

事例7 モデル実験について考察することを通して、自然事象への深い理解を促す事例

○学年 第2学年

○主な領域 地球 (4) 気象とその変化

○事例のポイント

- ①知識構成型ジグソー法を用いて、自分の考えを伝えたり、他者の考えを聞いて自分の考えと組み合わせたりすることで、生徒が科学的な概念を形成していく学びを実現する。
- ②自然事象としての雲のでき方と雲のでき方のモデル実験を比較し、共通点と相違点について考えることを通して、雲のでき方についての深い理解を促す。
- ③単元計画のなかで①、②を位置づけ、習得した知識を自然事象とモデル実験の比較に活用できるように単元をデザインする。

ICTを活用した主な学習場面

- ①エキスパート活動で資料を共有する場面
- ②実験の様子を記録し、結果や考察を共有する場面
- ③ジグソー活動で考えをまとめ、エキスパート活動で考えを共有する場面

ICT活用の利点

- ①ICT端末を使用して資料を共有することで、資料として動画を共有することが容易になる。また、予備実験の様子を撮影しておくことで、実験方法を動画で示し、停止したり繰り返し確認したりすることもでき、個別最適な学びの充実につながる。
- ②実験の様子を記録することで、繰り返し実験の様子を見ることができ、生徒が考察を行うにあたって、思考を整理しやすくなる。
- ③授業支援ソフト(例:ロイロノート等)を使用することで、協働的に作業を行うことができる。また、他のグループの考えと比較することも容易になり、生徒がより思考を深めることができる。

1 単元名 「雲のでき方と前線」 第2学年

2 単元について

(解 P92)12行目「ここでは」以降の文を参考にしてている。

本単元では、理科の見方・考え方を働かせ、身近な気象の観察、実験などを行い、気象要素と天気の変化の関係に着目しながら、霧や雲の発生、前線の通過と天気の変化を、大気中の水の状態変化や大気の動きと関連付けて理解させるとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成することが主なねらいである。

ここでは、生徒が気象というスケールの大きな自然事象を実験室内で実施可能なモデルを用いた観察、実験を通して理解していくことになる。しかし、理科で用いるモデルは自然事象の特徴の一部を分かりやすく表現している一方、その特徴の全てが表現できている訳ではない。そこで、学習で用いたモデルが自然事象のどのような特徴を表しているか、どのような特徴は表せていないかを考える場面を設定する。この場面で、生徒は既習の気象についての知識を活用することになり、自然事象について理解を深めることにつながる。と考える。

また、生徒が雲のでき方を理解する際に知識構成型ジグソー法を用いる。雲のでき方について、学習前の自分の考え方を表現し、エキスパート活動、ジグソー活動、クロストークを経て、学習後の自分の考え方を表現する。この中で、学習前後の自分の変容を自覚するとともに、自分の考えを他者に伝えたり、他者の考えを聞いて自分の考えに取り入れたりすることを通して、雲のでき方についての科学的な概念を生徒自身が形成していくことを目指す。加えて、雲のでき方のモデル実験を分析する場面で、形成した科学的な概念を活用するようにして、生徒が自身の概念をより妥当なものに修正していけるようにした。

3 単元の目標

- (1) 気象要素と天気の変化との関係に着目しながら、霧や雲の発生、前線の通過と天気の変化についての基本的な概念や原理・原則などを理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けること。
- (2) 霧や雲の発生について、見通しをもって解決する方法を立案して観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、天気の変化についての規則性や関係性を見いだして表現すること。
- (3) 霧や雲の発生や前線の通過に伴う天気の変化に関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとする態度を養うこと。

4 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
気象要素と天気の変化との関係に着目しながら、霧や雲の発生、前線の通過と天気の変化についての基本的な概念や原理・原則などを理解するとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。	霧や雲の発生や前線の通過に伴う天気の変化について、見通しをもって解決する方法を立案して観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、天気の変化についての規則性や関係性を見いだして表現しているなど、科学的に探究している。	霧や雲の発生や前線の通過に伴う天気の変化に関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。

事例のポイント③

第1時が事例のポイント①を重視した授業展開であり、ここで見いだした雲のでき方を知識として第2時で事例のポイント②を重視した授業展開のなかでモデル実験について考える単元展開としている。

