

## 電力中央研究所 2017 年度の主要な研究成果について — 「Annual Report 2017」 —

2018年6月18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は、電気事業を取り巻く事業環境が変化する中、電気事業の中央研究機関として、2017年度も電気事業・社会の課題解決に資する様々な研究成果を創出しました。

今般、2017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 2017](#) ～2017年度 事業報告書・決算書～」を取りまとめました。

なお、2017年度事業報告および決算は、当所評議員会で承認されました（6月15日付）。

### ■2017年度の主要な研究成果

電気事業の共通課題の解決に向けた研究開発に優先的に資源を投入し、クライアントとのコミュニケーション等を通じたPDCAのもと、着実に研究を推進し、成果を創出しました。また、将来顕在化が想定される事象を見極め、そこで生じる課題の解決や新たな価値を提供するための研究に取り組み、電気事業の様々な分野において成果を生み出しました。

ここでは、2017年度の主要な研究成果のうち、以下について紹介します。

### 2017年度の主要な研究成果（抜粋）

#### (1)スマートコミュニティの運用支援

スマートコミュニティの運用特性を解析するツールを開発

#### (4)サイバー攻撃への対応

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

#### (2)AI手法による設備保守の省力化

送電鉄塔の保守を支援する画像処理技術とAI手法を開発

#### (5)石炭火力の低炭素化

石炭火力での高混焼率利用を可能とする木質炭化燃料を開発

#### (3)原子力発電の安全性向上

原子力発電所周辺斜面の崩落評価法を開発して実サイトに適用

#### (6)電力システムの安定化

リチウムイオン電池の長寿命化に向けた評価技術を開発

## (1) スマートコミュニティの運用支援

### 「スマートコミュニティの運用特性を解析するツールを開発」(p.56~57) ～PV・蓄電池・デマンドレスポンスと電力品質との関係の見える化に貢献～

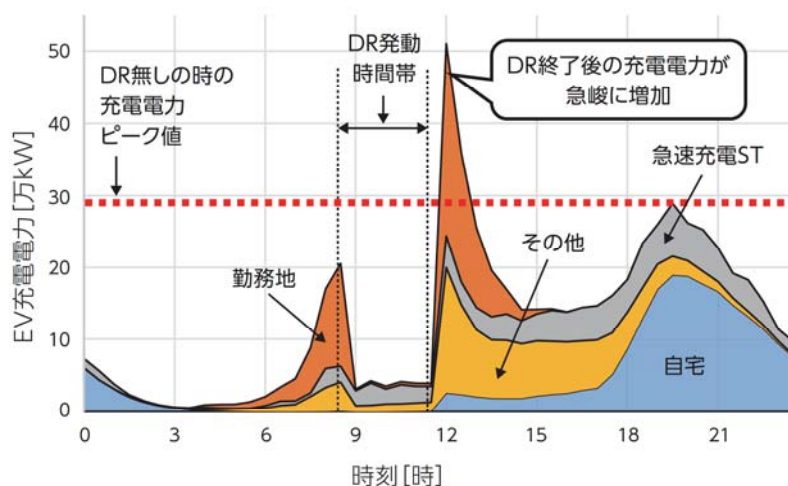
スマートコミュニティでは、需要側エネルギー資源を活用する様々な小売事業者やアグリゲータが出現し、VPP 技術が日常的に使われます。このようなコミュニティで経済性のみを重視した自律運用（コスト最小化等）が行われると、配電系統では需要変動が更に増大するため、電力品質の劣化や、送電線での過大な潮流の発生などの問題が懸念されます。当所では、送配電系統の運用や設備形成の合理化と、経済的なコミュニティ運用の両立に向け、コミュニティと配電系統との相互影響を解析するツールの開発に取り組みました。



