

プラスチックでつくる太陽電池

工学研究科 高分子化学専攻 伊藤紳三郎 研究室

説明担当: 大北 英生 (准教授)
辨天 宏明 (助教)
玉井 康成 (研究員)

ホームページ: <http://www.photo.polym.kyoto-u.ac.jp>
連絡先: webmaster@photo.polym.kyoto-u.ac.jp

太陽電池ってどんなもの?

太陽電池 (物理電池): 電気の素は太陽から調達

- ◆ 太陽の光を電気に変えて発電する
- ◆ 曇りや雨の日は発電できない
- ◆ 充電できない

化学電池: 電気の素は電池の中の化学物質

- ◆ 電池の中で起こる化学反応を利用して発電する
 - 一次電池: 充電できない (アルカリ乾電池など)
 - 二次電池: 充電できる (リチウムイオン電池など)

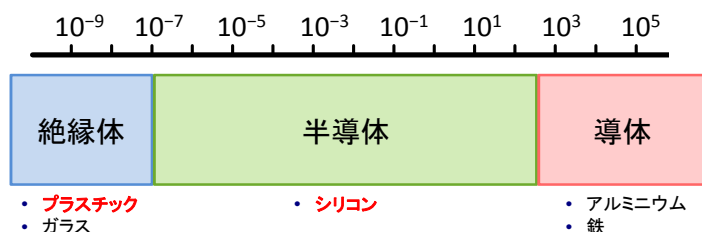
Let's Try!! 太陽電池と化学電池の違いを体験しよう!!

太陽電池の材料 “半導体”

太陽電池の材料: 半導体

“半導体”は、導体と絶縁体の両方の性質を持っており、温度や光などの周りの環境によって、電気を通しやすくなったり、通さなくなったりします。シリコンは代表的な半導体材料です。

導電率: 電気の通しやすさ ($\Omega^{-1} \text{m}^{-1}$)



ドーピングによりプラスの電気(正孔)を通しやすくなったものをp型半導体、マイナスの電気(電子)を通しやすくなったものをn型半導体と言います。

太陽電池はp型半導体とn型半導体の組み合わせでできています。

“普通の”太陽電池 = 無機シリコン系太陽電池

- ◆ 現在、屋根に乗っているのはほとんどこのタイプ
- ◆ 高性能かつ高耐久
- ◆ 重くて硬い

プラスチック太陽電池 = 有機薄膜太陽電池

- ◆ 薄くて、軽くて、曲げられる
- ◆ プリンターで印刷可能
- ◆ 様々なカラーバリエーション

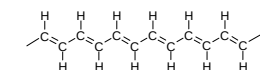
なぜプラスチックで 太陽電池が出来るの?

電気を通さないはずのプラスチックで、なぜ太陽電池が出来るの?

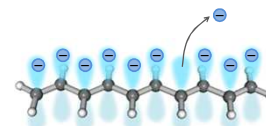
2000年 ノーベル化学賞: 電気を通すプラスチックの発明
白川英樹先生、A. ヒーガー先生、A. マクダイアミッド先生

共役系の π 電子が活躍

電子を少し抜いてやると電気が流れる

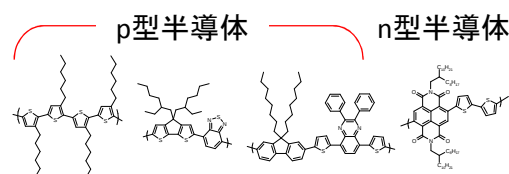


ポリアセチレンの構造



共役高分子が簡単にできるようになった!!

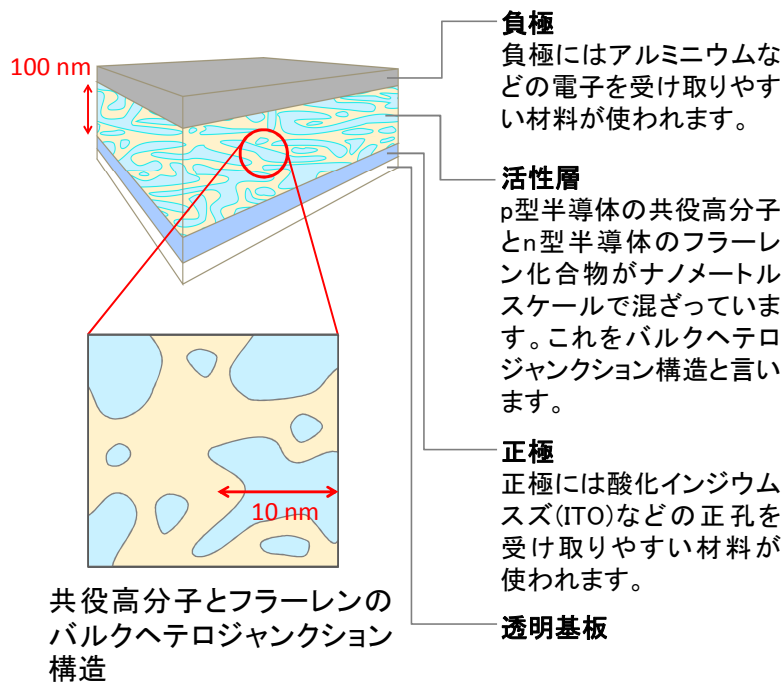
2010年 ノーベル化学賞: クロスカップリング反応
根岸英一先生、鈴木章先生、R. ヘック先生



