

I . 総 括

- 総括
- 研究課題構成
- 研究所の概要

総括

1-1 背景

我が国の電気事業・原子力分野を取り巻く環境は依然として、厳しく、長期的には不確実性の高い状況にある。しかしながら、地球温暖化とエネルギーセキュリティの両面を満足できる唯一の安定的エネルギー源である原子力発電は、基幹電源として大きな役割を果たさなければならない。そのためには、この不確実な環境に対応できる政策、制度の改善とともに、やはり、着実な技術開発が不可欠であり、電力中央研究所は、この技術開発の一端を担うこととしたい。

軽水炉発電では、高経年化対策とあわせて稼働率向上や出力向上などの高度利用が重要になってきている。また軽水炉の廃止措置、リプレース、耐震信頼性向上などが現実的な取り組み課題となっている。

原子燃料サイクルでは我国で初めてプルサーマル発電が玄海発電所で開始され、順調に実績を積み重ねつつある。一方、使用済燃料の中間貯蔵や六ヶ所での再処理に対しては、緊急および長期的視点にたった対応が不可欠になっている。

これらの多種多様な状況変化を勘案しつつ、原子力の研究開発に取り組む必要がある。

1-2 軽水炉研究

(1) 高経年化研究

平成 19 年 5 月に「軽水炉高経年化研究総括プロジェクト」を組織し、以来、電中研内の各研究所間を横断する体制により、わが国の経年変化に係わる研究開発ロードマップに沿って、照射脆化、SCC、配管減肉等を中心とする研究を推進してきた。

(2) 高度利用研究

MOX 装荷に関わる動特性パラメータ変化の解析技術、炉内の核熱水力過渡特性評価技術、リスク情報活用で必須の機器信頼性パラメータの推定技術、出力向上に関わる配管内の流動や蒸気乾燥器の振動評価技術、などで役立つ成果を挙げてきた。水化学研究では、腐食抑制、被ばく低減に関して役立つ成果を挙げるとともに、水化学の標準化にも貢献した。

1-3 バックエンド研究

当所は、低レベル～高レベルの放射性廃棄物処分全般に至る幅広いバックエンド分野をカバーする多くの専門家と技術蓄積を有する国内唯一の総合的研究機関であり、当所の総合力を発揮して長期的な視野の下に電気事業大として重要課題であるバックエンド事業支援研究を推進するとともに、国や学協会における基準・指針・民間規格策定等にも積極的に協力している。

(1) 高レベル放射性廃棄物処分

高レベル放射性廃棄物処分に関しては、原環機構(NUMO)によるサイト選定調査の第1段階に相当する文献調査に基づく概要調査地区選定のための公募がなされているものの依然として進展は無い。このような中で、今後の事業の進展に備え、長期的な視点から取り組んでいく必要のある技術開発に関しては着実に進めて行くことが肝要である。当所は、NUMOによる概要調査計画策定等の事業推進を技術的に支援するため概要調査の体系的な調査・評価フローを提案するとともに、横須賀地区においてはNUMOとの共同研究として500m深度までの堆積性軟岩を対象としたボーリング調査技術実証試験を行い、基本的なボーリング掘削調査技術の適用性の検討や調査・評価手順の提案を行った。また、高レベル廃棄物や地層処分対象TRU廃棄物の地層処分に関わる国の基盤技術開発に関しては資源エネルギー庁主導でのJAEA等の国内関連機関による基盤技術調整会議での連携・調整のもと、コントロールボーリング掘削調査技術および地下水年代測定評価技術の国内サイトにおける適用性を検討するとともに、岩盤中物質移行特性の試験・評価技術の開発を進展させた。

(2) 低レベル放射性廃棄物処分

低レベル放射性廃棄物処分に関しては、余裕深度処分施設などの事業許可申請が近い将来には開始される見込みとなっている状況であり、必要な技術の体系化整備や処分施設の設計・評価等の準備について電気事業や日本原燃を支援するとともに、国による基準・指針策定や原子力学会や土木学会による学会標準（民間規格）あるいは技術報告書の取りまとめ公表に積極的に協力している。また、原子力発電所の廃止措置事業に関しては、日本原電東海発電所の廃止措置工事が進行中であり、また、中部電力浜岡原子力発電所1、2号機の廃止措置計画が平成21年9月に認可されるなど、今後も原子力発電所廃止措置計画の具体化を検討する必要性が増してきており、これらの計画立案への支援を行ってきた。