#### ◇コミュニティと配電系統の相互影響解析ツールの開発

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

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



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

開発ツールによる解析例

#### ➤ 成果の活用先・事例

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

## (2) AI 手法による設備保守の省力化

### 「送電鉄塔の保守を支援する画像処理技術と AI 手法を開発」 (p.38~39)

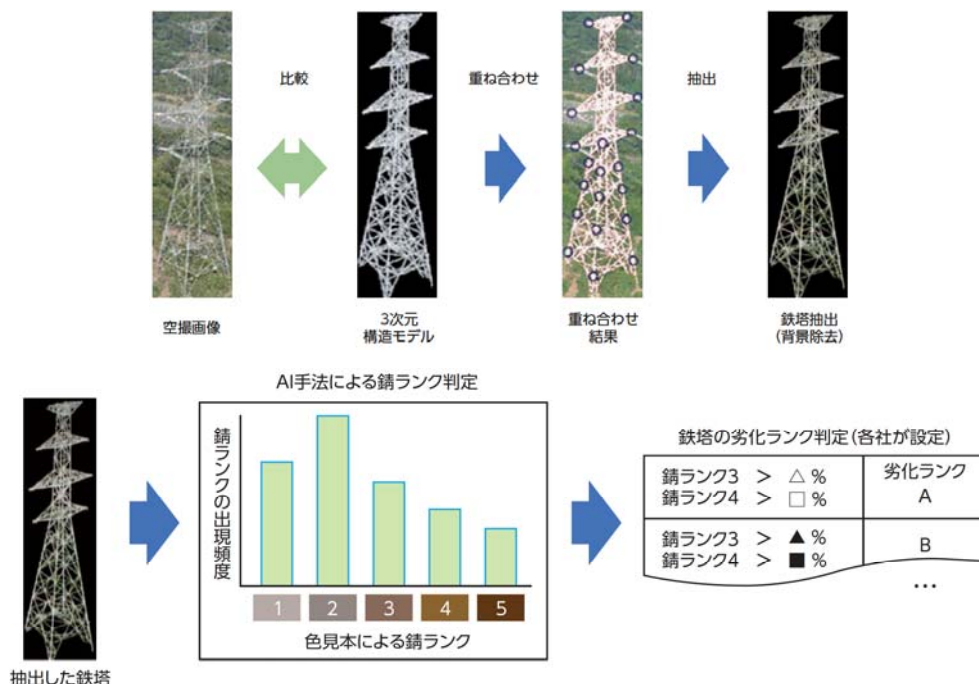
～簡易劣化判定支援ツールにより鉄塔保守の省力化に貢献～

電力会社では、鉄塔の高経年対策として錆が進行した鉄塔に対し防錆塗装を行っています。膨大な数の鉄塔の中から塗装が必要な鉄塔を選定する必要があるため、塗装の優先順位を効率的に決定する必要があります。当所では、鉄塔保守の省力化に向けて、画像処理技術と AI 手法を融合することにより、ヘリコプター等で撮影した空撮画像から鉄塔の劣化ランクを自動的に判定し、塗装の優先順位の決定を支援する技術の開発に取り組みました。



