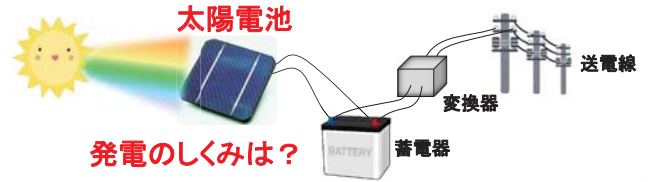


# 太陽電池の発展と物性物理学

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.ihc.co.jp/ihc/all\\_news/2013/infrastructure\\_offshore/2013-11-04/index.html](https://www.ihc.co.jp/ihc/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. 発電の原理 pn接合と電子の移動
4. 電池の種類と有機電池 効率の推移と実例
5. まとめ

## 太陽光利用の歴史 光と電子の変換

銀板 → 湿板

$$\text{Ag}^+\text{X}^- + h\nu \rightarrow \text{Ag} + 1/2 \text{X}_2$$

銀塩写真

協力

ニエプス (仏 1765~1833) ダゲール (仏 1789~1851)

初めての写真 瀝青 ライバル

「ル・グラの窓からの眺め」 タルボット (英 1800~1877)

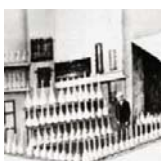
坂本龍馬 (1836-67)像 上野彦馬(長崎)

## 光エネルギーの利用

太陽光による分子合成



チアミチアン (伊1857-1922)



ボローニャ大学

光化学反応の始まり

光エネルギーを電気エネルギーに直接変換

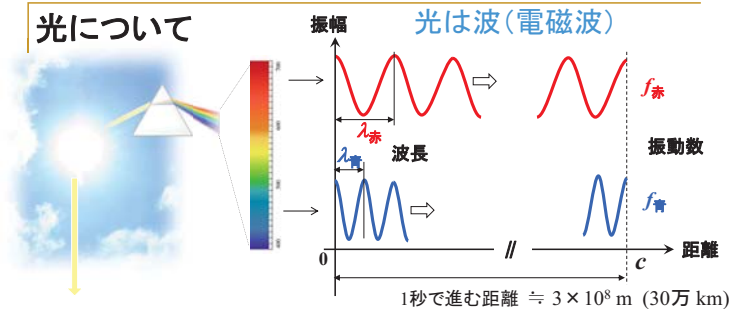


AT&Tベル研究所  
ピアソン (米 1905-1987) フラー (米 1902-1994)  
チエイピン (米 1906-1995)

1954年に登場  
結晶シリコン太陽電池



## 光について



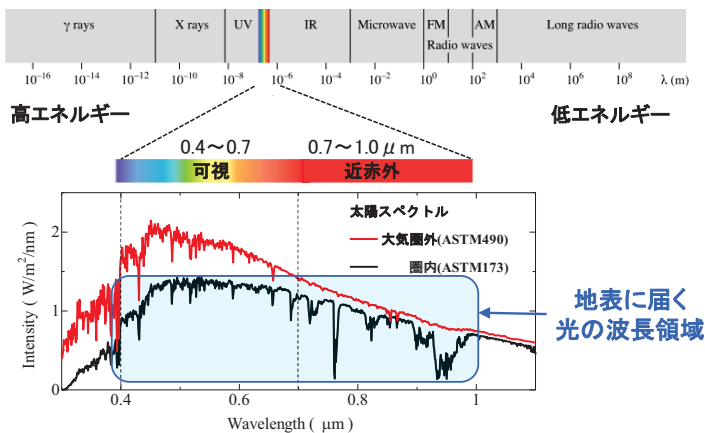
光子

光は粒(光子)

