

Ⅲ 授業展開のポイント

ここでは、授業を実際に行う上で大切なポイントを「教材研究」「授業を始める前に」「観察、実験」「授業中の指導」「各科目の授業展開例」に分けて述べる。

1 教材研究のポイント

授業が生徒にとって生きたものであるか否かは、どこまで広範囲に、深く、細部にわたって教材研究をしたかにかかっている。常に、1時間の授業の達成目標をもち、どのような導入で、どのような内容を、どのように学習することによって、理科で求められている目標達成に迫ることができるか、生徒が主体となり探究的活動や問題解決の学習が展開できるかなど、生徒の状況を踏まえた教材研究をすることが何よりも重要である。

(1) 「学習指導要領」の目標を把握

「学習指導要領」に明示されている目標や内容、各単元で伸ばしたい考え方や見方を、生徒の実態に合わせて十分に検討する。教科書を主教材として学習することを明記する。

(2) 教科書と教師用指導書、副教材（実験書、図説等）の熟読

教科書を熟読し、生徒が1年間学ぶべき内容を把握する。各単元の関連性なども考える。教師用指導書には、授業展開上の留意点や関連事項が記述されているため参考になる。いろいろな出版社の教科書を比較したり、いろいろな副教材を比較したりして、表現の仕方や図、グラフの活用の違いなどを研究するのも大切である。

(3) 中学校の理科教科書の研究

生徒の既習の知識を確認し、授業展開の参考にする。

(4) 教材活用の工夫

教科書に掲載されている観察実験や探究活動を実施してみる。期待される結果が出るかどうかを確認するとよい。うまく結果が出ない場合、なぜなのかを検討し、タイミングや条件をいろいろ変えるなどの工夫をしていく中で生徒実験や演示実験のコツやヒントが得られる。

各単元の導入部分に、効果的かつ簡便な演示実験を取り入れるとよい。いろいろな実験書籍を参考にしながら、自分なりの教材活用法を身に付ける努力が大切である。

(5) 雑誌や新聞記事の活用

身近に感じ、話題になっている理科的なことを導入や展開の中で紹介し、興味をもたせる。

(6) デジタル教材の活用

実際に演示できない実験は、デジタル教材を利用して見せる。ただし、利用に際しては、著作権に十分配慮する。

例：愛知県総合教育センター「理科の広場」 <http://www.aichi-c.ed.jp/contents/rika/index.htm>

独立行政法人 科学技術振興機構「理科ねっとわーく」 <http://www.rikanet.jst.go.jp/>

(7) 研究会や研修会への参加

研究会、研修会に積極的に参加するとよい。時間をつくることは大変だが、他の授業実践や工夫を参考にし、自分の授業の幅を広げることが望ましい。人のまねから始めて自分のスタイルを確立するとよい。

(8) 幅広い知識、情報の収集

教科書だけを教えるのではなく、教科書の単元に関連したいろいろな知識を生徒に提供できるとよい。授業の中に理科に関する豊富な話題を盛り込むことで、生徒に興味・関心をもたせられる雰囲気づくりができるとよい。時には教科書以外の話も授業の潤滑油として有効である。自分の知的好奇心を十分高め、幅広く教えたい。

(9) 学習参考書・問題集や大学入試問題集の活用

良質の大学入試問題を参考にすることで、授業で押さえるべき内容を確認できるとともに、生徒に到達目標レベルを提示することができる。また、授業構成の視点や考査問題作成のアイデアを得ることができる。

2 授業を始める前に（規律・環境整備・生徒把握）

学習環境の乱れが授業の乱れを生む要因になっていることが多い。常日頃から授業が受けやすい落ち着いた環境をつくるように指導することが重要である。

(1) 教師の心構え

- ア 服装を整え、教師としてふさわしい身だしなみに留意する。
- イ 始業のチャイムとともに授業を始め、チャイムとともに終わる。延長はしない。
- ウ 教材を確認して教室に向かう。教師が教材を忘れることは授業の緊張感を薄める。
- エ 生徒を把握する。出欠の確認、服装・教材の点検、健康観察などを行う。
- オ 言葉遣いは丁寧に、はっきりとした口調で行う。
- カ 「起立・礼」を整然と行い、落ち着いた学習環境をつくる。
- キ 授業の準備を十分に行い、授業の目的を明確にしておく。
- ク 板書計画を考えておく。
- ケ 生徒の名前はできるだけ早く覚える。
- コ 定期考査の答案は、考査後最初の授業までに返却する。答案用紙は、自宅に持ち帰らず、学校で採点をする。

(2) 教室の環境整備について

- ア 黒板の準備は整っているか。また、背面黒板の落書きなどなく、掲示物も整っているか。
- イ 机・いすは整頓されているか。
- ウ 授業に不要なものが教室内や生徒の机の上に放置されていないか。
- エ 机の整列が机間指導の妨げにならない状態になっているか。
- オ 教室内の明るさや換気が適切に行われているか。

(3) 生徒把握について

まず、中学校でどれほどの基礎知識をもっているかを知る必要がある。「中学校で習っているだろう」「こんな事も知らないのか」などの偏った先入観は授業への導入をつまづかせる原因となる。

ア 事前診断

中学校でどのような内容を学んでいるかを確認する。中学校の問題集を利用して簡単な小テストを行ったり、アンケートを実施したりして把握する方法もある。また、導入時に基本的な事項について生徒に質問することで代替することもできる。

理科の場合、第1分野と第2分野で担当教員の専門性からの各単元での踏み込み方が異なることがある。発展項目の学習状況も把握しておくこと今後の授業展開がしやすい。

イ 観察と名票の作成

生徒の興味・関心や基礎的事項の定着について観察する。また、家庭学習の様子や進路希望、部活動や学校生活での活躍の様子など教師が生徒に対して広く関心をもつ必要がある。ある程度生徒の様子が理解できたら、各生徒の興味・関心や理解の程度に関する情報を「名票」に列記し、これに基づいて授業展開を考えることができる。

3 観察、実験のポイント

学習指導要領理科の目標にもあるように、観察、実験は、理科授業の中心となるべきものである。この章では、観察、実験を行うに当たってのポイントをまとめる。

理科における観察、実験は、知識や技能に加え、学ぶ意欲や課題の発見、あるいは自ら学び、主体的に判断・行動をしながら問題を解決する資質や能力（確かな学力）を育むために必要不可欠な学習活動である。特に高等学校においては、小中学校の指導を踏まえて、「探究心」を高めることが求められている。このことは、生徒が目的意識をもってじっくりと主体的に自然現象を探究する活動が高等学校の観察、実験には求められている、と換言することもできる。

このためには、あらかじめ結果を予想させたり、実験計画を自ら立案して主体的に取り組んでいく活動を取り入れ、その学習内容を確実に理解させる指導が実践されなければならない。これらのことを有意義で、しかも安全な活動として具現化するためのポイントを、次の**(1) 活動前**、**(2) 活動中**、**(3) 活動後**、**(4) 安全管理体制の整備**の4項目に分けて示す。

特に**(4)**については、観察、実験のための安全管理体制の整備として年度当初には必ず策定し、活動時には毎回チェックをしてから指導に当たらなくてはならない。

(1) 活動前

ア 目標に迫る活動内容の選定を心掛けること

(ア) 各単元の学習内容と目標を正確に把握する。

計画する前に、実際に生徒に行わせる観察、実験の活動が、学習指導要領にある単元ごとの学習内容の理解に達するための活動として適切であるか、その目的と趣旨を正確に把握してから計画の構想に着手する。

(イ) 生徒の理解を深める活動のための諸準備を行う。

学習内容と目標の把握の次に、具体的な活動内容、及び教材、教具、機器、機材の選択と準備（生き物の飼育、調達等も含む）を行う。それらを生徒が操作していくことで、理解が深まるような活動内容と教具、機器、機材を選定する。特に、身近にある品々を利用することで、科学全般に対する興味・関心を引き出す契機になることが多いことを念頭に置くことよい。

(ウ) 活動内容の選定を適切に行う。

具体的な活動内容の構想を練っていく中で、既存の観察、実験を調査しながら比較・検討することが大切である。それと同時に、各校の実態に合わせた内容を盛り込むことを考える。また、生徒自らに実験計画を作成させ、仮定や予測を検証していく形態の活動を計画していく場面も考えてみる。つまり、生徒の実態や状況に合わせて自ら学び、主体的に判断・行動できるような活動内容を適切に選定していくのである。

(エ) 明確な指導目標が設定されている。

観察、実験に限らず、授業の活動時には、本時の指導目標が明確に設定されていなければならない。教師は、生徒の実態に照らし合わせながら、評価の4観点に基づいた目標を立て、その具体的な評価方法を準備しておく。場合によっては、実験開始前に内容を公表し、指導目標を生徒らと共有する。

イ 予備実験を必ず行うこと

予備実験は必ず行う。生徒の用いる機器、器具、試薬等を実際に使用し、教師自らが行う。その際、チェックするポイントを以下に示す。

(ア) 実験器具・機器や試薬等の取扱いに際し、安全のための配慮がされていること。

活動中のあらゆる生徒の動きを想定しながら予備実験を行う。特に安全管理が必要な操作等があれば、生徒の指導に当たる際に十分な注意を促し、授業の開始時に、もれなく生徒に伝わるように配慮し、安全指導を徹底する。

(イ) 操作の内容が、生徒にとって無理のない内容であること。

観察、実験に用いる機器や教材は、生徒にとって、初めて見たり触れたりする物が多い。取扱いは基本的に不慣れであり、習熟している者は少ない。操作自体に困難さがあるようでは、単元の目標理解に到達できなくなるおそれが生じる。常にこのことを認識し、生徒の活動中の「動き」を想定しながら、無理のない操作内容になるような手だてを講じる必要がある。

(ロ) 予定時間内に終了できる活動内容であること。

一般的に生徒の「動き」は、教師が思うより遅いものである。簡単な操作であっても、案外時間を要する場合が多い。生徒の実態を考慮しながら、授業時間内にデータの測定や観察等が終了できるように、予備実験の中で対応策を練り、具体化しておくことが重要である。

(ハ) データ処理や観察図を保存するための活動に対して、十分な配慮がされていること。

観察、実験の大切な活動の一つは、生徒が自分の五感を十分に働かせながら、目の前の科学的事象を理解して正確に記録することである。したがって、教師は生徒が読み取るであろうデータや観察する内容（スケッチ等も含む）を、きちんと記録に残す手段と時間を確保しておかなければならない。また、記録用紙や記録する際の要領（記録のタイミングや役割分担の決定など）を具体的に指示できるように、予備実験を行いながら考えておく。

(ニ) レポートを作成するための記録用紙等に不備がないこと。

上記（エ）と併せて、記録用のワークシートやスケッチブック等に不備がないか点検する。記入欄の大きさや指示内容、記入方法に不明な箇所がないかなど細かいところまで配慮する。なお、生徒の実態に合わせて、その内容や形式に工夫を加え改良していくことも忘れてはならない。

(ホ) 生徒にとって、単元の目標の理解に迫る活動であるか再検討すること。

予備実験を一通り終えてみて、単元の目標の理解に達するための活動として適切かどうか、今一度検討する。操作の中に、更に工夫や改善を加えることで理解しやすい内容にならないか、あえて試行錯誤する活動を加えることで生徒の主体的な考察や活動を促す姿勢を引き出すことができないか、など常に生徒の実態を想定しながら予備実験に取り組まなければならない。

以上、予備実験を終了したら本番の活動に向けて、指導内容や指示事項に修正を加える。それらを踏まえて、生徒実験に臨むように心掛ける。

(2) 活動中

ア 目的意識をもたせ、実りのある学習活動にさせる手だてがなされていること

(ア) 本時の活動内容と目的を正しく把握させる。

観察、実験の内容と目的を生徒に正しく理解させながら取り組ませることが最も重要である。また、本時の学習活動の中で目的意識をもたせ、実りある有意義な活動にするためには、あらかじめ結果を予想させたり、実験計画を自ら立案して主体的に取り組んでいく活動を積極的に取り入れる。

(イ) 観察の手法や実験の操作方法の留意点を正確に理解させる。

すべての生徒を学習目標に滞りなく到達させるためには、活動の手順や手法、留意点を

正確に伝え、理解させておくことが大切である。例えば、観察、実験の進め方を記述したワークシートや実験プリント等を用いて分かりやすく説明することも効果的である。同時に生徒に対しては、日頃から教師の説明や指示を聞き漏らさないような注意力の喚起とともに、毅然とした指導を心掛けることが大切である。

(ウ) 測定値、観察された現象等の記録を確実に残す手段を示す。

観察、実験においては、見るだけではなく正確な記述やスケッチで記録に残す活動が求められる。この活動は、生徒評価にも直結する重要なものなので、活動中の適切な記録の記述方法、保存方法等を明確に指示しておく。

イ 活動中の安全に、十分配慮させること

(ア) 電気器具、ガラス器具の取扱い、火気、試薬の取扱い上の注意を促す。

高温、低温になる器具や物質、高電圧、劇毒物、危険物などを取り扱うことも少なからずあるので、生徒に対する安全指導は確実に行われなければならない。それぞれの器具、試薬の取扱い上の注意事項を生徒に徹底し、正しい操作が安全に配慮されたものであることを理解させることは、教師の大きな責務であることを認識し、適切に行う。

(イ) 廃液等の処理に関する指導を適切に行う。

特に有毒な廃液処理については、環境教育の観点からみても十分に配慮しなければならない。廃液を種類ごとに分別し、処理業者による適正な回収の手続きもとっておく。

(ウ) 悪ふざけや不注意が、事故の引き金になることを示して予防する。

活動中の事故で最も多いのが、生徒の悪ふざけや不注意によるものである。また、正しい操作を理解していない場合の事故も多い。ふざけて本人がけがを負う場合、相手にけがを負わせてしまう場合、どちらも起きてはならないことであり、教師が未然に防いでおかななければならない。生徒には繰り返し、行ってはならない行為を具体的に示して、正しい操作を徹底させる。このことは、日頃の授業の雰囲気や、授業中の教師、生徒の心構えによる影響が大きい。そのような意味からも、観察、実験中のみならず、常日頃からクラス全体を掌握する教師の姿勢（気配り、目配り）が大切である。

(エ) 防護用品の装着を義務付ける。

教師にとって安全管理、危機管理は重要な指導項目である。観察、実験においては、安全めがね、防護手袋、白衣などをクラス人数分はそろえておきたい。生徒たちに身に付けさせるだけで、安全に対する心構えが築かれ、今後の活動にもよい影響を及ぼす。

ウ 生徒の進行状況を必ず把握すること

(ア) 観察、実験が目的や達成目標に沿って、適正に活動されているかを確認する。

生徒の行う活動が、本時の目的に沿って適正に行われているかを、机間指導等をしながら正確に把握する。学習内容がきちんと理解されるよう、適切なアドバイスを与えながら点検、修正を加える。その際に、本時の指導目標と評価の観点に照らし合わせて、生徒の活動を観察して評価する。

(イ) 予想される生徒の不手際などを未然に防止する。

生徒の進行状況の把握の際には、予想される不手際（間違った操作など）を、早い段階で修正させる。このことにより、クラス全体の活動が円滑に行われ、効率的な授業の進行が達成される。しかし、不手際のすべてを修正させる必要はない。生徒の自発的な「気付き」を期待するものよい場合がある。ただし、一からやり直しをさせるような状況は極力避けるべきである。

(ウ) データの処理やスケッチ等が時間内に行うことができるか掌握しておく。

活動中のデータの測定やスケッチを残す活動が決められた時間内に終了するように、生徒個々の進行状況を的確に掌握する。活動中盤には大方の活動が山場を越しているようにさせる。これは、授業後半のまとめなどを含めて、授業時間内に終了させるためである。遅れ気味の生徒（班）には支援し、クラス全体の活動が時間内に終了できるように配慮する。

