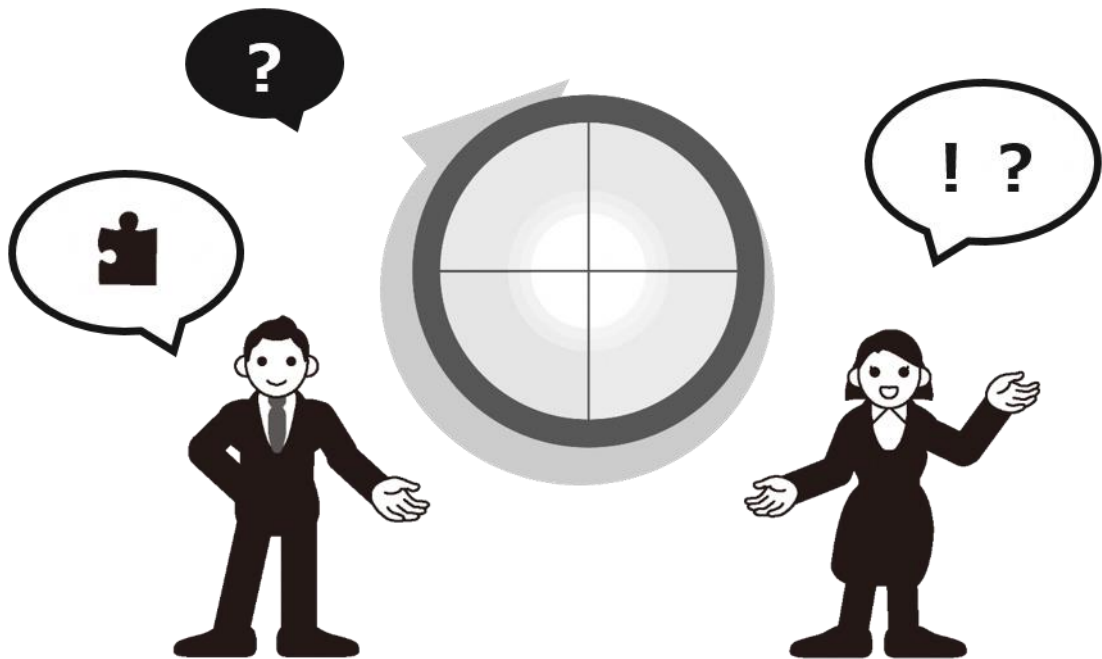


第3章

授業設計診断の開発



第3章 授業設計診断の開発

1 はじめに

子どもが、情報化、グローバル化など急激な社会的変化の中でも、未来を切り拓くための資質・能力を確実に備えることができるよう、各学校及び各教員には「主体的・対話的で深い学び」を実現する授業改善が求められています。「未来を切り拓く資質・能力」と「主体的・対話的で深い学び」は、新しい学習指導要領における授業改善のキーワードです。

「未来を切り拓く資質・能力」については、学習指導要領の改訂に向けた中央教育審議会答申（平成28年12月）において、次の三つの柱で整理、提言されています。

<資質・能力の三つの柱>

- 生きて働く「知識・技能」
- 未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」
- 学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」

この資質・能力の三つの柱は、学校教育法第30条第2項で定められた学力の三要素（「知識・技能」「思考力・判断力・表現力等」「主体的に学習に取り組む態度」）を再整理したものとなります。「生きて働く」「未知の状況にも対応できる」「学びを人生や社会に生かそうとする」といった修飾語から、これからの子どもに必要となる資質・能力を読み取ることができます。

一方、「主体的・対話的で深い学び」とは、表3-1に示す学びのことであり、我が国の優れた教育実践に見られる普遍的な視点です。子どもが、学ぶことに興味をもって取り組む中で、新しい知識や技能を得て、それらの知識や技能を活用しながら思考することにより、知識や技能をより確かなものとして習得するとともに、思考力・判断力・表現力等を養い、新たな学びに向かったり、学びを人生や社会に生かそうとしたりする力を高めていくことであるとも表現されています。

表3-1 「主体的・対話的で深い学び」とその具体的内容（幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」を参考）

主体的な学び	学ぶことに興味や関心をもち、自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら、見通しをもって粘り強く取り組み、自己の学習活動を振り返って次につなげる学び
対話的な学び	子ども同士の協働、教職員や地域の人々との対話、先哲の考え方を手掛かりに考えること等を通じ、自己の考えを広げ深める学び
深い学び	習得・活用・探究という学びの過程の中で、各教科等の特質に応じた「見方・考え方」を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう学び

