

地学教育

第65巻 第3号(通巻 第336号)

2012年5月

目 次

原著論文

火山噴火と災害の教材に関する実態とニーズ:

2011年霧島山新燃岳噴火についての教員アンケートから

.....川村教一(97~106)

教育実践論文

深海掘削船 JOIDES Resolution からのライブ授業:

中学校地学分野における導入部での実践とその役割

.....西田尚央・栗田克弘(107~115)

コロイド溶液を用いた光害のモデル教材の開発.....中野英之・田中出帆(117~124)

資料

地域や研究機関と連携した火山防災教育の実践.....岡本 研・宮嶋衛次(125~137)

本の紹介(139)

学会記事(141)

お知らせ(143)

日本地学教育学会

263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉大学教育学部理科教育教室内

資料

地域や研究機関と連携した火山防災教育の実践

Practice of Volcanic Disaster Education in Collaboration
with Research Institute and Community

岡本 研*1・宮嶋 衛次*2

Kiwamu OKAMOTO and Eiji MIYAJIMA

1. はじめに

北海道室蘭市は、有珠山、倶多楽（日和山）、樽前山、そして噴火湾を挟んで駒ヶ岳と、数多くの活動的な火山に囲まれた地域である。北海道室蘭栄高等学校ではスーパーサイエンスハイスクールの取り組みとして、生徒の火山に対する科学的な理解を深め、自然災害や防災への意識を向上させるため、地域や大学等研究機関と連携し、地域の火山にかかわる講演会や巡検の実施、コンセプトマッピング（概念地図法）による生徒の変化の検証、少人数による課題研究等を実施し、自然災害・防災教育に取り組んだ。本稿ではその実践の内容と成果について述べる。

2. 地域の火山災害に関する講演会の実施

地域の代表的な火山である有珠山の噴火の歴史や災害について、2009年から2011年にかけての3年間、理数科1年生全員（2クラス）を対象とした講演会と巡検の一連の学習プログラムを実施した（表1）。一連のプログラムでは、環境防災総合政策研究機構理事の岡田 弘氏（北海道大学名誉教授）や、北海道大学地震火山観測研究センター准教授の大島弘光氏らを講師とした。地域の身近な火山について学ぶことにより、自然科学に対する興味・関心の向上と深い知識を身に付けさせ、また、地域の自然災害について学ぶことにより、自然と人間とのかかわりについて実感を伴った理解をさせることが目的である。

講演の内容は、有珠山の噴火の歴史や、生徒たちも体験している西暦2000年の噴火の経過などの自然科学的内容と、噴火予測と住民の避難、噴火災害と減災の方法など、社会科学的な内容、そして後日実施す

る巡検地との関連についてである。

[2009, 2010年度の講演]

○演題 「有珠山噴火と減災への取組」

○講師 北海道大学名誉教授（環境防災総合政策研究機構理事）岡田 弘氏

○内容

過去の有珠山噴火について／有珠山噴火の経過／噴火予測と住民の避難／噴火災害と減災の方法／世界の自然災害の例

[2011年度の講演]

○演題 「火山噴火のツメ跡を訪ねて」

○講師 北海道大学地震火山観測研究センター准教授 大島弘光氏

○内容

火山噴火のメカニズム／火山研究の歴史／過去の火山噴火と科学的データとの関係／地域巡検のコースとの関連

講演後、アンケートを実施し、生徒の「知識・理解」「関心・意欲・態度」「思考・判断」の向上に関する検証を行った。結果を図1に示す。

有珠山の講演は3年間高い評価を維持しており、Q1～Q5の質問で80%以上が肯定的評価となっている。講演はいずれも身近な火山である有珠山に関するさまざまな観点からの内容を、多くの写真、説明図や動画を用い、理解しやすく工夫された講演であったため、内面的にも強く引きつけられた結果であると思われる。

