

第1学年 理科学習指導案

指導者 石本 和巳

- 1 単元 物質の状態とその変化
- 2 単元構成の意図

(1) 生徒観

生徒は、小学校第3学年では温度計の使い方を、第4学年では空気・水・金属は温度変化によってその体積が変わること、水は温度によって水蒸気や氷に変わり、水が氷になると体積が増えることについて学習している。粒子についての基本的な見方や概念を柱とした内容として、閉じ込めた空気や水に力を加え、空気や水の体積変化と押し返す力の違いとを関係付けながら調べたり、物質の状態と温度変化とを関係付けて調べたりしている。しかし、物質が粒子でできているという認識まで高まっていない。生徒は、目に見えない現象を、微視的な粒子の概念に関係付けて理解することは容易ではないと思われる。

(2) 教材観

本単元は、観察、実験、考察を通して、物質の状態変化について理解するとともに、物質を調べる観察、実験の技能を習得させ、観察、実験の結果を分析して解釈し表現する能力を育て、事物・現象に対する科学的な見方や考え方を養うことをねらいとしている。

状態変化は、目に見える物質の性質や反応を、目に見えない粒子のモデルと関係付けて理解する導入的な教材である。また、融点や沸点など、物質の固有の性質を利用して物質を区別、分離できることを理解することができる教材でもある。用いる実験装置の準備や方法は簡単で、実験操作に対してははっきりと現象が観察できるため、生徒にとって物質の性質や変化について調べる方法の基礎を身に付けることに適した教材である。観察、実験と考察の機会をくり返し十分に設定することによって、科学的に探究する基本的能力を育成することができる。さらに、物質の温度変化や状態変化は、リユースやリサイクルについても理解を深めることができる。また、沸点の違いを利用して混合物から物質を分離する蒸留は理科の有用性を感じ取り、石油精製やバイオエタノールと関係付けて生徒の興味を高めやすい教材と思われる。

(3) 指導観

指導にあたっては、物質の状態変化における質量や体積については、現象として視覚的に捉えた後、視覚的に理解できにくい微視的な粒子の概念を獲得させるために、視覚的にとらえさせるためにモデルに置き換えて考えさせる。生徒は、自ら問題を見だし解決する科学的な思考力と、観察や実験の結果を分かりやすく表現する力を養うことが課題であった。そこで、2学期よりレポート作成を通して、実験結果の記録の仕方やレポートの書き方などの技能を習得させてきた。また、学習を進める中で、実験結果を表やグラフに表し自分の考えを文章で表現したり、ホワイトボードを用いて仲間と交流させたりするなどの言語活動を取り入れることで事象をより深く考え、分析できるようにする。これらを通して、科学的な思考力・表現力の育成を図りたい。なお、観察、実験の際には、保護眼鏡の使用などによる安全性の確保や、適切な実験器具の使用と操作による事故防止に留意する。また、試薬を適切に取り扱い、廃棄物を適切に処理するなど、環境への影響などにも十分配慮する。

3 単元目標

身の回りの物質についての観察、実験を通して、物質の状態変化について理解するとともに、物質の性質や変化の調べ方の基礎を身に付ける。

4 指導計画 (全8時間)

- (1) 物質のすがたはどのように変わるのだろうか・・・ 2時間
- (2) 状態変化と温度にはどのような関係があるのだろうか・・・ 3時間
- (3) 混ざり合った物質を分けるにはどうするか・・・ 3時間 (本時2/3)

5 本時案

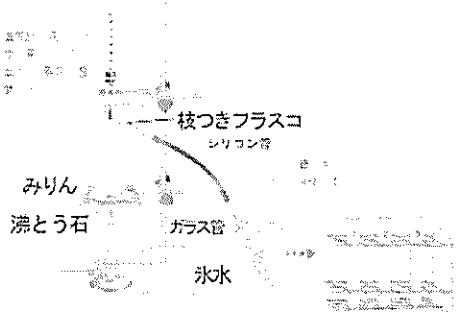

(1) 主眼

沸点が違う水とエタノールを含むみりんから沸点が低いエタノールを蒸留で分離する実験を通して、液体の混合物を加熱すると、沸点の違いを利用してそれぞれの物質に分離できることを具体的に説明できる。

