

第4節 理 科

第1 指導計画の作成

1 指導計画作成の基本的な考え方

(1) 理科の目標や改訂の趣旨を踏まえて作成する

中学校理科の目標は、中学校学習指導要領に以下のように示されている。

自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 自然の事物・現象についての理解を深め、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的な技能を身に付けるようにする。
- (2) 観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う。
- (3) 自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養う。

目標の前段では、どのような学習の過程を通してねらいを達成するかが示されている。次に後段で、育成を目指す資質・能力として(1)では「知識及び技能」(2)では「思考力、判断力、表現力等」(3)では「学びに向かう力、人間性等」がそれぞれ示されている。

(2) 「理科の見方・考え方」を働かせることができるようにする

ア 質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉えさせる。

イ 比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えさせる。

(3) 生徒の主体的な取組を重視する

ア 「課題の把握（発見）」、「課題の探究（追究）」、「課題の解決」といった探究の過程を通じた学習活動を行い、各過程において、資質・能力が育成されるよう指導の改善を図る。

イ 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。

(4) 主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を図る

授業改善の視点例（期待される生徒の学び）	
主体的な学び	・問題を見だし、見通しをもって課題や仮説の設定や観察、実験の計画を立案している。 ・観察、実験の結果を分析し解釈して仮説の妥当性の検討、全体を振り返って改善策を考えている。 ・得られた知識及び技能を基に、次の課題を発見、新たな視点で自然の事物・現象を把握している。
対話的な学び	・あらかじめ個人で考え、その後、意見交換したり、科学的な根拠に基づいて議論したりして、自分の考えをより妥当なものにしている。
深い学び	・「理科の見方・考え方」を働かせながら探究の過程を通して学び、理科で育成を目指す資質・能力を獲得するようにしている。 ・様々な知識を結び付け、より科学的な概念を形成するようにしている。 ・新たに獲得した資質・能力に基づいた「理科の見方・考え方」を、次の学習や日常生活などにおける問題の発見や解決の場面で働かせている。

(5) 指導内容の関連や系統性を重視する

ア 小学校及び高等学校の学習指導要領との関連、一貫性にも留意する。

イ 指導の重点等（各学年で主に重視する探究の学習過程）を把握する。

第1学年：自然の事物・現象に進んで関わり、その中から問題を見いだす。

第2学年：解決する方法を立案し、その結果を分析して解釈する。

第3学年：探究の過程を振り返る。

【参考】 小学校の各学年で主に重視する問題解決の過程の中で用いる「考え方」

第3学年：比較する 第4学年：関係付ける 第5学年：条件を制御する 第6学年：多面的に考える

2 指導計画作成の一般的な手順

指導計画の作成に当たっては、学習指導要領の目標及び各分野の目標や内容のねらいが十分達成できるように次の事項に配慮する。

(1) 学習指導要領の目標や内容を研究する

(2) 生徒、学校、地域の実態を把握する

ア 観察、実験の知識、技能についての習熟度や生活経験の有無、興味・関心などの実態を把握する。

- イ 学習の目標や内容に照らして、効果的で安全性の高い観察、実験の方法を選択する。
- ウ 観察、実験の充実や事故等の未然防止のため、学校の施設・設備・備品などを点検し現状を把握する。
- エ 地域の特性を十分生かすため、自然環境を調査し、指導計画の中に野外観察などの活動を位置付ける。
- (3) 教科書や教材の研究を深める
 - ア 教科等横断的な視点を持ち研究に努める。
 - イ 自然体験の大切さや日常生活や社会における科学の有用性を実感できる場面を設定する。
- (4) 単元の構成と教材の配列に留意する
 - ア 各学年においては、年間を通じて、各分野におよそ同程度の授業時数を配当する。
 - イ 観察、実験、野外活動などの体験的な学習活動の充実に配慮する。
 - ウ 第1分野(7)のアと第2分野(7)のアについては、それまでの第1分野と第2分野の学習の成果を生かして総合的に扱うため、第1分野と第2分野を区別することなく一括して実施する。
 - エ 両分野ともに内容の(1)及び(2)は第1学年、内容の(3)及び(4)は第2学年、内容の(5)から(7)までは第3学年で取り扱うものとする。
 - オ 自然災害に関する内容の充実を図る。
- (5) 指導計画の中に、評価規準や評価方法を明確に示す。
- (6) 実践後、学習の実現状況等を踏まえ、課題を明らかにして指導計画を見直し、改善を図る。

3 指導計画作成に当たっての留意すべき事項

- (1) 「特別な配慮を必要とするなど課題を抱えた生徒への指導」の視点
 - 一人一人の教育的ニーズに応じたきめ細かな指導ができるよう、学びの過程において考えられる困難さに対する指導の工夫の意図、手立てを明確にする。
- (2) 「主体的・対話的で深い学び」の視点
 - ア 必ずしも1単位時間の授業の中で全てを実現するものではなく、単元など内容や時間のまとまりを見通して授業改善を進めていく。
 - イ 生徒が考える場面と教師が教える場面をどのように組み立てるのか工夫する。
 - ウ 「理科の見方・考え方」を習得・活用・探究という学びの過程の中で働かせ、質の高い深い学びにしていく。
- (3) 「教科等横断的」な視点
 - 各教科と関連する内容や学習時期を把握し、各教科の「見方・考え方」、各教科で育成を目指す資質・能力などについて、教職員間で相互に連携しながら、学習の内容や系統性に留意し、学習活動を進める。
- (4) 「社会に開かれた教育課程」の視点
 - ア 地域の人材や、教材を活用する。
 - イ 博物館や科学学習センターなどと積極的に連携し、協力を図る。
- (5) 「道徳教育の充実」の視点
 - 道徳教育の全体計画との関連、指導の内容及び時期等に配慮し、相互に効果を高め合うように工夫する。
- (6) 「十分な観察、実験の時間や探究する時間の設定」の視点
 - ア 年間の指導計画を見通して、生徒自ら課題を解決するために、探究する時間を十分に確保する。
 - イ 観察、実験においては、その実施時期などを考慮したり、継続的に野外観察をしたり、十分な結果が得られなかった場合は観察、実験をやり直したりする。
 - ウ 観察、実験の結果を整理したり、探究的に学習活動をしたりする時間などを充実させるには、2単位時間を連続して確保するなどの方法も考えられる。
- (7) 「日常生活との関連」の視点
 - ア 理科で学習する規則性や原理などが日常生活や社会で活用されていることにも触れ、実生活において極めて重要な役割を果たしていることに気付かせるようにする。
 - イ 理科で学習することが様々な職業などと関係していることにも触れる。

