

# 自然にはたらきかけ、探究的な活動を通して「生きる力」を育てる理科学習 - 問題解決的な学習（「天気の変化」「生物のつながり」）を通して -

八幡浜市立愛宕中学校 三好美覚

## 1 主題設定の理由

社会の変化に主体的に対応できる力、すなわち「生きる力」を育成するため、理科教育では、探求の過程を通して生徒一人一人の個性や創造性を生かし、自然に対する科学的な見方や考え方を養うこと、及び、感動する心と豊かな表現を身につけさせることが求められている。

近年の子どもたちは生活の中で自然とふれあう時間が少なくなり、探求する心や意欲が薄れてきている。しかし、そのような状況であればこそ、身近な自然から様々な自然事象を取り上げ、子どもたちの興味・関心を高め、主体的な探求活動へと導くことが大切であると考え。

そこで、身近な現象や日常生活とのかかわりの中で生徒自身が問題を発見したり、仮説を立てたり、実験方法を考えたり、規則性を発見したり、推論したりするというような探求能力や問題解決的な能力を培い、主体的に問題解決に取り組むことを通して、学ぶことの楽しさや成就感を体得させたいと考え、上記のように主題を設定した。

## 2 研究の仮説

観察や実験などの直接体験を重視した問題解決的な学習の充実を図れば、自然を科学的に調べる能力と態度が身につくであろう。

## 3 研究の重点

### (1) 問題解決的な学習を重視した指導計画の作成

ア 単元の終末における発展学習としての問題解決学習の充実

イ 問題解決的な学習で取り組める単元、教材及び年間指導計画の見直し

（基礎・基本を重視する問題解決的な学習、応用で取り組む問題解決的な学習）

### (2) 学習形態の工夫改善

ア 観察・実験の個別化、個性化

イ 検証方法によるグループの編成

### (3) 評価方法の工夫改善

## 4 実践内容

### (1) 問題解決的な学習を重視した指導計画の作成

新学習指導要領の移行にあたり平成12年度は、1年生105時間、2年生105時間、3年生140時間で年間指導計画を立てた。平成11年度は、3年生における下限の時数を超えた補充・深化の時間を各単元の終末に設定し、その時間を問題解決的な学習を充実させる時間とした。1・2年生においても、可能な範囲で発展学習として問題解決な学習を位置づけた。

平成11年度の2学期後半からは、学習過程において問題解決的な学習が可能な単元、教材の見直しを主として行った。主に身近な自然との関係から課題を設定できる単元において単元構成を見直し、実践を行った。課題設定や解決の場面で身近な生活での経験から考察することが可能であり、学習後も継続した観察や実験が期待されると予想した。以下、学習過程において取り組む問題解決的な学習を主として述べることとする。

