



# Annual Report **2015**

2015年度 事業報告書・決算書

Annual Report 2015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-竜巻による飛来物の合理的な速度評価手法と防護対策を提案 .....	16
2-実規模のフィルタベント装置を用いて放射性物質の除染性能を評価 .....	18
3-過酷事故時の破損・熔融燃料のふるまいを解明 .....	20
4-発電所におけるエラーマネジメントプロセスを構築 .....	22
5-原子炉格納容器内の機器に対する塗装仕様の健全性を評価 .....	24
6-バーチャルUT試験システムを開発 .....	26
7-コンクリートカスクの実用化に向け応力腐食割れ対策技術を開発 .....	28
■ 火力発電	
8-高クロム鋼溶接部のクリープ寿命評価法を開発 .....	30
9-CO <sub>2</sub> 回収型クローズド IGCCを開発 .....	32
■ 再生可能エネルギー	
10-太陽光発電の発電出力をリアルタイムに把握する技術を開発 .....	34
11-ハイブリッド熱源地熱発電システムを開発 .....	36
■ 電力流通	
12-発電所の運転状況等の変化が電圧維持に与える影響を評価 .....	38
13-変圧器巻線の構造異常を考慮した故障確率評価手法を提案 .....	40
14-スマートメータの雷による故障要因を把握し対策手法を提案 .....	42
15-送電用鉄塔の巨大地震に対する耐震性評価技術を構築 .....	44
16-電気事業に対するサイバーテロへの対応能力を強化 .....	46
■ 需要家サービス	
17-需要家の特性を考慮できる地域単位の消費電力推定手法を開発 .....	48
18-スマートメータデータを活用するための要素技術を開発 .....	50
■ 環境	
19-発電所の新たな環境影響評価手法を開発 .....	52
■ 事業経営	
20-小売全面自由化後の公正な競争市場の実現へ向けて提言 .....	54
21-太陽光発電の大量導入により生じる課題に対応した制度設計を提言 .....	56
3. 組織運営 .....	58
事業報告の附属明細書 .....	59

## II. 決算

1. 決算概要	60
2. 財務諸表	62
3. 附属明細書	69
独立監査人の監査報告書	70
監査報告	71

## Facts & Figures

研究成果・知的財産	74
成果の還元	76
広報活動	78
人員・学位・表彰	80
研究ネットワーク	81
組織・体制	82
環境活動	84
ガバナンス	85

## キーワード索引

- 本Annual Reportのp.2~p.59およびp.85~p.87が定款第10条に定める事業報告、p.62~p.69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2015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	2015年度は該当する活動はありません。



## Annual Report 2015の発刊にあたって

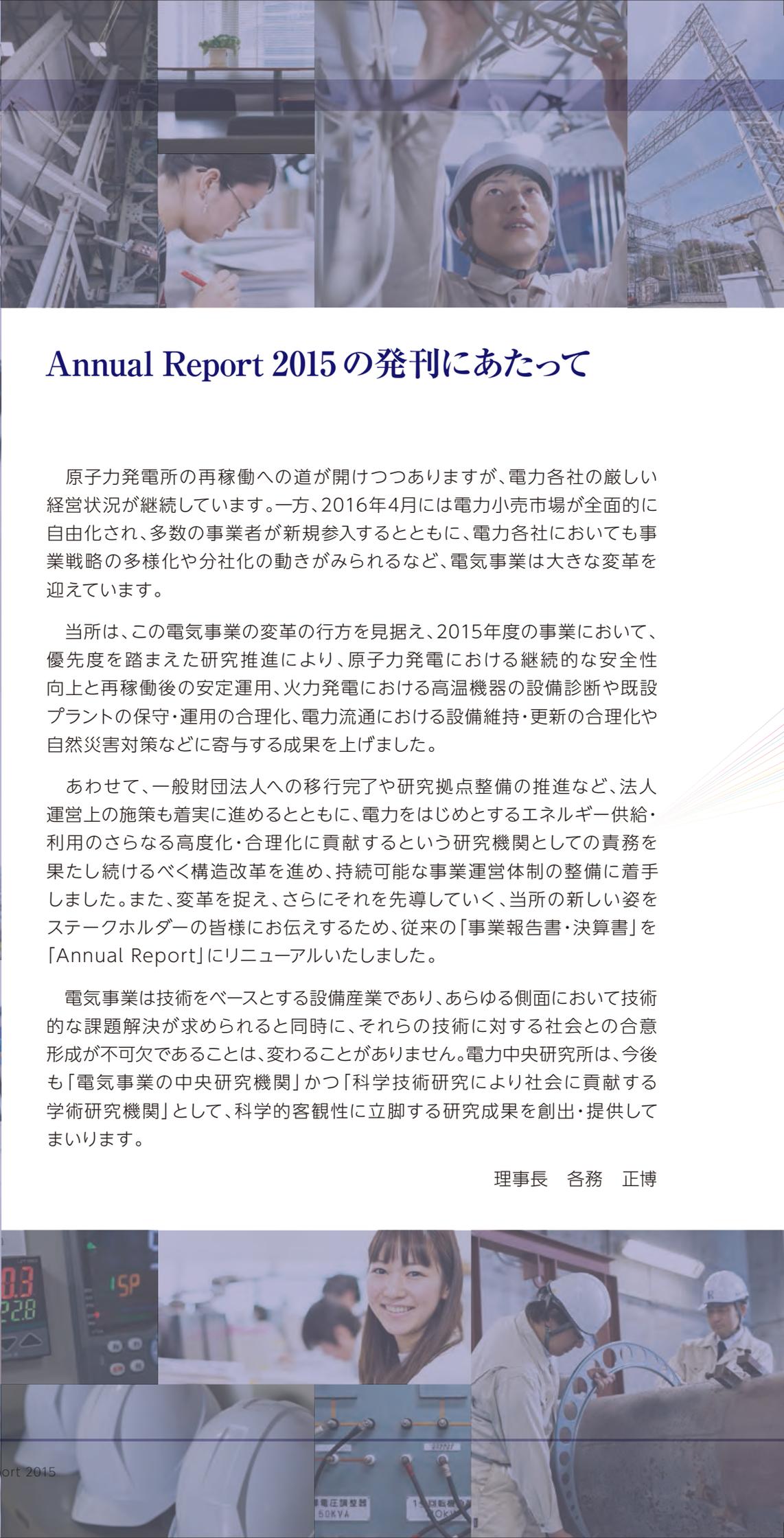
原子力発電所の再稼働への道が開けつつありますが、電力各社の厳しい経営状況が継続しています。一方、2016年4月には電力小売市場が全面的に自由化され、多数の事業者が新規参入するとともに、電力各社においても事業戦略の多様化や分社化の動きがみられるなど、電気事業は大きな変革を迎えています。

当所は、この電気事業の変革の行方を見据え、2015年度の事業において、優先度を踏まえた研究推進により、原子力発電における継続的な安全性向上と再稼働後の安定運用、火力発電における高温機器の設備診断や既設プラントの保守・運用の合理化、電力流通における設備維持・更新の合理化や自然災害対策などに寄与する成果を上げました。

あわせて、一般財団法人への移行完了や研究拠点整備の推進など、法人運営上の施策も着実に進めるとともに、電力をはじめとするエネルギー供給・利用のさらなる高度化・合理化に貢献するという研究機関としての責務を果たし続けるべく構造改革を進め、持続可能な事業運営体制の整備に着手しました。また、変革を捉え、さらにそれを先導していく、当所の新しい姿をステークホルダーの皆様にお伝えするため、従来の「事業報告書・決算書」を「Annual Report」にリニューアルいたしました。

電気事業は技術をベースとする設備産業であり、あらゆる側面において技術的な課題解決が求められると同時に、それらの技術に対する社会との合意形成が不可欠であることは、変わることがありません。電力中央研究所は、今後も「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、科学的客観性に立脚する研究成果を創出・提供してまいります。

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関わる  
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、幅広い研究開発に取り組み、電気事業の様々な現場で活用できる成果を創出し、社会に貢献しました。

原子力発電所の新規制基準に基づいた安全性確保や電力系統への再生可能エネルギーの大量導入など、電力安定供給の確保と環境との調和に向けて解決すべき課題への対応や、需要家サイドを中心とした電気・エネルギー利用に係る新たな価値の創出に資する研究開発が求められる中、当所は、2015年度も電気事業の発展を支える多様な成果を創出・提供しました。

また、2015年度を電気事業の事業環境の変化に対応するための「変革に向けた準備の年」と位置付け、事業分野毎の研究戦略を構築するとともに、電気事業者とのコミュニケーションを強化し、研究開発ロードマップを共有しました。あわせて、中長期的な視点に基づいた保有する基盤技術の新陳代謝や、最大限の業務合理化とコスト抑制を継続するとともに、持続可能な運営体制の構築に向けた固定的経費の削減なども進めました。

### ■ 電気事業の課題解決に寄与する多様な成果の創出・提供

・電気事業において解決すべき課題を的確に把握し、優先度を踏まえた資源配分により、課題解決に寄与する成果を創出・提供しました。原子力発電における「竜巻飛来物の速度評価・防護対策手法」、「フィルタベントの除染性能評価技術」、火力発電における「高クロム鋼溶接部のクリープ寿命評価法の開発」、電力流通における「送電用鉄塔の巨大地震に対する耐震性評価技術」、事業経営における「太陽光発電の大量導入により生じる課題に対応した制度設計の提言」などがあげられます。→ 図1、p.16~p.57「2-2. 主要な研究成果」(全21件) 参照

・電気事業の現場における事故への対応など、期中での受託研究の要請に柔軟かつきめ細かく対応し、緊急の課題解決を支援しました。→ 図2参照

・国等からの受託研究については、電気事業の課題解決に寄与する研究や、研究力の向上・練磨につながる先端的な課題へ挑戦する研究を、経済産業省、原子力規制庁などから受託し、実施しました。

→ p.76「国等からの受託研究」参照

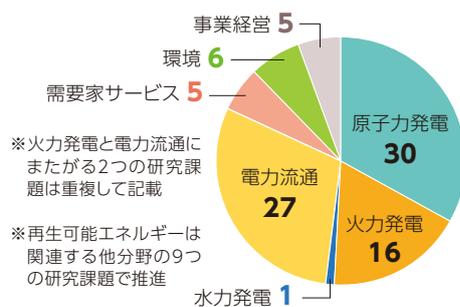


図1 2015年度分野別研究課題数

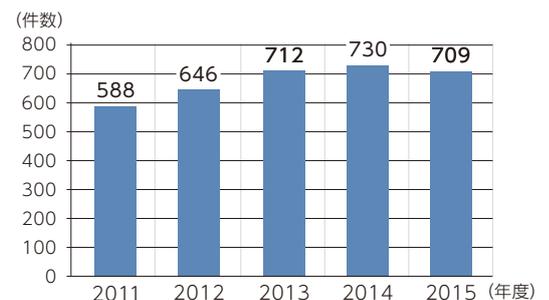


図2 電力会社からの受託研究件数の推移

### ■ 変革に向けた研究戦略等の構築

・電力システム改革の進展などが事業部門毎に異なる影響をもたらすことを考慮した、各分野の中長期的な研究戦略の構築を進めました。また、電気事業者との重層的なコミュニケーションを実施し、電気事業における中長期の研究開発ロードマップを共有し、その中での当所の役割と実施すべき研究課題を明確化しました。

・気候変動問題に対する中長期的な施策における電気事業の役割など、将来顕在化が予想される事象を先見のみに見極め、そこで生じる課題の解決に向けた研究を推進しました。また、電気事業を含めたエネルギー供給・利用にブレークスルーをもたらし得る、独創的なアイデアに基づいた研究にも取り組みました。

・電気事業の変革を見据えて、産業研究所として引き続き保有すべき基盤技術を強化する一方、将来にわたり必要性が低いと判断される技術は縮小を図るなど、基盤技術の新陳代謝を着実に進めました。

- ・産業研究におけるオープンイノベーションの動向も踏まえ、当所が保有する研究力の更なる活用を目指し、スマートメータデータの活用やIoT(Internet of Things)分野等において、大学や研究機関、民間企業等との多様なアライアンスを推進しました。
- ・電力システム改革を踏まえ、各電気事業者がそのライセンスに応じて当所を同等に活用できるように、電源開発株式会社、日本原子力発電株式会社および沖縄電力株式会社に係わる継続給付金に関し、定款等を改定しました。

## ■ 研究力・課題解決力の維持・向上

- ・需要家を含む低圧配電系統における様々な事象を実規模レベルで再現可能な「低圧配電系統需給協調実験設備」、火力発電機器の高クロム鋼配管の微視的組織観察を行なう「収差補正透過型電子顕微鏡(Cs-TEM)」など、電気事業の課題解決に不可欠な大型研究設備を厳選の上、費用圧縮を図りつつ導入・更新しました。→ p.13「主要な新規研究設備」参照
- ・国内外の研究機関あるいは電力会社等への研究員の長期派遣などを通じて、高度な専門性や電気事業に関わる知見を有する人材の育成を進めました。
- ・エネルギーに関する研究開発において高い技術水準を有する国外機関(フランスEDF、米国EPRIなど)との共同研究や人的交流を進めるなど、国内外の研究機関とのネットワークを強化・拡充しました。→ p.81「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

- ・得られた研究成果は、電気事業を始めとする社会に活用されることで、その価値が生まれることから、研究報告書として広く一般に公表しました。また、特許やソフトウェアなど知的財産についても、電力広域的運営推進機関への「CPAT(電力系統実効値解析ツール)」のライセンスをはじめ、様々な企業等に当所開発プログラムを実施許諾しました。→ 図3、p.74、p.75「研究成果・知的財産」参照



図3 報告書・論文数の推移

- ・国や学会等の各種委員会への参画等を通じて、「原子力発電所耐震設計技術指針」など、エネルギーや環境に関わる各種の規格、基準や技術指針の制定に寄与しました。→ p.76「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」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.77「資格・試験業務」参照

## ■ 研究拠点整備の着実な推進と固定的経費の削減

- ・横須賀地区等の研究拠点整備については、将来に向けた研究環境を整備するとともに、固定的管理経費の削減に資する施策として、引き続き着実に推進しました。
- ・調達における競争発注の推進、業務の内製化をはじめとして、研究・業務両面におけるコスト削減の深掘りに努めました。さらに、持続可能な運営体制の構築に向けて人件費など固定的経費の削減を進めました。→ p.58、p.59「3. 組織運営」参照

## ■ 決算の概要

- ・2015年度の経常収益は、電力会社からの給付金が2014年度に続き暫定的減額措置の下で235.6億円、国等機関からの受託研究など事業収益が37.3億円ほか、合計276.1億円となりました。一方、経常費用は、人件費が94.6億円、経費が187.2億円の合計281.9億円であり、2015年度の経常減少額は5.7億円となりました。→ p.60～p.69「II. 決算」参照

## 2. 研究報告

### 2-1. 成果の概要

電気事業全体を俯瞰的に捉え、当所が解決すべき課題を明確にして研究を推進し、電気事業に貢献する多様な研究成果を創出・提供しました。

研究成果が電気事業をはじめとする社会にもたらす便益を明確にするため、原子力発電などの8分野からなる研究課題を新たに設定して研究を推進しました。研究課題の一覧については、p.14をご覧ください。

以下では、各分野における代表的な研究成果の概要を記します。さらに、p.16以降では、特筆すべき成果を主要な研究成果としてクローズアップします。

※索引用キーワード(p.88,p.89)を太字で示しています。なお、一部のキーワードは解説を付記しています。



## 原子力発電

### 確率論的リスク評価

(PRA: Probabilistic Risk Assessment)

原子力施設等で発生するあらゆる事故を対象として、その発生頻度と発生時の影響を定量評価し、その積である「リスク」で安全性の度合いを表現する方法。

### 人間信頼性解析

PRAにおいて、人間の不安全行為の可能性・頻度とその影響を定性的・定量的に評価するための手法。

### 叙事知(Narrative)

事故シナリオの人的過誤事象に影響する状況や解析結果等の事実に基づいた、事故/人的過誤に至るまでの文脈の叙述結果とその背景情報。

### 震源を特定せず策定する地震動

発電所周辺の詳細調査でも把握しきれない震源が存在する可能性を考慮して策定する地震動。

## 軽水炉の安全性高度化

### 再稼働に向けた取り組み

- ・**新規規制基準**審査対応に向けて電気事業者が実施する自然外部事象(地震、津波、竜巻、火山噴火等)に対する評価・対策を支援しました。竜巻飛来物の原子力施設に及ぼす影響を評価するとともに、飛来物対策として新たに考案した防護ネットの実機採用により再稼働に寄与しました。→ p.16参照
- ・過酷事故時の格納容器破損防止策であるフィルタベント装置の除染能力等の評価に向け、放射性物質の主要形態に対する除染性能を詳細に評価可能な手法を構築しました。→ p.18参照

### 確率論的リスク評価(PRA)技術の確立

- ・火災に対する**確率論的リスク評価(PRA)**に向けた火災影響評価手法の確立のため、補機油の燃焼試験から火源の質量減少速度と発熱速度の関係を明らかにし、火災モデルに用いる燃焼特性データを拡充しました(右図)。
- ・過酷事故の事象進展に影響を与える、地震誘起内部溢水や内部火災に対するPRAの高度化に向け、内部溢水シミュレーションツールの開発や、火災源カテゴリ毎の火災発生頻度の導出等により、標準的なPRA実施方法を整備しました。
- ・国内で実施する原子力発電所の**人間信頼性解析**の高度化に向け、定性分析手法としての最新知見である**叙事知(Narrative)**の概念を導入し、人的過誤確率の定量分析も含めた実施ガイドを構築しました。



天井高さ:高 天井高さ:低  
天井高さをパラメータとした補機油燃焼試験

### 低頻度事象評価技術の確立

- ・**震源を特定せず策定する地震動**および震源ごく近傍の地震動に対する合理的かつ高精度な評価手法の確立に向け、中規模地震によって大加速度記録が得られた国内の強震観測点を対象に、地盤調査結果に基づく速度構造モデルの作成を進めるとともに、断層ごく近傍の強震動に影響する震源断層の面的なすべり分布を推定しました。
- ・**断層活動性評価**手法の高度化に向け、破砕帯組織評価により断層すべり面の形態変化や断層破砕性状の変化を検証し、実際の断層における同様の現象の有無を確認しました。
- ・原子力機器安全弁等の実機供試体を用いて、共振振動台による振動実験を実施し、最大加速度20G加振条件下における動的機能を確認し、関連する規格基準(日本電気協会 電気技術規程JEAC4601等)への反映に寄与しました。

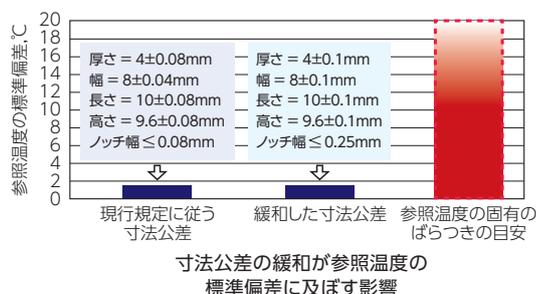
## 重大事故対策

- ・過酷事故時の炉内条件を再現できる国内初の「燃料棒・制御棒破損・溶融試験装置」を開発しました。また、溶融燃料とコンクリートとの反応生成物の特徴や破損・溶融燃料からの放射性物質の浸出量など、燃料デブリの物理的・化学的特性を明らかにしました。→ p.20参照
- ・発電所でのヒューマンエラー防止の取り組みの目指すべき姿として、「エラーマネジメントプロセス」を構築し、このプロセスの段階的導入手順や継続的改善方策を提示しました。→ p.22参照

## 軽水炉の安定運転

### 軽水炉保全技術の高度化

- ・原子炉格納容器内における機器・配管等の塗膜について、冷却材喪失事故時においても剥落せず、非常用炉心冷却システムストレーナの性能に悪影響を与えない塗装仕様を明らかにし、原子炉格納容器内における塗装補修の円滑な推進に寄与しました。→ p.24参照
- ・プラントの超音波探傷試験(UT)を実施する試験員に対する低コストで効率的な訓練の実現に向け、実際の配管や探傷器を使用せず検査員が模擬的に探傷作業を行えるバーチャルUT試験システムを開発しました。→ p.26参照
- ・軽水炉の高経年化評価・特別点検における**監視試験片**の有効利用を可能とする、超小型試験片を用いたマスタカーブ法による破壊靱性評価法の確立のため、試験片の許容寸法公差と破壊靱性の評価精度を明らかにしました。超小型試験片の現実的な製作上の寸法公差まで許容しても、評価精度に影響はないことを示し、日本電気協会電気技術規程JEACに反映されました(右図)。



### 高経年化評価

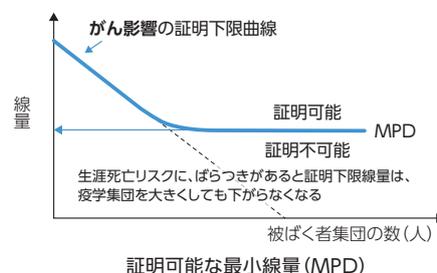
営業運転開始から30年(その後10年ごと)が経過する前に、安全上重要な機器・構造物について、期間経過後も運転することを想定した技術評価。

### 監視試験片

中性子照射による脆化を調べるため、原子炉圧力容器と同じ材質の合金の板で、運転時に圧力容器内に置き定期的に取り出し、脆化の進み具合を調べるための試験片。

### 放射線リスク評価

- ・放射線リスク評価の新しい指標として、疫学的な放射線影響の証明可能性を指標とした**最小証明可能線量(MPD)**を提案し、それによりがん影響に対する緊急作業者の防護策の定量的な優先順位付けが可能であることを示しました(右図)。



## 核燃料サイクル技術の確立

- ・コンクリートキャスクによる**使用済燃料貯蔵**の実用化を図るため、キャスク中に収納される金属キャニスタにおいて主要な課題となる応力腐食割れ(SCC)について、付着塩分量の検査等によるSCC発生推定手法、き裂の進展速度等の評価手法、発生防止技術を構築しました。→ p.28参照
- ・新規規制基準で**再処理工場**における過酷事故時の重大事故の一つである、高レベル濃縮廃液貯槽の冷却機能の喪失において、揮発性Ruの揮発物を直接測定する手法を考案し、その測定結果に基づいて揮発性Ruの発生メカニズムを明らかにしました。

## 放射性廃棄物処分事業支援

- ・高レベル放射性廃棄物処分の地層処分サイト選定における隆起・侵食の合理的なリスク評価に向け、全国45地点を対象とした過去10万年間の侵食量を分析し、海水準低下起因の侵食量は最大でも100m程度であることを示しました。

### 高レベル放射性廃棄物

使用済燃料の再処理過程で再利用できないものとして残った放射能の高い廃液およびそのガラス固化体。



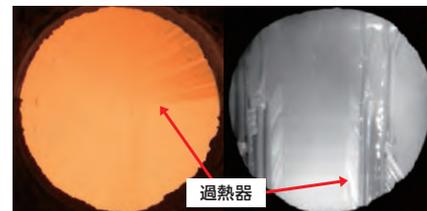
## 火力発電

### 既設火力発電所の信頼性確保

#### クリンカ

石炭火力ボイラにおいて、石炭の燃焼で発生する灰が炉壁などに塊となって付着したものを。運用の障害となるため除去が必要。

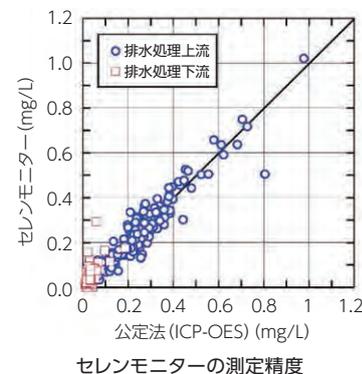
- ・実機ボイラでのクリンカ生成要因の解明に向けた運転中の微粉炭燃焼場の可視観測技術の開発において、中赤外線カメラを用いた撮影が有効であることを見出しました(右図)。
- ・火力発電用ボイラ水冷壁管のクリープ破断回避のために行われる化学洗浄時期の合理化に向け、実機抜管材によるクリープ試験と管壁の温度解析から、破断時間に及ぼす実運転温度の影響を明らかにしました。これに基づき、運用実態に則した化学洗浄時期評価法を提案しました。
- ・高クロム鋼製配管溶接部のクリープ損傷に対する寿命評価精度を向上するため、実機廃却材を用いた、長時間領域における損傷形態とクリープ強度の関係を明らかにし、それを基に周溶接や補修溶接部の寿命評価手法を開発しました。→ p.30参照
- ・石炭灰の有効利用拡大に向け、石炭灰に含まれるホウ素の含有量を迅速に測定する「中性子ホウ素計」の装置製作コストの削減、測定時間の短縮を図り、製品化の見通しを得ました。これにより、人工地盤材料等として長期間使用しても、環境安全性が確保できる石炭灰の迅速な選別が期待されます。



可視光画像 中赤外線画像  
実機ボイラ内撮影画像

### 環境負荷を低減する火力技術

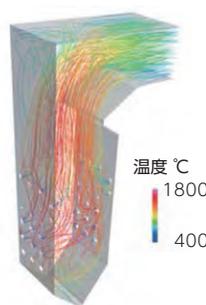
- ・脱硫排水中セレンの監視コストの低減に向け、当所開発のセレンモニターの実機適用性を評価し、1カ月毎の簡易なメンテナンスで濃度監視が可能であることを検証しました(右図)。
- ・石炭火力からのCO<sub>2</sub>排出量の大幅削減に向け、石炭ガス化やガスタービン燃焼に、純酸素と循環排ガスを用いるCO<sub>2</sub>回収型クローズドIGCCを提案し、実用化に向けたシステム成立の見通しを得ました。  
→ p.32参照



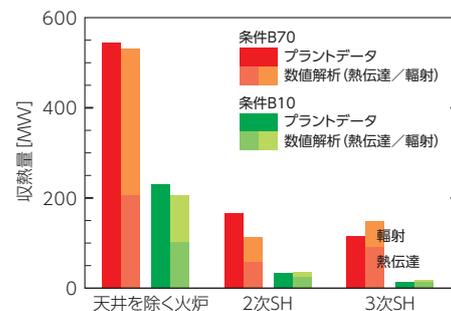
セレンモニターの測定精度

### 火力燃料の多様化

- ・石炭火力の運用コストを予測・評価可能な石炭運用評価システムを実機に適用し、その有効性を検証しました。また、内部が高温で計測が難しい実機微粉炭ボイラの燃焼状態が、燃焼数値解析を用いて評価可能であることを明らかにしました(右図)。



ボイラ内流動状態とガス温度



取熱量のプラントデータとの比較

燃焼数値解析結果およびプラントデータとの比較

## 再生可能エネルギー大量導入への対応

### バックアップ運用

系統の出力変動時に周波数や電圧を維持するための調整用電源として運用すること。

- ・火力機の**バックアップ運用**手法の開発に向け、再生可能エネルギーの大量導入で先行する欧州の電力会社や発電所等における現状調査に基づいて、石炭火力や天然ガス火力が市場価値を高める運用改善方法をとりまとめ、再生可能エネルギーの変動対応に必要な技術要件を明らかにしました。



