

理科

理科－1	(物理基礎) 力と運動の法則	101
	運動の法則を総合的に適用することで衝突現象を説明する事例	
理科－2	(物理基礎) 保存力と保存力以外の力	105
	「深い学び」に結びつける観察による予測と考察の指導事例	
理科－3	(物理) 慣性力と遠心力	109
	アウトプットを重視した学習モデルにより理解を深める事例	
理科－4	(化学基礎) 物質と化学結合	115
	思考ツールを用いた「対話的な学び」への誘導する事例	
理科－5	(化学基礎) 物質質量と化学反応式	119
	化学反応式の量的関係を質量の視点から粒子の視点へ転換する指導事例	
理科－6	(化学) 物質の状態と平衡 物質の構造と融点・沸点	123
	ペアワークから化学結合と沸点・融点の関係性を思考する事例	
理科－7	(生物基礎) 血糖濃度の調節と糖尿病	129
	グラフの読み取りから「対話的な学び」へ導く指導事例	
理科－8	(生物) 遺伝情報の発現	133
	模型を作る作業を通して体感し、考える事例	

【学習活動の概要】

1 単元名 力と運動の法則			
2 単元の目標 ニュートンの運動の3法則を身の回りの現象に適用することで理解し、現象を分析、予測する物理的な思考力、判断力を身につける。			
3 単元の評価規準			
関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
物体の運動と力との間に関係性があることに関心を持ち、日常に見られる様々な運動等を通して科学的に探究することによって、力のはたらき・性質と運動との関係について理解しようとする。	日常に見られる運動や力のはたらきから力の概念を見だし、力の性質や運動との関わりについて考察ができる。また、これらに関する観察・実験を通して、運動の3法則の理解を深め、身の回りに生じる様々な現象に対して正しく解析し、判断できる。	運動を記録・分析することで物体にはたらきく力の性質を見だし自らの考えを的確に表現できる。また、運動を分析するための実験方法を習得し、科学的な探究の方法の基礎を体得し、よりの確かな実験や観察の方法を見いだすことができる。	運動の3法則について正しく理解し、つり合いの2力と作用・反作用を正しく区別することができる。また、物体にはたらき様々な力を理解し、それらを正しく見だし運動方程式を立てられる。
4 単元の概要 本単元では、身の回りの物体の運動を観察、実験などを通じて探究し、それらに関連する物理概念や法則を理解させ、運動についての基礎的な見方や考え方を身に付けさせることを目標としている。本時ではこれまでに学習した運動の法則を実際の現象に適用することでその現象を合理的に説明し、法則についての理解を深める。現象と理論を結びつけて考えるという訓練を継続して行なっていくことで、他の日常の現象を物理的に捉える視点を身につけさせるようにしたい。			
5 単元の指導計画 (4時間)			
次	学習活動	深い学びに関する指導上の留意点	
第1次	・運動が何らかの法則に従って決まることを理解する。 ・作用反作用の法則、慣性の法則を理解する。	・「質量」や「速度」、「加速度」などの物理量を表す言葉の定義を、繰り返し確認するようにし、それらの言葉の表す概念の定着を図る。	
第2次	・力と加速度の関係が比例関係であることを確認する。 ・質量と加速度の関係が反比例の関係であることを確認する。	・本時では、よく知られた誤概念である「2物体が衝突する際に互いに及ぼす力は、質量の大きい物体が質量の小さい物体に及ぼす力のほうが大きい」という(誤った)考えをきっかけに、作用反作用の法則との矛盾に気づかせる。それが動機付けとなるため、この導入部分が非常に重要である。	
第3次	・上記の関係から運動の法則(第2法則)を見だし、運動方程式を確認する。	・上記の矛盾に対して、運動の法則や言葉の定義などを再考することで、矛盾を解消するよう現象を説明させる。	
第4次(本時)	・身近な現象を既習の法則を適用することで分析する。		

【解説】

【指導事例と学習指導要領の関連】

本時の授業は、学習指導要領「物理基礎」の2内容の(1)イのウ「運動の法則」とエの「物体の運動とエネルギーに関する探究活動」に関連した内容とした。特に(1)エでは「(略)学習内容の理解を深めるとともに、物理学的に探究する能力を高めること」とあり、自らの誤概念と正しいとされる法則との矛盾に気づかせることで、「力」や「加速度」、「質量」といった概念をより正確に理解させ、それらの言葉を正しく用いて実験結果を説明させることを狙いとした。

指導要領3内容の取扱い(1)イの「探究活動」においては、各項目の学習活動と関連させながら観察、実験を行ない、報告書を作成させたり発表を行なう機会を設けたりすること」を考え、本時では実験に対する考察をグループで相談しながらワークシートにまとめることを主たる作業とした。

【深い学びの実現に向けた工夫】

○ 本時の動機付けの背景

力学現象は身近な現象であるためイメージしやすい面もあるが、生活の中で構築された誤概念は非常に根強く、物理的に正しい概念を獲得することの抵抗となる場合がある。本時で想定した誤概念である「2物体が衝突する際に互いに及ぼす力は、質量の大きい物体が質量の小さい物体に及ぼす力のほうが大きい」というのも非常に根強いものである。作用反作用を学習した直後でもほとんどの生徒(今回の事例では全ての生徒)がこのように考えてしまう。これは力と運動量の概念が未分化であることや、「力」の概念が正確に身につけていないことに起因すると思われる。

本時では上記の誤概念と作用反作用の法則との矛盾に気づかせることが動機付けとなり、この動機付けがうまくいくように演示実験の構成に配慮した。

○ 話し合いにおける留意点

まずは演示実験の結果から何がわかるのかを整理するよう指導した。演示実験を見終えた段階で衝突時に互いに及ぼし合う力は等しいことは直感的にわかっているが、それを表に整理することで言語化させることを意識した。言語化の際の混乱を避けるため、「力学台車が飛ばされる」ことは「加速度が大きい」と言い換えられることを示し、既習事項と関連させられるように配慮した。

最初はある程度自由に話し合わせ、各班の話し合いにおいて、意見はどの程度出ているか、どのような内容の意見が出ているかを観察した。その後、演示実験の結果はどうだったか、そこからどのようなことが言えるかを全体に解説し、運動の第2法則を改めて確認した。

○ 意見をまとめる際の留意点

本時で扱った内容は、ひとつの衝突現象に対して、作用反作用の法則と、運動の第2法則の二つを適用することで初めて合理的に説明できる。全体的にまとめに手こずっている様子だったので、運動の第2法則を式で表して、全体に周知した。その際、改めて質量、力、加速度の関係も確認した。内容が難しいことに配慮し、話し合いの様子を見ながら随時考えるきっかけを与え、話し合いが停滞しないよう心がけた。最終的には穴埋めのような形で文章を与え、空欄部分にあてはまる内容を考えるよう指示した。

学習内容の難易度や生徒の状況を考慮し、適切な情報を与えること、あるいは話し合いのフォーマットを与えることがグループ活動の活発化のために必要である。

○ 生徒の意見や感想

本時の授業を通じてわかったことを記入させたところ、以下のような意見が出た。

・質量が大きい台車に対して、小さい台車が飛ばされているのに、力の大きさは一緒なのが驚いた。やはり質量が異なるので、加速度が異なるのがわかった。

・授業前はなんとなく小さい方が飛ばされるとしかわからなかったけど、授業をしてなぜそうなるのかを理論的にわかることができて良かったです。普段働いている加速度を授業のように見られればおもしろいと思います。

○ まとめ

生徒の意見を見れば、おおむね冒頭の誤概念が解消されていることがわかる。グループワークを経て自分の意見を表現することで理解が深まるが、それを成立させるためには生徒の状況を正確に捉えて、題材や情報を提供することが大切である。

ワークシート 運動の3法則の利用

固有番号

氏名

テーマ 実験：力学台車の衝突実験

物体が衝突する場面について考えよう。相撲の立ち会い、バットとボールなど、なにか物体同士が衝突する場面は多々ある。これらの現象を、今までに学習した内容を用いて分析する。現象を単純にするため、下図のように、質量の異なる2つの力学台車を衝突させてみよう。



発問1 質量の異なる物体が衝突した場合、どちらが飛ばされるだろうか？予想してみよう。

予想

➡

結果

発問2 質量の異なる物体が衝突した場合、どちらに大きな力が加わっているだろうか？（ばねの縮みの最大値が大きいののはどちらだろうか？）予想してみよう。

予想

➡

結果

○これまでの学習内容の確認

- 運動の第1法則（慣性の法則）
物体にはたらく合力が0のとき、静止している物体は静止を続け、動いている物体はそのまま等速直線運動を続ける。
- 運動の第2法則（運動の法則、運動方程式）
物体にはたらく合力の向きに加速度が生じ、その加速度は合力の大きさに比例し、物体の質量に反比例する。（この法則は運動方程式 $ma = F$ で表されることが多い。）
- 運動の第3法則（作用・反作用の法則）
力は必ず2つの物体間に及ぼし合い、その力は同一作用線上、逆向きで同じ大きさとなる。

課題 これまでの学習内容を用いて、この衝突実験を合理的に説明してみよう。

○ 実験の状況や結果を整理してみよう。

現象の整理（実験状況や実験結果）	そこから考えられること（結論）
この実験における2つの台車の条件の違いは何か。	/
衝突後のばねの縮みはどうなったか。	
生じる加速度はどうなったか。	

以上の結果から、質量の異なる物体が衝突した場合、

まとめ案（班の意見）

以上の結果から、質量の異なる物体が衝突した場合、

まとめ

今日わかったこと（授業前後の考え方の変化）や感想

課題 これまでの学習内容を用いて、この衝突実験を合理的に説明してみよう。(班)

○ 実験の状況や結果を整理してみよう。

	現象の整理 (実験状況や実験結果)	そこから考えられること (結論)
この実験における2つの台車の条件の違いは何か。		
衝突後のばねの縮みはどうなったか。		
生じる加速度はどうなったか。		

以上の結果から、質量の異なる物体が衝突した場合、

まとめ案 (班の意見)

【学習活動の概要】

1 単元名 保存力と保存力以外の力			
2 単元の目標 力学的エネルギー保存が成り立たないときの力学的エネルギーと仕事の間係を理解する。			
3 単元の評価規準			
関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
・保存力と保存力以外の力について関心を持ち、探究心など意欲的な態度を身に付けているか。	・様々な物理事象を関連づけ、一つの事象を多角的にとらえることができるか。 ・自分の考えをわかりやすく相手に伝えることができるか。	・保存力と保存力以外の力に関する観察・実験などを通じてそれらの基本操作を習得しているか。 ・自然の事物・現象を科学的に探究する技能を身に付けているか。	・保存力と保存力以外の力について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けているか。
4 単元の概要 本単元では、力学的エネルギー保存則が成り立つ理想的な場合における値を求める力をつけるとともに、保存則が成り立たない場合の力学的エネルギーと仕事の間係性を捉えることが求められる。どのようにしてエネルギーが増減するかを把握し、仕事の正負と関連付けられるようにする。 その状況に応じた公式の使い方ができるようにし、実際の観察・実験から理論値と実験値との差を小さくすることで、考えながら公式を活用する力を伸ばしていきたい。また、その際に協働的な学習を通じて「深い学び」、「対話的な学び」、「主体的な学び」を取り入れることで生徒自身の理解度を深めていきたい。			
5 単元の指導計画			
次	学習活動	深い学びに関する指導上の留意点	
第1次	○力学的エネルギー保存則を理解し、計算方法を習得する。	<ul style="list-style-type: none"> ・日々の授業からペアワーク・グループワークを取り入れ、お互いに考察し合う雰囲気を作り、探究活動につなげた。特に、他人の意見に流されることなく、間違っても各々がそれを伝えられるようにした。また、グループ活動時のルールは決めたが、多少騒がしくなっても自由に話せるような時間を作るように心掛けた。 ・単なる観察で終わらずに、理論通りか否かを確認し、その理由を考察できるように、これまでも演示実験から予想させることやその理由付けを行ってきた。 ・何事も勘に頼ることなく、立式や計算で答えやグラフを考えるよう誘導した。 	
第2次	○力学的エネルギー保存則が成り立たない場合の力学的エネルギーと仕事との間係性を理解し、観察・実験を通して探究する。		

【解説】

【指導事例と学習指導要領の関連】

今回の指導事例は学習指導要領物理基礎の2(1)エ「物体の運動とエネルギーに関する探究活動」である。内容の取扱いにはウ(イ)「摩擦や空気抵抗がない場合は力学的エネルギーが保存されることを中心に扱うこと」とあり、摩擦や空気抵抗がない場合の観察・実測値計算と摩擦がある場合の観察・実測値計算をテーマに設定した。また、経路と時間との関係性も同時に取り入れた。観察を通じて速度や経過時間がどうなるかを予測し、ペアワークで考察することで「対話的な学び」を目指した。また、理論的計算式の導出や複雑な計算をあえて入れることでグループ活動の中で教え合うことや役割分担して理論値を導き出すことを計画した。さらに、理論値を算出したうえで実際に実験・観察し、実測値との差が生じた要因を考察させるといった「深い学び」になるように計画した。

