

安全で容易な理科実験について For Safe and Easy Science Experiment

細山光也*
Mitsuya HOSOYAMA

key words : 理科実験, 安全, 容易, 身近な材料

1 はじめに

愛知教育大学附属高等学校では, これまでに多くの理科実験を実施・考案してきた。近年の世相を受けて, 安全で環境負荷が小さく, かつなるべく身近な材料を使用して容易に実施できる実験・実習が多い。本稿では, 地学分野を中心に, 生物分野, 理科総合 A などでも実施した実験・実習を簡潔に紹介する。なお, 一部の実験・実習については, 詳細な実践報告がある (細山, 2011, 足立・細山, 2010, 足立・細山, 2009)。

2 地学分野の実験・実習

(1) 地球分野

- ・地球の大きさの測り方…エラトステネスの測り方をムービーで理解する (DVD COSOMOS より)
- ・プレートと地殻の比較モデル…プレートと地殻を混同しないよう卵・メロン (図 1, 2) を使用して理解する
- ・地層の褶曲モデル…背斜, 向斜の違いをノートの束, バームクーヘン等を使用して理解する
- ・地層の断層モデル…正, 逆, 右横ずれ, 左横ずれの各断層の違いをウエハハウス等 (図 3) を使用して理解する
- ・液状化のモデル…市販されているペットボトルを使用した発生装置 (エキジョッカー) で理解する
- ・活断層図…公開されている活断層図を使用して自宅周辺等の危険度を理解する
- ・東海・東南海地震に備える…公開されている政府のシミュレーションデータ等を利用する
- ・東日本大震災・津波 (2011) …新聞記事やニュース動画を使用して理解し具体的な対策を考える
- ・インド洋大津波 (2004) …公開されているデータやニュース動画を使用して理解する
- ・阪神大震災 (1995) …公開されているデータやNHKのムービークリップを使用して理解する
- ・東南海・三河地震 (1944・1945) …公開されているデータやニュース動画を使用して理解する
- ・関東大震災…公開されているデータやNHKのムービークリップを使用して理解する
- ・巨大津波の予測…公開されている政府のシミュレーションデータ等を利用する



図 1

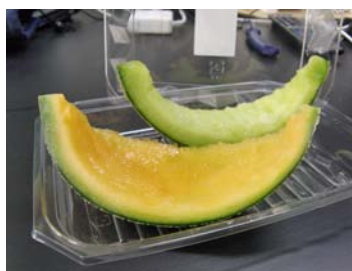


図 2

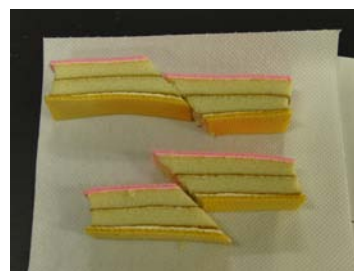


図 3

*愛知教育大学附属高等学校
Senior High School attached to Aichi University of Education

- ・防災・非常食…市販されている防災用品や非常食に実際に触れてみて防災について理解する
- ・災害時のサバイバル講座…飲料水や食料・燃料等を身近なものの工夫で入手する方法を理解する
- ・自宅のハザードマップ…各自治体のハザードマップと土地条件図，愛知県防災局などを比較する
- ・プレート Map…地球全体のプレートの分布からプレート境界域の集中している日本の防災を理解する
- ・簡易地球儀による大陸移動モデル…ストローと紙片を使用した簡易地球儀で大陸の変遷を理解する