この「主体的・対話的で深い学び」について、静岡県では、これまで特に小中学校及び特別支援学校において実践的知見として受け継がれ、各学校及び各教員が目指してき

たところですが、近年、学習や知識に関する科学的知見が蓄積されてきたことにより、その質の高い学びの成立条件が分かりつつあります（第2章及び第4章を参照）。

平成27年4月、総合教育センターでは、静岡県各学校及び各教員が、これまで以上に子どもの未来を切り拓く「主体的・対話的で深い学び」を実現することができるよう、新しい学習指導要領に向けた国の動向^{*}を踏まえつつ、学習や知識に関する科学的知見に基づき、受け継がれてきた実践的知見を授業設計の観点から再整理することにしました（「第1章 2 なぜそれは『今』なのか？」を参照）。

2 未来を切り拓く「主体的・対話的で深い学び」を実現する授業設計

静岡県の各学校及び各教員が、校内外のあらゆる場において、対話を通じて期待される授業改善を進めていくためには、授業設計に関する共通の観点をもつことが必要です。総合教育センターでは、子どもの「主体的・対話的で深い学び」を実現する授業設計の観点について、表3-2に示す4項目で整理することにしました。

表3-2 授業設計の観点

項目	意味
解決したい課題や問い	授業者が設計する課題や問い
考えるための材料	授業者が事前に準備する資料、道具、教材等
対話と思考	授業者が設計する対話・思考活動
学習の成果	授業者が期待する学習成果

これら4項目は、どれか1つに留意すればよいというものではなく、4項目それぞれに留意するとともに、それぞれの項目間の関連を考慮して授業を設計したり、改善したりしていくことが大切です。

なお、4項目のそれぞれが目指す授業設計については、次の(1)～(4)に示しています。まずは1項目ずつ順番に確認してください。

(1) 解決したい課題や問い

授業者が設計する課題や問いについては、学習指導要領に示されている各教科等において「育成を目指す資質・能力」を念頭に置くことが必要です。その上で、授業における課題や問いについては、次のようなものを目指すと整理しています。

解決したい 課題や問い	<p>(子どもにとって)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 解決したくなるもの ・ 解決に対話が必要なもの ・ 課題や問いに対する活動が焦点化されているもの ・ 深い学びに向かうもの
----------------	---

^{*}国の動向については、授業設計の観点を整理した当時、学習指導要領改訂に向けた論点整理によって理解していましたが、その後の平成28年12月に新学習指導要領の答申が出されたことから、本稿においては、そのすべてにおいて、答申を踏まえての記載を心掛けています。

課題や問いは、子どもが学ぶことに興味や関心を持ち、「解決したくなるもの」を設計するとよいでしょう。具体的には、次のようなものが考えられます。

- ・ 実生活や実社会に関する主題に基づくようなもの
- ・ 自己のキャリア形成の方向性と関連付けられるもの
- ・ 子どもが知っていそうで分からないようなもの
- ・ 理由や根拠、条件を知りたいと思うもの
- ・ 仲間と一緒に解きたい、伝えたい、聞きたいといった情動をかりたてるもの
- ・ 課題が焦点化され、どの子どもも参加しやすいがすぐには解けないもの

「解決に対話が必要なもの」とするのは、これからの社会において、対話や議論を通じて、自分の考えを根拠とともに伝えること、他者の考えを理解し、集団としての考えを発展させたり、他者への思いやりをもって多様な人々と協働したりすることがより一層求められるからです。また、新学習指導要領において子ども同士の協働、教職員や地域の人との対話、先哲の考え方を手掛かりに考えること等を通じ、自己の考えを広げ深める「対話的な学び」の実現が期待されていること、そもそも対話は身に付けた知識や技能を定着させるとともに、物事の多面的で深い理解に至らせたり、思考を広げ深めさせたりすることに大変有効（「第2章 3 『主体的・対話的で深い学び』を実現するために」を参照）だということもその理由です。

「深い学びに向かうもの」とは、各教科等の特質に応じた見方・考え方（表3-3）を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見出して解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かうもののことです。後述する「考えるための材料」「対話と思考」「学習の成果」との関連を念頭に置きながら、深い学びに向かう課題や問いを設計していくことが大切です。

表3-3 各教科等の特質に応じた見方・考え方のイメージ（「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）別紙1」）を抜粋 ※中学校のもの

