

## 電力中央研究所 2016年度の主要な研究成果について — 「Annual Report 2016」 —

2017年6月16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、電気事業を取り巻く事業環境が大きく変化する中、電気事業の中央研究機関として、2016年度も電気事業の課題解決や新たな価値創造に資する多様な研究成果を創出しました。

今般、2016年度における当所の研究成果や活動内容をより深くご理解頂くため、「**Annual Report 2016** ～2016年度 事業報告書・決算書～」を取りまとめました。

なお、2016年度事業報告および決算は、同所評議員会で承認されました（6月16日付）。

### ■2016年度の主要な研究成果

電気事業の共通課題の解決に役立つ研究開発に優先的に資源を投入し、着実に成果を創出・提供しました。また、電力をはじめとするエネルギーの供給および利用に係わる技術・システムにおいて将来顕在化することが予想される事象を先見的に見極め、そこに生じる課題の解決や新たな価値を提供するための研究に取り組みました。

ここでは、2016年度の主要な研究成果のうち、以下について紹介します。

### 2016年度の主要な研究成果（例）

#### (1) IoT、AI技術の活用

- ・効率的な状態監視技術 ほか

#### (2) 再生可能エネルギーへの対応

- ・自然変動電源大量導入時のガスタービン発電技術 ほか

#### (3) 原子力発電の安全性向上

- ・断層活動性評価手法構築

#### (4) 自然災害対策

- ・高精度落雷位置標定システム
- ・合理的な雪害対策

#### (5) 電力システム改革の制度設計

- ・新しい市場の詳細分析



## (1) IoT、AI 技術の活用

### 「IoT 技術の導入による発電設備の効率的な状態監視技術の開発」(p.56,57)

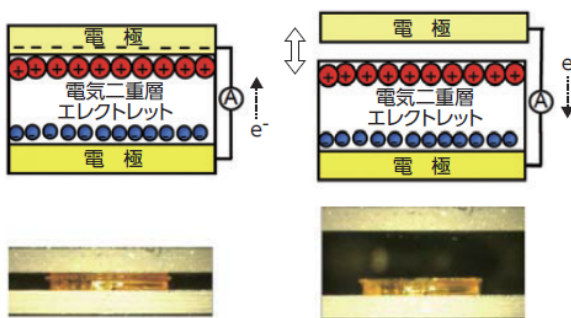
～発電設備の振動を利用する発電素子の開発に成功～

電力インフラ設備の経年化に伴い、合理的な保守技術の確立が必要とされています。IoT 技術の導入により、発電設備の状態監視のオンライン化が期待される中、当所では熱や振動を利用して自ら電力を生み出すエネルギーハーベスタ（環境発電素子）をセンサ電源として利用するための技術や「自立型センサネットワーク」を用いたメンテナンスフリーの発電設備の状態監視技術を開発しています。

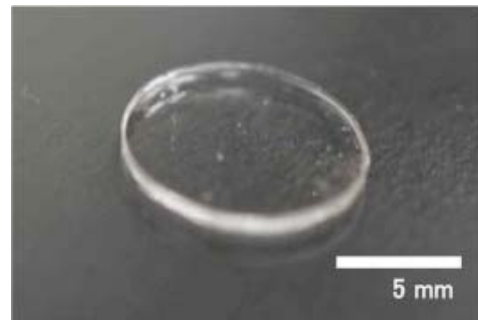


### ◇従来は利用が難しかった帯域の振動で発電するエネルギーハーベスタの開発

電解質を電極で挟み電圧を印加することで形成した電気二重層を維持し、イオンの動きを固定することにより、半永久的に電荷を保持すること（エレクトレット）に成功しました。この効果を活用し試作した振動発電素子では、従来の方式では難しかった、発電設備で多い 100Hz 以下の振動環境下で電力を得られることを確認しました。



