

科学的に説明する力を育成するための手立て

兵地 梓
理科 廣谷 玲江
西野 秀子

1. テーマ設定の理由

中学校学習指導要領の理科では、目標として「自然の事物・現象に進んでかかわり、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に探究する能力の基礎と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う」ことを挙げている。

中学校学習指導要領解説には、「『科学的な見方や考え方を養うこと』とは、自然を科学的に探究する能力や態度が育成され、自然についての理解を深めて知識を体系化し、いろいろな事象に対してそれらを総合的に活用できるようになることである。具体的には、観察、実験などから得られた事実を客観的にとらえ、科学的な知識や概念を用いて合理的に判断するとともに、多面的、総合的な見方を身に付け、日常生活や社会で活用できるようにすることである。」としている。その基礎となる力として、科学的な思考力は大変重要な能力であると考ええる。

また、小学校学習指導要領には『科学的』とは、観察、実験などを通して検証された結果（実証性、再現性、客観性をもつ事実）と示されており、『科学的に説明する力を育成する』とは、これらを根拠として論理的に説明することや、既習の科学的な概念を活用して考え、その考え方とそこから導かれる結論を説明できるようにすることであると考ええる。

科学的に説明するためには、思考が不可欠である。ただし、何を考えればよいのか、どのように考えればよいのかを理解していなければ、思考することができず、科学的に説明することができない。

本校理科では、平成22年度より、科学的に説明する場面として、観察、実験後の考察を取り上げ、

「どんな実験をしたか」→観察、実験の目的を確認させる

「根拠となる結果と事実」→結果と対応させながら論理的に説明させる

「結論」→結果と考え（考察）を区別させる

という『考察の型』を用いて手立てを行ってきた。

しかし、『考察の型』は、観察・実験後のみの思考活動になり、それまでが受け身的になってしまう。そこで、平成24年度からは、科学的に説明する力が育成されたかを評価するために、「ポートフォリオ」や「コンセプトマップ」等を用いて学習前後の変容を見取ってきた。

科学的に思考する場面は、観察、実験後の考察の他にもたくさんあり、様々な場面で意欲的に思考していくために、昨年度までの実践をより効果的に行う工夫をするとともに、新たに思考しやすくなる手立てを工夫する必要があると考え、実践することとした。

2. 思考する場面と手立て

主体的に思考させるには、まずは、意欲的に探究したくなる状況をつくること、課題を解決するために適切な観察、実験方法を考えさせること、さらに、観察、実験により得られた結果を適切に処理する方法を身に付けさせることが必要である。また、科学的な知識や概念を活用させるために、結果から見いだした規則性を用いて課題を解決する活動や、あらたな情報を既習事項と関連付けて活動することが必要である。

そのために、有効であると考えた思考の型や手立てを用いながら実践することとした。
以下に、本年度に実施した思考の型と手立てを一覧にまとめた。

場面	思考の型	思考の手立て	実践学年		
			1年	2年	3年
観察，実験前	予想する	ポートフォリオ	○		
	関連付ける	イメージマップ	○		
	整理する	表の活用	○		
	関連付け，比較，分析	課題発見の場の設定	○		
観察，実験後	比較，分類，関連付け	レポート（思考の型）	○	○	○
	比較，分析	モデル化			○
活用	関連付け	コンセプトマップ		○	
	比較，関連付け	情報カード		○	
	比較，分析	ポートフォリオ		○	○
	比較，関連付け， 根拠を明らかにする	ディベート，ポートフォリオ			○
	関連付け，分析	課題の工夫	○		

3. 授業実践

(1) 1年生の実践

①植物の根と茎のつくり「アスパラガスの根の形を考えよう」

植物の茎と葉脈の形「バナナの葉脈を考えよう」

思考の型：比較、分類、関連付け、分析
思考の手立て：関心を持つ課題設定

植物の根のつくりと茎のつくりをそれぞれ学習した後に、根のつくりと茎のつくりと葉脈のちがいに
関連があることを学ぶ。その際に、関連性を自分たちで見つけ出さなければ、問題を解決できない
状況にした。そうすることによって、既習事項を確認せざるを得ず、身近な野菜であるにも関わらず
つくりを見たことがないため、既習事項と関連づけて考えることとなる。

今回は、ネギの茎と根、ダイコンの茎と根、ホウレンソウの茎と根、エシャレットの茎と根を用意
した。それぞれの野菜の、維管束の配置と根のつくりの関係を見つけ出し、アスパラガスの維管束を
調べることで問題が解決できることに気付くことがポイントである。

<生徒のワークシート>

課題

アスパラの根の形を考えよう!

5月16日

2組

<課題のクリアー方法>

1 複数の植物の、根のつくりと茎の維管束の配置を観察する。

2 根のつくりと茎の維管束の配置にどのような関係があるかを考える。

3 2の関係から、根のつくりを考える。

1 観察の結果

植物名	大根	植物名	ネギ
根			
茎			
植物名	スズラン	植物名	コリ
根			
茎			

2 考察

どんな観察をしたのか

「～を調べるために～の観察を行った。」

アスパラの根の形を調べるために

4つの木直物の茎を言同べて アスパラの茎と断面が同じものの根を見るために

茎と根の断面を観察を行った

根拠となる結果と事実

「その結果、～となった。」

その系結果、

茎は円状になっているのが大根

バラバラになっているのがネギ、スズラン、コリ

根は ひげ根 になっているのが大根

側根、主根 になっているのがネギ、スズラン、コリ

となった。

結論

「このことから、～である。」

アスパラの 茎の断面の 維管束がバラバラな

いるので、根の形は ネギ、スズラン、コリと同じ

ひげ根の形になる。

項目	自己評価
観察の目的を理解し、結果から分かったことをまとめることができる。	㊦
観察の結果を根拠として、科学的に説明できる。	㊦
自己評価で○がつかなかった理由	

成果と課題

身近な野菜を用いたことにより、興味が増した。また、結論を導き出すために、規則性を見いだすことが必然になり、既習事項を関連づけて意欲的に取り組むことができ、理解が深まった。

