

霧や雲の発生

I 生徒が雲のでき方に興味・関心を持ち、主体的に課題解決に取り組む観察・実験例

1 観察・実験のあらまし

生徒はこれまでに、水蒸気を含んだ空気が冷やされ、露点に達すると凝結がはじまり、露ができてはじめること、さらに上空は上に行けば行くほど、気圧も気温も低くなることを学習してきた。

本時では、導入としてペットボトルを使って、雲を発生させる実験を行わせる上で、雲のできる条件について考え、実験によってそれを確かめるという展開にしたい。生徒は前時までの学習を踏まえて、雲のできる時の手順として、①地上で暖まった空気が上昇すること、②上昇するほど、気温が下がること、③気温が露点以下になり、空気中の水蒸気が凝結して、露（＝水滴）に変わること、の3点は予想することができる。しかし、上空にいくとなぜ気温が下がるのかについては、理解できていない生徒が多い。そこで、実験の第1弾では空気が膨張すると気温が下がることを確かめる。また、これだけでは丸底フラスコの中に雲が全くできていないことも確認して、雲のできるために足りないものを考えさせる。そして、第2弾としてフラスコ内に少量の水を入れることで湿度の高い（水蒸気をたくさん含んだ）空気を用意し、再度実験を行う。さらに第3弾で線香の煙を入れることで、凝結核の必要性も確かめる。雲の発生する条件を予想し、実験を3段階に分けて、それらを確かめさせたい。実験はピストンを引いたり押し込めるだけなので、1回1分間もかからないので、十分1時間で雲のでき方を学習できる。

2 準備するもの

(1) 器具（全グループに1セットずつ）

- ・丸底フラスコ・スタンド・注射器（樹脂製）・ガラス管ゴム
- ・管つきゴム栓・デジタル温度計（各班に簡易型1本ずつ、演示用にサーミスター温度計）
- ・線香・マッチ・ゴム風船・ひも・ペットボトル（できれば丸形の炭酸飲料用）
- ・ペットボトルの中の圧力を高める器具（フィズキーパー《炭酸抜けま栓》：ケニス578円）



(2) 材料・試薬等

特にないが、ペットボトルはできれば加圧に耐える炭酸飲料用のものを使用する。フィズキーパーを使わずに手で握って加圧する場合は、柔らかく、握って変形しやすい非炭酸飲料用のものが扱いやすい。

【観察・実験例1】

3 学習前の観察・実験の指導の手立て

前時までに、露点に達すると空気中の水蒸気が凝結し、水滴に変化することを学習しておく。また、空気1 m³中に含むことのできる水蒸気量にも限度があり、温度により飽和水蒸気量も変化することを理解させておく。

4 観察・実験の手順・様子

(1) 実験の準備



ア 導入のペットボトルの実験では、中の圧力を高める器具の使い方を確認させてからポンピングをするように指導する。ポンピングした後は、親指以外の4本指でペットボトルの上部を軽く握り、レバーを親指で押しとロックが外れ、一気に空気が抜け減圧される。

イ サーミスター温度計は各班に準備することは難しいため、安価なデジタル温度計を使う。デジタル温度計をゴム栓に開けた穴に脱着する際は教師が行う。ゴム栓への脱着には、かなりの力が必要なため、破損や生徒の怪我を防止する上でも図のようなセットで準備しておく。

ウ 圧力を高める器具が用意できない場合はペットボトルに少量の水を入れ、線香の煙を数秒間充填してキャップを締めたものを用意する。続いて両手でペットボトルを握り、一気にゆるめて「雲」を発生させる。



ガラス管・温度計付きゴム栓，シリコン管でつないだ樹脂製の注射器，丸底フラスコの入り口から入る程度の小さな風船と糸。

ゴム風船はフラスコの入り口の直径以下のサイズとなり、変化が小さいため、演示用の器具だけでもよい。

(2) 実験の手順

【観察・実験例1】・・・導入の実験

ア ペットボトルと圧力を高める器具を各班に配布し、器具の使用方法について習得する。

イ ペットボトル内が乾燥している状態で30回ポンピングをしてから一気に空気を抜いて減圧させ、様子を観察する。

ウ 次にペットボトルの中に少量の水を入れ、振ってからイと同じように一気に空気を抜いて減圧させ、様子を観察する。

【観察・実験例2】

エ【空気圧と温度の変化を調べる実験】

装置を組み立て、丸底フラスコの中が乾燥した状態で注射器を引いたり、押し込んだりした時の気温や風船の大きさの変化について観察する。

オ【フラスコ内の湿度を高めた状態で行う実験】

ゴム栓を一度外し、フラスコ内に少量の水を入れ、軽く振ってから元通りに組み立て、エと同様に注射器を動かす。

カ【フラスコ内に凝結核となる線香の煙を加えた状態で行う実験】

水だけでは雲はほとんど発生しないことを確認した後、ゴム栓を外し、フラスコ内に線香の煙を入れてから元に戻し、オと同様にして観察する。



(3) 実験の留意点 (変化の様子)

