

岩石・鉱物を用いた面白実験 “石って面白い”の実践

岡本 研

様々な性質を持った岩石・鉱物を用いた種々の面白実験の開発と実践を行った。開発した多くの実験を通して岩石・鉱物の持つ様々な性質を学ぶとともに、野外観察や試料の採取に興味を持つ子ども達を育成することをねらいとして、いくつかの実験イベントや教員への講座を開催し、実験書の作成を行った。

[キーワード] 岩石 鉱物 面白実験 科学的思考力

はじめに

野外で採取した岩石・鉱物を用いた種々の面白実験の開発と実践を行うことによって、観察・実験を通して岩石・鉱物の持つ様々な性質を科学的に学び、野外観察や試料の採取に興味を持つ子ども達を育成することをねらいとし、いくつかの実験イベントや教員への講座を開催し、実験書の作成を行った。

岩石・鉱物を用いた実験は、地学だけでなく物理や化学の各領域にまたがる内容でもあり、子ども達が岩石・鉱物の特性を遊びの感覚を通して学ぶことにより、理科好きの子ども達が育っていく可能性を持っている。また、野外で採取することができる岩石・鉱物に興味を持たせることで、自然科学に対する興味・関心や、学びへの意欲を喚起し、子ども達の目を野外に向け、自ら進んで自然と親しみ、自然とふれあうことの楽しさを感じる人間を育てることを目的とし、研究を行った。

1 調査研究

効果的な実験を行うためには、どのような岩石・鉱物が適当かということについて調査し、岩石・鉱物試料を入手して観察・実験や学習プログラムの開発を行った。

岩石・鉱物は、その組成や構造によるそれぞれの性質や特徴があり、それらは建材から

ハイテク技術に至るまで、多くの場面で利用されている。また、岩石・鉱物を見分けるための観察・実験も従前より数多く知られている。このように、岩石・鉱物は実験素材としても非常に身近なものであるにもかかわらず、岩石・鉱物を用いた観察・実験を通して科学的に考察させるという実践は比較的少ない。

本来、岩石・鉱物等の自然素材を取り扱う学習において最も大切なことは、それらがどのような特徴を持ち、それはどのような成因を持っているのかを考察することであろう。今回の石の面白実験は、ただ単に「面白い」「楽しい」「驚いた」「興味が湧く」といった事だけをねらいとした実践ではない。前述のように、今回の実践は地学の領域のみならず、様々な領域にまたがった内容を含んでおり、現象を科学的に考察することによって岩石・鉱物の性質を理解し、それらの成因を探ることが可能となる。例えば化学の領域との関連では、鉱物の成分の推定に結びつく内容として、鉱物の粉末を炎に投入したときに起きる炎色反応を調べる実験や、風化した岩石を薬品で還元処理し、色の変化を調べることによって岩石に含まれる金属を推定する実験などがある。また、物理の領域との関連では、加熱によって岩石の熱の伝導を調べる実験や、鉱物の圧電効果による発光現象を調べる実

験などがある。本来地学は総合的な学問であり，こうした観察・実験を通して科学的な思考力を育てることによって，偏りのない教育を行うことにもなる。そしてなによりも，我々にとって岩石・鉱物というものは，「よく知っているものであるが，本当はよく知らない」というのが実情であり，実験によって初めてわかるそれらの組織・構造や成因について，大きな驚きを与えることができる。

2 実践研究

今回開発した観察・実験や学習プログラムのうちいくつかを，当センターの特別研修講座や士別市立博物館の実験教室等において3カ年に渡って実践を行った。以下に実践の概要と，観察・実験の例を示す。

(1) 実践の概要

北海道立理科教育センター特別研修講座「石って面白い」

【実施日】平成17年8月5日

【場 所】北海道立理科教育センター

【対 象】小中高教員

【参加者】24名

【内 容】硼砂球反応／岩石の磁性を調べる／火打ち石で火を起

こす／鉱物の薄い破片の干渉色を観察／琥珀に含まれる昆虫化石を観察等，岩石・鉱物を用いた観察・実験を通してそれらの性質を学び，構造や成因を科学的に考察する方法について学ぶ研修講座。



