タイトル	雲を作ろう！
ねらい （学習目標）	●実験を通して雲の発生過程を理解し、説明することができる。 1. 断熱膨張について理解している。 2. 凝結核について理解している。 3. 露点について理解している。
学習対象者	中学生
所要時間	中学校通常授業 2 時間
学習形態	全員（授業）、個人（実験）
準備	・授業資料 スライド、ワークシート ・アンケート 授業前アンケート、授業後アンケート ・実験器具 500ml程度のペットボトル（生徒に準備してもらってもよい）、ペットボトル内の炭酸を抜けにくくするキャップ（炭酸キーパー）、温度計、ライター、線香

時間（分）	内容	指導の流れ	スライド	ワークシート
5	1　導入 雲の正体を知る	「みなさん、こんにちは。（授業実施者名）です。今日は実験を通して雲のでき方について学んでいきたいと思います」 「みなさんは雲が何でできているか知っていますか？」 「この3つ（水蒸気・水・氷）のなかに正解があります。では、水蒸気だと思う人は手を挙げてください。水だと思う人は手を挙げてください。氷だと思う人は手を挙げてください」 「正解は、水と氷です。雲はとても小さな水や氷の粒が集まってできています」 「右側のペットボトルが白く曇っていますが、 「これも雲です。今日は、こんな風にペットボトルを使って雲を作る実験をしたいと思います」	1 2 アニメーション 3 4 アニメーション	
15	2　展開1 断熱圧縮・断熱膨張について学ぶ （1）実験1説明	「では、実験1をしたいと思います」 ワークシート1を配布 「実験1では雲を作る前に圧力と温度の関係を調べたいと思います。今配ったワークシート（1）の『実験の手順』を見てください。①ペットボトルの中に温度計を入れ、炭酸キーパーのフタを閉めてください。温度計はすぐに温度が変わらないので、30秒くらいしたら温度を測ってください。②炭酸キーパーのポンプを20回押して、30秒くらいしたら温度を測ってください。追加で180回（合計200回になるように）押したら、30秒後に温度を測ってください。③炭酸キーパーのフタを開け、30秒後に温度を測ってください。ここで、注意点が2つあります。1つ目は、①でフタを閉めるときにしっかり閉めるようにしてください。2つ目は、②でポンプを押すときにこのように外れてもそのまま実験を続けてください」 **炭酸キーパーのフタをしっかり閉めることを伝える。** **実物を見せながら炭酸キーパーのポンプは外れても大丈夫だということを伝える。**	5 6	 1

		「結果は、ワークシート（1）の『結果』のところに記録してください。四角で囲んである欄の1行目に『ポンプを押すと』と書いてありますが、これは、20回のときでも200回のときでも温度が上がったら『上がる』、下がったら『下がる』に丸を付けてください」		
		「わからないことがあったら他の人に聞いても良いですし、私に聞いてもらっても良いです。それでは、実験を始めてください」		
	（2）実験1	（実験1） **実験時間10分** **実験中は生徒の様子を見て、必要に応じてサポートする。**		
	（3）実験1結果確認	「実験は終わりましたか？（終わっていたら）では、ポンプを押したときに温度が上がった人は手を挙げてください。下がった人は手を挙げてください。変わらなかった人は手を挙げてください。次に、フタを開けたときに温度が上がった人は手を挙げてください。下がった人は手を挙げてください。変わらなかった人は手を挙げてください。」 **全員が実験が終わったことを確認してから進める。**		
	（4）実験1解説（ポイント1）	「それでは解説をします。今回の授業のポイント1は断熱圧縮と断熱膨張です。これから説明をしますが、ワークシートの穴埋めは後で記入してもらう時間をとるので、まずは話を聞いておくだけで良いです」 **穴埋めのスライドは後にあることを伝える。**	7	
		「断熱圧縮は、外部との熱のやりとりがない状態で気体の体積を小さくすることです」	8	
		「今回の実験では、ポンプを押したときに断熱圧縮が起こっています。気体の体積は変えていませんが、気体の量を増やすことで断熱圧縮しています」	アニメーション	
		「断熱圧縮すると温度が上がります」	アニメーション	
		「断熱膨張は、外部との熱のやりとりがない状態で気体の体積を大きくすることです」	9	
		「今回の実験では、フタを開けたときに断熱膨張が起こっています。ここでも気体の体積は変えていませんが、気体の量を減らすことで断熱膨張しています」	アニメーション	
		「断熱膨張すると温度が下がります。そのため、今回の実験ではポンプを押したときに温度が上がり、フタを開けたときに温度が下がるはずです。今回このような結果にならなかった人は、ポンプを押す回数を増やしてみると空気がより断熱圧縮・断熱膨張されて温度変化が見えやすくなるかもしれません。今回の実験は家でもできると思うので、気になる人はぜひやってみてください」	アニメーション	
		「それではここで、空での雲のでき方を1パターン紹介します。」	10	
		「まず、太陽の熱で地表付近の空気が暖められます。実験でポンプを押して空気を断熱圧縮して温度を上げたのは、これと同じ状況をつくるためです」	アニメーション	
		「ただし、空で雲ができるときは断熱圧縮は起こらないことに注意してください。断熱圧縮ではなく対象の熱によって空気が暖められています」	アニメーション	

