

研究開発課題別中間評価結果

1. 研究開発課題名

塗布型長寿命有機太陽電池の創出と実用化に向けた基盤技術開発

2. プロジェクトマネージャー

中村 栄一（東京大学大学院 教授）

3. 課題の概要

最高レベルの性能を持つ有機半導体の設計・合成技術とナノからマイクロスケールでの分子組織体の階層構造制御技術をコア技術とし、柔軟・頑丈・簡便・便利な次世代型新構造有機薄膜太陽電池を開発する。バルクヘテロ接合層をナノメートルオーダーで構造制御する p-i-n 接合 3 層構造の構築・解析、界面制御、性能劣化原因の解明等を合わせ実施する。更に、薄膜印刷技術やフレキシブル基板材料などの開発を行い、実用化に向けた工業的基盤技術の確立を目指す。

4. 評価結果

（1）研究開発の進捗及び研究成果の原状

「中村活性炭素クラスター」ERATO プロジェクトで開発した、ベンゾポルフィリンプレキューサーと C60 誘導体（SIMEF）からなる塗布膜による素子を出発点として、目標を大幅に上回る世界最高の変換効率（11 %）を示す有機太陽電池を開発することに成功した（ステージⅠ目標変換効率、7 %）。これは、p 型及び n 型有機半導体の分子設計、層分離構造による有機薄膜太陽電池を基礎に、適切なエネルギー状態を有する半導体材料の組み合わせを用いて、適切な相分離構造を示すような材料の組み合わせ及びプロセス条件を開発し、さらに適切な素子構造を持たせることにより実現された。この 11 %素子の光学シミュレーションの結果から、活性層が非常に有効に光を吸収して利用されていることを明らかにした。また、タンデム素子開発への基礎的検討を実施し、これらの基盤としてフラーレン化合物ライブラリーの構築、工業的精製技術を確立した。

さらに、ロールツーロール法（R2R）による有機薄膜太陽電池製造プロセスをイメージして、研究所内に、R2R 設備を構築し、試作を行った。

NEDO のプロジェクトへの展開、住み分けについてもうまく機能しており、事業化へ向けた方向性も申し分ないと思われる。

（2）今後の研究に向けて

シングル型太陽電池で 11 %の変換効率を得たことは非常に大きな成果である。今後は、シングル型太陽電池で更なる効率向上を進めるとともにタンデム化で必須となる近赤外吸収有機半導体の新規材料開発等を行って更なる効率向上を図るなど、ステージⅢでの最終目標達成に必要なステージⅡでの研究開発を見定め、積極的に推進されることを望む。現在の効率にて展開できる分野に関しては、製品への展開を進めていくことが望ましい。また、素子の劣化原因など有機エレクトロニクス全体に係わる根本的課題に関しても研究を進め、本テーマ「有機材料を基礎とした新規エレクトロニクス技術の開発」に参画する全機関への展開を進めていくことを望む。

太陽電池業界では、中国の台頭によりパネル価格の大幅な下落等が起こり、倒産、再編な

どが起こり始めている。本開発は結晶系 Si 太陽電池の置き換えではなく、結晶系 Si では対応不可なニッチなアプリへの展開を狙い進めており、結晶系 Si との価格競争にならないよう進められている。

このような情勢で、従来の Si 系太陽電池では不得意なニッチ領域に進め、将来的にはグローバル産業へと発展させる。そのためには、三菱ケミカルホールディング内のみにとどまらず、各業種とのアライアンスも必要であろう。

情報共有に関しては、基礎研究から事業化まで一体となった情報共有の場も開催されており、外部発表も活発に行われている。ただし、有機エレクトロニクステーマの 4 課題において、企業サイドはコンペティターの関係にあり、テーマ内の他グループとの情報交換に向けた取り組みは検討課題として残されている。

今後、封止材料などの周辺技術についての共通課題に関し、情報共有化の推進に努めることを望む。

（3）総合評価

科学的課題、基盤技術、工業化技術が明確にされており、産学官連携が理想的に推進されている。

エネルギー変換効率についてはステージⅠの目標値を大幅に達成しており、早期実用化が可能な技術に関しては、製品への展開を進めていくことが必要である。その点、ステージⅡにおいてパイロットフェーズへの移行も検討されており、競合技術に対する住み分けなど、事業計画も具体的に進められている。

以上の結果から、総合評価を S とする。