

1 学習指導及び学習評価の改善・充実

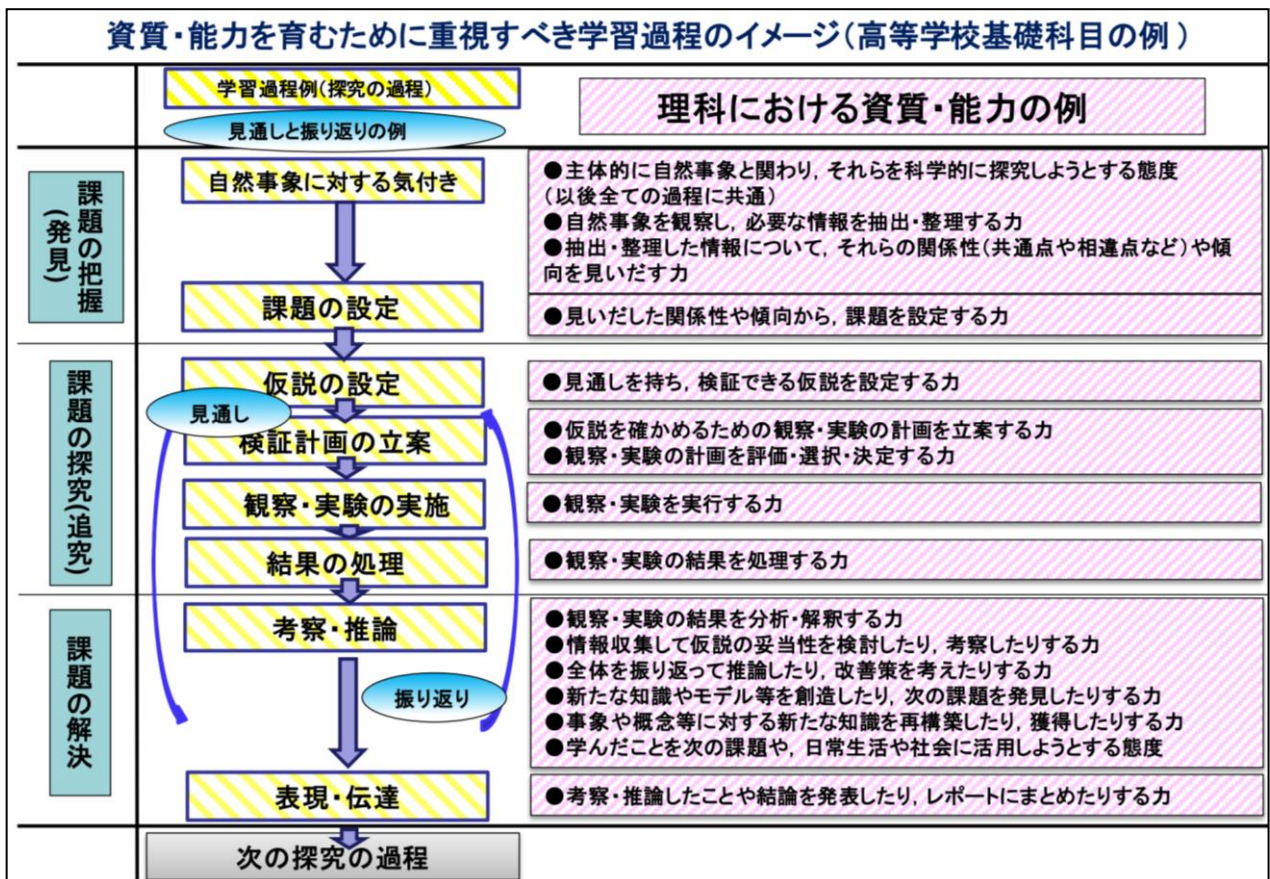
(1) 生徒の主体的な学びを実現する学習指導の工夫

「現代社会」にあつては、少子化・高齢化、混迷の度を増すグローバル情勢、自然災害の激甚化、生成 AI などのデジタル技術の発展といった大きな変化があいまって、社会や経済の先行きに対する不確実性がこれまでになく高まっており、生涯にわたって主体的に学び続け、自らの人生を舵取りする力を身に付けることの重要性が増している。

このような中、各学校では、「主体的・対話的で深い学び」の視点からの授業改善が進められてきたところであるが、中央教育審議会「教育課程部会教育課程企画特別部会」において、学ぶ意義を十分に見いだせず主体的に学びに向かうことができている子どもが多くなっていることや、高校においては、自律的に学ぶ自信がある生徒が少ないこと等の課題が指摘されている。

理科は、自然の事物・現象を学習の対象とする教科であることから、生徒が主体的に問題を見いだすためには、生徒が自然の事物・現象に関わることが不可欠であり、学習意欲を喚起する点からも大切なことである。

理科においては、下記の図に示したように、自然の事物・現象への気付きから課題を設定する「課題の把握（発見）」、仮説を設定し検証計画を立案し、観察・実験などを実施し結果を処理する「課題の探究（追究）」、考察したり推論したりしたことを表現する「課題の解決」という探究の過程を通じた学習活動を行い、それぞれの過程において、資質・能力が育成されるよう指導の改善を図ることが必要である。そして、このよ



高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)解説 理科編 理数編 から

うな探究の過程全体を、生徒が主体的に遂行できるようにすることを旨すとともに、生徒が常に知的好奇心をもって身の回りの自然の事物・現象に関わるようになることや、その中で得た気付きから疑問を形成し、課題として設定することができるようになることが重要である。

探究の過程を踏まえた学習活動の例

探究の過程	資質・能力の例	学習活動の例	授業例
課題の把握 (発見)	主体的に自然現象と関わり、それらを科学的に探究しようとする態度	身近なバイオームに関する複数の情報を科学的な視点で比較し、バイオームの成立要因を見いだす学習活動	2 (3) 生物基礎
課題の探究 (追究)	仮説を確かめるための観察・実験の計画を立案する力	物質の共通点や相違点を基に仮説を立て、仮説を検証するための実験計画を立案する学習活動	2 (2) 化学基礎
課題の解決	全体を振り返って推論したり、改善策を考えたりする力	身に付けた知識及び技能を活用して、2物体の運動を分析・解釈し、他者との対話を通じて、自分の考えを深める学習活動	2 (1) 物理基礎
課題の解決	観察・実験の結果を分析・解釈する力	演示実験から、火山の形成とプレート運動を関連付け、対話を通して自分と他者との考えを比較する学習活動	2 (4) 地学基礎

(2) 「主体的に学習に取り組む態度」の評価の工夫

「主体的に学習に取り組む態度」の評価は、単に継続的な行動や積極的な発言を行うなどの性格や行動面の傾向を評価するということではなく、知識及び技能を習得したり、思考力、判断力、表現力等を身に付けたりするために、生徒が自らの学習状況を把握し学習の進め方について試行錯誤するなど、自らの学習を調整しながら学ぼうとする意思的な側面を評価することが重要である。

