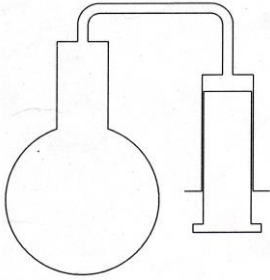

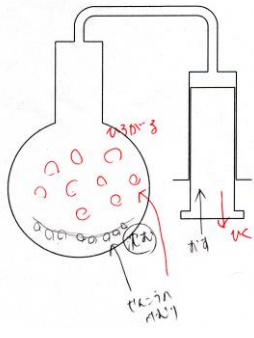
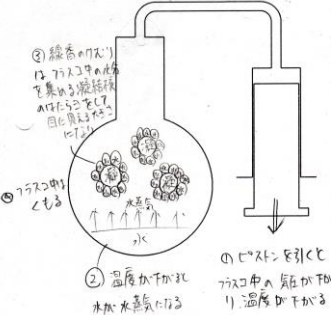
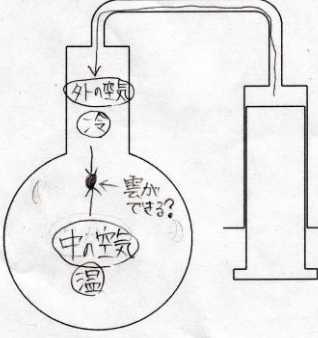
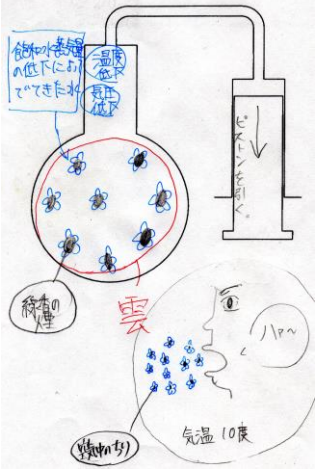


授業日時/教科・単元 平成 26 年 1 1 月 1 2 日 (水) 5 校時 / 理科「雲のでき方」

授業者 堀内 善礼 教材作成者 堀内 善礼

1. 生徒の学習の評価 (授業前後の変化)

(1) 3 名の生徒を取りあげて、同じ生徒の授業前と授業後の課題に対する解答がどのように変化したか、具体的な記述を引用しながら示して下さい。実技教科等で生徒の直接の解答が取れない場合は、活動の様子の変化について記して下さい。

生徒	授業前	授業後
1	<p>水と煙が合わさったものであると思う。</p>  <p>→雲の正体について漠然と述べているが、①②③④⑤のどれについても言及していない。</p>	<p>実験では、ピストンを引くと、<u>温度低下</u>が起こり、<u>水蒸気</u>が水となり、<u>煙</u>が<u>凝結核</u>の役割をして、<u>凝結核</u>に<u>水</u>が集まり雲になって目に見えるようになる。このようなことが上空で起こり、雲がでる。</p>  <p>→授業前は、どの側面についても説明できなかったが、授業後には、①③④⑤の4つの要素に言及した説明になっている。</p>
2	<p>ピストンを押した時は、空気が入り、線香の煙は小さな固体の粒なので沈み、くもりはなくなるが、ピストンを引いた時は<u>空気が抜かれ、フラスコ内の空気が減る</u>ので線香の煙は浮き上がり、くもると思う。</p>  <p>→①③④⑤について言及していない。</p>	<p>ピストンを引くと、<u>圧力が低くなり</u>、<u>フラスコ内の温度</u>が下がる。すると、<u>水蒸気</u>が水滴として出てくる。線香の煙には、<u>凝結核</u>が含まれており、<u>凝結核</u>に<u>水滴</u>はつきやすいので、<u>水分子</u>が集まり、<u>雲</u>として見えるようになる。よって雲は<u>気圧が低い</u>所でできる。</p>  <p>→実験前は、①③④⑤について説明できなかったが、授業後は、5つの要素に言及した説明になっている。</p>
3	<p>雲の正体は<u>水蒸気</u>だと思う。たぶん、ぬるま湯と線香によって、温められた空気(気体)が外の空気が入ることによって冷やされて<u>水蒸気</u>が目に見える状態になったのだと思う。しかし、線香の煙を入れる必要性がよく分からない。</p>  <p>→①のみについて言及している。線香の煙を入れる理由が知りたい。</p>	<p>雲の正体は空気中に存在する水が集まってできたものである。雲発生のメカニズムは、雲は標高が高いため、まず<u>空気中の気圧</u>が下がり、<u>断熱膨張</u>によって<u>気温</u>が低下するので、<u>飽和水蒸気量</u>が低下します。これにより今まで空気中に含まれていたはずの<u>水蒸気</u>は<u>水滴</u>となります。次に<u>空気中のちり</u>(この場合線香の煙)を<u>凝結核</u>としたものの周りに先程の<u>水滴</u>が密集し、<u>目に見える大きさ</u>になった雲ができます、この原理は寒い日に息を吐くと、<u>白く曇ったもの</u>が見えたり、<u>霧</u>ができるものと同じだと考えます。</p> 