### ア 指導計画

#### 発展学習として取り組む単元

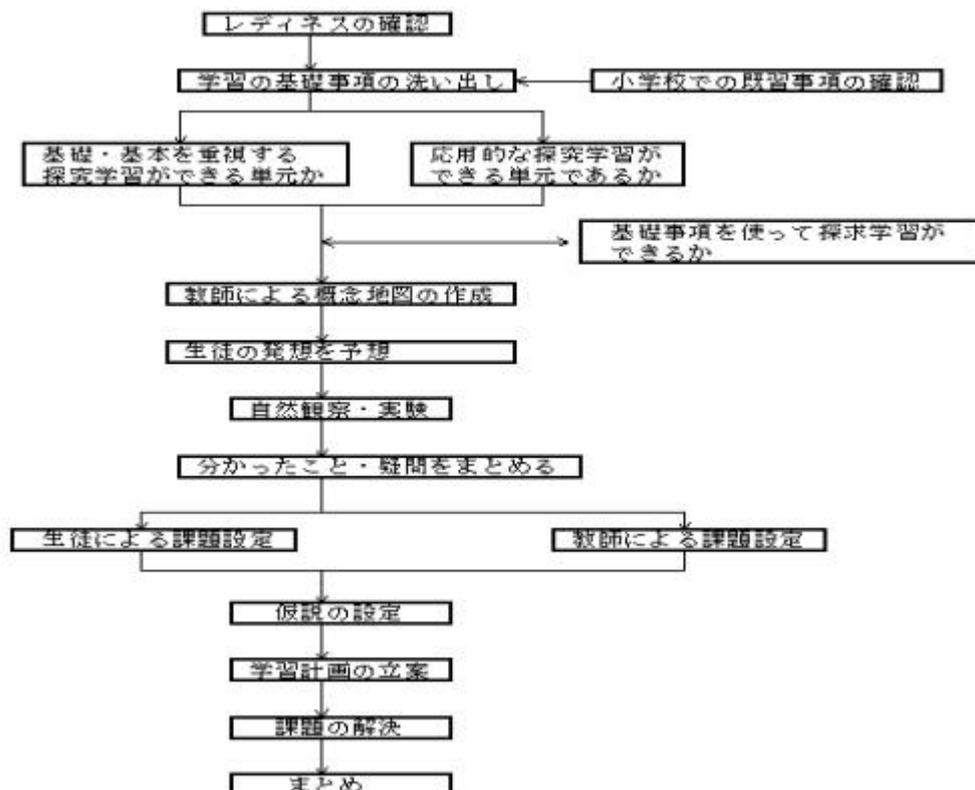
時期	単元（教材・題材）	学年	ねらい	解決方法・授業展開
6月 7月 2月	化学変化とイオン 生物と細胞 大地の変化と地球	3年	単元の一連の内容を学習した後、生徒一人一人の興味・関心をもとにして課題を設定し課題追求の計画を立て、探究活動に取り組む。	既習事項や生活の中からの疑問、興味・関心のある事項を挙げる。 一人一人の学習課題を設定する。
10月 1月	消化と吸収 電流	2年	それらの活動を通して、	1～3名のグループを編成する。
9月 1月	身のまわりの科学 大地の変化と地球	1年		

			学習内容の理解を深め、主体的な学習の仕方を身に付け、課題追求の喜びや感動を味わう。	計画書を作成する。 計画書に基づき、課題を解決する。 発表及び相互評価を行う。
2月	地球と人間	3年	環境を保全し、環境に対して責任ある行動をとろうとする態度を育てる。	地球上に生物が生存できる理由、人類の繁栄について考える。 地球上の環境問題について考える。 地球を守るために、私たちにできることを考える。 (課題選択学習) 課題設定(選択) 課題の追求・解決 発表・評価

学習過程において取り組む単元・教材

時期	単元(教材・題材)	学年	ねらい	解決方法・授業展開
6月 10月 11月	電池 生物のつながり 運動とエネルギー	3年	単元の学習過程において、生徒の疑問をもとにして課題を設定し課題追求の計画を立て、探究活動に取り組む。	学習過程における内容から疑問、興味・関心のある事項を挙げる。 一人一人の学習課題を設定する。
7月 11月	化学変化と原子・分子 天気の変化	2年	試行錯誤を繰り返す過程において、発見する喜びや創る喜びを体験し、他のグループの課題解決も総合的に考える力を身に付ける。	1～3名のグループを編成する。
4月	植物の世界	1年		計画書を作成する。 計画書に基づき、課題を解決する。 結果を共有し、課題を解決する。

(2) 問題解決的な学習の授業の流れ



生徒の実態把握後、学習事項の洗い出しをし、基礎・基本を重視する探究学習に向いているか応用的な探究学習に向いているかを判断し、授業を組み立てる方法で展開した。

#### ア 概念地図法の活用

昨年度、目的意識や見通しをもって学習を続けていくためには、問題発見の場面をいかに効果的に設定するかが課題となっていた。そこで、今年度は生徒が課題を発見したり、実験方法を考える場面において、疑問を整理し問題を把握して課題設定をする道具として概念地図法を用いることを試みた。特に、後ほど記述する応用で取り組む問題解決的な学習において有効であると考えた。

