

「教育臨床総合研究19 2020研究」

生徒自らが学習課題を把握し設定する単元学習の導入 — 中学校第2学年理科「雲のでき方」小単元を事例として —

Students Understood and Set Learning Subjects in the Introduction of the Unit
— In Case of the 2nd Grade of Junior High School Lessons on "How is the Cloud Made?" —

渡 邊 潤*
Jun WATANABE

栢 野 彰 秀**
Akihide KAYANO

要 旨

本稿では、「小単元の学習内容の検討」→「探究の課題の設定」→「探究の課題の結論の設定」→「必要な科学の知識を得るための学習課題の検討」→「学習課題につながる疑問等を持つために出会わせたい自然の現象の検討と決定」という順で、小単元の導入段階で生徒に提示して出会わせる自然の事象の決定を行った。このような意図で選択・決定された自然の事象を生徒に出会わせた結果、概ね筆者らの意図通りの学習課題が生徒の言葉によって設定できた。

〔キーワード〕 中学校理科 雲のでき方 学習課題

I はじめに

2017年に改訂された学習指導要領（理科）では、資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージとして「探究の過程」が明記され、探究に基づく理科学習が重要視された¹⁾。そこには「課題の把握（発見）」から始まり「課題の探究（追究）」の段階を経て、「課題の解決」に至る流れが示されている。「課題の把握（発見）」の段階には、「自然事象に対する気付き」と「課題の設定」という2つの過程が示されている。

「探究の過程」を経る理科学習を行う際に、生徒が単元学習にかかわる自然の事象に気づき、単元の学習課題を自ら設定できることは重要である。なぜならばわが国において、従来探究に基づく理科学習は、「児童・生徒の主体的活動」という要素を含むカリキュラム構成と捉えられているからである²⁾。2017年に改訂された学習指導要領で強調された「主体的・対話的で深い学び」のうち、特に「主体的な学び」の実現に「探究の過程」を経る理科授業が寄与できるからである。『理科の教育』誌でも学習課題を見いだす点を集集テーマとして2018年10月号が

*大田市立第二中学校

**島根大学学術研究院教育学系

編集されていることから、2017年に改訂された学習指導要領（理科）全面実施に当たって、重要な検討課題となっていることが分かる。

島根大学教育学部附属中学校（2019年度から附属義務教育学校後期課程に改編）理科部では、学習指導要領改訂にさきがけ、2015年度から探究の過程を経る理科授業の実践を行っている。その中で重要視しているのは、単元や小単元の導入段階において、可能な限り単元や小単元の学習内容に関連する自然の事象を生徒に提示して、出会わせようとする点である³⁾。単元の学習内容に関連する自然の事象と出会うことによって生徒自身が疑問を見だし、見いだした疑問をもとにこれから行う単元や小単元の学習の見通しを持って、科学的探究のための課題が設定できることを期待しているからである。同附属中学校の園山は、これを一步進めた教育実践を行っている。そこではまず第一に、単元や小単元の導入段階において単元や小単元の学習内容に関連する自然の事象を生徒に提示し、出会わせる。これを見た生徒が自ら見いだした疑問を公表した後、クラス内での話し合いを通して見いだした数多くの疑問を集約し、生徒の言葉でこれからの単元学習の学習課題となる「探究の課題」を設定する取り組みを行っている⁴⁾。山代らは、園山の行う文脈での取り組みを公立中学校において行っている⁵⁾。だがこれらの報告では、生徒に提示し出会わせる自然の事象を授業者がどのように検討し、選択したのかについての言及はない。授業者の長年の教員生活に基づく経験から主観的に取捨選択しているとも捉えられる。

上述した観点から本稿では次の2点を記述することを目的とする。第一に、小単元の導入段階において生徒に提示し出会わせる自然の事象をどのように検討し、どのような根拠で選択したのか。第二に、小単元の導入段階で学習内容に関連する自然の事物や現象を生徒に提示し、それらに出会った生徒がどのような気づきや疑問を見いだして、これからの学習課題の設定を行ったのか。

II 授業実践の構想

1. 「探究の過程」を経る授業の構想

(1) 授業実践の対象

授業実践は島根県内公立A中学校第2学年1クラス25人を対象に、2019年10月25日に行われた。対象となった学習内容は、中学校第2学年「地球」領域の単元「気象観測と天気とその変化」のうち、雲のでき方に関連する学習内容（以降、小単元「雲のでき方」と記載する）である。使用教科書は東京書籍版『新編新しい科学2』（2019）である。

