

Annual Report **2022**

Annual Report 2022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

2030年戦略研究

1-火力発電への脱炭素化技術導入に対する経済性と環境性を評価	22
2-持続可能な社会を創る石炭灰利用低炭素コンクリート系資材の 社会実装を推進	24
3-リチウムイオン二次電池の非破壊劣化評価技術を開発	26
4-社会・産業構造を反映した地域電力需要分析の数的手法を開発	28

原子力発電

5-HEAF評価試験による熱的影響範囲評価手法を構築	30
6-バーチャルリアリティを用いた中央制御室内火災時の 人間特性収集方法を開発	32
7-液化強度の空間分布が地震時の地盤挙動に及ぼす影響を評価	34
8-原子炉圧力容器鋼の照射脆化量の統計特性モデルを提案	36
9-原子力機器の構造健全性の確率論的評価手法を整備	38
10-モンモリロナイトの簡便かつ経済的な精製方法を開発	40

火力発電

11-火力発電における脱炭素燃料導入効果の評価手法を構築	42
12-ボイラ伝熱面耐腐食コーティング「クリーピーコート」の耐久性を評価	44
13-発電プラントの鋼材に対する孔食進展評価手法を高度化	46

水力発電

14-貯水池の堆砂対策に向けた生態系評価技術を構築	48
---------------------------	----

再生可能エネルギー

15-インバータ連系電源の導入拡大が系統保護リレーへ及ぼす影響を評価	50
------------------------------------	----

電力流通

16-送電線、発電所および地中送電線、配電線の耐雷設計ガイドを改訂	52
17-電力流通設備の腐食・塩害評価を精緻化	54
18-温度履歴解析に基づく電力用油入変圧器の絶縁紙劣化評価手法を構築	56

需要家サービス

19-電力需給逼迫時に消費電流を抑えるエアコン制御装置を開発	58
--------------------------------	----

環境

20-脱炭素化の実現に向けた欧米の政策事例を調査・分析	60
-----------------------------	----

社会経済

21-エネルギー(kWh)と需給調整(ΔkW)の同時約定市場における 取引の制度的措置を分析	62
---	----

共通・分野横断

22-エネルギーハーベスティングのための熱電特性評価法を開発	64
--------------------------------	----

II. 決算

1. 決算概要	68
2. 財務諸表	70
独立監査人の監査報告書	78
監査報告	80

Facts & Figures

研究成果・知的財産	82
成果の還元	84
広報活動	86
人員・学位・受賞	88
研究ネットワーク	89
組織・体制	90
ガバナンス	92
SDGsへの取り組み	96
環境活動	97
地域貢献	99
安全衛生・労働環境	100
キーワード索引	101

●定款第4条第1項に掲げる事業と2022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 2022の発刊にあたって

2022年度は、ロシアのウクライナ侵攻、ポストコロナの社会活動の活性化とインフレの加速という大きな変動が重なる1年でした。その影響で、エネルギー安全保障への危機感が高まり化石燃料回帰の動きも一部見られたものの、国際的な脱炭素化の潮流は止まることなく進んでいます。わが国でも、2050年カーボンニュートラルという国際公約の達成と経済成長の両立を目的とする「グリーントランスフォーメーション(GX)実現に向けた基本方針」が示されました。電気事業は、エネルギー価格の高騰により一層厳しさを増す経営環境のもとでも、電力安定供給を維持し、次世代電力ネットワークの構築に着手する一方で、再生可能エネルギーと分散型エネルギーリソースの利用拡大に向けた多様な動きを見せました。

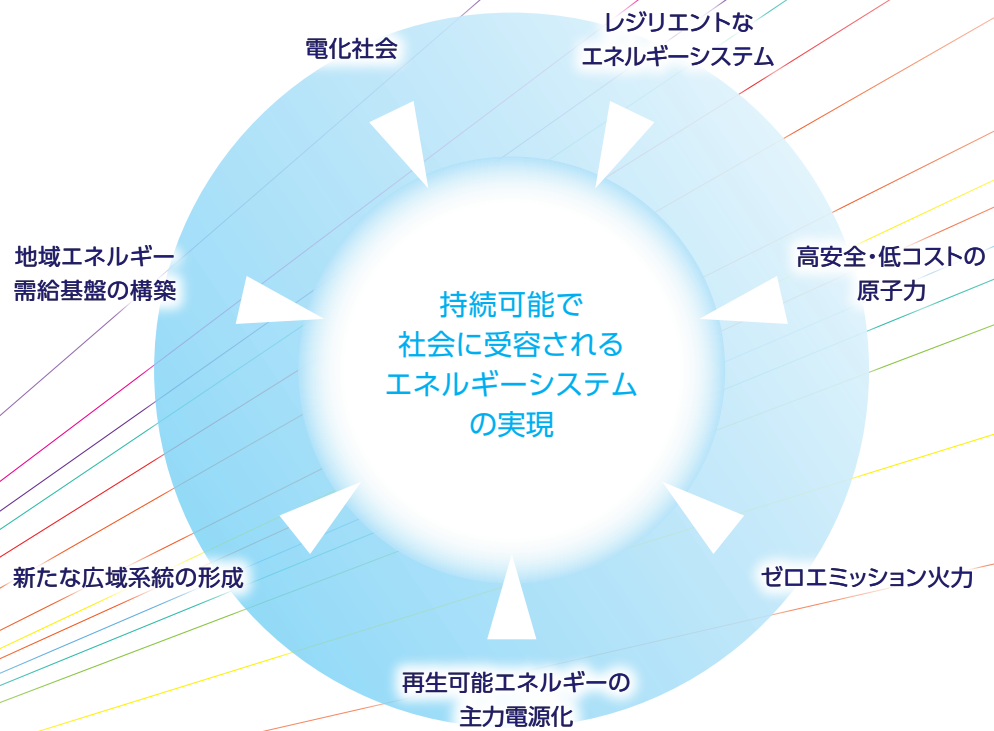
当所は、前年度に構築した新たな事業運営体制のもと、知見と技術の融合を促進することで、電気事業の課題解決に資する研究成果をタイムリーに創出・提供しました。具体的には、脱炭素化の実現に向けた欧米の政策を調査・分析して提言・情報発信を行い、わが国のGX政策の立案に貢献しました。脱炭素電源の要である原子力発電については、バーチャルリアリティを用いて、確率論的リスク評価の基礎情報である人間特性データを収集する手法を開発しました。また、電力ネットワークの合理的な運用管理のため、様々な規格・基準に引用される「耐雷設計ガイド」を、最新知見を反映して改訂しました。

さらに、当所が目指す「持続可能で社会に受容されるエネルギーシステム」の実現に向けて従前から取り組んでいる研究の方向性のシフトを推し進め、革新的な技術の創出に向けた研究開発を加速しました。至近10年以内に解決すべき課題を抽出し、それをターゲットとした「2030年戦略研究」を新たに定め、重点的な取り組みを開始しました。この取り組みの初年度成果の一例として、石炭灰を資源として利用することで従来のコンクリートに比べてCO₂排出量を5~7割削減し得る次世代コンクリート系資材を開発しました。

将来の電力システムの姿の大きな変化を見据えて、電気事業と社会の課題を先取りする研究開発に取り組むことが、エネルギーの供給・利用に係わる変革の実現には不可欠です。当所は、多様な分野における高度な専門性を結集し総合力を発揮して研究成果を創出するとともに、国内外のパートナーと協力して成果の社会実装を進めることで、エネルギー変革を先導してまいります。

2023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

2022年度は、国内外においてコロナ禍からの社会経済活動の回復が急速に進むなか、当所も事業活動の活性化に向けた取り組みを加速させ、電気事業が直面する課題の解決に向けた研究開発を推進するとともに、革新的な技術の創出に向けた研究開発にも新たにに取り組むことで、多様な成果を創出しました。

■ 技術革新を先導する研究の推進と成果の創出

化石エネルギー中心の産業構造・社会構造をクリーンエネルギー中心へ転換するグリーントランスフォーメーション(GX)を実現するためには、原子力の活用、水素・アンモニアの利用拡大、カーボンリサイクルなどの脱炭素に関する革新的な技術の創出が必要不可欠です。当所は、2019年度から「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推進し、カーボンニュートラルの実現に資する研究成果を着実に創出・提供しています。

2022年度は、この取り組みをより一層推し進め、電気事業における技術革新を先導するべく、2030年を目標年として特に重点的に取り組むべき課題を「2030年戦略研究」と新たに定め、研究開発を更に加速しました。さらに、前年度に構築した新たな事業運営体制を軌道に乗せ、当所が有する多様な分野の知見や技術を結集し総合力を発揮することで、ゼロエミッション火力の実現、循環型社会の構築などに資する研究成果を創出しました。

・ゼロエミッション火力の実現に向けて、CCS(Carbon Capture and Storage)技術、水素・アンモニア利用技術等の脱炭素化技術を社会実装した場合の経済性および環境性を定量的に評価する手法を整備しました。この手法を用いて、天然ガス、ガス化用石炭、一般炭を対象に、2030年想定技術諸元に基づく発電コストやCO₂排出原単位等を試算しました。本評価手法は、水素やアンモニア以外の様々な化合物にも適用することが可能であり、経済性と環境性の両立を目指した日本の将来的な電源構成に関する検討に寄与できます。

・石炭灰の9割を占めるフライアッシュ(FA)を主原料とする低炭素コンクリート系資材であるEeTAFCON(イータフコン)とFSB(FA-Shell-Block)を開発しました。EeTAFCONについては、高強度・高耐酸性という特徴を活かして、既に様々な用途で全国各地の建設現場に適用されているなか、これまでより低品質なFAでもこれまでと同等以上の性能を持った資材を製造できる新たな技術を開発しました。FSBについては、原料となる貝殻等の調達を用途先地域で行うことで産業振興による地域貢献に寄与するとともに、コンクリート工場において実用サイズとなる2トン級のFSB藻礁の製造に成功し、海域でのFA利用促進の見通しを得ました。EeTAFCON、FSBのいずれも、製造過程で大量のCO₂を放出するセメントを用いないため、従来のコンクリートに比べてCO₂排出量を5~7割削減することが可能となり、地産地消型の資材として循環型社会の構築に貢献できます。



EeTAFCONの現場適用事例



2トン級FSB藻礁と海藻が着生するFSB

■ 電気事業・社会の課題解決に資する研究成果の創出

電気事業が取り組むべき課題を的確に把握し、その解決に必要なとなる研究開発に注力することで、原子力の更なる安全性の向上、再生可能エネルギーの導入拡大、わが国のGX政策に関する検討の支援などに資する成果を創出しました。

・原子力発電所の中央制御室(中操)をバーチャルリアリティ(VR)で模擬し、火災により煙が発生・拡散する状況を再現することで、火災発生から退避に至るまでの運転員の人間特性(認知や行動、ストレス状態等)に関するデータを収集する手法を開発しました。本手法で得られた知見を中操火災時手順書等に反映することで、中操火災時の各種リスクの低減に寄与できます。



・インバータを介して系統に接続する電源(インバータ連系電源)について、故障計算プログラム用の単相インバータモデルを開発し、インバータ連系電源の導入拡大による系統保護リレーへの影響をシミュレーション解析により評価しました。これにより、太陽光発電をはじめとする再生可能エネルギーの導入が拡大する将来の電力系統において、保護リレーシステムに関連する新たな課題・対策の検討に貢献できます。



VRで模擬した中操
(上:初期状態、下:火災状況(煙層 床上約2.9m))

・米国で2022年8月に成立したインフレ抑制法(IRA)と呼ばれる脱炭素投資支援のための法律を分析し、同法におけるクリーンエネルギー支援を活用することで、日本の脱炭素化(水素・アンモニアの輸入等)を促進できる可能性があることを明らかにしました。本研究に関するディスカッションペーパーは、GX実行会議の資料として参照されており、かつ、関連する検討会等に当所研究員が委員として参画し随時情報発信を行うことで、政府のGX実現に向けた政策の検討に寄与しました。

→ p.22~65「2-2.主要な研究成果」(全22件)参照

カーボンニュートラルの実現をはじめとした長期的な課題の解決に向けた取り組みを加速させるべく、国等からの受託研究にも積極的に取り組み、エネルギー関連の政策推進や規格・基準の策定に貢献するとともに、革新的な技術の創出とその実用化までを見据えた研究開発を推進しました。

・再生可能エネルギーの主力電源化に向けて、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)からの受託研究を通じて、再生可能エネルギー導入拡大と系統安定性維持の両立に必要な、解析技術の高度化と系統安定化技術の開発を行いました。

・原子力の更なる安全性向上に向けて、経済産業省からの受託研究を通じて、原子炉圧力容器の中性子照射脆化、炉内構造物の応力腐食割れ、コンクリート構造物の強度低下などの経年劣化事象を評価する技術を総合的に開発・整備しました。

→ p.85「国等からの受託研究」参照

1. 事業の概要

■ 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に積極的に参画し、当所が有する科学的客観性に立脚した知見に基づき、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、近年の雷による設備被害、避雷装置の適用実績を調査し、雷事故と設備被害の関係性を分析することで、「送配電耐雷設計ガイド」、「発変電所および地中送電線の耐雷設計ガイド」などの改訂を行いました。本ガイドの内容は、電気学会の電気規格調査会標準規格や経済産業省が定める電気設備の技術基準などで引用されており、それらの適切な更新に寄与できます。

→ p.52「2-2.主要な研究成果-16」参照

→ p.84「規格・基準・技術指針等」参照

・研究成果がより幅広く電気事業や社会で活用されることを目指し、研究成果を研究報告書や学術論文として公開するとともに、特許・ソフトウェアの開発や実施・利用許諾も数多く行いました。具体的な事例として、当所が開発した解析ツールが必要な場面でより一層活用されるよう、ユーザーがウェブブラウザのみでシミュレーションサービスを実行可能な仕組みとして、WSF (Web Simulation Framework) を開発しました。

→ p.82「報告書・論文」およびp.83「知的財産」参照

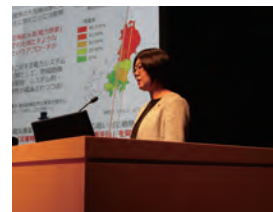
・電力各社やメーカーからの委託により、変圧器等の電力機器の短絡試験を大電力試験所にて実施しました。また、PD (Performance Demonstration) 認証制度における「PD資格試験機関」として、原子力発電用機器の超音波探傷技術者の資格試験を継続して実施しました。

→ p.84「資格・試験業務」参照

・電気事業における人材育成に向けた取り組みとして、近年ニーズの高まりをみせる瞬時値解析に関する「第13回 XTAPによる電力系統瞬時値解析研修」(参加者119名)をはじめとして、16件の技術交流コースを開催しました。また、今年度より一部の技術交流コースについては現地での開催を再開し、設備見学の実施、対面による演習サポートなどの充実化を図りました。

■ 研究活動・成果に基づく積極的な発信

・2020年来注力してきたカーボンニュートラル実現に向けた研究成果の発信の場として、「カーボンニュートラル社会に向けた電力安定供給」と題した「研究報告会2022」を開催しました。今回は、来場者とのコミュニケーションの活性化を図るべく会場開催とし、併せて後日動画配信も行いました。また、様々な機関・企業との連携構築に向けて、当所の研究活動の認知促進と物質循環等に関するビジョンの紹介を行うべく、「ENEX2023 (第47回 地球環境とエネルギーの調和展)」に出展し、持続可能なエネルギー・エコシステム社会の実現に関する基調講演を行いました。



研究報告会2022
「カーボンニュートラル社会に向けた電力安定供給」



「ENEX2023」に出展した
当所ブース

・脱炭素化に向けて電化が果たす役割を訴求する重要性が増しているなか、民生・運輸・産業部門における電化のバリア (阻害要因) や、諸外国の先進的な電化推進取組に関する論文等を取りまとめ、「電力経済研究No.69 (特集「脱炭素化のために電化とどう向き合うか」)」を発刊しました。



電力経済研究
No.69 表紙
特集「脱炭素化の
ために電化と
どう向き合うか」

→ p.86「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、情報交換等を適切に行うことで、研究ネットワークの強化を図りました。今年度は、世界的にコロナ禍からの社会経済活動の回復が急速に進んでいることを踏まえ、フランス電力会社(EDF)、経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)、台湾電力公司(TPC)をはじめとした海外機関の経営層との対面による会議を再開するなど、より一層の協力関係の活発化に取り組みました。特に、EDFとは、原子力長期運転、電池の劣化・安全性評価等に関する研究協力を深化するとともに、原子力分野における研究員の長期派遣の実施について合意しました。



左：EDFとの年次会合 (Bernard Salha CTO & Executive Senior Vice President EDF R&D ほか)
 中：OECD/NEAとの会談 (William D. Magwood, IV NEA Director General ほか)
 右：TPC/TPRI(台湾電力公司総合研究所)との合同会議 (Nien-Mien Chung TPRI General Manager ほか)

→ p.89「研究ネットワーク」参照

■ 事業基盤の着実な構築およびコストの抑制

・多種多様な研究設備を備えるインハウスの研究機関として、基盤研究力の維持・強化を図りつつ、中長期的な視点から今後の電気事業の課題解決に資する研究を効率的かつ着実に推進していくため、必要不可欠となる大型研究設備を厳選し、導入しました。具体的な事例として、再生可能エネルギー電源と蓄電池に同期電動機(Motor)と同期発電機(Generator)を組み合わせた設備(M-Gセット)を導入しました。これにより、再生可能エネルギーの導入拡大時における系統安定化の効果や技術的成立性を実験的に検証することを可能としました。



M-Gセット実証設備

・各地区の保有資産の棚卸しを適切に実施することで、赤城UHV試験送電設備を撤去するとともに、大手町本部のオフィス賃借スペースを一部削減するなど、更なる固定的経費の削減に取り組みました。また、燃料、資材等の価格上昇が続くなか、調達における競争見積の継続的な推進等を通じて、研究・業務両面でのコスト抑制にたゆみなく取り組みました。

■ 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、健全かつ厳正な業務運営を推進しました。
 ・新型コロナウイルス感染症に対する基本的な感染防止対策を徹底し、役職員等、来訪者の感染およびクラスター発生防止に注力しました。当所で働く職員等が健康かつ安全に業務に取り組み、地域社会と共生して安定的に事業を継続していくため、各地区の特性に合わせた安全・衛生施策を推進しました。

→ p.92「ガバナンス」参照

→ p.100「安全衛生・労働環境」参照



2. 研究報告

2-1. 成果の概要	9
2-2. 主要な研究成果	22

2. 研究報告

2-1. 成果の概要

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、2030年を目標年として、特に重点的に取り組むべき課題を「2030年戦略研究」として新たに定め、研究開発を加速しました。一方、既存の9分野においても電気事業が直面する足下の課題解決に資する研究成果とソリューションを着実に提供しました。
(■は各分野における研究テーマ構成)



2030年
戦略研究

- 再生可能エネルギー導入拡大時の系統安定化技術の開発
- 蓄電池の安全性・性能評価
- 需給調整力向上に寄与するエネルギー変換技術の開発
- 次世代地域グリッドの構成・運用
- 水素・アンモニアの製造・利用技術の開発
- 電力流通設備のアセットマネジメント技術の開発
- 洋上風力発電の運用管理・保守技術の開発
- 電気事業のデジタル化推進
- 資源循環・カーボンリサイクル技術の開発
- 脱炭素化に向けたエネルギー政策の評価
- 次期原子炉の設計評価



原子力発電

- 原子力施設におけるリスク情報活用の推進
- 原子力施設リスク評価におけるスコープ拡大の推進
- 原子力施設における自然外部事象評価・対策技術の開発
- 軽水炉の経年劣化評価・運転保守
- 燃料・炉心の高度利用技術の開発
- 低線量率放射線リスクの定量評価
- 使用済燃料管理・原子燃料サイクル技術の開発
- 放射性廃棄物処分事業の支援



火力発電

- 再生可能エネルギー導入拡大に向けた火力発電活用技術の開発
- 火力発電プラントの運用管理・保守の合理化



水力発電

- 水力発電施設の運用管理・保守の合理化



再生可能
エネルギー

- 太陽光・風力発電出力予測精度の向上
- 地熱発電事業の支援
- パワーエレクトロニクスの材料技術開発



電力流通

- 電力系統の安定化維持・広域連系支援技術の開発
- 電力流通設備の自然災害リスク評価・対策技術の開発
- 送電設備の運用管理・保守の合理化
- 変電設備の運用管理・保守の合理化
- 次世代配電システムの構築と配電設備の運用管理・保守の合理化
- 次世代電力システムに柔軟に対応する情報通信技術の開発



需要家
サービス

- 省エネ・電化促進技術の開発



環境

- 地球温暖化問題に係る動向分析と環境リスクの評価



社会経済

- 再生可能エネルギー主力電源化時代の制度設計と電気事業の対応



共通・
分野横断

- 電力設備を対象としたIoT・センサ技術の開発

次ページから、2030年戦略研究および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。その中から特筆すべき主要な研究成果については、p.22以降で詳しく紹介いたします。



2030年戦略研究

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

再生可能エネルギー導入拡大時の系統安定化技術の開発

グリッドフォーミングインバータ (GFM)

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

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

モジュラーマルチレベル変換器 (MMC)

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

需給調整力向上に寄与するエネルギー変換技術の開発

ポリジェネレーションシステム

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

- CO₂回収型**ポリジェネレーションシステム**の基盤技術開発において、発電部分に固体酸化物形燃料電池(SOFC)、化学合成部分にジメチルエーテル製造装置を採用したシステムでのCO₂回収コストについて、目標とする1,000円台/t-CO₂を実現できる可能性を見出しました*。
*国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの受託研究(JPNP16002)により実施。
- SOFCの電流密度、温度、ガス分圧などの状態量を同時に算出できる動特性モデルを構築しました。SOFCの非定常運転にも対応したモデルであり、これらの状態量が急激に変化した場合でもセル電圧の応答を適切に再現できることを確認しました*。
*国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの受託研究(JPNP20003)により実施。
- 液化アンモニアを溶媒として微細藻類から有効成分を抽出する技術を新たに開発しました。これにより、大きなエネルギーを必要とする乾燥・細胞破壊プロセスを用いることなく、バイオマス由来の燃料や化成品の原料を直接抽出することが可能となりました。

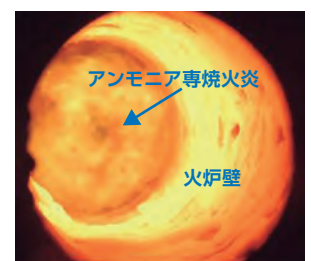
CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) 二酸化炭素の回収・貯留。

水素・アンモニアの製造・利用技術の開発

プロトン伝導セラミック燃料電池

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

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



当所燃焼炉におけるアンモニア専焼火炎

円筒型燃焼炉の後流側からバーナー部を観察した画像。アンモニアの安定な専焼に成功。さらに低NO_x化のため、アンモニアの噴出方法や燃焼用空気との混合方法の適性化を実施。

- 山梨県が工場等大口のエネルギー需要家への導入を進めるオンサイト型P2G (Power to Gas) システムについて、大口需要家で自家消費しきれない水素を周辺地域で活用することを想定した水素需給バランス、経済性、CO₂削減効果を評価しました*。

*山梨県からの受託研究により実施。

洋上風力発電の運用管理・保守技術の開発

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

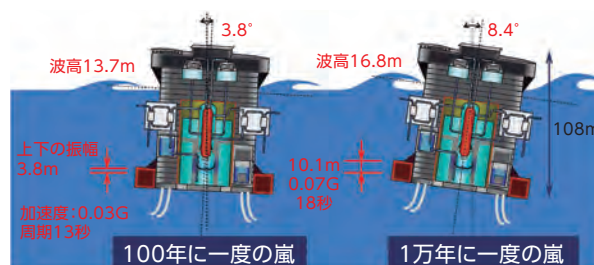
資源循環・カーボンリサイクル技術の開発

- 石炭火力発電所から排出されるフライアッシュ (FA) を有効活用するために、FAを主原料とするセメント非配合低炭素コンクリート系資材であるEeTAFCONとFSBの開発を進めています。これらは製造過程で大量のCO₂を放出するセメントを用いないため、CO₂排出を5~7割削減できます。EeTAFCONについては、これまでより低品質なFAでもこれまでと同等以上の性能を持った資材を製造できる新たな技術を開発しました。FSBについては、漁協等との地域連携を図り、水産系副産物の貝殻粉末を利用して、海域での活用に向けた大型藻礁の製造に成功しました*。→ p.24参照
- ※FSBについては国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) からの受託研究 (JPNP16003) により実施。
- 使用を終えたりリチウムイオン電池から、レアメタル含有素材を高純度・高回収率で分離する技術を開発しました。
- 廃コンクリートを新たな地盤材料として再資源化する方法を開発しました。廃コンクリート由来のセメント微粉を配合した材料を成形し、CO₂固定処理を行うことで、地盤材料に求められる強度や環境安全品質を確保できることを明らかにしました。

次期原子炉の設計評価

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

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



浮体式原子力発電所の沖合での揺動

ROV (Remotely Operated Vehicle)

遠隔操作型の無人潜水機。海中の映像や情報をリアルタイムに送ることができる。

バイオテレメトリー

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

SPUG (Segmented Polyether-Urethane Gel)

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

EeTAFCON (イータフコン)

一般土木建築向けの高強度・高耐酸性資材の略称。現在社会実装を進めている。

FSB (FA-Shell-Block)

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

電気化学インピーダンス解析

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

GFM

→p.10参照

配電線雷リスク評価手法

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

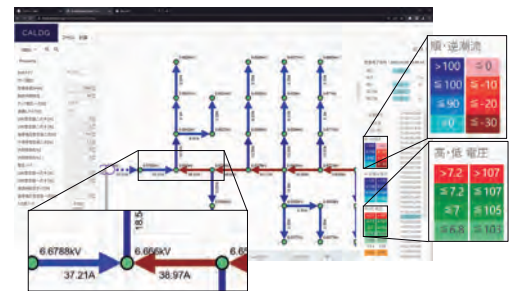
蓄電池の安全性・性能評価

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

次世代地域グリッドの構成・運用

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

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



配電系統総合解析ツールCALDGのWeb版

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

電力流通設備のアセットマネジメント技術の開発

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

電気事業のデジタル化推進

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

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

脱炭素化に向けたエネルギー政策の評価

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



原子力発電

原子力施設の確率論的リスク評価(PRA)に向けて、実務での適用に必要な手法やスコープ拡大のための技術の開発を推進しています。また、原子力発電の安全性向上のため、自然外部事象の評価と合理的な対策について研究を推進するとともに、安全な長期運転に向けた経年劣化評価の技術を開発しています。さらに、原子力エネルギーの持続的利用の実現に向けた使用済燃料の管理・再処理、原子力施設の廃止措置、放射性廃棄物処分事業の支援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。

原子力施設におけるリスク情報活用の推進

リスク管理措置

保守作業に伴うリスクの増加を最小限に抑えるとともに、これを管理すること。

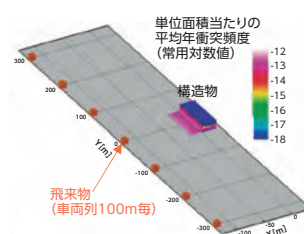
- ・オンラインメンテナンス(OLM)の実機導入を具体化するため、**リスク管理措置**等の対応基準を定める「OLM実施ガイドライン案」を電気事業者と作成するとともに、原子力エネルギー協議会(ATENA)との連携を開始しました。
- ・国内原子力プラントのPRAに用いる説明性の高い機器信頼性パラメータを推定するため、個別プラントの設計・運転・不具合情報から必要なデータを収集する方法を定めたガイド案を取りまとめました。

原子力施設リスク評価におけるスコープ拡大の推進

- ・使用済燃料貯蔵施設(SFP)での重大事故対策およびPRA手法を構築するため、使用済燃料のスプレッド型冷却モデルと被覆管破損モデルの妥当性を確認する検証データを取得し、SFPIにおける燃料集合体の損傷評価モデルを高精度化しました。
- ・原子力発電所の電気機器等で発生する高エネルギーアーク故障(HEAF)による熱的影響範囲と電極材料との関係を気中アーク試験により確認し、HEAF発生時の熱的影響範囲の評価手法を提案しました。→ **p.30参照**
- ・中央制御室火災時のPRAにおける人間信頼性解析のため、バーチャルリアリティ(VR)上で中央制御室の火災状況を模擬し、火災発生から運転員の退避までの認知や行動に関するデータを収集する手法を開発しました。→ **p.32参照**

原子力施設における自然外部事象評価・対策技術の開発

- ・地盤の液状化強度の空間分布が地震時の地盤挙動に与える影響を、遠心力模型実験と数値解析によって評価し、液状化強度の小さい地盤が20%程度であれば、地盤挙動への影響は限定的であることを確認しました。→ **p.34参照**
- ・竜巻による飛来物が原子力発電所の構造物に衝突する確率を算定できるツールを開発しました(右図)。また、竜巻風速・飛来物ハザードに関する研究動向を調査し、竜巻PRAに必要な開発要素を整理しました。
- ・火山からの降灰に関するPRAに活用するため、全国を網羅する降灰履歴データベースを構築し、降灰層厚の**超過頻度**曲線を任意の地点で作成できるソフトウェアを開発しました。