(2) 準備物

みりん 35 cm³、枝つきフラスコ、試験管(3)、試験管立て、蒸発皿(3)、ビーカー(2)、氷水、スポイト(3)、温度計、穴あきゴム栓、シリコン管、ガラス管、沸とう石、ろう斗、スタンド、金網、PE 小片、ガスバーナー、ガスライター、手袋、保護眼鏡、A3 判ホワイトボード、掲示用シート、ホワイトボード用ペン、プロジェクター、コンピュータ、スクリーン

(3) 学習の展開

学習活動・学習内容	指導上の留意点
① 〈全体〉 本時の課題を確認する。	○本時の学習の見通しを立てさせる。
<p>課題 水とエタノールの混合物を蒸留し水より沸点が低いエタノールを分けとることができるか調べ、混合物から沸点の違いを利用して物質が分離できるか具体的に説明してみよう。</p>	
<p>② 〈4 人班〉 蒸留で液体を集める。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・役割を分担、確認し準備する。 ・蒸留で得た液体を 3 cm³ずつ試験管に集め、各試験管に液体が入った温度を順に記録し、加熱をやめる。 <p><u>蒸留の実験操作</u></p> 	<p>○液体を集めるまでの方法と留意点を説明する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験器具はあらかじめ組み立て、時間短縮する。 ・見えにくい手元は、実物の写真を拡大投映する。 ・机上整理と保護眼鏡の着用を徹底する。 ・沸とう石の利用とゴム栓の固定を確認し、全班の準備が整ってからガスバーナーを使用させる。 ・換気扇で室内の換気を行う。 ・試験管の交換は手袋を着用し速やかに行わせ、ガラス管からの吹き出しや持つ部分での火傷防止などを指導し、安全を意識して活動させる。 ・試験管内のガラス管の先が液の中に入らないように調節させ、火を消す前にガラス管を試験管から抜き、別のビーカーに入れるように指示する。 <p>〈評価〉 蒸留を正しく安全に行うことができる。</p>
<p>③ 〈4 人班〉</p> <p>計画した実験方法を確認し、3本の試験管に集まった液体の性質をそれぞれ調べ、結果をまとめる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・色、においを調べる。 ・火を近づける。 	<p>○全班の蒸留終了を確認して調べさせる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・液体を調べる方法と留意点を説明する。 ・においては必ず手であおぐように指示する。 ・火を近づける実験は一斉に実施し、炎が見えにくいので消灯や暗幕で教室内の明るさを調整する。 ・掲示用シートで班毎の結果を短時間に収集し黒板で共通理解を図り、性質を確認する。