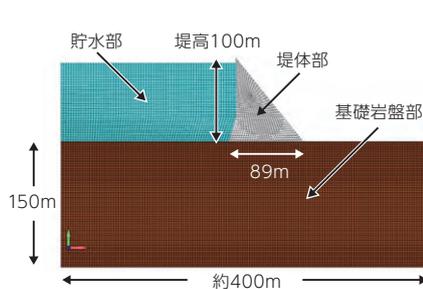
## 水力発電

### 水力施設の防災・維持管理

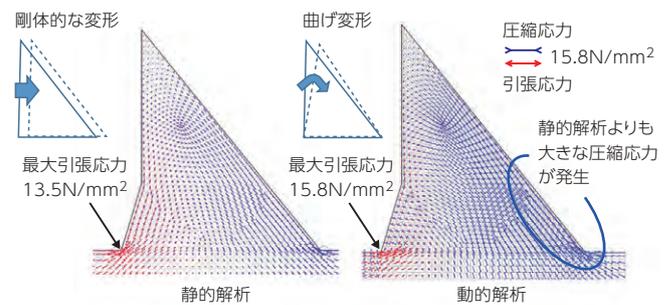
#### 耐震性能照査

対象となる構造物が地震動に対して要求される耐震性能を満足することを確認すること。

- ・大規模地震に対する重力式ダムの**耐震性能照査**において、煩雑な動的解析に代わる二次元静的解析による簡便な手法を構築しました(下図)。本手法は、電力会社の重力式ダムの7割を占める堤高50m以下のダムに適用可能であり、耐震性能照査の迅速化、コストダウンが期待されます。



解析で用いた要素分割例



堤高100mダム下流側変形時の主応力分布



## 再生可能エネルギー

### 大量導入に対応した基幹・配電系統の安定化

#### PV出力把握

系統運用事業者が太陽光発電(PV)の発電出力を直接知る手段がないため、日射量等の情報から対象とするエリア内のPV出力を推定し、把握すること。

- ・安定した電力需給運用に向け、地域の太陽光発電(PV)のリアルタイムの**PV出力把握**技術の確立のため、日射変動の平準化を日射計測値の移動平均で与える手法を考案し、実地点での適用により検証しました。

→ p.34参照

### バイオマス・地熱発電の導入拡大

- ・高効率で経済性の高い地熱発電システムの実現に向け、再生可能エネルギー等を活用して地熱発電所タービンに流入する蒸気を過熱することで、発電効率の向上が可能なハイブリッド熱源地熱発電システムを考案しました。また、その商用機を想定したシステム構成および実運転条件での熱効率と発電原価を明らかにしました。→ p.36参照



### 電力流通

#### 電力系統実効値解析

例えば事故後の数秒間にわたる電圧・電流の実効値の変化を解析し系統の安定度等を計算する解析技術。

#### 電力系統瞬時値解析

電力系統に生じる電圧・電流を波形レベルでシミュレーションする解析技術。

#### 水トリー

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。

#### 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。

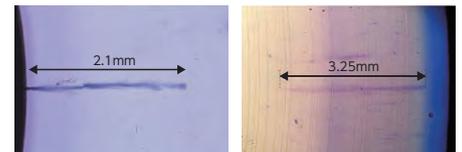
### 電力システム改革への対応

- ・系統運用の広域化への対応に向け、系統解析ツールの統一化を図るため、無償でダウンロード可能な**電力系統実効値解析**ツール(CPATFree)を公開しました。また、今後、50-60Hzの周波数変換や直流送電技術の主流となることが想定される新型の交直変換器の標準的な解析モデルを開発・整備し、**電力系統瞬時値解析**ツール(XTAP)に組み込むことで、連系強化に伴い複雑化する解析業務の合理化を図りました。
- ・発送電分離や再生可能エネルギー大量導入により、想定される既存電源の運用変化が**電力品質**に及ぼす影響を評価するための手法を開発し、今後対応すべき課題を明確にするとともに、その解決方を示しました。→ 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、腐食の主要因である飛散海塩量を気象条件や地形等に基づいて算定し、それをもとに全国の送電用鉄塔の腐食マップを構築しました。
- ・高経年CVケーブル(22~77kV)劣化の主要因である、細長く進展した**水トリー**を人工的に形成することに成功しました(右図)。これにより、極度劣化CVケーブル試料を活用した寿命評価、劣化診断技術の一層の進展が期待されます。
- ・油入変圧器の合理的な設備更新計画の立案に向け、更新計画の指標となる変圧器の故障確率を巻線の構造異常の推定から評価する手法を提案しました。→ p.40参照



実ケーブルでの観測例 加速劣化により形成  
細長く進展した水トリー

#### 設備の設計合理化・運用支援

- ・雷被害リスク評価や効果的な雷害対策に必要な電流値や電荷量などの雷データを、**落雷位置標定システム(LLS)**により推定するため、数値電磁界解析を用いた雷データ評価法を構築するとともに、新型LLSが具備すべき機器性能を明らかにしました。
- ・微量PCB汚染大型機器の洗浄処理の実用に向け、環境省より認定されている加熱洗浄処理技術について、洗浄時間の短縮や洗浄対象機器の適用範囲(油量、PCB濃度)を拡大しました。

### 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

- ・再生可能エネルギー大量導入に対応した、蓄電池の活用による**系統安定化**と経済的な需給運用に向けた実証試験を実施し、需給運用計画の最適化による燃料費削減効果、系統周波数維持に必要な蓄電池容量の低減効果等を明らかにしました。
- ・既開発の配電系統統合解析ツールに、メガソーラなどの**分散形電源**の連系可能容量の算出や連係時の配電線電圧への影響評価を可能とする機能を追加し、現場での適用性向上を図りました。

#### 需要地域の能動化に対応する次世代配電系統技術

- ・太陽光発電の大量導入や蓄電池技術の進展による需要地域の能動化に対応するため、**需要家群(コミュニティ)**の自律運用による配電系統の電圧・電流・負荷率等への影響を評価する手法を考案しました。

### 配電設備の形成と維持更新

・スマートメータの雷被害の軽減に向け、雷による故障要因を耐雷性能評価実験により明らかにし、効果的な雷害対策手法を提案しました。→ p.42参照

### 災害・人為リスクへの対応

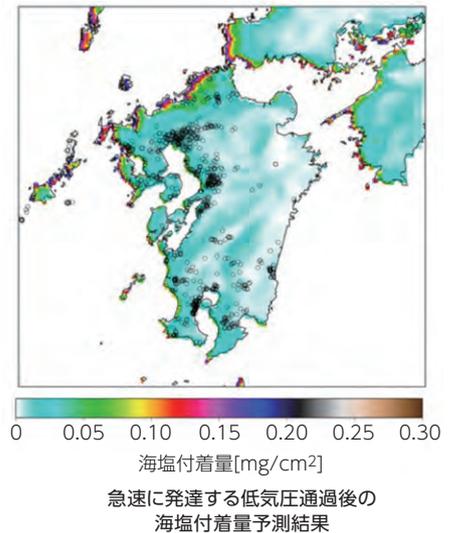
・送電用鉄塔の地震災害リスクの評価・対策に向け、実鉄塔の地震応答観測、耐荷力試験等を実施し、地震応答解析技術の検証・高度化を図ることで、高レベル地震動に対する耐震性能評価法を構築しました。

→ p.44参照

・気象災害リスクの評価と対策に向け、台風や急速に発達する低気圧に伴う、電力流通設備の海塩急速汚損を2~3日前に予測するシステムを開発しました(右図)。

・電力会社の典型的な事務処理系システムを模擬した実機環境を構築し、臨場感のあるサイバーテロ対応演習を実施しました。これにより、電力各社のサイバーテロ攻撃に対する技術的・組織的な対応スキルの向上を図りました。

→ p.46参照



### 需要家サービス

### 省エネルギー・電化促進と顧客満足度の向上

・再生可能エネルギーの出力変動対策としての予備力供給型デマンドレスポンス(DR)について、産業部門における対応可能性をアンケートにより調査し、国内における導入ポテンシャルを評価しました(右図)。

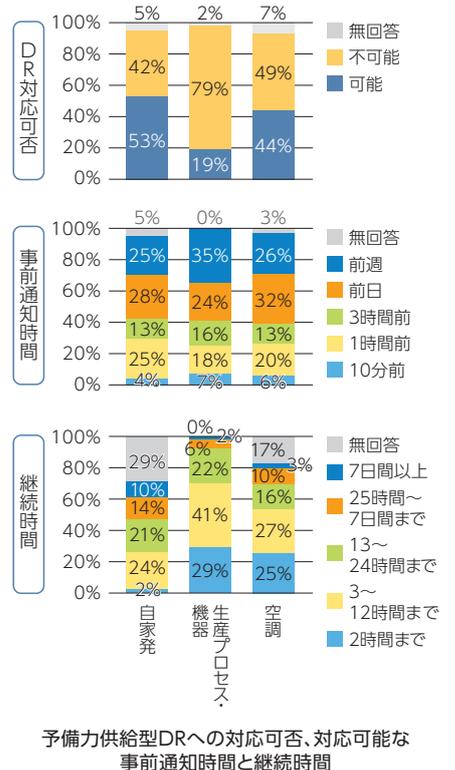
・産業用蒸気生成ヒートポンプの蒸気製造能力、エネルギー消費効率、制御性などを評価し、更なる省エネルギー性能向上のための技術的方策を明らかにしました。

・配電設備の合理的運用・形成と顧客便益の維持・向上を両立させる新しい電力需給マネジメント手法の構築に向け、1,000世帯規模の住宅群を対象として、地域差や需要家の多様性を考慮し、用途別・時刻別の消費電力を推定する手法を開発しました。→ p.48参照

・顧客満足度向上につながる新サービス創出に向け、スマートメータからの自動検針で得られる需要データから、機械学習により、需要家の利便性向上やDRなど効果的な節電に役立つサービス等に活用可能な精度の高い需要データを推定する技術を開発しました。→ p.50参照

#### デマンドレスポンス(DR)

卸市場価格の高騰時または系統信頼性の低下時において、電気料金価格の設定または需給調整契約等のインセンティブの支払いに応じて、需要家側が電力の使用を抑制するよう電力消費パターンを変化させること。

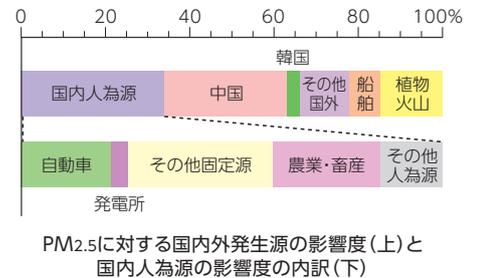




環境

環境政策・規制への対応

- ・地球温暖化対策の長期目標について、累積CO<sub>2</sub>排出量と気温上昇の関係、および関連するIPCC(国連気候変動に関する政府間パネル)の第4次報告と第5次報告の評価結果の違いを分析し、科学的な観点から論点を整理しました。
- ・環境規制物質の一つとして懸念されている大気中の微小粒子状物質PM<sub>2.5</sub>に対する国内人為源の影響度を評価し、火力発電所の寄与は2010年度で約1.6%であることを明らかにしました。(右図)



効率的な環境アセスメント

- ・複雑化する火力発電所の環境アセスメントに対応するため、温排水に加え、LNG火力における冷排水拡散予測にも活用可能な数値モデルを開発しました。また、地熱発電所の環境アセスメントの簡素化・迅速化のため、冷却塔から排出される硫化水素の拡散を予測する数値モデルを開発しました。さらに、風力発電所の環境アセスメントやモニタリングに活用できる可搬型カメラシステムを用いた鳥類飛翔調査手法を開発しました。→ p.52参照



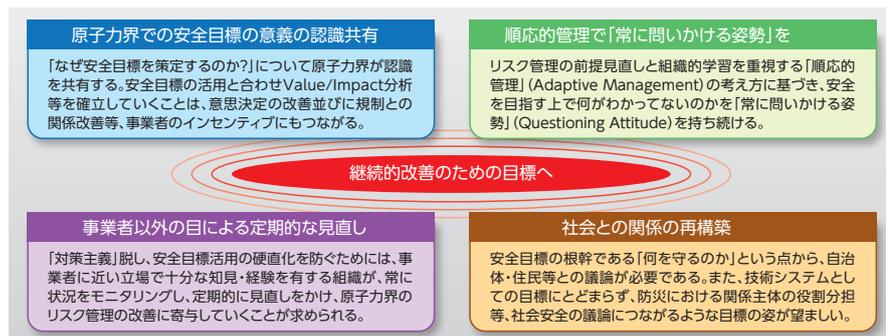
事業経営

エネルギー・環境制度の評価・分析

- ・電力システム改革の詳細制度設計の議論に対応し、小売全面自由化後の経過措置期間中の規制料金や独占禁止法による規制に関する課題の調査を行い、適切な事業環境を整備するための制度設計の方向性を提示しました。→ p.54参照
- ・原子力発電の自主的安全性向上策としての安全目標導入に関する考察を通じて、事業者・社会・規制が協働可能な安全確保スキームの成立に向けた課題とその解決に向けた方向性を示しました(下図)。
- ・安定供給上必要となる容量メカニズムの制度の評価・提案に向け、再エネ大量導入に起因する既存発電設備の資本費未回収問題を定量的に評価しました。→ p.56参照
- ・地球温暖化対策の国際枠組みとしての「パリ協定」の実効性などを分析・評価し、採択後の日本の課題を提示しました。また、国内の温暖化対策では、関連事業の費用対効果を評価しました。

パリ協定

2015年12月12日に第21回気候変動枠組条約締約国会議(COP21)で採択された協定。

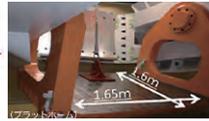
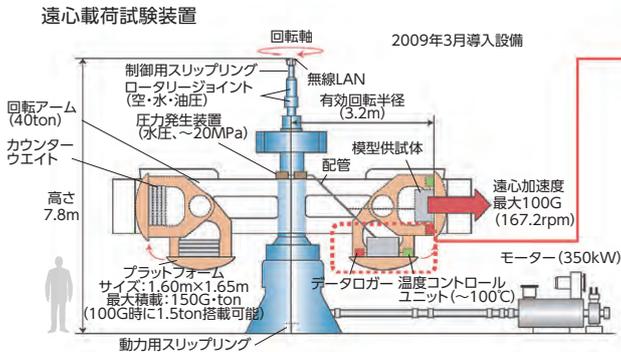


原子力分野における安全目標の活用を阻害した要因と今後の方向性

## 主要な新規研究設備

### 遠心载荷装置への三次元振動試験機能の追加

当所が所有する遠心载荷試験装置のプラットフォームに、三次元加振が可能な振動台を設置したものです。遠心载荷装置上での三次元加振機能は世界初です。これにより、地盤の破壊形態まで評価可能な三次元の時刻歴非線形解析を用いた耐震設計法の検証データの取得が可能となりました。



プラットフォーム写真  
この上に「振動台」を  
設置する。

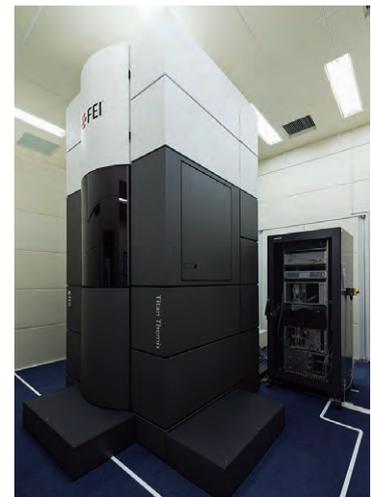
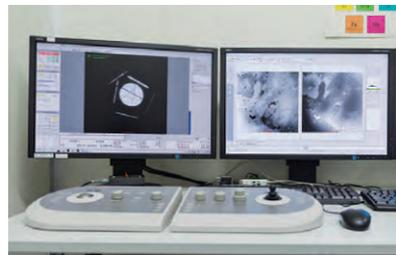
振動台 (三次元加振)



回転することにより、プラットフォーム (オレンジ部) が振り上がり、  
模型供試体に遠心力を作用させる事ができる。

### 収差補正透過型電子顕微鏡 (Cs-TEM)

収差補正器の搭載により、従来の電子顕微鏡と比較して、分析の空間分解能と分析速度が格段に優れ、短時間で広範な領域の詳細分析を可能にした透過型電子顕微鏡です。化学成分や熱処理などが異なる高クロム鋼について、従来装置では検出が困難であった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。その結果に基づき、マイクロ組織と材料強度との相関を明らかにし、高クロム鋼製配管の劣化機構の解明、寿命予測法の高度化に寄与します。



### 低圧配電系統需給協調実験設備

変電所から需要家までの配電系統 (6.6kV~100/200V)、特に、低圧配電系統での様々な事故事象等を実規模レベルで再現可能な設備です。インバータ電源 (6.6kV、1MVA) を有しており、系統で発生する種々の電圧変動等を模擬することができます。太陽光発電などの導入の進展に伴う低圧配電系統の電圧管理手法などの合理的な電力品質維持、スマートメータなど低圧機器の故障様相の評価などに活用します。





## 原子力発電

### ● 軽水炉の安全性高度化

#### ■ 再稼働に向けた取組み

- ・原子力発電所の自然外部事象設計に関する技術評価
- ・原子力施設における内部火災対策の高度化
- ・原子炉設計基準事象の予測評価精度向上
- ・原子炉格納容器破損防止機能の評価・運用手法の開発
- ・原子力施設の過酷事故解析手法の高度化と対策の有効性評価

#### ■ 確率論的リスク評価(PRA)技術の確立

- ・原子力施設における火災影響軽減対策の高度化
- ・PRA技術高度化のための個別現象評価手法の開発
- ・原子力リスクマネジメントに要する横断的要素の研究開発
- ・PRA技術の高度化とリスクマネジメント手法の確立

#### ■ 低頻度事象評価技術の確立

- ・原子力施設に対する自然外部事象のハザード評価
- ・自然外部事象に対する原子力施設のフラジリティ評価

#### ■ 重大事故対策

- ・原子炉過渡応答の予測評価精度向上
- ・軽水炉過酷事故時の燃料溶融過程と影響緩和方策の評価
- ・ヒューマンファクターを考慮した自主保安活動推進策の開発
- ・放射性物質の拡散および環境影響評価手法の開発
- ・過酷事故時の汚染拡大防止技術の開発

### ● 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および水化学管理技術の開発
- ・軽水炉機器・配管等に対する予防保全技術の高度化
- ・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

#### ■ 放射線リスク評価

- ・低線量放射線リスクの定量評価と放射線防護への反映

#### ■ 軽水炉技術の改良・高度化

- ・軽水炉の燃料・炉心管理技術の開発
- ・運転期間延長に関する安全性/パフォーマンスへの影響評価

### ● 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
- ・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

### ● 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

- ・長期的な原子力利用のための技術開発

### ● 福島第一原子力発電所事故への対応

- ・福島第一原子力発電所の廃炉・汚染水対策



## 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
- ・火力機器の余寿命評価・設備診断・保守の高度化
- ・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
- ・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
- ・火力発電プラントの環境負荷低減技術の開発
- ・バイオマス利用発電技術の開発
- ・水素利用技術の動向調査・分析

### ● 火力燃料の多様化

- ・未利用火力燃料の活用技術開発

### ● 再生可能エネルギー大量導入への対応

- ・火力発電プラントの負荷追従性向上技術の開発
- ・火力機のバックアップ運用手法の開発

### ● 電力システム改革を見据えた火力事業

- ・火力事業部門の技術開発戦略の明確化

### ● 災害リスクへの対応

- ◇ 電力設備のための極端気象の予測とハザード評価法の開発
- ◇ 火力・流通設備の地震災害リスクの評価と対策



## 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・配電系統の安定化

- ▽ 電力貯蔵を活用した需給運用・制御技術の開発
- ▽ 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
- ▽ 太陽光・風力発電出力の高精度推定・予測技術の開発
- ▽ 高性能二次電池評価技術の確立
- ▽ 需給運用に資する太陽光発電の長期性能の評価
- ▽ 再生可能エネルギー大量導入の影響と対応

### ● バイオマス・地熱発電の導入拡大

- ▽ バイオマス利用発電技術の開発
- ▽ 火力発電プラントの環境負荷低減技術の開発



## 電力流通

### ● 電力システム改革への対応

- ・広域系統運用の拡大・連系強化支援技術の開発
- ・平常時ならびに緊急時の系統安定性維持技術の開発
- ・汎用通信技術を活用した情報通信基盤の構築技術の開発

### ● 送変電設備の形成と維持更新

#### ■ 高経年設備の保全技術の高度化

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

#### ■ 設備の設計合理化・運用支援

- ・雷リスクマネジメントに基づく送変電設備の絶縁設計の合理化
- ・送変電設備の電気環境・電磁環境設計の合理化
- ・公衆安全確保のための故障電流対策技術の開発と評価
- ・微量PCB汚染機器の洗浄処理に関する評価・検証
- ・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
- ・制御通信設備の維持・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

- ・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

- ・電力貯蔵を活用した需給運用・制御技術の開発
- ・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
- ・太陽光・風力発電出力の高精度推定・予測技術の開発
- ・高性能二次電池評価技術の確立
- ・需給運用に資する太陽光発電の長期性能の評価

#### ■ 需要地域の能動化に対応する次世代配電系統技術

- ・分散形エネルギーシステムと既存系統との需給協調技術の開発
- ・需要サイド機器の多様化に対する電力品質維持技術の開発

### ● 配電設備の形成と維持更新

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

### ● 災害・人為リスクへの対応

- ◇ 電力設備のための極端気象の予測とハザード評価法の開発
- ◇ 火力・流通設備の地震災害リスクの評価と対策
- ・送配電設備の風雪害対策技術の実証
- ・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

- ・次世代需要マネジメントの価値評価
- ・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
- ・エネルギー情報活用技術の開発
- ▽分散形エネルギーシステムと既存系統との需給協調技術の開発
- ▽電力システム改革の制度設計の課題と対応



## 環境

### ● 環境政策・規制への対応

- ・科学・経済的合理性を持ったCO<sub>2</sub>排出削減シナリオの構築
- ▽地球温暖化対策制度の評価と分析
- ・電気事業における生物多様性に係る動向分析と保全対策
- ・環境・健康リスクの解明と対策の合理化

### ● 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・生態系の効率的な影響評価手法の開発



## 事業経営

### ● エネルギー・環境制度の評価・分析

- ・電力システム改革の制度設計の課題と対応
- ・経済・産業構造と電力需要の予測・分析
- ・原子力発電の活用に向けた社会経済動向分析と対応
- ・再生可能エネルギー大量導入の影響と対応
- ・地球温暖化対策制度の評価と分析

- : 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  
(複数分野に跨って推進する横断研究課題(重複掲載))
- ▽ : 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))



原子力発電

## 竜巻による飛来物の合理的な速度評価手法と防護対策を提案

### ● 原子力施設への竜巻による飛来物の衝突に備える

#### 背景

福島第一原子力発電所の事故を教訓に、原子力施設における自然災害への備えを万全とすることが求められています。その一つとして、竜巻によって空中に巻き上げられる物体（飛来物）が原子力施設に衝突する事象が想定されます。そのため、当所では、原子力施設への竜巻飛来物の衝突に備えるための研究開発に取り組んでいます。

#### 成果の概要

##### ◇ 竜巻による飛来物の合理的な速度評価手法の開発

高さ40m（原子炉建屋の屋上高さに概ね相当）からの物体の飛散を前提とする、従来の速度評価手法（原子力規制委員会「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」ほか）に代わり、実際の高さからの飛散を評価可能な新手法「竜巻飛来物速度評価ソフトTONBOS」を開発しました。開発した新手法は、多くの発電所の竜巻飛来物の速度評価に用いられ、原子力発電所の新規制基準適合性審査への対応に貢献しました。

##### ◇ 軽量で耐震性に優れた竜巻飛来物の防護工法の考案

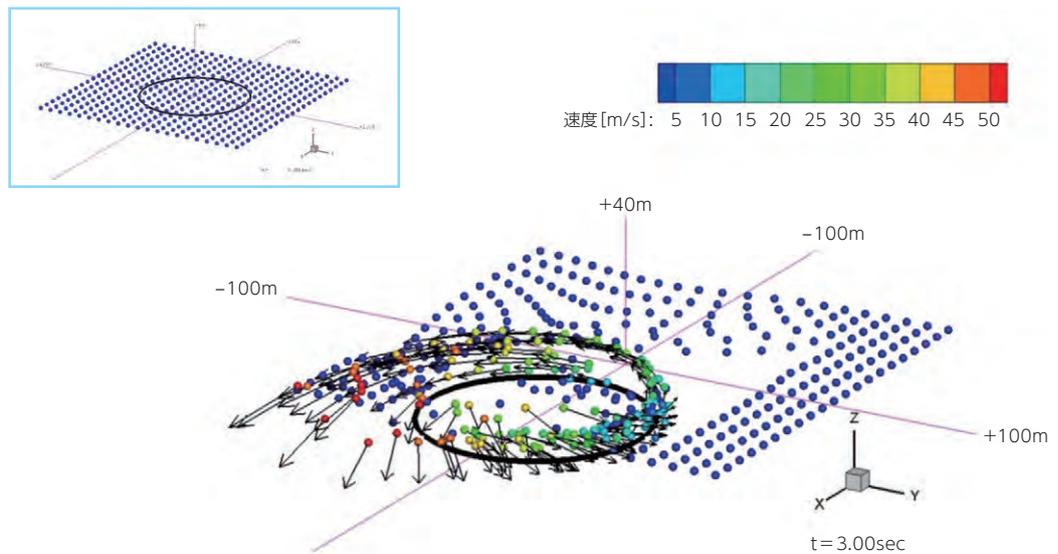
高強度の鋼線を三次元的に編み込んだ高強度金網に着目し、軽量で耐震性に優れた防護工法を考案しました。この防護工法では、飛来物の衝突に対し、広い範囲で荷重を支えるように防護ネット全周をワイヤーロープで支持します。またワイヤーロープの破断を防ぐためにワイヤーを固定する鋼管柱もワイヤー張力に応じて柔軟に変形するように工夫し、数多くの原子力発電所で採用されました。

#### 原子力発電所の竜巻影響評価ガイド

竜巻によって原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であることを設置許可段階において確認するためのガイドライン。

#### 竜巻飛来物速度評価ソフトTONBOS

竜巻条件（最大回転風速、移動速度、竜巻半径）と飛来物データ（飛行定数、物体高さ）を入力すると最大飛来物速度等の計算結果が得られる解析ソフト。動画による可視化も可能。



竜巻飛来物速度評価ソフトTONBOSによる解析例

地表に設置されたコンテナ群（カラーの球）の直上に竜巻（黒色の円）が発生した場合の飛来物の運動を可視化。左上の図は初期条件、右下は3秒後の飛来物の位置、水平速度の大きさ（カラー）、速度ベクトル（矢印）を示している。

