

先導的大学改革推進委託事業
「教科専門と教科教育を架橋する教育研究領域の構成案」

「理科内容学」構成案

担当者

上越教育大学 小林 辰至 (理科教育学) (チーフ)
鳴門教育大学 佐藤 勝幸 (生物学)
兵庫教育大学 松本 伸示 (理科教育学)
上越教育大学 天野 和孝 (地学)
上越教育大学 長谷川敦司 (物理学)

研究協力者

上越教育大学 稲田 結美 (理科教育学)
上越教育大学 定本 嘉郎 (物理学)
上越教育大学 下村 博志 (化学)
上越教育大学 小川 茂 (生物学)
上越教育大学 中村 雅彦 (生物学)
上越教育大学 谷 友和 (生物学)
上越教育大学 大場 孝信 (地学)
上越教育大学 濤崎 智佳 (地学)

「理科内容学」構成案【要約】

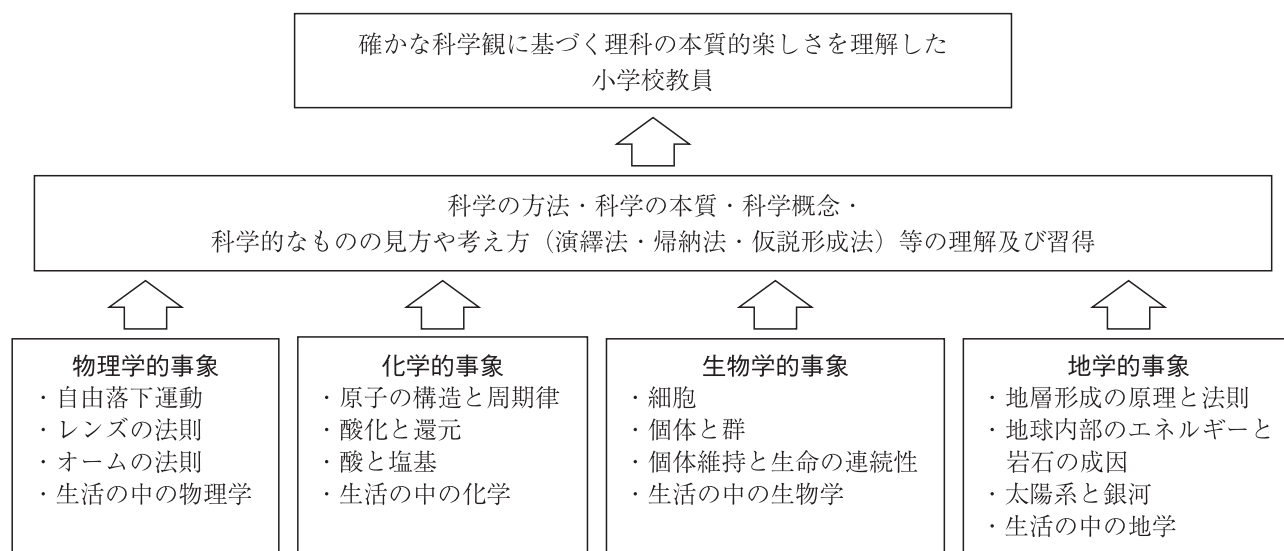
1. 教員養成における理科に関する教科の専門性

教員養成における理科に関する教科の専門性は、理学部で求めるような先端的で高度に分化した知識・技能等の習得にあるのではなく、自然認識の様式である科学を支える自然哲学と人類が蓄積してきた自然の事象に関する知識・技能等の体系的理解にある。また、そのうえで、児童生徒の発達に応じて、科学の方法や科学概念等を理解させるための探究的・問題解決的な理科授業を創造する実践的指導力の育成にある。さらに、自然科学の発展に貢献しつつ国民の科学的リテラシー向上にかかる教育活動を担える資質能力の育成も不可欠である。

2. 育成すべき理科指導ができる小学校教員像

- 科学の体系性**：科学によって得られた知は、断片的なものではなく体系的に構築されていることを物理・化学・生物・地学の固有性をふまえて理解している。
- 科学と理科との関連**：科学の本質である実証性・客観性・再現性等と我が国特有の理科のねらいである「自然を愛する心情」との調和をはかった実践を創造する理念と方略を理解している。
- 科学の有用性**：科学的な概念や原理・法則が応用されている道具・器具等や日常生活の中での科学的なものの見方・考え方について理解し、科学の有用性を理解している。
- 科学の文化的価値**：知的遺産としての科学の知の体系について、ギリシア哲学に遡って理解するとともに、未来を切り拓く知的活動として科学を捉えることができる。
- 探究活動**：自然事象から観察・実験を通して検証可能と思われる問題を設定し、仮説を立てて検証し、論理的な報告書を作成するとともに他者にわかりやすく説明できる。

3. 小学校教科専門「理科」において育成すべき知識・理解等とシラバスの関係



4. 期待される成果

教科専門の担当者が上述の理念と内容で小学校教科専門「理科」を指導することにより、科学の方法・科学の本質・科学概念等、理科授業創造の基礎となる資質を育成できる。理科の実践的指導力ともいえる観察・実験技能や児童の発達に応じた指導技術は、この基礎の上に構築される。本提案のカリキュラムにより、児童に対して自信をもって理科の本質・有用性・面白さを伝えられる「知の探究者」・「知の伝道者」たる小学校教員の養成が実現できる。

「理科内容学」構成案

I 教科内容学研究の視点と方法

本報では、理科の教員養成カリキュラムの在り方について、「教科専門と教科教育との架橋」の視点から、自然認識の様式という科学の原点に立ち戻るとともに、小学校で理科の授業を行う上で必要な科学的リテラシー涵養の観点から再検討し、学部1年生対象の小学校教科専門科目「理科」のシラバスを具体的に提案する。

なお、このシラバスは理科の教員養成カリキュラムの土台を成すものであり、引き続き中学校・高等学校教諭免許取得に必要な専門科目「理科」のシラバスを作成し、学部教育4年間の「理科」に関するカリキュラムを体系的に構築するものである。

視点1 理科の教育研究の実情

(1) 小学校教員養成における理科に関する教科専門授業の実情

北海道教育大学、大阪教育大学、奈良教育大学の3大学を対象に小学校教員免許取得に必要な理科の教科専門科目の担当者と内容とについて、Web上に公開されているシラバスを比較・検討した。その結果、以下の点が浮き彫りになった。

- ①いずれの大学も小学校理科教科書に掲載されている観察・実験にウエイトを置いて取り組ませている点が共通していた。
- ②2大学は物・化・生・地の教科専門が担当し、1大学は教科教育が担当していた。
- ③テキストについては2大学で文科省検定済小学校理科教科書や指導要領理科解説編などを用いていた。1大学はオリジナルのテキストを使用していた。

上述のようなシラバスが展開されている背景には、教員養成大学・学部学生及び小学校教員の観察・実験の技能や理科指導上の問題点を浮き彫りにした様々な調査・研究の存在があると推測される。

