

有機半導体ナノファイバーを用いた高効率自立電源の開発

Development of Stand-Alone Power System Based on Photoelectric Conversion Utilizing Nanofiber-Structured Organic Semiconductors

研究のポイント：Point

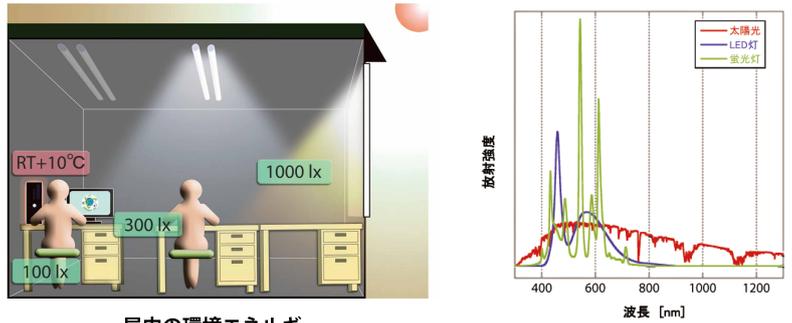
- 安定出力、軽量、フレキシブル、低コストを実現する屋内向け自立電源の開発
- ナノファイバー構造を導入した高効率光電変換デバイスの開発
- Highly reliable, light-weight, flexible, low-cost and self-powered system based on nanofiber-structured organic semiconductor devices
- which harvests electrical power from indoor ambient light.

背景と目的：Background & Purpose

■屋内における環境エネルギーの捕集

グリーンセンサネットワークシステムのセンサ端末に十分な電力を供給するためには、屋内環境に散らばる微小なエネルギーを効率よく捕集し電気エネルギーに変換する必要があります。

室内照明は太陽光に比べて、その強度は百分の一以下と微弱であり、スペクトル（波長分散）も大きく異なります。光エネルギーを電気エネルギーへと変換する場合、このような光源の特性を考慮して条件に適した太陽電池を選択する事が重要です。



屋内の環境エネルギー（太陽光、室内照明）

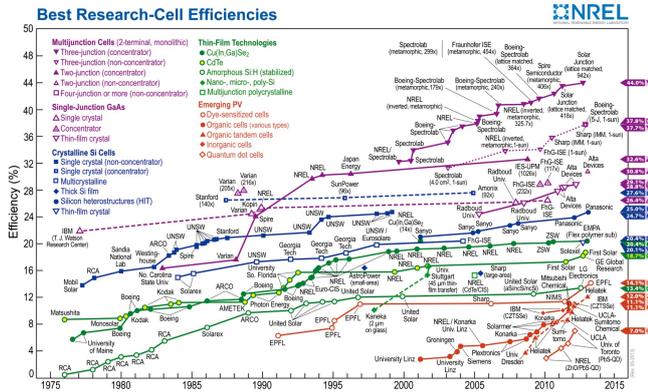
太陽光と室内照明のスペクトル

- Energy harvesting from indoor energy sources (e.g., light) is strongly required for realization of maintenance-free wireless sensor node.

■シリコン系太陽電池と有機系太陽電池

光電変換デバイス開発状況を見てみると、近年の有機系太陽電池の効率向上は目覚ましく、非常に有望なデバイスの一つです。

代表的な光電変換デバイスであるシリコン結晶系太陽電池と有機系太陽電池を比較してみると、室内照明下においては有機系が適しておりセンサネットワークシステムにおけるセンサ端末向けの自立電源として、有機系太陽電池が最適です。



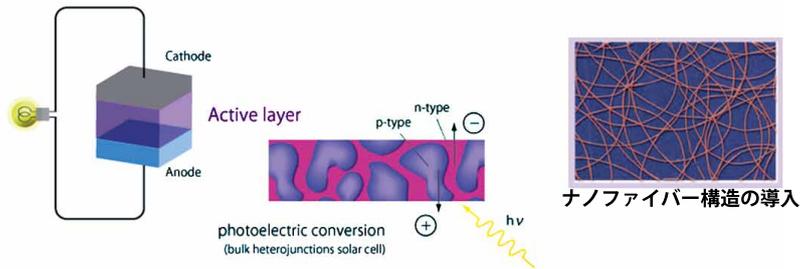
太陽電池高効率化研究成果の推移（出典：NREL）

- Recently, efficiency of organic photovoltaic (OPV) cells has increased remarkably. In addition, OPV cells are more suitable for the indoor ambient light than silicon-based photovoltaic cells.

