

電力中央研究所 2015 年度主要な研究成果について — 「Annual Report 2015」 —

2016 年 6 月 10 日
一般財団法人 電力中央研究所

一般財団法人電力中央研究所（理事長：各務正博、本部：東京都千代田区）は、電気事業が大きな変革を迎えている中、電気事業の中央研究機関かつ社会に貢献する学術研究機関として、2015 年度も電気事業が抱える課題の解決に活用できる科学的客観性に立脚した多様な成果を上げました。

また、エネルギーの供給や利用のさらなる高度化と合理化に貢献するという研究機関としての責務をこれからも果たし続けていくために必要な事業運営体制の整備を進めました。

今般、当所の研究成果や活動内容をより深くご理解頂くために、「**Annual Report 2015** ～2015 年度 事業報告書・決算書～」を取りまとめました。

なお、2015 年度事業報告および決算は評議員会で承認されました（6 月 10 日付）。

I. 事業報告

<研究報告>（本冊の 6～57 ページをご参照下さい）

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、事業分野ごとの研究戦略を構築するとともに、電気事業における研究開発ロードマップを電気事業者と共有しながら、当所が解決すべき課題を明確にした上で研究を進め、電気事業の発展を支える多様な研究成果を創出、提供しました。

主要な研究成果としては、原子力発電分野における「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」、火力発電分野における「高クロム鋼溶接部のクリープ寿命評価法の開発」、電力流通分野における「送電用鉄塔の巨大地震に対する耐震性評価技術」、事業経営分野における「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」などがあります。

次ページより、2015 年度における主要な研究成果を紹介します。

「竜巻飛来物の速度評価・防護対策手法」

■研究の背景

福島第一原子力発電所の事故を教訓に、原子力施設での自然災害への備えが求められるようになりました。当所では、その一つとして、竜巻による飛来物の衝突への対策に向けた研究開発を進めてきました。

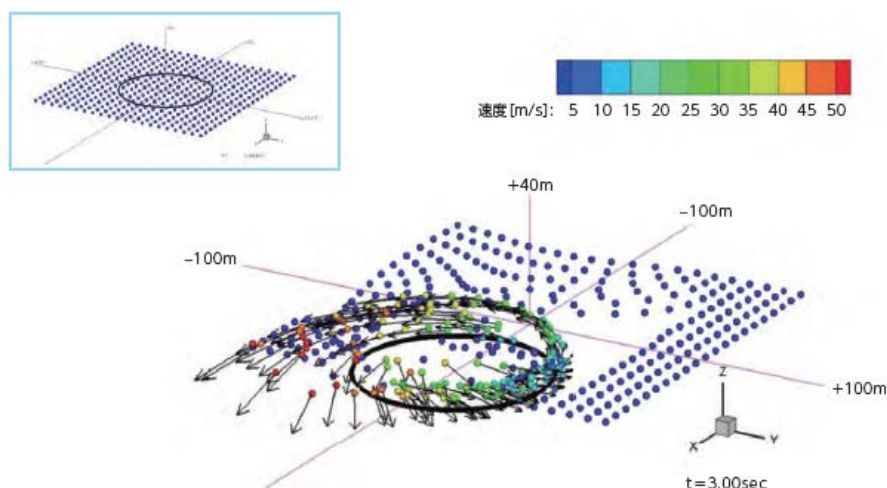
■研究成果の概要

◇竜巻による飛来物の合理的な速度評価手法を開発

一定の高さ（40m）からの飛散を前提としていたこれまでの速度評価手法に代わる新しい手法として、実際の高さからの飛散を評価可能な「竜巻飛来物速度評価ソフト TONBOS」を開発しました。

最大回転風速や移動速度などの竜巻条件と飛行定数などの飛来物データの入力により最大飛来物速度等の計算結果が得られ、動画による可視化も可能です。

本ソフトによる 計算結果は原子力発電所の新規制基準適合審査資料に掲載・引用されています。



竜巻飛来物速度評価ソフト TONBOS による解析例

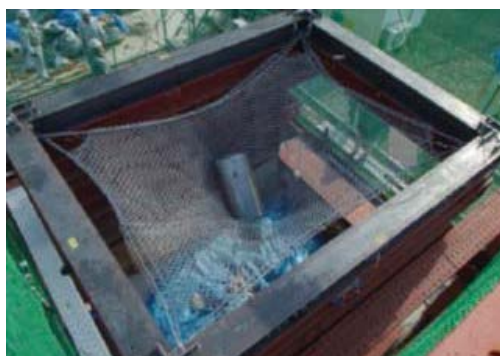
地表に設置されたコンテナ群（カラーの球）の直上に竜巻（黒色の円）が発生した場合の飛来物の運動を可視化したものです。左上の図は初期条件、右下の図は3秒後の飛来物の位置、水平速度の大きさ（カラー）、速度ベクトル（矢印）を示しています。

