

数学科(数学Ⅰ)学習指導案

鋭角の三角比
(高等学校 第1学年)
神奈川県立総合教育センター



【『<高等学校>学習意欲を高める数学・理科 学習指導事例集』平成21年3月】

学習活動の工夫や日常生活に関連した話題を取り入れた「学習内容を実生活に応用させ、その有用性を理解させる」指導によって、学習意欲を高めることを主な目的として行った授業実践の学習指導案です。

1 学年 第 1 学年
 2 単元名（科目） 「鋭角の三角比」（数学）

- 3 単元の目標
- ・鋭角の三角比の意味を理解し、実際的な問題に活用することができる。
 - ・三角比の表を利用して、三角比の値を求めることができる。
 - ・正弦・余弦・正接の相互の関係式を理解し、それらを利用することができる。

- 4 単元の学習計画
- ・直角三角形と正接 3 時間
 - ・正弦・余弦 3 時間（本時はその第 2 時）
 - ・三角比の相互関係 2 時間
 - ・節末問題 2 時間

5 単元の評価計画

(1) 評価規準

関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	表現・処理	知識・理解
<ul style="list-style-type: none"> ・三角比が身近な問題に応用できることに関心をもち、積極的に活用しようとしている。 ・課題に興味を示し、三角比を利用して課題解決に取り組もうとしている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・身近な問題を解決するために三角比を利用する方法を適切に考察している。 ・三角比を利用して、平面図形の線分の長さや角の大きさの求め方を適切に考察している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・三角比を利用して 2 点間の距離を求めることができる。 ・三角比の相互関係を用いて、一つの三角比の値から他の三角比の値を求めることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・三角比の定義を理解している。 ・三角比の相互関係を理解している。

(2) 評価計画 太枠第 2 時が本時 【 】は評価方法

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	表現・処理	知識・理解
1 2 3	<ul style="list-style-type: none"> ・直角三角形と正接 	<ul style="list-style-type: none"> ・正接が身近な問題に応用できることに関心をもち、積極的に活用しようとしている。 <p>【発問・観察・ワークシート】</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・正接を利用して 2 点間の距離を求めることができる。 <p>【発問・ワークシート・定期テスト】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・正接の定義を理解している。 <p>【発問・ワークシート・定期テスト】</p>
4 5 6	<ul style="list-style-type: none"> ・正弦と余弦 	<ul style="list-style-type: none"> ・正弦と余弦が身近な問題に応用できることに関心をもち、積極的に活用しようとしている。 <p>【発問・観察・ワークシート】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・身近な問題を解決するために三角比を利用する方法を適切に考察している。 <p>【発問・観察・ワークシート】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・正弦や余弦を利用して 2 点間の距離を求めることができる。 <p>【発問・ワークシート・定期テスト】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・正弦と余弦の定義を理解している。 <p>【発問・ワークシート・定期テスト】</p>

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	表現・処理	知識・理解
7 ・ 8	・ 三角比の相互関係			・ 三角比の相互関係を用いて、一つの三角比の値から他の三角比の値を求めることができる。 【発問・ワークシート・定期テスト】	・ 三角比の相互関係を理解している。 【発問・ワークシート・定期テスト】
9 ・ 10	・ 節末問題	・ 課題に興味を示し、三角比を利用して課題解決に取り組もうとしている。 【観察・ワークシート】	・ 三角比を利用して、平面図形の線分の長さや角の大きさの求め方を適切に考察している。 【発問・ワークシート・定期テスト】		

(3) 観点別評価について (本時を含む第 4 ~ 6 時分のみ)

【関心・意欲・態度】

学習活動における 具体の評価規準	・ 正弦と余弦が身近な問題に応用できることに関心をもち、積極的に活用しようとしている。
「十分満足できる」状況 (A) と判断する具体的状況例	・ 正弦と余弦を利用して具体的な問題に積極的に取り組み、問題の解決に必要なデータとは何かを推察しようとしている。
「努力を要する」状況 (C) と評価した生徒への手だて	・ 高さや距離を求めるには三角比を利用することができることを、身近な具体例を示して理解させる。

【数学的な見方や考え方】

学習活動における 具体の評価規準	・ 身近な問題を解決するために三角比を利用する方法を適切に考察している。
「十分満足できる」状況 (A) と判断する具体的状況例	・ 身近な問題を三角比を利用して解決する方法を適切に考察し、問題の解決に必要なデータとは何かを推察している。
「努力を要する」状況 (C) と評価した生徒への手だて	・ 身近な問題を図を用いて表現させ、三角比を用いて解決する方法を考えさせる。

【表現・処理】

学習活動における 具体の評価規準	・ 正弦や余弦を利用して 2 点間の距離を求めることができる。
「十分満足できる」状況 (A) と判断する具体的状況例	・ 正弦や余弦を利用して 2 点間の距離を正しく求めることができ、その方法を説明することができる。
「努力を要する」状況 (C) と評価した生徒への手だて	・ 2 点間の距離を三角比で表現する過程を詳しく説明して、その値を求めさせる。

【知識・理解】

学習活動における 具体の評価規準	・ 正弦と余弦の定義を理解している。
「十分満足できる」状況（A） と判断する具体的状況例	・ 正弦と余弦の定義が三角形の大きさに関係しないことを理解し、それらを活用して具体的な問題を解決する方法を理解している。
「努力を要する」状況（C） と評価した生徒への手だて	・ 具体的な図を用いて、正弦と余弦の定義に基づいた三角比の求め方を反復練習させる。

6 本時の展開

(1) 本時の目標

- ・ 正弦と余弦を利用して、高さや距離を求める方法を理解する。

(2) 本時の指導過程

過程	学習活動	指導内容	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
導入 (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 正弦と余弦の定義を復習する。 ・ 「傾斜地の土地問題」を考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 三角比を用いて斜度 30° の傾斜地上の長さから水平面上での長さを求めさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 定義を変形して、 [隣辺] = [斜辺] × cos [対辺] = [斜辺] × sin を使えるようにする。 ・ 減った土地の面積をイメージさせる。$\sqrt{3} = 1.7$として計算すると、減った面積は畳 13.5 畳となることを補足する。 	<p>【関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 正弦と余弦が身近な問題に応用できることに関心を持ち、積極的に活用しようとしている。 <p>(発問・観察・ワークシート)</p>
展開 (35分)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 教科書の問を解く。 “ 正方形 ABCD において、BD = 10 のとき、BC の長さを求めよ。” ・ 「はしごの問題」を考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ [隣辺] = [斜辺] × cos を利用して求めさせる。 ・ 壁とはしごと地面でできる直角三角形に、三角比を利用することを説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 机間指導を行う。 ・ JIS 規格で、はしごは 75° で使用することを推奨しているものが多いので、三角比の表を用いて、75° のときの AC の長さを求めさせる。はしごの下端は、壁からその長さの 4 分の 1 くらい離して使用するのが実用的であることを気付かせる。 	<p>【表現・処理】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 正弦や余弦を利用して 2 点間の距離を求めることができる。 <p>(ワークシート・定期テスト)</p>

過程	学習活動	指導内容	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
展開 (35分) 続き	<ul style="list-style-type: none"> ・「打ち上げ花火の問題」に取り組む。 	<ul style="list-style-type: none"> ・高さを求めるために必要なデータは何であるか、どのようにしてそのデータを得るかを考えさせる。 ・花火の高さ及び水平距離を求めさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・状況を見ながら、花火を見上げた角度（仰角）、及び時間等の必要なデータを与える。 	<p>【数学的な見方や考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・身近な問題を解決するために三角比を利用する方法を適切に考察している。 <p>(発問・観察・ワークシート)</p>
まとめ (5分)	<ul style="list-style-type: none"> ・本時の内容を確認する。 ・[隣辺] =[斜辺]×cos [対辺] =[斜辺]×sin を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・正弦と余弦を用いた2点間の距離の求め方を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実生活の中に、三角比を用いて解決できる問題が存在していること確認して、数学の有用性を認識させる。 	

< 参考 >

「傾斜地の土地問題」

「家を建てようと 1 辺が 12m の正方形の土地を購入した人が、傾斜地であったために家を建てるができなかった。」という事件が横浜で起きました。傾斜地を水平に削ると、家を建てられる土地はどのくらいの広さになるか考えなさい。

(解答)

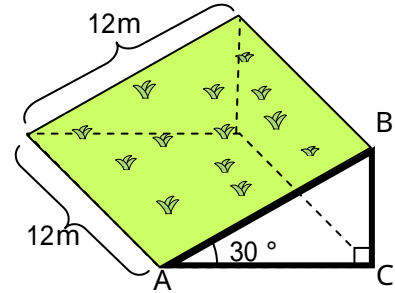
傾斜角度が 30° であると仮定して、三角比を用いて斜度 30° の傾斜地上の長さから水平面上での長さを求めてみる。

$$AC = AB \cos 30^\circ = 12 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{3}$$

従って、減った土地の面積は、

$$12 \times 12 - 12 \times 6\sqrt{3} = 72(2 - \sqrt{3}) \text{ (m}^2\text{)}$$

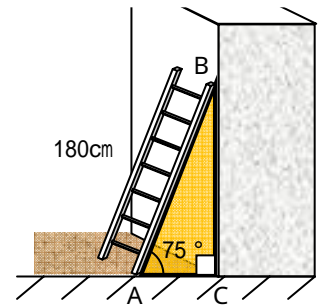
$\sqrt{3} = 1.7$ 、畳 1 畳を 1.6 m² として計算すると、減った土地は、畳 13.5 畳分である。



「はしごの問題」

家の壁に長さ 180 cm のはしご AB を立て掛けて、はしごと地面のなす角 BAC が 60° になるようにした。このとき、はしごの下端 A と壁との距離 AC、および地面からはしごの上端 B までの高さ BC は、それぞれ何 cm か。ただし $\sqrt{3} = 1.73$ とし、小数第 1 位を四捨五入して答えなさい。

JIS 規格では安全面を考慮して、はしごは地面から 75° の角度に立て掛けて使用することを推奨しているものが多い。三角比の表を用いて、75° のときの AC の長さを求めなさい。



「打ち上げ花火の問題」

打ち上げ花火は地上何 m の高さまで上がるか。また、どのくらい離れた場所で打ち上げられているのか、それらを求める方法を考えなさい。

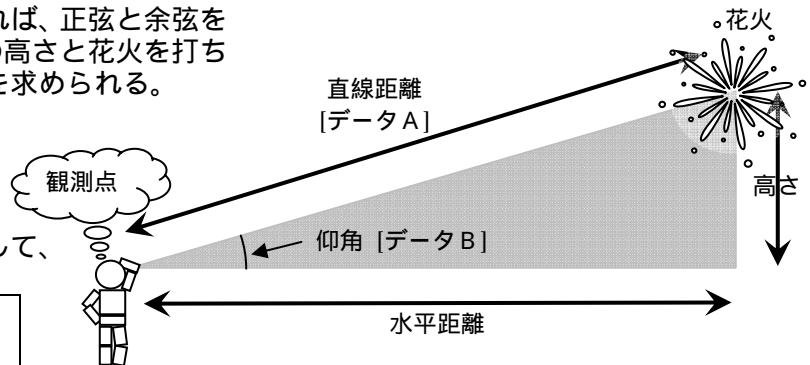
(解説)

