

平成26年度 授業づくり拠点校（活用力向上研究事業）実践事例

第2学年 理科学習指導案

指導者 石本 和巳

1 単元名 空気中の水の変化

- 2 ねらい 霧や雲の発生についての観察・実験を通して、そのでき方を気圧、気温及び湿度の変化などに関連付けてとらえるとともに、発生する仕組みについての認識を深める。

3 単元構成

(1) 単元構成の意図

○ 生徒観

生徒は、小学校第4学年で、水の状態変化、水の自然蒸発と結露、空気の加熱膨張を、第5学年では、物が水に溶ける量の限度、雲の量や動きと天気の変化との関係を、中学校第1学年で、大気圧と高度の関係、飽和水溶液と再結晶、物質が水に溶けることや状態変化への粒子モデルの導入を、第2学年では、肺への空気の出入りの原理、原子などの微視的な粒子の概念を学習した。

理科の学習や言語活動への興味・関心をもつ生徒の割合は、男女共に高いが、理科の用語を適切に使って主語を入れて結論と根拠を簡潔に話したり記述したりする能力を高めることが課題であった。そこで、仮説や予想を設定して実験を計画・実施し、グループによる言語活動やレポートの作成を行い、課題や仮説・予想に対応した考察、結果と区別した考察の書き方、話し合いの手順、発表の基本構成の学習に取り組んできた。根拠を示した結論を簡潔に説明できる生徒の割合を高め、他者の説明を批判的に評価する能力を言語活動で育み高めることが課題となっている。

○ 教材観

本単元は、観察・実験や考察を通して、天気の変化が主として大気中の水の状態変化と大気の動きによって引き起こされていることを理解させるとともに、気象要素と関連づけて霧や雲ができる仕組みについての認識を深めることや、霧や雲の発生に関する基礎的・基本的な知識と実験技能の習得をねらいとしている。そして、体験的な活動や日常生活と関連付けた学習を実施することで、自然の事物・現象への知的好奇心を喚起し自ら探究しようとする態度を育成できる。さらに、複数の気象要素（変数）を関連付けて分析・解釈させたり、「エネルギー」や「粒子」の単元で習得したことを横断的に「活用する力」を高める学習を行ったりして、思考力や表現力を高めることができる。また、微細な現象の実験・観測から天気

の変化などの巨視的な現象をとらえる見方や考え方を育てることに適した教材でもある。

○ 指導観

本校では、「活用する力」を「習得した基礎的・基本的な知識・技能を利用し、主体的に課題を解決する力」とし、教科の学習の範囲内か、実生活まで広げた範囲かを区別しないで、実生活を視野に入れて取り組んでいる。そして、「活用する力」を高める授業づくりでは、言語活動を伴った問題解決の学習過程を重視している。授業では、平成24年度全国学力・学習状況調査の「活用する力」を高める4つの枠組みである適応、分析・解釈、構想、検討・改善の場面として、言語活動の前に観察・実験等の体験を組み合わせ、仮説や予想を立てる場面や、実験結果を整理し考察する場面などを設定する。設定した場面では、自分が考えたことや分かったことを他者に伝わるように、個人で考え記述する時間を確保して、結果と考察を区別させ、仮説などに対応した結論を明確な根拠を提示して簡潔に表現できるようにする。また、振り返りでは、授業評価に加えて、学習したことを書かせたり問いに答えさせたりして形成的に評価する活動を実施する。

(2) 単元の評価規準

自然事象への関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察、実験の技能	自然事象についての知識・理解
・自らの観測結果や気象衛星画像など各メディアからの様々な気象情報を生かし、身近に見られる気象現象を意欲的に考察しようとする。	・雲や霧のでき方について、断熱膨張などの基礎知識を基に、野外で雲や霧の観察をしたり、室内で実験を行ったりして、その成因を考える。	・野外での雲の観察の仕方、雲の発生に関する実験の方法を習得している。	・水蒸気の凝結現象や断熱膨張、雲や霧の発生の成因、前線の通過の際の気象要素や天候の変化などを理解し、知識を身に付けている。