Q6「調べてみたいか」は、六つの項目中「とても

*1 北海道立教育研究所附属理数科教育センター *2 北海道弟子屈高等学校
2011年12月5日受付 2012年5月20日受理

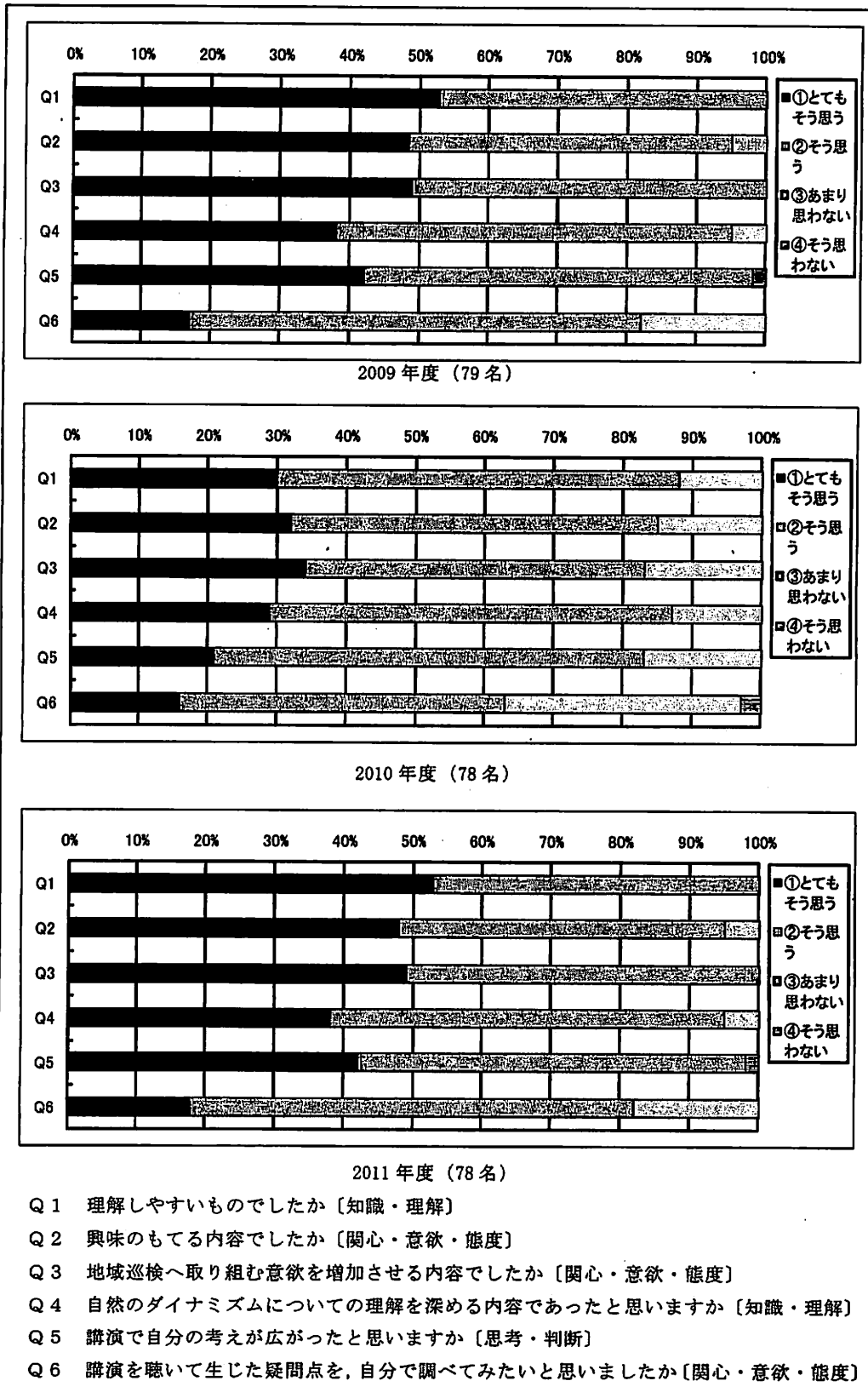


図1 講演会の生徒アンケート結果

表1 1年生有珠山学習プログラム

| 学習プログラム | ねらい | 授業時間 |
|----------------------------|-------------------------------|--------------|
| ① コンセプトマップのラベルとリンクワードの記入 | プログラム実施前の知識・理解の認識 | 5分 |
| ② 研究者による講演会 | 知識・理解の向上、興味・関心の向上 | 90分 |
| ③ コンセプトマップへの追加記入及びアンケートの実施 | 知識・理解や意識の変化の認識 | 5分 |
| ④ 現地での自然観察、探究活動、調査の記録 | 自然情報の読解、コミュニケーション能力の向上、思考力の向上 | 7時間(移動時間を含む) |
| ⑤ 自己評価カードの記入、コンセプトマップ再追加記入 | 知識・理解や意識の変化の認識 | 30分 |
| ⑥ 有珠山巡検報告書の作成 | 知識・理解や意識の変化の認識、表現力の向上、情報の発信 | 100分 |

そう思う」の回答が最も少なかった。近年の北海道での理科教育に関する調査結果によると、子どもたちの野外での自然観察体験は、自然環境に恵まれた北海道でも近年減少傾向にあり(北海道立教育研究所附属理科教育センター, 2011), こうした“めんどろな”ことを嫌う傾向の萌芽であることが危惧される。

自由記述では、地域の身近な火山という意識が感じられる記述や、さらに学びたいという意欲的な記述も数多く見られた。

[自由記述欄より抜粋]