次の二つのデータが分かれば、正弦と余弦を利用して、花火の打ち上げの高さと花火を打ち上げた地点までの水平距離を求められる。

- ・観測点から花火までの直線距離 [データ A]
- ・花火を見上げた角度 (仰角) [データ B]

データ A を求める方法として、次式を与える。

- ・ [距離] = [音速] × [時間]
- ・ [音速] = 331.5 + 0.61 × t (ただし、t は摂氏温度)



数学科(数学Ⅱ)学習指導案

正接の加法定理
(高等学校 第2学年)
神奈川県立総合教育センター



【『<高等学校>学習意欲を高める数学・理科 学習指導事例集』平成21年3月】

生徒が興味をもちやすい学習内容を選び、学習活動を工夫した「数学的なパズルや数学的に美しい等式の証明を通して、知的好奇心を喚起する」指導によって、学習意欲を高めることを主な目的として行った授業実践の学習指導案です。

1 学年 第 2 学年

2 単元名（科目） 「正接の加法定理」（数学Ⅱ）

3 単元の目標

- ・三角関数の重要な性質である加法定理を理解し、具体的な事象に活用する方法を知る。
- ・正接の加法定理を利用して、 75° 、 15° などの正接の値を求めたり、平面上の 2 直線のなす角を求めたりすることができる。

4 単元の学習計画

- ・正接の加法定理 1 時間
- ・正接の加法定理の利用 1 時間（本時）
- ・2 直線のなす角などの問題演習 1 時間

5 単元の評価計画

(1) 評価規準

関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	表現・処理	知識・理解
・正接の加法定理に関心をもち、加法定理を使って計算できる正接の値を求めようとしている。	・正接の加法定理を利用して、平面上の 2 直線のなす角を求める方法を適切に考察している。	・正接の加法定理を用いて、いろいろな正接の値を求めることができる。	・正接の加法定理について理解して、基礎的な知識を身に付けている。

(2) 評価計画 ※太枠が本時 【 】は評価方法

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	表現・処理	知識・理解
1	・正接の加法定理				・正接の加法定理について理解して、基礎的な知識を身に付けている。 【発問・ワークシート・定期テスト】
2	・正接の加法定理の利用	・正接の加法定理に関心をもち、加法定理を使って計算できる正接の値を求めようとしている。 【発問・観察・ワークシート】		・正接の加法定理を用いて、いろいろな正接の値を求めることができる。 【発問・ワークシート・定期テスト】	

3	<ul style="list-style-type: none"> 2 直線のなす角などの問題演習 	<ul style="list-style-type: none"> 正接の加法定理を利用して、平面上の 2 直線のなす角を求める方法を適切に考察している。 <p>【発問・ワークシート・定期テスト】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 正接の加法定理について理解して、基礎的な知識を身に付けている。 <p>【発問・ワークシート・定期テスト】</p>
---	---	--	--

(3) 観点別評価について（本時、第 2 時分のみ）

【関心・意欲・態度】

学習活動における 具体的評価規準	<ul style="list-style-type: none"> 正接の加法定理に関心をもち、加法定理を使って計算できる正接の値を求めようとしている。
「十分満足できる」状況（A） と判断する具体的状況例	<ul style="list-style-type: none"> 正接の加法定理を使って計算できる三角形の三つの角度の組合せを何通りも考えようとしている。
「努力を要する」状況（C） と評価した生徒への手だて	<ul style="list-style-type: none"> 数学的なひらめきを必要とするパズルが、加法定理を使えば簡単に解けることを説明し、加法定理に関心をもたせる。

【数学的な見方や考え方】

<評価項目なし>

【表現・処理】

学習活動における 具体的評価規準	<ul style="list-style-type: none"> 正接の加法定理を用いて、いろいろな正接の値を求めることができる。
「十分満足できる」状況（A） と判断する具体的状況例	<ul style="list-style-type: none"> $\tan 15^\circ$ を求める際に、$\tan(45^\circ - 30^\circ)$、$\tan(60^\circ - 45^\circ)$ など複数の方法があることに気付く、計算がより簡単な方法で処理することができる。
「努力を要する」状況（C） と評価した生徒への手だて	<ul style="list-style-type: none"> $75^\circ = 30^\circ + 45^\circ$、$15^\circ = 45^\circ - 30^\circ$ と変形し、加法定理を使うように助言する。

【知識・理解】

<評価項目なし>

6 本時の展開

(1) 本時の目標

- ・正接の加法定理を利用して、 75° や 15° などの正接の値を求めることができる。

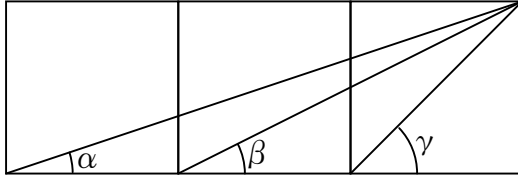
(2) 本時の指導過程

過程	学習活動	指導内容	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
導入 (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ・正接の加法定理を復習する。 ・「パズル問題」を解く。 	<ul style="list-style-type: none"> ・前時に学習した正接の加法定理を復習する。 ・導入問題として、「パズルの問題」を考えさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒントを与えて、図形的な解き方により解かせる。 ・数学的なひらめきを必要とするパズルが、加法定理を使えば簡単に解けることを説明する。 	
展開 (35分)	<ul style="list-style-type: none"> ・正接の加法定理を利用する教科書の問題を解く。 ・正接の加法定理を利用して、75° や 15° などの正接の値を求める。 ・三角形の三つの角度の正接の値の関係を調べる。 ・幾つかのパターンを自分で考えて、成り立つ等式を予想する。 ・予想した等式を証明する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・正接の加法定理を利用する方法を確認する。 ・加法定理を用いると、$30^\circ \cdot 45^\circ \cdot 60^\circ$ を足したり、引いたりしてできる角度の三角関数の値を求めることができることを確認する。 ・加法定理を用いると、等式が証明できることを説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・パズルと同じ内容の問題であることを気付かせる。 ・分母の有理化について復習する。 ・適宜、机間指導を行い、生徒がつまづいている点に助言を行う。 ・加法定理を使って計算できるような三角形の三つの角度の組合せを生徒自らが考えることにより、加法定理の理解を深め、使い方の習熟を目指す。 	<p>【表現・処理】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・正接の加法定理を用いて、いろいろな正接の値を求めることができる。 (発問・ワークシート・定期テスト) <p>【関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・正接の加法定理に関心をもち、加法定理を使って計算できる正接の値を求めようとしている。 (発問・観察・ワークシート)
まとめ (5分)	<ul style="list-style-type: none"> ・本時の学習内容を振り返りシートに記入する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・本時の学習内容をまとめる。 ・振り返りシートとワークシートを回収する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・様々な問題に加法定理が利用できることを確認して、加法定理の有用性を理解させる。 	

<参考>

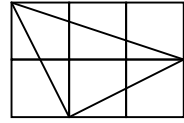
「パズル問題」

合同な 3 つの正方形を図のように並べて書きます。図に書き込んだ α 、 β 、 γ はそれぞれの角の大きさを表します。 α 、 β 、 γ の関係を求めなさい。



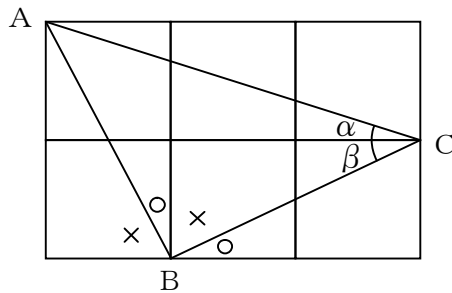
生徒へのヒント

★右図のような四角形と三角形の図を与える。



★図形の中に、 $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ の角を探すように指示する。

(解答 1) 図形を用いた解法



左図において、 $\triangle ABC$ は直角二等辺三角形だから

$$\alpha + \beta = 45^\circ$$

一方、 $\gamma = 45^\circ$

よって、 $\alpha + \beta = \gamma$

(解答 2) 加法定理を用いた解法

「パズル問題」の図において、 $\tan \alpha = \frac{1}{3}$ 、 $\tan \beta = \frac{1}{2}$ 、 $\tan \gamma = 1$ である。

ここで、正接の加法定理により、

$$\tan(\alpha + \beta) = \frac{\tan \alpha + \tan \beta}{1 - \tan \alpha \cdot \tan \beta} = \frac{\frac{1}{3} + \frac{1}{2}}{1 - \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2}} = 1$$

よって、 $\tan(\alpha + \beta) = \tan \gamma = 1$

$\alpha + \beta$ 、 γ はともに鋭角なので、 $\alpha + \beta = \gamma$ である。

「三角形の三つの角度の正接の値の関係」

[問] 三角形における三つの正接の値の関係を調べなさい。

(学習内容)

- (1) 三角比の表を使わずに加法定理を使って、正接の値を計算できるような三つの三角形の内角の組合せを考えてみよう。
(例) 「すべて 60° (正三角形)」
「 $45^\circ \cdot 60^\circ \cdot 75^\circ$ の組合せ」
- (2) (1) で考えた三角形について、三つの内角の正接の値を計算してみよう。
- (3) この 3 つの内角の正接の値の間に成り立つ関係式を予想してみよう。
(ヒント) 三つの値を足したり、掛けたりしてみよう。
- (4) (3) で予想した関係式を証明してみよう。

$\triangle ABC$ において、次の等式が成り立つことを証明しなさい。

$$\tan A + \tan B + \tan C = \tan A \cdot \tan B \cdot \tan C$$

どんな三角形でも、
この三つの数の和と
積の値が一致する！

(証明)

三角形の内角の和は 180° なので、 $A + B + C = 180^\circ$

従って、 $C = 180^\circ - (A + B)$

これより、

$$\tan C = \tan (180^\circ - (A + B))$$

$$= -\tan (A + B)$$

→ $\tan (180^\circ - \theta) = -\tan \theta$ を利用

$$= -\frac{\tan A + \tan B}{1 - \tan A \cdot \tan B}$$

→ 正接の加法定理を利用

両辺に $(1 - \tan A \cdot \tan B)$ をかけて、分母を払うと、

$$\tan C (1 - \tan A \cdot \tan B) = -(\tan A + \tan B)$$

両辺を展開して整理すると、

$$\tan A + \tan B + \tan C = \tan A \cdot \tan B \cdot \tan C$$

となる。

数学科(数学Ⅲ)学習指導案

いろいろな関数の導関数
(高等学校 第3学年)
神奈川県立総合教育センター



【『<高等学校>学習意欲を高める数学・理科 学習指導事例集』平成21年3月】

学習内容や学習活動の工夫や日常生活に関連した話題を取り入れた「抽象的な概念を具体的なアプローチを通して理解させる」指導によって、学習意欲を高めることを主な目的として行った授業実践の学習指導案です。

1 学年 第 3 学年

2 単元名（科目） 「いろいろな関数の導関数」（数学Ⅲ）

3 単元の目標

- ・三角関数、対数関数、指数関数の導関数を求めることができる。
- ・第 n 次導関数の意味を理解し、求めることができる。
- ・放物線、楕円、双曲線などの曲線の方程式を微分することができる。