(3) 単元構成表

時	学習内容	目標
1	空気中の水蒸気の凝結	温度による水の状態変化から、空気中の水蒸気が水滴になるしくみを説明できる。
2	飽和水蒸気量と露点	水蒸気を含んだ空気から水滴が現れるしくみを理解し、露点と関連づけて説明できる。
3	空気から水滴が現れるしくみ	水蒸気水滴になる条件を、気温、飽和水蒸気量及び湿度の変化と関連付けて推論できる。
4	湿度	湿度の意味を理解し、気温が下がると湿度が上がるといふ規則性を説明できる。
5	霧が発生したときの気温や湿度の特徴	気温の低下に伴って湿度が上がると水蒸気が凝結する現象として霧の発生の原因を説明できる。
6	雲の成因	雲の成因について空気の体積と温度を関連づけ、仮説を設定し断熱膨張の実験を計画できる。(適用、構想)
7本時	雲のでき方	仮説を検証する実験を行い、結果を分析・解釈し、雲のできる過程を説明できる。(分析・解釈、適用)
8	降水と大気中の水の循環	太陽エネルギーが関わりながら、地表付近の水が状態を変えて循環していることを説明できる。

4 本時案

(1) 題材名 「雲のでき方」 (7 / 8)

(2) 主眼

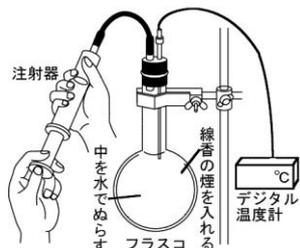
仮説をもとに雲をつくるモデル実験を行い、結果を分析・解釈することを通して、上昇気流によって雲ができる過程を、空気の体積と温度に関係付けて類推し、気象要素を使って図や文章で説明することができる。

(3) 準備物

断熱膨張の実験器具、ワークシート、振り返りプリント、小型ホワイトボード

(4) 学習過程

	学習活動・内容	教師の発問や指示・生徒の反応	教師の支援
つかむ	①課題とめあてを確認する。	○本時のめあてを説明する。	
	<p>課題…上昇する空気のかたまりで雲ができる過程を、気象要素を使って説明する。めあて…空気の体積と温度の関係の仮説をモデル実験の結果・考察と比べる。</p>		
グループ実験	<ul style="list-style-type: none"> ・授業のめあて ・自分の仮説と実験計画の確認 <p>②〈グループ実験〉(4人班) 雲をつくる実験装置で空気の体積と空気の温度の関係を調べる。(12分)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・役割分担を行い、準備する。 ・結果の掲示まで12分で活動する。 ・実験計画に従って実験する。(共通点;密閉容器内の湿潤状態の空気を注射器で断熱膨張させ、密閉容器内の空気の温度変化を調べる。) ・測定開始の温度、容器内の様子と温度の変化を確実に測定、記録する。 ・記録した結果などを、小型ホワイトボードに書いて、黒板に掲示する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・空気のかたまりを膨張させると、空気の温度は仮説のようになるだろうか。 <p>○指示「各班の計画に従って実験し、時間内に結果を表にわかりやすく整理し、掲示しよう。」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・協力するには、誰が何をするのか。 ・活動時間を意識して実験したい。 ・注射器を使ったのは体積を膨張させるため、ピストンの引く程度(独立変数)が体積の膨張に対応している。 ・計画した独立変数の値で測定すると、温度(従属変数)が予想通りの変化になった。雲はいつできたかな。 ・注射器のピストンを引く体積などを確認し、操作方法の練習を済ませてから実験を行う方がよい。測定回数は1回でよいのかな。 ・結果掲示用小型ホワイトボードの文字の大きさは適切かな。 	<p>②実験を手際よく進め、全班の結果を確実に共有するために、各班を巡り、下記の助言をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・役割を全体で確認する。 ・実験から結果掲示までの時間を指示し、時間を管理した活動をさせる。 ・注射器の体積を0にしたときの温度は一定ではない場合があるので、測定開始の温度を確実に測定、記録させる。容器内の様子も記録させる。 ・デジタル温度計は2秒間隔で測定している。班内で確認し合ったり教え合ったりさせて実験の精度が高めさせる。 ・掲示して読み取れる文字サイズで小型ホワイトボードに書かせる。 <p>※計画通りに正確に実験を行い、結果を適切に記録できる。【技能】</p>
	考える	<p>③〈個人〉各班の結果を分析・解釈し、自己の仮説と比較して考えを書く。(5分)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空気の体積を膨張させると、空気の温度は下がる。 ・空気の温度は、膨張した体積に応じてほぼ一定の割合で下がる。 	<p>○発問「空気の温度が下がるのは、何がどのようになることが関係しているかを説明しなさい。理由は実験結果を使いなさい。」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表から関係を読み取ろう。 ・グラフにすると分かりやすい。 ・主語は何が適切だろうか。 ・文章は何からどのように書くのだろうか。仮説を確認しよう。 ・どの実験結果が根拠として妥当かな。