教科等

数学的な 見方・考え方	事象を、数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的・発展的に考えること。
理科の 見方・考え方	自然の事物・現象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えること。
音楽的な 見方・考え方	音楽に対する感性を働かせ、音や音楽を、音楽を形づくっている要素とその働きの視点で捉え、自己のイメージや感情、生活や社会、伝統や文化などと関連付けること。
造形的な 見方・考え方	感性や想像力を働かせ、対象や事象を、造形的な視点で捉え、自分としての意味や価値をつくりだすこと。
体育の 見方・考え方	運動やスポーツを、その価値や特性に着目して、楽しさや喜びとともに体力の向上に果たす役割の視点から捉え、自己の適性等に応じた『する・みる・支える・知る』の多様な関わり方と関連付けること。
保健の 見方・考え方	個人及び社会生活における課題や情報を、健康や安全に関する原則や概念に着目して捉え、疾病等のリスクの軽減や生活の質の向上、健康を支える環境づくりと関連付けること。
技術の 見方・考え方	生活や社会における事象を、技術との関わり方の視点で捉え、社会からの要求、安全性、環境負荷や経済性等に着目して技術を最適化すること。
生活の営みに 係る 見方・考え方	家族や家庭、衣食住、消費や環境などに係る生活事象を、協力・協働、健康・快適・安全、生活文化の継承・創造、持続可能な社会の構築等の視点で捉え、よりよい生活を営むために工夫すること。
外国語による コミュニケーション における 見方・考え方	外国語で表現し伝え合うため、外国語やその背景にある文化を、社会や世界、他者との関わりに着目して捉え、目的・場面・状況等に応じて、情報や自分の考えなどを形成、整理、再構築すること。
道徳科に おける 見方・考え方	様々な事象を道徳的諸価値をもとに自己との関わりで広い視野から多面的・多角的に捉え、自己の人間としての生き方について考えること。
探究的な 見方・考え方	各教科等における見方・考え方を総合的に活用して、広範な事象を多様な角度から俯瞰して捉え、実社会や実生活の文脈や自己の生き方と関連付けて問い続けること。
集団や社会の 形成者 としての 見方・考え方	各教科等における見方・考え方を総合的に活用して、集団や社会における問題を捉え、よりよい人間関係の形成、よりよい集団生活の構築や社会への参画及び自己の実現と関連付けること。

さらに、授業者が設計する課題や問いは、時間や場所といった授業の制約条件の中で、教科等の本質を踏まえた焦点化されたものを目指すとよいでしょう。焦点が定ま

らない課題や問いは、子どもの良質な対話や深い学びにつながっていきません。

なお、子どもによる様々な問いの中でも、各教科等の特質に応じた見方・考え方を広げ深めていくような問いについては、子どもから自然に生まれることを待つのではなく、授業者が設計する質の高い課題や問いと、それを含む質の高い授業設計により生まれるものであると捉えることが重要です。

(2) 考えるための材料

その教科等が苦手な、前の時間に学んだことをすぐに忘れてしまうような知識・技能が定着しにくい子どもであっても、その教科等の得意な子どもと共に「解決したい課題や問い」に取り組むことができるよう、授業者は必要最低限の資料等を用意する必要がありますと考えます。ここではそうした資料等を「考えるための材料」と呼ぶことにします。「考えるための材料」は、あくまでも考えるための材料であって、そこに課題や問いに対する解決策が明示されているようなものは含みません。

この「考えるための材料」に、定着させたい知識・技能を含ませることは有効です。なぜなら、知識・技能は活用することにより、使える知識・技能として定着するもの（「第2章 2 学習指導要領改訂内容と学習科学とのつながり」を参照）だからです。

さて、これらを踏まえた上で、授業者が事前に準備する「考えるための材料」については、次のようなものを目指すと整理しています。

考えるための材料

(子どもにとって)

- ・複数の視点や立場から考えるためのもの
- ・比較、統合することで深い解決策や答えにつながるもの

現代社会において、知識はいつでもどこでも簡単に検索できます。未来を切り拓く子どもには、単に知識・技能を習得することよりも、知識・技能を適切に組み合わせ、それらを活用しながら問題を解決していく力、必要な情報を選択し、解決の方向性や方法を比較・選択し、結論を導く力を高めていくことが重要となっています。

(3) 対話と思考

「対話と思考」とは、授業者が設計する対話・思考活動のことです。授業には、この対話・思考活動を積極的に取り入れていくことが期待されます。授業における子どもの対話は、「解決したい課題や問い」や「考えるための材料」など、他の項目の在り方に強く影響を受けます。単に、形式的に対話活動を取り入れれば、よりよい学びが実現するというわけではないことに注意する必要があります。

さて、このことを踏まえつつ、授業者が設計する対話・思考活動については、次のようなものを目指すと整理しています。

対話と思考

(子どもにとって)

- ・考える時間が十分に確保されているもの
- ・解決策や答えを深めていくような建設的なやりとりがなされているもの

ここで、目指す対話・思考活動について、「考える時間が十分に確保されているもの」とするのは、たとえ「解決したい課題や問い」や「考えるための材料」の質が高

かったとしても、それに対する子どもの考える時間が十分に確保されていなければ、「主体的・対話的で深い学び」は実現しないからです。同様に、対話・思考活動におけるグループ編成の在り方や、授業者の関わり方にも配慮しなければ、期待する深い学びの実現は難しくなることも知っておく必要があります。

