

# 簡便な雲生成実験での物理量の変化

佐藤 昇\*

## 1. はじめに

気象分野での雲の生成実験としていろいろな方法が提案されている。その一つとして、山下晃大阪教育大学名誉教授によって、小型の炭酸飲料用ペットボトルとポンプ（市販の「炭酸抜けま栓」を使用）を利用した簡便な実験法が紹介されている<sup>1)</sup>（図1）。ここでは断熱変化に伴う温度変化をデジタルサーモテープで測定している。

本稿では、この実験法での断熱変化過程に伴う気温、気圧の時間変化の測定を行った結果について報告する。



図1 雲生成実験装置の外観

## 2. ペットボトルを用いた雲生成実験

### (1) 実験の準備物

300cm<sup>3</sup>の炭酸飲用量ペットボトル、小型ポンプ（送風しやすいタイプの「炭酸抜けま栓」）、デジタルサーモテープ

### (2) 実験法

- ①セロハンテープ等を使用して、デジタルサーモテープをペットボトル内に固定する。
- ②ペットボトルに小型ポンプを取り付ける。
- ③小型ポンプを4、5回押し、ペットボトル内に空気を送り込む。1回押し操作で30～35cm<sup>3</sup>の空気を送り込むことができる。
- ④サーモテープを読み取ると気温が上昇していることが分かる。（断熱圧縮・断熱昇温）
- ⑤その後、気温が低下し、室温に近い状態に安定したら、小型ポンプの栓を素早く開ける。
- ⑥開けると同時に雲が発生する。サーモテープを読み取ると気温が低下したことが分かる。（断熱膨張・断熱冷却）

冬季の乾燥している時期を除き、ペットボトル内に特別に水分を供給する必要はない。空気が乾燥して雲が発生しにくいときは、息を吹き込んだり少量の水を加えたりして、ペットボトル内を加湿する。また、線香の煙等の凝結核を特に加える必要もない。

## 3. 雲生成実験での物理量の変化

### (1) 測定方法

気温の測定は直径0.15mmの銅・コンスタンタンの熱電対で行った。また、気圧は拡散型半導体圧力センサー（FPM-15PAR, フジクラ）で測定した。測定値の時間変化はレコーダーで記録した（図2）。

室温が18.4℃、湿度33%の条件で、雲が生成しない場合とする場合との2つの条件で行った。雲を生成させない場合は、あらかじめペットボトル内をシリカゲルで乾燥させた後で実験を行った。雲を生成させる場合は、ペットボトル内に水を約0.2cm<sup>3</sup>加え、ペットボトル内をぬらして行った。

### (2) 実験結果

2つの条件での実験は、それぞれ数回連続して行い、同じような結果を得た。一例として、雲が生成されない場合の気温、気圧の時間変化を図3(a)に、雲が生成された場合を図3(b)に示した。

小型ポンプで5回空気を送り込んで、ペットボトル内の気圧が約1600hPaに達するまでに、ペットボトル内の気温は階段状に約8度上昇した。この実験は完全には断熱的でないので、気温の上昇は少ない。その後、ペットボトル内の気温が安定した後、栓を抜いた。雲が発生しない場合は約16度、発生した場合は約12度、断熱的に気温が低下した。その後ペットボトル内の気温は室温に戻った。また、雲が発生しない場合の方が、発生する場合より気温の変化率が大きいことは、乾燥断熱減率が湿潤断熱減率より

