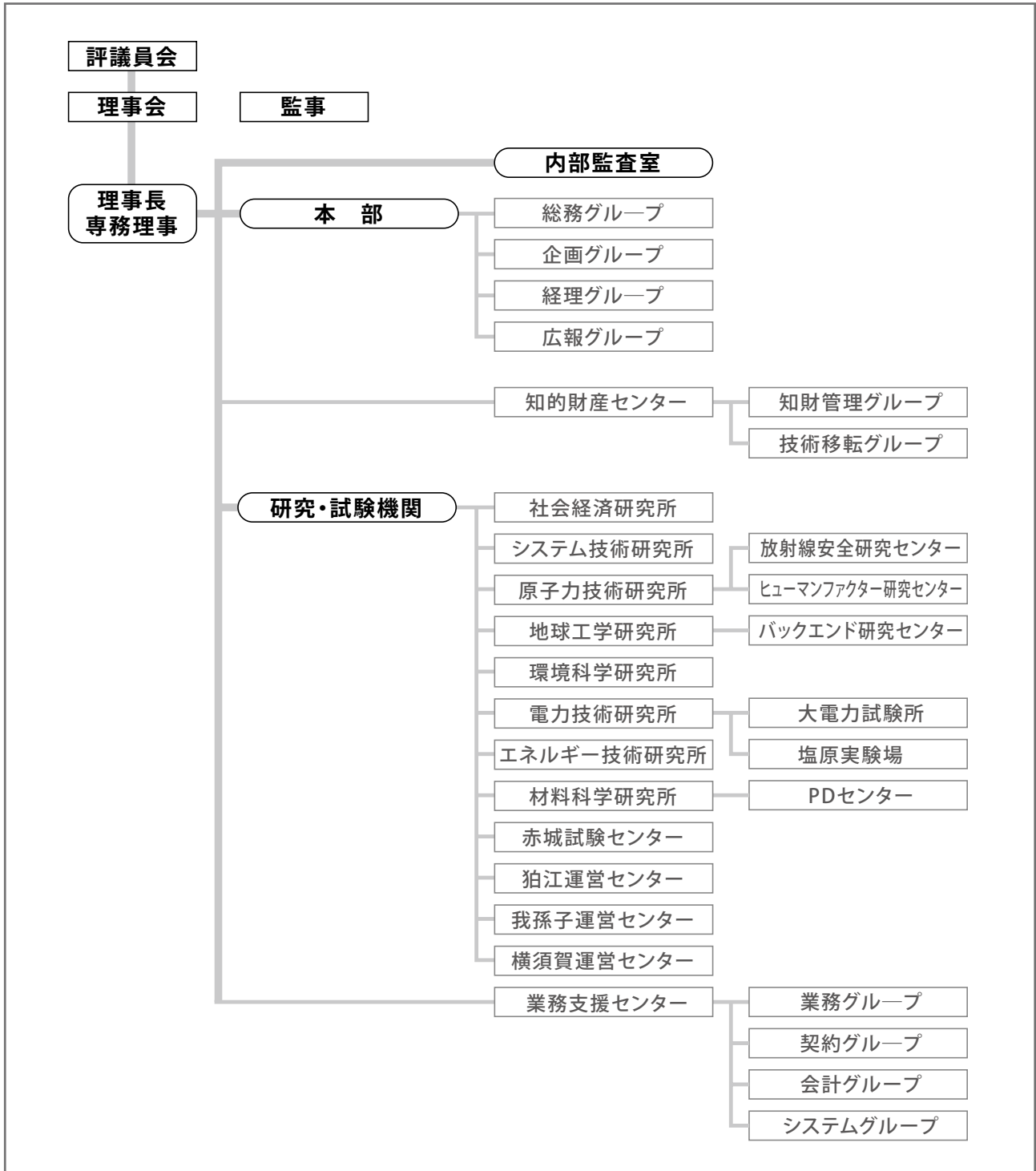


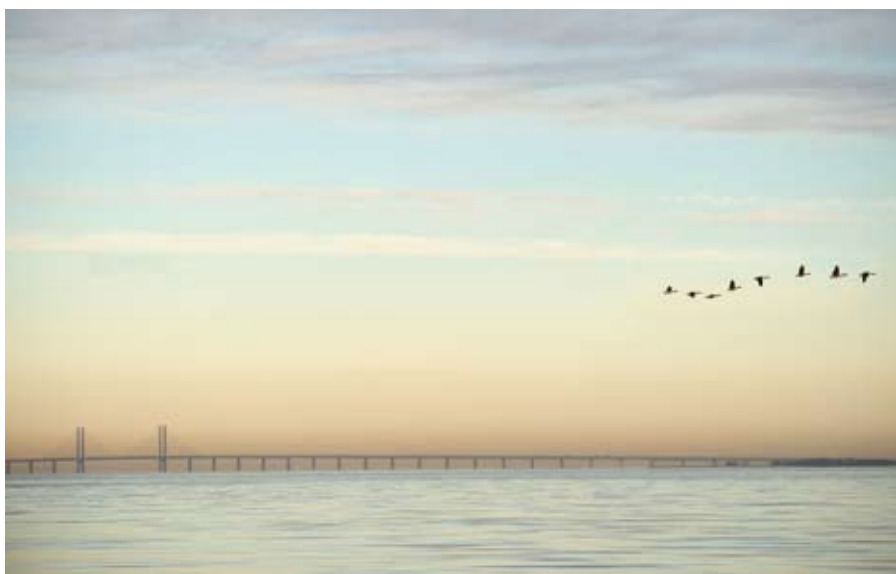
電力中央研究所
研究年報 2011 年度版
CRIEPI Annual Research Report Fiscal Year 2011



電力中央研究所の組織



電力中央研究所
研究年報 2011 年度版
CRIEPI Annual Research Report Fiscal Year 2011



目次 index

1. 研究活動概要	1
課題構成図(研究の柱と8 研究所)	3
2. 主要な研究成果	5
プロジェクト課題	
リスクの最適マネジメントの確立	
(1) 持続可能な事業体制と料金制度	6
(2) エネルギー技術戦略	8
(3) 原子力土木構造物の耐震裕度評価	10
(4) 放射性物質の環境影響評価と対策技術	12
(5) 低線量放射線影響の機構解明	14
(6) 合理的放射線安全確保	16
(7) 使用済燃料の輸送・貯蔵	18
(8) 高レベル放射性廃棄物処分	20
(9) 低レベル放射性廃棄物処分	22
(10) 送電設備の風雪塩害評価	24
(11) 配変電設備の戦略的災害復旧支援	26
(12) ICT 社会における雷害対策	28
(13) 温暖化の長期予測と適応支援	30
(14) 暴風雨予測と電力設備の温暖化影響評価	32
設備運用・保全技術の高度化	
(15) 圧力容器の照射脆化と健全性評価	34
(16) SCC 現象の解明と健全性評価	36
(17) 配管減肉・減肉耐震評価	38
(18) 機器・配管および電気計装品の劣化診断	40
(19) 水力施設の防災・維持管理技術	42
(20) 検査・予測・監視の統合化設備診断技術	44
(21) 変電・地中送電設備の劣化診断・高経年運用	46
(22) PCB 汚染変圧器の簡易処理	48
次世代電力需給基盤の構築	
(23) IGCC の燃料種拡大化・高効率化	50
(24) 低品位燃料の利用技術	52
(25) バイオマス／廃棄物高度利用技術	54
(26) CO ₂ 回収型火力システム	56

(27) CO ₂ 貯留技術	58
(28) 需要地系統の需給一体化運用・制御	60
(29) 次世代通信ネットワークシステム	62
(30) 日本型デマンドレスポンスの評価	64
(31) 需要地系統と協調した基幹系統の運用	66
(32) 需要地系統用次世代機器	68
(33) 電化厨房設計支援	70
(34) 高性能ヒートポンプ	72
(35) 低損失パワー半導体	74
(36) 低損失コンパクト電力変換応用機器	76
(37) 二次電池利用	78
(38) 高安全リチウム電池	80

基盤技術課題

(1) 社会経済研究所	82
(2) システム技術研究所	84
(3) 原子力技術研究所	86
(4) 地球工学研究所	88
(5) 環境科学研究所	90
(6) 電力技術研究所	92
(7) エネルギー技術研究所	94
(8) 材料科学研究所	96

3. 主要な新規研究設備 99

4. 活動実績 107

〈付表〉

(1) 研究報告等	112
(2) 主要な出版物	121
(3) 主要な外部表彰	122
(4) 公刊物等一覧	124

電力中央研究所から公刊した報告書はウェブサイトにてダウンロードしていただくことができます。
下記URLに接続していただき、本書内の[Q11001]のような形式で示した報告書番号を用いることで容易に検索することが出来ます。

http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/cgi-bin/report_reference.cgi

1. 研究活動概要

課題構成図 - 研究の柱と8研究所

1. 研究活動概要

2011年度、当所は、震災による電気事業や社会の情勢変化を踏まえ、我が国の堅固で柔軟な新たなエネルギー需給構造の構築を目指して、「リスクの最適マネジメントの確立」、「設備運用・保全技術の高度化」、「次世代電力需給基盤の構築」を研究の中期的な方向性を示す「研究の柱」に決めました。その下で研究課題の選択と集中を図り、電気事業や社会の変化に対応する課題、電力安定供給を支える課題、さらに将来の電力需給基盤の構築を目指した課題などに取り組みました。特に、喫緊の手立てが必要であった地震や津波、原子力事故などに対処する課題に対しては、当所が保有する知見や多岐にわたる基盤技術を活用して迅速に対応しました。

このうち、電気事業や社会のニーズが高く、タイムリーな成果の獲得と活用を図る必要がある課題を、「プロジェクト課題」とし、8つの専門別研究所*の連携による横断的な推進体制により総合力を発揮して研究を推進しました。また、将来取り組むべき課題を見据えて維持・継承する技術、発展させる技術、新たな研究展開に必要な技術などの課題解決の源泉となる基盤技術については、専門別研究所の特徴と専門能力を生かしつつ、その整備と向上を目指す「基盤技術課題」として研究に取り組みました。

2011年度は、「研究課題構成」に示しますように、38のプロジェクト課題と36の基盤技術課題のもとで研究を推進しました。また軽水炉の高経年化対策に関する研究を「総括プロジェクト」として、重点的に取り組みました。

2011年度に得られた主要な研究成果を、プロジェクト課題については課題毎に、基盤技術課題については専門別研究所単位で、各研究課題の目的などと合わせて2章に示します。

また、研究活動による効果的な成果の創出を支えるため、2011年度には、「実送電用鉄塔の動態観測システム」、「ヒトiPS細胞分析装置」、「大容量電力短絡試験設備-インパルス電流発生装置」、「小型ゼオライトカラム試験装置」、などの新規研究設備を導入しました。これらの研究設備の概要を3章に示します。併せて、当所の研究活動に関する主な実績を4章に取りまとめました。

* 「社会経済研究所」、「システム技術研究所」、「原子力技術研究所」、「地球工学研究所」、「環境科学研究所」、「電力技術研究所」、「エネルギー技術研究所」、「材料科学研究所」



2011年度 研究課題構成 (2012年3月31日現在)

プロジェクト課題

リスクの最適マネジメントの確立

エネルギー政策分析

- 持続可能な事業体制と料金制度
- エネルギー技術戦略

耐震信頼性向上

- 原子力土木構造物の耐震裕度評価

放射線安全・環境影響評価

- 放射性物質の環境影響評価と対策技術
- 低線量放射線影響の機構解明
- 合理的放射線安全確保

バックエンド事業支援

- 使用済燃料の輸送・貯蔵
- 高レベル放射性廃棄物処分
- 低レベル放射性廃棄物処分

流通設備の自然災害対策技術の開発

- 送電設備の風雪塩害評価
- 配変電設備の戦略的災害復旧支援
- ICT社会における雷害対策

温暖化予測と影響評価

- 温暖化の長期予測と適応支援
- 暴風雨予測と電力設備の温暖化影響評価

設備運用・保全技術の高度化

軽水炉高経年化対策技術の確立

- 圧力容器の照射脆化と健全性評価
- SCC現象の解明と健全性評価
- 配管減肉・減肉耐震評価
- 機器・配管および電気計装品の劣化診断

発電設備の運用・保守支援

- 水力施設の防災・維持管理技術
- 検査・予測・監視の統合化設備診断技術

流通設備の運用・保守支援

- 変電・地中送電設備の劣化診断・高経年運用
- PCB汚染変圧器の簡易処理

次世代電力需給基盤の構築

次世代火力技術の開発

- IGCCの燃料種拡大化・高効率化
- 低品位燃料の利用技術
- バイオマス/廃棄物高度利用技術
- CO₂回収型火力システム
- CO₂貯留技術

次世代グリッド技術の確立

- 需要地システムの需給一体化運用・制御
- 次世代通信ネットワークシステム
- 日本型デマンドレスポンスの成立性評価
- 需要地システムと協調した基幹システムの運用
- 需要地システム用次世代機器

電化・省エネルギー技術の開発

- 電化厨房設計支援
- 高性能ヒートポンプ
- 低損失パワー半導体
- 低損失コンパクト電力変換応用機器
- 二次電池利用
- 高安全リチウム電池

基盤技術課題

社会経済研究所

- ◆ 電気事業経営
- ◆ 経済・社会システム
- ◆ エネルギー技術政策

システム技術研究所

- ◆ 電力システム
- ◆ 需要家システム
- ◆ 通信システム
- ◆ 情報数理

原子力技術研究所

- ◆ 発電基盤技術
- ◆ 次世代サイクル
- ◆ 原子炉システム安全
- ◆ 原子力応用・将来技術
- ◆ ヒューマンファクター研究

地球工学研究所

- ◆ 地圏科学
- ◆ 地震工学
- ◆ 構造工学
- ◆ 流体科学

環境科学研究所

- ◆ 大気・海洋環境
- ◆ 水域環境
- ◆ 生物環境
- ◆ 環境リスク評価
- ◆ バイオテクノロジー

電力技術研究所

- ◆ 高電圧・絶縁
- ◆ 雷・電磁環境
- ◆ 高エネルギー
- ◆ 電力応用
- ◆ 大電流技術

エネルギー技術研究所

- ◆ 高効率発電
- ◆ 燃料高度利用
- ◆ ヒートポンプ・蓄熱
- ◆ エネルギー変換
- ◆ 熱流体・反応数値解析

材料科学研究所

- ◆ 原子力材料
- ◆ 火力材料
- ◆ エネルギー変換・貯蔵材料
- ◆ 先進機能材料
- ◆ PD制度に関する非破壊検査の高度化

2. 主要な研究成果

プロジェクト課題 - リスクの最適マネジメントの確立

設備運用・保全技術の高度化

次世代電力需給基盤の構築

基盤技術課題

プロジェクト課題

リスクの最適マネジメントの確立

設備運用・保全技術の高度化

次世代電力需給基盤の構築

基盤技術課題

プロジェクト課題 - リスクの最適マネジメントの確立

持続可能な事業体制と料金制度

背景・目的

2011年の東日本大震災により、わが国のエネルギー政策は転換を迫られており、省エネルギーの一層の促進や再生可能エネルギーの導入の加速化といった課題とともに、電気料金制度や供給体制のあり方への関心も高まっている。中長期的視点に立った合理的な議論が期待される中で、客観的な調査研究に基づく情報発信の意義は大きい。

本課題では、震災以降の電気事業規制等の諸制度の改革に参考となりうる国内外の事例調査等に基づき、将来にわたって社会的に合意しうる電気事業制度のあり方を提示する。

近年は、発電と送電の間の調整においてISOが果たす役割が拡大しているが、設備を持たないISOには経済性を追求するインセンティブが働きにくいという問題が指摘されていることがわかった。

主な成果

1 米国の発送電分離の事例調査 - 電気事業に与える影響 -

米国の一部の地域で実施された発送電分離の様態を類型化し、その経緯や課題について事例調査を行った[Y11036]。米国の発送電分離では、ISO(独立系統運用組織)を設立して送電の系統運用機能を分離し、さらに発電部門の分離に踏み込む例もみられる(図1)。

主要国の近年の電気料金動向を比較し、その構成要素の変化まで把握した上で、各国の政策や電源構成など、電気料金を巡る背景を検証した[Y11013]。再生可能エネルギーの比率が高いドイツやデンマークでは

2 電気料金の国際比較と変動要因の解明 - 電源構成や小売自由化の影響 -

規制分野の送配電料金の規制方式として効率化を重視したインセンティブ規制を運用してきた英国が導入を予定している、長期的視点による設備形成を重視した新しい規制方式の実効性について調査した[Y11012]。

また、英国の社会福祉料金の事例を調査し[Y11017]、一般に全面自由化後に低所得者等に対する割引料金の提供を事業者に義務付けることの是非や問題点を明らかにした(表1)。

3 英国の電気料金制度の課題 - 送配電料金の規制方式と全面自由化後の社会福祉料金 -

4 家庭用需要家のスマートメータおよび住宅用太陽光発電に関する意識調査

国内の家庭用需要家を対象に、料金メニューやスマートメータを用いた需給対策に関する受容性や利用意向、および、住宅用太陽光発電に対する選好に関する意識調査を行った[Y11016][Y11029]。その結果、現

行の時間帯別電灯料金を利用していない需要家のうち、その利用を検討したいと回答した需要家は半数に満たないことなどを明らかにした(図3)。

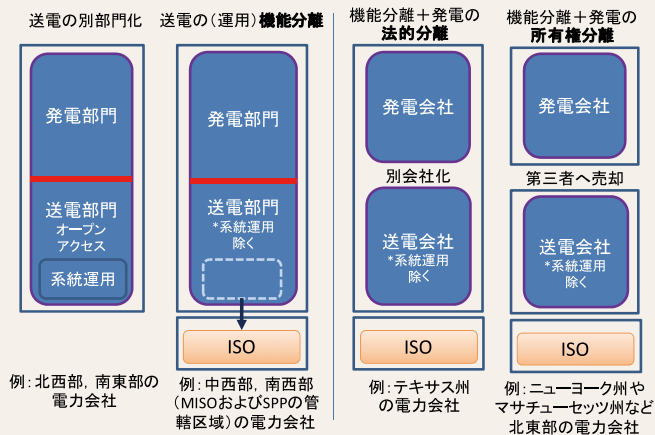


図1 米国における発送電分離の類型化

米国で、発送電分離を実施した地域では、ISO (独立系統運用組織)を新たに設立して系統運用機能を分離する例が多く、さらに発電の法的分離(別会社化)や所有権分離を行っている地域がある。近年は、短期的な供給力の確保や長期の設備計画の策定において、ISOが果たす役割がますます重要になってきているが、設備を持たないISOがどこまで経済性を追求できるのかが懸念されている。

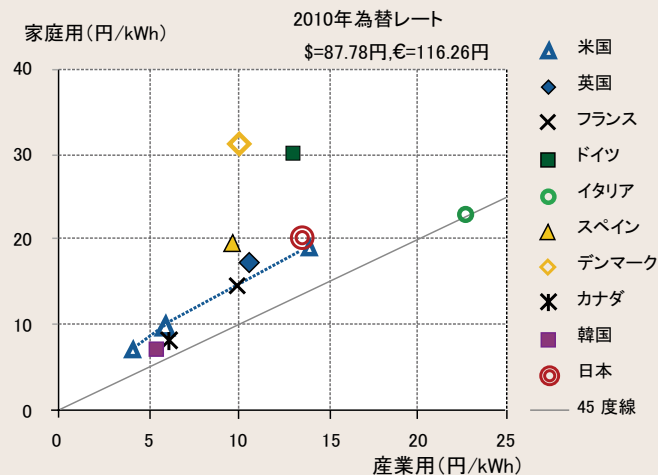


図2 主要国の家庭用/産業用の電気料金(税込み)(2010年)

再生可能エネルギーの比率の高いデンマークやドイツでは、特に家庭用需要家の公租公課の負担が大きく、電気料金(税込)の水準はわが国よりも高くなっている。
注) データはIEAの料金収入単価のデータを利用。ただし、フランスは、Eurostatのデータを利用。また、ドイツ、スペイン、韓国については、2009年データを利用。米国はEIAの料金収入単価より、割高な州の代表としてコネチカット州、割安な州の代表としてワシントン州の値を点線で繋いでいる。

課題	詳細
適用対象となる需要家の特定の困難性	<ul style="list-style-type: none"> 社会福祉料金の適用対象が燃料貧困世帯(収入に占める燃料費の高い世帯)とは限らない。 事業者は年金等のデータが利用できず、燃料貧困世帯の特定が困難。
燃料貧困対策の根本原因との関係	<ul style="list-style-type: none"> 根本的解決策である住宅等の省エネルギー化に寄与しない。 住宅の省エネルギー補助等と異なり、効果が持続しない。 需要家の省エネルギーへの負のインセンティブとなる可能性がある。
費用回収・費用負担の問題	<ul style="list-style-type: none"> 費用を需要家から回収したので、結果的に需要家の負担を増加させた。 他方、財政逼迫時には、税(政府財源)による手当は非現実的である。

図3 2008~11年に実施された英国の社会福祉料金の評価の要点

英国の社会福祉料金は、2004年以降の家庭用電気・ガス料金の急騰を背景に、事業者が政府の政治的な要請に応える形で実施された。家庭用需要家保護のために割引料金の実施が求められているという現状を鑑みて、同国内では、家庭用の小売自由化は失敗であったとの評価も出てきている。

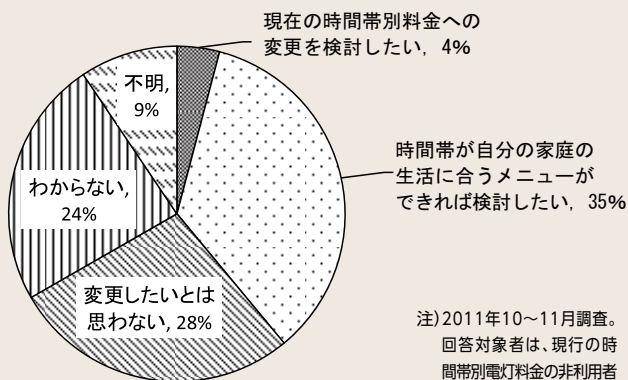


図4 時間帯別電灯料金の利用意向

現行の時間帯別電灯料金を利用していない需要家のうち、1年以内に利用を検討したいと回答した需要家は4%程度と少なく、「時間帯が自分の家庭の生活に合うメニューができれば検討したい」需要家を合わせても4割程度に留まる。これら利用検討意向のある需要家には節電意識が高いなどピーク電力削減の可能性のある家庭も含まれていた。

プロジェクト課題 - リスクの最適マネジメントの確立

エネルギー技術戦略

背景・目的

エネルギー安全保障と地球温暖化防止を両立させていくためには、長期的なエネルギー技術開発・普及戦略の下、適切な政策運営が必要である。そのためには、技術的な将来見通しに加え、その開発・普及を促進ないし阻害する社会的・経済的・政策的な要因を、豊富な事例に基づいて調査・分析し、政

策の策定論議に有益な情報を提示することが求められている。

本課題では、東日本大震災以降の電力・エネルギー政策の議論の状況も踏まえながら、エネルギー技術開発・普及の戦略構築に資する知見の抽出と発信を行う。

主な成果

1 東日本大震災の被災地におけるエネルギー利用実態や復興に関する調査

アンケート調査により震災直後の実態を明らかにし、費用対効果を考慮した防災対策のあり方を考察した。系統電力の復旧は他のライフラインより早かった(図1)。停電時において、電池等の旧来技術は迅速に活用され

たが、太陽光発電は限られた用途に活用されるにとどまっていた[Y11027]。また、震災後の農林業の合理的再編を目指し、農林業が有する侵食防止や水資源かん養などの多面的機能を評価した[Y11020]。

2 2011年夏の節電実態に関する調査

東京電力管内の家庭を対象にインタビュー・アンケート調査を実施し、節電の効果内訳(図2)、社会規範や節電情報などが果たした役割や、電力ピークを強調したわかりやすい情報提供の必要性を明らかにした[Y11014]。また、全国の事業所へのアン

ケート調査や、小売業界の節電の事例分析[Y11034]を実施した。業務部門では照明・空調の見直し等が図られ継続意向も高いが、産業部門では費用負担や生産調整等の悪影響も大きかった(図3)。

3 国内の省エネルギー・温暖化対策に関する調査

2010年の新築住宅を対象に、住宅の建て方や販売形態による省エネルギー・断熱技術の採用率の違いや、居住者の評価等を明ら

かにした[Y11015]。また、家電メーカーの待機電力対策等の事例分析を実施し、業界による自主的取組みの成功要因を整理した。

4 気候工学(ジオエンジニアリング)の研究動向の調査

欧米において、人工的に地球温暖化を抑制する気候工学のシミュレーション研究等が立ち上がりつつあると同時に、研究開発をめぐ

る国際枠組に関する議論も活発化している状況を調査し、我が国の研究の必要性和課題を整理した[Y11008]。

5 温暖化対策やエネルギーセキュリティをめぐる国際動向の調査

2011年末のCOP17で示された「2020年以降の新たな法的枠組みに2015年までに合意する」というロードマップについて、先進国と新興国の協調の困難さを踏まえると、ロードマップ通りには交渉が進まないと思

われることを明らかにした[Y11028]。また、中国によるシェールガスの開発技術の獲得努力を調査し、国内の自主技術開発と海外からの技術移転をとともに加速させていることを明らかにした(図4)[Y11031]。

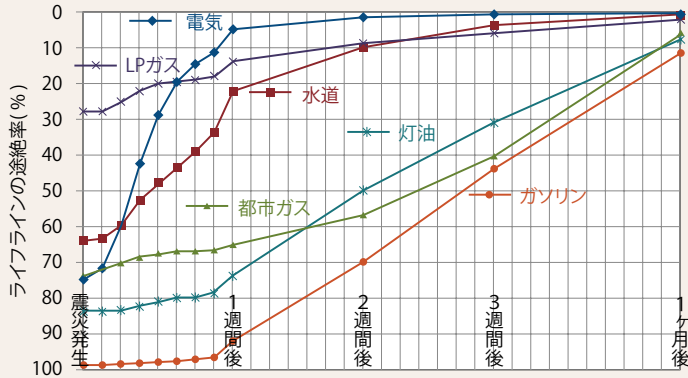


図1 アンケートに基づく被災三県全域のライフライン途絶率の推移

各ライフラインの途絶率(調査対象者の回答ベース)は、LPガスが震災直後に最も小さい。途絶率が10%以下にまで回復するのに必要な日数は、電力、LPガス、水道、都市ガス、灯油、ガソリンの順に少ない。

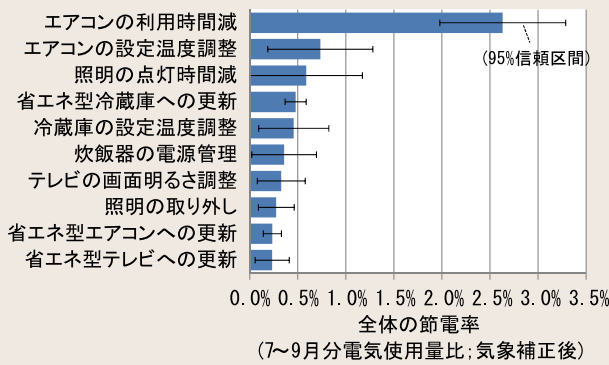


図2 家庭部門の節電対策(全体で効果が大きかった上位10対策)

調査対象の2011年7~9月分の電気使用量は、気象影響要因を控除した補正值で、前年より平均10%減少した。使用量減の4割程度はエアコン節電による効果と推定され、エアコンの利用時間減は3%弱の効果をもたらした。

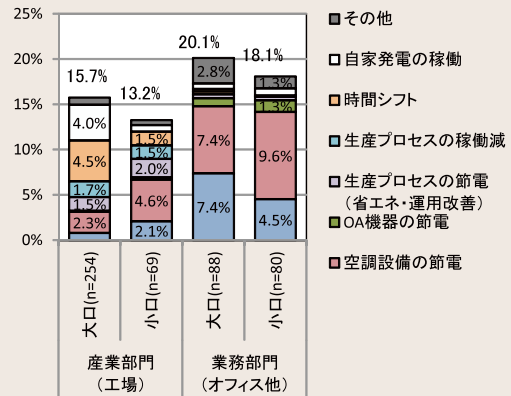


図3 産業・業務部門の節電対策

(最大電力削減率の内訳: 東日本)

業務部門の節電量の大半は照明削減と空調緩和による。一方、工場では時間シフト、生産プロセスの稼働減、自家発電による節電対策が広く実施され、これらによる節電の寄与が大きかったが、費用や悪影響も大きいという問題があった。

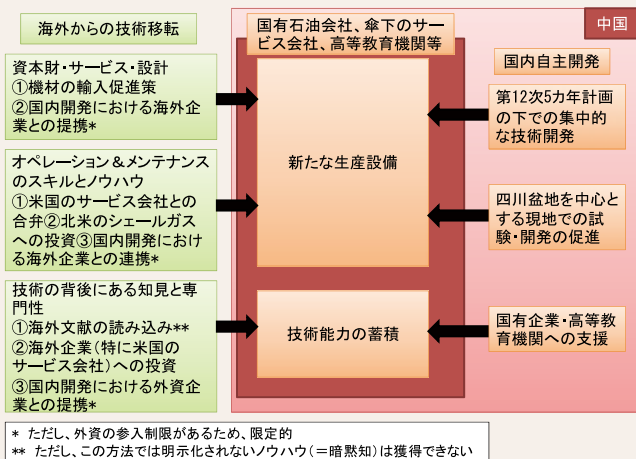


図4 中国によるシェールガス開発技術の獲得努力

中国におけるシェールガス開発では、国有石油会社と傘下のサービス会社を中心となって、国内における自主開発と海外からの技術移転を通じて、生産設備とそれを支える技術能力を構築しようとしている。様々な取り組みが展開されており、技術獲得の期待が高まっているが、明示化されないノウハウに対するアクセスの困難など、阻害要因もある。

プロジェクト課題 - リスクの最適マネジメントの確立

原子力土木構造物の耐震裕度評価

背景・目的

2011年東北地方太平洋沖地震による福島第一原子力発電所の事故を受けて、原子力発電所耐震設計審査指針の改訂、新知見を踏まえた耐震安全性の再評価(耐震バックチェック)、ストレステスト一次評価等が進められている。

本課題では、これらの動きに対応して、

「どれくらい大きな地震が生じるのか」、「構造物はどこまで地震に耐えられるのか」について解明し、「地震で構造物が破壊するリスクをどう説明するか」についての方策を提示することで、原子力土木構造物の耐震信頼性向上に資する。

主な成果

1 活断層の連動性評価のための指標の抽出

2011年東北地方太平洋沖地震は複数の震源領域が連動した巨大地震であり、活断層においても連動性を適切に評価することが従前に増して重要となった。そこで、1891年濃尾地震(M8.0)を対象として、変動地形的調査・地表地質調査[N11046]、地球物理学的調査[N11047]を行うとともに、数値解析・模型実験による基礎的な検討[N11049]

から、活断層の連動性評価に重要と考えられる指標を抽出した。抽出した指標の例として、応力場と断層の分布形状では断層の破壊進展が応力場に支配される可能性を見出した(図1(a))。また、断層間を横断する構造線がある場合、その長さや断層のセグメント長の比が連動確率と関係する可能性を示した(図1(b))。

2 地震動評価のための硬質地盤における減衰評価手法の体系化

原子力発電所の耐震安全性評価において、基準地震動 S_s を策定する際、硬質地盤の減衰定数の妥当性を評価する必要があり、これまで以下の2点が課題となっていた。

- ・地表近くの岩盤が、地下深部で一般に考えられる減衰定数より大きい値を示す理由
 - ・鉛直アレイ地震観測記録がない地点での減衰定数の設定値の妥当性
- 本検討では、地震観測記録、ボーリング孔

を利用した地盤を伝わる地震波の速度計測(PS検層)、岩石コアの室内試験の結果から独立に得られる減衰定数が、亀裂等に起因する岩盤の不均質性を表す指標により、統一的に関係づけられることを明らかにした(図2)。これにより、地表近くでは岩盤の不均質性の影響で減衰が大きいこと、地震観測記録がない地点での減衰定数をPS検層と室内試験から評価できることを示した[N11063][N17]。

3 構造物の地震時安全性を簡便に判定可能なダイアグラムの提案

入力地震動の強度(例えば最大加速度)で耐震裕度を定義することにより、構造物の耐力と地震リスク(構造物の年損傷確率で考慮)との定量的な関係を示すリスクダイアグラムを提案した。このダイアグラムを用いることで、設計上考慮すべき年損傷

確率に対して、決定論的に耐力を評価した構造物の安全性を簡便に判定することが可能となる[N10007]。これにより、地震時における発電所システムの脆弱部を定量的・合理的に抽出することができる。

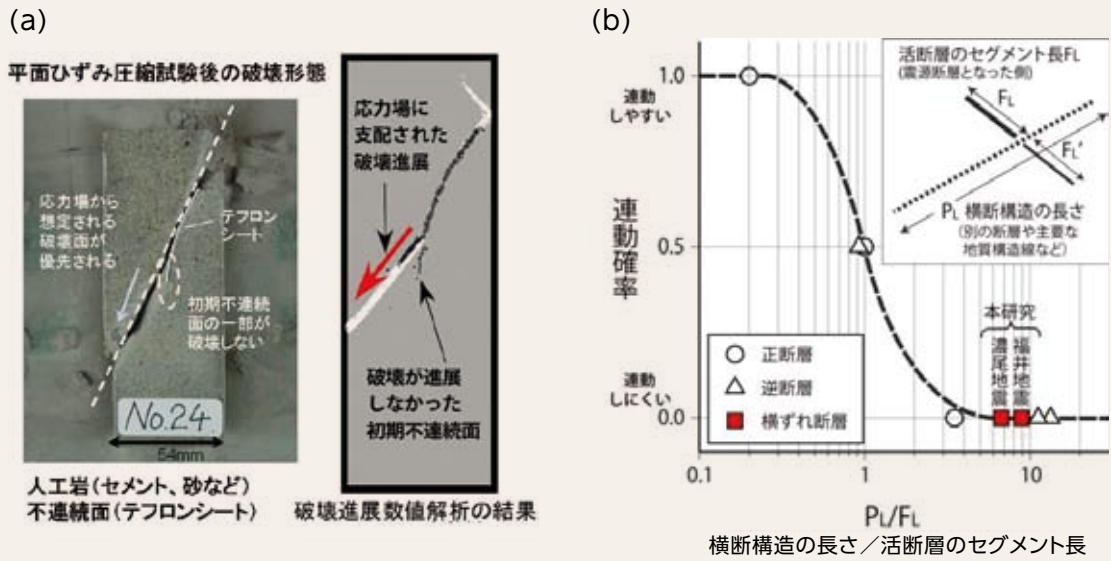


図1 活断層の連動性評価指標と連動確率の評価例

(a) 平面ひずみ圧縮試験と数値解析から、地震時の断層破壊が初期の不連続面ではなく、応力場から想定される方向に進展する結果が得られ、断層の破壊進展が応力場に支配される可能性が示された。(b) 複数の活断層の間を横切る構造線が存在する場合、横断構造の長さ(P_L)と活断層セグメント長(F_L)の比によって活断層の連動のしやすさが異なることが明らかになった。イタリアの正断層で示された関係(〇)が我が国の逆断層(△)、横ずれ断層(■)でも成り立つことが示され、一般に破線のような確率分布が予想されると考えられる。

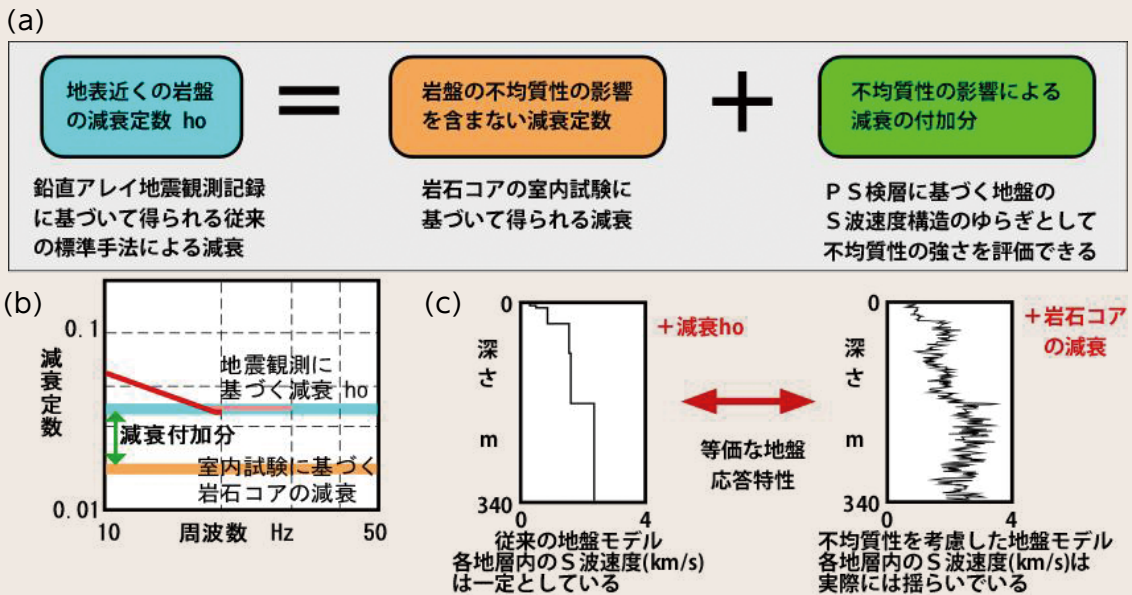


図2 地盤の減衰メカニズムと各種評価手法の関係

鉛直アレイ地震観測記録を用いた減衰設定が標準手法であるが、地震観測記録がない地点ではボーリング調査(PS検層)や岩石コア室内試験に基づいて減衰設定を行う必要がある。(a)(b)各種評価手法で得られる減衰は岩盤の不均質性を考慮することで統一に関係づけられる。(c)従来の地盤モデル(各地層内のS波速度一定とする速度構造+減衰 h_0)とPS検層で得られる不均質性を考慮したS波速度構造+岩石コアの減衰(不均質性の影響を含まない減衰)による地盤モデルは等価な地盤応答特性をもつことを明らかにした。

プロジェクト課題 - リスクの最適マネジメントの確立

放射性物質の環境影響評価と対策技術

背景・目的

福島第一原子力発電所事故による放射性物質の漏洩により、環境汚染が生じ、その影響評価と環境修復を行うために、環境汚染の実態を把握することが喫緊の課題となっている。この環境汚染は国の指針における原子力発電所の事故時の放出量・被害範囲の想定をはるかに超える規模で発生しており、既存の評価手法では対応できない状況にある。

本課題ではとくに大気、海洋および地下水

に関する最新のシミュレーション技術を用いて、環境汚染の実態を解明するとともに、汚染拡大の原因となる大気から海洋や地上への放射性物質降下量を評価する手法を開発する。また土壌汚染地点などを対象として、環境修復に向け環境汚染状況を明らかにし、さらに汚染地域の大半を占める森林などにも適用できうる環境モニタリング手法を開発する。

主な成果

1 大気環境汚染の実態把握と評価技術

福島第一原子力発電所から大気へ放出された放射性物質の輸送、拡散および地表面などへの沈着過程を解明するため、広域の大気拡散モデルを構築し、関東・東北地方などを対象とした放射性物質の大気中濃度や土壌沈着量のシミュレーションを行った

[V11054]。その結果、関東地方における大気中濃度の時間変化を概ね再現できること(図1)、今後の詳細な実態解明や放出量評価の妥当性確認などに向けて必要となる大気拡散モデルの改良項目を明らかにした。

2 海洋環境汚染の実態把握と評価技術

福島第一原子力発電所から海洋へ放出された放射性物質を対象とし、当所の領域海洋モデルにより拡散シミュレーションを実施し、沿岸域での表層濃度のピーク値などの拡散状況および将来的な濃度の低下傾向を明らかにした[V11002](図2、図3)。この海洋拡散シミュレーション結果は、東京電力

から原子力安全・保安院に報告され、その後一般に公開された(<http://www.tepco.co.jp/cc/press/11052103-j.html>)。また、海洋拡散シミュレーションにより、発電所から海洋へ直接放出した放射性物質の量の推定が可能となった。

3 汚染土壌の除染と長期的環境影響評価

環境修復に向け既往の除染手法およびその除染効果を取りまとめるとともに、環境汚染の実態を簡便な方法でモニタリングするために、土壌に含まれる放射性物質からの空間線量率*1を分離して測定する方法[V11026]、およびGM計数管*2を用いた土壌中の放射性物質濃度を簡便に測定する方法を開発した[V11052]。これらの測定方法

により、土壌深度によって異なる放射性物質分布などの環境汚染の実態把握が可能であることを示した(図4)。また、今後の森林などの汚染把握や除染作業の効率化に必要な放射線管理に向け、樹種や部位によって放射性物質の付着量が異なることなどによる空間線量率への影響を明らかにした。[V11027](図5)。

*1 対象とする空間に周辺の放射性物質から入射する単位時間当たりの放射線量は空間線量率と呼ばれ、表示単位は $\mu\text{Sv/h}$ (マイクロシーベルト/時)。

*2 検出ガスの入ったGM管内にて電離放射線を検知し放射性物質含有量を計数率として測定する装置。

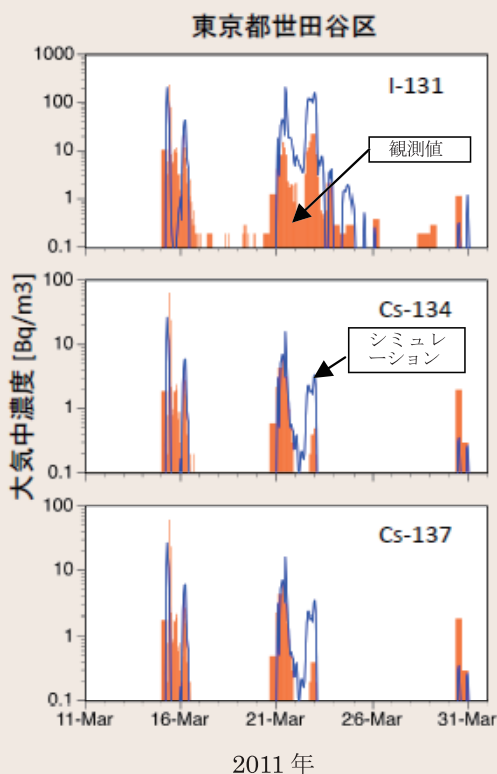


図1 放射性物質の大気中濃度の経時変化
 広域の大気拡散モデルは福島第一原子力発電所から約255km離れた地点(東京都世田谷区)において、事故漏洩や広域輸送などによって生じる3月の放射性物質の大気中濃度の時間変化を再現した。

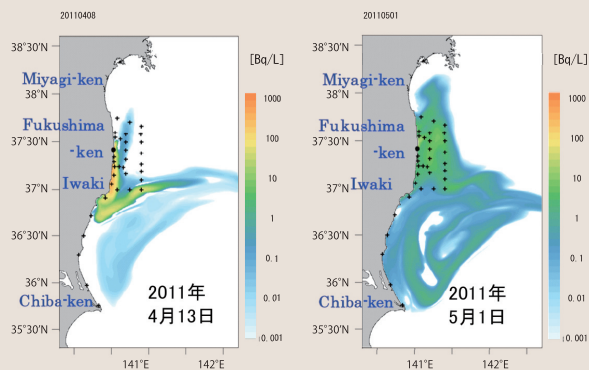


図2 海洋表層での拡散状況(シミュレーション結果)
 海洋に放出された放射性物質は沿岸で拡散するとともに大きな渦により外洋に拡がること(4月13日)、千葉沖までに拡散すること(5月1日)など、その実態を解明した。(図中の・はモニタリング点)

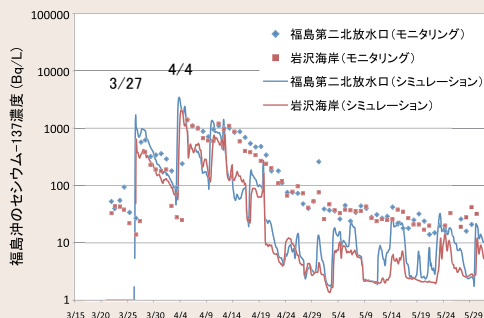


図3 セシウム-137の表層濃度の比較
 発電所からの直接漏洩による海洋での表層濃度の増加傾向(3月27日以降)、4月4日のピーク値を再現した。

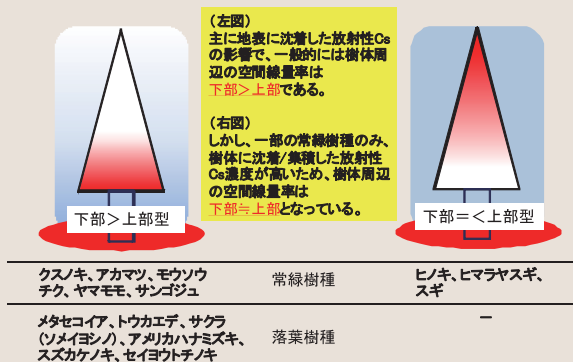


図5 樹木への放射性物質の付着状態
 種々の樹木を対象に周辺の空間線量率と樹体の放射性物質濃度を測定した結果、スギやヒノキなどの一部の針葉常緑樹において、樹幹頂部の放射性物質濃度が高く(図中の赤色部分)、周辺空間線量率に影響を及ぼしていることを明らかにした。このことは放射性物質の降下時における着葉状況、落葉のタイミングなどと関連が高いと考えられる。

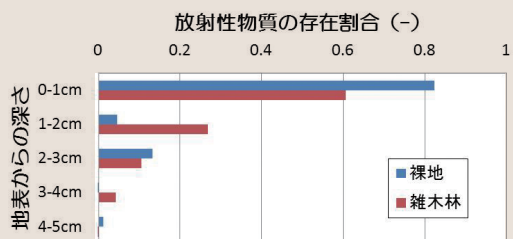


図4 土壌中の放射性物質の深度分布
 土壌の空隙が大きい雑木林では下層へ移行が生じるのに対し、裸地では表層に留まっていることなど、土質に応じて、放射性物質の深度方向の移行割合が異なることを明らかにした。

プロジェクト課題 - リスクの最適マネジメントの確立

低線量放射線影響の機構解明

背景・目的

現行の放射線防護体系は、しきい値なし直線(LNT)モデルに基づいて構築されている。LNTモデルは、データの少ない低線量・低線量率放射線の健康リスクを、高線量・高線量率における疫学データから、便宜的に直線外挿したものである。しかし近年、自然放射線の10倍程度以下の低線量率では、LNTモデルによる推定値よりもリスクが小さいことを示すデータが得られてきている。低線量率被ばくによる健康リスクを正しく評価でき

れば、防護基準を科学的な裏付けに基づいた合理的なものにすることや、社会の放射線に対する不安を低減することにつながると期待される。

本課題では、放射線防護基準の適正化のための科学的データ取得を目的として、高自然放射線地域におけるヒトの疫学調査を実施し、低線量率放射線では健康リスクが高まらないことを示すとともに、その機構を生物学的研究により明らかにする。

主な成果

1 中国高自然放射線地域の疫学調査

中国広東省陽江地区の高自然放射線地域(HBRA)住民の疫学調査において、30~74歳の住民約32,000人を対象とし、評価精度向上のため観察期間を延長して20年とした調査結果をとりまとめた。HBRAと対照地域^{*1}の対象住民の観察期間までの平均累積被ばく線量は、それぞれ84.8mGy、21.6mGy^{*2}である。対照地域を基準とした相対的な健康リ

スクを評価して、両集団間で放射線によるがん死亡(図1)、白血病死亡、非がん死亡のリスクはいずれも有意に上昇しないことを明らかにした(表1)。この結果は、インドでの調査結果(図1)と同様に、低線量率放射線の長期被ばくのリスクがLNTモデルによる推定より小さくなる可能性を示すものである。

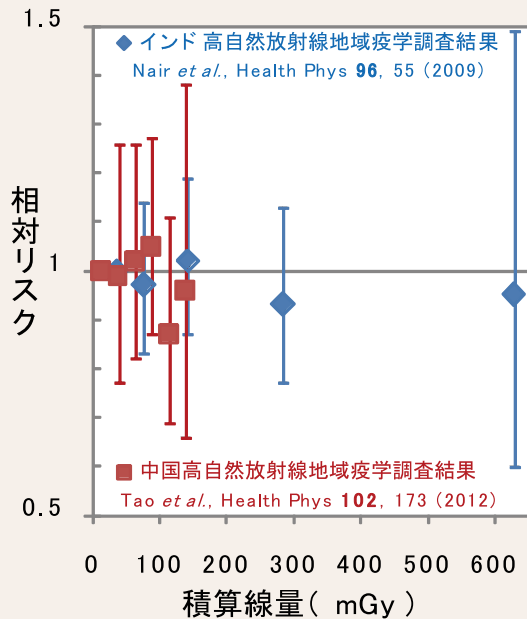
2 X線誘発バイスタンダー応答による自然発生突然変異の抑制

放射線を受けたとき、放射線が当たった細胞の周囲の健全な細胞も影響を受ける現象(バイスタンダー応答)が知られており、放射線が当たる細胞と当たらない細胞が混在する低線量・低線量率の場合には、実際に放射線を受けた細胞より多くの細胞に影響が生じる可能性が指摘されている。そこで、X線マイクロビームを用いて、バイスタンダー応答により発がんの原因とされる突然変異(遺伝子の傷)が生じる頻度を調べた。約10万

細胞のうちの5細胞に対してX線を照射し、細胞集団全体の生存率(図2A)と突然変異を持つ細胞の割合(図2B)を測定した結果、いずれも1Gy近傍で低下することが明らかとなった。両指標の傾向が一致したことは、遺伝子に傷を持つ細胞が細胞死により選択的に組織から排除される可能性を示すものであり、低線量域でバイスタンダー応答により実際に受けた線量以上にがんの原因となる影響が生じることはないことを示唆している。

*1 調査地域近傍で放射線レベルは低いが生生活様式が類似した地域。

*2 吸収線量の単位。本調査ではγ線による外部被ばくが中心なので、1mGy=1mSvと考えることができる。



	死亡数	ERR/Gy	95% 信頼区間
白血病を除く全がん	941	-1.01	-2.53, 0.95
白血病	15	10.68	< 0, 無限大
非がん疾患全体	4,525	0.10	-0.64, 0.94
循環器疾患	2,344	0.14	-0.84, 1.29

ERR: 過剰相対リスク。対象とする集団に対する相対的な健康リスク(相対リスク)から1を引いた値。ERR/Gyは単位線量あたりのリスクの増加を示す値で、図1の傾きに相当する。

95%信頼区間の下限(左の数値)と上限(右の数値)がいずれも正または負であれば、放射線による有意な影響があったと判断できる。表中のいずれの指標についても、有意な影響は観察されなかった。

図1・表1 中国の高自然放射線地域住民疫学調査結果

対照地域と比較して、線量の増加に伴うリスクの上昇は認められなかった。これは、インドHBRAの結果と同様な結果であり、線量にほぼ比例してリスクの上昇が見られる原爆被爆者のデータとは明らかに異なる傾向である。図1の中国の積算線量は、25mGy幅で設定された各線量群の中間値を用いた。

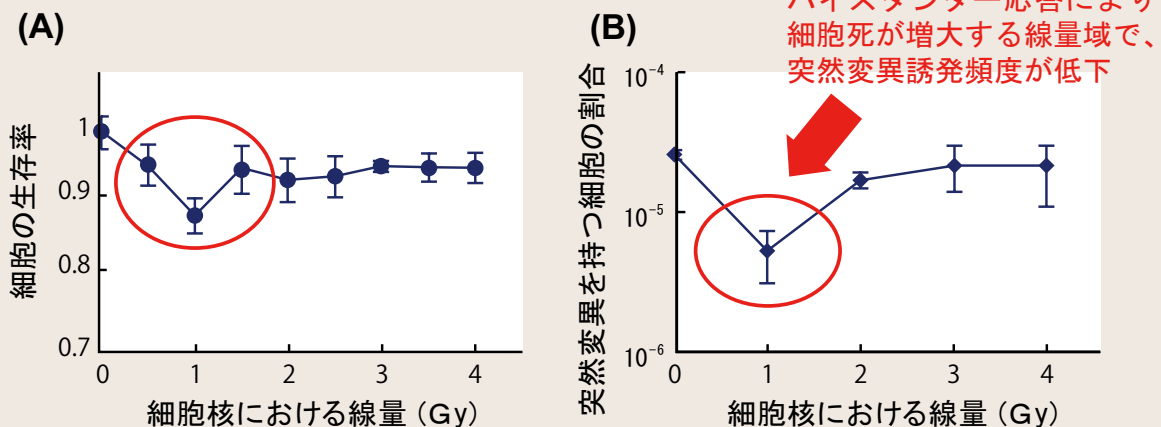


図2 X線誘発バイスタンダー応答による自然発生突然変異の抑制

(A) X線によるバイスタンダー応答がチャイニーズハムスター細胞の生存率に及ぼす影響。横軸は照射した各細胞の核における線量。1Gy付近でバイスタンダー応答により細胞死が増加し、線量が高くなると回復する。

(B) 同じ試料を用いて突然変異を持つ細胞の割合を測定した結果。細胞の生存率が低下した線量において突然変異を持つ細胞の割合が非照射(0Gy)レベルより低下し、線量が高くなっても非照射レベル以上に増加しないことが明らかとなった。

プロジェクト課題 - リスクの最適マネジメントの確立

合理的放射線安全確保

背景・目的

一般公衆の放射線安全(放射線による健康影響がないこと)をどのように確保するかについては、福島第一原子力発電所事故以来、大きな関心事に挙げられており、その判断基準の妥当性は、社会に対する透明性を確保した上で、これまで以上に判りやすく説明することが求められている。