1-4 軽水炉燃料サイクル研究

(1) 使用済燃料等の輸送・貯蔵

貯蔵に関してはリサイクル燃料貯蔵(株)による事業許可申請や個別電力による金属キャスク方式の許認可支援をするとともに、将来的により合理的なコンクリートキャスク方式やボルト貯蔵方式等の実用化を目指した技術開発を進めている。また、国内外の学会標準や国内における規制整備にも研究成果を反映させてきている（日本機械学会、日本原子力学会、米国機械学会鋳鉄キャスク構造規格）。

輸送においては、各種放射性廃棄物の輸送量の大幅な増加が見込まれる中で、輸送物密封シールの定期検査間隔延長の提案、海没時の安全評価、衝撃緩衝体の温度依存性解明など、輸送の安全・安心を確保する上で重要な研究成果を得ている。

(2) 湿式再処理

六ヶ所工場では、ガラス固化工程のアクティブ試験において、イエローフェーズ発生、引き続くガラスの流下不良が喫緊の課題として顕在化した。電中研では、これらの課題を日本原燃より受託研究し迅速な対応を図るとともに、今後の課題として懸念される、溶解槽におけるスラッジ蓄積、高レベル廃液の蒸発・乾固などについては、電事連要請研究や共同研究などの自主研究として期中で立ち上げて実施中である。また、ガラス流下の問題は、基礎的データの積み重ねが不可欠と判断し、自主研究として小型ガラス溶融炉を新たに設計製作して試験検討に着手している。

1-5 将来技術研究

(1) 第二再処理技術開発

第二再処理については、2010年頃からの国大での議論に向け、MOX燃料や高燃焼度燃料のPUREX湿式再処理の課題検討を行うとともに、環境負荷低減や核拡散抵抗性の観点でMA回収が必須となる場合を考慮し、MA回収・利用が容易な乾式再処理技術の適用性を検討している。

(2) FBRサイクル技術開発

FBRサイクルについては、国・電気事業が実施しているFBR実用化研究開発(FaCT)の中間評価に向け、金属燃料サイクルと炉システムの検討を進めている。燃料サイクルについては、経済性や核拡散抵抗性に優れるFaCT副概念(金属燃料サイクル)の開発・評価を継続し、MA含有金属燃料の照射データや、実用的な乾式再処理プロセス機器の設計データなど多くの成果を得ている。また、金属燃料サイクルは米国やインド、韓国でも実用化概念として積極的な開発が行われて国際的評価が高まってきていることから、上記成果に加えて諸外国の成果を調査・収集し、FaCTの技術評価に寄与している。

FBR炉システムについては、電中研の基盤技術(耐震技術、高温構造設計技術、熱流動技術等)により、FaCT主概念Na冷却炉の研究開発の一部を分担実施している。さらに、4S炉(ナトリウム冷却小型高速炉)については、東芝と共に日本で初めて米国NRCに対して事前審査申請を行った。

1-6 放射線安全研究

放射線安全、放射線防護に関わる研究の効率的な推進を目的として、平成19年5月に設立した「放射線安全研究センター」では、放射線防護の基本に関わる放射線生物影響の観点からの研究、および放射線防護規準を合理的に達成するための工学的研究を進めてきた。同時に外部機関への情報発信力を強化した結果、合理的な放射線防護に結びつく以下の成果を得ている。

- ① 低線量・低線量率放射線影響把握のための高自然放射線地域における疫学調査研究、および動物・細胞実験研究の進捗により、自然放射線の5倍程度の低線量率

放射線ではリスクが上昇しないことを明らかにした。また、一般公衆の線量限度と自然放射線の不確実性に着目して提案した、一般公衆に対する放射線防護の最適化の考え方が、平成 19 年 12 月の ICRP 新勧告へ反映された。

