

教室と教出を結ぶ

リンク



釧路湿原の夕景（北海道釧路郡釧路町）

目次

理科教育で直接体験はなぜ必要なのか	相場 博明	2
道東科学教育支援ネットワークと大学との連携の成果	境 智洋	6

理科教育で直接体験は なぜ必要なのか



慶應義塾幼稚舎 教諭
相場 博明

はじめに

子ども達に、直接体験の大切さを知ってもらうために、朝礼でこんな話をした。

「A君が、ある時ころんで、足に怪我をしました。A君はとっても痛い思いをしました。傷口からは真っ赤な血が出てきました。A君は、怪我をするととても痛く、切ると血が出るんだという経験をしました。このような経験を直接体験といいます。直接体験で得られた知識は本物知識です。本物知識はいつまでも忘れることがないものです。

さて、B君は、今まで怪我をしたことがありません。そこで、怪我をするととても痛くて、切ると真っ赤な血が出るということを本から学びました。B君の経験は間接体験といいます。間接体験から得られた知識は偽物知識です。いつか忘れてしまうかもしれません。

あるとき、A君とB君の前にとっても危ないすべりやすい道がありました。さて、正しい行動をとれるのはどちらでしょうか」

この話は、子ども達に直接体験の大切さと、また、場合によっては、その直接体験で身についた知識が、自分の身を守ることに役立つことに気づかせるために考えたものである。

理科教育においても、この直接体験と間接体験の考え方はたいへん重要な意味をもつものである。

理科教育における直接体験とは

自然の事物・現象を対象とする理科教育において、それを直接体験させることは大切だ

という話は良く聞く。では、なぜ、大切なのか、あるいはそもそも理科教育における直接体験とは何かと聞いても、明確な答えは返ってこない。

そこで、筆者は理科教育における直接体験と間接体験を明確に定義した(相場2007a)。

理科教育における直接体験とは「自然の事物・現象をメディアを通さずに、リアルタイムに観察すること」である。その事物・現象がまさに自然の状態の空間で起きていたら自然的直接体験と呼ぶ。多くの野外観察はこれにあたる。また、理科室や教室の中でも、そこにある空気や気温などの観察はこれにあたる。それに対して、自然の事物・現象を人為的に理科室や教室に移動したら、それを人為的直接体験と呼ぶ。岩石や昆虫などの標本の観察は、本来野外にあったものを教室に持ち込んでいるのでこれにあたる。また、多くの室内実験は、人為的に室内で起こしたものでこれに当たる。なお、実験は観察のカテゴリーの一種なので本論では観察に含まれたものとして論じる。

直接体験は、自然的であれ、人為的であれ目の前に本物があるので、五感を使って観察することができる。例えば岩石を観察するときは、その重さ、硬さ、臭い、手触り、叩いたときの音などを観察できる。また、その観察はインタラクティブ(相互作用的)である。岩石の硬さを調べるために、割ってみたらさらに中の様子が観察でき、またそこから新たな疑問や発見が生じる。つまり、本物であるからこそ、何度でも観察を繰り返し、観察を

深めることができる。すなわちそこにある情報量は無限にあることになる。

理科教育における間接経験とは

それに対して、理科教育における間接経験とは「自然の事物・現象をメディアを通して観察すること」である。メディアとは情報を伝達する媒体のことであり、簡単なものでは言葉や文字などもそうであり、最近では情報化技術の発達により、より高品質なメディアが登場している。数年前までは視聴覚教育と呼ばれていたものが、今日ではメディア教育と呼ばれている。

この場合も、自然的なものとなりの人為的なものとに分けることができる。自然的なものとは、映像や音など、メディアを通して忠実にそれを再現しているもの。例えば、写真や動画、録音した音などであり、これを観察させることを、自然的間接経験と言う。

自然的間接経験は1839年にニエプスとダゲールが発明した白黒写真に始まる。日本では昭和16年に発刊された「自然の観察」と昭和17年に発刊された「初等科理科」の教科書の中に初めて白黒の写真が使用された。その後、昭和23年には絵写真などごく一部が4色刷の教科書となり、現在の教科書は全ページが4色刷である。また、多くの教育現場で動画が使われるようになり、アナログからデジタルに変わったことで、それが容易に加工され、インターネットなどでも配信できるようになった。つまり、自然的間接経験は時代の変遷とともに、情報量が増し、より高品質なものへと進化した。

それに対して、人為的間接経験とは、人為的に加工されてメディアを通したものである。簡単なものでは、言葉や文字である。それが、情報量が増加するにつれ、白黒の図からカラーの図へ、さらにアニメーション、CGなどへと変化する。