第2 指導計画作成のための資料

1 内容の構成図

小学校・中学校理科の第1分野（エネルギー・粒子）の内容構成

[] : (小学校) 各学年で主に育成を目指す問題解決の力 : (中学校) ○ねらい □指導上の留意点

校種	学年	エネルギー			
		エネルギーの捉え方	エネルギーの変換と保存	エネルギー資源の有効利用	
小学校	第3学年	風とゴムの力の働き ・風の力の働き ・ゴムの力の働き [比較する：差異点や共通点を基に、問題を見いだす力]	光と音の性質 ・光の反射・集光 ・光の当て方と明るさや暖かさ ・音の伝わり方と大小	磁石の性質 ・磁石に引き付けられる物 ・異極と同極	電気の通り道 ・電気を通すつなぎ方 ・電気を通す物
	第4学年		電流の働き ・乾電池の数とつなぎ方 [関係付ける：既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想する力]		
	第5学年	振り子の運動 ・振り子の運動 [条件を制御する：予想や仮説を基に、解決の方法を発想する力]	電流がつくる磁力 ・鉄心の磁化、極の変化 ・電磁石の強さ		
	第6学年	てこの規則性 ・てこのつり合いの規則性 ・てこの利用 [多面的に考える：より妥当な考えをつくりだす力]	電氣の利用 ・発電（光電池（小4より移行）を含む）、蓄電 ・電氣の変換 ・電氣の利用		
中学校	第1学年	力の働き ・力の働き（2力のつり合い）（中3から移行）を含む 光と音 ・光の反射・屈折（光の色を含む） ・凸レンズの働き ・音の性質	○理科の見方・考え方を働かせ、観察、実験などを行い、身近な物理現象を日常生活や社会と関連付けながら理解させる。 ○観察、実験などに関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成する。 □問題を見いだし見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、規則性や関係性を見いだして表現させる。 □簡単なカメラや楽器などのものづくりを取り入れ、原理や仕組みの理解を深めさせる。		
	第2学年	電流 ・回路と電流・電圧 ・電流・電圧と抵抗 ・電氣とそのエネルギー（電氣による発熱（小6から移行）を含む） ・静電氣と電流（電子 放射線を含む） 電流と磁界 ・電流がつくる磁界 ・磁界中の電流が受ける力 ・電磁誘導と発電	○理科の見方・考え方を働かせ、観察、実験などを行い、電流、電流と磁界について日常生活や社会と関連付けながら理解させる。 ○観察、実験などに関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成する。 □見通しをもって課題を解決する方法を立案して観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、規則性や関係性を見いだして表現させる。 □レポートの作成や発表を適宜行わせ、科学的な根拠に基づいて表現する力を育成する。		
	第3学年	力のつり合いと合成・分解 ・水中の物体に働く力（水圧、浮力（中1から移行）を含む） ・力の合成・分解 運動の規則性 ・運動の速さと向き ・力と運動 力学的エネルギー ・仕事とエネルギー ・力学的エネルギーの保存	○理科の見方・考え方を働かせ、観察、実験などを行い、力、圧力、仕事、エネルギーについて日常生活や社会と関連付けながら理解させる。 ○観察、実験などに関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成する。 □見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、規則性や関係性を見いだし表現させるとともに、探究の過程を振り返らせる。 □測定値には誤差が必ず含まれていることや、誤差を踏まえたうえで規則性を見いださせるよう、表やグラフを活用しながら指導する。		
			エネルギーと物質 ・エネルギーとエネルギー資源（放射線を含む） ・様々な物質とその利用（プラスチック（中1から移行）を含む） ・科学技術の発展		自然環境の保全と科学技術の利用 ・自然環境の保全と科学技術の利用（第2分野と共通）
		○理科の見方・考え方を働かせ、観察、実験などを行い、エネルギーや物質についての理解を深め、エネルギー資源や物質を有効に利用することが重要であることを認識させる。 ○科学技術の発展の過程や科学技術が人間生活に貢献していることの理解を深めさせ、思考力、判断力、表現力等を育成する。 □自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について多面的、総合的に捉え、科学的に考察して判断させるようにする。 □第2分野の(7)と関連付けて総合的に行い、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考えさせ、持続可能な社会をつくっていくことが重要であることを認識させる。			

校種	学年	粒 子			
		粒子の存在	粒子の結合	粒子の保存性	粒子のもつエネルギー
小学校	第3学年	[比較する：差異点や共通点を基に、問題を見いだす力]		物と重さ ・形と重さ ・体積と重さ	
	第4学年	空気と水の性質 ・空気の圧縮 ・水の圧縮	[関係付ける：既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想する力]		金属、水、空気と温度 ・温度と体積の変化 ・温まり方の違い ・水の三態変化
	第5学年	[条件を制御する：予想や仮説を基に、解決の方法を発想する力]		物の溶け方（溶けている物の均一性（中1より移行）を含む） ・重さの保存 ・物が水に溶ける量の限度 ・物が水に溶ける量の変化	
	第6学年	燃焼の仕組み ・燃焼の仕組み	水溶液の性質 ・酸性、アルカリ性、中性 ・金属を変化させる水溶液	・気体が溶けている水溶液	
中学校	第1学年	物質のすがた ・身の回りの物質とその性質 ・気体の発生と性質		水溶液 ・水溶液	状態変化 ・状態変化と熱 ・物質の融点と沸点
	第2学年	物質の成り立ち ・物質の分解 ・原子・分子	化学変化 ・化学変化 ・化学変化における酸化と還元 ・化学変化と熱		化学変化と物質の質量 ・化学変化と質量の保存 ・質量変化の規則性
	第3学年	水溶液とイオン ・原子の成り立ちとイオン ・酸・アルカリ ・中和と塩			化学変化と電池 ・金属イオン ・化学変化と電池
		エネルギーと物質 ・エネルギーとエネルギー資源（放射線を含む） ・様々な物質とその利用（プラスチック（中1から移行）を含む） ・科学技術の発展		○理科の見方・考え方を働かせ、観察、実験などを行い、エネルギーや物質についての理解を深め、エネルギー資源や物質を有効に利用することが重要であることを認識させる。 ○科学技術の発展の過程や科学技術が人間生活に貢献していることへの理解を深めさせ、思考力、判断力、表現力等を育成する。 □自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について多面的、総合的に捉え、科学的に考察して判断させるようにする。 □第2分野の(7)と関連付けて総合的にを行い、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考えさせ、持続可能な社会をつくっていくことが重要であることを認識させ	
		自然環境の保全と科学技術の利用 ・自然環境の保全と科学技術の利用（第2分野と共通）			