<p>学び合う</p>	<p>④ 〈グループでの学び合い〉(4人班) 仮説と結果の考察とを比べた考え(結論)を他者にわかりやすく説明し、理由として結果の分析・解釈を評価し合う。(10分)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・結果(根拠)に基づいた理由の説明 ・考察と仮説の比較による仮説の判定の説明(仮説に対応した結論) 	<p>○指示「班内で、自分の考えを説明しなさい。内容は、『主語を入れて結果から分かったことと理由となる結果』『仮説の判定』の2つです。ほかの人の理由などをメモし、評価や質問をしなさい。」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・結論は自分と同じだが、そう考えた理由が一部違うな。分かりやすい。 ・この理由の説明で納得できるな。 	<p>④言語活動を充実させるため、次のように支援する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・指示が確認できるように板書する。 ・同じことを言っていると安易に扱わないで、言葉の違いを比較させる。 ・ほかの人の理由を分析的(批判的)に捉えさせ、質問したり確認したりしながら、結果の解釈を再確認させ、気付かなかった視点を広げさせる。
<p>広げる・深める</p>	<p>⑤ 〈個人→全体での学び合い〉雲ができる条件を整理し、空気のかたまりが上昇して雲を発生させるまでの過程について、図を用いて説明する。(10分)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空気のかたまりが上昇する。 →上空にいくほど、まわりの気圧が低くなる。 →上昇した空気のかたまりが膨張する。 →空気のかたまりの温度が下がる。 →空気の温度が露点よりも低くなる。 →水蒸気の一部が凝結して水滴ができはじめ、雲になる。 	<p>○発問「結論をもとに、5つの語句を使って、空気のかたまりの上昇によって雲ができる過程を整理し、説明を書こう。」(語句;上昇、膨張、温度、露点、気圧)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・何と何が関係して、語句(気象要素)をどのような順番に説明するとよいかな。 ・結論は雲ができる過程のどの段階かな。仮説を確認しよう。 	<p>⑤考察を雲のでき方に適用するために、机間を巡って下記の助言をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発問と5つの語句を板書する。 ・空気の膨張と温度の関係、露点と水蒸気の凝結の関係など、雲ができる過程に関わる気象要素とそれぞれの関係を整理させ、順に記述させる。 ・仮説を確認させる。 <p>※結果を分析・解釈し、仮説に対応して他者にわかりやすく説明できる。【思考・表現】</p>
<p>振り返る</p>	<p>⑥ 〈個人〉本時のふり返りをする。(10分)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・雲ができる過程の記述 ・授業評価、自己評価 	<p>○「学習のまとめとして、雲のできる過程を書こう。」(使用語彙;空気の温度、空気の体積、露点)</p>	<p>⑥下記の手立てを講じる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・振り返り用プリントを配付し、学習内容を条件作文で記述させる。

〈 〉 学習形態

○ : 教師の発問や指示 ・ : 生徒の反応 ※ : 評価

した。探究的な活動として、概念の使用、計画、量的な関係、分析・解釈の活動を意図的に配置した。

授業後の研究協議は、6人8班によるワークショップ形式で行われた。研究協議での意見や提案のうち、言語活動の充実に関わる主なものは次のようであった。

① 自分たち(班)の実験結果だけで、(班で)考察するべきではないか。

教科書の実験などは、実験結果の読み取りや処理する基礎・基本的な能力の習得を目標としているため、各班の実験結果を比較しても大きな相違がなく、実験を行った班だけの結果で考察させることが一般的である。

しかし、多くの場合、班内の7～8割以上の生徒が、自分なりの考えをもち、互いにどのように考えたかを伝え合い、伝え合いを通して様々な考え方を知ることにより、自分の学びからは気付かなかった情報を得ることは少ないように思う。誰もが納得する考えを早く示すことができる生徒に頼り、結果としての考えを書き写していることの方が多く見受けられる。この場合、考えを示した生徒が班内の生徒にどのように考えるかを分かりやすく説明する「教え合い」になってしまい「学び合い」になっていない。

そこで、本時は、仮説検証実験として、仮説に対応した結論について、一人ひとりが自分なりに分析した根拠をもって、班内で、どのように考えたかを伝え合ったり、分析のわずかな違いを批判的に評価(吟味)したりすることを重点目標として授業を計画した。したがって、本時は、全ての班の複数の実験結果を分析・解釈させるように展開した。