ア ポンピングは30回が目安であるが、器具にもよるがかなり握力を使う。一気に空気を抜くための方法もありポンピングをしない状態で一度練習しておくよう演示で見せ、説明するのが一番早い。また、ペットボトルの実験は簡単にでき、失敗もないので、生徒が全員一回ずつ試させたい。

イ 乾燥した丸底フラスコで注射器を使って気圧を下げたり（ピストンを引く）、気圧を上げたり（ピストンを戻す）を繰り返すとその度にデジタル温度計で0.2℃前後の温度変化が確認できる。わずか0.2℃の変化で雲が発生するのかという疑問やなぜ気圧が変化すると温度が下がるのかという疑問を生徒から拾えると結果の考察に幅が出る。

ウ ペットボトルの実験では水を入れただけで雲が発生したが、丸底フラスコの実験では雲は発生しない。これは注射器では、フィズキーパーほど圧力差を生み出せず、温度変化も小さいためだと考えられる。しかし、フィズキーパーでもポンピング数を減らすと水だけでは発生しないことに気づいている生徒もいる。

エ 線香の煙は入れすぎないように注意する。生徒はついつい多めに充填してしまい、フラスコ内に雲ができたのか、煙が充満しているのか区別できなくなってしまう。ほんの少量で劇的に雲のでき方に違いができることを実感するためにも「3秒間」位が適当である。

5 学習後の観察・実験の指導の手立て

実験は3段階に分ける。空気を押し縮めたり、引き伸ばしたりすることで温度が変化すること。水蒸気を多く含んでいないと雲は発生しづらいこと。凝結核が雲の発生を助けること。それらの実験の結果から雲ができる条件を班で話し合い、考察してまとめ、発表させたい。

6 器具の扱い方等

(1) 指導面

注射器のピストンを動かすことと、気圧の関係について理解させておくことよい。「ピストンを引くこと」＝「気圧が低くなる」が結びついていない場合が多い。フラスコ内に風船を入れておくと若干膨らむことから、ストレートに気圧が下がったと理解できない生徒もいる。「ピストンを引いた分だけフラスコ内の空気の体積が引き伸ばされた」→「そのためフラスコ内の気圧が下がって、中の風船を押す圧力が減ったため、膨らんだ」という考え方を確認しておく必要がある。いずれにしても、1年生の「空気の圧力」で学習した内容を想起させておく必要がある。

(2) 安全面

薬品も火も使用しないので特に安全面の心配はないが、注射器がガラス製の場合は注意が必要。押し込む時に少しでも斜めになると本体が破損する可能性が高い。下の写真のような樹脂製であれば破損の心配もなく、しかも軽い。

一度、雲が発生すれば、何度も発生と消滅を繰り返すことができるので、生徒はそこに興味を示し、何度も繰り返しながら、考えさせたい。

注射器を動かすとやや遅れて、温度が0.2℃程度変化する。



II 指導の例

1 単元名 霧や雲の発生

2 単元のねらい

- ・霧や雲の発生についての観察，実験を行い，そのでき方を気圧，気温及び湿度の変化と関連付けてとらえること。
- ・前線の通過に伴う天気の変化の観測結果などに基づいて，その変化を暖気，寒気と関連付けてとらえること。

3 指導計画（全7時間）

霧や雲の発生（5時間，本時5／5）
前線の通過と天気の変化（2時間）

4 学習問題

ペットボトルの中に「雲」が発生したのはなぜだろうか。

5 観察・実験の展開例

(1) ねらい

- ・実験から雲ができる理由について根拠をあげて説明することができる。（科学的な思考・表現）
- ・ねらいや注意点を意識して，正しい実験を行うことができる。（観察・実験の技能）