(2) 授業の流れの概要

理科授業では、学習課題に直接関連する観察・実験を行ってその結果からいえることを考えさせることが一つの学習内容のまとまりとなる。この一つの学習内容のまとまりで解決する課題を「今日の課題」とした。学習内容のまとまりが幾つか集まって一つの小単元の学習内容となる。一つの小単元を通した課題を「探究の課題」とした。「探究の課題」は幾つかの「今日の課題」を解決し、明らかになったことをまとめると解決できるようになっている。これが上述したように島根大学教育学部附属中学校（同附属義務教育学校後期課程）理科部が2015年度

より行っている探究の過程を経る授業であり、本授業実践もこの枠組みで構想した³⁾。

加えて、生徒が小単元の学習に見通しを持つことや、学習内容を関連付けて捉えることにも配慮した。

① 「探究の課題」の設定

小単元「雲のでき方」は、「水蒸気の変化」、「雲のでき方」という2つの学習内容のまとまりで構成されている。具体的には次のような学習が行われる。第一に、空気中の水蒸気が水滴に変わる条件を見いだす実験を行い、飽和水蒸気量、露点、湿度の概念理解を行う。第二に、空気を膨張させたときに、空気にはどのような変化が生じるか調べる実験を行い、雲ができる実験室的なメカニズムの理解を行い、得られた理解を自然界の現象に演繹的に適用させて自然界での雲のでき方を考える。

筆者らは、上述した2つの学習内容のまとまりに関連する学習課題を包含しつつ、かつ小単元「雲のでき方」全体に及ぶ学習課題を生徒に「探究の課題」として「雲はどのようにでき方をするのだろうか」を生徒に提示した。従って、筆者らが設定した「探究の課題」に関連する自然の事象を生徒に提示し、出会わせることになる。

② 「今日の課題」の設定

本授業実践では、「今日の課題」を生徒自らが設定する活動を行った。

生徒は自然の事象に出会うと、さまざまな気づきや疑問、「あれっ」と思うこと、不思議に思うこと、調べてみたいことなど（以降、疑問等と表記）を数多く想起するはずである。これらを班ごとやクラスの中で発表し合い、集約し、分類する。この分類された疑問等をもとに、生徒同士、或いは生徒と授業者との相互関連を通して、生徒自らが「今日の課題」を生徒の言葉で設定するように配慮した。この時、基本的に一つの分類に対して一つの「今日の課題」が設定されるため、幾つかの「今日の課題」が設定される。

③ 「今日の課題の結論」と「探究の課題の結論」

観察・実験を通して「今日の課題」を解決すると「今日の課題の結論」が得られる。幾つかの「今日の課題の結論」を総合して考え、小単元の学習課題（「探究の課題」）の結論である「探究の課題の結論」に生徒は到達する。

2. 「探究の課題の結論」の設定

教科書には雲のでき方が次の表1のように記載されている⁶⁾。

表1 教科書に記載された雲のでき方

水蒸気をふくむ空気のかたまりが上昇すると、周囲の気圧が低いために膨張して気温が下がる。露点よりも低い温度では、空気に含まきれなくなった水蒸気は水滴になる。このようにしてできた水滴が集まって雲をつくっている。

筆者らはこの文章を「探究の課題の結論」と設定することにした。そして筆者らは、この文章を基本文としながら、生徒の実態を考慮して表2のように改編した。

表2 筆者らが設定した「探究の課題の結論」

a. 雲は水滴が集まってできている。水蒸気をふくむ空気のかたまりが上昇すると、b. 周囲の気圧が低いために膨張して気温が下がる。露点よりもc. 低い温度では、空気を含みきれなくなった水蒸気は水滴になる。このようにしてできた水滴がd. 凝結核に集まって雲をつくっている。

表2を見ると分かるように、冒頭に雲は何からできているかを説明する文章が入っている。これは、「水は目に見えるが、水蒸気は目に見えない物質である。」という既習事項の理解が高くないことがプレテストで判明したためである。最後の文には、高校入試に出題される可能性のある「凝結核」という科学の知識がつけ加えられている。

