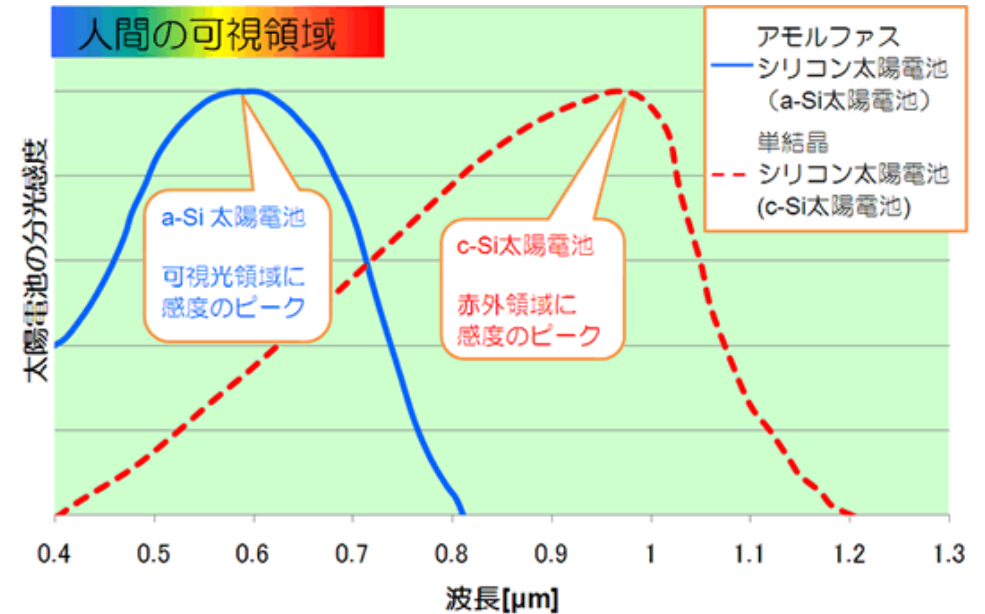
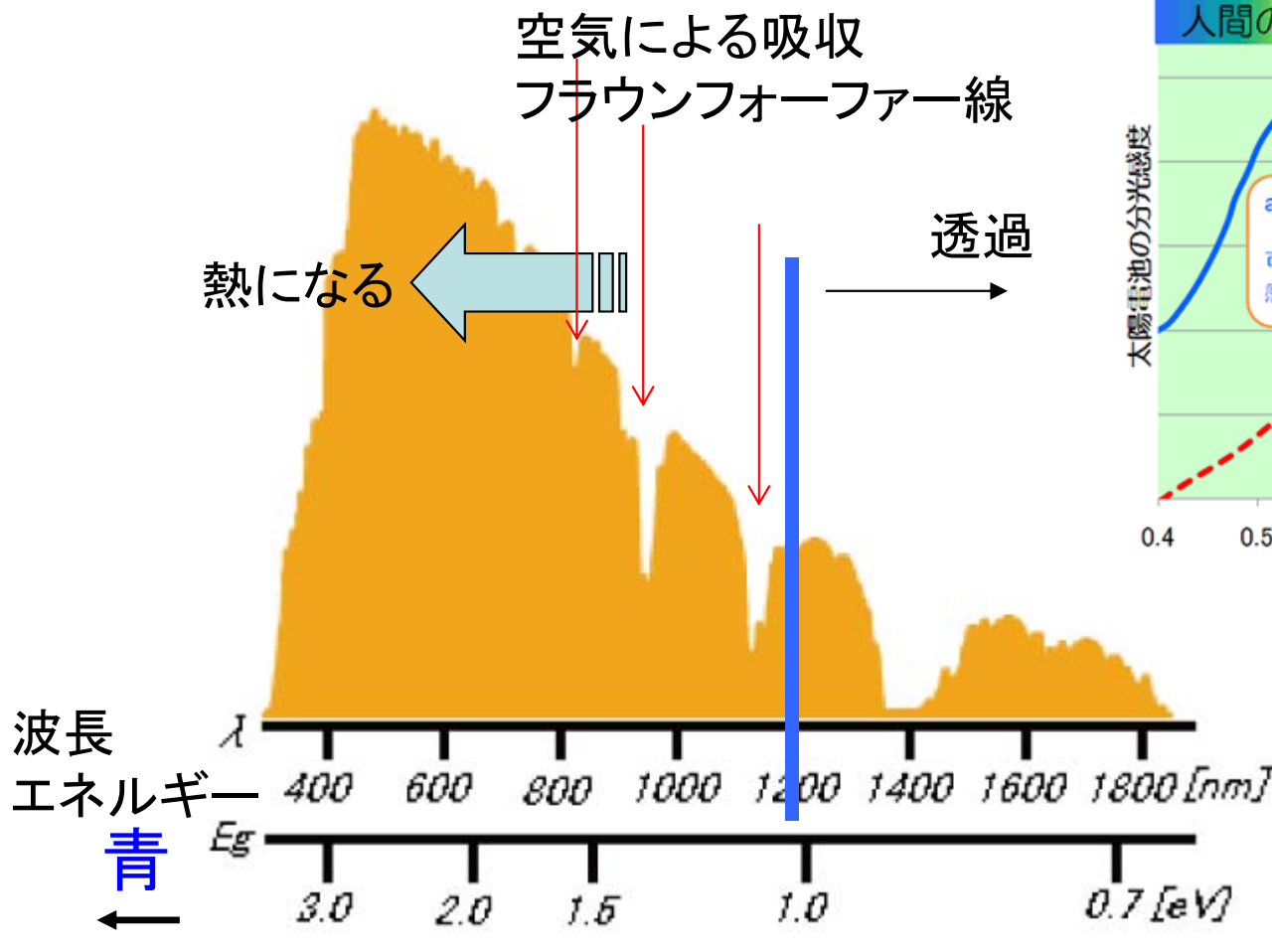