本課題では、福島第一原子力発電所事故後に決められた新たな基準も含め、放射線安全の社会への説明性の向上をはかることを目的に、放射線安全の確保のための合理的な考え方や評価手法を当該分野の専門家に対して提案する。

主な成果

1 福島第一原子力発電所事故後に講じられた除染スクリーニング基準の検証

福島第一原子力発電所事故により大量の放射性物質が環境中に放出され、物品や体表面が汚染する事態に至り、汚染を除去すること(除染)が必要かどうかを判断するための基準(スクリーニング基準)が新たに設定された。当所では、この除染スクリーニング基準を検証するため、除染スクリーニング基準に相当する物品や人体の表面汚染からの被ばく線量を、物品から受ける線量と皮膚への直接沈着から受ける線量に分けて試算した(表1)。

その結果、物品から受ける年間の線量は最大でも1mSv以下であり、国際放射線防護委員会(ICRP)の勧告した、さらなる防護措置を要しない介入免除レベルを下回ることが明らかとなった。また、皮膚に直接付着した場合であっても、脱毛や潰瘍などの影響の発生からも十分に防護され、除染スクリーニングが十分に安全な基準であることがわかった。

2 放射性廃棄物処分施設の核種低拡散性の説明性の向上

放射性廃棄物処分の放射線安全を示す上で、低レベル放射性廃棄物処分の安全審査の新指針では、安全評価に用いられるパラメータの確からしさを示すことによる説明性の向上が求められている。処分方法の一つである余裕深度処分施設の高緻密コンクリート層は、収着しにくい核種(低収着性核種)の廃棄物から生活環境への拡散を抑制するうえで重要であり、候補材であるFAC*1中の拡散挙動を把握し、その低拡散性の理

由を示すことが必要である。そこで、核種の拡散に対して影響が大きい媒体の空隙構造に着目し、低収着性核種の陰イオンを用いた拡散試験によりFAC中の拡散挙動を評価した。その結果、FAC中の陰イオンの拡散速度は一般的なセメント系材料であるOPC*2と比べて1~3桁小さいことを明らかにし(図1)、これがFACの緻密化(空隙径および空隙率の減少)(図2)によるものであることを示した [L11008]。

*1 フライアッシュ混合低熱ポルトランドセメント。

*2 普通ポルトランドセメント。

各ケースで想定した放射性核種の存在比 (I-131:Cs-134:Cs-137)		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	
		← I-131の比率が大きい			I-131の比率が小さい →		
		100:1:1	10:1:1	1:1:1	0.1:1:1	0.01:1:1	
表面汚染密度 [Bq cm ⁻²]	I-131	410	360	150	23	2.4	
	Cs-134	4.1	36	150	230	240	
	Cs-137	4.1	36	150	230	240	
汚染物	手で扱う物 [0.1 m ²]	経口摂取 [mSv/y]	0.50	0.44	0.24	0.11	0.085
		皮膚 [mSv/y]	1.7	13	56	83	87
	近傍で扱う物 [1 m ²]	外部被ばく [mSv/y]	0.041	0.11	0.35	0.51	0.53
		吸入摂取 [mSv/y]	0.00076	0.00099	0.0019	0.0024	0.0025
	遠隔で扱う物 [10 m ²]	外部被ばく [mSv/y]	0.028	0.058	0.17	0.24	0.25
		吸入摂取 [mSv/y]	0.00011	0.00015	0.00028	0.00036	0.00038
皮膚への直接沈着	皮膚 [mSv/h]	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	

表1 除染スクリーニング基準(100,000 cpm)に相当する表面汚染からの被ばく線量

除染スクリーニング基準は、当初、汎用的なGMサーベイメータの計数率で1分間あたりのカウント数(cpm)で10万とされた。同計数率に相当する放射性ヨウ素131、放射性セシウム134および137の表面汚染密度を5ケース想定し、それぞれの汚染物からの外部被ばく線量と内部被ばく線量(吸入摂取と経口摂取)を計算した。皮膚への直接沈着による被ばくについては、急性被ばくを考慮して1時間当たりの線量として計算した。皮膚を洗浄せず、急性被ばくが数週間程度の長期にわたったとしても、臨床症状が認められるしきい線量(一時脱毛は3Sv、紅斑は5Sv、永久脱毛は7Sv)には到達しない。

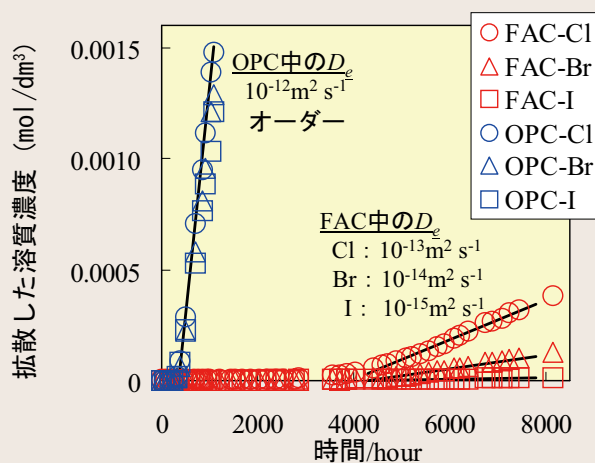


図1 拡散試験結果

陰イオン(塩素Cl、臭素Br、ヨウ素I)の有効拡散係数 D_e は空隙構造等に依存する。OPCの D_e は 10^{-12} オーダーであり、それに比べて図1のFAC中の D_e が非常に小さいことが分る。図2に見られるFACの緻密化は、含有するフライアッシュの緩やかな水相反応に起因するものと考えられ、これがFACの低拡散性に寄与している。

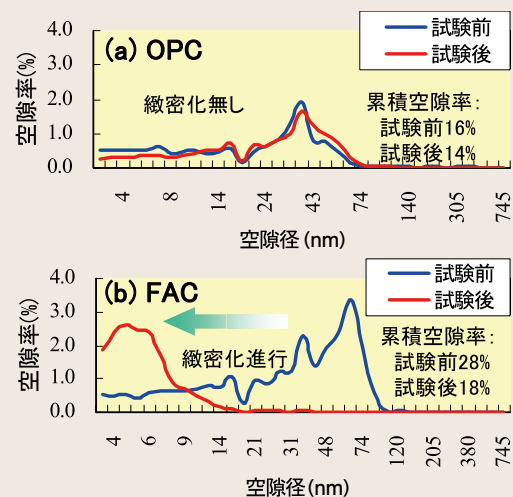


図2 セメント硬化体試料の空隙径分布

プロジェクト課題 - リスクの最適マネジメントの確立

使用済燃料の輸送・貯蔵

背景・目的

我が国の将来の原子燃料サイクル技術については、原子力委員会の新大綱策定会議で複数の技術選択肢が検討されているが、再処理・直接処分などのいずれの場合にも、使用済燃料の中間貯蔵の重要性が指摘されている。

本課題では、原子力発電所から発生する使用済燃料の、経済的な長期・大容量貯蔵技術として有望なキャニスタを用いた

コンクリートキャスク方式の貯蔵施設の信頼性を確認することで実用化を促進する。また、実績のある輸送・貯蔵兼用金属キャスクにおいては、将来の貯蔵後輸送に備え、金属ガスケットの密封機能の経年変化評価手法を確立する。加えて、経済的な鋳鉄材料を使用した代替金属キャスクの実用化を図り、選択肢の拡充を図る。

主な成果

1 キャニスタ検査技術の開発 -超音波探傷検査による溶接部の欠陥検出能力の向上-

オーステナイト系ステンレス鋼キャニスタ蓋溶接部の欠陥検査としてフェーズドアレイ(PA)法の超音波探傷(UT)検査手法(図1)を適用する試験結果に基づき、蓋溶接部に

内包される欠陥の画像化による探傷方法を提案した[N11057]。今後、学協会の民間規格に反映し、キャニスタ密封機能確保に関わる検査手法の実用化を図る。

2 キャニスタ塩分付着管理技術の開発 -塩分の環境測定と低減によるSCC対策の向上-

海塩が飛来する環境(気中塩分量約 $2\mu\text{g}/\text{m}^3$)下で、鉛直状態の高温金属試験片への飛来塩分付着量は、SUS304L材の応力腐食割れ(SCC)発生限界塩分量 $0.8\text{g}/\text{m}^2$ に比べ小さく、1年間で $0.03\text{g}/\text{m}^2$ であった[N11028]。また、キャスク内の冷却流路狭隘部を想定した、レーザー誘起ブレイクダウン分光法(LIBS)によるキャニスタ表面塩分

濃度計測方法の評価を行い、Cl濃度 $0.05\sim 1.0\text{g}/\text{m}^2$ の範囲で定量計測が可能であることを示した(図2)[H11020]。さらに、コンクリートキャスクの給気口に装着でき、除熱性能に影響を及ぼさない高性能の塩分流入低減装置を開発した[N11044]。これにより、キャニスタ塩分付着管理技術によるSCC対策向上に見通しを得た(図3)。

3 金属キャスクの密封機能の経年変化評価 -60年貯蔵後の密封性能評価法の提案-

アルミ製金属ガスケットを対象とした経年変化評価を行い、貯蔵後に必要な復元変位を有限要素解析で算定する方法を提案(図4)した。その結果、60年が経過して

も、ガスケットに密封性能を維持するだけの復元変位が残されていることを示した。(本成果の一部は、経済産業省原子力安全・保安院からの受託研究として実施した。)

4 代替材料金属キャスクによる選択方式の拡充 -鋳鉄製金属キャスクのASME規格化-

当所が実施した鋳鉄製金属キャスクの実用化研究成果に基づいた同キャスクの規格を米国機械学会(ASME)に申請し、承認を得

た[N11027]。これにより、我が国での許認可も容易となり、金属キャスクの調達において経済的で有望な選択肢を拡充した。

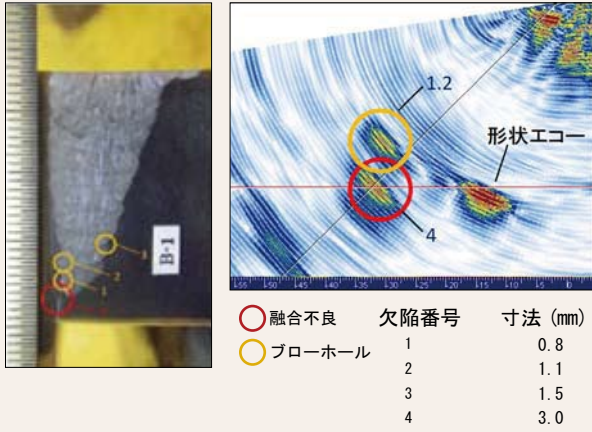


図1 溶接不良模擬欠陥に対する検出性能

溶接欠陥（放電加工欠陥と溶接不良欠陥）を挿入した実径大のSUS304L製キャニスタ蓋モデル（直径1.83m、胴部板厚12.7mm、溶接深さ32mm）を製作し、自動化したPA法UT試験を実施し、断面マクロ撮影による溶接欠陥寸法との比較を行った。その結果、構造評価では溶接深さの1/4（8mm）以上に発生する欠陥の検出が要求されているが、当所提案のUT検査は深さ2mmから検出可能であることを確認した。また、初層に発生した融合不良の欠陥（図中の赤丸）についても識別可能であった。一方、ブローホールのような小さい球状欠陥（図中の黄丸）に関しては、2mm以上であれば識別可能であった。

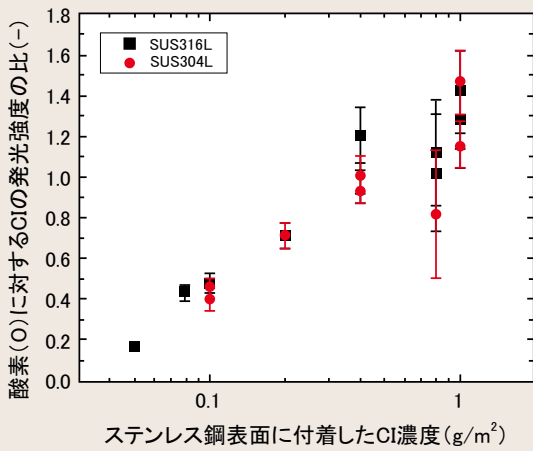


図2 LIBS計測による付着塩分量の推定

2本のレーザー光を重ね合わせる同軸照射方式を採用し、元素の励起効率を高め、レーザー照射部における光学系をコンパクト化することに成功した。さらに、ダブルパルス計測により、酸素に対するClの発光強度比がCl濃度0.05～1.0g/m²の範囲で単調増加することを確認した。これにより、定量計測の実用化に向けた原理が実証された。

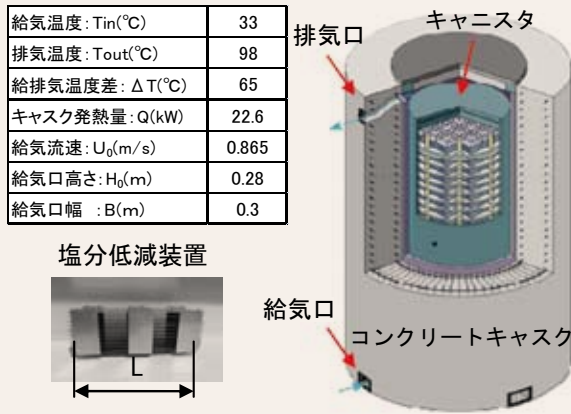


図3 塩分流入低減装置のコンクリートキャスクへの適用例

当所横須賀地区の海岸近傍での塩分環境に対し、塩分粒子捕獲板（長さ $L=0.5m$ ）の数量（15枚）を最適化した低減装置を用いた場合、塩分捕獲率は40%、圧力損失増加による排気温度上昇は1℃以下と小さかった。これにより、装置の実用化に見通しを得た。

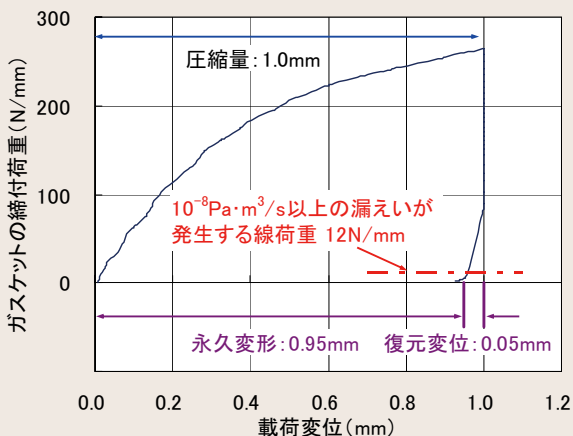


図4 60年経過後の金属ガスケットの復元力特性

アルミニウム製金属ガスケットの応力緩和手法を構築し、貯蔵期間60年で想定される温度履歴（初期温度139℃）に対する金属ガスケットの残留復元力特性を評価した。この条件では、60年貯蔵後に経年変化した金属ガスケットの有効復元変位は0.05mmとなる。この時のガスケットの締付荷重は十分な密封性を維持する。

プロジェクト課題 - リスクの最適マネジメントの確立

高レベル放射性廃棄物処分

背景・目的

高レベル放射性廃棄物の地層処分では、地質環境特性評価を踏まえた上で、地下施設の長期健全性の確保および人工・天然バリアによる核種の超長期移行抑制機能が求められる。

本課題では、安全かつ合理的な高レベル放射性廃棄物の地層処分事業の実現に向け

て、処分地選定プロセスにおける、概要調査において当所が提案した体系的な調査技術の実証、概要調査・精密調査において実施する地質環境特性調査の要素技術に関する現場適用性評価を行う。さらに、処分地周辺の人工・天然バリアの長期力学挙動について明らかにする。

主な成果

1 処分地選定の調査技術・評価手法の体系化と実証

原子力発電環境整備機構 (NUMO) との共同研究として、当所が提案した概要調査の調査・評価フロー [N11] に沿って 2006～2011 年度に当所横須賀地区で実施した物理探査等 [N11038] やボーリング調査結果 [N15] に基づき地質環境モデルを更新し、調査技術の処分地選定への適用性を再確認し

た。さらに、調査坑井での地下水間隙水圧等のモニタリングシステムの構築手順に基づき、間隙水圧や水質の初期状態把握のためのモニタリングを開始した。以上の成果は NUMO が進める概要調査の計画立案等に役立てられる。

2 処分地選定調査のための先端的な要素技術の開発

概要調査と精密調査で重要と考えられる以下の要素技術の開発・高度化を進めた。

① 国際原位置共同研究「モンテリプロジェクト」で実施した地下坑道での調査技術 [N14] を日本原子力研究開発機構 (JAEA) 幌延地下研究施設に適用し、それらの国内地質環境へ適用性を確認した。② 地下水年代測定技術を中心とした地下水流動評価を可能にするために、ヘリウムと炭素の同位体を用いた新たな年代測定法を開発するとともに [N10001]、異なる地下水の混合過程などを考慮に入れた地下水流動評価手法を東濃地区に適用した。その結果、手法の妥当性を確認し、適用における留意事項を抽出した

(図1)。③ 幌延地区において、掘削方向を制御できるコントロールボーリングにより 950～1000m の水平掘削と孔内透水試験等の調査を実施した (図2)。これにより当初目標の掘削を完了し、長尺掘削の実用化の目途を得た。

以上の研究成果は、NUMO の概要調査計画等の立案のための諸検討や技術報告書 (2010 年レポート) に反映されている。なお、コントロールボーリングおよび地下水年代測定は経済産業省受託研究として、また両受託研究の幌延および東濃地区での検討は JAEA との共同研究として実施した。

3 施設設計のための調査技術・評価手法の開発

処分孔周辺の模型 (縮尺 1/30) を搭載できる超長期遠心載荷岩盤実験装置による加速実験を行い、現段階では最長 2 ヶ月の連続実験 (約 165 年間相当) から処分孔内の

緩衝材の土圧挙動やオーバーパック (廃棄体) の変位挙動を予測した (図3) [N11037] [N11040]。

その他の報告書 [N11021][N11033][N11036]

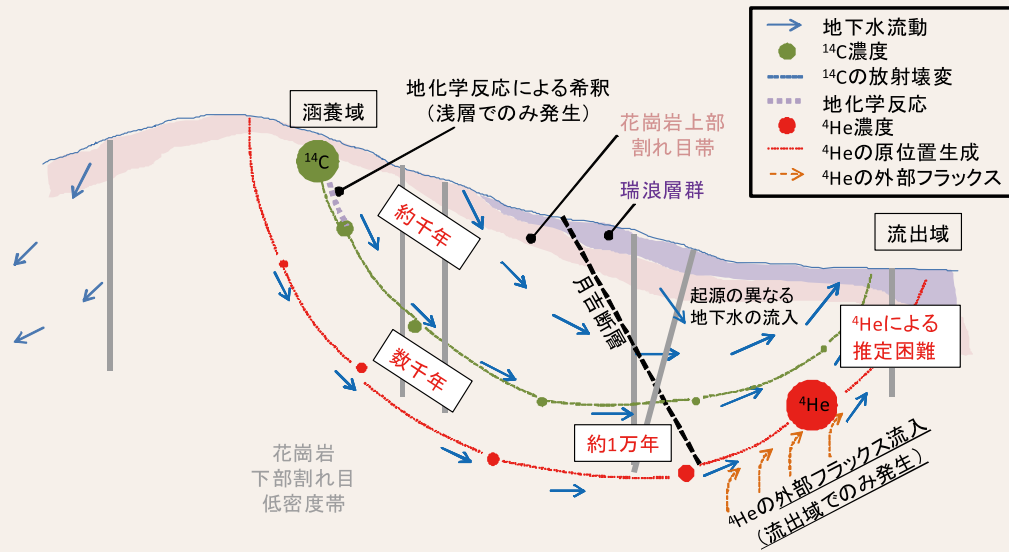


図1 地下水年代の指標となる¹⁴Cと⁴Heの移行の概念図(東濃地区)

新たに開発した地下水年代測定を適用し、推定される地下水流動は既存情報と整合することを確認した。

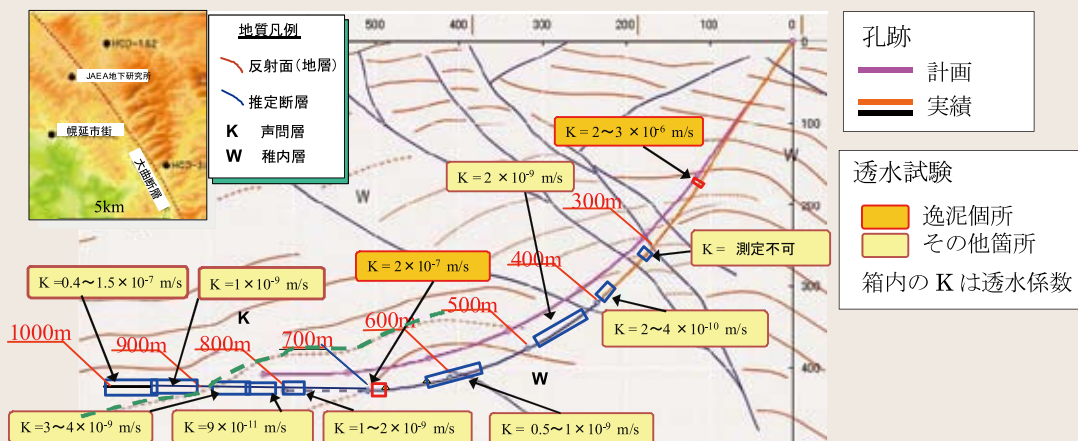


図2 コントロールボーリングによる掘削および透水試験の実績

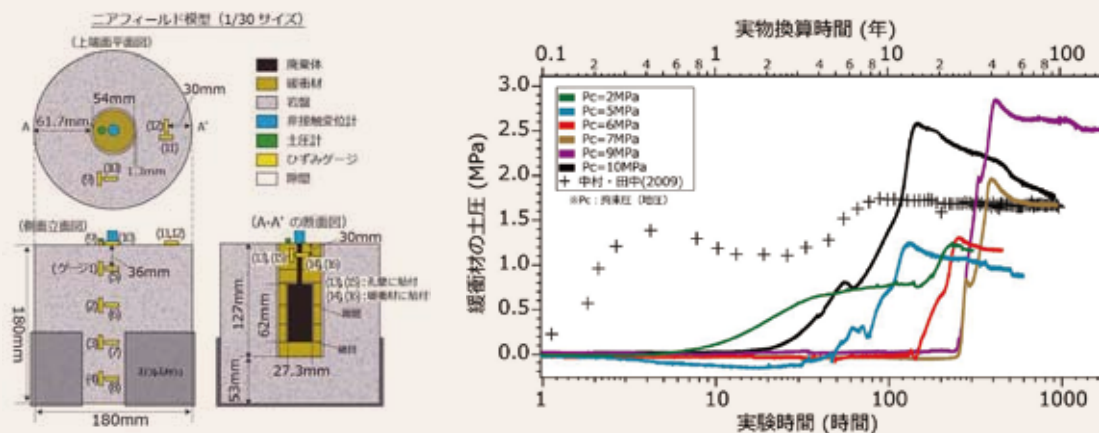


図3 超長期遠心载荷岩盤実験装置による処分孔周辺の挙動予測実験結果

(左:廃棄体周辺模型 右:地圧の違いによるベントナイト緩衝材の土圧の経時変化)

地圧(Pc)をパラメータとした応力拘束条件下で実験を行い、既往の変位拘束条件下の実験結果(中村・田中,2009)とは異なり、緩衝材の土圧は、地圧の大きさにより変化すること、また最大値を示した後に低下していくことを明らかにした。

プロジェクト課題 - リスクの最適マネジメントの確立

低レベル放射性廃棄物処分

背景・目的

原子力発電所の運転等に伴って発生する低レベル放射性廃棄物の安全な処分を計画するためには、天然バリアの地化学環境条件を調査・評価した上で、その条件での人工バリアの変質過程を精度よく評価できる手法の開発が必要である。当所では、余裕深度処分施設*等における長期にわたる性能評価に伴う不確実性を減らすために、人工バリアの各種変質現象を評価する技術を開

発するとともに、それらの現象を支配する周辺の天然バリアの地化学環境条件(酸化還元電位、地下水組成等)を評価する技術の開発を実施してきた。

本課題では、人工バリアの長期耐久性評価と施工における品質の不確実性評価、および天然バリアの地化学環境の評価に関する技術を開発することを目的とする。

主な成果

1 ベントナイト系人工バリア材の吸水膨潤挙動モデルの開発とその検証

放射性廃棄物処分で人工バリアの一つとして用いられる締め付けたベントナイト系材料は、処分施設の閉鎖後に侵入した地下水による飽和に伴い膨潤するため、施工時の不均一な密度の再分配、廃棄体の変位などの事象が生じる可能性がある。これらの事象の評価精度を向上させることは、施設の長期的不確実

性を低減させることに寄与する。そこで、飽和に伴うベントナイトの吸水膨潤挙動を適切に表わせるモデルを開発し、試験結果と比較した。その結果、開発したモデルにより飽和過程ならびに飽和後のベントナイトの挙動を表現できることを確認した(図1) [N11035]。

2 自然電位探査による岩盤の酸化還元状態評価法の提案

余裕深度処分において、岩盤の酸化還元環境の評価は埋設した廃棄体に含まれる金属の腐食特性等への影響を考慮する上で重要である。そこで、新たに自然電位探査により岩盤の酸化還元状態の分布を評価する手法を提案した。提案手法を青森県六ヶ所村の

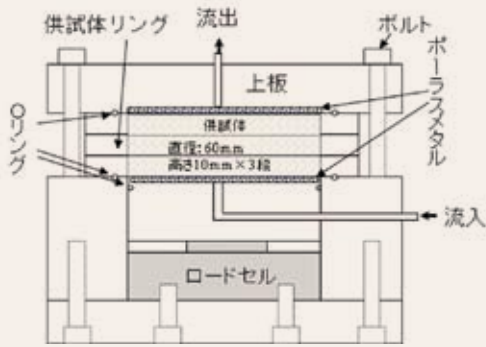
日本原燃敷地内の調査坑道内に適用することで、酸化した岩盤の下底である酸化フロントを境に自然電位が変化することを明らかにし、手法の適用性を確認した(図2、3、4) [N11017]。

3 地下空洞周辺での地化学環境調査手法の適用性評価

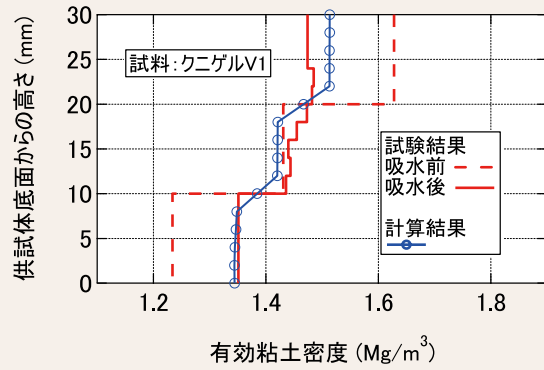
余裕深度処分の安全評価で必要となる天然バリアの地化学環境調査手法の適用性を高めるために、六ヶ所サイトの試験空洞周辺坑道での調査を実施した。調査孔の設置や空洞の掘削に伴う水質変化、還元環境での酸化還元電位等の調査法、測定装置の耐久

性などの課題に対し対策を講じることにより、堆積性軟岩地域の坑道において酸化還元状態などの地化学環境変化を明らかにすることができた(図2、3、5) [N11043]。

* 低レベル放射性廃棄物のうち放射線量が比較的高いものを対象として地下50~100m程度に埋設すること。



(a) 膨潤圧試験装置



(b) 試験結果と計算結果の比較

図1 初期有効粘土密度分布が不均一なベントナイト供試体の膨潤圧試験

開発したモデルによる計算結果は試験結果と整合しており、初期に不均一な有効粘土密度の吸水に伴う変化を定量的に表せることを確認した。

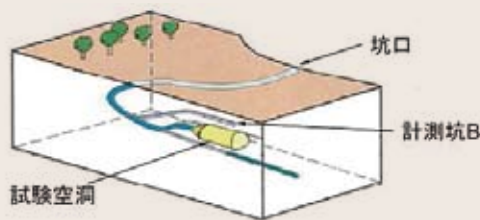


図2 六ヶ所サイトの調査坑道

地下50~100m付近に位置する坑道において調査を実施した。図3に地質断面図を示す。

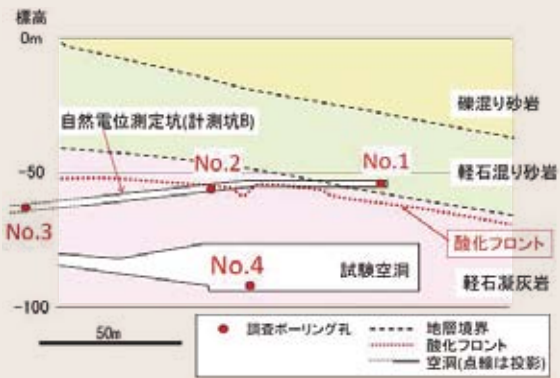


図3 調査坑道周辺の地質断面図

酸化フロント(岩石が風化して褐色を呈する酸化帯と、深部の新鮮な岩石との境界)の分布する坑道周辺で調査を実施した。

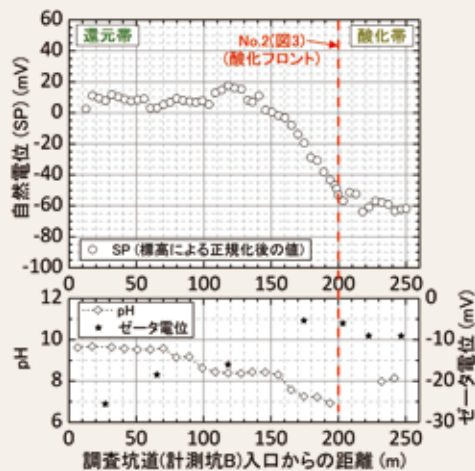


図4 岩盤の自然電位、ゼータ電位および地下水のpH 酸化フロントを境に、自然電位が変化していることが認められた(上図)。また、酸化フロントを境にpHやゼータ電位も変化していることが認められた(下図)。(ゼータ電位:固相と液相の界面に生じる電位差)

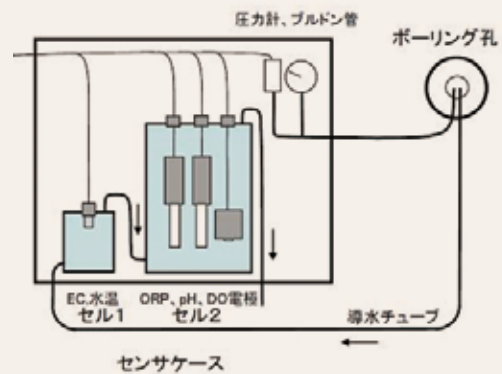


図5 地化学モニタリング装置を用いた調査

ボーリング孔からの湧水をセル1, 2に通水し、内部の電極でpHや酸化還元電位(ORP)を測定した。連続測定中に導水チューブの沈殿物による閉塞や電極の劣化が生じたが、装置の改良により、原位置測定が可能となった。

プロジェクト課題 - リスクの最適マネジメントの確立

送電設備の風雪塩害評価

背景・目的

2005年12月、日本海側の送電設備において、着雪の重みによる送電鉄塔の一部損壊や、電線のギャロッピング*による短絡事故、塩分を含む多量の雪ががいしに付着したことによる絶縁低下（塩雪害）が発生した。2011年冬季も豪雪に見舞われており、これまでの送電設備の雪害を教訓として、電力安定供給

を確保するための各種雪害対策の効果検証や雪害事象の解析・予測技術の向上が求められている。

本課題では、送電設備の雪害に関するデータ管理と観測を当所が一元的に行い、実線路での気象・着雪観測を踏まえて、雪害に関わる現象の解明や解析・予測技術の向上を図る。

主な成果

1 送電設備の雪害現地観測の継続と取得データの一元管理・分析

全国の7箇所に配置した送電設備の雪害観測システムと着氷雪事故および気象DBの運用を継続するとともに、当所開発のワイヤ支持式着雪サンプラ（図1）[N11030]を用いた観測システムを拡充し、電線着雪観測の強化を図った。蓄積した観測データを活用して、新たな雨雪判別式、着雪の有無に関する判別法（図2）を提案した[N11059]。これに

より、着雪モデルの精度向上が可能となる。また、4導体送電線のギャロッピング観測事例のうち、ほぼ一定の着氷が維持された時間帯のデータを分析した結果、風速の変化に伴って導体束の平均ねじれ角が変化することから、限定された風速範囲でのみギャロッピングが発生することを明らかにした[N11032]。

2 着雪がいしのフラッシュオーバ（短絡）特性と塩雪害対策効果の確認

がいし着雪特性のフィールド観測[H11014]と154kV実規模着雪がいしのフラッシュオーバ試験[H11018]により、長幹がいしに比べ、懸垂がいしは降雪時にがいしの間が雪で詰まりにくいこと、圧密着雪時の

フラッシュオーバ電圧が高いことを明らかにした。これにより、懸垂がいしの適用が塩雪害防止対策として有効であることを示した（図3）。

3 大気中と降水中の海塩濃度予測手法の開発

当所開発の海塩粒子の生成・輸送・沈着モデルRe-SPRAYを改良し、時間的に変化する気象条件下の大気中海塩濃度に加えて、降水中の海塩濃度も予測できるようにした。また、本改良モデルと気象予測解析システ

ムNuWFASを組み合わせることにより、降雪中に高濃度の海塩が観測された事例について、気象条件から大気中・降水中の海塩濃度が上昇する傾向を再現することができた（図4）[N11011]。

* 着雪した電線が、風を受けて上下に大きく揺れる自動的な振動現象。振幅が大きくなると電線短絡などの電気事故に、大きな振動が継続すると疲労で設備損傷に至る場合もある。



図1 電線着雪簡易観測装置「ワイヤ支持式着雪サンブラ」

左図は全体写真、右図はワイヤ把持部である。2m長程度の模擬電線上で、径間長数百mの実送電線と同様の電線ねじれを伴う筒雪が近似的に再現できる。模擬電線支持機構が簡素で現地設置やメンテナンスが容易であり、低コストで電線着雪データを取得できる。

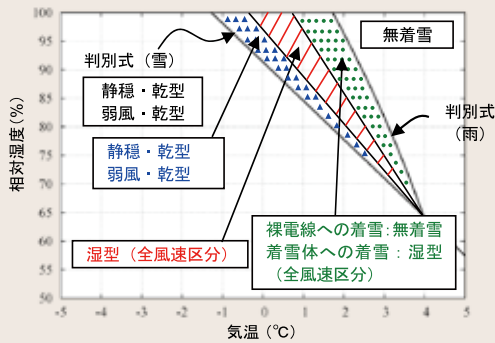


図2 着雪タイプ区分チャート例(北海道東部)

当該地点における気温、湿度および風速データと雨雪判別式を用いて、着雪タイプを簡易に把握できる。当チャートを着雪モデルに導入し、区分別に着雪率(電線に衝突する雪粒子量のうち着雪する割合)や着雪体密度を与えれば、汎用性の高い着雪モデルを構築できる。

注)風速は、~1 m/s:静穏、1~3 m/s:弱風、3~8 m/s:中風、8 m/s~:強風の4つに区分し、降雪粒子が含水しているか否かで、湿型と乾型を区別している。

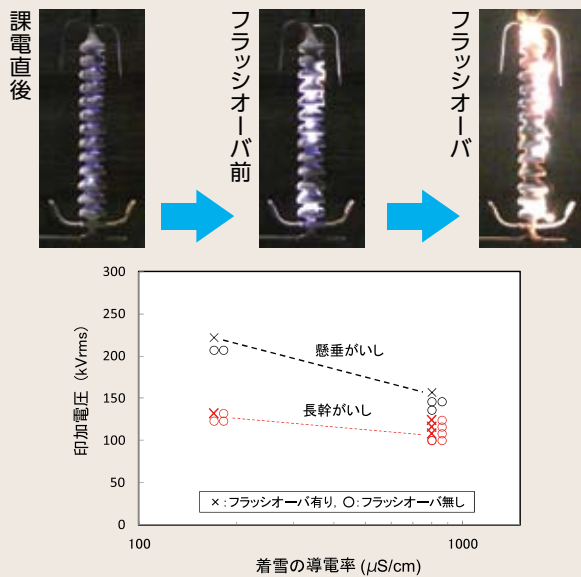


図3 着雪がよいフラッシュオーバー特性

上図は人工的に圧密着雪させた耐塩用懸垂がよいがフラッシュオーバーに至る過程で、一定電圧保持下で、着雪の一部が解けて短絡に至る。下図から、懸垂がよいは長幹がよいより着雪時のフラッシュオーバー電圧が高いことがわかる。

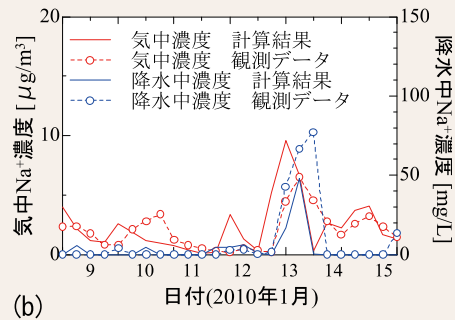
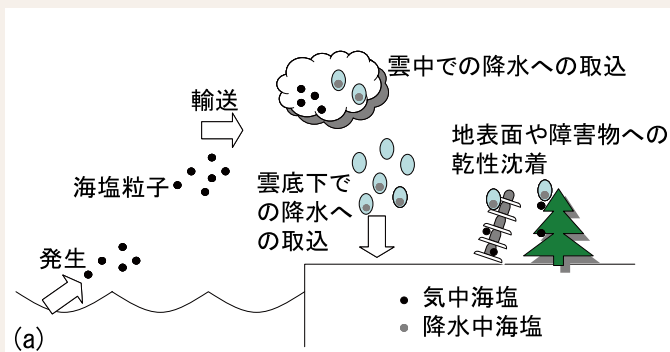


図4 海塩生成・輸送・沈着モデルRe-SPRAYの概念図と計算結果例

左図はRe-SPRAY概念図、右図は大気中・降水中の海塩Na⁺濃度の観測値と計算結果の比較である。Re-SPRAYを用いた計算により、大気中・降水中の海塩濃度の時間・空間分布の予測が可能であり、右図の計算例では、2010年1月13日の降雪時に大気中・降水中のNa⁺質量濃度が上昇する特徴を再現できている。

プロジェクト課題 - リスクの最適マネジメントの確立

配変電設備の戦略的災害復旧支援

背景・目的

災害時に電力流通設備を効率的に復旧させる対応策の立案においては、情報錯綜期における災害情報の信頼性の向上、正確な外力(ハザード)評価、対象となる地域の特徴と設備の多様性や劣化状況等を考慮したリスク評価などの技術の確立が求められている。

本課題では、配電設備・変電設備を主な対象として、地震・台風などの予測情報をデータベース化して配信するシステム、およびハザード情報に基づいて事前・事後対応を支援する被害推定・復旧支援システムを構築し、電力の現場への適用を図る。

主な成果

1 被害推定システムの適用と精度向上

2011年の東北地方太平洋沖地震や台風12号の際の運用実績を踏まえ、地震被害推定システム(RAMPER)および台風被害予測システム(RAMPT)の機能を改善した。RAMPERにおいては、震源情報(マグニチュード、震源位置等)を基に評価した地震動強度分布を、地震後早期に気象庁等から

入手可能な地震観測点情報を用いて補正する機能を追加し、その推定精度向上を図った(図1)。RAMPTにおいては、降雨の影響を考慮する被害指標(実効雨量*)に着目し、実被害との相関が高いことを確認した(図2)。本研究の一部は、東北電力、中国電力、中部電力からの受託研究として実施した。

2 変電設備の耐震性評価ツール(ELECTREE)による地震被害の検証解析

東北地方太平洋沖地震により設備被害が発生したものの観測記録が得られていない変電所地点を対象に、当所が開発した変電設備の耐震性評価ツール(ELECTREE)により本震時の地震動を推定した。その結

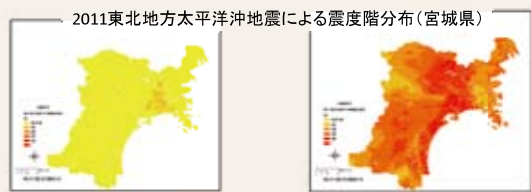
果、民間基準(JEAG5003)で規定された設計値を上回る地震動が損傷設備の固有振動数において発生しており、それが被害原因となった可能性が高いことを明らかにした(図3)。

3 配電用柱上設備の劣化傾向分析手法・余寿命の推定手法の提案

配電設備の劣化状態は、地震時や台風時に発生する設備被害の程度に大きな影響を与える。そこで、自然災害時の配電設備の被害の推定精度を向上させるため、配電設備管理データベースを基に、柱上変圧器の劣化傾向分析を行う方法や余寿命を推定する方法を提案した。中部電力管内の約110万台の柱上変圧器を対象として、2010年3月～2011年3月の間で経年劣化が主原因として

更新された設備の、更新時経過年数(設備年齢)と各営業所の気象条件を含む地域特性との関係を、詳細に分析しモデル化した。このモデルにより、対象地域内で運用されている設備の施設年数や海塩濃度などの環境条件を入力パラメータとして、対象設備の更新時期(余寿命)を簡易に推定できることを確認した(図4)。本研究の一部は、中部電力からの受託研究として実施した。

* 土の中にとどまっている土壌水分量。



地震直後に得られる気象庁マグニチュード (M=7.9) が発表された時点で、評価した震度階分布 (従来システム)

地震直後に得られる地震観測点情報をを用いて左図を補正した震度階分布 (改善システム)

地震によっては、地震動強度分布の評価精度が必ずしも高くない場合があった。

当該地域の地震観測情報を基に評価精度を改善

気象庁が評価した震度階分布 (地震直後の入手は不可)

図1 地震観測点情報による地震動強度分布 (震度階) の評価精度の改善

東北地方太平洋沖地震では、地震直後に発表された気象庁マグニチュードが小さかったことから、それを利用する従来システム (RAMPER) では地震動強度を過小評価した。改良後のシステムでは、地震直後に得られる地震観測点の情報を活用することにより、評価精度を向上することが可能である。

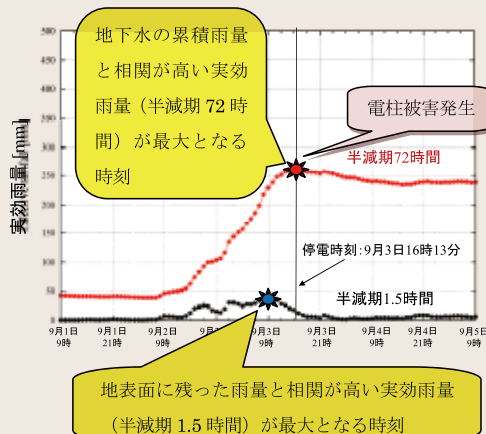


図2 実効雨量による電柱流出被害の予測

地下の累積雨量変動量と相関の高い実効雨量 (半減期*72時間と仮定) が最大となる時刻に、電柱被害が発生したことを示している。この結果から、実効雨量と配電設備被害の相関が高いことがわかる。

※ 対象時間以内 (本検討では72時間か1.5時間と設定) に地表に残った雨や地下にしみ込んだ雨量が、降った雨の半分になるまでの時間の長さ。

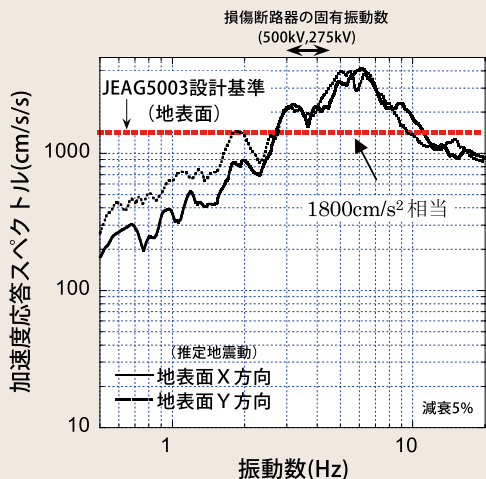


図3 変電設備の耐震性評価ツール (ELECTREE) により推定した変電所地点の地震動加速度応答スペクトルと設計基準の比較

東北地方太平洋沖地震により設備被害が発生したものの観測記録が得られていない変電所地点を対象に本震時の地震動を推定した結果、変電設備の民間基準 (JEAG5003) を上回る地震動が、被災設備の固有振動数の範囲において発生していることを明らかにした。

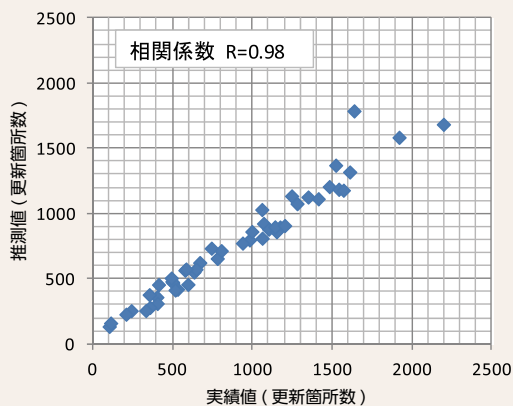


図4 実績値と提案手法による推定値との比較

2010年3月～2011年3月の間で経年劣化故障が主原因で更新された柱上変圧器の総設備数 (営業所単位の実績) と、2010年3月現在の対象柱上変圧器で、施設年数をパラメータとして、経年劣化故障が主原因で1年以内に取り替えられる箇所数の推定値を比較した。相関係数は0.98であり、提案モデルによる推定精度は高い。

プロジェクト課題 - リスクの最適マネジメントの確立

ICT社会における雷害対策

背景・目的

情報通信システム (ICT: Information and Communication Technologies) に対して、雷などに起因する電磁現象に対する脆弱性が指摘されている。また、送電線などへの雷撃による情報ネットワークをはじめとするライフラインなどの機能停止により、社会に大

きな混乱を引き起こす可能性が危惧される。

本課題では、これまで当所で培ってきた電力設備に対する雷害対策技術をさらに発展させ、ICT 適用環境下で強靱な電力供給システムを実現するため、リスク評価の観点も採り入れた新しい雷害対策技術を開発する。

主な成果

1 雷リスク評価プログラムの高度化

送電線および送電線雷撃による瞬時電圧低下(瞬低)への雷リスク評価機能を有する「雷リスク評価基本プログラム」に、配電設備および風力発電設備への雷リスク評価機

能を追加した(図1)。このプログラムでは、落雷頻度および設備密度などから、地域毎の相対的な雷リスクの評価が可能である [H11008]。

2 低圧制御回路における過電圧特性の解明と高精度解析手法の開発

変電所に設置されるガス絶縁開閉装置の断路器開閉サージが、低圧の制御回路に与える影響を把握するために、計器用変成器(VT、CT)やデジタル型保護継電装置で構成される低圧の模擬制御回路を用いた実験により、急峻な開閉サージに対して、低圧制御回路に生じるサージ電圧は、計器用変成器での一次側から二次側への移行サージが支配的であることを明らかとした [H11015]。

発電所や変電所など、大きな広がりを持つシステムにおける低圧制御回路への雷

などの誘導サージによる過電圧レベルを把握するために、数値電磁界解析(FDTD法)と回路解析の利点(表1)を融合した新しいサージ解析プログラムを開発した。接地網・制御線・計器用変成器・保護継電装置などで構成された大規模かつ複雑な回路への本プログラムの適用を想定し、基本的なモデルである接地網-電線間の誘導電圧を計算した結果、実測結果と12%以内の誤差(波高値)で一致し、本開発プログラムの妥当性が検証できた(図2) [H11023]。

3 電気所に設置されるICT機器のイミュニティ試験法の評価

電気所に設置されるIP機器に対し、現行の関連規格に示されている4種類の伝導性イミュニティ試験法(「EFT/B(電氣的ファストトランジェント/バースト)」、「方形波インパルス」、「減衰振動波」および「サージ」)を適用し、これらの試験法の比較を行った。こ

の結果、IP機器にとって最も重要となる伝導性雑音に対するIPパケット伝送能力は、EFT/Bイミュニティ試験以外の試験法では評価できず、IP機器に対する試験法として、EFT/Bイミュニティ試験が適していることがわかった(図3) [H11022]。

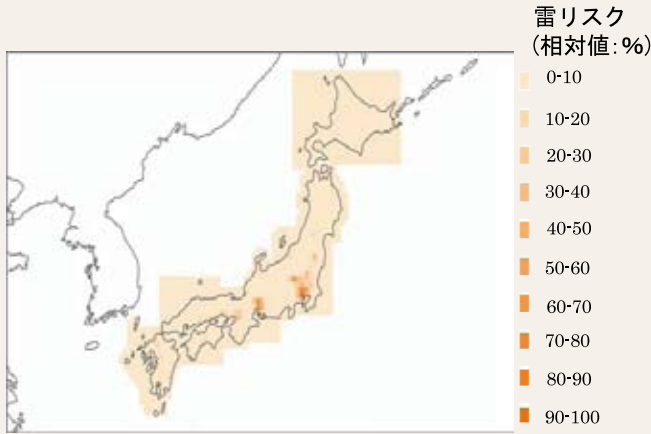
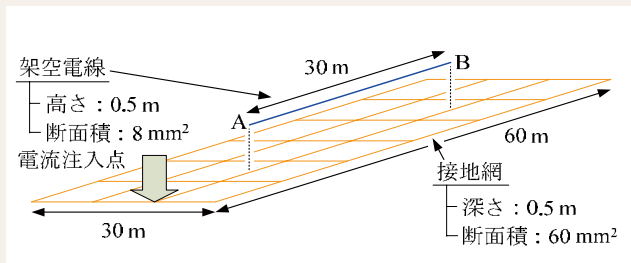


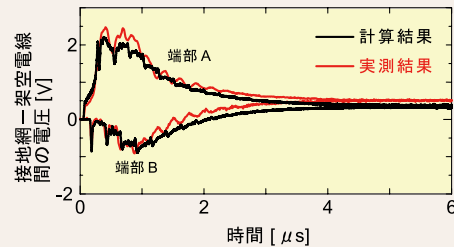
図1 配電設備の雷リスクマップのイメージ
開発した計算モジュールでは配電設備の雷リスクを、落雷頻度および配電設備密度から評価している。ただし、本例では各種の雷害対策の効果を考慮していないため、配電設備密度の高い都市部のリスクが相対的に高く示されている。配電設備での各種雷害対策を考慮した場合は、リスクの分布は異なるものとなる。

対象	FDTD 法	回路解析	連成計算
低圧制御線などのケーブル	現実的な計算時間やメモリ容量では解析は不可能	解析は可能であるが、接地網等の他からの誘導量は評価できない	大規模接地網等からの低圧回路への誘導量を考慮し、かつ多心ケーブルや変成器でのサージ現象および機器のインピーダンスを考慮した詳細な解析が可能
計器用変成器などの機器	現実的な計算時間やメモリ容量では解析は不可能	解析は可能であるが、接地網等の他からの誘導量は評価できない	
接地網などの接地構造物	接地網のみの場合には、高精度な解析が可能	高精度な解析は不可能	

表1 FDTD法と回路解析を融合した連成計算の優位点

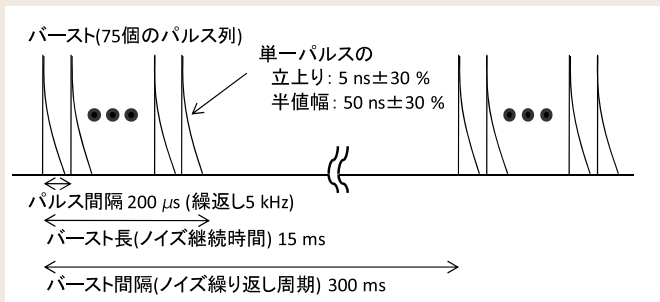


(a)計算モデル配置

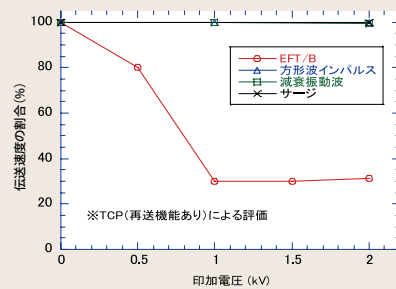


(b)計算結果

図2 TD法と回路解析の連成計算に基づくサージ解析プログラムの精度検証



(a)EFT/Bノイズ試験波形



(b)伝導性ノイズを規定した各種イミュニティ試験法の比較

図3 EFT/Bノイズ試験波形と伝送速度を指標とした影響評価の例

(EFT/Bでは連続的ノイズであるが、それ以外の試験法ではノイズは単発的であるため影響が生じにくく、IP機器のイミュニティ試験法としては、適切ではないと判断される)

プロジェクト課題 - リスクの最適マネジメントの確立

温暖化の長期予測と適応支援

背景・目的

2007年のIPCC第4次評価報告書を契機に、温暖化対策（排出削減と適応）は社会の主要な関心事の一つとなった。しかしながら、温暖化予測の不確実性は依然として大きく、対策の立案・実施に向けて、予測情報の信頼性向上が求められている。

本課題では、温暖化予測の不確実性を定量化したうえで、国内および国際的な排出

削減議論に資するため、最新の科学的知見に立脚し、エネルギー供給の実情と将来性を踏まえた排出削減経路を提案する。さらに、全地球規模の予測結果から地域スケールの詳細な情報を導出し（ダウンスケーリング）、電力設備等への影響が大きい極端現象（台風、豪雨等）の温暖化に伴う変化を評価する。

主な成果

1 合理的な気候安定化策を提案するための気候変化予測ツールの高度化

気候感度（大気中のCO₂濃度と温度上昇を関係づける指標）について、広範囲にわたる文献調査を行い、関連する科学的知見と、気候感度の不確実性を考慮した温暖化緩和策の考え方をまとめた[V11019]。得られた知見のうち、不確実性の定量化については、当所の気候変化予測ツール（SEEPLUS）に、