このような取り組みは、教員養成大学・学部学生の実態の改善と小学校現場がかかえる問題の解決をめざした、現代的ニーズに対応した取り組みとして高く評価できると考えられる。しかし、他方で小学校現場や教員養成に携わっていない立場からは、大学教育において小学校理科の教科書に掲載されている観察・実験を取りあげていることに関して、その水準の低さを指摘される可能性を否定できない。我々は現段階ではその批判を甘受せざるを得ないであろう。つまり、我々は教員養成における教科専門の果たすべき役割について、戦後の約60年をふり返ってみても、十分な議論を尽くすことなく現在に至っているからである。

このような問題を克服するためには、教員養成大学・学部における教科専門の果たす役割とともに、学部教育において科学に関する知識・理解・技能等をどの水準まで高めて小学校現場に送り出すのかという、見直しをもった議論や研究を教科専門と教科教育の専門家が協同して行うことが不可欠である。

……………以下、参考資料……………

【大阪教育大学】

○科目名：

理科I（教科専門担当）

○授業の到達目標：

小学校の理科において取り扱われる内容について、物理、化学、生物、地学分野で行われる様々な実験や観察などを実際に体験し、その指導法についての理解を深めることを目標とする。

- ・小学校の理科で実験や観察を行うことの意義がわかる。
- ・実験や観察の準備や安全上の配慮の重要性がわかる。

- ・自ら進んで実験や観察のための調査や工夫を行う態度が身につく。
- ・仲間とのディスカッションによって課題への理解を深め問題解決ができる。

○授業の概要：

小学校理科の教科書で取り扱われている各領域の主な実験や観察をグループ単位で行う。

- 第1回 オリエンテーション（受講者確定，授業の進め方と注意，成績評価方法の説明）
- 第2回 小学校理科の概説
- 第3回 物理分野の実験その1（電池，豆電球，光電池）
- 第4回 物理分野の実験その2（てんびん，振り子）
- 第5回 物理分野の実験その3（磁石，電磁石）
- 第6回 化学分野の実験その1（熱と温度）
- 第7回 化学分野の実験その2（水と空気，圧力，水溶液）
- 第8回 化学分野の実験その3（燃焼，酸とアルカリ）
- 第9回 生物分野の実験その1（植物，発芽，結実）
- 第10回 生物分野の実験その2（動物，発生，成長）
- 第11回 生物分野の実験その3（人体，環境）
- 第12回 地学分野の実験その1（天体の観察）
- 第13回 地学分野の実験その2（太陽と星の光）
- 第14回 地学分野の実験その3（太陽系と宇宙）
- 第15回 まとめ・授業アンケート

○参考文献：

小学校理科教科書（啓林館：わくわく理科3，4上下，5上下，6上下）

【北海道教育大学札幌校】

○科目名：

初等理科（教科専門担当）

○授業の概要

小学校理科教育で必要とされる専門的知識・技能を学ぶ。理科四分野の実験・観察を体験する。

第一週 ガイダンス，講義（理科学習指導要領について）

第二週 理科年表の利活用について

第三週から第十五週 理科四分野（物理，化学，生物，地学）の講義と実験・実習

物理分野・・・振り子の運動，電流とは何か，斜面上の物体の運動

化学分野・・・化学の実験と授業，天秤による質量測定，水溶液の性質

生物分野・・・顕微鏡の使い方，昆虫の特徴，花のつくり

地学分野・・・生物進化と化石観察，地球の構造・岩石の観察，雲の動きと気象

○テキスト：

小学校学習指導要領解説理科偏 文部科学省発行，小学校理科教科書3－6年，教育出版

【奈良教育大学】

○科目名：理科（教科教育担当）

○目的：

小学校理科の内容はA区分（物質・エネルギー），B区分（生命・地球）に分かれている。それぞれの区分の中で典型的な実験を提示し，中学校，高等学校との関連について論じる。

目標：

「物質・エネルギー」「生命・地球」の主な教材を説明することができる。

授業計画（内容と方法）：

- ・学習指導要領の基本的な考え
- ・昆虫の定義，植物体の構造
- ・磁性体，電気回路，光の基本的な性質
- ・太陽の見かけの動き
- ・生物季節，光周性，サーカディアンリズム
- ・太陽電池，直列並列回路，伝導，対流，熱膨張
- ・物質の三態変化
- ・月の動き，天気の様子
- ・動物の発生，植物の発芽結実
- ・水溶液，振り子，電磁石
- ・流水の働き，天気の変化
- ・人体の臓器，維管束，環境
- ・電気エネルギーの利用，酸とアルカリ，てこ
- ・火山と地震，月と太陽
- ・試験

○テキスト：

「小学校指導書 理科編」文部科学省 平成21年

.....ここまで.....

視点2 理科の認識論的定義

教員養成における理科に関する教科の専門性は、理学部で求めるような先端的で高度に分化した知識・技能等の習得にあるのではなく、自然認識の様式である科学を支える自然哲学と人類が蓄積してきた自然の事象に関する知識の体系的理解にある。また、そのうえで、児童生徒の発達に応じて科学の方法や科学概念等を理解させるための探究的・問題解決的な理科授業を創造する実践的指導力の育成にある。さらに、自然科学の発展に貢献しつつ国民の科学的リテラシー向上にかかる教育活動を担える資質能力の育成も不可欠である。

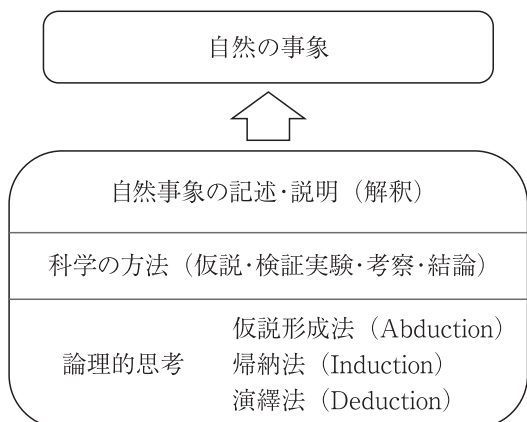
視点3 体系的構造と内容構成

(1) 内容構成の柱

ア 科学とは：自然の事象について、科学的方法に基づいて一般的な原理や法則を導き出すことで自然の成り立ちや在り方を理解し、説明・記述する学問の総称である。内容としては、生命，地球，物質，エネルギー等に大別できる。

イ 自然事象と科学との関連

科学は自然事象から従属変数と独立変数を抽出して検

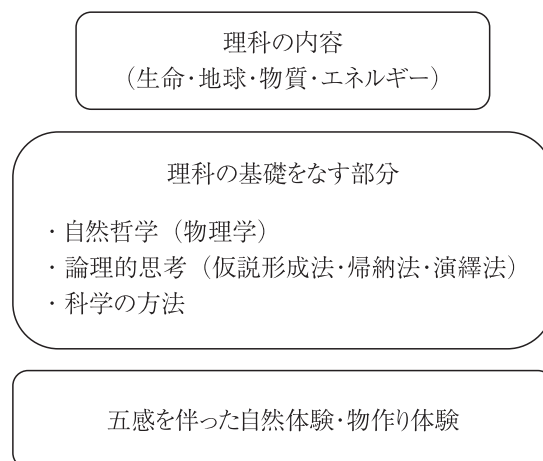


証可能と思われる問題を設定し、観察・実験で検証する自然認識の様式である。また、得られた結論は再現性のあることが求められる。この様式に適合しない問いは、科学の範疇にはない。これが科学の限界であるとともに本質の一つである。

