

なぜ飛行機雲がたくさんできると雨になるの？ 「天気とその変化(水蒸気の変化)」

本単元で育成する資質・能力

「主体性」「課題解決力(探究力)」「振り返り力(メタ認知力)」

日 時 令和2年1月20日(月) 5校時(13:30~14:20)
場 所 理科室
学年・組 第2学年A組(男子17名, 女子9名, 計26名)

単元について

本単元は、学習指導要領第2分野の内容「(4) 気象とその変化 イ 天気の変化 (ア) 霧や雲の発生」を受けて設定したものである。大単元では、身近な気象の観察や観測を通して、気象要素と天気の変化の関係を考えさせるとともに気象現象が起こる仕組みや規則性について認識を深めることができ、本単元では気象に関する既有知識を活用したり、気象観測などの体験的な活動を日常生活と意図的に関連付けた学習を展開したりすることができる。

また、観察記録や資料などを分析・解釈させたり、レポート作成やグループ協議を行わせたりすることにより、思考力、表現力などを育成することが期待できる。そして、それらの活動を通して時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりする等、科学的に探究する方法を用いて気象現象が起こる仕組みと規則性について考えさせることができる。

さらに、近年、自然災害がマスコミで頻繁に報道される現状を受け、地球規模の気象変動による災害についても気象現象の仕組みと合わせて扱うことで日常的に自然災害への科学的な見方や防災意識を高めていくことができると考える。

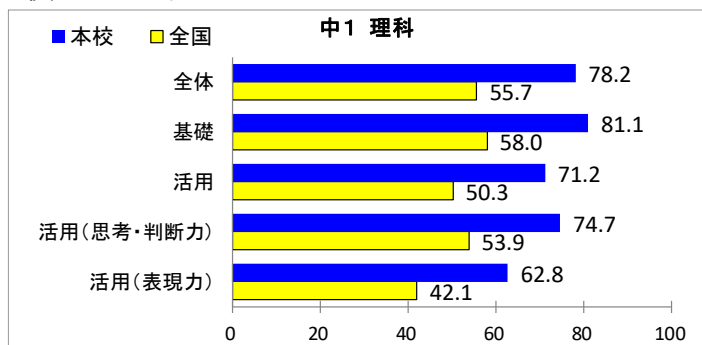
生徒観

本学級の生徒は、授業規律が確立されており、落ち着いて学習に取り組むことができる。また、グループでの議論やその後の全体発表及び議論にも慣れている。

昨年度末に実施した標準学力調査結果は、右のグラフの通りである。

教科全体では平均正答率が78.2%(全国比+22.5pt)であった。基礎と活用では、基礎が81.1%(全国比+23.1pt)、活用が71.2%(全国比+20.9pt)であった。正答率80%以上の生徒が、26名中15名(57.7%)、正答率40%未満の生徒は0名(0%)であった。

標準学力調査では、思考・判断力、表現力がいずれも全国平均を大きく上回っていたものの授業での発問や試験での記述問題で、観察・実験の結果をもとに考察したり、自分の考えを科学的概念や理科の用語を用いて、正確に記述したり説明したりする力に不十分さを感じる。これから、筋道立てて考える力、自分の考えを整理する力、事実や根拠に基づいた理由付けをする力、適切な用語を用いて正確に表現する力をさらに伸ばしていく必要があると考える。



学年	既 習 事 項
小3	太陽と地面のようす（日陰と太陽の動き，地面のあたたかさのちがひ）
小4	天気の様子（気温の変化，蒸発と結露）
小5	天気の変化（雲と天気の変化，天気の変化の予想）

指導観

【本校の育成しようとする資質・能力】

○主体性 ○課題解決力（探究力） ○振り返り力（メタ認知力）

■資質・能力を育成するための指導

3年間を通じて科学的に探究することに必要な資質・能力を計画的に育成するために，第2学年では，解決方法を立案しその結果を分析して解釈する探究の学習過程を主に重視する。このことは，本校で育成しようとする資質・能力の「課題解決力（探究力）」を身に付けさせることにもなる。