複数の気候感度の確率分布（図1）を比較参照する機能として取り入れた。この他、新しい社会・経済シナリオの参照、複雑な気候モデルとの比較、台風強度等のより実用的な指標の出力等、長期的な気候安定化や適応策の検討に有用な機能をSEEPLUSに取り入れた。

2 気候安定化を目指した新しい排出削減経路の提案

近い将来のCO₂排出増加を許容しながらも、長期的な気候変化リスクを回避する考え方を、海洋研究開発機構との協力により提唱し、その考えに基づく新たな排出削減経路をSEEPLUSによって設計した。さらに、気候変化に加えてCO₂排出量と大気中濃度の関

係を詳細に表現した地球システムモデルを用いて、設計した新たな排出経路に基づく温暖化予測計算を実施した。この結果、21世紀後半以降、大気中CO₂濃度は減少傾向に転じ、気温や海氷面積等の長期的な復元傾向も示された（図2）[V11057]。

3 河川流域を対象とした確率的な豪雨予測手法の開発

空間解像度の粗い気候変化予測の計算結果（格子間隔100km程度）から、ダムが集水域となる河川流域における日降水量の確率密度関数（PDF）を推定する手法を開発した。国内で豪雨被害の頻度が高い九州地方における20のダム流域（面積が20～2300km²）に本手法を適用し、推定された過去21年間

の日降水量PDFを観測値と比較した。この結果、台風の影響を強く受ける9月も含め、また、広範な面積の流域について、本手法は発生頻度の低い豪雨の表現に優れており、温暖化に伴う豪雨の変化が水力発電設備におよぼす影響を評価するために有用であることが示された（図3）[V11058]。

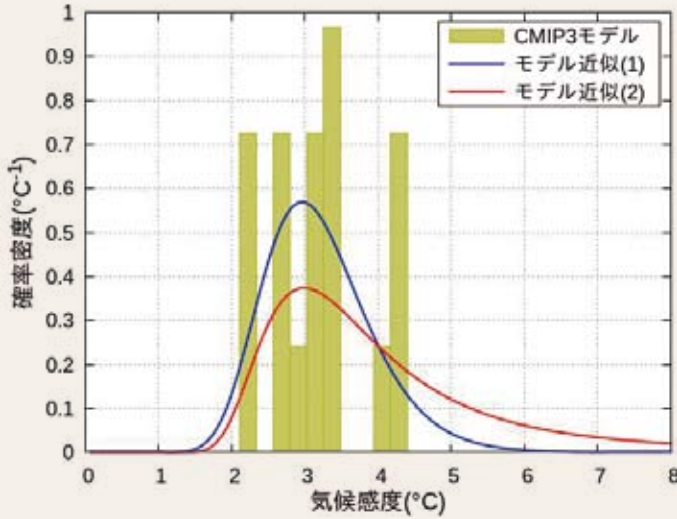


図1 気候感度の確率分布の例

気候感度は、CO₂濃度倍増による平衡時の全球平均の温度上昇と定義される。気候感度の値は3℃程度と推定されるが、不確実性が大きく、確率分布で表される。凡例のCMIP3モデルは、2007年IPCC第4次評価報告書で参照された複数の気候モデル。モデル近似(1)は、複数モデルのばらつきを対数正規分布で近似した結果。モデル近似(2)は、特定モデルの物理パラメータのばらつきを考慮した分布の一例。

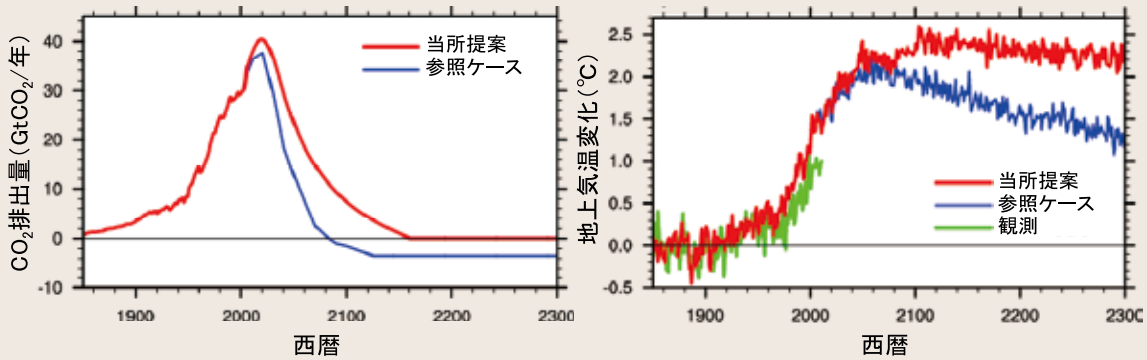


図2 CO₂排出経路と地球システムモデルによる地上気温の予測結果

左図は入力条件としたCO₂排出量。当所提案では22世紀半ばに排出量をゼロとし、長期的により低い濃度に安定化することを目指す。参照ケースはIPCC第5次報告用に検討されている排出経路の一つ。右図は地球システムモデルによる全球平均地上気温の予測結果および観測結果。当所提案の場合、21世紀後半以降、自然の吸収により大気中濃度は低下し、長期的に気温は減少傾向に転ずる。

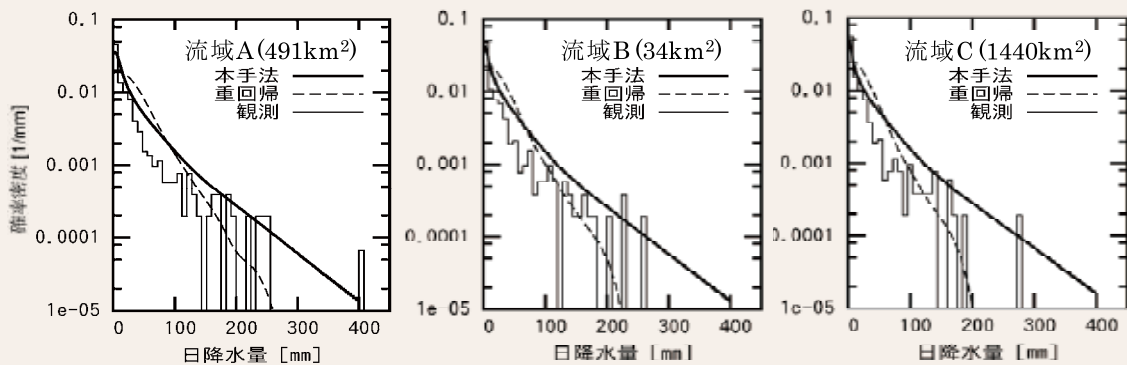


図3 日降水量PDFの推定結果

左から、同じ水系の流域A(491km²)、B(34km²)、C(1440km²)の7月の推定結果を示す。実線、破線はそれぞれ本手法および、重回帰による推定。ヒストグラムは観測値の頻度を表す。本手法の結果は、PDFの裾すなわち大雨の領域で過小になっておらず、重回帰に比べて発生頻度の低い豪雨の予測に優れていることが分かる。

プロジェクト課題 - リスクの最適マネジメントの確立

暴風雨予測と電力設備の温暖化影響評価

背景・目的

今後20～30年の間に地球温暖化の影響が日本で顕在化し、特に、気候変化に伴う暴風雪の変化が電力設備の運用・保守に影響を及ぼす可能性がある。

本課題では、送配電設備や水力発電用ダムに対する暴風雨や豪雪時の被害軽減や復

旧支援に役立てるための短期気象予測モデルの開発、および20～30年後の日本の気候変化(設計風速や設計降水量の変化)が電力設備の健全性や運用・保守管理に及ぼす影響を評価するための長期の領域気候モデルの開発を行う。

主な成果

1 日本の気候変化を予測するための領域気候モデルの開発

気象予測解析システムNuWFASを改良し、日本の気候変化を予測できる空間解像度5kmの領域気候モデルを開発した。主な改良点は、海氷や海面温度の設定法、土壌の温度・水分量の計算法、および湖面温度の計算法(図1)である[N11009]。このモデルを用いて過去52年間の気象再現計算を行い、気象災害リスク評価に必要な気象データセット(空間解像度5km、時間間隔1時間)を作

成した。このうち、風速のデータセットを極値統計解析し、日本全国における風速の50～300年再現期待値(4～11月の暖候期)を算定することができた(図2)。これらは、送配電設備の耐風設計や過去に受けた風ストレスの推定に活用する。また、開発した領域気候モデルによって、特定の気候変化シナリオに対する日本の気候変化予測が可能となった。

2 将来の台風活動の変化を予測するモデルの開発

気候変化に伴う熱帯域での台風活動の変化を空間解像度5～20kmの高解像度で予測するため、地球を東西方向に一周する帯状の領域(南緯60度～北緯60度の範囲)で台風の発生・発達・減衰を予測するモデルを

開発した。2003～2005年を対象にモデルの適用性を検討した結果、年間の台風の発生数は実績値に比べて多くなる傾向にはあるが、台風の発生位置や移動経路は概ね再現することができた(図3)。

3 気象・海象モデルの高度化

気象・海象の発達・減衰を支配する要因である大気から海洋へのエネルギー輸送に関する現地観測を行った。その結果、両者間の運動エネルギーの輸送は、風によって引き起こされる周期の短い波浪の発達度合い(風波

の飽和度と呼ばれる)を用いて評価できることを示した(図4) [N11055]。この評価法を数値予測モデルなどに適用することにより、海上風の風速や風波の波高の予測精度向上が期待できる。

4 気象レーダーを用いた短時間降雨予測精度の向上

新たに導入したXバンド偏波気象レーダーのデータ処理システムを開発し、時間雨量40mm程度の強い雨の観測精度向上

を図った。さらに、この観測結果を気象モデルに反映させる手法を開発し、数時間先の降水量予測精度が向上することを確認した。

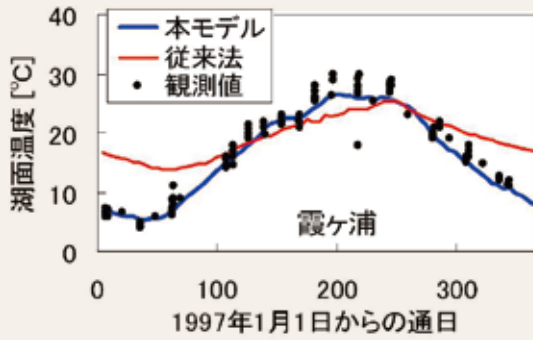


図1 湖の表面温度観測値と推定値の比較

開発した湖面温度の推定モデル(青線)は、同緯度の平均海面温度を湖面温度で代用する従来の方法(赤線)に比べ、湖面温度やその周辺の気温の再現性が改善した。

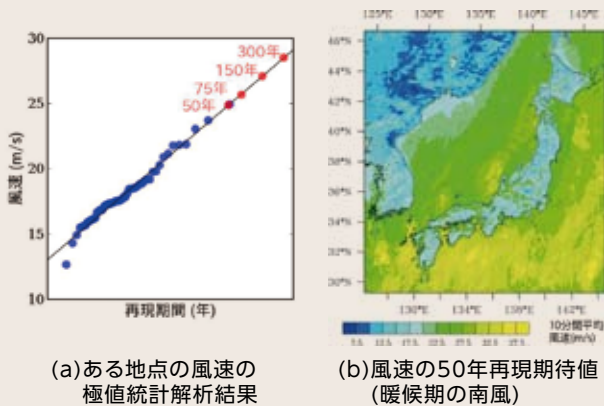


図2 過去52年間の気象再現結果の解析例

1時間毎の10分平均風速データセットを用い、任意地点の風速を極値統計解析した結果(図(a)の●)は、極値分布(図(a)の直線)とよく整合し、再現期間50年以上の設計風速(●)が算定できる。図(b)は暖候期の南風の50年期待値であり、主に台風起因している。

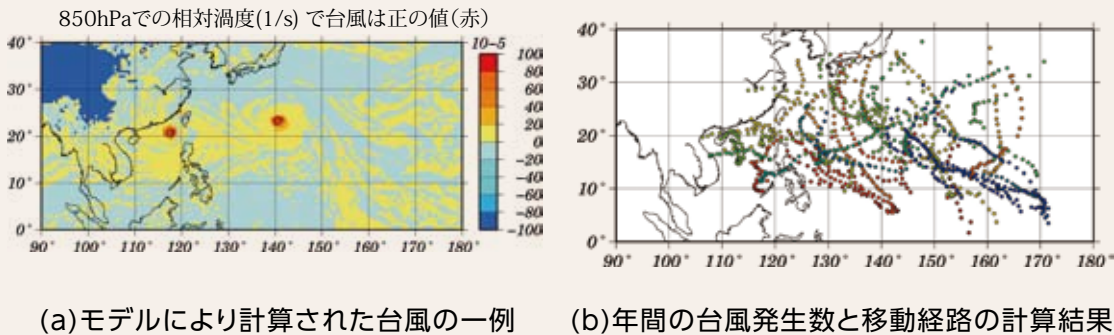
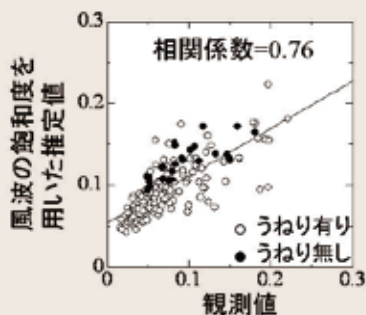


図3 気候モデルを用いた台風の計算例(2004年)

領域気候モデルを用いた通年計算により、熱帯域での台風発生数と移動経路を推定した。図(b)の同色の○印は、一つの台風の発生から消滅までの位置を6時間毎に示した結果である。年間の台風発生数は実績に比べて多い傾向にはあるが、熱帯から中緯度にかけての年間の台風活動評価が可能となった。このモデルに温暖化時の海面水温を与えることにより、将来の台風活動が評価できる。



(a) 観測値と推定値の比較



(b) 観測タワー

図4 大気・海洋間のエネルギー輸送の観測

和歌山県白浜にある京都大学所有の海象観測タワー(右図)で風・気温・水温・波浪の観測を行った。観測結果から、大気と海洋間のエネルギー輸送量の評価には、風波の飽和度を考慮した評価式(図(a)の実線)が有効であることを示した。

圧力容器の照射脆化と健全性評価

背景・目的

原子炉で使用される金属材料は、放射線や熱などの使用環境に置かれることで機械特性が変化(脆化)する。プラント運転中の機器の健全性を確保するために、原子炉圧力容器や炉内構造物では中性子照射の影響を、また二相ステンレス鋼を用いた一次系配管やポンプ等では高温に置かれること(熱時効)

の影響を明らかにする必要がある。

本課題では、中性子で高照射された圧力容器鋼の脆化量予測手法の高精度化と脆化量のモニター手法の開発、二相ステンレス鋼の熱脆化メカニズムの解明、中性子照射による照射ステンレス鋼のマイクロ組織変化の解明などの研究を行う。

主な成果

1 圧力容器鋼の照射脆化への照射温度の影響

照射脆化への照射温度の影響を調べるために、異なる照射温度で照射された銅含有量の高い鋼材および低い鋼材のマイクロ組織と脆化量の相関を調べた。照射温度が低いほど溶質原子のクラスター(集合体)の形成が高密度・微細化し(図1)、その傾向は銅含有量が高い鋼材でより顕著であった。

しかし溶質原子クラスターの形成形態によらず、照射による降伏応力の上昇量(脆化量に比例)は溶質原子クラスターの体積率の平方根に比例することを明らかにした(図2) [Q11019]。これにより、照射脆化量を、照射温度に関わらず、クラスター体積率のみで評価できる可能性を示した。

2 圧力容器鋼の硬化および銅濃縮クラスター形成への元素の影響

溶質原子クラスター形成へのニッケル、マンガン、シリコンの影響を明らかにするために、鉄と銅の二元合金にこれらの元素を順次添加したモデル合金を熱時効し、硬さとマイクロ組織の変化を調べた。ニッケル

添加は最大となる硬さ(ピーク硬さ)を減少させるが、ピーク硬さまでの時間は変わらない。一方、マンガン添加はピーク硬さまでの時間を短縮することを明らかにした(図3) [Q11026]。

3 ミニチュアCT試験片によるマスターカーブ法のラウンドロビン試験

シャルピー衝撃試験片の破断材から加工可能なミニチュア試験片を用いたマスターカーブ破壊靱性試験法の確立を目指して、複

数の国内研究機関とともにラウンドロビン試験を実施した。いずれの機関においても妥当な参照温度 T_{0}^* を決定できた。

4 二相ステンレス鋼の熱脆化メカニズムの温度依存性

二相ステンレス鋼の熱時効への時効温度の影響を調べるために、350~450℃の温度範囲で最長8000時間の熱時効試験とマイクロ組織観察を実施した。時効温度が低いほどニッケル、シリコン、マンガンなどが凝集した析出物(G相)の数密度が高い傾向にあること、G相の大きさおよび相分離組織を特

徴付けるクロムの凝集-希薄領域間の代表長さは熱時効を続けると大きくなり、時効温度が高いほどG相と相分離組織の成長が速いこと、G相は時効温度に依らず相分離組織よりも速く成長すること(図4)、などマイクロ組織の時効温度依存性が明らかになった。

* 靱性の程度を表す指標でありマスターカーブ上で破壊靱性値(き裂の進展に対する抵抗値) K_{Ic} が $100\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ となる点に対応する温度。

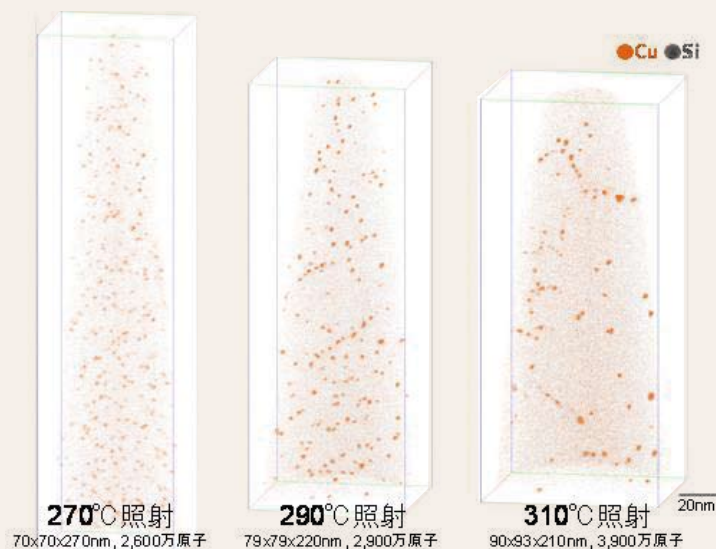


図1 銅含有量の高い鋼材(0.2wt.%Cu)における溶質原子クラスター形成への温度の影響

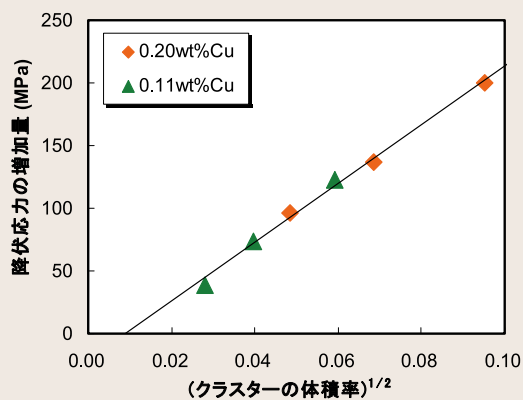


図2 ミクロ組織変化(体積率)と機械特性(降伏応力上昇)の相関

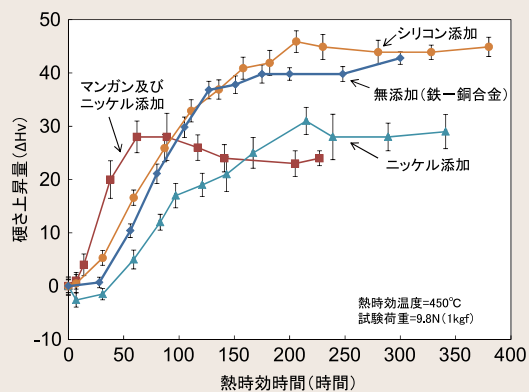
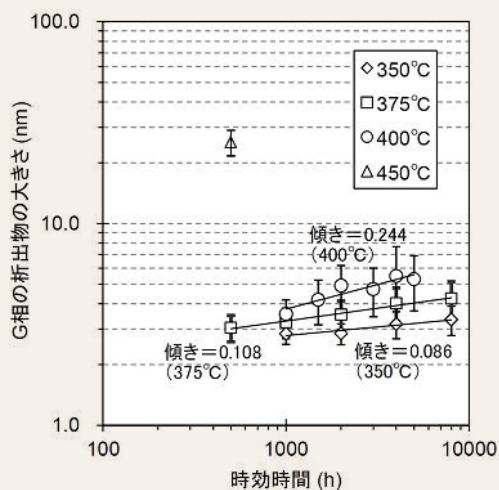
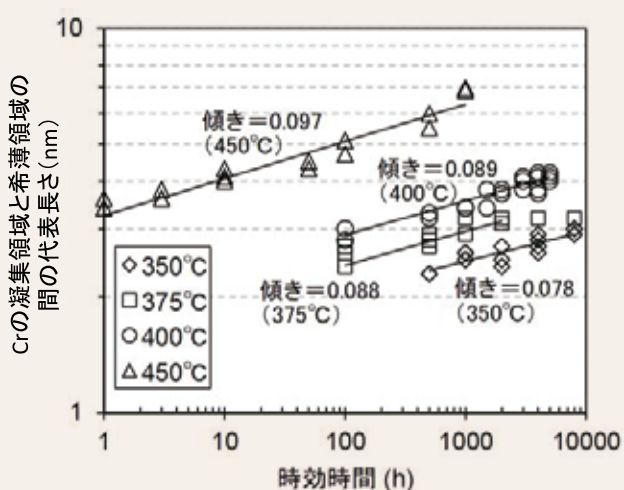


図3 熱時効による硬化への添加元素の影響



(a) G相の大きさ



(b) Crの凝集-希薄領域間の代表長さ

図4 ミクロ組織の特徴量の時効時間依存性

プロジェクト課題 - 設備運用・保全技術の高度化

SCC現象の解明と健全性評価

背景・目的

応力腐食割れ(SCC)は軽水炉構造材料の劣化事象の一つである。SCCについては、予防保全技術として応力緩和、冷却水環境改善、材料変更など、および日本機械学会維持規格の考え方に基づく管理として補修、交換、き裂の進展評価などの対策が一通り確立されている。しかしながら経年劣化への対応をより確かなものにするために

は、SCC特性の正確な把握と対策技術や規格・基準の高度化に継続的に取り組んでいくことが必要である。

本課題では、SCC発生モデルの構築に向けて発生機構や発生条件などを明らかにすること、新たな維持規格へ反映するためのSCC進展速度、進展条件を明らかにすることを目的とする。

主な成果

1 低合金鋼のSCC進展特性の解明

炉内構造物の取り付け部や容器貫通部の溶接に使われているニッケル基合金にSCCが生じた場合には、SCCが原子炉压力容器(低合金鋼)に達する可能性が否定できないため、低合金鋼のSCC特性を把握しておくことは重要である。知見が不足している高応力条件でのSCC進展挙動を明らかにすることを目的に、SCC進展試験を高温純水中で実施した。その結果、SCCは試験初期に比較的大きな進展速度を示すが、時間の経過と

ともに進展速度が低下することが明らかになった(図1) [Q11023]。また、応力条件(応力拡大係数:K*)が一定に保たれる条件で得た進展速度は、SCCの進展に伴いKが増加する条件で取得した進展速度の1/1000程度の値を示した(図2) [Q11023]。この結果よりSCC進展評価を正確に行うためには、評価する部位のKの分布(変化率)に応じた進展速度を用いることが重要であることが示唆された。

2 低炭素ステンレス鋼のSCC発生条件の解明

プラント製造時には材料表面に切削や研磨の加工を施す場合があり、それによって塑性ひずみの分布が生じる可能性がある。また、加工や溶接によって応力が生じる場合は、塑性ひずみに依存した応力分布を伴うことが予想される。これらは、低炭素ステンレス鋼のSCC発生原因の一つとして想定される。当所は、切削加工により周期的な塑性ひずみを試験片に与える方法を考案し、

塑性ひずみ量が増加する場所でSCCの発生が集中することを明らかにした [Q10024]。同様な試験片について、X線回折法により応力分布を調べ、応力は硬さに反比例(塑性ひずみに比例)することを明らかにした(図3)。一連の結果より、塑性ひずみ勾配と応力勾配がともに存在する領域でSCCが発生しやすいことが示唆された(図4) [Q11008]。

* き裂先端への応力集中の度合いを示すパラメータであり、値が大きい程、き裂進展に対する駆動力が大きい。

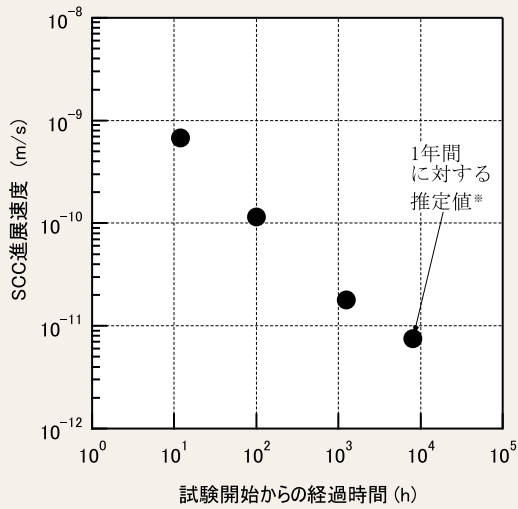


図1 SCC進展速度と試験開始からの経過時間の関係
 SCC進展速度は試験時間経過とともに減少し、1年間における平均の進展速度の推定値は、 $1 \times 10^{-11} \text{m/s}$ 程度と推定される。(※ 1年間の推定値は100時間の進展速度と100時間以降の進展速度の加重平均値である。)

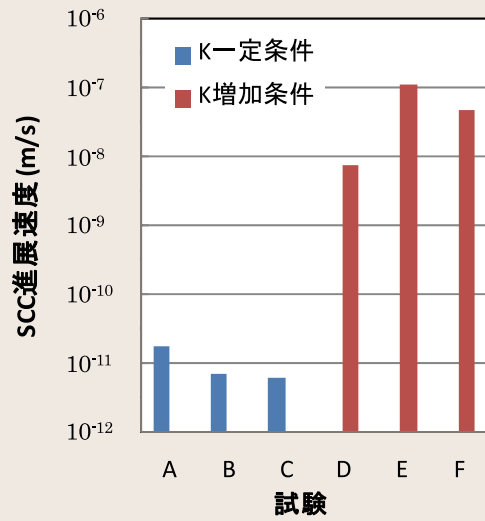


図2 SCC進展試験結果

応力拡大係数(K)が一定の条件で取得したSCC進展速度は、Kが増加する条件で取得したSCC進展速度の約1/1000となった。

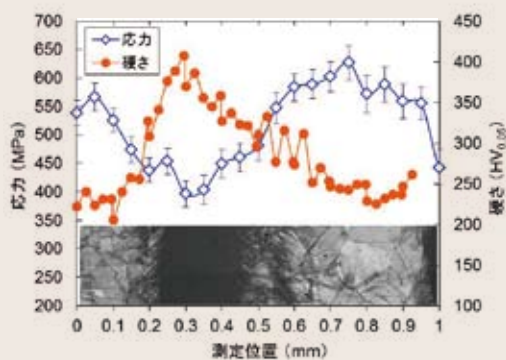


図3 SCC発生試験片のひずみと応力の分布

図中下にある試験片表面の組織写真の色の濃い部分ほど塑性ひずみが大きい。高塑性ひずみ領域ほど硬いが、応力は同部位では低くなる。

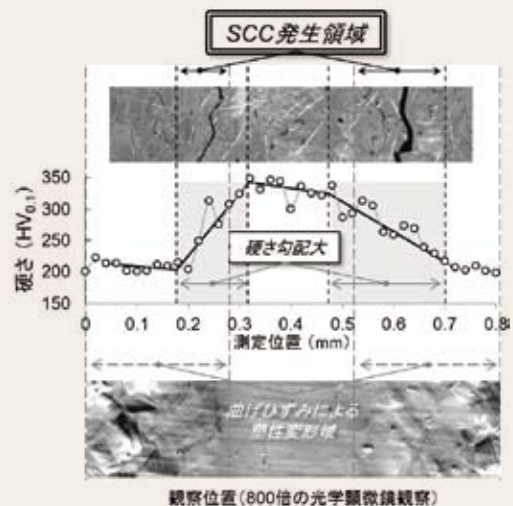


図4 SCCが発生しやすい部位

試験片の硬さと塑性ひずみには相関関係があり、硬さは塑性ひずみ量を示している。塑性ひずみの勾配があり、かつ図3のように応力勾配が生じる部位で、割れが発生しやすい。

プロジェクト課題 - 設備運用・保全技術の高度化 配管減肉・減肉耐震評価

背景・目的

長期運転経年炉で安全上・保安全管理上考慮すべき事象として、流れ加速型腐食(FAC)および液滴衝撃エロージョン(LDI)による配管減肉がある。これらに対しては肉厚測定による余寿命管理がなされており、定期検査あたり数百～千箇所の測定が行われている。

本課題では肉厚測定箇所の重点化などを

目的として、FAC、LDIによる減肉の局所分布の詳細予測や最大値の簡易評価手法を開発する。また減肉した配管の耐震性評価については、全面減肉を仮定した保守的な評価が要求されている現状に対し、局所減肉の場合の適切な配管強度評価を示すことにより減肉配管の耐震性に関する判断基準の合理化に資する。

主な成果

1 FACに対するしきい溶存酸素濃度の解明

FACによる減肉がほぼ停止する最低の溶存酸素濃度は、BWRの140℃中性条件では40～60ppbであるが、PWR二次冷却系のアルカリ性条件では10ppbに低下すること

が実験により示され、PWR二次冷却系ではわずかな酸素注入により配管減肉を緩和できる可能性が示された(図1) [Q11025]。

2 フラッシングエロージョン評価法の開発

水系の配管で生じるフラッシング現象に伴うエロージョンについて、詳細な流動が評価可能な3次元水-蒸気流の数値流体力

学(CFD)コードを開発し、フラッシングエロージョンの減肉率を評価可能とした(図2) [L11016]。

3 FACおよびLDI評価法の検証と配管減肉予測ソフトウェアFALSETの開発

実機プラント配管においてFACおよびLDIが発生した部位の最大減肉率実測値に対し、当所で開発した予測手法による計算値と比較した。本手法は、FACおよびLDIともに管理上の重要度が高い高減肉率のデータに対して、-50%～+100%の範囲で予測可能であることがわかった(図3)。さらに、実機

プラントの減肉管理において簡便に利用することを想定し、実用的に必要な基本機能を備え、上記FAC/LDI予測手法による余寿命評価が可能な配管減肉予測ソフトウェアFALSETを開発した(図4) [L11007]。今後の実機プラントにおける試行により減肉管理ツールとして実用化できる見通しである。

4 LDI局所減肉に対する耐震性の評価

LDIによりエルボ配管の背側に局所減肉した場合の耐震安全性をハイブリッド実験*により調べた。75%減肉の条件で、設計地震動の加速度振幅を許容応力発生レベルまで拡大した地震動を基準として、その5倍の地震動でも面内振動、面外振動に対して損傷が生

じないことを確認した。また基準とした地震動の8倍を超えたときの面外振動の場合にねじり座屈が生じ、荷重の繰り返しによりき裂が貫通した(図5)。ねじり座屈に対しては、有限要素法解析と座屈強度評価式により再現可能であることを確認した。

* 配管系全体の地震応答を数値的にモデル化し、損傷が生じる部位だけを力学試験に置き換え、両者の連携により実施する試験。

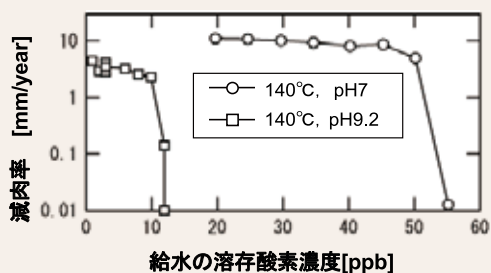
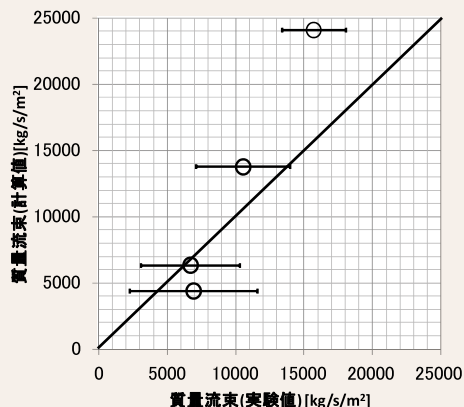
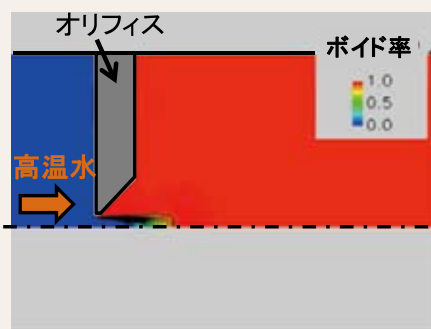


図1 炭素鋼のFACによる減肉率に及ぼす溶存酸素濃度の影響

BWRの水質である140℃中性条件(pH7)では40~60ppbで減肉率が低下しているが、PWR二次系のアルカリ性条件(pH9.2)では10ppbで減肉率が低下している。



(a) 質量流束の解析結果の実験との比較



(b) オリフィス前後のボイド率の分布

図2 3次元水-蒸気流CFDコードによるオリフィス部のフラッシング現象-質量流束の実験と解析との比較

オリフィス前後で水から蒸気に変化していることが解析されており、解析による質量流束の結果は実験とほぼ一致している。蒸気流中の液滴による減肉の評価手法は開発済み[L09004]であるため、これらの結果からフラッシングエロージョンによる減肉量が評価可能となった。なお、ボイド率とは、全体の体積に対するガス(気相)成分の体積率をいう。

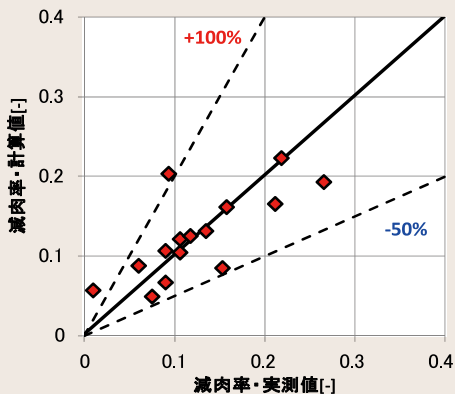


図3 実機プラントの減肉率データと予測手法による計算値との比較(LDIの場合の例)

実測値が無い流入湿り度(蒸気中の液滴の割合)を減肉率の実測値を用いて評価することで、概ね-50%~+100%の範囲で減肉率を予測できる。

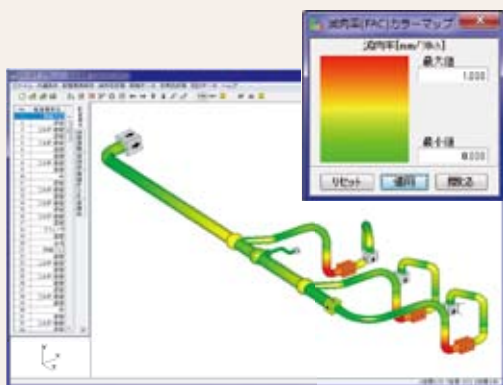


図4 FALSETにおける配管系統の各配管要素に対する最大減肉率の予測表示例

実用的に必要な基本機能を備え、当所で開発したFAC/LDI予測手法による余寿命評価が可能。



図5 ハイブリッド実験による減肉エルボの面外振動での損傷状況(外径216.3mm、板厚5.8mmの配管使用)

75%減肉の条件で、基準とした地震動の8倍を超えた場合。45度方向に変形が生じ、典型的なねじり座屈が生じていることがわかる。

プロジェクト課題 - 設備運用・保全技術の高度化

機器・配管および電気計装品の劣化診断

背景・目的

長期運転経年炉で考慮すべき事項の一つに、機器・配管や電気計装品などの劣化があり、その診断技術の開発が望まれている。

応力腐食割れ(SCC)き裂の超音波探傷法(UT)を用いた非破壊検査法は概ね確立されているが、ニッケル基合金溶接部は超音波散乱・減衰が大きく、この部位に発生するSCCき裂の検査に関しては、非破壊検査技術の一層の高度化が望まれている。また、原子

力発電所で用いられるケーブルは熱と放射線に同時に曝されるため、これらの条件での絶縁体の材質劣化を的確に評価できるモデルの確立が求められている。

本課題では、ニッケル基合金溶接部へのフェーズドアレイUT法*の適用性を明らかにするとともに、ケーブル絶縁体の劣化モデルを考案する。

主な成果

1 ニッケル基合金溶接部の欠陥深さ測定に対するフェーズドアレイUT法の適用

ニッケル基合金溶接部のSCCき裂に対してき裂開口面側からの高精度な深さ測定法の確立を目的として、フェーズドアレイUTによるき裂深さ測定法を開発した。この方法は、小型のリニアアレイ探触子および超音波入射方向、集束位置を3次的に設定できる高出力のマトリクスアレイ探触子を組み合わせた方法であり、浅いき裂から深いき裂までの広い範囲に適用でき、かつ、き裂

位置、形状の把握からき裂とノイズの識別性が向上することに特徴がある。人工的に製作した実機形状を模擬したSCCき裂に対して本手法を適用した結果、深さ35mm程度までのき裂に対して高精度な深さ評価(測定誤差3mm程度)が可能となり(図1)、フェーズドアレイUTによる深さ測定法が実機検査に十分適用可能なことを明らかにした[Q11011]。

2 ケーブル絶縁体の劣化特性の調査および新劣化モデルの考案

これまでの実験研究から、絶縁体の機械的性質の劣化抑制には、酸化防止剤が重要な役割を果たしていることが明らかとなった[H10014]。しかし、既往の劣化モデルには、この酸化防止剤の挙動は組み込まれていない。このため、酸化防止剤の閾値濃度以下で劣化が進む限界濃度特性を反映させ、かつ、酸素と酸化防止剤に拡散方程式を適用した

新たなモデルを作成し(図2)、濃度分布およびその経時変化の推定を試みた。このモデルを用いたシミュレーション結果が、劣化試験で得られた試験片内の劣化生成物の分布傾向をほぼ再現できたことから、このモデルが酸化防止剤の濃度分布推定も含めた劣化挙動評価に有効であることが確認できた(図3)[H11007]。

* 超音波の位相を制御することにより、高精度なUT測定を可能とする方法。

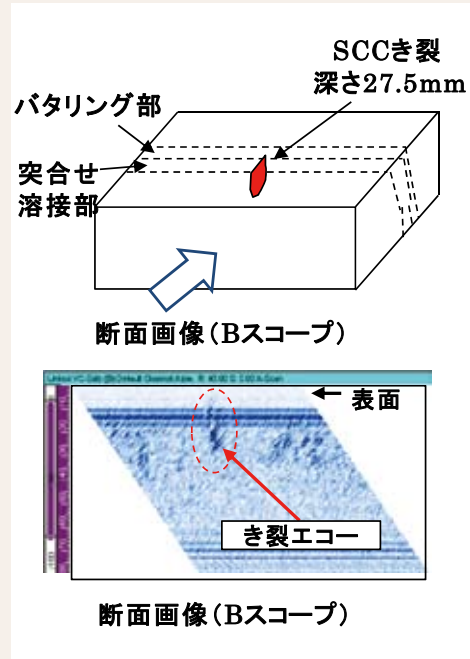
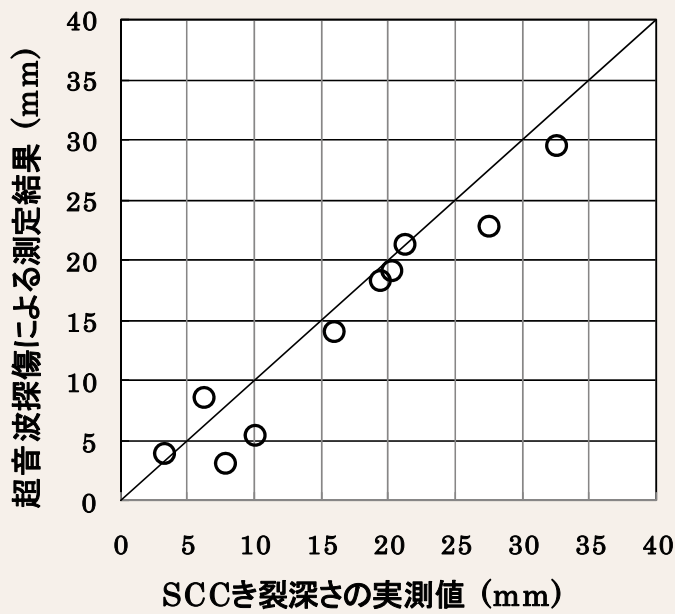


図1 フェーズドアレイUT法によるSCCき裂深さ測定結果

き裂深さの実測値と本装置を用いた測定値はよく一致しており、き裂深さが35mm程度のき裂まで高い精度(測定誤差3mm程度)で測定が可能であることがわかる。

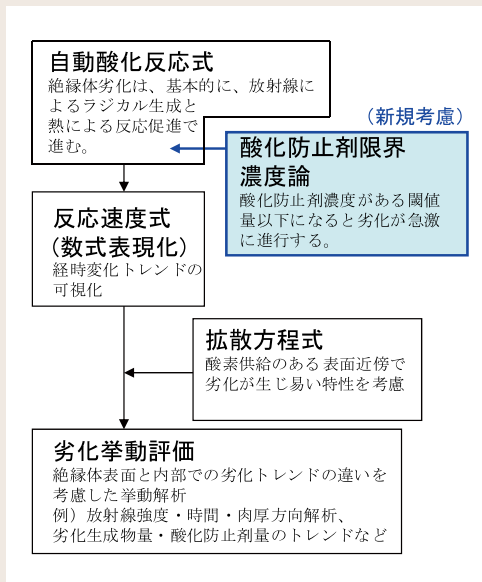


図2 新規モデルの方程式構造

新劣化モデルは酸化防止剤の限界濃度特性を反映した酸化反応の反応速度式と拡散方程式を用いて評価を行う。

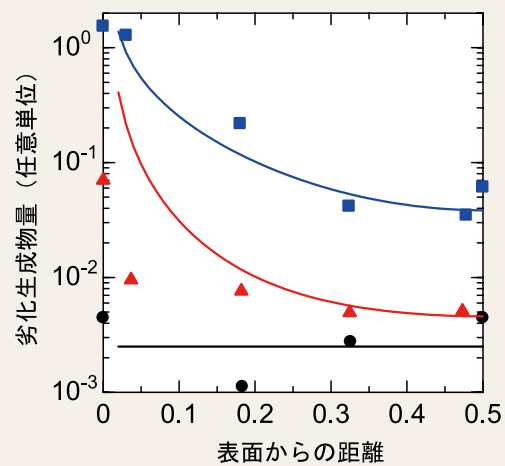


図3 ケーブル絶縁体中の劣化生成物量のシミュレーション結果と実験値の比較

図中の距離0.5は肉厚方向の中心点を示す。熱加速劣化試験で得た劣化生成物量の分布(赤外吸光度比、劣化前:●、180°Cで8時間劣化:▲、180°Cで44時間劣化:■)とモデルによるシミュレーション結果(実線)はほぼ一致した。

プロジェクト課題 - 設備運用・保全技術の高度化

水力施設の防災・維持管理技術

背景・目的

電力会社が所有する水力施設では、建設後50年以上経過した高経年施設が増え、これらを適切に維持管理し、運用していくことは、電力安定供給や再生可能エネルギー利用の観点から重要である。近年、河川・ダム貯水池周辺の森林を取り巻く環境が変化しており、施設環境の保全(周辺地山の土砂管理など)が重要な課題となっている。加えて、地震や降雨による自然災害の増加・巨大化が施設の運用に大きな影響を与えている。

本課題では、水力施設の主要構造物であるダム本体とダムゲートを対象として、大規模地震時の安全性確保の観点から、経年劣化や損傷の程度を考慮した耐震性能評価・解析法を構築する。また、水力施設の防災と効率的運用に資する土砂管理技術として、ダム上流域での土砂発生要因を明らかにした上で、河川・貯水池内での土砂の挙動を監視する技術や土砂堆積・濁水を簡易に予測する解析モデルを開発する。

主な成果

1 ダム堤体・ダムゲートの耐震性能評価・解析法の構築

重力式ダム堤体着岩部近傍の破壊を想定する模型実験を実施し、解析によりその再現性を検討して、堤体や基礎岩盤等の損傷を扱う非線形有限要素解析手法を開発した[N11025]。この手法を用いて実規模ダムの地震応答解析を行い、堤体の損傷状況(図1)と

残存する耐荷性能の関係を把握することにより、重力式ダムの地震時安全性を評価する考え方を構築した[N11026]。また、ダムゲートの大規模地震に対する安全性照査の考え方と解析事例を取りまとめた。

2 土砂発生要因の解明

森林における土砂発生要因を明らかにするために、雨滴の運動エネルギー[V11001]、雨滴による土壌剥離、土壌面を流下する雨水(表面流)、土壌流出を同時に観測できるシステムを構築した。林床被覆には土壌剥離と表面流の両方を抑制する効果があり、それによって土壌流出量が低減されるプロセス(図2)を明らかにした[V11030]。本結果は、荒廃林地や伐採放棄地などの森

林情報や地形・地質情報を組み込んだ流域環境データベース[V11003]と水循環解析コードと組合せて、ダム貯水池内に流下する土砂・濁水の解析に活用できる。さらに、大量の土砂発生要因となる斜面崩壊における土壌中水分による危険度を把握するため、豪雨による土壌・地下水の浸潤状況を再現しながら斜面の安定度をシミュレーションする解析手法を構築した(図3)。

3 河川・貯水池における流動・堆砂評価手法の開発

全地球測位システム(GPS)と超音波ドップラー流速分布計を用いた移動式の観測システムを開発し、従来、観測装置の設置が困難な場所において、急な流れの様子や土砂の堆積状況を観測できることを確認し

た(図4)。また、実用性を確認した降雨・出水予測システムに河道内濁質流動・堆積解析コードを結合し、ダム貯水池やダム下流域の洪水・土砂管理を安全に行うための統合予測システムの開発を進めた。

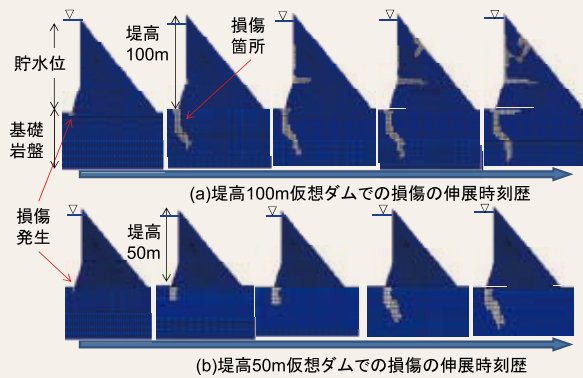


図1 重力式ダムの地震時損傷に関する解析結果

堤体、着岩部、基礎岩盤の損傷を考慮した非線形地震応答解析を実施した。ダム堤体の特徴に応じて地震時の損傷形態や程度を評価することができる。堤高100mのダムでは堤体頂部の応答が卓越して、そこでの損傷が顕著となり、堤高50mのダムでは堤体の応答は小さく、基礎岩盤での損傷が顕著となる。



図2 土砂流出量観測システム

手入れがなく荒廃し、土壌が剥きだしとなっている斜面の増加による、濁水や土砂流出量の増加が懸念されている。15ヶ月間の観測の結果、土壌が剥きだしの斜面では、土壌流出量は林床被覆がある斜面の15.6倍に上った。雨滴の運動エネルギーと土壌の剥離、表面流とともに流下する土壌を同時に観測できるシステムを開発したことにより、斜面からの土砂流出量の定量評価が可能となった。

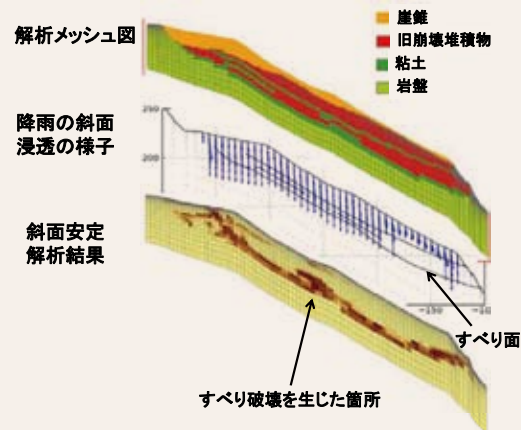


図3 斜面におけるすべり安定性の評価事例

斜面を対象に、想定豪雨を与えたときの斜面内部の浸透流を解析するとともに、浸透流による水分量変化を考慮した斜面安定解析により、せん断ひずみが卓越してすべり破壊を生じる箇所を把握した。図から、降雨の斜面への浸透深さと、斜面内部のすべり破壊の箇所とが概ね一致していることがわかる。

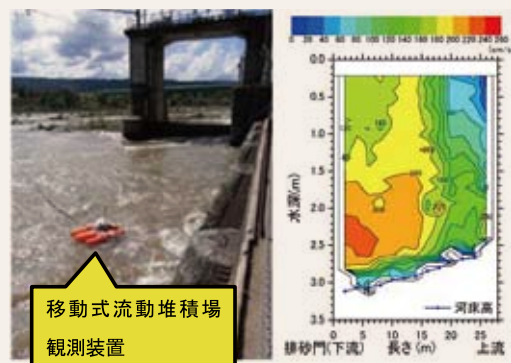


図4 移動式流動堆積場観測システム

左図は、移動式流動堆積場観測装置を用いた水力発電所取水堰での観測の様子である。右図は、流れ方向の鉛直流速分布と河床高の観測結果である。

プロジェクト課題 - 設備運用・保全技術の高度化

検査・予測・監視の統合化設備診断技術

背景・目的

国内の火力発電所は累積運転時間10万時間を経過した経年火力が80%程度を占めており、特に運転時間が20万時間を超える発電所では高温機器での損傷の顕在化が懸念されている。一方、高い熱効率を有する超々臨界圧火力発電所においては、9Cr鋼などの高クロム鋼製蒸気配管の溶接熱影響部(HAZ)においてクリープ損傷に起因する様々な不具合が発生している。これらの発電

設備を安全かつ合理的に運用・管理する上では、従来にもまして信頼性の高い設備診断技術が必要とされる。

本課題では、これまでに当所が進めてきた超音波を用いた先進的な非破壊検査技術および損傷の進行を高精度に予測する解析技術を高度化するとともに、各技術の特徴に基づき、それらを適切に組み合わせた統合化設備診断技術の構築を目指す。

主な成果

1 溶接金属の形状推定技術の開発

溶接部のクリープ損傷の進行は溶接部開先形状の影響を受けることから、クリープ損傷を適切に評価するためには溶接金属の形状に関する正確な情報が必要である。

そこで、溶接部からの超音波散乱波を計測することにより、再溶接まで含めて溶接金属の形状と幅を非破壊的に推定できる方法を開発した(図1)。

2 溶接施工時の温度履歴の推定

多層溶接下における材料の強度を適切に評価するためには、第一段階として、溶接施工に起因した複雑な温度分布と各点での温度履歴を定量的に把握する必要がある。そこで、9Cr鋼溶接施工時の温度実測結果に基づいて、溶接シミュレーションで

仮定する溶融部分の形状を決定した(図2)。この溶融部分の形状を溶接シミュレーションに適用することにより、9Cr鋼製大径管溶接部のHAZ幅と各点での温度履歴を推定することが可能になった。

3 内圧応力条件下の長手溶接配管のクリープ強度の評価

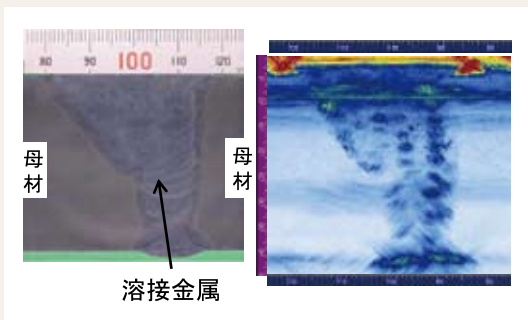
多数の小型長手継手管(外径:60mm)および実機寸法配管試験体1体(外径:686mm)に対して内圧クリープ試験を実施した結果、内圧条件下におけるクリープ寿命は単軸データと同等またはやや短寿命側となる傾向が観察された(図3、図4)。クリープ損傷の実態であるポイドは、内圧下では外表面よりも

肉厚内部で顕著に発生する傾向が観察された。さらに、実機寸法配管試験体においては、破断直前まで試験体の変形量も僅かであったが、破断時には長手溶接HAZの貫通き裂の形成とともに大きな変形をとめないながら急速に破壊する挙動が見られた(図5)。

