

# 惑星地球科学2 (第4回目)

## 大気・太陽活動

東京大学総合文化研究科：

小宮 剛 准教授

2017/10/25

komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp

http://www43.tok2.com/home/isua/

### ②他の地球型惑星の大気の組成

惑星	成分	濃度 (bars)	存在比 (%)
金星 (Venus)	CO <sub>2</sub>	86.4	96
	N <sub>2</sub>	3.2	3.5
	H <sub>2</sub> O	0.009	1×10 <sup>-2</sup>
	Ar	0.0063	7×10 <sup>-3</sup>
地球 (Earth)	N <sub>2</sub>	78	77
	O <sub>2</sub>	21	21
	H <sub>2</sub> O	0.01	1
	Ar	0.0094	0.93
火星 (Mars)	CO <sub>2</sub>	0.0062	95
	N <sub>2</sub>	0.00018	2.7
	Ar	0.00010	1.6
	H <sub>2</sub> O	3.9×10 <sup>-7</sup>	6×10 <sup>-3</sup>
水星 (Mercury)	K		31.7 (太陽風 + 隕石衝突)
	Na		24.9 (太陽風 + 隕石衝突)
	O		9.5 (太陽風 + 岩石反応)
	Ar		7
	He		5.9 (太陽風, solar wind)
	O <sub>2</sub>		5.6 (太陽風 + 岩石反応)

他の惑星はCO<sub>2</sub>が多い。

### (2) 大気の組成

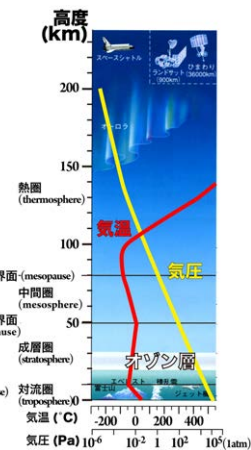
#### ① 地球大気の組成

地表における乾燥大気組成比

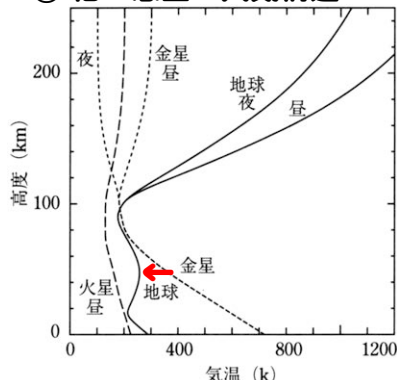
成分	分子量	容積存在比 (ppmv)	平均滞留時間
N <sub>2</sub>	28.01	780800	2×10 <sup>7</sup> 年
O <sub>2</sub>	32	209500	2200年
Ar	39.94	9340	
CO <sub>2</sub>	44.01	360	増加率 年 0.4%
Ne	20.18	18	4年
He	4.00	5.2	
CH <sub>4</sub>	16.05	1.8	増加率 年 1.0%
Kr	83.80	1.1	12年
H <sub>2</sub>	2.02	0.5	2年
N <sub>2</sub> O	44.02	0.3	増加率 年 0.2%
CO	28.01	0.1	変動大 0.1年
Xe	131.29	0.09	
O <sub>3</sub>	48.00	0.03	変動大 数日-数週間
H <sub>2</sub> O	18.02	1000-30000	変動大

### (1) 地球の大気構造

- 熱圏**
- ① 太陽の紫外放射による電離・解離による加熱：高度ほど高温
  - ② 重力的に成層
- 中間圏**
- ① O<sub>3</sub>の紫外吸光による加熱とCO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O等による赤外放射冷却
  - 成層圏**：高度25~50km付近の温度極大まで。
  - ① O<sub>3</sub>の紫外放射吸収加熱とCO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub>の赤外放射冷却
  - ② O<sub>3</sub>の主要部は成層圏にあり，その中心は中緯度で25km付近
  - 対流圏**：高度15km付近に現れる最初の温度極小まで。
  - ① 温度(密度)的に不安定
  - ② 圏界面は赤道(17)極域(8km)