ウ 理科の基礎をなす部分

理科の内容は、生命・地球・物質・エネルギーで構成されていると考えられる。

理科は科学に基礎を置く教科であり、その学習は探究の過程を通して行われることから、人類の歴史上において自然を説明する知的方略として築き上げてきた自然哲学（物理）を基礎として位置づける必要がある。また、科学における論理的思考として重要視されてきた帰納法・演繹法に加え、20世紀初頭にアメリカのパスが提案した第三の思考様式である仮説形成法（仮説発想）を論理的思考として基礎に位置づけることが必要である。さらに、すべての自然科学者が共有している自然認識の様式である科学の方法を位置づける必要がある。



(2) 理科専門科目の内容選択において重視すべき要素

○育成すべき教員像

人類が営々と築き上げてきた自然科学に関する知の体系及び科学の方法に基づいた自然認識の様式としての科学の意義と重要性を理解するとともに、学習指導要領で取り上げられている内容の科学を本質的に理解し、児童生徒の発達に応じて効果的な理科授業を実践できる教師の育成を行う。このような教師を育成するために、教科専門科目で以下の資質・能力を育成する。

- ・教科内容として取り上げられている科学概念や背景となる理論や原理等を体系的に理解している。
- ・自然事象から観察・実験を通して検証可能と思われる問題を設定し、自ら探究し続けることができる。
- ・自然の事象に対する知的好奇心を喚起させ、科学知識・概念を獲得させたり、問題解決の能力等を育成できる独創的な教材を開発できる。
- ・児童生徒の科学的なものの見方・考え方の個性を尊重し、主体的かつ問題解決的な理科指導を実践できる。

上述の資質・能力を習得した教員を育成するために、理科の内容選択において重視すべき要素は以下の5項目である。

- a 科学の体系性：科学によって得られた知は、断片的なものではなく体系的に構築されていることを物理・化学・生物・地学の固有性をふまえて理解している。
- b 科学と理科との関連：日本の理科教育のねらいの一つに「自然を愛する心情」が掲げられている。科学の本質である実証性・客観性・再現性等と我が国特有の理科のねらいである「自然を愛する心情」との調和をはかった実践を創造する理念と方略を理解している。
- c 科学の有用性：科学的な概念や原理・法則が応用されている道具・器具等や日常生活の中での科学的なものの見方・考え方について理解し、科学の有用性を理解している。
- d 科学の文化的価値：知的遺産としての科学の知の体系について、ギリシア哲学に遡って理解するとともに、未来を切り拓く知的活動として科学を捉えることができる。

- e 探究活動：自然事象から観察・実験を通して検証可能と思われる問題を設定し、仮説を立てて検証し、論理的な報告書を作成するとともに他者にわかりやすく説明できる。

視点4 学習指導要領の教科内容構成

(小学校)

身近な自然について児童が自ら問題を見だし、見通しをもった観察・実験などを通して問題解決の能力を育てるとともに、学習内容を実生活と関連付けて実感を伴った理解を図り、自然環境や生命を尊重する態度、科学的に探究する態度をはぐくみ、科学的な見方や考え方を養うことを重視して、内容が構成されている。内容は、「物質・エネルギー」、「生命・地球」の二つの領域で構成されている。

「物質・エネルギー」については、児童が物質の性質やはたらき、状態の変化について観察・実験を通して探究したり、物質の性質などを活用してものづくりをしたりできるように内容を構成している。また、「エネルギー」や「粒子」といった科学の基本的な見方や概念を柱として内容に系統性をもたせるように構成されている。

「生命・地球」については、児童が生物の生活や成長、体のつくり及び地表、大気圏、天体に関する諸現象について観察やモデルなどを通して探究したり、自然災害などの視点と関連付けて探究したりすることができるように内容を構成している。また、「生命」や「地球」といった科学の基本的な見方や概念を柱として内容に系統性をもたせるよう構成している。

II 教科内容の開発 (小学校)

視点1 目標

前節の視点2で掲げた能力の育成を目標とする。

- ・教科内容として取り上げられている科学概念や背景となる理論や原理等を体系的に理解している。
- ・自然事象から観察・実験を通して検証可能と思われる問題を設定し、自ら探究し続けることができる。
- ・自然の事象に対する知的好奇心を喚起させ、科学知識・概念を獲得させたり、問題解決の能力等を育成できる独創的な教材を開発できる。
- ・児童生徒の科学的なものの見方・考え方の個性を尊重し、主体的かつ問題解決的な理科指導を実践できる。

視点2 内容構成の視点

上述の「視点1」の目標を達成するために、初等教育教員養成における理科の内容は、以下の5項目で構成するものとする。

- a 科学の体系性：科学によって得られた知は、断片的なものではなく体系的に構築されていることを物理・化学・生物・地学の固有性をふまえて理解している。
- b 科学と理科との関連：日本の理科教育のねらいの一つに「自然を愛する心情」が掲げられている。科学の本質である実証性・客観性・再現性等と我が国特有の理科のねらいである「自然を愛する心情」との調和をはかった実践を創造する理念と方略を理解している。
- c 科学の有用性：科学的な概念や原理・法則が応用されている道具・器具等や日常生活の中での科学的なものの見方・考え方について理解し、科学の有用性を理解している。
- d 科学の文化的価値：知的遺産としての科学の知の体系について、ギリシア哲学に遡って理解するとともに、未来を切り拓く知的活動として科学を捉えることができる。
- e 探究活動：自然事象から観察・実験を通して検証可能と思われる問題を設定し、仮説を立てて検証し、論理的な報告書を作成するとともに他者にわかりやすく説明できる。

視点3 教材分析

教材を分析する前段階として、初等教育教員が小学校理科を指導する上で、最低限必要とする知識・理解・技能等を「生命・地球」・「物質・エネルギー」についてまとめた（資料参照）。

教材の分析は資料で示した各領域の知識・理解等の育成の観点から行う。

Ⅲ シラバスの例

○大学名：上越教育大学

○科目名：小学校教科専門科目「理科」

○対象学年：学部1年生

【目的】

自然認識の様式である科学の方法の成立や自然の事象に関する知識の獲得における先人の努力や新しい知識とその発見の過程等の理科教育上の意義をはじめ、物理・化学・生物・地学の内容の理解を通して、科学の本質と限界、科学と日常生活との関わり等を学び、小学校理科を指導する際の基盤となる教養を高めることを主たる目的とする。

第1回

オリエンテーション

配当時間：1単位時間

担当：分野主任

【到達目標】

- ・小学校教科専門科目「理科」の目的と意義を理解する。

【内容】

科学には人類が営々と築いてきた自然の事象に関する知の体系としての側面と科学の方法に基づいて新しい知を創造する側面とがある。科学は便宜的に物理・化学・生物・地学に分類されるのが一般的であるが、それぞれの探究の仕方には固有性がある。

科学的な探究は自然事象から観察・実験を通して検証可能と思われる問題を設定し、仮説を立てて検証する営みであると一般化できる。そして、科学の本質として実証性・客観性・再現性等が挙げられる。「理科」（教科専門科目）は、物理・化学・生物・地学のそれぞれの分野における科学史上の重要なものの見方・考え方や重要な科学概念を取りあげ、小学校教員として必要な科学的リテラシーを概説する。

.....物理学.....