また、教師の概念と生徒の概念が違うため、教師が生徒とのズレを認識し、両者の接点を意識しながら両者を合わせた概念を形成し、授業計画する必要がある。そこで、役立つのが概念地図を利用した課題設定ではないかと考えた。教師と生徒の対話を通して両者が新しい発見をする。その際、生徒に潜んでいるユニークな発想をくみ取っていくことが当然必要である。これにより、生徒の発想を教師が理解することになる。また、後の考察の段階での活用も期待できる。

#### <実践の結果>

自分の考えを整理する上で有効であった。

課題解決に生徒なりの見通しを持たせる手だてとなった。

課題別のグループ編成において、文章化されていない部分が理解でき、生徒理解の上でも役立てることができた。

応用で取り組む問題解決学習においては、他のグループの活動と自分の活動を結びつけて総合的に考える道具としても活用することができた。

生徒によっては、どうつなげていけばよいか分からず、何もできない生徒もいた。慣れもあると考えられるが、個に応じた対応を工夫する必要である。

### (3) 問題解決的な学習の充実

#### 単元の終末において発展学習として取り組む問題解決学習の充実

動物（ヒトのほおの内側）と植物（タマネギのりん片葉）の細胞のつくりを観察し、動物と植物の細胞の共通点と相違点を確認した。そして、他の生物（ツユクサ、ピーマン、バナナ、アオミドロ、オオカナダモ、そのほかの植物、カエル、イモリなど）の細胞についても観察を行い、学習内容の理解を深めた。

#### 学習過程において取り組む問題解決的な学習の充実

以前、本校において取り組んでいた問題解決的な学習は、生徒の自由な発想により広げていく学習であり、最後に一つに集約することが難しいという課題があった。新学習指導要領により授業時数の削減も行われることも考慮した問題解決的な学習を考える必要があるととらえた。そこで、問題解決的な学習を **基礎・基本を重視したもの**と **応用で取り組むもの**の二つに分けて考えた。以下に、2分野で行った実践の一部を紹介する。

#### (ア) 応用で取り組む問題解決的な学習

本校で以前行っていた問題解決学習では、生徒の発想で課題を設定し、学習を進めていくため、まとめの段階で集約することが難しかった。応用で取り組む問題解決的な学習とは、これまでの既習事項を使い自由な発想で課題を設定する点は同じである。その後、各自の課題を解決し、その結果を関連づけることで一つのねらいに迫れるよう授業設計する点が異なる。

以下は、『落ち葉や動物の死がいは、小動物が食べたり、菌類・細菌類が分解することにより無機物になることを知る』をねらいとした実践である。

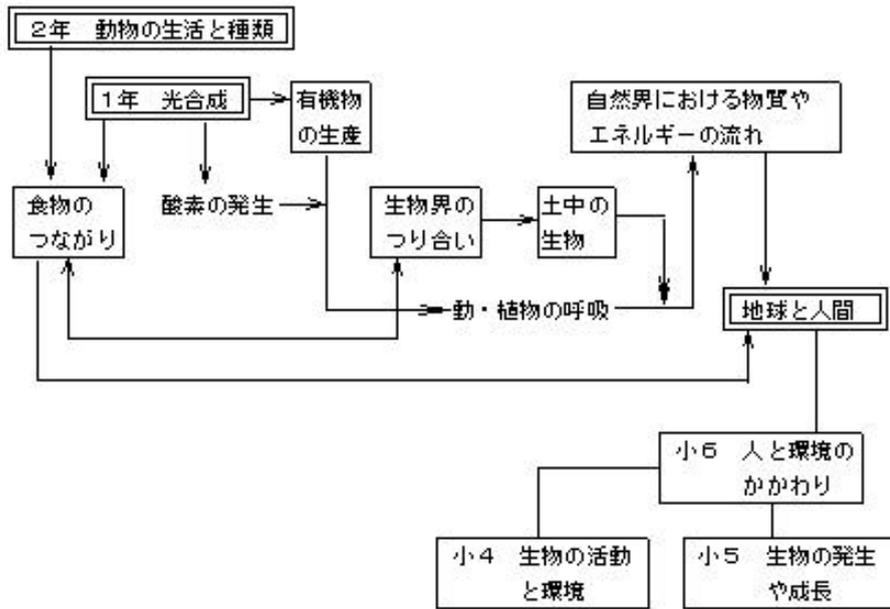
##### a レディネス調査

レディネス調査より、多くの生徒が落ち葉や生物の死がいが腐り土になると考えており、腐るという現象に生物が関係しているという理解が十分でなかった。また、動物は植物や動物といった有機物を食べて生きていることへの理解が十分ではなかった。