(2) 岩石・鉱物分野

- ・岩石の比重の比較実験…アルキメデスの原理を使用して水や土との比較から岩石の比重を理解する
- ・火成岩の斑状組織・等粒状組織のモデル…身近にあるブドウパン，おこしなどを使用して理解する
- ・火山体の構造と噴火様式のモデル…水飴やココアパウダーを使用して火山を作製し噴火の実験を行う
- ・赤土の化学分析…身近な土地に見られる赤土から Fe イオンや Al イオンを検出し成因を理解する (図 4, 5)
- ・土壌や砂層中からの重鉱物の抽出…土壌や地層からジルコンや磁鉄鉱を抽出しその由来を理解する (図 6, 7)
- ・岩石標本の観察 (火成岩, 堆積岩, 変成岩) …岩石・鉱物の説明に際し実物標本に触れて理解する
- ・軽石のモデル…身近にあるカルメ焼き, エアーインチョコなどを使用して理解する
- ・軽石からの鉱物の抽出…園芸用の鹿沼土, 鉢底土を粉碎して火山岩の自形鉱物を抽出し理解する
- ・火山噴火の様子…ニュース映像やNHKのムービークリップを使用して理解する
- ・雲仙普賢岳噴火 (1990) …公開されているデータやニュース映像を使用して理解する
- ・火山噴火のモデル…火山噴火の原動力である CO₂ の発泡によるモデルをメントスコラの実験で理解する
- ・有色鉱物のカウント…岩石標本の平面に透明方眼シートをあてて有色鉱物を数え色指数を算出する
- ・SiO₄ 四面体の模型…紙や透明シートで正四面体を作製しつなげてケイ酸塩鉱物の構造を理解する
- ・マグマづくり (岩石メルト) …粉碎した岩石に凝固点降下剤を加えて加熱し液体になることを理解する
- ・マグマの部分溶融・結晶分化作用…冷凍したジュースの解凍やドレッシングの冷凍により理解する
- ・斑状組織・等粒状組織…ハイポや糖類の水溶液を時間を変えて蒸発させ組織のでき方を理解する
- ・石材の鉱物観察…園芸用の岩石片に透明ラッカーや透明マニキュアを塗り造岩鉱物の観察を行う
- ・両面テープによる簡易プレパラート…スライドガラスに両面テープを貼り鉱物粒を固定する



図 4



図 5



図 6



図 7

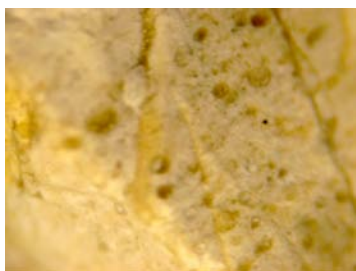


図 8



図 9



図 10



図 11

(3) 地球の歴史分野

- ・チャート礫中の微化石…身近なチャート礫を NaOH 水溶液で処理し放散虫などの微化石を抽出・観察する (図 8, 9)
- ・身近な生きた化石…街路樹のイチョウ, 楓 (フウ), メタセコイアなどを観察し生きた化石を理解する
- ・地層のでき方 (タービダイト) のモデル…500ml ペットボトルをつないだ装置で地層の級化構造をつくる (図 10, 11)
- ・化石のレプリカの観察…示準化石の説明に際し古生代, 中生代, 新生代のレプリカ標本に触れて理解する
- ・土地の地下構造…低地・平野と段丘・丘陵の地下構造の違いのモデルを使用して危険度を理解する
- ・土地条件図の使い方…自然災害の危険度の異なる低地・平野と段丘・丘陵の分布を理解する
- ・後氷期の温暖化…安定した現在の地球環境に至る前の後氷期の環境の激変をムービーで理解する
- ・地球の歴史…NHKの地球大紀行, 地球大進化などのDVDを使用して地球の歴史イベントを理解する
- ・MiniGeoPark 構想…身近な土地の成り立ちや生い立ちを盛り込んだ MiniGeoPark を作製し理解につなげる
- ・古代の景観…土地条件図を使用して人工的な土地改変前の自然景観を復元し歴史的な景観を理解する
- ・地形の模型…土地条件図を使用して不正確だが身近な地形の概要が理解できるモデルを作製する
- ・氷期の世界…人類が最も長い期間経験した氷期の環境を海底地形図や気候データを使用して理解する
- ・岩石や土壌などの体積と質量…角のない立体の体積は収まる直方体の約半分になることを利用する
- ・地球カレンダーの作製…46 億年前の地球の誕生から現在までを 1 年に置き換えて時間の長さを理解する
- ・郷土の歴史カレンダーの作製…郷土の土地の歴史を正しい時間間隔で並べて雄大さを理解する
- ・身近な化石の観察…建物の石材や石灰岩でできた小物を観察して化石は身近にもあることを理解する

