

理科版
危機管理ハンドブック

北海道立教育研究所

理科版・危機管理ハンドブックについて

【現状】

小学校・中学校・高等学校学習指導要領理科では、児童・生徒が科学的な見方・考え方を働かせながら、科学的に問題解決・探究する資質能力を身に付けられるよう、理科の授業における探究的な活動の充実が求められています。一方で、探究的な活動を含む理科の観察・実験については、様々な事故、ヒヤリ・ハットの事例の報告がなされているところです。

また、本研究所附属理科教育センターで令和4年度に実施した、「理科の観察・実験に関する調査」及び「探究活動における倫理に関するアンケート」からは、3年ほどの対象期間で700件を超える、観察・実験に関する事故、ヒヤリ・ハット事例があり、事象事例に13のカテゴリーに分けられることや、研究倫理に対する学校間の温度差が大きいことが明らかになりました。

これらに対応するため、理科に特化した形で、危機管理ハンドブックを作成することとしました。

【目的】

本ハンドブックは、理科の観察・実験の準備・実施の際の事故防止のため、実際の授業で危機管理を担う小・中・高等学校の理科教員だけでなく、学校保健法において危機発生時対処要領の作成等について必要な措置を講じることが定められている管理職にも有用な資料となることを目的としています。

【内容】

本ハンドブックは、以下の5編で構成しています。

- 第1章 危機管理編
- 第2章 実務資料編
- 第3章 野外観察編
- 第4章 安全教育編
- 第5章 研究倫理編

本ハンドブックが有効活用され、研究倫理等に配慮しながら、観察・実験を安全に実施し、探究的な学びが充実することを期待しています。

目次

第1章 危機管理編

	管理職	小学校	中学校	高校
(1) 学校における危機管理	◎	○	○	○
(1) 理科の危機管理に関する法令等	◎	◎	◎	◎
(2) 危機管理のプロセス（チェックリスト）	◎	◎	◎	◎

第2章 実務資料編

	管理職	小学校	中学校	高校
(1) 理科室管理のチェックリスト	△	◎	◎	◎
(2) 理科薬品の管理・保管	△	◎	◎	◎
(3) 理科薬品の廃棄方法	△	◎	◎	◎
(4) 理科薬品の特性に関する資料	△	◎	◎	◎
(5) 標準的な薬品の調整法	—	◎	◎	◎

第3章 野外観察編

	管理職	小学校	中学校	高校
(1) 野外観察の基本	△	◎	◎	◎
(2) 野外観察のおもしろさ	—	◎	◎	◎
(3) 野外学習の実際	—	◎	◎	◎

第4章 安全教育編

	管理職	小学校	中学校	高校
(1) 安全能力	◎	○	○	○
(2) 安全教育の現状と課題	◎	○	○	○
(3) 安全教育・危機管理教育の効果	◎	○	○	○
(4) 「実験間違い探し」を用いたKYT	△	◎	◎	◎

第5章 研究倫理編

	管理職	小学校	中学校	高校
(1) 特定不正行為	△	△	○	◎
(2) 研究において守るべきもの	△	△	○	◎
(3) 好ましくない研究行為	△	△	○	◎
(4) フローチャート及び具体的なガイドライン	—	△	○	◎

第1章 危機管理編

(1) 学校における危機管理

今日、学校現場では、理科を始めとする教科教育の場面における怪我等に対して、どのように安全確保を進めていくかが重要な課題となっています。

第1章では、学校安全における各種法律や通達・通知の一部を抜粋し、理科教育における危機管理について考えます。

○昭和62年2月6日最高裁判所判決

「学校の教師は、学校における教育活動により生ずるおそれのある危険から生徒を保護すべき義務を負っており、危険を伴う技術を指導するには、事故の発生を防止するために十分な措置を講じるべき注意義務がある」

上記のように、教員が発生結果を予見し、回避措置を講じる義務を果たさなかったとき、「注意義務違反があった」としてその法的な責任を問われる事例が発生しています。

そのため、理科教育における各種規定を説明する前に、学校事故全体に関わる法律の規定について説明します。

○法的な責任を規定する法律の概要

学校事故により児童生徒が死傷した場合の法的な責任には、以下の3つがあります。

- ① 被害者や保護者から損害賠償を請求される**民事責任**（関係法：民法、国家賠償法）
- ② 任命権者である教育委員会から職務上の義務違反として懲戒処分を受ける**行政責任**（関係法：地方公務員法）
- ③ 業務上過失致死傷罪等の**刑事責任**（関係法：刑法）

このうち、学校事故の多くは、民事責任である**不法行為**と損害賠償の問題となります。この不法行為とは、**故意又は過失により他人の権利又は利益を侵害**することを言い、民法で規定されています。

行政責任や刑事責任が伴う事故も起こりえますが、ここでは、説明を割愛します。

○民法上の規定について

【民法 709 条】（不法行為による損害賠償）

「故意又は過失により他人の権利又は法律上保護される利益を侵害した者は、これによって生じた損害を賠償する責任を負う。」

この条文は、不法行為による損害賠償の一般原則を規定したものであり、故意又は過失がある場合に、加害者に損害を賠償する責任を課しておりますが、主に学校事故で問題となるのは、教員に過失があるかどうかです。

ここで言う「過失」とは、通常尽くさなければならない注意を怠る場合（＝注意義務違反）を指し、これには、

- ① 「予見義務違反」…結果発生の予見が可能であり、それを予見しておくべきであったのにそれを怠ったこと
- ② 「結果回避義務違反」…予見した結果の回避が可能であり、回避すべく何らかの措置をとるべきであったのにそれを怠ったこと

が含まれます。

なお、教員が責任を負うとされる注意義務の内容については、法律に明文の規定はありませんが、判例などから一定の傾向が見られますので、後ほど説明します。

【民法 712 条】（責任能力）

「未成年者は、他人に損害を加えた場合において、自己の行為の責任を弁識するに足りる知能を備えていなかったときは、その行為について賠償の責任を負わない。」

【民法 714 条 1 項】（責任無能力者の監督義務者等の責任）

「前 2 条の規定により責任無能力者がその責任を負わない場合において、その責任無能力者を監督する法定の義務を負う者は、その責任無能力者が第三者に加えた損害を賠償する責任を負う。ただし、監督義務者がその義務を怠らなかったとき、又はその義務を怠らなくても損害が生ずべきであったときは、この限りでない。」

【民法 714 条 2 項】

「監督義務者に代わって責任無能力者を監督する者も、前項の責任を負う。」

民法 712 条では、児童生徒の行為であっても、未成年者の場合、その行為の責任を弁識する能力を持っていないときは、賠償の責任はないとされ、民法 714 条により、法定で監督すべき義務のある者（＝親権者、後見人）又は法定の監督者に代わって責任無能力者を監督する者（＝法定代理者（教員、保育士等））が、当該責任無能力者に代わって責任を負うとされております。この場合、責任無能力者の代理監督者である教員が監督義務を怠らなかったことを立証すれば、その責任を負わなくてもよいとされております（民法 714 条 1 項ただし書）。

【民法第 715 条 1 項】（使用者等の責任）

「ある事業のために他人を使用する者は、被用者がその事業の執行について第三者に加えた損害を賠償する責任を負う。ただし、使用者が被用者の選任及びその事業の監督について相当の注意をしたとき、又は相当の注意をしても損害が生ずべきであったときは、この限りでない。」

【民法第 717 条】（土地の工作物等の占有者及び所有者の責任）

「土地の工作物の設置又は保存に瑕疵があることによって他人に損害を生じたときは、その工作物の占有者は、被害者に対してその損害を賠償する責任を負う。ただし、占有者が損害の発生を防止するのに必要な注意をしたときは、所有者がその損害を賠償しなければならない。」

民法 715 条では、使用者の責任を定めており、学校事故の場合では、不法行為を行った教員に対して使用者としての地位にある者（＝学校設置者）が、教員について選任、監督上の相当の注意を行っていたなど一定の場合を除いて、損害賠償の責任を負うこととなります。また、民法 717 条では、工作物に瑕疵（＝欠陥）がある場合の責任を定めており、学校事故の場合では、校舎内の設備や備品の保存や管理に過失があり、そのことにより損害を与えた場合は、当該工作物の占有者（＝学校設置者）は損害賠償の責任を負うこととなります。

ここまでを整理すると、次のようになります。網掛け部分は、「注意義務違反があった」としてその法的な責任を問われる部分として考えることができます。

民法第 709 条	不法行為の発生（故意又は過失によって違法に他人に損害を加えた場合）		
民法第 712 条	未成年者が責任能力を持つ場合 →賠償責任あり →教員の過失無し	未成年者が責任能力を持たない場合 →賠償責任なし	
民法第 714 条		代理監督者（教員、保育士等）が代わって賠償責任を負う →教員の過失の疑い	
民法第 714 条 第 1 項 ただし書		代理監督者が監督義務を怠らなかつたことを立証 →責任を負わない	代理監督者が監督義務を怠った場合 →責任を負う
民法第 715 条 717 条		使用者（学校設置者）の責任 施設・設備の瑕疵に因る責任	教員及び学校の責任

○国家賠償法の規定について

次に、公立学校での事故の場合は、民法とともに国家賠償法も適用となることが多いので、国家賠償法の規定について説明します。

【国家賠償法第1条】

「国又は公共団体の公権力の行使に当たる公務員が、その職務を行うについて、故意又は過失によって違法に他人に損害を加えたときは、国又は公共団体が、これを賠償する責に任ずる」

国家賠償法1条では、**公立学校教員を含む公務員が、職務を行う中で、故意や過失により他人に損害を与えた場合は、その者を任用する国や地方公共団体が賠償責任を負うものであり、民事責任に係る民法の特例法（公務員が公務により損害を与えた場合の特例）になります。**

民法との違いは、**国家賠償法では、公務員個人ではなく、その者を任用する国又は地方公共団体が損害賠償責任を負うとされていること**です。民法では、先ほど説明したように、使用者である国や地方公共団体に対する損害賠償請求は、当該使用者が教員の選任、監督上相当な注意をした場合は、個人である教員にしかできないとされており

このため、被害者にとっては、国等に直接損害賠償請求ができ、請求が認められた場合の判決の履行が確実であることから、国家賠償法の方が有利であり、公立学校での事故については、国家賠償法に基づき地方公共団体に損害賠償請求をすることが一般的です。なお、被害者に損害を賠償した国又は地方公共団体は、公務員に故意又は重大な過失があった場合、当該公務員に対して当該損害賠償の一部又は全部を請求できるとされており（国家賠償法1条2項）が、公務員個人に請求した事例はそれほど多くはありません。

また、国家賠償法が適用になるためには、公権力を行使する公務員がその職務を行う中で損害を与えたことが要件になります。判例上、**教員の行う教育活動については国家賠償法に該当（＝公権力の行使に該当）するとされています。**

【国家賠償法2条】

「道路、河川その他の公の営造物の設置又は管理に瑕疵があったために他人に損害を生じたときは、国又は公共団体は、これを賠償する責に任ずる。」

国家賠償法2条では、**公の営造物の設置・管理に瑕疵がある場合の国又は地方公共団体の賠償責任についての規定があります。**

※ 県費負担教職員である市町村立学校の教員について

県費負担教職員である市町村立学校の教員が損害を与えた場合に、市町村と都道府県のどちらが損害賠償責任を負うかについて説明します。市町村立学校の教員の服務監督者は市町村教育委員会であり、その給与は都道府県教育委員会が負担していますが、国家賠償法3条では、公務員の監督者又は公の営造物の管理者と給料等の費用負担者が異なる場合は、その両者とも被害者に対する損害賠償責任を負うとされ、損害を賠償した者は、他の賠償責任を負う者に対して求償権を有するとされております。

○民事責任についてのまとめ

民事責任に関わって、最後に、学校事故において教員が損害賠償責任を負うとされる注意義務について説明します。先ほど述べましたように、注意義務について法律で明文の規定はありませんが、学校事故に係る判例では、教員は、親権者のように児童生徒の全生活関係について監督義務を負うものではなく、学校における教育活動及びこれと密接不離の生活関係（例、始業前の時間、授業間の休憩時間）について監督義務を負うとされております。

また、同じく判例では、幼稚園（義務教育就学前）、小学校低学年、小学校高学年、中学校、高等学校と児童生徒等の発達段階に応じて、自らの危険を判断し、回避することのできる能力が低いほど教員の注意義務の内容・程度が厳しくなる傾向があります。

そのほか、例えば、体育の水泳授業といった教育活動が危険性の高いものであればあるほど教員の注意義務の内容・程度が厳しくなっており、このことを踏まえれば、小学校での理科の実験については、教員に求められる注意義務の内容・程度が相対的に厳しくなり、実験の危険防止の注意については小学生にも確実に理解できることが必要です。

Point!

- 教職員が発生結果を予見し、回避措置を講じる義務を果たさなかったとき、「注意義務違反があった」としてその法的な責任を問われます。
- 「注意義務違反」には、「予見義務違反」、「結果回避義務違反」があります。
- 児童生徒の行為であっても、法定代理監督者である教員が、当該責任無能力者に代わって責任を負うことがあります。
- 発達段階による差がありますが、理科の実験については、教員に求められる注意義務の内容・程度が相対的に厳しくなります。

○学校保健安全法の規定について

これまでは、学校事故が起こった場合の責任について説明しましたが、学校は、事故を防止する責任も負っており、最後に学校保健安全法における学校、国、地方公共団体の学校事故の防止に係る責任について簡単に説明します。

学校保健安全法は、平成 20 年に従来为学校保健法を一部改正したものであり、名称からも分かるように、学校安全に係る規定を大幅に拡充しています。

改正に伴って、新たに国、地方公共団体の学校安全に係る財政上の措置その他必要な施策を講ずる責任を規定（学校保健安全法 3 条）するとともに、改正前の規定では責任の所在が明確でなかった学校の施設・設備の管理について、学校設置者の責任（学校保健安全法 26 条）及び校長の責任（学校保健安全法 28 条）がそれぞれ明記されました。

このほか、学校は、児童生徒等の安全の確保のため、安全点検、安全指導、職員研修等に係る学校安全計画を策定し（学校保健安全法 27 条）、危険等発生時において学校職員がとるべき措置の具体的内容及び手順を定めた対処要領を定めるものとされております（学校保健安全法 29 条）。

表 関係法令

法律	条項	規定
民法	709 条	(不法行為による損害賠償) 故意又は過失によって他人の権利又は法律上保護される利益を侵害した者は、これによって生じた損害を賠償する責任を負う。
	712 条	(責任能力) 未成年者は、他人に損害を加えた場合において、自己の行為の責任を弁識するに足りる知能を備えていなかったときは、その行為について賠償の責任を負わない。
	714 条 1 項	(責任無能力者の監督義務者等の責任) 前 2 条の規定により責任無能力者がその責任を負わない場合において、その責任無能力者を監督する法定の義務を負う者は、その責任無能力者が第三者に加えた損害を賠償する責任を負う。ただし、監督義務者がその義務を怠らなかつたとき、又はその義務を怠らなくても損害が生ずべきであったときは、この限りでない。
	714 条 2 項	監督義務者に代わって責任無能力者を監督する者も、前項の責任を負う。
	715 条 1 項	(使用者等の責任) ある事業のために他人を使用する者は、被用者がその事業の執行について第三者に加えた損害を賠償する責任を負う。ただし、使用者が被用者の選任及びその事業の監督について相当の注意をしたとき、又は相当の注意をしても損害が生ずべきであったときは、この限りでない。
	717 条 1 項	(土地の工作物等の占有者及び所有者の責任) 土地の工作物の設置又は保存に瑕疵があることによって他人に損害を生じたときは、その工作物の占有者は、被害者に対してその損害を賠償する責任を負う。ただし、占有者が損害の発生を防止するのに必要な注意をしたときは、所有者がその損害を賠償しなければならない。
国家賠償法	1 条 1 項	国又は公共団体の公権力の行使に当たる公務員が、その職務を行うについて、故意又は過失によって違法に他人に損害を加えたときは、国又は公共団体が、これを賠償する責に任ずる。
	1 条 2 項	前項の場合において、公務員に故意又は重大な過失があったときは、国又は公共団体は、その公務員に対して求償権を有する。
	2 条 1 項	道路、河川その他の公の営造物の設置又は管理に瑕疵があったために他人に損害を生じたときは、国又は公共団体は、これを賠償する責に任ずる。
	2 条 2 項	前項の場合において、他に損害の原因について責に任ずべき者があるときは、国又は公共団体は、これに対して求償権を有する。
	3 条 1 項	前 2 条の規定によって国又は公共団体が損害を賠償する責に任ずる場合において、公務員の選任若しくは監督又は公の営造物の設置若しくは管理に当る者と公務員の俸給、給与その他の費用又は公の営造物の設置若しくは管理の費用を負担する者とが異なるときは、費用を負担する者もまた、その損害を賠償する責に任ずる。
	3 条 2 項	前項の場合において、損害を賠償した者は、内部関係でその損害を賠償する責任ある者に対して求償権を有する。
学校保健安全法	1 条	(目的) この法律は、学校における児童生徒等及び職員の健康の保持増進を図るため、学校における保健管理に関し必要な事項を定めるとともに、学校における教育活動が安全な環境において実施され、児童生徒等の安全の確保が図られるよう、学校における安全管理に関し必要な事項を定め、もって学校教育の円滑な実施とその成果の確保に資することを目的とする。
	3 条 1 項	(国及び地方公共団体の責務) 国及び地方公共団体は、相互に連携を図り、各学校において

	保健及び安全に係る取組が確実かつ効果的に実施されるようにするため、学校における保健及び安全に関する最新の知見及び事例を踏まえつつ、財政上の措置その他の必要な施策を講ずるものとする。
3条2項	国は、各学校における安全に係る取組を総合的かつ効果的に推進するため、学校安全の推進に関する計画の策定その他所要の措置を講ずるものとする。
3条3項	地方公共団体は、国が講ずる前項の措置に準じた措置を講ずるように努めなければならない。
26条	（学校安全に関する学校の設置者の責務）学校の設置者は、児童生徒等の安全の確保を図るため、その設置する学校において、事故、加害行為、災害等（以下この条及び第29条第3項において「事故等」という。）により児童生徒等に生ずる危険を防止し、及び事故等により児童生徒等に危険又は危害が現に生じた場合（同条第1項及び第2項において「危険等発生時」という。）において適切に対処することができるよう、当該学校の施設及び設備並びに管理運営体制の整備充実その他の必要な措置を講ずるよう努めるものとする。
27条	（学校安全計画の策定等）学校においては、児童生徒等の安全の確保を図るため、当該学校の施設及び設備の安全点検、児童生徒等に対する通学を含めた学校生活その他の日常生活における安全に関する指導、職員の研修その他学校における安全に関する事項について計画を策定し、これを実施しなければならない。
28条	（学校環境の安全の確保）校長は、当該学校の施設又は設備について、児童生徒等の安全の確保を図る上で支障となる事項があると認められた場合には、遅滞なく、その改善を図るために必要な措置を講じ、又は当該措置を講ずることができないときは、当該学校の設置者に対し、その旨を申し出るものとする。
29条1項	（危険等発生時対処要領の作成等）学校においては、児童生徒等の安全の確保を図るため、当該学校の実情に応じて、危険等発生時において当該学校の職員がとるべき措置の具体的内容及び手順を定めた対処要領（次項において「危険等発生時対処要領」という。）を作成するものとする。
29条2項	校長は、危険等発生時対処要領の職員に対する周知、訓練の実施その他の危険等発生時において職員が適切に対処するために必要な措置を講ずるものとする。
29条3項	学校においては、事故等により児童生徒等に危害が生じた場合において、当該児童生徒等及び当該事故等により心理的外傷その他の心身の健康に対する影響を受けた児童生徒等その他の関係者の心身の健康を回復させるため、これらの者に対して必要な支援を行うものとする。この場合においては、第10条の規定を準用する。
30条	（地域の関係機関等との連携）学校においては、児童生徒等の安全の確保を図るため、児童生徒等の保護者との連携を図るとともに、当該学校が所在する地域の実情に応じて、当該地域を管轄する警察署その他の関係機関、地域の安全を確保するための活動を行う団体その他の関係団体、当該地域の住民その他の関係者との連携を図るよう努めるものとする。

(2) 理科の危機管理に関する法令等

① 理科薬品に関する法的規制

次に、理科薬品を規制する法律について紹介します。学校で理科実験等に用いる薬品には、毒物及び劇物取締法、消防法、高圧ガス保安法などの、薬品の各種性質に着目し、その危険防止について規定されたものが適用されます。

また、廃液等の廃棄物の処理については、水質汚濁防止法、大気汚染防止法、廃棄物の処理及び清掃に関する法律、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律、農薬取締法が適用されます。

特に、農業科を設置する学校等においては、農薬取締法の趣旨に沿ってそれらを管理しなければならないことに留意してください。

表 理科に関する法規名と内容

法規名（所管官庁）	内容
・ 毒物及び劇物取締法（厚生労働省） ・ 消防法（消防庁） ・ 高圧ガス保安法（経済産業省）	薬品の生物学的、物理的性質および化学的性質に着目し、その危険防止について規定した法律
・ 水質汚濁防止法（環境省） ・ 大気汚染防止法（環境省） ・ 廃棄物の処理及び清掃に関する法律（環境省） ・ 海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律（国土交通省）	環境保全に関係し、危険な薬品を危険な薬品を含む廃棄物の処理について規定した法律
・ 薬事法（厚生労働省） ・ 火薬類取締法（経済産業省） ・ 食品衛生法（厚生労働省） ・ 農薬取締法（農林水産省）	薬品の用途に着目し、その性質や有効性などを規定した法律

② 毒物及び劇物取締法における毒物及び劇物

ア 毒物及び劇物の判定基準

毒物及び劇物の判定は、動物における知見、ヒトにおける知見、またはその他の知見に基づき、当該物質の物性、化学製品としての特質等をも勘案して行われています。動物における知見のうち、「急性毒性」には、次のような基準があります。

(ア) 経口毒物：LD50 が、50mg/kg 以下のもの

劇物：LD50 が、50mg/kg を超え 300mg/kg 以下のもの

(イ) 経皮毒物：LD50 が、200mg/kg 以下のもの

劇物：LD50 が、200mg/kg を超え 1,000mg/kg 以下のもの

(注 LD50：当該物質を実験動物に投与した際の致死量であり、実験動物の50%が死亡する投与量のことを意味します。)

イ 毒物及び劇物の取扱いについて

学校では、実験において、劇物を使用することがあり、職業教育を主とする専門学科を設置している高等学校では、さらに毒物を使用することがあります。毒物及び劇物を取り扱う場合は、取り扱う薬品の物理的及び化学的な性質、毒性などについて、十分な知識をもつことが必要です。また、特に保管・管理を厳重にし、盗難や不正流出が起きないように対策を講じておくことが重要となります。

③ 消防法における危険物

消防法では、火災等の災害を引き起こすおそれのある物質を「危険物」と定め、製造、貯蔵、取扱い等について規制しています。消防法は、固体と液体を対象とし、気体については、高圧ガス保安法に基づき規制されます。危険物は表のように第1類から第6類に分類されています。

表 消防法による危険物の分類

分類	性質	物質の例
第1類 (酸化性固体)	強い酸化力をもった物質であり、ほかの物質（特に可燃物）を酸化する。その際に、点火源あるいは熱源があると、その物質を発火あるいは爆発させる。	塩素酸カリウム、硝酸カリウム、亜硝酸ナトリウム、過マンガン酸カリウム、二クロム酸カリウムなど
第2類 (可燃性固体)	比較的低温で着火しやすい物質であり、燃焼速度も速い。燃焼の際に有毒なガスを発生させるものがある。また、微粉状の場合には粉塵爆発の危険性がある。	アルミニウム（粉末）、マグネシウム、亜鉛（粉末）、赤リン、硫黄など
第3類 (自然発火性物質 及び禁水性物質)	空気との接触により発火する危険性のあるものや、水との接触により発火、あるいは可燃性ガスを発生させる危険性のあるものがある。	黄リン、ナトリウム、カリウム、炭化カルシウム（カーバイド）など
第4類 (引火性液体)	常温ですべて液体である。液表面から発生する蒸気は引火性であり、蒸気比重が大きく、低所に滞留し、遠くに流れるなど、特有の危険性を有する。	二硫化炭素、ジエチルエーテル、アセトアルデヒド、ベンゼン、メタノール、エタノールなど
第5類 (自己反応性物質)	分子内に酸素を有する可燃物であり、点火源があれば、ほかからの酸素の供給を受けずに燃焼する物質である。摩擦・衝撃によって容易に爆発する。	ニトロセルロース、ピクリン酸など
第6類 (酸化性液体)	液体の酸化性物質で、還元性物質と激しく反過酸化応ずる。可燃物と反応して発火し、有毒ガスを発生する危険性がある。	水素、硝酸など

④ 農薬取締法における農薬

ア 農薬の定義（農薬取締法第1条の2）

農作物（樹木及び農林産物を含む。以下「農作物等」という。）を害する菌、線虫、だに、昆虫、ねずみその他の動植物またはウイルスの防除に用いられる殺菌剤、殺虫剤その他の薬剤（その薬剤を原料または材料として使用した資材で当該防除に用いられるもののうち政令で定めるものを含む。）及び農作物等の生理機能の増進または抑制に用いられる成長促進剤、発芽抑制剤その他の薬剤をいいます。