##### b 単元構成の把握

単元全体の構成を次のような図に表し、単元全体をとらえて授業設計を行った。

## 「生物界のつながり」の関連構造



### 指導計画



本単元は、中学校で学習する最後の生物教材であり、総まとめの教材である。また、新教育課程では、「自然と人間」の単元において扱う内容である。この観点からも生徒自身が身近な自然に対して興味・関心をもち、自然の中の一構成員としての心構えをもたせ、環境保全への積極的な態度が育つよう展開を工夫する必要がある。

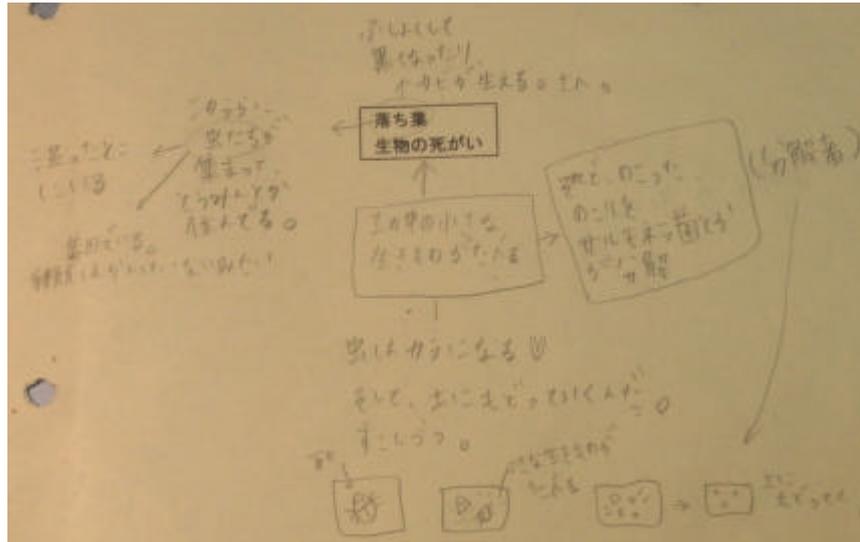
そこで、学校周辺の身近な自然環境を調べる活動を通して課題を見付け、解決する授業展開を考えた。

#### c 生徒の発想予想

教師の概念予想図を作成し、そこから生徒の発想を予想した。実践したところ、予想通り、生徒の発想とはかなりのズレがあることが理解できた。しかし、この繰り返しの過程が生徒理解につながると感じた。この作業のおかげで、生徒のユニークな発想がとても新鮮ですばらしいと思えた。

#### d 課題の発見

「昨年の落ち葉と生物の死がい」をテーマとして自然観察を行った。分かったことや疑問点を書き出した後、概念地図法を用いて関連づけをさせながら、整理させた。そして、課題を設定させた。



課題発見において生徒が作成した概念地図

生徒が設定した各自の課題

<p>落ち葉の上の方と下の方では違いがあるか調べる。</p>	<p>葉にあった白いものの正体を調べる。</p>	<p>虫(ダンゴムシ、アリ)が落ち葉や生物の死がいを食べるか調べる</p>	<p>土の中の微生物が落ち葉やデンプンを食べるか調べる。</p>	<p>土の中の生物が呼吸しているか調べる。</p>
--------------------------------	--------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	---------------------------

e 仮説の設定と学習計画の立案

電池についての問題解決的な学習において、学習計画を立てる時間の設定が短かったため、学習計画を立案する時間をゆとりをもって設定した。

f 課題解決

各自の設定した検証方法によって、1～3名のグループを編成して課題解決を行った。自分が立案した実験に夢中になり、目的意識をもった実験にならない生徒が見受けられた。また、各グループの実験の関連性が理解できない生徒が見受けられた。そこで、概念地図にも似た情報交換掲示板を利用して各グループの関連性や学習経過の共有化を行った。