4 クリープ寿命評価法の提案

実験結果から明らかとなった溶接部の損傷挙動とその解析的検討に基づいて、応力多軸性の影響を考慮できる高クロム鋼長手溶接部のクリープ寿命評価法を提案した。

提案したクリープ寿命評価法を9Cr鋼および12Cr鋼の各内圧クリープ試験に適用したところ、長手溶接部の寿命が高い精度で予測されその妥当性が実証された(図6)。



(a) 実物の切断写真 (b) 超音波による断面画像

図1 溶接金属の形状推定

超音波の溶接部からの超音波散乱波を計測することにより、溶接金属の形状と幅を2mm以内の誤差で推定することが可能となった(材質:9Cr鋼)。

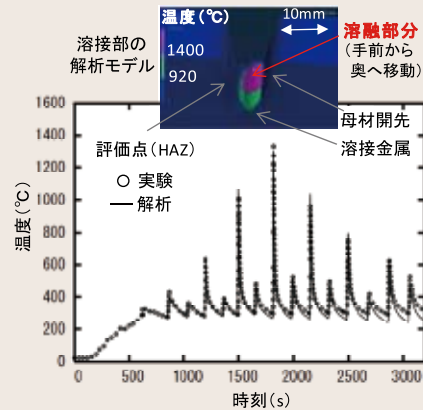


図2 9Cr鋼の溶接シミュレーション

被覆アーク溶接の多層パスに起因した複雑な温度履歴と温度分布を定量的に再現することができた。

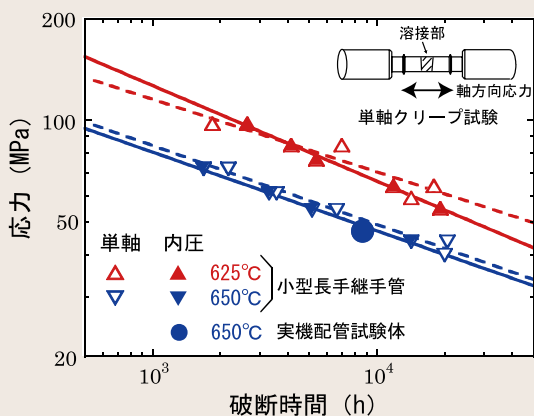


図3 9Cr鋼溶接継手のクリープ試験の結果

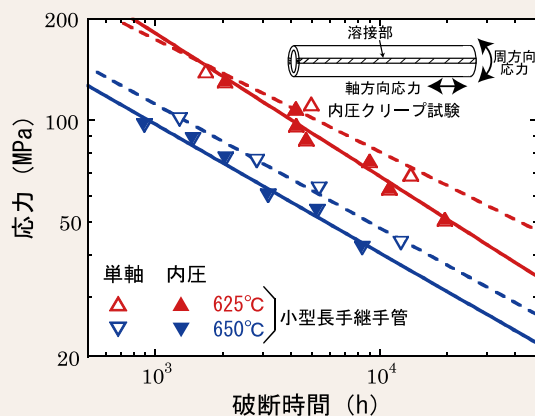


図4 12Cr鋼溶接継手のクリープ試験の結果



図5 破壊した9Cr鋼実機配管試験体の外観 (温度:650℃、破断時間:約8600時間)

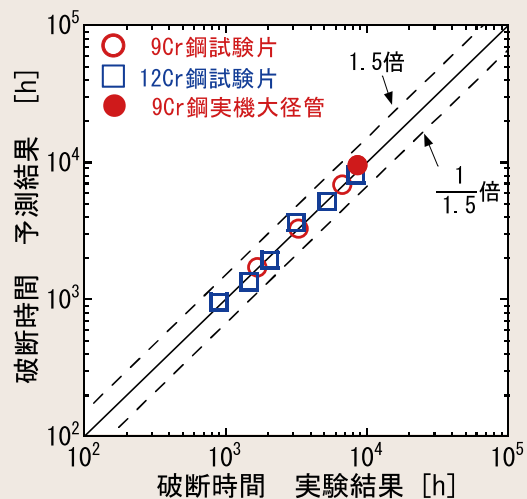


図6 クリープ寿命評価法の適用結果

プロジェクト課題 - 設備運用・保全技術の高度化

変電・地中送電設備の劣化診断・高経年運用

背景・目的

変電機器や地中送電設備では高経年運用の増加が至近年に迫りつつある。また、送電鉄塔では塩害・塵埃等による腐食の発生・進展が懸念される。そのため、電力流通設備の保守管理戦略の高度化・合理化による設備投資・保守コストの削減が重要課題となっている。

本課題では、変電・地中送電設備の合理的な高経年運用を支援するため、大型変圧

器、高電圧CVケーブル、ガス絶縁開閉装置（GIS）などの主要電力機器に対する診断技術の開発とその現場適用を目指すとともに、アセットマネジメント技術を応用した個別機器の高経年運用支援と更新時期最適化のための保守管理手法を開発する。また、送電鉄塔などの金属部分の補修塗装の効率化を図るために必要となる塗膜劣化評価法を開発する。

主な成果

1 変電機器および地中送電設備の診断技術の開発

経年変圧器における絶縁紙の熱劣化診断の大幅な簡易化を目指し、変圧器の負荷履歴からこの劣化を外部診断する手法を開発してきた。これを改良し超高压変圧器を対象に、劣化を表す絶縁紙の重合度の低下率を実用的な誤差程度（ $\sim \pm 10\%$ ）で推定可能とした（図1）[H11026]。さらに、電力用変圧器の巻線異常診断法として、周波数応答解析法（FRA）を応用し、異常部位を推定できる回路モデル

を実変圧器巻線構造から構築して、巻線異常を外部診断する目的を得た（図2）[H11027]。

また、高経年特別高圧CVケーブルの劣化診断データベースを充実させ、効率的な更新を支援するために、当所で開発した長尺前駆遮断試験における部分放電識別手法を高度化するとともに、可搬型減衰振動高電圧電源による現場診断の際の部分放電測定手法を提案した[H11031]。

2 電力流通設備の保守管理・更新計画策定支援

経年電力流通設備の合理的な更新計画策定手法の構築に向けて、変圧器やガス遮断器（GCB）のような単体機器、ならびにGIS等複合設備を対象に、アセットマネジメント技術を適用して、修繕費の経年変化や部分補修効果を考慮した更新計画支援プログラムを順次開発してきた。

これらに加え設備の経年情報や診断情報を活用した維持管理法の違いによる設備保守コストの違いや、設備の劣化状況・使用環境の違いに基づくグループ別推定による設備保守コストの評価が可能な更新計画支援プログラムを開発した（図3）[H11032]。

3 送電鉄塔の塗膜劣化評価法の開発

塗膜の劣化評価法として、塗膜インピーダンスを計測する手法（測定周波数1kHz）を適用した。代表的な塗装鋼板（熔融亜鉛めっき鋼板/エポキシ樹脂下塗）を用いた55ヵ月間の大気暴露試験により、塗膜の

設置面が垂直に比べ、水平や傾斜の方が劣化の進行を示すインピーダンス低下が速いことを検出でき、目視では判別し難い劣化進行を的確に評価できる目的を得た。

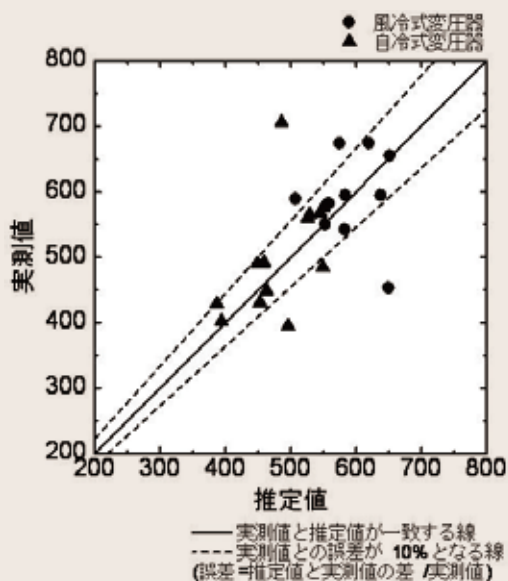


図1 66kV～275kV変圧器24台を対象とした
負荷履歴による巻線絶縁紙の平均重合度の
推定値と実測値の比較

負荷履歴をもとに平均重合度を推定した結果、24台の平均誤差は10%以下であった。

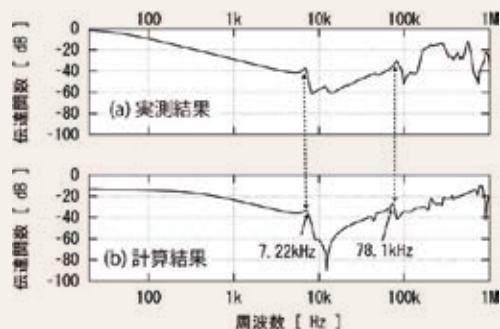


図2 66kV変圧器のFRAによる伝達関数の実測値と構造に基づく伝達関数の計算値の比較

66kV実変圧器の内部構造と寸法に基づき、変圧器回路モデルを作成し、計算した伝達関数(計測時入力電圧と出力電圧の比)のピーク周波数は、実測値と概ね一致した。この結果、変圧器の内部構造物と周波数の関連性が明確化でき、巻線異常箇所の推定に目途が得られた。例えば上図の7.22kHzのピークは1次/2次巻線間隔の変化量に応じて周波数が変化することが判明している。

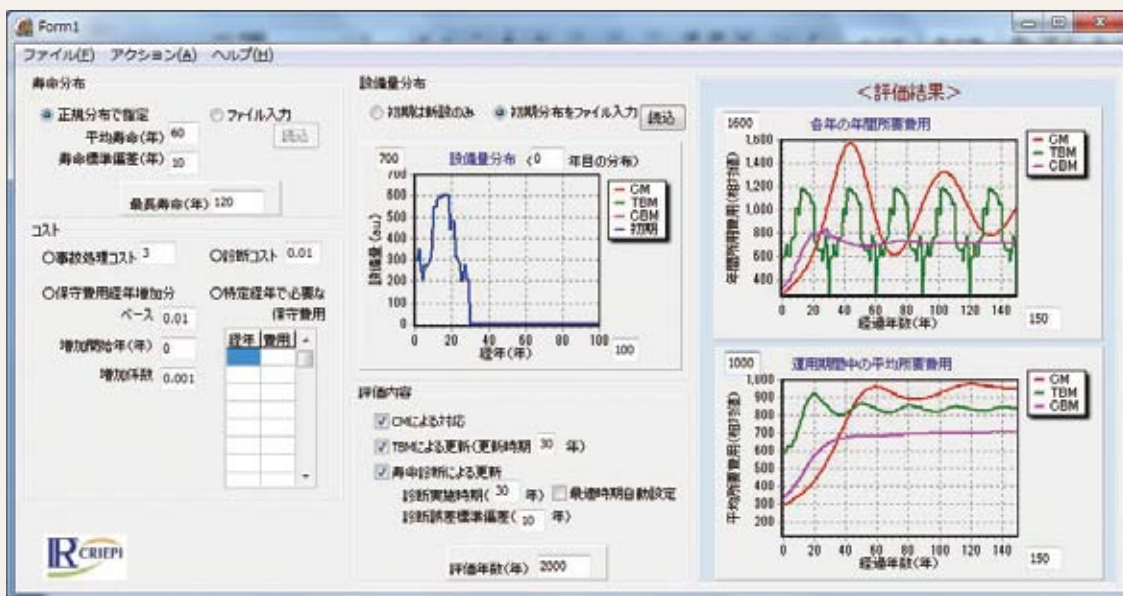


図3 維持管理法の違いによる電力設備保守計画コスト評価プログラム画面例

実行画面左～中央部で「寿命分布」、「各種コスト」、「設備量分布」を入力し、「評価内容」を指定して解析を行うと、右側のグラフエリアに「各年の年間所要費用」と「運用期間中の平均所要費用」の年間推移が表示される。右側下図の平均所要費用の例では経年30年で一斉更新を行う時間基準更新(TBM:緑線)や診断による更新判断を行う状態基準更新(CBM:ピンク線)は、経年40年頃までは故障更新(CM:赤線)より高コストとなるが、それ以後は低コストになる。またCBMの寿命診断のばらつきは標準偏差10年の正規分布を仮定しているが、この条件では常にTBMよりCBMが低コストになる。

プロジェクト課題 - 設備運用・保全技術の高度化

PCB汚染変圧器の簡易処理

背景・目的

2002年に変圧器などの電気機器に微量のPCBが混入していることが確認された。混入が疑われる機器は多数存在するため、混入の有無を調べるPCBの測定技術や経済的な混入機器の処理技術の確立が求められている。本課題では、PCBを迅速かつ安価に測定す

るPCBバイオセンサーなどの分析技術の開発を行うとともに、経済的な微量PCB汚染変圧器処理の実現を目指し、機器内部のPCBを絶縁油で洗浄する加熱強制循環洗浄技術および課電自然循環洗浄技術の開発や、洗浄によるPCB除去効果の科学的立証を行う。

主な成果

1 PCBバイオセンサーによる現場分析法の開発*

当所が開発したPCBバイオセンサーを現場で利用するための移動分析車を製作した(図1)。これにより、運搬が困難なPCB汚染大型変圧器の油中PCB濃度を、実用的な

測定時間(約3時間)、と試料数(複数試料の同時並行測定により1日で最大60試料)で測定でき、オンサイトで洗浄工程の管理が可能となった。

2 PCB汚染大型変圧器のオンサイト式洗浄実証試験の実施

当所がPCB汚染変圧器の簡易処理技術として開発中の加熱強制循環洗浄および課電自然循環洗浄(図2)について、電力会社10社、電源開発および日本原子力発電と共同でPCB汚染大型変圧器のオンサイト式洗浄実証試験を実施した。加熱強制循環洗浄試験では、移動式洗浄装置を新たに試作した(図3)。この装置は、8千L~2万L程度の油量の大型変圧器を対象とし、変圧器の設置

場所に搬入・設置して、加熱強制循環洗浄の全工程をオンサイトで実施できる。この装置を活用し、国内2箇所のPCB汚染大型変圧器の設置場所にて加熱強制循環洗浄の実証試験を実施した。また、同様に国内3箇所の設置場所において課電自然循環洗浄の実証試験を開始した。これらの実証試験の結果は、環境省のPCB等処理技術調査検討委員会に報告された。

3 PCB収支の解析によるPCB除去効果の確認

加熱強制循環洗浄および課電自然循環洗浄のオンサイト式洗浄実証試験において、洗浄前後のPCBの収支を解析し、PCB除去効果を見積もった。その結果、両方式によるオンサイトでの洗浄により、洗浄前の汚染大型変圧器の元油と部材に含まれていたPCBの

うち96.2%から99.7%が除去されたと解析された。大型変圧器全体での所期の目標を上回るPCB除去効果が示され、洗浄前に変圧器に含まれていた大半のPCBが本方式で除去できると考えられた。

* 株式会社住化分析センター、柴田科学株式会社、株式会社電力テクノシステムズ、株式会社セレスと当所の共同研究として実施。



図1 PCB分析車の外観と車内の分析設備

分析操作の迅速化が行える小型遠心濃縮器や、実験室と同等の精度での測定が可能となる小型ドラフトや温調機器を装備し、外部電源なしに分析が行える。

洗浄法	加熱強制循環洗浄	課電自然循環洗浄
処理イメージ		
概要	加熱した洗浄油（絶縁油）を洗浄装置により変圧器内で強制的に循環させることにより、内部部材に含まれるPCBを洗浄油に洗い出す方法。	課電により機器内部を発熱させ、洗浄油（絶縁油）を変圧器内で自然に循環させて内部部材に含まれるPCBを洗浄油に洗い出す方法

図2 PCB汚染変圧器の洗浄技術概要

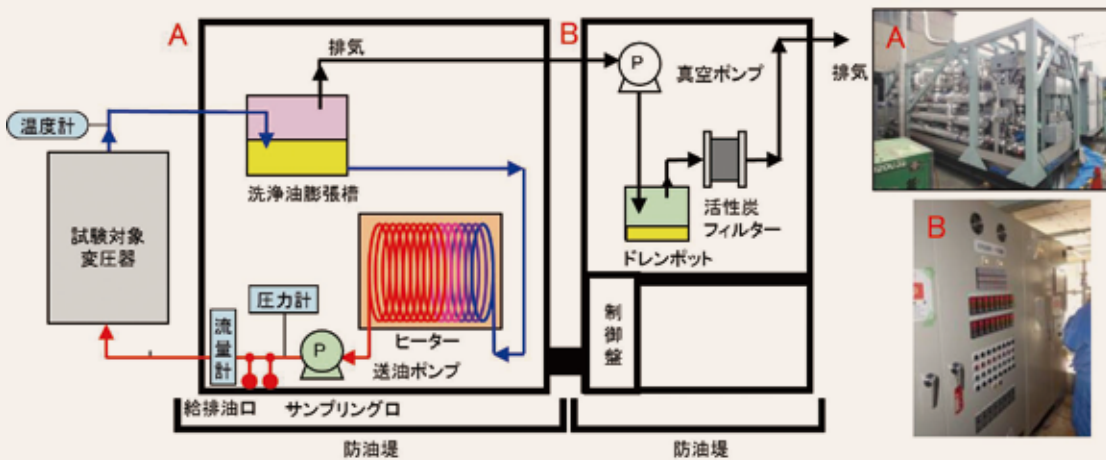


図3 移動式加熱強制循環洗浄装置

装置はAとBユニットから構成される。Aユニットはヒーターやポンプなどにより油の加熱と循環を行い、Bユニットは加熱や循環の制御と排気処理などを行う。

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

IGCCの燃料種拡大化・高効率化

背景・目的

高効率で環境保全性に優れた石炭ガス化複合発電(IGCC)は、電気事業にとって、次世代の石炭利用火力発電の有力なオプションとなる重要な技術である。当所は、IGCC開発創生期のプロセス開発から研究に取り組み、現在運転が進められている勿来IGCC実証機の設計・運転条件の検討等を

支援してきている。

本課題では、実証機の運転支援を行なうとともに、今後のIGCC商用機の開発に向けて、フレキシブルな燃料運用、更なる高効率化、ならびに信頼性向上のため、ガス化プロセスにおける燃料種拡大化技術、IGCC用乾式ガス精製システムなどを開発する。

主な成果

1 実証機の運転支援

実証機試験候補炭について、超高温・加圧型燃料反応実験設備(PDTF)や熱天秤により、ガス化炉内条件に近い高温加圧下でのガス化反応性を明らかにした。その結果に基づき、短時間で計算可能な当所開発の一次元ガス化性能解析ツールを用い、実証炉でのガス化性能を事前に予測し、適宜実証機運転条件の検討に反映した(図1)。さ

らに、ガス化炉内の複雑な現象を計算可能な当所開発の三次元ガス化炉内数値シミュレーション技術により、幅広い運転条件(反応性の著しく高い石炭や混炭条件など)での実証機試験結果を精度良く表現でき、本数値シミュレーションによるガス化性能評価手法が大型の商用規模ガス化炉に適用可能であることを確認できた。

2 バイオマスの石炭ガス化混合燃料としての適合性評価

IGCCにおける燃料種拡大に向けて、木質バイオマスや汚泥炭化物などについて石炭と混合した時の灰溶融特性およびガス化特性の評価を行なった。一般的に汚泥炭化物は、アルカリ含有率が高く灰融点が高いことから、高灰融点炭の灰融点を大きく低

下させる*とともに、ガス化反応を促進することを明らかにした(図2)。これらの結果から、高灰融点炭に汚泥炭化物を混合することで、IGCCの適合炭種を拡大できる可能性があることを見出した。

3 乾式ガス精製システムの適正化と熱効率の評価

IGCCの一層の熱効率向上やガス精製設備の簡素化を目指し、ハロゲン化物や水銀も除去する乾式ガス精製システムの設計検討を進めた。その結果、脱硫プロセスの所要動力の低減やハロゲン化物除去装置の小型化等に対し改善を加えた新たな乾式ガス精製システムを考案した(図3)。商用規模

IGCC(1500℃級ガスタービン)を対象とした熱効率解析を行い、現状技術の湿式ガス精製システムに対し、本乾式ガス精製システムは熱損失が少ないことによる発電端効率の向上と所内率の低減により、送電端効率の絶対値で約1.6%(HHV)の向上を見込めることが明らかになった。

* 噴流床ガス化炉では灰を溶融排出するため、一般的に灰融点が高いと安定運転が容易となる。

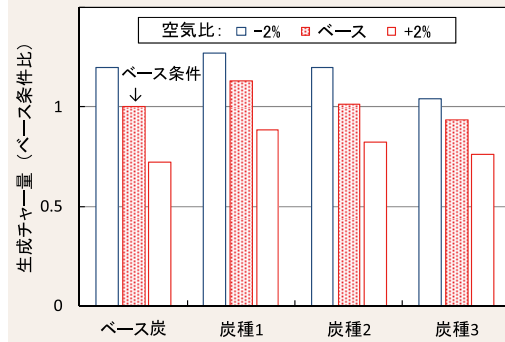
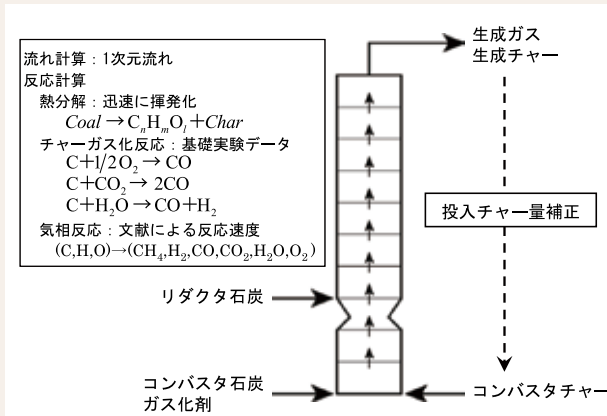


図1 一次元ガス化性能解析ツールの概要とガス化性能予測結果例

石炭性状とガス化反応速度解析結果を用いて解析し、実証炉の定格負荷運転時のガス化特性を予測した。ここでは、ガス化炉の安定運転条件の検討に必要な生成チャー量の予測結果を示す。

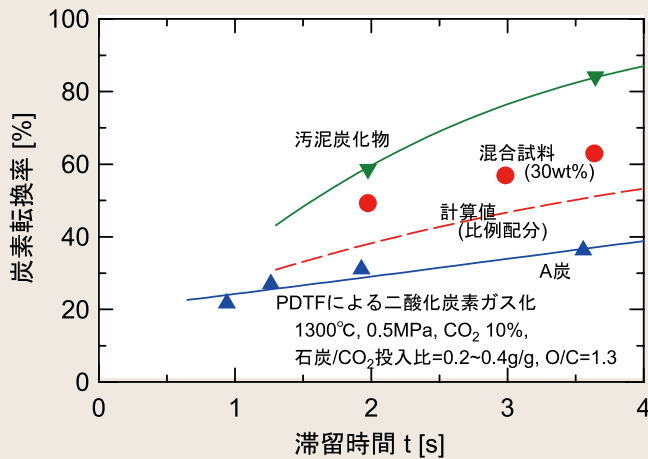


図2 汚泥炭化物混合による炭素転換率向上

A炭に汚泥炭化物を30wt%混合した時の炭素転換率* (実験値)は、A炭および汚泥炭化物単体の実験結果から混合比率による比例配分で計算した値よりも高くなった。これは、汚泥炭化物に含まれるアルカリ成分が石炭チャーのガス化反応促進に寄与したものと考えられる。

$$\text{炭素転換率}(\%) = \frac{\text{生成ガス中炭素量}(\text{kg/h})}{\text{投入燃料中炭素量}(\text{kg/h})} \times 100$$

ハロゲン化物除去プロセスの改善
ハロゲン化物濃度に応じて吸収剤量を調節できる吹込み式ハロゲン化物除去と精密除去との二段プロセスで装置を小型化

乾式脱硫プロセスの改善
①脱硫剤再生時に使用するガスを循環利用で大幅に削減して、所要動力を抑制
②還元工程で消費する燃料ガスを削減

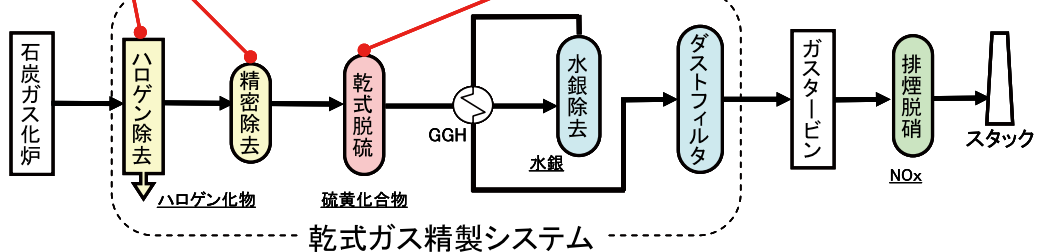


図3 提案する乾式ガス精製システムの構成

本乾式ガス精製システムは、ハロゲン化物除去、脱硫、水銀除去、および残留ダスト除去で構成され、脱硫プロセスの所要動力低減やハロゲン化物除去プロセスの小型化を図っている。

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

低品位燃料の利用技術

背景・目的

既設微粉炭火力の安定運用には、亜瀝青炭等の低品位燃料の利用拡大、ボイラ伝熱面管理の高度化、環境保全性の維持・向上等が必要である。

本課題では、低品位燃料の利用に関しては、瀝青炭ボイラで亜瀝青炭の混炭率を高める技術の開発、亜瀝青炭の粉碎性評価手法の開発を進めている。ボイラ伝熱面管理では、

硫化腐食対策として、硫化水素の生成特性の解明、腐食速度予測手法の提案、耐硫化腐食コーティング技術の開発を進めるとともに、炉内伝熱管への石炭灰の付着防止のため、灰付着挙動への影響因子の解明を進める。また、環境保全性の維持・向上のため、微量物質に関わる電気事業のニーズの調査を進め、必要に応じて対策技術を開発する。

主な成果

1 亜瀝青炭の混焼率増加法の開発と粉碎性評価手法の提案

石炭燃焼試験炉の瀝青炭用バーナを用いて、1、2、3次空気、二段燃焼用空気の流量等を調整することで、高水分の亜瀝青炭の混炭率を75%まで高められる条件を見出し(図1) [M11022]、実機での運用に向けた検討に着手した。また、瀝青炭、亜瀝青炭の

粉碎性に関して、石炭表面に付着する水分が多い場合、従来の粉碎性評価指標であるHGI*が適用できないことを明らかにし、付着水分の影響を考慮した新たな粉碎性の評価手法を提案した(図2) [M11016]。

2 ボイラ伝熱面保全技術の開発

(1) 硫化水素の発生特性

石炭中の硫黄の形態別分析から、石炭燃焼場では有機硫黄と黄鉄鉱から硫化水素が放出され、その放出量が予測できることを明らかにした(図3)。また、亜瀝青炭混焼時は、燃焼の遅れによって硫黄の放出が下流側に移行し、瀝青炭の燃焼とは異なる特性を示すことを見出した [M11003]。これらの結果を基に硫化水素生成の数値解析モデルを作成

し、石炭燃焼試験炉において、その妥当性を検証した(図4) [M11020]。

(2) 耐硫化腐食対策

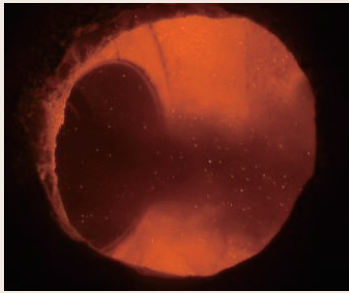
硫化腐食速度式を模擬ガス試験により導出し、実機蒸発管の腐食量と比較した結果、良好な一致が見られた。また、耐硫化腐食コーティングについては、耐摩耗性を高めたコーティング構造を開発し、実機で実証試験を継続中である。

3 環境保全性の向上

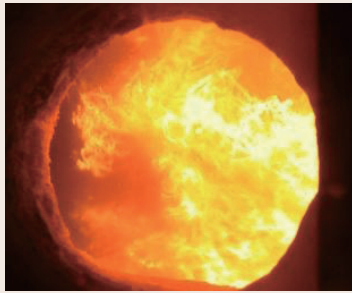
脱硫排水処理コスト増の一因となる脱硫吸収液中の Se^{4+} から Se^{6+} への酸化に関して、これまでに Mn^{2+} の添加による酸化抑制の可能性を見出している。石炭燃焼特性実証試験

装置の脱硫装置に Mn^{2+} を添加し、 Mn^{2+} 濃度を維持することによって、 Se の酸化が抑制されることを明らかにした(図5)。

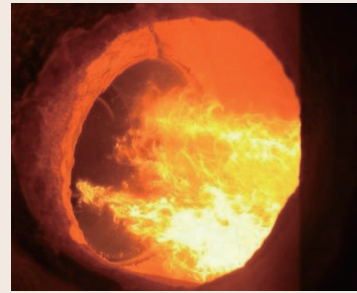
* Hardgrove Grindability Index の略称。粉碎性の難易度を表す指標で、動力を算出する粉碎仕事指数と相関がある。



①: 亜瀝青炭の乾燥のため1次空気量を増加させると着火が遅れる。



②: 二段燃焼率を下げ2次空気の増加、3次空気の減少で着火が安定する。



③: 条件①でバーナ負荷を100% → 85%に低下させると着火が安定する。

図1 瀝青炭25%、亜瀝青炭75%混炭時の火炎

瀝青炭用バーナで空気配分を調整すると亜瀝青炭混炭率75%でも安定した燃焼が可能となる。バーナ負荷を下げることでも、燃焼の安定性を回復できることが判明した。

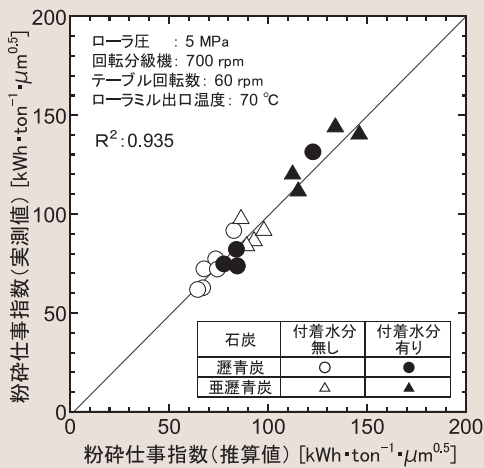


図2 粉砕仕事指数の推算値と実測値の比較

当所ローラミルを用い、付着水分の影響を考慮した粉砕仕事指数の推算法を見出した。

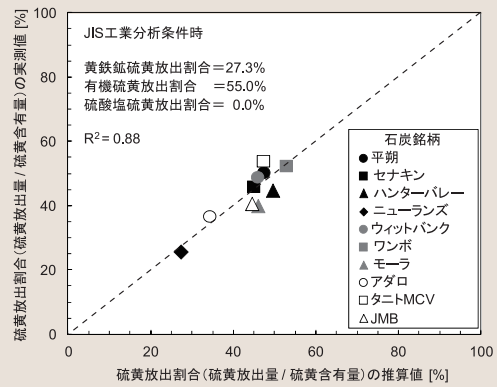


図3 硫黄放出におよぼす硫黄形態の影響

硫酸塩硫黄および黄鉄鉱硫黄に比べ、有機硫黄は放出されやすく、燃焼場において硫化水素を生成する。

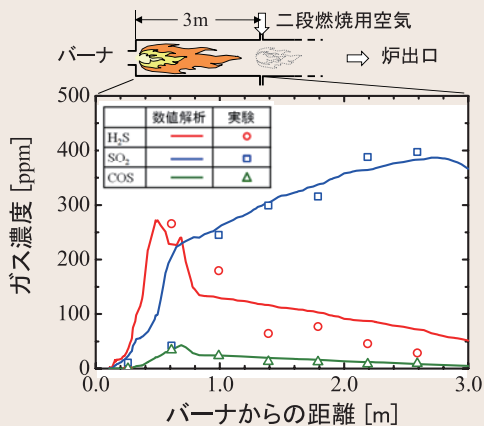


図4 石炭燃焼炉炉中心軸上の硫化水素濃度

バーナから二段燃焼空気注入位置の間に生成した硫黄化合物の濃度は数値解析と実験結果で一致した。

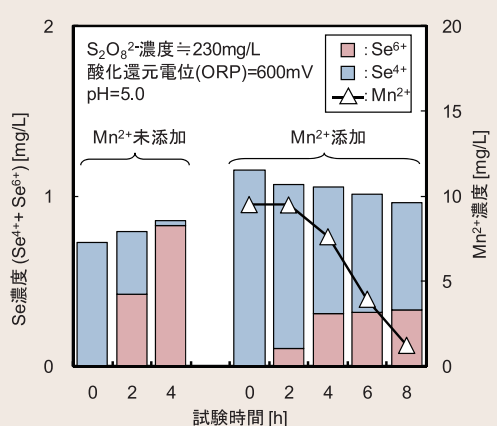


図5 Mn²⁺の添加によるSeの酸化抑制

脱硫吸収液中のS₂O₈²⁻によるSe⁴⁺の酸化は、S₂O₈²⁻によってMn²⁺が選択的に消費される間、抑制される。

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

バイオマス/廃棄物高度利用技術

背景・目的

CO₂排出量削減に向けた取り組みのひとつとして、バイオマスの利活用が期待されている。しかし、大量収集が困難、高水分で発熱量が低いなどの課題があるため、その収集量に応じた事業の構築や、高品位燃料化とその利用技術の開発が重要となる。

本課題では、当研究所が開発を進めてきた

石炭燃焼技術、石炭ガス化技術を基盤とし、バイオマスエネルギー利用拡大を目的に、その事業構築を支援するポテンシャル評価技術と、林地残材などの木質系から、近年その利用が注目される汚泥系まで、様々なバイオマスに対する高品位燃料化とその利用技術を開発する。

主な成果

1 ポテンシャル評価技術 - 東北地域のバイオマス発電ポテンシャル評価

既実施の国内廃棄物発電ポテンシャル評価、国内外混焼用バイオマスLC-CO₂評価 [Y10010]等を基に、東北地域の震災復興過程で発生するバイオマス(がれき可燃物、農林産廃棄物)の発生量を推計し、がれき処理や農林業の復興状況を条件として、発電ポテンシャルを

評価した。復興が順調に進み、これらを東北地域内で発電利用する場合、最大発電量は418百万kWh/年となり、東北電力管内の新工発電量(851百万kWh/年、2010年度)の約半分となることがわかった(図1) [Y11019]。

2 高品位燃料化とその利用技術

1. 汚泥炭化物の石炭混焼特性評価とガス化性能評価*

高含水バイオマスである下水汚泥を燃料化した汚泥炭化物に着目し、石炭燃焼試験装置により、石炭混焼試験を実施した結果、その混焼特性は、石炭専焼の場合とほぼ同等であることがわかった(図2)。

汚泥炭化物を炭化ガス化実験設備でガス化した場合、灰の安定溶融排出が難しく、十分な発熱量を持つガスを生成できなかった。しかし、低灰分の木質バイオマス等と混合することにより、安定した灰溶融排出が可能となり、発熱量4.7MJ/m³N程度の生成ガスが得られることを確認した(図3)。

2. バイオマス炭化特性評価のための小型炭化実験装置の開発

バイオマスの高品位燃料化に向けて、その炭化特性を簡便に評価するため、炭化基礎特性実験装置(1kg/h)を新たに設計・製作した。松ペレットの炭化試験(炭化温度300~600℃)を実施し、炭化物収率がバッチ式大型炭化機(50kg/h)と良く一致することを確認した(図4)。さらに、炭化基礎特性実験装置では、熱分解ガス非凝縮成分の定量分析や、凝縮成分の全量サンプリングができることから、本実験装置は、実規模炭化機の炭化特性予測にも利用可能である [M11014]。

* バイオ燃料株式会社との共同研究として実施。

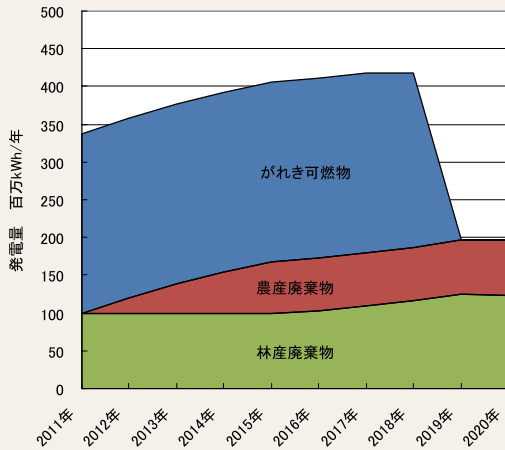


図1 バイオマス発電ポテンシャルの評価結果例

図1の評価例では、がれき可燃物の推計発生量を東北地域の一般廃棄物処理施設の設備容量で処理できたと仮定した場合を示す(約8年で完了)。なお、農産廃棄物は農地復旧が順調に進んだ場合の農業残渣とし、林産廃棄物は林業が復活し国産材利用が増加した場合の廃材・林地残材と仮定した。がれきと農産廃棄物は岩手、宮城、福島、林産廃棄物は東北地域6県と茨城を対象とした。

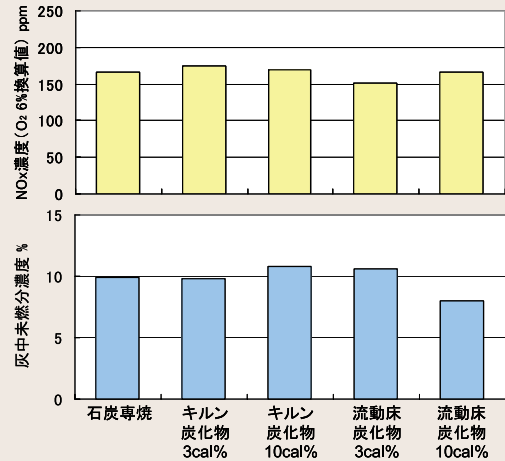


図2 汚泥炭化物の石炭混焼試験結果例

炭化方式の異なる炭化物を石炭混焼した場合の燃焼排ガス中NO_x濃度と灰中未燃分濃度を示す。石炭専焼に比べ、いずれの炭化物を混焼した場合も、燃焼排ガス中NO_x濃度と灰中未燃分濃度は、ほぼ同等であることがわかる。図中の「キルン」と「流動床」は炭化物製造に用いた炭化機の炭化方式を示す。

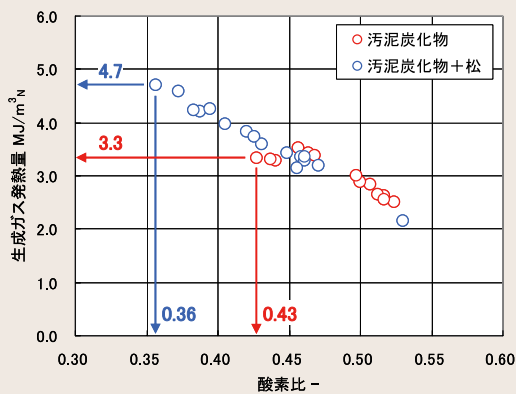


図3 汚泥炭化物のガス化試験結果(生成ガス発熱量)

汚泥炭化物、汚泥炭化物と松の混合物をガス化した場合の生成ガス発熱量と酸素比の関係を示す。汚泥炭化物の場合、炉内温度を維持するため、酸素比0.43以下には絞れない。汚泥炭化物と松を混合した場合、酸素比0.36でも炉内温度を維持することが可能となり、生成ガス発熱量は汚泥炭化物単体の場合の1.4倍となった(3.3 MJ/m³N→4.7MJ/m³N)。

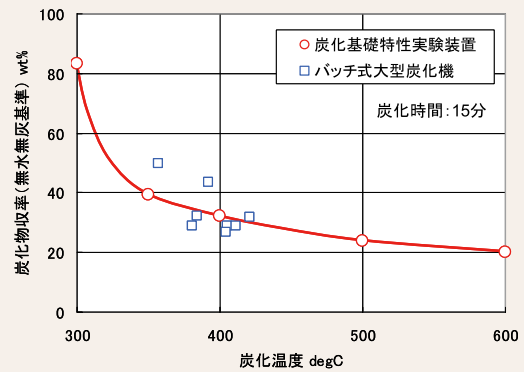


図4 炭化物収率の比較

炭化基礎特性実験装置の炭化条件は、炭化温度300~600℃、炭化時間(滞留時間)15分、原料供給量1.0kg/hとした。これに対し、実規模炭化機(バッチ式大型炭化機)の炭化条件は、炭化温度350~425℃、炭化時間15分、原料供給量50kg/hである。この実験の結果から、基礎特性実験装置は、実規模炭化機の炭化特性を予測できることがわかった。

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

CO₂回収型火力システム

背景・目的

石炭火力発電からのCO₂排出抑制は電気事業における喫緊の課題であり、高効率化やバイオマスの導入などが進められている。一方、欧米を中心にCCS (CO₂ Capture and Storage) が注目され、多くの導入計画が発表されている。しかしながら、現在検討されているCO₂回収技術では発電効率の大幅な低

下やコスト上昇など、解決すべき課題も多い。

本課題では、これらの課題解決を目指して「CO₂回収型高効率IGCC システム(図1)」を提案し、システムの中核となるO₂-CO₂吹きガス化技術をはじめ、システム構成機器の要素技術を開発する。

主な成果

1 石炭ガス化炉におけるCO₂富化ガス化特性の解明*

O₂-CO₂吹きガス化炉では、CO₂を投入することでガス化反応促進効果が期待できる一方、CO₂のモル比熱が大きいことからガス化炉内温度の低下が課題となる。そこで、当所設置の石炭ガス化炉(3トン/日)を用い、空気吹きを基本条件とし、ガス化剤中酸素濃度

の調整によりコンバスタ温度を一定に保ちながら、搬送ガスの一部にCO₂を用いた時のガス化特性を検討した(図2)。その結果、ガス化炉内の温度を適正に維持すれば、CO₂濃度の増加により炭素転換率が向上することを明らかにした[M11019]。

2 O₂-CO₂吹き石炭ガス化数値解析コードの開発

従来の空気吹きや酸素吹きとは異なるO₂-CO₂吹き石炭ガス化炉の開発に向けて、数値解析技術を活用した実機条件でのガス化特性予測・評価手法の開発を進めた。当所の空気吹き石炭ガス化炉用三次元数値解析コードに、O₂-CO₂ガス化条件に適したチャーガス化反

応モデル、および水性シフト反応モデルを開発・導入した。石炭ガス化炉(3トン/日)での試験結果*との比較により、解析結果の妥当性が確認され(図3)、O₂-CO₂ガス化条件におけるガス化特性の予測・評価が可能となった(図4)[M11017]。

3 酸素燃焼クローズドサイクルガスタービンの燃焼促進

CO₂回収型高効率IGCCシステム(図1)では、従来の空気燃焼ガスタービンと異なり、燃料を酸素で燃焼させるとともに燃焼排ガス(CO₂と水蒸気)の一部を希釈剤として循環させ、排ガスの温度調整を行うクローズドサイクルガスタービンを用いている。このクローズドガスタービン燃焼器では、システムの熱効率維持・向上に向けて、余剰な酸素を供給することなく高い燃

焼効率の達成が求められることから、燃焼促進方策を反応解析シミュレーションにより検討した。その結果、バーナ側から供給する希釈剤(一次希釈剤)の流量を調整し、残りの希釈剤(二次希釈剤)を燃焼器下流側に供給することで、燃焼効率の改善が図れることを明らかにした(図5)[M11004]。

* 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの受託研究として実施した。

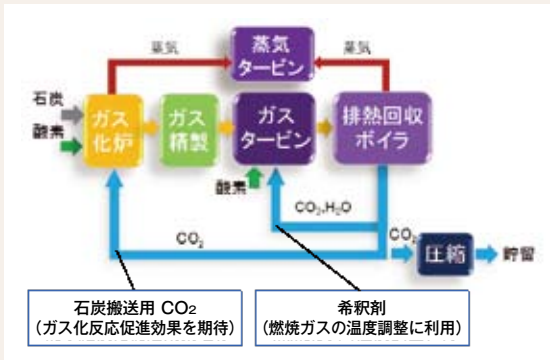


図1 CO₂回収型高効率IGCC システムの概念

O₂-CO₂吹きガス化炉と酸素燃焼クローズドガスタービンとを組み合わせ、排ガスのCO₂を循環させる新たなシステム。従来に比べ、システムの簡素化やCO₂回収後でも高い送電端効率(1300℃級GTで40%以上)が期待できる。

試験条件 (vol%)	空気吹き				CO ₂ 富化			
	O ₂ 濃度	CO ₂ 濃度	N ₂ 濃度	その他	O ₂ 濃度	CO ₂ 濃度	N ₂ 濃度	その他
コンバスタ石炭搬送ガス	20.5	0	79.5		23	15	62	
リダクタ石炭搬送ガス	25	25	60		25	25	50	
チャー搬送ガス	28	34	38		28	34	38	
コンバスタ投入ガス	酸素	酸素	酸素		酸素	酸素	酸素	

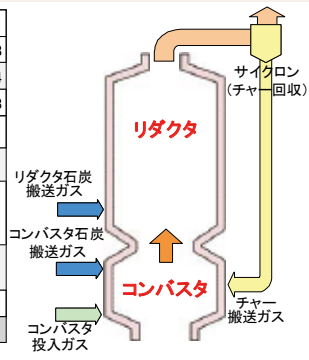


図2 ガス化試験条件とCO₂供給方法

チャーおよびコンバスタ石炭搬送ガスにCO₂を用い、さらに、コンバスタ温度が一定になるようコンバスタ投入ガスの空気と酸素の比率を調整した。

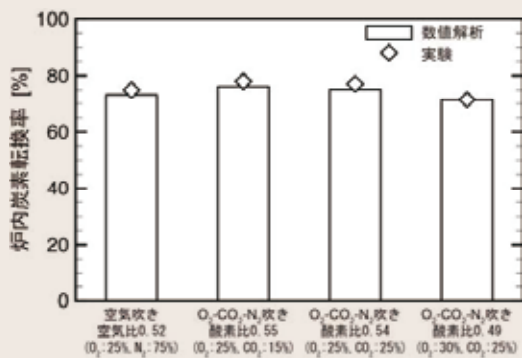


図3 数値解析結果と石炭ガス化炉(3トン/日)試験結果の比較
炉内炭素転換率の実験結果と解析結果とを比較し、数値解析コードの妥当性を検証した。

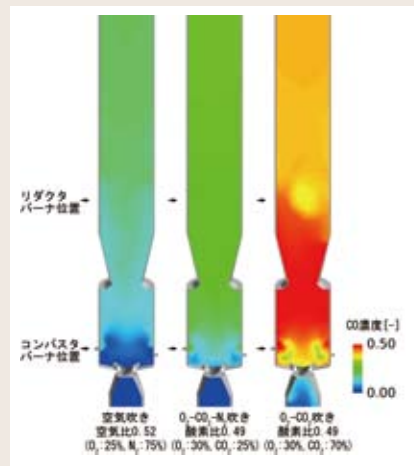


図4 ガス化炉内のCO濃度分布

ガス化炉内のCO濃度分布から、O₂-CO₂吹きガス化条件では、CO濃度が飛躍的に上昇することがわかる。

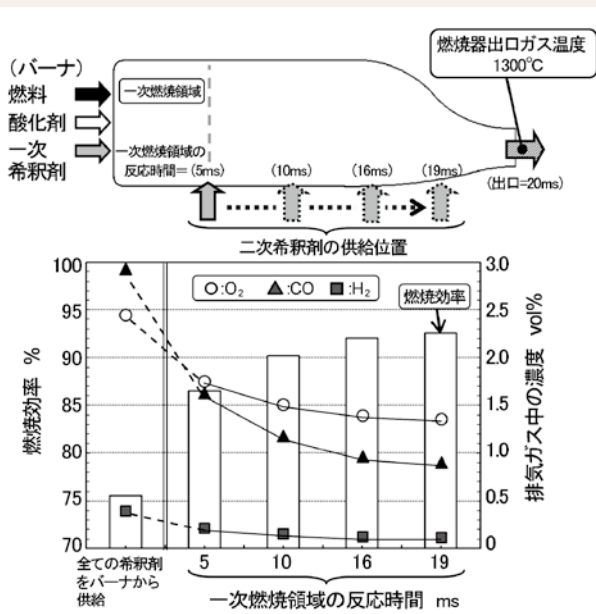


図5 希釈剤の二分割供給による燃焼促進効果
反応時間と当量比(酸化剤と燃料の混合割合)に応じて一次希釈剤の割合を決定し、一次燃焼領域の燃焼性を維持できるように二次希釈剤を供給することで、燃焼効率が高まる。

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

CO₂貯留技術

背景・目的

地球温暖化対策として、火力発電所などのCO₂排出源からCO₂を直接回収して、地下に貯留するCCS(CO₂ Capture and Storage)の導入が各国で検討されている。現状では、経済性、CO₂貯留技術の開発状況、および各国の炭素税やCCS義務化など技術や政策の課題も多く、本格的な実施は進んでいない。

本課題では、国内外のCCSに関する最新の動向を把握・分析するとともに、CO₂排出源の多くが位置している沿岸地域の地質構造の特徴を考慮したCO₂地下貯留のための基礎的な現象の把握や要素技術の開発を行う。

主な成果

1 我が国の地質特性を考慮したCO₂地中貯留要素技術の開発

CO₂排出源の多くが位置する沿岸域周辺の地質は、陸から海へ向けて緩く傾斜した構造をなしている。このような特徴を考慮して、CO₂貯留候補地選定の調査フローおよび断層の評価フローを提案した(図1)。また、新たに水とCO₂の二相流特性評価手法を導入し、貯留したCO₂の数値解析による挙動予測手法の精度向上を図った。

これらの貯留候補地選定と挙動予測技術をZeroGen(オーストラリアのCCSプロ

ジェクト実施主体)によるCO₂貯留候補地に適用して、現地の地質・水理構造モデルを構築し、CO₂を1坑井に100万トン圧入した場合の分布範囲の予測を行った(図2)。現場でのCO₂圧入実験では予測より透水性が悪く、CO₂の圧入に高い圧力が必要となり、今後は地質の連続性や地層の粒度分布のバラツキなど、不均質性を考慮した透水性の評価も重要であることが認識された[N11003](ZeroGenとの共同研究として実施)。

2 海洋中CO₂モニタリング技術の開発

我が国ではCO₂の貯留候補地が海底下地中になる可能性が高いため、CO₂の圧入時および貯留後の漏洩検出技術として、海中音響トモグラフィー、無索海中ロボットなどを組み合わせた、海洋中CO₂モニタリング手法を提案した

(図3)(研究の一部は地球環境産業技術研究所からの受託研究として実施)。さらに、我が国の周辺海域において、輸送中・圧入中・貯留後にCO₂が海洋中に漏洩した場合の拡散状況を予測するための数値シミュレーション手法を開発した。

3 CCSの動向調査およびCO₂の船舶輸送・圧入に関する技術的検討

国外のCCS政策や技術動向を調査・分析し、大規模なCCSプロジェクトが地域住民の合意を得られず中止となった事例などから、CCSの実施において社会的受容性が重要であることを指摘した[V11006]。また、CO₂圧入ポンプ搭載の

輸送船とフレキシブルパイプによる海底下地中への圧入方法が、回収箇所と貯留箇所を別々に検討できることや経済性などの観点から、パイプライン方式より有利になる場合があることを示した(東京大学との共同研究として実施)。

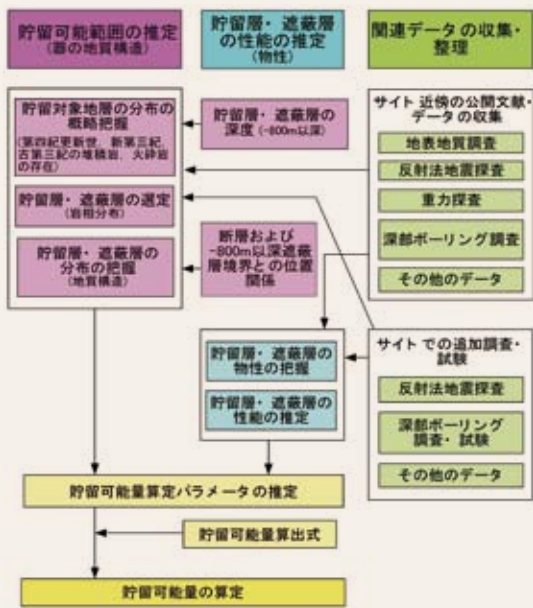


図1 CO₂貯留候補地評価フロー
貯留層や遮蔽層の特性を信頼性高く推定するためには、精度の良い地質情報や物性値情報を総合的に評価する必要がある。

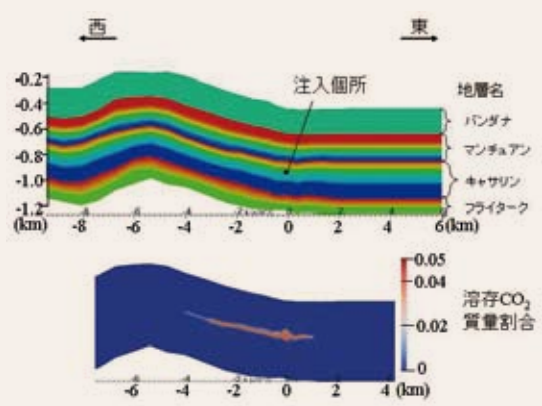
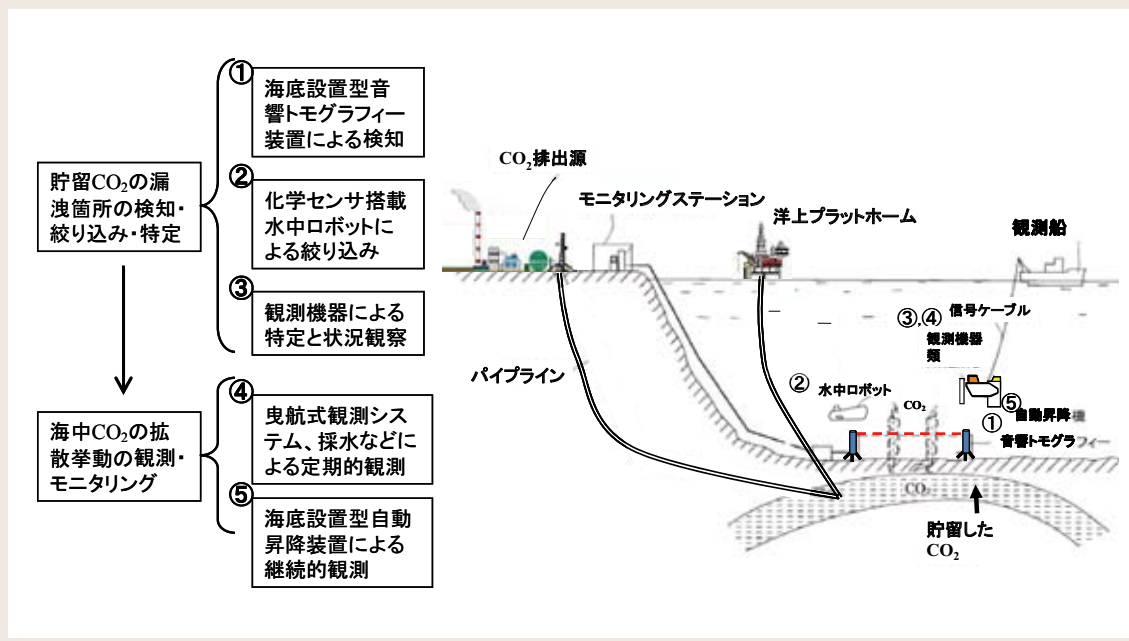