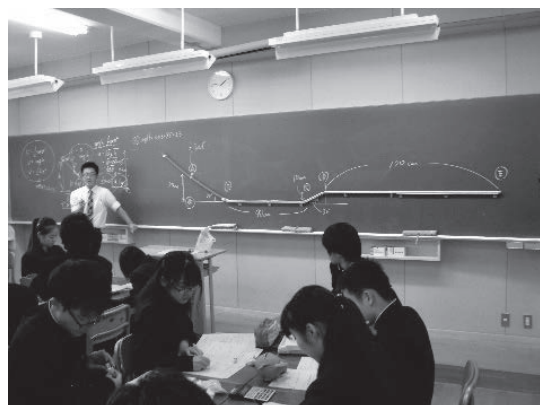
【深い学びの実現に向けた工夫】

○観察による予測と考察

力学分野においては計算力の向上に重きを置くことが多く、これまで簡易な演示実験を見せるくらいしかしてこなかった。今回、視覚的判断から理論値と実測値との差の要因を考えることや、その要因を計算で求めることを想定した。数値が細かかったため、電卓の使用を認め、求めた値が実測値とほぼ等しくなったときの反応は非常に達成感があるものであった。本授業展開として、力学的エネルギー保存則における速度及び経過時間との関係性の確認、摩擦力がある場合の力学的エネルギーと仕事の関係の計算と観察、といった2つのテーマで行った。計算及び考察において、ペアワークやグループワークを取り入れ、知識の共有や結果の予測、教授をお互いに行えるようにした。既習事項を用いながらも、それぞれがしっかり考え、計算をしなければ解答にたどり着かない内容であったため、計算すべきことが理解できていた生徒には「深い学び」につながったと考えられる。また、その補助資料として実際の図やグラフを載せたワークシートを用意し、裏面には今回の内容に直結する問題を出し、復習できるようにした。

(観察について)

- ① 同じ高さだが3種類の異なる経路を転がる小球の速度を計算から予測させる。また、経過時間の予測も行わせ、観察によって違いを明確にすることで、加速度によって時間の経過が異なることを再認識させる。それによって、力学的エネルギー保存則による速度の確認と、経過時間は変化することをしっかり理解できる。
- ② 斜面を複数用いることや動摩擦係数の異なる面を用意し、力学的エネルギーの減少の仕方を考察させ、計算させる。特に、動摩擦力のした仕事が負の値であることや、エネルギーが0となった場所で静止することを理解させる。また、計算した値とほぼ同じ場所で静止することが確認できるようにする。



(ペアワーク、グループワークについて)

- ・ペアワークやグループワークでの話し合いは日頃から行っているが、時間を十分に割くことはできなかった。本来、どのように考えて計算すべきなのか、どこでエネルギーが失われるのか、といった話し合いをグループで行うことが望ましい。また、静止する場所をグループで発表させることや、実測値との誤差に関する考察までできればよかった。
- ・グループワークの際にはワークシートだけでなく、各班にホワイトボード等の書き表すものがあれば、教え合いや発表の時に有効であると思った。



○授業を実施して得られた効果と生徒の状況及び反省

- ・1回の授業の中に2つのテーマを盛り込んだが時間的な余裕はなく、1回の授業で1つのテーマで十分であった。ただ、実際に目で見ることやその計算をすることで既習事項の概念が習得できたと感じる。また、苦労して計算した結果と測定値が一致したときの生徒の達成感は相当なものであり、興味関心が高まり、物理への距離感が縮まる内容であった。
- ・日頃からのペアワークやグループワークを通して、お互いに教え合う姿がよく見受けられる。授業中のみならず、休み時間等に話し合っている光景は探究心の深まりだと思う。しかし、生徒全員がそのような状態ではなく、個人で考え抜きたい生徒もいるため、個で考えるべきこととグループですべきことの線引きをしっかりとしなければとも感じた。
- ・観察時の組立装置の状態によって、誤差が大きく生じることがあった。その誤差はなぜ生じたのかを考えさせた。苦労して計算した分だけ、実測値との一致が望ましいのは確かである。複雑過ぎず、かつ正確に値が出るような装置を考える必要がある。
- ・生徒の感想の中には、やはり実際に見たり触れたりといった“生”で観察することを求める声が多かった。特に映像というわけでもなく、授業内での成功や失敗も含めた上で行われることが新鮮なのかもしれないと感じた。その意味では、単なる一つの問題を実際に見せることや、そこからさらに考察させることの方が生徒の応用力や探究心の育成に有効なのではないかと思う。また、このような機会によって、授業のあり方を再確認できたことは良かったと考えている。

【ワークシート（表面・裏面）】

2018年 月 日 () 校時実施

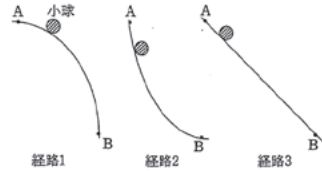
第21回 力学的エネルギー保存則と保存されない場合について

【前時までの復習】

- 運動エネルギー
- 重力による位置エネルギー
- 弾性力による位置エネルギー

1. 力学的エネルギー保存則の確認と時間との関係性

① 下に示したそれぞれの経路において、小球をA点から転がしたとき、B点での速さはいくらか。
(小球の質量: 10[g], B点からA点までの高さ: 50[cm])

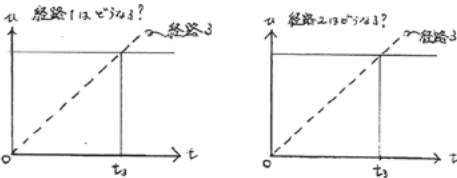


また、② AB間を移動する時間を速い順に並べよ。また、その理由も考えよ。ただし、AB間は全ての経路で同距離とする。

経路 _____ > 経路 _____ > 経路 _____

(理由)

(参考)

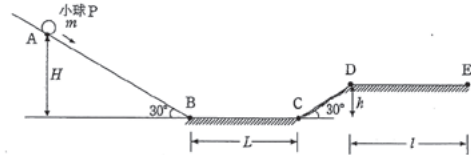


2. 保存されない場合

実際に小球をレール上で転がしてみると、同じ高さまで上がってくれない。
→ (_____ があるため)

◎ 理論値を求め、予測する。

以下のように、A点に小球Pを静かに置くくと転がりはじめる。小球Pが途中で静止する場合、その位置はB点から水平方向に何cmの位置か予測せよ。また、静止せずに通過する場合、E点での速さはいくらか予測せよ。



(与えられている条件)

- 小球の質量: $m = 30$ [g], A点の高さ: $H = 30$ [cm], $h = 10$ [cm], $L = 90$ [cm], $l = 170$ [cm], $g = 9.8$ [m/s²], AB間の動摩擦係数 $\mu' = 0.04$, BE間の動摩擦係数 $\mu'' = 0.09$

【計算等自由欄】

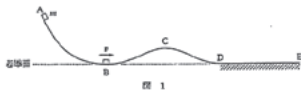
(予想) : Bから _____ [cm] の位置で静止する。または、Eでは _____ [m/s] である。

● 実測値との違いから、どこに原因があるかを考える。

_____ 組 _____ 番 氏名: _____

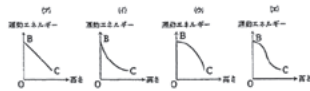
今日の反復練習問題

1 図1のように、なめらかな曲面ABCDと、点Bと同じ高さの水平面DEが点Dでなめらかにつながっている。いま、点Aから質量mの小物体を静かに置いたところ、小物体は、最下点Bを過ぎた後通過した。その後、小物体は曲線から離れることなくBD間の直線ACを通過し、点Dに達した。点Dを通る水平面を直線の基準面とし、重力による位置エネルギーの基準面とし、重力加速度の大きさをgとする。



問1 点Bを通過するときの小物体の運動エネルギーはいくらか。

問2 小物体が曲面BC上を点Bから点Cまで滑る間、基準面からの高さhと小物体の運動エネルギーの関係を示したグラフの形状として最も正しいものを、次の方の中から一つ選び、記号で答えよ。



問3 点Cでの小物体の速さが1/2vのとき、基準面からの点Cの高さは点Aの高さの何倍か、数値で答えよ。ただし、解答欄には数値だけでなく、考え方の式も記入せよ。

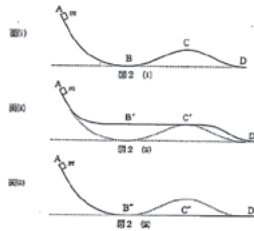
小物体は点Dを通過した。水平面DEを通過し始めてすぐに静止した。

問4 小物体と水平面DEとの間の動摩擦係数はいくらか。a, b, c, d を入れて答えよ。

次に、図2に示す三つの図を用いる。

図1: 図2(a)のように、図1の点Aから点Dまでの曲面ABCD。
図2(a): 図2(b)のように、点B, 点Cが点Cと同じ高さの水平面となるようにした曲面ABCD'。
図2(b): 図2(c)のように、点B', 点C', 点D'が点Dと同じ高さの水平面となるようにした曲面AB'C'D'。

(注) 曲面に当たった直線のABCDと直線のAB'C'D', および直線のAB'C'D'はすべて等しくすべしである。
これらの図1, 図2(a), 図2(b)をそれぞれ用いて、小物体を点Aから静かに置いたとき、いずれの場合も、小物体は曲線から離れることなく滑るものとする。



問5 図1, 図2(a), 図2(b)を上すった小物体が点D, 点D'に達したときの速さをそれぞれ、 v_1, v_2 とする。これらの大小関係を数式として正しいものを、次の①~④のうちから一つ選び、記号で答えよ。

問6 図1, 図2(a), 図2(b)の上の点Aを小物体がすべり始めてから点D, 点D'に達するまでの時間をそれぞれ、 t_1, t_2 とする。これらの大小関係を数式として正しいものを、次の①~④のうちから一つ選び、記号で答えよ。

(解答欄)

【学習活動の概要】

1 単元名 慣性力と遠心力			
2 単元の目標 観測者の立場（等速または加速）に応じて「慣性力(遠心力)」を用いることを知り、身の周りの現象と結びつけて理解できる。			
3 単元の評価規準			
関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
慣性力（遠心力を含む）について関心を持ち、身近な例と結びつけて意欲的に考えようとする。	観測者の立場の違いに応じて慣性力を用いて物体の運動を解析し、その考えを表現できる。	台車や回転台上での物体の運動について、観測者の立場に応じて結果を記録、整理している。	観測者の立場に応じて「慣性力(遠心力)」を用いることを知り、身の周りの現象と結びつけて理解できる。
4 単元の概要 本単元で扱う「慣性力（遠心力）」は、物体の運動を解析する際の基本概念の一つであり、大学においても扱う非慣性系へ続く内容である。 ここでは、安易に公式の暗記するのではなく、観測者の運動の違いを比較し、その立場に応じて慣性力を適切に導入して物体の運動を表現する力が身に付くよう配慮する。 学習内容の解釈の視点を定めるため、どのような点に着目して思考・判断すべきかを明確に理解できる独自の教材（プリント）を用いることで、既習内容と新しく学習した内容が結びつき、知識の再構築を行わせていく。 また、学んだ内容を未知の状況・課題に対して活用する力が身に付いているのかを評価するために、理解した内容について文章による表現をさせる。			
5 単元の指導計画			
次	学習活動	深い学びに関する指導上の留意点	
第1次	加速度運動する観測者には、物体に慣性力がはたらいているように見えることを学ぶ	<ul style="list-style-type: none"> ・学習の目標を明確に提示する。 ・新しく学ぶことと既習事項を結びつけて考え、知識の再構築ができるように留意する。 ・インタラクションとしてグループでの対話的な活動を設ける。 ・リフレクションとして、理解したことや考えたことなどに関する文章による表現活動を行い、学習の到達度を明確にする。 	
第2次	物体について慣性力を加えて運動方程式を立式できることを学ぶ		
第3次	観測者の立場（等速または加速）に応じて「慣性力(遠心力)」を用いることを知り、身の周りの現象と結びつけて理解する。		

【解説】

【指導事例と学習指導要領の関連】

物理の「(1)様々な運動」では、「運動とエネルギーについての基礎的な見方や考え方にに基づき、物体の運動を観察、実験などを通して探究し、力と運動に関する概念や原理・法則を系統的に理解させ、それらを活用できるようにする。」とあり、これまでに様々な物体の運動を扱った。直近では円運動を扱い、「ウ 円運動と単振動」の(ア)に記載されている内容に従い、円運動をする物体の様子を表す方法やその物体にはたらく力などについて学習した。

これらの学習ではいずれも加速度を持たない観測者の視点に基づき運動を表現してきた。

ただし、「(1)のウの(ア)については、等速円運動の速度、周期、角速度、向心加速度及び向心力を扱うこと。また、遠心力にも触れること。」とあるため、本単元で初めて加速度を持つ観測者の立場に基づき運動の解析を取り扱い、「慣性力(遠心力)」について学習する。

ここでは、安易に公式を暗記させるのではなく、観測者の運動の違いを比較し、その立場に応じて慣性力を適切に導入して物体の運動を表現する力が身に付くよう指導する。

また、学習内容の解釈の視点を定めるため、どのような点に着目して思考・判断すべきかを明確に理解できる独自の教材(プリント)を用いることで、既習内容と新しく学習した内容が結びつき、知識の再構築を行わせる。

