

# エネルギーシステム・要素論

## 第四回 太陽電池

2021年5月7日

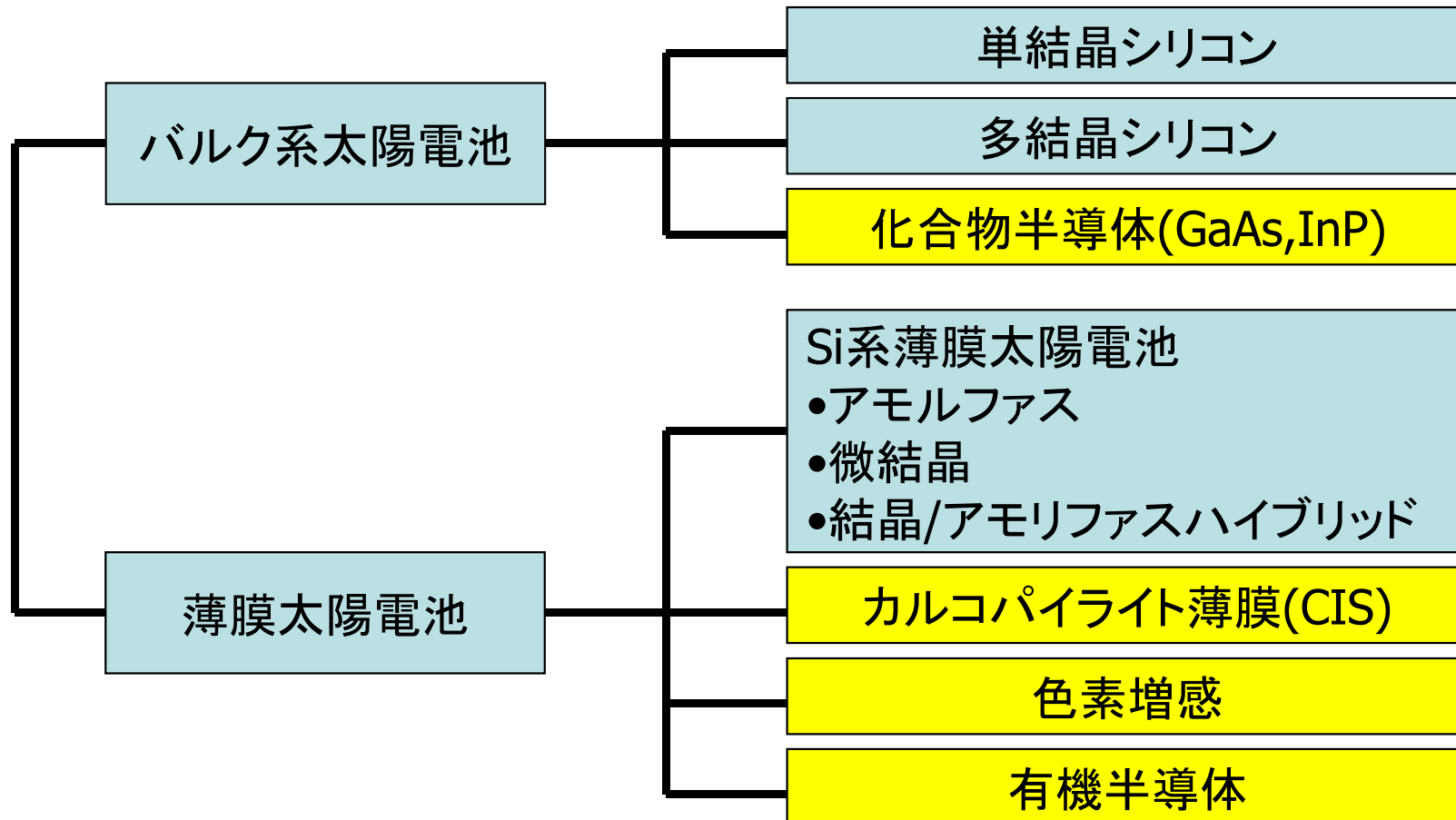
# 電池の種類

- 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

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

# 太陽電池の種類



# Si系太陽電池

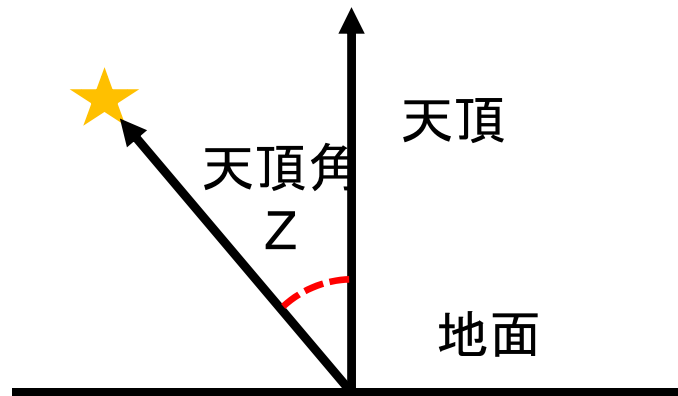
- シリコン膜構造
  - 単結晶シリコン形
    - シリコン使用量大
    - エネルギー, コスト大
  - 多結晶シリコン形
    - 純度, 効率低い
    - エネルギー, コスト良
  - 微結晶シリコン形
    - 薄膜をCVDで作る
      - マイグレーション
  - アモルファス形
    - CVDで製膜
    - エネルギーギャップ大
    - 低照度でも動作
- 温度特性
  - 温度上昇で出力低下
  - アモルファスシリコンでは電圧低下の影響が少ない
- 劣化
  - アモルファスシリコンは強い光の照射によって導電率が劣化
