

はじめに

1. 研究の目的

これからの時代に求められる資質・能力は、おおよそ、(1) 自律的活動、(2) 問題解決、(3) 論理的思考、(4) コミュニケーション、(5) クリティカル・シンキングなどである。本研究では、(1)～(5)のすべての資質・能力を扱うことができないので、主に、28年度は論理的思考、29年度はクリティカル・シンキングに焦点を当てて研究を行った。

まず、28年度の研究である論理的思考は、いろいろなとらえ方がある。論理的思考に関する一番単純な形式は、主張とその根拠という2項関係である。そこで、理科学習指導では、①結果とそれを裏付ける根拠、あるいは、②結論とそれを裏付ける事実やデータ、という関係で具体的になる。ここで、理科学習指導において、①あるいは②の実態を顕在化し、それにもとづく手立てを明らかにすることが論理的思考の育成の課題となる。

また、29年度の研究であるクリティカル・シンキングは種々の考え方がある。ここでは、③データから結果の導出過程、あるいは、④問題発見から結論の導出過程に焦点化する。そのため、理科学習指導では、③あるいは④の実態を明確にし、そのための手立てを明らかにすることがクリティカル・シンキングの育成の課題となる。

2. 研究の方法

前項で述べた課題意識のもとに、以下の研究方法を用いた。

論理的思考力の育成に関する研究方法は、次のように考える。例えば、一つの単元を例にして、論理的思考が顕在化しているいくつかの場面を取り上げる。次に、その場面で前項の①あるいは②の実態を顕在化する。そして、生徒が論理的に妥当な思考を展開するための教師の手立てを明らかにする。

次に、クリティカル・シンキングの育成に関する研究方法は、次のように考える。例えば、一つの問題解決過程を例に、クリティカル・シンキングが顕在化している場面を取り上げる。次に、その場面で前項の③あるいは④の実態を顕在化する。そして、生徒がクリティカル・シンキングを展開していくための教師の手立てを明らかにする。

本書は、前項で述べたような方法を用いて得た研究成果を次章で報告する。

研究代表者 角屋重樹

目 次

はじめに	1
第1章 研究の概要	5
1. 研究の目的	
2. 研究の方法	
3. 研究計画の概要と組織	
4. 研究の成果	
第2章 理科における論理的思考力の育成	9
1. 論理的思考力の育成に関する考え方と学習指導案の構成 (指導案の作成意図)	10
2. 論理的思考力を育成するための学習指導 論理的思考力を育成するための「手立て」に関する指導案	
1. 力による現象—水中の物体にはたらく力— (1年・1分野)	13
2. 植物の体のつくりとはたらき—葉のつくりとはたらき— (1年・2分野)	35
3. 大地の成り立ちと変化—大地の歴史を読み取る— (1年・2分野)	45
4. 回路と電流・電圧—並列回路の電圧— (2年・1分野)	55
5. 化学変化と物質の質量—化学変化と質量の保存— (2年・1分野)	65
6. 化学変化と物質の質量—化学変化と質量の保存— (2年・1分野)	77
7. 動物の体のつくりとはたらき—生命を維持するはたらき— (2年・2分野)	89
第3章 理科におけるクリティカル・シンキングの育成	97
1. クリティカル・シンキングの育成に関する考え方と学習指導案の構成 (指導案の作成意図)	98
2. クリティカル・シンキングを育成するための学習指導 クリティカル・シンキングを育成するための「手立て」に関する指導案	
1. 光による現象—光が異なる物質を通りぬけるときのようす— (1年・1分野)	105
2. 物質のすがた—いろいろな物質とその性質— (1年・1分野)	113
3. 葉・茎・根のつくりとはたらき—蒸散— (1年・2分野)	119
4. 気象とその変化—水蒸気の変化 露点の測定にこだわる— (2年・2分野)	127
5. 化学変化とイオン—酸・アルカリとイオン— (3年・1分野)	135
6. 地球と宇宙—惑星と恒星— (3年・2分野)	143

第1章 研究の概要

第1章 研究の概要

1. 研究の目的

文部科学省初等中等教育局教育課程課の平成26年3月31日の報告書「育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会－論点整理－」によれば、これからの時代に求められる資質・能力は、おおよそ、(1) 自律的活動、(2) 問題解決、(3) 論理的思考、(4) コミュニケーション、(5) クリティカル・シンキングなどである。本研究では、その中の論理的思考とクリティカル・シンキングに焦点を当てて研究する。

論理的思考には種々の考え方があるが、本研究では、主張とその根拠という2項関係として捉えている。理科学習指導においては、結論を導く際に用いた結果がどうして結論と関連するかという「結果とそれを裏付ける根拠」、あるいは、結論を導く際に用いた根拠は何かという「結論とそれを裏付ける事実やデータ」という視点で具体的にになる。この視点を踏まえて、論理的思考力の育成を図るための手立てを明らかにする。

また、クリティカル・シンキングには種々の考え方がある。しかし、ここでは、クリティカル・シンキングを複眼的・多面的で建設的な思考であると捉え、議論において他者の意見をねじ曲げ打ち負かすといったようなものではなく、自分の考えを反省的に振り返るなど個人の自立や自己改変、自分をより良くするためのクリティカル・シンキングの育成を図るための手立てを明らかにすることを研究の目的とする。

2. 研究の方法

論理的思考力の育成に関する研究方法として、まずは、一つの単元を例にして、論理的思考が顕在化しているいくつかの場面を取り上げる。次に、その場면을、「結果とそれを裏付ける根拠」あるいは「結論とそれを裏付ける事実やデータ」という視点で論理的思考の実態を分析する。そして、分析した結果を踏まえて、生徒が論理的に妥当な思考を展開するための教師の手立てを数種の単元で明らかにする。

また、クリティカル・シンキングの育成に関する研究方法として、まずは、一つの問題解決を例として取り上げる。次に、クリティカル・シンキングは文脈から切り取って考えるのではなく、「目的に沿った実験となっているか」「実験からこの結論がいえるのか」などの問題解決の流れにおいて育成する必要があるという考えに基づき、データから結果を導出する過程や、問題発見から結論を導出する過程における実態を顕在化する。そして、そこで生徒がクリティカル・シンキングを展開していくために必要な教師の手立てについて具体的に探っていくことにする。

3. 研究計画の概要と組織

<1年次>

1年次は、主に、論理的思考力を育成する教師の手立てについて研究する。

<2年次>

2年次は、主に、クリティカル・シンキングを育成する教師の手立てについて研究する。

(研究組織)

氏名	所属	分担
角屋 重樹	日本体育大学 児童スポーツ教育学部	総括（研究会の運営） 論理的思考力およびクリティカル・シンキングを育成するための手立ての明確化
木下 博義	広島大学 教育学研究科	副総括（研究会の運営） 論理的思考力およびクリティカル・シンキングを育成するための手立ての明確化
寺本 貴啓 ^{*1}	國學院大學 人間開発学部	副総括（研究会の運営） 論理的思考力を育成するための手立ての明確化
松浦 泰博	広島市立井口中学校	（中学校実践者との連携） 論理的思考力およびクリティカル・シンキングを育成するための手立ての明確化
雲財 寛	日本体育大学 大学院教育学研究科	（運営事務） 論理的思考力およびクリティカル・シンキングを育成するための手立ての明確化
桂木 浩文	広島市立安佐南中学校	論理的思考力およびクリティカル・シンキングを育成するための手立ての明確化 （第1分野担当）
佐伯 貴昭	熊野町立熊野中学校	論理的思考力およびクリティカル・シンキングを育成するための手立ての明確化 （第1分野担当）
川口 健史	広島市立二葉中学校	論理的思考力およびクリティカル・シンキングを育成するための手立ての明確化 （第1分野担当）
小坂 弘尚 ^{*2}	広島県立 広島中・高等学校	クリティカル・シンキングを育成するための手立ての明確化 （第1分野担当）
平賀 博之	広島大学附属 福山中・高等学校	論理的思考力およびクリティカル・シンキングを育成するための手立ての明確化 （第2分野担当）
玉木 昌知	広島県教育委員会	論理的思考力およびクリティカル・シンキングを育成するための手立ての明確化 （第2分野担当）
野上 真二	広島市教育センター	論理的思考力およびクリティカル・シンキングを育成するための手立ての明確化 （第2分野担当）
藤迫 竜太 ^{*2}	広島市立牛田中学校	クリティカル・シンキングを育成するための手立ての明確化 （第2分野担当）
植田 悠未 ^{*1}	広島大学教育学研究科 大学院生	（運営事務） 論理的思考力を育成するための手立ての具体化についての校正等
山崎 直人 ^{*2}	広島大学教育学研究科 大学院生	（運営事務） クリティカル・シンキングを育成するための手立ての明確化についての校正等
中山 貴司 ^{*2}	広島大学附属東雲小学校 大学院生	（運営事務） クリティカル・シンキングを育成するための手立ての明確化についての校正等

平成29年度の所属を記載。※1 平成28年度までの委員，※2 平成29年度からの委員

4. 研究の成果

1年次においては、論理的思考が顕在化しているいくつかの場面を取り上げ、その場面において、結果とそれを裏付ける根拠、あるいは、結論とそれを裏付ける事実やデータという視点で論理的思考の実態を分析した結果、次の5点に整理できる手立てが明らかになった。

- ①学習内容に関わる既習事項を細かく整理した例を提示するという手立て
- ②仮説の記述の際に問題解決のプロセスを示すことなど、論理的な飛躍がないかを確認させていく手立て
- ③論理的に妥当な仮説を立てさせるために他の班と互いに仮説を交流させるなどの手立て
- ④教師が学習内容に関わる既習事項を整理した例として提示するなどの手立て
- ⑤既習事項と事象とを関連付けさせることで仮説を設定させる教師の手立て

2年次においては、クリティカル・シンキングが顕在化しているいくつかの場面を取り上げ、その場面において、データから結果の導出過程、あるいは、問題発見から結論の導出過程に焦点化しクリティカル・シンキングの実態を分析した結果、次の5点に整理できる手立てが明らかになった。

- ①視点を持たせて話し合わせるという手立て
- ②細かい指示なしで実験させ、結果のばらつきを基に、そうなった理由について考えさせるという手立て
- ③自分の考えを持たせた後、その考えを他者（他のグループ）に説明させ、それに対して、視点を持たせて質問させるという一連の手立て
- ④教科書に記載されている実験方法を基にして子供自ら実験方法を考えさせ、結果から実験方法を振り返らせるという手立て
- ⑤話型を用いて考えさせたり、模型を用いて考えが正しいかどうか確認させたりするという手立て

第2章 理科における論理的思考力の育成

第2章 理科における論理的思考力の育成

1. 論理的思考力の育成に関する考え方と学習指導案の構成（指導案の作成意図）

論理的思考が顕在化しているいくつかの場面を取り上げ、その場面において、結果とそれを裏付ける根拠、あるいは、結論とそれを裏付ける事実やデータという視点で論理的思考の実態を分析した結果、論理的思考力を育成する手立てとして、次の5点に整理できることが明らかになった。

- ①学習内容に関わる既習事項を細かく整理した例を提示するという手立て
- ②仮説の記述の際に問題解決のプロセスを示すことなど、論理的な飛躍がないかを確認させていく手立て
- ③論理的に妥当な仮説を立てさせるために他の班と互いに仮説を交流させるなどの手立て
- ④教師が学習内容に関わる既習事項を整理した例として提示するなどの手立て
- ⑤既習事項と事象とを関連付けさせることで仮説を設定させる手立て

以上の考えに基づき、指導案を作成するにあたっては、一般的な指導案で示される事柄や既習事項、授業内で想定される教師と生徒との具体的なやりとりに加えて、単元の特性と論理的思考との関係や論理的思考を育成するための手立てについて具体的に明示することにした。ここでは、中学校第2学年「回路と電流・電圧－並列回路の場合－」の指導案を例として、指導案の構成や見方について解説する。

まず、見出しでは今回取り上げた単元、論理的思考力を育成する場面とその際の手立てが示されている。場面、手立ての欄に着目すると（図1）、図1に示すように、仮説設定場面で上記の②、③、⑤の手立てを用いて論理的思考力の育成を図ろうとしていることが伺える。

単元	場面	論理的思考力を育成する 教師の手立て
回路と電流・電圧	仮説設定場面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 仮説設定に必要な要素や既習事項を生徒とともに確認する。 → 手立て⑤ ・ 現象（事実）と仮説をつなぐ論拠を明確にさせる。 → 手立て② ・ 班の仮説を他の班と交流し、互いに指摘・反論・再検討させる。（派遣員方式） → 手立て③

図1 論理的思考力を育成するための手立て（例）

次に、指導案の構成については、上述の通り、一般的な指導案に加え、教師と生徒のやりとりや、論理的思考力を育成するための手立てを明示している。その特徴が顕著である、本時の流れの一部を次項に示しながら説明する。

左側に本時の展開及び論理的思考力を育成するための手立て、右側に授業を進めるにあたっての留意事項を記載している。前項の見出しの通り、仮説設定場面において、論理的思考力を育成するための具体的な手立てが示されている。

5. 各自で並列回路の電圧の大きさについて、仮説を立てる。

6. 班で話し合い、発表シートをつくる。

7. 班で話し合った意見を、派遣員方式により他の班に説明する。

- 派遣員方式の確認をする。
 - ・班内を2チームに（1～2人）に分け、AチームとBチームとする。
 - ・意見の異なる班と交流し、説明をする。
- Aチームが他の班に行き、説明をする。Bチームは他の班から来た派遣員の説明を聞く。
- 自分の班に戻って、受けた質問などをシェアし、Bチームの説明を補強する。
- Bチームが他の班に行き、説明をする。Aチームは他の班から来た派遣員の説明を聞く。
- 自分の班に戻って受けた質問などをシェアし、班の意見を補強する。

論理的思考力育成の手立て

前項の③の手立てを踏まえ、派遣員方式を採用していることが伺える。

- 派遣員方式とは、班を2人組に分け、他の班に行き自分の班の意見を説明する方式である。
- 説明を聞いた後、質問（つっこみ）を入れさせる。
- 質問する内容を確認する。
 - ・事実が説明できているか。
 - ・理由が納得のいくものか。
 - ・自分たちの意見と違うところを指摘する。
- 机間指導を行い、説明や質問が足りない班には、助言を行う。
- Aチームは自分たちが受けた質問をBチームに報告させ、自分たちの意見を補強させる。
 - ・この時点で仮説を変えたり、修正してもよいことを伝える。
- 説明を聞いた後、質問（実験の不備や説明不足のところなど）をさせる。
 - ・机間指導を行い、説明や質問が足りない班には、助言を行う。
- Bチームは自分たちが受けた質問をAチームに報告させ、自分たちの意見を補強させる。

S1：私たちの班の仮説は、並列回路の電圧の大きさはどこでも同じになると思います。理由は、電圧を高さで考えると、すべて同じになります。だから、豆電球の明るさも同じになるんだと思います。

S2：でも、並列回路の電流を計ったときは、豆電球によって大きさが違ったし、和になっていたでしょ。これはどう説明するんですか？

S1：モデルで考えると、電流は分かれるけど、高さは同じになります。

S3：私たちの班の仮説は、並列回路の電圧の大きさは、それぞれの豆電球に加わる電圧の和が電源の電圧になると思います。理由は、並列回路の電流を測定したときに、和になったからです。

S4：でも、豆電球の明るさは同じになるというのは、どう説明がつくんですか？

S3：明るさは電流には関係ないと思います。

S4：でも、直列回路の時は電圧は違っていても明るさも違ったから、明るさに電圧は関係ないんじゃない？

備考欄

生徒同士の交流手段として利用している派遣員方式の進め方や注意点が記載されている。

生徒同士のやり取り

吹き出し形式で生徒同士のやり取りを記載。派遣員方式を採用した際に予想される生徒の発言例が明示されている。

2. 論理的思考力を育成するための学習指導

論理的思考力を育成するための「手立て」に関する指導案 1

単元名：力による現象

—水中の物体にはたらく力—

広島市立口田中学校
桂木 浩文

提案者	単元	場面	論理的思考力を育成する 教師の手立て
桂木 浩文	力による現象	仮説設定 場面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 仮説設定に必要な要素を生徒に示す。 ・ 出会った現象について、仮説の要素一つ一つに対応するのは何かを、スモールステップで考えていく。 ・ 要素すべてについて考えがでそろったところで、確認をする場面を設定する（振り返り）。 ・ 確認できた内容をもとに、仮説を自分なりに記述させる。 この際、記述のためのお手本を示す。
		考察場面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 考察に必要な要素を生徒に示す。 ・ 考察を記述する前に、仮説から実験結果までを振り返る場面を設定する。（振り返り） ・ 仮説設定と同様に、お手本をもとに考察を記述させる。

I 学習指導要領

1 小学校

第4学年

「A 物質とエネルギー」

(1) 空気と水の性質

閉じ込められた空気及び水に力を加え、その体積や押し返す力の変化を調べ、空気及び水の性質についての考えをもつことができるようにする。

ア 閉じ込められた空気を圧すと、体積は小さくなるが、押し返す力は大きくなること

イ 閉じ込められた空気は押し縮められるが、水は押し縮められないこと。

2 中学校

[第1分野]

(1) 身近な物理現象

身近な事物・現象についての観察、実験を通して、光や音の規則性、力の性質について理解させるとともに、これらの事物・現象を日常生活や社会と関連付けて科学的にみる見方や考え方を養う。

イ 力と圧力

(ア) 力の働き

物体の力を働かせる実験を行い、物体に力が働くとその物体が変形したり動き始めたり、運動の様子が変わったりすることを見いだすとともに、力は大きさと向きによって表されることを知ること。

(イ) 圧力

圧力についての実験を行い、圧力は力の大きさと面積に関係があることを見いだすこと。また、水圧や大気圧の実験を行い、その結果を水や空気の重さと関連付けてとらえること。

Ⅱ 今回の提案について

1 研究の目的・方法との関係

本研究の目的は、生徒が論理的に妥当な思考を展開するための教師の手立てを、明らかにすることである。

目的を達成するために、一つの単元を例に論理的思考が顕在化しているいくつかの場面を取り上げる。次にその場面で、①結果とそれを裏付ける根拠、あるいは、②結論とそれを裏付ける事実やデータ、という関係の実態を顕在化する。そして、生徒が論理的に妥当な思考を展開するための教師の手立てをその単元で明らかにする、という方法を用いた。

研究の結果、生徒が論理的に妥当な思考を展開するための教師の手立てとして、以下のことが明らかとなった。

仮説の記述の際に問題解決のプロセスを示すことなど、論理的な飛躍がないかを確認させていく手立て

2 教師の手立て

生徒の中には、適切な「仮説」「結果」「考察」「結論・まとめ」を書くことができない、あるいは、「考察」そのものを書き落としてしまうなど、飛躍のある文章を書いてしまう生徒が存在する。このような現状に対する手立てとしては、「仮説」や「考察」を構成する要素を示すこと、問題解決の全体の過程を示すことなどが挙げられる。例えば仮説が成立するための三つの条件は、①問題に対する答えになっているか、②根拠があるか、③検証方法があるか、である。つまり、これらの条件を満たさない思い付き等は仮説とはいえない。

以上のことをもとに、上述した教師の手立てについて以下の場면을観点として述べる。

- (1) 仮説設定の場面について
- (2) 考察の場面について

(1) 仮説設定場面について

①既習事項を示す。(活用だから)

②仮説設定に必要な要素を生徒に示す。

ア 問題を説明している。

イ 根拠がある。

ウ 実験可能性を示している。

③出会った現象について、仮説の要素一つ一つに対応するのは何かを、スモールステップで考えていく。

④要素すべてについて考えがでそろったところで、確認をする場面を設定する。
(振り返り)

⑤確認できた内容をもとに、仮説を自分なりに記述させる。

この際、記述のためのお手本を示す。

お手本は、以下に示すような問題解決の過程に沿っている。

【問題解決の過程】

- ・ 問題の把握
- ・ 仮説の設定
- ・ 実験計画
- ・ 実験
- ・ 実験結果の整理
- ・ 考察

(2) 考察の場面について

①考察に必要な要素を生徒に示す。

- ア 自分自身が立てた仮説を明らかにする。
- イ 実験結果を明らかにする。
- ウ 実験結果と自分自身が立てた仮説（実験結果の予想）とを比較する。
- エ ウの結果，仮説は採用されるのか，それとも棄却されるのか，を判断する。
- オ 以上のことから，いえることは何なのかを明らかにする。

②考察を記述する前に，仮説から実験結果までを振り返る場面を設定する。 (振り返り)

③仮説設定と同様に，お手本をもとに考察を記述させる。


考察を記述するためには仮説との関係があるため，今回の提案では仮説の記述と考察の記述の両方を提案する。

なお，以下の点を考慮に入れて指導案を作成した。

- ア 生徒の実態としては，仮説設定，考察について十分にはできていない状況である。
- イ 初任者の教員が「これならできる」と，とらえられる授業展開である。
- ウ 指導案の「本時の展開」は，話型を用いた指導案とする。
- エ 導入の工夫（物語風にする。見通しをつけるために，本時の流れを生徒と確認する。）

3 提案内容

これまで述べてきた教師の手立てを用いた授業展開の詳細を、以下の単元をもとに示す。

学 習 活 動	教 師 の 支 援
<p>1. 水の中に手を入れて、水圧を体感する。</p> 	<p>1. ビニール袋に入れた手を、水槽の中の水に入れさせる。</p> <p>この際、①水面近く、②水槽の底近く2地点での水圧を体感させ、比較させる。</p> <p><u>(問題をつかむ手立て)</u></p> <p>本時のゴム膜を張った器具で実験を行う際使用する水槽を、ここでも生徒に使用させる。</p> <div data-bbox="657 846 1353 1368" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 20px;"> <p>T：今日はこんな物をもってきたよ。みんなにあることを体験してもらおうと思っているんだ。</p> <p>S1：なんでしょう？</p> <p>T：こうやって、ビニール袋の中に手を入れて、濡れないように気をつけて水槽の水に入れてごらん。</p> <p>S2：おー。なんか、ビニール袋が手にまとわりついてきますね。</p> <p>S1：なんだか、周りから手に押しつけられているみたい。</p> <p>T：そうだね。じゃあ、次の2カ所で比べてごらん。</p> <p>①水面近く</p> <p>②水槽の底近く</p> </div>

S 2 : はい。なんか、底の方が水面近くより、ま
とわりつき方が強いような気がしますね。
S 1 : 確かに、違うわ。底の方が、ビニール袋を
手に押しつける力が強くなった感じがする。
T : 違いは、わかるみたいだね。

2. 水による圧力を「水圧」ということを
知る。

水中にある物体には、水から圧力がはたら
いている。
水による圧力を、水圧という。

3. 本時のねらいを知る。

T : 今日は、「水面からの深さ」と「水圧の大き
さ」との関係を、説明できるようになってほ
しいんだ。「水圧の大きさ」は、言い換える
とビニール袋を手に押しつける圧力の大きさ
になるね。
S 1 S 2 : はい。

「水面からの深さ」と「水圧の大きさ」との関係を、説明することができる。

4. 問題を把握する。

4. ビニール袋に入れた手を、水槽の中の
水に入れた時のことを、想起させる。
この際、①水面近く、②水槽の底近く
2地点での水圧を体験し、比較したこと
を想起させる。(問題をつかむ手立て)

T：じゃあ、仮説を立てる準備をしていくよ。水圧は、各自で体験することができたね。「水面からの深さ」についてはどうかな。みんなが体験したのは2カ所。

①水面近くと、②水槽の底近く
だったね。水面からの深さで表現すると、どうなるかな。

S1：①水面からの深さが浅いところ
②水面からの深さが深いところですね。

T：そうだね。そうすると、「水面からの深さ」と「水圧の大きさ」との関係については、水面からの深さが深くなるほど、

①何が
②どうなる
という表現ができるかな。

S1：そうですね。書いてみましょうよ。

S2：そうだね。ちょっと、待ってよ。

【記述例】

水面からの深さが深くなるほど、水圧の大きさは大きくなる。

5. 根拠を示す。

T：そのように考えたのは、どうしてかな。

S2：だって、さっき水槽の水に手を入れたら、明らかに違ってたよね。

S1：そうよ。水槽の底の方が、確かにビニール袋が強く押しつけられたわ。

S2：まわりつき方が、違ってたよな。

T：そうすると、根拠を付け加えて、自分たちの考えを記述すると、どうなるかな。

S1：はい。

S2：これに、「なぜなら」と続けて書くのだから…。

【記述例】

水面からの深さが深くなるほど、水圧の大きさは大きくなる。なぜなら、手を入れたビニール袋を水槽の水の中に入れると、水面からの深さが深いほど手にビニール袋を押さえつける力が大きくなるのを感じたから。

6. 実験可能性をさぐる。

6. ①何を用いて、②どのような操作をして、③どのような結果が得られそうか、を予想させる。(手立て)

T：水面からの深さが異なると、ビニール袋を手押しつける力の大きさが異なることを、確かめられればいいんだけど…。先ほどの実験でのみんなの感じ方は、個人によって異なるからなあ。だれが見ても、力の大きさが異なることを確かめないといけないからね。前回の授業では、何を用いたかな。

S1：大きなスポンジとか、紙コップを使っていましたよ。

S2：そうだけど、どっちも水の中じゃあ役に立たないよ。

S1：あっ。教科書にゴム膜が出ていますよ。

S1：ゴムの膜なら，力の大きさによってへこみ具合が異なることがよくわかるよね。水中でも使えるね。前の時間の授業でスポンジを用いたのと似ているね。

S2：そうそう。

T：では，そのゴム膜のへこみ具合は，どのように変化するかな。

㊦水圧の大きさの変化にともなって

㊧ゴム膜のへこみ具合がどのように変化するのかを表現してごらん。

S1 S2：はい。

S2：㊦水圧の大きさが大きくなるほど

㊧ゴム膜のへこみ具合も大きくなるはずで

す。

T：そんな結果になりそうだね。

S1 S2：いい感じ。

T：じゃあ，ゴム膜のへこみ具合は，水槽の中のどのあたりで確かめると良いかな。

S1：水面近くと，底の近くですね。

T：そうだね。

7. これまで進めてきた内容を振り返る。

7. 仮説を設定するために，考えてきたことを，以下の手順で確認しながら振り返る。(手立て)

①問題を把握したこと

②この問題を説明する仮説を設定すること

③設定した仮説の根拠を示すこと

④仮説を検証するための実験について可能性を示すこと

T：じゃあ、ここまでみんなで一緒に考えてきたことを整理してみようか。

S 2：はい。

S 1：やってみましょうよ。

○本時の目標

① 「水面からの深さ」と「水圧の大きさ」との関係を、説明することができる。

振り返り

②水面からの深さが深くなるほど、水圧の大きさは大きくなる。

③なぜなら、手を入れたビニール袋を水槽の水の中に入れると、水面からの深さが深いほど手にビニール袋を押さえつける力が大きくなるのを感じたから。

④水圧の大きさは、ゴム膜を使い、膜のへこみ具合の違いで調べられる。

仮説どおり、水槽の底近くの水圧が大きければ、膜のへこみ具合は大きくなる。水面近くの水圧が小さければ、膜のへこみ具合は、小さくなる。

8. 仮説を設定する。

8. 振り返ったことを用いて自分なりに仮説を設定する。お手本を参考にしながら、設定した仮説を記述する。(手立て)

T：じゃあ、整理したことを用いて、仮説を設定してみようか。

S 2：はい。

S 1：やってみましょうよ。

○設定した仮説の記述の例

水面からの深さが深くなるほど、水圧の大きさは大きくなる。
なぜなら、手を入れたビニール袋を水槽の水の中に入れると、水面からの深さが深いほど手にビニール袋を押さえつける力が大きくなるのを感じたから。
水圧の大きさは、ゴム膜を使い、膜のへこみ具合の違いで調べられる。
仮説どおり、水槽の底近くの水圧が大きければ、膜のへこみ具合は大きくなり、水面近くの水圧が小さければ、膜のへこみ具合は、小さくなるだろう。

9. 実験を計画する。

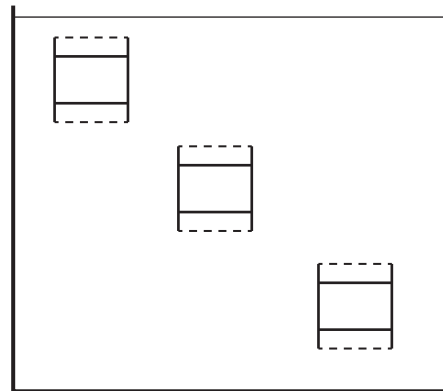
9. 振り返った内容を用いながら計画を立てる。

T : じゃあ、整理したことを用いて、仮説が正しいかどうかを確かめる実験を計画しよう。
S 2 : はい。
S 1 : やっていきましょうよ。
S 2 : わかりました。