エネルギーシステム・要素論

第四回 太陽電池

平成29年6月30日

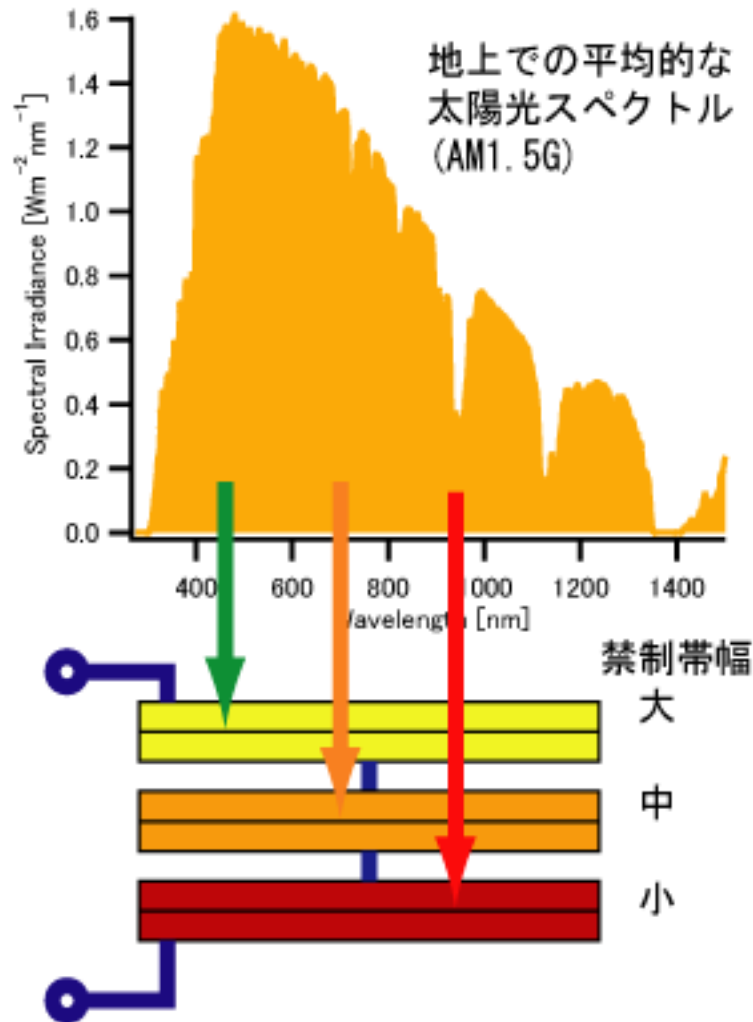
太陽電池の効率(最大30%)