  - 薄膜系太陽電池
    - ガラス白濁
  - 取り出し端子電極劣化
    - 錆び・腐食

# 太陽電池

- 化合物系
  - GaAs
    - 高い変換効率
  - CIS (CIGS)
    - 薄膜多結晶
    - Cu, In, Ga, Al, Se, Sからなるカルコパイライト系I-III-VI族化合物
    - 禁制帯幅を材料で変える
  - CdTe-CdS系
    - Cd化合物薄膜をガラスで挟みこむ
- 有機系
  - 色素増感太陽電池
    - 透明電極にルテニウム錯体等の色素を吸着させたに酸化チタン層と電解質を挟み込む
    - 構造簡単
    - 低コスト
  - 有機薄膜太陽電池
    - 導電性ポリマー, フラーレンから成る有機薄膜半導体を利用
    - 変換効率向上の課題

# 太陽エネルギー

- 太陽表面の輻射: $3.8 \times 10^{23}$  [kW]
- 太陽と地球の平均距離: $1.495 \times 10^8$  [km]
- 地球に達するパワー: $177 \times 10^{12}$  [kW]



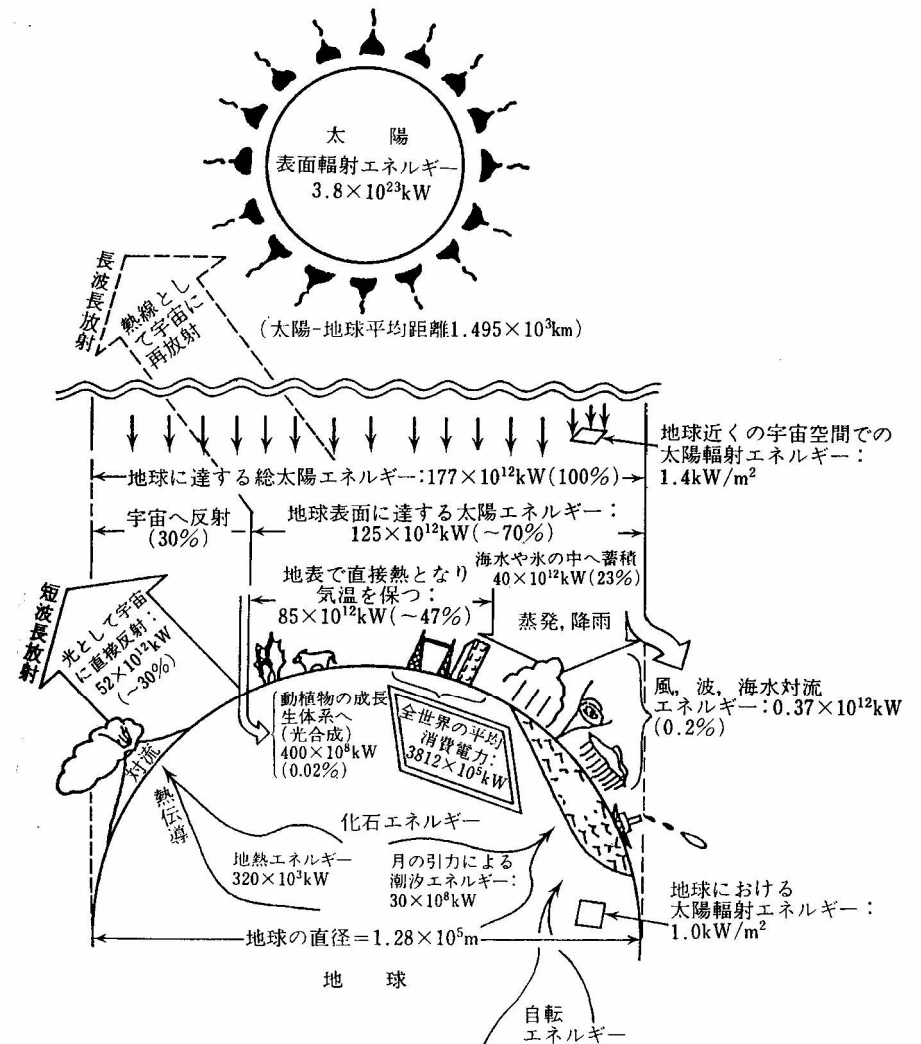
# エアマス (AM)