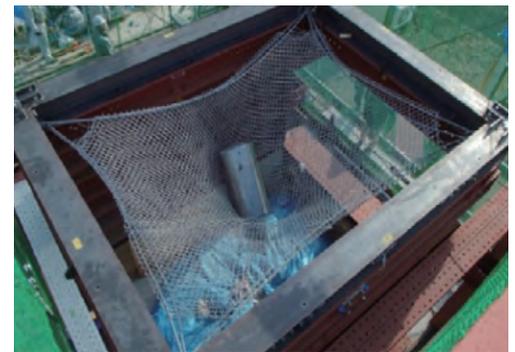


白井 孝治(しらい こうじ)／江口 譲(えぐち ゆずる)  
原子力リスク研究センター 自然外部事象研究チーム

高速荷重実験設備 ネット材料の衝撃引張試験により動的な材料特性を解明する設備です。

主要な研究成果

原子力発電



飛来物の耐貫通性能試験  
高さ約15mから実規模大の高強度金網製防護ネット(4m×3m)へ鋼鉄製のおもり(1500kg)を自由落下させる試験。

## 成果の活用先・事例

当所が開発した竜巻飛来物速度評価ソフトTONBOSの計算結果は原子力発電所の新規制基準適合性審査資料に掲載・引用されています。また当所提案の竜巻飛来物防護工法は、国内の数多くの発電所等に採用、実際に施工され、再稼動に貢献しています。

参考 江口ほか、日本機械学会論文集, Vol.81, No.823 (2015)  
白井ほか、電力中央研究所研究報告 N14009 (2015)



原子力発電

フィルタベント装置

格納容器内圧力を低減し、多段のフィルタを通じて、放射性物質の放出を低減する装置。

実規模のフィルタベント装置を用いて放射性物質の除染性能を評価

- 国内における最適な運用方法を策定し、継続的な安全性向上に貢献

背景

原子炉の過酷事故時における放射性物質の放出量を低減するためには、**フィルタベント装置**の最適な運用が必要となりますが、国内にはフィルタベント装置の基盤技術がなく、欧州メーカーの知見に頼らざるを得ない状況にあります。そこで、当所では、国内における最適な運用方法を策定することを目的に、フィルタベント性能評価のための技術基盤の整備を進めています。

成果の概要

◇フィルタベント性能評価のための実験設備の構築

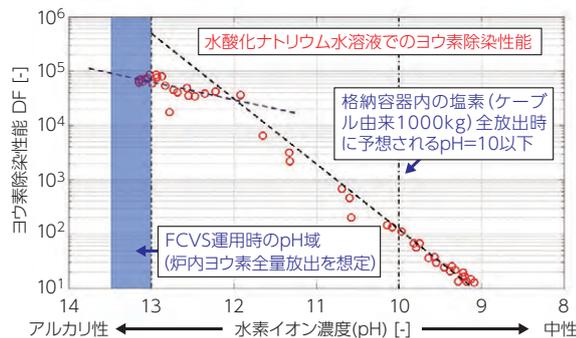
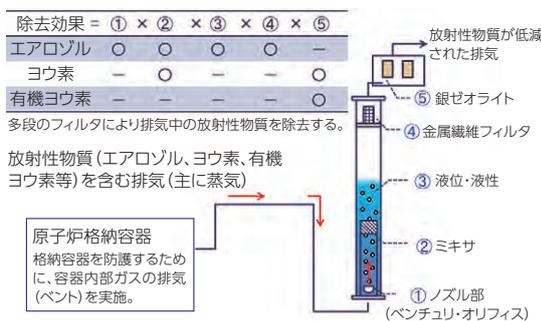
放射性物質の主要形態(エアロゾル、ヨウ素、有機ヨウ素)に対する除染効率は熱水力・物理化学的要因などが複雑に影響します。そこで、複雑な現象を精度良く評価できる実規模のフィルタベント実験設備を構築しました。この試験設備は、実スケールの試験部(高さ8m、内径0.5m)、蒸気ボイラ、ヨウ素/エアロゾル発生装置および計測システムを有しており、実機を考慮したさまざまな条件(温度、圧力、流量、水質)でのフィルタベント性能を評価することが可能です。

◇放射性物質の主要形態に対する詳細な除染性能評価

フィルタベントを構成する5段の各フィルタにおける詳細な除染性能を明らかにしました。性能評価上、重要な放射性物質の一つであるヨウ素について、国内初となる実規模試験を実施し、フィルタベント運用時に想定されるpH領域で高い除染性能を有することを確認するとともに、除染性能低下への対策として、薬液注入によるpH制御が有効であるという知見を得ました。今後、この詳細なデータに基づいて、フィルタ構成から除染性能を評価可能なフィルタベント性能評価ツールを開発し、**過酷事故解析コード**と連成させることで、フィルタベント装置の最適な運用方法の策定が可能となります。

過酷事故解析コード

過酷事故時に燃料デブリの存在位置など炉内状況を推定・把握可能な統合解析コード。代表的なものにMAAP, MELCORなどがある。



フィルタベント試験装置の概略図(左図)とヨウ素の除染性能のpH依存性(右図)

放射性物質は、その形態毎に除去されるフィルタ部(左図①~⑤)が異なる。左図③のアルカリ溶液ではヨウ素除去効果が期待され、その効果は溶液pHに依存する。当所では、ヨウ素除染性能の溶液pH依存性について試験を実施し、溶液pH12以上で、ヨウ素放出量を10,000分の1以下に低減できるという結果を得た。



金井 大造 (かない たいぞう)  
原子力リスク研究センター リスク評価研究チーム

実規模フィルタベント性能評価試験設備

主要な研究成果

原子力発電



フィルタベント性能評価のための実験設備群  
中央の建物に実規模のフィルタベント装置が格納され、蒸気ボイラ設備などが付設されています。

## 成果の活用先・事例

実規模試験装置による試験データに基づいたフィルタベント評価ツールの活用により、過酷事故時の影響低減策の信頼性向上、さらに電気事業者が実施する安全性向上活動の推進、過酷事故時における放射性物質の放出量の低減に貢献します。

参考 Kanai et al., Nuclear engineering and design (2016)



## 過酷事故時の破損・溶融燃料のふるまいを解明

● 過酷事故時の炉心損傷過程等の解明により原子力発電所の安全性向上に貢献

### 原子力発電

#### 過酷事故

原子力発電所の設計時の想定を超える事態が発生し、想定した手段では適切に制御できない状態となり、炉心溶融などの破損に至る現象。

#### 燃料デブリ

原子炉事故により炉心にある核燃料が過熱し、核燃料集合体および原子炉構造物などが溶融し、冷えて固まったもの。

#### TMI-2

1979年、過酷事故を起こし炉心損傷に至った、米国スリーマイル島原子力発電所2号機の略称。

### 背景

原子力事業者は、福島第一原子力発電所の事故時に、**過酷事故**の進展を止めることができなかったことの反省から、過酷事故対策の構築を推進しています。本研究では、過酷事故対策の検討に必要な、過酷事故時の様々な局面における溶融・破損燃料のふるまいを解明します。

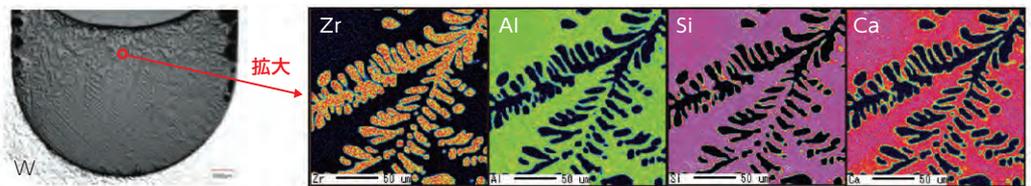
### 成果の概要

#### ◇「燃料棒・制御棒破損・溶融試験装置」(DEGREE)の開発

過酷事故時の炉内の化学状態(1500℃以上の高温水蒸気雰囲気、数℃/s以上の急速昇温)を再現可能な、国内初の「燃料棒・制御棒破損・溶融試験装置」(DEGREE)を開発しました。DEGREEは、高温水蒸気の中で9本(3×3)の模擬燃料棒を2000℃以上に加熱でき、蒸気流量、昇温速度、冷却条件の変化に応じた、模擬燃料棒の溶融・破損の様子を観察することができます。この装置を用いた溶融・破損挙動のデータの蓄積により、詳細に過酷事故時の炉心損傷過程を解明することが可能となります。

#### ◇燃料デブリの特性把握

過酷事故時に溶融燃料とコンクリートとの相互作用により生じる生成物の化学的特性を明らかにするために、当所が整備した「燃料デブリ製造試験設備」を用いて模擬溶融燃料物質ZrO<sub>2</sub>とコンクリート成分の混合溶融試験を実施した結果、両者は凝固する際には殆ど溶け合わないことを明らかにしました。

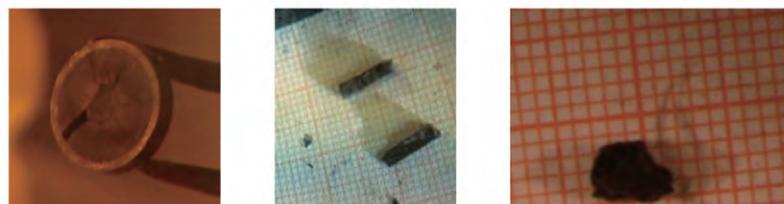


ZrO<sub>2</sub>析出部分(Zrが多く赤色)にはコンクリート成分:Al, Si, Caが少ない(黒色)

図1 ZrO<sub>2</sub>にコンクリート成分60wt%添加、2300℃で溶融-除冷後の組織

また、過酷事故時の炉心冷却のための冷却水として使用される可能性のあるホウ酸水への破損・溶融燃料の核分裂生成物の浸出特性を明らかにするために、欧州超ウラン元素研究所との共同研究にて、使用済燃料片および**TMI-2**燃料デブリ試料から純水やホウ酸水等に浸出する物質を分析した結果、Uの浸出量は両者で大きく変わらないことを明らかにしました。

このように燃料デブリの物理的・化学的特性を明らかにすることにより、過酷事故時の様々な局面における溶融・破損燃料のふるまいを解明することが可能となります。



使用済燃料片 TMI-2(溶融プール部) TMI-2(クラスト部)

図2 浸出試験に用いた使用済燃料片とTMI-2燃料デブリ試料



中村 勤也 (なかむら きんや)  
原子力技術研究所 燃料・炉心領域

燃料棒・制御棒破損・溶融試験装置 DEGREE 燃料ペレット・制御材・被覆管などの化学反応を含めた燃料破損・溶融過程の各過程を検証する設備です。

主要な研究成果

原子力発電



溶融試験後の模擬燃料棒の外観

## 成果の活用先・事例

試験装置DEGREEによる溶融・破損挙動のデータの蓄積により、詳細に過酷事故時の炉心損傷過程を解明することが可能となります。また、DEGREEは使用済燃料プールの重大事故を模擬した燃料破損試験などにも適用可能です。

燃料デブリの特性を把握することにより、溶融燃料とコンクリートとの反応における核分裂生成物の放出挙動の解明や破損・溶融燃料の管理手法の検討に貢献します。また、福島第一原子力発電所の燃料デブリ取出し方法の検討や燃料デブリ収容缶の設計等にも役立てられます。

参考 中村ほか、日本原子力学会2016年春の年会 2G05 (2016)  
稲垣ほか、電力中央研究所研究報告 L15405 (2016)



原子力発電

## 発電所におけるエラーマネジメントプロセスを構築

● ヒューマンエラー防止の取組みを体系化することでトラブルの未然防止に貢献

### 背景

原子力発電所をはじめとする各種事業所においては、ヒューマンエラーに起因するトラブル(ヒューマンファクター事象)を防止するために、品質管理、安全管理の観点から様々な取組みを実施していますが、これらの取組みは、より一層実効性の高いものにしていく必要があります。

本研究では、実効性を向上する上で有効であるPDCAサイクルを発電所大で実行する仕組みを構築するための手法を開発します。

### 成果の概要

#### ◇エラーマネジメントプロセスの体系化

発電所でのヒューマンエラー防止の取組みにおいて目指すべき姿として、図1に示す「エラーマネジメントプロセス」を構築しました。「エラーマネジメントプロセス」では、エラーマネジメントの4つの機能を以下のように具体化し、施策間の関係を明らかにするとともに各施策の実施手順を開発しました。

機能1：「ヒューマンエラー防止活動の体系化」	施策「年度活動計画立案」「活動展開」等
機能2：「事象情報に基づく問題点特定・再発防止」	施策「事象報告」「重要事象分析」「傾向分析」等
機能3：「未然防止に向けた良好事例・潜在的問題点特定」	施策「現場行動観察」「ヒヤリハット報告」等
機能4：「問題点に基づくヒューマンエラー防止活動の重点化」	施策「総合評価」「総合改善策立案」等

#### ◇エラーマネジメントプロセスの継続的改善方策の構築

図1の機能については、①機能2の「重要事象分析」の実施(当所が開発したHINT/J-HPESを活用)、②機能2の拡充、③機能1および機能4の追加、④機能3の追加、の順で段階的に導入することを提案しました。これにより、ヒューマンエラー防止の取組みの実態を評価し、PDCAサイクルを実行しながらエラーマネジメントプロセスを継続的に改善することが可能となります。

#### エラーマネジメント

マンチェスター大学のJ.Reasonらが提唱している、「事業所における包括的かつ体系的なヒューマンファクター事象防止の取組み」という概念。

#### HINT/J-HPES

当所で開発したヒューマンファクター事象の分析・評価手法。「事象の把握」「情報収集・要因整理」「要因分析」「対策立案」を行う。

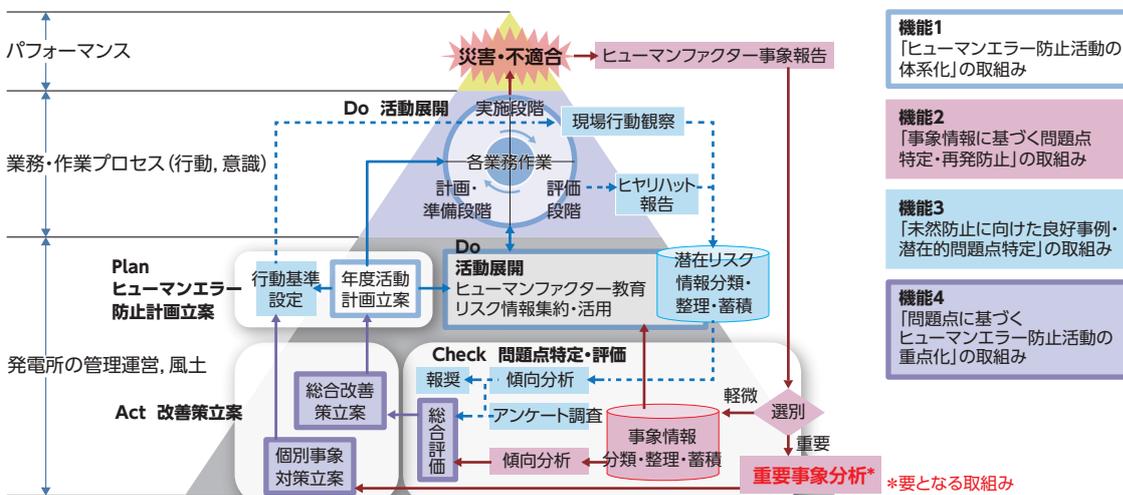


図1 発電所におけるエラーマネジメントプロセスの全体像



弘津 祐子(ひろつ ゆうこ)  
原子力技術研究所 ヒューマンファクター研究センター

## 成果の活用先・事例

本手法は、既に1つの原子力発電所で採用され、トラブル未然防止に活用されています。また当所が開発した「重要事象分析」手法HINT/J-HPESは、6つの原子力発電所で採用され、トラブル未然防止に活用されています。

本研究の成果をガイドとして、各発電所のヒューマンエラー防止の取組みを体系化・充実させていくことで、より一層、トラブルの未然防止が図られることが期待できます。

参考 弘津ほか、電力中央研究所総合報告 L08 (2016)



## 原子炉格納容器内の機器に対する塗装仕様の健全性を評価

- 規格に適合する塗装仕様を確認して原子力発電所の保守に貢献

### 原子力発電

#### 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出し、炉心の冷却機能が失われる事故。

### 背景

原子力発電所の原子炉格納容器の内側にある機器や配管は、腐食防止のため塗装がされていますが、**冷却材喪失事故**の場合に塗膜が剥落し流出すると、非常用の炉心冷却系統に悪影響を与える可能性があります(図1)。そのため日本電気協会の定める「原子炉格納容器内の塗装に関する指針(JEAG 4628-2010)」に従い、あらかじめ事故時の蒸気環境を模擬した設計基準事故模擬試験(DBA試験)により剥落しない塗装仕様であることを確認する必要があります。これまで使用していた塗料の製造中止等により、新たな塗装仕様の健全性を評価する必要が出てきたことから、当所では電力会社において優先度が高い新たな塗装仕様を対象にDBA試験を実施しました。

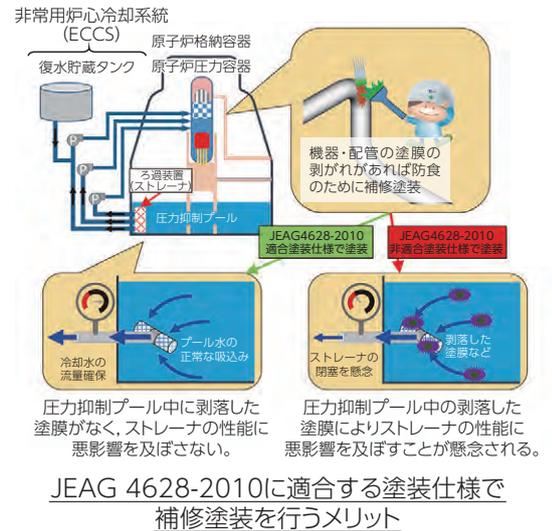


図1 原子炉格納容器と非常用炉心冷却系統の模式図

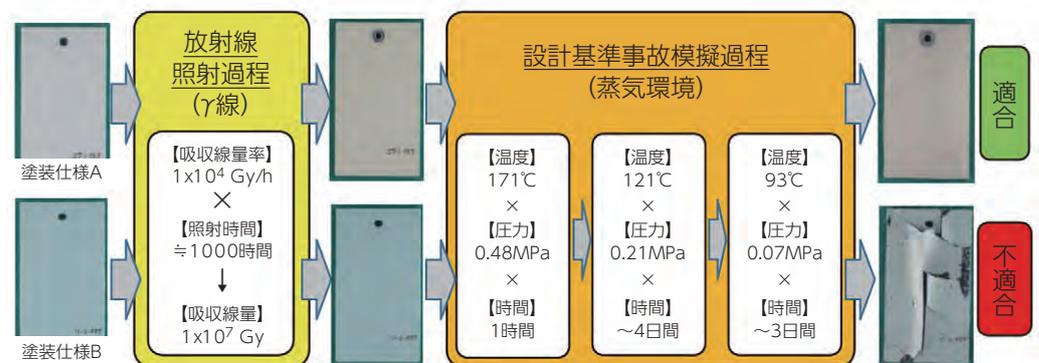
### 成果の概要

#### ◇DBA試験による塗装仕様の確認

2015年度までに計31種類の塗装仕様を対象にDBA試験を実施しました(図2)。JEAG 4628-2010に基づく評価、および同指針に引用されている日本工業規格に基づき、膨れ、割れ、はがれによる評価を実施しました。その結果、31種類の塗装仕様のうち、9種類の塗装仕様が**BWR条件**の塗装指針に適合することを確認しました。本研究の成果は、JEAG4628に適合する塗装仕様を与えるリストとして提供され、今後、電力各社において原子炉格納容器内の補修塗装を行う際に活用されます。

#### BWR条件

BWR(沸騰水型原子炉)における炉内の蒸気や圧力等の水環境条件。



JEAG 4628-2010の試験工程(BWR条件)と試験片写真の例

図2 BWR条件で実施したDBA試験のフローと適合/不適合の判定  
様々な仕様の塗装を施した試験片に対して、放射線を照射した後にBWR炉内の環境を模擬した蒸気環境に曝し、塗装が剥落するかどうかを調べます。



加古 謙司(かこ けんじ)  
材料科学研究所 構造材料領域



#### DBA試験用実験設備

様々な温度・圧力下の蒸気環境を模擬することができる設備です。制御された温度・圧力の蒸気の中に塗装試験片を曝すことが可能です。

### 成果の活用先・事例

原子力発電所の定期点検時に必要に応じて施される補修の際、冷却材喪失事故時のストレーナーの性能に悪影響を及ぼさない適切な塗装仕様により補修を行うことができます。



## バーチャルUT試験システムを開発

● 隠れた”傷”を確実に見つける技術者を養成し、更なる信頼性向上を目指す

### 原子力発電

#### UT試験

(UT: Ultrasonic Testing)

超音波パルスを発信し、内部の傷などの欠損に応じた反射波を受信することで、欠損の存在位置や大きさを検知する非破壊検査。

#### PD制度

(PD: Performance Demonstration)

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

### 背景

原子力発電所等に用いる配管溶接部の傷などの検知を目的として、非破壊検査手法の一つである超音波探傷試験(UT試験)が用いられますが、試験技術者(探傷者)の技量が検査結果に大きな影響を与えることがあります。そのため高い信頼性が求められる場合には、性能実証制度(PD制度)で実際の技量を確認することに加え、訓練などによって試験技術者の技量を向上させることも重要です。しかし、傷を付与した高価な試験体を多数必要とすることなどが技量試験や訓練の普及の妨げとなってきました。そこで、当所では、実試験体を使わない模擬的な探傷により試験や訓練の一部を代替すること可能とするシステムの開発を行ってきました。

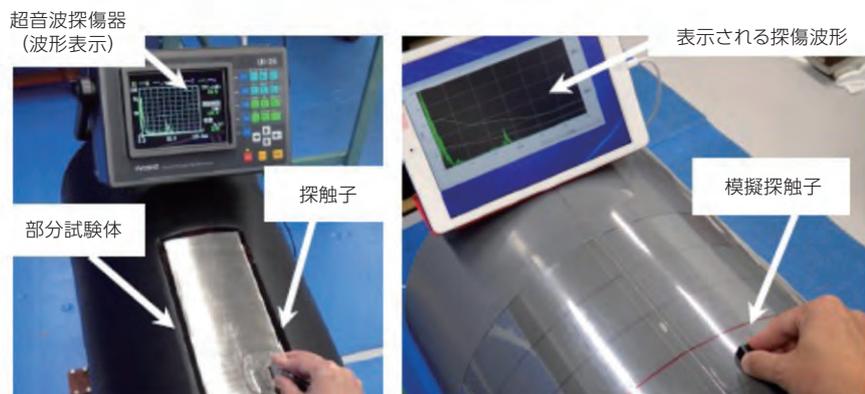
### 成果の概要

#### ◇バーチャルUT試験システムの試作

バーチャルUT試験システムでは、過去に採取した探傷試験データなどを元に作成した仮想探傷データを用意し、試験技術者が操作する探触子の位置や角度に応じて波形を表示させることを基本とした上で、応答に時間遅れを感じさせないなど、実作業をできる限りリアルに模擬できる条件を追求しました。その結果に基づき、探触子の位置や角度が精度よく検知でき、かつ応答速度の速い電磁気式3D位置センサーを採用したバーチャルUT試験システムを試作しました(図)。

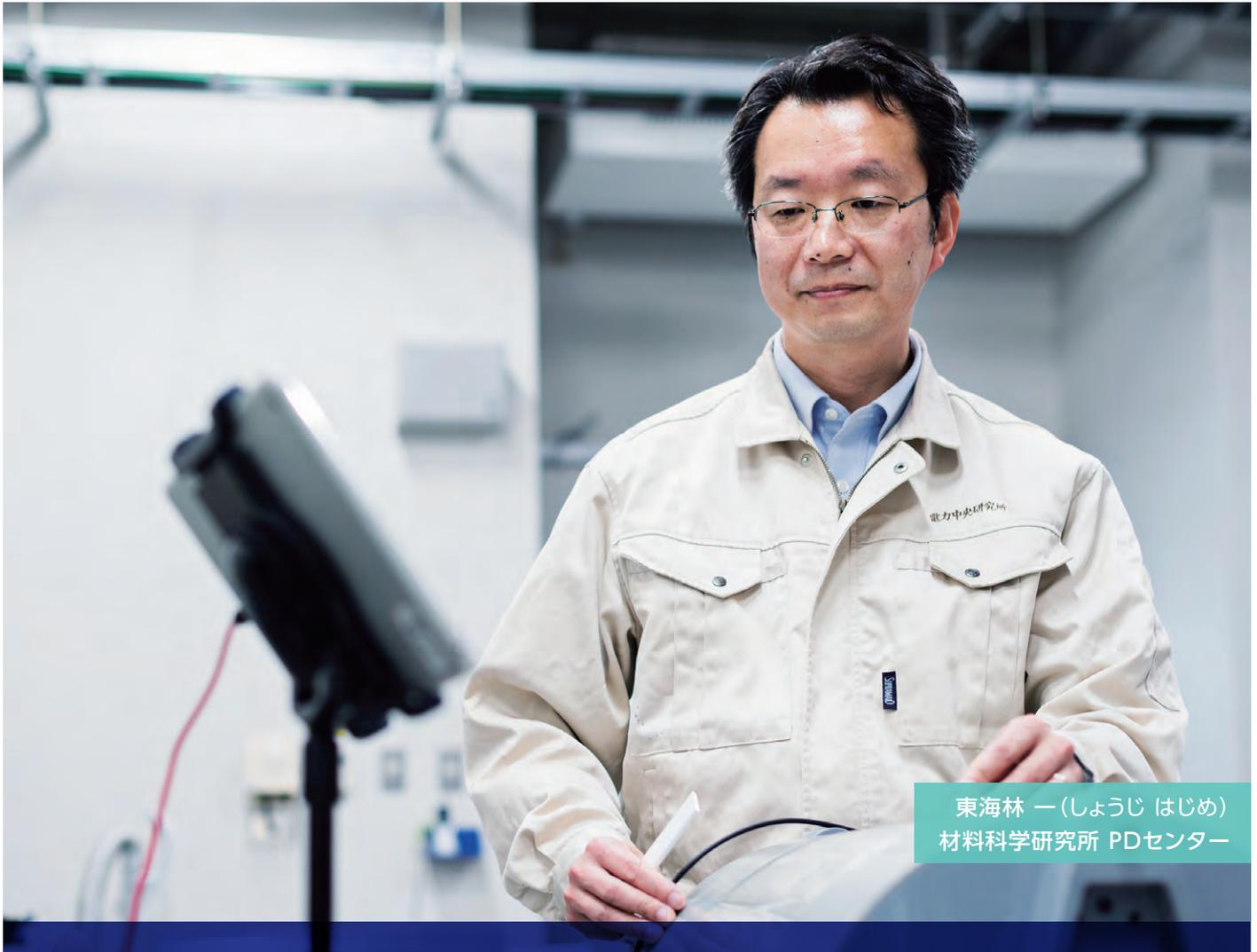
#### ◇試作機の性能確認と実用機の製作

試作したシステムは、探触子の位置測定に関して十分な精度を有しており、また時間遅れを感じさせない波形表示が可能であることを確認しました。この試作機の使用感について試験技術者に意見聴取した結果、試験や訓練の一部を代替するに十分な機能を有しているとの評価を得ました。その後、これらの評価も反映した実用機を製作し、低コストでの技術者の訓練を可能としました。



(左)は実試験体を用いた探傷試験、(右)はバーチャルUT試験システムの模擬探傷の様子

図は実試験体を用いた探傷作業の様子と、今回製作したバーチャルUT試験システムの探傷作業の様子。表示される波形データは試験片や実機の探傷で得られたデータを基に編集したものをを用い、模擬配管に対して模擬探触子を使った探傷作業を行うと、対応する波形が表示されるものです。