5 指導と評価の計画（全5時間扱い）

時間	ねらい・学習活動	重点	記録	備考
1 本時①	<ul style="list-style-type: none"> 提示された資料をもとに、雲のでき方について、自分たちが納得できる考え方を形成する。 <p>編 P76 指導計画作成の留意事項(2)(7)</p>	思	○	<ul style="list-style-type: none"> エキスパート活動、ジグソー活動、クロストークから雲のでき方を見いだして、根拠を示して表現している。（記述分析）
2 本時②	<ul style="list-style-type: none"> モデル実験の各手順が雲のでき方におけるどのような事象を表しているかについて説明することによって、雲のでき方についての理解を深める。 <p>編 P76 指導計画作成の留意事項(1)(6)</p>	知	○	<ul style="list-style-type: none"> 雲のでき方のモデル実験の各手順が雲のでき方におけるどのような事象を表しているかを説明している。（記述分析）
3	<ul style="list-style-type: none"> 暖気と寒気が接したところが前線面、前線であり、前線の種類によって雲のでき方が異なることを理解する。 <p>編 P76 指導計画作成の留意事項(2)(7)</p>	知		<ul style="list-style-type: none"> 前線の種類や、それによって雲のでき方が異なることを理解している。

4 ・ 5	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温帯低気圧について理解する。 ・ 前線の通過にともなって、天気がどのように変化することを理解する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">編 P76 指導計画作成の留意事項(2)(7)</div>	知 態	○	<ul style="list-style-type: none"> ・ 前線の通過にともなって、どのような天気の変化が起こるかを説明できる。 ・ 実際の天気の変化を温帯低気圧や前線の通過を根拠に説明しようとしている。(記述分析)
-------------	--	------------	---	---

6 本時の学習指導① (本時 1 / 5 時)

(1) 目標

〈思考力、判断力、表現力等〉エキスパート活動、ジグソー活動、クロストークから雲のでき方を見いだして、根拠を示して表現できる。

(2) 展開

学習活動	教師の働きかけ (○) と 予想される生徒の反応 (・)	指導上の留意点 (・) 評価規準 (◇)
1 雲について知っていることやイメージを共有する。	○気象要素の1つである雲について学習していることを伝え、雲について知っていること、イメージを発表するよう伝える。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 白い。 ・ 雲は上空にできる。 ・ 雨が降る雲と降らない雲がある。 ・ 雲はいろいろな高さでできそう。 ・ 空気中の水蒸気からできている。 ・ 水蒸気のかたまり。 ・ 水滴のかたまり。 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・ いろいろな高度の雲の写真を提示し、雲ができる高さの違いに気付かせる。 ・ やかんの口から出た水蒸気が湯気になる様子を演示し、雲が水滴の集まりであることを想起させる。
2 本時の課題を知る。	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">【課題】雲はどのようにできるのだろうか。</div>	
3 学習前の雲のでき方を表現する。	○雲がどのようにできているかについて、現時点での自分の考えを表現させる。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 空気が上空で冷えて雲ができる ・ 気温によって雲のできる高さが変わる。 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 文章だけでなく、図やイラストを用いて表現しても構わないことを伝える。
事例のポイント① エキスパート活動で、解決する課題 (今回は雲のでき方) について、自分の考えをもち、後に行うジグソー活動で課題とどのように関わっていると考えるかを説明できるようになることがポイントである。		
4 エキスパート活動を行う。	○ <u>担当する資料 (実験) A～C に分かれ、各資料についての理解を深めさせる。</u> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> ICT活用の利点①② 各活動の資料や関連する動画を見たり、自分たちの実験の様子を記録させて、それらのデータを共有したりすることで、実験の手順をじっくり確認したり、結果をくり返し観察したりする等、自らの学習を進める上での支援とする。 </div> <div style="margin-top: 10px;"> <資料> A 高度と気圧 ・ 高度が上がると気圧が下がる。 B 露点と凝結 (凝結核) ・ 気温が下がり露点に達すると、凝結が起こる。また、そのために核となるちりが必要である。 </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 資料内の実験については、ICT端末を用いて記録することを促す。 ・ ジグソー活動を行うときに、1人1人が説明できるように留意する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">編 P76 指導計画作成の留意事項(1)</div> <ul style="list-style-type: none"> ・ エキスパート活動で自分が担当した資料は他の人に見せず、担当しない資料にはアクセス