第2回

物理学（力学）

配当時間：1単位時間

担当：小林辰至

【到達目標】

- ・ガリレオの落体の実験を例にして、科学における仮説は、測定と制御が可能なものでなければならないことを説明できる。
- ・ガリレオが当初の仮説を当時の技術力で検証可能な仮説にどのように修正したかを説明できる。
- ・ガリレオがおこなった実験の概要と着眼点のすばらしさを説明できる。

【内容】

仮説をたて実験や観察で検証するという手続きは、近代科学の方法の原則である。仮説はそれまでに得られた知識をもとにたてられる。

仮説が実験で検証できる形になっていないときには、実験が実施できるような形に修正する必要がある。

ガリレオは落体について、速度は時間に比例するという仮説を立てていた。つまり、ガリレオの仮説は文字の式で表すと、 $v=gt$ (v :速度, t :時間, g :常数)であった。しかし、この仮説は当時の技術では瞬間的に変化する落体の速度を測定することができないため、実験が行えなかった。そこでガリレオは、 $v=gt$ を $s=1/2gt^2$ に変換した (s は落下距離)。この式の仮説であれば実験を行うことができる。つまり、落下しはじめる点から一定の距離を先に測っておいて、そこまで落下してくる時間を測ればよいのである。ガリレオは、なめらかな斜面をつくり、それに溝を掘り、鉛でつくった球をころがり落とすことで、落下の現象に代えることを考えついた。

上述のガリレオの実験は極めて美しい実験として科学史の中で高く評価されている。これは、自然事象を従属変数と独立変数で捉え、独立変数を実験条件として制御しながら従属変数を測定するという、科学の基本をつくりあげたからである。

第3回

物理学 (光学)

配当時間：1 単位時間

担当：長谷川敦司

【到達目標】

- ・物理学が他の分野の事象の説明や身の周りの技術に入りこんでいることを説明できるようにする。
- ・特に幾何光学が実社会の中にも生かされていることが説明できるようにする。
- ・レンズにおける実像、虚像の概念を理解し、ルーペ、顕微鏡、望遠鏡などが虚像を使っていることを理解し、生物観察、天体観測などとの関連を実感できるようにする。

【内容】

光の性質により、粒子、波動、光線などの取り扱いができるが、本講義では、主に光線としての取り扱いを主として、光の反射、屈折などの現象、光線を追跡していくことにより、種々の光学現象が説明できることを示す。

導入として、パラボラアンテナ、福寿草の集光作用など2次曲線の焦点についての話題から入る。光線を追跡することにより、この原理を説明する。

光というものを理解するために、太陽光、サーチライト、レーザーについてそれぞれの特徴を紹介し、簡単にその原理についても触れる。続いて、光を光線として扱い、レンズの実像、虚像について実験の写真(可能ならビデオ)なども取り混ぜて、レンズの法則についての説明を行う。ここで、人の目のレンズによる虚像の結像などにも触れることによって、物理学と他の分野との関連などにも触れる。

第4回

物理学 (電磁気学)

配当時間：1 単位時間

担当：定本嘉郎

【到達目標】

オームの法則に関する実験を例にして、

- 1) 科学における法則は実験により検証されることを説明できる。
- 2) 実験条件の設定を確定すると、再現性のある測定ができることを説明できる。
- 3) 電圧と電流と抵抗の関係を色々な例を出して、説明できる。

【内容】

電池の直列つなぎや並列つなぎなど、電池のつなぎ方により抵抗を流れる電流は変わる。電流の変化は、

抵抗の両端にかけられた電圧の変化のためである。電圧と電流と抵抗の関係を理解することは直流回路の初歩である。電池のつなぎ方の違いは何を制御しているかなどの仮説を立て、実験を行い、検証していく。実験的に支持される結果はどのようなものであるかを列挙しながら、帰納的に議論を進め、オームの法則に至る過程を自ら体験する。

……………化学……………

第5回

化学（原子の構造と元素の周期律）

配当時間：1 単位時間

担当：稲田結美

【到達目標】

- ・原子の構造を陽子・中性子・電子から説明することができ、質量数や同位体、電子配置についても具体的な原子を例に挙げ、モデルを用いて説明することができる。
- ・原子核の崩壊を化学的に説明できることに加え、医学・工学・考古学等における放射性同位体の利用を理解し、放射線の有用性と危険性を説明することができる。
- ・メンデレーエフが発表した周期表を基に、科学における分類や推論といった方法の重要性について指摘することができる。

【内容】

化学とは自然がどのようなものから構成され、どのような性質を持ち、どのように変化し、それを人間とどのように関連づけるかを系統的に知ろうとする学問体系である。そして、その研究の手法は、「科学の方法」に則り、客観性・実証性・再現性を重んじている。物質を構成する基本粒子である原子は、正の電荷をもつ陽子と電荷をもたない中性子からなる原子核と、そのまわりを取り巻く負の電荷をもつ電子からできている。原子番号や質量数も原子核に含まれる粒子の数から決められている。電子の数や配置については、モデルを用いると理解しやすいが、モデル化はマイクロ（あるいはマクロ）な世界をイメージしやすくするための可視化の方法として、近代科学では多用されている。

同位体と呼ばれる原子には、放射線を放って他の原子に変化する放射性同位体があり、この放射線が細胞を破壊したり遺伝子に傷をつけて変化させたりするため、危険視される傾向にある。しかし、医療器具の殺菌やがんの治療、農作物の品種改良、機械内部の非破壊検査、考古学資料の年代測定等、様々な場面で利用されている。放射性同位体を事例とし、科学技術の進展による利点と弊害の両面を考察する。

さらに、元素の周期律と周期表については、元素の性質やギリシャ時代からの元素記号の変遷にふれつつ概説する。また、1860年代のメンデレーエフによる元素の周期律の発見についても解説する。彼は、当時知られていた元素を分類・整理し、周期表を作っただけでなく、その周期表に空欄を残し、そこには未だ発見されていない元素が当てはまることを予言したのである。このような周期律発見の歴史から、科学的探究における分類や推論といった科学の方法および、帰納や演繹といった論理的な思考の重要性も考える。

第6回

化学（酸化と還元）

配当時間：1 単位時間

担当：下村博志

【到達目標】

- ・酸化還元反応の特徴と本質を理解している。
- ・化学反応式をみて、それが酸化還元反応であるか否かを正しく判断することができる。
- ・酸化還元反応で酸化されている原子、還元されている原子を正しく把握できる。