\* 大阪府教育センター



図2 測定の実験配置

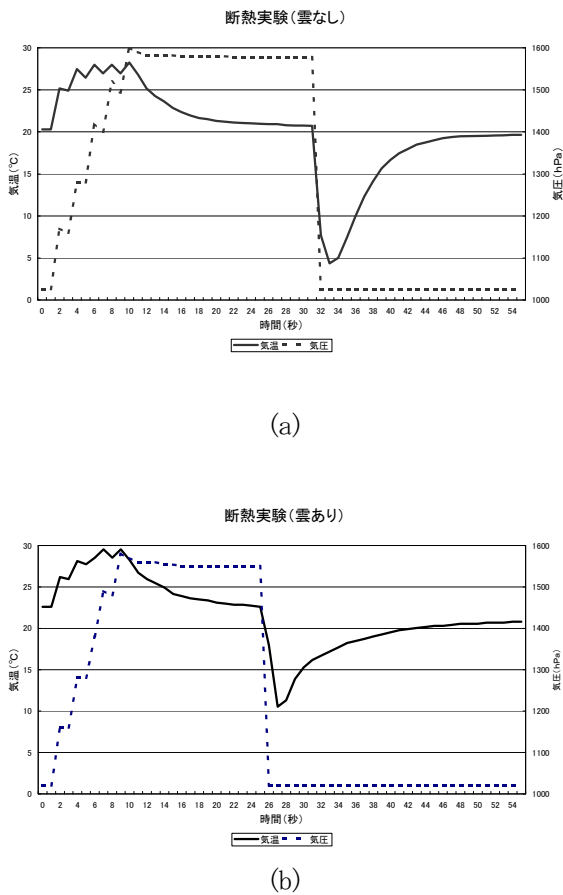


図3 気温・気圧の時間変化の測定例

(a)は雲が発生しない場合、(b)は雲が発生した場合の測定例を示す。図中の実線は気温、点線は気圧の変化である。55秒間の時間変化である。

大きいことに対応している。

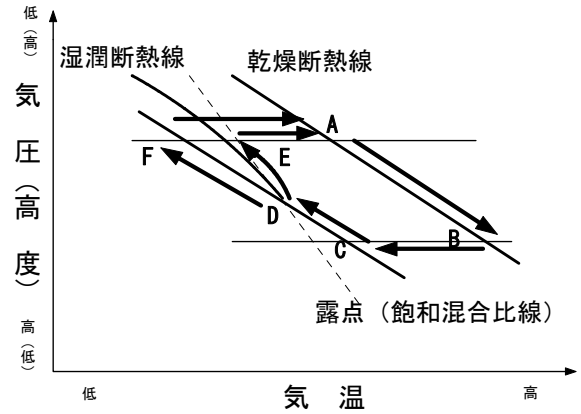


図4 断熱変化過程の模式図

#### 4. 考察

実験過程の断熱図を模式的に図4に示した。傾きのある直線は乾燥断熱の過程を、曲線は湿潤断熱の過程を示す。また、点線は露点(飽和混合比線)の変化を示す。縦軸は便宜上、上の方を低圧(上空)とした。

ペットボトル内は空気を送り込むことによって加圧され、初期状態Aから断熱的に昇温し、点Bの状態になる(この実験では完全に断熱ではないのでこれほどは昇温しない)。その後、等圧で周囲に熱を奪われ、初期状態の室温に近づく(C点)。ここでペットボトルの栓を抜くと、断熱的に減圧・冷却し、もし露点に達すると雲が発生する(D点)。その後は、雲の発生に伴う潜熱(凝結熱)の発生により冷却が弱まり、湿潤断熱の過程に沿って初期気圧E点の状態まで冷却する。雲が発生しない場合は、C点からF点まで乾燥断熱の過程に沿って冷却する。その後は、初期状態の気圧で、等圧的に昇温して初期状態の室温A点まで近づく。

#### 5. まとめ

ここで紹介した実験は簡便で、教室でも行いやすく、雲の発生が断熱過程で生じることの理解に役立つものである。温度変化に敏感なデジタルサーモテープを使用することにより、断熱過程に伴う温度変化や雲発生の有無による温度変化の違いなどを簡単に理解できる優れた実験教材であると考えられる。

#### 引用・参考文献

- 1) たとえば 大阪府教育センター科学教育部理科第二室(地学):「中学校理科研修 天気の変化」,平成15年度サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業「教員研修」報告書, pp38, (2003)