太陽電池の感度

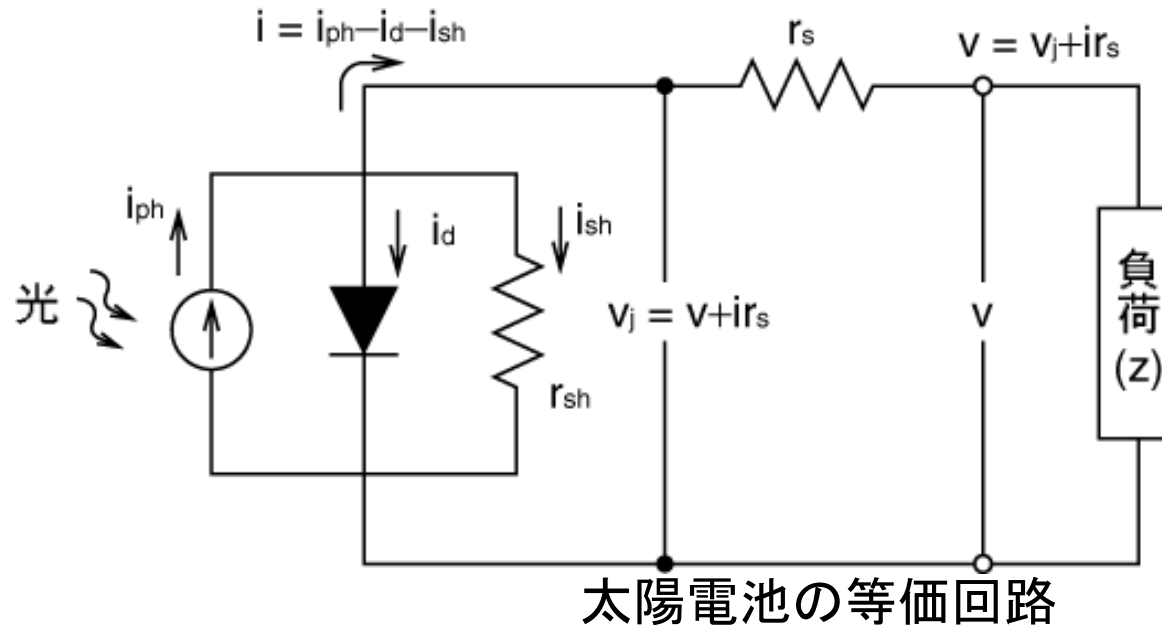
太陽光のスペクトル分布

多接合太陽電池(効率50%以上)



- 種類の異なる半導体を積み重ねる
 - GaInP/GaAs/Ge等
 - 順番を間違えると効果なし
 - スタック型、積層型、タンデム型とも呼ぶ
 - 理論的変換効率約86%(接合数無限大)

太陽電池の性能評価



i_{ph} は短絡電流に相当
 直列抵抗
 半導体層の抵抗
 電極の抵抗
 並列抵抗
 太陽電池の漏れ電流
 電極の絶縁性

飽和電流 i_o
 ダイオード因子 n_d
 ボルツマン定数 k
 接合部温度 T_b
 単位電荷 q
 接合部電圧 v_j
 漏れ抵抗 r_{sh}

ダイオード電流 i_d

$$i_d = i_o \left\{ \exp\left(\frac{q v_j}{n_d k T_b}\right) - 1 \right\}$$

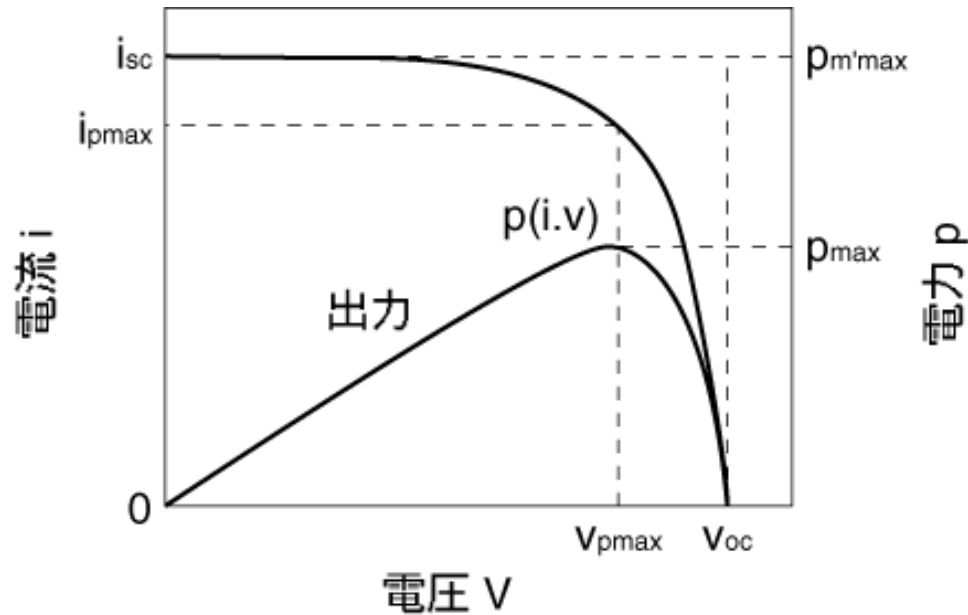
漏れ電流 i_{sh}

$$i_{sh} = \frac{v_j}{r_{sh}}$$

出力電流 i

$$i = i_{ph} - i_d - i_{sh} = i_{ph} - i_o \left\{ \exp\left(\frac{q(v + i r_s)}{n_d k T_b}\right) - 1 \right\} - \frac{v + i r_s}{r_{sh}}$$