- 60 -

②光による現象「課題研究」

思考の型：仮説、関連付け

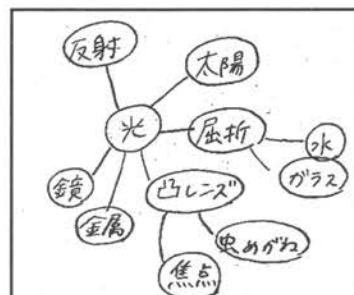
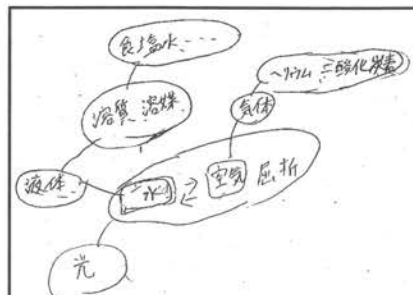
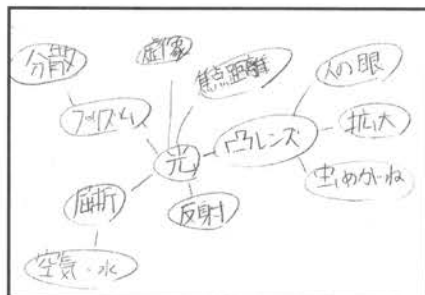
思考の手立て：イメージマップ、課題発見の場の設定

よりよい思考を実現するため、各自が持つ疑問に対して仮説を立て、検証にふさわしい実験方法を考え、適切な実験を行い、結論を導き出す方法をとった。

授業の流れは、次の通りである。

光の反射や屈折を学習した。その中で、教科書では扱われていないが、普段よく目にする近視用の眼鏡に用いられている凹レンズや水族館の分厚いガラスの水槽についての実験も行った。学習後、各自が持つ疑問から課題を考えさせた。課題を考えにくい生徒には、イメージマップを用いて考えさせた。

<イメージマップ>



<生徒のレポート>

ミッション11 近視の理由
 <レポート課題> 近視(凹レンズ)を掛けると物体が少し小さく見える理由
 2月13日 4組

<予想>
 凸レンズにある光を一点に集める[はたき]に対して、凹レンズは、光を分散させるはたきがあるということを学習した。その光の進み方の違いが像の大小に大きく関係しているのではないかと考えた。

<実験方法> (×)メカネを凹レンズ、眼球と凸レンズ、網膜を、円筒の一部に見立てる
 ① 左から物体(光源装置)、凹レンズ、凸レンズ、スクリーンの順番にセットし、凸レンズを通して見える物体の正体を言明した。
 ② ①の様子を光源装置、凹レンズ、凸レンズ、網膜に見立て円筒の一部で再現し、作図して、近視の場合と近視眼鏡を掛けた場合との相違点を調べた。

<結果>
 ① 物体をどこに置いても、像はスクリーンに映らなかった。なので凸レンズを通して物体を見たら、物体が同じ向きに小さく見えた。
 ② 近視の場合は凸レンズの光の進み方が一緒だった。網膜に見立て円筒の手前で焦点ができた。凹レンズを掛けた場合は、光が凹レンズを通ると分散され、網膜に見立て円筒に向かって、その後直進していった。また、近視の時よりも目の屈折角が小さくなった。

凹レンズの学習を生かしている

<考察>
 A どんな実験をしたのか 「～を調べるために～の観察を行った。」
 近視眼鏡を掛けると物体が少し小さく見える理由を調べるためにまず左から物体(光源装置)、凹レンズ、凸レンズ、スクリーンの順番にセットし、凸レンズを通して見える物体の正体を言明した。最後はこの様子も光源装置、凹レンズ、凸レンズ、網膜に見立て円筒の一部で再現し、作図して、近視の場合と近視眼鏡を掛けた場合との相違点を見つけ、関係性を調べた。
 B 根拠となる結果と事実 「その結果、～となった。」
 その結果、次の2点が分かった。
 まず、凹レンズと凸レンズを組み合わせて、できる像の正体も調べる。物体をどこに置いても像はスクリーンに映らなかった。なので凸レンズを通して物体を見たら、物体が同じ向きに小さく見えた。最後に、この様子も光源装置、凹レンズ、凸レンズ、網膜に見立て円筒の一部で再現し、作図して、近視の場合と近視眼鏡を掛けた場合との相違点を見つけ、関係性を調べた。
 C 結論 「このことから、～である。」
 このことから、近視眼鏡を掛けて見える像は虚像である。さらにその虚像が小さく見えるのは、近視の時と近視眼鏡を掛けた時の光の進み方の違いと、目の屈折角の大小、焦点と網膜との距離の差が関係しているかと考えられる。

<自己評価>
 観察の目的を理解し(A)、結果から分かったことをまとめることができる(B)。 ☐
 観察の結果を根拠として、科学的に説明できる(C)。 ☐
 自己評価で○がつかなかった理由

<発見・疑問>
 今回は、眼鏡だったが、コンタクトレンズのように、眼球に近い距離にレンズがある場合見方はどうなるのかということも推測していきたい。眼球とレンズの距離と像の大小には関係性があるのかと実験を通して疑問を思った。

③大地が火をふく「マグマの流れ方に違いが出る原因を考えよう」

思考の型：条件付け，関連付け

思考の手立て：表の活用

対照実験を正しく行うために『変化させる条件』と『統一させる条件』をしっかりと押さえさせるために，表を用いて考えさせた。さらに，条件がぶれないようにその表を見ながら実験を行わせた。また，意欲的に思考させるために，実験する項目を各班で選択させた。

授業の流れは，次の通りである。

昨年誕生した“新島”を題材に，マグマがどのように流れてできた島であるかを考える。そのために，様々な仮説を立てて火山やマグマに見立てた道具を考え，それを用いて実験を行った。

<生徒のノート>

3/19 マグマは、地表のどこにどのように固まるのか？

原因

- マグマの固まる早さ
- 温度差
- 噴火の勢い
- 水深
- マグマの粘性
- 海水温
- マグマの量
- マグマの流動性

マグマは地表のどこに、どのように固まるのか？

1000℃ ほど熱い

<実験の考案>

サラサラ

板

マグマの粘性

・ココアと水 → ねっとり系

後

ココア+水

ココアパウダーのみ → さらさら系

先

ココアのみ



<生徒のワークシート>

<実験の統一条件と変化条件>						
	マグマの素材	マグマの粘性	マグマの温度	マグマの位置	押し出す勢い	噴火口の大きさ
I 海流	=	=	=	=	=	=
II マグマの粘性	=	◎	=	=	=	=
<仮説>						
I (速い) のときA	(速い) のときB					
II (おどろや弱) のときA	(おどろや強い) のときB					

成果と課題

やはり、自分たちで見立てた道具であるためと、課題を各班で選択させたため、意欲的に実験を行った。つまり、各自が実験課題や実験道具を設定することにより、積極的に思考力がはたらき、実験で得られた結果をしっかりと分析しようとする態度が現れるものと思われる。