小学校・中学校理科の第2分野（生命・地球）の内容構成

[] : (小学校) 各学年で主に育成を目指す問題解決の力

□ : (中学校) ○ねらい □指導上の留意点

校種	学年	生 命		
		生物の構造と機能	生命の連続性	生物と環境の関わり
小学校	第3学年	身の回りの生物 ・身の回りの生物と環境との関わり ・昆虫の成長と体のつくり ・植物の成長と体のつくり [比較する：差異点や共通点を基に、問題を見いだす力]		
	第4学年	人の体のつくりと運動 ・骨と筋肉 ・骨と筋肉の働き		季節と生物 ・動物の活動と季節 ・植物の成長と季節
	第5学年		植物の発芽、成長、結実 ・種子の中の養分 ・発芽の条件 ・成長の条件 ・植物の受粉、結実	動物の誕生 ・卵の中の成長 ・母体内の成長
	第6学年	人の体のつくりと働き ・呼吸 ・消化・吸収 ・血液循環 ・主な臓器の存在	植物の養分と水の通り道 ・でんぷんのでき方 ・水の通り道	生物と環境 ・生物と水、空気との関わり ・食べ物による生物の関係（水中の小さな生物（小5から移行）を含む） ・人と環境
	第1学年	生物の観察と分類の仕方 ・生物の観察 ・生物の特徴と分類の仕方		
		生物の体の共通点と相違点 ・植物の体の共通点と相違点 ・動物の体の共通点と相違点（中2から移行）	○理科の見方・考え方を働かせ、身近な生物についての観察、実験などを行い、いろいろな生物の特徴を見いだして生物の体の基本的なつくりを理解させる。 ○生物を分類するための技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成する。 □問題を見いだし見通しをもって整理する力を養い、生物を分類するための観点や基準を見いだし表現させる。 □生物の生活や特徴に関する観察の機会を意識的に設け、興味・関心を高めるようにする。	
中学校	第2学年	生物と細胞 ・生物と細胞	○理科の見方・考え方を働かせ、生物の体のつくりと働きについての観察、実験などを行い、生物と細胞、植物と動物の体のつくりと働きについての規則性や関係性を見いだして理解させる。 ○観察、実験などに関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成する。 □見通しをもって課題を解決する方法を立案して観察、実験などを行い、生物の体のつくりと働きについての規則性や関係性を見いだして表現させる。 □生物の体のつくりと働きを総合的に理解することを通して、生命を尊重する態度を育成する。	
		植物の体のつくりと働き ・葉・茎・根のつくりと働き（中1から移行）	動物の体のつくりと働き ・生命を維持する働き ・刺激と反応	
第3学年		生命の成長と殖え方 ・細胞分裂と生物の成長 ・生物の殖え方	遺伝の規則性と遺伝子 ・遺伝の規則性と遺伝子	生物と環境 ・自然界のつり合い ・自然環境の調査と環境保全 ・地域の自然災害
		生物の種類の多様性と進化 ・生物の種類の多様性と進化 （中2から移行）	自然環境の保全と科学技術の利用 ・自然環境の保全と科学技術の利用 （第1分野と共通）	
		○理科の見方・考え方を働かせ、生命の連続性についての観察、実験などを行い、生物の成長と殖え方の特徴や遺伝の規則性、及び長い時間をかけて生物は変化して多様な生物の種類が生じてきたことを見いだして理解させる。 ○観察、実験などに関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成する。 □見通しをもって観察、実験などを行い、生命の連続性に関わる特徴や規則性を見いだして表現させるとともに、探究の過程を振り返らせる。 □生命の連続性が保たれていることや多様な生物の種類が生じてきたことについて認識を深め、生命を尊重する態度を育成する。		