- さまざまな人の努力で住民の命が救われているのだと知った。有珠山が「噴火による地形変化」世界 No. 1 だと知らなかった。
- 自分も自然災害に対しての意識が薄く、あまり関係がないものと思っていました。しかし、今回の講演で災害についてしっかり学んでおき、知っておくことが大切だと思いました。
- 火山が噴火することは悪いことばかりではなく、良い事柄も起こり、今後噴火する際の減災につながるということ。
- 危険を伝え合い、知ることの大切さがよくわかった。人間も、自然災害にいつまでも負けていられない! 地元(苫小牧市)の樽前山についても少し気になった。
- 実際に自分が避難民だったこともあり、有珠山には興味がありましたが、100年ほど前から噴火を予知し、人々を避難させる人がいたとは思いませんでした。
- 噴火の起こる前兆の現象がなぜ起こるのかについて、もっと知りたいと思いました。

3. 有珠山巡検の実施

生徒の自然現象に対する知識を深め、自然現象と人間生活を関連づけて考察する態度を向上させる目的で、研究者を講師として巡検を行った。2009年は西山山麓火口群コースおよび金比羅山火口群コース、2010年および2011年は西山山麓火口群コースおよび三恵病院跡で実施した。2010年および2011年は「自ら調査する」ことを主な活動とし、調査活動を行った(図2)。

[2009年度巡検]

- 場所 有珠山周辺(西山山麓火口群コースおよび金比羅山火口群コース)
- 講師・北海道大学名誉教授(環境防災総合政策研究機構理事)岡田 弘氏
・北海道大学理学研究院地震火山研究観測センター 青山 裕助教
- 対象 1年理数科全員(2クラス)
- 時程 8:50 学校発→10:00 ビジターセンター着→金比羅山周辺観察→西山山麓火口群周辺観察→14:30 幼稚園跡→15:30 学校着

[2010, 2011年度の巡検]

- 場所 有珠山周辺(西山山麓火口群コースおよび三恵病院跡)
- 講師・大島弘光氏(北海道大学理学研究院地震火山研究観測センター准教授)
・青山 裕氏(北海道大学理学研究院地震火山研究観測センター助教)
- 対象 1年理数科全員(2クラス)
- 時程 8:50 学校発→10:00 西山山麓到着、巡検→12:30 展望台→13:30 洞爺湖ビジターセンター→14:00 火山遺構公園(三恵病院跡)着→14:30 遺構公園発→15:30 学校着

“自分で自然を測ってみよう”というテーマを与え、身の回りにある道具を用い、工夫をしながら観察地のさまざまな自然のデータ化を試みさせた。生徒たちは、各自が用意してきた定規、磁石、分度器、温度計、ペットボトル等を用い、水を入れたペットボトルを水準器にするなど測定方法を工夫しながら、被災建築物の傾きや、断層の変位置、噴気の温度、噴火口の

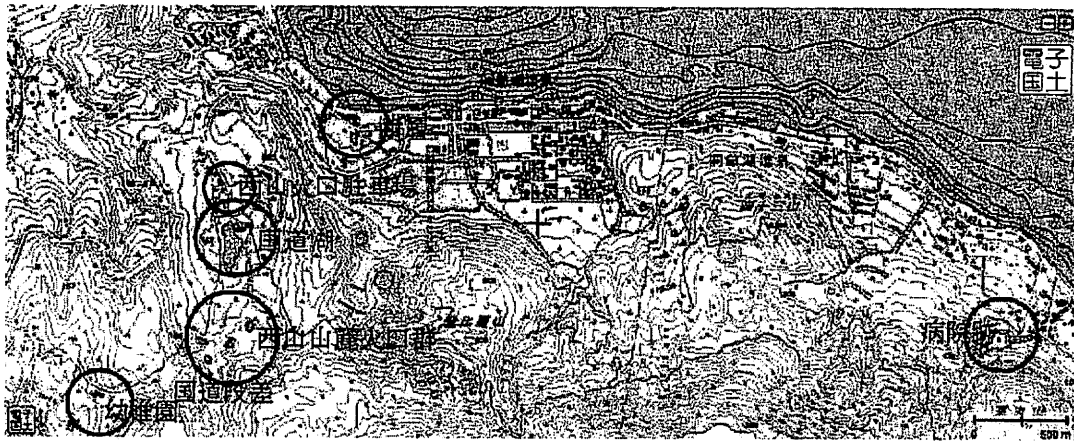


図2 巡検ルート (国土地理院地図閲覧サービスより <http://watchizu.gsi.go.jp/watchizu.html>)

水温、岩石と磁石の反応などを精力的に調べた。巡検における主な観察ポイントと活動内容は以下のとおりである。

① 国道湖

火山活動による地盤隆起のため、国道の一部が窪地となり、水が溜まって大きな池ができている様子を観察させ、その成因について考察させた。アスファルト上には地殻変動による多数の断層が観察され、場所によって正断層も逆断層も見られた。これらの断層の変位量や走向を測定させ、マグマ活動によって地下でどのような運動が起きたのかを考察させた。