評価に当たっては、知識及び技能の獲得や、思考力、判断力、表現力等を身に付けるための粘り強い取組を行おうとしている側面と、粘り強い取組を行う中で自らの学習を調整しようとする側面の二つの側面から評価することが大切である。

そのため、教師は、生徒が自らの理解の状況を振り返ることができるような発問の工夫や、その後の学習に向かうことができるような機会を設定するとともに、生徒が自らの考えを記述したり話し合ったりする場面や、他者との協働を通じて自らの考えを相対化する場면을単元の中に適切に位置付けるなど、生徒の学習状況を適切に評価することができるよう授業デザインを考えることが重要である。

なお、「[理科の学習評価事例集](#)」（北海道立教育研究所附属理科教育センター発行）にも、学習評価の事例がまとめられているので、併せて参照願う。

2 指導と評価の計画例

(1) 物理基礎の計画例

ア 単元の目標

- (ア) 様々な力とその働きを日常生活や社会と関連付けながら、様々な力、力のつり合い、運動の法則、物体の落下運動を理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けること。
- (イ) 様々な力とその働きについて、観察、実験などを通して探究し、様々な力とその働きにおける規則性や関係性を見いだして表現すること。
- (ウ) 様々な力とその働きに主体的に関わり、科学的に探究しようとする態度を養うこと。

イ 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
様々な力とその働きを日常生活や社会と関連付けながら、様々な力、力のつり合い、運動の法則、物体の落下運動についての基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。	様々な力とその働きについて、観察、実験などを通して探究し、様々な力とその働きにおける規則性や関係性を見いだして表現している。	様々な力とその働きに主体的に関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。

ウ 単元の指導と評価の計画（14時間）

次 【時間】	ねらい、学習活動等	重点	記録	備考 (評価Bの規準)
1 【1時間】	・身の回りの物体に働く力として、重力、面からの抗力、糸の張力等を取り上げ、それぞれの働き方を理解する。	知		・身の回りの物体に働く力の種類と、その働き方について理解している。
2 【1時間】	・力の合成及び分解について考察し、合力や分力の求め方を理解する。	知		・合力及び分力の意味について作図を通して考察し、その求め方を理解している。
3 【1時間】	・小さなリングに複数のばねばかりを付けて同時に引く実験を行い、複数の力が働いてつり合うときの条件を見いだす。	思		・複数の力が物体に働いているとき、それらの力のつり合いの条件を見いだして表現している。
4 【1時間】	・身近な力を例にして、どの力についても作用と反作用の関係にある2力が存在することを理解する。	知	○	・作用と反作用の2力は別の物体に作用する力である点から、2力のつり合いとの違いを理解している。 [記述分析]
5 【1時間】	・水中では深さに応じた水圧が働き、浮力が働くことを理解する。	知		・流体中の物体は圧力を受けることを踏まえて、浮力が働くことを理解している。
6 【1時間】  興味や関心を高める	・物体の運動と力に関する素朴な誤概念に気付かせ、運動する物体に働く力と運動の様子を関係付けようとする。	態		・科学的な考察を通して、運動する物体に働く力と運動の様子を関係付けようとしている。
7 【1時間】  粘り強く取り組み	・水平面上で力学台車に一定の力を水平に加え、そのときの台車の運動を調べる実験を行い、力の大きさと物体の加速度の大きさとの関係を見いだして表現する。	思	○	・実験結果から、物体に働く力の大きさと加速度の大きさとの関係をグラフに表し、それらの関係を見いだして表現している。 [記述分析]
8 【2時間】	・物体の質量と加速度の大きさとの関係を調べる実験を行い、その結果をグラフに表して規則性を見いだして表現する。	思	○	・実験の結果から、物体の質量と加速度の大きさとの関係を見いだして表現している。 [記述分析]

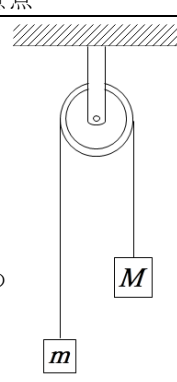
9 【1時間】	・重力による運動の様子を動画で撮影し、その動画を基にコンピュータで解析するための技能を身に付ける。	知	○	・動画を撮影するとともに、そこからデータを取り出して分析する技能を身に付けている。 [行動観察、記述分析]
10 【1時間】	・落体の運動について、その特徴及び働く力と運動の関係について理解する。	知		・落体の運動について、その特徴及び働く力と運動の関係について理解している。
11 【1時間】	・摩擦のある面で物体を引く実験を行い、静止及び運動しているときの摩擦力の違いについて見いだす。	思		・力のつり合いと運動の法則を用いて、静止摩擦力と動摩擦力の違いを見いだして表現している。
12 【1時間】	・滑車を用いて糸でつないだ2物体の運動について、物体の質量を変えた場合の張力や加速度について検討し、課題を解決しようとする。	態	○	・2物体の運動について、習得した知識や技能を活用して、課題を解決しようとしている。 [記述分析]
13 【1時間】	・様々な力とその働きに関する学習を振り返り、それらの知識を身に付けているかどうかを確認する。	知	○	・様々な力とその働きに関する知識を身に付けている。[記述分析]


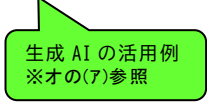

「態」の評価例
※オの(イ)参照



振り返って
振次につなげる

エ 学習指導案～本時の展開例～（13時間／14時間中）

過程	学習内容・活動内容 ○…学習内容 S…生徒の反応・活動	指導上の留意事項 T…教師の発問・手立て ◇…評価規準（評価方法） ※…留意点
導入	<p>【課題の設定】～課題の提示～</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>課題：滑車を用いて糸でつないだ2物体の運動について、物体の質量を変えたときに加速度はどのように変わるのかを説明しよう。</p> </div> <p>○ おもりと滑車を用いて重力加速度を求める。 S1:「どちらも重力は下向きであるが、2物体の運動の向きは異なるのではないだろうか。」 S2:「おもりの運動の向きが大切だね。」 S3:「重力と張力を含む運動方程式が成り立つ。」</p> <p>S4-1:「2物体の質量が必要だ。」 S4-2:「加速度が必要だが、直ちに分かる値ではない。」 S4-3:「張力が分からなくても加速度から求められそうだ。」</p>	<p>・ワークシートの配付</p> <div style="text-align: right;">  </div> <p>T1:「この物体の運動に、重力はどのように関係しているか。」 T2:「2物体について運動方程式を立てよう。」 T3: 2つのおもりの質量を m、$M(m < M)$、加速度を a、張力を T、重力加速度の大きさを g とすると、運動方程式は $ma = T - mg$、$Ma = Mg - T$ となり、 $2 \text{式から } a = \frac{M-m}{M+m} g \quad \left(g = \frac{M+m}{M-m} a \right)$ が得られる。 T4:「重力加速度を求めるために必要なものは何か。また、測定できるものは何か。考えたことを班で共有しよう。」</p>