北海道高等学校理科教育研究会地学部会「実習を通して楽しく岩石を調べる方法」

【実施日】平成17年10月14日

【場 所】北海道立理科教育センター

【対 象】高校地学教員

【参加者】9名

【内 容】ネオジム磁石と様々な岩石との反応を調べることによって，岩石の性質を学び，科学的に探求する方法についての研修。

北海道高等学校教育研究会理科部会技術講習会「実習を通した岩石鑑定」

【実施日】平成18年1月12日

【場 所】開成高校

【対 象】高校理科教員

【参加者】30名

【内 容】岩石の性質を，様々な実習を通して調べることによって，岩石を分類し，鑑定する方法についての技術講習会。

士別市立博物館実験教室「宝石を磨こう」

【実施日】平成18年2月5日，3月25日

【場 所】士別市生涯学習情報センター

【対 象】小学生・保護者

【参加者】74名

【内 容】多くの種類の美しい鉱物や宝石や琥珀等を観察させ，それらの特徴やでき方について学び，研磨作業によって内部構造を調べる実験教室。



北海道立理科教育センター特別研修講座「石って面白い」

【実施日】平成18年8月4日

【場 所】北海道立理科教育センター

【対 象】小中高教員

【参加者】23名

【内 容】岩石を加熱・冷却によって破壊する／変成岩（結晶片岩）から宝石（ガーネット）を取り出す／水晶球とガラス球を偏光板で見分ける等，岩石・鉱物を用いた観察・実験を通してそれらの性質を学び，構造や成因を科学的に考察する方法について学ぶ研修講座。



士別市立博物館実験教室「石の面白実験をしよう」

【実施日】平成19年3月24日（土）

【場 所】士別市生涯学習情報センター

【対 象】小学生・保護者

【参加者】50名

【内 容】琥珀を研磨して古代の昆虫化石を観察／ホタル石の蛍光を観察／美しい鉱物を研磨し，鉱物の硬度を学ぶ／火打ち石の性質について学ぶ等，岩石・鉱物の観察・実験を通して，ものの性質とつくりが関係していることを学ぶ実験教室。



北海道立理科教育センター特別研修講座「石って面白い」

【実施日】平成19年8月3日（金）

【場 所】北海道立理科教育センター

【対 象】小中高教員

【参加者】23名

【内 容】金属鉱石の炎色反応／テレビ石と方解石の光学特性／凝灰岩の熱伝導特性／方解石の劈開と結晶構造／黄鉄鉱の成分の考察／岩石の水のしみ込みを調べる／風化岩で水を濾過／滑石でベビーパウダーをつくる／ホタル石の蛍光／等，岩石・鉱物を用いた13の観察・実験を通してそれらの性質を学び，構造や成因を科学的に考察する方法について学ぶ研修講座。



地学団体研究会北海道支部技術講習会「石の面白実験教室」

【実施日】平成19年10月28日（日）

【場 所】北海道立理科教育センター

【対 象】一般市民

【参加者】15名

【内 容】風化岩の還元／金属鉱石の炎色反応／テレビ石と方解

石の光学特性／凝灰岩の熱伝導特性／方解石の劈開と結晶構造／黄鉄鉱の成分の考察／岩石の水のしみ込みを調べる／滑石でベビーパウダーをつくる／岩石と磁石の反応／ホタル石の蛍光／水晶のピエゾ効果による発光／黒雲母の加熱による伸長／鉱物の偏光板による観察等、岩石・鉱物を用いた観察・実験を通してそれらの性質を学び、構造や成因を科学的に考察する方法について学ぶ技術講習会。