② 西山山麓火口群・地熱地帯

西山山麓の散策路周辺では、現在でもいくつもの噴気口が見られ、噴気口の密集した地熱地域も存在していた。生徒は、放射温度計で噴気や周辺の地熱の温度を測定した。

さらに、2000年噴火の際に生じた現在有珠山周辺で最も活動的な噴火口であるN-B火口を観察した(図3)。立入禁止区域であるが、指導者の下、噴火口まで降りて観察を行った。噴煙や地面の温度測定を行い、さまざまな化学反応が起きていると思われる多様な色彩の表土の試料を採取し、その後課題研究のチームが成分の化学分析を行った。

③ 国道段差

国道段差と呼ばれている場所は、もともと国道であった場所が、2000年噴火の際のマグマの貫入に伴う隆起によって生じた南北の引張応力により多数の正断層が生じた場所である(図4)。生徒は、断層の変位量や走向を測定し、その応力について考察した。また、国道脇の砂箱の中に保存されていた火



図3 噴火口の観察

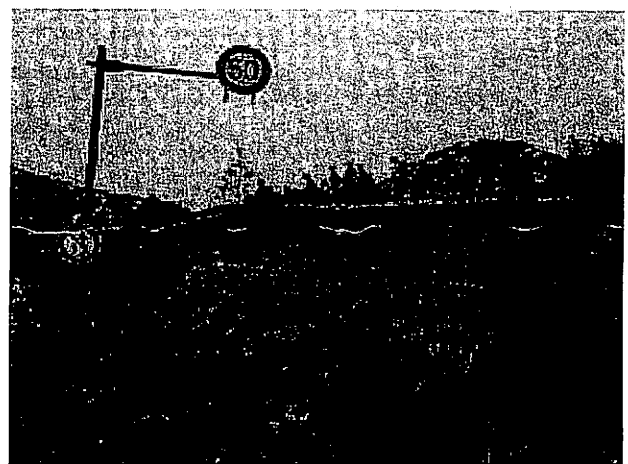


図4 旧国道の断層の観察

砕サージの噴出物を観察した。

④ 旧洞爺湖幼稚園

西山山麓火口からの噴石が数百m離れた幼稚園

まで飛来し、屋根や壁に穴を開けるなどの被害をもたらしていた。生徒は、噴石の大きさや幼稚園の傾きなどを測定した。その後、噴石の破片の密度から重量を推定し、噴火口から飛来した噴石の持っていた運動エネルギーを計算した。

⑤ 三恵病院跡

1977年噴火の際に断層上にあった病院が、階段状に破壊されていた。生徒は、病院の被災状況や断層の左右の被災状況の違いを調べた。

巡検後、各自巡検レポートを作成させた。2009年と2010年は、班ごとにワープロを用いて作成させていたが、2011年は個人で手書きのレポートを作成させたところ、生徒の感性に基づいた豊かな表現のレポートが作成された。巡検地での写真はあらかじめ縮小印刷して配布し、切り抜いて使用させた。作成時間はわずか50分間であり、見栄えはよくないが、制約がなく自由に表現ができる方法であるためか、その生徒の興味・関心の中心となった内容が大きく取り上げられ、説明図やイラストが多用されるなど、昨今のデジタルによる作品とはひと味違う作品となった(図5)。生徒の創造性が存分に生かせる手書きのレポートの作成は、表現力の育成や評価という観点において効果的である。

全員の作品を校内に展示したところ、生徒同士や教員からも高く評価され、岡田 弘北海道大学名誉教授の助言もあり、2011年に洞爺湖町で開催された「日

本ジオパーク洞爺湖有珠山大会」のポスター発表会場に全作品を展示することとなった。

巡検による、生徒の「関心・意欲・態度」、「知識・理解」、「科学的な思考力」の向上に関する検証のため、生徒に対するアンケート調査を行った(A:とてもそう思う B:少しそう思う C:あまり思わない D:そう思わない)。

Q1 有珠山噴火や自然災害について調べる地域巡検に興味を持ち、積極的に巡検に参加しようと思いましたか。〔関心・意欲・態度〕

| | | | | | | |
|-------|---|-----|---|-----|---|----|
| 2011年 | A | 90% | B | 9% | C | 1% |
| 2010年 | A | 53% | B | 47% | C | 0% |
| 2009年 | A | 54% | B | 46% | C | 0% |

