

# Annual Report 2017

2017年度 事業報告書・決算書

Annual Report 2017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 .....	6
研究課題一覧 .....	14
2-2. 主要な研究成果	
■ 原子力発電	
1-原子力発電所周辺斜面の崩落評価法を開発して実サイトに適用 .....	16
2-反応度投入事故に対する安全評価の信頼性を向上 .....	18
3-異種金属溶接継手に対する高精度の探傷技術を開発 .....	20
4-細胞競合のメカニズムに基づき線量率効果を検証 .....	22
5-コンクリートキャスク内のキャニスタからのヘリウム漏えい検知法を開発 ..	24
6-使用済燃料再処理工場のガラス固化工程を改良 .....	26
■ 火力発電	
7-クリープ損傷状態監視による化学洗浄時期計画法を提案 .....	28
8-石炭火力での高混焼率利用を可能とする木質炭化燃料を開発 .....	30
■ 水力発電	
9-水力設備に対する公衆災害リスク評価手法を開発 .....	32
■ 再生可能エネルギー	
10-地熱とバイオマスによるハイブリッド熱源発電技術を開発 .....	34
■ 電力流通	
11-将来の需給制御に向けた実系統モデルを開発 .....	36
12-送電鉄塔の保守を支援する画像処理技術とAI手法を開発 .....	38
13-がいし表面の塩分密度をレーザにより遠隔計測する技術を開発 .....	40
14-ドローンの電磁環境への耐性を評価する試験法を構築 .....	42
15-地中送電設備のケーブル波乗り現象を解明 .....	44
16-系統制御システムと変電所監視制御システムを 対象としたセキュリティ検証環境を構築 .....	46
■ 需要家サービス	
17-最大需要電力アラートサービスにAI手法を活用 .....	48
■ 環 境	
18-IH調理器が発する磁界の生体への影響を解明 .....	50
19-汎用的な3次元温排水拡散モデルを開発 .....	52
■ 事業経営	
20-エネルギー政策における原子力発電の役割を定量的に分析 .....	54
■ 共通・分野横断	
21-スマートコミュニティの運用特性を解析するツールを開発 .....	56
22-リチウムイオン電池の長寿命化に向けた評価技術を開発 .....	58
3. 組織運営 .....	60
事業報告の附属明細書 .....	61

## II. 決算

1. 決算概要 .....	62
2. 財務諸表 .....	64
3. 附属明細書 .....	72
独立監査人の監査報告書 .....	73
監査報告 .....	74
Facts & Figures .....	75
研究成果・知的財産 .....	76
成果の還元 .....	78
広報活動 .....	80
人員・学位・受賞 .....	82
研究ネットワーク .....	83
組織・体制 .....	84
ガバナンス .....	86
環境活動 .....	90
キーワード索引 .....	91

- 本Annual Reportのp.2～p.61およびp.86～p.89が定款第10条に定める事業報告、p.64～p.72が決算にそれぞれ当たります。
- 定款第4条第1項に掲げる事業と2017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 2017の発刊にあたって

原子力発電の自主的、継続的な安全性向上に向けて、電力各社ではリスク情報を活用した新たな取り組みが着実に進められています。また、大規模自然災害が頻発し、電力需要が飽和を迎えつつある状況下で、安定的な電力供給をより経済的に実現していくことが期待されています。一方で、需要家の意識・ライフスタイルの多様化が進むなか、電気事業者は顧客に対して新たな価値を提供していくことが求められています。

当所はこうした状況を踏まえて研究開発に取り組み、原子力発電においては確率的リスク評価技術の確立に向けて、低頻度事象に対する安全性の向上に寄与する成果を創出しました。また、分散形電源の導入拡大やデジタル技術の進展に応じた需給協調の高度化、省エネ・電化促進に向けた新たな顧客サービスの提供を支える成果を生み出しました。さらに、高経年化が進む電力設備の維持・管理の合理化に向けて、AI等を活用した技術を開発しました。

一方、国際的な潮流として今後さらなる加速が想定される脱炭素化に向けた動きに対して、電力の安定的かつ経済的な供給・利用を維持していくためには、エネルギーシステムの変革が必要と考えられます。当所はその変革を先導していくため、技術的課題を明確化し、それらの解決に向けた中長期的な研究戦略の策定にも取り組みました。

電気事業を取り巻く環境が変化するなか、電気事業を技術で支えるという当所の使命は今後も変わるものではありません。将来の社会、技術の変化を見据え、多様な専門性を有する研究者の総合力を発揮し、科学的客観性に基づく確かな価値を創出・提供することを通じて、引き続き電気事業、社会に貢献してまいります。

理事長 各務 正博







電力中央研究所は、「電気事業の中央研究機関」かつ「科学技術研究により社会に貢献する学術研究機関」として、電力をはじめとするエネルギーの供給と利用に係わる技術・システムの変革を支え、先導していきます。



# I. 事業報告

## 1. 事業の概要

電気事業・社会の課題解決に資する様々な研究成果を創出しました。また、電力をはじめとするエネルギーの供給・利用の変革を先導すべく、中長期的な視点に立った研究戦略の策定に取り組みました。

### ■ 研究成果の創出・提供による電気事業・社会への貢献

・電気事業の共通課題の解決に向けた研究開発に優先的に資源を投入し、クライアントとのコミュニケーション等を通じたPDCAのもと、着実に研究を推進し、成果を創出しました。具体的には、原子力発電所周辺での斜面崩落時における岩塊群の挙動評価法や、石炭火力発電での高混焼率利用が可能な木質バイオマス燃料、AIを活用した送電鉄塔の劣化判定技術を開発しました。さらに、スマートコミュニティにおける需要家側エネルギー資源の利用と電力品質の相互影響を解析するツールを開発しました。

また、将来顕在化が想定される事象を見極め、そこで生じる課題の解決や新たな価値を提供するための研究に取り組み、系統制御システムのセキュリティ検証環境の構築や、安全性に優れた全固体電池の開発など、電気事業の様々な分野において成果を生み出しました。

→ 図1、p.16～p.59「2-2.主要な研究成果」(全22件)参照

・事故・トラブルなど電力各社個別の課題に基づく研究要請に対して、蓄積してきた知見や技術、研究成果を個々の現場の実情に合わせてカスタマイズすることで、的確なソリューションを迅速に提供しました。

→ 図2参照

・国等からの受託研究に積極的に取り組み、「原子炉圧力容器及び炉内構造物の照射影響評価手法の高度化」や「CO<sub>2</sub>回収型次世代IGCC技術開発」など、電気事業の課題解決に寄与する研究や研究力の向上に繋がる先端的な課題へ挑戦する研究を実施しました。→ p.79「国等からの受託研究」参照

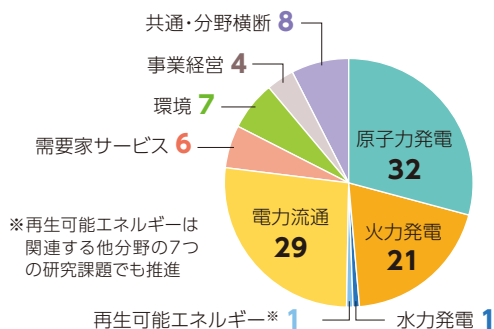


図1 2017年度分野別研究課題数

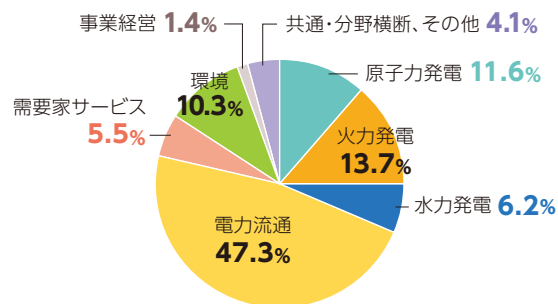


図2 2017年度 電気事業者からの受託研究 (分野別の件数比率)

### ■ 変革を先導する研究戦略の策定に向けた取り組み

・電力を含むエネルギーの供給・利用における変革を先導していくため、以下の3つの俯瞰的視点に基づき、電気事業の各事業分野はもとより、従来の事業の枠組みを超えて当所の総合力を発揮して取り組む課題を明確化し、中長期的な研究戦略の策定に取り組みました。この研究戦略は、今後の研究計画に適切に反映していきます。

#### エネルギーの生産・流通・利用の全体最適化

再生可能エネルギーの導入が拡大された際に、脱炭素化・経済性・安定供給等を同時に成立させるため、電力のみならずガス・熱も含めたエネルギーの生産・流通・利用の全体最適化を目指す。

#### デジタルトランスフォーメーション

電気事業のデジタルトランスフォーメーション(デジタル技術による社会とビジネスの変革)を支援するため、IoT、AIに留まらず、クラウドロボティクスなど先進的なデジタル技術も活用し、新たな価値を提案する。

#### リスクベース技術体系

個々の技術選択がエネルギーシステムにもたらすリスクの増減を確率的な手法などで定量的、階層的に把握し、トータルとして効率的な投資の実施に導く。

エネルギーシステムの変革を目指した俯瞰的視点

## ■ 基盤研究力の強化・発展

・新たな挑戦的研究や要素技術研究の推進、電力会社等への長期派遣などを通じて、高度な専門性と電気事業に対する深い理解を合わせ持つ研究者の育成に取り組みました。

・発電所用高圧ボイラにおいて使用される防食剤(ヒドラジン)の代替剤の開発等に活用する「火力給水処理試験設備」や、放射線防護基準の一層の合理化に向けた線量率効果の機構解明に用いる「放射線感受性解析設備」など、電気事業の課題解決に不可欠な大型研究設備を厳選して導入・更新しました。

→ p.13「主要な新規研究設備」参照

・高い技術水準を有する国外機関との協力関係を継続し、研究者の相互派遣や研究開発に関する情報交換等に積極的に取り組みました。特に、フランスEDFとは、需要家通信ネットワークに係わる研究者を派遣し、双方が保有する技術を組み合わせた新たな基礎技術の開発に取り組みました。一方、EDFからは地震動に関する研究者を受け入れ、協力関係の一層の強化を図りました。また、原子力発電分野において米国EPRIとの共同研究を積極的に推進しました。→ P.83「研究ネットワーク」参照

## ■ 知的財産、保有する知見・技術を活かした電気事業・社会への貢献

・研究成果を社会へと還元するため、研究報告書や学術論文等を広く一般に公開しました。また、「電巻飛来物速度評価ソフトTONBOS」の電力各社への提供を通じて原子力発電の安全性向上に寄与するなど、当所が保有する特許・ソフトウェアの活用に取り組みました。→ p.76、p.77「研究成果・知的財産」参照

・電力システムの合理的絶縁設計の実現に向けてIECによる国際規格「絶縁協調のための適用ガイドライン」を改定するなど、国や学会等の各種委員会への参画を通じて、電力をはじめとする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。→ p.78「規格・基準・技術指針等」参照

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

→ p.78「資格・試験業務」参照

## ■ 研究活動・成果の積極的な発信

・研究報告会・シンポジウムの開催や、「電中研TOPICS」をはじめとする広報刊行物の発刊、各種メディアを通じた情報の発信など、当所研究活動・成果の社会への表出に取り組みました。

→ p.80、p.81「広報活動」参照

## ■ 研究拠点整備の着実な推進と業務の合理化・高度化、コスト抑制

・材料分析棟の竣工および狛江地区からの研究機能の移転により横須賀地区における拠点整備を概ね完了させるとともに、我孫子地区における研究員等の活動のハブとなる新本館構想を取りまとめ、研究力の強化と固定的管理経費の削減を目指す研究拠点整備を着実に推進しました。

・750名水準まで削減した要員規模を維持しつつ、経営環境の変化に柔軟に対応できる組織運営の定着・強化に向けて、新たな基幹業務システムの構築や業務のアウトソーシングを進めました。また、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。

→ p.60、p.61「組織運営」参照



## 2. 研究報告

### 2-1. 成果の概要

電気事業を取り巻く環境の変化を見据え、電力設備の安全性向上や合理的な保守・運用、エネルギーの供給と利用に係わる新たな価値の創出など様々な研究に取り組み成果を生み出しました。

原子力発電から共通・分野横断までの9分野を設定して研究を推進しました。研究課題の一覧については、p.14をご覧ください。

以下では、各分野における研究成果の概要を記します。また、p.16以降では、その中の主要な研究成果についてクローズアップします。



## 原子力発電

### 軽水炉の安全性高度化

#### 低頻度事象評価技術の確立

##### 地震波トモグラフィ解析

地震の震源から観測点までに地震波が到達する時間を、さまざまな地震の震源と観測点の組み合わせで測ることにより、地下の構造を推測する手法。

##### 連動破壊

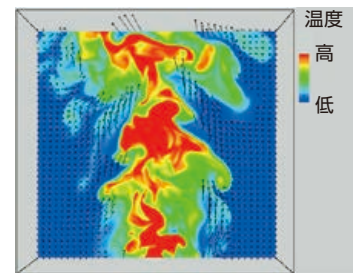
地震の際に、複数の断層が同時に破壊される現象。

・原子力施設の地震に対する安全性確保に関し、過去に発生した地震を対象とした現地調査と**地震波トモグラフィ解析**により、地震波速度が急変する地帯に活断層の**連動破壊**を停止させる要因があることを明らかにしました。

・大規模噴火により生じる降灰災害の影響予測のため、降灰特性を決定付ける噴煙柱の発達過程をシミュレーションで再現し(右図)、大気と噴煙柱が接触する界面の輸送特性を明らかにしました。

・地震に伴う斜面の崩落に対する原子力発電所の安全性向上のため、3次元解析により斜面崩落時の岩石の挙動を再現し、岩石落下による衝撃力をより正確に評価する手法を開発しました。

→ p.16参照



噴煙柱シミュレーション  
高温流体が周辺空気を巻き上げつつ  
周囲に広がっていく様子を再現

#### 炉心損傷評価技術の高度化

・**反応度投入事故**に対する安全評価の信頼性向上のため、事故時の熱水力挙動を模擬した試験を実施し、原子炉内の燃料周辺の温度が急速に上昇する条件と圧力の関係を明らかにしました。

→ p.18参照

#### 重大事故影響評価

##### PRA(確率論的リスク評価)

原子力施設等で発生し得る様々な事故シナリオを体系的な方法で可能な限り網羅的に分析し、それらのシナリオの発生頻度と発生による影響を定量評価し、その積で決まるリスクの値で、施設の安全の度合いを表現する手法。

##### ノンテクニカルスキル

専門的な知識や技術である個人的なテクニカルスキルとは対照的に、コミュニケーション、チームワークなど主に組織で取り組むスキル。

・原子力発電所事故時に国の計画に基づいて実施される放射性物質の海洋モニタリングを滞りなく実施するために、わが国のすべての原子力発電所18地点に対応する8つの海域に海洋拡散シミュレーションを適用し、それぞれの海域においてモニタリングが必要となる範囲を特定するための知見を取得しました。

#### 確率論的リスク評価(PRA)技術の確立

・原子力発電施設の火災・溢水防護方策の確立を目指し、米国の評価ガイドを参照してわが国に適した内部火災・内部溢水**PRA**の実施フローを作成し、ガイドとしてとりまとめました。

#### 自主保安活動の推進・深化

・原子力発電所における緊急時の対応能力を向上させるため、**ノンテクニカルスキル**を取り入れたチームリソースマネジメント(TRM)スキル・トレーニングガイドを作成し(右図)、発電所の緊急時対策本部要員の訓練に適用しました。



作成したTRMスキル・トレーニングガイド

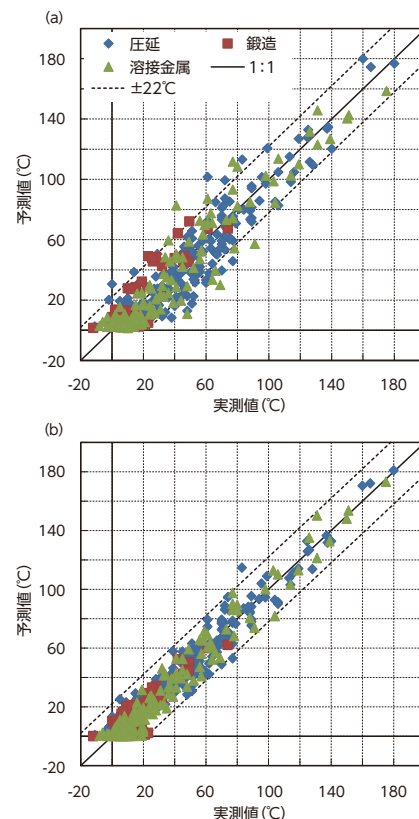
## 軽水炉の安定運転

### 軽水炉保全技術の高度化

- ・原子炉圧力容器鋼の中性子照射による脆化を適正に評価するため、中性子照射脆化予測式において鋼材の**降伏応力**を考慮することで、脆化量の予測精度を向上させました(右図)。
- ・軽水炉で使用されているステンレス鋼の**熱時効**評価において円滑な審査に資するため、日本原子力学会高経年化対策実施基準に基づき具体的な手順の選定を行い、種々のプラントに共通の統一された評価を可能としました。
- ・原子力発電所等に用いられる配管溶接部に対する検査制度の確立に向けて、内部に亀裂の入った模擬配管試験体の製作技術を開発するとともに、手法改良により亀裂の測定精度を向上させました。→ p.20参照

### 放射線防護体系の維持・発展

- ・低線量率の放射線による発がんのリスクを解明するため、がんの起源となる幹細胞を用いて低線量率被ばくを模擬した試験を行い、損傷を受けた細胞が優先的に生体内の組織から排出されることを明らかにしました。→ p.22参照



中性子照射脆化予測式による脆化量の予測結果  
(a) 降伏応力を考慮しない場合  
(b) 降伏応力を考慮した場合

#### 降伏応力

金属材料にある程度以上の応力をかけると、力を除いても元の形に戻らなくなる塑性変形が生じる。塑性変形の開始する応力を降伏応力という。

#### 熱時効

熱にさらされた金属の材料特性が時間経過とともに変化する。

#### ベントナイト

凝灰岩などが風化して出来た粘土。水分を含むことで膨潤し、水を通しにくくする作用がある。

#### 中深度処分

低レベル放射性廃棄物のうち、放射能レベルの比較的高い廃棄物を、一般的な地下利用に対して充分余裕を持った深度に埋設処分する方法。侵食作用を考慮しても、今後少なくとも10万年にわたって70m以上の深度を確保できることが求められている。

## 核燃料サイクル技術の確立

- ・使用済燃料を格納するコンクリートキャスクの国内導入に向けた監視技術の確立を目指し、キャスク内の金属製のキャニスタに応力腐食割れが生じた際に、キャニスタ内に密封されていたヘリウムの漏えいを温度変化により検知する方法を開発しました。→ p.24参照
- ・使用済燃料を再処理する工場の安定運転のため、高レベル放射性濃縮廃液のガラス固化工程における不具合原因であったイエローフェーズ等の生成メカニズムを明らかにし、その対策を提案しました。→ p.26参照

## 放射性廃棄物処分事業支援

- ・放射性廃棄物処分の将来にわたる安全性を適正に評価するため、処分施設ニアフィールドにおける熱的、水理的、力学的なプロセスから成る複合現象を扱うことが可能な解析コードを開発し、国際共同研究プロジェクトにて他の5つの参加機関と解析結果を比較検討することにより信頼性の向上を図りました。
- ・低レベル放射性廃棄物処分における埋設初期の安全性向上のため、人工バリア材料である**ベントナイト**混合土の止水性を調査し、外的要因によりベントナイト混合土に亀裂や空隙が生じた際にも、吸水膨張により隙間を充填し止水性を維持する作用があることを明らかにしました。
- ・新規基準に適合した放射性廃棄物の**中深度処分**の申請を支援するため、中深度処分施設を対象とした線量評価感度解析を行い、確率論に基づく安全性の指標を施設的设计・施工に係わる項目ごとに表示する方法を新たに提示しました。

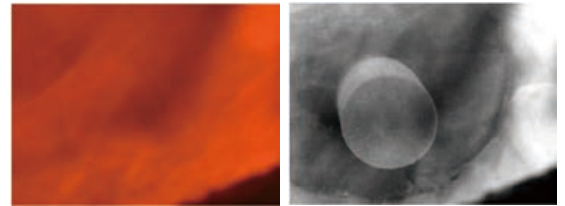


### 火力発電

#### 既設火力発電所の信頼性確保

・火力発電所ボイラの水冷壁管の保守コスト低減のため、管内に付着するスケールの化学洗浄について、配管寿命を最大化する洗浄実施時期を決める方法を提案し、洗浄回数の低減が可能であることを明らかにしました。→ p.28参照

・微粉炭火力発電所の灰付着障害対策に資するため、光学フィルタと画像処理を適用し、微粉炭燃焼場において炉内構造物を鮮明に観察する技術を開発しました(右図)。



実画像  
処理後の画像  
光学フィルタと画像処理による炉内構造物の鮮明化

・石炭火力発電プラントボイラの腐食対策として、当所開発の耐硫化腐食コーティング技術(CRIEPI coat)の改良を行い、硫化腐食および溝状腐食のさらなる低減を達成しました。

・火力発電プラントの安定運転に向けた配管の診断精度向上のため、優れた高温強度を有する高クロム鋼製配管において、溶接された継手部で徐々に進行するクリープ損傷を対象とした寿命評価試験および成分分析を実施し、クリープ強度バラツキの要因はその母材の元素成分比にあることを明らかにしました。

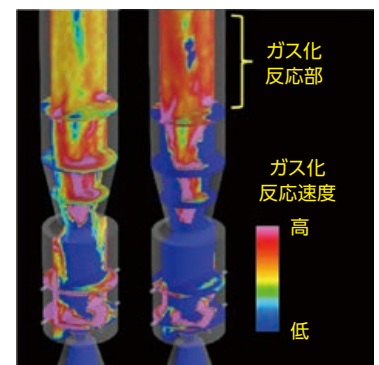
・火力発電所の冷却水系統における付着生物対策の立案を支援するため、室内試験と現地での模擬水路試験を基に、薬剤の有効性を評価する手法を開発しました。

・石炭灰の有効利用拡大に向け、搬出時の溶出試験工程を迅速化するため、溶出液中のヒ素、セレン等をキレート剤で捕集し、蛍光X線により短時間で定量分析する手法を確立しました。

#### 環境負荷を低減する火力技術

・環境負荷低減に寄与する石炭ガス化複合発電の高効率化のため、小型ガス化炉による試験やガス化反応速度の数値解析(右図)を実施し、炉内への水蒸気添加でガス化効率が向上することを検証しました。

・石炭火力発電のCO<sub>2</sub>排出削減に向けて、既存の設備を大幅に改造することなく石炭と高湿焼利用が可能な木質バイオマス炭化燃料を開発しました。→ p.30参照



水蒸気添加の無(左)有(右)  
によるガス化反応速度の違い

#### 火力燃料の多様化

・火力発電における燃料種拡大による燃料コスト低減を目指し、これまで利用されていない高燃料比瀝青炭(燃料比2.5~4)を現行の瀝青炭と混炭した際の燃焼特性を評価し、NO<sub>x</sub>転換率や未燃焼率が混炭比率に係わらず燃料比と相関があることを明らかにしました。

・微粉炭火力発電プラントにおける発電コスト削減に向けた低品位燃料利用時の安定運用に資するため、微粉炭ボイラ内部の燃焼状態を再現する数値解析モデルを開発し、大気汚染物質であるNO<sub>x</sub>のボイラ内での生成・分解挙動を明らかにしました。

#### 微粉炭火力発電

石炭を粉末状に粉砕してボイラで燃焼させ、発生した蒸気でタービンを駆動し発電する方法。

#### クリープ損傷

金属に持続的に応力が作用し、長時間かけて歪が増大することにより破壊される現象。

#### キレート剤

金属イオンと結合し、溶解度を高める作用のある化学物質。

#### 燃料比

石炭中の燃える成分は、加熱すると揮発する燃え易い成分(揮発分)と揮発しない燃え難い成分(固定炭素)に分けられる。燃料比は揮発分に対する固定炭素の割合であり、この割合が高い(揮発分が少ない)と着火性や燃焼性が低くなる。



### ガスタービン複合発電 (GTCC)

ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせた発電方式。

## 再生可能エネルギー大量導入への対応

- 再生可能エネルギーの導入が拡大された際の負荷変動に対応するため、起動性や負荷追従性の点で優れている**ガスタービン複合発電 (GTCC)**のさらなる運用性向上を目指して、運用変更時の事前検討の際に、複雑なGTCCプラントの発電出力やプラント内部の温度・圧力の挙動を再現可能な動特性解析モデルを構築しました。



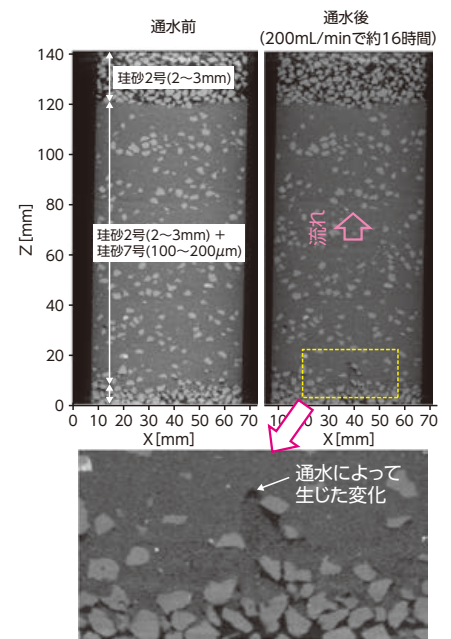
## 水力発電

### 水力施設の防災・維持管理

- 自然災害に起因して取水槽等の水力設備が損壊することで生じる公衆災害のリスクを評価するために、簡易な条件設定で浸水や土石流の解析ができるプログラムを開発しました。→ p.32参照
- 豪雨による地下水の増加で斜面が不安定になる現象のメカニズムを解明するため、砂を充てんした**カラム**に地下水に見立てた通水を実施し、通水によって砂の構造が変化する内部の様子をマイクロフォーカスX線CTで視覚的に捉えることに成功しました(右図)。
- 水力発電所が有する多面的な価値(水力プレミアム)を評価する手法の確立に向けて、先行する種々の利用価値評価を調査し、河川環境、生態系への付加価値を示す評価事例を抽出しました。

### カラム

試験に用いる円筒状の容器または装置。



マイクロフォーカスX線CTによるカラム撮影結果



## 再生可能エネルギー

### 大量導入に対応した基幹・配電系統の安定化

- 再生可能エネルギーの導入が拡大された場合の系統安定化に資するため、これまでの家庭用太陽光発電を対象とした単相電源モデルに加えて、メガソーラーを想定した**不平衡事故**時の解析を可能とする三相電源モデル、および大規模系統解析時に有用な再生可能エネルギーと同期機が含まれる負荷供給系統の集約モデルを開発しました。

### 不平衡事故

三相交流の送電線(3本セット)のうち、1本または2本が雷落などにより一時的に送電不能になる事故。

### バイオマス・地熱発電の導入拡大

- 地熱発電の適用地域拡大に向けて、より高効率かつ経済性に優れた地熱発電システムの成立性評価を実施し、バイオマス資源である森林間伐材を外部熱源として使用することで採算性のあるシステムが構築できることを示しました。また、全国の地熱資源量およびバイオマス賦存量から、本システムの開発有望地点13地域を明らかにしました。→ p.34参照



## 電力流通

### 電力システム改革への対応

#### CPAT

当所が開発した電力系統解析用の統合ソフトウェアパッケージ。潮流解析、過渡安定度解析、定態安定度解析という代表的な3つのプログラムを柱に構成され、電力系統の多様な特性を適切に考慮した高精度な解析計算が可能。

#### XTAP

当所が開発した電力系統をはじめとする電気回路の過渡現象を波形レベルで解析するプログラム。特に太陽光発電連系用インバータなどパワーエレクトロニクス機器を含む解析において、従来のプログラムよりも優れた解析性能を示す。

#### 六フッ化イオウ(SF<sub>6</sub>)

ガス遮断機やガス絶縁開閉器などの電気機器の絶縁に広く用いられている絶縁ガス。高い温室効果が指摘されている。

#### 落雷位置標定システム

落雷から放射される電磁波を複数のセンサで捉え、データ解析により落雷の位置、時刻、強さなどをリアルタイムで推定するシステム。

#### PCB

ポリ塩化ビフェニルの略称。優れた絶縁性から電気機器などに広く使用されたが、毒性が判明し、製造・使用が禁止となった。PCB特別措置法により2027年3月31日までに処理することとなっている。

- ・2020年の発送電分離や再生可能エネルギーの導入拡大により系統運用・計画の不確実性が増していることを受け、当所が開発した電力系統解析ソフトウェアCPATの機能改良を実施し、再生可能エネルギー電源や系統安定化機器導入などの多様化への迅速な対応に見通しを得ました。
- ・電力システム改革の下、2021年を目途に創設される需給調整市場を活用して、低廉かつ安定した需給運用を実現するために、実際の電力系統を模擬した発電計画モデル、および需給制御モデルを開発し、需給調整市場導入時の技術的課題およびコスト低減効果を明らかにしました。  
→ p.36参照
- ・広域連系強化を目的とした直流連系設備を含む系統解析や、太陽光発電をはじめとする分散形電源の連系を伴う系統解析を支援するため、当所が開発した電力系統瞬時値解析プログラムXTAPの高速化を図りました。
- ・一般送配電事業者が有する各種システムの連携による業務効率化を支援するため、システム連携に関する国際標準である共通情報モデル(CIM)を対象に、その概要や標準化の動向、海外での適用事例を調査し、国内適用の際に有益な情報を整理しました。

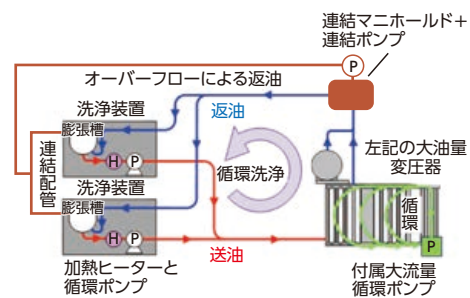
### 送変電設備の形成と維持更新

#### 高経年設備の保全技術の高度化

- ・鉄塔に対し防錆塗装の必要性を判断する作業を省力化するため、鉄塔を空撮した画像から錆の度合いを判定する手法を開発しました。→ p.38参照
- ・送電鉄塔と送電線間の絶縁に用いる「がいし」の表面に付着した塩分の密度を、地上から安全かつ迅速に計測するため、レーザを用いた分光法によりナトリウムや塩素の定量を行う技術を開発しました。→ p.40参照
- ・経年設備の更新計画として六フッ化イオウに代わる絶縁ガスの利用可能性を探るため、欧州で研究が進められている代替ガスの安全性や基礎絶縁性能を実験により評価し、運用面や安全面についての課題を抽出しました。

