

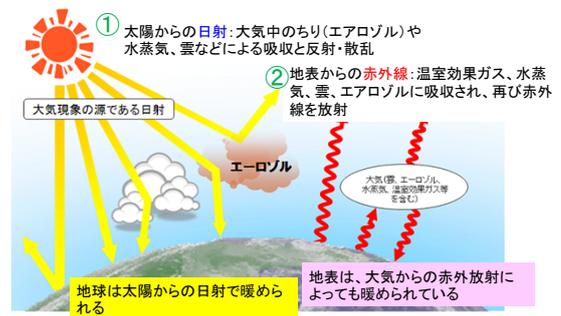
温暖化概論

第3回

温室効果ガスとエアロゾル

地球環境科学専攻 長田和雄

温室効果の概念図



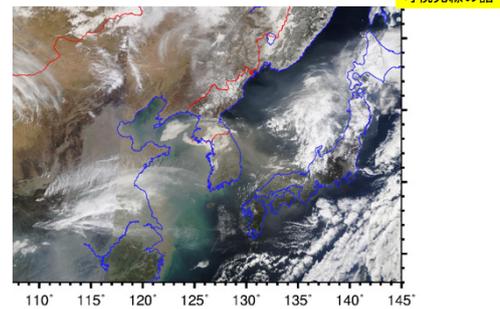
地表温度と日射・赤外放射との関係、一部改変；気象庁HPより

気候変化をもたらす大気成分

エアロゾル粒子

- ①粒子態成分(固体・液体の粒子、雲)
 - 紫外・可視光線を散乱する(地表を冷やす)
 - 濃度の時間的・地理的な変化が比較的**大きい**
 - エネルギーの入力を変える
- ②ガス成分(H₂OやCO₂、O₃などの温室効果ガス)
 - 赤外線を吸収する(結果的に地表を暖める)
 - 濃度の時間的・地理的な変化が比較的**少ない**
 - でていく際の分配を変える

宇宙から地球を見ると?



09年3月16日1030LT MODIS Terra (黒崎、私信)

黒い服 白い服

2006-04-08 DOY=098

06年4月8日の黄砂

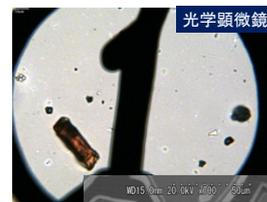
2006-05-03 DOY=123

06年5月3日

環境総合館・屋上から西を見たところ

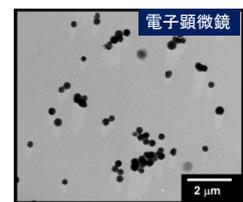
黒崎、私信 撮影:長田

エアロゾル粒子ってどんなんだ?