発電所周辺を走行する車両列を対象とした衝突確率の評価例

超過頻度

1年間に対象災害が発生する頻度。この場合はある厚さを超える降灰の頻度を指す。

確率論的破壊力学 (PFM)

構造物の破損頻度に関して、破壊現象に影響する種々のパラメータの不確かさを考慮して定量的に評価する手法。

ボイド率

気液二相流の中における気体の体積割合。

中性子増倍率

核分裂で発生した中性子数(A)と、その中性子による次の核分裂で発生した中性子数(B)の比(B/A)。

クリギング法

空間内で離散的に得られた計測データから、空間的な値の分布を推定する地盤統計学手法。

軽水炉の経年劣化評価・運転保守

- 原子炉圧力容器鋼の中性子照射による脆化量の増加について、生来的な試験データのばらつきの特徴を理論的に推定する統計モデルを提案しました。→ p.36参照
- 確率論的破壊力学 (PFM) の国内適用に向け、取り扱いが簡便な原子炉圧力容器用PFM解析コードFERMAT、および応力腐食割れを考慮した配管用同コードPEDESTRIANを開発しました。→ p.38参照
- ステンレス鋼配管等の検査結果の信頼性を向上させるため、機械学習や人工知能を用いた非破壊検査技術の開発を進め、超音波探傷の断面像から配管溶接部の応力腐食割れの有無を判定する機械学習プログラムを開発しました。

燃料・炉心の高度利用技術の開発

- 燃料集合体の模擬試験体を用いて、炉心の沸騰状態を示すボイド率の三次元分布とその時間変動を高解像度で観測し、炉心の除熱や反応度に影響する冷却材の熱流動特性の実験データベースを構築しました。
- 輸送・貯蔵用キャスクの臨界安全設計において、燃焼による燃料の中性子増倍率の低下を考慮することにより、収納できる使用済燃料集合体の増分を定量的に評価できることを示しました。

低線量率放射線リスクの定量評価

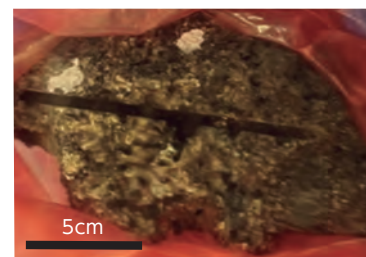
- 腸管幹細胞由来のミニ臓器(オルガノイド)において、放射線照射した細胞が排除される様子を世界で初めて動画撮影し(右図)、低線量率では放射線発がんリスクが低減するという線量率効果の有力な機構仮説を実証しました。
- 放射線の照射方法の違い(急性・分割・慢性)による循環器への影響の相違を、マウスを用いた動物実験により調べました。その結果、同じ放射線量であっても、急性照射よりも分割照射の方が影響は小さく、慢性照射ではさらに影響が小さいことを確認しました。



腸管オルガノイドにおいて照射由来細胞が排除される瞬間

使用済燃料管理・原子燃料サイクル技術の開発

- 福島第一原子力発電所の燃料デブリの切削取出し作業に必要な安全評価技術を整備するため、様々な模擬燃料デブリを用いた試験を行い、切削時に発生するダストの飛散率を評価しました(右図)※。
- 原子炉施設の廃止措置において敷地内に残留する放射能濃度分布を把握するため、離散的に測定される放射能濃度と線量率からクリギング法を適用して濃度分布を合理的に推定する計算コードを構築しました。
※令和3年度開始「廃炉・汚染水対策事業費補助金(安全システムの開発(ダスト飛散率データ取得))」により実施。



ディスクカッターで切削したウラン含有模擬燃料デブリ

放射性廃棄物処分事業の支援

- 放射性廃棄物の人工バリアに使用するベントナイト(粘土)について、その主成分であるモンモリロナイト(膨潤性粘土鉱物)を高純度で回収でき、広範な産業分野においても活用が見込まれる新たな精製手法を開発しました。→ p.40参照
- 放射性廃棄物処分の施設設計における長期的リスクの定量評価を可能とするため、天然バリアや人工バリアの性能パラメータに含まれる不確かさを確率分布として扱い、処分施設における一般公衆の被ばく線量の経時変化を確率論的に解析して安全性を評価する方法を整備しました。



火力発電

再生可能エネルギーの導入拡大に対応するため、火力発電プラントにおいて柔軟な需給調整や機動性の向上を実現するための研究開発を推進しています。また、既設の火力発電プラントの合理的な運用・保身に係わる研究を進めています。電力の安定供給と低コスト化を前提とした上で火力発電の低炭素化への移行に寄与するとともに、その先のゼロエミッション化の達成に貢献していきます。

再生可能エネルギー導入拡大に向けた火力発電活用技術の開発

GTCC (ガスタービン複合発電)

ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせて発電するシステム。

電力のCO₂排出原単位

単位発電電力量あたりに排出されるCO₂量(エリアの全火力発電からのCO₂排出量/エリア全体の発電電力量)。

酸素処理

給水中に微量酸素を許容し、鉄の酸化皮膜により防蝕を行う水処理方法。

パウダースケール

ボイラ水中の不純物が管内壁に析出し、ポーラス状に付着したもの。

孔食

金属内部に向かって孔状に進行する局部腐食のこと。

サロゲートモデル

物理シミュレーションを機械学習で代替する手法。

・脱炭素燃料(燃料アンモニア、水素、バイオマス)を石炭火力やGTCCで利用する際の脱炭素燃料の価格やCO₂排出に係わるコストを考慮した電源運用評価手法を構築し、火力発電の脱炭素化に向けた設備投資判断への活用を可能としました。→ p.42参照

・わが国の平均的な電源構成を対象に、2030年の再生可能エネルギーの導入量を想定した電源運用を分析しました。石炭火力発電の負荷調整能力向上によりエリア全体の火力発電での燃料費が削減されることに加え、石炭火力発電の最低負荷引き下げによりエリア全体の電力のCO₂排出原単位も削減されることを明らかにしました*。

*国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの受託研究(JPNP16002)により実施。

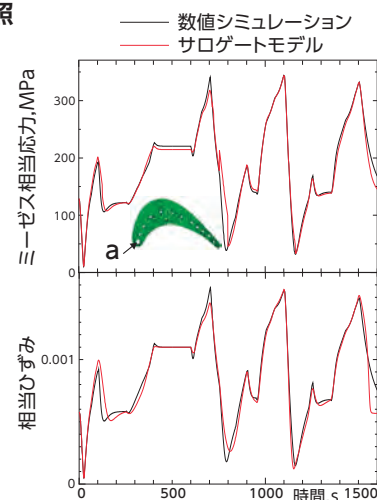
火力発電プラントの運用管理・保守の合理化

・石炭・石油火力発電所におけるボイラ伝熱面での腐食対策コーティングとして実用化されている当所開発の「クリーピーコート。」について、最長6年のボイラ定期検査周期に対応できる耐久性が見込めることを実機実証試験により確認しました。→ p.44参照

・酸素処理ボイラに付着するパウダースケールが管温度に及ぼす影響をFEM解析で明らかにし、ボイラ化学洗浄の合理化に資するパウダースケール付着管の温度評価手法を提案しました。

・復水器の破損や津波などにより海水が発電プラントに流入すると、ステンレス鋼などの構成材料において内部液の漏洩を引き起こす孔食が短時間で生じる可能性があります。その対策の検討に活用できる孔食の発生と貫通を同時に観察する装置を開発しました。→ p.46参照

・火力発電における高温機器の損傷状態のオンライン監視に向けて、センサの設置が困難なタービン翼に対して、温度・応力・ひずみの過渡変化を高速に予測可能なサロゲートモデルを構築する手法(バーチャルセンシング手法)を開発しました(右図)。



サロゲートモデルにおける応力とひずみの予測精度検証(タービン翼ポイントaの例)



水力発電

高経年化する水力施設の適切な維持管理と継続的活用のため、余寿命評価技術と設備保全対策技術の開発を進めています。また、将来の気候変動リスクを見据え、治水・利水・環境面で最適なダム・発電運用のための技術開発に取り組んでいます。自然災害に対しては、簡易なリスク評価手法の開発や被害軽減対策としての補強・対策技術、安全確認のための監視技術の整備を進めています。さらに、効率的な地質・流況・環境調査解析技術を開発し、水力発電の新規地点開発・増発電に貢献していきます。

水力発電施設の運用管理・保守の合理化

・水力発電における堆砂対策に向けて、気象・水質データを用いた広範な時空間スケールにおける**生態系代謝量**の推定手法を開発し、ダムからの排砂や通砂などによる河川への土砂供給量の変化が生態系に与える影響を評価する方法を構築しました。

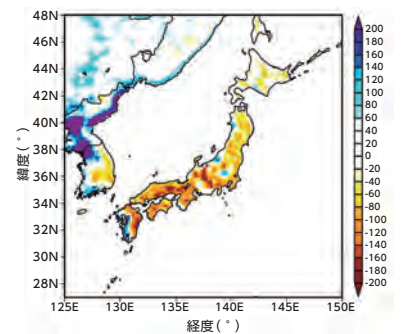
→ p.48参照

・**d4PDF**を用いて将来の気候変動の影響を分析した結果、日本のほとんどの地域・季節で、連続無降水日数が増加し、降水量と蒸発散量の差で表される水利用可能量が減少すること(右図)などがわかりました。

・取水口への土砂流入を低減するために**ベーン工**の設置が有効となる水理条件を明らかにするとともに、板状の矩形的なベーン工よりも土砂流入量を大幅に低減できるベーン工形状を水理実験によって見出しました。

・膨大な数・総延長を有する水路設備の耐震性能照査を効率的に進めるために、照査対象となる設備のスクリーニング方法と斜面上の設備への簡易照査方法を提案しました。

・水車発電機固定子巻線の運転中絶縁寿命診断に向けて、雷サージの侵入により絶縁破壊する可能性が高い巻線の範囲を示すとともに、運転中でも80~120kHzの測定周波数帯域を選択することで巻線の絶縁耐力を推定できることを明らかにしました。



将来と現在における6~8月の水利用可能量の変化量(mm)
全球平均気温が産業革命以降4℃上昇する将来の気候予測結果に基づく分析結果。

生態系代謝量

河川水中の植物が光合成により作り出す有機物量(生産量)と、河川中のすべての動植物が消費する有機物量(呼吸量)。

d4PDF

地球温暖化の影響評価・適応策策定のため、文部科学省プロジェクトで作成された大規模アンサンブル気候予測シミュレーションデータベース。

ベーン工

主に河岸等の侵食を防止する目的で河川内に設置される板状の構造物。



再生可能エネルギー

再生可能エネルギーの導入拡大を見据え、電力系統に不確実性をもたらす太陽光・風力発電の出力予測技術の精度の向上等に取り組むとともに、再生可能エネルギーの導入拡大に伴うインバータ電源の増加に対応するための技術の開発を進めています(→p.50参照)。また、安定的な電源として期待される地熱発電の導入拡大支援や、パワーエレクトロニクス機器の小型化・高効率化を進めています。これらの取り組みにより、再生可能エネルギーの主力電源化に貢献していきます。

ランダムフォレスト

木構造を用いてデータを分析する決定木を複数利用し、最終的な出力を多数決や平均で決定する手法。

転位

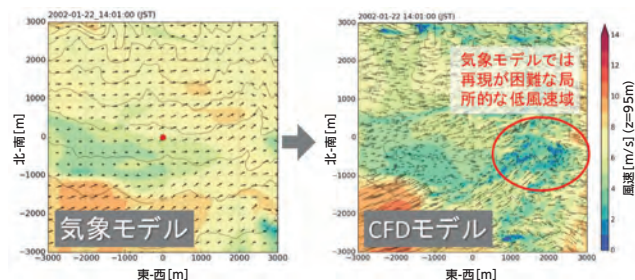
結晶材料の中の線状の欠陥。

太陽光・風力発電出力予測精度の向上

- ・数値気象モデルに基づくPV出力予測では、予測した日射量をPV出力に変換する際の精度が課題の一つでした。そのため、ランダムフォレスト等の機械学習手法を用いて変換モデルを構築し、翌日の予測精度を向上させることができました。

地熱発電事業の支援

- ・現地調査の代替となる地熱発電所周辺の気象予測に関して、空間解像度が粗い従来の気象モデルのみでは再現が困難であった現象を、空間メッシュのサイズや乱流の扱いが異なる数値流体力学 (CFD: Computational Fluid Dynamics) モデルと連携して再現し(右図)、その精度を定量的に評価しました。また、気象モデルで用いるパラメータの最適化により山間部における地上風速の予測精度を改善しました*。



数値流体力学モデル (CFDモデル) による高解像度化

*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 (JPNP21001) により実施。

パワーエレクトロニクスの材料技術開発

- ・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パワー半導体について、電力系統制御をはじめとする高電圧用途での適用拡大に向けて、厚い耐圧維持層を有する半導体材料SiCウエハにおける半環状の転位の生成メカニズムを解明しました。



電力流通

より広域的な運用を求められる電力系統の安定性を維持する技術、再生可能エネルギー電源の急激な出力変動や災害時の電力系統からの脱落に対応する技術の開発に取り組んでいます。また、高経年化が進む電力流通設備の合理的な維持・更新や運用・保守を支援する技術の開発を進めています。さらに、耐雷設計・雷害対策の技術的理解のための実用書として活用されているガイドの改訂を行いました (→ p.52参照)。一方、近年激甚化している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の開発を進めています。これらの取り組みにより、既存設備の合理的な保守・運用・更新と将来の新たな電力系統の形成に貢献していきます。

電力系統の安定化維持・広域連系支援技術の開発

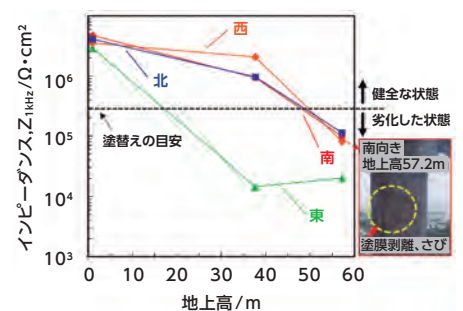
- ・当所で開発している平常時の電圧を分析・評価するシミュレーションツール (VQCシミュレータ) において、今後の導入拡大が予想される蓄電池や無効電力補償装置などの考慮を可能とするとともに、再生可能エネルギー出力と負荷の設定機能や短絡容量などの計算機能を拡充しました。
- ・広域的な負荷周波数制御 (広域LFC) の有効性をより詳細に確認するために、既提案の制御手法にエリア間連系線の運用容量制約を組み込みました。連系線制約を考慮した広域LFCの効果を検証するため、一例として、中国・九州間連系線の中国向き空き容量がない場合を想定した60Hz系統のシミュレーションを実施したところ、エリア間連系線の運用容量制約を考慮した場合においても、広域LFCはエリアごとのLFCに比べて周波数変動や発電コストを低減できることを確認しました。

電力流通設備の自然災害リスク評価・対策技術の開発

- ・当所の長期気象・気候データベースCRIEPI-RCM-Era2の更新に向けて、気象モデルによる数値計算の格子間隔を2kmに細かくするとともに、その大元となる1000km程度以上の大規模な水平スケールの気象場を補正する技術を導入しました。さらに、地表面付近の風速への感度が高い大気境界層等のスキームを最適化することで、気象モデルによる風速再現の精度向上を実現しました。
- ・気象・流体解析技術と機械学習等のデータ解析技術を併用し、数十～数百m程度の高い空間分解能で、時々刻々と変化する部材表面の付着海塩量を推定する手法や、広域にわたる年平均飛来海塩量分布を推定する手法を開発しました。また、従来の腐食センサによる付着海塩量計測の誤差要因を特定するとともに、腐食センサの出力に対し、日射や海塩の吸湿に伴う部材表面の濡れの影響を補正する方法を考案しました。→ p.54参照

送電設備の運用管理・保守の合理化

- ・鉄塔の再塗装の優先度を判断するため、塗装の劣化を非破壊かつ定量的に診断できる交流インピーダンス測定により、実鉄塔について立地環境や測定部位が測定値に与える影響を評価しました。その結果、臨海地域においては鉄塔の下部よりも上部の方が劣化しやすく、鉄塔主脚の方位は地上高よりも劣化への影響が小さいことが分かりました(右図)。
- ・高経年化が進む架空送電設備の遠隔監視による保守省力化のために、山間地における通信回線構築への適用が想定される無線通信技術の中から、無線局免許手続きが不要で装置が比較的小型となる25GHz帯の**固定無線アクセスシステム**を選定し、鉄塔の揺れ等に伴うアンテナの位置変動および降雨等の気象変化が通信特性へ及ぼす影響を評価しました。



臨海地域の鉄塔主脚における地上高や方位の異なる部位でのインピーダンス測定結果

固定無線アクセスシステム
通信事業者の基地局と無線で直接接続して利用する通信サービス。

耐熱紙
普通紙に熱安定化剤を添加し耐熱性を付与したもの。変圧器のコイルは、巻線の層間に普通紙を入れることで絶縁を強化させている。

変電設備の運用管理・保守の合理化

- ・電力用油入変圧器の巻線の絶縁として用いられている**耐熱紙**の熱劣化特性を取得し、当所で開発している温度履歴解析に基づく変圧器の余寿命を評価するプログラムに実装しました。→ p.56参照

次世代配電システムの構築と配電設備の運用管理・保守の合理化

- ・当所で開発した配電線雷事故率計算プログラムDL0Pを用い、配電用避雷器の雷電流処理履歴を考慮したエネルギー耐量超過発生率を評価しました。その結果、夏季に多い負極性雷撃を対象とした場合には、配電設備の構成にかかわらず、避雷器の繰り返し動作がエネルギー耐量超過発生率に与える影響は小さいことがわかりました。

次世代電力システムに柔軟に対応する情報通信技術の開発

- ・フルデジタル化した変電所の保護制御システムが要求信頼度を確保できるかを評価するために、システムの構成要素を適切にグループ化し、信頼度の主要な指標の一つであるシステムの不稼働率を高精度かつ高速に計算できる手法を作成しました。これにより、様々なシステム構成を短時間で比較・評価することを可能としました。
- ・国際標準に基づきデジタル化した変電所保護制御システムにおいて、変電所構内と給電・制御所相当の遠方箇所のどちらに制御権を付与するかを適切に実現・管理する方法を開発しました。同方法はIEC 61850-80-6のドラフトに掲載されており、将来国際標準になることが期待されます。



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、再生可能エネルギーを利用するためのセクターカップリングによる需要の最適化や、自然災害等に伴う電力需給逼迫時や停電時の需要側のエネルギーレジリエンス向上に関する研究に取り組んでいます。

省エネ・電化促進技術の開発

- ・災害等に伴う需給逼迫時の広域停電を回避するため、次世代スマートメータにおいて遠隔から電流を一時的に制限する機能の搭載が検討されているなか、生活者の安全や健康を維持できるように、エアコンの消費電流を目標値以下に設定して必要最小限の稼働を可能とする制御装置を開発しました。→ p.58参照
- ・EVの航続距離や主要部品寿命の延伸を目指し、ヒートポンプおよび吸着剤を塗布した熱交換器を利用して車室、バッテリー、モータ、インバータを温度帯別に冷却・加熱する高効率な熱管理システムを提案しました。
- ・日本国内の各地域の太陽光発電(PV)の発電量を差し引いた正味の電力需要(ネット電力需要)を想定する手法を考案し、愛知県内のすべての町丁字を対象に2050年までのネット電力需要を試算しました。
- ・当所ホームページで公開しているエアコン選定支援ツールASSTについて、最新の高断熱住宅や細かな気象条件等を踏まえて高速に選定結果を提供できるように改良しました。
- ・PVパネルと蓄電池を併設したコンテナ型人工光植物工場実験施設を宮古島に設置(下図)して、デマンドレスポンス要求に応じてエアコン、LED、循環ポンプ等が制御される植物工場用環境マネジメントシステム(PEMS)を開発しました。これにより、デマンドレスポンス発動時や長期停電時における植物栽培への影響を把握しました*。

*国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの受託研究(JPNP14004)により実施。



PVを設置した植物工場実験施設



空調やLEDを活用した栽培中のレタス



環境

CCUS
(Carbon dioxide
Capture, Utilization
and Storage)

二酸化炭素の回収・有効
利用・貯留。

地球温暖化問題に関する政策の分析や、温暖化対策としてのCCUSの評価を行っています。また、火力発電所の燃料転換に伴う環境アセスメントの簡略化・低コスト化のための調査・技術開発、および火力発電の環境規制やPM_{2.5}の環境リスクに関する情報の収集・分析を進めています。これらの取り組みにより、環境と共生するエネルギーシステムの実現に貢献していきます。

地球温暖化問題に係る動向分析と環境リスクの評価

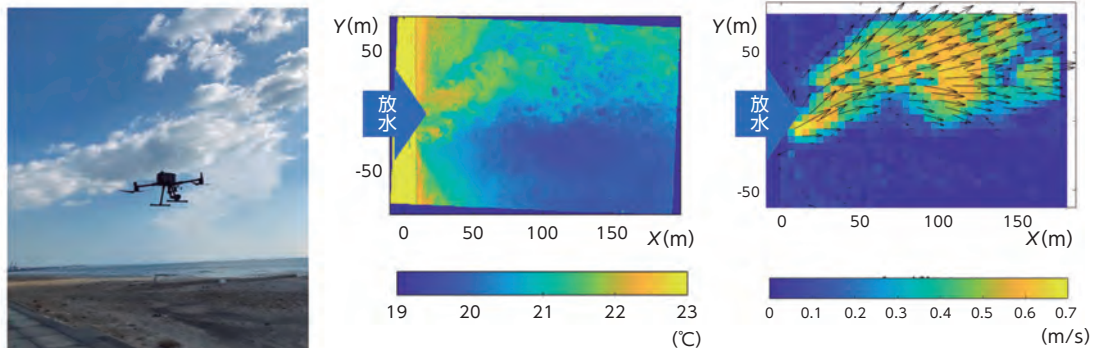
CCU (Carbon dioxide Capture and Utilization)

二酸化炭素の回収・有効
利用。

Xバンドレーダー

Xバンド(マイクロ波の周
波数帯域の一つ)の電波
を対象物に向けて発射し、
その反射波を測定する装
置。

- ・米国で2022年8月に成立したインフレ抑制法(IRA)を分析し、同法によるグリーンエネルギー支援を活用して、日本の脱炭素化(グリーン水素・アンモニアの輸入等)を促進できる可能性があることを明らかにしました。→ p.60参照
- ・先行している欧米等のCCUS商用プロジェクトの現状や今後の見通しを調査・分析し、国内のCCUS事業化に向けた今後の課題等を明らかにしました。また、燃料変換を対象とした国外のCCU商用プロジェクトについて、スケールアップの動向や今後の見通しを調査・分析しました。
- ・臨海発電所の立地・運用に不可欠となる、周辺海域での熱や物質の拡散評価に必要な基礎データを効率的に取得するため、サーモグラフィを搭載したドローンで得られる画像から水温と流速を同時に算出可能な手法の開発を進めました。また、火力発電所の環境アセスメントの省コスト化を図るため、稼働中の発電所の前面海域を対象に、ドローンによる表層水温分布など(下図)の観測、Xバンドレーダーによる放水流の連続観測を実施し、各観測手法の温排水評価への適用性を検証しました。



ドローンによる発電所からの熱輸送計測
(左)計測の様子 (中)海水温分布 (右)流速分布

- ・衛星画像のアーカイブを用いて火力発電所リプレース工事の着工前、工事中、運開後の緑被率(植物に覆われた土地の事業地に対する割合)を算出でき、この緑被率は土地改変の程度を定量的に把握するための指標となり得ることを明らかにしました。
- ・石炭火力発電所の石炭灰・脱硫石膏を原料とする再生資源に係わる情報として、水銀基準値が強化された場合に利用可能な再生資源の割合がどの程度低下するかを評価しました。また、火力発電に係わる持続可能な窒素利用の国際動向を整理しました。



社会経済

再生可能エネルギー主力電源化時代の市場メカニズムの活用ならびに電力ネットワークの運用および計画のあり方について、再生可能エネルギー導入拡大が進む諸外国の制度等の事例を調査し、それらが電気事業に与えた影響を評価するとともに、カーボンニュートラルを目指すなかで、電力の安定供給と経済効率性の両立に寄与する制度設計を提言しています。

再生可能エネルギー主力電源化時代の制度設計と電気事業の対応

- ・国内で議論が進められているエネルギー (kWh) と需給調整 (ΔkW) の同時約定市場について、米国独立系統運用者・地域送電機関 (ISO/RTO) の市場モデルの特徴や課題を調査し、市場メカニズム外の取引方法などの制度的措置に着目して分析を行いました。→ p.62参照
- ・米国で検討が進められている分散型エネルギー資源 (DER) を卸電力市場に参加させるための制度設計とその課題を調査しました。PJMでは設備容量の小さいDERについても100kW以上に集約することで卸電力市場への入札が可能となるものの、系統混雑管理を簡素化する観点から一定の地域内でDERを集約することを市場参加の要件としています。このことから、DERのアグリゲーションと系統混雑管理の両立に課題があることを示しました。



共通・分野横断

電気事業における業務効率化や、プラント機器・社会インフラの保全のため、IoT、AI、ビッグデータ、新型センサ、環境発電などの革新技術活用法の開発を進めていきます。特に、自立型の小型電源に用いられる熱電素子の材料特性の評価手法の開発や、環境発電技術を活用したセンサ・監視システム、人の動きを判定するモーション解析技術の開発をしています。

電力設備を対象としたIoT・センサ技術の開発

- ・IoTデバイスの自立型小型電源に熱電素子を活用するにあたり、多くの複雑な工程を必要とせず熱電素子の材料特性を系統的に評価できる手法を開発しました。→ p.64参照
 - ・**コンクリート電池**および**コンクリート空気電池**から得られた電気を二次電池に蓄えることにより、50m離れた場所での安定した無線環境センシングを可能とする電源システムを構築しました。
 - ・システム休眠時にカメラモジュールへの電源供給を停止するなどの省電力機能を備えた、発電所や変電所での電池交換が不要となるエネルギーハーベスティング駆動無線画像監視システムを試作しました。
 - ・人に装着した振動センサを利用して、加速度、角速度、姿勢角のデータからリアルタイムで人の動きを判定するモーション解析技術「FUTTE-Me (下図)」を開発しました。これにより、人の動きに合わせて音楽テンポ制御や舞台演出を行うシステムを構築しました*。
- *本研究はJST、CREST、JPMJCR21Q2の支援を受けたものである。

コンクリート電池・ コンクリート空気電池

コンクリートが電解質であることを利用し、異種金属の電極を貼り付けることにより電力を得るのがコンクリート電池。コンクリート空気電池は空気中の酸素と水を電気化学的な燃料とするコンクリート電池。



FUTTE-Me

リアルタイムに人の動作を解析して、その動作に基づき音楽の再生速度や映像を制御できます。本ツールの利用実績データを用いて、2025年度を目途に電力設備の異常検知技術を開発する予定です。



火力発電への脱炭素化技術導入に対する経済性と環境性を評価

● カーボンニュートラル実現に向けた火力発電の脱炭素化技術の社会実装を支援

2030年戦略研究

CCS
→p.10参照

背景

2050年カーボンニュートラル実現に向けて、火力発電へのCCS技術や水素(H₂)、アンモニア(NH₃)利用技術などの導入が有効と考えられています。そこで、当所はこれらの火力発電における脱炭素化技術の社会実装に向けた調査、分析を行うとともに、その結果に基づく経済性や環境性を評価する技術の整備を進めています。