<p>展 開</p>	<p>【観察・実験の実施】～見通し～</p> <p>○ おもりの組合せを検討し、課題を解決するための実験計画を立てる。</p>  <p>S5：数種類、数個のおもりから、課題を解決するために必要な2物体の質量を決め、実験計画を立てる。</p> <p>○ 計画した実験を実施する。</p> <p>S6：おもりの質量、速さと距離を測定する。</p> <p>【結果の処理】</p> <p>○ 測定結果から加速度、重力加速度の値を求める。</p> <p>S7-1：「加速度を求めることができた。」</p> <p>S7-2：「質量の組合せで、結果が異なるのだろうか。」</p>	<p>T5：「課題を解決するための実験計画を立てよう。」</p> <p>「実験に用いるおもりの質量は、どのような組合せがよいだろうか。個人(班)で考えた後に、生成 AI にも投げかけてみよう。」</p>  <p>T6：「おもりが2点間を通過する速さと距離から加速度を求めよう。」</p> <p>T7：「測定結果から、加速度を求めてみよう。」</p> <p>速さが v_1、v_2、2点間の距離が y のとき、加速度 a は、$a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2y}$ であった。」</p> <p>※おもりは、300g と 150g、100g と 50g などの質量の和と差からなる比 $\frac{M-m}{M+m}$ ($\frac{M+m}{M-m}$) が同じになるものや、班ごとに立案したものを用意する。</p>
<p>ま と め</p>	<p>【考察・推論】～振り返り～</p> <p>○ おもりの組合せによって、加速度はどのように変化し、結果にどのような違いがあるかを考える。</p>  <p>S8-1「おもりの組合せによって加速度は異なる値になるのだろうか。」</p> <p>S8-2：「みんなの値を確認する必要があるのではないか。」</p> <p>S9-1：考えたことを生成 AI に投げかける。</p> <p>S9-2：本時の課題について、考えたことや生成 AI との対話で気付いたことを、Google フォームに入力する。</p> <p>S10：班ごとの測定結果や課題に対して考えたことを全体に説明する。</p>	<p>T8：「加速度の大きさはいくらになったか。」</p> <p>「質量の和と差からなる比が同じでも結果が異なる場合がある。原因となるものは何か。」</p> <p>T9：「実験をして分かったことや結果から考察したことを生成 AI に投げかけ、表現や考え方を深めよう。」</p> <p>◇Google フォームに入力した課題の回答を評価の材料とする。</p> <p>T10：「班ごとの測定結果や課題に対して考えたことを全体で共有しよう。」</p>

オ 学習の進め方や学習評価の工夫

(ア) 生成 AI の活用例

本事例は、エ「学習指導案～本時の展開例～」における生成 AI の活用について示したものである。実験で使用する 2 つのおもりを選定するに当たり、生徒が自分の考えや考えの根拠について生成 AI に質問し、自分の考えの妥当性について指摘してもらいなど、課題に対する回答を検討する場面での活用が想定される。また、得られた回答を絶対視するのではなく、班での話し合いを繰り返して回答を洗練させるなど、他者との対話を通して、考えを深めていくことが重要である。

アウト伍德器械で重力加速度を求めたいです。おもりが重すぎると摩擦力が大きくなると思ったので100gと50gのおもりを使おうと思うがどうでしょう？

✓ この選択のメリット

- ・ 摩擦の影響が小さい：軽いおもりなので、滑車の軸摩擦や慣性の影響が抑えられる。
- ・ 加速度が適度：動きがゆっくりすぎず、測定しやすい。
- ・ 安全性と扱いやすさ：軽量で安全、装置への負担も少ない。

⚠ デメリット・注意点

1. 質量が軽すぎると摩擦の影響が相対的に大きくなる

- ・ 軽いおもりは、滑車の軸摩擦や糸の張力の変化による影響を受けやすくなります。
- ・ 結果として、理論値よりも加速度が小さくなり、重力加速度の計算に誤差が出る可能性があります。

【生成 AI との応答の例1】

アウトウッド器械で重力加速度を求めたいです。加速度が小さいほうがいいと思ったので300gと100gのおもりを使おうと思うがどう？

✓ あなたの考え：「加速度が小さいほうがいい」

これはとても良い視点です。理由は：

- ・ 加速度が小さいと、物体の動きがゆっくりになるため、時間測定の誤差が小さくなる。
- ・ センサーやストップウォッチで測定しやすくなる。

🔍 改善の余地

もし「もっとゆっくり動かしたい」なら、質量差を小さくすると良いです。

例：

- ・ $M = 250 \text{ g}, m = 200 \text{ g}$

$$a = \frac{250 - 200}{250 + 200} \cdot 9.8 = \frac{50}{450} \cdot 9.8 \approx 1.09 \text{ m/s}^2$$

→ 加速度が小さくなり、測定しやすくなる！

【生成 AI との応答の例2】

(イ) 「主体的に学習に取り組む態度」の評価例

【評価規準】

滑車を用いて糸でつないだ 2 物体の運動における、物体の質量を変えたときの加速度について説明しようとしている。

【評価のポイント】

滑車を用いて糸でつないだ 2 物体の運動における、物体の質量を変えたときの加速度について、「これまで学習した内容」や「他者の視点」などを基に、粘り強く課題に取り組もうとしているかについて、Google フォームに入力した課題の回答を基に評価する。

【評価 C の生徒に対する手立て】

学習のねらいを確認し、物体に働く力を図示したり、これまでに学習した運動の法則についての学習を想起させたりして思考を促す。その上で、各物体に働く力に着目して運動方程式を立てること、図やグラフを活用すること、他者の考えからの気づきを記録して思考することなどを助言することで、試行錯誤しながら自分の考えを深めるように指導することが考えられる。これらのことにより、疑問をもつことの大切さや、見通しをもって実験などを行い、その結果を分析、解釈することや、課題の解決に向けて話し合いなどをして、他者の視点も取り入れることの意義や有用性を実感できるようにしていくことが大切である。

(2) 化学基礎の計画例

ア 単元の目標



- (ア) 物質と化学結合について、日常生活や社会と関連付けながら、物質、化学結合を理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けること。
- (イ) 物質と化学結合について、観察、実験などを通して探究し、物質の構成における規則性や関係性を見いだして表現すること。
- (ウ) 物質と化学結合に主体的に関わり、科学的に探究しようとする態度を養うこと。