情報交換掲示板

g まとめ

情報交換掲示板への結果記入と発表により、実験結果を共有化し、生物界のつながりをまとめた。

< 課題と成果 >

課題設定を、生徒の発想だけですすめようとせず、落ち葉と生物の死がいから落ち

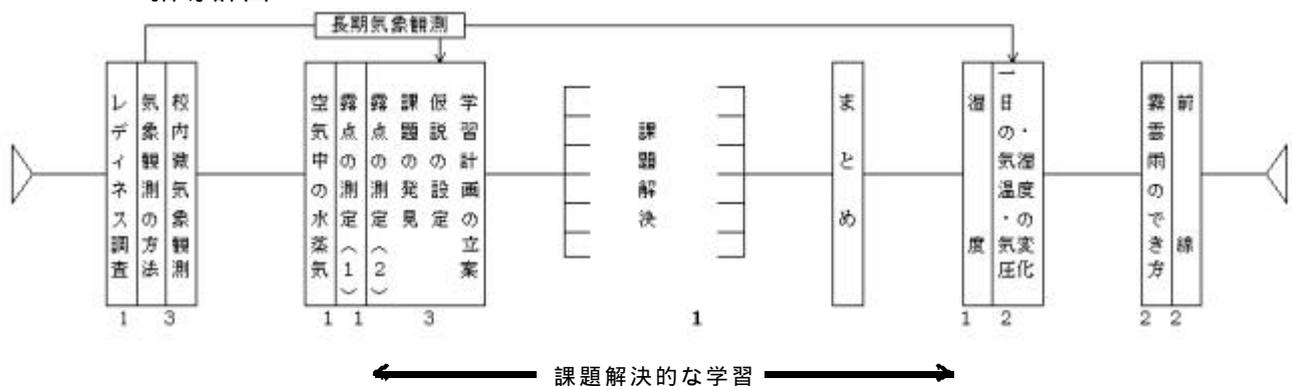
葉にしぼって考えさせるなど、教師側から課題が広がりすぎないよう学習過程の修正が必要であった。生徒は意欲的に活動したが、目の前にある実験を消化することに一生懸命となり、仮説と照らし合わせながら目的意識をもって観察・実験を行う学習とはならなかった。たえず、教師が生徒と対話をしながら仮説を確認させ、目的意識をもった学習となるよう配慮する必要があることがわかった。それ故、TTでの取り組みが必要であった。

2分野は結果が出るのに時間がかかる。そのため、進度を合わせるのが難しい。しかし、3年間の2分野をまとめる単元としてこれまでの既習事項を用いて、各自が設定した課題全体を把握する。そして、それぞれの課題の関連性を総合的に考えて結論を導き出すことをねらいとした問題解決的な学習としては適切であると感じた。

(1) 基礎・基本を重視する問題解決的な学習

「天気とその変化」を水蒸気量を中心として学習展開することが、基礎・基本の徹底につながると考えた。そこで、水蒸気量に関する問題解決的な学習を試みた。

a 指導計画



まず、気象を調べる手だてを考えさせ、学習の流れを設計する。そして、校内微気象観測と長期気象観測により観測の仕方や機器の扱い方を習得させ、自分たちで観測したデータを基に天気の変化と関連した気温、気圧、風向、風力、降水量などを追求し、レイネス調査において約3割の生徒が理解していなかった基礎的事項（水蒸気は目に見えない、地面から気温は温まる）を話し合い活動により押さえた。