イ 使用時の注意事項

農薬には人畜に対し次のような毒性があることから、農薬を散布する際には、防除衣、補助衣、保護具などを適切に使用し、十分注意する必要があります。

表 農薬の毒性と中毒症状が起きる恐れのある状況

毒性	中毒症状が起きる恐れのある状況
経口毒性	農薬が散布中に微量ずつ口から入った場合、農薬を誤飲した場合
経皮毒性	農薬が皮膚に触れ、体内に吸収された場合
吸入毒性	農薬の微粒子が呼吸によって気管支内の粘膜等から体内に吸収された場合
慢性中毒	農薬を長期間連続して使用した場合

⑤ 通知・通達

理科の観察・実験において、重大な事故が発生していることから、その実施と事故の予防について、1965年から2016年までに火薬や薬品管理に関する通達や通知が発出されています。以下に、通知の内容について簡単にまとめました。詳しく知りたい方は、北海道教育委員会が発行する『理科薬品等の取扱いに関する手引（四訂版一部改正）』のp23～45及びp55以降の「理科薬品等の取扱いに関する通達・通知（昭和61年以前）」をご覧ください。

表 理科薬品に関する通知・通達

●薬品の適切な管理、盗難の防止

発信番号・ 施行年月日	施行先機関名	施 行 者	件 名	備 考
平成28年10月14日 教高第1237号	各教育局長、 道立学校長	学校教育局 高校教育課長、 特別支援教育課長	「理科薬品等の取扱い について」	
平成24年6月27日 教高第485号	各教育局長	学校教育局長	「理科薬品等の適正な 保管・管理の徹底につ いて」	
平成24年4月27日 教高第150号	各教育局長	学校教育局長	「理科薬品等の適正な 管理について」	
平成23年10月14日 教義第1029号	各教育局長	学校教育局長	「理科薬品等の適正な 管理について」	
平成22年12月7日 教高第1251号	各教育局長	学校教育局 高校教育課長、 特別支援教育課長	「道立学校における理 化学薬品の管理につ いて」	
平成21年4月30日 教高第168号	各教育局長	学校教育局長	「理化学薬品等の適正 な管理について」	
平成20年11月28日 教義第1083号	各教育局長	学校教育局 義務教育課長	「理科薬品等の適正な 管理について」	
平成16年5月6日 教高第1016号	各教育局長	生涯学習部 高校教育課長、 小中・特殊教育課長	「理科薬品等の適正な 保管管理の徹底につ いて」	
昭和61年7月31日 教小第1127号 教小第1127号-2 教小第1127号-3	各市町村教育委員会教育長 各教育局長 各道立学校長	教育長	「公立学校における児 童・生徒の安全確保につ いて（通知）」	・北海道管区行政 監察局長通知
昭和55年6月30日 教小第1063号 教小第1063号-2 教小第1063号-3	各市町村教育委員会委員長 各道立学校長 各教育局長	教育長	「公立学校における児 童、生徒の安全確保につ いて（通知）」	
昭和53年7月20日	各教育局長、各道立学校長、	教育長	「学校等における理科	・文部省管理局長

教高第 2094 号	各市町村教育委員会教育庁 (各市町村立学校長)		系実験用薬品類の管理 について (通知)	通知 ・消防庁危険物規 制課長からの要望
昭和 51 年 7 月 24 日 51 教施第 3095 号	各教育局長、 各道立学校長、 各市町村教育委員会教育長 (各市町村立学校長)	教育長	「理化学薬品の保管管 理の徹底について (通 達)」	
昭和 42 年 12 月 5 日 42 教学第 5059 号	各教育局長、 各道立学校長、 各市町村教育委員会教育長 (各市町村立学校長)	教育長	「薬品等の取扱いにつ いて (通達)」	

●「毒劇物」の管理場所・管理方法の徹底

発信番号・ 施行年月日	施行先機関名	施 行 者	件 名	備 考
平成 26 年 3 月 28 日 教高第 2156 号	各教育局長、 各道立学校長	学校教育局 高校教育課長、 特別支援教育課長	「道立学校における学 校教材用毒物・劇物の 保管管理について」及 び「道立学校における 理科薬品等の管理につ いて」の一部改正につ いて (通知)	
平成 24 年 2 月 7 日 教高第 1808 号	各教育局長、 各道立学校長	学校教育局 高校教育課長、 特別支援教育課長	「道立学校における理 科薬品等の管理につい て (通知)」	・最終改正 (平成 26 年 3 月 28 日教 高第 2156 号)
平成 22 年 12 月 7 日 教高第 1251 号	各教育局長	学校教育局 高校教育課長、 特別支援教育課長	「道立学校における理 化学薬品の管理につい て」	
平成 20 年 4 月 10 日 教学健第 62 号	各教育局長	学校教育局 学校安全・健康課長	「教育機関における毒 物及び劇物の適正な保 管管理等の徹底につい て (通知)」	・文部科学省生涯 学習政策局生涯学 習推進課、初等中 等教育局教育課程 課、高等教育局高 等教育企画課、ス ポーツ・青少年局 学校健康教育課通 知 ・厚生労働省医薬 食品局審査管理課 化学物質安全対策 室長通知

平成10年11月11日 教高第1120号	各教育局長	生涯学習部 高校教育課長、 小中・特殊教育課長	「学校における毒物及び劇物の適正な管理について（通知）」	・文部省初等中等教育局高等学校課長通知 ・文部省高等教育局長、文部省学術国際局長、文部省大臣官房会計課長通知 ・文部省初等中等教育局高等学校課長依頼 ・厚生省医薬安全局長通知
平成10年10月29日 教高第1110号	各教育局長	生涯学習部 高校教育課長、 小中・特殊教育課長	「道立学校における学校教材用毒物・劇物の保管管理について（通知）」	・最終改正（平成26年3月28日教高第2156号）
平成10年10月29日 教高第3056号	各教育局長、 各道立学校長、 各市町村教育委員会教育長、 （各市町村立学校長）	生涯学習部 高校教育課長、 小中・特殊教育課長	「毒物・劇物にかかわる児童生徒への指導及び適正な使用・管理について（通知）」	
平成10年8月3日 教高第1062号	各教育局長、 各道立学校長、 道立理科教育センター所長、 各市町村教育委員会教育長	学校教育庁 生涯学習部長	「学校教材用毒物・劇物の適正な保管管理の徹底について（通知）」	
昭和61年7月31日 教小第1127号	各市町村教育委員会教育長	教育長	「公立学校における児童・生徒の安全確保について（通知）」	
昭和61年7月30日 教高第2132号	各教育局長、 各道立学校長、 道立理科教育センター所長、 各市町村教育委員会教育長 （各市町村立学校長）	学校教育部長	「学校教材用毒物・劇物の適正な保管管理について（通知）」	・道警本部防犯部長要望
昭和59年12月1日 教高第2125号	各教育局長、 各道立学校長、 道立理科教育センター所長、 各市町村教育委員会教育長 （各市町村立学校長）	学校教育部長	「学校教材用シアン化合物の管理の適正化について（通知）」	・道警本部防犯部長要望
昭和57年3月24日 教小第1022号	各教育局長	学校教育部長	「学校教材用劇物・毒物の保全管理の強化につ	

			いて（通知）」	
昭和55年1月18日 教高第2004号	各教育局長	学校教育部長	「学校における理化学薬品の保管管理について（通知）」	・道警本部防犯部長要望
昭和54年5月1日 教高第2043号	各教育局長	学校教育部長	「理化学薬品等の保管管理について（通知）」	・道警本部防犯部長要望
昭和53年5月9日 教高第3040号	各教育局長	学校教育部長	「学校教材用劇物、毒物の管理強化について（通知）」	・道警本部防犯部長要望
昭和52年5月25日 52教施第3116号	各教育局長	学校施設課長	「学校教材用毒劇物等の保管管理の徹底方について（通知）」	・道警本部防犯部長要望
昭和51年8月10日 薬務第2424号	指導部長	衛生部長	毒物及び劇物事故防止指導要領	

●爆発物の管理

発信番号・ 施行年月日	施行先機関名	施 行 者	件 名	備 考
平成24年7月9日 教高第544号	各教育局長	学校教育局 高校教育課長、 特別支援教育課長	「理科薬品及びその他危険物等の適正な管理について」	・硝酸カリウム
平成21年7月3日 教高第483号	各教育局長	学校教育局長	「理化学薬品等の適正な管理について」	・ピクリン酸、ヘキサミン、シアン化合物
平成4年6月5日 教学教第3057号	各教育局長	学校教育課長	「学校における火薬類の事故防止について（通知）」	
昭和42年12月5日 42教学第5059号	各教育局長、 各道立学校長、 各市町村教育委員会教育長 (各市町村立学校長)	教育長	「薬品等の取扱いについて（通達）」	
昭和40年12月22日 40教学第7060号	各教育局長、 各市町村教育委員会教育庁	教育長	「実験・実習等における災害・事故について（通知）」	・道商工部長通知

●地震による火災発生防止対策の措置

発信番号・ 施行年月日	施行先機関名	施 行 者	件 名	備 考
昭和61年7月31日 教小第1127号	各市町村教育委員会教育長	教育長	「公立学校における児童・生徒の安全確保について（通知）」	

昭和 53 年 7 月 20 日 教高第 2094 号	各教育局長、 各道立学校長、 各市町村教育委員会教育長 (各市町村立学校長)	教育長	「学校等における理科 系実験用薬品類の管理 について（通知）」	
--------------------------------	-------------------------------------------------	-----	---------------------------------------	--

⑥ 文部科学省（2011）『小学校理科の観察、実験の手引き』

2011 年には、文部科学省が「小学校理科の観察、実験の手引き」を発行し、各種観察・実験の手法や安全管理について紹介しています。

以上の法令や通知・通達等の他に、教科書や指導書に記載されている注意事項について、3 章では実務資料としてまとめています。理科教員の皆さんは、2 章を読み、リスク管理のために必要な行動をとらなければなりません。管理職の方々については、理科の授業におけるリスク管理がなされているか確認し、必要な措置を行ってください。

(3) 危機管理のプロセス

○科学における危機管理

科学の立場から危機管理を検討したものには、2000年の日本学術会議・安全に関する緊急特別部会の『安全学の構築に向けて』があり、事故に学ぶシステムと事故を調査するシステム、教育機関における安全教育などについて検討が行われました。この報告によると、安全活動は、

- ① 事前のリスク認知と評価
- ② 事前の安全確保
- ③ 事後の安全確保
- ④ 安全支援

の4つの活動で構成されるとしています。

○学校における危機管理

北海道教育委員会が2019年に作成した『学校における危機管理の手引（改訂3版）適切な学校運営のために』では、危機管理のプロセスは、

- (1) 危機の予知・予測
- (2) 危機管理体制の確立に向けた取組
- (3) 危機発生時の対応
- (4) 事後の危機管理
- (5) 対応の事後評価と再発防止に向けた取組
- (6) 信頼回復に向けた取組

の6つですが、(2)、(3)が事前の安全確保、(4)が事後の安全確保、(5)、(6)が安全教育を含む再発防止についての取組であると考えれば、『安全学の構築に向けて』とほぼ同様であると言えます。

これらのことから、どのような分野においても、危機管理は、①リスクの認知と評価、②リスクの除去・対応（①と②を併せてリスクマネジメント）、③危機発生時の対応（クライシスマネジメント）、④対応の事後評価と再発防止に向けた取組の4つのステップで構成されており、本ハンドブックでもこのステップに則ってまとめています。また、各ステップの最後にはチェックリストをつけていますので、活用してください。

① リスクの認知と評価

危機管理の最も重要な課題は、事前のリスクの認知です。事前のリスク認知を的確に行うことができれば、事前・事後の安全確保とその支援について、その的確性と実現可能性を向上させることができます。

全てのことが予見可能というわけではありませんが、これまで経験したことのある事故については予見が可能であるといえます。しかし、理科教育における危機管理において、これまでの理科教員の経験が100%活用されているわけではなく、ほかの理科教員が経験した事件事例があまり知られていなかったために、繰り返し同じ種類の事故が発生することもあります。

そのため、これまでに発生した事故に関する知識があれば、少なくともその観察・実験におけるリスクを事前に認知することが可能になるでしょう。

リスク評価の方法としてFMEA(Failure Mode and Effects Analysis)が有名です。製品設計や工程設計(製品の製造プロセスの設計)での潜在的故障、不良モードの早期発見と未然防止のために幅広く利用されている手法の一つで、故障モードを列挙するプロセス(FM)と、それら故障モードの影響度を評価・解析するプロセス(EA)の2つの段階に分けられます。

医療分野においても、故障モードにヒューマンエラーを取り込んだエラーモードという形でHFMEA(Health care FMEA)として改良され、広く利用され始めています。教育分野でも医療分野と同様に、機器の故障だけでなく、教員の注意義務の過失に起因するヒューマンエラーによる事故が想定されるため、有効であると考えられます。

HFMEAでは、ヒューマンエラーの分析に有効であるとされるシナリオ分析を用いて、失敗経験の活用、他病院での情報を利用、ブレインストーミングの3つの方法を駆使して、エラーモードの列挙を行います。理科教育においては、皆さん自身の失敗経験や、令和4年度、旧北海道立教育研究所附属理科教育センターが調査した、「ヒヤリ・ハットから重大事故に至るまでの事件事例」が参考となります。その際、自分の経験による思い込みが、適切な危機の予見を阻害してしまうことに注意してください。

特に、令和4年度の調査では、図のように同じ事例であるにも関わらず、ある先生はヒヤリ・ハットとしていたり、ある先生は軽い事故としていたりする例が見受けられました。また、できれば大事にしたいくないという気持ちで、隠したりなかったことにしたりしていると、さらに大きな事故になりかねませんので、小さな出来事でも共有しリスクマネジメントに生かすような雰囲気を持つことが大事です。

正の逆転 = ヒヤリハットであるが事故と認識しているもの 31件

	記述
起きた	水の温まり方の実験で、試験管の上部を温めていたところ、割れた。
起こりそうになった	試験管を倒して割ってしまった。特に怪我もなく掃除をした。

負の逆転 = 事故であるがヒヤリハットと認識しているもの 79件

	記述
起きた	やけどの手当
起こりそうになった	やけど、冷水で冷やし対処した

図 ヒヤリ・ハットと事故の逆転

校長先生をはじめとする管理職の方々は、全国各地の学校で発生している事件・事故の傾向を把握するために、観察・実験事故の新聞報道等を教職員に紹介するなどして、日頃から、教職員の危機管理意識の高揚に努めてください。

- 多くの事件事例をそろえているか。最悪の事態を想定しているか。
- 全国各地の学校で発生している事件・事故の傾向を把握しているか。
- 自分に起こらないと考えて事件事例を排除していないか。
- 大事にしたいくないという気持ちで、隠したりなかったことにしていないか。
- 小さな出来事でも共有しリスクマネジメントに生かすような雰囲気があるか。
- 一部の重大事故にヒヤリ・ハット事例をできるだけ多く見いだしているか。
- 教職員の危機管理意識の高揚を図っているか。
- 全教職員で情報を共有する仕組みがあるか。

② リスクの除去・対応

FMEAにおいて、リスクの除去・対応の優先順位を考える際には、影響評価を行います。ここでは、発生頻度（発生する割合）、影響度（後の活動、人にどの程度の影響を与えるか）、検知難易度（どこで発見されるか）の3項目がよく使用されます。

全ての事故に対して各評価項目の値を当てはめた後、それらの評価値を掛け算し、重要度を求めます。

$$\text{重要度} = \text{発生頻度} \times \text{影響度} \times \text{検知難易度}$$

各項目が1～5の5段階の場合、重要度は1～125となり、大きな値の事故ほど、対策の必要度が高いということになります。発生頻度は%としてもかまいませんし、影響度はヒヤリ・ハットを1、軽度の事故を2、中度の事故を3、重大事故を4というように分けてもかまいません。以下の尺度の例は、5段階で作成されたものです。

表 尺度の例

点	発生頻度	影響度	検知難易度
5	発生する割合が非常に高い	児童生徒の生命に関わる重大な影響を及ぼす。莫大な損害につながる。	ほとんど発見不可能である。
4	発生する割合が高い	児童生徒に大きな影響を及ぼす。大きな損害を及ぼす。	多くの場合、発見できない。
3	時々発生することがある	児童生徒に影響を及ぼす。後の行程に大きな損害を及ぼす。	発見可能だが時々発見できない。発見が遅れる。
2	たまに発生することがある	児童生徒への影響は小さい。後の行程に小さな損害を及ぼす。	多くの場合発見できる。
1	ほとんど発生しそうにない	児童生徒への影響はほとんどない程度。	実施時に発見できる。

ただし、評価値は絶対的なものではなく相対的なものと考えてください。個々の値付けに神経質になることなく他の事故の値との比較によって決定するように心がけることが肝心です。

また、各事件事例に対する対策について、(1)で整理した法規で規定されている内容や、2章で紹介する実務資料のほか、教科書、指導書等を参考に記載してください。

ここまでのステップを、令和3年に起こったアルコール爆発の事故を例に作成すると以下の表のようになります。

表 令和3年に起こった小学校でのアルコールの爆発の例

① リスクの認知と評価					② リスクの除去・対応						
No	単位操作	操作の目的	誰が	エラーモード	影響	影響分析			重要度	原因	対策
						発生頻度	影響度	検知難易度			
1	アルコールの準備	葉の脱色	教師	メタノールの購入	誤飲による失明	3	5	3	45		エタノール購入
2	アルコールの加熱	脱色作用を強める	教師	直火による加熱	アルコールへの引火	2	4	3	24	焦り	時間的余裕の確保 指導計画の見直し
			教師	火力を強める	アルコールへの引火	2	4	3	24	焦り	
3	アルコールの補充	蒸発分の補充	教師	加熱中の補充	アルコールへの引火	1	4	3	12	焦り	
			教師	一斗缶から直接補充	アルコールの爆発	1	5	3	15	焦り	

- 集めたリスクが発生した際の影響を記載しているか。
 - リスクが発生する原因を記載しているか。
 - 発生頻度、影響度、検知難易度を段階別に評価しているか。
 - リスクに対してこれまで行っている取組を記載しているか。
 - これまで取組のない項目や、他の取組が考えられる項目については、本手引きや参考図書を基に記載しているか。
 - 児童生徒に対する安全教育は計画・実施されているか。

理科教員の皆さんは、自分で行う対策を認識するとともに、児童生徒に対して、緊急時の安全な行動の仕方について理解させる場面を設定しましょう。『安全学の構築に向けて』では、「組織の安全に対する経営方針、教育・訓練、動機づけ、倫理観などの安全支援プログラム」の必要性を訴えています。ハードの面からリスクを100%軽減する対応は不可能であるため、一定のリスクが残ってしまいます。残ったリスクに対して、ソフトの面からその充実を図らなければなりません。学校においては、安全教育が該当すると考えられます。安全教育については第4章でまとめていますので、掲載している資料を参考に指導を行ってください。

③ 危機発生時の対応

危機が発生した場合、人命尊重を第一に考え、**児童生徒及び教職員の生命や身体を守ることが最も重要**です。その際には、被害を回避または最小限にとどめるために、正確な状況の把握に努め、必要な応急処置や適切な対応をとりましょう。

理科教員の皆さんは、自治体等が実施する理科の教科研修に参加するなどして、危機発生時に児童生徒への的確な指示や迅速な避難誘導等ができるようにしなければなりません。また、観察・実験を行う際、事故を防ぐための事前対策は必ず実施してください。

管理職の方々は、教職員に対して、日常的に報告・連絡・相談を励行するとともに、想定される危機への対応策を定め、危機管理体制を確立しなければなりません。教育委員会への報告をはじめ、警察・消防・病院などの関係機関などの関係者への連絡を迅速に行うための体制を整備し、連絡体制やフローチャートを見やすい場所に掲示しましょう。次ページ以降はその例です。

- 危機発生時に児童生徒への的確な指示ができるか。
- 様々な場面における安全な行動の仕方について理解させているか。
- 関係者への連絡を迅速に行うための体制を整備し、教職員に周知しているか。
- 危機管理のための業務フロー、連絡フローが掲示されているか。

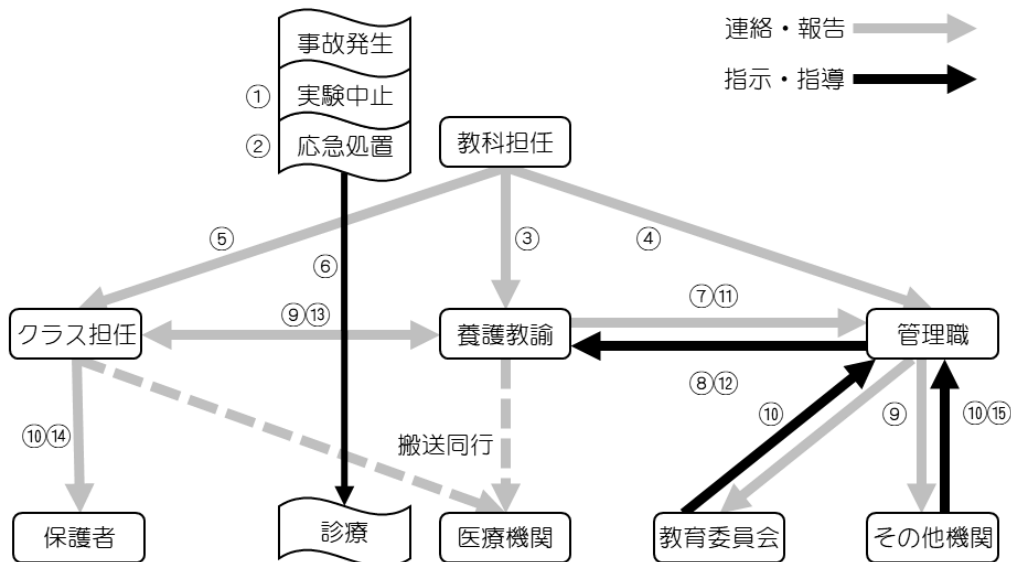


図 危機管理体制の例

④ 対応の事後評価と再発防止に向けた取組

また、事故時の対応を事態収拾後に総括し、危機が発生した原因や対応を分析・評価することが大切です。分析を基に、リスク評価や危機発生時の対応を改善し、再発防止に取り組みましょう。

評価は、①、②、③で行った対策が、実際の事故で有効に機能したかについて、それぞれの学校における実践を基に行います。その際、管理職等が作成した、時系列で記録した記録等において、事故の発生要因の把握、問題点等の整理、実験計画の安全性の視点で評価を行います。

評価を基に、①リスクの認知と評価、②リスクの除去・対応、③危機発生時の対応で記載した内容の改善を行います。

- 避難訓練等の結果を検証し、緊急時における危機管理体制の改善を図っているか。
- 時系列の記録は作成しているか。
- 事故の発生要因の把握、問題点等の整理、実験計画の安全性の視点で評価したか。
- ①リスクの認知と評価、②リスクの除去・対応、③危機発生時の対応について改善したか。

次のページは、具体的な事例を基にリスクマネジメントを考えるワークシートです。第2章で紹介する事例を活用して、作成してみましょう。その際、重大事故の事例からヒヤリ・ハットの事例までを関連付けて整理するとよいでしょう。

参考文献

文部科学省（2010）『「生きる力」をはぐくむ学校での安全教育』

文部科学省（2011）「小学校理科の観察、実験の手引き」

北海道教育委員会（2019）「理科薬品等の取扱いの関する手引（四訂版）」

日本学術会議 安全に関する緊急特別委員会（2000）「安全に関する緊急特別委員会報告 安全学の構築に向けて」

北海道教育委員会（2019）「学校における危機管理の手引（改訂3版）適切な学校運営のために」

田中健次（2002）「トラブルの未然防止に有効な手法：FMEAとは」保健医療科学第51号

札幌市教育委員会（2014）『小・中学校理科指導資料5-1「観察、実験の安全指導の手引」』

第2章 実務資料編

理科室や薬品庫は、日頃から整理整頓しておくことが重要です。理科室では、生徒の使い易い場所に薬品や器具、機器などを配置しそれを関係する教員に周知しておくことも大切です。

観察、実験の器具については、整備点検を日頃から心掛けなければなりません。これが十分でないと、観察、実験の際、無駄な時間を費やすだけでなく、怪我や事故につながりやすいので事前の点検が大切です。

薬品の扱いについては、その薬品の性質、特に爆発性、引火性、毒性などの危険の有無を調べた上で取り扱うことが大切です。また、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す。

以下に示した資料を参考に、各学校の実状に合わせて理科室・薬品庫の整備・点検を行いましょう。

(1) 理科室管理のチェックリスト

理科室管理のチェックリストは、図2-1の作成例を参考に、管理責任者を中心に学校ごとに作成し、定期的に点検を行いましょう。

チェックシート作成の際には、**理科室での実験後、すぐに次の授業がある場合に最低限チェックしてほしい内容を、〈日常チェック〉としてまとめるなど、工夫して作成しましょう。**