◇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金網を活用した軽量で耐震性に優れた防護工法を考案しました。

本工法では、飛来物の衝突荷重を広い範囲で支えられるように、活用する防護ネット、ワイヤーロープ、鋼管柱などに様々な工夫を凝らしました。

本防護工法は、国内の数多くの原子力発電所で実際に採用、施工されています。



飛来物の耐貫通性能試験の様子

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）を自由落下させました。

「フィルタベントの除染性能評価技術」

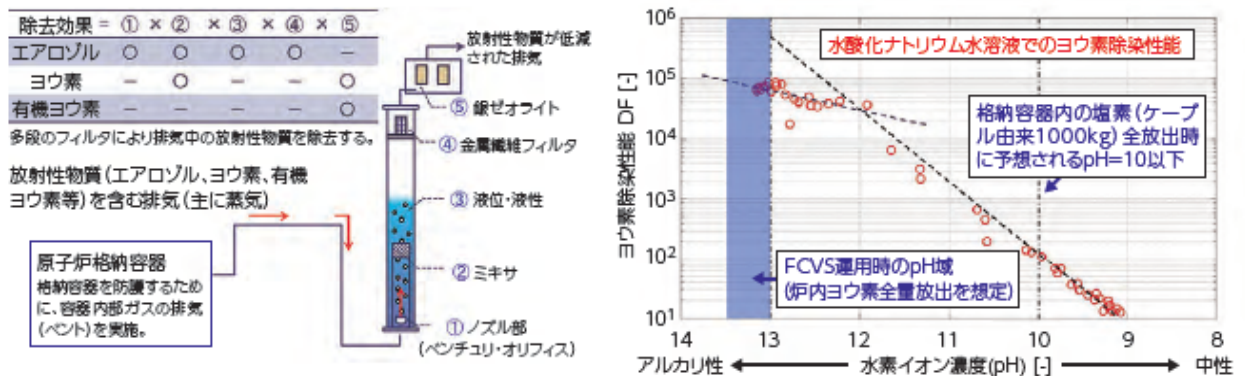
■研究の背景

原子炉過酷事故時の放射性物質放出量低減に必要となるフィルタベント装置の基盤技術は国内にはなく、海外の知見に依存している状況です。当所では、国内での最適な運用方法の策定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ました。

■研究成果の概要

◇放射性物質の主要形態に対する除染性能を詳細に評価

当所で構築した **実機規模のフィルタベント実験設備** を用い、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。また、**ヨウ素に関する国内初の実規模試験** により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。



フィルタベント試験装置の概略図とヨウ素除染性能の pH 依存性

ヨウ素除染性能の溶液 pH 依存性について試験を実施し、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ました。

「高クロム鋼溶接部のクリープ寿命評価法」

■研究の背景

近年、600℃級の火力発電所で使用されている高クロム鋼製の大径管の溶接部でクリープ損傷を原因とするき裂の発生等があり、大径管の寿命評価が必要となっています。当所ではクリープ現象に対する新しい寿命評価法の確立に取り組んできました。

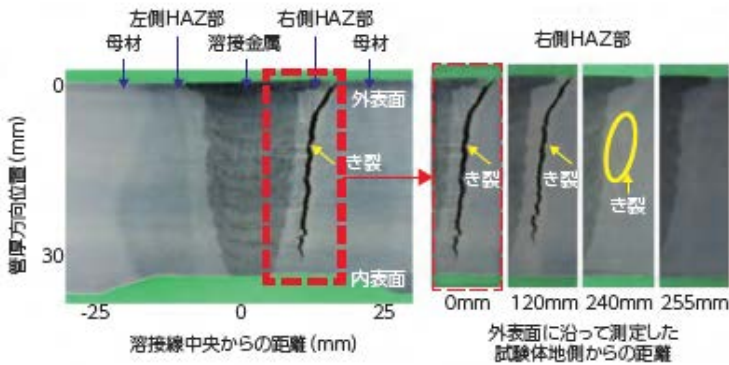
■研究成果の概要

◇内圧曲げクリープ条件下での周継手大径管試験体の損傷形態を観察

火力発電所で実際に使われている **12Cr 鋼と 9Cr 鋼製の大径管試験体を対象に模擬加圧・荷重試験** を行いました。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、配管金属の内部で 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。