図2 CO₂挙動予測手法のZeroGenの貯留候補地への適用
ZeroGenより提供を受けた地質情報やコア試料を基に、当所が開発した評価フローにより地質・水理構造モデルを構築した。このモデルを用いて1本の坑井に30年間で100万トン圧入した場合のCO₂の分布域を予測した。



左:海中でのCO₂検知モニタリングフロー 右:モニタリング時のイメージ

図3 海洋中CO₂モニタリング手法の構成
海底での音響トモグラフィーによるCO₂漏洩箇所の検知、無索海中ロボットなどによる漏洩箇所の絞り込み、曳航式観測システムによるモニタリングの手順で進める。

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

需要地系統の需給一体化運用・制御

背景・目的

太陽光発電(PV)を中心とした分散形の再生可能エネルギー電源の導入が加速される見通しにある。これら分散形電源の電力系統への導入拡大に対しては、電圧変動の抑制技術や事故時の保護協調技術などの配電線レベルでの基本技術の確立とともに、分散形電源の有効活用技術を含めた需要サイドと供給サイ

ドの連携による需給一体形の運用技術の開発が期待される。

本課題では、分散形再生可能エネルギー電源の電力系統への円滑な導入と有効活用を図るため、需給一体形の制御を取入れた需要地系統^{*1}の運用・制御に関わる技術を開発する。

主な成果

1 配電系統総合解析ツールの開発

PVの連系や高圧需要家の力率改善用コンデンサ(SC)による配電線の電圧上昇等の、近年顕在化している課題に対応するため、配電現場での種々の課題に対して現象解明と対策立案を支援する配電系統総合解析ツールを開発した。本ツールは、汎用PC上でグラフィカルユーザインターフェース(GUI)により容易

に系統回路を作成でき、配電線用自動電圧調整器(SVR)や無効電力補償装置(SVC)などの系統側制御機器に加え、分散形電源の電圧上昇抑制機能や需要家側のSC投入・開放機能なども模擬可能である。また高圧系統、低圧系統の潮流・電圧の経時変化を明らかにすることもできる(図1)[R11025]。

2 住宅用PVの不均衡大量連系による配電線電圧管理への影響評価

PVなどの容量の大きい単相機器が大量に接続された場合を対象に、配電線の電圧不平衡への影響を解析した。その結果、三相一括で制御するSVCでは電圧適正化が困難になる場

合があること、またPV導入率^{*2}が40%を超えると、電圧上昇抑制機能によりPV出力が抑制される需要家軒数が顕著に増加することなどを明らかにした(図2)[R11026]。

3 HP式給湯機と電力貯蔵装置によるPV余剰電力活用のための需要地系統運用法の開発

PV大量導入により、電力系統大で余剰電力が発生することが予想されており、これに対応する電力貯蔵装置の容量が不足する場合は、PV出力に上限値を与え、出力を抑制することも検討されている。この対策として、電力貯蔵装置に貯蔵される電力量が変化しないように逆潮流

電力量を一定に保ちながらヒートポンプ(HP)式給湯機を運転させる方式(図3)を取り入れ、全体の抑制電力量を最大限低減させる需要地系統大の出力上限値決定法を提案した(図4)。シミュレーションにより抑制電力量を効果的に削減できることを検証した(図5)[R11030]。

*1 分散形電源の大量導入のため当所で提案している新たな配電システム。パワエレ機器、蓄電池等の導入、活用を考慮している。

*2 配電線設備容量(kW)に対する導入量(kW)の比率(単位:%)。

系統回路入力画面

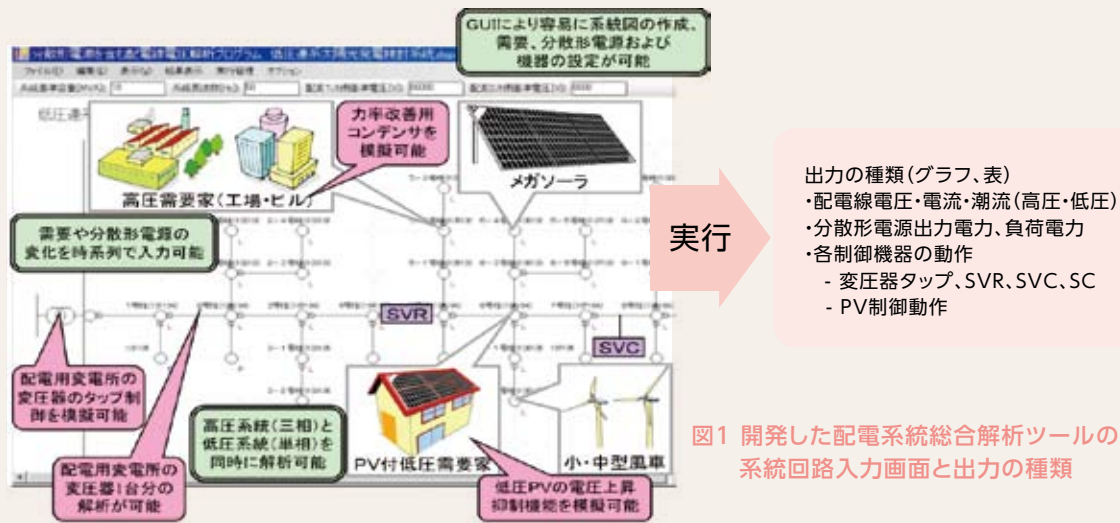
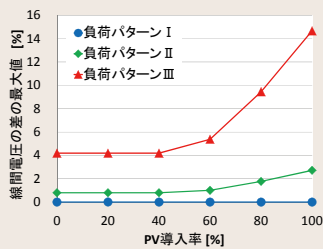
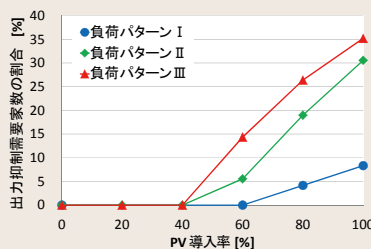


図1 開発した配電系統総合解析ツールの系統回路入力画面と出力の種類



(a) 配電線線間電圧の差の最大値



(b) PV出力を抑制する需要家の割合

負荷パターンI:
PVが高圧配電線全区間(8区間)に三相平衡連系

負荷パターンII:
PVが各区間で三相不平衡連系(一つの線間のみ)に連系、ただし配電線全体では三相平衡

負荷パターンIII:
PVが配電線全体で同一の線間のみ連系

図2 PV連系量の三相不平衡の程度と線間電圧の差の最大値、出力抑制需要家割合との関係

PVが三相に不平衡に連系されるほど、電圧不平衡が増し、PVの出力抑制も増える。

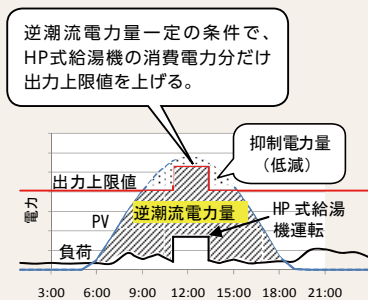


図3 HP式給湯機の運転により抑制電力量を低減する様相

翌日PV出力上限値決定手順

- ① PV出力上限値(HP給湯機昼間運転なし)を設定し需要家に通知。
- ② 同上限値にもとづき各需要家が作成するHP運転計画を収集。
- ③ HP消費電力が抑制電力を上回る需要家(右図)が一部存在し、全体で逆潮流電力量が減少する場合は、同減少量が0に近づくようにPV出力上限値を増加。

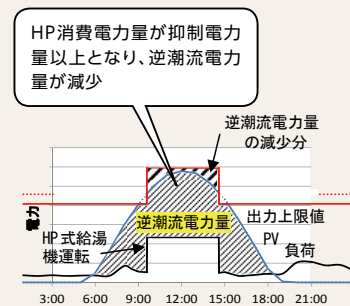
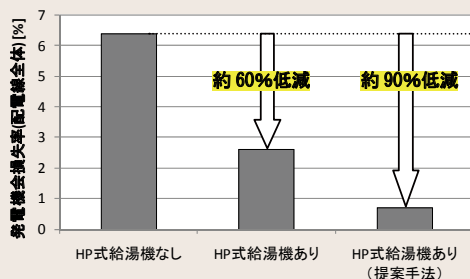


図4 提案する需要地系統の翌日PV出力上限値決定手法の概要



シミュレーション条件

- ・住宅地域(低圧需要家数:1284軒)
- ・1軒のPV定格容量:3kW
- ・PV出力上限値:PV定格容量比75%
- ・HP式給湯機: PV導入需要家に設置
- ・季節:中間期(4~5月)
- ※発電機会損失率

$$= (\text{抑制電力量}) / (\text{PV可能発電電力量}) \times 100 [\%]$$

図5 提案方式による配電線全体のPV発電機会損失率の低減効果(出力抑制日の平均)の概要

提案手法を導入することにより、HP給湯機の運転によりPVの出力抑制を効果的に低減することができる。

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

次世代通信ネットワークシステム

背景・目的

電力用通信ネットワークシステムは、発送配電設備の運転自動化用通信を主体に既に十分に整備されているが、スマートメータを含む需要家系の通信や設備保全・監視用の通信は整備が不十分である。また、系統保護関連の通信は独自の方式であり、汎用的なIP（インターネットプロトコル）などの近年の通信方式に対応していない。

本課題では、スマートメータや分散形電源などを一体的に連携し得る需要地系セキュア通信ネットワーク、設備保全業務を高度化する設備監視用センサネットワーク、汎用的なIPに対応した広域・高速制御ネットワークについて、要素技術を統合するとともに、設計手法やツールを開発する。

主な成果

1 需要地系セキュア通信ネットワークの伝送特性評価・設計法の提案

スマートメータ用マルチホップ無線方式におけるメータ～メータ間、メータ～集約局間の無線伝搬路の伝搬特性を測定し、回線設計に適用可能な地域種別（住宅地、商業地、郊外）や伝搬路の状況（遮蔽物の個数や道路幅など）に応じた伝搬損失推定式を開発した（図1）
[R11031]。

集合住宅向け通信などへの適用可能性のあるkHz帯PLC（電力線通信）方式について、多分岐線路における伝送損失の簡易計算手法を提案した。表計算ソフトなどで容易に計算できる近似式を導出し、実用上十分な精度（厳密計算値に対し数dB以内の誤差）を有していることを確認した[R11001][R11015]。

2 設備監視用センサネットワークにおける光給電センサ方式の検証

当所で提案している遠隔光給電を用いた多点光センサ方式は、現地電源が不要で、送電線などの広域にわたる設備の監視を可能とするものである（図2）。このプロトタイプシステムを設計・試作し、動作検証を行った。光ノードの低電力化により、23km先までの光ノードのセンサ

情報収集が可能であることを室内実験により確認した。また、複数のノードを自動的に巡回して、情報を定期的に取得できることも、併せて確認した。さらに、現地表示型の地絡点検知器の遠隔監視にも応用可能との見通しを得た
[R11014]。

3 広域・高速制御用IP系ネットワークの開発と信頼性評価

汎用的なIP技術が有する接続の容易さに、高いリアルタイム性と信頼性を付加した、低コストで高性能な電力系系統保護制御システムを構築可能にする通信ネットワーク方式を開発した。IP系ネットワークを用いた系統保

護システムの信頼性を評価し（表1）、目標とするシステム不稼働率を満足するためには、光通信回線とマイクロ波無線による2系列ネットワークが望ましいことを示した[R11032]。

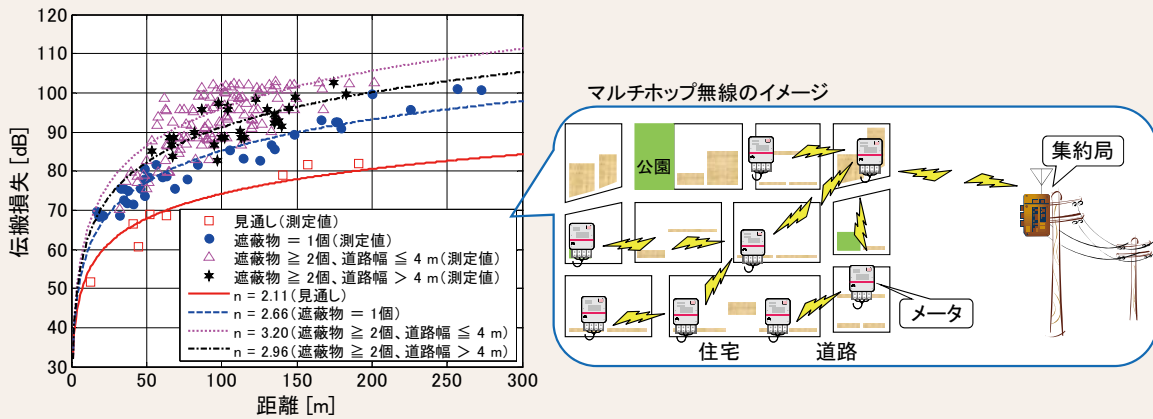


図1 伝搬損失の距離特性と近似曲線(950MHz帯、集約装置～メータ間)

遮蔽物の個数と道路幅で分析した伝搬損失特性をそれぞれの伝搬損失係数n(距離に対するべき乗指数)を用いた近似式で表した。

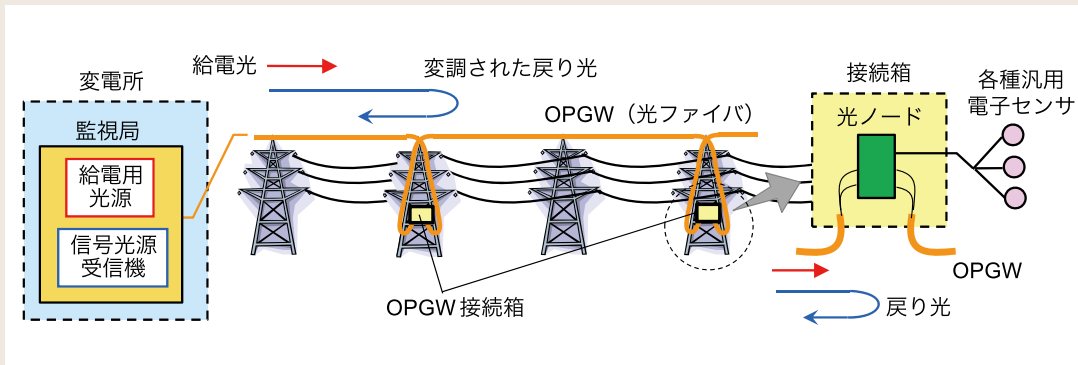


図2 遠隔光給電を用いた多点光センサシステムの構成(送電線監視への適用イメージ)

監視局の給電用光源により、遠隔の光ノードへ給電するため、現地の電源設備が不要である。監視局では、光ノードを制御する信号光を送信し、各種センサ情報などで変調された戻り光を受信する。

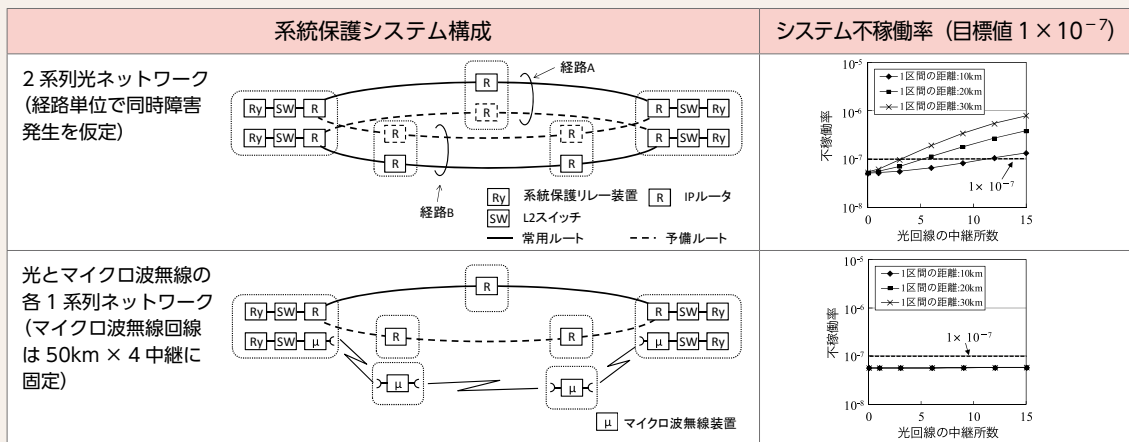


図3 IP系ネットワークを用いた系統保護システムの信頼性評価結果

光ネットワークでは完全に別経路での2系列化は難しいため、中継数や伝送距離に制限がある。片系列ネットワークにマイクロ波無線を使用すれば、系列間の同時障害発生はないため目標不稼働率を満足する。

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

日本型デマンドレスポンスの成立性評価

背景・目的

近年、技術開発が進んでいるエネルギーマネジメントシステムを活用したデマンドレスポンス(DR)プログラムが、米国で運用され始めた。わが国でも、短期的には東日本大震災による電力供給力不足のため、中長期的には従来供給側のみで行っていた系統安定化対策や信頼度維持などのため、DRプログラムに対する期待が高まっている。

本課題では、ピークカット型DRに加え、太陽光発電(PV)大量導入時の系統安定化や遊休バッテリーの活用、負荷造成などといった、DRプログラムの新たな利用可能性について、その受容性や電気事業にとっての費用対効果の分析を通じて、我が国の需給構造に適したDRプログラムが成立しうるかどうかについて分析・評価する。

主な成果

1 BEMS設置ビルにおけるDR導入可能性に関する基礎検討*

BEMS(ビル・エネルギー管理システム)設置済みの実在するオフィスビルとショッピングセンター(各1件)を対象に、シミュレーション分析やビル管理者の聞き取り調査に基づいて、負荷削減型DRに参加可能かつ有用な空調・照明用途の負荷制御方策を探索した。各方策を、①系統側の視点、②需要家側の視

点、③BEMSによる制御可能性の3つの視点から評価したところ、執務エリアや店舗の共有部の照明間引きによる負荷削減効果が大きく、かつ重要度も高く評価された(表1)。震災前は、同エリアの照明間引きは実施困難な節電方策であったが、震災後、節電対象に含めることに抵抗感が小さくなっている。

2 産業用需要家における需要スケジューリング支援ツール(OPTLOAD)の作成

産業用需要家を対象とし、最大消費電力を削減する方策として、独立運用されていた複数の大規模需要設備の稼働計画調整(スケジューリング)の支援ツール(図1)を作成した。本ツールでは、複数の設備の週間スケジュールを調整することにより、最大電力を削減しつ

つ計画で決められた回数の設備利用をこなすこと、およびエネルギーコストと労働コストで構成される週間コストを最小化することが考慮されている。なお、本ツールは消費電力を機器毎に把握している産業用需要家に適用可能である。

3 需要家周辺のスマートグリッド国際標準の分析と動向把握

我が国のDRの普及に大きな影響を及ぼす国際標準化に関して、欧米における需要家関連の標準化団体の動向を整理した。DRの標準は、従来のOpenADR(Open Automated Demand Response)が、後発の、より広範囲な電力取引に対応可能なEnergy Interoperation(EI)に集約され、最新のOpenADR2.0は、EIの一部を反映したものと

して発表される予定である(図2)。また、経済産業省スマートメータ制度検討会でも紹介された、エネルギー利用情報の第三者アクセスのための規格であるOpenADE(Open Automatic Data Exchange)は、第三者がエネルギー情報サービスを提供するための規格であるGreen Buttonへと引き継がれ、実装を含めた展開がなされている。

* (株)azbil(旧株山武)との共同研究により実施。

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

需要地系統と協調した基幹系統の運用

背景・目的

将来、電力系統に発電出力およびその変動が予測しにくい再生可能エネルギー電源が大量に導入された場合、周波数や電圧などの電力品質の低下が懸念される。これまで、電力品質を維持するための需給バランスの維持は基幹系統の電源(系統電源)により行ってきた。これに対し、太陽光発電(PV)を主体とする分散形電源が大量に導入された場合には、需給のバランスを保つためにより多くの調整能力が必要となるため、系統電源に加えて需要地系統からも調整能力を提供することが考えられる。

本課題では、PVが大量に導入された場合に必要となる予備力として、系統電源に加えて蓄電池などの需要地系統のリソースを活用することを考える(図1)。その適切な組み合わせを経済性の面から検討するためには、需要地系統のリソースの活用により、系統電源の利用がどのように変化し、運用コストがどの程度低減するかを明らかにすることが重要であり、このための評価手法を開発する。

主な成果

1 予備力確保における需要地系統のリソース活用効果の評価手法

PV大量導入下において、需要地系統のリソースを用いてPV出力予測誤差を補償することで、系統電源が確保すべき予備率、系統電源の利用率がどのように変化するかを、需給運用シミュレーションにより評価する手法を提案した[R11013]。ここでは需要地系統のリソースはPVの出力予測誤差が一定レベル以上となる場合にそれを補償すると想定した。

本手法の主な特長は以下の通り。

- 1) 誤差補償に活用する需要地系統のリソースの設備容量(kW、kWh)と系統電源の利用率改善の関係を明確にできる。これにより、需要地系統のリソースを予測誤差補償に用いることの効果等を判断できる。
- 2) 系統電源の発電運転中の利用率(出力の定格出力に対する比率)を指標とすることで、系統電源の運用に着目した評価ができる。

2 提案手法による試算

5月休日断面について、赤城試験センターでの日射強度の計測値を基にした想定のパV出力等を用いて、提案手法により試算を行った(表1、図2)。本試算での想定条件の下では、

予測誤差が大きい場合には小容量の貯蔵設備であっても補償による効果が得られる、等の結果が得られた。

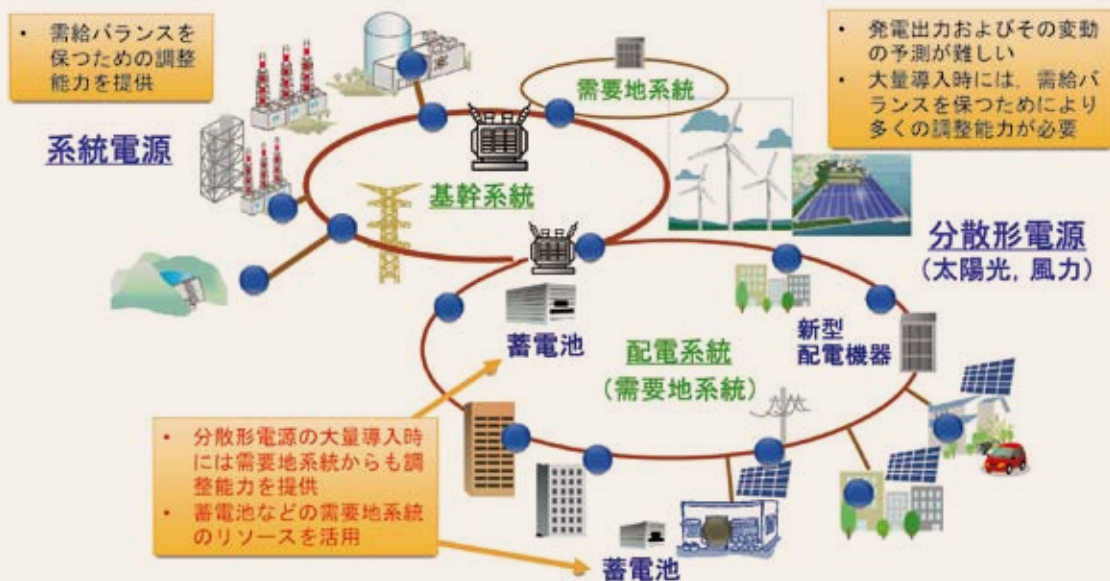
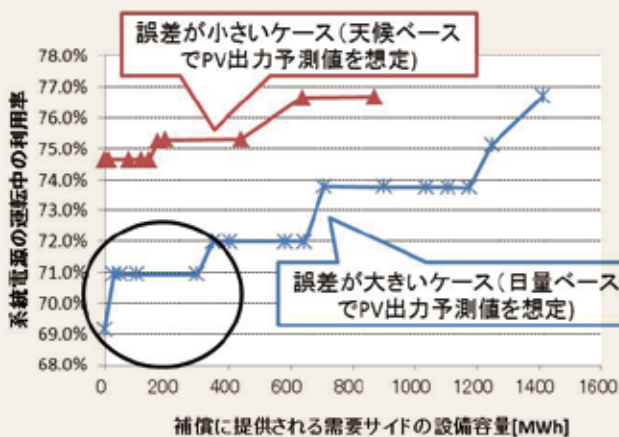


図1 PV大量導入下での需給バランス維持のための調整能力の提供

系統規模	PV設備容量	PV出力	PV出力予測(前日予測)	
			予測値の想定	予測誤差最大値 (1時間値、PV設備容量比)
・520万kW (5月休日を想定、年間ピーク需要1,000万kWに相当)	・294万kW (全国大53GW相当)	・赤城試験センターでの実測結果を基に想定 ・平滑化効果を想定	①天候ベース ・天候予測に基づき、一時間単位で想定 ・誤差が小さいケース	18.6%
			②日量ベース ・発電量の日量[MWh]を想定し、釣り鐘状に時間帯に配分 ・誤差が大きいケース	31.6%

表1 試算での主な想定条件



■ 予測誤差が小さいほど、また需要地系統のリソースで予測誤差を補償するほど、運転中の電源の利用率が高くなる(発電効率も高くなる)。

■ 本試算でのPV出力予測誤差が大きいケースでは、小容量の貯蔵設備を誤差補償に用いた場合でも系統電源の利用率が改善(図中の円で囲んだ部分)。

図2 PV出力予測の誤差補償のための需要サイトの設備量と系統電源の利用率の関係の試算結果

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

需要地システム用次世代機器

背景・目的

電力流通設備の高経年化が進んでおり、至近年に大量のリプレース時代を迎える。一方、安全や環境への関心が高まっており、電力流通技術もこれらの情勢変化や新たなニーズに適切に対応する必要がある。このため、リプレース時に導入する次世代電力機器として、より高い防災性と環境調和性を

有する革新的な電力機器開発が望まれる。

本課題では、リプレース時の次世代技術メニューとして提案するため、短絡電流を抑制することで系統構成上の制約を低減できる超電導限流器、ならびに社会受容性の高い環境調和型変電所機器の基本技術を確立する。

主な成果

1 短絡電流を抑制する超電導限流器の開発

高電圧化に適し、基幹系統への導入も期待できる磁気遮へい型超電導限流器に用いるBi2223超電導厚膜について、製作時の焼結工程間で行う圧縮成形の圧力を高めることで、臨界電流密度(J_c)を向上できることを見出した(図1)。短冊形状の試料では、250MPaの圧力印加で、想定される実用レベルである6000A/cm²に近い J_c を達成した。6kVや60kV級の限流器に用いるφ450mm大型円筒体(図2)の試作では、現在

用いているCIP(冷間等方圧加工)装置の最大印加圧力150MPaにおいて2400A/cm²を得た。さらに、限流動作時の超電導体でのジュール発熱により超電導厚膜が破壊に至るエネルギー量を向上するため超電導厚膜を加圧する方式を提案し、短冊形状の試料で2MPaの加圧を行うと、加圧しない場合に比べて破壊に至るエネルギー量が2~3倍向上することを確認した(図3)[H11033]。

2 SF₆ガスを用いないハイブリッドガス絶縁母線の開発

ガス絶縁機器は、高い地球温暖化係数を有するSF₆ガスを使用するため、大気への漏洩を少なくするよう徹底した管理が行われている。当所では、SF₆ガスを用いず、CO₂やN₂などの自然ガスと固体絶縁物で被覆した導体を用いたハイブリッドガス絶縁方式を提案し、特に母線接続部構造(図4)の基本設計を行なっている。ハイブリッドガス絶縁では、被覆導体

の接続部が電気絶縁上の弱点になるため、電界シールドを有する接続部構造を提案し、実験および電界解析により、従来のSF₆ガス絶縁方式に比較し、1.1倍程度の断面寸法で母線接続を実現できる見通しを得た[H11001]。また、この知見に基づき、300kV級ハイブリッドガス絶縁母線プロトタイプモデルを設計・製作した(図5)。

3 防災性に優れコンパクトな全固体変圧器要素技術の開発

絶縁油を用いないことによる防災性の向上に加え、コンパクト化も期待できる全固体変圧器の要素技術開発に関し、これまでに、60kV級全固体変圧器の基礎設計に資する通電性能や絶

縁性能データを蓄積するための、機器間の接続に用いる着脱可能なハイパーコネクタ端子を採用した外層接地型の全固体変圧器モデルを試作した。

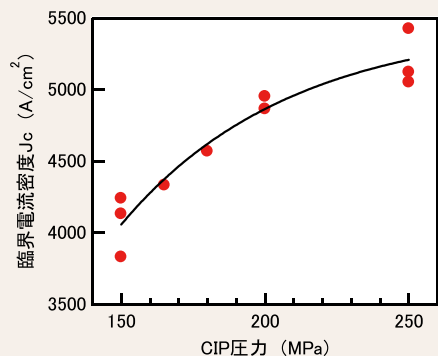


図1 超電導厚膜の臨界電流密度の圧縮圧力依存特性
短冊形状試料にて、厚膜の焼成温度・焼成回数は同じ条件で、成膜工程途中に加えるCIP(冷間等方圧加工)の印加圧力を変化させたときの臨界電流密度Jcの変化。



図2 試作した超電導限流器用のφ450mm大型円筒体

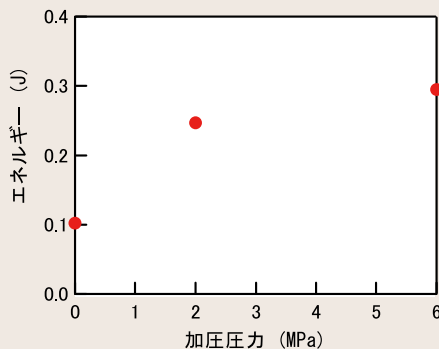


図3 加圧による超電導厚膜の破壊に至るエネルギー量の向上効果

短冊形状試料による実験で、超電導厚膜に臨界電流を超える電流を通し続けたときに、ジュール発熱により超電導厚膜が破壊に至るエネルギーを測定。

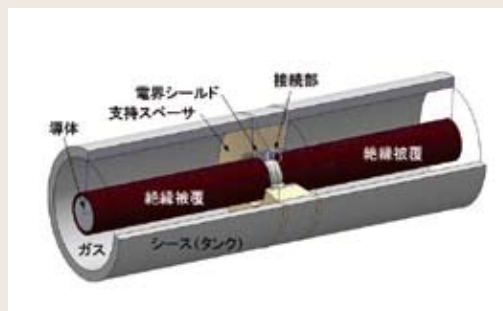


図4 ハイブリッドガス絶縁母線接続部の概念図

高電圧導体に厚みのある固体絶縁被覆(10mm程度)を施すことで、ガス中の最大電界を抑制し、CO₂など自然ガスを用いてもコンパクト化が期待できる。支持スペーサ内の電界シールドにより、被覆導体接続・支持部(絶縁上の弱点部)の絶縁性能低下を抑制。



図5 試作した300kV級ハイブリッドガス絶縁母線モデルを設置するタンク外観

被覆導体接続・支持モデルの絶縁破壊特性に基づく電界設計、被覆絶縁物およびガスの熱放散に基づく通電設計から所要寸法を評価。

300kV/4000A
相分離母線(単相分)モデル

- ・断面:φ140/400mm同軸(被覆厚10mm)
- ・全長:端部電極含め約3m
(導体接続支持スペーサ3区画と端部)

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

電化厨房設計支援

背景・目的

電化厨房は、燃焼ガスの発生がない、調理機器の効率が高い、放射熱が少ないなどの特長があるため、省エネや環境負荷低減に貢献できるシステムとして、家庭だけでなく、業務用にも普及しつつある。しかし、業務用電化厨房の必要換気量は、現状ではガス厨房に準じて規定されているため、電化厨房の

利点である換気量の低減による厨房空調の省エネ効果や空調機器の小容量化の効果が十分に引き出せていない。

本課題では、業務用電化厨房の空調・換気の省エネ性と温熱快適性を高いレベルで両立させるため、厨房の排気効率の正確な測定法を開発し、合理的な必要換気量を求める。

主な成果

1 業務用電化厨房の換気性能試験設備の開発と排気効率の測定

業務用電化厨房の排気効率(調理機器から発生するオイルミストなどが排気フードに捕集される割合)を正確に測定するため、厨房の換気量を精密に調整できる試験設備を開発した(図1)。また、オイルミストの主たる発生源である鉄板焼き器、揚げ物器、スチームコンベクションオープンから発生するオイルミストの粒径分布を模擬できるトレーサオイルミスト発生システムを開発した。この試験設備を用いて、静穏な環境における換気量と排気効率の関係性を測定したところ、換気量を現行の

基準値の7割に下げても排気効率の低下は見られなかった[R11005][V11024]。

調理者の動きで生ずる気流の乱れが排気効率に及ぼす影響を評価するため、実厨房における調理者の撮影画像を詳細に分析して、調理者の行動パターンをモデル化した。この結果に基づき、調理者を模擬した板(擾乱発生板)を、調理者が調理機器の前を実際に横切る頻度と速度で動かしても、気流の乱れによる排気効率の低下はわずかであった(図2)[R11016][R11023]。

2 業務用厨房のエネルギー消費および温熱環境の計測調査(電化改修前後の比較)

電化改修工事を行った業務用厨房を対象に、改修前後の電気・ガス・水の消費量、室内温熱環境等の長期間計測を行った。改修によって調理

機器近傍における極端な温度上昇がなくなり、厨房内の温熱環境が改善されていることなどが定量的に確認された(図3)[R11006]。

3 ドイツ技術者協会(VDI)の業務用厨房換気基準の調査

欧州で広く適用されているドイツの業務用厨房換気基準について、歴史的変遷も含めて詳細に調査した。調理機器から発生するオイルミストなどを完全に捕集することを想定して換気量が決められる日本の基準と異なり、排気フード

からの一時的な気流の漏れを許容し、漏れた分は時間をかけて排気することで必要換気量を大きく抑えている点に特徴がある。このため、厨房空調の省エネや空調機器の小容量化が可能になっている[R11004]。

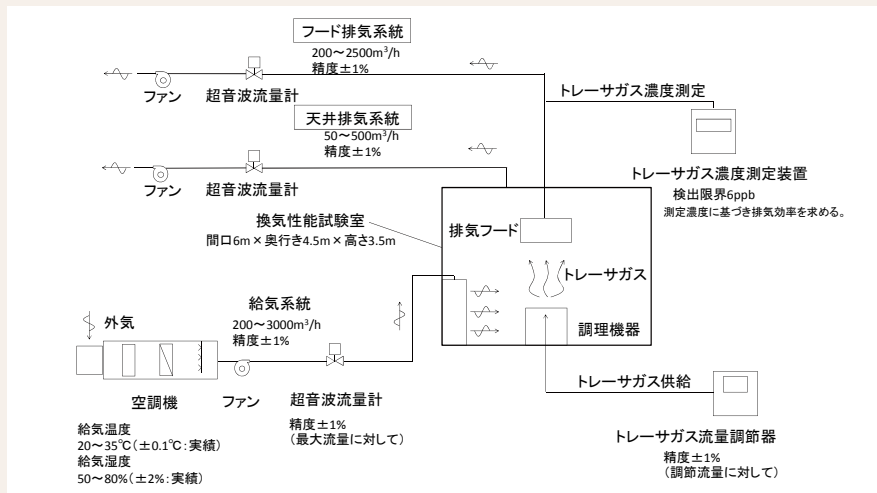
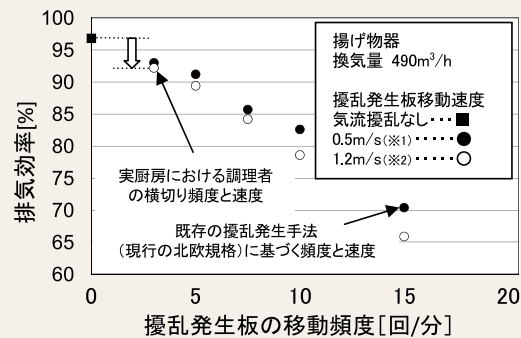
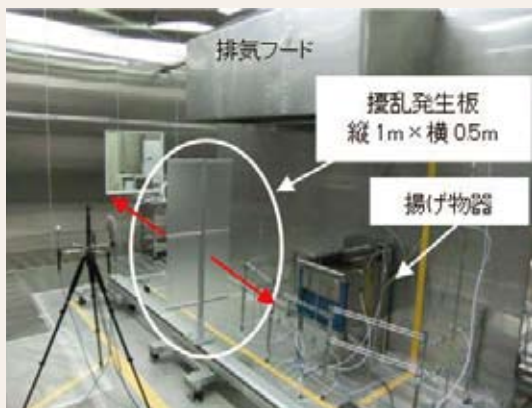


図1 換気性能試験設備の概略

換気性能試験室へ供給する空気の温湿度と量ならびに排気フードから排気する空気の量を精密に調整し、調理機器から発生する湯気やオイルミストなどをトレーサガスによって模擬してフードの排気効率を正確に測定する。



※1 既存の擾乱発生手法 (現行の北欧規格) における擾乱発生板の移動速度
 ※2 実厨房において調理者が排気フード前を横切る速度

図2 擾乱発生板の移動頻度と排気効率の関係

擾乱発生板を調理機器の前で左右方向に往復させ、これによって生じる空気の乱れが排気フードの排気効率に影響を及ぼす度合いを測定した。実際の厨房で調理者が調理機器の前を横切る頻度と速度では排気効率の著しい低下は見られない。

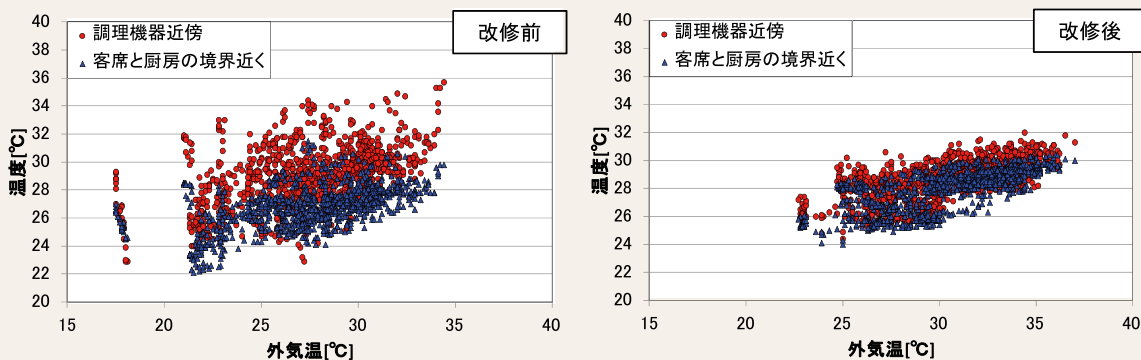


図3 厨房内の温度上昇 (夏季)

電化改修によって、厨房内の場所による温度差が小さくなり、調理機器近傍でも極端な温度上昇がなくなった。厨房内の温熱環境の向上が見て取れる。

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築 高性能ヒートポンプ

背景・目的

ヒートポンプは省エネルギー・CO₂排出量削減に有効であり、空調用エアコンや給湯用機器として普及しているが、さらなる高効率化、新たな分野への適用拡大、低GWP(地球温暖化係数)冷媒ヒートポンプの開発が望まれている。当所は、CO₂ヒートポンプの基礎研究の成果をもとに、電力・メーカーと共同で家庭用CO₂ヒートポンプ給湯機を世界で

初めて商品化した。エコキュートの愛称で普及が進んでいる。

本課題では、各種エコキュートの性能評価を行い、効率の優れたエコキュートの開発・普及を支援するとともに、低GWP冷媒を利用した空調用ヒートポンプや産業用高温ヒートポンプ実用化の可能性を評価する。

主な成果

1 各種エコキュートの性能評価

当所では、エコキュートの高効率化と普及拡大を目指し、ヒートポンプ性能評価試験設備を活用して、コンパクトタイプも含む一般地仕様をはじめ、寒冷地仕様の性能評価を行ってきた。さらに、2011年度は、暖房も可能な多機能タイプの試験を行い、システムCOP(日給湯暖房負荷/日消費電力量)を評価した。本タイプでは、給湯および暖房負荷の大きさとバランスが性能に大きく影響する。

そこで、まず、日消費電力量を待機電力量とヒートポンプの単体消費電力量に分け、さらに、単体消費電力量を、定格消費電力量、ヒートポンプ運転時の高温出湯および高温入水により発生する消費電力量の3種類に切り分ける手法(図1)を提案し、この手法により、システムCOP低下要因の定量的な分析が可能であることを確認した。

2 CO₂ヒートポンプ式温水暖房機の開発

寒冷地では、家の全室を温水で暖房するセントラルヒーティングシステムが広く普及しており、この市場向けに、「CO₂ヒートポンプ式温水暖房機」を、北海道電力、サンデンと

共同で開発した(図2)。開発機は、2元加熱サイクル*により、-20℃の外気温でも70℃の高温温水製造が可能である。

3 産業乾燥用小型ヒートポンプの開発

洗浄後の部品乾燥などの産業プロセスでは、電気ヒーター加熱による高温空気が多用されており、省エネルギー性の高いヒートポンプ技術を活用した機器が求められている。エコキュート開発で培った技術を基に、2010年度から開発を進め

てきた空気加熱CO₂ヒートポンプに関し、商品機を念頭に、試作機を設計・製作し、ヒートポンプ性能評価試験設備を用いて評価した。自動制御運転モード下で、100℃の高温温風を、3kWの熱出力、3程度のCOP(熱出力/消費電力)で製造することができた(図3) [M11005]。

* 低温側と高温側それぞれ別の2台のヒートポンプを直列に接続したもの。低外気温で高温出力が必要な場合や超低温を作る場合に採用される。

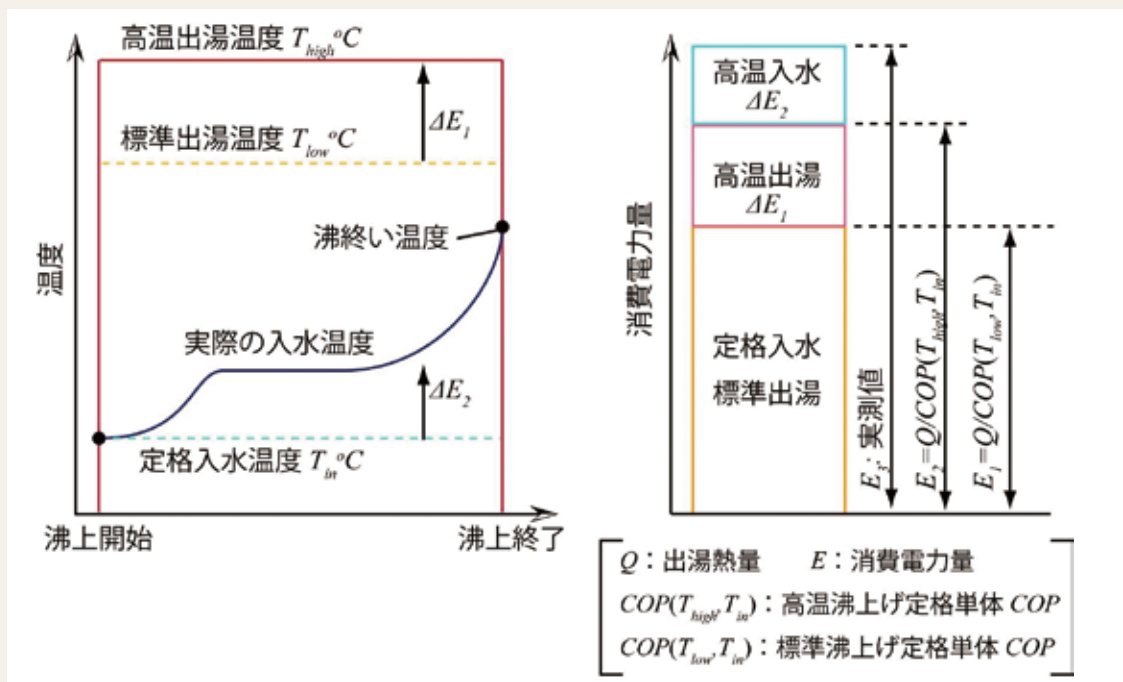


図1 エコキュートのCOP低下要因分析手法の提案

図は、お湯の沸上開始から終了までの、高温出湯および高温入水によって生じるヒートポンプ単体の消費電力量の増加量を模式的に表現したものである。標準出湯温度における定格運転が最も消費電力量が少なくて済む(E_1)。しかし、実際の運転では、給湯・暖房負荷に応じて貯湯熱量を確保するために出湯温度が上昇したり、余った湯の再沸き上げや貯湯熱量の確保のため入水温度が上昇したりするため、消費電力量の増加を招く(ΔE_1 , ΔE_2)。これらの影響を切り分けることでシステムCOP低下要因の定量的な分析が可能になった。本手法は、多機能タイプのみならず、各種エコキュートの性能分析にも適用できる。



図2 当所のヒートポンプ性能評価試験設備に設置した寒冷地向けCO₂ヒートポンプ式温水暖房機

大きさ:(幅)828×(奥行)283×(高さ)1280mm
 当所は、試作機をヒートポンプ性能評価試験設備に設置し、デフロスト等の制御方式を開発した。

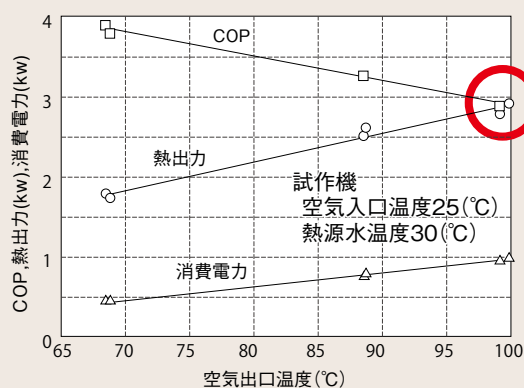


図3 空気加熱CO₂ヒートポンプ試作機の性能特性試験結果

図の横軸は空気出口温度、縦軸はCOP、熱出力、消費電力である。100°Cの高温空気を製造した場合でも、3程度のCOPが得られている(図中赤丸)。

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

低損失パワー半導体

背景・目的

プラグインハイブリッドカーや電気自動車、IH機器、ヒートポンプ式給湯機などの電力変換・制御や、エネルギー最大利用のための電力安定制御において、半導体電力変換の高効率化、コンパクト化が共通重要技術課題である。従来のSi半導体に比べて、より低損失化や

高電圧化が期待できるSiCパワー半導体の実用化が、これらの課題の解決に向けて期待されている。

本課題では、高電圧・低損失電力変換機器の実用化を視野に、低欠陥SiC単結晶の生産技術の開発や高電圧素子の特性向上を目指す。

主な成果

1 欠陥低減プロセスの最適化

高耐圧特性、低損失通電特性を満足するSiCスイッチング素子(SiC-IGBT^{*1})に向けて、厚膜かつ高純度で高キャリア寿命^{*2}のSiC単結晶層(エピ膜)を得ることが必要となる。高圧システムに利用が可能な耐電圧13kV相当の厚い膜厚(約140 μm)と低い窒素ドーピング濃度($3 \times 10^{14} \text{cm}^{-3}$)を有する厚エピ膜を作製し、当所が開発した炭素イオン注入・熱処理法^{[1][2]}を各種条件にて適用した。本

処理法は、炭素空孔型点欠陥を削減してキャリア寿命を向上させるための後処理プロセスであり、炭素イオン注入後の熱処理温度を1600 $^{\circ}\text{C}$ とすることで、厚エピ膜の上層部100 μm 以上の領域において、炭素空孔型点欠陥は検出限界以下までに除去された。その結果、未処理では2 μs 以下であったキャリア寿命を、13kV相当で必要な5~10 μs を超える12.8 μs にまで向上することができた(図1)。

2 欠陥の転換手法の開発

IGBTなどのバイポーラ型SiCデバイスの通電特性の劣化要因となる転位欠陥(基底面転位:BPD)はAr中で高温熱処理することで低減することが明らかになった。これは、BPDを劣化要因とならない他種の転位欠陥(貫通刃状転位:TED)に転換できる新しい手法であり、放射光X線トポグラフィ観察を通じてBPDの先端部が

TEDに転換したことを確認した(図2)^[3]。また、転換条件の最適化やメカニズムの解明に役立つSiCエピ膜中の転位観察手法として、放射光X線マイクロビームを用いた3次元トポグラフィ(放射光X線3Dトポグラフィ)観察技術の開発を進め、BPD-TED転換部の立体像(図3)を得ることに成功した。

本研究の一部は、総合科学技術会議により制度設計された最先端研究開発支援プログラムにより、日本学術振興会を通して助成された。

*1 Insulated Gate Bipolar Transistorの略称。絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ。

*2 平衡状態よりも過剰な電子と正孔が消滅するまでの時間を表し、高寿命にすることにより低損失通電を得ることができる。

関連特許出願、学術論文

[1] 特願2008-53667号「SiC結晶の質を向上させる方法およびSiC半導体素子」

[2] L. Storasta and H. Tsuchida, Applied Physics Letters 90, 062116 (2007).