Q2 有珠山噴火と自然災害、噴火と地域の人々とのかわり、火山の人間生活への恩恵について、知識を身に付けることができましたか。〔知識・理解〕

| | | | | | | |
|-------|---|-----|---|-----|---|----|
| 2011年 | A | 44% | B | 55% | C | 1% |
| 2010年 | A | 49% | B | 50% | C | 0% |
| 2009年 | A | 47% | B | 53% | C | 0% |

Q3 SSH 地域巡検に取り組んだ結果、学習前と学習後を比べ、自分の考えのどのようなことが変わった

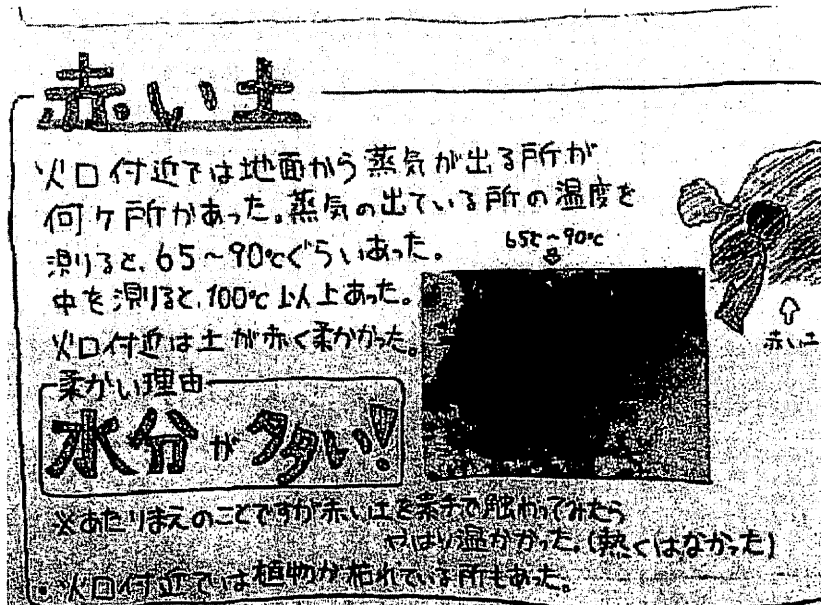


図5 手書きのレポートの一部

と思いますか。〔科学的な思考〕

① 自然（火山噴火）と人間（災害）との関係についての考えが変わった。

2009年51名、2010年58名、2011年56名

② 火山について興味や関心が増した。

2009年21名、2010年23名、2011年15名

③ 火山噴火が身近な自然現象と考えるようになった。

2009年15名、2010年13名、2011年14名

④ 自分で調べることの楽しさや意義を感じるようになった。

2010年7名、2011年18名 ※2009年は集計せず

〔自由記述より抜粋〕

- 学習前は火山に対して全く興味がなかったが、学習後はもっと火山について知りたくなった。
- 3月11日の震災が身近に感じられるようになった。これを機に被災者への考えが変わった。ボランティアに積極的に参加したい。
- 学習前は被災の状況を調べるだけだと思っていたが、学習後はなぜこのようになったのかを考えるようになった。
- 自分で測定することは楽しく、次々と疑問が浮かんでくる。「どうしてだ?」と考えることがたくさんできるようになった。
- フィールドワークで実際に見ることで疑問が湧き、「自分で考える能力」の幅が広がった気がする。
- 特別な道具を使わなくても、自分の持っていたもので測定ができたので、柔軟な発想が必要だと感じた。

Q1については、2009年度、2010年度もすべての生徒が肯定的評価ではあったが、特に2011年度の1年生のモチベーションの高さがうかがわれる。実際の現地での生徒たちの様子も積極的な活動状況であり、目的意識を強く持った集団であると言える。

Q2においても3年間を通じて高い評価となっており、巡検の目的である「生徒の自然現象に対する知識が深め、自然現象と人間生活を関連づけて考察する態度が向上させる」ことは十分に達成されたと考えられ

る。

Q3については、2011年は講師が「被災地」という言葉を強調しており、このキーワードの記述が多数見られた。さまざまな要素のある自然観察の中で、このように事前に方向性を示すことによって、ものの見方が変わるという好例である。また、2011年は特に④の「自分で調べることの楽しさや意義」について記述する生徒が多く、実際の現地での取り組みも積極的であった。1クラスを2グループに分けたり、大学生のアシスタントなど、2009・2010年よりもきめ細やかな指導を行ったことが影響しているものと思われる。

4. コンセプトマップによる検証

講演と巡検を通しての生徒の有珠山に関する意識の変化と、知識の関連づけの形成について調べるため、有珠山に関するコンセプトマッピングによる検証を行った。コンセプトマッピングは、学習に関連する「言葉（概念）」をラベルとして視覚化し、そのラベルを子ども自身が直接的に操作し、ラベル同士の関連の仕方や意味について自由に表現するものであり、子どもの内面にある知の構造やその変容の様子を明らかにすることや、子ども自身に自らの学びを自覚させることをねらいとするものである（福岡、2002）。

