持続可能な形で利用する



9 産業と技術革新の  
基盤をつくらう

強靱(レジリエント)なインフラ構築、包  
摂的かつ持続可能な産業化の促進及  
びイノベーションの推進を図る



15 陸の豊かさ  
を守ろう

陸域生態系の保護、回復、持続可能な  
利用の推進、持続可能な森林の経営、  
砂漠化への対処、ならびに土地の劣化  
の阻止・回復及び生物多様性の損失を  
阻止する



11 住み続けられる  
まちづくりを

包摂的で安全かつ強靱(レジリエント)  
で持続可能な都市及び人間居住を実  
現する



17 パートナーシップで  
目標を達成しよう

持続可能な開発のための実施手段を  
強化し、グローバル・パートナーシップ  
を活性化する



12 つくる責任  
つかう責任

持続可能な生産消費形態を確保する



## 環境活動

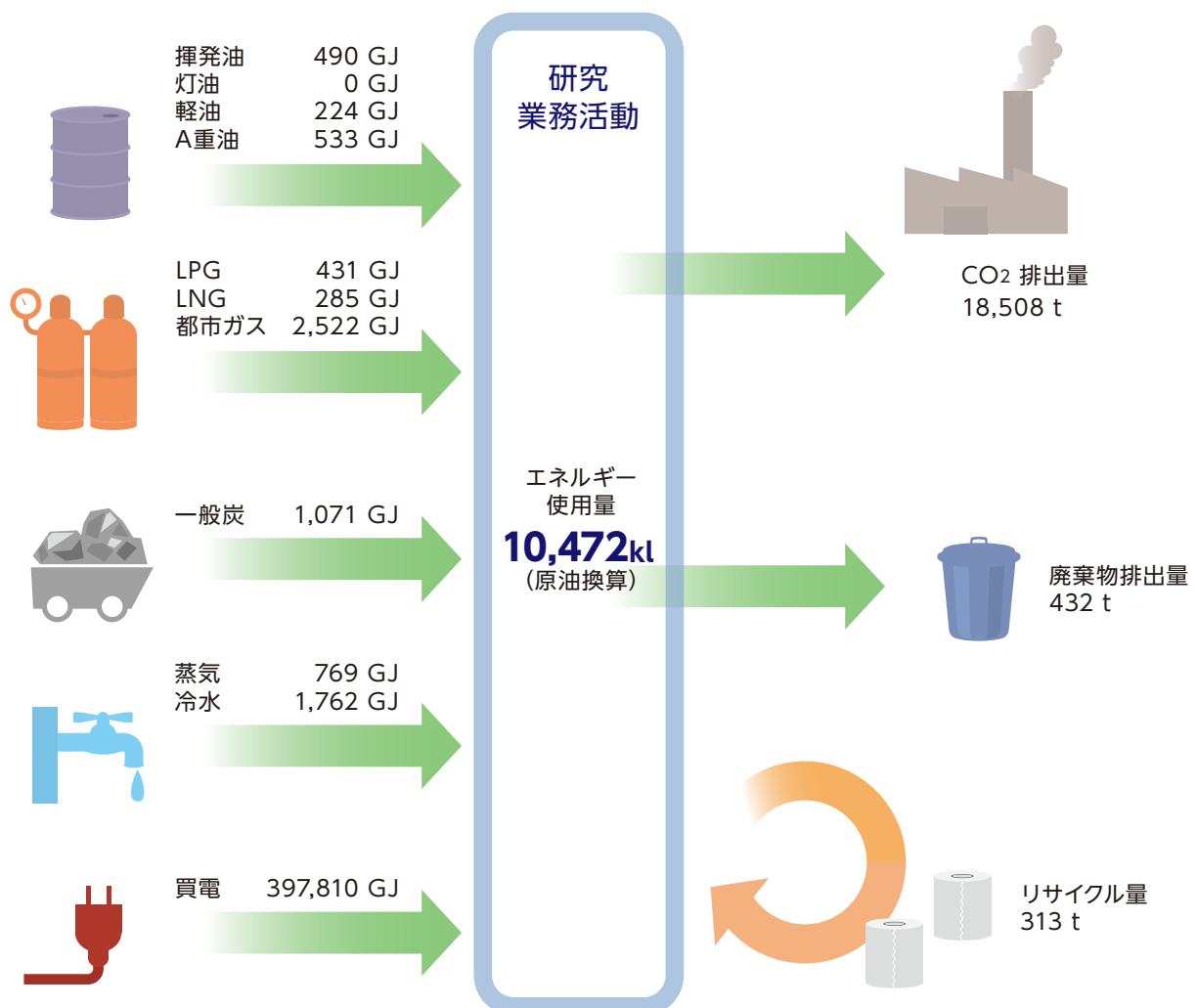
当所は、環境行動指針として、豊かで持続可能な社会の創造を目指し、地域社会はもとより地球規模の環境保全に関する研究開発を推進して成果を社会に役立てるとともに、環境に配慮した研究所運営を経営の重要課題の一つに位置付け、継続的な改善活動を実施しています。