実験の手順

- ①ゴム膜が張られた器具を用意する。
- ②手順①の器具を水の中に沈める。
- ③水の水面からの深さを変化させる。
- ④水面からの深さを変化させ、それにともなって変化するだろうゴム膜のへこみ具合を記録する。

※実験結果の予想を図に表現させることも考えられる。

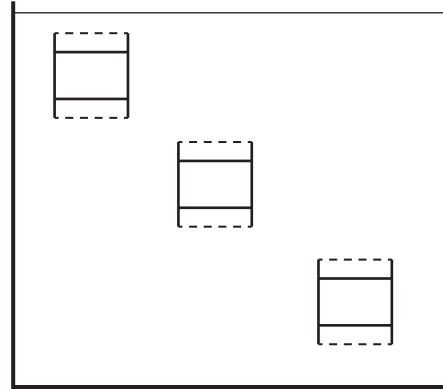


10. 実験を実施する。

10. 水圧の向きについてはふれない。まず今回の実験では、「水面からの深さ」と「水圧の大きさ」との関係だけを実験で確かめる。

11. 実験結果を整理する。

- 水面近くよりも，水槽の底近くの方が，ゴム膜のへこみ具合は，大きくなった。
- 実験結果を図（ゴム膜のへこみ具合）で表現させることも考えられる。



12. 考察を行う。

12. 考察を行うために，これまでの振り返りを行う。（手立て）

- ①本時の目標
- ②仮説
- ③実験結果（図でも良い）

T：実験は思うようにできたかな。実験結果も整理できただろうから，これまでの流れを振り返ってみよう。

S2：そうですね。

S1：確かに整理しないと何が問題なのか，がややふやになりそうだわ。

本時の目標	
	「水面からの深さ」と「水圧の大きさ」との関係を、説明することができる。
仮説	
	<p>水面からの深さが深くなるほど、水圧の大きさは大きくなる。なぜなら、手を入れたビニール袋を水槽の水の中に入れると、水面からの深さが深いほど手にビニール袋を押さえつける力が大きくなるのを感じたから。</p> <p>水圧の大きさは、ゴム膜を使い、膜のへこみ具合の違いで調べられる。仮説どおり、水槽の底近くの水圧が大きければ、膜のへこみ具合は大きくなり、水面近くの水圧が小さければ、膜のへこみ具合は、小さくなるだろう。</p>
実験結果	
	<p>水面近くよりも、水槽の底近くの方が、ゴム膜のへこみ具合は、大きくなった。</p> <p>(図(ゴム膜のへこみ具合)で表現させることも考えられる。)</p>
考察	
まとめ	
	(説明)

お手本に沿って考察を試みることを指導する。(手立て)

T：じゃあ、仮説を立てた時と同じようにお手本に沿って考察をしてみようか。

S2：そうですね。

S1：やってみましょうよ。

13. 自らの仮説を振り返り、記述する。

13. 考察には、まず今回の問題を解決するために、自分自身がどのような仮説を立てたのかを記述することを意識づける。(手立て)

T：まずは、自分自身がどんな仮説を立てて今回の実験に臨んだのかを記述してみよう。お手本をよくみながら、書いてごらん。

S2：はい。

S1：わかりました。

○記入例

私は、今回の目標を達成するために、次のような仮説を設定して、実験を行った。

水面からの深さが深くなるほど、水圧の大きさは大きくなる。なぜなら、手を入れたビニール袋を水槽の水の中に入れると、水面からの深さが深いほど手にビニール袋を押さえつける力が大きくなるのを感じたから。

水圧の大きさは、ゴム膜を使い、膜のへこみ具合の違いで調べられる。仮説どおり、水槽の底近くの水圧が大きければ、膜のへこみ具合は大きくなり、水面近くの水圧が小さければ、膜のへこみ具合は、小さくなるだろう。

14. 実験結果を記述する。

T：次に、実験の結果を記述しよう。

S2：はい。

S1：わかりました。

○記入例

私は、今回の目標を達成するために、次のような仮説を設定して、実験を行った。

水面からの深さが深くなるほど、水圧の大きさは大きくなる。なぜなら、手を入れたビニール袋を水槽の水の中に入れると、水面からの深さが深いほど手にビニール袋を押さえつける力が大きくなるのを感じたから。

水圧の大きさは、ゴム膜を使い、膜のへこみ具合の違いで調べられる。仮説どおり、水槽の底近くの水圧が大きければ、膜のへこみ具合は大きくなり、水面近くの水圧が小さければ、膜のへこみ具合は、小さくなるだろう。

その結果、水面近くよりも、水槽の底近くの方が、ゴム膜のへこみ具合は、大きくなった。

15. 実験結果と仮説（実験結果の予想）を比較する。

15. さらに実験結果と仮説（実験結果の予想）とを比較した結果を、記入することを意識づける。(手立て)

○記入例

私は、今回の目標を達成するために、次のような仮説を設定して、実験を行った。

水面からの深さが深くなるほど、水圧の大きさは大きくなる。なぜなら、手を入れたビニール袋を水槽の水の中に入れると、水面からの深さが深いほど手にビニール袋を押さえつける力が大きくなるのを感じたから。

水圧の大きさは、ゴム膜を使い、膜のへこみ具合の違いで調べられる。仮説どおり、水槽の底近くの水圧が大きければ、膜のへこみ具合は大きくなり、水面近くの水圧が小さければ、膜のへこみ具合は、小さくなるだろう。

その結果、水面近くよりも、水槽の底近くの方が、ゴム膜のへこみ具合は、大きくなった。この実験結果は、私が予想した実験結果と一致する。

16. 仮説は正しいのか、間違っているのかを判断する。さらに、そのことからどんなことがいえるのか、を記述する。

T：最後に、自分自身が立てた仮説は正しいのか、間違っているのかを判断しよう。その結果、どんなことがいえるのかを記述してごらん。

S 2：はい。

S 1：わかりました。

○記入例

私は、今回の目標を達成するために、次のような仮説を設定して、実験を行った。

水面からの深さが深くなるほど、水圧の大きさは大きくなる。なぜなら、手を入れたビニール袋を水槽の水の中に入れると、水面からの深さが深いほど手にビニール袋を押しえつける力が大きくなるのを感じたから。

水圧の大きさは、ゴム膜を使い、膜のへこみ具合の違いで調べられる。仮説どおり、水槽の底近くの水圧が大きければ、膜のへこみ具合は大きくなり、水面近くの水圧が小さければ、膜のへこみ具合は、小さくなるだろう。

その結果、水面近くよりも、水槽の底近くの方が、ゴム膜のへこみ具合は、大きくなった。この実験結果は、私が予想した実験結果と一致する。

このことから考えると私が立てた仮説どおり、水面からの深さが深くなるほど、水圧の大きさは大きくなる、といえる。

仮説と考察のゆがみがないのかを確認するために、これまでの振り返りを行う。

(手立て)

T：なんとか記述できたかな。

S 2：なかなか難しいなあ。

S 1：そうね。でも頑張ったじゃない。

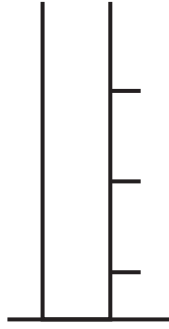
T：そうだね。じゃあ頑張ったのを、初めから振り返ってみようかな。

S 1 S 2：お願いします。

本時の目標	
	「水面からの深さ」と「水圧の大きさ」との関係を、説明することができる。
仮説	
	<p>水面からの深さが深くなるほど、水圧の大きさは大きくなる。なぜなら、手を入れたビニール袋を水槽の水の中に入れると、水面からの深さが深いほど手にビニール袋を押さえつける力が大きくなるのを感じたから。</p> <p>水圧の大きさは、ゴム膜を使い、膜のへこみ具合の違いで調べられる。仮説どおり、水槽の底近くの水圧が大きければ、膜のへこみ具合は大きくなり、水面近くの水圧が小さければ、膜のへこみ具合は、小さくなるだろう。</p>
実験結果	
	<p>水面近くよりも、水槽の底近くの方が、ゴム膜のへこみ具合は、大きくなった。</p> <p>(図(ゴム膜のへこみ具合)で表現させることも考えられる。)</p>
考察	
	<p>私は、今回の目標を達成するために、次のような仮説を設定して、実験を行った。</p> <p>水面からの深さが深くなるほど、水圧の大きさは大きくなる。なぜなら、手を入れたビニール袋を水槽の水の中に入れると、水面からの深さが深いほど手にビニール袋を押さえつける力が大きくなるのを感じたから。</p> <p>水圧の大きさは、ゴム膜を使い、膜のへこみ具合の違いで調べられる。仮説どおり、水槽の底近くの水圧が大きければ、膜のへこみ具合は大きくなり、水面近くの水圧が小さければ、膜のへこみ具合は、小さくなるだろう。</p> <p>その結果、水面近くよりも、水槽の底近くの方が、ゴム膜のへこみ具合は、大きくなった。この実験結果は、私が予想した実験結果と一致する。</p> <p>このことから考えると私が立てた仮説どおり、水面からの深さが深くなるほど、水圧の大きさは大きくなる、といえる。</p>
まとめ	
(説明)	<p>水面からの深さが深くなるほど、水圧の大きさは大きくなる。なぜなら、ゴム膜を使った実験を行うと、水面近くよりも、水槽の底近くの方が、ゴム膜のへこみ具合は、大きくなったからである。</p>

17. 新たな問題に会う。

T : では、今回学んだことを活用して、次のような問題を解決してもらおうかな。
S 1 S 2 : 何ですか…?



※ゴムの膜を張った器具の実験で今回用いた水槽に穴を空けて使用する。

T：今回使用した水槽に3カ所穴を空けてみたんだ。

S2：なんと、大胆な…。

T：……。これに水を注ぐと、3カ所の穴から水槽の中の水が出てくる。その水の出かた、つまり、水の勢いに違いはあるかな。もし、違いがあるとすれば、どのような違いがあるかな。説明してごらん。

※今回明らかになった「水面からの深さ」と「水圧の大きさ」との関係を活用して、新たな問題（「なぜ」問題）を解決して、説明する。

S2：3カ所で水の勢いに違いは、あるよ。

S1：そうね。あると思うわ。

S2：真ん中が1番勢いがありそうだな…。

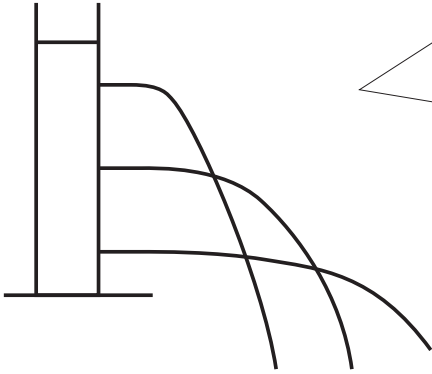
S1：えっ？ 違うでしょ。一番下が、一番勢いが強いでしょ。

S2：えっ。そうなの…。

T：それじゃあ、やってみようか。そうすれば、はっきりするよ。

S2：そうですね。

S1：お願いします。



S 1 : ほら。水槽の底に行くほど、水の勢いが強いわよ。

S 2 : そうだね。じゃあ、これを説明するんだね。

S 1 : そうよ。「水面からの深さ」と「水圧の大きさ」との関係を活用してね。

T : そのとおり。

水槽に空けた3カ所の穴から出てくる水の勢いは、水槽の底に近くなるほど強くなる。なぜなら、水槽の底に近くなるほど水圧が大きくなり、水を押し出す力の大きさが大きくなるから。

単 元 名 : 植物の体のつくりとはたらき

—葉のつくりとはたらき—

広島県教育委員会
玉木 昌知

提案者	単元	場面	論理的思考力を育成する 教師の手立て
<p>玉木 昌知</p>	<p>植物の体のつくり</p>	<p>仮説設定場面</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中学校の最初の生物の授業で、生物と無生物の違いを考えさせ、次の2点を押さえる。 <ul style="list-style-type: none"> ①生物は命を持っており、生命を維持する機能があること（生命維持） ②生物は子孫を残すことができること（命を受け継ぐこと） ・ 関係付けの視点（「なに」と「なに」を関係付けるのか）を明確にし、仮説を設定させる。 <ul style="list-style-type: none"> A 対象物の「違い」と「生命維持」や「命を受け継ぐこと」とを関係付けて、違いがある部分の「機能（役割，利点）」を考えさせる。（「～の利点は何か。」） B 「機能（役割，利点）」と「生命維持」や「命を受け継ぐこと」とを関係付けて、「違い」の理由を考えさせる。（「～違うのはなぜか。」） ・ 一般的な現象について仮説が成り立つかという視点だけでなく、例外的な現象についても自分の仮説が成り立つかどうかという視点で検証方法を考えさせる。

I 「生物領域」における仮説設定場面に着目した手立てについて

中学校の最初の生物の授業で、生物と無生物の違いを考えさせ、次の2点を押さえる。

- ・生物は命を持っており、生命を維持する機能があること（生命維持）
- ・生物は子孫を残すことができること（命を受け継ぐこと）

II 授業展開例

- ①対象物を比較させ、課題を設定する。
- ②関係付けの視点（「なに」と「なに」を関係付けるのか）を明確にする。
 - A 対象物の「違い」と「生命維持」や「命を受け継ぐこと」とを関係付けて、違いがある部分の「機能（役割，利点）」を考えさせる。（「～の利点は何か。」）
 - B 「機能（役割，利点）」と「生命維持」や「命を受け継ぐこと」とを関係付けて、「違い」の理由を考えさせる。（「～違うのはなぜか。」）
- ③検証方法を考え、検証する。

展開例1

- ①課題設定：A 「裸子植物には花弁はないが、被子植物には花弁がある。被子植物にとって花弁の役割は何か。」
- ②裸子植物と被子植物の「違い」と「命を受け継ぐこと」とを関係付けて、花弁の「機能（役割，利点）」について仮説を設定させる。

仮説：a 植物は受粉しないと命を受け継ぐことができません。裸子植物の花粉は風で雌花まで飛ばされますが、被子植物の花粉は虫によってめしべまで運ばれます。なので、花弁には目立つことによって、ハチやチョウをよぶ役割があると思います。

b 植物は受粉しないと命を受け継ぐことができません。裸子植物には鱗片というものがありますが、被子植物にはありません。花弁がなければ、めしべやおしべが虫に食べられてしまいます。なので、花弁は、めしべやおしべを守るといった役割があると思います。

- ③検証：花から花弁を取り，様子を観察する。
aの仮説が正しければ，受粉ができず，実ができない。
bの仮説が正しければ，虫にめしべやおしべを食べられてしまう。

展開例 2

- ①課題設定：B 「葉の表に葉緑体が多いのはなぜか。」
②葉緑体の「機能（役割，利点）」と「生命維持」とを関係付けて，葉の表と裏の葉緑体の数の「違い」について仮説を設定させる。
仮説：植物は光合成をしないと生命を維持することはできません。葉緑体は光合成をおこなう場所なので，光が当たる葉の表に葉緑体が多いのだと思います。
③検証：葉の裏にも光が当たるような植物（単子葉類）の葉緑体の分布を観察する。
仮説が正しければ，葉の表も裏も葉緑体の分布に違いはない。

展開例 3

- ①課題設定：B 「葉の裏に気孔が多いのはなぜか。」
②気孔の「機能（役割，利点）」と「生命維持」とを関係付けて，葉の表と裏の気孔の数の「違い」について仮説を設定させる。
仮説：植物は呼吸や蒸散，光合成をしないと生命を維持することはできません。
気孔は呼吸や蒸散，光合成での気体が入り出す入口なので，葉の表に気孔があると，雨などの時，気体が入り出できなくなります。なので，気孔は葉の裏に多いと思います。
③検証：水中の植物や葉が水面に浮いている植物の気孔の分布を調べる。
仮説が正しければ，水中の植物には気孔がない。水面に浮いている植物は表に気孔が多い。

展開例 4

- ①課題設定：B 「ライオンは犬歯が発達しており，ウシは門歯と臼歯が発達している。ライオンとウシの歯のつくりがちがうのはなぜか。」
- ②犬歯，門歯，臼歯の「機能（役割，利点）」と「生命維持」とを関係付けて，ライオンとウシの歯のつくりの「違い」について仮説を設定させる。
仮説：動物は食べ物がなければ生命を維持することはできません。ライオンは逃げる動物を獲って餌とするので，肉に食い込んで容易に外れないようにとがっている犬歯が発達しているのだと思います。ウシは草を餌としているので，かみきる役割の門歯やすり潰す役割の臼歯が発達しているのだと思います。
- ③検証：動物の食べ物と歯のつくりを調べる。
仮説が正しければ，主に肉を食べる動物は犬歯が発達しており，草を食べる動物は門歯や臼歯が発達している。

展開例 5

- ①課題設定：A 「肉食動物は目が前についおり，草食動物は目が横についている。それぞれの動物にとって目のつき方により，どのような利点があると考えられるか」
- ②肉食動物と草食動物の「違い」と「生命維持」とを関係付けて，目のつき方による「機能（役割，利点）」について仮説を設定させる。
仮説：肉食動物は動物をつかまえないと生命を維持することはできません。目が前についていると前にいる獲物がはっきり見えるという利点があると考えられます。草食動物は肉食動物から逃げないと生命を維持することはできません。目が横についていると後ろの方まで敵がいなか見渡すことができる利点があると考えられます。
- ③検証：目が横についている場合と前についている場合での視野の広さを図示してみる。

Ⅲ 授業展開例3について

i 学習指導要領

中学校

[第2分野] 1学年

(1) 植物の生活と種類

身近な植物などについての観察，実験を通して，生物の調べ方の基礎を身に付けさせるとともに，植物の体のつくりと働きを理解させ，植物の生活と種類についての認識を深める。

イ 植物の体のつくりと働き

(イ) 葉・茎・根のつくりと働き

いろいろな植物の葉，茎，根のつくりの観察を行い，その観察記録に基づいて，葉，茎，根のつくりの基本的な特徴を見いだすとともに，それらを光合成，呼吸，蒸散に関する実験結果と関連付けてとらえること。

(内容の取扱い)

ウ イの(イ)については，光合成における葉緑体の働きにも触れること。また，葉，茎，根の働きを相互に関連付けて全体の働きとしてとらえること。

ii 学習の流れ

学 習 活 動	教 師 の 支 援
<p>複数の植物の葉のつくりについて学習する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 外見上の違いから網状脈と平行脈の2種類があることを知る。 <p>葉の内部のつくりはどうなっているのだろうか。</p> <p>観察 ツバキの葉の断面の観察を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 小さな部屋のような部分を細胞という。 ・ 葉の表側の細胞は隙間なく並んでおり、葉緑体がたくさんある。 ・ 葉の裏側には細胞が詰まっておらず、葉緑体も少ない。 	<p>※中学校の最初の生物の授業で、生物と無生物の違いを考えさせ、次の2点を押さえておく。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 生物は命を持っており、生命を維持する機能があること。(生命維持) ・ 生物は子孫を残すことができること。(命を受け継ぐこと) <p>※花のつくりにおいても上記の2点を押さえながら授業をし、生徒に上記の2点の視点を持たせておく。</p>
<p>葉緑体で光合成が行われていることを学習する。</p> <p>光合成による気体の出入りについて学習する。</p> <p>植物の呼吸について学習する。</p> <p>光合成や呼吸での酸素や二酸化炭素はどこから出し入れしているのだろうか。</p> <p>観察 ムラサキツユクサの表皮の観察を行う。</p>	<p>※本来なら、気孔の学習をしたのちに光合成と呼吸については学習するが、先に光合成について学習しておく。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ムラサキツユクサはあえて裏の表皮を観察するようには指示しない。 ・ あらかじめ、たらこ唇(気孔)のようなものが見えることを伝え、観察の視点を示しておく。
<p>S1：たくさんたらこ唇が見えるよ。</p> <p>S2：私のは少ししかたらこ唇は見えないなあ。</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ・ ムラサキツユクサの表と裏の表皮の顕微鏡写真を並べて提示し、違いを全体で確認する。
<p>S2：S1さんと私の見た表皮では何が違うのかな？</p>	

それぞれ行った観察方法を比較する。

S 2 : S 1 さんは葉の裏側の表皮を観察したんだね。わたしは、葉の表側の表皮を観察したよ。

S 1 : 葉の表側と裏側でたらこ唇の数は違うんだね。

S 2 : でも、どうして裏側の方がたらこ唇の数が多いんだろう？

本時の目標

たらこ唇はどうして葉の裏に多いのか、仮説を設定する。

S 1 : 植物が生きていくうえで、裏側にたらこ唇がたくさんある方が都合がいいことがあるはずだよ。

S 2 : じゃあ、まず、たらこ唇の役割について知らないといけないね。

気孔について学習する

- ・たらこ唇のようなものを孔辺細胞といい、その間にできる隙間のことを気孔という。
- ・気孔の役割について学ぶ。

<気孔の役割>

- ・気体（酸素、二酸化炭素）の出入り。

- ・表面的な気孔の役割についてまとめる。
- ・ここでは、水蒸気の出口としての役割には触れない。

T : これまで学習してきたように生物の体の仕組みは生命維持に重要な役割を果たしているはずだね。じゃあ、気孔は植物が生きるためになぜ必要なのか考えてごらん。

S 1 : 酸素や二酸化炭素の出入りは呼吸のために行っているんだよね。呼吸しないと、生物は生きていけない。

S 2 : 呼吸だけでなく、光合成にも関係しているんじゃない？ 光合成できないと、栄養分をつくりだすことができなくなるから植物は生きていけないよ。

- ・気孔は呼吸と光合成に関係した器官であることを確認する。

仮説を設定する。

- S 1 : 呼吸するという視点から考えると、気孔が裏に多いと都合がいい理由って何だろう？あんまり関係ないような気がするなあ。
- S 2 : 人間でいうと口のつくりやはたらきとよく似ているよね。葉の表に口がある場合と裏に口がある場合でどう違う？
- S 1 : 葉の表側では、口は上を向いていて、裏側では、口は下を向いているっていうことだよな。
- S 2 : 口が上を向いていると、雨が降ると困るよね。
- S 1 : ということは、仮説1として「雨などが降ってきても、気孔が葉の裏に多いと呼吸しやすいから」というのが設定できるね。

・考えが行き詰っている場合を想定して、擬人化して考えさせるなどのヒントを準備しておく。

- S 2 : 光合成するという視点から考えると、気孔が裏に多いと都合がいい理由って何だろう？
- S 1 : 呼吸と同じように、気体の出入りがあるわけだから、雨などを避ける意味で裏側に気孔が多いって考えられるね。
- S 2 : 光合成は光も重要だよな。葉に光がたくさん当たるのは葉の表面だよな。ということは、表側には葉緑体をいっぱい配置しておきたいから、気孔のような余計なものは裏側にしているんじゃないかな。
- S 1 : 葉の裏側は隙間があったよね。隙間があると気孔から入った二酸化炭素が全体にいきわたりやすくなるんじゃないかな。
- S 2 : ということは、仮説1を発展させて、「雨などが降ってきても、気孔が葉の裏に多いと気体が出入りしやすいから」と仮説2として「葉の裏側に気孔が多いのは、葉緑体の少ない光合成を効率よく行うことができるから」が設定できるね。

検証方法を考える。

※気孔が表にありそうな植物を仮説から想定して調べさせる。

S 1：どのようにして仮説を検証すればいいかな。

T：生物は、環境に即して体のつくりが変わることが多くあります。なので、例外を探す方法がありますよ。

S 1：じゃあ、仮説の条件を基に気孔が表の方にたくさんある植物や、表も裏も同じくらいあるような植物を探せばいいわけだね。

S 2：じゃあ、仮説1の場合は、水中の植物や水面に浮いている植物の気孔を調べればいいのかもしいね。

S 1：仮説2の場合は、葉の裏にも日光が比較的よく当たるような植物の気孔を調べればいいのかもしいね。

S 2：例えば、イネとかトウモロコシなどの葉は立っているから裏にも日光がよく当たるんじゃないかな。

S 1：逆に葉の表側にしか太陽の光が当たらないようなヒマワリの気孔は裏の方が多いんだろうね。

T：それでは、自分で対象となる植物を次の時間までに2種類見つけてきましょう。1種類は気孔が表側に多いと思われるもの。もう1種類は気孔が裏側、もしくは表と同じくらい気孔が多いと思われるものです。

単 元 名 : 大地の成り立ちと変化

—大地の歴史を読み取る—

広島大学附属福山中・高等学校
平賀 博之

提案者	単元	場面	論理的思考力を育成する 教師の手立て
平賀 博之	地層の重なり と過去の様子	仮説設定 場面	複雑な現象に対する仮説想起のために、 必要となる知識を与え、事象に関わる 概念を整理し、スモールステップで仮 説を検討させる。

I 学習指導要領

1 小学校

4年 「A 物質とエネルギー」

(2) 金属、水、空気と温度

金属、水及び空気を温めたり冷やしたりして、それらの変化の様子を調べ、金属、水及び空気の性質についての考えをもつことができるようにする。

ア 金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、その体積が変わること。

イ 金属は熱せられた部分から順に温まるが、水や空気は熱せられた部分が移動して全体が温まること。

ウ 水は、温度によって水蒸気や氷に変わること。また、水が氷になると体積が増えること。

(学習指導要領解説より)

ア 金属、水及び空気を温めると、それらの体積は膨張し、冷やすと収縮する。その体積の変化の様子は、金属、水及び空気によって違いがあり、これらの中では、空気の温度による体積の変化が最も大きいことを実験結果に基づいてとらえ、温度変化と物の体積の変化との関係をとらえるようにする。

6年 「B 生命・地球」

(4) 土地のつくりと変化

土地やその中に含まれる物を観察し、土地のつくりや土地のでき方を調べ、土地のつくりと変化についての考えをもつことができるようにする。

ア 土地は、礫、砂、泥、火山灰及び岩石からできており、層をつくって広がっているものがあること。

イ 地層は、流れる水の働きや火山の噴火によってでき、化石が含まれているものがあること。

ウ 土地は、火山の噴火や地震によって変化すること。

<内容の取り扱い>

ア アについては、岩石として礫岩、砂岩及び泥岩を扱うこと。

イ イの「化石」については、地層が流れる水の働きによって堆積したことを示す証拠として扱うこと。

2 中学校

[第2分野] 1年

(2) 大地の成り立ちと変化

大地の活動の様子や身近な岩石、地層、地形などの観察を通して、地表に見られる様々な事物・現象を大地の変化と関連付けて理解させ、大地の変化についての認識を深める。

イ 地層の重なりと過去の様子

(ア) 地層の重なりと過去の様子

野外観察などを行い、観察記録を基に、地層のつき方を考察し、重なり方や広がり方についての規則性を見いだすとともに、地層とその中の化石を手掛かりとして過去の環境と地質年代を推定すること。

(学習指導要領解説より)

ここでは、地表付近で見られる地学的な事物・現象として地層及びこれを構成する堆積岩の野外観察などを行い、地層の重なり方や広がり方についての規則性を見いださせるとともに、地層の調べ方を習得させる。また、これらの活動や資料によって得られた情報を基に、地層の成因や堆積環境、生成年代などを推定することを通して、大地は長い時間と広い空間の中で変化していることを理解させることがねらいである。

II 単元の指導について

私たちが身のまわりの景観を見るとき、それがどんな過程を経て形成されてきたものかという認識を、どれほど持つであろうか。地球の誕生以来、地表には様々な営力がはたらき、その結果として現在の地球ができてきたのである。つまり、地球を「変動の場」として捉えることが、地学的な内容の大きな特徴である。ある単元では、地球の構成物質である岩石・鉱物と関連を持たせながら、地球の変動の証拠を取り上げていく。具体的には、地震や火山などの短時間で認識できる変動から出発し、次第に時間的、空間的なスケールを広げ、プレート運動による山の形成までを扱うとともに、「現在は過去を知る鍵」であるという地質学の原理に従って過去を解明する方法や考え方を身につけさせる。

そうした流れの中に、本時の授業も位置付いており、風化のモデル実験と実際の岩石の風化を比較する中から、最終的には地質学的なスケールでの時間の流れを想起させることを意図している。

地球誕生直後には地表はマグマの海（マグマオーシャン）に覆われていたという。その後マグマが冷却し、火成岩の地表が形成された。やがて地球が冷却する過程で降雨が地表を削り、海が形成され、堆積岩も誕生したと考えられる。おそらく40億年以上も前のことである。