・酸化還元反応にはいくつかの定義があり、中学校段階までに学習する定義は、酸化還元反応のうち限られた反応のみを捉えるものであること、またその定義では説明できない例が存在していることを理解している。

【内容】

最初に中学校までの教育内容を確認する。酸化とはある物質が酸素と化合すること、還元とは酸化物からもとの物質を取り出すこと、また酸化と還元は同時に起こることを、例を挙げて説明していることを確認する。また、燃焼と酸素の役割など、酸化還元反応の理解につながる現象は小学校段階から学習していることも確認する。

その際、酸化還元反応の理解についての歴史的な経緯についても触れる。酸化反応が酸素との化合であることを示したラボアジェの実験、及びその実験のフロギストン説との関係などを紹介する。

また酸化還元反応の特徴として、多量の熱や光などのエネルギーを発生（又は吸収）するものが多いことを示す。「化学反応と熱」（化学反応とエネルギー）というテーマと酸化還元反応との密接な関係、さらには人工的に行われる化学反応の目的について整理分類し議論する。酸化還元反応の特徴、重要性について理解を深める。

さらに酸化還元反応のいろいろな例をあげ、酸素がなくても酸化還元反応が生じる例を示す。また中学校教科書に取り上げられている反応のなかにも、中学教科書の酸化還元反応の説明では理解しにくい反応も存在することを示す。

再び酸化還元反応の定義について検討する。酸化還元反応のいくつかの定義を紹介し、それらには適用される範囲が狭いものや広いものがあることを説明する。最も適用範囲の広い定義として、化学反応に伴う電子の移動に着目した定義を取り上げる。また、酸化されやすさや、還元されやすさが、原子の構造と関係することを説明する。

ある化学反応が酸化還元反応であるか否かを見分け、また酸化されている原子、還元されている原子を見分けるための実用的な指標として酸化数を紹介し、例を挙げて説明する。

最後に、酸化還元反応が、物質やエネルギーを得る方法として文明の発展に大きな影響を与えてきたこと、酸化還元反応が自然界で大規模に行なわれてきており、それが地球環境の形成や生命現象、物質循環に深く関わっていることを議論する。

また授業の合間の「豆知識」として、アルミニウムが昔は金以上の貴金属であったと伝えられていること、貴金属扱いされた理由、アルミニウムのリサイクルの有効性についての紹介等を挿入する。

第7回

化学（酸と塩基）

配当時間：1 単位時間

担当：小林辰至

【到達目標】

- ・酸・塩基と人類との歴史的な関わりについて説明できる。
- ・有機酸と無機酸の由来の違いについて説明できる。
- ・アレニウスの酸の定義とその問題点を説明できる。
- ・ブレンステッドの酸の定義を説明できる。

【内容】

酸は食酢や果汁のような酸性を示す物質の示す味覚から「酸」とよばれるようになった。英語のacidはラテン語の酸っぱいを意味するacidusに由来する。食酢、果汁などの植物に由来する物質に含まれる酸は有機酸とよばれる。硫酸、塩酸などは鉱物に由来する酸である。

理科の実験でなじみのあるリトマス試験紙は、地中海産のコケから抽出される色素をしみ込ませたものである。また、リトマス紙が酸によって赤色に、アルカリによって青色になることは17世紀に知られた。また、酸が木灰などのアルカリの性質を中和することも、中世の頃までにはすでに知られていた。

酸にはいろいろな定義がある。アレニウスは、水溶液中においてプロトン (H^+) を出す物質(例えば $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$)と定義した。アレニウスの定義は、水溶液系での酸・塩基の動きをみごとに説明したが、水以外の溶媒ではかならずしも成立しない等、問題点のあることが指摘されるようになった。ブレンステッドは、反応する相手「B」に対しプロトンを与える物質を酸と定義した。つまり、水素イオンを放出する物質が酸であり、受け取る物質が塩基であるとした。ブレンステッドの定義は、アレニウスの定義の欠点を克服するものであった。

.....生物.....

第8回

生物学（細胞学）

配当時間：1単位時間

担当：小川 茂

【到達目標】

- ・地球上で見られる多様な生物は細胞体制によって原核生物と真核生物に大別される。これら生物群それぞれの細胞の特徴を説明できる。
- ・二つの生物群に所属する代表的な生物を指摘できる。
- ・真核細胞の細胞小器官であるミトコンドリアと葉緑体は原核生物の細胞内共生に起源するとして細胞内共生説について説明できる。

【内容】

地球上に生存する多様な生物は細胞体制に基づいて原核生物と真核生物にわけることができる。両者の大きな相違点は核膜に包まれた核をもつかどうかである。核膜に包まれた核を有する真核細胞は、核の他にゴルジ体、リソゾーム、ミトコンドリア、葉緑体などの膜で包まれた細胞小器官をもつ。

原核生物には細菌類、ラン藻類などが所属し、真核生物には動物、植物、菌類、藻類などが所属する。

高度に組織化された真核細胞で見られる細胞小器官のうち、ミトコンドリアと葉緑体は、わずかではあるがそれぞれの基質にDNAを有しており、両者は共に分裂で増殖する。これらの特徴は原核生物である細菌類やラン藻の示す特徴に著しく類似しており、このことが、ミトコンドリアと葉緑体は細胞内に共生した原核生物に起源するのではないかとする、細胞内共生説を強く支持することとなった。

第9回

生物学（動物生態学）

配当時間：1単位時間

担当：中村雅彦

【到達目標】

- ・個体群、個体群の成長曲線、なわばりと順位行動、食物連鎖など動物生態学の専門用語の定義とその内容を具体的に説明できる。
- ・鳥類の野外調査の実例を提示することで、教科書に書かれている個体群の定義、個体群の成長曲線、なわばりと順位行動、食物連鎖が実際の研究の中でどの程度説明できるか理解する。
- ・教科書に記載されている内容と実際の野外での研究の違い知り、自ら疑問を持ち、自分の目と耳と頭で動物生態の事象を明らかにすることの大切さを知る。

【内容】

生態学は、昨今の環境問題、生物多様性を考えるとき、ますます重要な分野となっている。

一定の増加率で増える生物は、理論的には指数関数的に増加するが、現実の環境下では、そのような増え方をしない。この場合、個体群の定義と環境収容力を考慮した個体群の成長曲線の理解は必須である。また、個体群内の個体同士の関係として、群れ、なわばり、順位は、個体の誘因と反発の重要な例として理解する必要がある。生態系は自然を理解する上で重要な概念であり、特に生物間の相互作用である食物連鎖は、環境問題や生物多様性を理解する上での基礎となる。

しかし、実際に野外で特定の動物の調査を始めると、一定地域に生息する同種の個体の集まりを個体群とする定義は、動物は基本的に自然分布するため、地域を特定することは難しい。また、個体の増殖率、個体の移出入を正確に押さえることはできないため、個体群の成長曲線を把握するのも難しい現実がある。なわばり、群れなどの社会行動は、ある生物に固定的な行動としてとらえられがちであるが、実際に野外で調査を始めると同一個体でもなわばりと群れを時と場合に応じて柔軟に変える場合もある。多くの生物は雑食であるため、食物連鎖における一次、二次、高次消費者の特定は難しい。