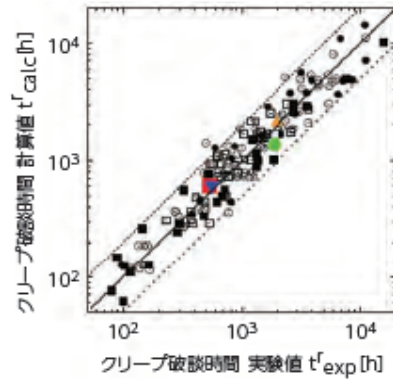
◇応力解析結果に基づき破損寿命を推定

上記実験結果に基づいた応力解析を実施した結果、クリープ変形挙動を良好に再現できました。また、任意の内圧、曲げ荷重下での周溶接配管のクリープ寿命推定式を開発し、補修溶接がされている場合のクリープ寿命推定式を導き出しました。



12Cr 鋼溶接部のき裂進展の様子

意図的に管を曲げて破断させる直前に寸止めした試料で、き裂進展の様子が明確に観察できました。



クリープ寿命の推定精度

点が各種実験データ、実線が寿命評価法での計算結果。実線を基準に倍／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ます。

「送電用鉄塔の巨大地震に対する耐震性評価技術」

■研究の背景

東北地方太平洋沖地震を契機に、送電設備の耐震性評価や対策が重要な課題となり、構造物損傷度の詳細評価や実務的な耐震設計法の確立が必要となっています。当所では送電鉄塔の耐震性評価に向けた高度な地震応答解析技術の開発に取り組みました。

■研究成果の概要

◇送電用鉄塔の地震応答を観測

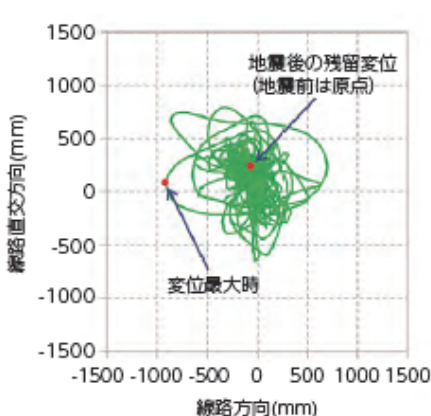
高レベル地震動に対する地震波形とそれに伴う送電用鉄塔の複数箇所の応答波形を国内で初めて同時に観測しました。

◇高レベル地震動に対する耐震性を評価

鉄塔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の結果に基づいた地震応答解析に最適な送電用鉄塔のモデル化方法の構築や塑性域での動的挙動を評価する弾塑性解析・評価法の開発を行い、実施した地震応答観測の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。

◇設計地震動に対する耐震設計を評価

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」を整備しました。



鉄塔頂部の変位履歴の例



部材の永久変形が発生

南海トラフ巨大地震を想定した地震応答解析結果例
275 kV 耐張型鉄塔を対象に南海トラフ巨大地震を想定した解析の結果、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。

地震後の状態

「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」

■研究の背景

欧州では太陽光発電の大量導入により、電力の安定供給のための電源確保や設備の費用負担など様々な面で課題が生じています。当所ではこれら海外での先行事例を調査・分析し、わが国での制度設計に対する示唆を取りまとめました。

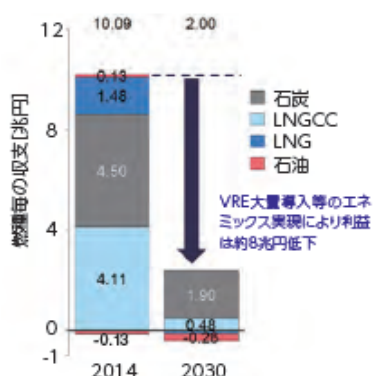
■研究成果の概要

◇ミッシングマネー問題を定量的に評価

当所開発の需給運用シミュレータにより、**長期エネルギー需給見通しが実現した場合の火力発電収支を試算**し、2030年時点において安定供給に必要な**火力設備の一部で電力販売収入だけでは発電費用を回収できない可能性（ミッシングマネー）**があることを示しました。

◇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を定性的に評価

PV設置の有無で需要者の間に生じる配電設備の費用負担における不公平性を是正するために欧米で議論されている料金制度に関する情報の収集と分析を行い、導入にあたってのメリット、注意すべき点などについて取りまとめました。



火力発電設備の収支変化

2014年との比較では、2030年時点で年間約8兆円の収支悪化となる試算結果を示しました。

他にも各研究分野において次のような研究成果を創出しました。

原子力発電

●過酷事故時の破損・溶融燃料のふるまいの解明

国内初となる過酷事故時の炉内の化学状態を再現可能な「燃料棒・制御棒破損・溶融試験装置」の開発と燃料デブリの物理的・化学的特性の各種試験による把握

●発電所におけるエラーマネジメントプロセスの構築

発電所での体系的なヒューマンエラー防止の取組みに向けた「エラーマネジメントプロセス」の構築とプロセスの継続的な改善方策の提案

●原子炉格納容器内の機器に対する塗装仕様の健全性の評価

事故時の蒸気環境を模擬した試験による原子炉格納容器内機器・配管向け腐食防止塗装の健全性評価と評価結果に基づく塗装指針への適合性の確認

●バーチャル UT 試験システムの開発

配管溶接部などを対象にした超音波探傷試験の低コストで効率的な訓練の実現に向けた電磁気式 3D 位置センサーを採用したバーチャル UT 試験システムの開発

- **コンクリートキャスクの実用化に向けた応力腐食割れ（SCC）対策技術の開発**
塩分付着量による SCC 発生予測手法や SCC き裂進展速度評価手法の構築ならびに溶接残留応力を緩和する手法の SCC 発生防止技術としての有効性の確認