4 単元の学習計画

- ・三角関数、対数関数、指数関数の導関数 3 時間（本時はその第 2 時）
- ・第 n 次導関数 1 時間
- ・曲線の方程式と導関数 2 時間
- ・補充問題 1 時間

5 単元の評価計画

(1) 評価規準

関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	表現・処理	知識・理解
<ul style="list-style-type: none"> ・自然対数の底 e（以下、e と呼ぶ。）に関心をもち、その性質を調べようとしている。 ・放物線、楕円、双曲線などの曲線の方程式を微分する方法に関心をもち、意欲的に求めようとしている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・正弦関数の導関数を求める過程で、三角関数の極限、及び和を積になおす公式を利用している。 ・対数関数の導関数を求める過程で、e の定義の必要性に気付く。 ・放物線、楕円、双曲線などの曲線の方程式を微分するために、合成関数の微分法が応用できることを考察している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・三角関数、対数関数、指数関数の導関数を求めることができる。 ・高次導関数の用語や記号を正しく使用している。 ・放物線、楕円、双曲線などの曲線の方程式を微分することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・三角関数、対数関数、指数関数の微分法について理解して、基礎的な知識を身に付けている。 ・放物線、楕円、双曲線などの曲線の方程式を微分する方法を理解している。

(2) 評価計画 ※太枠第 2 時が本時 【 】は評価方法

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	表現・処理	知識・理解
1 2 3	<ul style="list-style-type: none"> ・三角関数の導関数 ・対数関数の導関数 ・指数関数の導関数 	<ul style="list-style-type: none"> ・ e に関心をもち、その性質を調べようとしている。 【発問・観察・ワークシート】 	<ul style="list-style-type: none"> ・正弦関数の導関数を求める過程で、三角関数の極限、及び和を積になおす公式を利用している。 【発問・ワークシート】 ・対数関数の導関数を求める過程で、e の定義の必要性に気付く。 【発問・ワークシート】 	<ul style="list-style-type: none"> ・三角関数、対数関数、指数関数の導関数を求めることができる。 【発問・ワークシート・定期テスト】 	

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	表現・処理	知識・理解
4	・第 n 次導関数			・高次導関数の用語や記号を正しく使用している。 【発問・ワークシート・定期テスト】	
5 ・ 6	・曲線の方程式と導関数	・放物線、楕円、双曲線などの曲線の方程式を微分する方法に関心を持ち、意欲的に求めようとしている。 【発問・観察・ワークシート】	・放物線、楕円、双曲線などの曲線の方程式を微分するために、合成関数の微分法が応用できることを考察している。 【発問・ワークシート】	・放物線、楕円、双曲線などの曲線の方程式を微分することができる。 【発問・ワークシート・定期テスト】	
7	・補充問題				・三角関数、対数関数、指数関数の微分法について理解し、基礎的な知識を身に付けている。 【発問・ワークシート・定期テスト】 ・放物線、楕円、双曲線などの曲線の方程式を微分する方法を理解している。 【発問・ワークシート・定期テスト】

(3) 観点別評価について（本時を含む第 1～3 時分のみ）

【関心・意欲・態度】

学習活動における 具体の評価規準	・ e に関心を持ち、その性質を調べようとしている。
「十分満足できる」状況 (A) と判断する具体的状況例	・ e に関心を持ち、意欲的にその性質を調べ、自分なりの考えをまとめようとしている。
「努力を要する」状況 (C) と評価した生徒への手だて	・ 表計算ソフトを使って、e の定義式における極限值が収束することを再度説明する。

【数学的な見方や考え方】

学習活動における 具体の評価規準	・ 正弦関数の導関数を求める過程で、三角関数の極限、及び和を積になおす公式を利用している。 ・ 対数関数の導関数を求める過程で、e の定義の必要性に気付く。
「十分満足できる」状況 (A) と判断する具体的状況例	・ 正弦関数の導関数の公式を用いて、余弦関数や正接関数の導関数を求めている。 ・ 対数関数の導関数を求める過程で、e を定義する必要性を論理的に説明している。
「努力を要する」状況 (C) と評価した生徒への手だて	・ 三角関数の極限、及び和を積になおす公式を確認しながら、正弦関数の導関数を求める過程における式変形のポイントを再度説明する。 ・ e を定義する必要性を再度説明して、e の定義式の極限值が存在することを電卓や表計算ソフトを用いて気付かせる。

【表現・処理】

学習活動における 具体の評価規準	・ 三角関数、対数関数、指数関数の導関数を求めることができる。
「十分満足できる」状況 (A) と判断する具体的状況例	・ 三角関数、対数関数、指数関数などを用いた合成関数の導関数を求めることができる。
「努力を要する」状況 (C) と評価した生徒への手だて	・ 三角関数、対数関数、指数関数の導関数の公式を再度確認する。

【知識・理解】

<評価項目なし>

6 本時の展開

(1) 本時の目標

- ・対数関数の導関数の求め方を理解する。
- ・ e の性質について、様々な学習活動を通して理解を深める。

(2) 本時の指導過程

過程	学習活動	指導内容	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
導入 (10分)	・本時で学習する e について、興味・関心をもつ。	・オイラーの公式を紹介して、 e という数の神秘性や数学的な美しさを感じ取らせる。		
展開 (35分)	<ul style="list-style-type: none"> ・対数関数の導関数を求める過程を考察する。 ・極限值として e を定義する必要性を理解する。 ・生活に密着した話題として預金や借入金の利子計算と e との関連を調べる。 ・二項定理を用いた展開式を利用して、e の近似値を調べる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・導関数の定義に従って対数関数の導関数を求める過程を説明する。 ・e を定義する必要性を認識させ、e の定義式の極限值が存在することを電卓や表計算ソフトを用いて実感させる。 ・利息の繰り入れ期間をどんどん細かくして1年後の元利合計を計算させる。 ・実際に幾つかの部分和を計算し、e の近似値を求めさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・極限の性質や対数の性質を利用した式変形を理解させる。 ・最初は、電卓を利用して実際に計算させてみるが、その方法では限界があるので、表計算ソフトを利用して計算した結果を提示する。 ・複利計算に e が現れることを理解させ、数学の実用性を認識させる。 ・二項定理を用いて、e の近似値を電卓で計算することによって、e の値を実感させる。 	<p>【数学的な見方や考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対数関数の導関数を求める過程で、e の定義の必要性に気付く。 (発問・ワークシート) 【関心・意欲・態度】 ・e に関心を持ち、その性質を調べようとしている。 (発問・観察・ワークシート)
まとめ (5分)	・ e の定義と対数関数の導関数の公式を確認する。	・対数関数の導関数の公式を、底が e 以外の場合には、底の変換公式を使って理解させる。	・底の変換公式を復習させる。	

<参考>

「複利計算の問題」

仮に利率 100%、1 年間に n 回利息の付く $\frac{1}{n}$ 年複利で 1 万円の借金をした。 n の値を大きくしていくと、利息込みで 1 年後の借金はどれくらい大きくなるかを求めなさい。

- (1) 利率 100%、1 年間に 1 回利息の付く 1 年複利で 1 万円の借金をした。利息込みで 1 年後の借金の額を求めなさい。

$$10,000 \times (1 + 1) = 20,000 \text{ (円)}$$

- (2) 利率 100%、1 年間に 2 回利息の付く $\frac{1}{2}$ 年 (6 ヶ月) 複利で 1 万円の借金をした。利息込みで 1 年後の借金の額を求めなさい。

$$10,000 \times \left(1 + \frac{1}{2}\right)^2 = 22,500 \text{ (円)}$$

- (3) 利率 100%、1 年間に 4 回利息の付く $\frac{1}{4}$ 年 (3 ヶ月) 複利で 1 万円の借金をした。利息込みで 1 年後の借金の額を求めなさい。

$$10,000 \times \left(1 + \frac{1}{4}\right)^4 = 24,414 \text{ (円)}$$

- (4) 利率 100%、1 年間に n 回利息の付く $\frac{1}{n}$ 年複利で 1 万円の借金をした。利息込みで 1 年後の借金の額を求めなさい。また、この n を限りなく大きくしていくと、どうなるか。

$$10,000 \times \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n \text{ (円)}$$

$n \rightarrow \infty$ のとき、この値は、 $10,000 \times e = 27,183 \text{ (円)}$ に近づく。

二項定理を使って、 e の近似値を計算する。

e の定義式 $e = \lim_{k \rightarrow 0} (1+k)^{\frac{1}{k}}$ において、 n を自然数とし、 $k = \frac{1}{n}$ の場合を考えると、

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$$

となる。ここで、 $\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$ を二項定理で展開して計算すると、

$$\begin{aligned} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n &= {}_n C_0 + {}_n C_1 \left(\frac{1}{n}\right) + {}_n C_2 \left(\frac{1}{n}\right)^2 + {}_n C_3 \left(\frac{1}{n}\right)^3 + \cdots + {}_n C_n \left(\frac{1}{n}\right)^n \\ &= 1 + n \cdot \frac{1}{n} + \frac{n(n-1)}{2!} \left(\frac{1}{n}\right)^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{3!} \left(\frac{1}{n}\right)^3 + \cdots + \left(\frac{1}{n}\right)^n \\ &= 1 + 1 + \frac{1}{2!} \left(1 - \frac{1}{n}\right) + \frac{1}{3!} \left(1 - \frac{1}{n}\right) \left(1 - \frac{2}{n}\right) + \cdots + \left(\frac{1}{n}\right)^n \end{aligned}$$

となる。この最後の展開式において、 n を十分大きい自然数と考えると、各項までの和を順次近似計算していくと、

第2項までの和は、 $1 + 1 = 2$

第3項までの和は、 $1 + 1 + \frac{1}{2!} = 2.5$

第4項までの和は、 $1 + 1 + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} = 2.666 \cdots$

第5項までの和は、 $1 + 1 + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} = 2.708 \cdots$

第6項までの和は、 $1 + 1 + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} + \frac{1}{5!} = 2.716 \cdots$

第7項までの和は、 $1 + 1 + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} + \frac{1}{5!} + \frac{1}{6!} = 2.718 \cdots$

となり、 e の値に近づくことが確認できる。

数学科(数学C)学習指導案

行列の演算
(高等学校 第3学年)
神奈川県立総合教育センター



【『<高等学校>学習意欲を高める数学・理科 学習指導事例集』平成21年3月】

学習内容や学習活動の工夫や社会生活に関連した話題を取り入れた「数学の社会的な有用性を認識させて、学習意欲を喚起する」指導によって、学習意欲を高めることを主な目的として行った授業実践の学習指導案です。

1 学年 第 3 学年
 2 単元名（科目） 「行列の演算」（数学 C）

- 3 単元の目標
- ・行列の意味やその用語、記号を理解する。
 - ・行列の実数倍、加法、減法、乗法の計算ができる。
 - ・単位行列、零因子、交換可能などの用語の意味を理解する。
 - ・逆行列の意味と 2 次正方行列の逆行列の公式を理解する。

- 4 単元の学習計画
- ・行列とその成分 1 時間
 - ・行列の加法、減法、実数倍 1 時間
 - ・行列の乗法 1 時間
 - ・行列の乗法の性質 2 時間（本時はその第 2 時）
 - ・逆行列とその性質 4 時間