【深い学びの実現に向けた工夫】

○年間を通しての取組

「授業設計の新規構築による生徒の活動時間の確保」

教え込み型の授業では、生徒は教員の説明を漠然と聞き、板書事項をノートに写しているだけで、深く思考できていないことが多かった。そのため、理解が不十分であり、個人の力で問題演習を行うことができず、それが物理への苦手意識を生じさせるという問題が生じていた。

この問題に対応するために、以下の基本プランに従って、1時間ごとの授業設計を新規に構築し、年間を通して継続実施している。

〈基本プラン〉

- ・教員が使う時間(新規学習内容の説明・例題の解説など)の大幅削減により、生徒の活動時間を確保する。
- ・生徒によるグループワークの時間を設け、疑問点の解消や思考を整理するための言語活動を充実させるとともに、理解できていない生徒の孤立を防ぐ。

○研究授業に対する取組

「本時の授業設計」

既習事項と本単元の内容を結び付け、より一般的な知識・概念の再構築が進むことで深い理解につながるような授業の展開を設定した。

ただし、教員による説明時間を大胆に制限し、できるだけ生徒間の説明・質問・話し合いを通して理解が進むようにグループによる活動などの場面を設定し、言語活動が充実するように留意した。

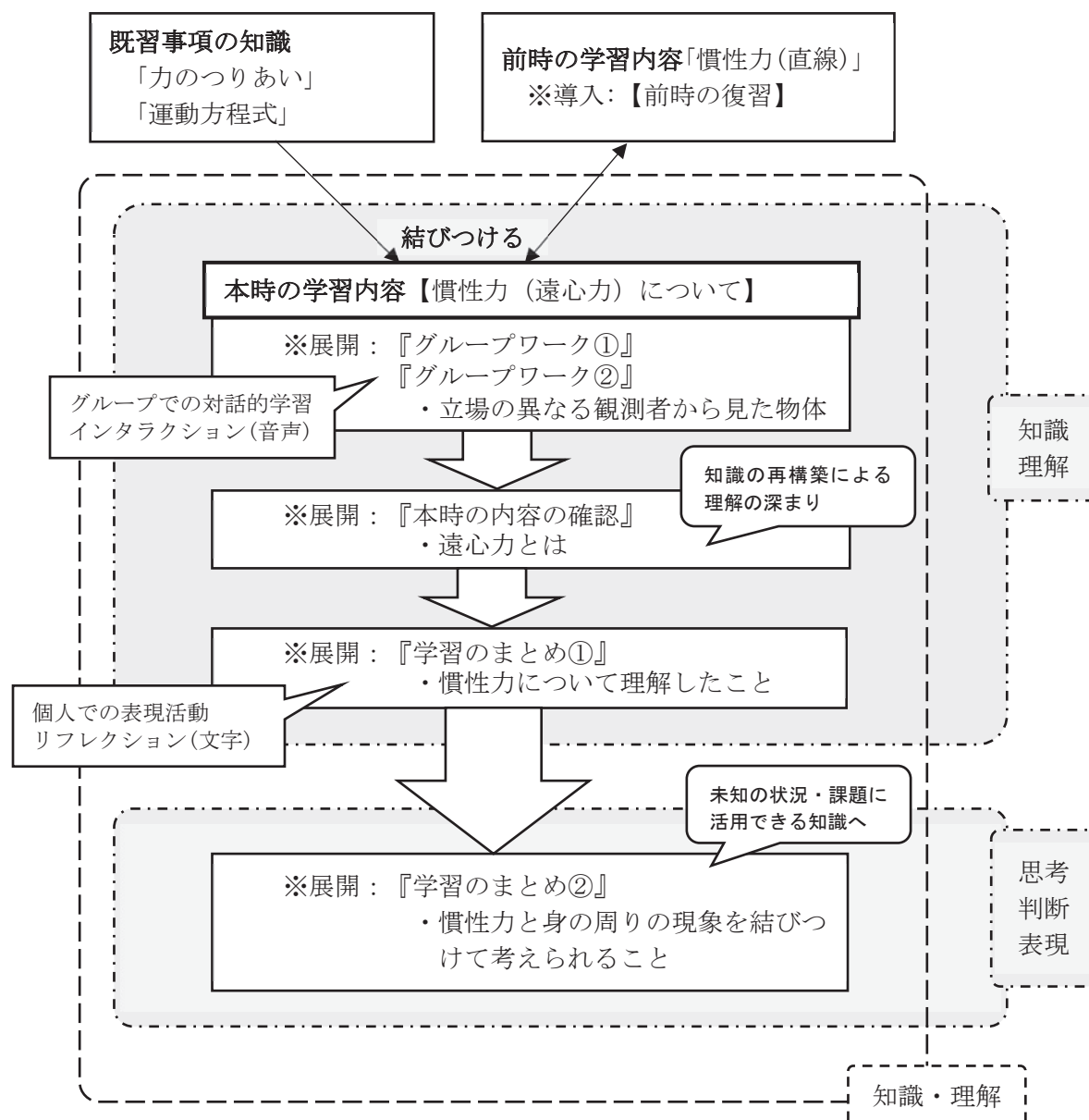
※実施時間の配分

教員の活動：説明など 約10分

生徒の活動：グループワーク 約25分、まとめの文章表現 約15分

また、本単元についての「知識・理解」に関する評価については、授業終盤での文章表現の内容により、到達度を測定することとした。

〈授業設計の概念図〉



※評価の観点について

「 」部分のように、今回は全体を通して評価の観点を「知識・理解」としたが、「 」部分のように、前半を「知識・理解」、後半を「思考・判断・表現」とする案なども考えられる。

「言語活動の充実」

ア 理解を深めるためのグループ活動（口頭表現）

生徒が言語活動を通して理解を深められるような活動の場面を複数設定した。

- ① 生徒を2つの班に分け、それぞれ別の課題を与え、各班内の話し合いで課題を解決させる活動。
- ② ①の各班から2名ずつ、合計4名のグループを構成させ、各班の課題について相互に説明させる活動。
- ③ ①②の内容をクラス全体に説明する活動

※実施の様子



ア ① 話し合いの場面



ア ③ 全体に説明している場面

イ 理解したことを確認するための文章表現

各生徒が何をどのように理解していて、その内容を表現できるのかを確認するために、文章による単元のまとめを記述させる。

これにより、生徒自身が自分の理解度を確認できるとともに、教員も各生徒の理解度を評価できる。

※本時の記述内容

- ① 慣性力について理解したこと。（これまでの理解度の確認）
- ② 未知の課題について、学習内容を活用して課題解決できるかを確認する問い。
（新たに獲得した知識が、活用できる状態にあるかを確認）

※実施の様子



理解した内容について、個人で記述している様子

○授業を実施して得られた効果と生徒の状況

授業中の様子や記述の内容からは、当初の計画どおり、生徒は既習事項と本単元の内容を結びつけて思考し、より一般的な知識・概念の構築ができていたと評価できる。

この結果の最大の要因は、グループワークでの生徒の言語活動が円滑に行われたからである。生徒が活発に発言し合いながらグループワークが進められるのは、このような活動を通年で実施しているからである。例年、物理基礎の初回の授業では、ただ沈黙するグループが多い。そこから、教員がファシリテーターとして活動を支援し続けることで、生徒達は発言し合いながら理解していく力を身に付けていく。こうして、各生徒が思考したことが比較され、結びつき、より確かな理解につながっている。

生徒の記述内容を確認すると、多くの生徒が今回新たに獲得した知識を未知の課題に活用できる状態となっており、いわゆる深い学びとなっていた。

ただし、理解したことなどを文章で表現することは本授業が初めての取組であったため、自分の考えていることが適切に表現できていない例も少なくなかった。グループワークにおける口頭での表現力と同じく、文章という文字での表現力も一朝一夕に身に付くものではない。今後も継続して表現の場を設けることでこのような課題にも対応していきたい。

HRNo: クラスの列: 名前

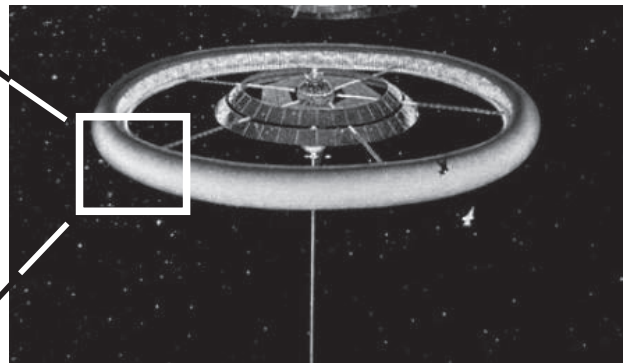
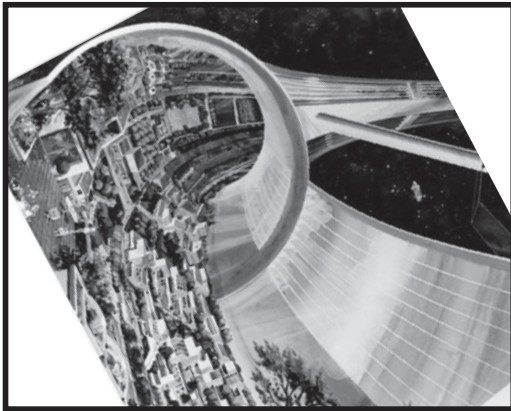
【思考や判断についてのまとめ】 テーマ：月の軌道に数10万人がくらす都市をつくる

宇宙空間に地球と同じような環境をつくり、数万人から数十万人もの人が住む都市を建設しようという計画があります。これをスペースコロニー構想といいます。このコロニーの内部には、空気も水も運び込まれ、人々は立って歩くことができ、ふわふわ宙に浮くことはありません。

この構想をはじめて提案したのは、アメリカのプリンストン大学のオニール教授です。オニール教授の構想を米国航空宇宙局(NASA)が専門家を集めて検討したところ、「建設可能である」という結論に達し、どうやって建設するかという具体案までもが作成されました。このまま人口が増加し続けると、地球上の食糧資源や燃料資源がなくなり、地球上に人類が生存できなくなるおそれがあるのです。

コロニーに人間が住むには、そこに地球上と似た環境が求められます。大気の構成や圧力、温度などは地球の大気と同じにする必要があります。①についても同じにすることが望ましいため、コロニーを②させることで生ずる③で代用しようと考えられています。米国航空宇宙局(NASA)は1970年代に、この考えに沿ったスペースコロニーの構想案を作成しました。 (出典：JAXA 宇宙情報センターHP より抜粋)

<イメージ図>



「スペースコロニー」と「慣性力」の関係について、以下の質問に考えを述べて下さい。

I：全文の内容を踏まえて、地球上と似た環境に必要な文中の下線部①以外の①を答えなさい。

①： _____

II：本文によると、①は下線部＝により代用しようと考えられています。

そのためには、コロニーをどうさせ②、何を生じさせる③と良いのか、本単元「慣性力」の内容と結びつけて説明しなさい。

【学習活動の概要】

1 単元名 物質と化学結合			
2 単元の目標 物質は、その種類に応じて基本となる粒子が異なり、また集合の仕方も異なっている。ここでは、物質を構成する粒子とその結びつき方などを学習する。			
3 単元の評価規準			
関心・意欲・態度 ・物質の構造や性質に関する事象に関心を持ち、意欲的に物質を探究しようとする。 ・物質が原子・分子・イオンなどの構成粒子から成り立っていることを理解しようとする。	思考・判断・表現 ・原子は原子核と電子からなり、電子の状態が物質の状態に大きく寄与することを推論する。 ・図や表のデータから物質の性質を分析できる能力を身に付けている。	観察・実験の技能 ・観察・実験の過程から、自らの考えを導き出した報告書を作成したり、発表したりする。	知識・理解 ・物質の構造や性質に関する基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。 ・物質の構成粒子に関して理解し、知識を身に付けている。
・(探究活動)学習課題に対して積極的に観察・実験を行い、意欲的に探究しようとする。	(探究活動)学習課題に対して観察・実験や調査を計画・実施し、結果にもとづいて総合的に考察する。	・(探究活動)学習課題に対して、観察・実験・調査などを複数の方法で行う。	・(探究活動)学習課題についての基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。
4 単元の概要 イオン結合、共有結合および金属結合のでき方や特徴を学び、自然界に存在する物質についての理解を深める。日常生活や社会との関連を意識しながら目的意識をもって観察・実験などを行い、協働的な学習を通じて「深い学び」、「対話的な学び」、「主体的な学び」を実現する。			
5 単元の指導計画（全14時間）			
次	学習活動	深い学びに関する指導上の留意点	
第1、2次	○イオンの種類とその生成について学習する。	・探究活動を「深い学び」につなげるために最低限の知識は必要である。今回の授業を行うにあたって、イオン結合と組成式の作り方、及び電離について特に入念に指導した。 ・生徒の学習段階にもよるが、観察できない事象に対して「対話的な学び」を実現していくためには何らかの思考ツールがあることが望ましいと考える。今回は化学式やイオン式が書かれたマグネットを用いて自分の考えを表現させた。 ・実験・観察を通して生じた疑問をレポートに記入させ、課題や次の仮説が立てられるよう誘導した。	
第3、4次	○イオン結合、イオン結晶、イオン結晶の利用を理解する。		
第5、6次	○共有結合と分子の形成について学習する。		
第7次	○分子間力について学習する。		
第8次	○主な共有結合の結晶について学習する。		
第9次	○分子からできる物質とその利用について理解する。		
第10、11次	○金属結晶について学習し、その利用について理解する。		
第12次	○化学結合の種類によって、物質を分類できることを理解する。		
第13、14次	○イオン結合、共有結合、金属結合の存在について、観察・実験を通して探究し、実験技能の習得や理解を図る。		