動物生態学では、教科書に提示されている内容は理想的な事例が多い。教科書に記載されている内容と実際の野外での研究の違いを知り、自ら疑問を持ち、自分の目と耳と頭で動物生態の事象を明らかにすることは、学習の動機付けとしてきわめて重要である。

第10回

生物学（植物の成長）

配当時間：1単位時間

担当：谷 友和

【到達目標】

- ・一年草と多年草の生活史の違いを説明することができる。
- ・光合成の反応式や環境依存性を説明できるとともに、植物の成長を生育環境と結びつけて考えることができる。
- ・生態系内の食物連鎖における植物の役割を説明することができる。

【内容】

生物が生まれて成長し、繁殖して死ぬまでの過程を生活史と呼ぶ。草本植物の生活史を大別すると、一年のうちの開花・結実をして寿命を迎える一年草と、数年にわたって成長を続ける多年草とに分けることができる。多くの多年草は一生に何度も繁殖を行う多回繁殖型であるが、一生に一度しか繁殖を行わない一回繁殖型多年草も存在する。一年草や一回繁殖型多年草は、体内の資源をすべて使って一度に大量の種子を残し、自らも命を断つという劇的な生活史戦略を採っている。

生理学的な見方をすると、植物の成長は光合成による炭水化物の蓄積であると言える。光合成とは、光エネルギーを使って二酸化炭素と水から酸素と炭水化物（デンプンやブドウ糖）を取り出す生化学反応である。光合成速度は光や温度条件によって変化する。また、土壌中の水や無機養分は、気孔の開閉や光合成反応に関与する酵素の量的変化を通じて光合成速度に影響を与える。これらの光合成の律速要因は、そのまま成長の制限要因となる。

光合成産物である炭水化物は根・茎・葉・花（果実）に分配され、各器官の成長に使われる。一般的には、光が不足した環境では、葉への分配量を多くして集光面積を広げようとする。また、水や無機養分が不足した環境では、根への分配量を多くして土中の探索範囲を広げる。植物は生育環境に応じて成長を調整するしくみを有する。

光合成で生じた炭水化物は食物連鎖を通じて生産者から消費者へと渡り、呼吸活動や分解者の働きによっ

て主に二酸化炭素として大気中に戻される。動物の体を構成する有機物（タンパク質や脂質）は、元を辿ればすべて光合成によって作られ、光合成生物（植物）の成長に使われたものである。地球上の酸素もまた、過去に植物を含む光合成生物が放出したものである。植物の成長によって、我々人間を含むすべての動物が育まれていると言える。

……………地学……………

第11回

地学（層位・古生物学）

配当時間：1 単位時間

担当：天野和孝

【到達目標】

- ・大地の生い立ちが生活と密接に関わっていることを理解し、説明できる。
- ・地層や化石を用いて大地の生い立ちが復元できることを理解し、説明できる。
- ・大地の生い立ちには長い時間が経過しており、それゆえ自然環境の保全が重要であることを理解し、説明できる。

【内容】

大地の生い立ちは生活と深く関わっている。本講義ではまず新潟県のキーワードである雪、米、石油が日本海とその海況、越後山脈や平野部の形成といかに深く関わっているかを述べ、大地の生い立ちが気付かないうちに生活と密接に関わっている事を理解させる。

次に、こうした大地の生い立ちは、地層や化石を調べる事により復元できる事を講義する。地層累重の法則、地層の側方連続性の原理、初生的水平性の原理、切断関係の原理について解説し、地層の形成順序についての法則や原理を理解させる。また、褶曲や断層、不整合が形成されるメカニズムについてプレート・テクトニクスと関連付けて講義し、地殻変動について理解させる。さらに、地質時代が示準化石によって区分される事、示相化石を用いて地質時代の環境を解析できる事を講義し、中学校で扱われている示準化石、示相化石の問題点について述べる。その際に、地質時代がいかに長いものかを実感させ、自然環境の保全についても触れる。

第12回

地学（岩石と鉱物）

配当時間：1 単位時間

担当：大場孝信

【到達目標】

- ・日本列島は地震や火山（活火山は世界の1割近く）の多い理由を説明できるようになる。
- ・岩石の分類（堆積岩・火成岩・変成岩）を成因から体系づける。
- ・特に火成岩の分類で化学組成の違いがなぜ起こるか。鉱物と岩石の関係を明確にする。

【内容】

自然界の現象を観察した後、多くの実験がなされている。中学校までの地学では観察・簡単な実験しか行われていない。このため成因まで考えることはない。カンラン岩の合成実験を使い、中央海嶺でのマグマ発生のメカニズム、ハワイ島などホットスポットでのマグマ発生のメカニズム、日本列島の沈み込み地帯のマグマ発生のメカニズムの違いをプレートの動きを考えながら説明する。プレートの沈み込みに伴う深さで温度増加、圧力増加により含水鉱物が分解して水をマントルに供給する。このため水が供給されたカンラン岩（マントル物質）今まで固体であった深さで液体（マグマ）になる。日本列島ではマントルに水が供給されなければ、地震はおこるがマグマは発生しない。地学は単に暗記する分野と考えられているが、科学的

証拠をもとに総合的考えられていることを明らかにする。

旧中学校指導要領で岩石の取り扱う数が減らされたため、火成岩の深成岩では花崗岩、火山岩では安山岩が玄武岩となった。このため花崗岩は深成岩、深成岩は花崗岩となってしまった。また鉱物は火山灰の鉱物を観察するため岩石との関係がわからない。新中学校指導要領で閃緑岩が加えられたが、岩石全体を体系的にとらえられてはならず、この状態は改善されたとはいえない。

岩石の関係をでき方によりお互いの関係を体系的にとらえ、理解していくようにする。岩石は組織、化学組成、鉱物により名前が決まっている。組織は岩石のでき方（成因）わかり、鉱物はその組み合わせから成因がわかり、化学組成が推測できる重要なものである。このようにもう一步知識が深くなると、今まで見えなかったものが見えてくる理科の面白さを体験してもらいたい。

第13回

地学（天体）

配当時間：1 単位時間

担当：壽崎智佳

【到達目標】

- ・私たちの身体を構成するさまざまな元素は宇宙の歴史の中で生まれたことを理解する。
- ・新しく明らかになってきた我々の太陽系のすがたを説明でき、太陽系に属する惑星を分類できる。
- ・太陽が銀河系の一員であることを理解し、天の川が星の集まりであることを説明できる。

【内容】

私たちの身体は水、タンパク質、核酸、脂質等の物質から構成されているが、元素から見れば水素、酸素、炭素、窒素で9割以上となる。これらの元素は地球上では合成されず、星の内部や宇宙空間で起こるさまざまな現象で誕生した。