学習活動・内容	教師の指導・支援および留意点 評価と方法	時間
1. 前時の振り返り ・ 演示実験によりマグマは岩石がとけたものであり、高温であることを確認する。 ・ 他クラスで出た予想を知る。	・ 少量の実験であるが、赤い様子やはしが燃える様子をモニターを通して伝える。 ・ 他クラスで出た予想を、図で提示する。	3
2. 課題の確認		3
マグマの固まり方に違いがでる原因を探り、“新島”のでき方を考えよう。		
3. 仮説・条件の確認 a : 海水の流れ b : マグマの粘性	強い=B、弱い=A 統一条件=マグマの粘性他 高い=B、低い=A 統一条件=マグマの粘性以外	10

c : 海水温 d : 噴火の勢い ・ ・ ・	高い=A、低い=B 統一条件=マグマの粘性他 強い=B、弱い=A 統一条件=マグマの粘性他 評価① <u>変化させる条件、統一させる条件の確認をし、適切に目的に合った実験を行うことができる。</u>	
4. 実験方法の確認・実験・記録 ・マグマに見立てるものを確認する。 ・実験をする。 ・結果を記録する。	・前回の班の話し合いで決まったものを、時間の都合上準備済みであることを伝える。 ・適切な実験ができるよう机間巡視する。	16
5. 考察 ・各自で結果を分析し、レポートに記入する。	評価② <u>マグマの性質や海水の条件と火山の形との規則性を見いだすことができる。</u>	8
6. 発表とまとめ ・発表を聞く。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> マグマの粘性が高いと盛り上がった山になり、“新島”はマグマの粘性が低く、弱い勢いの噴火でできた。 </div> ことを理解する。	・考察を聞きながら、不足分を自分のレポートに書きこむよう促す。 ・“新島”の写真を見せ、形からでき方を答えさせる。	5
7. 片付け ・環境にやさしく、資源の有限性を考えながら片付ける。	・適切な処理の仕方を考えながら、片付けさせる。	5

(2) 第2学年での実践

①「生命を維持するはたらき」(単元の振り返り)における実践

思考の型：関連づける

思考の手立て：コンセプトマップ

平成23年度、24年度と単元(章)の課題を設定し、学習後に変容を見る取り組みを行ってきた。平成23年度は説明文を書かせることで変容を読み取ろうとしたが、文章表現に抵抗感を示す生徒も見られた。そこで平成24年度はコンセプトマップを用いて行った。学習後のコンセプトマップから、生徒が学習したことを関連付けて理解していることは読み取れたが、単元の課題について十分に説明できているのか評価することが難しかった。これらのことから、平成25年度はコンセプトマップをもとに説明文を書く取り組みを行った。

活動の流れは以下の通りである。

学習前

ヒトが生きてするために必要なことを挙げる
なぜ飲食や呼吸が必要か説明を行う

「生命を維持するはたらき」の学習

学習後

コンセプトマップをかく
なぜ飲食や呼吸が必要か文章で説明する

生徒1：学習前

生命を維持するはたらき (学習前)
2年

説明しよう!

ヒトが生きていくためには、食べることで呼吸することが必要である。
体内に取り入れられた食物や酸素はどのように使われていくのだろうか。

酸素

肺に送られて全身に運ばれる。

そして二酸化炭素が肺に送られて出てく。

栄養

血中に入って全身へ

生徒2：学習前

生命を維持するはたらき (学習前)
2年

説明しよう!

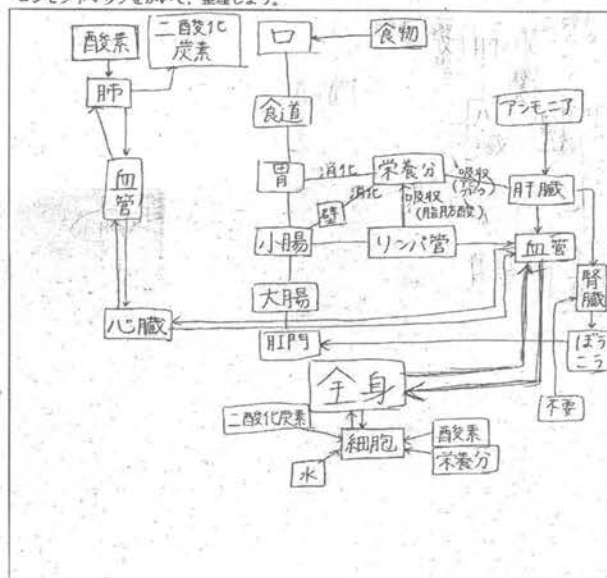
ヒトが生きていくためには、食べることで呼吸することが必要である。
体内に取り入れられた食物や酸素はどのように使われていくのだろうか。

・食物の中に入っている栄養が、骨や筋肉などの器官を作っている。

・色々作われた後、必要じゃないものは出ていく。

・酸素は肺に送られる。

生徒1：学習後 はたらき（学習後）
 食べることと呼吸することが必要である。
 体内に取り入れられた食物や酸素はどのように使われていくのだろうか。
 口、食道、胃、小腸、肺、心臓、血管、リンパ管、腎臓、細胞、栄養分、酸素、二酸化炭素、アンモニア。（語句の付け足し可）
 コンセプトマップをかくて、整理しよう。

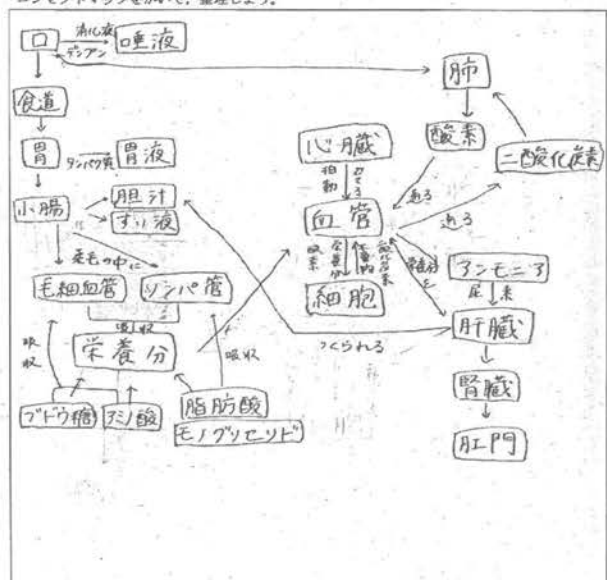


2年
 ヒトが生きていくために、食べることと呼吸することが必要なのはどのようにしてなのだろうか。
 （どのようにして体内に取り入れられ、どのように使われていくのか分かるように。）