5 単元の評価計画

(1) 評価規準

関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	表現・処理	知識・理解
<ul style="list-style-type: none"> ・行列に関心をもち、その性質を調べようとしている。 ・行列の乗法と実数の乗法の違いに関心をもち、行列の乗法の性質を調べようとしている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・行列の乗法の性質について、実数の場合と比較しながら考察している。 ・逆行列を求める過程を適切に考察している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・行列の和、差、実数倍を正しく計算することができる。 ・行列の積を正しく計算することができる。 ・逆行列を求めることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・行列の基本的な用語の意味を理解している。 ・逆行列の定義とその性質について理解している。

(2) 評価計画 ※太枠第 2 時が本時 【 】は評価方法

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	表現・処理	知識・理解
1	<ul style="list-style-type: none"> ・行列とその成分 	<ul style="list-style-type: none"> ・行列に関心をもち、その性質を調べようとしている。 【発問・観察・ワークシート】 			<ul style="list-style-type: none"> ・行列の基本的な用語の意味を理解している。 【ワークシート・定期テスト】
2	<ul style="list-style-type: none"> ・行列の加法、減法、実数倍 			<ul style="list-style-type: none"> ・行列の和、差、実数倍を正しく計算することができる。 【ワークシート・定期テスト】 	

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	表現・処理	知識・理解
3	・行列の乗法			・行列の積を正しく計算することができる。 【ワークシート・定期テスト】	
4 ・ 5	・行列の乗法の性質	・行列の乗法と実数の乗法の違いに関心を持ち、行列の乗法の性質を調べようとしている。 【観察・振り返りシート】 ・行列に関心を持ち、その性質を調べようとしている。 【観察・振り返りシート】	・行列の乗法の性質について、実数の場合と比較しながら考察している。 【発問・観察・ワークシート】	・行列の積を正しく計算することができる。 【ワークシート・定期テスト】	
6 ・ 7 ・ 8 ・ 9	・逆行列とその性質		・逆行列を求める過程を適切に考察している。 【発問・ワークシート】	・逆行列を求めることができる。 【ワークシート・定期テスト】	・逆行列の定義とその性質について理解している。 【ワークシート・定期テスト】

(3) 観点別評価について（本時を含む第 4～5 時分のみ）

【関心・意欲・態度】

学習活動における 具体の評価規準	<ul style="list-style-type: none"> ・行列の乗法と実数の乗法の違いに関心を持ち、行列の乗法の性質を調べようとしている。 ・「数当てゲーム」で使われている行列に関心を持ち、その性質を調べようとしている。
「十分満足できる」状況 (A) と判断する具体的 状況例	<ul style="list-style-type: none"> ・行列の乗法と実数の乗法の違いに関心を持ち、両者の違いが何によるものかを、探究しようとしている。 ・「数当てゲーム」で使われている行列に関心を持ち、他の行列と比較して、その性質を考えようとしている。
「努力を要する」状況 (C) と評価した生徒へ の手だて	<ul style="list-style-type: none"> ・具体的な行列の積を計算させて、交換法則が成り立たないことを確かめさせ、行列の乗法の性質について再度説明する。 ・「数当てゲーム」で使われている行列と検査行列との積を計算させ、その特徴について考えさせる。

【数学的な見方や考え方】

学習活動における 具体の評価規準	・行列の乗法の性質について、実数の場合と比較しながら考察している。
「十分満足できる」状況 (A)と判断する具体的 状況例	・乗法の交換法則が成り立たない例や零因子の例を挙げて、行列の乗法の性質を論理的に考察している。
「努力を要する」状況 (C)と評価した生徒へ の手立て	・交換可能でない行列 A、B を具体的に示し、 AB と BA が異なることに気付かせる。

【表現・処理】

学習活動における 具体の評価規準	・行列の積を正しく計算することができる。
「十分満足できる」状況 (A)と判断する具体的 状況例	・ケーリー・ハミルトンの定理を用いて、行列の累乗を求めることができる。
「努力を要する」状況 (C)と評価した生徒へ の手だて	・2 次の行ベクトルと 2 次の列ベクトルの乗法の定義を確認する。

【知識・理解】

<評価項目なし>

6 本時の展開

(1) 本時の目標

- ・身近にある幾つかのコードの仕組みを理解することによって、情報を正しく伝える方法を認識する。
- ・行列を用いて数の組（情報）を表現することができ、情報を付け加えたり、取り出したりするのに行列がどのようにかかわっているかを考察し、理解する。

(2) 本時の指導過程

過程	学習活動	指導内容	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
導入 (10分)	・身近にあるコードについて、その仕組みを理解する。	・身近にあるコードの代表例であるバーコード（JANコード）が、正しく読み取られる仕組みについて説明する。	・コードの中にエラーをチェックする仕組みが含まれていることを理解させる。 ・エラーをチェックすることはできるがエラーを訂正することはできないことを実例を挙げて認識させる。	

過程	学習活動	指導内容	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
展開 1 (15分)	<ul style="list-style-type: none"> 二つの数 0 と 1 を組み合わせた 7 桁の符号（コード）を用いた「数当てゲーム」を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 「数当てゲーム」のルールを説明して、二人一組でゲームを行わせ、ルール通りに行うと誤りが訂正されることを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 行列の積の計算方法を確認する。 [1×7行列と7×3行列の積が1×3行列(行ベクトル)になることを踏まえる] $(3 \ 2 \ 4) = (1 \ 0 \ 0)$と表記する際には、計算結果は 2 進数表示の下一桁の数を用いて表すことを指示する。 	<p>【表現・処理】</p> <ul style="list-style-type: none"> 行列の積を正しく計算することができる。 (ワークシート・定期テスト)
展開 2 (20分)	<ul style="list-style-type: none"> 「数当てゲーム」で用いた、コードの誤りが訂正できる仕組みを理解する。 ①正しいコードの特徴を考察する。 ②コードの誤りを訂正する仕組みを考察する。 	<ul style="list-style-type: none"> 「数当てゲーム」で用いた方法によって、コードの誤りを訂正する仕組みを説明する。 ①正しいコードの特徴を説明する。 ②コードの誤りを訂正する仕組みを説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> 行列の乗法計算を行うことによって、正しいコードの特徴を理解させる。 行列の乗法計算の性質を用いて、コードの誤りを訂正する仕組みを理解させる。 	<p>【関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> 「数当てゲーム」で使われている行列に関心を持ち、その性質を調べようとしている。 (観察・振り返りシート)
まとめ (5分)	<ul style="list-style-type: none"> 本時の学習内容を振り返る。 	<ul style="list-style-type: none"> 本時の学習内容を振り返る。 	<ul style="list-style-type: none"> 行列を用いて、情報を付け加えたり、情報を取り出したりできることを確認する。 	

<参考>

「数当てゲーム」・・・行列を使って誤り訂正符号の仕組みを学ぶ

【ルール】・・・二人一組で行う

(1) 下の 16 個の 7 桁コードの中から一つを選び、それを相手に見えないようにメモする。

- 0000000 • 0100101 • 1000011 • 1100110
- 0001111 • 0101010 • 1001100 • 1101001
- 0010110 • 0110011 • 1010101 • 1110000
- 0011001 • 0111100 • 1011010 • 1111111

(2) (1) で選んだコードの 1 ヶ所 (1 桁) だけ 0 と 1 を入れ替えて、相手に伝える。

(3) (2) で伝えられたコードから、次のような「誤り訂正方法」を用いて、入れ替えられた箇所を見付けて、正しいコードに訂正する。

「誤り訂正方法」

伝えられたコードが例えば、「1011101」とする。

(ア) この 7 桁のコードを行ベクトル $\vec{u} = (1011101)$ とする。

(イ) 次のような 7×3 行列 (検査行列) H を考える。

$$H = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

(ウ) 次の乗法を行う。ただし、計算結果は 2 進数表示の 1 桁の数を用いて表す。

$$\vec{u}H = (1011101) \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} = (100)$$

10 進数で計算すると

$$(1011101) \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} = (324)$$

2 進数へ

011, 010, 100

下一桁だけ残す

(100)

正確な説明には時間が掛かるので、授業では「2 で割ったときの余りを求めよ」と生徒に指示した。

(エ) 得られた行ベクトル (100) が行列 H の何行目にあるかを探す。この例では、4 行目にあるので、伝えられたコードの 4 番目が入れ替えられた箇所となる。したがって、元のコードは、4 番目のコードを反転して「1010101」となる。

(4) (3) のコードと (1) のコードが一致することを確認する。

理科（理科総合 A）学習指導案

物質の変化
（高等学校 第 1 学年）
神奈川県立総合教育センター



【『<高等学校>学習意欲を高める数学・理科 学習指導事例集』平成 21 年 3 月】

生徒が興味をもちやすい学習内容を選び、学習活動を工夫した「クエスチョンシートで予想を立てさせ、演示実験の観察で確かめさせる」指導によって、学習意欲を高めることを主な目的として行った授業実践の学習指導案です。

1 学年 第 1 学年

2 単元名（科目） 「物質の変化」(理科総合 A)

3 単元の目標

- (1) 化学変化では、様々な化学反応の反応式を作り、反応物と生成物の量的関係を理解し、更に化学反応にはエネルギーの出入りが伴うことを理解する。
- (2) 物理変化では、原子、分子、イオンの状態をエネルギーの出入りと関連させて理解する。

4 単元の学習計画

- ・化学変化と化学反応式 2 時間
- ・化学反応式が表す量的関係 2 時間
- ・化学反応とエネルギー 1 時間
- ・物質の三態変化 2 時間（本時はその第 1 時）

5 単元の評価計画

(1) 評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の 技能・表現	知識・理解
・物質の状態変化や化学変化の性質や構成粒子の状態とエネルギーとの関連に関心をもち、意欲的にそれらを探究しようとしている。	・物質の状態変化や化学変化の性質や構成粒子の状態の変化について考察し、それらの変化にはエネルギーの出入りが伴うことを科学的、総合的に判断している。	・物質の構成粒子の基礎に関する実験の技能を習得している。 ・実験の結果から導き出した自らの考えを的確に表現している。	・物質の状態変化や化学変化の性質について理解し、知識を身に付けている。構成粒子の状態の変化とエネルギーとの関連について理解している。

(2) 評価計画 太枠第 1 時が本時 【 】は評価方法

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の 技能・表現	知識・理解
1 ・ 2	<p><u>化学変化と化学反応式</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・状態変化と化学変化の違いを知る。 ・反応物と生成物の関係を理解する。 ・係数の付いた分子式を見て、その意味を理解する。 ・化学反応式を作成する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・物質の変化(状態変化、化学変化)に興味をもち、ノートに板書以外にも理解した事柄、気付いたことなどを記入している。 <p>【観察・ノート提出】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・課題に積極的に取り組もうとしている。 <p>【観察・提出課題】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・反応物と生成物の意味を正しくとらえて、化学変化においてそれぞれを正しく対応させている。 <p>【発問・提出課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・化学反応式を係数を付けて正しく作成している。 <p>【発問・提出課題】</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・係数の付いた分子式を見て、それを構成する原子の個数について理解している。 <p>【発問・提出課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・化学反応式における係数の意味を理解している。 <p>【発問】</p>