(エ) データ等の処理に関する時間を確保し、活動の成果を生徒に実感させる。

活動中にとった記録が、本時の学習内容を理解させるための有効な資料になる。これらを用いて、この後のまとめに活用させていかなければならない。記録こそ、観察、実験の重要な成果であり、目的に到達したかどうかを生徒に実感させるための貴重な資料となる。そのために結果の整理や処理の時間を十分確保し、その記録を大切に扱うように指導する。

(3) 活動後

ア まとめる、発表する機会を設けること

(ア) レポートにまとめる、若しくは発表する活動を積極的に取り入れる。

観察、実験を行ったら、必ずレポートやワークシート等にまとめさせる指導を行う。また、それらを基に、他の生徒の前で発表させることも視野に入れたい。社会に出てからは、発表の原稿をまとめたり、プレゼンテーションソフト等を用いて要点を簡潔にまとめ、人に伝えるという活動は、ますます重要になってくる。このような機会を利用して、生徒の活動を支援しながら、「まとめる力」「発表する力」「説明する力」の育成にも力を注ぐ。

(イ) 課題研究などの活動へ結び付ける指導を行う。

生徒の取組状況や達成度によっては、更なる発展学習に結び付けるように指導を行う。本時の観察、実験によって得られた学習内容を踏まえて、その延長上にある課題研究、若しくは類似した活動の追試などを行うことができる。生徒の主体的な学びを支援し、更なる理解の深まりを図ることができれば、生徒の探究心を育成する絶好の機会となる。

(ウ) 長期休業中の探究活動や理科課題研究、総合的な学習の時間への導入を視野に入れる。

学校や生徒の実態によっては、長期休業中や総合的な学習の時間のように、比較的長時間、同じ内容の活動が実施できる機会があれば、是非発展的、継続的な活動を支援していくことを視野に入れてほしい。集中して活動を行うことで、生徒の科学的リテラシーはますます高まり、確かな学力を育成するための具体的な活動に結び付く。是非、生徒の実態に即して具体的なアドバイスを与えながら、多角的で深まりのある観察、実験を促進していく指導を心掛けたい。

イ 反省・評価を次回に生かすこと

(ア) あらゆる活動の評価を行う。

活動後には（場合によっては、活動中においても）、生徒の取組状況や使用物品の使い勝手、配付教材の内容、活動内容、安全管理体制等、あらゆる活動を顧みて、改善の余地がないか、常に点検・反省していくことが重要である。

(イ) 改善点を具体的に把握する。

多くの生徒が間違った手順や手法を繰り返したり、助言や指導が効果的に機能しなかった場合は、活動方法そのものに改善すべき課題が多く含まれていることが考えられる。また、安全に観察、実験が行うことができたか、けがや事故が生じてしまった場合は、その状況、その後の対応を自己あるいは相互点検し、その改善に全力で努めなければならない。これらは具体的に記録を残し、その後の指導に役立てる。

(ウ) 自己評価、授業評価を蓄積し、その結果を校外で検討し改善に努める。

定期的に生徒アンケートをとって、自己評価と授業評価を行わせることが重要である。これらの分析によって、観察、実験の目的を達成させるための改善を繰り返して、有意義な観察、実験に昇華させたい。評価資料は整理して蓄積し、学校内外の教師の指導を仰ぎながら、授業改善に努める姿勢を大切にする。

(4) 安全管理体制の整備

安全管理体制については、観察、実験の活動時期に関係なく、それぞれの学校で安全な活動が実現できるように、年度始めに必ず点検あるいは新規に策定し、対応可能な体制の整備を行っておく。

ア 事故防止のための活動

以下に、具体的な留意事項を述べるので、すべての項目に対して適切に処置・対応をしておかなければならない。

(ア) 理科室内の環境が、きちんと整備されている。

生徒の活動する実験台周りの整理整頓は、観察、実験における基本である。生徒の使用頻度、使用状況に応じて機器や器具を配置する。コンセントやガス管の点検整備も定期的に行うようにする。廃棄物の処理場所の設置、ドラフトなど排気や換気の管理にも注意する。防火対策のための消火器、バケツ、大きめのタオルや雑巾も準備しておく。

(イ) 安全確保のための意識向上をねらった指導の準備が整っている。

生徒の服装にも注意を払わせる。衣服の素材は、火気を誘引しにくいものを選び、できれば人数分の白衣等を準備する（必要な場合は、耐熱手袋やゴム手袋も準備）。余分な飾りがなく、機能的な服装（袖口、裾、足下、襟元も端正に）を心掛けさせる。また、露出部分が少なくなるように注意させる。安全めがねやゴム手袋などの準備と装着は常に心掛ける。

(ウ) 危険な因子の予測と検討が事前に行われている。

予備実験中や活動内容の構想を練る中で、危険な因子を予測し抽出しておくことが大切である。その因子を検討しそれを回避するための代替法や、生徒の習熟や訓練によって危険因子を最小限に食い止めるための安全管理の意識を、教師は常にもっていなければならない。

(エ) 機器、器具等の定期的な安全点検が実施されている。

日頃から、転倒や落下など保管方法の点検も含めて、機器、器具等の点検を行っておくことが必要である。高電圧を生じる機器に関しては、専門の業者による定期点検を、また温度変化を伴う実験に用いる器具には、ひび割れやキズがないことを確認しておく。

(オ) 薬品等の管理が適正に行われている。

特に化学薬品については、法律でその管理規定が決められており、施設管理責任者はその管理を義務付けられている。一般に薬品は冷暗所にて、転倒予防をした薬品棚に種別ごと（毒物及び劇物取締法に基づく）に整理して保管されなければならない。併せて、使用量や使用者の記録を厳重に行い、その使用目的についても届けることになっている。定期的な在庫量の点検を怠らないこと。また、施錠の確認、鍵の管理も重要である。

(カ) 廃棄物の処理方法は適切に行われるように配慮されている。

廃棄物の処理方法に関しても、各種法律で決められていて上記(オ)の薬品管理と同様の管理、及び処理業者との連携を図っておかなければならない。重金属を含む廃液は、大きめのポリ容器に回収保管する。酸、塩基については互いに中和してから大量の水で薄めな

がら流すなど、適切に処理しなければならない。一方で、マイクロスケール実験やグリーンケミストリーなど、環境保護の観点から考案された実験方法の積極的な導入を進めていく。

イ 事故への諸準備

具体的な留意事項を述べるので、すべての項目に対して準備あるいは整備をしておく。

(ア) 応急処置のための準備

過去に起こった事故や、起こりうる事故を想定し、その際に生じるけがや損傷への基本的な処置の方法を教師は熟知しておかなければならない。また、それらへの対応には訓練の要するものが含まれることも認識しておく。救急箱の準備も必要である。

(イ) 事故発生時の安全管理体制の確認

事故防止の指導を行っていても、不幸にして事故が起こる場合もある。このような場合には、一人の教師で対応するのではなく、あらかじめ多くの職員の連携が機能するような緊急対応のための体制を整備しておくことが肝要である。校内のみならず、野外観察などの実習・観察の場合の事故にも対応できるように、養護教諭、担任、保護者、管理職、救急病院、関係諸機関、その他の教員などとの連絡体制を確認しておくこと。このような準備を行っておけば、不慮の事故に遭遇した場合も落ち着いた行動をとることができる。

ウ 万一事故が起こった場合の対応

万一事故が生じた場合も、落ち着いて対応する。直ちに養護教諭に連絡し、連携して、速やかに適切な対応をする。以下に処置の例を幾つか述べる。繰り返すが、教師が実際に対応できるように日頃から訓練しておかなければならない。

(ア) 目に薬品等が入った場合

直ちに流水で洗浄する。まぶたを指できちんと広げて5分間以上流水で洗い流す。

(イ) やけどを負った場合

きれいな流水ですぐに冷やす。患部が小さな場合は、清潔なポリエチレン袋等に氷水を入れ、それを当てて冷やすのもよい。大きめのたらいやバケツに、そのまま手や腕、足首から膝辺りをつけて冷やすのもよい。着衣の上からやけどを負った場合は、着衣はそのままにして流水で冷やす。

(ウ) 誤って飲み込んだ場合

試薬や薬品、異物等を飲み込んだ場合は、大量の水（あるいは牛乳）を飲ませる。吐き出させてはいけない。

(エ) 有毒な気体などを吸引した場合

有毒な気体等を吸引した場合は、鼻をかませ、うがいをさせる。患者を実験室から連れ出し、新鮮な空気を通る場所に移動させ座らせ、安静にさせる。その際、保温にも配慮する。

(オ) 切り傷を負った場合

小さな切り傷の場合は、直ちに水で洗浄し、傷口を心臓の位置より高くして患部の根元を手で押さえる等をして止血する。その後、消毒薬等で殺菌、消毒する。大きな切り傷を負った場合や、出血が多い場合は止血帯を用いて止血する。

(カ) 心肺停止状態になった場合

高電圧部分への接触感電、薬品等の吸引・誤飲、野外観察での転倒等で心肺停止状態になった場合は、人工呼吸やAEDによる蘇生法を実施する。同時に、直ちに救急車の要請と他の職員の協力を仰ぐための連絡をとる。この場合の対応には知識と経験が必要なので、

できれば年1回程度の訓練や講習を受講しておくことが望ましい。また、訓練等を行った職員の情報を共有し、直ちに対応できるような救急支援体制を整えておく。

いずれの場合も、事故発生の時刻、状況を確認し（すぐにメモする）、直ちに管理職、養護教諭、担任等に連絡をする。緊急性を要する場合は、速やかに救急車等呼び専門医へ搬送する。また、保護者への連絡も忘れてはならない。観察、実験の指導においては、事故防止に十分配慮しておくことは言うまでもない。しかし、万一事故が生じた場合に、そのための体制の整備を行っておくことで、適切に処置・対応することができる。観察、実験の指導に際しては、これら不測の事態への対応も求められていることを教師は認識しておく。

勤務校の、「事故発生時の対応マニュアル」をよく読み、行動できるようにしておくこと。

4 授業中の指導のポイント

授業展開における技能も、よい授業を行うための大きなポイントである。素晴らしい授業計画を立てても、それを生かすには押さえないポイントが幾つかある。ここでは、机間指導と発問について述べる。

(1) 机間指導

机間指導は生徒一人一人の学習状況や心理状況を個別に把握し、個を生かした指導ができる重要な機会である。目的をもち、一部の生徒に偏ることのないように、全員に目を配ること。

ア 机間指導の目的

(ア) 生徒の理解度の把握

- ・個のつまづきを見る。
- ・共通の間違いを発見する。
- ・教科書・教具の点検をする。
- ・板書事項をしっかりと書き写しているか確認する。
- ・実験の進捗や取組状況を確認する。

(イ) 授業態度の把握

- ・学級全体では質問できなくても、一対一だと質問がしやすくなる。目を配り、声を掛けることで意欲が湧く生徒もいる。
- ・学習に飽きたり興味を示さない生徒に注意を与え励ます。全体場で注意するよりも、生徒の近くで個別に指導をする方がよい場合が多い。
- ・教師が近づくことによる緊張感も、生徒を授業に集中させる大切な要素である。

イ 机間指導の留意点

- ・明確な意図・目的をもって行う。
- ・全員を見て回る。一部の生徒にかかりきりにならぬように留意する。
- ・つまづいている生徒に適切なヒントを与えるように留意する。

(2) 発問

発問は授業の中で重要なポイントである。よい発問は生徒の思考を深め、内容のある答えを引き出すことができる。効果的な発問をあらかじめ準備し、生徒の力を引き出したい。

ア 発問の方法

(ア) 導入部

「～を知っているか」などと問い掛け、学習の雰囲気づくり、興味・関心をもたせる。さらに、生徒の予備知識の有無を確認する。また、前時の要点を復習することで、今までの理解の確認をする。

(イ) 授業中

授業内容について発問を行い、生徒の思考を引き出し、理解を深める。

(ウ) まとめ

「今日の授業で何が分かったか」と発問し、理解したことをまとめさせる。「学習した法則は、どのような自然現象のことなのか」などの発問をし、より発展的な考え方を育成する。

イ 発問の仕方の留意点

- ・簡潔明瞭な発問をする。生徒の能力に応じて具体的で答えやすい問いにする。
- ・発問は全体に問い掛け、その後に生徒を指名していく。
- ・必ず「間」（考える時間）をとる。急ぐあまりに答えを言ってしまわない。
- ・答えは「単語」ではなく、まとまりのある「文章」で答えさせるようにする。このことは表現力の育成につながる。そのためには、発問に工夫が必要である。
- ・評価し、認める。生徒の答えを十分尊重し、努力を認めるとともに適切な評価を行う。また、間違った答えでも努力を認め、次も答えようとする意欲を促す。

(3) デジタル教材（ICT）の活用

デジタル教材を活用することにより、授業に対する児童生徒の興味・関心を高め、理解を深めることができる。デジタル教材の活用にあたっては、授業での活用の目的と意図を明確にし、展開のどの場面でどの程度用いることが最善かを熟考することが大切である。このため、個々の教員による多くの実践研究を積み重ねることが必要となる。

ア デジタル教材の必要性和効果

高等学校については、各科目で学習すべき項目が大変多く含まれ、実験も多種類にわたることから、十分な実験・観察に時間をとらず、授業を進めていくことが多い。そんな中でデジタル化された教材を授業に活用すると、生徒の学習意欲が高まるだけでなく、実験や観察においてデジタル教材を加えても、従来と同じ授業時間で済み、さらに、学習内容の習得が早まるなど以下の点についても効果が期待できる。

- (ア) 従来実施できなかった実験を擬似的に体験させることができる（学習内容の充実が図られる）。
- (イ) デジタル教材を追加することで、生徒の理解が早くなり、実験や観察にかかる時間も十分確保でき、従来とほぼ同じ時間数で指導内容を消化することができる（指導時間の短縮）。
- (ウ) 発展的、先端的な内容のデジタル教材を見せることで、内容を深め、興味を高めることができる。
- (エ) 科学的に高いレベルの内容を扱ったものも多くあり、教師自身の教材研究の資料としてもその活用の幅を広げることができる。

イ 効果的なデジタル教材の活用方法

デジタル教材を効果的に活用するためには、以下の方法がある。

- (ア) デジタル教材を提示する前に学習内容の視点を与える。
- (イ) デジタル教材を提示しながら学習内容を説明する。
- (ウ) デジタル教材の提示後に学習内容の定着を図るために確認の発問をする。

ウ 実践例 ※「DC」＝「デジタルコンテンツ」

1 科目名・単元名

化学基礎「酸・塩基」

2 単元の目標

- ・酸と塩基が中和するときの量的関係を理解する。
- ・滴定操作により酸や塩基の濃度を求めることができることを実験を通して理解し、計算方法も体得する。

3 使用デジタル教材

独立行政法人科学技術振興機構（JST）「理科ねっとわーく」

※活用のポイント【実験操作の説明】

実験装置の取り扱い方法や操作手順についてデジタルコンテンツを利用し大画面で提示して、実験の流れを把握する。また実験中も繰り返し映像を流すことで操作を習得しやすくする。

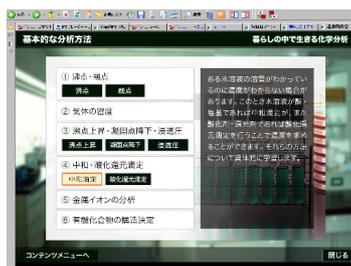
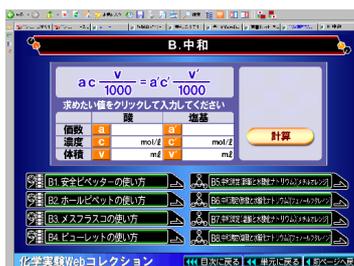
<利用コンテンツ名>