図 2-1 理科室管理のチェックリストの例

理科室 安全チェックシート

<日常チェック> 月日		/	/	/	/	/
<input type="checkbox"/> 整理整頓されているか						
<input type="checkbox"/> 危険な薬品や刃物類、不要なものが出っぱなしになっていないか						
<input type="checkbox"/> 薬品庫は施錠されているか						
<input type="checkbox"/> 薬品及び廃液は飛散・流出・転倒が起こらないように保管されているか						
<input type="checkbox"/> 着火器具、マッチなどは鍵のかかる場所に保管されているか						
<input type="checkbox"/> マッチの燃えがらは、消火を確認してから処分しているか						
確認印	管理担当者					
	管理責任者					
<薬品管理チェック> 月日		/	/	/	/	/
<input type="checkbox"/> 薬品庫の鍵は簡単に持ち出せないように決められた場所に保管しているか						
<input type="checkbox"/> 劇毒物は一般薬品と区別して保管しているか						
<input type="checkbox"/> 劇物の容器は、白字に赤文字で「医薬用外劇物」と表示しているか						
<input type="checkbox"/> 毒物の容器は、赤字に白文字で「医薬用外毒物」と表示しているか						
<input type="checkbox"/> 薬品の帳簿はきちんと記入され、実際の残量と一致しているか						
<input type="checkbox"/> 不要な薬品や廃液は正しい方法で廃棄されているか						
<input type="checkbox"/> 着火器具、マッチなどを、薬品と一緒に保管していないか						
<input type="checkbox"/> 月末の在庫量の確認をしているか。(学校長の押印が必要)						
確認印	管理担当者					
	管理責任者					
<設備チェック> 月日		/	/	/	/	/
<input type="checkbox"/> 電気やガス、水道などの設備に異常はないか						
<input type="checkbox"/> 電源やガスなどの安全装置は作動するか						
<input type="checkbox"/> 消火器に異常はないか						
<input type="checkbox"/> 応急処置に必要な設備(緊急シャワー)などに異常はないか						
<input type="checkbox"/> 理科室からの校内電話は使えるか						
確認印	管理担当者					
	管理責任者					

記載方法 ①点検すべきものを項目にしたがって点検する。
 ②点検後、良好であればチェック欄のにチェック(し)を入れる。
 ③日常チェックは理科室使用毎に必ず行う。

理科室 日常安全チェックシート

※良好であればチェック欄のにチェック(し)を入れる。

チェック項目	整理整頓され ているか	危険な薬品や 刃物類、不要な ものが出っぱ なしになってい ないか	薬品庫は施錠 されているか	薬品及び廃液 は飛散・流出・転 倒が起こらない ように保管され ているか	着火器具、マッ チなどは鍵の かかる場所に 保管されてい るか	マッチの燃えが らは、消火を確 認してから処分 しているか	担 当 者
日付	/						
	/						
	/						
	/						
	/						

(2) 理科薬品の管理・保管

学校に備えられている各種の薬品類は、その性質に基づいて正しく取り扱う必要があります。

ここでは、「理科薬品等の取扱いに関する手引（四訂版）」（令和元年5月 北海道教育委員会、以下「手引」）に基づき、薬品の管理・保管について、中学校の実験に出てくるおもな薬品を中心に確認します。

なお、手引は北海道立教育研究所の Web ページ（<http://www.doken.hokkaido-c.ed.jp/>）よりダウンロードすることができます。

① 管理上の遵守事項

ア 理科薬品等を保有する学校は、必ず管理責任者を指定しましょう。

なお、指定に当たっては、理科、農業、工業等の教科（学科）主任又は薬品を主に扱う教科の担当教諭の中から指定しましょう。

イ 薬品は購入・使用等の都度、受払・点検記録簿に使用量等を記録しましょう。

(ア) 一般薬品は「一般薬品受払・点検記録簿（様式1）」に、毒物及び劇物は「毒物及び劇物受払・点検記録簿（様式2）」にそれぞれ使用年月日、使用量、残量等を記入し、常に現在量を把握できるようにしなければいけません。

特に、毒物及び劇物については、直接処理する担当教諭又は実習助手が、使用量等を記録し押印のうえ、管理責任者及び校長の検印を受けてください。

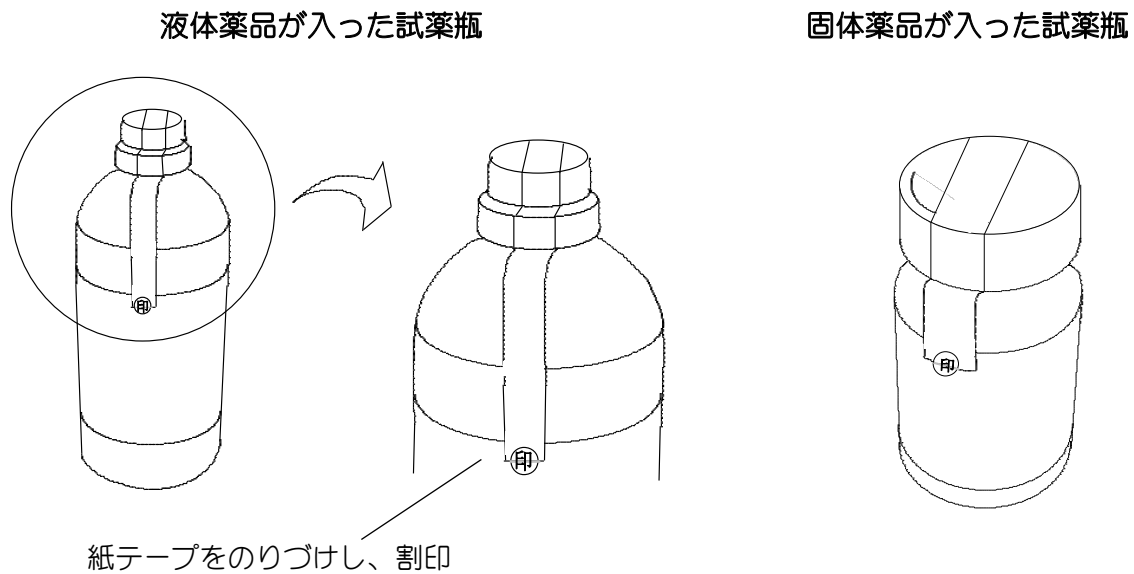
(イ) 毒物及び劇物にあつては少なくとも1か月ごとに、一般薬品は少なくとも6か月ごとに点検しましょう。すべての薬品を実測し現在量と受払・点検記録簿の重量に不都合がないかどうかを複数の教員等で点検、確認のうえ、「理科薬品等点検確認票（様式3）」により物品管理主任及び校長等の検印を受けてください。

ただし、使用頻度の低い薬品については、当該容器を封印することによって、目視による点検のみとし、薬品の現在量を実測しなくてもよいです。なお、容器の封印は、図2-2を参考に、担当者が割印をするとともに、容器が開けられたときにテープが破れるなどして確認できるようにしましょう。

また、過去3年間封印している薬品は、速やかに破棄しましょう。

(ウ) 目減り等により増減があつた場合は、受払・点検記録簿に「吸湿による質量増」「揮発による質量減」など、その原因等を具体的に記載して整理しましょう。

図 2-2 封印の例



② 保管上の遵守事項及び留意点

ア 薬品は安全収納の工夫をして保管しましょう。

(ア) 薬品は、一般に、密栓をし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、火気から遠ざけておきましょう。

(イ) 毒物及び劇物の保管庫は、施錠できる金属製のロッカー等を専用保管庫とし、**毒物及び劇物とその他の一般薬品は、それぞれ別に保管しなければいけません。**

また、「危険物を運搬する際の混載に関する基準」（「③ 危険な薬品に関する遵守事項」参照）において混載を禁止する組合せの薬品を並べることをないようにしなければいけません。

(ウ) 薬品庫の施錠に用いるダイヤル鍵の暗証番号については、暗証番号の漏洩を防ぐ観点から、少なくとも1年おきに変更するようにしましょう。

イ その他、次の点についても留意の上、保管しましょう。

(ア) 薬品を陰イオン別に分類して保管すると、「危険物を運搬する際の混載に関する基準」において、混載を禁止する組合せの薬品が並ぶことはほとんど起こりません。

(イ) 薬品を図 2-3 のような可搬型の薬品整理箱に入れ、棚に並べるようにすると安全です。

(ウ) 冬期間、凍結による瓶の破損事故も考えられるので、注意が必要です。



図 2-3

③ 危険な薬品に関する遵守事項

上記①及び②に加え、次のことも遵守してください。

ア 毒物及び劇物取締法で指定された毒物及び劇物

(ア) 保管容器は、飲食物の容器として通常使用される物を使用してはいけません。

(イ) 保管容器及び被包に、毒物には赤地に白色で「医薬用外毒物」、劇物には白地に赤色で「医薬用外劇物」の文字を表示しましょう。また、貯蔵する場所に、毒物については「医薬用外毒物」、劇物については「医薬用外劇物」の文字を表示しましょう。

(ウ) 毒物及び劇物が飛散し、漏れ、流れ出、しみ出、または地下にしみ込むことを防ぐ措置をしなければいけません。

(エ) 毒物及び劇物の取扱い要領等の校内規程の整備を行きましょう。

イ 消防法で指定された危険物

(ア) 次表は、危険物を運搬する際の混載に関する基準です。

危険物を運搬する際の混載に関する基準

	第1類	第2類	第3類	第4類	第5類	第6類
第1類		×	×	×	×	
第2類	×		×			×
第3類	×	×			×	×
第4類	×					×
第5類	×		×			×
第6類		×	×	×	×	

×：混載を禁止する組合せ

(イ) 保管の際は、(ア)の表を参考にして、特に、混載を禁止する組合せの薬品は、それぞれ別の薬品整理箱などに入れ、薬品庫内で並べて保管することのないようにしましょう。

また、第1類（酸化性固体）、第3類（自然発火性物質及び禁水性物質）、第6類（酸化性液体）は、それぞれが、それ以外の薬品と並べるのを避けたい薬品です。

ウ その他政令で定める危険物の取扱い等

(ア) 第3類の、黄リンなど自然発火性物質は水中に、ナトリウムやカリウムなど禁水性物質は保護液（灯油）中に保存し、自然発火性物質と禁水性物質とを薬品庫内で並べて保管することのないようにしましょう。また、それぞれの物質が空気中に露出しないようにしましょう。（危険物の規制に関する政令第24条14、第26条1の3）

(イ) 第4類（引火性液体）のジエチルエーテル等の有機溶剤については、液表面から発生する蒸気に引火するおそれがあることから、必ず密栓するとともに、薬品庫内においては電線と電気器具とを完全に接続し、かつ、一般の冷蔵庫等火花を発生する危険性のある器具等を使用しないようにしましょう。（危険物の規制に関する政令第24条13）

④ その他

ア 薬品の購入に当たっては、必要最小限の量となるようにしましょう。

薬品は長期間保管すると変質するものがあります。また多量になれば、それぞれ危険性も大きくなります。使用計画を立て、それに合わせて必要最小限の量を購入するにとどめ、保管量を少なくし、保管期間を短くするようにしましょう。

イ 特例として、硝酸カリウムについては、他の一般薬品と区分し、施錠できるロッカー等で保管しましょう。（手引 p.51「第5 その他2 質疑応答 Q7、Q8」参照）

ウ 定期的な点検・確認以外にも、日常から、退勤時に薬品管理責任者等が薬品庫内の薬品の保管状況や薬品庫等の施錠状況を確認するなど、常に薬品の保管状況について気を配ることが大切です。また、薬品庫のある準備室が無人となる時は施錠をし、生徒だけによる準備室の使用をさせないなど、教員の目が届くよう管理の徹底を図る必要があります。

エ 薬品庫の配置例

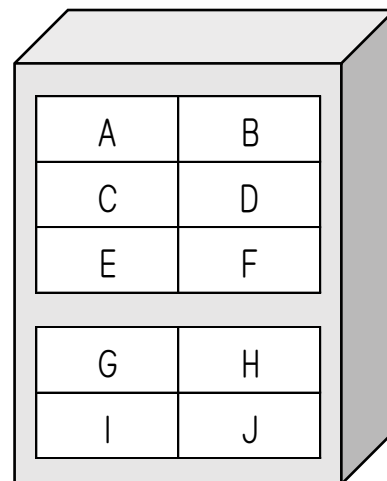
薬品庫の配置については分類、整理方法に決まった様式はありません。それぞれの学校での薬品の所有数や薬品庫のスペースを考え、扱いやすい配置に分類整理してください。

図2-4に示した薬品庫の配置例では、理科薬品を単体金属・非金属、色素・指示薬類、無機化合物、有機化合物、毒物・劇物、強酸・アルカリ、引火性物質に分類し、グループA～Jに配列しています。

また、単体金属・非金属、色素・指示薬は比較的安全なので上段に、無機化合物・有機化合物はよく使うので中段に、毒物・劇物・アルカリは万一転倒した場合などの危険を小さくするためにも下段に配列しています。

図 2-4 中学校の実験に出てくるおもな薬品の配置例

【上段】一般薬品庫：比較的安全な薬品を保管する	
A	単体金属・非金属 例) 硫黄、酸素、水素、活性炭、窒素、銅、鉄、亜鉛、マグネシウム
B	色素・指示薬類/雑 例) 酢酸オルセイン、酢酸カーミン、酢酸ダーリア、フェノールフタレイン溶液、BTB溶液、pH試験紙、リトマス紙、パルミチン酸、寒天(粉末) アルギン酸塩印象剤、塩化コバルト紙、クエン酸
C	硫酸塩/その他の塩類 例) 硫酸ナトリウム、硫酸マグネシウム、石こう(硫酸カルシウム) ミョウバン(硫酸カリウムアルミニウム) チオ硫酸ナトリウム(ハイポ)、ホウ砂(ホウ酸ナトリウム)
D	炭酸塩/硝酸塩 例) 炭酸カルシウム(石灰石、大理石)、炭酸水素ナトリウム 過炭酸ナトリウム、硝酸カリウム、硝酸銀
E	ハロゲン化物/酸化物 例) 塩化アンモニウム、塩化ナトリウム、塩化バリウム、酸化銀、酸化銅、二酸化炭素、二酸化マンガン
F	有機化合物 例) ブドウ糖、ワセリン、メントール



【下段】医薬用外劇物庫：危険な薬品を分けて保管する	
G	無機化合物 例) 塩化銅(II)、硫酸銅(II)、硫酸亜鉛、過酸化水素水 ヨウ素液、ベネジクト液 ※ヨウ素液はヨウ素を含むため、劇物と同様に扱う ※ベネジクト液は硫酸銅を含むため、劇物と同様に扱う
H	塩基類(アルカリ) 例) 水酸化カルシウム、水酸化ナトリウム、水酸化バリウム、石灰水、アンモニア水
I	無機酸 例) 硫酸、塩酸
J	アルコール類/有機化合物 例) 酢酸、エタノール、セタノール

※毒物及び劇物を貯蔵し、陳列する場所(薬品棚、戸棚、柵など)に、図のように、毒物については、赤地に白色で「医薬用外毒物」の文字を表示し、劇物については、白地に赤色で「医薬用外劇物」の文字を表示しなければなりません。

※小中学校においては、基本的に危険性の低い薬品を取り扱うようにし、毒物に指定されている薬品は生徒実験において使用を避けましょう。

(3) 理科薬品の廃棄方法（フローチャート）

有毒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ります。

また、実験室から出された廃液の他にも、使用しない薬品や古い薬品については、学校薬剤師等に相談し、早めに廃棄するようにしましょう。

① 実験室から出された廃液の処理

ア 処理の考え方

実験室から出された廃液については、毒物及び劇物取締法、水質汚濁防止法、廃棄物の処理及び清掃に関する法律等に従い、適切な処理をしなければいけません。なお、水質汚濁防止法が適用される学校は、「農業、水産または工業に関する学科を含む専門教育を行う高等学校」です（水質汚濁防止法施行規則第1条の2第4項）。

しかし、廃液の処理は、児童生徒に環境への影響や環境保全の大切さを考えさせるよい機会となるため、児童生徒には観察、実験により生じた廃液の処理や回収の方法について常に意識させておくことが重要です。

イ 具体の処理方法

(ア) 酸やアルカリの廃液は中和してから多量の水で薄めながら流します。

例) 塩酸、硫酸、水酸化ナトリウム水溶液

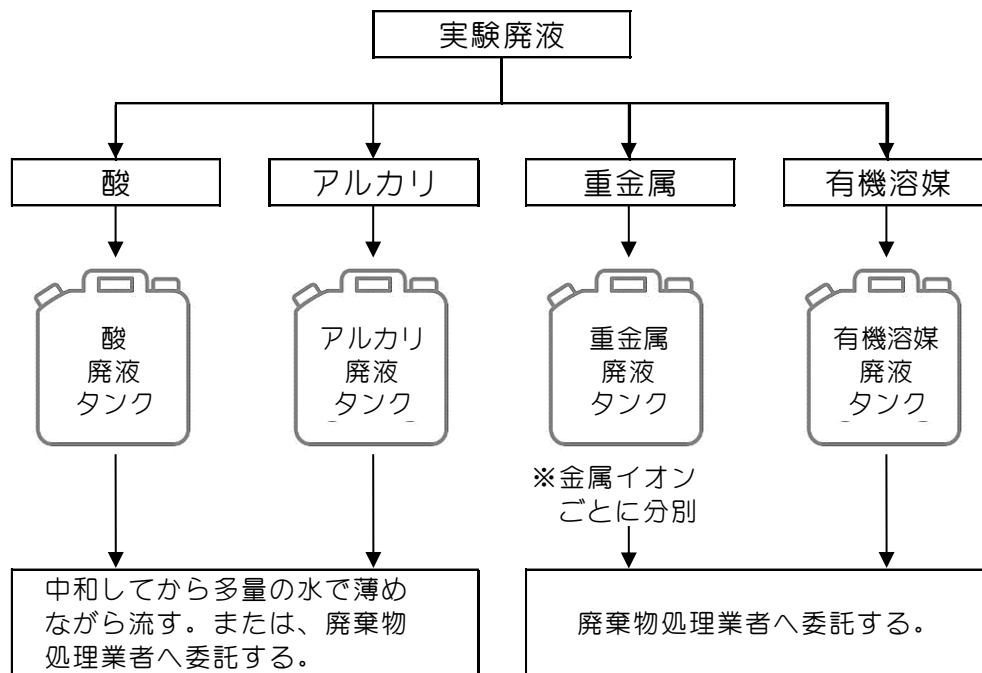
(イ) 重金属イオンを含む廃液は金属イオンごとに分別して容器に回収・保管し、最終処分は廃棄物処理業者に委託します。

例) 塩化銅水溶液、硫酸銅水溶液、硫酸亜鉛水溶液、硝酸銀水溶液

(ウ) 有機溶媒を含む廃液についても回収・保管し、最終処分は廃棄物処理業者に委託します。

例) アルコール（エタノール・メタノール）、アセトン、トルエン

図 2 - 5 廃液処理の例



② 危険な薬品の廃棄

ア 廃棄の考え方

過去3年間使用していない薬品については、速やかに廃棄しましょう。廃棄に当たっては、毒物及び劇物取締法及び同法施行令（手引 p. 15「第4 関係法規・通達等」を参照）における廃棄等の基準により行わなければいけません。また、水質汚濁防止法、大気汚染防止法、廃棄物の処理及び清掃に関する法律、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律など、環境保全関係の法律に従う必要があるため、保健所と協議の上、その性質に応じて適切に処理しなければいけません。

イ 毒物及び劇物の廃棄方法に関する基準

毒物及び劇物の廃棄の方法については、昭和50年11月26日に「毒物及び劇物の廃棄の方法に関する基準について」の通知が厚生省（現厚生労働省）薬務局長から各都道府県知事に発せられて以来、計10回通知されており、現在まで145品目の毒物及び劇物について品目ごとに具体的な廃棄の方法が示されています。（手引 p. 9「第2 薬品の取扱い3(2)イ、ウ」参照）

(4) 理科薬品の特性に関する資料

学校に備えられている各種の薬品類は、その性質に基づいて正しく取り扱う必要があります。ここでは、中学校の教科書に掲載されている実験に出てくるおもな薬品の特性をまとめています。

薬品名	劇毒物	危険物	主な性質と注意点	管理上の注意
亜鉛		第2類	粉末は危険物(粉じん爆発の危険性)、水と接触させない、還元性	気密保存、酸、アルカリ、酸化剤との共存不可
アルギン酸塩印象剤				
アンモニア水	劇		濃度 10%以上劇物、揮発性、突沸性(濃硫酸・濃硝酸・濃塩酸との混合時)、毒性、腐食性、皮膚に付けない	酸との共存不可、冷暗所に保存
硫黄(固・粉)		第2類	引火性、爆発性、還元性、可燃性、火気注意	遮光・気密保存、酸化剤と共存不可
エタノール		第4類	引火性、揮発性、吸湿性	遮光・気密保存、火気厳禁
塩化アンモニウム			微昇華性、吸湿性、有害性、皮膚に付けない	遮光・気密保存
塩化コバルト紙			吸湿性	乾燥剤を入れた容器に密閉保存
塩化銅(II)	劇		毒性、腐食性、潮解性、皮膚に付けない	
塩化ナトリウム				
塩酸	劇		毒性、腐食性、濃度 10%以上劇物、皮膚に付けない、揮発性、吸湿性、	遮光・気密保存、アルカリとの共存不可
塩化バリウム※1				
過酸化水素水(オキシドール)	劇	第6類	濃度 6%以上劇物、酸化性、腐食性、揮発性、突沸生、爆発性、可燃性物質・触媒、鉄・銅・クロムとの接触不可	遮光しガス抜き栓をして冷暗所保存
過炭酸ナトリウム			酸素系漂白剤	
活性炭			吸湿性	
カリウムミョウバン(12水)			風解性	遮光・気密保存
寒天(粉末)				
クエン酸※1			水和物は風解性	気密保存
酢酸		第4類	引火性、揮発性、吸湿性、有害性、腐食性、	気密保存、火気厳禁
酢酸オルセイン				遮光・密閉保存
酢酸カーミン			揮発性	遮光・気密保存
酢酸ダーリア※1				
酸化銀			加熱爆発性、可燃性物質との接触不可	遮光保存
酸化銅			皮膚に付けない	密閉保存
酸素※2				
硝酸カリウム		第1類	引火性、酸化性、加熱爆発性、酸化剤	密閉保存、可燃物との共存不可
硝酸銀	劇	第1類	酸化性、光変性、皮膚に付けない	遮光・密閉保存
水酸化カルシウム			気体吸収性・腐食性、皮膚に付けない	密閉保存、酸との共存不可、ガラスびん不可
水酸化ナトリウム	劇		5%以上劇物、気体吸収性・腐食性、皮膚に付けない	遮光・密閉保存、酸との共存不可、ガラスびん不可

薬品名	劇毒物	危険物	主な性質と注意点	管理上の注意
水酸化バリウム	劇		5%以上劇物、気体吸収性・腐食性、皮膚に付けない	遮光・密閉保存、酸との共存不可、ガラスびん不可
水素※2				
セタノール※1				
石こう（硫酸カルシウム）				
炭酸カルシウム（石灰石、大理石）				密閉保存、酸との共存不可
炭酸水素ナトリウム、				遮光・密閉保存
チオ硫酸ナトリウム（ハイポ）※1			風解性	遮光・気密保存、強酸化剤との共存不可
窒素※2				
鉄（板、粉）		第2類	粉末は危険物、爆発性、還元性	
銅（板、線、粉）			還元性、火気注意、硫黄・アンモニアとの接触を避ける。	密閉保存
二酸化マンガン			皮膚に付けない	遮光・密閉保存
二酸化炭素※2				
パルミチン酸※1				
BTB 溶液			皮膚に付けない	遮光保存
pH 試験紙				
フェノールフタレイン溶液				気密保存
ブドウ糖				
ベネジクト液			皮膚に付けない	気密保存
ホウ酸ナトリウム（ホウ砂）				
マグネシウム（リボン、粉）		第2類	粉末は危険物、爆発性、還元性、火気注意、可燃性物質、禁水性、加熱・衝撃を避ける	密閉保存、酸、アルカリ、酸化剤と共存させない
メントール※1				
ヨウ素液			劇物並みの扱い	遮光保存
リトマス紙				
硫酸	劇		5%以上劇物、吸湿性、加水発熱性、皮膚に付けない、腐食性	遮光・気密保存、アルカリとの共存不可
硫酸銅	劇		無水物は吸湿性、水和物は風解性、皮膚に付けない	密閉保存
硫酸ナトリウム			無水物は吸湿性、水和物は風解性	遮光・気密保存
硫酸マグネシウム				
ワセリン				

※劇毒物・・・劇：「毒物及び劇物取締法」において劇物に指定されているもの

※危険物・・・第○類：「消防法」において第○類の危険物に指定されているもの

※1 一部の教科書に記載 ※2 スプレー缶

(5) 標準的な薬品の調製法

実験で使用する薬品を目的に適した濃度に調製することは、実験を正しく行うためだけでなく、実験を安全に実施するために大切なことです。ここでは、中学校の教科書に掲載されている実験に出てくるおもな薬品の調製例をまとめています。なお、中学校で実際に実験で使用する試薬は、厳密な濃度調整が必要ではないこともあるので、およその濃度で水溶液 100cm³をつくる方法について紹介しています。

