

理 科

1 学習指導と評価の改善・充実

今回の学習指導要領の改訂においては、基本的な考え方として次のことが示されている。

- ・科学的な概念の理解など基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観点から小・中・高等学校を通じた理科の内容の構造化を図る。
- ・科学的な思考力・表現力を育成する観点から探究的な学習活動をより一層充実する。

こうした中、平成24年度全国学力・学習状況調査（理科）において、小・中学校ともに「観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明すること」などに課題が見られたことから、本年2月、国立教育政策研究所から「全国学力・学習状況調査の結果を踏まえた理科の観察・実験に関する指導事例集」が発行され、生徒の科学的な思考力や表現力の育成を図るために、「観察・実験を計画すること」や「観察・実験の結果を分析して解釈し説明すること」などにおける指導のポイント、評価規準や指導計画等が例示された。

高等学校においても、観察・実験などの結果を分析し解釈して自らの考え方を導き出し、それらを表現する学習活動の充実が求められており、次の点に留意する必要がある。

- ・年間指導計画を見通して、観察や実験などを十分に行い、生徒が結果を分析して解釈し、自らの考えを導き出す機会を確保する。
- ・生徒に観察や実験の目的を十分に理解させ、主体的に取り組むようにする。
- ・実験の計画を立てさせたり、既習の知識や予備の実験に基づいて実験結果を予想させたり、仮説を設定させたりする。

思考力・判断力・表現力等の育成に向けては、基礎的・基本的な知識・技能を活用する学習活動を重視するとともに、知識・技能を活用する、論述、発表や討論、観察・実験とレポートの作成といった学習活動を積極的に取り入れ、学習指導の目標に照らして実現状況を評価していく必要がある。

そのために、各学校において、単元などの「学習内容のまとめ」を踏まえた指導上の目標を設定することが重要であり、設定した目標について、生徒がどのような学習状況を実現すればよいのか、具体的に想定した「評価規準」を設定し、その評価規準を「指導と評価の計画」に位置付ける必要がある。

2 「確かな学力」を育成する取組の改善・充実

本手引では、理科の各科目の「思考力、判断力、表現力等を育む学習活動」として、次のような事例を扱い、具体的な「評価規準」や「評価のポイント」等を記載した。



【思考力・判断力・表現力等を育む学習活動等】

- ア 観察・実験の結果や情報を整理・分析し、論理的にレポート等にまとめて表現
- イ 他者の考えとの共通点や相違点を意識しながら思考を深化
- ウ 教科書等の資料をまとめ説明したり、相手の立場や考えを互いに尊重した討議

(1) 「物理基礎」

□単元名 物体の運動とエネルギー

□単元の目標 日常に起こる物体の運動を観察、実験などを通して探究し、それらの基本的な概念や法則を理解させ、運動とエネルギーについての基礎的な見方や考え方を身に付けさせる。

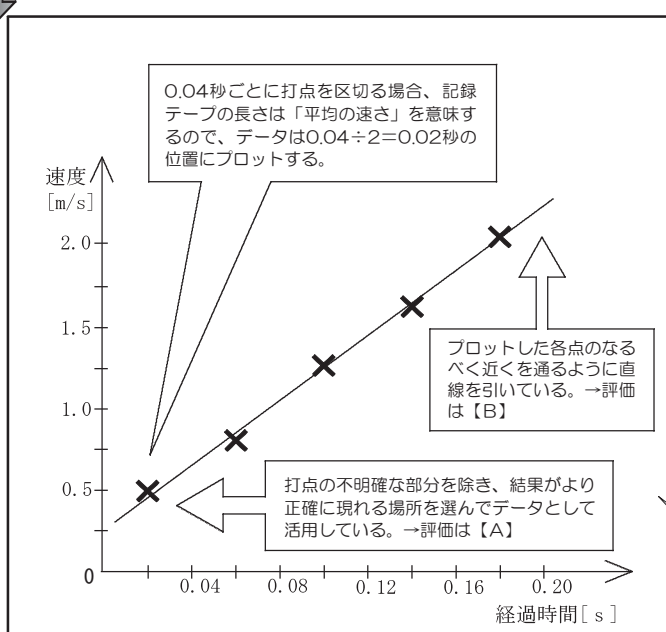
【指導計画（例）】記録タイマーを使用した重力加速度の大きさの測定

場面	学習活動	指導上の留意点
導入	1 実験の目的や手順を説明する【教師】。 2 器具の確認とその使用方法などを説明する【教師】。	・記録テープの巻き癖を直してから使用するなど、テープが記録タイマーをできるだけなめらかに通過する工夫をするように指導する。 ・おもりの落下点に雑巾等を置いて床を保護させる。
展開	3 記録テープの打点を基にグラフを作成し、グラフの傾きから重力加速度の大きさを求める【生徒】。	・記録テープの打点間隔をグラフ化する方法を具体的に説明する。 ・平均の速さを理解した上でグラフを作成させる。
まとめ	4 結果を考察し、レポートの内容を整理する【生徒】。	