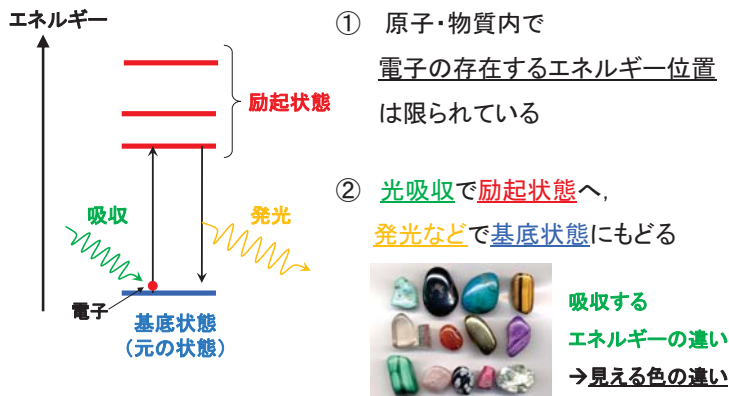
エネルギー  $\epsilon = hf = h \frac{c}{\lambda}$   
 $h$ : プランク定数 [J s]  
 波長に反比例, 振動数に比例

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

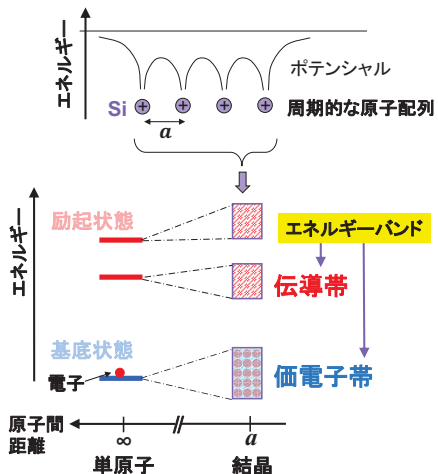
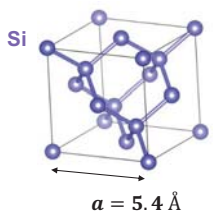
## 太陽光の波長範囲