#### 設備の設計合理化・運用支援

- ・送電線で雷事故が発生した際に損傷地点を容易に見出すため、当所提案の新型落雷位置標定システムにおいて位置標定法および電荷量推定法の検証を行い、測定精度の向上に見通しを得ました。
- ・架空送電線の保守点検作業などにドローンを利用する際の、送電線や電力設備からの電磁界が飛行中のドローンに及ぼす影響を明らかにするため、商用周波電界、商用周波磁界、火花放電による放射電磁界の3種に対する耐性を評価する試験法を構築しました。→ p.42参照
- ・微量のPCBの汚染が疑われる変圧器を対象とした無害化処理法である加熱洗浄法において、大型の変圧器を洗浄する際に油循環量が不足することを解消するため、2台の洗浄装置を連結させた油循環システムを構成することにより十分な循環油量を維持して大型変圧器の洗浄を可能としました(右図)。

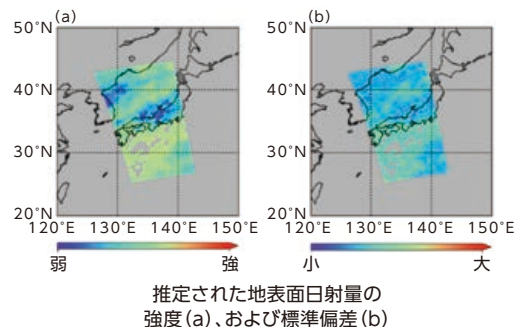


2台の洗浄装置を連結させた油循環システムによる大油量変圧器の加熱洗浄

## 供給形態と需要家側の変化への対応

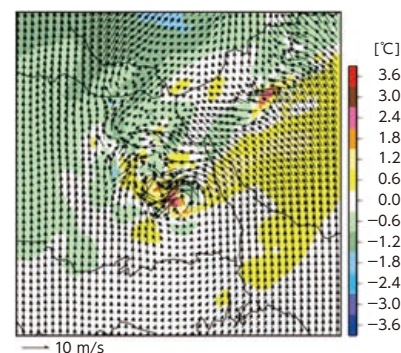
### 再生可能エネルギーの大量導入に対する系統安定化

- 太陽光発電の出力が大きく変動することによる電力系統への影響を予測するため、気象衛星による観測データを用いて、太陽光発電システムの出力変動を左右する、数時間内の地表面日射量の強度と変動特性（標準偏差）を推定する手法を開発しました（右図）。



## 災害・人為リスクへの対応

- 車両通過によって道路下に埋設された地中送電ケーブルに損傷を与えるケーブル**波乗り現象**を解明するため、実物の約1/10モデルを開発し、波乗り現象の要因を網羅的に取り入れた評価モデルを開発しました。→ [p.44参照](#)
- 極端気象に対する予測精度向上のため、気象レーダー情報をモデル計算へ取り込むためのデータ同化システムを開発しました。これにより竜巻などの突発的な気象に対して数時間先までの予測を高い精度で実施可能としました（右図）。
- 台風により配電設備が受ける被害の予測精度向上のため、気象予測・解析システム「NuWFAS」により得られる日々の海面気圧予測結果を台風被害推定システム「RAMP-T」に取り入れることで、高精度で予測した風速情報を加味した台風被害予測を可能としました。



竜巻を発生させた積乱雲内外の気流（ベクトル）と気温偏差（カラー）の分布

- 電力機器監視制御システムに対するサイバー攻撃に対し、セキュリティ対策の有効性を検証するため、系統制御、変電所監視制御システムを模擬したサイバーセキュリティ検証環境を構築しました。→ [p.46参照](#)



## 需要家サービス

### 省エネルギー・電化促進と顧客満足度の向上

#### 熱交換器

熱い物質から冷たい物質へ熱を移動させるために使用する機器。

- 吸着剤塗布**熱交換器**を利用する電気自動車向けの新しいヒートポンプ式空調システムを考案しました。車内ガラスの曇り防止に吸着剤の除湿効果を利用するとともに、除湿時に発生する熱を有効利用することにより、暖房時のバッテリー電力消費を節約して走行距離の改善につなげました。
- CO<sub>2</sub>排出削減効果の高いヒートポンプを利用した大規模温室における温室内の高度な温湿度管理に資するため、太陽電池で作動する無線式IoT温湿度センサを開発し、経済的な多点計測を可能としました。
- 契約電力の超過を予見してアラートメールを発信しユーザのコスト削減に資するサービスの提供に向けて、新しいAI手法を開発しました。→ [p.48参照](#)





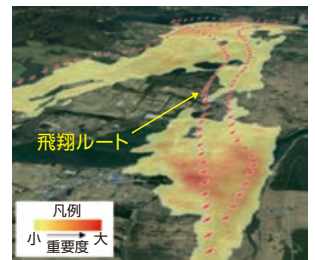
環境

環境政策・規制への対応

- ・温暖化対策に関する最新の動向を電気事業に適切に反映するため、カーボンプライシングに係わる分析を行い、炭素税や排出量取引などの明示的価格、省エネルギー関連の諸規制に伴う暗示的価格のいずれにも課題が多いことを明らかにしました。
- ・科学的、経済的に合理性のあるCO<sub>2</sub>排出削減策の構築に向け、地球温暖化対策として提案されているCO<sub>2</sub>回収・貯留技術を対象に経済性と地域の受容性を分析し、日本へ導入した場合のリスク要因を明らかにしました。
- ・IH調理器に利用される**中間周波帯**の磁界に関する健康リスクを評価するため、国際的なガイドライン値を大きく上回る強度の磁界の下で実験動物のばく露試験を実施し、試験に用いた磁界の範囲ではがんの発症率を高める作用がないことを明らかにしました。→ p.50参照

効率的な環境アセスメント

- ・発電所の新設、リプレイスの際に実施する**環境アセスメント**の効率化に向け、様々な条件での温排水や冷排水の拡散予測および取水の再循環評価に適用できる汎用的な3次元温排水拡散モデルを開発しました。→ p.52参照
- ・風力発電設備の立地による鳥類重要種への影響を評価するため、飛翔データに基づき、対象種が採餌場や休息場として利用する範囲とその重要度を解析する手法を構築しました(右図)。



オオハクチョウの行動影響マップ  
赤色の濃いエリアほど、発電所立地によりオオハクチョウの行動に大きな影響を与えることを示す。

コネクト&マネージ

系統接続を求める発電事業者の要望に対し、一定の条件付きで発電設備の接続を認める制度。送電網に繋げる(コネクト)ことを優先し、共有過多となる場合は出力抑制(マネージ)するという送電線利用ルール。

容量市場

供給量(キロワットアワー:kWh)ではなく、将来の供給力(キロワット:kW)を取引する市場。系統運用者が、数年後の将来にわたる供給力を効率的に確保するために、発電所などの容量を金銭価値化し、市場で取り引きさせる仕組みを指す。



事業経営

電力システム改革とエネルギー政策の整合性確保

- ・送電ネットワークの新しい利用方式として注目される**コネクト&マネージ**について導入上の課題を明らかにするため、先行する海外の事例を調査し、接続される電源の増加に起因して電圧が規定値を逸脱したり電力潮流が送電容量をオーバーするといった系統制約逸脱が発生する恐れがあることを明らかにしました。
- ・電力システム改革後に電源の固定費回収が出来なくなる可能性について、将来の卸電力価格の試算や海外動向の分析に基づいて評価し、新設される**容量市場**の適切な制度設計が必要であることを明らかにしました。
- ・2030年の原子力発電比率が、経済産業省が発表した**長期エネルギー需給見通し**に示される目標を下回る場合にどのような経済的影響が生じるかについて、当所開発の試算モデルにより分析しました。→ p.54参照
- ・家庭用・業務用エネルギー需要の変動要因を明らかにするため、電力および都市ガスの需要について用途別・業種別に分析を行い、所得・生産、価格、世帯人数、気温等の要因が過去の需要変動に及ぼした影響を明らかにしました。



## 共通・分野横断

### 需給協調による全体最適化

- ・スマートコミュニティの実現に向け、送配電システムの運用や設備形成の合理化と、経済的なコミュニティ運用の両立を図るためのコミュニティと配電システム間の相互影響解析ツールを開発しました。

→ p.56参照

### 多様な分野への適用に向けた共通技術

- ・電力設備の合理的な保守・運用技術の確立に向けて、メンテナンスフリーで状態監視を行うために必要なエネルギーハーベスタ(環境発電素子)の高度化に取り組み、当所オリジナルの材料である**電気二重層エレクトレット**を利用して、従来の方式では困難だった10Hz以下の低周波振動から2V以上の電圧が得られる振動発電素子の製作に成功しました。
- ・再生可能エネルギーの導入が拡大された際の系統安定化や電気自動車の普及に欠かせない二次電池の長期運用のため、電池を構成する正極・負極の特性を基に寿命を把握する手法を開発しました。また、発火事故のリスク低減につながる難燃性材料で構成された全固体電池の開発に取り組みました。→ p.58参照

#### 電気二重層エレクトレット

電解質を電極で挟み電圧を印加することで生じる電荷の偏り(電気二重層)を半永久的に保持可能としたもの。

## 主要な新規研究設備

### 火力給水処理試験設備

火力発電プラントの水・蒸気系の腐食挙動を明らかにするため、超臨界(395℃、28MPa)や亜臨界(360℃、22MPa)状態の水・蒸気に対し、アンモニアやヒドラジン\*等の薬液を注入して水冷壁管等の腐食やスケール生成の様子を調べる設備です。ヒドラジンががん原性物質に指定されたため、欧州では2020年にも使用を規制する流れであり、わが国でも早晚規制対象となる可能性が高い状況を踏まえ、本設備をヒドラジン代替剤の評価等に活用します。

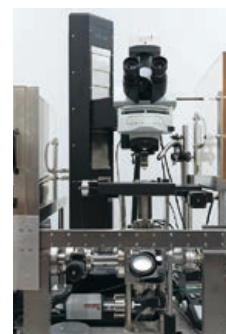
\*ヒドラジン：分子式 $N_2H_4$ で表される弱塩基性物質であり、脱酸素作用があるため火力・原子力発電所用高圧ボイラの一般的な防食剤として使用されてきた。



### 放射線感受性解析設備

世界的な放射線防護基準の厳格化の流れにおいて、先端的な生物研究の結果に基づき科学的合理性を備えた放射線防護基準を確立することが重要です。当所では、本設備を用いることで基礎的な発がん影響の線量率効果の機構解明を進めます。細胞を対象としたX線照射を行うためのX線マイクロビーム照射装置を活用するとともに、本設備の中核となる次世代DNAシーケンサを用いることで、照射された細胞の迅速な遺伝情報解析が可能になります。これにより、幹細胞における突然変異の蓄積性の実証を進め、放射線防護基準へ反映します。

→ p.22参照



## 研究課題一覧

当所の事業戦略に基づき、電気事業のサプライチェーンに対応した8分野に加え、複数の分野に跨る「共通・分野横断」分野を設定し、研究を推進しました。



### 原子力発電

#### ● 軽水炉の安全性高度化

##### ■ 安全性確保のための制度・体制強化

- ・原子力施設におけるリスク情報活用の推進

##### ■ 低頻度事象評価技術の確立

- ・原子力施設における断層活動性評価手法の高精度化・合理化
- ・原子力施設に対する地震動策定手法の合理化
- ・原子力施設に対する火山噴火リスク・影響評価
- ・原子力施設に対する竜巻等極端気象の影響評価と対策法の構築
- ・原子力施設に対する津波リスク・影響評価
- ・原子力施設に対する耐震安全性評価手法高度化・対策
- ・原子力発電所における地盤・構造物の耐震安全性評価手法高度化

##### ■ 炉心損傷評価技術の高度化

- ・炉心損傷前の安全評価技術の開発
- ・過酷事故時の燃料・炉心挙動評価技術の開発
- ・炉心損傷後の事象進展と関連現象評価技術に関する研究

##### ■ 重大事故影響評価

- ・放射性物質の環境影響評価手法の開発

##### ■ 確率論的リスク評価(PRA)技術の確立

- ・原子力リスクの評価技術
- ・原子力リスク評価を導入した火災溢水防護技術の開発

##### ■ 自主保安活動の推進・深化

- ・ヒューマンファクターを考慮した原子力発電所自主保安活動推進策の開発

#### ● 軽水炉の安定運転

##### ■ 軽水炉保全技術の高度化

- ・軽水炉の配管減肉評価技術の開発
- ・軽水炉機器・配管等に対する予防保全技術の高度化
- ・水化学による線源強度低減技術の高度化
- ・原子炉圧力容器の健全性評価手法の高度化
- ・炉内構造物・機器・配管の健全性評価手法の高度化
- ・軽水炉機器・配管に対する非破壊検査技術の開発

##### ■ 放射線防護体系の維持・発展

- ・低線量放射線リスクの定量評価と放射線防護への反映

##### ■ 軽水炉技術の高度化

- ・燃料・炉心評価技術の高度化

#### ● 核燃料サイクル技術の確立

- ・使用済燃料の長期貯蔵管理技術の開発
- ・原子燃料再処理工場の安全性向上および安定運転のための技術開発
- ・海外返還廃棄物の貯蔵時安全性評価
- ・将来の原子燃料サイクルオプションの確保

#### ● 放射性廃棄物処分事業支援

- ・放射性廃棄物処分の長期安全性評価技術の信頼性向上
- ・放射性廃棄物処分事業の合理的推進方策の構築

#### ● 長期的な原子力利用の継続

- ・金属燃料FBR・乾式再処理技術開発

#### ● 原子力施設の廃止措置

- ・原子力施設の廃止措置に関わる技術基盤の整備
- ・過酷事故原子力施設の廃止措置技術の開発



### 火力発電

#### ● 既設火力発電所の信頼性確保

- ・火力発電プラントの状態診断・保守管理技術の開発
- ・火力発電プラントボイラ伝熱面の現場診断技術の構築
- ・火力発電プラントボイラ・蒸気タービンの余寿命評価・設備診断技術
- ・火力発電プラントの水・蒸気系の腐食・疲労損傷対策技術の開発
- ・微粉炭ボイラ硬質クリンク対応策の構築
- ・火力発電プラントボイラの硫化腐食対策技術の開発
- ・火力発電プラントの高クロム鋼製機器の設備診断技術の開発
- ・ガスタービンの保守管理技術の開発
- ・冷却水系統における付着生物・クラゲ対策技術の開発
- ・火力土木・建築設備の劣化評価および対策技術の開発
- ・石炭灰の利用拡大支援技術の開発

#### ● 環境負荷を低減する火力技術

- ・火力発電プラント環境対策設備の性能維持・向上技術の開発
- ・火力発電に対する環境規制動向の把握・影響評価
- ・次世代火力発電設備に対する保守評価技術の開発
- ・IGCCの運用向上および環境負荷低減技術の開発
- ・SOFCトリプルコンバインドシステムの性能評価技術の開発
- ・火力発電におけるバイオマス利用の拡大技術の開発

#### ● 火力燃料の多様化

- ・火力発電における燃料種拡大技術の開発

#### ● 再生可能エネルギー大量導入への対応

- ・火力発電システムの負荷追従性向上技術の開発
- ・微粉炭火力のバックアップ運用性能改善・評価技術の開発

#### ● 災害リスクへの対応

- ・火力施設の自然災害ハザード・リスク評価と対策



### 水力発電

#### ● 水力施設の防災・維持管理

- ・水力施設の防災・保全技術の開発



### 再生可能エネルギー

#### ● 大量導入に対応した基幹・配電システムの安定化

- ▽次世代配電ネットワークシステムの開発
- ▽再生可能エネルギー大量導入時の基幹系統安定化技術の開発
- ▽電力貯蔵を活用した需給運用・制御技術の開発
- ▽太陽光・風力発電出力の高精度推定・予測技術の開発
- ▽再生可能エネルギー対応のための定置用蓄電池の性能評価
- ▽再生可能エネルギー大量導入等による電力需給への影響評価と対策

#### ● バイオマス・地熱発電の導入拡大

- ・地熱発電の導入促進・拡大技術の開発
- ▽火力発電におけるバイオマス利用の拡大技術の開発





## 電力流通

### ● 電力システム改革への対応

- ・需要想定のための経済・電力市場の調査分析・予測システムの高度化
- ・広域系統運用の拡大・連系強化支援技術の開発
- ・電力システム改革に対応した系統安定性維持技術の開発
- ・電力系統瞬時値解析技術の開発
- ・汎用通信技術を活用した電力情報通信基盤の構築技術の開発

### ● 送変電設備の形成と維持更新

#### ■ 高経年設備の保全技術の高度化

- ・架空送電設備の診断・状態評価技術の開発
- ・地中送電設備の診断・状態評価技術の開発
- ・変電設備の診断・状態評価技術の開発

#### ■ 設備の設計合理化・運用支援

- ・雷リスクマネジメントに基づく送変電設備の絶縁設計の合理化
- ・送変電設備の電気環境・電磁環境設計の合理化
- ・公衆安全確保のための故障電流対策技術の開発と評価
- ・PCB汚染機器の洗浄原理の検証と実用支援技術の開発
- ・電力流通設備の植生管理および鳥獣対策の効率化技術の開発
- ・電力機器制御用通信設備の維持・更新技術の開発

#### ■ 将来の設備更新を見据えた次世代機器技術

- ・電力用半導体の評価技術の開発
- ・次世代高効率電力流通機器の開発

### ● 供給形態と需要家側の変化への対応

#### ■ 再生可能エネルギーの大量導入に対する系統安定化

- ・次世代配電ネットワークシステムの開発
- ・再生可能エネルギー大量導入時の基幹系統安定化技術の開発
- ・電力貯蔵を活用した需給運用・制御技術の開発
- ・太陽光・風力発電出力の高精度推定・予測技術の開発
- ・再生可能エネルギー対応のための定置用蓄電池の性能評価

#### ■ 需要地域の能動化に対応する次世代配電系統技術

- ・需要サイド機器の多様化に対する電力品質維持技術の開発

### ● 配電設備の形成と維持更新

- ・配電系統の雷リスク評価と故障電流対策技術の開発
- ・配電設備の診断・状態評価技術の開発

### ● 災害・人為リスクへの対応

- ・流通設備の地震災害リスクの評価と対策
- ・流通設備のための極端気象の予測とハザード評価法の開発
- ・流通設備の気象リスクの評価と対策
- ・広域災害に対する電力流通設備の滅災・復旧支援技術の実務適用
- ・電力機器監視制御システムへのサイバー攻撃対応技術の開発



## 需要家サービス

### ● 省エネルギー・電化促進と顧客満足度の向上

- ・次世代ヒートポンプの開発と評価
- ・民生・産業分野の省エネ・電化推進技術の開発
- ・運輸分野の電化推進技術開発
- ・エネルギー関連情報を活用した顧客満足度向上方策の構築
- ・次世代電力需要マネジメントの価値評価
- ・FIT買取終了に対する販売部門の対応シナリオ分析と課題抽出



## 環境

### ● 環境政策・規制への対応

- ・地球温暖化問題における国内対策と国際枠組みへの政策対応
- ・科学・経済的合理性を持ったCO<sub>2</sub>排出削減シナリオの構築
- ・電磁界等に関する健康リスクの解明
- ・大気環境規制に係る規制物質の発生源解明と対策の評価

### ● 効率的な環境アセスメント

- ・大気環境影響評価の効率化と新たな評価手法の開発
- ・海域環境影響評価の効率化と新たな評価手法の開発
- ・動植物・生態系影響評価の効率化と新たな評価手法の開発



## 事業経営

### ● 電力システム改革とエネルギー政策の整合性確保

- ・電力システム改革の制度設計の課題と対応
- ・原子力発電利用の意義と社会的リスク要因に関する調査分析
- ・再生可能エネルギー大量導入による電力需給への影響評価と対応策
- ・電力・エネルギー需要構造分析



## 共通・分野横断

### ● 需給協調による全体最適化

- ・次世代電力需給マネジメントの最適化

### ● 電気事業全般の技術開発動向

- ・電気事業の環境変化が技術開発に与える影響に関する海外動向分析

### ● 多様な分野への適用に向けた共通技術

- ・発電設備用センサ技術の開発
- ・高精度・高信頼性分析評価技術の開発
- ・水素利用技術の動向調査
- ・次世代蓄電技術の開発
- ・電力価値創造のためのIoT活用技術の開発
- ・微小サンプル強度評価試験のための要素技術開発

- : 各分野で関連する研究課題をグループ化した大区分
- : 大区分内で関連が深い研究課題をグループ化した中区分
- ・ : 研究課題名称
- ▽ : 他分野の研究課題において推進する研究課題(重複掲載)



原子力発電

## 原子力発電所周辺斜面の崩落評価法を開発して実サイトに適用

● 斜面崩落の特性を明らかにし原子力施設の安全性向上に貢献

### 個別要素法

不連続体解析手法の一種。自由運動する球体等の個別要素の集合体として解析対象を表し、要素間の結合や反発、摩擦等をモデル化して、各要素の運動を逐次解析する手法。

### 背景

原子力発電所の安全性向上のため、地震随件事象として原子力施設の周辺斜面の崩壊の可能性に関する評価に加えて、斜面崩壊が発生した場合の影響を評価することが求められています。仮に周辺斜面が崩壊に至った場合にも、重要な施設の安全機能に波及することがないように十分な検討を行わなければなりません。斜面崩壊の影響を評価する上で、崩落岩塊群の挙動評価が重要な検討項目であり、当所では、**個別要素法** (Distinct Element Method、以下DEM) 等を用いた手法の開発に取り組んできました。

### 成果の概要

#### ◇3次元DEM解析による斜面崩落岩塊群の挙動評価手法の開発

DEMにより、斜面崩落時の岩塊群の到達範囲を評価可能な手法を開発しました。本手法を実際の斜面崩壊事例に適用した結果、岩塊の到達範囲等を再現できることが示されました。

#### ◇岩塊衝突時の衝撃力特性とDEMによるモデル化手法の開発

岩塊が施設等に衝突する際の衝撃力について、岩塊が割れて次第に小さくなり、小岩塊群となって衝突する過程を考慮することによって、より現実的な評価が可能であることを示しました(図1)。また、岩塊の衝突破壊特性を実験によって解明するとともに、衝突破壊実験結果を反映したDEM解析により、岩塊の破壊に必要なエネルギーを適切に評価できる見通しが得られました(図2)。

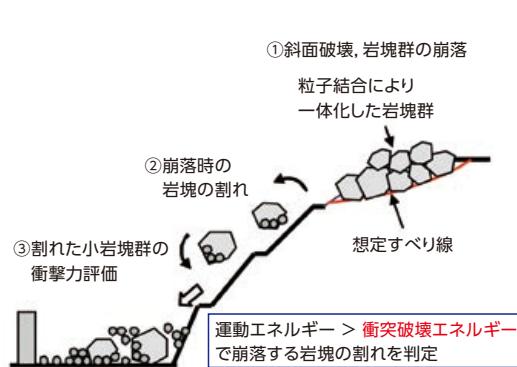


図1 岩塊群崩落と衝突の過程

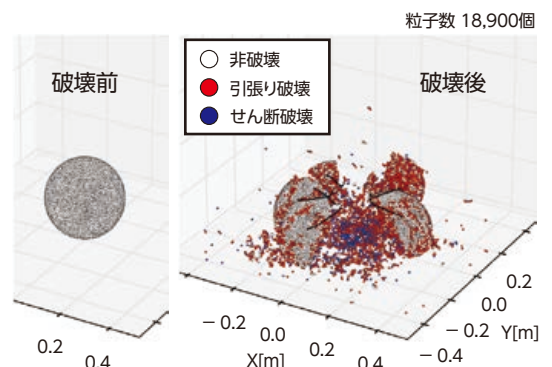
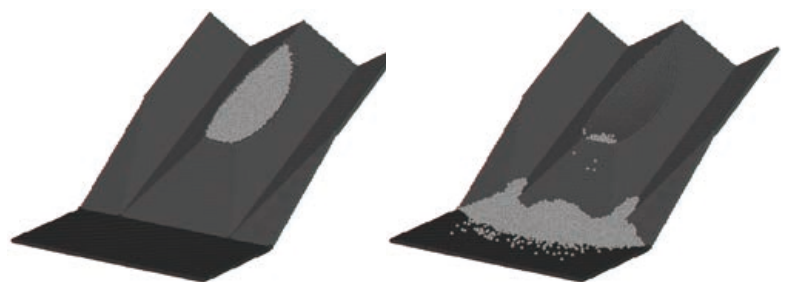


図2 DEMによる岩塊の衝突破壊解析例



栃木 均(とちぎ ひとし)  
原子力リスク研究センター 自然外部事象研究チーム

原子力発電所の安全性向上のために、斜面崩壊の影響評価手法の確立に取り組んでいます。



崩落前

崩落後

DEMによる斜面崩落シミュレーション例

## 成果の活用先・事例

斜面崩壊が原子力発電所における緊急時のアクセスルートや重大事故等対処設備エリアに及ぼす影響を把握するため、当所が開発した評価手法が用いられています。また、開発した手法を、今後、斜面崩壊確率算定や重要施設への影響評価に活用することにより、原子力施設の安全性評価の高精度化が期待できます。

参考 中瀬ほか、土木学会論文集A1(構造・地震工学) Vol. 71, p. 476 (2015)





## 反応度投入事故に対する安全評価の信頼性を向上

● 原子炉内を模擬した熱水力実験を通じて原子力発電所の安全性向上に貢献

### 原子力発電

#### 反応度投入事故 (RIA: Reactivity Initiated Accident)

原子炉の出力を抑制する制御棒の落下や飛び出しにより、炉心における核分裂の連鎖反応が急増し、原子炉出力が急上昇する事故。

#### 許認可解析コード

法令に基づく原子力施設の許認可申請に必要な、技術的データの解析的な導出に適用される計算コード。

#### 熱流束

単位時間に単位面積を横切る熱量(単位の例:  $W/m^2$ )。

### 背景

沸騰水型軽水炉(BWR)において**反応度投入事故(RIA)**が発生した場合の安全裕度の評価には、燃料集合体内で急速な沸騰を伴う、RIA時の熱水力挙動に対する実験データを許認可解析コードに適用することが必要です。当所では、これまで再現が困難であったRIAを実験的に模擬するため、模擬燃料集合体の急加熱技術や、高温・高圧下において被覆管表面温度や沸騰・凝縮する気泡量を高い時間・空間分解能で計測できる独自技術を開発し、上記課題の解決に向けた研究に継続的に取り組んでいます。

### 成果の概要

#### ◇ 過渡限界熱流束の圧力依存性の把握

RIA時の急速な発熱を再現し、追従する温度変化を精緻に測定するために、最大20,000 Aの直接通電により模擬燃料を加熱し、その被覆管表面に温度計を埋め込んだ模擬燃料集合体を含む熱水力実験設備を設計製作しました。本設備を用いて熱出力を瞬間的に急増させた状態を模擬し、大気圧からBWR定格圧力(7.2 MPa)までの幅広い圧力範囲において、熱出力と温度の相関データを拡充しました(図1)。このデータから、模擬燃料周囲の水が急速に沸騰し被覆管の表面が乾くことにより被覆管温度が急上昇に転じる**熱流束条件(過渡限界熱流束)**の、圧力依存性に関する新たな知見が得られました(図2)。

#### ◇ 独自計測技術による急速な沸騰・凝縮時の気泡挙動の定量化

急激な熱出力増大により模擬燃料集合体内で沸騰し、凝縮する蒸気・水二相流の複雑な挙動を、独自に開発したボイド率(気相体積比率)計測技術により把握し、RIAに適用する許認可解析コードの妥当性確認に必要とされる、急激な熱水力条件変化に伴う気泡挙動について定量化しました。

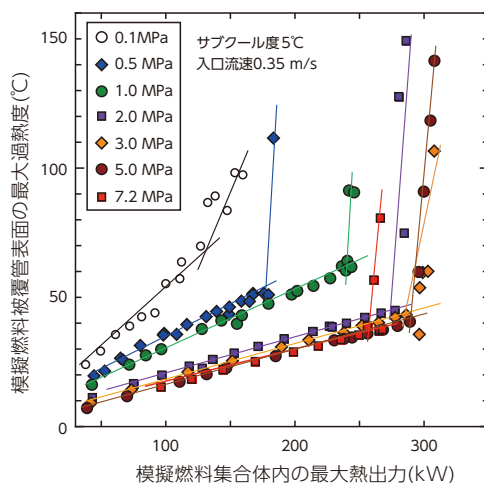


図1 模擬燃料集合体内の最大熱出力と模擬燃料被覆管表面の過熱度の相関

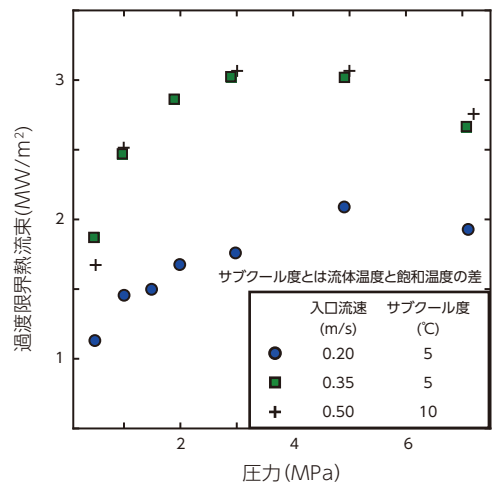


図2 過渡限界熱流束の圧力依存性

圧力条件とサブクール度(設定圧力における飽和温度と水温の差)を一定にして、最大熱出力を段階的に上昇させた場合に、模擬燃料被覆管表面の過熱度(設定圧力における飽和温度に対する温度差)が急激に上昇する点における熱流束を過渡限界熱流束と定義しました。これを圧力条件で整理したところ、5MPa近傍で最大となる傾向が把握できました。



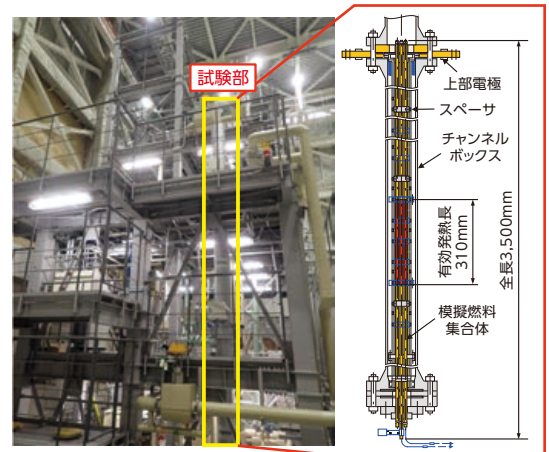
滝口 広樹(たきぐち ひろき) / 新井 崇洋(あらい たかひろ)  
原子力技術研究所 熱流動システム領域

高温高圧RIA模擬実験設備 熱出力を瞬間的に急増させた実験により過渡限界熱流束のデータを取得します。

主要な研究成果

原子力発電

高温高圧RIA模擬実験設備の外観  
BWR燃料集合体におけるRIAを全長  
3.5m×9本の模擬燃料棒(3×3バンドル)  
体系で再現する実験設備。中間  
高さに位置する長さ310mmの領域  
(有効発熱部)にて瞬間的に加熱し、  
冷却水の沸騰・凝縮挙動を精緻に測定  
します。