ねらい	言語活動	評価の観点				評価規準	評価方法
		関	思	技	知		
・重力加速度の大きさ測定を行うことで自由落下が鉛直方向の等加速度運動であることを理解する。		◎				・実験操作に関心を持ち、重力加速度の大きさの測定を意欲的に行おうとする。	・ワークシートの記述内容 ・生徒観察
・実験の基本的な技能を習得する。	・グループで話し合いながら、基本的な実験操作を行い、結果をグラフにまとめる。 ・誤差の少ない測定方法についてグループ内で意見交換する。		◎			・実験器具を正しく使用している。 ・運動を妨げるもの、測定の誤差を大きくするものについて正しく指摘することができる。	・ワークシートの記述内容 ・生徒観察



【グラフの作成により、観察・実験の技能を評価する事例・・・ア】



【観察・実験の技能】

以下のことが満たされていれば、評価は【B】となる。

- ・縦軸・横軸に適切な項目、目盛りが書かれている。
- ・区切られた各時間における「平均の速さ」がグラフで正しく表現されている（右図参照）。
- ・プロットした各点のなるべく近くを通るように直線で、グラフを描いている（折れ線にしていない）。

【観察・実験の技能】

以下のようなことが明確に表されていれば、評価は【A】となる。

- ・数値的な誤差に注意して、適切な有効数字で表現している。
- ・テープの始め付近の、打点が不明確な部分のデータを除くなど、結果がより正確に現れる場所を選ぶ配慮をしている。

【評価のポイント】

実験で得られたデータを的確に記録し、表や図、グラフなどで分かりやすく適切に示しているかがポイントである。

(2) 「化学基礎」

□単元名 物質の質量と化学反応式

□単元の目標 物質の質量の概念を導入し、物質の質量と粒子数、質量、気体の体積との関係について理解させる。さらに反応に関与する物質の量的関係について観察、実験を行い、化学反応における物質の変化と量的関係を化学反応式で表すことができることを理解させる。

【指導計画（例）】

場面	学習活動	指導上の留意点
導入	1 前時の炭酸カルシウムと塩酸との反応の実験内容を確認するとともに、本時の話し合い活動のねらいを説明する【教師】。	・実験内容と物質の質量の概念を確認する。 ・薬品を使用する際の、安全眼鏡の着用などの配慮について、改めて説明する。
展開	2 化学反応式で表される物質の量的関係が係数の比で表されることを理解する【生徒】。 3 グラフを作成する【生徒】。 4 前時の実験結果との関連を理解する【生徒】。	・実験で求めた物質の質量をグループ全員で確認させ、物質の考え方を復習させる。 ・「正しいグラフのかき方」や「係数比と物質質量比の関係」を意識させながら、話し合いによりグラフを作成させる。 ・グラフを相互評価するための評価規準を生徒の話し合いで決めさせる（相互評価シートの項目1、2、3）。
まとめ	5 本時のまとめと次時の予告を行う。	・化学反応式と実験内容の関連を確認する。

ねらい	言語活動	評価の観点				評価規準	評価方法
		関	思	技	知		
・粒子の数に基づく量の表し方である物質の質量の概念を導入し、さらに化学反応式を用いて化学反応における物質の変化とその量的関係について理解させる。	・生徒の相互評価による話し合い活動				◎	・物質の質量と質量や気体の体積との関係、化学反応に関与する物質の変化とその量的関係について、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。	・相互評価シート ・生徒観察



【生徒の相互評価による話し合い活動の事例・・・イとウ】

相互評価シート ○年○組2班 ○○○○

No.	項目ごとの各小計			総計 /12点	コメント
	項目1	項目2	項目3		
1班	3	4	3	10	プロットと線が合っていないように見えました。
2班					
3班	4	4	3	11	点についての説明などわかりやすかったです。
4班	3	3	3	9	単位を間違っていました。

各班のグラフの特徴をよ

【ウェブ資料の活用】

<北海道高等学校学力向上推進事業>
ベーシックモデル理科【化学】より
<http://www.gakuryoku.hokkaido-c.ed.jp>

加えた塩酸と発生した二酸化炭素の量的関係について、知識の定着を見るため、活用する。

【コード1311, 1312】

1 炭酸カルシウムCaCO₃（式量100）1.0g に1.0mol/L塩酸を10mL加えたとき、20mL加えたとき、30mL加えたときに発生する二酸化炭素の、標準状態における体積として最も適当な組合せを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