<ul style="list-style-type: none"> ・ストロー小片（低密度ポリエチレン）の浮き沈みを調べる。 〈全体〉結果を共有する。 <p>④ 〈個人〉 → 〈4人班〉 → 〈全体〉</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・自分が観察したとおりに結果を実験レポートに記述するように指示する。 ・実験時間を25分とし、考察時間を確保する。
<p>発問1 「1本目に集まった液体はエタノールだろうか。理由となる実験結果をいくつか書きなさい。」</p>	
<p>結果を基に1本目の試験管に多く出てきた物質がエタノールであることを説明する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・個人で理由を書く。 ・班内で報告し合い、記録する。 ・自分の考えを見直す。 ・全体で共通理解する。 <p>理由をつけて物質を判断</p> <ul style="list-style-type: none"> ・青色の塩化コバルト紙で調べる。 	<p>○水とエタノールの区別について、調べた性質と比較させる。グループ学習では、安易に考えを1つにまとめたり、削除したりさせない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・考察の述べ方を「～と思う。理由は～だから。」と板書する。 ・はじめにエタノールが多く出て、しだいに水が増えていくことを気付かせる。 <p>〈評価〉 蒸留して得られた液体とエタノールの性質を比較して説明している。</p>
<p>発問2 「エタノールがはじめに出てくるのは、水の性質と比べて何がどのように違うからか。」</p>	
<p>⑤ 〈個人〉 → 〈4人班〉 → 〈全体〉</p>	<p>〈評価〉 エタノールが多く含まれていることを具体的に説明している。</p>
<p>発問3 「混合物を蒸留すると、沸点の違いを利用してより純粋な物質に分けることができるか。実験結果を理由として説明しなさい。」</p>	
<p>実験結果から言えることをまとめる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・沸点の違いを利用して蒸留でより純粋な物質に分けることができることを説明する。 <p>蒸留による液体の分離の説明 具体例（根拠）の説明</p>	<p>○自分の言葉で記入させる。</p> <p>〈評価〉 液体の混合物を加熱すると沸点の違いを利用して物質を分離することができることを具体的に説明できる。</p>
<p>⑥ 〈個人〉 本時の学習をふり返る。 分かったこと、気付いたこと</p> <p>⑦ 〈全体〉 次時の学習内容を知る。</p>	<p>○ワークシートを配付し、ふり返りの学習を指示する。</p>

6 実践をふり返って

(1) 研究協議での意見や提案

授業後の研究協議は、6人8班によるワークショップ形式で行われた。研究協議での意見や提案は次のようであった。

① 活用力向上に関して

- ・考察では、すぐにグループで話し合わせないで、はじめに個人学習（一人学び）で自分の考えを記述させ、次にグループ学習で自分の考えをしっかりと伝え合い、

自分の考えを再構築するようにしていた。このような「個人学習→グループ学習→一斉学習→個人学習」などの学習活動は、思考力・表現力・判断力の向上につながっていくと思う。多くの生徒が話し合いに考えをもって取り組むことができ、話し合いがよい雰囲気が始まり、自分の考えを発表しやすかったと思う。

- ・蒸留は実験時間が長く必要とするため、グループ活動で自分の意見を共有した後に、各自が考えを再構築する時間が十分に確保できなかったため、話し合いに深まりがなかったと思う。次時において、具体的に説明するなどの活用力に関わる授業を行う計画になると思う。
- ・時間不足でできなかったが、他の班の考察を共有したあとに自分の考えをまとめる時間が確保できていればよかったと思う。
- ・自分の考えの述べ方を「～と思う。理由は～だから。」と板書したので、生徒は記述しやすかったと思う。基本を習得した段階から、表現のスタイルを広げて自由に記述させるようにすると、表現力をより向上させることができると思う。
- ・「具体的に説明してみよう。」という本時のねらいは、活用力向上に適した課題であった。ただし、時間不足で説明する学習活動（指導案の発問3）まで実施できなかったため、実際の授業に即した活用力の具体がなかった。本時の時間内で確実に求めることができる活用力を洗い出し、明確にする必要があると思う。
- ・ストロー小片（低密度ポリエチレン）の浮き沈みにより物質の密度の違いから物質を区別する学習活動は、学んだ基礎を活用する機会となっている。教科書の実験方法では、簡単な定性実験だけで物質を特定しているため、数量で比較するなどの定量的な分析を通して、判断力など活用力を高めることができたと思う。
- ・青色の塩化コバルト紙の使用は、生徒の考えを揺さぶり、思考力・判断力を深めることができたと思う。エタノールの濃度が高まることを予想した生徒の根拠となり、エタノールだけ分離されないことを見いだすことができたと思う。
- ・「1つに指示は1回」を基本としていたのでどの班も確実に実験できたが、活用力を高めるためには、指示する内容を精査して回数を減らし、各自の実験レポートの実験計画に従って班で協力して実験するように展開した方がよいと思う。
- ・本時に蒸留装置を組み立てることが活用力ではないかという意見があった。しかし、生徒は本時まで同様の装置を2回組み立てており、本時で組み立てても活用力向上につながらないため、教師が授業前に組み立てて考察時間を確保したことはよかったと思う。