- ② 放射線管理や放射性廃棄物処分の安全評価における「不確実性」を適切に取扱う測定手法と評価手法の研究を進め、放射線管理における合理的な表面汚染基準設定の提案や、リスク論的な考え方に基づいた放射性廃棄物処分安全評価手法の提案に至った。また、電中研式クリアランス測定装置が発電所廃棄物に対しても実用的であることを確認した。

1-7 耐震研究

平成 18 年の発電用原子炉施設の耐震設計審査指針の改定と、平成 19 年 7 月に発生した新潟県中越沖地震による原子炉の停止により、原子力発電所の耐震安全性に対する関心が高まっている。地震によって一度停止した原子炉の安全性を確認し、再稼動するためには多大な時間を要するため、耐震研究の重要性がこれまで以上に高まっている。

当所は、新潟県中越沖地震後の対応において、これまでに開発・保有してきた技術（地震観測、各種シミュレーション、振動台実験技術等）を活用し、地震動特性の解明や、地盤・設備の被害原因の究明に貢献した。また、耐震設計審査指針改定後に実施されているバックチェックにおいても当所の研究成果の多くが活用されている。

1-8 ヒューマンファクター研究

ヒューマンファクター(HF)研究センターが主催する電力委員で構成する「HF 研究推進委員会」の場や電力会社の原子力部門・発電所などへの訪問を通じてニーズ把握に努め、原子力をはじめとする電気事業活動全般の HF 問題解決に向けた研究を推進し、各分野間の HF 情報の共有化のためのプラットフォーム的な役割を担った。

- ① 当所開発の安全診断手法による組織安全文化の第三者評価、新行動計画の実効性評価を行い、保安検査の充実とともに電力会社に求められている安全文化の醸成活動を支援した。
- ② ヒューマンエラー分析支援ソフト「HINT-HFC」やヒューマンエラーに関する各種情報を有効活用した「エラーマネジメントシステム」などを開発し、原子力発電所および関連施設でのヒューマンエラー事例分析の実運用に供した。
- ③ “根本原因分析(RCA)の充実”に関連する電力会社からの要請に適宜対応し、HF セミナーの開催や根本原因分析研修会への講師派遣などを通じて、電気事業への HF 技術継承活動を実施した。

研究の三本柱 エネルギーセキュリティの確保・地球環境への対応

プロジェクト課題

原子力技術

軽水炉高経年化対策(総括プロジェクト)

- 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

バックエンド事業支援

- リサイクル燃料の輸送・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

耐震信頼性向上

- 原子力土木建造物の耐震裕度評価

次世代炉・サイクル技術

- 金属燃料サイクルの実用性評価

放射線安全

- 低線量放射線影響の機構解明
- 合理的放射線安全確保

電力供給安定技術

流通設備の運用・保守

- 変電・地中送電設備の劣化診断・高経年運用
- 送電設備の風雪塩害評価
- PCB 汚染変圧器の簡易処理・計測技術
- 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

発電設備の運用・保守

- 水力設備の防災・維持管理技術
- 検査・予測・監視の総合化設備診断技術

次世代火力技術

- 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

環境・エネルギー利用技術

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

電化・省エネルギー技術

- 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

次世代グリッド技術

- 需要地系統の需給一体化運用・制御
- 次世代通信ネットワークシステム
- 需要地系統と協調した基幹系統の運用
- 需要地系統用次世代機器
- エネルギー技術戦略

基盤技術課題

社会経済研究所

- ◆ エネルギー事業政策
- ◆ 地域政策
- ◆ エネルギー技術政策
- ◆ ヒューマンファクター研究

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

地球工学研究所

- ◆ 地圏科学
- ◆ 地震工学
- ◆ 構造科学
- ◆ 流体科学

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

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

エネルギー技術研究所

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

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

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

8 研究所による基盤技術課題の主要な研究内容

社会経済研究所

- ◆エネルギー事業政策
電気事業経営、事業・競争制度、需要家行動等の調査・分析、マクロ電力需要予測と、それらに基づく戦略、政策の提言
- ◆地域政策
地域の視点から気候変動や低炭素社会への対応などの環境に係る政策形成への寄与と諸制度導入の影響に関する研究
- ◆エネルギー技術政策
低炭素社会に向けたエンドユース技術普及に伴う社会への影響分析、環境負荷 LCA、原子力政策分析と、それらに基づく政策提言
- ◆ヒューマンファクター研究
安全文化の情勢支援、ヒューマンエラー未然防止に関する研究