太陽電池の性能評価



太陽電池の出力電圧・電流特性

$$V_{max} \neq V_{oc}, I_{max} \neq I_{sc}$$

最大出力電力 $P_{max} = V_{oc} I_{sc} FF$

曲線因子 $FF = \frac{P_{max}}{V_{oc} I_{sc}}$ $I_{sc} = I_{ph} - I_0 \left\{ \exp\left(\frac{q r_s I_{sc}}{n_d k T_b}\right) - 1 \right\} - \frac{r_s}{r_{sh}} I_{sc}$

開放電圧 $V_{oc} \Rightarrow i=0 \Rightarrow V_{oc} = V_{joc}$

$$0 = I_{ph} - I_d - I_{sh}$$

$$= I_{ph} - I_0 \left\{ \exp\left(\frac{q V_{joc}}{n_d k T_b}\right) - 1 \right\} - \frac{V_{joc}}{r_{sh}}$$

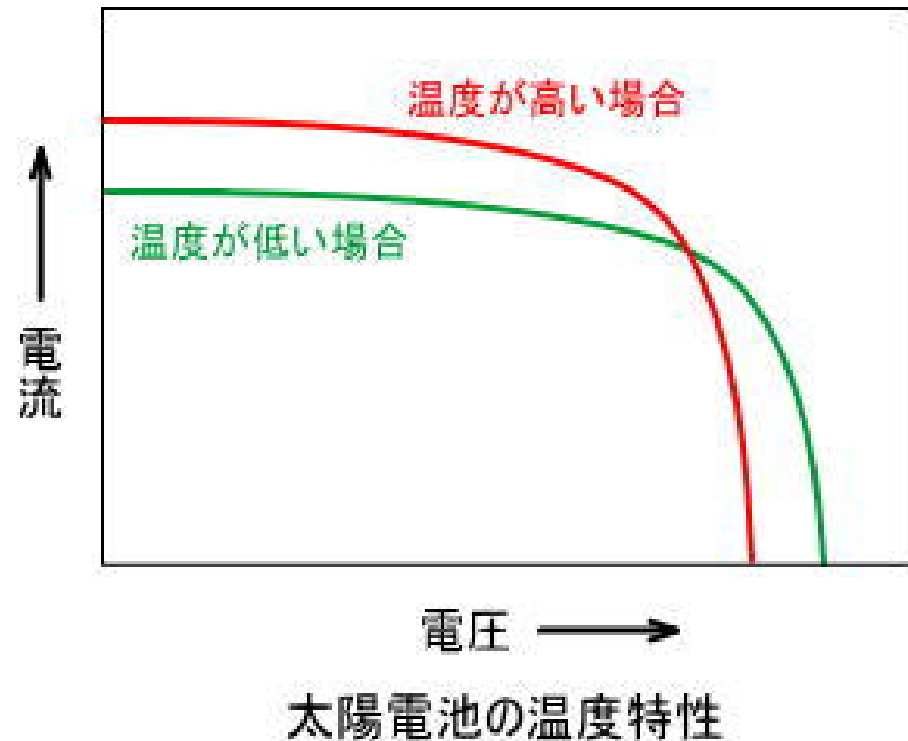
短絡電流 $I_{sc} \Rightarrow v = v_{jsc} - I_{sc} r_s = 0$

$$V_{jsc} = I_{shsc} r_{sh} \quad I_{shsc} = \frac{r_s}{r_{sh}} I_{sc}$$

$$r_s I_{sc} = V_{jsc}$$

太陽電池の温度特性

- 高温において禁制帯幅（バンドギャップ：シリコンでは1.2eV）が減少する
- 結晶系では1°C温度が上昇すると約0.4%低下
 - 70°Cにおいて基準温度（25°C）に対して約2割の出力低下



電池の種類

- 物理電池

- 物理エネルギーを電気エネルギーに変換
- 太陽電池
- 熱電対

- 化学電池

- 化学エネルギーを化学反応によって電力(直流)に変換
- 一次電池 放電のみ可能
- 二次電池 充電可能
- 燃料電池

ネルンストの式

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \log_e \frac{Rd_1 Ox_2}{Ox_1 Rd_2}$$

電池の歴史



肖像
wikipediaより

Alessandro Volta
1745年2月18日 - 1827年3月5日

Sanyo HPより



- ボルタの電池
 - 1800年頃発明
 - オリジナル
 - 銀, 錫, 食塩水
 - 一般には銅と亜鉛
- 乾電池の発明
 - 1885年 屋井先蔵 (日本人)
 - 松下幸之助が発展させる