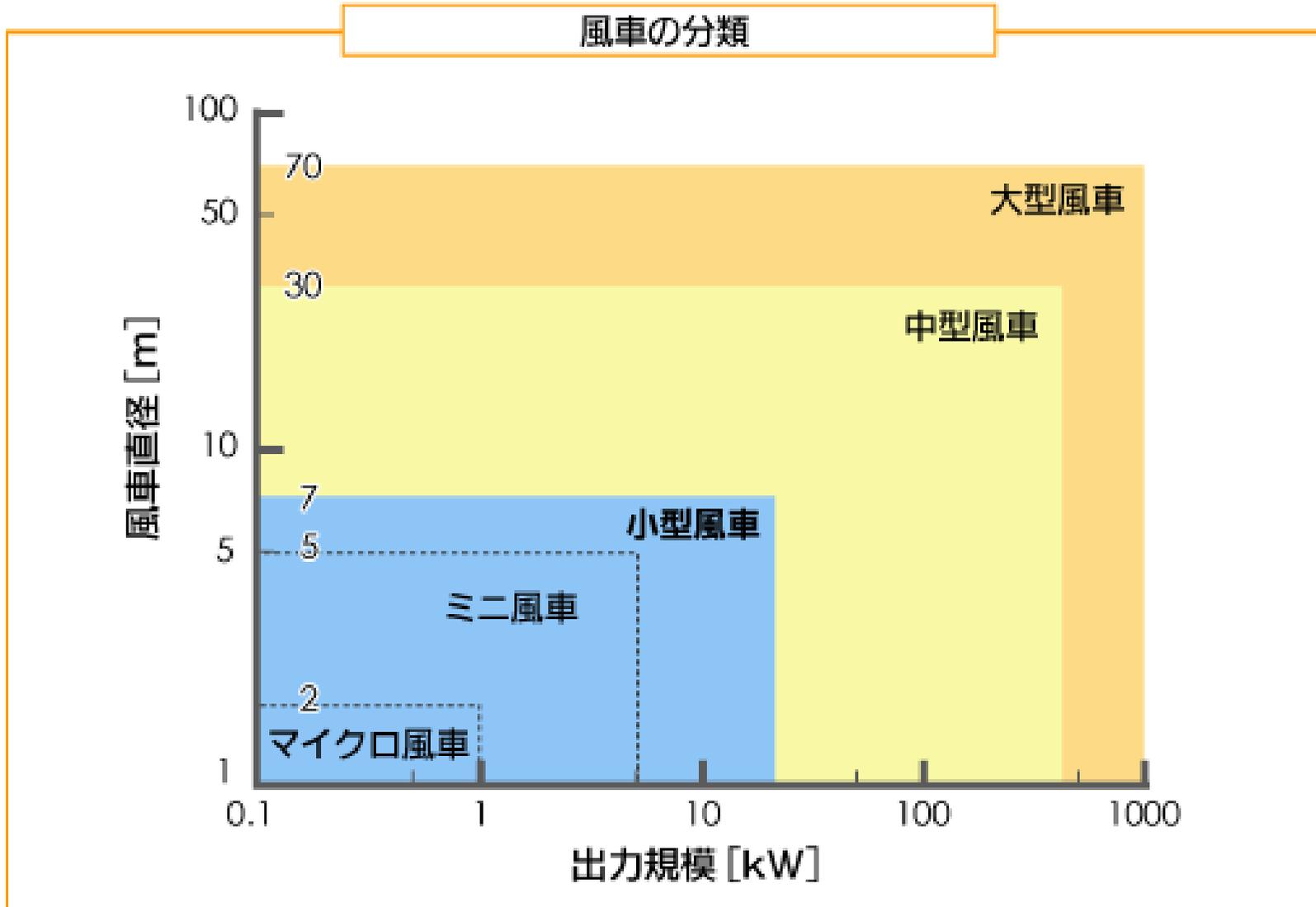


エネルギーシステム・要素論

第三回 太陽電池

平成29年6月16日

風車の分類



風車の大型化

- 規模の経済性 → 風車の大型化
 - 陸上用 定格2～3MW(直径100m)
 - 洋上風車 定格3～6MW(120m)欧, 7～10MW(160m)も開発中
 - 建設コスト低減
 - 福島沖
 - 2013年11月 2MW
 - 2015年12月 7MW