士別市立博物館実験教室「天塩川の石・石の面白実験教室」

【実施日】平成19年11月17日（土）

【場 所】士別市つくも青少年の家

【対 象】小学生・保護者

【参加者】50名

【内 容】天塩川の川原に出かけて岩石を採取し、室内で観察し

てその成因を学んだ後、様々な実験を行って、ものの性質とつくりが関係していることを学ぶ実験教室。



(2) 観察・実験の例

火打ち石ってなんだろう ～火打ち石の火花の正体を探る～

【方法】

鉄製品をチャートにこすりつけるように強くぶつける。

火花は石と鉄のどちらから出ているのかを考える。

スチールウールに角形電池で電気を流すと燃える理由を考える。

【結果・参考】

古来から火打ち石には堆積岩のチャートを用いることが多かったようであるが、特にチャートが特別な発火作用を持った岩石ではなく、硬い石であれば何でも火打ち石となる。これは、火花が出るのは石の方からではなく、鉄が硬い石とぶつかって細かい粉末となり、それが燃えるためである。方法の検証実験からも、鉄が大変に燃えやすい物質であることがわかる。なお、黄鉄鉱のように石自体が強い発火作用を持っているものもある。



飛び散る火花

石は磁石につくか？ ～磁石と石の反応を探る～

【方法】

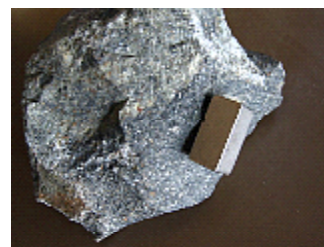
様々な岩石試料にネオジム磁石を近づけてみる。

磁性の強い順番に岩石を並べてみる。

磁性の強さと岩石の種類の関係を考える。

【結果・参考】

岩石の磁性の強さは、主にその岩石に含まれる磁鉄鉱という磁性を持った鉱物の量や、その配列によって決定される。一般に火成岩中には多くの磁鉄鉱が含まれており、地磁気の影響も受けて磁性が強まり、強い反応を示す。このような理由から、特に玄武岩や斑れい岩等、黒っぽい火成岩が強い磁性を持つことがわかる。



石と磁石の反応

岩石の音を聞く ～岩石に水がしみ込む音から内部構造を探る～

【方法】

泥岩や凝灰岩を砕く。

泥岩や凝灰岩の破片を、水を入れた紙コップに入れ、耳をコップにつけて音を聞く。

【結果・参考】

軽い堆積岩には多くの空隙があり、水が進入するとともに空気が出ていこうとするため、「チューーン」という音が持続的に聞こえる。また、孔が小さいほど高い音が出やすい。孔の多い火山岩などもよく音が出る。このように、「音を聞く」という簡単な方法によって、目には見えない岩石内部の構造を知ることができる。



石の音を聞く

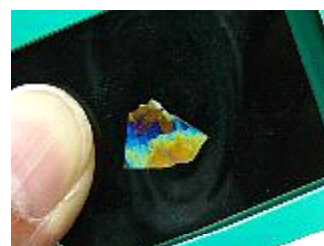
鉱物を偏光板ではさんでみると ～鉱物の目に見えない内部構造を探る～

【方法】

白雲母やトパーズなど、薄く割れる（剥がれる）性質を持つ鉱物を偏光板にはさんで観察する。

【結果・参考】

2枚の偏光板を消光する角度（真っ暗になって光を通さない状態）にして、光が通るほどの薄さにした岩石・鉱物を偏光板の間にはさむと、「干渉色」によって鉱物が虹色に美しく輝き、肉眼では見ることでできない鉱物内部の結晶構造の様子が見えるようになる。この原理は鉱物顕微鏡（偏光顕微鏡）にも用いられており、岩石を切断・研磨した薄片で、岩石の内部構造や岩石に含まれる鉱物の鑑定を行っている。また、岩石以外でも、氷や岩塩などを薄くしたものでそれらの内部構造を観察することができ、つららなどは観察の好材料である。



石の内部構造を見る

黒雲母を熱すると ～黒雲母の変化から結晶構造を探る～

【方法】

風化した花崗岩やランプロファイアー等に含まれている黒雲母を、ピンセットで拾い出す。

フライパンの上で風化した黒雲母を加熱する。

【結果・参考】

風化した黒雲母がしだいに伸張してくる。これは、雲母が層状構造を持ち、層のすきまに入っていた水や空気が膨張して、すきまを広げたためである。膨張した風化雲母は「パーミキュライト」または「ヒル石」と呼ばれ、園芸用土や使い捨てカイロにも使われている。この実験で、黒雲母の層状構造や、自然と人間との関わりについて学ぶことができる。



