

令和4年度 秋季オープンキャンパス 体験授業

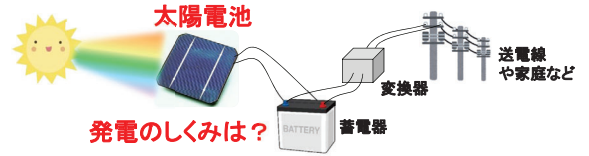
9月25日(日) 15:40~16:10 文理学部 理学系 ⑥

太陽電池の発展とその物理

物理学科 上岡 隼人



太陽光発電



授業の目的: 太陽電池の発電のしくみを理解

* https://www.ihl.co.jp/ihl/all_news/2013/infrastructure_offshore/2013-11-04/index.html

本日の授業の流れ

1. 太陽光利用の**歴史**
2. 電子の**エネルギー状態** 原子と半導体
3. 太陽電池の**発電原理** pn接合と電子の移動
4. 新形式: **有機太陽電池** 効率の推移と実例
5. まとめ

太陽光利用の**歴史** 光による電子状態の変化

銀板 → 湿板
 $Ag^+X^- + h\nu \rightarrow Ag + 1/2 X_2$
 銀塩写真

ニエプス (仏 1765~1833) → 協力 → ダゲール (仏 1789~1851)
 初めての写真 湿青 → ライパル → タルボット (英 1800~1877)

坂本龍馬 (1836-67) 像
 上野彦馬(長崎)

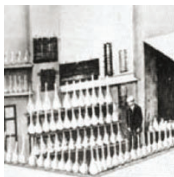
光のエネルギーの利用

太陽光による分子合成

光エネルギーを電気エネルギーに直接変換



チアマチアン (伊1857-1922)



ボローニャ大学での実験風景



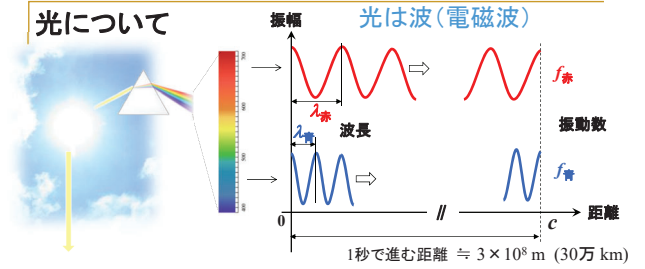
ピアノン (米 1905-1987) チェイビン (米 1906-1995) フラー (米 1902-1994)

光化学反応の始まり

1954年に登場
結晶シリコン太陽電池



光について

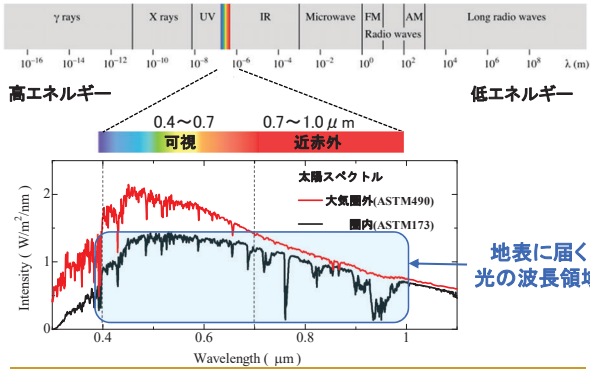


光子
光は粒(光子)

