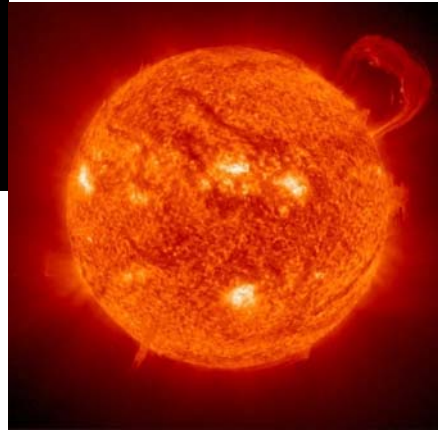


宇宙の視点から見た地球環境とエネルギー

環境情報工学概論 I
2012.5.8 齋藤輝文



http://www.youtube.com/watch?v=6tr2_Tv2l4&feature=player_detailpage

宇宙船「地球号」

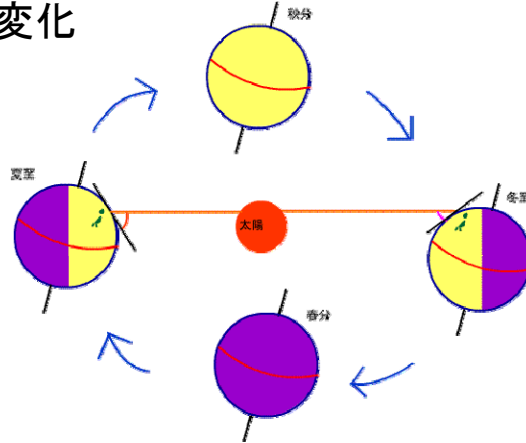
- 地球環境の特異性
 - 生命、水の惑星・・・
- 一見孤立、でも太陽の恵み(時には害悪も)
 - 地球のほぼすべて(99.97 %)の活動(生命、気象、潮汐・・・)のエネルギーの源
 - 太陽エネルギー: 核融合反応
- 季節による気候変化
 - 夏暑く、冬寒い
- 人間活動による外乱
 - 意外に小さく 0.007% (化石燃料の燃焼)



季節が生じる原因は次のどれ？

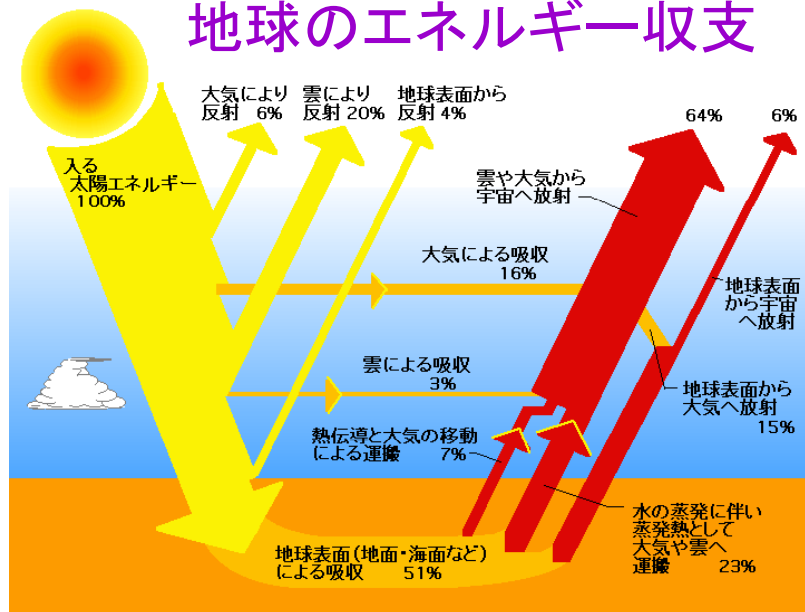
1. 太陽と地球間の距離の変化
2. 地軸の傾き
3. 太陽活動の変化

- 放射照度(面積あたりのパワー)が変化
- 昼の長さが変化



http://planetaria.jp/starguide/study/study7_fla.htm

地球のエネルギー収支



http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/72/NASA_earth_energy_budget_ja.gif

地球のエネルギー収支

入力

- ・太陽放射 99.97 % (約174 PW)
- ・地熱エネルギー 0.025 % (約44 TW)
- ・潮汐エネルギー 0.002 % (約3 TW)
- ・化石燃料の燃焼 0.007% (約13 TW)
- ・**原発熱出力 (約1 TW)**