② 実験結果の考察で、個人で考えさせる時間が長すぎたのではないか。

本時は、互いに仮説をどのように検証したか、どのように考えたかを伝え合うことを学習活動の中心としたため、4人班の3人以上が、指示した話型に従って自分の言葉で考えを記述できることがグループでの学び合いの前提であるため、個人学習の書く時間を十分確保した。



(3) 学校全体での取組や他教科への広がり

山陽小野田市の小・中学校では、市教育委員会が提唱する「活用型授業」という言語活動を充実させる授業モデルがある。これは、教師主導の一方的な説明による教え込み中心の授業から脱却し、生徒が、予想したり、考えたり、気付いたりする場面の設定と時間の確保によって、思考力・判断力・表現力をはぐくむための活用する力を高める授業モデルである。

理科の授業における言語活動の充実に向けた具体的な取組として課題と

なっている「他者に分かりやすく口頭で説明できる」能力を育むことに関しては、学力向上推進リーダーが研修主任と協議し、言語活動の充実を支える技能のうち、理由の述べ方を習得させることに絞って、国語科を中心に全教科共通に取り組むこととした。具体的には、主語を明示することと、根拠を明確にして理由を説明できることが課題であったため、話型を例示した掲示物を作成し、教室に掲示して他教科と共に取り組んできた。

もう1つは、前述した理科の目標や短期目標について、校内研修会で説明すると共に、学力向上推進リーダーによる校内の授業観察後のミニ研修会において、授業改善の具体例として協議し、他教科での取組を推進した。

(4) 成果と今後の課題

- 学力定着状況確認問題の結果分析から、基礎的・基本的な知識や技能は、定着してきた。
- グループでの言語活動で、自分がどのように考えたかを伝え合う活動に意欲を示し、積極的に取り組む生徒が増えた。
- 学力向上推進リーダーと教務主任や研修主任との連携により、教科の枠を越えて全校体制での取組が進むようになった。
- 言語活動の充実を支える基本的な技能として、理由や根拠、受容、質問など、場面に応じた話型については、先進校の実践例を参考にして同一校区の小・中学校で一貫した系統表を作成し、それを活用して連携して習得を図っていくことが求められる。
- 思考力・表現力の評価に関しては、活動前にめあてや目標を確認して言語活動に取り組ませるようにすることと、それに関して生徒が口頭で説明している場面や記述している場面で、できるだけその場で具体的に褒めて能力の伸びを評価し、方向性を示すことを日常的に実施する。
- 自分の考えなどを書く場面と時間を確保して活用する力を高めるためには、生徒が、観察・実験、資料等から、根拠ある自分の考えになる情報を評価し、適切に読み取ったり、分析したりする技能を習得・活用させる必要がある。ほとんどの実験・観察では、生徒が教科書や授業者の指示通りに実験結果などを分析・解釈することを通して、分析・解釈の基本を習得させている。活用する力を高める資料の分析・解釈をする場を年間数回ではなく、短いスパンで計画的に実施することが求められる。
- 言語活動を設定する場合は、その言語活動を支える基盤となる習得すべき知識・理解と実験結果や資料を読み取る技能が何であることを明確にした指導計画を作成し、関連する授業において形成的テストを実施して授業改善に生かし、指導と評価の一体化を図る。
- 毎時間の生徒による授業評価は実施しているが、授業の冒頭に板書しためあてや目標の形成的評価を実施しなかった割合が高かったため、毎授業の振り返りで学習内容の条件作文を記述することなど、他者にわかりやすく説明する文章を書く活動を毎時間実施し、積み重ねていく。

6 板書型指導案

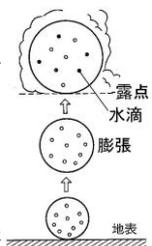
第2学年 理科 板書型指導案

(1) 題材名 「雲のでき方」 (7 / 8)

(2) 主眼

雲をつくるモデル実験を行い、結果を分析・解釈することを通して、実際の雲ができる過程を、断熱膨張や気圧・気温・湿度の変化の条件と関連づけて類推し、気象要素を使って、図や文章で説明することができる。

