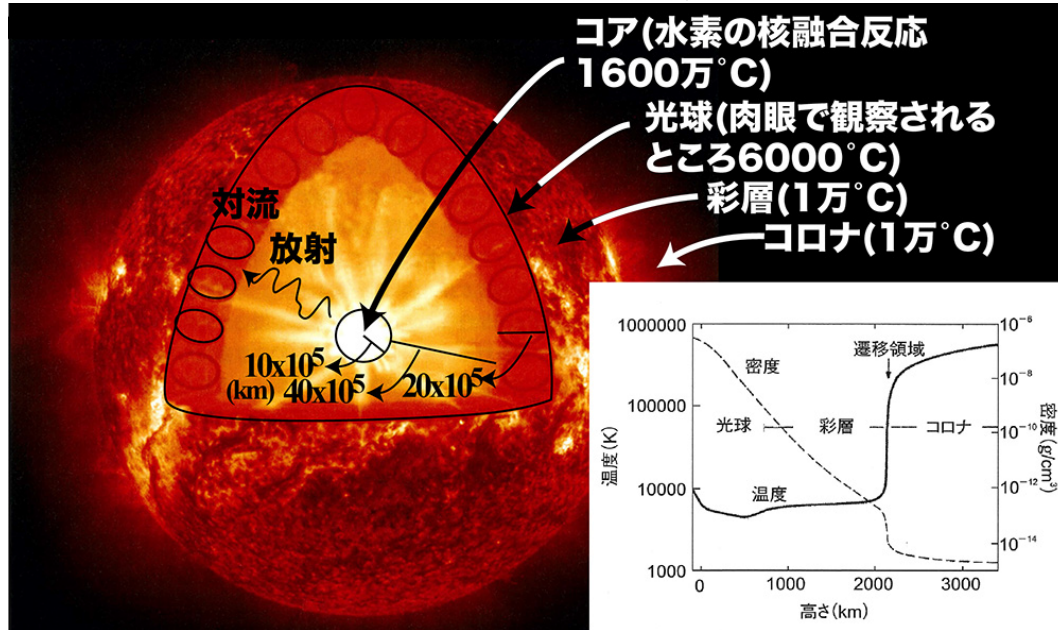
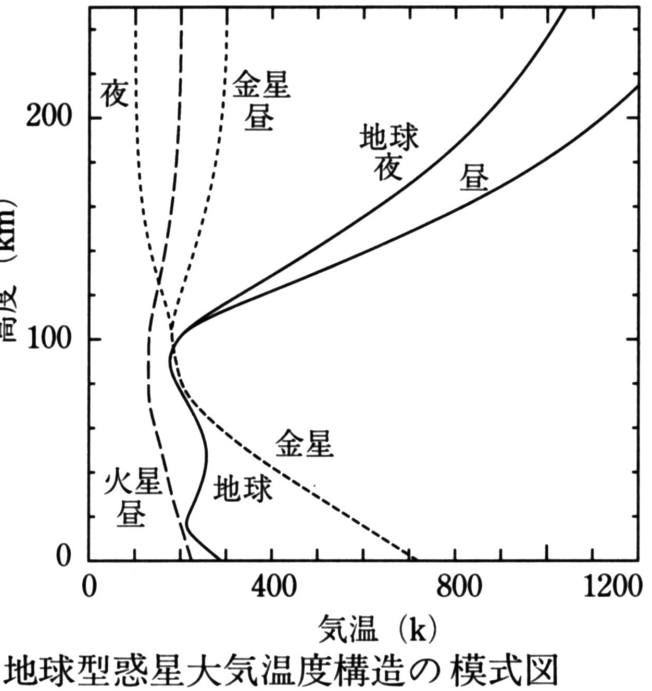
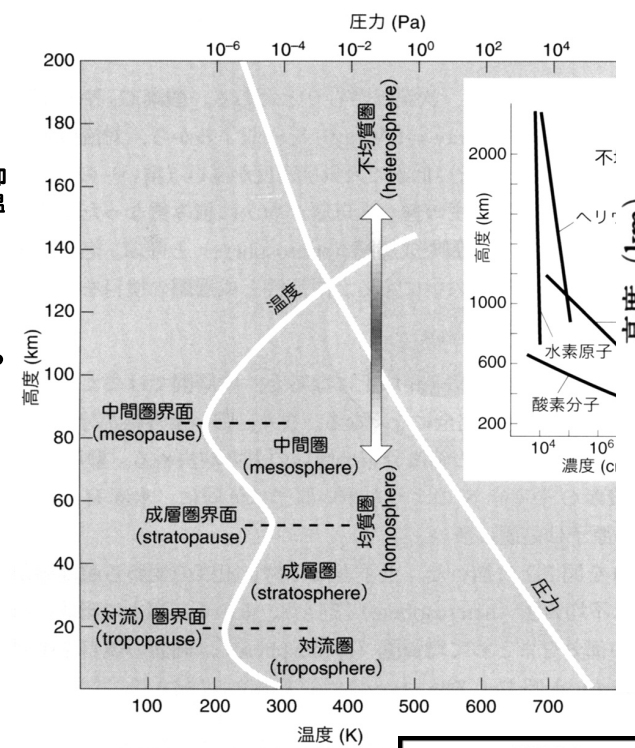