出力

- ・反射 30 %
- ・吸収のうち赤外線再放射 70 %

<http://ja.wikipedia.org/wiki/地球のエネルギー収支>

省エネcase study 1:

同じ量の水を沸かすのにどちらが省エネ？

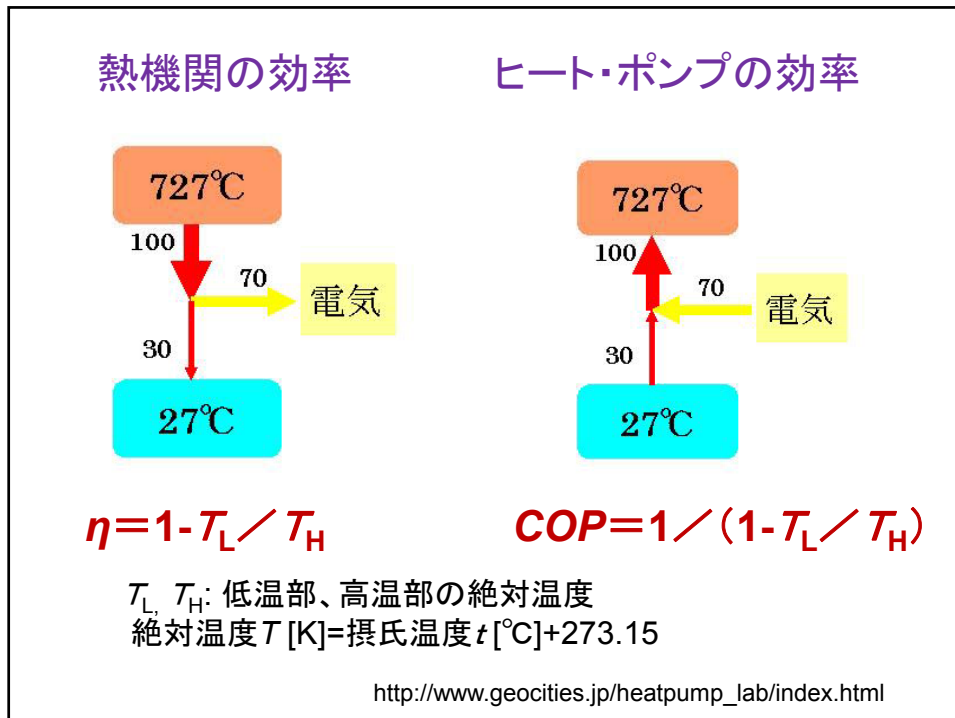
1. 電熱型湯沸かし器

効率 ≤ 1

2. ヒート・ポンプ式沸かし器

効率* > 1

*: COP (Coefficient Of Performance. 成績係数)とも呼ばれる



省エネcase study 2:

冷暖房があまり要らない家造り

・Active Solar House

太陽熱温水器や太陽電池を積極的に利用するタイプ

・Passive Solar House

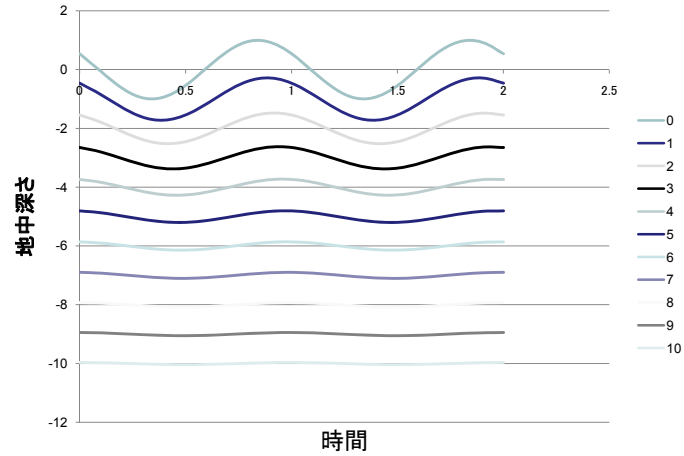
太陽熱温水器や太陽電池に頼ることなく遮光や蓄熱を利用するタイプ

温度一定あるいは時間遅れ*が大きい蓄熱体
から必要により(熱スイッチ)伝熱

(*理想的には半年)

地中の温度分布・時間変化

計算例(一次元熱伝導方程式の解)



深さとともに時間遅れ、温度振幅の減衰
→一定温度に近づく

雪冷房の家(新潟県魚沼市)