2006年、世界天文連合の総会において惑星の定義が確認され、冥王星は惑星の分類から外れ、準惑星という新しく意義された分類の代表的天体ということになった。これは研究が進んだ結果、冥王星と同じような天体が多数見つかったことによる。また、冥王星よりも太陽から離れたところにも太陽系に属する天体が多数存在することが明らかになり、我々の太陽系の概念はこれまで考えられていたより大きく広がった。

我々の太陽は天の川銀河系と呼ばれる星の大集団の一員であり、この銀河系は円盤状に分布した星の集団と球状に分布した星の集団の2成分で構成される。太陽は円盤の比較的外側に位置し、円盤の方向を見たものが天の川である。星の集団である銀河は、さらに銀河の集団である銀河団に属し、銀河団はさらに集団となって超銀河団が存在している。このように、宇宙は階層構造で構成されている。

第14回

物理・化学・生物・地学の総合

配当時間：1 単位時間

担当：小林辰至

【到達目標】

- ・地球温暖化や酸性雨に代表される地球規模の環境問題や食糧・エネルギー等の社会問題の解決には、科学の知識や科学の方法の習得が必要であることを説明できる。

【内容】

科学教育の現代化運動の流れを受けたそれまでのアメリカの教科書は、将来の科学の専門家を養成することを目的として編纂されており、多くの専門家にならない生徒にも専門家養成と同じ指導がなされていた。そのため、多くの生徒にとって興味のもてない学ぶ意味の少ない内容となり、生徒の科学離れが進み、それ

をくい止めることが重要課題となった。一方で、従来の枠組みの科学教育では、地球温暖化や酸性雨に代表される地球規模の環境問題や食糧・エネルギー等の社会問題の解決に必要な能力・態度の育成に対して無力であったことへの問題もクローズアップされてきた。

このような状況を背景に、科学の専門家にならない多くの生徒には、科学を技術や社会との関係の中で理解させていくSTS教育（Science, Technology and Society）が説かれるようになった。そして、1982年には、NSTA（全米科学教育連合会）はSTS教育をアメリカの科学教育とする基本声明を出した。

平成10年度版学習指導要領では、「総合的な学習の時間」が創設された。総合的な学習の時間で取り上げる課題の例として、環境等が上げられている。教育活動の展開については、各学校の創意工夫にゆだねられていることから、従来の理科教育の枠を越え、STS教育の理念を取り入れ学校が独自に柔軟な発想で実践することが可能となった。これは、我が国の理科教育の歴史を振り返ってみると画期的なことである。

第15回

まとめ 配当時間：1単位時間

参考文献一覧

- 1) 小林興：キャンベル生物学，pp.18-20，丸善株式会社，2007
- 2) 独立行政法人国立科学博物館：科学リテラシー涵養に関する有識者会議，「科学リテラシー涵養活動」を創る－世代に応じたプログラム開発のために－，pp.130-133，2010
- 3) 小林辰至：問題解決能力を育成する理科教育－原体験から仮説設定まで－，pp.90-98，梓出版社，2008
- 4) 桜井邦朋：現代科学論15講－科学はいずこに行くのか－，pp.17-40，東京教学社，1999

上越教育大学初等教員養成における理科の知識・理解・技能等の到達目標

平成22年 6月26日版

	エネルギー	粒子
小学校3年生	<ul style="list-style-type: none"> ・風やゴムの働きで動くものを、例を挙げて説明できる。 ・光の入射角と反射角が同じことを、図を描いて説明できる。 ・凸レンズの光の進み方を焦点と関連づけながら、図で説明できる。 ・日光からの熱線と温度上昇について説明できる。 ・回路およびショート回路について単純な措置を用いて説明できる。 ・豆電球の構造について図を描いて説明できる。 ・金属は電気を通すことを、例を挙げて説明できる。 ・金属には磁石につくものとつかないものがあることを、例を挙げて説明できる。 ・磁石（永久磁石）の性質を極性と関連付けながら説明できる。 ・棒磁石を用いて釘や針を磁石にする方法を説明できる。 ・棒磁石やU型磁石の正しいしまい方を理由と共に説明できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・粘土やアルミニウム箔を用いて、物は形が変わっても重さが変わらないことを、てんびんや自動上皿ばかりを使って説明できる。 ・身近なものを用いて体積が同じでも重さが違うことがあることを、手応えや、てんびん、自動上皿ばかりを使って説明できる。 ・てんびんばかりの作り方を説明できる。
小学校4年生	<ul style="list-style-type: none"> ・検流計を用いて電流の向きの調べ方を説明できる。 ・乾電池を直列や並列につなぎ、そのつなぎ方と出力の関係について説明できる。 ・光電池の働きや、光量との関係について説明できる。 ・日常生活における光電池の利用について、例を挙げて説明できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・空気と水を圧縮する際の性質について説明できる。 ・水・空気・金属の体積と温度の関係について説明できる。 ・水の状態変化と温度の関係、その体積の変化について説明できる。 ・金属、水、空気のあたためり方について説明できる。 ・水などの温まり方の変化はグラフに表すことによって、変化の様子を読み取ることができることを説明できる。 ・空気や水の性質、物の温まり方を活用した道具やおもちゃを作ることができる。 ・アルコールランプ、ガスバーナーの適切な操作方法を説明できる。 ・空気や水の体積と温度の関係について日常生活と関連して説明できる。
小学校5年生	<ul style="list-style-type: none"> ・振り子の振れかたを、重りの重さ・振り子の長さ・振幅の関係から説明できる。 ・振り子の周期の仕組みを日常生活と関連付けて説明できる。 ・電磁石の作り方を説明できる。 ・電磁石の性質と働きについて、永久磁石との比較から説明できる。 ・電流計の使い方を説明することができる。 ・日常生活における電磁石の利用について、例を挙げて説明できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・上皿天秤の使い方を説明できる。 ・液量計やはかり、ろ過器具、加熱器具、温度計などを使った一連の実験方法を説明できる。 ・食塩やホウ酸などが水に溶けることについて説明できる。 ・溶質が溶ける量と溶媒の温度や量の関係について説明できる。 ・水溶液の水を蒸発させると、溶質が出てくることを説明できる。 ・溶質が溶けても水の重さと溶質の重さの合計は変わらないことを説明できる。 ・ものが溶けることと温度の関係について日常生活と関連させて説明できる。
小学校6年生	<ul style="list-style-type: none"> ・てこの原理について、支点・力点・作用点の用語を使って説明できる。 ・日常生活における、てこの原理の利用について例を挙げて説明できる。 ・てこの原理を反比例の学習と関連させて説明できる。 ・発電及び蓄電の原理が説明できる。 ・手回し発電機や電気二重層コンデンサーの正しい使い方を説明できる。 ・豆電球やLEDの性質を、消費電力と関係付けて説明できる。 ・電気エネルギーが光や音、熱等のエネルギーに変換されることを、具体例を挙げて説明できる。 ・電熱線の発熱を断面積と抵抗の関係から説明できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができることを説明できる。 ・瓶の中でろうそくが燃え続けるようにするにはどうすればよいか説明できる。 ・空気の中でものを燃やす働きがあるのが何の気体か実験を行いながら説明できる。 ・ものが燃えたあと、どんな気体が残るかということについて実験で説明できる。 ・酸素や二酸化炭素の割合変化を知る手がかりとしての、石灰水や気体検知管を用いた実験の方法を適切に説明できる。 ・リトマス紙の色の変わり方と水溶液の酸・塩基の関係について説明できる。