[3] 特願2011-118419号「炭化珪素基板、炭化珪素ウェハ、炭化珪素ウェハの製造方法および炭化珪素半導体素子」

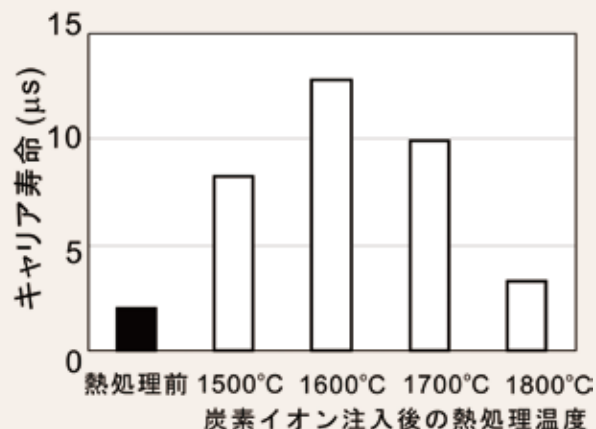


図1 炭素イオン注入・熱処理プロセスにおける熱処理温度に対するエピ膜のキャリア寿命の変化

炭素イオン注入・熱処理プロセスの適用において、熱処理温度を1600°Cとすることで、エピ膜のキャリア寿命を12.8μsにまで向上することができた。

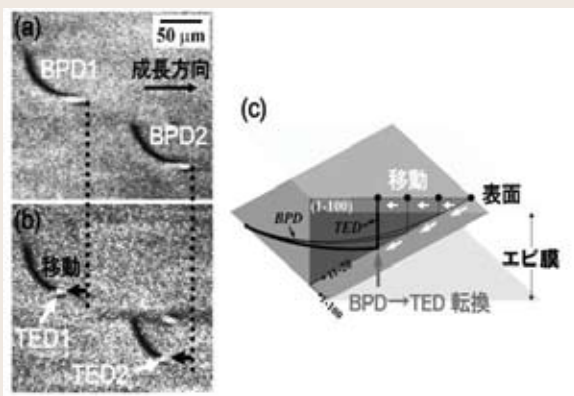


図2 高温熱処理によるBPDからTEDへの転換

(a)熱処理前、(b)1800°C熱処理後の放射光X線トポグラフィ像。熱処理によって、BPDの先端部がTEDに転換したことが確認される。(c)高温熱処理によるBPDからTEDへの転換の模式図。

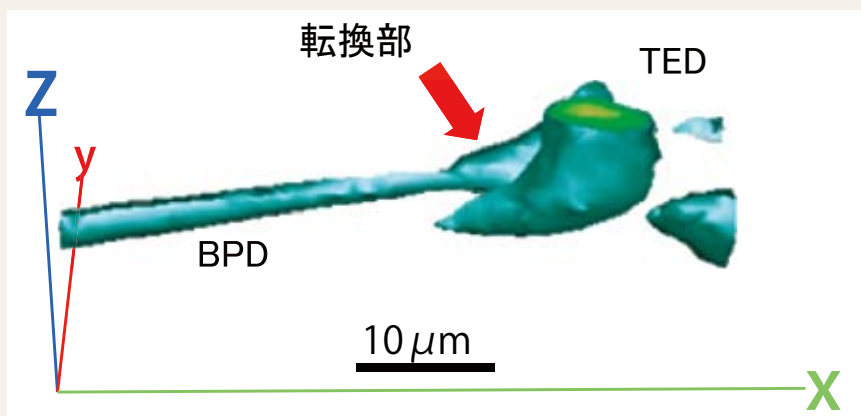


図3 BPDからTEDへの転換部に対する放射光X線3Dトポグラフィ像

BPD-TEDを側面から見た放射光X線3Dトポグラフィ像により、BPDがTEDに転換する立体様相の観察に成功した。

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

低損失コンパクト電力変換応用機器

背景・目的

低炭素社会の実現や再生可能エネルギー導入拡大を含む電力の安定供給において、パワーエレクトロニクスのイノベーションが果たす役割は大きい。その可能性として、SiCデバイスの適用による電力機器の大幅な低損失化・小型化と制御の高機能化がある。さらに、最近クローズアップされている、系統連系の強化、および再生可能エネ

ルギーの導入拡大に向けて、新型直流送電システムの開発・適用による電力供給システムの安定性向上が考えられる。

本課題では、パワーエレクトロニクス・システムのシミュレーション技術、制御技術の開発に基づく、SiCデバイス適用機器の実用化開発を実施するとともに、今後のニーズに応える新型直流送電システムの開発を行う。

主な成果

1 既存のSiCデバイスを用いた配電系統用STATCOMの開発

早期の実用化を目指し、既存のSiCとSiデバイスを組み合わせた6.6kVトランスレスSTATCOM^{*1}の試作機を開発した(図1)。試作機では、複数電圧カスケード変換器構成^{*2}の適用により6.6kV直接出力を実現し、さらに変換器のパルス制御方式を工夫することで連系フィルタの小型化と損失低減を実現した。この試作機による基本性能検証試験を実施し、重要な制御機能である無効電力制御と、段間および相間の直流電圧のバランス制御が、

定常運転状態において実用レベルの性能であることを確認した。なおこれは東芝との共同研究により得られた成果である。

この試作機開発成果は、系統事故時の制御性能の検証と、当所開発のシミュレーションモデル[R11028]による設計最適化を行うことにより、柱上設置容器に実装した実証機の開発に利用できる。

2 新型直流送電システムの提案

従来の自励式直流送電システムは、直流線路事故時に、変換器を停止しても事故電流が継続して流れることから、交流遮断器を用いて事故を除去する必要があった。このため、送電再開までに要する時間が長く、架空送電線区間のある直流送電への適用には、雷事故等からの迅速な復旧に課題があった。この解決策として、二つの方式を提案した。一つは、フルブリッジセルMMC^{*3}を適用し、変換器制御により直流事故時の事故電流を抑制する方式である

[R11021]。もう一つは、半導体スイッチを用いた高速な直流遮断器^{*4}により、直流事故区間を切り離す方式である(図2)[R11018]。これらにより、直流線路事故時にも高速な送電再開が可能となる。前者は、既存の他励式システムの制御保護技術が利用できることから短期間で実用化可能であり、後者は、事故区間のみを切り離し得るため、将来の直流多端子系統への適用に有効である。

*1 STATic synchronous COMpensatorの略称。自励式変換器を用いた無効電力補償装置。

*2 異なる直流電圧の単相インバータモジュールを、複数個直列接続して大容量の変換器を構成する回路方式。

*3 同一セル(モジュール)を多段接続することにより構成する変換器をMMC (Modular Multilevel Converter)と呼ぶ。フルブリッジセルMMCとは多段接続するセルにフルブリッジ(単相インバータ)セルを用いたものである。

*4 純粋な半導体スイッチのほか、高速な機械式スイッチと半導体スイッチを組み合わせた方式も考えられる。

連系電圧：6.6kV
変換容量：100kVA

耐熱4.5kV
Si-IGBT
インバータ
モジュール

ワンパルス制御
直流電圧2.3kV

耐圧1.2kV
SiC-JFET
インバータ
モジュール

PWM制御
(スイッチング
周波数4.7kHz)
直流電圧650V

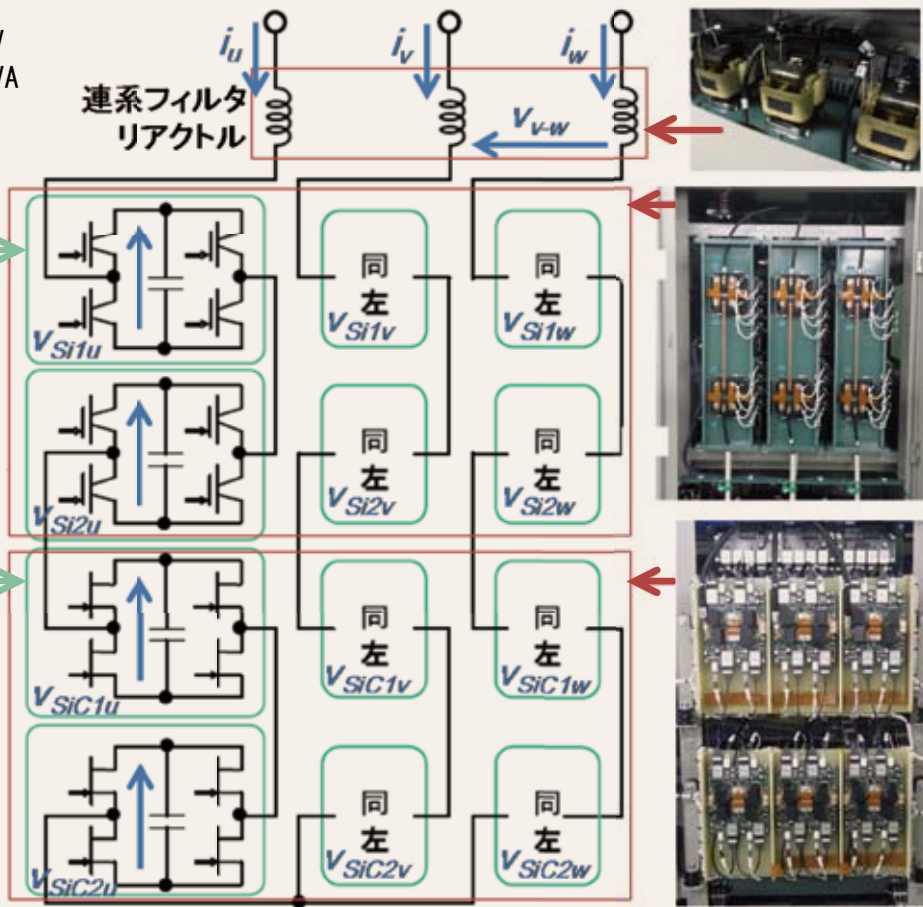


図1 SiCとSiを組み合わせたトランスレスSTATCOM試作機(定格6.6kV、100kVA)

スイッチング特性に優れた1.2 kV SiC-JFETと、導通特性に優れた4.5kV Si-IGBTを組み合わせたフルスケールのSTATCOM試作機を開発し、基本性能の検証試験を行って、設計どおりの動作を確認した。

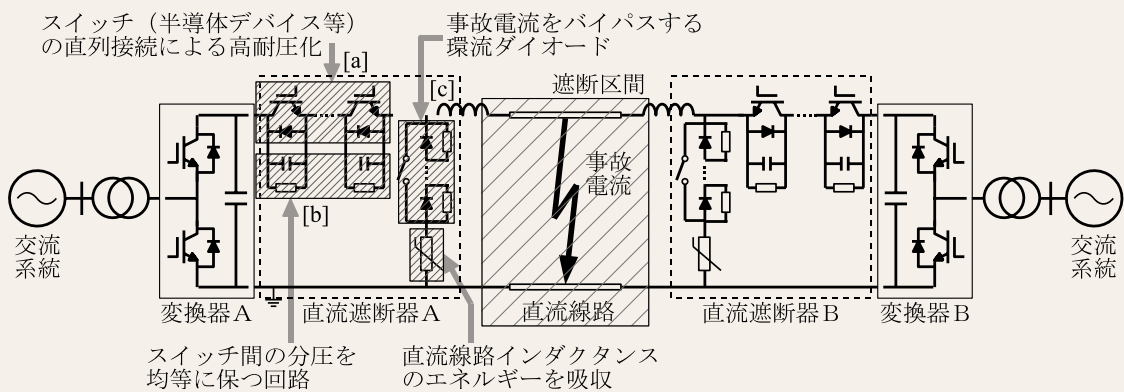


図2 提案する直流遮断器を用いた自動式直流送電システムの構成

直流遮断器の高耐圧化を行うため、半導体デバイスを用いたスイッチ[a]に、分圧を均等に保つための回路[b]を付加し、複数のスイッチの直列接続を可能とした。また、電流遮断に伴うサージ電圧を抑制するため、事故電流をバイパスする環流ダイオード[c]を接続し、事故電流を緩やかに低減可能とした。

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

二次電池利用

背景・目的

地球温暖化問題の対策としては低炭素電源の確保と省エネルギーの推進が重要であり、後者については、CO₂排出とエネルギー消費が増えている民生部門と運輸部門の電化が有効である。

本課題では、二次電池技術を活用して、民生

部門の電化に向けて住宅用のヒートポンプ(HP)式給湯機併設の蓄電システムを提案する。また、運輸部門では、電気自動車(EV)普及拡大に資する方策を示すとともに、安全で利便性の高い充電に関する技術開発を行う。

主な成果

1 民生用需要家向けHP式給湯機ハイブリッド蓄電システムの開発

外気温、HP起動停止、貯湯タンクからの放熱等の技術的要因に加え、時間帯ごとの電気料金差も考慮した蓄電システムの最適運転制御法を考案した。本制御法ではHP運転によ

る貯湯制御を、従来の1日単位の管理でなく、貯湯残熱量の時間帯変化に対応した制御とすることで、より効率的で電力量料金の負担が増加しない運転が期待できる。

2 EV普及促進に向けた研究開発

1.交通シミュレーションを利用した充電インフラ設置効果解析手法の高度化

EVは一充電走行距離がガソリン自動車に比べて短いことがその普及を阻害しており、充電スタンド整備や走行可能距離の把握、活用方法の拡大などが普及促進のために重要になる。そのため、全国の充電ステーションの設置状況や営業時間等をデータベース化し、EV走行中の電池切れへのそれらの影響を、当所で開発したEV交通シミュレータにより、明らかにした。

2.電費シミュレーションモデルの開発

走行可能距離の把握を目的に、市販されているEVの実走行データをもとに、動力回生と高低差を考慮した電費*シミュレーションモデルを開発し(図1)、電池搭載量の増加に対する走行距離と電費の変化を明らかにした(図2) [M11023]。

3.双方向非接触充電技術の開発

EVの蓄電システムとしての利用(Vehicle to home:V2H)に向けて、当所開発の双方向非接触給電回路を用いてEVから屋内に電力を供給するシステムを試作した。非接触給電を介し、市販の家庭用PVのパワーコンディショナー(PCS)を活用することで、1.2kW(最大効率92%)まで安定して電力を供給できることを確認した(図3) [H11028]。

4.EV普及ポテンシャルの調査

EVの普及ポテンシャルを把握するために、「航続距離の短さ」「費用の高さ」「充電設備設置の必要性」の観点からEV購入意向調査を行った。航続距離が300km程度では、ガソリン車と本体価格差無しでも購入希望は2.3%に過ぎず、普及拡大には、航続距離の延伸、車両価格低下、自宅での充電設備設置に関する理解などが欠かせないことを明らかにした[Y11032]。また、EVの蓄電機能の普及については、機能を付加する設備価格の低下も重要なことを明らかにした[Y11021]。

* 単位電力量あたりの走行距離。

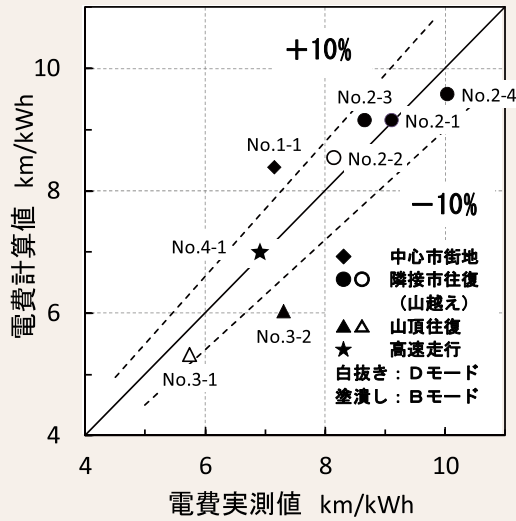


図1 走行データからの電費とシミュレーション結果の比較
 当所で開発したシミュレーションモデルで、極端な渋滞(No.1-1)と山間部(No.3-2)を除いて、電費(充電端)実測値に対して±10%の精度で予測することができた。Dモード:通常の走行、Bモード:回生エネルギーの回収を多くした走行。

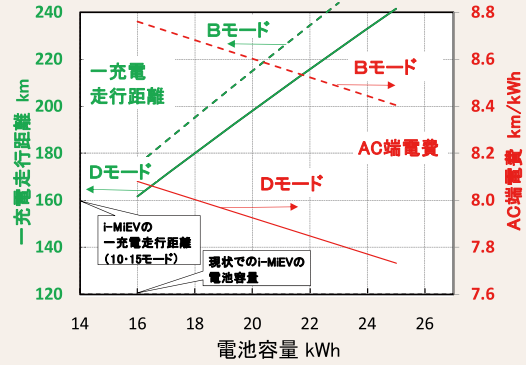
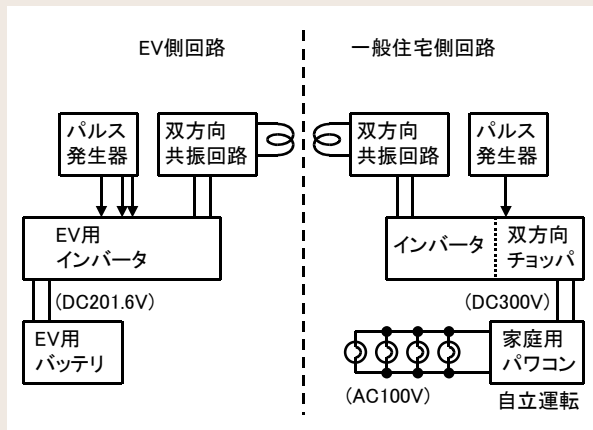
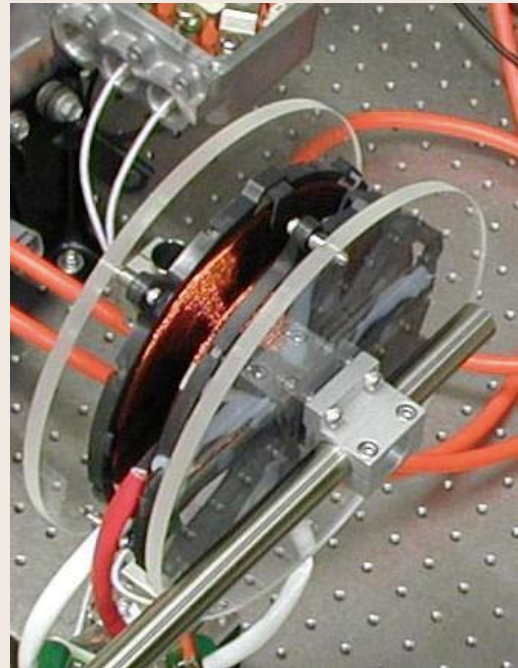


図2 一充電走行距離延伸の可能性
 EVの性能向上を想定して、電池容量をパラメータとして、車両重量増加を考慮した一充電走行距離延伸の可能性を検討した(走行条件は図1のNo.2-3)。



(左図) 実験装置の構成



(右図) 非接触給電コイル

図3 家庭用PCSへの非接触V2Hシステム

双方向非接触給電回路を用いたV2H(Vehicle to home;車両から屋内への電力供給)システムを試作。非接触給電を介して、市販の家庭用PCSの自立運転用のコンセントを利用して、安定して電力を供給できることを確認した。非接触給電を介するため、接続端子部を隠蔽でき、安全を確保できる。

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

高安全リチウム電池

背景・目的

分散型電池電力貯蔵は、家庭用途(kWh級)から自然エネルギー発電平滑化用途(MWh級)まで、幅広い適用が期待されている。リチウム二次電池はコンパクト、高エネルギー変換効率、幅広い入出力対応等の高い性能を示す一方、本格的な導入には実運用時の耐久性の検証、および大型化時の安全性確保が必要である。

本課題では、現状のリチウムイオン電池を用いた長期運用時の性能を非破壊で簡便に評価できる手法の確立を目指す。また、従来の可燃性蒸気を発生する液体電解質に代わり、より安全で、さらに低コスト化、大型化が期待できる高分子固体電解質を用いた全固体型リチウムイオン電池の提案と性能向上を図る。

主な成果

1 リチウムイオン電池評価:実運転パターンでの評価方法の開発

リチウムイオン電池の寿命評価は、一定の電流の連続充放電(定電流サイクル試験)で行われることが一般的だが、実際の運用は複雑なパターンとなる。そこで、太陽光発電を平滑化する実負荷を模擬した試験(実負荷模擬サイクル試験)と定電流サイクル試験とにおける容量劣化を比較した。両試験の容量

劣化をサイクル試験による劣化割合と時間経過による劣化割合が独立で分離可能と考え、比較した結果、サイクル試験による劣化割合はその運転パターンに依存せずほぼ一定の傾向を示し、定電流サイクル試験で実運用の容量劣化を評価できることを示した(図1) [Q11015]。

2 リチウムイオン電池評価:劣化成分解析手法の開発

電池性能劣化を材料成分別に把握することは、電池寿命評価の信頼性向上にとって重要である。電極材料の劣化過程を解析する手法として、充放電時の電圧曲線の微分解析から、(LiMn₂O₄:LMO)/

(LiNi_{1/3}Mn_{1/3}Co_{1/3}O₂:NMC)混合正極材料中の成分割合を非破壊で定量的に推定する手法を提案した。この手法は、混合正極材料の劣化要因の推定に適用できることを示した(図2) [Q11022]。

3 全固体型リチウムイオン電池開発:市販電池同等の寿命を達成

当所が進めている高分子系の固体電解質を用いた全固体型電池は、既存の正極、負極材料が適用でき低コスト化が見込めること、定置型電力貯蔵用途へ向けた大面積化・大型化が容易な点で他の全固体型電池より有利である。4V級の正極材料(NMC)と高分子固体電解質間の副反応を抑制するため、電解質に酸化防止剤を導入する手法を適用するとともに、電解質中のリチウム

塩種の適切な選択により、対極を金属リチウムとした半電池でこれまでで最長の1500回の運転を達成した(図3) [Q11017][Q11020]。さらに、将来の大型化にも対応可能なアルミラミネートフィルムを外装材に用い、負極に炭素を用い、NMCと組み合わせた全固体リチウムイオン電池を試作し、このタイプの電池としては世界に先駆けて500回の可逆的な充放電を達成した(図4) [Q11014]。

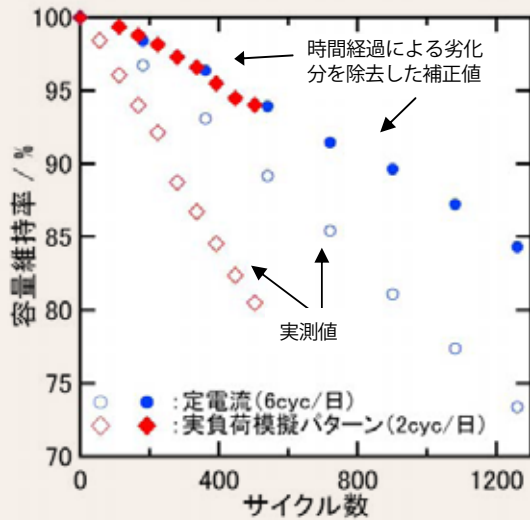


図1 実負荷模擬と定電流サイクル試験の容量維持率
 実負荷を模擬したパターンサイクル(◇)と定電流サイクル(○)の容量維持率、および時間経過による劣化を取り除くことにより補正した容量維持率(◆:実負荷模擬、●:定電流)。補正後はいずれの試験パターンでも同等の劣化傾向を示すことから、単純な定電流サイクル条件で実運用の容量劣化を推定できることが示唆された。

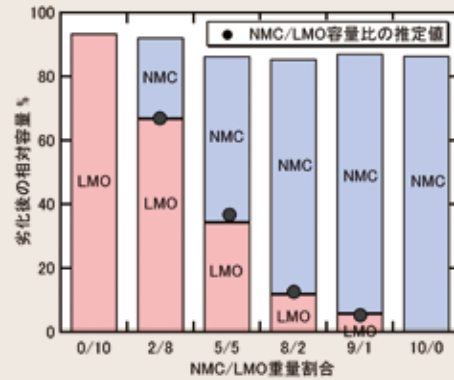


図2 劣化複合正極の相対容量の比較

電圧曲線(充放電容量に対するセル電圧の変化)には材料固有の特徴があり、その微分解析で計算された容量比(●)は、棒グラフで示すLMOとNMCの仕込み重量から推定される個別劣化容量比と概ね一致する(棒グラフ境界に相当)。

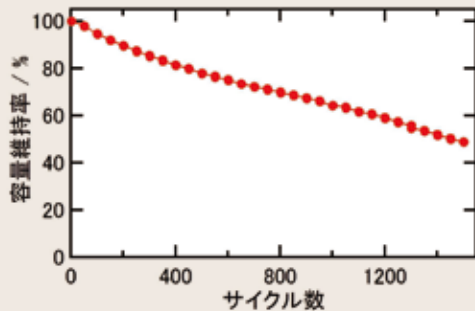


図3 4V正極を用いた半電池のサイクル特性
 対極に金属Liを用いた半電池の構成を最適化し、高分子固体電解質と組み合わせた4V級正極としてはこれまでで最も長期サイクル運転が可能となった。運転温度:60℃、8時間充放電条件での容量変化

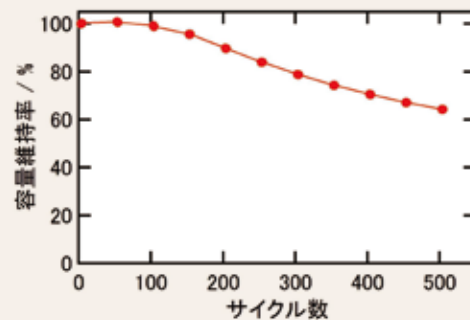


図4 4V正極、炭素負極を用いた全固体型リチウムイオン電池のサイクル特性

既存リチウムイオン電池と同じ電極構成の全固体型リチウムイオン電池で市販小型電池に匹敵する運転性能が得られることを示した。運転温度:60℃、8時間充放電条件での容量変化

基盤技術課題

社会経済研究所

概要

社会経済研究所は、電気事業を取り巻く経営環境や社会の変化を的確に捉え、事業経営や経済・社会問題、エネルギー・環境政策などの諸課題について解明し、電気事業経営およびエネルギー・環境政策の企画・立案に資することを目指している。

課題毎の
概要と
主な成果

電気事業経営

国民にとって望ましい電気事業制度のあり方や電気事業者の今後の姿を提案するため、電気事業制度やエネルギー政策などの電気事業者の経営環境の変化が事業経営に与える影響について定量的かつ多面的な分析と評価を行う。

■わが国9電力会社の財務データを用いた費用構造分析により、(1)発電部門では、2004年以降、規模の経済性が低下する傾向が強まっていること、送配電部門では、すでに最適規模に近い水準にあるものの規模の経済性が存在すること、(2)1990～2008年の垂直統合の経済性(仮想的に発電と送配電を分離した場合と比較した費用節約効果)は9電力平均で現状費用の19～29%程度であることを示した(図1) [Y11009]。

■電力会社のLNG基地間をパイプラインで接続した際のLNG消費量削減効果について、LNG基地に繋がる火力発電所の熱効率の違いを元に定量化する方法を提案し、過去の実績値からその効果を試算した結果、改善効果の大きなケースでは

燃料消費量の削減率が3.4%となることを示した [Y11007]。

■風力電源の出力変動を考慮し、電源の運用制約などの予備力確保メカニズムを組み込んだ「火力電源の多時間経済運用を決定するプログラム」を作成し、予備力確保に要する火力電源の燃料費(予備力確保コスト)の変化を評価した [Y11025]。

■正確なリスク情報伝達を阻害する要因を解明するための心理学実験から、情報提供者が虚偽報告を続ける背後には、それが発覚することにより情報の受け手の自己防衛的(リスク回避的)な反応と提供者への不信を招き、それが提供者の次の虚偽報告を招くという循環過程が存在することを示した [Y11011]。

経済・社会システム

東日本大震災の経済影響をはじめ、復興に向けて提示される様々な政策の経済的分析を実施し、マクロ・地域経済への影響を明らかにする。また、広域行政化のもとでの防災政策決定プロセスにおける利害関心を分析し、政策決定に向けた課題を明らかにする。

■浸水域を除く宮城県、岩手県の被災地の事業者の復旧と移転状況を調査し、震災6か月後に製造業の生産能力が90～100%の水準に回復していること、移転については東北地域内での再配置にとどまる意向が多いことなどを明らかにした [Y11022]。

■人口密度と市場アクセスが地域経済・産業の生産効率性に与える影響を複数の分析手法により業種別に検証した結果、「集積の経済」が製造業の大半の業種において生産効率性を高めていること、その結果が信頼できることを明らかにした [Y11004]。

■関西広域連合と東北の行政・産業界を対象として

「地域における自治体の広域連携の可能性」に関するインタビュー・文献調査を実施し、復興期の広域連携に向けて、産業界が行政との調整や、広域活動を積極的に推進する組織づくりのために先導的な役割を果たすことが求められていることを明らかにした [Y11035]。

■全国および地域の景気循環の時系列変動を計量経済学的に分析し、北海道、関西、九州以外の地域で景気循環の振幅(拡張局面の平均成長率と後退局面の平均成長率の乖離差)が、震災以後の期間において拡大していることを明らかにした [Y11026]。

エネルギー技術政策

低炭素社会の実現とエネルギーセキュリティの確保を目指して、エネルギー供給・利用技術評価手法を開発し、原子力をはじめとするエネルギー政策を分析・評価する。

- 世界のエネルギーシステム・経済成長・気候科学に加えてエンドユース技術を組み込んだ新しい統合評価モデル(BETモデル)を開発し、電化技術を含めたエンドユース技術が温暖化緩和策として重要なことを示した[Y11005]。
- 福島第一原子力発電所事故の原子力損害賠償処理が提起する法制上の課題とその要因を分析し、課題克服のための制度改革の方向性と選択肢を明らかにした[Y11024]。
- 原子力施設を防護するための物理的防護システムの構築手法の一つとして、米国Sandia国立研究所で検討されている性能基準型の手法の特徴を整理するとともに、同様の手法を日本に取り入れることを想定した際の課題を明らかにした[Y11030]。

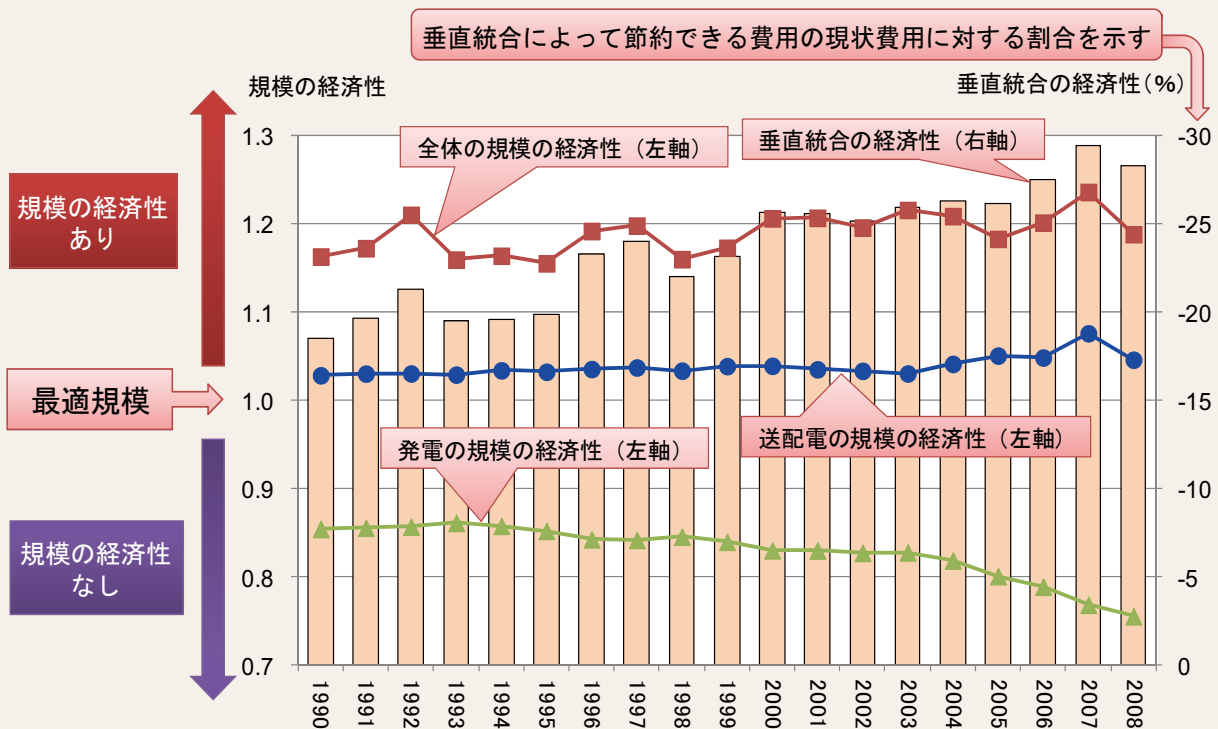


図1 電気事業における垂直統合と規模の経済性

図中の棒グラフは9電力会社平均でみた垂直統合による費用節約効果を示している。その効果は、近年上昇傾向にあり、発電部門と送配電部門の協調的な設備運用・設備形成による費用節約効果は重要性を増している。

基盤技術課題

システム技術研究所

概要

システム技術研究所は、大規模電源や分散形電源によって発電する電力を安定供給するための電力システム、配電システム、通信システムにおける計画・運用・制御・解析技術や、電気を有効に利用するための需要家サービス技術の開発・試験・評価などに取り組んでいる。

課題毎の
概要と
主な成果

電力システム

分散形電源の大量導入が電力システムの事故時における電圧変動や電力動揺などの基幹システムの安定性に影響を及ぼす現象を明らかにするとともに、分散形電源の系統解析用モデルを開発する。また分散形電源の普及により複雑化する保護リレーの整定・協調を支援するツールを開発する。

■太陽光発電(PV)大量導入時には、系統事故により事故後の電圧が回復しない恐れや系統動揺が一旦減衰してから発散する恐れがあることを、シミュレータ実験により明らかにした。また系統解析用PVモデルに、基幹システムの安定性に影響を及ぼす、能動的単独運転検出機能と電圧上昇抑制機能を付加し、その精度を実測結果との対比によって検証した。

■分散形電源の連系や潮流状態の変化がある場合等での保護リレー間の協調不良の見落としを防ぐための協調判定手法を改良し、配電システムの短絡保護、地絡保護に適用されているほとんどすべてのリレーの協調判定を可能とした[R11008]。

需要家システム

省エネルギーの促進を支援するための要素技術を開発する。また、高圧需要家から流出する高調波電流による電圧ひずみ抑制効果を明らかにする。

■家庭用エアコンのデフロスト(除霜)運転を伴う暖房性能を、公開技術資料のみを用いて計算できる熱源特性モデルを構築し、実験によってその精度を検証した。これによりデフロストを含む様々な運転条件におけるエアコンの消費電力を精度よく推定することが可能になった[R11017]。

■配電線の高調波電圧は単相機器から流出する高調波電流に起因しており、三相機器から流出する高調波電流は逆に高調波電圧を抑制していることを明らかとした(図1)。また高圧需要家に設置されている進相コンデンサへ直列リアクトルを追加することが効果的な高調波電圧抑制対策であることを明らかにした[R11003][R11009]。

通信システム

将来の電力用通信ネットワークの基盤技術として、大規模災害などに備えた通信ネットワークや通信メディアに関する技術、監視制御システムのセキュリティ技術などを開発する。

■アクセス系光ファイバネットワーク(PON)の耐障害性を高めるため、光分岐網の共有伝送路部分に光スイッチを挿入し、障害時に近隣の共有伝送路と接続することで迂回経路を確保する低コストの高信頼化方式を提案した[R11034]。

■IPネットワークの耐障害性を高めるため、経路切り替え時間を大幅に短縮する経路管理方式を考案した。既存方式では確認用パケットを定期的に送信することで障害検知を行うため障害検知に時間を要するが、提案方式では回線中のパケットの流れを常時監視することにより障害を高速に検知する[R11022]。

情報数理

情報技術を活用した数理的手法により、電力設備の保守・点検業務に活用できる画像処理・機械学習技術、大規模で複雑なシステムについての最適化技術の開発などを進める。

■ 電力システムの事故復旧について、停電範囲が最も小さく操作回数も最小となる系統復旧操作(目標系統と復旧操作手順)を高速に全て求め、クラスタリング手法により復旧方針の違いに基づいてグループ化し提示する手法を開発した(図2) [R11020]。

■ 送電線の動きを捕捉するために付設したターゲットの動きに関する物理的な制約情報に基づきターゲットの移動先の絞り込みを行うことで、豪雪時にターゲットの識別が困難な状況でも確実にターゲットの位置を検出できる方法を開発した [R11007]。

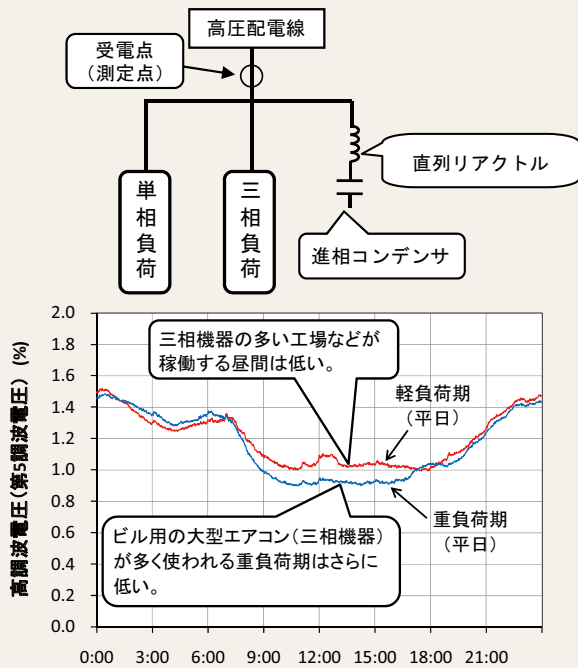
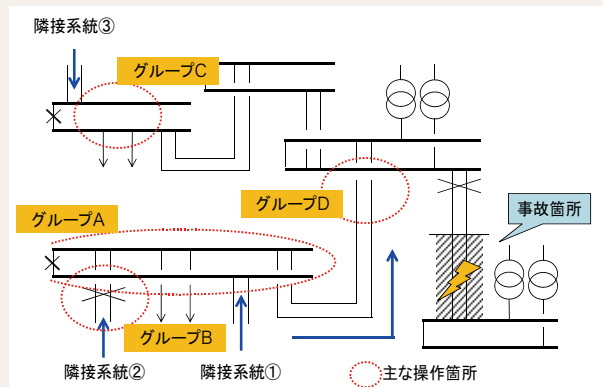


図1 高調波電圧の一日の変化

高調波電圧のうち最も大きい第5高調波電圧の一日の変化(平日における66地点の測定平均値)。負荷の増える昼間に高調波電圧は減っている。三相負荷による高調波電圧の抑制効果である。



グループ	目標系統数	操作後の停電量 (MW)	供給支障量 (MW分)	復旧の方向性 (供給力の確保方法)
A	3	75.0 75.0 75.0	624.0 624.0 780.0	負荷を隣接系統①に振り替える (隣接系統①から供給する)
B	1	75.0	936.0	負荷を隣接系統②に振り替える
C	2	75.0 75.0	624.0 624.0	操作箇所が異なる(隣接系統③)
D	1	75.0	780.0	線路も含めて負荷を多めに振り替える(隣接系統①)

図2 復旧の方針が異なる系統復旧操作の列挙例

復旧の方針(停電負荷の振替先など)が異なる操作手順によってグループ化して提示する。

基盤技術課題

原子力技術研究所

概要

原子力技術研究所は、軽水炉の安全・安定運転と福島第一原子力発電所事故の着実な収束に向けた活動を支える基盤技術開発などを実施し、原子力エネルギー利用が社会に受け入れられることで、エネルギー問題や地球環境問題の解決に貢献することを目指している。

課題毎の
概要と
主な成果

発電基盤技術

軽水炉の発電技術に関する燃料健全性・炉心評価技術、リスク情報活用技術、熱流動評価技術などの基盤技術を整備し、既設炉の安全／安定運転に貢献する。

- 被覆管の腐食・水素吸収に対する健全性への照射による影響を明らかにするため、商用炉で使用したジルカロイ-2被覆管を原子レベルで分析し、耐食性向上のために添加されている金属析出物の溶出による母材の元素濃度の変化を世界で初めて確認した[L11021]。
- 確率論的リスク評価(PRA)において大きな影響を持つ共通原因故障(CCF)について、国内原子力発電所の故障を分析してCCFの可能性を判断する手順とその故障率を算出する手法を確立し、使用されている主要機器の評価に適用した[L11018]。

次世代サイクル

六ヶ所再処理工場の竣工、それに続くFBRサイクルの実現に向けて、湿式再処理技術に関わる要素技術の開発と高度化、金属燃料サイクルの要素技術研究を進める。さらに福島第一原子力発電所の滞留水処理技術確立に貢献する。

- 再処理工場のガラス熔融炉における反応の解明に向け、白金族元素を含む高レベル廃液が高温で乾燥・固化し、ガラスに次第に熔融する反応の可視化に成功するとともに、白金族元素等を熔融したガラスの物性(粘性等)変化を明らかにした。
- 要素技術開発成果を基に金属燃料FBRサイクル施設(150万kW級発電所4基相当)の概念設計を行い、同規模の酸化燃料サイクル施設に比べ燃料サイクルコストが十分低く抑えられることを示した[L11009]。
- 乾式再処理のゼオライトカラム技術を活用し、セシウム除染特性や運転支援コードを短期間で整備し(図1)、福島第一原子力発電所の滞留水処理システム構築に貢献した。

原子炉システム安全

シビアアクシデントを含む軽水炉の安全評価における不確かさを低減するために、原子炉の炉心冷却に影響を及ぼす原子炉内二相流に関する検証データを取得し、安全評価の精度を向上できる解析モデルの改良と新たな解析モデルの提案を行う。

- 原子炉内二相流の検証データを実験的に取得するために必要となる気泡の三次元速度分布などを高速で計測・処理できるアルゴリズムを開発した。これにより、気泡の挙動や気泡相互の影響による個々の気泡の速度差を直接的に観測することが可能となる[L11014]。
- 軽水炉炉心の冷却特性等の評価で重要となる二相流の流動遷移(小気泡の様な流れから合体した大気泡流れへの遷移)挙動を明らかにするため、BWRの模擬燃料集合体内の三次元流動計測を行い、流動様相が遷移する条件を明らかにした[L11011]。
- BWRを模擬した流動安定性に関する実験に基づいた検証により、原子炉過渡解析コードTRACEでは低圧における沸騰相関式の改善が必要であることを明らかにした[L11006]。

ヒューマンファクター研究

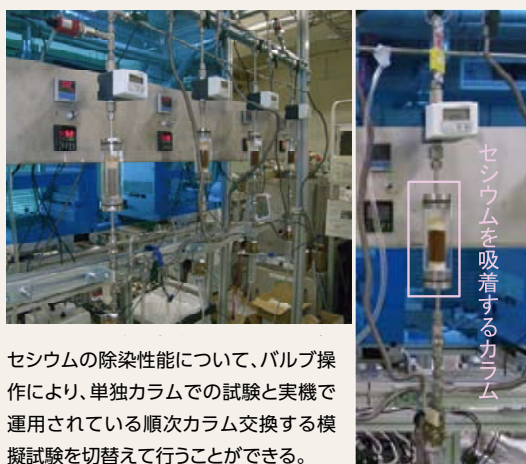
平時のみならず緊急時においてもヒューマンエラーなく適切に行動できる組織の構築に貢献するため、個人やチームの特性を生かしたヒューマンエラーの未然防止方策、安全文化醸成方策などを開発する。

- 不測の事態への対処に優れた組織(高信頼性組織)には、事故対処能力の高さのみでなく、事故未然防止に主眼を置く平時の安全文化の高さの双方が求められることを明らかにし、不測の事態への対処における安全文化醸成の役割を明らかにした [L11015]。
- ルール逸脱の背後にある要因を検討する枠組みに基づく事象分析支援方策を開発した。これによりルール運用の実態に即した対策の立案が可能となる[L11005]。

原子力応用・将来技術

当所の原子力技術開発から生まれた革新的な技術の他分野への応用発展を図る。また、原子力将来技術の技術評価を通じて、技術開発戦略の策定に貢献する。

- 核融合炉開発において、NASAで開発された技術成熟度法により発電実現に要する技術と現有技術のギャップを評価した。また、燃料粒子(水素と核融合生成物(ヘリウム)の密度比を制御するヘリウム濃度制御手法による核融合炉の起動運転方法を開発した。



セシウムの除染性能について、バルブ操作により、単独カラムでの試験と実機で運用されている順次カラム交換する模擬試験を切替えて行うことができる。



図1 福島第一原子力発電所滞留水処理システムを模擬した小型試験装置(左)と開発したコードによる実機の解析結果(右)

当所に設置した小型ゼオライトカラム試験装置でキュリオンメディアによるセシウムの除染特性を調べ、運転条件に応じた実機の性能を右図のように適格に評価することのできるコードを開発した。この成果は、東京電力による運転の解析や最適化に活用されており、発生廃棄物量や作業員被ばく線量の低減に寄与している。

基盤技術課題

地球工学研究所

概要

地球工学研究所は、電力施設に関わる土木技術や自然災害対策、原子燃料サイクルバックエンド事業支援に必要な地圏科学、地震工学、構造工学ならびに流体科学などの基盤的研究を推進している。

課題毎の
概要と
主な成果

地圏科学

電力施設の立地、建設、維持管理に関わる課題解決のため、震源断層モデル、火山噴火規模評価法、地下構造物の安定性評価法、地下水による物質移行評価法を高度化する。

- 大規模噴火の発生可能性評価のために、当所が行ってきた噴出物データに基づくマグマ粘性評価を国外事例にまで拡張し、噴火の可能性が非常に低くなる“噴火能力のあるマグマの粘性の上限”を噴火実績に基づき明らかにした[N11020]。
- 2011年東北地方太平洋沖地震により誘発され、従来活動しないと考えられていた正断層型の地震が多発した。その代表的な地域である阿武隈南部において余震観測を実施し、震源分布による3次元的な断層形状と震源域のP波速度構造、およびそれらと地質構造、活断層、応力場との関係を明らかにした[N11048](図1)。

地震工学

電力施設の耐震性評価に必要な地震・地震動評価技術ならびに耐震免震設計技術を高度化するとともに、電気事業の戦略的維持管理計画に関わる災害リスク評価技術の基礎を築く。

- 大型構造物の構造健全性をリアルタイムで診断するための常時微動データ解析について、従来法の1/4のデータ長でも同精度で安定して結果を得られる高速解法を開発し、実大実験建物に適用して固有モード同定結果の妥当性を確認した[N11039]。
- 2011年東北地方太平洋沖地震の強震観測記録に基づく震源の逆解析によって、到達時間が大きく異なる二つの大加速度波群を合理的に解釈するための複雑な震源破壊過程を明らかにした[N11058]。

構造工学

鋼・コンクリート構造物の安全性・信頼性の確保と寿命延伸に寄与するため、不確定な地震・風・雪等の自然外力や、塩害・凍害・温度変化などの環境作用による経年変化を反映した構造性能評価法を開発する。

- 鉄筋コンクリート製(RC)地中構造物を対象として、残留曲げひび割れ幅による部材の地震時最大変形量推定手法、鉄筋腐食進行の予測手法を構築した。また、ひび割れ箇所のエポキシ樹脂補修による耐久性回復効果を明らかにした。これらの成果は、地震を受けた火力・原子力発電所RC地中構造物の健全性評価・対策に活用できる(本研究は電力共通研究の一部として実施した)[N11005][N11006][N11010][N11013][N11045]。
- 自然環境下における送電用鉄塔の実挙動を把握するため、高さ142mのUHV鉄塔を対象に動態観測を実施し、限定的な低風速範囲(4~5m/s近傍)においてカルマン渦による部材振動が生じることを明らかにした。

流体科学

強風・豪雪・津波・火山噴火などに伴う流体现象が電力設備等に与える影響を評価し、自然災害に対する軽減策を確立する。また、水力・太陽光・風力発電での流体関連の基盤技術を向上する。

■ 送電線での着雪シミュレーション解析コード SNOVALを開発し、ギャロッピングや重着雪の予測精度の向上・対策方法の適正化に繋がる解析技術を構築した[N11016]。

■ 市街地での強風を対象とした数値流体解析によって、建物による風速低減効果・範囲を明らかにし、配電設備に対する合理的な耐風設計が可能となった[N11052]。

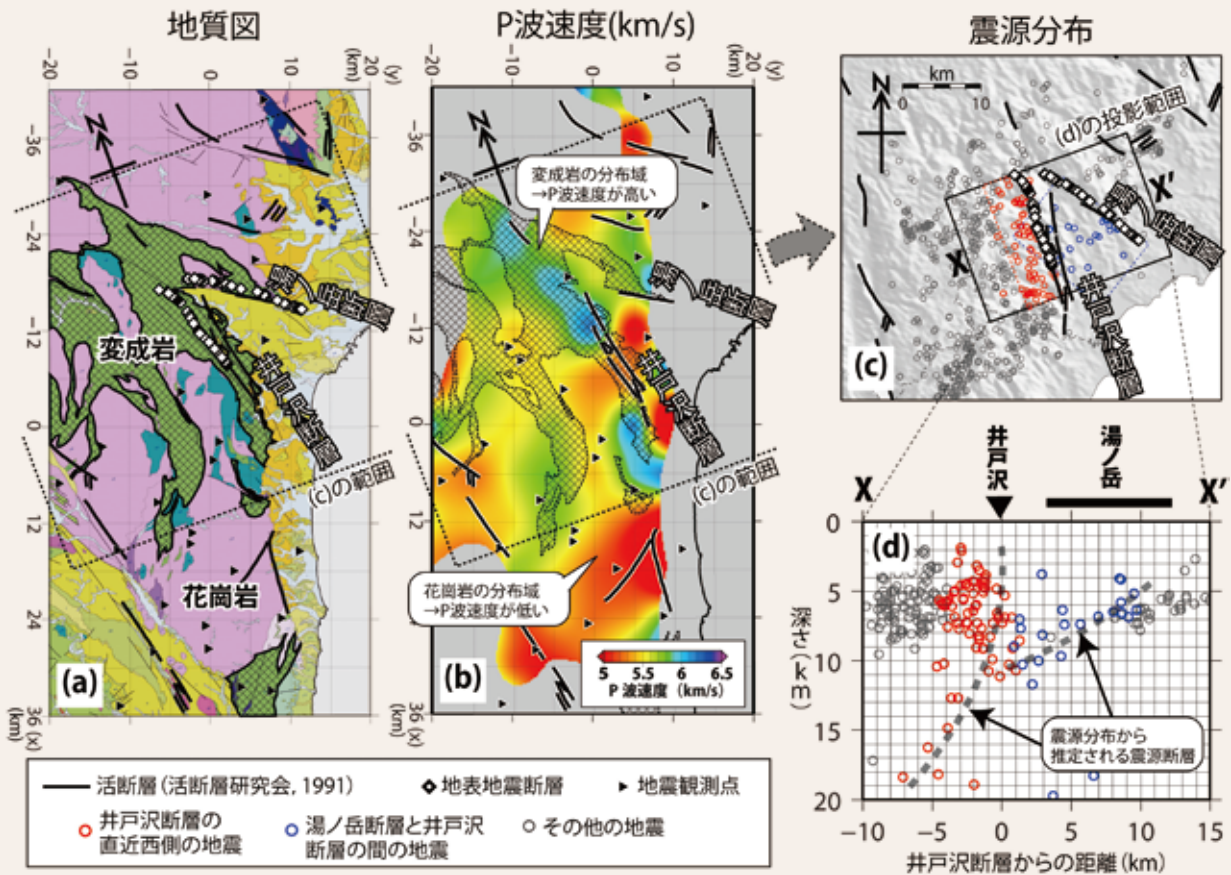


図1 阿武隈南部の地質分布と臨時微小地震観測による震源域の特徴

(a)地質分布。(b)海拔0mでのP波速度分布。(c)震央分布。(d)震源分布の深度断面。P波速度の高速度域は変成岩類、低速度域は花崗岩に対応しており、誘発地震は地質構造に規制されて発生している。福島県浜通りの地震(M7.0)で地表地震断層が出現した井戸沢断層と湯ノ岳断層の震源断層は、前者が高角、後者が低角で西に傾斜し、深さ10km以深ではひとつの震源断層に取れんしていることが明らかになった。

基盤技術課題

環境科学研究所

概要

環境科学研究所は、電力施設の円滑な立地や運用、低炭素社会の構築、さらに電気事業に関わる様々な環境リスクの軽減に向けて、大気・海洋・水域・生物・化学・バイオテクノロジーなどに関わる基盤的研究を推進している。

課題毎の
概要と
主な成果

大気・海洋環境

地球温暖化や都市大気問題に対応するため、大気・海洋環境の調査・予測・評価技術を開発する。

- 全国的に濃度が上昇傾向にある光化学オキシダントの起源を解明するため、その主要成分であるオゾンの濃度に及ぼす国内外で発生した原因物質の寄与をモデル解析により明らかにした[V11053]。
- 省エネルギー都市の設計を支援するため、都市の温熱・風環境を再現できる数値モデルを開発し、実市街の野外観測結果との比較からその適用性を明らかにした[V11016]。

水域環境

水力発電所に関連した河川・貯水池の水環境問題や、火力、原子力等の臨海発電所に関連した沿岸の環境問題の解決に向け、調査・予測・評価技術を開発する。

- 水力発電ダムの維持・管理を支援するため、ダムの規模や立地条件による堆砂の要因を明らかにし、衛星データを用いたダム堆砂量推定手法を開発した[V11039]。
- 臨海発電所の取放水設備に影響を及ぼす海岸砂浜の侵食・堆積状況を低コスト・低メンテナンス頻度でモニタリングできる海浜カメラ観測システムを開発し、発電所前面海域で実証した[V11040]。

生物環境

電力設備の保守省力化や環境対策に貢献するため、汚損生物および鳥獣電気事故対策技術、生態系影響評価手法などを開発する。

- 臨海発電所の安定運用を支援するため、発電所取水路に流入するフジツボ等の付着生物幼生やミズクラゲ群集を、それぞれ遺伝情報や超音波などで定量評価する技術を開発した[V11031][V11012]。
- 水力発電ダムの運用に伴う排砂が沿岸環境に及ぼす影響を評価するため、排砂に由来する懸濁物質が魚類の生存、海藻類の成長などに与える影響を明らかにした[V03][V11020]。

環境リスク評価

電気事業における環境リスク管理を支援するため、化学物質や電磁界に係る環境リスク評価・管理手法を開発するとともに、排水計測技術や廃棄物有効利用技術を開発する。

- 石炭火力発電所の脱硫排水に含まれるセレンを適切に管理するため、排水のセレン濃度を自動計測するセレンモニターを開発し、発電所で実証した[V11044](図1)。
- ヒトを含む動物細胞および実験動物(ラット)を用いた曝露実験により、家電製品等から発生する中間周波磁界には、発がんに至る遺伝毒性や、着床前期および器官形成期の発生毒性は認められないことを明らかにした[V04]。

バイオテクノロジー

廃棄物の削減・再資源化や排水処理のための微生物関連技術、および省エネルギー環境の創造・再生可能エネルギー利用のための植物関連技術を開発する。

- 石炭火力発電所のセレン排水処理費用の低減を目指し、従来法に比べ安価な当所の生物的セレン処理法が実排水の処理に有効であることを実験室規模で実証した[V11059]。
- 水銀の排出を適正に管理するため、試料の簡易前処理法とマイクロバイオセンサーを組み合わせた実用的な水銀分析法を開発した[V11045]。
- 植物工場でのヒートポンプ利用による省エネルギーに資するため、ヒートポンプによる植物工場内の温熱空気環境の調整状況を実測し、気流や温度分布の解析手法を提案した[V11017][V11018]。

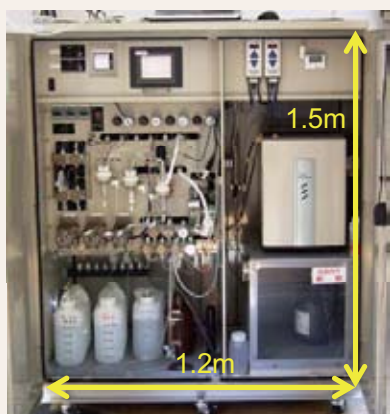
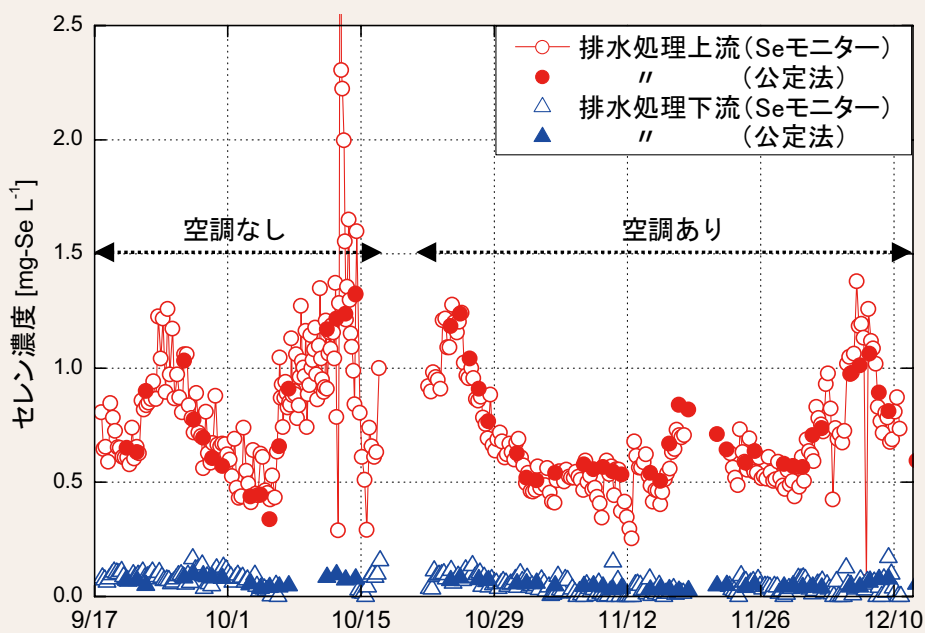


