

# 大気

2012年4月16日 (web掲載用, 画像削除版)

# ISSから見た地球

---

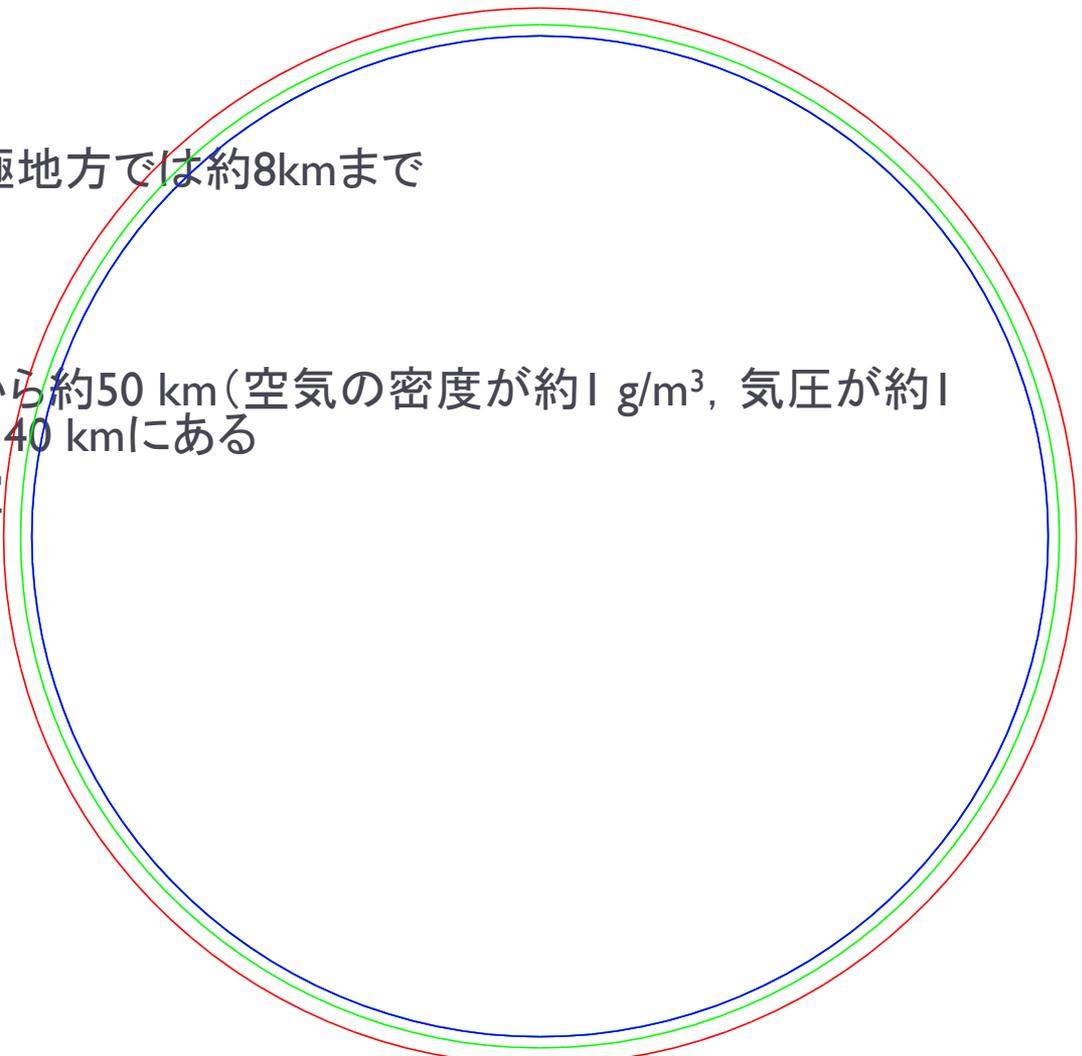
- ▶ (deleted) YouTubeなどから入手可能



# 大気の温度，気圧，密度分布

---

## ▶ 地表高による層

- ▶ 対流圏：赤道では約17km，極地方では約8kmまで
    - ▶ 大気層：1～2 km
    - ▶ 大気境界層
    - ▶ 自由大気層
  - ▶ 成層圏：対流圏の上，地表から約50 km（空気の密度が約1 g/m<sup>3</sup>，気圧が約1 hPa）まで。オゾン層が約20～40 kmにある
  - ▶ オーロラは100～200 km上空
  - ▶ ISSは400 km上空を周回
- 



# 物理的大気環境

---

- ▶ 気温(temperature)
- ▶ 気湿(humidity)
- ▶ 気流(air current, air stream)または気動(air movement)
- ▶ 熱輻射または熱放射(thermal radiation)
- ▶ 気圧(atmospheric pressure)
- ▶ 放射線または輻射線(radiation)→別の回に