イ 単元の評価規準




知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
物質と化学結合について、日常生活や社会と関連付けながら、イオンとイオン結合、分子と共有結合、金属と金属結合の基本的な概念や原理・原則などを理解するとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。	物質と化学結合について、観察、実験などを通して探究し、物質と化学結合における規則性や関係性を見いだして表現している。	物質と化学結合に主体的に関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。

ウ 単元の指導と評価の計画（13 時間）

次 【時間】	ねらい、学習活動等	重点	記録	備考 (評価 B の規準)
1 【1 時間】	・イオンの生成を電子配置と関連付けて理解する。	知		・イオンの生成を電子配置と関連付けて理解している。
2 【2 時間】	・元素の周期律とイオン化エネルギーの関係性を説明する。	思		・イオン化エネルギーを元素の周期律と関連付けて説明している。
3 【2 時間】	・イオン結合及びイオン結合でできた物質の性質を理解する。 ・イオンからなる物質を組成式で正しく表記する技能を身に付ける。	知	○	・イオンからなる物質について、電気的に中性であることを理解し、組成式を適切に表記する技能を身に付けている。 [記述分析]
4 【2 時間】	・共有結合、配位結合を電子配置と関連付けて理解する。 ・分子からなる物質を分子式や構造式で正しく表記する技能を身に付ける。	知	○	・分子からなる物質について、共有結合を電子配置と関連付けて理解し、分子式や構造式を適切に表記する技能を身に付けている。 [記述分析]
5 【1 時間】	・分子からなる物質の性質、身近な高分子化合物の構造や用途について理解する。	知		・分子からなる物質の性質、身近な高分子化合物の構造や社会での利用、活用について理解している。
6 【2 時間】	・分子の極性と溶解性、融点、沸点の関係性を見だし説明する。	思	○	・分子の極性と物質の性質の関係性を見だし、説明している。 [記述分析]
7 【1 時間】	・分子からなる結晶、共有結合の結晶について理解する。	知		・分子結晶、共有結合の結晶について性質、構造を理解している。
8 【1 時間】	・金属の性質とその用途、金属結合について理解する。	知		・金属結合は自由電子が介在した結合であることや金属結合でできた物質の性質と用途を理解している。

<p>9 【1時間】</p>  <p>粘り強く取り 組む</p>	<p>・金属、イオンからなる物質、分子からなる物質の性質に関する知識を活用し、実験方法の検討を通して、課題を解決しようとする。</p>	態	<p>○</p> <p>・他者と協働し、試行錯誤しながら課題を解決しようとしている。[記述分析]</p> <p>「態」の評価例 ※オの(イ)参照</p>
<p>10 【1時間】</p>  <p>振り返って次につなげる</p>	<p>・鉄粉、塩化アンモニウム粉末、スクロース粉末を区別する実験を通して、物質を構成する結合の種類と物質の性質の関係性を見いだす。</p>	思	<p>○</p> <p>・実験結果の分析から、物質を構成する結合の種類と、物質の性質との関係性を見だし、説明している。 [記述分析]</p>

エ 学習指導案～本時の展開例～（12時間目／13時間中）

過程	<p>学習内容・活動内容</p> <p>○…学習内容</p> <p>S…生徒の反応・活動</p>	<p>指導上の留意事項</p> <p>T…教師の発問・手立て</p> <p>◇…評価規準（評価方法） ※…留意点</p>
導入	<p>【課題の設定】</p> <p>○ 本時の課題を確認する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>課題：粉末A、B、Cを、金属、イオンからなる物質と分子からなる物質に区別するためには、どのような実験を行えばよいだろうか。</p> </div> <p>S1:課題を把握し、授業の流れを理解する。</p>  <p>見通しをもつ</p>	<p>※ワークシートの配布、まとめ用 Google スライドの共有</p> <p>T1:課題を提示し、授業の流れを確認する。</p>
展開	<p>【検証計画の立案】</p> <p>○ 実験方法を検討する。</p> <p>S2:今までの学習内容を踏まえ、粉末を区別するための実験方法を個人で考え、ワークシートに記入する。</p> <p>S3:生成 AI に自分の考えを入力し、必要な手順や不足している要素等がないか確認するプロンプトを入力し、参考になる内容をワークシートに記入する。</p>  <p>粘り強く取り 組む</p> <p>S4:生成 AI からの返答内容も踏まえ、グループで実験方法の妥当性を検討する。検討後の自らの考えをワークシートに記入する。</p> <p>S5:再考した実験方法を、Google スライドにまとめる。</p> <p>S6:グループ内の議論を発表し、クラス全体で共有する。</p> <p>S7:他のグループの発表を聞いて、自分たちの実験方法を改善する。</p>	<p>T2:「まず、個人で実験方法を考え、ワークシートに記入しよう。」</p> <p>生成 AI の活用例 ※オの(ア)参照</p> <p>T3:「考えた実験方法について、他に必要な手順や不足している要素等がないか、生成 AI に入力し、確認してみよう。」 「確認した結果、参考になる内容をワークシートに記入しよう。」</p> <p>T4:「グループで、実験方法の妥当性を検討し、自らの考えをワークシートに記入しよう。」</p> <p>T5:「グループで話し合った内容を踏まえ、実験方法を再考し、Google スライドにまとめよう。」</p> <p>T6:「各グループの実験方法を発表しよう。」</p> <p>T7:「他のグループの発表を聞き、自分たちのグループの実験方法に改善点がないか考えよう。」</p>
まとめ	<p>【本時の振り返り】</p>  <p>振り返って次につなげる</p> <p>S8:ワークシートに振り返りを記入する。</p>	<p>◇「主体的に学習に取り組む態度」について、生成 AI やグループでの対話を通じ、自己調整、自己決定しながら、課題を解決しようとしているかを記述から評価する。</p> <p>T8:「実験方法を決める過程で、『生成 AI や他者の視点』や『これまで学習した内容』を基に、どのように課題を解決しようと思いましたか。ワークシートに振り返りを記入しよう。」 「次回は、各自考えた実験方法で検証してみよう。」</p>

オ 学習の進め方や学習評価の工夫

(ア) 生成 AI の活用

本事例は、「エ 学習指導案 ～本時の展開例～」における生成 AI の活用方法を示したものである。本時では、生徒が個人思考により実験計画を作成した後、自身の思考した内容を検証するために生成 AI を活用する。

次のプロンプト例を入力し、生徒が個人で考えた実験方法の妥当性について、生成 AI から回答をもらう。

【プロンプト例】

金属、イオンからなる物質、分子からなる物質の粉末を区別する実験として、次の方法は妥当か教えてください。「粉末に光沢があるか、粉末は電気を通すかを調べる」

生成 AI の回答には、個人で考えた実験方法が不十分である理由や留意点等の記述があり、個人思考した内容について不足している要素や他に必要な手順等を確認することができる。