② そのほか、指導法、教材教具などについて

- ・生徒が見通しをもつ工夫として、本時のねらい（題材、学習活動、学びの具体）の板書や実験の予測により、生徒がゴールイメージをもって学習に取り組むことができていた。板書した本時のねらいの文が長く、より簡潔な表現が望まれる。
- ・安全指導（机上整理、火の取り扱い）などの基本が示されていた。
- ・指示に関しては、実験内容が多いため、「1回に1つの指示」の小ステップで指示を徹底しながら進めたので、どの班も安全で確実に実験することができていた。実験結果も良好であったため、成功体験によって自己肯定感が高まったように思う。全体的に実験の基本的技能の習得ができているように感じた。

- ・実験を円滑に安全に進める工夫は、生徒の役割分担の指示・確認がされていたこと、各自の役割分担が明確で目的意識をもって取り組んでいたこと、コンピュータや視聴覚機器の活用により実験操作が理解しやすく実験の流れがイメージしやすかったこと、器具をカラーテープで判別しやすくしていたことであった。
- ・考察の時間を確保する工夫は、あらかじめ実験装置を組み立てていたこと、コンピュータや視聴覚機器を活用して説明したこと、実験結果を短時間に共有・比較するためにラミネートシートを活用したことであった。結果記入用のラミネートシートは机で記入することができるため、板書の混雑で時間を多く費やすことがなかった。紙ではなくラミネートシートにしているので訂正しやすかった。
- ・教師の発言では、「説明」「指示」「発問」の3点が明確に示されていたので、生徒が学習活動で戸惑うことがなかったように思う。
- ・学習意欲を喚起する工夫は、学習形態を「個人→グループ」の順にしたこと、実験の予想をレポートに記入させたことであった。
- ・においの実験で「臭い」と記録した生徒に対して、「エタノールのにおい」「みりんのにおい」に関して結果を記述できるようにすることが必要である。
- ・火を近づける実験では、ガスライターの炎とエタノールの燃焼時の炎の色の違いを理解していれば、蒸留で得た液体の燃焼の判断が容易にできたとと思う。

(2) 授業後の考察

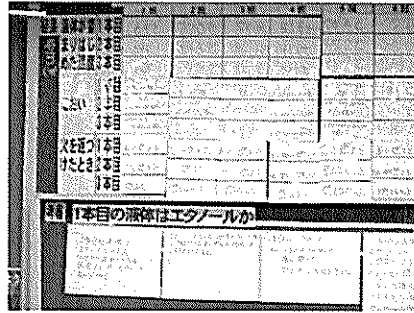
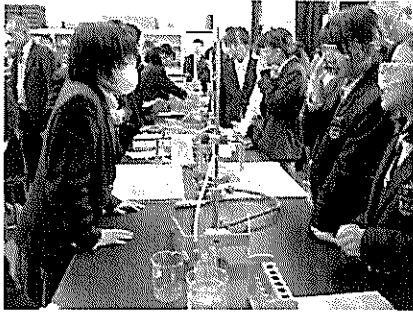
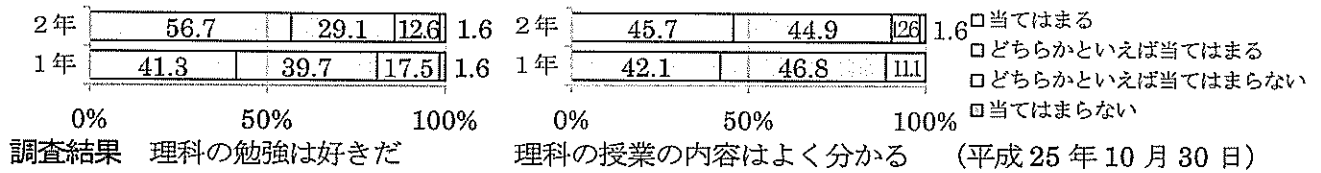
今回の公開授業は、小・中学校、高等学校の若手教員からベテラン教員まで多くの方を対象に実施したため、生徒の活用力向上と教師の授業力向上の2つの観点から提案できる研究授業にした。そこで、生徒の実態（学習意欲や実験技能・理解力）から、実験時間の短縮が図れ、活用力向上に関わる考察まで学習活動ができると考え、授業を計画した。