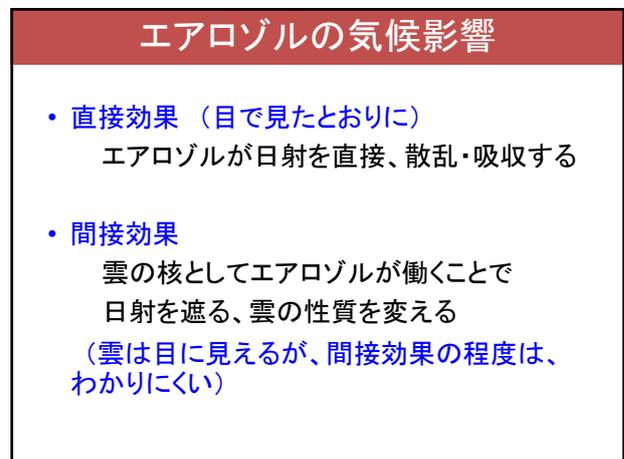
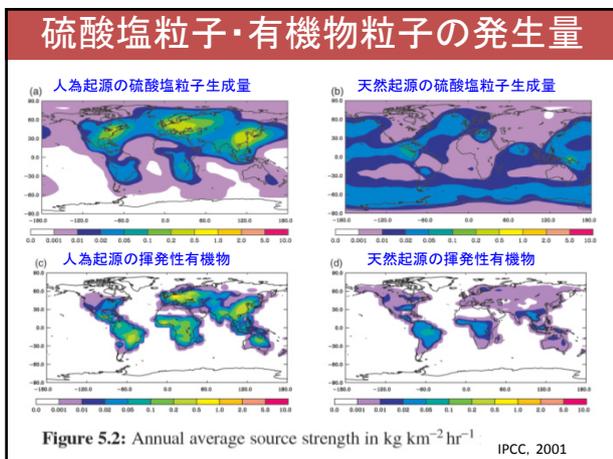
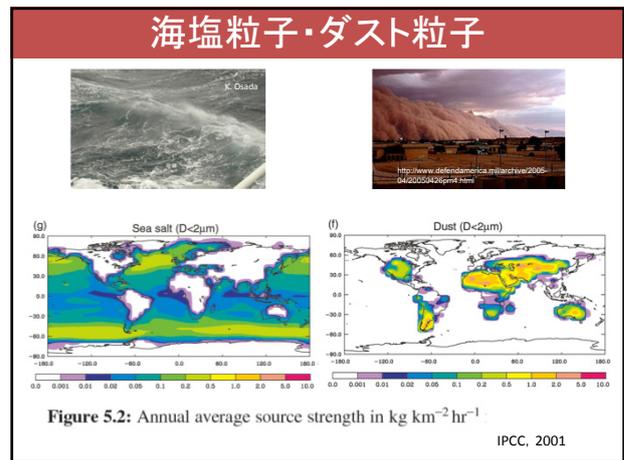
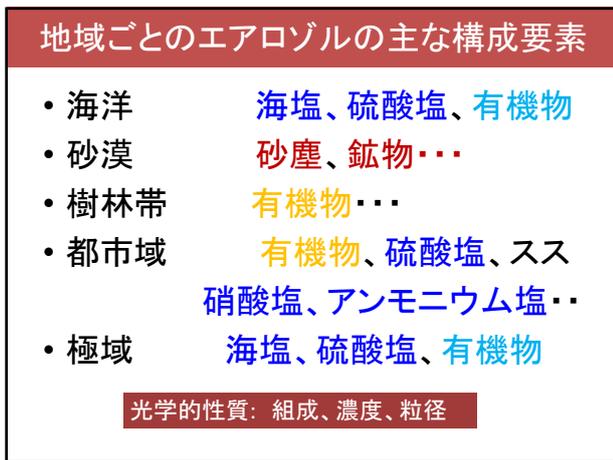
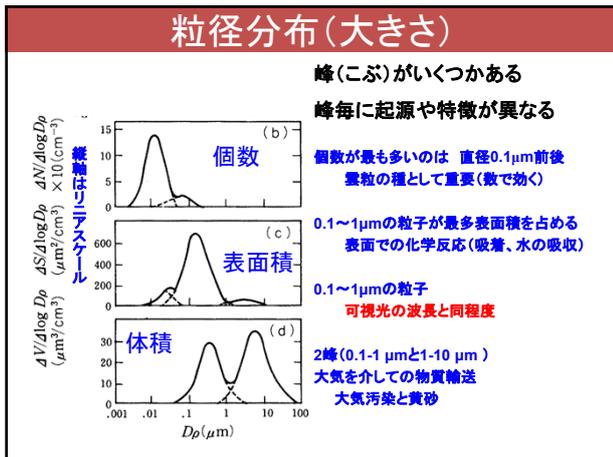
ダスト粒子

撮影:李 静敏



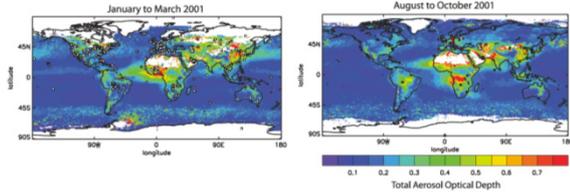
沖縄県 辺戸岬での観測例 (2008年3月)

撮影:上田 紗也子



エアロゾルの直接効果

どちらかというと、北半球で多い：砂漠と人為起源エアロゾル



図TS.4. 左：2001年1～3月と右：2001年8～10月の衛星測定によって決定された中可視波長での(自然起源と人為起源のエアロゾルによる)総エアロゾル光学の深さ。産業起源エアロゾルとバイオマス燃焼エアロゾルの季節変化を示している。データは衛星測定によるものを、二つの図に示した場所での地上ベースのそれぞれ異なる二種類の測定で補った(詳細は第2.4.2節参照)。(図2.11)