教育の世界の最初は、まさにこの人為的間

接経験のみであった。江戸時代の寺子屋、蘭学塾などでは多くは文字と言葉のみの教育であった。明治時代の教科書で初めて白黒の図が示され、その後、掛け図などが授業で使われることになる。そして、それらは自然的間接経験の場合と同様に、時代の変遷とともに、情報量が増え、より高品質なものへと変化している。

これら2つの間接経験は、メディアによって伝えられるものであるから情報量が有限である。そして、インタラクティブに関わることはできない。

4つのカテゴリーの時空関係

以上述べた4つのカテゴリーは、時空関係でも説明することができる(図1)。

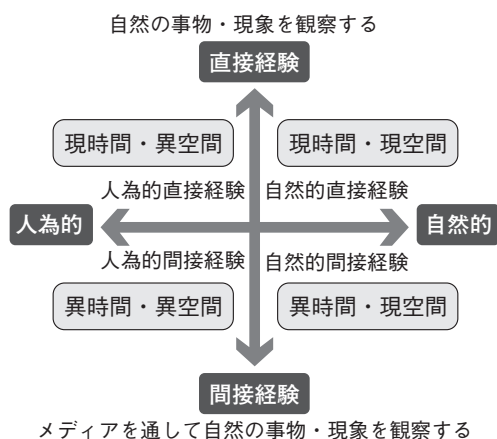


図1 4つのカテゴリーと時空関係

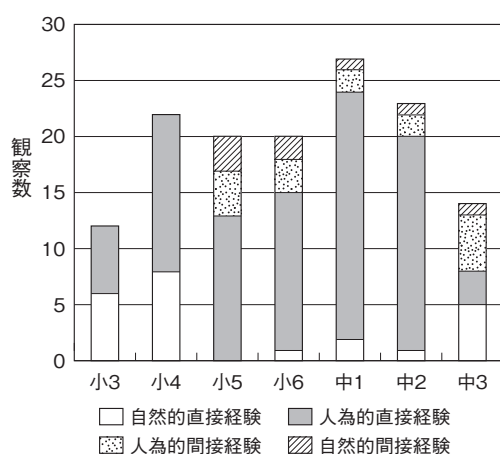
自然の事物・現象を同時間(リアルタイム)で観察しているのか、異時間で観察しているのか、また同空間(リアルスペース)で観察しているのか、異空間で観察しているのかで4つに区分すると、それぞれが、4つのカテゴリーと一致するのである。

教科書に見る4つのカテゴリー

では、実際の教育現場では、これらの4つのカテゴリーがどのような割合で行われているのか。少し古いが、平成14年度版の小・中

学校の教育出版の教科書の中に示されている観察を分析したデータである(表1)。

表1 学年別観察の4つのカテゴリー



この表からも理科教育では全体的に直接経験が重視されていることがわかる。小学3, 4年はすべて直接経験であるが, 5年になり, 急に間接経験が出てくる。5年あたりから, 理科が難しくなったという児童が増えてくるのもこのあたりに原因があるかもしれない。中学1年になり, 観察数が増えてくると同時にまた, 直接経験の割合が増えてくる。その割合は, 中学2年, 3年に進むにつれて減少し, 中学3年では半分近くが間接経験の観察となる。

このような視点で教科書を分析すると小学5年の段階で, また小学校から中学校に移行する段階でも単元配列の観察の内容にギャップが存在していることがわかる。

直接経験と間接経験の比較研究

では, 理科教育では, 直接経験と間接経験のどちらを行えば教育的に有効なのか。現在の教育の動向には体験学習を積極的に導入する直接経験重視の流れと, インターネットや新しいメディアなどの情報機器の積極的活用を目指す間接経験推進の両方の動きがある。理科教師の中でも, できる限り本物の自

然に触れさせるよう努力をしている方もいるが, 本物の代わりにハイクオリティーな映像, 動画を積極的に導入して授業を行っている方もいる。

では, 理科教育としては, どちらを使えば, 教育効果が高いのだろうか。この問題の正答を導くためには, 実際に直接経験と間接経験の両方を利用した授業を行い, その評価を比較するような研究が必要になる。

例えば, 星の日周運動を教える場合は, 実際の星空を使って教えた場合と, プラネタリウムを使って教えた場合, どちらが教育的に有効なのだろうか。地層の学習を野外に連れて行って教えた場合と, 映像を使って教えた場合はどうなのかというようなテーマがある。さまざまな条件があり, たいへん難しいテーマでもあるが, 筆者はいくつかその比較研究を行った(相場2007b, 相場・小林2008)。

