

## 主体性の高まりをめざす課題学習 — 理科の課題学習における言語活動の明確化と充実 —

堀 篤史 大門 知代 玉生 貴大

OECD（経済協力開発機構）が2009年に実施したPISA調査（生徒の学習到達度調査）で、日本は、科学的リテラシーにおいて、前回同様上位グループを維持していることが確認された。しかし、世界トップレベルの国々と比較すると依然として下位層が多いこと、読解力については必要な情報を見つけ出し取り出すことは得意だが、それらの関係性を理解して解釈したり自らの知識や経験と結び付けたりすることがやや苦手であることが報告された。

それでは、これらを改善する理科の教育はどのようにあればよいのか。知識・技能の習得と思考力・判断力・表現力等の育成のバランスを重視しながら、これらを具体化させていく言語活動を充実させるべく、本年度は、本校が長年研究を進めてきた理科の課題学習を見つめ直し、「理科の課題学習における言語活動の明確化と充実」をテーマに、研究や実践を紹介していきたい。

### I 課題学習について

#### 1 これまでの研究の経緯

本校では昭和41年から今日まで「主体性の高まりをめざす課題学習」を研究主題として掲げ、その解明に取り組んできた。その間、理科部会は、学習司会者による学び方、探究ノートによる学び方、日常生活とのかかわりで学ぶ学び方、課題発表による学び方、課題研究による学び方などを工夫し、主体的な人間の育成を目指し、実践や研究を行ってきた。それらの研究の成果は、「学び方を学ぶ理科の課題学習」（昭和54年明治図書）、「学び方を学ぶ課題学習」（平成4年明治図書）、「主体性の高まりをめざして」（平成21年富山大学出版会）にまとめられている。

近年では、研究主題「主体性の高まりをめざす課題学習」のもと、平成15年から18年までは「確かな学力を身につけさせるための指導と評価」を副題に、平成19年から22年までは「学びあい 自ら学ぶ」を副題に掲げ研究を取り組んだ。このように、その時々の教育をめぐる今日的課題を副題として取り上げ、本校の提案する課題学習を軸に研究に取り組んでいる。

#### 2 主体性の高まりをめざす理科の課題学習

私たちは、課題学習を、次の(1)(2)の2つの大きな柱で構成している。

#### (1) 課題学習の学習過程

課題学習の学習過程は探究の過程と同じであり、次の4つの段階に分けています。

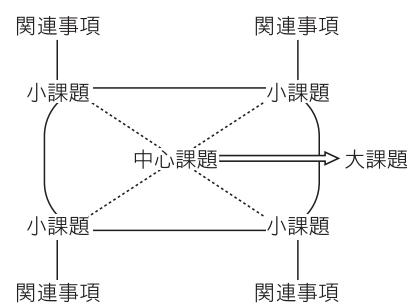
- ①課題の設定
- ②課題の把握
- ③課題の追究・解決
- ④課題の発展

#### (2) 課題の構造

課題には単元

を見通す大課題、それを解決するための一時限または数時限の中核をなす中心課題、さらにはその中心課題の解決に迫るための

#### 課題の構造

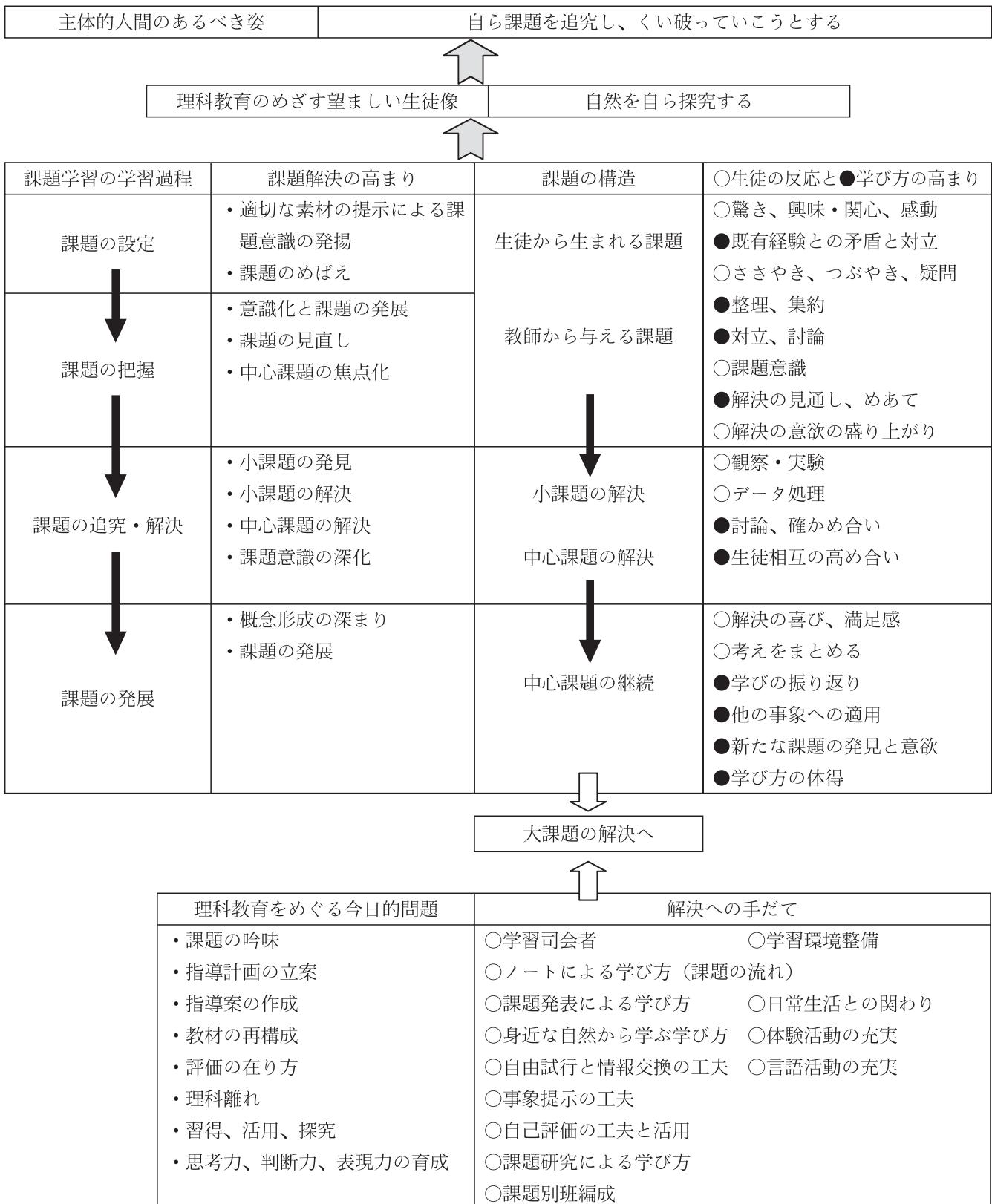


いくつかの小課題がある。これらの課題は、大課題から小課題に至るまで、(1)の学習過程を繰り返すように構成される。そして、これらの課題は、低次な課題から高次の課題へと、しかも並列的、関連的な課題が、有機的、発展的につながりをもっている。このような課題を、生徒自らの力で見いだせるために、学

習過程の中でその構造を検討し、取り扱いを工夫するのが教師の役割である。その工夫によって焦点化された課題を生徒一人一人が把握し、そして、その課題を

生徒自身でくい破っていこうとする過程こそが、生徒が学び方を身に付けていくことにつながると考える。

### 3 課題学習の構成図



#### 4 新学習指導要領の改善の要点と理科の課題学習

ここで、新学習指導要領の改善の要点と理科部会が長年取り組んできた理科の課題学習とを照らし合わせて考えてみたい。

第1に新学習指導要領での理科の目標は、従前の「自然に対する関心を高め」が「自然の事物・現象に進んでかかわり」という表現に変更された。これについては、理科が自然の事物・現象を学習の対象とする教科であり、「進んでかかわること」は生徒が主体的に疑問を見つけることと同義で、学習意欲を喚起する点からも大切なことであると述べられている。このことから今回の改訂で生徒の主体性や自ら学ぶ意欲を重視していることが分かる。