プラスチック太陽電池 の構造

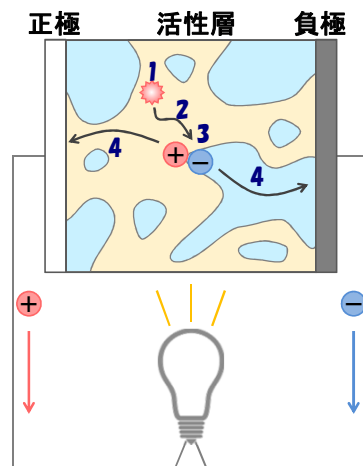
プラスチック太陽電池の活性層の厚みは
わずか100 nm = 0.0000001 m !!

(食品用ラップフィルムの1/100の薄さ)



プラスチック太陽電池 のしくみ

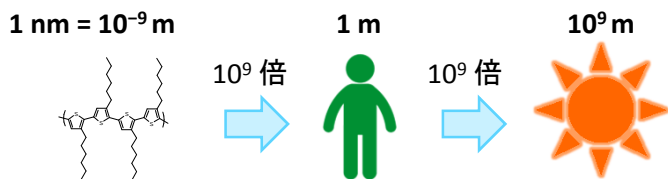
- 1 光吸収**
共役高分子が太陽光を吸収すると、**励起子**というエネルギーの塊ができます。
- 2 励起子拡散**
励起子が共役高分子の中をランダムに動き回ります。
- 3 電荷分離**
励起子がフラーレンとぶつくと、**励起子からフラーレンに電子が移動し、共役高分子には正孔が残ります。**
- 4 電荷回収**
正孔と電子は再び膜の中を移動して、それぞれ正極、負極に回収されれば電流が流れます。



Let's Try!! プラスチック太陽電池でオルゴールを鳴らしてみよう!!

バルクヘテロジャンクション 構造の精密制御

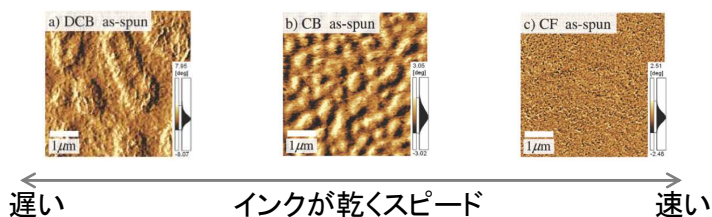
分子の空間スケール(ナノメートル)



人間のスケールに直すと 10^9 m = 100万kmは・・・
地球25周分, 地球-月間の2.6倍, 太陽の半径の1.4倍

共役高分子とフラーレンは水と油

混ぜて塗るだけで共役高分子とフラーレンが分離して、
理想的な構造が“自発的に”形成されます。



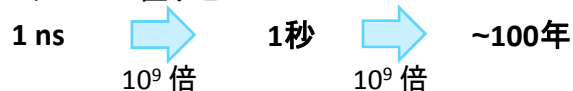
ACS Applied Materials & Interfaces, 2011, 3, 2924-2927

高速レーザ分光法による 発電原理の解明

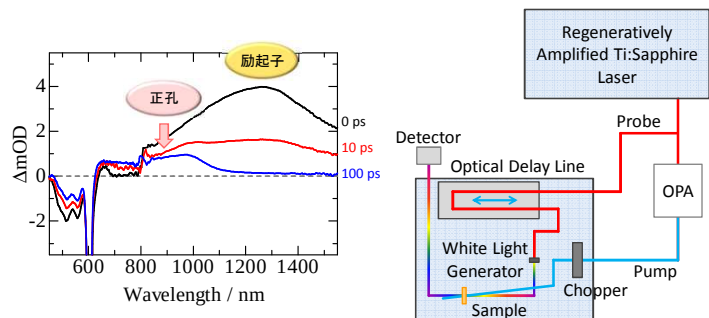
分子の時間スケール(ナノ秒)



人間のスケールに直すと・・・



電気ができるまでを高速レーザで追跡



プラスチックで作る太陽電池: 発展編

- 本研究の一部は以下の助成により行われたものです。
- ◆ 内閣府・JSPS 最先端研究開発支援プログラム (FIRST)
 - ◆ JST さきがけ「太陽光と光電変換機能」
 - ◆ JST CREST「エネルギー高効率利用のための相界面科学」
 - ◆ JSPS 科学研究費 基盤研究(A) No. 26248033
 - ◆ JSPS 科学研究費 基盤研究(B) No. 26288060