		「空気は温度が高いほど密度が小さいため、暖められた空気は上昇します」	アニメーション	
		「上空ほど気圧が低いため、上昇した空気は膨張します。このとき実験でフタを開けたときのように断熱膨張が起こり、空気の温度が下がっています」	アニメーション	
		「水蒸気が冷やされて水や氷の粒になります」	アニメーション	
		「この水や氷の粒が集まって雲ができます」	アニメーション アニメーション	
		「ポイント1のまとめです。(A)に当てはまる言葉がわかる人はいますか？」 **<u>わかる人がいたら手を挙げて発表してもらう。</u>**	11	
		（正解が出たら）「正解です」 **<u>(B)以降も同じようにわかる人がいたら発表してもらう。</u>** 「(D)に当てはまる言葉がわかる人はいますか？」 **<u>わかる人がいたら手を挙げて発表してもらう。</u>**	アニメーション	
		（正解が出たら）「正解です」 **<u>【穴埋め解答一覧】</u>** **<u>(A)断熱圧縮　(B)上がる　(C)断熱膨張　(D)下がる</u>** 「ワークシート（1）の『小まとめ1』のところに記入してください」 **<u>全員が記入し終わってから次に進む。</u>**	アニメーション	
45	3　展開2 凝結核・露点・飽和水蒸気量について学ぶ	「次に、実験2と3をします」	12	
	（1）実験2導入	「まずは、ここまでの振り返りをします。最初に、雲は水や氷の粒からできているということを学びました」	13	
		「そして、実験1では空気を断熱膨張させても雲はできませんでした」	14	
		「ということは、ペットボトルに水を入れれば雲ができやすくなるのではないか？」	15	
		「ということで、水を加えて実験2を行いたいと思います」	16	
	（2）実験2説明	「実験2では雲を作りたいと思います。ワークシート（1）の『実験の手順』を見てください。①ペットボトルに水を入れてからよく振ります。中を十分に濡らしたら水を捨ててください。このとき、水の量を全員である程度揃えるために、ペットボトルを逆さまにして水滴が5秒以上落ちてこなくなるまで待ってください。②炭酸キーパーのフタをしっかり閉め、ポンプを200回押してください。③炭酸キーパーのフタを開けて、ペットボトルを観察してください」 「雲ができたかどうかをワークシート（1）の『結果』のところに記録しておいてください」 「それでは、実験を始めてください」		

	（3）実験2	（実験2） **実験時間10分** **実験中は生徒の様子を見て、必要に応じてサポートする。**		
	（4）実験2結果確認	「実験は終わりましたか？（終わっていたら）では、雲ができた人は手を挙げてください。できなかった人は手を挙げてください」 **全員が実験が終わったことを確認してから進める。**		
	（5）実験3導入	「もっと雲ができやすくなるためには何が必要だと思いますか？」 「今回用意したのは線香です」 **線香を見せる。**		
	（6）実験3説明	ワークシート2を配布 「実験3では、線香の煙を入れて雲を作りたいと思います。今配ったワークシート（2）の『実験の手順』を見てください。実験3では実験を2回したいと思います。まずは【1回目】の説明です。実験2との違いは②のところです。①でペットボトルを濡らした後、線香の煙を入れてもらいます。今回は全員で1本の線香を使います。私が火をつけた線香を渡すので、ペットボトルを逆さにして中に線香の煙を5秒入れてください。煙を入れたら、線香を次の人に回してください。その後ポンプを押すところからは実験2と同じように進めてください」	17	2
		「次に【2回目】の説明です。【1回目】と違うところは、③のポンプを押す回数です。200回ではなく20回押してください」 「実験の結果は、ワークシート（2）の『結果』のところに記録してください」	18	
	（7）実験3	「それでは、まずは実験3の【1回目】から始めてください」 （実験3【1回目】） **実験時間10分** **線香に火をつけて生徒に渡す。** **生徒が煙を入れ終わったら線香を回収する。** **雲の濃さにも注意して観察するよう伝える。** **実験中は生徒の様子を見て、必要に応じてサポートする。** 「実験は終わりましたか？では【2回目】を始めてください」 **全員が実験が終わったことを確認してから進める。** （実験3【2回目】） **実験時間10分** **線香を生徒に渡す。** **生徒が煙を入れ終わったら線香を回収する。** **実験中は生徒の様子を見て、必要に応じてサポートする。** （教室へ移動）		
	（8）実験3結果確認	ワークシート3・4配布 「それでは【1回目】で雲ができた人は手を挙げてください。できなかった人は手を挙げてください。【2回目】で雲ができた人は手を挙げてください。できなかった人は手を挙げてください」		
	（9）実験2，3解説（ポイント2）	「それでは、これから実験2と3の解説をします。ポイントは凝結核です」	19	3