(2) 展開例

※評価の観点

| 学習内容・学習活動 | 指導上の留意点と評価の観点 |
|---|--|
| 1 既習事項を確認し，予想の根拠となる事象を示す。 【観察・実験例1】 ・ペットボトルの中の圧力を高める器具を使用し，ペットボトル内で「雲」を発生させる。 （導入の実験） | ・露点や飽和水蒸気量の示す表す意味について想起させる。 ・フィズキーパーの役割がボトル内の気圧を高めることだということを確認する。 |
| ペットボトルの中に「雲」が発生したのはなぜだろうか。 | |
| 2 学習課題に対する予想とその根拠をワークシートに記入する。 ・各班「雲」ができていることを確認し，「雲」がなぜ発生したのかを考える。 ・自分の考えをワークシートに書く。 ・班内で自分の意見を発表し合い，ホワイトボードに班の考えをまとめる。 | ・ワークシートで自分の考えを書いてから班で話し合う。（ホワイトボード使用） ※雲ができた理由について根拠を挙げて予想し，発表することができる。 （科学的な思考・表現） |
| 3 予想とその理由を発表する。 ・班ごとに発表させる。 | |
| 4 実験方法を確認し，実験をする。 【観察・実験例2】 ①フラスコ内の気圧の変化と気温の変化を調べる。 ②フラスコ内を少量の水でぬらしてから実験をする。 ③さらに，線香の煙を入れてから同様に実験をする。 | ・①～③の手順で実験を行わせ，風船の変化や温度の変化などフラスコ内の変化について記録させる。 ※ねらいや注意点を意識し，正しい実験を行うことができる。 （観察・実験の技能） |

| | |
|--|--|
| <p>5 結果をまとめ、考察をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・結果をまとめ、考察をする。 ・考察を発表する。 <p>6 まとめ。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・実験の結果から、ペットボトル内に「雲」ができたしくみについて班で話し合い、ホワイトボードを使って考えをまとめる。 ・班ごとに1分間以内で発表させる。 |
| <ul style="list-style-type: none"> ・地面で暖められた水蒸気を多く含んだ空気が上昇すると周囲の気圧が下がるため、膨張する。 ・空気は膨張し気圧が下がるにつれ、温度が下がる。 ・水蒸気を多く含んだ空気はやがて露点に達し、細かい水滴（霧や雲粒）が発生する。 ・空気中のチリやホコリは凝結核となり、霧や雲の発生を助ける。 | |

Ⅲ よりよい観察・実験にするために

1 生徒・教師の失敗例

(1) 実験器具の完成度が低く、空気漏れで雲が発生しない。

〈対処法〉

・ゴム栓に開けた穴が大きすぎないようにする。温度計やガラス管との接触面から空気がもれる場合はゴム栓の穴を切り直すのが一番よいが、少しの場合はビニールテープ等で空気の漏れを止めて試してみる。

(2) 実験が単純すぎるので、「雲ができるか確かめよう」などの実験・観察だけに重点を置いた授業をすると途中で飽きてしまう。

〈対処法〉

・雲ができる条件について①「気圧の変化」と「気温の変化」の関係、②「水蒸気を多く含んだ空気」と「露点」の関係、③「線香の煙の役割」の3つに分け、実験の結果から考察できるようにワークシートを工夫し、グループでの話し合い・発表につなげていくようにする。班での発表は各単元で計画的に取り入れて慣れさせておくとよい。始めはかなり時間がかかってしまうが、慣れると発表を前提に班での話し合いを進めていこうという意識がでてくる。

(3) 線香の煙を入れすぎて、雲が発生しても始めからフラスコ内がくもっているため、変化がわかりづらくなってしまふ。また、フラスコ内が曇ったのは煙が原因であると考えてしまう生徒が少なくない。

〈対処法〉

・とにかく入れすぎない。といつてもつい多く入れないと効果がないように考えるので、3秒間などと具体的な数字で指示をするとよい。

2 経験談から

普段から気象に興味・関心を持ち、雲の不思議さ、美しさ、不気味さなどを感じている生徒にとってはペットボトルやフラスコの中で雲が作れるなんて「感動」の実験です。しかしながら、興味を持っていない生徒にとっては物足りない観察・実験になってしまいがちです。できれば、本単元に入る前から夏休みの宿題や季節ごとにさまざまな雲について観察させ、興味・関心を育てていきたいところです。雲に名前があることにも生徒が意外に興味を持っています。気象について興味・関心を持たせることは確実にその生徒の人生を豊かなものにすると思ひながら、この単元では各グループの実験装置を準備させ、全員が自分の手で雲の発生と消滅を行う操作を体験させたいです。

参考文献

- 1) 中村日出夫ほか57名 共著(2012)「理科の世界2年 教師用指導書」大日本図書
- 2) 有馬朗人ほか56名 共著(2012)「理科の世界2年」大日本図書