(イ) 「主体的に学習に取り組む態度」の評価例

【評価規準】

実験方法を決める過程で、「生成 AI や他者の視点」や「これまで学習した内容」を基に、課題を解決しようとしている。

【評価のポイント】

個人思考した実験方法の妥当性について生成 AI や班のメンバーと対話し、試行錯誤しながら実験方法を考えることができたかどうかを、ワークシートの記述を基に評価する。

【評価 C の生徒に対する手立て】

本時のねらいを確認し、金属、イオンからなる物質、分子からなる物質の特徴について、これまでの学習内容を想起させるなどして思考を促す。その上で、プロンプトの作成方法や、生成 AI からの返答の活用方法、他者の考えからの気づきを記録して思考することなどを個別に支援することで、多様な視点から試行錯誤し、自身の思考を深めることができるように取り組ませる。

金属、イオンからなる物質、分子からなる物質の粉末を区別する実験として、次の方法は妥当か教えてください。「粉末に光沢があるか、粉末は電気を通すかを調べる」

思考時間: 19s

短く言うとも—その方法だけでは不十分です。

なぜ不十分？

- 光沢：金属でも粉末にすると酸化膜や粒子間散乱で光沢が弱く見えがち。逆にイオン結晶や分子性結晶でもガラス光沢を示すものがあります（食塩や砂糖の結晶片など）。識別指標として信頼性が低いです。
- 粉末の導電性：金属粉でも粒子同士が点接触だと回路が繋がらず「通さない」と誤判定しやすい（圧縮が必要）。一方、イオン結晶・分子性固体は固体のままでは基本的に導電しないので、ここだけだと区別がつかません。
- 例外：黒鉛（共有結合性固体）は金属でないのに導電します／ヨウ素（分子性）は金属光沢っぽく見える、など。

おすすめの簡易プロトコル

粉末でやるなら、次の順で判定精度が上がります。

1. 水への溶解性を見る。
2. 水溶液の電気伝導性を測る（導電率計 or 簡易導通テスター）。
3. 可能なら固体（圧粉体）の導電性もみる（しっかり押し固めてから）。
4. 補助：磁性（Fe, Ni, Co なら反応）、硬さ・脆さ、昇華（ヨウ素）など。

簡易判定の目安

- よく水に溶け、水溶液が強く電気を通す → イオン結晶（例：NaCl）。
- 水にほとんど溶けないが、圧粉体が電気をよく通す → 金属粉（黒鉛もここに紛れやすい。磁石に反応すれば金属の可能性↑）。
- 水に溶けるが、水溶液はほとんど電気を通さない → 分子性物質（例：砂糖、尿素）。
- 水に溶けにくく、固体も通さない → 多くの分子性固体（例：パラフィン、硫黄）。
- 注意：HCl・NH₃などは分子だが水中で電離→水溶液は導電（例外として扱う）。

結論

「光沢 + 粉末の導電性」だけでは誤判定が多く妥当性は低いです。上のように水溶液の導電性を必ず組み合わせるのが実用的で安全です（酸・塩基の例外にも留意）。

(3) 生物基礎の計画例

ア 単元の目標

- (ア) 生物の多様性と生態系について、植生と遷移を理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付ける。また、生態系の保全の重要性について認識する。
- (イ) 生物の多様性と生態系について、観察、実験などを通して探究し、生態系における、生物の多様性及び生物の環境との関係性を見いだして表現する。
- (ウ) 生物の多様性と生態系に主体的に関わり、科学的に探究しようとする態度と生命を尊重し、自然環境の保全に寄与する態度を養う。

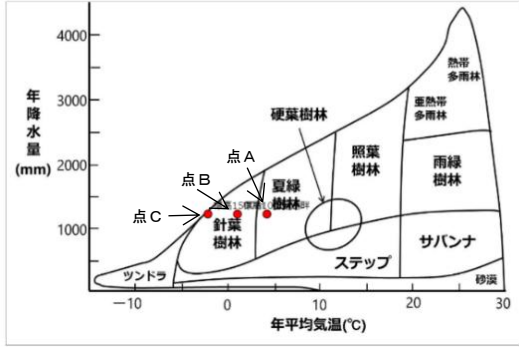


イ 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
植生と遷移について、基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。	植生と遷移について、観察、実験などを通して探究し、植生と環境との関係性を見いだして表現している。	植生と遷移に主体的に関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。

ウ 単元の指導と評価の計画（9時間）

次【時間】	ねらい、学習活動等	重点	記録	備考 (評価Bの規準)
1 【1時間】	・バイオームの概念を理解し、陸上にはその地域に生育する植物を基盤とした様々なバイオームが成立することを理解する。	知		・バイオームの概念と様々なバイオームについて理解している。
2 【2時間】	・バイオームの分布と気候の違いを示した図から、バイオームの形成と年平均気温や年降水量との関係性を見いだして表現する。	思	○	・バイオームの分布と気候の違いを示した図から、バイオームの形成と年平均気温や年降水量との関係性を見いだして表現している。 [記述分析]
3 【2時間】	・遷移の結果として森林や草原、荒原など多様なバイオームがみられることを理解する。 ・地球上には、それぞれの場所に適応した植物が生育し、いろいろなバイオームが成立していることを理解する。	知	○	・森林、草原、荒原に見られるバイオームの種類やその特徴を理解している。 ・地球上には、それぞれの場所に適応した植物が生育し、いろいろなバイオームが成立していることを理解している。 [記述分析]
4 【1時間】 	・居住地のバイオームと気象データからの推定結果の比較から、標高によるバイオームの変化とその要因について仮説を立て、解決しようとする。	態	○	・標高によるバイオームの変化とその要因について仮説を立て、解決しようとしている。 [記述分析] ※バイオームシミュレーターの利用
5 【3時間】  	・野外観察を行い、地図上の地点における植生や環境条件（風向、気温、写真、標高、土壌等）を写真や動画、センサーで記録する。  ・話し合いや生成AIから新たな視点や考えを深めるアドバイスを受け、試行錯誤しながら課題を解決しようとする。 ・日本におけるバイオームの水平分布と垂直分布を理解し、各バイオームの特徴的な植物種を理解しているかどうかを確認する。	態 知	○	 ・植生と環境の関係について、話し合いや生成AIの活用を通して試行錯誤しながら課題を解決しようとしている。 ・日本では主に気温によって水平分布と垂直分布が決まることや各バイオームの特徴を理解している。 [記述分析]