IPCC 第4次評価報告書(気象庁, 2007)

エアロゾルの間接効果

様々な効果があり得る。効果の程度については諸説ある。

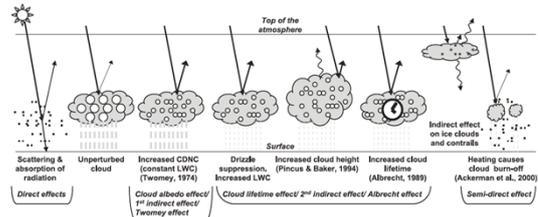


Figure 2.10. Schematic diagram showing the various radiative mechanisms associated with cloud effects that have been identified as significant in relation to aerosols (modified from Haywood and Stouffer, 2008). The small black dots represent aerosol particles, the larger open circles cloud droplets. Straight lines represent the incident and reflected solar radiation, and wavy lines represent terrestrial radiation. The filled white circles indicate cloud droplet number concentration (CDNC). The unperturbed cloud contains larger cloud droplets as only natural aerosols are available as cloud condensation nuclei, while the perturbed cloud contains a greater number of smaller cloud droplets as both natural and anthropogenic aerosols are available as cloud condensation nuclei (CCN). The vertical grey dashes represent rainfall, and LWC refers to the liquid water content.

IPCC, (2007)

エアロゾル量の長期変化

地表大気の詳細観測はせいぜい40年くらい

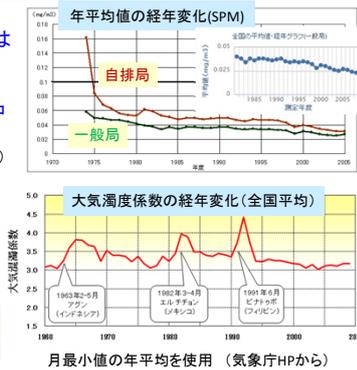
日本では、地味に減少中

(環境省HPから)

大気混濁度データはもう少し古くからある

火山噴火の影響

Global dimming & brightening



エアロゾル濃度の変動要因

- 放出過程(発生量)の変化
 - 一風速など自然の要因の変化 (海塩粒子・土壌ダスト)
 - 一工業活動による排出や燃料の燃焼など、人為的な要因の変化(硫酸塩やスス粒子など)
- 輸送過程
 - 一経路の変化
- 沈着過程
 - 一降雨・降雪による大気洗浄頻度の変化

大気中でのエアロゾルの寿命：数日～1週間くらい

大気の組成(ガス成分)

Constituent ^a	Molecular weight	Fractional concentration by volume
Nitrogen (N ₂)	28.013	78.08%
Oxygen (O ₂)	32.000	20.95%
Argon (Ar)	39.95	0.93%
Water vapor (H ₂ O)	18.02	0-5%
Carbon dioxide (CO ₂)	44.01	380 ppm
Neon (Ne)	20.18	18 ppm
Helium (He)	4.00	5 ppm
Methane (CH ₄)	16.04	1.75 ppm
Krypton (Kr)	83.80	1 ppm
Hydrogen (H ₂)	2.02	0.5 ppm
Nitrous oxide (N ₂ O)	56.03	0.3 ppm
Ozone (O ₃)	48.00	0-0.1 ppm

^a So called greenhouse gases are indicated by bold-faced type. For more detailed information on minor constituents, see Table 5.1.