東海林 一(しょうじ はじめ)  
材料科学研究所 PDセンター

#### バーチャルUT試験システム

実際に傷を付与した試験体に対する探傷を行うように、模擬配管を模擬探触子で走査すると、対応する探傷波形が表示されます。高価な試験体を使用することなく、あたかも実際の探傷作業を行っているかのような経験を仮想的に実現します。



### 成果の活用先・事例

プラントの健全性を確認する非破壊検査を行うにあたり、試験技術者の教育・訓練、技量試験などに活用され、発電所の定期点検などに従事する非破壊試験技術者の技量向上や人材育成、検査結果の信頼性向上に貢献します。

参考 東海林ほか、電力中央研究所研究報告 Q14007 (2015)



原子力発電

コンクリートキャスクの実用化に向け応力腐食割れ対策技術を開発

● 使用済燃料を貯蔵する容器の長期の安全性・健全性を評価

乾式貯蔵

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

コンクリートキャスク  
(p.29参照)

使用済燃料を収容し、貯蔵する円筒容器。コンクリート製貯蔵容器とキャニスタ（ステンレス鋼製）で構成され、使用済燃料の崩壊熱の除熱をキャニスタ表面の外気による自然対流で行う。

背景

原子力発電所の再稼働や廃炉に伴う使用済燃料の増加により、政府は使用済燃料対策アクションプランの中で貯蔵能力強化の必要性を示しており、使用済燃料対策が重要な課題となっています。乾式貯蔵量の増加に対して、既に実用化されている金属キャスクのみで貯蔵することは製造能力から考えて困難であり、経済的で大容量化が期待できるコンクリートキャスク貯蔵方式を我が国で実用可能とし、乾式貯蔵方式の選択肢を拡大することが必要です。コンクリートキャスクの実用化に向けては、キャニスタの長期健全性が重要となりますが、外気に含まれる塩分による応力腐食割れ(SCC)により、キャニスタの密封機能喪失が懸念されます。このため当所では、SCCの評価、発生防止などのSCC対策技術の開発に取り組んでいます。

成果の概要

◇塩分付着によるSCC発生予測手法の確立

ステンレス鋼製キャニスタ表面に付着する塩分量（累積量）の経過時間に対する評価式を提案するとともに、SCC発生限界塩分量を明らかにしました（図1）。また、貯蔵期間中の付着塩分量の検査手法として、高温・高放射線環境での計測が可能で、レーザーを用いた遠隔測定技術を開発しました。これらにより、貯蔵期間中のSCC発生の可能性を評価し、健全性を確保することが可能となりました。

◇SCCき裂進展速度の評価

実機と同じ施工方法で製作した試験片により、SCCき裂が発生した場合の進展速度を定量化し、その結果に基づいて、キャニスタの健全性が維持され、貯蔵が継続できるき裂の許容深さを明らかにしました（図2）。

◇SCC発生防止技術の開発

SCCの発生要因である溶接残留応力を緩和する手法として、小さな鋼球を高速で金属表面に衝突させるショットピーニング、あるいは、小さな鋼球を金属表面に押し付けるバーニッシングを、実径大キャニスタ試験体に適用し、SCC発生防止技術としての有効性を確認しました。

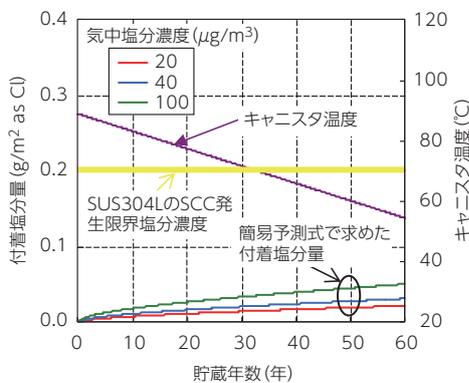


図1 キャニスタへの付着塩分量評価

空気中の塩分濃度をパラメータとして、当所が作成した簡易予測式を使い、付着量の時間経過を計算しました。

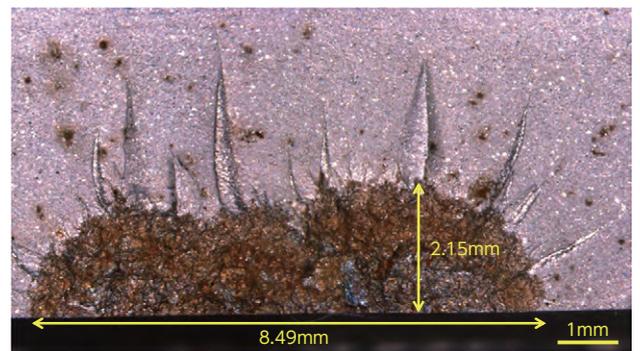


図2 SUS304L材でのき裂進展試験結果の例

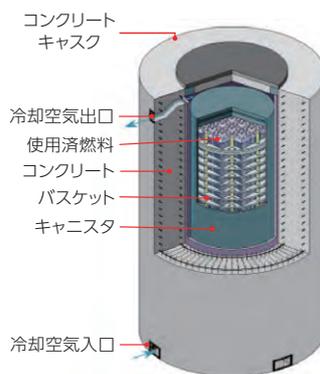
SUS304L, 316L材の試験片を使い4点曲げ試験を実施し、き裂進展速度を測定しました。試験後には、試験片を破断させてSCCき裂の深さ、形状を測定しました。



巨 真澄 (わたる ますみ) / 坂本 裕子 (さかもと ゆうこ)  
地球工学研究所 バックエンド研究センター

長期健全性評価試験用恒温槽 実機大の大型試験体 (例 直径1.8m、高さ1m、重量約2トン) の長期健全性試験 (腐食 試験等) を行うための恒温恒湿槽です。

コンクリートキャスクの概要図と  
米国のコンクリートキャスク貯蔵施設の例  
米国では、主に経済性の観点からコンクリート  
キャスクが主流であり、貯蔵開始から20年が  
経過した貯蔵施設で、キャニスタのSCC評価  
を実施し、NRC (米国原子力規制委員会) は貯  
蔵期間の延長を認可しています。



### 成果の活用先・事例

本研究の成果は、日本機械学会および日本原子力学会コンクリートキャスク規格の改訂に反映される予定です。SCC評価による健全性確保、発生防止技術については、許認可取得のための実機大の実証試験を行う必要があります。それらを経て、コンクリートキャスク貯蔵の実用化が可能となり、乾式貯蔵方式の選択肢の拡大、貯蔵能力の強化、使用済燃料対策の柔軟性拡大が期待されます。

参考 巨ほか、電力中央研究所研究報告 N15014 (2015)  
江藤ほか、電力中央研究所研究報告 H14004 (2014)



火力発電

高クロム鋼溶接部のクリープ寿命評価法を開発

● 高効率火力発電所の安全な運転・保守に貢献

高クロム鋼

9~12%のクロムを含むフェライト系耐熱鋼の総称。耐用温度は約600~630℃。

クリープ損傷

物体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。

HAZ

溶接金属に直接接する部分で熱影響を受けた母材部分。影響を受けていない母材部分とは強度が変化するため、区別して扱う必要がある。

背景

火力発電の高効率化のためには運転温度を上げる必要があり、そこでは一般に高クロム鋼といわれる鋼材が使用されています。近年、600℃級火力発電所で使用される高クロム鋼製の大型管の溶接部において、クリープ損傷を原因とするき裂の発生等が報告され、大型管の寿命評価が必要になってきています。当所では、周溶接(管を連結する際に周方向に行う溶接)や補修溶接のクリープ現象に対して、実験と理論計算の両面から詳細な解析・検討を実施し、従来なかった寿命評価法の確立に取り組んできました。

成果の概要

◇内圧曲げクリープ条件下における周継手大径管試験体の損傷形態の観察

実際の発電所では、配管の内側から外側に向けて圧力がかかった状態で更に曲げる力が加わります。そこで、実際に使われている12Cr鋼と9Cr鋼製の大型管試験体を対象に模擬加圧・荷重試験を実施し、外表面へのき裂到達直前に試験を停止し破断直前の周溶接部断面を初めて観察することに成功しました。その結果、配管金属内部でHAZ部の細粒域に沿って巨視き裂が進展することを発見しました(図1)。この結果は、実配管クラスの大径管におけるき裂進展の様相を示す貴重なデータとして、高クロム鋼の破壊形態の解明に貢献します。

◇実験結果の応力解析とその結果に基づく破損寿命推定

実験で得られた結果に基づき母材・溶接金属・HAZの変形特性の違いを考慮した応力解析を実施しました。途中で加圧・荷重を止めた場合に配管材料の歪みが少し回復することも考慮することで、クリープ変形挙動を良好に再現できました。それらの知見をもとに、任意の内圧、曲げ荷重下での周溶接配管のクリープ寿命を推定する式を開発しました。また、補修溶接がなされている場合のクリープ寿命に対しても、推定式を導きだしました。その結果、小型継手試験片の寿命評価式と組み合わせて、実用上十分な精度で高クロム鋼製配管の破損寿命推定が可能になりました(図2)。

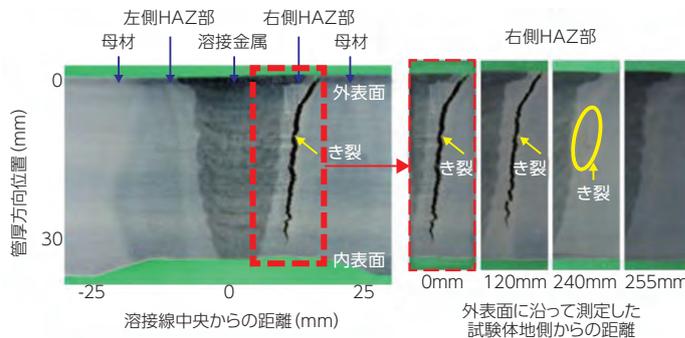


図1 12Cr鋼溶接部のき裂進展の様子

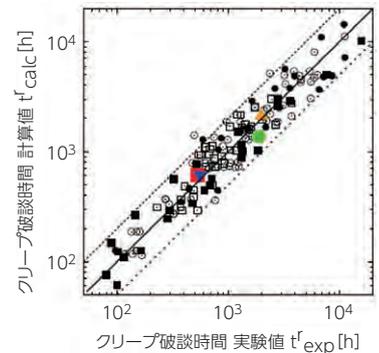


図2 クリープ寿命の推定精度

図1は大径管試験体の断面図の写真。意図的に管を曲げて破断させる直前に寸止めた試料により、き裂の進展の様子が明確に観察できました。図2は点が各種の実験で得られたデータ。実線が今回導いた寿命評価法による計算結果。実線を基準にして倍/半分の幅の内側にはほぼ全ての実験データが収まっている。



屋口 正次(やぐち まさつぐ) / 西ノ入 聡(にし のいり さとし)  
材料科学研究所 構造材料領域

**実機コンポーネント実験設備** 実際に発電所で用いられる大きさの配管に対して、内圧を加えながら曲げ試験を行う設備です。設備の大きさと試験の安全性に配慮して地下に設置され、長時間の試験が実施可能です。



## 成果の活用先・事例

600℃級火力発電所はもとより、コンバインドサイクルの火力発電プラントで使用されている高クロム鋼製配管の保守・管理にも適用され、発電所の保守費用の大幅抑制や計画的な配管の取替工事に活用されます。

参考 長井ほか、電力中央研究所研究報告 Q14002 (2014)  
西井ほか、電力中央研究所研究報告 Q11024 (2012)



火力発電

## CO<sub>2</sub>回収型クローズドIGCCを開発

- 石炭火力発電の高効率化とCO<sub>2</sub>排出大幅削減を同時に実現可能

### IGCC (石炭ガス化複合発電)

石炭をガス化し得られた石炭ガス化ガスを燃料とする高効率のガスタービン複合発電システム。送電端効率は46%以上が見込まれる。

### 送電端効率

投入した燃料の総熱量に対する送電電力量の比(発電機で発電した電力量から発電所内で使用する電力量を引いたもの)。

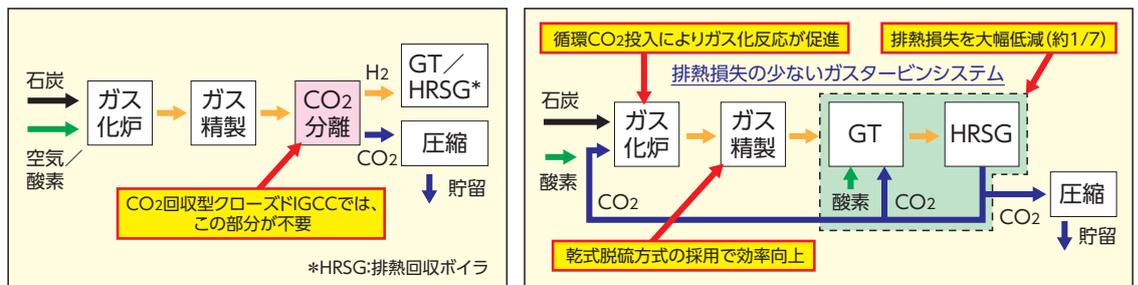
### 背景

石炭火力発電所から排出されるCO<sub>2</sub>の削減に向けた中長期的なオプションとしてCCS(CO<sub>2</sub>の回収・貯留)技術の適用が検討されています。しかし、これまでに検討されてきたCO<sub>2</sub>回収技術は、CO<sub>2</sub>回収に使用する動力が大きく、IGCC(石炭ガス化複合発電)の場合でも送電端効率が30%台まで低下すると試算され、発電コストの上昇などが課題となっています。そこで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)は、CO<sub>2</sub>回収後も40%台の高い効率で発電できる技術の開発を進めており、当所はそうしたNEDO受託研究の一つとして、「CO<sub>2</sub>回収型クローズドIGCCシステム」の開発に取り組んでいます。

### 成果の概要

#### ◇CO<sub>2</sub>回収型クローズドIGCCの考案と性能評価

石炭ガス化やガスタービン燃焼に、O<sub>2</sub>と循環排ガス(CO<sub>2</sub>)を用いる「CO<sub>2</sub>回収型クローズドIGCC」を考案しました。このシステムは、回収CO<sub>2</sub>を有効に利用するO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>吹き石炭ガス化炉と、リサイクルした排ガスにO<sub>2</sub>を混合して燃焼させるガスタービンとを組み合わせ、CO<sub>2</sub>回収後も高い送電端効率を達成可能なシステムです。これは従来の「燃焼前回収方式」でガス化ガスを改質するシフト反応器等のCO<sub>2</sub>分離回収装置を不要とし、排熱損失の少ないガスタービンシステムを採用することで可能となっています(図)。多様な石炭の適用性を確認するため、性状の異なる3種類の石炭でのシステム効率を数値解析した結果、いずれも約43%の高い送電端効率が見込まれることを確認しました。



従来の燃焼前回収型IGCC

CO<sub>2</sub>回収型クローズドIGCC

CO<sub>2</sub>回収型クローズドIGCCの特徴

#### ◇CO<sub>2</sub>循環の影響評価によるシステム成立の見通し

システムの実用化に向けて、当所が保有する石炭処理量3トン/日の石炭ガス化研究炉にCO<sub>2</sub>供給設備を追設し、ガス化炉投入CO<sub>2</sub>がガス化特性へ及ぼす影響を評価しました。また、数値シミュレーションの活用により、実機規模のO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>吹きガス化炉の特性評価を可能としました。これらの検証を通じてシステム成立の見通しを得ています。

本システムでは、O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>吹きガス化炉で石炭の炭素から生成したCOガスが、固体の炭素に戻ってしまう炭素析出が後流のガス精製設備等で起きやすいことから、ガス化ガスへの燃焼排ガスの添加や、脱硫剤自体の改良などで炭素析出を抑制する技術も開発しました。



沖 裕壮 (おき ゆうそう)  
エネルギー技術研究所 次世代火力発電領域

**石炭ガス化研究炉** IGCC実証機的设计評価や運転支援のため、ガス化炉内における流動、粒子挙動、対流・輻射伝熱およびガス化反応を考慮した数値解析ツールを開発・活用しています。その解析結果を検証するため、本設備を用いて、実際の炉内温度分布、生成ガス組成などを計測しています。



初期型脱硫剤



改良型脱硫剤

#### 乾式脱硫剤の炭素析出耐性の比較

初期型(左)は厳しい条件下において炭素析出による損傷を受けやすいため、炭素析出しにくい脱硫剤へと材料を改良したところ(右)、より厳しい条件下においても健全な状態を保てるようになりました。

## 成果の活用先・事例

高効率化による燃料の節減や、CCS対応を可能としたことにより、火力発電の環境負荷を大幅に低減します。また、O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>吹きガス化炉は生成ガスにN<sub>2</sub>がほとんど混入しないため、産業用ガス製造用の高性能ガス化炉としての実用化も見込まれます。

参考 沖ほか、NEDO平成20年度～平成26年度成果報告書「CO<sub>2</sub>回収型次世代IGCC技術開発」(2015)



再生可能  
エネルギー

## 太陽光発電の発電出力をリアルタイムに把握する技術を開発

● 連系された太陽光発電出力を推定してシステムを安定に運用する

### 日射量

太陽からの放射エネルギー量。PVは直接入射する太陽光以外の散乱光も発電に利用する。

### PV出力推定

PV出力を、直接電流・電圧を測定する以外の方法で推定すること。例えば、PVの設置されている場所の日射量を測定し、PV出力を推定する。

### 背景

近年、大量の太陽光発電(PV)が電力系統に連系されるようになりました。そのような電力系統では、PVからの電力供給があるため、実際の電力需要が分からなくなり、予備力の確保などに支障をきたすこととなります。従って、システムを安定に運用するためには、系統全体の広域レベルから配電用変電所単位の地区レベルまで、様々な規模のエリアにおけるPV出力を、リアルタイムで正確に把握する必要があります。地域に分散設置されたPVの総出力は直接計測できないため、当所では、地上観測日射量や気象衛星画像による推定日射量などから、これらを把握する技術の開発に取り組んできました。

### 成果の概要

#### ◇気象衛星データを用いた日射量推定手法の開発

PV出力は日射量に最も影響を受けるため、PV出力推定では日射量が最も重要なパラメータです。実際の日射量観測結果から、日射量に対応した晴天指数の出現頻度が、快晴、晴れ、薄曇り、曇りの天気概ね対応した4つの正規分布(モード)の重ね合わせで再現できることを見出しました(図1)。このような分析結果を、別途入手可能な気象衛星の画像データと組み合わせることにより、特定エリアの日射量を推定することを可能としました。

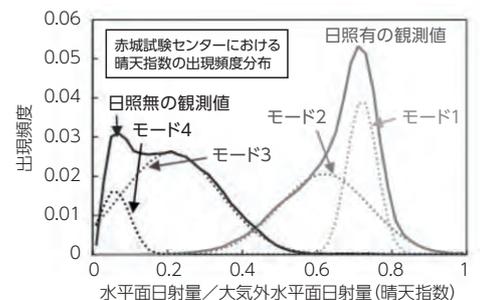


図1 赤城試験センターの観測結果に基づき提案した天気の4モードと出現頻度

快晴、晴れ、薄曇り、曇りといった天気に対応したピークをモード1~4と名付け、各モードの出現頻度やモード間の遷移確率を分析し、PV出力推定に直結する日射量の特徴を明らかにしました。

#### ◇広域エリアを対象としたPV出力推定と実地適用

広域エリア単位でのPV出力を把握するには、エリア内の日射量を適切な位置分解能で推定する必要があります。ここでまず、少数地点の日射量観測から広域のPV総出力を計算する方法を考案しました。さらに、少数地点の日射量観測に基づいて計算した日射量未観測地点の推定値を、気象衛星画像を用いて補正する方法を開発しました。最後に、これらの実地適用の妥当性を評価するため、沖縄本島を例にとり、4エリア(図2)のPV出力推定値から計算した総出力に対し、実際に現地で計測されたPV発電量などから誤差評価を行い、実システムの運用に使用可能であることを実証しました。これらの成果は、それぞれの地域の系統運用に組み込まれ、安定的な系統運用に寄与します。



図2 沖縄本島での日射観測地点とエリア分割  
沖縄本島全体を日照観測地点ごとにエリアに4分割して、出力把握を行いました。



宇佐美 章(うさみ あきら)  
材料科学研究所 電気材料領域

主要な研究成果

再生可能エネルギー

赤城試験センターに設置した太陽光発電の屋外実測サイト。南向き以外に西向き、北向きのPVパネルも設置し、日射計も併設しています。



## 成果の活用先・事例

電力各社の管内において連系されているPVの出力把握に用いられます。その結果、適正な予備力や待機電源を保有することが可能となり、運用コストが削減されるとともに、より安定した電力システムの運用が可能となります。

参考 宇佐美ほか、電力中央研究所研究報告 Q14012 (2015)  
宇佐美、電力中央研究所研究報告 Q15014 (2016)



再生可能  
エネルギー

## ハイブリッド熱源地熱発電システムを開発

● 地熱蒸気の過熱により高効率発電を実現

### 背景

わが国の「エネルギー基本計画」においては国内の地熱発電設備容量を2030年までに155万kWとする目標を掲げていますが、現在は約50万kWに留まっています。地熱発電の導入拡大が進まない背景には、立地が限られること、発電効率が十数%と低いことなどが挙げられており、当所では再生可能エネルギーの導入拡大に向けて、より高効率かつ経済性に優れた地熱発電システムの開発を推進しています(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの受託研究)。

### 成果の概要

#### ◇ハイブリッド熱源地熱発電システムの考案と経済性評価

外部熱源を活用して地熱発電所タービンに流入する**地熱飽和蒸気**を過熱することで、発電効率を向上できる「ハイブリッド熱源地熱発電システム」を考案しました(図1)。外部熱源について、熱源性能、法規制、設備投資等を考慮し、バイオマス、太陽熱、燃料電池排熱の中ではバイオマスが最も有望であることが分かりました。

考案したシステムの事業性を検討するため、1MW級バイオマス発電としての発電原価を試算すると、間伐材由来のチップおよび林地残材においてバイオマス発電のFIT価格40円/kWhを下回ることが分かりました。また、実地点において特定間伐計画により発生する林地残材の調達可能量と、搬出・運搬およびチップ化までを含めた調達コストとの関係を明らかにしました(図2)。このような手法を活用することで、開発候補地点に見合う設備容量および発電原価を評価することができます。

#### 地熱飽和蒸気

地下からの蒸気・熱水の二相液体より、湿分離器によって分離生成された蒸気。

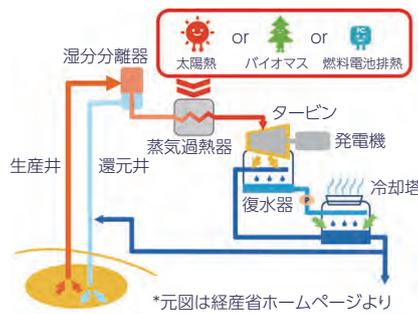


図1 ハイブリッド熱源地熱発電システムの概略図

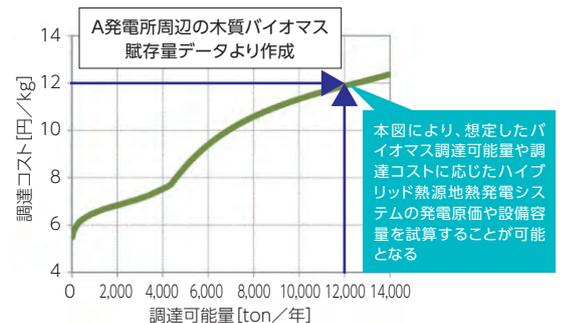


図2 バイオマス調達可能量とコストとの関係(実地点での試算結果)

#### ◇ハイブリッド熱源地熱発電システムのプラント性能評価

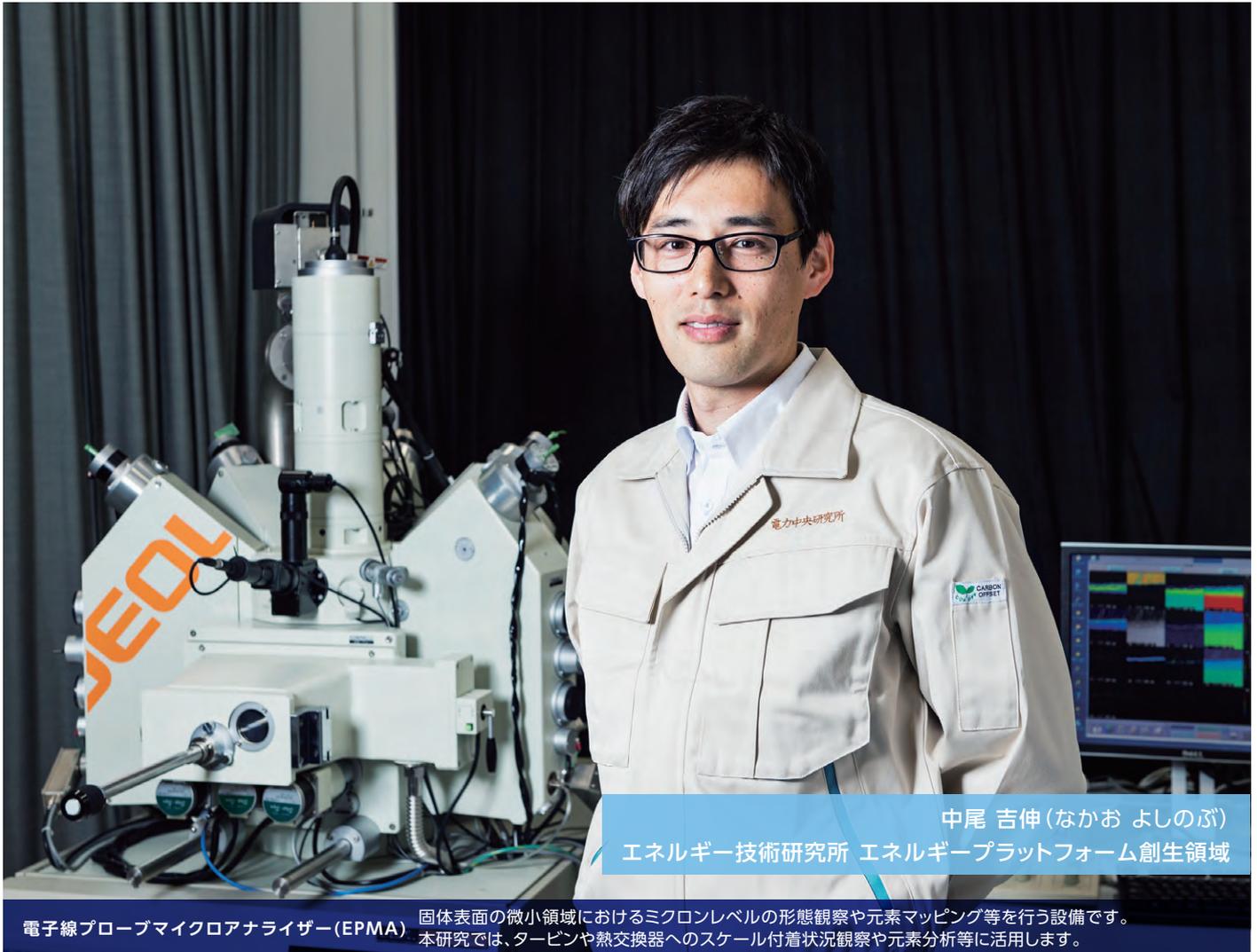
**Energy Win™**を用いてハイブリッド熱源地熱発電システムの熱効率を解析した結果、発電出力が30%増加すること、所定の生産井蒸気条件および復水条件※において、システムの熱効率が20%を上回ることを示しました。