DC①「化学実験 Web コレクション」酸と塩基の反応

http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0080a/contents/05/t_05_b_00.html

DC②「暮らしの中で生きる化学分析」中和・酸化還元滴定

<http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0260e/start.html>



4 指導計画（15 時間扱い・本時 14/15）

- ①酸と塩基（1 時間）
- ②酸と塩基の分類（4 時間）
- ③水溶液と pH（3 時間）
- ④中和（7 時間・本時 6 / 7）

前時までに中和滴定の量的関係式の説明及び問題演習，さらに滴定曲線の説明も終えている。

5 本時の目標

- ・中和滴定の量的関係式と実験装置の取扱いを，食酢中の酢酸濃度を実験により求めながら理解を促し操作を習得する。

6 本時の展開

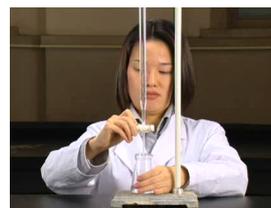
生徒の思考と活動の流れ	教師の支援・使用コンテンツ
<p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">食酢中の酢酸濃度を測定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●実験装置の名称及び器具の取り扱い方を知る。 ・装置の組み立て方を理解する。 ・ホールピペットの標線と目の高さを水平に測り取り，膨らみのところを手で握ることで中の空気が膨張して先に残る食酢をすべてコンカルビーカーに出せることを理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ DC①とワークシートとを併用し，ホールピペットとビュレットの操作方法を説明する。 <div style="text-align: center;">  <p>ホールピペットの使い方（DC①）</p> <p>※ホールピペットの膨らみ部分を握っている。</p> </div>

- ビュレットに NaOH をロートをを用いて入れるが、上から NaOH が溢れないよう入れる際に注意する。
- 始点の目盛りは、ゼロである必要がないことを理解する。
- コックを開くこととビーカーを振り攪拌することを同時にを行うことを理解する。
- 目盛りのあるところで終点となるよう予測し、実験を開始する。

- 中和点を指示薬の色の変化で知る。
- 酢酸と水酸化ナトリウムの中和では、中和点が弱塩基性を示すのでフェノールフタレインが有効であること知る。
- 薄い赤紫色の時を中和点と判断することを知る。

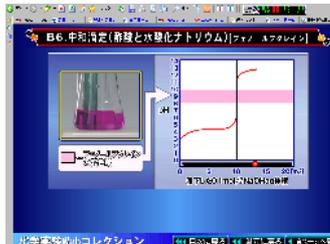
- 滴定実験を行う。
- 小グループに分かれて実験する。
- 実験を通して器具操作を習得し、コニカルビーカーはその度に水洗いするだけでぬれたまま使用してかまわないことを理解する。

食酢中の酢酸濃度を測定し、各種器具の取り扱い方法を習得できた。



ビュレットの使い方 (DC①)

- 起こしやすいミスにも触れる。



中和滴定フェノールフタレイン (DC①)

- 中和点で大きく pH が変化し、同時に 1 滴で無色から赤紫色に変化することを説明する。



中和滴定 (DC②)

- 1 度滴定が失敗に終わっても、すぐに 2 回目が行えるよう準備を促す。

7 活用のポイント

デジタルコンテンツを使用しない実験では、教員が繰り返し「お手本」を示すことが時間的制約の中で困難であったが、デジタルコンテンツではリPEAT再生で簡単にその問題が解消された。結果的に生徒の行う滴定回数を増やすことにつながり、経験回数が増えたことで上手に滴定できる生徒が増加した。中和点の薄赤色の判断に関しては、DC①のスライダーを動かして微妙な変化を何度も再現させることで中和点以前の状態と入れすぎた場合の赤色が明示でき、「この色でいいですか」と確認を求める生徒が減少したことを感じた。

また従来説明の後「さあ実験を始めよう」と促しても、生徒は周囲を見回して躊躇^{ちゆうちゆう}しており取組開始が遅かったが、デジタルコンテンツの利用によって生徒の動きが積極的で早くなったように感じられた。実験操作全体のイメージが生徒個々に作られた成果と考えられる。

さらに、DC②の動画を Windows Movie Maker を用いて、自分が説明しやすいように短縮カット編集し、テロップの挿入などを行った。ウェブ上のデジタルコンテンツをそのまま授業に利用することは効率という点からして時間の無駄が生じる場合があるが、こと動画に関しては先のソフトなどを利用してカットするだけで足りると思われる。また、編集しなくてもタイムラインを確認しておけば、好きな所を選んで繰り返し再生することも可能である。

以上のことより中和滴定実験においてデジタル教材を活用することは、第一に生徒一人一人に実験操作全体のイメージ化が図られ取組開始が早くなった。また大画面でのデモ映像によりホールピペットやビュレットの正しい操作・スキルの習得を促すことができた。第二に、一人当たり滴定実験回数が増えたことで、(デジタル教材を使用しなかった従来は、場合によっては1回程度の滴定の時もあったが)中和点でのフェノールフタレイン変色の鋭敏さを複数回体験し、中和の量的関係および中和点を色で判別できるという知識が定着しやすくなったと思われる。第三に教員側にとって説明時間の短縮により、生徒の実験操作に目が届きやすくなった。これは誤った操作の指摘と安全に実験が実施できることにつながった。以上のように、デジタルコンテンツの活用は、「科学的な知識や概念の定着を図る」ことに有効な手段の一つであると考えられる。

5 物理分野の授業展開例

ここでは、物理分野の「一斉授業の展開例」と「実験の展開例」を示す。

(1) 一斉授業の展開例

物理の一斉授業の展開例として、「仕事」を取り上げ、学習指導案の中に記入することができなかつた、より詳しい授業展開のポイントを紹介する。以下のポイントは、後述の学習指導案での指導上の留意点にある*印の場面で参考にさせていただきたい。

ア 導入

①日常生活の「仕事」を言葉で挙げさせ、物理の「仕事」と異なることを理解させる。

イ 展開

②仕事の単位[J]は、馴染みのない単位なので、具体例を示すとよい。

例 「1 [kg]の物体を等速で鉛直上方に10 [cm]持ち上げるときの仕事が約1 [J]である」
「みかん1個を等速で鉛直上方に1 [m]持ち上げるときの仕事が約1 [J]である」
身近なものを持たせて体験させるとよい。

また、単位の次元(ディメンジョン)を説明し、単位の重要性を認識させたい。

単位の名前となったジェームス・ジュール(*James Joule* 1818~1889)の功績や時代背景を説明することで、単位[J]が仕事の単位だけでなく、エネルギーや熱量の単位であることも併せて説明し、今後の展開の興味付けとしたい。

③仕事はベクトル量でなくスカラー量であることを強調する。次に学習するエネルギーもスカラー量なので関連付けて説明し、ベクトル量と違い、大きさで考えることを印象付ける。

④力が斜めに加わる仕事では、移動方向と平行に加わる力の成分が、仕事に必要な成分であることを強調し、物体の移動方向と直角に加わる力の成分は仕事をしないことを理解させる。つまり仕事とは、「力が物体の移動に貢献した度合い」を表すイメージを養う。例として、水平面上を進む物体に加わる垂直抗力と重力は仕事をしていないことを説明する。

正の仕事は比較的理解することができるが、負の仕事はイメージがつかみにくい。仕事をベクトル量として考えてしまう傾向があるので大きさ(スカラー量)で考えることを強調し、負の仕事は進行方向と逆向きに力がはたらく場合であることを理解させる。例として動摩擦力などを用いるのが適切である。

⑤ $F-x$ 図を描き、その面積が仕事の大きさを表していることを理解させる。特に、一定の大きさではない力 F による仕事を求める場合に、有効な考え方であることを強調する。

面積が計算で求めにくい形の場合は、グラフに厚紙を貼り、重さを量って面積を求めることができることなどを交えながら展開していくと興味を喚起することができる。

⑥仕事の原理の定義「道具を利用することで物体を動かすのに必要な力を小さくできるが、仕事を減らすことはできない」ことを理解させる。

演示実験は定性的に示し、てこ、動滑車、斜面などの例が適切である。また、話題としては自転車の変速ギアや山登りについて説明すると理解しやすい。

ウ まとめ

⑦仕事と仕事率で生徒が混乱するのは、仕事の W (work)と仕事率の単位[W] (*Watt*)の表記が同じ文字であることによる。そのため、公式だけで覚える生徒は間違いやすい。単位に[]を付けることなどで混乱を避けたい。

物理量を表すために用いられる文字の由来となる英単語、単位の由来となる人名などについて触れることで、闇雲に覚えるのではなく、意味を考える習慣を養いたい。

時間があれば仕事率と電力の関係や、単位の名前となるジェームズ・ワット(*James Watt* 1736~1819)についても触れることができるとより良い。

理 科 (物 理 基 礎) 学 習 指 導 案

指導者 教諭 △△ △△ 印

- 1 日 時 平成〇〇年〇〇月〇〇日 (△) 第〇限
- 2 ク ラ ス 1年〇組 〇〇名 (男子〇〇名, 女子〇〇名, 合計〇〇名)
- 3 場 所 1年〇組教室
- 4 使用教材 高等学校 △△物理基礎 (△△△出版), 自作プリント
- 5 単 元 第1編 物体の運動とエネルギー 第4章 仕事と力学的エネルギー
- 6 単元の目標 物理では仕事をどのように決めているかから出発し, 仕事及び仕事率について理解する。エネルギーを仕事する能力という形で導入し, 運動エネルギーと位置エネルギーについて具体的に学ぶ。また, 力学的エネルギー保存の法則を理解する。
- 7 本時の位置 物体の運動とエネルギー (27 時間) 第4章 仕事と力学的エネルギー (6 時間)
- (1) 仕事, 仕事の原理, 仕事率 2 時間 (本時 1 / 2 時間)
- (2) 重力による位置エネルギー 1 時間
- (3) 弾性力による位置エネルギー 1 時間
- (4) 運動エネルギー 1 時間
- (5) 力学的エネルギーの保存 1 時間
- 8 本時の目標 (1) 物理用語としての仕事の意味と日常生活で使う仕事の意味を区別する。
- (2) 力と変位の向きが同じ場合と異なる場合のそれぞれについて, 仕事の定義を理解する。
- (3) 演示実験を用いて, 仕事の原理を理解する。

9 本時の展開

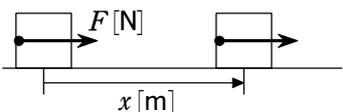
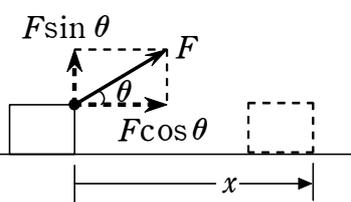
過 程	学 習 活 動	指 導 上 の 留 意 点	評 価 の 観 点
導入 5分	物理の用語としての仕事の意味を理解する	日常生活の仕事の例を挙げさせ, 物理の仕事との違いを理解させる。*①	
展開 40分	<p>1 仕事の定義についての確認 仕事の定義 $W = Fx$ を正確に把握し, 理解する。</p> <p>2 力が斜め方向にはたらく場合の仕事 プリントを使って, $W = Fx \cos \theta$ を確認する</p> <p>3 力の大きさが変化する場合の仕事</p> <p>4 仕事の原理 道具を使って必要な力を小さくすることはできるが, 必要な仕事は一定であることを理解する。</p>	<p>仕事の単位 [J] は馴染みのない単位なので 1 [J] の仕事の大きさを具体例で示す。*②</p> <p>仕事はベクトル量でなくスカラー量であることを理解させる。*③</p> <p>物体の移動方向と直角にはたらく力が仕事をしないこと, 正・負の仕事の意味などをきちんと理解させる。*④</p> <p>$F-x$ 図の面積が仕事の大きさを表すことを理解させる。*⑤</p> <p>動滑車など演示実験を用いて定性的に内容を理解させる。*⑥</p>	<p>【知識・理解】 (1)</p> <p>【思考・判断・表現】 (2)</p>
まとめ 5分	本時のまとめと, 次回の予告	「仕事率」につながる話題を示す。 *⑦	

10 本時の重点とする生徒評価の観点及び方法

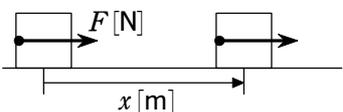
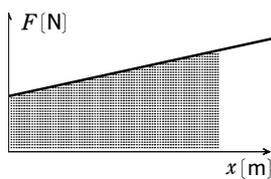
- (1) 物体の移動方向と直角にはたらく力が仕事をしないことと正・負の仕事の意味を正しく理解することができる。
【知識・理解】 《提出プリント》
- (2) 動滑車など演示実験を用いて, 仕事の原理を理解することができる。【思考・判断・表現】 《提出プリント》

11 御 高 評

板書計画 黒板を3分割して使う。位置は(左)(中)(右)とする。

(左) 1	(中) 2	(右) 3
<p>◎ 仕事…力の物の移動に対する貢献度を表す</p> <p>定義 一直線上で物体に一定の大きさ F [N]の力を加えて、その向きに距離 x [m]だけ動かすとき</p> $W = Fx$ <p>をその力のした仕事, 又は, 力を加えたものがした仕事という。</p>  <p>単位 物体に1[N]の力を加え、その向きに物体を1[m]動かすときの仕事を1[J]とする。</p> <p>注意 仕事はベクトル量でなくスカラー量である。</p>	<p>次元 $W = Fx$</p> $[J] = [N \cdot m]$ $[M^1 L^2 T^{-2}]$ <div style="border: 1px dashed black; height: 150px; margin-top: 20px; text-align: center; vertical-align: middle;"> <p>問題演習</p> </div>	<p>◎ 力が斜めにはたらく場合</p> <p>ポイント 仕事に有効な力の成分</p>  $W = Fx \cos \theta$ <p>$0^\circ \leq \theta < 90^\circ$ 正の仕事</p> <p>$\theta = 90^\circ$ 仕事は0</p> <p>$90^\circ < \theta \leq 180^\circ$ 負の仕事</p> <p>注意 進行方向に対して90°に加わる力は仕事をしていない。ただし、重力に逆らう仕事もあるので注意する。</p>

黒板(中)を消して説明。次に(右)を消して説明。(左)は残す)

(左) 1	(中) 4	(右) 5
<p>◎ 仕事…力の物の移動に対する貢献度を表す</p> <p>定義 一直線上で物体に一定の大きさ F [N]の力を加えて、その向きに距離 x [m]だけ動かすとき</p> $W = Fx$ <p>をその力のした仕事, 又は, 力を加えたものがした仕事という。</p>  <p>単位 物体に1[N]の力を加え、その向きに物体を1[m]動かすときの仕事を1[J]とする。</p> <p>注意 仕事はベクトル量でなくスカラー量である。</p>	<p>参考 重力に逆らう仕事</p> $W = mgh$ <div style="border: 1px dashed black; height: 150px; margin-top: 20px; text-align: center; vertical-align: middle;"> <p>問題演習</p> </div>	<p>◎ 力の大きさが変化する場合の仕事</p> <p>ポイント F-x図の面積が仕事を示す。</p>  <p>◎ 仕事の原理…仕事で楽はできない。道具を利用することで物体を動かすのに必要な力を小さくできるが、動かす距離は長くなるので、仕事を減らすことはできない。</p>

(2) 実験（物理分野）の展開例

物理では現象をイメージ化することが大切である。しかし、実体験が乏しい現状ではイメージ化は難しく、内容の理解と定着がなかなかできない。また、知識として物理現象を理解するだけでなく、それを日常の生活に応用させる態度を育成することも大切である。そのための効果的で具体的な方法が、物理的な事物や現象について観察・実験などを行うことである。こうした作業を通して自然に対する関心や探究心が高まり、物理的に探究する能力と態度が身に付くことになる。