■単元学習後の具体的な姿に到達するための指導

生徒が既習事項，科学的概念や理科の用語を用いて説明したり，記述したりできるようにするために，日々の授業において，次の(1)～(3)のことに継続して取り組む。

- (1)個人思考の場面では，自分の考えを科学的概念や事実や根拠に基づいた理由とともにワークシートに記述させる。
- (2)集団思考の場面では，
 - ① 発言者には，科学的概念や理科の用語を用いて，自分の考えを説明させる。
 - ② 聞く側には，他者の考えを自分の考えと比較し，種類ごとに分けてワークシートにキーワードでメモさせる。
 - ③ 疑問点は，発言者に質問したり，修正点を理由を付けて指摘する議論をさせたりする。
- (3)授業のまとめの場面では，その時間のねらい（課題）に対する答えを，生徒の言葉で説明させる。

■小学校及び既習事項との連続性を生かした指導

単元の導入時において，小学校で学習した問題を活用したプレテストを実施して既習事項の定着状況を把握する。また，生徒への聞き取りによって，小学校での実験内容，方法を把握し，重複を避けたり補完を行ったりするように単元計画を作成し，効果的な指導を行う。

■広島版「学びの変革」アクション・プランの取組について

<主体性>

- 導入において，意外な現象や事象を見せる。
 - ・ 生徒に「なぜだろう？」と思わせ，考える必然性を与えることで探究心に火をつけ，生徒の主体性を引き出す。〔例 冷たいコップのまわりに付いた水滴がどこから来たのか。大きな空き瓶の中から，袋を引き出すと，なぜ白く曇るのか。〕
- 身近な素材で興味をもたせる。
 - ・ 物理的に身近な素材だけでなく，興味や関心があるなどの心理的に身近な素材を教材化することで，生徒の学習の主体性を高める。〔例 飛行機雲と天気予報と関連付ける。〕
- 生徒自らのアイデアを生かす。
 - ・ ちょっとした生徒の考えを授業で取り上げていくことにより，生徒の自己効力感を増し，学びへの主体性を高める。

- 生徒自らに選択させる。
 - ・ 「この実験をしましょう。」と教師が提示するのではなく、「Aの実験、Bの実験のどちらかを選んで実験しましょう。」と生徒に選択させることによって動機付けさせ、主体性と意欲をもたせる。単元によっては、生徒自身に実験方法を考えさせ、実験させる。
- 授業の最後に振り返りを書かせる。
 - ・ 生徒が自分自身の成長を感じたり、自分が学んだことの意味を理解したりすることで学ぶことへの主体性を高める。
- 単元の終わりには、学んだことを振り返り、他者に伝えさせる。
 - ・ 学んだことをまとめたプレゼンテーションなど、作品化することにより、学びの振り返りをさせ、学びの主体性を高める。この取組は協働性という観点からも重要である。

<協働性>

- 深い学びとなるように、グループや全体で議論（聞き合い）をさせる。
- グループは、議論により学習が深まるようにメンバーの資質を考慮して意図的に編制したものを活用する。
 - ・ 自分の疑問を出させたり、他の生徒の話をしっかり聞かせたりすることで、一人では到達できなかった深い思考に到達することができ、生徒間の協働性を高めることができる。
- 学習の振り返りをさせる。
 - ・ 授業の最後に振り返りを書かせることで、生徒の理解状況を把握したり、自らの授業を振り返るきっかけとしたりすることで教師と生徒の協働性を高める。
- 小テストで確認する。
 - ・ 毎時間のはじめに小テストを行い、生徒のつまづきを把握し、その後の授業の展開を臨機応変に変えていくことで教師と生徒の協働性を高める。