地表における乾燥大気組成比

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
Xe	131.29	0.09	0.1年
O <sub>3</sub>	48.00	0.03	変動大
H <sub>2</sub> O	18.02	1000-30000	数日-数週間

成分	濃度 (bars)	存在比 (%)
<b>金星 (Venus)</b>	<b>CO<sub>2</sub> 86.4</b>	<b>96</b>
	<b>N<sub>2</sub> 3.2</b>	<b>3.5</b>
	<b>H<sub>2</sub>O 0.009</b>	<b>1×10<sup>-2</sup></b>
<b>90 bar</b>	<b>Ar 0.0063</b>	<b>7×10<sup>-3</sup></b>
<b>地球 (Earth)</b>	<b>N<sub>2</sub> 78</b>	<b>77</b>
	<b>O<sub>2</sub> 21</b>	<b>21</b>
	<b>H<sub>2</sub>O 0.01</b>	<b>1</b>
<b>1 bar</b>	<b>Ar 0.0094</b>	<b>0.93</b>
	<b>CO<sub>2</sub> 3.55×10<sup>-4</sup></b>	<b>3.5×10<sup>-4</sup></b>
<b>火星 (Mars)</b>	<b>CO<sub>2</sub> 0.0062</b>	<b>95</b>
	<b>N<sub>2</sub> 0.00018</b>	<b>2.7</b>
	<b>Ar 0.00010</b>	<b>1.6</b>
<b>6~8×10<sup>-3</sup> bar</b>	<b>H<sub>2</sub>O 3.9×10<sup>-7</sup></b>	<b>6×10<sup>-3</sup></b>
	<b>CO, O<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub></b>	<b>&lt;1</b>

**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**  
 ③O<sub>3</sub>の紫外放射による加熱と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。  
 ④O<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  
 ⑤O<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。  
 ⑥温度(密度)的に不安定  
 ⑦圏界面は赤道(17)極域(8)km



**太陽定数(F<sub>s</sub>)**：  
 太陽からどれくらいのエネルギー(全ての波長の光)が地球にもたらされているか。  
 ≡太陽放射量→1370 W/m<sup>2</sup> (球状なので343 W/m<sup>2</sup>)

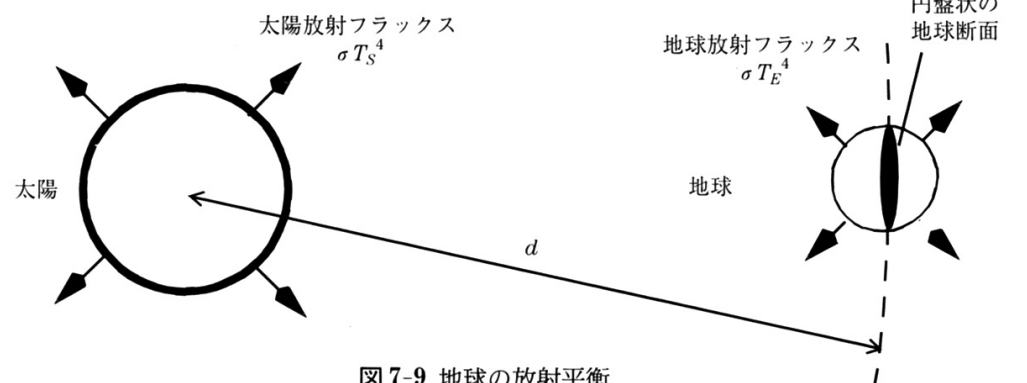
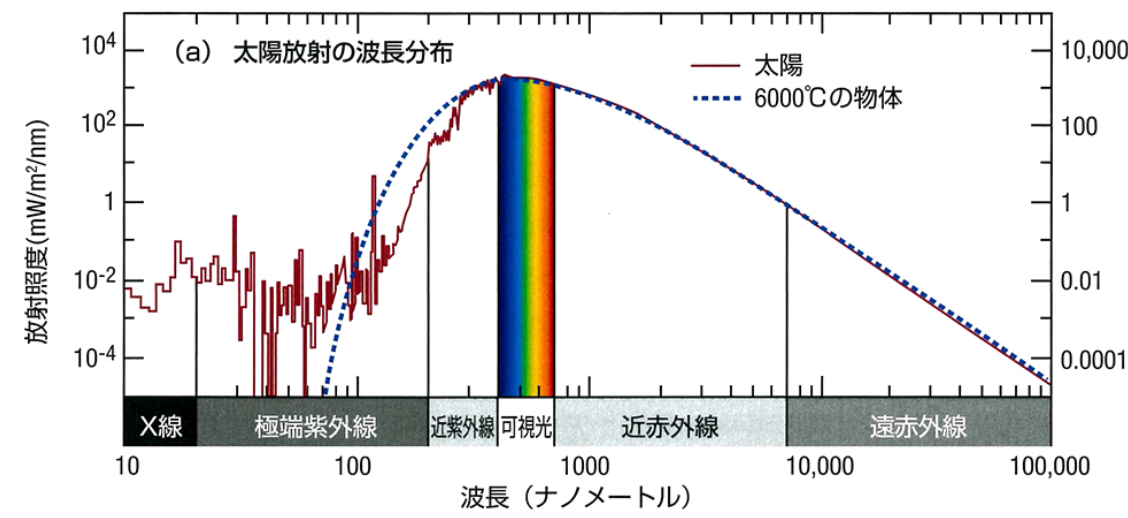