本システムでのバイオマスチップの投入熱量に対する正味の増出力量として表せる発電効率は22.7%(地熱3MW級+バイオマス1MW級)で、バイオマスを専焼する発電システム(1MW級)での14%と比較して、バイオマスチップの有効活用にもつながります。

※生産井蒸気条件:0.5MPaAの飽和蒸気、復水条件:復水器真空度700mmHg。

#### Energy Win

当所が開発した発電システム熱効率解析汎用プログラム。エネルギーシステムの熱物質収支が解析できる。



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

**電子線プローブマイクロアナライザー (EPMA)** 固体表面の微小領域におけるミクロンレベルの形態観察や元素マッピング等を行う設備です。本研究では、タービンや熱交換器へのスケール付着状況観察や元素分析等に活用します。

主要な研究成果

再生可能エネルギー

## 成果の活用先・事例

地熱発電の発電効率向上・出力増加により、既設地熱発電所の蒸気生産量減少に伴う出力低下の回復や、新たな地域における地熱発電の開発につながります。

参考 Nakao et al., World Geothermal Congress 2015 (Melbourne)  
中尾、日本地熱学会 平成27年学術講演会 (2015)



電力流通

発電所の運転状況等の変化が電圧維持に与える影響を評価

● 発送電分離、再エネ大量導入が平常時の電力品質に影響する可能性があることを指摘

無効電力

電圧維持のために必要な電力。無効電力の調整は、既存電源と電圧調整機器により行われている。

電圧調整機器

適正電圧維持を目的として無効電力を調整する調相設備や変圧器タップ。

背景

電力の安定供給のためには、電力品質の一つである電圧を適正範囲に維持することが重要であり、その維持には**無効電力**の調整が必要です。既存の大容量発電所（火力、水力、原子力）はこの能力が高く、電力流通設備（**電圧調整機器**）と一体的に運用されることで適正電圧を維持してきました。しかし、電力システム改革により系統運用者と発電事業者とに分離されると（発送電分離）、適正電圧の維持が困難となる恐れがあり、これに備えて、一体的運用の代替となる仕組みを整える必要があります。また、わが国では太陽光発電（PV）等の再生可能エネルギー電源（再エネ）の大量導入により、電力潮流が変化し、系統の電圧がこれまで以上に大きく変化する場合があります。このように今後は、既存電源の運転状況やPV等の導入状況が系統の電圧に大きな影響を与えることが考えられるため、系統の適正電圧を維持する上で生じ得る課題と対策を定量的に評価しておくことが必要です。そのため、当所は将来の状況変化を考慮した系統電圧維持における課題の抽出と対策技術の開発に取り組んでいます。

成果の概要

◇将来の状況変化を考慮した系統電圧維持における課題抽出と対策検討のための系統モデルを構築

基幹系統

電力系統の骨格となる部分。主に500kV～154kVの電圧階級で構成される。

2次系統

地域への電力供給を担う部分。主に154kV～6kVの電圧階級で構成される。

既存電源の運転状況が変化する**基幹系統**と、PVが大量に導入された**2次系統**を同時に考慮して、無効電力を含めた電力潮流と電圧調整機器による無効電力の調整動作、系統の各箇所の電圧をシミュレーションするための系統モデルを構築しました。本システムモデルを用いたシミュレーションは、既存電源の運転状態とPVの出力状態の24時間の変動等を入力として、基幹系統と2次系統の電圧維持における相互影響（図1）の定量的な評価を可能とし、その影響が顕在化する箇所とその電圧変動の把握に有効です。

◇将来の状況変化が与える系統の適正電圧維持への影響を評価

構築した系統モデルを用いて24時間の電圧変動をシミュレーションすることにより、PVが大量導入され、一部の既存電源が停止した状況が系統の適正電圧維持へ与える影響を評価しました。その結果、2次系統の電圧維持に与える影響が、地点により異なり得ることを明らかとしました。既存電源の停止に伴って、その近傍の地点では無効電力を調整する能力が低下するため、電圧調整機器の動作により電圧を調整する必要性が高まり、当該機器の負担が増加することを指摘しました（図2）。

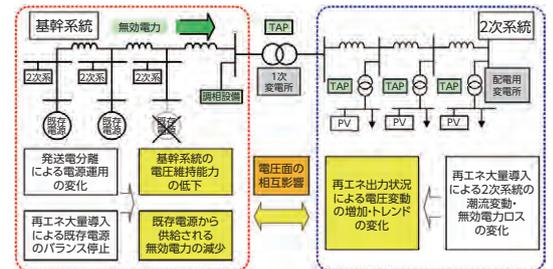


図1 発送電分離後の系統における平常時の電圧維持の課題  
基幹系統と2次系統は、1次変電所を介して連系されています。発送電分離による基幹系統の既存電源の運用変化・停止により、無効電力供給が減少し、電圧維持能力の低下が想定されます。また、再エネの出力状況により電圧変動の増加も想定され、電圧面の相互影響を考慮する必要があります。

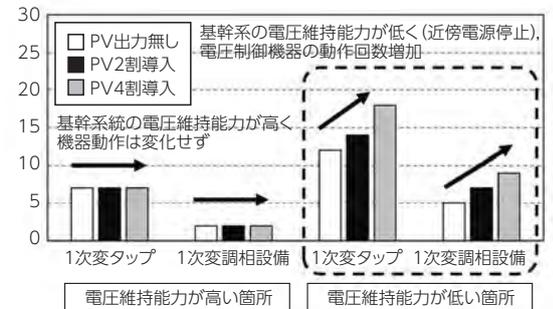


図2 既存電源の停止に伴う電圧調整機器の動作回数の変化  
PVの将来導入量を想定した夏期の電圧シミュレーションにおける2地点の電圧調整機器の日間動作回数を示しています。既存電源の停止に伴い、基幹系統の電圧維持能力が低下する箇所では電圧調整機器への負担が増加します。



小関 英雄 (こせき ひでお)  
システム技術研究所 電力システム領域

## 成果の活用先・事例

電力システム改革と再エネ大量導入の進展への対策として、本成果を基に電圧制御システムを開発することにより、将来の状況においても適正電圧を効果的に維持することが期待できます。また、発電事業者と系統運用者が協調して適正電圧を維持する仕組みの設計の一助となり得ます。

参考 小関ほか、電力中央研究所研究報告 R15019 (2016)



電力流通

## 変圧器巻線の構造異常を考慮した故障確率評価手法を提案

● 経年変圧器の合理的な改修・更新計画の立案に貢献

### 背景

高度経済成長期などに大量導入された電力流通設備の高経年化が進展しつつあります。このため、供給信頼度を維持しながら高経年設備を適切に運用し、合理的に改修・更新を進めることが重要な課題となっています。合理的な改修・更新を進めるには、設備の寿命を故障確率として評価することが有効と考えられます。油入変圧器については、運用中に発生する短絡事故等により変圧器内部に発生する電磁機械力によって、巻線の構造異常<sup>※1</sup>が発生し、変圧器の寿命を決める大きな要因となる可能性があります。加えて、経年とともに油浸絶縁紙などの絶縁物の熱劣化が進行するため、締付力の低下による巻線の構造異常の増加が懸念されます。このため当所では、絶縁物の熱劣化診断手法や巻線の位置ずれなどを検出する異常診断技術の開発を進めてきました。

※1:ここでは、スペーサの脱落による巻線ずれ等、巻線の物理的な配置、サイズが変化するような巻線異常を構造異常と呼んでいます。

### 成果の概要

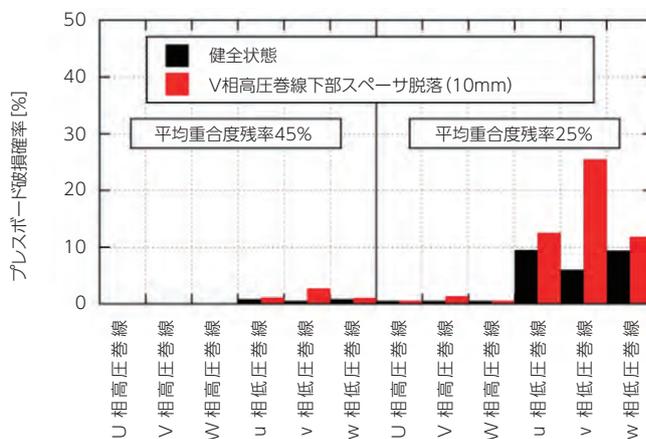
#### ◇変圧器の劣化・異常診断技術の開発

変圧器の運用中の負荷履歴から、巻線等の温度(温度履歴)を計算し、絶縁物が受ける熱ストレスを評価することで、その劣化度を推定する手法を開発しました。これにより、絶縁物の熱劣化による機械強度の評価が可能となりました。また、巻線の構造異常については、**周波数応答解析(FRA)**により、異常の有無を判定する手法を開発しました。

#### ◇巻線の構造異常を考慮した変圧器故障確率評価手法の構築

絶縁物の熱劣化による機械強度の低下と、巻線の構造異常による電磁機械力の変化<sup>※2</sup>を考慮した、変圧器故障確率評価手法を構築しました。60kV級変圧器モデルを例に、本手法を用いて、変圧器巻線が健全状態と構造異常がある状態での故障確率を評価しました。健全状態でも熱劣化が進行している場合には故障確率が高くなり、構造異常がある場合には、故障確率がさらに増大する可能性があることがわかりました。これにより、前項で開発した劣化・異常診断技術を用いることで、変圧器の寿命を故障確率として定量的に評価できることを明らかにしました(図)。

※2:構造異常の定量的な評価については、FRAによる診断技術の高精度化により実現可能と考えています。



変圧器故障確率:2次端子直近短絡が発生し、変圧器の短絡インピーダンスのみで決まる短絡電流が流入した際のスペーサ(プレスボード)破損確率としました。ここでは、外部短絡の発生確率は考慮していません。絶縁紙やプレスボードの平均重合度:劣化度を表す指標として用いられます。初期値に対する残率は、絶縁紙とプレスボードで強い相関があります。日本電機工業会規格JEM-1463では、絶縁紙の平均重合度450(初期値を1000とした時の残率45%)を寿命レベル、250(初期値を1000とした時の残率25%)を危険レベルとしています。

変圧器巻線に構造異常がある状態での変圧器故障確率(プレスボード破損率)の評価結果例

#### 周波数応答解析(FRA)

変圧器に対する電気的信号の入出力の比(例えば電圧比)を数十Hzから数MHzまで測定して伝達関数とし、変圧器健全時に測定しておいた過去データと比較して巻線異常を診断する手法。



宮崎 悟(みやざき さとる) / 水谷 嘉伸(みづたに よしのぶ)  
電力技術研究所 高電圧・絶縁領域

主要な研究成果

電力流通



FRAによる変圧器巻線異常診断の様子

## 成果の活用先・事例

実際に使用されている変圧器への適用に向けては、絶縁物の熱劣化評価や巻線の構造異常量評価の精度向上が不可欠となりますが、本手法により、経年変圧器の寿命を故障確率に基づいて評価することが可能となり、合理的な変圧器の改修・更新計画の立案が期待されます。

参考 宮崎ほか、電力中央研究所研究報告 H15002 (2016)  
水谷ほか、電力中央研究所研究報告 H11026 (2012)  
宮崎ほか、電力中央研究所研究報告 H14010 (2015)



電力流通

## スマートメータの雷による故障要因を把握し対策手法を提案

- スマートメータの効果的な雷害対策により雷被害の低減に貢献

雷サージ

雷によって電力線や通信ケーブルなどに瞬間的に高い電圧(過電圧)が発生し、大きな電流(過電流)が流れる現象。

雷インパルス

高電圧試験装置により、雷サージを模擬して発生させた電圧・電流。規格で定められた標準波形が耐電圧試験などで使用される。

### 背景

近年、配電系統においてスマートメータの導入が進められていますが、スマートメータは電力量の計量に加え、通信機能や開閉機能等が付加されており、これまでの電力量計以上に信頼性の確保が求められています。一方で、スマートメータは従来の電子式電力量計と同様、内部には低電圧で動作する電子回路が使用されており、**雷サージ**等の外乱に対する脆弱性が懸念されています。このため、スマートメータの雷による故障要因を把握し、適切な設計・対策を行うことが重要な課題となっています。

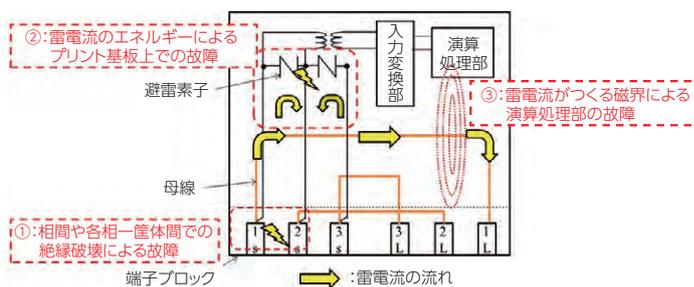
### 成果の概要

#### ◇雷による故障要因の把握と対策手法の提案

**雷インパルス**電流(最大波高値18.7 kA)による耐雷性能評価試験から、電子式電力量計の故障要因は、①主回路-筐体間等での絶縁破壊、②雷電流のエネルギーによるプリント基板上の配線の溶断、③主回路を流れる雷電流が作る磁界による演算処理部の破壊、の3つに大別できることを明らかにしました。①および②については、避雷素子の配置変更等が効果的な対策であることを示しました。③については、電子式電力量計内部での演算処理部の配置変更やシールドにより、演算処理部への磁界を低減することが効果的であることを明らかにしました(図)。

#### ◇スマートメータの雷による故障発生率推定手法の構築

配電線へ雷が直撃した際にスマートメータに発生する雷電流の解析と上記の耐雷性能評価試験により故障発生率の閾値を算定し、前項③に起因する故障発生率の推定手法を構築しました。雷による故障発生率評価を行うことにより、スマートメータに求められる耐雷性能の明確化や、配電線で実施する対策の効果の検証が可能となりました。



演算処理部等の電子回路を取り外した内部

外観

- 【スマートメータの雷被害低減に向けた対策】
- ①②: 避雷素子の配置変更によるプリント基板上での配線溶断防止
  - ③: 演算処理部の配置変更/シールドによる演算処理部への磁界低減

スマートメータの雷故障要因とその対策



石本 和之(いしもと かずゆき)  
電力技術研究所 雷・電磁環境領域

**雷インパルス発生装置** 機器の耐電圧性能等を検証するために、雷インパルス電圧あるいは電流を発生・印加する装置です。本研究では、同一機能を有し、配電系統の実規模試験が可能な当所塩原実験場に設置の12MVインパルス発生装置(下写真)を使用しました。



12MVインパルス発生装置(塩原実験場)

## 成果の活用先・事例

本成果の活用により、新規にスマートメータを設計する際の雷に対する最適設計が図られることが期待されます。また、配電線の設備形態に応じたスマートメータの故障発生率の推定と対策の効果の検証が可能となります。これらにより、スマートメータの雷被害の低減が期待されます。

参考 石本ほか、電力中央研究所研究報告 H14009 (2015)  
石本ほか、電力中央研究所研究報告 H15003 (2016)



電力流通

送電用鉄塔の巨大地震に対する耐震性評価技術を構築

● 巨大地震に対する評価と効果的な対策の実現に寄与

高レベル地震動  
(レベル2地震動)

供用期間中に極めて稀に発生する地震動。原則として著しい(長期的かつ広範囲な)供給支障を生じさせないことが要求される。

設計地震動  
(レベル1地震動)

供用期間中に1~2度程度発生する確率を有する地震動。原則としてそれが作用しても構造物が損傷しないことが要求される。

背景

東北地方太平洋沖地震を契機に、高レベル地震動に対する送電設備の耐震性評価や対策が重要な課題となっています。高レベル地震動に対しては、著しい供給支障は生じないことを確認するため、構造物の損傷度を詳細に評価することが必要となります。さらに、電気学会電気規格調査会(JEC)規格「送電用支持物設計標準(JEC-127)」では、設計標準に新たに地震荷重を設定するための改訂作業が進んでおり、設計地震動に対する実務的な耐震設計法の確立が急務となっています。このため当所では、構造が複雑で巨大な送電鉄塔の耐震性評価に向け、高度な地震応答解析技術の開発に取り組んでいます。

成果の概要

◇送電用鉄塔の地震応答観測

実鉄塔(福島県いわき市)の地震応答観測を継続的に実施し(2015年度終了)、東北地方太平洋沖地震に対する地震波形とそれに伴う送電用鉄塔の複数箇所の応答波形を同時観測しました。高レベル地震動に対する同時観測は国内初です。

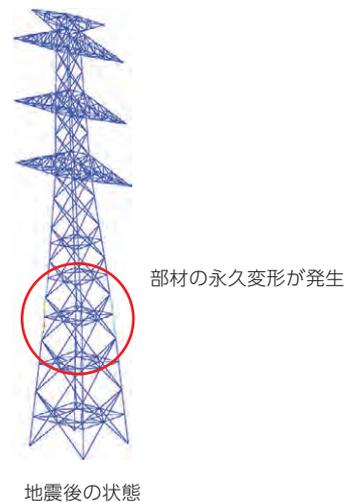
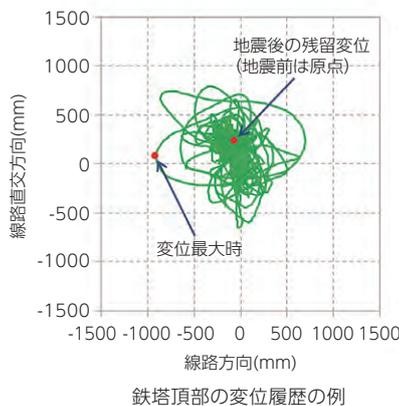
◇高レベル地震動に対する耐震性評価

鉄塔の縮小骨組模型の耐荷力実験や、ボルト接合部すべりの要素実験を実施し、地震応答解析に最適な送電用鉄塔のモデル化方法を構築しました。さらに、塑性域での動的挙動を評価する弾塑性解析・評価法を開発し、前項の地震応答観測結果を用いて非線形の地震応答解析法の妥当性を検証しました。これにより、高レベル地震動に対する耐震性評価が可能となりました(図)。

◇設計地震動に対する耐震設計評価

設計地震動に対する弾性評価に用いる解析法を構築し、鉄塔・架渉線連成系モード解析プログラムを整備することで、実務的な耐震設計が可能となりました。

275kV耐張型鉄塔を対象に南海トラフ巨大地震を想定した地震応答解析を実施したところ、一部損傷が発生し、残留変位が生じるものの、機能は維持することを確認しました。



南海トラフ巨大地震を想定した地震応答解析結果例



佐藤 雄亮(さとう ゆうすけ) / 石川 智巳(いしかわ ともみ)  
地球工学研究所 構造工学領域

耐力実験後の鉄塔の縮小骨組模型 鉄塔模型の脚の一部が変形しています。

主要な研究成果

電力流通



鉄塔の縮小骨組模型の耐力実験  
送電用鉄塔の崩壊挙動を把握するため、約80mの高さの鉄塔の一部を7分の1に縮小した試験体を作成し、最大で2000kNまでの載荷が可能な静的加力試験設備を用いて、地震荷重に代表される交番荷重に対する耐力性能を明らかにしました。

## 成果の活用先・事例

高レベル地震動に対する送電用鉄塔の耐震性能評価技術の活用により、南海トラフ巨大地震など、将来の巨大地震発生に対する送電設備の耐震性評価が可能となり、効果的な対策の実現が期待されます。設計地震動に対する耐震設計評価は、JEC規格の改訂に向けた地震荷重の規定に活用される予定です。

参考 佐藤ほか、平成26年度土木学会全国大会 第69回年次学術講演会(2014)  
Sato et al., 15th World Conference on Earthquake Engineering (2012)



電力流通

## 電気事業に対するサイバーテロへの対応能力を強化

### ● サイバーテロ対応訓練を通じたインシデント対応能力の獲得・向上

#### インシデント対応

情報管理やシステム運用に関する情報セキュリティ上望ましくない事象(インシデント)が発生したことにより被った被害を最小化するための事後対応。

#### 背景

サイバー攻撃の高度化により、ICTシステムへの侵入を完全に防ぐことは不可能になっています。そのため、重要インフラ分野に属する電気事業では、サイバー攻撃に対する予防対策を施すだけでなく、攻撃による侵入についても対策することが必要です。攻撃の侵入を許した場合の対応には、早期発見だけでなく、迅速な**インシデント対応**を可能とする体制整備とインシデント対応能力を身につけることが重要です。そのためには、サイバーテロ対応訓練による教育・演習が有効です。

#### 成果の概要

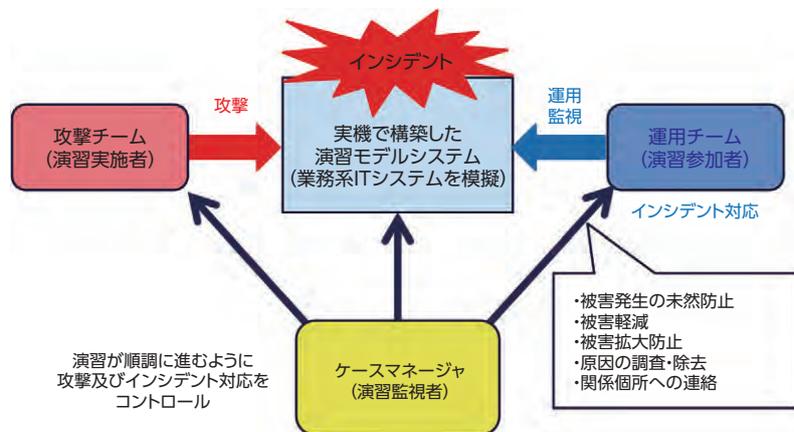
##### ◇最新のサイバー攻撃に対応できる訓練の提供

電気事業のサイバーセキュリティの確保のため、ICTなどの関連技術の調査・研究で得た知見(最新の攻撃手法や対策配置)を活用し、電気事業に対して業務システムを対象としたサイバーテロ対応訓練を提供しています。サイバーテロ攻撃に対する対応訓練用システムを開発し、これを実機環境として利用しています。訓練用システムは、インターネット等から独立した専用システムであるため、通常は体験することが難しいサイバーテロ攻撃を制約なく模擬することができます。さらに、サイバーセキュリティ上の脅威進化は急速であるため、最新の攻撃手法の調査に基づく新たなシナリオを継続的に追加しています。

この訓練により、以下に示す効果を得ることができます(図)。

- ・実際と同等の攻撃の経験により、セキュリティの必要性を再認識
- ・最新の脅威に対応した訓練を通じて、セキュリティ上の脅威の最新動向に関する知見を獲得
- ・攻撃により状況が変化していく過程を体験することにより、インシデント対応能力を獲得・向上

最新の攻撃手法に対する、訓練での対応状況を分析することにより、電気事業のICTシステム運用者に適した対策や電気事業向けリスクアセスメント手法の開発に反映し、その開発結果を訓練にフィードバックしています。また、訓練を通じて現場での侵入検知や対策配置を支援する手法への具体的なニーズを把握し、対策評価や模擬システム設計への反映を行っています。



訓練の概要

訓練では、攻撃チーム、運用チーム、ケースマネージャの3チームが訓練用システムを用いることにより、運用チームにインシデント対応を演習させることができます。



主要な研究成果

電力流通



インシデント対応する様子

### 成果の活用先・事例

本訓練は、他の業界に先駆けて、2004年から実施し、2015年度までに延べ860名(90名弱/年)の参加者があり、電力会社、関係会社のサイバーセキュリティに関わる人材の育成に活用されています。



需要家  
サービス

## 需要家の特性を考慮できる地域単位の消費電力推定手法を開発

● 1,000世帯規模の住宅群を対象として用途別・時刻別に需要を推定

電力需給マネジメント手法  
需要家内に設置された蓄  
エネ機器等の需要家設備  
と配電設備の協調により  
電力品質を維持するた  
めの制御手法。

### 背景

電力小売の全面自由化により、供給側ではより一層のコスト削減に向けて需要家全体の負荷平準化が必要です。また、今後、家庭への太陽光発電(PV)・蓄電池等の導入により、需要が複雑に変化する状況が想定されます。このような状況において、需要家全体の負荷平準化を図りつつ、個々の需要家の快適性等の便益を維持・向上させるためには、配電線を共有する地域内を対象とした、配電設備と需要家設備が協調できる新しい電力需給マネジメント手法が有効と考えられます。そのためには、地域差や需要家種別の差を考慮し、地域内で時刻別・用途別需要を推定することが必要となります。

### 成果の概要

#### ◇1,000世帯規模の住宅群を対象とする消費電力推定手法を開発

需要家の多様性を考慮しつつ地域単位での住宅群を対象とした消費電力を、照明等の用途かつ0.1時間単位の時刻別で推定するための手法を開発しました。本手法は、地域に含まれる住宅の種別(戸建・集合、延床面積)とその種別毎の情報(世帯数、家族構成)を入力として、世帯員の生活パターン(起床・就寝等)及び機器(冷蔵庫等)の消費電力の統計データや、当所が開発した空調用途の消費電力計算ソフトウェアの結果を活用し、各世帯の用途別・時刻別消費電力を計算することで、地域内の住宅群全体での用途別・時刻別の消費電力を推定することができます。東京都郊外にある市における小地域(戸建住宅地域・集合住宅地域)を対象として、本手法を適用した結果、地域毎の住宅種別に応じて朝・夕方の消費電力の変化(図1)を推定でき、かつ、その用途別の推定(図2)は文献値と同様のオーダーの精度を得ることを確認できました。

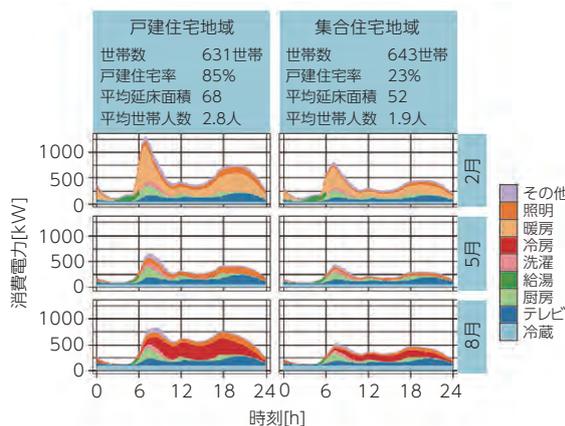


図1 ある地域を対象とした季節別・用途別の消費電力量推定結果

特徴の異なる2つの地域を対象とした、季節別の月平均の日消費電力の推定結果の例を示しています。時刻別消費電力を推定でき、住宅における朝と夕方の消費電力増加を表現できていることが確認できます。

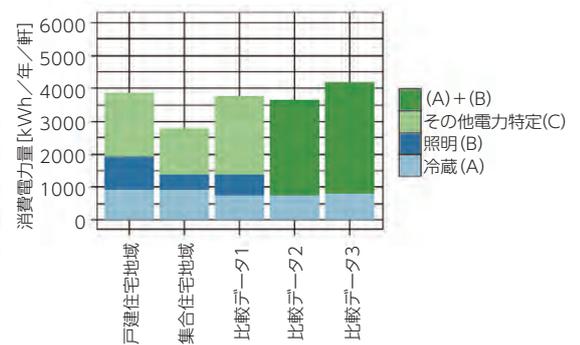


図2 用途別の年間消費電力量の推定値と文献値の比較

冷蔵庫、照明、その他電力特定分を対象とした、世帯あたりの年間消費電力を示します。開発した手法を用いた推定値が、文献から得た実データ(総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会(比較データ1)、大阪大学辻らによる実測(第1部)(比較データ2)、同(第2部)(比較データ3))と同様のオーダーを示していることがわかります。