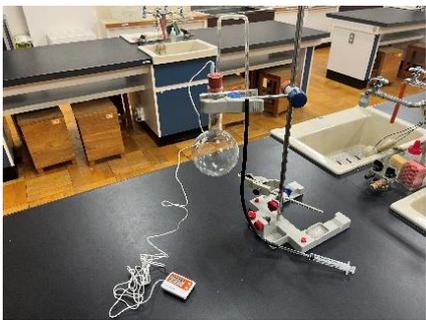
	C 気圧と温度 ・気圧が下がると空気が膨張し、温度が下がる。	しないことを確認する。
事例のポイント① ジグソー活動で、エキスパート活動で得た自分の考えを伝え合い、課題についてどのように考えることができるか、その考え方は妥当であるかを吟味しながら、自分なりの考えをつくりあげていく。		
5 ジグソー活動を行う。	○各資料について、グループ内で共有させ、課題について考えをまとめさせる。 ・雲は水滴の集まりである。 ・空気中の水蒸気が水滴になるためには温度が下がって、露点に達する必要がある。 ・温度が下がるには、気圧が下がる必要がある。 ・空気が上昇すると気圧が下がる。 ・なぜ、空気が上空に上っていくのだろう。	・話し合いが進んでいないグループには適宜、助言をする。 ・助言にあたっては、持ち寄った資料を組み合わせるときに、順番に並べることを示唆する。 ・空気のかたまりが上昇する理由については、資料からは検討が難しいため、その疑問が出た際には、次の前線の内容につなげる。
事例のポイント① クロストークで、ここまでの各グループの考えを交流し、自分たちだけでは得られない気づきや考え方に触れ、自分の考えを再修正することがポイントである。(各班の発表だけで終わらないようにする。)		
6 クロストーク活動を行う。	○各グループの考えを発表し、全体で共有する。 ・空気のかたまりが上昇すると、気圧が下がることで空気が膨張し、温度が下がる。温度が下がって、露点に達すると凝結が起こり、雲ができる。	・各グループの考えをICT端末でまとめ、共有できるようにする。
ICT活用の利点③ 授業支援ソフト(例:ロイロノート等)を使用することで、協働的に作業を行うことができる。また、他のグループの考えと比較することも容易になり、生徒がより思考を深めることができる。		
7 学習後の雲のでき方を表現する。	○ここまでの活動での学びを根拠に、雲のでき方を表現させる。	◇【思・判・表】エキスパート活動、ジグソー活動、クロストークから雲のでき方を見いだして、根拠を示して表現している。(記述分析)
8 本時の振り返りを行う。	○課題について個人で考え、振り返る。	

7 本時の学習指導②（本時 2 / 5 時）

(1) 目標

〈知識及び技能〉雲のでき方のモデル実験の各手順が雲のでき方におけるどのような事象を表しているかを説明できる。

(2) 展開

学習活動	教師の働きかけと 予想される生徒の反応	指導上の留意点（・） 評価規準（◇）
1 前時の学習内容を振り返る。	○前時で表現した雲のでき方を想起させる。	・前時の自分の記述を見返すように促す。
2 雲のでき方のモデル実験（3種類）を演示する。	<p>事例のポイント② 演示を行う前にモデルの考え方を伝えておくことで、4の活動を深めることにつなげる。</p> <p>○理科におけるモデルの考え方を伝える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・モデルは自然現象の特徴を取り出したものである。 ・モデルは自然現象の全てを表しているわけではない。（事実との違い、省略があることが多い。） <p>○雲のでき方についての3つの演示実験を見せる。</p> <p>＜演示実験A＞</p> <ol style="list-style-type: none"> ①丸底フラスコの内部をぬらし、線香の煙を少量入れる。 ②フラスコに注射筒と温度計のついたゴム栓をする。 ③注射筒のピストンを引いたり、押ししたりしたときの内部のようすと温度の変化を観察する。  <p>＜演示実験B＞</p> <ol style="list-style-type: none"> ①袋に水と線香の煙を少量入れる。 ②簡易真空容器に袋と気圧計、温度計を入れる。 ③容器内の空気を抜き、袋の中のようすと気圧、温度の変化を観察する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒が本時の課題に取り組む際に自分たちで実験を行えるように、行うときのポイントを示しながら演示する。 ・教材提示装置等を用いて、雲のモデルができる様子を拡大して投影する。 ・ICT端末を用いて、<u>実験の様子を記録することを促す。</u> <p>ICT活用の利点② 実験の様子を記録することで、繰り返し実験の様子を見ることができ、生徒が自分で実験したり、考察したりする際の支援となる。</p>