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の 技能・表現	知識・理解
3 ・ 4	<p><u>化学反応式が表す量的関係</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 化学反応式を見て、反応物、生成物の量的関係（物質量、質量、体積）について理解する。 塩酸とアルミニウムの反応における量的関係の実験について理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> 化学反応式を見れば、反応にかかわる物質の量的関係まで明らかになることに興味をもち、積極的に課題に取り組もうとしている。 <p>【観察・提出課題】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 化学反応における幾つかの法則から分子論に至った過程を適切に考察している。 <p>【発問・提出課題】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 駒込ピペットの使い方、メスシリンダーでの体積の計り方を習得している。 <p>【観察・実験レポート】</p> <ul style="list-style-type: none"> 溶解させたアルミニウムの質量と発生した気体の体積との間の関係を表計算ソフトでグラフ化し、その結果を適切に説明している。 <p>【実験レポート】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 物質量、質量、体積のいずれかが分かっているとき、他の表し方で物質の量を表している。 <p>【発問・提出課題】</p>
5	<p><u>化学反応とエネルギー</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 化学反応にはエネルギーの出入りが伴うことを理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> 化学反応にはエネルギーの出入りが伴うことに興味をもち、発熱反応、吸熱反応の具体例について積極的に調べようとしている。 <p>【観察・提出課題】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 反応物と生成物のもつエネルギー状態から、発熱反応か吸熱反応か判断している。 <p>【発問・提出課題】</p>		<ul style="list-style-type: none"> 反応物のもつエネルギーの総和と生成物のもつエネルギーの総和の差が反応により出入りするエネルギーであることを理解している。 <p>【観察・提出課題】</p>
6 ・ 7	<p><u>物質の三態変化</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 物質には固体、液体、気体の三つの状態が存在し、それぞれの状態において物質を構成する粒子の様子を理解する。 物質の三態は温度だけでなく圧力によっても変化することを理解する。 三態変化に伴いエネルギーが出入りすることを理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態で、その構成粒子がどのような状態にあるかということに興味をもち、意欲的に学習しようとしている。 <p>【観察・クエスチョンシート】</p> <ul style="list-style-type: none"> 三態変化やそれに伴うエネルギーの授受に関心をもち、探究しようとしている。 <p>【観察・ノート】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について、その構成粒子の運動状態と実際の現象を結びつけて考察している。 <p>【観察・クエスチョンシート】</p> <ul style="list-style-type: none"> 身近な現象を構成粒子の運動状態の変化、及びその際出入りするエネルギーと関連付けて考察している。 <p>【発問】</p>		<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について、構成粒子がどのような運動状態にあるのか理解している。 <p>【クエスチョンシート】</p> <ul style="list-style-type: none"> 状態変化が温度だけでなく圧力によってももたらされることを理解している。 <p>【クエスチョンシート】</p> <ul style="list-style-type: none"> 状態変化に伴って出入りするエネルギーについて理解している。 <p>【クエスチョンシート】</p>

(3) 観点別評価について（本時を含む第 6・7 時分のみ）

【関心・意欲・態度】

学習活動における具体的評価規準	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について、その構成粒子の運動状態と実際の現象を結びつけて考察している。 三態変化やそれに伴うエネルギーの授受に関心を持ち、三態それぞれの粒子のイメージなど、重要と思われる点は板書以外の事項もノートに書き込もうとしている。
「十分満足できる」状況（A）と判断する具体的状況例	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態で、その構成粒子がどのような状態にあるかということに興味を持ち、設問に対し生活体験に基づいた根拠を挙げて、意欲的に周りの生徒と意見交換を行っている。 三態変化やそれに伴うエネルギーの授受について関心を持ち、状態変化が温度だけでなく圧力にもよることの具体例など授業で扱わなかった事柄まで積極的に調べ、ノートに書き込んだりしている。
「努力を要する」状況（C）と評価した生徒への手だて	<ul style="list-style-type: none"> 解答に困っている場合には、適宜、ヒントとなる事項を与え、自分の考えをもたせるように導く。 ノートへの記入が余り見られず、授業に集中できていない場合、より多くの身近な具体例を加え、質問を発し、注意を喚起する。

【思考・判断】

学習活動における具体的評価規準	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について、演示実験の結果からその構成粒子の運動状態と実際の現象の関係を考察している。 身近な現象を、構成粒子の運動状態の変化及びその際出入りするエネルギーと関連付けて考察している。
「十分満足できる」状況（A）と判断する具体的状況例	<ul style="list-style-type: none"> 演示実験の結果より、誤った構成粒子のイメージを修正し、液体と固体における粒子の詰まり具合についての的確に考察し、クエスチョンシートに記入している。 加熱によって構成粒子の運動状態が変化し、体積が膨張することで密度が低下するので、温かい空気が上昇するなど、身近な現象を構成粒子の運動状態及びその際に入出入りするエネルギーとの関係に基づいて、的確に説明している。
「努力を要する」状況（C）と評価した生徒への手だて	<ul style="list-style-type: none"> 演示実験が示す事柄を丁寧に説明し、構成粒子の運動状態との対応を、順にイメージを作っていく。 振り返りシートを基に、授業内容について補充説明を行う。

【観察・実験の技能・表現】

<評価項目なし>

【知識・理解】

学習活動における具体的評価規準	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について、構成粒子がどのような運動状態にあるのか理解し、クエスチョンシートに記入している。 状態変化が圧力によってもたらされることや、状態変化に伴って出入りするエネルギーについて理解し、その具体例をクエスチョンシートに記入している。
「十分満足できる」状況（A）と判断する具体的状況例	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について、正確なイメージに基づいて実際の現象を構成粒子がどのような運動状態にあるのか理解し、クエスチョンシートに正確に記述している。 構成粒子の振り舞いと周囲の環境（温度、圧力等）及びエネルギーの出入りを基にして、実際に起こっていない現象についてもどのように変化するか、正確にクエスチョンシートに記入している。
「努力を要する」状況（C）と評価した生徒への手だて	<ul style="list-style-type: none"> 個々に発問することにより、構成粒子の運動状態に関するイメージを確認する。 構成粒子のイメージから実際の身近な現象も説明できることを、具体例を使って、順を追って丁寧に解説する。

6 本時の展開（本時を含む第 6・7 時分）

(1) 本時の目標

- ・物質の三態で、物質を構成する粒子の状態を簡単な演示により正確に把握する。

(2) 本時の指導過程

第 6 時

過程	学習活動	指導内容	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
導入 (10 分)	<ul style="list-style-type: none"> ・物質の三態について復習する。 ・三態の具体例を挙げる。【Q1,2】 	<ul style="list-style-type: none"> ・既習内容の確認、復習を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・気体は透明であることを確認する。 ・三態以外の状態があることに触れる。 	
展開 (35 分)	<ul style="list-style-type: none"> ・三態の各状態での粒子の状態を考える。【Q3】 ・【Q4】を考える。 ・【Q5】を考える。 ・【Q6】を考え、固体と液体の密度について考える。 ・【Q7】を考える。 ・【Q8】を考える。 ・【Q9】を考える。 ・【Q10】を考える。 ・【Q11】を考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・密度、分子間力、運動状態などに注目させる。 ・ピストンを押す様子から、注射器の中の気体と液体の振る舞いの違いを演示する。 ・ピストンを引く様子から、注射器の中の気体と液体の振る舞いの違いを演示する。 ・固体と液体で、粒子の状態の違いを解説する。 ・ピーカー内のピンポン玉とビーズの様子を演示する。 ・物質は多くの粒子の集合体であることを復習する。 ・液体と気体で、体積と分子間の平均距離との関係を考えさせる。 ・ポリエチレン袋内のメタノールの気化を演示する。 ・それぞれの状態での構成粒子の様子を图示する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・液体は粒子が十分に密であることをイメージさせる。 ・気体が途中で縮まなくなる理由が液体と異なることをしっかりと説明する。 ・気体の体積は容器又は周囲の圧力によることを説明する。 ・液体の体積は外からの要因によらず、粒子間に十分引力が働いていることに気付かせる。 ・気体に比べると、固体と液体の密度にはほとんど差が無いことに気付かせる。 ・粒子の運動こそ液体の流動性の基であると気付かせる。 ・液体と気体の密度の関係に注目させる。 ・換気に注意する。 ・【Q3】の答えと比較する。 	<p>【思考・判断】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・物質の三態について、その構成粒子の運動状態と実際の現象を結びつけて考察している。 (発問・クエスチョンシート) <p>【関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・物質の三態で、その構成粒子がどのような状態にあるかということに興味をもち、設問に対して積極的に解答しようとしている。 (観察・クエスチョンシート)
まとめ (5 分)	<ul style="list-style-type: none"> ・三態の構成粒子の様子について改めて考え、そのイメージを描画する。【Q11】 ・自分の理解が授業を通してどう変わったか考える。 		<ul style="list-style-type: none"> ・物質を構成する粒子の様子が書き表せない生徒について、本日の授業内容を振り返り、不足する点を補う。 	<p>【知識・理解】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・物質の三態について、構成粒子がどのような運動状態にあるのか理解し、クエスチョンシートに記入している。 (クエスチョンシート)

第 7 時

過程	学習活動	指導内容	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
導入 (10分)	・物質の三態について復習する。	・前時の学習内容を復習する。	・三態の構成粒子のイメージについて確認する。	
展開 (30分)	<ul style="list-style-type: none"> ・ Q12 を考える。 ・ Q13 を考える。 ・ Q14 を考える。 ・ Q15 を考える。 ・ Q16 を考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・防虫剤の加熱を演示する。 ・昇華する物質にも液体の状態が存在すること、あらゆる物質に三態が存在することを説明する。 ・沸騰のときの泡が水蒸気であることを確認する。 ・蒸発と沸騰の違いを説明する。 ・液体内部からの蒸発で生じた気泡がつぶれない条件を考えさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・換気に注意する。 ・熱を加えると分解する物質もあることに注意する。 ・周囲の圧力が状態変化の原因の一つであると気付かせる。 	<p>【関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・三態変化やそれに伴うエネルギーの授受に関心をもち、三態それぞれの粒子のイメージなど、重要と思われる点は板書以外の事項もノートに書き込もうとしている。 (観察・ノート) <p>【知識・理解】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・状態変化が圧力によってもたらされることや状態変化に伴って出入りするエネルギーについて理解し、その具体例をクエスチョンシートに記入している。 (クエスチョンシート)
まとめ (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ・クエスチョンシートを振り返り、振り返りシートを記入する。 ・振り返りシートで復習を行い、身近な現象について考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自分の理解の在り方が授業を通してどう変わったか考えさせる。 ・液化化現象やクーラーの原理に関するヒントを与える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・理解が不足している生徒がいれば、補足説明を行う。 ・振り返りシートは次回の授業までに完成させる。 	<p>【思考・判断】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・身近な現象を、構成粒子の運動状態の変化及びその際出入りするエネルギーと関連付けて考察している。 (観察・クエスチョンシート)