- 地球大気に入射した太陽光直達光が通過した路程の長さ。  
標準状態の大気圧 (標準気圧: 1013hPa) に垂直に入射した太陽直達光が地表に至るまでに通過した路程の長さをAM1.0として、それに対する倍率で表す。
- エアマスが4以下の場合、次の式で表す。
  - $AM = (b / b_0) \times \sec(Z) = b / (b_0 \times \cos(Z))$   
ただし,  $b_0$  : 標準気圧 (hPa)  
 $b$  : 測定時の気圧 (hPa)  
 $Z$  : 太陽の天頂角 (度)

# 太陽光エネルギー

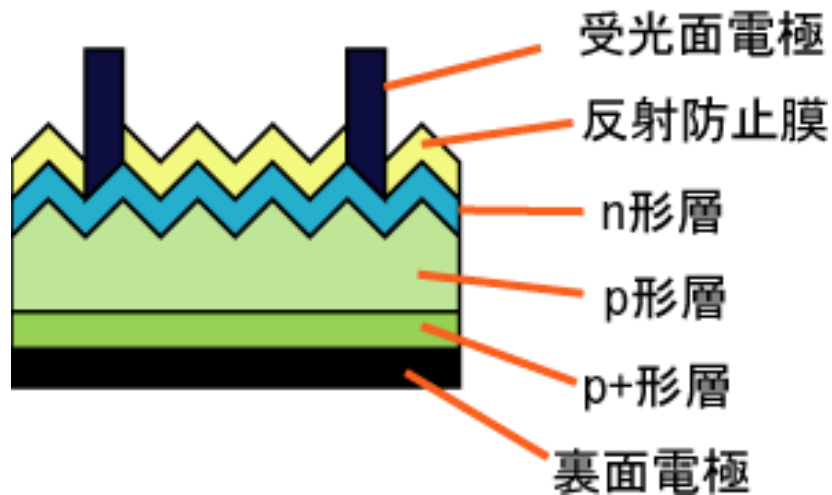
## 太陽光エネルギー

- 大気圏外 (AM-0) (人工衛星)  
約  $1.4 \text{ kW/m}^2$  ( $140 \text{ mW/cm}^2$ )  
太陽定数
- 春分・秋分赤道直下南中時の地上表面 (AM-1)  
約  $1.0 \text{ kW/m}^2$  ( $100 \text{ mW/cm}^2$ )
  - 大気圏中のオゾン ( $\text{O}_3$ ) が紫外線・可視光線を吸収
  - 酸素 ( $\text{O}_2$ ) と水 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) が赤外線を吸収
  - 約  $0.4 \mu\text{m}$  から約  $1.3 \mu\text{m}$  の可視光線と赤外線のエネルギーが大きい