3. 生徒に提示し出会わせる自然の事象の検討

表2に示した「探究の課題の結論」には、幾つかの「今日の課題」を解決し、明らかになったことを総合させて至る。そこで筆者らは、表2中の下線a～dを施した箇所が見いだせるような幾つかの学習課題（「今日の課題」）を生徒自身に設定させたいと考えた。そのためにはどのような疑問等を持たせ、その疑問等を持つにはどのような自然の現象を生徒に提示する必要があるのか検討を加えた。その検討結果等が表3に示されている。

表3 表2下線部と生徒に提示する自然の現象・授業者が期待する疑問等・授業者が期待する生徒が設定する学習課題との対応

表1 下線部	生徒に提示する 自然の現象	授業者が期待する疑問等	授業者が期待する 生徒が設定する学習課題
a	雲の正体をフィルムとルーペで見る（動画視聴）	小さなつぶつぶがある！ つぶつぶは何だろうか？	雲は何からできているのだろうか
b	丸底フラスコにつないだ注射器のピストンを引いて雲をつくる（生徒実験）	気圧を下げると気温が下がる！ 気圧を上げると気温が上がる！	気圧変化と気温にはどんな関係があるだろうか
d	ぬるま湯を入れたピーカーの上に氷を入れた丸底フラスコを置く（生徒実験）	線香の煙を入れたのはなぜ？	雲ができるとき線香の煙はどんなはたらきをするのだろうか
c	ぬるま湯を入れたピーカーの上に氷を入れた丸底フラスコを置く（動画視聴）	冷えたところに雲ができている！	気温が下がると雲ができるのはなぜだろうか

表3に示された動画「雲の正体をフィルムとルーペで見る」は、NHK for School の動画「小学4年雲の正体」である⁷⁾。「丸底フラスコにつないだ注射器のピストンを引いて雲をつくる」生徒実験は、教育出版中学校第2学年の教科書に記載された実験である⁸⁾。「ぬるま湯を入れたピーカーの上に氷を入れた丸底フラスコを置く」動画は、教科書162頁図3に示された実験のデジタル教科書版の動画である⁹⁾。

4. 筆者らが提案する小単元の導入段階において生徒に提示し出合わせる自然の事象の 選択手順

本章1～3で述べたように、筆者らは「小単元の学習内容の検討」→「探究の課題の設定」→「探究の課題の結論の設定」→「必要な科学の知識を得るための学習課題の検討」→「学習課題につながる疑問等を持つために出させたい自然の現象の検討と決定」という順で、小単元の導入段階で生徒に提示し出合わせる自然の事象の検討と決定を行った。

Ⅲ 授業実践の実際

授業では、まず第一に生徒に「探究の課題」を提示した。第二に、雲のでき方に関連する自然の現象として、表3に示された3つの自然の現象を動画視聴や生徒実験で生徒に出会わせた。第三に、3つの自然の現象との出会いの中で想起した疑問等をワークシートに可能な限りたくさん書き出させた。第四に、グループで疑問等について話し合わせた。第五に、グループの話し合いで出た疑問等をミニホワイトボードを用いて発表させ、全体で共有させ、分類した。第六に、一つのカテゴリに対して一つの学習課題（「今日の課題」）を班ごとに話し合わせながら設定させ、発表させた。

1. 「a. 雲は水滴が集まってできている」につながる学習課題の設定の場面

ここではまず最初に、NHK for School の動画「小学4年雲の正体」（2分間）を視聴させた。雲の中でフィルムに雲を形成する小さな水の粒を付着させ、それをルーペでおおよその大きさとともに観察する動画であった。動画視聴の後、生徒から出された観察（視聴）の結果は「フィルムに小さな粒がつく。」であった。

この自然の現象の観察に関連する生徒から出された疑問等は表4にまとめられている。なお、表4に示された分類はミニホワイトボードをまとめることで行い、分類名は生徒に示していない。

表4 生徒から出された疑問等と生徒自ら設定した課題

分類	生徒から出された疑問等	生徒自らが設定した課題
雲の正体	<ul style="list-style-type: none"> ・小さい粒は何なのか？ ・なぜ、雲の中に（フィルムを）入れると小さな粒がつくの？ 	雲の中にある小さい粒の正体は何か
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・なぜ、雲は水なのに白く見えるのか。 ・雲は水だけでできているのだろうか。 ・水でできているのに浮くのはなぜか。 ・雲の上に乗れるのか。 	—

