

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名：色素増感太陽電池におけるデバイス物性に関する研究

2. 研究代表者：韓 礼元（(独)物質・材料研究機構・環境エネルギー材料部門 ユニット長）

3. 研究概要

低炭素化社会に貢献する低コストの色素増感太陽電池の高変換効率化研究を行う。色素増感太陽電池のセル構造や色素、酸化半導体、電解質などの構成材料を変えながら、半導体物理、電子工学の分野を基盤にして、表面科学、分子化学や計算科学的アプローチを加えた異分野融合研究により、「分子の電子状態・配列」から「半導体物性などのデバイス物理」までの動作原理を解明し、新たな高効率化アプローチを明らかにする。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

色素増感型分野では、世界最高効率の変換効率 11.4%を達成しており、また、①長波長色素の開発、②TBP 添加効果、③デバイスシミュレーション、などにおいて着実な成果創出がなされ、高く評価できる。代表者は、リーダーシップを発揮し、CREST 予算のリソースを活用し、STM による色素の吸着状態のマイクロ解析など、興味深い成果を得ている。また、大阪府立大との連携により、シミュレーション分野でも、成果が得られつつある。しかし、等価回路モデルで推察される課題が解決されているとは言えず、目標効率 15%実現の道筋は、必ずしも明らかにはなっていない。

4-2. 今後の研究に向けて

色素増感型太陽電池の実用化のためには、太陽電池効率 15%以上の実現、高信頼度化、などが必要である。当初の戦略、方針が、色素増感型太陽電池の高効率化につながっているか不明確である。例えば、等価回路モデルで出された課題が、解決されているとは言えず、目標効率 15%達成の道筋を明らかにしつつ進めるべきである。TBP 添加により電圧増加は認められるものの、収集電流は減少し、TBP 添加による表面吸着面積低減の可能性もある。また、光閉じ込め効果など、定量的に評価されていないケースもある。従って、実験データの蓄積と理論的シミュレーションとの比較による現象およびデバイス特性の理解を進めつつ、原子レベルの解析、TiO₂、色素、電解質溶液の第一原理シミュレーションに基づく新規材料開発を進め、効率 15%達成に結びつけて欲しい。

4-3. 総合的評価

世界最高効率の変換効率 11.4%を達成しており、また、①長波長色素の開発、②TBP 添加効果、③デバイスシミュレーション、などにおいて着実な成果創出がなされ、高く評価できる。今後も、代表者がリーダーシップを発揮しつつ、CREST 予算のリソースを活用し、大阪府立大等との連携による成果創出が期待できる。原子レベルの解析、TiO₂、色素、電解質溶液の第一原理シミュレーションに基づく新規材料開発を、効率 15%達成に結びつけて欲しい。色素増感型太陽電池の実用化のためには、太陽電池効率 15%以上の実現、高信頼度化、などが必要であり、大胆なアプローチと実用的にもインパクトの大きい成果も期待したい。