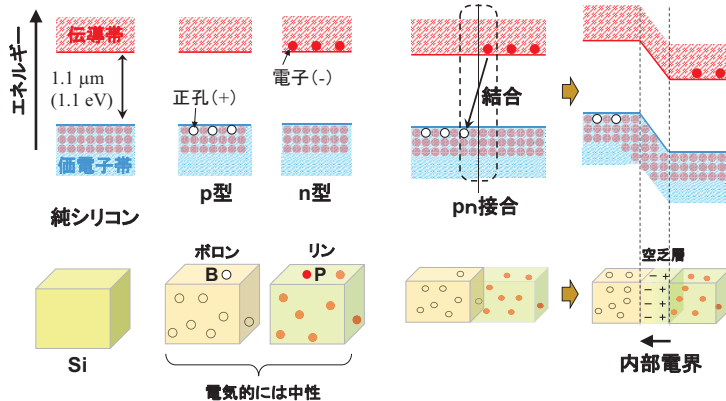
## 基礎知識：光の吸収と電子のエネルギー状態の変化



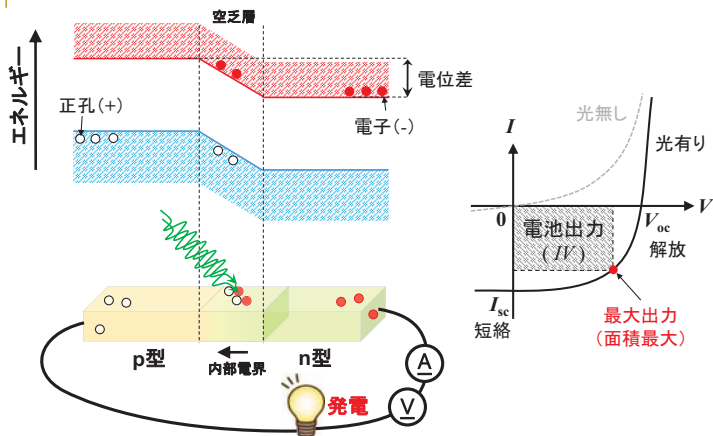
## 太陽電池の素材



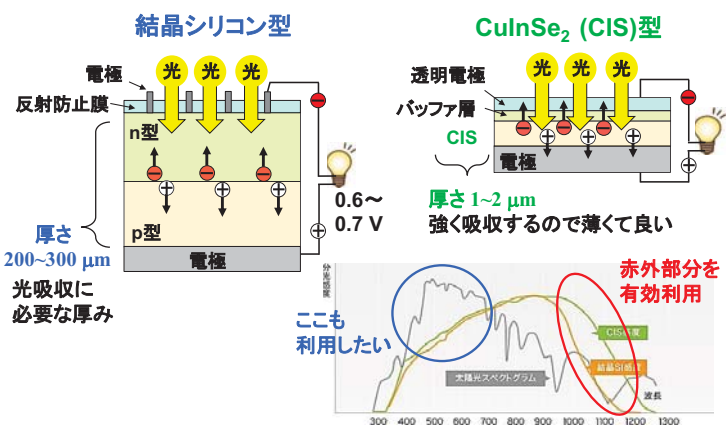
## 太陽電池(シリコン)のエネルギー状態



## 太陽電池の発電過程



## 太陽電池の構造

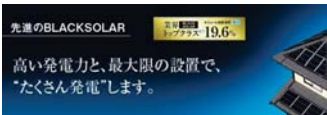


## 太陽電池の製品

### 結晶シリコン型



Sharp



京セラ



東芝



### CIS型

#### ソーラーフロンティア



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<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>)Se<sub>2</sub> (CIGS)
- ペロブスカイト
- 量子ドット

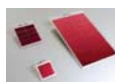
製品化

新型

### 有機

- 色素増感型太陽電池
- 有機太陽電池

- 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



リコー



Konarka Inc.

