

Annual Report 2016

2016年度 事業報告書・決算書

Annual Report 2016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-燃料露出事故時の燃料集合体の内部挙動を解明	16
2-原子力発電所の断層の活動を体系的に評価する手法を構築	18
3-人間信頼性評価の事業者向けガイドを作成	20
4-超小型試験片を用いた原子炉圧力容器鋼材の強度評価手法を開発	22
5-科学的な合理性を有する放射線防護体系を構築	24
6-人工バリア材の信頼性の高い品質管理手法を構築	26
■ 火力発電	
7-材料の個別特性を考慮に入れた高クロム鋼製配管の寿命評価法を提案	28
8-石炭灰に含まれるホウ素量の迅速な測定装置を開発	30
9-自然変動電源大量導入時の需給バランス維持に貢献する ガスタービン発電技術を提案	32
■ 水力発電	
10-水力発電機における水車羽根の効率的な肉厚計測手法を開発	34
■ 再生可能エネルギー	
11-再生可能エネルギー大量導入時の電力システムの安定性評価指標を提案	36
■ 電力流通	
12-スマートグリッドを支える通信プラットフォームを構築	38
13-落雷の位置やエネルギーを高精度で推定できる標定システムを開発	40
14-大電流による電線の素線溶断を予測する手法を開発	42
15-微量PCBに汚染された変圧器の無害化処理技術を開発	44
16-ドローンを活用した送電線と樹木の離隔評価手法を構築	46
17-送電設備の合理的な雪害対策を提案	48
■ 需要家サービス	
18-ヒートポンプの高効率化に向けて霜の付きにくい熱交換器を開発	50
■ 環境	
19-カーボンプライス政策の欧米導入事例を調査・分析	52
■ 事業経営	
20-電力システム改革における5つの新しい市場の詳細を分析	54
■ 共通・分野横断	
21-IoT技術の導入による発電設備の効率的な状態監視技術を開発	56
22-AI技術を適用したOFケーブルの異常判定技術を開発	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	71
独立監査人の監査報告書	72
監査報告	73
Facts & Figures	74
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.71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2016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	2016年度は該当する活動はありません。



Annual Report 2016の発刊にあたって

電力システム改革により、電力小売市場における競争環境が整備され、電気事業者の戦略には多様化・分社化の動きが見られます。また、改革の目的達成に向けて、様々な市場の設立が打ち出されるなど、電気事業を取り巻く事業環境は大きく変化しています。一方で、電力需要が飽和し、電力技術が成熟段階を迎えるなかで、電力供給には安定性と合理性を両立し、かつ環境と調和することが求められています。

当所は、これらの電気事業を取り巻く環境変化を受けて、課題の解決や新たな価値創造に資する研究開発を推進しています。2016年度は、原子力発電におけるさらなる安全性の高度化、再生可能エネルギー大量導入に対応する電力流通系統の安定化や火力発電設備の高性能化に係わる成果を創出しました。さらに、電力設備の保守管理の合理化等に向けて、IoTやAIを用いた挑戦的な研究開発にも積極的に取り組みました。

また、リスク情報を一層活用していくため「原子力リスク研究センター (NRRC)」の機能を強化するとともに、先端的なデジタル技術を用いた新たな顧客価値の創出などを目指す「エネルギーイノベーション創発センター (ENIC)」を設置し、研究推進体制を整備しました。あわせて、持続可能な事業基盤の構築を目指して、研究拠点整備を推進し、組織体格のスリム化と業務の合理化に取り組むなど、「構造改革」を着実に進めました。

電力中央研究所は、電力のサプライチェーンを網羅する多様な専門性をもつ研究者とユニークな研究設備からなるインハウス研究機関として、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・システムの変革に向けて、今後も価値ある研究成果を創出・提供し、電気事業をはじめ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

電気事業の中央研究機関として、電気事業の共通課題の解決に役立つ様々な研究成果を創出するとともに、将来顕在化が予想される事象に対して先見的に研究に取り組み、社会に貢献しました。

■ 変革を先導する研究の推進と成果の創出・提供

・電気事業の共通課題の解決に役立つ研究開発に優先的に資源を投入し、着実に成果を創出・提供しました。また、電力をはじめとするエネルギーの供給および利用に係わる技術・システムにおいて将来顕在化することが予想される事象を先見的に見極め、そこに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ました。具体的には、原子力発電分野における「断層活動性の体系的評価手法の構築」や、火力発電分野における「自然変動電源大量導入時の需給バランス維持に貢献するガスタービン発電技術の提案」、電力流通分野における「スマートグリッドを支える通信プラットフォームの構築」、事業経営分野における「電力システム改革による5つの新しい市場の詳細分析」、共通・分野横断における「IoT技術の導入による発電設備の効率的な状態監視技術の開発」などがあげられます。→ 図1、p.16～p.59

【2-2. 主要な研究成果】(全22件)参照

・電気事業の現場で生じる事故やトラブルなどに迅速かつ柔軟に対応し、的確なソリューションを提供しました。→ 図2参照

・国等からの受託研究については、「次世代配電システムの構築に係る共通基盤技術の開発」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つながる先端的な課題へ挑戦する研究を受託・実施しました。→ p.79「国等からの受託研究」参照

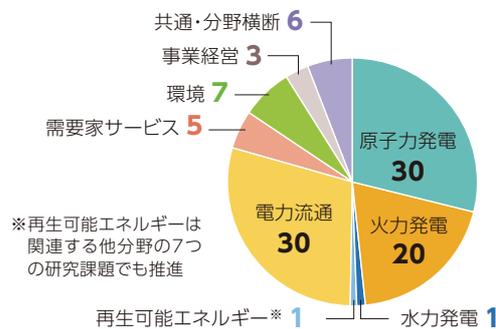


図1 2016年度分野別研究課題数

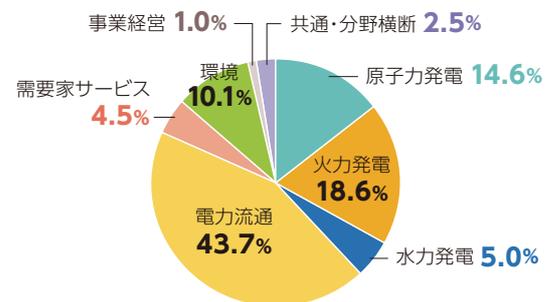


図2 2016年度 電気事業者からの受託研究 (分野別の件数比率)

■ ニーズに的確に応える事業戦略の策定と推進体制の整備

・電力システム改革の進展に伴う、発電・送配電・販売など事業分野毎の研究開発ニーズの変化に対応するため、中長期的な事業戦略を定め、これに従い、電気事業者との重層的なコミュニケーションを通じて研究開発ロードマップを共同で策定・更新し、当所が担うべき研究開発を明確にして推進しました。

・事業戦略の具現化に向けて、原子力発電所の安定運転とさらなる安全性向上をリスク管理の視点を導入して一層効率的に実現するため、「原子力リスク研究センター (NRRC)」に「リスク情報活用推進チーム」を設置しました。また、需要家側と系統側が協調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の支援を目指す「エネルギーイノベーション創発センター (ENIC)」を設置するなど、推進体制を整備しました。

■ 中長期的な視点に基づく基盤研究力の強化・発展

・今後の電気事業において生じることが想定される課題の解決に必要な基盤技術を明確にし、新たな技術分野を拡充する一方、将来にわたり必要性が低い分野は縮小して研究者の分野転換を図るなど、基盤技術の新陳代謝を進めました。

・原子力発電所敷地内および周辺の断層のより精確な活動性評価を可能とする「マイクロフォーカスX線CTおよび透過型電子顕微鏡」や、発電設備の系統配管破損を模擬し、漏洩気体による影響を定量的に評価することで設備保全体系の合理化につなげる「配管破損時漏洩挙動計測設備」など、電気事業の課題解決に不可欠な大型研究設備を、分野毎の研究戦略に基づき、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

・国内外の研究機関や電力会社等への研究員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知見を有する人材の育成を進めました。

・米国EPRI、フランスEDFとの連携分野の拡大をはじめとして、国内外の高い技術水準を有する機関との共同研究や人材交流に積極的に取り組み、研究力の向上に向けた研究ネットワークの強化・拡充を図りました。→ p.83「研究ネットワーク」参照

■ 知的財産と保有技術を活かした社会への貢献

・研究開発により創出した成果を電気事業をはじめとする社会へ還元するため、研究報告書や学術論文として広く一般に公表しました。また、「CALDYG(配電系統総合解析ツール)」のライセンス許諾など、当所が保有する特許・ソフトウェアを電気事業者をはじめメーカーや大学等に幅広く提供し、活用いただきました。

→ 図3、p.76、p.77「研究成果・知的財産」参照

・「原子力発電所の確率的リスク評価に関する実施基準(レベル3PRA編)」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政策立案や規格・基準の策定に貢献しました。

→ p.78「規格・基準・技術指針等」参照

・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」としての役割を担うとともに、電力各社やメーカー等から委託された遮断機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。→ p.78「資格・試験業務」参照



図3 報告書・論文数の推移

■ 研究拠点整備の着実な推進と業務合理化・コスト削減

・横須賀地区における新本館の竣工およびこれに伴う粕江地区からの研究機能の移転など、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進めました。

・持続可能な事業基盤を構築するため、組織体格をスリム化して固定的経費を削減するとともに、調達における競争見積の推進等を通じた研究・業務両面でのコスト削減への継続的な取組み、アウトソーシングによる業務の合理化を進めました。→ p.60、p.61「3. 組織運営」参照

■ 決算の概要

2016年度の経常収益は、経常給付金252.4億円、国や電力会社、メーカー等からの受託研究等事業収益54.1億円などにより、合計309.5億円となりました。経常費用は、人件費97.3億円、経費200.6億円により合計298.0億円となり、2016年度経常増減額は11.5億円となりました。→ p.62~p.72「II.決算」参照

2. 研究報告

2-1. 成果の概要

電気事業の変革を先導すべく時間軸を意識し、喫緊の課題から将来を見据えた課題に至るまで幅広く取組み、時宜に適った研究成果を創出・提供しました。

電気事業のサプライチェーンに対応した原子力発電などの8分野に加えて、各分野に共通する課題に取り組む「共通・分野横断」カテゴリを新設し、各分野と連携を密に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。さらに、p.16以降では、その中でも特筆すべき主要な研究成果をクローズアップします。

※索引用キーワード(p.91)を太字で示しています。なお、一部のキーワードは主要な研究成果(p.16~p.59)に解説を付記しています。



原子力発電

軽水炉の安全性高度化

炉心損傷評価技術の高度化

- 原子炉の設計基準事象を超える事故時の炉心損傷防止策の信頼性向上に資するため、沸騰水型軽水炉の制御棒落下事故等による急激な沸騰状態(高温・高圧)を模擬する実験を行い、燃料被覆管表面温度の急激な上昇に伴う、燃料集合体の蒸気発生挙動を明らかにしました。→ **p.16参照**
- 過酷事故**時における燃料からの放射性物質の移行挙動に関するデータベースを拡充するとともに、事故時における格納容器内のスプレイ冷却時の温度評価に数値流体力学コードを適用し、その有用性を検証しました。
- 世界最高水準の**フィルタベント**システムの構築に向け、実規模のフィルタベント装置を用いて、種々のフィルタに対する主要な放射性物質の除去特性に関する試験データを取得し、フィルタベント性能評価ツールを開発しました。

フィルタベント

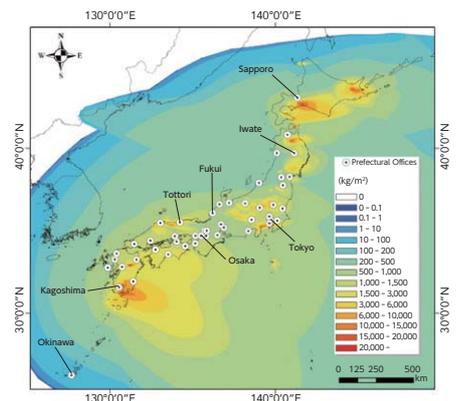
原子炉格納容器内の圧力の異常上昇を抑制するため、格納容器に取り付けた排気設備で、環境への放射性物質の放出量を抑えるフィルタを備えているもの。

低頻度事象評価技術の確立

- 原子力発電所の敷地内外に存在する断層の活動性を体系的に評価するための断層活動性分析フローを構築しました。同フローを用いて、2016年4月に発生した熊本地震などの現地調査を行い、断層活動性を適切に評価できることを明らかにしました。→ **p.18参照**
- 地震ハザード評価における**確率論的リスク評価**手法の国内導入に向け、国外の最新事例を収集分析するとともに、伊方発電所をパイロットプラントとして、確率論的**地震ハザード**評価を実施するための実施計画を策定しました。
- 原子力施設に対する火山噴火の影響評価に資するため、過去33万年間の降下火山灰の情報を整理し、国内の累積降灰分布を作成しました(右上図)。
- 地震に対する原子力発電所の重要機器の構造健全性を評価するため、原子力発電所に用いられる電動弁駆動部を対象に加振試験を実施し、適切に耐震補強することで最大加速度20G加振条件下でも正常に駆動することを明らかにしました。

確率論的リスク評価 (PRA: Probabilistic Risk Assessment)

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、それらのシナリオを発生頻度と発生による影響の組合せで決まるリスクで順位付けして、施設の安全上の脆弱性を定量的に評価する手法。



国内の過去33万年間の累積降灰分布

Good PRA

国際的な先例事例に比肩し、日本の状況も踏まえた改善も加味したプラント特有のPRA。

確率論的リスク評価 (PRA) 技術の確立

- ・伊方発電所を対象にした国内初となる**Good PRA**の実施に向け、海外専門家からPRA評価の高度化に資する最新の情報等を収集しました。
- ・**人間信頼性評価 (HRA)** 手法の高度化に向け、人間の認知プロセスの失敗を考慮した定性的手法を構築し、これを従来の定量化手法と組み合わせた国内向けHRAガイドを作成しました。→ **p.20参照**
- ・HEAF火災 (高エネルギーアーク故障による2次的火災) 防護対策を構築するため、高圧電源盤を用いた内部アーク試験を行い、火災進展条件を明らかにしました。

重大事故影響評価

- ・環境面での確率論的リスク評価 (レベル3PRA) の基盤整備のため、米国原子力規制委員会が開発したレベル3PRAコード (WinMACCS) について、被ばく線量に与えるパラメータの影響度を解析した結果、特に放射性物質の大気拡散係数の影響が大きいことを明らかにしました。
- ・大気中における放射性物質の湿性沈着や乾性沈着、建屋影響などを考慮した上で、平常時および事故時の大気拡散評価ができる簡易計算ツールを開発しました。

自主保安活動の推進・深化

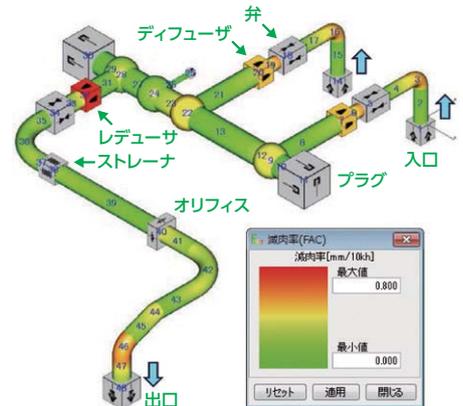
- ・緊急時対策本部要員向けの**ノンテクニカルスキル**教育訓練について、訓練内容の評価方法の標準化を行い、同訓練手法を島根原子力発電所に適用しました。

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。

軽水炉の安定運転**軽水炉保全技術の高度化**

- ・発電プラント配管の減肉率の予測と余寿命評価が可能な配管減肉評価ソフトウェア (FALSET) を開発・改良し、電力会社に配布できるようになりました (右図)。
- ・原子炉格納容器内の塗装は**冷却材喪失事故**時においても剥離しないことが重要であることから、塗装仕様39種類を対象に関連指針 (JEAG 4628-2010) に準拠した模擬試験を実施して、健全性を評価した結果、13種類が同指針に適合することを確認しました。
- ・原子炉圧力容器の中性子照射脆化の評価手法の確立に向けて、当所が開発した超小型試験片を用いた破壊靱性評価手法が、金属母材と同様に溶接金属材料にも適用できることを明らかにしました。→ **p.22参照**



FALSETを用いた減肉予測例

冷却材喪失事故

原子炉においての冷却材 (水) が配管の破損等により流失し、炉心の冷却機能が失われる事故。

放射線防護体系の維持・発展

- ・**緊急時、現存 (事故後)、計画 (平常時) の被ばく状況**における汚染された物品の搬出基準策定のため、合理的な被ばくシナリオを採用した表面汚染線量評価モデルを提案し、ガイドライン (日本保健物理学会放射線防護標準化委員会) に反映しました。また、放射線リスク評価の新しい指標を提案し、循環器系疾患の放射線影響は、がんを対象とした現行の基準で十分に防護されていることを明らかにしました。→ **p.24参照**

放射性廃棄物処分事業支援

- ・人工バリア材であるベントナイトの品質を簡便に管理する手法を確立するため、有用性が知られていた「ろ紙法」について、測定に用いる器具や手順を規定・統一することで機器を用いる比色法と同じ精度で測定できることを検証し、同法の規格化に見通しを得ました。→ **p.26参照**



火力発電

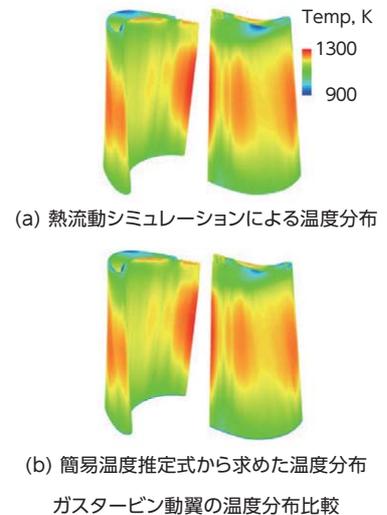
既設火力発電所の信頼性確保

- ・腐食等の損傷による火力発電所での計画外停止の低減に向けて、現場で活用できるボイラ伝熱面診断技術を構築するため、可搬式の三次元形状計測器を用いたボイラ水冷壁管の迅速形状計測手法、および減肉量解析手法を開発しました。
- ・高クロム鋼廃却材のクリープ試験データベースの解析により溶接継手の寿命のバラツキは母材の寿命に依存することを、また収差補正透過電子顕微鏡を用いた分析により母材の寿命は微細析出物と相関があることを明らかにしました。これらの知見を微小サンプル技術と組み合わせることで、各発電所の配管固有の特性を考慮できる寿命評価法を提案しました。→ p.28参照

ガスタービン

高温高圧ガスのエネルギーを機械的な動力に変換する回転式原動機。

- ・ガスタービンの保守コスト低減に向け、運転条件の変化がタービン翼の寿命に及ぼす影響を評価するため、1100℃級タービン初段動翼を対象に、翼温度を迅速かつ簡便に推定できる簡易温度推定式を考案しました。同式から求めた動翼温度分布は熱流動シミュレーションによる結果と良く一致することを明らかにしました(右図)。
- ・石炭灰の有効利用の拡大に向けて、石炭灰中に含まれる**ホウ素**の含有量を迅速に計測するため、ホウ素が中性子を特異的に捕獲する性質に着目した中性子ホウ素計を開発しました。→ p.30参照



環境負荷を低減する火力技術

- ・高温機器に対して使用実績のない材料のクリープ疲労条件下での寿命評価法の確立に向け、クリープ損傷評価の中で複雑な応力状態の影響を考慮することにより、切欠き付き試験片でも丸棒試験片と同程度の寿命予測精度が得られることを確認しました。
- ・**木質バイオマス**を原料とするバイオ改質炭の普及拡大に向け、圧密処理によりバイオ改質炭のエネルギー密度を向上させることで、粉砕動力が一般に利用されている瀝青炭と同等になることを明らかにしました(右図)。

木質バイオマス

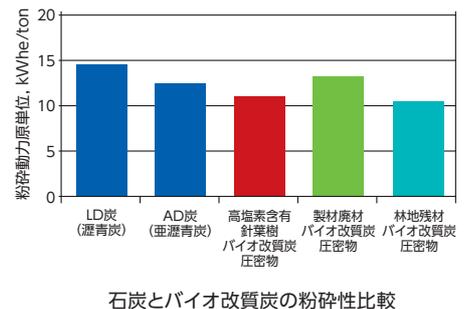
木材由来の再生可能な資源で、石油より安価で二酸化炭素排出量が少ない。

微粉炭焼き火力発電

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。

燃料比

燃焼のしやすさを示す因子で、燃焼性の良い揮発分に対する燃焼性の悪い固定炭素の重量比率。



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のために、燃えにくく、国内の**微粉炭焼き火力発電所**で利用されていない高燃料比瀝青炭(燃料比2.5~4)の混炭利用に向け、瀝青炭と高燃料比瀝青炭の混炭時の粉砕特性を評価し、粉砕動力や微粉炭粒子径に対する混炭率の影響を明らかにしました。
- ・微粉炭焼き火力発電所の運用最適化に向けて当所が開発した石炭運用評価システムに、石炭性状と運転条件を考慮したボイラ効率を計算できる機能を組み込み、コスト算出精度を向上させました。

再生可能エネルギー大量導入への対応

- ・自然変動電源大量導入時の出力変動対策のため、起動性や負荷追従性に優れている**ガスタービン複合発電 (GTCC)**について、起動時間の短縮、出力変化速度の向上など開発すべき目標性能値を整理するとともに、自然変動電源大量導入が予想される将来の需給状況を想定し、目標性能値を有するGTCCが需給運用に及ぼす効果を試算しました。→ p.32参照

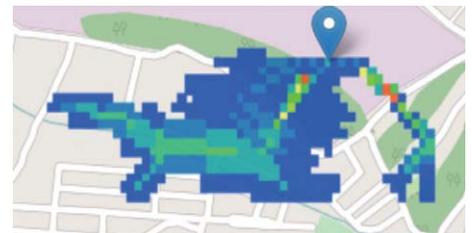


水力発電

水力施設の防災・維持管理

- ・水力施設の溢水・浸水による公衆災害を未然に防ぐためのリスク評価の一環として、対象範囲など僅かな入力データだけで、水の到達時間や水深と流れの速さを簡易に計算できる解析プログラムを開発しました(右図)。
- ・水力発電に使用されている水車羽根の肉厚を水車羽根間の狭い空間においても効率よく計測するために、小型**ラインレーザ**と小型カメラを用いて水車羽根の表裏面を撮影し、画像データを基に水車羽根の断面形状を精確に再現して肉厚を計測する手法を開発しました。→ p.34参照

水位 低  高



溢水を想定した仮想浸水のシミュレーション例
(背景図はOpenStreet Mapのデータを利用)

地熱貯留層

地表から浸透した水を蓄えた岩層・地層を「貯留層」と呼び、地熱地域などで貯留層が加熱状態にある場合を「地熱貯留層」と言う。

断裂帯

横ずれ状の断層において、隣接する断層で同じ方向に力が加わっている領域。

変質帯

地熱地域などにおいて、地下深部からの熱水により岩盤が変質した領域。



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

- ・電力システムの安定性(特に事故時)の観点から、再生可能エネルギー大量導入時においても一定規模の**同期発電機**を運転する必要があります。その際の、適正な同期発電機の比率を評価するために有用な指標として「発電機停止率」を提案しました。→ p.36参照

バイオマス・地熱発電の導入拡大

- ・地熱開発の効率化・低コスト化に向けた**地熱貯留層**探査技術の高度化に資するため、既設発電所の開発に関する調査を行い、**断裂帯**や**変質帯**の重要性およびこれらの地層タイプに応じた適切な探査項目を明らかにしました。



電力流通

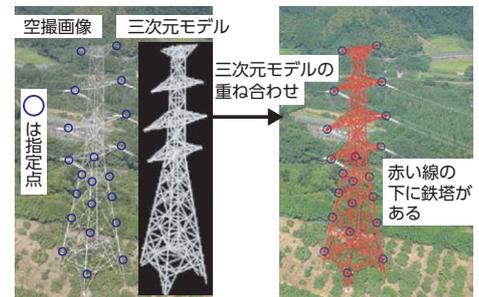
電力システム改革への対応

- ・スマートグリッドの導入が進むことによりスマートメータやITを活用したサービスの浸透が予想されますが、現状ではアプリケーション毎に通信規格が異なっているため、相互連携が難しい状況にあります。この問題を解消するため、共通API(Application Program Interface)を介して各通信規格を統一的に利用できる通信プラットフォームを構築しました。→ p.38参照

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

- ・送電用鉄塔の予防保全型維持管理手法の確立に向け、立地点毎の鉄塔の腐食劣化度合いが評価できるフローを構築しました。また、腐食実態を効率的に把握するために、空撮画像から鉄塔鋼材部分を抽出する手法を開発しました(右図)。
- ・配電用CVケーブルの水トリー劣化を高感度に検出するため、電流積分法を初めて同ケーブルに適用し、従来は困難であったケーブル絶縁体が橋絡する前の短い水トリーを検出できる見通しを得ました。
- ・磁器がいの絶縁性能低下につながる付着塩分の密度計測を効率よく行うため、レーザー誘起ブレイクダウン分光(LIBS)を活用した手法を構築し、がいを送電設備から取り外すことなく、オンサイトで遠隔計測を迅速に行える見通しを得ました。



空撮画像からの鉄塔抽出結果例

水トリー・橋絡

CVケーブルの絶縁層(架橋ポリエチレン)内に侵入した微量の水分が、電界が局所的に高まる箇所において凝集し、樹枝(tree)状に成長する現象。水トリーが成長し、ケーブルの外側と内側の導体部まで繋がることを橋絡と言う。

レーザー誘起

ブレイクダウン分光

レーザー光を測定対象物に集光することにより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、測定対象物に含有されている元素の種類および濃度を測定する技術。

SiCパワー半導体

シリコン(Si)と炭素(C)で構成される電力機器向けの半導体素子で、高耐圧、高周波動作に優れている。

設備の設計合理化・運用支援

- ・落雷に伴う送変電設備の巡視・点検の省力化に向け、落雷位置を誤差50m以内の高精度で特定し、被害レベルの評価に必要な雷エネルギーも推定できる新しい落雷位置標定システムを開発しました。→ p.40参照
- ・雷電流など大電流による電線断線事故を未然に防止するため、溶断し難い電線の選定に向けて、電線を構成する素線が大電流によりどの程度溶断するかを計算し、溶断量から素線溶断本数を予測する手法を開発しました。→ p.42参照
- ・使用中の変圧器に含まれる微量PCBの除去処理に用いる課電洗浄技術の開発を進め、変圧器を構成する部位毎の洗浄を可能とする部位別洗浄を新たに提案しました。これにより、洗浄の対象となる機器数を大幅に拡大できる見通しを得ました。→ p.44参照
- ・送電線と周辺樹木との離隔を管理するため、ドローンによる簡便・安価な離隔計測手法を構築し、従来の航空機測量と同程度の精度で離隔計測が可能であることを示しました。→ p.46参照