石の膨張を見る

方解石を割ってみよう ～割った方解石の形から結晶構造を探る～

【方法】

方解石（大理石）をレンガの上にのせ、ハンマーで割る。

【結果・参考】

いくら割っても菱形の同じ形になる。方解石は、結晶構造にそった「劈開面」に沿って割れやすい性質を持っているため、いくら割っても同じ形になる。また、方解石は研磨剤としても用いられており、家庭用研磨剤に含まれる研磨剤（沈殿物）を顕微鏡で観察すると、菱形をしたミクロの方解石が見える。極小サイズでも角張った菱形を保ち、硬度も比較的低く（硬度3）、対象を傷つけることなく表面の汚れを削り取ることができるため、研磨剤として適当なのである。



石の形を調べる

ホタル石を熱してみよう ～蛍光鉱物の性質を探る～

【方法】

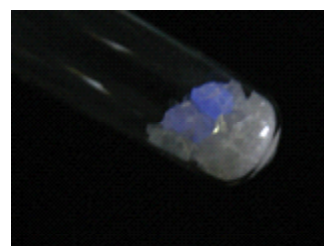
蛍石を砕き、試験管に入れる。

暗いところでガスコンロで熱し、様子を観察する。

加熱によりはじけることが多いので注意を要する。

【結果・参考】

加熱したホタル石は、青く美しく蛍光を発する。ホタル石はフッ化カルシウム（ CaF_2 ）と不純物からできており、昆虫の蛍のような「ルミネッセンス反応」を起こして蛍光を発する性質を持っている。紫外線を照射しても蛍光を発するが、波長が合わないと発光しない。蛍光を発する鉱物を蛍光鉱物といい、ホタル石の他にもピンク方解石、ハックマン石、スカボライト等、多くの蛍光鉱物が知られている。ホタル石は古くから製鉄の融剤として用いられ、現在では望遠鏡やカメラ用レンズのような高級光学レンズ材として用いられ、している。



石の発光を見る

水晶をこすってみよう ～水晶のピエゾ効果を探る～

【方法】

暗い場所で、2つの水晶を互いに強く押しつけ、片方を勢いよくもう一方にこすりつける。

【結果・参考】

水晶内部がピカッと黄色に発光する。これは、水晶（石英）の結晶内部に圧力によって歪みが生じ、電圧が生じて光を発するためである。この現象を「ピエゾ効果（圧電効果）」という。逆に結晶に電圧をかけると正確に振動する現象（水晶発振）も見られ、この性質を時計などに利用している。こすると発光する現象は水晶だけでなく、石英を多く含むものであれば何でも観察することができる。また、石英の粒をペンチでつぶしても発光を観察することができる。



石の発光を見る

風化した岩石の色を変える ～化学変化から岩石の成分を探る～

【方法】

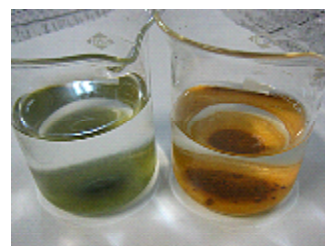
風化した岩石をハンマーで砕き、粉末にする。

砕いた岩石粉末とハイドロサルファイトナトリウムを容器に入れる。

容器にお湯を入れ、岩石粉末の色の变化を観察する。

【結果・参考】

赤褐色の粉末の色が、緑色に変化する。これは、風化岩に含まれていた赤褐色の鉄（ Fe^{3+} ）イオンが還元されて鉄（ Fe^{2+} ）イオンへと変化し、緑色となったものです。この実験によって、岩石に鉄が含まれている場合は緑色へと変化し、銅が含まれている場合は青色へと変化する。検証実験として、鉄釘などの赤サビを用いて同じ実験を行うと、より理解が深まる。