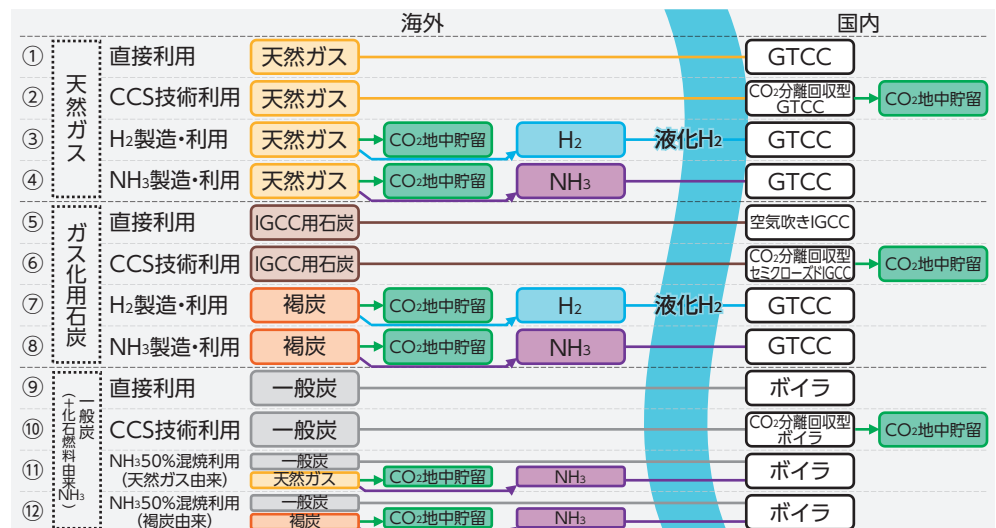
成果の概要

◇2030年を想定した火力発電の脱炭素化技術に対する発電コストやCO₂排出原単位等を試算

火力発電の脱炭素化技術に関する最新情報を調査、分析し、現状の技術段階から想定される経済性および環境性を評価する手法を整備しました。この手法を用いて、天然ガス、ガス化用石炭、一般炭を対象に(図1)、2030年想定技術諸元に基づく発電コストやCO₂排出原単位等を試算しました。その結果、CCS技術利用についてはCO₂の輸送・地中貯留費、H₂・NH₃製造・利用についてはH₂・NH₃の製造設備・運転維持費や燃料輸送費が発電コストを増加させていることから(図2上軸)、これらの技術開発が発電コストの低減に有効であることを明らかにしました。また、石炭(ガス化用石炭、一般炭)のCO₂排出原単位を天然ガスのケースと比較すると、直接利用時のCO₂排出原単位は約2倍近いものの、CCS技術利用やH₂・NH₃製造・利用により、天然ガスと同程度に抑えられることを定量的に示すことができました(図2下軸)。

GTCC
(ガスタービン複合発電)
→p.15参照

IGCC
(石炭ガス化複合発電)
石炭をガス化することで、ボイラより高効率なGTCCで石炭の燃料利用を可能とした発電システム。



GTCC:ガスタービン複合発電設備、IGCC:石炭ガス化複合発電設備

図1 試算ケースの概念図



泰中 一樹(たいなか かずき)
エネルギートランスフォーメーション研究本部
プラントシステム研究部門

火力分野における脱炭素化技術の導入支援により、ゼロエミッション化に貢献します。

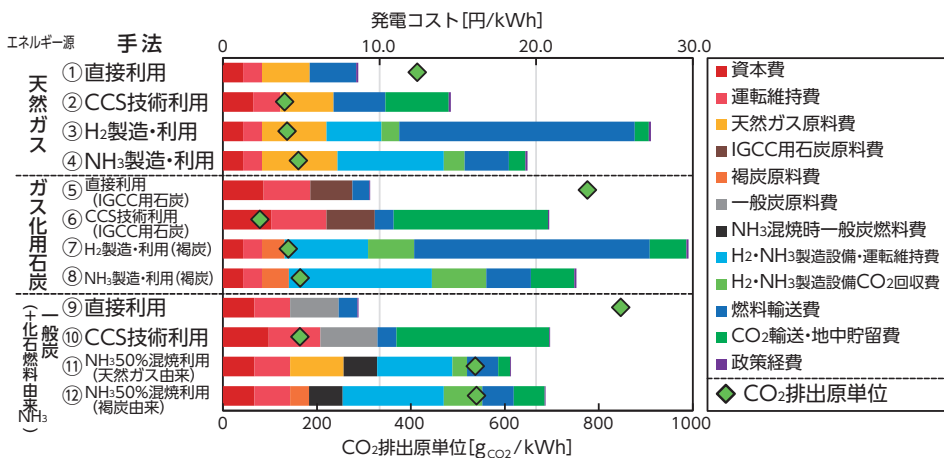


図2 各試算ケースにおける2030年想定
の発電コストおよびCO₂排出原単位

CO₂排出原単位は、発電量あたりのCO₂排出量を示しています。CO₂排出量としては、採掘から輸送におけるCO₂排出量およびCH₄排出量(CO₂換算)、およびH₂・NH₃製造設備と発電設備からのCO₂排出(H₂・NH₃製造時および発電利用時にCCS技術で回収しきれなかったCO₂排出等も含む)を考慮しています。

成果の活用先・事例

本研究で整備した火力発電の脱炭素化技術に対する経済性や環境性の評価手法は、液化H₂や液化NH₃以外の様々な化合物にも適用することができます。これにより、経済性と環境性の両立を目指した日本の将来的な電源構成についての議論に貢献します。

参考 泰中ほか、電力中央研究所 研究報告 EX22013 (2023)



持続可能な社会を創る石炭灰利用低炭素コンクリート系資材の社会実装を推進

● コンクリート系資材の脱炭素化と石炭灰の有効利用量拡大に貢献

2030年戦略研究

石炭灰

石炭火力発電所で燃料を燃焼させた際に発生する。主に細かな球形粒子状のフライアッシュと塊状の多孔質なクリンカアッシュから成る。

EeTAFCON (イータフコン)

→p.11参照

FSB (FA-Shell-Block)

→p.11参照

背景

社会基盤材料であるコンクリートに係わるCO₂排出量の抑制が世界的な課題となっています。これは、一般的なコンクリートの主原料であるセメントを製造する際のCO₂発生量が、世界総CO₂排出量の約7%にも上るためです。また、国内の石炭火力発電所では年間約890万トンの石炭灰が発生しており、石炭灰を大量に有効利用できる技術の開発が望まれています。当所は、石炭灰の9割を占めるフライアッシュ (FA) を有効利用するため、FAを主原料とする低炭素コンクリート系資材として、セメントを用いないことによりCO₂排出量の削減を可能にしたEeTAFCON (イータフコン) とFSB (FA-Shell-Block) を開発しました。EeTAFCONは、高強度・高耐酸性という特徴を活かして厳しい環境下での利用が可能であり、一般土木建築向けの資材として社会実装が進み始めました。FSBは、水産系副産物である貝殻粉末の利用を特色とし、漁協やコンクリート会社などとの地域連携を図り、海域での藻場再生等への活用と海藻が増殖することによるCO₂削減効果が期待されています。

*FSBについては、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) からの受託研究 (JPNP16003) により実施。

成果の概要

◇EeTAFCON: 社会実装の加速に向けたビジネス戦略を創造

EeTAFCONの社会実装を加速するため、これまでより比表面積が小さく品質が劣るFAでも高強度の資材を製造する技術を開発し、国内の大半のFAを利用可能としました (図1)。また、開発した技術の全国展開に向け、コンクリート製品メーカー、ゼネコン、電気事業者、商社等約40社から成るEeTAFCON研究会を設立しました。さらに、ビジネス戦略として石炭灰地産地消型のローカルモデルを福島県で構築し、研究会を通じて全国展開するシナリオを創造しました (図2)。

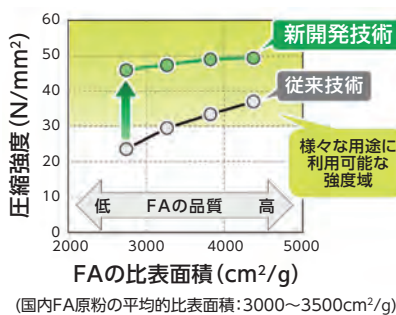


図1 新開発技術の効果

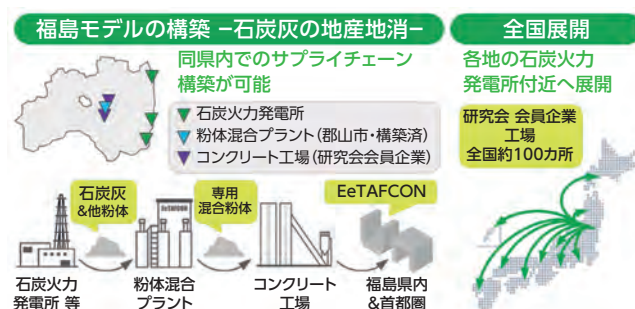


図2 福島モデルの構築を通じたビジネス戦略

藻礁

海藻類を繁殖させるための設備。衰退した藻場の再生や新規造成に利用される。

磯焼け

海藻が繁茂している藻場を形成する海域において、海藻が経年変化の範囲を超えて著しく減少した状態となる現象。

◇FSB: 海域でのFA混合材料活用に向けたFSB大型藻礁製造技術を構築し 海藻着生を実証

コンクリート工場において実用サイズとなる2トン級のFSB藻礁の製造に成功し、海域でのFA利用促進に見通しを得ました。11基の2トン級藻礁 (FSB藻礁9基、比較対象コンクリート藻礁2基) を磯焼けが進行している海域に沈設し、比較対象としたコンクリート藻礁に比べてコンブ等大型海藻類の着生性が優れていることを確認しました (図3)。

EeTAFCON

柴山 淳(しばやま あつし)／菊地 道生(きくち みちお)
 サステナブルシステム研究本部 構造・耐震工学研究部門



FSB

日恵井 佳子(ひえい よしこ)
 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
 小林 卓也(こばやし たくや)
 サステナブルシステム研究本部 生物・環境化学研究部門

石炭灰を有効利用した低炭素資材の社会実装を通じ、持続可能な社会の実現に貢献します。



2トン級FSBの沈設



コンブが繁茂するFSB藻礁

図3 2トン級FSB藻礁と海藻が着生する海中のFSB

マンホール
(茨城県)側溝蓋
(福島県)L型側溝
(千葉県)暗渠
(神奈川県)

図4 EeTAFCONの現場適用事例

成果の活用先・事例

EeTAFCONについては、既に様々な用途で実際の建設現場に適用されており(図4)、創造したビジネス戦略に沿って社会実装をさらに加速します。FSBについては、原料となる貝殻等の調達やコンクリート工場での製造を用途先地域で行うことにより、石炭灰の大量利用と産業振興による地域貢献を両立する環境事業の創生が期待されます。このように、EeTAFCON、FSBのいずれも従来のコンクリートに比べてCO₂排出量を5~7割削減することに寄与し、地産地消型の資材として循環型社会の構築に貢献します。

参考 菊地ほか、特許第6746302号(2020)
 日恵井ほか、電力中央研究所 研究報告 M15006(2016)



リチウムイオン二次電池の非破壊劣化評価技術を開発

● リチウムイオン二次電池の運用コスト削減に寄与し、再生可能エネルギーの導入促進に貢献

2030年戦略研究

電気化学インピーダンス解析

→ p.12参照

背景

需給調整市場、容量市場、卸市場において電力貯蔵用電池を長期間運用するには、これらの電池に高い信頼性が求められます。電力貯蔵用電池の中でもリチウムイオン二次電池 (LIB) については、劣化に伴い電池容量が低下するため、正確な劣化状態把握や余寿命評価が必要となります。当所では、**電気化学インピーダンス解析**による物理パラメータ算出方法の検討、および電圧解析における新たなLIBの劣化モデルの構築を行い、非破壊かつリアルタイムの劣化評価技術の開発を進めています。

成果の概要

◇電気化学インピーダンス解析による物理パラメータ算出方法を考案

従来の解析に用いてきたLIBの等価回路モデルに電極の多孔性構造を加味した等価回路モデルを新たに用いて、物理パラメータの算出方法を考案しました (図1)。考案した算出方法により、リチウムイオンの拡散係数や電極/電解液界面反応抵抗など、電池の劣化に関連した物理パラメータを精度よく同定できることを確認しました。

◇LIBの電圧解析における正極構成材の劣化状態を反映した粒子モデルを開発

運用中のLIBの電圧測定結果から劣化状態を把握するため、使用後の正極材で観察された**粒子割れ**を反映した**粒子モデル**を開発しました。正極材構成粒子のリチウムサイト内に表面サイトと粒内サイトを仮定することにより、粒子割れ進行に伴って粒径サイズが縮小することならびに表面サイトと粒内サイトの割合が変わることを適切に模擬しました (図2)。また、この粒子モデルにより、放電後期の放電曲線が劣化したLIBの測定結果に近似することを確認しました。

粒子割れ

粒子状の正極活物質 (リチウムイオンが入り出す物質) が割れる (ひび割れも含む) 現象。

粒子モデル

表面サイトと粒内サイトに異なるエネルギー特性 (値および分散) を仮定し、表面サイトと粒内サイトの比率の変化による放電曲線の変化を表すモデル。

リチウムサイト: 正極活物質のリチウムイオンが入り出す位置
 表面サイト: リチウムサイト内の表面数層の部分で表面特有の性質を示す位置
 粒内サイト: 表面サイトよりも内側で固体的な性質を示す位置

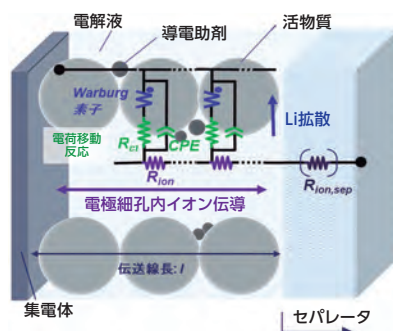


図1 新たに用いた等価回路モデルと物理パラメータ

- R_{ct} : 電荷移動反応に由来する抵抗成分
- CPE: 電荷移動反応に由来するコンデンサ成分
- R_{ion} : 電極細孔内イオン電導に由来する抵抗成分
- $R_{ion,sep}$: セパレータ内イオン電導に由来する抵抗成分

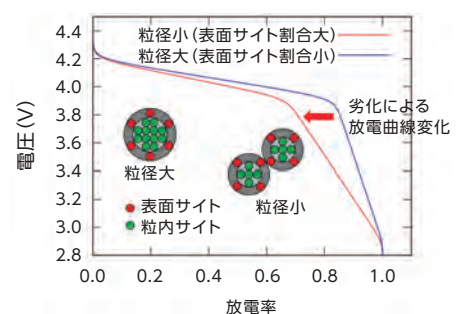


図2 粒子モデルによる電圧および粒子中のリチウムサイト概念図

放電過程では、リチウムイオンは正極中のリチウムサイトのうち、エネルギーが低位の粒内サイトから配置されると考えられるため、リチウムイオンの表面サイトと粒内サイトの割合が変わることで、放電曲線も変化すると考えられます。



別役 潔(べつやく きよし)
エネルギートランスフォーメーション研究本部
材料科学研究部門

藤原 優衣(ふじはら ゆい) / 小林 剛(こばやし たけし)
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

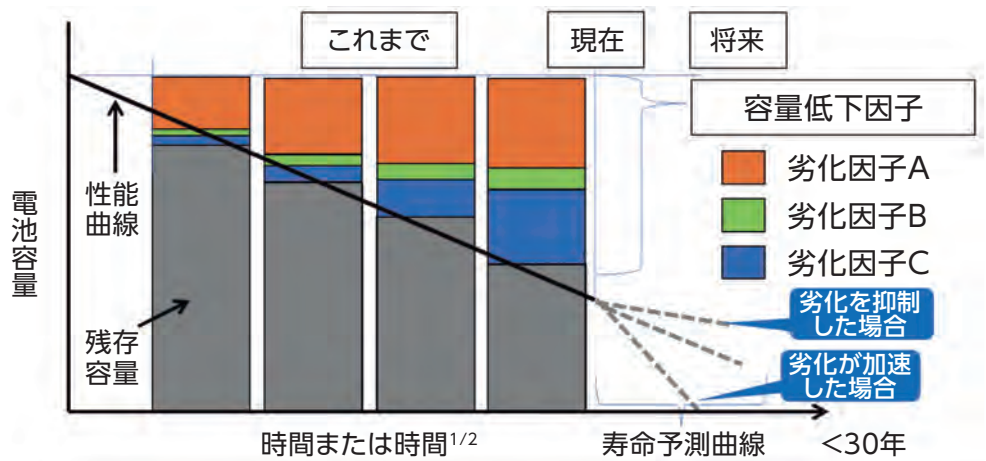
リチウムイオン電池の加速劣化試験設備 温度・電流値等を調整して評価用の劣化電池を作製することが可能です。

主要な研究成果

2030年戦略研究

LIBの寿命予測曲線のイメージ

従来の残容量の推移に基づく寿命推定手法に加えて、インピーダンス解析や電圧解析から新たなLIBの劣化因子を見出すことができれば、将来の寿命予測曲線をさらに精度よく推定することが可能となります。また、LIBの劣化因子が明らかとなり、これらの劣化を抑制する運転を行うことができれば、LIBの寿命延伸につながることも期待されます。



成果の活用先・事例

電力貯蔵用電池の余寿命を精度よく評価することで、適切な更新時期の判断と運用コストの削減に寄与するとともに、各電力市場での電力貯蔵用電池の活用、再生可能エネルギーの導入促進に貢献することができます。

参考 Fujihara et al., J. Electrochem. Soc. Vol.169 (8), 080509 (2022)
Betsuyaku et al., J. Power Sources Vol. 565, 23893 (2023)



社会・産業構造を反映した地域電力需要分析の数理的手法を開発

● 数理技術により合理的な電力設備投資に貢献

2030年戦略研究

背景

地域グリッドの最適化を目的として合理的に設備投資を進めるためには、将来の需要想定が不可欠になります。一方、需要に影響を与える人口や産業構造などの変化には不確実性があるため、各地域における将来の需要想定が難しくなっています。このとき、各地域の特有の社会・産業構造や気象特性等と電力需要の構造との関係が明らかになれば、将来の需要想定を限られたデータから分析できるようになります。

* 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 (JPNP22003) により実施。

成果の概要

◇都道府県単位の将来の電力需要を分析するための数理的手法を開発

公開されている電力需要および人口や産業などに関する統計データを用いて、都道府県など任意の地域を単位とする将来の電力需要を分析する数理的手法を開発しました(図1)。具体的には、各電力エリアの電力需要データ(日負荷曲線)から特徴的なパターンを抽出(特異値分解)し、人口、産業構造、気温を考慮して、対象とする時間や場所における日負荷曲線の分析を可能としました。東京電力エリアおよび四国電力エリアを対象として日負荷曲線の実績値と推定値とを比較した結果、両者は精度よく一致し、開発手法の妥当性が検証されました。

日負荷曲線

1日の電力需要の時間変化をグラフにしたもの。

特異値分解

機械学習で広く使用されるアルゴリズムで、高次元データの特徴を保持したまま低次元のデータに変換する手法の一つ。多くのデータから特徴的な要素を抽出する際などに利用されている。

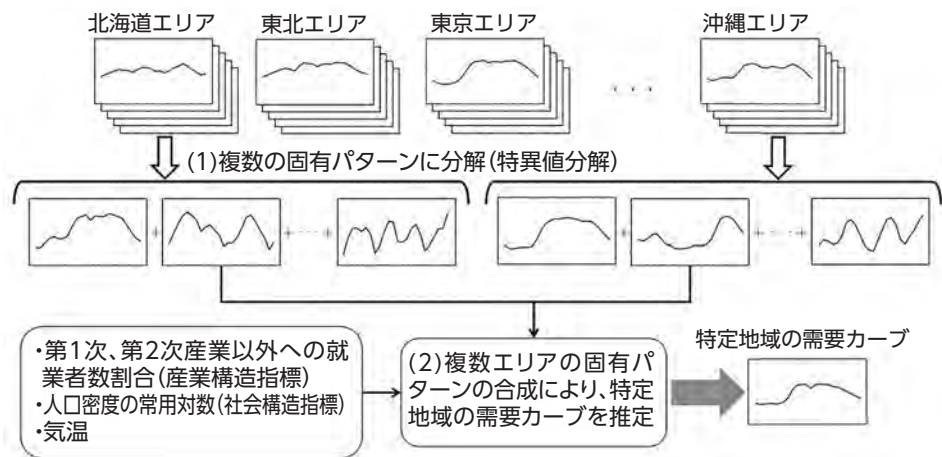
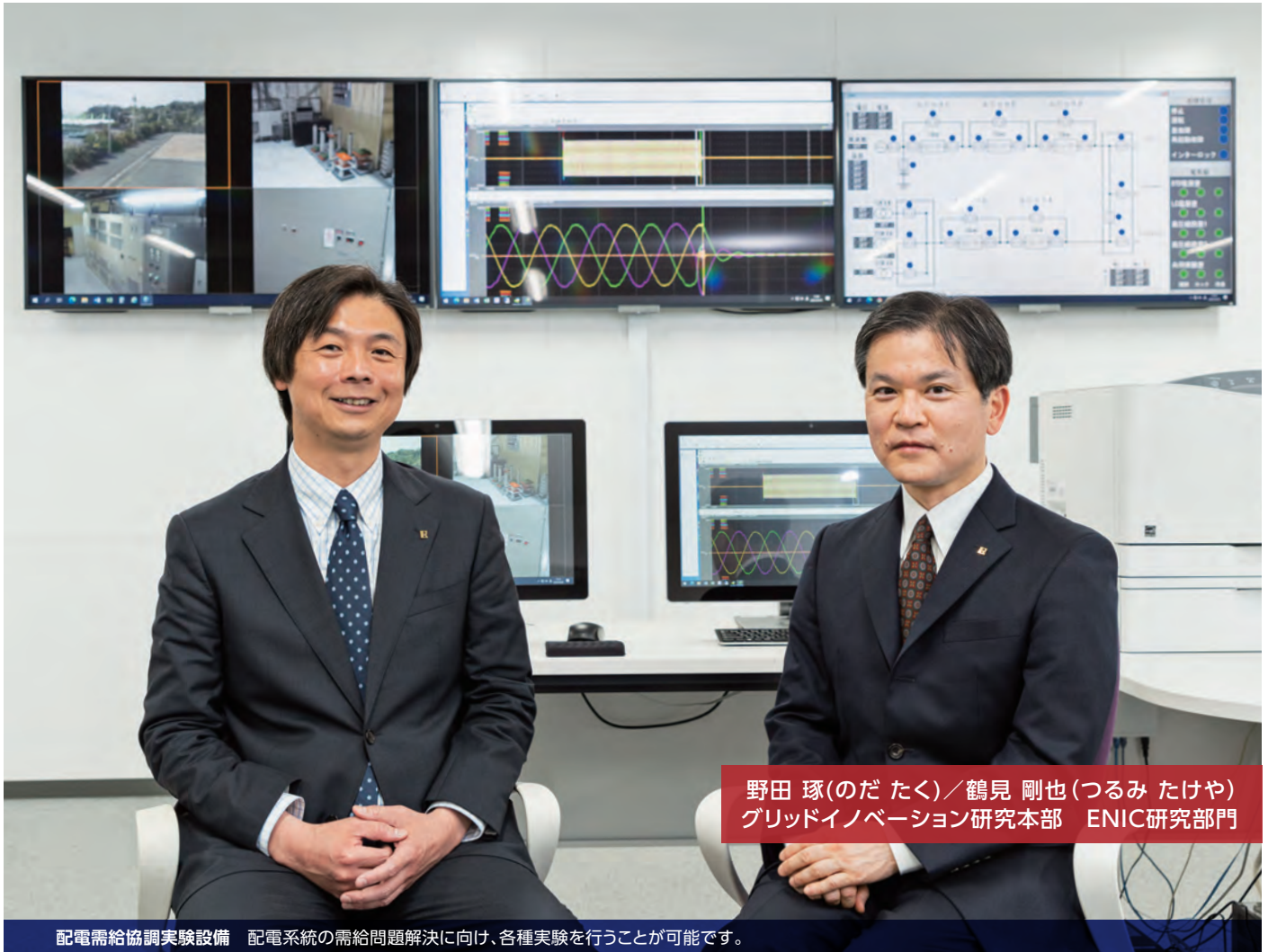


図1 開発手法による日負荷曲線の推定方法

電力エリアごとの日負荷曲線データを固有パターンに分解し、第1次・第2次産業以外への就業者数割合、人口密度の常用対数、気温を変数として、複数エリアの固有パターンを合成することで、特定地域の日負荷曲線を推定します。

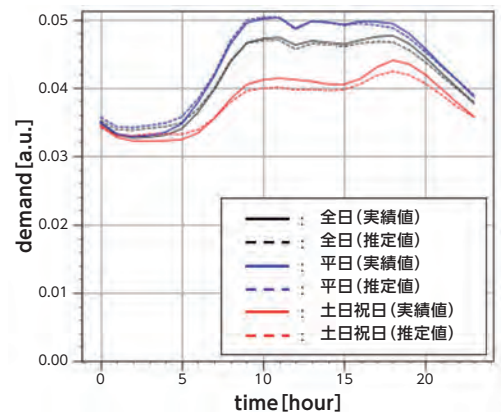


野田 琢(のだ たく)／鶴見 剛也(つるみ たけや)
グリッドイノベーション研究本部 ENIC研究部門

配電需給協調実験設備 配電系統の需給問題解決に向け、各種実験を行うことが可能です。

日負荷曲線の実績値と推定値の比較

都道府県単位の日負荷曲線は公開されていないため、東京電力エリアの実績値と、本手法で得られた推定値とを比較し、開発手法の妥当性を確認できました。



成果の活用先・事例

開発した手法を用いることにより、過去の電力需要データを用いて、将来の社会・産業構造の変化に応じて日負荷曲線がどのように変化するかを分析することができます。今後、デジタル化技術により過去の多量な需要データから特徴的なパターンを抽出するとともに、再生可能エネルギーの普及状況等を踏まえた出力予測も組み合わせて、電力需要の推定と分析を可能とし、将来の電力系統やマイクログリッドの合理的な設備投資に貢献します。

参考 鶴見ほか、電力中央研究所 研究報告 GD22025 (2023)



原子力発電

HEAF評価試験による熱的影響範囲評価手法を構築

- 原子力発電所のHEAFに係わる安全性向上対策を支援

HEAF
(High Energy Arcing Fault)
高エネルギーアーク故障。

ZOI
(Zone of Influence)
熱的影響範囲。

背景

原子力発電所の電気機器等で発生するHEAFについては、アークにより溶融・蒸発した導体材料を含む高温ガスが発生することから、HEAFのZOIは導体材料により変化する可能性が指摘されています。当所では、これまでに銅導体を対象としたHEAFのZOI評価手法を提案してきましたが、銅以外に電気機器で頻繁に使用されているアルミニウム導体を対象とした場合のHEAFのZOI評価手法を構築する必要があります。

成果の概要

◇導体材料とアークエネルギーのZOIに及ぼす影響を解明

アルミニウムおよび銅の棒導体を用いて、同一材料の導体間にアークを発生させる試験を実施しました(図1)。その結果、アルミニウムを用いた場合のアーク近傍の瞬間的な熱エネルギーは銅に比べて最大で約1.8倍となり、HEAFのZOIに対する導体材料の影響を実験的に確認することができました。

◇HEAFの導体材料依存性を考慮したZOI評価手法を構築

HEAF発生時のアークエネルギー、導体材料の種類、アーク発生位置からの離隔距離、ケーブル等の損傷基準をパラメータとしたZOI評価式の概念を提案し、実機評価シナリオに適用可能なZOI評価手法を構築しました。

アークエネルギー
アーク電圧とアーク電流のそれぞれの瞬時値の積をアーク継続時間にわたり積分した値。



図1 アーク試験実施状況

アーク試験では、アークの発生と同時に強い閃光が生じ、アークの発生位置の周囲に対しては、金属蒸気を含む高温ガスが球に近い形状で拡がる挙動を確認しました。また、アルミニウムについては、アーク発生時の化学反応に起因する放出エネルギーが銅に比べて大きいことから、周囲に対する熱的影響も大きくなることを明らかにしました。

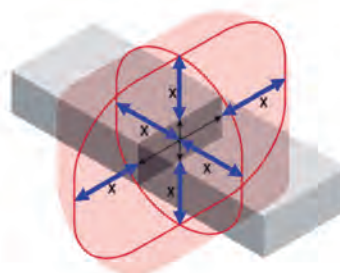


田坂 光司(たさか こうじ)
原子力リスク研究センター リスク評価研究チーム

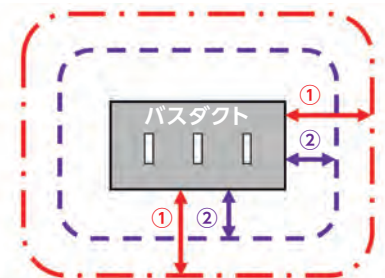
宮城 吏(みやぎ つかさ)
グリッドイノベーション研究本部 ファシリティ技術研究部門

大容量電力短絡試験設備 送電線や配電線の短絡故障など大電流を伴う事故発生時の安全性および短絡性能の評価・検証を行う設備です。

↔ 高温ガスZOI設定距離



バスダクトZOI模式図(立体図)



①Al高温ガスZOI:0.41m
②Cu高温ガスZOI:0.24m
バスダクト周囲方向のZOI比較

相非分離バスダクトのHEAFシナリオZOI評価結果
(アークエネルギー:25MJ、評価対象:熱可塑性樹脂被覆ケーブル)
国内において、相非分離バスダクトのHEAFのZOIに関する知見が十分ではなかったため、内部アーク試験を実施しました。その結果、従来の画一的なZOI評価手法と比べて、電気盤のHEAF火災対策の設計条件(HEAF発生時のアークエネルギーや導体材料)に応じた実用的かつ合理的なZOI評価が可能となりました。