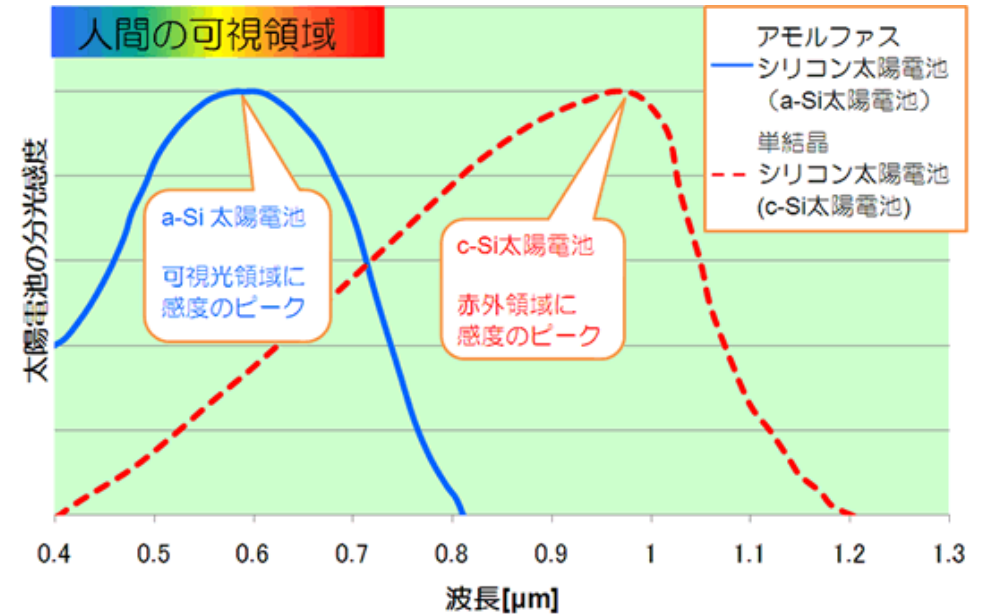
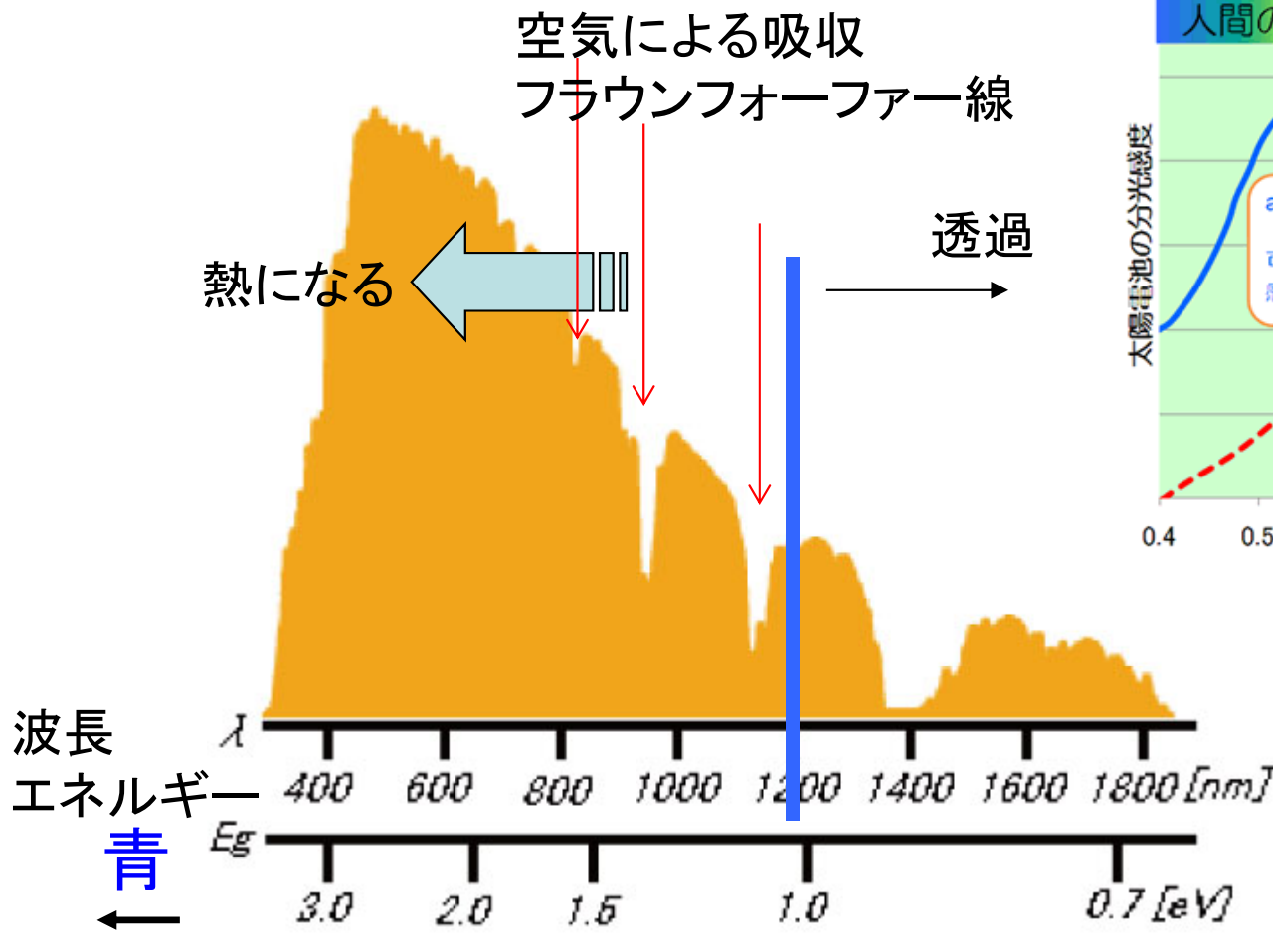
# 太陽電池の構造と動作原理