#### ◇空撮画像からの鉄塔部分の抽出と劣化ランク判定

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



#### 鉄塔の塗装優先順位を決定するための劣化ランク判定処理

#### ➤ 成果の活用先・事例

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



## (3) 原子力発電の安全性向上

### 「原子力発電所周辺斜面の崩落評価法を開発して実サイトに適用」(p.16~17)

～斜面崩落の特性を明らかにし原子力施設の安全性向上に貢献～

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

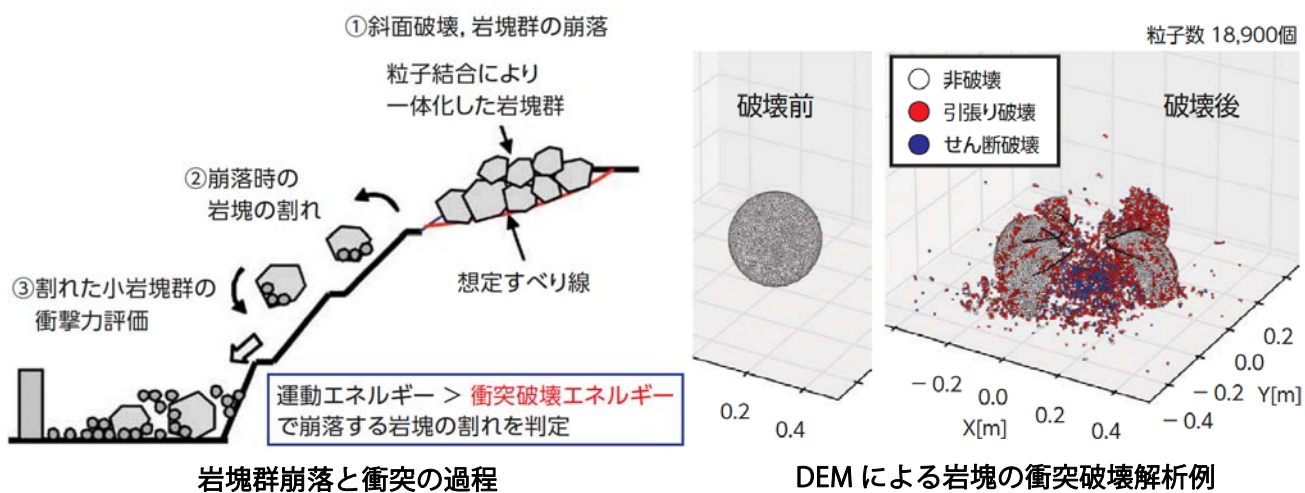


#### ◇3次元DEM解析による斜面崩落岩塊群の挙動評価手法の開発

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

#### ◇岩塊衝突時の衝撃力特性と個別要素法によるモデル化手法の開発

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



#### ➤ 成果の活用先・事例

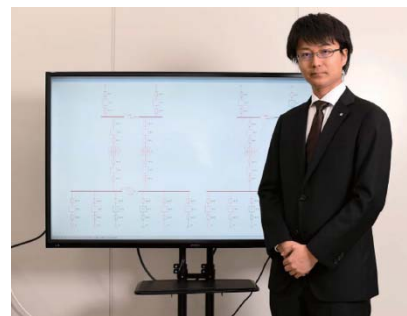
- 斜面崩壊が原子力発電所における緊急時のアクセスルートや重大事故等対処設備エリアに及ぼす影響を把握するため、当所が開発した評価手法が用いられています。
- 斜面崩壊確率算定や重要施設への影響評価に活用することにより、原子力施設の安全性評価の高精度化が期待できます。