濃度は質量パーセント濃度（重量百分率）（％）で表しています。使用薬品は市販のものを基準としていますが、販売元によって若干の違いがありますので注意してください。

薬品名	およその濃度（％）	作成方法
塩酸	2.5	50 cm ³ 程度の水に濃塩酸 6 cm ³ （約 35％、密度 1.18g/cm ³ ）を少しずつ加えたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
	4	50 cm ³ 程度の水に濃塩酸 9.7 cm ³ （約 35％、密度 1.18g/cm ³ ）を少しずつ加えたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
	5	50 cm ³ 程度の水に濃塩酸 12 cm ³ （約 35％、密度 1.18g/cm ³ ）を少しずつ加えたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
	10	50 cm ³ 程度の水に濃塩酸 24 cm ³ （約 35％、密度 1.18g/cm ³ ）を少しずつ加えたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
硫酸	2.5	50 cm ³ 程度の水に濃硫酸 1.4 cm ³ （約 95％、密度 1.84g/cm ³ ）を少しずつ加えたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
	4	50 cm ³ 程度の水に濃硫酸 2.3 cm ³ （約 95％、密度 1.84g/cm ³ ）を少しずつ加えたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
	5	50 cm ³ 程度の水に濃硫酸 2.9 cm ³ （約 95％、密度 1.84g/cm ³ ）を少しずつ加えたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
酢酸	2.5	氷酢酸 2.4 cm ³ （約 99％、密度 1.05g/cm ³ ）に水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
	5	氷酢酸 4.8 cm ³ （約 99％、密度 1.05g/cm ³ ）に水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
硝酸	2.5	50 cm ³ 程度の水に濃硝酸 3 cm ³ （約 60％、密度 1.38g/cm ³ ）を少しずつ加えたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
水酸化ナトリウム水溶液	2.5	50 cm ³ 程度の水に水酸化ナトリウム 2.5g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
	4	50 cm ³ 程度の水に水酸化ナトリウム 4g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
	5	50 cm ³ 程度の水に水酸化ナトリウム 5g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
水酸化バリウム水溶液	2.5	50 cm ³ 程度の水に水酸化バリウム・八水和物 4.6g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
アンモニア水	2.5	50 cm ³ 程度の水にアンモニア水 10 cm ³ （約 28％、密度 0.90g/cm ³ ）を少しずつ加えたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
	5	50 cm ³ 程度の水にアンモニア水 20 cm ³ （約 28％、密度 0.90g/cm ³ ）を少しずつ加えたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。

薬品名	およその濃度 (%)	作成方法
過酸化水素水	3	過酸化水素水 9 cm ³ (約 30%、密度 1.11g/cm ³)に水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
	3	過酸化水素水 7.6 cm ³ (約 35%、密度 1.13g/cm ³)に水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
硫酸ナトリウム水溶液	4	50 cm ³ 程度の水に硫酸ナトリウム (無水) 4 g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
	4	50 cm ³ 程度の水に硫酸ナトリウム・十水和物 9 g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
硫酸銅水溶液	5	50 cm ³ 程度の水に硫酸銅 (II)・五水和物 7.8 g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
	5	50 cm ³ 程度の水に硫酸銅 (II) (無水) 5 g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
	14	50 cm ³ 程度の水に硫酸銅 (II)・五水和物 21.8 g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
	14	50 cm ³ 程度の水に硫酸銅 (II) (無水) 14g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
硫酸亜鉛水溶液	5	50 cm ³ 程度の水に硫酸亜鉛・七水和物 8.9 g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
硫酸マグネシウム水溶液	5	50 cm ³ 程度の水に硫酸マグネシウム (無水) 5 g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
	5	50 cm ³ 程度の水に硫酸マグネシウム・七水和物 10.3 g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
硝酸カリウム水溶液	2	50 cm ³ 程度の水に硝酸カリウム 2 g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
塩化銅水溶液	4	50 cm ³ 程度の水に塩化銅 (II)・二水和物 5.1 g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。※塩化銅 (I) は水に不溶
	10	50 cm ³ 程度の水に塩化銅 (II)・二水和物 12.7 g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。※塩化銅 (I) は水に不溶
塩化バリウム水溶液	5	50 cm ³ 程度の水に塩化バリウム (無水) 5 g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
塩化ナトリウム水溶液	5	50 cm ³ 程度の水に塩化ナトリウム 5 g を入れて溶かしたものに、水を加えて全体の体積を 100 cm ³ とする。
石灰水	—	水酸化カルシウム 50g を水 500 g に加えてつくった飽和水溶液の上澄みの液を使う

参考文献

北海道教育委員会（2019）『理科薬品等の取扱いの関する手引（四訂版）』

文部科学省（2017）『中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説理科編』

佐賀県教育センター（2008）『安全な理科観察、実験ハンドブック』

札幌市教育委員会（2014）『小・中学校理科指導資料 5-1「観察、実験の安全指導の手引」』

大日本図書『理科室 安全チェックシート』

第3章 野外観察編

(1) はじめに

小学校6年生や中学校1年生の理科では、地層や岩石を野外で観察することが求められています。しかし、必要だと知っていても、実際に野外観察に出かけるのはなかなか決心がつかないことです。多くの先生方は、このような悩みを抱えていらっしゃるのではないのでしょうか。

「実際に野外で観察するのはなんだか難しそう…」

「どこにどんな地層があるのかわからないし、地層があってもうまく指導できるか自信がない。」

では、そのような悩みはどうやったら解決できるのでしょうか。
その答えは、ずばり、

困ったときこそ野外に行ってしまうこと。

まずは、外に出て、地層や岩石に触れてみましょう。写真だけなら教室でも学習できます。しかし、大切なのは、子どもたちが自然の中で、自分の手で自然に触れることです。周囲の景色や風の匂いなど、様々な刺激を体中で感じながら、地層を観察することで、地層の広がりを体感し、地球の営みを感じることができるのです。

野外観察の基本は、自分の目で観察すること。難しいことを求めてはいけません。本物に触れることが一番大切なのです。

中学校学習指導要領解説 理科編（H29 公示）

2 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

地域や学校の実態に応じて野外観察を行うことも重要である。自然に直接触れることによって自然の営みや自然の偉大さを感じ取り、自然に対する興味・関心を高めることができる。また、自然を直接観察し、自然の事物・現象の中から生徒自身で問題を見いだすことにより、探究する活動を意欲的なものとするすることができる。その際、野外での探究する活動を効果的なものとするためには、生徒の生活の場である地域の自然環境の実態をよく把握し、その特性を十分に生かすことが重要である。

上記のように、中学校学習指導要領解説においても、野外における観察を重視しています。また、実際に野外で観察する機会を持つことの他に、十分に観察、実験の時間や探究する時間を設定することや、博物館や資料館などの社会教育施設を活用することが提示されています。

(2) 野外観察の基本

趣味で行う地質見学とは違い、授業で行う野外観察では「安全の確保」が重要な条件となります。

しかし、自然を相手にするわけですから、100%の安全はあり得ません。第1章でも触れていますが、そのことを前提に、起きうる危険をできる限り予測し、対応できるように準備をすることが大切です。

野外観察における安全管理の基本として、以下の大きく3点について、チェックリストを活用して、安全の確保に努めてください。

Check 1 観察場所	
<input type="checkbox"/> 落石や崖崩れの危険性が少ない <input type="checkbox"/> 露頭前が十分に広く、逃げやすい <input type="checkbox"/> 川や海への落水の可能性が少ない <input type="checkbox"/> スズメバチの巣などが近くにない <input type="checkbox"/> ウルシなどの場所を把握している <input type="checkbox"/> 車の往来などの危険がない	<input type="checkbox"/> アレルギーの原因となる植物がない <input type="checkbox"/> 上流にダムなどの施設がない <input type="checkbox"/> 流れの急な場所や深い場所が近くにない <input type="checkbox"/> 観察地点まで歩く距離が適切である <input type="checkbox"/> 天候による影響が少ない

Check 2 服装・装備	
～児童・生徒編～ <input type="checkbox"/> 長袖、長ズボン（肌の露出を少なく） <input type="checkbox"/> 観察場所に適した靴 <input type="checkbox"/> 軍手、帽子（日よけや小さな落下物防止） <input type="checkbox"/> 汗拭きタオル（熱射病予防にも） <input type="checkbox"/> 雨具、防寒具 <input type="checkbox"/> シャツや靴下の着替え <input type="checkbox"/> 飲料水 <input type="checkbox"/> 虫除けスプレー <input type="checkbox"/> ぜんそくなどの吸入薬、常備薬 <input type="checkbox"/> ルーペ、虫取り網、虫かご、移植ごて <input type="checkbox"/> 岩石ハンマー、サンプル袋、地形図 <input type="checkbox"/> スケッチ用紙、筆記具、カメラ	～教師編～ <input type="checkbox"/> 多めの水（傷口などの洗浄にも） <input type="checkbox"/> きれいなタオル（様々な用途） <input type="checkbox"/> 携帯電話 <input type="checkbox"/> 蜂用殺虫剤 <input type="checkbox"/> 飴などの糖分（疲労時の元気薬） <input type="checkbox"/> カイロ <input type="checkbox"/> 応急セット <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 10px;"> <input type="checkbox"/> 絆創膏 <input type="checkbox"/> 消毒液 <input type="checkbox"/> ガーゼ・包帯 <input type="checkbox"/> 虫刺され薬 <input type="checkbox"/> 冷却剤 <input type="checkbox"/> 抗アレルギー薬 <input type="checkbox"/> ポイズンリムーバー </div>

Check 3 その他	
<input type="checkbox"/> 複数人で下見に行った <input type="checkbox"/> 緊急時の連絡経路ができている <input type="checkbox"/> 病人の輸送手段を考えてある <input type="checkbox"/> 病院等のリストがある	<input type="checkbox"/> 移動中の安全が確保できている <input type="checkbox"/> 気象情報の確認 <input type="checkbox"/> 余裕のある日程・時程 <input type="checkbox"/> 十分な引率教員の人数や役割

また、チェックリストに掲載している生物を含めて、北海道の野外観察で注意する必要のある動植物をまとめました。

- 動物…イラガ・ドクガの幼虫（毛虫）、スズメバチやアシナガバチ、ダニ、マムシ、ヒグマ、キタキツネ、カラス、鳥の死骸など
- 植物…トリカブト、ツタウルシ・ヤマウルシ、フクジュソウ、スズラン、ドクゼリ、イラクサなど

さらに、安全を確保する上で、野外観察における事前・事後を含めた指導も大切です。以下に、札幌市が発行した「観察、実験の安全指導の手引」を参考に、指導の例を示します。

① 事前指導

- ・野外の開放感から、軽率な行動を取ることが予想され、安全な行動がとれない可能性があるため、はぐれて行動したり、勝手な行動をしたりしないよう指導する。
- ・同様に、普段の教室とは異なる環境であることから、危険を避けるために、どのような場所でも教師の指示を集中して聞けるよう指導する。
- ・自然を大切にし、保護する立場から、採集は最低限にとどめるよう指導する。
- ・気温が高い時期には、熱中症にならないよう、汗を発散しやすい服装で、帽子をかぶって参加するよう指導したり、積極的に水分を取るよう指導したりする。

② 現地での指導

- ・活動の約束を確認する
 - a 決められた場所の範囲で活動する。教師の死角になる場所へは行かない。
 - b 単独行動は禁止。
 - c むやみに走り回らない。特に下り坂では絶対に走らない。
- ・活動前の指導は短く、ポイントを押さえたものとし、実際に活動する途中で、必要な指導を数回に分けて行うようにする。
- ・生徒の活動の様子に十分注意し、危険につながりそうな行動を見つけた場合には、適宜指導を行う。

③ 事後指導

- ・活動後に手洗いをしっかり行わせる。
- ・服にダニなどがついていいる場合がある。室内に入る前に、服やズボンを十分にはらうようにする。また、首や腕などにダニがついていないことをお互いに確認するよう指示する。
- ・時間がたってから、草かぶれ等による皮膚炎を起こすことがある。異常を感じたら、すぐに大人に連絡し、適切な処置を受けるよう伝える。

なお、野外観察時の安全とは関係ありませんが、野外観察に行く場合、バスを借用することが多いと思います。その際には、バスを安全に停める場所があるか、バスが安全に走行して行ける場所か、車内が汚れる可能性があることを伝えているかについても確認しておくといよいでしょう。

【参考：中学校学習指導要領解説 理科編（H29 公示）】

3 事故防止、薬品などの管理及び廃棄物の処理

(1) 事故の防止について

ク 野外観察における留意点

野外観察では、観察予定の場所が崖崩れや落石などの心配のない安全な場所であることを確認するとともに、斜面や水辺での転倒や転落、虫刺されや草木によるかぶれ、交通事故などに注意して安全な観察を行わせるように心掛ける。事前の実地踏査は、観察場所の安全性の確認や観察場所に至るルートの確認という点で重要である。とりわけ、河川などの状況は開発等の人為的な活動や風雨などの気象現象により大きく変わることもあるので注意する。加えて、観察当日の天気や気候にも注意して不慮の事故の発生を防ぐようにする。また、緊急事態の発生に備えて連絡先、避難場所、病院なども調べておくことが必要である。

野外観察のために河原や雑木林などを歩く場合、靴は滑らないものでしっかりとしたもののがよい。服装は、虫刺されやかぶれ、紫外線などの危険から身を守るために、できるだけ露出部分の少ないものが適している。また、日ざしの強い季節には、帽子をかぶることなども必要である。岩石の採集で岩石ハンマーを扱う際には、手袋や保護眼鏡を着用させるようにする。

(3) 野外観察のおもしろさ

ここまでは、野外観察の学習指導要領上の意義や、安全確保のための基本について説明してきました。(2)では、過去に理科教育センターが発行した「小中学校理科 地質野外学習ガイドブック」より、野外観察のおもしろさをご紹介します。

【其の一】 究極の探究学習

地学が専門の先生は非常に少ないですが、地球や宇宙について学ぶ「地学」のおもしろさはどこにあるでしょう。

過去の歴史を解き
明かすロマン？

化石の魅力？

扱う素材のスケールが大きいこと？

このどれも正解だと思いますが、ここで強調したいのは、特に過去の出来事について考える場合については、再現性のある実験をしにくいという性質から、常に「答えのない学問」であり、それこそが最大の魅力であるということです。

この地球がどのような歴史をたどってきたのか？

この地球上にどのような生物がいたのか？

この地球がどのように誕生したのか？

などなど

これらの問いについては、有力な説はありますが、どの説が正解かどうかはわかりません。現在、有力だと言われている説は、科学者が、自然の中に残されている証拠や、科学の法則を利用して考えた説でしかありません。それは、いかに多くの情報を集め、それらを根拠にして導き出した考えがどれだけ人を納得させられるかにかかっているのです。

そのような意味では、野外観察で、地層を観察し、たくさんの自然情報を集め、そこから自分の考えを導き出してまとめること…つまり探究的な学習が求められています。この手順は、科学者たちの研究手法と同じです。また、知識や探究を深めていく過程で、科学者のように岩石の成分を分析したり、年代を測定したりすることも不可能ではありません。

前述したように、地学の疑問に対する答えは、有力な説であって、正解ではありません。つまり、子どもたちが探究的な学習を踏まえて考えた説が、正解の可能性もあるのです。

地学領域の野外学習を苦手とする先生たちの多くは、地層の時代や岩石の名前がわからないと言います。しかし、そういった知識からではなく、目の前の崖の特徴や岩石から、自然情報を調べ、思い切って自分の考えをまとめることは可能です。あなたも究極の探究学習に取り組んでみませんか？

【其の二】 目を育てる学習

Q 子どもたちには地層が見えていない？

野外学習の際に、私たちに見えている露頭と、子どもたちに見えている露頭はずいぶん違っているようです。子どもたちが露頭を観察するとき、次のような傾向があります。

A しま模様をただの凹凸として認識する。
崩れた砂礫の山や、表面の形に目が行く。
植生や湧水に目が行く。
大きな露頭のどこを見ていいのか迷う。

つまり、地層の概念がない状況では、先生が見てほしいと願っている部分を、子どもたちは見ることができていないのです。

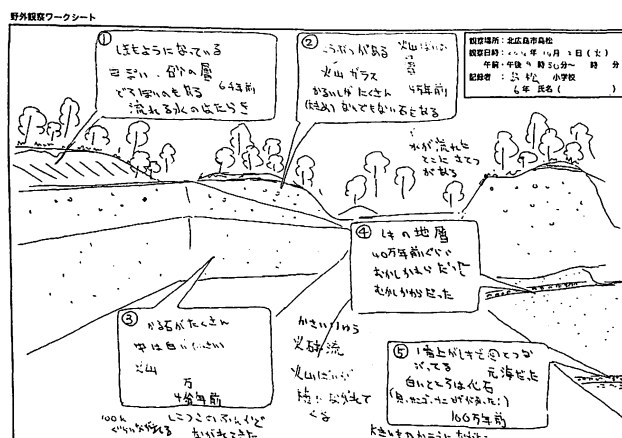
Q スケッチはしなくてもいい？

地層をスケッチさせる目的は、次の2点です。

- ① 露頭の概観をとらえ、地層の重なりや広がり気配に気付かせる。
- ② それぞれの層の詳細を観察し、構成物や固結度などの特徴に気付かせる。

では、これらの目的はスケッチなくして達成できないのか、というと必ずしもそうでもありません。例えば、教師が準備した露頭の概観に、子どもたちが気付いたことを記入する方法を用いたワークシートがこちらです。

右の図のように、露頭のどこを観察するか指定することで、子どもたちはたくさんの情報を読み取り、自信を持って表現できるようになります。



地層の初学者でも、地層の概念や地層を見る目を育てることができます。また、習熟が進むにつれて、地層のスケッチにも挑戦することができます。

A スケッチを必ずしも必要としない学習においても、露頭では内を観察したらよいのか理解し、観察を通して地層についての概念が形成され、徐々に地層が見えるようになってきます。

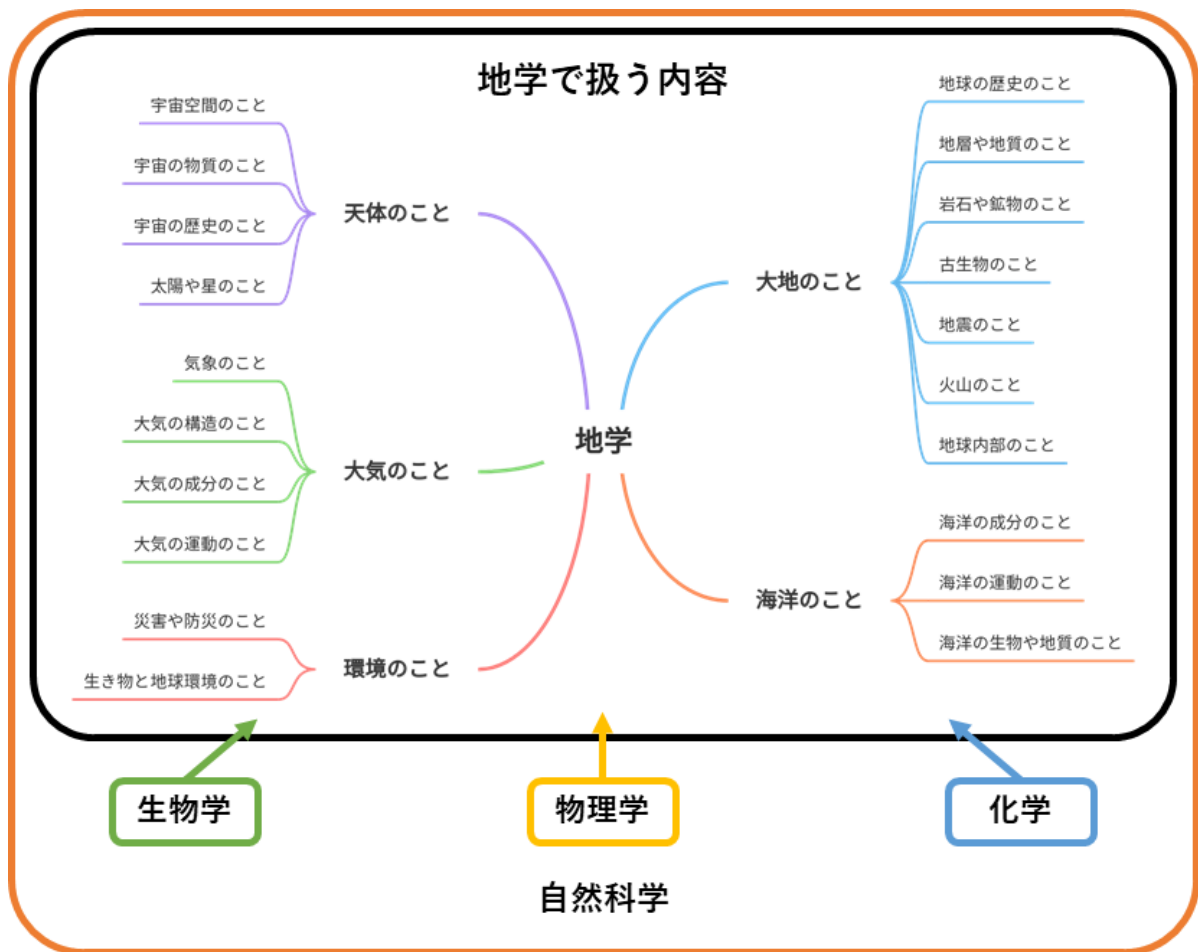
野外観察を通して、子どもたちに岩石や地層を見る目を育ててあげましょう。

【其の三】 地球を知れば世界がわかる

地学のおもしろさを、別の視点からも触れてみましょう。【其の一】では地学そのものの魅力について紹介しました。

その一方で、地学について学ぶことは、全ての自然科学に結びついているというおもしろさがあります。地球や宇宙に関する学問は、物理学、化学、生物学の全ての領域と密接に関わっており、地学の学びを深めるほど、他の領域への理解も深まります。

つまり、地学を学べば学ぶほど、自然界全体のしくみや法則がわかってくるという点で、地学は総合科学的な立ち位置を占めているのです。



(4) 野外観察の実際

このハンドブックは、北海道の小・中学校に勤める先生たちが「野外学習をしよう！」と思ったときの参考となるよう、全道の素材を集めて作成されています。

ご存じのように北海道は大変広く、地層観察の素材もたくさんあります。次ページから紹介する観察スポットは、道内に存在する数多くの露頭の中から、安全で観察しやすいスポットを選択して掲載しています。

もちろん、これだけでは全道を網羅できていないので、観察スポットを増やしていきたいと考えています。素敵な露頭の情報があれば、ぜひ、北海道立教育研究所の高校地学の担当者までご一報ください。

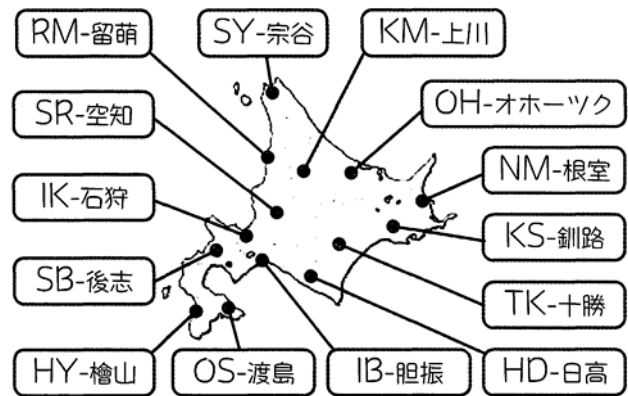
それでは、次ページから紹介する資料の見方について、簡単に説明します。

① 観察スポットの場所

資料には、観察スポットごとに地域ごとの記号をつけてあります。学校の近くにある露頭を探す際の参考としてください。

また、旅行的行事などの経路や滞在先の近くに観察スポットがあれば、そこで野外観察を行う方法もあります。

紙面の都合上、詳しい地図等を掲載することはできませんが、露頭写真左側のQRコードを読み取ることによって地図情報にアクセスすることができます。



② どんな地層をお探しですか？

教科書で紹介されている露頭は、しま模様をはっきりとしていて、いかにも「これが露頭だ〜！」という場所がほとんどです。また、堆積岩が数種類と火山灰と化石と…なんて欲張りな地層がスケッチ例などで見られますが、なかなかそんな場所はありません。

