

3 5 . 大気の鉛直構造.....

実験の概略

大気の気温・気圧・化学成分の鉛直分布をグラフ化する作業を通して、鉛直の層構造とそれぞれの層の特徴を理解する。

実験のねらいと位置づけ

この実験は指導要領の「(2) 生命と地球の移り変わり ア 地球の移り変わり」の中に位置づけられるものである。

地球の気圏は温度勾配にしたがって、地表から、対流圏・成層圏・中間圏・熱圏と分けられる。大気の鉛直の層構造は、温度勾配の違いだけでなく、水蒸気やオゾンの成分の違いにもあらわれる。この実験では、気温・気圧・化学組成(体積存在比)の鉛直分布をグラフ化することで、大気の鉛直の層構造の特徴を理解することがねらいである。

指導上の留意点

1. 方法について

- (1) グラフの軸のとりかたを指導する必要がある。また、気圧の鉛直分布・大気組成の鉛直分布は、片対数グラフなのでデータのプロットのしかたを指導する必要がある。
- (2) 参考のために表1には、30kmまでの気温・気圧は1kmおきにとっているが、5kmおきでも特徴はわかるので、省いても差し支えない。
- (3) 表2の値は、体積存在比になっている。そのため、オゾン分子数密度の鉛直分布とは、ずれが生じる。オゾン層は高度10km~50kmの領域[気象の事典より]で、ほぼ成層圏の範囲と一致する。オゾン層を考える時は、オゾン分子数密度またはオゾン分圧の高度分布を見たほうがよい。しかし、オゾンが成層圏・中間圏の熱源としてはたらくことを理解するためには、存在比で考えたほうがわかりやすい。

実験書のデータで分子数密度を求める時には、以下の式で計算する。

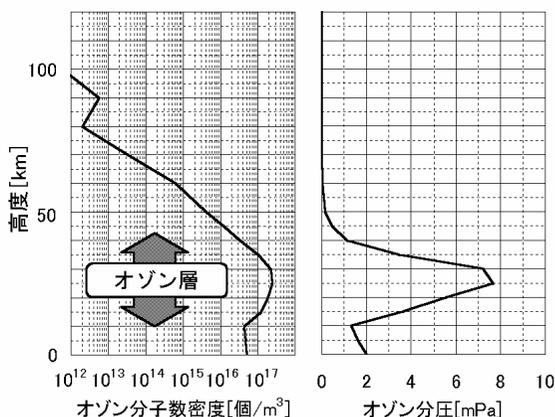
$$n = \frac{N_A \cdot P}{R \cdot T} \times M$$

ただし、分子数密度 [個 / m³]: n , 気圧 [hPa]: P , 気温 [K]: T , 体積存在比 [%]: M とし、定数にはアボガドロ定数: $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ [個], 気体定数: $R = 8.31$ [J / mol · K] を使用する。

オゾン分圧は次の式で求める。

$$P_{\text{オゾン}} = P \cdot M \times 1000$$

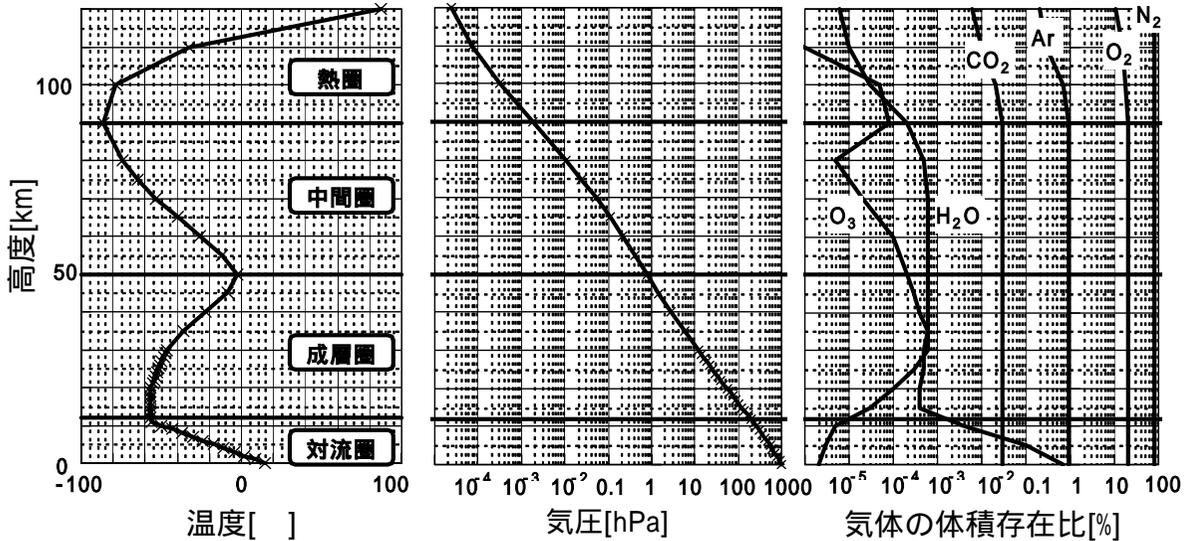
ただし、オゾン分圧: $P_{\text{オゾン}}$ [mPa], 気圧: P [hPa], 体積