その結果, いくつかの知見を得た。例えば, 直接経験をしたことで, 子どもも大人も直接経験を支持するようになるということである。食わず嫌いという言葉があるが, これと同じで直接経験はやはり自分が実際に経験することでその意義がわかるものである。例えば, 筆者の学校では伝統的に6年生で毎年カエルの解剖を行っている。ある学年で調査をしたところ, 解剖実施前では6割はやりたくないと思っていたが, 解剖終了後は9割以上がやって良かったと答えている。

また, 本校では, 5年生と6年生の林間学校(本校では長野県立科で実施)で, 満天の星空を観察させる。児童は都会では見られない星空に感動し, 一生忘れないという感想を持つ。ある教員研修会で講師を引き受け, 星空の指導をするときに, 本物の星空とプラネタリウムのどちらを使った方が教育効果が高いかという質問をしたところ, そのほとんどの教師がプラネタリウムと答えた。もちろん, 日周運動などを教える場合は機械で自由に星を動かせるし, また星座の形を説明するのも

楽である。昼間でもできるし、安全である。本物の星空で指導するには時間や場所、安全性など実に困難でもある。ほとんどの教師がプラネタリウムを支持するのも当然であろう。しかし、プラネタリウムで身につけた知識はその場は覚えていてもすぐに忘れてしまうかもしれない。いつまでも忘れないのは本物の星空の観察で得たものではないだろうか。知識の量は少ないかも知れない。しかし、その時得た感動や自然に対する畏敬は科学的な力のどっしりとした礎になるのではないか。

直接経験をしていない子どもは、直接経験を支持しようとしな。当然そのまま大人になり、たとえば教員養成系大学でもそのような経験を踏まないで教師になったとする。そのような教師は、あえて面倒くさい直接経験の授業をせず、間接経験ですませてしまう。そしてさらにそのような子どもが育つという悪循環になる。将来理科教師になる人こそ、子どものうちに、あるいは大人になってからでもできるだけ多くの直接経験を積むべきである。また、教員養成系の大学も将来の教師にはできるだけ直接経験を積ませるようにしてほしいと願う。

高品質な間接経験とその危険性

近年の間接経験は、より高品質になり、自然的直接経験との境界領域まで近づいてきた。人為的間接経験のもっとも高品質なものは、バーチャルリアリティであり、自然的間接経験のもっとも高品質なのは、テレビ電話である。それぞれ情報量は莫大に増え、限りなく現空間、現時間に近づいている。これらがこれからの教育に与える影響は実に大きく、また今後さまざまな教育研究が行われていくものと思える。

しかし、これらがいかに高品質になろうと、直接経験の代わりにして良いのだろうか。もしそれが良いのであれば、教育の世界はどう

なるのだろうか。すべての観察は、バーチャルで済ませてしまう。さらには、教師でさえもロボットやバーチャルとなり、プログラムされた完璧な授業をする。授業はすべてテレビ電話で行われ、自宅にいながらでできてしまう。つまり学校も教師もすべていらなくなる世界。どこかのSF映画のようである。

このようにならないためにも、直接経験の意義についての研究が必要である。

直接経験と間接経験とのバランス

本論では、間接経験を否定しているのではない。人類はメディアを進歩させることで文明を築いてきた。教育にそのメディアを使うのは当然であり、高品質なものも大いに取り入れていくべきである。ただし、そこに直接経験とのバランスを考える必要がある。

小学生、中学生という子どもの時期はとくに直接経験は欠かせないものである。直接経験で築かれた土台となる知識の上に、間接経験で得られる知識を乗せていくべきであると考え。直接経験は理科教育に限られたことではない。他教科にも言えるし、また人間関係においても同様なことが言える。

加熱した受験戦争で、直接経験を疎かにし、土台のないところに間接経験で得た大きな知識を乗せてしまう。そのような子どもが将来人間性のバランスを失うことは明白であろう。

引用文献

- 相場博明(2007a):理科教育における直接経験と間接経験の類型化と地学教育の果たす役割. 地学教育, 60 巻, 4 号, 137-148.
- 相場博明(2007b):直接経験と間接経験のどちらを支持するか—地学領域を例とした意識調査—.地学教育, 60 巻, 6 号, 211-226.
- 相場博明・小林まり子(2008):地層を野外で教えた場合と教室で教えた場合ではどのように違うか.地学教育, 61 巻, 5 号, 141-155.