理科の課題学習における課題の設定、把握の段階では、適切な素材の提示によって自然の事象に興味や関心をもたせるなどして、課題意識の発揚（疑問、問題の掘り起こし）を促す手立てを講じ、生徒に疑問や問題点から課題を見えさせたり、焦点化させたりしている。この段階での学習を十分に行わずに課題の追究・解決に入ると、教師の押しつけ的な学習になる危険性がある。そのため、課題の設定と把握の段階を十分に工夫し、学習が目的意識をもって主体的に行われるようになっている。このことから課題学習は、目的意識を十分にもたらすことによる自ら学ぶ意欲を重視した学習であると言える。これは、新学習指導要領の重視する点とまさに一致している。

第2に「調べる能力と態度」が「探究する能力の基礎や態度」と変更された。これについては、自然の事物・現象の中に問題を見いだし、目的意識をもって観察・実験などを主体的に行い、得られた結果を分析して解釈するなど、科学的に探究する学習を進めていくことが重要であると述べられている。

理科の課題学習における課題の追究・解決の段階では、小課題を発見したり、それを解決したりして、中心課題の解決が行われる。具体的な活動としては、課題解決への小課題を見いだし、実験の計画と実施、結果の記録、表やグラフ化などのデータ処理、また、モデルの形成を行う。そして、それらを分析して解釈し、話し合いや班別の発表会などの表現活動を行っている。このよう

な学習活動により、自然を科学的に探究する能力と態度の育成が図られ、科学的な思考力や判断力、表現力が養われるを考えている。課題学習はこのような追究活動を重視した学習であり、新学習指導要領の改善点とも当てはまる。

また、課題の発展の段階では、獲得された知識や技能から、自然の法則を見いだしたり、考えたりするなど、科学的な概念形成の深まりを図る。また、発展的、応用的な課題を課して、定着度を評価したり、日常生活との関連付けや、日常生活への活用が図られたりするように考慮する。これは、今回の改訂によって重視された「実社会や実生活との関連を図りながら科学的な見方や考え方を育成する」とことと一致している。

これらを踏まえると、理科部会が長年研究を進めてきた理科の課題学習は、新学習指導要領の重視した点を大切にしてきた学習であり、研究の方向性はまさに一致していることが再確認できた。

## II 理科の学習のねらいと言語活動

平成20年1月の中央教育審議会の答申を踏まえて作成された、新学習指導要領。その両者で盛んに取り上げられるPISA調査について、まず振り返ってみたい。

PISA調査は、2000年に第1回調査が行われて以降3年おきに調査が行われ、2009年で第4回目の調査となつた。毎回、「読解力」「数学的リテラシー」「科学的リテラシー」の3分野について中学3年生を対象に調査を行うが、その年ごとに、調査時間の3分の2を費やすメインテーマが設定されている。3つのテーマを輪番で掲げており、その順番は以下のようになっている。

- ・読解力 : 2000年、2009年
- ・数学的リテラシー : 2003年、2012年(予定)
- ・科学的リテラシー : 2006年、2015年(予定)

ここで注目すべきは、2006年における科学的リテラシーの調査において、科学的な能力を3領域に区分して調査・分析していることである。その3つの領域は以下のようなものである。

- ①科学的な疑問を認識すること
- ②現象を科学的に説明すること

科学的リテラシー平均得点の国際比較 PISA2006							
科学的リテラシー全体	得点	①「科学的な疑問を認識すること」領域	得点	②「現象を科学的に説明すること」領域	得点	③「科学的証拠を用いること」領域	得点
フィンランド	563	フィンランド	555	フィンランド	566	フィンランド	567
香港	542	ニュージーランド	536	香港	549	日本	544
カナダ	534	オーストラリア	535	台湾	545	香港	542
台湾	532	オランダ	533	エストニア	541	カナダ	542
エストニア	531	カナダ	532	カナダ	531	韓国	538
日本	531	香港	528	チェコ	527	ニュージーランド	537
ニュージーランド	530	リヒテンシュタイン	522	日本	527	リヒテンシュタイン	535
オーストラリア	527	日本	522	スロベニア	523	台湾	532
オランダ	525	韓国	519	ニュージーランド	522	オーストラリア	531
リヒテンシュタイン	522	スロベニア	517	オランダ	522	エストニア	531

### ③科学的証拠を用いること

2006年調査には、57カ国・地域が参加した。このことを勘案し、調査結果を分析すると、日本の科学的リテラシー全体の平均得点は531点で、フィンランド、香港に次いで、カナダから韓国までと統計的な有意差がないため、上位グループに位置しているといえる。

しかし、3領域を比較すると、日本の15歳の生徒が、「③科学的証拠を用いること」に比べて、「①科学的な疑問を認識すること」や「②現象を科学的に説明すること」を苦手としていることも浮き彫りとなった。

科学的な疑問を認識する力を如何に育成するかについては、今後検討していくなければならないが、本研究が目指す言語活動の充実と現象を科学的に説明する力の育成は、目標を同じくする部分なのではないかと考えられる。

さらにPISA調査では、生徒質問紙による調査で、理科の学習環境について、「対話を重視した理科の授業」や「モデルの使用や応用を重視した理科の授業」などの教授学習活動はあまり活発に行われていないと認識していることがわかった。

本研究における玉生教諭の提案の主旨は、自ら創造したモデルを用いて、様々な科学的な現象を説明させようとするものであり、そこに多様な言語活動を構築できるものと考えている。モデルを用いた対話をキーワードに、

科学的に探究することの有用性を生徒が感じることができる授業づくりに取り組みたい。

### III 理科の課題学習における言語活動

一連の課題学習の流れにおいて、言語活動が構築される場面について、理科部会では以下の2つの場面を想定し研究を進めることとした。

- ① 他との学びあいの中に構築される言語活動
- ② 自らの学びの中に構築される言語活動

①の「他との学びあいの中に構築される言語活動」については、平成19年度から4年間研究を進めてきた『学びあい』の研究を再整理し、言語活動の視点で見つめなおし、その効果を明確化させていきたい。具体的には、第1学年 大門教諭の授業の中でご提案できるものと考えている。

②の「自らの学びの中に構築される言語活動」については、主に生徒のノート作りに視点をあてる。生徒の個々の思考の過程は、まずノートに表出するものと考えられる。本校理科では、伝統的に「探究ノート」と呼ぶB5サイズの白紙に印刷された、独自のリフィル・シートを用いた学習を開拓してきている。「平成23年度 幼・小・中学校教育指導の重点」の中では、中学理科教育において「思考の過程が分かるノートづくりの指導」を掲げて

おり、方針も合致する。この探究ノートを見直し、さらに発展させていきたい。具体的には、第3学年 玉生教諭の授業の中でお示ししたいと考えている。

## 1 他との学びあいの中に構築される言語活動

学び方には、「自分で学ぶ」以外に「みんなと」「先生と」「自然と」などが考えられ、習得できる力としては、課題解決の思考・判断力や課題解決の技術と自己表現力などが挙げられる。教室内で共に学ぶクラスメイトや教師といった他者との集団の中で、生徒一人一人の主体的な関わり合いと対話を通じて、生徒個人の、あるいはクラス全体としての考えを創り出すことが「学びあい」といわれる姿であろう。本校では、平成19年度からの4年計画で、「学びあい 自ら学ぶ」を副題に掲げ研究を推し進めてきた。

理科学習における実際の「学びあい」の場面では、言葉に加えて、図やグラフ、モデル、パフォーマンスなど、多様な表現形態が認められ、それを媒介しながら思考が発展していく。本校理科部会では長い年月の中で、生徒の表現力を育成するための様々な授業手法やツールを編み出してきた。その中から、他との学びあいの中に構築される言語活動を充実させるための手立てとして活用している、以下の2つを紹介したい。

- ① 課題別班編成
- ② 班黒板（小黒板、マグネットシート）

①の「課題別班編成」は、近年活発に授業に導入している授業手法である。これは、追究活動を行う際に、普段の学習班を解体し、個々の掲げる課題を互いに確認した後、同じ課題をもつ者同士で班を再編成し追究に取り組むというものである。同じ課題の方がより一層話し合いや観察、実験などの追究活動が活発になり、意欲的に活動することになる。