単元の目標と評価規準

<単元の目標>

身近な気象の観察、観測を通して、気象要素と天気の変化の関係を見いださせるとともに、気象現象について、それが起こるしくみと規則性についての認識を深める。

<評価規準>

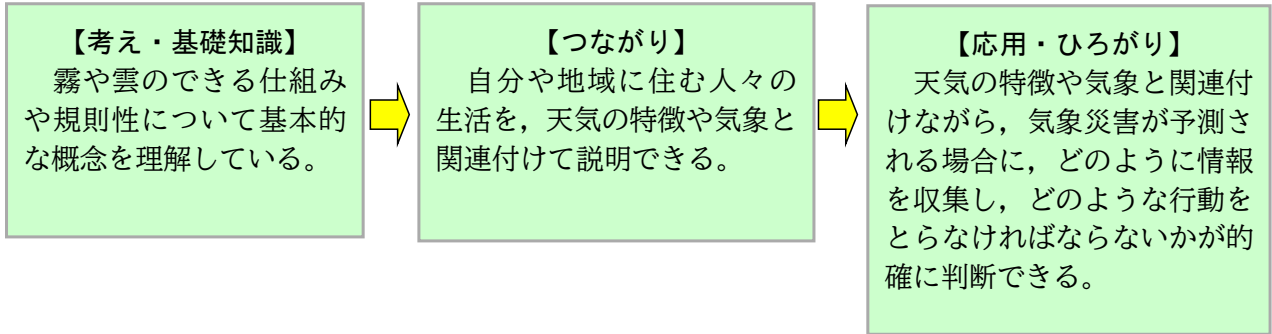
ア 自然事象への関心・意欲・態度	イ 科学的な思考・表現	ウ 観察・実験の技能	エ 自然事象についての知識・理解
霧や雲の発生に関する事象に進んで関わり、科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりで見ようとする。	霧や雲の発生に関する事象の中に問題を見いだし、目的意識を持って観察、実験などを行い、雲や霧のでき方と気圧、気温、湿度の変化との関連について自らの考えをまとめ、表現している。	霧や雲の発生に関する観察、実験についての基本操作を習得するとともに、観察、実験などの計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。	霧や雲のでき方、湿度の変化や凝結、水の循環などの仕組みと規則性について基本的な概念を理解し、知識を身に付けている。

指導と評価の計画

○本単元で身に付けさせたい資質・能力と評価規準

資質・能力	評価規準		
	I(考え・基礎知識)	C(つながり)	E(応用・ひろがり)
主体性	<ul style="list-style-type: none"> 霧や雲の発生に関する事物・現象の中に課題を見だし、課題解決のための情報を集めようとしている。 	<ul style="list-style-type: none"> 霧や雲の発生する条件、水の循環などを日常生活と結び付けて考えようとしている。 自分と異なる意見と向き合い、議論し、自分の考えを深めている。 	<ul style="list-style-type: none"> 学習内容と関連付けながら、気象に関する事物・現象を日常生活や社会と関連付けて科学的に見たり、考えたりしようとしている。
課題解決力 (探究力)	<ul style="list-style-type: none"> 霧や雲の発生に関する事物・現象の中に課題を見だし、観察・実験などを行い、自らの考えを説明できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 気象に関する事物・現象の中に課題を見だし、仮説をもとに観察・実験などを行い、霧や雲のでき方と気圧、気温、湿度の変化との関連などについて自らの考えを導き、説明できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 学習内容と関連付けながら、気象災害が予測される場合に、どのように情報を収集し、どのような行動をとらなければならないか、的確に判断できる。
振り返り力 (メタ認知力)	<ul style="list-style-type: none"> 気象に関する現象についての基本的な概念や仕組みや規則性を理解できていると実感している。 	<ul style="list-style-type: none"> 学習したことと日常生活における気象現象とつなげることができていると実感している。 	<ul style="list-style-type: none"> 自然災害への科学的な見方や防災意識が高まっていると実感している。

「天気とその変化（水蒸気の変化）」のICEモデル



(全8時間)