また、目指す対話・思考活動について、「建設的なやりとりがなされているもの」としたのは、人が深く学ぶことができる「建設的相互作用」（「第2章 3 『主体的・対話的で深い学び』を実現するために」を参照）に基づいています。ここでの「建設的なやりとり」とは、この「建設的相互作用」のことであり、子どもが、他者との対話の中で、自分の考えを再考し、自己の理解を深めている状況のことです。授業者は、自らが設計した授業について、子ども一人ひとりの「建設的なやりとり」を成立させるものであるかどうか、「解決したい課題や問い」など、他の3項目との関連を念頭に置きながらシミュレーションを繰り返すことによって、よりよい授業設計を目指していくとよいでしょう。

(4) 学習の成果

「学習の成果」とは、授業者が期待する学習成果のことです。この授業者が期待する学習成果については、次のようなものを目指すと整理しています。

学習の成果	<p>(子どもが)</p> <ul style="list-style-type: none">・ 学んだことを自分の言葉で表現できる。・ 知識・技能の活用範囲を実社会や実生活まで広げている。・ 自ら振り返り、自己の成長を把握している。・ 新たな課題や問いを発見し、次の主体的な学びにつなげている。
-------	--

ここに示す「学んだことを自分の言葉で表現できる」「知識・技能の活用範囲を実社会や実生活まで広げている」「自ら振り返り、自己の成長を把握している」「新たな課題や問いを発見し、次の主体的な学びにつなげている」については、すべて「主体的・対話的で深い学び」の実現に関する学習の成果です（「第2章 3 『主体的・対話的で深い学び』を実現するために」を参照）。授業者は、「学習の成果」を単に知識・技能の習得だけで捉えるのではなく、学びの深さや学びに向かう力の育成までを視野に入れ、授業を設計していくことが重要です。究極的には、子どもが幼稚園(幼稚部)、小学校(小学部)、中学校(中学部)、高等学校(高等部)における各教科等の「主体的・対話的で深い学び」の積み重ねにより、自らの可能性を發揮し、よりよい社会と幸福な人生の創り手となっていけることまでを念頭に置いて、個々の授業の「学習の成果」を捉えることが重要です。

さて、子どもの学びの深さや学びに向かう力を引き出し高めるためには、学習評価の在り方が極めて重要です。そのために授業者は、子ども一人ひとりが、授業前の学びからどのように成長しているか、より深い学びに向かっているかを中心に据えた学習評価を行っていくことが大切です。例えばその方法には、子どもが「解決したい課題や問い」に対する自分の考えを授業の始まりと終わりの双方で記入し、その考えの差について子どもと授業者で共有し合うことが考えられます。授業者には、子ども一人ひとりの変容をどのように把握し、それをいかに活用するかの工夫が求められます。

3 授業設計診断

前項の「2 未来を切り拓く『主体的・対話的で深い学び』を実現する授業設計」における整理に基づき、総合教育センターでは、次に示す「『主体的・対話的で深い学び』の実現に向けた授業設計診断」(以下、「授業設計診断」という。)を作成しました。

「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業設計診断

次の表は、「主体的・対話的で深い学び」の実現のために、「アクティブ・ラーニング」の視点から授業設計を診断するものです。各項目とも「★」から「excellent」に向かって確認してください。子供たちが習得した概念や思考力等を、手段として活用・発揮させながら学習に取り組み、その中で資質・能力の活用と育成が繰り返されるような指導の創意工夫を促していくことが大切です。各教科等の特質に応じた物事を捉える視点や考え方(見方・考え方)を働かせることが、学びの「深まり」の鍵になります。また、子供一人一人の興味や関心、発達や学習の課題等を踏まえ、それぞれの個性に応じた学びを引き出し、一人一人の資質・能力を高めていくことが重要です。授業や単元の流れに子供の「主体的・対話的で深い学び」の過程が実現する授業設計を意識しましょう。