校種	学年	地 球			
		地球の内部と地表面の変動	地球の大気と水の循環	地球と天体の運動	
小学校	第3学年	<p>太陽と地面の様子</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日陰の位置と太陽の位置の変化 ・地面の暖かさや湿り気の違い <p>[比較する：差異点や共通点を基に、問題を見いだす力]</p>			
	第4学年	<p>雨水の行方と地面の様子</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地面の傾きによる水の流れ ・土の粒の大きさと水のしみ込み方 	<p>天気の様子</p> <ul style="list-style-type: none"> ・天気による1日の気温の変化 ・水の自然蒸発と結露 	<p>月と星</p> <ul style="list-style-type: none"> ・月の形と位置の変化 ・星の明るさ、色 ・星の位置の変化 	
	第5学年	<p>流れる水の働きと土地の変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・流れる水の働き ・川の上流・下流と川原の石 ・雨の降り方と増水 	<p>天気の変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・雲と天気の変化 ・天気の変化の予想 		
	第6学年	<p>土地のつくりと変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土地の構成物と地層の広がり(化石を含む) ・地層のでき方 ・火山の噴火や地震による土地の変化 		<p>月と太陽</p> <ul style="list-style-type: none"> ・月の位置や形と太陽の位置 	
	[条件を制御する：予想や仮説を基に、解決の方法を発想する力]				
	[多面的に考える：より妥当な考えをつくりだす力]				
中学校	第1学年	<p>身近な地形や地層、岩石の観察</p> <ul style="list-style-type: none"> ・身近な地形や地層、岩石の観察 <p>地層の重なりと過去の様子</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地層の重なりと過去の様子 <p>火山と地震</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火山活動と火成岩 ・地震の伝わり方と地球内部の働き <p>自然の恵みと火山災害・地震災害</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自然の恵みと火山災害・地震災害(中3より移行) 	<p>○理科の見方・考え方を働かせ、大地の成り立ちと変化についての観察、実験などを行い、地層や火山、地震について理解させる。</p> <p>○観察、実験などに関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成する。</p> <p>□問題を見いだし見通しをもって観察、実験などを行い、地層の重なり方や広がり方の規則性や、地下のマグマの性質と火山の形との関係性などを見い出して表現させる。</p> <p>□地層及びその構成物、火山、地震等の現象が互いに関連していることを捉えさせ、大地の成り立ちと変化について、総合的に見るができるようにする。</p>		
	第2学年	<p>気象観測</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気象要素(圧力(中1の第1分野から移行)を含む) ・気象観測 <p>天気の変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・霧や雲の発生 ・前線の通過と天気の変化 <p>日本の気象</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本の天気の特徴 ・大気の動きと海洋の影響 	<p>○理科の見方・考え方を働かせ、天気の変化や日本の天気の特徴を、大気中の水の状態変化や大気の動きと関連付けて理解させる。</p> <p>○観察、実験などに関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成する。</p> <p>□見通しをもって課題を解決する方法を立案して観察、実験などを行い、天気の変化や日本の気象についての規則性や関係性を見い出して表現させる。</p> <p>□天気の変化や日本の天気の特徴が大気中の水の状態変化や大気の動き、海洋の影響と関連していることを捉えさせ、気象とその変化について総合的に見るができるようにする。</p> <p>自然の恵みと気象災害</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自然の恵みと気象災害(中3より移行) 		
	第3学年	<p>生物と環境</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自然界のつり合い ・自然環境の調査と環境保全 ・地域の自然災害 	<p>天体の動きと地球の自転・公転</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日周運動と自転 ・年周運動と公転 		<p>太陽系と恒星</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽の様子 ・惑星と恒星 ・月や金星の運動と見え方
<p>○理科の見方・考え方を働かせ、観察記録や資料などを基に、地球の運動や太陽系の天体とその運動の様子を関連付けて理解させる。</p> <p>○観察、実験に関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成する。</p> <p>□見通しをもって観察、実験などを行い、天体の運動と見え方についての特徴や規則性を見い出して表現させるとともに、探究の過程を振り返らせる。</p> <p>□観察者の視点を移動することで、天体の運動と見え方を関連させて捉えることができるようにする。</p>					
<p>自然環境の保全と科学技術の利用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自然環境の保全と科学技術の利用(第1分野と共通) 					
<p>○理科の見方・考え方を働かせ、自然界における生物相互の関係や自然界のつり合いについて理解させる。</p> <p>○自然と人間との関わり方について認識を深めさせ、思考力、判断力、表現力等を育成する。</p> <p>□自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について、多面的、総合的に捉え、科学的に考察して判断させるようにする。</p> <p>□第1分野の(7)と関連付けて総合的に行い、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考えさせ、持続可能な社会をつくっていくことが重要であることを認識させる。</p>					

2 年間指導計画の作成

年間指導計画は単元配当表に基づいて作成する。単元配当表の作成に当たっては学校、生徒、地域等の実態を十分に把握したうえで、単元の配列と年間配当時間を勘案して作成する必要がある。

単元配当表 → 年間指導計画 → 大項目、中項目などの計画 → 1 単位時間指導計画

年間指導計画は理科で育成を目指す資質・能力及びその評価の観点との関係を位置付け、その実践を通して理科の目標が達成されるように作成する。その際、第1 指導計画の作成3 指導計画作成に当たっての留意すべき事項で示された内容との関連に留意する。また、実態に応じて十分な観察、実験の時間や探究する時間を確保し、小学校・高等学校との指導内容の関連や日常生活との関連、環境教育との関連、安全面の配慮などを明記しておく工夫が考えられる。

(1) 単元配当表の作成

【単元配当の基本方針(A校の例)】

- ① 単元の配列は、第1 学年では地域の自然を生かした野外観察を行うために、第2分野の内容1)は春に、内容2)は気候を考慮し、夏以降に位置付ける。第1分野の内容1)は数学科における比例・反比例との関連を図るために1 月以降に位置付ける。【3(3)】
- ② 第2 学年では第1 分野の内容4)の学習を活用するために、その学習後に第1 分野の内容3)、第2分野の内容3)を位置付ける。その際、技術・家庭におけるエネルギー変換技術との関連を図るために第2分野の内容3)、第1 分野の内容3)の順で扱う。【3(3)】
- ③ 第3 学年では第1 分野の内容6)で電池が化学エネルギーを電池が化学エネルギーに変換していることを扱うため第1 分野の内容7)のア) ㉠を第1 分野の内容5)と関連付けて、位置付ける。
- ④ 博物館やプラネタリウムの活用、野外観察や季節を変えて観測を行う時期を備考欄に明示し、博物館の見学や夜間の天体観測は保護者の協力のもと、家庭学習の場面として位置付ける。【3(4)】
- ⑤ 第1 分野7)のア) ㉠と第2分野7)のア) ㉠については、それまでの学習の成果を生かして総合的に扱うため、第1 分野、第2分野を区別することなく一括して第3 学年の最後に位置付ける。
- ⑥ 単元の内容のつながりを重視するため、第1 分野、第2分野を並行して履修せず、1 つの単元が終わるまで同一分野を連続して履修する。