道東科学教育支援ネットワークと 大学との連携の成果



北海道教育大学釧路校 准教授
境 智洋

1 はじめに

平成20年11月、「釧路市こども遊学館」を活動の拠点とし、北海道教育大学釧路校、釧路工業高等専門学校、釧路中学校理科教育研究会、釧路小学校理科教育研究会の有志が事務局となって道東科学教育支援ネットワーク（DOTO ねっと）を立ち上げた。DOTO ねっとは、地域の科学行事の支援、へき地小規模校への理科教育の支援とともに、理科が苦手な教員のための研修会の開催を目的とした。

教員のための理科研修会「たんちょう先生の実験教室」は毎月、月末の土曜日（16～18時）に開催している。実験教室の内容は年度当初に計画し、専門分野、得意分野をもつ小学校、中学校、高等学校、大学の教員が講師となっている。また、宇宙航空研究開発機構（JAXA）宇宙教育センターと連携し、年に数回、講師を迎えて研修も行っている。平成25年10月で第60回を迎え、小学校、中学校の受講教員数は延べ1000名を超えている。

2 釧路・根室地方の教員研修

教員研修は、教員の力量アップには欠かせない。札幌市近郊の江別市にある北海道立教育研究所附属理科教育センターは、理科教育にかかわる研修事業等を行い、北海道の理科教育を支える研修機関として道内の教員に認知されている。平成25年度には中学校教員を対象とした研修講座が3回行われ、54名の定員枠がある。しかし、毎年、理科教員全員が

センターで研修を受けることはできない。北海道教育委員会の資料によると、平成24年度の道内の中学校数は642校である。各中学校に最低1名の理科教員がいると考えても、教員全員が研修を受けるには11年かかる。同様に、小学校教員全員がセンターで研修を受けるには100年以上かかる。また、道東の釧路から列車で約4時間、知床半島の羅臼となるとバスと列車で8時間以上かけて研修に向かうことになる。研修の定員枠、そして移動距離が受講の機会に影響を与えている。北海道の理科教育に関する実態調査（境、2004）では、理科教育センターでの研修を重要と考えている教員の割合は高い。しかし、受講できない状況があることがわかってきた。

釧路・根室の教員が学ぶことのできる身近な拠点をつくりたい。理科の教材・教具を共有できる、気軽に情報を共有できる環境をつくりたい。そのような思いを実現させるためにDOTO ねっとができた。

3 数多くの成果

実験教室を開催して5年目。小さな歩みながら、確実に成果をあげてきている。

A. 中学校教員と小学校教員の連携

中学校の教育課程だけではなく、小学校の教育課程を見通した実験教室が開催されてきた。小学校や中学校の何年生でどのような観察や実験が行われているかを互いに理解するとともに、同じような実験でも扱い方を変え

ることで内容を深められることを確認することができた。また、講師となる教員の専門分野や得意分野がわかることから、誰がどの分野に精通しているかがわかってきた。幅広い理科教員のネットワークが生まれている。

イ. ヘき地小規模校への支援

ヘき地小規模小学校において、校内に理科が専門、理科が得意という教員がいない場合の支援の場として動き始めている。複式校の理科教育に対応する研究会も発足し、理科の複式授業に対応した授業研究が進められている。また、学ぶ場を提供することで、互いの教材等の交流が行われている。

ウ. 道東地域理科ネットワークの形成

網走・十勝管内からの参加者がいる。道東地域における理科ネットワークの形成の芽もできつつある。また、気象台、博物館、環境省、JAXA、NPOなどから講師を迎えることで幅広いネットワークも形成されている。さらに、JICAの研修員が年に一度参加するようになり、国際交流も生まれている。

エ. 学生の理科教育の学びの場

学生の参加者も数名おり、教員との交流によって多くの学びを得ている。大学教育では学ぶことができない現場との接点をもつことができる。

このように、DOTOねっとは、地域の理科教育センターとして機能するとともに、ネットワークの拠点としても機能している。

4 教材・教具の開発と実践

実験教室は、大学教員と現場をつなぐ大きなパイプとなっている。大学で開発した実験や授業プログラムについて、現場の教員からご意見をいただくことができるうえ、授業で実験的に使っていただき、検証することも可能となった。

筆者は、地学教育に関する教材の開発を進めている。ここでは、この実験教室を通して広がっていった実験をいくつか紹介したい。

(1) 歯科用印象剤による火山モデル教材

火山によって土地が変化すること（小学校6年）や火山の形がマグマの粘性と関係すること（中学校1年）に関して、扱いやすくより実感しながら学べるアルギン酸塩印象材を用いた教具を開発した（境、2003）。