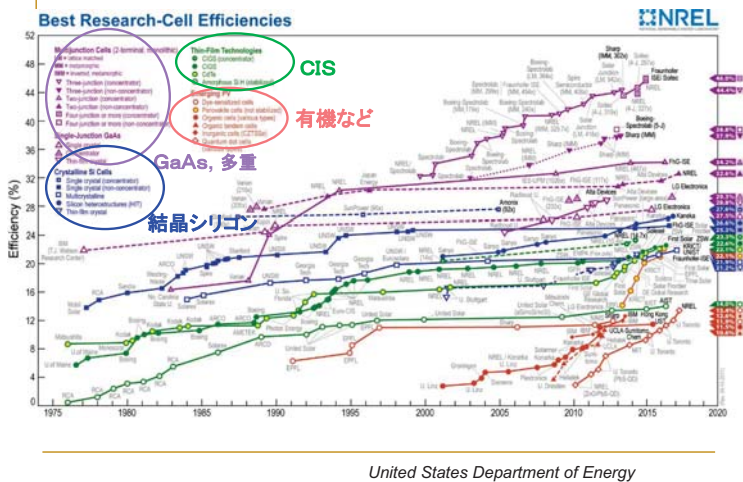
### 課題

- 発電効率の向上
- 作製コストの削減

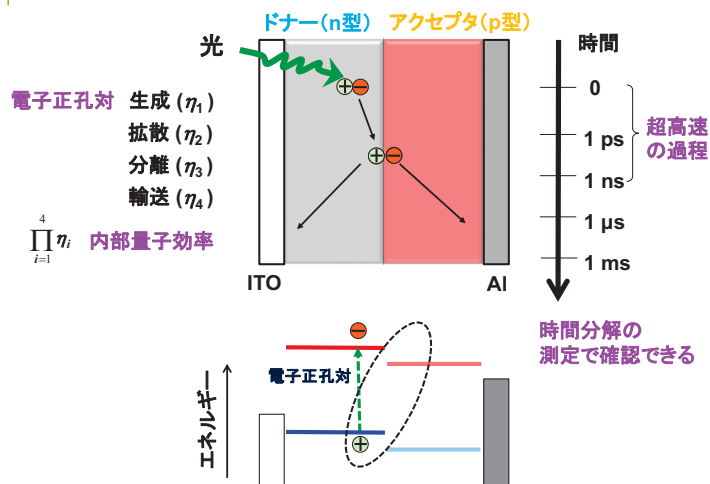
### 対策

- 素材の選定
- 作製法の改善
- 素子構造の改良

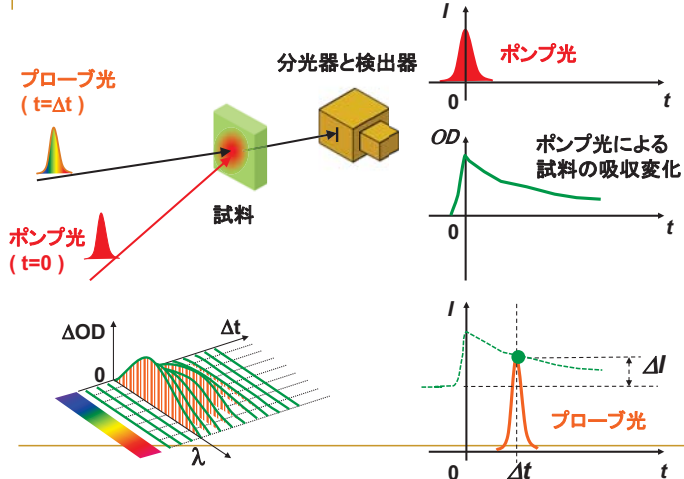
## 各種太陽電池の発電効率の発展



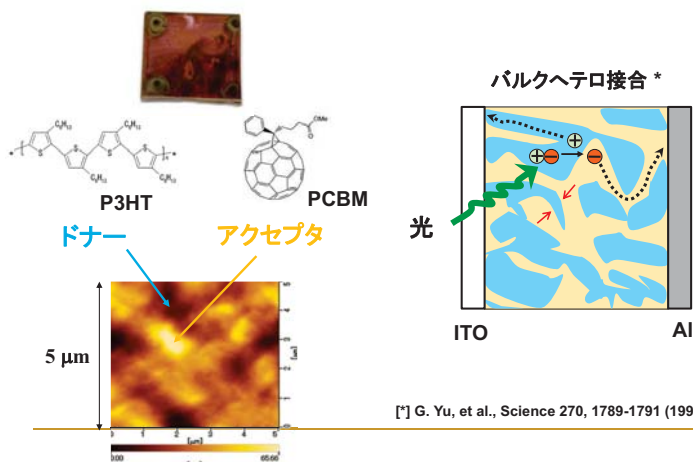
## 有機太陽電池の発電過程



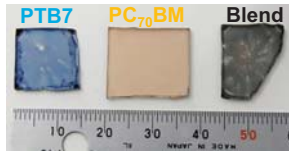
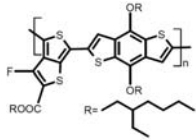
## 時間分解分光法の原理



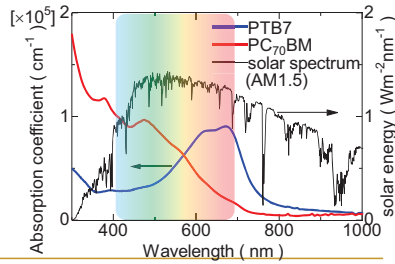
## 有機太陽電池の構造(ポリマー型)



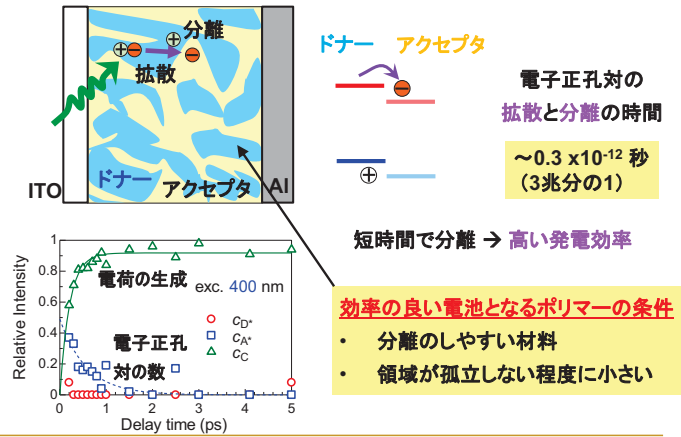
## 有機太陽電池(ポリマー型)の実例: PTB7 / PC<sub>70</sub>BM



膜厚 (nm)	100	183	116
混合比:	1 : 1		
変換効率:	6.2%		



## 電子正孔対の生成と分離の過程



K. Yonezawa, et al., Appl. Phys. Exp. 5, 042302 (2012).

## 授業のまとめ

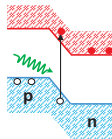
### 1. 電子のエネルギー状態

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