	<p>< 演示実験 C ></p> <p>① ペットボトルに少量の水を入れる。</p> <p>② ペットボトルに簡易加圧器を取り付け、空気を入れて加圧する。</p> <p>③ 加圧器ごとペットボトルに袋をかぶせる。</p> <p>④ 袋の上から加圧器のふたを外して、袋の変化やペットボトルの中の変化を観察する。</p> 	
<p>3 本時の課題を知る。</p>	<p>【課題】 雲のでき方のモデル実験の各手順は、実際の雲のでき方のどんなところを表現しているか。</p>	
<p>4 モデル実験が何をモデル化しているのか考察し、説明する。</p>	<p>○ 前時で考えた雲のでき方をもとにモデル実験について考察し、説明させる。その際、必要に応じて、演示実験を自分たちで行ってもよいことを伝える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 空気を抜くことで空気のかたまりが上昇すると気圧が下がることを再現しており、気圧が下がると温度も下がり、露点に達すると凝結が起こり、雲ができる。 ・ 線香の煙は凝結核である。 ・ 水を少量入れることで、湿度が上がり、露点も高くなり、雲が発生しやすくなった。 ・ 簡易加圧器で空気を入れているのは、雲のでき方そのものとは関係ない、準備の操作である。 ・ ピストンを引いたり、ふたを外したりして空気を抜いたのは、上昇したときに気圧が下がることをモデル化している。 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各班で演示実験 A～C が行えるように器具等を準備しておく。 ・ <u>モデル実験のどの部分が何をモデル化しているのか、実験操作が何をモデル化しているか等について考察するよう</u>に指導する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>事例のポイント② 知識としての雲のでき方とモデル実験での雲のでき方を比較して、共通点、相違点について考えることを通して、雲のでき方についての理解を深める。</p> </div>
<p>5 考察したことを共有する。</p>	<p>○ 各班の考察した内容を共有させる。</p>	
<p>6 これまでの学習をもとに、雲のでき方のモデル実験について自分の言葉で説明する。</p>	<p>○ 演示実験 A～C のいずれかを取り上げ、各操作が実際のどんな現象の特徴を表しているか、また、どんな特徴は表せていないかを表現させる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ピストンで気圧は変化しているが、実際に上昇気流が起こって上空に空気が移動したわけではない。 等 	<p>◇ 【知・技】 雲のでき方のモデル実験の各手順が雲のでき方におけるどのような事象を表しているかを説明している。(記述分析)</p>
<p>7 本時の振り返りをする。</p>	<p>○ 本時の学習について個人で考え、振り返る。</p>	

8 実践をする上での留意点

事例のポイント①

生徒が雲のでき方について、妥当な科学概念を形成するために知識構成型ジグソー法を用いた。知識構成型ジグソー法については、教育環境デザイン研究所 CoREF が開発した学習法である。

STEP.0 問いを設定する

単元での「問い（課題）」を設定する。この時、既に知っていることや、3つか4つの知識を部品として組み合わせることで解けるものになるように設定し、その問いを解くのに必要な資料を、知識のパートごとに準備する。

STEP.1 自分のわかっていることを意識化する

「問い」を受け取ったら、はじめに一人で今思いつく答えを書いておく。

STEP.2 エキスパート活動で専門家になる

同じ資料を読み合うグループを作り、その資料に書かれた内容や意味を話し合い、グループで理解を深める。

STEP.3 ジグソー活動で交換・統合する

違う資料を読んだ人が一人ずついる新しいグループに組み替え、STEP.2 で得た内容を説明し合う。他のメンバーから他の資料についての説明を聞き、理解を深め、それぞれのパートの知識を組み合わせ、問いへの答えを作る。

STEP.4 クロストークで発表し、表現をみつける

答えが出たら、その根拠も合わせてクラスで発表する。他者の意見に耳を傾けて、自分たちも全体への発表という形で表現をし直す。

STEP.5 一人に戻る

はじめに立てられた問いに再び向き合い、最後は一人で問いに対する答えを記述する。

(参考) 教育環境デザイン研究所 CoREF (<https://ni-coref.or.jp/coref>)

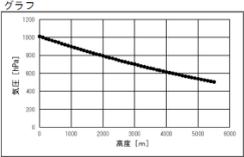
知識構成型ジグソー法によって、雲のでき方について、学習前の自分の考え方を表現し、エキスパート活動、ジグソー活動、クロストークを経て、学習後の自分の考え方を表現する。特に、ジグソー活動、クロストークでは、エキスパート活動で獲得した知識を他者に伝えるとともに、他者の得た知識を聞き、グループで雲のでき方を考え、それをクラス内で発表し合うことを通して、他者の考えを自分の考えに取り入れることで、科学的な概念を形成していく。