【解説】

【指導事例と学習指導要領の関連】

今回の指導事例は学習指導要領化学基礎の2(2)ウ「物質の構成に関する探究活動」である。内容の取扱いには「代表的な無機物質及び有機化合物を扱い、それらの用途にも触れること。また、分子の極性や配位結合にも触れるとともに、共有結合の結晶及びプラスチックなどの高分子化合物の構造にも触れること。」とあり、今回の実験では無機化合物である銅をテーマに設定した。実験・観察を通じて原子やイオンがどのように変化したのか班ごとに話し合わせることで「対話的な学び」を目指し、また、観察を通して疑問点を文章化することで新たな疑問が生じる「深い学び」になるよう計画した。

【深い学びの実現に向けた工夫】

○思考ツールを用いた「対話的な学び」への誘導

化学結合をテーマにした実験例は、視覚的に判断がしづらいこともあり多いとは言い難い。そこで本実験では無機物質をテーマに、化学反応を観察しながら既習事項を用いて何が起こったのかじっくり考えさせることで「深い学び」につなげようと考えた。しかし、ただ予想するようにと伝えて議論が起こると思えず、今回は自分の考えを他者に伝えるツールとして、化学式やイオン式が書かれたマグネットとワークシートを用意した。

(実験について)

- ・加熱、ろ過という処理があるものの、それ以降は液体を混合するだけで終わる簡単な実験である。色の変化もわかりやすく、実験ミスも起こりにくい。
- ・銅粉からスタートして、最後にまた銅粉の形に戻して終わるため、次時の単元である化学変化において、変化の前後で原子の種類が変わらないという原則も確認することが出来る。



(対話的な学びについて)

- ・マグネットは簡単に動かさず、すぐに元に戻すことが出来る。視覚的にも分かりやすく、ワークシートにぺたぺた貼りながら他の生徒に熱心に説明をしている生徒の姿が多く見られた。意見が違う生徒も、マグネットを動かすことですぐに自分の意見を説明することができ、議論は活発に行われていた。



(新たな課題を生み出す「深い学び」について)

- ・硫酸銅(II)水溶液と塩化銅(II)水溶液の色が同じ色だったことに着目できた班があった。また、最後に銅イオンの水溶液にアルミニウムを加えた際、銅イオンの青色が薄くなったことやアルミニウムが溶けていること、気体が発生していることなどを観察できた班もあった。イオン化傾向の学習はまだ先だが、次の授業で電子の移動があったことを説明したところ、生徒が普段以上に興味深く聞いていたことが印象深い。
- ・生徒の感想には、違う元素で同様の実験を行ったら今度は何色になるのかやってみたい、化学変化が起こる仕組みを詳しく勉強したい、他の人の意見を聞くと参考になるし同意見が出たときにとっても自信が湧いた、などの記述があり、新しい課題を設定するまではいかなくても、次時につながる「深い学び」となっていたのではないかと感じた。

実験

化学結合



《目的》 物質がいかに変化しても、原子は変化しないことを確認する。

- ・銅は比較的反応しやすく、様々なイオンになりその色も特有である。様々な反応を通して色の変化を確認し、化学変化の様子を正しく観察できる。
- ・その時々様子を、既習の学習内容を用いて考察し、説明できる。

仮説 ①～⑥の操作を行い、そのときに銅はどのような化合物になっているのか
あらかじめ予想しましょう。

実験 銅の反応

《器具》 100mLビーカー (3)、駒込ビペット (3)、試験管 (1～2)、加熱器具

《薬品》 銅粉

約0. 2mol/L 硫酸、約1. 0mol/L 塩酸、約2. 0mol/L アンモニア水、アルミニウム箔

<4人1組で行う>

(1) 酸化物の作成

① 蒸発皿に銅粉を約1g取る。

ガラス棒でかき混ぜながら、全体の色が変化するまで加熱する。

(2) 硫酸塩の作成

② 銅粉 (①でできたもの) を100mLビーカーに移す。

(やけどに注意。蒸発皿を直接持たないこと)

そのビーカーに硫酸15mLを加え、軽くかき混ぜる。

ロータ台の下にもう一つの100mLビーカーを用意してろ過する。**(ろ液の色を観察)**

(3) 水酸化物の作成

③ ろ液約4mLを駒込ビペットを用いて試験管に取る。

駒込ビペットを用いて、その試験管にアンモニア水を少量ずつ加える。

(沈殿ができるまで) (こまめに試験管を振り、溶液をしっかりと混ぜること)

(4) 錯イオンの作成

④ ③の試験管にさらにアンモニア水を加える。**(沈殿がとけるまで)**

(5) 塩化物の作成

⑤ ④の試験管の内容物を100mLビーカーに移し、塩酸を過剰に加える。

(塩酸は瓶から直接注いでもかまわない)

(途中で③の沈殿の色が確認できる場合があるが、沈殿が溶けるまで過剰に加えること)

(6) 銅の作成

⑩ アルミニウム箔を入れ、静置する。**(5分ほど放置。その間に実験シートをまとめる。)**

ワークシートに記入

ワークシートに記入

結果 ワークシートに記入
考察 ワークシートに記入
蒸発皿上、試験管、ビーカー内はどのような化合物、またはイオンが存在しているのか考え、図の上にマグネットを貼り付けてください。ただし、使わないマグネットもあります。

発展

今回の反応において、電子の移動が起こった反応は①～⑥のうちどれが考えてみよう。

○ 実験を通じて気づいたこと(どんなことでも。あれば)

--

○ 実験を通じて生じた疑問(どんなことでも。あれば)

--

○ 感想(全員記入)

固番号	氏名	共同実験者名

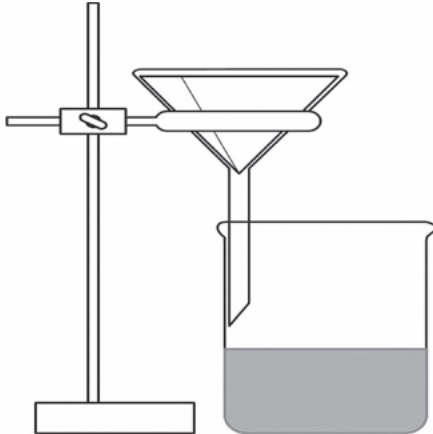
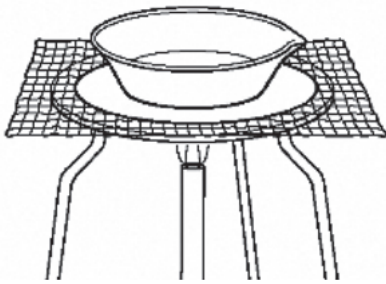
課題 ①()内に適当な語句を入れよ。(※形状は固体、液体) ②蒸発皿、試験管、ビーカー内に正しいマグネットを配置せよ。(全部使うとは限らない)

① O₂ と化合する (Cu を酸化する。)
 生成物 (化学式)
 (名 称)
 (形 状)
 () 色、() 結合

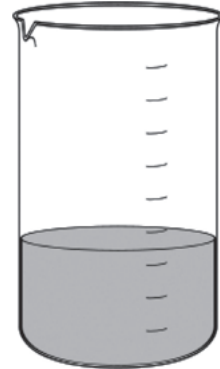
② SO₄²⁻ を加える。(H₂SO₄ を加える。)
 生成物 (化学式)
 (名 称)
 (形 状)
 () 色、() 結合

③ OH⁻ を加える。(NH₃ を少量加える。)
 生成物 (化学式)
 (名 称)
 (形 状)
 () 色、() 結合

Cu () 結合 O₂ () 結合



※NH₃ + H₂O → NH₄⁺ + OH⁻
 の反応より、NH₄⁺も入るのですが、ここではOH⁻だけを加えたと考えてください。



観察できた現象 (なんでも)



観察できた現象 (なんでも)



観察できた現象 (なんでも)

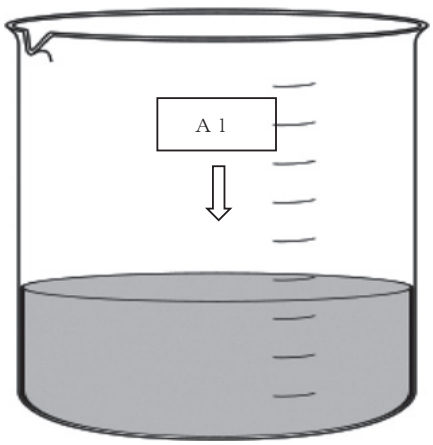
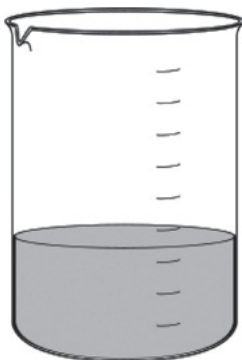


④ NH₃ を加える。(NH₃ を過剰に加える)
 生成物 (化学式)
 (名 称)
 (形 状)
 () 色、() 結合

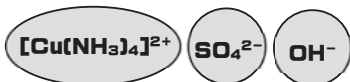
⑤ Cl⁻ を加える。(塩酸を加える。)
 生成物 (化学式 CuCl₂)
 (名 称 塩化銅(II))
 (形 状 液体・溶液)
 (青) 色、(イオン) 結合

⑥ Al を加える。(アルミホイルを入れる。)
 生成物 (化学式 Cu)
 (名 称 銅)
 (形 状 固体)
 (赤) 色、(金属) 結合

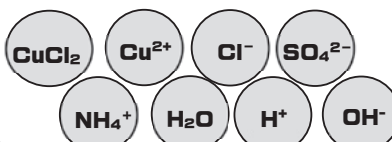
※同様に NH₃ + H₂O → NH₄⁺ + OH⁻
 の反応が起きますが、ここではNH₃だけ入ったと考えてください。



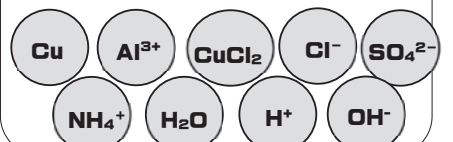
観察できた現象 (なんでも)



観察できた現象 (なんでも)



観察できた現象 (なんでも)



【学習活動の概要】

1 単元名 物質と化学反応式			
2 単元の目標 化学反応に関する実験などを行い、化学反応式が化学反応に関与する物質とその量的関係を表すことを見いだして理解する。			
3 単元の評価規準			
関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
化学反応式について関心をもち、意欲的に探究しようとする。	化学反応式における物質の変化とその量的関係について考察し、導き出した考えを表現している。	化学反応式における物質の変化とその量的関係について観察、実験などを行い、基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理している。	化学反応式は化学反応に関与する物質とその量的関係を表すことについて理解し、知識を身に付けている。
4 単元の概要 化学反応式は、反応に関与する物質の量的関係を表していることを探究活動から導く。化学反応式の量的関係について推論し、実験を行いながら反応式の係数比と質量の関係性を導いていく。本時の活動を主体的・対話的・深い学びにするために、課題に対して個人で推論する時間、それを生徒同士で共有する時間を設け、結果の考察後には生徒個人が課題に対する答えを自分の言葉でまとめる時間を与え、そのまとめによって本時の到達度を測る。			
5 単元の指導計画（全7時間）			
次	学習活動	深い学びに関する指導上の留意点	
1次	○物質と粒子数の関係について理解する。	<ul style="list-style-type: none"> ・以下の4点を入念に指導した。 ①物質がある一定の分子数を集めた単位であること ②原子の質量がそれぞれ異なることから1molの質量も物質によって異なること ③反応式の係数は反応に関与する分子の粒子数を表すこと ④反応の前後で原子数は変わらないこと 	
2次	○物質と質量の関係について理解する。		
3次	○物質と気体の体積の関係について理解する。		
4次	○溶液の濃度の表し方を理解する。		
5、6次	○化学反応式が反応に関与する物質とその量的関係を表すことを見出して理解する。		
7、8次	○化学反応式の量的関係について分子の個数や質量、気体の体積の観点から説明する。		