次	学習活動	観点				生徒の思考の流れ	評 価
		関	思	技	知		◇評価規準 ★資質・能力(評価方法)
1	<p>課題の設定 本時の目標：空気中の水蒸気が水滴に変わるときの変化について、仮説を立てることができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コップのまわりに付いた水滴はどこにあったもか、また、どのようにして水滴になったものかななどについて疑問をもつ。 ○水蒸気は気体で目に見えない。水滴は液体だから見える。 ○コップのまわりに付いた水滴は、空気中にあった水蒸気が液体の水に変化したものである。 ・単元の終わりのパフォーマンス課題を知る。 	○				<ul style="list-style-type: none"> ・コップの中のジュースの水がしみ出したのかな。 ・いや、水はガラスを通り抜けないだろう。 ・それなら、空気中にあったのだろう。 ・1年生のとき、気体から液体への状態変化を学習した。 ・空気中にあった水蒸気が冷えて液体の水になったんじゃないかな。 ・飛行機雲はどうしてできるのだろうか。 ・飛行機雲と天気は本当に関係するのだろうか。 	<p>◇1年時に学んだ物質の状態変化や生活経験をもとに興味・関心をもって取り組み、発表している。(行動観察, ワークシート)</p> <p>◆空気中の水蒸気の変化を日常生活との関連で捉えようとしている。(行動観察, ワークシート) 【主体性】</p>
<p>(単元を貫く課題) 飛行機雲ができるときとできないときの条件のちがいを考え、飛行機雲ができやすかったり、消えにくかったりすると雨になりやすいのはなぜかを考える。</p>							
2	<p>情報の収集 本時の目標：空気中の水蒸気を水滴にする方法を考え、実験計画書を作成できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・グループごとに空気中の水蒸気を水滴にして取り出す方法を考え、実験計画書を作成する。 				○	<ul style="list-style-type: none"> ・冷蔵庫で少しずつ冷やしてみようか。 ・冷やすのはコップの中だけでいいんじゃないかな。 ・どうやって中だけ冷やすの？ ・氷を入れたらどうかな。 	<p>◇空気中の水蒸気を水滴にして取り出す方法を説明することができる。(ワークシート, 行動観察)</p> <p>★空気中の水蒸気を水滴にする実験について、目的意識をもって取り組んでいる。(行動観察)【主体性】</p>
3	<p>整理・分析 本時の目標：実験結果から、水蒸気が水滴に変わる条件について推論することができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・グループごとに考えた方法で実験を行い、結果をまとめて考察する。 ・くみ置きの水を使う理由を理解する。 ○あまり近くで観察しすぎない(息を吹きかけない)ことに気を付ける。 	○				<ul style="list-style-type: none"> ・中の水の温度を下げいくと、容器の表面にくもりができた。 ・いつもこの温度でくもりができるのだろうか。 ・夏はコップのまわりに水滴が付くのをよく見るけど、冬にはあ 	<p>◇実験結果から、水蒸気が水滴に変わる条件について推論することができる。(ワークシート, 行動観察)</p> <p>★実験結果を整理し、仮説を立てている。(行動観察, ワーク</p>

	○水(液体)は、生物にとって必要な物質で、豊かな水は自然の恵みである。 ○その一方で、大雨や集中豪雨によって災害をもたらすこともある。				ろう。 ・海の水が水蒸気になって雲になって降水でまた海に戻っていく。 ・水が水蒸気になるためには熱が必要だ。 ・太陽のエネルギーが水の循環の原動力になっている。	説明することができる。(ワークシート、発表) ★雲のもととなる水蒸気がどこからくるか、既存の知識をもとに考察しようとしている。(行動観察、ワークシート)【主体性】
8	まとめ・創造・表現 本時の目標:パフォーマンス課題(飛行機雲のでき方の説明)が解決できる。					
	パフォーマンス課題 ・飛行機雲のできる仕組みとその状況によって天気がわかる理由を考える。 ・自分たちの考えを発表し、吟味する。	○			・雲のでき方で学習したことを使って説明するといいいのでは。 ・水蒸気量や温度と関係すると思う。 ・飛行機から水蒸気が出てても周りの空気が飽和水蒸気量に達していないと雲はできない。 ・それができるといことは…。	◇飛行機雲ができる日とできない日の条件のちがいや飛行機雲ができやすかったり、なかなか消えなかったりすると雨になりやすい理由を説明できる。(ワークシート、行動観察) ★課題解決のために必要な情報を自分から求めようとしている。(行動観察、レポート)【課題解決力】

パフォーマンス課題

育てたい資質・能力	主体性, 課題解決力(探究力), 振り返り力(メタ認知力)
教科の評価規準	飛行機雲ができる日とできない日の条件のちがいや飛行機雲ができやすかったり、なかなか消えなかったりすると雨になりやすい理由を説明できる。

パフォーマンス課題のシナリオ

ある日、架純さんと妹(中1)のすずさんとおばあちゃんがバス停から家に歩いていると、青い空に飛行機雲がたくさん見られました。次の文は、そのときの会話です。

すず	「あっ、お姉ちゃん、空に飛行機雲がいっぱいあるよ～。飛行機雲ってどうしてできるの?」
架純	「飛行機はジェットエンジンでガソリンを燃やして空を飛んでいるんよ。そのときの排気に水蒸気が含まれているからそれによって雲ができるんよ。」
すず	「よくわかんない。もうちょっと教えて。」
架純	「寒い朝、吐く息が白く見えるでしょ。飛行機が飛んでるところは、 -40°C ～ -50°C と温度が低いから同じように排気に含まれる水蒸気が白く見えるようになるんよ。」
すず	「気体の水蒸気は見えないけど、温度が低いから水や氷になって見えるようになったんだね。でも、飛行機は毎日通っているはずなのに、飛行機雲は毎日見えないよ。どうしてできる日とできない日があるの?」
架純	「それは、 <input type="text"/> ① <input type="text"/> 。」
祖母	「今日は、飛行機雲がたくさん残っとるのお。明日は、雨になるかもしれんぞ。」
すず	「おばあちゃん、どうしてわかるの?」
祖母	「昔から、飛行機雲がようけえできとったりなかなか消えんかったら雨になると言うけえのう。」
すず	「どうして、そうなるのかなあ。お姉ちゃん教えて。」
架純	「それは、 <input type="text"/> ② <input type="text"/> 。」