成果の活用先・事例

国内原子力事業者に実践的なHEAFのZOI評価手法を提供することにより、内部火災PRAにおけるHEAFシナリオ評価手法としての活用が見込まれます。また、導体材料がZOIに及ぼす影響を定量的に示すことができ、アルミニウムを使用した機器について、HEAFに係わる安全性向上対策の実施を支援します。

参考 田坂ほか、電力中央研究所 研究報告 NR22009 (2023)
田坂ほか、電力中央研究所 研究報告 O20008 (2021)
白井ほか、電力中央研究所 研究報告 O20009 (2021)



原子力発電

人間信頼性解析
(HRA : Human
Reliability Analysis)

確率論的リスク評価 (PRA)において、人間の過誤の可能性・頻度とその影響を定性的・定量的に評価すること。

バーチャルリアリティを用いた中央制御室内火災時の人間特性収集方法を開発

● 原子力発電所における火災リスク評価時の人間信頼性解析に貢献

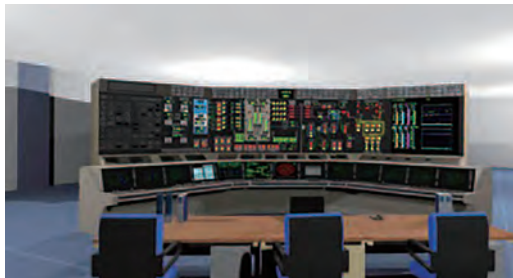
背景

原子力発電所の中央制御室(中操)における火災PRAは、リスク上の重要性から他の火災PRAとはシナリオを分けて評価することが推奨されており、実データ等の根拠に基づいた**人間信頼性解析(HRA)**が必要です。中操火災は稀有な事象であり、シミュレータ訓練もできないため、HRAに必要な火災発生から退避に至るまでの運転員の人間特性(認知や行動、ストレス状態など)に関するデータをインタビュー等で収集するのは困難です。当所では、中操火災など過酷状況下におけるHRAの高度化に向けて、近年技術革新の進むバーチャルリアリティ(VR)を活用して、人間特性データを収集する手法の開発に取り組んでいます。

成果の概要

◇VRを用いた中操火災時の人間特性収集方法を開発

改良型沸騰水型炉(ABWR)型プラントの中操をVRで模擬したシステム※に、当所開発の火災性状予測モデルBRI2-CRIEPIで予測した煙性状を組み込み、中操火災により煙が発生・拡散する状況を再現しました(図1)。本バーチャル環境を用いて、一定の技量を有する複数名の原子力発電所運転員の協力のもと実験を行い、火災発生から退避するまでの運転員の人間特性に関するデータを収集する手法を開発しました。



(A) 初期状態



(B) 火災状況(煙層 床上約2.9m)

図1 VRで模擬した中操

※「日立GEニュークリア・エナジー(株)ホームページ。原子力発電プラント運転訓練シミュレータ。
https://www.hitachi-hgne.co.jp/activities/abwr_construction/simulator/index.html

◇中操火災時の運転員の認知、判断、対応状況に関する知見を収集・分析

この手法を用いた実験により、原子炉を手動で緊急停止させる対応(手動スクラム)や退避のタイミングに関する認知や判断、さらに中操火災発生時の対応状況についての知見を収集することができました。また、実験時に収集した心理指標およびインタビュー結果により、VR環境であっても実験参加者が火災対応時にストレスや脅威を感じて対応していたことがわかりました。



野々瀬 晃平(ののせ こうへい)／廣瀬 文子(ひろせ あやこ)／武田 大介(たけだ だいすけ)
原子力リスク研究センター リスク評価研究チーム

過酷状況創出VR装置 火災等、通常の運転訓練シミュレータでは体験できない事象を疑似的に体験することが可能です。



本手法を用いた実験風景

成果の活用先・事例

本手法で得られるデータは、中操火災時のHRAにおける質問項目作成や影響要因抽出に活用が可能です。また、本手法で得られた知見を中操火災時手順書等に反映することで、中操火災時の各種リスクの低減に寄与できます。VRを用いた本手法は、データ収集のみならず、シミュレータでは再現できないような事象に対する訓練手法としての活用が可能です。

参考 廣瀬ほか、電力中央研究所 研究報告 NR22012 (2023)
Hirose et al., Proc. of PSAM16, A-50 (2022)
池ほか、電力中央研究所 研究報告 O20011 (2021)



原子力発電

液状化

地震時に地盤が液体状になる現象。

有効応力解析

地震時に発生する液状化や変形量の評価をする解析手法。

液状化強度の空間分布が地震時の地盤挙動に及ぼす影響を評価

● 地震PRAにおける地盤の液状化影響評価の合理化に貢献

背景

原子力発電所の耐震性検討における液状化の影響評価では、地盤の液状化強度に空間的なばらつきがあることから、地盤の物性値に保守性を持たせています。当所では、その耐震性検討に合理的な根拠を持たせるため、液状化強度の空間分布が地震時の地盤挙動に及ぼす影響の評価に取り組んでいます。

成果の概要

◇ 振動模型実験により地盤挙動を評価

液状化強度が半分程度の弱部を20%混在させた2種類の模型地盤と、弱部を混在させない均質な模型地盤を対象に振動模型実験を実施し、両者の全体的な地盤挙動が同等であることを確認しました。

◇ 数値解析により地盤応答を評価

弱部の空間分布を統計的に変化させる方法(図1)を考案し、振動模型実験と等価な条件となるように弱部をランダム配置した地盤モデルを多数作成して有効応力解析を実施しました。その結果、弱部の空間分布が異なるモデルにおいても、弱部の比率が同じであれば、構造物の耐震性評価への影響が大きい地表面での水平加速度や水平変位はあまり変化しないことがわかりました。また、地盤モデルの弱部の比率を変化させた解析を実施したところ、弱部比率が20%であれば、弱部を含まない均質砂地盤モデルの場合と同等の結果になることを明らかにしました(図2)。

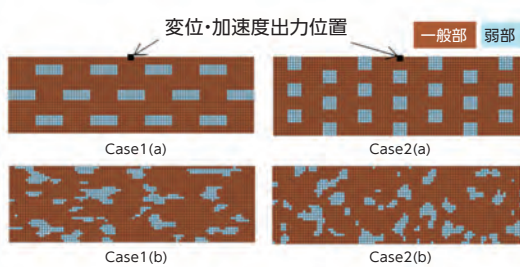


図1 解析における砂地盤の弱部配置

実験で使用した模型地盤の弱部配置(a)と等価な解析モデル(b)を作成する方法を考案しました。Case1とCase2では弱部の比率は同じですが配置が異なります。一般部:一般的な液状化強度の砂地盤。弱部:液状化強度が一般部の半分程度の砂地盤。

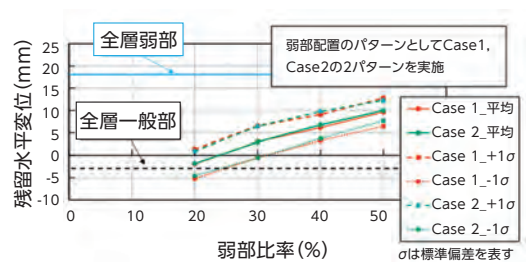


図2 弱部比率と地表面の残留水平変位 (各100ケースの解析結果)

解析モデルの弱部比率を変化させた場合、水平方向のずれの大きさを示す残留水平変位は、弱部比率が大きいほど全層弱部の解析結果に近づくものの、弱部比率が20%の場合には、弱部を含まない均質砂地盤モデルの場合と同等の結果になりました。

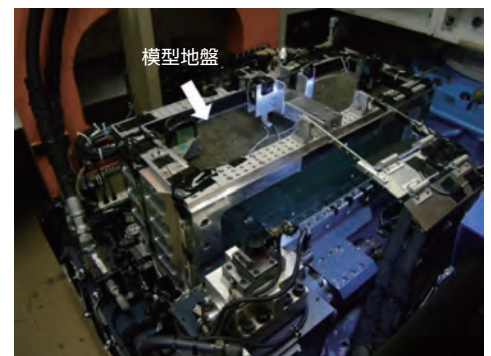


石丸 真(いしまる まこと) / 沢津橋 雅裕(さわつばし まさひろ)
原子力リスク研究センター 自然外部事象研究チーム

遠心载荷模型実験装置 遠心力により模型地盤に実物の応力状態を再現して、地震時挙動の評価に貢献します。

振動模型実験装置

遠心载荷模型実験装置に搭載することで、実物と同じ応力状態を模型地盤中に再現することが可能です。



成果の活用先・事例

原子力発電所敷地内の地震PRAにおける地盤の液状化影響評価への適用が期待されます。また、原子力エネルギー協議会(ATENA)の技術レポートへの反映を予定しています。

参考 石丸ほか、電力中央研究所 研究報告 O20007 (2021)



原子炉压力容器鋼の照射脆化量の統計特性モデルを提案

● 原子炉压力容器の健全性確認試験結果の信頼性を保証する技術根拠を提供

原子力発電

シャルピー衝撃試験・シャルピー吸収エネルギー
切り欠きの入った角柱状の試験片に対して、高速で衝撃を与えることで試験片を破壊し、破壊するために要したエネルギー(シャルピー吸収エネルギー)を測定する試験。

背景

原子炉压力容器鋼では、プラント運転中の中性子の照射により材質が変化(照射脆化)します。原子炉压力容器の健全性を確認するため、その压力容器内に収納されているサンプル鋼を用いた監視試験を定期的に行っています。監視試験にはシャルピー衝撃試験が用いられますが、脆性破壊と延性破壊とが混在する延性脆性遷移温度領域ではシャルピー吸収エネルギーに生来的なばらつきがあり、脆化量の評価における不確かさの要因となります。当所では評価の信頼性を統計的に保証できるよう、ばらつきの特性を理論的に推定するモデルの開発を進めています。

成果の概要

◇シャルピー吸収エネルギーのばらつきの評価式の妥当性を実証

破壊力学の知見を組み合わせることで、シャルピー吸収エネルギーのばらつきを推定する評価式を導出し、試験データとの比較からその評価式の妥当性を実証しました。ばらつきは正規分布によって近似可能であり、その平均および標準偏差の関係は材料によらず一意に定まることを見出しました。

◇関連温度移行量の統計分布特性を理論的に推定するモデルを構築

導出した評価式に誤差の伝搬法則を適用し、原子炉压力容器鋼の照射脆化量の評価に用いる関連温度について、その標準偏差を理論的に推定するモデルを提案しました(図1)。本モデルに基づく標準偏差の推定値と、現行の技術規程JEAC4201に基づく標準偏差とを比較した結果、現行の技術規程では関連温度移行量の標準偏差が十分安全側に見込まれることを確認しました(図2)。

関連温度

シャルピー吸収エネルギー41Jに対応する温度。照射脆化量の評価に用いる。

JEAC4201

日本電気協会電気技術規程原子力編「原子炉構造材の監視試験方法」。

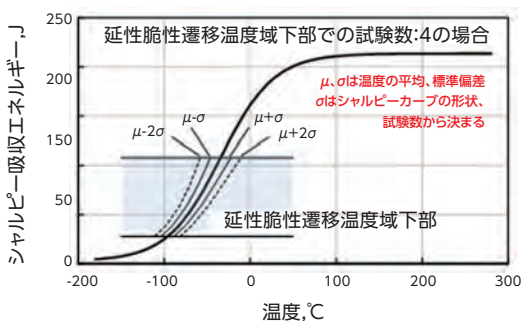


図1 本モデルから推定したシャルピーカーブでの温度のばらつき

評価に必要なパラメータ(シャルピーカーブの形状、試験数)の充足性に応じて、関連温度の標準偏差が理論的に推定できます。

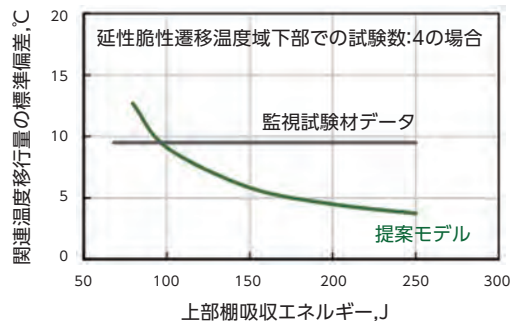


図2 関連温度移行量の標準偏差の本モデルとJEAC4201との比較

上部棚吸収エネルギーが100Jを超える現実的な範囲では、本モデルの推定値の方が小さく、JEAC4201に基づく関連温度移行量の標準偏差は安全側に見込まれています。

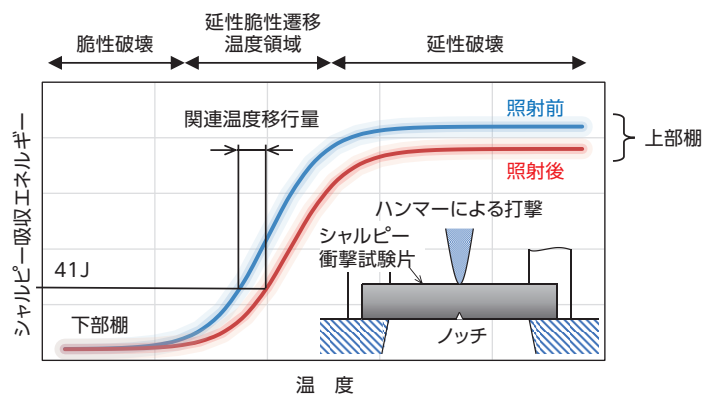


信耕 友樹(しんこう ともき)
エネルギー変換研究本部
材料科学研究部門

三浦 直樹(みうら なおき)
エネルギー変換研究本部

シャルピー衝撃試験設備 様々な温度で材料の破壊特性を測ることができる試験設備です。

シャルピーカーブと照射影響
シャルピー吸収エネルギーと温度の関係曲線をシャルピーカーブと呼び、中性子照射によって高温側へシフトします。照射脆化量は、シャルピー吸収エネルギー41Jでのシフト量(関連温度移行量)によって評価します。



成果の活用先・事例

提案したモデルにより、原子炉压力容器鋼の照射脆化量のばらつきを定量的に評価することが可能となり、監視試験において試験結果の信頼性を保証する技術根拠として活用できます。

参考 三浦ほか、電力中央研究所 研究報告 EX22004 (2023)
三浦ほか、電力中央研究所 研究報告 EX21002 (2022)



原子力発電

原子力機器の構造健全性の確率論的評価手法を整備

● 原子力機器の健全性評価の定量化により、原子炉の長期運転に貢献

確率論的破壊力学 (PFM)

→ p.14参照

背景

原子力機器の構造健全性評価で用いられる決定論的破壊力学は、評価結果が安全側になるように入力パラメータを与えて機器の健全性を評価していますが、多数の入力パラメータが関係する場合は過度に安全側の評価となる可能性があります。これに対し、**確率論的破壊力学 (PFM)**は、不確かさを考慮した確率変数で入力パラメータを置き換えることにより、構造健全性を機器の破損確率として定量的に評価することができます。PFMは多数の要素の確率変数を取り扱うため、評価手順が決定論的破壊力学よりも複雑となる傾向があり、適切に解析を行うためには専門知識が求められます。また、PFMの活用を進める上では、専門知識が無くても誰でも同様の評価を実施可能なPFM解析コードが求められています。

成果の概要

◇ 原子炉圧力容器のPFM解析コードFERMATを開発

技術指針**JEAG4640**に準拠した原子炉圧力容器 (RPV) の破損頻度評価のためのPFM解析コードFERMATを当所で開発しました。FERMATは、JEAG4640を軸とすることで入力パラメータや評価式などの選択を最小限とし、グラフィカルユーザーインターフェース (GUI) 上の操作で簡単に評価が可能です。また、実績のある既存のPFM解析コードとFERMATとの比較において、同等の評価結果が得られることを確認しました (図1)。

◇ 配管のPFM解析コードPEDESTRIANへの最新知見を実装

先行する米国の最新PFM解析コードに採用されている評価手法を検証し、当所が開発した配管のPFM解析コードPEDESTRIANに実装しました。これにより、配管の溶接残留応力分布の不確実性、表面亀裂から貫通亀裂への進展、貫通亀裂の進展、配管破断の評価が可能となりました。また、先行する米国のコードとの比較において、実装が正しく行われていることを確認しました (図2)。

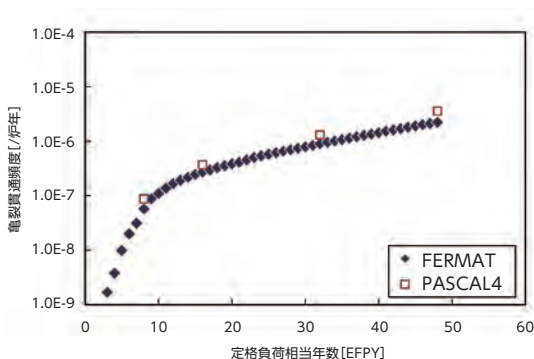


図1 RPV用のPFM解析コードの亀裂貫通頻度の評価例

亀裂貫通頻度の年数経過に対する推移について、実績のある国内のPFM解析コードであるPASCAL4とFERMATがよく一致していることが確認できます。

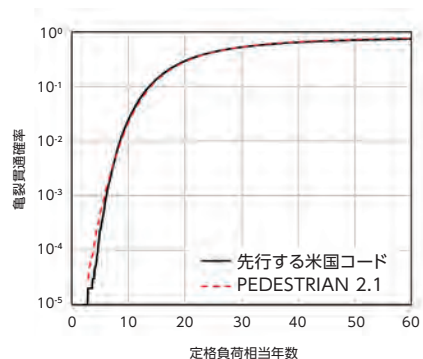


図2 配管用のPFM解析コードの亀裂貫通確率の評価例

先行する米国コードとPEDESTRIANの亀裂貫通確率の年数経過に対する推移がよく一致していることが確認できます。

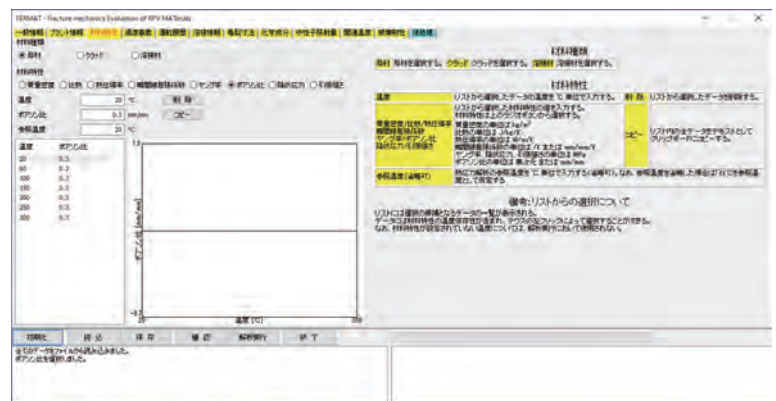
供用期間中検査

原子力施設の安全性を重視するため、通常の運転休止期間中に非破壊検査を実施し、機器に要求される安全上の機能の確認を行うこと。



宮代 聡(みやしろ さとし)／永井 政貴(ながい まさき)
エネルギー転換フォーメーション研究本部 材料科学研究部門

原子力機器の健全性を精緻に評価する技術の開発により、原子力発電所の安全かつ合理的な運転に貢献します。



FERMATのGUIの一例

FERMATでは、入力条件の設定と整合性確認、解析の実行、解析結果の出力までの全プロセスをGUI上で完結することができます。

成果の活用先・事例

原子力機器の健全性評価の定量化を通じて、原子炉の長期運転の実現、RPVおよび配管の供用期間中検査における検査箇所や検査間隔の見直しによる検査員の被ばく量の低減、運用コストの削減が期待されます。

参考 宮代ほか、電力中央研究所 研究報告 EX22005 (2023)
永井ほか、電力中央研究所 研究報告 EX22006 (2023)



原子力発電

モンモリロナイトの簡便かつ経済的な精製方法を開発

● 放射性廃棄物処分の人工バリアの技術的信頼性の向上に貢献

モンモリロナイト・ベントナイト

膨潤性、止水性、核種吸着性を有する粘土鉱物。ベントナイトはモンモリロナイトを主成分とする岩石の総称。

コロイド・ゲル

粒子が水に溶けずに液体中に分散している状態。固体状のものをゲルという。

背景

粘土鉱物の一種である**モンモリロナイト**は、その特異な性質から幅広い産業で利用されています。放射性廃棄物処分においても、核種の移行を抑制するためにモンモリロナイトを主成分とする**ベントナイト**系材料を人工バリアに使用することが計画されています。しかし、長期にわたる処分期間においては核種を吸着したベントナイトが**コロイド**として流出することが懸念されています。このようなベントナイトの状態変化や材料特性は、モンモリロナイトの含有量や性状に依存することから、ベントナイト中のモンモリロナイトを簡易に精製する方法の開発が望まれています。

成果の概要

◇水熱処理によるモンモリロナイトのゲル化現象を発見

ベントナイトを水に分散させ、密閉容器内で所定の温度範囲で加熱処理(水熱処理)することで、高純度のモンモリロナイトが**ゲル**化する現象を発見しました(図1)。またベントナイトの産地や性状に応じて、形成されるゲルの性状が異なることを明らかにしました(図2)。

◇高純度モンモリロナイトの精製方法を開発

モンモリロナイトのゲル化現象を応用することで、精製時に薬品による処理を行うことなく、ベントナイト懸濁液から高純度のモンモリロナイトを高効率かつ簡便に回収する方法を開発しました(図3)。



図1 ベントナイトの連続的な状態変化

吸水膨潤しゲル状態になったベントナイトは、分散、水熱処理のプロセスを経て高純度モンモリロナイトゲルに状態が変化することを発見しました。

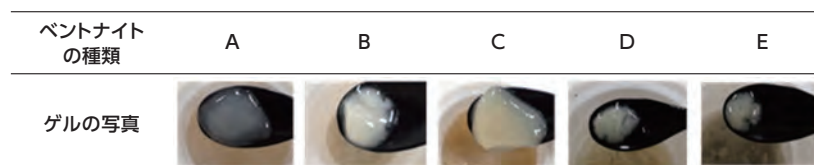


図2 ベントナイトの種類によるゲルの外観の違い



吉川 絵麻(よしかわ えま)
サステナブルシステム研究本部 地質・地下環境研究部門

透水試験装置 水を通しにくい材料の透水性を評価する装置です。人工バリアの材料選定や仕様検討に貢献します。

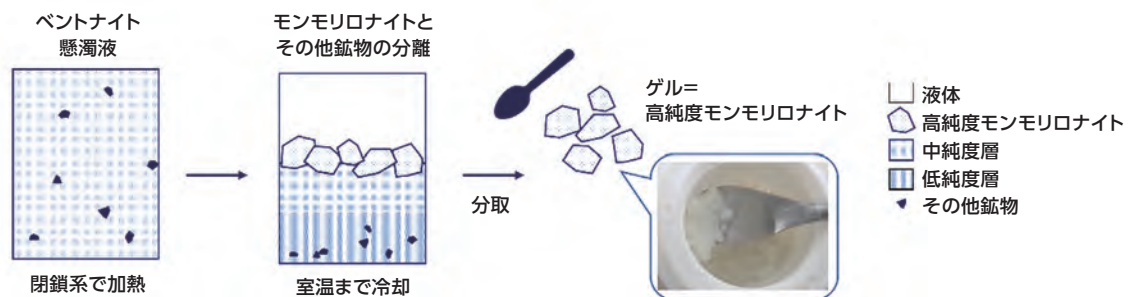


図3 水熱処理によるベントナイト中のモンモリロナイトの精製方法

成果の活用先・事例

ベントナイトの種類に応じたゲル性状の解明は、コロイド流出特性を考慮した人工バリア材の選定に貢献します。また、開発した精製方法は人工バリア材の品質管理への貢献にとどまらず、化成品やナノハイブリッド材料の製造など広範な産業分野への活用が期待されます。

参考 Yoshikawa et al., Chemistry Letters, Vol. 52, p. 132 (2023)



火力発電

火力発電における脱炭素燃料導入効果の評価手法を構築

● 火力発電の脱炭素化と経済性を考慮した電源運用に貢献

背景

再生可能エネルギーの主力電源化を進めるには、火力発電の供給力や調整力を活用した電力系統の安定化が必要となります。また、電力の低炭素化に向けて、火力発電における脱炭素化が不可欠であり、燃料アンモニア、水素、バイオマス等の脱炭素燃料の利用が有効な技術選択肢となります。このため、当所では脱炭素燃料の導入によるCO₂削減効果とそれに必要な費用を定量評価する手法の構築を進めています。

成果の概要

◇ 脱炭素燃料の価格やCO₂排出に係わるコストを考慮した電源運用評価手法を構築

火力発電の燃料費に、CO₂排出に係わるコストとCO₂排出量から算出されるCO₂費^{*}を加えた「燃料費+CO₂費」を指標とし、脱炭素燃料導入による電力のCO₂排出削減効果や火力発電の設備利用率への影響を評価する手法を提案しました。また、この手法を当所開発の需給運用シミュレータに組み込み、任意の電源構成を考慮可能な電源運用評価手法を構築しました(図1)。

^{*}CO₂費: (火力発電所のCO₂排出に係わるコスト) × (CO₂排出量)。
CO₂排出に係わるコストとして、排出権取引により課せられるコストを想定(\$/t-CO₂)。

◇ 本手法を適用したガスタービン複合発電(GTCC)への水素導入を評価

GTCCの燃料として水素を利用する場合について、需給調整エリア全体の電力のCO₂排出削減に必要な「燃料費+CO₂費」を定量評価できるようにしました。その場合の電源運用を評価した結果、将来の水素価格の低下に伴って水素を燃料とするGTCCの設備利用率が上昇するため、本検討条件においては電力のCO₂排出原単位や、全火力電源で必要となる「燃料費+CO₂費」が低下していくことを示しました(図2)。

電力のCO₂排出原単位

→ p.15参照

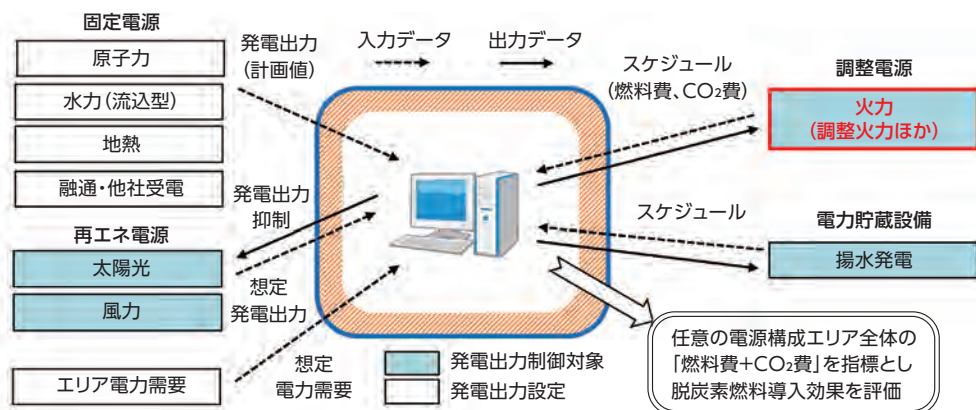


図1 需給運用シミュレータを用いた火力発電における脱炭素燃料導入効果の評価



吉葉 史彦(よしば ふみひこ)
エネルギー変換研究本部
プラントシステム研究部門

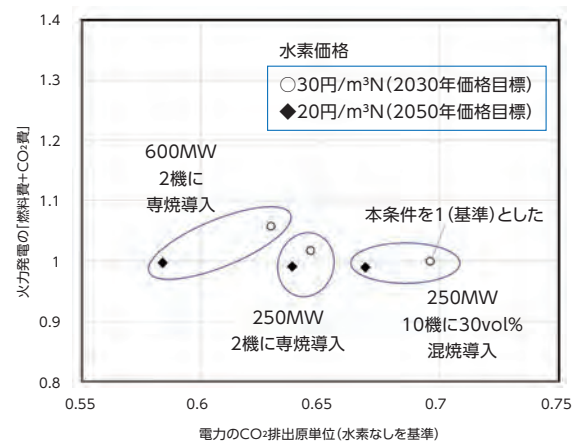
安定供給に必要な火力発電の役割を維持しつつ、電力の脱炭素化に貢献します。

図2 調整用GTCCに水素を導入した場合のCO₂排出原単位と「燃料費+CO₂費」

【検討条件】

- ・中規模のエリアで、日本の平均的な電源構成を設定。
- ・250MW×10機、600MW×11機のGTCCのうち、4機を調整用に設定(調整運用は需給調整市場の2次調整力を想定)。
- ・混焼導入は調整用を含む250MWのGTCC全機への水素混焼を想定、専焼導入は調整用GTCC×2機への水素専焼を想定。
- ・図2の横軸(水素なし基準)はWorld Energy Outlookで示された2030年時点のCO₂排出に係わるコストの条件で水素なしの場合。