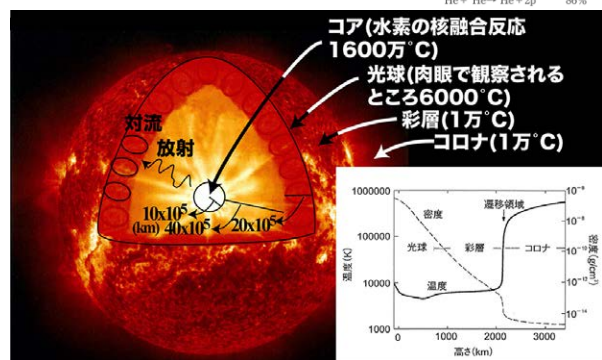
### ② 他の惑星の大気構造



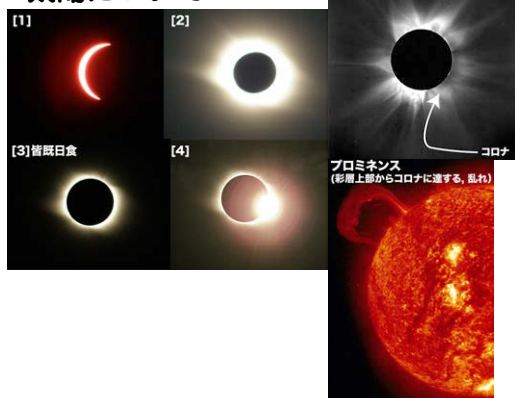
他の惑星にはオゾン層が無い。  
→成層圏上部や中間圏下部の高温域はオゾン層による吸収による為、この部分は地球特有の特徴である。

地球型惑星大気温度構造の模式図

### 太陽について



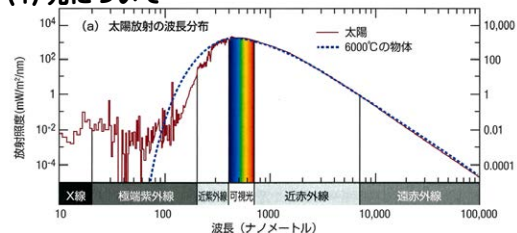
### 太陽について



太陽から放出されるもの。

- (1) 光や熱
- (2) 太陽風(陽子, 中性子, 電子, イオンでできた粒子流)

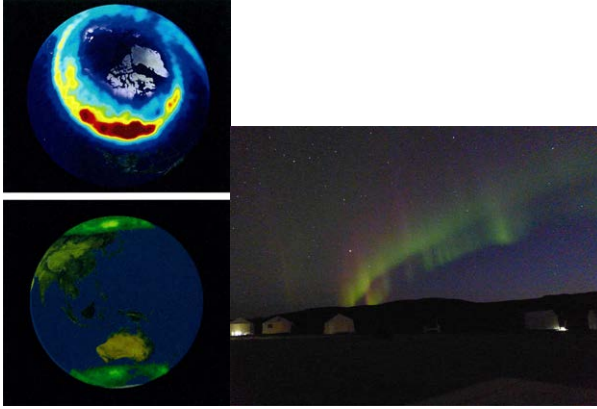
#### (1) 光について



太陽放射スペクトル  
大気外-6000Kの黒体  
輻射スペクトルに近似→可視光の所にピーク

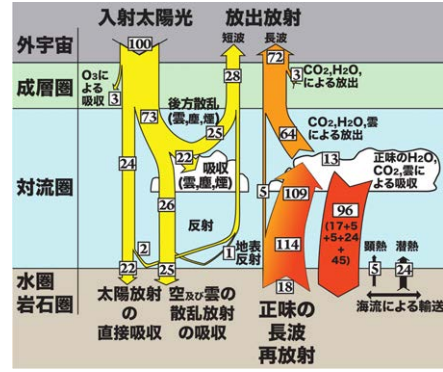


# 磁気嵐

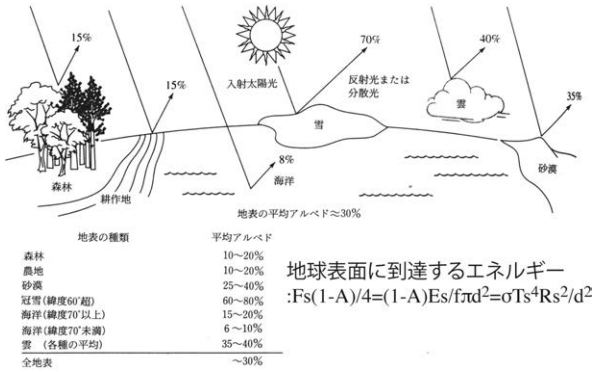


# (3) エネルギー収支と地球大気

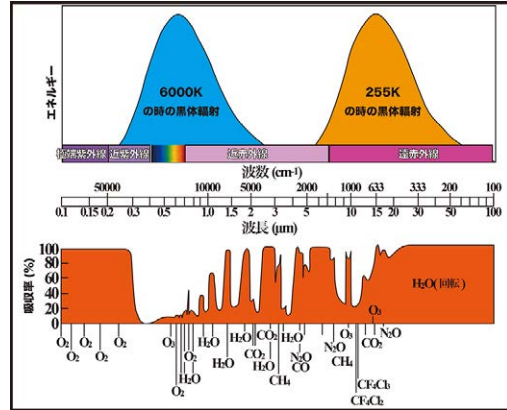
## ① エネルギー収支



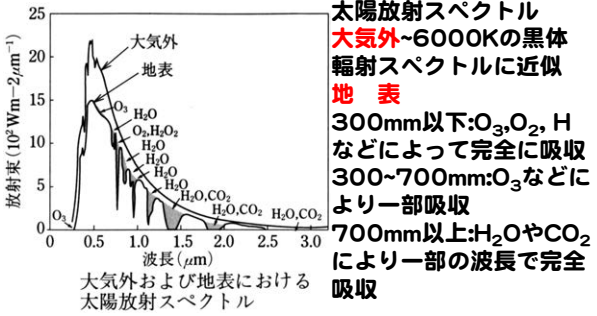
## (3) アルベド(反射率)