そして、露点の測定を日を変えて2回行い、測定結果から課題を発見させた。

b 課題の発見

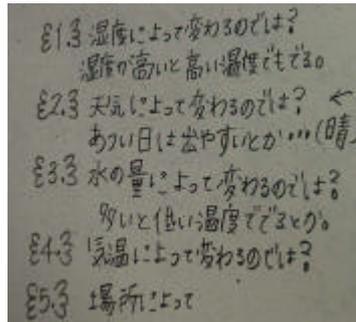
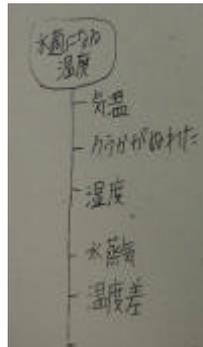
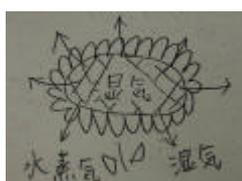
露点の測定を二人組で2回行った。なお、測定は日を変えて行った。

日付	気温( )	湿度(%)	露点( )
11/2	20.8	90	約18
11/9	21.5	62	11.0 ~ 12.5

測定結果についての話合いから、『水蒸気が水滴になる温度を変化させる犯人を探せ！ - コップに水滴がつかなくできるかも - 』という課題を設定した。

c 仮説設定の工夫

図、図とキーワード、箇条書きなど生徒の実態に合わせて現在分かっている事項を自由に記入させた。これにより、自分の考えを整理し、仮説を設定させた。



d 生徒が考えた仮説と実験方法

水蒸気が水滴になる温度（露点）を変化させる犯人は、湿度であるという予想で一致した。しかし、それを確認する方法を班で検討させた。

9班  
湿度が変化したからだろう。  
だから、水蒸気を少なくすれば、  
露点が低くなるだろう。  
シリカゲルを使って水蒸気の量を減らす。

5班  
湿度が変化したからだろう。  
だから、水分を少なくすれば、  
露点が低くなるだろう。  
水とりぞうさんの粒を一粒だけ使って湿度をとる。

1班  
湿度が変化したからだろう。  
だから、気温を低くすれば、水蒸気が増え、露点が高くなるだろう。  
氷で気温を下げる。  
冷却パッチで気温を下げる。

10班  
湿度が変化したからだろう。  
だから、湿度を高くすれば、  
露点が高くなるだろう。  
ピーカーに水を入れたものを入れて水蒸気を増やす。  
比較のために何も入れないものも行う。

6班  
湿度が変化したからだろう。  
だから、湿度を高くすれば、  
露点が高くなるだろう。  
加湿器やバケツに水を入れて湿度を上げた場所で露点を測定する。

2班  
湿度が変化したからだろう。  
だから、水とりぞうさんを設置すれば、  
露点が低くなるだろう。  
水とりぞうさんの粒すべてを使って、湿度をとる。

7班  
湿度が変化したからだろう。  
だから、水蒸気を少なくすれば、  
露点が低くなるだろう。  
お菓子などの乾燥剤を使って湿度を減らす。

水蒸気を変化させる班は、水蒸気の量を少なくしようという班と水蒸気の量を多くしようとする班があった。また、既習事項より気温を低くすることで水蒸気の量が増えると考え班がいた。

e 課題解決

実験に必要な道具を、生徒自身が考え、工夫して課題解決を行った。仮説の設定や学習計画の立案をする時間をしっかり確保したため、実験道具を昼休みに作成する姿も見られるほど意欲的に活動した。気温を変化させる実験をした班以外は、すべて仮説通りの結果となった。

f まとめ

情報交換掲示板への結果記入と発表により、実験結果を共有化し、まとめをした。また、気温を低くしたら水蒸気が増えて、水蒸気が水滴になる温度が高くなると考えた班の結果がはっきりと出なかった。そこから、温度は露点に関係しているのかという新たな課題が設定された。

< 課題と成果 >

仮説設定の時間をしっかり確保したため、目的意識をもった観察・実験となった。学習過程を大切にしたい授業展開となり、生徒は意欲的に活動した。しかし、この活動を楽しかったで終わらせることなく、しっかりと基礎・基本の定着を図る工夫が必要であると感じた。TTで取り組むことが望ましいと思われる。感動を味わわせるためには、学習課題が重要であることは言うまでもないが、いかに切実感をもたせるかは、さらに研究を重ねていく必要がある。