石の色の变化を調べる

火であぶった凝灰岩を触ってみよう ～熱の伝導を調べる～

【方法】

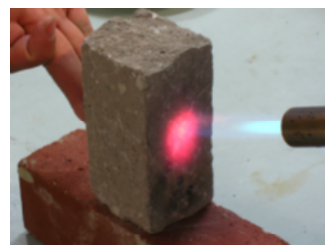
軽い凝灰岩（札幌軟石）のブロックをレンガの上に置く。
ガスバーナーなどで直接加熱する。

加熱している面の反対側を手で触ってみる。

加熱をやめ、加熱した面を上に向けてティッシュをのせる。

【結果・参考】

裏側はいつまで経っても熱くならない。これは、凝灰岩の内部の空気が熱の伝導を妨げているからである。また、熱が伝導しにくいために加熱部分に熱がたまり、加熱部分はすぐに赤く変化し、加熱終了後ものせたティッシュはすぐに焦げてしまう。この実験によって、岩石の内部構造を推定することができる。



石の熱伝導を調べる

鉱物で炎の色を変える ～炎色反応から鉱物の成分を探る～

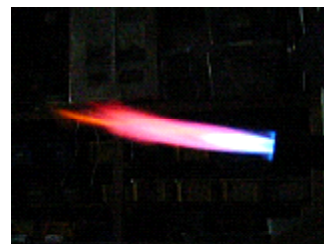
【方法】

クジャク石，リチア雲母，セレスタイト（天青石）等の金属を含んだ鉱物を紙ヤスリ（400～600番）で粉末にする。

暗所でガスバーナーの炎に，それぞれの粉末を投入する。

【結果・参考】

ガスの炎の色が，緑色（クジャク石）や赤色（リチア雲母・セレスタイト）に変化する。これは，炎の中に金属を入れると，「炎色反応」が起き，炎の色が変化するためである。クジャク石は多くの銅を含むため緑色の炎色反応となり，リチア雲母はリチウム，セレスタイトはストロンチウムを含むため，赤色となる。この反応は，花火に応用されている。この実験によって，鉱物に含まれる成分を推定することができる。



炎色反応を見る

黒曜石を焼いて軽石にしよう ～軽石や火山灰のできかたを考える～

【方法】

黒曜石をハンマーで小さく割り，レンガの上に置く。

ガスバーナーなどで直接加熱し，変化を観察する。

【結果・参考】

黒曜石は天然のガラスであるが，内部に多くの水を含み，加熱によって発泡して軽石のようになるものがある。有名な北海道遠軽町白滝産の黒曜石は水の含有量が少なく，発泡しない。火山の軽石も融けたガラスが発泡したものであり，この実験によって黒曜石に水が含まれていることがわかるとともに，火山噴出物のでき方について考えることができる。



“軽石”になった黒曜石

岩石のパズル遊び

【方法】

岩石をハンマーでいくつかに割り，立体パズルをつくる。

パズル合わせに挑戦する。

【結果・参考】

パズルを作るために様々な岩石を割る際に，岩石の種類によって割れ方が異なることに気付き，岩石の割れ方は，その内部構造によるものであることがわかる。また，作成したパズルで遊ぶことによって，その岩石の特徴を楽しみながら観察することができる。円礫で作成したパズルは比較的易しく，割り出しの岩石のパズルは非常に難しくなるなど，対象に応じて難易度を変化させるとよい。



岩石パズル

上記の観察・実験の他に実践を行った実験として、次のようなものがある。

硼砂球反応による岩石に含まれる鉄の検出
 / 火山灰で緑色のガラスをつくる / 琥珀を磨いて昆虫化石を観察 / ランプロファイアーから黒雲母を取り出す / 黒雲母を薄くはがし取る / テレビ石の文字が浮き出る様子を観察 / 方解石の文字が二重になる様子を観察 / 偏光板でガラスや水晶を見分ける / 水晶の結晶の形の特徴を調べる / ラブラドライトを磨いて遊色を観察 / 油圧ジャッキで岩石の破壊実験 / 岩石から宝石（ガーネット）を取り出す / 黄鉄鉱の成分を探る / 細かくくだいた方解石を顕微鏡で観察 / 黒曜石の割れ方を調べる / ブリリアントカットしたガラスの全反射を見る / サヌカイトの音を聴く / 黄鉄鉱で温泉の臭いを発生 / ネオジム磁石でガーネットを選別 / 燐灰ウラン石に紫外線を当てて光らせる / トパーズを加熱して爆発させる / しのぶ石を割って模様を観察する / 滑石を削ってタルクパウダーをつくる / 石炭を燃やす / 木の化石を研磨して年輪を観察 / 電子レンジで石を加熱する / 岩石に色水を染み込ませる

