

ペットボトル内の雲の動きの性質をさぐる Properties of cloud movements in the pet bottle

荒木 佑哉 重安 拓夢 清水 若菜 舟橋 実来

Araki Yuya Shigeyasu Takumu Shimizu Wakana Funahashi Miku

1. 概要

ペットボトル内で発生させた雲が流動するような動き（今後「流動現象」と呼ぶ、図1）をしているのを発見した。本研究ではこの雲の動き（流動現象）に着目し、どのような性質を持っているのか調べた。



40 秒後 50 秒後 60 秒後 70 秒後

図1)雲発生の40秒後から10秒ごとのペットボトル内の雲の様子。
ペットボトル上部の雲が波打つように動いている。

2. 研究目的

ペットボトル内で発生させた雲の動きがどのような性質をもつか調べる。

3. 自然界での雲の発生の仕方

図2のように、太陽光により地表が温められると地表付近の空気の塊は上昇する。上昇に伴い、周りの気圧が低くなり、空気が大きく膨らむ。空気は膨らむと冷えるという性質があるため、空気中の水蒸気（気体）が氷（固体）や水（液体）に状態変化することにより雲が発生する。

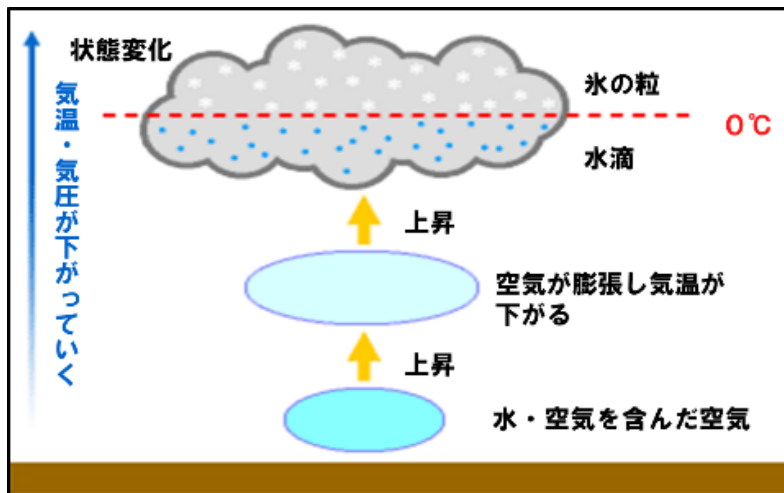


図2) 雲の発生の仕方

4. 実験装置について

図2で示した通り、雲は気圧が急激に下がることで発生する。本研究ではこれを実現するため、ペットボトルに加圧装置を取り付け、内部を加圧し、その後、内部の空気を開放することにより雲を発生させることにした。加圧装置については、ペットボトルの口に取り付けられる市販のもの(ソーダフレッシュ)を用いた。

加圧装置を押すことでペットボトル内部に空気を送り込み、内部を加圧することができる。今



回、500ml ペットボトルに 50ml の水を入れた状態で最大 30 回加圧できた。以後、加圧装置を「ふた」と表現する。また、明るい場所では雲の動きが観察しづらかったため、簡易な暗室を作りその中で実験を行った。

・簡易暗室

ペットボトルの表面が光を反射してしまい、雲が見えにくくなってしまったため、外部からの光を遮断し、光の方向を統一することで観察、撮影をしやすくした。

5. 実験方法

5-1) 実験準備

I) 30℃の水 50ml をメスシリンダーではかりとり、ペットボトルに入れる。

II) 加圧装置を取り付け、30 回加圧する。

以上の過程を「実験準備」と表現する。

5-2) 実験 1

減圧直後にペットボトル内への空気の入りを制限すれば、雲の動きに変化が出るのではないかと考え、減圧直後にふたの状態を変えて同時に撮影することで雲の動きの違いを観察することにした。なお、加圧担当者による違いが出る可能性があるため、ペットボトルを 3 本用意し、担当者 (X,Y,Z) を決め、実験を行った。

(実験方法)

III) 実験準備したペットボトルを 3 本用意する。

※) 人によって、結果に違いが出ないようにするためペットボトルを 3 本用意し、3 人同時に雲を発生させた。

IV) ふたを外して減圧する。3 本ともふたの状態を以下のア) または イ) にする。

ア)

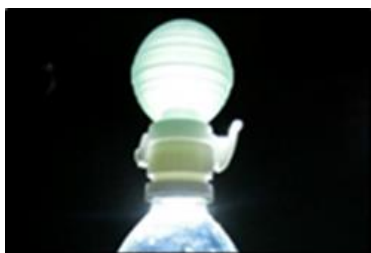


図 3) ふたを閉じた様子

イ)



図 4) ふたを開けた様子

5-3) 実験 2

水温と外気温の大小関係が雲の動きに影響するのではないかと考え、ペットボトル内の水温を変えて、雲の発生に与える影響について調べることにした。

※) 比較した水温は外気温より 1, 2℃低い、基準の水温と外気温を等しくする操作が困難であったため、常温を外気温として扱うことにした。

(実験方法)

(1) は 25℃

(2) は 25.5℃ を基準とする。

	A	B	C
(1) 水温 < 25.0℃	-10℃(15.0℃)	-5℃(20.0℃)	0℃(25.0℃)
	D	E	F
(2) 水温 > 25.5℃	0℃(25.5℃)	+5℃(30.5℃)	+10℃(35.5℃)