講演前に、「有珠山」、「昭和新山」、「噴火」、「火山灰」、「避難」、「研究者」、「マスコミ」、「住民」の八つの概念ラベルを与えて、白紙に各自5分間でラベルとリンクワード（互いの関係を表す言葉）を記入させ、講演後に5分間で追加記入させ、さらに巡検後に再追加記入させ、ラベル数の増加を調べた（表2）。

2011年では、講演前のラベル数（平均9.5個）に対して講演後はラベル数が平均8.3個増加し、さらに巡検後は平均11.2個増加し、ラベル間のつながりを示すリンク線も多数描かれている。実際に自分たちの耳で聞き、目で見ることによって得た多くの情報により、知識の飛躍的な増加とともに各要素の関連づけが形成されていったことを示している。

また、増加したラベルの傾向を見てみると、最初は断片的な知識のラベルが書かれているだけであるが、段階ごとに全体のラベル数が増加するとともに、ある方向性を持ったラベルが増加していくマップが見られた。例えば火砕流、溶岩、津波、断層などが増加した「科学型」、大森房吉、近代火山学などが増加した「歴史型」、行政、農業などが増加した「生活型」、水蒸気、粘土などが増加した「自然観察型」、避難、被災

建築物などが増加した「被災型」、より広い視点に移っていく「グローバル型」、さまざまな要素がある「総合型」などである(図6,7)。生徒の多様な感性によってこのようなさまざまなパターンのコンセプトマップが産みだされ、全員が同じ体験をしている中でも、個々の感性によってさまざまな受け止め方をしていたことを読み取ることができる。このことは、学習前の生徒の有珠山に対する不明確なイメージが、しだいに多面的なイメージに拡がり、さらに個々の生徒の感性に同調した部分のイメージが大きく拡がっていったことを示している。ラベルの記入時間は各回5分間しか与えておらず、そのため本人がまず頭に浮かんだ順番に矢継ぎ早にラベルを記入する形になる。つまり、学んだ中で最も印象に残ったもののみをラベルとして記入しているものと考えられる。

マップを形状別に見てみると、ネットワーク型や放

射型が多いが、直線型や分岐型も数多く見られ、生徒の得た知識が十分に階層化・構造化されていない状況を示している。コンセプトマッピングは総括的評価ツールとして有効とされるが(福岡, 2002)、総括的評価のためには、マッピングの最終段階で十分な時間を確保し、知識の階層化・構造化を進める必要がある。また、コンセプトマッピングは、知識量の増加を調べる手段としても有効であるが、マップの作成は、文章を書くように長い時間は必要とせず、作成作業中に曖昧な記憶が明瞭となり、各概念の関係を整理する効果がある。今回は個人でコンセプトマップを作成させたが、グループで作成させる方法も提案されており(岩井, 2002)、この方法では、互いの記憶がさらに明瞭になり、階層化・構造化がより整理されたものになる可能性が考えられる。

3年間の結果を比較してみると、講演前に書かれたラベル数は平均6.6(2009年)→7.4(2010年)→9.5(2011年)と年々増加しており、講演後に追加されたラベル数は平均3.5(2009年)→7.5(2010年)→8.3(2011年)と増加し、さらに巡検後の増加数は平均9.4(2010年)→11.2(2011年)となっている。このことから、母集団が本来持っていた知識や関心が少しずつ高くなっており、地域でのスーパーサイエンスの

表2 コンセプトマップのラベル数の変化

| | 講演前のラベル数(平均値) | 講演後のラベル数(平均値) | 巡検後のラベル数(平均値) |
|--------|---------------|---------------|---------------|
| 2011年度 | 9.5 | 17.8 | 29.0 |
| 2010年度 | 7.4 | 14.9 | 24.3 |
| 2009年度 | 6.6 | 10.1 | |