# 気温(temperature)

---

- ▶ 緯度が1度上がると $0.8^{\circ}\text{C}$ 下がる
  - ▶ 対流圏では高度が1 km上がると $5.5^{\circ}\text{C}$ 下がる
  - ▶ 温度計で測定(アスマン通風乾湿計の乾球温)
  - ▶ 常温動物は気温の変化に対応して産熱と放熱のバランスを取り体温の恒常性を保っている。保てないほど気温が変わると、高温では熱中症、低温では凍傷などの障害が起こる
    - ▶ ハンティング・リアクション
- 



# 気湿(humidity)

---

- ▶ 大気中の水蒸気含量
    - ▶ 絶対湿度 ( $\text{H}_2\text{O}$  g/m<sup>3</sup>)
    - ▶ 相対湿度 (絶対湿度 / その温度における飽和水蒸気量 × 100)
      - ▶ %単位。最大で100%。通常は相対湿度が用いられる
  - ▶ アスマン通風乾湿計の湿球温と乾球温から求める
  - ▶ 湿度の身体影響
    - ▶ 湿度が高いと水分や汗の蒸散が遅くなるので、放熱に影響がでる
    - ▶ 通常は45～65%程度。80%以上で湿潤感, 30%以下で乾燥感を感じることが多い(ただし感覚は温度や風速とも関連する)。  
cf.) 不快指数 =  $0.81 \times \text{摂氏気温} + 0.01 \times \text{相対湿度} \times (0.99 \times \text{摂氏気温} - 14.3) + 46.3$
- 



# 気流(air current)と気動(air movement)

---

- ▶ 気流: 大気の動き
  - ▶ 風: 地表面近くの水平方向の気流
- ▶ 気動: 室内の空気の動き
- ▶ 風向風速計で測定する
- ▶ 気流や気動のヒトへの影響
  - ▶ 1 m/sec増えると体感温度がおよそ3°C下がる



# 熱輻射または熱放射(thermal radiation)

---

- ▶ 太陽や人工的な熱源から熱エネルギーが放射されること。
  - ▶ 太陽の熱放射＝日射
    - ▶ 地上の輻射エネルギーの60%は赤外部(波長730～2300nmの光), 39%は可視部(波長400～730nmの光)から得られる  
(注)光自体は電磁波
- ▶ 黒球温度計で測定する  
[http://www.nies.go.jp/kanko/kankyogi/32/04-09\\_5.html](http://www.nies.go.jp/kanko/kankyogi/32/04-09_5.html)



# 気圧(atmospheric pressure)

- ▶ 空気の張力。単位は気圧(atm), mmHg, hPa
  - ▶  $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 1013.25 \text{ hPa} \doteq 1 \text{ kg重/cm}^2$
- ▶ 測定はアネロイド型気圧計等による(cf. 気象測器検定規則)
  - ▶ 五 液柱型水銀気圧計
  - ▶ 六 アネロイド型気圧計(気圧の変化により内部の圧力が安定している密閉容器(以下「気圧計用チャンバー」という。)が膨張又は収縮するという性質を用いて気圧を測定するものをいう。)
  - ▶ 七 電気式気圧計(気圧の変化により気圧計用チャンバーが膨張又は収縮してコンデンサーの静電容量又は共振部分の共振周波数が変化するという性質を用いて気圧を測定するものをいう。)
  - ▶ 八 ラジオゾンデ用気圧計
- ▶ 低地のヒトはほぼ1気圧下で生活し肺胞内の酸素分圧は101 mmHg。高地に行くと酸素分圧が下がるので高山病になることがある。ただし長くいると**高地適応**する。潜水中は高圧になるが、急に減圧すると血液中の窒素が発泡して空気塞栓を生じる(ケーソン病, 潜水病)

# 高地適応

---

- ▶ 生理的調節(physiological adjustment)
  - ▶ 血液の酸素分圧が低下(hypoxia)  
→呼吸運動昂進(hyperventilation): 初期はチェーン・ストークス型呼吸(cf. 睡眠時無呼吸症 sleep apnea)も見られ, 呼吸昂進は1年ほど続く
  - ▶ 炭酸ガスが過剰放出され血液がアルカリ性に→腎機能昂進し尿中への重炭酸塩排出増加
- ▶ 高地馴化(acclimatization to high altitude)
  - ▶ 血液濃縮(RBC増加), 肺の拡散能増加, 右心室肥大, 酸素解離曲線の右方シフト(ケチュア)
- ▶ 高地適応(adaptation to high altitude)
  - ▶ 酸素解離曲線の左方シフト(シエルパ)



# 化学的大気環境

---

- ▶ 自然の大気の化学組成
  - ▶ 水蒸気を除いた乾燥空気では、窒素と酸素で99%以上
  - ▶ 残りの大部分はアルゴン
  - ▶ その他は0.04%
    - ▶ 二酸化炭素, メタン, 亜酸化窒素, オゾンなど
- ▶ 大気汚染物質
  - ▶ 二酸化硫黄, 二酸化窒素など, 人為起源の物質



# 大気汚染(air pollution)

---

- ▶ WHOの大気汚染の定義「戸外の大気中に人工的に持ち込まれた汚染物質が存在し、その量や濃度や存続時間が地域住民のかなり多数の人々に不快感を引き起こしたり、広い地域にわたって公衆衛生上の危害や、人間、動植物の生活を妨害するようになっている状態」
- ▶ 産業革命以後に急増
- ▶ 室内空気の汚染も問題