	塩酸10mL	塩酸20mL	塩酸30mL
①	112mL	112mL	112mL
②	112mL	224mL	224mL
③	112mL	224mL	336mL
④	224mL	224mL	224mL
⑤	224mL	448mL	448mL



【知識・理解】

評価規準の項目を正しく設定し、相互評価シートによる相互評価を行っていただければ、評価は【B】となる。

【知識・理解】

評価規準の項目を正しく設定し、相互評価シートによる相互評価を行い、加えた塩酸と発生した二酸化炭素の量を化学反応式の係数と結びつけて理解していただければ、評価は【A】となる。

(3) 「生物基礎」

□単元名 生物と遺伝子

□単元の目標 生物と遺伝子について観察、実験などを通して探究し、細胞の働き及びDNAの構造と機能の概要を理解させ、生物についての共通性と多様性の視点を身に付けさせる。

【指導計画（例）】

場面	学習活動	指導上の留意点
導入	1 1班4人程度のグループ学習とする【生徒】。 2 前時の実験「ユスリカのだ腺染色体のDNAとRNAの染め分け」について確認する【生徒】。 3 ポスターを使って発表することを説明する【教師】。 4 顕微鏡写真をプロジェクタ投影し、観察の際のポイントと本時のねらいを説明する【教師】。	<ul style="list-style-type: none"> ・前時に撮影した顕微鏡写真の電子データがタブレット端末に保存されているか、確認させる。 ・使用する顕微鏡写真は、「酢酸オルセインで染色したもの（以下、写真1）」と「メチルグリーン・ピロニン染色液で染色もの（以下、写真2）」とする。 ・本時のねらいを明確に示し、目的意識をもって作業に取り組めるように配慮する。 ・ポスターの作成に必要な道具を配布する。
展開	5 写真1と写真2を比較しながら、観察データを分析・解釈する【生徒】。 6 発表に用いるポスターを作成する【生徒】。	<ul style="list-style-type: none"> ・机間巡視しながら、写真1と写真2をタブレット端末のピンチにより拡大し、それぞれの相違点を見い出すように指導する。 ・ポスター作成については、分析・解釈した内容が効果的に伝わるレイアウトになるように指導する。
まとめ	7 グループごとにポスター発表を行う【生徒】。 8 発表後、グループ内で、他のグループの分析・解釈との相違について話し合い、参考となったことについて、各自でレポートにまとめる【生徒】。	<ul style="list-style-type: none"> ・発表については、分かりやすく論理的な説明になるように指導する。 ・グループ全員が発表するように指導する。 ・協同学習により、他のグループの分析・解釈を参照し、自己の考えが深まるように指導する。

ねらい	言語活動	評価の観点				評価規準	評価方法
		関	思	技	知		
・DNAとRNAの染め分け実験の結果について、顕微鏡写真の撮影を行い、顕微鏡写真の分析・解釈と、その内容に係るポスター制作やポスター発表を通して、転写と翻訳の概要について理解させる。	・顕微鏡写真の分析・解釈とグループの話し合いによるポスターの作成及びポスター発表。	○	◎			・顕微鏡写真の分析・解釈において、転写と翻訳の概要について理解している。	・ポスターの記述内容 ・発表内容 ・レポートの記述内容

【顕微鏡写真の観察とポスター発表により、考察を深めさせる事例・・・アとイ】



ポスター作成については、大きな色つきの台紙を用意し、白い紙に記入して、台紙に両面テープを用いて貼る。個人の意見の単なる寄せ集めにならないように注意し、合意形成を図ることで分析・解釈が深まるように指導する。

【思考・判断・表現】
 パフの赤桃色に染まっている部分にはRNAが、青緑色に染まっている部分にはDNAが存在していることから、パフで遺伝子の転写が起きていること、さらに、転写と翻訳の概要について触れた記述があれば、評価は【B】となる。

【思考・判断・表現】
 転写と翻訳の概要に加え、染色体の横縞の間隔の規則性やパフが現れる位置の共通性などについても触れられていれば、評価は【A】となる。

ポスター発表後、質疑応答を行う。教師は発表に対して適切な助言をする。全ての発表終了後、他のグループとの相違について考察させるとともに、各自で気付いた点についてレポートにまとめさせ理解が深まるように工夫をする。



【思考力・判断力・表現力を育む言語活動】
 生徒が自分でまとめた事柄などについて説明したり、相手の立場や考えをお互いに尊重し合ったりするような言語活動を充実させることにより、表現力が身に付くとともに、考察をより深めることができる。