注) 将来のCO₂排出に係わるコストの動向により水素導入時の電力のCO₂排出原単位は変化します。



成果の活用先・事例

本手法は、火力発電における脱炭素化技術の選定の検討に活用可能です。脱炭素燃料の適用によるCO₂削減効果とそれに必要な費用を定量評価し、電力の低炭素化に向けた効率的な火力発電設備形成の指針を提示します。

参考 渡邊ほか、電力中央研究所 研究報告 R13013 (2014)
吉葉ほか、第26回動力・エネルギー技術シンポジウム講演予稿集 D222 (2022)



火力発電

ボイラ伝熱面耐腐食コーティング「クリーピーコート®」の耐久性を評価

- ボイラ定期検査周期最長の6年間でも耐腐食性能を維持していることを確認

背景

石炭・石油火力発電所のボイラ伝熱面（水冷壁管、過熱器管、再熱器管、管寄スタブ管等）では、高温の燃焼ガス、燃料に含まれる硫黄、付着した溶融灰の影響等による高温酸化、硫化腐食、溶融塩腐食が問題となっています。当所が開発したクリーピーコートは、これらの腐食に対する安価かつ簡便な対策技術として利用されています。ボイラの定期検査周期が2年から最長6年へと延伸されることに伴い、ボイラの保守計画を立てる上でクリーピーコートの長期耐久性を明らかにすることが求められています。

成果の概要

◇実機実証試験によりクリーピーコートの耐久性を証明

石炭・石油火力発電所のボイラ伝熱面において、最長6年にわたるクリーピーコートの実証試験を行いました。クリーピーコート施工部と未施工部との比較により、水冷壁管、過熱器管、再熱器管、管寄スタブ管において耐食機能が維持され、腐食の進行が抑えられることを明らかにしました（図1、2）。

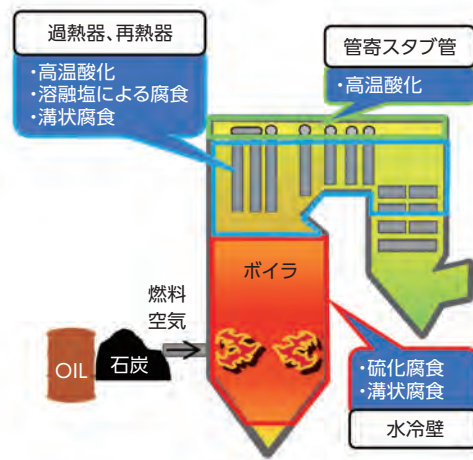


図1 石炭・石油火力発電所のボイラ伝熱面と腐食形態

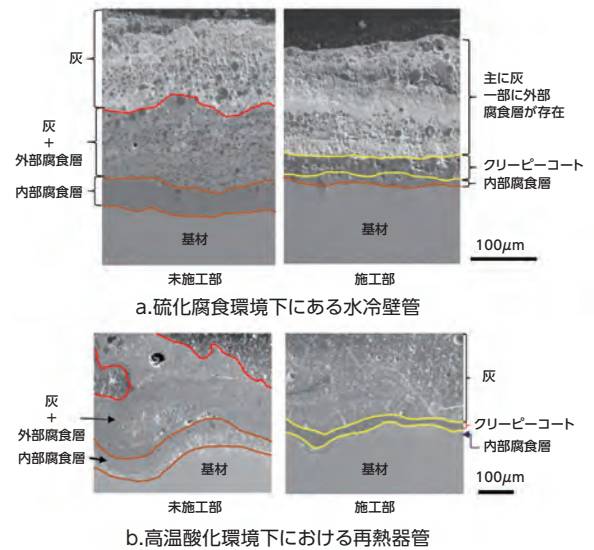


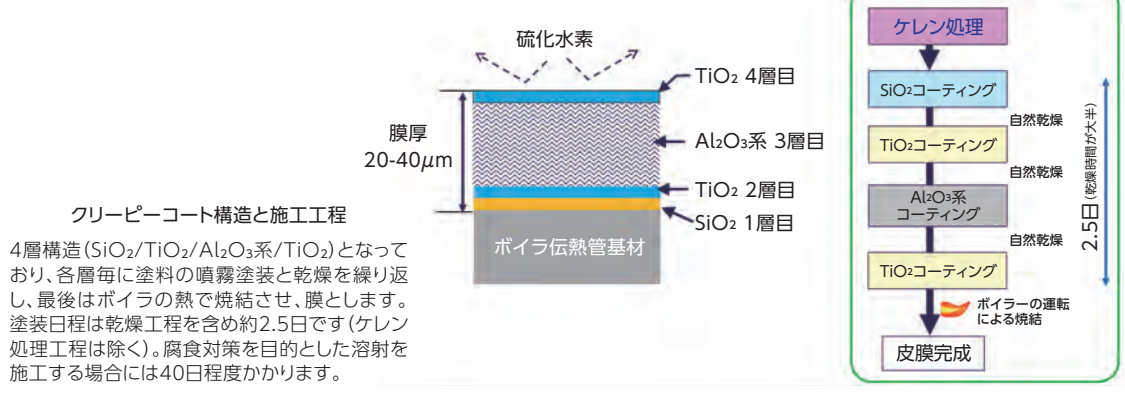
図2 石炭火力ボイラ実証試験後の伝熱管断面SEM写真の例
クリーピーコート施工部／未施工部の比較（実証期間6年）



河瀬 誠(かわせ まこと) / 井戸 彬文(いど あきふみ)
 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

当所が開発した耐腐食コーティング「クリーピーコート」により火力ボイラの保守コスト低減に貢献します。

*斜めに配置したボイラ伝熱面のうち銀色の部分(一部鼠色の部分を除く)にクリーピーコートが塗布されています。



成果の活用先・事例

クリーピーコートを石炭・石油火力発電所ボイラの定期点検周期に合わせて施工することで、安価に管の寿命を延伸することができます。これにより、管の取替コストの低減につながるとともに、定期点検で管の取替作業にかかっていた日数の削減にも寄与します。

参考 河瀬ほか、電力中央研究所 研究報告 EX22015 (2023)



火力発電

発電プラントの鋼材に対する孔食進展評価手法を高度化

- 鋼材の孔食に係わる海水流入直後の迅速な初動対応に貢献

孔食

→p.15参照

背景

復水管の破損や津波などの自然災害により海水が発電プラントへ流入すると、ステンレス鋼などのプラント構成材料において孔食が生じる可能性があります。孔食は材料表面から深さ方向に優先的に進展するため、特に容器や配管では短時間のうちに内部液の漏洩を引き起こす場合があります。したがって、海水流入直後の初動対応は迅速に行う必要があり、非常時の海水流入量やプラント状態から非破壊検査で確認できない孔食深さを推定できる手法を構築しておくことが望まれます。

成果の概要

◇孔食の発生と貫通を同時に観察する装置を開発

電気化学的手法により孔食を成長させ、その発生と貫通を観察する装置を開発しました(図1)。孔食発生から貫通に至る孔食進展速度が、海水の流入を模擬した溶液の塩化物イオン濃度・流動条件、溶液の酸素濃度等によって変化する材料の電位条件に依存することを明らかにしました。

◇発電プラントへの適用を見据えた孔食貫通特性を把握

孔食深さは、時間の平方根の関数で表現できることがわかりました(図2)。したがって、異なる材質や温度に対する同様のデータを取得、蓄積することで、実際の発電プラントにおいて海水流入が生じた際の孔食進展速度を予測できる見通しを得ました(図3)。

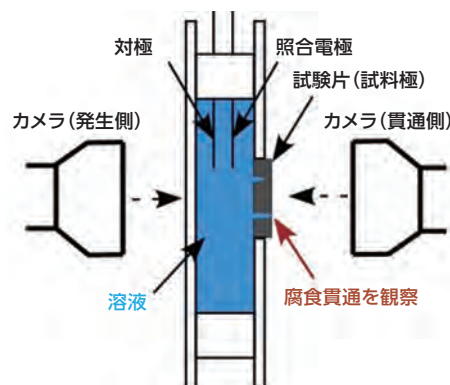


図1 孔食進展速度測定装置の概略

海水の流入を模擬した溶液中で試験片に電位を印加し、これに伴い発生する孔食を試験片の両面からカメラで捉えることで、孔食の発生と貫通を観察する装置を開発しました。

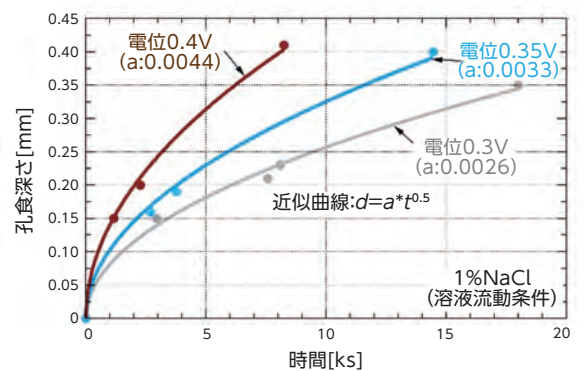


図2 ステンレス鋼の1%NaCl中における孔食深さの時間および電位依存性

各電位条件において、孔食深さは時間の平方根の関数で表現できることを明らかにしました。



井田 憲幸 (いだ のりゆき)
 エネルギー変換研究本部
 エネルギー化学研究部門

電気化学測定装置 発電所の水・蒸気環境などを想定した条件で金属材料の電気化学特性を評価しています。

主要な研究成果

火力発電

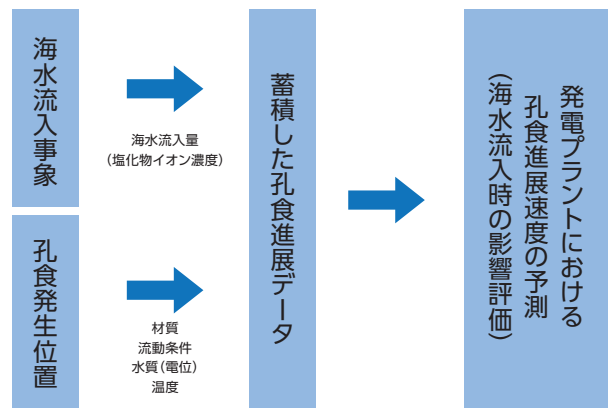


図3 発電プラントにおける孔食進展速度の予測に向けた展開

成果の活用先・事例

本研究で開発した手法は、発電プラントにおける海水流入事象のみならず、低レベル廃棄物処分における容器の腐食に対する地層中の海水影響評価など、孔食が発生しうる様々な場面への応用が期待されます。

参考 Ida et al., Corrosion, Vol. 79, p. 230 (2023)



水力発電

貯水池の堆砂対策に向けた生態系評価技術を構築

● 堆砂対策効果の検証と地域住民・行政への説明性向上に寄与

背景

水力発電において、ダムは貯水・発電機能の低下をもたらします。その対策として排砂や通砂といった下流へ土砂を通過させるダム運用を行う際には、河川生態系への影響評価が課題の一つとなっています。土砂動態に対する生態応答を理解するため、広域かつ連続的に生物と環境の相互作用(生態系機能)を測定でき、かつ生物群集全体を把握できる手法が必要となります。また、地域住民や行政の理解促進のためには、モニタリング結果をわかりやすく説明することが求められています。当所では、堆砂対策の現場への適用を目指し、生態系機能を評価する手法と生物群集構造の変化を把握する手法の開発を進めています。

成果の概要

◇土砂移動が河川生態系機能に及ぼす影響の評価手法を開発

市販の計測装置などで得られる気象・水質データから、**生態系代謝量**を広範な時空間スケールで推定する手法を構築しました。この手法を用いることで、大規模出水の前後で生態系代謝量が大きく変動することを確認し(図1)、土砂移動が生態系機能に及ぼす影響を評価できることを明らかにしました。

◇土砂供給量の変化に伴う生物群集構造の変化を可視化する手法を開発

多変量解析の適用により、生物群集構造の変化とその環境因子を同一平面上で視覚的に把握できる手法を開発しました。種構成の特徴を数値化した指標(種構成スコア)を用いることで土砂供給が生物多様性を高めることを確認し(図2)、堆砂対策の評価技術として適用できることを明らかにしました。

生態系代謝量

→p.16参照

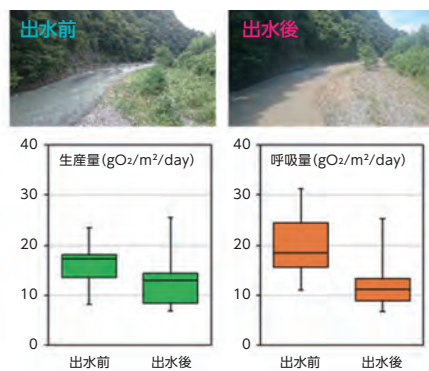


図1 出水前後の生態系代謝量の変化

河床の土砂が移動する大規模出水前後に生産量と呼吸量が大きく変動することを確認しました。

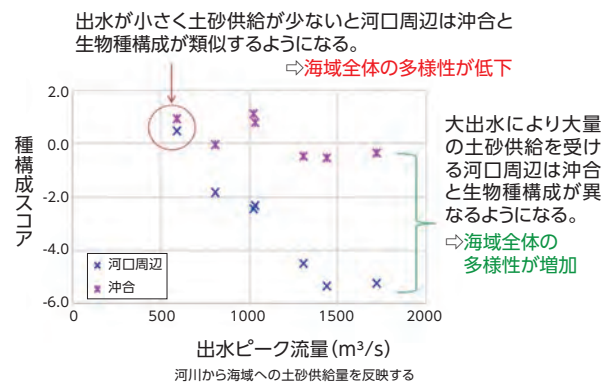


図2 河川からの土砂供給による種構成の変化と生物多様性の増加



中根 幸則(なかね ゆきのり)
サステナブルシステム研究本部
生物・環境化学研究部門

中野 大助(なかの だいすけ) / 鈴木 準平(すずき じゅんぺい)
サステナブルシステム研究本部
気象・流体科学研究部門

生態系計測システム 生命の営みから生態系を理解し、サステナブルな水力発電運用に貢献していきます。

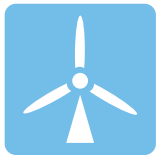


九州電力株式会社山須原ダム(耳川)
における通砂運用の様子

成果の活用先・事例

今回構築した生態系評価技術を宮崎県耳川に適用し、生物多様性の増加など、ダム通砂運用による環境改善効果を確認しています。今後は様々な堆砂対策の現場で、生態系モニタリングやその結果の説明に適用されることが期待されます。

参考 Nakano et al., Freshwater Science, Vol.41 (1), p.113 (2022)
Nakano et al., Plankton and Benthos Research, Vol.17 (3), p.277 (2022)



再生可能
エネルギー

インバータ連系電源の導入拡大が系統保護リレーへ及ぼす影響を評価

● 再生可能エネルギー導入拡大時の保護リレーの整定検討等に貢献

保護リレー

電力系統の設備に事故が発生した場合に、系統事故を検出して、事故箇所を迅速に切り離し、電力系統の健全性を確保する設備。動作値や動作時間などの応動の基準値を選定することを「整定」という。

F法

多併架故障計算プログラム。電力系統の任意の地点・任意の種別（地絡・短絡・断線）の組合せ故障計算を行うことができる。

背景

近年、太陽光発電(PV)を中心にインバータを介して系統に接続する電源(インバータ連系電源)が大量に導入されており、住宅向けPVとして単相インバータが配電系統に多く連系されています。インバータ連系電源の増加は事故電流の減少をもたらす、**保護リレー**が系統事故を検出することが難しくなる場合があると考えられますが、インバータ連系電源の導入拡大による系統保護リレーへの影響はまだ十分に評価されていません。当所では系統事故時の電圧や電流分布を計算するシミュレーションプログラム**F法**を用いて、インバータ連系電源の導入がさらに拡大する将来系統の保護リレーシステムに関する課題の解決に取り組んでいます。

成果の概要

◇F法用単相インバータモデルを開発

当所が保有する「電力系統シミュレータ」での試験により、三相地絡事故や二相短絡事故時に単相インバータが供給する電流の特性を把握しました。この結果を基に、F法用の単相インバータモデルを開発しました。

◇単相インバータ導入拡大時の保護リレーシステムへの影響を評価

地域供給系統で広く用いられている保護リレーを対象に、開発モデルを用いたシミュレーションを行い、単相インバータの導入拡大による保護リレーへの影響を評価しました。その結果、上位系統からの事故電流が減少するにつれて、保護リレーが算出するインピーダンスと実際のインピーダンスに誤差が生じ、保護リレーが誤動作、あるいは誤不動作するおそれがあることを明らかにしました(図1)。

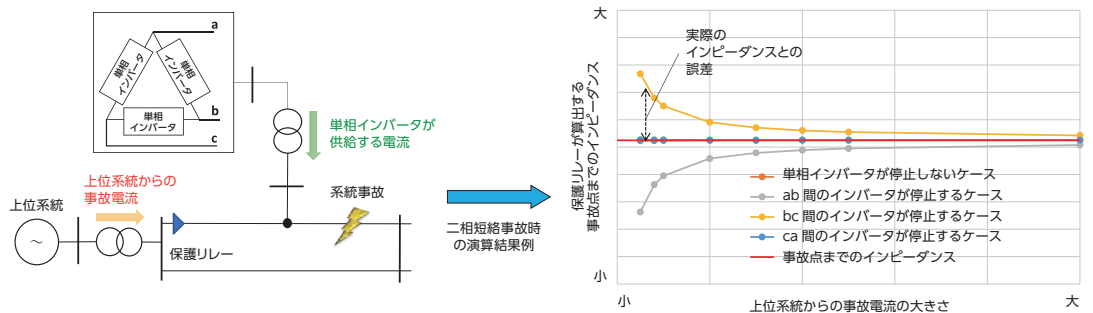


図1 二相短絡事故時の保護リレーの演算結果

二相短絡事故時に、ある線間の単相インバータが停止する場合、事故相のリレーが算出するインピーダンスと実際のインピーダンスの差は上位系統からの事故電流が減少するにつれて大きくなる場合があります。



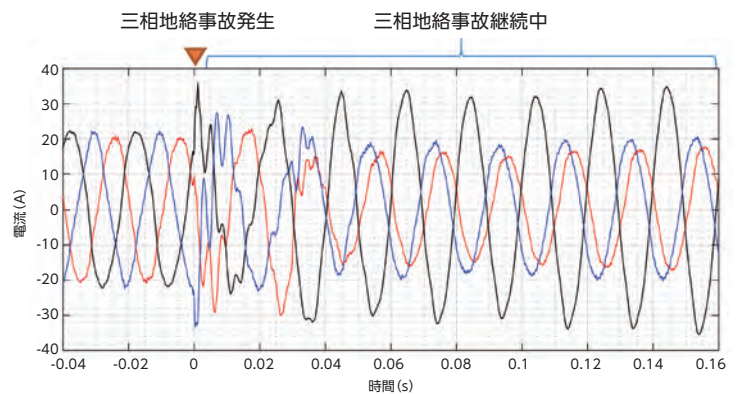
会田 峻介(あいだ しゅんすけ)
グリッドイノベーション研究本部 ネットワーク技術研究部門

電力システムシミュレータ設備 電力システムを構成する要素機器を小型アナログモデルで模擬し、様々なシステム現象を再現しています。

主要な研究成果

再生可能エネルギー

電力システムシミュレータでの単相インバータ供給電流波形例
三相地絡事故中に単相インバータが停止した場合、系統側から見ると三相不平衡である電流が供給されます。



成果の活用先・事例

PVをはじめとする再生可能エネルギーの導入が拡大する将来の電力システムにおいて、保護リレーに関連する新たな課題・対策の検討等に活用できます。また、インバータ連系電源がシステム事故時に供給する電流を考慮した保護リレーの整定検討、および、グリッドコードの策定に貢献する事故電流の定量的な評価が可能となります。

参考 会田、電力中央研究所 研究報告 GD22017 (2023)



電力流通

送電線、発電所および地中送電線、配電線の耐雷設計ガイドを改訂

● 耐雷設計の技術的な理解の促進と関連規格・基準の取りまとめに寄与

背景

一般送配電事業者にレベニューキャップ制度が導入され、電力流通設備の運用管理・保守には更なる合理化が求められています。また、送変電設備の新設機会は減少しつつあり、新設設備の耐雷設計だけでなく既設設備の雷害対策や事後保全の重要性が増しています。当所では、耐雷設計の思想や理論的・技術的背景の理解と継承ができるように、一般送配電事業者とともに共通的な技術理解を促進する技術解説書としての耐雷設計ガイドの継続的な更新に取り組んでいます。

成果の概要

◇「送電線耐雷設計ガイド」を改訂

東京電力PGのUHV送電線や東京スカイツリーの雷観測に基づき、雷性状に関する最新知見を新たに記載するとともに、落雷位置標定システム(LLS)の性能向上や、当所で開発中の新型LLSであるLENTRA(Lightning parameters Estimation Network for Total Risk Assessment)についても最新動向を記載しました。また、近年の雷による設備被害、避雷装置の適用実績、設備補修の取り組み実態について調査し、雷事故と設備被害の関係性の分析や設備の補修方法とその効果の取りまとめを行いました。

◇「発電所および地中送電線の耐雷設計ガイド」を改訂

雷観測に基づく雷性状の最新知見に基づき、発電所の**確定論的耐雷設計**で用いる雷パラメータの値を更新しました。また、発電所における雷過電圧の解析事例や耐雷設計の最新動向等を記載しました。

◇「配電線耐雷設計ガイド」を改訂

LLSデータ、雷観測結果、配電設備構成から配電線雷事故の地域特性を示すとともに(図1)、主要な配電機器の雷被害メカニズムや効果的な雷害対策手法を最新知見に基づき体系的に整理しました。

確定論的耐雷設計

実用的な範囲で十分に過酷な雷撃を想定して機器が耐えるべき過電圧レベルを設定し、その過電圧レベルよりも機器の絶縁レベルを高くすることで当該機器を可能な限り絶縁破壊させない設計の考え方。

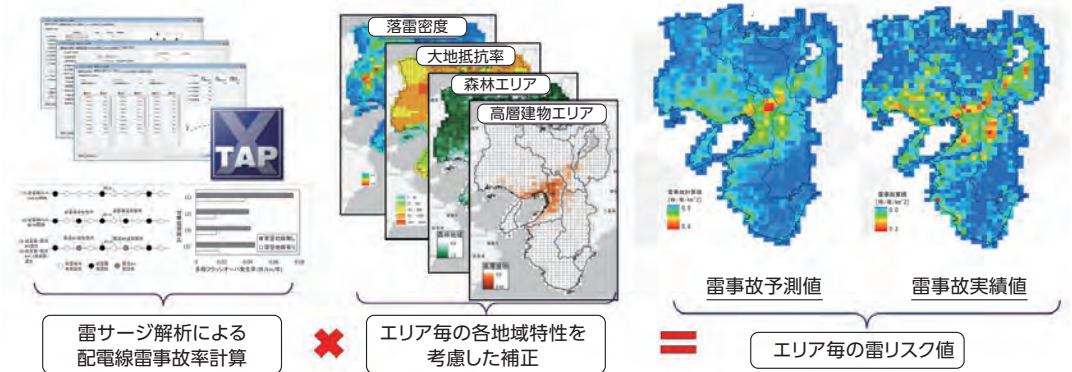


図1 地域特性を考慮した配電線雷リスク評価

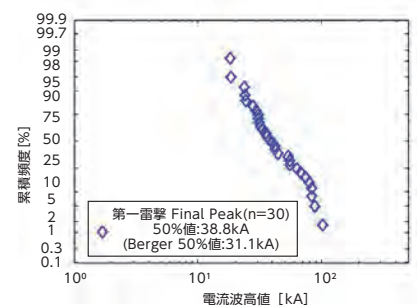
雷サージ解析による配電線の雷事故率の計算結果に対して、各エリアの特性を踏まえた補正を行うことで、各エリアの雷リスクを評価します。



松本 洋和(まつもと ひろかず) / 石本 和之 (いしもと かずゆき) / 三木 貴(みき とおる)
 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

12MVインパルス電圧発生装置 実規模の送電線や配電線などの耐雷性能評価試験を行うことが可能です。

左:東京スカイツリーへの落雷の電流波形を計測する装置(ログスキーコイル)、
 右:東京スカイツリーでの雷撃電流波高値の累積頻度分布



成果の活用先・事例

改訂版のガイドは、電力流通分野における耐雷設計・雷害対策の技術的理解のための実用書として広く現場で活用されます。また、本ガイドの内容は電気設備の技術基準の解釈、JEC規格、一般送配電事業者の社内基準をはじめとする様々な規格・基準に反映されており、今回取りまとめた新たな知見によってこれらの更新が見込まれます。

参考	雷リスク調査研究委員会	配電雷リスク分科会(石本ほか)、電力中央研究所	研究報告 GD22016 (2023)
	雷リスク調査研究委員会	送電雷リスク分科会(三木ほか)、電力中央研究所	研究報告 GD21026 (2023)
	雷リスク調査研究委員会	変電雷リスク分科会(松本ほか)、電力中央研究所	研究報告 H20014 (2022)



電力流通

電力流通設備の腐食・塩害評価を精緻化

● 海塩付着に係わる設備の保守管理・設計・運用の合理化に貢献

背景

海塩粒子は、海域や塩湖より地形起伏や河川等による風速変化の影響を受けながら飛来し、電力流通設備の表面に付着することで絶縁性能の低下や部材の腐食・劣化をもたらします。このような海塩付着に係わる設備の保守や設計・運用を合理化するために、従来より高い空間分解能で付着海塩量分布やその統計的性質を評価することが望まれています。当所では、機械学習等のデータ解析や小型センサ計測といった近年の新技术を導入し、付着海塩量に関する高解像度の数値解析法や高精度な計測手法の開発を進めています。

成果の概要

◇付着海塩量に関する高解像度の数値解析法を開発

気象・流体解析技術とデータ解析技術(加重平均法、機械学習)を併用し、高い空間分解能(数十～数百m程度)で、時々刻々と変化する部材表面の付着海塩量(図1)や広域にわたる年平均飛来海塩量分布を推定する手法を開発しました。

◇付着海塩量に関する高精度な計測手法を提案

部材表面の濡れ・腐食に関する計測技術等の調査や小型腐食センサを用いた計測結果の分析に基づき、小型腐食センサによる従来の付着海塩量評価法には計測誤差があることを示し、その誤差要因を特定しました。さらに、腐食センサ出力に対し、誤差要因である日射や海塩の吸湿に伴う部材表面の濡れの影響を補正する方法を考案し、付着海塩量を高精度に見積もる手法を提案しました。日射等の影響を考慮しない従来手法に対して、本手法では実際の付着海塩量に対する偏りやばらつきが減少し、計測精度が大幅に向上することを確認しました(図2)。

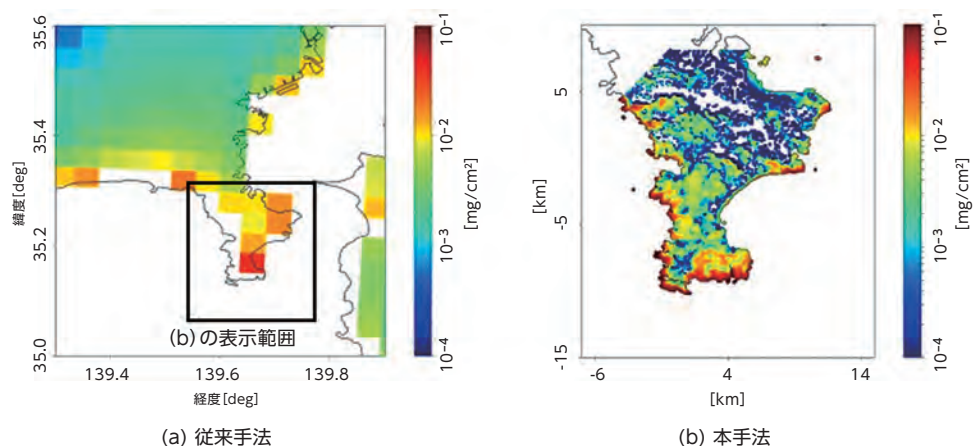


図1 付着海塩量分布の推定例(神奈川県横須賀市周辺、2021年8月9日21時)

従来手法(a)は、時々刻々と変化する部材表面の付着海塩量の広域分布を推定するものです。新たに開発した本手法(b)では、従来手法よりも高い分解能(数十～数百m程度のスケール)で、特定エリアの付着海塩量の時空間変化を推定することができます。



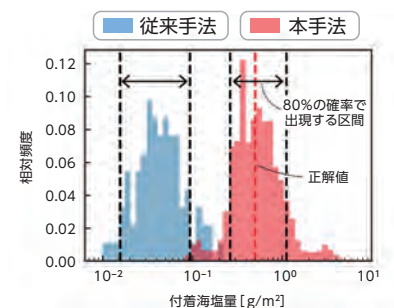
竹山 真央 (たけやま まお)
サステナブルシステム研究本部
気象・流体科学研究部門