図1 開発したセレンモニターと発電所脱硫排水処理施設での実測結果

本モニターでは、排水中のセレンをセレン化水素に還元気化した後に、市販のガスセンサーで測定するため、公定法に比べ測定時間が短く、また、連続自動計測が可能である(左図)。石炭火力発電所の脱硫排水処理水を対象に3ヶ月間にわたる実証試験を実施した(上図)。9月17日～10月21日におけるモニター測定値(○、△)の著しい変動は、昼夜間の室温変動に起因する。測定室の空調を稼働したところ、モニター測定値は安定し、公定法による測定値(●、▲)とほぼ一致する結果が得られた。

基盤技術課題

電力技術研究所

概要

電力技術研究所は、絶縁・耐雷・大電流技術などの電力流通設備の基盤的技術の維持発展に取り組みとともに、次世代の電力機器開発、レーザーやアークプラズマの応用、パワーエレクトロニクス技術などの新しい電力技術に関する基礎・基盤的研究も推進している。

課題毎の 概要と 主な成果

高電圧・絶縁

電力機器の高経年化に伴う各種絶縁材料の劣化機構解明、送電線の外部絶縁技術の高度化、高電圧計測精度の向上、ならびに次世代機器の絶縁材料の評価・開発を行う。

■ 光と電波の中間領域の電磁波であるテラヘルツ波を用いた非破壊計測技術により、不透明な塗膜下で進行する鋼材の錆を2次元的に検出した。また、

計測結果をもとに塗膜と錆の厚さを推定できることを明らかにした[H11002]。

雷・電磁環境

情報通信技術 (ICT) 社会における電力システムの合理的雷害対策・絶縁協調技術を開発する。また、電力流通設備・需要家設備の電磁両立性 (EMC) 技術を構築する。

■ 「送電用避雷装置適用ガイド」[H07]および「発変電所および地中送電線の耐雷設計ガイド」[H06]を電力会社と協力して取りまとめた。これにより、既発刊の耐雷設計ガイドと併せて電力流通設備全般にわたり、関連規格を取り込むなどの実用的耐雷設計法を確立した。

■ 配電-需要家-通信系統から構成される低圧配電システムを対象に、雷害に対する接地方式や避雷装置の適用効果を実験的に明らかにするとともに、需要家機器の雷に対する故障度合いと接地方式の関係を明らかにした[H11024]。

高エネルギー

電力機器の内部アーク試験を補完する圧力上昇・伝搬シミュレーション技術を開発する。また、レーザー・光技術を用いた革新的計測技術を開発し、設備診断などへの適用を図る。さらに、放射性廃棄物の減容処理に貢献するため、アークプラズマ溶融処理技術を開発する。

■ 電力ケーブル等が布設されている電線共同溝を対象として、短絡故障時のアーク放電による圧力上昇・伝搬を評価できるシミュレーション技術を構築した[H11034]。実規模短絡試験と本成果の併用により、圧力上昇・伝搬特性を広範囲に検討でき、より良い防災対策の構築やその評価に貢献できる。

■ レーザーブレイクダウン分光法を用いて、塩害を対象にコンクリート構造物の劣化指標となる複数の元素濃度分布を同時にかつ短時間で非接触計測できる手法を開発した(図1)[H11012]。

■ 溶融固化体の放射能評価に重要なコバルトに関して、原子炉廃止措置等で発生が予想されるニッケル含有金属のプラズマ溶融処理時におけるその挙動を実験および提案した推定モデルを用いて明らかにした[H11021]。

電力応用

次世代電力需給基盤構築に関わる技術として、電気自動車(EV)の次世代充電技術などのパワーエレクトロニクス応用技術や電力系統瞬時値解析技術などを開発する。

- 次世代のEV充電技術として、モータ駆動用インバータを併用する高速交流充電法を提案し、30kW級の装置を試作・基本動作を確認した [H11011]。
- 電力系統瞬時値解析プログラム(XTAP)に関し、アルゴリズムの改良により今回検討したケースにおいては最大で4.8倍の計算速度向上を実現した [H11009]。また、これまで困難であった短距離地中ケーブルの線路定数測定を精度良く実施

できる手法を新たに考案し、XTAPを用いた線路定数計算プログラムによる解析値と実測値が良く一致することを確認した [H11006]。

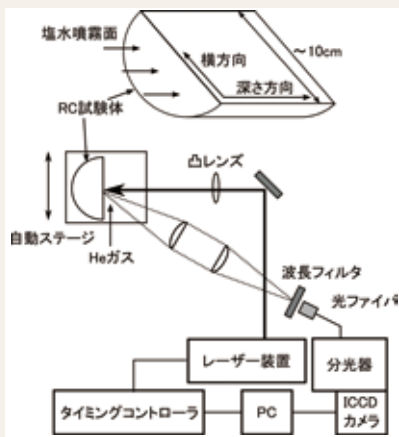
- 太陽光発電やEVが配電線に局部的に大量に導入された際の低圧系電圧制御法として μ STATCOM(分散型無効電力補償装置)を考案し、装置の試作・基本動作確認を行うとともに [H11029]、それを用いた電圧調整手法を提案した [H11030]。

大電流技術

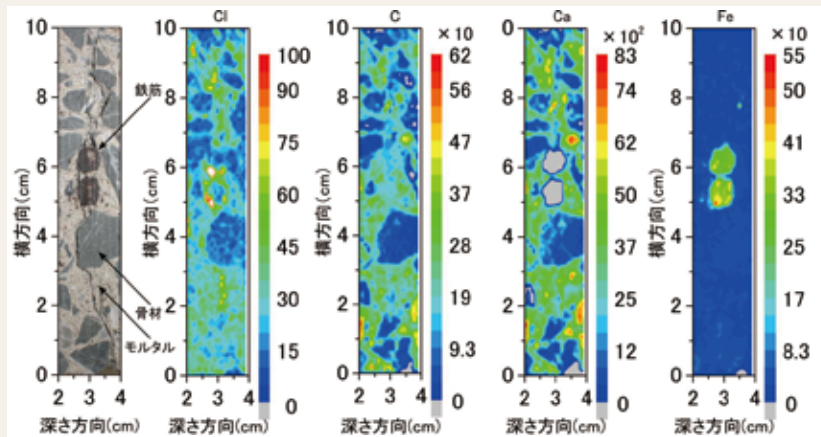
高機能化する電力機器の事故時の性能を的確に評価するための短絡試験技術を高度化するとともに、交流大電流計測技術を確立し標準化を図る。

- 国際短絡試験機構(STL)に協力し、短絡試験時の電流計測の高精度化を図るため世界規模で実施している大電流計測用分流器の巡回試験で使用

する基準分流器2台(アジア用、ヨーロッパ用)を比較し、基準器として良好な性能であることを明らかにした。



(a) 実験配置図



(b) 元素の発光強度の2次元分布

図1 レーザーブレイクダウン分光法を用いた塩水を噴霧したコンクリート構造物の試験体断面の計測結果(断面における、塩素、炭素、カルシウム、鉄の濃度を示す発光強度の分布)

塩水噴霧面(深さ0cm)から侵入した塩素の発光強度が、鉄筋の周囲で高くなっており、鉄筋の腐食の原因が塩素であることが分かった。本図を得るのに要した時間は40分程度と短時間であった。

エネルギー技術研究所

概要

エネルギー技術研究所は、火力発電に関わる技術開発や需要家側での高度熱利用システム・機器開発等を通じ、電力や熱を「上手に作り・使う」社会への貢献を目指している。

課題毎の 概要と 主な成果

高効率発電

火力プラントの一層の効率向上および運用性の向上を図るため、ガスタービン高温部品の温度場解析・管理技術の開発、新種液体燃料の燃焼・評価技術の開発等を行う。

- ガスタービン動翼の膜冷却性能向上に向けて、内部冷却の効果を促進するために流路壁面に設けるリップの配置や、膜冷却孔の形状等の工夫により、膜冷却効率の向上および膜冷却面の熱伝達率を低減できる可能性があることを、風洞実験を通じて明らかにした [M11002] [M11006]。
- ガスタービン動翼の温度推定に必要となる遮熱コーティング (TBC) の熱抵抗について、TBC表面をレーザー加熱した際の温度変化から、非破壊で簡便に評価できる手法を確立した [M11009]。

燃料高度利用

火力発電用エネルギー資源の拡大と環境保全性の維持向上に向け、燃料種の確保、排ガス中微量物質の計測技術の確立を進める。また、排ガスに含まれる揮発性有機化合物 (VOC) について触媒分解技術の実用化を進める。

- 液化DME (ジメチルエーテル) を用いた微細藻類からの油分回収に関して、従来技術に比べ、省エネルギー性に優れる燃料油抽出プロセスが実現できる見通しを得た。
- 石炭燃焼排ガスに含まれるガス状ホウ素、ガス状セレンの吸収液を用いた濃度測定法を開発し、ホウ素についてはJISに、セレンについてはISOに規格として提案した。
- 印刷、塗装工程のVOC処理における触媒被毒成分 (有機シリコン) に対して、当所開発のセリア触媒が優れた耐久性を有することを明らかにした [M11008]。

ヒートポンプ・蓄熱

ヒートポンプ・蓄熱システムの重要な要素技術である熱交換器や産業用ヒートポンプ、さらには、各種ヒートポンプの性能評価試験方法に関し、最新の動向を調査・分析する。

- 産業用の動向としては、蒸気ボイラ代替として、温水循環加温式や蒸気製造ヒートポンプの開発・商品化が進んでいる。ただし、高GWP (地球温暖化係数) 冷媒が利用されており、今後、低GWP冷媒利用機器の開発が必要であることが分かった。

エネルギー変換

需要側での省エネルギーと発電側での運用性の向上ならびに超高効率化の実現に向けて、熱効率評価技術、燃料電池や高度材料分析等に関連する基盤技術の開発を行う。

課題毎の
概要と
主な成果

■工場等の排熱や温泉熱等の未利用エネルギーを発電に活用するシステムの熱効率解析を容易に行うため、当所の「発電システム熱効率解析汎用プログラム (EnergyWin)」に低沸点媒体の熱物性ライブラリを組み込んだソフトウェアを開発した[M11007]。

■石炭等に含まれる種々の微量物質の化学形態の特定や挙動解明を行うため、SPring-8を利用したX線吸収端微細構造分析手法を高度化し、従来より極微量な物質の化学形態変化を、より短い数分程度で分析することが可能となった[M11012]。

熱流体・反応数値解析

微粉炭ボイラ、ガス化炉、ガスタービン等、火力機器の性能評価や運転最適化に資するため、様々な熱流体・反応数値解析技術を統合・高度化し、火力発電分野の汎用シミュレーション技術確立する。

■ガスタービン翼面膜冷却技術の高度化を図るため、Large Eddy Simulation (LES)法による高精度非定常数値解析を行い、翼面冷却孔周辺の非定常渦構造を解明する(図1)とともに、渦の制御による膜冷却効率向上に向けた開発方針を明らかにした [M11010]。

を捉えることが可能な新たな熱分解モデルを開発した[M11018]。さらに、熱分解等で生成したチャー燃焼を模擬できる新たな反応モデルも開発した[M11011]。

■石炭熱分解過程において、初期熱分解と二次気相分解によるタールの生成や分解・重合などの挙動

■脱硝触媒流路内において、触媒表面への灰粒子付着による脱硝反応劣化現象を把握できる新たな脱硝触媒反応モデルを開発した。

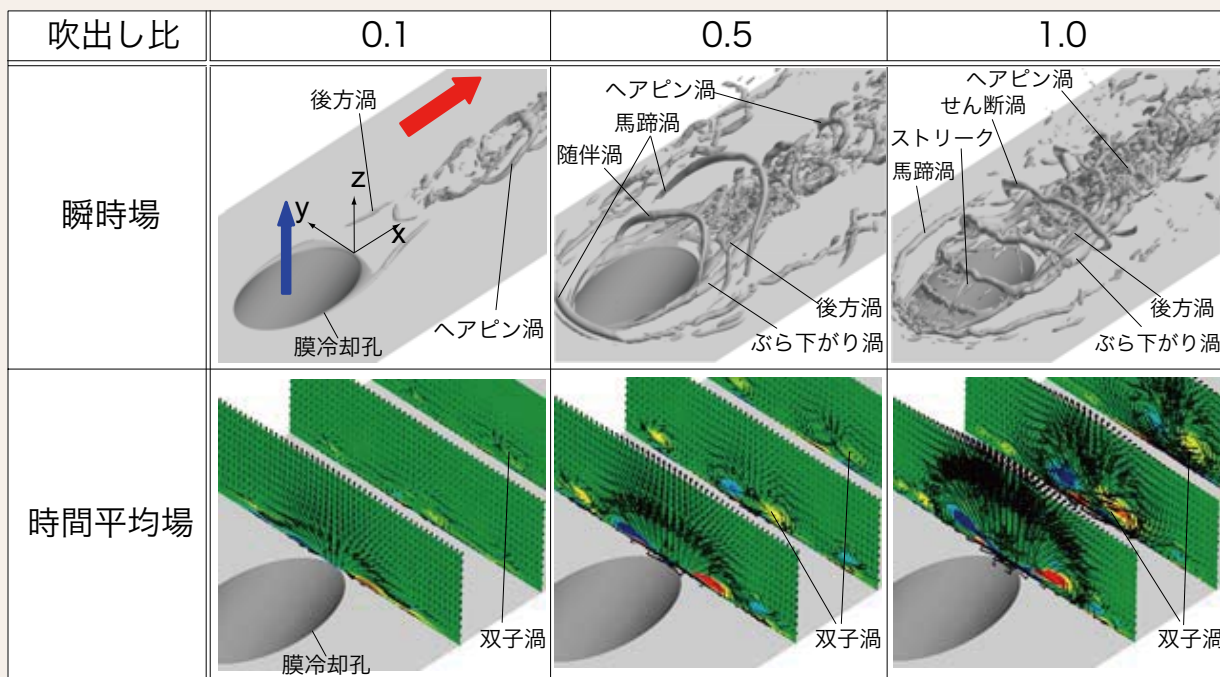


図1 冷却孔出口に発達する非定常渦構造

冷却空気の吹き出し条件によって、冷却性能を低下させる要因となる渦構造が変化するため、この渦構造の変化に応じた適切な渦制御を行う必要がある。(瞬時場 青:冷却空気吹出方向、赤:ガス主流方向)、(時間平均場 線:速度ベクトル、色:主方向渦場)

基盤技術課題

材料科学研究所

概要

材料科学研究所は、発電プラントの現場適用技術から、自然エネルギー利用技術、省エネのための新材料開発、等の基盤技術開発を実施し、電力の安定供給および低炭素社会の構築に貢献することを目指している。

課題毎の
概要と
主な成果

原子力材料

軽水炉冷却水の管理／処理および材料腐食に及ぼす環境影響評価に係る基盤技術力を向上させ、被ばく低減と材料健全性確保の観点から軽水炉プラントの現場支援を行う。

- 福島第一原子力発電所で実施された海水注入が金属材料の腐食に及ぼす影響を実験および有識者による検討会で評価し、燃料プールの腐食対策を提示した。
- PWR一次冷却系の停止時を模擬した環境では、通常運転時での垂鉛注入の有無は、蒸気発生器伝熱管に付着した腐食生成物から溶け出す金属の成分および量に影響しないことを明らかにした [Q11407]。

- 炉内電位測定用参照電極として、Ni/NiO型電極は電位がNi/NiO比に依らない有力候補材であることを見出すとともに、試作した一体型電極を用いて、理論とほぼ同等なpH応答が得られた [Q11016]。

火力材料

構造材料の耐環境性・健全性評価技術の確立により火力発電の効率向上に貢献するとともに、革新的な非破壊検査技術の適用により発電設備の運用信頼性向上に寄与する。

- バイオマス混焼を想定して塩化水素を添加した環境中で火力ボイラ管材の腐食試験を行い、腐食に及ぼす塩化物の影響の有無を確認した [Q11001]。
- 高温発電プラントの構造材料である改良9Cr鋼について、実機条件下で考えられる幅広い多軸応力下での破壊特性を統一的に表現できる評価手法を新たに開発した [Q11012]。

- LNG燃料供給機器のうち、オープンラック式気化器で懸念される疲労き裂について、超音波フェーズドアレイ法による非破壊検査が可能であることを明らかにし、これにより同設備の運用信頼性を向上させた (図1)。

エネルギー変換・貯蔵材料

太陽光発電 (PV) の大量導入に向けた屋外発電特性評価技術の開発、SOFCの高効率化に向けた材料研究等、新・省エネルギーに関する材料／評価技術の開発を進める。

- PVの電力系統への大量連系時の系統安定運用にむけて、PV出力把握に必要な日射空間補間等の要素技術を整備・統合した地域PV出力把握手法を提案した [Q11013]。

- 平板形SOFCセルの電圧低下要因の把握のため、開回路状態で交流インピーダンス法を適用し、セル抵抗を4種類の成分に分離して、その値を見積もることができた。さらに得られたセル内ガス成分変化に起因する抵抗と計算値の比較により、測定値の妥当性を検証した [Q11010]。

先進機能材料

革新的な機能をもつ超伝導材料や有機材料の創出を目的として、基礎物性制御と結晶成長技術を駆使して、次世代の電子機能材料を開発する。

- Fe(Se,Te)系超伝導体薄膜成長において、フッ化物基板の酸化物基板に対する優位性を明らかにし、それを元に汎用の基板材料選定のためのフローチャートを作成した。
- 資源確保に対する制約がないイオン液体と有機発光ポリマーを用いて、簡易な塗布方法で製造できる、低電圧駆動が可能で応答速度が速い次世代有機発光デバイスの試作に成功した(図2)。

PD制度に関する非破壊検査の高度化

原子力発電所の非破壊検査技術の信頼性向上に資するため、超音波による再循環系配管溶接継手の応力腐食割れ深さ測定に関する性能実証(PD)試験結果の統計分析を行う。

- 過去のPD試験全合格者の測定誤差は平均値が0.32mm、標準偏差が1.93mmであるのに対し、至近3年間の標準偏差は1.80mmとなり、技量向上が示唆された。

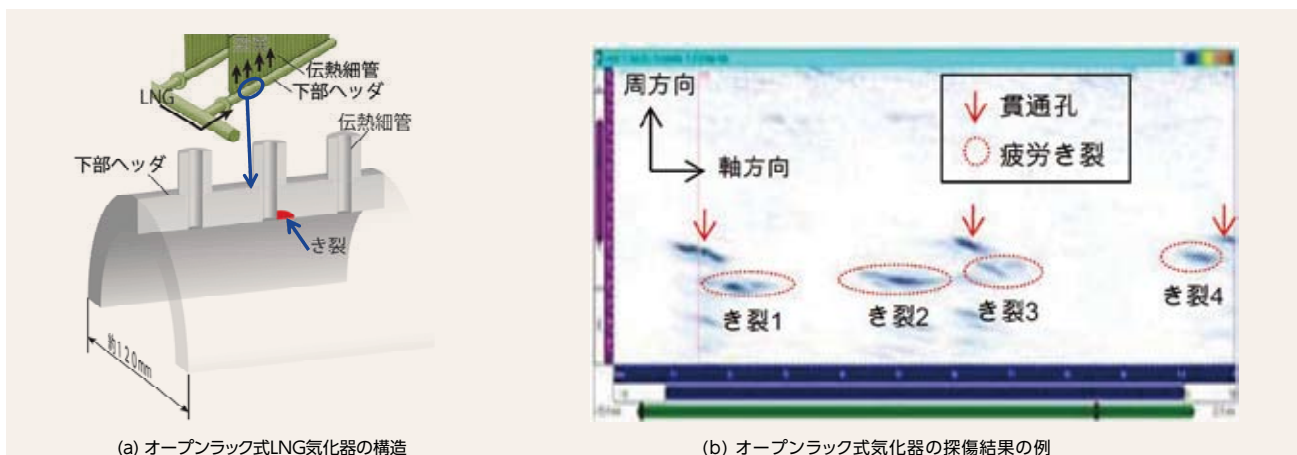


図1 オープンラック式LNG気化器の疲労き裂とその探傷結果の例

超音波フェーズドアレイ法により、オープンラック気化器実機下部ヘッダの伝熱細管付け根部にある疲労き裂を高精度に検出できることを明らかにした。



図2 イオン液体と有機発光ポリマーで構成した有機発光デバイスの試作

約3Vの電圧を印加すると、中央のマークが発光して浮かび上がる。応答速度も速く、耐久性も期待できる。

3. 主要な新規研究設備

実送電用鉄塔の動態観測システム

設置目的

我が国の送電用鉄塔は常に厳しい自然環境下に設置されているため、長期的には経年とともに構成部材の疲労やボルト緩み、腐食による減肉などの劣化が懸念されている。当所では、東京電力の協力のもと、風、地震、着氷雪など

を含む様々な環境下での荷重と応力などの応答の関係や、それによる送電用鉄塔の動態を明らかにすることを目的に、常時観測可能な本システムを設置した。

概要・特徴

「実送電用鉄塔の動態観測システム」は、風向・風速計、気温・気圧・湿度計、地震計などによる作用情報と、電線張力計、部材軸力計、加速度等の応答情報を同時に取得可能であり、主として、①風や地震に対する鉄塔全体挙動、②風と着氷雪による電線ギャロッピング発生時の腕金等の応答特性、③微風時の部材振動の発生現象、の把握に着目してセンサー配置を行っ

ている。また、高速サンプリング(サンプリング間隔100Hz)での連続計測を基本とし、時系列データ、統計情報(10分間平均値、標準偏差、最大値、応力振幅頻度など)、ITVカメラ映像が収録されるシステムとなっている。このほか、我孫子地区からのリアルタイムでの常時監視、統計処理結果の取得、カメラ制御が可能である。

主な仕様

下記の計測センサー(総計102ch)、ITVカメラ3台および収録・表示装置で構成。

- (1) 加速度計: 第1、10、15パネル(水平2成分)、第16パネル(鉛直1成分)、第16パネル裏打材(4部材、それぞれ3成分)、地表(地震計、3成分)
- (2) 軸力計(ひずみ): 第4、7、16パネル(主柱材4、腹材8部材)、C2腕金(吊材6、主材4部材)
- (3) 3軸ひずみ計: C2腕金吊材接合部、第16パネル裏打ち材接合部、第16パネル対辺材接合部

- (4) 風向・風速計: 第1、10パネル(ベーン型、2成分)、第16パネル(超音波型、3成分)
- (5) 気象観測装置: 気温(第6パネル、地上)、湿度(地上)、気圧(地上)、降水量(第6パネル)
- (6) 電線張力計・振れ角計: C2腕金(振れ角は鉛直、水平の2成分)
- (7) 画像: 若番側電線、老番側電線および部材振動監視用、計3台
- (8) 収録・表示装置、我孫子地区内監視装置

【設置場所・時期・所管研究所】

東京電力管内・2011年4月・地球工学研究所



写真1 動態観測システムの概観

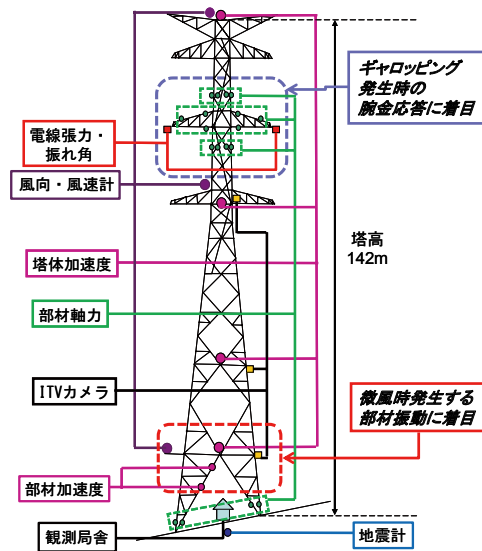


図1 計測センサーの配置

炭酸ガス除去雰囲気エアタイトルーム

設置目的

放射性廃棄物処分施設のうち、低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分では、人工バリアの一つであるセメント系材料を用い、放射性核種の低拡散性と収着性を期待する施設設計が検討されている。その中で特に、セメント系材料の長期健全性評価が重要な課題となっている。

高いアルカリ性を示すセメント系材料は、大気中に含まれる400ppm弱の炭酸ガス(CO₂)と容易に反応し、表面から内部へと徐々に変質する。このため、セメント系材料の水和反応、低拡散性、収着性の評価や高温負荷や地下水に

よる変質現象の解明等においては、比較的短期にセメント系材料の変質を引き起こすCO₂といった攪乱因子を除外する必要がある。従来、この種の試験は雰囲気制御型グローブボックス内での実施が通例であった。しかしながら、セメント系材料の長期健全性評価に関わる試験では、様々な温度条件ならびに、より大型かつ多量のサンプル試験の実施が必要となる。このようなことから、試験作業におけるハンドリング性向上を目的として、CO₂を極力除去した雰囲気に制御可能な高気密室を設置した。

概要・特徴

「炭酸ガス除去雰囲気エアタイトルーム」は、低濃度CO₂発生装置および高気密恒温恒湿室で構成され、低濃度CO₂発生装置によってCO₂を10ppm以下まで除去精製された乾燥空気を、温湿度調整後、高気密恒温恒湿室に送気するシステムとなっている。CO₂濃度

を低減した高気密恒温恒湿室内では、セメント系材料の拡散係数測定試験や、同室内に設置された温湿度制御チャンバーにおけるセメント系材料の長期高温負荷試験等が実施可能である。

主な仕様

(1) 低濃度CO₂発生装置

- ・主な仕様: 精製空気量最大100m³/h、精製CO₂濃度10ppm以下(出口濃度)
- ・主な設備: CO₂除去装置、コンプレッサー、空気タンク、活性炭槽、CO₂濃度センサー

(2) 高気密恒温恒湿室

- ・主な仕様: 温度20±2℃、相対湿度60±5%、幅11m×奥行き7.4m×高さ2.6m
- ・主な設備: 前室、空調機、温調ヒーター、加湿器、温湿度センサー

【設置場所・時期・所管研究所】

我孫子地区・2011年5月・地球工学研究所



写真1 高気密恒温恒湿室および制御・モニタリング装置の外観



写真2 低濃度CO₂発生装置の外観

ヒトiPS細胞分析装置

設置目的

電磁界の健康影響に関する問題は、電気事業にとって電力の安定供給(商用周波磁界)や安全・安心な電化社会の推進(中間周波磁界)を図る上で重要な経営リスクの一つであり、社会からも大きな関心が寄せられている。当所では、本問題に関して残された重要な研究課題である、①商用周波磁界の小児白血病への影響に関する科学的解明、および②中間周波磁界による刺激作用の解明、に取り組んでいる。当該研究では、上記課題解明の障害となっていた諸問題を解決するため、新たに、

万能細胞の一つであるヒトiPS細胞から作製したヒト正常細胞(神経細胞や心筋細胞など)や、マウス内にヒトの細胞ネットワークを再現させたヒト化マウスを用いた影響評価を行うことを計画している。本設備は、上記の実施に際し不可欠な、ヒトiPS細胞から目的細胞を作製する際に細胞の解析や回収に用いる「細胞分離装置」および、作製したヒト神経細胞や心筋細胞の活動をリアルタイムに計測し、磁界の影響評価に用いる「電気シグナル計測システム」などから構成される。

概要・特徴

「細胞分離装置」は、主にセルソーターにより構成され、蛍光色素で標識した細胞を1秒間に数万個の速度でリアルタイムに解析することが可能である。更に、細胞集団の中から目的の細胞のみを、生きたまま高精度に回収することが出来る。

「電気シグナル計測システム」では、神経細胞や心筋細胞の活動を、蛍光シグナルの変化や細胞外電位の変化を計測することで、リアルタイムにモニタリングすることが可能である。また、任意の細胞領域に対し、特定の電気刺激を行うことも可能である。

主な仕様

(1)細胞分離装置(写真1)

・主な設備構成

- － FACSAria IIIセルソーター(6レーザー搭載、13カラー検出器)

(2)電気シグナル計測システム(写真2)

・主な設備構成

- － 倒立蛍光顕微鏡
- － 蛍光解析システム(高感度冷却CCDカメラ、イメージングソフトウェアほか)
- － 細胞外電位解析システム(64ch微小電極アレイ、記録解析ソフトウェアほか)
- － 電気刺激システム(アイソレーター、マイクロマニピュレーターほか)

【設置場所・時期・所管研究所】

我孫子地区P2管理区内・2012年3月
・環境科学研究所



写真1 細胞分離装置の外観

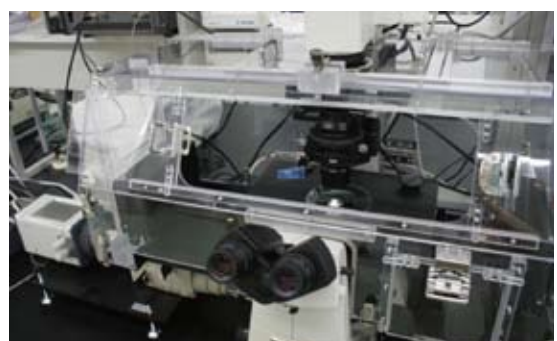


写真2 電気シグナル計測システムの外観

大容量電力短絡試験設備—インパルス電流発生装置

設置目的

大容量電力短絡試験設備では、電力機器・機材の安全性確認や特性評価を行うため、遮断器等の短絡試験や短時間耐電流試験や、がいし装置、ケーブル類、変圧器等の耐アーク試験(直流/交流)および通電試験等を実施している。

インパルス電流発生装置は、それを構成する重要な装置の一つであり、雷インパルス電圧・

電流を発生させ、配電設備の耐雷対策や避雷器の性能検証などの短絡試験時に重畳させることができる。特に、高エネルギー雷撃を模擬した試験の実施に必要な発生可能電流値を増大させるなど性能向上を図るため更新するものである。

概要・特徴

更新するインパルス電流発生装置では、大容量電力短絡試験設備を用いた交流・インパルス重畳試験、および避雷器単体の大電流

インパルス通電試験を実施する。特に、最近の避雷器などの耐雷性能検証に供する、インパルス電流波高値の発生が可能である。

主な仕様

・定格

- ・公称電圧:800kV、最大充電エネルギー:240kJ
- ・インパルス電流波形:(波頭長/波尾長(μ s))
8(\pm 10%) / 20(\pm 10%)
- ・最大インパルス電流: \pm 25kA(定格電圧98kVの避雷器)、 \pm 50kA(定格電圧8.4kVの避雷器)
- ・インパルス電圧波形:(波頭長/波尾長(μ s))
1.2(\pm 30%) / 50(\pm 20%)
- ・最大インパルス電圧: \pm 800kV

【設置場所・時期・所管研究所】

横須賀地区・2011年7月・電力技術研究所

・構造

- ・全天候(屋外設置)型、主コンデンサはギャップ装置と分離して設置
- ・付属測定装置
- ・雷インパルス電圧用抵抗分圧器:1000kV
- ・同軸分流器:200kA

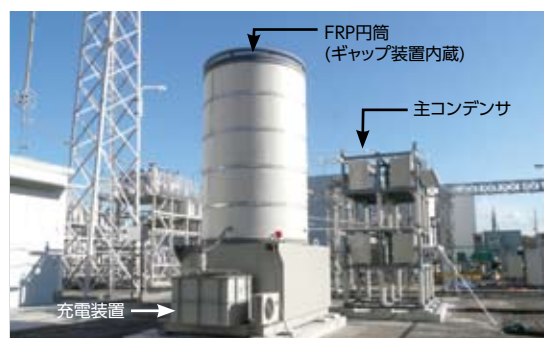


写真 インパルス電流発生装置の外観

小型ゼオライトカラム試験装置

設置目的

東京電力福島第一原子力発電所の事故では、原子炉建屋およびタービン建屋に滞留した約20万 m^3 の放射性汚染水を除染・脱塩し、原子炉の冷却水として再利用することが第一フェーズの最重要課題であった。除染システムの構築にあたっては、汚染水に混入している海塩や油分による、放射性核種の吸着剤であるゼオライトの吸着性能への影響が不明であることに加え、1200 m^3 /日の大容量で処理する必要があったため、これまでに実績のないシス

テムを構築することが急務であった。

そこで、この除染システムの設計・運用に反映することを目的として、様々な種類のゼオライトを装荷できる小型のゼオライトカラムを用いて実体系を模擬できる本試験装置を導入した。また、本試験装置でゼオライトカラムの破過曲線*などの動的特性を把握することにより、実機のセシウム除染挙動を解析予測できるコードを開発することも目的としている。

概要・特徴

- ・単段／複数段の切り替え:実機を模擬する4段のゼオライトカラム試験と解析コードを検証するための単段でのゼオライトカラム試験がいずれも実施可能である。
- ・メリーゴーランドシステム:実機で運用されているカラム交換方法(1段目のカラムが十分にCs等を吸着した際に、このカラムを取り外し、2段目のカラムを1段目とすると同時に、未使

用のカラムを3段目に連結することにより、順次カラムを交換する)をバルブ操作により模擬することが可能である。

- ・長時間の連続試験対応:模擬汚染水中の濃度条件により破過まで24時間以上要する場合もあるため、液送りとサンプラーを自動化し、長時間の連続試験に対応可能である。

主な仕様

(1)カラム

- ・可視性の高い透明アクリル製の円筒型(内径3cmと5cmの2種類)で、取り外しが容易な構造

(2)計測系

- ・カラムの流入口に、流量計(愛知計器OF05ZZWIN)と圧力計(横河電気FP201)を装備

(3)サンプリング

- ・カラムの出口には電磁バルブを取り付け、タイマーにより一定間隔で自動的に溶液を分取し、チューブポンプ(EYELA SMP-23)でオートサンプラー装置(EYELA DC-1500)に送られ、15 cm^3 のバイアルに採取
- ・このサンプリングシステムを3系統に装備しており4つのカラムを連続で試験することが可能



写真 小型ゼオライトカラム試験装置

【設置場所・時期・所管研究所】

狛江地区・2011年5月・原子力技術研究所

* 徐々に吸着飽和に達し、ある経過時間後に、吸着されないまままで漏出し始める。これを破過といい、縦軸に流出濃度、横軸に通水時間をとった曲線を、破過曲線という。

小型ガラス溶融試験装置

設置目的

本装置は、使用済み核燃料の再処理工程から発生する放射能を含む廃液(高レベル廃液)を、化学的に安定なガラスとともに固化させる工程(ガラス固化工程)に関する試験を行うものである。特に、溶融ガラス上面に形成される、固化した廃液および廃棄物と原料ガラスが混在した層(仮焼層)が、除々にガラスの中に取り込まれる現象を観察することを

目的とする。仮焼層の状態はガラス固化体の製造速度や性状に大きく影響するため、ガラスの溶融速度や温度の制御等が仮焼層の状態に与える効果を詳細に把握する。仮焼層を安定に形成させることが、ガラス固化工程において、最も重要であると考えられており、本装置で得られる成果は、今後の再処理工場の運転に役立てられる。

概要・特徴

本装置は、高レベル廃液をガラス固化するためのガラス溶融炉内で、仮焼層における各種反応挙動の解明に係るデータ取得を目的とし、実験室規模での連続供給式の小型ガラス溶融炉を中心に構成される。

炉体は実機と同じレンガ製とし、ガラスへ直接

電気を通電することにより加熱するジュール加熱方式を採用した。さらに、模擬廃液とガラス原料を同時に供給し、溶融ガラス上面で仮焼層を生成させ、炉を運転した状態で仮焼層をサンプリングできるよう工夫している。

主な仕様

炉形式:液体供給式直接通電ジュール発熱型セラミックメルタ(LFCM)

接液部レンガ材質:Monofrax K-3レンガ

主電極材質:NCF690(または、相当インコネル材)

ケーシング材質:SUS304

溶融表面積:0.0225m²(150mm×150mm)

液面深さ:LLレベル:132mm、HLレベル:150mm
運転温度:溶融ガラス通常温度 約1150℃、最高使用温度 約1,200℃

原料供給:連続供給
ガラス流下:バッチ式

【設置場所・時期・所管研究所】

狛江地区・2012年2月・原子力技術研究所



写真 小型ガラス溶融試験装置

4.活動実績

4.活動実績

当所の2011年度における活動実績を以下に示す。

1 人的資源

2012年3月31日現在、要員は835名で、このうち、研究系が736名、事務系が99名である。研究員の分野別内訳は図1の通りで、幅広い分野にわたって構成されている。また、当所の役職員の博士号取得者は、366名で、内、77%が工学系、10%が理学系である。

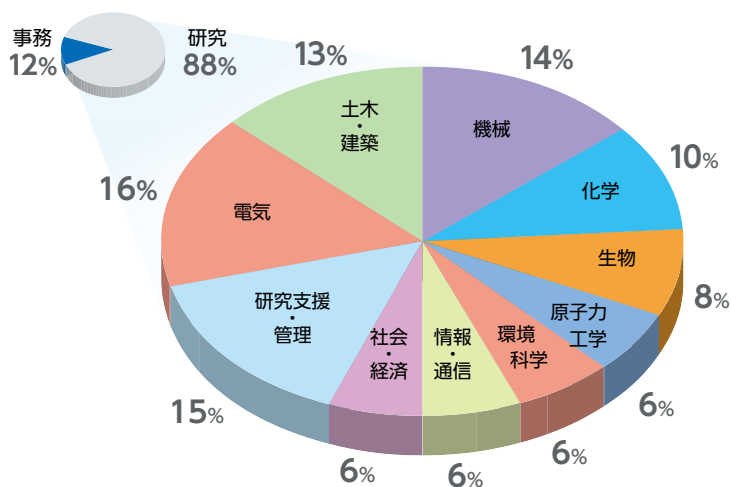


図1 要員分野別内訳

2 研究報告書

合計595件の「電力中央研究所報告」等を取りまとめた。このうち研究報告等464件、電力会社や国からの受託報告が131件である。分野毎の内訳を図2に示す。公開している研究報告等の件名は後述の付表(1)に掲載した。これら研究報告等の本文およびリーフレット*は当所のウェブサイトよりダウンロードできる。

* 本文とリーフレットの公開時期は異なる場合がある。

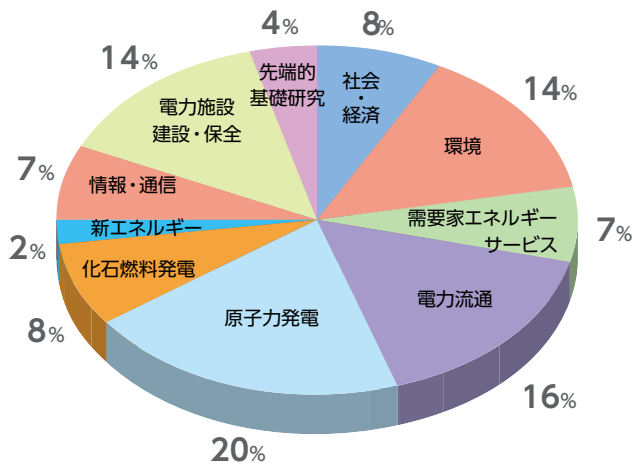


図2 報告書分野別内訳

3 論文発表

合計1,407件の研究論文を学会誌、学術誌、学会大会等にて発表した。うち、査読付き論文は383件である。研究論文全体の分野毎の内訳を図3に示す。論文の件名は当所ウェブサイトの「研究成果／報告書など」の論文データベースに収録している。

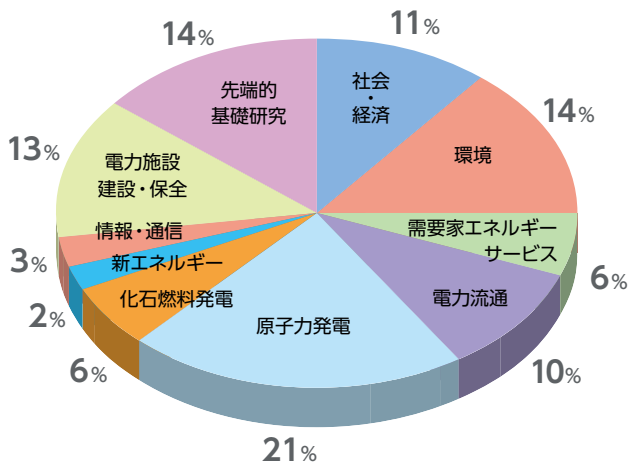


図3 論文分野別内訳

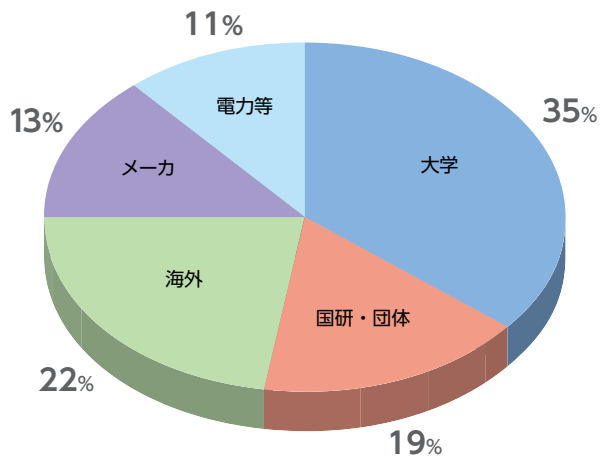


図4 共同研究先分類

4 研究協力・交流

4-1 共同研究

総計192件の共同研究を実施した。共同研究先の内訳は図4に示すように大学が35%、国等の研究所が19%などとなっている。

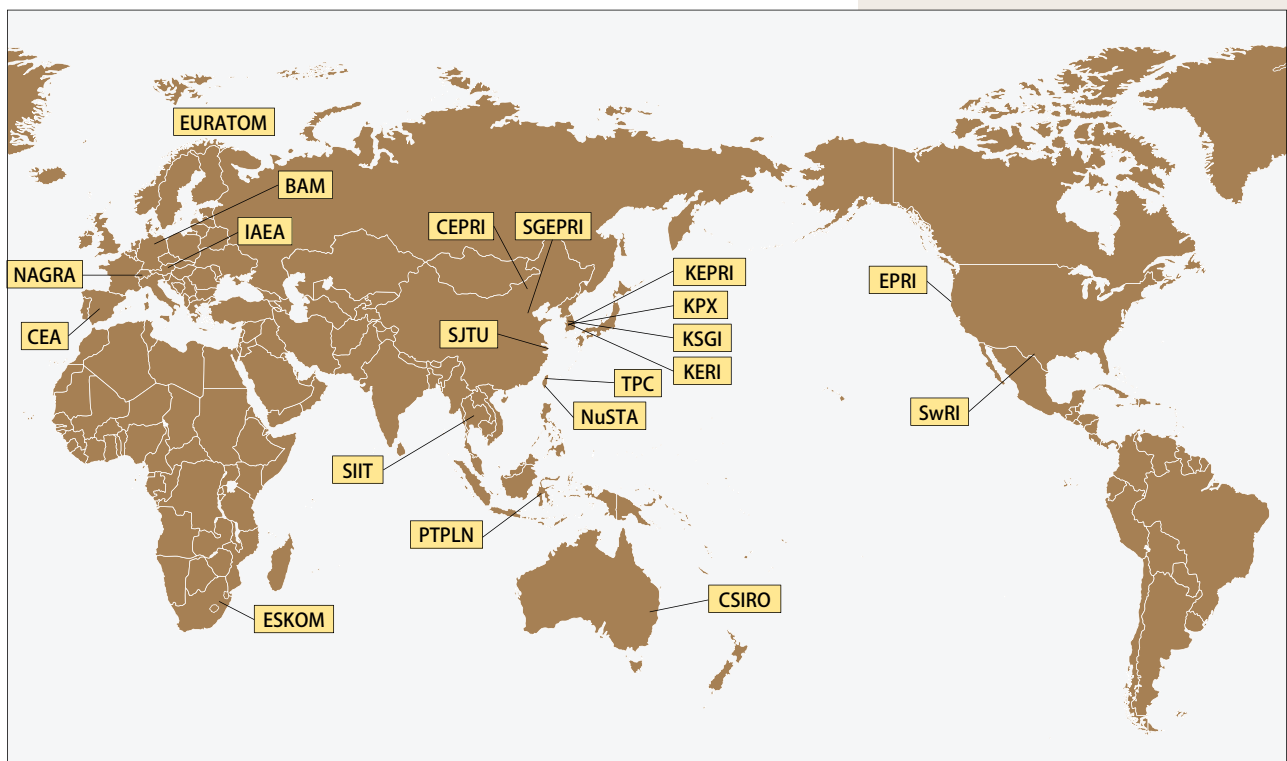


図5 研究協力協定を締結している主な機関

欧州原子力共同体 (EURATOM) は、欧州地区に位置する。

4-2 主な国際協力・交流

海外の研究機関等と共同研究、情報交換および人的交流を進めている。図5 に国際協力協定を締結している主な機関を、表1に主な国際協力・交流先を示す。

4.活動実績 当所の2011年度における活動実績を以下に示す。

表1 主な国際協力・交流先

研究協力協定を締結している主な機関	
アジア	
韓国電力研究院 (KEPRI)	タマサート大学シリントーン国際工科校 (SIIT：タイ)
韓国電気研究院 (KERI)	中国電力科学研究院 (CEPRI)
韓国電力取引所 (KPX)	国網電力科学研究院 (SGEPRI：中国)
韓国スマートグリッド事業団 (KSGI)	上海交通大学 (SJTU：中国)
台湾電力公司 (TPC)	インドネシア国有電力会社 (PT PLN)
台湾核能科技協進会 (NuSTA)	
アメリカ	
米国電力研究所 (EPRI)	サウスウェスト研究所 (SwRI)
ヨーロッパ	
欧州原子力共同体 (EURATOM：EU)	ドイツ連邦材料研究所 (BAM)
スイス放射性廃棄物管理組合 (NAGRA)	国際原子力機関 (IAEA)
フランス原子力庁 (CEA)	
オセアニア	
豪州科学産業研究機構 (CSIRO)	
アフリカ	
南アフリカ電力公社 (ESKOM)	
共同研究を実施している主な機関	
アジア	
台湾電力総合研究所 (TPRI)	ボゴール農科大学 (SBRC：インドネシア)
APEC 気候センター (APCC：韓国)	
アメリカ (近隣国含む)	
イリノイ大学応用地域経済研究所 (REAL)	ニューメキシコ工科大学
米国電力研究所 (EPRI)	米国原子力規制委員会 (USNRC)
アイダホ国立研究所 (INL)	ローレンス・バークレー国立研究所 (LBNL)
米国大気研究センター (NCAR)	カナダ核燃料廃棄物管理機関 (NWMO)
米国大気研究大学連合 (UCAR)	
ヨーロッパ	
フランス原子力庁 (CEA)	アーヘン工科大学 (RWTH：ドイツ)
フランス電力公社 (EDF)	超ウラン元素研究所 (ITU：ドイツ)
フランス放射性廃棄物管理公社 (ANDRA)	カールスルーエ研究所 (FZK/INE：ドイツ)
スウェーデン核燃料廃棄物管理会社 (SKB)	ドイツ原子力サービス (GNS)
Studsvik Nuclear (スウェーデン)	ドイツ連邦材料研究所 (BAM)
フォン・カルマン流体力学研究所 (VKI：ベルギー)	Forschungszentrum Dresden - Rossendorf (FZD：ドイツ)
スイス放射性廃棄物管理共同組合 (NAGRA)	ドイツ連邦経済技術省 (BMWi)
VaasaETT (フィンランド)	ドレスデンライプニッツ個体・材料研究所 (ドイツ)
ポシバ社 (POSIVA：フィンランド)	イエナフリードリッヒ・シラー大学 (ドイツ)
チェコ放射性廃棄物貯蔵庁 (RAWRA)	トリノ工科大学 (イタリア)
ブラチスラバ コメンスキー大学 (スロバキア)	イタリア国立研究評議会
国際原子力機関 (IAEA：オーストリア)	トウェンテ大学 (オランダ)
オセアニア	
ジオダイナミクス社	ゼロジェン (ZeroGen Pty Ltd)
カーティン技術大学	
その他 (複数機関が関与しているもの)	
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)	

5 研究発表会等

以下の研究発表会を開催した。

●電力中央研究所 震災対応報告会

「原子力災害からの復旧・復興支援活動について」

2011年11月10日 東京(イイノホール)

●エネルギー・環境セミナー

2011年 11月26日 大阪市 大阪市立総合生涯学習センター

2012年 1月21日 横浜市 神奈川県立地球市民かながわプラザ(あーすぷらざ)

6 産業財産権

特許登録は170件、出願は計97件であった。特許・ノウハウの新規の実施許諾件数*は11件であった。

7 ソフトウェア

当所では著作権管理のためのソフトウェア登録制度を設けている。また、これらのソフトウェアについては電気事業者やその他の営利企業、大学などの

要請に応じて使用許諾を実施している。新規の登録と使用許諾は、それぞれ92件および299件(716本)であった。

8 その他

当所あるいは当所の役職員が執筆・編集した主な出版物は5件、当所役職員が受けた主な外部表彰は49件(延べ67名)で、それぞれ付表(2)および(3)に示す。また、当所の公刊物の一覧を付表(4)に示す。

一般からも検索できる情報サービスとして、

平成7年度より本格運用を行っているインターネット上の電中研ホームページを引き続き運用した。当「電中研World Wide Webインフォメーションサービス(<http://criepi.denken.or.jp/>)」では、公開可能な研究報告の要旨、ならびに「電中研ニュース」等の広報情報を提供している。

* 許諾した知的財産権・ノウハウ数に基づく件数

付表(1)研究報告等

■1.社会・経済分野

報告書番号	種別	報告書名	主報告者氏名
L11005	研究報告	ルール遵守促進対策立案に向けたヒューマンファクター事象分析支援方策の検討	弘津 祐子
L11012	研究報告	若手従業員の危険感受性に関する検討 - 新入社員の危険感受性の特徴 -	廣瀬 文子
L11015	調査報告	安全文化の今後の方向性に関する検討 - 安全文化、高信頼性組織、レジリエンスの概念整理から -	長谷川 尚子
L11017	研究報告	職位と組織風土が個人の安全意識・行動への影響要因に及ぼす差異の検討(その2) - 安全活動等の水平展開は一律の効果をもたらすか -	長谷川 尚子
Y11001	調査報告	米国各州の再生可能エネルギー電力買取制度(FIT) - 買取価格の決め方と費用回収規定 -	佐藤 佳邦
Y11002	研究報告	プラント従業員の業務に関する繁忙感、やりがい、やらされ感の検討 - 業務状況と組織風土が及ぼす影響 -	三沢 良
Y11003	研究報告	市民と専門家のリスク認知の違い - 2009年度調査結果報告 -	土屋 智子
Y11004	研究報告	わが国産業の生産効率性に与える集積の経済の実証分析	大塚 章弘
Y11005	研究報告	エンドユース技術を組み込んだ世界統合評価モデル(BETモデル)の開発	山本 博巳
Y11006	研究報告	地方自治体による地球温暖化対策に対する意識分析 - 家庭部門への低炭素型設備の導入義務化は可能か -	田頭 直人
Y11007	研究報告	LNGの効率的利用に向けたLNG基地間接続効果の定量分析	筒井 美樹
Y11008	調査報告	気候工学(ジオエンジニアリング)の研究開発とガバナンスに関する海外動向の分析	杉山 昌広
Y11009	研究報告	電気事業の構造改革に関する経済性分析 - わが国電気事業の費用構造分析 -	後藤 美香
Y11010	調査報告	欧州における送電部門アンバンドリングの現状と評価	後藤 美香
Y11011	研究報告	情報提供場面における信頼形成過程の検討 - 相互信頼または相互不信の循環に関する実験研究 -	小杉 素子
Y11012	調査報告	長期的視点に基づく送配電料金収入の規制方式のあり方と課題 - 英国の新たな規制方式RIIOからの示唆 -	服部 徹
Y11013	調査報告	電気料金の国際比較と変動要因の解明 - 主要国の電気料金を巡る事情を踏まえて -	筒井 美樹
Y11014	研究報告	家庭における2011年夏の節電の実態	西尾 健一郎
Y11015	調査報告	新築住宅市場における省エネルギー・断熱技術の採用率や満足度	西尾 健一郎
Y11016	研究報告	電気料金メニューおよびスマートメーターを用いた電力需給対策に関する家庭用需要家の意向	後藤 久典
Y11017	調査報告	イギリスの全面自由化後の低所得者向け電気料金 - 2008年-2011年の「社会福祉料金」の経験 -	佐藤 佳邦
Y11018	CRIEPI REPORT	Impacts and Lessons from the Fully Liberalized European Electricity Market - Residential Customer Price, Switching and Services	蟻生 俊夫
Y11020	研究報告	土地利用の変化が農林業の多面的機能に与える影響	林 直樹
Y11022	調査報告	東日本大震災の経済影響と復旧状況に関する実態調査 - 岩手県・宮城県に立地する企業を対象として -	中野 一慶
Y11023	研究報告	我が国の原子力停止の状況における火力燃料費の増加とその変動リスク	遠藤 操
Y11024	研究報告	福島第一原子力発電所事故が提起した我が国原子力損害賠償制度の課題とその克服に向けた 制度改革の方向性	田邊 朋行
Y11025	研究報告	風力電源大量導入を考慮した多地域・多時間帯の火力電源運用プログラムの提案	古澤 健
Y11026	研究報告	電力供給地域における景気循環の構造変化	林田 元就
Y11027	調査報告	東日本大震災・被災地におけるエネルギー利用実態調査 - 震災後1ヶ月間の在宅被災者の対応行動 -	朝野 賢司
Y11028	調査報告	COP17の結果と今後の温暖化対策の国際枠組み - 指導国なきGゼロ化する世界と2020年以降の新枠組みへの示唆 -	上野 貴弘
Y11029	研究報告	東日本大震災後の住宅用太陽光発電に対する消費者選好の分析 - 固定価格買取制度、非常時利用に注目して -	後藤 久典
Y11030	調査報告	米国における性能基準型物理的防護システムの構築手法と日本への含意 - Sandia国立研究所の手法の検討を通じて -	稲村 智昌
Y11031	調査報告	中国はシェールガスの開発技術を獲得できるか	上野 貴弘
Y11034	研究報告	食品スーパーにおける2011年夏の節電の実態	木村 幸
Y11035	研究報告	地域における広域連携の形成過程にみるアクターの役割 - 関西広域連合および東北のブランドデザイン形成のケーススタディー -	馬場 健司
Y11036	調査報告	米国における発送電分離が電気事業に与えた影響 - 主要な自由化州を対象とした事例調査 -	服部 徹