図7-9 地球の放射平衡  
 黒体放射を考えると太陽が放射するエネルギーは  
 $E_s = \sigma T_s^4$  (J/m<sup>2</sup>)  
 太陽全体からの放射エネルギー  
 $E_s = 4\pi R_s^2 \sigma T_s^4$   
 T<sub>s</sub>:太陽の黒体放射の温度(5770 K)  
 ステファン-ボルツマン定数: $\sigma = 2\pi^5 k^4 / 15c^2 h^3 = 5.67 \times 10^{-8} (W/m^2 K^4)$   
 プランク定数: $h = 6.63 \times 10^{-34} Js$ , ボルツマン定数: $k = 1.38 \times 10^{-23} J/K$   
 R<sub>s</sub>:太陽の半径~7×10<sup>8</sup>km, d:太陽と地球の距離1.5×10<sup>8</sup>km  
**地球への放射エネルギー(F<sub>s</sub> 5770Kに相当)**  
 $F_s = E_s / 4\pi d^2 = 4\pi R_s^2 \sigma T_s^4 / 4\pi d^2 = \sigma T_s^4 R_s^2 / d^2 = 1370 W/m^2$   
**地球への全入射エネルギー**:  $\pi R_E^2 F_s$   
 単位表面積あたり  $\pi R_E^2 F_s / 4\pi R_E^2 = F_s / 4$   
 地球の散乱断面積:  $\pi R_E^2$ , R<sub>E</sub>:地球の半径



①地球の有効温度(放射平衡温度)を計算せよただし、地球全体のアルベド(A)を0.28とする。有効温度とは宇宙から見た時の地球の黒体放射温度。  
 解答:  
 \*地球への全入射太陽エネルギーは  $\pi R_E^2 F_s$ . アルベドを考慮し、地球表面に達する単位表面積あたりのエネルギーは  $F_s(1-A)/4$   
 \*有効温度をT<sub>e</sub>とすると、黒体放射を仮定して、 $\sigma T_e^4$   
 \*地球表面に入射するエネルギーと放射エネルギーが釣り合っているとすると  
 $F_s(1-A)/4 = \sigma T_e^4$ ,  $T_e = [F_s(1-A)/4\sigma]^{1/4} = 257K$

特性	金星	地球	火星
全質量 (10 <sup>27</sup> kg)	5	6	0.6
半径 (km)	6049	6371	3390
大気の質量 (割合)	100	1	0.06
表面気圧 (atm)	90	1	0.008
太陽からの距離 (10 <sup>6</sup> km)	108	150	228
太陽定数 (W/cm <sup>2</sup> )	<b>2613</b>	1380	589
アルベド (%)	75	30	15
雲量 (%)	100	50	変動する
有効放射温度 (°C)	-39	-18	-56
表面温度 (°C)	<b>427</b>	15	-53
温室効果による温度上昇 (°C)	446	33	3
N <sub>2</sub> (%)	<2	78	<2.5
O <sub>2</sub> (%)	<1ppmv	21	<0.25
CO <sub>2</sub> (%)	>98	0.035	>96
H <sub>2</sub> O(%)	1×10 <sup>-4</sup> ~0.3	3×10 <sup>-4</sup> ~4	<0.001
SO <sub>2</sub> (%)	150 ppmv	<1 ppbv	0
Ar(%)	-	0.9	1.6
雲の組成	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O	塵, H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub>

太陽風	エネルギー	発生源
弾丸	0.6	
低速太陽風	300	1~20 (e-), 700 (p)
高速太陽風	750	30 (e-)
最速太陽風	900	
光	300000	