須藤 仁 (すとう ひとし)
サステナブルシステム研究本部
研究統括室

付着海塩量の評価手法を高解像度化・高精度化し、電力流通設備の保守管理・設計・運用の合理化に貢献します。

図2 提案手法と従来手法による付着海塩量の比較 (2022年6月～8月)

既知の塩分量 (図中の赤色点線の正解値に対応) をあらかじめ塗布したセンサを用いて計測を行いました。本手法では、センサ出力特性による誤差を修正することで、従来手法に比べて精度が大幅に向上することを確認しました。また、従来手法では1日毎の代表値を推定していたのに対して、本手法を採用することで、夕方から朝にかけて複数回行えるよう改善され、付着海塩量の時間変化をより詳細に把握できるようになりました。



成果の活用先・事例

付着海塩量に関する高解像度の数値解析法は、変電所における耐塩設備の合理化や汚損がいし洗浄作業の合理化に貢献できます。また、高経年化した送電・配電設備の保守・交換等の計画立案等への適用も期待されます。さらに、付着海塩量の高精度計測法は、数値解析法の検証・改善のために利用でき、面的に広がりを持つ電力流通設備の腐食・劣化に係わる保守や設計、塩害対策等に必要となる付着海塩量の実測データを、安価に多地点で取得するための基礎技術となります。これらは電力以外の通信・鉄道・橋梁等のインフラへの展開も可能な技術であり、様々な事業への社会実装が期待されます。

参考 竹山ほか、電力中央研究所 研究報告 SS22005 (2022)
竹山ほか、電力中央研究所 研究報告 SS22014 (2023)
須藤ほか、電力中央研究所 研究報告 SS22013 (2023)
須藤ほか、電力中央研究所 研究報告 SS22016 (2023)



電力流通

温度履歴解析に基づく電力用油入変圧器の絶縁紙劣化評価手法を構築

● 耐熱紙を使用した変圧器の寿命推定に貢献

耐熱紙

→ p.18参照

平均重合度

紙材料の主要な構成物質であるセルロースの分子のつながりの数の平均値。紙の引張強さと相関があることが知られており、絶縁紙の熱劣化度合いを示す指標として用いられている。

背景

電力用油入変圧器では、巻線の絶縁紙の熱劣化が寿命を決める一つの要因とされています。その巻線絶縁紙にはクラフト紙(普通紙)と耐熱紙があり、耐熱紙は普通紙に比べて熱劣化速度が遅いため、近年導入が拡大しつつあります。絶縁紙の熱劣化は平均重合度で評価しており、電力広域的運営推進機関の「高経年化設備更新ガイドライン」においては、変圧器の故障リスクを算出するための劣化状態を示す指標(ヘルスコア)の導出にあたり、その推定が必要となっています。このため、当所では変圧器内部の温度履歴を計算し、絶縁紙の熱劣化特性から平均重合度を推定する手法と、その手法を用いて劣化度合いや余寿命を評価できるプログラムの開発を行っています。

成果の概要

◇耐熱紙の熱劣化特性を取得

電力用油入変圧器を模擬した環境下で耐熱紙の熱加速劣化試験を行い、平均重合度が半減する時間と加熱温度の関係を取得しました。また、熱劣化した耐熱紙の平均重合度と引張強さを測定し、その相関関係から耐熱紙の寿命に対応する平均重合度を普通紙よりも引き下げられる可能性を確認しました。

◇変圧器の余寿命を評価するプログラムに耐熱紙の熱劣化特性を実装

取得した熱劣化特性をプログラムに実装し、耐熱紙も含めた絶縁紙の劣化評価を簡便に実施可能となりました(図1)。これにより、これまで熱劣化評価手法がなかった耐熱紙も含めた変圧器の寿命限界の推定が可能となりました。

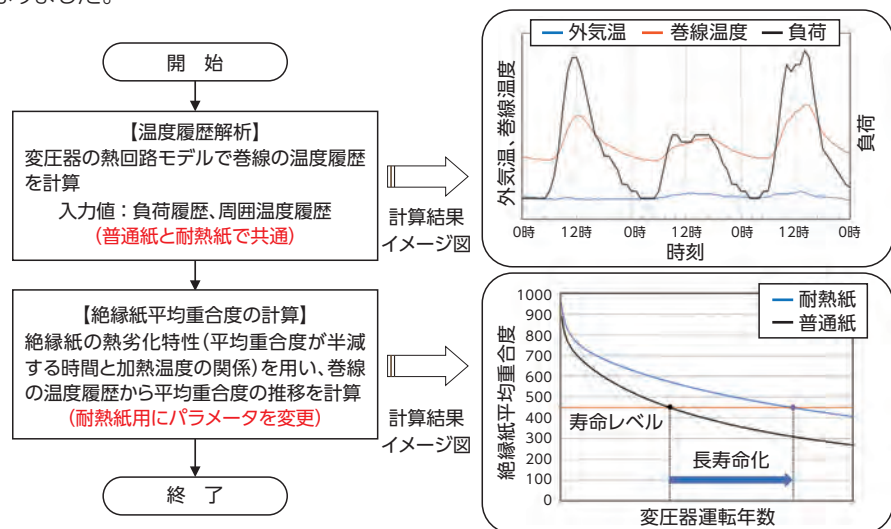
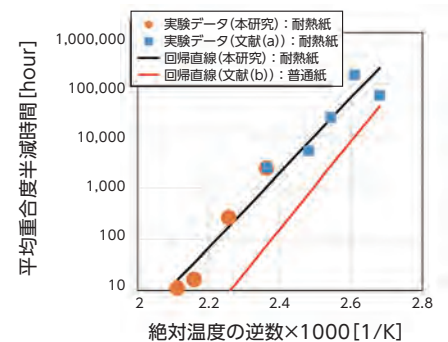


図1 変圧器の余寿命を評価するプログラムによる絶縁紙平均重合度計算のフロー



水谷 嘉伸(みずたに よしのぶ) / 宮崎 悟(みやざき さとる)
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

電力用油入変圧器で使用される耐熱紙の熱劣化評価を可能としました。



耐熱紙の熱劣化特性
(平均重合度半減時間と加熱温度の関係)
加熱温度によらず平均重合度半減時間は耐熱紙の方が普通紙より長く、耐熱紙の方が熱劣化しにくいことが確認されました。

(a)中嶋ほか、第42回絶縁油分科会研究発表会、NO.2
(b)水谷ほか、電力中央研究所 研究報告、H11026

成果の活用先・事例

変圧器の規格(JEC-2200-2014)では、耐熱紙を使用することで、より高温での変圧器運転が許容されており、冷却器の小型化による変圧器のコンパクト化や、同じ設計で定格電流を大きくする変圧器の増容量化が可能となります。高温運転が寿命へ与える影響を考慮した上で、これらの便益を定量的に評価することが可能となります。

参考 宮崎ほか、電力中央研究所 研究報告 GD22007 (2023)



需要家
サービス

電力需給逼迫時に消費電流を抑えるエアコン制御装置を開発

- エアコンの設定温度を適切に調整することで住宅のレジリエンス向上に貢献

背景

災害等に伴う電力需給逼迫時の広域停電を回避するため、遠隔から電流を一時的に制限する機能を次世代スマートメータに搭載することが検討されています。このため、電流が制限された状態であっても、エアコンを利用し続けられるようにして、最低限の快適性を確保することが望まれています。

成果の概要

◇消費電流を目標値以下に抑えるためのエアコン簡易制御装置を開発

エアコンの消費電流と吸込口付近の空気温度の測定値に応じて設定温度を変更し、エアコンの消費電流を目標値以下に抑えるための制御装置を開発しました(図1)。本装置は安価な市販品のみで構成されており、また、エアコンを外部から制御する方式であるため、エアコン本体の改造が不要で汎用性・拡張性に優れています。

◇開発した簡易制御装置の動作特性を評価

開発した装置を利用することで、エアコンの安定運転時には消費電流を目標値以下とする制御が実現できることを確認しました。エアコンの消費電流を目標値以下に抑えた場合でも、断熱性能の高い住宅であれば室温は適切にコントロールできることを明らかにしました(図2)。

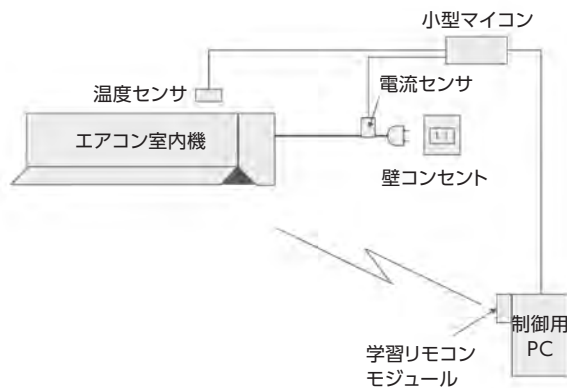


図1 エアコン簡易制御装置

エアコンの消費電流とエアコンの吸込口付近の空気温度を測定し、設定温度を変更してエアコンの消費電流を目標値以下に抑えます。

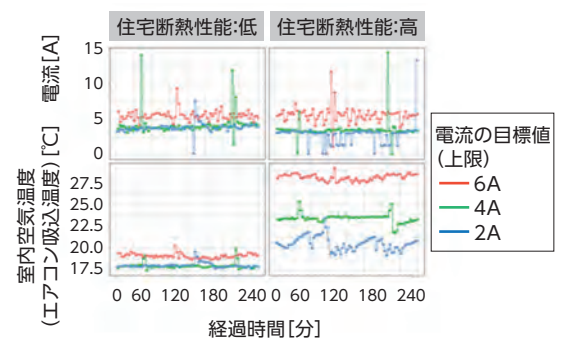


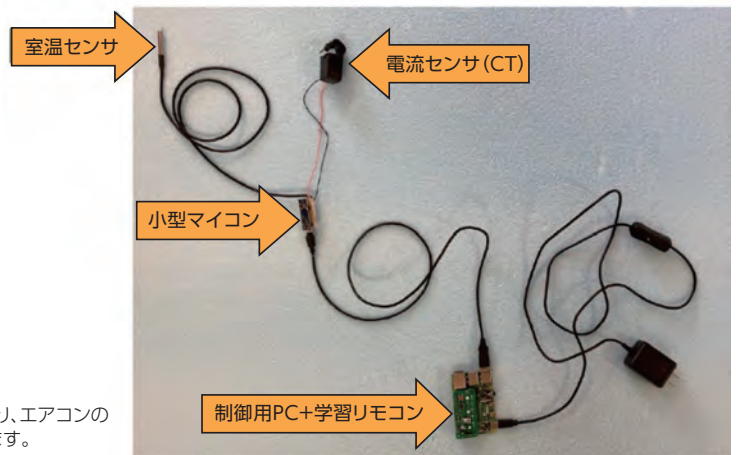
図2 簡易制御装置利用時のエアコンの消費電流と室内空気温度(暖房運転時の結果)

簡易制御装置によりエアコンの消費電流を制限することができました。住宅断熱性能が高ければ室温を適切にコントロールできることが明らかになりました。



上野 剛(うえの つよし) / 安田 昇平(やすだ しょうへい)
グリッドイノベーション研究本部 ENIC研究部門

エアコンの電流を目標値以下に抑える簡易制御装置により、電力需給逼迫時や停電時のレジリエンス性向上に貢献します。



エアコン簡易制御装置の外観
安価な市販品のみを組み合わせしており、エアコンの
改造が不要で汎用性・拡張性に優れます。

成果の活用先・事例

災害等に伴う電力需給逼迫時においても、エアコンを必要最小限で稼働することにより、生活者の安全や健康を維持できるようにします。

参考 上野ほか、電力中央研究所 研究報告 GD22011 (2023)



環境

脱炭素化の実現に向けた欧米の政策事例を調査・分析

● 諸外国の先行事例の分析から日本のGX政策への示唆を検討

背景

日本は2050年のネットゼロ排出実現に向けて、経済構造を脱炭素成長型に円滑に移行するためのグリーントランスフォーメーション(GX)を推進しています。GX政策の取り組みの柱は、政府支援の下での先行投資およびカーボンプライシングです。脱炭素化を先導する西側諸国は概ねこれらの政策を推進していることから、当所では日本のGX政策への示唆を導くことを目的として、欧米を中心とする諸外国の政策の調査・分析を行っています。

成果の概要

◇米国の脱炭素投資支援を調査・分析

米国で2022年8月に成立したインフレ抑制法(IRA)と呼ばれる脱炭素投資支援のための法律について、その内容と脱炭素化へのインパクトを分析しました。IRAはクリーン電力、クリーン水素、炭素回収利用・貯留(CCUS)に投資する企業等に税額控除を認めることで、これら技術への投資を促進するものです。条文と控除の仕組みを検討した結果、米国で水素やCCUS等の脱炭素技術の普及が加速する可能性が高いこと、日本が輸入する水素系燃料や合成メタン等にもIRAの税額控除が適用され、日本の脱炭素化にも貢献する可能性があることを明らかにしました。

◇欧州のカーボンプライシングを調査・分析

欧州連合(EU)が2005年から実施している排出量取引制度(EU ETS)について、2022年12月に取りまとめられた制度改革の内容を分析しました(図1)。改革の主な内容は、①従来、発電部門は排出枠の全量を有償(オークション)で配賦していたところ、産業部門でも2026年から2034年にかけて、無償での配賦から全量をオークションに移行すること、②オークション収入の一部を「イノベーション基金」に充当し、加盟国の脱炭素投資を支援すること、③排出量取引の対象外であった建物や自動車で使用する化石燃料に別途の排出量取引(ETS II)を課すことです。EUは有償オークションの対象業種や建物・自動車へのカーボンプライシングのあり方などで日本政府の制度案よりも先行しており、日本はEUの経験を踏まえつつ制度設計を逐次見直す必要があります。

CCUS

→p.19参照

EU ETS
(European Union
Emission Trading
Scheme)

EU内におけるCO₂等につ
いての排出量取引制度。

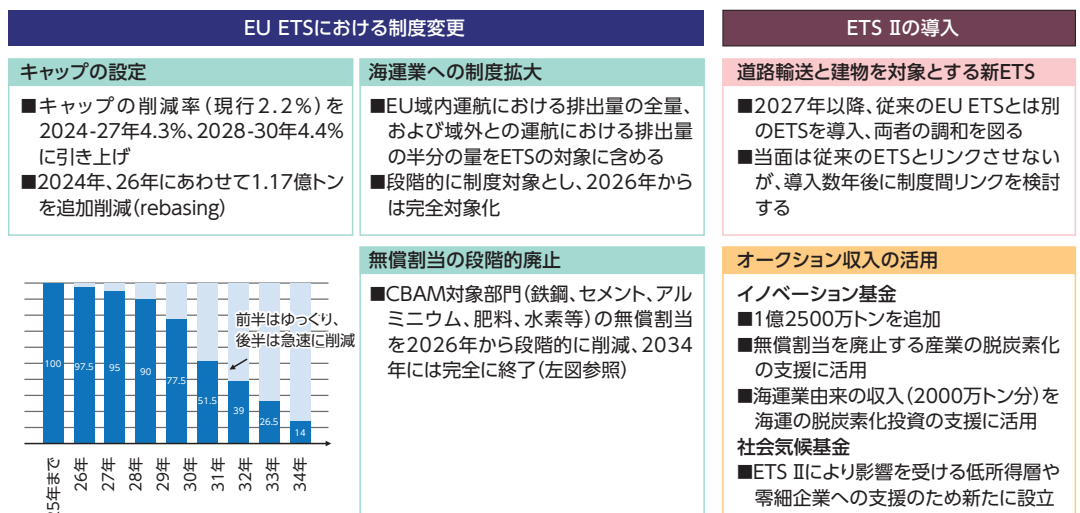
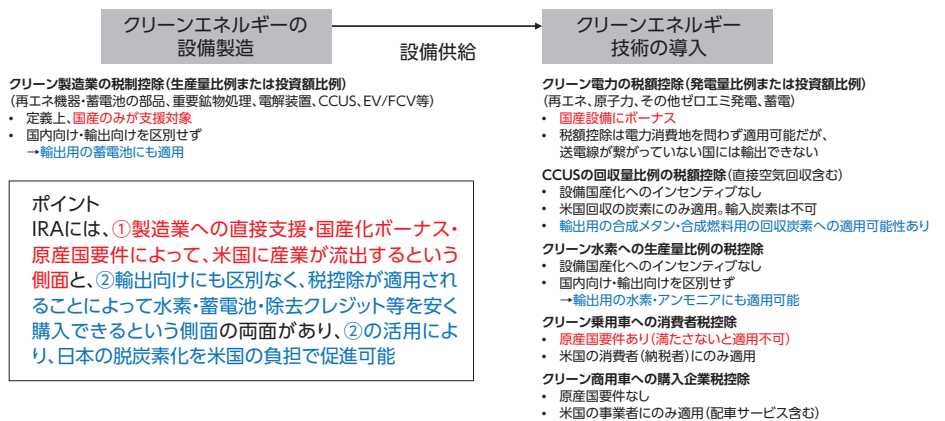


図1 EU ETSの改革



若林 雅代(わかばやし まさよ) / 上野 貴弘(うえの たかひろ)
社会経済研究所

政府による脱炭素投資の支援、カーボンプライシングなど、先行する欧米の政策事例から日本への示唆を導きます。



米国IRAの対外影響

成果の活用先・事例

米国IRAに関する当所のディスカッションペーパーについては、総理官邸のGX実行会議の政府資料で参照されました。日本政府のGXに関する検討が加速していることから、今後もディスカッションペーパーや論考等の形での速報的な発信を行ってまいります。

参考 上野、電力中央研究所 社会経済研究所ディスカッションペーパー SERC22009 (2022)
若林ほか、日経ESG寄稿「抜本改革迫る、EU ETS徹底解説」(2023)



エネルギー (kWh) と需給調整 (ΔkW) の同時約定市場における取引の制度的措置を分析

● 海外事例の調査・分析を通じてわが国における市場制度改革の議論に貢献

社会経済

背景

エネルギーの安定供給を実現するためには、電力の効率的・安定的な調達が必要となります。わが国では、卸電力市場の運営上の課題や需給運用上の不確実性の拡大などが顕在化しており、それらの解決に向けて、エネルギー (kWh) と需給調整 (ΔkW) の同時約定市場の導入が議論されています。当所では、同時約定市場をはじめとする海外事例の動向と課題を分析し、わが国における市場制度改革の議論に貢献しています。

成果の概要

◇エネルギー (kWh) と需給調整 (ΔkW) の同時約定市場における取引の制度的措置を分析

米国の同時約定市場における、市場メカニズムの活用とそれ以外を含めた取引全体の制度的措置に着目して分析を行いました。米国ISO/RTOの運営する市場では、発電事業者から提出された電源運用費用情報に基づき、ISO/RTOによって総費用を最小とする電源の出力・起動停止が決定されます。しかし、すべての電源の出力増減等が市場メカニズムで決定されている訳ではなく、その他の取引方法なども制度設計に組み込まれていることが特徴です。この市場メカニズムで取引量を決定しない取引が制度として定められ、発電事業者が事業戦略を検討する上で重要な役割を担っていることがわかりました。

◇米国ISO/RTOの同時約定市場における電源の出力・起動停止の実態を調査

米国ISO/RTOの一つであるPJMにおける電源の出力・起動停止に関する取引の実態を調査しました。米国ISO/RTOの同時約定市場では、「**プールのスケジュール取引**」に加えて、「**セルフスケジュール取引**」も選択可能です。PJMにおける取引では、発電事業者の45%がプールのスケジュール以外を選択しています。中でも、最低出力はセルフスケジュールで行い、最低出力以上の出力であればプールのスケジュールを受け入れる「**セルフ・プールのスケジュール取引**」を選択した発電事業者が27%に達しています (図1)。このように、わが国において同時約定市場の導入を検討する際にも、総費用の低減や系統制約内での運用、持続可能な発電事業をどのように考慮するのが課題となることが明らかになりました。

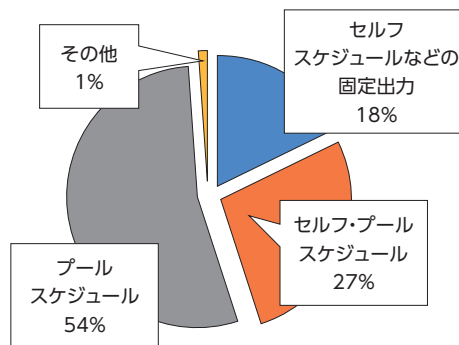


図1 米国PJMにおける2021年度の発電事業者の取引割合

ISO
(Independent System Operator)

独立系統運用者。

RTO
(Regional Transmission Organization)

地域送電機関。

プールのスケジュール取引

総費用を最小とする最適化計算により発電事業者の電源出力が決定される取引。

セルフスケジュール取引

系統制約の範囲内であれば、発電事業者が電源種別に関係なく出力・起動停止を決定できる取引。



古澤 健(ふるさわ けん)
社会経済研究所

諸外国の市場設計・制度を分析し、脱炭素を考慮した卸電力市場・需給調整市場のあり方の議論に貢献していきます。

米国の同時約定市場における
取引方法の整理

	プールスケジュール	セルフ・プールスケジュール	セルフスケジュール
電源の出力・起動停止の決定主体	ISO/RTO 発電事業者が申請した電源の運用に関する費用情報をもとに、総費用最小化となる出力を決定	●最低出力の場合：『セルフスケジュール』と同じ ●最低出力以上の場合 (ISO/RTOが必要とする場合)：『プールスケジュール』と同じ	発電事業者 自らの戦略で決定可能 (ISO/RTOによる出力変更は不可)
取引価格の決定方法	ISO/RTO 発電事業者が申請した電源の運用に関する費用情報をもとに、総費用最小化となる価格を決定	●最低出力の場合：『セルフスケジュール』と同じ ●最低出力以上の場合 (ISO/RTOが必要とする場合)：『プールスケジュール』と同じ	ISO/RTO 当該発電事業者は、取引価格決定のメカニズムには無関係

成果の活用先・事例

持続可能な発電事業と効率的・安定的な系統運用の両立に向けて、諸外国の市場制度に関する事例を明らかにし、国や電気事業者との意見交換を通じて、わが国における電力市場の制度改革の議論に貢献していきます。

参考 古澤ほか、電力中央研究所 研究報告 SE21004 (2022)



エネルギーハーベスティングのための熱電特性評価法を開発

● IoTデバイス用自立型電源の開発と社会実装に貢献

共通・分野横断

熱電素子

熱と電気とを関連づける現象を利用した素子の総称。温度差によって起電力を発生する現象を利用した素子などがある。

電界効果型トランジスタ

半導体内部で生じる電界によって電流を制御する方式のトランジスタ。

ゲート絶縁体

電界効果型トランジスタにおける半導体材料と金属電極の間の絶縁層。

ゲート電圧

ゲート絶縁体を通して半導体材料に印加する電圧。この電圧により半導体材料中のキャリア密度を制御することができる。

背景

センサをはじめとする小型IoTデバイス用の電源は、配線がなく、かつ、自立型であることが望まれており、その電源の一つとして**熱電素子**を活用することが考えられます。熱電素子を構成する材料の特性(発電量)は、半導体中の電気伝導を担う電子およびホールの密度(キャリア密度)に依存します。熱電素子の新規材料の探索には、キャリア密度をパラメータとして連続的に変化させて、発電量が大きくなる条件を見つける必要があります。そのためには化学組成が異なる多くの試料を用いる必要があり、これまで、この点が熱電材料の開発にあたっての障壁となっていました。そこで、当所では電界効果を用いて熱電材料の特性を効率的に評価する方法の開発を進めています。

成果の概要

◇電界効果を利用した熱電特性評価法を開発

熱電材料の特性評価に必要な材料中のキャリア密度を連続的に変化させる方法として、イオン液体を用いた熱電効果の制御に成功しました。具体的には、酸化タングステン薄膜を半導体試料とする**電界効果型トランジスタ**を作製し(図1)、静電容量の大きいイオン液体を**ゲート絶縁体**として使用することにより、酸化タングステン薄膜に多数の電子を注入して絶縁体状態から金属状態まで連続的に変化させることに成功しました。

◇熱電特性の評価を通じて熱電出力因子を最適化

電界効果型トランジスタ、ヒーター、温度計を同一基板上に配置し(図1)、温度と**ゲート電圧**(キャリア密度)を変化させながら熱電特性を評価しました。その結果、一つの試料を測定するだけで、酸化タングステン薄膜の単位温度当たりの発電量(熱電出力因子)が最適となる温度とゲート電圧の組み合わせが特定できることを示しました。化学組成が異なる多くの試料を用いることが不要となるため、熱電材料の評価に必要な時間が大幅に短縮され、新規材料の探索を加速させることができます。

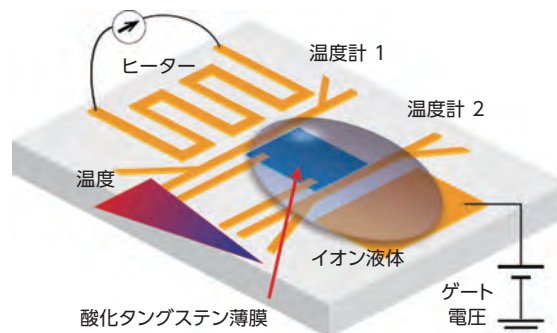


図1 酸化タングステン薄膜の電界効果型トランジスタ

イオン液体を介してゲート電圧を印加することにより、酸化タングステン薄膜のキャリア密度を制御します。ヒーターと温度計を用いてトランジスタ構造下で熱電特性を評価します。

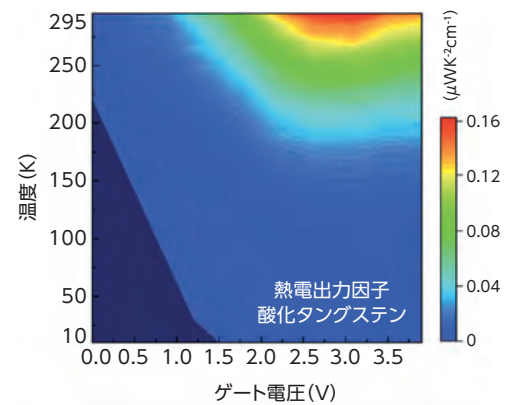


清水 直(しみず すなお)
エネルギー変換研究本部
材料科学研究部門



小野 新平(おの しんぺい)
エネルギー変換研究本部
材料科学研究部門

高性能な新規熱電材料の探索と熱電素子の開発を進め、脱炭素社会の実現に貢献します。



酸化タングステン薄膜における温度およびゲート電圧と
単位温度当たりの発電量(熱電出力因子)との関係
ゲート電圧が3Vの時に発電量が最大になることがわかります。

成果の活用先・事例

熱電材料の特性評価が効率化されることで、高性能な熱電材料の開発が進み、それらを活用するIoTデバイス用自立型電源の開発と社会実装が加速します。

参考 Shimizu et al., Sci. Rep. Vol. 12, 7202 (2022)



Ⅱ. 決算



1. 決算概要	68
2. 財務諸表	70
独立監査人の監査報告書	78

Ⅱ. 決算

1. 決算概要

受託研究事業収益の増加等により経常収益が増加した一方、減価償却費の減少はあったものの、消耗品費、光熱水道費、委託費、旅費交通費等の増、解体撤去引当金の新設などにより経常費用が増加し、経常増減額は11.75億円となり、前年度と同水準となりました。

正味財産増減計算

(単位:百万円)

一般正味財産増減の部							
	2022年度	2021年度	差異		2022年度	2021年度	差異
経常費用	30,577	28,762	1,814	経常収益	31,752	29,945	1,807
人件費	9,822	10,116	△ 294	受取経常給付金	24,274	24,369	△ 94
経費	20,754	18,646	2,108	事業収益	6,360	5,027	1,333
				その他収益	118	80	37
				指定正味財産からの振替額	999	467	531
当期経常増減額	1,175	1,182	△ 6				
当期一般正味財産増減額	1,177	1,294	△ 116				

指定正味財産増減の部							
	2022年度	2021年度	差異		2022年度	2021年度	差異
一般正味財産への振替額	999	467	531	受取補助金等	1,044	534	510
当期指定正味財産増減額	45	66	△ 21				