		<p>→5つの要素に言及した説明になっているだけでなく、雲ができる現象を、寒い時に吐く息や霧ができる現象など、日常生活と関連付けて、まとめることができた。また、クロストークから新たに気付いたこととして、「水滴が下から来る上昇気流に対して耐えきれないほど大きく成長して重くなると、雨が降る」ことや「実験では、ピストンを引いた時に、この現象が起こるので、雲ができるのは一瞬であること」などが書かれていた。</p>
<p>4</p>	<p>空気を抜くことで、線香の煙が多く残り、見えやすくなるので、雲になったように見えると思う。フラスコ内の空気が少なくなることで、目的のもの(煙)が見えやすくなるのだと思う。</p> <p>→①②③④⑤について言及していない。 雲の正体は、煙であると考えている。</p>	<p>雲の正体は空気中の飽和水蒸気量が下がることのできた水分子が空気中にある小さなちりを凝結核として集まったものである。メカニズムは、まず空気中の気圧が下がり、水蒸気の一部が水滴となる。その水滴が空気中のちりを凝結核として結びつくことで目に見える大きさまでになり、雲となる。</p> <p>→①②④⑤の要素に言及した説明になっている。</p>
<p>5</p>	<p>フラスコの中の水と線香の煙には何らかの関係があって、ピストンによって空気の密度が大きくなったり、小さくなったりと変化することで、その2つの関係が雲をつくり出すのではないかと思う。</p> <p>雲の正体も分からないが、予想としては、フラスコの中に入れた線香の煙が何かしらの変化をしたものだと思う。</p> <p>→5つの要素について言及していない。水、煙、体積変化などが関係していることに漠然と気付いているが、煙が変化して雲ができると思っている。</p>	<p>雲の正体は空気中のちりを凝結核とした空気が冷えて、含むことができなくなった水滴が結びついて目に見えるようになったものである。そのメカニズムは、ピストンを引いたことによってフラスコ内の空気圧が低下して断熱膨張が発生する。フラスコ内が冷やされ、飽和水蒸気量により、空気を含むことができなくなった水蒸気が水分子になる。その水分子が線香の煙を凝結核として水滴となり、私たちの目の見える姿としてフラスコ内に現れる。なお、ピストンを引いてフラスコ内が冷えるのは、一瞬だけだから、雲が発生するのも、ピストンを引いた時だけだということが分かる。</p> <p>→5つの要素の全てに言及した説明になっている。</p>
<p>6</p>	<p>煙は空気よりも軽いか重いかで、フラスコの底に煙がたまる。その上の空気を抜くと、フラスコの中が真空に近くなって煙が浮くと思う。</p> <p>→③のみに言及した説明となっている。空気が抜けることで、中に入れた煙が浮いて雲となると考えている。</p>	<p>ピストンを引くとフラスコ内の体積が増え、気圧と温度が下がる。すると飽和水蒸気量が下がり、それまでの水蒸気が水滴となって現れる。その水滴が凝結核となった線香の煙にくっつき、雲となって現れる。また、雲が空にあるのは、気圧が低く、温度も低いからで、それが集まると重さに耐えられなくなった水滴が雨となって地上に降ってくる。</p> <p>→5つの要素について言及して説明している。さらに、水滴が大きく成長し重くなると雨として降ることが書かれている。</p>

(2) 生徒の学習の成果について検討して下さい。授業前、授業後に生徒が答えられたことは、先生の事前の想定や「期待する解答の要素」と比べていかがでしたか。

事前の想定どおり、授業前においては、漠然と「雲は水蒸気に変化したものである」と捉えている生徒が多かった。つまり、知識として「水蒸気が雲の正体である」と認識しているに過ぎず、水蒸気がどのような過程を経て雲になるのかについて、きちんと説明できている生徒は少なかった。

また線香の煙については、「なぜ入れるのか」など、ほとんどの生徒がその理由について言及できていなかったが、ちりの周りに水滴がつくと理解している生徒は数人いた。

なかには、ピストンを引くことで、中の空気だけが抜け、重く下にたまっていた煙が残ることで煙の割合が多くなり、それが雲として見えるようになったと考えている生徒も数人いた。

授業後においては、期待する解答の要素5つについて、多くの生徒が言及してまとめることができた。授業前では、漠然と「雲の正体は水蒸気である」と書いていた生徒も、図やモデルを活用しながら、気圧が下がることで断熱膨張が起こり、気温が低下して水滴になることが説明できるようになった。

2. 生徒の学習の評価（学習の様子）

生徒の学習の様子はいかがでしたか。事前の想定と比べて、気がついたこと、気になったことをあげてください。

今回、エキスパート活動を反転授業として家庭学習（または放課後の学習）としたことで、各自のエキスパート活動の時間を十分確保することができた。これにより、ジグソー活動では各自が担当したエキスパートの内容を自信をもって説明している様子や、仲間の説明を一生懸命聞き、他のエキスパート内容を理解しようとする様子が、今まで以上によく見られた。