7月26日



8月1日



8月20日

9月2日

9月16日

雪室の様子



http://www.city.uonuma.niigata.jp/modules/infotopic/index.php?content_id=326

太陽電池の応用例： 小惑星探査機はやぶさ



推進動力：イオン・エンジン
長距離通信 (20W, 8 GHz)

はやぶさー地球間距離 L : 最大で約2 au= 3×10^{11} m

地球でのパワー密度 $D=20/(4\pi L^2)=1.8 \times 10^{-23}$ [W/m²]

臼田パラボラ(64 mφ)の受信パワー $P=\pi 32^2 D=5.8 \times 10^{-20}$ [W]

光子束にして $\Phi=P/(6.6 \times 10^{-34} \times 8 \times 10^9)=1.1 \times 10^4$ [1/s]

動力源：3接合型太陽電池

遠日点：1.7 au (高効率である必要あり)

出力2.6kW(太陽から1.0 auにおいて)

太陽電池の効率

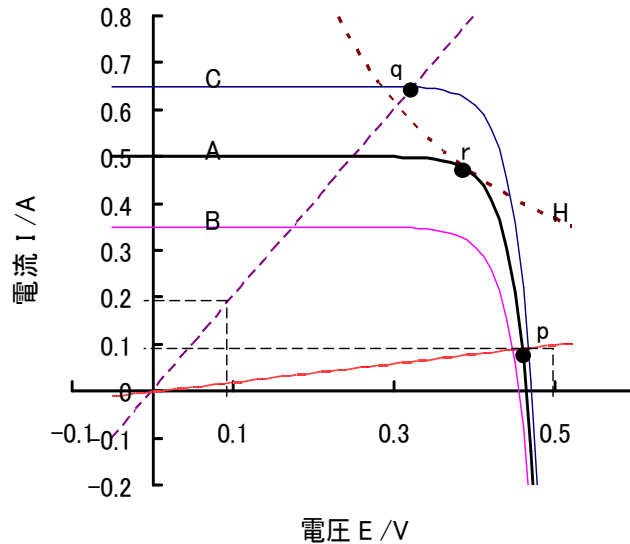
市販品の現状：最大で約20 %

残り80 %はほとんど熱

太陽電池の主な損失要因

- ・光学的損失(反射・透過)
- ・キャリアの再結合損失
- ・直列抵抗損失
- ・負荷抵抗不整合損失
- ・太陽スペクトルと材料バンドギャップとの不整合による熱損失

太陽電池の電流-電圧特性



太陽電池は故障しにくい本当？

実は、不具合発生率平均14 %

(産総研・太陽光発電所ネットワークの調査資料
PVResQ!)

不具合原因

太陽電池パネルに部分影→面積比より極端に低い電力。
さらには影部分が負荷となって発熱(バイパス・ダイオードがない場合)→恒久的な損傷の可能性。電力を取り出す
パワー・コンディショナーの故障も。

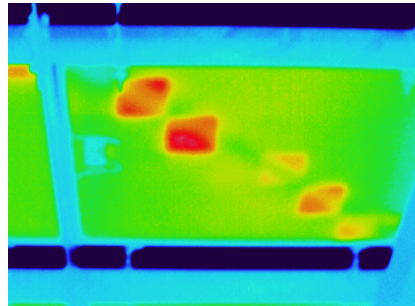
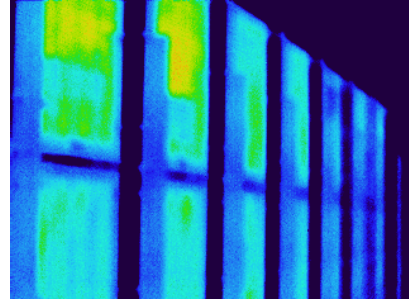
赤外線カメラによる診断例

診断法

太陽電池パネルの中で異常なセルは、ジュール加熱あるいは電力への変換が不十分なため周囲よりも温度が上昇。温度差の検出に、赤外線カメラを使用。

測定例

東北工大10号館屋上の太陽電池パネル。赤、白部分は異常を示唆。



まとめ

- 地球には重力や恒星からの距離など様々な条件が偶然そろって、生命や大量の水の存在など他の天体にはない特別の環境が存在
- 太陽は地球のほぼすべて(99.97%)の活動(生命、気象、潮汐...)のエネルギー源
- 地球の季節変化の原因は地軸の傾き
- エネルギー上、人間活動の寄与はわずかであるが、その寄与を最小化する努力が必要
- 季節の温度変動を抑えるには、熱容量と時定数の大きい蓄熱体と熱スイッチが有効