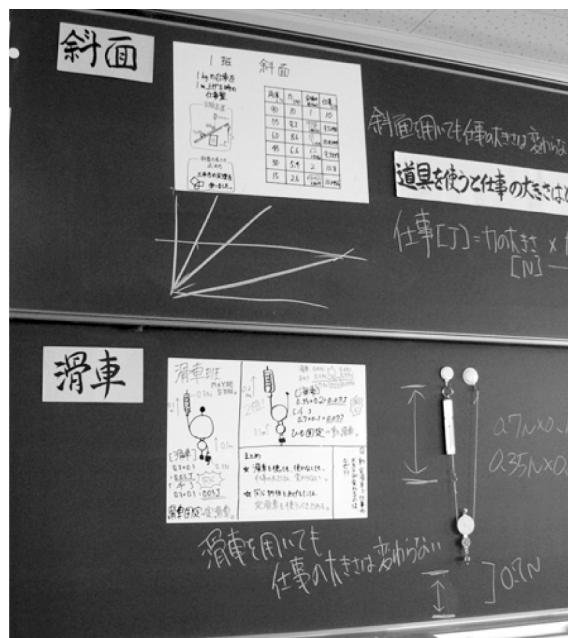
具体的には、3年生「仕事とエネルギー」における実践が事例として分かりやすい。

ここでは、中心課題「道具を使うと、仕事の大きさはどうになるのだろうか」の解決に向けて、生徒が見つけた道具（定滑車・動滑車、斜面、てこ、輪軸）の中

から生徒が選んだ道具ごとに課題別班を編成し追究に取り組ませた。様々な道具を用いてより小さな力で仕事ができたとしても、結局は力の向きに動いた距離は大きくなるわけで、最終的にはどの道具を用いても「仕事の原理」の考え方へ帰着する。いわば、この分野では、それぞれが興味をもった道具に集中的に考えを巡らし探究活動を行ったとしても、帰着点が同じという部分で、関わりあいをもちながら学習を進めることができる。この題材で採用した展開は、課題別班編成の優位性を生かしながら、クラス全体で1つの課題を解決できた、有効な実践例であると考えている。



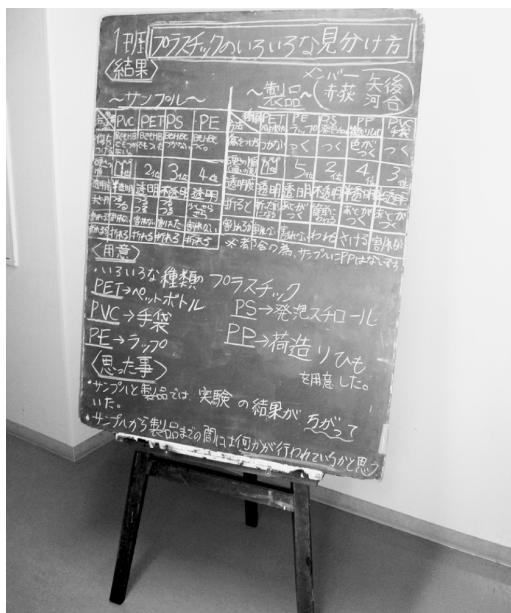
(課題別班「滑車班」の発表)



(それぞれの追究からクラス全体で中心課題の解決に迫る)

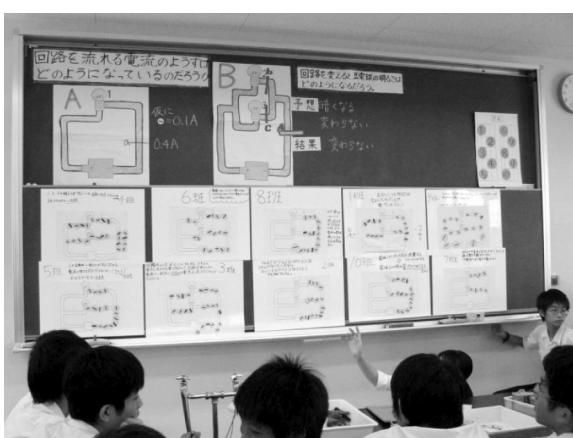
②の班黒板も、近年活発に授業に導入している授業手法である。本校では、班黒板として2種類のものを準備し場面に応じて使い分けている。

1つは、「小黒板」と呼称するものでハトロン版サイズ（900mm×1,200mm）の黒板である。表面は無地であるが、裏面には方眼が刻まれており実験データをグラフ化する時などに活用する。ポスターセッション形式で発表を行う時などは、絵画制作で用いるイーゼルに立てかけると都合がよい。



(小黒板)

もう1つは、ホワイトボード用マーカーで記入できるマグネットシートである。10班分を同時に教室の黒板に貼れるようなサイズのものを選んで用いている。磁石があるので、同じくマグネットシートで作ったモデルを動かしながら思考する時などに便利である。

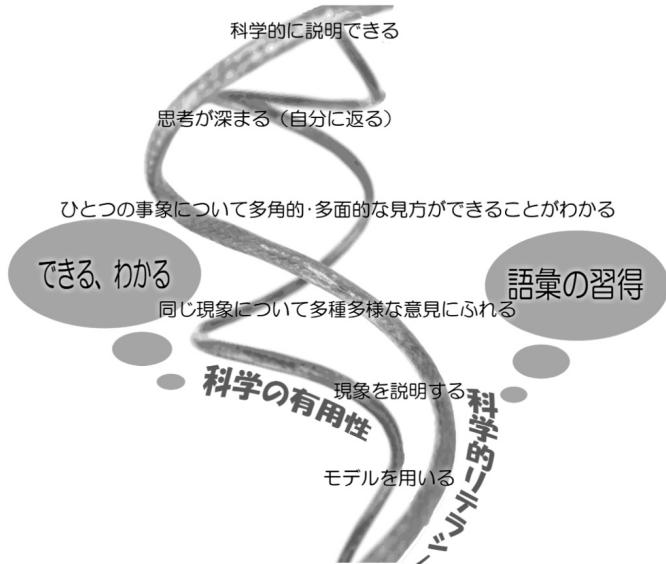


(マグネットシート)

言語活動を充実させるための手立てとして紹介してきた「課題別班編成」や「班黒板」であるが、これらを活用することで次のような効果も期待できる。

例えば、現象のモデル化の場面において、生徒には、班黒板にグループでの話し合いの中で、誰が何を考え、どのように発言しているかを記録させる。一人一人の見方や考え方を班の中に表させ、多様な見方や考え方と出会わせ、それらと自分の見方や考え方とを比較していく中で、同化・調節が行われ、再構成が図られる。生徒は、ひとつの事象について多角的・多面的な見方ができることを理解することによって、自らの思考を深めていく。これらの過程を通して、生徒は科学的に説明する力を身に付けていくのである。

さらには、これら一連の流れのスパイラルにより、生徒は、科学的リテラシーを身に付け、科学の有用性を認識していくものと信じている。



## 2 自らの学びの中に構築される言語活動

理科部会がめざす「自ら学ぶ」生徒像として、「自然を自ら探究する姿」をあげる。「自然を自ら探究する姿」とは、自ら進んで自然とかかわる中で、課題を見いだし、解決へ向けて目的意識をもって観察、実験を行い、得られたデータを分析して解釈し、適切な判断、表現を行うような探究的な学習を、自ら進んで取り組む姿ととらえている。

具体的な場面での「自然を自ら探究する姿」として、次のように考えている。

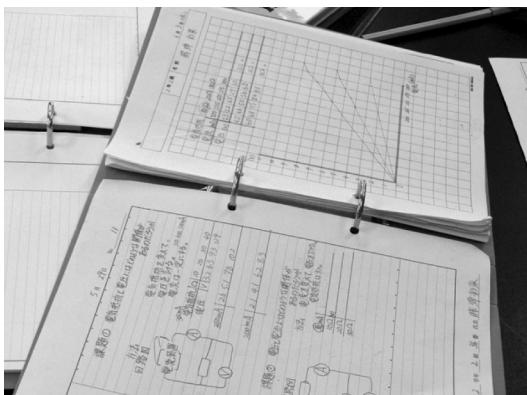
- 自然の事物・現象に進んでかかわり、「不思議だなあ」「すごいなあ」「きれいだなあ」などの不思議さ、偉大さ、美しさに気付く。
  - 不思議さや疑問から「知りたい」「調べてみたい」という意欲をもつ。
  - 「知りたい」「調べてみたい」という思いをそのままにせず、見通しをもって観察、実験を計画し工夫して解決のために実践する。
  - 調べた結果をグラフ化するなどして分析、解釈し、科学的な概念を用いて判断したり、原理や法則を見い出したりする。