例 各学習活動における留意点 実験例 「おんさの振動数の測定」

ア 本時の内容について把握する（指導案の学習活動1）

本時は、ガラス管内の気柱の共鳴を利用して、おんさの振動数を求める実験である。どのような実験においても、その開始において以下の点に留意して指導する。

(ア) 実験の目的を明確に示す。

(イ) 関連する授業内容を確認し、実験により何をどのように求めていくのかを把握させる。

(ウ) 騒がしい状態での説明は行わず、指示内容が静かに聞けるよう生徒を集中させる。

(エ) 悪ふざけや不注意が事故の元であることを注意する。

イ 実験の方法及び留意点を理解する（指導案の学習活動2）

実験プリントを配付し、筆記用具と実験プリント以外は机の上に置かないよう指示し、実験方法についての説明を実験プリントを用いて行う。

(ア) 実験方法については手際よく丁寧に説明する。

(イ) 装置の扱いや操作方法の注意点を徹底する。実験書などに載っている留意事項だけではなく、自分で事前実験を行い、気付いた点を提示する。

〈本時の場合〉

① 各班の実験を行う場所が近すぎると共鳴音が聞きづらいので、離れて行う。場合によっては、準備室や廊下で実験を行う。

② 気柱共鳴装置に水を入れる時のガラス管と水だめの位置関係を徹底する。

③ おんさを振動させてから管口近くにもっていく。

④ ガラス管が破損するおそれがあるので、おんさをガラス管に触れさせない。

⑤ 共鳴する位置は、はじめおよその位置を探した後、その前後で最も大きく聞こえる位置を決めていく。

⑥ 共鳴音の聞こえ方には個人差があるので、班員全員が観測する。

(ア) 測定値の精度をどこまで要求するかを徹底する。

(イ) 測定値はもとより、実験中に気付いた点は随時記録にとどめておくよう指示する。

ウ 実験の開始（指導案の学習活動3）

実験が始まったら机間指導をしながら、以下の点に留意して指導する。

(ア) 生徒の実験への取組状況を把握する。互いに協力して実験を行っているか否か、生徒の様子を観察し、評価等に組み入れるようにする。

(イ) 実験器具の操作方法や測定方法に誤りのある班を把握し、適切な助言を与える。

(ウ) 記録が適宜行われているかを確認し、結果のまとめと説明の準備をしておく。

エ 後片付けをする（指導案の学習活動4）

測定が終わったら、まずは後片付けをする。

(ア) 実験器具は所定の位置に戻す。

(イ) 班全員で後片付けをするよう指示する。

(ウ) 器具や装置の破損状態や数を確認する。

オ 測定値の処理と考察及び結果を検討する（指導案の学習活動5・6）

測定値から得た結果が理論値と一致するかどうか、生徒が最も気にする点である。

(ア) 机間指導しながら、正しく処理がされているかどうかを確認し、適切な助言を行う。考察についても記入していくよう指示する。

(イ) 有効数字の扱いについて注意する。厳密に行うか、大体で行うか、生徒の実態に応じて対処すればよい。

(ウ) 本時では行わないがグラフを作成する場合、横軸と縦軸の関係、方眼紙全体を使っての数値の付け方、プロットした点を基に直線または曲線を引いたときの点のばらつき、原点を通るか否か、等々について注意する必要がある。

(エ) 測定値と理論値が一致したかどうかにとらわれず、ずれが生じた場合には原因が何かを考えさせる。

(オ) 得られた結果を黒板に記入させたり、口頭で発表させたりして、全体で検討していく活動を取り入れる。

(カ) ICT機器などを用いて解説をするのもよい。

カ 本時のまとめをする（指導案の学習活動7）

最後に、実験プリントをまとめさせ、本時の内容について整理する。

(ア) 本時の活動を振り返らせ、目的が十分に達成されたか考えさせる。

(イ) 取組の様子を評価し、良い点は継続するように、注意された点は改善するように指導する。

(ウ) 次回の予告を行う。

(エ) 生徒の実態に応じて、更なる探究活動を提示したり、発展的な学習に結び付けたりするような指導を心掛ける。

理 科 (物 理 基 礎) 学 習 指 導 案

指導者 教諭 △△ △△ 印

- 1 日 時 平成〇〇年〇〇月〇〇日 (△) 第〇限
- 2 学 級 全日制 普通科 1年〇組 〇〇名 (男子〇〇名, 女子〇〇名, 合計〇〇名)
- 3 場 所 物理教室
- 4 使用教材 高等学校 △△物理基礎 (△△出版), 自作プリント
- 5 単 元 第2部 物理現象とエネルギー 第2章 波とエネルギー
D 音源の振動
- 6 単元の目標 弦の振動は弦の両端を節とする定常波であること, 気柱の固有振動は開口端を腹, 閉口端を節とする定常波であることを理解する。また, 振動体にその固有振動の周期と等しい周期で変化する外力を加えると, 振動体は常に正の仕事を受けて大きく振動するようになることを理解する。
- 7 本時の位置 第2部 物理現象とエネルギー (25時間) 第2章 波とエネルギー (10時間)
D 音源の振動 計4時間
(1) 弦の振動 1時間
(2) 気柱の振動 1時間
(3) 共振・共鳴 2時間 (本時2 / 2時間)
- 8 本時の目標 (1) 気柱共鳴装置を用いた実験の方法を理解し, 積極的に実験に取り組む。
(2) ガラス管内の気柱の共鳴を利用して, おんさの振動数を求める方法について理解する。
- 9 本時の展開

過程	学 習 活 動	指導上の留意点	評 価 の 観 点
導入 5分	1 本時の内容について把握する。 気柱の基本振動・3倍振動の様子について確認する。	・実際には目に見えない気柱の振動をイメージ化し, 波長・振動数との関係を把握させる。	
展開 40分	2 実験の方法及び留意点を理解する。 3 実験を開始する。 共鳴する大体の位置を探し, その後, 水だめをその付近でゆっくりと上下させ, 共鳴点を決めていく。 4 後片付けをする。 5 測定値の処理と考察を行う。 6 結果を発表し, 検討する。	・プリントに沿って実験の手順を説明し, 実験に対する目的意識を高めさせる。 ・机間指導をする。 ・他の班とできるだけ離れた場所で実験をしているか確認し, 操作法について指示する。 ・同じ人だけで共鳴音の観測をせず, 班員全員が観測するよう指導する。 ・測定値や気付いた点については逐次プリントに記入させる。 ・測定が終わった班から実験装置を片付けさせる。 ・データ処理を的確に行い, 考察の内容についても自分の考えをまとめさせる。 ・指名により, 結果について発表させ, 説明させる。	【関心・意欲・態度】 (1) 【観察・実験の技能】 (2) 【思考・判断・表現】 (2)
まとめ 5分	7 本時のまとめをする。	・気柱の共鳴について要点を再度まとめる。	

10 本時の重点とする生徒評価の観点及び方法

(1) 実験方法の説明を静かに集中して聴き, 積極的に実験に取り組むことができたか。

【関心・意欲・態度】(行動観察・提出プリント)

(2) 気柱の共鳴点を的確に探し, おんさの振動数を求めるためのデータ処理や考察を行うことができたか。

【観察・実験の技能】【思考・判断・表現】(提出プリント)

11 御 高 評

おんさの振動数の測定

1 目的

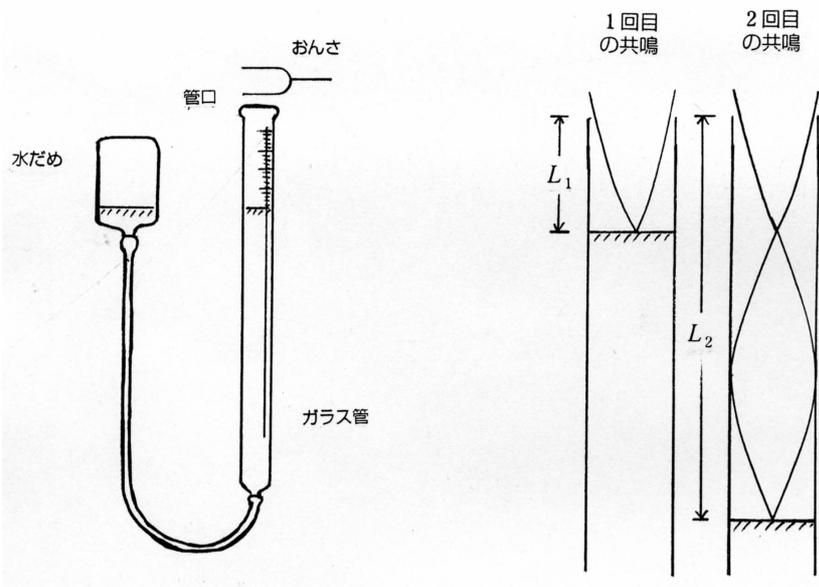
ガラス管内に途中まで水を入れ、管口近くでおんさを鳴らす。このとき生じるガラス管内の気柱の共鳴を利用して、おんさの振動数を求める。

2 準備

気柱共鳴装置、おんさ、おんさをたたくゴム付きつち、ペットボトル(500mL)、温度計、電卓

3 方法

- (1) ペットボトルを用いてガラス管内に水を入れる。水だめは管口辺りに支持し、水面の位置はガラス管は管口近くに、水だめは底の近くになるようにする。
- (2) ガラス管内の温度 t_1 [°C] を測る。
- (3) 管口から離れたところでおんさをたたき、そのままおんさを管口に近づける。
(注) 管口近くでおんさをたたくと、ガラス管が割れるおそれがある。
- (4) 水だめをゆっくりと下げることでガラス管内の水面をゆっくりと下げ、気柱が最も強く共鳴して大きな音を発したときの、ガラス管の管口から水面までの距離 L_1 [m] を測る。
- (5) さらに水だめをゆっくりと下げていき、2回目の共鳴点を探して、そのときの管口から水面までの距離 L_2 [m] を測る。
- (6) (4), (5)を繰り返して、 L_1 , L_2 を5回測る。
- (7) ガラス管内の温度 t_2 [°C] を測る。



4 結果

- (1) 実験の始めと終わりの温度から実験中の平均温度 t [°C] を求める。

始めの温度 t_1 [°C]	終わりの温度 t_2 [°C]	平均温度 t [°C]

(2) 共鳴点 L_1 , L_2 から, $L_2 - L_1$ の平均値を求める。

	1 回	2 回	3 回	4 回	5 回	
L_1 [m]						
L_2 [m]						平均
$L_2 - L_1$ [m]						

(3) 平均温度 t [°C] より, 音の速さ V [m/s] を求める。

$$V = 331.5 + 0.6t =$$

(4) $L_2 - L_1$ の平均値より, おんさによる音波の波長 λ [m] を求める。

$$\lambda = 2(L_2 - L_1) =$$

(5) おんさの振動数 f [Hz] を求める。

$$f =$$

5 考察

(1) 音波の波長 λ が, $4L_1$ にならないのはなぜか。実験で用いた $\lambda = 2(L_2 - L_1)$ の値と比較してみよう。

(2) 開口端補正の値 Δx [cm] を求めよ。

(3) 温度が上がると, 共鳴点 L_1 , L_2 の値はどのように変化するだろうか。

(4) 実験で感じたこと, 操作等で難しかったことなど自由に。

1 年 組 番 氏名

6 化学分野の授業展開例

ここでは、化学分野の「一斉授業の展開例」と「実験の展開例」を示す。

(1) 一斉授業の展開例

化学の一斉授業の展開例として、「物質量 (mol)」を取り上げ、学習指導案の中に記入することができなかった、より詳しい授業展開のポイントを紹介する。

ア 導入

- ① 物質中の原子・分子・イオンのような膨大な数の粒子を計量器で測定する場合、一定数個の集団にまとめ、その集団を一つの単位として粒子の個数を扱っていくことが便利であることを、鉛筆などの具体的な数の数え方を例に挙げて理解させる。

イ 展開

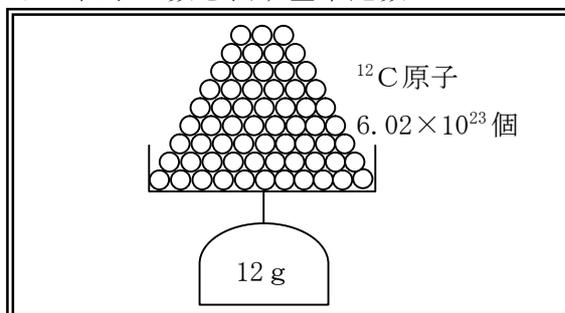
- ② (^{12}C 原子1個の質量) = 1.9926×10^{-23} [g] を利用して、 ^{12}C 原子12 g 中に何個の原子が含まれるかを計算させる。

$$\frac{12 \text{ [g]}}{1.9926 \times 10^{-23} \text{ [g/個]}} \doteq 6.02 \times 10^{23} \text{ [個]}$$

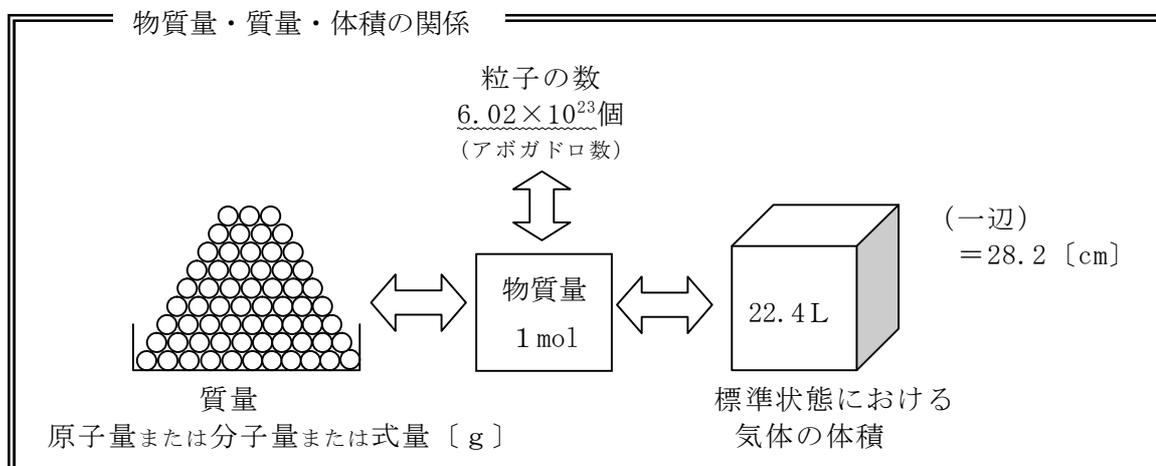
└─ アボガドロ数

※ $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ [/mol]}$ … 1 mol 当たりの粒子の数を表す基本定数
アボガドロ定数

グラム、リットルがそれぞれ質量、体積の単位であると同様に、モルは粒子の数を基にした物質量の唯一の単位であることを理解させる。



- ③ ^{12}C 原子12 g 中に含まれる ^{12}C 原子の数を基準にしていることを強調する。アボガドロ数個の粒子の集団が1 molであることを理解させる。
- ④ 原子量・分子量・式量は、いずれも ^{12}C 原子の質量を12としたときの原子・分子・イオンなどの相対質量を表したものである。原子・分子・イオンをいずれも1 mol (6.02×10^{23} 個) ずつ集めたときの質量 (モル質量) の比も、原子量・分子量・式量の比も等しくなる。つまり、原子量・分子量・式量に g/mol 単位を付けると、その物質のモル質量になることを理解させる。
- ⑤ アボガドロの法則は「同温・同圧の下で、同体積の気体は、その種類に関係なく同数の分子を含む」であるから、「同数の分子を含む (物質量が等しい) 気体は、同温・同圧の下では、同じ体積を占める」はずである。したがって、標準状態において1 molの気体が占める体積はその種類によらず一定であり、それが22.4 Lであることを理解させる。