(4) 気象・海洋分野

- ・雲をつくる…市販の装置（シュポシュポくん）を使用して気温の断熱変化による雲粒の発生を理解する
- ・前線のモデル（温暖前線，寒冷前線）…暖気と寒気の相互作用による前線の発生をムービーで理解する
- ・海洋図…市販の海洋図を観察し大洋の分布や地球が海洋の惑星であることを理解する
- ・伊勢湾台風…公開されているデータやニュース映像，再現アニメを使用して理解する
- ・土砂崩れ・地滑り…公開されているデータやニュース映像を使用して理解する
- ・雲の観察…公開されているニュース映像やムービーを使用して理解する
- ・雷，竜巻，台風…「気象の驚異」などのDVDを使用して理解する
- ・大気安定不安定のモデル…簡易熱気球を使用し暖めた空気が軽くなって上昇することを理解する
- ・大気中の微粒子の観察…スライドグラスにワセリン等を塗り花粉や黄砂などを捉えて顕微鏡で観察する
- ・雨の分析…降り始めの雨やたまったものを集めてpHや不溶性の粒子を調べて大気汚染を理解する
- ・水道水の簡易分析…各地の水道水を蒸発させて残ったものを硬度別の飲料水のものと比較する
- ・気圧・空気の重さ…広げた新聞紙や大きな風船を使用して普段は感じない空気の重さを理解する
- ・竜巻マシーン…ペットボトルに水と少量の洗剤を入れてフタをし逆さまに振り回して竜巻を発生させる
- ・地球環境問題と温暖化問題…地球環境問題と温暖化問題の違いを原発事故から捉えて理解する

(5) 天文分野

- ・宇宙の大きさ（地球～宇宙の果て）…無料ソフト「MITAKA」を使用して宇宙の広大さを理解する
- ・さまざまな天体や天文現象…NHKのムービークリップなどを使用して理解する
- ・皆既日食（2009 小笠原）…実際の映像やNHKのムービークリップなどを使用して理解する
- ・宇宙カレンダーの作製…137 億年前のビッグバンから現在までを1年に置き換えて時間の長さを理解する
- ・太陽系のモデル…太陽系の中心付近である惑星系を正しい縮尺でモデル化し広大さを理解する
- ・太陽近傍の恒星…太陽から数光年～10 光年程度の宇宙空間に位置する恒星の立体モデルを作製する
- ・ケプラーの法則…ケプラーの生涯と法則の発見についてムービーで理解する（DVD「COSOMOS より」）

3 生物分野の実験・実習

(1) 細胞・組織分野

- ・動植物の組織の顕微鏡観察…野菜や肉など身近な材料を押しつぶし法でプレパラートにして観察する
- ・ボルボックスの観察…公開されたムービーを使用して理解する
- ・筋組織の観察…横紋筋と平滑筋の違いを身近な材料（ジャーキー，ホルモン）を使用して理解する
- ・巨大な細胞…ダチョウの卵黄やイカの神経細胞を観察して理解する
- ・動物細胞と浸透圧…鶏卵の黄身を低張液，等張液，高張液に浸して変化を観察し理解する
- ・植物細胞と浸透圧…様々な野菜をくり抜いて食塩を詰め水が浸出してくる様子を観察し理解する
- ・食材を使用した細胞のモデル…身近な食材を使用して動物細胞，植物細胞のモデルを作製し観察する
- ・食材を使用したミトコンドリア…身近な食材を使用してミトコンドリアを作製し理解する葉脈標本の作製…重曹や次亜塩素酸塩の水溶液を使用して安全に葉脈標本を作製し観察する

(2) 発生分野

- ・フォークトの実験…身近な食材等を使用して局所生体染色の実験を体験する
- ・スーパーマンの実験…身近な食材等を使用して交換移植実験を体験する
- ・ウニ、カエルの発生モデル…身近な食材等を使用して発生の流れを表すモデルを作製し観察する

(3) 遺伝分野

- ・DNAの抽出実験…一般的なDNA抽出実験法を簡略化し身近な材料で実施できる実験を理解する
- ・DNAの模型作製…紙等の身近な材料を使用して二重らせん構造のモデルを作製し観察する
- ・アカムシのだ腺染色体の観察…生きたアカムシのだ腺染色体を顕微鏡で観察する

(4) 生物の行動分野

- ・ブタの目の解剖…ブタの目を解剖して観察し構造を理解する
- ・鶏の頭の解剖…餌用の鶏の頭を解剖して観察し脳の構造を理解する
- ・新しい味覚の実験…様々な食材の組合せで別の味覚を作り出し味覚について理解する

(5) 代謝分野

- ・三大栄養素の抽出実験…身近な食材等から炭水化物、脂質、タンパク質を抽出し理解する
- ・カタラーゼの実験…ダイコンやレバーなどを冷凍してすりつぶし酵素反応の実験を容易に行う
- ・ジアスターゼの実験…ダイコンの汁や消化薬と市販のデンプンのり、うがい薬を使用して実験を行う