○学習した内容や科学的概念をもとに日常生活や社会で活用する。

では、このような「自ら学ぶ」生徒像は、どこに表出するのか。本年度は、以下の2つについて研究を進めていく。

① 探究ノート ② 振り返りカード

本校理科では、1970年代より独自の「① 探究ノート」を用いた学習を展開してきている。探究ノートの大きさは、以前はB4サイズで印刷していたが、現在ではB5サ イズの大きさで、業者印刷したものにファイリング用の穴を開け、年間100枚生徒に渡している。このノートの用紙には、<課題><探究の流れ><探究の内容><新しく生まれた課題、日常生活への応用>の4つの欄から構成されている。生徒は、ノートに自分の追究・解決の過程を記録することにより、自ら学習内容や学習の方向をつかんでいくのである。



(探究ノート)

「② 振り返りカード」は、小単元ごとに生徒に作成させている授業の振り返りレポートである。様式がある程度、教師側から意図をもって指定しており、B5 サイズで、探究ノートと同じくファイルに閉じられるようになっている。生徒は、その単元を通して、自らの思考が如何に変化したかを確認するために活用する。教師は、回収し点検することで、生徒の学習に対する取り組みの状況や考え方などを把握し、生徒の願いや要求をとらえることで、その後の学習指導をどのように改善していくべきかを考え、一人一人の学習の支援を行う手だてとする。

【振り返りカード】第2章 動物のからだのはたらき

3組28番 姓名

1. 振り返り（具体的に自分なりにまとめる。裏も。）

**【消化】** 口 → 食道 → 胃 → 十二指腸 → 小腸 → 大腸 → 直腸 → 肛門  
に終わる1本の長い官能である。

**【消化液】** 口 → 唾液 胃 → 胃液 すい膜液 → 小腸液

肝臓、胆のう → 胆汁 小腸 → 大腸 → 腸液

消化液には、ふつう **消化酵素** を含んでいて、食物の成分を分解し、吸収しやすい養分に変える。

必胆汁は消化酵素をもたない消化液

**消化と吸収**

- ① 養分の物質を細かくし、さらに消化酵素によって利用しやすい物質に分解する（消化）
- ② 消化できたり物質を、小腸の柔毛からとり入れる（吸収）

P105 実験③（体温の温度で40℃）

A デンプン溶液 + 水  デンプンが水後の働きで「ドウ糖」に変化した。  
B デンプン溶液 + 青菜色  青菜色は麦芽糖にするだけ。  
B デンプン溶液 + 青菜色  バラシタント液は青菜の糖に反応するので、青菜色のままである。

青菜の柄は水に浮いていたが、青菜色の葉は水に沈んでいた。

2. 授業でわかったこと・自分の考え

- ・消化管・消化液の種類・乳化作用がある
- ・消化酵素の役割・水溶液はときでデンプンが糖に変わること

3. 今回のテストでわからなかったこと、疑問に思ったこと

デンプン・タンパク質・脂肪はどの消化液で消化されるのか。  
リント管の中に流れているもの

4. 単元を学習しての感想（どんなことを感じたか、印象は？）…自由に  
自己記か大変というか、さっぱりしていました。消化の過程でか...  
表を作てハイフリーミーティングをしていました。今度はこういうことを

(単元終了後の振り返りカード)

### 3 課題學習と言語活動

本校の課題学習とは、生徒自らが課題を発見し、解決方法を求め、追究する一連の過程を体験することによって、学び方を身に付けていく学習である。言い換えれば「課題学習」とは学び方を学ぶ学習といえる。すなわち、理科学習のめざす「自然を自ら探究する」生徒は、「課題学習」を繰り返す中で、育まれると考えている。

では、今ここで「言語活動」を研究することにどのような意味があるのだろうか。また、言語活動を課題学習

とどのように関連させていけばよいのだろうか。

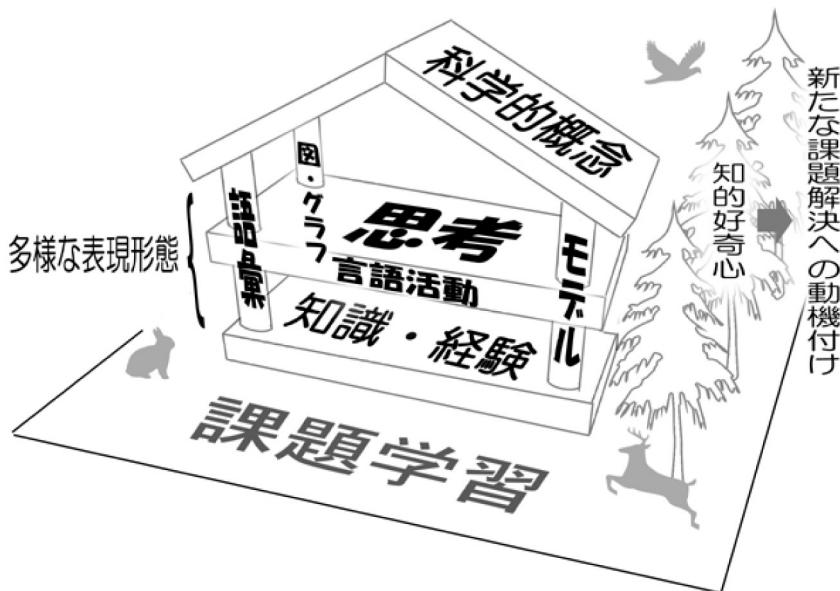
まず、忘れてはいけないのが、言語活動は目的ではなく「手段」だということである。理科では、これまでの自分のもつ「知識」や「経験」をもとに「科学的な概念」の形成を目指す。その過程で生徒は「思考」をめぐらせるわけだが、それを下支えする存在が「言語活動」なのではないだろうか。特に理科では何かを表現するときに、言葉だけでなく図やグラフ、モデルといった教科特有の表現形態を用いる。語彙、モデル、図・グラフといった視点から言語活動を見直す必要もあると考えている。

いずれにしても、まず考えなければならないのは自己表現力の育成であろう。自分の考え、友達の考え方を目で見えるようにしていくこと、これにより生徒一人一人の考え方の違いやすれを明確にすることができます。よって、自分の考えを言葉や図、モデルなどで表出させるノート指導等が重要である。さらに、結果だけを表すのではなく、自分の考えの途中経過を表すといった指導も大切である。

次に、話し合い活動の充実を挙げる。課題に対して漫然と意見交換するのではなく、他の考えを聞き、それに対する自分の考えをしっかりと発表させることが大切になる。教師側は話し合いの意義や重要性をしっかりと説明し、話し合いの時間を十分に確保し、言葉を中心とした表現力をしっかりと身に付けさせる指導が不可欠であろう。

自己表現力の育成により学びあいがより効果を發揮し、個の高まりが生まれる。この個の高まりにより自ら学ぶ生徒が育成されると考える。

課題学習を繰り返し行うことで養われた「自然を探究する姿」は、生涯にわたって「自ら課題を追究し、くい破っていこうとする姿」としてあらわれることになる。課題学習の大地で育った「知的好奇心の木」は、また新たな家を築く木材となる……そんな良好な循環が数多く生まれることを心から期待する。



## 参考・引用文献

- ・中学校学習指導要領（平成20年3月）文部科学省
- ・中学校学習指導要領解説 理科編（平成20年9月）文部科学省
- ・OECD 生徒の学習到達度調査（PISA）～国際結果の要約～（2003年、2006年、2009年）文部科学省
- ・平成23年度 幼・小・中学校教育指導の重点 富山県教育委員会
- ・理科の教育 639号、669号、673号
- ・富山大学教育学部附属中学校理科研究室 著「学び方を学ぶ理科の課題学習」（1979年）明治図書
- ・富山大学教育学部附属中学校 著「学び方を学ぶ課題学習」（1992年）明治図書
- ・富山大学人間発達科学部附属中学校 編著「主体性の高まりをめざして」（2009年）富山大学出版会
- ・本校 研究紀要 第58号、60号、61号、62号、63号