アルギン酸塩印象材は、可溶性アルギン酸塩（アルギン酸ナトリウムまたはアルギン酸カリウム）と石膏（硫酸カルシウム）により硬化する性質を利用したもので、一般に歯科において菌型を取る際に用いられている。アルギン酸塩印象材（以下、歯科用印象材）には、次の特性がある。

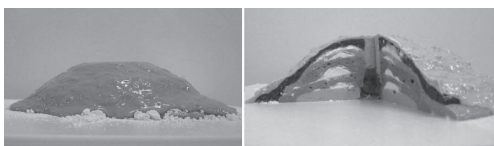
- ・短時間で硬化（気温20℃で1～3分程度）
- ・積み重ね、カッターによる切断が可能
- ・混合する水の量によって粘性が変化
- ・着色が容易（水性絵の具を使用）
- ・混合する水の温度によって硬化時間が変化（高温ほど早く硬化）

- ・水中では水に触れている部分が早く硬化

これらの性質を用いることにより、以下を実施することができる。

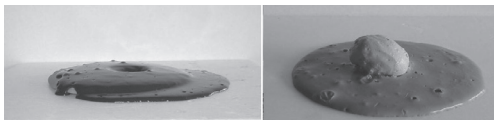
○1時間の授業のなかでの成層火山モデルの製作

○火山体断面モデルの製作



▲成層火山モデルと火山体断面モデル

○粘性を変化させたマグマによる火山体のモデル化



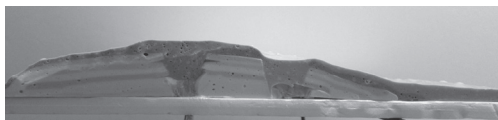
▲楯状火山モデルと溶岩ドームモデル

○ストローを用いた模擬ボーリング調査

○傾斜させた楯の上を数回程度流下させることによる扇状地モデルの製作と地層断面の観察

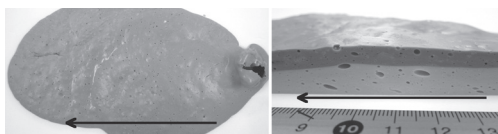
○噴火口を変えることによる側方噴火や割れ目噴火のモデル化

○岩脈のでき方の再現



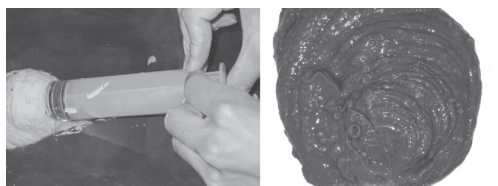
▲2か所から噴火した場合の断面

○溶岩が流れ、固化する際に生じる「細長い気泡」の再現と溶岩の流れる方向の検討



▲流れた方向に伸びた気泡

○水中で噴出させることによる縄目状溶岩のでき方の再現



▲溶岩の噴出と縄目状溶岩

○カルデラの形成の再現

【実験】

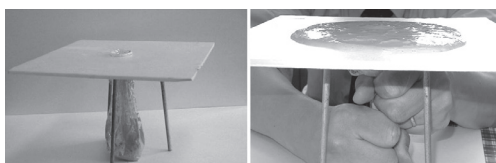
・準備品目

歯科用印象材 (25g)、水 (100cm³)、プラスチックパイプ (直径3cm程度)、発泡ポリスチレンの板 (25cm×25cm×0.5cm; 4枚)、ビニル袋(約20cm×12cm)、三脚

・方法

- ①ビニル袋に歯科用印象材を入れ、さらに水温20℃程度の水を加え、約30秒間揉んで混ぜる。これをマグマに見立てる。
- ②プラスチックパイプの一方の端から①のビニル袋の口を入れて他方の端から出す。
- ③三脚の上に載せた発泡ポリスチレンの板の穴の下から②のプラスチックパイプをさし込み、1mm程度上に出す。
- ④ビニル袋をゆっくり絞って噴火させる (①

～④までは約1分程度)。これを何度か繰り返す。



▲実験の準備と溶岩の噴出

歯科用印象材と水の割合を変えずに噴火を繰り返すことにより、火山を成長させることができる。また、水の量を減らすことで粘性が高くなり、水の量を増やすことで粘性が低くなる。この性質を利用し、溶岩ドーム、成層火山、盾状火山のモデルを製作する。

【実践】

中学校1年の単元である「大地の成り立ちと変化」において、火山および火山噴出物とマグマの性質との関連を考えさせる教具として活用した。1時間の授業のなかで水の量を変化させて粘性を変化させたモデル実験が可能である。また、さまざまな火山体を表現できることが検証された。