項目	★	★★	★★★	excellent
解決したい課題や問い 	▲課題や問いが明確ではない。 <input type="checkbox"/>	△課題や問いはあるが、解決に対話が必要としない。 <input type="checkbox"/>	○課題や問いがあり、解決に対話が必要である。 △課題や問いに対する活動の幅が広すぎて、活動が焦点化されにくい。 <input type="checkbox"/>	◎課題や問いに対する活動が焦点化され、深い学びに向かう対話につながる。  <input type="checkbox"/>
考えるための材料 	▲考えるための材料がない。 材料とは、資料、道具、教材など教師が事前に準備しておくもの。 <input type="checkbox"/>	△考えるための材料はあるが、課題や問いに対する解決策が明示されてしまっている。 △材料や解決策を、事前に教師が説明してしまう。 <input type="checkbox"/>	○複数の視点や立場から考えるための材料がある。 △限定的な考えに誘導するものである。 <input type="checkbox"/>	◎複数の視点や立場から考えるための材料があり、それらを比較、統合することで、深い解決策や答えにつながる。  <input type="checkbox"/>
対話と思考 	▲対話を通して考える時間がない。 対話とは、課題や問いに沿って考えが広がり深まったりする言葉のやりとりのこと。 <input type="checkbox"/>	△対話を通して考える時間が確保されているが、各自がまとめた内容を紹介するだけである。 <input type="checkbox"/>	○対話を通して考える時間が確保されている。 △教師の過度な助言により、対話や思考が抑制されてしまう。 <input type="checkbox"/>	◎対話を通して考える時間が十分確保され、解決策や答えを深めていくような建設的なやりとりがなされる。  <input type="checkbox"/>
学習の成果 	▲活動だけで知識・技能を習得できない。 <input type="checkbox"/>	△知識・技能の活用範囲が狭い形の習得にとどまっている。 <input type="checkbox"/>	○学んだことを自分の言葉で表現でき、知識・技能の活用範囲が広がり、振り返りを通して、自己の成長を把握できる。 △課題や問いを解決することで満足し、そこに新たな課題や問いが生まれにくい。 <input type="checkbox"/>	◎学んだことを自分の言葉で表現でき、知識・技能の活用範囲が実社会や実生活まで広がり、自ら振り返って、自己の成長を把握できる。 ◎新たな課題や問いを発見し、次の主体的な学びにつながる。  <input type="checkbox"/>

※総合教育センターのWebサイト (http://www.center.shizuoka-c.ed.jp/index.php?page_id=226) からダウンロードすることができます。

診断する項目は、「解決したい課題や問い」「考えるための材料」「対話と思考」「学習の成果」の4項目となります。各項目とも、「★」から「excellent」に向かって確認します。

「excellent」は、各項目が目指す授業設計です。また、途中の「★」から「★★★★」には、授業設計の留意点が含まれています。「★」から「excellent」のすべてにおいて、順番に見ていくことで、より多くの視点から授業設計を確認できるようになっています。「excellent」を目指すのは、例えば「解決したい課題や問い」など、どれか1つの項目でよいというものではありません。それぞれの項目間の関連を考慮しながら、全体として「excellent」を目指すものとなります。学習指導要領が示す各教科等において育成が期待される資質・能力、各教科等の特質に応じた見方・考え方、子どもの発達の段階や発達の特性、単元の構成や学習の場面等を念頭に置きながら、各項目ともに「excellent」を目指す授業設計及び授業改善に取り組んでください。

また、この授業設計診断を活用した授業設計及び授業改善の際には、複数の教員と対話しながら行うことをお勧めします。他者との対話は、自らのアイデアを広げ深めることを可能にします。こうした他者との対話の場面では、子どもが授業中「どのような対話をしそうか」、授業後「どのような言葉で語るだろうか」を「主体的・対話的で深い学び」の視点から想像し、当該授業の設計や改善を繰り返すとよいでしょう。これによって、当該授業は子どもの未来を切り拓く、よりよい授業設計となっていくことでしょう。

静岡県の各学校及び各教員が「主体的・対話的で深い学び」の実現に向け、校内外のあらゆる場において、この授業設計診断を考えるための材料にし、校種や教科を越えた学校間、教員間の対話を通じて、不断の授業改善が推進されていくことを期待しています。

なお、次項には、授業設計診断の4項目が「excellent」になるような授業設計の一例（授業のつくり方）を記載していますので参考にしてみてください。

4 授業のつくり方

(1) 授業設計診断の4項目に合わせて授業をデザインする

中学校2年生理科「気象とその変化」の単元、雲のでき方の学習を例に、授業設計診断を活用した授業のつくり方を説明します。この実践は、東京大学大学発教育支援コンソーシアム推進機構（CoREF）のWebサイト（<http://www.coref.u-tokyo.ac.jp>）に掲載されている教材を参考にしています。

授業設計診断の4項目が「**excellent**」になるような授業設計の仕方としては、様々なものがありますが、ここでは、益川・白水教授が勧める「知識構成型ジグソー法」（「第2章 3 『主体的・対話的で深い学び』を実現するために」及び「**Column 1** ジグソー学習の今と昔」を参照）によるものとなっています。「知識構成型ジグソー法」は、建設的相互作用（「第2章 3 『主体的・対話的で深い学び』を実現するために」を参照）が起きやすく、各項目が、「**excellent**」になるような仕掛けが組み込まれたものです。「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けたスタートとして一度は試してみることをお勧めします。

まず、学習指導要領を基に、次の授業目標を設定します。

目標 ペットボトルを使った実験で雲を作り、雲が発生する仕組みを気圧・気温及び湿度の変化と関連付けて解明することにより、雲のでき方を説明できる。

この目標を達成するための授業デザインを授業設計診断の4項目（「解決したい課題や問い」「考えるための材料」「対話と思考」「学習の成果」）に従って考えます。

解決したい 課題や問い	<p>（子どもにとって）</p> <ul style="list-style-type: none">・ 解決したくなるもの・ 解決に対話が必要なもの・ 課題や問いに対する活動が焦点化されているもの・ 深い学びに向かうもの
------------------------	--