地球に降り注ぐエネルギー粒子		
太陽風	E (eV)	発生源
	0.5	光球(5000°C)
	1	彩層下部(1万°C)
	10	遷移層(10万°C)
	10 <sup>2</sup> ~10 <sup>3</sup>	コロナ(10 <sup>2</sup> ~10 <sup>3</sup> 万°C)
コロナ質量放出	>10 <sup>3</sup>	コロナストリーマ(10 <sup>2</sup> ~10 <sup>3</sup> 万°C)
太陽フレア	10 <sup>6</sup> ~10 <sup>9</sup>	太陽フレア(10 <sup>6</sup> ~10 <sup>9</sup> 万°C)
	>10 <sup>6</sup>	爆発的なフレアやコロナ質量放出が太陽風を追い越す際の衝撃波
銀河宇宙線	3×10 <sup>8</sup> ~10 <sup>20</sup>	銀河, 超新星爆発

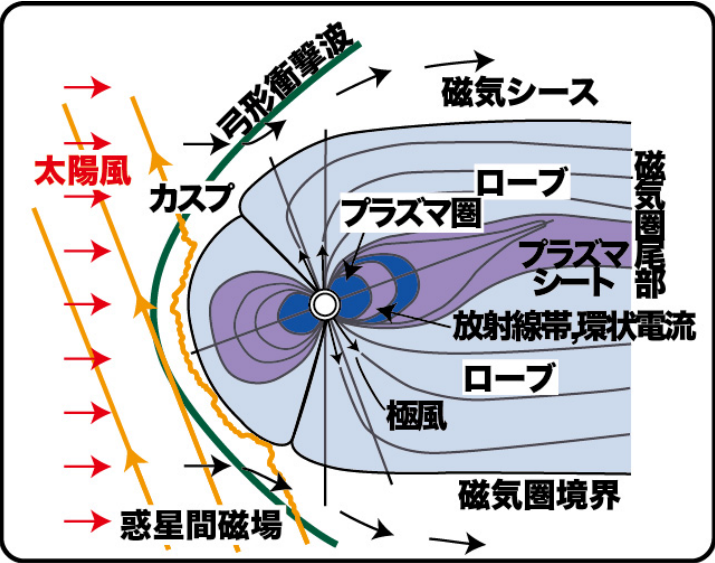
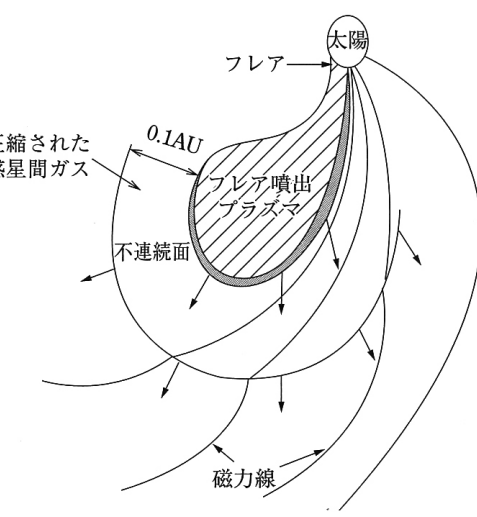


図2 フレアから惑星間空間に飛び出すプラズマ雲 (恩藤・丸橋編 2000, 60頁から引用)