【解説】

【指導事例と学習指導要領の関連】

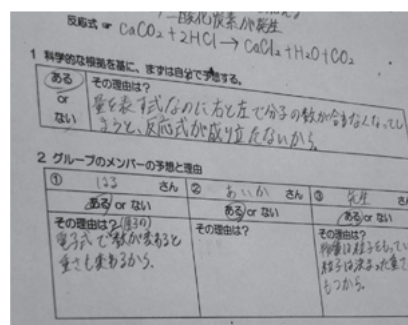
今回の指導事例は新学習指導要領化学基礎にある「化学反応に関する実験などを行い、化学反応式が化学反応に関与する物質とその量的関係を表すことを見いだして理解する」活動である。解説には「化学反応に関する実験を行い、化学反応式が化学反応に関与する物質とその量的関係を表すことを見いだして理解させることがねらいである」とある。その中で例に挙げられている炭酸カルシウムと塩酸の反応を用いて化学反応式の係数比と質量比の関係性について調べる実験を通して、「係数比は質量比ではなく物質質量比である」という結論を生徒に導かせる。

CaCO_3 と HCl の反応式における CaCO_3 と HCl の係数比は 1 : 1 であるが、質量比が 1 : 1 にならないことに実験を通して気づき、物質の質量と分子数を結びつける単位である「物質質量」が係数比と関係していることを見いだすことで、深く理解することができる授業を目指して計画した。

【深い学びの実現に向けた工夫】

○課題に対して推論する場面の設定

「主体的な学び」として、科学的な思考力や判断力を育成する観点から課題に正対する予想を生徒一人一人にじっくり考えさせる場面、「対話的な学び」として、生徒同士で個人の推論を発表し合い、共有することで自らの考えを広げる場面を設定している。「深い学び」とするために、予想しながら実験を行い、結果を考察させることは重要である。中学校までの既習内容を考えると、質量保存の法則や定比例の法則の概念が根強く、係数比は質量比に関係すると予想する生徒が多い。生徒の思考は深まると期待される。実験結果、課題に対する考察をグループで協議させる活動の後には、自らの考えをまとめさせる時間を必ず設定したい。



○新たな疑問

生徒から、「他の反応式でも『係数比』＝『物質質量比』は成立しているのか」という新たな疑問が出た。新たな課題設定には至らなかったが、次時につながる学びとなったのではないかと考える。本時で扱った反応式について理論値を示しながら、モデルを用いて係数と物質質量、質量の関係について次時で示していく。他の反応についても同じように実験の時間を設定するのは難しいため、モデルを用いて係数と質量の関係について考えながら量的関係について考える授業を設定したい。

○課題

・課題設定が不明瞭

本時の課題を「係数比が質量と関係あるのだろうか」ではなく、「係数比が質量比になっているか」と問うことで、生徒は予想も立てやすく、実験の意図や内容も理解しやすかったのではないかと考える。本時は係数比が質量比になっていないという関係性に気付くに留まった生徒が多かったため、次時は、「分子量（モル質量）」の値と実験値を用いて物質質量を計算させ、「係数比」が「物質質量比」になっている関係性について確認、復習する。

・生徒の発表の機会

個人で考え、班で共有した意見を全体で共有できる時間がなかった。机間指導しながら、特徴的な考えのある班を指名して答えさせて、「同じ意見の班」と挙手させる等して時間短縮しつつ全体で共有する工夫が必要であった。



理科（化学基礎） 学習指導案

- 1 学年
- 2 教材 改訂版 化学基礎（数研出版）
- 3 大単元の目標 第2編 物質の変化 第1章 物質と化学反応式
- 4 大単元の目標 物質の変化について、観察、実験などを通して、物質と化学反応式、化学反応について理解するとともに、それらの観察、実験などの技能を身につける。
- 5 大単元の学習計画 第1章 物質と化学反応式 …… 8時間（本時5、6時間目）
第2章 酸と塩基の反応 …… 12時間
第3章 酸化還元反応 …… 12時間
化学反応式と物質質量 …… 12時間
化学反応式の係数が、化学反応に関与する物質の物質量の比を表すことを見出し、理解することができる。
- 6 本時の小単元名
- 7 本時の目標
- 8 本時の学習展開

過程	学習内容	生徒の活動	教師の活動と指導上の留意点	評価の観点・方法等	時間
○前時の学習 化学反応式のつくり方の復習	○()CO+()O ₂ →()CO ₂ を粒子の個数に着目して係数をつける	○()CO+()O ₂ →()CO ₂ を粒子の個数に着目して係数をつける	・2CO+O ₂ →2CO ₂ を例に、化学反応式の係数は分子の個数の比であることを確認する。 ・「反応の前と後とで粒子の数は変わらない」ということは、反応前後の物質の合計質量は変わらない、この法則は？ ・「質量保存の法則」 ・「反応物の質量を倍にすると生成物の量は？」 ・「化学反応式の係数は質量と関係があるのではないか」		15分
○中学校までの学習内容を確認					
○本時の課題	化学反応式の係数は物質の質量と関係あるのだろうか。				
○扱う化学反応 ・塩酸に炭酸カルシウムを加える、二酸化炭素を発生させる。 CaCO ₃ +2HCl→CaCl ₂ +H ₂ O+CO ₂	○扱う化学反応 ・塩酸に炭酸カルシウムを加える、二酸化炭素を発生させる。 CaCO ₃ +2HCl→CaCl ₂ +H ₂ O+CO ₂	・「気体が発生して外に逃げた」 ・「二酸化炭素」	・「我々が反応について説明する。CaCO ₃ を加えると合計質量が徐々に減っていく様子を観察で見せる。」 ・「質量が減っていくのはなぜ？」 ・「発生した気体は何？」 ・「一定量の塩酸に加えるCaCO ₃ の質量と発生するCO ₂ の質量は係数比と関係あるのか。」		
○課題について個人で推論	○課題について個人で推論	・科学的な根拠を基に（これまで習った知識を使って）個人で推論させる。 「関係する」「関係しない」	・科学的な根拠をもとに個人で推論させる。 ・個人でしっかりと考えさせる。		
○課題について班で個人の推論を共有	○課題について班で個人の推論を共有	・班内で推論を共有する。	・班内で推論を発表させる。 ・班で使役を与える。		
○実験の方法を説明する ①DHCl(塩酸)にCaCO ₃ を加える 1.47班：0.50g、1.00g 2.5班：1.50g、2.00g 3.6.9.10班：2.50g、3.00g ②反応前と反応後の質量を測定する（少数第2位まで） ③①～②の操作を2回行う。	○実験の方法を説明する ①DHCl(塩酸)にCaCO ₃ を加える 1.47班：0.50g、1.00g 2.5班：1.50g、2.00g 3.6.9.10班：2.50g、3.00g ②反応前と反応後の質量を測定する（少数第2位まで） ③①～②の操作を2回行う。	・実験操作の手順を説明する。 ・安全の留意点を伝える。 留意点 ①意図せず手が濡れぬように気をつけて、CaCO ₃ は少しずつ加える。気泡（発生したCO ₂ ）を思い出し出してからはかる。	・実験操作の手順を説明する。 ・安全の留意点を伝える。 留意点 ①意図せず手が濡れぬように気をつけて、CaCO ₃ は少しずつ加える。気泡（発生したCO ₂ ）を思い出し出してからはかる。		

№.2

過程	学習内容	生徒の活動	教師の活動と指導上の留意点	評価の観点・方法等	時間
○生徒実験 ①コニカルビーカーに2mol/L塩酸を30mL入れる。 ②①の質量と電子天秤で計る。 ③②にはかり取ったCaCO ₃ を加える。 ④反応が完了したら③の質量を電子天秤で計る。 ⑤CaCO ₃ の質量を変えて同じ操作をする。 ⑥加えたCaCO ₃ の質量と発生したCO ₂ の質量を記録する。 ⑦それぞれの質量で2回測定し、記録する。	○生徒実験 ①コニカルビーカーに2mol/L塩酸を30mL入れる。 ②①の質量と電子天秤で計る。 ③②にはかり取ったCaCO ₃ を加える。 ④反応が完了したら③の質量を電子天秤で計る。 ⑤CaCO ₃ の質量を変えて同じ操作をする。 ⑥加えたCaCO ₃ の質量と発生したCO ₂ の質量を記録する。 ⑦それぞれの質量で2回測定し、記録する。	・実験を行う。	・机間指導を行う。 ・安全に配慮した操作が行われているか確認し、適切に助言する。		35分
①(1時間目)	○片付け	・実験器具を片付ける。	・実験器具の片付けを指示する。		
②(2時間目)	○実験のまとめ ・全班的データをまとめて表にする。 ・データの妥当性の検討 ・加えたCaCO ₃ の質量と発生したCO ₂ の質量の関係についてグラフを書く。	・各班でデータの整理をし、黒板に書く。 ・全ての班のデータをプリントに記入する。 ・データの妥当性を検討する。 ・グラフを書く。	・各班でデータを黒板に書きかせる。 ・データの妥当性を検討させる。 ・データが他の班と大きく外れる班があった場合、実験に失敗したと捉えないことを伝え、また、操作の改善点を検討させる。 ・エクセルでグラフを作成し、画面に投影する。		20分
③(3時間目)	○考察 この化学反応の反応式は CaCO ₃ +2HCl→CaCl ₂ +H ₂ O+CO ₂ CaCO ₃ とCO ₂ の係数比は1:1 ・本時の課題に対する考察をする 「化学反応式の係数は物質の質量と関係あるのだろうか。」 ⇒「関係ない」 「何に関係するのかデータから考えてみよう」 ⇒「係数比は物質質量比に関係する」	・CaCO ₃ とCO ₂ の係数比が1:1であることを確認する。 ・全ての班のデータと書き上がったグラフを見て、課題に対する考察を個人で考えてレポートに記録する。 ※化学反応式は反応に関与する物質とその量的関係(係数)を表している。 ※化学反応式は質量比にはなっていない。 ※分子数がある程度の簡潔にまとめられた単位(物質質量)がある。 ※物質質量と質量を結びつけるのは分子質量	・本時で扱った化学反応式の反応式を与え、CaCO ₃ とCO ₂ の係数比が1:1であることを確認させる。 ・課題に対する考察を個人で考えさせる。 ※係数比は質量比にはなっていない。 ※化学反応式は反応に関与する物質とその量的関係(係数)を表している。 ※分子数がある程度の簡潔にまとめられた単位(物質質量)がある。 ※物質質量と質量を結びつけるのは分子質量		20分
まとめ	○まとめ	・課題に対する考察を各自でレポートにまとめる。 ・レポート提出 ・振り返り	・課題に対する考察を各自でレポートにまとめる。 ・レポート回収 ・振り返り	化学反応式の係数が、化学反応に関与する物質の物質量の比を見出し、理解することができる【思考力・判断力・表現力】 B：反応式の係数比は物質の質量と関係していることをレポートで説明している。 A：反応式の係数比は物質の質量の比であることをレポートで説明している。	10分

9 本時の評価と手立て

化学反応式が化学反応に関与する物質とその物質量の比を表すことを見出すことができるか。【思考力・判断力・表現力】
B：反応式の係数比は物質の質量と関係していることをレポートで説明している。
A：反応式の係数比は物質の質量の比であることをレポートで説明している。
手立て：レポートをもとに、次時に教師主導で振り返る。

4 結果

$() \text{CO} + () \text{O}_2 \rightarrow () \text{CO}_2$
 復習

本日の課題 ☞

本日の化学反応 ☞

1 科学的な根拠を基に、まずは自分で予想する。

ある or ない	その理由は？
----------------	--------

2 グループのメンバーの予想と理由

① ある or ない その理由は？	さん ② ある or ない その理由は？	③ ある or ない その理由は？	さん
-------------------------	----------------------------	-------------------------	----

3 やってみましょう

- ① 安全めがねを装着する。
- ② 2.0mol/Lの塩酸30mLをコニカルビーカーに入れる。※やっておきました
- ③ 葉包紙に炭酸カルシウムをはかり取る。(A[g]) ※やっておきました
(1.4, 7班：0.50g, 1.00g 2.5, 8班：1.50g, 2.00g 3.6, 9, 10班：2.50g, 3.00g)
- ④ 電子天秤で反応前の②の質量をはかる。(B[g])
- ⑤ ②に③を少しずつ加える。※一気に入れるとキケン！！
- ⑥ コニカルビーカーを振って泡が出なくなったら、反応後の質量をはかる。(D[g])
- ⑦ 実験結果を次の表にまとめる。

4 結果

CaCO ₃ の質量[g]	反応前のコニカルビーカーの質量[g]	反応前の質量[g]	反応後のコニカルビーカーの質量[g]	二酸化炭素の質量[g]
A	B	C (A+B)	D	C-D
				平均

5 考察

CaCO ₃ [g]	二酸化炭素 [g]	グラフを書く
0.50g		
1.00g		
1.50g		
2.00g		
2.50g		
3.00g		

化学反応式 ☞

反応物である CaCO₃ と生成物である CO₂ の係数比は 1 : 1

化学反応式の係数は物質の質量と関係あるのだろうか。

あなたの考え	グループの考え
--------	---------

6 課題に対する考察をしましょう。※自分の言葉で

--

【学習活動の概要】

1 単元名 物質の状態と平衡 物質の構造と融点・沸点

2 単元の目標

化学結合と融点・沸点の関係性について考察し、理解する。

3 単元の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
状態変化と化学結合について関心を持ち意欲的に探究しようとする。	融点・沸点と化学結合について考察し、導いた考えを表現できる。	操作の手順を習得し、実験の観察、記録ができています。	状態変化と化学結合について理解し、知識を身につけている。