- ⑥ 物質量は粒子の数を表しているため、直接測定することは難しい。したがって、測定できる質量や体積などから物質量を求めなければならない。また、求めた物質量から、質量・気体の体積・構成粒子の数を求めることもできることを理解させる。

理科（化学基礎）学習指導案

指導者 教諭 △△ △△ 印

- 1 日 時 平成〇〇年〇〇月〇〇日（△） 第〇限
- 2 ク ラ ス 2年〇組 〇〇名（男子〇〇名，女子〇〇名，合計〇〇名）
- 3 場 所 2年〇組教室
- 4 使用教材 化学基礎（△△△出版），自作ワークシート
- 5 単 元 第2編 物質の変化 第1章 物質と化学反応式
- 6 単元の目標 原子・分子などは，アボガドロ数個を1 molとして考えていく物質の考えを学ぶ。
- 7 本時の位置 物質の変化（42時間） 1 原子量・分子量と物質（6時間）
 (1) 原子量・分子量・式量 1時間
 (2) 物質 2時間
 (3) 1 mol の気体の体積 1時間（本時）
 (4) 溶液の濃度 2時間
- 8 本時の目標 アボガドロの法則より，標準状態（0℃， $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$ ）では，気体1 molの占める体積は，その種類によらず，22.4Lである。
- 9 本時の展開

過程	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	物質の定義についての復習 (単位；モル [mol])	一般に，物質を構成する原子・分子・イオンなどの個数を表す物質の数量であることを理解させる。*①	関心・意欲・態度 知識・理解 (1)
展開 40分	1 アボガドロ定数の確認 $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ [1/mol]}$	^{12}C 原子だけからなる単体12g中に含まれる原子の数を計算させる。*②	思考・判断・表現
	2 1 molの定義の確認	1 molが ^{12}C 原子12g中に含まれる原子の数であることを基準にして，この数と等しい粒子の集団であることを理解させる。*③	知識・理解 (1)
	3 物質1 molの質量の確認 (単位；g/mol)	モル質量が，同一種類の粒子1 mol当たりの質量であることを理解させる。*④	知識・理解 (1)
	4 気体1 molの占める体積の学習 標準状態が0℃， $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$ の状態であることを確認する。	アボガドロの法則を理解させる。 アボガドロの法則より，標準状態では気体1 molの占める体積は，気体の種類によらず22.4Lであることを理解させる。*⑤	知識・理解 (1) 思考・判断・表現 (2)
	5 物質全般の演習	教科書の例題，問い，章末問題を取り組ませることで理解度を確認させる。*⑥	思考・判断・表現 (2)
まとめ 5分	本時のまとめと，次回の予告	次回の「溶液の濃度」への話題を示す。	

10 本時の重点とする生徒評価の観点及び方法

- (1) 1 mol中に含まれる粒子数，1 molの質量・標準状態における体積が理解できたか。
- (2) 物質 (mol) と粒子数・質量・標準状態における体積との関係が，演習問題を通じて整理できたか。

11 御高評

板書計画

1. アボガドロ定数の確認

2. 1 molの定義の確認

第1章 物質と化学反応式

復習(1)
 物質質量：アボガドロ数個の集団を1 [mol] として表した
 $= 6.02 \times 10^{23}$
 物質の量

復習(2)
 アボガドロ数： ^{12}C 原子12g中に含まれる原子の数
 (^{12}C 原子1個の質量) $= 1.9926 \times 10^{-23}$ [g] なので

$$\frac{12 \text{ [g]}}{1.9926 \times 10^{-23} \text{ [g/個]}} \div 6.02 \times 10^{23} \text{ [個]}$$
 これを1molとする
 ※アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ [/mol]
 ※個数とmolの関係

$$\text{物質質量 [mol]} = \frac{\text{原子, 分子, イオンの数 [個]}}{6.02 \times 10^{23} \text{ [個/mol]}}$$

3. 物質1 molの質量の確認

復習(3)
 モル質量：物質1molあたりの質量 [g/mol]

原子 } のモル質量は、
 分子 } 原子量 }
 イオン } 分子量 }
 } 式量 } に [g/mol]

(例) 水 $\text{H}_2\text{O} = 18 \rightarrow 18 \text{ g/mol}$
 二酸化炭素 $\text{CO}_2 = 44 \rightarrow 44 \text{ g/mol}$
 ※質量とmolの関係

$$\text{物質質量 [mol]} = \frac{\text{物質の質量 [g]}}{\text{モル質量 [g/mol]}}$$

4. 気体1 molの占める体積の学習

気体1 molの占める体積
 アボガドロの法則：同温・同圧のもとで同じ体積の気体には
 気体の種類によらず、同じ数の分子が
 含まれている
 ↓
 同温・同圧の条件下で
 分子の数が同じ (=mol数が同じ) ならば、同じ体積となる

※1 molの気体の体積

標準状態において、22.4 L
 $0^\circ\text{C}, 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$

 ※気体の体積とmolの関係

$$\text{物質質量 [mol]} = \frac{\text{(標準状態の) 気体の体積 [L]}}{22.4 \text{ [L/mol]}}$$

5. 物質質量全般の演習

まとめ

粒子の数
 6.02×10^{23} 個

↑↓

1 mol

←→

気体の体積
 22.4 L
 (標準状態)

モル質量
 原子量 [g]
 分子量 [g]
 式量 [g]

←→

1 mol

←→

気体の体積
 22.4 L
 (標準状態)

問題 問題集 p. ○○ 問題番号 △, △, …

(2) 実験（化学分野）の展開例

化学分野の実験においては、化学的な現象を取り扱わせながら自然に対する興味・関心や探究心を高め、科学的なものの見方を育む観察・実験が求められる。特に、物質の成り立ちや物質の変化に関する現象を取り扱わせながら、科学的な自然観を養うことが主要な活動になる。したがって、化学分野の観察・実験の特徴としては、主に以下の4点が挙げられる。

- ・物質の変化に注目させ、その変化の仕組みや原理を学ぶ活動が多い。
- ・身の回りにある物質のみならず、試薬として用いる化合物などに触れる機会が多い。
- ・爆発的な反応、危険な薬品や物質の生成、あるいは高温や低温の物質を取り扱うことがある。安全管理には十分気を付けさせなければならない。
- ・目的に合わせて設計されたガラス器具を扱うことが比較的多い。器具の取扱いは丁寧に、また目的に合った使用法を理解させることが肝要である。また、取扱いに慣れさせることで、操作性の向上が図られるのも特徴である。

例 各学習活動における留意点 実験例「中和滴定」

ア 学習内容を把握する（指導案の学習活動1）

本時は、中和反応を用いた滴定を行いながら、客観的な事実に基づいて、具体的に理解させる内容である。観察・実験の開始においては、以下の点に留意して指導する。

- (ア) 必ず本時の学習内容とその目的を明確に示し、実験の目的意識を十分に高めさせる。
- (イ) 本時の目的を達成させるために、指示内容はきちんと聞くように生徒を集中させる。
- (ウ) 測定値を正確に計り、後の考察で用いていくことも伝える。そのためにも、随時記録にとどめておくことを最初に指示する。

イ 実験の操作方法および留意点を理解する（指導案の学習活動2）

実験手順に関する説明を、ワークシートを使って周知徹底させる。本時は、シュウ酸標準溶液を用いた水酸化ナトリウム水溶液の滴定を基に、濃度未知の食酢の濃度を決定するという活動である。この段階では、以下の点に留意して指導する。

- (ア) 本時の目標に達するための操作手順を、生徒の実態に即して、手際よく丁寧に説明する。
- (イ) 薬品や器具の取扱いに関する留意事項を徹底し、安全確保には万全の注意を払わせる。
- (ウ) 悪ふざけや不注意が、最も危険な行為であることも併せて注意し、事故を未然に防ぐ配慮を怠らない。
- (エ) 安全めがねやドラフトの使用など、事故を未然に防ぐための対応を徹底する。例えば、重金属を含む水溶液を取り扱う場合は、皮膚には触れさせないようにゴム手袋の装着を義務付ける。また、廃液の回収についても注意をする。

<本時の場合>

- ① 電子てんびんの扱い方
- ② メスフラスコの標線の見方
- ③ シュウ酸を正確にフラスコに移す方法
- ④ ホールピペットの使い方
- ⑤ ビュレットの目盛りの見方、メニスカスの位置（右図）
- ⑥ ホールピペット、コニカルビーカーの共洗い
- ⑦ 試薬全般に対して、直接手で触れないこと
- ⑧ 廃液の処理方法と目的
- ⑨ 記録の保存、処理の仕方



ウ 活動に取り組む（指導案の学習活動3）

活動を開始させたら、以下の点に留意して机間指導する。

- (ア) 生徒の進行状況をこまめに把握するように努める。その後の授業展開に役立つ情報をできる限り入手する。
- (イ) 操作の不手際が目立つ班や測定の方法に不備等のある班を把握しながら、適当な助言を与えて滴定を進めさせる。記録が適正に取られているか、再度点検しながら支援を継続する。
- (ウ) 生徒の様子を把握して、後半のまとめの説明の内容を準備しておく。
- (エ) 活動には互いに協力して行うように指示する。活動中の生徒の様子を観察することも忘れないようにして、場合によっては生徒評価等に組み入れる。

エ 後片付けをする（指導案の学習活動4）

片付けの際には、器具の洗浄や試薬の回収など注意することが多い。以下の点に留意して指導する。

- (ア) 滴定後の溶液に重金属など有害な物質が含まれている場合は、教卓上に準備した分別回収用のボトルに回収させる。
- (イ) 分別回収をする際は、回収業者への適切な処理を委託していることを生徒に伝え、廃液の処理に関する意識を高めさせる。
- (ウ) ビュレット等の器具は丁寧に扱いながら洗浄させ、すべてを元の位置に戻すように指示する。この場面においても、班員の協力的な姿勢が見られるか、全体を把握しておくことが肝要である。

オ 測定値を基に、実験（測定）結果等を検討する（指導案の学習活動5）

測定値を用いた処理の段階は、本時の活動の成果を生徒たちに実感させる大切な時間になる。以下の点に留意して指導する。

- (ア) ワークシートに記録した測定値を用いて、濃度未知の食酢の濃度を求めさせる。その際、再度机間指導をしながら、正しく処理しているかを確認しながら活動を進めさせる。生徒自身に板書させ、データ処理を正しく理解させる。
- (イ) 活動中の机間指導によって得られた生徒の取組状況を基に、留意させるポイントをあらかじめ絞って支援していくことが重要である。
- (ウ) 授業によっては、求めた結果を黒板や共通のシート等に記録させ、全体で検討していく活動を取り入れたい。パソコンを用いた処理などを積極的に取り入れて指導に役立てる。

カ まとめをする（指導案の学習活動6）

最後に、ワークシートを用いて各自が取り組んだ内容を再確認させながら、本時の学習内容を整理して理解させる。この段階においては、以下の点に留意する。

- (ア) 本時の活動を再度丁寧に振り返らせ、学習内容が十分に理解されたか点検させる。
- (イ) 取組状況の評価等も伝え、よいところは継続するように、注意された点は次回に向けて改善するように指導する。
- (ウ) 既習事項との関連や、次回の予告を確実に行う。また、生徒の実態によっては、更なる探究活動に向けた指導を盛り込み、発展的な学習に結び付ける指導を行う。

理科（化学基礎）学習指導案

指導者 教諭 △△ △△ 印

- 1 日 時 平成〇〇年〇月〇日（△） 第〇限
- 2 ク ラ ス 〇年〇組（男子〇名、女子〇名 合計〇〇名）
- 3 場 所 化学実験室
- 4 使用教材 高等学校 化学基礎（△△社）、自作ワークシート
- 5 単 元 第2編 物質の変化 第2章 酸と塩基の反応 3 中和反応
- 6 単元の目標 酸と塩基についての基本的な考え方を身に付けさせながら、中和滴定について理解する。
また、それらに関する実験や観察を行い理解を深める。
- 7 本時の位置 第2編 物質の変化（42時間） 第2章 酸と塩基の反応（12時間）
3 中和反応 計5時間
(1) 中和する酸と塩基の物質質量 1時間
(2) 中和滴定 1時間
(3) 中和滴定のときのpHの変化 1時間
(4) 中和滴定に関する探究活動 2時間（本時 2/2）
- 8 本時の目標 (1) 中和反応を用いた滴定の方法を理解しながら、実験に積極的に取り組む。
(2) 実験を通して得られたデータを正しく処理し、客観的な事実に基づいて中和反応を理解する。
- 9 本時の展開

過程	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	1 学習内容を把握する。 ・中和反応を利用して濃度未知の食酢を滴定し、化学的な性質に関する理解を深める。 ・配付ワークシートの内容を確認する。	・前時の学習内容を簡単に復習する。 ・本時の学習内容の説明し、実験に対する目的意識を高めさせる。 ・配付したワークシートを確認させ、活動の準備をさせる。	
展開 40分	2 実験の操作方法及び留意点を理解する。 3 活動に取り組む。 4 後片付けをする。 5 測定値を基に、食酢の濃度を求める。測定（計算）結果等を検討する。	・手順に関する説明を、ワークシートを使って徹底させる。 ・薬品や器具の取扱いに関する留意事項を徹底させる。 ・活動中は机間指導をして、正しい実験操作を行っているか点検しながら取り組ませる。 ・滴定の終了点や目盛りを読む場所など、留意させるポイントを十分意識させる。 ・ワークシートに測定値や観察した事象を随時記録させる。 ・器具を丁寧に扱うよう指導する（有害な廃液は確実に回収させる）。 ・データの処理を的確に行っているかを確認し、適当な助言を与えながらワークシートに取り組ませる。 ・結果を班ごとに板書させ、食酢の濃度の求め方を理解させる。	【関心・意欲・態度】 【観察・実験の技能】 （行動観察） （ワークシート）(1) 【思考・判断・表現】 （ワークシート）(2)
まとめ 5分	6 まとめをする。 ・中和反応を利用した滴定が既習事項と密接に関連していることを理解する。	・本時の学習内容を再確認しながら、既習事項との関連を示して理解を深めさせる。	

- 10 本時の重点とする生徒評価の観点及び方法
- (1) 中和反応を用いた滴定の方法を理解しながら、実験に意欲的に取り組めたか。
【関心・意欲・態度】【観察・実験の技能】（行動観察・提出ワークシート）
- (2) 実験を通して得られたデータを用いて正しい処理を行い、客観的な事実に基づいて中和反応を理解した記述ができたか。
【思考・判断・表現】（提出ワークシート）
- 11 御高評

■ ワークシート

評価	年 組 番	氏名	月 日 () 限	
			天候	室温

中 和 滴 定 (食 酢 中 の 酢 酸 濃 度 の 測 定)

1 目的 中和反応に関する探究活動(中和滴定)を通して, その原理と操作方法の理解を深める。

2 準備 (2名1班, 試薬はあらかじめ小分けにしてある)

- 器具: ビュレット 温度計 ビーカー(100mL)
 コニカルビーカー ホールピペット 漏斗
 メスフラスコ(100mL) 電子てんびん 洗浄瓶
 ガラス棒 薬包紙 薬さじ

- 試薬: シュウ酸二水和物 水酸化ナトリウム水溶液 (0.10mol/L) 食酢(約4.0%)
(H₂C₂O₄ · 2H₂O) フェノールフタレイン

3 実験 以下の実験ⅠからⅢの順に進める。

実験Ⅰ シュウ酸標準溶液の調製(一次標準溶液の調整)

実験Ⅱ 水酸化ナトリウム溶液の濃度決定(1回目の中和滴定)

実験Ⅲ 食酢中の酢酸の濃度(2回目の中和滴定)

【操 作】

実験Ⅰ

シュウ酸標準溶液の調製(一次標準溶液の調整)