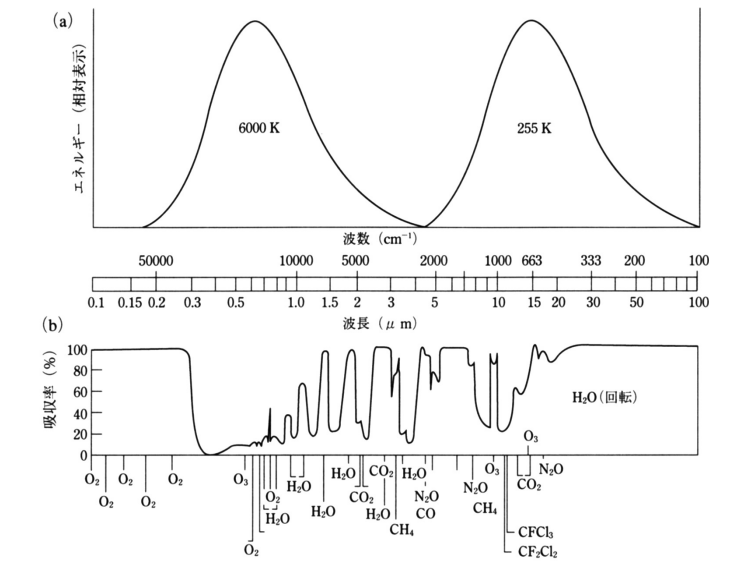
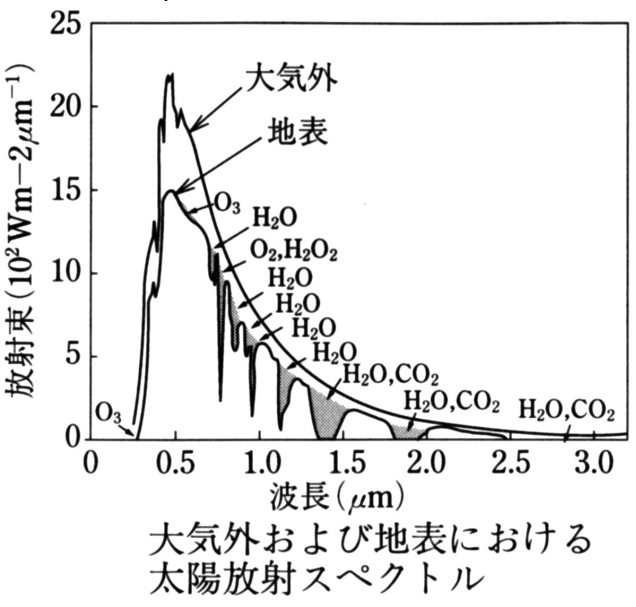
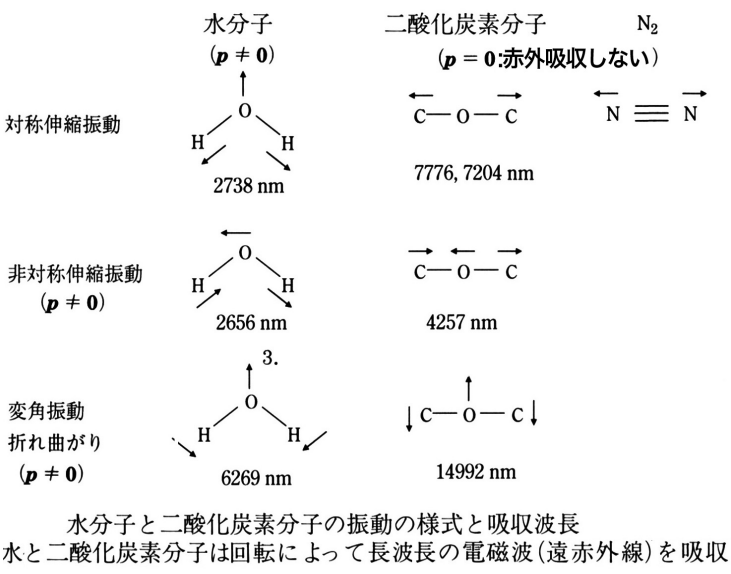