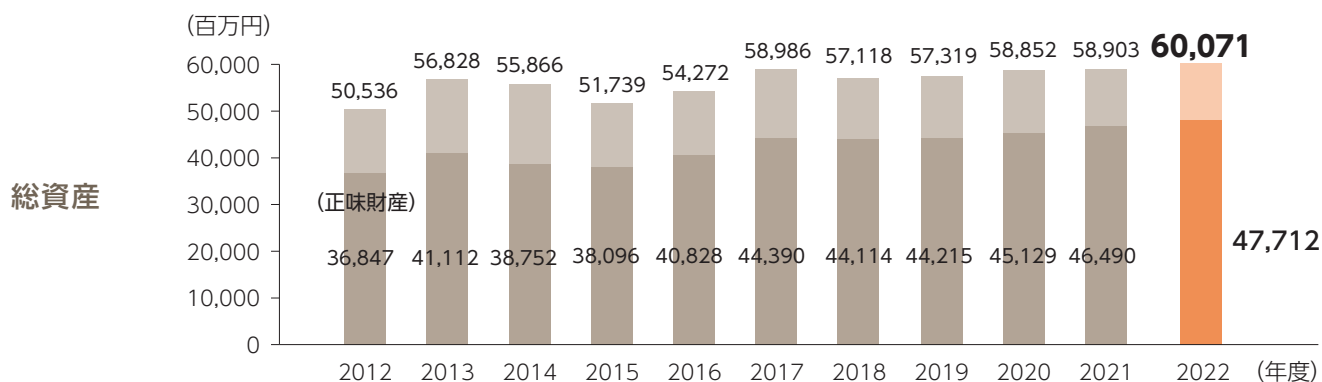
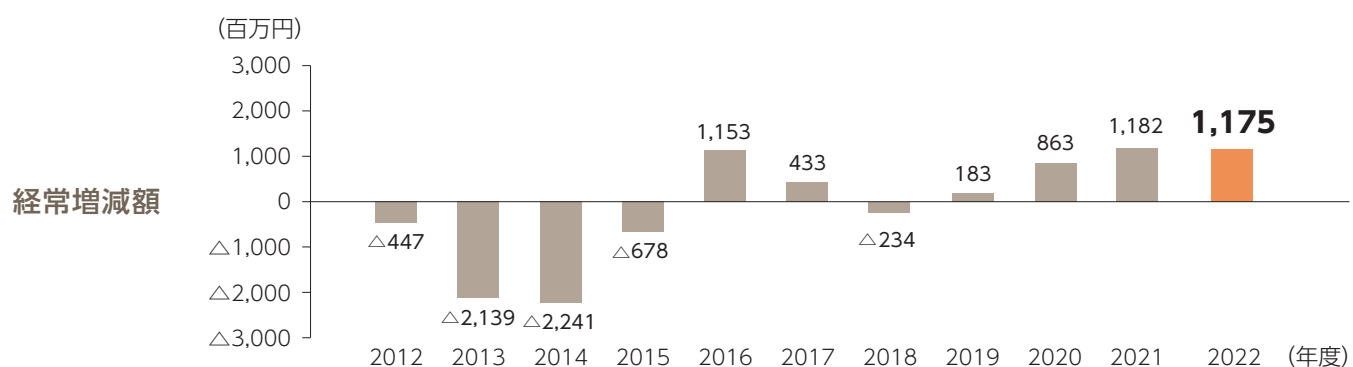
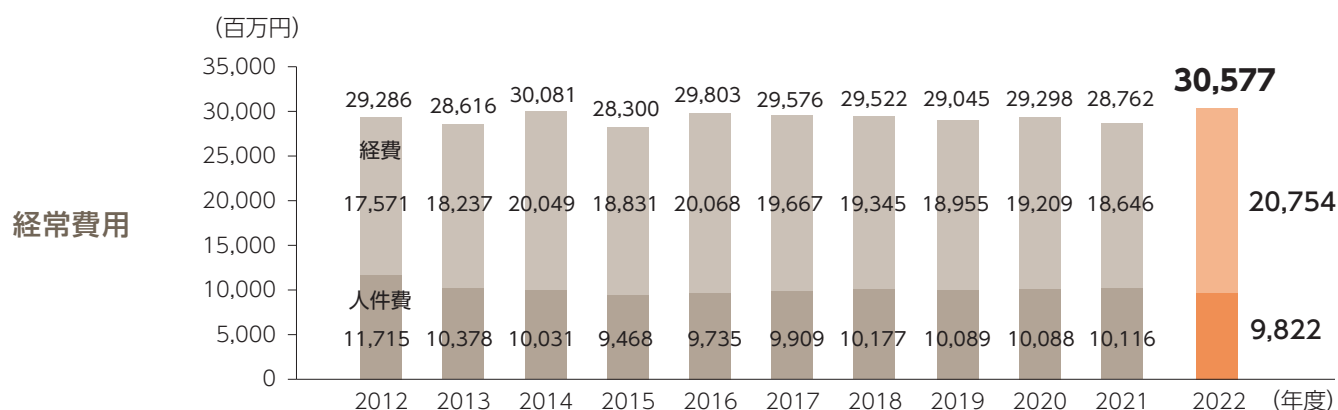
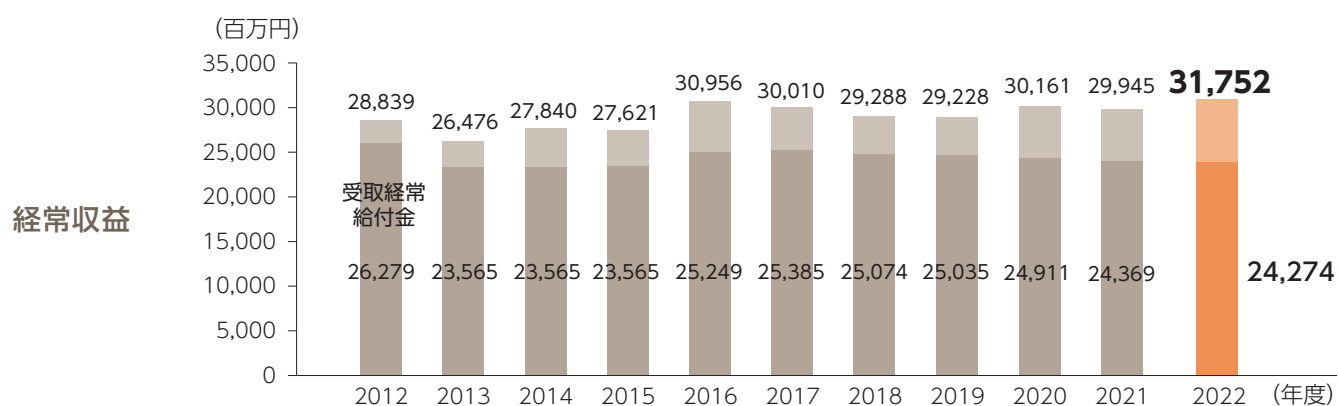
当期正味財産増減額	1,222	1,360	△ 138				
-----------	-------	-------	-------	--	--	--	--

貸借対照表

(単位:百万円)

資産の部				負債の部			
	2022年度	2021年度	差異		2022年度	2021年度	差異
流動資産	7,731	5,571	2,160	流動負債	5,207	5,478	△ 271
固定資産	52,339	53,332	△ 993	固定負債	7,151	6,935	215
資産合計	60,071	58,903	1,167	負債合計	12,358	12,413	△ 55
				正味財産の部			
				指定正味財産	362	317	45
				一般正味財産	47,350	46,172	1,177
				正味財産合計	47,712	46,490	1,222

財務状況の推移(実績)



2. 財務諸表

貸借対照表

2023年3月31日現在

(単位:千円)

科目	当年度	前年度	増減
I 資産の部			
1. 流動資産			
現金預金	2,314,805	1,722,060	592,744
未収金	5,145,968	3,620,385	1,525,582
仮払金	149,342	96,621	52,721
前払金	115,238	126,179	△ 10,940
未成支出金	6,173	5,805	368
流動資産合計	7,731,529	5,571,052	2,160,476
2. 固定資産			
(1)特定資産			
建物	62,807	79,837	△ 17,029
建物附属設備	0	0	-
構築物	605	847	△ 242
機械及び装置	27,446	45,689	△ 18,243
器具及び備品	253,270	203,191	50,079
車両及び運搬具	4,582	6,870	△ 2,287
一括償却資産	713	2,060	△ 1,347
無形固定資産	34,918	16,345	18,572
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	61,941	590,938	△ 528,996
特定資産合計	15,382,186	15,881,681	△ 499,495
(2)その他固定資産			
土地	9,204,332	9,204,332	-
建物	13,376,144	13,605,519	△ 229,375
建物附属設備	6,212,420	6,487,988	△ 275,568
構築物	1,674,503	1,847,636	△ 173,132
機械及び装置	2,683,694	2,935,480	△ 251,785
器具及び備品	1,599,345	1,684,478	△ 85,132
車両及び運搬具	5,580	3,625	1,955
一括償却資産	26,550	104,096	△ 77,546
無形固定資産	947,287	922,201	25,086
建設仮勘定	1,227,846	655,905	571,940
その他固定資産合計	36,957,706	37,451,265	△ 493,558
固定資産合計	52,339,893	53,332,946	△ 993,053
資産合計	60,071,422	58,903,999	1,167,422
II 負債の部			
1. 流動負債			
未払金	4,812,969	5,040,920	△ 227,951
預り金	87,662	104,319	△ 16,656
前受金	11,651	11,156	495
賞与引当金	295,000	322,000	△ 27,000
流動負債合計	5,207,283	5,478,396	△ 271,112
2. 固定負債			
役員退職慰労引当金	424,000	348,000	76,000
退職給付引当金	6,017,000	6,306,000	△ 289,000
環境対策引当金	262,639	281,300	△ 18,660
解体撤去引当金	202,347	-	202,347
資産除去債務	245,159	-	245,159
固定負債合計	7,151,146	6,935,300	215,845
負債合計	12,358,430	12,413,696	△ 55,266
III 正味財産の部			
1. 指定正味財産			
特別給付金	62,808	79,837	△ 17,029
補助金	207,811	179,331	28,479
寄付金等	92,113	58,527	33,585
指定正味財産合計	362,732	317,696	45,035
(うち特定資産への充当額)	(362,732)	(317,696)	(45,035)
2. 一般正味財産	47,350,259	46,172,605	1,177,653
(うち特定資産への充当額)	(11,583,554)	(12,128,084)	(△ 544,530)
正味財産合計	47,712,992	46,490,302	1,222,689
負債及び正味財産合計	60,071,422	58,903,999	1,167,422

正味財産増減計算書

2022年4月1日から2023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	24,274,501	24,369,331	△ 94,830
② 事業収益	(6,360,795)	(5,027,431)	(1,333,364)
受託研究事業収益	5,257,113	3,887,226	1,369,887
その他事業収益	1,103,681	1,140,204	△ 36,522
③ その他収益	118,204	80,804	37,399
④ 指定正味財産からの振替額	999,215	467,637	531,577
経常収益計	31,752,716	29,945,205	1,807,511
(2) 経常費用			
① 事業費			
人件費	(9,242,590)	(9,493,649)	(△ 251,058)
給料手当	7,528,955	7,540,655	△ 11,700
退職給付費用	537,140	806,459	△ 269,319
厚生費	1,176,494	1,146,533	29,960
経費	(20,499,690)	(18,401,369)	(2,098,321)
消耗品・諸印刷物費	2,982,524	2,053,263	929,261
光熱水道費	1,099,433	799,711	299,722
委託費	7,831,687	7,236,088	595,599
共同研究分担金	245,629	246,313	△ 683
修繕費	1,352,778	1,376,616	△ 23,838
賃借料	542,935	587,031	△ 44,096
租税公課	521,037	574,386	△ 53,348
旅費交通費	456,555	146,330	310,224
減価償却費	4,227,644	4,560,335	△ 332,690
固定資産除却損	45,931	44,248	1,683
解体撤去引当金繰入額	202,347	-	202,347
その他経費	991,185	777,044	214,140
事業費小計	29,742,281	27,895,019	1,847,262
② 管理費			
人件費	(579,640)	(623,175)	(△ 43,534)
役員報酬	123,060	130,650	△ 7,590
給料手当	313,392	327,974	△ 14,582
退職給付費用	21,343	32,745	△ 11,402
厚生費	45,844	45,334	510
役員退職慰労引当金繰入	76,000	86,470	△ 10,470
経費	(255,232)	(244,691)	(10,540)
消耗品・諸印刷物費	10,213	10,713	△ 500
光熱水道費	980	803	176
委託費	63,121	67,448	△ 4,326
修繕費	591	351	240
賃借料	104,468	105,291	△ 823
租税公課	3,205	3,214	△ 8
旅費交通費	12,660	8,869	3,791
減価償却費	5,055	4,129	925
固定資産除却損	53	0	53
その他経費	54,883	43,869	11,013
管理費小計	834,872	867,866	△ 32,994
経常費用計	30,577,153	28,762,885	1,814,267
当期経常増減額	1,175,562	1,182,319	△ 6,756
2. 経常外増減の部			
(1) 経常外収益			
① 固定資産売却益	90	81	9
② 固定資産受贈益	2,000	111,707	△ 109,707
経常外収益計	2,090	111,788	△ 109,697
(2) 経常外費用			
当期経常外増減額	2,090	111,788	△ 109,697
当期一般正味財産増減額	1,177,653	1,294,108	△ 116,454
一般正味財産期首残高	46,172,605	44,878,497	1,294,108
一般正味財産期末残高	47,350,259	46,172,605	1,177,653
II 指定正味財産増減の部			
① 受取補助金	963,743	485,549	478,194
② 固定資産受贈益	80,506	48,696	31,810
③ 一般正味財産への振替額	999,215	467,637	531,577
当期指定正味財産増減額	45,035	66,607	△ 21,572
指定正味財産期首残高	317,696	251,089	66,607
指定正味財産期末残高	362,732	317,696	45,035
III 正味財産期末残高	47,712,992	46,490,302	1,222,689

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ることができる金額を、引当金として計上している。

解体撤去引当金…有形固定資産の解体や撤去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	79,837	-	17,029	62,807
建物附属設備	0	-	-	0
構築物	847	-	242	605
機械及び装置	45,689	-	18,243	27,446
器具及び備品	203,191	195,671	145,591	253,270
車両及び運搬具	6,870	-	2,287	4,582
一括償却資産	2,060	-	1,347	713
無形固定資産	16,345	27,465	8,892	34,918
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	-	528,996	61,941
合計	15,881,681	223,136	722,631	15,382,186

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 からの充当額)	(うち一般正味財産 からの充当額)	(うち負債に対応 する額)
建物	62,807	(62,807)	-	-
建物附属設備	0	(0)	-	-
構築物	605	(490)	(115)	-
機械及び装置	27,446	(13,466)	(13,979)	-
器具及び備品	253,270	(250,258)	(3,011)	-
車両及び運搬具	4,582	(498)	(4,084)	-
一括償却資産	713	(713)	-	-
無形固定資産	34,918	(34,497)	(421)	-
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	61,941	-	(61,941)	-
合計	15,382,186	(362,732)	(11,583,554)	(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	(5,423,667)	(5,039,322)	(384,345)
建物	485,172	422,364	62,807
建物附属設備	54,144	54,143	0
構築物	29,118	28,512	605
機械及び装置	4,252,366	4,224,920	27,446
器具及び備品	539,971	286,701	253,270
車両及び運搬具	11,035	6,452	4,582
一括償却資産	3,715	3,002	713
無形固定資産	48,142	13,223	34,918
その他の固定資産	(123,014,647)	(96,489,119)	(26,525,527)
建物	26,959,454	13,583,309	13,376,144
建物附属設備	18,939,918	12,727,498	6,212,420
構築物	7,358,529	5,684,026	1,674,503
機械及び装置	47,125,790	44,442,095	2,683,694
器具及び備品	15,744,159	14,144,813	1,599,345
車両及び運搬具	101,136	95,556	5,580
一括償却資産	232,706	206,155	26,550
無形固定資産	6,552,951	5,605,663	947,287
合計	128,438,314	101,528,441	26,909,873

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 当期末残高	債権の当期末残高
未収金	5,145,968	-	5,145,968
退職一時金給付引当特定資産 のうち厚生貸付金	12,000	-	12,000
合計	5,157,968	-	5,157,968

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、445,460千円である。

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	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	3,067	-	614	2,452	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	579	-	116	463	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	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	1,935	-	1,935	0	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	189	-	63	126	指定正味財産
グ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	747	-	248	498	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	10,392	16,048	21,048	5,392	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	6,328	-	3,522	2,805	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	8,698	-	3,185	5,512	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	9,334	8,277	12,944	4,667	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	-	9,527	9,527	-	-
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	3,061	-	977	2,083	指定正味財産
廃炉・汚染水対策事業費補助金	経済産業省	134,997	918,944	870,133	183,808	指定正味財産
令和 4 年度社会的要請に応える革新的な原子力技術開発支援事業補助金	経済産業省	-	9,694	9,694	-	-
カーボンリサイクル製品の普及を促進するメッセージング手法	(一社)カーボンリサイクルファンド	-	1,251	1,251	-	-
合計		179,331	963,743	935,264	207,811	

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	171,596
指定正味財産の指定解除による振替額	6,504
受取補助金の目的事業実施による振替額	821,114
合計	999,215

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	19,612,329
勤務費用	830,555
利息費用	91,602
数理計算上の差異の当期発生額	16
退職給付の支払額	△1,123,128
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	19,411,374

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	14,432,765
期待運用収益	144,327
数理計算上の差異の当期発生額	△13,803
事業主からの拠出額	337,236
退職給付の支払額	△739,175
その他	△68,261
期末における年金資産	14,093,088

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	19,411,374
年金資産	△14,093,088
未認識数理計算上の差異	698,713
未認識過去勤務債務	-
退職給付引当金	6,017,000

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	830,555
利息費用	91,602
期待運用収益	△144,327
数理計算上の差異の当期の費用処理額	△413,901
過去勤務債務の当期の費用処理額	-
その他	72,106
未成支出金	△73
確定給付制度に係る退職給付費用	435,961

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	43%
生保一般勘定	23%
株式	19%
短期資金	9%
その他	6%
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、122,558 千円である。未成支出金を考慮した 122,522 千円を退職給付費用として処理している。

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	(4,008)
給料手当	3,278
退職給付費用	235
厚生費	494
経費	(2,165)
委託費	1,877
旅費交通費	140
その他経費	146
合計	(6,173)

12.その他

(1)解体撤去引当金の計上

解体・撤去が決定し、当事業年度において、その費用を合理的に見積ることができた以下の 2 件について、解体撤去引当金を計上している。これにより、当事業年度の事業費は合計 202,347 千円増加し、当期経常増減額および当期一般正味財産額はそれぞれ同額減少している。内訳は以下の通り。

- ① 狛江地区第 5 実験棟
…将来の建物の解体・撤去費用を 126,000 千円と見積った。使用見込期間を 2027 年度までの 6 年間とし、当事業年度に 21,000 千円を解体撤去引当金および事業費に計上している。
- ② 赤城 UHV 試験送電設備
…将来の設備の解体・撤去費用を 181,347 千円と見積った。1 年以内の完了を見込み、当事業年度に同額を解体撤去引当金および事業費に計上している。

(2)資産除去債務の計上

狛江地区第 5 実験棟について、放射性同位元素等の規制に関する法律に定める使用の廃止等に伴う措置等に要する費用を資産除去債務に計上している。資産除去債務の見積りにあたり、使用見込期間を 2025 年度までの 3 年間として、割引率は 0.5%を採用している。

当事業年度において資産除去債務に計上した金額および当事業年度末における資産除去債務残高は、245,159 千円である。

独立監査人の監査報告書

2023年5月12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
業 務 執 行 社 員
代 表 社 員
業 務 執 行 社 員
公認会計士 富川 昌之
公認会計士 山尾 崇

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2022年4月1日から2023年3月31日までの2022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2022年4月1日から2023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2022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。

2023年5月30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

2022年度の活動の中から、主要なデータや実績を紹介します。



研究成果・知的財産	
報告書・論文	82
知的財産	83
成果の還元	
規格・基準・技術指針等	84
資格・試験業務	84
国等からの受託研究	85
技術交流コース・技術研修	85
広報活動	
マスメディアを通じた情報発信	86
研究報告会など	87
ソーシャルメディア、メールマガジンなど	87
人員・学位・受賞	88
研究ネットワーク	89
組織・体制	
拠点	90
組織	91
ガバナンス	
業務の適正を確保するための体制	92
業務の適正を確保するための体制の運用状況(概要)	93
会議体と役員等人事	94
SDGsへの取り組み	96
環境活動	97
地域貢献	99
安全衛生・労働環境	100

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。

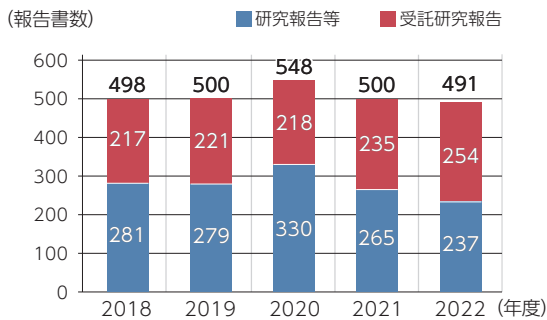
<https://criepi.denken.or.jp/research/index.html>



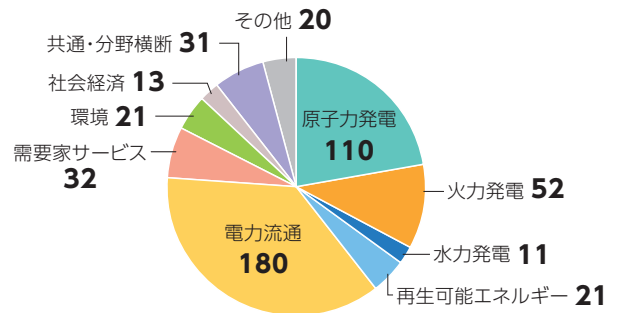
2022年度は、電力流通分野で180件、原子力発電分野で110件、火力発電分野で52件など合計491件の報告書を発刊し、ホームページにて無償提供している報告書は、2022年度末時点で約9,903件に及びます。

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、2022年度は1,278件の論文を発表しました。

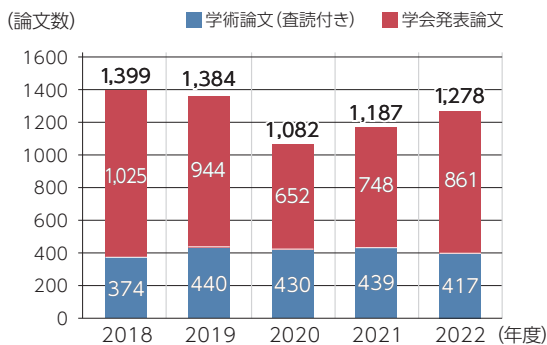
報告書発刊数の推移



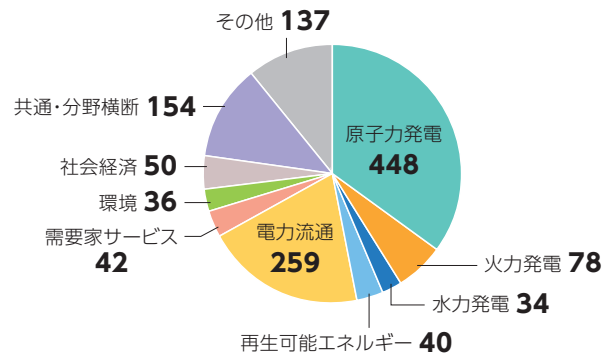
2022年度の報告書数の研究分野別内訳



論文発表数の推移

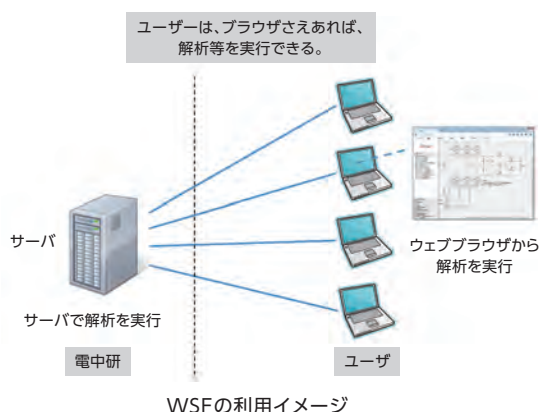


2022年度の論文数の研究分野別内訳



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。

2022年度は42件の特許出願、49件の特許登録を行い、2022年度末時点で653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131本開発しました。

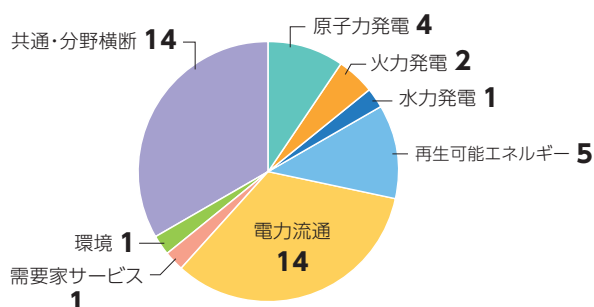


当所開発の解析ツールが必要な場面で一層活用されるよう、ウェブブラウザのみでシミュレーション・サービスを実行可能な仕組みとしてWSF (Web Simulation Framework) を開発しています。ウェブブラウザによる解析ツールの提供は、ソフトウェアのインストールを不要にしてこれに伴う諸問題を解決するとともに、PCだけでなくタブレット等からの利用も可能とします。また、チームで協業して解析を進めることも可能となります。

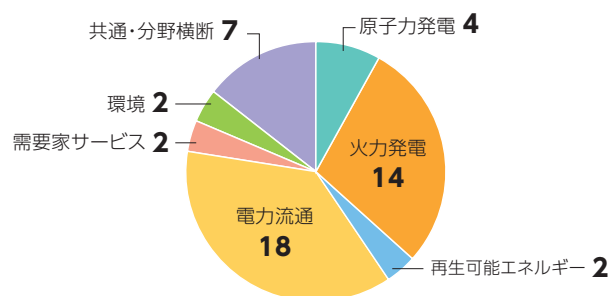
2022年度は、電力系統瞬時値解析プログラムXTAP、配電系統総合解析ツールCALDGなどについて試運用を開始しました。

今後の正式運用に向けて開発を進め、当所の研究成果の提供方法をウェブ時代に相応しいものに変えていく予定です。

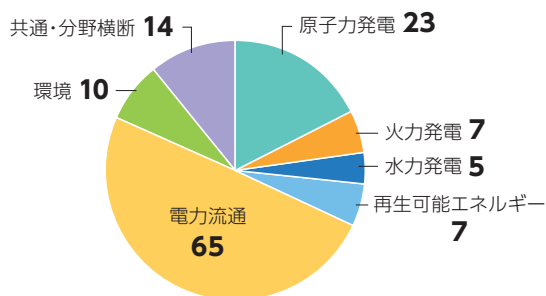
2022年度の特許出願数の研究分野別内訳



2022年度の特許登録数の研究分野別内訳



2022年度に開発したソフトウェア数の研究分野別内訳



2022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

2022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。

2022年度は、日本原子力学会「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」や日本電気協会「電力貯蔵用電池規格（改訂）」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-A004:2022 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	日本原子力学会
	JEAC4207-2022 電気技術規程 原子力編 軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査における超音波探傷試験規程	日本電気協会
火力発電	JIS B8224:2022 ボイラの給水、ボイラ水及び蒸気の質 一試験方法	火力原子力発電技術協会、日本規格協会
	JEAC5006-2022 電力貯蔵用電池規程	日本電気協会
電流流通	JEC-0401:2022 部分放電測定	電気学会電気規格調査会
	IEC TR 61000-2-15:2023 Edition 1.0 (2023-02-24) Electromagnetic compatibility - Part 2-15: Description of the characteristics of networks with high penetration of power electronic converters	IEC TC 77/SC 77A
需要家サービス	JRA 4085:2022 日本冷凍空調工業会標準規格 昼間沸上げ形家庭用ヒートポンプ給湯機	日本冷凍空調工業会
共通・分野横断	補助人工心臓用の経皮的エネルギー伝送システム開発ガイドライン2023(手引き)	経済産業省、日本医療研究開発機構
	JIS A 1231 地盤材料の溶出特性を求めるための上向流カラム通水試験方法 2022年制定 コンクリート標準示方書 維持管理編	日本規格協会、地盤工学会 土木学会

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。

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。

2022年度の短絡試験業務の実績

受託試験件数	のべ試験日数
20件	35.0日

2022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	4名

広報活動

マスメディアを通じた情報発信

新聞、雑誌、TV・ラジオなど報道機関からの取材依頼に対し、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政策、電力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た解説や情報提供を行いました。

また、研究の取り組みや成果等について、電気事業者や社会での活用につなげること（社会実装）なども視野に、プレスリリース（計10件）等を通じて積極的な情報発信に努めました。

2022年度における主なトピックス

カーボンニュートラル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社会の実現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研究・技術開発などについて解説しました。また、カーボンニュートラル社会の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、需給バランスを踏まえた系統運用、需要側での効率的な電気利用の必要性、その他、ウクライナ情勢がエネルギー供給に及ぼす影響などについて解説しました。

（産経新聞2022/4/7、2022/9/28、日刊工業新聞2022/5/27、読売新聞2022/6/11、Financial Times2022/7/22、NIKKEI GX2023/3/9、雑誌「エネルギーフォーラム」2022/5、10月号、フジテレビ「めざましテレビ」2022/8/4ほか）