理科における見方・考え方を働かせて深い学びを実現できる課題を設計します。

気象とその変化の学びにおける大切な見方・考え方の具体は、「雲のでき方を説明するとき、断熱膨張という気圧の変化に注目して、気温が下がることによる水蒸気の凝結現象と関連付けて考える」というものです。

「空に浮かんでいる雲ってどうやってできるか知っている？」という投げ掛けの後、実験室で雲が作り出せることを紹介し、まずは演示実験を行い、次に子どもが実験を行います。

実験手順

- ① ペットボトルを十分水でぬらしておく。
- ② ペットボトルの中に線香の煙を入れる。
- ③ ペットボトルに注射器を接続し、注射器のピストンで引く。

子どもにペットボトル内での雲の発生実験を体験させた後で、課題を提示します。

課題 ペットボトルの実験で、雲がなぜ発生したのでしょうか？

考えるための材料

(子どもにとって)

- ・複数の視点や立場から考えるためのもの
- ・比較、統合することで深い解決策や答えにつながるもの

この実験結果からだけでは、雲がなぜ発生したのかを説明することは容易ではありません。そこで、既述の教科の見方・考え方が働くようなヒントになる資料を用意します。

資料を次の3種類用意します(具体的なワークシートは、P51～P53参照)。

A 空気の体積と温度

空気を減圧して体積を増す(断熱膨張させる)と空気の温度は下がる。

B 空気中の水蒸気と温度

空気中には水蒸気が含まれており、水蒸気は温度が下がると水になって出てくる。

C すがたを変える水

水は分子でできており、水蒸気が水になるということは分子が集まって目に見えるようになること。このときに核となる粒子があると、水の分子が集まりやすい。

子どもは、資料ごと3人のグループ(エキスパートグループと呼びます)を組み、グループ内で対話して読み込むことで、課題解決のヒントを見つけることができます。それぞれが、その資料のエキスパートになることが目的です。エキスパートグループによる活動を**エキスパート活動**と呼びます。

対話と思考

(子どもにとって)

- ・考える時間が十分に確保されているもの
- ・解決策や答えを深めていくような建設的なやりとりがなされているもの

A、B、Cそれぞれの資料を持ち寄って3人グループを作り直し、資料を基に対話して課題解決を行います。このグループをジグソーグループと呼びます。

エキスパートグループ内での対話もありますが、ジグソーグループ内での対話は、課題解決に結び付く対話として重要なものです。対話の中身は次のようなものが起こります。ジグソーグループでの活動を**ジグソー活動**と呼びます(ジグソー活動に使うワークシートは、P54参照)。

A ピストンを引くってことは温度が下がることだよ？

B くもったのは水滴だよ。だとすると、ペットボトル内の水蒸気が空気中に飽和して水滴になってでてきたって考えられる？

C 線香の煙が核になって水がくっついて目に見えるようになったってこと？

あれ？雲って水だったの？水蒸気じゃないの？水蒸気は目に見えないよね・・・などの対話が続き、断熱膨張、飽和水蒸気量と凝結、凝結核の資料を基に、雲のでき方を自分なりに説明していきます。

この対話の中で、「雲のでき方を説明するとき、断熱膨張という気圧の変化に注目して、気温が下がることによる水蒸気の凝結現象と関連付けて考える」という理科の見方・考え方を働かせていることが重要になります。

ある程度、グループでの対話が進んだところで、クラスで共有する場面をもちます。個人が少し違った言葉で説明するように、各グループの説明も少しずつ違います。各グループの説明を聞きながら、少しずつ自分の考え方を修正する活動をクロストークと呼びます。

学習の成果

(子どもが)

- ・学んだことを自分の言葉で表現できる。
- ・知識・技能の活用範囲を実社会や実生活まで広げている。
- ・自ら振り返り、自己の成長を把握している。
- ・新たな課題や問いを発見し、次の主体的な学びにつなげている。

課題が出た時点での個人の答えと、クロストークが終了してからの個人の答えを比較することで、一人ひとりが自己の成長（学んだこと）を確認することができます。
この場合、絵や図を使って書いてもよいことにすると表現内容が膨らみます（授業のはじめとおわりに使うワークシートは、P50参照）。

(例) **課題提示直後**

白くけおってできた雲は、空気よりも軽いか重いかで、ペットボトルの底にたまる。その上の空気を抜くとペットボトル内が真空に近くなって煙が浮くと思う。



クロストーク後

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。

本時の学習内容の理解を評価するためには、子どもが最後に書いた答えの規準を決めておくとよいと思います。この授業においては次の5つの要素を結び付けた説明を期待することが考えられます。