表 2) 各ペットボトル (A,B,C,D,E,F) の設定温度

IV) 実験準備においてペットボトル内部の水温を基準から 10℃変化させたもの、5℃変化させたもの、基準のもの 3 種類を用意する。

V) 減圧後、以下の点について計測、観察する。

- i. ペットボトル内の雲が消えるまでの時間
- ii. 雲の流動現象が見られるか
- iii. 雲が停滞する高さ

以上の過程を(1), (2)でそれぞれで 10 回行う。

6. 実験結果

6-1) 実験 1

- ・減圧後のふたの状態が、ア (図 3) , イ (図 4) において発生した雲の濃さ, 流動現象が始まる高さに大きな違いは見られなかった。
- ・減圧後, ふたを開けたままにしたほうが内部の雲が短時間で減衰した。

	A さん	B さん	C さん
ア) 閉	3'07"	3'12"	3'12"
イ) 開	2'49"	3'01"	3'01"

表 3) 減衰するまでにかかった時間。時間は 3 回の平均値。

6-2) 実験 2

i) ペットボトル内の雲が減衰するまでの時間

(1) 水温を基準より低くした場合

	-10°C(15.0°C)	-5°C(20.0°C)	0°C(25.0°C)
1	26"	31"	1'03"
2	29"	36"	27"
3	27"	34"	1'00"
4	26"	37"	1'04"
5	21"	37"	1'08"
6	26"	42"	1'05"
7	28"	36"	56"
8	28"	33"	57"
9	32"	53"	1'09"
10	29"	33"	1'18"
平均値	27"	37"	58"

表 4) 水温を基準より低くした時の, 雲が消えるまでの時間

(2) 水温を基準より高くした場合

	0°C(25.5°C)	+5°C(30.5°C)	+10°C(35.5°C)
1	54"	2'46"	3'05"
2	1'03"	2'57"	3'58"
3	1'38"	3'13"	3'26"
4	1'10"	2'20"	2'58"
5	1'26"	2'18"	3'10"
6	1'27"	3'15"	3'31"
7	1'23"	3'01"	3'07"
8	1'13"	3'11"	3'20"
9	1'19"	3'17"	3'31"
10	1'08"	2'20"	3'07"
平均値	1'16"	2'53"	3'21"

表 5) 水温を基準より高くした時の, 雲が消えるまでの時間

ii) 雲の流動現象が見られるか

- : 流動現象がはっきり見られた
- △: 雲が微小に揺れていた
- ×: 流動現象が見られなかった

(1) 水温を基準より低くした場合

	-10°C(15.0°C)	-5°C(20.0°C)	0°C(25.0°C)
○	0	0	1
△	0	0	5
×	10	10	4

表 6) 水温を基準より低くした時の, 雲の発生の様子

(2) 水温を基準より高くした場合

	0°C(25.5°C)	+5°C(30.5°C)	+10°C(35.5°C)
○	1	10	10
△	2	0	0
×	7	0	0

表7) 水温を基準より高くした時の、雲の発生の様子

iii) 雲が停滞する高さ

ペットボトル全体を1として雲がある地点で停滞したときのペットボトル内に占める割合を測定した。

(1) 水温を基準より低くした場合

雲は停滞しなかったため、高さを測定することができなかった。

(2) 水温を基準より高くした場合

	0°C(25.5°C)	+5°C(30.5°C)	+10°C(35.5°C)
1	×	0.550	0.545
2	0.444	0.600	0.713
3	0.531	0.578	0.640
4	0.434	0.442	0.630
5	0.480	0.520	0.580
6	0.560	0.570	0.570
7	0.450	0.500	0.600
8	0.578	0.500	0.660
9	0.543	0.495	0.604
10	0.474	0.654	0.425

表8) 雲が停滞した位置

7. 考察

7-1) 実験1

雲の動きにほとんど違いが見られなかったため、減圧後の空気の出入りは雲の流動現象に影響していないのではないか。

ふたを開いた状態にしたものの減衰するまでの時間が短かったのは、イのほうが減圧直後にペットボトル外に雲がでていくのを確認できたため、ペットボトル内の雲の量が少なくなったことにより、雲が速く消えてしまったからではないか。

7-2) 実験2

i. について

どちらの場合も雲が発生するので、雲の発生に水温は関係ないと考えた。また、水温が高くなるほど雲の存在時間が長くなったことから、水温は雲が発生している時間に影響すると考えた。

ii. について

水温が基準より高くなるほど、停滞したときの高さが高かったため、水温は雲の量に影響するのではないか。

iii. について

水温を変化させなかった場合、CやDのように雲の流動現象が見られる場合と見られない場合があったのは、水温が外気温と1、2°C差があったためではないか。

水温が低くなると流動現象が見られなかったのは、水蒸気量が少なかったからではないか。

8. 今後の計画

- ・基準は外気温と1、2°C差があった。
そのため流動現象が起こったのではないかと考えた。

そこで水温と外気温を等しい状態にした時の雲の動きを調べようと思う。

- (水温) < (外気温) のとき、流動現象が起こらず、短時間で消えた。
これは雲を維持するための水滴が少なかったからではないかと考えた。
そこで水温も外気温も高くして水蒸気が十分多い状態にしたもので雲の動きを調べたいと思う。
- ペットボトルの形状が雲の流動現象に影響しているのではないかと考えた。
例えば、コーヒーのボトルのような角のあるペットボトルや炭酸飲料（例えばファンタ）のようなくぼみのあるペットボトルなどである。
- 実験装置の改良
例えば、どのようにしてペットボトル内の圧力を測れるようにするかなど。

9. 参考文献

- i) 「雲ができる仕組み」 仙台管区气象台 www.jma-net.go.jp/sendai/kyoiku/yoho/kumo.pdf
- ii) 「空気中の水蒸気」 山賀 進 <https://www.s-yamaga.jp/nanimono/taikitoumi/kukich...>