説明しよう
 食物は口から取り入れ、食道を通り、唾液、胃から出る胃液、すい臓から出る膵液、胆汁に小腸の壁に工で消化される。それを小腸で吸収する。栄養分は血液によって全身の細胞へと送られていく。つまり、食べることを行わないと、栄養分が作り出されず、全身の細胞に行かなくなる。
 また、酸素は肺に入、その後、心臓に行き、そこから血管によって全身の細胞に届く。栄養分とともにエネルギーになる。またそこで不要な二酸化炭素と水は血管を通り心臓、肺へ、その肺の中の肺胞と交換し肺から排出される。
 つまり、食べることや呼吸を行わないと、栄養分、酸素が全身の細胞に届かず、エネルギーがなくなってしまう。なので、食べること、呼吸することが必要である。

学習前と学習後の説明を比較して、この単元で得られたことを書きましよう。
 酸素と栄養分は無縁なものと思っていたが、学習後は、どちらも全身の細胞に送られてエネルギーになる、2つが結びついていると思う。栄養分については特に学習前はほとんど分からなかったが、後のもを見ると、ちゃんと説明できたので身についていると思う。

生徒2：学習後 はたらき（学習後）
 食べることと呼吸することが必要である。
 体内に取り入れられた食物や酸素はどのように使われていくのだろうか。
 口、食道、胃、小腸、肺、心臓、血管、リンパ管、腎臓、細胞、栄養分、酸素、二酸化炭素、アンモニア。（語句の付け足し可）
 コンセプトマップをかくて、整理しよう。



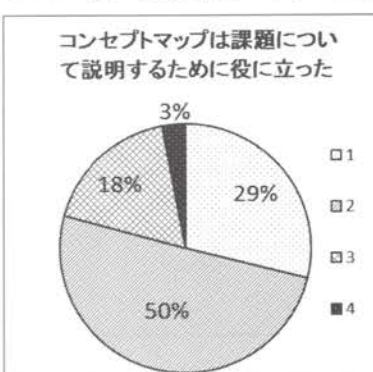
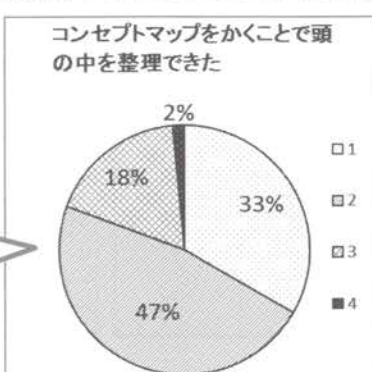
2年
 ヒトが生きていくために、食べることと呼吸することが必要なのはどのようにしてなのだろうか。
 （どのようにして体内に取り入れられ、どのように使われていくのか分かるように。）

説明しよう
 食べ物には栄養分がある。この栄養分には体を動かすエネルギー源や体をくくるものや体の調子を整えるものが入っている。ヒトが食べた体内に入、た栄養分は様々な器官を通りながら体内に吸収され、消化されて栄養分は血管を通じて体中の細胞へと送られる。
 ヒトは呼吸をするときに酸素を吸収している。酸素は血管内にあるヘモグロビンと結びついて、体中の細胞に送られる。
 細胞は細胞呼吸ということをしている。これは酸素と栄養分から生きていくためのエネルギーを取り出して、二酸化炭素と水をだしている。又この時だされた二酸化炭素は不要なので呼吸によって体外へと排出される。
 だから、栄養分を吸収し入れる食べることと、酸素を吸収し、二酸化炭素を吐く呼吸をすることは生きていくために必要なことである。

学習前と学習後の説明を比較して、この単元で得られたことを書きましよう。
 栄養分や酸素がどこを通過してどんな風に使われているのか、ということやそれに関わっている他の器官のしくみを知ることができました。
 又、前は食べること、呼吸すること、あくまで別物だ、とけどうつながら、起きていることが分かりました。

下の図は振り返り後に行ったアンケートの結果を示したものである。約8割の生徒が、コンセプトマップをかくことで頭の中が整理され、課題を説明するために役立ったと感じている。言語能力の高い生徒の中にはコンセプトマップをかくことなく説明を書いている姿も見られたが、説明後にコンセプトマップをかくことで頭の中を整理できたと感じてはいた。

生徒へのアンケート
 （アンケート実施 134 人）
 1 よくできた
 2 まあまあできた
 3 あまりできなかった
 4 全くできなかった



②「脊椎動物の進化」における実践

思考の型：比較する、関連づける

思考の手立て：情報カード


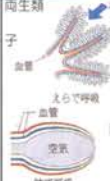
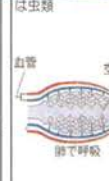
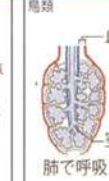






(項目は 生活場所、なかまの増やし方、体温、体表、呼吸器官のつくり、心臓のつくり)

生物は進化によって生活に都合のよい特徴を持つようになる。その一つとして体のつくりが複雑化し、機能的となる方向へ変化する傾向がある。情報カードを用いて、脊椎動物の特徴や器官のつくりを比較し、既習の知識と関連付けながら、進化について考えていくことで、脊椎動物の進化の過程や連続性に気づかせることをねらいとした。また、情報カードの項目には機能性のほかに、生物の生活環境に適応した特徴も含まれている。前時までに学習したヒトの体のつくりとはたらき、脊椎動物の特徴と分類の学習をもとに、情報の取捨選択も行わせようと考えた。



授業の流れは以下の通りである。

情報カードを用いて、脊椎動物の特徴や器官のつくりを比較し、項目ごとに脊椎動物のなかまを機能的で順位づけを行う。このとき、既習の知識と関連づけながら根拠を挙げて説明する。それらを総合して全体の順位を決める。グループ内で根拠とともに発表し話し合うことで他者の考え方にふれながら理解を深めさせる。グループごとに順位を決め、その際に重要視した項目とともに発表する。情報カードを順位に沿って並べ替えることで脊椎動物の進化の過程や連続性について理解する。