## 理科学習指導案

1年4組 男子23名 女子17名 計40名  
指導者 大門知代

### I. 題材名

身のまわりの物質とその性質「プラスチック」

### II. 題材について

#### 1. 教材観

物質には色やにおい、密度、水への溶け方、熱による状態変化など固有の性質がある。本題材では、共通の性質の有無によって物質を仲間分けし、固有の性質を区別するときの手立てにできることを学ぶ。さらに、この性質を利用して混合物を分離できることを見いだす。また、身のまわりの物質の性質を様々な方法で調べることを通して実験器具の操作、記録の仕方などの技能を身に付ける。

これまでに生徒は、物質の性質を調べる学習として、小学校5年生の時に、物質によって水への溶解度が異なることや、6年生の時には水溶液に様々な性質のものがあることなどを学んでいる。小学校で扱う物質は、一般に食塩や砂糖、塩酸、アンモニア水などであるが、身のまわりにはさらに多くの物質があり、それらを実験などで扱ってきた経験をもつ生徒は少ない。そこで、本題材では、物質の学習の取りかかりとして、砂糖や食塩などの粉末状の物質、金属や水溶液に加え、様々な気体、プラスチックなどの身のまわりにある物質を取り上げ、物質やそれらの違いに対する興味・関心を高めさせる。そして、身のまわりの物質を区別するにはどうしたらよいのかを考えるために、それらの性質を調べる活動から取り組み、その後、より高度な見分け方を習得させるよう授業を構成する。

プラスチックは、学習指導要領の改訂によって新しく追加された内容である。例えば、飲み物を入れて販売する主な容器が金属製の缶からペットボトルに変わり、植物や動物由来の繊維から作られていた衣服も石油を原料とするものが増えてきたように、身のまわりにプラスチック製品が溢れ、我々の生活はそれなしでは成り立たなくなっている。そこで、さまざまな物質の中から身のまわりに製品が多いプラスチックに関して特に着目し、導入時より積極的に活用する。

さらに、プラスチックについて学ぶ過程で生まれる新たな課題についても探究的な活動を積極的に取り入れていく。例えば、プラスチックの原料について考える過程で、石油の成分について追究する。また、プラスチックを区別する活動では、リモネンを用いた実験やバイルシュタインテスト等の発展的な実験も取り扱う。日常生活や社会の中で使用されている代表的なプラスチックの性質、用途などについても意欲的に探究させたい。

また、中学校に入学して間もないこの時期には、見て結果がわかる定性的な観察や実験には意欲的に取り組むが、定量的なものになると、データ収集や処理、分析や解釈に困難さを感じて実験に消極的になる生徒も出てくる。適切な場面で適切な課題を設定し、課題別班編成を活用したり、発展的な学習も加えたりしながら題材全体を構成することで、生徒の意欲的で、継続的な学習活動を展開したい。

#### 2. 指導観

プラスチックは生徒にとって大変身近な素材であるが、プラスチックを1種類の物質であると考えている生徒が多い。そこでまず、家庭にあるいろいろなプラスチック製品を集めて直接触れさせたり、インターネットや書籍などでプラスチックについて調べさせたりしながらプラスチックにはたくさんの種類があることに気づかせる。また、それらが異なる性質をもち、燃えて人体に有害な物質を発生するものがあることや、プラスチックは石油からできていて有限なものであることを学ぶことで、プラスチックを区別して回収し、再利用したいという意識を喚起し学習への意欲を高める。そして、プラスチックを区別するためにそれぞれの性質を調べ、課題別班編成で実験を行って確かめさせる。さらに、結果をもとに新たな班で未知のプラスチックを区別する効率の良い方法をフローチャート等で考え、適切かどうかを実験によって検証する。

生徒はこれまで身近な物質を仲間分けしたり、プラスチックについて知っていることを述べたりするなどの

場面で自分の意見を発表している。本時では、プラスチックの区別について考えた方法が適切かどうか実験によって確かめる中で、効率のよさや得られた結果の正確さなどについて互いに検証させる。その過程で自分では気づかなかった見方や考え方を知ることにより、課題についての生徒の思考を深めることができると考える。また、プラスチックについて追究する中で、課題に取り組む姿勢を身につけさせ、追究することの面白さを感じさせたい。

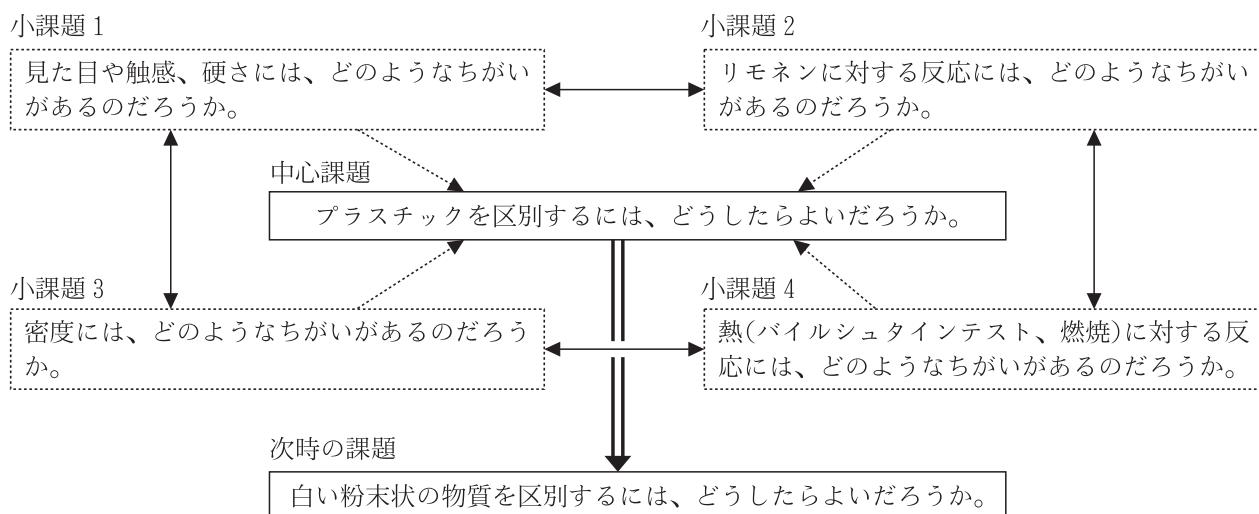
### III. 全体計画

#### 身のまわりの物質とその性質 (15時間)

- 1 身のまわりには、どのような物質が存在するのだろうか。 ..... 2 時間
- 2 金属と非金属、金属どうしを区別するには、どうしたらよいだろうか。 ..... 3 時間
- 3 プラスチックを区別するには、どうしたらよいだろうか。 ..... 5 時間 (本時 5/5)
- 4 白い粉末状の物質を区別するには、どうしたらよいだろうか。 ..... 2 時間
- 5 目に見えない気体を区別するには、どうしたらよいだろうか。 ..... 3 時間