(2)大型水槽を用いた津波実験装置

釧路・根室地方は、地震災害に何度も遭って大きな被害を受けてきた。また、今後も同様の巨大な地震、津波による被害も想定されている。そこで、実感しながら学べる津波の教具を開発した。

2012年、釧路地方気象台の助言のもとに以下のコンセプトで実験装置の開発を行い、釧路市のテント製作者者に協力を依頼して製作を行った。

- 骨組みを分解できる、シートをコンパクトにしたための構造とする
- シートにはテント生地を用い、耐久性を向上させる
- 全長7.5m、幅0.9m、高さ0.5mとし、生徒が一斉に実験を観察できるようにする
- 津波発生装置を組み込む
- 装置の下にブロック等を入れて海底や海岸

の地形を示すことができるようにする

- 発泡ポリスチレンボードを等高線で切り出した地形モデルを装置にはめ込む



▲収納時の装置

運搬を考慮し、コンパクトな構造とした。



▲骨組みをシートで覆って装置をつくる

骨組みはプラスチック、下には発泡ポリスチレンボード、上からテント生地のシートで覆う。



▲海底断層の動き

床の端を上下させることができるようにし、海底断層の動きを表現させる。持ち上げると「押し波」ゆっくり引き上げたあと急に下げると「引き波」を表現することができる。



▲海底地形・海岸地形をつくる

装置の下にブロック等を入れることにより、海底の地形や海岸の地形をつくることができる。



▲発泡ポリスチレン地形をつくる

発泡ポリスチレンボードを等高線で切り出し、実験地の地形モデルをつくる。

【実験】

・準備品目

水を深さ 10cm 程度まで張った津波実験装置、地形モデル、送風機、模型の船、砂に見立てたビーズ、流水に見立てた発泡ポリスチレンの球

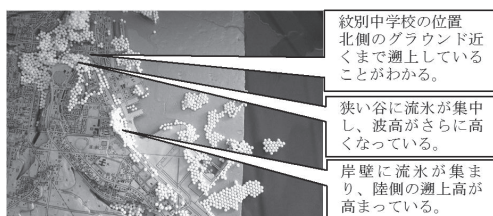
・方法

- ①波浪と津波の違いを理解させる。波浪は送風機を水面に当てて発生させる。



▲送風機を水面に当てる

- ②津波の性質を理解させる。津波では海底に置いたビーズが激しく動く。
- ③押し波と引き波の違いを理解させる。
- ④地形モデルを置き、被害を推定させる。
- ⑤流水の影響がある場所では、流水がない場合とある場合の被害を比較させる。



▲流水による被害を想定させる

- ⑥地震が発生した際、どのような行動をとればよいか考えさせる。

【実践】

中学校1年の地震による災害において、防災教育の視点も加えて扱った。津波の性質とともに、実際にどのような被害が生じるおそれがあるかなどを生徒自身が考えることができた。津波に関連した内容を実感しながら学べる教具として有効であることが検証された。

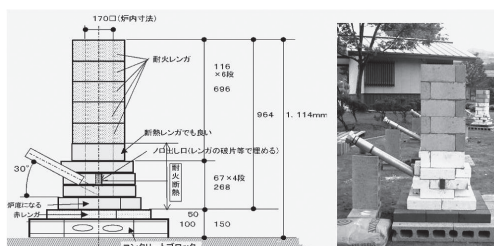


▲紋別中学校での実践

(3) たたら製鉄で流出するノロを活用した溶岩流出実験

火山に関する内容をより実感しながら学ぶために、溶岩流出の温度を体感し、溶岩の形態を観察する教具を開発した。これは、筆者が開発した小型たたら製鉄実験炉を溶岩流出実験炉に転用したものである(境, 2002)。

「たたら製鉄」とは、日本古来の製鉄法であり、江戸時代に高度に発達した。この製鉄法では、火を入れた炉にふいごを用いて空気を送り、3昼夜、砂鉄と木炭を交互に炉に入れ続けて鋼をつくる。筆者は、この「たたら製鉄」を小中学校において児童生徒が取り組むことができる教材とするために、小型たたら製鉄実験炉を開発した(境, 2002)。この小型たたら製鉄実験炉を転用した溶岩流出実験炉の構造を次に示す。