原子力技術研究所

- ◆発電基盤技術
軽水炉の出力向上、稼働率向上等に向けた燃料・被覆管・炉心技術やリスク情報評価などに関する研究
- ◆次世代サイクル
金属燃料・炉心技術、金属燃料 FBR サイクル技術、湿式再処理に関する技術開発等の次世代サイクル基盤技術の構築
- ◆原子炉システム安全
統計的安全評価をベースとした軽水炉・FBR 安全評価手法の開発・高度化
- ◆原子力応用・将来技術
原子力分野から生まれた革新技術の他分野への展開、核融合炉などの超長期的なエネルギー確保に貢献しうる基盤技術の開発

地球工学研究所

- ◆地圏科学
地盤物性評価、地下水流動評価、火山影響評価や活断層評価など、地質・地下水に関する技術の高度化
- ◆地震工学
地震・地震動評価技術、耐震免震設計技術の高度化、ならびに将来のコア技術としての災害リスク評価技術の向上
- ◆構造工学
鋼・コンクリート構造物の性能評価法の高度化、各種構造物のライフステージに応じた健全性評価法の開発
- ◆流体科学
風雪や津波などに対する自然災害軽減方策および風力・太陽光発電、原子力発電の技術開発に貢献する流体科学関連技術の向上

材料科学研究所

- ◆原子力材料
原子力の現場の支援のための軽水炉冷却水の水管理/処理技術の向上、自然環境腐食メカニズムの解明
- ◆火力材料
発電効率向上に向けた超高温材料や遮熱コーティングの開発、運用信頼性向上に資する革新的なセンサ等を用いた材料評価技術の開発
- ◆エネルギー変換・貯蔵材料
低炭素社会に向けた高効率水素製造技術、太陽光発電の発電特性評価技術、個体酸化物燃料電池 (SOFC) の発電効率向上のための材料開発
- ◆先進機能材料
超伝導、巨大熱電能・誘電率等、多機能な遷移金属酸化物の開発、低電圧で省エネが期待できる有機材料の開発とデバイス利用への展開
- ◆PD 制度に関する非破壊検査の高度化
原子力発電所の安全確保に向けた現行の PD 試験結果の分析と次期 PD 認証制度の調査

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

エネルギー技術研究所

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

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

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

I. 総括

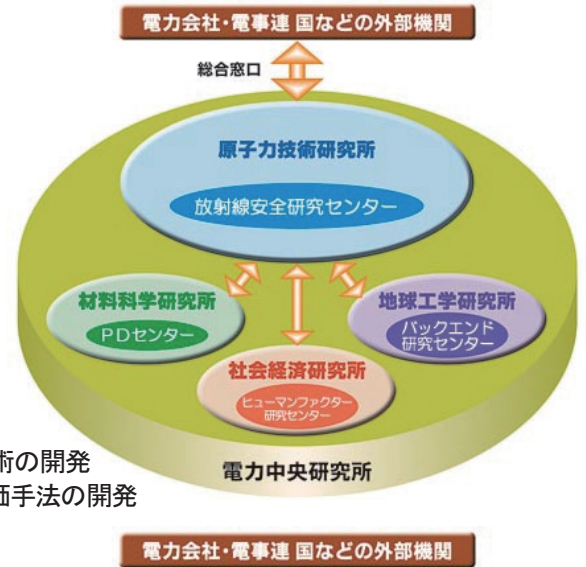
原子力発電を支援する基盤技術開発の中核

原子力技術研究所

放射線安全研究センター

<http://criepi.denken.or.jp/jp/nuclear/index.html>
<http://criepi.denken.or.jp/ip/ldrc/index.html>