「雲の正体」に分類された疑問等を学習課題としてまとめる話し合いを班ごと及びクラス全体で行われたところ、表4に示された「雲の中にある小さい粒の正体は何か」という学習課題が生徒の言葉で設定された。

2. 「b. 周囲の気圧が低いために膨張して気温が下がる」及び「d.凝結核に集まって雲をつくっている」につながる学習課題の設定の場面

丸底フラスコと注射筒を使って丸底フラスコ内に雲を作る実験を行った。実験の手順を次に示す。1. 丸底フラスコ内をぬるま湯でぬらし、線香の煙を凝結核として少量入れる。2. 注射筒を丸底フラスコにつないでピストンをすばやく引いて、空気の温度（気温）の変化と丸底フラスコの内部のようすを観察する。3. ピストンを戻したり、引いたりを繰り返して、同じことを観察する。なお、注射器のピストンを引くと気圧が下がり、押すと気圧が上がることについては、実験前に授業者が生徒に確認している。

実験を行った6つの班全てで、1. 気圧を下げたときはフラスコの中が白くなり、温度（気温）は低くなった。2. 気圧を上げたときはフラスコの中が透明になり、温度（気温）は上がった。という実験結果が発表された。

この実験に関連する生徒から出された疑問等は表5にまとめられている。表4と同様に、分類名は生徒に示していない。

表5 生徒から出された主な疑問等と生徒自ら設定した課題

分類	生徒から出された疑問等	生徒自ら設定した課題
気圧と気温の関係	<ul style="list-style-type: none"> ・なぜ気圧を下げると気温が下がるの？ ・なぜ気圧を上げると気温が上がるの？ ・なぜ、温度が変化するのか？ 	なぜ気圧によって気温が変化するのか
気圧と雲の関係	<ul style="list-style-type: none"> ・なぜ気圧を上げると雲が消えるのか ・なぜ気圧を上げたときに、くもらないの？ ・なぜ雲は気圧を下げるとできる？ ・なぜ気圧が下がるとフラスコの中がくもるのか 	雲のでき方と気圧の関係は？
凝結核	<ul style="list-style-type: none"> ・なぜ線香を入れるのかなぜ線香を入れるのか 	なぜ線香を入れるのか
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・フラスコの気圧が注射を押しただけで変わるのか 	-

「気圧と気温の関係」と「気圧と雲の関係」にある疑問等を学習課題としてまとめる話し合いを班ごと及び全体で行わせた。前者については「なぜ気圧が変わると気温が変化するのか?」、後者については「雲のでき方と気圧の関係はどのような関係があるか?」という学習課題が生徒の言葉で設定された。なお、「凝結核」についての質問等は一つしか出されなかったため、話し合いは行わず、この疑問をそのままの形で学習課題として設定した。

3. 「c. 低い温度では、空気を含みきれなくなった水蒸気は水滴になる」につながる学習課題の設定の場面

教科書162ページ図3に示された実験をデジタル教科書の動画で視聴させた。ぬるま湯を入れたビーカーの上に氷を入れた丸底フラスコを置いて、空気中の水蒸気を取り出す実験動画である。生徒から発表された実験結果は「雲ができた」及び「白くもった」であった。

この実験に関連する生徒から出された疑問等は表6に示されている。分類については表4、5と同様である。

表6 生徒から出された疑問等と生徒自らが設定した課題

分類	生徒から出された疑問等	生徒自らが設定した課題
気温と雲の関係	・なぜ気温が下がると雲ができるのか ・なぜ冷えると雲ができるのか	温度が下がるとなぜ雲ができるのか
その他	・ビーカーの中で雲ができて回るのか？	—

「気温と温度の関係」にある疑問等を学習課題としてまとめる話し合いをグループ及び全体で行わせたところ、「温度が下がるとなぜ雲ができるのか」という学習課題が生徒の言葉で設定された。

4. まとめ

表7には、生徒に提示した自然事象と授業者が期待した生徒が捉える学習課題と、生徒の言葉で設定された学習課題と表2下線部との対応が示されている。

表7 生徒に提示した自然事象と授業者が期待した生徒が設定する学習課題と実際に生徒の言葉で設定された学習課題と表2下線部との対応

生徒に提示した自然事象	授業者が期待した生徒が設定する学習課題	実際に生徒の言葉で設定された学習課題	表2下線部
雲の正体をフィルムとルーペで見る	雲はなにからできているのだろうか	雲の中にある小さい粒の正体は何か	a
丸底フラスコにつないだ注射器のピストンを引いて雲をつくる	気圧変化と気温にはどんな関係があるのだろうか	なぜ気圧によって気温が変化するのか	b
	雲ができるとき線香の煙はどんな関係があるのだろうか	なぜ線香を入れるのか	d
	—	雲のでき方と気圧の関係は？	—
ぬるま湯を入れたビーカーの上に氷を入れた丸底フラスコを置く	気温が下がると雲ができるのはなぜなのだろうか	温度が下がるとなぜ雲ができるのか	c