- ① シュウ酸二水和物0.63gを, 電子てんびんで正確に量り取る。
- ② 100mLビーカーに入れて, 洗浄瓶の精製水を用いて溶解させる。
- ③ ②の溶液をメスフラスコ(100mL)に移す。その際, 洗浄瓶で元のビーカーを洗いながら, その洗浄液もメスフラスコに入れる。
- ④ 最後に, 精製水を加えて正確に100mLにする。

【問1】シュウ酸標準溶液の濃度を求めなさい。(H=1, O=12, O=16)

mol/L

実験Ⅱ

水酸化ナトリウム溶液の濃度決定(1回目の中和滴定)

- ① シュウ酸標準溶液をホールピペットで正確に10mL取り, コニカルビーカーに入れる。
- ② フェノールフタレインを1, 2滴加える。
- ③ 水酸化ナトリウム水溶液を漏斗を用いてビュレットに入れ, 液を少し流して活栓の下の空気を追い出した後, 液面の目盛りを最小目盛りの10分の1まで読む。
- ④ ①の水溶液に③の水溶液を少しずつ滴下し, よく振り混ぜる。
- ⑤ 溶液がわずかに赤くなり, 振り混ぜても色が消えなくなったら, ビュレットの目盛りを読む。(0.00mLまで)
- ⑥ 以上の操作を3回以上繰り返し, 滴下量の平均を求める。

<コニカルビーカーは, 精製水で洗浄して用いること>

注意: 水酸化ナトリウム水溶液の目盛りは, 右図の A-A' の線で読んでいく。



7 生物分野の授業展開例

ここでは、生物分野の「一斉授業の展開例」と「観察・実験の展開例」を示す。

(1) 一斉授業の展開例

生物の授業展開例として「遺伝情報の分配」を取り上げる。

ア 第1時 本時（指導案）

- ① 遺伝子について復習をする。遺伝子の本体がDNAであること、これをもとに体を作ること、親から子に伝わること、染色体に存在することを特に押さえておく。
- ② 分裂した後の細胞(娘細胞)が母細胞と同じDNAを保持するには、どのようなプロセスが必要かを生徒に考えさせる。DNAの正確な複製と分配の必要性に気付かせる。
- ③ 細胞分裂を繰り返す過程で、核の分裂が終了してから次の核分裂が終了するまでを細胞周期という。細胞周期は分裂期とそれ以外の間期に分けられる。細胞分裂によって生じた細胞はやがて分化し、特定の形やはたらきを持つ細胞になる。このとき、分配された遺伝子の情報をもとに細胞の性質やはたらきが決められることを再度確認する。
- ④ 間期では、母細胞が持つ遺伝子と同じ遺伝子がもう1組つくられる。遺伝子の本体はDNAであるから、DNAの複製により、母細胞のDNAの塩基配列と同じ塩基配列をもつDNAすなわち遺伝子がもう1組つくられる。複製されたDNAはそれぞれ染色体を構成し、分裂期にはまとまった染色体の状態で分配されるので、長く切れやすいDNAが、絡まらずに正確に、二つに分離する。また、染色体どうしは動原体で接着しており、紡錘体とともにDNAの分配に関与している。
- ⑤ 分裂を行う細胞の核に含まれるDNA量のグラフを示し、分裂に先立つ間期の途中でDNAの量が倍化しており、この時期にDNAの合成が起こっていることを確認させる。間期は、分裂後のDNA合成準備期(G₁期)と、それに続くDNA合成期(S期)、および分裂前の分裂準備期(G₂期)の三つに分けられる。DNA合成期に、DNAの複製が行われる。倍加したDNAが分裂期に二つの娘細胞に均等に分配される。このグラフの読み取り、またグラフ化ができるように指導する。

イ 第2時

- ⑥ 体細胞分裂の観察は、植物の根端分裂組織を材料に用いる。タマネギやネギの根端がよく使われる。種子から発根させるとよい。種子を湿らせたガーゼやネットの上で発根させ、種子をつけたままの状態カルノア液などで固定すると冷蔵庫内で保存できる。チューリップの球根を発根させたものを使うと染色体が大きく、さらに観察しやすい。
- ⑦ 「固定」「解離」「染色」「押しつぶし」それぞれの具体的操作とその意味を生徒に理解させる。生徒によく見られる操作ミスは、解離後の柔らかい根端を崩してしまうことや、先端部を2～3mm残すべきところを捨ててしまったりすること、押しつぶしが足りず細胞同士が重なって検鏡できないことなどである。また他の顕微鏡観察にも言えることであるが、顕微鏡のメンテナンスをしっかりとっておかないと、レンズがひどく汚れていたり、ピントが合わなかったりして観察そのものが成立しない場合もあるので、教師側で十分準備する必要がある。
- ⑧ 間期の長さはどれぐらいになったかを、次式から求めさせる。間期の長さ＝細胞周期×間期の細胞数/全細胞数 この式では、各期の占める時間の長さは、ある時点で検鏡できる各期の細胞数の割合に比例する。体細胞分裂は同調せずランダムに行われているという条件で考え、検鏡したときに間期の細胞数が多ければ、細胞周期の中で間期にかかる時間が長い、というようにとらえさせる。

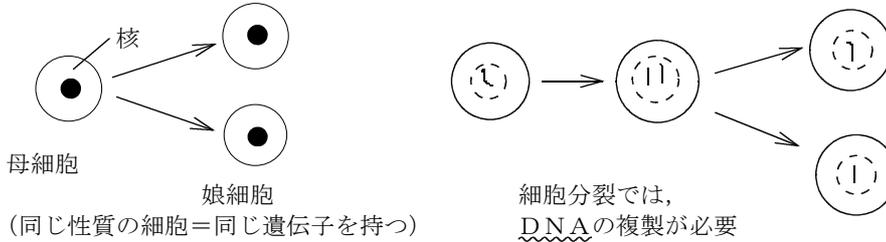
板書計画

遺伝情報の分配

細胞の分裂とDNA

- (復習) 遺伝子とは・・・親から子に伝えられるもの
- ・これをもとに体の形や性質が決められる=情報
 - ・DNAが本体
 - ・細胞の核内の染色体の中にある

体細胞分裂・・・体の細胞を増やすときの細胞分裂



細胞周期・・・核分裂終了から次の核分裂終了まで、体細胞分裂の1回の周期

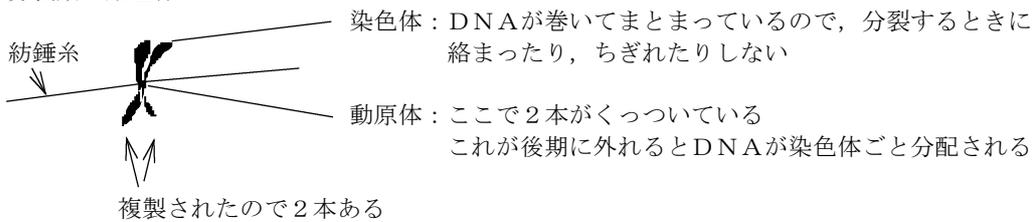


G₁期: DNA合成準備期
S期: DNA合成期
DNAが複製される
G₂期: 分裂準備期

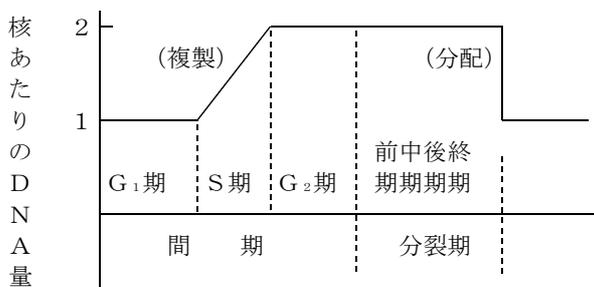
前期: 核膜が消え, 染色体が太くまとまる
中期: 染色体が赤道面に並ぶ
後期: 染色体が縦に裂けて分かれる
終期: 核膜が現れ染色体が包まれ, 細胞が二分する
DNAの分配が行われる

分化・・・特定の形やはたらきを持つ細胞になること
遺伝情報により決まる

分裂期の染色体



細胞分裂とDNA量



(2) 観察、実験（生物分野）の展開例

生物は非常に複雑な組織から成り立っており、言語や文字はもちろん、図や写真などでは十分に形態や生態が理解できない場合があり、観察、実験は授業展開上、重要な位置を占める。反面、実験手法や材料獲得などにおいて難点が多いため、事前準備や研究が重要である。

ア 事前に行っておくこと

(ア) 実験材料の入手

生物の種類、対象とする生態によっては、季節によって材料入手が困難で確実な結果を得ることができない場合がある。実験材料が生物である以上、観察時期を検討する必要がある。

材料入手経路は、a 採取、b 飼育、c 購入など様々であるので対象に応じて早めに適切な方法を検討する。校外における採取の際には法的抵触に注意する。

また、失敗する生徒を加味し、余裕を持った分量を準備する。

(イ) 器具等の調整

観察に必需となる器具のひとつに顕微鏡があげられる。台数不足や調整不足によって観察に失敗することがあってはならない。不足することのないよう顕微鏡を計画的に購入することや手入れ、調整を怠らないようにすることが必要である。いずれの場合も、予算措置が必要となるものであるため、関係者と連絡を密にしておく。

(ウ) 予備実験

円滑で確実な観察、実験結果を得るには、予備実験が不可欠である。安易に先輩教師に教えを請うだけでなく、自分自身で調べ、いろいろな観察、実験を実際に行い、経験を積むことが大切である。高等学校においては、観察、実験の成否だけでなく、片付け等も含めた作業が期限内に終了できるかも配慮が必要であるので、様々な生徒を想定し、予備実験を繰り返し、余裕のある実験計画を立てなければならない。

(エ) 準備

人数、班編制等を加味し、実験器具の数量、実験材料の前処理、薬品類の調整を行う。通常の校務と並行してこれらの準備を行うことが難しい場合は、実習教員に依頼するなど、観察実験自体が負担となりすぎないように効率よく準備する。

(オ) 事前指導

生徒の理解力、もちうる基礎知識量によっては、実験の目的が曖昧になったり、顕微鏡をはじめとする機器の操作が十分できなかつたりする場合が多々ある。観察、実験にいきなり突入するのではなく、前時の中で十分な予備知識、技量を習得させておく必要がある。

(カ) 事前の留意点

- ・ 校外で実施する場合、管理職と相談の上、安全管理等に十分配慮して実施する必要がある。観察対象区域によっては、立ち入り自体に許可が必要な場合があり、無許可で大人数が進入することにより法的なトラブルとなることもある。
- ・ 生命を取り扱う分野であることから、観察の手法によっては、生物の生命を眼前で奪わなければならない場合がある。生徒達の心理や倫理観に与える影響に最大限の配慮をする必要がある。また、信条的な面からこのような実験への参加を拒絶する生徒もあるため、その場合の対応も考慮する。
- ・ 顕微鏡を用いた観察では全く観察ができない班や思いもかけない間違いや失敗をする班が生じる。映像や拡大図などの代替手段の準備も心掛ける。
- ・ 事故や感染症予防の観点から、使い捨ての手袋の着用、刃物やガラス器具によるけがへの注意などを徹底する。さらに、事故が起きた場合の対処方法を周知しておく。

イ 観察・実験指導例 「原核生物の観察」

(ア) 本時の学習内容を把握させる（指導案の学習活動1）

本時は、顕微鏡操作およびマイクロメーターの取り扱いの習熟を図るとともに、原核生物の観察と真核細胞との比較を目的としている。生徒に対してあらかじめ学習内容を確認することで目的意識をもたせ、効率よく観察実験を行わせる。

(イ) 実験の操作方法および留意点を理解させる（指導案の学習活動1）

- ・実験手順に関する説明を、ワークシートを使って周知徹底させる。
- ・安全管理については常に意識し、事故を未然に防ぐ配慮が重要である。
- ・複数の教員で実験に臨む場合、生徒への評価や対応を調整しておく。
- ・学校によって顕微鏡のタイプ、光源装置やテクニカルステージの有無等が異なるので、それぞれの学校の実情に合わせた説明を行う。

(ウ) 観察（指導案の学習活動2～4）

活動を開始したら、以下の点に留意して指導する。

- ・机間指導等で生徒の行動を観察すること。
実験では座学ではみられない生徒の個性、生徒間の人間関係が観察される。実験手順、操作の確認だけでなく、広い視野をもって生徒を観察する。
- ・必要に応じて生徒の手を止めさせ、実験進度、結果を確認する。
観察、実験の進度に大きな差が開くことがある。要所で確認し、ある程度進度をそろえる配慮が必要である。顕微鏡観察等では手順や結果を生徒に提示しにくい。あらかじめ、板書しておく、デジタル写真等をプロジェクタで映し出すなどの準備をするとよい。
- ・生徒の長所を見付け、積極的に評価する
- ・生徒に対しては以下の注意をする。

軽はずみな態度、行動が実験の失敗だけでなく、事故やけがにつながること。
一部の生徒が実験を行うのではなく、互いに協力し相互に実験に携わること。
実験の評価は結果ではなく過程が重要であること。

(エ) 後片付け（指導案の学習活動5）

顕微鏡、ガラス器具、実験材料等の片付け方の明確な指示を出す。生徒が一か所に集中せず、分散して回収できるように配慮する。生徒の手洗い、机の雑巾がけなど必要に応じて指示する。また、実験によっては実験材料を産業廃棄物として廃棄する必要がある、分別して回収する。

(オ) 実験結果の検討（指導案の学習活動6）

観察、実験では、「どうなっているのか」「どうなるのか」「なぜか」といった疑問をもたせ、考察し、自分たちなりの結果を導き出す過程が大切である。自分たちの行動を振り返り、結果を学級全体で分かち合う機会を設けることによって達成感を実感させ、科学への興味・関心を喚起させる。

理科(生物基礎)学習指導案

指導者 教諭 △△ △△ 印

- 1 日時 平成〇〇年〇月〇日(△) 第〇限
 2 学級 〇年〇組 (男子〇名 女子〇名 合計〇〇名)
 3 場所 〇〇〇室
 4 使用教材 高等学校 △△生物基礎(△△社) 自作ワークシート
 5 単元 第1部 生物の特徴 第1章 細胞の共通性と多様性
 第1節 細胞の共通性と多様性
 6 単元目標 (1)生物は多様でありながら、共通性があることを理解する。
 (2)生物の共通性の由来を理解させる。生物に共通する特徴のうち、全ての生物が細胞から成り立っていることを理解する。
 (3)細胞が独自の機能をもついろいろな細胞小器官から成り立っていることを理解する。
 (4)原核細胞と真核細胞の基本的な違いについて理解する。
 (5)単細胞生物と多細胞生物の存在を考察させ、からだを構成する細胞は一様ではないことを理解する。
 7 本時の位置 第1部 生物の特徴(17時間)
 第1章 細胞の共通性と多様性(10時間)
 1 多様な生物 1時間
 2 生物の共通性 1時間
 3 生物共通の単位—細胞 3時間(本時3/3)
 4 細胞の構造と共通性と多様性 3時間
 5 生物の構造と共通性と多様性 2時間
 8 本時の目標 (1)原核細胞について観察し可能な範囲で真核細胞との違いを観察する。
 (2)顕微鏡及びマイクロメーターの基本操作に習熟する。