### IV. 本時の学習

#### 1. 課題の構造



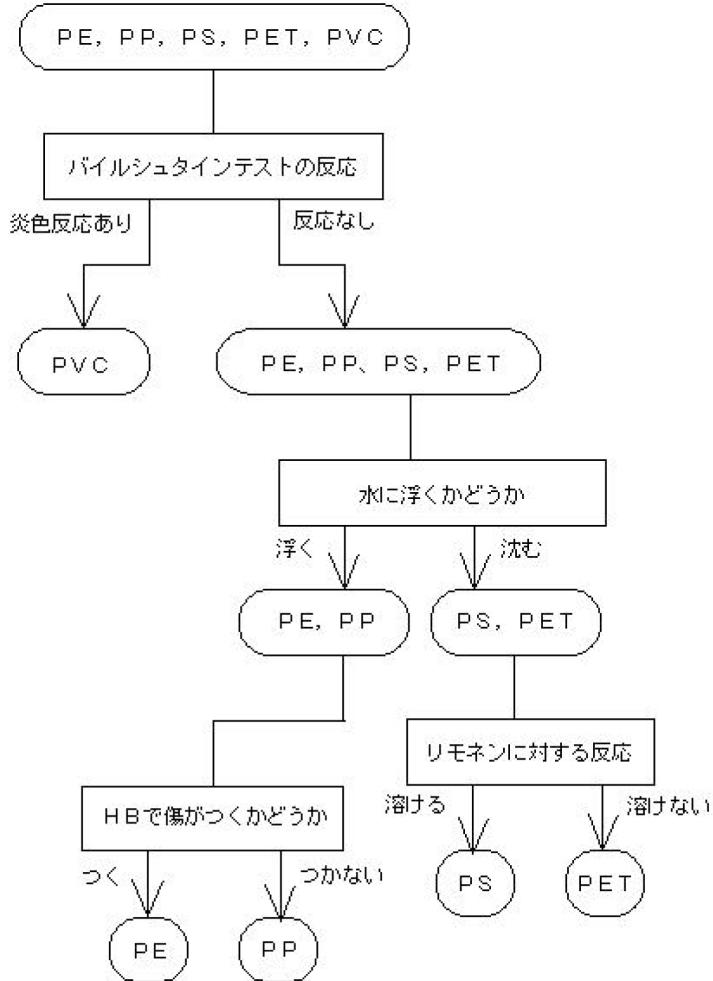
#### 2. 課題的取り扱い

段階	課題の流れ	学習活動の工夫	時間
課題の設定・把握	<p>前の中心課題 金属と非金属、金属どうしを区別するには、どうしたらよいだろうか。</p> <p>結果  <ul style="list-style-type: none"> <li>金属には、金属光沢や展性・延性、電気伝導性などの共通の性質がある。</li> <li>磁力をもつ金属は鉄などの一部の金属のみであるから、磁力は金属特有の性質とは言えない。</li> <li>金属どうしは、質量と体積を測定し、密度によって区別することができる。</li> </ul> </p> <p>新たな疑問  <ul style="list-style-type: none"> <li>金属以外の物質はどのように区別すればよいだろうか。</li> </ul> </p>	※日常生活の中でみられる物質を考えさせ、生徒の関心が高い物質から取り組む。	1

課題の設定・把握	<p>中心課題</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">           プラスチックを区別するには、どうしたらよいだろうか。         </div> <p>話し合い</p> <p>プラスチックの性質について話し合う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プラスチックには透明なものと色がついているものがある。</li> <li>・同じプラスチックでも色がちがうものがある。</li> <li>・表面がなめらかなものと、ざらざらしているものがある。</li> <li>・折り曲げると白い跡が残るものと、残らないものがある。</li> <li>・やわらかいものや硬いものがある。</li> </ul> <p style="text-align: right;">→小課題 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・レモンの皮をこすりつけると溶けるプラスチックがある。</li> <li>・いろいろなプラスチック専用の接着剤がある。</li> </ul> <p style="text-align: right;">→小課題 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水に浮くものと沈むものがある。</li> </ul> <p style="text-align: right;">→小課題 3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・加熱するとやわらかくなる。</li> <li>・加熱したときのとけ方に違いがある。</li> <li>・燃え方に違いがある。</li> <li>・塩素が含まれていて、低温で燃えると有害な気体を発生するものがある。</li> </ul> <p style="text-align: right;">→小課題 4</p>	<p>※ウェビングによって、プラスチックについての生徒の自由な発想や考えを出させる。</p> <p>※課題を設定する前に、インターネットや文献などで、プラスチックの性質について調べさせておく。</p>
		<p>評価</p> <p>中心課題に対する、自分なりの小課題を設定することができる。</p>
	<p>小課題 1</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">           見た目や触感、硬さには、どのようなちがいがあるのだろうか。         </div> <p>小課題 2</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">           リモネンに対する反応には、どのようなちがいがあるのだろうか。         </div> <p>小課題 3</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">           密度には、どのようなちがいがあるのだろうか。         </div> <p>小課題 4</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">           熱(バイルシュタインテスト、燃焼)に対する反応には、どのような違いがあるのだろうか。         </div> <p>実験</p> <p>既知の5種類のプラスチック(PE、PP、PS、PVC、PET)について、班別に設定した課題について追究する。</p>	<p>※生徒一人一人の課題をもとに、同じ課題の者どうしで班編成をして、観察、実験を行う。</p> <p style="text-align: right;">【課題別班編成】</p>
		2
		<p>※得られた結果について、表などでわかりやすく示すように指示する。</p>

課題の追究・解決	<p><b>結果</b></p> <p>小課題 1について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>PS、PETは無色透明なものが多く、PEとPPは半透明、PVCは色がついているものが多い。</li> <li>硬さの違う鉛筆の芯で傷をつけると、PEはHBで傷がつき、PPは2Hで傷がつく。また、PSは4Hで傷がつくが、PVCとPETは4Hでも傷がつかない。</li> <li>プラスチックによって、硬さや弾力性が違う。</li> <li>同じ種類のプラスチックでも色の違うものがある。</li> </ul> <p>小課題 2について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>PSは、リモネンにとける。</li> <li>PS以外は、リモネンに反応しない。</li> </ul> <p>小課題 3について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>水に入れると、PEとPPは浮き、PSとPVCとPETは沈む。</li> <li>エタノールに入れると、すべてのプラスチックが沈む。</li> </ul> <p>小課題 4について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>PVCは、バイルシュタインテストで緑色の炎色反応がみられる。</li> <li>PEは加熱するととけて燃え、ろうそくのにおいがする。</li> <li>PPは加熱するととけて燃え、甘いにおいがする。</li> <li>PSは加熱するとすすを出してゆっくり燃える。</li> <li>PETは燃えにくい。</li> </ul>	<p>※プラスチックの色や硬さについては一概にいえない部分があるから、生徒の意見によっては反例を示す。</p> <p>※密度のちがいを実験している班については、エタノールや植物油、食塩水などの水溶液を用いることで、さらに細かく区別できることを助言し、実験させる。</p>																														
	<p><b>評価</b></p> <p>実験結果を分析、解釈して、いろいろなプラスチックの性質を説明することができる。</p>																															
	<p><b>話し合い</b></p> <p>プラスチックの性質を調べた実験の結果をもとに、班でプラスチックを効率よく区別する方法を考える。</p> <p>《方法例1》「表」で表す。</p>	<p>※においてなど、主観的な要素の大きい方法は用いず、科学的（実証性・再現性・客觀性）に判断できる方法を考えるように指示する。</p> <p>※20分以内でできる実験計画を立てさせ、どのように考えたかわかるように、表やフローチャートなどで分かりやすく示させる。</p>																														
	課題の発展	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>PE</th> <th>PP</th> <th>PS</th> <th>PVC</th> <th>PET</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水に浮くかどうか</td> <td>浮く</td> <td></td> <td>沈む</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>バイルシュタインテストで反応があるか</td> <td colspan="2">反応なし</td> <td>緑色の炎色反応を示す</td> <td>反応なし</td> <td></td> </tr> <tr> <td>リモネンに溶けるかどうか</td> <td>溶けない</td> <td>溶ける</td> <td colspan="3">溶けない</td> </tr> <tr> <td>H Bの鉛筆で傷がつくかどうか</td> <td>傷がつく</td> <td colspan="4">傷がつかない</td> </tr> </tbody> </table>		PE	PP	PS	PVC	PET	水に浮くかどうか	浮く		沈む			バイルシュタインテストで反応があるか	反応なし		緑色の炎色反応を示す	反応なし		リモネンに溶けるかどうか	溶けない	溶ける	溶けない			H Bの鉛筆で傷がつくかどうか	傷がつく	傷がつかない			
	PE	PP	PS	PVC	PET																											
水に浮くかどうか	浮く		沈む																													
バイルシュタインテストで反応があるか	反応なし		緑色の炎色反応を示す	反応なし																												
リモネンに溶けるかどうか	溶けない	溶ける	溶けない																													
H Bの鉛筆で傷がつくかどうか	傷がつく	傷がつかない																														