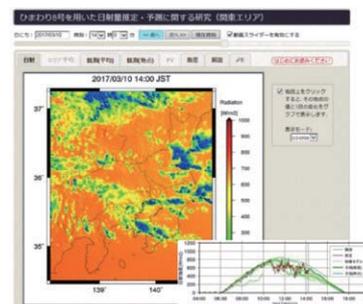
将来の設備更新を見据えた次世代機器技術

- ・電力用高電圧SiCパワー半導体の実用化に向けて、半導体結晶作製時に金属元素(バナジウム)を添加することで半導体としての電気特性を大幅に改善する技術を開発しました。これにより、通電劣化防止、スイッチング特性の改善への見通しが得られました。

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

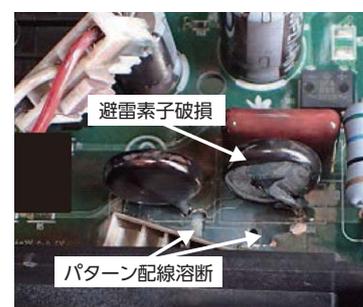
- ・太陽光発電における出力変動の正確な把握に向けて、ひまわり7号と比べて観測時間間隔が短縮されるなど大幅に機能が向上したひまわり8号の衛星画像データを活用し、精度の高い日射量推定・予測システムを開発しました(右図)。



日射量推定・予測システムの画面表示例

配電設備の形成と維持更新

- ・配電線への雷撃時に、スマートメータ内部の避雷装置を通過する雷電流のエネルギーがスマートメータを故障させる様相を明らかにしました。また、柱上変圧器から遠くに位置するスマートメータほど内部の避雷装置を通過する雷電流のエネルギーが大きくなり、故障に至りやすいことを明らかにしました(右図)。



雷電流のエネルギーによるスマートメータの雷故障様相

災害・人為リスクへの対応

- ・地中送電ケーブルの波乗り現象に対する解析法を提案し、1/10縮尺の小型室内模型装置にて実施した模擬ケーブル移動現象実験結果との比較により、解析法の妥当性を検証しました。
- ・送電設備の雪害3事象(重着雪、ギャロッピング、塩雪害)に関して、最新の知見に基づき、雪害が発生しやすい地域を予測する手法を構築するとともに、地域の気象特性や設備の仕様に応じ適切な雪害対策品を選定するフローを提案しました。→ p.48参照



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

- ・ヒートポンプの高効率化に向けて、ヒートポンプ室外機(熱交換器)への着霜を防止するため、吸着剤を塗布した熱交換器を利用する無着霜ヒートポンプを開発しました。これにより、従来のヒートポンプ給湯システムと比べ、1~3割程度の効率向上が期待されます。→ p.50参照
- ・電化厨房用の換気扇の設計を適正化し、省エネルギー化を進めるため、電化厨房の必要換気量を実験により評価しました。その結果に基づいて作成した電化厨房換気設計指針案がJEHC103-2017((一社)日本エレクトロヒートセンター)に反映されました。
- ・電気自動車への電力供給手段として当所が開発を進めている磁気共鳴方式の双方向非接触給電の実用化に向けて、給電コイルの材料を見直し、伝送効率を向上させました。

スマートメータ

通信機能を備えた電力量を計量する装置で、電力会社と需要者間のネットワークを利用し、電気使用状況の見える化などのサービスを提供することができる。

ケーブル波乗り現象

地中送電ケーブルが、地上を通過する車両の振動に伴って移動する現象。ケーブルコアの移動により、最悪の場合、絶縁破壊を引き起こす可能性がある。

双方向非接触給電

非接触給電は電力供給手段の一つでワイヤレス電力伝送とも呼ばれ、電気自動車(EV)への適用が期待されている。給電方向が電力系統からEVだけでなく、逆方向にもできる方式が双方向非接触給電。



環境

環境政策・規制への対応

・カーボンプライシングについて、先行している欧米の導入事例を分析し、今後の政策検討に向けた課題を抽出しました。また、暗示的な炭素価値について、その定義、評価の方法などを整理しました。

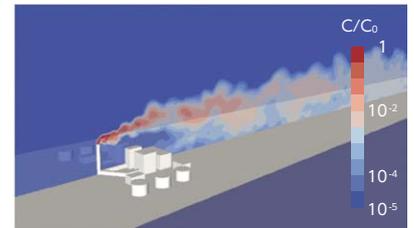
→ p.52参照

・次期IPCC（気候変動に関する政府間パネル）報告への反映に向けて、長期CO₂排出削減シナリオにおける気候・政策・技術の不確実性を相互に比較する手法を開発し、政策や技術に比べ、気候予測の不確実性が高いことを定量的に示しました。

・大気中の微量粒子状物質PM_{2.5}の発生源の変化を把握するため、化学物質輸送モデルを用いて数値解析を行った結果、人間活動に由来する割合は2000～2010年の期間において、ほぼ一定（約40%）で推移しており、その中に占める発電所の影響は2.8%～3.9%であることを明らかにしました。

効率的な環境アセスメント

・高コストの風洞実験を代替する手法開発のため、低煙突LNG火力の排ガス拡散予測や貯炭場内風速推定の3次元数値モデルを構築しました（右図）。また、当所開発の3次元温排水拡散予測モデルを改良し、発電所周辺海域において、冷却水（海水）取水時の冷却水と温排水の混合率の予測が可能になりました。



風洞実験を代替する排ガス拡散予測のための3次元数値モデル



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

・電力小売全面自由化後の国内各地域における小売電気事業者の変更率は、事業者の変更により可能な料金削減率を考慮すれば、欧州と同程度であることを明らかにしました。

・欧州の卸電力取引の活性化の状況について調査を行い、スポット市場の取引量は日本でも既に導入が決まっている**グロスビディング**や連系線の利用における間接オークションの適用により増加が見込まれる他、卸電力価格の増減により変化する可能性があることを示しました。

・電力システム改革で新たに創設される市場の制度設計に関連する海外の事例を調査するとともに、国内の卸市場モデルによる定量分析を行い、再生可能エネルギー大量導入と安定供給の両立には、**容量市場**等の創設が望まれることを明確に示しました。→ p.54参照



共通・分野横断

需給協調による全体最適化

・**電力需給マネジメント手法**の確立に向けて、これまでに開発した電力需要シミュレーションツールに、地域ごとの気象条件に応じた電気機器の消費電力やPVの発電電力を計算する機能を追加することにより、任意の地域を対象とした電力需要シミュレーションが可能となりました。

環境アセスメント

大規模な開発事業を実施する際に、事前に事業者自らが環境への影響を調査・予測・評価し、環境保全の観点からより良い事業計画を作り上げていくことを目的とした制度。

グロスビディング

電力市場の活性化のため、電力会社社内内の発電部門と小売部門が、卸電力取引所を通じて電力を売買する仕組み。

電力需給マネジメント手法

需要家が保有するエネルギー機器と電力系統の協調により、電力の需要と供給を管理し、電力品質を維持する手法。

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、従来利用が難しかった100Hz以下の周波数でも発電可能な振動発電素子の試作に成功しました。→ p.56参照
- ・電力設備の管理等において作業の負担軽減や効率化を図るため、簡便でありながら高度なパターン認識を行うことができるAI手法の開発に取り組み、**OFケーブル**の異常判定法として多用されている絶縁油の分析方法に適用した結果、判定の正解率を従来の約50%から約80%まで向上させることに成功しました。→ p.58参照

主要な新規研究設備

マイクロフォーカスX線CTおよび透過型電子顕微鏡

ビーム径を極めて小さく絞り、数10 μm 程度の高い空間分解能で3次元構造を取得することができるマイクロフォーカスX線CT、および汎用の透過型電子顕微鏡です。これらを用いることで発電所敷地内及び周辺の断層の活動性評価を微視的な構造評価に基づき、より精確に行うことが可能となりました。



配管破損時漏洩挙動計測設備

発電所内の系統配管が破損した際の状態を模擬し、破損箇所から出てくる気体の噴流挙動を高速度カメラやレーザー光を用いて高精度に観測・計測する装置です。この装置によって得られる知見は、配管の欠陥評価や減肉評価手法で得られた結果等と組み合わせられ、発電所内の系統配管に対する適切な保全方式の選択に寄与します。



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従来の8分野に加え、各分野に共通する課題に取り組む「共通・分野横断」カテゴリを新設し、各分野と連携を密にして研究を推進しました。



原子力発電

● 軽水炉の安全性高度化

■ 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

■ 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
- ・原子力建屋・機器の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

■ 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
- ・原子力施設におけるリスク情報活用の推進

■ 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

■ 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体系化
- ・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

- ・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化技術の開発

● 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

● 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への対応策の検討

● 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

- ・電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
- ・瞬時値解析プログラムを用いた配電系統の動的挙動計算手法の開発

● 配電設備の形成と維持更新

- ・配電系統の電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
- ・送配電設備の風雪害対策技術の実証
- ・広域災害に対する電力流通設備の減災・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



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CO₂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
- ・再生可能エネルギー大量導入への対応策の検討
- ・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

● 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

- : 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
- ▽ : 研究課題名称(関連する他分野の研究課題において推進する課題(重複掲載))



燃料露出事故時の燃料集合体の内部挙動を解明

● 模擬燃料集合体の熱水力試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

制御棒

原子炉の核分裂で発生する中性子を吸収して核分裂反応を低下させる棒状あるいは板状の装置。出力を抑制する効果がある。

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、原子炉に急激な反応度が投入され、原子炉出力が急上昇する事故。

パルス

極めて短い間に流れる電流や電波のこと。

熱流束

単位時間に単位面積を横切る熱量。

ボイド率

気液二相流の中で気体の体積割合。

過酷事故

原子炉の安全設計・評価を行う際に想定される設計基準事象を超える事故。

背景

沸騰水型軽水炉における**制御棒落下**や加圧水型軽水炉における**制御棒飛び出し**によって原子炉出力が急速に増大する**反応度投入事故 (RIA)**が発生した場合や、設計基準事象を超える事故で原子炉内の水位が低下して燃料が露出する状況における安全裕度を評価するためには、事故時に近い条件での被覆管表面温度や冷却水の流動・冷却特性を把握する必要があります。当所では、RIAを模擬した模擬燃料集合体の**パルス状の加熱技術**や、高温・高圧での模擬燃料集合体内の時間・空間解像度の高い計測技術を活用して、事故時の原子炉の内部挙動の解明に取り組んでいます。

成果の概要

◇限界熱流束の解明

反応度投入事故発生を模擬するため、模擬燃料集合体を急速に加熱可能な直接通電加熱ヒータロッドを開発し、**熱流束**を段階的に変化させながら被覆管表面温度を測定しました。高温・高圧実験の結果、ある熱流束以上では発熱中に被覆管表面が乾いて表面温度が急激に上昇し、発熱停止後も高温状態が持続される状態に遷移することがわかりました(図1)。この状態になる最小の熱流束を限界熱流束と定義し、冷温停止時から高温待機時までの限界熱流束を測定することで、それぞれの状態に対応する燃料集合体内の急速な蒸気発生挙動を明らかにしました。

◇模擬燃料集合体による燃料露出過程の解析

炉心に注水ができない場合の燃料露出過程について、X線CT像と透過像を独自の**ボイド率計測技術**と組み合わせ、模擬燃料集合体内の詳細なボイド率分布や水位の時間変動を測定し、**過酷事故**解析のボイド率予測相関式を考案しました。

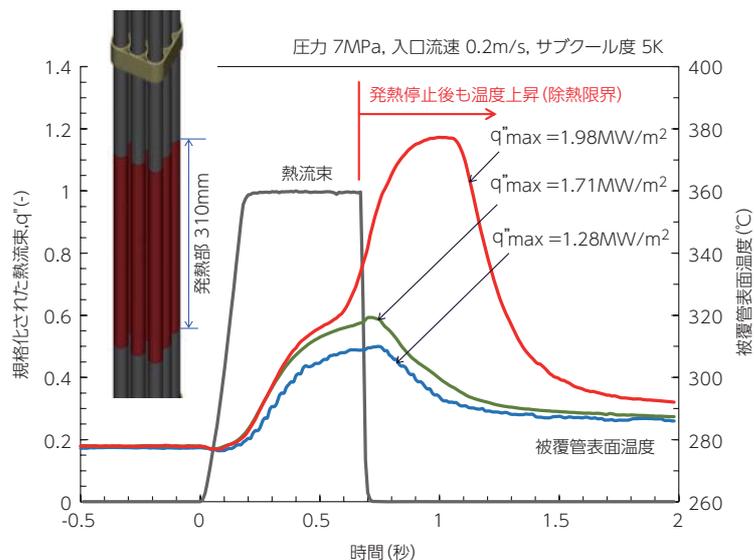
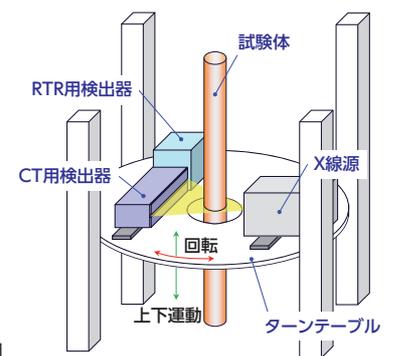


図1 制御棒落下による反応度事故時の被覆管表面温度の時間変化の例



滝口 広樹(たきぐち ひろき)
原子力技術研究所 熱流動システム領域

炉内流動可視化設備X線CT/リアルタイムラジオグラフィ装置 模擬燃料集合体内の二相流動を三次元で可視化できる装置です。



X線CT/リアルタイムラジオグラフィ装置の概念図

成果の活用先・事例

反応度投入事故の限界熱流束及び燃料露出過程におけるボイド率予測相関式を安全解析に適用することで安全評価の信頼性を高め、原子力プラントの安全性向上を目指します。

参考 T. Arai, M. Furuya et al., Multiphase Sci. Tech., Vol. 27, p. 203 (2015)



原子力発電所の断層の活動性を体系的に評価する手法を構築

● 活断層を特定し、施設の安全性向上に貢献

原子力発電

新規制基準

福島第一原子力発電所の事故後、原子力規制委員会(NRA)が、過酷事故への対策を義務づけ、地震や津波の想定をより厳しくした安全対策の基準。原子力発電所を稼働させるためには、この基準を満たしている必要がある。

活断層

断層のうち、新しい地質年代以降に繰り返し活動し、将来も活動する可能性のある断層。

露頭観察

地層の上下関係などの情報を得るため、野外において地層・岩石が露出している場所を観察すること。

トレンチ調査

活断層の過去の活動を調べるために、その活動があったと予測できる地点において、深さ約数メートル~数10メートル程度の溝(トレンチ)を掘り、その壁面にみられる地層の綿密な観察を行う調査。

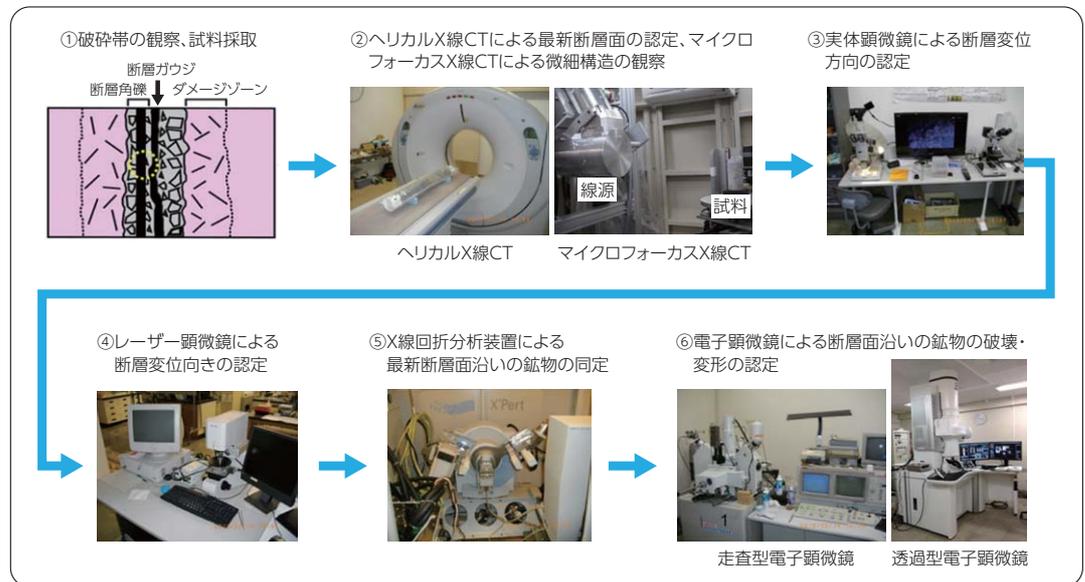
背景

原子力発電所の安全性向上のためには、敷地内に存在する断層の活動性を適切に評価する必要があります。東日本大震災後に制定された**新規制基準**においても、原子力施設の安全性に影響を与える可能性のある**活断層**を特定して、その最新の活動時期や過去の活動における変位量など、断層の活動性を詳細に評価することが必要とされています。当所では、岩盤内の断層の破碎性状に基づく断層活動性評価手法を構築し、全国の原子力施設における断層の活動性を、より高精度に評価する手法の開発に取り組んでいます。

成果の概要

◇断層活動性分析フローの構築

岩盤内の断層の破碎状況について、**露頭観察**やボーリングコア観察などの巨視的な評価から、断層沿いの鉱物の破壊や変形の認定などの電子顕微鏡による微視的な評価まで、詳細に評価できる分析フローを構築しました。構築した分析フローを実際の原子力発電所に適用し、敷地内に存在する断層が耐震上考慮する活断層(約12~13万年前の後期更新世以降の活動性が否定できない断層)ではないことを客観的に示しました。



断層活動性分析フロー

◇原子力発電所における断層調査実施の合理性の実証

2014年長野県北部地震や2016年熊本地震に出現した地表地震断層を対象に**トレンチ調査**と破碎帯の分析を実施した結果、既往文献では活断層が示されていない箇所でも、断層変位の累積性や、断層面に活断層特有の層状構造を確認することができました。このことから、原子力発電所において断層調査を実施すれば、活断層であるかないかを適切に評価できることが明らかになりました。



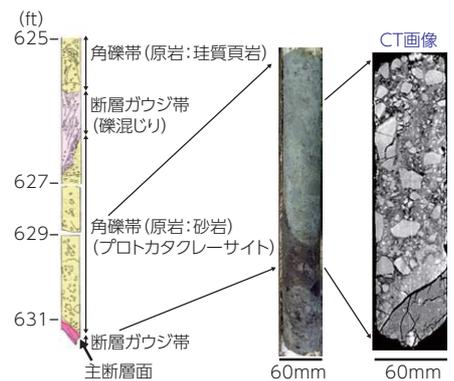
上田 圭一(うえた けいいち)
原子力リスク研究センター 自然外部事象研究チーム

ヘリカルX線CT 試料内にX線を透過させることにより試料内部の詳細な3次元構造を非破壊で観察できる設備です。

主要な研究成果

原子力発電

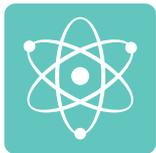
破碎帯内部構造の観察結果の一例
中央の写真がボーリングコア試料、右端の画像がボーリング試料のヘリカルX線CT像。



成果の活用先・事例

当所が提案した断層活動性評価手法は、全国の原子力発電所の新規規制基準適合性審査資料に掲載・引用され、敷地内断層の活動性評価に活用されています。

参考 電中研 TOPICS Vol.18 (2014)



原子力発電

人間信頼性評価の事業者向けガイドを作成

● 原子力のリスクにおける人間の過誤の適切な評価に向けて

人間信頼性評価 (HRA: Human Reliability Analysis)

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

THERP (Technique for Human Error Rate Prediction)

米国原子力規制委員会の援助の下、1979年に発表された、定量的な人的過誤率予測手法。

背景

原子力発電所の確率論的リスク評価(PRA)では、運転員などによる人的な過誤がどのくらいリスクに影響しているか、人的過誤確率(HEP)を定量的に評価する必要があります。近年、原子力関連のプラント機器の信頼性が向上しているため、リスクに対する人的な過誤の影響の比重が相対的に大きくなる傾向があり、人間信頼性評価(HRA)の重要性が高まっています。現在、国内で使用されているHRAの定量化手法(THERP)は、緊急時の操作手順の誤り(実施プロセスの失敗)を扱う手法ですが、国際的には、緊急時の事故状況の把握の失敗(認知プロセスの失敗)を人的過誤に至る文脈で扱う手法(ディビジョンツリー)で評価することが標準となりつつあります。当所では、これらの手法を国内に導入するため、HRAガイドの作成に取り組んでいます。さらに、過酷事故時の対応について、明確な手順がない場合も含めて意思決定を扱える最先端の人間信頼性評価手法の開発に取り組んでいます。

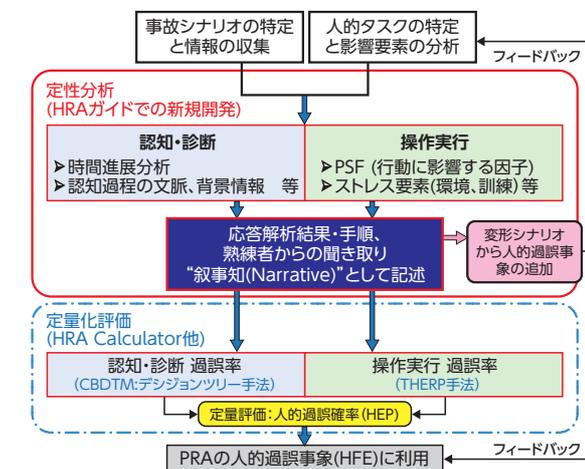
成果の概要

◇HRAガイドの作成

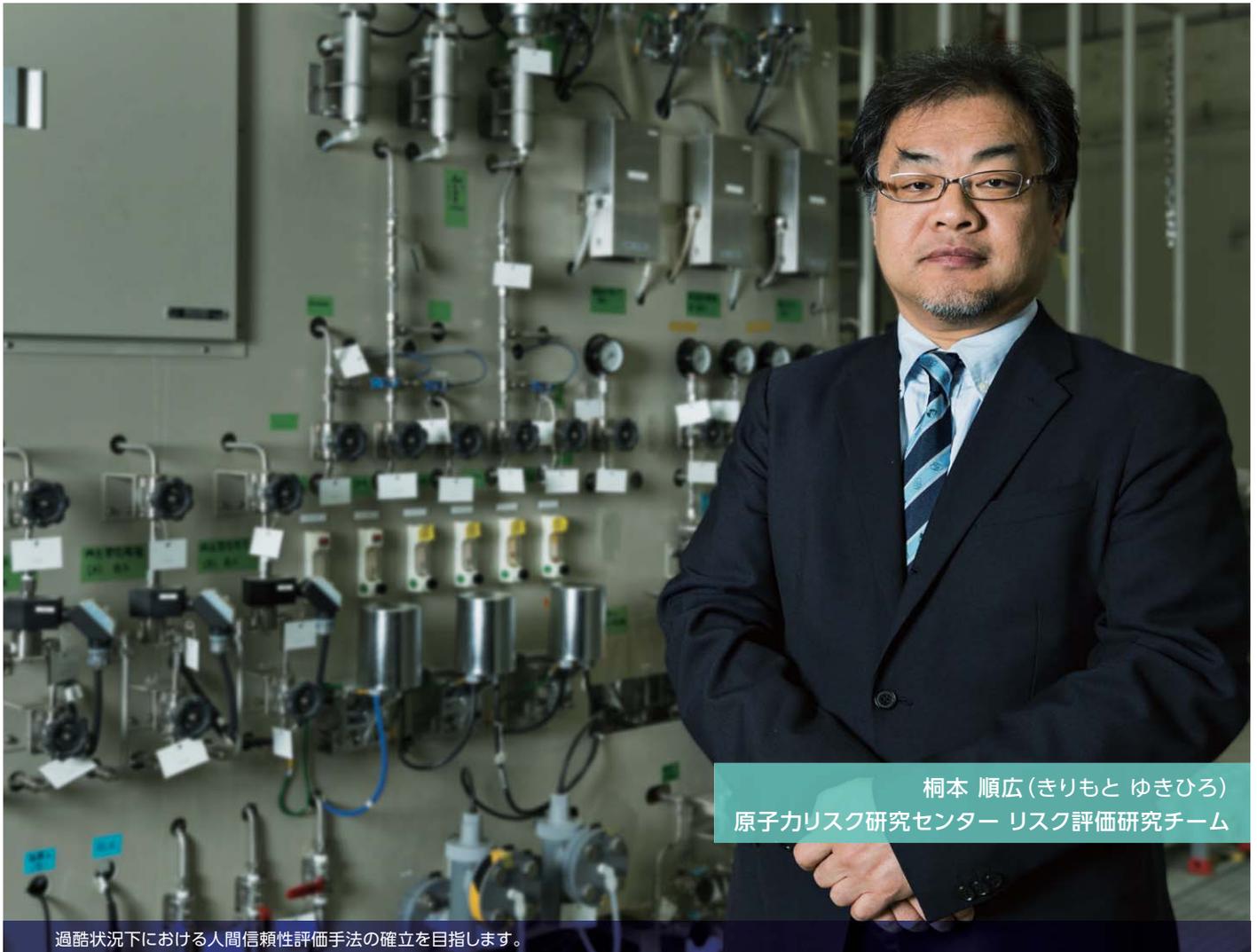
人的過誤の発生を偶発的ではなく、人間(運転員)が置かれた環境の中で自らの立場を認識して行動するといった概念(叙事知: Narrative)に基づき評価する新たな定性的分析手法を構築しました。また、この分析手法を現在米国等で標準的に用いられている定量化手法(ディビジョンツリーとTHERPの複合)に適用するためのHRAガイドを作成しました。このガイドを用いることで、分析時の入力データに対して明確な判断根拠に基づいた人間信頼性評価の実施が可能になります。

◇過酷状況下における人間信頼性評価手法の開発に向けたHRAガイドの課題抽出

可搬型注水ポンプの運搬・設置及び燃料補給操作を含むシナリオを対象に、本HRAガイドを適用し、現行の定量化手法(THERP)における問題点を整理しました。その結果、特に操作失敗を扱うTHERPにおいて、操作ステップの多層化やステップ毎のリカバリ対応手順の記載などが不足すると、極端に失敗確率が高くなるなどの課題があることが分かりました。これら実際の緊急時の事故シナリオの分析内容から得られた知見を活用して、過酷状況下での人的過誤の文脈に対応する新定量化手法を開発し、HRAガイドで構築した定性分析(叙事知)と組み合わせた過酷状況下人間信頼性評価手法の確立を目指します。



最新の手法である認知・診断失敗の概念を用いたHRAガイドの構成



桐本 順広(きりもと ゆきひろ)
原子力リスク研究センター リスク評価研究チーム

過酷状況下における人間信頼性評価手法の確立を目指します。

確率論的リスク評価(PRA)のための
人間信頼性解析(HRA)実施ガイド
(叙事知及びHRA Calculatorの適用)