活用力を高める工夫は、前述の物質の確認方法を生徒に提案させたことや、「個人学習→グループ学習→一斉学習→個人学習」などのように、個人学習（一人学び）に始まり個人学習（一人学び）に戻る活動を基本とした学習形態で思考力・判断力・表現力を高めさせようとしたことである。公開授業では、本時案の発問2以降を時間不足で実施することができなくなり、次時に実施することとなった。また、授業終盤で学習したことをふり返る場面を計画していたが、宿題にすることにもなった。授業後のグループによる研究協議でも、活用力向上に関わる生徒の考察の場面が計画通りに完了できなかったことについて多くの提案があった。授業内容を精選し、活用力向上に関わる学習活動・内容の時間が十分に確保した授業を公開する必要があると思う。

学習意欲を喚起する手立ての工夫は、生徒が物質を調べる方法を提案し実験するようにしたことである。教科書の実験方法に従って指示せず、蒸留で得られる物質の予想を基に前時の授業で計画させた。小学校や中学校で既習した知識・技能を新たな実験に生かすことで活用力を高めることにもなる。既習事項を活用できる学習活動を実施したことは、学習意欲を喚起する手立てとして有効であった。

火や引火性の物質を使用するため、安全第一として蒸留の加熱開始までと燃焼確認では「1回に指示は1つ」のスモールステップで指示しながら実験させ、それ以外の実験は、自ら考え判断し表現する場面になるように取り組ませ、授業者主導と生徒主

体のバランスを図った。実験に関して自ら考え判断し表現する学習活動を今後も計画的に実施していく。



(3) 学校全体での取組や他教科への広がり

学校全体で思考力・判断力・表現力を育む「活用型授業」を生徒の実態に応じて計画的に実施している。授業改善に向けて、学力向上推進リーダーとして全教員の授業観察を計画的に実施し、活用力を高めるため、学習形態の効果的な使い分けや発問などについて、指導・助言を行っている。

生徒の言語活動では、個人で考えさせてからグループでの話し合いを行わせたり、話し合う前に自分の言葉で考えを書かかせたりして、一斉学習でもグループ学習でも「個人学習」(一人学び)によって自分の考えがもてる授業づくりに取り組んでいる。

一方的な説明から脱却し、生徒がしっかり考えて説明・発表する学習活動を設定した授業づくりに、研修部を軸にして全教員による教員相互の授業公開週間を設けるなど、全教科で積極的に授業改善が進んでいる。

(4) 今後の課題

- 本時のねらいを必ず板書することを定着させ、生徒が学習の具体を自覚できるようなものを全教員が示すことができるようにする。
- 活用力向上に関わる課題・発問に関して、学校・学年や個などの生徒の実態に応じたものを蓄積し、教員相互で共有し、授業力向上を図っていく。学力向上推進リーダーとして、各学校の実践例を収集・整理し、共有しやすくする。
- 市内中学校の活用力向上の課題に関して、理科担当教員、学力向上担当教員、管理職と連携して、全国学力・学習状況調査や学力定着状況確認問題の結果を踏まえた課題解決に向け、PDCAサイクルを機能させて取組を改善する。
- 県の施策「博物館学校地域連携教育支援事業」の出前授業など、社会教育施設や教育機関の計画的な活用を推進し、利用の定着を図る。