安岡 絢子(やすおか あやこ) / 上野 剛(うえの つよし)  
次世代電力需給マネジメント特別研究チーム



需要家実験設備(赤城地区)

## 成果の活用先・事例

太陽光発電や蓄電池が一般家庭へ普及した地域を対象として、本手法を用いることにより、数百～千世帯規模の地域内の住宅用電力消費を推定し、その地域にエネルギー効率最大化と経済性の両立を達成できる、配電部門における需給協調による合理的な設備の運用に活用することが期待できます。

参考 上野ほか、電力中央研究所研究報告 R15006 (2016)  
安岡ほか、電力中央研究所研究報告 R14010 (2015)



需要家  
サービス

## スマートメータデータを活用するための要素技術を開発

● 100Wh単位で記録されたデータから実需要を想定

### Aルート

スマートメータの自動検針値を電力会社に送る通信ルート。Aルートでは、30分毎の需要データが100Wh単位に切り捨てられて送付される。切り捨てられた端数は30分後に繰り越される。一方、家庭内での通信ルートはBルートと呼ばれる。

### 背景

近年、一般家庭へのスマートメータの設置が進んでいます。スマートメータで計測した電力需要データ（スマートメータデータ）は、Aルートによって30分毎に収集・記録され、電力会社のお客さまへのサービス向上に活用されようとしています。しかし、スマートメータデータは100Wh単位で収集されるため、電力需要の変化のきめ細やかな分析ができず、需要家へのサービス向上に向けた活用への制約が懸念されます。この制約を解消するため、当所では、スマートメータデータを精度良く活用するための要素技術の開発に取り組んでいます。

### 成果の概要

#### ◇スマートメータデータから実需要を推定する手法を開発

スマートメータデータのみに基づいて、実際の需要（実需用）をより精度良く推定する技術を開発しました。スマートメータデータは100Wh単位で収集されるため、例えば、電気をほとんど使っていない場合の計測値は、0Whが継続して記録・収集されますが、累計の使用量が100Whに達した時点で100Whが記録・収集され、散発的に需要が生じたように見えます。このように、スマートメータデータは実需要とは異なる変動が発生します（図1）。そこで、需要の大きな変化が発生する頻度は少ないという仮定に基づいて、スマートメータデータから実需要を推定する手法を開発しました。開発した手法では、需要の累積値の変化を曲線で近似することにより、データの精度を向上させます。公開データ（スイスの5世帯において6カ月間計測されたデータ）へ開発した手法を適用し、1Wh単位の実需要と比較することにより、データの精度向上の効果を評価しました。その結果、実需要が少ない（平均が200Wh以下）の3世帯では、開発手法を用いた場合、スマートメータデータを直接利用する場合より、実需要との誤差（絶対値平均）を2割～6割程度低減させることができ、より実需要に近似できるという結果を得ました。この手法により、家電などの動作状態をより正確に把握できるようになります。

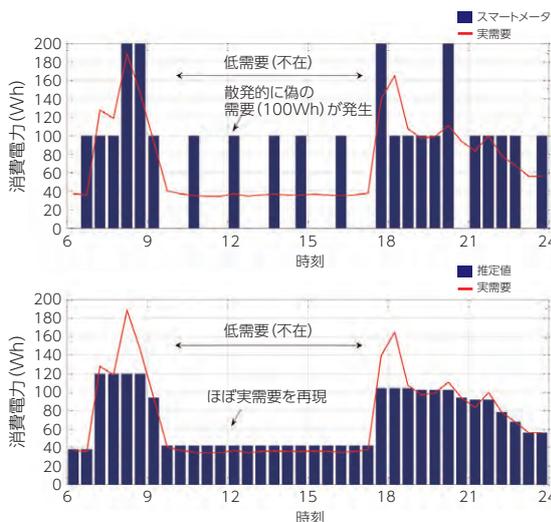


図1 スマートメータデータの例

スマートメータデータは100Wh単位で計測され、端数は30分後に繰り越されます。累積需要が100Whに達するまで0Whとして計測されるため、実需要とは異なる変動が発生します。

世帯	実需要の平均 [Wh]	実需要との誤差 (絶対値平均) [Wh]	
		スマートメータデータ	推定需要データ
No.1	107	43	17
No.2	142	41	27
No.3	177	36	28
No.4	408	33	36
No.5	436	33	35

図2 スマートメータデータと推定需要データ

平均需要が比較的小さい世帯（No.1～3）では、開発手法による推定需要と実需要との誤差は、スマートメータデータと実需要との誤差より、大きく減少します。ただし、平均需要の大きい世帯（No.4,5）での誤差はあまり変化しません。



篠原 靖志 (しのはら やすし) / 服部 俊一 (はっとり しゅんいち)  
次世代電力需給マネジメント特別研究チーム

主要な研究成果

需要家サービス

## 成果の活用先・事例

開発手法により、より実際に近い需要を把握できるため、AIやビックデータ解析技術と併用することにより、高齢者の見守りサービスや、省エネアドバイスなどのスマートメータデータを活用した質の高い需要家への新たなサービスへの活用が期待されます。

参考 服部・篠原、電力中央研究所研究報告 R15004 (2016)



## 発電所の新たな環境影響評価手法を開発

● 効率的な環境アセスメントの実現に向けて

環境

### 温・冷排水

温排水は、発電所の復水器の冷却水として使用され温められた後に放水される海水。一方、冷排水はLNG火力において、LNG気化時に冷やされた後に放水される海水。

### 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。

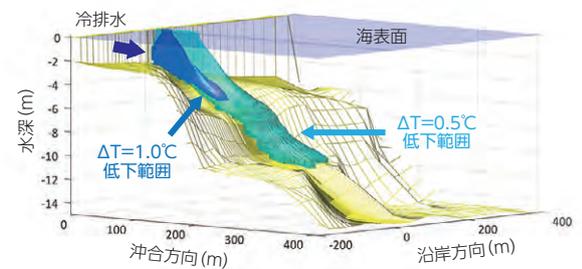
### 背景

近年、大都市域の沿岸部では、既設発電所に隣接して新規の発電所が計画されるなど、立地条件が複雑化する傾向にあります。当所では、環境の保全に配慮した発電所等の建設に向けて、こうした複雑な条件下においても、**温・冷排水**の海域拡散を精度良く予測評価する手法の開発を行っています。また導入拡大が進む再生可能エネルギー分野でも、開発リードタイム短縮のため、地熱発電や風力発電に係る**環境アセスメント**の簡素化・迅速化を目指した研究開発を実施しています。

### 成果の概要

#### ◇冷排水拡散予測のための3次元モデルを開発

冷排水は周囲水より密度が大きく、海底に沈みこみながら拡散します。そのため、海底地形など3次元の影響を考慮した数値モデルを開発しました。水理模型実験に代わる数値計算による高精度な冷排水拡散予測により、効率的な予測評価が可能となります。



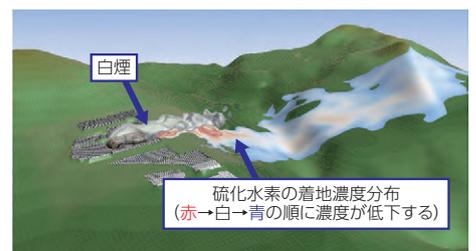
3次元拡散予測モデルの解析例

#### ◇再生可能エネルギーに係る環境アセスメントを効率化するための影響予測手法を開発

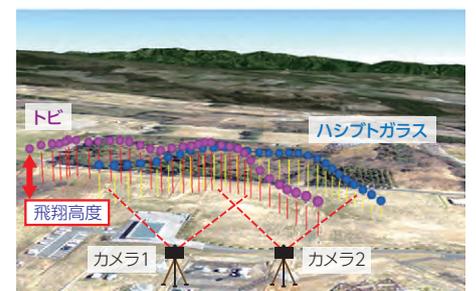
地熱発電所の冷却塔から排出される硫化水素の大気拡散予測には風洞実験が必須であるため、多大な費用と時間が必要となります。この問題を解決するため、環境省の「リプレイスアセスの合理化ガイドライン」にも対応可能なパソコン版簡易ツールと、風洞実験とほぼ同等の精度で予測可能な3次元詳細数値モデルを開発しました。従来の風洞実験を代替することで、より効率的なアセスメントが可能となります。

※新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) との共同研究として実施。

風力発電建設に伴う鳥類を対象としたアセスメントおよび事後モニタリングでは、風車のブレードへの鳥類の衝突や風車近傍での回避行動に関わる定量的なデータが求められます。このため、市販カメラ2台により長時間撮影した映像から、鳥類の飛翔を漏れなく効率的に検出し、飛翔軌跡を定量化(3次元座標化)するシステムを開発しました。風力アセスに関わる鳥類調査の効率化に貢献します。



硫化水素拡散予測モデルで計算された白煙と地方濃度分布の解析例



可搬型鳥類観測システム



竹内 亨(たけうち とおる) / 小野 浩己(おの ひろき) / 新井田 靖郎(にいだ やすお)  
環境科学研究所 生物環境領域 / 大気・海洋環境領域 / 水域環境領域

大規模並列計算機 冷・温排水の海域拡散や硫化水素等の大気拡散予測に活用します。当該分野以外でも様々な分野で活用され、多くの成果を創出しています。

## 成果の活用先・事例

LNG火力アクセスにおける冷排水拡散予測評価において、水理模型実験を数値計算手法で代替することにより、コストの削減と期間の短縮が期待できます。

地熱アクセスにおける硫化水素の拡散予測を数値モデルで行うことにより、評価に要する期間・コストをいずれも従来の風洞実験に比べて1/2以下に低減することが可能です。2016年度中には新設予定の地熱発電所の環境アクセスへの適用が見込まれます。

風力アクセスやモニタリングにおける鳥類調査への適用を早期に可能とするため、風力事業者の協力を得て、稼働中の風力地点での実証試験を行うことで有効性の検証を進めています。

参考 Ono et al., The 13th International Conference on the Atmospheric Sciences and Application to Air Quality (2015)  
電中研TOPICS Vol.16 (2014)



事業経営

## 小売全面自由化後の公正な競争市場の実現へ向けて提言

● 規制料金、セット販売等の独占禁止法上の課題を踏まえた公正な制度設計を提唱

### 背景

今般の小売全面自由化により、小売電気事業者が創意工夫を発揮した多様な料金プランの提供が可能となり、競争の進展が期待されます。その一方、経過措置としての規制料金の存続や、独占禁止法による過剰規制などにより、競争の進展が阻害されるおそれもあります。

本研究では、小売全面自由化に際して市場の競争が進展するよう、先行する海外事例等を参考に、公正な制度設計について提言を行います。

### 成果の概要

規制料金の撤廃判断とセット販売等の独占禁止法上の課題について重点的に検討した結果、主に以下の点について提言を行いました。

#### ◇事業者の料金設定や需要家の選択行動を考慮した競争評価のあり方

市場シェアや電気料金の推移だけでは、競争の進展や規制撤廃を判断することは難しく、欧州では、事業者や需要家の行動についても多様な指標が提案されていることを指摘しました。(表)

表 欧州において競争進展の判断に利用される指標の例

日本で提案された指標	欧州における指標	日欧の比較、留意点
新規事業者シェア、既存事業者間相互参入、自由料金シェア	市場シェア、市場集中度指標 (HHI: Herfindahl-Hirschman Index、CR3: 上位3社の市場シェア合計値、など)、規制料金を利用する需要家割合	欧州では、既存事業者が複数の場合、新規事業者を区別する例は少ない。
電気料金の推移	電気料金の平均水準、内訳 卸電力価格と小売電気料金の連動性や小売マージン	規制料金存続下での評価が適切かは注意すべき。
需要家の自由化に対する認知度	事業者行動: 料金の分布や種類など 需要家行動: 自由化や配電事業者の役割の認知、エネルギー市場への信頼度、料金比較サイトの状況、小売電気事業者変更率、契約中の事業者との再交渉、小売電気事業者変更検討行動など	需要家の価格感度を検証する材料となる。市場シェアや電気料金の要因分析、改善措置の検討にとっても重要。ただし、適切な指標を選別する必要。
スマートメータの普及状況	(これまではあまり考慮されず)	欧州では、メータ導入自体よりも、それを活用した付加価値サービスやデマンドレスポンス等のイノベーションを評価する動き。

#### ◇規制料金の弊害を考慮した規制撤廃判断

規制料金の撤廃を判断する際には、競争状況の評価に加え、規制料金をもたらす弊害についても考慮する必要があります。特にわが国では、規制料金に用いられる**三段階料金**に起因する弊害にも注意が必要です。三段階料金は電力多消費世帯がより高い料金を負担することで成立していますが、規制料金に三段階料金が残ったまま自由料金への移行が進めば、既存電力会社の収支が悪化し、競争条件が不利になる可能性があること等を指摘しました。

#### ◇独占禁止法による過剰規制のリスク低減

小売全面自由化後のセット販売割引に対する独占禁止法適用のあり方を示すため、対応する米国反トラスト法(独占禁止法)の議論を調査しました。その結果、セット販売割引の違法性を不当廉売と同様に判断するとして**電力適正取引ガイドライン**は過剰規制のおそれがあるので、価格競争を萎縮させないよう、規制は悪影響が明白な場合に限定すべきであることを示しました。

#### 三段階料金

電力使用量が少ない場合に単価が低く、標準的な使用量で平均的な単価、使用量が多い場合に単価が高くなる料金。家庭向けの規制料金に適用されている。

#### 電力適正取引ガイドライン

正式名称は「適正な電力取引についての指針」。電力市場を競争的に機能させていく上での電力取引の指針を示したものの。



佐藤 佳邦(さとう よしくに)／後藤 久典(ごとう ひさのり)  
社会経済研究所 事業制度・経済分析領域

## 成果の活用先・事例

電力取引監視等委員会と公正取引委員会の二重規制問題、セット販売割引や長期契約割引における独占禁止法上の課題を指摘(電気新聞解説記事、学協会での研究報告等)しました。また、規制料金の存続が、競争進展を妨げる可能性があることを示すとともに、自由化に関する消費者向け講演、メディア対応等を実施しました。

参考 後藤、電力中央研究所研究報告 Y15019 (2016)  
佐藤、電力中央研究所研究報告 Y15015 (2016)



事業経営

## 太陽光発電の大量導入により生じる課題に対応した制度設計を提言

● 再エネ大量導入時における課題を評価し対応策を検討

### 背景

欧州では、FIT(再生可能エネルギーの固定価格買取制度)等により太陽光発電(PV)が大量導入されたことで、卸電力価格が低下し、安定供給確保に必要な需給調整用電源の経済性を劣後させるミッシングマネー問題が発生しています。また、自家消費型PVの大量導入が系統電力需要の減少を招き、そのことによる電気料金単価の上昇が、更なる系統電力需要の減少を引き起こすという悪循環が懸念されています。当所では、再生エネルギー大量導入時における課題について、先行する海外の事例を調査・分析し、わが国への示唆をとりまとめていきます。

### 成果の概要

PV大量導入等による、火力設備への影響を定量的に評価し、また配電設備費用への影響とその対策について検討しました。

#### ◇ミッシングマネー問題の定量的評価

当所が開発した需給運用シミュレーターを用いて、長期エネルギー需給見通し(2030年)が実現した場合の火力発電の収支を試算しました。2014年と比較するとその収支は年間約8兆円悪化し(図1)、2030年時点では、安定供給に必要な火力設備の18%は、電力販売収入で資本費・運転維持費・燃料費を確保できない可能性があることを示しました。これらの結果については、電力システム改革後の制度設計に活用していきます。

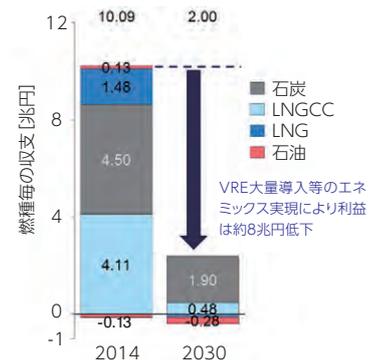


図1 火力発電設備の収支の変化

#### ◇PV設置の有無による需要家間の配電設備費用負担の公平性に関する定性的評価

欧米では、PV設置の有無により需要家間で生じる配電設備の費用負担の不公平を是正するため、料金設計の変更措置等が議論されていることから、それらの情報収集・分析を行い、電力各社に情報提供しました。(表1)

表1 不公平を是正するための料金制の例

料金制	料金制の概要	料金制導入によるメリット	料金制導入に際し注意すべき点
従量料金制	配電網を通じて引き出す電力量に比例した料金制	より多くの電力量を、配電網を通じて引き出す需要家が、設備の維持費用をより多く負担	配電網からの離脱が増えれば、費用の回収漏れが生じるリスクが増加
容量料金制	配電網を通じて引き出す最大電力量を反映した料金制	利用電力量に関係なく、設備容量に反映した費用回収が可能となり、回収漏れのリスクが低減	系統需要の最大需要発生時刻と各需要家の最大需要発生時刻を考慮した費用配分が必要
固定料金制	配電網を通じて引き出す需要家に固定的に課金	系統に接続する需要家から一律に回収することが可能となり、回収漏れのリスクが低減	従量料金制と組み合わせたときに過大な費用回収が生じない設計が必要
時間帯別料金制	配電網の需給状況に反映した従量料金制	短期的には、値上げとなる時間帯があり、回収漏れの低減。長期的には、設備費用抑制効果を期待	価格に反応できる需要家がいないと設備費用抑制効果がない

#### 容量メカニズム

電気の供給力(kW)を維持している価値(kW価値)のみを評価して何らかの対価が支払われる仕組み。



朝野 賢司(あさの けんじ)  
社会経済研究所 エネルギーシステム分析領域

## 成果の活用先・事例

ミッシングマネー問題について精緻に定量的評価を行いました。今後、安定供給上必要な設備容量を求め、**容量メカニズム**等の制度設計の選択肢について評価し提案します。

欧米におけるPV設置有無による需要家間の配電設備の費用負担の不公平是正措置に関する議論については、電力各社に情報を提供しました。今後、再生可能エネルギーの大量導入による、将来の不確実性を考慮した配電増強プランなど、配電設備計画の中長期的課題への対応策について評価し提案します。

参考 朝野ほか、電力中央研究所研究報告 Y15022 (2016)  
古澤ほか、電力中央研究所研究報告 Y15024 (2016)

### 3. 組織運営

研究機関としての将来の発展を目指し、2研究拠点の整備を進めるとともに、持続可能な事業運営体制の構築に向け固定的経費の削減も進めました。

#### ■ 研究拠点整備

・分野間連携の強化などを主眼として研究環境を整備するとともに、固定的管理経費を削減することを目的として、「エネルギー産業技術研究の拠点」としての横須賀地区と、「自然・環境科学研究の拠点」としての我孫子地区の2拠点への集約を進めています。2015年度は、狛江地区から横須賀地区への研究員・設備の集約に向けて、新研究棟(2016年7月竣工予定)や材料分析棟(2017年5月竣工予定)の建設を進めるとともに、研究員の居室や設備移設先の整理・確保などの受入れ準備を進めました。

・2015年度期首には、研究の2拠点化に合わせた業務合理化のため、事務・管理部門の移転・再編を実施しました。具体的には、狛江地区の知的財産センター・業務支援センターを本部に統合・整理した上で我孫子地区に移転しました。また、国等からの受託研究や様々なパートナーとのアライアンスの拡大に備え、我孫子・横須賀両研究拠点に研究契約と知的財産管理・活用に係る担当部署を配置し、研究現場における支援を強化しました。さらに、委託購買等の契約部門を「調達センター」に改組し、適正性確保と更なる効率化に留意しつつ、より効果的に事業活動を支える調達業務への高度化を図りました。



研究拠点整備の状況

#### ■ 情報発信

・電気事業をはじめとするステークホルダーに、当所の事業活動を分かりやすくお伝えするため、「事業計画書」および「事業報告書」を「Annual Plan」および「Annual Report」へ刷新しました。さらに、プレスリリースや広報刊行物等を通じて、原子力安全、電力システム改革、地球温暖化対策など、社会的関心が高い話題をはじめとして、研究成果に基づく客観的な情報を幅広く発信しました。

・2015年5月に「研究成果報告会2015」を開催し、電力安定供給を基調テーマに、再生可能エネルギー大量導入時に電力需給システムの安定性を確保するための電力系統運用支援技術について多面的に紹介しました。9月には、「原子力リスク研究センターシンポジウム2015」を開催し、センターの活動状況を紹介するとともに、広範な分野のパネリストを招き原子力発電のリスクに関する関連な議論を展開していただき、今後の研究のさらなる展開につなげました。→ p.78「広報活動」参照



研究成果報告会2015



原子力リスク研究センターシンポジウム2015

## ■ コスト削減・業務合理化

・調達業務における競争発注の推進、案件の特性に応じた発注方法の工夫および仕様の精査などを定常的活動として継続した結果、委託・購買等の調達契約における契約金額ベースでの競争発注比率は35%程度となりました。また、間接部門における業務プロセスの見直しなどにより、研究・業務両面におけるコスト削減の一層の深掘りに努めました。併せて、事務・管理部門の人員減を進める中でマンパワーをコア業務に集中するため、IT管理や給与計算のビジネスプロセスアウトソーシングについて検討を開始しました。なお、当所の経常費用に占める管理費の割合は6%以下に抑えられています。

・給与についても、2014年度に引き続き同水準の削減措置を講じる一方で、優秀な人材を保持・獲得するため、能力・成果に応じた的確な処遇を行いました。

## ■ 人員

・2011年度期首時845名であった人員総数を2015年度末目途に800名程度で均衡させることを基本方針としていた人員計画は、2014年度末時点において前倒しで達成しました。持続可能な事業運営体制の構築に向けて、固定的経費としての人件費のさらなる圧縮を図るべく、2015年度期首の800名から2017年度末までに50名程度減少させるという計画へ見直し、出向受入者の削減や新規出向派遣などを実施しました。これにより、期末時点の人員数は778名となりました。



・研究員については、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を踏まえて策定する採用計画に基づき、継続的に新規採用を進めました。

・事務・管理部門については、引き続き人員減を進める一方で、移転・再編後の新しい体制の下、業務の合理化を一層進めるとともに、各人の適性や専門に応じた人員配置を行うことで、トータルマンパワーの維持に努めました。

## ■ 健全・厳正な業務運営

・一般財団法人への2014年度末移行完了の確認(2015年8月内閣府による)、リスクマネジメントの着実な実施、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。

・内部統制の基本方針など「業務の適正を確保するための体制」の運用状況、ならびに評議員会、理事会および役員等人事の状況は、p.85～p.87のとおりです。

## 事業報告の附属明細書

・2015年度事業報告に関し、一般社団法人及び一般財団法人に関する法律施行規則第64条において準用する同規則第34条第3項に規定する附属明細書に記載すべき事項が存在しないため、同附属明細書は作成いたしません。

## Ⅱ. 決算

### 1. 決算概要

経常収益は前年度とほぼ同程度である一方、経常費用は人件費、経費ともに前年度と比べ減少したため、当期経常減少額は前年度と比べ縮小しました。

#### 正味財産増減計算書

(単位:億円)

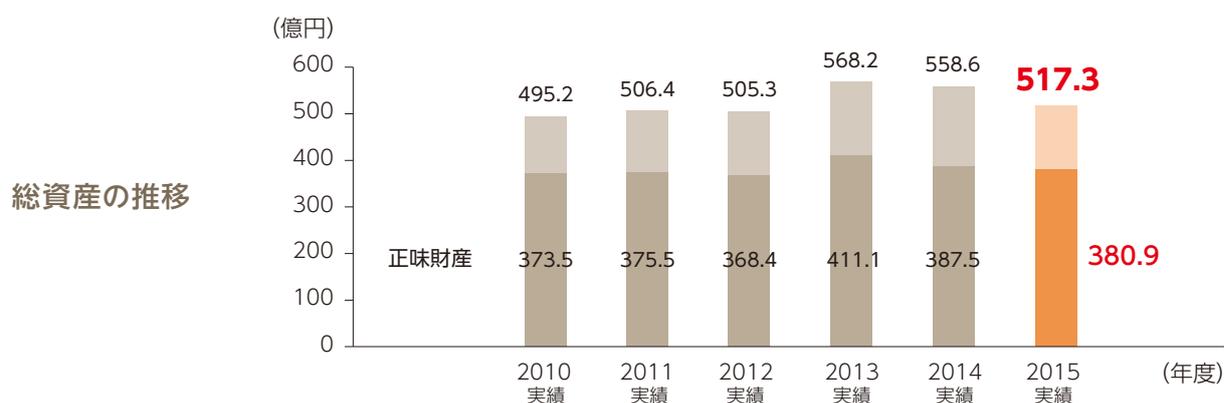
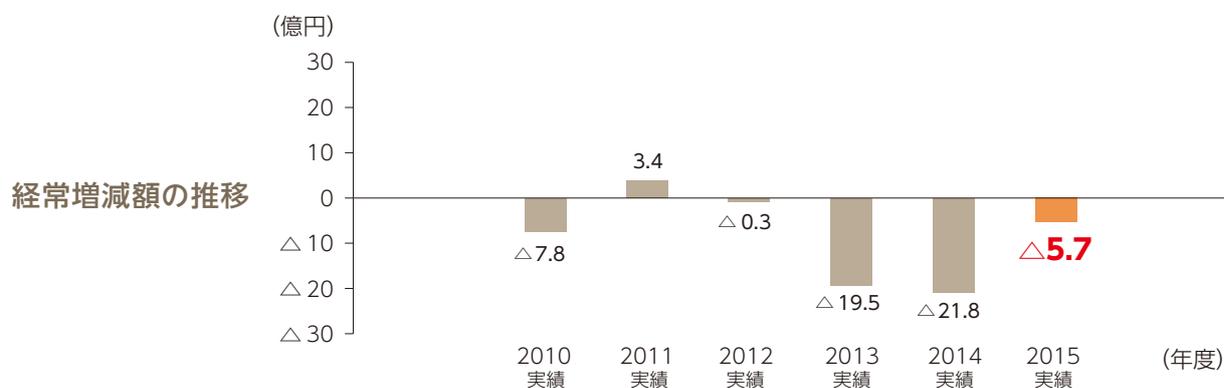
一般正味財産増減の部							
	2015年度	2014年度	差異		2015年度	2014年度	差異
経常費用	281.9	299.9	△ 18.0	経常収益	276.1	278.1	△ 1.9
人件費	94.6	100.3	△ 5.6	受取経常給付金	235.6	235.6	—
経費	187.2	199.6	△ 12.3	事業収益	37.3	39.3	△ 1.9
				その他収益	1.2	1.2	0.0
				指定正味財産からの振替額	1.9	1.9	0.0
				当期経常減少額	5.7	21.8	△ 16.0
				当期一般正味財産減少額	5.6	22.1	△ 16.5

指定正味財産増減の部							
	2015年度	2014年度	差異		2015年度	2014年度	差異
一般正味財産への振替額	1.9	2.1	△ 0.2	受取補助金等	1.0	0.7	0.2
				当期指定正味財産減少額	0.9	1.4	△ 0.5
				当期正味財産減少額	6.5	23.6	△ 17.0