《方法例 2》「フローチャート」で表す。



課

題

の

発

展

### 実験

未知のプラスチックについて、自分たちで考えた方法で区別する。

### 分析、解釈

- 1種類の実験でプラスチックを区別することはできないが、いくつかの実験結果を総合して考えると、プラスチックを区別することができる。

次の課題

白い粉末状の物質を区別するには、どうしたらよいだろうか。

※フローチャートで実験を行った班には、時間に余裕があればすべてのプラスチックについてやつていないう方法を試すように指示する。

### 評価

自分たちで考えた方法について実験で検証し、中心課題について自分なりの意見を述べることができる。

1  
〈本時〉

### 3. 目標

- プラスチックの種類や区別に興味をもち、観察、実験に進んで取り組むことができる。
- 言語活動を通して自分と他の意見を同化、調整しながら、プラスチックを区別する方法について科学的に考えることができる。

#### 4. 展開

学習内容	解決への過程	指導上の留意点
(前時) プラスチックを区別するための実験方法の検討	○中心課題「プラスチックを区別するには、どうしたらよいだろうか。」を解決するための方法を考え、フローチャートや表を使って表す。	
(本時) プラスチックを区別するための実験	<p>○中心課題 「プラスチックを区別するには、どうしたらよいだろうか。」を解決するために班で考えた方法を確認する。</p> <p>○未知のプラスチックを、区別するために自分たちが考えた方法で実験を行い、結果をまとめる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・見た目や触感、硬さの比較</li> <li>・リモネンに対する反応の比較</li> <li>・水を基準にした密度の比較</li> <li>・熱に対する反応の結果の比較</li> </ul> <p>○実験結果を分析し解釈して、プラスチックを同定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水に浮いて、鉛筆で傷がつきやすいものはPEである。</li> <li>・リモネンでPS、バイルシュタインテストでPVCがわかる。</li> <li>・水に沈み、傷がつきにくく、リモネンやバイルシュタインテストで反応しないものはPETである。</li> </ul> <p>○中心課題 「プラスチックを区別するには、どうしたらよいのだろうか。」に対して、自分たちの考えた方法がプラスチックを区別する方法として適切であったかどうかを検証する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・表で調べる方法は、解釈の間違いが起こりにくいが、操作に時間がかかる。</li> <li>・フローチャートは短時間でできる効率のよい方法であるが、発泡スチロールなど、プラスチックを確実に区別するのは難しい場合がある。</li> <li>・1つの方法で、すべてのプラスチックを区別することはむずかしい。</li> <li>・複数の実験を行い、その結果を総合的に判断することで、プラスチックを区別することができる。</li> </ul>	<p>○生徒には PE、PP、PS、PET、PVC と、発泡スチロール (PS) の 6つを与える。</p> <p>○安全メガネを着用させる。</p> <p>○互いの考えが、効果的に理解できるよう、発表の形態を工夫する。 【班黒板の活用】</p> <p>○前時までの既習事項を生かし、区別の根拠を明確に発表させる。</p>
中心課題の解決に向けての話し合い		<p><b>評価</b></p> <p>実験から得たデータを適正に、分析し解釈して、プラスチックを区別できる。</p>
(次時) 白い粉末状の物質を区別するための実験方法の検討	○白い粉末状の物質を区別するための実験方法について考える。	

## 理科学習指導案

3年3組 男子21名 女子18名 計39名  
指導者 玉生貴大

### I. 題材名

化学変化とエネルギー「化学変化とイオン」

### II. 題材について

#### 1. 教材観

スポーツ飲料などの身近な水溶液のほとんどには様々なイオンが含まれており、それぞれの成分表には、何種類ものイオン式が記されている。しかしながら、授業では小学校における「ものの溶け方」や中学校1年生における水溶液に関する学習において、物質が水にとけることを物質が水の中で細かくなることとらえており、食塩や水酸化ナトリウムなどがそれぞれ電離しているという概念は形成されていない。そのため、イオンという言葉は知っているが、日常生活においてイオンの存在について考えたことがある生徒は少ない。

中学校の理科の学習では、2年生で電流や化学変化に関する学習に取り組んでいる。特に、化学変化では電気分解にも触れ、実際に水に電流を流すと分解することを学習してきたが、電子の概念がないために、電流と化学変化を結びつけて考えている生徒は少ない。今回の改訂にともない、自由電子やイオンに関する学習が加わり、電流の流れが自由電子の移動であることや水溶液中で原子がイオンとして存在していることを取り扱うことができるようになった。そのため、電流が流れる水溶液中で化学変化が起こることについて、電流と関連させて、学習を進められるようになった。

このように、改訂で扱う内容の幅が広がったため、生徒が水溶液の電気伝導性から感じた素朴な疑問から課題を設定し、これまでの既習事項を用いながら解決を図る追究活動に取り組むことができる。生徒にとって身近ではあるが、これまでその存在を意識してこなかったイオンが物質を構成する基本粒子の一つであることを学び、電池のしくみや中和反応について、イオンの概念を用いて、論理的に説明できることを理解させたい。

#### 2. 指導観

食塩や水酸化ナトリウムなどの溶質や水などの溶媒には電流が流れないのでに対し、それらの混合物である水溶液には電流が流れる。電流が流れない物質どうしの混合物に電気伝導性があることに、不思議さや疑問を抱かせることから課題を見いだし、追究していく過程でイオンの存在に気付かせ、さらに水溶液に電圧をかけたときのイオンの振る舞いについて段階を追って考えさせたい。

しかし、イオンそのものを目で見て観察することは不可能であるから、イオンの動きについて、生徒が自らの考えを整理し、深めていくためには、モデルで表現する方法が有効であると考えている。また、そのモデルを用いて自らの考えを他の生徒に伝え、皆で考えを深める場面においてもモデルは活用できると思われる。多くの生徒はそのモデルが正しいかどうかばかりにとらわれがちになるが、モデルは、学習活動における生徒それぞれの思考を深めるためのツールとして3つの場面で利用したい。それは、「仮説を表現するためのツール」、「考えを共有するためのツール」、「仮説を検証するためのツール」である。

本題材では、まず塩化銅水溶液の電気分解で得た結果から、イオンの存在を考えさせる。それぞれの電極に現れる物質など目に見える結果や既習事項との関連を図りながら、塩化銅水溶液の中で起こっていることについて仮説を表現できるモデルをつくる。次に、表現されたモデルは考えを共有するため、他の生徒に伝えられたり、結果や既習事項との矛盾点などを話し合ったりする仮説の検証に生かす。また、完成されたモデルをもとにして、次の課題の仮説を表現するために利用する。例えば、塩化銅水溶液以外の水溶液に電流を流したときや異なる金属を水溶液に入れたときなどのイオンの振る舞いに関する課題では、その仮説を表現する手段として塩化銅水溶液のときに完成させたモデルをもとに思考させる。このように、イオンに関する一連の学習活動の中で、モデルを用いることで言語活動が活発になり、それぞれの生徒の思考を支えたり、深めたりすることができるのでないかと考えている。