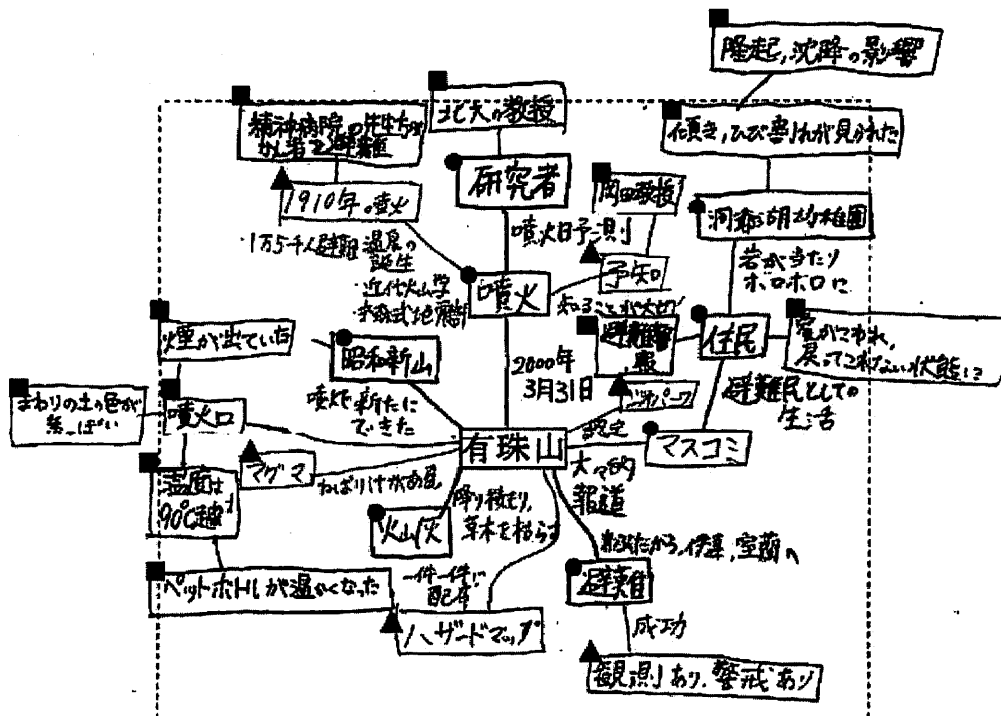


図6 総合発展型のコンセプトマップの例

●印：講義前に記入したラベル ▲印：講義後に記入したラベル ■印：巡検後に記入したラベル
※実際は色分けによる。

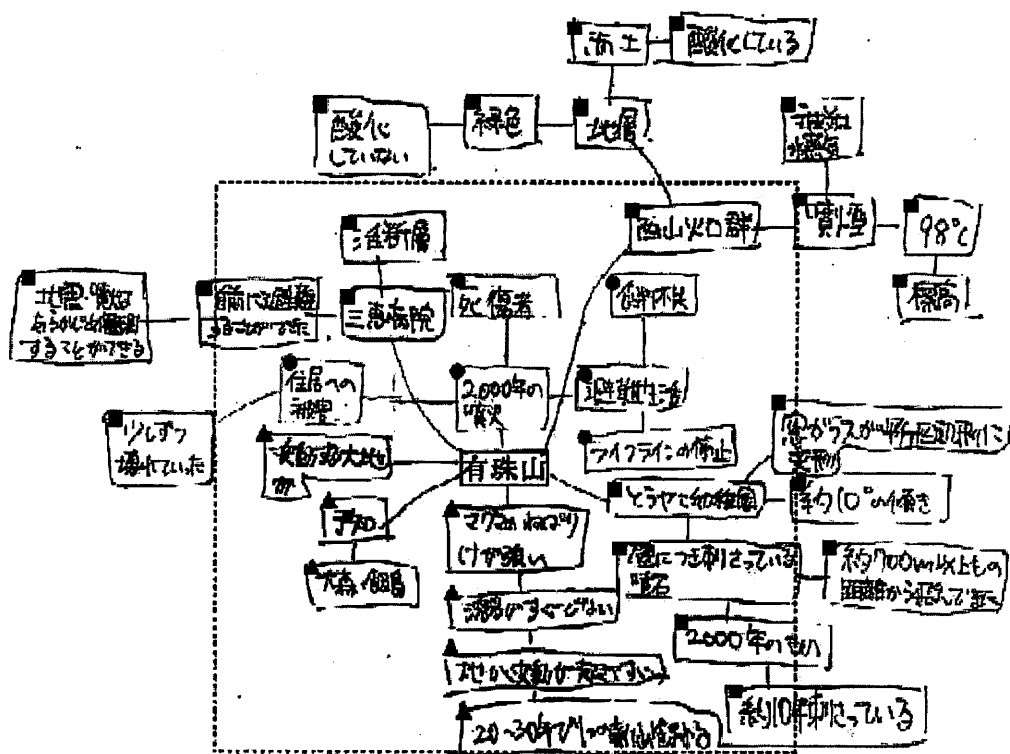


図7 科学型コンセプトマップの例

●印：講義前に記入したラベル ▲印：講義後に記入したラベル ■印：巡検後に記入したラベル
 ※実際には色分けによる。

説明会や上級生による新入生への説明会などを通して、本校の有珠山学習の取り組みが地域や新入生に認知され、生徒の講演や巡検に対する関心・意欲が高まり、巡検に積極的に取り組んだ結果、巡検後のラベルもさらに増加したものと考えられる。