環境行動指針：<https://criepi.denken.or.jp/intro/envact-guidelines.html>

2021年度の当所の環境活動に関するパフォーマンスデータは次のとおりとなっています。

研究所全体のエネルギー使用量は、原油換算10,472kl(前年度比2.8%減)、CO<sub>2</sub>排出量は18,508t(前年度比3.2%減)でした。廃棄物の総排出量は432tと前年度から48.5%減となりました。リサイクル率は72.4%です。引き続き、環境パフォーマンスの改善に努めてまいります。

### [ エネルギーのInput,Output ]



## 環境活動

2021年度に実施した主な環境活動は以下のとおりです。

### 太陽光発電設備の活用

当所では、太陽光発電を活用しており、2021年度の年間発電量は、横須賀地区で約74.7MWh、赤城試験センターでは約11.6MWhとなりました。赤城試験センターでは、研究・試験用として別途設置している太陽光発電設備で発電した電力も有効活用しており、合計で約5.1tの二酸化炭素排出量を削減しました。さらに、我孫子地区でも、2020年に竣工した新本館の屋上に設置した太陽熱集熱パネルを空調用再熱熱源として利用しています。

### 森林保全・整備活動

赤城試験センターは、緑豊かな赤城山の南麓（標高約500m）に位置しています。周辺の森林保全の一環として、2000年から枯松を中心とした樹木を伐採し、コナラ、クヌギ、ヤマザクラなどを植樹して樹種転換を図ってきました。2018年度までに周辺森林保全の活動が概ね終了したことから、2019年度からは、構内環境整備として危険木および倒木を中心に伐採を行い、2021年度は約250本を伐採しました。また、伐採した樹木は破砕機を用いてチップ加工を行い、チップを使用した林道整備を行いました。

我孫子地区でも、既存緑地の適切な保全の観点から、針葉樹を中心に110本程度の樹木伐採を実施しました。加えて、新本館の陸屋根にグリーンルーフを設置するなど、自然との調和を図っています。

### 省資源・省エネへの取り組み

グループウェアの積極的な活用による各種会議体におけるペーパーレス化やコロナ禍を契機としたWeb会議の開催などにより、2020年度において大幅に削減したコピー用紙使用量について、2021年度も同水準の使用量を維持することができました。また、5月から10月をクールビズ期間として定め、軽装による勤務を行うことなどにより冷房使用時の室温を28℃に設定するとともに、年間を通して、労働環境に支障のない範囲で照明の間引きなどを行うことによる節電に取り組んでいます。また、一部の地区では、リアルタイムでの電力消費状況の見える化を行うなどの工夫により、職員等の省エネ意識の向上を図っています。



我孫子地区の太陽熱集熱パネル



赤城試験センターの伐採樹木を利用したチップによる林道整備



### 赤城試験センター

- ・2009年から構内2ヶ所をドクターヘリの離発着場として提供し、地域の救急医療行政の推進に協力しており、2021年度においても消防からの要請に対応しました。
- ・2021年7月に、国道353号線周辺の企業などで構成するNPO法人「赤城自然塾」の会員として、国道約2.8kmにわたり歩道の沿道美化活動に協力しました。
- ・参画している主な地域団体、役職：群馬県電気協会 委員  
前橋市防火管理者協会 理事  
赤城自然塾 会員



国道沿道美化活動の様子

### 横須賀地区

- ・2021年度内において、神奈川県立横須賀高校からの要請に応じ、スーパーサイエンスハイスクール講座として、「横高のグラウンドと降水量の関係」「ポリ乳酸の合成と強化」などをテーマに探究活動を行う講座を定期的に開催しました。
- ・参画している主な地域団体、役職：神奈川県労働安全衛生協会 横須賀支部 役員  
横須賀市地球温暖化対策地域協議会 理事(会長)  
神奈川県電気協会横須賀支部 理事(支部長)