そこで本テキストでは、「ここがオススメ！」欄を設け、一目でどんな地層が見られるかわかるように、3段階の★印で評価しています。

ページの右下には、「安全情報」として、野外観察の注意点をまとめました。

③ 野外観察シートを使ってください！

先ほどのページで紹介した、野外観察シートがそれぞれの観察スポットごとについています。是非ご活用ください。

ここなら安心
観察スポット

HY-01

乙部町 くぐり岩



アクセス



【地層ができた時代】約400万～300万年前（新生代新第三紀）

ここがオススメ！

水のはたらき	★★★
火山のはたらき	★●●
生き物の痕跡	★●●
地層の広がり	★★★
大地の変動	★★●

～地層の概要～

この地点では、館層と呼ばれる、固結度の低い堆積岩中心の地層を見ることができます。しま模様のはっきりしていて、それぞれの地層を構成する粒の大きさは、泥岩～礫岩と様々です。堆積岩を構成する砂や礫は火山性のものが多く、全体的に白っぽい地層となっています。地層中をよく観察すると、白いチューブ状の生物の化石や、巣穴の化石などを観察することができます。

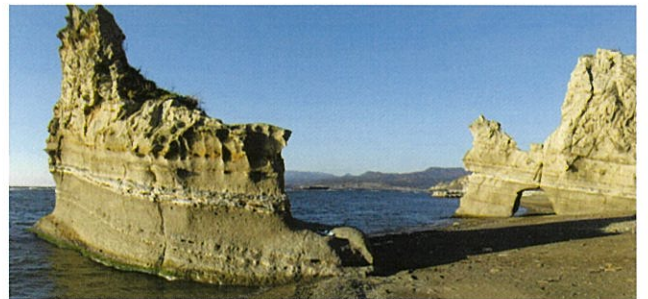
穴の右上で地層が曲がっているように見えますが、これは褶曲ではありません。スランプ構造といって、地層ができたてのやわらかい時期に、地滑りなどの表面的な動きでできた構造だと考えられています。このことは、変形部の下の地層が水平であることから説明できます。



チューブ状の生物化石

～こんな学習活動ができます～

地層それぞれを構成する粒の違いがはっきりとわかるので、地層がしま模様に見えるのはなぜかを考えさせる学習活動に最適です。また、20mほど手前にある地層と比較し、**地層の連続性**を考えさせる学習活動も容易に行うことが可能です。

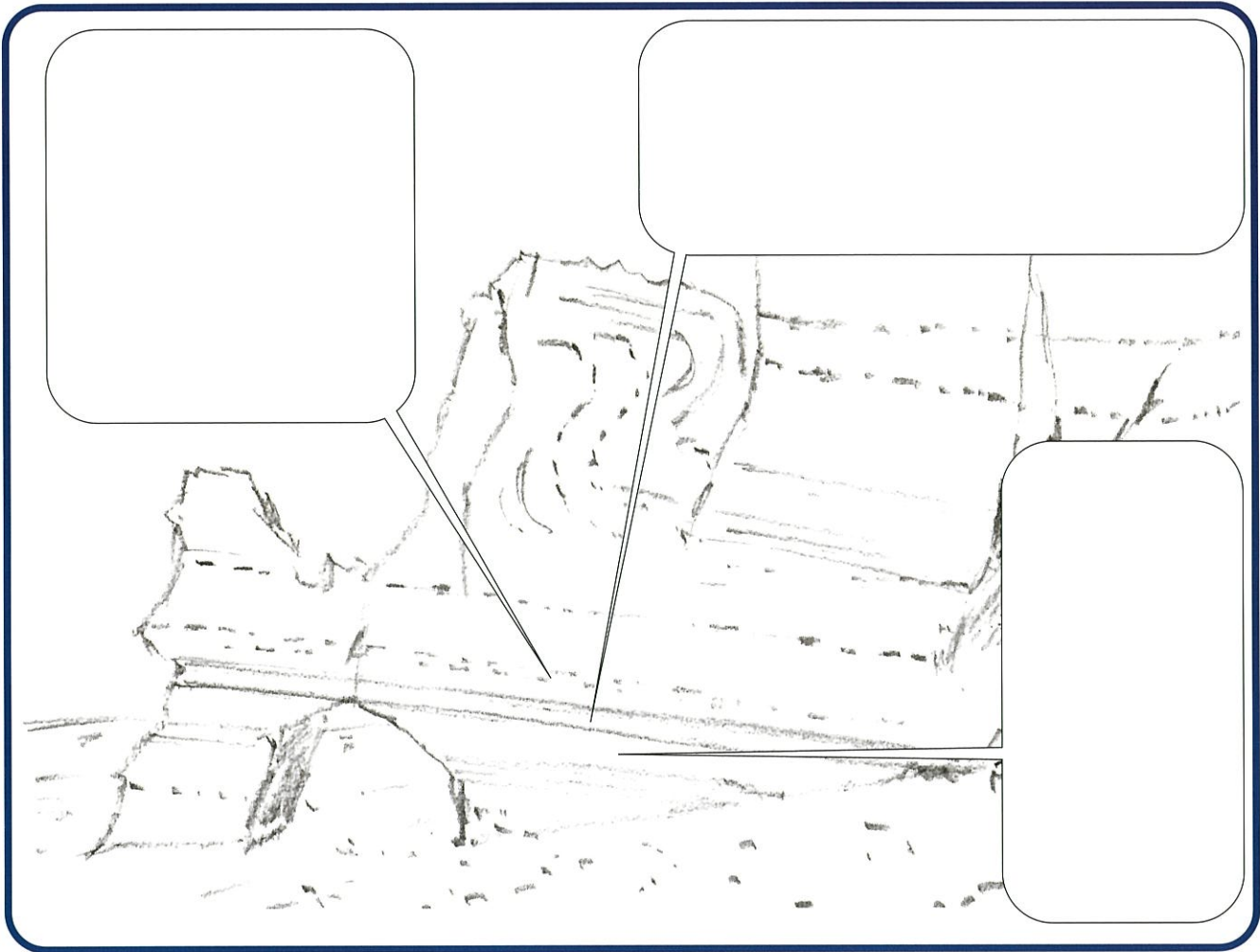


地層を比較し、広がり想像させてみましょう。

安全情報

露頭へのアクセス	安全度	♥♥♥♥
落石や崖崩れ	安全度	♥♥●
足もとの広さ	安全度	♥♥♥♥
水の危険	安全度	♥●●

露頭右側の上部は不安定になっています。近寄らないように注意が必要です。浜は広く、波も穏やかですが、荒天時の波が高い日は観察には適しません。



観察 1 よく見てみよう

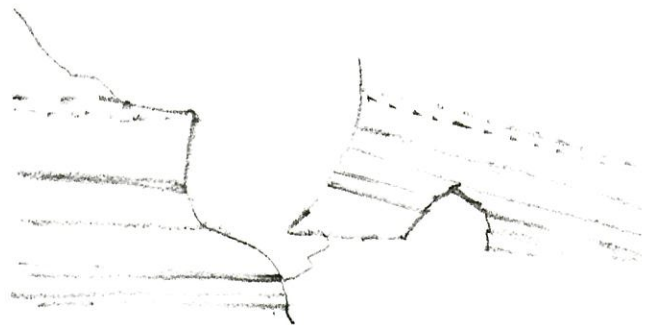
- ① 露頭全体を見て、観察ポイントの場所を確認しよう。
- ② 露頭に近づいて、観察ポイントの地層を観察し、地層の固さ、粒の大きさ、色、その他に気付いたこと、疑問、くわしいスケッチなどを枠内に書き込もう。
- ③ もう一度全体を見て、地層について気付いたことをスケッチに書き込もう。

考察 1 なぜ地層は、しま模様に見えるの？

観察したことをもとに、書いてみよう

観察 2 比べてみよう

観察した地層と手前の地層を比べ、両方の図の同じ地層に同じ番号をふってみよう。



考察 2 地層についてわかったことを書こう

ここなら安心
観察スポット

IB-01

苫小牧市 弁天



アクセス



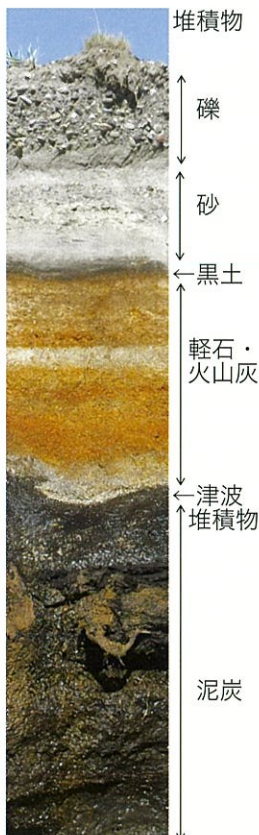
【地層ができた時代】約3000年前~にかけて（新生代第四紀）

ここがオススメ！

水のはたらき	★★★
火山のはたらき	★★★
生き物の痕跡	★★●
地層の広がり	★★★
大地の変動	★★●

～地層の概要～

この地点では、17世紀以前に形成された泥炭、複数の軽石・火山灰、海浜の砂礫など、由来が様々な堆積物が堆積している様子を見ることができます。露頭は、高さ2m、幅30mほどで、大人数での観察に適しています。泥炭層の上部には、灰色の砂層が薄く堆積しており、これは津波による堆積物だと考えられています。また、津波堆積物のすぐ上には白い軽石層が堆積しており、これは1663年の有珠山噴火によるものだとわかっています。

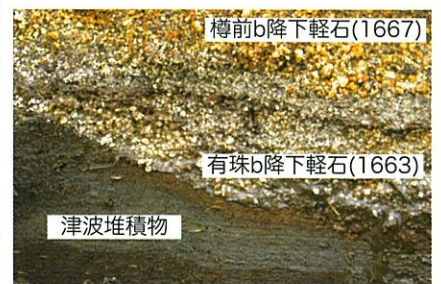


～こんな学習活動ができます～

泥炭、軽石、円礫など、地層の構成物がわかりやすい地層ばかりです。観察をしっかり行わせ、それぞれの層がどのような原因で形成されたのかを考えさせましょう。

津波堆積物と火山灰の関係から、津波が起きた時代を大まかに予測することができます。このような研究手法を科学者も使用していることにも触れましょう。

最上位の礫層は、多様な礫種からなります。お気に入りの石探しなどの学習活動も考えられます。

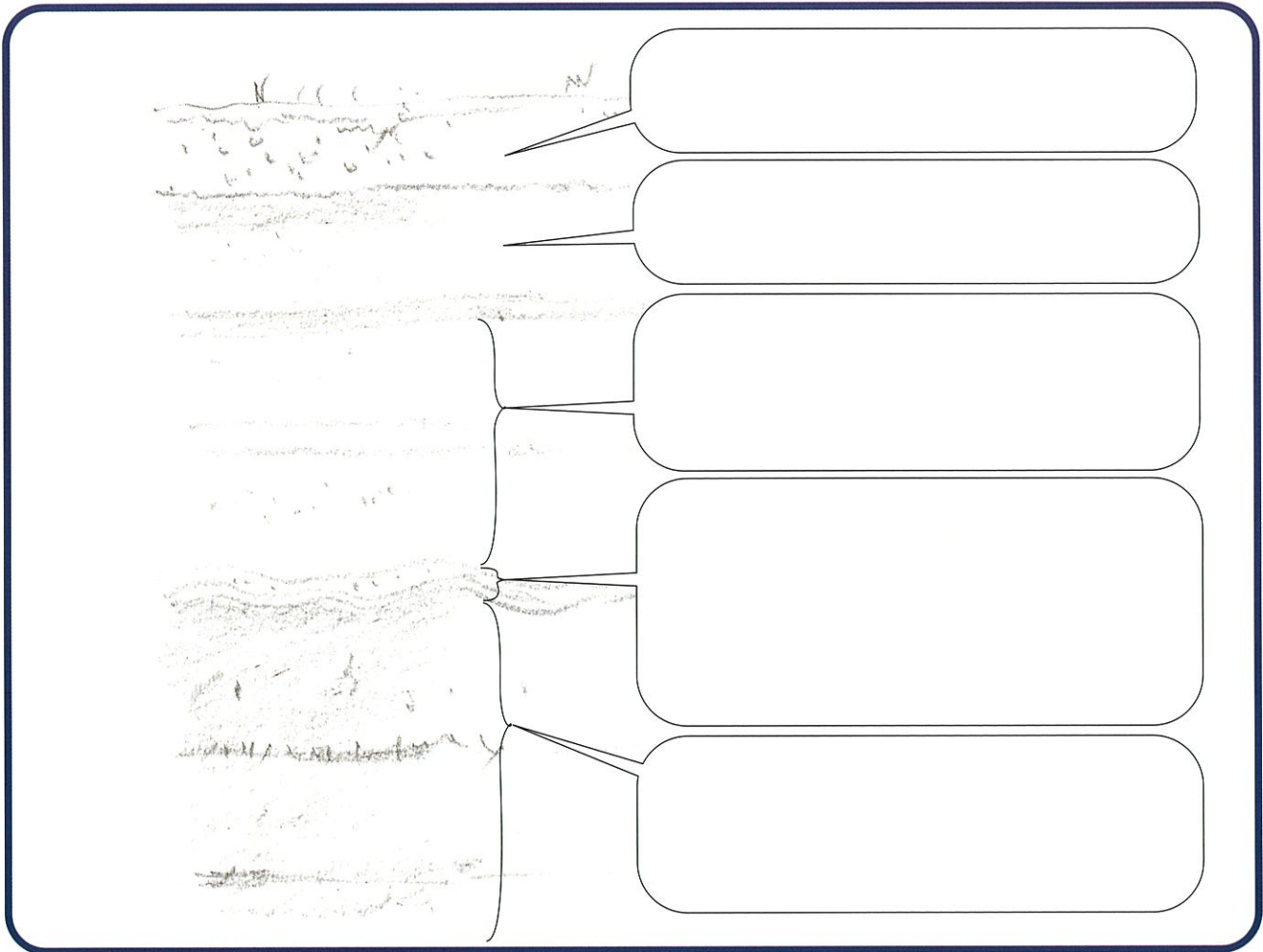


津波堆積物（砂層）と軽石・火山灰層

安全情報

露頭へのアクセス	安全度	❤❤❤
落石や崖崩れ	安全度	❤❤❤
足もとの広さ	安全度	❤❤❤
水の危険	安全度	❤●●

浜は広く、波も穏やかですが、荒天時の波が高い日は観察には適しません。



観察 1 よく見てみよう

- ① 露頭全体を見て、観察ポイントの場所を確認しよう。
- ② 露頭に近づいて、観察ポイントの地層を観察し、粒の大きさ、色、種類、その他に気付いたこと、疑問、くわしいスケッチなどを枠内に書き込もう。
- ③ もう一度全体を見て、地層について気付いたことを上の図に書き込もう。

考察 1 なぜ地層は、しま模様に見えるの？

観察したことをもとに、書いてみよう

観察 2 どうやってできたのかな？

それぞれの地層が、どうやってできたのか、観察結果をもとにして考えてみよう。

①の層のでき方
そう思った理由
②の層のでき方
そう思った理由
③の層のでき方
そう思った理由

考察 2 地層についてわかったことを書こう

ここなら安心
観察スポット

KS-01 浜中町 奔幌戸



アクセス



【地層ができた時代】約7000～8000万年前（白亜紀後期）

ここがオススメ！

水のはたらき	★ ★ ★
火山のはたらき	★ ★ ●
生き物の痕跡	★ ● ●
地層の広がり	★ ★ ★
大地の変動	★ ★ ★

～地層の概要～

この地点では、門静層と呼ばれる、火山性の砂岩層がみられます。黒っぽい層は輝石や角閃石などの有色鉱物が多く含まれる火山岩が分布する地域から運ばれてきた砂だと考えられています。白っぽい層は、細かい石英の粒子からなり、当時の大規模な火山活動による火山灰が堆積し、固まってできた凝灰岩です。

露頭の途中では、断層によって地層がずれている様子を何ヶ所か見ることができます。また、近寄って観察すると、地層の内部に小さな褶曲のような構造を見ることができます。これらは、土砂が堆積するときや、堆積後の固結する前に、海底の土砂崩れなどが起き、動かされた跡だと考えられています。



褶曲のような構造

～こんな学習活動ができます～

地層それぞれを構成する粒の違いがはっきりとわかるので、地層がしま模様に見えるのはなぜかを考えさせる学習活動に最適です。

また、海岸に沿って100m以上続く露頭なので、地層が連続している様子に気付かせることができます。その際は、ぜひ断層の存在にも気付かせたいです。断層を観察するときは、どのような力が働いてずれたのか考えさせるような活動もしましょう。

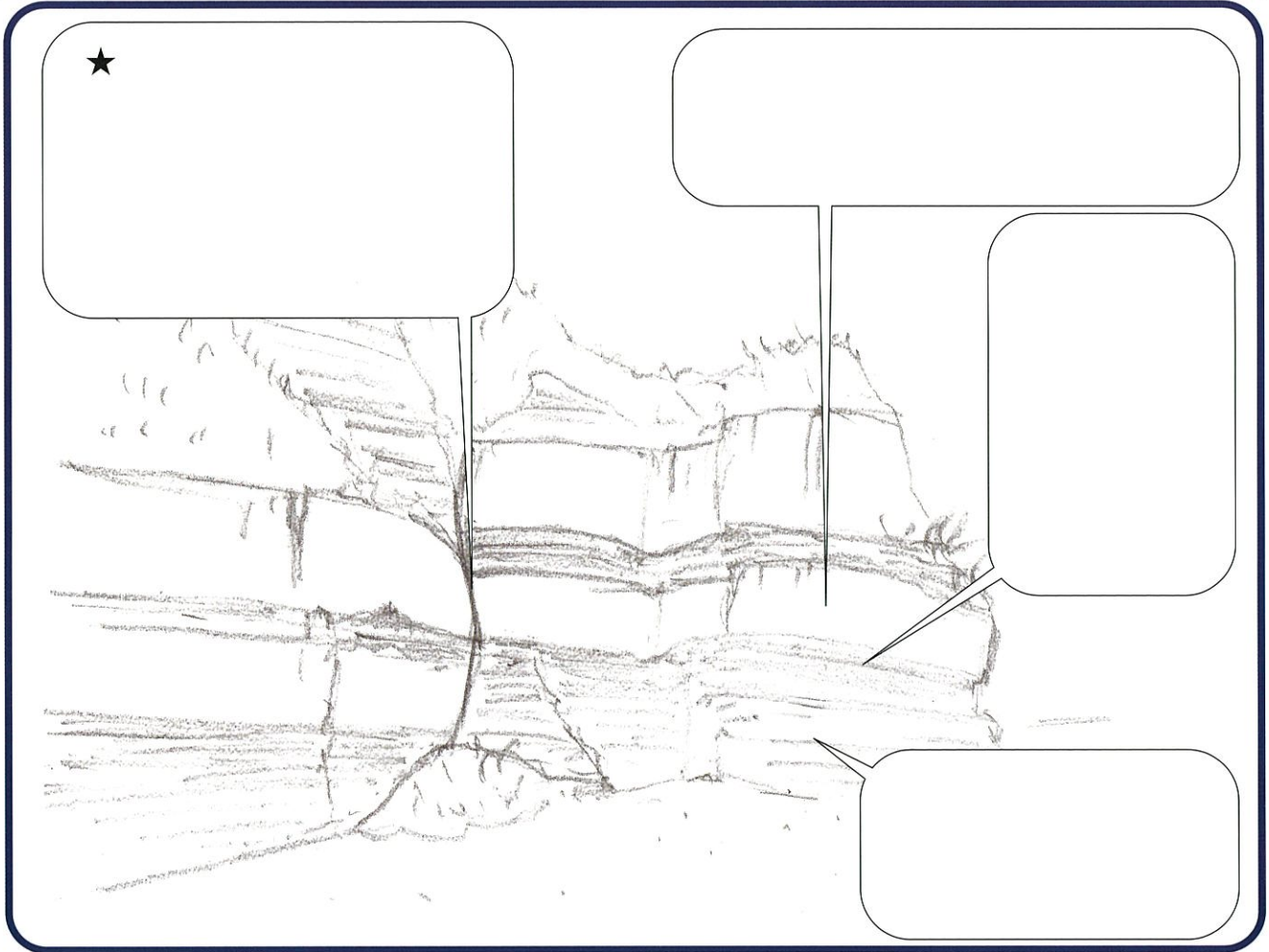


はっきりとわかる断層

ここがオススメ！

露頭へのアクセス	安全度	♥♥♥♥
落石や崖崩れ	安全度	♥♥♥●
足もとの広さ	安全度	♥♥♥♥
水の危険	安全度	♥♥♥●

露頭西側は、崖の高さも高く不安定になっています。近寄らないように注意が必要です。浜は広いですが、満潮時や荒天時の波が高い日は観察には適しません。



観察 1 よく見てみよう

- ① 露頭全体を見て、上のスケッチの観察ポイントを確認しよう。
- ② 露頭に近づいて、観察ポイントの地層を観察し、粒の大きさ、色、固さ、その他に気付いたこと、疑問などを枠内に書き込もう。スケッチをしてもいいです。
- ③ もう一度全体を見て、地層について気付いたことをスケッチに書き込もう。

考察 1 なぜ地層は、しま模様に見えるの？

観察したことをもとに、書いてみよう

観察 2 考えよう

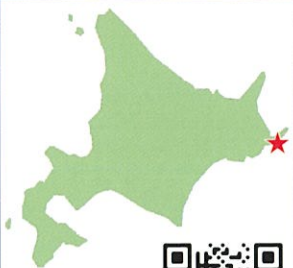
★印の観察ポイントでは、地層が上下にずれています。ずれの左右にある同じ地層に同じ番号をつけてみましょう。



考察 2 地層についてわかったことを書こう

ここなら安心
観察スポット

NM-01 根室市 車石



アクセス



【地層ができた時代】約7000万年前（白亜紀後期）

ここがオススメ！

水のはたらき	★ ● ●
火山のはたらき	★★★
生き物の痕跡	● ● ●
地層の広がり	★★
大地の変動	★★★

～地層の概要～

この地点では、車石と呼ばれる国指定の天然記念物と、その周辺の地層や岩石を観察することができます。車石は海底の溶岩流の断面構造と考えられており、冷却面から垂直に割れ目が入ることのできた構造です。遊歩道の階段を最後まで下りると、シ溶岩から枝分かれした枕状溶岩といわれる構造も見ることができます。

周囲の地層を観察すると、南側にわずかに傾いた地層と、その上に乗る溶岩流を見ることができます。双眼鏡などで境界部分を観察すると、溶岩流の底面が平らでない様子が見られます。溶岩が噴出した時、これらの堆積物はまだ軟らかかったことがわかります。



浜中層と呼ばれる泥岩や凝灰岩の層

～こんな学習活動ができます～

溶岩の露頭を観察するのは、とても難しいので、溶岩流が流れた時のイメージを持たせることが大切です。車の外側と内側の岩石の割れ方の違いに注目させたり、その違いができた理由を考えさせてみましょう。また、車石と似たような構造をもつ、枕状溶岩を探したり、枕状溶岩の形から、どのようにできたのかを考えさせたりする学習も面白いです。

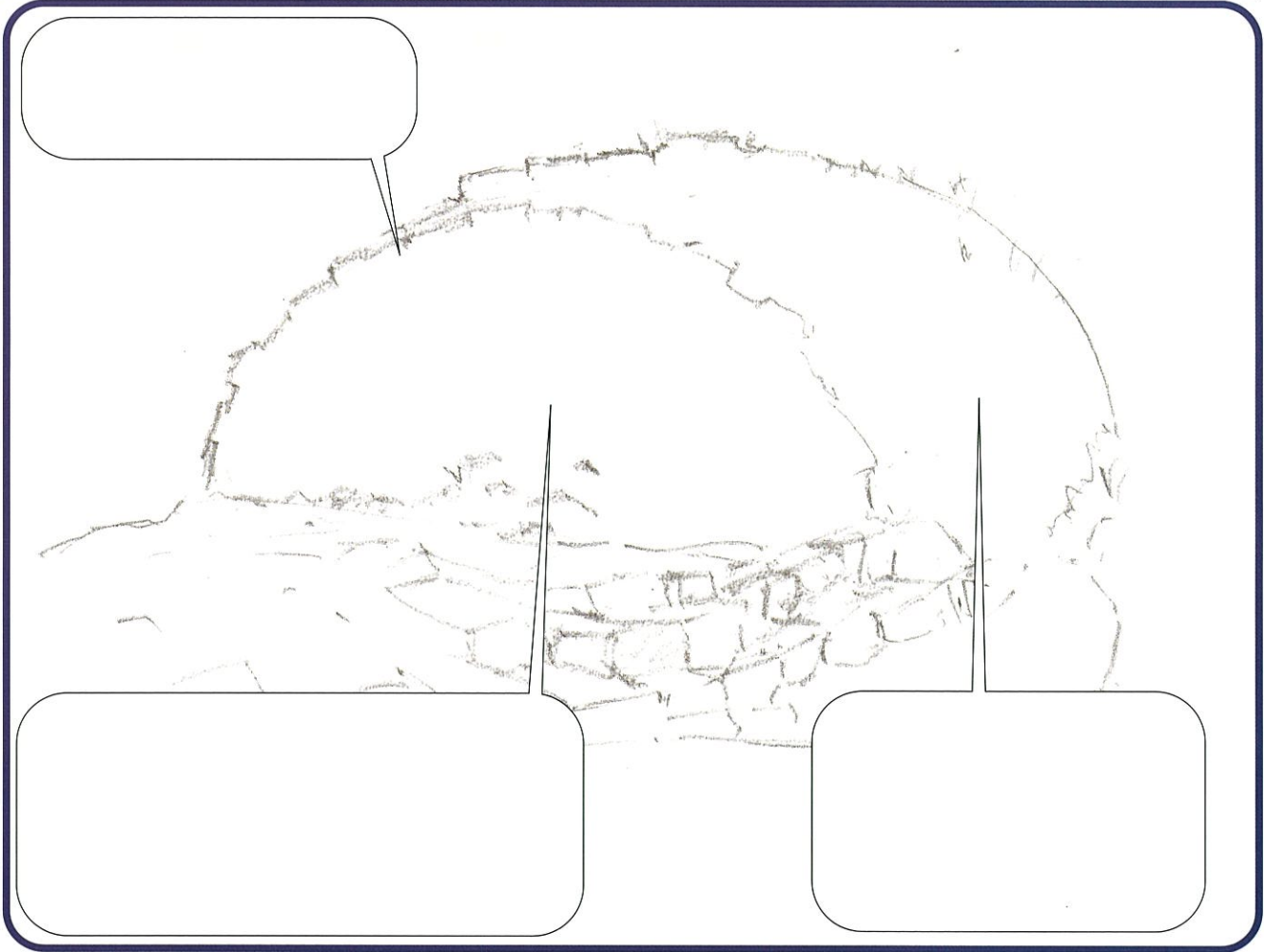


左奥から右手前に向かってできた枕状溶岩

安全情報

露頭へのアクセス	安全度	♥♥♥
落石や崖崩れ	安全度	♥♥●
足もとの広さ	安全度	♥♥●
水の危険	安全度	♥♥●

遊歩道が整備されていますが、階段が多く、狭いため走ったりふざけたりするとたいへん危険です。柵を越えると海に転落するので、注意が必要です。



観察 1 よく見てみよう

- ① 露頭全体を見て、上のスケッチの観察ポイントを確認しよう。
- ② 露頭に近づいて、観察ポイントの岩石を観察し、割れ目の方向、表面の様子、含まれる粒の大きさ、色、その他に気付いたこと、疑問、くわしいスケッチなどを書き込もう。
- ③ もう一度全体を見て、車石について気付いたことを上の図に書き込もう。