## 成果の活用先・事例

反応度投入事故時の過渡限界熱流束特性や蒸気・水二相流挙動データを許認可解析コードに適用することで、安全評価の信頼性を高め、原子力発電プラントの安全性向上に貢献します。

参考 新井ほか、日本原子力学会2017年秋の大会 講演番号1C16 (2017)



原子力発電

異種金属溶接継手に対する高精度の探傷技術を開発

● 応力腐食割れの測定高精度化により非破壊検査の信頼性向上に貢献

超音波探傷

超音波パルスを発信し、内部の傷などの欠損の存在位置や大きさを検知する非破壊検査技術。

PD制度

(PD: Performance Demonstration)

実際に近い状況で、探傷手順書、機材、技術者を一括して、探傷能力を証明する制度。

応力腐食割れ

(SCC: Stress Corrosion Cracking)

主にステンレス・ニッケル合金などの金属材料に発生する経年損傷の一種で、材料の化学成分、引張応力、環境因子が発生条件となる。

超音波フェーズドアレイ

一筐体中の多数の振動素子から超音波パルスを個別に時間差をつけて発信することで、超音波の伝搬方向および集束位置を制御する技術。

背景

原子力発電所等に用いる配管の溶接部に生じる傷などの検知を目的として、非破壊検査手法の一つである**超音波探傷試験**が用いられます。難度の高い測定や、測定結果に高い信頼性が求められる場合には、性能実証制度(**PD制度**)で探傷能力を確認した上で実際の検査を行います。圧力容器などの低合金鋼とステンレス鋼の接合部(異種金属溶接継手)に発生した欠陥は、一般的に超音波探傷による欠陥の深さ測定が難しく、PD制度による検査結果の信頼性向上が望まれていました。当所では、PD制度の確立に必要な技術基盤として、代表的な欠陥である**応力腐食割れ(SCC)**を付与した試験体製作技術の確立、試験体の妥当性評価および欠陥深さ測定の高精度化等を進めています。これまでに内面側からの探傷については技術基盤を確立しており、加えて外面側からの探傷についても同様に整備を進めています。

成果の概要

◇SCC付与試験体製作技術の確立

当所のSCCに関する知見と検査技術を用いて、実際のプラントで見られる欠陥を模擬したSCC亀裂を、目標とする亀裂深さに制御しながら試験体に付与する技術を開発しました。SCC亀裂は溶接線に対して垂直(軸方向)と平行(周方向)に付与可能で、超音波探傷を行う場合に障害となるノイズ等がなく、実際のプラントで確認されているSCC事例と同等の亀裂であることを確認しました(図1)。以上により、異種金属溶接継手に対するPD制度に適用できる試験体製作技術が確立できました。

◇管外面側からのSCC深さ測定技術の高精度化

管外面側からのSCC深さ測定に対して、従来よりも大型化した**超音波フェーズドアレイ**探触子の使用、2種類の周波数の探傷結果の総合的評価、および欠陥開口部の位置を特定する方法の改良を特徴とする新たな探傷手順を開発しました。これによって、深さ測定の誤差が従来の約1/4となり、測定精度を飛躍的に向上させることができました(図2)。

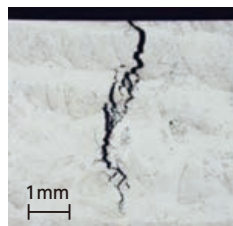
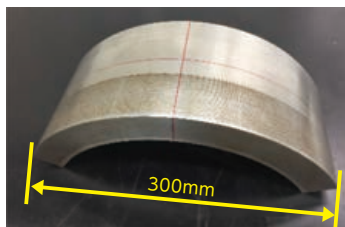


図1 製作したSCC付与試験体の外観(上)と付与したSCC亀裂断面(下)

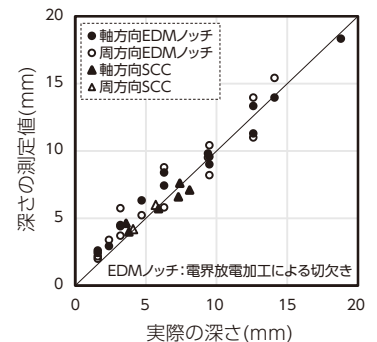
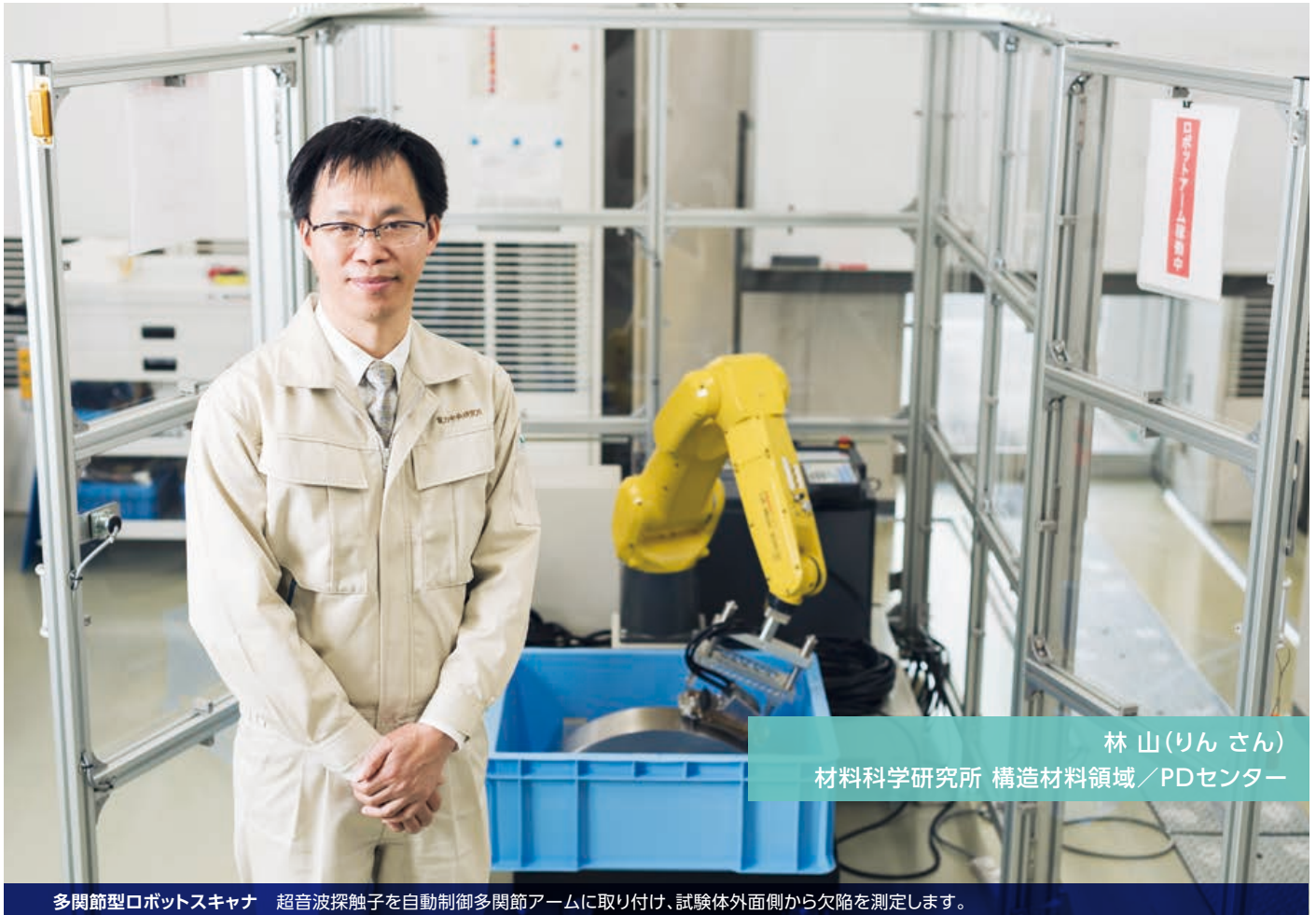


図2 使用した超音波フェーズドアレイ探触子(左)と、異種金属溶接継手部SCCに対する外面からの深さ測定値と実際の深さとの比較(右)

寸法測定精度の指標となる平均二乗平方根誤差が、既往研究で約4mmだったものが、本成果では約1mmにまで小さくなりました。





林山(りんさん)  
材料科学研究所 構造材料領域/ PDセンター

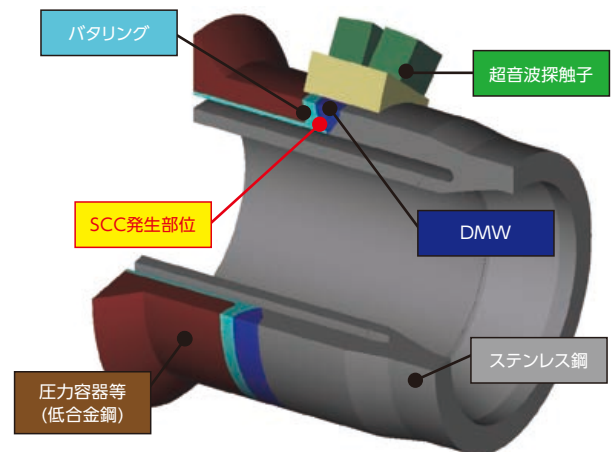
多関節型ロボットスキャナ 超音波探触子を自動制御多関節アームに取り付け、試験体外面側から欠陥を測定します。

主要な研究成果

原子力発電

#### 異種金属溶接継手部 (DMW) に対する超音波探傷のイメージ

低合金鋼製の容器とステンレス鋼製の配管とを溶接する際は、耐割れ性のため、容器側の接続部に予め溶接金属の盛り付けを施し(パタリング)、配管側と溶接します。SCCは溶接継手部の内面から発生するため、超音波探触子を当該部の外面に添うように当てて、内部欠陥を測定します。



### 成果の活用先・事例

異種金属溶接継手に対するPD制度の開始に必要な技術基盤を整備し、今後プラントの健全性を確認する非破壊検査を行う際の検査結果の信頼性向上に貢献します。



原子力発電

細胞競合のメカニズムに基づき線量率効果を検証

科学的データに基づく放射線リスクの評価に貢献

ICRP

(国際放射線防護委員会)

専門家の立場から放射線防護に関する勧告を行う非政府の国際学術組織。

線量率効果

同一の放射線量の照射を受ける場合、低線量率で長時間照射を受ける場合よりも、高線量率で短時間の照射を受ける場合の方が、生物学的効果が大きくなることを言う。

幹細胞

寿命が短い個々の細胞が絶えず入れ替わり続ける組織を保つために、失われた細胞を再び生み出して補充する能力を持った細胞。

遺伝子の発現

遺伝子の情報が細胞における構造および機能に変換される過程。具体的には、通常は遺伝情報に基づいてタンパク質が合成されることを指す。

背景

低線量率被ばくは高線量率被ばくよりも発がんリスクが小さいと言われており、例えば国外の高自然放射線地域を対象とした疫学調査においては、日本人の平均被ばく量の5~10倍程度の年間線量率では発がんリスクが増加しない結果が得られています。ICRPは線量率効果の機構の一つとして「放射線誘発幹細胞競合」を提唱しました。低線量率被ばくでは、すべての細胞に放射線が照射される高線量率の場合と異なり、照射された細胞とされていない細胞が混在する状況が生じます。放射線誘発幹細胞競合とは、照射されていない幹細胞(非照射幹細胞)と混在した照射された幹細胞(照射幹細胞)が競合し、競合に負けた幹細胞が排除されやすくなる現象です。当所では線量率効果を生物学的機構から裏付けるために、放射線誘発幹細胞競合を観察できる実験環境を整備し、研究に取り組んでいます。

成果の概要

◇放射線誘発幹細胞競合の定量化

当所では、がんの起源となる幹細胞を含むオルガノイド(臓器に似た構造を持つ試験管内で作られた細胞集団)を効率よく形成する技術を確認しました。このオルガノイドを用いて、照射幹細胞と非照射幹細胞を、異なる蛍光色素でラベリング(識別)することにより、両者間で生じる幹細胞競合を可視化・定量化する手法を開発しました。照射条件の異なる幹細胞の混合培養の結果、照射幹細胞が増殖しにくいことが示され(図1)、線量率効果機構の仮説の成立性が確かめられました。

◇線量率効果と細胞競合を結びつける遺伝子の同定

同じ線量の放射線を、異なる線量率で照射したマウスの大腸幹細胞間で、放射線感受性解析設備(p.13「主要な新規研究設備」参照)を用いて全遺伝子の発現量を比較し、低線量率の場合にのみ特異的に活性化(スイッチが入る)遺伝子を抽出しました。この遺伝子を培養細胞に導入して観察した結果、活性化した遺伝子を発現した細胞が、発現していない細胞に取り囲まれると、競合に負けて排除されることが観察されました(図2)。この結果から、この遺伝子が線量率効果と細胞競合を結びつけることがわかりました。

$$\text{幹細胞数比} = \frac{\text{蛍光色素で識別した非照射幹細胞数}}{\text{全幹細胞数}}$$

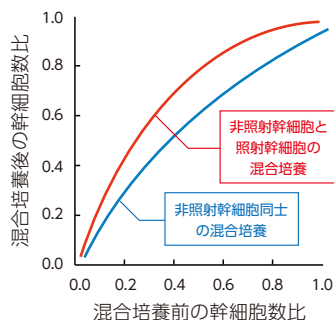


図1 混合培養前後における非照射幹細胞数の割合の比較

観察開始より1時間後      3時間後      12時間後

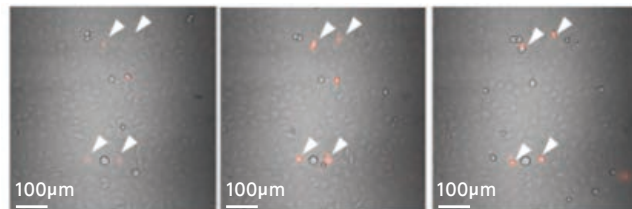


図2 線量率効果を決定する遺伝子を発現した細胞の細胞競合による排除

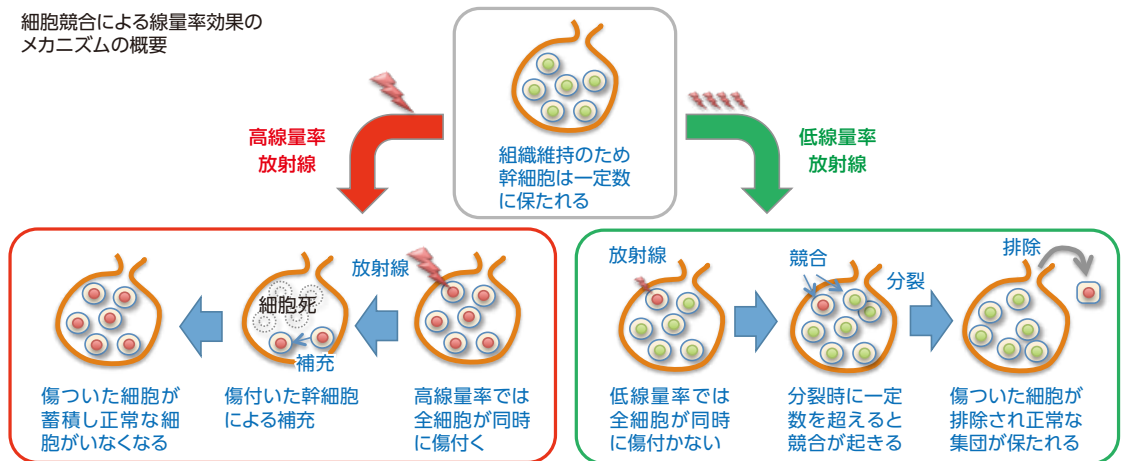
マウス大腸幹細胞において低線量率被ばくした時にスイッチが入る遺伝子を同定。その遺伝子のスイッチがONになった細胞(赤色)は小さな球になって集団から飛び出す(競合に負ける)ことを確認(図の白矢印で示した細胞の赤色が時間経過とともに明瞭化)。



富田 雅典(とみた まさのり)／藤通 有希(ふじみち ゆき)  
原子力技術研究所 放射線安全研究センター

幹細胞解析装置(セルソーター) 細胞が混在した状態から対象とする幹細胞を分析したり取り分けたりできる装置です。

細胞競合による線量率効果の  
メカニズムの概要



### 成果の活用先・事例

本成果がICRPによる次期主動告に反映されることを目指して、放射線誘発幹細胞競合による線量率効果に関する定量的なデータを更に蓄積し、学術論文などにより発信していきます。

参考 Otsuka et al., J. Radiat. Res., doi: 10.1093/jrr/rrx078 (2017 epub)





## コンクリートキャスク内のキャニスタからのヘリウム漏えい検知法を開発

● 使用済燃料貯蔵の安全性向上と実用化に貢献

原子力発電

### 乾式貯蔵

不活性ガス(ヘリウム等)を封入した金属容器に使用済燃料を入れて貯蔵する方式。水プールの中に貯蔵する方式は湿式貯蔵方式と呼ばれる。

### コンクリートキャスク

使用済燃料を貯蔵する円筒容器。使用済燃料を密封するキャニスタ(ステンレス鋼製)と中性子を遮へいするコンクリート製貯蔵容器とで構成され、使用済燃料の崩壊熱の除熱は、キャニスタ表面に生じる熱を利用した自然対流で行われる。

### 背景

原子力発電所の再稼働や廃炉に伴う使用済燃料の増加を受けて、国は使用済燃料対策アクションプランの中で貯蔵能力強化の必要性を示しています。乾式貯蔵量の増加に対して、既に実用化されている金属キャスクのみで貯蔵することは製造能力の観点から困難であり、経済的かつ短期間での製造が期待できるコンクリートキャスク貯蔵方式の実用化が期待されています。しかしながら、コンクリートキャスクでは、外気に含まれる塩分により、貯蔵期間中のキャニスタに応力腐食割れ(SCC)が発生し、密封性能が失われることが懸念されます。コンクリートキャスクの日本での実用化にあたっては、SCC対策を進めるとともに、万一の漏えいに対しても、安全性を向上すべく、微少な漏えい量の段階で漏えいを検知する技術が望まれています。

### 成果の概要

#### ◇キャニスタからの漏えい量を推定可能な手法を開発

実機キャニスタ内部の熱流動現象を模擬できるキャスク縮小模型を製作して、キャニスタからのヘリウム漏えいを模擬した流動試験と流動解析を行いました(図1)。これらの結果から、キャニスタ底部温度(TB)と蓋部温度(TT)の差の増加量を計測することにより、各発熱量のキャニスタに対する漏えい量の割合を推定できる手法を開発しました。本手法では、圧力計を設置する金属キャスクと違い、温度計をキャニスタ外表面に設置するため、低コストであり、メンテナンスが容易です。また、設置の際に、センサ取付け用の穴をキャニスタに開ける必要がないため、新たな漏えいリスクを伴いません。

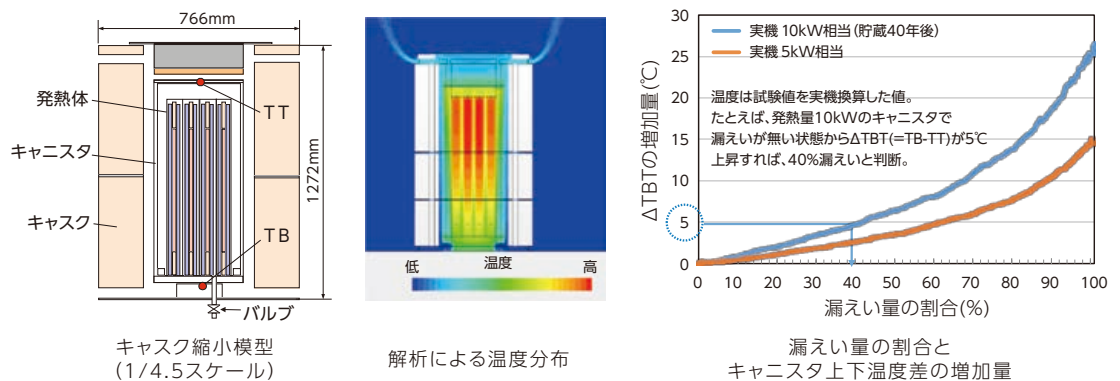


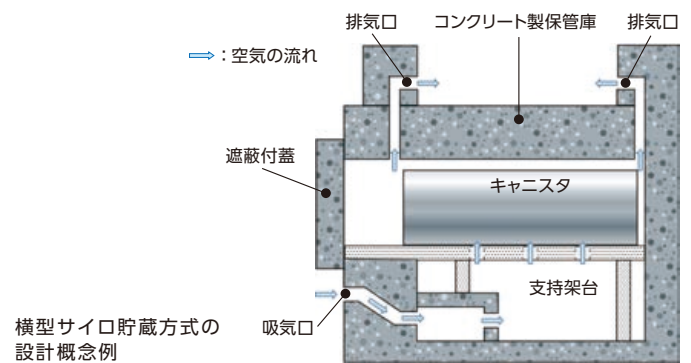
図1 キャスク縮小模型とキャスク内流動解析結果および漏えい評価方法

#### ◇横型サイロ貯蔵方式にも適用可能な漏えい検知手法を開発

キャニスタの横置き貯蔵(右ページ図)を対象として、小型キャニスタ模型を用いた漏えい試験・解析を実施し、漏えい検知に必要な温度測定箇所を選定しました。この結果、縦置きと同様に、漏えい時には、キャニスタ底部が最も温度が上昇し、蓋部が最も低下しました。更に、側面下部が上昇し、側面上部が低下することから、これら4箇所の温度の組み合わせによって、温度差を利用した漏えい検知が可能であることを示しました。



キャスク縮小模型 流れの相似則に基づき、実機キャスクにおけるヘリウム漏えい時と相似な流れを再現可能。



## 成果の活用先・事例

感度のよい漏えい検知法を開発することにより、コンクリートキャスクの安全性・信頼性が向上し、国内での早期導入の一助となります。また、SCC検査が不要もしくは軽減されれば、検査費用を大幅に削減することができます。

参考 竹田ほか、電力中央研究所 研究報告 N17007 (2018)  
竹田ほか、電力中央研究所 研究報告 N17013 (2018)



原子力発電

使用済燃料再処理工場のガラス固化工程を改良

● 高レベル放射性廃棄物の処分事業の安全性向上に貢献

地層処分

高レベル放射性廃棄物を地下深部の地層に埋設し、人間の生活環境に影響を及ぼさないように長期にわたって安全・確実に隔離し閉じ込める方法。

イエローフェーズ

ガラス熔融過程で生成される、モリブデンを主成分とする水溶性の化合物。熔融ガラスよりも重いため、キャニスタの底部に溜り、地層処分時の放射性物質の漏えいリスクを増加させる可能性がある。

白金族元素

周期表においてルテニウム(Ru)、パラジウム(Pd)等を含む元素のグループ。RuやPdは使用済燃料に含まれ、再処理過程で高レベル濃縮廃液に移行する。

背景

使用済燃料の再処理過程で分離される放射能の高い濃縮廃液は、ガラスに溶け込ませて安定化(ガラス固化)し、高レベル放射性廃棄物として地層処分されますが、廃液成分の一部がガラスに溶け込みにくいために析出物が生成される問題を生じています。主な析出物は2種類あり、**イエローフェーズ(YP)**といわれる水溶性で処分時の安全性を低下させる結晶相と、ガラス固化する際にガラスの安定な熔融や流下を阻害する**白金族元素**の酸化物の針状結晶が挙げられます。当所では、現象の理解に基づく本質的な解決策を導くため、上記の物質が生成されるメカニズムの解明に取り組んでいます。

成果の概要

◇イエローフェーズが生成するメカニズムの解明

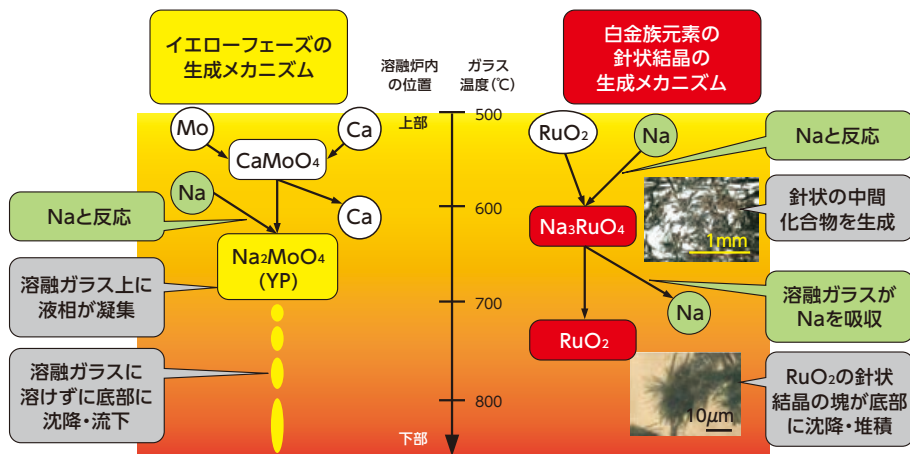
当所ではガラスの熔融挙動を詳細に観察できる小型熔融炉を製作して実験を行いました。この中でYPは、主成分であるモリブデン(Mo)が主にナトリウム(Na)と結合し、液体となり凝集して生成されるため、ガラスに溶けきらずに流下することを明らかにしました。

◇白金族元素の針状結晶が生成するメカニズムの解明

使用済燃料に含まれる主な白金族元素であるルテニウム(Ru)の酸化物は、ガラス熔融における昇温過程で、一度Naと結合して針状の中間化合物を形成し、更に昇温するとNaが熔融ガラスに吸収され、酸化ルテニウム( $RuO_2$ )の針状結晶が放射状に成長することを明らかにしました。

◇ナトリウムに着目した対策の提案

YP、白金族元素の針状結晶のいずれの生成メカニズムに対してもNaの寄与が大きいことから、MoやRuと反応する前にNaをガラス中へ溶解させることが、各物質の生成抑制に有効であることがわかりました。具体的な対策として、ガラス原料の粉体化によるNaのガラスへの吸収促進などを提案しました。



ガラス熔融炉におけるイエローフェーズおよび白金族元素の針状結晶の生成メカニズムの概要



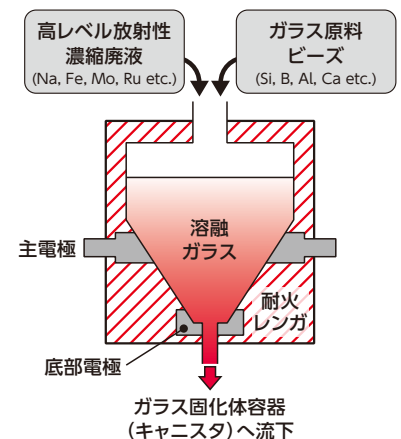


宇留賀 和義(うるが かずよし) / 宇佐見 剛(うさみ つよし)  
原子力技術研究所 燃料サイクル領域

小型ガラス熔融試験装置 高温で熔融するガラスと廃液の挙動を詳細に観察することができます。

#### ガラス熔融炉の概略

高レベル放射性濃縮廃液とガラス原料を混合して熔融炉に注入し、電極を用いた直接通電加熱で熔融し、下端のノズルからステンレス製のガラス固化体容器(キャニスタ)に流下させます。熔融炉内の温度は、上部で130℃程度ですが、熔融ガラスの中心部では1150℃程度に達します。



### 成果の活用先・事例

本成果は、六ヶ所再処理工場のガラス固化施設の改良・開発計画に反映されています。今後、再処理工場の安定運転と高レベル放射性廃棄物の地層処分における安全性向上に貢献することが期待されます。

参考 Usami et al., Proc. of Global2015, Paper5186 (2015)  
Uruga et al., Proc. of Global2015, Paper5191 (2015)



火力発電

## クリープ損傷状態監視による化学洗浄時期計画法を提案

● 合理的なボイラ水冷壁管の化学洗浄計画により保守コスト低減に貢献

クリープ損傷

→ p.8参照

### 背景

火力発電所ボイラでは、ボイラ運転時間の経過とともに成長する水冷壁管内面付着スケールによる管材のクリープ破断等を防ぐために化学洗浄が行われています。水冷壁管に対する現状の化学洗浄基準は、1980年頃にベースロード運用を基本として、一律に決められた管材質の材料許容温度により許容スケール付着量が決められており、ボイラ毎の運転中の応力や温度変動の影響は考慮されていません。実機ボイラで使用された材料の損傷度合いを調査した結果、化学洗浄基準を合理化できる可能性があると判断されました。当所では、水冷壁管の信頼性を確保しつつ保守コストを低減するため、ボイラ毎の運転状況を反映する化学洗浄時期判定手法を提案しています。

### 成果の概要

#### ◇クリープ試験およびメタル温度解析によるクリープ損傷状態の評価

当所では、実機ボイラ水冷壁管のクリープ損傷状態把握のために、抜管サンプルのクリープ試験や水冷壁の炉内に設置された温度計データの解析を行っています。これらのクリープ試験により得られた材料強度特性やメタル温度データの解析結果を使うことで、運転時間に対するクリープ損傷状態を見える化しました。これによって、水冷壁管のクリープ損傷状態から化学洗浄実施限界の予測が可能となり、目標寿命までに最低限必要な化学洗浄の回数を決定することが可能となりました(図1(a))。

#### ◇化学洗浄時期の計画法の提案

従来のスケール付着量ではなく、クリープ損傷状態を指標として化学洗浄時期を計画する当所提案の化学洗浄時期計画法では、最低限必要な化学洗浄回数のもとで、化学洗浄時期を変更した際のクリープ損傷状態への影響が定量的に確認できるため(図1(b))、目標寿命到達時のクリープ損傷を最小限とする洗浄時期を決定でき、水冷壁管の噴破等に起因する計画外停止のリスクを低減することができます。

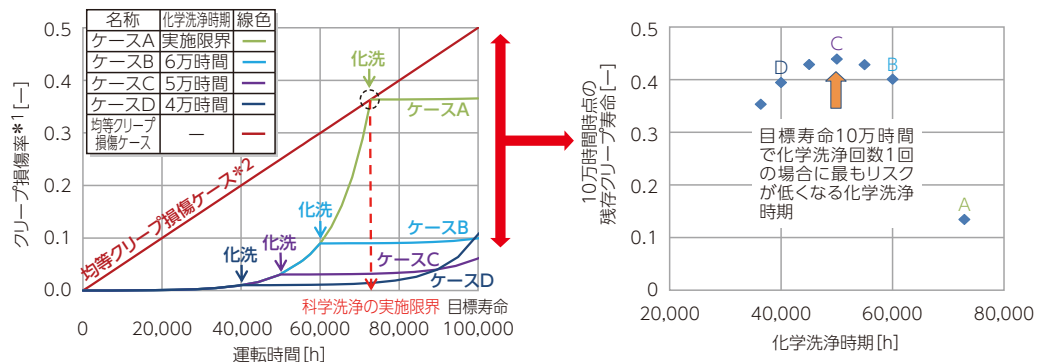


図1(a) 化学洗浄時期によるクリープ損傷状態の変化

図1(b) 化学洗浄実施時期による残存クリープ寿命の変化

図1 化学洗浄時期によるクリープ損傷状態および残存クリープ寿命変化

化学洗浄の実施限界時間までの洗浄ケース(時期)によって、洗浄後の水冷壁管の残存クリープ寿命(余寿命)の予測を行うことで、最適な化学洗浄時期の判定が可能となります。