2017年 3月

電力中央研究所
原子力リスク研究センター

人間信頼性評価ガイド
(HRAガイド)

成果の活用先・事例

電力各社では、発電所内の施設・運転管理に内在する原因により生じる炉心損傷の確率論的リスク評価において、米国等で用いられる人的過誤率の定量化ツールを用いることが検討されており、当所で作成したHRAガイドは、定量化ツールに適切なデータを入力するためのガイドとして活用が期待されます。

参考 Kirimoto et al., PSAM^{13th} (2016)



原子力発電

超小型試験片を用いた原子炉圧力容器鋼材の強度評価手法を開発

● 監視試験片を有効活用した強度評価により原子炉の健全性確保に貢献

シャルピー衝撃試験

切り欠きを入れた角型試験片に高速の衝撃を与えて試験片を破断し、破断に要したエネルギーから、試験片の靱性を評価する試験。

C(T)試験
(Compact Tension
試験)

亀裂を入れた角型の試験片を引張り、亀裂の先端から破壊したときの強度を調べる試験。

マスターカーブ法

試験片の寸法依存性を式で表すことを特徴とする破壊靱性評価法の1つ。

背景

原子炉圧力容器に用いられる鋼材は中性子の照射により脆化が進むため、鋼材が十分な強度を有しているかを評価(破壊靱性評価)し、原子炉が健全であることを確認することが重要です。そのため、稼動前の原子炉内に複数の監視試験片を設置し、計画的に試験片の一部を取り出し、破壊靱性評価を実施しています。原子炉の運転期間の全般に亘って破壊靱性評価を行うためには、より多くの試験片が必要となるため、数に限りがある監視試験片を再利用するなど、データを拡充するための技術が不可欠です。当所では、シャルピー衝撃試験を実施した後の監視試験片の破断材からも採取できる、親指の爪ほどの超小型C(T)試験片を用いた破壊靱性評価手法の開発に取り組んでいます。

成果の概要

◇超小型C(T)試験片を用いた破壊靱性評価手法の開発

超小型C(T)試験片は、監視試験片に用いられるシャルピー衝撃試験片(10×10×55 mm)の破断材から複数個を採取することができます(図1)。この超小型C(T)試験片により得られた破壊靱性データはマスターカーブ法を適用することで、大きな試験片と同等の結果に換算できることを実験により確認しました。これにより、現行のシャルピー衝撃試験と併用して破壊靱性データを得ることが可能になりました。

◇溶接金属材料への適用可能性を確認

圧力容器は鋼板(母材)を溶接で繋ぎ合わせた構造です。溶接の施工の際、場所によって熱の受け方が異なる溶接金属に対しても、母材と同じように超小型C(T)試験片を用いて標準サイズのC(T)試験片と同等の破壊靱性を評価できることを明らかにしました。国内外の複数の機関で試験を実施し、機関によらず評価結果が同等であることも確認しました。

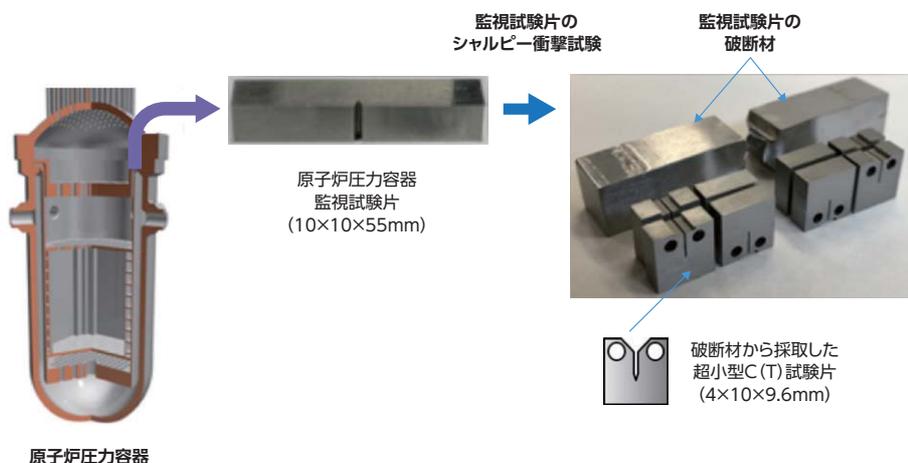
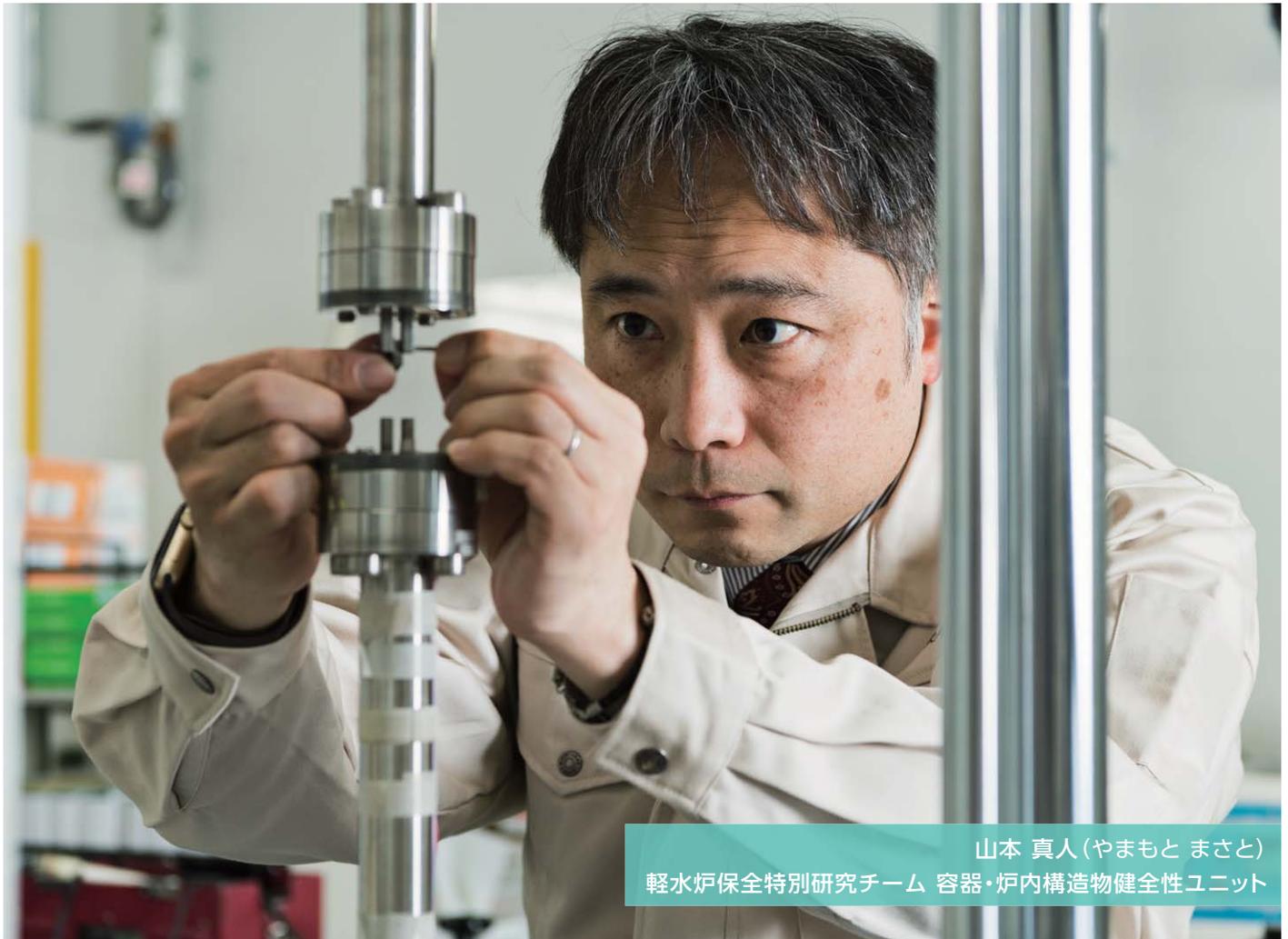


図1 超小型C(T)試験片の採取イメージ図



山本 真人(やまもと まさと)
軽水炉保全特別研究チーム 容器・炉内構造物健全性ユニット

破壊靱性評価装置 中央部に亀裂を入れた試験片を上下方向に引張り、試験片が亀裂部分から壊れる時の強度(破壊靱性)を評価する装置です。



C(T)試験片の写真

上から超小型C(T)試験片、0.5インチC(T)試験片、1インチ試験片。左下の長方形のもののは原子炉压力容器監視試験片。

成果の活用先・事例

当所で開発した超小型C(T)試験片による破壊靱性試験および評価法が日本電気協会規格JEAC4216-2015「フェライト鋼の破壊靱性参照温度 T_0 決定のための試験法」に規定されるなど、原子炉の健全性確保に貢献しています。

参考 山本、電力中央研究所 研究報告 Q16011 (2016)



原子力発電

科学的な合理性を有する放射線防護体系を構築

● 放射線防護基準に反映して、放射線作業をより合理的に

緊急時被ばく状況

緊急かつ、長期的な防護対策も要求されるかもしれない不測の状況。

現存被ばく状況

放射線管理を行う前から被ばくが発生している状況。

計画被ばく状況

事前に防護対策を計画できて、被ばくの大きさと範囲を合理的に予測できる状況。

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。

生命表

各年齢の者が1年以内に死亡する確率や平均してあと何年生かれるかという期待値などを死亡率や平均余命などの指標によって表したものの。

IAEA (国際原子力機関)

原子力の平和利用について科学的、技術的協力を進めるために設置された国連傘下の自治機関。

背景

福島第一原子力発電所事故の後、**緊急時**、**現存**(事故後)、**計画**(平常時) **被ばく状況**が地理的、時間的に混在しました。防護基準は被ばく状況ごとに定められますが、現行の基準は混在した被ばく状況間のバランスが十分に考慮されたものではなく、その適正化が求められています。また、ICRPが主にがんの影響で定義してきたこれまでの放射線リスクに、循環器系疾患などの非がん影響を追加すべきとの国際的議論が活発になってきています。このような状況に対し、当所では、1) 原子力事業者の放射線管理の現行基準(管理区域からの物品搬出基準)を適正化するための学会標準の策定、2) 非がん影響にも拡張できて平常時および緊急時にも適用できる新しい放射線リスク概念に基づく防護体系の構築に取り組んでいます。

成果の概要

◇ガイドラインの策定

表面が汚染した物品を、手で扱う物、近傍で扱う物、遠隔で扱う物の三種類に分類し(右ページ下図)、公衆が再使用することで受ける被ばく線量を評価する表面汚染線量評価モデルを考案しました。この評価モデルを活用し、各被ばく状況間のバランスを考慮して、緊急時・現存・計画被ばく状況における、汚染のある物品搬出のためのガイドライン案を作成しました。本案は、日本保健物理学会放射線防護標準化委員会において、定量的な科学的根拠に基づいた物品搬出基準に関するガイドラインとして制定されました。

◇新しい放射線リスク概念の構築

放射線リスク評価の新しい指標として、疫学的に影響を検出可能であるかを指標とした最小証明可能リスク(MPR: Minimum Provable Risk)(図1)を提案しました。日本人の人口と死因別年間死亡数のデータに基づき、**生命表**を用いて都道府県別の循環器系疾患とがんに対する生涯死亡リスクを計算し、そのばらつきに基づき循環器系疾患とがんに対するMPR(MPR_N、MPR_C)を求めたところ、循環器系疾患はがんに比べてMPRが大きいことを定量的に示しました(図2)。これにより、循環器系疾患の放射線影響は、がんの放射線影響を防護するための現行の基準で十分に防護されていることを明らかにしました。

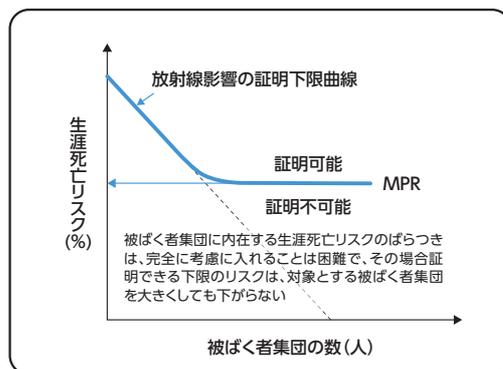


図1 最小証明可能リスク(MPR)の定義

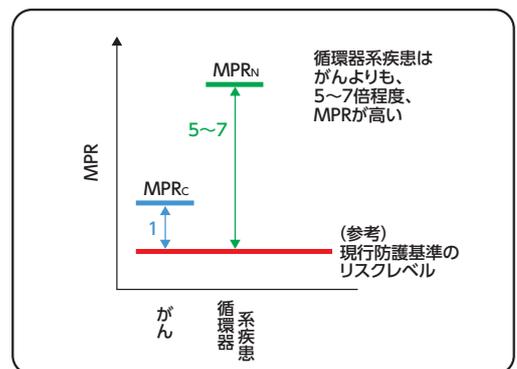
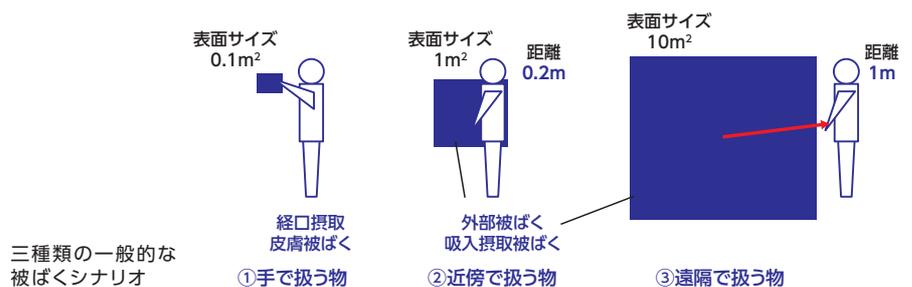


図2 最小証明可能リスク(MPR)の比較



佐々木 道也(ささき みちや)／服部 隆利(はっとり たかし)
原子力技術研究所 放射線安全研究センター

最小証明可能リスクという新しい概念に基づく放射線防護体系の構築に取り組んでいます。



成果の活用先・事例

制定したガイドラインは、IAEA(国際原子力機関)で現在検討中の国際基準(クリアランス基準)に反映されることを目指します。循環器系疾患が放射線影響として証明されにくいという結果を次期ICRP勧告へ反映するため、国際会議等での発表を通じて働きかけます。

参考 Ogino et al., J. Radiol. Prot., Vol. 36, p. 865 (2016)
Sasaki et al., Jpn. J. Health Phys., Vol. 51, p. 167 (2016)
Ogino et al., Appl. Radiat. Isot., Vol. 67, p. 1282 (2009)



原子力発電

人工バリア材の信頼性の高い品質管理手法を構築

● 低レベル放射性廃棄物処分施設の建設・運用に貢献

浅地中ピット処分

低レベル放射性廃棄物のうち、放射能レベルが比較的低いものを、深さ25m程度の地中にコンクリートピットなどの人工構築物を設置して埋設する処分方法。

余裕深度処分

低レベル放射性廃棄物のうち、放射能レベルが比較的高いものを、深さ50mから100mの地中にコンクリートトンネル型やサイロ型の建造物を設置して埋設する処分方法。

背景

低レベル放射性廃棄物の浅地中ピット処分施設、余裕深度処分施設においては、埋設された廃棄物からの放射性物質の漏洩の防止および低減のため、粘土(ベントナイト)を用いて人工バリアを構築します。ベントナイトの重要な機能である止水性能(低い透水性)は、膨潤性などの性質を有する鉱物(モンモリロナイト)の含有率によって決まります。処分施設における安全性向上のために、当所では、ベントナイトのモンモリロナイト含有率を精度よく測定し、信頼性の高い品質管理に資する研究を進めています。

成果の概要

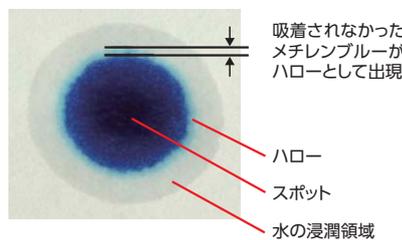
◇モンモリロナイト含有率を測定する方法の比較検証

モンモリロナイト含有率は、ベントナイトのメチレンブルー吸着量を測定して算出する方法が一般的であり、現場では「ろ紙法」と呼ばれる簡便な方法が用いられています。「ろ紙法」の測定では吸着量の判断に目測による個人差が生じることがあります。測定器具を統一するなど測定方法を定めた上で「ろ紙法」を行い、機器による測定である「比色法」*と比較したところ、両者の測定結果はほぼ一致しており、「ろ紙法」は器具や手順を定めることで精度よく測定できることが明らかとなりました。

* メチレンブルーの濃度を吸光度により定量する手法。費用や設備の面から現場での測定は容易ではない。

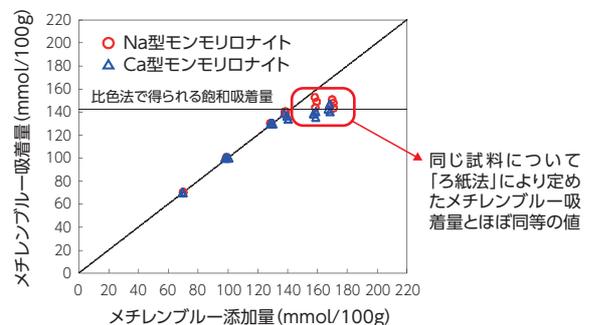
◇ベントナイトからモンモリロナイトを抽出する手法の構築

遠心分離機などを用いた方法でベントナイトからモンモリロナイト以外の鉱物を除去し、純度を高めたモンモリロナイトを抽出する手法を構築しました。抽出したモンモリロナイトのメチレンブルー吸着量とベントナイトのメチレンブルー吸着量の両方を測定することにより、精度良くモンモリロナイト含有率を測定できるようになりました。



「ろ紙法」

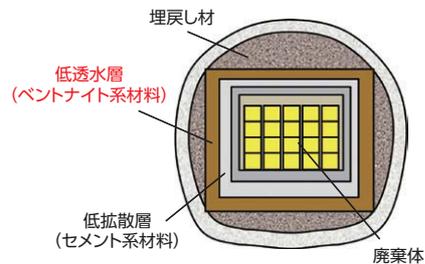
(ろ紙に滴下した際に生じるメチレンブルーのハローの幅を定規で目測)



「比色法」によるメチレンブルー吸着量測定結果



浅地中ピット処分



余裕深度処分

低レベル放射性廃棄物処分施設におけるベントナイト使用イメージ

成果の活用先・事例

モンモリロナイト含有率測定方法の検証結果は、現場で活用できる測定方法としての「ろ紙法」の基準化に寄与します。また、モンモリロナイトを抽出する手法も含めて、本研究の成果を活用することでベントナイトの品質管理の信頼性向上に繋がり、処分事業者・電気事業者が安全に放射性廃棄物処分施設の建設・運用を行うことができます。

参考 Watanabe et al., Goldschmidt Conference 2017 (Paris)



火力発電

材料の個別特性を考慮に入れた高クロム鋼製配管の寿命評価法を提案

● 高効率火力発電所の配管保守・管理の合理化に貢献

9Cr鋼

高クロム鋼の1つで、9%のクロムを含むフェライト系耐熱鋼。耐用温度は約600~630℃。

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。

背景

近年建設された火力発電所では熱効率の向上を目指して蒸気温度を上昇させているため、それまでの材料と比べて高い高温強度を有する9Cr鋼といわれる材料が広く使用されています。9Cr鋼は優れた材料ですが、高温で長時間使用することで配管の溶接部にクリープ損傷が徐々に進行するため、適切な寿命把握が必要となります。そこで、溶接配管材のクリープ試験を行い、その膨大なデータの統計分析結果(99%信頼下限特性)に基づき配管の寿命を予測することで、各火力発電所では安全性に十分配慮した運転が行われています。当所では、実際に長時間使用された配管の各種分析と詳細な解析により、寿命評価法の高精度化に取り組んでいます。

成果の概要

◇クリープき裂発生寿命のバラツキとその要因

長時間使用された配管の系統的なクリープ試験データの解析より、9Cr鋼溶接部のき裂発生寿命にバラツキがあり、そのバラツキは9Cr鋼の母材のき裂発生寿命に依存することを見出しました。この母材の寿命の支配要因を明らかにするために、最新鋭の収差補正透過型電子顕微鏡を用いて、膨大なサンプル量を分析することで、統計的信頼性の高い微細析出物のデータを世界で初めて取得しました。その結果、長時間領域の9Cr鋼母材のき裂発生寿命は、バナジウム窒化物系の析出物の数密度と相関があることが分かりました(図1)。

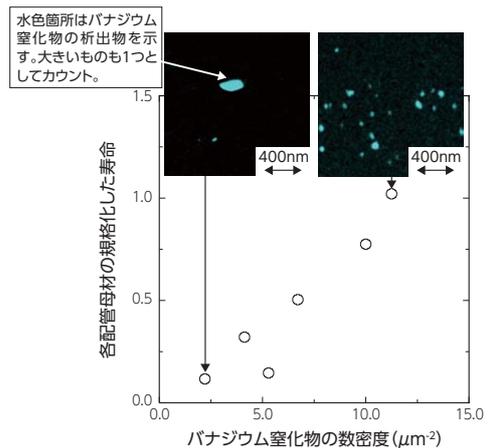


図1 9Cr鋼母材のクリープ寿命の支配因子

様々な使用済9Cr鋼母材を対象とした微細組織分析の結果、各種類の析出物の中でバナジウム窒化物の場合にのみき裂発生寿命との相関が認められました。

◇各配管固有の材料特性を考慮した微小サンプルによるクリープ寿命評価法の提案

配管の安全性に影響を及ぼすことがない程度の微小サンプルを採取し、9Cr鋼配管母材の微細析出物の分析およびクリープ試験を実施することを提案しました。これにより、「微小サンプル」による9Cr鋼配管母材の特性評価結果から、各配管固有の溶接部のき裂発生寿命を評価することが可能となりました(図2)。

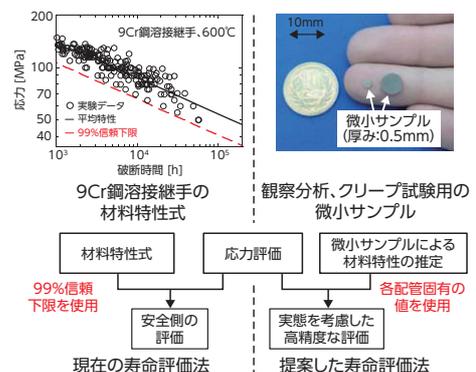


図2 現在の寿命評価法と提案した寿命評価法の比較



屋口 正次(やぐち まさつぐ) / 山田 進(やまだ すすむ)
材料科学研究所 構造材料領域

収差補正透過型電子顕微鏡 高クロム鋼について微細析出物の分散状態を定量的かつ統計的に調べることができます。



成果の活用先・事例

9Cr鋼配管母材に対する微小サンプル評価技術の適用により、各配管の溶接部のクリープ特性に応じた寿命評価が可能となります。この評価結果を参照することにより、高効率火力発電所の配管に関する保守・管理の合理化が期待されます。

参考 Yaguchi et al., ASME PVP2016-63316 (2016)
長井ほか、電力中央研究所 研究報告 Q14002 (2014)



火力発電

石炭灰に含まれるホウ素量の迅速な測定装置を開発

● 石炭灰の有効利用の拡大を支援

石炭灰混合材料

石炭灰に、水、セメント、土砂等を混合して、固化したもの。砂、礫、塊状等、要求仕様に応じて様々な姿形を有する。

環境安全性

リサイクル材等の利用に伴う、土壌・地下水・直接摂取等を通じた人への健康影響に対する安全性。

ホウ素

土壌環境基準で定められている対象元素の一つ。肥料、耐熱ガラス等に含まれる。

ライシメーター

大型の容器に土壌等を充填した槽のこと。土壌中における間隙水や元素の移行性などを評価することができる。

背景

国内の石炭火力発電所において年間約950万トン程度の石炭灰が発生しており、その6割がセメント原料として利用されています。しかし、今後大幅な需要の増加は見込めず、石炭灰埋設地の空き容量も逼迫していることから、人工地盤材料(石炭灰混合材料)としての利用など、セメント原料以外の新たな利用先の開拓が求められています。当所では、石炭灰の有効利用の拡大に向けて、石炭灰中の環境に影響を及ぼす懸念のある微量元素含有量を把握し、石炭灰混合材料として利用した際の環境安全性を適切に評価する手法の開発に取り組んでいます。

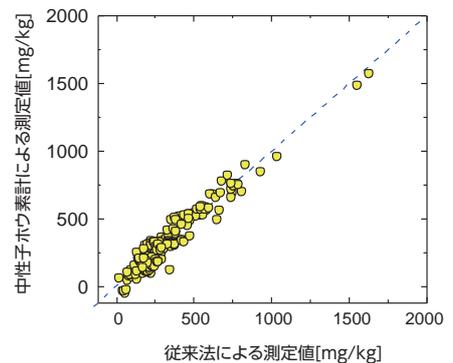
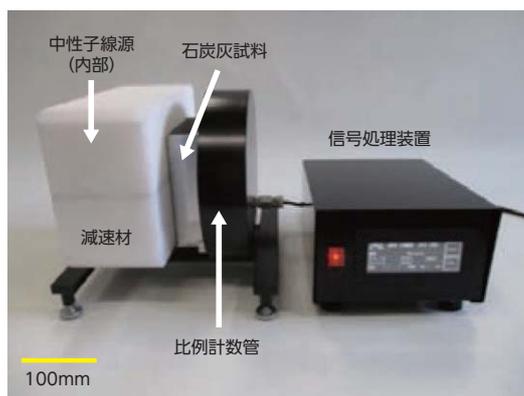
成果の概要

◇石炭灰中のホウ素含有量の迅速測定装置の開発

ホウ素が熱中性子を特異的に捕獲する性質を利用して、石炭灰中のホウ素含有量を測定する「中性子ホウ素計」を開発しました。本装置は試料を前処理せずに測定できるため、強酸を使用した湿式分解等の前処理が必要な従来法に比べ、迅速かつ簡便な測定が可能となりました。同装置は、2017年5月からメーカーより市販されています。

◇石炭灰混合材料の環境安全性評価法の確立

路盤材や埋戻し材として石炭灰混合材料を利用した際の環境安全性を評価するため、ライシメーターを活用した実規模試験法を確立しました。本試験法を適用することで、多様な形態、用途の石炭灰混合材料からの元素の溶出特性を実際の形状のまま評価することが可能になりました。