あなたが、架純さんなら会話文中の①、②をどう説明しますか。

予備的ルーブリック

尺度(レベル)	記述語(パフォーマンスの特徴)
<p style="text-align: center;">3 理想的</p>	<p>飽和水蒸気量に対して、実際に含んでいる水蒸気量やジェット機によって出された水蒸気量の関係をふまえて、上空の空気が水蒸気を多く含んでいるときと含んでいないときで飛行機雲のでき方や、のちの天気に変化が起ることを、中1の妹を対象に分かりやすい簡単な言葉を使って説明できている。</p> <p>①の例文「上空の湿度が高い場合、排気に含まれる水蒸気の放出により、上空の空気中の水蒸気が飽和状態になりやすく、露点に達すると飛行機雲ができるが、上空の湿度が低い場合には、排気に含まれる水蒸気が放出されても飽和状態にならないため、飛行機雲はできない。」ということの中1の相手に分かるように説明している。</p> <p>②の例文「①の事により、上空の空気に含まれる水蒸気量が多いと、飛行機雲はできやすく、消えにくい。上空の空気に含まれる水蒸気量が多いと雲が発生しやすく降水の可能性も高い。」ということの中1の相手に分かるように説明している。</p>
<p style="text-align: center;">2 合格</p>	<p>飽和水蒸気量に対して、実際に含んでいる水蒸気量やジェット機によって出された水蒸気量の関係をふまえて、上空の空気が水蒸気を多く含んでいるときと含んでいないときで飛行機雲のでき方や、のちの天気に変化が起ることを説明できている。</p>
<p style="text-align: center;">1 乗り越えさせたい実態</p>	<p>飽和水蒸気量、実際に含んでいる水蒸気量、露点、降水などの理解が不十分で現象の原因を説明できない。</p>

本時の学習

(1) 本時の目標

雲ができる仕組みが説明できる。

(2) 本時の評価規準

雲のでき方を飽和水蒸気量と関連付けて考察することができる。

(3) 準備物

板海苔の入っていた空き瓶, レジ袋, 輪ゴム, 1 L ペットボトル, 炭酸を逃げにくくするポンプ, ワークシート, ホワイトボードシート, マーカー, パソコン, モニター

(4) 本時の展開

学習活動	指導上の留意事項 (◇) ◆「努力を要する」状況と判断した生徒への指導の手立て	評価規準(評価方法)	資質・能力 (評価方法)
1 前時の学習内容を確認する。〔2分〕			
○2分間テストをする。 課題の設定	◆既習事項定着の確認をする。		
2 本時の課題を発見する。〔5分〕			
○雲の写真を見て, 雲とはどのようなものか, どうやってできるのだろうかとか疑問をもつ。 ・ドラえものの漫画で雲の上で寝転がる場面があったから, きっと固いものでできている。 ・もし固かったら, 飛行機はぶつかって壊れる。 ・霧が上空に押し上げられたものじゃないかな。 ○雲が小さな水滴や氷の粒からできていることを知る。 ○課題を把握する。	◆雲が水蒸気からできていると認識している生徒には, 水蒸気は見えないことを, コップの周りの水滴の学習から思い出させる。 ◇雲の中を通過していくようすの写真を見て, 霧と同じようなものだと気付かせる。		
本時の目標：雲ができる仕組みが説明できる。			
情報の収集			
3 情報を収集し, 解決の見通しをもつ。〔15分〕			
○演示実験を見る。 ・線香の煙を入れないと雲はできない。 ・海苔の瓶の中が白くなった。どうして? ・小さな水滴ができて浮かんだのだろう。	◆学習意欲の低い生徒にも, 不思議だと思わせ, 興味をもたせる。		