オゾン分子数密度とオゾン分圧のグラフ

存在比 [%]: M とする。

記入例



1. 気温の鉛直分布と大気層

オーロラがあらわれる層はどの大気層だろうか。

熱圏

2. 気圧の鉛直分布

	地上 [0m]	富士山頂上 [3776m]	エベレスト頂上 [8848m]	飛行高度 [15km]
気圧[hPa]	1013	635	315	121
0mとの気圧の割合[%]	100	63	31	12

3. 大気組成の鉛直分布

(1) おもな大気組成は高度に対しどのような変化をするだろうか。

主な大気 ($N_2 \cdot O_2 \cdot Ar \cdot CO_2$) の体積存在比は、100km 以下ではそれぞれ一定である

(2) オゾンは高度に対しどのように変化するだろうか。またオゾン層の高度は。
約 35km 付近を中心に成層圏・中間圏で多くなっている。 オゾン層 10~50km 付近

(3) 水蒸気は高度に対しどのように変化するだろうか。また雲のできる上限の高度は。
水蒸気は対流圏に分布し、高度とともに少なくなる。 雲の上限 12 付近(対流圏海面)

参考

表 1 の数値は、理科年表から引用。表 2 の数値は、Goody 著の Principle of Atmospheric Physics and

Chemistry (Oxford Univ. Press) のグラフから値を読み取ったものである。

発 展

- (1) 対流圏・成層圏・熱圏の温度分布を作る熱源はなんだろうか。
対流圏・・・太陽光の放射によって暖められた地表
成層圏・・・オゾン層が太陽紫外線によって光分解したときに生じる熱エネルギー
熱 圏・・・大気分子が太陽紫外線などによって解離したときに生じる熱エネルギー
- (2) 長距離を飛ばす旅客機は成層圏を飛行する。その理由はなんだろうか。
高度が上に行くにしたがって高くなる分布で大気が安定しているため。
雲ができにくいいため。ジェット気流が流れているため。など

資 料

記載した URL は、2001 年に確かめたものである。NOAA や NASA のホームページでは、数日前のオゾン観測衛星の画像データが手に入る。この他にも、成層圏の温度や等圧面高度など、いろいろな観測データを手に入れることができる。

対流圏界面について

世界気象機関 (WMO) の定めた定義では“ 気温の減率が 1km あたり 2 またはそれ以下となり、かつその面より高い 2km 以内のすべての面で減率が 1km につき 2 を超えないような層があるときその層の下面をもって圏界面とする(第一圏界面)。第一圏界面より高い任意の面と、それより高い 1km 以内のすべての面の減率が 1km につき 3 を超える層が介在しており、その層の上方でさらにまた前記第一圏界面の定義に合致するような層があればその層の底面をもって第二圏界面とする ” としている。よって以上の条件に合うような層がいくつかある場合には、多重圏界面を構成する。実験書に記載してある理科年表から取り出したデータは、モデル計算によって出された値のため、第一圏界面のみである。しかし実際の日本付近のゾンデなどによる観測値では、冬には 10～12km、夏には 15～17km に第一圏界面をもつことが多く、春や秋では冬の圏界面と夏の圏界面が重なったような多重圏界面になることが多い。

(参考文献：和達清夫監修 気象の事典 東京堂出版)

評 価

学習項目	関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の 技能・表現	知識・理解
・大気層の鉛直構造の概略の説明。グラフの書き方の説明	大気層の鉛直構造に特徴の異なる層があることに興味を持ち、意欲的に参加できている。		グラフの描きかたや、グラフの意義が理解できる。	大気層の鉛直構造と気温勾配の関係を理解できる。
・方法 1 気温の鉛直分布と大気層	作業に積極的に参加している。		数値データよりグラフを作れる。グラフから大気層を分離できる。	各圏界面の高度など、気温の鉛直分布の特徴を理解する。
・方法 2	作業に積極的に参		片対数グラフの描	上空の気圧の低さ

気圧の鉛直分布。	加している。		きかたが理解できる。グラフより気圧の高度に対する変化を読み取れる。	など,気圧の鉛直分布の特徴を理解する。
・方法3 大気組成の鉛直分布	作業に積極的に参加している。 オゾンの分布が成層圏で多いことに興味を持てる。	雲と水蒸気の関係に気がつき,成層圏以上では通常,雲ができないことを判断できる。	大気各成分の鉛直分布グラフが描ける。グラフより大気各成分の鉛直分布が読み取れる。	大気組成の鉛直分布の特徴を理解する。
・発展問題		気温の鉛直分布の原因に対して,科学的考察ができる。 身近な例に対して科学的考察ができる。		4つの大気層の特徴についての知識が身に付く。
教師側	主に机間巡視	主にプリント		
生徒側	主にプリントの感想と自己評価の欄			

メモ

実験の評価

クラス						
生徒の状況						
注意が必要な箇所						
改善を要するところ						