ここで取り上げる岩石の風化は、かたい火成岩から、地層などを形成する堆積物へと変化する過程を取り上げる教材である。かたい花崗岩が、加熱・冷却を繰り返す実験によって、指先でつぶすと砂のような状態へと崩れていく。地球上で起こる現象を教室内でモデル実験として再現できる、数少ない現象であり、実際にこの現象を目にした生徒は、大きな驚きと、「なぜそれが起こるのか？」という知的好奇心を沸き立たせることを、これまでに何度も目にしてきた。

中学生にとっては、「なぜ？」に答えることが難しい現象ではあるが、それを実験に関わる概念ごとにスモールステップで仮説を検討させるという手立てで、指導過程を提案するものである。

Ⅲ 単元計画（全3時）

風化：かたい岩石が壊れるしくみ… 2時間（本時はその第1時）

流水のはたらきと地層の形成…………… 1時間

土砂災害と地盤…………… 1時間

Ⅳ 単元の評価規準

○観察・実験の技能

・岩石の風化をモデル実験によって再現することができる。

○思考・表現

・実際の現象を，実験で見られる現象と比較し，推論することができる。

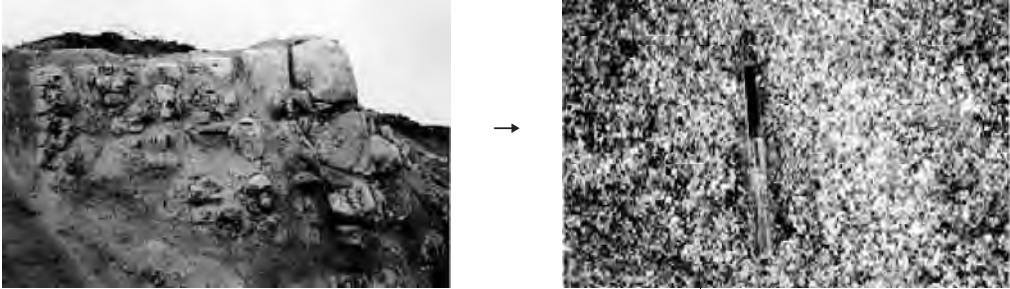
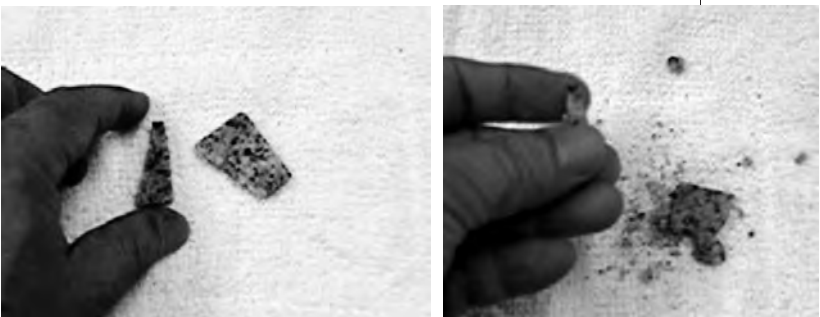
○知識・理解

・岩石が風化によって強度を失い，細流化する現象を理解している。

Ⅴ 本時の主題

花崗岩の岩片を加熱・急冷する実験を行い，実験で見られたいくつかの現象の仕組みを見いださせ，それらをつなぎ合わせていくことで，岩石が細粒化し強度を失って粉々になっていく「風化」の現象を理解させる。

Ⅵ 本時の内容

	授 業 展 開	教 師 の 支 援
	<p><第1時></p>	
導 入	<p>【課題の把握】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・花崗岩の風化を例に挙げ、花崗岩が風化によって細粒化し真砂土（例：グランドの土）に変化していくことを伝える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・元々は硬い花崗岩が、やわらかい真砂土に変化していくことに注目させる。
	<p><本時の主題・目標></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>花崗岩がどのようなしくみで真砂土に変化していくのかを、説明することができる。</p> </div>	
展 開	<p>【課題の追求】</p> <p>風化のモデル実験（演示）</p> <p><実験方法の提示></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto;"> <p>○花崗岩の岩片を赤熱するまで加熱する。 ○花崗岩の岩片を水につけて急冷する。 ○上の操作を数回繰り返す。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・加熱した岩片のようすや、岩片をビーカーの中の水につけるときのようすは、教材提示装置で拡大して、テレビに映して生徒に見せる。 ・実験後の岩片を、教材提示装置で映しながら、生徒に指でつぶさせる。 <p><演示実験の確認></p> 	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>T：まずは、花崗岩から砂を作る実験を見てみよう。 S 1：え！ 岩石が砂になるんですか？</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・加熱した際に岩石の破片が飛ぶことがあるので、安全メガネを着用し、やけどなどの事故に十分注意する。

T：ほら、花崗岩が砂に変わっただろう！
S1：ほんとうだ！ ふしぎだな！
S2：どうして砂になったんだろう？
===== <課題の発見>

【事象の整理】

原因を追及するために、実験で見られた事象を整理させる。

T：演示実験から気がついたことをまとめてみよう。
S1：花崗岩を熱すると、赤く燃えているみたいでした。
S2：熱した後、花崗岩の板が曲がっていました。
S1：花崗岩の岩片を熱して水につけると、小さな破片が落ちました。
S2：加熱と急冷を数回繰り返すと、岩片が割れました。
S1：岩片をつぶすと、形が崩れて、砂のような粒になりました。

【仮説の設定】

これらのことをもとにして、花崗岩が砂に変化した理由を説明できるか、様々な類推を通して検討させる。

T：ここで見られた現象を整理して、花崗岩が砂に変化する仕組みの仮説を立ててみよう？

<仮説への道筋（手がかり）1>

T：花崗岩を熱すると赤っぽい色になるけど、燃えているのかな。

S1：ものが燃えて灰になると、壊れるよね。

S2：でも岩石や鉱物は燃えるのかな？

T：マグマは1000℃以上の温度なので、燃えるものは既に燃えてしまっている
ので、マグマが冷えて固まった花崗岩の中には加熱したときに燃える成分
は含まれていないと考えられるね。

<仮説への道筋（手がかり）2>

T：加熱した花崗岩を水に入れたときに、かけらが落ちるのは、なぜだろう？

S1：表面がはがれているみたい。

S2：なぜはがれるのかな？

S1：熱によって壊れているのかな。

<仮説への道筋（手がかり）3>

T：ところで、花崗岩の板を加熱したときに曲がったのは、なぜかな？

S1：熱した側が膨張したんじゃないかな。

T：小学校で、金属を熱すると膨張することを学習したね。

S2：岩石も膨張するのかな。膨張したら割れるのかな。

<仮説への道筋（手がかり）4>

T：もし、岩石が壊れるとしたら、その仕組みはどのようなことが考えられる
かな？

S 1：花崗岩も曲がったということは、力がはたらいて曲がったはずだね。
 S 2：膨張することで、力がはたらいたから壊れたと考えられるんじゃないかな。
 S 1：細かいかけらが落ちたのも、力がはたらいたのかな。

<仮説への道筋（手がかり）5>
 T：花崗岩が最後は崩れて砂のようになったけど、花崗岩が砂のようにばらばらになったのはどうしてだろう？
 S 1：花崗岩はいろいろな鉱物が集まっている。
 S 2：鉱物がいろいろあると、力がはたらいたときに鉱物同士がばらばらになりやすいのかな。

【仮説の整理】

- ・自分たちの仮説を、次の3つの条件を満たすように記述させる。
- ①課題「花崗岩はどのようにして壊れたのか」に対する答えになっている
- ②根拠がある
- ③検証方法がある

- ・班ごとに議論して、仮説を記述させる。
- ・クラス全体で発表し、仮説を検討する。

<第2時>

T：みなさんの仮説を立証するためには、何か方法はないかな？
 S 1：熱で岩石が膨張するかためしてみたいな…
 S 2：仮説を検証するためには、壊れる前の花崗岩と崩れた後の砂を観察して、比較すると何かわかるかも…

【検証方法の立案】

- ・岩石を加熱すると膨張することを確認する。
 - ・ピーカーの底に沈んだかけらや、加熱・急冷後の岩片をつぶしてできた砂のようなものを観察する。
- など

【観察実験の実施】

- 「岩石を加熱してみる」→（熱膨張率が低いので確認は難しい）
- ・演示実験例：スライドガラスを加熱し、水に入れる。（金属は熱して急冷してもこわれませんが、ガラスは割れる。）
- 「砂のようなもの」の観察
- ・岩片をつぶしてできた砂の、砂粒の大きさ、色、形などに注目させる。
 - ・灰のように、燃焼によって生成された物質がないか注目させる。

T：砂粒の観察では、どのような様子が見られましたか？
 S1：石英（透明）の粒や、長石（白色）の粒など、鉱物がばらばらになっているように見えます。
 S2：粒の大きさは、細かい粒はあるけど、極端に大きいものはなくて、だいたい同じくらいの大きさになっているものが多いです。
 S1：灰のような燃えてできたように見える物質は見つかりませんでした。

【結果の処理・分析・解釈】

T：加熱する前の花崗岩と砂粒を比較すると、どのようなことがわかるでしょう？
 S1：石英（透明）の粒や、長石（白色）の粒など、元の花崗岩の鉱物の大きさと同じか、小さいものが多いようです。
 S2：砂粒は、2種類の鉱物がくっついているものもありますが、1種類の鉱物のものの方が多いです。このことから、鉱物どうしの境界ではがれたと考えられそうです。
 S1：灰のような燃えてできたように見える物質は見つからなかったの
 で、燃焼のような化学変化が起こったわけではないと考えられ
 そうです。
 →確認：火成岩はマグマが固まってできた岩石で、マグマの温度は1000
 ℃を超えます。そのためマグマの中の燃えやすい成分はそのと
 きに燃えてしまっており、岩石の中にある物質は燃えにくいも
 のが集まっていると考えられそうです。

新たな疑問の発掘

・自然界では、実験のような高温にならなくても風化が
 起こるのはなぜか。
 など

ま
 と
 め

自然界にはこの実験のような高温にさらされたり、急激な温度変化が起こることはないが、何千年、何万年あるいはそれ以上の長い時間のスケールの中で、風化が徐々に進行していく。

本時は物理的な風化の現象を中心に扱うが、化学的な変化による風化も存在することを補足する。

単元名：回路と電流・電圧

—並列回路の電圧—

熊野町立熊野中学校
佐伯 貴昭

提案者	単元	場面	論理的思考力を育成する 教師の手立て
佐伯 貴昭	回路と電流・ 電圧	仮説設定 場面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 仮説設定に必要な要素や既習事項を生徒とともに確認する。 ・ 現象（事実）と仮説をつなぐ論拠を明確にさせる。 ・ 班の仮説を他の班と交流し、互いに指摘・反論・再検討させる。（派遣員方式）

I 学習指導要領

1 小学校

「A 物質とエネルギー」

3年生 （5）電気の通り道

乾電池に豆電球などをつなぎ、電気を通すつなぎ方や電気を通す物を調べ、電気の回路についての考えをもつことができるようにする。

- ア 電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方があること。
- イ 電気を通す物と通さないものがあること。

4年生 （3）電気のはたらき

乾電池や光電池に豆電球やモーターなどをつなぎ、乾電池や光電池のはたらきを調べ、電気のはたらきについて考えをもつことができるようにする。

- ア 乾電池の数やつなぎ方を変えると、豆電球の明るさやモーターの回り方が変わる。
- イ 光電池を使ってモーターを回すことなどができること。

5年生 （3）電流のはたらき

電磁石の導線に電流を流し、電磁石の強さの変化を調べ、電流の働きについての考えをもつことができるようにする。

- ア 電流の流れているコイルは、鉄心を磁化する働きがあり、電流の向きが変わると、電磁石の極が変わること。
- イ 電磁石の強さは、電流の強さや導線の巻き数によって変わること。

6年生 （4）電気の利用

手回し発電機などを使い、電気の利用の仕方を調べ、電気の性質や働きについての考えをもつことができるようにする。

- ア 電気は、作りだしたり蓄えたりすることができること。
- イ 電気は、光、音、熱などに変えることができること。
- ウ 電熱線の発熱は、その太さによって変わること。
- エ 身の回りには、電気の性質や働きを利用した道具があること。

2 中学校

[第1分野]

(3) 電流とその利用

電気回路についての観察，実験を通して，電流と電圧との関係及び電流の働きについて理解させるとともに，日常生活や社会と関連付けて電流と磁界についての初歩的な見方や考え方を養う。

ア 電流

(ア) 回路と電流・電圧

回路をつくり，回路の電流や電圧を測定する実験を行い，回路の各点を流れる電流や各部に加わる電圧についての規則性を見いだすこと。

(イ) 電流・電圧と抵抗

金属線に加わる電圧と電流を測定する実験を行い，電流と電圧の関係を見いだすとともに金属線に電気抵抗があることを見いだすこと。

(ウ) 電流とそのエネルギー

電流によって熱や光などを発生させる実験を行い，電流から熱や光などが取り出せること及び電力のちがいによって発生する熱や光などの量に違いがあることを見いだすこと。

(エ) 静電気と電流

異なる物質同士をこすり合わせると静電気がおこり，帯電した物体間では空間を隔てて力が働くこと及び静電気と電流は関係があることを見いだすこと。

Ⅱ 単元の指導について

中学校学習指導要領理科（平成20年）では、本単元について、「電流回路についての観察、実験を通して、電流と電圧との関係及び電流の働きについて理解させるとともに、日常生活や社会と関連付けて電流と磁界についての初歩的な見方や考え方を養う。」としている。

本単元では、電流回路などの実験を通して、電流や電圧の概念を理解させること、また、電流の磁気作用、静電気や陰極線に関する実験を通して、電流と磁界の相互作用、静電気の基本的な性質、電流の正体について初歩的な理解をさせることが主なねらいである。

電気が生活を便利にしていることなど、電気についての興味・関心を喚起し、いろいろな電流回路の実験を行うことによって、小学校での定性的な電流回路を定量的な電流概念に移行させ、電圧、電気抵抗、電流の発熱作用についても理解させる。また、磁気作用、電流と磁界の相互作用、静電気、陰極線を調べることにより、日常生活に利用されている電流のはたらきや電流が電子の流れであることについての基礎を習得させる。

仮説を立てるにあたっては、電気は目に見えないものであるため、イメージが捉えにくく、考えることが難しい生徒が多い。これらの課題を克服するために、ビー玉モデルなどの教具を用いて、電流を流れるビー玉の数、電圧を高さ（落差）に例えてイメージ化させやすくした。また、電気配線が分かりにくい生徒がいることから、黒板に実態配線を行い、確認させやすくした。

また、ワークシート（サイエンスバーガー）を用いて、事実と仮説をつなぐ論拠の欄を設定し、スモールステップで考え、仮説を立てさせるようにした。そして、派遣員方式による根拠を示して他者に説明する場面を設定し、仮説をより精緻化させていく取組を行った。

Ⅲ 指導計画

第一次 回路と電流・電圧

第1時 回路と回路図

本時の目標：豆電球・乾電池・導線（1本）で明かりをつける活動から小学校での回路の学習を思い出し、電気用図記号を使って回路図を書くことができる。

第2時 直列回路と並列回路

本時の目標：直列・並列につないだ豆電球を1個はずしたときの電流の道筋について考え、直列回路と並列回路を説明することができる。

第3時 回路に流れる電流の大きさ

本時の目標：豆電球に流れ込む電流と流れ出る電流の大きさが等しいことを、電流計を使って測定することができる。

- 第4時 直列回路と並列回路を流れる電流の大きさ
本時の目標：直列回路・並列回路の各点を流れる電流の大きさを測定することができる。
- 第5時 回路を流れる電流のモデル化
本時の目標：回路を流れる電流のきまりを，電気の粒子や水流モデルを使って説明することができる。
- 第6時 回路に加わる電圧
本時の目標：電圧の概念を理解し，電圧計を使って測定することができる。
- 第7時 直列回路に加わる電圧の大きさ
本時の目標：直列回路に加わる電圧の大きさについての仮説を立てて調べ，根拠を示して説明することができる。
- 第8時 並列回路に加わる電圧の大きさ **【本時】**
本時の目標：並列回路に加わる電圧の大きさについての仮説を立てて調べ，根拠を示して説明することができる。

IV 本時の流れ

学 習 活 動	教 師 の 支 援
<p>1. 前時までの復習をする。</p> <div data-bbox="272 763 699 842" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> 前時までの復習（仮説を立てるために必要な既習事項） </div> <div data-bbox="256 819 767 1128" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ①直列回路の電流の大きさは、どこでも同じ大きさである。 ②並列回路の電流の大きさは、各豆電球を流れる電流の和となる。 ③直列回路の電圧の大きさは、各豆電球に加わる電圧の和となる。 ④電圧はモデルの高さ（落差）で表すことができる。 </div>	<div data-bbox="746 344 1350 797" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>T：これまでの電気の学習で電流と電圧というものを学習してきました。</p> <p>T：直列回路の電流の大きさにはどんなきまりがあったかな？</p> <p>S1：回路を流れる電流の大きさはどこでも同じです。</p> <p>T：並列回路の電流の大きさにはどんなきまりがあったかな？</p> <p>S2：それぞれの豆電球に流れる電流をたすと、全体の電流の大きさになります。</p> <p>T：電圧をモデルで表すと、どうだったかな？</p> <p>S3：高さで表すことができます。</p> </div> <p>以下のようなモデルで確認する。</p> <div data-bbox="817 927 1342 1191" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">  </div> <div data-bbox="817 1240 1342 1626" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">  </div>

2. 並列回路の豆電球の明るさを確認する。

T：並列回路の豆電球に電流を流します。豆電球の明るさはどうですか？

(実際に電流を流して明るさを見せる)

S 1：同じ明るさです。

S 2：並列回路の豆電球に流れる電流は同じではなかったのに、なんでかなあ。

S 1：電流じゃなくて電圧が関係してるんじゃない？

T：並列回路の電圧はどのようになっているかを調べてみましょう。

3. 本時の目標を知る。

並列回路の各部分に加わる電圧の大きさについて仮説を立て、説明することができる。

4. 事実を確認し、ワークシートに記入する。

- ・並列回路の豆電球の明るさは同じ。
- ・並列回路の電流の大きさは、それぞれの豆電球を流れる電流の大きさの和となる。

5. 各自で並列回路の電圧の大きさについて、仮説を立てる。

6. 班で話し合い、発表シートをつくる。

7. 班で話し合った意見を、派遣員方式により他の班に説明する。

○派遣員方式の確認をする。

- ・班内を2チームに（1～2人）に分け、AチームとBチームとする。
- ・意見の異なる班と交流し、説明をする。

○Aチームが他の班に行き、説明をする。Bチームは他の班から来た派遣員の説明を聞く。

○派遣員方式とは、班を2人組に分け、他の班に行き自分の班の意見を説明する方式である。

○説明を聞いた後、質問（つっこみ）を入れさせる。

○質問する内容を確認する。

- ・事実が説明できているか。
- ・理由が納得のいくものか。
- ・自分たちの意見と違うところを指摘する。

○机間指導を行い、説明や質問が足りない班には、助言を行う。

○自分の班に戻って、受けた質問などをシェアし、Bチームの説明を補強する。

○Bチームが他の班に行って、説明をする。Aチームは他の班から来た派遣員の説明を聞く。

○自分の班に戻って受けた質問などをシェアし、班の意見を補強する。

○Aチームは自分たちが受けた質問をBチームに報告させ、自分たちの意見を補強させる。

・この時点で仮説を変えたり、修正してもよいことを伝える。

○説明を聞いた後、質問（実験の不備や説明不足のところなど）をさせる。

・机間指導を行い、説明や質問が足りない班には、助言を行う。

○Bチームは自分たちが受けた質問をAチームに報告させ、自分たちの意見を補強させる。

S 1 : 私たちの班の仮説は、並列回路の電圧の大きさはどこでも同じになると思います。理由は、電圧を高さで考えると、すべて同じになります。だから、豆電球の明るさも同じになるんだと思います。

S 2 : でも、並列回路の電流を計ったときは、豆電球によって大きさが違ったし、和になっていたでしょ。これはどう説明するんですか？

S 1 : モデルで考えると、電流は分かれるけど、高さは同じになります。

S 3 : 私たちの班の仮説は、並列回路の電圧の大きさは、それぞれの豆電球に加わる電圧の和が電源の電圧になると思います。理由は、並列回路の電流を測定したときに、和になったからです。

S 4 : でも、豆電球の明るさは同じになるというのは、どう説明がつくんですか？

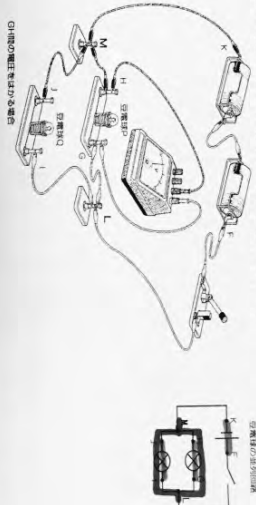
S 3 : 明るさは電流には関係ないと思います。

S 4 : でも、直列回路の時は電圧は違って明るさも違ったから、明るさに電圧は関係ないんじゃない？

8. 自分の仮説を再構築する。

2組 2班

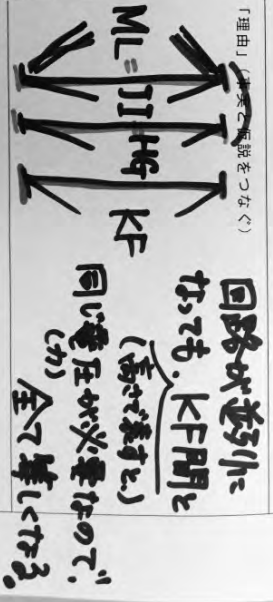
2個の豆電球PとQを並列につないで回路をつくります。
豆電球P (GH間), 豆電球Q (IJ間), 豆電球全体 (LM間), 電源 (FK間)の電圧の大きさはどのようになるとおもいますか。



「仮説」 $KF = HG = JI = ML$

回路のどいても等くなる。

「理由」 (仮説と仮説をつなぐ)

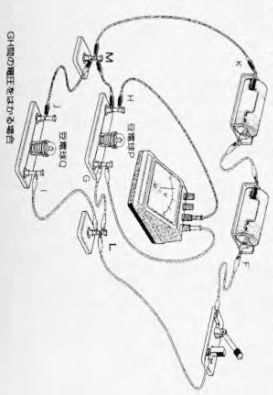


「事実」 豆電球の明るさは同じ。

並列回路の電流の大きさはそれぞれの豆電球の和。

3組 2班

2個の豆電球PとQを並列につないで回路をつくります。
豆電球P (GH間), 豆電球Q (IJ間), 豆電球全体 (LM間), 電源 (FK間)の電圧の大きさはどのようになるとおもいますか。



「仮説」 $KF \cdot LM = HG \cdot JI$

$KF = LM \cdot HG \cdot JI$

「理由」 (事実と仮説をつなぐ)

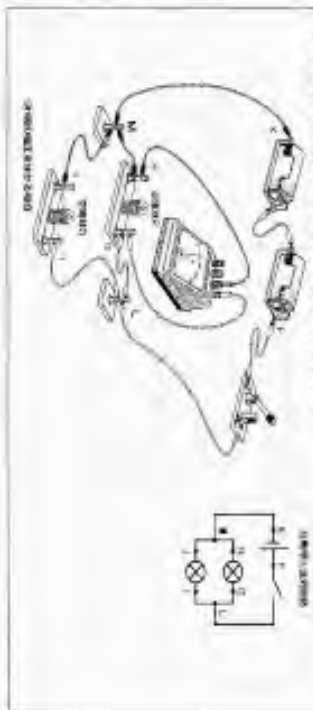
電流と同じようになると思ったから
電流の時2つに分かれた和は同じだったから

「事実」

豆電球の明るさはほぼ同じ
並列回路の電球の大きさはそれぞれにわかれた和

2. 電流の性質
 (B) 並列回路に加わる電圧

2本の豆電球PとQを並列につないで回路をつくり、豆電球P(4.5V用)、豆電球Q(1.5V用)、豆電球全体(LM用)、電源(FK用)の電圧の大きさはどのようなになると思いますか。



【仮説】
 KF間の電圧は、JH間と、JI間の電圧と、並列回路は、全電圧に等しい。
 $KF = HJ = JI = ML$



【理由】(事実と仮説をつなぐ)
 豆電球の明るさは同じで、これから電流を流すことができる電圧は同じと推定する。豆電球は2つの豆電球の明るさを合わせるために、並列回路の電圧は等しい。回路が2つに分かれた豆電球の明るさは同じ。
 豆電球の明るさは同じ。
 並列回路の電流の大きさは豆電球の明るさの和。

【最終的な仮説】 $KF = ML = JI = HJ$
 最初と変わらない。

(参考にした他の組の意見)
 豆電球と豆電球 = 電圧は2つを考えると正しくない限り、1.5Vと4.5Vとしたとき、この仮説は説明できる。
 (他の組からの質問や意見)
 豆電球と豆電球の電圧をそれぞれ4.5V、1.5Vにした場合、これは並列回路の電圧は、それぞれ4.5V、1.5Vに等しい。

○実験結果

はかった区間	豆電球P(GH)	豆電球Q(IJ)	全体(LM)	電源(FK)
電圧(V)	2.05V	2.00V	2.05V	2.45V

電圧の合計は、2.35V、2.48V、2.55V、2.90V
 仮説と同じで、回路内の電圧はどれも等しいと推定する。(0.2Vほどの誤差は許される)
 $KF = ML = GH = JI$
 (電圧) = (豆P) + (豆Q)



単 元 名：化学変化と物質の質量

—化学変化と質量の保存—

広島市立口田中学校
桂木 浩文

提案者	単元	場面	論理的思考力を育成する 教師の手立て
桂木 浩文	化学変化と物質の質量	仮説設定場面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 仮説設定に必要な要素を生徒に示す。 ・ 出会った現象について、仮説の要素一つ一つに対応するのは何かを、スモールステップで考えていく。 ・ 要素すべてについて考えがそろったところで、確認をする場面を設定する。（振り返り） ・ 確認できた内容をもとに、仮説を自分なりに記述させる。この際、記述のためのお手本を示す。

I 今回の提案について

※単元計画・単元の目標及び評価基準は省略。

1 論理的思考力を育成する教師の手立て

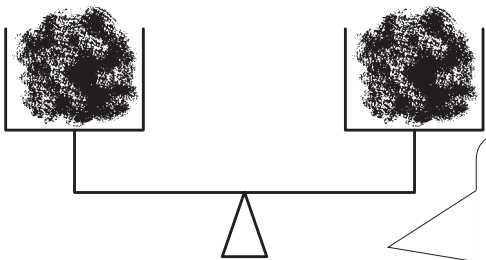
「力による現象」と同様に以下の手立てを行った。ただし、仮説の要素を既に示しているクラスを想定した学習展開であるため、あらためて仮説の要素を示す場面を今回は設定していない。なお、お手本についても同様である。

【論理的思考力を育成する教師の手立て】

- ・ 仮説設定に必要な要素を生徒に示す。
- ・ 出会った現象について、仮説の要素一つ一つに対応するのは何かを、スモールステップで考えていく。
- ・ 要素すべてについて考えがそろったところで、確認をする場面を設定する。（振り返り）
- ・ 確認できた内容をもとに、仮説を自分なりに記述させる。この際、記述のためのお手本を示す。

さらに今回の学習展開では、「解放容器」と「密閉容器」とを示し、それぞれでの化学変化を粒子モデルを用いて考えさせていくことで、変化を視覚的に捉えさせ仮説を設定する際の手立てとした。

2 学習展開

学 習 活 動	教 師 の 支 援
<p>1. 前時までの既習事項を確認する。</p> <div data-bbox="256 987 767 1088" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 20px;"> <p>前時までの既習事項 p.75別紙参照</p> </div>	<p>1. 実験を想起させながら，質量の変化に視点をおく。</p> <div data-bbox="746 443 1350 797" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 20px;"> <p>T：前回の授業では，化学変化の前後で物質全体の質量がどのように変化するのか，を学びましたね。</p> <p>S 2：はい。そうでした。</p> <p>S 1：ふーん。そうだったかな。</p> <p>S 2：実験したよ。電子天秤を使って。</p> <p>S 1：あっ，そうだった。やったね。</p> <p>T：これまでの，復習をしておきましょう。</p> <p>S 1 S 2：はい。</p> </div>
<p>2. スチールウールが空気中で激しく燃える事象を観察する。</p> <div data-bbox="272 1249 759 1507" style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>	<p>2. 大型の天秤に同じ質量のスチールウールをのせ，一方のスチールウールに点火をする。点火後，酸素を供給し十分にスチールウールを燃焼させる。</p> <div data-bbox="746 1384 1350 1704" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 20px;"> <p>T：同じ質量のスチールウールを，天秤にセットしてみました。こちらのスチールウールに点火をして，燃焼させてみましょう。天秤のバランスはどうなりますか。</p> <p>S 2：燃焼した方に傾くわ。</p> <p>S 1：そうだね。</p> <p>T：では，点火してみましょう。</p> <p>S 1：ほら，予想通りだ。</p> </div>