エ 学習指導案（6時間目／9時間中）

過程	学習内容・活動内容 ○…学習内容 S…生徒の反応・活動	指導上の留意事項 T…教師の発問・手立て ◇…評価規準（評価方法） ※留意点
導入	○ 水平分布から、丘陵帯（低地帯）における日本のバイオームを復習する。	
<p>課題：身近な山のバイオームはどのような要因によって決定されているのか、仮説を立ててみよう。</p>		
展開	<p>○ シミュレーション</p> <p>S1: 丘陵帯のバイオームを気象データ（年降水量と年平均気温）からシミュレーションする（点A）。</p> <p>S2: 気温の低減率から、中腹部（点B）と山頂部（点C）のバイオームを予想し、ワークシートに記入する。</p> <p style="text-align: center;">● バイオームのグラフに気温と降水量をプロットしよう</p> <p>観測地点名: <input type="text" value="標高1500m"/> 年平均気温 (°C): <input type="text" value="-2.1"/> 年降水量 (mm): <input type="text" value="1200"/></p> <p style="text-align: center;"> <input type="button" value="図にプロットする"/> <input type="button" value="ひととつまる"/> </p>  <p>○ 写真による予測</p> <p>S3: 写真の山を見て、バイオームが変化するおおよその標高を推定し、シミュレーションした結果との違いを生む環境要因を予測する。</p> <p style="text-align: center;">  見通しをもつ </p> <p>S4: 「予想では、山の麓(点A)は、夏緑樹林が見られ、中腹(点B)では針葉樹林に変わり、山頂(点C)も針葉樹林であったが、写真を見ると、7合目辺りで森林限界が見られ、山頂付近では植物が生えておらず、予想した結果とは違うことが分かった。」</p> <p>S5: 「身近な山以外にも、年平均気温と年降水量から予想されるバイオームとは違うバイオームが形成されることがあると分かった。それぞれどのような環境要因が関わっているのだろう。」</p>	<p>T1: 「気象データを利用し、身近な地域（丘陵帯）におけるバイオームをシミュレーションしましょう。」</p> <p style="background-color: #90EE90; padding: 5px; border: 1px solid black; text-align: center;"> 教員が生成 AI を活用して作成した、グラフに地点名、年平均気温、年平均降水量をプロットするシミュレーターの活用を想定 </p> <p>T2: 「前時までに、バイオームの垂直分布について勉強してきましたが、身近な山におけるバイオームはどのようになっているのでしょうか。地表部の年平均気温をもとに、気温の変化を計算し、中腹部と山頂部のバイオームを予想しましょう。」</p>  <p>T3: 「上の写真は、身近な地域の山です。写真から、バイオームが変化しているおおよその標高を求めてみましょう。」</p> <p>T4: 「ワークシートで予想した結果と写真から読み取れることを比較したとき、何か気付くことはありますか。」</p> <p>T5: バイオームが年平均気温と年降水量以外で決まる例として、「襟裳岬」、「アトサヌブリ」、「釧路湿原」の写真を見せ、どのような要因がバイオームの成立に関係しているか仮説を立てさせる。</p>
まとめ	<p>【仮説の設定】</p> <p>○ 仮説を Google フォームに入力する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>例1：シミュレーションでは森林限界は見られなかったが、実際の写真では、森林限界が見られた。火山由来の土壌であることが影響しているのではないか。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>例2：実際の写真の方が、シミュレーションよりも森林と草原の境目の標高が低いのは、山に吹く風が影響しているからではないか。</p> </div>	<p>◇生徒が Google フォームに入力した課題の回答を「主体的に学習に取り組む態度」の評価の材料とする。</p> <p>T6: 「次の時間に巡検を行いますので、予想した違いを生む要因（土壌、風速、光など）について、確かめてみましょう。」</p>

オ 学習の進め方や学習評価の工夫

(ア) 生成 AI の活用

本事例は、「ウ 単元の指導と評価の計画」における 9 時間目の生成 AI の活用について示したものである。巡検での観察結果から考察した遷移を制限する要因について、生成 AI に考察を深めるためのアドバイスを求める例である。

生成 AI の回答では、考察を深めるポイントが整理されて示されており、生成 AI の回答と自分の考えを比較し、考察を広げたり深めたりすることが考えられる。

なお、生成 AI に全てを委ねるのではなく、生徒が自己の判断や考えが重要であることを十分に認識し、生成 AI の回答を基に深い意味理解が促され、思考力を高められる使い方ができるよう留意する必要がある。

生徒が、生成 AI にアドバイスを求める指示文(プロンプト)の例

森林限界が温度の低減率から予想した標高に比べて、低かったのは山頂付近の強風や強い日差しが原因と考えました。山頂で計測した風速は10m/sでした。この考察を深めるポイントを教えてください。

いい着眼ですね 🍌

「森林限界が気温の低減率から予想する高さよりも低くなる理由」をさらに深めるには、**風や日射が植物の生育環境にどう作用するのか**を、具体的な生理・生態の視点に落とし込むとよいです。

考察を深めるポイントをいくつか整理します：

1. 風の影響

- **蒸散の促進**：風速が強いと葉の表面の水分が奪われやすく、乾燥ストレスが増す。特に土壌水分が限られる高山では致命的。
- **機械的ストレス**：10 m/s 程度の風は低木や草本は耐えられても、樹木が成長して幹を伸ばすには負担が大きく、倒木や枝折れを招く。
- **温度感覚の低下（風冷効果）**：気温自体は同じでも、風で体感温度が下がり、植物にとっては実際以上に寒冷な環境になる。

2. 強い日射の影響

- **光飽和・光ストレス**：高山では紫外線や直射光が強く、葉の光合成機構が損傷を受けやすい。

(ア) 「主体的に学習に取り組む態度」の評価例

【評価規準】

バイオームと環境の関係について、周りの生徒との話し合いや生成 AI との応答を通して、試行錯誤しながら解決しようとしている。

【評価のポイント】

巡検における植生と環境についての観察結果から、植生が異なると光や土壌環境も異なることなど、植生と環境が密接な関係にあることを見いだす過程を振り返ったワークシートの記述を分析し、粘り強く取り組もうとしているかを評価する。

【評価Cの生徒に対する手立て】

これまで学習した植生と環境についての関係を確認し、巡検前に予想した仮説について想起させる。その上で、巡検で観察・記録したデータを共有し、学習した内容から気付いたことを表現できるように支援する。また、「課題に正対しているか」という視点から振り返らせ、新たに得られた知識や自分の考えを表現するように支援する。

(4) 地学基礎の計画例

ア 単元の目標

- (ア) 活動する地球について、プレートの運動、火山活動と地震に関する基本的な概念や原理・法則などを理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付ける。
- (イ) 活動する地球について、観察、実験などを通して探究し、火山活動と地震について規則性や関係性を見いだして表現する。
- (ウ) 活動する地球について主体的に関わり、科学的に探究しようとする態度を養う。