風車の大型化

- 大型化の制約要因
 - 出力はローター径の2乗 (面積)
 - 重量・機器コスト・荷重はローター径の3乗(体積)
 - 風切り音の音圧レベルは相対速度の5乗
 - 翼先端速度は80～90m/sに制約
 - 大型化すると回転数を下げる必要あり
 - 発電機出力=回転数×トルク
 - 主軸トルク増加
 - 歯車式増速機の増速比率の増加
 - 増速機+DFIGの強度限界→ギヤレス, 油圧ドライブ

風力発電機

- 出力変動対策
 - ピッチ制御
 - 可変速運転
 - 増速機+DFIG+巻線用インバータ 新設の79%
- 電圧変動対策
 - 電力変換器による無効電力制御
 - 同期発電機と定格容量の電力変換器

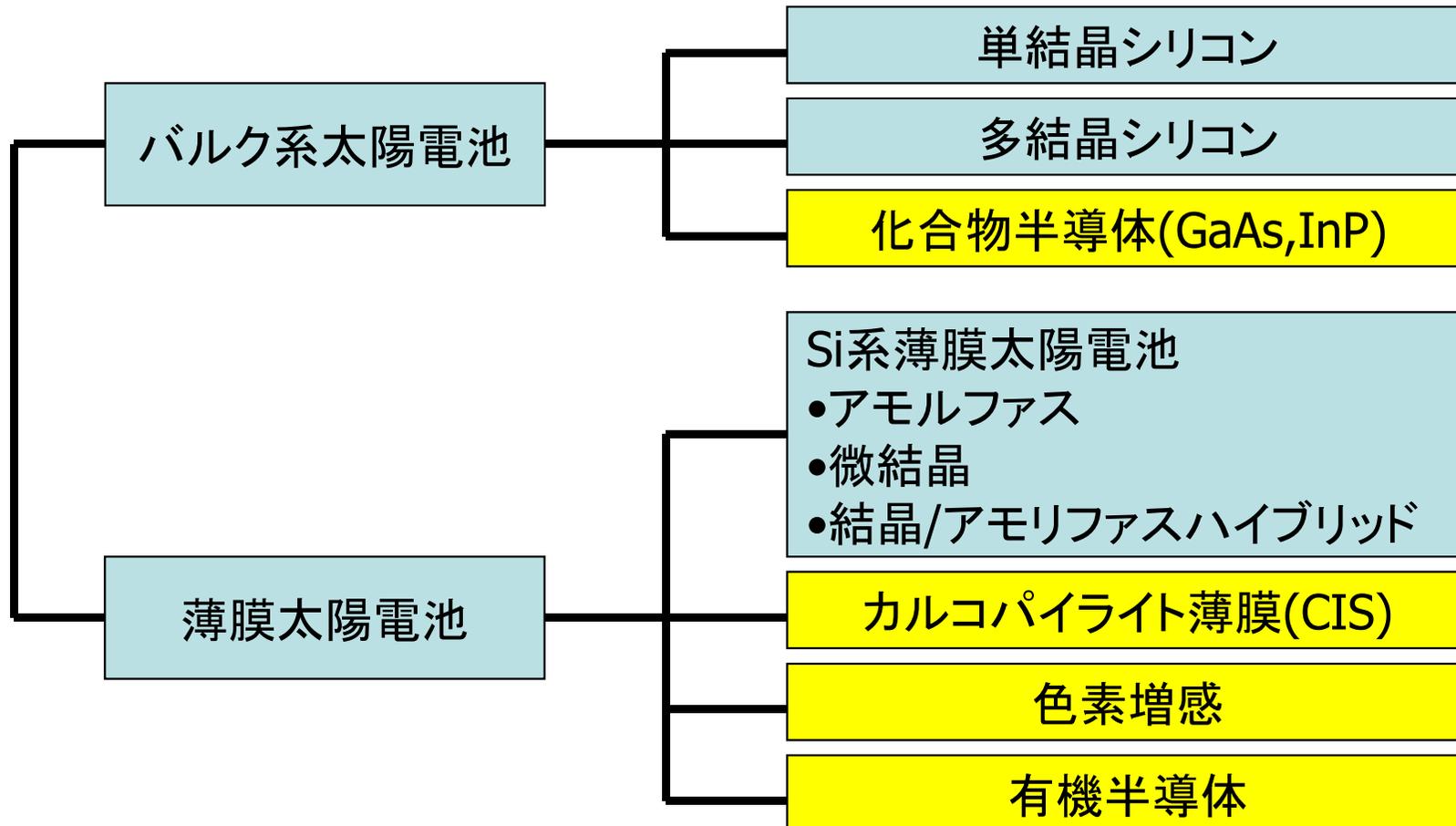
ギアレス同期風車

- 構造簡単・信頼性・保守性向上
- 低速回転 → 発電機の大直径(2MWクラスで $\Phi 6\sim 8\text{m}$, 数十t), 多極化(数十極)
 - 増速機付(4極, 1500~1800rpm, $\Phi 1\text{m}$, 数t)
 - 永久磁石同期発電機
 - ナセル重量は増速機付DFIGと同程度
 - ブラシレス化による保守性の向上