(2) 学習形態の工夫改善

ア 観察・実験の個別化、個性化

(ア) 個性化を図った実践例

教科書等で一般に行われている素材以外のものも同様であるか検証するために、生徒が考えたツユクサ、ピーマン、バナナ、アオミドロ、オオカナダモ、そのほかの植物、カエル、イモリなどの細胞を観察した。

(イ) 個別化を図った実践例

< 実践例 1 > フィルムケースの利用

フィルムケースを用いた実験・観察を多く取り入れた。次の実験は、フィルムケースを用い、一人1実験で実験を実施した。

( 気体の発生、塩化銅・塩化鉄の電気分解、皮膚の感覚点調査、花粉管の観察 )

< 実践例 2 > 身近なものを使った実験

身近なものを使って実験を行うことで、一人1実験を実施した。

- ・ 野菜、漂白剤、コンクリート、酢、お菓子などを使って気体を発生させ、発生した気体の正体を調べた。
- ・ 砂糖、酒、コーヒーなどの身近なものを使って酸化銅の還元を行い、還元に必要な原子が何かを調べた。

イ 検証方法によるグループの編成

昨年度は、検証方法を黒板に記入し、自分の考えと近いと思われる生徒が集まるという方法をとっていた。今年度は、科学ノートに記入された課題と概念地図を手がかりにして教師がグループ編成を行った。なお、グループの人数は1～3名とし、できるだけ個別化を図った。授業前にグループ編成が行われることとなるため、生徒の実態に合わせた対応が可能となった。

(3) 評価方法の工夫改善

(ア) 個別評価表(教師用)の作成

生徒一人一人の学習の様子を記録するチェックリストを座席形式にするなど工夫し、生徒の学習状況をつかむための表を作成した。

(イ) 自己評価表に記入した疑問点の活用

酸とアルカリについての実験中、廃液入れに入れると色が変化していることに気付き、酸とアルカリを混ぜると何か化学変化を起こすという仮説を自己評価表に記入した生徒がいた。その疑問から、中和についての学習が展開された。

(ロ) 科学ノートファイルの作成

単元用のファイルを用意し、それに調査したことなどを綴じていくことで、その単元の学習経過や成果が残せるよう工夫した。また、それを活用することで、その生徒個人の活動を評価できると考えた。

(ハ) 学習進度表の活用

個人またはグループがどの段階の学習に取り組んでいるのか教師が理解し、援助できるようにした。

(4) 学習環境の整備

(ア) 実験器具や道具が自由に使える環境作り

ふだんの実験において使用すると考えられる実験器具や道具は、できる限り理科室内に整備した。ビーカーや試験管等については、二つある理科室のどちらのものも自由に利用してもよいこととし、ふだんの授業から選択して道具を使用させた。

(イ) 科学する心を養う手だて

新聞記事や科学ニュースの情報発信

新聞記事などから科学に関するものを選択し、その情報を自分の言葉として伝える掲示板を作成した。

授業中に行った実験のデータベース化

授業で行った実験方法と結果をHTML形式でデータベース化し、いつでも閲覧できるように理科室前の廊下に掲示した。自分たちの行った実験をいつでも振り返ることができ、愛宕中学校理科室のポートフォリオとしての活用を期待した。



授業に関係した掲示  
結晶の標本や気象観測装置などの授業と関係ある物を理科室前と理科資料室に展示することにより、授業への関連が図れるよう工夫した。今後は、授業生徒自身の手による理科資料室にしていかなければいけない。



## 6 成果と今後の課題

### (1) 課題解決学習を進め方について

概念地図法の活用は、生徒にとって自分の考えを整理する上で有効であった。教師にとっては、文章化されていない部分も理解でき、生徒理解の上でも役立った。生徒によっては、うまく活用できなかった。今後は個に応じた対応ができるよう工夫する必要がある。

できるだけ個別化(1~3名)を図るとともに、さまざまな検証方法を試みさせることが必要であることが分かった。

学習課題の設定は、発達段階や生徒の実態に応じて考えなければいけない。また、課題設定に当たっては、問題解決的な学習をすることを考えて事前に意図的な指導をしておくことが必要となる。