ppm(100万分の1)
乾燥空気中の全分子数に占める温室効果ガス分子の数割合
300ppmは、100万個の乾燥空気分子のうちの300個

Wallace & Hobbs, 2006

ガス成分による電磁波の吸収

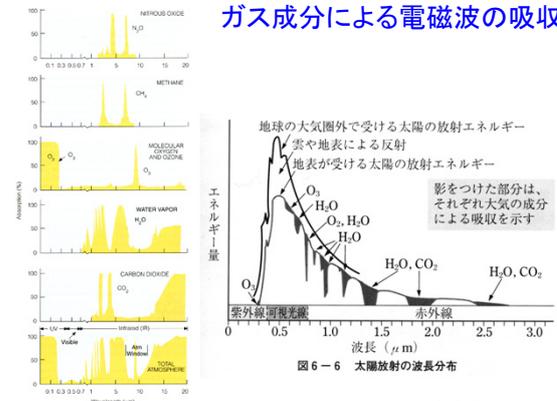
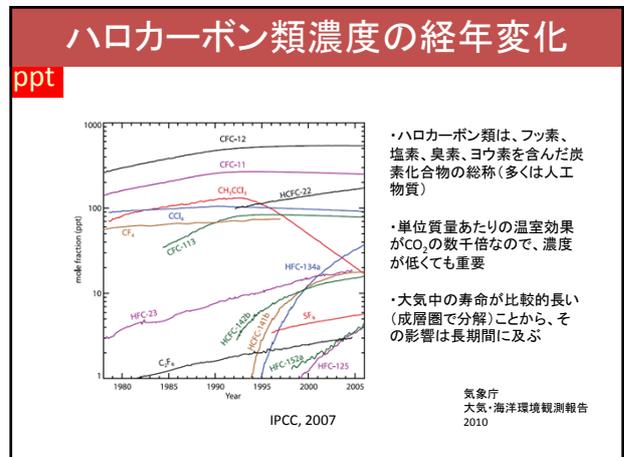
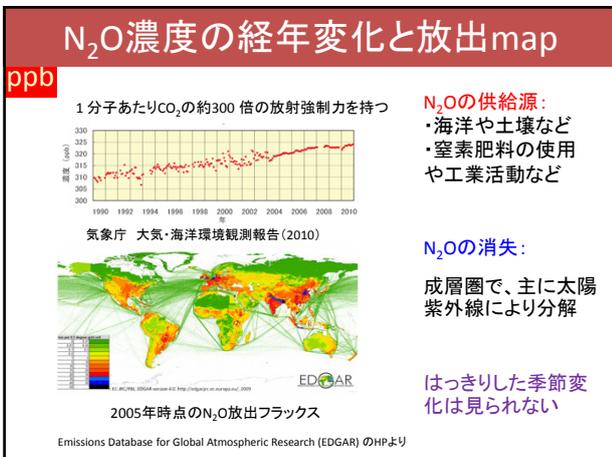
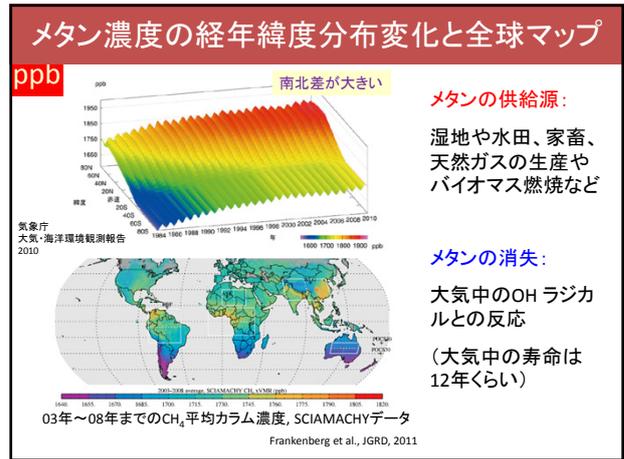
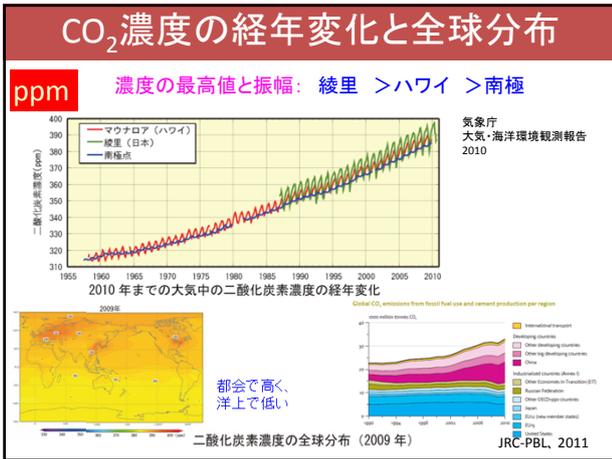
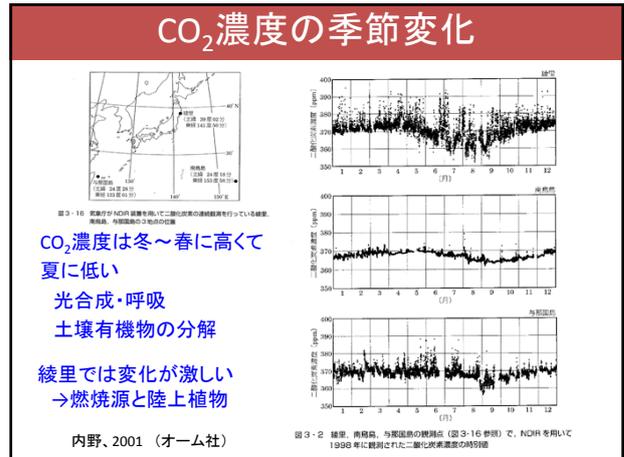
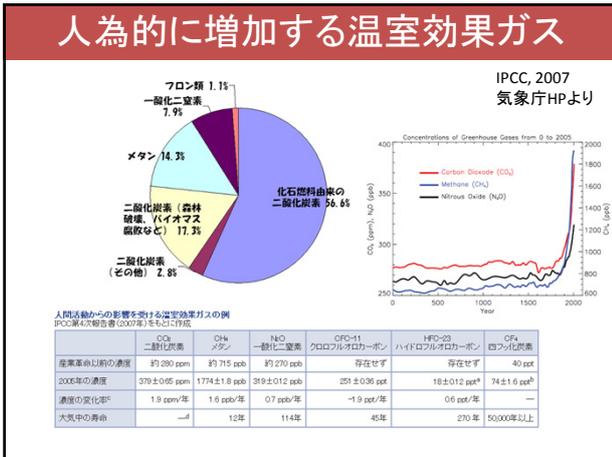