電気二重層エレクトレットを利用した振動発電素子の発電メカニズム

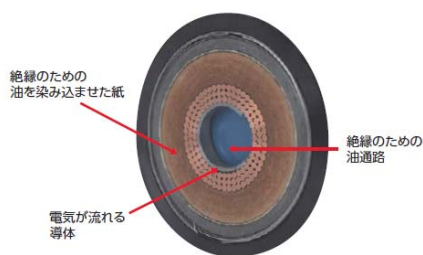


作製した電気二重層エレクトレット

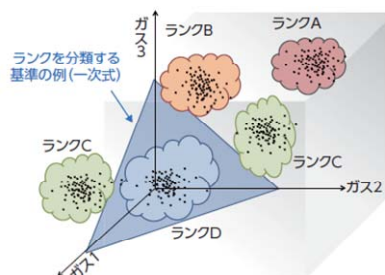
### ◇発電設備の状態監視のための無線センサネットワークの構築

現状のWi-Fi よりも長距離での通信が可能な無線通信モジュールを用いた無線センサデバイスと、測定データを保存するための基地局から構成される無線センサネットワークを構築し、発電設備の日常保守業務への適用に対する見通しを得ました。

上記の他、「AI 技術を適用した OF ケーブルの異常判定技術の開発」(p.58,59) も行いました。その結果、未知データに対する異常判定の正解率を、従来法の約 50%から約 80%まで向上させることができました。



OF ケーブル断面写真



異常判定の考え方



## (2) 再生可能エネルギーへの対応

### 「自然変動電源大量導入時の需給バランス維持に貢献するガスタービン発電技術の提案」 ～次世代 GTCC の導入により火力発電の運用コスト低減が可能に～ (p.32,33)

太陽光発電など自然変動電源の大量導入に伴い、時々刻々変化する電力の需給バランスを維持するためには、出力調整機能を持った火力発電を効率的に運用していく必要があります。その中で、高効率かつ機動性に優れたガスタービン複合発電 (GTCC) の高性能化が有望な手段と考えられており、当所では次世代 GTCC の開発に取り組んでいます。

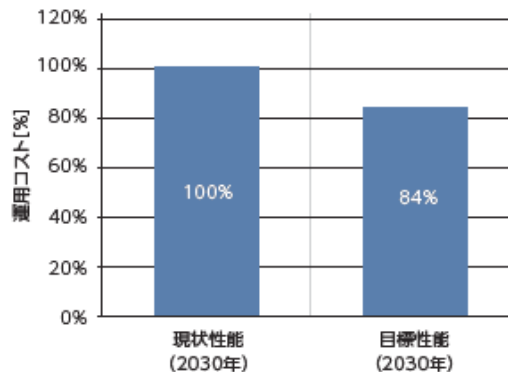


#### ◇次世代 GTCC の技術課題の明確化

GTCC の急速起動や急激な負荷変動の際に、プラントに生じる温度・圧力の変動や燃焼安定性への影響を明らかにしました。また、2030 年までに開発すべき GTCC の目標性能を設定し、これを実現するための具体的な技術開発課題と普及に向けた課題を整理しました。

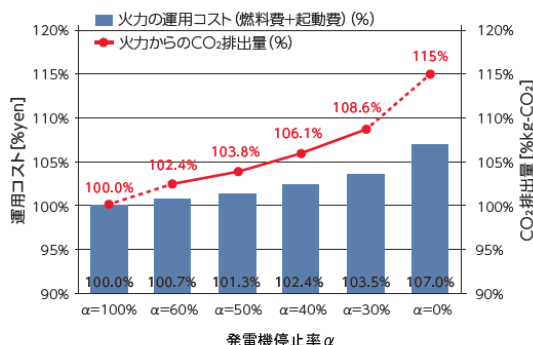
#### ◇次世代 GTCC の導入効果

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



将来電源構成における火力機の運用コストの削減効果例

上記の他、「再生可能エネルギー大量導入時の電力系統安定性評価指標の提案」(p.36,37) も行いました。電力系統の安定化への貢献度が高い同期発電機について、その必要容量を適切に評価するために有用な指標として「発電機停止率」を提案しました。