1. 光が半導体にあたる
2. 「+」と「-」の電荷が発生
3. P型半導体に「+」電荷が集まる
4. N型半導体に「-」電荷が集まる
5. 「+」電極となった「P型半導体」、  
「-」電極となった「N型半導体」  
に電線と負荷をつなぐと電流が流れる

色素増感形は、二酸化チタンに吸着した色素中の電子を励起

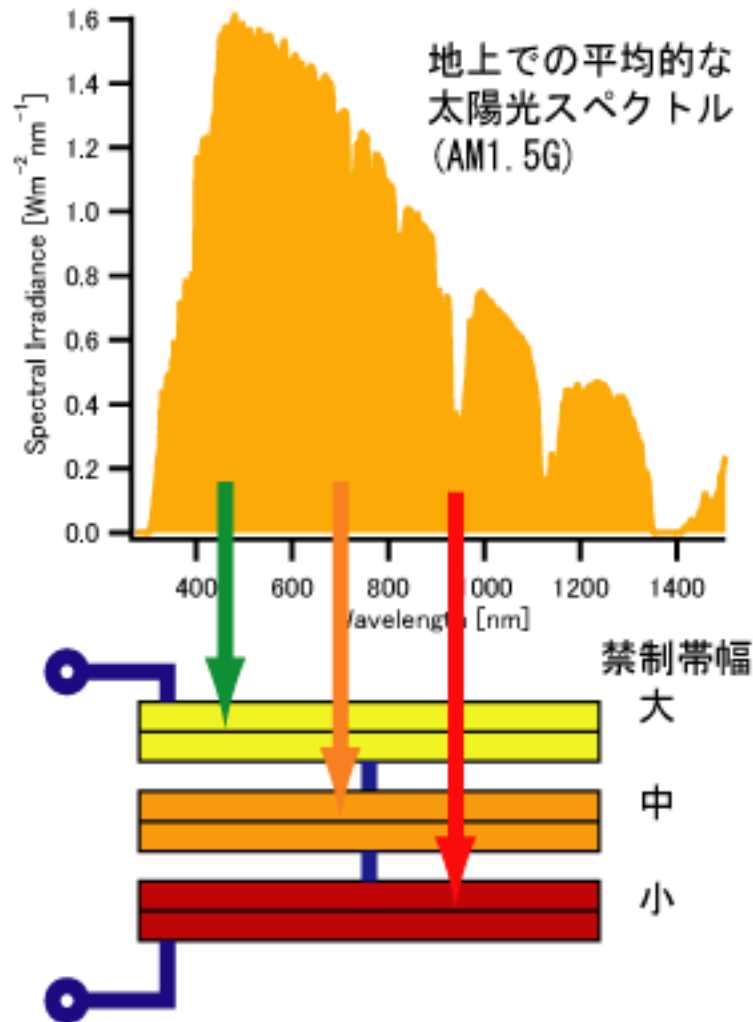
# 太陽電池の効率(最大30%)



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)