T：これまでに学んだ化学変化の中で、どの化学変化になりますか。

S2：酸化だと思います。

S1：酸素ボンベも登場したしね。

T：そうですね。酸化という化学変化です。

T：じゃ、粒子モデルを用いてこの化学変化を表現したらどうなりますか。

S1：なんか、やりましたね。

S2：ワークシートにあるわよ。

T：では、みんなでやってみましょう。

S1 S2：そうですね。

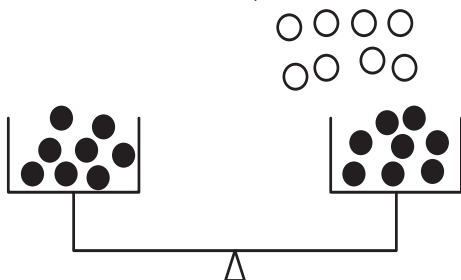
○記入例

■ 天秤上（解放）

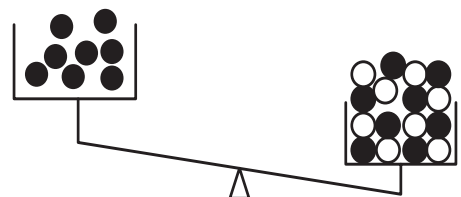
○ 燃焼前



○ 酸素を供給しながら、燃焼させる

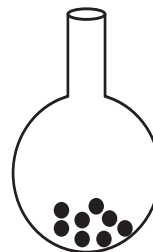


○ 燃焼後

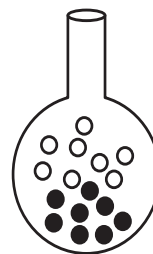


■ 丸底フラスコ内（密閉容器）

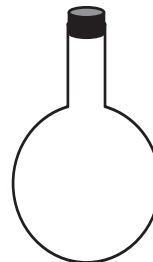
○ 燃焼前



○ 丸底フラスコ内に酸素を、注入する。



○ 燃焼後



○：酸素 ●：鉄

3. スチールウールを、密閉された容器の中で燃焼させることを知る。

3. 先ほどの実験と異なる点は、密閉された容器の中でスチールウールを燃焼させることであることに注目させる。

T：では、こうしたらどうなりますか。
先ほどと異なり、この容器は密閉された容器です。物質の出入りがない容器です。当然気体も出入りできません。

T：この容器の中で、先ほどと同じようにスチールウールを燃焼させると、質量はどう変化しますか。質量は、容器（丸底フラスコ）ごと測定します。当然、先ほどと同じように酸素を丸底フラスコの中に、注入しましょう。

S1：はい。

4. 学習問題を設定する。

【学習問題】

「密閉した容器の中でスチールウールが燃焼する前後の質量は変化するのだろうか？」

5. 問題を把握する。

5. 先ほどの実験は、空气中（解放された空間）での実験、問題になっているのは、密閉された空間での実験であることを再確認する。（問題をつかむための手立て）

T：では、いつも通り仮説を立てる準備をしましょう。

S1：そうですね。

T：さきほどの天秤を用いて行った実験は、空気中で行いました。言い換えると、密閉された空間ではありません。これに対して、これから実施する実験は、密閉された容器の中で行います。

S2：密閉かどうか異なりますね。

T：質量の変化はありますか、それとも、ありませんか。もし、変化があるとすれば、どのような変化ですか。

6. 学習問題に対する結果を予想し、根拠を付け加えて記述する。

6. 既習事項をもとに根拠を記述することに視点を当てる。(手立て)

S1：増えるでしょ。

S2：えー。変わらないわよ。

S1：だって、さっき、天秤が傾いたよ。

S2：でも、今回は、密閉された容器よ。絶対変化しないわよ。

T：そこで、言い合っても答えは出ないよ。どうしたら良いですか。

S1 S2：実験してみたら良いです。

T：そうだね。その前に、自分たちの考えの根拠を示すことが大切ですね。

S1 S2：そうでした。

T：授業の始めに、既習事項をみんなで振り返ったから、これをもとにすると良いね。

S1：そうでした。

○記述例

今回もスチールウールを燃やした後のほうが、燃やす前よりも質量が増加する。なぜなら、天秤にスチールウールを置き燃やすと、燃えた方に天秤が傾いたから。

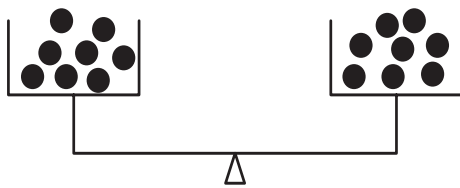
今回は天秤の実験とは異なり、スチールウールを燃やした後も質量は変化しない。なぜなら、今度は以前行ったうすい塩酸と炭酸水素ナトリウムの実験のように、密閉された容器の中でスチールウールを燃やしたから。

7. 粒子モデルを用いて、学習問題の結果を表現する。

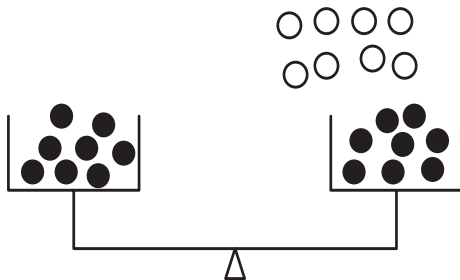
7. スチールウールを●，酸素を○で表現したワークシートを用いて、これに記述する。

■ 天秤上 (解放)

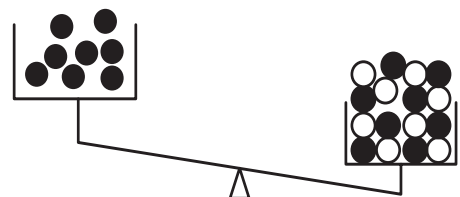
○ 燃焼前



○ 酸素を供給しながら，燃焼させる

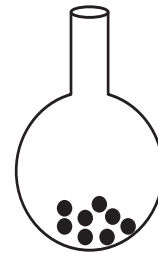


○ 燃焼後

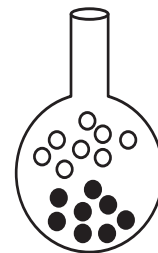


■ 丸底フラスコ内 (密閉容器)

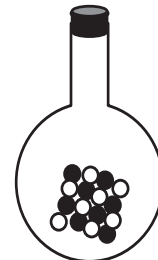
○ 燃焼前



○ 丸底フラスコ内に酸素を，注入する。



○ 燃焼後



○ : 酸素 ● : 鉄

8. 実験方法と結果を考える。

8. ①何を使って, ②どのような操作を行い, ③どのような結果になるのか, を記述することに視点を向ける。

(手立て)

T: 今回は, 密閉容器だから, 気体の出入りが無いことに気をつけないといけませんね。

S2: そうですね。そのために, ピンチコックがついてますね。

S1: 他に, 何か突き出てるよ。

T: そう。これに導線をつなぎます。

そして, 電流を流すと電熱線が発熱して, スチールウールが燃える仕組みになっています。

9. これまで進めてきた内容を振り返る。

9. 仮説を設定するために, 考えてきたことを, 以下の手順で確認しながら振り返る。(手立て)

④問題を把握したこと

⑤この問題を説明する仮説を設定すること

⑥設定した仮説の根拠を示すこと

⑦仮説を検証するための実験について可能性を示すこと

T: じゃあ, ここまでにみんなで一緒に考えてきたことを整理してみましょう。

S1: はい。

S2: やっていきましょうよ。

○学習問題

【学習問題】

①

「密閉した容器の中でスチールウールが燃焼する前後の質量は変化するのだろうか？」

振り返り

- ③・質量が増加する。
 - ・変化しない。
- ④・天秤に置いて燃やした際に、増加したから。
 - ・密閉容器だから。
- ⑤・気体の出入りがないようにした丸底フラスコにスチールウールを入れ、容器ごと質量を測定する。スチールウールを燃やし、その後の質量を測定する。

②実際に、実験結果の予想は2通り生徒から出されると考えられる。

10. 仮説を設定する。

10. 振り返ったことを用いて自分なりに仮説を設定する。

お手本を参考にしながら、設定した仮説を記述する。(手立て)

T：では、整理したことを用いて、仮説を設定してみましょう。

S1：はい。

S2：やってみましょうよ。

○仮説の例

今回もスチールウールを燃やした後のほうが、燃やす前よりも質量が増加する。なぜなら、天秤にスチールウールを置き燃やすと、燃えた方に天秤が傾いたから。

この考えを確かめるためには、気体の出入りがないようにした丸底フラスコにスチールウールを入れ、容器ごと質量を測定する。次にスチールウールを燃やし、その後の質量を測定すると良いだろう。

今回は天秤の実験とは異なり、スチールウールを燃やした後も質量は変化しない。なぜなら、今度は密閉された容器の中でスチールウールを燃やしたから。

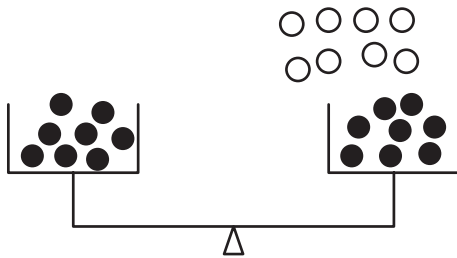
この考えを確かめるためには、気体の出入りがないようにした丸底フラスコにスチールウールを入れ、容器ごと質量を測定する。次にスチールウールを燃やし、その後の質量を測定すると良いだろう。

■ 天秤上 (解放)

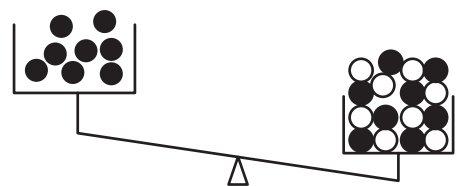
○ 燃焼前



○ 酸素を供給しながら、燃焼させる

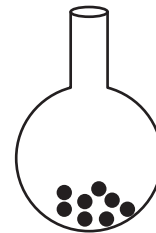


○ 燃焼後

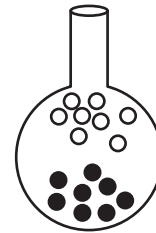


■ 丸底フラスコ内 (密閉容器)

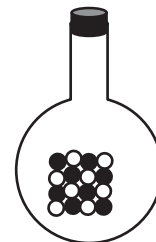
○ 燃焼前



○ 丸底フラスコ内に酸素を、注入する。



○ 燃焼後



○ : 酸素 ● : 鉄

【別紙】

○第4章 化学変化と物質の質量

- ① うすい塩酸 + 炭酸水素ナトリウム → 二酸化炭素 発生 質量減少 解放容器
- うすい塩酸 + 炭酸水素ナトリウム → 二酸化炭素 発生 質量変化なし 密閉容器
- ② 銅 + 酸素 → 酸化銅 質量増加 解放容器
加熱
- ③ うすい硫酸 + うすい水酸化バリウム → 白い沈殿 質量変化なし 解放容器
- ④ 銅 + 酸素 → 酸化銅 ? 密閉容器

反応させる物質	観察できる現象	容器			質量の変化		
		解放	密閉	密閉後解放	減少	増加	変化なし
うすい塩酸 炭酸水素ナトリウム	二酸化炭素の発生	○			○		
うすい塩酸 炭酸水素ナトリウム	二酸化炭素の発生		○				○
				○	○		
銅 酸素	酸化銅の生成	○				○	
うすい硫酸 うすい水酸化バリウム	白い沈殿	○					○
銅 酸素	酸化銅の生成		○		?	?	?

単 元 名 ： 化学変化と物質の質量

—化学変化と質量の保存—

広島市教育センター
野上 真二

提案者	単元	場面	論理的思考力を育成する 教師の手立て
野上 真二	化学変化と物質の質量	仮説設定場面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 明確な根拠を持つ仮説（説明仮説）設定の際，既習事項や経験を，生徒に整理させて事象と関係付けさせる。 ・ 観察・実験で検証可能な仮説（作業仮説）設定の際，明確な根拠をもった仮説から独立変数と従属変数を生徒に整理させて，条件を設定させる。

I 学習指導要領

1 小学校

(第3学年) 「A 粒子・エネルギー」

(1) 物と重さ

粘土などを使い、物の重さや体積を調べ、物の性質についての考えをもつことができるようにする。

ア 物は、形が変わっても重さは変わらないこと。

イ 物は、体積が同じでも重さは違うことがあること。

- ア 物の形と重さの関係について、粘土などの身の回りにある物を広げたり、丸めたりするなどして形を変え、手ごたえなどの体感を基にしながら重さの違いを比較する。また、てんびんを用いたり、自動上皿はかりを用いたりして重さを数値化することで、物は形が変わっても重さが変わらないことをとらえるようにする。

(第4学年) 「A 粒子・エネルギー」

(2) 金属、水、空気と温度

金属、水及び空気を温めたり冷やしたりして、それらの変化の様子を調べ、金属、水及び空気の性質についての考えをもつことができるようにする。

ア 金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、その体積が変わること。

イ 金属は熱せられた部分から順に温まるが、水や空気は熱せられた部分が移動して全体が温まること。

ウ 水は、温度によって水蒸気や氷に変わる。また、水が氷になると体積が増えること。

- ア 金属、水及び空気を温めると、それらの体積は膨張し、冷やすと収縮する。その体積の変化の様子は、金属、水及び空気によって違いがあり、これらの中では、空気の温度による体積の変化が最も大きいことを実験結果に基づいてとらえ、温度変化と物の体積の変化との関係をとらえるようにする。
- ウ 水を熱していき、100℃近くになると沸騰した水の中から盛んに泡が出てくる。児童の中には、この泡を水の中から出てきた空気であるという見方や考え方をしているものがある。この泡を集めて冷やすと水になることから、この泡は空気ではなく水が変化したものであることに気付くようにする。このことから、見えない水蒸気存在を温度の変化と関係付けてとらえるようにする。また、寒剤を使って水の温度を0℃まで下げると、水が凍って氷に変わることもとらえるようにする。さらに、水が氷になると体積が増えることもとらえるようにする。

(第5学年) 「A 粒子・エネルギー」

(1) 物の溶け方

物を水に溶かし、水の温度や量による溶け方の違いを調べ、物の溶け方の規則性についての考えをもつことができるようにする。

ア 物が水に溶ける量には限度があること。

イ 物が水に溶ける量は水の温度や量、溶ける物によって違うこと。また、こ

の性質を利用して、溶けている物を取り出すことができること。

ウ 物が水に溶けても、水と物とを合わせた重さは変わらないこと。

ウ 溶かす前の物の重さに水の重さを加えた全体の重さと、溶かした後の水溶液の重さを測定し、物を溶かす前と後でその重さは変わらないことをとらえるようにする。

2 中学校

(第1学年) [第1分野]

(2) 身の回りの物質

ウ 状態変化

(ア) 状態変化と熱

物質の状態変化についての観察、実験を行い、状態変化によって物質の体積は変化するが質量は変化しないことを見いだすこと。

(イ) 物質の融点と沸点

物質の状態が変化するときの温度の測定を行い、物質は融点や沸点を境に状態が変化することや沸点の違いによって物質の分離ができることを見いだすこと。

(第2学年) [第1分野]

(4) 化学変化と原子・分子

(4) 化学変化と原子・分子

化学変化についての観察、実験を通して、化合、分解などにおける物質の変化やその量的な関係について理解させるとともに、これらの事物・現象を原子や分子のモデルと関連付けてみる見方や考え方を養う。

ア 物質の成り立ち

(ア) 物質の分解

物質を分解する実験を行い、分解して生成した物質から元の物質の成分が推定できることを見いだすこと。

(イ) 原子・分子

物質は原子や分子からできていることを理解し、原子は記号で表されることを知ることを知る。

イ 化学変化

(ア) 化合

2種類の物質を化合させる実験を行い、反応前とは異なる物質が生成することを見いだすとともに、化学変化は原子や分子のモデルで説明できること、化合物の組成は化学式で表されること及び化学変化は化学反応式で表されることを理解すること。

- (イ) 酸化と還元
酸化や還元の実験を行い、酸化や還元が酸素の関係する反応であることを見いだすこと。
- (ウ) 化学変化と熱
化学変化によって熱を取り出す実験を行い、化学変化には熱の出入りが伴うことを見いだすこと。

- ウ 化学変化と物質の質量
 - (ア) 化学変化と質量の保存
化学変化の前後における物質の質量を測定する実験を行い、反応物の質量の総和と生成物の質量の総和が等しいことを見いだすこと。
 - (イ) 質量変化の規則性
化学変化に関する物質の質量を測定する実験を行い、反応する物質の質量の間には一定の関係があることを見いだすこと。

Ⅱ 本単元に係る既習事項

- (1) 小学校第3学年「A（1）物と重さ」の単元で、物は、形が変わっても重さは変わらないことについて学習している。
- (2) 小学校第5学年「A（1）物の溶け方」の単元で、物が水に溶ける量には限度があること、物が水に溶けても、水と物とを合わせた重さは変わらないことについて学習している。
- (3) 中学校第1学年「第1分野（2）イ 水溶液」の単元で、物質の溶解について粒子のモデルと関連付けて考えることを学習している。
- (4) 中学校第1学年「第1分野（2）ウ 状態変化」の単元で、状態変化によって物質の体積は変化するが質量は変化しないことについて、粒子のモデルと関連付けて考えることを学習している。
- (5) 中学校第2学年「第1分野（4）化学変化と原子・分子」の単元で、物質を構成している単位は原子や分子であること、物質の種類の違いは原子の種類の違いとその組合せによること、原子は記号で表されること、化合物の組成は化学式で、化学変化は化学反応式で表されること、化学変化を原子や分子のモデルと関連付けて考えることを学習している。

Ⅲ 単元の指導について

指導にあたっては、問題解決的な学習過程を踏まえた授業構成を行い、とりわけ仮説の設定を重視した授業展開を行う。また、個人思考の時間を十分確保するとともに、根拠が妥当で検証可能な仮説が設定できるように、次の2点に留意して、指導を行う。

- ①明確な根拠をもつ仮説の設定（説明仮説）
- ②観察・実験で検証可能な仮説の設定（作業仮説）

①に対する手立てとして、既習事項や経験を、生徒に整理させて事象と関係付けさせる。

②に対する手立てとして、明確な根拠をもった仮説から独立変数と従属変数を生徒に整理させて、条件を設定させる。

また、個人が立てた仮説を、グループや学級全体で吟味させ、仮説が不十分であったり設定できなかつたりした生徒への支援を行う。

Ⅳ 単元計画 (全8時間)

化学変化と質量の保存… 4時間 (本時)

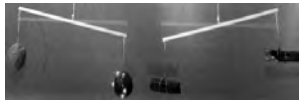
質量変化の規則性 … 4時間

Ⅴ 単元目標及び評価規準

化学変化の前後における物質の質量を測定する実験や化学変化に関する物質の質量を測定する実験を行い、結果を分析して解釈し、化学変化の前後で物質の質量の総和が等しいこと及び反応する物質の質量の間には一定の関係があることの二つの規則性を見いださせること。

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
化学変化と質量の保存、質量変化の規則性に関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりでみようとする。	化学変化と質量の保存、質量変化の規則性に関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行い、原子や分子のモデルと関連付けて、反応物の質量の総和と生成物の質量の総和が等しいこと、反応する物質の質量の間には一定の関係があることなどについて自らの考えを導き、表現している。	化学変化における物質の質量の測定など観察・実験の基本操作を習得するとともに、観察・実験の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。	反応の前後で物質の質量の総和が等しいこと、反応する物質の質量の間には一定の関係があることなどについて基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。

VI 学習展開

授 業 展 開		教 師 の 支 援								
<p>1. 事象を観察する。(比較するものを提示して事象の違いを明らかにする。)</p>  <p>(写真のように、天びんに吊るされたスチールウール(炭)の一方を、ガスバーナーで加熱して燃焼させる。)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>物質</th> <th>おなじ</th> <th>ちがひ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>スチールウール (左側の天びん)</td> <td rowspan="2">燃えた(燃焼という化学変化) 酸素と結び付く 化学変化</td> <td>質量が増えた</td> </tr> <tr> <td>炭 (右側の天びん)</td> <td>質量が減った</td> </tr> </tbody> </table>		物質	おなじ	ちがひ	スチールウール (左側の天びん)	燃えた(燃焼という化学変化) 酸素と結び付く 化学変化	質量が増えた	炭 (右側の天びん)	質量が減った	<p>T: 2つの事象を比べて、何が、どのように違いますか? <u>(手立て)</u></p> <p>S1: スチールウール(炭)は、燃えると重く(軽く)なります。</p> <p>T: スチールウール(炭)の何が重くなる(軽くなる)のですか?</p> <p>S1: スチールウール(炭)の質量が、燃えると重く(軽く)なります。</p> <p>T: 右と左を比べて、何が同じですか?</p> <p>S1: スチールウールも炭も、どちらも燃えたということが同じです。</p> <p>T: 表に整理すると、左のようになりますね。 <u>(手立て)</u></p>
物質	おなじ	ちがひ								
スチールウール (左側の天びん)	燃えた(燃焼という化学変化) 酸素と結び付く 化学変化	質量が増えた								
炭 (右側の天びん)		質量が減った								
<p>2. 学習問題を設定する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【学習問題】 「化学変化の前後で、物質の質量は変化するのだろうか?」</p> </div>		<p>T: 気づきや疑問を整理しましょう。 <u>(手立て)</u></p> <p>S1: どちらも酸素が結び付いたのに、燃焼後の炭は、どうして質量が減ったの。</p> <p>S2: 炭は、煙のようなものが出ているよ。だから、軽くなったんじゃないの。</p> <p>S3: スチールウールは、煙が出ていないよ。</p> <p>S1: 燃える時って、質量は増えたり減ったりするものなのかなあ。</p> <p>T: 炭の場合と同じように、燃焼後に質量が減少するような変化は他にないですか? <u>(手立て)</u></p> <p>S1: 紙を燃やすと、煙が出て灰になったので、多分、軽くなったと思うよ。</p> <p>S2: 「燃える」は同じなのに、スチールウールは重くなって炭は軽くなる。どうして、結果が違うのかなあ?」</p>								

3. 学習問題の結果を予想する。

T：学習問題に対して、あなたはどのように予想するか、ワークシートに書きましょう。

S1：化学変化の前後で、物質の質量は変化すると思う。（予想A）

S2：化学変化の前後で、物質の質量は変化しないと思う。（予想B）

S3：化学変化の前後で、物質の質量は変化したりしなかったりすると思う。（予想C）

4. 予想の根拠となるものを、今までの経験や既習事項から導き出す。

- ・個人で考える。
- ・個人で考えた根拠を、グループで交流する。
- ・個人や友だちの考えを整理して、予想の根拠を明確にする。

T：根拠を考えたときのポイント (手立て) は、

①今までに学習したことの中に、問題と似たものがないか。

②生活の中に、問題と「似たような状況」や「似たような経験」がないか。
です。

5. 自分の予想に、明確化した根拠を付け加えて、仮説（説明仮説）を書く。

T：「○○は、△△だろう。なぜなら、◇◇だから。」という話形を参考にして、書いてごらん。
(手立て)

【期待する生徒の記述例】

	予想A	予想B	予想C
説明仮説の設定	化学変化の前後では、物質の質量は変化するだろう。なぜなら、紙や木を燃やした後にできる灰は、見た目にも色や形が変化しただけでなく、重さも軽くなったことから、紙や木をつくっていた原子の種類が変わったと考えるから。	化学変化の前後では、物質の質量は変化しないだろう。なぜなら、化学変化では、原子の組み合わせが変化するだけで、原子の数は変化しないから。	化学変化の前後では、物質の質量は変化したり、しなかったりするだろう。なぜなら、気体が発生する炭や紙、木の化学変化では質量が変化したりしなかったりしたから。

【生徒の説明仮説】

- ・物質の質量は化学変化の前後で変化しないだろう。
なぜなら、化学変化しても原子の種類が変わったり新しくできたりせず、質量は決まっているから。
- ・物質の質量は、化学変化の前後で変化するだろう。
なぜなら、気体の場合は質量が減り、固体の場合は質量が増えるから。

6. 自分の説明仮説を確かめるために、観察・実験で調べることができる仮説（作業仮説）を設定する。

- ・個人で説明仮説から従属変数と独立変数を抽出・整理する。

【期待する生徒の記述例】

	予想A	予想B	予想C
作業仮説の設定	スチールウールを閉じたフラスコの中で燃焼させれば、化学変化の前後で比べたフラスコ全体の質量は、変化するだろう。	スチールウールを閉じたフラスコの中で燃焼させれば、化学変化の前後で比べたフラスコ全体の質量は、変化しないだろう。	気体が発生しない化学変化を閉じた容器の中と空気中で実験して質量測定の結果を比べれば、化学変化の前後で比べた物質の質量は、変化したりしなかったりするだろう。

- ・個人で考えたことを、グループで交流する。
- ・交流後、自分の考えを練り直す。

【生徒の作業仮説】

- ・化学変化すれば、物質は組み合わせが変わるだけで、質量は変わらないだろう。
- ・加熱前と加熱後の重さをはかったら、化学変化の前後で質量が変化するだろう。

7. グループで作業仮説を確かめる実験方法と予想される結果とを考える。

T：考えるときのポイント
（手立て）は、
①条件制御（調べることは一つだけに限定、その他の条件は同じにして比べる）を意識すること。
②今までに学習したことを使って、考えることです。

T：「…すれば、××は□□になるだろう。」という話形を参考にして、書いてごらん。**（手立て）**

8. 計画に沿って実験を実施し、結果を記録する。

【予想AやBの実験結果の例】

閉じたフラスコ内で

スチールウールを燃焼させた

	全体の質量
化学変化前	197.3 g
化学変化後	197.3 g

【予想Cの実験結果の例】

沈殿ができる化学変化

(希硫酸+うすい水酸化バリウム水溶液)

	全体の質量
化学変化前	129.8 g
化学変化後	129.8 g

9. 実験結果をもとにして、考察を行う。

予想Aに関して

○「予想と違って、酸素とスチールウールを入れて密閉したフラスコの質量を化学変化の前後で比較したら、変化がなかった。他のグループの結果も合わせて考えると、化学変化で原子の種類や数、原子の質量は変化するだろうという私たちの作業仮説は間違っていたと考えられる。」

予想Bに関して

○「予想どおり、酸素とスチールウールを入れて密閉したフラスコの質量を化学変化の前後で比較したら、変化がなかった。このことから、私たちの作業仮説は正しかったと考えられる。」

予想Cに関して

○「予想と違って、気体が発生しない、沈殿ができる化学変化において、全体の質量を化学変化の前後で測定して比較すると、変化がなかった。他のグループの結果も合わせて考えると、化学変化の前後で、物質の質量は変化したりしなかったりするだろうという、私たちの作業仮説は間違っていたと考えられる。」

T：図や絵、表などを使って、わかりやすくまとめよう。(手立て)

T：時間の順番に並べて比べたり、条件と結果の関係で整理したりすると、わかりやすいです。(手立て)

T：予想した実験結果と実際の実験結果とを比べて、同じでしたか。違いましたか。(手立て)

T：違いが出た場合は、実験方法を見直す必要がありますか。

10. 結論を導く。

【結論】

物質がどこへも逃げないようにすれば，化学変化の前後で，物質全体の質量は変化しない。

T：学習問題「化学変化の前後で，物質の質量は変化するのだろうか」に対する結論は，どうなるでしょうか？

S 1：物質がどこへも逃げないようにすれば，化学変化の前後で，物質全体の質量は変化しません。

単 元 名 : 動物の体のつくりとはたらき

—生命を維持するはたらき—

広島市立二葉中学校
川口 健史

提案者	単元	場面	論理的思考力を育成する 教師の手立て
川口 健史	生命を維持する働き	考察場面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 仮説が真であった場合の結果を予想させる。 ・ 一方の解釈が妥当でないことを確かめれば他方の解釈の妥当性が高まることに着目させる。 ・ 異なる意見の前提条件の違いに着目させる。