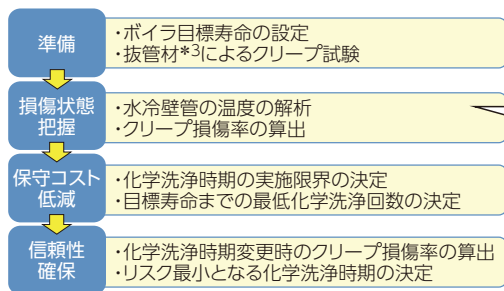
\*1 クリープ損傷率：新材を0、クリープ破断を1として、クリープ損傷の進行度を表した数値。

\*2 均等クリープ損傷ケース：管材の破断をクリープ損傷率1と考え、クリープ損傷率限度を0.5と設定。目標寿命(ここでは10万時間)まで等速で水冷壁管のクリープ損傷が進行すると仮定した線。



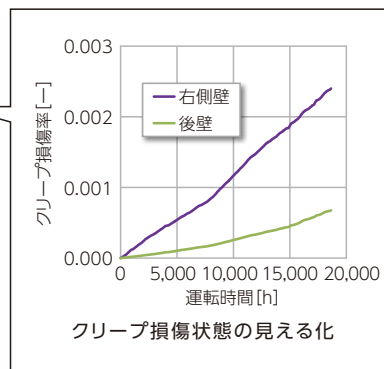
吉田 匡秀(よしだ まさひで) / 森永 雅彦(もりなが まさひこ)  
エネルギー技術研究所 火力運用保守領域

**不活性ガス環境中ミニチュアクリープ試験装置** アルゴンガス雰囲気中で抜管材より作製した試験片のクリープ試験を行う装置です。本装置の結果から、クリープ損傷状態の見える化に活用しています。



\*3 抜管材：実機ボイラで使用中の配管材を抜き取り、クリープ試験用として活用

化学洗浄時期の計画法のフロー



ボイラ個々の管材強度、温度・応力実態に着目し、クリープ損傷状態を指標として、目標寿命までの最低限の化学洗浄回数（保守コスト低減）、クリープ損傷を最小限とする化学洗浄時期の決定（信頼性確保）を行います。

## 成果の活用先・事例

化学洗浄時期計画法は、水冷壁管の炉内に温度計が設置された火力発電所のボイラに適用可能です。本計画法を実機ボイラへ適用することにより、水冷壁管の状態監視を実現するとともに、信頼性確保と保守コスト低減を狙った化学洗浄計画策定を支援します。

参考 森永ほか、第23回動力・エネルギー技術シンポジウム 講演番号D125 (2018)  
森永ほか、電力中央研究所 研究報告 M15008 (2016)





火力発電

## 石炭火力での高混焼率利用を可能とする木質炭化燃料を開発

● 木質炭化燃料と石炭の混焼によりCO<sub>2</sub>排出量削減に貢献

### 木質炭化燃料

炭化・成型等の前処理を施した木質バイオマスの改質燃料。改質することで粉砕性などが向上し、石炭とほぼ同様に扱うことができる。

### 背景

国の目標である「2030年度に温室効果ガス排出量の26%削減(2013年度比)」を実現するためには、あらゆる分野でのCO<sub>2</sub>排出削減が必要であり、このための技術の開発・実証が進められています。石炭火力発電所では、CO<sub>2</sub>排出量削減を目的に、カーボンニュートラルな木質バイオマスの混焼利用が進められていますが、木質チップ等の混焼利用では粉砕性や供給力が課題に挙げられています。当所は、これらの課題に対する技術開発の一つとして、石炭火力でのバイオマス利用拡大を目的とする**木質炭化燃料**の技術開発に取り組んでいます。

### 成果の概要

#### ◇木質炭化燃料の粉砕性の評価

石炭火力のCO<sub>2</sub>排出量削減に向けて、木質バイオマスを炭化処理することによって粉砕性や発熱量を向上させ、石炭火力での高混焼率利用を可能とする木質炭化燃料を開発しました。試験用ローラミルによる粉砕性評価では、木質炭化燃料の粉砕に要する動力は、瀝青炭とほぼ同等であることがわかり、既存設備を改造(石炭ミルの改造など)することなく、石炭火力に導入が可能となります。

#### ◇木質炭化燃料の高混焼率利用による効果

当所保有の石炭燃焼試験炉で石炭、木質炭化燃料それぞれについて専焼試験を行いました。木質炭化燃料は、石炭に比べて燃料中の窒素分が低く、また硫黄分をほとんど含まないため、石炭火力で混焼利用することで、燃焼排ガス中のNO<sub>x</sub>やSO<sub>2</sub>の低減が期待されます(図1)。木質炭化燃料を石炭火力に導入した場合のCO<sub>2</sub>排出量および燃焼灰発生量を試算しました。石炭専焼と木質炭化燃料混焼(混焼率30%(熱量基準))を比較すると、CO<sub>2</sub>排出量を年間約86万t削減できることが分かりました(図2(a))。また、木質炭化燃料に含まれる灰分が石炭に比べて少ないことから(石炭:約10%、木質炭化燃料:1%以下)、燃焼灰発生量は、木質炭化燃料混焼(混焼率30%(熱量基準))によって年間約2.7万t削減され、灰処理コストを低減することができます(図2(b))。

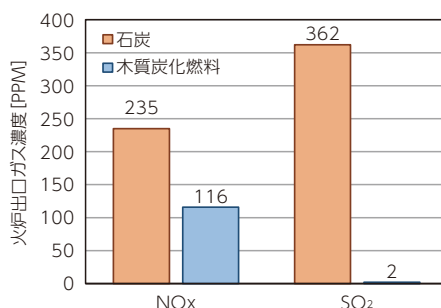


図1 専焼時の炉出口NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>濃度の比較

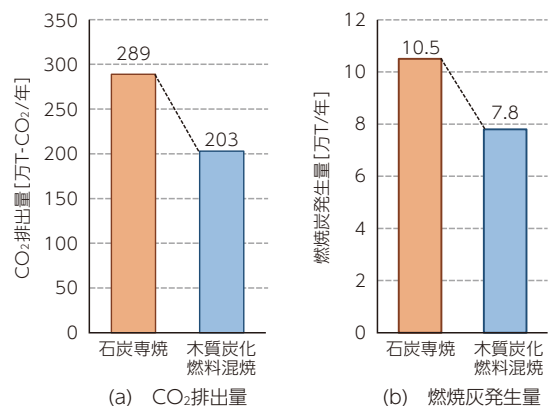


図2 石炭専焼と木質炭化燃料30%混焼によるCO<sub>2</sub>排出量(a)と燃焼灰ss発生量(b)の試算比較

石炭火力発電所: 発電出力500MW, 発電効率40%, 年間設備利用率80%



大高 円(おおたか まろむ)  
エネルギー技術研究所 エネルギープラットフォーム創生領域

炭化燃料化実験設備

木質バイオマス等を原料とする炭化燃料の製造試験を実施し、原料の炭化特性を評価します。製造された炭化燃料は、石炭との混合粉碎性や混焼特性を評価する試験燃料として活用しています。



製造した木質炭化燃料

## 成果の活用先・事例

石炭火力での高混焼率利用に適した木質炭化燃料の普及拡大により、石炭火力のCO<sub>2</sub>排出量削減を目指します。これにより低炭素社会の実現に貢献します。

参考 CO<sub>2</sub>排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業委託業務成果報告書平成28年度(環境省)  
「バイオ改質炭普及拡大に向けたエネルギー自立型製造プロセスの構築並びに微粉炭ボイラでの100%専焼技術の開発」(2017)  
CO<sub>2</sub>排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業委託業務成果報告書平成26年度(環境省)  
「石炭火力における混焼率30%を実現する木質バイオマスの改質プロセスの実用化」(2015)



水力発電

水力設備に対する公衆災害リスク評価手法を開発

● 自然災害リスク評価と対策を支援

熊本地震

熊本地方を震源として発生した地震であり、「平成28年熊本地震」と命名された。最大震度7を4月14日および16日の2回観測しており、熊本県を中心に多数の家屋倒壊等の甚大な被害が発生した。

背景

2016年に発生した熊本地震を契機に、自然災害に起因する水力設備損壊がもたらす公衆災害リスクの評価と、その公衆災害リスクに応じた自然災害対策の優先順位付けが必要とされています。しかしながら、電力各社は膨大な数の水力設備を管理しており、すべての設備に対する公衆災害リスクを合理的な基準に基づいて迅速に評価することは容易ではありません。そこで当所では、電力会社の実務担当者が、自社の各水力設備における公衆災害リスクを簡便かつ合理的に評価できるツールの開発に取り組んでいます。

成果の概要

◇浸水解析手法の開発

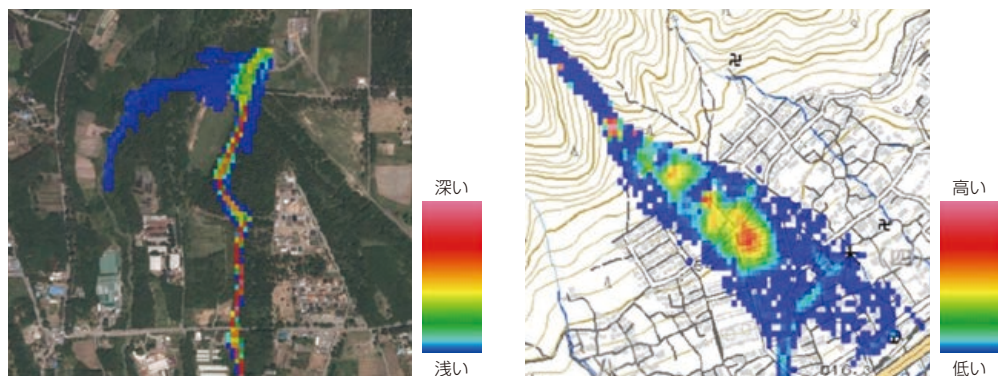
水力設備に係わる公衆災害として、ヘッドタンクや水圧管路からの水の流出に伴う浸水被害が想定されます。そこで当所では、流出量や流出時間等の少ない諸条件を与えるだけで浸水規模を定量的に解析できるプログラムを構築しました。国土地理院が作成した日本全国の標高データを用いて、全国各地の解析が可能です。また、公衆災害リスクの高い場所が一目でわかりやすいように、浸水範囲等の計算結果を地図上に表示するシステムも構築しました。

◇土石流解析手法の開発

近年、集中豪雨の増加に伴い土石流の発生が懸念されています。水力設備は一般的に山地に位置することから、土石流は水力設備損壊をもたらす自然災害リスクの一つとして考えられます。そこで当所では、簡便かつ合理的に土石流を解析できるプログラムを構築しました。このプログラムは土石流の影響範囲の表示だけでなく、水力設備地点における土石流の流体力も表示させることができ、電力会社の担当者が自社設備の自然災害リスク評価に利用できます。

流体力

流体が及ぼす力を意味し、流体が構造物へ与える影響の指標として利用される。



浸水解析結果(左)と土石流解析結果(右)

浸水解析結果は浸水深を表しており、土石流解析結果は土石流の堆積高を表しております。図の様に、国土地理院空撮写真や国土地理院地図上に結果を表示することが可能です。



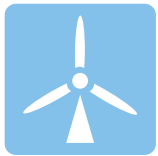


プログラムの利用手順

## 成果の活用先・事例

浸水解析プログラムと土石流解析プログラムは電力各社に採用されており、電力各社の実務担当者によって解析および評価が進められています。

参考 Arai et al., 13th International Hydroinformatics Conference (2018)  
太田ほか、砂防学会誌 (2018)



再生可能  
エネルギー

地熱飽和蒸気

地下からの蒸気・熱水の二相液体より、湿分分離機によって分離生成された蒸気。

## 地熱とバイオマスによるハイブリッド熱源発電技術を開発

● ハイブリッド熱源発電システムの成立性評価を通して地熱発電の導入拡大に貢献

### 背景

低炭素社会に向けた取り組みとして、CO<sub>2</sub>排出量が少ない再生可能エネルギー等による発電設備の導入が拡大しています。わが国の「エネルギー基本計画」では、地熱発電設備容量を現状の約50万kWから2030年までに150万kWとする目標が掲げられています。従来の地熱発電システムは、井戸より噴出した熱量の小さい**地熱飽和蒸気**を発電に利用しており、発電効率が十数%と低いといった課題が挙げられています。当所では地熱発電適用地域拡大に向けて、より高効率かつ経済性に優れた地熱発電システムの開発を推進しています(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの受託研究)。

### 成果の概要

#### ◇ハイブリッド熱源発電システムのポテンシャル調査

地熱エネルギーと外部熱源としてバイオマスを組み合わせたハイブリッド熱源発電システム(発電効率20%以上)の成立性評価を実施しました。本システムのバイオマス熱源としての発電原価を試算した結果、間伐材等由来の木質バイオマス発電のFIT価格(40円/kWh)を下回る25~30円/kWh程度になることが明らかとなり、ハイブリッド熱源発電システムの事業化が期待されます。さらに、日本国内におけるハイブリッド熱源発電システムの立地可能性の高い地域について調査を行いました。150℃以上の地熱資源量とバイオマス賦存量をマッピングし、熱水開発資源150℃以上、かつバイオマス賦存量5,000t(乾燥重量)/年以上の条件となる地域を抽出した結果、北海道、東北、九州地方などに13箇所の開発有望地点があることが明らかになりました(図1)。

#### ◇ハイブリッド熱源発電システムの小規模実証試験

ハイブリッド熱源発電システムの実用化において、地熱飽和蒸気に含まれるシリカ等による熱交換器配管内壁表面へのスケール付着による管閉塞が課題となります。そこで、シリカ量が多い滝上発電所にて、実規模の過熱配管を用いた実証試験を実施し(図2)、蒸気過熱に起因するスケール付着や腐食に関する問題が生じないことを確認し、既存技術の組合せによって本システムが設計可能であることを明らかにしました。

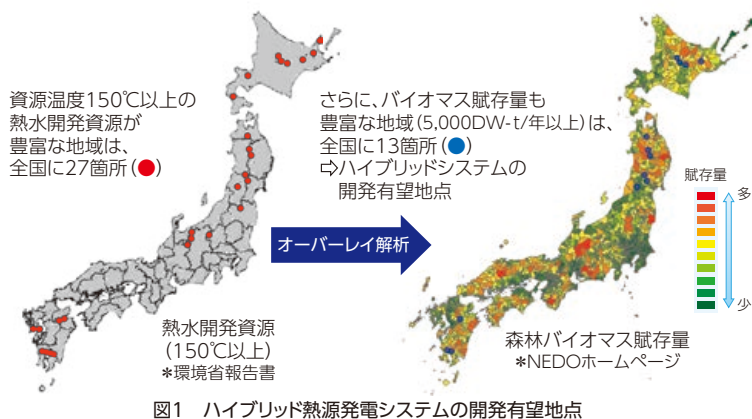


図1 ハイブリッド熱源発電システムの開発有望地点



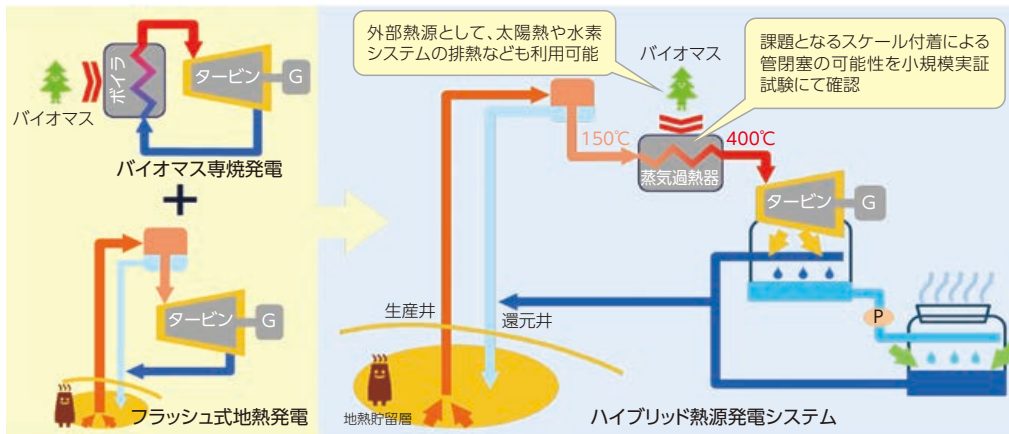
図2 実規模過熱配管を用いた小規模実証試験(九州・滝上発電所)





中尾 吉伸(なかお よしのぶ)  
エネルギー技術研究所 エネルギープラットフォーム創生領域

**地熱蒸気過熱試験設備** 蒸気過熱に起因するスケール付着や腐食の状況を観測するための試験器です。生産井より分岐した地熱飽和蒸気を直接供給し、400℃まで過熱することができます。



地熱とバイオマスによるハイブリッド熱源発電システムの概念図

### 成果の活用先・事例

地熱発電事業者等との連携を図り、地熱とバイオマスを組み合わせたハイブリッド熱源発電システムの普及を推進して、日本国内での地熱発電の導入拡大に貢献します。

参考 Nakao et al., GRC Transactions, Vol. 41, p. 794 (2017)





電力流通

将来の需給制御に向けた実システムモデルを開発

● 需給調整市場創設後の低廉かつ安定した需給運用の実現に向けて

負荷周波数制御(LFC)

定常時における電力システムの周波数および連系線の電力潮流を規定値に維持するため、系統周波数や連系線潮流の変化を検出し、発電機の出力を制御すること。

経済負荷配分制御(EDC)

電力需要の変化に応じて、効率の異なる各火力・水力発電機の経済的な出力配分を計算し、発電機出力を制御すること。

メリットオーダー(MO)

ここでは、調整力の運用コスト(kWh単価)を安い順に並べたものを示す。

二次調整力

ここでは、LFCに用いられる、応動時間が5分以内の調整力のことを指す。

地域要求量(AR)

自システム内の電力需要量と電力供給量の差のこと。

三次調整力

ここでは、EDCなどに用いられる、応動時間が15分以内の調整力のことを指す。

背景

現在の我が国における需給調整と周波数制御は、一般送配電事業者が公募により調達した調整力を用いて行っていますが、電力システム改革の下、より効率的かつ経済的な調整力の調達・運用を目的とし、2021年度を目途に需給調整市場の創設が予定されています。需給調整市場の創設により広域的な調整力の調達・運用が行われることで、調整力コストの低減が期待されます。一方で、需給調整市場は安定供給を実現する上で欠かせない需給調整や周波数制御を担う調整力を確保する市場であることから、需給運用の技術課題を考慮した制度設計が必要となります。当所では、将来において低廉かつ安定した需給運用を実現するため、需給調整市場の創設に伴う技術課題の抽出や対策検討に取り組んでいます。

成果の概要

◇実システムを模擬したモデルの開発

実際の電力システムにおける電源の特性や中央給電指令所の制御機能等を模擬した発電計画モデル及び需給制御モデルを開発しました。このモデルを用いたシミュレーションにより、**負荷周波数制御(LFC)**及び**経済負荷配分制御(EDC)**に関して、需給調整市場創設による技術課題及びコスト低減効果を明らかにしました。

◇メリットオーダーによる負荷周波数制御(LFC)の技術課題抽出と運用コスト評価

経済性のみを考慮したメリットオーダー(MO)でLFCを行った場合、**二次調整力**の運用コスト(kWh単価)は現行より低減するものの、**地域要求量(AR)**は増大します。そこで、発電機の出力変化速度も考慮したMOでLFCを行うと、ARを現行と同程度に抑制しつつ、二次調整力の運用コストを低減でき、低廉かつ安定した需給運用が可能であることを定量的に示しました(図1)。

◇広域需給調整による三次調整力の運用コスト評価

**三次調整力**を対象とした2エリア間の広域需給調整シミュレーションより、エリア単体で需給調整を行った場合と比べ、連系線の活用に伴うARの増大はほとんどなく、三次調整力の運用コスト及び発動量は低減される結果が得られました(図2)。

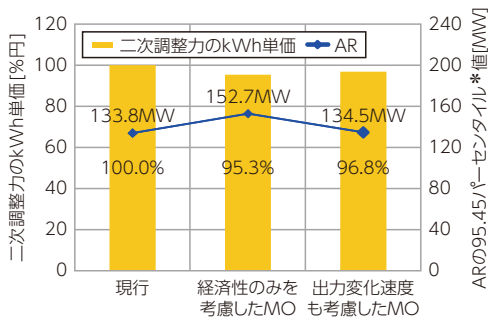


図1 LFCのシミュレーション結果

現行のLFCは出力変化速度比でLFC対象機にARを配分。一方、MOによるLFCはkWh単価の安いLFC対象機から順にARを配分。

\* パーセンタイル：データを小さい順に並べたとき、何パーセント目にあたるかを示す。

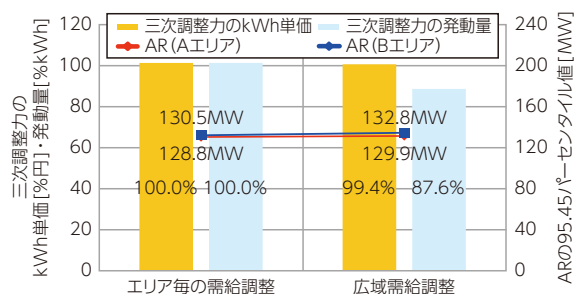


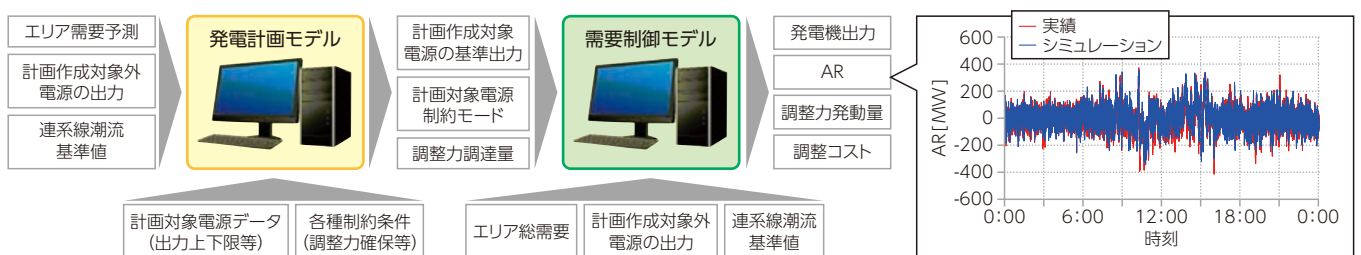
図2 広域需給調整のシミュレーション結果

広域大(Aエリア+Bエリア)で安価な三次調整力を活用することにより、発動する三次調整力のkWh単価を低減。また、各エリアの需給インバランスを広域大で相殺することにより、三次調整力の発動量を低減。



徳光 啓太(とくみつ けいた) / 花井 悠二(はな い ゆうじ)  
システム技術研究所 電力システム領域

低廉かつ安定した需給運用の実現に向けてシミュレーションを活用した支援を行います。



発電計画モデルと需給制御モデルによるシミュレーションの概要

### 成果の活用先・事例

2021年度を目途に創設が予定されている需給調整市場に関して、国や電力広域的運営推進機関等における制度設計に本研究成果を活用することにより、需給調整市場創設後の低廉かつ安定した需給運用が期待されます。

参考 徳光ほか、電力中央研究所 研究報告 R17006 (2018)



電力流通

## 送電鉄塔の保守を支援する画像処理技術とAI手法を開発

● 簡易劣化判定支援ツールにより鉄塔保守の省力化に貢献

### 背景

電力会社では、鉄塔の高経年対策として錆が進行した鉄塔に対し防錆塗装を行っています。膨大な数（一社平均で2.4万基）の鉄塔の中から塗装が必要な鉄塔を選定する必要があるため、塗装の優先順位を効率的に決定する必要があります。しかし、鉄塔鋼材の画像から目視で錆の進行ランクを判定することが多いため、多大な労力を要することに加え、優先順位の判断が個人の主観に依存するといった課題がありました。当所では、鉄塔保守の省力化に向けて、画像処理技術とAI手法を融合することにより、ヘリコプタ等で撮影した空撮画像から鉄塔の劣化ランクを自動的に判定し、塗装の優先順位の決定を支援する技術の開発に取り組みました。

### 成果の概要

#### ◇空撮画像からの鉄塔部分の抽出と劣化ランク判定

錆の進行ランクは鉄塔鋼材の画像から判定しますが、空撮画像の鉄塔鋼材部分以外はノイズになるので不要です。当所では、鉄塔の空撮画像と**3次元構造モデル**の比較により鉄塔部分のみを抽出する、画像処理技術を開発しました（図1）。同時に、抽出した鉄塔画像から、鉄塔の各部位の錆の進行ランクを判定するAI手法を開発しました。これらに基づいた錆の進行ランクの総合的評価により、鉄塔の劣化ランクを判定でき、その判定結果から塗装の優先順位を容易に決定できます。

#### ◇鉄塔の劣化ランク判定のための支援ツールのプロトタイプ

上述の画像処理技術とAI手法に基づき、簡易劣化判定支援ツールのプロトタイプを構築しました。これと実在の2基の鉄塔空撮画像を用い、鉄塔抽出、錆の進行ランク判定、鉄塔の劣化ランク判定の一連の処理が行えることを確認しました。また、2枚の鉄塔抽出写真から20×20画素の部位（約1900枚）を切り取り、それらの錆ランクを5段階で判別した結果、約83%の正答率であることを確認しました。今後、判定精度の実用レベルを調査した上で更に精度を上げ、劣化判定支援ツールを構築します。

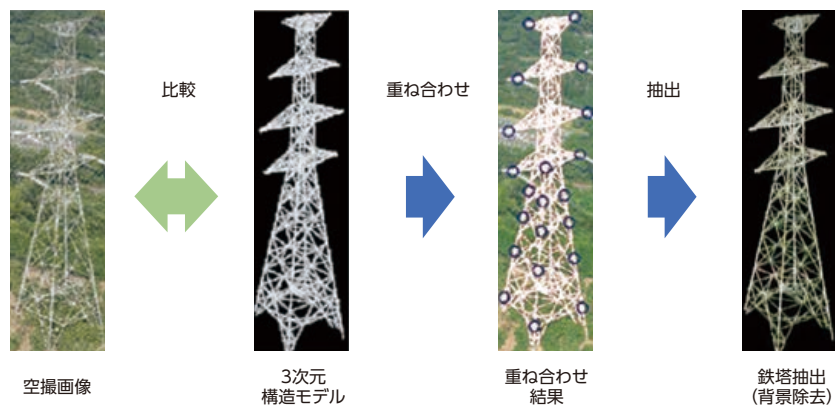


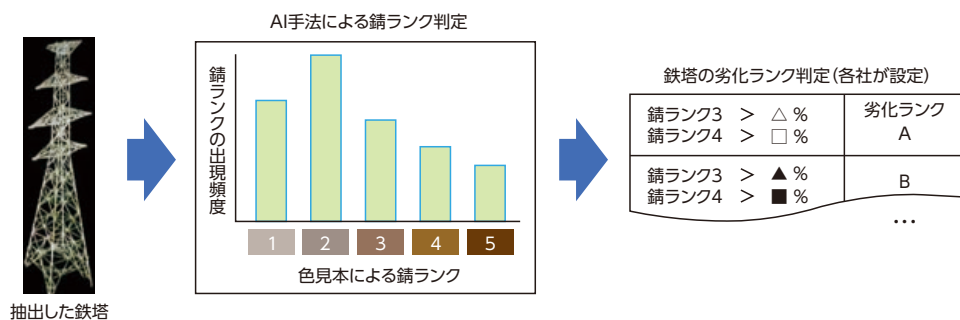
図1 画像処理技術を使った鉄塔画像の抽出

図中の○は、空撮画像と3次元構造モデルの重ね合わせのために指定した箇所

#### 3次元構造モデル

鉄塔の荷重に対する強度を調べる際に使う3次元のスケルトン図（骨組図）。鉄塔の構造図（設計図）から作成。





鉄塔の塗装優先順位を決定するための劣化ランク判定処理

## 成果の活用先・事例

電力会社が行う鉄塔の防錆塗装の必要性判断の作業を大幅に省力化できます。また、これまでは作業員が塗装の優先順位を主観的に決定していましたが、支援ツールによりこれを客観的かつ合理的に決定できるため、防錆塗装の要否判断に関する説明性が向上します。

参考 石野ほか、電力中央研究所 研究報告 C17013 (2018)



電力流通

がいし表面の塩分密度をレーザーにより遠隔計測する技術を開発

● 地上からの遠隔計測により鉄塔保守点検作業の効率化・迅速化に貢献

筆洗い法

蒸留水を含ませた筆などでがいし表面を洗い、その際に回収した水の電気抵抗を測定し、がいし表面の塩分密度を計測する方法。

レーザー誘起ブレークダウン分光法 (LIBS: Laser-Induced Breakdown Spectroscopy)

レーザー光を対象物に集光することでプラズマを発生させ、そのプラズマからの発光を分光することにより、対象物に付着・含有されている元素の種類・密度を計測する技術。

腕金

がいしなどを取り付けるための鋼製の腕木。

塩害汚損区分

がいしの汚損度は、塩分付着密度の大きさに応じて、階級に分けられており、この階級を汚損区分と呼ぶ。送電設備に関しては、海水のしぶきが直接かかる場合を除いて、最大想定塩分付着密度として、汚損区分 A (0.038mg/cm<sup>2</sup>)～D (0.55mg/cm<sup>2</sup>)に区分される。

背景

電力流通設備において絶縁保持に不可欠ながいしは、野外に設置されているため塩分が付着しやすく、塩分密度が高くなると絶縁性能の低下により送電事故が起こる場合があります。したがって、がいし表面の塩分密度計測は、送電事故の発生を未然に防ぐために重要です。現在、塩分密度は筆洗い法等の手作業により計測しています。当所では、作業時間の大幅な短縮を目指し、塩分密度を遠隔で計測できるレーザー誘起ブレークダウン分光法(LIBS)の研究に取り組んでいます。