考察 1 車石はどうやってできたのか？

観察したことをもとに、書いてみよう

観察 2 ミニ車石を探してみよう

遊歩道の近くには、車石に似た小さな構造がいくつも見られます。見つけた場所に印をつけてみましょう。



考察 2 車石についてわかったことを書こう

ここなら安心
観察スポット
OS-01
松前町
荒谷海岸



アクセス



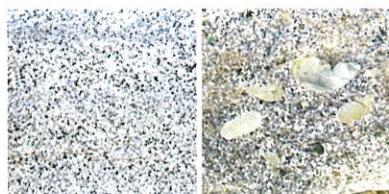

【地層ができた時代】約1500万年前（新生代新第三紀）

ここがオススメ！

- 水のはたらき ★★★★★
- 火山のはたらき ★☆☆☆☆
- 生き物の痕跡 ☆☆☆☆☆
- 地層の広がり ★★★★★
- 大地の変動 ★★★★★

～地層の概要～

この地点では、国縫層と呼ばれる固結した砂岩と礫岩の互層をみることができます。上の写真のように国道方面を望むと、国道の向こう側に露頭があり、左端には傾斜した地層が、上部には水平に堆積した別の地層が見えます。傾斜した地層は足もとの地層と連続していることがわかり、露頭上部に見られる地層と不自然な関係にあることがわかります。この様な関係は不整合と呼ばれています。不整合は、過去に大規模な地殻変動があったことを物語っています。不整合から「足もとの地層が堆積後、地殻変動で傾きながら陸化し、長い年月を

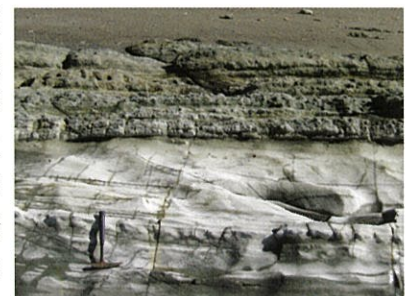


国縫層の砂岩（左）と礫岩（右）

かけて浸食され、再び海底となり、上の地層が堆積した。」と考えることができます。

～こんな学習活動ができます～

地層それぞれを構成する粒の違いがはっきりとわかるので、地層がしま模様に見えるのはなぜかを考えさせる学習活動に最適です。また、小学生には国道の向こう側に見える露頭の左側の地層との連続関係を、中学生にはさらに上位の地層との不整合関係を、考えさせると良いでしょう。

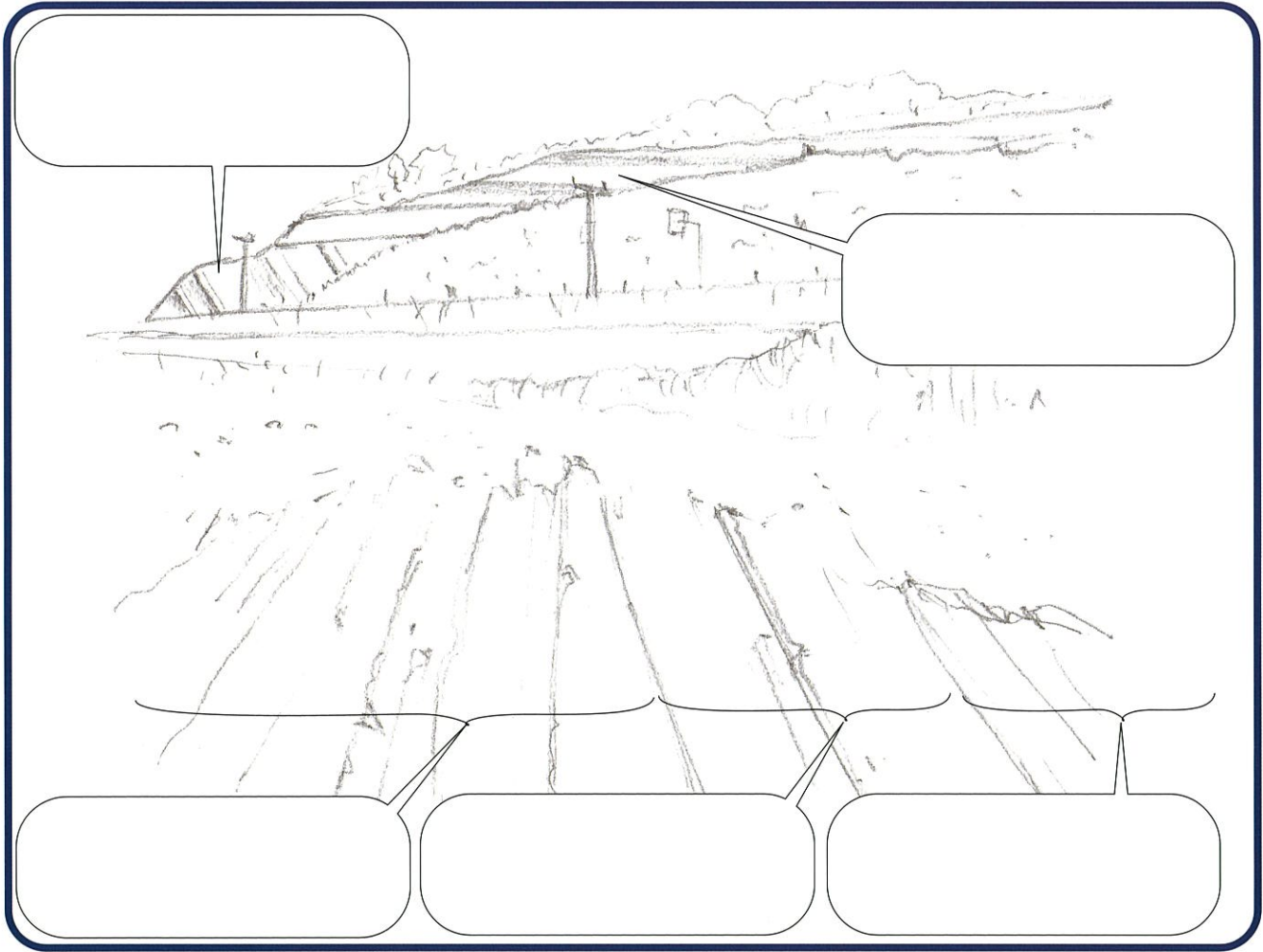


向きを変えてみると、水平方向の地層が見えてきます。

ここがオススメ！

- 露頭へのアクセス 安心度 ♥♥♥♥♥
- 落石や崖崩れ 安心度 ♥♥♥♥♥
- 足もとの広さ 安心度 ♥♥♥♥♥
- 水の危険 安心度 ♥☆☆☆☆

浜は広く、大人数での観察も容易にできますが、露頭は海の中まで続いているので、落水しないよう観察場所を指定する必要があります。国道向こう側に行くときは、必ず先生が同行し、走行している車両に充分気をつけましょう。



観察1 よく見てみよう

- ① 露頭全体を見て、上のスケッチの観察ポイントを確認しよう。
- ② 露頭に近づいて、観察ポイントの地層を観察し、粒の大きさ、色、固さ、その他に気付いたこと、疑問などを枠内に書き込もう。スケッチをしてもいいです。
- ③ もう一度全体を見て、地層について気付いたことをスケッチに書き込もう。

考察1 なぜ地層は、しま模様に見えるの？

観察したことをもとに、書いてみよう

観察2 考えてみよう

国道の向こう側の崖に見える地層と、足もとの地層の関係はどうなっているかな？



考察2 地層についてわかったことを書こう

参考文献

北海道立教育研究所附属理科教育センター『小・中学校理科 地質野外学習ハンドブック』
札幌市教育委員会（2014）『小・中学校理科指導資料 5-1「観察、実験の安全指導の手引」』

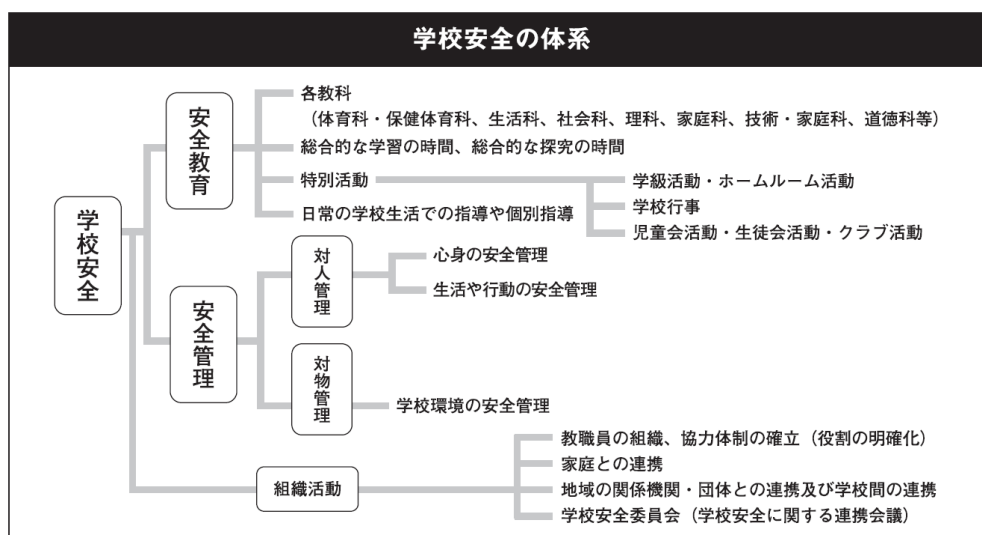
第4章 安全教育編

○学校安全と安全教育

学校安全は、学校保健、学校給食とともに学校健康教育の3領域の1つです。この3つの領域は、児童生徒等の健康や安全を確保することと、生涯にわたって、自らの心身の健康を育み、安全を確保することのできる基礎的な素養を育成していくことを目的として、それぞれが独自の機能を担いつつ、相互に関連を図りながら一体的に取り組みられています。

学校安全においては、児童生徒等が、自他の生命尊重を基盤として、自ら安全に行動し、他の人や社会の安全に貢献できる資質・能力を育成することと、児童生徒等の安全を確保するための環境を整えることが目指されています。学校安全は、「生活安全」「交通安全」「災害安全（防災と同義。）」の3つの領域に分けられています。

学校安全の活動は、児童生徒等が自らの行動や外部環境に存在する様々な危険を制御して、自ら安全に行動したり、他の人や社会の安全のために貢献したりできるようにすることを旨とする安全教育と、児童生徒等を取り巻く環境を安全に整えることを旨とする安全管理、そして両者の活動を円滑に進めるための組織活動という3つの主要な活動から構成されています。



中央教育審議会による「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について（答申）」（2008年1月）においても、近年、子どもが被害者となる痛ましい事件・事故が発生するなど生活の安全・安心に対する懸念が広まっていることから、学校における安全教育では危険予測・回避能力の育成が特に重視されるようになっていきます。

○理科における安全教育

理科の分野では、中学校学習指導要領解説 理科編(平成 29 年公示)においても、観察・実験の重要性とともに、これらを安全に行わせることで危険を認識し、回避する力を養う必要性にも言及しています。

第 3 章 指導計画の作成と内容の取扱い

3 事故防止、薬品などの管理及び廃棄物の処理

理科の学習における観察、実験、野外観察などの活動は、科学的な知識を身に付けたり、科学的に探究する力を育てたりする上でも重要なものであり、また、観察、実験の技能は、実際にそれらの活動を行ってはじめて習得されるものである。さらに、生徒の興味・関心や科学的に探究しようとする態度といった情意面での望ましい発達を図るには、実物を直接目にして驚いたり、感動したり、疑問をもったりする観察、実験、野外観察が最適である。このような活動を安全で適切に行うためにも、事故の防止、薬品の管理や廃棄物の処理などについて十分配慮することが必要である。

事故を心配する余り、観察、実験を行わずに板書による図示や口頭による説明に置き換えるのではなく、観察、実験を安全に行わせることで、危険を認識し、回避する力を養うことが重要である。

エ 点検と安全指導

一方、生徒にも安全対策に目を向けさせることが大切である。観察、実験において事故を防止するためには、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。(中略) 操作に習熟させるよう指導するとともに、事故例とその原因などを把握しておくことが肝要である。観察、実験中には、ふざけて事故を起こすことのないよう教師の指示に従うこと、机上是整頓して操作を行うこと、危険な水溶液などはトレイの上で扱うこと、終了時には、使用した器具類に薬品が残っていないようにきれいに洗い、元の場所へ返却し、最後に手を洗うこと、余った薬品を返却すること、また、試験管やビーカーを割ってしまったときには教師に報告し、ガラスの破片などをきれいに片付けることなどの観察、実験の基本的な態度を身に付けさせることも必要である。

熱源や薬品、ガラス器具を使用する頻度が高い理科教育は、他教科と比較して事故発生の可能性が高いため、安全教育をより一層充実させることで、児童・生徒の「生きる力」を高める教育活動の推進が必要な科目といえます。これらのことから中学生にとっても、**潜在する危険等を察知する能力の育成が必要**です。

第 4 章では、これらの具体を考えるために、安全学の知見を活用して、安全に関する資質・能力の概要から育成する手法までまとめています。この章を参考に、理科の授業においては、安全管理だけでなく安全教育を推進してください。

(1) 安全に関する資質・能力

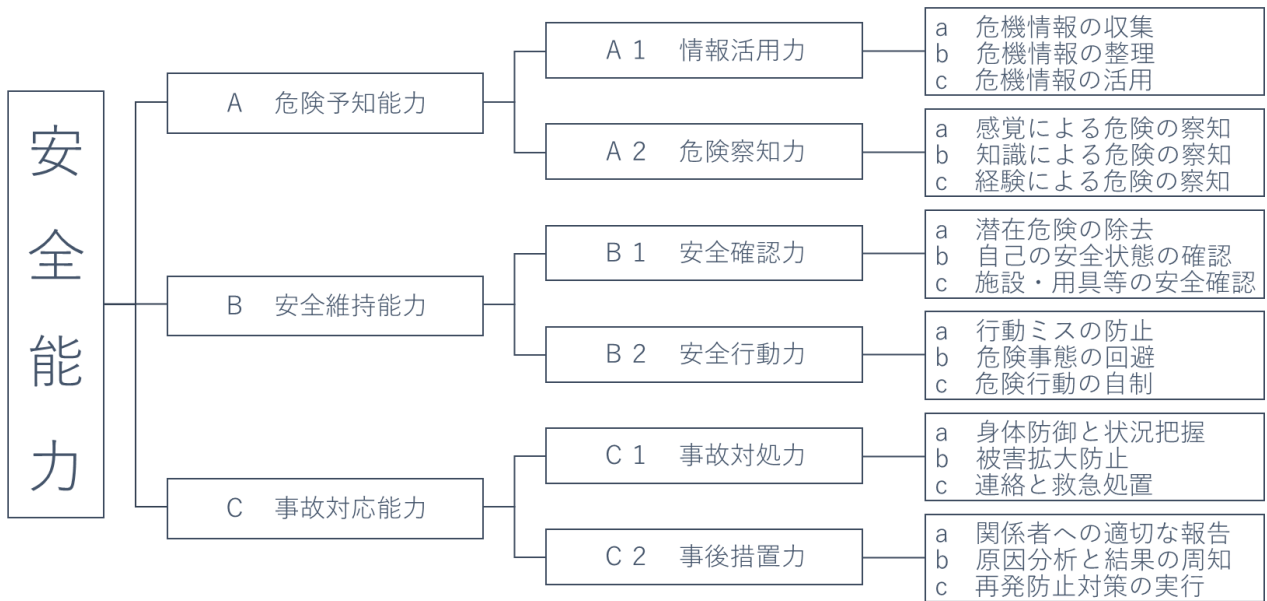
文部科学省が2019年に発行した『生きる力を育む学校での安全教育』において、安全教育で育む資質・能力を以下のように示しています。

- 様々な自然災害や事件・事故等の危険性、安全で安心な社会づくりの意義を理解し、安全な生活を実現するために必要な知識や技能を身に付けていること。(知識・技能)
- 自らの安全の状況を適切に評価するとともに、必要な情報を収集し、安全な生活を実現するために何が必要かを考え、適切に意思決定し、行動するために必要な力を身に付けていること。(思考力・判断力・表現力等)
- 安全に関する様々な課題に関心を持ち、主体的に自他の安全な生活を実現しようとしたり、安全で安心な社会づくりに貢献しようとしたりする態度を身に付けていること。(学びに向かう力・人間性等)

また、児童生徒等の発達の段階を考慮した安全教育の目標についても記載があります。

幼稚園	日常生活の場面で、危険な場所、危険な遊び方などが分かり、安全な生活に必要な習慣や態度を身に付けることができるようにする。 また、災害時などの行動の仕方については、教職員や保護者の指示に従い行動できるようにするとともに、危険な状態を発見したときには教職員や保護者など近くの大人に伝えることができるようにする。
小学校	安全に行動することの大切さや、「生活安全」「交通安全」「災害安全」に関する様々な危険の要因や事故等の防止について理解し、日常生活における安全の状況を判断し進んで安全な行動ができるようにするとともに、周りの人の安全にも配慮できるようにする。また、簡単な応急手当ができるようにする。
中学校	地域の安全上の課題を踏まえ、交通事故や犯罪等の実情、災害発生のメカニズムの基礎や様々な地域の災害事例、日常の備えや災害時の助け合いの大切さを理解し、日常生活における危険を予測し自他の安全のために主体的に行動できるようにするとともに、地域の安全にも貢献できるようにする。また、心肺蘇生等の応急手当ができるようにする。
高等学校	安全で安心な社会づくりの意義や、地域の自然環境の特色と自然災害の種類、過去に生じた規模や頻度等、我が国の様々な安全上の課題を理解し、自他の安全状況を適切に評価し安全な生活を実現するために適切に意思決定し行動できるようにするとともに、地域社会の一員として自らの責任ある行動や地域の安全活動への積極的な参加等、安全で安心な社会づくりに貢献できるようにする。
特別支援学校	児童生徒等の障害の状態や特性及び発達の程度等、さらに地域の実態等に応じて、安全に関する資質・能力を育成することを目指す。

これらの表記は、「生活安全」「交通安全」「災害安全」の3つの領域全てを包含しているため、理科の授業における安全能力に落とし込むことが必要です。そこで、次ページに示す藤井ら(2007)が整理した安全能力の概念構造を活用します。



文部科学省で示す各学校段階と、具体の能力の関係を整理し、作成した安全能力の体系表例を以下に示します。事後措置力の他は、発達段階に応じて、自分自身から地域や国家へと範囲を広げられていることがわかります。中学校段階では、危険を予測し、安全のために主体的に行動することが求められています。

分類		幼稚園	小学校	中学校	高等学校	特別支援学校
危険予知能力	情報活用力	・危険な場所や遊び方の理解 ・安全な生活に必要な習慣や態度	・様々な危険の要因や事故等の防止の理解 ・安全に行動することの大切さの理解	・地域の課題や実情の理解 ・災害のメカニズムや、事例の理解 ・日常の備えや災害時の助け合いの大切さについての理解	・安全で安心な社会づくりの意義の理解 ・地域の特色と災害の種類、過去の災害の規模や頻度の理解 ・日本の様々な安全上の課題の理解	児童生徒や地域の実情に応じて育成
	危険察知力	・危険な状態を発見する力	・周りの人の安全にも配慮する力	・日常生活における危険を予測する力		
安全維持能力	安全確認力		・日常生活における安全の状況を判断する力		・自他の安全を適切に評価する ・安全な生活を実現するために適切に意思決定する力	
	安全行動力	・教職員や保護者の指示に従う行動	・安全な行動を進んでする力	・自他の安全のために主体的に行動する力	・地域の安全活動へ積極的に参加する力	
事故対応能力	事故対処力	・危険な事態を近くの人に伝える力	・簡単な応急手当をする力	・心肺蘇生等の応急手当をする力		
	事後措置力					

また、これらの安全能力の体系に、中学校学習指導要領解説 理科編（平成 29 年公示）から抜粋した指導内容を当てはめたものが以下の表です。

分類	指導のポイント
危険予知能力 ・ 情報活用力 ・ 危険察知力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基本操作や正しい器具の使い方 ・ <u>誤った操作や使い方の危険性</u> ・ <u>事故例とその原因</u>
安全維持能力 ・ 安全確認力 ・ 安全行動力	<ul style="list-style-type: none"> ・ ふざけて事故を起こすことのないよう教師の指示に従うこと ・ 机上を整頓してから操作を行うこと ・ 危険な水溶液などはトレイの上で扱うこと ・ 使用した器具類に薬品が残っていないようにきれいに洗うこと ・ 器具類は元の場所へ返却すること ・ 最後に手を洗うこと ・ 余った薬品を返却すること
事後対応能力 ・ 事故対処力 ・ 事後措置力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 試験管やビーカーを割ってしまったときには教師に報告すること ・ ガラスの破片などをきれいに片付けること

表のうち、危険予知能力に分類されている、誤った操作や使い方の危険性、事故例とその原因については、旧附属理科教育センターが令和 4 年度に調査した事故事例等を活用して、指導することが考えられる他、(4)で危険予知訓練（KYT）シートとその活用方法について紹介しています。これらの資料を用いて、危険予知能力の育成に取り組んでみてください。

(2) 安全教育の現状と課題

『「生きる力」をはぐくむ学校での安全教育』の第2章では、安全管理と安全教育の関連について以下のように記載しています。

学校内の施設・設備の安全点検と事後措置とを関連させた生活や行動に関する指導を関連付けて進めることは日常生活での事故を減らす上で欠かすことができない。また、特に低学年においては、安全についてのきまり・約束事を設定することは、個人の思考・判断を補う上で効果的である。すなわち、安全管理で身に付けた力を活用することによって、より安全な環境づくりを推進していくとともに、安全教育で身に付けた力を活用することによって児童生徒等自身が安全な行動を実践していくことで、学校安全の効果をより一層高めることが可能となる。

また、日常の指導においては、以下のように、安全教育の指導の方向性が示されています。

学校生活の安全管理として把握した児童生徒等の安全に関して望ましくない行動を取り上げ、適切な行動や実践の方法について考え、進んで安全な行動が実践できる資質・能力を培うことができる。

特に、理科については、さらに詳しく指導の在り方が示されています。

実験・実習や作業を伴う場面では、施設・設備の安全管理に配慮し、事故防止のため、学習環境を整備するとともに、特に火気、刃物類、薬品や塗料、実験・作業用の器具、材料などの使い方と保管、活動場所における指導など事故防止の指導を徹底し、校外での学習など活動の内容や場所にに応じて安全に留意するとともに、児童生徒等自身に安全な行動の仕方を身に付けさせることが重要である。

理科に着目すると、多くの先生方がこれまで指導を徹底してきたことと大きな差はないかも知れません。しかしながら、観察・実験の事故調査では多くの事例を報告していただきました。これらのことから、マニュアルによる指導だけでは、事故の防止に十分ではないといえます。

これは、安全教育といえば、主に交通安全教育が中心であり、授業時の実験・実習に関する児童・生徒への安全管理が学校の危機管理の一環として位置づけられることはなかったことと関係していると考えられます。