- ① ペットボトルの中には、もともと目に見えない水蒸気があったこと。
- ② ピストンを引くことでペットボトル内の気圧が下がったこと。
- ③ 気圧の低下による断熱膨張でペットボトル内の温度が下がったこと。
- ④ 温度が下がったことで、ペットボトル内の水蒸気の凝結が起きたことの分子モデルによる理解。
- ⑤ 凝結の際に煙が核としての役割を果たしたこと。

また、一人ひとりから生まれる「分かった」先の問いも大切です。次のような問いが考えられます（2017 白水 静岡大学教育学部附属静岡中学校における講演会内容より）。

- 「先に進む」問いが生まれる
 - ・ 線香の煙がなかったら？
 - ・ 湿らせていないとだめ？
 - ・ 水分子は集まるとなぜ見えるの？

- ・雨が降るときと降らないときが分かれるのはなぜか？
 - ・空の上で注射器のピストンを引いているのは誰なの？
- 基礎に戻る問いもある
- ・そもそも見ているのは水？水蒸気？

授業者は、このような「分かった」先の問いから次の時間の授業の計画の修正が考えられるでしょう。そのようなことを積み重ねていくことで単元全体が「主体的・対話的で深い学び」の実現につながるものと考えられます。

(2) 学習活動の流れ

学習活動	授業者の留意点 授業設計診断の4項目との対応
①雲を作る実験を行う。 ・ 演示実験→生徒実験	・ 3人組のグループ（ジグソーグループ）にしておく。
②課題提示 ・ ペットボトルの実験で、雲がなぜ発生したのでしょうか？	解決したい課題や問い
③課題に対する現時点での答えを書く。	
④エキスパート活動 ・ グループごとに3つの課題を分担して、エキスパートグループで、資料を読み込む。 A 空気の体積と温度 B 空気中の水蒸気と温度 C すがたを変える水	・ エキスパートグループも3人組にする。 考えるための材料
⑤ジグソー活動 ・ 各自の資料を説明する。 ・ 3つの資料を使って課題解決を行う。 ・ 必要に応じて図や絵を使う。	・ 元のジグソーグループに戻る。 対話と思考
⑥クロストーク ・ いくつかのグループに発表させてクラス内での対話を行う。	・ 説明の仕方が異なるグループを中心に行う。
⑦課題に対する自分の説明を行う。 ・ 課題提示直後の自分の考えと比較する。	学習の成果

はじめとおわりに使うワークシート

<はじめに>

科学的に言うと雲とは何でしょうか。また、雲はどのようにしてできるのでしょうか？今のあなたの考えを、簡単に説明してみてください。（絵や図を使ってもかまいません）

<おわりに>

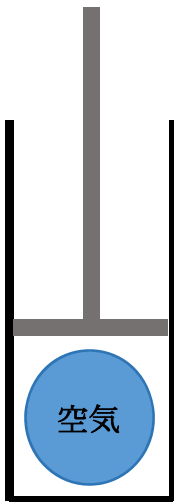
あらためて、科学的に言うと雲とは何でしょうか。また、雲はどのようにしてできるのでしょうか？今日学んだことをふまえて、簡単に説明してみてください。（絵や図を使ってもかまいません）

エキスパート活動に使うワークシート（A）

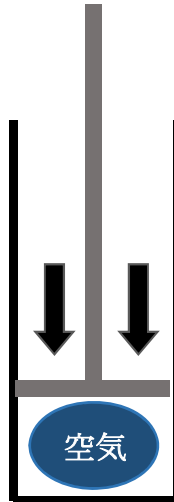
A 空気の体積と温度

- 空気の体積は温度によって変化します。空気に熱を加えて温度を上げると、膨張（ぼうちょう）して体積が増えます。気球をふくらませるとき、大きなガスバーナーで空気を熱しているのを見たことがある人もいるでしょう。これは、熱 というエネルギーが体積を増やすことに使われるからと考えることができます。空気を冷やして温度を下げると、体積が小さくなります。これは、熱エネルギーが失われ体積を増やせなくなったからと考えることができます。
- 空気の体積は、空気にかかる圧力を変化させることによっても変化します。熱を加えたり冷やしたりしなくても、空気にかかる圧力を下げれば体積が増えますし、空気にぎゅっと圧力をかければ体積が減ります。先程の実験では、人の力でペットボトルの中の空気にかかる圧力を変化させました。
- では、圧力の変化によって空気の体積が変わったとき、空気の温度はどうなるのでしょうか。実はこのとき、体積の変化に伴って温度も変化しています。圧力を下げて体積を大きくしてやると（膨張）、熱エネルギーが体積を増やすことに使われ温度が下がります。この現象を「断熱膨張」といいます。逆に空気に圧力をかけて体積を小さくしてやると、空気の体積を増やしていたエネルギーが熱エネルギーに変わり、温度が上がります。この現象を「断熱圧縮」といいます。