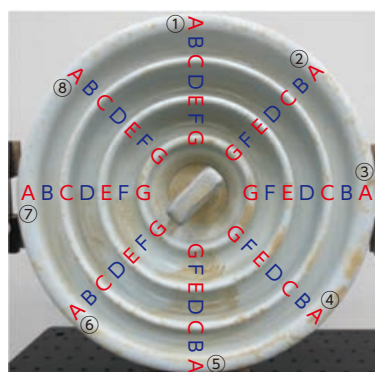
成果の概要

◇ 離隔距離 20 m における塩分密度の計測

送電鉄塔に取付けられたがいしへLIBSを適用するため、66 kV送電鉄塔の標準的な腕金高さに相当する離隔距離20mにおける計測に取り組みました。実験では、人工的に塩分を付着させた平板サンプルにレーザー光を照射し、発光分析により塩分の主成分であるナトリウム(Na)と塩素(Cl)の発光強度と塩分密度の関係を明らかにしました。この関係から、発光強度に基づき塩分密度を求めることができます。従来は、NaのD線と呼ばれる波長の発光強度が主に用いられてきましたが、高い密度までの広い濃度範囲を計測するため、別のNa波長およびCl波長を採用しました。その結果、塩分密度を0.009～0.7 mg/cm<sup>2</sup>まで計測できることを示し、国内送変電設備のほぼ全ての塩害汚損区分への対応が可能となりました。

◇ がいしにおける塩分密度の分布計測

実際のがいしは平板でなく複雑な形状をしており、塩分密度分布も必ずしも均一とは限りません。分布の偏りは局所的な導電路の形成に繋がる可能性もあります。そこで、予備実験としてがいしを対象に定性的な塩分密度の分布計測に取り組みました。サンプルは、塩水に浸した後にひだのある面を下側に乾燥させたため、ひだの山の部分に塩水が集中・乾燥し発光強度が高くなると考えられます。実験では予想通りの結果が得られ、局所的に塩分密度の濃い箇所を識別できる可能性を示しました(図1)。



がいし(磁器製)のひだ面側の計測箇所

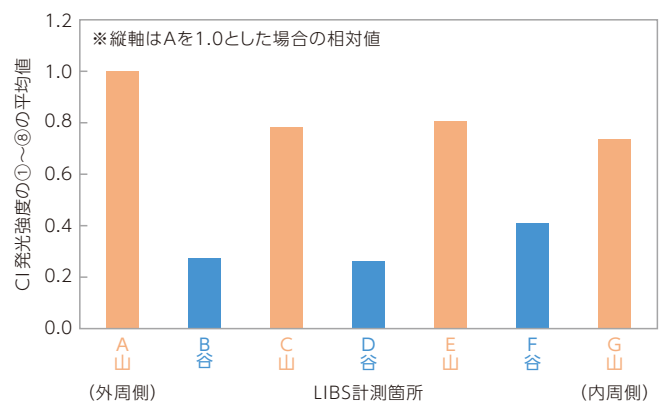


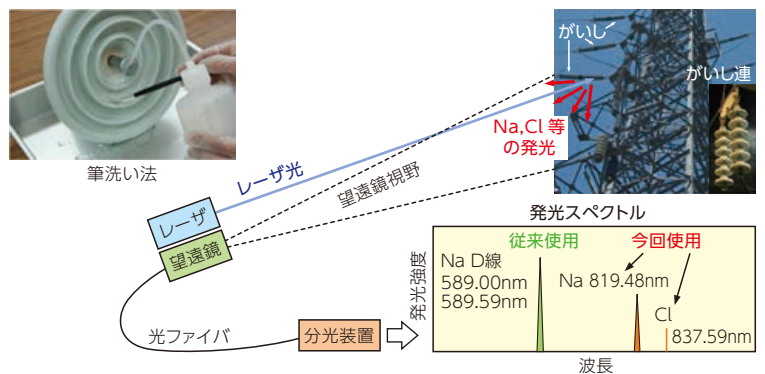
図1 がいしのひだ面側における定性的な塩分密度の分布計測例



レーザーを用いた電力設備の遠隔・非接触診断技術の開発に取り組んでいます。

LIBSによるがいし表面の塩分密度計測概念図

筆洗い法は、主にモニタリング用に設置したがいしを回収した上で分析を行うのに対し、LIBSでは地上から遠隔計測を行うことにより、回収が不要になり、その場で迅速に計測できます。また、活線部に接近することなく課電中のがいしを安全に計測することが可能となります。



成果の活用先・事例

送電鉄塔をはじめとする送変電設備に使用されているがいしの表面に付着した塩分密度を迅速に計測する技術として活用が期待されます。また、LIBSは様々な物質を同時に計測することが可能であるため、火山灰や工場からの排煙など多様な塩類によるがいし汚損の評価への適用も期待されます。

参考 藤井ほか、電力中央研究所 研究報告 H17007 (2018)  
電中研 TOPICS Vol. 25 (2018)





電力流通

## ドローンの電磁環境への耐性を評価する試験法を構築

● 架空送電線等の保守点検におけるドローンの安全な活用に貢献

電磁界イミュニティ

電気機器が電氣的ストレス(電界、磁界など)にさらされた際に耐えうる能力を指す。

商用周波(数)

商用電源の周波数であり、国内では50Hzまたは60Hzとなる。

火花放電

気体放電において大きな音と火花を伴う放電。電力設備からの火花放電は極めて稀であるが、火花放電に伴って発生する放射電磁界は通信で使用する数GHz帯域も含むため、ドローンで使用する無線通信への影響が懸念される。

### 背景

近年、ドローンの産業利用への関心が高まっています。電気事業においても、高所作業を伴う架空送電線の保守点検作業や災害時の危険地域の状況・設備確認などにドローンの活用が期待されています。最近のドローンには、GPS・速度センサといった数多くのセンサ類およびこれらのセンサやモータを制御するための電子回路・無線通信機器が組み込まれており、架空送電線等の電力設備近傍でドローンを運用する場合、電力設備からの電界や磁界がドローンに及ぼす影響を明らかにする必要があります。当所では、ドローンの電磁環境への耐性(電磁界イミュニティ)を評価するための研究に取り組んでいます。

### 成果の概要

#### ◇電磁界イミュニティ評価試験法の構築

電磁界イミュニティを評価する対象電磁界として、商用周波電界・商用周波磁界・火花放電による放射電磁界の3種を抽出し、それぞれの電磁界影響に対する評価手法を考案しました。さらに、当所塩原実験場の高電圧設備等を利用し、国内最大の電圧階級である500kV級の超高压送電までを対象とする評価装置を構築しました(表1)。これにより、ドローンの電磁界イミュニティを定量的に評価することが可能となりました。今後、架空送電線の保守点検への活用支援に向けて、データの蓄積によりドローンのイミュニティレベルを明らかにしていきます。

表1 ドローンの電磁界イミュニティ評価試験法

対象	商用周波電界	商用周波磁界	火花放電による放射電磁界
内容	送電線近傍の状況を再現した電界をばく露	大型コイルにより発生させた磁界をばく露	火花放電に伴って発生する放射電磁界をばく露
手法	1. 課電した電線にドローンを徐々に接近させる 2. ドローンに異常が見られた場所の電界強度を記録する	1. コイル中央部にドローンをホバリングさせ徐々に磁束密度を高くする 2. ドローンに異常が見られた時の磁束密度を記録する	1. 課電した電線の放電ギャップにドローンを徐々に接近させる 2. ドローンに異常が見られた場所の情報(放電の強さなど)を記録する
装置概略図			



宮島 清富(みやじま きよとみ)  
電力技術研究所 雷・電磁環境領域

架空送電線等の電力設備から発生する電磁界がドローンに及ぼす影響を評価します。



#### ドローンの水平磁界イミュニティ評価試験例

コイルを地面に対して垂直に吊るし、コイルに流す電流を変えて磁束密度を変化させます。これにより、コイル中央部にホバリングさせたドローンの水平磁界に対するイミュニティを評価します。

### 成果の活用先・事例

架空送電線を含む電力設備の保守点検に活用できる適切なドローンの選定や運用ルールの方策および今後予想される国等のガイドラインや規定等の再整備に貢献します。

参考 宮島ほか、電力中央研究所 研究報告 H17010 (2018)



電力流通

地中送電設備のケーブル波乗り現象を解明

● 増加する経年地中送電設備の健全性診断や保全基準の最適化に貢献

波乗り現象

道路下に埋設された管路内の送電ケーブルが、道路上の車両通過に伴って、主に車両進行方向に移動する現象。

背景

地中の送電ケーブルに波乗り現象が生じると、ケーブルが主に車両進行方向に偏るために(図1)、ケーブルの座屈やケーブル接続部の絶縁性能の低下などの影響が懸念され、その対策が必要になります。これまでに、波乗り現象の予測評価法や対策法は複数提案されていますが、適用範囲が限られる経験式であったり、メカニズムが不明なまま強制的に移動を抑制する対策であるために効果が出にくい場合がある等の課題があり、波乗り現象のメカニズムに基づいた、汎用性の高い評価方法やより効果的な対策法が望まれています。

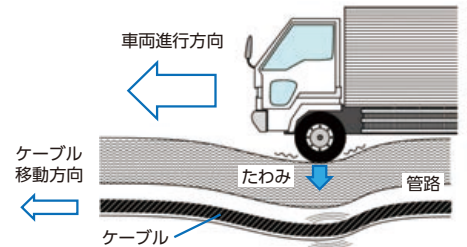


図1 ケーブル波乗り現象の概念図

成果の概要

◇波乗り現象の室内小型再現模型実験装置を開発

送電ケーブルの波乗り現象を再現する、実物の約1/10縮尺の屋内小型模型実験装置を開発しました(図2)。この装置では、道路下に管路を模擬した塩ビパイプが埋設されており、上載圧を制御しつつ道路上の模擬タイヤを走行させると、塩ビパイプ内を模擬ケーブルが移動します。交通環境(交通量、車両重量・速度など)や地盤条件など、様々な敷設環境を反映することができます。

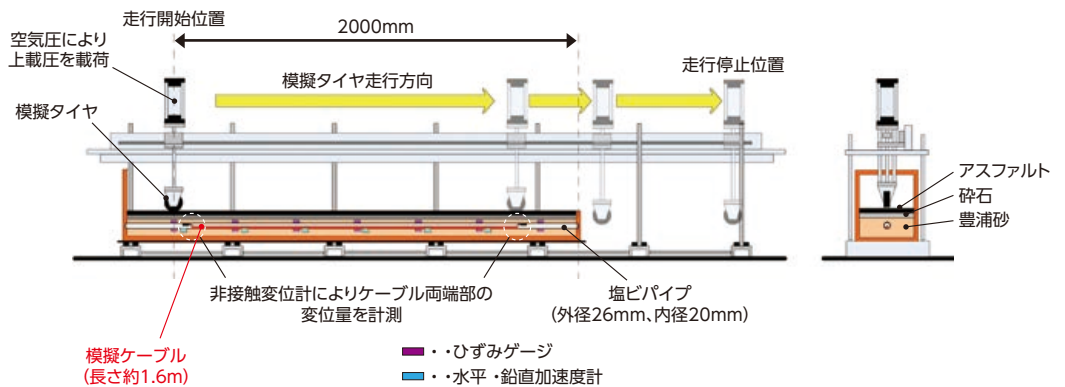


図2 開発した室内小型模型実験装置(約1/10スケール)

◇波乗り現象評価モデルを開発

波乗り現象に関する要因を網羅的に取り入れた評価モデルを開発しました。また、評価モデルを用いた感度分析により、管路とケーブルの摩擦と管路の水平・鉛直方向の振動が、波乗り現象の主要な要因であることを示しました。この結果から、ケーブル周囲への高摩擦材料の部分的な取り付けや防振ゴムの利用などがより効果的な対策法として有望であることが明らかになりました。





吉田 泰基(よしだ たいき) / 中村 邦彦(なかむら くにひこ)  
地球工学研究所 地震工学領域

ケーブル波乗り実験設備 様々な敷設環境の地中ケーブルの波乗り現象を再現できます。



屋内小型模型実験装置における  
道路上を走行する模擬タイヤ

## 成果の活用先・事例

提案した評価モデルを用いて、設計時の波乗り軽減対策の可否を簡易に判断可能となります。また、波乗り現象が生じた既設ケーブルに対し、敷設環境やケーブル物性値を個別に適用することで、より適切な対策法を選択可能となります。これらにより、従来の事後対策に比べ、実況に応じた対策を事前に検討できることから、より合理的な投資計画を立てることができます。

参考 吉田ほか、電力中央研究所 研究報告 N17014 (2018)  
中村ほか、電力中央研究所 研究報告 N16014 (2017)



電力流通

系統制御システムと変電所監視制御システムを対象としたセキュリティ検証環境を構築

● 系統制御システムをターゲットとしたサイバー攻撃への対応能力向上に貢献

IEC 61850

スマートグリッドにおける国際標準規格である。本来、変電所内における高性能電子装置(IED)間の情報交換の標準化を目的として規定された。

インシデント

一般的には出来事、事象、事故を意味する。情報セキュリティ分野ではコンピュータやネットワークのセキュリティを脅かす事象を意味する。

高性能電子装置 (IED: Intelligent Electronic Device)

保護、制御、計測機能を有し、プログラマブルなことから、様々なニーズに柔軟に対応可能な汎用型の装置。

ステーションバス

異ベンダのIEDを相互接続するため、IP伝送を適用した変電所構内向けネットワーク。主に操作指令、電流・電圧実効値、状態表示信号等がやり取りされる。

背景

近年、国外では国際標準IEC 61850を用いた電力系統制御システムに対してサイバー攻撃が加えられ、大規模な停電を引き起こす事例が発生しています。国内においても、低コスト化と異なるベンダ間の相互接続性の確保のため、IEC 61850に対応した監視制御装置の開発が進んでいます。国外の事例と同種のサイバー攻撃の実現可能性やセキュリティ対策の有効性を実証し、制御システムに関係する要員のインシデント対応訓練を実施するためにも、低コストかつ必要な機能を有したセキュリティ検証環境の構築が求められています。

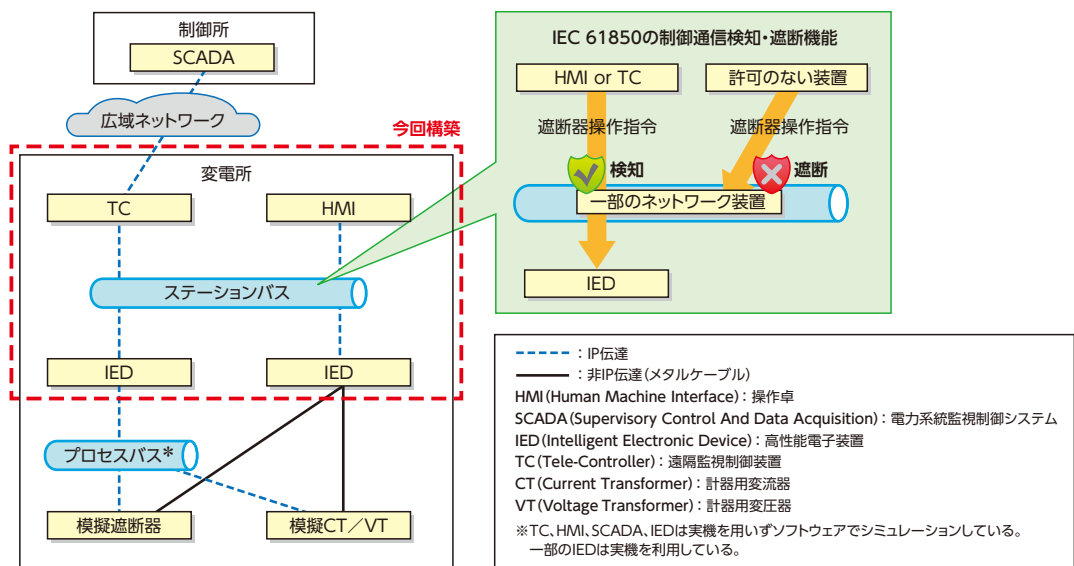
成果の概要

◇セキュリティ検証環境の構築

変電所内の高性能電子装置(IED)、操作卓(HMI)、遠隔監視制御装置(TC)及びそれらが互いに通信を行うためのステーションバスから構成され、IEC 61850に規定された制御ロジックや通信が再現可能なセキュリティ検証環境を構築しました。

◇IEC 61850規格の通信を検知・遮断する機能の実装

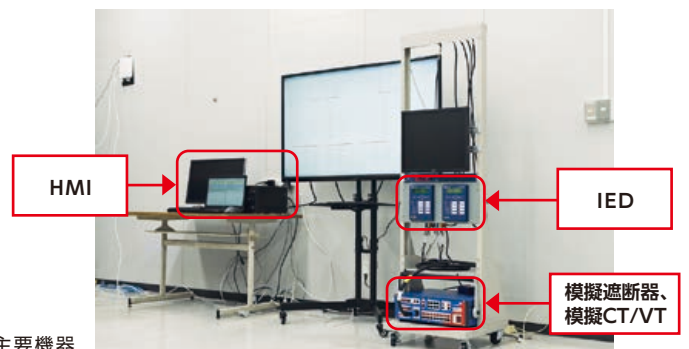
ステーションバスにIEC 61850規格の通信を検知・遮断する機能を実装しました。本機能により、IEDやHMIを改造することなく、サイバー攻撃による通信遮断等を模擬し、そのときの通信をモニタすることができます。また、本機能は、許可のない端末からの通信を検知・遮断することが可能なことから、セキュリティ対策としても活用できます。





上田 紀行(うえだ のりゆき)  
システム技術研究所 通信システム領域

セキュリティ検証環境でサイバー攻撃が電力系統制御システムに与える影響やセキュリティ対策の有効性を検証します。



セキュリティ検証環境の主要機器

## 成果の活用先・事例

本検証環境は、一般のネットワークからは独立しているため、既知のサイバー攻撃に加え、想定しうるシナリオを用いたサイバー攻撃を実施することが可能であり、サイバー攻撃が電力系統制御システムに与える影響やセキュリティ対策の有効性を検証することができます。また、様々なシナリオによる実践的なセキュリティ演習を実施することで、インシデント対応能力の向上に貢献します。

参考 上田、平成29年電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集 GS5-3 (2017)  
嶋田、平成27年電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集 TC10-6 (2015)





需要家サービス

業務用電力契約

電気料金の基本料金が契約電力(30分デマンドの直近12ヶ月の最大値)に比例する電力契約メニュー。主に、高圧(6,000V)で受電する業務用ビルや商業施設が契約対象となる。

30分デマンド

30分間の平均使用電力(30分に一回計測)。1ヶ月のうち最も大きい30分デマンド値がその月の最大需要電力となる。

一次回帰

統計学において、予測や推定する変数(目的変数)とそれを表す変数(説明変数)との関係にモデル(関数式)を当てはめる操作を回帰分析と言い、関数式に一次関数を用いたのが一次回帰。電力需要予測の場合、目的変数が電力需要、説明変数が入力データとなる。

回帰係数

回帰式の係数のこと。一次回帰式ならば、関数の傾きである。一般的な方法では、複数の過去データに対する誤差の合計を最小にして求める。

最大需要電力アラートサービスにAI手法を活用

● 事業所の需要電力の予測で最大需要の抑制を支援

背景

企業や公共団体などの事業所では**業務用電力契約**で受電することが多いですが、同契約では直近12ヶ月の最大需要電力(30分デマンドの過去最大値)を契約電力とするため、30分デマンドが過大とならないことが需要家にとっての経済メリットになります。当所では、AI手法を活用して30分デマンドを予測する手法を開発し、予測値が警戒水準を超える場合にアラートメールで報せるサービスの構築に取り組みました。

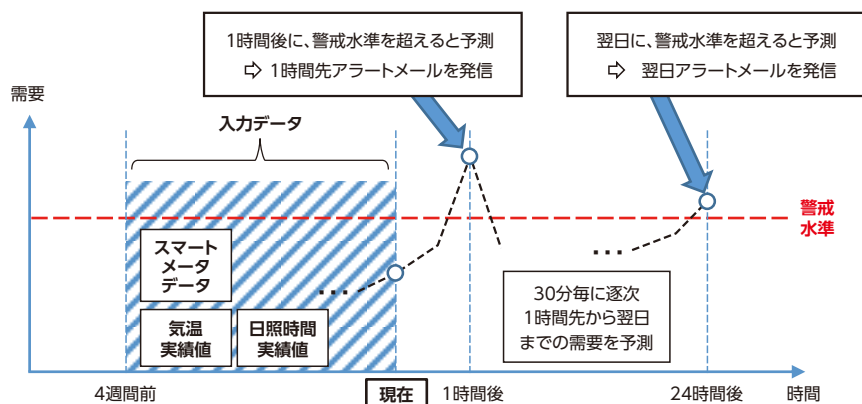
成果の概要

◇30分デマンドの予測手法の開発

事業所に既に設置済みのスマートメータの情報と気象庁の気象データから、1時間から24時間先までの30分デマンドを予測します。予測に使う式は入力データと電力需要との関係が分かり易い**一次回帰**により求めますが、当所では、その**回帰係数**をAI手法で求める方式を開発しました。これにより過去データが少ないながらも特に重要な最大需要電力について、大きな予測外れを回避するようにしました。

◇警戒水準超過のアラートサービス

30分デマンドの予測を活用した、ユーザの利便を図るサービスを検討しました。具体的には、予測値が警戒水準を超える場合にメールでユーザに報せるアラートサービスのシステムを考案しました。本システムでは、警戒水準超過の見逃しの少なさを重視するか、誤報の少なさを重視するかをユーザが自由に選択できます。また、予測値を一点の値で報せる点アラートにするか、幅を持たせて報せる幅アラートにするかもユーザが選択できます。実際の事業所のデータを用いて予測を行ったところ、警戒水準超過を見逃さずに正しく判定できた正答率は、1時間先の点アラートで74.8%、翌日(発生時刻の正誤は考慮しない)の幅アラートで96.7%でした。



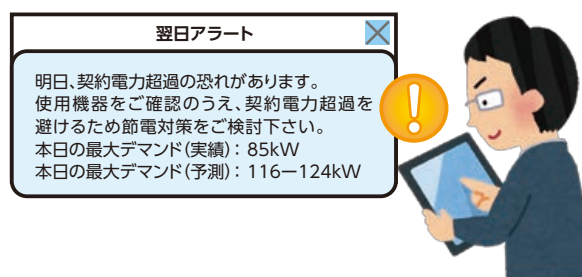
アラートサービスシステムの利用形態イメージ



小松 秀徳(こまつ ひでのり)  
エネルギーイノベーション創発センター  
デジタルトランスフォーメーションユニット

木村 宰(きむら おさむ)  
社会経済研究所 エネルギーシステム分析領域

AI手法を活用してユーザにおける省エネ活動を支援します。



アラートメールのイメージ

## 成果の活用先・事例

当所既開発の中小事業所向け省エネアドバイスレポートサービスと本アラートサービスを組合せ、ユーザにおけるエネルギー利用時の省エネ・省コストに向けた活動を支援します。

参考 小松ほか、電力中央研究所 研究報告 C17007 (2018)  
小松ほか、電力中央研究所 研究報告 Y15004 (2016)



環境

## IH調理器が発する磁界の生体への影響を解明

### ● IH調理器の磁界に関する健康リスクの理解向上に向けて

中間周波帯

低周波領域(300 Hz以下)と高周波領域(10MHz以上)に挟まれた周波数帯。

#### 背景

近年、IH調理器やワイヤレス給電装置などの**中間周波帯**の磁界を利用した電気利用機器の普及が進んでいます。これらの機器を安心して利用する上で、磁界の生体影響を科学的に解明し、ヒトに対する健康リスクを評価する必要があります。これまでに世界中で実施された研究では、磁界の生体影響については十分な生物学的知見が集積されていないのが現状です。当所では、IH調理器から発せられる磁界(IH磁界)の健康リスクを評価するために細胞や実験動物を用いた磁界ばく露試験を実施し、生殖発生への影響など健康リスクに関する様々な評価試験を行ってIH磁界の悪影響がないことを明らかにしてきました。さらに、これまで未解明であったIH磁界の発がんへの影響について解明を進めています。

#### 成果の概要

##### ◇IH磁界の基本周波数における強い磁界のばく露実験

IH磁界の発がんへの影響を調べるため、ヒトのがん遺伝子を組み込んだ、がんになり易い試験用のマウスを雌雄それぞれ50匹用意し、そのうちの半数を磁界ばく露しない対照群とし、もう半分には当所が保有する世界最大規模の動物用磁界ばく露設備を用いて、IH調理器の基本周波数(20 kHz)の磁界をばく露しました。磁界強度は、国際的なばく露ガイドラインが定める $27\mu\text{T}$ より一桁高い $200\mu\text{T}$ とし、ばく露期間は、本試験用マウスを用いた安全性試験の国際ガイドラインに沿って、がんの自然発症が始まる6ヶ月間としました。実験後にマウスの器官や組織における腫瘍の発生を病理組織学的に検査した結果、磁界をばく露しなかった対照群のマウスと比較して、磁界をばく露したマウスでは器官や組織毎の腫瘍発生頻度について統計的に有意な増加は見られず、本実験条件下では、ばく露した磁界に発がん性がないという結果が得られました(表1)。

##### ◇国際的なガイドラインに沿った厳正な実験方法による結果の再現性を確認

一連の動物・細胞試験は、医薬品などの安全性試験に適用される国際ガイドラインに沿って実施しました。また動物試験では優良試験所規範の認定機関と連携し、磁界ばく露条件を伏せた**盲検法**で検査を行い結果の信頼性を確保するとともに、同じ試験を繰り返して実施することで、結果の再現性を確認しました。

表1 健康リスク評価に直結する主要4評価試験とその結果

評価項目(試験動物等:測定項目)	試験結果
<b>生殖発生毒性</b> 着床前期(ラット:不妊、流産) 器官形成期(ラット:胎児の奇形、低体重)	影響なし
<b>一般毒性</b> 急性毒性(ラット:体重、血液) 亜慢性毒性(ラット:器官、病理組織)	影響なし
<b>遺伝毒性</b> 変異原性、染色体異常(細胞、微生物)	影響なし
<b>発がん性(本研究)</b> 腫瘍発生(遺伝子改変マウス)	影響なし

当所の研究により、重要なリスク指標について高い信頼性を確保した試験結果が積み重ねられて来ています。

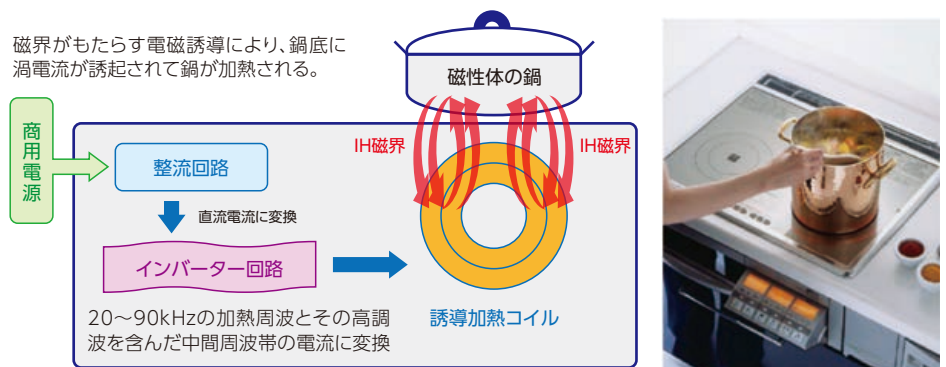
盲検法

データ解析者に、実験条件を伏せて解析させることで、データ解析の客観性を担保する方法。





実験動物用磁界ばく露設備 マウスなどの実験動物に高い強度のIH磁界を長期間ばく露し、磁界の生体影響を評価する装置です。



IH調理器からの中間周波磁界 (IH磁界) 発生のおくみ

### 成果の活用先・事例

得られた成果は、国際誌への発表を通して世界保健機関の健康リスク評価書などに集約され、各国の規格や規制値に反映されます。国内においては、公正中立な情報発信を行う電磁界情報センターのホームページなどに掲載され、IH調理器やEV用非接触給電装置等の健康リスクに関する理解向上に役立てられます。

参考 Nishimura et al., J. Appl. Toxicol., Vol. 36, p. 199 (2016)



環境

## 汎用的な3次元温排水拡散モデルを開発

● 迅速な拡散予測手法の提供により環境アセスメントの効率化に貢献

### 環境アセスメント

大規模な開発事業等による環境への影響を、事前に調査、予測、評価をする手続き。

### 背景

発電所の新設やリプレース(建て替え)の際に行う**環境アセスメント**では、原子力発電所や火力発電所などにおいて、冷却のために使われ放水される温排水が海域に及ぼす影響について評価を実施することになっています。温排水の拡散を予測する手法については、状況に応じて、水理模型実験や数値シミュレーションが使い分けられてきましたが、近年の発電所立地条件の複雑化に伴い、隣接する既設の発電所の影響や、近くを流れる河川水の影響も考慮に入れた評価が求められるようになってきました。また、環境アセスメントに要する期間、コスト削減のため、予測・評価の更なる迅速化が望まれています。当所では、冷却水の取放水方式の違いや立地条件などによらず、温排水の拡散予測や再循環評価に適用可能な汎用的数値モデルの開発に取り組んでいます。

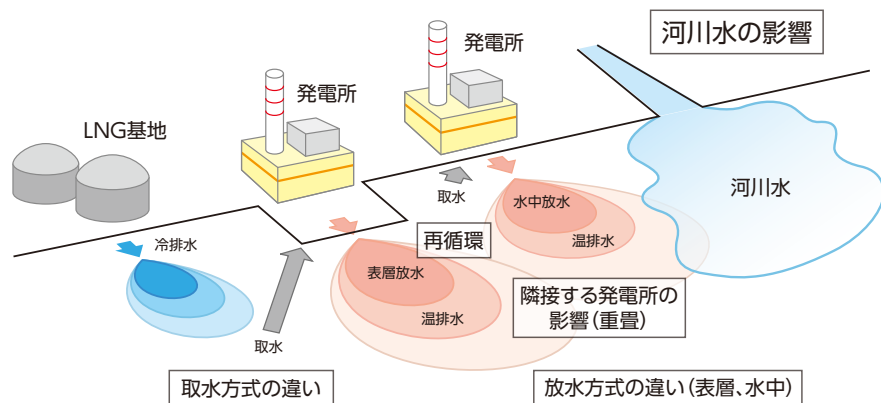
### 成果の概要

#### ◇様々な条件での温・冷排水の拡散予測を可能とする汎用3次元モデルを開発

取水塔やカーテンウォールなどの様々な取水方式および表層と水中の両放水方式に対応した汎用3次元モデルを開発しました。本モデルでは、従来の平面2次元モデルでは不可能であった隣接する発電所の影響(重畳)や温排水の再循環(取水への混入)についても予測が可能です。また、温排水のみならず冷排水の拡散予測も可能であることから、冷排水の放出を伴うLNG基地の環境アセスメントにも利用できます。

#### ◇模型実験に代わる迅速な予測手法を提供

汎用3次元モデルにより得られる温排水の拡散予測結果について、従来の水理模型実験と同等の精度を有していることを確認しました。これにより、水理模型実験と数値シミュレーションの併用が必要であった複雑な地形に対する拡散予測を迅速に行うことが可能となりました。また、従来、模型実験に頼らざるを得なかった、取放水設備の設計段階における仕様検討にも活用することができます。