	4月(2週)	5月(4週)	6月(4週)	7月(2週)	9月(3週)	10月(4週)	11月(4週)	12月(3週)	1月(3週)	2月(4週)	3月(2週)	
1年 105時間	(1) いろいろな生物とその共通点(25時間) (2) 生物の観察と分類の仕方(9時間) (3) 生物の体の共通点と相違点(16時間)	(2) 身の回りの物質(28時間) (3) 物質のすがた(10時間) (4) 水溶液(7時間) (5) 状態変化(11時間)	(2) 大地の成り立ちと変化(27時間) (3) 身近な地形や地層、岩石の観察(4時間) (4) 地層の重なりと過去の様子(11時間) (5) 火山と地震(9時間) (6) 自然の恵みと火山災害・地震災害(3時間)	(1) 身近な物理現象(25時間) (2) 光と音(10時間) (3) 力の働き(15時間)	② 地層観察							
2年 140時間	◆ 博物館訪問【3(4)】											
野外活動等	① 野外観察											
他教科との関連	レポート作成(3年間)【3(3)】 話し合い活動(3年間)【3(3)】 ・情報と情報との関係(国語) ・話し合いの進め方の検討、考え方の形成、共有(国語) ・日本の様々な地域(社会)：火山と地震、地震災害・比例、反比例(数学)：フックの法則											
単元配列	(4) 化学変化と原子・分子(34時間) (5) 物質の成り立ち(8時間) (6) 化学変化(17時間) (7) 化学変化と物質の質量(9時間)	(3) 生物の体のつくりとたはらぎ(35時間) (4) 生物と細胞(6時間) (5) 植物の体のつくりと働き(15時間) (6) 動物の体のつくりと働き(14時間)	(3) 電流とその利用(35時間) (4) 電流(15時間) (5) 電流と磁界(20時間)	(4) 気象とその変化(36時間) (5) 気象観測(4時間) (6) 天気の変化(13時間) (7) 日本の気象(15時間) (8) 自然の恵みと気象災害(4時間)	③ 気象観測							
野外活動等	① 気象観測(梅雨) ◆ 博物館訪問【3(4)】 ② 気象観測(台風)											
他教科との関連	学習内容 学習内容・身体機能の発達(保健体育)：動物の体のつくりと働き・エネルギー変換技術(技術・家庭)：電流とその利用											
3年 140時間	(5) 運動とエネルギー(29時間) (6) 力のつり合いと合成・分解(4時間) (7) 運動の規則性(13時間) (8) 力学的エネルギー(12時間)	(7) 科学技術と人間(3時間) (8) エネルギーと物質(3時間)	(5) 生命の連続性(26時間) (6) 生物の成長と殖え方(11時間) (7) 遺伝の規則性と遺伝子(10時間) (8) 生物の種類の多様性と進化(5時間)	(6) 化学変化とイオン(29時間) (7) 水溶液とイオン(13時間) (8) 化学変化と電池(16時間)	(6) 地球と宇宙(28時間) (7) 天体の動きと地球の自転・公転(11時間) (8) 太陽系と恒星(17時間)	(7) 自然と人間(10時間) (8) 生物と環境(10時間) (9) 科学技術と人間(7時間) (10) エネルギーと物質(7時間) (11) 自然環境の保全と科学技術の利用(8時間)	◆ プラネタリウム活用【3(4)】					
野外活動等	① 天体観測(夏至) ② 天体観測(夏の星座)【3(4)】 ④ 天体観測(冬至・冬の星座)											
他教科との関連	学習内容・資源・エネルギーと産業(社会)：エネルギーと物質・関数 $y=ax^2$ (数学)：運動エネルギー・生殖に関わる機能の成熟(保健体育)：生物の成長と殖え方											

※第3 学年の(7)の(1)については両分野の内容を関連付けて総合的に扱う。

※第1 分野、第2 分野を並行履修する場合の単元配当表はこの限りではない。

(2) 年間指導計画作成 (B校の例)

教科の目標 (学習を通して育成を目指す資質・能力)

「自然の事物・現象についての理解を深め、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的な技能を身に付けるようにする。」
 「観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う。」
 「自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養う。」

【1 単位時間の指導計画の作成に当たった際の留意点】

主体的・対話的で深い学びは、必ずしも1 単位時間の授業の中で全てが実現されるものではない。単元など内容や時間のまとまりの中で、以下の視点を参考に授業改善を進めるようにする。

- ・主体的に学習に取り組み、学習の見通しを立てたり学習したことを振り返ったりして学びや変容を自覚できる場面を設定する。
- ・対話により自分の考えなどを広げたり深めたりする場面を設定する。
- ・生徒が考える場面と教師が教える場面を適切に組み立てる。

年間指導計画

月	単元名	章	目標 (単元および章の目標)	主な学習内容 (学習活動)	評価規準と評価方法		備考 指導計画(作成)に当たった際の留意すべき事項 (P76 参照) との関連等
					評価規準	評価方法	
1 月	身近な物理現象	第 1 章	[単元の目標] 理科の見方・考え方を働かせ、光や音、力などの観察、実験などを通して、光の反射や屈折、凸レンズの働き、音の性質、力の働きの規則性や関係性について、日常生活や社会と関連付けながら理解させるとともに、それらの観察、実験の技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成する。	第1 学年で主に重複する探究の学習過程 ○ 「自然の事物・現象に進んで関わる」視点 ◆ 「問題を見いだす」視点	(省略)		指 導 計 画 (作 成) に 当 た っ た 際 の 留 意 す べ き 事 項 (P 7 6 参 照) と の 関 連 等
				1 光源から出た光を的に当てるにはどうしたらよいかを考える。(○) 2 光を鏡で反射させる実験を行う。(○) 3 実験結果から、物質の境界面で光が反射するときの規則性について考え、話し合う。(◆) 4 光の反射の法則について理解する。 5 台形ガラスを通り放ける光の通り道調べる実験を行う。(○) 6 実験結果から、光の屈折の規則性について考え、話し合う。(◆) 7 光の屈折の規則性から、全反射がおこる条件について考え、実験する。(○) 8 白色光はプリズムなどによっていろいろな色の光に分かれることを確かめる。 9 凸レンズに平行光線を当て、光が集まる点(焦点)を探る。(◆) 10 物体と凸レンズの距離を変え、実像や虚像ができる条件を調べる実験を行う。(○)			[小学校や他学年との関連] 風とゴムの力の働き(小3)、光と音の性質(小3)、目のつくりと働き(中2)、月の見え方(小6、中3)
							[内容の取扱いについて] (1) 全反射についても扱、光の屈折では入射角と屈折角の定性的な大小関係にも触れる。また、白色光はプリズムなどによっていろいろな色の光に分かれることにも触れる。 (2) 物体の位置に対する像の位置や大きさの定性的な関係を調べる。その際、実像と虚像を扱う。
							[指導計画(作成)に当たった際の留意すべき事項との関連] 【31】 ①板書における作図での色の使い方に配慮する。 ②プリズムについて、色の見え方には個人差があることに配慮する。 ③実験手順や方法を電子黒板等で明示する。 ④強い光源を用いる場合は、直接目で見ることのないよう配慮する。 【32(3)】 ①日常生活の中から、生徒自らが課題を設定し、課題解決のための実験計画の立案などを行う場面を設定し、レポート等の作成を行う。(水やガラス以外の物質の屈折の仕方(屈折率)について実験を行い、違いを調べる。鏡の大きさ、映る物体の大きさを調べる。など) ②実験結果を分析、解釈して自分の考えを基に意見交換したり、科学的な根拠に基づいて議論したりする場面を設定する。 【35】 身近な物理現象について、見通しをもって実験を行い、科学的に探究しようとする力を育て、科学的に探究しようとする態度を養い、道徳的判断力や真理を大切にしようとする態度を育成する(内容項目「真理の追究」)。 【36】 実験計画等を振り返る場面を設定し、改善策や新たな視点で身近な物理現象を把握する視点を持たせる。(使用する鏡の枚数を増やしたり、角度を変えたりする。班によって、半円形レンズ、台形レンズ、光学水槽を使う。凸レンズ、物体、実像の位置関係を作図してみるなど。) 【37】 光の性質や鏡、レンズの働きを応用した身の回りの道具や機器などについて調べる。(眼鏡やカメラ、虹のでき方、光ファイバーケーブルなど。)