# 大気汚染物質(air pollutants)の区分

---

- ▶ 気体(gas)と粒子状物質(particle matter)
- ▶ 一次汚染物質と二次汚染物質
  - ▶ 一次汚染物質:発生源から直接大気に排出(二酸化硫黄, 二酸化窒素など)
  - ▶ 二次汚染物質:大気中の化学反応で生成(光化学オキシダントなど)
- ▶ 滞留時間
  - ▶ フロンは45年程度かそれ以上
  - ▶ 二酸化炭素は7年程度
  - ▶ オゾンは対流圏で1~4ヶ月, 下部成層圏で1~2年
  - ▶ 二酸化硫黄や二酸化窒素は数日~1ヶ月以下



# 硫黄酸化物(sulfur oxides) SO<sub>x</sub>

---

- ▶ 二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>), 三酸化硫黄(SO<sub>3</sub>), 硫酸ミストの総称
  - ▶ 化石燃料が燃焼するときや硫化亜鉛からの金属精錬で二酸化硫黄が生成
  - ▶ 工場や火山からでる硫化水素(H<sub>2</sub>S)が空気中で酸化されると二酸化硫黄に
  - ▶ 空気中で二酸化硫黄が酸化されると三酸化硫黄に
  - ▶ 二酸化硫黄が紫外線で励起され, 三酸化硫黄になって水と反応して硫酸ミストに
  - ▶ 二酸化硫黄のバックグラウンド濃度は0.2~1.7 ppb, 対流圏での滞留時間は数日
- 



# 窒素酸化物(nitrogen oxides) NO<sub>x</sub>

---

- ▶ 一酸化二窒素, 一酸化窒素(NO), 二酸化窒素(NO<sub>2</sub>)などの総称
  - ▶ 大気汚染物質としては主に一酸化窒素と二酸化窒素。バックグラウンド濃度は1~10 ppb, 滞留時間は数日~1ヶ月以下
  - ▶ 生成経路は2通り
    - ▶ フューエルNO<sub>x</sub>: 化石燃料に含まれる含窒素成分が燃焼時に酸化
    - ▶ サーマルNO<sub>x</sub>: 空気中の窒素が高温燃焼時に酸化されて生成
  - ▶ 最初に生成するのは主として一酸化窒素, 空気中で酸化して大部分が二酸化窒素に。大気上層部では双方向
  - ▶ 一酸化二窒素は土壌細菌により生成。対流圏では安定無害
- 



## その他の気体

- ▶ オキシダント: オゾン, PAN(パーオキシアシルナイトレート)などKI(aq)を加えるとIを生じる物質。そのうち,  $\text{NO}_2$ 以外を光化学オキシダントと呼ぶ
  - ▶ オゾンのバックグラウンド濃度は地表で0.02ppm, オゾン層では3~6ppm。PANのバックグラウンド濃度は1ppb以下
- ▶ 二酸化炭素: バックグラウンド濃度350ppm(増加傾向)。海洋→大気→生物圏を約7年で循環
- ▶ 一酸化炭素: バックグラウンド濃度0.1ppm。不完全燃焼や成層圏でのメタンの酸化で生成
- ▶ 塩素, 塩化水素: バックグラウンド濃度1ppb以下。
- ▶ ハロカーボン: 冷媒としてのフロンなど。これまでに数百万トンが放出された。現在は特定フロンは製造なし
- ▶ 有害大気汚染物質(hazardous air pollutants)とくに生物に有害な物質。200種類以上がリストされているが, 大気汚染防止法で指定されているのは21物質(cf. ダイオキシン特措法)
- ▶ 悪臭物質

# 惡臭物質

---



# 粒子状物質の区分

---

- ▶ 生成過程の違い: 粉じん(dust), フューム(fume), 煙(smoke), 霧(fog)
  - ▶ 大気中の挙動の違い
    - ▶ 降下煤じん(粒径 $10\mu\text{m}$ 以上)
    - ▶ 浮遊粒子状物質(suspended particle matter=SPM)(それ以下)
      - ▶ PM10: 吸入性粉じん(respirable dust)
      - ▶ PM2.5: 有害物質も多く, 喘息や気管支炎を生じやすい
      - ▶ ナノ粒子
  - ▶ サイズの違い(実際の大気中の粒子状物質のサイズ分布は二峰性)
    - ▶ 粗粒子(course-mode particle): 粒径数 $\mu\text{m}$ ~数十 $\mu\text{m}$ : 土壌, 路面由来の粉じん, タイヤ由来, 工場粉じん, 花粉など。数時間以内に沈降, せいぜい数十km以下の移動
    - ▶ 微小粒子(fine-mode particle): 粒径 $1\mu\text{m}$ 以下: 燃焼由来, とくにディーゼル粉じん(diesel exhaust particle=DEP)。大気中半減期が数日から数週間, 数百km以上移動
- 