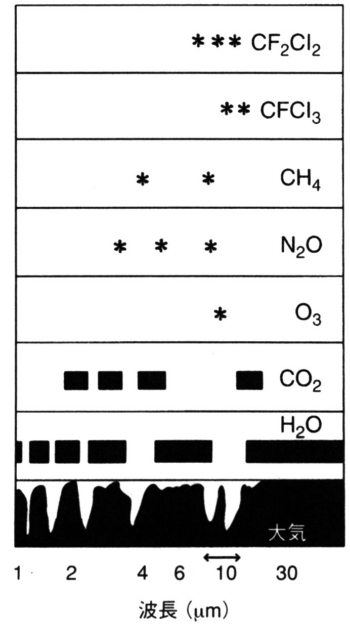
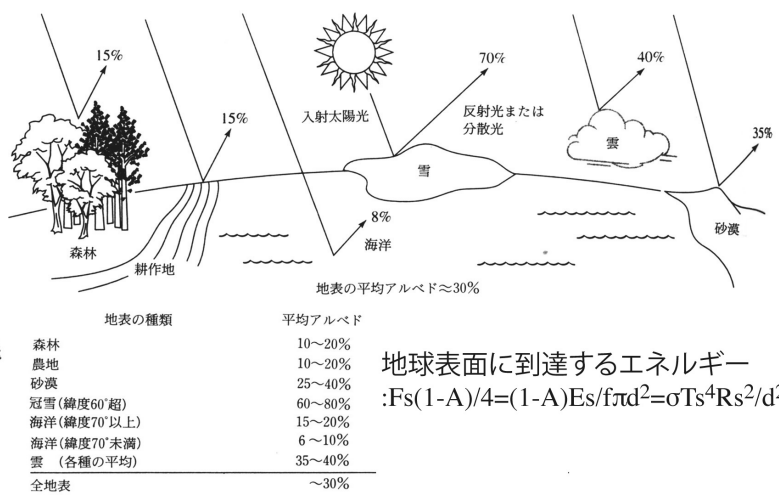
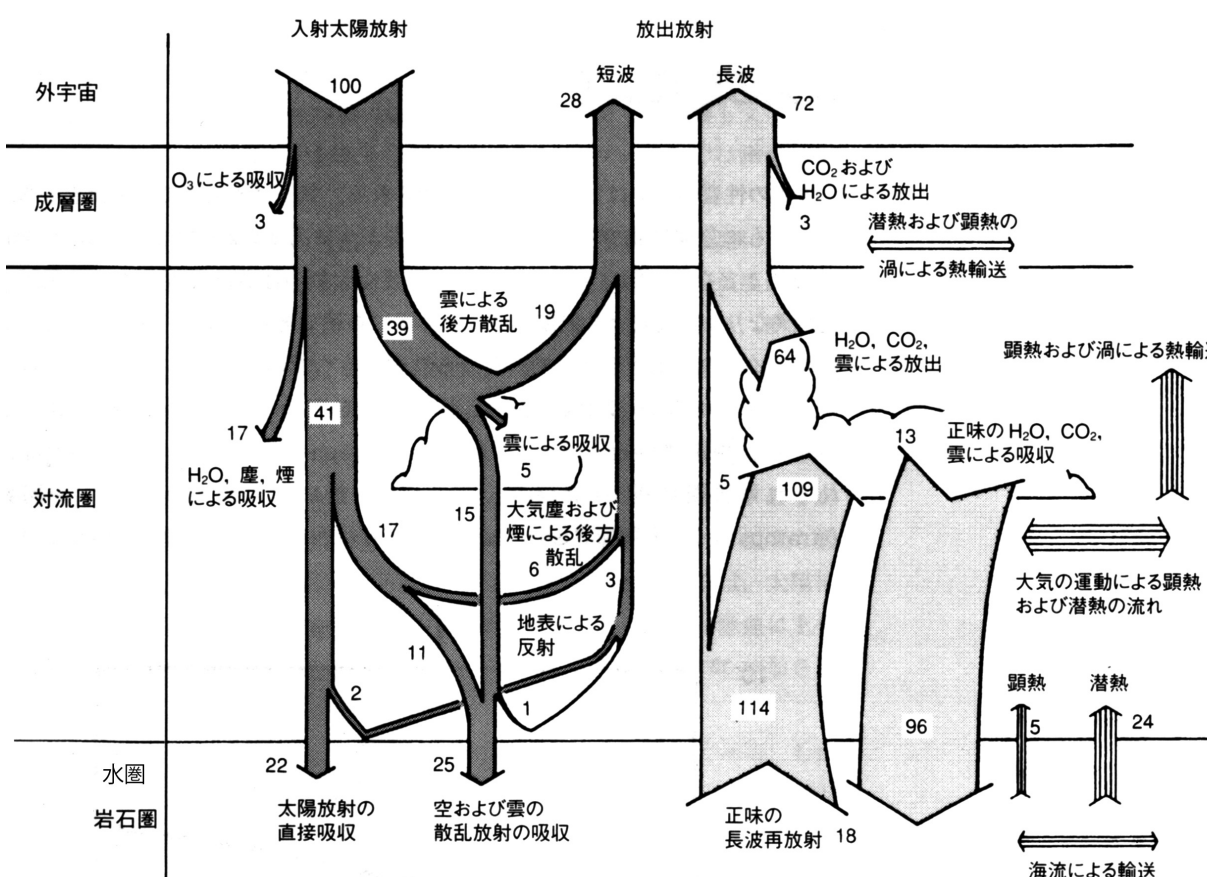