< 参考 >

クエスチョンシート

物質の三態	
Q 1	水は温度によって異なる三つの状態 (固体、液体、気体) をとる。例えば、雪は固体、雨は液体などである。では、「霧」はどの状態であるか？
Q 2	固体、液体、気体の例 (純物質) をそれぞれ最低三つ挙げよ。
Q 3	固体、液体、気体の状態を表した下のイメージ図、このとおりで良いだろうか？
Q 4	注射器の口を閉じて、中の空気 (水) を強く <u>押し</u> たらピストンはどうなると思う？
Q 5	注射器の口を閉じて、中の空気 (水) を強く <u>引</u> いたらピストンはどうなると思う？
Q 6	水と氷、密度が大きいのはどちら？
Q 7	氷の中の気泡は動かないのに、水中の気泡は水面に登っていく。何が違うのか？
Q 8	コップに水分子を入れていく。1 秒間に 1 万個ずつの分子を入れていくと、コップ 1 杯 (180 cm ³) たまるのにどれくらい掛かる？
Q 9	液体と気体、分子同士の平均距離は大体何倍ぐらいになるの？
Q 10	ポリエチレンの袋 (1000cm ³ ぐらい) がある。この袋の中に約 2 cm ³ のメタノール (沸点 65 ぐらい) を入れ、袋を押しつぶして中の空気を抜き、口を閉じる。この袋をお湯の中につけて、しばらく置くとどうなると思う？
Q 11	改めて、固体・液体・気体の状態を、粒子の密度・運動状態・粒子間の力に気を付けて、イメージ図として表してみよう。
Q 12	ここにタンスから持ってきた衣類の防虫剤がある。これは小さな固体の集まりであるが、これを試験管に入れて熱していったら、どうなると思う？
Q 13	試験管で熱した防虫剤。これをビーカーの水 (20 ぐらい ?) で冷やすとどうなると思う？
Q 14	ぼこぼこ煮え立ったなべの中の水。沸騰という状態だが、このぼこぼこ出てくる気体 (水中の泡) の正体は何だろう？
Q 15	「蒸発」と「沸騰」、どちらも液体が気体になる変化だが、この二つは様子が違う。違いは何だろう？
Q 16	液体中にできる気体の泡がつぶれないような条件とは何だろう？

理科（物理Ⅱ）学習指導案

電流と直流回路
(高等学校 第3学年)
神奈川県立総合教育センター



【『<高等学校>学習意欲を高める数学・理科 学習指導事例集』平成21年3月】

学習内容や学習活動の工夫や日常生活に関連した話題を取り入れた「ブレッドボードを用いて電気回路を設計させ、課題解決学習に取り組ませる」指導によって、学習意欲を高めることを主な目的として行った授業実践の学習指導案です。

1 学年 第 3 学年

2 単元名 (科目) 「電流と直流回路」(物理)

3 単元の目標

- ・電流回路に関する実験を通して、電流、電圧、抵抗について理解する。
- ・キルヒホッフの法則の意味を理解し、諸問題に適用できる能力を養う。
- ・センサー回路を自分たちで設計し、製作する探究活動を通じて、学習した事柄を実際の問題解決に活用することのできる能力を養う。

4 単元の学習計画

- ・直流回路と電圧 1 時間
- ・電流と電圧、オームの法則 2 時間
- ・【探究活動】電位分割器回路 1 時間
- ・【探究活動】燃料計モデル 1 時間 (本時)
- ・【探究活動】LDR (光依存性抵抗) 1 時間
- ・【探究活動】LED (発光ダイオード) 1 時間
- ・【探究活動】光センサーモデル 1 時間
- ・キルヒホッフの法則 2 時間

5 単元の評価計画

(1) 評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
・電流回路の実験に関心をもち、進んで課題を探究しようとしている。	・電流回路の実験から得られた結果や証拠に基づいて、合理的な結論を導いている。	・電流回路の実験を通して、デジタルマルチメーター等の実験器具の取扱い方を習得している。 ・実験の結果を適切に表現している。	・オームの法則やキルヒホッフの法則等、電流回路に関する基本的な原理・法則に関する知識を身に付け、その意味を理解している。

(2) 評価計画 本時が本時 【 】は評価方法

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
1	<p>ワークショップ形式の授業展開</p> <p>WS1: 電気回路の作成と電圧の測定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ブレッドボード上に直流回路を設計する方法を学ぶ。 ・デジタルマルチメーターによる電圧の測定方法を学ぶ。 <p>WS2: LED (発光ダイオード) を使った回路の設計</p> <ul style="list-style-type: none"> ・LED が点灯するように回路を組み、各点の電流を測定する。 		<ul style="list-style-type: none"> ・電源、抵抗、電圧計、電流計のつながりの位置関係を考えながら、ブレッドボード上に課題となる電気回路を設計している。 <p>【観察】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ブレッドボード上に回路を組み立てたり、抵抗、電圧等を測定したりする技能を身に付けている。 <p>【観察】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・電流、電圧等、電流回路に基本的な事柄を理解している。 <p>【定期テスト】</p>

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の 技能・表現	知識・理解
2	<p><u>講義中心の授業展開</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・電圧、電位、電位差概念について学習する。 ・回路のジェットコースターモデルを理解する。 ・オームの法則及び電圧降下の考え方について理解する。 ・電位分割器における、抵抗と電圧の関係について学ぶ。 	<ul style="list-style-type: none"> ・オームの法則及び電圧降下の考え方に興味をもち、それらについて説明しようとしている。 <p>【観察】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・電位分割器を使った回路において、抵抗と電圧の関係について論理的に考えている。 <p>【定期考査】</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・電圧、電位、電位差概念及び回路のジェットコースターモデルを理解している。 <p>【定期テスト】</p>
3	<p><u>生徒実験中心の授業展開</u></p> <p>WS3：オームの法則</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ブレッドボード上に課題となる電気回路を設計する。 ・出力電圧を変化させ、電圧及び電流を計測し、電圧 - 電流グラフを作成する。 ・グラフの傾きから、抵抗値を求める。 		<ul style="list-style-type: none"> ・電源、抵抗、電圧計、電流計のつながりの位置関係を考えながら、ブレッドボード上に課題となる電気回路を設計している。 <p>【観察】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・電圧及び電流を正確に計測し、電圧 - 電流グラフを作成している。 <p>【ワークシート】</p>	
4	<p><u>生徒実験中心の授業展開</u></p> <p>【探究活動】</p> <p>WS4：電位分割器回路</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電位分割器回路の復習とその実習を行う。 ・直列接続の抵抗の一方の抵抗値を変えて、他方の抵抗による電圧降下を予測し、測定する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電圧の変化に興味をもち、可変抵抗を変化させたときの電位差を求めようとしている。 <p>【観察】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・直列接続の抵抗の一方の抵抗値を変えたときにおこる電圧降下について適切に考察している。 <p>【ワークシート】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・デジタルマルチメーターを用いて、電圧や電流を正確に測定している。 <p>【ワークシート】</p>	
5	<p><u>生徒実験中心の授業展開</u></p> <p>【探究活動】</p> <p>WS5：燃料計モデル</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電位分割器を用いて、燃料計モデルを設計する。 ・注ぐ水の量を変化させ、電圧を計測し、電圧 - 水量グラフを作成する。 ・燃料計モデルに未知の量の水を注ぎ、その量を計測する。 ・班別に、実験結果の発表を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電位分割器と電圧の関係に興味をもち、それらの関係性を探究しようとしている。 <p>【観察】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・電圧 - 水量グラフから、課題とすべき求める水の量を適切に考察している。 <p>【ワークシート】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・電位分割器における電圧の変化を正確に計測し、作成した電圧 - 水量グラフから、実験結果を的確に表現している。 <p>【ワークシート】</p>	
6	<p><u>生徒実験中心の授業展開</u></p> <p>【探究活動】</p> <p>WS6：LDR（光依存性抵抗）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・LDR に当てる光の強さを変えながら、その特性を調べる。 ・調べた LDR の特性をグラフにまとめる。 		<ul style="list-style-type: none"> ・デジタルマルチメーターで計測した LDR の抵抗値から、LDR の性質について適切に考察している。 <p>【ワークシート】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・デジタルマルチメーターで計測した LDR の抵抗値から、光量 - 抵抗値グラフを的確に表現している。 <p>【ワークシート】</p>	

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
7	<u>生徒実験中心の授業展開</u> 【探究活動】 WS7: LED(発光ダイオード) ・ LED を使った回路を設計する。 ・ LED が点灯する条件となる電圧を調べる。	・ 電圧と LED の発光の関係について興味をもち、その関係性を探究しようとしている。 【観察】	・ 電位分割器のボリュームを変化させることで、LED の発光がどのように変化するか予測し、考察している。 【ワークシート】		・ LED の性質について理解している。 【ワークシート】
8	<u>生徒実験中心の授業展開</u> 【探究活動】 WS8: 光センサーモデル ・ 光センサー回路の LED が点灯または消灯する条件を決める。 ・ 決めた条件下で働く光センサー回路を LDR（光依存抵抗）を用いて設計する。		・ 光センサー回路の LED が点灯または消灯する条件について適切に考察している。 【ワークシート】	・ ブレッドボード上に、課題に基づいた電気回路を正確に設計している。 【観察】	
9	<u>講義中心の授業展開</u> ・ キルヒホッフの法則について理解する。 ・ 今まで学習した事柄を基に、キルヒホッフの法則としてまとめる。 ・ 問題演習を行う。	・ キルヒホッフの法則に興味をもち、回路の分岐点の前後における電流の大きさの関係性を探究しようとしている。 【観察】	・ 課題に対して、キルヒホッフの法則を適用して合理的な結論を導いている。 【観察】		・ キルヒホッフの法則について理解している。 【定期テスト】
10	<u>生徒実験中心の授業展開</u> WS9: キルヒホッフの法則 ・ キルヒホッフの法則に関する課題となる回路をブレッドボード上に組む。 ・ それぞれの抵抗を流れる電流を予想し、その値を測定し、検証する。	・ 分岐点の前後の電流の大きさの関係性に興味をもち、課題に取り組もうとしている。 【観察】	・ 実験結果から、キルヒホッフの法則に関する課題から分かることを適切に予測し、考察している。 【ワークシート】		

(3) 観点別評価について (本時第 5 時分のみ)

【関心・意欲・態度】

学習活動における具体的評価規準	・ 電位分割器と電圧の関係に興味をもち、それらの関係性を探究しようとしている。
「十分満足できる」状況 (A) と判断する具体的状況例	・ 電位分割器と電圧の関係に強い興味・関心をもち、それらの関係性を論理的に説明しようとしている。
「努力を要する」状況 (C) と評価した生徒への手だて	・ 電位分割器の性質について、復習して説明を行う。 ・ 電位分割器のボリュームを変化させることによって、電圧が変化する機械的な仕組みについて説明を行う。

【思考・判断】

学習活動における具体的評価規準	・電圧 - 水量グラフから、課題とすべき求める水の量を適切に考察している。
「十分満足できる」状況（A）と判断する具体的状況例	・電圧 - 水量グラフから読み取れる内容について考察し、その考えに基づいて課題とすべき求める水の量について考え、論理的に説明している。
「努力を要する」状況（C）と評価した生徒への手だて	・電圧 - 水量グラフが何を表しているのか、復習を行う。 ・未知の水を注いだときに得られた電圧の大きさと電圧 - 水量グラフとの関係について理解できるように説明する。