#### 貸借対照表

(単位:億円)

資産の部				負債の部			
	2015年度	2014年度	差異		2015年度	2014年度	差異
流動資産	44.4	68.1	△ 23.6	流動負債	42.3	69.5	△ 27.1
固定資産	472.9	490.5	△ 17.5	固定負債	94.0	101.6	△ 7.5
資産合計	517.3	558.6	△ 41.2	負債合計	136.4	171.1	△ 34.7
				正味財産の部			
				指定正味財産	5.1	6.0	△ 0.9
				一般正味財産	375.8	381.4	△ 5.6
				正味財産合計	380.9	387.5	△ 6.5



## 2. 財務諸表

### 貸借対照表

2016年3月31日現在

(単位:円)

科目	当年度	前年度	増減
<b>I 資産の部</b>			
1. 流動資産			
現金預金	1,912,295,724	4,559,029,175	△ 2,646,733,451
未収金	2,292,810,542	2,093,724,144	199,086,398
仮払金	216,594,784	124,531,714	92,063,070
前払金	23,743,060	36,075,915	△ 12,332,855
流動資産合計	4,445,444,110	6,813,360,948	△ 2,367,916,838
2. 固定資産			
(1) 特定資産			
建物	182,014,923	199,044,490	△ 17,029,567
建物附属設備	17	90	△ 73
構築物	1,254,848	1,506,426	△ 251,578
機械及び装置	364,016,210	450,562,924	△ 86,546,714
器具及び備品	42,055,863	52,191,042	△ 10,135,179
一括償却資産	1,494,158	1,276,709	217,449
無形固定資産	5,552,456	8,325,379	△ 2,772,923
退職一時金給付引当特定資産	3,435,900,000	3,435,900,000	0
研究設備等取得引当特定資産	3,050,000,000	3,200,000,000	△ 150,000,000
特定事業引当特定資産	510,000,000	910,000,000	△ 400,000,000
拠点化目的特定資産	3,995,408,033	5,063,494,033	△ 1,068,086,000
特定資産合計	11,587,696,508	13,322,301,093	△ 1,734,604,585
(2) その他固定資産			
土地	8,505,971,179	8,553,518,118	△ 47,546,939
建物	10,252,627,587	10,458,325,295	△ 205,697,708
建物附属設備	3,150,034,548	3,337,553,859	△ 187,519,311
構築物	1,260,143,361	1,301,936,553	△ 41,793,192
機械及び装置	7,278,748,477	7,920,162,857	△ 641,414,380
器具及び備品	1,776,705,958	1,781,777,579	△ 5,071,621
車両及び運搬具	34,574,209	35,055,189	△ 480,980
一括償却資産	49,573,608	59,008,061	△ 9,434,453
無形固定資産	698,615,565	710,378,781	△ 11,763,216
建設仮勘定	2,699,182,150	1,572,937,930	1,126,244,220
その他固定資産合計	35,706,176,642	35,730,654,222	△ 24,477,580
固定資産合計	47,293,873,150	49,052,955,315	△ 1,759,082,165
資産合計	51,739,317,260	55,866,316,263	△ 4,126,999,003
<b>II 負債の部</b>			
1. 流動負債			
未払金	3,914,547,169	6,603,858,643	△ 2,689,311,474
預り金	80,410,179	80,243,489	166,690
前受金	2,763,544	23,925,345	△ 21,161,801
賞与引当金	240,000,000	244,000,000	△ 4,000,000
流動負債合計	4,237,720,892	6,952,027,477	△ 2,714,306,585
2. 固定負債			
役員退職慰労引当金	483,000,000	527,000,000	△ 44,000,000
退職給付引当金	8,922,000,000	9,635,000,000	△ 713,000,000
固定負債合計	9,405,000,000	10,162,000,000	△ 757,000,000
負債合計	13,642,720,892	17,114,027,477	△ 3,471,306,585
<b>III 正味財産の部</b>			
1. 指定正味財産			
特別給付金	311,069,978	360,363,361	△ 49,293,383
補助金	120,262,827	152,692,612	△ 32,429,785
寄付金等	82,153,686	95,324,897	△ 13,171,211
指定正味財産合計	513,486,491	608,380,870	△ 94,894,379
(うち特定資産への充当額)	( 513,486,491 )	( 608,380,870 )	( △ 94,894,379 )
2. 一般正味財産			
(うち特定資産への充当額)	( 7,638,310,017 )	( 9,278,020,223 )	( △ 1,639,710,206 )
正味財産合計	38,096,596,368	38,752,288,786	△ 655,692,418
負債及び正味財産合計	51,739,317,260	55,866,316,263	△ 4,126,999,003

**正味財産増減計算書**  
2015年4月1日から2016年3月31日まで

(単位:円)

科 目	当 年 度	前 年 度	増 減
<b>I 一般正味財産増減の部</b>			
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	23,565,000,000	23,565,000,000	0
② 事業収益	( 3,736,470,427 )	( 3,934,904,356 )	△ 198,433,929
受託研究事業収益	2,774,762,795	2,595,035,679	179,727,116
その他事業収益	961,707,632	1,339,868,677	△ 378,161,045
③ その他収益	( 120,808,812 )	( 120,747,952 )	60,860
受取利息	16,618,198	7,605,705	9,012,493
受取施設使用料	79,257,258	78,020,293	1,236,965
雑収益	24,933,356	35,121,954	△ 10,188,598
④ 指定正味財産からの振替額	197,105,186	196,474,301	630,885
経常収益計	27,619,384,425	27,817,126,609	△ 197,742,184
(2) 経常費用			
① 事業費			
人件費	( 8,598,452,383 )	( 8,994,556,998 )	△ 396,104,615
給料手当	6,984,078,741	7,001,720,008	△ 17,641,267
退職給付費用	592,824,028	1,030,040,436	△ 437,216,408
厚生費	1,021,549,614	962,796,554	58,753,060
経費	( 18,032,648,591 )	( 19,195,543,266 )	△ 1,162,894,675
消耗品費	1,918,375,604	1,840,610,215	77,765,389
諸印刷物費	360,229,217	345,422,554	14,806,663
光熱水道費	855,463,238	942,168,597	△ 86,705,359
委託費	5,742,133,729	6,593,060,516	△ 850,926,787
共同研究分担金	647,060,220	799,176,286	△ 152,116,066
修繕費	1,443,438,910	1,503,189,521	△ 59,750,611
賃借料	317,241,433	293,212,280	24,029,153
租税公課	493,542,441	509,600,453	△ 16,058,012
旅費交通費	677,465,509	675,361,319	2,104,190
通信運搬費	78,358,443	75,685,649	2,672,794
その他経費	607,438,831	557,618,728	49,820,103
減価償却費	4,891,901,016	5,060,437,148	△ 168,536,132
事業費小計	26,631,100,974	28,190,100,264	△ 1,558,999,290
② 管理費			
人件費	( 870,199,630 )	( 1,037,382,202 )	△ 167,182,572
役員報酬	158,070,000	142,100,000	15,970,000
給料手当	540,360,361	580,315,089	△ 39,954,728
退職給付費用	41,891,202	85,929,699	△ 44,038,497
厚生費	71,358,067	142,037,414	△ 70,679,347
役員退職慰労引当金繰入	58,520,000	87,000,000	△ 28,480,000
経費	( 693,950,383 )	( 770,637,284 )	△ 76,686,901
消耗品費	5,387,419	22,093,545	△ 16,706,126
諸印刷物費	43,234,680	31,288,987	11,945,693
光熱水道費	6,073,183	24,590,796	△ 18,517,613
委託費	110,451,038	120,876,881	△ 10,425,843
修繕費	11,368,418	9,093,823	2,274,595
賃借料	338,806,563	341,356,242	△ 2,549,679
租税公課	41,315,458	47,465,917	△ 6,150,459
旅費交通費	22,438,327	20,173,619	2,264,708
通信運搬費	7,775,172	7,800,548	△ 25,376
その他経費	75,232,913	100,774,824	△ 25,541,911
減価償却費	31,867,212	45,122,102	△ 13,254,890
管理費小計	1,564,150,013	1,808,019,486	△ 243,869,473
経常費用計	28,195,250,987	29,998,119,750	△ 1,802,868,763
当期経常増減額	△ 575,866,562	△ 2,180,993,141	1,605,126,579
2. 経常外増減の部			
(1) 経常外収益			
① 固定資産受贈益			
設備等受贈益	10,380,000	21,706,204	△ 11,326,204
② 固定資産売却益			
設備等売却益	107,777,836	270,169	107,507,667
③ 指定正味財産からの振替額	2,103,177	23,241,748	△ 21,138,571
経常外収益計	120,261,013	45,218,121	75,042,892
(2) 経常外費用			
① 固定資産除却損			
設備等除却損	105,192,490	83,721,772	21,470,718
② 固定資産売却損			
設備等売却損	0	161,447	△ 161,447
経常外費用計	105,192,490	83,883,219	21,309,271
当期経常外増減額	15,068,523	△ 38,665,098	53,733,621
当期一般正味財産増減額	△ 560,798,039	△ 2,219,658,239	1,658,860,200
一般正味財産期首残高	38,143,907,916	40,363,566,155	△ 2,219,658,239
一般正味財産期末残高	37,583,109,877	38,143,907,916	△ 560,798,039
<b>II 指定正味財産増減の部</b>			
① 受取補助金等			
受取補助金	63,997,783	35,621,840	28,375,943
② 固定資産受贈益			
設備等受贈益	40,316,201	43,249,645	△ 2,933,444
③ 一般正味財産への振替額	199,208,363	219,716,049	△ 20,507,686
当期指定正味財産増減額	△ 94,894,379	△ 140,844,564	45,950,185
指定正味財産期首残高	608,380,870	749,225,434	△ 140,844,564
指定正味財産期末残高	513,486,491	608,380,870	△ 94,894,379
<b>III 正味財産期末残高</b>	38,096,596,368	38,752,288,786	△ 655,692,418

## 2. 財務諸表

### 財務諸表に対する注記

#### 1. 重要な会計方針

「公益法人会計基準」(平成20年4月11日 平成21年10月16日改正 内閣府公益認定等委員会)を採用している。

##### (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

重要な会計方針の変更はない。

#### 3. 特定資産の増減額及びその残高

特定資産の増減額及びその残高は、次のとおりである。

(単位: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	199,044,490	0	17,029,567	182,014,923
建物附属設備	90	0	73	17
構築物	1,506,426	0	251,578	1,254,848
機械及び装置	450,562,924	49,790,000	136,336,714	364,016,210
器具及び備品	52,191,042	23,627,723	33,762,902	42,055,863
一括償却資産	1,276,709	2,163,478	1,946,029	1,494,158
無形固定資産	8,325,379	5,865,000	8,637,923	5,552,456
退職一時金給付引当特定資産	3,435,900,000	0	0	3,435,900,000
研究設備等取得引当特定資産	3,200,000,000	0	150,000,000	3,050,000,000
特定事業引当特定資産	910,000,000	0	400,000,000	510,000,000
拠点化目的特定資産	5,063,494,033	0	1,068,086,000	3,995,408,033
合 計	13,322,301,093	81,446,201	1,816,050,786	11,587,696,508

## 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: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	182,014,923	(182,014,923)	—	—
建物附属設備	17	(17)	—	—
構築物	1,254,848	(656,919)	(597,929)	—
機械及び装置	364,016,210	(282,447,155)	(81,569,055)	—
器具及び備品	42,055,863	(41,320,863)	(735,000)	—
一括償却資産	1,494,158	(1,494,158)	—	—
無形固定資産	5,552,456	(5,552,456)	—	—
退職一時金給付引当特定資産	3,435,900,000	—	—	(3,435,900,000)
研究設備等取得引当特定資産	3,050,000,000	—	(3,050,000,000)	—
特定事業引当特定資産	510,000,000	—	(510,000,000)	—
拠点化目的特定資産	3,995,408,033	—	(3,995,408,033)	—
合 計	11,587,696,508	(513,486,491)	(7,638,310,017)	(3,435,900,000)

## 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:円)

科 目	取得価額	減価償却累計額	当期末残高
特定資産	(5,600,944,612)	(5,004,556,137)	(596,388,475)
建物	485,172,882	303,157,959	182,014,923
建物附属設備	58,546,000	58,545,983	17
構築物	28,268,470	27,013,622	1,254,848
機械及び装置	4,890,219,324	4,526,203,114	364,016,210
器具及び備品	127,921,072	85,865,209	42,055,863
一括償却資産	3,257,104	1,762,946	1,494,158
無形固定資産	7,559,760	2,007,304	5,552,456
その他の固定資産	(108,932,946,207)	(84,431,922,894)	(24,501,023,313)
建物	20,942,808,373	10,690,180,786	10,252,627,587
建物附属設備	13,722,947,553	10,572,913,005	3,150,034,548
構築物	6,030,489,688	4,770,346,327	1,260,143,361
機械及び装置	51,299,088,073	44,020,339,596	7,278,748,477
器具及び備品	11,759,787,433	9,983,081,475	1,776,705,958
車両及び運搬具	123,868,691	89,294,482	34,574,209
一括償却資産	153,437,278	103,863,670	49,573,608
無形固定資産	4,900,519,118	4,201,903,553	698,615,565
合 計	(114,533,890,819)	(89,436,479,031)	(25,097,411,788)

## 2. 財務諸表

### 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: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	2,292,810,542	0	2,292,810,542
退職一時金給付引当特定資産のうち厚生貸付金	35,848,000	0	35,848,000
合 計	2,328,658,542	0	2,328,658,542

### 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、1,439,975,979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: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)	320,289,600	321,760,000	1,470,400
合 計	320,289,600	321,760,000	1,470,400

### 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:円)

補助金等の名称	交付者	前期末残高	当期増加額	当期減少額	当期末残高	貸借対照表上の記載区分
<b>補助金</b>						
・分散型電源大量導入系統影響評価基盤整備事業費補助金	経済産業省	87,037,878	0	31,280,040	55,757,838	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	8,513,660	0	1,081,234	7,432,426	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	1,806,364	0	265,535	1,540,829	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	経済産業省	77,934	16,818,000	15,468,632	1,427,302	指定正味財産
・平成 27 年度先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発費補助金	経済産業省	0	28,807,637	6,381,620	22,426,017	指定正味財産
・高湿分空気利用ガスタービン(AHAT)システムの研究開発	経済産業省	0	1,400,000	1,400,000	0	—
<b>助成金</b>						
・低炭素社会創成へ向けた炭化珪素(SiC)革新パワーエレクトロニクスの研究開発(超厚膜・多層 SiC エピウェハ技術)	(独)日本学術振興会	54,021,523	0	23,190,566	30,830,957	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	446,639	14,972,146	15,228,243	190,542	指定正味財産
・日本の約束草案実現に向けたエネルギー需要見通しの評価と今後の課題	(一財)環境対策推進財団	0	2,000,000	2,000,000	0	—
・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	788,614	0	131,698	656,916	指定正味財産
合 計		152,692,612	63,997,783	96,427,568	120,262,827	

## 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: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	148,285,414
指定正味財産の指定解除による振替額	12,241,989
受取補助金の目的事業実施による振替額	36,577,783
経常外収益への振替額	
指定正味財産の除却による振替額	2,103,177
合 計	199,208,363

## 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. 退職給付関係

## (1) 採用している退職給付制度の概要

確定給付型の制度として、退職年金制度及び退職一時金制度を設けている。

## (2) 退職給付債務及びその内訳

(単位:円)

①退職給付債務	△24,037,424,820
②退職年金資産額	13,960,435,255
③未積立退職給付債務(①+②)	△ 10,076,989,565
④数理計算差異未償却額	△ 1,680,051,946
⑤過去勤務債務未償却額	525,062,381
⑥退職給付引当金(③-④-⑤)	△ 8,922,000,000

## (3) 退職給付費用に関する事項

(単位:円)

①勤務費用	950,998,976
②利息費用	224,546,934
③期待運用収益	△139,699,609
④数理計算差異償却額	123,931,309
⑤過去勤務債務償却額	△525,062,380
⑥退職給付費用(①+②+③+④+⑤)	634,715,230

## 2. 財務諸表

### (4) 年金資産の主な内訳

年金資産合計に対する主な分類ごとの比率は、次のとおりである。

債券	50%
生保一般勘定	33%
株式	11%
現金及び預金	6%
合計	<u>100%</u>

年金資産合計には、企業年金制度に対して設定した退職給付信託が8%含まれている。

### (5) 退職給付債務等の計算の基礎に関する事項

- ①退職給付見込額の期間配分方法：勤務期間を基準とする期間定額基準
- ②割引率：0.5%
- ③期待運用収益率：1.0%
- ④数理計算上の差異の処理年数：発生翌年度から5年の定率法により償却をしている。
- ⑤過去勤務債務の処理年数：発生年度から5年の定額法により償却をしている。

### 15. その他

2016年度に粕江地区一部用地(5,008.60㎡)を売却(2,139百万円)し、その売却資金は、①横須賀地区隣接地(14,405.20㎡)の購入(993百万円)、②人員削減に伴う退職金の加算、③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: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	199,044,490	0	17,029,567	182,014,923
建物附属設備	90	0	73	17
構築物	1,506,426	0	251,578	1,254,848
機械及び装置	450,562,924	49,790,000	136,336,714	364,016,210
器具及び備品	52,191,042	23,627,723	33,762,902	42,055,863
一括償却資産	1,276,709	2,163,478	1,946,029	1,494,158
無形固定資産	8,325,379	5,865,000	8,637,923	5,552,456
退職一時金給付引当特定資産	3,435,900,000	0	0	3,435,900,000
研究設備等取得引当特定資産	3,200,000,000	0	150,000,000	3,050,000,000
特定事業引当特定資産	910,000,000	0	400,000,000	510,000,000
拠点化目的特定資産	5,063,494,033	0	1,068,086,000	3,995,408,033
特定資産計	13,322,301,093	81,446,201	1,816,050,786	11,587,696,508

(注1) 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2) 特定事業引当特定資産の当期減少額は、共同研究の実施を目的とする特定資産の取崩によるものである。

(注3) 拠点化目的特定資産の当期減少額は、横須賀新研究棟(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。

## 2. 引当金の明細

(単位: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	244,000,000	240,000,000	244,000,000	0	240,000,000
役員退職慰労引当金	527,000,000	58,520,000	102,520,000	0	483,000,000
退職給付引当金	9,635,000,000	625,264,520	1,338,264,520	0	8,922,000,000

## 独立監査人の監査報告書

2016年5月2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号の規定に準じて、一般財団法人電力中央研究所の2015年4月1日から2016年3月31日までの2015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2015年4月1日から2016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2015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。

2016年5月23日

一般財団法人 電力中央研究所

監事 大河原 透

監事 杉本 康

監事 増田 祐治

以上

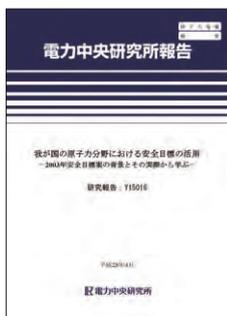
# Facts & Figures

2015年度の活動の中から、主要なデータや実績を紹介します。



<b>研究成果・知的財産</b>	
研究報告書・論文	74
知的財産	75
<b>成果の還元</b>	
規格・基準・技術指針等	76
国等からの受託研究	76
資格・試験業務	77
技術交流コース・技術研修	77
<b>広報活動</b>	
研究成果報告会・シンポジウム	78
プレスリリース・広報刊行物等	78
研究所公開・見学対応等	79
<b>人員・学位・受賞</b>	80
<b>研究ネットワーク</b>	81
<b>組織・体制</b>	
拠点	82
組織	83
<b>環境活動</b>	84
<b>ガバナンス</b>	
内部統制	85
業務の適正を確保するための体制(運用状況の概要)	86
会議体・役員等人事	87

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>



2015年度は、電力流通分野で135件、原子力発電分野で127件など合計515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、2016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投稿も積極的に行っており、2015年度は1,339件の論文を投稿しました(図3,4)。

図1 報告書発刊数の推移

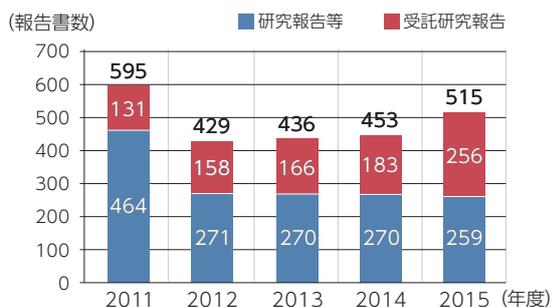


図2 2015年度報告書数の分野別内訳

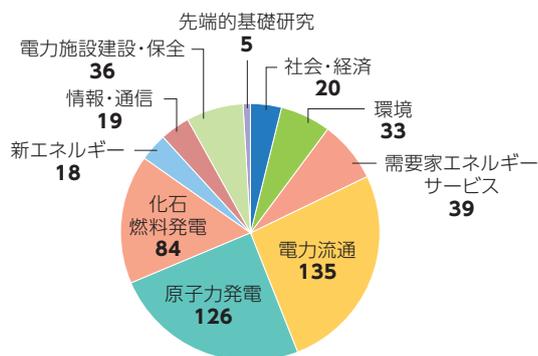
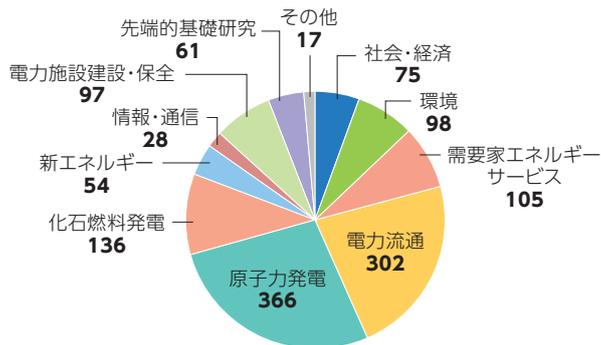


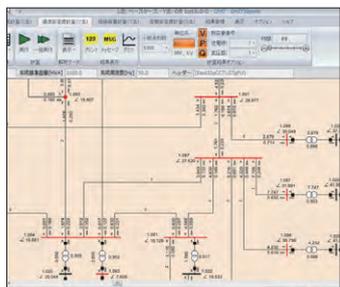
図3 論文発表数の推移



図4 2015年度論文数の分野別内訳



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。



CPATの操作画面

2015年度は78件の出願、86件の登録を行い(図5,6)、2016年3月末現在、787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、2015年度は特許権21件、ソフトウェア646件の実施・使用許諾を行いました(図8)。

CPATは電力システムの電圧や周波数などの数値をコンピューター上でシミュレーションするソフトウェアです。長年、電力会社の電源計画や訓練などに活用されており、2015年度には電力広域的運営推進機関でも採用されました。なお、機能を限定した無償版CPAT Freeの公開も開始しました。  
<https://www.cpat.jp/>

図5 2015年度特許出願数の分野別内訳

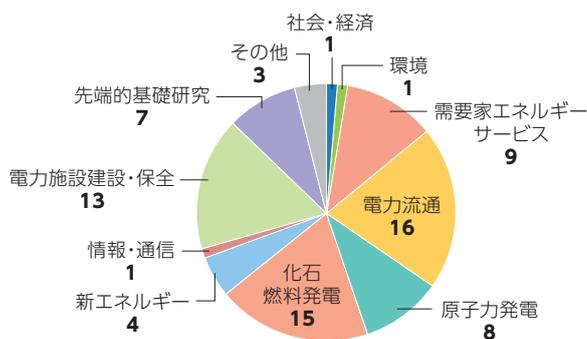


図6 2015年度特許登録数の分野別内訳

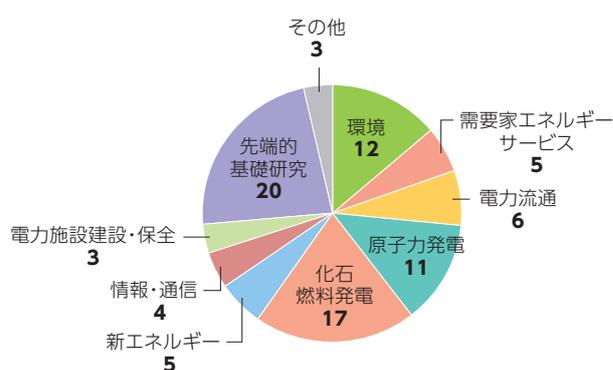


図7 2015年度に開発したソフトウェア数の分野別内訳

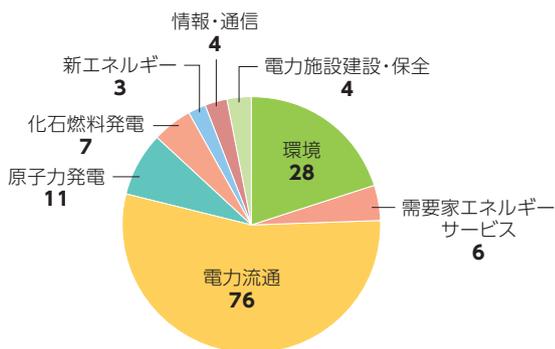


図8 特許権・ソフトウェアの実施・利用許諾数の推移



## 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。

2015年度は、日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」や経済産業省「EV・PHVロードマップ」など、多岐にわたる分野の規格・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・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	JEAG4601-2015 原子力発電所耐震設計技術指針	日本電気協会
	JEAG4625-2015 原子力発電所火山影響評価技術指針	日本電気協会
	AESJ-SC-P006:2015 原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準	日本原子力学会
	AESJ-SC-TR009:2015 発電用軽水型原子炉の炉心及び燃料の安全設計に関する報告書	日本原子力学会
火力発電	ISO 17211 Stationary source emissions - Sampling and determination of selenium compounds in flue gas (固定発生源排出-燃焼排ガス中のセレン化合物のサンプリングと定量)	国際標準化機構 (ISO)
	報告書「発電専用設備の新設に当たっての措置の見直し、電力供給業におけるベンチマーク制度の見直し」(省エネルギー小委 火力発電に係る判断基準WG)	経済産業省 資源エネルギー庁
電力流通	IEC TR 61850-90 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 -12:2015 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	国際電気標準会議 (IEC)
	IEC61000-4 電磁両立性 第4部・試験及び測定技術 -13:2015 交流電源ポートの電源線信号を含む高調波及び相互高調波の低周波イミュニティ試験 -16:2016 直流から150kHz までの伝導コモンモード妨害に対するイミュニティ試験 -37:2016 高調波適合試験システムのための校正および検証方法	国際電気標準会議 (IEC)
	JEC-TR00007-2015 送電用鉄塔設計標準	電気学会 電気規格調査会
	JEC-2374:2015 酸化亜鉛形避雷器	電気学会 電気規格調査会
	公共建築工事標準仕様書(機械設備工事編)平成28年版 報告書「EV・PHVロードマップ」(EV・PHV ロードマップ検討会)	国土交通省 経済産業省

## 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。

2015年度は、原子力発電分野において安全対策高度化に関わる研究等28件、火力発電分野においてCO<sub>2</sub>回収型IGCCに関する研究等9件をはじめ、合計73件の受託研究を実施しました(表2)。これらの受託研究を通じて、国等の技術開発に貢献しました。