▲溶岩流出実験炉の構造

基礎部分は、コンクリートブロックを水平に敷き、その上に赤レンガを敷く。さらにその上に厚さ10mmの鋼板を敷く。次に、基礎部分の上に耐火断熱レンガと耐火レンガで炉を組み上げる。下部4段までは耐火断熱レンガで口型に炉を組み立てる。その上に耐火レンガを口の字に組み上げる。このような構造とするおもな目的は、炉内部の熱が炉内部にこもるようにすることである。砂鉄は還元されると、鉄(たたら製鉄でつくられる粗鋼をケラというが、ここでは鉄とする)とノロに分離される。この構造によって炉下部における内部温度を1400℃程度に保ち、内部で砂鉄を還元し、鉄とノロに分離する。できるかぎり安価でつくることができるよう考慮した。

【実験】

・方法

溶岩流出実験の手順は、以下のとおりである。鉄をつくる際に分離された不純物をノロとして外部へ流れ出す「ノロ出し」が溶岩流出実験となる。

炉のなかに火を入れて送風を開始し、徐々に木炭を最上部まで挿入する。その状態を維持するために木炭の挿入を続け、およそ1時間、炉を乾燥させ、炉内部の温度を上げていく。送風は、炉内部の木炭が約10分で約5cm燃焼し、降下するように調整する。これ以降は、以下の手順で行う。

- ①木炭が炉の上部から10cm下がった時点で砂鉄200g、炭酸カルシウムや貝殻粉20gを木炭上面に挿入する。
- ②①のあとすぐに木炭300gを挿入する。
- ③再び木炭が炉の上部から10cm下がった時点で①と②を行う。これを30回繰り返す。
- ④木炭を5回挿入するたびに、炉の四隅を鋼鉄棒で突く(常に木炭が炉のなかに充填されているようにするため)。
- ⑤砂鉄を30回挿入した時点でノロ出し口を開け、ノロの流出を観察させる。粘性が低いノロを排出すると流動する。



▲ノロの流出とノロの粘性の違い

流動しているノロの末端では、ノロが波状となって冷え固まるようすを見ることができる。また、内部温度の変化によってノロの粘性が変化する。以降、砂鉄を5～10回挿入するたびにノロを流出させることができる。し

かし、砂鉄の挿入回数が70回を超えると、鉄が成長して炉底が高くなり、送風することができなくなるため、現状の炉の構造では実験を続けることはできない。木炭が炉の半分まで下がるのを待ち、送風を停止したあと、炉の解体を行う。

ノロの粘性は低く、炉外に流出して冷え固まる際に、表面が波状となって固まる。これは、実際に玄武岩溶岩が流出する際の縄目状溶岩（パホイホイ溶岩）と非常によく似ている。また、ノロの粘性がやや高い（炉内の温度が若干低い）場合は、表面ががさがさになる。これは、実際に玄武岩溶岩が流出する際の鋤滓状溶岩（アア溶岩）と非常によく似ている。これらのことから、粘性の低い溶岩が冷え固まる際の形状の再現といってもよいと考える。



▲縄目状溶岩（ハワイ島）と粘性が低いノロ（右）



▲粘性が高いアア溶岩状のノロ

【実践】

各学年の内容に位置づけ、中学校1年の単元「大地の成り立ちと変化」において火山および火山噴出物とマグマの性質、2年の単元「化学変化と原子・分子」において酸化と還元、3年の単元「科学技術の発展」においてエネルギー資源とその利用のそれぞれと関連

させて扱った。溶岩の温度を体感し、溶岩の形状を観察することができる教具、身近な鉄のでき方と鉄の還元を理解することができる教具、ものをつくり、エネルギーを理解することができる教具として有効であることが検証された。

5 おわりに

筆者の研究室では、さまざまな教材・教具を開発し、筆者のホームページで公開している（<http://cskushokkyodaiac.jp>）。また、DOTOねっとで実施した研修の内容や実験の内容も公開している（<http://www.npo-kyss.org/dotonet/index.html>）、これらの多くの教材データベースをもとに、地域の理科教育の拠点として認知度を上げ、多くの教員および教員をめざす学生の支えとなることを目指していきたいと考えている。さらには、このDOTOねっとにおいて、現場と連携して開発した新たな教材・教具を東北海道から全国へ発信していきたいと考えている。

参考文献

- ・ 境 智洋「レンガ式鉄づくり小型炉の開発とその実践」、教育学の研究と実践、第1号、pp.13-20、北海道教育学会、2002
- ・ 境 智洋「歯科用印象材を活用した火山モデルの開発と実践」、北海道立教育研究所附属理科教育センター研究紀要、第16号、pp.65-70、2003
- ・ 境 智洋「北海道の理科教育に関する実態調査調査研究報告書」、pp.1-100、2012
- ・ 境 智洋「歯科用印象材を用いた火山体内部構造の断面モデルとその実践検証」、平成24年度日本地学教育学会全国大会予稿集、p.24-25、2012
- ・ 境 智洋「移動式津波実験装置の開発とその実践」、平成25年度日本地学教育学会全国大会予稿集、p.72-73、2013



第12回

地球となかよし メッセージ

作品募集 (2014年度)

「地球となかよし」という言葉から感じたり、考えたりしたことを、
写真 (またはイラスト) にメッセージをつけて表現してください。

応募者全員に
参加賞が
もらえるよ!

