

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

軽水炉冷却水の水管理／処理および材料腐食に及ぼす環境の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。

- 国内PWR炉心部の環境を模擬した非照射下でクラッド(腐食生成物)付着挙動を調べ、腐食抑制を目的とした溶存水素濃度変更が被ばく低減のための亜鉛注入と併用できる可能性を示した。
- 軽水炉復水器への海水流入を想定し、使用されている複数のステンレス鋼種の、すきま腐食発生・成長挙動を実験的に把握し、すきま腐食が発生する限界の塩化物イオン濃度を明らかにした[Q12001]。

構造材料

火力・原子力発電プラント等の構造材料を対象に高温強度、腐食特性等の各種データの収集・整備を図るとともに、経年劣化事象の評価法、機器の設備診断技術、寿命評価のための手法の開発・改良を進め、プラントの信頼性の向上や安定運用に貢献する。

- 700℃の蒸気温度を目指す先進超々臨界圧火力発電(A-USC)プラント用ニッケル基合金のうち最高のクリープ強度を有する740H合金は、疲労強度においても他の候補材料に比較して優れた特性を示すことを確認した[Q12005]。
- 現在の超々臨界圧火力発電(USC)プラントに使用されているGrade122鋼(W添加により強化を図った12Cr鋼)に対し、クリープ変形挙動を精度よく推定するクリープひずみ式を開発した(図1)。
- 国内電力と電中研が共同して1985年に刊行し、火力プラントの給水処理に活用してきた「汽水発電所給水処理ハンドブック」について、USCおよびコンバインド・サイクルプラント等の水処理・蒸気化学に関する最新の運用実績および学術的知見を加え、新たに「火力発電所給水処理ハンドブック」を作成した。

エネルギー変換・貯蔵材料

太陽光発電の大量導入に向けた屋外発電特性評価技術の開発、「イオン液体応用」、「機能性セラミックス創製」等による再生可能エネルギーの有効利用に関する材料／評価技術開発を進める。

- 日射計や太陽電池モジュールの実測データを基に、南以外の設置方位に対応可能な結晶系シリコン太陽電池の出力推定モデルを開発した。約1年半の実測値と推定値の比較評価から、本モデルが高い精度を有することを示した(図2)[Q12002]。
- イオン液体のリチウム二次電池用電解質への適用可能性を明らかにした。比較的低電位(3.5V)を示すLiFePO₄正極では500サイクル以上の長寿命を実現し、高容量次世代正極として期待される硫黄正極においても、400サイクルの安定な充放電作動を実現した。

機能材料

革新的な機能・特性を持つ超伝導材料や有機材料の創出を目的とし、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。

課題毎の
概要と
主な成果

■様々な種類の鉄系超伝導体薄膜の微視的な断面透過電子顕微鏡観察と元素分析を実施し、超伝導体と基板材料の元素置換が超伝導体に格子歪みを誘発し超伝導特性を変化させることを明らかにした。

■大量生産に適した塗布プロセスによる作製が可能な省エネ照明用次世代有機発光デバイスを試作し、低電圧で液晶テレビの輝度の約3倍の1500cd/m²を達成した。

非破壊検査

原子力・火力プラントや電力流通機器のきず(欠陥)の有無や材質変化を非破壊的に評価できる非破壊検査技術の確立を目指し、検査の目的に最も適した超音波探傷手法の開発を行う。

■非破壊検査による埋込み基礎ボルトの欠陥検出に向け、周波数5MHzのフェーズドアレイ超音波探傷法を適用した結果、直径24mmのボルト

で、端面から深さ90mmの位置に導入した高さ2mmの疲労き裂を検出できたことで、実機検査に適用可能であることを示した[Q12009]。

材料研究共通基盤技術

計算材料科学手法や分析手法等の基盤技術の組み合わせによる新たな成果の創出を目指して、物性予測手法や局所応力評価手法の開発に取り組む。

■リチウム二次電池の高性能化に必要な、正極LiCoO₂と電解質のエチレンカーボネイト(EC)分子間のリチウムの移動機構を明らかにするため、第一原理分子動力学計算を行った結果、EC分子

の酸素原子が正極LiCoO₂のLiおよびCoと結合しているという結果が得られ、界面での相互作用にECの酸素が関係している可能性があることがわかった。

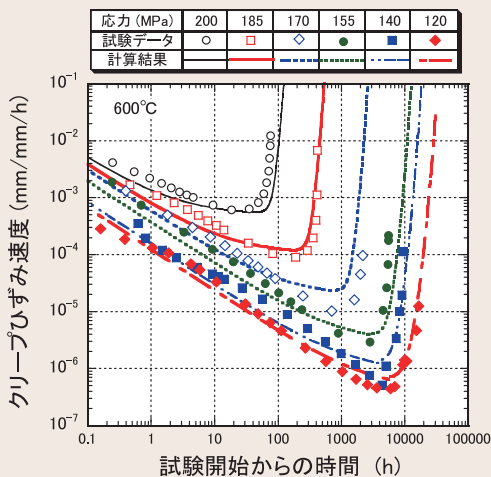


図1 Grade122鋼のクリープ変形の比較

高温・低応力で早い時期に加速クリープに入る等、Grade122鋼の特徴を考慮したクリープひずみ式を開発し、各種温度、応力条件で遷移クリープから加速クリープに移行するクリープひずみ速度の変化を精度良く表現できることを確認した。

図2 多様な方位(南、西、北)での出力推定のための太陽電池設置状況(赤城試験センター、傾斜角30°)

手前のパネルが北向き設置。グラフは、開発した出力推定モデルに基づく推定値の定格出力に対する月別誤差。どの方向でも3%程度の誤差で実測値の再現が可能である。