2.環境分野

報告書番号	種別	報告書名	主報告者氏名
N11003	CRIEPI REPORT	Prediction of CO ₂ migration in the proposed CO ₂ storage site of ZeroGen, Australia	末永 弘
N11008	研究報告	埋立処分石炭灰のコンクリート用混和材としての適用性評価 －同一発電所の既成灰を対象とした基礎的検討－	山本 武志
N16	総合報告	我が国の地質的特徴を踏まえたCO ₂ 地中貯留技術の開発	海江田 秀志
R11012	研究報告	画像解析を用いた水中画像からの魚類計測	堤 富士雄
V03	総合報告	懸濁物質が魚類に及ぼす急性影響	岩田 仲弘
V04	総合報告	中間周波磁界の生物影響評価	根岸 正
V11001	研究報告	森林における土壌侵食量評価のための林内雨運動エネルギーモデルの開発	中屋 耕
V11004	研究報告	トマトのロックワール栽培と土耕栽培における温室効果ガス発生量の比較	吉原 利一
V11005	研究報告	中間周波磁界の生物影響評価 －発生段階の進んだ鶏胚による20kHzまたは60kHz磁界の発生毒性評価－	西村 泉
V11006	調査報告	各国におけるCCSに係る長期的責任の取り扱い	下田 昭郎
V11007	調査報告	利水施設における淡水付着性二枚貝の汚損対策に関する文献調査	中野 大助
V11008	研究報告	フジツボ類の着生フェロモンに関する研究 －着生フェロモンの精製・構造解析と生産方法の確立－	遠藤 紀之
V11009	研究報告	薬剤による付着生物防除 －フジツボおよびイガイ類幼生に対する塩素の影響－	古田 岳志
V11010	研究報告	水・土砂流出に影響する流域環境の評価 －地理情報にもとづく裸地発生可能性評価手法の開発－	阿部 聖哉
V11011	研究報告	送電鉄塔におけるカラスの営巣利用の実態とカラス用対策品の効果	竹内 亨
V11012	研究報告	超音波センサーによるクラゲ検知システムの開発	野方 靖行
V11013	研究報告	微細藻類によるバイオ燃料生産のための基礎的検討(その1) －炭化水素生産藻 <i>Botryococcus braunii</i> Showa株の安定的培養法の確立と増殖特性の把握－	芳村 毅
V11014	研究報告	環境アセスメントにおける生物多様性保全のための調査手法の開発 －遺伝学的手法を用いた生息地の分断化の評価－	小林 聡
V11015	調査報告	緑地の生物多様性価値評価に関する調査報告 －発電所構内緑地への適用を想定して－	富田 基史
V11016	研究報告	実在都市キャニオンにおける温熱・風環境に関する数値シミュレーション	道岡 武信
V11019	調査報告	気候感度の不確実性に関する科学的知見と地球温暖化緩和策の考え方	筒井 純一
V11020	研究報告	粘土鉱物の懸濁水中で培養したワカメの光合成と成長	本多 正樹
V11021	研究報告	微細藻類によるバイオ燃料生産のための基礎的検討(その2) －炭化水素生産藻 <i>Botryococcus braunii</i> Showa株の増殖モデルの構築－	本多 正樹
V11022	研究報告	無線認識技術を用いたアユの行動特性に関する室内実験 －流量変動に対する応答－	山本 亮介
V11023	研究報告	河川生態系モデルの開発 －付着藻類と栄養塩類の挙動を中心として－	松梨 史郎
V11025	研究報告	我が国のダム・湖沼におけるカワヒバリガイの生息の可能性	小林 卓也
V11026	研究報告	環境中に拡散した放射性物質対策に関する基礎的検討(その1) 空間線量率の測定による汚染分布状況の把握	吉原 利一
V11027	研究報告	環境中に拡散した放射性物質対策に関する基礎的検討(その2) 木本性植物近傍の空間線量率と植物体の放射性セシウム濃度	吉原 利一
V11028	研究報告	ナンキンハゼの油脂生産量の推定	松村 秀幸
V11030	研究報告	林床被覆が森林斜面における土壌流出プロセスにおよぼす影響	若松 孝志
V11031	研究報告	遺伝情報を用いた付着生物幼生の動態観測	野方 靖行
V11032	研究報告	海洋の溶存鉄濃度分布の数値シミュレーション －有機配位子の空間分布導入によるモデルの高度化－	三角 和弘
V11033	研究報告	地熱発電開発と温泉事業との相互理解と地域共生に向けた方策	窪田 ひろみ
V11034	研究報告	野生動物カメラトラップ法の高度化 －単一カメラ画像の3次元座標化による動物サイズ計測－	竹内 亨
V11037	研究報告	バイオ燃料生産に向けた油脂抽出技術の開発 －超臨界流体を利用した植物油抽出の可能性評価－	土屋 陽子
V11039	研究報告	ダム堆砂の要因分析と衛星データを用いた堆砂量推定手法の開発	石井 孝
V11040	研究報告	海浜カメラ観測システムの開発と実証	吉井 匠
V11041	研究報告	河川生物の生息環境評価におけるバイオマーカー適用の可能性	今村 正裕

報告書番号	種別	報告書名	主報告者氏名
V11042	研究報告	天然由来成分による海水ウランの捕集技術の開発 -ウラン吸着能の向上策の評価-	田中 伸幸
V11044	研究報告	水中セレンの簡易モニターの開発(その4) -オンラインセレンモニターの開発と実証-	正木 浩幸
V11046	研究報告	水温変動と濁水に対する水生生物のバイオマーカーの応答	鈴木 準平
V11048	研究報告	中山間地農業生産における温室効果ガス発生量の日変動・年変動と影響因子の解明	吉原 利一
V11049	研究報告	海洋酸性化に対する生物応答の解明(その2) -単離植物プランクトン株を用いた培養試験-	杉江 恒二
V11050	研究報告	次世代PCBバイオセンサーの開発(その2) -マイクロ流体デバイスを用いた絶縁油中PCB分析の簡易・迅速前処理法-	青田 新
V11051	研究報告	経年資材と新規資材を用いたトマト栽培における温室効果ガスの発生量と菌叢変動の比較	橋田 慎之介
V11052	研究報告	環境中に拡散した放射性物質対策に関する基礎的検討(その3) -GM計数管を用いた土壌中の放射性物質の分布特性評価-	長岡 亨
V11053	研究報告	わが国の光化学オキシダントに対する国内外発生源寄与の解析	速水 洋
V11054	研究報告	福島第一原子力発電所から放出された放射性物質の大気中輸送・沈着計算	速水 洋
V11055	調査報告	風力発電施設が鳥類に与える影響とその評価手法に関する文献調査	北村 亘
V11056	研究報告	フライアッシュ中の微量元素が作物の生育に及ぼす影響	寺添 齊
V11057	研究報告	地球システムモデルCESM1を用いた気候安定化シナリオに基づく気候と炭素循環の長期変化予測	野原 大輔
V11058	研究報告	河川流域降水量の気候的確率密度関数 -推定手法の評価-	門倉 真二
V11059	研究報告	脱硫排水に適用可能な生物学的セレン酸還元装置の開発 -運転条件の確立と実排水に対する処理特性の評価-	庄司 仁
V11060	研究報告	海洋レーダによる外海域の冬季流動観測の適用性 -若狭湾東部海域の流動解析-	坂井 伸一
V11061	調査報告	海洋レーダによるリアルタイム流動監視システムの実用性	坂井 伸一
V11062	研究報告	水浸漬による石炭灰中微量物質の溶出性の変化と土工材料への適用に関する基礎検討	井野場 誠治
V11064	研究報告	南北1次元エネルギー収支モデルの開発と適用 -様々な放射強制力に対する平衡気候感度の評価-	西澤 慶一
V11065	研究報告	中間周波磁界の生物影響評価 -ヒト培養細胞を用いた染色体異常試験による遺伝毒性評価-	中園 聡

■3.需要家エネルギーサービス分野

報告書番号	種別	報告書名	主報告者氏名
H11011	研究報告	電気自動車のための車載駆動回路を用いた高速交流充電方式の提案と基本動作の実証	名雪 琢弥
H11028	研究報告	電磁誘導方式による双方向非接触給電回路を用いたV2H基本モジュールの試作	名雪 琢弥
H11029	研究報告	需要家端に分散配置する無効電力補償装置μSTATCOMの開発(その1) -概念と試作機による基本性能の検証-	福島 健太郎
H11030	研究報告	需要家端に分散配置する無効電力補償装置μSTATCOMの開発(その2) -太陽光発電および電気自動車普及時の需要家電圧調整の検討-	樺澤 祐一郎
M11001	研究報告	無着霜ヒートポンプ給湯システムに関する研究開発 第一報:システムの考案とサイクルシミュレーション	張 莉
M11005	研究報告	産業用小容量温風生成CO ₂ ヒートポンプの開発	橋本 克巳
M11007	研究報告	低沸点媒体による未利用エネルギー活用システム向け熱効率解析ソフトウェアの開発	中尾 吉伸
M11023	研究報告	電気自動車の性能評価技術 -電費シミュレーション基本モデルの開発-	岩坪 哲四郎
Q11014	研究報告	全固体型リチウムイオン電池の開発(IX) -ラミネート電池への参照極導入手法の検討とサイクル特性の改善-	庄野 久実
Q11015	研究報告	太陽光発電出力平滑化運転におけるリチウムイオン電池寿命推定法の検討	小林 陽
Q11017	研究報告	全固体型リチウムイオン電池の開発(VIII) -フェノール系酸化防止剤による正極特性の改善-	田淵 雅人
Q11020	研究報告	全固体型リチウムイオン電池の開発(VII) -正極のサイクル特性改善に向けた劣化要因の特定と改良-	小林 剛
Q11022	研究報告	リチウムイオン電池劣化解析手法の開発(III) -複合正極における活物質の容量分離手法の提案-	小林 剛
R11003	研究報告	高圧需要家から流出する高調波電流の電圧ひずみ抑制効果	雪平 謙二
R11004	調査報告	ドイツ技術者協会における業務用厨房の換気量設計基準	宇野 朋子
R11005	研究報告	業務用電化厨房にふさわしい換気設計手法に関する研究(その1)換気性能試験設備の開発	岩松 俊哉

報告書番号	種別	報告書名	主報告者氏名
R11006	研究報告	業務用厨房におけるエネルギー消費・温熱環境の詳細計測調査 - 電化改修前後の比較 -	上野 剛
R11009	研究報告	高圧需要家から流出する高調波電流の電圧ひずみ抑制効果(その2) - 重負荷期と軽負荷期の相違 -	雪平 謙二
R11016	研究報告	業務用電化厨房にふさわしい換気設計手法に関する研究(その2) 気流擾乱の把握のための実厨房における調理者の行動分析	宇野 朋子
R11017	研究報告	家庭用エアコンの熱源特性モデルの開発 - その3: デフロストを含む暖房時のモデル化 -	上野 剛
R11023	研究報告	業務用電化厨房にふさわしい換気設計手法に関する研究(その3) 排気フードの捕集率に及ぼす擾乱発生板の移動頻度と速度の影響	岩松 俊哉
V11017	研究報告	植物工場の温熱空気環境評価(1) - ヒートポンプを熱源とした温室内の温熱空気環境 -	後藤 文之
V11018	研究報告	植物工場の温熱空気環境評価(その2) - 植物が栽培されていない条件下での数値シミュレーション -	道岡 武信
V11024	研究報告	業務用電化厨房機器からのオイルミスト排出実態の把握及びトレーサオイルミスト発生システムによる粒径分布の模擬	田中 伸幸
V11035	研究報告	省エネルギー植物生産技術の開発(4) - レタス連続栽培における肥料成分の削減 -	後藤 文之
V11043	研究報告	次世代光源の作物生産への適用 - レタス栽培における有機ELの適用性評価とLEDによる光質育苗がトマトの生育に与える効果 -	庄子 和博
Y11021	調査報告	電気自動車の蓄電機能と家庭用蓄電池に対する一般消費者の意向	田頭 直人
Y11032	研究報告	電気自動車の家庭への普及ポテンシャル - 航続距離・費用・充電設備からみた移行可能性 -	土屋 依子

■4.電力流通分野

報告書番号	種別	報告書名	主報告者氏名
H06	総合報告	発電所および地中送電線の耐雷設計ガイド(2011年改訂版)	新開 裕行
H07	総合報告	送電用避雷装置適用ガイド	三木 恵
H11001	研究報告	自然ガスを使用した次世代ガス絶縁機器の絶縁設計 - ガス/固体ハイブリッド絶縁方式における被覆導体接続・支持スペーサの試作と絶縁性能評価 -	五島 久司
H11002	研究報告	テラヘルツ波による塗膜下鋼材発錆の検出	布施 則一
H11003	研究報告	直流アークによるOPGW素線溶損特性の計算手法の開発	岩田 幹正
H11006	研究報告	短距離地中ケーブルの線路定数の評価 - 測定手法の考案と計算手法の検証 -	野田 琢
H11008	研究報告	雷ハザード・リスク評価プログラムの高度化 - 配電設備および風力発電設備の雷リスク評価モジュールの開発 -	新藤 孝敏
H11009	研究報告	電力系統瞬時値解析プログラムの開発(その5) - 大規模疎行列LU分解アルゴリズムの改良によるXTAPの高速化 -	米澤 力道
H11010	研究報告	短波尾インパルス電圧波形における配電用がいしのスパークオーバーモデルの提案	石本 和之
H11013	研究報告	6.6kV配電線のがいし金具の接触不良箇所が発生する火花放電の特性 - 低発生頻度パルス性電波雑音の評価手法の提案 -	宮島 清富
H11015	研究報告	低圧制御回路の開閉サージ特性 - GIS断路器開閉による急峻波サージの影響 -	立松 明芳
H11016	研究報告	66kV送電用酸化亜鉛型避雷アークホーンのフラッシュオーバー特性(その1) - 標準雷インパルス電圧による動作特性と等価ギャップ長の評価 -	三木 貫
H11017	研究報告	夏季における500kV送電線への雷撃特性	三木 恵
H11021	研究報告	プラズマ熔融処理におけるコバルトの核種挙動 - ニッケル含有金属非放射性模擬廃棄物を用いたコバルト残存率解明と推定モデルの提案 -	古川 静枝
H11022	研究報告	電気所に設置されるICT機器のイミュニティ試験法(1) - 伝導性ノイズに対するIP機器のイミュニティ試験法の評価 -	山崎 健一
H11023	研究報告	低圧制御回路の雷サージ特性 - その5 - VSTLと回路解析の連成計算に基づくサージ解析プログラムの開発 -	立松 明芳
H11024	研究報告	低圧配電システムの雷ハザード評価技術の開発 - (配電-需要家-通信)回路の雷サージ特性とそれを基にした雷ハザード評価 -	浅川 聡
H11025	研究報告	接触電流による体内電界評価とその電気安全への適用 - 電磁界防護における計算手法を用いた電気安全パラメータの算出 -	山崎 健一
H11026	研究報告	温度履歴解析に基づいた66~275kV油入変圧器の絶縁紙の劣化推定手法	水谷 嘉伸
H11027	研究報告	周波数応答解析(FRA)による変圧器巻線異常診断 - 共振周波数感度解析を用いた異常様相・異常量の診断手法 -	宮崎 悟
H11031	研究報告	高周波信号伝搬特性に基づく電力ケーブルでの効果的な部分放電測定手法の提案	高橋 俊裕
H11032	研究報告	電力流通設備の維持・更新計画策定支援プログラムの開発(V) - 設備量経年分布を考慮した保守計画評価手法の提案 -	高橋 紹大

報告書番号	種別	報告書名	主報告者氏名
H11033	研究報告	磁気遮へい型超電導限流器用素子における超電導性能およびエネルギー処理性能の向上	市川 路晴
H11034	研究報告	電線共同溝内におけるアーク短絡故障時の圧力上昇・伝搬解析モデルの構築	宮城 吏
H11035	研究報告	CVケーブル絶縁破壊前駆遮断試験における絶縁最弱点箇所位置標定手法の改良	高橋 俊裕
R11002	研究報告	短絡状ブランチを含む電力システムのY行列演算アルゴリズム	田中 和幸
R11008	研究報告	配電系統用保護リレー・調整・協調支援システムの開発 －電流駆動型リレーと電圧駆動型リレーが混在する場合の協調判定論理の開発－	亀田 秀之
R11010	研究報告	PV大量導入がLFCへ与える影響に関するシミュレーション検討 －長周期の予測誤差の考慮と適切なAR低減方策の検討－	天野 博之
R11013	研究報告	系統電源以外のリソースによる予備力提供の効果の評価 －系統電源利用率改善の観点からの評価手法の提案－	永田 真幸
R11018	研究報告	半導体直流遮断器により直流線路事故を除去可能とした自動式電圧形変換器による直流送電システム	佐野 憲一郎
R11021	研究報告	フルブリッジセルを用いたモジュラーマルチレベル変換器による直流送電システムの制御保護方式 －直流事故時の事故電流を抑制可能な制御方式の提案－	菊間 俊明
R11025	研究報告	配電系統総合解析ツールの開発(その1) －PV大量導入に対応する配電・需要家機器動作解析プログラム－	上村 敏
R11026	研究報告	住宅用太陽光発電の不均衡大量連系による配電系統の電圧管理への影響	上村 敏
R11027	研究報告	配電系統電圧調整機器の適用性評価 －PV出力変動時のタップ制御機器の効果限界とSTATCOMの必要容量－	岡田 有功
R11028	研究報告	インバータシミュレーションプログラムの開発(その3) －SiC-JFETモデルの開発－	岡田 有功
R11030	研究報告	ヒートポンプ式給湯機と電力貯蔵装置による太陽光発電余剰活用法 －需要地系統大での出力上限値決定法－	大嶺 英太郎
R11033	研究報告	電力流通設備の保守・更新計画検討支援プログラムの機能向上 －作業停止時のリスクおよび新型設備への更新の考慮－	竹原 有紗
R11035	研究報告	太陽光発電自立運転時の特性評価	浅利 真宏

■5.原子力発電分野

報告書番号	種別	報告書名	主報告者氏名
H11007	研究報告	熱・放射線ストレスによるケーブル絶縁体の劣化特性の調査および新劣化モデルの考案	布施 則一
H11020	研究報告	レーザーを用いたキャニスタ付着塩分計測技術の開発 ー同軸照射方式の適用ー	江藤 修三
L11001	研究報告	福島原子力発電所事故での食品安全規制の課題と改善策	浜田 信行
L11002	研究報告	微小試料を用いたマイクロビームX線回折による燃料被覆管酸化膜の結晶ひずみ解析法	澤部 孝史
L11004	研究報告	使用済燃料キャスク内の収納体数増加手法の検討(3)燃料集合体からの漏洩中性子数の定量測定	名内 泰志
L11006	研究報告	最適評価コードTRACEの流動振動現象への適用性 －自然循環BWRのフラッシング誘起密度波振動現象を対象とした検証－	古谷 正裕
L11007	研究報告	配管減肉予測ソフトウェアFALSETの開発	米田 公俊
L11008	研究報告	フライアッシュ混合セメント硬化体中の陰イオン拡散挙動 ー拡散係数の空隙構造依存性ー	千田 太詩
L11009	研究報告	金属燃料乾式再処理プロセスのマスバランス評価とプラント概念設計	木下 賢介
L11010	研究報告	主蒸気配管分岐部における音響共鳴現象の評価(その2) ー蒸気流中の共鳴周波数予測手法の提案ー	内山 雄太
L11011	研究報告	サブチャンネルポイドセンサによるバンドル内気液二相流の局所計測および流動特性の評価	新井 崇洋
L11014	研究報告	気泡追跡法による個別気泡の三次元気泡速度計測手法の開発	金井 大造
L11016	研究報告	フラッシングエロージョンの評価手法の構築	森田 良
L11018	研究報告	共通原因故障の事例分析判断ガイドとパラメータ不確かさ評価手法の提案	吉田 智朗
L11019	研究報告	軽水炉MOX燃料の核分裂生成ガス放出挙動の解明 －核分裂生成ガス放出挙動と微細組織変化の相関－	園田 健
L11020	研究報告	水素ガス発生に及ぼすセメント水和物試料中の水分の存在状態の影響	高橋 賢臣
L11021	研究報告	被覆管の微細組織観察と腐食・水素吸収への影響因子の検討 －その2 照射ジルカロイ-2中の元素分布測定－	澤部 孝史
N11002	調査報告	沿岸域堆積軟岩地点での物理探査データの複合解析(その1) －二粒子モデルを用いた弾性波速度と比抵抗の組み合わせ解釈－	鈴木 浩一

報告書番号	種別	報告書名	主報告者氏名
N11016	研究報告	送電線での着雪シミュレーション解析コードSNOVALの開発 －斜風を考慮しうる着雪成長モデルの構築－	江口 讓
N11017	研究報告	自然電位探査法による岩盤の酸化還元状態評価法の提案	窪田 健二
N11021	研究報告	イオン交換水で飽和したベントナイト系材料の透水性と膨潤特性に及ぼす熱影響に関する実験的検討	横山 信吾
N11027	研究報告	使用済燃料輸送・貯蔵用鑄鉄キャスクのASME規格化	三枝 利有
N11028	研究報告	コンクリートキャスクのキャニスタ表面付着塩分量評価(その2) －実環境での気中塩分量および付着塩分量測定試験－	亘 真澄
N11031	研究報告	数値シミュレーションによる着氷雪電線周りの流れ場の把握	松宮 央登
N11033	研究報告	堆積軟岩における原位置加熱実験(その4) －不飽和条件を想定した岩盤の挙動把握と数値解析およびひずみ計測手法の適用性評価－	岡田 哲実
N11035	研究報告	締りめたベントナイトの吸水膨潤過程のモデル化(その2) －飽和・不飽和ベントナイトの膨潤モデルの提案とその検証－	田中 幸久
N11036	研究報告	堆積軟岩における原位置加熱実験(その5) －比抵抗トモグラフィ法を用いた高温・不飽和帯進展状況のモニタリング－	窪田 健二
N11037	研究報告	遠心力载荷装置を用いた高レベル放射性廃棄物処分場周辺の長期挙動評価(その3) －等温条件の模型試験に対する水・応力連成解析－	澤田 昌孝
N11038	研究報告	高レベル放射性廃棄物等の処分地選定のための概要調査技術に係わる実証研究(その2) －沿岸域堆積軟岩地点における地質環境モデルの構築と地表物理探査手法の検証－	近藤 浩文
N11040	研究報告	遠心力载荷装置を用いた高レベル放射性廃棄物処分場周辺の長期挙動評価(その2) －ニアフィールド模型試験法の確立と等方応力拘束条件下における長期挙動－	西本 壮志
N11043	研究報告	地下岩盤の地化学環境調査・評価技術の開発(その3) －六ヶ所サイト地下空洞周辺での地化学環境調査手法の適用性検討－	大山 隆弘
N11044	研究報告	キャニスタSCC防止に対する塩分流入低減装置の開発(その2) ー塩分流入低減装置の適用性評価ー	竹田 浩文
N11057	研究報告	コンクリートキャスク方式による使用済燃料貯蔵の実用化研究 －304Lステンレス鋼キャニスタ蓋溶接部における画像化による超音波探傷試験の適用性評価－	後藤 将徳
N11062	研究報告	熱的経年変化による水分逸散したコンクリートの力学的特性に及ぼすひずみ速度依存性の評価	白井 孝治
N17	総合報告	地震動評価のための硬質地盤における減衰評価とその体系化	佐藤 浩章
Q11003	研究報告	表面加工層を有する316Lステンレス鋼の高温水中での酸化皮膜の成長過程	友澤 方成
Q11008	研究報告	高温水中SCC発生に及ぼす塑性ひずみ分布と応力分布の影響	三浦 靖史
Q11011	研究報告	ニッケル基合金溶接部の欠陥深さサイジングに対する超音波探傷法の適用性評価 －第3報:フェーズドアレイUTによる欠陥深さ測定法の構築－	平澤 泰治
Q11016	研究報告	炉内環境モニタリング用金属/酸化物参照電極の開発	橋本 資教
Q11019	研究報告	原子炉圧力容器鋼の中性子照射脆化に対する照射温度の影響 －UCSB IVARプログラム材のアトムプローブ分析－	西田 憲二
Q11021	研究報告	一般化積層欠陥エネルギーを用いた溶質元素の転位芯構造の計算 －二元系鉄合金の転位芯構造－	大沼 敏治
Q11023	研究報告	高温純水中の低合金鋼の高応力拡大係数条件におけるSCC進展特性に及ぼす応力拡大係数速度の影響	新井 拓
Q11025	研究報告	单相流および二相流条件での水化学が配管減肉挙動へ及ぼす影響	藤原 和俊
Q11026	研究報告	熱時効された圧力容器モデル合金の硬化に及ぼす固溶元素の影響	土肥 謙次
V11002	研究報告	福島第一原子力発電所から漏洩した ¹³⁷ Csの海洋拡散シミュレーション	津旨 大輔

■6.化石燃料発電分野

報告書番号	種別	報告書名	主報告者氏名
M11002	研究報告	ガスタービン動翼の膜冷却効率に及ぼす内部冷却リブと孔後方突起の影響	酒井 英司
M11003	研究報告	微粉炭燃焼時における硫化水素生成特性の評価 ー混炭燃焼が硫化水素生成におよぼす影響ー	辻 博文
M11004	研究報告	CO ₂ 回収型高効率IGCCシステムにおけるガスタービン燃焼特性 －第3報 ガスタービンの燃焼促進に関する解析的検討－	長谷川 武治
M11006	研究報告	ガスタービン動翼の膜冷却性能に及ぼす内部冷却構造の影響評価 ー第2報 熱伝達率による評価ー	安形 友希子
M11008	研究報告	揮発性有機化合物分解触媒の開発 ー有機シリコン化合物の影響把握ー	栃原 義久
M11009	研究報告	ガスタービン翼を対象としたTBC遮熱性能非破壊評価法の開発 －TBC施工動翼を対象とした熱抵抗の推定値の精度検証－	藤井 智晴

報告書番号	種別	報告書名	主報告者氏名
M11013	研究報告	微粉炭焚きボイラにおける灰付着性評価手法の開発 -実機灰付着環境温度の実態解明-	若林 信行
M11016	研究報告	亜硫酸炭の粉碎特性評価	池田 道隆
M11017	研究報告	酸素-CO ₂ 吹き石炭ガス化炉の数値シミュレーション -酸素-CO ₂ 吹きガス化反応モデルの開発とガス化特性評価法の提案-	渡邊 裕章
M11019	研究報告	3t/日石炭ガス化研究炉を用いたCO ₂ 富化ガス化特性の評価 -ガス化剤中CO ₂ 濃度の影響-	木戸口 和浩
M11020	研究報告	微粉炭燃焼時における硫化水素生成特性の評価 -数値シミュレーションモデルの構築と実燃焼場への適用性-	丹野 賢二
M11021	調査報告	低品位炭改質技術の国内外の開発動向調査	山口 哲正
M11022	研究報告	亜硫酸炭の高比率混炭運用時の燃焼特性と燃焼条件の適正化	中嶋 朗
Q11001	研究報告	微粉炭火力発電所における硫化腐食挙動に及ぼすバイオマス混焼の影響 -混焼バイオマス種と混焼量の影響調査-	榊 嘉範
Q11002	研究報告	実機使用されたオープンラック式気化器用アルミ合金A5083TD-Oの機械的特性	山本 真人
Q11004	研究報告	オープンラック式気化器における下部ヘッドへの超音波フェーズドアレイ法の適用	福富 広幸
Q11005	研究報告	ボイラ配管溶接部の形状変化部に適用可能な超音波フェーズドアレイ技術の開発 -第3報:複雑な余盛形状を有する溶接部への適用-	永井 政貴
Q11006	研究報告	ガスタービン翼高効率冷却のための多孔質セラミック遮熱コーティングの開発 -第4報:多孔質セラミックコーティングのトランスピレーション冷却への適用-	荒井 正行
Q11007	研究報告	超音波伝搬シミュレーションにおけるハイブリッド法の要素技術開発-無反射境界条件の特性 解明と複雑形状部における音場計算法の開発	林 山
Q11012	研究報告	改良9Cr-1Mo鋼の高温破壊の統一的モデル化の試み	高橋 由紀夫
Q11024	研究報告	12Cr鋼製長手溶接継手材に対するボイド成長シミュレーション手法の適用	酒井 高行

7.新エネルギー分野

報告書番号	種別	報告書名	主報告者氏名
M11014	研究報告	バイオマス炭化特性評価装置の開発 -木質ペレットの炭化特性と炭化物性状の解明-	庄司 哲也
Y11019	研究報告	東日本大震災の復旧・復興過程における東北地域のバイオマス発電ポテンシャル評価	井内 正直
Y11033	研究報告	化石燃料間の価格相関性を考慮した発電用燃料としての低品位炭の評価	山本 博巳

8.情報・通信分野

報告書番号	種別	報告書名	主報告者氏名
R11001	調査報告	kHz帯PLCの動向と需要地系通信への適用課題	小川 理
R11007	研究報告	ギャロッピング観測ビデオにおけるターゲット自動追跡 -視界不良時の遠方ターゲット自動追跡手法-	石野 隆一
R11011	調査報告	情報セキュリティインシデントの原因特定調査方法	二方 厚志
R11014	研究報告	遠隔光給電を用いた多点光センサシステムの基礎検討 -送電線監視用プロトタイプ試作と動作検証-	小川 理
R11015	研究報告	kHz帯PLCの伝送特性に関する基礎検討 -伝送損失の簡易計算手法とデータ収集時間の推定-	小川 理
R11019	研究報告	水力発電所の異常予兆発見に影響を与えるセンサの絞り込み方法の開発	村田 博士
R11020	研究報告	二次系統の事故時復旧操作を支援する最適復旧計画手法の開発	渡邊 勇
R11022	研究報告	通信ネットワーク障害時におけるOSPFの経路切り替え高速化の検討	土井 博生
R11024	研究報告	国内の変電所監視制御システムに対するIEC 61850の適用 -適用性評価と仕様の共通化方針-	大谷 哲夫
R11029	研究報告	電力用通信網における高精度時刻同期方式の適用検討 -IEEE 1588に基づく広域時刻同期網の評価-	藤川 冬樹
R11031	研究報告	スマートメータ用無線通信回線における電波伝搬モデルの検討 -住宅・市街・郊外地域における電波伝搬特性の測定・評価-	土屋 弘昌
R11032	研究報告	系統保護リレーシステム用IP系ネットワークの信頼度評価	塩山 拓人
R11034	調査報告	アクセス系光ファイバ通信ネットワークの耐障害化技術の動向と課題	森村 俊

9.電力施設建設・保全分野

報告書番号	種別	報告書名	主報告者氏名
H11014	研究報告	送電用がいしの着雪特性の検討 - 新潟下越におけるフィールド観測および風洞実験 -	屋地 康平
H11018	研究報告	送電用がいしの着雪時フラッシュオーバー特性の評価(I) -人工雪を用いた着雪がいしのフラッシュオーバー試験-	本間 宏也
H11019	研究報告	送電用がいしの着雪時フラッシュオーバー特性の評価(II) -着雪過程を考慮した放電伸展特性の検討-	屋地 康平
N11001	研究報告	環状流路の誘導型電磁ポンプの流量測定方法	荒関 英夫
N11004	研究報告	渦電流を用いた亜鉛被覆鋼燃り線の腐食劣化診断技術(その2) -腐食量と破断強度評価手法の提案-	小崎 明郎
N11005	研究報告	鉄筋コンクリート製地中構造物の地震による損傷の評価(その1) -局部変形と部材性能の関係-	宮川 義範
N11006	研究報告	鉄筋コンクリート製地中構造物の地震による損傷の評価(その2) -地震後の点検記録を用いた評価法と適用例-	宮川 義範
N11007	研究報告	ひび割れを有する鉄筋コンクリートはり部材の塩害劣化と耐荷特性に関する実験的検討	松尾 豊史
N11009	研究報告	局地気象予測のための湖面温度推定法の開発	田村 英寿
N11010	調査報告	鉄筋コンクリート製地中構造物の地震による損傷の評価(その3) -衝撃弾性波の損傷検知への適用性-	宮川 義範
N11011	研究報告	時間変化する気象条件下での大気中と降水中の海塩濃度予測手法の開発	木原 直人
N11012	研究報告	海塩粒子輸送シミュレーションによる塩分付着量推定に関する研究(その6) -気中海塩濃度に関するNuWiCC-STの推定精度-	須藤 仁
N11013	研究報告	干満環境および土中環境におけるひび割れを有するコンクリート中の鉄筋腐食進行評価	松村 卓郎
N11014	研究報告	局所加熱面上部における熱輸送現象の数値解析 -ラージ・エディ・シミュレーションによる乱流構造の洞察-	服部 康男
N11015	研究報告	上下動の影響を考慮した鉄筋コンクリート製地中構造物の地震損傷確率評価法	宮川 義範
N11018	研究報告	ラジアルゲート開閉時の限界状態に関する検討 - 耐荷力実験方法の提案 -	塩竈 裕三
N11019	研究報告	不規則外力作用下の送電線の動的特性に基づく相間スペーサの取付け位置の検討	坂口 剛
N11020	研究報告	大規模火砕噴火の発生可能性の重要指標 - 粘性に基づくマグマの噴火能力の評価 -	竹内 晋吾
N11022	研究報告	物理探査法による地中送電線路周辺の固有熱抵抗の評価(その3) -地中送電線路埋設地点への適用-	鈴木 浩一
N11023	研究報告	不連続面を有する人工岩石材料の破壊進展試験とそれに基づく数値解析手法の適用性評価	澤田 昌孝
N11024	研究報告	CO ₂ ハイドレートの生成熱を用いるメタンハイドレートの増産法の開発 -発熱・浸透挙動と相平衡でのCO ₂ 注入法の検証-	池川 洋二郎
N11025	研究報告	重力式コンクリートダムの耐震性能評価技術の高度化(その1) -模型実験と地震応答解析による損傷評価-	西内 達雄
N11026	研究報告	重力式コンクリートダムの耐震性能評価技術の高度化(その2) -堤体安定性に関わる損傷評価手法の提案-	西内 達雄
N11029	研究報告	バーチャリアリティ技術による可視化訓練システムの開発(その3) -訓練時の習熟に関する検討-	渡部 直人
N11030	研究報告	電線着雪観測のためのワイヤ支持式着雪サンプラの開発	西原 崇
N11032	研究報告	敦賀試験線における着氷時の4導体送電線のギャロッピング観測(その1) -ギャロッピングデータの取得およびその発生条件の考察-	松宮 央登
N11034	研究報告	不連続性岩盤の寸法効果を考慮した引張・圧縮強度の解析的評価方法の提案	岡田 哲実
N11039	研究報告	常時微動計測に基づく構造物の損傷探査法(その5) -ARMAモデルに基づくクロススペクトルの漸化的アルゴリズムの構築-	金澤 健司
N11041	研究報告	断層破砕性状に基づく断層活動性評価 -1943年鳥取地震震源域東部の活断層沿いに発達するダメージゾーンの微小割れ目解析-	溝口 一生
N11042	研究報告	不飽和地盤内における油移行挙動解析 -X線CTスキャナを用いた室内試験による多相流浸透特性の検証-	野原 慎太郎
N11045	研究報告	ひび割れをエポキシ樹脂で補修したコンクリートの遮塩性能	松井 淳
N11046	研究報告	活断層の連動性評価のための指標の抽出(その1) -変動地形学および地表地質調査に基づく断層分布形状と変位分布の検討-	佐々木 俊法
N11047	研究報告	活断層の連動性評価のための指標の抽出(その3) -地球物理学的調査に基づく地下構造の検討-	青柳 恭平

報告書番号	種別	報告書名	主報告者氏名
N11048	研究報告	2011年東北地方太平洋沖地震による阿武隈南部の正断層型誘発地震の特徴 －臨時余震観測に基づく震源分布と速度構造－	青柳 恭平
N11049	研究報告	活断層の運動性評価のための指標の抽出(その2) －破壊進展解析および実験に基づく断層分布形状と応力場の検討－	澤田 昌孝
N11050	研究報告	レス堆積物による土壌年代推定についての体系的調査手法の構築	佐々木 俊法
N11051	研究報告	重要構造物周辺斜面の地震時崩壊後の影響評価手法の構築 －3次元個別要素法による崩落岩塊群の挙動解析－	石丸 真
N11052	研究報告	連なる建物による風速低減効果の把握 ー配電設備への三種風圧荷重適用条件の数値的検討ー	服部 康男
N11053	CRIEPI REPORT	Evaluation of the underground structure and fracture progression mechanism beneath the Cooper Basin EGS site in Australia	海江田 秀志
N11054	研究報告	広帯域地震動を規定する震源パラメータの統計的特性 －震源インバージョン解析に基づく検討－	芝 良昭
N11055	研究報告	気象擾乱の数値予測精度向上のための研究(その2) －現地観測による沿岸域での大気・海洋運動量輸送に関する検討－	木原 直人
N11056	研究報告	鉄筋コンクリート製地中構造物の炭素繊維グリッドによる耐震補強効果 －ハイブリッド地震応答実験による実証－	酒井 理哉
N11058	研究報告	強震記録のインバージョン解析に基づく2011年東北地方太平洋沖地震の震源過程	芝 良昭
N11059	研究報告	気象データを用いた送電線着雪タイプの判別手法の提案	杉本 聡一郎
N11060	研究報告	火災モデルFDSによる大規模区画内火災解析(その1) ー区画内空気温度評価への適用性検討ー	須藤 仁
N11061	研究報告	火災モデルCFASTによる大規模区画内火災解析(その1) －区画内空気温度評価への適用性検討－	服部 康男
N11063	研究報告	地震観測記録に基づく地震動の減衰特性(その5) －実岩盤における減衰付加効果の解明のための岩石コアの減衰測定－	佐藤 浩章
V11003	研究報告	水・土砂流出に影響する流域環境の評価 ー陸域観測衛星画像を用いた植生判別手法の開発ー	阿部 聖哉
V11036	研究報告	冬季日本海沿岸地域で観測された降雪と降雨における海塩成分の洗浄比	大原 信

■10.先端的基礎研究分野

報告書番号	種別	報告書名	主報告者氏名
H11004	研究報告	テラヘルツ波を用いたガスタービン用遮熱コーティングの非破壊検査技術の開発(第2報) －トップコート膜厚測定への反射測定法の適用と空間分解能の評価－	福地 哲生
H11005	研究報告	剥離帯電方式X線源の試作および蛍光X線分析測定への適用	大石 祐嗣
H11012	研究報告	レーザー誘起ブレイクダウン分光による鉄筋コンクリート断面における多元素同時2次元計測	江藤 修三
M11010	研究報告	LESによるガスタービンの膜冷却流れ構造と冷却特性の解明	酒井 英司
M11011	研究報告	微粉炭燃焼場の数値シミュレーション ーチャー燃焼モデルの高度化 ー	梅津 宏紀
M11012	研究報告	放射光による高度評価技術の開発 ー極微量な物質の化学形態特定ならびに高速XAFS分析ー	山本 融
M11018	研究報告	石炭熱分解モデルの開発 ータールの生成挙動モデル化と分解挙動解析ー	梅本 賢
Q11009	研究報告	SrTiO ₃ 系ペロブスカイト材料のSOFC部材への応用(3) －空気中における焼結性と導電性の機構解明－	森 昌史
Q11010	研究報告	SOFC性能決定因子の解明(その2) －交流インピーダンス測定における低周波数側応答波形の解析検討－	安本 憲司
Q11013	研究報告	太陽光発電のリアルタイム発電出力把握技術の開発(Ⅲ) －要素技術の整備と統合による地域出力把握方法の提案－	宇佐美 章
Q11018	研究報告	エーテル/リチウム塩混合錯体電解液のリチウムイオン二次電池への適用(Ⅱ) －各種電極材料を用いた場合の特性把握－	関 志朗
V11029	研究報告	電気を用いた未利用バイオマスからの物質生産(その2) －実廃液を対象としたグリセロール変換微生物の活性評価－	松本 伯夫
V11038	研究報告	微生物変換における複合微生物系の利用(その3) －セルロース分解菌の添加によるセルロース系有機物からのメタン発酵－	森田 仁彦
V11045	研究報告	ナノ・マイクロテクノロジーを用いた生物計測技術の開発(その3) －水銀分析のための固相抽出とマイクロイムノアッセイ－	伊達 安基
V11047	研究報告	電気を用いた革新的微生物変換技術の開発(その3) －還元力の供給によるブタノール増産とそのメカニズム－	平野 伸一
V11063	研究報告	ヒト化マウスを用いた新規ヒト健康リスク評価手法の開発(その2) －ヒト化マウスの血液毒性評価系への応用－	高橋 正行

付表(2) 主要な出版物

書名	編・著者	出版社	出版年月
気候工学入門 -新たな温暖化対策 ジオエンジニアリング-	杉山昌広	日刊工業新聞社	2011年5月
自由研究ヒント BOOK2011	吉光司	日本電気協会新聞部	2011年6月
失敗した環境援助 -温暖化対策と経済発展の両立を探る-	李賢映、上野貴弘	エネルギーフォーラム	2011年8月
電気の未来スマートグリッド	浅野浩志 編著	日本電気協会新聞部	2011年8月
再生可能エネルギー政策論 -買取制度の落とし穴-	朝野賢司	エネルギーフォーラム	2011年9月

付表(3)主要な外部表彰

表彰を受けた団体名	賞の名称	受賞した論文名(または受賞理由)	当所研究関係者
日本機械学会	日本機械学会論文賞	噴流床石炭ガス化炉内における熔融スラグ飛散現象の発生条件	大高 円 渡邊 裕章 犬丸 淳 芦澤 正美
東京消防庁	表彰	リチウムイオン電池火災予防検討部会への貢献	宮代 一
物理探査学会	第122回(平成22年度春季)学術講演会優秀発表賞	物理探査法による地中送電線周辺の固有熱抵抗の評価(その1) - 土壌試料の固有熱抵抗と比抵抗・弾性波速度との関係 -	窪田 健二
低温工学・超電導学会	平成23年度優良発表賞	超電導電磁攪拌装置によるトルネード攪拌	笠原 奉文
日本風工学会	日本風工学会研究奨励賞	着雪時の単導体架空送電線のギャロッピング観測	松宮 央登
電力土木技術協会	高橋賞	原子力発電所の新しい沿岸立地技術の開発 - 島根3号機護岸 -	神山 勉
レーザー学会	業績賞(論文賞)	精密に時間制御された高強度レーザーによるイオン加速	根本 孝七 藤井 隆 大石 祐嗣
レーザー学会	レーザー学会学術講演会 第31回年次大会 優秀論文発表賞	レーザー誘起ブレイクダウン分光法によるステンレス表面に 付着した塩分の濃度計測	江藤 修三
日本電気協会 東北支部	特別功績賞	配電設備の地震被害推定システムの開発・実用化	朱牟田 善治
電気学会	第67回電気学術振興賞(論文賞)	配電線からの短波帯信号の輻射予測法	竹下 和磨 鈴木 正 池田 研介 小川 理
電気学会	特別活動賞 (パワーデバイス性能改善・高機能化技術調査専門委員会)	研究会、公開シンポジウム、全国大会シンポジウム、電気学会論文誌の特集掲載を通じた研究活動活性化と、国際会議開催による関連分野および国際交流への貢献	土田 秀一
電気学会	第67回電気学術振興賞(論文賞)	配電設備を対象とした地震被害推定手法の開発	朱牟田 善治 石川 智己
土木学会	吉田研究奨励賞	損傷形態の違いが面外繰返し荷重を受けたRC壁体の振動特性に及ぼす影響	永田 聖二
土木学会	平成22年度土木学会賞 論文賞	飽和した高密度ベントナイトの力学連成ガス移行解析手法の開発	田中 幸久
土木学会	平成22年度土木学会賞 吉田研究奨励賞	コンクリートに内在する深さ方向品質分布を評価可能な非破壊透気試験法の開発	蔵重 勲
電気学会	第67回電気学術振興賞(論文賞)	長ギャップ大気中フリーアークのコラム挙動シミュレーション	田中 慎一
エネルギー・資源学会	第7回論文賞	車種別利用パターンを考慮したプラグインハイブリッド車と電気自動車の導入評価	岡野 邦彦 日渡 良爾 池谷 知彦 山本 博巳
エネルギー・資源学会	第15回茅奨励賞	エネルギー見える化関連サービスの潜在的市場規模と消費者選好	後藤 久典
地盤工学会	平成22年度地盤工学会論文賞 (和文部門)	剛な構造物近傍の埋戻し地盤の地震時沈下挙動に関する遠心力 模型実験とその数値シミュレーション	河井 正真 石丸 正真
岩の力学連合会	平成22年度岩の力学連合会 技術賞	高レベル放射性廃棄物処分施設を対象とした堆積軟岩の高温下の 長期岩盤影響評価技術	鈴木 浩一 澤田 昌孝 窪田 健二 岡田 哲実
電気学会	優秀論文発表賞A賞	配電系統運用支援ツールの開発(その1) - 太陽光発電大量連系時におけるSVRの動作確認 -	谷口 真一郎
日本コンクリート工学会	第33回コンクリート工学講演会 年次論文奨励賞	せん断ひび割れの進展に伴うRC壁供試体の固有振動数低下の 検出	永田 聖二
米国機械学会(ASME)	2010ASME PVP会議 最優秀論文賞	Evaluation of Fracture Toughness by Master Curve Approach Using Miniature C(T) Specimens	三浦 直樹 曾根田 直樹
物理探査学会	第124回学術講演会発表賞	空中電磁探査法の沿岸域への適用性検討 - 九十九里浜の例 -	佃 十宏
電気学会・ 電力エネルギー部門	研究・技術功労賞	大規模電力系統の解析技術発展への貢献	田中 和幸

表彰を受けた団体名	賞の名称	受賞した論文名(または受賞理由)	当所研究関係者
電気学会 電子・情報・システム部門	部門貢献賞	C部門誌の発展と部門大会活性化への貢献	中島 慶人
電気学会	平成22年電子・情報・システム部門大会企画賞	企画セッション「情報・通信を中心としたスマートグリッド関連の国際標準化と海外動向」による部門大会活性化への貢献	大谷 哲夫
日本セラミックス協会	感謝状	「エネルギー変換セラミックス材料・デバイスの新展開」のセッションオーガナイザーとしての貢献	森 昌史
環境科学会	2011年度優秀研究企画賞(富士電機賞)	防災・インフラ分野における気候変動適応策をめぐるアクターのフレーミングギャップの分析	馬場 健司
大気環境学会	論文賞(学生・若手部門)	森林地域における霧による硫黄および窒素沈着量の数値予測	嶋寺 光
日本エネルギー学会	石炭科学会議優秀賞(第48回石炭科学会議)	石炭ガス化における気相析出炭素生成・反応挙動	梅本 賢
日本機械学会	2011年度日本機械学会動力エネルギーシステム部門優秀講演表彰	Development of Plant Performance Analysis System for Geothermal Power Plant	中尾 吉伸
日本機械学会	2011年度日本機械学会動力エネルギーシステム部門優秀講演表彰	高速湿り蒸気流中における液滴径の計測と評価式の提案	森田 良
日本電気協会	第五十六回澁澤賞受賞者	高調波、電圧変動、電圧ディップなどの限度値及び試験法など、電力品質に関する国内規格(JIS)ならびに国際規格(IEC規格)の制改定に貢献	雪平 謙二
Regional Science Association International	Martin Beckmann Award 2011	Industrial agglomeration effects in Japan: Productive efficiency, market access, and public fiscal transfer	大塚 章弘 後藤 美香
核物質管理学会 日本支部	優秀論文賞	日本における放射性物質の輸送・貯蔵の現状と動向	三枝 利有
日本原子力学会 関東・甲越支部	奨励賞	大口径円筒管内二相流の三次元気泡速度計測	金井 大造
日本放射線影響学会	日本放射線影響学会 JRR寺島論文賞	A new paradigm in radioadaptive response developing from microbeam research	大塚 健介 富田 雅典
電気科学技術奨励会	電気科学技術奨励賞	送電線ギャロッピング解析コードの整備と実務的活用	清水 幹夫
土木学会	第48回環境工学研究フォーラム 優秀ポスター発表賞	宇宙におけるメダカ飼育実験のための硝化・脱窒手法の開発	植本 弘明 庄司 仁
米国化学会(ACS)	感謝状(Certificate of Appreciation)	投稿論文の査読による学術誌への貢献	梶谷 史朗
日本燃焼学会	日本燃焼学会奨励賞	噴霧燃焼における輻射とすす生成のモデリングに関する研究	渡邊 裕章
核融合エネルギーフォーラム	平成23年度 吉川允二核融合エネルギー奨励賞	トカマク型核融合炉による原型炉設計基盤の高度化と原型炉開発シナリオへの影響評価	日渡 良爾
日本電気協会	第7回(平成22年度)原子力規格委員会功労賞		曾根田 直樹
化学工学会	創立75周年記念表彰	化学工学会監事としての多年にわたる貢献	牧野 尚夫
日本生態学会・東アジア生態学会連合	Excellent Poster Award	Landscape genetics of relationships among breeding sites of Japanese brown frog	小林 聡
日本原子力学会	第44回日本原子力学会賞論文賞	Development of Calculation Technique for Iterated Fission Probability and Reactor Kinetic Parameters Using Continuous-Energy Monte Carlo Method	名内 泰志
日本原子力学会	第44回日本原子力学会賞論文賞	Evaluation of Acoustic- and Flow-Induced Vibration of the BWR Main Steam Lines and Dryer	森田 良
第16回日本原子力学会熱流動部会	優秀講演賞	大口径円筒管内二相流の三次元計測と流動発達過程	金井 大造

付表(4) 公刊物等一覧

～より詳しい情報をお求めの方に～

名称／内容	様式		刊行時期
電力中央研究所報告書 研究の成果等を公表する報告書	A4, 約20～40p	白黒	随時
電中研報告リーフレット 電力中央研究所報告の内容要旨を速報的に紹介	A4, 2p 約1MB	白黒／カラー	随時
知的財産報告書 知財価値評価結果等を紹介	A4, 約60～90p 約2～3MB	総カラー	年1回
社会経済研究(学術論文誌) 社会科学・政策科学研究の発展に資するエネルギー・電力分野の論文を掲載	A4, 約100p 約3MB	白黒	年1～2回
▶ http://criepi.denken.or.jp/result/pub/			
電中研ニュース 最新の研究成果を分かりやすく紹介	B5, 4p 約1MB	総カラー	随時
▶ http://criepi.denken.or.jp/research/news/			
研究紹介パンフレット 研究活動を詳しく紹介	B5, A4 約1～10MB	総カラー	随時
▶ http://criepi.denken.or.jp/research/pamphlet/			
電中研紹介パンフレット 各所・地区等の事業活動を紹介	A4, 約10～20p 約2～6MB	総カラー	随時
▶ http://criepi.denken.or.jp/intro/pamphlet/			
電中研レビュー 特定分野の研究を総合的に分かりやすく紹介	A4, 約50～150p 約5～40MB	総カラー	随時
▶ http://criepi.denken.or.jp/research/review/			
電中研TOPICS 課題(テーマ)ごとに研究活動の特集	A4, 約15～20p 約15MB	総カラー	隔月刊行
▶ http://criepi.denken.or.jp/research/topics/			
事業計画書・収支予算書 次年度の研究計画・業務計画と予算書	A4, 約20p 約400KB	白黒	毎年3月
事業報告書・収支決算書 前年度の研究成果・業務報告と決算書	A4, 約40p 約700KB	白黒	毎年6月
▶ http://criepi.denken.or.jp/intro/info/			

電力中央研究所 所在地一覧

- **大手町地区**.....
 - ・本部 〒100-8126 東京都千代田区大手町1-6-1
 - ・社会経済研究所 TEL 03-3201-6601
- **狛江地区**.....
 - ・知的財産センター 〒201-8511 東京都狛江市岩戸北2-11-1
 - ・システム技術研究所 TEL 03-3480-2111
 - ・原子力技術研究所
 - └放射線安全研究センター
 - └ヒューマンファクター研究センター
 - ・狛江運営センター
 - ・業務支援センター
- **我孫子地区**.....
 - ・地球工学研究所 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子1646
 - └バックエンド研究センター TEL 04-7182-1181
 - ・環境科学研究所
 - ・我孫子運営センター
- **横須賀地区**.....
 - ・電力技術研究所 〒240-0196 神奈川県横須賀市長坂2-6-1
 - └大電力試験所 TEL 046-856-2121
 - ・エネルギー技術研究所
 - ・材料科学研究所
 - └PD センター
 - ・横須賀運営センター
- **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





電力中央研究所

研究年報2011

年度版

CRIEPI Annual Research Report Fiscal Year 2011

2012年6月8日発行

ISBN978-4-7983-0973-6

発行:一般財団法人 電力中央研究所 企画グループ

〒100-8126 東京都千代田区大手町1-6-1 大手町ビル7階

Tel.03-3201-6601(代) Fax.03-3287-2841 E-mail▶www-rdd-ml@criepi.denken.or.jp URL▶<http://criepi.denken.or.jp/>