 - 回転数上昇に伴う発電電圧の上昇による過電圧に注意する必要あり

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

太陽電池の種類



Si系太陽電池

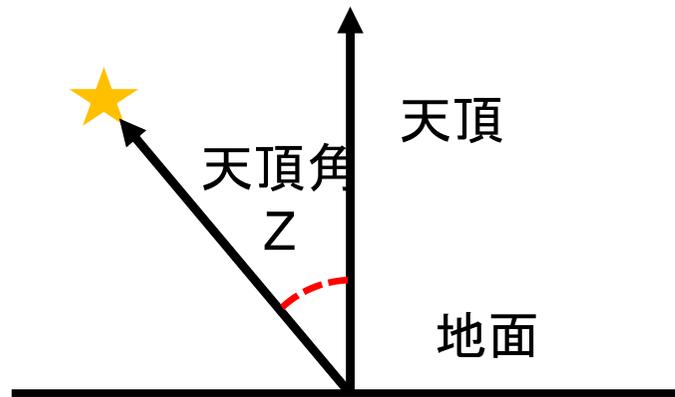
- シリコン膜構造
 - 単結晶シリコン形
 - シリコン使用量大
 - エネルギー, コスト大
 - 多結晶シリコン形
 - 純度, 効率低い
 - エネルギー, コスト良
 - 微結晶シリコン形
 - 薄膜をCVDで作る
 - マイグレーション
 - アモルファス形
 - CVDで製膜
 - エネルギーギャップ大
 - 低照度でも動作
- 温度特性
 - 温度上昇で出力低下
 - アモルファスシリコンでは電圧低下の影響が少ない
- 劣化
 - アモルファスシリコンは強い光の照射によって導電率が劣化
 - 薄膜系太陽電池
 - ガラス白濁
 - 取り出し端子電極劣化
 - 錆び・腐食

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: 3.8×10^{23} [kW]
- 太陽と地球の平均距離: 1.495×10^8 [km]
- 地球に達するパワー: 177×10^{12} [kW]