4 単元の概要

物質の状態変化について、エネルギーと熱運動との関連、物質の構造や粒子間に働く引力について学習をする。

5 単元の指導計画

次	学習活動	深い学びに関する指導上の留意点
第1次	分子の熱運動と状態変化について確認する	<ul style="list-style-type: none"> ・グループでの話し合いから出た疑問の中からひとつ取り上げ、さらに疑問が生まれるようにする。 ・既習事項を用いて、現象につながっていることを理解させるようにする。 ・演示実験をもとに、既習事項と結びつけ、考えられるようにする。
第2次	蒸発熱と融解熱と熱運動の関連性について考察する	
第3次	結合と沸点・融点の関連性について考察する	
第4次	結合から沸点・融点について考察して判断する	
第5次	結合から沸点・融点について判断したうち、予想と違うものについて考察する	

【解説】

【指導事例と学習指導要領の関連】

状態変化について、「化学基礎」では、「(1)イ(イ) 熱運動と物質の三態」で、粒子の熱運動と物質の三態変化との関係について、また、「(2)イ物質と化学結合」で、イオン結合、金属結合、共有結合について学習している。「化学」の「内容の(1)のアの(ア)については、融解熱や蒸発熱を扱うこと。」また、「ここでは、物質の沸点、融点を分子間力や化学結合と関連付けて理解させるとともに、状態変化に伴うエネルギーの出入りや、状態間の平衡と温度や圧力との関係について理解させることがねらいである。状態変化に伴うエネルギーの出入りについては、物質の融解熱、蒸発熱を扱う。また、物質の融点、沸点が化学結合や分子間力の種類と関係し、粒子間に働く力が大きいほど高くなることを扱う。化学結合については、イオン結合、金属結合、共有結合を扱い、分子間力については、ファンデルワールス力と水素結合を扱う。」とされている。

本事例は、グラフの読み取りや、表を用い、状態変化と分子の熱運動、さらに化学結合との関連について思考し、ペアワークやグループワークをすることによって、これまで習ったことの関連性に気づき、深い学びへつなげることを目標とした。

【深い学びの実現に向けた工夫】

1 導入部分での演示実験により、分子の運動とエネルギーのつながりを実感する

簡単なエタノールを用いた演示実験を行い、状態変化と分子の熱運動の関係性について既習事項を思い出すとともに興味を喚起し、次の思考へのきっかけとなるようにした。化学基礎から化学へとつなげることによって、これまで習った知識を踏まえて思考することにより、深い学びとなるように意識した。

2 グラフを観察し、気がついたことをペアで共有し、対話により規則性を見つける

普段はなんとなく見ている融解熱と蒸発熱グラフについて、細かい部分まで考えながら観察することにより、思考を発散させた後、ペアで共有することにより、対話的な学習を目指した。「図を読み取るのが難しかった」という声もある一方で「自分の考えを気づいたこととして書いて良かった」「自分は気づけなかったが、発表されたのを聞いて、確かにそうだなと思うことがたくさんあった」などの感想が見られた。

3 プリントに主体的に取り組み、深い学びを目指す

プリントに書き込み、次の発問を読むことにより、教員の指示がなくとも主体的に学んでいくことを目指した。普段は何気なく見ている表について、物質を比較して共通点や相違点を探し、ペア及びクラスで共有することによって、疑問を見つけ、スパイラル的に深い学びになることをねらいとした。物質がありすぎると、比較することが難しいようだったので、物質を絞るなどして、よりポイントを明確にして考えやすくした方が、生徒に疑問は生まれやすいようである。生徒からは「結合の仕方と原子や分子の種類が同じで性質の違う物質（構造異性体）は融点や沸点が違うのか」「融点や沸点の違いから、結合の強さを見分けられることが分かった」「深くまで考えたのは初めてで楽しかった」「グラフだけではなく、結合や復習したことを組み合わせると気づけることがあることが分かった」などの感想が見られた。

理科（ 化学 ） 学習指導案

- 1 学 年 2 学年
- 2 教 材 名 化学（実教出版）、五訂版スクエア最新図説化学（第一学習社）、セミナー化学基礎+化学（第一学習社）
- 3 大 単 元 名 物質の状態と平衡
- 4 大 単 元 の 目 標 気体、液体、固体の性質を観察、実験などを通して探究し、物質の状態変化、状態間の平衡、溶解平衡及び溶液の性質について理解させるとともに、それらを日常や社会と関連付けて考察できるようにする。
- 5 大単元の学習計画 別紙参照
- 6 本時の小単元名 物質の構造と融点・沸点
- 7 本 時 の 目 標 ① 融解熱・蒸発熱と分子の熱運動の関連性について理解し、説明できる
② 融点・沸点と化学結合について理解し、説明できる
③ 状態変化と化学結合に関する問題を解くことができる

8 本時の学習展開

過程	学 習 内 容	生 徒 の 活 動	教師の活動と指導上の留意点	評価の観点・方法等	時間
導入	演示実験 エタノールの蒸発実験	演示実験の予想をする 演示実験を見る 発問に答える	演示実験を行う 分子の運動についての発問をする	【関心・意欲・態度】状態変化と化学結合について関心を持ち意欲的に探究しようとする (行動観察)	5
展開	状態変化に伴うエネルギー	状態変化と熱のグラフから気が付いたことを探し、プリントに書き込む 隣近所で話し合う グループで発表をする	状態変化と熱のグラフを提示する 発表された意見を板書する 意見の中から、疑問を導く (融解熱と蒸発熱のエネルギーの違いについて)	【思考・判断・表現】 融点・沸点と化学結合について考察し、導いた考えを表現できる (プリントの内容の分析)	10
	融解熱と蒸発熱	融解熱と蒸発熱の表から気が付いたことを探し、プリントに書き込む 隣近所で話し合う グループで発表する	融解熱と蒸発熱の表を提示する 机間巡視 発表された意見を板書する 発表された意見の中から、疑問を導き考察させる		10
	化学結合と融点・沸点	化学結合の復習 結合の強さと融点・沸点の関係性と分類方法を思考し、プリントに書き込む 隣近所で話し合う グループで発表する	化学結合の種類を発問をする 机間巡視 発表された意見を板書する		5
まとめ	まとめ	まとめと振り返り用紙記入	プリントを回収する		10

9 本時の評価と手だて

- ① 融解熱・蒸発熱と分子の熱運動の関連性について理解し、説明できるか。
- ② 融点・沸点と化学結合について理解し、説明できるか。

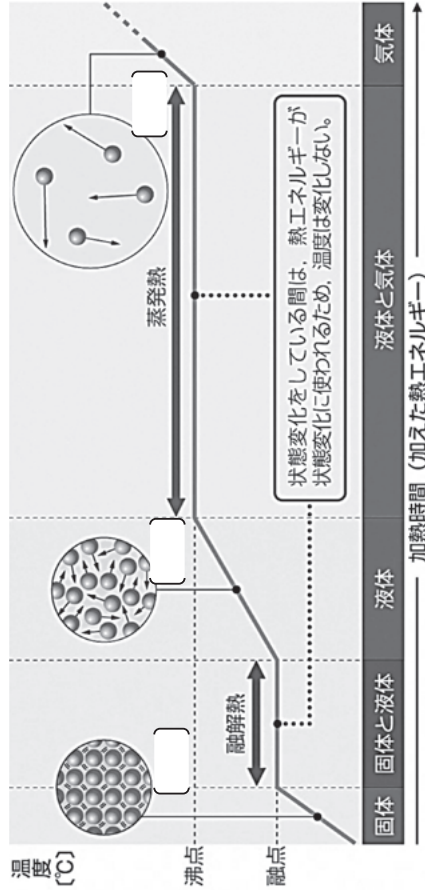
授業プリント 状態変化

学習目標

- ① 物質の融点・沸点を分子間力や化学結合と関連付けて述べて述べることができる。
- ② 状態変化に伴うエネルギーの出入り及び状態間の平衡と温度や圧力との関係について述べることを述べる。

A 状態変化に伴うエネルギー

物質を加熱すると、物質中の粒子の () がより活発になる。
 このとき、物質が受け取るエネルギーは、() または () と呼ばれる。



融点では () と ()
 沸点では () と () が共存しており、
 物質が受け取った熱エネルギーはそれぞれの () のみに使われるので、
 熱エネルギーを加えていても、温度は () に保たれる。

○ 観察力アップのトレーニング

上記のグラフを見て、気がついた事、思い出した事を挙げよ。(小さな事でも構わないので、なるべくたくさん)

授業プリント 状態変化

一定量の物質の融解や蒸発には、それぞれによって決まった大きさの熱(熱量)を必要とする。
 () 熱 … 固体が融解して液体になるときに吸収する熱量
 = () 熱
 () 熱 … 液体が蒸発して気体になるときに吸収する熱量
 = () 熱

同じ物質では一般に蒸発熱は融解熱よりも大きい。

表1 物質の融解熱と蒸発熱

物質	化学式	融点 [°C]	沸点 [°C]	融解熱 [kJ/mol]	蒸発熱 [kJ/mol]
アルゴン	Ar	-189	-186	1.18*	6.52
水	H ₂ O	0.00	100	6.01	40.7
塩化ナトリウム	NaCl	801	1413	28.2	—
水銀	Hg	-38.9	357	2.30	58.1
鉄	Fe	1535	2750	13.8	354
タンダステン	W	3410	5657	52.3	799

*アルゴンの融解熱は、 6.9×10^4 Pa における値 (他はすべて大気圧における値) である。

教科書 p9 問1

1.00gの水を沸点で蒸発させるには、何kJの熱量が必要か。表1の値から計算せよ。
 原子量 H=1.0 C=12 O=16

セミナー195 三態間の変化

次の各記述に最も関係の深い状態変化の名称を答えよ。

- (1) 戸外に干しておいた洗濯物が乾いた。
- (2) アイスクリームの箱の中に入れておいたドライアイスがなくなった。
- (3) 熱いお茶を飲むとしたら、眼鏡が曇った。
- (4) 冷蔵庫の製氷皿にぬれた指で触れるとくっついた。

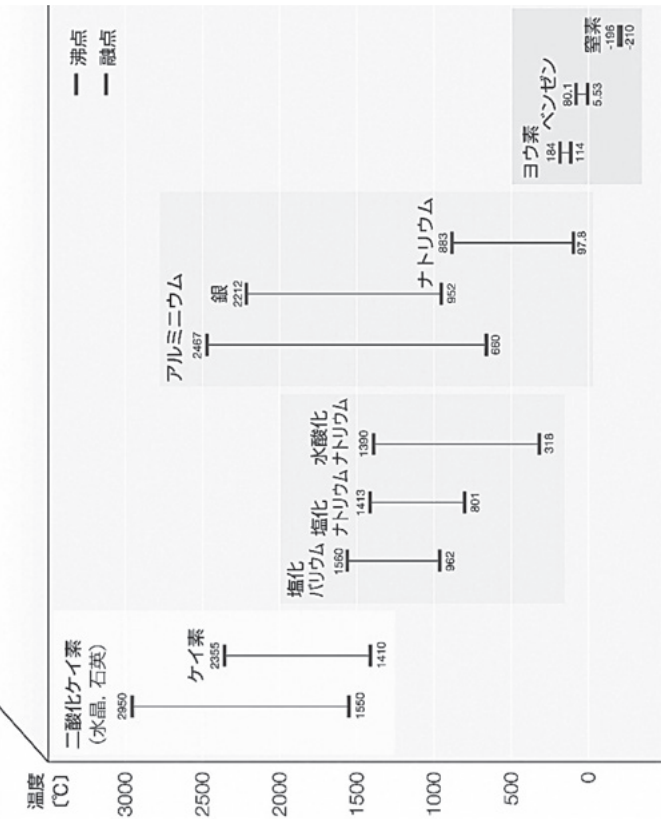
授業プリント 状態変化

B 融点・沸点と物質の構造

物質の融点・沸点などの性質は、構成粒子の()に深く関係している。
 ()物質では、その引力を振りほどいて結晶格子を崩したり、
 粒子どうしを引き離したりするために、より活発な()を必要とする。
 そのために、共有結合、イオン結合などの
 粒子間が強い結合力で結ばれている物質は、()を示す。

構成粒子	[]	の結晶	[]	結晶	[]	結晶	[]	分子	[]
結合の種類	[]	>>	[]	陽イオンと陰イオン	[]	原子と自由電子	[]	>	[]

*不等号は結合の強さの大小



○ まとめる力のトレーニング
 結合と沸点・融点の関係性について分かったことを表にしてまとめよ。

授業プリント 状態変化

状態変化について考えよう

組 番 氏名

表1 物質の融解熱と蒸発熱

物質	化学式	融点 (°C)	沸点 (°C)	融解熱 (kJ/mol)	蒸発熱 (kJ/mol)
アルゴン	Ar	-189	-186	1.18*	6.52
水	H ₂ O	0.00	100	6.01	40.7
塩化ナトリウム	NaCl	801	1413	28.2	—
水銀	Hg	-38.9	357	2.30	58.1
鉄	Fe	1535	2750	13.8	354
タングステン	W	3410	5657	52.3	799
フッ化水素	HF	-164	20.1	4.58	7.5