汎用3次元モデルの予測対象



仲敷 憲和(なかしき のりかず)  
環境科学研究所 水域環境領域

ハイパフォーマンスコンピュータ 3次元温排水拡散モデルによる計算に活用しています。

予測対象	汎用3次元モデル	平面2次元モデル	水理模型実験
温排水 (表層放水)	○	○	×
温排水 (水中放水)	○	×	○
再循環	○	×	○
冷排水	○	×	○
隣接発電所の影響	○	×	×

汎用3次元モデルと従来の平面2次元モデルおよび水理模型実験の比較  
(○:適用可能 ×:適用不可)

### 成果の活用先・事例

水理模型実験を代替する手法として、これまで数値シミュレーションによる予測が困難であった地点への適用を図り、環境アセスメントや設備設計などの期間短縮と費用削減に貢献します。

参考 坪野ほか、土木学会論文集B1(水工学)Vol. 74, I\_775 (2018)  
新井田ほか、土木学会論文集B1(水工学)Vol. 73, I\_583 (2017)





事業経営

**長期エネルギー需給見通し**  
エネルギー基本計画を踏まえ、施策を講じた際に実現されるであろう将来のエネルギー需給構造の見通しを記した文書。

**実質設備投資額**  
物価の上昇、下落分を除いた設備投資額。

**代理指標**  
対象とする指標を直接調べるのが困難な場合に代替として用いる別の指標。

## エネルギー政策における原子力発電の役割を定量的に分析

● 将来の原子力発電比率が国民経済に与える影響の理解に寄与

### 背景

経済産業省が2015年7月に発表した**長期エネルギー需給見通し**では、2030年時点での電源構成に占める原子力発電の比率を20~22%程度としています。この割合を達成するためには原子力発電の維持・活用が重要ですが、原子力発電所の再稼働が遅れること等で目標の達成が困難となる状況が考えられます。当所では、原子力発電の電源構成比が目標を下回る場合にどのような影響が生じるかを評価しました。

### 成果の概要

#### ◇GDPや産業に及ぼす影響の分析

2030年の原子力発電比率を15%と仮定し、長期エネルギー需給見通しが示す22%から不足する7%分の電力量をLNG火力や再生可能エネルギーで補填した場合を想定し、当所開発の試算モデルを用いて将来の経済状況を分析しました。その結果、2030年の実質GDPは、不足分をLNG火力で補填した場合には約2.5兆円減少し、再生可能エネルギーで補填した場合には約2.7兆円減少すると試算されました(図1)。また、**実質設備投資額**の2030年までの累積的な減少は、LNG火力で補填した場合には全産業で2.3兆円、そのうち製造業が1.7兆円、再生可能エネルギーで補填した場合には全産業で2.5兆円、そのうち製造業が1.9兆円と、製造業でより大きな影響が現れることがわかりました(図2)。

#### ◇家計所得へ及ぼす影響の分析

所得の**代理指標**である一人当たりGDPIについて、2030年時点の予測をした結果、不足分をLNG火力で補填した場合には約2.1万円、再生可能エネルギーで補填した場合には約2.3万円減少すると見込まれました。

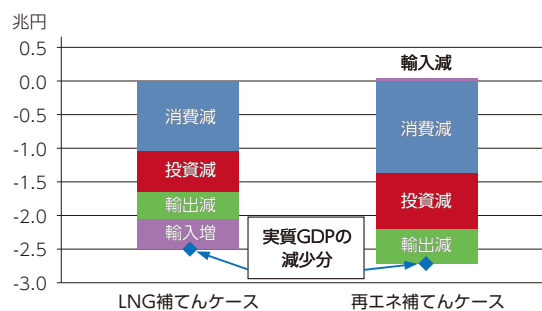


図1 原子力発電比率が目標を下回った際の実質GDPの減少とその内訳(2030年時点)

GDP減少の要因は、①化石燃料輸入の増加に伴う「輸入増」、②物価上昇に伴う実質所得の減少をもたらす「消費減」、③物価上昇を通じた国際競争力低下に伴う「輸出減」および「投資減」による。

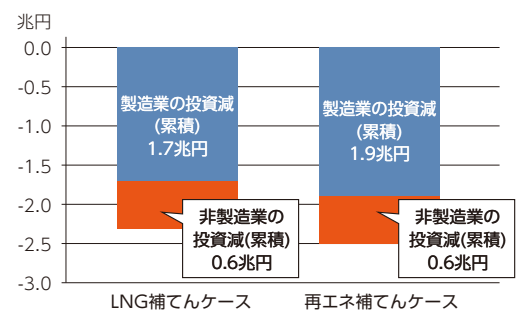


図2 原子力発電比率が目標を下回った際の実質設備投資額の累積的減少とその内訳(2030年時点)

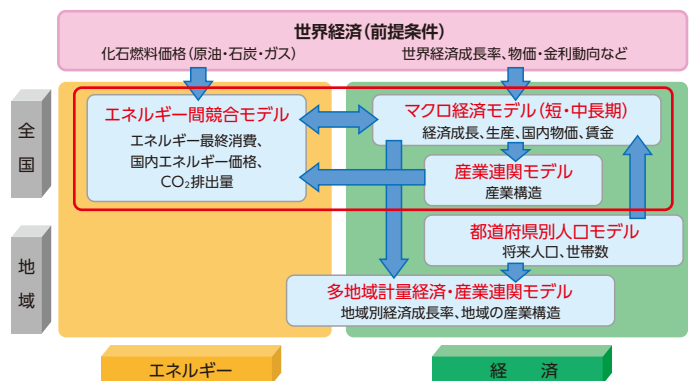


浜潟 純大 (はまがた すみお)  
社会経済研究所 事業制度・経済分析領域

エネルギー・環境政策の諸施策が我が国の経済に果たす役割について定量的に分析した結果を発信していきます。

当所が保有するモデル群の構造

左側のエネルギー間競争モデルと右側のマクロ経済モデル・産業連関モデルの間で共通する変数をやり取りすることにより、経済・産業構造・エネルギー間で整合的な試算結果を得ることができる。産業別の経済影響を示すことが可能となっていることも特徴の一つである。なお、赤枠内が今回の試算で利用したモデル群である。



成果の活用先・事例

本成果は、(一社)日本経済団体連合会が2017年11月に発表した「今後のエネルギー政策に関する提言」の中で取り上げられるなど、メディアを通して原子力発電の役割についての理解を深めるために活用されています。

参考 浜潟ほか、電力中央研究所 研究資料 Y17502 (2017)  
浜潟ほか、電力中央研究所 研究報告 Y12033 (2013)



## スマートコミュニティの運用特性を解析するツールを開発

● PV・蓄電池・デマンドレスポンスと電力品質との関係の見える化に貢献

### 共通・分野横断

#### スマートコミュニティ

一定規模の地域社会の中で、次世代送配電網(スマートグリッド)を基盤とし、ICTやIoTを活用したエネルギーマネジメントシステムを通じて需要側エネルギー資源(再生可能エネルギー、コージェネレーション、蓄電池、デマンドレスポンス等)を制御し、地域の中でエネルギー利活用を総合管理するとともに新たな社会サービスを提供する社会システム。

#### アグリゲータ

複数の需要家の電力需要や、需要側エネルギー資源を束ね、一定規模の需要または供給力とすることにより、エネルギーマネジメントの効果的運用に協力する仲介業者。

#### VPP

各地に分散している需要側エネルギー資源をあたかも一つの発電所のように機能させる仕組みのこと。大規模発電所のように電力の需給調整に貢献する。

#### ダックカーブ化

実質電力需要(実際の電力需要から太陽光発電の発電量を差引いた正味の電力需要)が日中に大きく下がり、夕方に急増すること。電力需要の日間カーブの形状がアヒルの形(日中がお腹、夕方が首)に見える。

### 背景

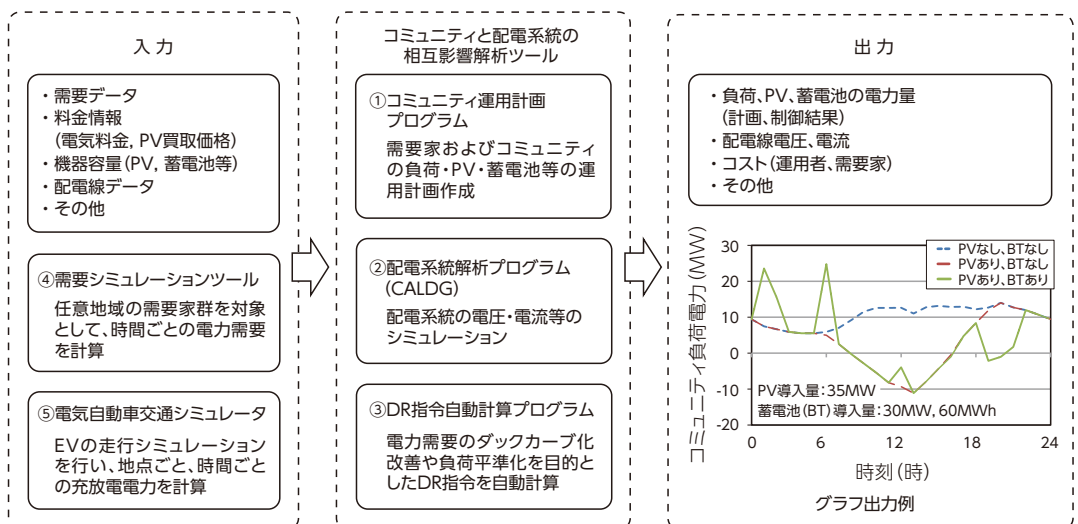
スマートコミュニティ(以下、コミュニティ)の実現には、需要家がエネルギーの生産・利用の効率化に積極的に関与することが不可欠です。コミュニティ内では、需要側エネルギー資源を活用する様々な小売事業者やアグリゲータが出現し、VPP技術が日常的に使われます。このようなコミュニティで経済性のみを重視した自律運用(コスト最小化等)が行われると、配電系統では需要変動が更に増大するため、電圧変動も増大するなどの電力品質の劣化や、送電線に過大な潮流が生じるなどの問題が懸念されます。当所では、送配電系統の運用や設備形成の合理化と、経済的なコミュニティ運用の両立に向け、コミュニティと配電系統との相互影響を解析するツールの開発に取り組みました。

### 成果の概要

#### ◇コミュニティと配電系統の相互影響解析ツールの開発

当所既開発の①コミュニティ運用計画プログラムと②配電系統解析プログラムを連携させることにより、相互影響を解析するツールを構築しました。これにより、コミュニティの自律運用が配電系統の電力品質に与える影響と、逆に配電系統の電力品質に係わる制約がコミュニティの運用特性に与える影響を簡便に解析できるようになりました。本ツールは、③電力需要カーブのダックカーブ化改善や負荷平準化などを目的としたデマンドレスポンス(DR)を模擬する機能も有し、DRの影響も解析できます。

また、解析にはコミュニティ内の需要データが必要なため、当所既開発の④需要シミュレーションツールや⑤電気自動車交通シミュレータで作成した任意の地域における電力需要データを解析に利用する機能を付加し、実用性の高いツールとしました。



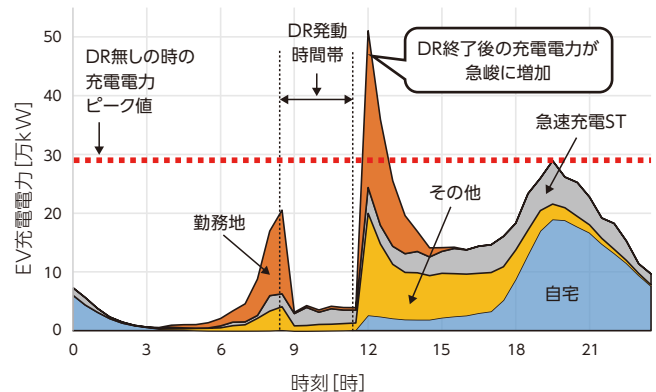
コミュニティと配電系統の相互影響解析ツールの概要





#### 開発ツールによる解析例

電気自動車 (EV) の充電を抑制するDR指令が9:00に発動し、12:00に終了したケースを解析した例。勤務地や自宅等の各駐車場に駐車中のEVは全て充電器に接続されていると仮定している。9:00以降で充電電力量が一旦減るが、DR終了の12:00に充電電力量が急増しDR指令が無い場合のピーク値を超えた。



### 成果の活用先・事例

コミュニティを含む配電系統において、送配電事業者が行う電圧制御機器の設置箇所判断や設備のスリム化といった設備形成の適正化に寄与します。また、コミュニティ運用者が作成する運用計画の最適化や、送配電事業者の配電系統運用時における電圧・潮流管理業務の低コスト化・合理化にも貢献します。

参考 八太ほか、電力中央研究所 研究報告 C17010 (2018)



## リチウムイオン電池の長寿命化に向けた評価技術を開発

● 性能評価を通して用途に適した二次電池の長期運用に貢献

共通・分野横断

### リチウムイオン電池 (LiB)

正極と負極の間をリチウムイオンが移動することで充電や放電を行う二次電池。電極材料にはさまざまなものが使われるが、正極に炭素(グラファイト)、負極にコバルト酸リチウムを用いることが多い。正極板と負極板をセパレータで挟み何層も積み重ね、全体を有機溶媒の電解質で満たした構造になっている。

### 背景

地球温暖化対策として、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーの導入が拡大しています。これらのエネルギーを有効に利用するために電力系統への連系が進む中、電力系統の不安定化が懸念されており、系統安定化の手段の一つとしてリチウムイオン電池(LiB)の活用が期待されています。また、運輸部門の低炭素化として電気自動車(EV)の導入拡大が検討されており、二次電池の需要は今後高まっていくと予想されます。当所では、定置用蓄電池の大型化やEV用の移動対応型にも利用可能な全固体電池の研究開発に取り組みとともに、リチウムイオン電池の長寿命化に向けた評価技術開発を進めています。

### 成果の概要

#### ◇より安全性の高い全固体電池を開発

LiBには、可燃性の有機溶媒が使われているため、発火事故などのリスクが懸念されています。そこで、将来期待される大規模な蓄電システムを安全に運用するために、燃え難い材料からなる全固体電池の開発を行っています。既存のLiBと同じ正極・負極材料に適合する高分子固体電解質の最適設計により、既存のLiBと同等以上の寿命特性を有する電池の開発に成功しました。更に、安全性(発火抑制等)向上を目指し、電池の構成材料を全て無機物にする新たな電池設計にも取り組んでいます。

#### ◇電極材料に則した各種LiBの分析評価

定置用として普及している主なLiBを対象に、電池を構成する正極、負極それぞれに対して元素成分や結晶構造を明らかにするとともに、半電池(正極または負極単独)の充放電試験を実施し、電極材料と充放電特性の関係を明らかにしました。この結果に基づいて、任意の正極、負極を組み合わせたLiBの寿命特性を把握する手法を開発しました(図1)。

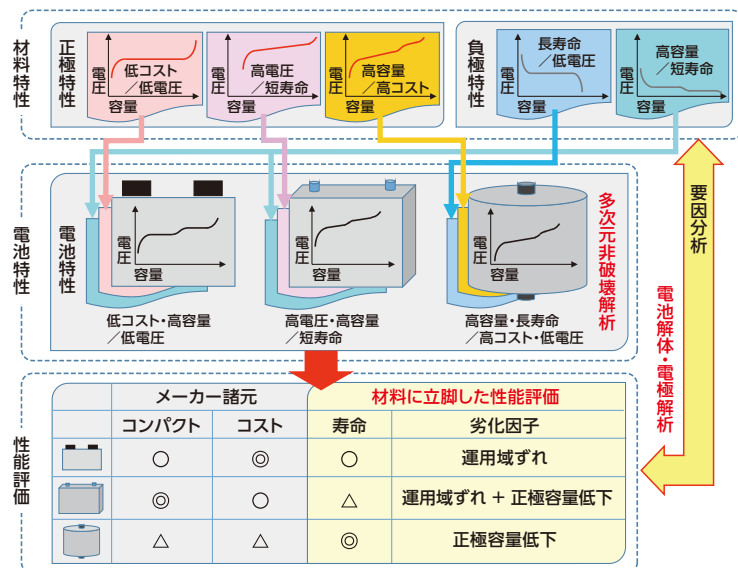
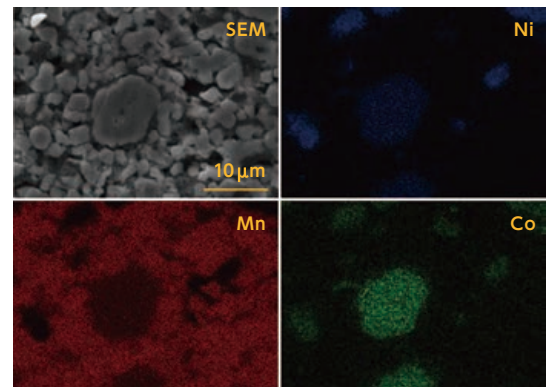


図1 各種電極材料の組み合わせによる電池劣化特性把握



小林 陽 (こばやし よう)  
材料科学研究所 電気化学領域

次世代二次電池の開発を進めるとともに各種リチウムイオン電池材料の劣化要因や電池寿命推定等の評価技術の向上に取り組んでいます。



電子顕微鏡を用いたLiB内正極材の表面分析例

## 成果の活用先・事例

各種LiBの評価技術を活用することにより、用途に応じたLiBを適切に選択することができ、運転条件や運用に適した電池の選定が可能となります。また、将来の再生可能エネルギー導入拡大に対応する定置用大規模蓄電の実現を目指し、より安全な次世代電池の開発を進めていきます。

参考 小林ほか、電力中央研究所 研究報告 Q16001 (2017)  
山崎ほか、電力中央研究所 研究報告 Q16010 (2017)  
Kobayashi et al., J. Power Sources, Vol. 341, p. 257 (2017)



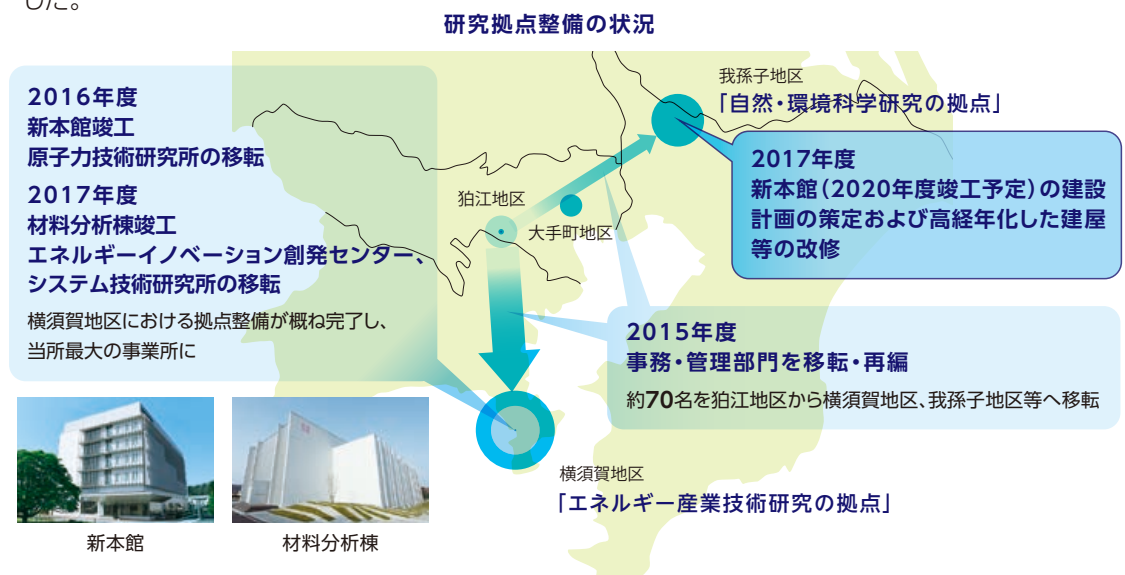
### 3. 組織運営

事業基盤の強靱化を目指し、研究力の強化や固定的管理経費の削減に向けた研究拠点整備を着実に推進するとともに、要員削減によりスリム化した組織体格のもと、業務の合理化・高度化、コスト抑制に継続して取り組みました。

#### ■ 研究拠点整備

異分野連携を通じたイノベーションの創発などを主眼とする研究環境の整備と、2拠点への研究資源の集約による固定的管理経費削減のため、狛江地区一部用地の売却等により原資を確保し、「エネルギー産業技術研究の拠点」を目指す横須賀地区と、「自然・環境科学研究の拠点」を目指す我孫子地区の研究拠点整備を進めました。

- ・横須賀地区については、放射性同位元素および核燃料物質等の取り扱いが可能な材料分析棟の竣工（2017年5月）および狛江地区からの研究員・設備の移転により、拠点整備が概ね完了しました。
- ・我孫子地区については、敷地内に分散している研究員等の居室の集約による自然・環境科学分野における知的融合の促進等を目的とした新本館（2020年度竣工予定）の建設計画を策定するとともに、高経年化した建屋等の改修に取り組みました。
- ・狛江地区については、2拠点への移転により縮小した事業の規模のもと、合理的な地区運営に努めました。



#### ■ 業務の合理化・高度化、コスト抑制

経営環境の変化に柔軟に対応できる組織運営の定着・強化に向けて、業務の合理化・高度化、コスト抑制に取り組みました。

- ・迅速かつ的確な意思決定の基盤となる経営情報の収集・分析プロセスの確立と、業務プロセスの再構築による労働生産性の向上を目的とした新たな基幹業務システムについて、2018年度中の運用開始を目指して設計作業を進めました。
- ・給与計算および社会保険等に係わる業務についてアウトソーシングを開始するなど業務の合理化に取り組み、バックオフィス業務に要するマンパワーを削減し、捻出した要員をもって研究支援機能を強化しました。
- ・調達コストの削減に向けて、仕様の精査等に取り組むとともに、設備購入・保守一体発注やリバースオークションなど案件特性に応じた調達方法により、競争見積を推進しました。この結果、調達契約における購買・工事の契約金額ベースの競争見積比率は68.8%となりました。なお、当所の経常費用に占める管理費の割合は6%以下となっています。

## ■ 人材の確保・育成・活用

将来にわたって電気事業を支え、当所の継続的な発展を担う人材の確保・育成に積極的に取り組みました。特に、研究系職員については、ダイレクトリクルーティング等の多様な手段を活用して当所が必要とする人材を確保するとともに、国外機関への長期派遣等を通じた育成を図りました。また、変化に柔軟に対応してイノベーションを生み出す組織を目指し、女性職員の活躍促進、グローバル人材の確保を通じた人材の多様化を進めました。

## ■ 情報発信

- ・リスク情報の活用による原子力発電の安全性向上をテーマとして開催した「研究報告会2017」(2017年5月、参加者:316名)では、地震、津波等の低頻度事象に係わるリスクの低減に向けた原子力リスク研究センターにおける確率論的リスク評価技術に関する取り組みを紹介しました。また、一般公開イベントとして開催した「原子力リスク研究センターシンポジウム2018」(2018年2月、参加者:461名)では、原子力分野以外の有識者も交え、リスク情報を活用した意思決定について幅広く議論を行いました。
- ・プレスリリース(9件)や「電中研TOPICS」(2件)・「電中研ニュース」(4件)などの広報刊物、新聞・雑誌等を通じて、社会的に関心が高いテーマを中心に、科学的知見に基づく客観的な情報を発信しました。加えて、新たにFacebook、YouTubeを活用し、研究成果や研究活動をタイムリーに表出しました。



研究報告会2017



当所刊物の例



当所Facebookページ

## ■ 健全・厳正な業務運営

- ・「内部統制の基本方針」に従い「業務の適正を確保するための体制」を維持・運用し(p.86~p.87)、リスクマネジメントの着実な実施、役職員等のコンプライアンス意識の定着と向上、安全文化の醸成、適正な安全保障輸出管理に継続的に取り組むなど、健全な経営を維持すべく厳正に業務を運営しました。
- ・評議員会、理事会の開催状況および役員等人事の状況は、p.88~p.89のとおりです。

## 事業報告の附属明細書

2017年度事業報告に関し、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3項に規定する附属明細書に記載すべき事項が存在しないため、同附属明細書は作成いたしません。

## Ⅱ. 決算

### 1. 決算概要

経常収益は前年度に比べ主に受託研究にかかる事業収益減により約9億円減少した一方、経常費用は主に消耗品費などの経費減により約2億円減少したため、経常増減額は縮小したものの、約4億円の黒字となりました。

#### 正味財産増減計算

(単位:百万円)

一般正味財産増減の部							
	2017年度	2016年度	差異		2017年度	2016年度	差異
経常費用	29,576	29,803	△226	経常収益	30,010	30,956	△945
人件費	9,909	9,735	174	受取経常給付金	25,385	25,249	136
経費	19,667	20,068	△400	事業収益	4,204	5,415	△1,211
				その他収益	233	103	130
				指定正味財産からの振替額	186	188	△1
当期経常増減額	433	1,153	△719				
当期一般正味財産増減額	3,640	2,842	798				

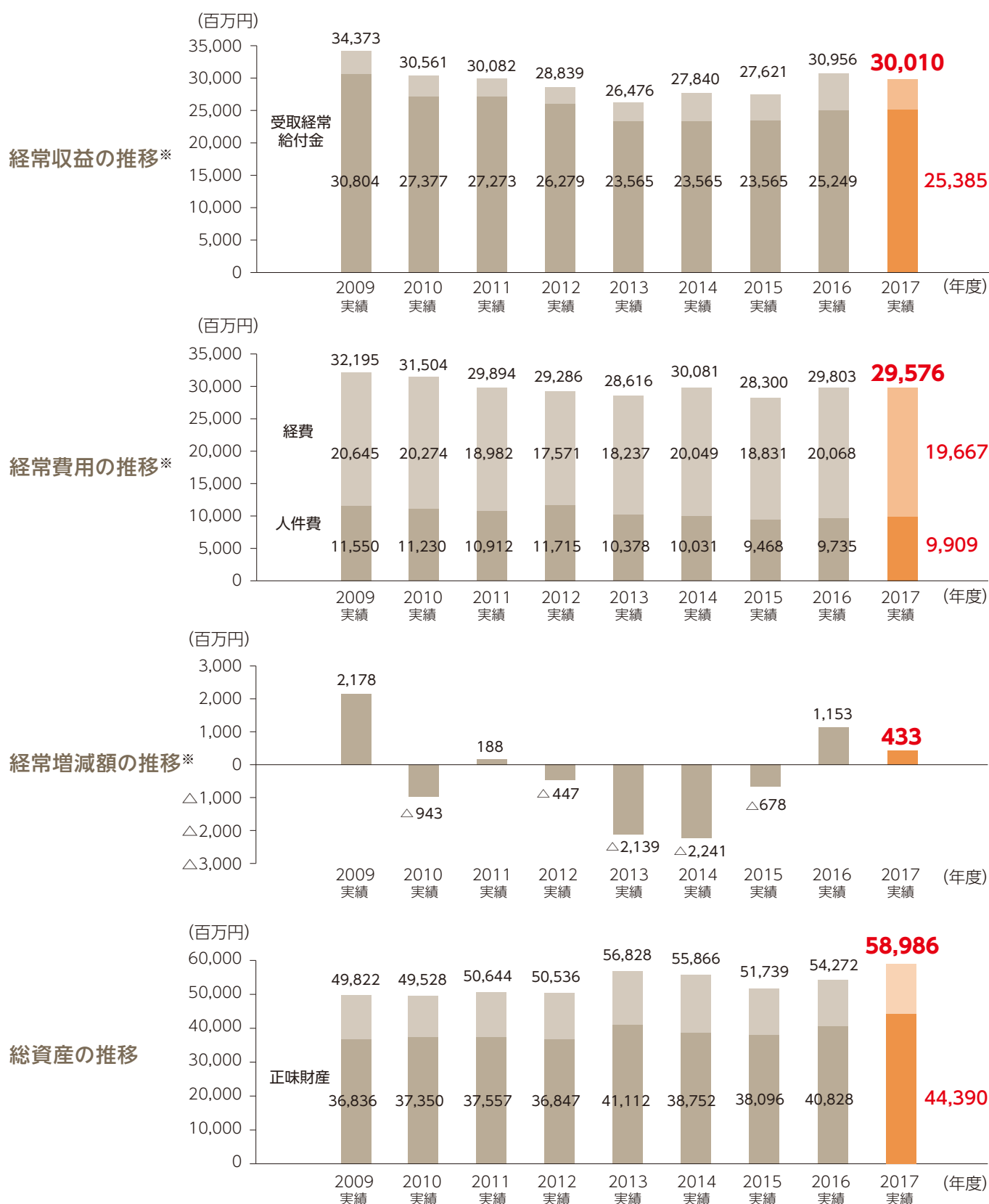
指定正味財産増減の部							
	2017年度	2016年度	差異		2017年度	2016年度	差異
一般正味財産への振替額	186	188	△1	受取補助金等	108	78	29
当期指定正味財産増減額	△78	△109	30				
当期正味財産増減額	3,561	2,732	829				

#### 貸借対照表

(単位:百万円)

資産の部				負債の部			
	2017年度	2016年度	差異		2017年度	2016年度	差異
流動資産	5,659	4,546	1,113	流動負債	5,238	4,274	964
固定資産	53,326	49,726	3,600	固定負債	9,357	9,170	187
資産合計	58,986	54,272	4,713	負債合計	14,595	13,444	1,151
				正味財産の部			
				指定正味財産	324	403	△78
				一般正味財産	44,066	40,425	3,640
				正味財産合計	44,390	40,828	3,561





\* 2016年度より固定資産除却損を経常費用に含めるため、過年度実績を組み替えて表示しています。

## 2. 財務諸表

### 貸借対照表

2018年3月31日現在

(単位：千円)