火力発電

- **CO₂回収型クローズド IGCC の開発**
CO₂回収後も高い送電端効率を達成可能な「CO₂回収型クローズド IGCC」の考案とガス化炉特性等に関する検証を通じた考案システムの実用化見通しの確認

再生可能エネルギー

- **太陽光発電（PV）発電出力リアルタイム把握技術の開発**
PV の出力推定に直結する日射量特性の解明ならびに広域での PV 総出力を計算する方法の考案と実証試験を通じた実地での適用妥当性の検証
- **ハイブリッド熱源地熱発電システムの開発**
地熱発電所のタービンに流入する蒸気の加熱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」の考案と事業性の検討に向けた発電原価や熱効率の評価

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の評価**
発送電分離や再エネ大量導入による既存電源の運用変化が系統に及ぼす影響を評価可能な手法の開発と系統での適正な電圧維持に与える影響の開発手法を用いた評価
- **変圧器巻線の構造異常を考慮した故障確率評価手法の提案**
変圧器の劣化度合を負荷履歴から推定する手法や周波数応答解析で巻線構造異常を判定する手法の開発ならびに巻線構造異常から変圧器故障確率を評価する手法の構築
- **スマートメータの雷による故障要因の把握と対策手法の提案**
耐雷性能評価試験によるスマートメータの雷故障要因の解明と効果的な対策手法の提案ならびに雷によるスマートメータ故障発生率推定手法の構築
- **電気事業に対するサイバーテロへの対応能力の強化**
最新の攻撃手法の調査に基づく新たなシナリオを盛り込んだ電気事業の業務システムを対象としたサイバーテロ対策訓練システムの構築と対策演習の実施

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の開発**
1,000 世帯規模の住宅群を対象に地域差や需要家の多様性を考慮しながら用途別・時刻別の消費電力を推定可能な手法の開発
- **スマートメータデータを活用するための要素技術の開発**
スマートメータの自動検針で得られる需要データから機会学習の手法により実需要をより精度よく推定する手法の開発

環境

- **発電所の新たな環境影響評価手法の開発**
火力発電所の冷排水拡散や地熱発電所の硫化水素大気拡散を 3 次元で予測できる数値モデルならびに風力アセス効率化に向けた鳥類飛翔軌跡定量化システムの開発

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た提言

規制料金の撤廃判断や独占禁止法によるセット販売規制等の課題を踏まえた公正な市場競争の進展に向けた制度設計への提言

<組織運営> (本冊の 58~59 ページをご参照下さい)

研究機関としての将来の発展を目指し、研究の2拠点化（我孫子、横須賀）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を進めました。

研究拠点整備

- 狛江地区からの研究員・設備の受入れに向けた横須賀地区環境整備の実施
- 研究の2拠点化に合わせた業務合理化のための事務・管理部門の移転・再編
- 知的財産管理・活用担当部署の2研究拠点への配置による研究現場支援の強化
- 委託購買等契約部門の「調達センター」への改組による調達業務の高度化

コスト削減・業務合理化

- 調達業務での競争発注推進と間接部門業務プロセスの見直し
- 給与削減措置の継続

人 員

- 人件費のさらなる圧縮に向けた人員計画の見直し
- 分野別研究戦略や基盤技術新陳代謝を踏まえた採用計画に基づく研究員の継続的な採用
- 業務合理化の推進と適切な人員配置による事務・管理部門でのトータルマンパワーの維持

II. 決 算 (本冊の 60~69 ページをご参照下さい)

前年度と比べ、経常収益はほぼ同程度である一方、経常費用は人件費、経費ともに減少しました。その結果、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

経常収益：276.1 億円（前年度比：1.9 億円減少）
経常費用：281.9 億円（前年度比：18.0 億円減少）
当期正味財産減少額：6.5 億円（前年度比：17.0 億円縮小）

貸借対照表

資産合計：517.3 億円（前年度比：41.2 億円減少）
負債合計：136.4 億円（前年度比：34.7 億円減少）
正味財産合計：380.9 億円（前年度比：6.5 億円減少）

詳細は添付の「Annual Report 2015」をご参照下さい

以 上

お問合せは、[こちら](#) からお願いいたします。
※本件は、エネルギー記者会で資料配布致しております。