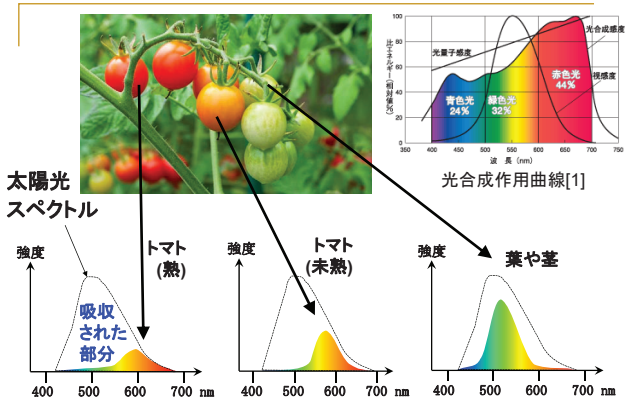
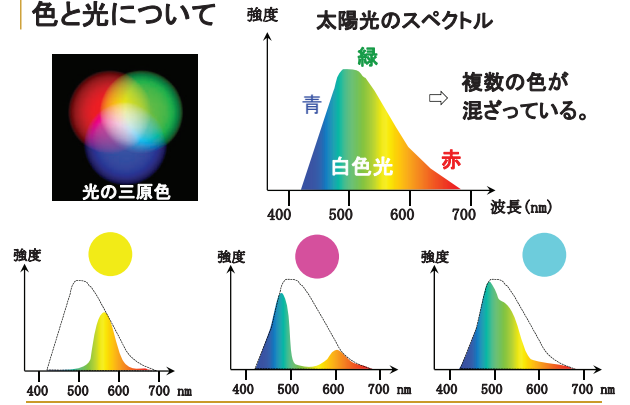
エネルギー $\epsilon = hf = h \frac{c}{\lambda}$
 h : プランク定数 [J s]
 振動数に比例, 波長に反比例

光速 c [m/s]
 波長 λ [m]
 振動数 $f = \frac{c}{\lambda}$ [1/s]

太陽光の波長範囲

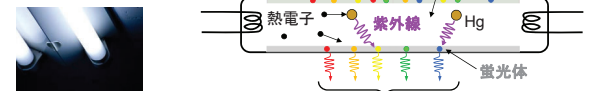


色と光について

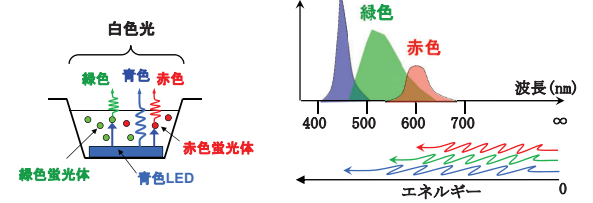


[1] https://www.iwasaki.co.jp/product/applied_optics_field/plant_raising_system/plant-factory01_3.html

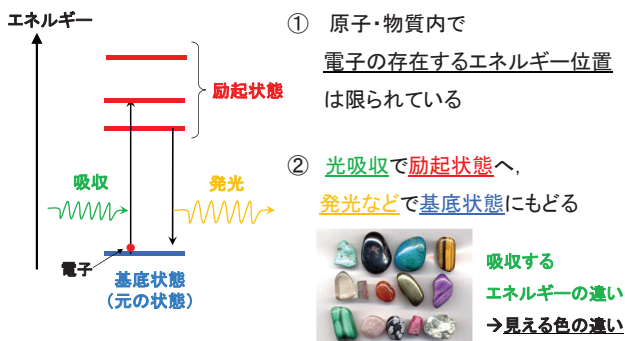
蛍光灯からの白色光



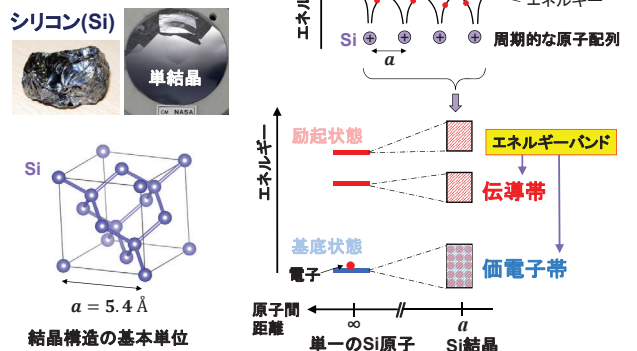
白色LEDからの白色光



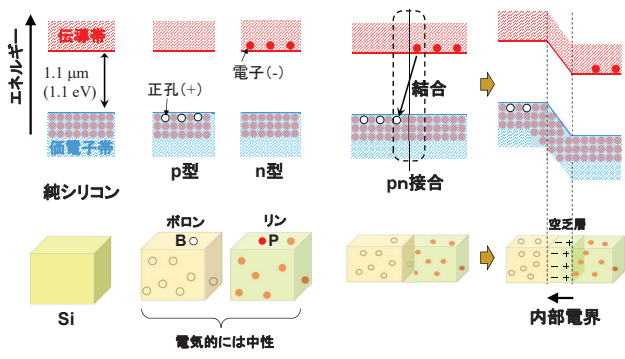
電子のエネルギー状態の変化と光の吸収(基礎知識)