科目	当年度	前年度	増減
<b>I 資産の部</b>			
1. 流動資産			
現金預金	2,767,594	1,630,185	1,137,409
未収金	2,819,506	2,770,263	49,243
仮払金	9,190	130,400	△ 121,209
前払金	63,608	15,911	47,697
流動資産合計	5,659,900	4,546,760	1,113,140
2. 固定資産			
(1)特定資産			
建物	147,955	164,985	△ 17,029
建物附属設備	0	0	-
構築物	870	1,045	△ 174
機械及び装置	163,015	234,063	△ 71,047
器具及び備品	36,532	43,822	△ 7,289
一括償却資産	1,843	2,805	△ 961
無形固定資産	6,498	9,317	△ 2,819
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	4,400,000	2,800,000	1,600,000
研究設備等取得引当特定資産	-	2,192,500	△ 2,192,500
特定事業引当特定資産	510,000	510,000	-
拠点整備等引当特定資産	5,687,233	2,695,127	2,992,106
特定資産合計	14,389,850	12,089,566	2,300,283
(2)その他固定資産			
土地	9,110,323	9,137,685	△ 27,361
建物	12,885,997	11,988,630	897,366
建物附属設備	6,055,570	4,482,670	1,572,900
構築物	1,971,809	1,476,562	495,246
機械及び装置	6,206,504	6,571,926	△ 365,421
器具及び備品	1,776,312	1,600,935	175,377
車両及び運搬具	24,261	23,680	580
一括償却資産	95,717	79,122	16,595
無形固定資産	698,219	695,241	2,978
建設仮勘定	112,029	1,580,180	△ 1,468,151
その他固定資産合計	38,936,746	37,636,636	1,300,110
固定資産合計	53,326,596	49,726,202	3,600,394
資産合計	58,986,497	54,272,963	4,713,534
<b>II 負債の部</b>			
1. 流動負債			
未払金	4,889,122	3,519,784	1,369,338
預り金	89,178	86,607	2,570
前受金	5,252	407,614	△ 402,362
賞与引当金	255,000	260,000	△ 5,000
流動負債合計	5,238,553	4,274,006	964,546
2. 固定負債			
役員退職慰勞引当金	383,000	435,000	△ 52,000
退職給付引当金	8,974,000	8,735,000	239,000
固定負債合計	9,357,000	9,170,000	187,000
負債合計	14,595,553	13,444,006	1,151,546
<b>III 正味財産の部</b>			
1. 指定正味財産			
特別給付金	209,047	261,776	△ 52,728
補助金	38,162	67,841	△ 29,679
寄付金等	77,483	74,024	3,459
指定正味財産合計	324,693	403,642	△ 78,948
(うち特定資産への充当額)	( 324,693 )	( 403,642 )	( △ 78,948 )
2. 一般正味財産			
(うち特定資産への充当額)	( 10,629,256 )	( 8,250,023 )	( 2,379,232 )
正味財産合計	44,390,944	40,828,956	3,561,987
負債及び正味財産合計	58,986,497	54,272,963	4,713,534

正味財産増減計算書  
2017年4月1日から2018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	25,385,390	25,249,026	136,364
② 事業収益	( 4,204,282 )	( 5,415,715 )	( △ 1,211,432 )
受託研究事業収益	3,764,738	4,952,427	△ 1,187,689
その他事業収益	439,544	463,287	△ 23,742
③ その他収益	233,964	103,580	130,384
④ 指定正味財産からの振替額	186,976	188,272	△ 1,296
経常収益計	30,010,613	30,956,593	△ 945,980
(2) 経常費用			
① 事業費			
人件費	( 8,926,988 )	( 8,807,813 )	( 119,174 )
給料手当	6,797,290	6,724,773	72,516
退職給付費用	1,131,621	1,083,562	48,058
厚生費	998,077	999,478	△ 1,400
経費	( 18,962,130 )	( 19,359,482 )	( △ 397,351 )
消耗品・諸印刷物費	2,138,632	3,373,500	△ 1,234,867
光熱水道費	796,875	722,813	74,061
委託費	6,658,044	6,110,377	547,667
共同研究分担金	294,923	288,292	6,630
修繕費	1,751,142	1,502,004	249,138
賃借料	340,307	300,050	40,257
租税公課	555,049	578,216	△ 23,166
旅費交通費	844,834	728,498	116,336
減価償却費	4,724,267	4,824,098	△ 99,831
固定資産除却損	86,984	116,078	△ 29,093
その他経費	771,069	815,552	△ 44,483
事業費小計	27,889,119	28,167,296	△ 278,176
② 管理費			
人件費	( 982,349 )	( 927,387 )	( 54,962 )
役員報酬	142,480	141,110	1,370
給料手当	619,347	576,722	42,624
退職給付費用	81,263	76,568	4,694
厚生費	78,738	75,945	2,792
役員退職慰労引当金繰入	60,520	57,040	3,480
経費	( 705,479 )	( 708,824 )	( △ 3,344 )
消耗品・諸印刷物費	45,179	50,609	△ 5,430
光熱水道費	5,684	5,650	33
委託費	131,527	117,169	14,357
修繕費	15,989	17,104	△ 1,115
賃借料	339,425	338,839	585
租税公課	46,629	45,915	713
旅費交通費	22,241	20,171	2,070
減価償却費	15,092	26,327	△ 11,235
固定資産除却損	117	110	6
その他経費	83,594	86,925	△ 3,331
管理費小計	1,687,829	1,636,211	51,617
経常費用計	29,576,948	29,803,508	△ 226,559
当期経常増減額	433,664	1,153,085	△ 719,421
2. 経常外増減の部			
(1) 経常外収益			
① 固定資産売却益	3,192,519	2,441,665	750,854
② 固定資産受贈益	14,752	12,525	2,227
経常外収益計	3,207,272	2,454,190	753,081
(2) 経常外費用			
① 事業構造改革費	-	266,382	△ 266,382
② 固定資産減損損失	-	498,690	△ 498,690
経常外費用計	-	765,072	△ 765,072
当期経常外増減額	3,207,272	1,689,118	1,518,153
当期一般正味財産増減額	3,640,936	2,842,204	798,732
一般正味財産期首残高	40,425,314	37,583,109	2,842,204
一般正味財産期末残高	44,066,250	40,425,314	3,640,936
II 指定正味財産増減の部			
① 受取補助金	57,671	38,674	18,997
② 固定資産受贈益	50,356	39,754	10,601
③ 一般正味財産への振替額	186,976	188,272	△ 1,296
当期指定正味財産増減額	△ 78,948	△ 109,843	30,895
指定正味財産期首残高	403,642	513,486	△ 109,843
指定正味財産期末残高	324,693	403,642	△ 78,948
III 正味財産期末残高	44,390,944	40,828,956	3,561,987



## 2. 財務諸表

### 財務諸表に対する注記

#### 1. 重要な会計方針

##### (1) 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。

##### (2) 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、回収不能額を個別に見積り、引当金として計上している。

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。

##### (3) 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している。

##### (4) 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	164,985	-	17,029	147,955
建物附属設備	0	-	-	0
構築物	1,045	-	174	870
機械及び装置	234,063	49,584	120,631	163,015
器具及び備品	43,822	27,369	34,659	36,532
一括償却資産	2,805	1,374	2,336	1,843
無形固定資産	9,317	1,490	4,309	6,498
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	2,800,000	1,600,000	-	4,400,000
研究設備等取得引当特定資産	2,192,500	-	2,192,500	-
特定事業引当特定資産	510,000	-	-	510,000
拠点整備等引当特定資産	2,695,127	3,470,570	478,463	5,687,233
合計	12,089,566	5,150,388	2,850,104	14,389,850

## 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	147,955	(147,955)	-	-
建物附属設備	0	(0)	-	-
構築物	870	(455)	(414)	-
機械及び装置	163,015	(135,761)	(27,254)	-
器具及び備品	36,532	(32,428)	(4,103)	-
一括償却資産	1,843	(1,843)	-	-
無形固定資産	6,498	(6,248)	(250)	-
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	4,400,000	-	(4,400,000)	-
特定事業引当特定資産	510,000	-	(510,000)	-
拠点整備等引当特定資産	5,687,233	-	(5,687,233)	-
合計	14,389,850	(324,693)	(10,629,256)	(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	(5,479,712)	(5,122,995)	(356,716)
建物	485,172	337,217	147,955
建物附属設備	58,546	58,545	0
構築物	28,268	27,397	870
機械及び装置	4,772,017	4,609,002	163,015
器具及び備品	116,003	79,470	36,532
一括償却資産	5,598	3,754	1,843
無形固定資産	14,105	7,606	6,498
その他の固定資産	(116,585,100)	(86,870,707)	(29,714,393)
建物	23,921,259	11,035,262	12,885,997
建物附属設備	16,622,926	10,567,355	6,055,570
構築物	7,037,855	5,066,045	1,971,809
機械及び装置	50,904,301	44,697,796	6,206,504
器具及び備品	12,698,624	10,922,312	1,776,312
車両及び運搬具	133,190	108,929	24,261
一括償却資産	235,521	139,804	95,717
無形固定資産	5,031,421	4,333,201	698,219
合計	(122,064,813)	(91,993,703)	(30,071,110)

### 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	2,819,506	-	2,819,506
退職一時金給付引当特定資産 のうち厚生貸付金	33,448	-	33,448
合計	2,852,954	-	2,852,954

### 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、1,113,949千円である。



## 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
<b>補助金</b>						
・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	27,516	-	27,516	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	6,488	-	824	5,664	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	1,314	-	193	1,121	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	7,293	18,720	20,955	5,057	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	16,012	-	4,579	11,432	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	-	15,000	4,525	10,474	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	-	10,400	6,462	3,937	指定正味財産
・高効率ガスタービン技術実証事業(高温分空気利用ガスタービン(AHAT))	(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構	-	4,210	4,210	-	-
<b>助成金</b>						
・低炭素社会創成へ向けた炭化珪素(SiC)革新パワーエレクトロニクスの研究開発(超厚膜・多層SiCエピウェハ技術)	(独)日本学術振興会	8,670	-	8,651	18	指定正味財産
・再生可能エネルギー導入に寄与する森林流域環境の次世代計測・評価技術の開発	(公社)国土緑化推進機構	-	9,341	9,341	-	-
・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	547	-	91	455	指定正味財産
<b>合計</b>		<b>67,841</b>	<b>57,671</b>	<b>87,350</b>	<b>38,162</b>	

## 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
<b>経常収益への振替額</b>	
減価償却費計上による振替額	125,195
指定正味財産の指定解除による振替額	20,383
受取補助金の目的事業実施による振替額	41,397
<b>合計</b>	<b>186,976</b>

## 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、退職年金制度及び退職一時金制度を設けている。

#### (2) 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	23,354,733
勤務費用	944,702
利息費用	114,323
数理計算上の差異の当期発生額	△44,920
退職給付の支払額	△1,112,602
過去勤務債務の当期発生額	-
期末における退職給付債務	23,256,236

#### (3) 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	13,988,946
期待運用収益	139,889
数理計算上の差異の当期発生額	261,857
事業主からの拠出額	521,981
退職給付の支払額	△662,415
その他	△57,639
期末における年金資産	14,192,619

#### (4) 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	23,256,236
年金資産	14,192,619
未認識数理計算上の差異	△89,616
未認識過去勤務債務	-
退職給付引当金	8,974,000

#### (5) 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	944,702
利息費用	114,323
期待運用収益	△139,889
数理計算上の差異の当期の費用処理額	232,760
過去勤務債務の当期の費用処理額	-
その他	60,987
確定給付制度に係る退職給付費用	1,212,884

## (6) 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	48%
生保一般勘定	31%
株式	14%
短期資金	7%
合計	<u>100%</u>

## (7) 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。

## (8) 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. 附属明細書

#### 附属明細書

##### 1. 特定資産の明細

(単位：千円)

資産の種類	期首帳簿価額	当期増加額	当期減少額	期末帳簿価額
建物	164,985	-	17,029	147,955
建物附属設備	0	-	-	0
構築物	1,045	-	174	870
機械及び装置	234,063	49,584	120,631	163,015
器具及び備品	43,822	27,369	34,659	36,532
一括償却資産	2,805	1,374	2,336	1,843
無形固定資産	9,317	1,490	4,309	6,498
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	2,800,000	1,600,000	-	4,400,000
研究設備等取得引当特定資産	2,192,500	-	2,192,500	-
特定事業引当特定資産	510,000	-	-	510,000
拠点整備等引当特定資産	2,695,127	3,470,570	478,463	5,687,233
合計	12,089,566	5,150,388	2,850,104	14,389,850

(注1) 減価償却引当特定資産の当期増加額は、減価償却資産の取得・更新等を目的とする特定資産の積立によるものである。

(注2) 研究設備等取得引当特定資産の当期減少額は、材料分析棟の取得を目的とする特定資産の取崩によるものである。

(注3) 拠点整備等引当特定資産の当期増加額は、狛江地区喜多見住宅売却の資金を原資とした研究拠点化整備等を目的とする特定資産の積立によるもの、当期減少額は、主に横須賀地区 South エリア開発工事や狛江地区都市計画道路対応工事などを目的とする特定資産の取崩によるものである。

##### 2. 引当金の明細

(単位：千円)

科目	期首残高	当期増加額	当期減少額		期末残高
			目的使用	その他	
賞与引当金	260,000	255,000	260,000	-	255,000
役員退職慰労引当金	435,000	60,520	112,520	-	383,000
退職給付引当金	8,735,000	1,211,168	972,168	-	8,974,000

## 独立監査人の監査報告書

## 独立監査人の監査報告書

2018年5月1日

一般財団法人 電力中央研究所  
理事長 各務 正博 殿

東 和 監 査 法 人  
代 表 社 員 公認会計士 和 田 義 博  
業 務 執 行 社 員  
代 表 社 員 公認会計士 富 川 昌 之  
業 務 執 行 社 員

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2017年4月1日から2018年3月31日までの2017年事業年度の貸借対照表及び損益計算書(公益法人会計基準に基づく「正味財産増減計算書」をいう。)並びにその附属明細書並びに財務諸表に対する注記(以下「財務諸表等」という。)について監査を行った。

## 財務諸表等に対する理事者の責任

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。

## 監査人の責任

当監査法人の責任は、当監査法人が実施した監査に基づいて、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。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。監査の基準は、当監査法人に財務諸表等に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るために、監査計画を策定し、これに基づき監査を実施することを求めている。

監査においては、財務諸表等の金額及び開示について監査証拠を入手するための手続が実施される。監査手続は、当監査法人の判断により、不正又は誤謬による財務諸表等の重要な虚偽表示のリスクの評価に基づいて選択及び適用される。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、当監査法人は、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、財務諸表等の作成と適正な表示に関連する内部統制を検討する。また、監査には、理事者が採用した会計方針及びその適用方法並びに理事者によって行われた見積りの評価も含め全体としての財務諸表等の表示を検討することが含まれる。

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。

## 監査意見

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)の状況をすべ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。

## 利害関係

一般財団法人電力中央研究所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2017年4月1日から2018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2017年度監事監査計画に基づき、理事、内部監査部門その他の使用人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、理事及び使用人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、理事及び使用人等から報告を受け、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。

2018年5月29日

一般財団法人 電力中央研究所

監事 水鳥 雅文

監事 武谷 典昭

監事 杉本 康



# Facts & Figures

2017年度の活動の中から、主要なデータや実績を紹介します。



<b>研究成果・知的財産</b>	
研究報告書・論文	76
知的財産	77
<b>成果の還元</b>	
規格・基準・技術指針等	78
資格・試験業務	78
国等からの受託研究	79
技術交流コース・技術研修	79
<b>広報活動</b>	
研究報告会・シンポジウム	80
プレスリリース・広報刊行物等	80
研究所公開・見学対応等	81
<b>人員・学位・受賞</b>	82
<b>研究ネットワーク</b>	83
<b>組織・体制</b>	
拠点	84
組織	85
<b>ガバナンス</b>	
業務の適正を確保するための体制	86
業務の適正を確保するための体制の運用状況(概要)	87
会議体と役員等人事	88
<b>環境活動</b>	90

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

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



2017年度は、電力流通分野で189件、火力発電分野で89件など合計501件の研究報告書を発刊し(図1・2)、ホームページにて無償提供している報告書は、2017年度末時点で約9,200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なっており、2017年度は1,295件の論文を発表しました(図3・4)。

図1 報告書発刊数の推移

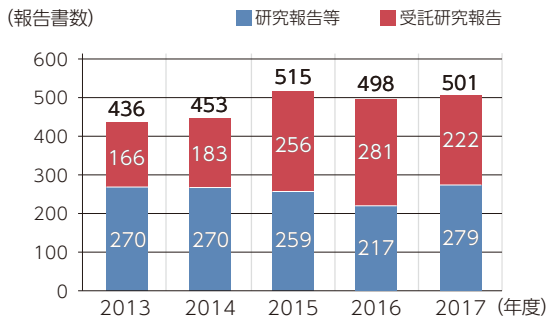


図2 2017年度の報告書数の研究分野別内訳

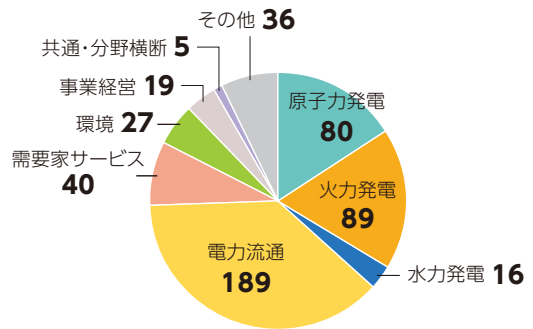


図3 論文発表数の推移

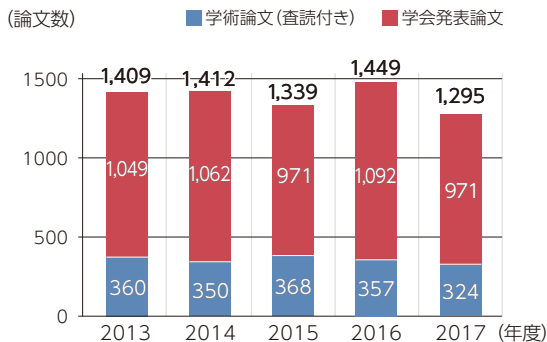
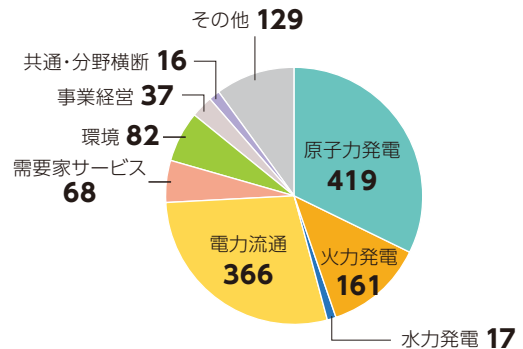
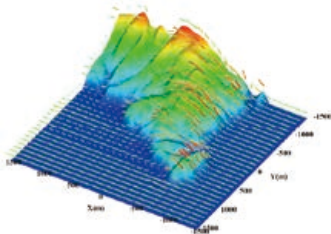


図4 2017年度の論文数の研究分野別内訳



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あわせて、電気事業をはじめとする産業界で活用されています。

2017年度は78件の特許出願、63件の特許登録を行ない(図5・6)、2017年度末時点で767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なうソフトウェアを2017年度は104本開発しました(図7)。



「気流解析コード NuWiCC」は、おろし風などを含む地形起伏による局所的な風速の増減を汎用パソコンでシミュレーションすることができるソフトウェアです。電力会社における送配電設備(鉄塔・電線など)への風荷重算定や風力発電所の風車の発電量評価などに活用されています。

NuWiCC による解析結果(風速ベクトル)例

図5 2017年度の特許出願数の研究分野別内訳

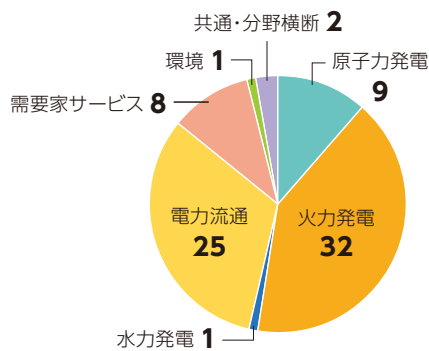


図6 2017年度の特許登録数の研究分野別内訳

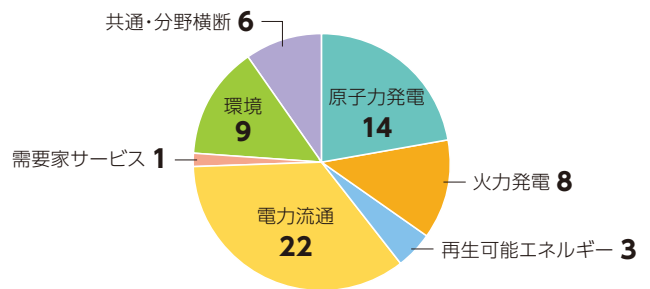
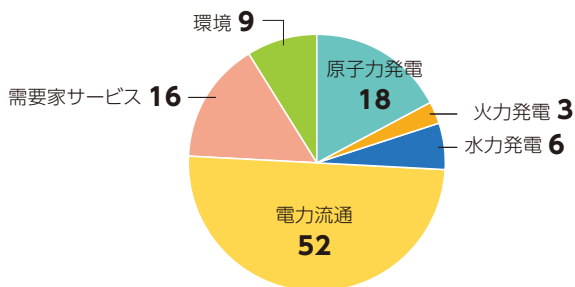


図7 2017年度に開発したソフトウェア数の研究分野別内訳



2017年度に実施許諾した主な特許

PCB汚染変圧器の洗浄方法及び洗浄装置

居住者の生活状況の推定方法およびシステム

2017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

気流解析コードNuWiCC



# 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。

2017年度は、日本原子力学会「原子力発電所に対する津波を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準」や土木学会「コンクリート標準示方書 設計編/施工編 2017年制定」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(表1)。

表1 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	JEAG4802:2017 原子力発電所運転員の教育・訓練指針	日本電気協会
	AESJ-SC-RK004:2017 原子力発電所に対する津波を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準	日本原子力学会
	AESJ-SC-S007 沸騰水型原子炉の水化学管理指針	
	AESJ-SC-S008 加圧水型原子炉一次系の水化学管理指針	
	JSME S NA1-2016 発電用原子力設備規格 維持規格	日本機械学会
	JSME S NC1-2016 発電用原子力設備規格 設計・建設規格	
JSME S NJ1-2016 発電用原子力設備規格 材料規格		
火力発電	STA1-2016, STA2-2016 発電用火力設備規格 詳細規定	日本機械学会
	JIS B 0126:2018 火力発電用語-ボイラ及び附属装置	火力原子力発電技術協会
電力流通	JEC-2470:2017 分散形電源系統連係用電力変換装置	電気学会
	IEC 60071-2 Ed.4.0:2018 絶縁協調第2部:絶縁協調のための適用ガイドライン	IEC (国際電気標準会議)
	JIS C 4604:2017 高圧限流ヒューズ	日本電機工業会
	コンクリート標準示方書 設計編/施工編 2017年制定	土木学会
	JEC-2520 デジタル形電圧リレー	電気学会
	JEAC7001-2017 配電規程(低圧及び高圧)	日本電気技術規格委員会
需要家サービス	ISO/IEC 29155-1:2017(2nd Ed.) システム及びソフトウェア技術-情報技術プロジェクトの実績ベンチマーキングの枠組み-1部:概念と定義	ISO/IEC JTC1/SC7
	住宅の省エネルギー基準に準拠したプログラムの更新	建築研究所
環境	JIS K 0083:2017 排ガス中の金属分析方法	産業環境管理協会
	JIS B 7996:2018 排ガス中のダスト濃度自動計測器評価法	日本規格協会
共通・分野横断	ASTM E1921-17a Standard Test Method for Determination of Reference Temperature, To, for Ferritic Steels in the Transition Range	ASTM International
	ASTM E1820-17a Standard Test Method for Measurement of Fracture Toughness	
	JIS C 8715-1:2018 産業用リチウム二次電池の単電池及び電池システム — 第1部:性能要求事項	電池工業会

## 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合わせ持つ試験所です。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。

表2-1 2017年度の短絡試験業務の実績

受託試験件数	延べ試験日数
38件	70.5日

表2-2 2017年度のPD資格試験業務の実績

資格試験回数	受験者数	合格者数
2回	4名	4名

## 国等からの受託研究

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

2017年度は、原子力発電分野における「原子力の安全性向上に資する共通基盤整備のための技術開発事業(原子力発電所のリスク評価、研究に係る基盤整備)」、環境分野における「地球温暖化問題等対策調査(地球温暖化問題を巡る国際動向調査(気候変動枠組条約(UNFCCC)))」など、多岐にわたる分野で合計74件の受託研究を実施しました(表3)。

表3 国等からの主な受託研究

件名	分野
<b>経済産業省</b>	
地層処分技術調査等事業(沿岸部処分システム高度化開発)	原子力発電
高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業(岩盤中地下水移行評価確認技術開発)	
高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業(沿岸部処分システム高度化開発)	
放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固化技術の基盤研究事業(ガラス固化技術の基盤整備)	
原子力の安全性向上に資する共通基盤整備のための技術開発事業(原子力発電所のリスク評価、研究に係る基盤整備)	
原子力の安全性向上に資する共通基盤整備のための技術開発事業(原子炉圧力容器及び炉内構造物の照射影響評価手法の高度化)	
原子力の安全性向上に資する共通基盤整備のための技術開発事業(燃料集合体内冷却水の気液二相流の挙動解明に向けた研究開発)	
地球温暖化問題等対策調査(地球温暖化問題を巡る国際動向調査(気候変動枠組条約(UNFCCC)))	環境
発電所の環境影響評価審査に係る調査委託費(温排水拡散に係る効率的な調査・解析手法検討調査)	
<b>文部科学省</b>	
柔軟性の高いMA回収・核変換技術の開発	原子力発電
<b>原子力規制庁</b>	
原子力施設等防災対策等委託費(事故時ボイド挙動解明試験)事業	原子力発電
原子力施設等防災対策等委託費(スペーサ影響評価試験)事業	
<b>国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構</b>	
ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト/CCS対応高効率システム開発/CO <sub>2</sub> 回収型次世代IGCC技術開発	火力発電
ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト/ゼロエミッション石炭火力基盤技術開発/次世代ガス化システム技術開発	
エネルギー・環境新技術先導プログラム/機動性に優れた広負荷帯高効率GTの開発	
分散型エネルギー次世代電力網構築実証事業/未来のスマートグリッド構築に向けたフィージビリティスタディ	電力流通
分散型エネルギー次世代電力網構築実証事業/次世代配電システムの構築に係る共通基盤技術の開発	
電力系統出力変動対応技術研究開発事業 風力発電予測・制御高度化/予測技術系統運用シミュレーション	
次世代洋上直流送電システム開発事業/システム開発/要素技術開発	
IoTを活用した新産業モデル創出基盤整備事業/IoTの社会実装推進に向けて解決すべき新規課題に関するシステムの開発/気象情報に基づく橋梁の大気腐食モデル開発	
SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)/次世代パワーエレクトロニクス/SiCに関する拠点型共通基盤技術開発/SiC次世代パワーエレクトロニクスの統合的研究開発	
高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発/共通基盤技術の開発(太陽光発電システムの信頼性評価技術等)/太陽光発電の寿命予測ならびに試験法の開発(経年劣化を考慮した各種太陽電池の発電量評価技術の開発/メガソーラーの発電量及び信頼性評価技術の開発)	
地熱発電技術研究開発/地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発/地熱発電適用地域拡大のためのハイブリッド熱源高効率発電技術の開発	再生可能エネルギー
風力発電等導入支援事業/環境アセスメント調査早期実施実証事業/環境アセスメント迅速化研究開発事業(既設風力発電施設等における環境影響実態把握II)	
水素利用等先導研究開発事業/エネルギーキャリアシステム調査・研究/溶融塩を用いた水と窒素からのアンモニア電解合成	共通・分野横断
固体酸化物形燃料電池等実用化推進技術開発/固体酸化物形燃料電池の耐久性迅速評価方法に関する基礎研究	
<b>国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構</b>	
幹細胞のキネティクスから発がんの線量率効果を紐解く(消化管幹細胞における線量率効果の解析)	原子力発電
<b>国立研究開発法人国立環境研究所</b>	
大気中の二次汚染物質に対する発生源寄与推計と対策立案に資する規範的モデルの確立(PM <sub>2.5</sub> および関連ガス成分の地表面フラックスの精密測定とモデル化)	環境
<b>国立研究開発法人日本原子力研究開発機構</b>	
炉心損傷防止シナリオ構築のための径方向膨張反応度評価に関する研究	原子力発電
解析的評価手法の精度向上に関する検討	
溶融塩-液体金属系還元抽出技術開発	
重大事故解析コードの改良・評価及び安全対策の有効性評価	
<b>国立研究開発法人情報通信研究機構</b>	
新世代ネットワークの実現に向けた欧州との連携による共同研究開発および実証/課題B 高い密度で集中するユーザに対応可能なアクセスネットワークの開発/高密度ユーザ集中環境下におけるフォトニックネットワーク技術を用いた次世代無線技術の研究	電力流通
<b>国立研究開発法人海洋研究開発機構</b>	
炭素循環・気候感度・ティッピング・エレメント等の解明	環境

## 技術交流コース・技術研修

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

2017年度は、電力技術、情報通信技術、火力技術など全7分野で計18回の技術交流コースを開催しました。また、当所では、各種団体や企業等からの依頼を受け、電気事業や電力技術等に関する講演・研修などの出張技術研修も行なっています。

## 広報活動

### 研究報告会・シンポジウム

研究報告会やシンポジウムなどを通じて、当所の研究成果や研究活動を広く社会へ情報発信しています。

2017年5月18日に「研究報告会2017 ～リスク情報の活用による原子力発電のさらなる安全性向上を目指して～」を開催し、電力会社や研究機関、メーカーを中心に316名の参加がありました。原子力リスク研究センターが産業界と一体となり開発・利用を進めている低頻度事象に対する「確率論的リスク評価 (PRA) 手法」によるリスク低減に向けた取り組みを広く認知いただくことを主眼に、「シビアアクシデントおよび環境影響評価関連研究の実施状況と今後の方向性」など4件の報告を行ないました。さらに、2018年2月8日には「原子力リスク研究センター シンポジウム2018」を開催し、電力会社や官公庁、報道機関などから461名の参加がありました。「社会からの視点による討論」をテーマとした有識者やメディア関係者によるパネルディスカッションを行なうなど、リスク情報を活用した意思決定について活発な議論が交わされました。

また、2017年4月14日～16日にかけて東京大学先端電力エネルギー・環境技術教育研究センターと共催で冬季雷に重点を置いた国際会議「ISWL2017 (冬季雷国際シンポジウム)」を開催しました。国内外の大学や電力会社などから86名(内、海外参加者は14ヶ国から28名)が参加し、雲物理から雷放電現象、耐雷設計などに関する58件の講演・論文発表が行われました。



研究報告会2017



ISWL2017

### プレスリリース・広報刊行物等

当所の活動について幅広くご理解いただくため、ホームページや新聞、雑誌、TV・ラジオなどのメディアを通じ、積極的な広報活動を行ないました。2017年度は9件のプレスリリースを行なうとともに、当所の研究活動をわかりやすく紹介する各種の刊行物を通じて、タイムリーに情報発信しました(表4、図8・9)。また、2017年10月よりFacebookおよびYouTubeによる研究者や研究設備の紹介、イベント情報等の提供を開始しました。