* アルゴンの融解熱は、 6.9×10^4 Pa における値 (他はすべて大気圧における値) である。

上の表を見て、気づいたことをできるだけたくさん挙げなさい。

物質によって融解熱と蒸発熱がまったく違うのはなぜだろうか。

沸点や融点は、融解熱や蒸発熱と関係しているのか。関係しているとしたら、どんな規則性があるだろうか？

授業プリント 状態変化

<復習>

結合の強さと、融点・沸点は関係あるのだろうか。どのように分類したらいいだろうか。

まとめ

本日の振り返り (分かったこと&感想)

【学習活動の概要】

1 単元名 血糖濃度の調節と糖尿病			
2 単元の目標 体内環境がいかにしてほぼ一定に保たれているのか、また体内ではどのようなしくみのはたらき、どのように調節が行われているのか、循環系、腎臓と肝臓、自律神経系と内分泌系、免疫について学習する。私たち自身のからだにかかわる内容についてできるだけ身近な話題を取り上げながら理解させる。			
3 単元の評価規準			
関心・意欲・態度 ・日常生活において、自分のからだに感じられる変化について、自律神経やホルモンによってコントロールされているものに、どのようなものがあるのかを、理解しようとする。	思考・判断・表現 ・自律神経系と内分泌系のはたらき方を比較し、図を用いて説明できる。 ・血糖濃度の調節が、自律神経系と内分泌系の両方によって行われていることを図を用いて説明できる。	観察・実験の技能 ・観察・実験の過程から、自らの考えを導き出した報告書を作成したり、発表したりする。	知識・理解 ・交感神経と副交感神経の相違点を学習し、内臓諸器官でのそれぞれの作用について理解する。 ・血糖濃度や体温について、体内の状況にあった恒常性のしくみについて理解する。 ・糖尿病について、その原因を正確に捉えることができる。
4 単元の概要 ヒトは体内環境をどのように保っているかについて学習する。日常生活との関連を意識しながら目的意識を持たせ、授業の中に話し合いの場を設定し、協働的な学習を通じて「深い学び」、「対話的な学び」、「主体的な学び」につなげていく。			
5 単元の指導計画 (全 17 時間)			
次	学習活動	深い学びに関する指導上の留意点	
第 1、2 次	1. 体内環境としての体液 体内環境と恒常性、体液とその循環、血液の凝固と線溶	・「深い学び」を実現するためには、十分な基礎的知識が不可欠であると考え、授業の中で用語の意味や現象について丁寧に扱うようにした。	
第 3～7 次	2. 腎臓と肝臓による調節 腎臓と肝臓の役割、腎臓の構造とはたらき、肝臓の構造とはたらき	・理解を深めるため常にプロジェクターで図や写真を投影しながら授業を進めた。	
第 8～12 次	3. 神経とホルモンによる調節 自律神経系と内分泌系、神経による調節-自律神経系、ホルモンによる調節-内分泌系、自律神経系と内分泌系による調節	・生徒同士が話し合いながら理解を深める「対話的な学び」にするため、時間を確保できるよう授業で扱う内容を厳選し、授業の進度も工夫した。	
第 13～17 次	4. 免疫 からだを守るしくみ-免疫、自然免疫①-物理的・化学的防御、自然免疫②-食作用、適応免疫、免疫と病気		

【解説】

【指導事例と学習指導要領の関連】

今回の指導事例は学習指導要領生物基礎の(2)生物の体内環境の維持の「ア 体内環境の維持の仕組み」である。内容の取扱いには「身近な疾患の例として、インスリンの分泌不足により糖尿病が発症することなどに触れる」とある。また、新学習指導要領では、内容とその範囲、程度に「体内環境の維持とホルモンの働きとの関係を見いださせるには、例えば、食事の前後における血糖濃度と血中のインスリン濃度の経時変化を示す資料に基づいて、血糖濃度の変化とインスリン濃度の変化を比較し分析させ、血糖濃度とインスリンの働きとの関係について気づかせることが考えられる。さらに、グルカゴンについても血中濃度が食事の前後でどのように変化するかを推測させ、血糖濃度の調節とホルモンの働きとの関係について理解を深めさせることも考えられる。また、身近な疾患の例として、インスリンの分泌不足により糖尿病が発症することなどに触れることが考えられる。」とある。

今回の授業では、健常者と糖尿病患者の血糖量とインスリン分泌量の変化のグラフを使い、ペアワークや班ごとに話し合いをしながら理解へ導いた。さらに、糖尿病患者にも2つのパターンが存在するので、それぞれの原因を「対話的な学び」を通して考え「深い学び」につなげることを目指して授業を計画した。

【深い学びの実現に向けた工夫】

○プロジェクターの利用

- ・画像や映像を使うことで興味関心を引き出すことができる
- ・視覚で見ることによって理解が深まる。
- ・授業の進度を早めることができる。
- ・考える時間や話し合いの時間を確保することにつながる。



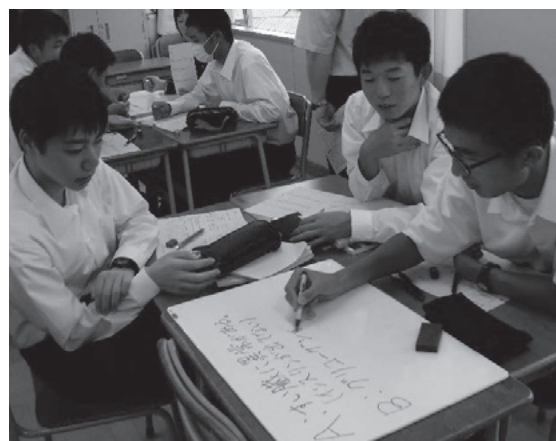
○ペアワーク

- ・日ごろから覚えるべき用語や、比較的簡単な質問は隣と相談させている。
- ・授業に参加する意識が高まる。
- ・生徒は気軽に確認することができる。
- ・お互いに教え合いの雰囲気が醸成される



○グループワーク

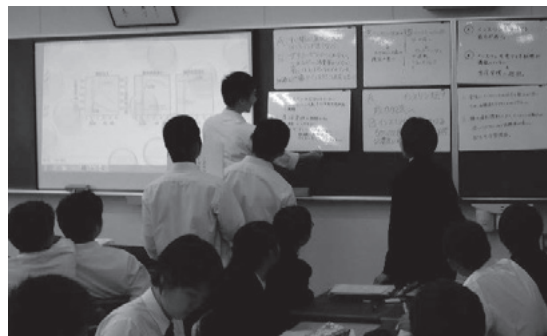
- ・少し難易度の高い課題などには、4人程度のグループで話し合いをさせながら取り組ませている。
- ・ペアワークから始めるとだんだん話し合いができるようになってきている。
- ・難しい課題であっても最初からあきらめることなく、挑戦しようという気持ちになる。
- ・自分1人では気がつかない考え方も、話し合いの中で触れることができる。
- ・話し合いが苦手な生徒に対するケアが必要であると感じる。



○「まなボード」の利用

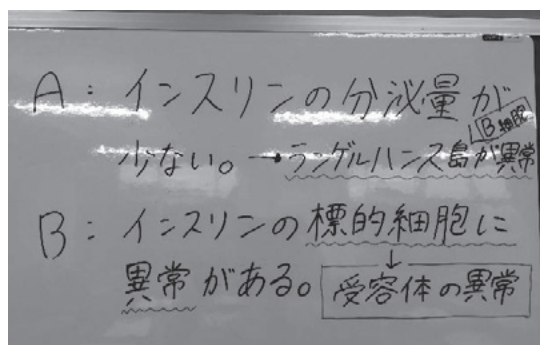
- ・今回の研究授業で初めて利用した。

- ・生徒が話し合い、それぞれの考えを1つにまとめていく過程でとても有効な道具であると感じた。
- ・他の教科で使用していたため比較的スムーズに取り組めた。
- ・黒板にそのまま張り付けて発表にも使用できるため、生徒も発表がやりやすくなる。



○更なる応用問題

- ・さらに、授業に関連した考えさせる課題（入試問題を含む）をタイミングよく準備することができれば、生徒は興味関心を持って自分で取り組むことができ、「主体的な学び」につながると考えている。



【実施による成果】

ペアワークやグループでの話し合いの時間を設けることで、自分の見方や考え方にプラスして他者の考え方や視点も取り入れて考えを深めることができたと思われる。また、理解が難しい生徒もグループの生徒に引っ張られる形で理解できたと考えられる。

なんとなくわかった気になっていることを、グループで話し合いながらまなボードを用いて文章化することにより、理解が明確になったと考えられる。また、最後に発表を取り入れることで、他者に伝えることを意識して、自分の考えを文章にまとめることにつながった。



【実施上の問題点と今後の課題】

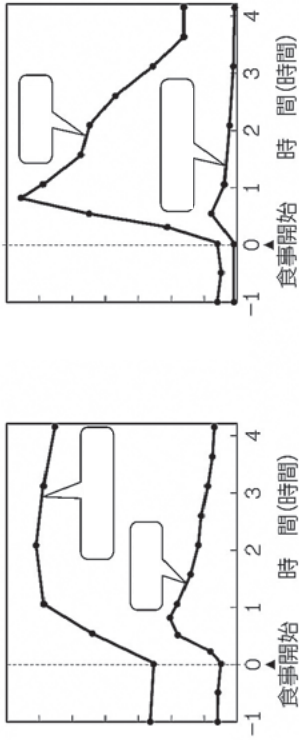
時間の確保。話し合いや文章化、発表などを取り入れると、当然時間がかかる。その時間をいかにして確保するかが課題である。プロジェクターの使用や、授業計画の見直しをして時間を作り出す必要がある。

深い学びにするためには、生徒の十分な知識や理解が不可欠である。そのため、教える側の力のかけ方のバランスがとても重要である。主体的で対話的な授業とともにしっかりと知識を授ける授業を計画しないと、深い学びにはならないと感じている。

ペアワークやグループ学習は考えを深めたり、視点を広げたりするのに効果的であると思うが、会話が苦手な生徒に対するケアが必要であると感じている。

○糖尿病とは

○糖尿病と血糖濃度・インスリン濃度の変化

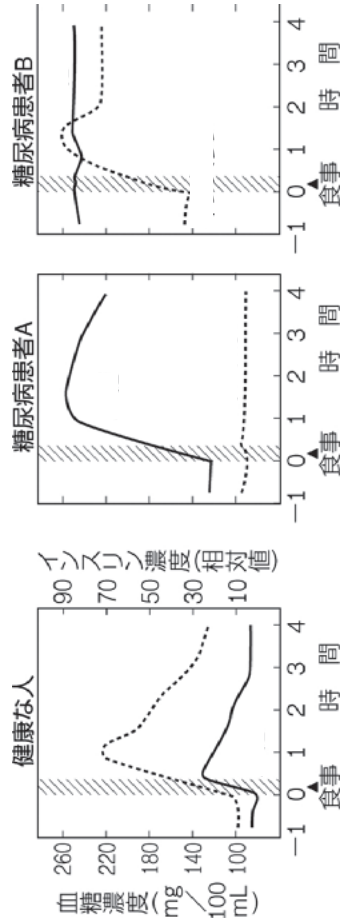


思考学習

図 I は、健康な人と糖尿病患者 (A, B) の、食事による血糖濃度 () と血液中のインスリンの濃度 () の変化を調べたものである。

考察

図 I の血糖濃度とインスリン濃度の変化の特徴から、患者 A と B の糖尿病の原因について、それぞれ説明せよ。



糖尿病患者 A :

糖尿病患者 B :

○考えてみよう!

31 多種類のホルモンが血液によって運ばれるにもかかわらず、特定のホルモンだけがその標的器官に作用する。このしくみを 50 字以内で説明せよ。

32 糖尿病は高い血糖濃度を正常に下げられない病気である。自律神経に問題がないとすると、その原因として考えられることをホルモンの観点から 2 つ挙げよ。

○考えてみよう!