当所が開発した中性子ホウ素計の外観と従来法との比較

中性子を石炭灰試料に照射し、捕捉された中性子の数から、ホウ素含有量を算出します。前処理が不要なため、測定時間が2日から5分に短縮されます。また、従来法と本装置を用いた測定値は、良く一致しており、従来法を代替する測定法として活用可能です。

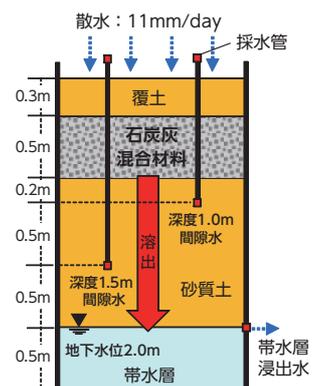


正木 浩幸(まさき ひろゆき) / 井野場 誠治(いのば せいじ)
環境科学研究所 環境化学領域

ライシメーター実験設備 実規模における石炭灰混合材料の溶出特性評価に活用しています。

ライシメーター内部の模式図

石炭灰混合材料を利用有姿で埋設し、実際の埋設環境を模擬することで石炭灰中の元素の移行挙動等を評価可能。上の写真の人物の左側に位置するタンク状の装置がライシメーター。



成果の活用先・事例

当所が開発した中性子ホウ素計は、電力会社の石炭灰性状の事前確認に活用していきます。また、石炭灰混合材料の環境安全性評価は、現場への活用を図るとともに、土木学会の設計施工指針に反映します。

参考 正木ほか、電力中央研究所 研究報告 V15008 (2016)
正木ほか、電力中央研究所 研究報告 V14003 (2015)



火力発電

自然変動電源大量導入時の需給バランス維持に貢献するガスタービン発電技術を提案

● 国のプロジェクトに参画して次世代ガスタービン複合発電 (GTCC) の技術開発を促進

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。

背景

CO₂排出量の大幅削減のための対策として、太陽光発電などの自然変動電源の大量導入が挙げられています。太陽光発電は天気によって出力が大きく変動する上、消費電力が急増する日没時には発電量が急激に低下します。電力システムの安定運用のためには、このように時々刻々変化する需給のバランスを維持することが重要な課題となります。この課題解決に向けて、高効率かつ機動性に優れるガスタービン複合発電 (GTCC) の高性能化が有望な手段と考えられており、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) による検討が進められています。当所はそうした NEDO 事業の一つである次世代 GTCC の開発に取り組んでいます。

成果の概要

◇次世代GTCCの技術課題の明確化

急速起動時や急激な負荷変動時において、GTCCプラントに生じる温度や圧力の変動を動特性解析により明らかにするとともに、非定常数値解析により燃焼安定性への影響を明らかにしました。これらGTCCへの影響等を考慮した上で、2030年までに開発すべきGTCCの目標性能(起動時間の短縮、出力変化速度の向上、最低出力の引き下げ、部分負荷効率の向上)を設定し、これを実現するための具体的な技術開発課題(表1)と普及に向けた課題を整理しました。

表1 設定した2030年におけるGTCCの目標性能と実現するための主な技術開発課題

	起動時間	出力変化速度	最低出力	50%負荷効率 (LHV)	定格効率 (LHV)	主な技術開発課題の例
目標性能 (大容量GTCC: 100MW~)	10分	20%/分	10%	56%	63%	①熱疲労時の評価と高耐久性材料技術 ②急速負荷変化時でも安定運転を維持できる機器制御技術、それを支える動特性評価・数値解析技術 ③高い部分負荷効率を維持するための高性能冷却・シール技術
(参考) 現状性能	60分	5%/分	50%	55%	62%	

動特性解析

時間的に変化する特性、ガスタービンでは温度、圧力などの変化を明らかにすること。

需給運用シミュレータ

再エネ出力の不確実性を考慮した上で各種電源や貯蔵設備等の需給運用(需要と供給のバランスをとるための発電機の運転方法)を模擬できるツール。

◇次世代GTCCの導入効果

自然変動電源の大量導入が予想される将来の需給状況を想定し、当所が開発した需給運用シミュレータにより、目標性能を有する次世代GTCCが需給運用に及ぼす効果を試算しました。その結果、GTCCの性能向上により、より少ない火力機でも、自然変動電源の大量導入において需給バランスを維持できることを確認しました。これにより、火力発電の運用コストが削減されることが明らかになりました(図1)。

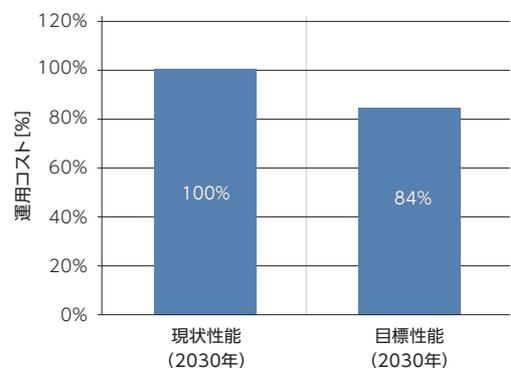


図1 将来電源構成における火力機の運用コストの削減効果例
・九州エリアを対象。
・各種電源の発電量比率は右ページの図を参照。
・電力システムの過渡安定度や周波数安定性は考慮していない。



渡邊 勇(わたなべ いさむ)
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

渡辺 和徳(わたなべ かずのり)
エネルギー技術研究所
次世代火力発電領域

太陽光発電模擬システム 系統側電源が太陽光発電に置き換わった場合の電力システムの振舞いを解析するためのシステムです。

主要な研究成果

火力発電

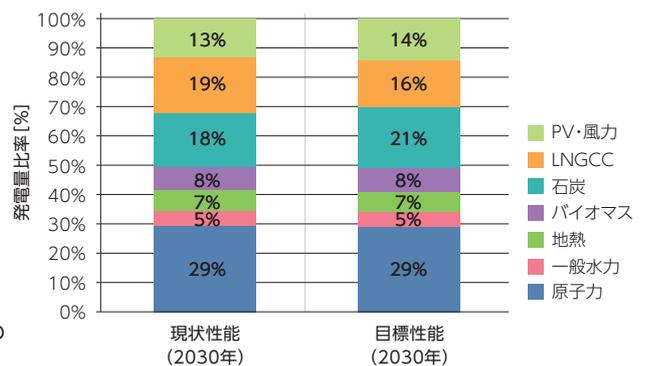


図1に対応する各種電源の発電量比率

成果の活用先・事例

次世代GTCCによる運用コストの削減や需給運用に及ぼす効果が定量的に示されたことを踏まえ、技術開発の具体化に向けて国の施策等への反映を目指します。また、開発された次世代GTCCが事業者を活用されるよう、普及に向けた支援にも取り組みます。

- 参考 平成28年度NEDO情報収集事業成果報告書 「再生可能エネルギー大量導入時の電力系統安定化における火力発電の役割とガスタービンの負荷変動吸収能力の向上によるCO₂削減効果に関する調査研究」(2017)
- 平成26~27年度NEDOエネルギー・環境新技術先導プログラム成果報告書 「再生可能エネルギー大量導入時代の系統安定化対応先進ガスタービン発電設備の研究開発」(2016)



水力発電

水力発電機における水車羽根の効率的な肉厚計測手法を開発

● 点検時の計測作業を省力化

背景

水力発電機の水車羽根は水に混入する土砂・粘土などにより肉厚が減少するため、水車羽根の肉厚計測は、修理や更新時期を決める上で重要な判断材料となります。しかし、点検時に行われているノギス等を用いた多点計測は手間がかかり、また、点(ポイント)計測のため、断面形状を簡便に取得できません。当所では、これらの課題を克服し、点検時に効率的に水車羽根の減肉状態を計測可能とする技術の開発に取り組んでいます。

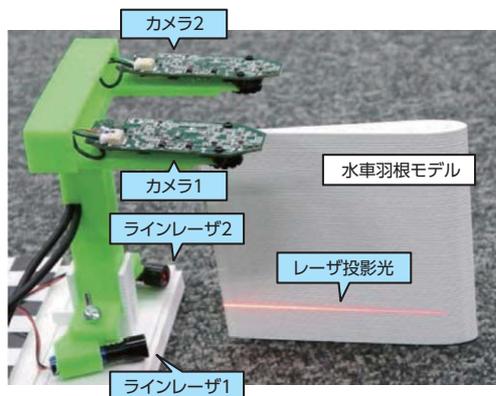
成果の概要

◇2台のレーザとカメラを組み合わせた水車羽根の断面形状計測手法を開発

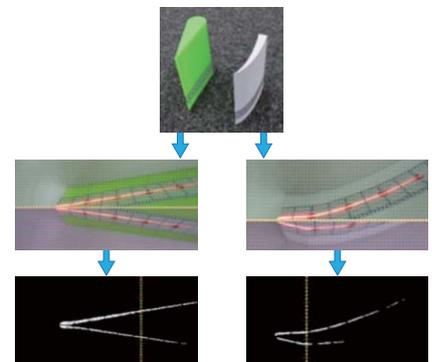
水車羽根形状および現在の点検作業を調査した上で、以下の計測手法を開発しました。2台の小型ラインレーザを羽根の表と裏にそれぞれ投影し、2台の小型カメラで各面を撮影することで、断面形状を表すレーザ投影画像を取得します。レーザおよびカメラのそれぞれの位置および角度を利用した画像処理で、三次元の断面形状画像が取得できます。これにより、これまでは計測が困難であった水車羽根間の狭い空間においても、簡易かつ効率よく先端部分の断面形状を計測することができるようになります。

◇断面形状計測装置の試作と実験による肉厚計測精度の評価

ラインレーザと小型高精細カメラを用いて、下図のような計測装置を試作し、実際の水車羽根等に適用して断面の肉厚計測精度を評価しました。この結果、厚さ試験片を用いた肉厚計測値の平均誤差は0.14mm(標準偏差0.05mm)、実機の水車羽根や羽根モデルを計測した場合の平均誤差は0.14mmとなり、本方式で肉厚計測ができる見通しを得ました。



試作した計測装置



羽根モデルから取得した断面形状例



中島 慶人 (なかじま ちかひと)
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

ラインレーザと小型カメラを用いて撮影した画像を基に、水車羽根の減肉状態を計測可能とする技術開発に取り組んでいます。



フランス水車の羽根車(回転部分)
(関西電力株式会社ホームページより引用)

成果の活用先・事例

本計測手法により、水力発電所機器の保守点検における大幅なコスト低減が可能となります。今後は、計測装置を実用化し、発電所での活用を図っていきます。

参考 中島ほか、電力中央研究所 研究報告 C16007 (2016)



再生可能エネルギー

再生可能エネルギー大量導入時の電力システムの安定性評価指標を提案

● 同期発電機の必要容量を適切に評価して系統安定化に貢献

電力需給バランス

電力の供給(電力システムの発電機の出力)が電力需要と一致していること。バランスが崩れると、電力システムの周波数が変化する。

同期発電機

電力システムに連系されているほぼ全ての発電機のこと。発電機固有の磁石を回転させることで、その外側の巻線に交流電圧を発生させ発電している。同期発電機は、回転数を調整して電力システムの周波数を維持でき、磁石の強さを調整して電力システムの電圧を維持できるなど、電力システムの安定性に貢献している。

過渡安定度

電力システムに生じた事故等により電圧が乱れ不安定になっても、すぐに原状に戻れる耐力の度合い。同期発電機が系統に多く並列されているほど、一般にこの耐力が高い。

背景

我が国における太陽光発電(Photovoltaics: PV)や風力発電(Wind Turbine: WT)の導入可能量や電力システムへの影響等に関する検討の多くは、電力需給バランスの観点から行われています。海外では、事故時の系統周波数の安定性維持の観点から、電力システムの安定化への貢献度が高い同期発電機について、PV・WT導入増加の影響でその総出力が適正規模以下に減少することがないよう、ある指標に基づき総需要に占める割合を一定比率以上にする運用が行われている例があります。過渡安定度の維持が我が国のPV・WT導入の支配的な制約となる場合があるため、当所では、PV・WT大量導入時の過渡安定度の評価手法の確立に取り組んでいます。

成果の概要

◇ 過渡安定度の維持の評価に有用な指標の提案

PV・WTの大量導入がシステムの過渡安定度に影響する2つの要因

- ・PV・WT出力による見かけの電力需要の減少(過渡安定度は向上)
- ・同期発電機の容量減少による電圧維持能力低下ならびに慣性力減少(過渡安定度は低下)

を同時かつ簡便に考慮する指標として図1に示す発電機停止率 α を導入し、同指標に基づき過渡安定度に対する同期発電機容量の影響評価を行うことを提案しました。わが国の基幹系統の特性を模擬したモデルシステムに対して試算し、再生可能エネルギー(再エネ)出力の大きさに関わらず α が50%以下*では現行と同水準の過渡安定度が維持可能であることを確認しました。

* α が小さいときは同期発電機をあまり停止しない運用を意味する。

◇ 需給運用への影響の分析

PV・WTの大量導入時でも同期発電機の容量を確保する運用はコスト等の面への影響があるため、 α に応じて電源の運転比率を変化させる制約を導入した需給運用シミュレーションを実施しました。これにより、 α の減少(運転する同期発電機の増加)に伴う運用コスト・CO₂排出量の増加(図2)や、PVとWTの出力抑制量の増加を定量的に示しました。

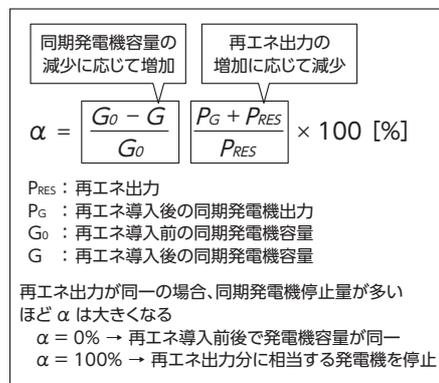


図1 発電機停止率 α の定義

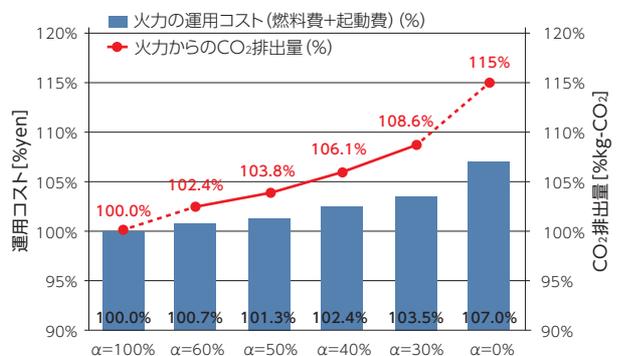


図2 需給運用への影響分析シミュレーション結果

2030年における長期エネルギー需給見通しをベースに、九州エリアの運用コスト、CO₂排出量を比較。 $\alpha=100\%$ を基準として比較。再エネ(PV, WT)の導入率は、 $\alpha=100\%$ の場合33%、 $\alpha=0\%$ の場合31.5%。



花井 悠二(はない ゆうじ) / 白崎 圭亮(しらさき けいすけ)
システム技術研究所 電力システム領域

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

電力システムに接続されている全ての同期発電機には、再エネなどのインバータ電源とは異なり、その構造から内部の磁石の回転数が揃おうとする固有の力(同期化力)が備わっています。この特長により、電力システムで生じた事故で周波数が多少乱れたとしても、それぞれの発電機の回転数が原状に戻る作用が自動的に働き、瞬時にその乱れを抑えることができます。

大容量の同期発電機の特長

- ◆周波数に応じて出力調整が可能
- ◆同じ速度で回ろうとする力(同期化力)がある
- ◆慣性力(事故等で需要が急に变化した時でも周波数が変わりにくい力)を持っている
- ◆システム事故時の瞬時電圧低下時に停止しない
- ◆基幹システムの電圧調整が可能

成果の活用先・事例

システム安定性維持の観点から、再生可能エネルギー大量導入時でもシステムに接続する同期発電機の容量を確保する運用が必要となった場合、必要同期発電機容量の考え方や、どのような運用が望ましいかを電力会社が検討する際に本成果の活用が期待されます。

参考 白崎ほか、平成29年電気学会全国大会 講演番号6-086 (2017)
花井ほか、平成29年電気学会全国大会 講演番号6-148 (2017)
白崎ほか、電力中央研究所 研究報告 R14013 (2015)



電力流通

スマートグリッドを支える通信プラットフォームを構築

● 通信規格の異なるアプリケーションを相互連携し、高度な需給協調に貢献

プラットフォーム

複数のアプリケーションが共通で使用するプログラム。

配電自動化

送信端情報等から配電設備が制御目標を自動で判断し、自動で制御を行う。

XMPP

(Extensible Messaging and Presence Protocol)

XMLベースのメッセージを備えたプロトコル。

XML

(Extensible Markup Language)

プログラム言語の一つであるが、自然言語に近い形のテキスト形式で記述され、直感的で拡張性が高いといった特徴がある。

背景

スマートグリッドの導入が進むことにより、需要家と電力系統の協調や需要家サービスの提供に関連する各種アプリケーションの浸透が予想されています。しかし、電力会社が需要家や電気機器と情報のやり取りをする際に不可欠な通信は、アプリケーション毎に規格が異なっているため、現状のままでは相互連携が難しい状況にあります。当所では、この問題を解決するために、通信プラットフォームの構築に取り組んでいます*。

* 本研究は、株式会社明電舎との共同研究として実施しました。

成果の概要

◇各種通信の統合化によるデータ連携

スマートグリッド化による各種アプリケーション、例えば、配電自動化、デマンドレスポンス、スマートメータなどは、それぞれ異なる国際標準で通信方式が定められています。これに対し、共通API (Application Program Interface)を介して通信規格の異なるアプリケーションを統合化する方法で通信プラットフォームを構築しました(図1)。また、各通信規格で定めたプロトコルの下位層にインターネットにおけるチャット等で利用されているXMPP技術を適用し、情報の効率的な相互連携を可能としました。これにより、装置やシステムの情報を統一的に利用でき、送信端で生成した要求メッセージを受信端に直接伝送でき、データを相互に活用することが容易になりました。

◇通信プラットフォームの実験システムの構築と性能評価

上記の通信プラットフォームの実験システムを構築し、実用性を評価しました。その結果、低コストの通信回線とパソコンレベルの装置で通信を行っても、実用的な時間内でデータをやり取りできる見込みを得ました。

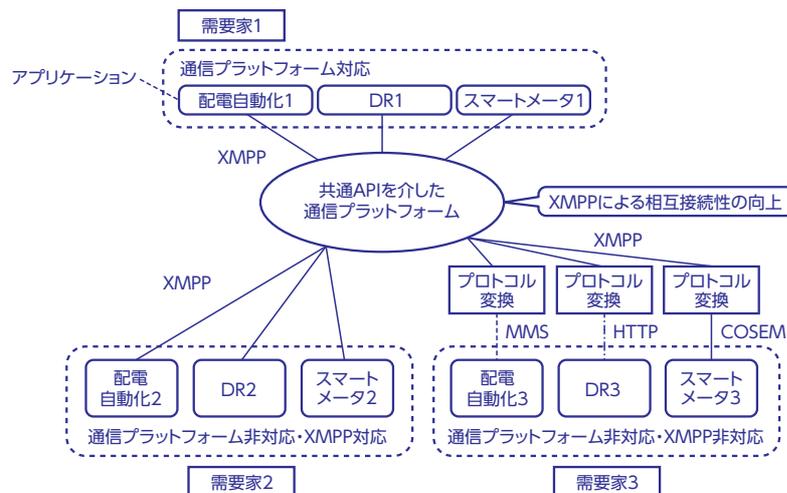


図1 通信プラットフォームによる情報連携の概念図

共通APIを介した通信プラットフォームにより、アプリケーション(配電自動化、DR、スマートメータ)間および需要家間のデータ連携が容易になりました。また需要家3のように、各アプリケーションのプロトコルの下位にXMPP層を設けXML形式でデータをやり取りすることにより、通信プロトコルを気にせずアプリケーション間でデータの送受信を行えるようになりました。



遊佐 博幸(ゆさ ひろゆき)
システム技術研究所 通信システム領域

データ交換制御基礎実験装置 通信プラットフォームが搭載されており、模擬通信実験に活用しています。

スマートメータあるいはIoTへの適用が
想定される通信規格

	規格	通信速度
IEEE	802.15.4g	最大100 kbps (920-928 MHz)
	802.11j	54 Mbps (4.9/ 5 GHz)
LTE	Cat.4	150/ 50 Mbps
	Cat.0	1 Mbps
	Cat-M	1 Mbps
	NB-IoT	100 kbps程度

成果の活用先・事例

電力系統においてITやIoTを活用したスマートグリッドの導入が進むと予想されています。本成果がスマートグリッド内の需要家の前日/当日の計画や、リアルタイム情報の利用促進に貢献し、高度な需給予測や制御の実現が容易になることが期待されます。

参考 遊佐ほか、電力中央研究所 研究報告 R16001 (2017)
大谷ほか、電力中央研究所 研究報告 R13010 (2014)



電力流通

落雷の位置やエネルギーを高精度で推定できる標定システムを開発

● 送変電設備の巡視・点検作業の省力化に貢献

落雷位置標定システム
(LLS: Lightning Location System)

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。

背景

送電用避雷装置の普及に伴い、雷による送変電設備の被害は減少しているものの、完全に無くすには至っておらず、落雷に伴う設備の巡視・点検に多大な労力を要しています。落雷による設備被害を把握するには、落雷位置と雷エネルギーに関する情報が必要となりますが、従来の落雷位置標定システム(LLS)では位置を特定(標定)する精度が十分ではなく、また雷エネルギーを推定することはできませんでした。当所では、落雷による被害設備の巡視・点検の省力化に向け、落雷位置を高精度で標定し、さらに雷エネルギーの推定も可能とする新しい落雷位置標定システム(新型LLS)の開発に取り組んでいます。

成果の概要

◇落雷位置標定精度の向上

落雷位置は、一般に落雷時に発生する電磁波を複数の観測地点に設置したセンサで捉え、データ解析により標定します。その際に生じる誤差の主要因は、電磁波の波形が長距離伝搬する際の歪みであることを明らかにしました(図1)。そのため、波形歪みによる誤差を補正するための適切なセンサ配置方法および信号処理方法を開発しました。これにより、従来のLLSでは250m以内に抑えられなかった標定誤差を新型LLSでは50m以下にできる見通しを得ました。

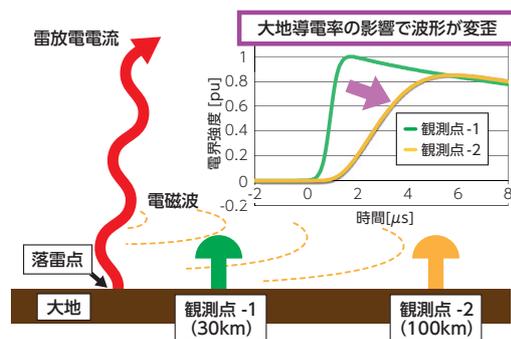


図1 電磁波の波形が長距離伝搬に伴い変化するイメージ

落雷により雷放電電流が地上から大気に向かって流れます。これに伴い、電磁波も発生し、周囲に伝搬していきます。観測点で観測される電界波形は、長距離伝搬する中で大地導電率の影響を受けるため変化します。

◇雷エネルギーの推定

落雷に伴うエネルギー(電荷量)は、地上での電界観測と雷雲中の電荷位置を基に推定されますが、雷雲中の電荷位置推定には不確かさを伴います。この不確かさは、落雷点から25 km以上離れた遠方の電界観測データを用いることで、電荷量推定への影響が小さくなることを計算により明らかにしました。新型LLSでは、50 km程度のセンサ間隔を想定しており、信頼性の高い電荷量を推定することが可能となります。



齋藤 幹久(さいとう みきひさ)
電力技術研究所 雷・電磁環境領域

電界および磁界観測用のアンテナ 周波数750Hz~1MHzの電磁界を100nsのサンプリングレートで計測します。



東京スカイツリーへの落雷

成果の活用先・事例

落雷位置の標定とその雷エネルギーから被害設備の推定が可能となり、巡視・点検を必要とする送変電設備の特定に貢献します。また、雷エネルギーなどの雷性状データを蓄積することで、効果的な雷害対策を実現するための設備仕様の策定や対策品の選定等に寄与します。

参考 齋藤ほか、電力中央研究所 研究報告 H16007 (2017)
齋藤、電力中央研究所 研究報告 H15009 (2016)
齋藤ほか、電力中央研究所 研究報告 H14007 (2015)



大電流による電線の素線溶断を予測する手法を開発

● 雷電流などを考慮した電線の選定により、断線事故の未然防止に活用

電力流通

架空地線・ 光ファイバー複合架空地線 (OPGW)

架空地線は、架空送電線への落雷防止のために、接地した金属線を電線路方向に架線したものの。光ファイバー複合架空地線(OPGW)は、架空地線に光ファイバーを内蔵し、情報信号の伝送機能を備えたもの。

溶断

雷電流やアーク電流など大電流により素線が溶断して断線すること。

ギャロッピング

→ p.48参照

アーク

アークは電弧とも呼ばれる気体放電の一種であり、アーク電流は放電の際に流れる電流。

背景

送電システムで使用されている架空地線や光ファイバー複合架空地線(OPGW)に雷が落ちた場合、稀に雷電流によりそれらを構成する一部の素線が溶断し、その後の風氷雪等による張力に耐え切れず架空地線・OPGWが断線し、重大な短絡事故に進展することがあります。電力を送電する電力線においても、ギャロッピング等による短絡時のアーク電流により、同様に電線が断線に至る場合があります。このような断線事故を防止するために、雷電流やアーク電流など大電流による素線の溶断特性を把握することは重要な課題です。当所では、素線の溶断特性を効率よく把握するために、アーク試験に加えて、計算による予測手法の開発にも取り組んでいます。

成果の概要

◇アーク電流に起因する素線の溶断本数を予測する計算手法の開発

雷電流を直流のアーク電流で模擬し、アーク電流からOPGWへ伝わる全熱量および伝熱面積を算出するとともにOPGWの断面形状を簡略化したモデルに置き換えることにより、OPGWの素線の溶断量を計算する手法を開発しました(図1、図2)。これにより、素線を通るアークの電荷量から素線溶断本数を予測することが可能となりました。計算手法の妥当性を検証するために、直流アーク試験を行い、素線が溶断される電荷量を比較した結果、試験結果と概ね一致しました(図3)。上記手法は最外層の素線種類がほぼ同じである架空地線への適用も可能です。さらに上記手法を電力線として利用される鋼心アルミ撚り線(ACSR)についても適用し、交流アークによるACSRの素線溶断本数を予測できるようになりました。