需給運用への影響分析シミュレーション結果



## (3) 原子力発電の安全性向上

### 「断層活動性の体系的評価手法の構築」(p.18,19)

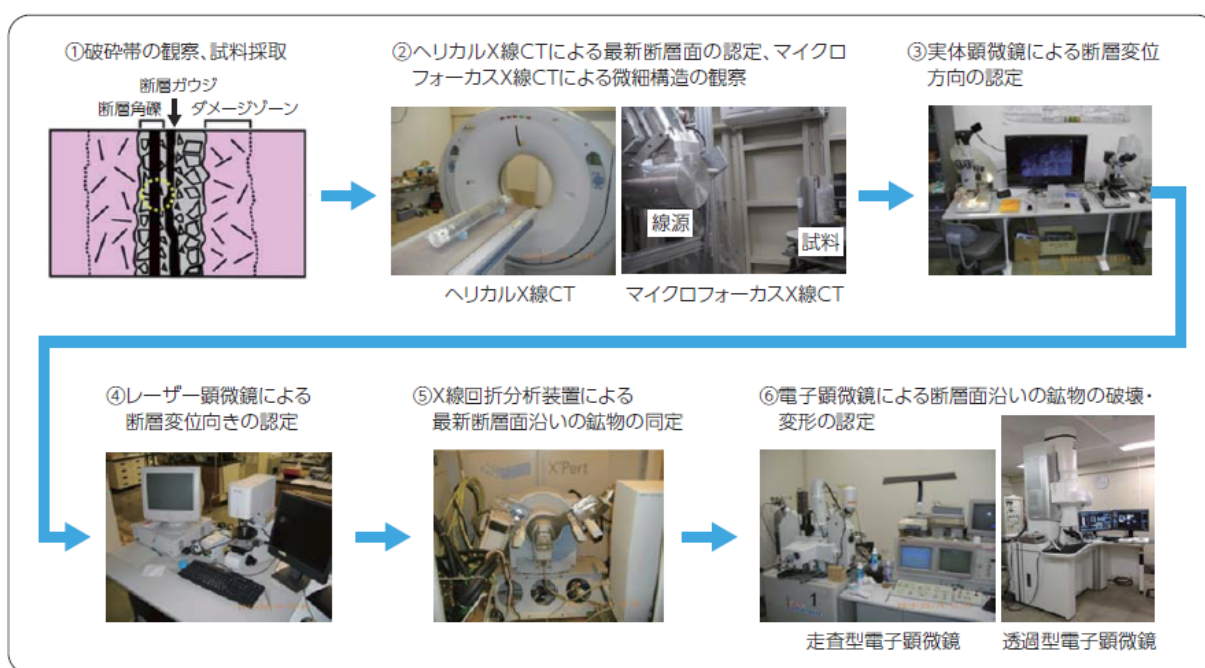
～断層の破碎性状の詳細分析により活動性を評価～

原子力発電所の安全性向上のためには、敷地内に存在する断層の活動性を適切に評価する必要があります。当所では、岩盤内の断層の破碎性状に基づく断層活動性評価手法を構築し、全国の原子力施設における断層の活動性を、より高精度に評価する手法の開発に取り組んでいます。



#### ◇断層活動性分析フローの構築

岩盤内の断層の破碎状況について、露頭観察やボーリングコア観察などのマクロスケールの評価から、鉱物の破壊・変形の認定などの電子顕微鏡によるミクロスケールの評価まで、詳細に評価できる分析フローを構築しました。この分析フローを実際の原子力発電所に適用し、敷地内に存在する断層が耐震上考慮する活断層ではないことを客観的に示しました。



断層活動性分析フロー

#### ◇原子力発電所における断層調査実施の合理性の実証

2014年長野県北部地震や2016年熊本地震に出現した地表地震断層を対象にしたトレンチ調査と破碎帯分析の結果、既往文献では活断層が示されていなかった箇所でも、断層変位の累積性や、断層面に活断層特有の層状構造を確認することができたことから、原子力発電所における断層調査の合理性が実証されました。

## (4) 自然災害対策 ①

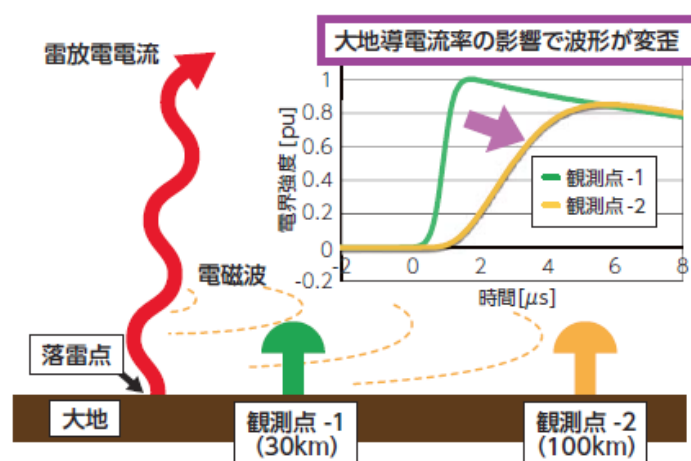
### 「落雷の位置やエネルギーを高精度で推定できる標定システムの開発」(p.40,41) ～標定誤差が 50m以下となり巡視・点検の省力化に大きく貢献～