		<ul style="list-style-type: none"> ・水溶液はリトマス紙の色の変化によって、酸性、中性、アルカリ性の性質にまとめられることを説明できる。 ・液体の臭いの嗅ぎ方（アンモニア水など）を説明できる。 ・塩酸や、水酸化ナトリウム液の危険性や扱い方について説明できる。 ・水溶液につけることで起きた金属の変化について説明できる。 ・使用した廃液の処理の仕方を説明できる。
--	--	--

学年	生命	地球
小学校3年生	<ul style="list-style-type: none"> ・身近な野草を同定できる。 ・身の回りの生物と環境とのかかわりについて、具体的な生物を例に挙げて説明できる。 ・花の咲く栽培植物の種子を同定できる。 ①ホウセンカ, ②マリーゴールド ・花の咲く栽培植物を双葉で同定できる。 ①ホウセンカ, ②マリーゴールド ・花の咲く栽培植物の種子のまき方を説明できる。 ・植物の体は根, 茎, 葉からできていることを説明できる。 ・昆虫の成虫の体は, 頭, 胸, 腹からできていることを説明できる。 ・チョウの体の模式図を描いて, 体のつくりを説明できる。 ・モンシロチョウの飼育方法を説明できる。 ・チョウの生活史（卵から成虫まで）を説明できる。 ・身近な昆虫を同定できる。 ・完全変態と不完全変態について, それぞれ具体的な昆虫を挙げて説明できる。 ・野外での毒をもつ生物について例を挙げて説明できる。 ・虫眼鏡や携帯型顕微鏡などの適切な使用方法を説明できる。 ・自然環境に中での生物の採取は必要最小限にとどめるなど, 生態系維持配慮したフィールドマナーについての説明ができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・春分・夏至・秋分・冬至の太陽の日周運動について説明できる。 ・方位磁針の使い方を説明できる。 ・影をつくっているものを目印にして, 太陽の位置を継続的に調べていく方法を説明できる。 ・温度計の目盛の読み方について図を描いて説明できる。
小学校4年生	<ul style="list-style-type: none"> ・四季を通して身近に見られる動植物がどう変化しているかを説明できる。 ・ヘチマやひまわり等, その植物に応じた栽培方法を理解し育てることができる。 ・植物の生長のようすと温かさの関係を説明できる。 ・一年生植物と多年生植物の違いを説明することができ, また, どの植物が一年生植物・多年生植物か見分けることができる。 ・腕を例にして骨と筋肉, 関節のつくりと働きを説明できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・月の動き方や満ち欠けの周期について説明できる。 ・北極星を見つけることができ, 星の動きと方位の関係について説明できる。 ・星座早見盤を使うことができる。 ・北斗七星, カシオペア座, はくちょう座, オリオン座, 夏の大三角形, 冬の大三角形など主な星々を示すことができる。 ・方位磁針による方位の確認や観察時間の間隔など定点観察の方法について説明できる。 ・一日の気温の変化が天気によって違うことを説明できる。 ・一日の気温の変化の様子を図示し日射と関係付けて説明できる。 ・水の蒸発や結露について例を挙げて説明できる。
小学校5年生	<ul style="list-style-type: none"> ・発芽の条件について説明できる。 ・ヨウ素液を使ってでんぷんを検出する方法を説明できる。 ・植物の成長に必要な要素について説明できる。 ・魚の成長過程を説明できる。 ・魚の食べ物としての水中の小さな生物名を具体的に述べるができる。 ・人の胎内の成長過程を説明できる。 ・魚と人の成長過程の違いを説明できる。 ・メダカの卵の成長過程や, 水中の小さな生物の実際の観察において, 顕微鏡の使い方を説明できる。 ・花のつくりについて図を描いて説明できる。 ・受粉のしくみを説明できる。 ・花粉を観察するプレパラートの作り方を説明できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・低気圧・高気圧の意味を理解し, 天気図を読むことができる。 ・気圧配置と風向の関係を理解し, 説明できる。 ・雲の量で天気が決まることを説明できる。 ・積乱雲等, 雨に関係する雲について説明できる。 ・気象情報を得る方法を説明できる。 ・台風の進路と天候の関係を説明できる。 ・台風の仕組みについて説明できる。 ・気象の変化がもたらす自然災害について説明できる。 ・流れる水の働きとそれが大きくなる条件について説明できる。 ・川と地形の関係について説明できる。 ・河原の石の大きさや形と川の地点の関係について説明できる。

小学校
6年生

- ・ヒトの外呼吸の仕組みについて説明できる。
- ・呼気に含まれる気体を石灰水や気体検知管等を使って調べる方法について説明できる。
- ・体の主な臓器（肺・胃・小腸・大腸・心臓・肝臓・腎臓）の働きについて説明できる。
- ・一連の呼吸器官について説明できる。
- ・一連の消化器官について説明できる。
- ・血液が体内を巡るはたらきについて説明できる。
- ・呼吸，消化，吸収，排出，血液の循環を相互に関係付けて説明できる。
- ・消化の過程や消化液の働きについて説明できる。また，それを確かめるための，唾液を使った実験方法についても説明できる。
- ・植物の葉に日光が当たるとでんぷんができることを説明できる。また，それを確かめるための，アルコール脱色法，たたき染め法，すりつぶし法等の実験方法についても説明できる。
- ・双子葉植物と単子葉植物の維管束の特徴と蒸散作用の仕組みについて説明できる。
- ・ツククサなどを用い，気孔を顕微鏡で観察する方法を説明できる。
- ・植物が空気中に酸素を出しているということについて，気体検知管等を用いた実験を行いながら説明できる。
- ・海洋と草原を例に挙げ，生産者と消費者の食物連鎖の関係を説明できる。
- ・持続可能な社会の構築という観点から，水や空気に関する環境問題を説明できる。
- ・水は人や動物にとって生きていくために必要なものであるということを身近な例を用いて説明できる。
- ・地球上の大きな水の循環について説明できる。
- ・人が，空気や水，植物や他の動物とどのようにかわり，どのような影響を及ぼしているかについて，既習事項を基に説明することができる。
- ・環境を守るための工夫について，日常生活の中から紹介できる。
- ・環境を守るためにどのように生活していけばよいかということ子どもと一緒に考えて考えることができる。

- ・地層面を正しく識別し，広がりをもつことを説明できる。
- ・地層の重なり順序やでき方を説明できる。
- ・堆積岩と火成岩を見分けて，堆積岩を分類することができる。
- ・水の働きでできた地層と火山の働きでできた地層の特徴を説明することができる。
- ・地震や火山の噴火によって，大地がどう変化するか説明できる。
- ・月の動き方や満ち欠けについて，太陽との位置関係から説明できる。
- ・月の表面の様子が太陽と違うことを説明できる。