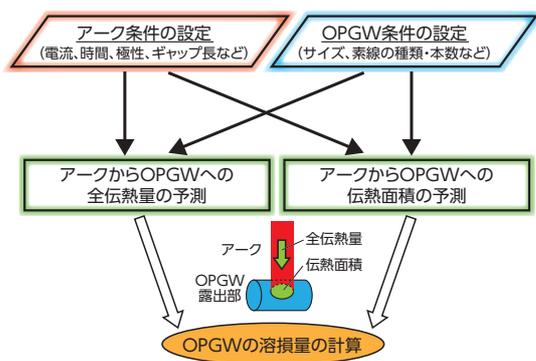


図1 計算手法のフロー

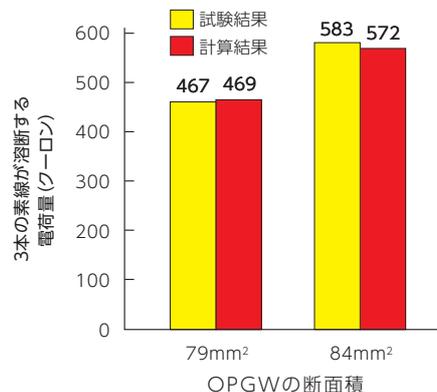


図3 試験結果との比較

電流を24kA流した時に全素線7本中3本の素線が溶断する電荷量(クーロン)を試験結果と計算結果で比較

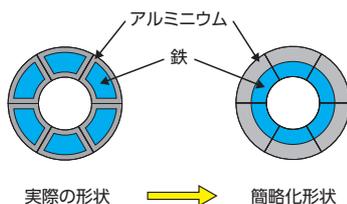


図2 OPGW素線断面形状の簡略化

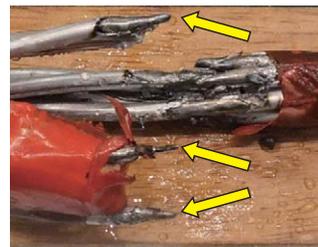


岩田 幹正 (いわた みきまさ)
電力技術研究所 高エネルギー領域

大電力試験所 大電流により遮断器、変圧器、送電線など電力流通設備の短絡性能を評価するための試験所です。



溶断本数0本
(電荷量:491クーロン)



溶断本数3本
(電荷量:583クーロン)

直流アーク試験によるOPGWの素線溶断様相

成果の活用先・事例

電線の新設や張り替えの際に雷電流を考慮し、溶断し難い電線を選定することで、断線事故の未然防止に繋がります。

参考 Iwata et al., 33rd International Conference on Lightning Protection (2016)
岩田ほか、電力中央研究所 研究報告 H13001 (2013)
岩田ほか、電力中央研究所 研究報告 H11003 (2011)



電力流通

PCB

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。

微量PCBに汚染された変圧器の無害化処理技術を開発

● 安全で効率的な無害化処理の推進に向けて

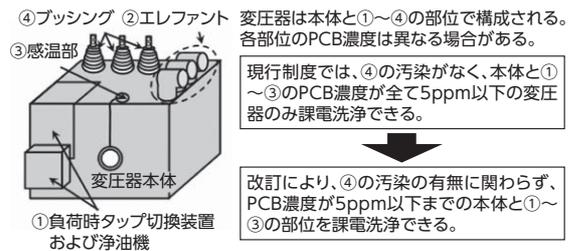
背景

微量のポリ塩化ビフェニル (PCB) の汚染が疑われる電気機器は全国推計で数百万台あり、法が定める期限までに処理する必要があります。当所では、PCBを除去して無害化する洗浄技術として、使用を終えた変圧器向けの加熱洗浄法と、使用中の変圧器向けの課電洗浄法を開発してきました。現在では、どちらの洗浄法もPCB処理技術として公的に認められています。加えて当所では、様々な電気機器への適用拡大を図るとともに、より効率的な無害化技術の開発に取り組んでいます。

成果の概要

◇ 部位別課電洗浄の導入による使用中の汚染変圧器の処理の拡大

これまで課電洗浄は変圧器単位で行うこととされ、適用可能な対象数が大きく制限されていました。そこで、変圧器本体や付属品等の汚染状況の調査・解析結果に基づいて部位別洗浄を提案しました。この手法により、変圧器の部位単位での洗浄が可能となった結果、電気事業者が使用している油量2kL以上の変圧器の大半を処理できる見通しが得られました。

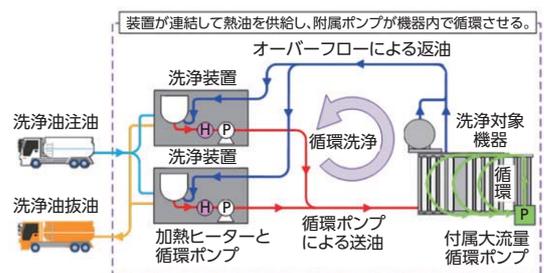


新たに導入された部位別課電洗浄

未洗浄の洗浄可能部位、汚染している部位または未測定の場合においても、絶縁油中のPCB濃度が5mg/kg以下の測定済みの部位については洗浄できます。

◇ 大油量変圧器の加熱洗浄法の開発

2台の洗浄装置と変圧器付属ポンプを併用した加熱洗浄法を開発しました。油量85kLの変圧器を用いた検証試験により有効性を確認し、大油量変圧器の効率的な処理を可能としました。



大油量変圧器の加熱洗浄イメージ

◇ 洗浄後の残油対策技術の実証

変圧器洗浄後の部材表面にはPCBを含む洗浄油が付着しており、洗浄油が変圧器底部に落下し、残油となります。変圧器の減圧等により、部材表面に付着した洗浄油から残油へのPCBの移行を促す対策技術を考案・検証し、残油処理の迅速化に貢献しました。



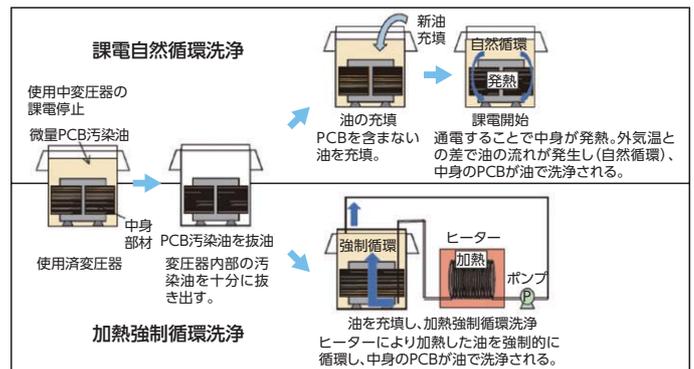
白井 幹晃(しらい もとあき) / 大村 直也(おおむら なおや)
環境科学研究所 環境化学領域

微量PCB汚染機器の加熱強制循環洗浄による無害化処理現場(横須賀地区) 当所所有の微量PCB汚染変圧器を環境大臣認定機関が洗浄します。

課電洗浄法と加熱洗浄法の概要

[課電洗浄法]使用している微量PCBで汚染された機器を対象に抜油後、非汚染の洗浄油を充填後、課電を再開し、課電による部材の発熱により洗浄油が加温され外部との温度差により循環することで洗い出す方法。

[加熱洗浄法]使用を終えた微量PCBで汚染された変圧器を対象に、抜油後、非汚染の洗浄油を充填し、加熱しながら装置内を循環させて洗い出す方法。



成果の活用先・事例

部位別課電洗浄は、環境省および経産省の「微量PCB含有電気機器課電自然循環洗浄実施手順書(平成29年3月改正)」に反映されました。また、加熱洗浄の残油対策は、環境省の「微量PCB汚染廃電気機器等の処理に関するガイドライン 一洗浄処理編一(平成28年9月改訂)」に反映され、無害化処理に活用されています。

参考 電中研 TOPICS Vol.19 (2015)



電力流通

ドローンを活用した送電線と樹木の離隔評価手法を構築

● 送電設備の簡便・安価な保守管理に貢献

SfM
(Structure from Motion)

被写体の一部が重複するように撮影された複数の静止画内で同一の対象(特徴点)を見出し、特徴点間の位置関係からカメラの撮影位置と対象形状を推定する技術。

背景

電力の安定供給のためには、架空送電線と周辺樹木との離隔を定期的に確認し、必要に応じて伐採することが不可欠です。離隔評価には、航空機によるレーザ測量等が活用されていますが、費用が高く、また特殊な装置を用いることから、測量からデータ提供までに時間を要します。このため、山間部等の人が近づきにくい箇所や緊急を要する送電設備の離隔評価を安価・迅速に行う技術が求められています。近年、小型無人航空機(ドローン)を用いた空撮写真からレーザ測量と同様の3次元形状画像を作成する技術(SfMマッピング)が注目を集めています。当所では、このSfMマッピング技術を、これまで適用の事例が少ない送電線とそれに近接する樹木の離隔評価に適用して、送電設備の保守・管理を簡便かつ安価に行うための技術開発に取り組んでいます。

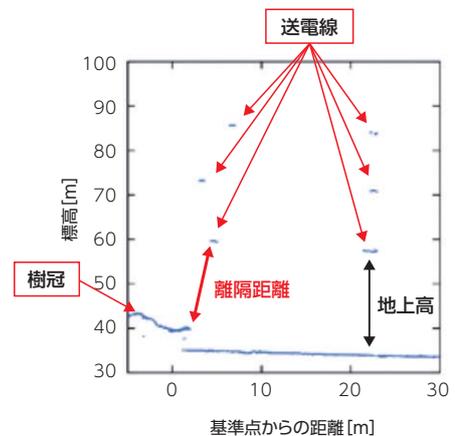
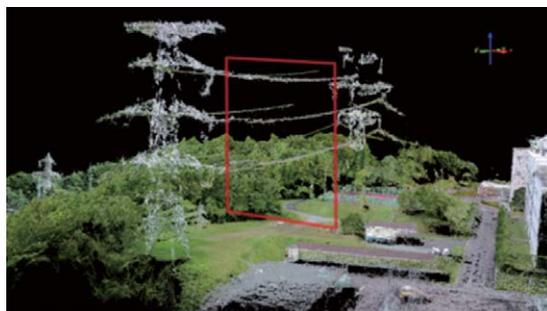
成果の概要

◇ドローン撮影による3次元形状画像の復元

ドローンを用いて上空から直下視で撮影した一連の写真画像からSfMマッピングを行った結果、画像間の視野が80%以上重複するように撮影することで、送電線および近接する樹冠を3次元形状画像として復元できることを明らかにしました。

◇本手法による離隔距離評価の精度

既存の地上レーザ距離計による電線地上高の測量値と、SfMマッピングによる解析値を比較した結果、その計測誤差は0.14~0.36mであり、高精度な航空機レーザ測量による計測誤差0.20~0.30mと同程度であることが分かりました。このことから、ドローンの活用により、簡便かつ安価に送電線と周辺樹木の離隔を評価できる見通しを得ました。今後、保安伐採の時期や箇所の簡便な特定手法の構築に向けてドローンの活用先を樹木の成長予測等にも拡大していきます。



ドローンを活用した送電線と周辺樹木との離隔評価の一例

ドローンによる空撮写真(右ページ)から作成した3次元形状画像(左)と図中の赤枠内の横断面図。樹冠と送電線の離隔が約20mであることが分かります。



中屋 耕(なかや こう)
環境科学研究所 生物環境領域

ドローンを活用した送電設備の保守管理技術開発に取り組んでいます。



ドローンによる空撮写真
これらの写真画像から左ページの3次元形状画像を復元。2015年7月、東北電力総合研修センターにて撮影。

成果の活用先・事例

本手法は、一部の電力会社によって架空送電設備とそれに近接する樹木の離隔評価への活用が開始されています。山間部等のアクセスが困難な場所などに適用することで、送電設備の効率的な保守・管理への貢献が期待されます。

参考 中屋ほか、電力中央研究所 研究報告 V15004 (2016)



電力流通

送電設備の合理的な雪害対策を提案

● 雪による設備被害や供給支障を減らして電力の安定供給に貢献

背景

2005年12月、日本海側の地域が暴風雪に見舞われ、雪害による大規模な停電被害が発生しました。この被害を受け、観測される機会が少ない雪害について、電気事業全体で一元的に観測とデータ管理を行い、雪害事象のさらなる探究と解析技術の向上を図ることが資源エネルギー庁の雪害対策ワーキンググループにより求められました。当所では電力各社の協力のもと、2007年から10年間にわたるプロジェクトとして、雪害発生メカニズムの解明および予測・対策技術の向上に取り組んできました。

成果の概要

◇実用的な雪害予測評価手法を構築

送電設備の雪害の要因となる3事象（**重着雪**、**ギャロッピング**、**塩雪害**）に対して、被害が発生しやすい場所を、地域の気象特性に基づき簡便に予測する手法の構築を行いました。具体的には、鉄塔などの支持物の耐雪設計において想定すべき電線への最大着雪量を推定する手法、設備の諸元や気象特性に基づいてギャロッピングによる短絡が起きやすい径間を推定する手法、がいしの塩雪害の発生懸念地域を推定する手法をそれぞれ構築しました。

◇適切な雪害対策品の選定法を提案

長期間にわたる屋外観測と各種屋内実験のデータを分析して、雪害対策品の効果を検証し、効果の現れやすい条件を明らかにしました。既往の被害実態の分析もを行い、対象とする送電設備毎に、各地の気象特性や設備形態に応じた効果的な対策品の選定法を提案しました。

重着雪

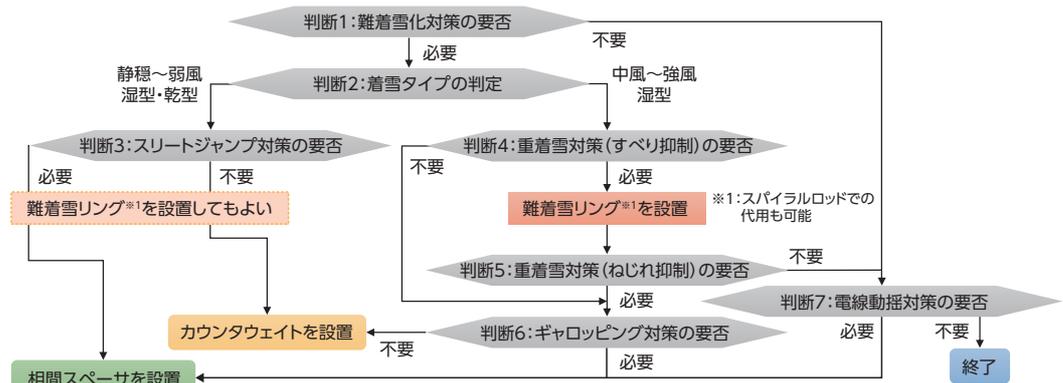
電線を筒状に覆う過大な着雪により、断線や支持物損壊につながる現象。着雪の重さで電線が垂下して地絡に至ることや、着雪体が一斉脱落して電線が跳ね上がり短絡に至ることもある。

ギャロッピング

着雪した電線に風が作用して電線が上下に大きく動揺する現象。振幅が大きくなると、短絡事故が生じることがある。

塩雪害

がいしに塩分を含む湿雪が圧密して付着することにより、がいしの絶縁耐力が著しく低下して地絡に至る現象。非常に稀な現象であるが、2005年12月に日本海側で発生した雪害の要因の一つとなった。



相間スペーサ

ギャロッピングによる電線同士の接近を防止することに加え、電線のねじれを抑制する効果がある

カウンタウエイト

偏心した錘により電線がねじれ難くなり、電線のねじれを伴いながら成長する過大な筒状着雪への発達を防ぐ

難着雪リング

樹脂製のリングにより、付着した雪が電線表面の擦りに沿ってすべることを抑制して、過大な筒状着雪への発達を防ぐ

雪害対策品フローチャートの一例(単導体線路)と対策品の種類



西原 崇(にしはら たかし)
地球工学研究所 流体科学領域

空気力载荷試験装置 最大17m/sの風を吹き出す風洞で、吹出口下流の広いスペースに着雪電線模型を設置して、実送電線のギャロッピング現象を再現する実験や、着雪電線に作用する空気力を評価する実験が可能です。



実規模送電線雪害試験設備(通称:釧路試験線)
雪害の発生メカニズムの解明や、対策品の効果検証、予測技術の向上を目的とした実験・観測・解析を行うため、北海道・釧路に2013年度に設置しました。

成果の活用先・事例

これまでの雪害研究の成果の一部は、既に電力各社の雪害発生時の原因究明や再発防止策の策定に活用されています。また、本研究の成果を電力各社の送電設備の保守運用や雪害対策に活用することにより、設備被害や供給支障を減らし、被害の際にも速やかな復旧が可能になります。

参考 清水ほか、電力中央研究所 研究報告 N16010 (2016)
本間ほか、電力中央研究所 研究報告 H16004 (2016)
電中研 TOPICS Vol. 5 (2011)



需要家サービス

熱交換器

暑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。冷房の場合、室内機内の熱交換器により部屋の中の熱を冷媒に移し、室外機内の熱交換器により冷媒の熱を屋外に排出する。

ヒートポンプの効率化に向けて霜の付きにくい熱交換器を開発

● 高効率な除湿により省エネかつ快適な生活に貢献

背景

ヒートポンプで暖房・給湯する場合や冷凍機で冷凍・冷蔵する場合、**熱交換器**の表面温度が0℃以下になると、空気中の水蒸気が凝縮・凍結して霜が付着（着霜）します。熱交換器に着霜が起きると、加熱・冷却能力が低下するだけでなく、霜を溶かす（除霜）ための運転で電気をより多く消費することになります。さらには除霜運転中に暖房・給湯などが一時的に停止するといった問題もあります。当所では、加熱・冷却機器の効率化に向けて、霜の付きにくい熱交換器の開発に取り組んでいます。

成果の概要

◇無着霜ヒートポンプ給湯機・冷凍機の開発

当所では吸着剤を塗布した熱交換器「吸着剤塗布熱交換器(DCHE)」を開発し、予め熱交換器入口空気を除湿することによってヒートポンプにおける着霜の問題を解決しました(図1)。様々な条件下での実験・試算を行った結果、従来ヒートポンプ給湯システムと比べ1～3割程度の効率向上が期待できることも分かりました。また、DCHEを冷蔵・冷凍機に適用するため、スーパーマーケット等で使われているオープンショーケースを例に消費電力を試算した結果、DCHEの採用により従来よりもCOPを約40%向上できることが分かりました(図2)。

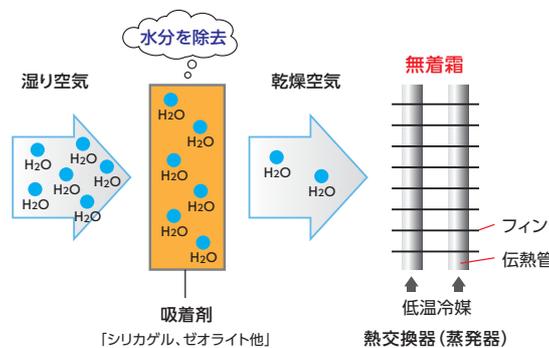


図1 無着霜のコンセプト

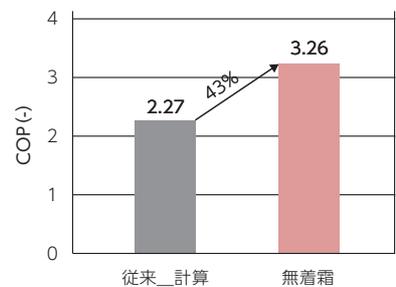


図2 オープンショーケースのCOP試算結果

吸着剤の効果により空気は除湿され、乾燥空気になって熱交換器に到達するので、熱交換器に霜が付着しません。冷凍・冷蔵オープンショーケースの内側で用いれば、電気ヒータによる除霜エネルギーが不要となるため省エネになります。

◇デシカント空調に関する調査

温度と湿度を独立に調整する**デシカント空調**は、快適性と省エネ性の両立が可能な空調として以前から注目されていました。しかし、設備が大きくコストが高いなどの課題から普及が遅れていました。当所ではデシカント空調に関する調査を行い、国内の関連製品や研究開発状況を整理しました。デシカント空調にDCHEを用いることで、空調に加え、外気との換気や食品工場や給食センター等での除湿を行う機器の高効率化・省スペース化が図られることが分かりました。

COP (Coefficient Of Performance)

冷房機器などの電力消費効率の目安で、冷房消費電力に対する冷房能力の割合で表される。

デシカント空調

空気の温度の調整とは別に、湿度も調整(加湿・除湿)できる機能を持った空調システム。デシカントの機能の無い空調では、空気を過度に冷却することで除湿を行い、その後再加熱するので、余計にエネルギーを要する。



張莉(ちょうり)
エネルギーイノベーション創発センター 需要家サービスユニット

ヒートポンプ研究開発実験設備 産業・業務分野の様々な熱需要に適用可能な高性能ヒートポンプの開発と評価を行う設備です。



無着霜ヒートポンプ用熱交換器
熱交換器入口空気を除湿するために吸着剤
(右図の白い箇所)を塗布した熱交換器。

成果の活用先・事例

無着霜ヒートポンプは、冬季に給湯機を使用する場合の高効率化、特に、寒冷地での給湯ヒートポンプ利用に貢献できます。無着霜冷凍機は、庫内着霜の食品品質への悪影響や、除霜ヒータによる効率低下、除霜水の後処理といった諸問題の解決に適用できます。DCHEを用いたデシカント空調の開発により、コンパクトな機器で快適性と省エネ性を両立させた空調システムの実現が期待されます。

参考 張ほか、電力中央研究所 研究報告 C16004 (2016)
張ほか、電力中央研究所 研究報告 M14004 (2014)



カーボンプライス政策の欧米導入事例を調査・分析

● 欧米の導入事例や日本の税収の効率的利用を分析して政策検討を支援

環境

パリ協定

2015年12月に気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)で採択された条約。2020年以降の国際枠組みを定めるもの。

背景

国際社会ではパリ協定の採択、国内では電気事業低炭素社会協議会の発足や政府が温暖化対策計画を策定するなど、日本の温暖化対策は新たな局面を迎えています。こうした中、CO₂排出の長期大規模削減を実現するために、「カーボンプライス政策」(排出量取引、大型炭素税)の導入が検討され始めていますが、この政策には問題点が多いことも指摘されています。また、2016年度には「地球温暖化対策のための税」の税率が引き上げられ、政府には税収の効率的利用が求められています。当所では、カーボンプライス政策に関する調査・分析を行い、今後の政策のあり方について検討を進めています。

成果の概要

◇カーボンプライス政策の調査・分析

諸外国や東京都における排出量取引制度の導入事例を比較調査し、制度設計や市場取引を巡る論点を抽出しました。その結果、いずれの制度でも排出枠の価格が低水準にとどまっているため、低炭素投資を促す価格シグナルとしては機能していないことがわかりました(表1)。

また、炭素税や排出量取引など明示的に炭素排出に価格付けを行う施策だけではなく、規制や各種のエネルギー課税など「暗示的」な価格付けを行う施策も含めて、炭素価格の国際比較を行うべきという考え方があります。そこで、海外文献をレビューし、暗示的炭素価格の定義に関する論点や、暗示的炭素価格による各施策の評価方法と評価の限界を検討しました。その上で、エネルギー小売価格などの別指標を、暗示的炭素価格と併用することが望ましいことを指摘しました。

表1 排出量取引制度の事例

制度名・適用地域	制度運用の現状と課題
EU ETS	2014~16年の排出枠の先送りや戦略的な排出枠備蓄の導入などの措置を講じるが、排出枠の余剰により価格が低迷(€5~6/t-CO ₂ 程度)
カリフォルニア州C&T (米国カリフォルニア州)	省エネや再エネの促進、自動車輸送の低炭素化等の施策により排出削減が進展、排出枠はオークションの下限価格近辺(2016年\$12.73/t-CO ₂)で推移
RGGI (米国北東部州)	金融危機以降の需要減少により排出枠が余り、2012年までのオークションは下限価格で落札。2014年以降キャップ水準の見直しにより\$5~7/t-CO ₂ 程度
総量削減義務と排出量取引制度 (東京都)	多くの企業が自らの省エネ努力で目標を超過達成、市場全体のクレジットが余剰気味となり、クレジット価格は1,000~2,000円/t-CO ₂ に低下

◇政府の温暖化・省エネ補助事業の評価

行政事業レビューシート等に掲載された情報に基づき、政府の温暖化対策事業の費用対効果を事業別に分析し、半分以上の事業でCO₂排出削減効果が評価されていないことを明らかにしました。

また、CO₂排出削減単価が1トンあたり数十万円にも及び非効率的な事業が多いことを示し、その非効率性を是正すべきと指摘しました。

EU ETS

(European Union Emission Trading Scheme)

EU内におけるCO₂についての排出量取引制度。

C&T

(キャップ・アンド・トレード)

CO₂排出量取引の手法の一つで、排出量に上限(キャップ)を設定し、排出枠を割り当てられた事業間で、余剰排出量や不足排出量の売買を認める仕組みのこと。

RGGI

(Regional Greenhouse Gas Initiative)

米国北東部の9州が参加する地域大の排出量取引プログラム。



若林 雅代(わかばやし まさよ)
社会経済研究所 事業制度・経済分析領域

上野 貴弘(うえの たかひろ)
社会経済研究所 エネルギーシステム分析領域

CO₂排出削減に向けて、カーボンプライス政策を含めた今後の政策のあり方を提言していきます。



内閣官房行政改革推進本部「行政事業レビューシート」のデータベースの機能を活用した論文コンテストにおいて優秀賞を受賞し、9月26日に行政改革担当大臣より表彰されました。

木村 幸(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

(http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gyoukaku/H27_review/hyosyo/hyosyo.html)

成果の活用先・事例

経済成長やエネルギー安全保障と両立する形での将来のCO₂排出削減に向けて、望ましい政策のあり方をカーボンプライス政策だけに限らず、他の政策オプションも含めて、提言していきます。

参考 木村ほか、電力中央研究所 研究報告 Y16002 (2017)
若林ほか、電力中央研究所 研究報告 Y16001 (2017)



事業経営

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。市場管理者が容量を確保する集中型と小売事業者が容量を確保する分散型がある。

アデカシー

発電設備や流通設備等の計画外停止および運用上の制約を考慮し、需要家の要求する電力を供給する能力。

電力システム改革における5つの新しい市場の詳細を分析

● 市場の定量分析や海外先行事例の調査・分析を通じて政策提言の充実や経営リスクの軽減に貢献

背景

電力システム改革で新たに導入される様々な新市場(ベースロード電源市場、容量市場、需給調整市場、連系線利用ルール、非化石価値取引市場)に関する詳細制度設計や見直しの動きがあります。当所では、我が国特有の事情を踏まえつつ、市場モデルによる定量分析、先行する国外事例の評価や理論的な分析の結果等を適宜提示し、詳細制度の設計に向けた支援を行います。

成果の概要

◇卸市場モデルによる定量分析

2030年に長期エネルギー需給見通しが掲げる再生可能エネルギー大量導入等が実現する場合を想定し、安定供給に必要な供給能力(アデカシー)を確保するために必要となる設備容量について定量的な分析を行いました。その結果、卸電力市場での販売電力量収入により年間支出を賄える設備は約4割に留まることとなりました(図1)。長期エネルギー需給見通しと安定供給の両立には、必要となる供給力を確保する方策である容量市場等の創設が望まれることを明確に示しました。