電力中央研究所における原子力研究の中核的役割を担うとともに、商業用軽水炉発電プラントの運転・保守を支える基盤技術開発、廃棄物の放射線に対する合理的な安全確保手法の開発、低線量放射線の生体影響評価に基づいた放射線防護に関わる研究と情報発信、また、将来の高速炉サイクル実用化に向けての革新的核燃料サイクルや新型炉の開発に取り組んでいます。



研究の柱

- 軽水炉の運転・保守に関する基盤充実のための技術開発
 - ・伝熱流動、燃料・炉心解析など軽水炉の基盤技術開発による発電所現場を支える研究
 - ・リスク情報に基づく軽水炉の設備保全・運用を支援する研究
- 合理的な放射線安全確保手法の開発
 - ・原子力発電所の解体に伴って発生する廃棄物の合理的な処分技術の開発
 - ・放射性廃棄物処分における長期の不確実性を定量化した安全評価手法の開発
- 低線量放射線に対する正しい理解のための研究
 - ・放射線防護への適用のための低線量・線量率マップの体系化
 - ・低線量放射線影響に関する研究ネットワーク拠点としての情報発信
- 原子力の将来技術・先進的基盤技術開発
 - ・将来の高速炉時代に向けた金属燃料・乾式リサイクル技術
 - ・小型炉(4S)を含む、将来技術の総合的調査研究
- 他所の原子力関連課題との連携
 - ・高レベル・低レベル放射性廃棄物処分技術の開発(地球工学研究所/バックエンド研究センター)
 - ・ヒューマンファクター向上に関する研究(社会経済研究所ヒューマンファクター研究センター)
 - ・地震リスク軽減技術の高度化(地球工学研究所)
 - ・応力腐食割れ(SCC)、水化学、材料照射脆化、配管き裂進展と維持基準に関する研究(材料科学研究所)

社会と技術をつなぐ学術的シンクタンク

社会経済研究所

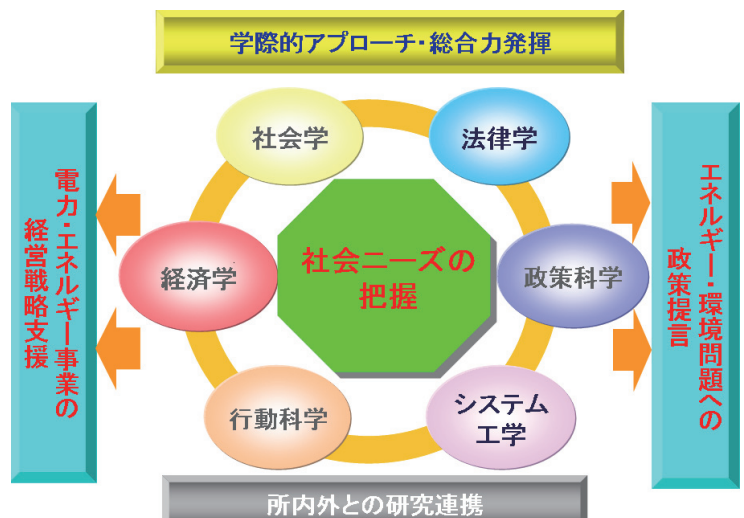
ヒューマンファクター研究センター

<http://criepi.denken.or.jp/jp/serc/index.html>
<http://criepi.denken.or.jp/jp/hfc/index.html>

電力・産業界、政府・自治体、NPO などの社会ニーズを的確にとらえ、経済学、法学、社会学、システム工学、政策科学、行動科学など多岐にまたがる専門分野の研究者を結集し、将来の社会経済の望ましい姿を示すとともに、エネルギー・電力に関わる諸課題の解明・解決につながる政策提言を行い、電気事業をはじめひろく社会への貢献をめざしています。

研究の柱

- エネルギー技術戦略
- デマンドレスポンスの評価
- エネルギー事業政策
- 地域政策
- エネルギー技術政策
- ヒューマンファクター研究



地球と社会基盤を支える科学・工学のCOE

地球工学研究所

バックエンド研究センター

地球工学研究所は、地圏・水圏・気圏など地球規模のさまざまな自然現象に対処可能な地質・地盤・地下水・地震・材料・構造・流体・気象などの専門家が、電力施設の自然災害軽減や保守・維持管理のための多角的な研究に取り組んでいます。得られた成果は、発電所から送配電設備に至るまでのさまざまな電力施設の防災・維持管理技術の高度化に役立てられています。また、原子力発電所の使用済み燃料の輸送・貯蔵、放射性廃棄物の処分など、原子燃料サイクルバックエンド技術を確立するための技術開発にも取り組んでいます。得られた成果は学協会等の規格・指針等に反映されています。