図 2-7 6000 K (太陽表面温度) 290 K (地球表面温度の平均) の黒体放射電磁波スペクトルと地球大気による電磁波の吸収

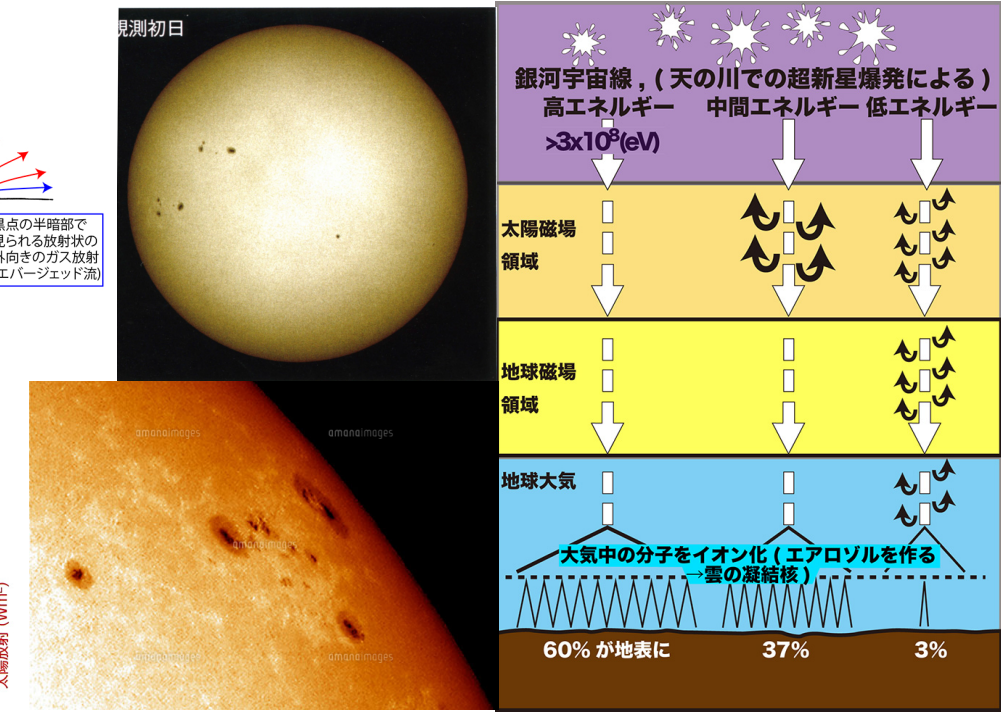
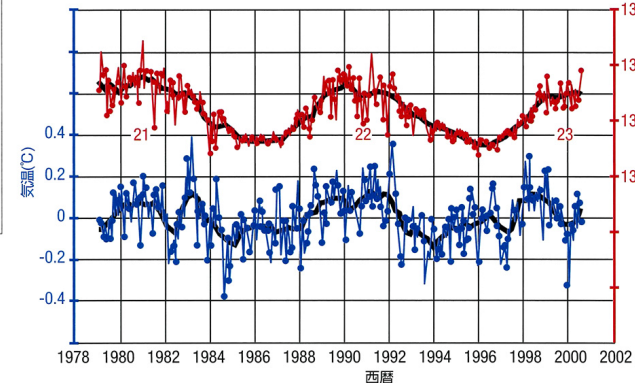
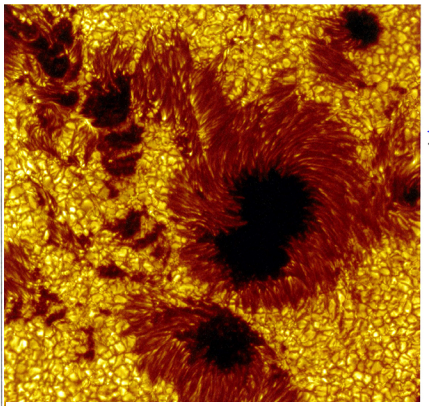
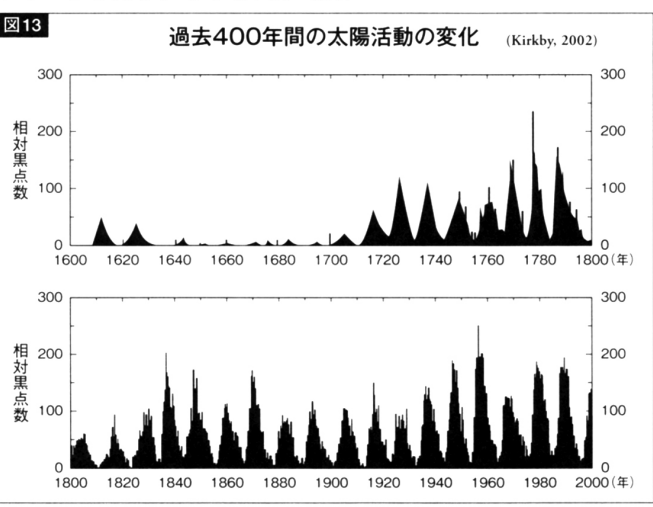