表7を見ると、4つの学習課題の全てを予め授業者が期待した通りの表現で生徒が捉えたことが分かる。

雲の正体に関する学習課題は、雲をフィルムとルーペで見る実験を動画視聴することで設定できた。雲の正体に関連する疑問等を生徒が多くもつことができる自然の事象との出会いとなったといえる。

気圧変化と雲の関係に関する学習課題は、「丸底フラスコにつないだ注射器のピストンをすばやく引く」という自然の事象を提示することで設定できた。一方で、凝結核に関する学習課題もこの自然の事象との出会いで設定できたが、学習課題につながる疑問等は授業者の期待より少なかった。むしろ、気圧変化と雲のでき方に関する疑問等を多くの生徒が持った。凝結核に関する疑問等を多くの生徒に持たせるためには、凝結核（線香の煙）がある時とない時のフラスコ内の曇り方の差を観察させる必要があると考えられる。

気温と雲のでき方に関する学習課題は、「ぬるま湯を入れたビーカーの上に氷を入れた丸底

フラスコを置く」という自然の事象を見ることで設定できた。ここではビーカー内にできた水滴が対流していることに疑問を持った生徒も多くいた。

IV おわりに

本稿では、小単元の導入段階で自然事象を生徒に演示して提示して出合わせ、出会った自然の事象からの疑問等を班ごとやクラスで話し合わせ、生徒自らが学習課題を設定する授業実践の報告を行った。先行研究では、生徒に出会わせる自然事象をどのように授業者が検討し、選択していったかが必ずしも明確でなかった。本稿では、「小単元の学習内容の検討」→「探究の課題の設定」→「探究の課題の結論の設定」→「必要な科学の知識を得るための学習課題の検討」→「学習課題につながる疑問等を持つために出会わせたい自然現象の検討と決定」という手順で自然事象を検討・決定する方法を提案できた。授業実践でも、概ね筆者らの意図通りの学習課題が生徒の言葉で設定できた。

授業に先立って「探究の課題」と「探究の課題の結論」を設定し、「探究の課題の結論」を構成する文節に直接関連する気づきや疑問が生徒から出てくるような自然事象を生徒に出会わせれば、生徒は授業者の期待する疑問等がある程度容易に持ち、それを集約することで学習課題もある程度容易に見いだす可能性が高いことが考察される。

今後は、対象を他の学年や他の単元にも広げ、授業実践を行い、筆者らが今回達した暫定的な結論が妥当性を持つか否かを確かめるべき課題が残された。

註

- 1) 文部科学省：『中学校学習指導要領解説理科編』, p. 9, 2017, 学校図書。
- 2) 小川正賢：「探究学習論」, 『理科教育講座 5』, pp. 28f, 1992, 東洋館出版社。
- 3) 次の3冊の報告書にまとめられている。島根大学教育学部附属中学校理科部：『実践事例集』, 2016。島根大学附属中学校理科部：『理科実践事例集』, 2017, 2018。
- 4) 園山裕之：「生徒自身が科学的に探究するための課題を設定する理科学習」, 『理科の教育』, Vol. 67, No. 10, pp. 31-33, 2018。
- 5) 山代一成, 栢野彰秀：「学習課題を把握させる単元学習の導入－中学校第1学年理科「身のまわりの物質」単元を例として－」, 『学校教育実践研究』, Vol. 3, pp.99-106, 2020。
- 6) 東京書籍：『新編新しい科学 2』, p. 168, 2019。
- 7) NHK for School の動画「小学4年雲の正体」である。NHK for School のHP (<https://www.nhk.or.jp/school/clip/>) 上で、教科：理科、学年：すべて、雲で検索をかけるとクリップが検索できる。2019年11月24日確認。
- 8) 教育出版：『自然の探究中学校理科 2』, p. 211, 2019。
- 9) 前掲書 6) , p. 162, 2019。