(4) 「地学基礎」

□単元名 地球環境の科学

□単元の目標 地球温暖化、オゾン層破壊、エルニーニョ現象などの現象をデータに基づいて人間生活と関連させ、地球規模の自然環境の変化を科学的に考察させる。

【指導計画(例)】

場面	学習活動	指導上の留意点
導入	1 前時の学習内容の確認と本時のねらいを説明する【教師】。	・言葉を概念ラベルとして表し、関係のある概念ラベル同士を線で結び、それらの関連を線の上に書き記して作成するコンセプトマップについて確認させる。
展開	2 北極圏の海氷面積の変化を調べる実習を行う【生徒】。	・必要な観測データを入手して、「適切なグラフのかき方」を意識させながら、平均海氷面積の変化を表したグラフを作成するように指導する。
まとめ	3 自然環境の変化についてのコンセプトマップを作成する【生徒】。	・概念ラベルは必要に応じて付け加えさせる。 ・机間巡視し、考えの違う生徒がいれば、適宜発表させる。

ねらい	言語活動	評価の観点				評価規準	評価方法
		関	思	技	知		
・地球環境の科学について学習した内容を、コンセプトマップを作成することにより、地球を構成する各圏が相互に作用し合う1つのシステムであることを理解させる。	・各自が作成したコンセプトマップをもとに、グループ内で話し合いを行い、各自のマップを修正する。		◎		○	・人間生活と関連している地球規模の自然環境の変化について考察し、導き出した考えを表現している。	・コンセプトマップによる評価



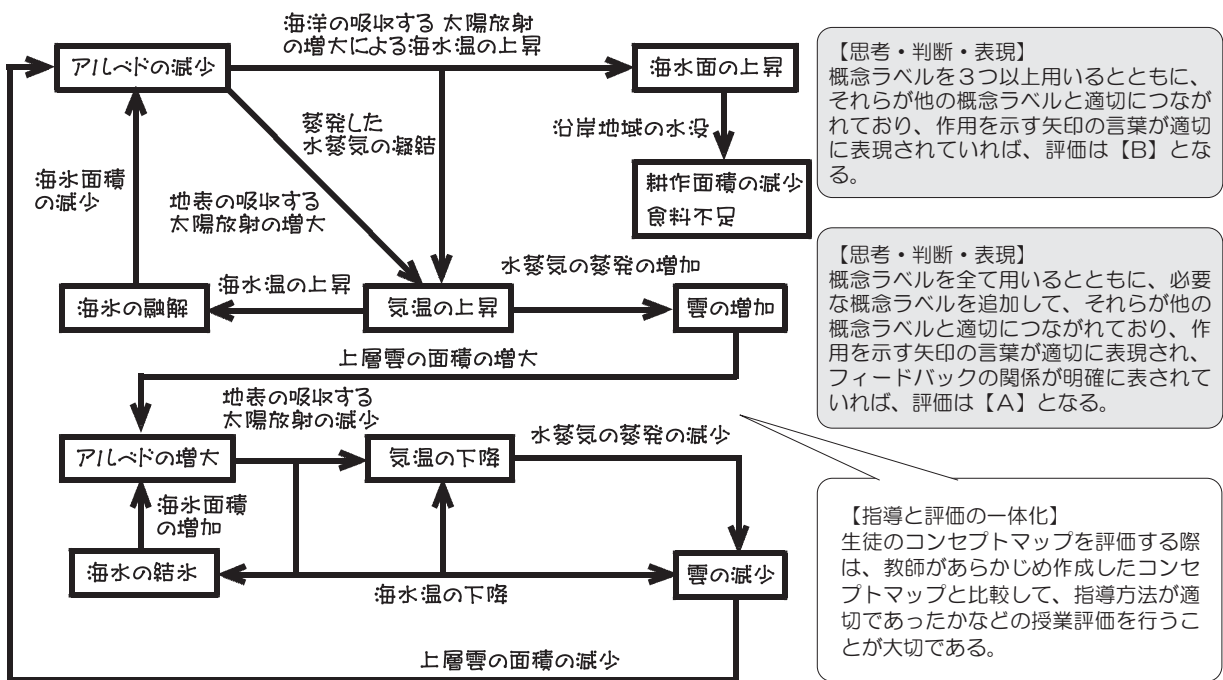
【コンセプトマップの作成により、導き出した考えを表現させる事例・・・アとウ】

自然環境の変化についてのコンセプトマップ

2年3組4番 氏名○○○○

- 1 次の言葉について、関係ある言葉を選んで、一方の言葉から他方の言葉への作用を示す矢印でつないでください。
- 2 つないだ矢印の横に、一方の言葉から他方の言葉への作用を示す言葉を記入してください。
- 3 付け加えたい言葉を書き加えてください(人間生活や地球環境に関連する言葉など)。