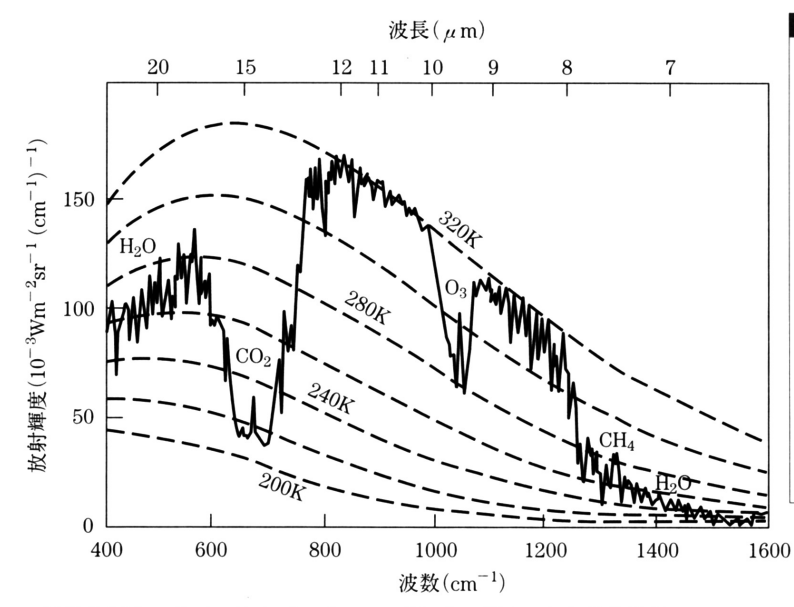
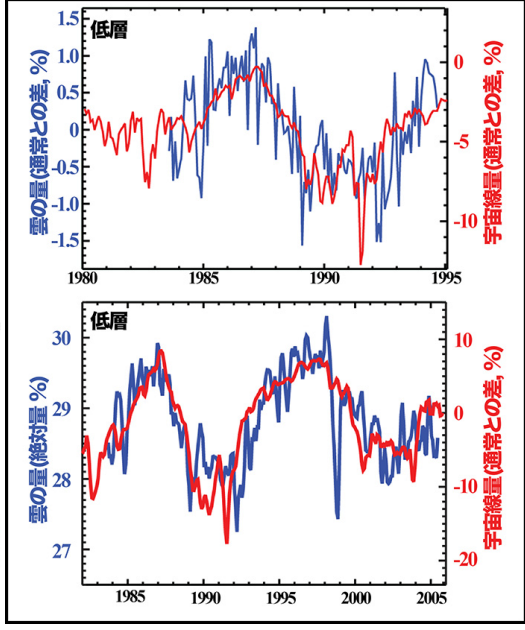
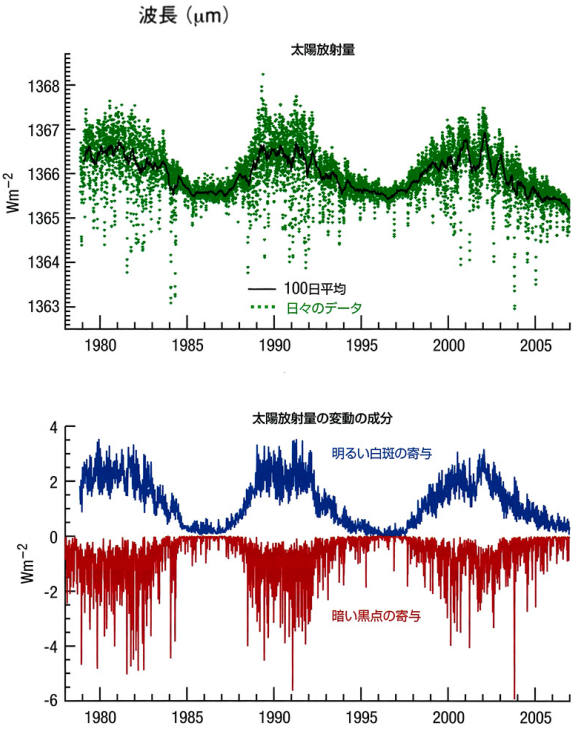
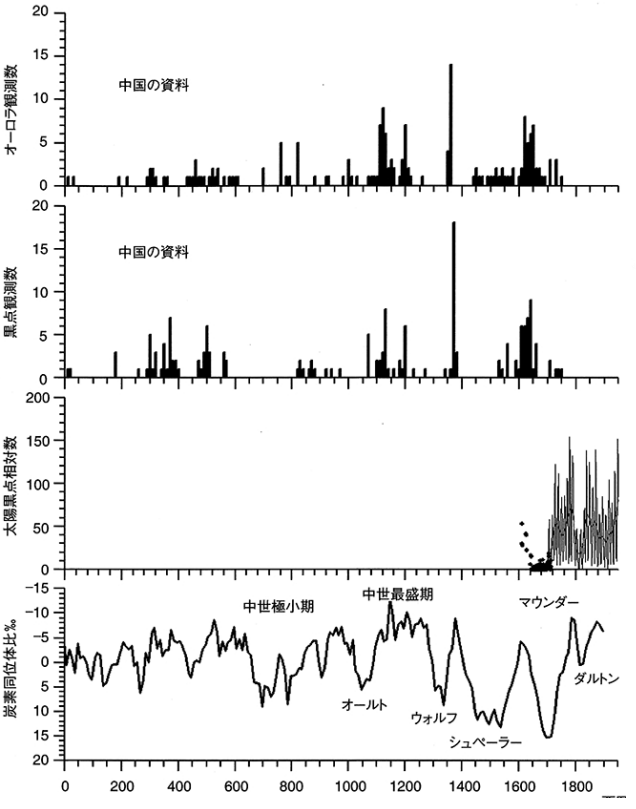


図 7-8 正午に北アフリカ (ニジェール谷) 上で測定された地球放射スペクトル