つまり、理科の観察・実験においても、安全教育の目標として掲げられている、危険を予測し回避する能力の育成が重要であるといえるのではないのでしょうか。

(3) 安全教育・危機管理教育の効果

(2)でも触れていますが、危険を予測し回避する能力を育成するためには、知識を習得させるだけでなく、学んだ選択肢の中から答えを導き出すような「思考・判断」を生かす教育が必要であるといえます。

これまでさまざまな研究で、安全教育や危機管理教育の効果について検証されてきました。その成果について、簡単に紹介します。

- 授業方法については、ワークシートの自己評価の自由記述から、イラストの掲示物・ビデオ教材の使用、養護教諭と学級担任の T・T、ロールプレイ等が効果的であったと思われる。(原・渡邊 2009)
- 危険予知活動を実施することにより、危険予知活動を実施しない場合と比較して学習者は製作作業のイメージをもつことができ、不安全行動や失敗誘発行動を有意に多く指摘できるようになることで、学習者は作業を見通したり、危険や失敗を予測したりすることが習慣化され、危険察知能力が高まる可能性がある。(出野・野崎ほか 2015)
- 危険予知活動実施群は、製作活動場面において不安全行動や失敗誘発行動を多く指摘できることから、危険や失敗を回避する方法を実行に移し、安全かつ適切な製作を進めている可能性がある。(出野・野崎ほか 2015)
- 技術科における製作経験者は、作業中の会話・おしゃべりによる危険に対するリスクや失敗に対するリスクを低く見積もる傾向にあり、ヒューマンエラーを引き起こす可能性があるため、技術科の授業におけるペア学習や協同的な学習を実施する場合、教員は安全な作業や作業態度の指導に注意を払う必要がある。(出野・野崎ほか 2015)
- 教員養成課程の大学3・4年生は、中学生に比較すれば危険認知・対応のスキルを発達させていた一方で、そのスキルはリスクマネジメントの観点からは十分とは言えない。(村越・紅林ほか 2013)
- 潜在的なリスクを過小評価する可能性がある反面で、全般にはリスクを過大評価し、ステレオタイプの評価をする傾向にある。(村越・紅林ほか 2013)
- リスクの制御可能性への意識が低い。(村越・紅林ほか 2013)
- K Y Tシートがリスクの特定、評価、リスクシナリオへの感受性を診断したり、学習者の気づきにつながったりするなど、多様に利用できる可能性が示唆された。(村越・紅林ほか 2013)

以上のことから、危険予知訓練(K Y T)の実施においては、K Y Tシート等の形式で視覚情報を交えて提示したり、ロールプレイを行ったりすることで、危険察知能力が向上することや、リスクの特定、評価、リスクシナリオへの感受性を診断したり、学習者の気づきにつながったりするといえます。

(4) 「実験間違い探し」を用いたKYT（危険予知訓練）

KYT（危険予知訓練）は、主に労働現場で取り入れられている事故軽減の取組です。近年では、建築や工場などの産業だけでなく、医療現場等の広い分野で導入が進んでいるほか、学校教育においても体育や技術の学習指導において活用されている例があります。

ここでは、厚生労働省の資料に基づいて、KYTについて説明していきます。

○ 事故の原因

安全衛生情報センターによると、労働災害原因の要素を、物による「不安全な状態」と、人による「不安全な行動（ヒューマンエラー）」に分類して分析を行うと、ヒューマンエラーによる労働災害は全体の90%にのぼります。これは、労働現場での統計ですが、令和4年度に実施した、理科の観察・実験事故の調査でも同様の傾向を示しています。

次に、ヒューマンエラーの原因についても紹介します。表にある原因のうち、理科の観察・実験事故に多いのは、いたずらや不用意な行動など決められたルールを守らない場合、火がついているガスバーナーの上に手を伸ばす、熱した物が冷めていないのに触れる等のうっかり、ぼんやりが多く見られています。また、ガスバーナーの使い方や薬品の使用など安全な作業の進め方に対する訓練不足に寄与する事例も多く見られました。

人間特性	<ul style="list-style-type: none">・人間の能力ではできないという「無理な相談」、「できない相談」 Ex) 暗くて又は明るくて見えない、騒々しくて聞こえない・取り違い、勘違い、考え違いなどの判断の「錯誤」、「誤判断」・うっかり、ぼんやり、見間違い・思い込み
教育・訓練不足	<ul style="list-style-type: none">・安全な作業の進め方に対する教育・訓練不足
ルール違反	<ul style="list-style-type: none">・決められたルールを守らない・近道反応、省略行為

以上のことから、理科における危険を予測し回避する能力を育成するためには、ヒューマンエラーに着目して対策を行う必要があります。

○ K Y Tの進め方

ここでは、K Y T基礎4 R法を紹介します。これは、チームでイラストシートや現場・現物で職場や業務にひそむ危険を発見・把握・解決していくK Y Tの基本手法です。繰り返し訓練することにより、一人ひとりの危険感受性を鋭くし、集中力を高め、問題解決能力を向上させ、実践への意欲を高めることをねらいとした訓練手法です。

イラストシートに描かれた、職場や業務の状況の中に「どんな危険が潜んでいるか」をメンバーで話し合い、以下の表の問題解決の4つの段階（ラウンド）を経て、段階的に進めていきます。記録は、I C Tの活用のほか、模造紙や大きめの用紙を用いるとよいでしょう。

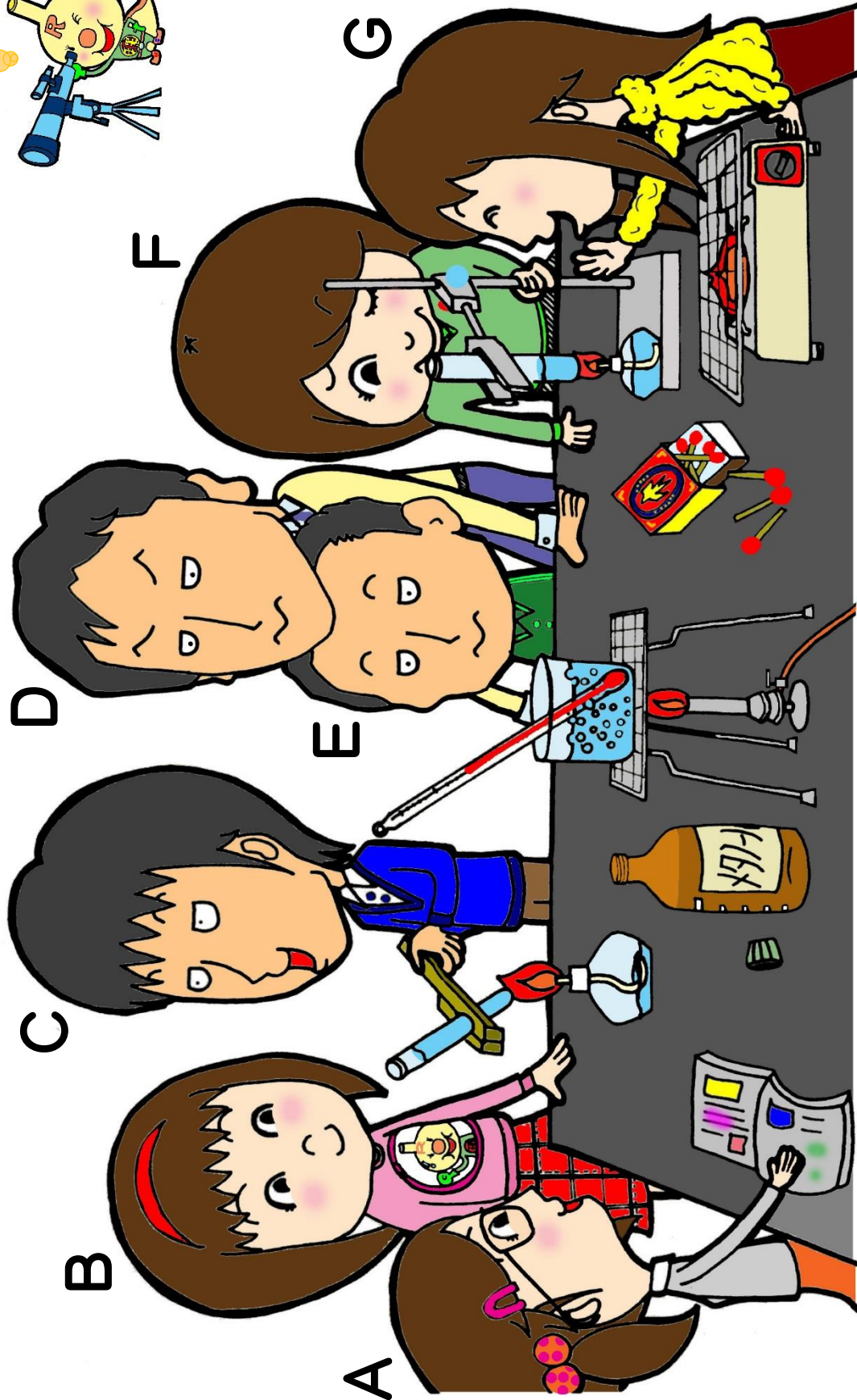
ラウンド	手 順
1 ラウンド 現状把握	<p>【どんな危険が潜んでいるか】</p> <p>イラストを見て、考えられる危険をどんどん出し合います</p> <p>「～なので～になる」</p> <p>「～して～になる」</p> <p>「～なので～して～になる」</p> <p>※危険な様子を、具体的かつ肯定的な表現を用いて表すとよい。</p> <p>×「～～が不安定なので、滑る」</p> <p>○「足場がずれて動くので、滑る」</p>
2 ラウンド 本質追究	<p>【これが危険のポイントだ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・重要と思われる項目に○印をつけます ・さらに、絞り込んで「危険のポイント」とし、◎印とアンダーラインを引きます ・◎印の危険のポイントをメンバー全員で指差し確認します <p>「危険のポイント。～なので～して～になる」</p>
3 ラウンド 対策樹立	<p>【あなたならどうする】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「危険のポイント」を解決するにはどうしたらよいか、話し合いで対策案を出し合います
4 ラウンド 目標設定	<p>【私たちはこうする】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第3 Rで出した対策案の中から重点実施項目を決める ・それに※印とアンダーラインを引く ・重点実施項目をチーム行動目標に具体化する <p>「～するときは～を～して～しよう」</p>

○ K Y Tシート「実験まちがい探し」の活用

次ページからは、K Y Tで用いるイラストシートとして、旧附属理科教育センターが作成した、「実験まちがい探し」を掲載します。

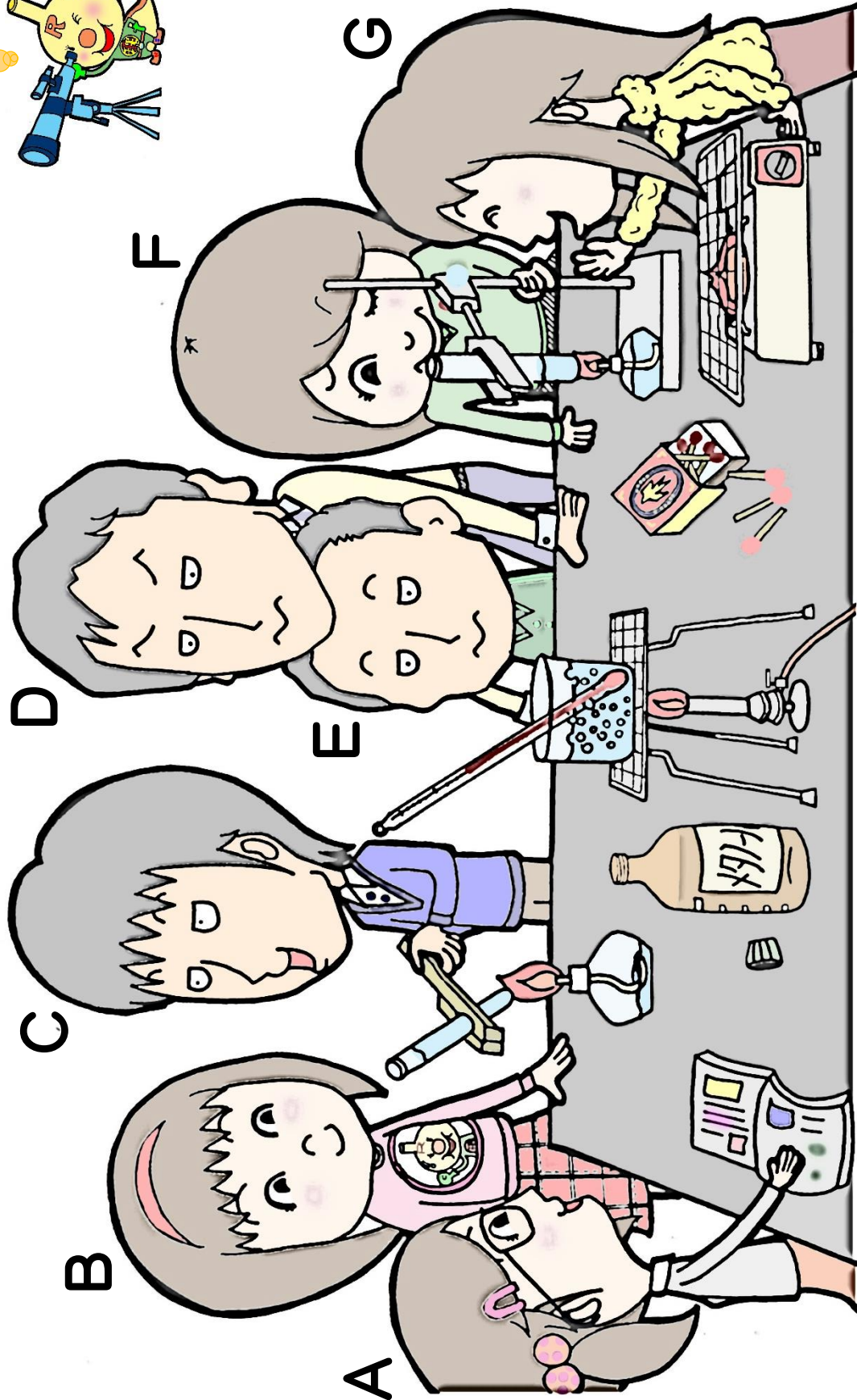
実験まぢがいに探し

いくつ
見つげられるかな？



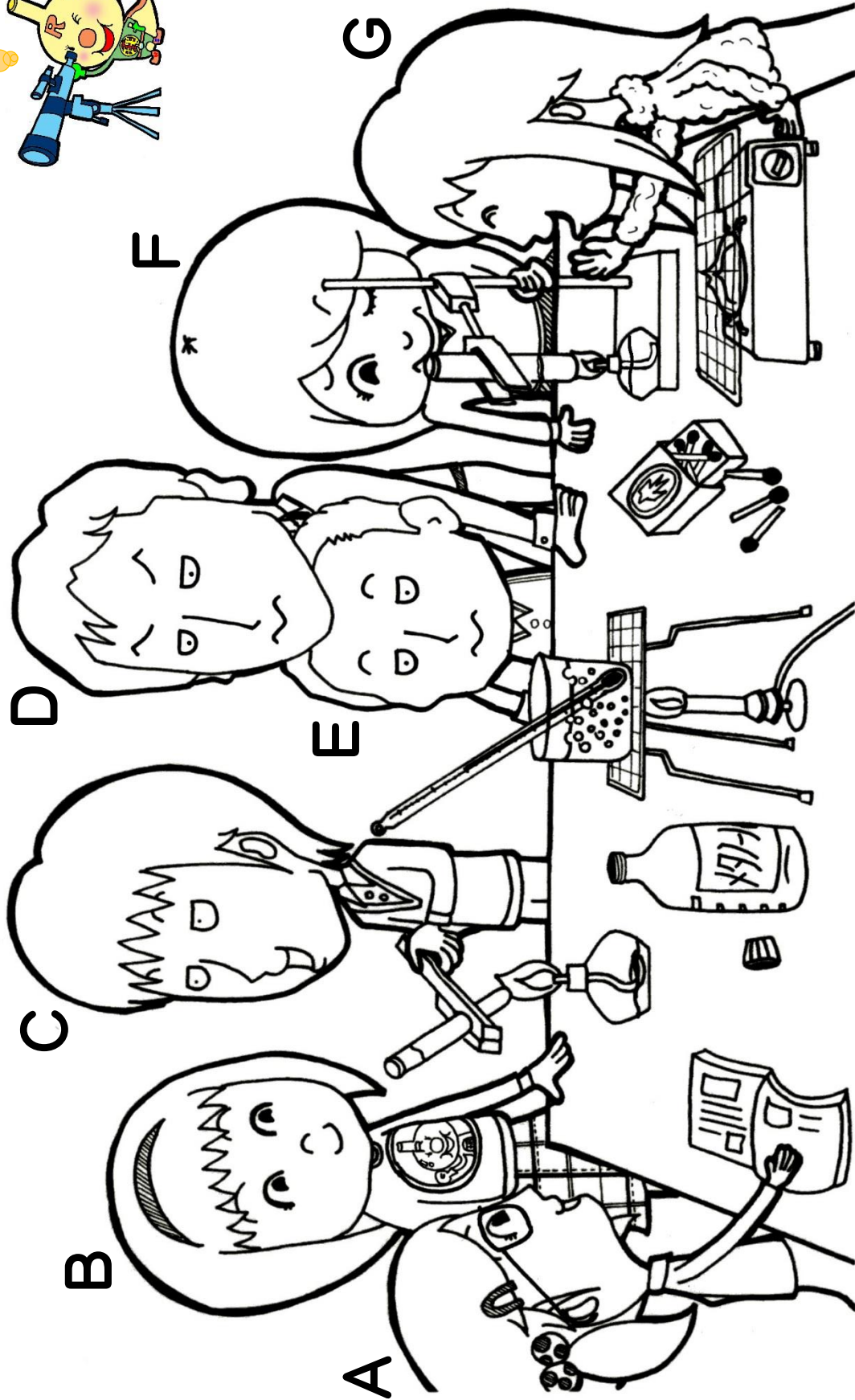
実験まぢがいに探し

いくつ
見つげられるかな？



実験まちがい探し

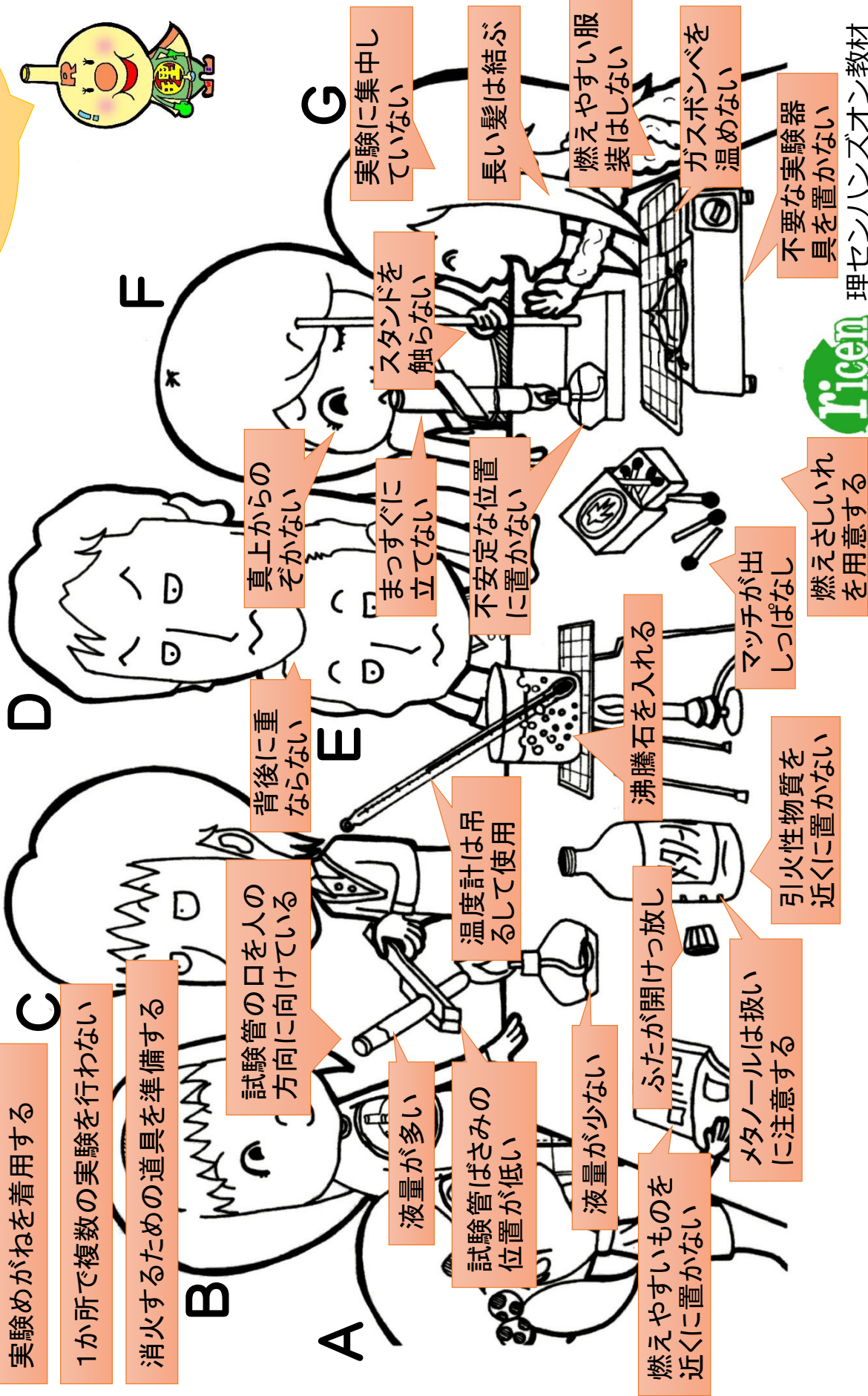
いくつ
見つけれられるかな？



実験まちがいがい探し

解答例

正しい使い方を学んで
安全に観察・実験を
行いましょう。



参考文献

文部科学省（2010）『「生きる力」をはぐくむ学校での安全教育』

中央教育審議会（）「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領の改善について（答申）」

中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 理科編

出野洋嗣・野崎英明ほか（2015）「中学校技術科「材料と加工に関する技術」における危険予知活動実施による生徒の安全能力育成に関する検証」茨城大学教育学部紀要 65 号

荒谷美津子・川崎裕美ほか（2014）「中教審答申における安全科を見据えた健康安全教育」広島大学学部・附属学校共同研究機構研究紀要第 42 号

藤井真美・刈間理介ほか（2007）「安全能力の概念と構造」安全教育学研究第 7 巻第 1 号

飯嶋香織（2014）「学校の危機管理の現状と課題」危険と管理 45 号

原洋子・渡邊正樹（2009）「小学生の危険予測・回避能力を育成する安全教育の授業開発」東京学芸大学紀要 芸術・スポーツ科学系第 61 集

村越真・紅林秀治ほか（2013）「K Y T シートを使った中学生と教員用成蹊大学生の強化活動におけるリスク特定・評価スキルの実態調査」静岡大学 教科開発学論集 1 巻

厚生労働省（2015）「社会福祉施設における安全衛生対策～腰痛対策・K Y 活動～」

第5章 研究倫理編

(1) はじめに

私たちの社会において、研究者が論文や学会等で発表した内容は、一定のルールを守ることにより研究結果への信頼性や学術価値が認められています。このルールを**研究倫理**といいます。しかし、研究倫理を守らないと、研究者としての職を失うだけでなく、信用の損失等のペナルティを受けることになってしまいます。

「研究」と聞くと、学校で行う探究とは縁遠いように感じる人がいるかもしれませんが。そのことを、「物事を詳しく調べたり、深く考えたりして、事実や真理などを明らかにすること（「デジタル大辞泉」より）」に置き換えると、たとえば授業で出されるレポートに取り組みさせること、あるいは授業で議論させることや、探究活動を指導することは、まさしくこの「研究」させることだといえます。各学校においても、探究が進められてきていることから、研究者と同様に、研究倫理を守っていく必要があります。

研究倫理は、特定不正行為、研究において守るべきもの、好ましくない研究行為の大きく3つに分類することができます。ここでは、探究において注意する項目を抜粋して説明します。

(2) 特定不正行為

特定不正行為は、「ねつ造」、「改ざん」、「盗用」からなり、探究においても十分に気をつけなければなりません。

① ねつ造

ねつ造とは、実際にはデータが存在しないにもかかわらず、自分に都合のよい実験結果やデータなどを意図的につくってしまうことです。

② 改ざん

改ざんとは、研究資料・機器・過程を変更する操作を行い、データ、研究活動によって得られた結果等を真正でないものに加工することです。

③ 盗用

他の研究者のアイディア、分析・解析方法、データ、研究結果、論文または用語を、当該研究者の了解もしくは適切な表示なく流用することです。引用・参考文献に記載したり、本文中に適切に表示したりする必要があります。