スーパーサイエンスハイスクール講座の様子

### 我孫子地区

- ・2021年11月、我孫子地区南側妻子原自治会および並木町7～9丁目合同で開催された防災活動に協力し、各自治会の一時集合場所から緊急避難場所となる当所グラウンドへの避難訓練等を行いました。
- ・2022年1月、セーフティドライバーズちば2021への積極的な協力・推進に対して一般社団法人千葉県安全運転管理協会から会長特別賞を授賞され、また、安全運転管理者協議会の理事職担務、電研橋への安全運転横断幕掲示等、交通安全活動全般への貢献に対する感謝状を我孫子警察署長より授与されました。
- ・参画している主な地域団体、役職：千葉県立現代産業科学館 理事  
柏労働基準協会 理事  
我孫子市国際交流会 理事



近隣自治会の防災訓練の様子

### 粕江地区

- ・地域の消防関係団体や粕江災害防止協会の消防業務への長年にわたる貢献として、2021年11月に、粕江消防署から火災予防業務功労の感謝状が授与されました。
- ・参画している主な地域団体、役職：粕江災害防止協会 副会長・部会長など  
武蔵野・調布地区電力協会 監事

## 新型コロナウイルス感染症への対応・対策

新型コロナウイルス感染症の国内外における感染状況や国の感染症対策等を踏まえ、2020年度より策定している当所の感染防止ガイドラインを、適宜見直しするとともに、ワクチン接種に関する特別休暇の施策展開等を行い、感染防止にかかる最大限の対策を整備し行動しました。在宅勤務制度の全役職員への暫定的な適用や通勤など移動時の自家用車利用などを継続し、出勤に伴う不特定多数の人との接触・接近を低減する措置を講じることや、国外出張の禁止および国内出張の厳選により、役職員の感染リスクの低減を図るとともに、感染が疑われる場合や罹患者発生時の対応フローに則り、所内における感染拡大防止や罹患者およびその家族の心身のケアに努めています。

## 安全意識の向上・災害への備え

事故やヒヤリハットが発生した場合に、速やかに連絡がとれる体制を整えるとともに、発生事例・対応・改善点などに関する情報を役職員で迅速に共有する体制を整え、再発防止を図りました。また、薬品・高圧ガスや放射線などを取り扱う業務の従事者を対象とした各種教育や、救命講習、安全に対する意識向上を図ることを目的とした全役職員を対象とする教育などを、対面形式およびWeb配信形式において実施し、役職員一人ひとりの安全意識の向上に努めました。加えて、地震や火災などの災害にも備え、各地区で自衛消防隊を組織し、消防署の協力を得ながら定期的に訓練を実施しています。さらに、役職員の被災状況を速やかに確認できる安否確認システムを運用しており、すべての役職員を対象とした安否通報訓練も定期的に実施しています。

2021年度の主な講習会の開催実績

| 講習会の種別  | 開催回数 | 参加者数    |
|---------|------|---------|
| 安全      | 3回   | 約940名   |
| 薬品・高圧ガス | 2回   | 約700名   |
| 放射線     | 5回   | 約380名   |
| 防災・救命救急 | 10回  | 約1,850名 |



防災訓練の様子(横須賀地区)

## 長時間労働・メンタルヘルス対策

長時間勤務者に対して、労働安全衛生法に則りつつ、法令を上回る基準により医師による面接指導を実施しました。メンタルヘルス対策としては、各地区の健康相談室への常勤看護師の配置、メンター制度やコンディションケア・サービスの活用、希望者に対する外部カウンセラーによるカウンセリングの提供、役職員とその家族が利用できる外部専門機関による支援サービス「メンタルヘルスサポートネット」を用意するなどの対応を行いました。また、定期健康診断やストレスチェックの結果に対し、産業医・看護師が適切にフォローを行いました。これらの対応により、役職員等の心の健康の維持・増進を図るとともに、職場環境の改善に努めました。