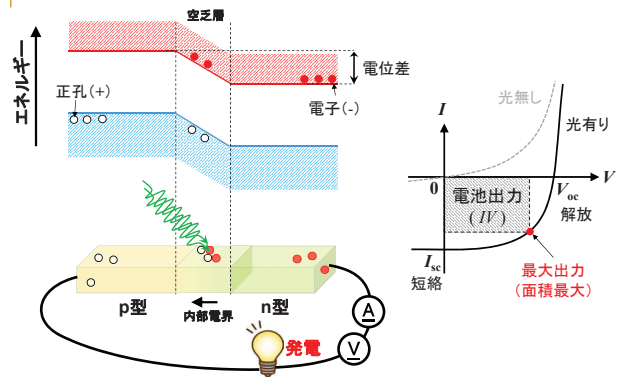
太陽電池の素材



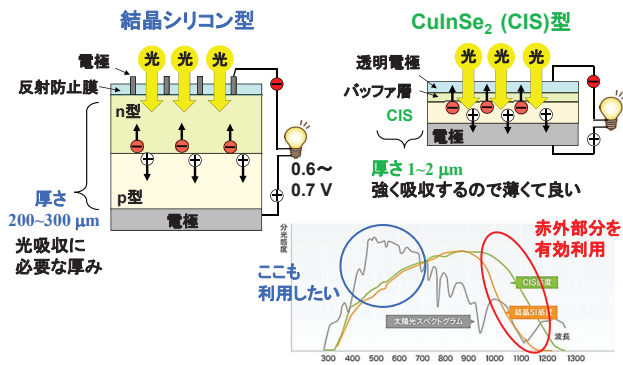
太陽電池(シリコン)のエネルギー状態



発電の原理



太陽電池の構造



CIS薄膜太陽光発電普及センター
<http://www.cishakumaku.com/feature/keyword.html>

太陽電池の製品

結晶シリコン型

Panasonic

太陽光は発電品質へ
決め手は「発電力・全光吸収率」

京セラ

RoofLeX

京セラ史上
発電量最大

東芝

プレミアムモデルは
世界トップレベル

360w

Sharp

先進のBLACKSOLAR

変換効率 19.6%

CIS型

ソーラーフロンティア

Copper
Indium
Selenium

変換効率 15~20%

太陽電池の種類

- 無機**
- 単結晶シリコン(Si)
 - アモルファスシリコン
 - Cu(In_{1-x}Ga_x)Se₂ (CIGS)
 - ペロブスカイト
 - 量子ドット

既に製品化
 新型

課題

- 発電効率の向上
 - 作製コストの削減
- 対策**
- 素材の選定
 - 作製法の改善
 - 素子構造の改良

- 有機**
- 色素増感型太陽電池
 - 有機太陽電池

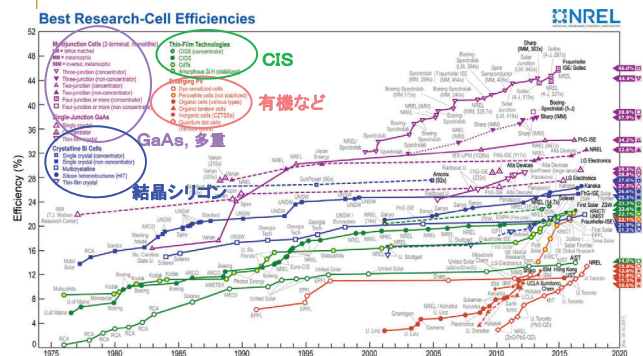


リコー

Konarka Inc.