水生動物	両生動物	爬虫動物	鳥類	哺乳動物
魚類	両生類	は虫類	鳥類	哺乳類
水中	水中(子) 陸上(親)	陸上	陸上	陸上
なかまの増やし方	なかまの増やし方	なかまの増やし方	なかまの増やし方	なかまの増やし方
魚類	両生類	は虫類	鳥類	哺乳類
卵生(殻のない卵)	卵生(殻のない卵)	卵生(殻のある卵)	卵生(殻のある卵)	胎生
体温	体温	体温	体温	体温
魚類	両生類	は虫類	鳥類	哺乳類
変温動物	変温動物	変温動物	恒温動物	恒温動物
体表のようす	体表のようす	体表のようす	体表のようす	体表のようす
魚類	両生類	は虫類	鳥類	哺乳類
うろこ	うすい皮膚	うろこやこうろ	羽毛	毛
呼吸器官のつくり	呼吸器官のつくり	呼吸器官のつくり	呼吸器官のつくり	呼吸器官のつくり
魚類	両生類	は虫類	鳥類	哺乳類
				
心臓のつくり	心臓のつくり	心臓のつくり	心臓のつくり	心臓のつくり
魚類	両生類	は虫類	鳥類	哺乳類
				

脊椎動物のなかまで、最も機能的なのは？ 情報カードから読み取ろう。

例えば、順位を 魚類>は虫類、鳥類>両生類 と置いたときは次の意味になる。
一魚類が最も機能的で、次にはは虫類と鳥類、次に両生類の順。
哺乳類については判断できない。

順位	両生類>魚類、は虫類、鳥類、哺乳類
生活場所	成長とともに変化はあるものの、水陸両方でも生活できるから。
なかまの増やし方	哺乳類>鳥類>は虫類>両生類、魚類
根拠	親元にいる方が生存率が高くなるから、 また、殻のある方が外から守られやすいから。
体温	X
根拠	それぞれの生活に適したものであるから。
順位	は虫類>魚類>両生類
体表	体表が固い方が、外からの働きにも耐えられるから。
呼吸器官	哺乳類、鳥類>は虫類
根拠	肺の中の表面積が広い方が効率がいいから、 ②③は呼吸の仕方が異なる。
心臓のつくり	鳥類、哺乳類>は虫類、両生類>魚類
根拠	壁が厚く、静脈血と動脈血が、しっかりわかれている方がよいから。
総合	哺乳類>鳥類>は虫類>両生類>魚類

脊椎動物のなかまで、最も機能的なのは？ 情報カードから読み取ろう。

例えば、順位を 魚類＞虫類、鳥類＞両生類 と書いたときは次の意味になる。
→魚類が最も機能的で、次には虫類と鳥類、次に両生類の順。
哺乳類については判断できない。

順位	両生類＞魚類＞
生活場所	両生類はどちらにもいるため、 水中の方が安全だと思う。
増やしまの なかまの 方	両生類、魚類＞ 両生類がどちらでも水中に生きているから安全だと思うため。
体温	哺乳類、鳥類＞ 恒温動物の方が体温が温かいからだと思う。
体表	両生類、魚類＞哺乳類、鳥類＞両生類 体表のけがれを落とすこと、こまめに濡れたいから皮膚はもつため。
呼吸器官	哺乳類、鳥類＞両生類、魚類、両生類 哺乳類、鳥類は肺のメリカーがよりよく働いているから。両生類は 肺のメリカーがよりよく働かないから。魚類は水中で呼吸をするから、 両生類は
心臓の つくり	哺乳類、鳥類＞両生類、魚類 哺乳類、鳥類は全身の血と肺の血を分けるための機能的 な心臓がある。魚類はメリカーがよりよく働いて機能的ではない と思う。
総合	哺乳類、鳥類＞両生類＞両生類＞魚類

脊椎動物のなかまで、最も機能的なのは？ 情報カードから読み取ろう。

例えば、順位を 魚類＞虫類、鳥類＞両生類 と書いたときは次の意味になる。
→魚類が最も機能的で、次には虫類と鳥類、次に両生類の順。
哺乳類については判断できない。

順位	鳥類、哺乳類＞虫類＞両生類＞魚類
生活場所	陸上で生活している方が、多くの環境で生活できる。 魚類は水中でしか生活できない。
増やしまの なかまの 方	哺乳類＞鳥類、両生類、魚類、両生類 卵生だと、卵のときに他の動物におそわれる可能性がある から、胎生の動物
体温	鳥類、哺乳類＞虫類、魚類、両生類 変温動物だと、気温の低い時、活動がふくなくなるため。
体表	鳥類、哺乳類＞虫類、魚類、両生類 羽毛や毛は軽く温かいから。
呼吸器官	鳥類、哺乳類＞虫類、両生類、魚類 鳥類や哺乳類の肺は肺胞があるから、 両生類や魚類には凹凸があるだけの肺や、 何もない肺で効率が悪いから。
心臓の つくり	鳥類、哺乳類＞虫類、両生類、魚類 2心房2心室は酸素を多く含む血液を全身に送れる。 1心室だと酸素血と動脈血がまじるので、効率が悪い。 1心房1心室は血圧が高くないと全身に血液を送れない。
総合	

生徒は様々な視点で順位付けを行っていたが、グループごとの話し合いで出した順位や重要視した項目はほぼ同じであった。そこで重要視されていた項目として、呼吸器官と心臓のつくりをあげていた。呼吸器官では肺の表面積と、心臓のつくり（心房心室の数）では動脈血と静脈血と関連させて説明する生徒は多く見られた。しかし、体温と消化酵素がはたらく温度について関連付けて説明する記述は個人のワークシートの中でもなかった。

また、全ての項目に順位づけしようとする生徒が多く見られた。理科実験の際には、予想を立てるなどの過程を経て行うため、すべての情報（実験結果）から考察を行うことが多く、情報の取捨選択を行う機会が非常に少ない。今後、指導が必要であると感じた。

③根拠を明らかにし、論理的に説明する力を育てる実践

思考の型：分析する

思考の手立て：考察の型

考察を書く場面で生徒に「考察の型」を示し、観察、実験のレポートを作成する際に順序立てて論理的に説明できるように指導を行ってきた。本学年で指導を行った「考察の型」の項目とねらいは次の通りである。

- ・「どんな実験をしたか」→観察、実験の目的を確認させる
- ・「根拠となる結果と事実」→結果と対応させながら論理的に説明させる
- ・「結論」→結果と考え（考察）を区別させる