### (2) 基礎・基本を重視する問題解決的な学習と応用で取り組む問題解決的な学習

1年では課題選択的な学習や課題解決学習に取り組み、徐々に問題解決的な学習へと発展させるよう指導計画を見直す必要がある。

応用で取り組む問題解決的な学習は、総合的に判断して課題を解決する力をつける意味では非常に意味があった。しかし、時間がかかり、生徒の自由な発想で学習が展開されるため、必ずTTで取り組む必要がある。3年生においては、3年間の総まとめとして取り組むことの意義は大きい。個への対応を考えると、1年に1回が精一杯であろう。

### (3) 学習形態の工夫について

昨年は、4人のグループ編成としたが、観察・実験の個別化を考えると1~3人が適当と思われる。

### (4) 評価方法の工夫改善について

単元ノートの活用により、ふだんの授業ではあまり目立たない生徒のユニークな発想を引き出せることが分かった。しかし、このノートの評価する基準がまだあいまいである。教師自身もこの評価方法に慣れてくるとより具体的な評価へと進歩していくものと考えられる。振り返りの学習にこのノートを使いたい。また、他の単元との関連がある場合にも活用できるノートにしたいものである。そこで、学校にこのノートを保管し、卒業するまで授業でいつでも活用できる理科室の環境整備が必要であると考えられる。

近年、総合的な学習の評価方法としてポートフォリオが注目されている。この評価手段の一つとして、「対話」を用いる方法がある。この生徒と教師の対話による評価は、目に見えない成長を評価できると考えられる。このような評価をする場合には、TTによる授業が絶対不可欠であると思われる。

### (5) TTの活用について

今年度も教員編成上の理由からTTの活用ができなかった。しかし、学習時間が短くなることへの対応と、基礎・基本の徹底のために、電気分野であれば、技術科との連携が考えられる。理科と技術で連携した授業の構成を行えば、より日常生活に密着した学習が展開されると考えられる。

## 7 さいごに

問題解決的な学習をするためには、教師による事前の準備がふだんの授業に比較して多く必要となる。授業の流し方など、単元全体を見通して行う必要があるからである。そのため、教師自身が、授業に関係すると思われる現象などをキャッチしようと努力するようになったと感じる。特に、2分野の授業設計において、教師自身の成長を促すと思った。

学習課題 水蒸気が水滴になる温度(露点)を変化させる犯人を探せ! 気温 18.5℃ 湿度 84% のやす (12)℃

仮説(予想) 湿度が変化したらだろう

考察

実験方法

結果

2 時  
水と氷を入れた容器  
すれば、  
露点が低くなるだろう。

5 時  
水分が多くなれば  
露点が高くなるだろう。

7 時 9 時  
水蒸気が多くなれば  
露点が高くなるだろう。

6 時 10 時  
湿度が高くなれば  
露点が高くなるだろう。

1 時  
気温が高くなれば  
水蒸気が増え  
露点が高くなるだろう。

1 時 10 分  
容器に氷を入れたら  
露点が下がった。  
水蒸気が水滴になる  
湿度が「84%」と  
「78%」になった。

5 時 10 分  
容器に水を足したら  
露点が上がった。  
水蒸気が水滴になる  
湿度が「84%」と  
「92%」になった。

7 時 10 分  
容器に水を入れたら  
露点が上がった。  
水蒸気が水滴になる  
湿度が「84%」と  
「92%」になった。

6 時 10 分  
湿度計を動かしたら  
露点が上がった。  
水蒸気が水滴になる  
湿度が「84%」と  
「92%」になった。

1 時 10 分  
気温計を動かしたら  
露点が上がった。  
水蒸気が水滴になる  
湿度が「84%」と  
「92%」になった。

10 時 10 分  
容器に水を入れたら  
露点が上がった。  
水蒸気が水滴になる  
湿度が「84%」と  
「92%」になった。

11 時 10 分  
湿度計を動かしたら  
露点が上がった。  
水蒸気が水滴になる  
湿度が「84%」と  
「92%」になった。