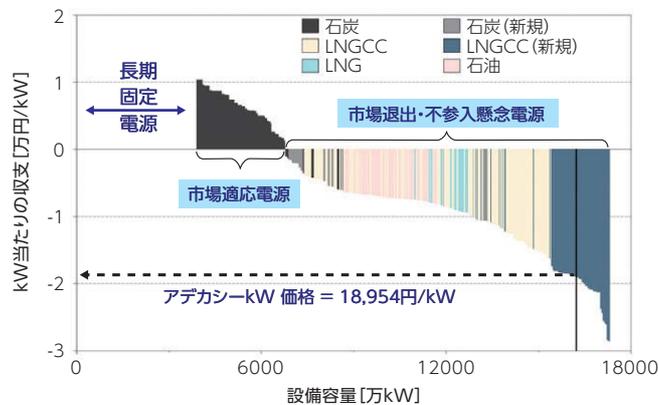


図1 火力電源の収支分析

◇新市場の詳細制度設計の分析

電力システム改革の新市場設計に関連する海外の詳細設計を調査・分析し(表1)、合理的な制度設計のあり方を提言しました。

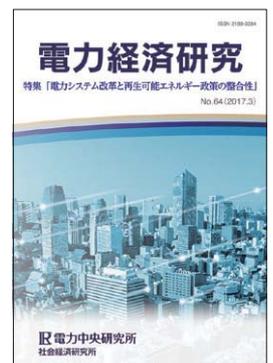
表1 新市場設計に関する海外事例調査

新市場	分析した事例、論点など
ベースロード電源市場	義務付けられる入札量と価格設定、仏の原子力発電対象の卸電力規制
(集中型)容量市場	新設と既設の差別化の必要性、自社電源や相対契約の扱い
需給調整市場	欧州の広域的な需給調整メカニズム、混雑管理との関係
連系線利用ルール	米国PJMの地点別価格制、金融的送電権の仕組み
非化石価値取引市場	非化石証書の需要、欧州の発電源証明、米国のゼロエミッション



岡田 健司(おかだ けんじ)／永井 雄宇(ながい ゆう)／古澤 健(ふるさわ けん)
社会経済研究所 エネルギーシステム分析領域

電力システム改革における5つの新市場の合理的な制度設計のあり方を提言しました。



電力経済研究第64号(2017年3月)
「電力システム改革と再生可能エネルギー政策の整合性」
<http://criepi.denken.or.jp/jp/serc/periodicals/index.html>

成果の活用先・事例

アデカシー評価の定量分析結果は、一般紙や業界紙へ掲載され、広く社会に対し容量市場の必要性を訴求しました。再生可能エネルギー政策と電力システム改革の整合性については社会経済研究所刊行の学術誌「電力経済研究第64号」にとりまとめ、容量市場、非化石価値取引市場、需給調整市場等の制度設計に関する課題を公にすることにより、政策提言の充実や経営リスクの低減への活用が期待されます。

参考 朝野ほか、電力中央研究所 電力経済研究 No.64 (2017)



IoT技術の導入による発電設備の効率的な状態監視技術を開発

- メンテナンスフリーの状態監視を実現し保守・管理の省力化を支援

共通・分野横断

背景

電力インフラ設備の経年化にともない、合理的な運用保守技術の確立が必要とされています。近年注目を集めているIoT(モノのインターネット)技術を導入することで、発電所における温度異常や異常振動などの機器の故障検知や、機器に使用される構造材料の劣化・損傷診断がオンラインで行えるようになれば、設備の運用信頼性を格段に向上させることができると期待されます。当所では、設置環境の熱や振動などから自ら電力を生み出すエナジーハーベスタ(環境発電素子)をセンサ電源として利用するための技術開発、ならびにエナジーハーベスタ、センサ、無線通信デバイスから構成される「自立型センサネットワーク」を用いた発電設備におけるメンテナンスフリーの状態監視技術を開発しています。

成果の概要

◇従来は利用が難しかった帯域の振動で発電するエナジーハーベスタの開発

電解質を電極で挟み電圧を印加すると、イオンが電極近傍に集中する**電気二重層**が形成されます。この電気二重層を維持したまま、イオンの動きを固定することで、半永久的に電荷を保持すること(エレクトレット)に成功しました(図1)。この新しい概念により試作した振動発電素子では、従来の方式では難しかった100Hz以下の振動数で、電圧として2V程度、発電量として $400\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 程度の電力を得ました。本振動発電素子により、発電設備で多い100Hz以下の振動環境下でも電力を得ることができることから応用範囲が広がり、新たな可能性を見出しました。

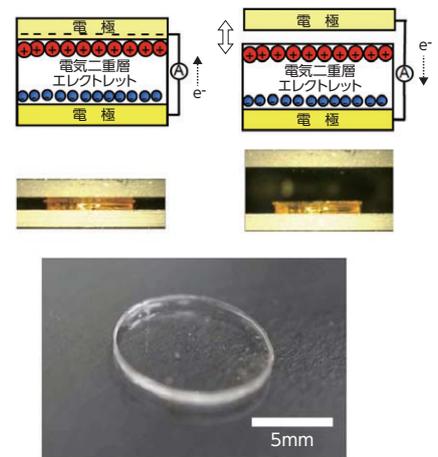


図1 電気二重層エレクトレットを利用した振動発電素子の発電メカニズム(上)および作製した電気二重層エレクトレット(下)

◇発電設備の状態監視のための無線センサネットワークの構築

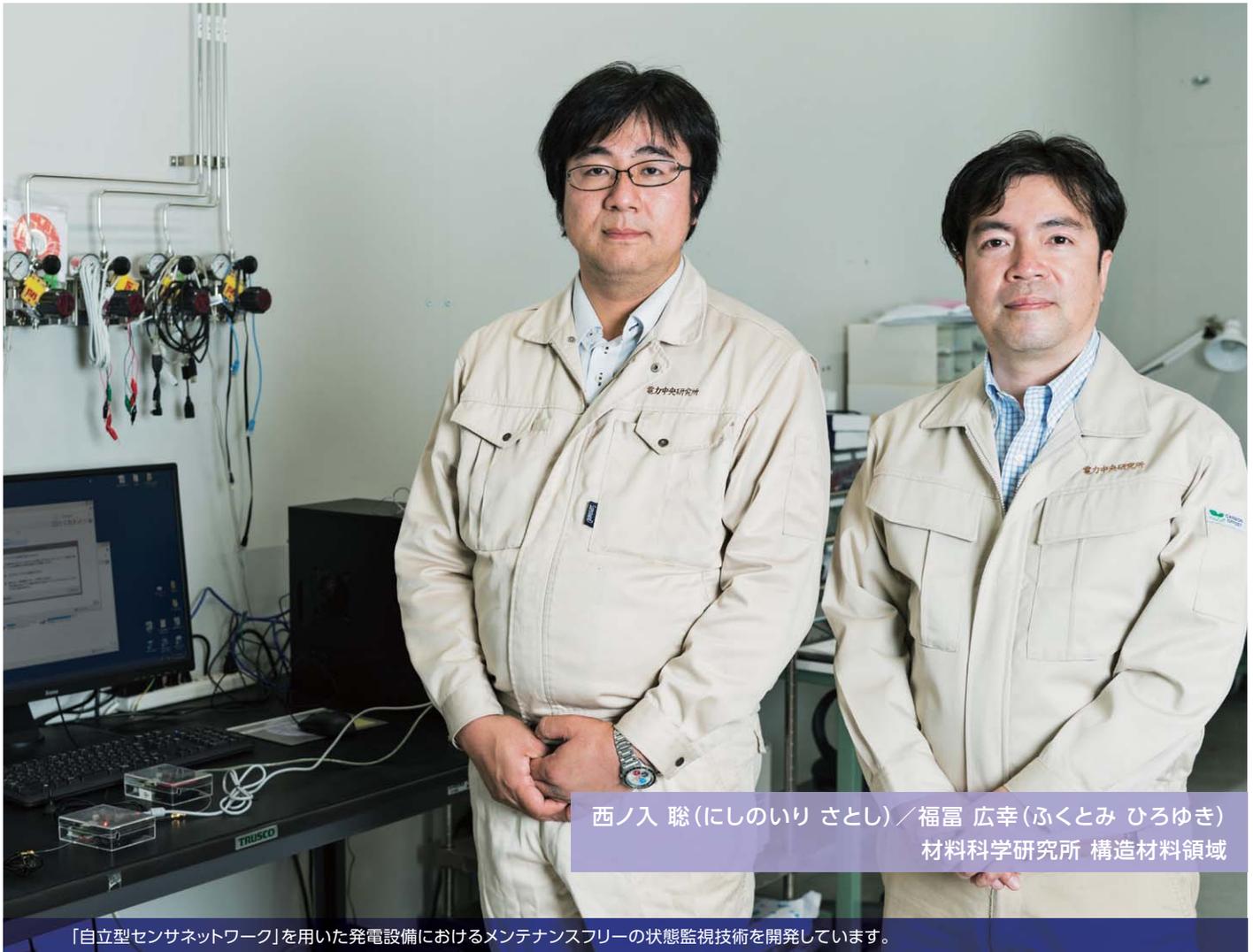
見通しの良い通信環境でのWi-Fiの通信距離が100m程度であるのに対して、Wi-Fi通信よりも低周波の無線通信モジュールの採用により**マルチホップ通信**をせずに1 kmの距離での通信が可能となりました。このモジュールを用いたマルチホップ通信にも対応した無線センサデバイスと、測定データを3G回線を経由してクラウドに保存するための基地局から構成されるマルチホップ通信にも対応した無線センサネットワークを構築しました。この無線センサネットワークによる長期の通信試験を通じて、日常保守業務への適用に対する見通しを得ました。

電気二重層

電解質に電圧を印加すると、それぞれの電極近傍に反対符号のイオンが集中する状態。

マルチホップ通信

データ送信の際にいくつかの中継を入れてパケットリレー式に次々とデータを送る通信方式。

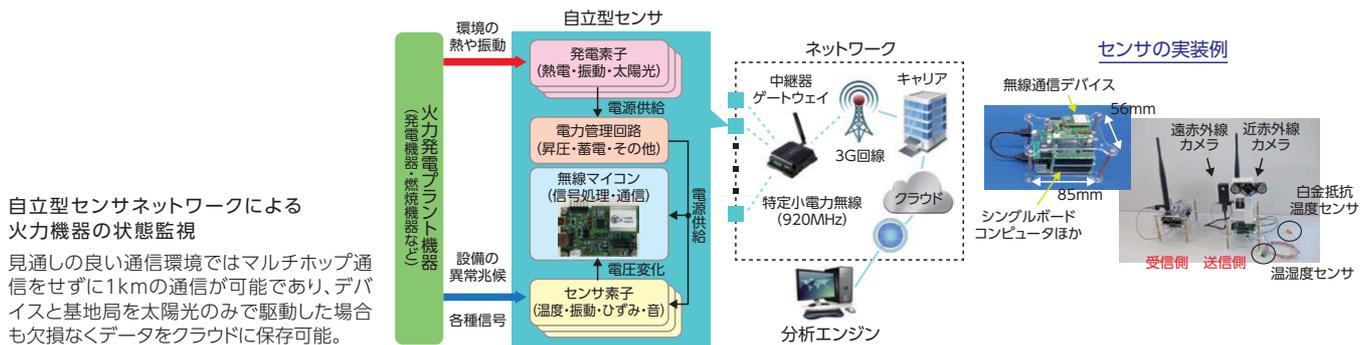


西ノ入 聡(にしりのいり さとし) / 福富 広幸(ふくとみ ひろゆき)
材料科学研究所 構造材料領域

「自立型センサネットワーク」を用いた発電設備におけるメンテナンスフリーの状態監視技術を開発しています。

主要な研究成果

共通・分野横断



自立型センサネットワークによる火力機器の状態監視
見通しの良い通信環境ではマルチホップ通信をせずに1kmの通信が可能であり、デバイスと基地局を太陽光のみで駆動した場合も欠損なくデータをクラウドに保存可能。

成果の活用先・事例

従来では発電が難しかった100Hz以下の振動数での発電が可能となる新規振動発電素子の適用により、日常保守業務の省力化・高度化が期待されます。火力発電所での実証試験を通じて、無線センサネットワークを採用したモジュールの有効性の検証を進めています。

参考 福富ほか、電力中央研究所 研究報告 Q16003 (2016)



AI技術を適用したOFケーブルの異常判定技術を開発

● ケーブル異常判定の精度向上に貢献

共通・分野横断

OFケーブル

内部に絶縁油を注入し、絶縁性を高めた高圧・超高压用の電力ケーブル。

背景

当所では電力の現場へのAI手法の適用を進めてきており、簡便でありながらも高度なパターン認識が行える方法の検討により現場担当者の負担軽減や作業の高度化に資する技術を開発してきました。AI手法の現場適用で大きな成果が得られたものの一つに、**OFケーブル** (Oil Filled cable) の異常判定があります。OFケーブルは、昭和初頭から布設され、主に地中送電線や一部構内連絡線などに導入が進められてきました。現在は、保守などがより容易なCVケーブルへの移行が進められていますが、中には経年化が進んでいるものもあるため、OFケーブルの管理を適切に行うために異常を正確に検出することが重要となっています。当所では、OFケーブルの異常検出の高精度化に向け、AI手法を適用した異常判定技術の開発に取り組みました。

成果の概要

◇新しい異常判定基準の提案

各電力会社では、絶縁油過熱に伴うアセチレン発生量と可燃性ガス総量の二種のデータから、OFケーブルの中間接続部の異常ランク※1のみを判定していました。そこで、OFケーブルの油に含まれるガスを分析することにより、六種類の油中ガスから、中間接続部と終端接続部(図1)の各々の異常ランクと異常部位※2の判定基準を構築することを提案しました。

※1 異常ランク判定: ランクA(緊急対応が必要)、B(絶縁体に異常)、C(何らかの異常)、D(異常なし)

※2 異常部位判定: 接続部内の補強絶縁紙とケーブル絶縁紙を対象

◇判定式の構築

電力の現場では簡便さが求められるため、OFケーブルの異常判定の基準は六種類の油中ガス濃度を変数とする一次式で構築しました(図2)。具体的には、代表的なAI手法である**サポートベクターマシン**を拡張した**線形サポートカーネルマシン**を適用し一次式のパラメータを決定しました。これにより、従来法の未知データに対する正解率を約50%から、約80%まで向上することができ、簡単な判定式の構築と判定精度の向上を同時に達成できました。

サポートベクターマシン(SVM)

学習事例中から正常領域と異常領域の境にある事例(サポートベクター)を特定・判別することで高精度の判定基準を作成する代表的AI手法。

線形サポートカーネルマシン

判定に有効な変数を自動的に絞り込むことで、線形評価式を用いたSVMより簡潔で、より高精度の判定基準を作成する当所開発手法。

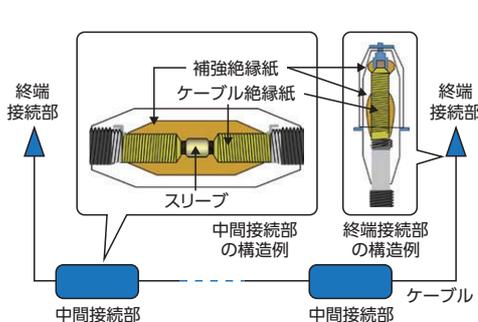


図1 OFケーブル設備

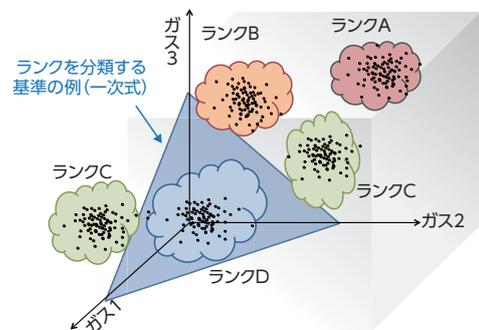


図2 異常判定式の考え方

六種類のガスのデータを扱うことで、中間接続部・終端接続部の異常ランクと異常部位ごとにデータの集合を高次元空間上に表現可能となりました。また、線形サポートカーネルマシンを適用して各集合を区分する一次式のパラメータ(傾き)を求めることにより、集合間の位置関係が複雑であってもそれらを容易に分類できます。



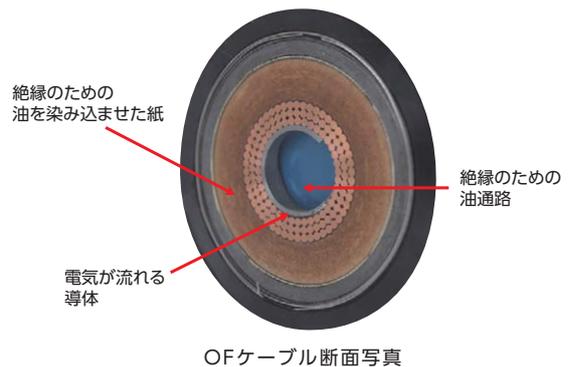
村田 博士(むらた ひろし)
エネルギーイノベーション創発センター
テクノロジープロモーションユニット

篠原 靖志(しのはら やすし) / 益富 和之(ますとみ かずゆき)
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

電力設備の管理等において作業の負担軽減や効率化を図るため、AI手法の現場への適用を進めています。

主要な研究成果

共通・分野横断



成果の活用先・事例

開発したOFケーブルの異常判定基準は、電力会社の担当者がOFケーブルの保守管理に用いている電気協同研究70巻1号付録9に掲載されました。また、異常判定を簡便に行うためのツールは、電力各社に活用されています。

参考 堤ほか、電中研 TOPICS Vol.22 (2016)
篠原ほか、電力中央研究所 研究報告 R13002 (2013)

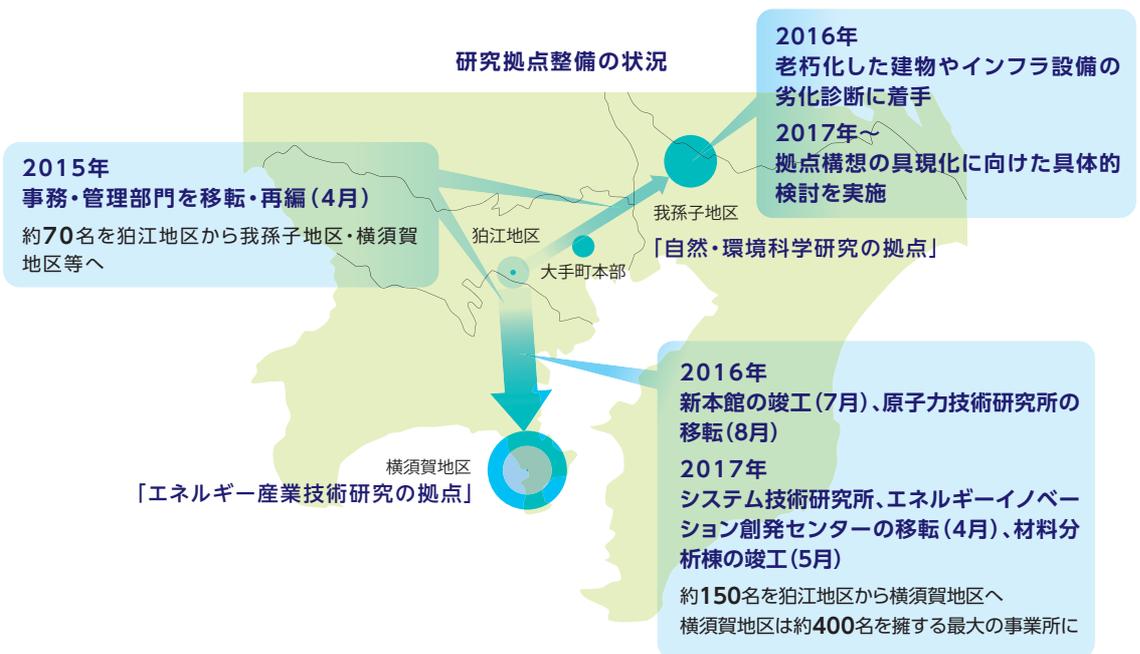
3. 組織運営

持続可能な事業基盤の構築を目指し、研究力の強化および固定的管理経費の削減に向けた研究拠点整備を進めるとともに、組織体格のスリム化を図り業務合理化・コスト削減に取り組みました。

■ 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や総合力の強化などを主眼とする研究環境の整備と、2拠点への集約による固定的管理経費の削減を両立するため、「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、研究員他の居室となる新本館（2016年7月竣工）、放射性同位元素や核燃料物質等を含む材料の分析が可能な材料分析棟（2017年5月竣工）の建設を着実に進め、狛江地区からの要員・設備の移転を順次実施しています。
- ・我孫子地区については、拠点構想の実現に向けて、構内施設の維持・更新に関するマスタープランを策定するため、老朽化した建物やインフラ設備の劣化診断に着手しました。
- ・狛江地区については、今後の研究拠点整備に資するため一部土地の売却を実施するとともに、原子力研究部門を横須賀地区に移転しました。なお、特定の研究設備については引き続き狛江地区において利用していく計画としています。



■ 業務合理化・コスト削減

- ・固定的経費としての人件費の圧縮を図るべく、人員数を2015年度期首の800名から2017年度末までに50名減少させる計画を進めてきましたが、2016年度末に計画を前倒して概ね達成しました。今後は750名の水準を維持していきます。
- ・間接部門の業務を見直し、財形業務等のアウトソーシングを開始するとともに、給与計算・社会保険関連業務の2017年度からのアウトソーシング開始に向けた準備に着手しました。
- ・調達業務に関しては、各部署で共通的に使用する事務用品・OA機器や理化学品などを一括発注できる仕組みを導入する等の合理化・効率化を行い、コスト削減効果の高い大型案件の仕様精査・競争見積りに注力して取り組みました。この結果、調達契約における購買・工事の契約金額ベースでの競争見積比率は32%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

- ・研究系人員については、今後の電気事業の基盤技術を支える高度な専門性を有する人材を計画的に育成するため、分野毎の研究戦略や基盤技術の新陳代謝等を踏まえた新規採用に継続的に取り組みました。また、「特定有期雇用研究員」制度を新たな研究展開への迅速な対応等に活用しました。
- ・事務・管理系人員については、女性の積極的な活躍を推進するとともに、人員減に対応するため、従前以上に一人ひとりの適性を活かした人員配置や能力・実績に応じた確かな登用を通じて、労働生産性の向上に引き続き取り組みました。

■ 情報発信

- ・「事業計画/報告」を、研究者や研究設備等の写真や図等を効果的に盛り込んだ「Annual Plan/Report」へとリニューアルし、電気事業をはじめとするステークホルダーに対して当所事業活動を表出しました。加えて、プレスリリースや「電中研TOPICS」、「電中研ニュース」など広報刊行物、新聞・雑誌等を通じて、電力システム改革、原子力安全、地球温暖化など、社会的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幅広く発信しました。
- ・2016年5月に「研究報告会2016－変容する電気事業の経営課題と選択肢－」を開催し、電力需給構造の変化や電力システム改革が進む中、電気事業の経営課題の変化をどのような視点で捉え、いかに対応していくべきか、欧米の事例を紹介しつつ、その方向性や選択肢を提示し議論しました。



研究報告会2016



当所刊行物の例

■ 健全・厳正な業務運営

- ・「業務の適正を確保するための体制」を「内部統制の基本方針」に基づき維持・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、適正な安全保障輸出管理に継続的に取り組むなど、健全かつ厳正な自律的事業運営に努めました
- ・評議員会、理事会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

2016年度事業報告に関し、一般社団法人およ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

経常収益が前年度より増加しましたが、経常費用は、経費、人件費ともに増加額を抑制したため、当期経常増減額がプラスに転じました。

正味財産増減計算書

(単位:億円)

一般正味財産増減の部							
	2016年度	2015年度	差異		2016年度	2015年度	差異
経常費用	298.0	283.0	15.0	経常収益	309.5	276.2	33.3
人件費	97.3	94.6	2.6	受取経常給付金	252.4	235.6	16.8
経費	200.6	188.3	12.3	事業収益	54.1	37.3	16.7
				その他収益	1.0	1.2	△ 0.1
				指定正味財産からの振替額	1.8	1.9	△ 0.1
当期経常増減額	11.5	△ 6.7	18.3				
当期一般正味財産増減額	28.4	△ 5.6	34.0				

指定正味財産増減の部							
	2016年度	2015年度	差異		2016年度	2015年度	差異
一般正味財産への振替額	1.8	1.9	△ 0.1	受取補助金等	0.7	1.0	△ 0.2
当期指定正味財産増減額	△ 1.0	△ 0.9	△ 0.1				
当期正味財産増減額	27.3	△ 6.5	33.8				

貸借対照表

(単位:億円)

資産の部				負債の部			
	2016年度	2015年度	差異		2016年度	2015年度	差異
流動資産	45.4	44.4	1.0	流動負債	42.7	42.3	0.3
固定資産	497.2	472.9	24.3	固定負債	91.7	94.0	△ 2.3
資産合計	542.7	517.3	25.3	負債合計	134.4	136.4	△ 1.9
				正味財産の部			
				指定正味財産	4.0	5.1	△ 1.0
				一般正味財産	404.2	375.8	28.4
				正味財産合計	408.2	380.9	27.3



※ 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

2017年3月31日現在

(単位：千円)

科目	当年度	前年度	増減
I 資産の部			
1. 流動資産			
現金預金	1,630,185	1,912,295	△ 282,110
未収金	2,770,263	2,292,810	477,453
仮払金	130,400	216,594	△ 86,194
前払金	15,911	23,743	△ 7,831
流動資産合計	4,546,760	4,445,444	101,316
2. 固定資産			
(1) 特定資産			
建物	164,985	182,014	△ 17,029
建物附属設備	0	0	-
構築物	1,045	1,254	△ 209
機械及び装置	234,063	364,016	△ 129,952
器具及び備品	43,822	42,055	1,766
一括償却資産	2,805	1,494	1,311
無形固定資産	9,317	5,552	3,764
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	-	2,800,000
研究設備等取得引当特定資産	2,192,500	3,050,000	△ 857,500
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	3,995,408	△ 1,300,280
特定資産合計	12,089,566	11,587,696	501,870
(2) その他固定資産			
土地	9,137,685	8,505,971	631,713
建物	11,988,630	10,252,627	1,736,003
建物附属設備	4,482,670	3,150,034	1,332,636
構築物	1,476,562	1,260,143	216,419
機械及び装置	6,571,926	7,278,748	△ 706,822
器具及び備品	1,600,935	1,776,705	△ 175,770
車両及び運搬具	23,680	34,574	△ 10,893
一括償却資産	79,122	49,573	29,548
無形固定資産	695,241	698,615	△ 3,373
建設仮勘定	1,580,180	2,699,182	△ 1,119,001
その他固定資産合計	37,636,636	35,706,176	1,930,459
固定資産合計	49,726,202	47,293,873	2,432,329
資産合計	54,272,963	51,739,317	2,533,645
II 負債の部			
1. 流動負債			
未払金	3,519,784	3,914,547	△ 394,762
預り金	86,607	80,410	6,197
前受金	407,614	2,763	404,851
賞与引当金	260,000	240,000	20,000
流動負債合計	4,274,006	4,237,720	36,285
2. 固定負債			
役員退職慰労引当金	435,000	483,000	△ 48,000
退職給付引当金	8,735,000	8,922,000	△ 187,000
固定負債合計	9,170,000	9,405,000	△ 235,000
負債合計	13,444,006	13,642,720	△ 198,714
III 正味財産の部			
1. 指定正味財産			
特別給付金	261,776	311,069	△ 49,293
補助金	67,841	120,262	△ 52,420
寄付金等	74,024	82,153	△ 8,129
指定正味財産合計	403,642	513,486	△ 109,843
(うち特定資産への充当額)	(403,642)	(513,486)	(△ 109,843)
2. 一般正味財産			
(うち特定資産への充当額)	(8,250,023)	(7,638,310)	(611,713)
正味財産合計	40,828,956	38,096,596	2,732,360
負債及び正味財産合計	54,272,963	51,739,317	2,533,645