■有機薄膜太陽電池

Bulk heterojunction型の太陽電池は、p型・n型ポリマーの溶液を使用して簡便に作製できる光電変換素子です。ウェットプロセスで生産できる事から低コスト化が期待できます。原料の柔軟性が高く、多様な形状に対応できることから、プラスチック基板を用いることで、軽量で壊れにくい安定なデバイスを得ることができます。

一般的なBulk heterojunction型太陽電池は処理温度を制御することで膜内にミクロな相分離構造を作り出し、高いエネルギー変換効率を達成していますが、本PJではここにナノファイバー構造を導入することにより、より高効率で安定な自立電源開発を目指します。



有機薄膜太陽電池の基本構造

- Utilization of nanofibrous organic semiconductor is a promising approach for development of highly efficient power systems based on photoelectric conversion.

有機半導体ナノファイバーを用いた高効率自立電源の開発

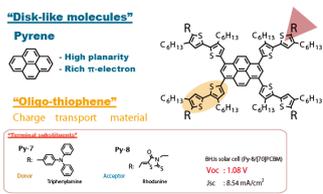
Development of Stand Alone-Power System Based on Photoelectric Conversion Utilizing Nanofiber-Structured Organic Semiconductors

研究の内容：Summary

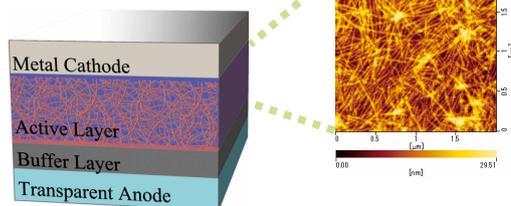
- 有機半導体材料の開発 担当：信州大学（再委託先）
 - ・光源のスペクトルに応じた吸収特性
 (→赤色光を含む可視光全域の利用)
 - ・開放電圧の向上 (→1.09V)



多様なp型有機半導体材料



- ナノファイバー構造を用いた光電変換素子
 - ・光電変換層にナノファイバー構造を導入
 - ・キャリアの輸送特性を改善

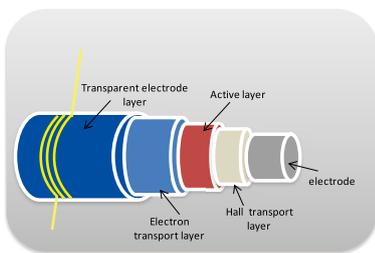


ナノファイバー構造利用有機薄膜太陽電池

- Development of novel organic semiconductor nanofibers with good light adsorption properties and low band-gap electronic structure for high-efficiency organic energy-harvesting devices.

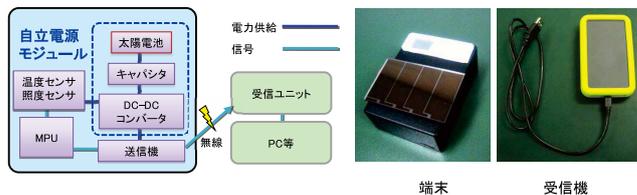
- Nanofiber-structured organic semiconductors in the active layer of organic photovoltaic cells improve their energy conversion efficiency.

- 有機薄膜太陽電池の繊維化
 - ・有機系の特徴を活かした優れた設置性（曲げ・折り畳み）
 - ・室内照明（散乱光）に適した形状



繊維型太陽電池の基本構造

- 自立電源モジュール開発
 - ・環境発電に対応した端末への電力の安定供給を実現
 - ・モジュールの低損失化



自立電源モジュール搭載端末の構成例

- Development of fiber-shaped organic photovoltaic cells with good installability and photoincorporation.

- Development of reliable power system based on energy harvesting cells for wireless sensor network system.

応用分野：Application Areas

- 省エネ実証：ワイヤレスセンサー端末用電源として本年度よりスマートファクトリでGセンサーネットワークシステムの実証試験をスタート
- 自立電源としての展開：繊維化・テキスタイル化 → 発電するインテリア、モバイル・ウェアラブル電源（センサーネットワークシステムとの併用）



スマートファクトリ（植物工場）でのセンサー端末実証



繊維形状光電変換デバイス

- Light-weight, flexible, and stand-alone power system is promising not only for wireless sensor network system but also other large-area uses (e.g., wall paper, curtain, and clothes).