インスリン製剤は皮下に注射することが多いが、これは飲み薬としても効果がないからである。インスリン製剤を飲み薬として使用すると効果が認められない理由を、50 字以内で記せ。

(東北大2017)

【学習活動の概要】

1 単元名 遺伝情報の発現			
2 単元の目標 遺伝子発現タンパク質の合成に関する資料に基づいて、遺伝子の発現の仕組みを理解する。			
3 単元の評価規準			
関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
<ul style="list-style-type: none"> 塩基配列の区切り方に関心や探究心を持ち、意欲的にそれらを探究しようとするとともに、科学的態度を身に付けている。 インスリンに関心や探究心を持ち、意欲的にそれらを探究しようとするとともに、科学的態度を身に付けている。 	<ul style="list-style-type: none"> さまざまなRNAに問題を見だし、探究する過程を通して、事象を科学的に考察し、導き出した考えを的確に表現している。 選択的スプライシングに問題を見だし、探究する過程を通して、事象を科学的に考察し、導き出した考えを的確に表現している。 	<ul style="list-style-type: none"> 塩基配列を読む実験を通して、実験の過程や結果を的確に記録、整理し、遺伝子の翻訳のしくみを科学的に探究する技能を身に付けている。 	<ul style="list-style-type: none"> mRNAの方向性とタンパク質の方向性について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。
4 単元の概要			
<p>この大単元は、DNAの複製の仕組み、遺伝子の発現とその調節の仕組み、遺伝情報の変化及びバイオテクノロジーを理解させることが主なねらいである。「生物基礎」では、DNAが複製されることとDNAの情報に基づいてタンパク質が合成されることについて学習している。本単元では、遺伝子の発現の仕組み及び遺伝情報の変化について理解させるのがねらいである。「遺伝子の発現」については、転写、スプライシング及び翻訳の過程を扱うこととされている。</p> <p>細胞内の出来事で、非常に小さくイメージしにくい遺伝子の分野のため、映像で見たり、図表を確認したりする学習内容になりがちである。従来型の授業では、生徒は教員の説明を聞き、プリントに写しているだけで、深く思考できていないことが多かった。そのため、イメージ力の乏しい生徒の理解が不十分であった。そこで、紙製の模型を用いて、楽しく協働的に学べないかアプローチした。</p>			
5 単元の指導計画			
遺伝情報の発現			
次	学習活動	深い学びに関する指導上の留意点	
5次～8次	DNAの構造と複製 遺伝情報の発現 <ul style="list-style-type: none"> 遺伝情報がタンパク質の合成という形で現れる過程を理解する。 mRNAのコードンがリボソームによりアミノ酸に翻訳されるしくみを学ぶ。塩基配列から遺伝子を見つけ出して翻訳し考察する。 生命現象に関わるいろいろなタンパク質について学ぶ。 	<ul style="list-style-type: none"> 紙面上で習っていた事項について、体感することにより、知識の深化ができるように注意する。 1年次に学んだことと結びつけて、発展的内容であることを意識させる。 グループで話し合い、理解したことや思考したことなどを言語による表現活動を行い、学習の到達度を高くする。 	
9次	遺伝子の発現調節 バイオテクノロジー		

【解説】

【指導事例と学習指導要領の関連】

今回の指導事例は学習指導要領生物の3のエ「生命現象と物質に関する探究活動」であり、内容は「遺伝情報とその発現」で、『転写、スプライシング及び翻訳を扱うこと。「遺伝情報の変化」については、同一種内でのゲノムの多様性にも触れること。』とあり、翻訳の学習をテーマにした活動型の授業を考えた。映像を見たり、頭の中だけでイメージしたりしなくてはならない分子レベルの現象を体感できるように印刷物を用いた作業を用意し、実験作業を通じて、ポリペプチド鎖がうまく合成できたのか班ごとに話し合わせることで「対話的な学び」を目指し、また、失敗や成功を通して疑問点を文字化することで新たな疑問が生じる「深い学び」になるよう計画した。個々人の作業成果が模型として出来上がり、若干難解な作業にチャレンジし、「主体的な深い学び」となるように工夫した。

【深い学びの実現に向けた工夫】

※紙製の模型を自作。対話的、主体的な学びへとつなげる。

遺伝情報の発現は問題演習や映像を通して学ぶことが多いが、視覚情報から学習するよりも手作業を通して体験、学習することで、深い学びへと繋げられないかと考えた。生命現象と物質に関する学習活動と関連させながら、観察実験などを通して、問題を見いだすための検証で生物学的に探究する方法を習得させたかった。

今回の教材は長大なインスリンの塩基配列とアミノ酸配列を、大判プリンターを用いてつなぎ目のない鎖状構造を再現し、実際に人体で起こっている反応がいかに大変なことなのかを体感させるようにした。



※作業について

作業1、開始コドンからトリプレッドを認識する。

ミスが起きるとしたらこの場所が一番多いと考えられた。ミスを考えさせることも深化できると思い、ミスを指摘することなく、作業を続けさせた。

作業2、コドン表からアミノ酸配列をつくる。

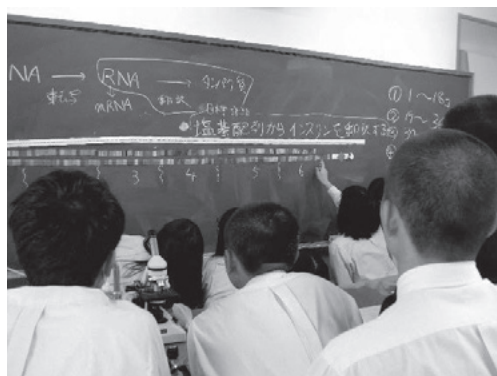
自分たちが塩基配列を読み取り、自分たちでアミノ酸を探し出し、結合させていくことで、生命現象を体感できると思われる。

作業3、(次時間に持ち越し) 合成されたポリペプチド鎖からインスリンを完成させる。

S-S結合に注目し、結合、切断することにより、単純ながらも立体構造を取ることが体感でき、紙面上では平面的なインスリンを立体的に捉えることができる。

※対話的な学びについて

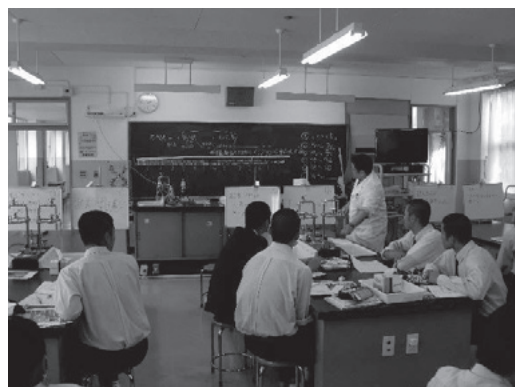
アミノ酸を貼りあわせながら他の生徒に指示を出し、熱心に作業をしている生徒の姿が多く見られた。その結果のポリペプチド鎖についても、うまくできたか確認する様子も見られた。失敗した班、成功した班の原因を話し合い、文章化することで、複雑な生命現象が日常では滞りなく行われていることを、自らが苦勞して疑似体験することで、いかに大変なことかを気づかせた。



授業プリントより抜粋

どうしたら翻訳に失敗しないか。

- ・トリプレッドがずれないように正確に区切る。
- ・慎重に確認しなくてはならない。
- ・スタートをしっかりとる。
- ・話をしっかりと聞く。
- ・役割を決める。
- ・しっかりと数える。



なぜ完成するまでにいらぬアミノ酸がくっつくのか

- ・多くのアミノ酸からインスリンを作ることによって人間に必要なモノといらぬモノを確かめている。
- ・予備として持つため・違うところで使うから。
- ・成分として価値がなかったから。
- ・人間の体には多すぎるから。
- ・立体構造に結合できなくなる。
- ・アミノ酸の種類の数に偏りを治したいから。
- ・他の所に派遣される。
- ・体の動きに使われるモノが残りあとは使われない。
- ・主に使われなくても体の細かいところに使われている。



※主体的な深い学び（次時間に持ち越した分）

プレプロインスリンからインスリンへと完成させる過程で、うまく立体的に結合させられるように試行錯誤し、きれいに結合させ、不要な部分をカットすることで普段体内で起きている生命現象の一端を疑似体験する。生命現象ではなぜ無駄が出ているのかを考えさせたり、生命の不思議さを考えさせたりした。

遺伝子とその発現 実験

遺伝情報⇒「 」⇒RNA⇒「 」⇒アミノ酸の配列⇒タンパク質

本時の目標課題

自分の班の割り当ては _____ 番目のアミノ酸

作業手順

1. 別紙のコード表を用いてトリプレッドを当てはめて考える。
2. 対応するアミノ酸を一覧用紙から余白の白い部分を付けたまま切り離す。
3. 切り取った順番通りに白い部分をのりしろにして繋げていく。
4. 完成したら、班の順番通りに黒板に貼る。

結果はどっち？

大成功・なんか違う

今回の結果は

※成功ならどうやって成功したか、失敗なら原因を考えて書く。 したから

他の人はどう考えた？

他の班員：
他の班員：
他の班員：

自分の班の反省は・・・

：
：
：

ホワイトボードに書く→前に持っていく

失敗しない翻訳を他の班の意見も見えて考える。

班
班
班
班
班
班

どうしたら翻訳に失敗しないか

：
：
：

すばらしい！！

ここまでで _____ 個のアミノ酸配列が完成

実際のインスリンのアミノ酸は _____ 個・・・

インスリンを完成させる。

1. _____ 同士で _____ 結合する。

2. いらなくなった部分を取り除く

↓

完成

なぜ50個もアミノ酸が使われなかったのか考えてみよう。

：
：
：

年 組 番 氏名

理科（生物） 学習指導案

- 1 学 年 2 学年
- 2 教 材 名 改訂版生物 数研出版
- 3 単 元 名 第1編 生命現象と物質
- 4 大単元の目標 (1) 生命現象を支える物質の働きについて観察、実験などを通して探究し、タンパク質や核酸などの物質の働きを理解させ、生命現象を分子レベルでとらえさせる
(2) 生命現象と物質に関する学習活動と関連させながら、観察、実験などを通して、問題を見いだすための観察、仮説の設定、計画すること、実験による検証、調査、実験データの分析・解釈など、生物学的に探究する方法を習得させるようにする。
- 5 大単元の学習計画 (1) 第1章 細胞と分子 15 時間
(2) 第2章 代謝 15 時間
(3) 第3章 遺伝情報の発現 22 時間 本時：22 時間中の 5 時間目
- 6 本時の小単元名 遺伝情報とその発現 コドンとアミノ酸
- 7 本時の目標 (1) 塩基配列の区切り方に関心や探究心をもち、意欲的にそれらを探究しようとするとともに、科学的態度を身に付ける。（関心・意欲・態度）
- 8 本時の学習展開

過程	学習内容	生徒の活動	教師の活動と指導上の留意点	評価の観点・方法等	時間
導入	前時までの復習 遺伝情報の流れや用語を確認	「転写」「ヌクレオチド」「スプライシング」「翻訳」「トリプレッド」	前時までの復習を質問する。		5分
	本時の目標課題	塩基配列→アミノ酸→タンパク質であると思いつく。 生物基礎の内容を思い出す。	遺伝情報の流れを考えさせる。 インスリンについて説明する。 本時の目標の確認		
	塩基配列からインスリンを翻訳する。				
展開	実験の方法を説明する 1. mRNA の開始コドンを探す。 2. 手分けする。担当を班ごとに割り当てる。 3. コドン表を用いてアミノ酸を切り抜き、つなげる。 4. 時間で終わる。 5. 前に貼る。	説明を聞く 割り当てをワークシートに書く。 作業する	作業の確認 開始コドンを探させる。 担当割り当て 1班 1～18 2班 19～36 3班 37～54 4班 55～72 5班 73～90 6班 91～110		15分

	<p>結果を比較して、正否を考える。</p> <p>各班で理由を考える。</p> <p>発表しあう。</p>	<p>結果を見比べる。</p> <p>個人で失敗や成功の原因を考えワークシートに書き入れる。</p> <p>グループ内で共有。ワークシートに記入する。</p> <p>各班の違いを考える。ホワイトボードに書く。</p> <p>ホワイトボードを横に置く。 他の班の意見をワークシートにまとめる</p> <p>コツをワークシートに記入する。</p>	<p>結果の比較をさせるために正解のアミノ酸配列を貼り付ける。</p> <p>実験結果の比較で個人でなぜ違う結果、同じ結果が出たか考えさせる。</p> <p>グループ内で共有できるように指示する。</p> <p>班の考えをホワイトボードにまとめさせる</p> <p>他の班の意見を書き写させる。</p> <p>個人で失敗しないためのコツを考えさせる。</p>	<p>塩基配列の区切り方に関心や探究心をもち、意欲的にそれらを探究しようとしているか</p> <p>A ワークシートへ記入だけでなく、積極的に作業を行い、中心となってアミノ酸配列を完成させる。</p> <p>B ワークシートへ記入できている。グループでアミノ酸配列を完成させる。</p>	15分
まとめ	<p>実際にポリペプチドからインスリンを作り出す。</p>	<p>長さを確認。</p> <p>ジスルフィド結合でつなげる。</p> <p>指示されたところでカットする。</p> <p>自分たちの班で作ったものを比べてみる</p> <p>使われなかったアミノ酸配列はどのような役割があったか想像してワークシートに記入する。</p>	<p>実際は110個つながるが、インスリンは51個のアミノ酸でできている。</p> <p>正解のポリペプチドを渡す。(プレプロインスリン)</p> <p>ジスルフィド結合のパーツを使ってプロインスリンCを作らせる。</p> <p>シグナルペプチド、Cペプチドを説明、分離。</p> <p>班で作ったものを比べさせる。</p> <p>使われなかったアミノ酸配列はどのような役割があったか考えさせる。</p>	<p>アミノ酸配列に関心や探究心をもち、意欲的にそれらを探究しようとしているか</p> <p>A インスリンの模型を完成させた上で他の人に教える</p> <p>B インスリンの模型を完成させることができる。</p>	15分

9 本時の評価と手だて

塩基配列の区切り方に関心や探究心をもち、意欲的にそれらを探究しようとするとともに、科学的態度を身に付ける。
手だて：ワークシートの記入を完成させ、インスリンの模型を完成させる。