下図1～4は「考察の型」の指導による生徒の変容である。

図1：花のつくり（共通点、相違点）を調べる観察レポート 考察の型は未指導

（目的）花のつくり（共通点、相違点）を調べる観察レポート 考察の型は未指導

（どんな実験をしたか）「～を調べるために～の実験を行った。」～実験の目的を確認

（観察）観察結果を根拠としていないことに思考が傾いている

（結果と考える区別）結果と考える区別がついていない

（結論）「このことから、～である。」～目的に対する答え

（その他）気づいたことや疑問点

（目的を確認している）

（結果と考える区別がついていない）

（結論）「このことから、～である。」～目的に対する答え

（その他）気づいたことや疑問点

（観察）観察結果を根拠としていないことに思考が傾いている

（結果と考える区別）結果と考える区別がついていない

（結論）「このことから、～である。」～目的に対する答え

（その他）気づいたことや疑問点

図2：光の反射の規則性を調べる実験レポート 考察の型を初めて指導したあと（1年生5月）

（目的）光の反射の規則性を調べる実験レポート 考察の型を初めて指導したあと（1年生5月）

（どんな実験をしたか）「～を調べるために～の実験を行った。」～実験の目的を確認

（観察）観察結果を根拠としていないことに思考が傾いている

（結果と考える区別）結果と考える区別がついていない

（結論）「このことから、～である。」～目的に対する答え

（その他）気づいたことや疑問点

（目的を確認している）

（結果と考える区別がついていない）

（結論）「このことから、～である。」～目的に対する答え

（その他）気づいたことや疑問点

（観察）観察結果を根拠としていないことに思考が傾いている

（結果と考える区別）結果と考える区別がついていない

（結論）「このことから、～である。」～目的に対する答え

（その他）気づいたことや疑問点

図3：光合成と葉の色の関係を調べる実験レポート（1年生10月）

（目的）光合成と葉の色の関係を調べる実験レポート（1年生10月）

（どんな実験をしたか）「～を調べるために～の実験を行った。」～実験の目的を確認

（観察）観察結果を根拠としていないことに思考が傾いている

（結果と考える区別）結果と考える区別がついていない

（結論）「このことから、～である。」～目的に対する答え

（その他）気づいたことや疑問点

（目的を確認している）

（結果と考える区別がついていない）

（結論）「このことから、～である。」～目的に対する答え

（その他）気づいたことや疑問点

（観察）観察結果を根拠としていないことに思考が傾いている

（結果と考える区別）結果と考える区別がついていない

（結論）「このことから、～である。」～目的に対する答え

（その他）気づいたことや疑問点

図4：加熱した炭酸水素ナトリウムから発生する気体を調べる実験レポート（2年生12月）

（目的）加熱した炭酸水素ナトリウムから発生する気体を調べる実験レポート（2年生12月）

（どんな実験をしたか）「～を調べるために～の実験を行った。」～実験の目的を確認

（観察）観察結果を根拠としていないことに思考が傾いている

（結果と考える区別）結果と考える区別がついていない

（結論）「このことから、～である。」～目的に対する答え

（その他）気づいたことや疑問点

（目的を確認している）

（結果と考える区別がついていない）

（結論）「このことから、～である。」～目的に対する答え

（その他）気づいたことや疑問点

（観察）観察結果を根拠としていないことに思考が傾いている

（結果と考える区別）結果と考える区別がついていない

（結論）「このことから、～である。」～目的に対する答え

（その他）気づいたことや疑問点

1年生からの継続的な指導により、観察実験の目的に即した考察を書くことや根拠を明らかにして論理的に記述する力がついてきていると考えられる。しかし、細部においてはまだ不十分な点も見られるため、個別にきめ細かい指導が必要である。

(3) 3年生での実践

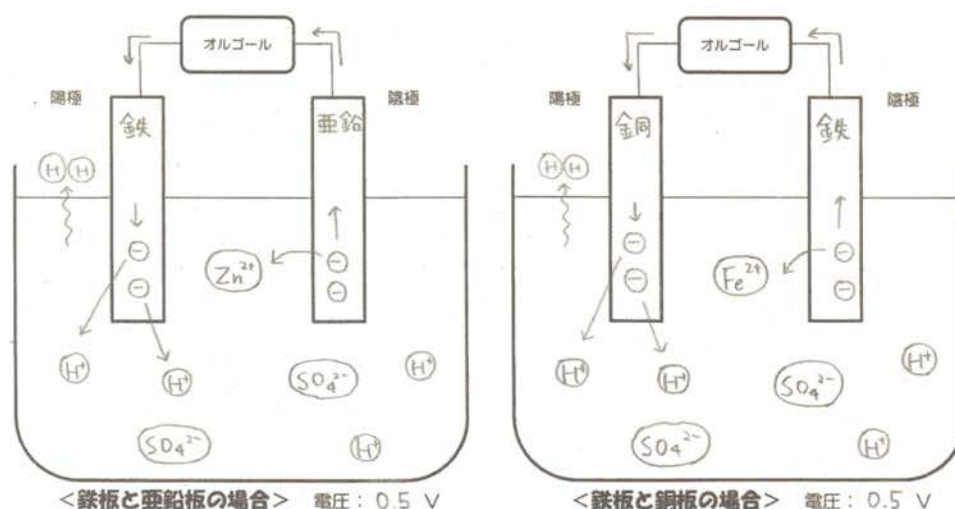
- ① 水溶液とイオン「薄い塩酸に鉄板と亜鉛板、鉄板と銅板を用いて電池をつくったとき、どちらが陽極や陰極になるか、決まりを見つけよう」

思考の型：比較，分析

思考の手立て：モデルを用いて説明する

平成24年度までの実践では、「考察を型にはめて書く」など、書くことを中心に指導を行ってきた。平成25年度は生徒の思考の過程や考え方を可視化するために、特にイメージがしにくく、生徒の中でも苦手意識の高い「水溶液とイオン」の単元において「モデルを用いて説明する」実践を行った。モデルのかき方については単元を通して指導を行い、この課題を行う前の授業では、教科書でも取り扱われている亜鉛板と銅板を用いて電池をつくった場合についてモデルを用いて説明を行った。

<生徒のワークシート>



陰極になる方の金属板は水溶液中にイオンになってとけ出し、陽イオンとなって電子を失っているので2種類の金属板を組み合わせると水溶液中にイオンになってとけ出しやすい方が陰極、もう一方の金属板は水溶液中にとけにくい方が陽極になると考えられる。

モデルをもとに考察している。

2つの金属板をくみ合わせて電池を作ると
銅と亜鉛の時、銅が陽極、亜鉛が陰極になる。亜鉛が泡が起きている。
鉄と亜鉛の時、鉄が陽極、亜鉛が陰極になる。鉄が長時間硫酸につけると泡が起きている。
鉄と銅の時、鉄が陰極、銅が陽極になる。鉄が長時間硫酸につけると泡が起きている。
(これはどれも硫酸にとけやす方が陰極といふこと)
イオンになりやすい金属が陰極、溶けにくい金属が陽極になる。