		「凝結核は、雲ができるときに水蒸気が水になるために必要な核です」	20	
		「凝結核（今回の実験では線香の煙）があると、水蒸気は	アニメーション	
		それを核（よりどころ）として水になることができます」	アニメーション	
		「そのため、実験2と実験3の【1回目】を比べると	21	
		実験3の【1回目】の方が雲ができやすいです」	22	
		「空で雲ができるときは、空気中のちりが凝結核になります。空で雲ができるときの凝結核には、例えば塩の結晶、土埃、煙などがあります」	23	
		「ポイント2のまとめです。(E)に当てはまる言葉がわかる人はいますか？」 **わかる人がいたら手を挙げて発表してもらう。**	11	
		（正解が出たら）「正解です」	アニメーション	
		「(F)に当てはまる言葉がわかる人はいますか？」 **わかる人がいたら手を挙げて発表してもらう。**		
		（正解が出たら）「正解です」	アニメーション	
		【穴埋め解答一覧】 **(E)凝結核　(F)空気中のちり**		
		「先ほど配ったワークシート（3）の『小まとめ2』のところに記入してください」 **全員が記入し終わってから次に進む。**	24	
	（10）実験3解説（ポイント3）	「この授業のポイント3つ目は飽和水蒸気量と露点です」	25	
		「実験3ではポンプを押す回数を変えましたが、回数が多い【1回目】の方が雲ができやすいです。どちらも雲ができたという人も【2回目】の方が雲が薄かったり、すぐに消えてしまったりしたかもしれません。その理由をこれから説明します」	26	
		「このグラフは、飽和水蒸気量と気温の関係を表しています」	27	
		「飽和水蒸気量は、空気が含むことができる水蒸気量のことです。縦軸は空気が含んでいる水蒸気量、横軸は気温で、グラフは飽和水蒸気量です」	アニメーション	
		「空気に含まれる水蒸気量が飽和水蒸気量を超えると、超えた分が水になります。この図では、グラフより上の青い部分で水ができています」	アニメーション	
		「空気がグラフ上にあると限界まで水蒸気を含んでいるので、	アニメーション	
		『空気が含むことができる水蒸気量』	アニメーション	
		つまり飽和水蒸気量と『空気が含んでいる水蒸気量』が等しくなります」	アニメーション	
		「また、温度が高くなると飽和水蒸気量は大きくなります」	28	
		「次に露点の説明をします。露点は、空気を冷やしていったときに空気中の水蒸気が水滴に変わるときの温度です。この図で説明すると、	29	

		例えばこのような空気があったら	アニメーション	
		冷やしていくと、	アニメーション	
		これ以上温度を下げたら水ができるので、	アニメーション	
		ここの温度が露点になります」	アニメーション	
		「また、この空気がどんどん水蒸気を含んでいくとここが限界で、	アニメーション	
		これ以上水蒸気を含むと水ができるので、	アニメーション	
		ここの水蒸気量が飽和水蒸気量になります」	アニメーション	
		「ポイント3のまとめです。(G)に当てはまる言葉がわかる人はいますか？」 **わかる人がいたら手を挙げて発表してもらう。**	11	
		（正解が出たら）「正解です」	アニメーション	
		(H)以降も同じようにわかる人がいたら発表してもらう。 「(K)に当てはまる言葉がわかる人はいますか？」 **わかる人がいたら手を挙げて発表してもらう。**		
		（正解が出たら）「正解です」	アニメーション	
		【穴埋め解答一覧】 **(G)飽和水蒸気量　(H)気温　(J)水　(K)露点**		
		「ワークシート（3）の『小まとめ3』のところに記入してください」 **全員が記入し終わってから次に進む。**	30	
		「では、実験に当てはめて説明したいと思います。まずはポンプを押して断熱圧縮します。ポンプを押す前のペットボトルの中の空気がここだとします」	31	4
		「断熱圧縮をすると温度が上がって、空気中の水蒸気量も増えます」	アニメーション	
		「ポンプを押す回数を少なくすると、回数が多いときと比べると温度は低く、空気中の水蒸気量は少なくなります」	アニメーション	
		「次にフタを開けて断熱膨張させます」	32	
		「ポンプを押す回数が少ないと元の空気中の水蒸気量が少ないので露点が低くなり、水ができにくいです」	アニメーション	
		「ポンプを押す回数が多いと露点が高くなり、水ができやすいです」	アニメーション	
		「この水が雲になります」	33	
		「したがって、ポンプを押す回数が多い方が水ができやすいため、雲ができやすいです」	34	
		「先ほど配ったワークシート（右下に4と書いてあるもの）にこれと同じ断熱圧縮の図があると思います」	35	
		「このように『空気が含んでいる水蒸気量』を塗りつぶしてください」 **全員が記入し終わってから次に進む。**	36	
		「その下の断熱膨張の図です」	37	