【観察・実験の技能・表現】

学習活動における具体的評価規準	・電位分割器における電圧の変化を正確に計測し、作成した電圧 - 水量グラフから、実験結果を的確に表現している。
「十分満足できる」状況（A）と判断する具体的状況例	・電位分割器における電圧の変化を速やかに正確に計測することができ、作成した電圧 - 水量グラフの意味について論理的に説明している。
「努力を要する」状況（C）と評価した生徒への手だて	・固定抵抗を用いて、デジタルマルチメーターの使い方を復習させる。 ・電圧 - 水量グラフから見て分かることを箇条書きに列挙させ、どのようなことが読み取れるのかを考えさせる。

【知識・理解】

< 評価項目なし >

6 本時の展開

(1) 本時の目標

- ・「燃料計モデル」の設計と製作を通して、自ら課題を設定し、既に学習した知識と技能を活用して問題を解決する能力を養う。

(2) 本時の指導過程（90分授業）

過程	学習活動	指導内容	指導上の留意点	評価規準（評価方法）
導入（15分）	<ul style="list-style-type: none"> ・電位分割器について復習する。 ・燃料計を始めとして身の回りの生活にセンサーが使われていることを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・導入として講義形式で説明する。 ・簡単な電位分割の例題を示す。 ・燃料計の例を出してセンサーの働きを紹介する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電位分割の例題はできるだけ簡単なものを用いる。 ・反応によっては隣の方と話し合いをさせ、前回までの授業内容を確認する時間を与える。 	

過程	学習活動	指導内容	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
<p>展開 1 (30 分)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ワークシートに従って燃料計モデルの抵抗の変化を調べる。 ・実験の目的と方法についてグループ内で共通認識をもつ。 ・グループ内話し合いにより固定抵抗を決める。 ・燃料計モデルに使われている可変抵抗の値の幅を計測する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料計モデルの抵抗の変化の測定の目的、実験方法について説明する。 ・実験を開始する前に目的と方法についてグループ内で十分話し合わせる。 ・可変抵抗を測定する際に使用する固定抵抗の値を幾らに設定したらよいか、グループ内で話し合わせる。 ・適宜、各グループに実験結果について順次話を聞く。また、適切な発問を入れ、思考・判断の手助けをする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ワークショップ形式の授業展開で行う。 ・実験目的については丁寧に、実験方法については簡潔に説明を行う。 ・各メンバーが操作の意味を納得して取り組んでいるか確認する。 	<p>【関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電位分割と電圧の関係に興味をもち、それらの関係性を探究しようとしている。 <p>(観察)</p>
<p>展開 2 (20 分)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ワークシートに従ってブレッドボード上に実験回路を設計する。 ・燃料計に水を注ぎ、計測した値を基に、電圧 - 水量グラフ（較正曲線）を作成する。 ・燃料計と較正曲線を使って、未知量の水の体積を計測する。 ・完成した較正曲線についてグループ内で話し合い、その結果をワークシートにまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・固定抵抗の値が異なることでどのような違いが生じるのか、考えさせる。 ・班で書かせた較正曲線の意味を考えさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験の目的や方法、観察結果についてグループ内で十分話し合い、各メンバーが操作の意味を納得して取り組んでいるか確認する。 ・実験中に適宜各グループ内実験者に発問し、各操作の意味や実験結果の意味するところに注意を向けさせる。 ・適宜、各グループを回り、意見を聞いたり、アドバイスを行ったりする。 	<p>【思考・判断】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電圧 - 水量グラフから、課題とすべき求める水の量を適切に考察している。 <p>(ワークシート)</p>

過程	学習活動	指導内容	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
発表と まとめ (25分)	<ul style="list-style-type: none"> ・各グループで設計、作成した燃料計モデルとその機能について発表する。 ・較正曲線と適切な燃料計の関係をまとめ、併せて電気回路を学ぶ意義を考える。 ・光センサーを使った課題の準備と、手順の確認を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・各グループで作成した較正曲線と図解を用いて、口頭で発表させる。 ・生徒の発表した内容について助言を行う。 ・次回の授業で行う課題の内容と、作業手順を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・グループの発表に対して他のグループからの質問や意見を出させるように工夫する。他のグループの発表に対して関心をもたせる工夫をする。 ・電流回路を学ぶ意義に触れる。 	<p>【観察・実験の技能・表現】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電位分割における電圧の変化を正確に計測し、作成した電圧 - 水量グラフから、実験結果を的確に表現している。 <p>(ワークシート)</p>

理科（物理Ⅱ）学習指導案

放射線と原子核
(高等学校 第3学年)
神奈川県立総合教育センター



【『<高等学校>学習意欲を高める数学・理科 学習指導事例集』平成21年3月】

扱う学習内容のわかりやすい説明や学習活動の工夫を取り入れた「モデル実験とグラフの読み取りから、物質の量的変化を学ばせる」指導によって、学習意欲を高めることを主な目的として行った授業実践の学習指導案です。

1 学年 第 3 学年

2 単元名（科目） 「放射線と原子核」（物理）

3 単元の目標

- ・放射線と原子核について興味をもち、放射性同位体から出る放射線には 線・線・線があり、それらの本体が原子核を構成する素粒子であることを理解する。
- ・放射線が放出されるとき原子核の崩壊について理解する。
- ・実験・観察などを通して原子核崩壊における半減期の意味について考察し、半減期を利用した年代測定法に関する知識を身に付ける。
- ・放射線に関する実験の技能を身に付け、放射能と放射線の測定単位に関する知識を身に付ける。
- ・放射線の人体への影響と安全な利用に関する知識を身に付ける。

4 単元の学習計画

- ・原子の構造と陰極線 1 時間
- ・放射線の種類と原子核崩壊 1 時間
- ・自然放射能と検出器の利用 1 時間
- ・半減期と数学的考察 1 時間（本時）
- ・放射能の影響と利用 1 時間

5 単元の評価計画

(1) 評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
・放射線と原子核について関心をもち、放射線の性質や原子核の構造、また素粒子や核エネルギーについて意欲的に探求しようとしている。	・放射線と原子核に関する事物や現象について、実験観察などの結果から、科学的に考察している。	・放射線と原子核に関する観察・実験のための技能を身に付け、観察・実験で得られたデータを基にそこから導き出された考えを的確に表現している。	・原子核の構造や原子核のいろいろな崩壊の仕組みに関する知識を身に付けている。

(2) 評価計画 太枠が本時 【 】は評価方法

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
1	原子の構造と陰極線 ・原子について、中学校での既習内容を復習する。 ・原子の構造と構成要素（電子・陽子・中性子）を学ぶ。 ・クルックス管の観察実験を通して陰極線とその性質について理解し、基本粒子としての電子について学習する。	・陰極線の性質に関心をもち、実験で調べたことや発見したことを説明しようとしている。 【ワークシート】	・陰極線の正体について予測し、実験結果を基に考察している。 【発問・ワークシート】		・原子の構造と構成要素との関係を理解している。 【定期テスト・ワークシート】

2	<p>放射線の種類と原子核崩壊</p> <ul style="list-style-type: none"> 霧箱を制作し、アルファ線の飛跡の観測実験を行う。 原子核の崩壊を核反応式で書き表し、原子番号、中性子数との関係を理解する。 		<ul style="list-style-type: none"> 安定原子核と放射性同位体との関係をグラフを使って、考察している。 <p>【発問・ワークシート】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 粒子の効率的な観察を目指して、霧箱を制作する技能を身に付けている。 <p>【定期テスト】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 質量数と原子番号・中性子数の関係を理解している。 <p>【定期テスト・ワークシート】</p>
3	<p>自然放射能と検出器の利用</p> <ul style="list-style-type: none"> 身近な放射能の検出と放射線強度と距離の関係の計測を通して、放射能に対する理解を深める。 実験によって、検出器を利用して放射能の計測を行う。 <p>(1) 身近な場所の放射線を測る。 (2) 自然放射線を測定する。 (3) 距離と放射線量率との関係について調べる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 自然界の放射能について関心をもち、その性質について探求しようとしている。 <p>【観察】</p>		<ul style="list-style-type: none"> 検出器を利用して自然放射能の中の放射線の種類とその性質を観察する技能を身に付けている。 <p>【観察・ワークシート】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 放射能の単位 (Sv, Bq など) に関する知識を身に付けている。 <p>【定期テスト・ワークシート】</p>
4	<p>半減期と数学的考察</p> <ul style="list-style-type: none"> 核分裂のシミュレーション実験を行う。 画びょうの裏表の確率過程を利用して、原子核崩壊のシミュレーションを行い、半減期についての意味を理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> 原子核の崩壊や半減期について関心をもち、その性質について意欲的に説明しようとしている。 <p>【ワークシート】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 実験結果から得られたグラフを基に、崩壊定数や半減期の性質を予測し、考察している。 <p>【観察・ワークシート】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 実験データのまとめを基に、グラフや数式などを使って数学的に表現している。 <p>【観察・ワークシート】</p>	
5	<p>放射能の影響と利用</p> <ul style="list-style-type: none"> サーベイメーターを利用して放射能の計測を行い、放射能についての理解を深める。 次の条件の違いにおける放射能の計測結果について調べる。 <p>(1) 遮へい材の材質による違い。 (2) 遮へい材の厚さによる違い。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 放射能の人体への影響に関心をもち、放射能の性質を意欲的に探求しようとしている。 <p>【観察】</p>			<ul style="list-style-type: none"> 遮へい材の働きと放射線の性質について理解し、放射能利用上の安全に関する知識を身に付けている。 <p>【定期テスト・ワークシート】</p>

（ 3 ）観点別評価について（本時第 4 時分のみ）

【関心・意欲・態度】

学習活動における具体的評価規準	・原子核の崩壊や半減期について関心をもち、その性質について意欲的に説明しようとしている。
「十分満足できる」状況（ A ）と判断する具体的状況例	・原子核の崩壊や半減期について関心をもち、班別討議の中では、積極的に疑問点を挙げて班別討議を導き、議論を深めようとしている。
「努力を要する」状況（ C ）と評価した生徒への手だて	・原子核の構成粒子の発見に至る科学史的な説明や原子炉とその安全性などについての現代社会が抱える問題などを提示し興味を喚起する。

【思考・判断】

学習活動における具体的評価規準	・実験結果から得られたグラフを基に、崩壊定数や半減期の性質を予測し、考察している。
「十分満足できる」状況（ A ）と判断する具体的状況例	・実験から得られたグラフの中から、放射能の半減期に相当する部分を説明したり、モデル実験における確率過程の概念が放射性崩壊の崩壊定数に相当することを科学的に考察したりしている。
「努力を要する」状況（ C ）と評価した生徒への手だて	・画びょうを使ったモデル実験と放射性崩壊の概念の共通点について考えさせ、推考のヒントを与える。

【観察・実験の技能・表現】

学習活動における具体的評価規準	・実験データのまとめを基に、グラフや数式などを使って数学的に表現している。
「十分満足できる」状況（ A ）と判断する具体的状況例	・実験データを基に、数の変化が対数的変化であることや対数的変化を片対数グラフに表すと直線になることを論理的に表現している。
「努力を要する」状況（ C ）と評価した生徒への手だて	・画びょうを使ったモデル実験の原理を説明し、適切な判断が下せるよう、チェックポイントを挙げ指導する。