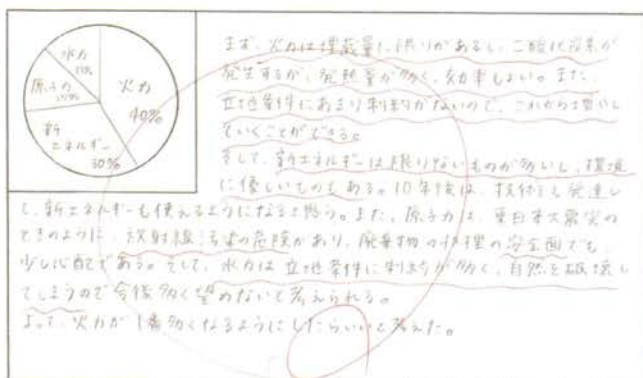
観察の結果もふまえて考察している。

最初はモデルで表すことが難しいと感じている生徒もいたが、モデルで表せるようになると班発表などの際にもモデルを使いながら班内で話し合う姿もみられた。教師側が課題の設定やワークシートを工夫することで、文字のみで表される考察よりも多様な考え方や思考の過程をみることができるため、これからも分野の特性に合わせて実践していきたい。

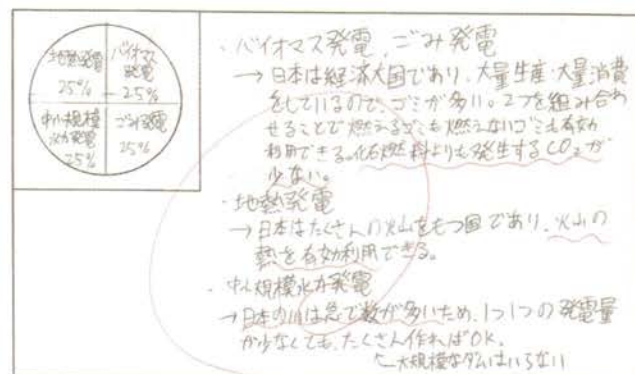
学習活動・内容	教師の指導・支援および留意点	評価と方法	時間
1.前時の復習をする ・前時のワークシートの内容を確認する。	・うすい硫酸と亜鉛板、銅板の実験を思い出し、各電極でどのような変化が起こっていたかを確認させる。		2分
2.本時の課題を確認する ・ワークシートを受け取り、実験方法を確認する。	・実験結果をもとに、ワークシートにイオンのモデルを用いてまとめることを説明する。		3分
「うすい硫酸と鉄板と亜鉛板、鉄板と銅板を用いて電池をつくったとき、どちらが陽極や陰極になるか決まりをみつける。」			
3.実験を行う ・ワークシートに予想を記入する。 ・班ごとに実験を行い、結果をワークシートに記録する。	・金属イオンは、陽イオンであることを確認する。 ・銅と亜鉛の学習から、溶けやすい方がマイナス極になっていた。溶けない方からは気体が出ていた。これはイオンと電子の移動モデルから説明することができたことを確認する。 ・これらのことから、2つの金属の溶けやすいほうを予想させる。 ・電圧計をつなぐ向きに気をつけるように伝える。 ・各班の結果を黒板の表に書かせる。		15分
4.考察を行う ・各班の結果を黒板に書き、確認する。 ・実験結果をもとに、金属板付近での変化をイオンのモデルで表し、それをもとに考察を行う。	・鉄板が組み合わせによって陽極にも陰極にもなることに注目させる。 ・それぞれの金属板の付近でおこる変化について、イオンのモデルを用いて表し、それをもとに考えるように伝える。		10分
5.発表を行う ・ワークシートのモデル図をモニターに映し、発表を行う。	・モデル図をモニターに映し、それぞれの金属板の付近で起こる変化について説明するように伝える。 ○「うすい硫酸と鉄板と亜鉛板、鉄板と銅板を用いて電池をつくったとき、どちらが陽極や陰極になるか決まりをみつける。」について、科学的に説明することができる。【科学的な思考・表現】		15分
2枚の違う種類の金属板を組み合わせたとき、より溶けやすい（イオンになりやすい）ものが陰極になり、溶けにくい（イオンになりにくい）ものが陽極になる。			5分
6.本時のまとめを行う ・本時のまとめを聞く。			

～発電に関するディベート～

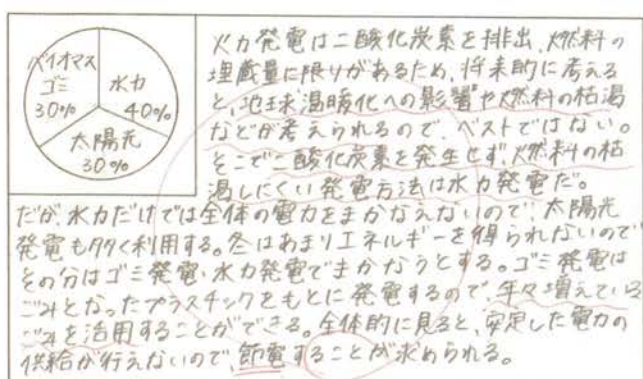
火力派



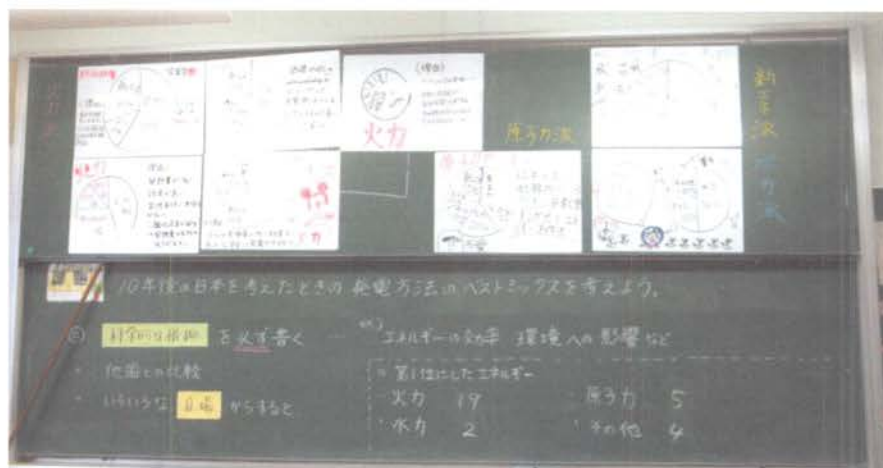
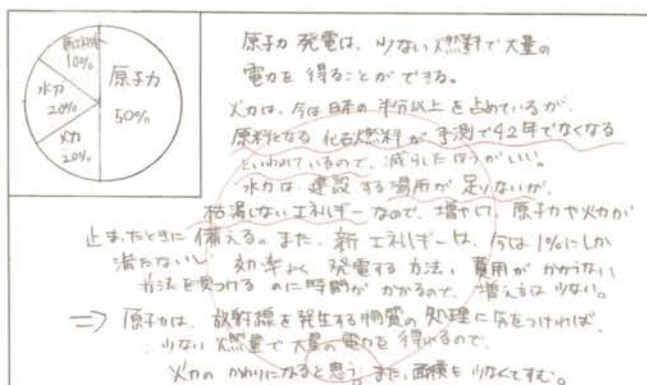
バランス派