9 本時の展開

過程	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	1 学習内容を把握 ・本時の目標、手法、注意点について理解する。 ・多様な細胞について復習する。 ・前時までに行った顕微鏡及びマイクロメーター使い方の復習する。	・ワークシートを配付する。 ・本時の学習内容の説明し、実験に対する目的意識を高めさせる。 ・本時のワークシートから一旦目を離し、前時のワークシートに注目させる。	関心・意欲・態度
展開 40分	2 顕微鏡、マイクロメーターの準備 ・顕微鏡にマイクロメーターを設置する。 [15×10] [15×40] で実施 3 原核細胞の観察 ・ネンジュモ、乳酸菌の観察を行い、スケッチをする。 4 真核細胞の観察 ・原核生物の観察が早く終了した者は自分の口腔細胞を採取し観察、測定する。 ・マイクロメーターを用いて各々の大きさ、長さを計測する。 5 後片付け	・活動中は机間指導をし点検するとともに、正しい実験操作による検鏡を徹底させる。 ・生徒のスケッチを点検し、見当違いの観察を行っていないか、注意する。 ・原核細胞との違いに注目するよう促す。 ・同一プレパラートでネンジュモ、乳酸菌、口腔細胞の3者を比較観察させる。 ・原核細胞の観察・測定の補助としてプロジェクトタを用い、映像で確認させる。 ・顕微鏡やガラス類の破損、紛失に注意させる。	【観察・実験の技能】 (1) 【観察・実験の技能】 (2)
まとめ 5分	6 まとめ ・ワークシートに観察結果及び気付いたことをまとめる。	・原核生物と真核生物の相違点と共通点について気付いたことを共有させる。	【知識・理解】(3)

- 10 本時の重点とする生徒評価の観点及び方法
 (1)積極的に観察、実験に取り組み、顕微鏡を操作することができたか。
 【観察・実験の技能】(行動観察、提出ワークシート)
 (2)各細胞の特徴を正確にスケッチし、マイクロメーターを用いて大きさを求めることができたか。
 【観察・実験の技能】(行動観察、提出ワークシート)
 (3)原核細胞と真核細胞の差異を確認できたか。
 【知識・理解】(提出ワークシート)
 11 御高評

1 目的 顕微鏡を用いて原核生物と真核生物との相違性、共通性を観察する。また、マイクロメーターを使って細胞の大きさを測定する技術を習得する。

2 準備 (2名1班)

材料： ネンジュモ(イシクラゲ) 乳酸菌(ヨーグルト乳清)

器具： スライドガラス カバーガラス スポイト 対物マイクロメーター
 顕微鏡 ろ紙片 ガラス棒 接眼マイクロメーター
 ピンセット 酢酸カーミン サフラニン

※ 顕微鏡に接眼レンズ(×15)と対物レンズ(×10 ×40)を装着。

3 方法

(1) マイクロメーターの準備 (前時のプリント「マイクロメーターの使い方」参照)

	[倍率15×10]	[倍率15×40]
対物マイクロメーター	目盛 (μ m)	目盛 (μ m)
接眼マイクロメーター	目盛	目盛
	----- 1目盛あたり μ m	----- 1目盛あたり μ m

(2) ネンジュモの観察、測定

- ① 吸水したイシクラゲの切片(1 mm 四角程度)をピンセットでスライドガラスに載せる。
- ② スポイトで蒸留水を滴下してカバーガラスで封入する。(染色等は不要)
- ③ ②を顕微鏡に載せ、倍率15×10で観察する。
- ④ 最も観察しやすいネンジュモ(細胞糸)を視野の中央に移動させ、倍率を15×40に変更し、観察する。
- ⑤ ④を観察しながら、スケッチをする。
- ⑥ ネンジュモの細胞糸の長さ、細胞の直径をマイクロメーターを用いて測定する。

(3) 乳酸菌の観察・測定

- ① 試料とするヨーグルトの乳清をスポイトで取り、スライドガラスに載せ、染色液等の色素を加え、カバーガラスをかける。

※₁ ヨーグルト固形部を用いると乳タンパクが観察の妨げとなることがある。

※₂ 乳酸菌は通常の染色液ではほとんど染まらないが、色素を加えることでコントラストが明瞭になる。

- ② ①を顕微鏡に載せ、倍率15×10で観察する。
- ③ 倍率を15×40に変更し、観察、スケッチする。(特徴ある数個体)
- ④ マイクロメーターを用いて細胞の長径(長さ)を測定する。

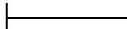
(4) 口腔細胞の観察・測定

- ① ガラス棒で口腔粘膜を擦り、スライドガラスに付着させる。
- ② 酢酸カーミンを滴下し、カバーガラスをかける。
- ③ ②を顕微鏡に載せ、倍率 15×10 で観察する。
- ④ 観察しやすい口腔細胞を視野の中央に移動させ、倍率を 15×40 に変更し、観察する。
- ⑤ ④を観察しながら、スケッチをする。
- ⑥ 口腔細胞の長短径をマイクロメーターを用いて測定する。

(5) 三者の直接比較

(2)～(4)が早く終了したら、三つの試料を同一プレパラートに封入し、直接比較観察する。

4 観察結果

(1) スケッチ及びスケーリング (マイクロメーターの測定値は図中に  として記入する。)

(1) ネンジュモ 15×40	(2) 乳酸菌 15×40	(3) 口腔細胞 15×40
--------------------------------	------------------------------	-------------------------------

三者の直接比較 15×40

(2) 原核細胞と真核細胞を比較して気づいたこと(共通点と相違点)

5 反省

8 地学分野の授業展開例

ここでは、地学分野の「一斉授業の展開例」と「観察・実験の展開例」を示す。

(1) 一斉授業の展開例

地学の授業展開例として「地球の形と大きさ」を取り上げ、学習指導案の中に記入することができなかつた、より詳しい授業展開のポイントを紹介する（2時間分）。

第1時 本時（指導案）

- ① 過去及び現在の日常生活における地球の形のとらえ方について理解する（指導案 導入）

地球が球形であることは、人工衛星や月から撮影した写真を見れば分かるが、日常生活では球形を意識せず、大地を平面と考えることが多い。そこで、過去の学者らは、地球の形と大きさをどのようにとらえたかを説明する。

 - ピタゴラスとその学派・・・記録によれば、最初に大地が丸いと考えた。2千年以上も前に地球の大きさがかなり正確に見積もられていた。
 - アリストテレス・・・月食のときに現れる地球の影がいつも円い形をしていることや、南北で見える星の種類や位置が変わることを証拠とした例を示す。
- ② エラトステネスによる地球の大きさの測定法（指導案 学習活動1）
 - ・シエネ（現在のアスワン）で、夏至の日の正午だけ深い井戸の水面に日が射し、太陽が真上にくることと、太陽が真上より7.2度南に傾いた位置にあることが分かり、両地点の緯度の差と距離から地球の大きさの測定が可能である。
 - ・ICT機器を活用し、幾何学的に分かりやすく説明する。
 - ・地球を球形と仮定し、半径を求める計算方法を簡単な比例計算を用いて説明をする。
 - ・我が国においても伊能忠敬が緯度1度の距離を測定したことにも触れる。
- ③ 地球の形（指導案 学習活動2）
 - ・実際の地球には、山や谷、海底山脈や海溝などの凹凸がある。「地球の形」とは、地球上で高さ0mにあたる位置の形であることを説明する。
 - 海・・・波や潮汐などで変動することのない海面の形
 - 陸・・・仮に水路で海の水を引いたときにできる水平面の形
 - ・地球の形は、厳密に言えば球ではなく回転楕円体に近いことを理解させ、過去の学者らは様々な主張があったことを説明する。
 - ニュートン・・・地球が自転するために遠心力がはたらくことを考え、赤道が膨らむ、みかん型の回転楕円体であるとした。
 - カッシーニら・・・測量結果から緯度が増すほど子午線の弧1度あたりの長さが短くなるとして、地球はレモン型の回転楕円体であるとした。
 - ・測定した結果によって、フランス学士院は、地球がみかん型で赤道が膨らんだ形の回転楕円体に近いことを示した。
 - 低緯度のペルーと高緯度のラブラント（スカンジナビア半島北部）へ測量隊を派遣し、その測定値を示しながら、地球がみかん型の回転楕円体であることを説明する。
- ④ 地球の重力（指導案 学習活動3）

フランスの天文学者リシェは、振り子時計が赤道で1日につき2分半遅れることの気付きから、赤道の重力が小さいためであると考えたことや重力は振り子の運動に影響があることを説明する。

 - ・実際の地球上の重力
 - 低緯度ほど小さく、赤道の重力は、極に比べておよそ0.5%小さい。
 - 地球が厳密には球ではなく、赤道が膨らんだ回転楕円体に近い形をしていることに関係していることを説明する。

理科（地学基礎）学習指導案

指導者 教諭 △△ △△ 印

- 1 日 時 平成〇〇年〇〇月〇〇日（△） 第〇限
- 2 ク ラ ス 1年〇組 〇〇名（男子〇〇名，女子〇〇名，合計〇〇名）
- 3 場 所 1年〇組教室
- 4 使用教材 高等学校 △△地学基礎（△△△出版），自作プリント
- 5 単 元 第1編 惑星としての地球 第2章 地球の形と大きさ
- 6 単元の目標 太陽系の惑星の中で地球が生命を育む海が存在するに至ったこと，地球の形の特徴と大きさ，地球内部の層構造などを理解することを通じて，惑星としての地球を総合的に理解する。
- 7 本時の位置 第1編 惑星としての地球 第2章 地球の形と大きさ（10時間）
 - (1) 太陽系の中の地球 4時間
 - (2) 地球の形と大きさ 2時間（本時 1 / 2時間）
 - (3) 地球の構造 2時間
 - (4) 探究活動 2時間
- 8 本時の目標
 - ・地球の場所によって重力の大きさが異なることを取り上げ，地球の形の特徴では，地球が厳密には球でないことを理解する。
 - ・エラトステネスの方法を扱い，地球の大きさの測定の歴史や方法を理解する。
- 9 本時の展開

過 程	学 習 活 動	指 導 上 の 留 意 点	評 価 の 観 点
導入 5分	<ul style="list-style-type: none"> ・過去及び現在の地球の形のとらえ方 ・発問 「地球は本当に球形か」 ・過去の学者らの説を聞く。 	生徒に具体例などを挙げさせて，説明させる。過去の学者の説の説明は単調にならないように注意する。*①	
展開 40分	<p>1 エラトステネスによる地球の大きさの測定法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・夏至の時の，アレキサンドリアとシエネの太陽の角度から，地球の大きさを計算した。 ・伊能忠敬も緯度と距離の関係を調べた。 <p>2 地球の形</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「地球の形」とはどのようなものか理解する。 ・「地球の形」は，厳密にいえば，球ではなく，回転楕円体であることを理解する。 ・ニュートンとカッシーニの仮説を理解する。 <p>3 地球の重力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・リシェの振り子時計の話から重力について理解する。 ・地球楕円体について理解する。 <p>4 本時についての問題演習</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地球の大きさや地球の偏平率に関する演習問題 	<p>説明を分かりやすくするため，デジタルコンテンツを活用する*②</p> <p>生徒に計算をさせて，答えさせる。</p> <p>説明を分かりやすくするため，デジタルコンテンツを活用する。</p> <p>説明が単調にならないように注意する。*③</p> <p>重力については，深入りはしない。</p> <p>地球楕円体と偏平率について分かりやすく説明する。*④</p> <p>机間指導を行い，疑問点に答える。</p>	<p>【知識・理解】(1)</p> <p>【思考・判断・表現】(2)</p>
まとめ 5分	本時のまとめと次回の予告	地球の大きさと形についてまとめる。 次時の地球の構造について予告する。 ノートを回収する。	

- 10 本時の重点とする生徒評価の観点及び方法
 - (1) エラトステネスによる地球の大きさの測定法が理解できたか。【知識・理解】《ノート提出》
 - (2) 地球楕円体を理解し，実際の偏平率のイメージがつかめ，そのイメージを表現することができたか。【思考・判断・表現】《ノート提出》
- 11 御高評

板書計画

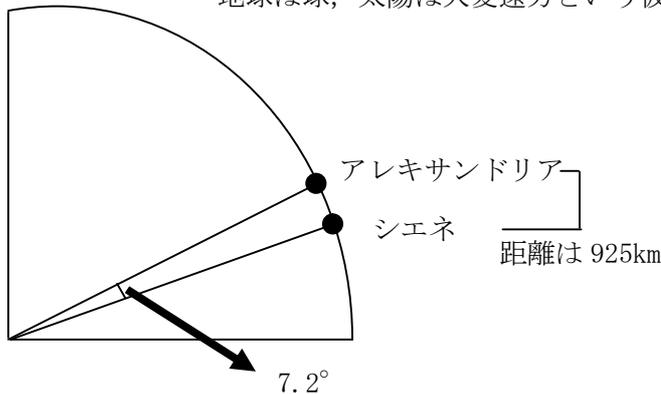
地球の形と大きさ

1 地球の形

- 球形である証拠—人工衛星からの地球の写真，水平線で消えていく船
- ピタゴラス—大地は丸い。 2千年以上も前に，地球の大きさが見積もられていた。
- アリストテレス—月食の時に現れる地球の影や星の見え方から地球は球であると考えた。

2 地球の大きさ エラトステネス (紀元前 220 年ごろ)

- 地球は球，太陽は大変遠方という仮定で考えた。



アレキサンドリア—シエネ
中心角 7.2° 距離 925km
地球の大きさ (地球の周長) x
360° : x km = 7.2° : 925km
7.2 × x = 925 × 360
x = $\frac{925 \times 360}{7.2}$ = 46250 (km)

- 実際は約 40000km である。実際より 16%ほど大きい
- 伊能忠敬も緯度 1 度を測定した。

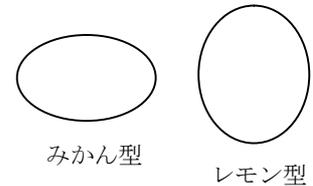
3 地球の形

- 実際の地球—山や谷，海底山脈や海溝
- 地球の形は，高さ 0 m に当たる位置の形
- 地球は完全な球ではない！

ニュートン—遠心力で赤道が膨らむ「みかん」型と考えた。

カッシーニ—測量結果から極方向に膨らむ「レモン」型と考えた。

- フランス学士院—正確に測量し，地球はみかん型の回転楕円体であることを突き止めた。



4 地球の重力

- 重力—地上にある物体が地球に向かって引かれる力
- リシェーパリに比べ赤道付近は，振り子時計が 1 日 2 分 28 秒遅れた。
- 地球はみかん型の回転楕円体なので，赤道の重力は約 0.5% 小さい。
- 赤道付近がどのくらい膨らんでいるか—扁平率

$$\text{扁平率} = \frac{\text{赤道半径} - \text{極半径}}{\text{赤道半径}}$$

赤道半径 = 6378km
極半径 = 6357km

$$\text{扁平率} = \frac{1}{298}$$

どのくらいの楕円体か？

問い 赤道半径が 30.0cm の地球儀を作るとき，極半径を何 cm にすればよいか。

※ 地球楕円体をイメージしよう。

(2) 観察, 実験 (地学分野) の展開例

地学分野, 特に「地学基礎」においては, 地球環境の変化, 日本の自然環境とその恩恵や災害など, 日常生活や社会との関連を意識しながら地球や地球を取り巻く環境を理解させ, 基礎的な素養を身に付けさせるように意図していることである。また, 地学的な事物・現象のうち基礎となる内容を扱い, それらを一連の時間の流れの中でとらえていることも特徴である。

例 各学習活動における留意点 観察, 実験例 「簡易型GPS受信機を利用した地球の周長の測定」

ア 本時の学習内容を把握する (指導案 学習活動1)

中学校では, 第2分野「(4) 気象とその変化」で, 地球の大きさや大気の厚さについて学習している。ここでは, 地球の形の特徴と大きさを, 観察や測定の結果などから理解させることがねらいである。そのため, 地球の形の特徴では, 地球が厳密には球でないことを扱う。その際, 地球の場所によって重力の大きさなどが異なることを取り上げることが考えられる。また, 地球の大きさでは, 例えば, エラトステネスの方法などを取り上げ, 地球の大きさの測定の歴史や方法にも触れる。