## ③ 太陽入射と地球放射エネルギーのまとめ

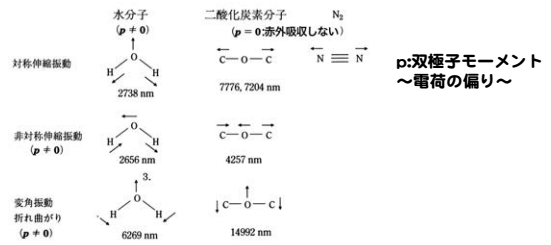


## ② 入射太陽エネルギー



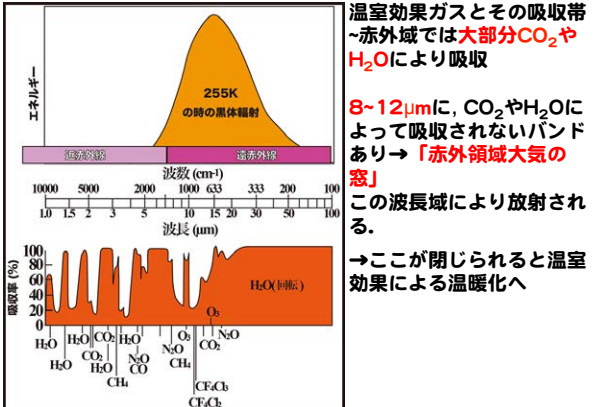
吸収:放射エネルギーを熱エネルギーへ→加熱

## ② 分子の構造と吸収



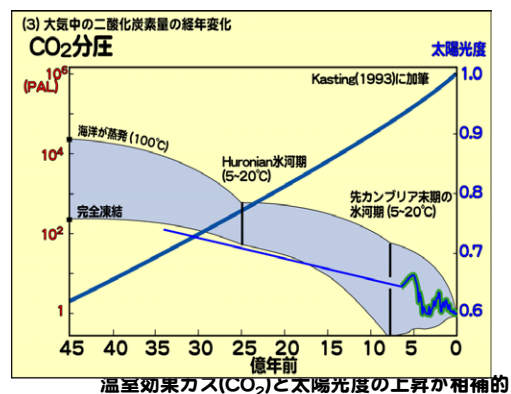
温室効果ガスの特徴(赤外線をよく吸収する分子)  
 ① 極性のある分子(ΔQ:極性の大きさ, ×(N<sub>2</sub>やO<sub>2</sub>))  
 ② 振動により結合長が変化(Δq:結合長の変化量)  
 赤外線の吸収量: δμ (= ΔQ \* Δq)の2乗に比例

## ② 地球放射エネルギー

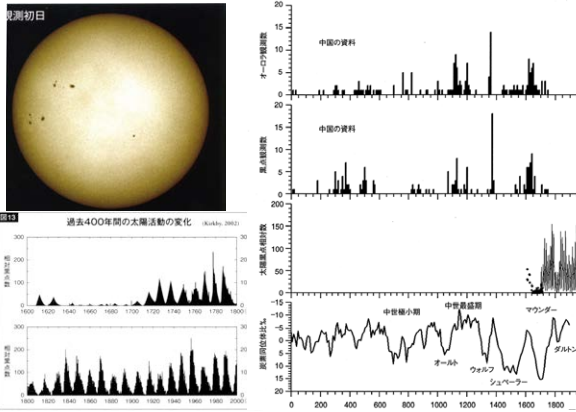


温室効果ガスとその吸収帯  
 ~赤外域では大部分CO<sub>2</sub>やH<sub>2</sub>Oにより吸収  
 8~12μmに、CO<sub>2</sub>やH<sub>2</sub>Oによって吸収されないバンドあり→「赤外領域大気の窓」  
 この波長域により放射される。  
 →ここが閉じられると温室効果による温暖化へ