正味財産増減計算書
2016年4月1日から2017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	25,249,026	23,565,000	1,684,026
② 事業収益	(5,415,715)	(3,736,470)	(1,679,244)
受託研究事業収益	4,952,427	2,774,762	2,177,665
その他事業収益	463,287	961,707	△ 498,420
③ その他収益	103,580	120,808	△ 17,228
④ 指定正味財産からの振替額	188,272	199,208	△ 10,935
経常収益計	30,956,593	27,621,487	3,335,106
(2) 経常費用			
① 事業費			
人件費	(8,807,813)	(8,598,452)	(209,361)
給料手当	6,724,773	6,984,078	△ 259,305
退職給付費用	1,083,562	592,824	490,738
厚生費	999,478	1,021,549	△ 22,071
経費	(19,359,482)	(18,133,117)	(1,226,365)
消耗品・諸印刷物費	3,373,500	2,278,604	1,094,895
光熱水道費	722,813	855,463	△ 132,649
委託費	6,110,377	5,742,133	368,243
共同研究分担金	288,292	647,060	△ 358,767
修繕費	1,502,004	1,443,438	58,565
賃借料	300,050	317,241	△ 17,191
租税公課	578,216	493,542	84,673
旅費交通費	728,498	677,465	51,032
減価償却費	4,824,098	4,891,901	△ 67,802
固定資産除却損	116,078	100,468	15,609
その他経費	815,552	685,797	129,755
事業費小計	28,167,296	26,731,569	1,435,727
② 管理費			
人件費	(927,387)	(870,199)	(57,187)
役員報酬	141,110	158,070	△ 16,960
給料手当	576,722	540,360	36,362
退職給付費用	76,568	41,891	34,677
厚生費	75,945	71,358	4,587
役員退職慰労引当金繰入	57,040	58,520	△ 1,480
経費	(708,824)	(698,674)	(10,150)
消耗品・諸印刷物費	50,609	48,622	1,987
光熱水道費	5,650	6,073	△ 422
委託費	117,169	110,451	6,718
修繕費	17,104	11,368	5,736
賃借料	338,839	338,806	32
租税公課	45,915	41,315	4,600
旅費交通費	20,171	22,438	△ 2,267
減価償却費	26,327	31,867	△ 5,539
固定資産除却損	110	4,723	△ 4,613
その他経費	86,925	83,008	3,917
管理費小計	1,636,211	1,568,873	67,337
経常費用計	29,803,508	28,300,443	1,503,064
当期経常増減額	1,153,085	△ 678,955	1,832,041
2. 経常外増減の部			
(1) 経常外収益			
① 固定資産売却益	2,441,665	107,777	2,333,887
② 固定資産受贈益	12,525	10,380	2,145
経常外収益計	2,454,190	118,157	2,336,032
(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	1,689,118	118,157	1,570,960
当期一般正味財産増減額	2,842,204	△ 560,798	3,403,002
一般正味財産期首残高	37,583,109	38,143,907	△ 560,798
一般正味財産期末残高	40,425,314	37,583,109	2,842,204
II 指定正味財産増減の部			
① 受取補助金	38,674	63,997	△ 25,323
② 固定資産受贈益	39,754	40,316	△ 561
③ 一般正味財産への振替額	188,272	199,208	△ 10,935
当期指定正味財産増減額	△ 109,843	△ 94,894	△ 14,949
指定正味財産期首残高	513,486	608,380	△ 94,894
指定正味財産期末残高	403,642	513,486	△ 109,843
III 正味財産期末残高	40,828,956	38,096,596	2,732,360

2. 財務諸表

財務諸表に対する注記

1. 重要な会計方針

(1) 有価証券の評価基準及び評価方法

移動平均法による原価法によっている。

(2) 固定資産の減価償却の方法

- ・有形固定資産は、建物、平成 28 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。
- ・所有権移転外ファイナンス・リース取引に係るリース資産は、リース期間を耐用年数とし、残存価額を零とする定額法によっている。

(3) 引当金の計上基準

貸倒引当金…未収金、貸付金などの貸倒れに備え、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、役員退職慰労金支給内規に基づき、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を関連する内規に基づき期末見積額を基準として計上し、合算して表示している。

(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

(1) 減価償却方法の変更

法人税法の改正に伴い、企業会計基準委員会実務対応報告第 32 号「平成 28 年度税制改正に係る減価償却方法の変更に関する実務上の取扱い」を適用し、平成 28 年 4 月 1 日以後に取得する建物附属設備及び構築物に係る減価償却方法を定率法から定額法に変更している。

これにより、従来の方と比べて、当年度の減価償却費が 72,230 千円減少しており、その結果、当期経常増減額及び当期一般正味財産増減額がそれぞれ同額増加している。

(2) 固定資産除却損の区分の変更

従来、経常外費用としていた固定資産除却損については、毎期、継続的に発生する経常的な性格の費用であることから、当年度より、経常費用として区分することとした。この表示方法の変更を反映させるため、前年度の財務諸表の組替えを行っている。この結果、前年度の正味財産増減計算書において、経常外費用に表示していた 105,192 千円は、経常費用の事業費 100,468 千円、管理費 4,723 千円として組替えている。

また、これに伴い経常外収益としていた指定正味財産の除却による振替額を経常収益として区分することとした。この結果、前年度の正味財産増減計算書において、経常外収益に表示していた 2,103 千円を経常収益として組替えている。

(3) 勘定科目の表示変更

経理規程等の改定に伴い、固定資産の内訳科目である拠点化目的特定資産を拠点整備等引当特定資産に名称変更している。また、経費の内訳科目についても一部表示を変更している。

(4) 金額の表示変更

財務諸表に掲記される金額について、従来、円単位で記載していたが、財務諸表の明瞭性の観点から当期より千円単位で記載することに変更している。この表示方法の変更を反映させるため、前年度の財務諸表も千円単位で記載している。

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	182,014	-	17,029	164,985
建物附属設備	0	-	-	0
構築物	1,254	-	209	1,045
機械及び装置	364,016	4,880	134,832	234,063
器具及び備品	42,055	34,031	32,265	43,822
一括償却資産	1,494	3,479	2,168	2,805
無形固定資産	5,552	7,292	3,527	9,317
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	-	2,800,000
研究設備等取得引当特定資産	3,050,000	-	857,500	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	3,995,408	2,471,621	3,771,902	2,695,127
合計	11,587,696	5,321,304	4,819,434	12,089,566

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	164,985	(164,985)	-	-
建物附属設備	0	(0)	-	-
構築物	1,045	(547)	(498)	-
機械及び装置	234,063	(185,833)	(48,230)	-
器具及び備品	43,822	(40,153)	(3,668)	-
一括償却資産	2,805	(2,805)	-	-
無形固定資産	9,317	(9,317)	-	-
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	-	(2,800,000)	-
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	-	(2,695,127)	-
合計	12,089,566	(403,642)	(8,250,023)	(3,435,900)

2. 財務諸表

5. 担保に供している資産

担保に供している資産はない。

6. 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	(5,639,355)	(5,183,316)	(456,039)
建物	485,172	320,187	164,985
建物附属設備	58,546	58,545	0
構築物	28,268	27,223	1,045
機械及び装置	4,895,099	4,661,035	234,063
器具及び備品	152,764	108,942	43,822
一括償却資産	6,319	3,514	2,805
無形固定資産	13,185	3,867	9,317
その他の固定資産	(113,249,777)	(86,331,007)	(26,918,770)
建物	22,865,951	10,877,320	11,988,630
建物附属設備	15,072,712	10,590,041	4,482,670
構築物	6,422,334	4,945,772	1,476,562
機械及び装置	51,528,305	44,956,379	6,571,926
器具及び備品	11,998,953	10,398,017	1,600,935
車両及び運搬具	125,462	101,781	23,680
一括償却資産	205,980	126,858	79,122
無形固定資産	5,030,076	4,334,835	695,241
合計	(118,889,133)	(91,514,324)	(27,374,809)

7. 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	2,770,263	-	2,770,263
退職一時金給付引当特定資産 のうち厚生貸付金	33,384	-	33,384
合計	2,803,647	-	2,803,647

8. 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、1,277,385千円である。

9.満期保有目的の債券の内訳並びに帳簿価額、時価及び評価損益

満期保有目的の債券の内訳並びに帳簿価額、時価及び評価損益は、次のとおりである。

(単位：千円)

種類及び銘柄	帳簿価額	時価	評価損益
第 108 回利付国債 (5 年)	320,289	320,832	542
合計	320,289	320,832	542

10.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
補助金						
・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	55,757	-	28,241	27,516	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	7,432	-	943	6,488	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	1,540	-	226	1,314	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	1,427	18,465	12,599	7,293	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	22,426	5,226	11,639	16,012	指定正味財産
・高効率ガスタービン技術実証事業 (高温分空利用ガスタービン (A H A T))	(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構	-	2,900	2,900	-	-
助成金						
・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 (超薄膜・多層 SiC エピウェハ技術)	(独)日本学術振興会	30,830	-	22,160	8,670	指定正味財産
・林業地域におけるマイクロ水力発電活用方策の検討	(公社)国土緑化推進機構	190	3,188	3,378	-	-
・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	-	6,893	6,893	-	-
・温暖化対策と気候変動影響の総合評価	(一財)環境対策推進財団	-	2,000	2,000	-	-
・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)デジタル放送推進協会	656	-	109	547	指定正味財産
合計		120,262	38,674	91,094	67,841	

2. 財務諸表

11. 指定正味財産から一般正味財産への振替額の内訳

指定正味財産から一般正味財産への振替額の内訳は、次のとおりである。

(単位：千円)

内容	金額
経常収益への振替額	
減価償却費計上による振替額	150,059
指定正味財産の指定解除による振替額	6,138
受取補助金の目的事業実施による振替額	32,075
合計	188,272

12. 関連当事者との取引の内容

関連当事者との取引はない。

13. 重要な後発事象

重要な後発事象はない。

14. 減損損失関係

以下の固定資産グループについて減損損失を計上している。

(単位：千円)

種類	土地、建物、建物附属設備
場所	栃木県那須塩原市
減損損失の金額	498,690

(減損損失の内訳)

減損損失の内訳は、土地 309,999 千円、建物 186,546 千円、建物附属設備 2,143 千円である。

(グルーピングの方法)

旧厚生施設として、土地・建物・建物附属設備を一括評価した。

(評価金額の算定方法)

不動産鑑定評価額によっている。

15. 資産除去債務関係

重要な資産除去債務はない。

16. その他

(1) 人員削減に伴う退職金の加算額 266,382 千円を経常外費用「事業構造改革費」として計上している。

(2) 2017 年度に喜多見住宅用地 (6,848.47 m²) を売却 (3,468,629 千円) し、その売却資金を、拠点整備等を目的とした特定資産の積立に充当する予定である。

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	182,014	-	17,029	164,985
建物附属設備	0	-	-	0
構築物	1,254	-	209	1,045
機械及び装置	364,016	4,880	134,832	234,063
器具及び備品	42,055	34,031	32,265	43,822
一括償却資産	1,494	3,479	2,168	2,805
無形固定資産	5,552	7,292	3,527	9,317
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	-	2,800,000
研究設備等取得引当特定資産	3,050,000	-	857,500	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	3,995,408	2,471,621	3,771,902	2,695,127
合計	11,587,696	5,321,304	4,819,434	12,089,566

(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（仮称）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、狛江地区用地一部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、主に横須賀地区新本館取得や長坂産業用地の取得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	240,000	260,000	240,000	-	260,000
役員退職慰労引当金	483,000	57,040	105,040	-	435,000
退職給付引当金	8,922,000	1,145,633	1,332,633	-	8,735,000

独立監査人の監査報告書

2017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2016年4月1日から2017年3月31日までの2016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2016年4月1日から2017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2016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。

2017年5月25日

一般財団法人 電力中央研究所

監事 水鳥 雅文

監事 杉本 康

監事 増田 祐治

以上

Facts & Figures

2016年度の活動の中から、主要なデータや実績を紹介します。



研究成果・知的財産	
研究報告書・論文	76
知的財産	77
成果の還元	
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
広報活動	
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
人員・学位・受賞	82
研究ネットワーク	83
組織・体制	
拠点	84
組織	85
ガバナンス	
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
環境活動	90

広く社会に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。
<http://criepi.denken.or.jp/result/index.html>



2016年度は、電力流通分野で159件、原子力発電分野で106件など合計498件の研究報告書を発刊し(図1・2)、ホームページにて無償ダウンロード提供している報告書は、2017年3月末現在、約9,000件に及びます。

また、学術研究機関として学会等への論文の発表も積極的に行っており、2016年度は1,449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

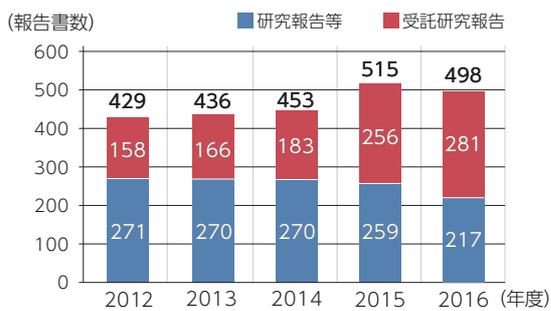


図2 2016年度報告書発刊数の研究分野別内訳

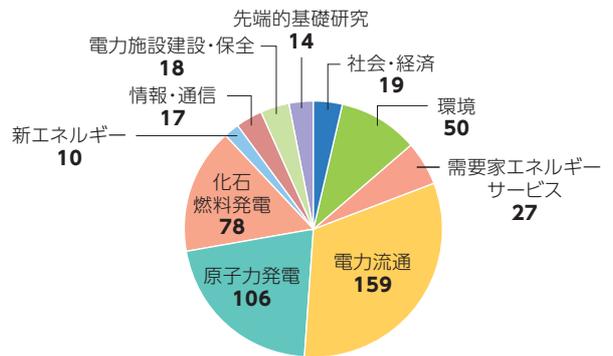
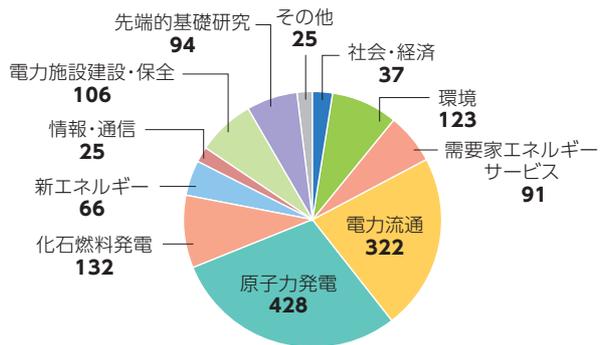


図3 論文発表数の推移

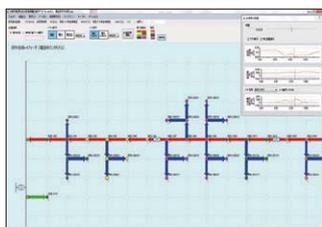


図4 2016年度論文発表数の研究分野別内訳



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。

2016年度は61件の特許出願、94件の登録を行い(図5・6)、2017年3月末現在、815件の特許権を保有しています。また、電力技術・設備などの解析、評価、シミュレーション等を行うソフトウェアも開発しており、2016年度は特許権12件、ソフトウェア571件の実施・使用許諾を行いました(図8)。



CALDGの操作画面

「配電系統総合解析ツール(CALDG)」は、現状の配電線や太陽光発電などの分散形電源の電圧制御を模擬することが出来るソフトウェアであり、汎用パソコン上で動作し、グラフィカルユーザーインターフェースにより容易に操作可能な点を特徴としています。本ソフトウェアは電力会社における配電系統の運用シミュレーションなどで活用されています。

図5 2016年度特許出願数の研究分野別内訳

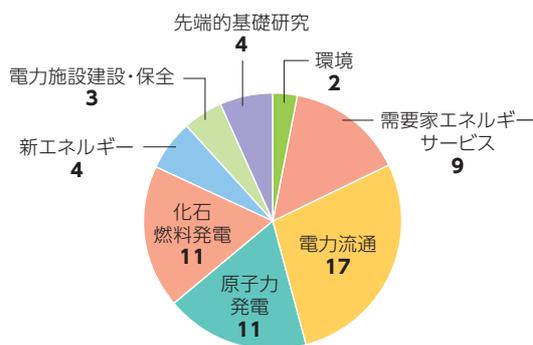


図6 2016年度特許登録数の研究分野別内訳

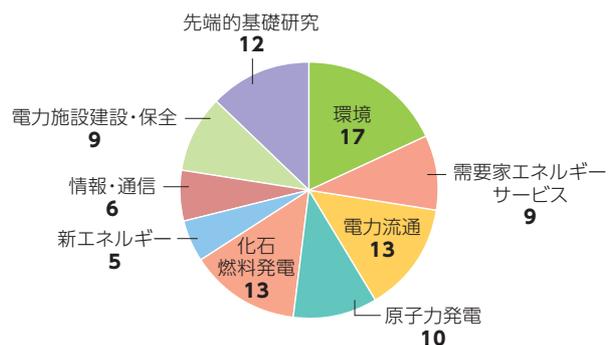


図7 2016年度に開発したソフトウェア数の研究分野別内訳

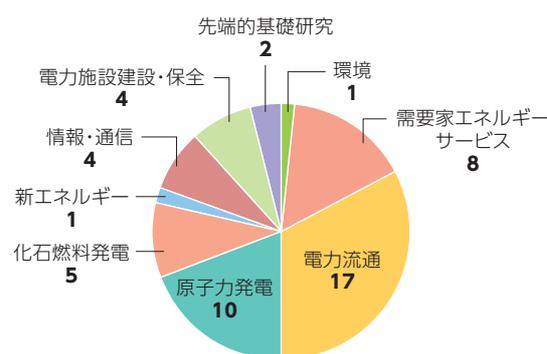
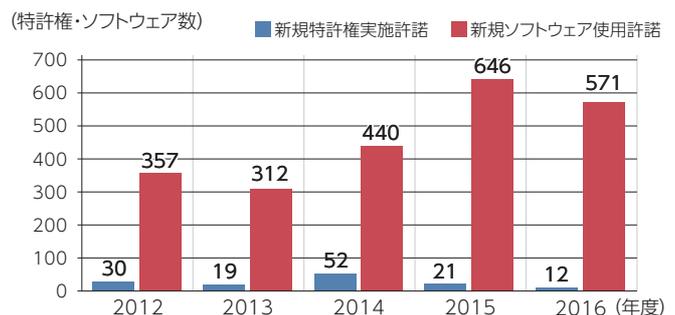


図8 特許権・ソフトウェアの実施・使用許諾数の推移



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。

2016年度は、環境省・経済産業省「微量PCB含有電気機器課電自然循環洗浄実施手順書」や日本原子力学会「原子力発電所の確率論的リスク評価に関する実施基準(レベル3PRA編)」など、多岐にわたる分野で国内外の規格・基準等の制定に携わりました(表1)。

表1 当所が寄与した主な規格・基準や技術指針等

分野	規格・基準・技術指針等	実施機関
原子力発電	AESJ-SC-P009:2016 原子力発電所の出力運転状態を対象とした確率論的リスク評価に関する実施基準(レベル2PRA編)	日本原子力学会
	AESJ-SC-P010:2016 原子力発電所の確率論的リスク評価に関する実施基準(レベル3PRA編)	日本原子力学会
	JSME S CA1-2016 発電用設備規格 配管減肉管理に関する規格	日本機械学会
	JEAC4216-2015 フェライト鋼の破壊靱性参照温度 T_0 決定のための試験方法	日本電気協会
	JEAC4207-2016 軽水型原子力発電用機器の供用期間中検査における超音波探傷試験規程	日本電気協会
火力発電	日本保健物理学会ガイドライン 女性放射線業務従事者の妊娠期間中の線量管理方法	日本保健物理学会
	JIS B 8224:2016 ボイラの給水及びボイラ水の水质	日本規格協会
	石炭灰混合材料有効利用ガイドライン(既成灰編)(港湾工事編)	石炭エネルギーセンター
水力発電	JEAC 2601-2016 水力発電設備の樹脂管(一般市販管)技術規程	日本電気協会
電力流通	微量PCB含有電気機器課電自然循環洗浄実施手順書(平成29年3月改正)	環境省 経済産業省
	微量PCB汚染廃電気機器等の処理に関するガイドライン-洗浄処理編-(平成28年9月改訂)	環境省
	IEC 61853-2:2016 分光感度特性、角度特性、発電モジュール温度特性の測定方法	IEC (国際電気標準会議)
	IEC 62226-3-1 Amd.1 Ed. 1.0:2016 (修正票1-低周波数及び中間周波数範囲における電界又は磁界への暴露-人体によって誘引される電流密度及び内部電界の計算方法-第3-1部:電界への暴露-解析モデル及び2D数値モデル)	
	IEC TR 61850-90-6 Ed. 配電自動化システムにおけるIEC 61850の利用	電気学会 (電気規格調査会)
	JEC-2130:2016 同期機	
	JEC-3408:2015 特別高圧(11 kV~500 kV)架橋ポリエチレンケーブル及び接続部の高電圧試験法	
	JIS C2110-1:2016 電気絶縁材料-絶縁破壊の強さの試験方法-第1部:商用周波数交流電圧印加による試験	
JIS C2110-2:2016 電気絶縁材料-絶縁破壊の強さの試験方法-第2部:直流電圧印加による試験	IEC (国際電気標準会議)	
JIS C2110-3:2016 電気絶縁材料-絶縁破壊の強さの試験方法-第3部:インパルス電圧印加による試験		
情報・通信	IEC TR 61850-90-12:2015 電力ユーティリティオートメーションの通信ネットワーク及びシステム 広域通信ネットワークのエンジニアリングガイドライン	IEC (国際電気標準会議)
	IEC TR 62357-200:2015 電力システム管理と関連する情報交換-IPv4からIPv6への移行ガイドライン	
環境	JIS K 0098:2016 排ガス中の一酸化炭素分析方法	日本環境測定 分析協会
	JIS K 0301:2016 排ガス中の酸素分析方法	

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年以上に及び短絡試験の経験と、基礎研究で培った科学的知見を併せ持つ試験所です。第三者機関としての安全性評価を通じて、電気事業における電力流通設備の最適設計や運用計画立案、電力の安定供給に貢献しています。

PD資格試験業務

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

表2-1 2016年度の短絡試験業務の実績

大容量電力短絡試験業務	
受託試験件数	延べ試験日数
43件	70.5日

表2-2 2016年度認定試験業務の実績

PD認証試験業務		
資格試験回数	受験者数※	合格者数※
2回	4名	3名

※再認証を含む

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。

2016年度は、原子力発電分野における発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業、火力分野におけるゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト、電力流通分野における分散型エネルギー一次世代電力網構築実証事業など、多岐にわたる分野で合計69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
経済産業省	
地層処分技術調査等事業(岩盤中地下水移行評価確認技術開発)	原子力発電
発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業 (燃料露出過程における熱流動現象の解析手法の高度化) (フィルタベントの性能評価のための技術基盤整備) (原子力発電所のリスク評価、研究に係る基盤整備) (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)	原子力発電
地球環境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
環境省	
環境影響評価技術手法(PM _{2.5} 関連)調査業務	環境
文部科学省	
柔軟性の高いMA回収・核変換技術の開発	原子力発電
原子力規制庁	
原子力施設等防災対策等委託費 (海水及びホウ酸注入影響評価試験)事業 (スベータ影響評価試験)事業 (事故時ボイド挙動説明試験)事業	原子力発電
原子力損害賠償・廃炉等支援機構	
中長期汚染水対策の検討	原子力発電
廃炉工程で発生する放射性物質の環境中動態評価に関する研究開発戦略策定業務	原子力発電
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構	
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	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 CCS対応高効率システム開発/CO ₂ 回収型クローズドIGCC技術開発 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	火力発電
分散型エネルギー一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 次世代配電システムの構築に係る共通基盤技術の開発	電力流通
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	電力流通
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	電力流通
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)	環境
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
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	
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
国立研究開発法人国立環境研究所	
環境研究総合推進費(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((3)PM _{2.5} 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
国立研究開発法人海洋研究開発機構	
社会経済シナリオを含めた気候予測実験の統合的評価	環境
国立研究開発法人情報通信研究機構	
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 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	情報・通信
国立研究開発法人産業技術総合研究所	
炭酸ガススラリー圧入加熱法の実フィールドへの適用性の検討	火力発電

技術交流コース・技術研修

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

2016年度は、電力技術、情報通信技術、ヒューマンファクターなど全7分野で計16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公演・研修などの出張技術研修も行っています。

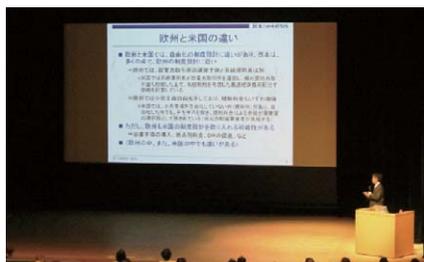
広報活動

研究報告会・シンポジウム

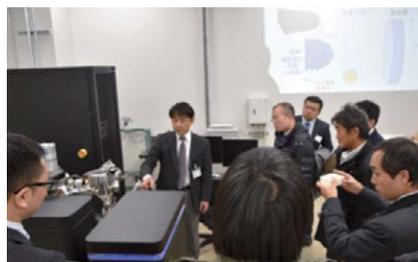
研究報告会やシンポジウムなどを通じて、当所の研究成果や研究活動を広く社会へ情報発信しています。