I 学習指導要領

中学校

第2分野 2学年

(3) 動物の生活と生物の変遷

生物の身体は細胞からできていることを観察を通して理解させる。また、動物などについての観察、実験を通して、動物の体のつくりと働きを理解させ、動物の生活と種類についての認識を深めるとともに、生物の変遷について理解する。

イ 動物の体のつくりと働き

(イ) 生命を維持する働き

消化や呼吸、血液の循環についての観察、実験を行い、動物の体が必要な物質を取り入れ運搬している仕組みを観察、実験の結果と関連付けてとらえること。また、不要となった物質を排出する仕組みがあることについて理解すること。

(内容の取扱い)

ア イの(ア)については、各器官の働きを中心に扱うこと。「消化」については、代表的な消化酵素の働きを取り上げること。また、摂取された食物が消化によって小腸の壁から吸収される物質になることにも触れること。「血液の循環」に関連して、血液成分の働き、腎臓や肝臓の働きにも触れること。

II 単元の指導について

中学校学習指導要領(平成20年)では、本単元について、「消化や呼吸、血液の循環についての観察、実験を行い、動物の体が必要な物質を取り入れ運搬している仕組みを観察、実験の結果と関連付けてとらえること。また、不要となった物質を排出する仕組みがあることについて理解すること。」としている。

本単元では、動物の消化、呼吸及び血液循環や外界の刺激に対する反応についての観察や実験などを基に、動物の体のつくりと働きとを関連付けて理解させることが主なねらいである。

消化については、動物には消化器官が備わっており、その働きによって、食物が物理的及び化学的に消化され、栄養分が吸収される仕組みを理解させる。その際、消化酵素を用いた実験を行い、ペプシン、アミラーゼなど代表的な消化酵素に触れる。また、消化によって食物が小腸の壁から吸収されやすい物質に変化することを理解させる。

III 指導計画

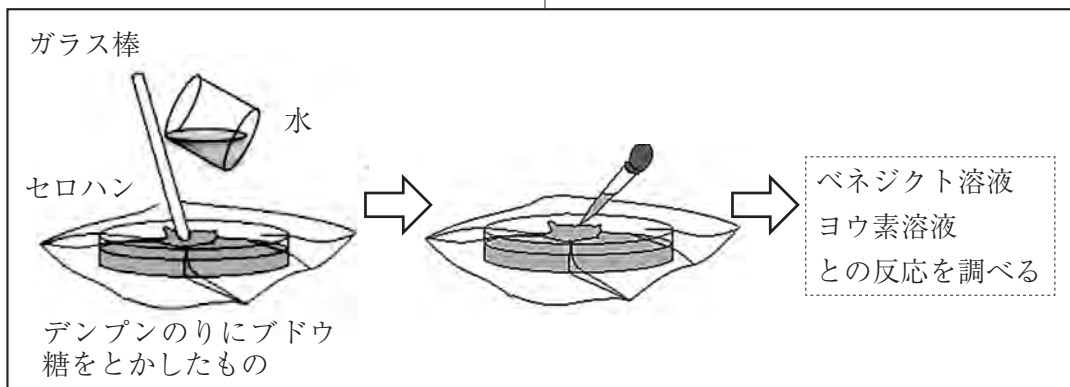
第一次 ご飯をすりつぶして口に入れ素早く食べた場合と、よく噛んで食べた場合の甘さの感じ方の違いに着目し、だ液がデンプンを糖にしているのではないかと仮説を立て検証する。

第二次 糖とデンプンの粒子の大きさの違いにより、糖が小腸で吸収される仕組みを実験を通して確認する。

本時案は実際の授業事例をもとに、生徒の仮説や結果の解釈が異なるものに分かれた場合、教師がどのように論理を整理するかという手立てに着目し手立てを提案するものである。

IV 本時の流れ

学 習 活 動	教 師 の 支 援
<p>1. 問題を把握する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>T：デンプンはだ液の働きで糖になることがわかりましたね。では、なぜ糖にする必要があるのでしょうか。</p> <p>S1：糖を吸収するのは小腸ですよね。小腸で吸収する際に糖でないといけない理由があるのではないかと思います。</p> <p>T：小腸の状況を再現する実験を通して調べてみましょう。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>小腸で吸収する際、なぜデンプンではなく糖である必要があるのだろうか。</p> </div>	
<p>2. 仮説を設定する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>T：取り入れた栄養は最終的にどこに運ばれるのですか。</p> <p>S1：細胞呼吸でエネルギーを得るため、細胞に運ばれます。</p> <p>T：細胞の大きさはどれくらいでしたか。</p> <p>S2：とても小さいです。</p> <p>S3：もしかして、細胞に運ぶには噛んだ後に更に小さくする必要があるのではないかと思います。</p> <p>T：小腸の状況を再現する実験を通して調べてみましょう。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>デンプンの粒子よりも糖の粒子の方が小さいはずだ。</p> </div>	<p>○既習事項を確認する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生物は細胞呼吸によって得るため、栄養と酸素を必要としている。
<p>3. 実験を計画する。</p>	<p>○小腸の状況を再現する方法について伝える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・豚などの小腸を手に入れることもできるが今回はセロハンで代用することを伝える。



4. 結果を予想する。

○仮説が真であった場合の結果を予想させる。(手立て)

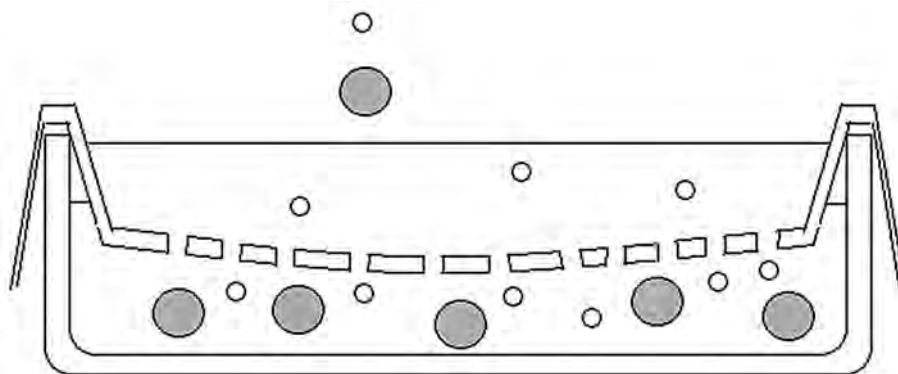
・「もし～ば, ～だろう」と表現させる。

T: もし仮説が正しければ, 実験結果はどのようになりますか。「もし～ば, ～だろう」と表現してください。

S 1: もしデンプンの粒子よりも糖の粒子が小さければ, ヨウ素溶液との反応では色は変化せず, ベネジクト液との反応では赤褐色に変化するだろう。

T: なぜそのような考えたのですか?

S 1: 下の図のように糖の粒子だけ腸 (セロハン) を通ることができるのだと考えました。



T: それでは確かめてみましょう。

5. 実験を実施し結果を整理する。

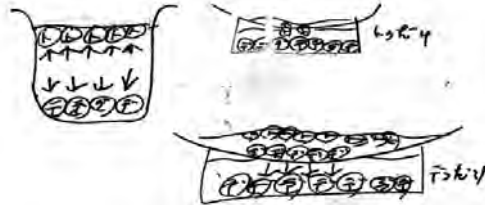
6. 考察する。

○仮説と結果を比べ, 結果が仮説を支持するかを判断する。

S 1 : 結果は予想通りになりました。なので糖の粒子はデンプンよりも小さいという仮説は支持されたと思います。

S 2 : 私も S 1 君のように解釈したいのだけれども、この結果は違う解釈もできませんか。両方と小腸（セロハン）を通れるのだけれども、その上でデンプンは下層に沈む性質があり、糖の粒子は上層に浮く性質があるとすればこの結果は説明できると思います。

デンプンが重いため下に糖が浮く



○一方の解釈が妥当でないことを確かめれば他方の解釈の妥当性が高まることに着目させる。(手立て)

○異なる意見の前提条件の違いに着目させる。(手立て)

T : S 2 君のように解釈できるままでは、仮説が支持されるとは言い切れませんね。S 1 君の解釈をより確かなものにするにはどうすればよいですか。

S 3 : S 2 君の解釈が間違っていることを確かめられればよいと思います。

T : では、S 2 君の解釈のどの部分に着目して調べればよいでしょうか。粒子が小腸（セロハン）を通るかどうかについてはそもそも問題にしていることなので、他のことに着目しなければいけませんね。

S 3 : 「デンプンは下層に沈む性質があり、糖の粒子は上層に浮く性質がある」という部分だと思います。

T：実験で確かめられそうですか？

S 3：できると思います。糖の粒子とデンプンの粒子をビーカーで水に溶かして、ビーカーの上層部と下層部について、ベネジクト溶液とヨウ素溶液の反応を調べればよいと思います。

○S 2 君の解釈が妥当な場合の結果を予想させる。(手立て)

T：S 2 君の解釈が妥当な場合、結果はどのようになりますか。

S 3：S 2 君の解釈が妥当な場合、上層部はベネジクト溶液だけ反応し、下層部はヨウ素溶液にのみ反応すると思います。

T：わかりました。では実験を実施しましょう。

7. 結論を導出する。

T：結果はどうになりましたか。

S 3：上層部も下層部も、ヨウ素溶液、ベネジクト溶液共に反応を示したので、S 2 君の解釈は妥当とは言えないと考えます。よってS 1 君の解釈の方が妥当であり、仮説は支持されると考えられます。

第3章 理科におけるクリティカル・シンキングの育成

第3章 理科におけるクリティカル・シンキングの育成

1. クリティカル・シンキングの育成に関する考え方と学習指導案の構成（指導案の作成意図）

本研究では、クリティカル・シンキングを複眼的・多面的で建設的な思考であり、自分の考えを反省的に振り返るなど個人の自立や自己改変、自分をより良くするための思考として捉えることにした。このようなクリティカル・シンキングを育成するためには、「目的に沿った実験となっているか」「実験からこの結論がいえるのか」など、自分が考えた仮説や実験方法、考察について自分自身やあるいは他者との関わりを通して反省的に振り返ることができるようにする手立てを行う必要があると考え、その手立てについては、次の5点に整理できることが明らかになった。

- ①視点を持たせて話し合わせるという手立て
- ②細かい指示なしで実験させ、結果のばらつきを基に、そうなった理由について考えさせるという手立て
- ③自分の考えを持たせた後、その考えを他者（他のグループ）に説明させ、それに対して、視点を持たせて質問させるという一連の手立て
- ④教科書に記載されている実験方法を基にして子供自ら実験方法を考えさせ、結果から実験方法を振り返らせるという手立て
- ⑤話型を用いて考えさせたり、模型を用いて考えが正しいかどうか確認させたりするという手立て

以上の考えに基づき、指導案を作成するにあたっては、一般的な指導案で示される事柄や既習事項、授業内で想定される教師と生徒との具体的なやりとりに加えて、単元の特性とクリティカル・シンキングとの関係やクリティカル・シンキングを育成するための手立てについて具体的に明示することにした。ここでは、次項で示した中学校第2学年「気象とその変化－水蒸気の変化 露点の測定にこだわる－」の指導案を例として、指導案の構成や見方について解説する。

I 学習指導要領

1 小学校

〔B 生命・地球〕

第4学年 (3) 天気の様子

1日の気温の変化や水が蒸発する様子などを観察し、天気や気温の変化、水と水蒸気との関係を調べ、天気の様子や自然界の水の変化についての考えをもつことができるようにする。

ア 天気によって1日の気温の変化の仕方に違いがあること。

イ 水は、水面や地面などから蒸発し、水蒸気になって空気中に含まれていくこと。また、空気中の水蒸気は、結露して再び水になって現れることがあること。

(学習指導要領解説より)

イ 身の回りでは、溜まった水の水位が低下したり、ぬれた地面や洗濯物が乾いたりして水の自然蒸発が起こっている。例えば、水を入れた容器に覆いをしておくと、やがて内側に水滴が付いて曇ってくることもある。このような現象を観察することから、自然界では水面や地面などから水が蒸発していることをとらえるようにする。また、冷えた物を常温の空気中に置くとその表面に水滴が付く現象などから、空気中には蒸発した水が水蒸気として存在していることや、冷やすと結露して再び水になって現れることがあることをとらえるようにする。生活との関連として、窓ガラスの内側の曇りなど、身の回りで見られる結露の現象を取り上げることが考えられる。

既習事項の整理

本単元の学習指導要領における位置付け、および本単元に関するこれまでの既習事項を整理

2 中学校

〔第2分野〕

(4) 気象とその変化

身近な気象の観察、観測を通して、気象要素と天気の変化の関係を見いだ

II 単元の指導について

露点の測定では、測定方法を細かく指示しなければ、一般に測定誤差が大きくなる。例えば教員による測定と比較すると、生徒の測定値は $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 程度で(場合によってはそれ以上に)ばらつくことをこれまでに経験している。同じ教室内で測定した露点なので、実際には真の値が複数あるとは考えにくいので、これらの測定値のばらつきは測定誤差や測定ミスによるものだと考えられる。

なぜ誤差が生じたのか、その原因を追及させ、班ごとに測定方法の改善を計画させる。また、その改善計画を板書させ、クラス全体で共有する。その上で改善計画に基づいて、露点の再測定を行わせる。

これらの手立てによって、生徒が測定値を呑み込みにせず、データの誤差や信頼性を自ら評価し、クリティカル・シンキングを働かせて、とことん突き詰めて、正確な測定値を出そうとする姿(自己変容)が見られるようになることを期待する。

単元の特性とクリティカル・シンキング

各単元の特性と育成したいクリティカル・シンキングとの関係

<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 手立て ・振り返り場面の設定 測定値を鵜呑みにしない態度 測定値に誤差が生じる原因の考察 測定値の信頼性を評価する </div>		<p>クリティカル・シンキング育成の手立て</p> <p>クリティカル・シンキングを育成するための具体的な手立て</p>
<p>課題 露点を正確に測定するための実験方法の改善策を検討し、次の時間にもう一度測定しよう。</p>		
<p>T: 「こんなところが失敗だった」という例も出してみよう！ S1: 混ぜ方が不十分だったら、水の温度が均一でないかも… S2: 金属コップの外側が汚れていたから、水滴が付いたかどうかが見えにくかったな…。</p>		<p>教師と生徒のやり取り</p> <p>教師と生徒との具体的なやり取り</p>
<p>・誤差と測定ミスのちがいは？ 誤差はどのような測定にも存在する。 ミスはなくすことができる。</p>	<p>・原因を追及するために、 実験で見られた事象を整理させる。</p>	
<p><班ごとの検討> → <他の班との交流> → <クラス全体での共有></p>		
<p>T: 実験方法の改善策がまとまった班は、黒板に書いて、他の班の案も参考にしよう！ T: ポイントになる箇所は何か？ 実験で見られた様子を整理してみよう！ S1: ひとの息がコップにかかるしくもった。マスクをしたらどうかな。 S2: そういえば、始めのころは、息がかかってもすぐに消えていたのに、あとになると、息をかけてもらえたら、くもりがなかなか消えなくなった。くもりって水滴だよな。 S3: 水滴がつき始める瞬間というのは、どんなようすのときだろう？ S4: 息をかけなくてもくもるようになったときだよな。 S5: ほんのちよっとくもったのを、見のがさないようにしないとイケないね。 S6: それなら、露点に近づいたら、氷水の入れ方を少なくしたらどうかな。</p>		<p>クリティカル・シンキング育成の手立て</p> <p>クリティカル・シンキングを育成するための具体的な手立て</p>
<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 手立て ・現象の把握と実験方法の改善 水滴がつき始める瞬間の把握 くもりがついたり消えたりする現象の把握 測定値の信頼性を評価する </div>		
<p>【整理】 次の時間の自分の班の実験方法をまとめる。</p>		

中学校理科の各分野に幅広く対応させるために、表1・2に示すように、全小単元のうち、「エネルギー」分野から1単元、「粒子」分野から2単元、「生命」分野から1単元、「地球」分野から2単元の計6の小単元を選択し、その単元内で想定される一つの授業について指導案を作成した。表1・2の中に、次項で示した指導案で用いられた手立てが前記の①～⑤のどれに分類されるのかを示す。また、指導案における単元と他の単元との繋がりに（既習事項）について、領域毎の内容構成図を基に図1に示す。

表1 単元表 (第1分野…「エネルギー」「粒子」)

分野	単元	小単元	指導案作成	手立ての分類
エネルギー	力と圧力	力の働き		
		圧力		
	光と音	光の反射・屈折	○	①③
		凸レンズの働き		
		音の性質		
	電流	回路と電流・電圧		
		電流・電圧と抵抗		
		電流とそのエネルギー		
		静電気と電流		
	電流と磁界	電流がつくる磁界		
磁界中の電流が受ける力				
電磁誘導と発電				
運動の規則性	力のつりあい			
	運動の速さと向き			
	力と運動			
力学的エネルギー	仕事とエネルギー			
	力学的エネルギーの保存			
エネルギー	様々なエネルギーとその変換			
	エネルギー資源			
粒子	物質のすがた	身の回りの物質とその性質	○	①③
		気体の発生と性質		
	水溶液	物質の溶解		
		溶解度と再結晶		
	状態変化	状態変化と熱		
		物質の融点と沸点		
	物質の成り立ち	物質の分解		
		原子・分子		
	化学変化	化合		
		酸化と還元		
化学変化と熱				
化学変化と物質の質量	化学変化と質量の保存			
	質量変化の規則性			
酸・アルカリとイオン	水溶液の電気伝導性			
	原子の成り立ちとイオン	○	①③	
	化学変化と電池			
水溶液とイオン	酸・アルカリ			
	中和と塩			

表2 単元表 (第2分野…「生命」「地球」)

分野	単元	小単元	指導案作成	「手立て」の分類
生命	植物の体のつくりと働き	花のつくりと働き	○	④
		葉・茎・根のつくりと働き		
	植物の仲間	種子植物の仲間		
		種子をつくらない植物の仲間		
	生物の観察	生物の観察		
	動物の体のつくりと働き	生命を維持する働き		
		刺激と反応		
	生物と細胞	生物と細胞		
	動物の仲間	脊椎動物の仲間		
無脊椎動物の仲間				
生物の変遷と進化	生物の変遷と進化			
生物の成長と殖え方	細胞分裂と生物の成長			
	生物の殖え方			
遺伝の規則性と遺伝子	遺伝の規則性と遺伝子			
地球	火山と地震	火山活動と火成岩		
		地震の伝わり方と地球内部の働き		
	地層の重なりと過去の様子	地層の重なりと過去の様子		
	気象観測	気象予測		
	天気の変化	霧や雲の発生	○	②
		前線の通過と天気の変化		
	日本の気象	日本の気象の特徴		
大気の動きと海洋の影響				
天体の働きと地球の自転・公転	日周運動と自転			
	年周運動と公転			
太陽系と恒星	太陽の様子	○	⑤	
	月の運動と見え方			
	惑星と恒星			

図1 内容構成図（上…「エネルギー」「粒子」、下…「生命」「地球」）

学年	エネルギー			粒子			
	エネルギーの働き	エネルギーの変換と保存	エネルギー資源の有効利用	粒子の存在	粒子の結合	粒子の保存性	粒子の持つエネルギー
第1学年	電気の働き 電気の働き 電気の働き	光の性質 光の性質 光の性質	岩石の性質 岩石の性質 岩石の性質			電気の働き 電気の働き 電気の働き	
第2学年		電気の働き 電気の働き 電気の働き		物質と水の性質 物質と水の性質 物質と水の性質			物質と水の性質 物質と水の性質 物質と水の性質
第3学年	電気の働き 電気の働き 電気の働き						
第4学年	電気の働き 電気の働き 電気の働き						
第5学年	電気の働き 電気の働き 電気の働き						
第6学年	電気の働き 電気の働き 電気の働き						
第7学年	電気の働き 電気の働き 電気の働き						
第8学年	電気の働き 電気の働き 電気の働き						
第9学年	電気の働き 電気の働き 電気の働き						
第10学年	電気の働き 電気の働き 電気の働き						
第11学年	電気の働き 電気の働き 電気の働き						
第12学年	電気の働き 電気の働き 電気の働き						

指導案 1

指導案 2

指導案 5

学年	生命				地球			
	生命の構造と機能	生命の多様性と共通性	生命の活動性	生物と環境のかかわり	地球の内部	地球の表面	地球の周辺	
第1学年	生命の構造と機能 生命の構造と機能 生命の構造と機能			生命の構造と機能 生命の構造と機能 生命の構造と機能				
第2学年								
第3学年								
第4学年								
第5学年								
第6学年								
第7学年								
第8学年								
第9学年								
第10学年								
第11学年								
第12学年								

指導案 3

指導案 4

指導案 6

2. クリティカル・シンキングを育成するための学習指導

クリティカル・シンキングを育成するための「手立て」に関する指導案1

単元名：光による現象

—光が異なる物質を通りぬける時のようす—

広島市立安佐南中学校
桂木 浩文

I 学習指導要領

1 小学校

「A 物質・エネルギー」

第3学年 (1) 光の性質

鏡などを使い，光の進み方や物に当たったときの明るさや暖かさを調べ，光の性質についての考えをもつことができるようにする。

ア 日光は集めたり反射させたりできること。

イ 物に日光を当てると，物の明るさや暖かさが変わることを。

2 中学校

[第1分野]

(1) 身近な物理現象

身近な事物・現象についての観察，実験を通して，光や音の規則性，力の性質について理解させるとともに，これらの事物・現象を日常生活や社会と関連付けて科学的にみる見方や考え方を養う。

ア 光と音

(ア) 光の反射・屈折

物光の反射や屈折の実験を行い，光が水やガラスなどの物質の境界面で反射，屈折するときの規則性を見いだすこと。

(イ) 凸レンズのはたらき

凸レンズの働きについての実験を行い，物体の位置と像の位置及び像の大きさの関係を見いだすこと。

(ウ) 音の性質

音についての実験を行い，音はものが振動することによって生じ空気中などを伝わること及び音の高さや大きさは発音体の振動の仕方に関係することを見出すこと。

Ⅱ 単元の指導について

1 「批判的思考」を育成する目的

私たちは、帰納的推論を用いて、世界を説明、予測し、知識を形成している。私たちが、批判的思考を身につけ、適切な帰納的推論を行うことは、日常生活、たとえば、学業や職業における成功の鍵となる（Nickorson, 1987）、さらに、私たちが、自らの自己中心的思考、先入観、バイアス、誤解に目を向けることはよりよく生きるために、大切なことである（たとえば、Gilovich, 1991）

※「認知心理学4 思考（東京大学出版会）」p.56より引用
つまり、「批判的思考」とは、議論において他者の意見を捻じ曲げ打ち負かすといったような思考ではなく、むしろ「自分の考え（推論過程）を意識的に吟味する反省的な（reflective）思考」であり、個人の自立や自己改変、自分をより良くするための思考である（議事録より）。

このように「批判的思考」を捉えんとするならば、授業の中で

- ①子どもが （だれが）
- ②自分自身の （だれの）
- ③考えを （何を）

批判的にみながら学んでいく力を育成する必要がある。

このために授業者である教師が、どのような手立てを行うことができるのか、を本研究では提案する。

2 育成するための場面

上述のように本研究で扱う「批判的思考」を、「自分の考え（推論過程）を意識的に吟味する反省的な（reflective）思考」であると捉え、さらに、授業の中で

- ①子どもが （だれが）
- ②自分自身の （だれの）
- ③考えを （何を）

批判的にみながら学んでいく場面は、

- ア 仮説を導出する場面
- イ 仮説を検証する観察・実験を計画する場面
- ウ 考察を行う場面

と考えられる。

3 今回の提案内容

(1) 単元および授業展開における場面

これまで述べてきたことをもとに、今回の提案では、次の単元・場面について提案を行う。

○考察場面の一例として、「光の屈折」における考察場面

仮説設定場面では、子どもが自らの仮説を学級の子どもと共有し、吟味していくこともできるが、個々の生徒の様々な仮説を学級で共有することで広く学ぶことができると考えるため、個々の生徒の仮説について議論することは避けた。

さらに、実験計画について、教科書に掲載されている実験方法はシンプルであり、かつ導入での問題提起の実験（コップの底にある10円玉がコップに水を入れることで見えるようになる）との関連もあるため、そのまま使用する（生徒用の小型水槽を使用する）。

したがって、個々の生徒が自らの仮説を反省的に振り返ることができる考察場面を今回の提案では選んだ。

(2) 育成のための手だて

①振り返り

既に述べたように、批判的な思考を「自分の考え（推論過程）を意識的に吟味する反省的な（reflective）思考」と捉えるならば、自分自身の考えを振り返ることが必要になる。また、ただ振り返るだけでなく、振り返ることで自分自身の考えが合理的なのかを吟味することが必要になってくる。

②子ども同士のかかわり

①で述べたことを子どもが所属する学級集団の他の子どもとのかかわりを通して対話的（②他者とかわる人間）に行うことができるような場面を設定する。

さらに吟味する際の視点を子どもに与えることが大切である。

③視点


自らの考えを反省的に振り返り・吟味するために、まずは生徒が個人で考察を行う。そしてその考察を、他の生徒に説明する。説明を聞いた側の生徒は、その妥当性を吟味するための視点にもとづいて質問をする。考察を説明した生徒は、その質問に答えるという活動を通して、自らの考察の妥当性を吟味する。

4 参考文献

楠見孝（2001）「帰納的推論と批判的思考」『認知心理学4 思考』，東京大学出版会，pp.50-56.

高見健太・木下博義（2017）「他者との関わりを通じて批判的思考を働かせるための理科学習指導法の開発と評価－中学校理科「化学変化」の单元における授業実践を通して－」『理科教育学研究』第58巻，第1号，pp.27-40.