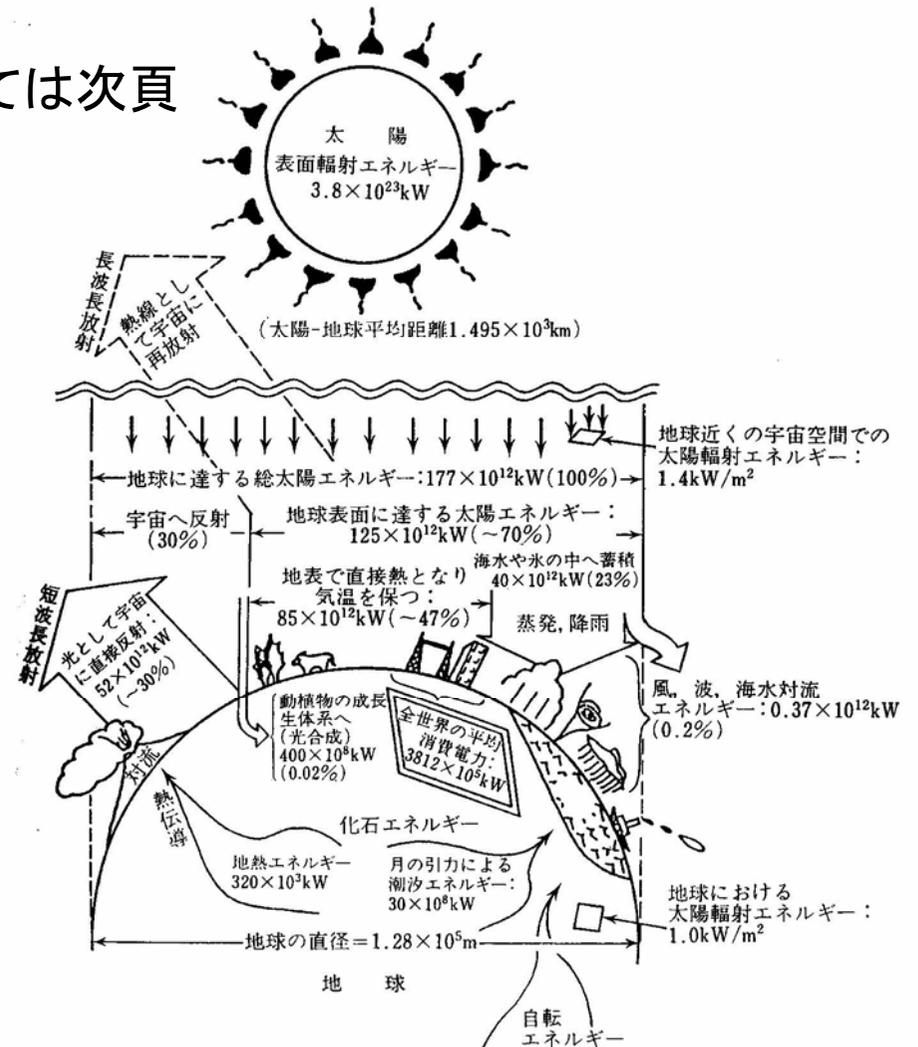


太陽光エネルギー

太陽光エネルギー

AMについては次頁

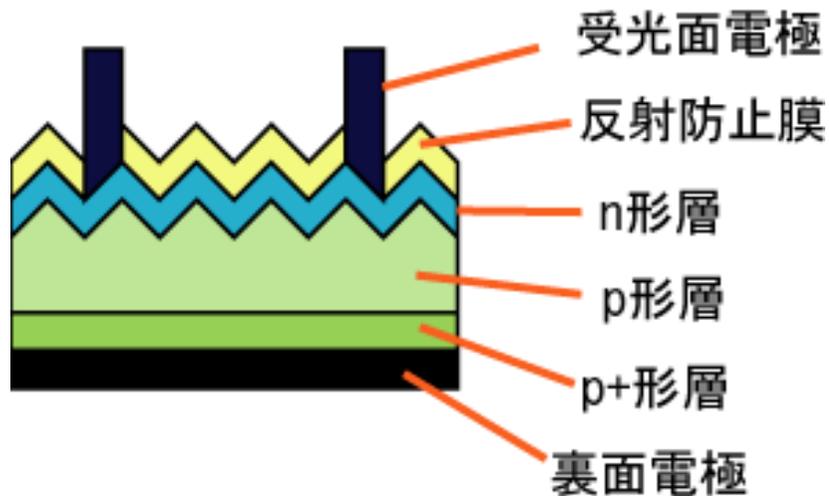
- 大気圏外 (AM-0) (人工衛星)
約 1.4 kW/m^2 (140 mW/cm^2)
太陽定数
- 春分・秋分赤道直下南中時の地上表面 (AM-1)
約 1.0 kW/m^2 (100 mW/cm^2)
 - 大気圏中のオゾン (O_3) が紫外線・可視光線を吸収
 - 酸素 (O_2) と水 (H_2O) が赤外線を吸収
 - 約 $0.4 \mu\text{m}$ から約 $1.3 \mu\text{m}$ の可視光線と赤外線のエネルギーが大きい



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