

## 材料科学研究所

### 概要

材料科学研究所は、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とエネルギー産業に技術革新をもたらす材料創製を融合させた研究開発に取り組んでいます。

### 課題毎の成果

#### 水素基盤技術

##### [目的]

水素製造・輸送、貯蔵・利用に関わる新規技術に対応し、水素社会実現時の電気事業者としての取組みを明示する。

##### [主な成果]

- ・燃料製造、供給、自動車技術の3つの観点から代替燃料の最有力候補は、現状ではGTL軽油であることを明らかにした。その上で、非化石燃料水素と火力回収CO<sub>2</sub>によるGTL軽油製造方法の検討を行い、技術課題を抽出した。
- ・500～650℃で作動する小形SOFC（セラミックリアクター）について、モジュールの発電性能は0.3MPa程度の加圧により約30%性能向上すること、水蒸気電解時の水蒸気量と水素発生量の関係を明らかにした。さらに、アノード側の供給ガス種を選定することにより、水素及び酸素の分離効率向上の可能性を見出した。

#### 構造材料評価

##### [目的]

構造材料評価の側面から、火力原子力発電材料に関する諸問題の解決に貢献するため、強度特性の把握、寿命評価法および腐食低減技術の開発を行う。

##### [主な成果]

- ・ガスタービン動翼材料の高温強度特性の把握に向けて、一方向凝固超合金の構成式を、温度依存性を考慮できるように拡張するとともに、横断方向荷重下における結晶成長方向への疲労き裂伝ば特性を明らかにした。
- ・新型原子炉の健全性評価法の開発に向け、高クロム鋼の各種高温強度試験データの取得および構造健全性評価システムの機能整備を実施した。

#### 水化学管理技術

##### [目的]

水化学技術の高度化と標準化により、被ばく低減による軽水炉のコスト低減と水化学の観点からのSCC対策の実施による安全性の向上を図る。

##### [主な成果]

- ・亜鉛50ppb注入条件での、インコネル材の一次冷却系応力腐食割れ（PWSCC）試験および皮膜分析を行い、PWSCC発生に皮膜の影響が大きいことを明らかにした。
- ・PWRプラントでの停止時模擬条件で腐食生成物の溶解挙動を実験的に評価し、酸化性雰囲気では鉄、ニッケルの溶解度が小さいことを明らかにした。

#### コーティング評価

##### [目的]

保守技術の合理化によるコスト低減と信頼性確保を図るため、ガスタービン用コーティングの耐熱サイクル性、耐食性等の評価技術を開発する。

##### [主な成果]

- ・ガスタービン用遮熱コーティング（TBC）の各種熱サイクル試験を実施し、実機と同レベルの温度勾配を負荷した熱サイクル条件と、温度勾配を負荷しない熱サイクル条件とではTBCの損傷挙動が異なることを明らかにした。

- ・腐食性不純物（SO<sub>2</sub>ガス）を含む大気圧および加圧ガス雰囲気中にて各種耐熱合金の腐食試験を実施し、その腐食挙動を明らかにした。

#### エネルギー変換・貯蔵材料技術

##### [目的]

電気エネルギーの発電と消費に時間差を許容できる安全でメンテナンスフリーな電力貯蔵技術を確立する。また、太陽電池の低コストでの導入を可能とする色素増感太陽電池の効率向上を達成し、実用化への足がかりを得る。

##### [主な成果]

- ・全固体型リチウムポリマー二次電池の負極として、金属リチウムに加え、新たに現行電池で実用化されている炭素系負極も利用可能である見通しを得た。
- ・太陽電池の性能指標の一つとして重要な耐久性について、色素増感太陽電池保存時の各種特性の経時変化を調べ、経時変化メカニズムを明らかにした。

#### 先端材料マイクロ／ナノサイエンス

##### [目的]

機能性酸化物をミクロスケールで微細化・集積化するマイクロテクノロジーの開発を行い、革新的材料開発に取り組む。

##### [主な成果]

- ・エピタキシャル成長を利用した格子長連続可変技術の適用により、キャリア量一定の銅酸化物超伝導体を、超伝導体から絶縁体まで連続的に制御する方法を開発するとともに、超伝導発現の一条件を抽出することに成功した。
- ・有機物半導体単結晶を用いたFET素子で、イオン液体を利用した高移動度・低消費電力・高速スイッチング特性の発現に成功した。
- ・熱電材料候補物質の3次元銅酸化物CaCu<sub>3</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>12</sub>のキャリアドーピング機構を調べた結果、本質的不均一に由来すると思われる特異な温度依存性の比熱を示す相を発見した。

#### 機能性酸化物の機構解明

##### [目的]

有用な機能の発現機構を理解し、それに基づいた新しい機能性酸化物を創製する。

##### [主な成果]

- ・遷移金属酸化物の基礎研究として、層状コバルト酸化物GdBaCo<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の低温熱伝導率が磁場によって巨大変調を受けることを発見し、輸送現象に対するスピン関与の機構を明らかにした。
- ・層状マンガン酸化物GdBaMn<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の磁化過程において、フェリ磁性に由来する反磁化状態が出現することを発見し、電荷秩序に伴い出現する3種類のスピンの複雑な相関の様子を明らかにした。