Ⅲ 本時の流れ

学 習 活 動	教 師 の 支 援
<p>1. 既習事項の確認をする。</p> <div data-bbox="256 371 1051 638" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>本時において活用する基礎・基本の内容</p> <p>①ものが見えるためには、光（光源）が必要である</p> <p>②ものが見えるためには、光源から出た光やものからはね返ってきた光が目に入るからである。</p> <p>③光は、遮る物がなければ、直進する。</p> <p>④同一物質の中では、光は直進する。</p> <p>⑤光が反射するときは、入射角 = 反射角となる。</p> </div> <p>2. 教科書の実験を行う。</p> <div data-bbox="256 734 769 916" style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p>3. 本時の問題を把握する。</p>	<p>○コップ、コインを9班分用意し、一人ひとりが確実に観察・実験が行えるように環境を整える。</p>
<div data-bbox="245 1010 1353 1055" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>水を注ぐことで、コインが見えるようになるしくみを考えよう。</p> </div>	
<p>4. 仮説を設定する。</p> <div data-bbox="245 1144 1353 1395" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>活用を促しながら仮説を設定させます。 その結果、子どもが何種類かの仮説を設定します。</p> <p>①10円玉で光源の光が反射するが、垂直に水面まで反射する</p> <p>②10円玉で光源の光が反射するが、水面で反射しその後も何度か反射を繰り返す。</p> <p>③10円玉で光源の光が反射の法則に従って反射しているが、コップの壁を貫通している。 など</p> </div>	
<p>5. 仮説を検証するために実験を行う。</p> <p>6. 実験結果を共有する。</p> <p>7. 実験結果をもとに、考察を行う。</p>	<p>○まずは、個人で考察を行う。実験結果と自らの仮説とを比較して、次のことを考える。</p>

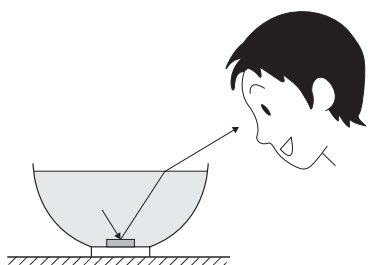
写真提供：コーベット・フォトエージェンシー

8. 各自で考えた考察を説明する。

○仮説が正しい場合

私は今回の目標を達成するために、次のような仮説を設定して実験を行いました。10円玉の表面を反射した光は水面で折れ曲がり、その後目に届くだろう。だから水を入れる前には見えなかった10円玉の中央部が見えるようになったのだろう。

実験の結果、10円玉の表面を反射した光は水面で折れ曲がった。だから私の仮説は正しかった。



T：それでは、各グループのメンバーは、説明した人に、質問してごらん。

S 1 S 2：はい。

S 1：10円玉の表面で反射した光を描くとき、既習事項のどれを活用しましたか。

S 3：⑤番です。分度器で測りました。

S 2：光の性質は守られていますか。

S 3：はい。10円玉の表面を反射した後直進しているし、水面で折れ曲がった後も進む方向は変わったけれど、直進しています。

S 1：10円玉の表面を反射した光は、どこに届いていますか。

S 3：目まで届いています。見えるための条件ですから。

S 2：よいと思います。

手立て

- ・ 振り返りの場面を設定する
- ・ 振り返りの視点を明示する

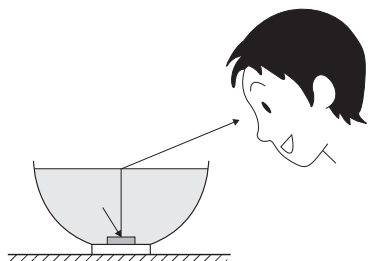
- ①自らの仮説は正しかったのか。
- ②そのように判断した理由は何か。
- ③仮説が間違いであれば、どこが間違いの原因なのか。
- ④既習事項を正しく活用しているのか、を一つずつ確認していく。

手立て

- ・ 他の生徒に説明する
- ・ 視点にもとづいて質問をする
- ・ 子ども同士かかわらせる

○仮説が間違っていた場合

私は今回の目標を達成するために、次のような仮説を設定して実験を行いました。10円玉の表面を反射した光はまっすぐ水面まで進み、その後水面で折れ曲がり、その後目に届くだろう。だから水を入れる前に見えなかった10円玉の中央部が見えるようになった。
実験の結果、10円玉の表面を反射した光は水面で折れ曲がった。だから私の仮説は正しかった。



T：それでは、各グループのメンバーは、説明した人に、質問してごらん。

S 1 S 2：はい。

S 1：10円玉の表面で反射した光はどこに届いていますか。

S 4：目に届いています。届くように描いたから。

S 2：水面にまっすぐ進んだ光は、その後どのように進んでいますか。

S 4：えーっと…。

S 1：実験結果の角Aが 0° のところ。ここよ。

S 4： 0° あっ。まっすぐ進んでいました。

S 2：そう。S 4さんののはでも曲がってるよね。

S 4：そっかあ…。

S 1：10円玉の表面を光源からの光が反射するときに、どれを活用したの？

S 4：えっ…。

S 1：⑤を活用すると良いのよ。分度器を使って、こうやって。ほら。

S 4：分度器を使ってないなあ。

S 2：それでは、もう一度。今回のS 4さんの仮説はただしかったですか？

S 4：間違っていますね…。

S 2：どこが間違いの原因ですか。

S 4：えっ。

S 1：さっきやったじゃない。

S 4：⑤を活用するところと、まっすぐ進むところ、かな。

S 2：そうみたいですよ。

単 元 名：物質のすがた

—いろいろな物質とその性質—

広島市立二葉中学校
川口 健史

I 学習指導要領

1 小学校

「A 物質・エネルギー」

第4学年 (1) 空気と水の性質

閉じ込めた空気及び水に力を加え、その体積や押し返す力の変化を調べ、空気及び水の性質についての考えをもつことができるようにする。

ア 閉じ込めた空気を圧すと、体積は小さくなるが、押し返す力は大きくなること。

イ 閉じ込めた空気は押し縮められるが、水は押し縮められないこと。

2 中学校

[第1分野]

(2) 身の回りの物質

身の回りの物質についての観察、実験を通して、固体や液体、気体の性質、物質の状態変化について理解させるとともに、物質の性質や変化の調べ方の基礎を身に付けさせる。

ア 物質のすがた

(ア) 身の回りの物質とその性質

身の回りの物質の性質を様々な方法で調べ、物質には密度や加熱したときの変化など固有の性質と共通の性質があることを見いだすとともに、実験器具の操作、記録の仕方などの技能を身に付けること。

Ⅱ 単元の指導について

中学校学習指導要領（平成20年）では、本単元について、「身近な固体の物質などを取り上げ、それらについて密度や加熱したときの変化などを調べる観察、実験を行う。例えば、金属やプラスチックなどの様々な固体の物質の密度を測定する実験を行い、求めた密度から物質を区別できることに気付かせる」こととしている。

本提案では、本単元において身に付けた密度の測定方法を活用した発展的内容として、水の密度と比較した際に、密度が大きければ水に沈み、小さければ水に浮くことを気付かせる。その探究的な活動の中で、批判的思考力を育成するためのすべを提案したものである。

Ⅲ 指導計画

- 第一次 食塩、砂糖などの身近な白い粉末を加熱することによって区別し、共通する性質や固有の性質があることを見い出す。
- 第二次 金属やプラスチックなどの様々な固体の物質の密度を測定する実験を行い、得られた密度から物質を区別できることや金属には、電気伝導性、金属光沢、展性、延性などの共通の性質があることを見い出す。
- 第三次 水の密度と比較した際に、密度が大きければ水に沈み、小さければ水に浮くことを見い出す。【本時】

IV 本時の流れ

学 習 活 動	教 師 の 支 援
<p>1. 問題を把握する。</p> <p>T：野菜を水槽に入れてみますよ。 S1：水に浮く野菜と沈む野菜があるのですね。 T：水に浮く野菜と沈む野菜の違いは何なのだろうか？</p> <p>2. 仮説を立てる。</p> <p>T：水に浮いた野菜と沈んだ野菜を比べると何が違いますか。</p> <p>S1：じゃがいもなど、水に沈む野菜は中身がつまっている感じがします。 S2：きゅうりやセロリなど、水に浮く野菜は中身が水に沈む野菜に比べて詰まっていない感じがします。 S3：ということは密度が関係しているのではないですかね。</p> <p>T：ビニール袋に水を入れてあります。ビニール袋の質量はできるだけ無視できるように、薄い素材を使っています。これを水槽に入れてみますね。どうなりましたか？</p> <p>S1：真ん中で浮きもせず沈みもせず漂っています。 S2：もしかして水の密度と比べて、その野菜の密度が大きいか小さいかで、水に浮くか沈むかが決まるのではないだろうか。</p> <p>S3：水の密度は 1 g/cm^3 でしたね。</p>	
<p>仮説</p> <p>水の密度 (1 g/cm^3) よりも密度の大きい野菜は水に沈み、密度の小さい野菜は水に浮く。</p>	
<p>3. 検証方法を計画し(すべ)、実施する。</p> <p>T：どのような方法で確かめられるか、班で計画し、他の班に説明しましょう。 (手立て)</p>	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>手立て</p> <ul style="list-style-type: none"> ・考えを他者(他のグループ)に説明させる </div>

S1: 私たちの班は、まず全ての野菜を 1cm^3 に切りそろえます。
次に、それぞれの質量を測ります。

S2: 野菜を 1cm^3 に切りそろえなくても、メスシリンダーを使った方がいい
のではないですか。 1cm^3 に切りそろえようとする誤差が大きくなる
と思います。

生徒のワークシート (指摘前)

検証方法

1. 野菜を 1cm^3 に切る。
2. メスシリンダーに野菜を1つ入れる。はかり終了後記しておく。
3. 電子てんびんに野菜を1つおく。はかりおえた後記しておく。
4. 質量(電子てんびん) = 体積(メスシリンダー)

生徒のワークシート (指摘後)

1. はかるものを電子てんびんに野菜をのせ質量をはかる。
2. 水の入ったメスシリンダーに野菜を入れ、ふたを体積をはかる。
質量(電子てんびん) = 体積(メスシリンダー) × 密度を求めめる。
3. 水より、密度が小さいモノは、大きいモノにわけ、1つづつ
水に入れる。

4. 結果を整理する。

5. 仮説と結果を比べ結論を導く。

手立て

- ・ 仮説と結果を比較し、実験方法を振り返らせる

T: 仮説と結果を比べ結論を出しましょう。

S3: 私たちの班はショウガについて仮説が当てはまりませんでした。
しかし、それは実験の正確さに問題があったのだと思います。
再実験したいと思います。

手立て

- ・自分の考えをもたせ、他者の考えと比較する場面を設ける

手立て

- ・実験方法を指定せず、生徒に計画させる

生徒のワークシート

やはり、浮くのは水の密度より低く、
沈むのは水の密度より高い
でも、ショウガの密度が水より高かったのて、
実験しなおしたい

生徒のワークシート

仮説と結果が異なりました
たぶん、体積がちがったと思う。
再実験し

単 元 名：葉・茎・根のつくりとはたらき

—蒸散—

広島県教育委員会
玉木 昌知

I 学習指導要領

1 小学校

〔A 生命・地球〕

第6学年 (2) 植物の養分と水の通り道

植物を観察し、植物の体内の水などの行方や葉で養分をつくる働きを調べ、植物の体のつくりと働きについての考えをもつことができるようにする。

ア 植物の葉に日光が当たるとでんぷんができること。

イ 根、茎及び葉には、水の通り道があり、根から吸い上げられた水は主に葉から蒸散していること。

2 中学校

〔第1分野〕

(1) 植物の生活と種類

身近な植物などについての観察、実験を通して、生物の調べ方の基礎を身に付けさせるとともに、植物の体のつくりと働きを理解させ、植物の生活と種類についての認識を深める。

イ 植物の体のつくりと働き

(ア) 花のつくりと働き

いろいろな植物の花のつくりの観察を行い、その観察記録に基づいて、花のつくりの基本的な特徴を見いだすとともに、それらを花の働きと関連付けてとらえること。

(イ) 葉・茎・根のつくりと働き

いろいろな植物の葉、茎、根のつくりの観察を行い、その観察記録に基づいて、葉、茎、根のつくりの基本的な特徴を見いだすとともに、それらを光合成、呼吸、蒸散に関する実験結果と関連付けてとらえること。

II 単元の指導について

1 クリティカル・シンキング育成のための授業構想について

批判的思考力が働く場面として、考察において実験方法を振り返る場面を設定する。

指導者は、正しい結果を知っているため、実験結果が生徒が立てた仮説と異なった場合、仮説が間違っているのか、実験方法が間違っているのかを判断できる。しかし、正しい結果を知らない生徒にとっては、仮説と違う実験結果が出た時に、仮説が間違っていたのか、実験方法が間違っていたのかを判断するのは難しいと考える。特に、教科書に載っている実験を行った場合、実験結果が仮説と違う場合には、仮説を疑うのが一般的であり、実験方法を疑うということは授業においてはあまりないであろう。生徒に実験方法が正しかったのかどうかを考えさせるためには、実験方法を生徒に考えさせ、実験方法が間違っているかもしれないという余地を作っておかなければならない。しかし、現実的に最初から実験方法を生徒に考えさせるというのはなかなか難しい。そこで、教科書の実験をベースに実験方法の一部を変えることによって、実験方法を疑うという批判的思考を授業で実践できないかと考えてみた。

2 授業場面について

○蒸散の実験

※葉の表より葉の裏の方が気孔が多いことは学習済み

実験3 蒸散と吸水の関係

じっくり実験しよう

実験の目的 気孔をふさいだり、葉をとり除いたりすることにより蒸散をおさえたときの吸水量を調べ、蒸散と吸水の関係を明らかにする。

準備する物 → P.260
□葉がついた植物の枝 4本 □シリコンチューブ □バット □ものさし □水槽 □ワセリン

実験の方法

ステップ 1 4本の枝の条件を変える

① 4本の枝を、下図ア～エのように準備する。

ア 何も処理しない。 イ 葉の裏側にワセリンをぬる。 ウ 葉の表側にワセリンをぬる。 エ 葉を全てとる。

ステップ 2 吸水量を調べる

② 水を入れた水槽の中で①の植物の茎とシリコンチューブを、空気が入らないようにつなぐ。全体を持ち上げてみて、水が出ないことを確認する。

③ バットに置き、20分ほど後に水の量の変化を調べる。

水 シリコンチューブ 水槽

バット はじめの水位に印をつけておく。

【東京書籍】「新しい科学1」

東京書籍では、蒸散と吸水の関係を明らかにする実験をシリコンチューブで行っている。

一方、他の教科書では、この実験は試験管で行うのが一般的であり、その際には試験管中の水の水面からの蒸発を防ぐために水面に油を浮かべる必要がある。

実験 2 葉の蒸散
葉の表と裏の蒸散の量を比べる

気孔の数と蒸散の量との間には、どんな関係があるか。

必要なもの
 アジサイなどの枝 試験管立て ワセリン
 目もりつき試験管 はさみ 油

1 枝を用意する。
 ほぼ同じ大きさの葉で、枚数がそろっている枝を3本用意する。①はそのまま、②は表に、③は裏にワセリンを塗る。

2 装置をつくる。
 水の量をはかって試験管に入れ、水中で切った枝をさす。油を注いで、水面からの蒸発を防ぐ。

3 測定する。
 数十分後に、試験管の中の水の量をはかり、減少した水の量を調べる。

ワセリンを塗ると、気孔がふさがれるよ。表に塗ったとき、どこから蒸散できるか考えよう。

水中で切った枝は、茎に空気が入らないように切り口を空気にさらす時間をできるだけ短くして、試験管の水につける。

結果の整理
減少した水の量を表にまとめる。

思考のまとめ
蒸散は、葉の表と裏のどちらでさかんだと考えられるか。

【大日本図書】「理科の世界1」

検証計画の立案

この実験方法を何もないところから考えさせるのは難易度が高く、難しい。しかし、シリコンチューブの実験方法を提示し、シリコンチューブの代わりに試験管を使うこととし、その実験方法を考えさせるならば、生徒にも考えられるであろう。

おそらく、そういった方法で実験方法を考えさせると、生徒はただチューブを試験管に変更した実験方法を考えるであろう。批判的思考の第1段階として、シリコンチューブをただ試験管に変えただけで実験は成り立つのかを考えさせる。その際にチューブをサンプルとして1本準備し、試験管と比較させ、その違いが実験にどのように影響させるかを考えさせると漠然と考えさせるよりも思考が進むかもしれない。期待される気づきとしては、試験管の方が太いので、肉眼では変化が分かりにくいということである。そこで、枝についている葉の数が多岐を使う、水の量の変化をみる時間を長くする、重さを量るなどが考えられる。ただ、水面からの蒸発を防ぐという発想は難しいと思われる。

実験結果

	ア 何もしない	イ 裏にワセリン	ウ 表にワセリン	エ 葉なし
減少した水の量 [mL]	7.8	5.7	7.3	5.2

※それぞれの蒸散、蒸発量を次のように仮定

葉の裏：2.1mL 葉の表：0.5mL 茎：0.2mL 水面：5.0mL

考察

実験後、考察を行う。おそらく、仮説では気孔から行われる蒸散と関連付けて、実験結果をア>ウ>イ>エと予想しているだろう。予想と実験結果の妥当性のみを考えるならば、仮説は立証されたということになる。しかし、ここで批判的思考の第2段階としてエの減少した水の量をみると茎だけで多くの水が蒸発していることになることに気付かせたい。このデータから蒸散量を計算すると次のようになる。

葉の表からの蒸散量 アーウ=0.5mL

葉の裏からの蒸散量 アーイ=2.1mL

茎からの蒸散量 5.2mL

この結果のおかしさに気付くことができたならば、実験方法の妥当性を吟味させることができると思う。

Ⅲ 指導計画

<授業のねらい>

実験方法の妥当性を吟味し、それを検証する実験方法を考えることができる。

<教師の手立て>

- ①教科書に載っている実験方法の一部を変え実験させることによって、実験方法の妥当性を吟味する余地をつくる。
- ②教科書に載っている実験を変えた点に着目させ、実験結果が想定外になった理由を考えさせる。

Ⅳ 本時の流れ

学 習 活 動	教 師 の 支 援
1. 前時までの復習をする。 ※前時の段階で、茎には気孔がほとんどないことも確認しておく。	T：前の時間の学習でわかったことを発表してください。 S1：前の時間は、葉の表と裏にある気孔の数を調べました。その結果、葉の裏の方が表より気孔の数が多かったです。 T：みんなは、根から吸い上げた水が、この気孔から出ていっているんだと考えましたね。 T：今日は、その考えが正しいかどうかを確かめたいと思います。
2. 本時の目標を設定する。	
根から吸い上げた水が気孔から出ていっていることを確かめる。	

実験3 蒸散と吸水の関係

実験の目的 気孔をふさいだり、葉をとり除いたりすることにより蒸散をおさえたときの吸水量を調べ、蒸散と吸水の関係を明らかにする。

準備する物 →P.260
口葉がついた植物の枝 4本 ロシリコンチューブ ロバット ロものさし ロ水槽 ロワセリン

実験の方法

ステップ 1 4本の枝の条件を変える

① 4本の枝を、下図ア～エのように準備する。

ア 何も処理しない。 イ 葉の裏側にワセリンをぬる。 ウ 葉の表側にワセリンをぬる。 エ 葉を全てとる。

ステップ 2 吸水量を調べる

② 水を入れた水槽の中で①の植物の茎とシリコンチューブを、空気が入らないようにつなぐ。全体を持ち上げてみて、水が出ないことを確認する。

③ バットに置き、20分ほど後に水の量の変化を調べる。

水 シリコンチューブ 水槽

バット はじめの水位に印をつけておく。

T：今回はこのような実験で根から吸い上げた水が気孔から出ていっていることを確かめたいと思います。

手立て

・教科書に載っている実験方法の一部を変え実験させることによって、実験方法の妥当性を吟味する余地をつくる

T：皆さんの仮説が正しいならば、この実験の結果はどのようになると考えられますか。

S 1：気孔の数が多いほど、植物内の水分は減っていくので、その分、シリコンチューブの中の水を吸い上げることになると思います。

S 2：気孔の数は葉の裏に多く、表は少なかったよね。

S 3：茎にはほとんど気孔がないんだよね。

S 4：ということは、水の減る量が一番多いのがアで次にウ、そして、イ、エの順番だね。

3. 実験方法を提示する。

新しい科学 I (東京書籍)

4. 実験結果を予想する。

※実験結果の予想をさせることで、実験方法の意図をつかませる。

5. 実験方法を考える。

○シリコンチューブの代わりに試験管に変えたときに実験が成り立つか考える。

T：これから、実験を行います。シリコンチューブの数が足りないの、皆さんには試験管を使ってもらおうと思います。(手立て)

T：シリコンチューブを試験管に変えても実験は成り立ちますか。

S 1：減った水の量を測るだけだから実験は成り立つと思います。

T：シリコンチューブを試験管に変えることによって何か気を付けることがありますか。(シリコンチューブと試験管の実物を提示)

S 2：シリコンチューブと試験管の違いは太さが違うね。

S 3：シリコンチューブは細いので、水が少して済むけれど、試験管は太いので水がたくさん必要です。

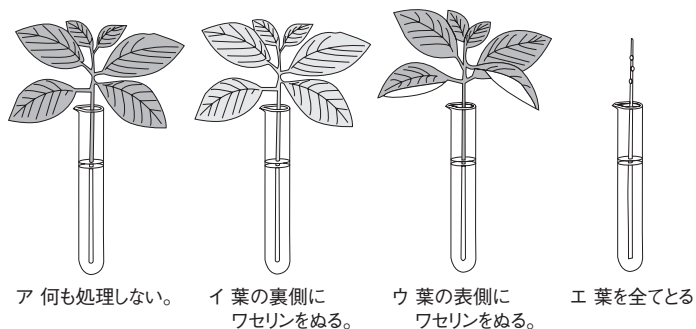
S 4：試験管は太いので、減った水の量が少ないと変化がよく分からないかもしれないね。

○各グループで実験方法を考える。

<試験管を使った際に考えられる工夫点>

- ・枝についている葉の数を増やす。
- ・実験の時間を長くする。
- ・重さを量る。

○実験を行う。



○実験結果をまとめる。

実験結果

	ア 何もしない	イ 裏にワセリン	ウ 表にワセリン	エ 葉なし
減少した水の量 [mL]	7.8	5.7	7.3	5.2

○考察する。

S1：予想通り，水の減る量はア，ウ，イ，エになりました。
S2：ということは，やっぱり，根から吸い上げられた水は気孔から出ていっているということになるね。
T：このように，気孔から水分が出ていくことを蒸散といいます。
T：ちなみに，この結果から，どこからどれだけの水分が蒸散で出ているか計算できますか。

葉の表からの蒸散量 $ア - ウ = 0.5\text{mL}$

葉の裏からの蒸散量 $ア - イ = 2.1\text{mL}$

茎からの蒸散量 5.2mL

S 1 : あれ? 茎からの蒸散量が一番多くなっているよ。
S 2 : なぜだろう。
S 3 : 仮説が間違っていたのかな。
S 4 : 葉の表からの蒸散量と葉の裏からの蒸散量の結果から、気孔が多いほど蒸散量が多いと言えらると思うけれど、茎からの蒸散量が多い理由は何だろう。
T : 仮説があつてゐるとするなら、何がよくなかつたのかな。(手立て)
S 1 : 仮説があつてゐるんだとしたら、実験方法が間違えてゐたと思へられます。
S 2 : とゐうことは、教科書の実験と変へた部分、試験管を使つたことがよくなかつたのかもしれませぬ。
S 3 : じゃあ、試験管にしたことで水分がたぐさん蒸発してしまつたといふことになるよ。
S 4 : そうか、試験管の中の水の表面から直接水が蒸発したつてことも思へられるよ。
S 5 : 確かめてみよう。

手立て

- ・教科書に載つてゐる実験を変へた点に着目させ、実験結果が想定外になつた理由を思へさせる

○検証実験の方法を思へる。

S 1 : 試験管の水の表面から水を蒸発させないよにするにはどうすればいいんだらう。
T : もし、茎から本当に水分が蒸発してゐると思へるとすると、どのような実験をすればいいかな。これまで学習した対照実験の思へ方を使つてごらん。
S 1 : 対照実験といふことは、調べたいもの以外の条件はそろへるつていふことだつたよね。
S 2 : 茎から水分が蒸発してゐるかどうかを調べるんだから、茎以外の条件はそろへて、茎があるかないかを変へて実験すればいいつていふことだよね。
S : そうか、ただ、試験管の中に水だけを入れたものを準備して調べればいいんだ。

○検証実験を行ふ。

引用文献

東京書籍「新しい科学1」

大日本図書「理科の世界1」

単 元 名：気象とその変化

—水蒸気の変化 露点の測定にこだわる—

広島大学附属福山中・高等学校
平賀 博之

I 学習指導要領

1 小学校

「B 生命・地球」

第4学年 (3) 天気の様子

1日の気温の変化や水が蒸発する様子などを観察し、天気や気温の変化、水と水蒸気との関係を調べ、天気の様子や自然界の水の変化についての考えをもつことができるようにする。

ア 天気によって1日の気温の変化の仕方に違いがあること。

イ 水は、水面や地面などから蒸発し、水蒸気になって空気中に含まれていくこと。また、空気中の水蒸気は、結露して再び水になって現れることがあること。

(学習指導要領解説より)

イ 身の回りでは、溜まった水の水位が低下したり、ぬれた地面や洗濯物が乾いたりして水の自然蒸発が起こっている。例えば、水を入れた容器に覆いをしておくと、やがて内側に水滴が付いて曇ってくることもある。このような現象を観察することから、自然界では水面や地面などから水が蒸発していることをとらえるようにする。また、冷えた物を常温の空気中に置くとその表面に水滴が付く現象などから、空気中には蒸発した水が水蒸気として存在していることや、冷やすと結露して再び水になって現れることがあることをとらえるようにする。

生活との関連として、窓ガラスの内側の曇りなど、身の回りで見られる結露の現象を取り上げることが考えられる。

2 中学校

[第2分野]

(4) 気象とその変化

身近な気象の観察、観測を通して、気象要素と天気の変化の関係を見いださせるとともに、気象現象についてそれが起こる仕組みと規則性についての認識を深める。

イ 天気の変化

(ア) 霧や雲の発生

霧や雲の発生についての観察、実験を行い、そのでき方を気圧、気温及び湿度の変化と関連付けてとらえること。

(学習指導要領解説より)

ここでは、地表付近で見られる地学的な事物・現象として地層及びこれを構成する堆積岩の野外観察などを行い、地層の重なり方や広がり方についての規則性を見いださせるとともに、地層の調べ方を習得させる。また、これらの活動や資料によって得られた情報を基に、地層の成因や堆積環境、生成年代などを推定することを通して、大地は長い時間と広い空間の中で変化していることを理解させることがねらいである。

Ⅱ 単元の指導について

露点の測定では、測定方法を細かく指示しなければ、一般に測定誤差が大きくなる。例えば教員による測定と比較すると、生徒の測定値は $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 程度で（場合によってはそれ以上に）ばらつくことをこれまでに経験している。同じ教室内で測定した露点なので、実際には真の値が複数あるとは考えにくいので、これらの測定値のばらつきは測定誤差や測定ミスによるものだと考えられる。

なぜ誤差が生じたのか、その原因を追及させ、班ごとに測定方法の改善を計画させる。また、その改善計画を板書させ、クラス全体で共有する。その上で改善計画に基づいて、露点の再測定を行わせる。

これらの手立てによって、生徒が測定値を鵜呑みにせず、データの誤差や信頼性を自ら評価し、クリティカル・シンキングを働かせて、とことん突き詰めて、正確な測定値を出そうとする姿（自己変容）が見られるようになることを期待する。

Ⅲ 単元計画

水蒸気の変化

<第1時>

・冷たい飲み物が入ったペットボトルなどを空気中に置くと表面に水滴がつくことを確認し、同じような現象がほかにはないか話し合う。

<第2時>

・飽和水蒸気量や湿度についての説明を聞き、理解する。

「課題」露点とはどのような数値か？

<第3時・第4時> **【本時】**

・露点の測定を行う。

「課題」露点の測定をより正確に行う方法を検討する。

・測定方法の改善について計画し、再度、測定を行う。

◆単元の評価規準

○観察・実験の技能

・露点の測定を、測定方法を工夫して、正確に測定することができる。

○思考・表現

・露点の測定が正確にできるように、測定方法を改善することができる。

○知識・理解

・水の凝結や蒸発などの現象を、飽和水蒸気量や湿度などに関連付けて理解している。

IV 本時の流れ

	授 業 展 開	教 師 の 支 援												
	<p><第1時></p>													
導 入	<p>【課題の把握】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・露点の測定を行うことを伝える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・露点について、確認する。 												
	<p>T：露点とは何か、説明できるかな？ S：前の時間に、「空気の温度が下がっていくときに、空気中の水蒸気が飽和した状態になって凝結し、水滴が生じ始める温度」だと学習しました。</p>													
	<p><本時の主題・目標> 「露点を測定しよう」</p>													
展 開	<p>【課題の追求】</p> <p>生徒実験：露点の測定 <実験方法の提示></p>	<p>T：まずは、露点の測定方法を教科書で見よう。 S：了解です！</p>												
	<p>○金属製のコップにくみ置きの水を入れ、温度を測る。 ○コップに氷水を少しずつ加え、コップの表面の様子を観察する。 ○コップの表面に水滴がかすかにつき始めたら、そのときのコップの中の水の温度を測定する。</p> <p>(参考：東京書籍教科書 新編新しい科学2年p.163)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・くみ置きの水を使うのはなぜか？ ・金属製のコップを使うのはなぜか？ 												
	<p>T：では、準備ができれば露点を測定しましょう。</p>													
	<p>・測定が完了した班から、露点の値を黒板の表に記入させる。</p>													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1班</th> <th>2班</th> <th>3班</th> <th>...</th> <th>先生の測定値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1回目</td> <td>18.2℃</td> <td>15.1℃</td> <td>16.8℃</td> <td></td> <td>16.4℃</td> </tr> </tbody> </table>			1班	2班	3班	...	先生の測定値	1回目	18.2℃	15.1℃	16.8℃		16.4℃
	1班	2班	3班	...	先生の測定値									
1回目	18.2℃	15.1℃	16.8℃		16.4℃									
	<p>・教員による測定値とも比較させる。</p>													
	<p>T：露点を正確に測定できたかどうか、自分たちの測定を評価してみよう。 S：けっこううまくできたかな…。 T：班によって測定結果が異なる原因を考察してみよう。もし、測定の中で誤差が生じるとしたら、どのようなことが誤差の原因になるかな？ S：私たちの班では、いつ水滴がつき始めたのかははっきりわからなかったもので、水滴が大きくなってから、温度を測ったけど、それではまずかったかな…。 S：自分たちの班は、氷水をいちどにたくさん入れすぎたかな。あっという間に金属製コップの外側に水滴ができてしまったな…。</p>													

手立て

- ・ 振り返り場面の設定
測定値を鵜呑みにしない態度
測定値に誤差が生じる原因の考察
測定値の信頼性を評価する

課題：

露点を正確に測定するための実験方法の改善策を検討し、次の時間にもう一度測定しよう。

T：「こんなところが失敗だった」という例も出してみよう！
S1：混ぜ方が不十分だったら、水の温度が均一でないかも…。
S2：金属コップの外側が汚れていたから、水滴が付いたかどうかが見えにくかったな…。