(3) 板書計画および本時案

11月13日 題材「雲のでき方」	本時の流れ			分析・解釈 空気の体積と温度の関係は、結果からどのようなことがいえるか。 ※主語を入れて結果から分かったことと、理由となる結果
課題 上昇する空気のかたまりで雲ができる過程を、気象要素を使って説明する。	①実験 ②考察(個人)			
授業のめあて 空気の体積と温度の関係の仮説をモデル実験の結果・考察と比べる。	③結論発表(グループ内) ④雲のでき方の説明(個人) ⑤振り返り(個人)			仮説に対応した結論 ※仮説と考察を比べて仮説の判定をする。 ※実験で、何を調べて、どういうことがわかったのかを説明する。
仮説 「(ここに生徒が前時に考えた仮説を示す。)」				
1 班の実験方法	2 班の実験方法	3 班の実験方法	4 班の実験方法	雲ができる過程  <ul style="list-style-type: none"> ・空気のかたまりが上昇する。 →上空に行くほど、まわりの気圧が低くなる。 →上昇した空気のかたまりが膨張する。 →空気のかたまりの温度が下がる。 →空気の温度が露点よりも低くなる。 →水蒸気の一部が凝結して水滴ができはじめ、雲になる。
1 班の結果 ※小型ホワイトボード	2 班の結果 ※小型ホワイトボード	3 班の結果 ※小型ホワイトボード	4 班の結果 ※小型ホワイトボード	
5 班の実験方法	6 班の実験方法	7 班の実験方法	8 班の実験方法	
5 班の結果 ※小型ホワイトボード	6 班の結果 ※小型ホワイトボード	7 班の結果 ※小型ホワイトボード	8 班の結果 ※小型ホワイトボード	

<p>本時の流れ</p> <p>①〈全体〉本時のめあてを確認する。(3分)</p> <p>②〈グループ実験〉(4人班)雲をつくる実験装置で空気の体積と空気の温度の関係を調べ、記録した結果などを、小型ホワイトボードに書いて、黒板に掲示する。(12分)</p> <p>③〈個人〉各班の結果を分析・解釈し、自己の仮説と比較して考えを書く。(5分)</p> <p>④〈グループでの学び合い〉(4人班)仮説と結果の考察とを比べた考え(結論)を他者にわかりやすく説明し、理由として結果の分析・解釈を評価し合う。(10分)</p> <p>⑤〈個人→全体での学び合い〉雲ができる条件を整理し、空気のかたまりが上昇して雲を発生させるまでの過程について、図を用いて説明する。(10分)</p> <p>⑥〈個人〉本時のふり返りする。(10分)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・雲ができる過程の記述 ・授業評価、自己評価 	<p>教師の発問や指示</p> <p>○本時のめあてを説明する。</p> <p>○指示「各班の計画に従って実験し、時間内に結果を表にわかりやすく整理し、掲示しよう。」</p> <p>○発問「空気の温度が下がるのは、何がどのようになることが関係しているかを説明しなさい。理由は実験結果を使いなさい。」</p> <p>○指示「班内で空気の温度と気圧の関係と理由を説明しなさい。ほかの人の理由などを記録し評価しなさい。」</p> <p>○発問「5つの語句を使って、実際の雲ができる過程を考え、言葉や図で表そう。」(使用語句；上昇、膨張、温度、露点、気圧)</p> <p>○「学習のまとめとして、雲のできる仕組みを書いて表現しよう。」(条件作文)(使用語句；空気の温度、空気の体積、露点)</p>	<p>指導上の留意点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・授業の冒頭で「めあて」を提示し、生徒に学習の見通しをもたせる。 ・役割を全体で確認する。 ・実験を手際よく進め、全班の結果を確実に共有するために、各班を巡り、助言をする。 ・実験から結果掲示までの時間を指示し、時間を管理した活動をさせる。 ・考え方や説明の書き方を補助するために、机間を巡って記述内容を確認し、仮説に対応した主語や考えを記述させる。根拠となる実験結果を記述させる。 ・ほかの人の理由を分析的(批判的)に捉えさせ、質問したり確認したりしながら、結果の解釈を再確認させ、気付かなかった視点を広げさせる。 ・発問と5つの語句を板書する。 ・空気の膨張と温度の関係、露点と水蒸気の凝結の関係など、雲ができる過程に関わる気象要素とそれぞれの関係を整理させ、順に記述させる。 ・仮説を確認させる。 ・振り返り用プリントを配付し、学習内容を条件作文で記述させる。
--	--	---

(4) 評価

- ・計画通りに正確に実験を行い、結果を適切に記録できる。【技能】
- ・結果を分析・解釈し仮説に対応して他者にわかりやすく説明できる。

【思考・表現】