イ 単元の評価規準

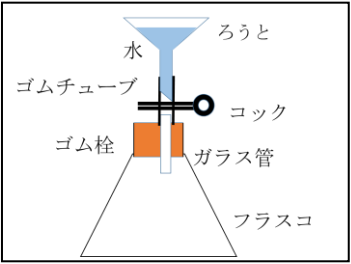

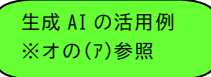

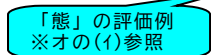
知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
活動する地球について、プレートの運動、火山活動と地震の基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。	活動する地球について、観察、実験などを通して探究し、活動する地球の規則性や関係性を見いだして表現している。	活動する地球に主体的に関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。

ウ 単元の指導と評価の計画 (15 時間)

次【時間】	ねらい、学習活動等	重点	記録	備考 (評価Bの規準)
1 【2時間】	<ul style="list-style-type: none"> ・3種類のプレートの境界の特徴について理解する。 ・プレートの境界で形成される大地形について、プレートの運動との関連を考察し、表現する。 	知 思		<ul style="list-style-type: none"> ・プレートの動きと、プレート境界で見られる地形的な特徴との関連を考察し、表現している。
2 【3時間】	<ul style="list-style-type: none"> ・断層の種類や褶曲の違いについて理解する。 ・変成岩が形成される広域変成作用と接触変成作用の違いについて理解する。 ・造山帯や大陸地形の形成の過程を表現する。 	知 思	○	<ul style="list-style-type: none"> ・世界の大山脈が、プレートの収束境界で生じた造山運動で形成されたことを理解している。〔記述分析〕
3 【2時間】	<ul style="list-style-type: none"> ・地震の発生と分布の特徴について理解する。 ・大森公式を利用して、初期微動継続時間から震源距離を求めることができる。 	知 思		<ul style="list-style-type: none"> ・初期微動継続時間から震源までの距離を求めることができる。
4 【3時間】  振り返って次につなげる	<ul style="list-style-type: none"> ・日本付近の地震の分布と種類を理解する。 ・日本付近の地震分布に関する資料を用いた実習を通して、地震の分布と地下のプレートとの関連を考察し、表現する。 ・火山分布の資料からマグマの発生する場所と地下のプレートとの関連を考察し、表現する。 	知 思 思	○	<ul style="list-style-type: none"> ・日本付近の地震の分布図を利用した実習を通して、日本付近の地震の分布の特徴を見いだして表現している。〔記述分析〕
5 【1時間】  見通しをもつ	<ul style="list-style-type: none"> ・火山の形成と火山活動について、プレートの運動と関連付けて検討し、課題を解決しようとする。 	態	○	<ul style="list-style-type: none"> ・モデルによる再現実験をもとに、プレートの運動と火山の形成との関連について検討し、課題を解決しようとしている。〔記述分析〕
6 【2時間】	<ul style="list-style-type: none"> ・噴火の仕組み、火山噴出物の種類、噴火の様式がマグマの性質とどのように関係しているか理解する。 ・マグマの性質と噴火様式や火山の形を関連付ける表から、実際の火山の形について、マグマの性質の関連を考察し、表現する。 	知 思		<ul style="list-style-type: none"> ・噴火の仕組み、火山噴出物の種類、噴火の様式がマグマの性質とどのように関係しているか理解している。
7 【2時間】  粘り強く取り組む	<ul style="list-style-type: none"> ・火成岩は、産状によって鉱物の形や組織が異なることを理解する。 ・火成岩の成り立ちについて、観察結果を踏まえ、火成岩の産状や分類と関連付けて、試行錯誤しながら考察しようとする。 	態	○	<ul style="list-style-type: none"> ・火成岩の成り立ちについて、火成岩の観察結果から、試行錯誤しながら考察しようとしている。〔記述分析〕