気温の上昇 気温の下降 海氷の融解 海水の結氷 アルベドの増大 アルベドの減少



Topic

文部科学省「スーパーサイエンスハイスクール(S S H)」の取組事例

1 道内の S S H 指定校

道教委では、北海道教育推進計画の施策項目に「理科・数学教育の充実」を掲げ、理科・数学教育を重点的に行う高校を拠点校に位置付け、科学技術等の発展に寄与できる人材育成を進めている。

S S Hに指定された学校においては、次のような特色ある取組を行うとともに、その成果の全道への普及を図っている。

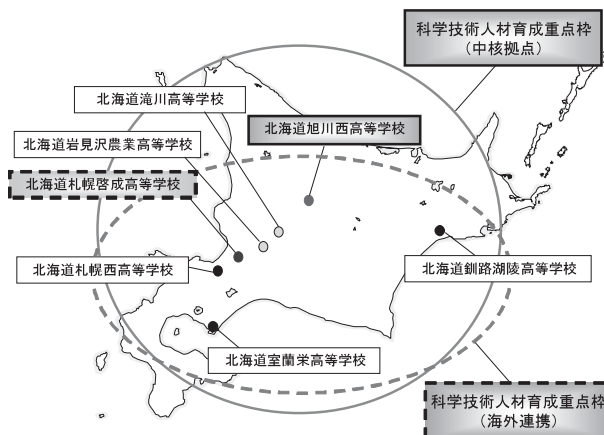


表 S S Hに指定された道立高校による特色ある取組事例

指定年度	高校名	特色のある取組事例	内容
H22 (5年目)	札幌啓成	環境教育の取組	野幌森林公園やカナダでの森林学習を通じて、環境保全の意義を理解し、自然科学に関する興味関心を高める。
H22 (5年目)	旭川西	中高連携の取組	中学生の希望者に先端的な科学技術に関する講座を実施し、自然科学に対する興味・関心を高める。
H24 (3年目)	釧路湖陵	評価の工夫の取組	ルーブリックを用いて生徒評価を行い、必要な評価規準の明確化、適切な評価基準の設定を行う。
H24 (3年目)	札幌西	先進的な理数教育のプログラム開発の取組	物理・化学・生物・地学の理科四領域で、パソコン等の情報機器を用いながら実験・実習を行う。
H25 (2年目)	滝川	環境教育の取組	宮島沼やウトナイ湖で水質調査、温室効果気体の観測などの環境調査を行う。
H25 (2年目)	岩見沢農業	大学や研究機関と連携した取組	講義や実習指導を実施し、探究方法や最先端研究に繋がる科学的知識を身に付けさせる。
経過措置 (1年)	室蘭栄	環境教育、防災教育等の取組	火山防災講演会や有珠山巡検などを行い、自然と人間との関わりについて実感を伴った理解を得る。

2 北海道釧路湖陵高等学校における評価の工夫の取組

化学等において、ルーブリックに基づくパフォーマンス評価の研究を進めている。以下「希薄溶液の沸点上昇」の展開例を示す。

(1) ルーブリックを用いた学習課題及び評価の観点の説明

実験前に、ルーブリックを用いた学習課題や評価の観点を説明することにより、生徒は学習目標を明確にしなが、取り組むことができる。

ルーブリックとは、成功の度合いを示す数値的な尺度と、それぞれの尺度に見られる認識や行動の特徴を示した記述語からなる評価指標のことをいう。

【実験に関するルーブリック (例)】

到達度	
4	自ら手順に従って、グループで分担しながら正確に実験を進め、結果を得ることができる。
3	自ら手順に従って、実験を進め、結果を得ることができる。
2	教員の補助を受けながら実験を進め、結果を得ることができる。
1	実験を進めることができず、結果を得ることができない。

(2) 個々の生徒の取組から協同的な学習へ

実験後、得られた結果から、個々の生徒は「沸点上昇が起きる理由」と「沸点上昇と質量モル濃度の関係」について仮説を立てた後、粒子モデルを用いて説明することにより、粒子的な視点を意識させることができる。また、グループ内で意見交換を行うことにより、個々の生徒の考えについて振り返らせることができる。

(3) 学習の成果の共有

(2)の結果について教師からの質問を通じて理解を深化させた後、教師から例題を用いてまとめの説明を行うことにより、知識の定着を図ることができる。