研究の柱

- 電力施設の自然災害軽減・メンテナンスに関する研究
 - ・原子力土木構造物の耐震性評価
 - ・水力施設の防災・維持管理
 - ・送電設備の雪害対策
 - ・配電設備の災害復旧支援
- 原子燃料バックエンドに関する研究
 - ・高レベル・低レベル放射性廃棄物の処分技術
 - ・使用済み燃料の輸送・貯蔵
- 地球温暖化に対応する研究
 - ・二酸化炭素地中貯留技術
 - ・暴風予測と影響評価

材料問題のソリューション・プロバイダー

材料科学研究所

PDセンター

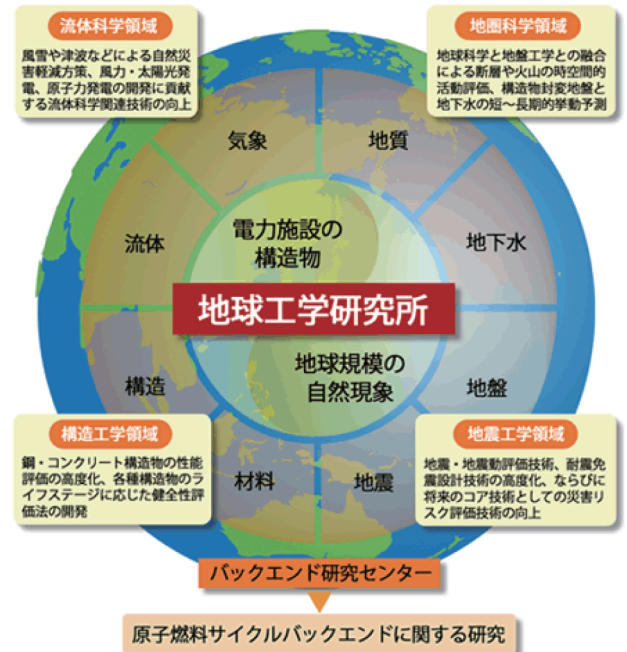
材料技術は、あらゆる技術分野においてブレークスルーをもたらし得るキーテクノロジーです。エネルギー機器の高度運用を可能にする材料工学的ソリューションの提供、エネルギー産業に技術革新をもたらす新機能発現材料などの研究開発に意欲的に取り組み、電気事業をはじめとするエネルギー産業における材料問題のソリューション・プロバイダーをめざしています。

研究の柱

- 原子力材料：原子力発電プラント材料の照射損傷・劣化の機構解明と規格への反映、水化学管理技術、環境脆化・腐食損傷等の機構解明と対策に関する研究など
- 火力材料：火力発電プラント機器の設備診断・寿命評価技術、腐食評価・抑制技術、非破壊検査・モニタリング技術など先進保守・運用に関する研究など
- エネルギー変換・貯蔵材料：リチウム電池等のエネルギー貯蔵材料の開発・評価、セラミック材料などのエネルギー変換材料、水素製造に関する研究など
- 先進機能材料：SiCパワー半導体材料等の機能材料の開発・評価、遷移金属酸化物、有機半導体材料等の物性評価とそれに基づく新材料の開発など
- PDセンター：PD(Performance Demonstration)認定制度に基づき、原子力発電所の機器を対象として超音波探傷を実施する技術者の技量等に関する資格試験業務を通じ、原子力発電所の信頼性向上に寄与します。

<http://criepi.denken.or.jp/jp/civil/index.html>

<http://criepi.denken.or.jp/jp/civil/result/backend/index.htm>



<http://criepi.denken.or.jp/jp/jaterials/index.html>

<http://criepi.denken.or.jp/jp/pd/index.html>