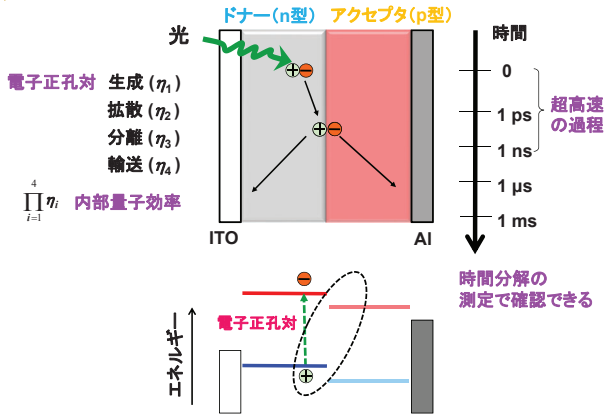
- 溶液からつくられる
- 印刷が可能
- 低い温度で作製できる
- 吸収する波長を選べる

各種太陽電池の発電効率の発展

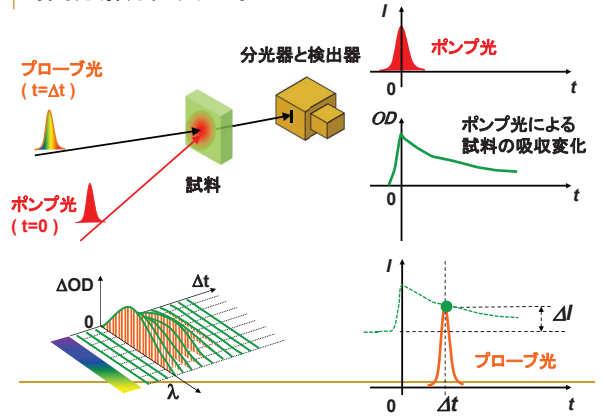


United States Department of Energy

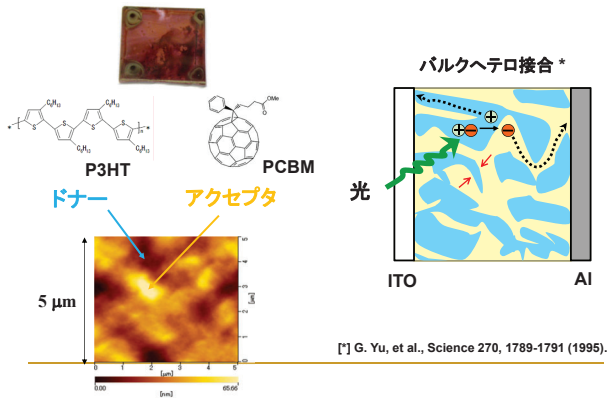
有機太陽電池の発電過程



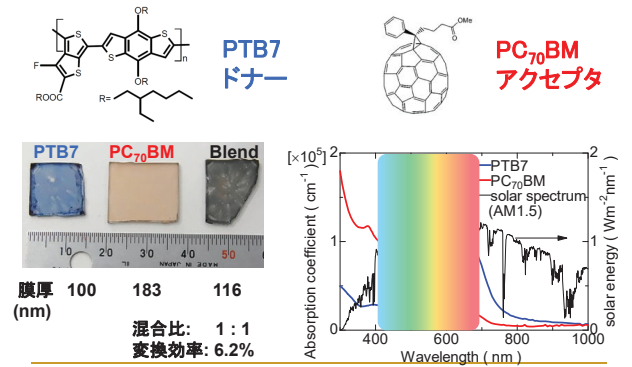
時間分解分光法の原理



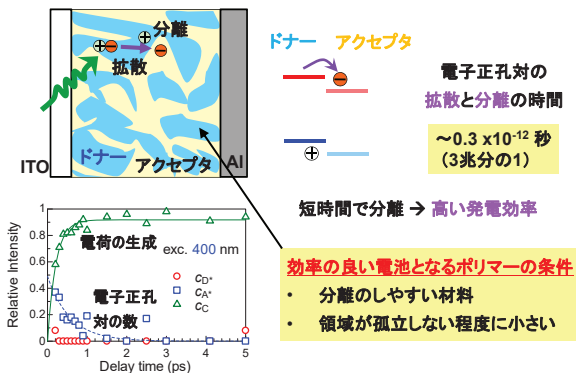
有機太陽電池の構造(ポリマー型)



有機太陽電池(ポリマー型)の実例: PTB7 / PC₇₀BM



電子正孔対の生成と分離の過程



授業のまとめ

1. 電子のエネルギー状態
エネルギー準位, バンド構造
2. 太陽電池の発電のしくみ
光吸収と電子状態の変化
3. 発電効率の発展と有機太陽電池
分類, 電子・正孔生成と電荷分離