3 内容の取扱いについての配慮事項

(1) 科学的に探究する力や態度の育成

自然の事物・現象についての基本的な概念の形成及び科学的に探究する力や態度の育成が段階的に無理なく行えるよう、以下のような活動を重視する。

ア 自然の事物・現象への直接的な取組を通して、自ら問題を見いだす活動

適切な実験の計画、実験操作の工夫、実験結果について自らの考えを導き出し、表現することで、自らの考えを確認する。⇒自然の事物・現象のより深い理解につながる。

イ 身近な環境や学校の実態に応じての野外観察

自然を直接観察し、自然の事物・現象の中から生徒自身が問題を見いだす。その際、生徒の生活の場である地域の自然環境の実態を把握し、その特性を十分に生かす。⇒自然の営みやその偉大さを感じ取り、自然に対する興味・関心を高め、探究する活動を意欲的なものとするにつなげる。

ウ 科学的に探究する活動（具体的な問題に取り組み、それを解決していく活動）

見通しをもって観察、実験を行い、得られたデータを分析して解釈し、適切な判断を行うような経験を繰り返しさせる。判断に当たっては、科学的な根拠を踏まえ、論理的な思考に基づいて行わせる。⇒科学的に探究する能力を身に付けることにつながる。

(2) 生命の尊重と自然環境の保全

「生命」については、観察、実験などを通して、生物のつくりと働きの精妙さや生命の尊さを感じさせ、生命に対する畏敬の念や生命を尊重する態度を培うようにする。今日的な課題（遺伝子組み換え技術など）にも触れながら、日頃から生命に関心をもたせるようにする。その際、生きている生物を教材とする場合に次のような点に配慮する。

野外での動植物の採集	・必要最小限にとどめ、生態系に配慮する。
昆虫や動物の観察	・傷害を加えない。
動物の飼育	・動物に適した生活環境の整備。 ・健康状態の管理。
動物の解剖（イカなど）	・事前指導（解剖の意義の理解）。 ・生命を尊重する態度。 ・苦手な生徒の心情への配慮。 ・事後に粗末に扱わない。

「自然環境の保全」については、気候変動、大気や水質の汚染、野生生物の種の減少などに関する今日的な課題に触れ、今後永続的に人間が地球で様々な生物と共存していくために必要な、自然と人間の生活との関わりを正しく認識させる。また、自然や科学技術と人間との関わりについて科学的な根拠に基づき考察することを通して、自然環境の保全の重要性を認識させ、それに実際に寄与する態度を育てるようにする。

(3) 言語活動の充実

探究活動を展開する中で、言語活動を充実させる。その際、以下のような学習活動が考えられる。

①問題を見だし観察、実験を計画する学習活動	・自らの考え（問題発見、予想など）を発表する活動 ・検証方法の討論
②観察、実験の結果を分析し解釈する学習活動	・図、表、グラフなどの多様な形式での表現 ・結果について考察する活動 ・レポートの相互評価
③科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動	・レポートの作成 ・科学的な概念を使用しての発表、討論

上記のような学習活動に関わる支援として、ホワイトボードの活用、話し合いにおける役割分担などの工夫や、発表する機会、考察する時間の十分な確保が大切になる。

(4) コンピュータや情報通信ネットワークなどの活用

生徒の学習の場を広げたり学習の質を高めたりするための一つの有効な方法として、コンピュータや情報通信ネットワークなどの活用を図るようにする。その際、探究活動を展開する中で、次の例のような活用が考えられる。

ア 観察、実験のデータ処理（金属球のもつ運動エネルギーのグラフ化など）

イ 観察、実験（顕微鏡の画像提示）

ウ 観測しにくい現象などのシミュレーション（WEB カメラを利用した天体モデルの視点移動）

エ 情報を得ながら進める探究活動（全天カメラを利用した気象観測、星座アプリなど）
 オ 考えの表現・交流（タブレット端末を介した意見交換など）

(5) 学習の見通しと振り返り

学習の見通しと振り返りを単元などの内容や時間のまとまりの中で計画的に取り入れ、主体的に学ぼうとする態度を育て、学習意欲の向上に資するようにする。探究の過程における見通しと振り返りによって、資質・能力を育成していくには、それぞれの過程において次のような取組が考えられる。（探究の過程に関する詳細は、「解P9」を参照）