イ 実験の操作方法および留意点を理解する (指導案 学習活動2)

実験手順に関する説明を, ワークシートを使って周知徹底させる。グラウンド (または校外) での活動になるため, 生徒の安全管理については常に意識し, 事故を未然に防ぐ配慮が重要である。実習教員, 他の教員との連絡, 調整を密にし, けがや事故に備える。また, 複数の教員で観察, 実験に臨む場合は, 生徒への評価や対応を調整しておく。GPS機能付き携帯電話を活用することもできるが, 学校によって校則等の事情に配慮する必要がある。それぞれの学校の実状に合わせて観察, 実験の説明を行う。なお, 最も適している機器は, 2地点間の距離・緯度・経度情報が測定できる, 多機能ハンディーGPSである (GPS機能付きデジタルカメラも安価で各メーカーから出されており, 利用可能である)。

ウ 活動に取り組む (指導案 学習活動3~5)

活動が開始したら, 以下の点に留意して指導する。

(ア) 巡回指導等で生徒の行動を観察すること。

本実験では座学では見られない生徒の個性, 生徒間の人間関係が観察される。観察, 実験の手順, 操作の確認だけでなく, 広い視野をもって生徒を観察する。

(イ) 必要に応じて生徒の手を止めさせ, 実験進捗, 結果を確認する。

観察, 実験の進捗に大きな差が開くことがある。要所で確認し, ある程度進捗をそろえる配慮が必要である。また, 教室外での指導になるため, 手順や結果を生徒に提示しにくい。事前の授業で手順をしっかりと理解させるために, ICT機器を活用するとよい。

(ウ) 生徒の長所を見付け, 積極的に評価すること。

また, 生徒に対しては以下の点に留意させる。

- ・軽はずみな態度, 行動が観察, 実験の失敗だけでなく, 事故やけがにつながることを。
- ・一部の生徒だけが行うのではなく, 互いに協力し, 相互に観察, 実験に携わること。
- ・観察, 実験の評価は結果ではなく過程が重要であること。

エ 実験結果の検討 (指導案 学習活動6)

実験・観察では, 「どうなっているのか」「どうなるのか」「なぜか」といった疑問をもたせ, 考察し, 自分なりの結果を導き出す過程が大切である。自分の行動を振り返り, 学級で分かち合う機会を設けることによって達成感を実感させ, 科学への興味・関心を喚起させたい。

※1" (秒) が約30mである。GPSの機能と2地点間の距離 (長い方がよい。例えば500m以上) により, 誤差が大きく異なる。

理科（地学基礎）学習指導案

指導者 教諭 △△ △△ 印

- 1 日 時 平成〇〇年〇月〇日（△） 第〇限
 2 学 級 1年〇組（男子〇名，女子〇名 合計〇〇名）
 3 場 所 教室及びグラウンド又は学校周辺
 4 使 用 教 材 高等学校 △△地学基礎（△△社），自作ワークシート
 5 単 元 (1) 宇宙における地球 イ 惑星としての地球 (イ) 地球の形と大きさ
 6 単元の目標 地球の形の特徴と大きさ，地球内部の層構造などを理解することを通じて，惑星としての地球を理解する。地球の大きさを，観察や測定の結果などから理解する。さらに，地球の大きさの測定の歴史や方法を知る。
 7 本時の位置 (1) 宇宙における地球
 イ 惑星としての地球（5時間）
 (ア) 太陽系の中の地球 1時間
 (イ) 地球の形と大きさ 2時間（本時2／2）
 (ウ) 地球内部の層構造 2時間
 8 本時の目標 (1) 緯度，経度を理解する。
 (2) 地球の大きさを体感する。

9 本時の展開

過程	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	1 学習内容を把握 ・同じ経度の2地点を探し，簡易型GPS受信機の使い方を知る。 ・2地点の緯度の差と測定した距離とその結果より地球の円周および半径が算出できることを確認する。	・ワークシートを配付する。 ・本時の学習内容の説明し，実験に対する目的意識を高めさせる。	
展開 (1) 20分	2 簡易型GPS受信機の取扱い ・実験・観察方法及び留意点を理解する。 3 緯度，経度の測定 ・グループで協力し合い，簡易型GPS受信機による測定を行う。 4 2地点間の距離の測定 ・メジャーを使って距離を測定する。	・簡易型GPS受信機の操作上の留意点を徹底させる。 ・2地点が同経度であることに留意させる。 ・2地点の直線距離を測定することに留意させる。 ・測定結果をワークシートに記録させ，データを整理させる。	【観察，実験の技能】 (1)（観察，実験における行動観察，提出ワークシート）
展開 (2) 20分	5 測定データの整理及び考察 ・測定データを基に，地球の大きさを求める。	・地球を完全な球体と仮定し，計算結果から考察させる。 ・誤差についても検討させる。	【観察，実験の技能】 (2)（観察，実験データの整理及び考察における行動観察，提出ワークシート）
まとめ 5分	6 まとめ ・校内の敷地内で測定できる2地点の距離と緯度の差から地球の大きさが計算できることを体感する。	・本時の学習内容を再確認させながら，地球の大きさの測定の歴史や方法にも関連付けて理解を深めさせる。 ・ワークシートの提出について確認する。	

10 本時の重点とする生徒評価の観点及び方法

- (1) 積極的に観察，実験に取り組み，正しく測定することができたか。
 【観察，実験の技能】（観察，実験における行動観察・提出ワークシート）
 (2) 実験データを適切に処理して，観察，実験の結果に基づいた考察ができたか。
 【観察，実験の技能】（観察，実験データの整理及び考察における行動観察・提出ワークシート）

11 御 高 評

テーマ「地球の大きさを測ろう」

1 目的 GPS受信機のデータを使って地球の大きさを求める。

2 準備 (2名1班)

器具 GPS受信機、100m (又は50m) メジャー (GPS受信機で距離が測定できない場合)

3 実験

① 地点Aを決め、その地点の緯度、経度を記録する。地点Aには目印を付けておく。

② なるべく離れた同じ経度の地点Bを探し、その地点の緯度を記録する。地点Bにも目印を付けておく。

③ GPS受信機に距離測定機能がない場合、メジャーで地点AB間の距離を測る (距離はなるべく離れている方がよい)。

※①から③を3回行う。

4 結果

	緯度 (A地点)	緯度 (B地点)	距離	計算結果
1回目経度 ° ' "	北緯 ° ' "	北緯 ° ' "	m	km
2回目経度 ° ' "	北緯 ° ' "	北緯 ° ' "	m	km
3回目経度 ° ' "	北緯 ° ' "	北緯 ° ' "	m	km

5 計算

注: $1^\circ = 60'$ (分)、 $1' = 60''$ (秒)

6 考察

(1) なぜ同じ経度で調べなければいけないか。

(2) 誤差はどれくらいか。また、誤差が生じた理由は何が考えられるか。

7 感想・反省

1年 組 番 氏名

9 理科課題研究のポイント

(1) 理科課題研究の意義

今回の学習指導要領の改訂で、新たに理科課題研究が設置された。この科目の目標は、「科学に関する課題を設定し、観察、実験などを通して研究を行い、科学的に探究する能力と態度を育てるとともに、創造性の基礎を培う」である。この目標は、科学の方法の習得、科学的思考力、科学的表現力及び主体的判断力の育成と言い換えることができる。

理科における課題研究では、生徒が研究課題を設定し、仮説を立て、その仮説を検証するための実験計画を立て実行する。実験結果を考察して、仮説の正否を検討する。この一連の活動が、科学の方法である。生徒は、課題研究を通して科学の方法を実体験することができる。また、生徒は、レポート作成及び研究発表会を通して、科学的表現力を育成することができる。事実と意見を厳密に区別する、データの再現性を重視する等のレポート作成上の留意点を守ることによって、科学的な思考力が育成される。

さらに、課題研究レポートを作成することにより、主体的判断力を育成することができる。自己の出したデータ、先行研究の成果等を考察して、結論を導く。生徒は、結論を出す過程で、科学的な見方・考え方を用いて、自ら最終判断することを要求される。

理科課題研究は、生徒がもつ、知識・技能、思考力、表現力等を総動員させて行う活動であり、高等学校理科の総まとめにふさわしいものである。各学校において、生徒の実態に合わせて工夫をし、取り組ませたい科目である。

(2) 理科課題研究の方法

理科課題研究の方法は、各学校の実態に合わせて工夫するのが望ましい。ここでは、一例として、ある高等学校の実践を紹介したい。

ア 課題の選択・決定

「テーマの設定」に関しては、生徒自らが課題を設定すべきものである。しかし、生徒が自由にテーマを設定すると、生徒は解決の見通しが立たない課題や、実施不可能な実験を含む課題を設定することが多い。そこで、解決の見通しの立つ課題をできるだけ多く提示して選択させる方法を実施した。

イ 事前の活動

選択したテーマ及び共同研究者を「課題テーマ登録用紙」に登録させ、人数に偏りがあった場合には調整した。個人研究でも共同研究でもよいことにしたが、共同研究の場合、1グループ3人以内とした。

(ア) 研究計画の検討と立案、研究資料・文献等の収集・調査

返却した「課題テーマ登録用紙」に、実験方法・必要な実験設備・薬品を登録させた。研究テーマの分野別に指導教員を置き、生徒は指導教員と相談しながら実験の目的・方法・設備を検討した。研究資料や必要な文献は、学校図書館にて調査・収集した。また、インターネットも活用した。

(イ) 研究に必要な観察・実験器具の準備

必要な実験器具・薬品の準備は、選択した分野別に各実験室で用意した。

ウ 実験・観察・調査の実施

時間割変更により3時間連続の授業時間を取り、選択したテーマの実験を物理・化学・生物・地学の各実験室において一斉に行った。また、放課後などにそれぞれの実験室を開放し、事前準備や追加実験ができるように配慮した。

エ 研究報告書（レポート）の作成

(ア) レポート提出①

実験を含む研究の内容をレポートにまとめ提出させた。共同研究の場合でも、レポートは個人で書くことにした。

- a レポート作成指導 生徒は科学的な文章を書いた経験がないので、その書き方を指導する必要がある。科学的な文章の特徴・研究報告書に含まれるべき内容を具体的に解説する生徒指導用資料を配付し、レポートの書き方指導を行った。
- b レポートの添削指導 提出されたレポートを各指導教官が添削し、不足する内容、必要な追加実験などについての指導を行った。
- c レポート返却 添削したレポートを、書き直しについての注意事項を付けて返却した。

(イ) レポート提出②

返却したレポートは、必要な追加実験などを行わせ、書き直しさせて再提出させた。

- a 追加実験 実験結果が不十分であったり、更に多くのデータが必要であったりする場合は、追加実験を行わせた。
- b レポートの書き直し 添削された内容や項目、追加実験の結果を書き直させた。

オ 研究成果の発表

研究は、論文発表及び口頭発表を行い、自分の行った研究を他の生徒に理解してもらうことにより、初めて終わったということが出来る。そこで、研究テーマの継続性を加味し、生徒が得た研究成果を他学年の生徒・同じ学級の生徒に発表する機会を設定した。

カ 理科課題研究の評価

観点別評価規準を別に定めて、それに基づいて総合的に評価した。また、発表会では生徒による相互評価も取り入れた。

キ 具体的なテーマ例

(ア) 物理分野

- ・電気抵抗の温度係数の測定
- ・学校近隣の池の水温
- ・ゴミ袋で作った熱気球

(イ) 化学分野

- ・食品中の二酸化硫黄の定量
- ・学校近隣の池の水質調査
- ・水素吸蔵合金について

(ウ) 生物分野

- ・バナナの甘みは何が原因か
- ・鶏胚血球の分化
- ・学校近隣の池のカモの調査

(エ) 地学分野

- ・赤土はどのように形成されたか
- ・環境指標としての有殻アメーバの研究

(3) 理科課題研究を円滑に実施させるには

ア 理科全体で考える

理科課題研究は、課題の設定から実験準備、実施、報告書作成、発表会と多大な労力がかかる。円滑な運営のためには、テーマの選び方から実験方法、報告書の作成などの指導が必要となる。理科課題研究が継続的に行われている学校では、生徒の実態にあった手引きなども作られている。これらを個人で実施することは難しい。理科教員全員で分担して理科課題研究を行いたい。

イ 3年間を見通した指導計画

理科課題研究は、高等学校理科の総まとめの意味合いもあるので、3年間を見通した理科カリキュラムの中で、どう位置付けるのかよく考える必要がある。

10 興味・関心を高めるための授業の工夫

近年、生徒の学習意欲の低下、そして学力の低下が危惧されている。これらの問題を解決するためには、まず、授業に対する興味・関心を高めることが大切である。生徒の授業に対する興味・関心が低ければ、学習意欲が高まることも、学力が付くことも期待できない。

授業において、興味・関心を高める工夫は重要である。教員一人一人が、いろいろな角度から工夫をし、取り入れていきたいものである。

(1) 理科における興味・関心を高める授業とは

もともと興味をもった内容であれば、生徒は意欲をもって自発的に学習する。興味のない内容でも学ぼうとする意欲が生まれるのは、その学習が自分にとって役立つことを理解できたときである。¹⁾ 藤田剛志氏は、理科を学ぶ意欲を高めるためには、「理科を学ぶということが日常生活や社会と深く結びついていること、現代に生きる人間として不可欠であること等々を理科の内容として改めて自覚的、意図的に教師が子供に語りかけること」が重要であるとしている。²⁾ 教員が、理科が実生活に結び付き、よりよく生きていくためには理科の学びが大切であることを示すことが、理科における興味・関心を高める授業につながると言える。

座学による一斉授業が、授業展開の中心となることのないよう、様々な授業展開の可能性を探り、生徒が主体となる授業、興味・関心を高めることができる方法を考えなくてはならない。

ここでは、理科が実生活に結び付き、よりよく生きていくためには理科の学びが大切であることを示す方策として「日常生活等に関連した授業」を紹介したい。

(2) 理科における日常生活等に関連した授業とは

文部科学省の施策として平成 15 年度より行われている「学力向上アクションプラン」の学習意欲向上のための総合戦略の一つとして「学習内容と日常生活との関連性の研究」が行われている。まず、日常生活をどのようにとらえるかということについて、この研究においては、「学校で学ぶ内容が産業の身近な製品や技術にどのように生かされているか、学習内容が社会の職業の中で、どのような仕事のどのような場面に生かされているか、さらに社会や人間とどのように関連しているか」という視点で考えるとしている。

そして、日常生活と関連した教材（題材）を利用して、今行っている学習内容が、産業や社会の中でどのように生かされているか、どのようにつながっているかを生徒に理解させていく。このことによって、生徒は、今行っている学習の意味を把握し、そのことが生徒の学習意欲に刺激を与えていくのである。

国立教育政策研究所から平成 17 年 3 月に出された「学習内容と日常生活との関連性の研究」に、多数の事例が挙げられている（文部科学省「確かな学力」のホームページからダウンロードできる）ので参考にするとよい。

(3) 理科における日常生活等に関連した授業のポイント

日常生活等に関連した授業のポイントを幾つかまとめたい。

ア 教材（題材）は、ただ単に生徒との物理的距離の近いものを考えるのではなく、生徒の興味の強いものを選ぶ。

イ 生徒の学習意欲を高めるためには、授業（単元）の導入で行ったり、単元の終わりに発展的な学習で行ったりするとよい。

ウ 教材（題材）は、知的な内容、論理的思考を満足させるようなものを選ぶとよい。

エ 資料は図、表、写真など取り入れるなど分かりやすいものを用意する。ビデオ教材やデジタル教材などを利用するのもよい。ただし、長時間の視聴は、生徒の学習意欲を低下させるおそれがある。

オ 意見発表や討論などを交えて授業を展開すると、生徒の学習意欲は一層高まる。