データは、「理性的な推論のために使われる、事実に基づくあらゆる種類の情報」です。研究においてデータは非常に重要で、データがなければ研究は成立しません。科学研究におけるデータの信頼性は次のことから保証されます。

- Ⓐ データが適切な手法に基づいて取得されたこと。
- Ⓑ データの取得にあたって意図的な不正や過失によるミスが存在しないこと。
- Ⓒ 取得後の保管が適切に行われてオリジナリティが保たれていること。

すべての科学研究の質は、その時点で可能な最高度の厳密さをもって獲得された「データ」に基づいていることを前提に議論されるので、科学者は、研究活動のすべてのフェーズで、誠実に「データ」を扱う必要があります。しかし、「ねつ造」や「改ざん」を行ってしまうと、そのデータの信頼性は損なわれます。

これらの不正行為を避けるためには、研究ノートを正確に記録することやファクトチェックが有効です。次ページでは、日本学術振興会が作成した「科学の健全な発展のためにー誠実な科学者の心得ー」から研究ノート（ラボノート）の書き方と、スクールエージェント株式会社が作成した「教職員向けファクトチェックガイド」の一部を紹介します。

○ラボノートとその記載内容について

1 有益なラボノートの条件

- ① 何を、なぜ、どのように、いつ行ったかが明確に記載されている
- ② 実験材料やサンプルなどがどこにあるかわかる
- ③ どのような現象が起こったか(あるいは起こらなかったか)がわかる
- ④ その事実を科学者がどのように解釈したか記載されている
- ⑤ 次に何をしようとしているのかが記載されている

2 優れたラボノートの条件

- ① 読みやすい
- ② 整理されている
- ③ 情報を正確に余すことなく記載している
- ④ 再現ができるだけの情報をもっている
- ⑤ 助成機関や所属組織が定める要件を満たしている
- ⑥ 権限を与えられた人のみが見ることができるような形で適切に保管され、万が一に備えて複製もつくられている

3 記載内容

- ① 時間順に記入する
- ② 空白を残さない。ブランクスペースには×印を描き、どんな文章の挿入も避ける
- ③ 以前の記入は後日修正してはいけない。修正は修正日のページに記載する
- ④ 記載内容は「日付」と「見出し」で管理する(目次と併せて活用するとよい)
- ⑤ 略語、特別な単語には第三者がわかるような説明文を記載する(巻頭に「略語表」「用語解説」を設けてもよい)
- ⑥ 新しい計画あるいは実験が始まるとき、目的と論理的根拠、計画を簡単に概説しておく
- ⑦ 記載内容は第三者が再現できる程度に詳細に書く
- ⑧ 記載がどこからの続きで、そこに続いているのかわかるようにする
- ⑨ 結果や観察事項などは即記載する
- ⑩ 結果等を貼付する際は、記載者、証人の日付と署名をノートにまたがるように記載する
- ⑪ 貼付が困難なものは、ノートに所在や名称を記し別途保存し、相互引用する
- ⑫ データ等の事実と、考察などのアイデアや推論は明確に区別して記載する
- ⑬ 共同研究の場合は、アイデアや提案が誰に帰属するのかを意識しながら記載する
- ⑭ ミーティングでの討論なども記録する
- ⑮ 各ページに記載者と証人の日付、署名を付す

(「科学の健全な発展のためにー誠実な科学者の心得ー」より作成)

○教員向けファクトチェックガイド

1 ファクトチェックの基本的な手法

- ① 提供された情報の出典が信頼できるものであるか、確認する
- ② 同じ情報を複数の情報源で確認し、一致しているか、確認する
- ③ 特定の主題について専門家の意見や研究を参考にする
- ④ ファクトチェックツールを使用する
- ⑤ 情報が古いものでないか、また現在においても有効であるかを確認する
- ⑥ 情報提供者が偏見や利害関係を持って情報を提供していないか、情報が偏った視点から提供されていないか、検討する

2 ファクトチェックの問い

- ① 情報源の信頼性
 - ・この情報の出典は何ですか？
 - ・この情報源は権威があり、信頼できるものですか？
- ② 情報源の最新性
 - ・提供された情報は最新のものですか？
 - ・情報が古くなっていないか確認しましたか？
- ③ 情報の同一性
 - ・同じ情報を他の情報源でも確認しましたか？
 - ・異なる情報源の情報は一致していますか？
- ④ 情報の利害関係
 - ・特定の主題に関する専門家の意見や研究を参考にしましたか？
 - ・その研究者に利害のあるトピックは何ですか？
 - ・専門家の意見は一般的な見解と一致していますか？
- ⑤ 情報提供者の目的
 - ・この情報を提供している人や組織の目的は何ですか？
 - ・何らかのバイアスや偏見がありませんか？
- ⑥ 情報の客観性
 - ・提供された情報は客観的な視点からきていますか？
 - ・個人的な意見や感情が交ざっていませんか？
- ⑦ 根拠となるデータの存在
 - ・提供された情報には具体的な情報や証拠となるデータがありますか？
 - ・その証拠は信頼できるものですか？
- ⑧ 論理性
 - ・提供された情報は論理的に整合性がありますか？
 - ・矛盾点や論理的な飛躍がありませんか？

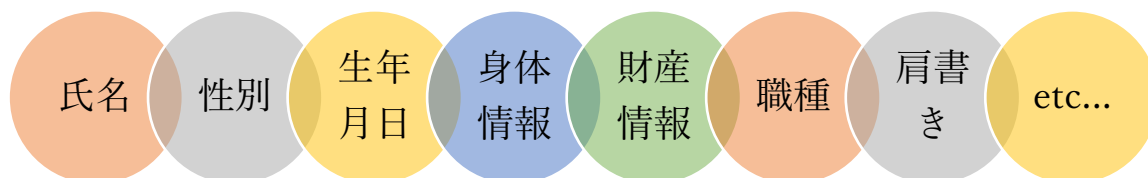
(スクールエージェント株式会社「教職員向けファクトチェックガイド」より作成)

(3) 研究において守るべきもの

研究において、特定不正行為をしなければ何でもしてよいかということそうではありません。研究の自由は、守るべきものを守る義務と責任を果たしてこそ保障されるものです。科学は、人類の健康と福祉、社会の安全と安寧、そして地球環境の持続性に貢献することが望まれており、研究ではこれらの価値を守ることが期待されています。社会の安全を脅かすような研究を計画することは許されません。具体的な要件として、人権の保護、個人情報の守秘、生命倫理や安全に関する法令の遵守があげられます。

① 人権の保護や個人情報の守秘

研究対象を人とする場合、ヒト試料を用いて研究をする場合には、被験者の個人情報をどのように保護するかという点は重要です。



いわゆる「個人情報保護法」では、「個人情報」を、「生存する個人に関する情報であって、当該情報に含まれる氏名、生年月日、その他の記述等により特定の個人を識別することができるもの（他の情報と容易に照合することができ、それにより特定の個人を識別することができることとなるものを含む）をいう」と定義しています。

具体的には、氏名、性別、生年月日等、それによって、個人を識別できるような情報だけでなく、「個人の身体、財産、職種、肩書き等の属性に関して、事実、判断、評価を表すすべての情報」のことを指します。限定された人たちに知られている情報だけでなく、公にされている情報も、映像や音声による情報も含まれます。これらの情報が、たとえ暗号化されていたとしても個人情報とみなされます。

そのような意味で、アンケート調査など、人を対象とする研究では被験者の人格を尊重する上で十分に配慮しなければなりません。現代社会においては個人情報の漏えいやプライバシーの侵害がもたらす影響は多大です。一度漏れた情報は、回収することは不可能であり元には戻りません。場合によっては、被験者が社会的信用や名誉を失ったり、さまざまな形での不利益を被ったりします。

公的なガイドラインとして、厚生労働省は「医療・介護関係事業者における個人情報の適切な取扱いのためのガイドライン」を定めています。このガイドラインは、「個人情報保護法」では「学問の自由」を保障するために適用されないことになっている大学やその他の教育・研究機関などにも、その遵守を求めています。

学校向けの具体的なガイドラインについては、(4)の②で北海道北見北斗高等学校が作成したものの一部を紹介します。

② 生命倫理に関連する法令などの遵守

動物を対象として実験を行う場合は、動物愛護と科学的観点から、動物実験等を適正に実施することが必要です。本ハンドブックにおいては、哺乳類、鳥類、は虫類の生体を用いる実験について扱い、遺伝子組み換え実験や感染実験については扱わないものとします。

学校向けの具体的なガイドラインについては、(4)の③で北海道釧路湖陵高等学校が作成した動物実験に係る倫理の原則の一部を紹介します。

③ 安全に関連する法令の遵守

研究を実施する上での安全上のリスクには、さまざまなものがあります。

研究計画を練る段階で、周囲の教員と想定される安全上のリスクを洗い出し、可能な限りの対応をする努力が必要です。多くの実験系の研究では、薬品などの化学物質を使用します。

化学物質を安全に使用するためには、化学物質の危険性を十分理解し、関連する法令について知識を得ておく必要があります。また、重量物の運搬や保管など、法令等で定めがなくても注意を要するものがあります。

薬品の管理に関しては、北海道教育委員会が発行する「理科薬品等の取扱いに関する手引（四訂版）」や、本ハンドブックの第3章を参考にしてください。

(4) 好ましくない研究行為 (QRP)

公正で責任ある研究活動を推進する上で、どの研究領域であっても共有されるべき「価値」があります。「研究公正に関するシンガポール宣言」(2010年制定)では、そのような「価値」を次の四つの原則にまとめました。

- 研究のすべての側面における誠実性
- 研究実施における説明責任
- 他者との協働における専門家としての礼儀および公平性
- 他者の代表としての研究の適切な管理

ねつ造、改ざんおよび盗用という不正行為は、これらの対極にあるものです。しかし、科学の進歩を妨げ、社会の発展を害する、意識的で不正な研究行為は、ねつ造、改ざんおよび盗用だけではありません。誠実な研究とこれらの研究不正との間にも、いわゆる「好ましくない研究行為(QRP:Questionable Research Practice)」と呼ばれるものがあり、研究への信頼性を侵すものとして懸念されています。

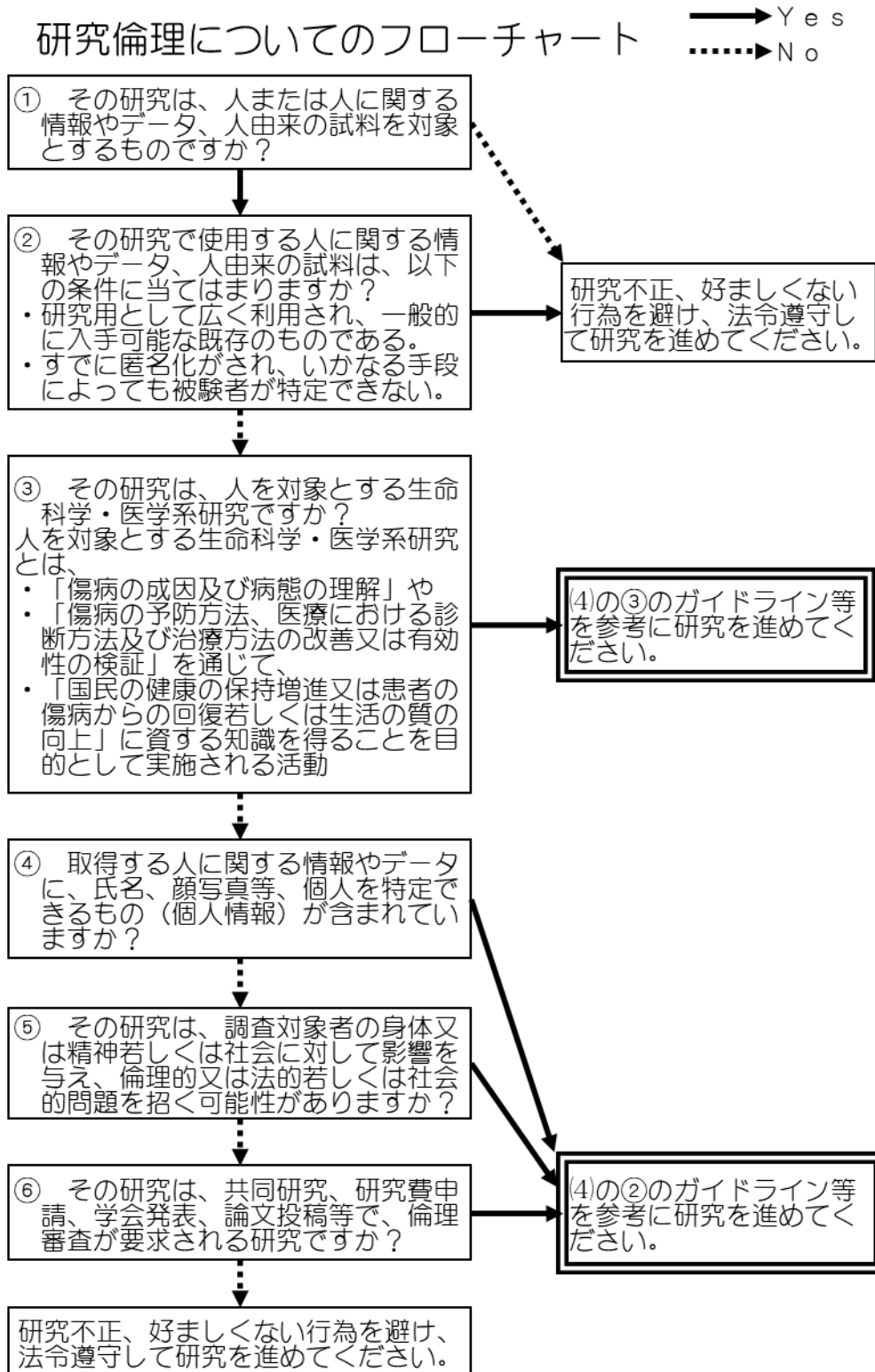
アメリカ科学アカデミーは、「好ましくない研究行為(QRP)」について、「好ましくない研究行為とは、研究活動の伝統的な価値を侵害する行為で、研究プロセスに有害な影響を与うるものです。それらの行為は研究プロセスの誠実さへの信頼を損ない、科学のさまざまな伝統的慣習を脅かし、研究成果に影響を与え、時間・資源を浪費し、若い科学者たちの教育を弱体化させる可能性がある」と指摘しています。

アメリカ科学アカデミーや日本学術振興会は、好ましくない研究行為の具体的なものとして以下のようなものを挙げています。探究を進める際にも、十分気をつけてください。

- 研究データを、一定期間以上、保管しないこと
- 研究記録の不適切な管理
- 論文著者の記載における問題
- 研究試料・研究データの提供拒絶
- 不十分な研究指導、学生の労働力や業績の搾取
- 研究成果の不誠実な発表(特にメディアに対して)
- 期待される研究成果とそのインパクトを不当に誇張する
- 過度なバイアスを持って研究テーマや研究手法などを提案する
- 申請者や関係者が持つ利益相反を明らかにしない

(5) フローチャート及び具体的なガイドライン

① 研究倫理についてのフローチャート



(立命館大学研究部「研究倫理ハンドブック」より作成)

② 個人情報について（北海道北見北斗高等学校作成）

1 個人情報の使用目的の特定、目的外使用の禁止

- (1) 個人情報とは、氏名、性別、生年月日、住所、年齢、職業、続柄、身体、財産、職種、肩書、学歴・学習歴（学校の在籍記録、出席番号、科目履修表、学業成績、人物評価など）等の個人に関する情報であって特定の個人を識別できるものを指す。
- (2) 個人情報を取り扱う際は、使用目的をできるだけ具体的に特定しなければならない。
- (3) 特定された使用目的の達成に必要な範囲を超えて、個人情報を取り扱ってはならない。

2 適正な取得、利用目的の明示

- (1) 個人情報の取得にあたっては対象者の同意を得なければならない。
- (2) 不正な手段によって個人情報を取得してはならない。
- (3) 個人情報を取り扱う際は、対象者に対して使用目的をできるだけ具体的に明示しなければならない。
- (4) 研究活動の結果の概要を提供することも考慮に入れ、結果の公表先と公表時期が判明している場合、対象者に対してその予定についても知らせなければならない。

3 データの管理

- (1) 個人情報の漏えいや滅失を防ぐため、必要・適切な安全管理措置を講じなければならない。
- (2) あらかじめ本人の同意を得ないで、第三者に個人データを提供してはならない。
- (3) 各種の名簿作成は、個人情報の適正な取得や使用目的の通知等のルールを守ることを前提に本人の同意なく行うことができる。ただし、名簿を配布するときは本人の同意を必要とする。

4 使用目的の通知・開示・苦情処理等

- (1) 個人データの使用目的、開示に必要な手続き、苦情の申出先を本人が知りうるようにしなければならない。
- (2) 本人の求めに応じて、保有するデータを開示しなければならない。
- (3) 個人情報の取扱いについて、法律違反やそのおそれが発覚した場合は、事実調査、原因究明にあたるとともに、速やかに本人に連絡するなどの対応を行わなければならない。

③ 生命倫理について（北海道釧路湖陵高等学校作成）

○動物実験に係る倫理の原則

動物実験に係る倫理の原則は次のとおりとする。

- 1 動物を用いた実験・実習に代替する方法がない場合にのみ動物実験を行う。
- 2 研究目的に適合した動物を実験に使用する。
- 3 実験に使用する動物の数は最小限とする。
- 4 動物実験においては、生命を用いて実験を行っていることを常に意識し、動物に対する感謝の気持ちをもって接しなければならず、そのための事前・事後指導を必ず実施する。
- 5 動物を用いる実験・実習については、最大限の教育効果が得られるよう、事前指導において実験・実習の手法について十分に指導を行う。
- 6 動物が被る苦痛の程度より実験の意義の方が大きいと判断されなければ動物実験を行ってはならない。
- 7 実験者は、動物に対し不必要な苦痛を与えてはならない。
- 8 苦痛を伴う実験においては、苦痛の強さと持続時間が最小となるよう努力しなければならない。
- 9 予想に反して軽減できない重度の苦痛を被っていると推定される場合には、「実験動物の飼養及び保管等に関する基準」（昭和 55 年 3 月 27 日総理府告示第 6 号）に定める処置により、直ちに安楽死処分しなければならない。
- 10 実験が終了もしくは中断した動物は、「実験動物の飼養及び保管等に関する基準」に定める処置により速やかに安楽死処分し、又は適切に飼育する。
- 11 実験手技の検討においては、動物が被る苦痛が可能な限り少ない方法を採用する。
- 12 絶食や絶水を行う実験は、動物の健康状態に大きな影響を与えないよう充分配慮し、短時間にする。
- 13 苦痛や病的な影響をきたすような長時間の物理的な保定は、代替できる実験手技がない場合のみ行う。
- 14 重度の苦痛を伴う実験処置を繰り返し行ってはならない。
- 15 動物を用いる実験においては、生徒の指導のため等の理由による既に確立された科学的知識の証明のためだけに、別に定める「倫理基準による生命科学実験法に関する分類」（次ページ）に示すカテゴリー E、D あるいは C に該当する実験処置を行ってはならない。
- 16 不必要な繁殖を行ってはならない。
- 17 適正な飼育環境が維持できない場所で動物を飼育してはならない。
- 18 野生動物を対象とした実験においては、捕獲、マーキング、テレメトリーシステムの装着、採血や組織採取などによって動物に与える負の影響をなるべく軽減する。
- 19 生きた野生動物からの血液や組織の採取は必要最小限に留め、訓練され習熟した調査者によって行う。感染を防ぐために、できるだけ清潔な環境下で十分に消毒・滅菌した器具を用いて行う。
- 20 標識や GPS 機器の装着に当たっては、可能な限り痛みを与えないこと、身体を損傷しないこと、正常な活動と生活を制限しないこと、を原則とする。

【倫理基準による生命科学実験法に関する分類】

カテゴリーA…生物個体を用いない実験あるいは植物、細菌、原虫、又は無脊椎動物を用いた実験。

〔処置例〕 生化学的、微生物学的実験、無脊椎動物を用いた実験。組織培養、剖検により得られた組織を用いた実験。屠場から得られた器官・組織を用いた実験・実習。発育鶏卵を用いた実験。

〔対処法〕 このカテゴリーに該当する実験については、生命尊重の意識を育てるための適切な事前・事後指導が行われるならば、実施することに特に問題はないと思われる。

カテゴリーB…脊椎動物を用いた実験で、熟練した研究者や技術者が行ったときに、動物に対してほとんど、あるいはまったく不快感を与えないと思われる実験操作。

〔処置例〕 実験の目的のために動物をつかんで保定（拘束）すること。麻酔薬、鎮痛剤、精神安定薬の投与。急性毒性を示さない用量の物質の注射。経口投与。採血（心採血や眼窩静脈採血は含まない）。適正な麻酔下での操作（外科手術や臓器灌流等）であり、実験終了時点で意識を回復させずに安楽死させる操作。短時間（2～3 時間）の絶食絶水。標準的な安楽死法で瞬間的に殺処分できる場合、例えば、軽く麻酔をかけ鎮静状態に陥った動物を断首することや小動物の頸椎脱臼法。大量の麻酔薬の投与による安楽死法など。

〔対処法〕 このカテゴリーに該当する実験については、生命尊重の意識を育てるための適切な事前・事後指導が行われ、3Rの原則について十分に配慮されているならば、実施することに特に問題はないと思われる。

カテゴリーC…脊椎動物を用いた実験で、動物に対して軽微なストレスあるいは短時間持続する痛みを伴う実験。

〔処置例〕 麻酔下での外科的処置で、覚醒後に多少の不快感を伴うもの。行動学的実験において、意識ある動物に対して短時間ストレスを伴う保定（拘束）を行うこと。苦痛を伴うが、それから逃れられる刺激。

〔対処法〕 ここにおける処置は、ストレスや痛みの程度、持続時間によっていろいろな配慮が必要になる。例えば適切で十分な麻酔薬や鎮痛剤、精神安定薬を用いて、その苦痛や痛みを除去ないしは緩和させなければならない。ここに属する実験は生徒の指導のため等の理由による既に確立された科学的知識の証明のためだけに行ってはならない。

カテゴリーD…脊椎動物を用いた実験で、避けることのできない重度のストレスや痛みを伴う実験。さらには麻酔薬や鎮痛剤、精神安定薬を用いることのできない実験、長時間にわたる潜在性のストレスを伴う実験操作や安楽死を適用できない実験操作も含まれる。

〔処置例〕 動物が耐えることのできる最大の痛みに近い痛みを与えること、つまり動物が激しい苦悶の表情を示す実験。行動学的実験において故意にストレスを加えること。麻酔下における外科的処置後に著しい不快感を伴うもの。苦痛を伴う解剖学的あるいは生

理的処置。苦痛を伴う刺激を与える実験で、動物がその刺激から逃れられない場合。長時間（数時間あるいはそれ以上）にわたって動物の身体を保定（拘束）すること。攻撃的な行動をとらせ、自分自身あるいは同種他個体を損傷させること。毒性試薬や生物毒素の投与により致死させること。ストレスやショックの研究。寒冷暴露。薬物習慣性中毒。火傷。長期の絶食絶水。

〔対処法〕ここに属する実験を高等学校で実施することは適切ではなく、実施すべきでない。

カテゴリーE…麻酔していない意識のある動物を用いて、動物が耐えることのできる最大の痛み、あるいはそれ以上の痛みを与えるような実験処置。

〔処置例〕保定（拘束）をするために筋弛緩薬あるいは麻痺性薬（サクシニルコリン、あるいはその他のクラーレ様作用をもつ薬剤など）を使い、麻酔薬を使わずに外科的処置を行うこと。麻酔をしていない動物に、重度の火傷や外傷を引き起こすこと。精神上的の病的行動を起こさせる実験。ストリキニーネによる殺処分。避けることのできない重度のストレスを与えること。ストレスを与えて殺すこと。

〔対処法〕ここに属する実験は、それによって得られる結果がどれほど重要なものであっても、決して行ってはならない。

このほか、文部科学省・厚生労働省・経済産業省（2021）「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 ガイダンス」も参照してください。

小結

これらの法やガイドラインは、探究を進める上で理解しておくべき基本的なものですので、自分自身がこれらのルールやガイドラインを知るだけでなく、探究を指導する児童・生徒に周知し、遵守を促すようにしてください。

特に、動物実験等、重大な影響をもつと考えられる探究については、各学校において倫理委員会を設け、倫理審査を行ってください。

また、ここでは共同研究やオーサーシップ、研究費、利益相反、安全保障等について解説していませんが、各学校の必要に応じて、「科学の健全な発展のためにー誠実な科学者の心得ー」をはじめとする資料や関係法令を参考に指導に当たってください。

参考文献

- 北海道教育委員会（2019）『理科薬品等の取扱いに関する手引（四訂版）』
- 上智大学（2020）『誠実で責任ある学習・研究活動のために 研究倫理ハンドブック』
- 立命館大学法学部（2023）『研究倫理ハンドブック』
- 日本学術振興会「科学の健全な発展のために」編集委員会（2015）『科学の健全な発展のために―誠実な科学者の心得―』
- 数研出版（2022）「理数探究基礎」
- 啓林館（2021）「理数探究基礎 未来に向かって」