落雷に伴う設備の巡視・点検には多大な労力を要していません。落雷による設備被害の把握には、落雷位置と雷エネルギーに関する情報が必要なため、当所では、高精度で落雷の位置を標定でき、従来困難であった雷エネルギーの推定も可能な新しい落雷位置標定システムの開発に取り組んでいます。



#### ◇落雷位置標定精度の向上

落雷位置の標定時に生じる誤差の主要因が、電磁波波形の長距離伝搬時の歪みであることを明らかにし、誤差を補正するための適切なセンサの配置と信号処理の方法を開発しました。これにより、これまで 250m 以内に絞り込むことが難しかった落雷位置の標定誤差を 50m 以下にすることが可能となり、被害設備をピンポイントで特定できる見通しを得ました。



#### 電磁波の波形が長距離伝搬に伴い変化するイメージ

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

#### ◇雷エネルギーの推定

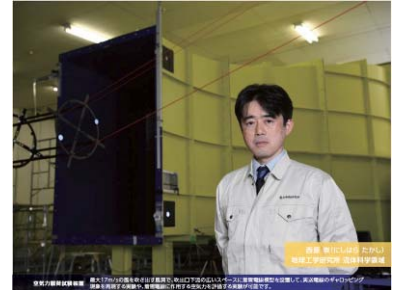
落雷に伴うエネルギー（電荷量）の推定に必要な雷雲中の電荷位置の推定には不確かさを伴いますが、落雷点から 25km 離れた遠方の電界測定データを用いることで不確かさの影響は小さくなることを計算により明らかにしました。

(4) 自然災害対策 ②

「送電設備の合理的な雪害対策の提案」(p.48,49)

～10年間のプロジェクトで雪害発生メカニズムを解明し予測・対策技術を向上～

2005年12月の日本海側地域での雪害による大規模な停電被害を受け、一元的な観測とデータ管理により、雪害事象のさらなる探究と解析技術の向上を図ることが求められたため、当所では電気事業の協力のもと、2007年からの10年間にわたるプロジェクトとして、雪害発生メカニズムの解明と予測・対策技術の向上に取り組んできました。