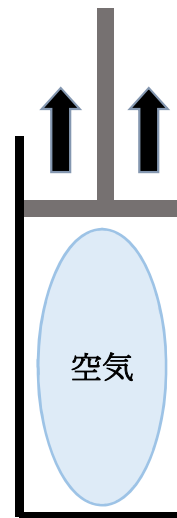
「通常の状態」



「断熱圧縮」



「断熱膨張」



問：ピストンをひいたとき、ペットボトルの中の空気の体積と温度はどう変化していたでしょうか。

エキスパート活動に使うワークシート（B）

B 空気中の水蒸気と温度

- 「水蒸気」とは、水が蒸発して気体になったものです。「水蒸気」という言葉は、普段、湯をわかしたときに出てくる「湯気」と同じ意味で使われることもありますが、科学の世界では、「湯気」と「水蒸気」は区別してとらえられます。
- 水蒸気は、水を熱さないで出てこないわけではありません。水を皿などに入れておくと、知らない間に水が減ってしまうことがあります。これは、常温でも水が少しずつ蒸発して気体の水蒸気になり、空気中へ出て行くためです。自然界でも、海や川などにある水は少しずつ蒸発し、気体の水蒸気となって空気中に出ていっています。そこで、私たちの周りには、いつもある程度の水蒸気が含まれています。

画像削除
(飽和水蒸気量を示したグラフと空気の温度が下がった時に空気中の水蒸気が凝結する様子を示した棒グラフ)

例) この空気の温度が15度まで下がると、赤い分の水蒸気が凝結する

- 空気中に含まれている水蒸気は、空気の温度が下がると、目に見える水として出てきます。空気が含むことのできる水蒸気の量は温度によって決まっています。ある温度の空気が含むことのできる最大の水蒸気量を、「飽和水蒸気量」と言います。「飽和」というのは、「お腹がいっぱいになって満足する」という意味です。温度が下がると、少しの水蒸気しか含むことができません。だから、含まれなくなった水

蒸気が水になって出てくるのです。これを「凝結（ぎょうけつ）」と言います。

- 冷たい飲み物を飲むとき、コップの表面が白くくもっていることがあります。このくもりの正体も、空気中に含まれている水蒸気が冷えて水になったものです。このとき、温度がもっと下がると、より多くの水蒸気が水になって出てきます。そこでコップにつく水の粒は大きくなり、水滴となってこぼれたりします。

画像削除
(冷たいコップについて水滴の写真とイラスト)

問：ピストンを引いたとき、目に見える白いくもりができたのはなぜだと考えられるでしょうか。

エキスパート活動に使うワークシート（C）

C すがたを変える水

- 水は温度によって、固体（氷）、液体（水）、気体（水蒸気）と姿を変えます。このように目に見えたり見えなくなったりするのは、水がとても小さな粒（分子）からできているためなのです。気体のとき、水の分子はバラバラになっていて1つひとつが見えませんが、温度が下がって液体になったときは、水の分子が集まっています。そのため、目に見えるのです。

画像削除
(水が気体、液体、固体と姿を変える様子を示した図と写真)

- 水の分子の1つひとつはとてもとても小さく、顕微鏡でも見ることはできません。私たちに見える一番小さいサイズの水滴に「湯気」がありますが、湯気一粒には、大ざっぱに言って、1兆×10000個くらいの水の分子が含まれているのだそうです。

- 気体が冷やされて水になるときや、水が冷やされて固体になるとき、核となる物質（凝結核（ぎょうけつかく）と呼びます）があると、水の分子はより集まりやすくなります。右の図はその時の様子を拡大してわかりやすく表してみたものです。

自然界では、砂ぼこりや火災の際に出る煙、人間の出す排気ガスなどが空気中に浮遊しています。空気の温度が低くなると、これらの粒が核となって、水の分子が集まります。

画像削除
(ちりなどのまわりに水の分子が集まる様子を示した図)

問：ペットボトルの実験で、線香の煙はどのようなはたらきをしたと考えられるでしょうか。資料を参考にして説明してみてください。

ジグソー活動に使うワークシート

先ほどの実験では、次の3つの手順でペットボトルの中に雲をつくりました。

- ① ペットボトルを水でぬらしておく
- ② ペットボトルの中に線香の煙を入れる
- ③ ペットボトルに注射器を接続し、注射器のピストンを引く

ペットボトルの中では何が起こり、どのようにして雲が生じたのでしょうか。3種類の資料から得た情報を組み合わせ、

- 雲とはどういうものか
 - ペットボトルの実験でどのようにして雲ができたのか
- について、下の図に絵や言葉を描き込んで説明して下さい。