## (4) サイバー攻撃への対応

### 「系統制御システムと変電所監視制御システムを対象としたセキュリティ検証環境を構築」(p.46~47)

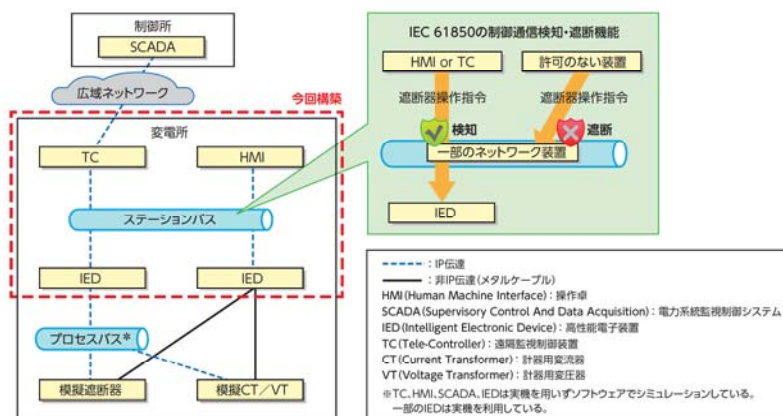
～系統制御システムをターゲットとしたサイバー攻撃への対応能力向上に貢献～

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



#### ◇セキュリティ検証環境の構築

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



系統制御システムのセキュリティ検証環境の構成図

#### ◇IEC 61850 規格の通信を検知・遮断する機能の実装

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

#### ➤ 成果の活用先・事例

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

## (5) 石炭火力の低炭素化

### 「石炭火力での高混焼率利用を可能とする木質炭化燃料を開発」(p.30~31)

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

石炭火力発電所では、CO<sub>2</sub> 排出量削減を目的に、カーボンニュートラルな木質バイオマスの混焼利用が進められていますが、木質チップ等の混焼利用では粉碎性や供給力が課題に挙げられています。当所は、これらの課題に対する技術開発の一つとして、石炭火力でのバイオマス利用拡大を目的とする木質炭化燃料の技術開発に取り組んでいます。



#### ◇木質炭化燃料の粉碎性の評価

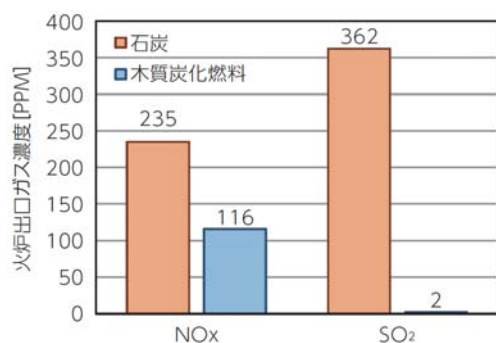
石炭火力の CO<sub>2</sub> 排出量削減に向けて、木質バイオマスを炭化処理することによって粉碎性や発熱量を向上させ、石炭火力での高混焼率利用を可能とする木質炭化燃料を開発しました。試験用ローラミルによる粉碎性評価では、木質炭化燃料の粉碎に要する動力は、瀝青炭とほぼ同等であることがわかり、既存設備を改造（石炭ミルの改造など）することなく、石炭火力に導入が可能となります。



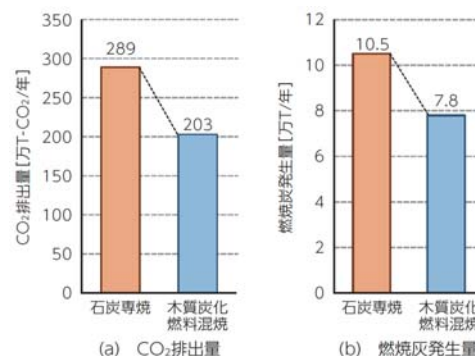
製造した木質炭化燃料

#### ◇木質炭化燃料の高混焼率利用による効果

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



専焼時の火炉出口 NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub> 濃度の比較



石炭専焼と木質炭化燃料 30%混焼の試算比較

#### ➤ 成果の活用先・事例

- 石炭火力での高混焼率利用に適した木質炭化燃料の普及拡大により、石炭火力の CO<sub>2</sub> 排出量削減を目指します。

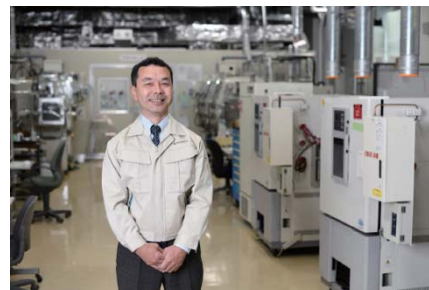


## (6) 電力システムの安定化

### 「リチウムイオン電池の長寿命化に向けた評価技術を開発」(p.58~59)

～性能評価を通して用途に適した二次電池の長期運用に貢献～

再生可能エネルギーの導入拡大による電力システムの不安定化への対応手段の一つとしてリチウムイオン電池 (LiB) の活用が期待されています。また、運輸部門における電気自動車 (EV) の導入拡大が検討されており、二次電池の需要は今後高まっていくと予想されます。当所では、定置用蓄電池の大型化や EV 用の移動対応型にも利用可能な全固体電池の研究開発に取り組むとともに、リチウムイオン電池の長寿命化に向けた評価技術開発を進めています。