表4 2017年度の主なプレスリリース・広報刊行物

タイトル・概要	分野
プレスリリース	
金属膜の磁力を電氣的にオンオフし、透過光を制御することに成功(2017年11月) － ファラデー効果のオンオフを利用した電氣的光制御 －	共通・分野横断
2017～2019年度 販売電力量の短期予測(2017年12月) － 電力需要は4年連続のプラスも、経済成長の鈍化により伸びはゼロ近傍へ －	事業経営
ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) によるがん細胞殺傷効果の理論的な予測に成功 (2018年2月) － 新しい薬剤の開発や治療計画の最適化に役立つ数理モデルを開発 －	原子力発電
電中研ニュース － インパクトのある個別の研究成果を、タイムリーに写真・図版を交えてわかりやすく説明 －	
わが国のPM <sub>2.5</sub> に対する国内外発生源の寄与を評価 － 国外人為源由来が国内人為源由来を上回ることが判明 － (484号)	環境
電力安定供給のための日射量・太陽光発電出力の推定・予測システムの開発 － 「ひまわり8号」の衛星画像を利用した手法の適用 － (485号)	電力流通
落雷の位置やエネルギーを推定し、送変電設備の巡視・点検の省力化に大きく貢献 － 標定誤差が50m以下の高精度落雷標定システムの開発 － (486号)	電力流通
電中研 TOPICS － 多様なテーマを切り口に、関連する研究活動・成果の現況を総合的に説明 －	
送電設備を雪害から守るための技術開発 (Vol.24)	電力流通
レーザーを用いた電力設備の遠隔・非接触診断技術 (Vol.25)	電力流通



図8 外部からの問合せ・報道機関取材件数の推移

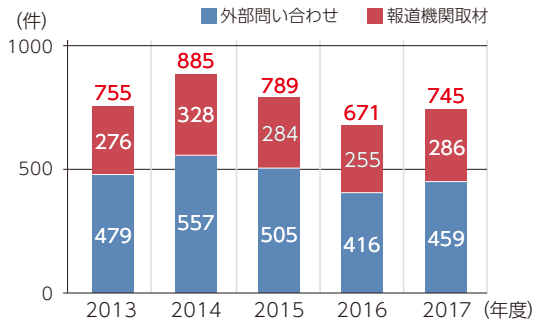
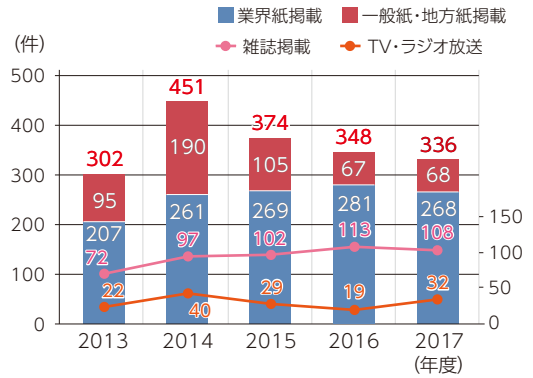


図9 新聞、雑誌、TV・ラジオによる記事掲載件数の推移



当所のFacebookページとQRコード



当所のYouTubeページとQRコード

## 研究所公開・見学対応等



研究所公開の様子

当所の活動内容を地域の皆様により深くご理解いただくことを目的として、「研究所公開」を開催し、実験施設の紹介やお子様向けの科学教室、研究者による講演等のプログラムに多くの方に参加いただいています(表5)。また、教育機関や地域団体等による各地区施設見学を随時受け入れています。

表5 2017年度の研究所公開の開催実績

開催地区	横須賀地区	我孫子地区	赤城地区
開催日	10月21日	10月14日	6月10日
来訪者数	約1,100人	約800人	約1,000人

## 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受けています。

2017年度末時点の人員数は、研究系職員653名、事務系職員86名、合計739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、多岐に渡っており(図10)、博士号取得者数は393名です。

また、2017年度は、電気学会から「第11回電気技術顕彰[でんきの礎]」や経済産業省から「第53回電気保安功労者経済産業大臣表彰」など、計42件(延べ44名)の外部表彰を受賞しました(表6)。

図10 2017年度末時点の専門分野別人員構成

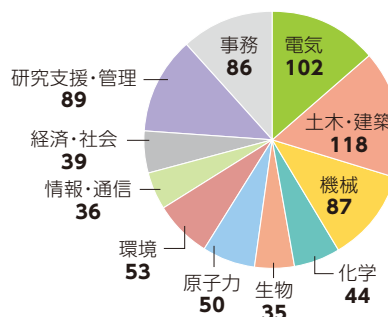


表6 受賞した主な外部表彰

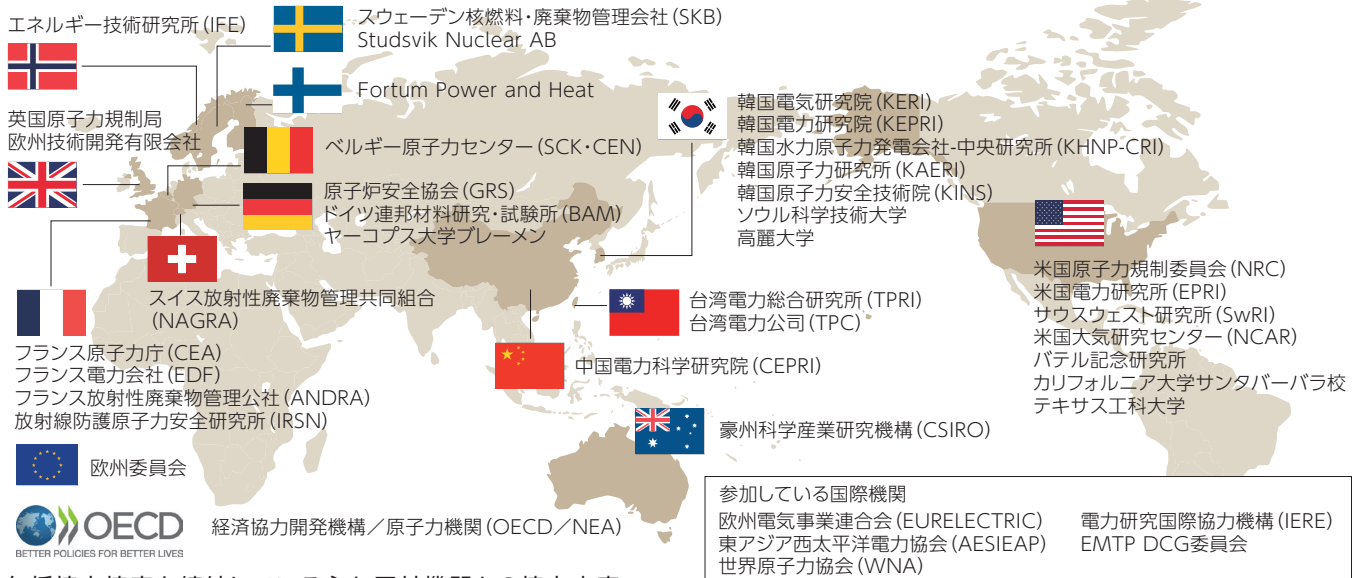
授賞団体	受賞名	受賞者	論文名等
電気学会	第11回電気技術顕彰「でんきの礎」	一般財団法人 電力中央研究所 システム技術研究所	電力システムの解析法(Y法, S法)とシミュレータ設備
電気学会	電気学術振興賞論文賞	徳光 啓太 天野 博之	需給・周波数制御シミュレーション用火力プラントモデルの開発
日本電気協会	濫澤賞	小林 広武	学術研究(3次高調波電圧歪急増検出による太陽光発電アイランディング防止方式の検出条件)
IEEE	IEEE Fellow	本山 英器	for contributions to lightning protection and insulation coordination of electric power systems
American Society of Mechanical Engineers	PVPD Conference Award	高橋 由紀夫 西ノ入 聡 屋口 正次	Development of Analytical Evaluation Methods for Creep Failure in Weldments of High Chromium Steels and Application to Full Scale Pipe Experiments
Emerald Publishing	Citation of Excellence Awards 2017	筒井 美樹	Dynamic DEA with network structure: A slacks-based measure approach
経済産業省	第53回電気保安功労者 経済産業大臣表彰	西村 泉	電気保安功労者(個人の部)
国立環境研究所 日刊工業新聞社	平成29年度 環境賞 優良賞	大村 直也	微量PCB含有廃電気機器を現場で無害化する加熱洗浄装置
日本燃焼学会	論文賞	西田 啓之	Microgravity Experiments of Fuel Droplet Evaporation in Sub- and Supercritical Environments
粉体工学会	技術賞	牧野 尚夫 泰中 一樹	微粉炭燃焼場でのすす生成特性解明に向けた計測技術
原子力学会	原子力学会 計算科学技術部会奨励賞	南波 宏介	竜巻飛来物に対する鉄筋コンクリート製や鋼製構造物の損傷評価法に関する研究
岩の力学連合会	平成28年度 岩の力学連合会賞(論文賞)	西本 壮志	New Rapid Evaluation for Long-Term Behavior in Deep Geological Repository by Geotechnical Centrifuge—Part 2: Numerical Simulation of Model Tests in Isothermal Condition
神奈川県 かながわ地球環境 保全推進会議	平成29年度 かながわ地球環境賞	一般財団法人 電力中央研究所	横須賀地区新本館 (温暖化対策計画書部門における環境性能に優れた建築物)

## 研究ネットワーク

エネルギーに関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なっています。

近年、特にフランス電力会社 (EDF)、米国電力研究所 (EPRI) との協力関係を強化しています。2017年11月には、EDFと年次会合を経て、新たに地震動に関する研究協力をスタートさせました。また、12月には、低線量放射線影響に関する不確実性低減に向けた国際的な協力体制を構築するべく、EPRIが主催するワークショップに参加するなど、両機関と一層の交流深化を図っています。

### 主な研究協力協定締結・共同研究実施機関



### 包括協力協定を締結している主な国外機関との協力内容

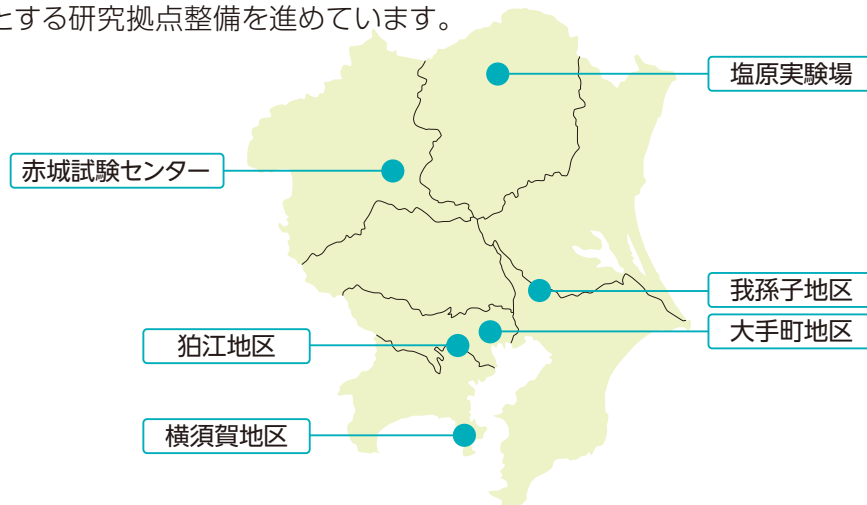
相手機関	相手先機関の概要	協力内容
フランス電力会社 (EDF)	1946年に設立されたフランス最大の電力会社。電気事業のあらゆる分野を網羅してインハウスで研究開発を実施	協定締結: 2012年～ (主要)原子力分野 (PRA, SA)、送電と産業基盤分野、次世代グリッド、水素、需要家サイド (その他)原子力分野 (発電所の運用維持・寿命管理・使用済燃料管理)、再生可能エネルギー、送電基盤
米国電力研究所 (EPRI)	1973年に米国カリフォルニア州パロアルトに設立された非営利研究機関	協定締結: 1976年～ 原子炉材料、低線量放射線、原子力のリスクと安全管理、水化学、地熱利用、電力流通と利用
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～ 情報交換、人的交流、日本の規制により当所が実施できない実験等を実施

### 主な国外機関との共同研究の内容

分野	相手先機関	内容
原子力 (軽水炉の安全性高度化)	経済協力開発機構 / 原子力機関 (OECD/NEA)	・PRISMEプロジェクト (原子力施設における火災現象評価技術の確立) ・HEAFプロジェクト (高エネルギーアーク火災による発電所機器への影響評価)
	米国原子力規制委員会 (NRC)	・最適評価コードTRACEの検証と高度化 (NRCが主に開発したデファクトスタンダードであるTRACEコードを用いた解析の実施)
原子力 (軽水炉の安定運転)	フランス電力会社 (EDF)	・原子炉圧力容器鋼等の材料モデリング研究 ・配管減肉、圧力容器照射脆化等に関する研究 (MAI)
	米国電力研究所 (EPRI)	・高経年化の材料研究 (PWR圧力容器鋼のアトムプローブ観察、BWR監視試験片のアトムプローブ観察等)
	欧州委員会 / カールスルーエ研究所 (旧超ウラン元素研究所)	・軽水炉のシビアアクシデント後の溶融・損傷燃料の安定性に関する研究
原子力 (放射性廃棄物処分)	スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社 (SKB)	・高レベル放射性廃棄物処分に関する国際共同試験研究 (SKB所有の地下研究施設を利用した処分技術の開発・実証)
電力流通	米国大気研究センター (NCAR)	・短時間気象予測手法の開発 ・領域気候モデルおよび日本の気候変化 (将来の気候変化を加味した台風の評価)
事業経営	ヤーコプス大学ブレーメン (ドイツ)	・ドイツを中心とした欧州諸国の再エネ政策等に関する研究



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」を目指す横須賀地区、および「自然・環境科学研究の拠点」を目指す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、本部、原子力リスク研究センター、社会経済研究所

〒100-8126 東京都千代田区大手町1-6-1 TEL:03-3201-6601



### 横須賀地区

エネルギーイノベーション創発センター、原子力技術研究所、エネルギー技術研究所、システム技術研究所、電力技術研究所、材料科学研究所、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

地球工学研究所、環境科学研究所、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



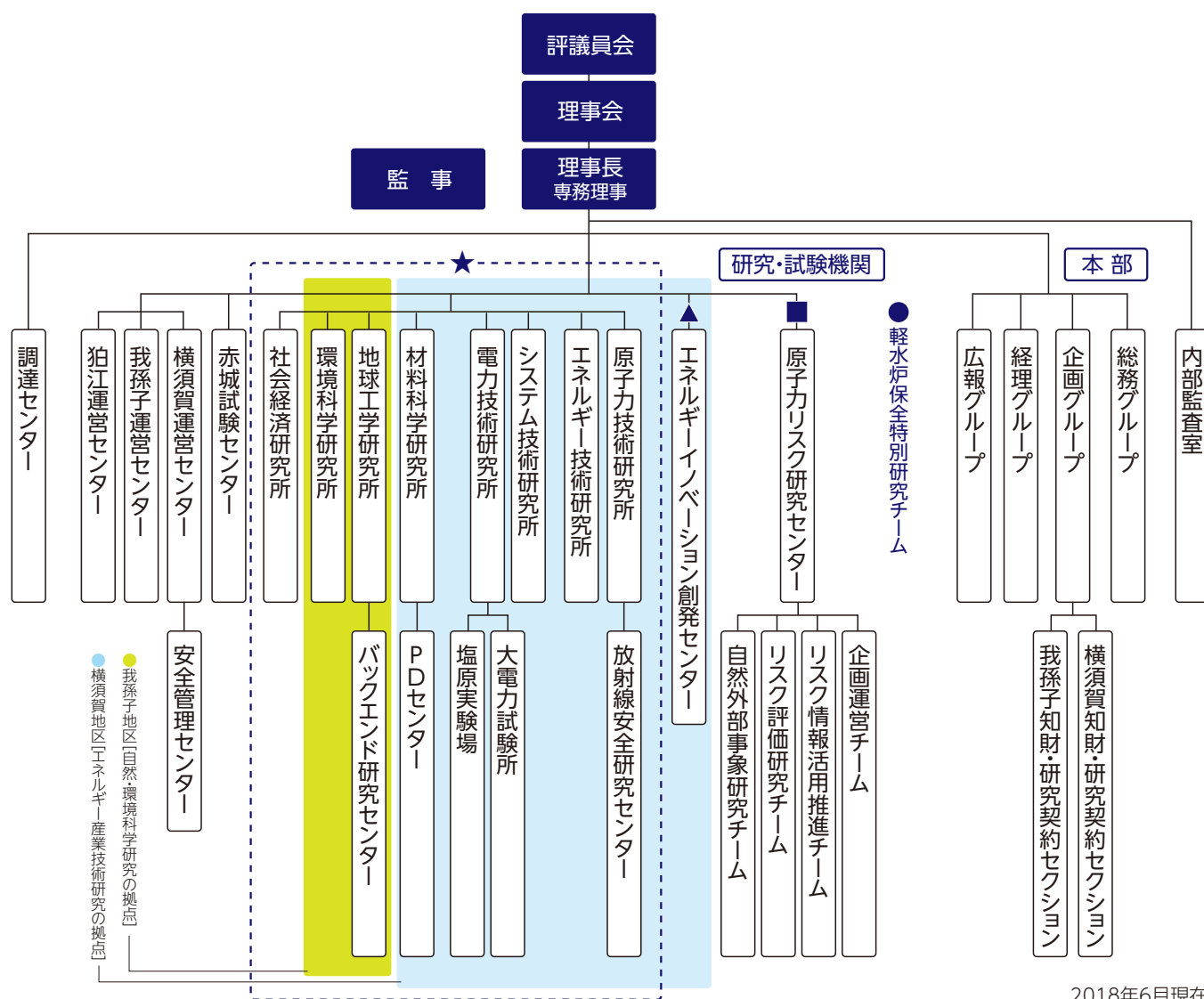
### 赤城試験センター

〒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



### ★ 8研究所

当所の研究部門は、専門分野における基礎から応用までの一貫した研究力を強化することなどを目的として、専門分野別の8研究所を基本的な単位として組織されています。併せて、研究所横断的なプロジェクトを構成することで、電気事業のニーズに柔軟に対応するマトリクス的な研究推進体制をとっています。

#### ■ 原子力リスク研究センター (NRRC)

電力会社による原子力発電所の自主的安全性向上に資するべく、2014年10月に設置しました。事業者との緊密な連携の下、大規模自然災害等の低頻度自然外部事象研究、確率論的リスク評価(PRA)、リスク情報を活用した意思決定、リスクコミュニケーションの最新手法の開発など、リスク低減に向けた研究開発を進めています。

#### ▲ エネルギーイノベーション創発センター (ENIC)

電力販売と配電の両部門の課題を総合的かつ効率的に解決し、IoTやAIの活用により電力ビジネスの変革に貢献することを目的に、2016年10月に設置しました。電力需給マネジメントの高度化や電気事業のデジタルトランスフォーメーションに関する研究に取り組むとともに、センター内に設けた「テクノロジープロモーションユニット」により、迅速なソリューション提供を目指しています。

#### ● 軽水炉保全特別研究チーム

当所が保有する原子力工学、材料科学、電気工学など多様な専門家の総力を挙げ、原子力機器の高経年化対策など、軽水炉の安全性確保に向けた研究を推進しています。

当所は、以下の「内部統制の基本方針」に従い、業務の適正を確保するための体制を維持・運用しています。

### 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、業務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等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、職員等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、理事会等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。
- ・理事および職員等は、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等を発見した時は、直ちに理事長ならびに監事、内部監査部門に報告する。
- ・理事および職員等は、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)

### (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ないました。
- ・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、管理を行ないました。

### (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、全役職員等を対象に不正防止を含む研究倫理に関するeラーニング等を行ないました。
- ・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。
- ・リスクアプローチに基づき、安全管理体制等に対する内部監査を実施し、その結果を踏まえ業務の改善を図りました。
- ・通達「コンプライアンスの推進について」に基づき、地球環境保全について継続的な活動を実施し、その活動成果を環境・社会行動レポートとして取り纏め、公開しました。

### (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使用人はその補佐業務を優先して行ないました。
- ・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ないました。
- ・監事は、各部門の長への面談等により、事業計画策定ならびに業務執行が適切かつ効率的に行なわれていることを確認しました。
- ・監事、内部監査部門ならびに独立監査人との間で定期的に情報・意見を交換する場(三様監査連絡会)を設け、連携を図ることで監査の実効性を高めました。

## 会議体と役員等人事

### 評議員会

#### 評議員会開催状況

年月日	付議事項
2017年 6月16日(第22回)	1. 2016年度継続給付金 報告の件 2. 2016年度事業報告 承認の件 3. 2016年度決算 承認の件 4. 理事及び監事の選任 決議の件
2017年 8月30日(第23回)	1. 評議員及び理事の選任 決議の件
2018年 3月16日(第24回)	1. 2018年度継続給付金 決議の件 2. 2018年度事業計画書 承認の件 3. 2018年度収支予算書 承認の件

### 理事会

#### 理事会開催状況

年月日	付議事項
2017年 6月 1日(第26回)	1. 2016年度継続給付金の報告について 2. 2016年度事業報告について 3. 2016年度決算について 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. 理事及び監事の選任について 6. 評議員会の決議及び報告の省略について
2017年 6月16日(第27回)	1. 理事長、専務理事、常務理事及び業務執行理事の選定と分担業務について 2. 重要な使用人の選任について 3. 役員退職慰労金の支給について
2017年 8月 4日(第28回)	1. 評議員及び理事の選任について
2018年 3月 9日(第29回)	1. 2018年度継続給付金について 2. 2018年度事業計画書について 3. 2018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. 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 [2017年 8月30日付] 小早川 智 明 増 田 祐 治

②退任 [2017年 8月30日付] 廣 瀬 直 己 古 谷 昌 伯

(2) 理 事 ①就任 [2017年 6月16日付] 赤 丸 準 一 秋 田 調 犬 丸 淳 猪 鼻 正 純  
植 田 伸 幸 岡 信 慎 一 各 務 正 博 金 谷 守 浩  
迫 谷 章 佐々木 有 三 曾根田 直 樹 谷 井 浩  
玉 川 宏 一 藤 井 裕 美 濃 由 明

[2017年 8月30日付] 園 博 昭

②理事長、専務理事、常務理事及び業務執行理事の選定

[2017年 6月16日付] 理事長 各 務 正 博  
専務理事 秋 田 調  
常務理事 猪 鼻 正 純 谷 井 浩 犬 丸 淳  
業務執行理事 植 田 伸 幸 金 谷 守 美 濃 由 明 曾根田 直 樹

③退任 [2017年 6月16日付] 藤 波 秀 雄 加 藤 有 一 伊 崎 数 博

[2017年 8月30日付] 赤 丸 準 一

(3) 監 事 ①就任 [2017年 6月16日付] 杉 本 康 武 谷 典 昭 水 鳥 雅 文

②退任 [2017年 6月16日付] 増 田 祐 治

評議員一覧 (2018年3月31日現在)

碧海西 葵	勝野 哲	林原 良	副哉
秋元勇 巳	金井 井	田瀬 宏	子介
石原研 而	茅藤 陽	田田 崇	治彦
一ノ倉 理	工藤 健	正增 英	祐明
岩崎 俊	小早川 智	真村 弓	松山
岩根 茂	小佐伯 勇	森村 松	部
瓜生 道	清南 希	横渡 森	昭
大嶺 島	南谷 鶴	渡 横	明
奥島 孝	小野田 俊		肇
小野田 聡			史

役員一覧 (2018年3月31日現在)

理 事 長	各 務 正 博	理 事	藤 井 裕
專 務 理 事	秋 田 正 調	//	岡 信 慎
常 務 理 事	猪 鼻 正 純	//	園 園 博
//	谷 井 浩	//	迫 谷 章
//	犬 丸 淳	//	玉 川 一
業務執行理事	植 田 伸 幸	//	佐 々 木 有
//	金 谷 守 明	監 事	水 鳥 雅 文
//	美 濃 由 直 樹	//	武 谷 典 昭
//	曾根田 直	//	杉 本 康

## 環境活動

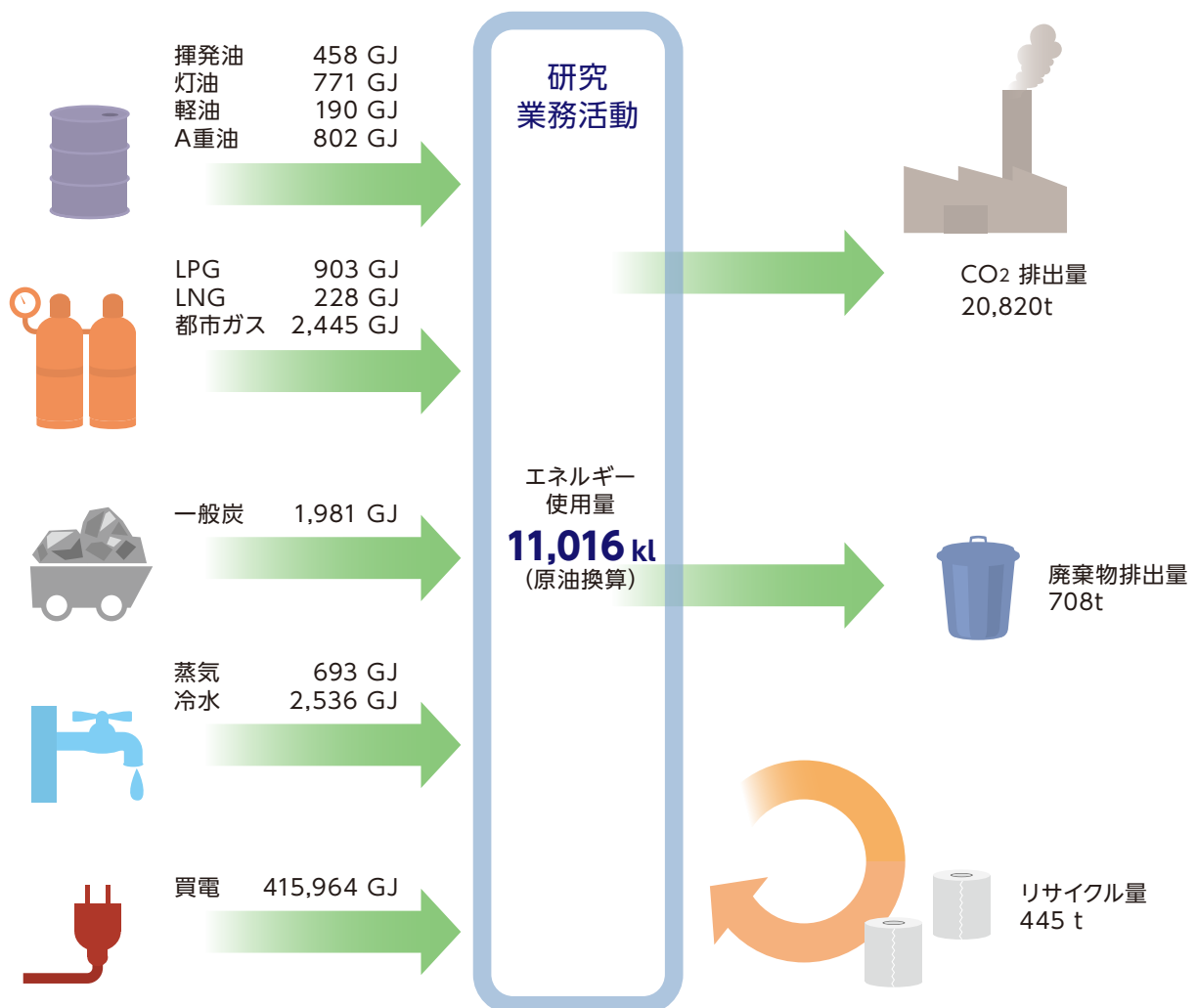
豊かで持続可能な社会の創造を目指し、地域社会はもとより地球規模の環境保全に関する研究開発を推進して成果を社会に役立てるとともに、「環境に配慮した研究所運営」を経営の最重要課題の一つと位置付け、継続的な改善活動を実施しています。

### 環境パフォーマンス

2017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通りとなっています。

研究所全体のエネルギー使用量は、原油換算11,016kl(前年度比5.2%増)、CO<sub>2</sub>排出量は20,820t(前年度比1.3%増)でした。廃棄物の排出量は708t(前年度比12.8%減)、リサイクル率は62.9%(前年度比0.1ポイント増)となりました。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 ]



社会的責任の確保と環境保全・社会貢献に関する様々な活動について「環境・社会行動レポート」を作成し、ご紹介しています。<https://criepi.denken.or.jp/intro/info/ems/report.html>

2017年度の活動については、2018年8月に「環境・社会行動レポート2018」を公表する予定です。

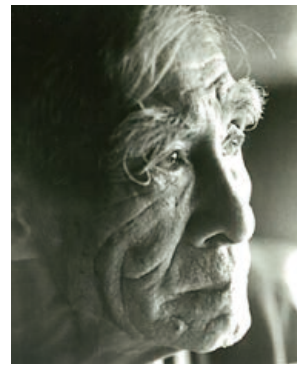


# キーワード索引

本アニュアルレポート「I-2. 研究報告」におけるキーワードを対象としています。  
該当するページに解説を付記しています。

	ページ数		
<b>あ行</b>		<b>な行</b>	
アグリゲータ	56	波乗り現象	44
イエローフェーズ	26	二次調整力	36
一次回帰	48	熱交換器	11
遺伝子の発現	22	熱時効	7
インシデント	46	熱流束	18
腕金	40	燃料比	8
塩害汚損区分	40	ノンテクニカルスキル	6
応力腐食割れ(SCC)	20		
<b>か行</b>		<b>は行</b>	
カーテンウォール	52	白金族元素	26
回帰係数	48	反応度投入事故(RIA)	18
ガスタービン複合発電(GTCC)	9	火花放電	42
カラム	9	微粉炭火力発電	8
環境アセスメント	52	負荷周波数制御(LFC)	36
幹細胞	22	筆洗い法	40
乾式貯蔵	24	不平衡事故	9
業務用電力契約	48	ベントナイト	7
許認可解析コード	18		
キレート剤	8	<b>ま行</b>	
熊本地震	32	メリットオーダー(MO)	36
クリープ損傷	8	盲検法	50
経済負荷配分制御(EDC)	36	木質炭化燃料	30
高性能電子装置(IED)	46		
降伏応力	7	<b>や行</b>	
コネクト&マネージ	12	容量市場	12
個別要素法	16		
コンクリートキャスク	24	<b>ら行</b>	
		落雷位置標定システム	10
		リチウムイオン電池(LiB)	58
		流体力	32
		レーザ誘起ブレイクダウン分光法(LIBS)	40
		連動破壊	6
		六フッ化イオウ(SF <sub>6</sub> )	10
		<b>数字・アルファベット</b>	
		30分デマンド	48
		3次元構造モデル	38
		CPAT	10
		ICRP(国際放射線防護委員会)	22
		IEC 61850	46
		PCB	10
		PD制度	20
		PRA(確率論的リスク評価)	6
		VPP	56
		XTAP	10
<b>さ行</b>			
三次調整力	36		
地震波トモグラフィ解析	6		
実質設備投資額	54		
商用周波(数)	42		
ステーションパス	46		
スマートコミュニティ	56		
線量率効果	22		
<b>た行</b>			
代理指標	54		
ダックカーブ化	56		
地域要求量(AR)	36		
地層処分	26		
地熱飽和蒸気	34		
中間周波帯	50		
中深度処分	7		
超音波探傷	20		
超音波フェーズドアレイ	20		
長期エネルギー需給見通し	54		
電気二重層エレクトレット	13		
電磁界イミュニティ	42		





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：2018年6月