3. 授業の改善点

生徒の学習の成果や学習の様子を踏まえ、次の3点について今回の授業の改善点を挙げて下さい。

- (1) 授業デザイン（課題の設定、エキスパートの設定、ゴールの設定、既有知識の見積もりなど）
- (2) 課題や資料の提示（発問、資料の内容、ワークシートの形式など）
- (3) その他（授業中の支援、授業の進め方など）

(1) 今回、新しい学びプロジェクトの研修会を通じて、普段なかなかお会いできないような遠方の方々をはじめ、全国の先生方と知り合う機会ができた。研修会では、各自が実践した（または、これから実践する予定の）資料を持ち寄り、教材研究や授業案の研究を行った。その際、教科の枠や校種（小・中・高など）の枠を超えたグループでの協議も行うことで、今まで考えつかなかったアイデアをいただくこともできた。

生徒の学習意欲が最後まで高かったことや、授業後の生徒の解答を見ると、課題やエキスパート、期待する解答の設定は、生徒たちにとって適当だったのではないかと考えられる。また、エキスパート活動については、各エキスパートによる難易度の差が少なかったことも話合いが充実した理由であろうと思われる。

ゴールの設定については、期待される解答の要素が5つと多いにも関わらず、想定以上の生徒がゴールにたどり着いたことから、妥当であったと考えられる。今後は、さらに「自然界における雲の作り方」という課題で太陽が地面を温めるところから説明できるような授業展開を検討していきたい。

(2) 今回、エキスパート活動を反転授業として行うため、課題の提示は演示実験も取り入れながら、前時に一斉学習として行った。反転授業とは、授業と宿題の役割を「反転」させ、授業時間外にデジタル教材等により知識習得を済ませ、教室では知識確認や問題解決学習を行う授業形態のことをいう。

エキスパート活動を反転授業で行う際に気をつけなければならないことは、このあと、ジグソー活動が展開されることを踏まえ、反転授業では、自分が担当するエキスパート資料しか見られないようにしておくことである。そのため、Google Apps for Education（独自ドメインで、GmailをはじめとするいくつかのGoogleプロダクトを使えるようにする許可された教育機関向けのサービス）を活用して、エキスパート資料を個々の生徒へ配付した。こうすることで、反転授業の段階で、課題の全てが解決できないようにした。配付された資料は、インターネットの環境があれば、OSの種類（AndroidやWindowsなど）を問わず、家庭でいつでも資料を取り出し学習することができる。実際、家庭で反転学習を行った生徒は9割で、残り1割は、放課後タブレット端末を使用して学習していた。また、なかには、自分のスマートフォンから資料を取り出し、家庭で学習した生徒もいた。

資料としては、各エキスパートごとに、担当するエキスパート資料の他に、その内容の理解を深めるための動画資料も配付した。



ワークシートは、研修会で同じグループとなった先生から過去に実践した資料をいただき、許可を得て一部改変したものを使用した。ゼロからワークシートを作成することの意義は大きいですが、「雲のでき方」などは、CoREFも含めて過去に多くの先生方が実践されている。これまでに練られ続けた実践例を活用し、直接その先生方からアドバイスをいただけるのも、この協調学習のよさである。また動画資料は、メーリングリストで多くの先生方からアドバイスをいただき、各エキスパートの理解を深めるためのよりよい動画を選ぶことができた。今後もメーリングリストなどの人的ネットワークを活用して、授業案づくりや教材研究に励んでいきたい。

(3) 授業の進め方では、エキスパート活動を反転授業（家庭学習または放課後の学習）としたことで、各自のエキスパート活動の時間を十分確保できただけでなく、協調学習で欠かせない仲間との話し合いの時間（ジグソー活動やクロストーク）もより多く生み出すことができた。

協調学習における反転授業の効果として、以下のことが実感できた。

- ①エキスパートの内容を深めるための個々の活動時間を十分確保できること。
- ②自信をもって仲間に説明できること。
- ③ジグソー活動やクロストークでより理解が深まること。
- ④ICTの活用により、生徒の学習意欲が向上できること。
- ⑤動画をはじめとしたデジタルコンテンツを活用することで、生徒の理解が深まること。
- ⑥主体的な家庭学習の習慣が確立できること。

もちろん、反転授業が成立するためには、生徒が、家庭学習（または放課後）でエキスパート活動を行ってこることが前提である。本校でも宿題を忘れてしまう生徒がいないわけではないが、「自分しか知らないことを学べるおもしろさ」や「自分が学習してこないジグソー活動で仲間に迷惑をかけてしまう」という心理もはたらき、家庭学習の実施率だけでなく、学習時間も多くなった。



今回、授業の展開の仕方として、授業開始時に、同じエキスパート同士で学習内容を共有する時間を設け、ジグソー活動で自信をもって説明できるような授業展開にしたが、課題やエキスパートの内容・レベル・協調学習の経験数により、ジグソー活動から展開する方法もあるのではないかと考えた。

また今回、全グループがクロストークで発表したが、発表にはどうしても時間がかかるので、時間を短縮し、かつ効果的に発表できるクロストークの方法も今後研究していきたい。