また、本実践において各エキスパート活動で提示する資料・実験は既習の知識を確認するものと新たな知識を学ぶ内容がある。これらの知識を相互に関連付けながら、雲のでき方について検討することで深い学びを促す。

資料A 高度の上昇に伴って、気圧が減少し、空気が膨張することを提示する資料

資料A 高度と気圧

下のグラフは高度と気圧の関係を表すグラフです。



次の動画を見てみよう。



https://edu.web.nhk/school/watch/cliq/2das_id=0005301321_00000

<質問>
グラフと動画から、高度と気圧についてどんなことがいえますか。

資料A についての生徒の記述

資料A

高度が高くなっていくと、気圧は低くなっていくといえる。空気を入れた袋はふくらむ。

資料B 温度が下がり、露点に達すると凝結が起こることを提示する資料

資料B 露点と凝結（凝結核）

次の実験をやってみよう。

【方法】

- ① 金属製のコップに室温に近くした水を入れ、コップの中の水の温度をはかる。
- ② コップの中にかき混ぜながら、少しずつ氷水を入れる。
- ③ コップの表面を観察し、表面にくもりが付き始めたときのコップの水の温度をはかる。



【結果】

はじめの水の温度 度

くもりが付き始めたときの水の温度 度

<質問>
氷水を入れていったときにくもり（水滴）が生じたのはなぜですか。

<補足>
水蒸気が凝結するためには、「凝結核」というものが重要です。「凝結核」とはどんなものが調べてみよう。

資料B についての生徒の記述

資料B

はじめの水の温度 18.8℃
くもりが付き始めた時の温度 7.9℃

氷水を入れたので、コップの中の水の温度が下がって、コップの表面の温度が露点に達して、水蒸気が凝結したから。

凝結核は水蒸気が凝結するときに必要な小さい粒子のこと。

本実践では、資料Bの補足として、凝結核について生徒自身が調べる形をとり、生徒が自身のICT端末を使って調べ、知識を得るというICT活用の場面として設定した。生徒の実態やICT端末の状況によっては、資料に凝結核についての説明を記載し、生徒がその説明を読み、エキスパート活動で得る内容の1つとする例も考えられる。

資料C 気圧が減少すると空気が膨張し、温度が下がることを提示する資料

資料C 気圧と温度

次の動画を見よう。



次の実験をやってみよう。

【方法】

- ①袋の中に気圧計と温度計を入れる。
- ②簡易真空容器の中に、袋を入れて、ふたをする。
- ③簡易真空容器の中の空気をぬいて、気圧と温度の変化をはかる。



文書の最後更新日時: たった今

【結果】

<質問>
実験の結果から、気圧と温度について、どのようなことがいえますか。

資料C についての生徒の記述

資料C

【結果】

簡易真空容器の空気をぬいたら、袋がふくらみ、気圧と温度が下がった。

気圧が低くなると温度も下がるといえる。

ジグソー活動での生徒の記述

班の考え

空気が上昇すると、気圧が下がって、温度も下がるので、露点に達して水蒸気が凝結して雲ができる。

事例のポイント②

実際の現象そのものを実験室内で観察、実験することが難しい内容についてはモデルを用いた観察、実験を通して現象に触れることになる。特に本実践のようなモデル実験では、生徒は雲ができたという結果ばかりに目が向いてしまい、どのように雲ができるのかといった、雲のでき方の十分な理解が深まらない場合が考えられる。そこで、モデル実験を考察するにあたって、どの部分やどの操作が何をモデル化しているかということをはじめとして、実際の事象との共通点や相違点も考えさせるなど、理科の見方・考え方を働かせる場面を設定し、それらを通して、雲のでき方についての深い理解を促す。

事例のポイント③

第1時は、事例のポイント①で示した、知識構成型ジグソー法を用いて、生徒が雲のでき方についての科学的な概念を形成する学習、第2時は、事例のポイント②で示した、自然事象としての雲のでき方とモデル実験を比較することを通して、雲のでき方についての理解を深める学習である。これらを単元計画に連続して位置づけ、モデル実験が雲のでき方をどのように表しているか、モデル実験で特徴を表せている部分と表せていない部分はどこかを考察させる。その際、前時で獲得した知識を活用させることで、生徒が形成した概念をより妥当なものへと修正していくことを促した。