水力派



原子力派



この実践を通して、実験の考察の中ではほとんどの生徒が「科学的な根拠」を挙げて説明できるようになっているが、自由な記述や討論の中では「科学的な根拠」と「それ以外の根拠」の違いがあいまいな生徒が多くみられた。ディベートとなるとどうしても主観的な意見や感情的な意見も出やすくなるため、教師側の説明や課題の設定のさらなる工夫が必要であると感じた。

③ 運動とエネルギー「慣性の法則に関する課題」

思考の型：比較、分析

思考の手だて：ポートフォリオ

この実践に関しては、1年時より継続して行ってきたものである。学習前、学習後に同じ課題について説明させることで、生徒自身にとっては自分の理解度を測ることができ、教師にとっては生徒の苦手とする部分や、生徒がもともと持っているイメージをとらえることができる。今回は慣性の法則についての理解を見るために、2つの課題について説明させた。

＜生徒のワークシート＞

学習前

学習後

学習前後の考え
を比較させる。

1. 太郎さんはボールを持って自転車で走っています。このとき、A地点で止まってからボールを放すと、ア、イ、ウのどの地点に落ちたか。記号を選び、理由も書きなさい。

記号 (イ)

理由
自転車の止まっている時にボールを放したから、ボールはそのまま落ちる。

2. 太郎さんは自転車をこぎながらB地点でボールを放した。すると、C地点まで移動しているときにボールが地面に落ちた。このとき、ボールはア、イ、ウ、エ、オのどの地点に落ちたか。記号を選び、理由も書きなさい。

記号 (ア)

理由
自転車が止まっている時に、ボールを放したから、ボールはそのまま落ちる。

1. 太郎さんはボールを持って自転車で走っています。このとき、A地点で止まってからボールを放すと、ア、イ、ウのどの地点に落ちたか。記号を選び、理由も書きなさい。

記号 (イ)

理由
自転車の止まっている時にボールを放したから、ボールはそのまま落ちる。

2. 太郎さんは自転車をこぎながらB地点でボールを放した。すると、C地点まで移動しているときにボールが地面に落ちた。このとき、ボールはア、イ、ウ、エ、オのどの地点に落ちたか。記号を選び、理由も書きなさい。

記号 (イ)

理由
自転車が止まっている時に、ボールを放したから、ボールはそのまま落ちる。

学習前

記号 (ア)

理由
止まった物体はそのまま落ちるから

学習後

記号 (イ)

理由
ボールは太郎さんが運動をしている時に放したから、運動している状態でボールは止まらずに運動を続けようとする。慣性の法則より、運動を続けようとする。なので、物体が落ちても太郎さんと同じ速さですすんでいく。なので太郎さんが止まった後の手のまわりの位置になる。

学習前には、既に「慣性の法則」という言葉は知っているが、実際の法則の意味については理解が不十分であるという生徒が多くみられた。学習前後に同じ課題に取り組ませることで、最初は面倒であると感じている生徒もいたが、学習前のものを学習後のものと同時に返却して比較させると、学習前に比べて慣性の法則について理解が深まったと感じている生徒も多かった。今後もより身近で興味がわくような課題の設定を工夫し、実際の現象と関連づけながら課題に取り組ませていきたい。

4. 成果と今後の課題

・コンセプトマップを用いた場面では、かくことで頭の中が整理され、課題を説明するために役立ったと感じている。言語能力の高い生徒の中にはコンセプトマップをかくことなく説明を書いている姿も見られたが、その後にコンセプトマップをかくことで整理できたと感じていた。

・情報カードを用いた場面では、既習の知識を関連づけながら、根拠をもとにグループで話し合い、説明する生徒は多く見られた。しかし、一部の情報については関連づけて説明することはできなかった。また、全ての情報を関連づけようとする生徒が多く見られ、情報の取捨選択を行うことができなかった。今後、取捨選択の機会を増やしていく必要があると感じた。

・考察の型を用いた場面では、学年を追う毎に、観察実験の目的に即した考察を書くことや根拠を明らかにして論理的に記述する力がついてきていると考えられる。しかし、細部においてはまだ不十分な点も見られるため、個別にきめ細かい指導が必要である。

・モデル化の場面では、最初はモデルで表すことが難しいと感じている生徒もいたが、モデルで表せるようになると班発表などの際にもモデルを使いながら班内で話し合う姿もみられた。教師側が課題の設定やワークシートを工夫することで、文字のみで表される考察よりも多様な考え方や思考の過程をみることができるようになるため、これからも分野の特性に合わせて実践していきたい。

・ディベート学習の場面では、実験の考察の中ではほとんどの生徒が「科学的な根拠」を挙げて説明できるようになっているが、自由な記述や討論の中では「科学的な根拠」と「それ以外の根拠」の違いがあいまいな生徒が多くみられた。ディベートとなるとどうしても主観的な意見や感情的な意見も出やすくなるため、教師側の説明や課題の設定のさらなる工夫が必要であると感じた。

・課題研究の場面では、学習後の疑問を解決するために、各自が実験方法を考えて課題研究を行った。その後のアンケート結果である。

①授業後に疑問を持つことができた	A：できた	103人（68％）
	B：できない	48人（31％）
②適切な実験方法を考えて、課題を解決できた	A：できた	52人（35％）
	B：ほぼできた	88人（60％）
	C：あまりできなかった	5人（3％）
	D：できなかった	3人（2％）
③課題研究をまたやりたい	A：とてもやりたい	70人（48％）
	B：やりたい	63人（43％）
	C：あまり興味がない	8人（5％）
	D：全く興味がない	4人（3％）

結果より、授業後に新たな疑問を持つことができなかった生徒も、イメージマップをかくことで興味がわき、自らの課題に取り組んで課題を解決しようとする姿が見られ、思考させるために有効であるといえる。よって、これからも、生徒が主体的に考える場面をたくさん設定していくことが大切であるといえる。