

材料科学研究所

概要

材料科学研究所は、原子力・火力発電用構造材料の損傷・劣化機構の解明、寿命評価法・非破壊検査法の高度化から、二次電池材料、半導体材料、超伝導材料などの機能材料の開発・評価に至るまで、電気事業の材料諸問題に関わる研究を推進している。

課題毎の概要と成果

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影響評価に関する分野の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原子力発電プラントの現場支援を行う。

【主な成果】

- PWR炉心の流動状態と水質を模擬した環境下において、放射性腐食生成物の燃料被覆管付着に及ぼす溶存水素濃度の影響を調べた。その結果、7 - 25 cm³/kg-H₂Oの範囲で、腐食生成物の付着量は溶存水素濃度に依存しないことを明らかとした。

火力材料

発電設備におけるエネルギーの有効活用を目指して革新的な熱電変換材料の開発を進めるとともに、微粉炭火力ボイラ蒸発管の還元性硫化腐食挙動を解明し、発電設備の合理的な維持管理に寄与する。

【主な成果】

- 環境調和性に優れた熱電変換材料であるシリコンクラスレートにアルカリ金属等の元素を添加することで熱電変換特性を向上できることを第一原理計算、分子動力学法により明らかにした [Q10010] [Q10014]。
- 実機雰囲気における微粉炭火力ボイラ蒸発管材の還元性硫化腐食について、腐食速度を予測する手法を提案した [Q10018] [Q10019]。

エネルギー変換・貯蔵材料

新たな電気化学合成プロセスへの挑戦、太陽光発電の最適導入に向けた屋外発電特性評価技術の開発等、新・省エネルギーに関する材料／評価技術開発を進める。

【主な成果】

- 多様な分子構造をもつ代表的な12種類のイオン液体について、分子占有体積／排除体積比及び光の屈折率を求め、それぞれ一定の規則性を見出した。イオン液体のCO₂の選択的溶解や光学応用での分子選択への活用が期待できる [Q10032]。
- 太陽光発電出力推定のために、日射、太陽電池温度に関わる各評価技術開発を、太陽光発電設備の面的広がりも考慮して進め、特に太陽電池温度が影響しうる出力推定誤差を最大15%から2%程度に減少させた (図1) [Q10004] [Q10033]。

先進機能材料

超伝導材料や半導体材料における革新的な機能の創出を目的に、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。

[主な成果]

- レアメタル資源問題および加工性の観点で優れる Fe (Se, S) 超伝導体薄膜の酸化物基板上成長技術を確立し、これを用いてフッ化物基板上に成長させることで、超伝導特性が改善することを明らかにした [Q10025]。
- イオン液体と有機単結晶を用いて、0.2V以下の低電圧駆動が可能で、高い増幅率（アモルファスの10倍程度）を有する新規の電子系（n型）有機半導体電界効果トランジスタを世界で初めて試作した¹⁾。

PD 制度に関する非破壊検査の高度化

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試験（PD 試験）結果の統計分析により、原子力発電所の非破壊検査技術の信頼性向上に資する。

[主な成果]

- PD 試験合格者の測定の誤差（測定値－真とする値）の平均値は 0.31mm、標準偏差は 1.90mm であった。また、測定精度向上にはフェーズドアレイ技術の習熟が大きく寄与していることがわかった。

その他の文献 1) S.Ono *et al.*, Appl. Phys. Lett. 97 (2010) 143307.

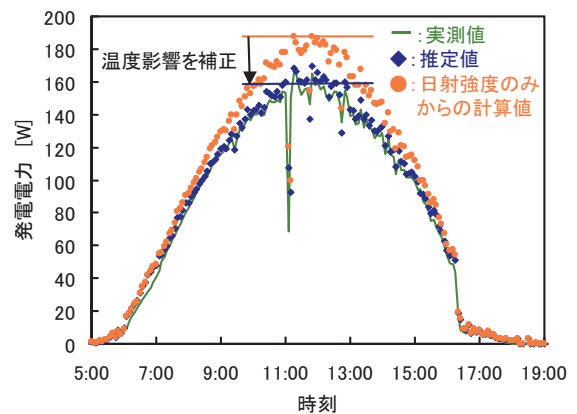
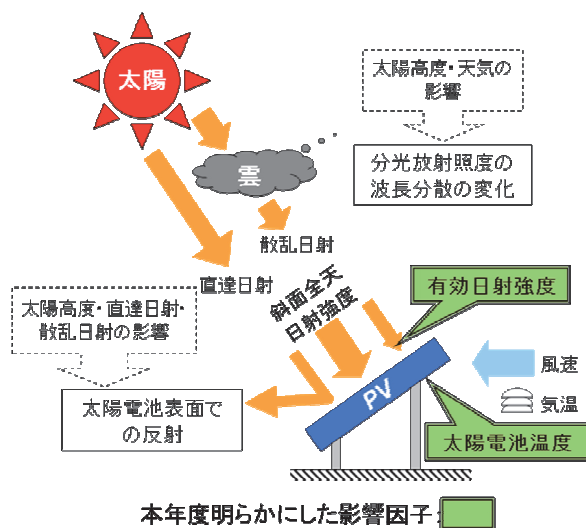


図1 太陽電池モジュールの発電出力推定のイメージ（左）と夏季における温度補正した太陽電池出力（右）
太陽電池モジュールの発電電力は日射・電池温度等によって変化する。電池温度を考慮することにより、発電電力の推定精度が向上する。