Figure 2.11 Absorption of radiation by gases in the atmosphere. The shaded area represents the amount of radiation absorbed. The strongest absorbers of infrared radiation are water vapor and carbon dioxide.

Arhens,2003

杵島ほか, 2006

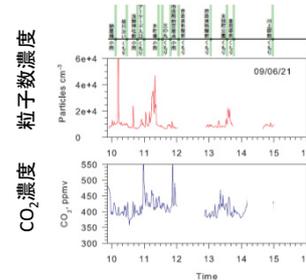


温室効果ガスの濃度変化の要因

- 短時間～日内的変化: 燃焼による放出 (CO₂など)
光合成による吸収・呼吸 (CO₂)
- 季節変化: 植物活性の変化に伴う放出と吸収バランスの変化 (CO₂)、有機物分解の変化 (CO₂)、消失の変化 (CH₄)、焼き畑サイクル (CH₄など)
- 経年変化: 人為的な要因による変化量の蓄積
(消失過程の長期的変化?)

都市での濃度変動: エアロゾルとCO₂

短時間の濃度変化 地域的な濃度のバラツキ
温室効果ガス 小 小 (均質にちかい)
塵・エアロゾル 大 大 (質も色々)



環境学フィールドセミナー

名古屋市街地での
同時観測結果

10:15や11:10-20、13:40
には、幹線道路を横切った

地球へのエネルギー収支と分配要素

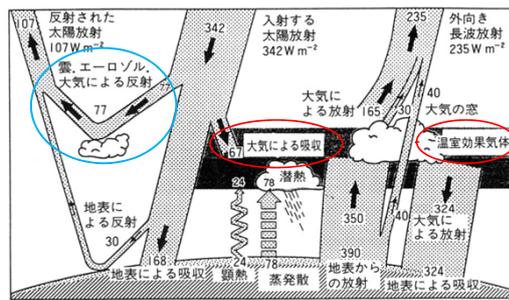


図5.17 地球のエネルギー収支 (IPCC, 1995)

温暖化に関わる要因と寄与量



放射強制力: ある因子を持つ、地球-大気システムに入り
りするエネルギーのバランスを変化させる影響力の尺度
(1750年に対しての2005年の変化としての値)

気象庁、IPCC, 2007

まとめ

- 温暖化に関わる大気成分(エアロゾル粒子とオゾンを除く温室効果ガス)について、種類や濃度、分布、主な起源、変動要因の概要、温暖化への寄与量について学んだ。
- さらに深く知りたい人は、下記から辿って調べてください

気象庁 気象等の知識 > 地球環境・気候