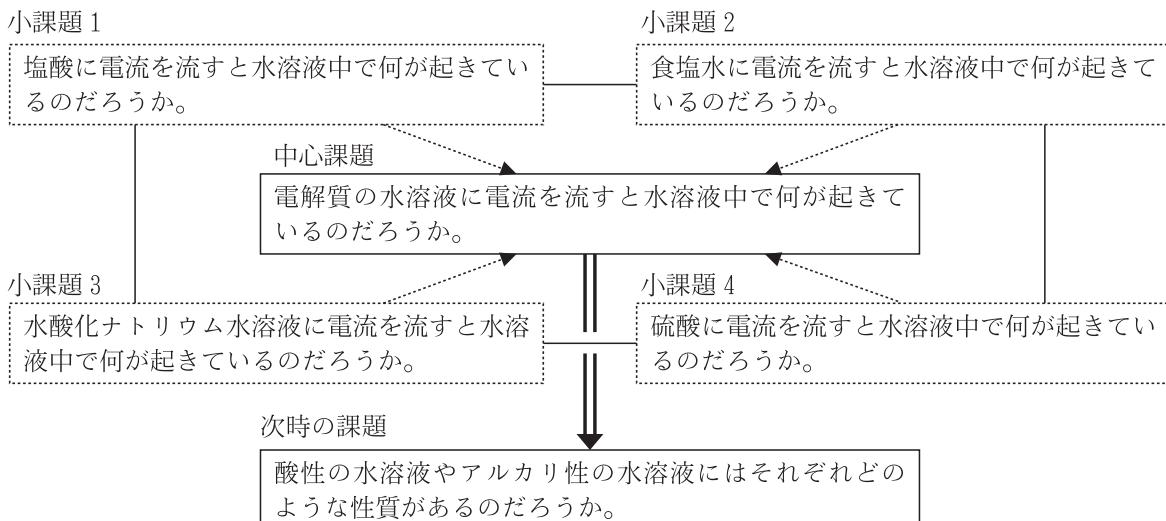
### III. 全体計画

#### 水溶液とイオン (20時間)

- 1 どのような水溶液にも電流は流れのだろうか。 ..... 2時間
- 2 塩化銅水溶液に電流を流すと水溶液中で何が起きているのだろうか。 ..... 4時間
- 3 電解質の水溶液に電流を流すと水溶液中で何が起きているのだろうか。 ..... 3時間(本時 3 / 3)
- 4 酸性の水溶液やアルカリ性の水溶液にはそれぞれどのような性質があるのだろうか。 ..... 4時間
- 5 酸の水溶液にアルカリの水溶液を混ぜ合わせるとどうなるのだろうか。 ..... 3時間
- 6 電解質水溶液に異なる金属板を入れるとどうなるのだろうか。 ..... 3時間
- 7 生活の中で使用する電池はどのように電流を取り出しているのだろうか。 ..... 1時間

### IV. 本時の学習

#### 1. 課題の構造



#### 2. 課題的取り扱い

段階	課題の流れ	学習活動の工夫	時間
課題の設定・把握	<p>前の中心課題</p> <p>塩化銅水溶液に電流を流すと水溶液中で何が起きているのだろうか</p> <p>結果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>塩化銅水溶液中のイオンの動きや電極付近の様子を表す。</li> </ul> <p>① 塩化銅水溶液の電気分解を説明したモデル</p> <p>新たな疑問</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>塩化銅以外の電解質の水溶液に電流を流すと水溶液中で何が起きているのだろうか。</li> </ul>	<p>※水溶液の電気伝導性を調べたときの結果を想起させる。</p>	1

課題の設定・把握	<p><b>中心課題</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>電解質の水溶液に電流を流すと水溶液中で何が起きているのだろうか。</p> </div> <p><b>話し合い</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・塩酸の中では、+の電気を帯びた水素イオンとーの電気を帯びた塩化物イオンに電離しており、電流を流すと、陰極から水素、陽極から塩素が発生する。 →小課題1</li> <li>・食塩水の中では、+の電気を帯びたナトリウムイオンとーの電気を帯びた塩化物イオンに電離しており、電流を流すと、陰極からナトリウム、陽極から塩素が発生する。→小課題2</li> <li>・水酸化ナトリウム水溶液に電流を流すと、陰極から水素、陽極から酸素が発生するので、+の電気を帯びた水素イオンとーの電気を帯びた酸素イオンに電離している。</li> <li>・水酸化ナトリウムのナトリウム原子はどうなるのか。</li> <li>・水酸化ナトリウムのナトリウム (Na) が+の電気を帯びていれば、残りの OH がーの電気を帯びて電離している。 →小課題3</li> <li>・硫酸に電流を流すと、陰極から水素、陽極から酸素が発生するので、+の電気を帯びた水素イオンとーの電気を帯びた酸素イオンに電離している。</li> <li>・硫酸の水素原子 (H) が+の電気を帯びているので、残りの SO<sub>4</sub> がーの電気を帯びて電離している。 →小課題4</li> </ul>	<p>※前の中心課題でつくったモデルを使って考えさせる。</p>
	<p><b>小課題1</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>塩酸に電流を流すと水溶液中で何が起きているのだろうか。</p> </div> <p><b>小課題2</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>食塩水に電流を流すと水溶液中で何が起きているのだろうか。</p> </div> <p><b>小課題3</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>水酸化ナトリウム水溶液に電流を流すと水溶液中で何が起きているのだろうか。</p> </div> <p><b>小課題4</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>硫酸に電流を流すと水溶液中で何が起きているのだろうか。</p> </div> <p><b>実験</b></p> <p>自分で考えた実験方法にしたがって、実験に取り組む。</p> <p><b>結果</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・塩酸に電流を流すと、陰極に水素、陽極に塩素が発生する。</li> <li>・食塩水に電流を流すと、陰極に水素、陽極に塩素が発生する。</li> <li>・水酸化ナトリウムに電流を流すと、陰極に水素、陽極に酸素が発生する。</li> <li>・硫酸に電流を流すと、陰極に水素、陽極に酸素が発生する。</li> </ul> <p><b>分析、解釈</b></p> <p>モデルを使って、実験結果を分析し、解釈する。</p>	<p>※解決したい課題に取り組み、仮説を各自で立てさせる。</p> <p>※生徒一人一人の課題をもとに、同じ課題の者どうしで班編成をして、観察、実験を行う。</p> <p style="text-align: right;">【課題別班編成】</p> <p><b>評価</b></p> <p>課題に対する仮説や実験方法を考え、表現することができる。</p>
課題の追究・解決		1

	<p><b>話し合い</b></p> <p>分析、解釈しモデルで表現したものを発表し、話し合う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・塩酸では、水素原子が陽イオン、塩素原子が陰イオンとして電離している。</li> <li>・溶質に水素原子や酸素原子が含まれていなくても、水が電離することで、陰極に水素イオン、陽極に酸素イオンが現れる。</li> <li>・イオンによって、電極での現れやすさに違いがある。</li> </ul>	<p><b>評価</b></p> <p>実験から得たデータを適切に、分析し、解釈できる。</p>	
課題の発展	<p>○日常生活との関連 課題として挙げられなかつたが、生徒が日常生活で使う水溶液に電流を流すと水溶液中で何が起きているのか考える。</p> <p>次時の課題</p> <p>酸性の水溶液やアルカリ性の水溶液にはそれぞれどのような性質があるのだろうか。</p>		1 〔本時〕

### 3. 目標

- ・実験結果を分析、解釈した結果をモデルを用いて工夫して表現できる。
- ・各自の解釈をもとにした話し合いを通して、イオンの動きや性質について理解を深めることができる。

### 4. 展開

学習内容	解決への過程	指導上の留意点
(前時) 実験結果の分析、解釈	○それぞれの課題に対する実験に取り組み、結果を分析、解釈し、モデルで表現する。	○各自でノートに実験結果、分析、解釈した結果をまとめさせる。
(本時) 分析、解釈した結果の話し合い	<p>○中心課題「電解質の水溶液に電流を流すと水溶液中で何が起きているのだろうか。」を解決するための検証を行う。</p> <p>○「塩酸に電流を流すと水溶液中で何が起きているのだろうか。」 (小課題1)</p> <p>○「食塩水に電流を流すと水溶液中で何が起きているのだろうか。」 (小課題2)</p> <p>○「水酸化ナトリウム水溶液に電流を流すと水溶液中で何が起きているのだろうか。」 (小課題3)</p> <p>○「硫酸に電流を流すと水溶液中で何が起きているのだろうか。」 (小課題4)</p> <p>○自らの考えをモデルを使って発表する。</p>	<p>○互いの考え方を理解し、考えを深められるよう発表の進め方を工夫する。 【班黒板の活用】</p> <p>○各課題の実験結果やモデルをもとにした話し合いから、水の電離やイオン化傾向に迫れるようにする。</p> <p><b>評価</b></p> <p>実験結果を分析、解釈した結果を工夫して表現できる。</p>
水溶液中のイオンの動きの検証	○課題ごとに実験結果を分析し、解釈する。 ・溶質によっては水が電離して、陰極から水素が発生したり、陽極から酸素が発生したりしている。 ・イオンには、電極に現れるものと現れないものがある。	○他の班の実験結果から、自ら立てた仮説の検証やモデルの見直しを行う。
(次時) 酸性の水溶液やアルカリ性の水溶液とイオン	○他の班の実験を行い、結果を検証する。 ○酸性の水溶液やアルカリ性の水溶液に含まれているイオンについて話し合う。	