・ 誤差と測定ミスのちがい

誤差はどのような測定にも存在する。
ミスはなくすることができる。

・ 原因を追及するために、
実験で見られた事象を整理させる。

<班ごとの検討>→<他の班との交流>

→<クラス全体での共有>

T：実験方法の改善策がまとまった班は、黒板に書いて、他の班の案も参考にしよう！
T：ポイントになるところは何か？ 実験で見られた様子を整理してみよう！
S1：ひとの息がコップにかかるとくもった。マスクをしたらどうかな。
S2：そういえば、始めのころは、息がかかってもすぐに消えていたのに、あとになると、息をかけてくもらせたら、くもりがなかなか消えなくなった。くもりって水滴だよな。
S3：水滴がつき始める瞬間というのは、どんなようすのときだろう？
S4：息をかけなくてもくもるようになったときだよな。
S5：ほんのちょっとくもったのを、見のがさないようにしないとイケないね。
S6：それなら、露点に近づいたら、氷水の入れ方を少なくしたらどうかな。

手立て

- ・ 現象の把握と実験方法の改善
水滴がつき始める瞬間の把握
くもりがついたり消えたりする現象の把握
測定値の信頼性を評価する

【整理】 次の時間の自分の班の実験方法をまとめる。

<第2時>

【再実験】

露点の測定を2回行う意義：

- ・誤差を含む測定値をもとに判断させる
- ・露点の値は、日々変化していることを認識させる

T：みなさんが検討して改善した実験方法で、再度、露点を測定しましょう！

T：1回目の測定が終わったら、2回・3回と繰り返し測定してみるといいよ！

S1：1回目でおよその露点がわかったら、2回目はその温度に近い温度の水を入れて、実験をはじめてもいいんじゃないかな？

S2：そうすれば、短い時間で何度も測定ができそう。

手立て

- ・再実験の視点を持たせる
- 測定ミスをなくすための工夫
- 測定誤差を小さくする工夫

T：では、測定ができたら、各班でその値を黒板に書いてみましょう！

	1班	2班	3班	...	先生の測定値
1回目	15.4℃	15.5℃			15.6℃
2回目	15.7℃	15.3℃	16.0℃		
3回目	15.5℃	15.5℃	15.6℃		

- ・測定ミスがあったものは除外する。

T：自分たちの測定値を評価しましょう。

T：測定はうまくいきましたか？

S1：前の時間の測定と比べると、誤差が小さくなりました。

T：測定の誤差のほかに、何か気づきはありませんか？

S2：前回のときと比べて、露点が低いんじゃないかな？

T：露点が変わったといえる根拠があるかな？

S3：先生が測定した露点の値が、今回の方が低い。

S4：生徒の測定値をもとに考えてみよう！

S5：前回の測定は測定ミスがあったり、誤差が大きいから、本当の露点が何℃だったかこのデータからは言えないんじゃないかな。

露点の測定を2回行う意義：

- ・誤差を含む測定値をもとに判断させる
- ・露点の値は、日々変化していることを認識させる

T：露点の値と天気には、何か関係があるのかな？

S 1：前の測定ときは雨が降っていたけど、今回はくもりです。

S 2：雨が降ると空気中の水蒸気が増えるから、露点が高くなるんじゃないかな。

単 元 名：化学変化とイオン

—酸・アルカリとイオン—

熊野町立熊野中学校
佐伯 貴昭

I 学習指導要領

1 小学校

〔A エネルギー・粒子〕

第6学年 (2) 水溶液の性質

いろいろな水溶液を使い，その性質や金属を変化させる様子を調べ，水溶液の性質や働きについての考えをもつことができるようにする。

ア 水溶液には，酸性，アルカリ性及び中性のものがあること。

イ 水溶液には，気体が溶けているものがあること。

ウ 水溶液には，金属を変化させるものがあること。

2 中学校

〔1 分野〕

(4) 化学変化と原子・分子

化学変化についての観察，実験を通して，化合，分解などにおける物質の変化やその量的な関係について理解させるとともに，これらの事物・現象を原子や分子のモデルと関連付けてみる見方や考え方を養う。

イ 化学変化

(ア) 化合

2種類の物質を化合させる実験を行い，反応前とは異なる物質が生成することを見いだすとともに，化学変化は原子や分子のモデルで説明できること，化合物の組成は化学式で表されること及び化学変化は化学反応式で表されることを理解すること。

(イ) 酸化と還元

酸化や還元の実験を行い，酸化や還元が酸素の関係する反応であることを見いだすこと。

(ウ) 化学変化と熱

化学変化によって熱を取り出す実験を行い，化学変化には熱の出入りが伴うことを見いだすこと。

Ⅱ 単元の指導について

(1) 単元について

中学校学習指導要領理科（平成20年）では、本単元について、「化学変化についての観察、実験を通して、水溶液の電気伝導性や中和反応について理解させるとともに、これらの事物・現象についてイオンのモデルと関連付けてみる見方や考え方を養う。」としている。

「酸・アルカリ」については、酸とアルカリの水溶液の特性を調べる実験を行い、酸とアルカリそれぞれに共通する性質を見いださせると共に、その性質が水素イオンと水酸化物イオンによることを理解させることがねらいである。また、中和反応の実験を行い、中和反応によって水と塩が生成することをイオンのモデルと関連付けて理解させることがねらいである。

(2) 授業構想について

批判的思考力が働く場面として、仮説を説明する場面において、自分たちの仮説と異なる仮説の説明を聞いた時に、双方の仮説を比較して聞きながら、説明が不十分なところや論がおかしいところ、自分たちの仮説との相違点を指摘する場面を設定する。

これまでの授業では、仮説を説明する場面は、班の中だけの議論であったり、学級全体への説明であることが多かった。この方法だと発言の強い生徒の主張に引っ張られたり、自分の意見を言いにくかったりする。そこで、班を2グループに分け、他の班に説明に行くグループと自分の班に残って他の班からの説明を聞くグループに分けて説明を行わせる。そして、説明を聞くグループは他の班の説明に対して、「おかしいところはないか」「間違っているところはないか」「主張は正しいのか」という視点で批判的に聞き、指摘をする。さらに、この活動をグループを入れ替えて2回行わせる。

このことにより、少人数の中でお互いに意見を出しやすい状況となって、批判的な視点で活発な議論となりやすい。また、他の班の意見を批判的に検討して指摘し、議論することで生徒に批判的思考力が育成できると考えた。

Ⅲ 単元計画

第一次 水溶液とイオン

第二次 化学変化と電池

第三次 酸・アルカリとイオン

第1時 酸の水溶液の性質

本時の目標：酸の水溶液に共通する性質を，実験から確かめることができる。

第2時 酸の原因のイオン

本時の目標：酸の物質の電離式から，水素イオンが共通するイオンであることを見いだすことができる。

第3時 アルカリの水溶液の性質

本時の目標：アルカリの水溶液に共通する性質を，実験から確かめることができる。

第4時 イオンの移動

本時の目標：水素イオンや水酸化物イオンの移動から，酸のイオンは水素イオン，アルカリのイオンは水酸化物イオンであることを確認することができる。

第5時 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和

本時の目標：塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混合し，中性にすることができる。

第6時 中和と塩

本時の目標：中和の概念を理解し，塩として塩化ナトリウムができることを確認することができる。

第7時 中和をイオンで説明する【本時】

本時の目標：塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和反応を，イオン式を用いてモデルで説明することができる。

<授業のねらい>

塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和反応を，イオンを用いたモデル図で書き表し，仮説の不備な点を指摘することができる。

IV 本時の流れ

学 習 活 動	教 師 の 支 援
<p>1. 前時までの復習をする。</p> <div data-bbox="256 1126 711 1559" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 20px;"> <p>前時までの復習（仮説（モデル）を 考えるために必要な既習事項）</p> <p>①塩酸と水酸化ナトリウムの電離式 $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$</p> <p>②中和によって、水素イオンと水酸化 物イオンが打ち消し合い、水ができ ること。 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$</p> <p>③酸の陰イオンとアルカリの陽イオン から、塩ができること。ここでは塩 化ナトリウム（NaCl）。</p> </div>	<div data-bbox="740 365 1350 1216" style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin-top: 20px;"> <p>T：前の時間では、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜる実験を行いました。</p> <p>T：塩酸と水酸化ナトリウムの電離式はどのようになりますか？</p> <p>S1：$\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ となります。</p> <p>T：この中で、酸やアルカリの性質を示すイオンはどれでしたか？</p> <p>S2：酸の性質を示すイオンは水素イオンで、アルカリの性質を示すイオンは水酸化物イオンです。</p> <p>T：塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜておこる反応を中和といいましたね？ 中和とはどのような反応ですか？</p> <p>S3：塩酸の水素イオンと水酸化ナトリウム水溶液の水酸化物イオンが反応して、水ができることです。</p> <p>T：このときできるのは水だけですか？</p> <p>S4：塩酸の塩化物イオンと水酸化ナトリウム水溶液のナトリウムイオンから塩化ナトリウムができます。</p> <p>T：このような物質を何といいましたか？</p> <p>S5：塩（えん）といいます。</p> </div> <div data-bbox="815 1263 1350 1406" style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin-top: 20px;"> <p>手立て</p> <ul style="list-style-type: none"> ・仮説（モデル）の設定に必要な要素や既習事項を生徒とともに確認する </div>

2. 本時の目標を知る。

塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和反応を、イオン式を用いてモデルで説明することができる。

3. 中和のしくみを説明するイオンモデルを個人で考える。

4. 班で話し合い、発表シートをつくる。

5. 班で話し合った意見を、他の班に説明に行く。

○方法の確認をする。

- ・班内を2チームに（1～2人）に分け、AチームとBチームとする。
- ・意見の異なる班と交流し、説明をする。

○Aチームが他の班に行き、説明をする。Bチームは他の班から来たチームの説明を聞く。

○自分の班に戻って、受けた質問などをシェアし、Bチームの説明を補強する。

○Bチームが他の班に行き、説明をする。Aチームは他の班から来たチームの説明を聞く。

○自分の班に戻って受けた質問などをシェアし、班の意見を補強する。

手立て

- ・まず個人で考え、班で説明し、次に班の仮説を他の班と交流して、互いに指摘・反論・再検討させる場を設定する。その際、班を2グループに分け、議論とシェアリングを2回行わせる

手立て

- ・生成される塩化ナトリウムは、電解質であることはあえて確認しない

○方法については、班を2チームに分け、他の班に行き自分の班の意見を説明する方法を取る。

○説明を聞いた後、質問（つっこみ）を入れさせる。

○質問する内容を確認する。

- ・反応が説明できているか。
- ・イオンモデルは妥当か。
- ・自分たちの意見と違うところを指摘する。

○机間指導を行い、説明や質問が足りない班には、助言を行う。

○Aチームは自分たちが受けた質問をBチームに報告させ、自分たちの意見を補強させる。

- ・この時点で仮説（モデル）を変えたり、修正してもよいことを伝える。

○説明を聞いた後、質問（実験の不備や説明不足のところなど）をさせる。

- ・机間指導を行い、説明や質問が足りない班には、助言を行う。

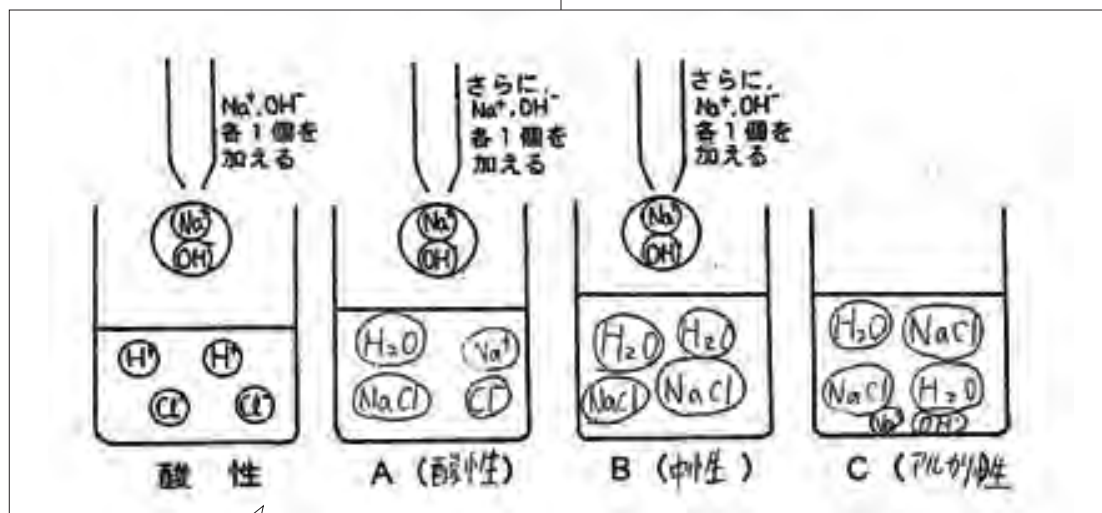
○Bチームは自分たちが受けた質問をAチームに報告させ、自分たちの意見を補強させる。

手立て

・指摘する視点を確認させる

手立て

・説明を行う班は、意見の違う班をペアにする



S 1 : Aについては、 H^+ と OH^- が結びついて、 H_2O (水) ができます。 Na^+ と Cl^- が結びついて NaCl (塩化ナトリウム) ができます。 H^+ がまだ存在しているので酸性です。

S 2 : Bについては、さらに Na^+ と OH^- が加わったことにより、もう一つ H_2O (水) と NaCl (塩化ナトリウム) ができます。 H^+ も OH^- も存在しないので、中性となります。

S 1 : Cについては、水酸化ナトリウム水溶液を入れすぎてしまったため、 Na^+ と OH^- が増加するだけとなり、新しい反応は起こりません。 OH^- が存在しているのでアルカリ性となります。

S 2 : これで説明を終わります。何か質問はありませんか？

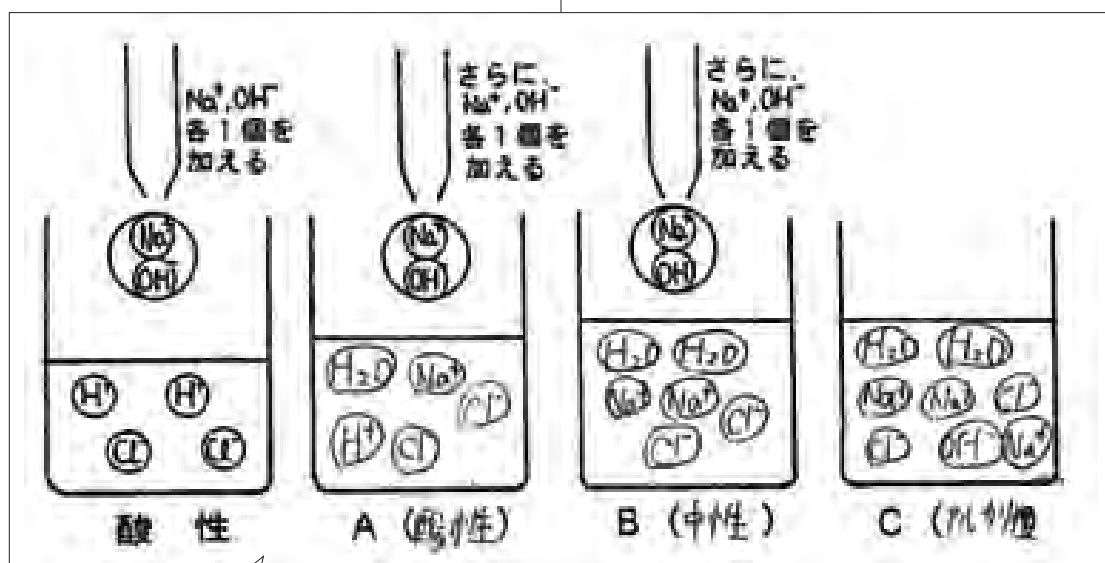
S 3 : 中和して H_2O (水) ができることはわかりました。でも、 NaCl (塩化ナトリウム) の書き方がおかしいんじゃないですか？

S 1 : どうしてですか？ 中和によって塩化ナトリウムという塩ができるのでこれでいいと思います。

S 4 : え？ 塩化ナトリウムは水に溶けているから、やっぱりこの書き方はおかしいと思います。

S 1 : どこがおかしいんだろう？

※ S 1 と S 2 は、説明をする側。S 3 と S 4 は、説明を聞いて質問をする側。



- S 1 : Aについては、 H^+ と OH^- が結びついて、 H_2O (水) ができます。 Na^+ 1個と Cl^- 2個はそのまま、水溶液中に存在しています。 H^+ がまだ存在しているので酸性です。
- S 2 : Bについては、さらに Na^+ と OH^- が加わったことにより、もう一つ H_2O (水) ができます。 Na^+ 2個と Cl^- 2個はそのまま、水溶液中に存在しています。 H^+ も OH^- も存在しないので、中性となります。
- S 1 : Cについては、水酸化ナトリウム水溶液を入れすぎてしまったため、 Na^+ と OH^- が増加するだけとなり、新しい反応は起こりません。 OH^- が存在しているのでアルカリ性となります。
- S 2 : これで説明を終わります。何か質問はありませんか？
- S 3 : 中和して H_2O (水) ができることはわかりました。でも、 $NaCl$ (塩化ナトリウム) の書き方がおかしいんじゃないですか？
- S 1 : どうしてですか？ 塩化ナトリウムは電解質なので、水溶液中では Na^+ と Cl^- に電離しているから、こう書きました。
- S 4 : あ、そうか。塩化ナトリウムは電解質ということを忘れてた。たしかに、蒸発乾固をしないと結晶が出てこなかったね。
- S 3 : 僕たちの班のモデルを修正しなきゃ。

※ S 1 と S 2 は、説明をする側。S 3 と S 4 は、説明を聞いて質問をする側。

6. 自分の考えた仮説 (モデル) を修正する。

7. 妥当な仮説 (モデル) を学級全体で確認する。

単 元 名：地球と宇宙

—惑星と恒星—

広島市立牛田中学校
蕨迫 竜太

I 学習指導要領

1 小学校

〔A 生命・地球〕

第6学年 (5) 月と太陽

月と太陽を観察し、月の位置や形と太陽の位置を調べ、月の形の見え方や表面の様子についての考えをもつことができるようにする。

ア 月の輝いている側に太陽があること。また、月の形の見え方は、太陽と月の位置関係によって変わることを。

イ 月の表面の様子は、太陽と違いがあること。

2 中学校

〔第2分野〕

(6) 地球と宇宙

身近な天体の観察を通して、地球の運動について考察させるとともに、太陽や惑星の特徴及び月の運動と見え方を理解させ、太陽系や恒星など宇宙についての認識を深める。

イ 太陽系と恒星

(ア) 太陽の様子

太陽の観察を行い、その観察記録や資料に基づいて、太陽の特徴を見いだすこと。

(イ) 月の運動と見え方

月の観察を行い、その観察記録や資料に基づいて、月の公転と見え方を関連付けてとらえること。

(ウ) 惑星と恒星

観測資料などを基に、惑星と恒星などの特徴を理解するとともに、惑星の見え方を太陽系の構造と関連付けてとらえること。

Ⅱ 単元の指導について

生徒の批判的思考力を育成するためには、自分の考えを反省的に振り返らせる場面を設定することが必要である。それにはまず、生徒が「自分の考えとは異なる考えに出会うこと」が欠かせない。しかし、一般的に授業においては、正解とされる意見のみが取り上げられ、異なる意見について吟味する場面が保障されていないことがままある。そこでまず、「①誤っている意見をあえて全体発表させる」ことを提案する。これにより、すでに正解に辿り着いている生徒も、自分の意見を反省的に振り返り、その理解が更に深まることにつながると考える。また、誤った考え方が、他者の理解の深化につながるために必要なものとして価値づけられることで、自信が持てない生徒も意見を発表しやすくなり、学級に対話的な風土が築かれる一助となることも期待される。

一方で、批判的思考力を働かせる議論を活発なものにするためには、生徒が

- ・自分の考えを表現しやすいこと
- ・考えの違いがわかりやすいこと

も条件として考えられる。そこでこれらに対しては、「②話型をある程度指定する」ことと、「③模型を使用させる」ことを提案する。

②については、例えば「_____すれば(実験条件), _____はずだ(実験結果)」のような話型を用いることにより、生徒が自分の意見を表現しやすくなると考える。また、仮説が分節化されることで、「意見が違う」といっても、“条件”が違うのか、“結果”が違うのかが明確になり、自分の意見と他者の意見とを比較しやすくなると期待する。

③については、模型によって、言語による説明では不十分な部分を表現することができ、視覚的支援が必要な生徒にとっても、議論を深めるためのツールとなると考える。

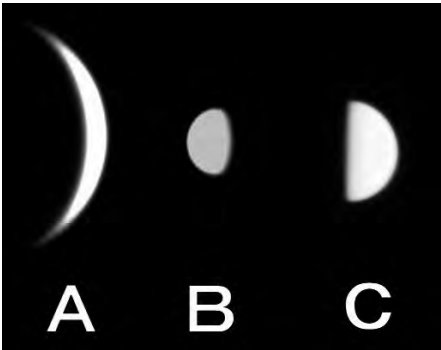
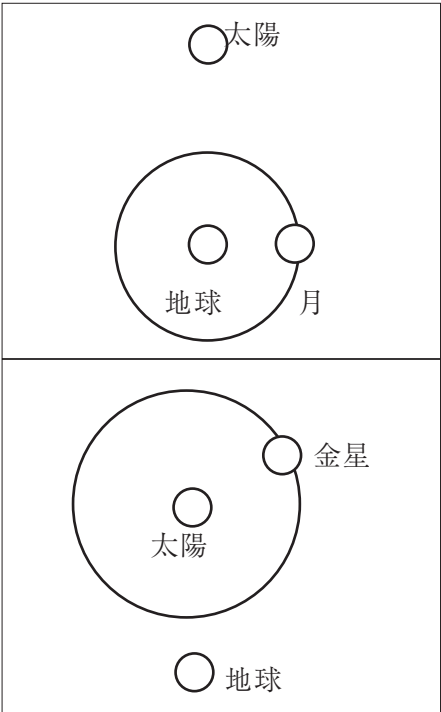
<本時の目標>

金星の見かけの形や大きさの変化と、太陽と金星の位置関係とを結びつけて説明することができる。

<授業のねらい>

- ・既習事項や技能を活用できるよう、月の満ち欠けについて学習した後に本授業を行い、意見交流を活発にする。

Ⅲ 本時の流れ

学 習 活 動	教 師 の 支 援
<p>1. 既習事項について復習する。</p> <div data-bbox="375 369 1337 622" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>T：月の満ち欠けはなぜ起こるのかな？ S1：月と太陽と地球との位置関係が変わることによって起こります。 T：そうだね。位置関係と満ち欠けとの関係について、何を学びましたか？ S2：地球・月・太陽が一直線に並ぶと新月。月がその逆側にあると満月です。 S1：月・地球・太陽が直角に並ぶと半月になります。 T：その通りだね。</p> </div> <p>2. 金星の観測写真を見る。</p> <div data-bbox="296 685 737 1032" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">  </div> <p>3. 月と金星との相違点を見いだす。</p> <div data-bbox="296 1137 737 1845" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">  </div>	<div data-bbox="826 645 1337 1032" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>T：さて、このA～Cの天体は、それぞれ何かわかるかな？ S1：Bは半月かな？ S2：Aは三日月のようだけど…Bより大きいから別の天体かな？ T：実は、3つとも金星の観測写真なのです。 S1：え～っ！ 3つとも同じ星なんですか。 S2：不思議だなあ。</p> </div> <div data-bbox="826 1061 1337 1615" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>T：金星について何を学習しましたか？ S1：金星は惑星のひとつで、太陽の周りを公転します。 S2：金星は地球の内側を公転します。 T：そうですね。では、月と地球との関係と異なるところはどこですか？ S1：月と地球との距離は常に一定だけど、金星と地球との距離は変化します。 S2：そうか！ だから金星は月とは違って、見かけの大きさが変わるといわけか。 T：では、A～Cのような形の金星が観測されるのは、金星がどの位置にあるときでしょうか。</p> </div>

4. 本時の目標を知る。

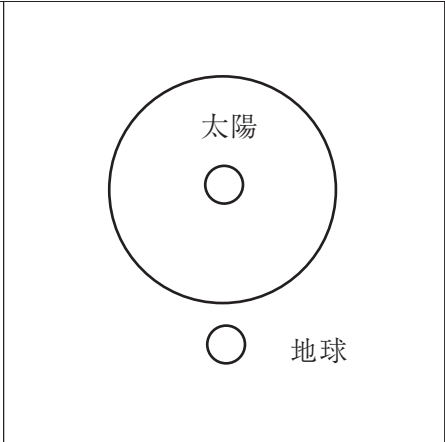
A～Cの金星が観測されるのは、金星がどの位置にあるときかわかる。

5. 金星の見かけの形と位置との関係を個人で考える。

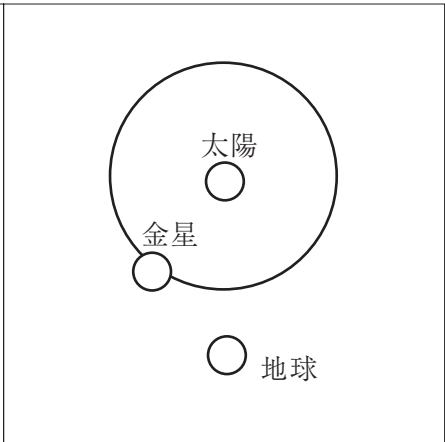
手立て
・話型をある程度指定する

仮説

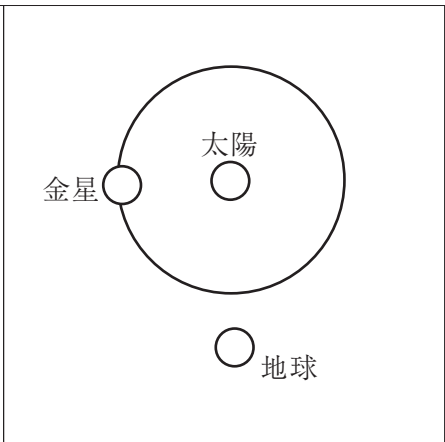
()の金星は_____
_____ので、
_____にあるはずだ。



(解答例1)
(A)の金星は 見かけの大きさが大きく、
左側が欠けているので、
地球から近い左側の位置
にあるはずだ。



(解答例2)
(C)の金星は 左側が半分だけ欠けている
_____ので、
金星・太陽・地球が直角の位置
にあるはずだ。(誤り)



6. 他者と意見を交流する。(3～4人ずつの小グループで行う)

S1: Cの金星は半分だけ欠けているから、金星・太陽・地球が直角の位置にあるはずだよね?
S2: そうかな? それだと、金星は半分より少し膨らんで見えると思うけど。
S1: でも、半月が見えるのは、太陽・地球・月が直角の位置にあるときだったじゃない?
S2: そうだけど…。
T: では、模型で確かめてみよう。

手立て
・模型を使用させる

7. 模型を用いて、仮説を検証する。

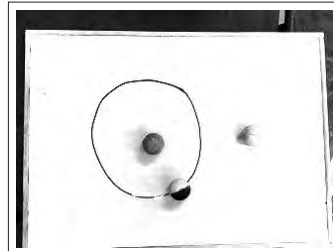
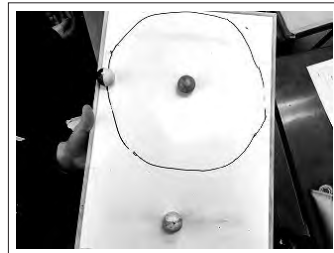
S1: こんなふうに、直角の位置に置いて…。
S2: それじゃあ、地球側からのぞいてみて。

手立て
・誤っている意見を全体発表させる

S1: やっぱり、金星が半分に見えるね!
S2: いやいや、よく見てみてよ。ちょっとびり左側に膨らんでいるじゃない。
S1: ほんと? …あつ、たしかにそうだね!
S3: うーん、ぼくには半分に見えるけど。

S1: じゃあ、金星が半分に見えるように、模型を動かしてみよう。…このへんでいいかな?

S2: ふむふむ。金星が半分に見えるときは、太陽の真横よりちょっと手前にあるんだね。
S3: (うーん、納得いかない…)
S1: そっか。じゃあ仮説を修正しなくっちゃ。でもこの位置ってどういう位置なんだろう?