			「同じように『空気が含んでいる水蒸気量』を塗りつぶして、『空気が含みきれなくなった水蒸気量』を描き加えてください」 「特に『空気が含みきれなくなった水蒸気量』は枠がないので、描き忘れないように注意してください」 **全員が記入し終わってから次に進む。** 「小まとめ3最後の穴埋めです。(L)に当てはまる言葉がわかる人はいますか？」 **わかる人がいたら手を挙げて発表してもらう。** （正解が出たら）「正解です」 **【穴埋め解答一覧】** **(L)多い** 「ワークシート（4）に記入してください」	38 アニメーション アニメーション 11 アニメーション 39	
	15	4　まとめ 授業を振り返って雲ができるしくみを説明する	「まとめです」 「今回は実験で雲を作りました。赤字の(?)には授業で出てきた重要語句が入ります。まず1番最初の語句がわかる人はいますか」 **わかる人がいたら手を挙げて発表してもらう。** （正解が出たら）「正解です」 **2個目以降も同じようにわかる人がいたら発表してもらう。** 「最後の語句がわかる人はいますか」 **わかる人がいたら手を挙げて発表してもらう。** （正解が出たら）「正解です」 **【穴埋め解答一覧】** **(M)上昇する　(N)下がる　(O)断熱膨張　(P)露点　(Q)空気中のちり　(R)凝結核　(S)水　(T)氷** 「改めて実験で雲ができる流れを説明します。まず、炭酸キーパーのポンプを押すと断熱圧縮により温度が上がってペットボトル内の水が水蒸気になります。次に、フタを開けると断熱膨張により温度が下がり、露点より低くなります。そして、線香の煙を凝結核として水蒸気が水の粒になります。このときにできた水の粒や氷の粒が集まって雲ができます」 「次は空で雲ができるしくみです。右側の図がヒントになっています。(M)に当てはまる言葉がわかる人はいますか？」 **わかる人がいたら手を挙げて発表してもらう。** （正解が出たら）「正解です」 **(N)以降も同じようにわかる人がいたら発表してもらう。** 「(T)に当てはまる言葉がわかる人はいますか？」 **わかる人がいたら手を挙げて発表してもらう。** （正解が出たら）「正解です」	40 41 アニメーション アニメーション 11 アニメーション アニメーション	

		【穴埋め解答一覧】 **(1)断熱圧縮　(2)断熱膨張　(3)露点　(4)凝結核**		
		「ワークシート（4）の『まとめ』のところに記入してください」 **全員が記入し終わってから次に進む。**	42	
		「では、アニメーションを使って改めて説明します」	43	
		「空気が	アニメーション	
		上昇します」	アニメーション	
		「上空の方が気圧が低いので断熱膨張が起こります。これは実験で言うとフタを開けたところです。断熱膨張が起こると温度が下がります。露点よりも低くなると、	アニメーション	
		空気中のちりを凝結核として	アニメーション	
		水の粒ができたり、氷の粒ができたりします。実験では、線香の煙が凝結核でした」	アニメーション	
		このときにできた水や氷の粒が集まって雲ができます」	アニメーション	
		「最後に質問タイムです。わからないところやもう一度説明してほしいところがある人は手を挙げてください」 **質問が出ない場合はポイント1～3やまとめを振り返る。**		
		「みなさん、雲ができるしくみはわかりましたか？この授業が雲についての理解を深めたり、天気に興味をもったりするのに少しでも役に立てば嬉しいです。これで授業を終わります」	アニメーション	

合計（分）
80

評価ポイント	●雲のでき方について説明することができる。 1. 断熱膨張について理解している。 ・気圧が下がると断熱膨張が起こる。 ・断熱膨張が起こると気温が下がる。 2.凝結核について理解している。 ・水蒸気が凝結するためには凝結核が必要である。 3. 露点について理解している。 ・気温が露点に達すると凝結が始まる。