## 太陽の変動

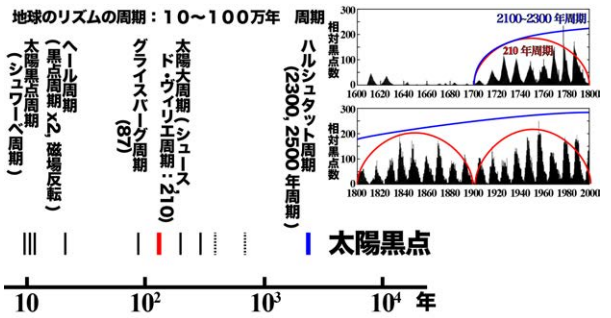


## 環境(気候)の周期(太陽活動)

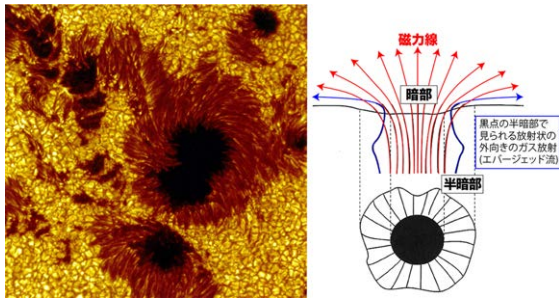


## 環境(気候)の周期

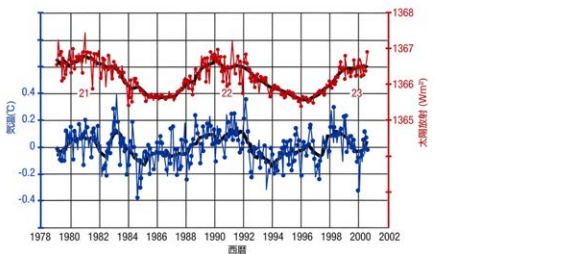
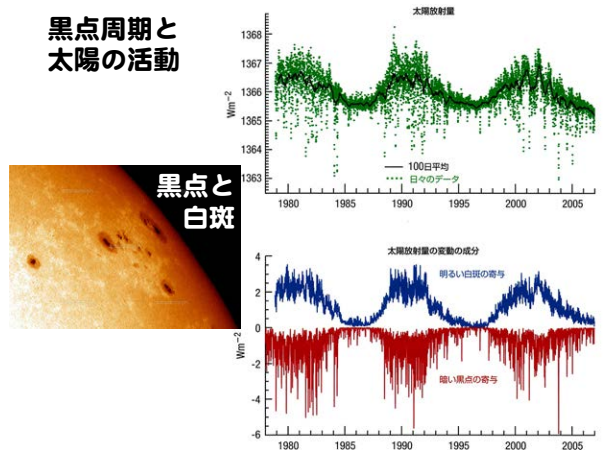
- (1) 太陽光度の上昇
- (2) 太陽周期 (長周期: 2500年, 200年...) (短周期: 11年)



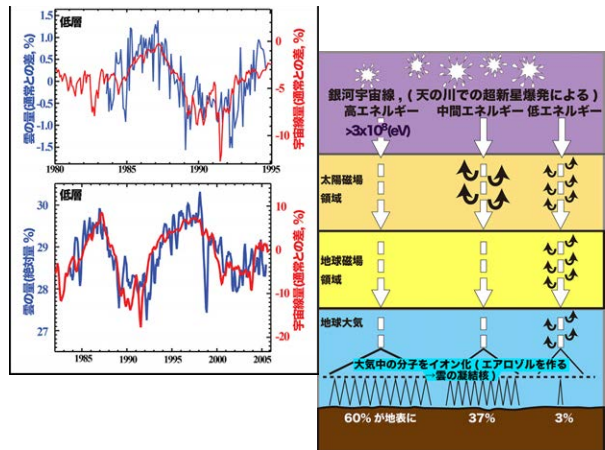
## 環境(気候)の周期



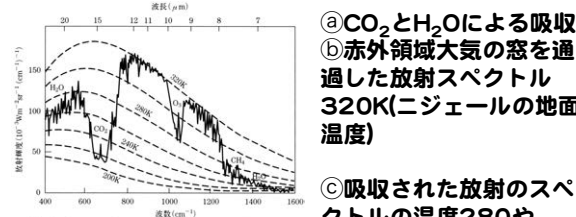
## 黒点周期と太陽の活動



太陽放射量と気温(火山等の影響, 全体的な温度上昇を除く)  
 (1) 黒点周期(太陽放射量と良い相関) ただし、絶対量があわない。  
 0.1%→0.06°Cの変動。(実際は0.12°C変動)



## ②地球放射エネルギーの実測(人工衛星から)



- ① CO<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>Oによる吸収
- ② 赤外領域大気の窓を通過した放射スペクトル 320K(ニジェルの地面温度)

- ③ 吸収された放射のスペクトルの温度280や215K
- H<sub>2</sub>Oが高度5kmに相当する温度→これより高高度ではH<sub>2</sub>Oは乏しい
- CO<sub>2</sub>は対流圏全体に存在, 上部対流圏か下部成層圏で減少→対流圏界面の温度