8. 全体で意見交流する。

T：では，S4さんの班の発表を聞いてみよう。

S4：わたしたちは，金星が太陽の真横にあるときに，半分に見えると考えました。
実際に地球側から見ると半分になっています。

T：みんなはどう思いますか？ 班で話してください。

S3：ほら，やっぱりそうじゃないか。

S1：違うんだよ，たぶんあの班は金星の模型をよく観察していないんだよ。

S2：それか，金星の光っている面を，ちゃんと太陽側に向けていないんじゃない？

S1：それも考えられるね。

T：では，S1くん，全体に発表してくれる？

S1：S4さんの班の模型を見せてくれる？ …よく見ると，金星の模型の置き方が少しずれています。月のときに学習したように，模型の光っている面は太陽に垂直に向いていないといけないと思います。

T：この意見を参考に，各班で検討してみよう。

S4：そういえばそんなこと習ったね。向きを修正してみよう。

S5：できた！ たしかに太陽の真横じゃあ金星が半分に見えないや。

S4：ってことは，金星が半分に見えるのは少し手前のときなのか…。

T：S4さんたち，どうですか？ 全体に発表してください。

S5：はい，たしかに金星の向きを修正したら，わかりました。でも，なんで少し手前に置けばいいのかわかりません。

S1：（そうそう，ぼくもそこがわからないんだよな…）

T：では，S6くんの班，発表してください。

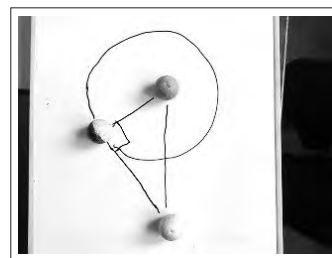
S6：はい。この金星の位置は，ここが直角になる位置だと思います。

S5：それって数学でならった接線ですか？

S6：そうです。

S5：でもどうしてそこが直角なら，金星が半分に見えるんですか？

S6：それは…わかりません。なんとなく直角になるかなって。



T:では、S7さんの班の意見を聴いてみよう。

S7:太陽・金星・地球のなす角が直角ということは、金星の影の部分と、金星の地球から見える範囲とのなす角が直角ということです。そうすると、金星の光っている部分が、地球から見てちょうど半分になります。

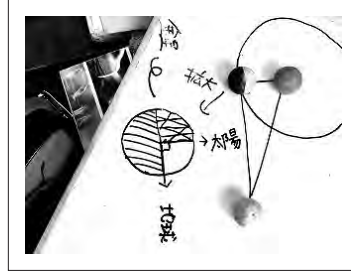
T:これについて、班で検討してみよう。

S1:どういうこと?

S2:図で描くということだよ。

S1:なるほど! だから金星が半分に見えるのか!

S3:ほくもやっと納得した!



9. 個人で結論をまとめる。

<p>C の金星は <u>中くらいで、左側が半分</u> <u>欠けている</u> ので、 <u>左側の、地球と太陽と金星がなす角</u> <u>が 90° になる所</u> にはあるはずだ。</p>	
--	--

仮説の修正

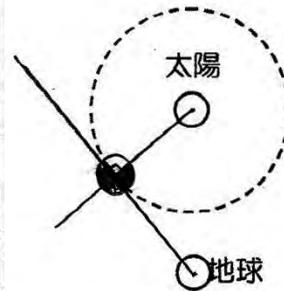
<p>(C) の金星は <u>中くらいで、左側で</u> <u>半分欠けている</u> ので、 <u>左側の、太陽と金星と地球がなす角</u> <u>が 90° になる所</u> にはあるはずだ。</p>	
--	--

C の金星は 月と同じ上弦の月の形をしていて
他の2つの月の真ん中ぐらいの大きさに見えるので、
地球から見て左側の、Aの金星よりも
少し遠い位置 にはあるはずだ。

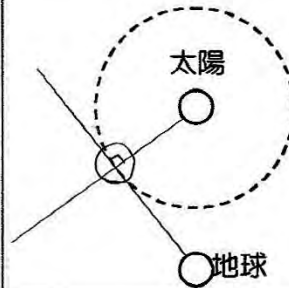


仮説の修正

(C) の金星は 右半分が光っている
 ので、
地球から引いた接線と金星の公転
軌道との接点 にはあるはずだ。

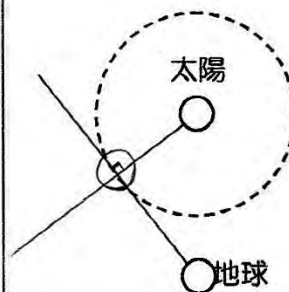


C の金星は 中ぐらいで右半分が光っている
半月形な ので、
地球から引いた線と金星の公転軌道との接点
 にはあるはずだ。



仮説の修正

(C) の金星は 右半分が光っている
 ので、
地球から引いた接線と金星の公転軌道と
の接点 にはあるはずだ。



ワークシート

・仮説の修正欄を設けることで、他者との交流による自己変容が見て取れるようにする。

牛田中学校 理科 学習プリント

地球16




授業日 年 月 日 3年 組 番 ()

課題




月の形や大きさと位置関係	金星の形や大きさと位置関係
<p>○太陽</p> <p>○地球</p>	<p>○太陽</p> <p>○地球</p>
<p>・ 月が満ち欠けするのは、 月の により、 月と と との 位置関係が変化するからである。</p>	<p>・ 金星が満ち欠けするのは、 金星の により、 金星と と との 位置関係が変化するからである。</p>
<p>・ 月と地球との距離は なので、見かけの大きさも</p>	<p>・ 金星と地球との距離は なので、見かけの大きさも</p>

自分の仮説

<p>A の金星は _____ _____ ので、 _____ にあるはずだ。</p>	
<p>B の金星は _____ _____ ので、 _____ にあるはずだ。</p>	
<p>C の金星は _____ _____ ので、 _____ にあるはずだ。</p>	

仮説の修正

<p>() の金星は _____ _____ ので、 _____ にあるはずだ。</p>	
---	---

公益財団法人 日本教材文化研究財団定款

第1章 総則

(名称)

第1条 この法人は、公益財団法人 日本教材文化研究財団と称する。

(事務所)

第2条 この法人は、主たる事務所を、東京都新宿区に置く。
2 この法人は、理事会の決議を経て、必要な地に従たる事務所を設置することができる。これを変更または廃止する場合も同様とする。

第2章 目的及び事業

(目的)

第3条 この法人は、学校教育、社会教育及び家庭教育における教育方法に関する調査研究を行うとともに、学習指導の改善に資する教材・サービス等の開発利用をはかり、もってわが国の教育の振興に寄与することを目的とする。

(事業)

第4条 この法人は、前条の目的を達成するために、次の各号の事業を行う。
(1) 学校教育、社会教育及び家庭教育における学力形成に役立つ指導方法の調査研究と教材開発
(2) 家庭の教育力の向上がはかれる教材やサービスの調査研究と普及公開
(3) 前二号に掲げる研究成果の発表及びその普及啓蒙
(4) 教育方法に関する国内外の研究成果の収集及び一般の利用に供すること
(5) 他団体の検定試験問題及びその試験に係る教材の監修
(6) その他、目的を達成するために必要な事業
2 前項の事業は、日本全国において行うものとする。

第3章 資産及び会計

(基本財産)

第5条 この法人の目的である事業を行うために不可欠な別表の財産は、この法人の基本財産とする。
2 基本財産は、この法人の目的を達成するために理事長が管理しなければならず、基本財産の一部を処分しようとするとき及び基本財産から除外しようとするときは、あらかじめ理事会及び評議員会の承認を要する。

(事業年度)

第6条 この法人の事業年度は、毎年4月1日に始まり翌年3月31日に終わる。

(事業計画及び収支予算)

第7条 この法人の事業計画書、収支予算書並びに資金調達及び設備投資の見込みを記載した書類については、毎事業年度開始の日の前日までに、理事長が作成し、理事会の承認を受けなければならない。これを変更する場合も同様とする。
2 前項の書類については、主たる事務所に、当該事業年度が終了するまでの間備え置き、一般の閲覧に供するものとする。

(事業報告及び決算)

第8条 この法人の事業報告及び決算については、毎事業年度終了後3箇月以内に、理事長が次の各号の書類を作成し、

監事の監査を受けた上で、理事会の承認を受けなければならない。承認を受けた書類のうち、第1号、第3号、第4号及び第6号の書類については、定時評議員会に提出し、第1号の書類についてはその内容を報告し、その他の書類については、承認を受けなければならない。

- (1) 事業報告
- (2) 事業報告の附属明細書
- (3) 貸借対照表
- (4) 正味財産増減計算書
- (5) 貸借対照表及び正味財産増減計算書の附属明細書
- (6) 財産目録

2 第1項の規定により報告または承認された書類のほか、次の各号の書類を主たる事務所に5年間備え置き、個人の住所に関する記載を除き一般の閲覧に供するとともに、定款を主たる事務所に備え置き、一般の閲覧に供するものとする。

- (1) 監査報告
- (2) 理事及び監事並びに評議員の名簿
- (3) 理事及び監事並びに評議員の報酬等の支給の基準を記載した書類
- (4) 運営組織及び事業活動の状況の概要及びこれらに関する数値のうち重要なものを記載した書類

(公益目的取得財産残額の算定)

第9条 理事長は、公益社団法人及び公益財団法人の認定等に関する法律施行規則第48条の規定に基づき、毎事業年度、当該事業年度の末日における公益目的取得財産残額を算定し、前条第2項第4号の書類に記載するものとする。

第4章 評議員

(評議員)

第10条 この法人に、評議員16名以上21名以内を置く。

(評議員の選任及び解任)

第11条 評議員の選任及び解任は、評議員選定委員会において行う。

2 評議員選定委員会は、評議員1名、監事1名、事務局員1名、次項の定めに基づいて選任された外部委員2名の合計5名で構成する。

3 評議員選定委員会の外部委員は、次のいずれにも該当しない者を理事会において選任する。

- (1) この法人または関連団体（主要な取引先及び重要な利害関係を有する団体を含む。以下同じ。）の業務を執行する者または使用人
- (2) 過去に前号に規定する者となったことがある者
- (3) 第1号または第2号に該当する者の配偶者、三親等内の親族、使用人（過去に使用人となった者も含む。）

4 評議員選定委員会に提出する評議員候補者は、理事会または評議員会がそれぞれ推薦することができる。評議員選定委員会の運営についての詳細は理事会において定める。

5 評議員選定委員会に評議員候補者を推薦する場合には、次に掲げる事項のほか、当該候補者を評議員として適任と判断した理由を委員に説明しなければならない。

- (1) 当該候補者の経歴
- (2) 当該候補者を候補者とした理由
- (3) 当該候補者とこの法人及び役員等（理事、監事及び評議員）との関係
- (4) 当該候補者の兼職状況

6 評議員選定委員会の決議は、委員の過半数が出席し、

その過半数をもって行う。ただし、外部委員の1名以上が出席し、かつ、外部委員の1名以上が賛成することを要する。

- 7 評議員選定委員会は、第10条で定める評議員の定数を欠くこととなるときに備えて、補欠の評議員を選任することができる。
- 8 前項の場合には、評議員選定委員会は、次の各号の事項も併せて決定しなければならない。
 - (1) 当該候補者が補欠の評議員である旨
 - (2) 当該候補者を1人または2人以上の特定の評議員の補欠の評議員として選任するときは、その旨及び当該特定の評議員の氏名
 - (3) 同一の評議員（2人以上の評議員の補欠として選任した場合にあっては、当該2人以上の評議員）につき2人以上の補欠の評議員を選任するときは、当該補欠の評議員相互間の優先順位
- 9 第7項の補欠の評議員の選任に係る決議は、当該決議後4年以内に終了する事業年度のうち最終のものに関する定時評議員会の終結の時まで、その効力を有する。

(評議員の任期)

- 第12条 評議員の任期は、選任後4年以内に終了する事業年度のうち最終のものに関する定時評議員会の終結のときまでとする。また、再任を妨げない。
- 2 前項の規定にかかわらず、任期の満了前に退任した評議員の補欠として選任された評議員の任期は、退任した評議員の任期の満了するときまでとする。
 - 3 評議員は、第10条に定める定数に足りなくなるときは、任期の満了または辞任により退任した後も、新たに選任された評議員が就任するまで、なお評議員としての権利義務を有する。

(評議員に対する報酬等)

- 第13条 評議員に対して、各年度の総額が500万円を超えない範囲で、評議員会において定める報酬等を支給することができる。
- 2 前項の規定にかかわらず、評議員には費用を弁償することができる。

第5章 評議員会

(構成)

第14条 評議員会は、すべての評議員をもって構成する。

(権限)

- 第15条 評議員会は、次の各号の事項について決議する。
- (1) 理事及び監事の選任及び解任
 - (2) 理事及び監事の報酬等の額
 - (3) 評議員に対する報酬等の支給の基準
 - (4) 貸借対照表及び正味財産増減計算書の承認
 - (5) 定款の変更
 - (6) 残余財産の処分
 - (7) 基本財産の処分または除外の承認
 - (8) その他評議員会で決議するものとして法令またはこの定款で定められた事項

(開催)

第16条 評議員会は、定時評議員会として毎事業年度終了後3箇月以内に1回開催するほか、臨時評議員会として必要がある場合に開催する。

(招集)

第17条 評議員会は、法令に別段の定めがある場合を除き、理事会の決議に基づき理事長が招集する。

2 評議員は、理事長に対して、評議員会の目的である事項及び招集の理由を示して、評議員会の招集を請求することができる。

(議長)

- 第18条 評議員会の議長は理事長とする。
- 2 理事長が欠けたときまたは理事長に事故があるときは、評議員の互選によって定める。

(決議)

- 第19条 評議員会の決議は、決議について特別の利害関係を有する評議員を除く評議員の過半数が出席し、その過半数をもって行う。
- 2 前項の規定にかかわらず、次の各号の決議は、決議について特別の利害関係を有する評議員を除く評議員の3分の2以上に当たる多数をもって行わなければならない。
 - (1) 監事の解任
 - (2) 評議員に対する報酬等の支給の基準
 - (3) 定款の変更
 - (4) 基本財産の処分または除外の承認
 - (5) その他法令で定められた事項
 - 3 理事または監事を選任する議案を決議するに際しては、各候補者ごとに第1項の決議を行わなければならない。理事または監事の候補者の合計数が第21条に定める定数を上回る場合には、過半数の賛成を得た候補者の中から得票数の多い順に定数の枠に達するまでの者を選任することとする。

(議事録)

- 第20条 評議員会の議事については、法令で定めるところにより、議事録を作成する。
- 2 議長は、前項の議事録に記名押印する。

第6章 役員

(役員の設定)

- 第21条 この法人に、次の役員を置く。
- (1) 理事 7名以上12名以内
 - (2) 監事 2名または3名
 - 2 理事のうち1名を理事長とする。
 - 3 理事長以外の理事のうち、1名を専務理事及び2名を常務理事とする。
 - 4 第2項の理事長をもって一般社団法人及び一般財団法人に関する法律（平成18年法律第48号）に規定する代表理事とし、第3項の専務理事及び常務理事をもって同法第197条で準用する同法第91条第1項に規定する業務執行理事（理事会の決議により法人の業務を執行する理事として選定された理事をいう。以下同じ。）とする。

(役員の選任)

- 第22条 理事及び監事は、評議員会の決議によって選任する。
- 2 理事長及び専務理事並びに常務理事は、理事会の決議によって理事の中から選定する。

(理事の職務及び権限)

- 第23条 理事は、理事会を構成し、法令及びこの定款で定めるところにより、職務を執行する。
- 2 理事長は、法令及びこの定款で定めるところにより、この法人の業務を代表し、その業務を執行する。
 - 3 専務理事は、理事長を補佐する。
 - 4 常務理事は、理事長及び専務理事を補佐し、理事会の議決に基づき、日常の事務に従事する。
 - 5 理事長及び専務理事並びに常務理事は、毎事業年度に4箇月を超える間隔で2回以上、自己の職務の執行の状

況を理事会に報告しなければならない。

(監事の職務及び権限)

- 第24条 監事は、理事の職務の執行を監査し、法令で定めるところにより、監査報告を作成する。
- 2 監事は、いつでも、理事及び事務局員に対して事業の報告を求め、この法人の業務及び財産の状況の調査をすることができる。

(役員任期)

- 第25条 理事の任期は、選任後2年以内に終了する事業年度のうち最終のものに関する定時評議員会の終結のときまでとする。
- 2 監事の任期は、選任後2年以内に終了する事業年度のうち最終のものに関する定時評議員会の終結のときまでとする。
- 3 前項の規定にかかわらず、任期の満了前に退任した理事または監事の補欠として選任された理事または監事の任期は、前任者の任期の満了するときまでとする。
- 4 理事または監事については、再任を妨げない。
- 5 理事または監事が第21条に定める定数に足りなくなるときまたは欠けたときは、任期の満了または辞任により退任した後も、それぞれ新たに選任された理事または監事が就任するまで、なお理事または監事としての権利義務を有する。

(役員解任)

- 第26条 理事または監事が、次の各号のいずれかに該当するときは、評議員会の決議によって解任することができる。
- (1) 職務上の義務に違反し、または職務を怠ったとき
- (2) 心身の故障のため、職務の執行に支障がありまたはこれに堪えないとき

(役員に対する報酬等)

- 第27条 理事及び監事に対して、各年度の総額が300万円を超えない範囲で、評議員会において定める報酬等を支給することができる。
- 2 前項の規定にかかわらず、理事及び監事には費用を弁償することができる。

第7章 理事会

(構成)

- 第28条 理事会は、すべての理事をもって構成する。

(権限)

- 第29条 理事会は、次の各号の職務を行う。
- (1) この法人の業務執行の決定
- (2) 理事の職務の執行の監督
- (3) 理事長及び専務理事並びに常務理事の選定及び解職

(招集)

- 第30条 理事会は、理事長が招集するものとする。
- 2 理事長が欠けたときまたは理事長に事故があるときは、各理事が理事会を招集する。

(議長)

- 第31条 理事会の議長は、理事長とする。
- 2 理事長が欠けたときまたは理事長に事故があるときは、専務理事が理事会の議長となる。

(決議)

- 第32条 理事会の決議は、決議について特別の利害関係を有する理事を除く理事の過半数が出席し、その過半数をもって行う。
- 2 前項の規定にかかわらず、一般社団法人及び一般財団法人に関する法律第197条において準用する同法第96条の要件を満たしたときは、理事会の決議があったものとみなす。

(議事録)

- 第33条 理事会の議事については、法令で定めるところにより、議事録を作成する。
- 2 出席した理事長及び監事は、前項の議事録に記名押印する。ただし、理事長の選定を行う理事会については、他の出席した理事も記名押印する。

第8章 定款の変更及び解散

(定款の変更)

- 第34条 この定款は、評議員会の決議によって変更することができる。
- 2 前項の規定は、この定款の第3条及び第4条並びに第11条についても適用する。

(解散)

- 第35条 この法人は、基本財産の滅失によるこの法人の目的である事業の成功の不能、その他法令で定められた事由によって解散する。

(公益認定の取消し等に伴う贈与)

- 第36条 この法人が公益認定の取消しの処分を受けた場合または合併により法人が消滅する場合（その権利義務を承継する法人が公益法人であるときを除く。）には、評議員会の決議を経て、公益目的取得財産残額に相当する額の財産を、当該公益認定の取消しの日または当該合併の日から1箇月以内に、公益社団法人及び公益財団法人の認定等に関する法律第5条第17号に掲げる法人または国若しくは地方公共団体に贈与するものとする。

(残余財産の帰属)

- 第37条 この法人が清算をする場合において有する残余財産は、評議員会の決議を経て、公益社団法人及び公益財団法人の認定等に関する法律第5条第17号に掲げる法人または国若しくは地方公共団体に贈与するものとする。

第9章 公告の方法

(公告の方法)

- 第38条 この法人の公告は、電子公告による方法により行う。
- 2 事故その他やむを得ない事由によって前項の電子公告を行うことができない場合は、官報に掲載する方法により行う。

第10章 事務局その他

(事務局)

- 第39条 この法人に事務局を設置する。
- 2 事務局には、事務局長及び所要の職員を置く。
- 3 事務局長及び重要な職員は、理事長が理事会の承認を得て任免する。
- 4 前項以外の職員は、理事長が任免する。
- 5 事務局の組織、内部管理に必要な規則その他については、理事会が定める。

(委 任)

第40条 この定款に定めるもののほか、この定款の施行について必要な事項は、理事会の決議を経て、理事長が定める。

附 則

- 1 この定款は、一般社団法人及び一般財団法人に関する法律及び公益社団法人及び公益財団法人の認定等に関する法律の施行に伴う関係法律の整備等に関する法律第106条第1項に定める公益法人の設立の登記の日から施行する。
- 2 一般社団法人及び一般財団法人に関する法律及び公益社団法人及び公益財団法人の認定等に関する法律の施行に伴う関係法律の整備等に関する法律第106条第1項に定める特例民法法人の解散の登記と、公益法人の設立の登記を行ったときは、第6条の規定にかかわらず、解散の登記の日の前日を事業年度の末日とし、設立の登記の日を事業年度の開始日とする。
- 3 第22条の規定にかかわらず、この法人の最初の理事長は杉山吉茂、専務理事は新免利也、常務理事は星村平和及び中井武文とする。
- 4 第11条の規定にかかわらず、この法人の最初の評議員は、旧主務官庁の認可を受けて、評議員選定委員会において行うところにより、次に掲げるものとする。

有田 和正	尾田 幸雄
梶田 叡一	角屋 重樹
亀井 浩明	北島 義斉
木村 治美	佐島 群巳
佐野 金吾	清水 厚実
田中 博之	玉井美知子
中川 栄次	中里 至正
中渕 正堯	波多野義郎
原田 智仁	宮本 茂雄
山極 隆	大倉 公喜
- 5 昭和45年の法人設立時の理事及び監事は、次のとおりとする。

- | | | |
|----|--------|--------|
| 理事 | (理事長) | 平澤 興 |
| 理事 | (専務理事) | 堀場正夫 |
| 理事 | (常務理事) | 鯨坂二夫 |
| 理事 | (常務理事) | 渡辺 茂 |
| 理事 | (常務理事) | 近藤達夫 |
| 理事 | | 平塚益徳 |
| 理事 | | 保田 與重郎 |
| 理事 | | 奥西 保 |
| 理事 | | 北島織衛 |
| 理事 | | 田中克己 |
| 監事 | | 高橋武夫 |
| 監事 | | 辰野千壽 |
| 監事 | | 工藤 清 |

賛助会員規約

第1条 公益財団法人日本教材文化研究財団の事業目的に賛同し、事業その他運営を支援するものを賛助会員(以下「会員」という)とする。

- 第2条 会員は、法人、団体または個人とし、次の各号に定める賛助会費(以下「会員」という)を納めるものとする。
- (1) 法人および団体会員 一口30万円以上
 - (2) 個人会員 一口6万円以上
 - (3) 個人準会員 一口6万円未満

第3条 会員になろうとするものは、会費を添えて入会届を提出し、理事会の承認を受けなければならない。

第4条 会員は、この法人の事業を行う上に必要なことならについて研究協議し、その遂行に協力するものとする。

- 第5条 会員は次の各号の事由によってその資格を失う。
- (1) 脱退
 - (2) 禁治産および準禁治産並びに破産の宣告
 - (3) 死亡、失踪宣告またはこの法人の解散
 - (4) 除名

第6条 会員で脱退しようとするものは、書面で申し出なければならない。

- 第7条 会員が次の各号(1)に該当するときは、理事現在の数の4分の3以上出席した理事会の議決をもってこれを除名することができる。
- (1) 会費を滞納したとき
 - (2) この法人の会員としての義務に違反したとき
 - (3) この法人の名誉を傷つけまたはこの法人の目的に反する行為があったとき

第8条 既納の会費は、いかなる事由があってもこれを返還しない。

第9条 各年度において納入された会費は、事業の充実およびその継続的かつ確実な実施のため、その半分を管理費に使用する。

内閣府所管

公益財団法人 日本教材文化研究財団

理事・監事・評議員

(1) 理事・監事名簿 (敬称略) 12名

(平成30年8月31日現在)

役名	氏名	就任年月日	就重	職務・専門分野	備考
理事長	村上 和雄	平成30年6月1日 (理事長就任 H.26.3.7)	重	法人の代表 業務の総理	筑波大学名誉教授 全日本家庭教育研究会総裁
専務理事	新免 利也	平成30年6月1日	重	事務総括 運 営	(株)新学社執行役員東京支社長
常務理事	角屋 重樹	平成30年6月1日	重	理科教育	広島大学名誉教授 日本体育大学教授
常務理事	中井 武文	平成30年6月1日	重	財 務	(株)新学社代表取締役会長
理 事	北島 義俊	平成30年6月1日	重	財 務	大日本印刷(株)代表取締役会長
理 事	杉山 吉茂	平成30年6月1日	重	数 学 教 育	元早稲田大学教授 東京学芸大学名誉教授
理 事	中川 栄次	平成30年6月1日	重	財 務	(株)新学社代表取締役社長
理 事	中洌 正堯	平成30年6月1日	重	国語教育学	元兵庫教育大学学長 兵庫教育大学名誉教授
理 事	原田 智仁	平成30年6月1日	重	社会科教育	兵庫教育大学名誉教授 滋賀大学教育学部特任教授
理 事	菱村 幸彦	平成30年6月1日	重	教育行政 教 育 法 規	元文部省初中局長 国立教育政策研究所名誉所員
監 事	中合 英幸	平成30年6月1日	重	財 務	(株)新学社執行役員
監 事	橋本 博文	平成30年6月1日	新	財 務	大日本印刷(株)常務執行役員

(50音順)

(2) 評議員名簿 (敬称略) 18名

役名	氏名	就任年月日	就重	担当職務	備考
評議員	秋田喜代美	平成28年12月2日	重	教育心理学・発達心理学 学 校 教 育 学	東京大学大学院教授
評議員	浅井 和行	平成30年6月1日	重	教 育 工 学 メ ディ ア 教 育	京都教育大学副学長、大学院連合教職実践研究科長、教授
評議員	安彦 忠彦	平成30年6月1日	重	教育課程論 教育評価・教育方法	名古屋大学名誉教授 神奈川大学特別招聘教授
評議員	亀井 浩明	平成30年6月1日	重	初等中等教育 キャリア教育	元東京都教委指導部長 帝京大学名誉教授
評議員	北島 義斉	平成30年6月1日	重	財 務	大日本印刷(株)代表取締役社長
評議員	櫻井 茂男	平成30年6月1日	重	認知心理学・発達心理学 キャリア教育	筑波大学名誉教授
評議員	佐藤 晴雄	平成28年12月2日	就	教育経営学・教育行政学 社会教育学・青少年教育論	日本大学教授
評議員	佐野 金吾	平成30年6月1日	重	社会科教育 教育課程・学校経営	元東京家政学院中・高等学校長 全国図書教材協議会会長
評議員	清水 美憲	平成30年6月1日	重	数 学 教 育 学 評 価 学 論	筑波大学人間系教授
評議員	下田 好行	平成30年6月1日	重	国 語 教 育 教 育 方 法 学	元国立教育政策研究所総括研究官 東洋大学教授
評議員	高木 展郎	平成30年6月1日	重	国 語 科 教 育 教 育 方 法 学	横浜国立大学名誉教授
評議員	田中 博之	平成30年6月1日	重	教 育 工 学 教 育 学	早稲田大学教職大学院教授
評議員	堀井 啓幸	平成28年12月2日	就	教 育 経 営 教 育 環 境 学 論	常葉大学教授
評議員	前田 英樹	平成30年6月1日	重	フ ラ ン ス 言 語 思 想 論	立教大学名誉教授
評議員	松浦 伸和	平成30年6月1日	重	英 語 教 育 学	広島大学大学院教授
評議員	峯 明秀	平成30年6月1日	重	社会科教育学	大阪教育大学教授
評議員	油布佐和子	平成28年12月2日	就	教育社会学・学校の社会学 教師教職研究・児童生徒の問題行動	早稲田大学教育・総合科学学術院教授
評議員	吉田 武男	平成30年6月1日	重	道 徳 教 育 家 庭 教 育 論	筑波大学人間系教授

(50音順)

調査研究シリーズ 75

これからの時代に求められる資質・能力を
育成するための理科学習指導の研究

平成30年9月30日発行

編集／公益財団法人 日本教材文化研究財団
発行人／新免 利也（専務理事）

発行所／公益財団法人 日本教材文化研究財団
〒162-0841 東京都新宿区払方町14番地1
電話 03-5225-0255 FAX 03-5225-0256
<http://www.jfecr.or.jp>

表紙デザイン：（株）スタジオ・ビーム
印刷（株）天理時報社