2016年5月17日に「研究報告会2016－変容する電気事業の経営課題と選択肢－」を開催し、電力会社や各種研究機関など約460名の参加がありました。電気事業の経営環境が大きく変容しつつある中、今後起こりうる電気事業の経営課題の変化をどのような視点で捉え、対応していくべきかという問題提起を主眼に、「自由化された電力市場における再エネ普及施策のあり方」など3件の報告を行いました。

また、2016年12月15日に「材料科学シンポジウム2016－エネルギー供給を支える材料科学研究－」を開催しました。電力会社、メーカ、大学（博士・修士課程の学生を含む）などから115名が参加し、「マイクロ・マクロ解析による構造材料の健全性評価」など3件の発表に加え、23件のポスターセッションを通じて当所の材料研究の概要を紹介するとともに、翌16日には横須賀地区において研究設備の見学会等を開催しました。



研究報告会2016



材料科学シンポジウム2016
－ 研究設備の見学会 －

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をいただくため、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いました。2016年度は5件のプレスリリースを行うとともに、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9・10）。また、利用者の視認性や利便性の向上を図るため、2016年4月に当所のホームページをリニューアルしました。

表4 2016年度の主なプレスリリース・広報刊行物・出版物

タイトル・概要	分野
プレスリリース（主要なもの）	
「エネルギーイノベーション創発センター」の設置について（2016年10月）	－
石炭火力発電所でのアンモニア利用の実現に向けて（2017年1月） － 窒素酸化物の排出を抑制した微粉炭との混焼技術を開発 －	火力発電
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 －	
地熱発電所の環境アセスメントの効率化に向けて － 風洞実験に代わる硫化水素拡散予測数値モデルを開発 －（482号）	環境
送電用鉄塔の巨大地震に対する耐震性評価技術の構築と活用 － 地震動レベルに応じた耐震性能評価手法の開発 －（483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 －	
ビッグデータと人工知能による電力設備診断 (Vol.22)	共通・分野横断
原子力発電所の安全性向上のためのヒューマンファクター技術 (Vol.23)	原子力発電
出版物	
「図解 次世代火力発電－環境性・経済性を両立する実用化への道－」(株) 日刊工業新聞社	火力発電
「自由研究ヒントBOOK2016」(一社) 日本電気協会新聞部／電力中央研究所 監修	－

図9 外部からの問合せ・報道機関取材件数の推移

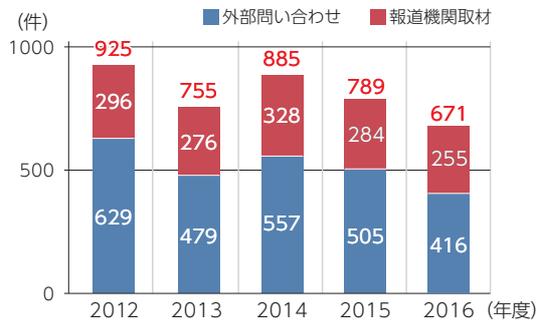
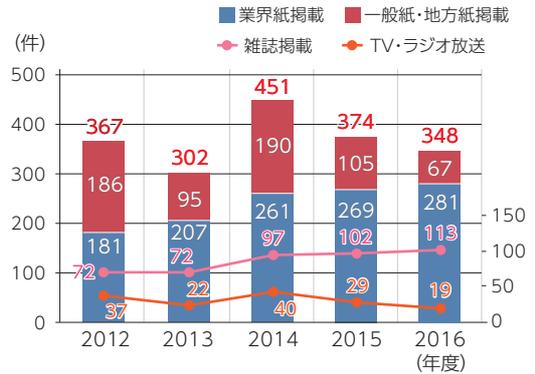


図10 新聞、雑誌、TV・ラジオによる記事掲載件数の推移



リニューアルしたホームページ
<http://criepi.denken.or.jp/>

研究所公開・見学対応等

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、横須賀、狛江、赤城地区では毎年「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頂いています。我孫子地区では、研究所公開に替わる新たな研究所紹介イベントとして、講演会と設備見学を組み合わせた「2016 秋の特別イベント」、小学生向けの工作教室と設備見学を組み合わせた「サマー科学体験ツアー」をそれぞれ開催しました。

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。



研究所公開の様子

表5 2016年度研究所公開・研究所紹介イベント開催実績

種別	研究所公開			研究所紹介イベント	
	横須賀地区	狛江地区	赤城地区	我孫子地区	我孫子地区
開催地区				我孫子地区	我孫子地区
				サマー科学体験ツアー	2016 秋の特別イベント
開催日	10月1日	10月23日	5月21日	7月28日	10月12日
来訪者数	約1,000人	約1,650人	約1,000人	約300人	約80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・協会等から多くの表彰を受けています。

2016年度末時点の人員数は、研究系職員642名、事務系職員83名、合計725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11)、博士号取得者数は396名です。

また、2016年度は、電気学会から「第10回電気技術顕彰[でんきの礎]」、内閣官房行政改革推進本部事務局から「行政事業レビューシートのデータベースの機能を活用した論文コンテスト 優秀賞」など、計43件(延べ53名)の外部表彰を受賞しました(表6)。

図11 2016年度末時点の専門分野別人員構成

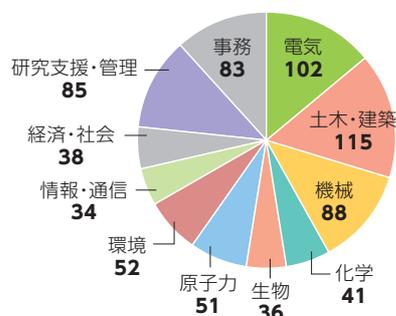


表6 受賞した主な外部表彰

授賞団体	受賞名	受賞者	論文名等
電気学会	第10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 電力技術研究所	大容量短絡試験設備と超高压衝撃電圧発生装置
電気学会	IEC 1906 Award	芹澤 善積	サイバーセキュリティ標準や通信ネットワーク分野でのIEC 61850等への貢献
		山崎 健一	電磁界評価手法の国際標準化活動への貢献
電気学会	電気学術振興賞 進歩賞	菊間 俊明 野田 琢 米澤 力道	解析性能に優れた電力系統瞬時値解析プログラムXTAPの開発とその普及
中国機械学会 高温強度委員会、 日本材料学会 高温強度部門委員会	Special Merit Award (特別功労賞)	高橋 由紀夫	日中高温強度シンポジウムへの貢献
日本電気協会	澁澤賞 - 学術研究 -	西村 泉	電磁界の健康リスクに関する研究
電気科学技術奨励会	第64回電気科学技術奨励賞	野田 琢	電力系統瞬時値解析プログラムXTAPの開発とその普及
内閣官房行政改革 推進本部事務局	行政事業レビューシートの データベースの機能を活用した論文コンテスト 優秀賞	木村 宰	行政事業レビューシートを用いた温暖化対策事業の評価と今後の評価体制に関する提言
6th International Conference on Sustainable Energy and Environment	Best Paper Award	池田 敦 梅本 賢 梶谷 史朗 丹野 賢二 牧野 尚夫	Combustion and gasification reactivity of low rank coal residue produced by degradative solvent extraction
日本原子力学会	The Journal of Nuclear Science and Technology Most Cited Article Award 2016	南 則敏	Countercurrent Gas-Liquid Flow in a PWR Hot Leg under Reflux Cooling (I) Air-Water Tests for 1/15- Scale Model of a PWR Hot Leg
		名内 泰志	Development of calculation technique for iterated fission probability and reactor kinetic parameters using continuous-energy Monte Carlo method
土木学会	海岸工学論文賞	甲斐田 秀樹 木原 直人	直立壁に作用する段波波圧の推定方法
火力原子力発電 技術協会	論文賞	池田 道隆 白井 裕三 山本 晃	難粉碎性瀝青炭混炭時の粉碎・燃焼技術の開発

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の研究協力協定の締結や共同研究を積極的に行っています。



主な研究協定締結・共同研究実施機関

アジア

- | | |
|------------------------------|------------------|
| 中国電力科学研究院 (CEPRI) | 韓国原子力研究所 (KAERI) |
| 韓国電気研究院 (KERI) | 台湾電力公司 (TPC) |
| 韓国電力研究院 (KEPRI) | 台湾電力総合研究所 (TPRI) |
| 韓国水力原子力発電会社-中央研究所 (KHNP-CRI) | |

アメリカ (近隣国含む)

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| 米国電力研究所 (EPRI) | 米国エネルギー省 (DOE) |
| サウスウェスト研究所 (SwRI) | 米国原子力規制委員会 (USNRC) |
| 米国大気研究センター (NCAR) | カナダ原子力公社 (AECL) |
| カリフォルニア大学ロサンゼルス/サンタバーバラ校 | バテル記念研究所 |
| テキサス工科大学 | |

ヨーロッパ

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| フランス原子力庁 (CEA) | スウェーデン核燃料廃棄物管理会社 (SKB) |
| フランス電力会社 (EDF) | Studsvik Nuclear AB (スウェーデン) |
| フランス放射性廃棄物管理公社 (ANDRA) | エネルギー技術研究所 (IFE: ノルウェー) |
| 放射線防護原子力安全研究所 (IRSN: フランス) | ベルギー原子力研究センター (SCK・CEN) |
| ドイツ原子力サービス (GNS) | スイス放射性廃棄物管理共同組合 (NAGRA) |
| 原子炉安全協会 (GRS: ドイツ) | 欧州原子力共同体欧州委員会 (EAEC/EURATOM) |
| Fortum Power and Heat (フィンランド) | 経済協力開発機構原子力機関 (OECD/NEA) |
| 欧州技術開発有限会社 (ETD: イギリス) | |

豪州

- 豪州科学産業研究機構 (CSIRO)

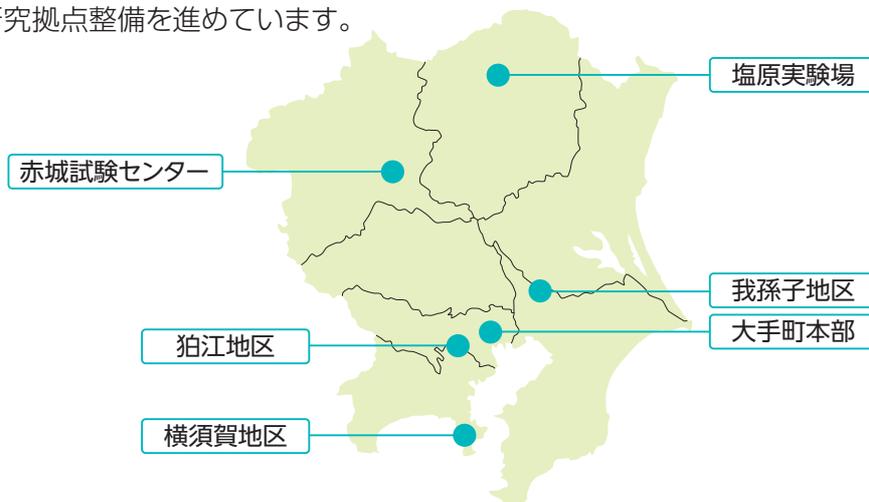
その他国際プロジェクト

- | | |
|-------------|-------------|
| モンテリコンソーシアム | ハルデン炉プロジェクト |
|-------------|-------------|

国際機関への参加

- | | |
|-------------------------|-------------------|
| 欧州電気事業連合会 (EURELECTRIC) | 電力研究国際協力機構 (IERE) |
| 東アジア・西太平洋電力協会 (AESIEAP) | EMTP DCG委員会 |
| 世界原子力協会 (WNA) | |

当所は、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



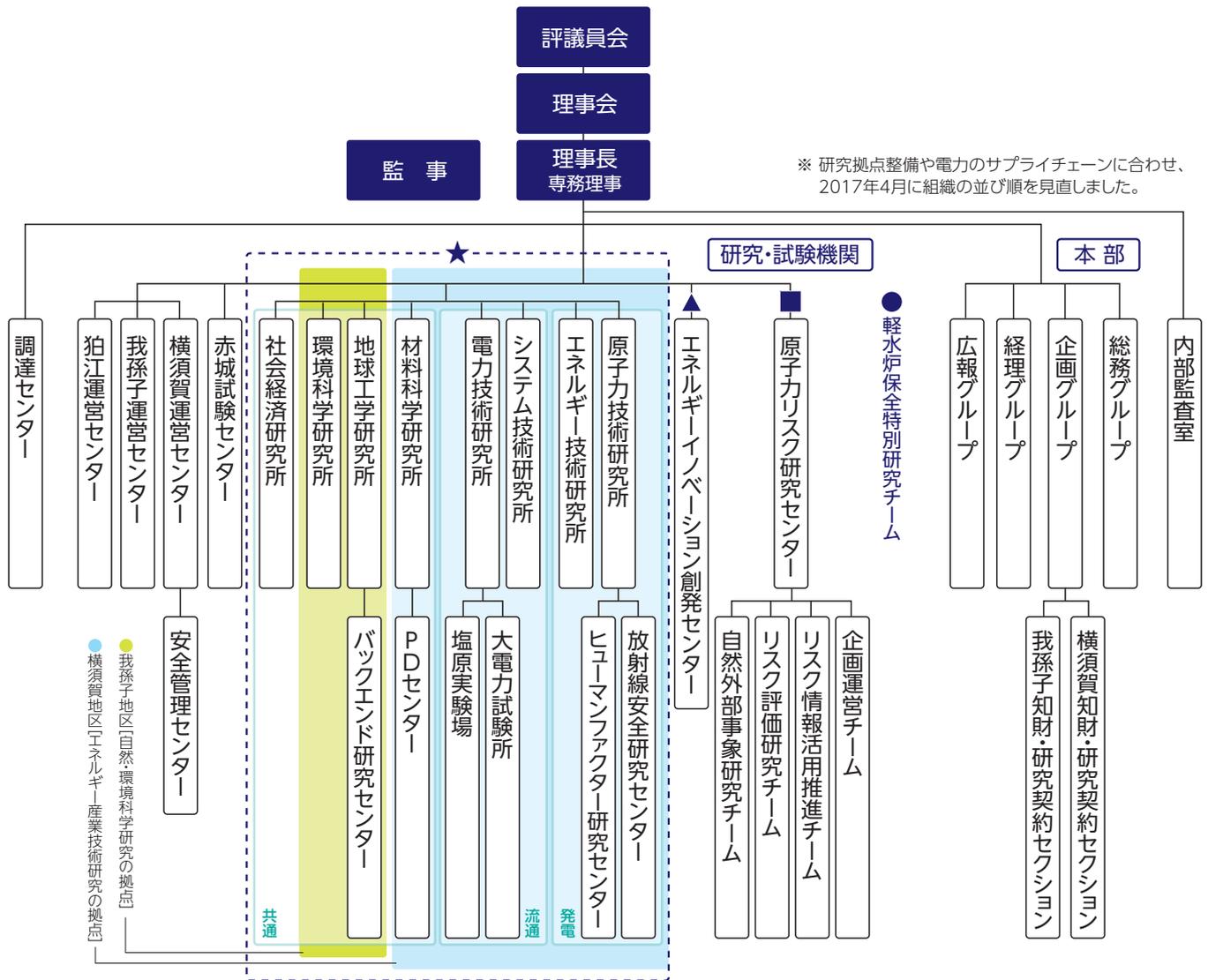
赤城試験センター

〒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

電力中央研究所の研究部門は、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としています。

■ 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いました。
- ・業務を執行する理事等で組織する経営および研究戦略等に関する会議体(以下「重要会議体」という)を開催し、業務執行上の重要事項を審議・確認しました。
- ・評議員会、理事会、重要会議体の議事録その他理事の職務執行に係る情報については、定款および所内規程に基づき、適正に作成、保存、管理を行いました。

(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、重要リスク(リスクが発現した場合に組織の価値を著しく低下させる恐れのあるもの)とその他の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に関するeラーニング等を行いました。
- ・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。
- ・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。

(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いました。
- ・監事は、独立監査人の監査状況の監視および同人から提出された監査報告書等の確認を行いました。
- ・監事は、各部門の長への面談等により、事業計画策定ならびに業務執行が適切かつ効率的に行われていることを確認しました。
- ・監事、内部監査部門ならびに独立監査人との間で定期的に情報・意見を交換する場(三様監査連絡会)を設け、連携を図ることで監査の実効性を高めました。

会議体と役員等人事

評議員会

評議員会開催状況

年月日	付議事項
2016年 6月10日(第18回)	1. 2015年度事業報告 承認の件 2. 2015年度決算 承認の件 3. 評議員並びに理事及び監事 選任の件 4. 役員退職慰労金の支給 決議の件
2016年 8月24日(第19回)	1. 評議員及び理事の選任 決議の件
2016年11月28日(第20回)	1. 評議員の選任 決議の件
2017年 3月17日(第21回)	1. 2017年度継続給付金 決議の件 2. 2017年度事業計画書 承認の件 3. 2017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
2016年 5月26日(第21回)	1. 2015年度事業報告について 2. 2015年度決算について 3. 理事長、専務理事、常務理事、業務執行理事の職務執行の状況報告 4. 評議員並びに理事及び監事の選任について 5. 役員退職慰労金の支給について 6. 評議員会の決議の省略について
2016年 6月10日(第22回)	1. 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
2016年 8月 4日(第23回)	1. 評議員及び理事の選任について
2016年11月 8日(第24回)	1. 評議員の選任について
2017年 3月10日(第25回)	1. 2017年度継続給付金について 2. 2017年度事業計画書について 3. 2017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 [2016年 6月10日付] 碧海 西葵、秋元 勇巳、一ノ倉 理、岩崎 俊一、瓜生 道明、大嶺 満、奥島 孝康、小野田 聡、勝野 哲、金井 豊、茅 陽一、苅田 知英、北村 雅良、工藤 健二、小島 明、佐伯 勇人、南部 鶴彦、長谷川 俊明、花木 啓祐、林 良嗣、原田 宏哉、廣瀬 直己、古谷 昌伯、正田 英介、真弓 明彦、村松 衛、森嶋 昭夫、八木 誠、横山 明彦
- [2016年 8月24日付] 岩根 茂樹、清水 希茂、渡部 肇史
- [2016年11月28日付] 石原 研而
- ②退任 [2016年 8月24日付] 八木 誠、苅田 知英、北村 雅良
- [2016年11月28日付] 花木 啓祐
- (2) 理事
- ①就任 [2016年 6月10日付] 植田 伸幸、金谷 守
- [2016年 8月24日付] 藤井 裕、迫谷 章、玉川 宏一
- ②常務理事及び業務執行理事の選定
- [2016年 6月10日付] 常務理事 秋田 調
業務執行理事 植田 伸幸、金谷 守
- ③退任 [2016年 6月10日付] 横山 速一、水鳥 雅文
- [2016年 8月24日付] 恩村 裕之、清水 希茂、柿木 一高
- (3) 監事
- ①就任 [2016年 6月10日付] 水鳥 雅文
- ②退任 [2016年 6月10日付] 大河原 透

評議員一覧 (2017年3月31日現在)

碧海 西 癸	勝野 哲	原田 宏哉
秋元 勇 巳	金井 豊	広瀬 崇子
石原 研 而	茅 陽一	廣瀬 直己
一ノ倉 理	工藤 健二	古谷 昌伯
岩崎 俊一	小島 明	正田 英介
岩根 茂樹	佐伯 勇人	真弓 明彦
瓜生 道明	清水 希茂	村松 衛
大嶺 満	南部 鶴彦	森 崑 昭夫
奥島 孝康	長谷川 俊明	横山 明彦
小野田 聡	林 良嗣	渡部 肇史

役員一覧 (2017年3月31日現在)

理事長	各務 正博	理事	藤井 裕
専務理事	藤波 秀雄	//	岡信 慎一
常務理事	猪鼻 正純	//	赤丸 準一
//	加藤 有一	//	迫谷 章
//	秋田 調	//	玉川 宏一
理事	谷井 浩	//	伊崎 数博
//	犬丸 淳		
//	植田 伸幸	監事	水鳥 雅文
//	金谷 守	//	増田 祐治
		//	杉本 康

環境活動

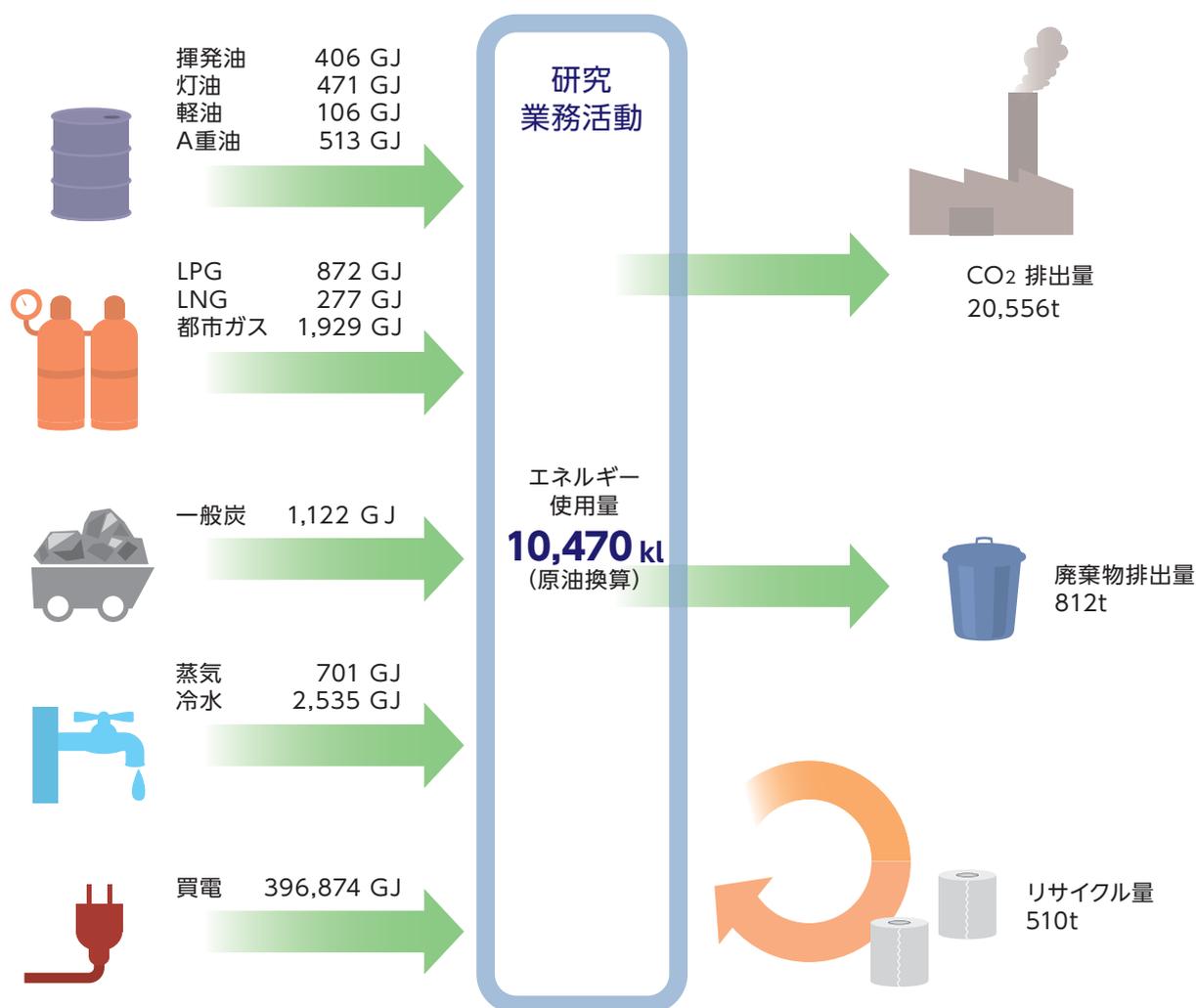
豊かで持続可能な社会の創造を目指し、地域社会はもとより地球規模の環境保全に関する研究開発を推進して成果を社会に役立てるとともに、「環境に配慮した研究所運営」を経営の最重要課題の一つと位置付け、継続的な改善活動を実施しています。

環境パフォーマンス

2016年度の当研究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10,470kl(前年度比2.2%減)、CO₂排出量は20,556t(前年度比3.6%減)でした。廃棄物の排出量は812t(前年度比10.4%減)、リサイクル率は62.8%(前年度比5.6ポイント減)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]



当研究所では、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。 <http://criepi.denken.or.jp/intro/info/ems/report.html>

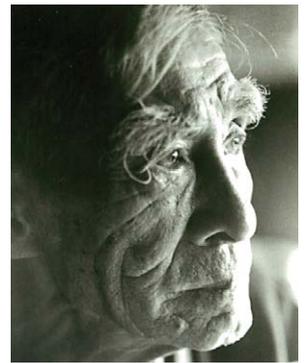
2016年度の活動については、2017年8月に「環境・社会行動レポート2017」を公表する予定です。

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		
あ行		燃料比	8
アーク	42	ノンテクニカルスキル	7
アダカシー	54	は行	
塩雪害	48	配電自動化	38
か行		パリ協定	52
架空地線・光ファイバー複合架空地線(OPGW)	42	パルス	16
確率論的リスク評価	6	反応度投入事故(RIA)	16
過酷事故	16	微粉炭焚き火力発電	8
ガスタービン	8	フィルタバント	6
ガスタービン複合発電(GTCC)	32	プラットフォーム	38
活断層	18	変質帯	9
過渡安定度	36	ボイド率	16
環境アセスメント	12	ホウ素	30
環境安全性	30	ま行	
ギャロッピング	48	マスターカーブ法	22
緊急時被ばく状況	24	マルチホップ通信	56
クリープ損傷	28	水トリー・橋絡	10
グロスビディング	12	木質バイオマス	8
計画被ばく状況	24	や行	
ケーブル波乗り現象	11	溶断	42
現存被ばく状況	24	容量市場	54
さ行		余裕深度処分	26
サポートベクターマシン(SVM)	58	ら行	
シャルピー衝撃試験	22	ライシメーター	30
重着雪	48	ラインレーザ	34
需給運用シミュレータ	32	落雷位置標定システム(LLS)	40
新規制基準	18	冷却材喪失事故	7
スマートメータ	11	レーザ誘起ブレイクダウン分光	10
制御棒	16	露頭観察	18
生命表	24	数字・アルファベット	
石炭灰混合材料	30	9Cr鋼	28
線形サポートカーネルマシン	58	C&T	52
浅地中ピット処分	26	C(T)試験	22
双方向非接触給電	11	COP	50
た行		EU ETS	52
断裂帯	9	Good PRA	7
地熱貯留層	9	IAEA(国際原子力機関)	24
デシカント空調	50	ICRP(国際放射線防護委員会)	24
電気二重層	56	OFケーブル	58
電力需給バランス	36	PCB	44
電力需給マネジメント手法	12	RGGI	52
同期発電機	36	SfM	46
動特性解析	32	SiCパワー半導体	10
トレンチ調査	18	THERP	20
な行		XML	38
人間信頼性評価(HRA)	20	XMPP	38
熱交換器	50		
熱流束	16		





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

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

発行年月：2017年6月