過程	取組	取組の具体
課題の把握	・問題を見いだすこと ・解決可能な課題の設定	・白い粉末の加熱 ・生物の進化 ・カルメ焼きの膨らむ理由 ・動物の分類
課題の探究	・仮説の設定・検証計画の立案 ・見通しをもった観察、実験 ・結果の適切な処理	・だ液のはたらき ・化学電池 ・蒸散と吸水の関係 ・質量保存の法則 ・遺伝の法則 ・月と金星の満ち欠け
課題の解決	・結果の分析・解釈 ・探究の過程の振り返り ・新たな問題を見いだすこと	・考察が課題と対応しているか ・探究の手立ては適切だったか ・単元前後で、自身の考えの変容を振り返る

(6) ものづくりの推進

ものづくりを通して、科学的な原理や法則について実感を伴った理解を促し、学習内容と日常生活や社会との関連を図るようにする。学習内容と関連付けた上で指導計画の中に位置付けて行い、学習内容の特質に応じて、学習の導入、展開やまとめなどの場面で行うことが考えられる。

(1)身近な物理現象	簡単なカメラ、楽器など
(3)電流とその利用	簡単なモーターなど
(4)化学変化と原子・分子	カイロなど

(7) 継続的な観察などの充実

生物の行動や成長の様子などを捉えたり、気象現象や天体の動きについての規則性を見いだしたりするために、継続的な観察や季節を変えての定点観測を、各内容の特質に応じて適宜行うようにする。

(4)気象とその変化	天気の変化やその規則性を捉えられる程度の期間に行う気象観測 ⇒前線の通過時や季節ごとの天気の特徴の把握のため
(5)生命の連続性	メダカやウニなどの発生の様子の継続的な観察 ⇒受精によって新しい個体が生じ、受精卵から複雑な体がつくられることを理解するため
(6)地球と宇宙	季節を変えて、ある方位に見える星座を観察したり、同じ時刻に見える星座の位置を一定期間ごと観察したりすること。 ⇒観察記録を太陽を中心とした地球の運動と関連付けるため

(8) 体験的な学習活動の充実

主体的に学習に取り組む態度を育成するとともに、学ぶことの楽しさや成就感を体得させる一つの方法として体験的な学習活動を充実させるようにする。その際、教材、指導形態、1単位時間や授業時間の運用など創意工夫を加え、指導計画に観察や実験、野外観察などの体験的な学習を適切に位置付けることが望まれる。

(9) 博物館や科学学習センターなどとの連携

生徒の実感を伴った理解を図るために、それぞれの地域にある博物館や科学学習センター、プラネタリウム、植物園、動物園、水族館などの施設を活用することが考えられる。その際、学校と施設とが十分に連絡を取り合い、無理のない、ねらいを明確にした実施計画を立て、事前、事後の指導を十分に行い、安全に留意する。

(10) 科学技術と日常生活や社会との関連

理科で学習した様々な原理や法則は日常生活や社会と深く関わりがあり、科学技術の発展を支える基礎となっていることや様々な環境問題の解決、持続可能な社会の実現のために、科学技術が深く関わっていることを認識させるようにする。生徒が将来にわたって様々な課題に自立的に対応できるようにしていくために、理科を学ぶ意義を実感させ、養われる資質・能力が、様々な職業に関連し生かされることに触れるようにする。

4 事故防止、薬品などの管理及び廃棄物の処理（□はチェックリストとしての活用が考えられる）

(1) 事故防止について

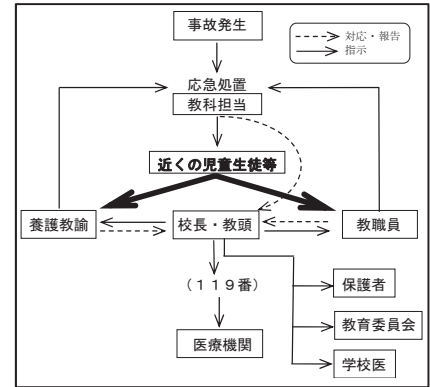
【事故発生時の対応についての、理科室の掲示例】

ア 指導計画などの検討

- 年間指導計画の中に観察、実験、野外観察の目的や内容などを明確にしている。
- 生徒の知識及び技能の習熟度を掌握し、無理がなく、安全性の高い観察、実験の方法を選んでいる。

イ 生徒の実態把握と連絡体制の整備

- 授業において配慮すべき生徒については、その実態を把握している。
- 不慮の事故に備え、緊急の場合の対処の仕方などを決めている。
- 校内の緊急連絡体制を理科室内に掲示し、全職員に周知している。



ウ 予備実験と危険要素の検討

- 観察、実験の安全を確保するため、予備実験を必ず行っている。
- 実験の規模や、使用する薬品の濃度や量、器具の種類、観察、実験の方法などについて適切な条件を確認している。
- 全てのグループが同時に実験を行うことを想定し、その危険要素を検討している。

エ 点検と安全指導

- ・観察、実験の器具については整備点検を日ごろから心掛けなければならない。
- 〔実験前〕 ガラス器具にひび割れない。
- 〔実験前〕 ガラス器具などの洗浄は十分に行っている。
- ・生徒にも安全対策に目を向けさせることが大切である。基本操作や正しい器具の使い方などに習熟させるとともに、誤った操作や使い方をしたときの危険性について認識させておくことが重要である。以下、観察、実験において、教師が気を付けるべき項目である。
- 〔実験中〕 実験で使用する以上の量の薬品を教卓に置いたまま、机間指導などを行っていない。
- 〔実験中〕 教師の指示のもと、机上进行させている。
- 〔実験中〕 気体が発生する実験の際は、十分な換気をしている。
- ・特に、アンモニアや硫化水素などの刺激臭をもつ気体や有毒な気体が発生させる実験では十分に換気をする必要がある。
- 〔実験後〕 器具をきれいに洗い、元の位置に戻させている。
- 〔実験後〕 余った薬品を返却させている。
- 〔実験後〕 ガラス器具などが割れたときは、報告やガラス破片などの片付けを確実に行わせている。