表2 国等からの主な受託研究

件名	分野
<b>経済産業省</b>	
地層処分技術調査等事業(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)	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(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
発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業(原子力発電所のリスク評価、研究に係る基盤整備)	原子力発電
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
<b>原子力規制庁</b>	
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	原子力発電
<b>国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構</b>	
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 <sub>2</sub> 回収型クローズドIGCC技術開発	火力発電
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
分散型エネルギー次世代電力網構築実証事業/次世代配電システムの構築に係る共通基盤技術の開発	電力流通
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

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(表3-1)。

表3-1 2015年度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	のべ試験日数
	32件	69.5日



### PD資格試験業務

日本非破壊検査協会による国内唯一の認定機関として、2006年より原子力発電所の配管などの非破壊検査の信頼性向上を目的としたPD(Performance Demonstration:性能実証)認定制度に基づくPD資格試験業務を実施しています。2015年度は、認定機関としての承認の更新があり、一般財団法人日本非破壊検査協会より2016年度以降5年間のPD資格試験業務の継続が認められました(表3-2)。

表3-2 2015年度PD資格試験業務の実績

PD認証試験業務	資格試験回数	のべ受験者数	合格者数
	2回	5名	5名

## 技術交流コース・技術研修

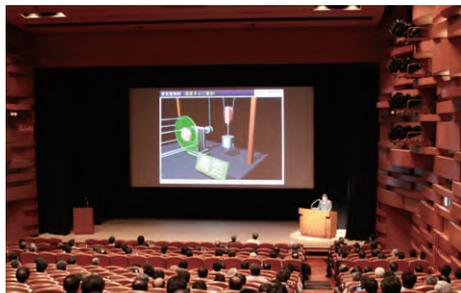
当所が蓄積してきた技術や知見、開発した解析プログラム、最新の技術情報等を提供・講演する技術交流コースを開催しています。

2015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、15回の電気事業者を対象とした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

### 研究成果報告会・シンポジウム

研究成果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。



研究成果報告会2015

2015年5月に「再生可能エネルギー大量導入時の電力系統の安定運用に向けて」と題した「研究成果報告会2015」を開催しました。電力会社や各種研究機関など約300名の参加があり、電力系統の供給信頼性を確保するための支援技術等に関する6件の報告を行いました。また、原子力リスク研究センター（NRRC）が設置後1年を経過したことを踏まえ、電気事業者等を対象に、2015年9月に「原子力リスク研究センターシンポジウム2015」を開催し、約450名の参加がありました。「NRRCの活動に期待すること」「リスク概念とそれを活用した原子力施設の安全問題の合理的解決」と題した2つのパネルディスカッションでは、事業者、規制側、立地自治体、メディアおよび学識経験者で構成されたパネリストに加え、会場からも様々な意見や質問があり、活発な議論が交わされました。

### 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。2015年度は9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9～11）

表4 2015年度の主なプレスリリース・メディア掲載・広報刊行物・出版物

タイトル・概要	分野
<b>プレスリリース</b>	
2015～2016年度 日本経済と電力需要の短期予測（2015年6月） － 消費主導で景気は回復、販売電力量は5年ぶりのプラスへ －	事業経営
2015～2017年度 日本経済と電力需要の短期予測（2015年12月） － 来年度は消費増税前の駆け込みも加わり民需中心の回復へ －	事業経営
世界最高レベルの加振性能を有する「共振振動台」を設置 － 原子力施設用重要機器の耐震安全性評価に向けて －	原子力発電
低損失パワー半導体用の高品質SiC単結晶膜の高速製造技術を確立 － 電力中央研究所とデンソー、昭和電工が技術開発 －	電力流通
電中研ニュース － 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 －	
原子力発電所を竜巻災害から守るために － 竜巻影響評価ツールと飛来物防護技術の開発 －（480号）	原子力発電
「震源を特定せず策定する地震動」対象地震の解明に挑む － 2004年 北海道留萌支庁南部の地震による強震動の要因解明 －（481号）	原子力発電
電中研トピックス － 1つのテーマを切り口に、関連する研究活動・成果の現況を総合的に説明 －	
再生可能エネルギー大量導入時の電力系統安定運用技術（Vol.20）	再生可能エネルギー
次世代ヒートポンプの開発と評価（Vol.21）	需要家サービス
電中研レビュー － 主要課題に関わる複数かつ積年の研究活動・成果を、総合的・体系的に説明 －	
地球温暖化の科学的知見と対策技術（第56号）	環境
石炭ガス化複合発電技術－空気吹きIGCC実証試験の成果－（第57号）	火力発電
<b>出版物</b>	
「Reprocessing and Recycling of Spent Nuclear Fuel (Woodhead Publishing Series in Energy)」 Woodhead Publishing／	原子力発電
「まるわかり電力システム改革キーワード360」日本電気協会新聞部／公益事業学会学術研究会、国際環境経済研究所 監修	事業経営

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



図11 外部からのホームページアクセス件数の推移



## 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、毎年各地区で「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(表5)。また、団体等による施設見学も随時受け入れるとともに、狛江地区、我孫子地区では、毎年4月初旬に地域の方に向けた所内の桜の公開も開催しています。



研究所公開の様子

表5 2015年度研究所公開開催結果

地区	狛江地区	我孫子地区	赤城地区
開催日	2015年10月25日	2015年10月3日	2015年5月23日
来訪者数	約1,400人	約1,450人	約1,700人

※横須賀地区は大型建屋建設工事中であり、安全確保のため、2015年度は開催を見送りました。

## 人員・学位・受賞

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

2015年度期末時点の人員数は、研究系職員682名、事務系職員96名、合計778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、多岐に渡っています(図12)。博士号取得者数は400名であり、職員に占める割合は経年的に増加傾向にあります。

また、2015年度は、電気科学技術奨励会による第63回電気科学技術奨励賞、応用物理学会による優秀論文賞など、合計39件(延べ56名)の外部表彰を受賞しました(表6)。

図12 2015年度期末 分野別人員構成

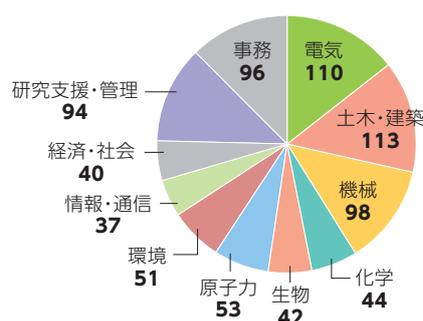


表6 受賞した主な外部表彰

授賞団体	受賞名	受賞者	論文名等
電気科学技術奨励会	第63回電気科学技術奨励賞	大村 直也 足立 和郎 佐々木 和裕	微量PCB汚染電気機器の循環洗浄処理システムの開発と実用
応用物理学会	第37回応用物理学会 優秀論文賞	田沼 良平 長野 正裕 鎌田 功穂 土田 秀一	Three-dimensional imaging and tilt-angle analysis of dislocations in 4H-SiC by two-photon-excited band-edge photoluminescence
電気学会	2015年電気学術振興賞 進歩賞	新藤 孝敏 石井 勝	東京スカイツリーにおける雷撃現象観測装置の開発と超高構造物への雷撃特性の解明
電気学会	2015年電気学術振興賞 論文賞	大嶺 英太郎 八太 啓行 浅利 真宏 上野 剛 小林 広武	ヒートポンプ式給湯機と電力貯蔵装置を用いた太陽光発電余剰電力利用のための需要地系統運用手法
日本原子力学会	第48回日本原子力学会賞 論文賞	太田 宏一 尾形 孝成	Minor actinide transmutation in fast reactor metal fuels irradiated for 120 and 360 equivalent full-power days
日本コンクリート工学会	2015年度奨励賞	永田 聖二	面外繰返し変形を受けるRC部材の損傷形態と振動特性変化の関係
日本陸水学会	第17回吉村賞	中野 大助	陸水汚損生物と人間活動の相互影響に関する研究
日本エネルギー学会	第52回石炭科学会議優秀賞	梅本 賢	石炭ガス化におけるスート生成挙動解明:圧力依存性検討

## 研究ネットワーク

当所では、エネルギーに関す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海外機関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)               | 韓国原子力安全技術院 (KINS) |
| 韓国電力研究院 (KEPRI)              | 高麗大学 (韓国)         |
| 韓国電力取引所 (KPX)                | 台湾電力公司 (TPC)      |
| 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) |
| アイダホ国立研究所 (INL)   | 米国技術標準研究所 (NIST)   |
| 米国大気研究センター (NCAR) | カナダ原子力公社 (AECL)    |

#### ヨーロッパ

- |                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| フランス原子力庁 (CEA)            | 欧州技術開発有限会社 (ETD:イギリス)        |
| フランス電力会社 (EDF)            | スウェーデン核燃料廃棄物管理会社 (SKB)       |
| フランス放射性廃棄物管理公社 (ANDRA)    | Studsvik Nuclear AB (スウェーデン) |
| 放射線防護原子力安全研究所 (IRSN:フランス) | エネルギー技術研究所 (IFE:ノルウェー)       |
| ドイツ連邦材料科学研究・試験所 (BAM)     | ベルギー原子力研究センター (SCK・CEN)      |
| 超ウラン元素研究所 (ITU:ドイツ)       | スイス放射性廃棄物管理共同組合 (NAGRA)      |
| ドイツ原子力サービス (GNS)          | 欧州原子力共同体 (EAEC/RURATOM)      |
| 原子炉安全協会 (GRS:ドイツ)         | 経済協力開発機構原子力機関 (OECD/NEA)     |
| ジェイコブス大学ブレーメン (ドイツ)       |                              |

#### 豪州

- 豪州科学産業研究機構 (CSIRO)

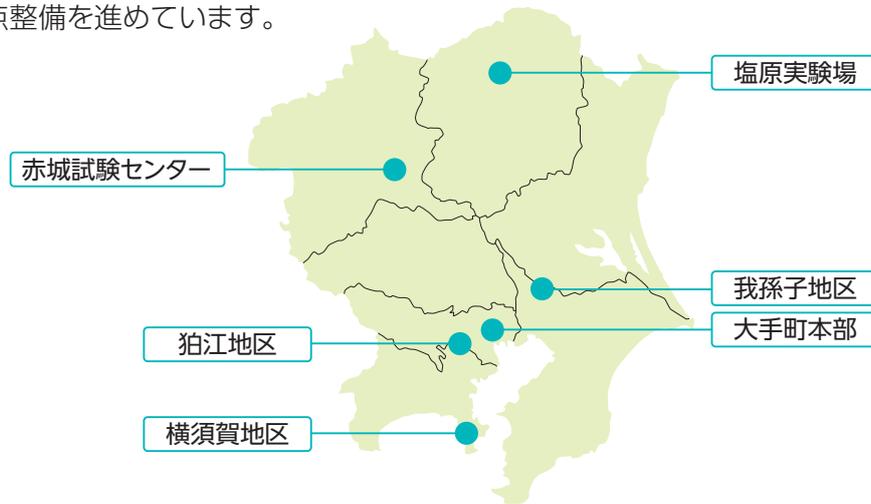
#### その他国際プロジェクト

- |             |             |
|-------------|-------------|
| 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



### 狛江地区

システム技術研究所※、原子力技術研究所※、狛江運営センター  
〒201-8511 東京都狛江市岩戸北2-11-1 TEL:03-3480-2111



### 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



### 横須賀地区

システム技術研究所※、原子力技術研究所※、電力技術研究所、  
エネルギー技術研究所、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



### 赤城試験センター

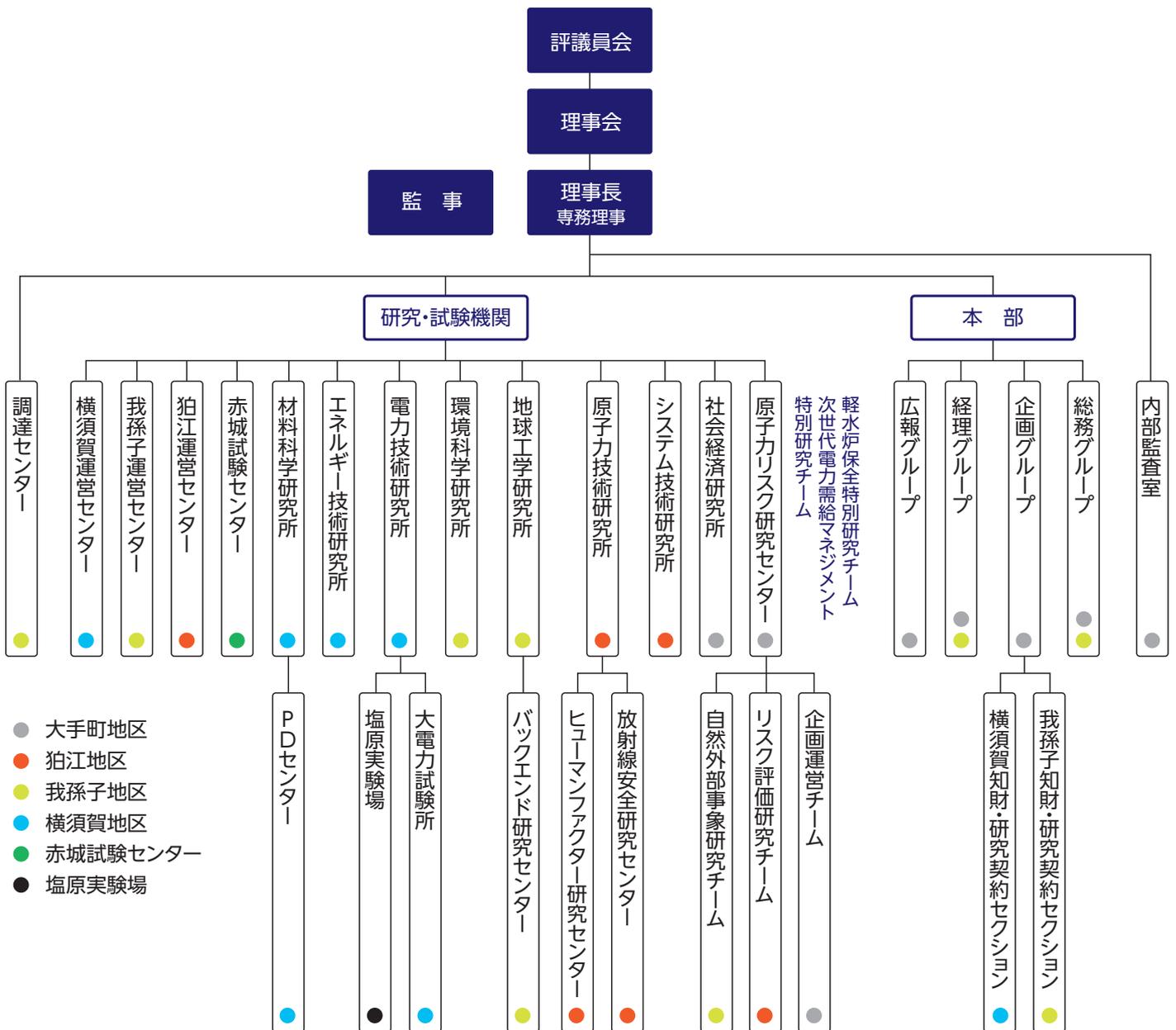
〒371-0241 群馬県前橋市苗ヶ島町2567 TEL:027-283-2721



### 塩原実験場

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

※ 2016年度に狛江地区から横須賀地区に移転予定



## 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

原子力リスク研究センター(NRRC)は、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9月に設置されました。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。

### 特別研究チーム

特別研究チームは、特定の研究プロジェクトを研究所横断的に推進する仕組みです。2015年度は、「軽水炉保全特別研究チーム」(原子力発電所の安全性を維持するための保全活動に資する研究)、「次世代電力需給マネジメント特別研究チーム」(電力・エネルギー需給の全体最適と電気の新たな価値創造に向けた研究)の2つのチームが総合力を発揮して研究に取り組みました。

## 環境活動

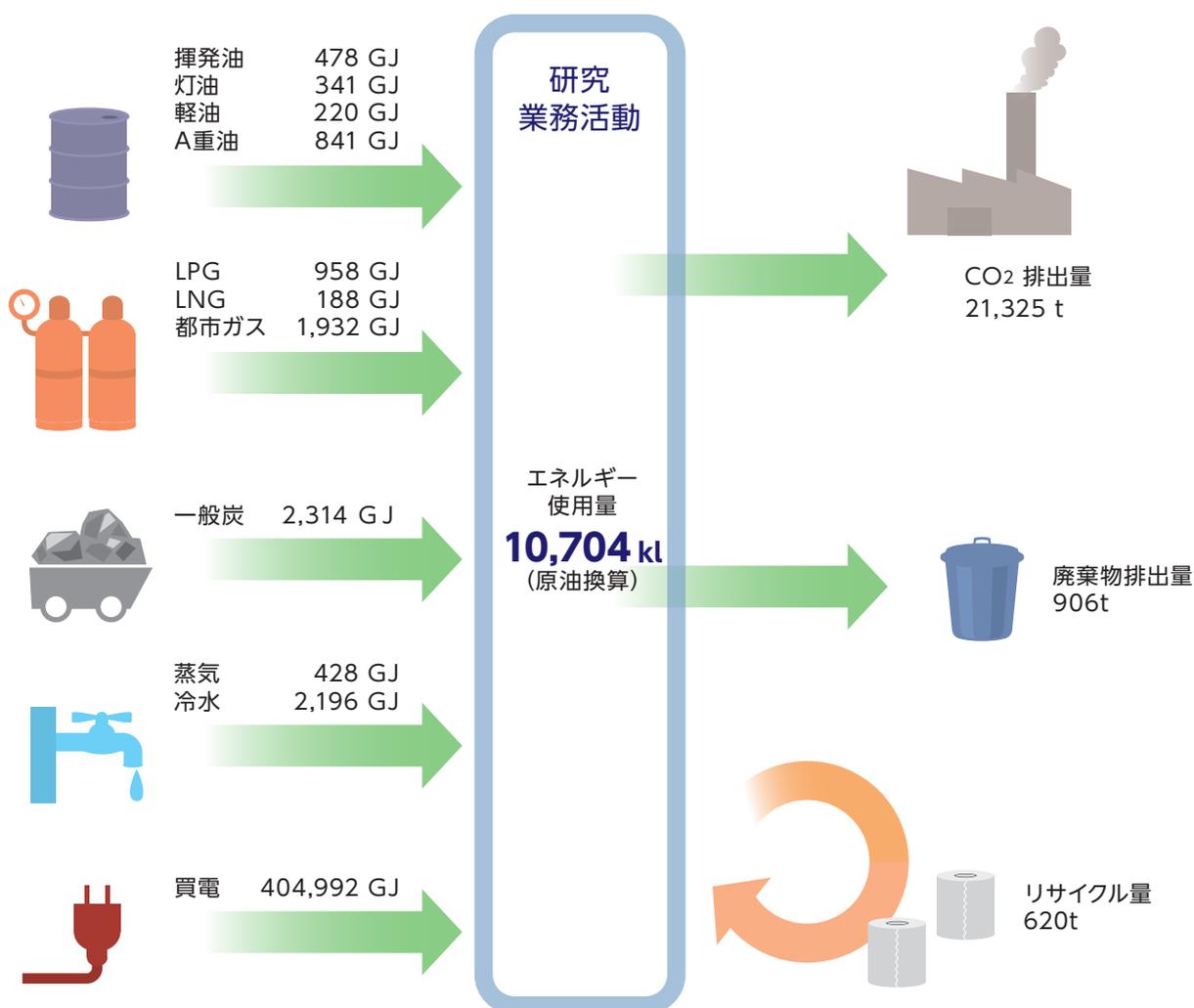
豊かで持続可能な社会の創造を目指し、地域社会はもとより地球規模の環境保全に関する研究開発を推進して成果を社会に役立てるとともに、「環境に配慮した研究所運営」を経営の最重要課題の一つと位置付け、継続的な改善活動を実施しています。

### 環境パフォーマンス

2015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、原油換算で10,704kl(前年度比0.3%減)、CO<sub>2</sub>排出量は21,325t(前年度比4.8%減)でした。横須賀地区で建設工事を進めていることに伴い、廃棄物の排出量は906t(前年度比46.3%増)となりましたが、研究所全体でコピー用紙やOA機器等のリサイクル活動を継続的に推進したことにより、リサイクル率は68.4%(前年度比6.0%増)となっています。

### [ 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>

2015年度の活動については、2016年8月に「環境・社会行動レポート2016」を公表する予定です。

2011年6月に制定(2012年4月一部改定)した内部統制の基本方針は以下のとおりです。

### 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(運用状況の概要)

### (1) 経営に関する管理体制

- ・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の審議・確認を行いました。
- ・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

- ・「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(重要リスク以外のもの)に関する管理状況を、内部監査部門において取り纏め、経営会議で審議・確認を行いました。

### (3) コンプライアンスに関する管理体制

- ・コンプライアンス施策の一環として、全役職員等を対象に不正防止に関する啓発として「eラーニング」等を行いました。
- ・内部監査通達「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。
- ・コンプライアンス等に関わる通報窓口を所内・外に常設し、内部通報やコンプライアンスに関する相談に対応する体制を維持しました。

### (4) 監査に関する体制

- ・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の確認を行いました。
- ・内部統制の基本方針により、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について確認を行いました。
- ・監事は研究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各部門の長との面談により確認しました。
- ・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(三様監査定期連絡会)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
2015年 6月12日(第14回)	1. 2014年度事業報告書 承認の件 2. 2014年度決算書 承認の件 3. 2014年度「公益目的支出計画実施報告書」および「公益目的支出計画実施完了確認請求書」報告の件 4. 理事・監事の選任の件 5. 役員退職慰労金の支給 決議の件
2015年 9月 8日(第15回)	1. 評議員並びに理事及び監事選任の件
2016年 2月24日(第16回)	1. 継続給付金に関する定款改定等 決議の件 2. 「関係法規改正に伴う定款の改定」及び「非業務執行理事等の賠償責任限度額」 決議の件
2016年 3月18日(第17回)	1. 2016年度継続給付金 決議の件 2. 2016年度事業計画書 承認の件 3. 2016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
2015年 5月28日(第16回)	1. 2014年度事業報告書について 2. 2014年度決算書について 3. 2014年度「公益目的支出計画実施報告書」および「公益目的支出計画実施完了確認請求書」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. 理事・監事の選任について 6. 役員退職慰労金の支給について 7. 定時評議員会 招集の決定について
2015年 6月12日(第17回)	1. 理事長、専務理事、常務理事及び業務執行理事の選定と分担業務について 2. 役員退職慰労金の支給について
2015年 8月24日(第18回)	1. 評議員並びに理事及び監事の選任について
2016年 2月10日(第19回)	1. 定款等の改定について (1) 継続給付金に関する定款改定等 決議の件 (2) 「関係法規改正に伴う定款の改定」及び「非業務執行理事等の賠償責任限度額」 決議の件
2016年 3月10日(第20回)	1. 2016年度継続給付金について 2. 2016年度事業計画書について 3. 2016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. 業務執行理事の分担業務変更について 6. 役員退職慰労金の支給について 7. 評議員会 招集の決定について

### 役員等人事

(1) 評議員	①就任	[2015年 9月 8日付]	勝野 哲、金井 豊、佐伯 勇人、原田 宏哉、広瀬 崇子、村松 衛
	②退任	[2015年 5月13日付]	金本 良嗣
(2) 理事	①就任	[2015年 9月 8日付]	海輪 誠、久和 進、千葉 昭、濱田 康男、水野 明久
		[2015年 6月12日付]	秋田 調、犬丸 淳、猪鼻 正純、柿木 一高、各務 正博、加藤 有一、清水 希茂、高橋 賢友、谷 和俊、谷井 浩、原田 宏哉、藤波 秀雄、堀 祐一、水鳥 雅文、横山 速一、吉迫 徹
	②理事長、専務理事、常務理事及び業務執行理事の選定	[2015年 9月 8日付]	赤丸 準一、伊崎 数博、岡信 慎一、恩村 裕之
		[2015年 6月12日付]	理事長 各務 正博 専務理事 藤波 秀雄 常務理事 横山 速一、猪鼻 正純、加藤 有一 業務執行理事 秋田 調、谷 和俊、水鳥 雅文、谷井 浩、犬丸 淳
③退任	[2015年 9月 8日付]	高橋 賢友、原田 宏哉、堀 祐一、吉迫 徹	
(3) 監事	①就任	[2016年 3月18日付]	谷 和俊
		[2015年 6月12日付]	大河原 透、杉本 康、内藤 義博
	②退任	[2015年 9月 8日付]	増田 祐治 内藤 義博
(4) 役員等の人数(2016年3月31日現在)			評議員 30名 理事 15名 監事 3名 (理事総数1名減(2015年4月比))

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および解説を付記した用語を対象としています。

	ページ数		
<b>あ行</b>		需要家群(コミュニティ)	10
インシデント対応	46	使用済燃料貯蔵	7
エラーマネジメント	22	叙事知(Narrative)	6
応力腐食割れ(SCC)	28	新規制基準	6
温・冷排水	52	震源を特定せず策定する地震動	6
<b>か行</b>		スマートメータ	11
化学洗浄	8	石炭灰	8
確率的リスク評価(PRA)	6	設計地震動(レベル1地震動)	44
過酷事故	20	送電端効率	32
過酷事故解析コード	18	<b>た行</b>	
環境アセスメント	52	耐震性能照査	9
乾式貯蔵	28	竜巻飛来物速度評価ソフトTONBOS	16
監視試験片	7	断層活動性評価	6
基幹系統	38	地球温暖化	12
気象災害リスク	11	地熱飽和蒸気	36
クリープ損傷	30	デマンドレスポンス(DR)	11
グリニカ	8	電圧調整機器	38
系統安定化	10	電力系統実効値解析	10
原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	16	電力系統瞬時値解析	10
高クロム鋼	30	電力システム改革	12
高経年化評価	7	電力需給マネジメント手法	48
高レベル地震動(レベル2地震動)	44	電力適正取引ガイドライン	54
高レベル放射性廃棄物	7	電力品質	10
コンクリートキャスト	28	<b>な行</b>	
<b>さ行</b>		2次系統	38
再処理工場	7	日射量	34
三段階料金	54	人間信頼性解析	6
地震災害リスク	11	燃料デブリ	20
周波数応答解析(FRA)	40		

<b>は行</b>	
バックアップ運用	9
パリ協定	12
ヒートポンプ	11
微小粒子状物質PM2.5	12
フィルタベント装置	18
分散形電源	10
放射線リスク評価	7

<b>ま行</b>	
水トリー	10
無効電力	38

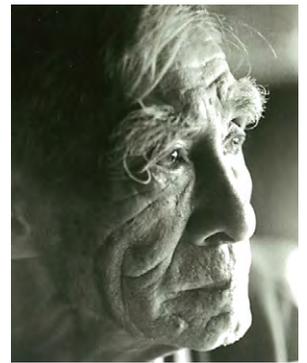
<b>や行</b>	
容量メカニズム	56

<b>ら行</b>	
雷インパルス	42
雷サージ	42
落雷位置標定システム(LLS)	10
冷却材喪失事故	24

<b>アルファベット</b>	
Aルート	50
BWR条件	24
Energy Win	36
IGCC(石炭ガス化複合発電)	32
IPCC	12
HAZ	30
HINT/J-HPES	22
PCB	10

PD制度	26
PV出力推定	34
PV出力把握	9
TMI-2	20
UT試験	26





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/>