<p>○雲を作るとき、何を変えたのかという視点で考え、解決の見通しをもつ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・袋を引っ張ることで体積を急に広げた。 <p>○検証実験を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空気が出て行った瞬間に雲ができた。 ・やはり急激に空気の体積が大きくなったら、雲ができています。 ・どうして急激に体積を大きくしたら雲ができたのだろうか？ <p>○課題を解決するために必要な情報を求める。 (情報) 断熱圧縮と断熱膨張についての説明文 (情報) 気象衛星の雲の写真とそのときの天気図 (情報) 低気圧や前線付近には上昇気流がある説明文</p> <ul style="list-style-type: none"> ・どうして、上昇気流があると雲ができるのだろうか？ ・地表付近と上空では何がちがうのだろうか？ ・地表付近と上空では、気圧がちがうことを学習した。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; width: fit-content; margin: 10px auto;">整理分析</div>	<p>◇急激に体積を大きくすると雲ができるという仮説をもたせる。</p> <p>◇ポンプを押しているとき暖かくなったことに気付かせる。</p> <p>◇必要な情報が思いつかないグループには、ポンプが暖かくなったことから温度に関する情報を求めさせる。</p> <p>◇補助発問「どんなところに雲ができてやすいのでしょうか。」</p> <p>◆カラーの衛星写真を用いることで意欲をもたせる。</p> <p>◆1年時に学習した、『お菓子の袋を封を切らずに高い山に持って登ったら、袋が膨らむ』ということを出させる。(ヒントカード)</p>		<p>★課題解決のために必要な情報を自分から求めようとしている。(行動観察, レポート)【課題解決力】</p>
---	---	--	---

4 情報を整理・分析し、課題解決をする。 [20分]

<p>○雲のできる仕組みを考え、ホワイトボードにまとめる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空気のかたまりが上昇すると断熱膨張して、温度が下がる。 ・露点に達すると水蒸気が水滴になる。 ・図を使った方が分かりやすいかな。 <p>○他のグループの考えを聞く。</p>	<p>◆必要に応じてヒントカード(飽和水蒸気曲線)を与える。</p> <p>◇議論が進むように、ファシリテーションする。</p> <div style="border: 2px solid green; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> メンバーの資質を考慮し、意図的に編制したグループで議論させる </div> <p>◆発言について分からないことがあったら、質問をさせる。</p> <p>◇自分たちのグループの考えと他のグループの考えの共通点、相違点を意識して聞き、質問や意見</p>	<p>◇雲のでき方を飽和水蒸気量と関連付けて考察することができる。(ワークシート, 行動観察)</p>	<p>★情報を整理し、仮説を立てている。(行動観察, ワークシート)【課題解決力】</p>
---	---	---	---

<p>まとめ・表現</p>	<p>を言わせる。</p>		
<p>5 学習のまとめをする。〔5分〕</p>			
<p>○課題に対する最終的な自分の考えを文章でまとめる。</p>	<p>◇まとめやすいように指定語を使わせる。 〔上昇気流, 気圧, 断熱膨張, 温度, 露点〕</p>		
<p>本時のゴールとなる具体的な記述例</p> <ol style="list-style-type: none"> ①地表付近の水蒸気を含んだ空気が上昇気流で上空に持ち上げられる。 ②気圧が下がって断熱膨張して温度が下がる。 ③温度が露点以下になると、水蒸気が小さな水滴になる。 (さらに上昇して温度が下がり、小さな氷の粒になる。) ④これが上昇気流によって空に浮かんだものが雲である。 			
<p>振り返りと次時への課題設定</p>			
<p>6 本時を振り返り、次時につなげる。〔3分〕</p>			
<p>○分かったことと新たな疑問を記述する。 ・どうして雲から雨や雪が降るのだろうか。 ・パフォーマンス課題の飛行機雲は、今日学習した雲のでき方とちがうのかな。</p>			<p>★友だちの意見を聞き、課題に対して自分の考えたことの妥当性が実感できている。 (ワークシート) 【振り返り力】</p>

板書計画

<p>本時の目標 雲ができる仕組みが説明できる。</p> <p>〔演示実験〕 袋を外に引っ張ると白く曇った。</p> <p>〔仮説〕 空気の体積を大きくすると雲ができる。</p> <p>〔検証実験〕 ペットボトルの圧縮した空気を抜く。</p> <p>〔結果〕 ビンのときと同じように白く曇った。</p> <p>〔考察〕 実際の雲は、どのようにできているのだろうか。</p>	<p>本時のまとめ</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>雲のできる仕組み</p> </div>
--	---

1班の考え	2班の考え	3班の考え	4班の考え	5班の考え	6班の考え
-------	-------	-------	-------	-------	-------