オ 理科室内の環境整備

- ・整理整頓も観察、実験の一部であり、生徒にとって使いやすい理科室にする。
- 救急箱を用意している。
- 防火対策として、消火器などを用意している。
- 理科室の机に、ぬれた雑巾とマッチの燃えさし入れを常備している。

カ 観察、実験のときの服装と保護眼鏡の着用

- 機能的で、緊急の場合の脱衣が容易で引火しにくい素材のものを着用させている。
- 前ボタンは必ず留めさせている。
- 長い髪は後ろで束ねて縛らせている。
- 飛散した水溶液や破碎した岩石片などが目に入る可能性のある観察、実験では、保護眼鏡を着用させている。

キ 応急処置と対応

- ・過去に起こった事故や予想される事故を検討し応急処置について日ごろから考えておく。
- 火傷や薬品が目に入った場合などの応急処置を心得ている。
(生徒が怪我をした場合)
- 応急処置を行い、医師の手当を受けさせた。
- 管理職に報告し、怪我をした生徒の保護者への迅速かつ誠意ある連絡を行った。

ク 野外観察における留意点

- ・野外観察では、交通事故や落石など、安全面に十分留意して行うよう心掛ける。
(事前の实地踏査)

- 観察場所に至るルートや所要時間を調べている。
- 緊急事態の発生に備えて連絡先や避難場所、病院などを確認している。

(野外観察の実施時)

- 危険から身を守るために露出の少ないものにするなど、適した服装をさせている。
- 岩石の採集で岩石ハンマーを扱うときには、手袋や保護眼鏡を着用させている。
- ・養護教諭の指導の下、救急薬品を持参するとともに、持病や特別な対応が必要な生徒への備えをし、携帯電話などの通信手段を持参する。

----- 過去に理科室で発生した事故例 -----

〈有毒ガスの発生による体調不良〉

- ・鉄と硫黄の混合物を加熱して硫化鉄をつくる実験で、発生した気体を吸い込んで、21名の生徒がのどの痛みを訴えた。(全国で特に多く発生している事例である)
- 原因：有毒ガスが発生する実験にも関わらず、換気が不十分だったため。

〈ガラスの破損による傷害〉

- ・フラスコに塩酸と垂鉛を入れて水素を発生させる実験で、フラスコから管を通じて試験管に集めた水素に着火しようとした際、フラスコから漏れ出た水素に引火し、ガラス管が破裂して、3名の生徒が手首や指に2～6針縫うなどの切り傷を負った。
- 原因：水素の発生を早めるため、指導書の基準よりも濃い濃度の塩酸を使用したため。

〈劇物による傷害〉

- ・過酸化水素水と二酸化マンガンを混ぜて酸素を発生させる実験で、原液のまま使用した過酸化水素水が二酸化マンガんと激しく反応してフラスコのゴム栓が飛び、薬品が左目付近にかかった。
- 原因：過酸化水素水を薄めずに原液のまま使用したため。

(2) 薬品などの管理について

薬品などの管理は、地震や火災、盗難などに備えて、また法令に従い、厳正になされるべきである。その際、関係諸機関と緊密に連絡を取ること。

ア 薬品の保管について

- 直射日光を避け冷所に保管し、異物が混入しないように注意し、火気から遠ざけている。
- 強酸（塩酸など）、強い酸化剤（過酸化水素水など）、有機化合物（エタノールなど）、発火性物質（硫黄など）などに大別して保管している。
- 毒物・劇物については類別して薬品庫の中に入れ、必ず施錠している。
- 薬品の購入は年間指導計画に従って最小限にとどめている。

イ 薬品在庫簿について

- 現有の薬品の量を把握して在庫不足や事故を防ぐために、薬品在庫簿を整備し、定期的に在庫簿と現有量を照らし合わせて確認している。
- 在庫簿は、一般薬品、指示薬、有機物の3種類に大別した後、一般薬品は化学式のアルファベット順に、指示薬と有機物は名称のアイウエオ順に整理している。
- 特性の欄は、該当するものにチェックを入れる。取り扱い上の留意点をその他の欄に書いている。
- 現有量の欄には、電子天秤を使用し、ビンごとに量った重量を記入している。

【薬品在庫簿の記入例】

薬品名	種別	薬品番号	保管場所			
塩酸	<input checked="" type="checkbox"/> 一般薬品 <input type="checkbox"/> 指示薬 <input type="checkbox"/> 有機物	1-2	窓際のキャビネットAの棚			
特性						
<input type="checkbox"/> 毒物 <input checked="" type="checkbox"/> 劇物 <input type="checkbox"/> 有機化合物 <input type="checkbox"/> 危険物(爆発性 発火性 引火性 酸化性) <input type="checkbox"/> 変質性(吸湿潮解 光分解 二酸化炭素吸収)	<input checked="" type="checkbox"/> 酸性(<input checked="" type="checkbox"/> 強酸性) <input type="checkbox"/> アルカリ性(<input type="checkbox"/> 強アルカリ性) <input type="checkbox"/> 金属 <input checked="" type="checkbox"/> その他(35%、比重1.19)					
受取年月日	摘要(使用目的等)	使用量(g)	現有量(確保量)(g)	使用者	点検年月日	点検者
30.4.6	購入		785			
30.4.20	3年生 細胞分裂の観察	41	744	深谷	30.4.27	◎
30.6.12	2年生 化学変化の前後の質量の変化	156	588	伊藤	30.6.29	◎
					30.7.31	◎
30.9.11	1年生 二酸化炭素と酸素のちがい	163	425	深谷		

(3) 廃棄物の処理について

有害な薬品やこれらを含む廃棄物の処理は、大気汚染防止法、水質汚濁防止法、海洋汚染防止法、廃棄物の処理及び清掃に関する法律など、環境保全関係の法律に従って処理する必要がある。特に、重金属イオンを含む廃液は放流することを禁じられているので、そのまま廃棄せず容器に集めるなどして、最終処分は廃棄物処理業者に委託する。また、観察、実験の終了後も不純物が混入していない薬品や未使用の薬品などは廃棄せずに利用する、使用する薬品の量をできる限り少なくしたマイクロスケールの実験を行う、などの工夫も考えられる。