「態」の評価例
※オの(イ)参照

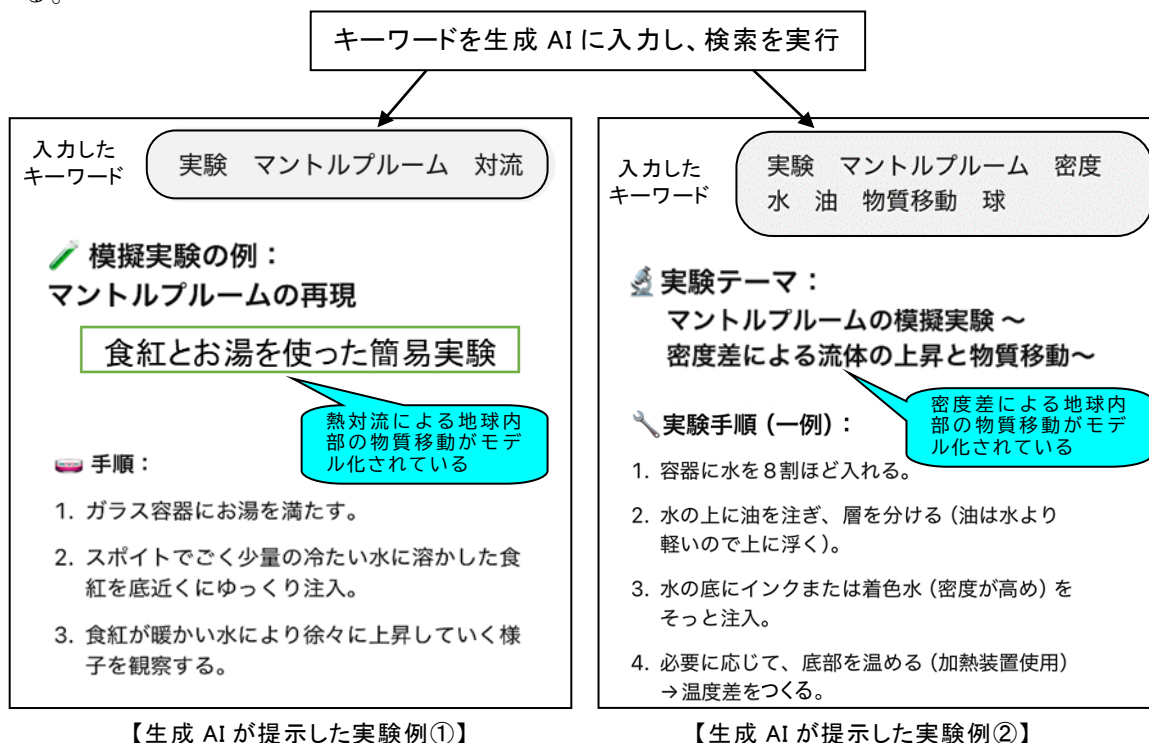
エ 学習指導案～本時の展開例～（11 時間目／15 時間中）

過程	学習内容・活動内容 ○…学習内容 S…生徒の反応・活動	指導上の留意事項 T…教師の発問・手立て ◇…評価規準（評価方法）※…留意点
導入	<p>○ 物質の移動の性質を確認する。</p>  <p>S1： 演示実験の結果の予想を、Google フォームに入力する。</p> <p>S2： 水が落ちない理由を考え、Google フォームに入力する。 〈予想される生徒の回答〉 ・ 空気があるから ・ 力が釣り合うから など</p> <p>S3： ゴム栓をゆるめると水は落ちるのではないか</p> <p>【課題の設定】</p> <p>課題： 演示実験の結果をもとに、マンテルプルームや対流をモデルにより再現する実験計画を立ててみよう。また、実験計画から、対流が起きる要因を見い出そう。</p>	<p>T： 演示実験 フラスコに、ガラス管の通ったゴム栓をして、ゴムチューブを介してろうととつなぐ。コックを用いてゴムチューブを止め、ろうとに水を注ぐ。</p> <p>T1： 「コックを開くと、水はどうなるか予想してください。」 ※予想分布を共有する。 コックを開いて結果を見る。</p> <p>T2： 「どうして水は落ちないのだろうか。水が落ちない理由について、各自の考えを入力してください。」</p> <p>T3： どうすれば水が落ちるだろうか。</p>
展開	<p>【検証計画の立案】</p> <p>○ プレート運動と火山活動を関連付けて理解する。</p> <p>S4： 自分の考えをまとめ、Google フォームに入力する。 〈予想される生徒の回答〉 ・ プレートが地球内部に沈み込むことで、火山が押し上げられるのではないか。 ・ プレートが地球内部に沈み込んだ分、地球内部からの地表部への隆起が起きるのではないか。 ・ プレートが沈み込む際のプレートの一部が、火山として上昇しているのではないか。</p> <p>S5： 班で考えを共有する。</p> <p>S6： マンテルプルームのモデル製作のための実験計画を立てる。</p>  <p>S7： 計画を班で共有し、よりよいモデルにするための方法について協議する。</p> <p>S8： 実験の計画を生成 AI に入力し、対話しながら、実際の地球で起きているマンテルプルームのモデルに近付ける。</p> <p>S9： 実験計画を完成させ、対流が起こる要因を読み取る。</p>  	<p>T4： 「演示実験を踏まえて、プレートの沈み込みと火山活動の関係性について、説明してみよう。」</p> <p>T5： 「入力した内容を班で共有しよう。」</p> <p>T6： 「これまでの学習内容や演示実験の結果を基に、マンテルプルームや対流のモデルを製作する実験計画を立ててみましょう。」</p> <p>T7： 「立案した実験計画を、班で共有し、実際の地球で起きているモデルに近付けられるよう話し合ってください。」</p> <p>T8： 「各班の実験計画を生成 AI に投げかけ、より再現度の高いモデルにする実験計画が立てられないか確認してください。」</p> <p>T9： 「生成 AI が示した実験方法を踏まえ、班の実験計画を完成させてください。また、完成させた実験計画から、対流が起きる要因を読み取ってみましょう。」</p>
まとめ	<p>【表現・伝達】</p> <p>S10： 班で考えた実験計画や生成 AI との応答で新たに気付いたことを Google フォームに入力する。</p> 	<p>T10： 「完成した実験計画を Google フォームに提出してください。」</p> <p>◇生徒が、Google フォームに入力した課題の回答を評価の材料とする。</p>

オ 学習の進め方や学習評価の工夫

(ア) 生成 AI の活用

本事例は、「エ 学習指導案～本時の展開例～」における生成 AI の活用について示したものである。マンテブルームのモデル製作に当たり、実験計画を実施する上で必要なキーワードを生成 AI に入力し、提示された実験例から、自分の計画に不足する要素や条件を収集し、実験計画を再検討する場面での活用が想定される。特に、地学基礎で取り扱う地球や宇宙についてはスケールが大きく、モデルを製作する際には多面的な要素が関わる。本時では、生成 AI を活用することで、マンテブルームが生じる複数の要因に気付くことができ、科学的な見方の広がり期待できる。



(イ) 「主体的に学習に取り組む態度」の評価例

【評価規準】

演示実験の結果や班での話し合い、生成 AI からの回答を踏まえ、プレートの沈み込みと火山活動の関係性を見だし、試行錯誤しながら課題を解決しようとしている。

【評価のポイント】

自分が考えたモデル製作の精度を向上させるために、話し合いや生成 AI から収集した情報をもとにして、実験計画をどのように改善したのかについて、生徒の記述を分析することにより、自らの学習を粘り強く調整しようとしているかどうかを評価する。

【評価Cの生徒に対する手立て】

前時までの学習内容や演示実験の原理を理解しているかを確認し、生徒がまとめたレポートや話し合いの様子を振り返らせる。その上で、話し合いや生成 AI の活用により、モデル実験をする上で必要な要素や条件について気付かせるよう支援する。このような支援により、自ら課題を設定し、結果を予想しながら見通しをもって実験を行うこと、課題の解決に向けて話合うことなどの意義や有用性を実感できるようにすることが大切である。

Topic

高等学校におけるESDの取組

1 ESDとは

ESD（持続可能な開発のための教育）は、気候変動、生物多様性の喪失、資源の枯渇等、人類の開発活動に起因する現代社会の問題を自らの問題として主体的に捉え、人類が将来の世代にわたり恵み豊かな生活を確保できるよう、身近なところから取り組むことで問題の解決につながる新たな価値観や行動等の変容をもたらし、持続可能な社会を実現していくことを目指して行う学習・教育活動である。

2 羅臼高校におけるESDの取組事例

羅臼高校では、幼・小・中・高で連携したESDの取組を進めている。世界自然遺産である知床の生物の多様性や野生生物との共存等、知床の自然を題材とした「知床学」を軸に、クマ学習・生態系学習・外来種学習、海洋教育・水産教室など、様々な教育活動を展開し、ふるさとを愛する気持ちと、地域課題の解決に向けて行動する力を育成している。（下図「羅臼の教育 ～羅臼の『ESD』と『SDGs』～」参照）



※羅臼高校における取組の内容（一部）

1 学年	知床学Ⅰ	羅臼町教育委員会、知床財団、羅臼漁協等、地域の関係機関と連携・協力し、知床半島の特徴や生息する生物について学習
2 学年	知床学Ⅱ	知床半島の独特の地形による生物多様性や、川や海の周辺に生息する動植物や海と森をつなぐ豊かな自然について学習
3 学年	海洋生物	ダイビング実習を通して、根室海峡に生息する生物の資源としての有用性や持続可能な利用の在り方について学習
	知床探究	野生動物の生態やそれに関わるゴミ問題などについて、小学生向けの体験学習プログラムを開発し、町内の小学校で実施

※取組の詳細については、[北海道羅臼高等学校公式note](#)を参照。