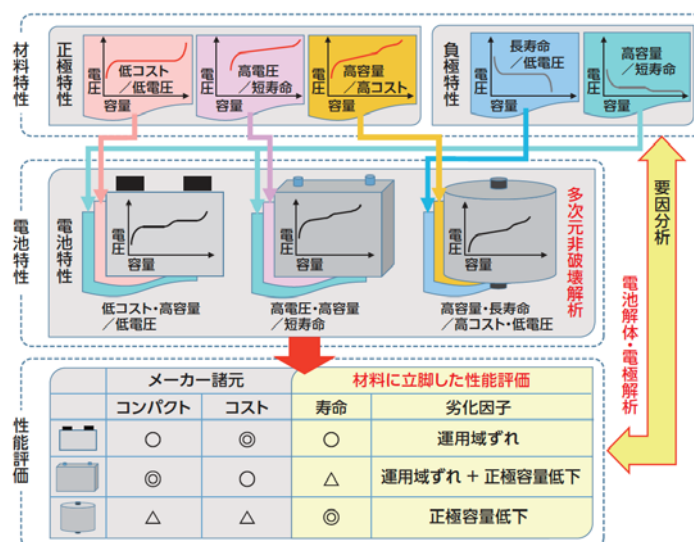


#### ◇より安全性の高い全固体電池を開発

LiB には、可燃性の有機溶媒が使われているため、発火事故などのリスクが懸念されています。そこで、将来期待される大規模な蓄電システムを安全に運用するために、燃え難い材料からなる全固体電池の開発を行っています。既存の LiB と同じ正極・負極材料に適合する高分子固体電解質の最適設計により、既存の LiB と同等以上の寿命特性を有する電池の開発に成功しました。

#### ◇電極材料に則した各種 LiB の分析評価

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



各種電極材料の組み合わせによる電池劣化特性把握

#### ➤ 成果の活用先・事例

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

2017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 (p. 60~61)

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

### 研究拠点整備

- 横須賀地区：材料分析棟竣工と狛江地区からの研究員・設備移転で拠点整備が概ね完了
- 我孫子地区：自然・環境科学分野の知的融合の促進等を目的とした新本館建設計画を策定
- 狛江地区：2拠点への移転により縮小した事業の規模のもとでの、合理的な地区の運営

### 業務合理化・高度化、コスト抑制

- 経営情報の収集・分析プロセスの確立と労働生産性の向上を目的とした新たな基幹業務システムの設計
- バックオフィス業務のアウトソーシングで捻出した要員をもって研究支援機能を強化
- 調達コスト削減に向け、仕様の精査や案件特性に応じた調達方法による競争見積の推進

## ■決算 (p. 62~72)

前年度と比べ、経常収益は主に受託研究にかかる事業収益減により9.4億円減少し、経常費用は主に消耗品費などの経費減により2.2億円減少しました。その結果、経常増減額は縮小したものの黒字となりました。

### 正味財産増減計算書

経常収益：300.1億円（前年度比：9.4億円減少）  
経常費用：295.7億円（前年度比：2.2億円減少）  
当期経常増減額：4.3億円（前年度比：7.1億円減少）  
当期正味財産増減額：35.6億円（前年度比：8.2億円増加）

### 貸借対照表

資産合計：589.8億円（前年度比：47.1億円増加）  
負債合計：145.9億円（前年度比：11.5億円増加）  
正味財産合計：443.9億円（前年度比：35.6億円増加）

[詳細は添付の「Annual Report 2017」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。