【知識・理解】

< 評価項目なし >

6 本時の展開

(1) 本時の目標

- ・原子核の崩壊の様子がランダムな反応であり、量的変化を指数関数で表せることを考察する。
- ・崩壊定数と半減期の関係を理解する。

(2) 本時の指導過程

過程	学習活動	指導内容	指導上の留意点	評価規準（評価方法）
導入 (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ・前回までの学習内容と本時の学習目標を確認する。 ・放射能と放射線の違いを理解する。 ・自然放射線の存在を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・既習内容の確認を行う。 ・放射能と放射線との違いについて説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子核崩壊が全く確率的な現象であることを確認する。 ・半減期の意味と生徒の認識との違いを確認する。 	
展開 1 (15分)	<ul style="list-style-type: none"> ・半減期の性質に関する実験を行う。 ・実験結果を予測する。 ・各班の実験結果を黒板に記入する。 ・実験結果を方眼グラフ用紙にグラフ化して、そのグラフを用いて半減期を求める。 ・実験結果を片対数グラフ用紙にグラフ化して、崩壊定数を求める。 ・片対数グラフ用紙に描いたグラフを数式化する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験の目的や方法、実験結果の処理の仕方について説明する。 ・結果は、各班でまとめるとともに、前の黒板に記入し、各班の様子を把握させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自分たちのデータと他の班のデータとの違いが、何によるのかを考えさせ、より正確にデータを求めるように指導する。 ・片対数グラフ用紙を使うのは初めてなので書き方を指導する。 ・数式化に至る道筋を説明する。 	<p>【思考・判断】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験結果から得られたグラフを基に、崩壊定数や半減期の性質を予測し、考察している。 <p>(観察・ワークシート)</p>
展開 2 (15分)	<ul style="list-style-type: none"> ・半減期の数学的考察に関する課題に取り組む。 ・崩壊定数と半減期の関係を基にして、課題に取り組む。 	<ul style="list-style-type: none"> ・展開 1 で求めた半減期と崩壊定数の関係について考えさせる。 ・課題を基に、半減期の意味を考えさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・展開 1 で半減期が求まらない場合、誘導して、半減期の意味を理解させる。 	<p>【観察・実験の技能・表現】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験データのまとめを基に、グラフや数式などを使って数学的に表現している。 <p>(観察・ワークシート)</p>
まとめ (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果について班ごとに気付いたことを発表し、理解したことを共有する。 ・自習課題の内容を理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・班ごとに、実験結果を報告させ、半減期についての理解を互いに確認させる。 ・自習課題を配付し、自宅学習の指示をする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果の中で気づきをまとめられない班には話し合いのポイントを提示して話し合わせる。 	<p>【関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子核の崩壊や半減期について関心をもち、その性質について意欲的に説明しようとしている。 <p>(ワークシート)</p>

理科（生物Ⅰ）学習指導案

発生とそのしくみ
(高等学校 第2学年)
神奈川県立総合教育センター



【『<高等学校>学習意欲を高める数学・理科 学習指導事例集』平成21年3月】

学習活動の工夫や日常生活に関連した話題を取り入れた「ヒトの例から学習に興味をもたせ、主体的学習活動から意欲を喚起する」指導によって、学習意欲を高めることを主な目的として行った授業実践の学習指導案です。

1 学年 第 2 学年

2 単元名 (科目) 「発生とそのしくみ」(生物)

3 単元の目標

- ・ 発生の過程における、胚の連続的な形態変化について理解する。
- ・ ウニとカエルの発生過程を観察し、発生過程の違いを理解する。
- ・ フォークトやシュペーマンの実験結果より、器官形成の起きる過程とその仕組みについて理解し、考察する。

4 単元の学習計画

- ・ 卵と卵割 1 時間 (本時)
- ・ 胚葉の分化 (ウニの発生過程と器官形成) 2 時間
- ・ 胚葉の分化 (カエルの発生過程と器官形成) 2 時間
- ・ 調節卵とモザイク卵 1 時間
- ・ 胚の予定運命と決定 2 時間
- ・ 形成体と誘導 2 時間

5 単元の評価計画

(1) 評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
・ 胚発生とその仕組みに関する事象に関心をもち、意欲的に探究しようとしている。	・ 様々な実験結果を基に、発生の仕組みを考察している。	・ 観察を通じて、異なる種での胚発生の過程の違いを的確に表現している。	・ 胚発生の過程と仕組みについて理解し、正しい知識を身に付けている。

(2) 評価計画 太枠内が本時 【 】は評価方法

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
1	・ 卵の種類や卵割の特徴、卵割様式の違いについて学習する。	・ 受精卵が胚へと変化していく過程に興味・関心をもち、その仕組みを意欲的に考えようとしている。 【振り返りシート】	・ ウニとカエルの卵割初期の特徴の違いについて、卵黄の分布を基に考察している。 【ワークシート】		・ 卵割の違いが、卵の性質の違いによることを理解している。 【定期テスト・ワークシート】
2 3	・ ウニの胚発生の各時期における形態の変化及び特徴について学習する。		・ ウニの器官の配置から、それぞれが外胚葉・中胚葉・内胚葉のいずれに由来するのか、考察している。 【ワークシート】	・ 発生の各時期を観察し、その様子を的確に図示している。 【ワークシート】	
4 5	・ カエルの胚発生の各時期における形態の変化及び特徴について学習する。		・ カエルの器官の配置から、それぞれが外胚葉・中胚葉・内胚葉のいずれに由来するのか、考察している。 【ワークシート】	・ 発生の各時期を観察し、その様子を的確に図示している。 【ワークシート】	

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
6	・調節卵とモザイク卵の違いとそれぞれの卵の特徴について理解する。	・調節卵とモザイク卵の特徴に関心を持ち、その違いについて理解しようとしている。 【観察・ワークシート】			・モザイク卵と調節卵の特徴の違いを理解している。 【定期テスト・ワークシート】
7 8	・シュペーマンの実験結果を考察し、胚の予定運命の決定について学習する。		・シュペーマンの実験結果から、胚の各部の予定運命について正しく考察している。 【ワークシート】		・予定運命について理解し、胚の交換実験について説明できる。 【定期テスト・ワークシート】
9 10	・形成体の機能と中胚葉誘導などの誘導現象について学習する。	・形成体の働きに興味を持ち、誘導現象について意欲的に学習しようとしている。 【観察・ワークシート】			・形成体の働きと、誘導の起る仕組みについて理解している。 【定期テスト・ワークシート】

(3) 観点別評価について (本時第 1 時分のみ)

【関心・意欲・態度】

学習活動における具体的評価規準	・受精卵が胚へと変化していく過程に興味・関心を持ち、その仕組みを意欲的に考えようとしている。
「十分満足できる」状況 (A) と判断する具体的状況例	・ 1 個の細胞である受精卵が多細胞からなる胚へと変化していく過程に興味・関心を持ち、その仕組みについて科学的根拠に基づいて説明している。
「努力を要する」状況 (C) と評価した生徒への手だて	・ 受精卵が多様な細胞の元となっていることや、いずれの多細胞動物も受精卵から発生が始まることなどを示して、受精卵の性質やその後の発生の仕組みについて説明を行う。

【思考・判断】

学習活動における具体的評価規準	・ ウニとカエルの卵割初期の特徴の違いについて、卵黄の分布を基に考察している。
「十分満足できる」状況 (A) と判断する具体的状況例	・ ウニとカエルの卵割初期の特徴の違いを基に、卵黄が卵割を阻害する存在であることを自分なりの言葉を用いて論理的に考察している。
「努力を要する」状況 (C) と評価した生徒への手だて	・ ウニとカエルの卵の特徴について復習を行い、卵黄の分布にどのような違いがあるか、考えさせる。

【観察・実験の技能・表現】

< 評価項目なし >

【知識・理解】

学習活動における具体的評価規準	・ 卵割の違いが、卵の性質の違いによることを理解している。
「十分満足できる」状況 (A) と判断する具体的状況例	・ ウニとカエルの卵の性質について正しい知識を身に付け、卵割の特徴の違いを正しく理解している。
「努力を要する」状況 (C) と評価した生徒への手だて	・ 自分が図示したイラストを使って、ウニとカエルの卵の性質の違いやそれぞれの卵割の特徴の違いを復習し、教科書等で再度確認させる。

6 本時の展開

(1) 本時の目標

- ・発生現象に興味をもち、本時以降の授業に対し積極的に取り組む意欲をもつ。
- ・ウニとカエルの卵割初期の特徴と卵の性質の違いを理解する。

(2) 本時の指導過程

過程	学習活動	指導内容	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
導入 (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ・発生の学習に先立ち、質問プリントの問いに回答する。 ・受精卵の特徴を復習する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・発生にかかわる日常的な知識をどのくらい身に付けているのかを確認する。 ・この単元で何を学ぶのかを受精卵の特徴を交えて、説明する。 ・質問プリントを解説した内容は適宜、書き留めておくように伝える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・一卵性双生児などヒトの例を挙げて興味をもたせ、学習への動機付けを図る。 ・質問プリントは知識の有無を問うものではなく、現時点での自分の考えを記入させる。 ・生徒に質問をしながら、学習への意欲を促すように心掛ける。 	
展開 (30分)	<ul style="list-style-type: none"> ・ビデオ教材を使って、ウニとイモリの発生過程を観察する。 ・卵の違い等ビデオを見て分かったことをワークシートに記入する。 ・ウニとカエルの16細胞期までの胚の様子を教科書で確認し、ワークシートに図示する。 ・卵割や卵の性質の違いについて説明を受けた内容をワークシートに描いた胚のイラストに記入する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・教科書を使って発生過程を簡単に予習させておく。 ・ビデオ視聴の前にワークシートに記入するべきことを伝える。 ・卵割と卵黄の分布の関係について説明する。 ・教科書を使って、8細胞期と16細胞期におけるウニとカエルの胚の特徴の違いを確認させる。 ・卵割や卵の性質の違いについて解説し、ワークシートに記入させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・最初はビデオを見ることに集中するように指導する。 ・ワークシートに記入させているときは、机間指導を行い、学習の様子を確認する。 ・卵割と卵の特徴について、生徒が説明を聞いた後も自分で書いた考えを消さないように指示する。 ・生徒がワークシートに記入している最中に、再度ビデオを再生し、見逃した点について確認させる。 	<p>【思考・判断】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ウニとカエルの卵割初期の特徴の違いについて、卵黄の分布を基に考察している。(ワークシート) <p>【知識・理解】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・卵割の違いが、卵の性質の違いによることを理解している。(定期テスト・ワークシート)
まとめ (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ・学習内容を復習し、各自が振り返りシートに記入する。 ・振り返りシートの記入内容を基に、班内で話し合い、その結果を振り返りシートにまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・振り返りシートに学習した内容を記述させる。 ・振り返りシートへの記入内容を基に、班の意見をまとめさせる。 ・次回の予告を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・理解が十分でない生徒は、質問するように指導する。 ・班の意見をまとめて出来上がった振り返りシートは廊下に掲示し、他班がどのようにまとめたのかを観察させることによって学習への積極的な取組を促す。 	<p>【関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・受精卵が胚へと変化していく過程に興味・関心をもち、その仕組みを意欲的に考えようとしている。(振り返りシート)