応募資格	小学生・中学生(数名のグループ単位での応募も可)
応募期間	2014年7月1日～9月30日 詳細は「優秀作品展示室」とあわせてホームページをご覧ください。
作品 テーマ	①身のまわりの自然が壊されている状況を見て感じたことや、自然環境 や生き物を守るための取り組み ②さまざまな人との出会いを通して、友好の輪を広げた体験、異文化交 流、国際理解に関すること ③その他、「地球となかよし」という言葉から感じたり、考えたりしたこと

◎主催／教育出版 ◎協賛／日本環境教育学会
◎後援／環境省、日本環境協会、全国小中学校環境教育研究会、毎日新聞社、毎日小学生新聞
*協賛・後援団体は昨年実績で、継続申請中です。

応募の決まりなど詳しくはホームページを見てね

<http://www.kyoiku-shuppan.co.jp/>

教育出版

「地球となかよし」事務局

TEL 03-3238-6862 FAX 03-3238-6887
〒101-0051 東京都千代田区神田神保町2-10

入
前
回
選
作
品



ぼくらは、守られている

この写真なんだかわかりますか。これは、ぼくの小学
校の前の道だ。この道には、青とオレンジと白色の三角
のついた形の変わったものがかかっている。
これは、ソリッドシートという名前のもので、車を
運転する人には、道がでこぼこしているように見えて、
注意し、ゆっくりと走ってもらうためのものだそうだ。
ただの落書きではなく、ぼくたちみんなを守るために
えがかれていることがわかった。ぼくらが毎日安全に登
校できるのは、このような変わった形のもうのおかげ
なんだなあと思った。
運転手さん、このように見たら、ゆっくりやさしく
走ってくださいね。

中学理科通信 リンク (2014年 春号) 2014年3月31日 発行

編 集：教育出版株式会社編集局
印 刷：大日本印刷株式会社

発 行：教育出版株式会社 代表者：小林一光
発行所：教育出版株式会社

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町2-10 電話 03-3238-6864 (お問い合わせ)
URL <http://www.kyoiku-shuppan.co.jp>



なかよし宣言

わたしたちをとりまく自然や社会は、科学技
術の進展や国際化、情報化、高齢化などによっ
て、今、大きく変わろうとしています。このよ
うな社会の変化の中で、人間や地球上のあらゆ
る命がのびのびと生きていくためには、人や自
然を大切にしながら、共に生きていこうとする
優しく大きな心をもつことが求められています。

わたしたちは、この理念を「地球となかよし」
というコンセプトワードに込め、社会のさまざ
まな場面で人間の成長に貢献していきます。

北海道支社 〒060-0003 札幌市中央区北3条西3-1-44 ヒューリック札幌ビル 6F
TEL: 011-231-3445 FAX: 011-231-3509
函館営業所 〒040-0011 函館市本町6-7 函館第一生命ビルディング3F
TEL: 0138-51-0886 FAX: 0138-31-0198
東北支社 〒980-0014 仙台市青葉区本町1-14-18 ライオンズプラザ本町ビル 7F
TEL: 022-227-0391 FAX: 022-227-0395
中部支社 〒460-0011 名古屋市中区大須4-10-40 カジウラテックスビル 5F
TEL: 052-262-0821 FAX: 052-262-0825
関西支社 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町1-6-27 ヨシカワビル 7F
TEL: 06-6261-9221 FAX: 06-6261-9401
中国支社 〒730-0051 広島市中区大手町3-7-2
あいおいニッセイ同和損保広島大手町ビル5F
TEL: 082-249-6033 FAX: 082-249-6040
四国支社 〒790-0004 松山市大街道3-6-1 岡崎産業ビル 5F
TEL: 089-943-7193 FAX: 089-943-7134
九州支社 〒812-0007 福岡市博多区東比恵2-11-30 クレセント東福岡E室
TEL: 092-433-5100 FAX: 092-433-5140
沖縄営業所 〒901-0155 那覇市金城3-8-9 一粒ビル 3F
TEL: 098-859-1411 FAX: 098-859-1411