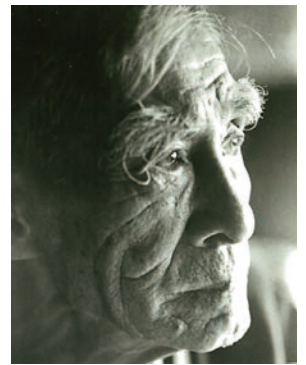


# キーワード索引

「2. 研究報告」におけるキーワードを対象としています。  
 該当するページに解説を付記しています。

|                               |       | ページ数 |                        |          |
|-------------------------------|-------|------|------------------------|----------|
| <b>あ行</b>                     |       |      | <b>な行</b>              |          |
| 応答スペクトル                       | ..... | 44   | 内部溢水                   | ..... 10 |
|                               |       |      | 内部抵抗                   | ..... 60 |
| <b>か行</b>                     |       |      | <b>は行</b>              |          |
| 確率論的地震ハザード評価                  | ..... | 10   | 配電系統総合解析ツールCALDG       | ..... 14 |
| カーボンリサイクルCO <sub>2</sub> 地熱発電 | ..... | 13   | パルス静電応力法               | ..... 40 |
| ガラス固化体                        | ..... | 28   | 反射波                    | ..... 22 |
| 乾式中間貯蔵                        | ..... | 11   | ピア(水門柱)                | ..... 13 |
| 技術規程:JEAC4201                 | ..... | 10   | フォトルミネセンス              | ..... 58 |
| 規制資産ベースモデル                    | ..... | 54   | 分散型エネルギー資源:DER         | ..... 18 |
| キャビテーション壊食                    | ..... | 13   | ボイド率                   | ..... 24 |
| 空間電荷                          | ..... | 40   | 放出源の有効高さ               | ..... 10 |
| クリープ                          | ..... | 12   |                        |          |
| <b>さ行</b>                     |       |      | <b>や行</b>              |          |
| 三次調整力①                        | ..... | 30   | 融剤                     | ..... 60 |
| 三次調整力②                        | ..... | 30   |                        |          |
| 残留変位                          | ..... | 34   | <b>ら行</b>              |          |
| 軸力                            | ..... | 44   | ライフサイクルCO <sub>2</sub> | ..... 12 |
| 深部流体                          | ..... | 26   | 量子井戸                   | ..... 58 |
| スラブ                           | ..... | 11   | レトロフィット                | ..... 30 |
| スラブ起源水                        | ..... | 26   | レベル2PRA                | ..... 10 |
| スラリー                          | ..... | 28   | <b>数字・アルファベット</b>      |          |
| 積層欠陥                          | ..... | 19   | 9Cr鋼                   | ..... 12 |
| セメント固化体                       | ..... | 28   | ALPS                   | ..... 11 |
| ゼロ・エミッション車(ZEV)               | ..... | 56   | CCUS                   | ..... 17 |
| 線量率                           | ..... | 11   | CFRP                   | ..... 34 |
| <b>た行</b>                     |       |      | Good PRA               | ..... 22 |
| 多相雷事故                         | ..... | 15   | GUI                    | ..... 18 |
| 炭素国境調整                        | ..... | 17   | PCS                    | ..... 15 |
| 単独運転検出機能                      | ..... | 15   | PRA:確率論的リスク評価          | ..... 10 |
| 地域脱炭素ロードマップ                   | ..... | 56   | PSアンカー                 | ..... 34 |
| 津波漂流物                         | ..... | 22   | SiCパワー半導体              | ..... 58 |
| データ同化                         | ..... | 11   | TCLOAD                 | ..... 44 |
| 電界強調                          | ..... | 40   | X線CT                   | ..... 24 |
| 電荷移動反応                        | ..... | 60   |                        |          |
| 等価静的風荷重                       | ..... | 15   |                        |          |





撮影：杉山吉良

## 産業研究は知徳の練磨であり、 もって社会に貢献するべきである

松永安左エ門(1875-1971)  
電力中央研究所 創設者、第2代理事長

### [ 表紙のデザインについて ]

色や角度を変え、さらにその先の  
より良い未来へ向かって伸びてゆくいくつものライン ——

CRIEPIの頭文字「C」の奥から放たれる、色とりどりの線  
1本1本が、多岐にわたる複数の研究分野を示しており、  
様々な分野が、ある1つのポイントで交わります。  
そのポイントこそが、私たち電力中央研究所です。

発行：一般財団法人 電力中央研究所

〒100-8126 東京都千代田区大手町 1-6-1

TEL : 03-3201-6601

FAX : 03-3212-0080

<https://criepi.denken.or.jp/>

発行年月：2022年6月