地球温暖化政策の国内外動向などに関する解説等

世界的にカーボンニュートラル社会の実現に向けた動きが加速し、地球温暖化問題への関心が高まるなか、欧米を中心とした諸外国におけるエネルギー・環境政策・技術開発の動向、わが国のグリーントランスフォーメーション政策の動向やエネルギー政策における課題、EUタクソノミーの概要などについて解説しました。

（読売新聞2022/6/11、2023/1/26、日経産業新聞2022/10/31、産経新聞2023/2/11、NIKKEI GX2022/10/21、2023/3/20、雑誌「日経ESG」（電子版）2022/4/4、2022/8/23、2023/2/9ほか）

今後の原子力活用に必要な技術ならびに国際動向などに関する解説等

カーボンニュートラル社会の実現と電力安定供給の観点から、今後も安全性を確保しながら原子力を有効活用していくために必要となる技術などについて解説しました。また、原子力技術の国際的な開発動向などについて解説しました。

（日本経済新聞2022/8/23、日経電子版2023/2/8、産経新聞2023/2/28、日経産業新聞2023/3/9、日本テレビ「news every.」2022/11/18ほか）

研究活動・成果紹介記事の例

掲載・放映タイトル等	分野
科学記者の目 原発「長期運転」の要 材料劣化を監視する、電中研（日経電子版2023/2/8）	原子力発電
放射性セシウム粒子 水生昆虫、数日で体外排出（日刊工業新聞2022/7/20）	
火力発電所の異常、即検知 電中研など光センサー（日経産業新聞2022/6/23、日経電子版2022/6/27）	火力発電
土砂流入が卓越する河川における水力発電所えん提周辺構造物の最適設計（電気現場：2022/12月号）	水力発電
電中研 酸化物系全固体電池 低温作製手法を開発（科学新聞2022/4/22）	電力流通
全固体電池、省エネ製造 電中研、電気代を3分の2に（日経産業新聞2022/6/10）	
特集 スカイツリー=雷の研究施設 地上500mで社会科見学（日本テレビ「ZIP!」2022/5/12）	
電力中央研究所・塩原実験場 雷多発地域 影響探る装置（朝日新聞栃木版2022/9/25）	
くらし探検隊 スカイツリー一般NGの上層に登る（日本経済新聞2022/10/8）	
電中研 山間部の送電鉄塔 設備情報「圏外」でも送信 独自通信で保守効率化（電気新聞2023/2/14）	需要家サービス
「食の脱炭素」へ 電中研の挑戦（電気新聞2022/4/11ほか、計5回連載寄稿）	
電力中央研究所 ヒートポンプ研究の軌跡（電気新聞2023/2/27）	環境
送電設備 動植物への影響 体系化 電中研（電気新聞2023/3/7）	
電中研が検証実施 相場操縦の海外事例を整理（電気新聞2022/4/20）	社会経済
エンタメ 電力保守に一役 設備の振動を解析 電中研、機器応用し開発へ（電気新聞2022/12/20）	共通・分野横断

研究報告会など

「研究報告会2022」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ました。

「カーボンニュートラル社会に向けた電力安定供給」をテーマに「研究報告会2022」を新型コロナウイルス感染症対策に注意しつつ会場開催し、電力会社や研究機関、学協会等から計約170名の参加がありました(2022年11月10日)。わが国が目指すカーボンニュートラル社会の実現に向けて、今後の不確実な社会情勢にあっても欠かすことのできない「電力安定供給」に焦点を当て、将来にわたりそれを確保するための制度設計や技術課題等について、当所の取り組みや最新の研究成果を報告しました。開催後、報告内容の動画配信を行い、予稿集を所外向けウェブサイトに掲載しました。



研究報告会2022

その他、雷研究分野の研究者・技術者の相互討論を目的に、「2022雷リスクシンポジウム」を会場とオンラインによるハイブリッド形式で開催しました(2022年5月12日)。電力会社、大学、耐雷機材メーカーなどから計約120名の参加があり、「雷リスク評価の現状と今後の技術課題」をテーマに、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。

また、電力会社、建設会社、空調機器メーカー、行政機関関係者等との新たな交流や連携した取り組みの機会創出を目的に「食の研究成果発表会」を会場とオンラインによるハイブリッド形式で開催しました(2022年9月16日)。脱炭素社会に向けた「食」に関する研究成果の紹介や関連設備の見学などを行い、計約60名の参加がありました。



「食の研究成果発表会」
での電化厨房の見学

ソーシャルメディア、メールマガジンなど

当所の研究活動等を幅広くご理解いただくため、動画コンテンツ、ソーシャルメディア(YouTube、Twitter、Facebook)、メールマガジンなども積極的に活用しました。具体的には、動画「雷のふしぎ」シリーズなどの制作と公式YouTubeチャンネルでの公開、TwitterとFacebook、メールマガジンによる刊行物発行や新聞・雑誌掲載・テレビ放映などに関する情報発信を行いました。

2022年度に公式YouTubeチャンネルで公開した主な動画

「雷のふしぎ」雷ってなあに?

「雷のふしぎ」雷研究あれこれ

「雷のふしぎ」雷の被害を防ぐには?

「雷のふしぎ」雷から身を守るには?

ヒトコネクションテクノロジー「FUTTE Me」HITO CONNECTION TECHNOLOGY "FUTTE Me"(Ver.2022)

冷房の設定温度の違いによる節電効果はどれくらい?

配電系統総合解析ツール「CALDYG」の紹介



「雷のふしぎ」シリーズ

研究施設・設備等の視察、見学など

外部機関からの研究施設・設備などの視察、見学へのご依頼に、新型コロナウイルス感染症対策を徹底した上で対応しました。2022年度においては全地区で約200件の受け入れを行いました(オンライン見学含む)。



研究設備視察対応の様子

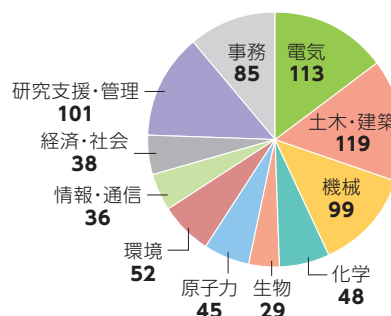
人員・学位・受賞

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。

2022年度末時点の人員数は、研究系職員680名、事務系職員85名、合計765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404名です。

また、2022年度は、日本原子力学会からの「原子力発電部会 業績賞」や日本電気協会からの「第67回澁澤賞」など、計61件（延べ94名）の外部表彰を受賞しました。

2022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	2022年 原子力発電部会 業績賞	山田 博幸 佐竹 正哲 松山 昌史 稲垣 健太 西村 聡 鈴木 求 桐本 順広 三浦 弘道 宇井 淳 甲斐田 秀樹 吉井 匠	津波による原子力発電所のリスク評価技術(レベル1・レベル2津波PRA)の開発
米国放射線 影響学会	J.W.Osborne賞	浜田 信行	Radiation effects on the eye and the circulatory system: developments made since the 2011 ICRP statement on tissue reactions
火力原子力発電 技術協会	令和3年度 「火力原子力発電」 論文賞	屋口 正次 山田 進 加古 謙司	9Cr鋼のクリープ特性を支配する微視組織の定量分析
応用物理学会	応用物理学会 優秀論文賞	星乃 紀博 鎌田 功穂 土田 秀一	Reduction in dislocation densities in 4H-SiC bulk crystal grown at high growth rate by high-temperature gas-source method
日本エネルギー 学会	論文賞	山本 博巳	A Concept of Carbon Energy to Connect Energy Consumption with CO ₂ Emissions
電気学会	第78回電気学術振興賞 進歩賞	大谷 哲夫	保護制御システムの国際標準IEC 61850の国内適用に向けた機能仕様の策定と実システムへの適用
日本電気協会	第67回澁澤賞	高橋 俊彦 酒井 英司 藤井 智晴 尾関 高行 岡田 満利	【発明・工夫、設計・施工】 ガスタービン高温部品の保守管理技術の開発グループ
日本電気協会	第67回澁澤賞	本間 宏也	【学術研究】 電力設備の供給信頼性向上と、電力機器・機材の電気絶縁性能評価技術の開発・発展への貢献
電気科学技術 奨励会	第70回 電気科学技術奨励賞	嶋田 丈裕 上田 紀行	サイバーセキュリティ演習環境の構築と演習実施を通じた業務面でのセキュリティレベル向上への貢献
電気科学技術 奨励会	第70回 電気科学技術奨励賞	早田 直広	配電線の風疲労を対象とした疲労試験機の開発と疲労損傷度評価法の構築

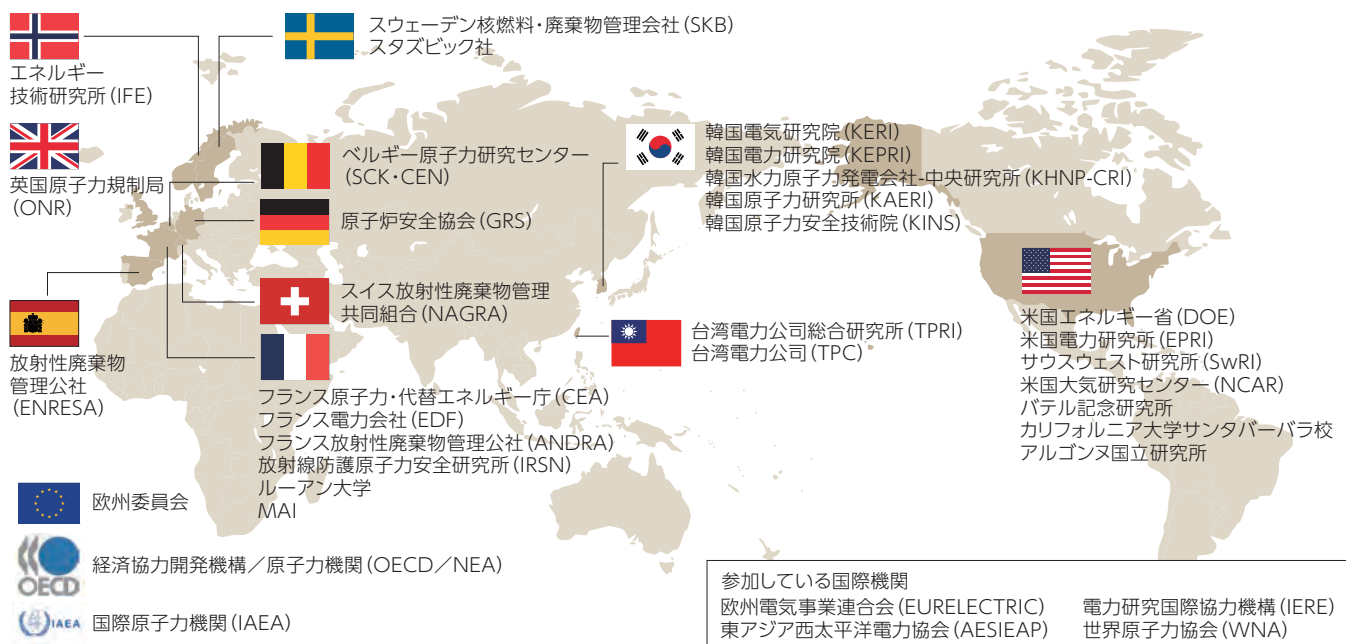
研究ネットワーク

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とおりです。

コロナ禍の緩和に伴い、国外出張や対面での会合を再開し、協力・交流の更なる深化を図っています。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、研究員の長期相互派遣を再開するとともに、2022年10月に経営レベルでの対面会議を当所我孫子地区で開催し、世界的な気候変動とその対策の現状認識を共有しました。また、当所研究員がOECD/NEAの諸活動に参画し、原子力利用の発展や安全性技術の向上等に国際的に貢献しました。

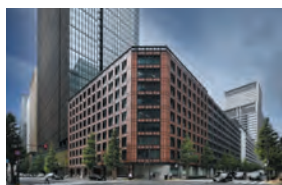
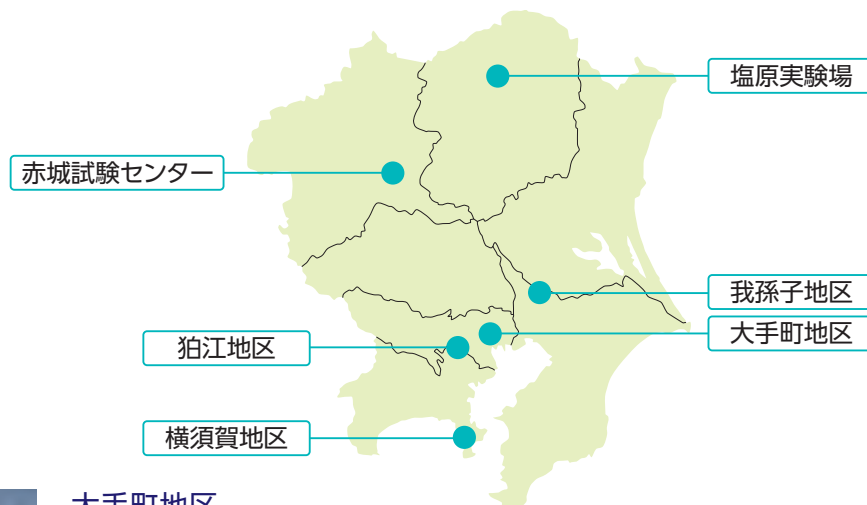
主な研究協力協定締結・共同研究実施機関



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～ 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～ 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～ 非破壊検査、火災ハザード、耐震PRA、蓄電池
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～ 原子燃料、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～ 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～ 原子燃料、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



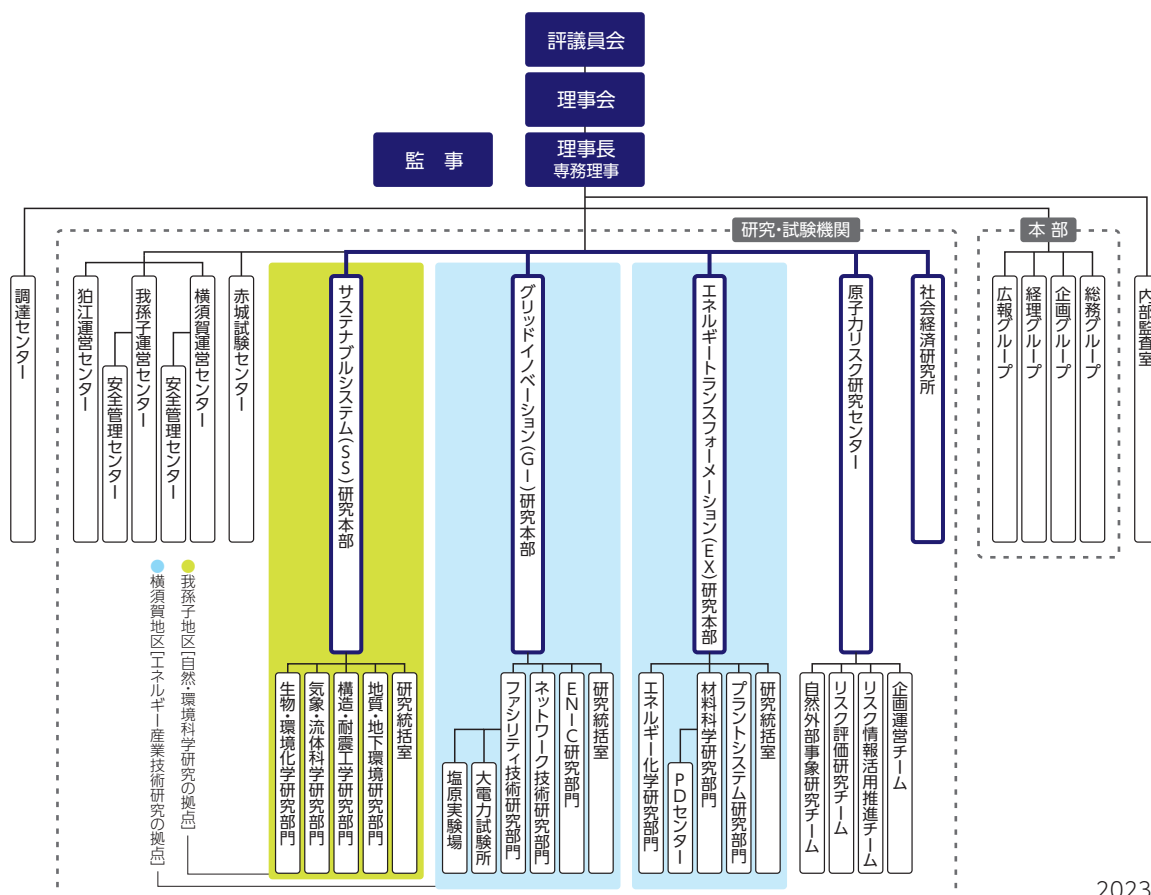
赤城試験センター

〒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



2023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業務執行の状況等について監査を行い、特段の指摘事項はない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
2022年6月17日(第37回)	1. 2021年度事業報告 承認の件 2. 2021年度決算 承認の件 3. 理事の選任 決議の件
2022年9月21日(第38回)	1. 評議員及び理事の選任 決議の件
2023年3月17日(第39回)	1. 2023年度継続給付金 決議の件 2. 2023年度事業計画書 承認の件 3. 2023年度収支予算書 承認の件

理事会

理事会実施状況

年月日	付議事項
2022年6月2日(第46回)	1. 2021年度事業報告について 2. 2021年度決算について 3. 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 4. 理事の選任について 5. 定時評議員会招集の決定について
2022年8月29日(第47回)	1. 評議員及び理事の選任について
2023年3月10日(第48回)	1. 2023年度継続給付金について 2. 2023年度事業計画書について 3. 2023年度収支予算書について 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 5. 役員等賠償責任保険への加入について 6. 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[2022年 9月21日付]	瀧本 夏彦 森 望
②退任[2022年 9月21日付]	清水 希茂 森本 孝
(2)理事①就任[2022年 6月17日付]	石山 一弘
[2022年 9月21日付]	瀬尾 英生
②退任[2022年 6月17日付]	岡信 慎一
[2022年 9月21日付]	氏家 和彦

評議員一覧 (2023年3月31日現在)

碧海 酉癸	小早川 智明	正田 英介
池辺 和弘	早田 敦	増田 尚宏
石原 研而	瀧本 夏彦	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 望
茅 陽一	樋口 康二郎	森 昭夫
小島 明	藤井 裕	渡部 肇史

評議員 計30名

役員一覧 (2023年3月31日現在)

理事長	松浦 昌則(常勤)	理事	瀬尾 英生(非常勤)
専務理事	犬丸 淳(常勤)	//	石山 一弘(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、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

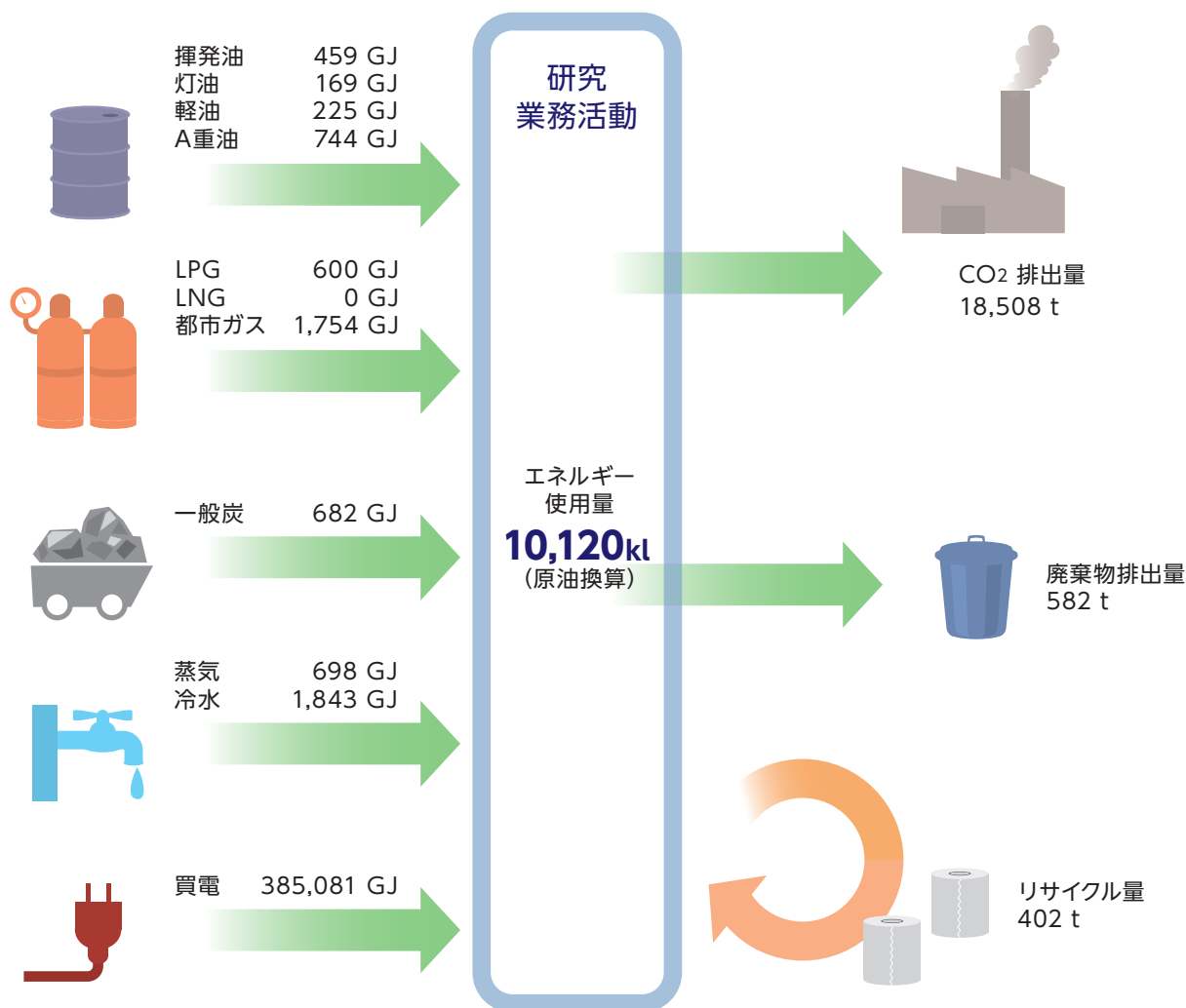
当所は、環境行動指針として、豊かで持続可能な社会の創造を目指し、地域社会はもとより地球規模の環境保全に関する研究開発を推進して成果を社会に役立てるとともに、環境に配慮した研究所運営を経営の重要課題の一つに位置付け、継続的な改善活動を実施しています。

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

2022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10,120 kl(前年度比3.4%減)で2年連続の減少、CO₂排出量は18,508tで前年度と同値となりました。廃棄物の排出量は、居室集約工事や書庫整理等の影響により582tと前年度から34.7%増となりましたが、リサイクル率は69%で前年度と同程度を維持しました。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]



2022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、2022年度の年間発電量は、横須賀地区で約70.3MWh、赤城試験センターでは約11.2MWhとなりました。さらに我孫子地区では、2020年に竣工した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。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。2022年度は危険木および倒木を中心に約140本の伐採を行いました。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40本程度の樹木伐採を実施しました。加えて、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、引き続きコピー用紙使用量の削減に努めました。また5月から10月をクールビズ期間として定めつつ、年間を通してTPOを踏まえた自己判断による服装での執務を推奨しました。軽装による勤務を行うことで冷房使用時の室温を28℃に設定するとともに、労働環境に支障のない範囲で照明の間引きを行うなど、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



赤城試験センターでの危険木伐採および木材チップ加工の様子



赤城試験センター

- ・特別支援学校大出学園若葉高等学園に、敷地を校外実習の場として提供しました。
- ・2022年7月に、国道353号線周辺の企業などが参画する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

- ・2022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事業として、「ソーダ石灰は地球を救う」をテーマに研究活動を行う講座を定期的で開催しました。
- ・2022年12月に横須賀市教育研究所において、電気に関する実験や工作教室を実施し、横須賀市主催の土曜科学教室の開催に協力しました。
- ・参画している主な地域団体、役職：神奈川県立横須賀高校 教員
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)



工作教室の様子

我孫子地区

- ・2022年度内において、千葉県現代産業科学館、我孫子市教育委員会、我孫子市生涯学習課等からの要請に基づき、それぞれ企画展や工作教室、「地球環境と温暖化」「地震の揺れとハザードマップ」をテーマとした講演等を実施しました。
- ・2022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。
- ・参画している主な地域団体、役職：千葉県現代産業科学館 理事
柏労働基準協会 理事
我孫子市国際交流会 理事



千葉県現代産業科学館での
企画展の様子

粕江地区

- ・東京消防庁開庁75周年にあたり、消防に対する深い理解から多年にわたり消防行政の円滑な推進に協力し、都民生活の安全と東京消防の発展に寄与したとして、2023年3月に消防總監から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すとともに、ワクチン接種に関する特別休暇等の施策を継続し、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きました。一方で、今まで暫定措置としていた在宅勤務の制度化、国内外出張制限の緩和、2023年3月にはマスク着用ルールの緩和など、アフターコロナを見据えた体制へ移行しつつあります。手洗い、換気、密閉・密集・密接を避ける、などの基本的な感染防止対策については引き続き励行し、感染リスクの低減を図ってまいります。

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・改善点などを役職員で迅速に情報共有する体制を整えました。また、現地調査で発生した事故を受け、現地調査における安全マニュアルの作成および周知徹底等、再発防止に努めました。

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行っています。

2022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	12回	約1,200名
薬品・高圧ガス	3回	約370名
放射線	3回	約330名
防災・救命救急	12回	約1,510名



消火訓練の様子(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、法令を上回る基準での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ニングケア・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。

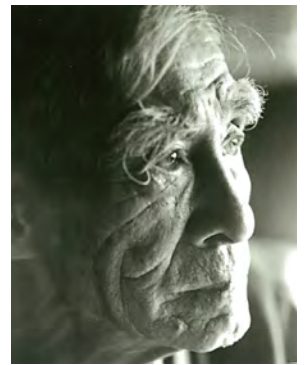
「えるぼし認定」の取得

女性活躍推進法に基づき、厚生労働省・都道府県労働局が、一定基準を満たし女性の活躍促進に関する状況などが優良な企業を認定する「えるぼし認定」を取得しました。5つある認定基準のうち「継続就業」、「労働時間等の働き方」、「多様なキャリアコース」の3つを満たし、全3段階の認定段階の2段階目の取得となります。引き続き、性別を問わず活躍できる職場環境づくりに取り組み、認定の維持に努めていきます。

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		
あ行		は行	
アークエネルギー	30	バイオテレメトリー	11
磯焼け	24	配電線雷リスク評価手法	12
液状化	34	パウダースケール	15
か行		プルスケジュール取引	62
確定論的耐雷設計	52	プロトン伝導セラミック燃料電池	10
確率論的破壊力学 (PFM)	14	平均重合度	56
関連温度	36	ベーン工	16
供用期間中検査	38	ボイド率	14
クリギング法	14	保護リレー	50
グリッドフォーミングインバータ (GFM)	10	ポリジェネレーションシステム	10
ゲート絶縁体	64	ま行	
ゲート電圧	64	モジュラーマルチレベル変換器 (MMC)	10
孔食	15	モンモリロナイト・ベントナイト	40
固定無線アクセスシステム	18	や行	
コロイド・ゲル	40	有効応力解析	34
コンクリート電池・コンクリート空気電池	21	ら行	
さ行		ランダムフォレスト	17
サロゲートモデル	15	リスク管理措置	13
酸素処理	15	粒子モデル	26
シャルピー衝撃試験・シャルピー吸収エネルギー	36	粒子割れ	26
生態系代謝量	16	数字・アルファベット	
石炭灰	24	CCS (Carbon dioxide Capture and Storage)	10
セルフスケジュール取引	62	CCU (Carbon dioxide Capture and Utilization)	20
藻礁	24	CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage)	19
た行		d4PDF	16
耐熱紙	18	EeTAFCON (イータフコン)	11
中性子増倍率	14	EU ETS (European Union Emission Trading Scheme)	60
超過頻度	13	FSB (FA-Shell-Block)	11
転位	17	F法	50
電界効果型トランジスタ	64	GTCC (ガスタービン複合発電)	15
電気化学インピーダンス解析	12	HEAF (High Energy Arcing Fault)	30
電力のCO ₂ 排出原単位	15	IGCC (石炭ガス化複合発電)	22
特異値分解	28	ISO/RTO (Independent System Operator (Regional Transmission Organization))	62
な行		JEAC4201	36
日負荷曲線	28	JEAG4640	38
人間信頼性解析 (HRA: Human Reliability Analysis)	32	ROV (Remotely Operated Vehicle)	11
熱電素子	64	SPUG (Segmented Polyether-Urethane Gel)	11
		Xバンドレーダー	20
		ZOI (Zone of Influence)	30



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：2023年6月