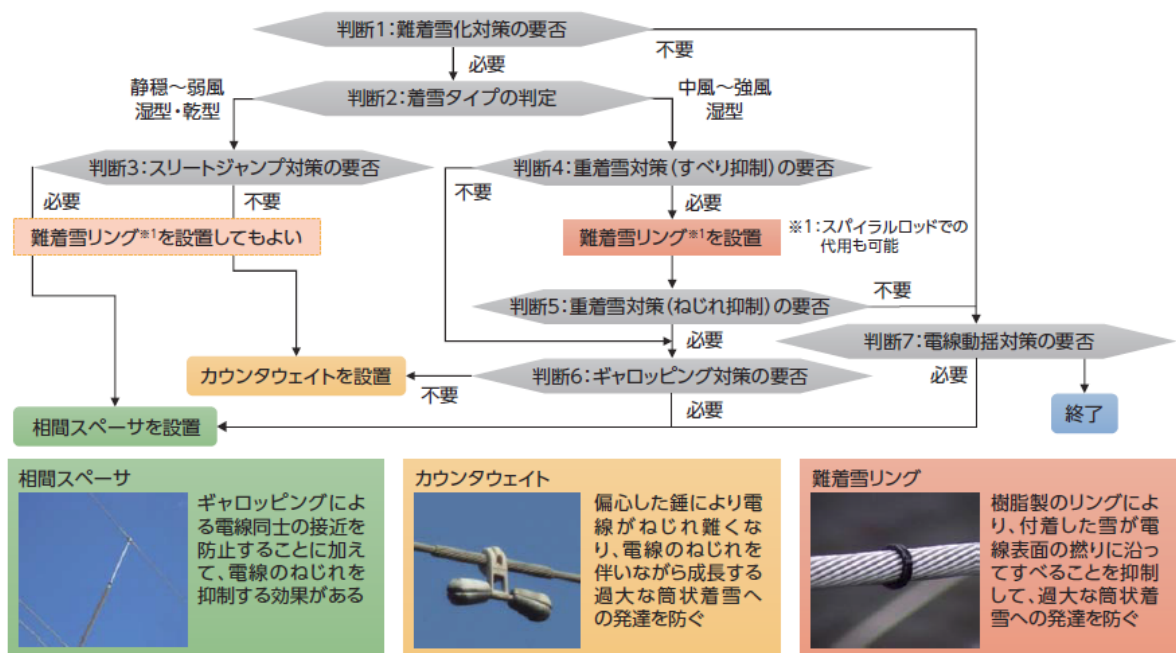
◇実用的な雪害予測評価手法を構築

送電設備の雪害の要因となる3事象に対して、被害が発生しやすい場所を、地域の気象特性に基づき簡便に予測する以下の手法を構築しました。

- 重着雪：鉄塔などの支持物の耐雪設計において想定すべき電線への最大着雪量を推定する手法
- ギャロッピング：設備の諸元や気象特性に基づいてギャロッピングによる短絡が起きやすい径間を推定する手法
- 塩雪害：がいしの塩雪害の発生懸念地域を推定する手法

◇適切な雪害対策品の選定法を提案

長期間の屋外観測と各種屋内実験のデータ分析により、雪害対策品の効果を検証し、効果の現れやすい条件を明らかにしました。また、対象とする送電設備毎に、各地の気象特性や設備形態に応じた効果的な対策品の選定法を提案しました。



単导体線路を対象にした雪害対策品フローチャートの例

## (5) 電力システム改革の制度設計

### 「電力システム改革による5つの新しい市場の詳細分析」(p.54,55)

～わが国における市場の合理的な制度設計のあり方を提言～

電力システム改革で新たに導入される様々な新市場（下の表参照）の詳細制度設計や見直しに対応して、当所ではわが国特有の事情を踏まえながら、市場モデルによる定量分析、先行する国外事例の評価や理論的な分析の結果等を適宜提示しました。



#### ◇卸市場モデルによる定量分析

2030年に長期エネルギー需給見通しが掲げる再生可能エネルギー大量導入等が実現する場合を想定し、電力の安定供給に必要な供給能力（アデカシー）の確保に必要な設備容量を定量的に分析した結果、卸電力市場での販売電力量収入により年間支出を賄える設備は約4割に留まり、必要な供給力の確保には容量市場の創設が必要であることを、を示しました。

#### ◇新市場の詳細制度設計の分析

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

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

#### 新市場設計に関する海外事例調査

2016年度の組織運営の概要と決算は以下のとおりです。

## ■組織運営（本冊の p. 60～61 をご参照下さい）

持続可能な事業基盤の構築を目指し、研究力強化と固定的管理経費削減に向けた研究拠点整備を進め、組織体格のスリム化と業務合理化・コスト削減に取り組みました。

### 研究拠点整備

- 横須賀地区：拠点整備を着実に推進、狛江地区からの要員・設備の移転を順次実施。
- 我孫子地区：拠点構想の実現に向け、建物やインフラ設備の劣化診断に着手。
- 狛江地区：拠点整備に資するため一部土地を売却、原子力研究部門を横須賀地区に移転。

### 業務合理化・コスト削減

- 人員計画（2015年度期首 800名 → 2017年度末までに 750名）を前倒しで達成。
- 間接部門業務の見直し、財形業務等のアウトソーシングの開始。
- 調達業務での各部署共通使用品の一括発注、一層の競争見積への取り組み。

## ■決算（本冊の p. 62～71 ページをご参照下さい）

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

### 正味財産増減計算書

経常収益：309.5 億円（前年度比：33.3 億円増加）  
経常費用：298.0 億円（前年度比：15.0 億円増加）  
当期正味財産増減額：27.3 億円（前年度比：33.8 億円増加）

### 貸借対照表

資産合計：542.7 億円（前年度比：25.3 億円増加）  
負債合計：134.4 億円（前年度比：1.9 億円減少）  
正味財産合計：408.2 億円（前年度比：27.3 億円増加）

詳細は添付の「Annual Report 2016」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。