3 研究の成果

今回、岩石・鉱物を用いた数多くの実験を開発と実践を行うことができた。遊びの感覚を重視し、楽しく、しかも科学的に思考・探究することができる実験を中心に取り組み、実践を行ったが、それぞれの実践は非常に高い評価を受けている。前年度の実践の段階でも、参加者からはすでに高い評価を受けていたが、本年度も引き続き実施した実験教室等では参加希望者が増加するなど、確実に普及が進展した。

物理や化学の分野においては、現在「実験ブーム」ともいえる状況にあるが、地学の分野ではそうした状況にない。しかし、岩石・鉱物などの、自然界に存在する“実物”を取

り扱った観察実験を通してその性質を科学的に探求することは、こうしたブームとは別に、知的好奇心を刺激し、人間本来の持つ“科学する心”を呼び覚ます力があるのではないかと改めて感じることができ、魅力的な方法であることを3年間の研究によって確認することができた。

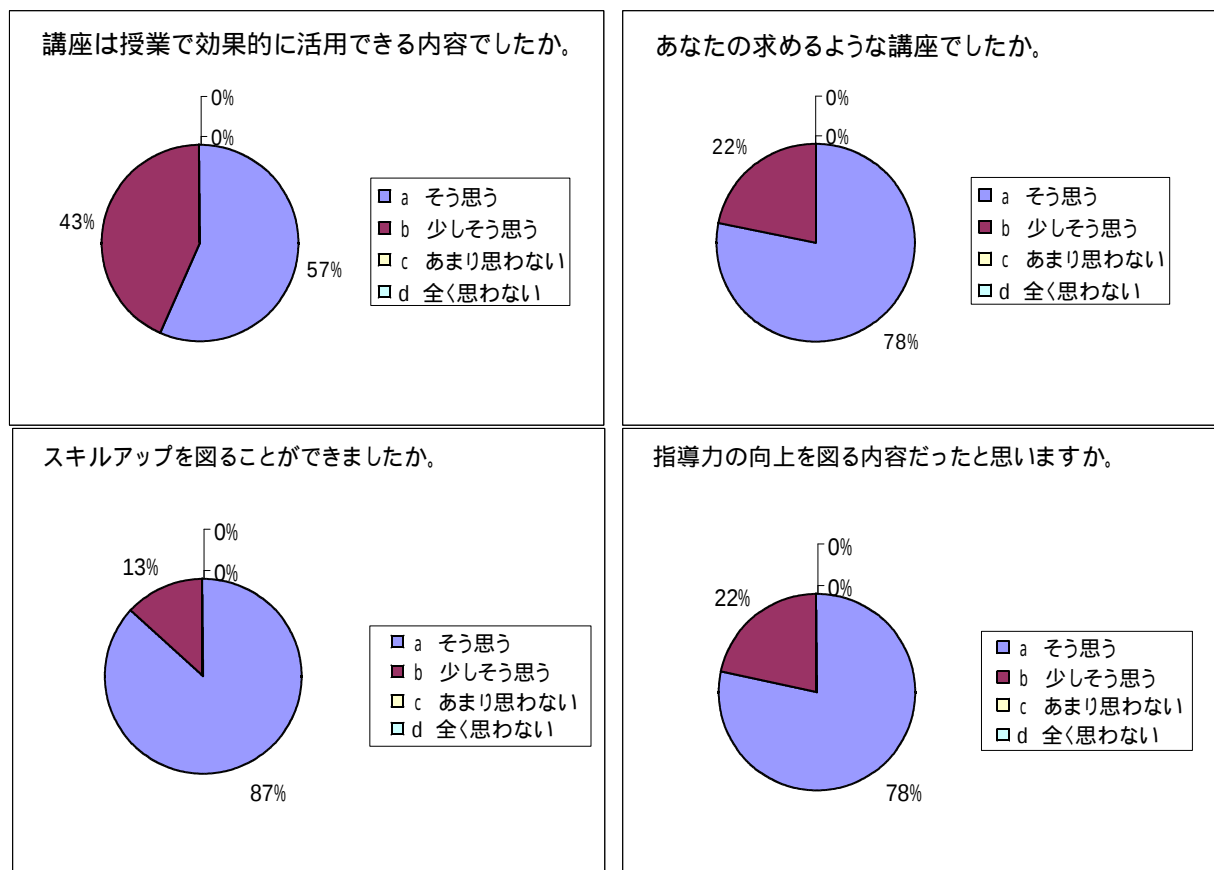
岩石・鉱物を用いた実験の開発は、試料の採取や購入等には経費がかかるため、これまで本格的な実践を行うことができなかったが、今回日産科学振興財団から2年間の助成を受けることができたため、数多くの実験を開発し、実践することができた。必ずしもオリジナルの実験ばかりではなかったが、「石」を題材とした観察・実験の実践は、子ども達や一般市民にとっては新鮮な驚きと喜びを持っていただいたと感じている。また、石の実験書「石って面白い」を800部作成し、各教育関係諸機関に郵送した他、当センターにおいても現在配布中であり、子ども達・一般市民・教員に対して、科学の新しい入り口をつくることができたのではないかと考えている。