(6) 生態系分野

- ・ニボシの解剖…ニボシの内臓から胃を取り出し海洋で摂取したプランクトンなどの観察を行う
- ・木工用ボンドによるプランクトン封入…木工用ボンドに池の水等を加えて乾燥しプレパラートを作製する
- ・土壌生物の観察…微小な土壌生物を木工ボンドで封入して固定しそのまま観察を行う
- ・竹を使用した実験…竹に含まれるデンプンの抽出や竹の性質を調べて竹の利用について理解する
- ・ため池の生態系…農業用ため池やプールなどの生物を採集して生態系について理解する

(5) その他

- ・木工ボンドによる簡易スンプ法…気孔などに木工ボンドを塗り乾燥してはがしプレパラートを作製する
- ・セロテープによる簡易プレパラート…花粉など微小な乾燥物をセロテープで貼り取りプレパラートにする

4 その他の分野の実験・実習**(1) 化学分野**

- ・22.4ℓの実感…ペットボトル等で1 molの気体の体積である22.4ℓを実感し理解する
- ・元素の誕生…水素とヘリウム以外の元素のでき方について理解する (DVD「COSOMOSより」)
- ・周期表の覚え方…公開されたムービーを使用して理解する
- ・水の分子量…水の分子量は18であり10molで180g, 180mℓとなり1合とほぼ同じである
- ・水分子のモデル…身近なもの(マツの花粉, 鶯ボール等)から水分子のような構造をもつものを理解する
- ・身近なpH指示薬…ムラサキキャベツやマローブルーなど身近なpH指示薬を使用して実験を行う
- ・身近な炎色反応…燃料用アルコールや陶芸用材料を使用して炎色反応の実験を行う
- ・様々な金属材料…材料販売店などで市販されている様々な金属材料に触れて理解を行う
- ・水溶液や金属の導電性…電池と電球などをつないだ導線を使用して水溶液や金属の導電性を理解する

(2) 物理分野

- ・簡易はく検電器の作製…ペットボトルとアルミホイル, ストローを使用した簡易はく検電器で実験を行う
- ・プラズマボール…市販されているプラズマボールを使用して静電気について理解する

(3) 生活科学分野

- ・家庭用品の表示について…消費者の安心のために工夫された家庭用品の表示について理解する
- ・次亜塩素酸…木や竹, 段ボールなどが次亜塩素酸塩によって軟化される実験を行い理解するハエ取りペットボトル…身近な材料(砂糖, 酒, 酢)を使用したハエ取りペットボトルを作製する
- ・身近で安全に薬品の代用ができる家庭用品…危険な試薬ではなく身近な家庭用品で実験を行う

(4) 環境・その他の分野

- ・廃プラスチックを使用した簡易プレパラート…コンビニ弁当などの透明プラスチックを使用する
- ・水俣病などの公害について…公開されているデータやニュース動画を使用して理解する

5 おわりに

本校で実施・考案してきた理科実験のまとめを行った。平成 24 年度から先行実施される新学習指導要領(文部科学省, 2009)においても「自然の事物・現象に対する関心や探究心を高め, 目的意識をもって観察, 実験などを行い, …」とされており, 実験・実習の重要性が示されている。本稿で紹介した実験・実習は, 平成 24 年度から先行実施される理科の新科目においても活用していく。また, 安全で容易, 身近な材料で実施できるものも多いため, 小中学校の各分野で活用することも可能であると考えられる。

文献

- 細山光也(2011) 身近な土地と風景を読む地学実験. 名古屋地学, **73**, 27-31.
- 細山光也(2011) 刈谷市北部の自然環境の成り立ちと生い立ちを探る - 身近な土地と風景から読み取れるもの -. 愛知教育大学附属高等学校研究紀要, **38**, 87-90.
- 足立 敏・細山光也(2010) 中高連携理科実験講座の実践 - 教え方を教える高校生から見えてくるもの -. 愛知教育大学附属高等学校研究紀要, **37**, 65-76.
- 足立 敏・細山光也(2009) SPP 中高連携『「身近な物質・身近な環境」～身の回りのことを科学の目で見てみよう』の実践 - 教え方を教える高校生から見えてくるもの -. 愛知教育大学附属高等学校研究紀要, **36**, 51-60.
- 文部科学省(2009) 高等学校学習指導要領.