以下に、本年度実施した当センター夏季特別研修講座「石って面白い」における教員アンケートの結果を示す。



作成した石の実験書「石って面白い」

【平成19年8月3日実施「石って面白い」教員アンケートの結果】



まとめ

今回は、開発した観察・実験のすべてを実験書に掲載することができなかったため、Webを活用して普及を図る予定である。

本研究による観察・実験は、地学教育のみならず、理科全般あるいは総合的な学習の時間や社会教育等、様々な場面での活用が考えられ、また、小学校から大学・一般まで、幅広く受け入れられるものと考えている。今後まだ数多くの実験を開発できる可能性があり、引き続き研究を継続していきたい。なお、本研究は平成17・18年度日産科学振興財団からの理科・環境教育助成を受けて実施した。

【課題名】「自然に興味を持つ子供を育成するための岩石・鉱物の実験の研究
(Research of experiment using rock and mineral to bring up children interested in the outdoors)

参考文献

- 1) 岡本研 理科教育における“岩石の風化作用”の重要性．日本地質学会第114年学術会議講演要旨集．2007．
- 2) 岡本研 岩石の風化現象の教材化 pp.1-4 平成17年度都道府県政令指定都市教育センター所長協議会地学部会研究集録 2005
- 3) 岡本研 岩石の風化作用から何を学ぶか pp.85-94 北海道立理科教育センター研究紀要 2006
- 4) 岡本研 安山岩と花崗岩で学ぼう 北海道立理科教育センター発行物 http://www.ricen.hokkaido-c.ed.jp/240_chigaku_jikken/tayousei.html 2006
- 5) 石渡明 石のふしぎを調べよう 金沢大学ホームページおもしろ実験室 <http://earth.s.kanazawa-u.ac.jp/ishiwata/omoshiro.htm>
- 6) 関根秀樹 21世紀こども遊び塾 鉱石KIDS 小学館 1999
- 7) 堀秀道 楽しい鉱物学 草思社 1990
- 8) 辰尾良二 宝石・鉱物おもしろガイド 築地書館 2004
- 9) 近山晶 鉱物・宝石の不思議 ナツメ社 2005
- 10) 堀秀道 たのしい鉱物と宝石の博学事典 日本実業出版社 1999
- 11) 横山良哲 新きらめき鉱物・化石ガイド 風媒社 2004
- 12) 松原聡 鉱物の不思議がわかる本 成美社 2007
- 13) 地学団体研究会 土と石のじっけん室 大月書店 2004

(おかもと きわむ 地学研究室長)