5. 火山防災に関する課題研究

スーパーサイエンスハイスクールの研究実践において、生徒が研究テーマを設定して探究活動を行う「課題研究」がある。2010年より、2年生に「有珠山研究グループ」が発足した。研究の目的は、地域の身近な火山であり、世界的にも活動的な活火山である有珠山について調査研究を行い、研究成果を活用した普及活動や研究成果の発表を行い、論理的思考力、表現力、問題解決能力が深化させることである。

岡田 弘北海道大学名誉教授と、北海道立教育研究所附属理科教育センター地学研究班（兼・洞爺湖有珠山火山マイスター）の横山 光研究研修主事らの年数回の現地での指導を受け、生徒の自主的な研究活動を担当教員2名が援助しながら、約半年間、週2時間の授業時間の中で有珠山の自然災害・防災に関する調査研究活動を行った。また、これらの観察や研究の成果

を、より多くの人々に広めるため、普及資料の作成や、外国人対象の有珠山現地ガイド、研究成果の発表および作成物の展示、市民体験型イベント「ジオ・フェスティバル」への参加などを行った。

(1) 現地観察

研究者の案内により次の場所で観察を行い、有珠山の形成や噴火の歴史、自然と人間とのかかわりについて学んだ。

- [2010年] ①伊達市アルトリ岬手前の露頭 ②アルトリ岬周辺で山体崩壊の岩石と津波堆積物 ③有珠善光寺周辺の山体崩壊の岩石 ④伊達市長和の山体崩壊の露頭 ⑤有珠山山頂の溶岩ドームと噴火口 ⑥三松正夫記念館
- [2011年] ①洞爺湖ビジターセンター ②金比羅山の被災建築物・防災施設・噴火口 ③有珠山山頂東側 ④三松正夫記念館 ⑤有珠山山頂南側・GPS観測システムの見学 ⑥有珠善光寺周辺の山体崩壊の岩石

(2) 調査研究活動

現地で観察したことへの理解をさらに深めようと、校内で次のような生徒の自主的な研究活動が行われた。

[2010年]

- ① 粘土の加熱による変色により、昭和新山の粘土に含まれている鉄がマグマの熱と地表の酸素によって酸化されたことを確かめる実験
- ② 小麦粉にさまざまな力を加え、断層形成について考察し、現地で多数観察された断層の向きを調べる実験
- ③ 噴火のスケールを実感するため、噴石の運動エネルギーを求める実習

[2011年]

- ① 有珠山に隣接する洞爺湖（カルデラ湖）の形成を再現するモデル実験の開発
- ② 噴出直後の高温の軽石が湖に沈む現象を再現する実験

(3) “うすごろく”と有珠山研究ブックの作成 (2010年)

2010年は、有珠山の観察を通して有珠山の不思議や魅力を学び、それらを広めることを目的として、生徒の発案で“うすごろく”と名づけた双六形式のボードを作製し（図8）、一般市民が有珠山について楽しみながら学べるよう工夫した。また、研究・実験・経験したことをまとめ、有珠山についてより深く学ぶこともできるように、「有珠山研究ブック」を作成した（図9、10）。これらの研究成果は、2011年5月に幕張メッセ国際会議場で開催された「日本地球惑星科学連

合2011年大会」においてポスター発表を行い、佳作を獲得することができた。

[有珠山研究ブックの内容]

有珠山について／洞爺湖有珠山ジオパーク／有珠山噴火の歴史／アルトリ岬のナゾの砂の層／有珠山南側の凹凸地形はなぜできた？／凹凸地形の正体／壁に突き刺さった岩／幼稚園噴石のエネルギーを計算する／道路が広がったり縮んだり？／断層／グラベン／西山火口群／金比羅火口群／2000年噴火の中心点を自分で探せ！／昭和新山／昭和新山の実験／銀沼火口／ドロノキのパワー／ロープウェイから見える鉄の柵／変わり果てた風景／三松正夫さんって？／火山マイスター／人間と火山

(4) 立体地形模型、有珠山研究ブック2nd、ウステトラヒドロンの作製 (2011年)

2011年は、観察や研究の内容を「有珠山研究ブック2nd」としてまとめ、英語版も作成した。また、生徒の発案で、一般市民が有珠山の自然災害の観察ポイントをわかりやすく学べるよう、1m四方の有珠山南部の立体地形模型を作製した。立体地形模型は、伊達市防災センターから有珠山周辺の立体地形模型の型を借用し、それに幅広のサララップを貼り付け、発泡充填剤を吹きつけて作製した（図11）。さらに、一辺1mの正四面体に観察ポイントを描いた“ウステトラヒドロン（USU-Tetrahedron: 有珠四面体）”と名づけた正四面体を作製した（図12）。これは正四面体の四つの面に有珠の歴史などが書かれたものであり、四面体を回転させながら楽しく有珠について学ぶことが



図8 作製した“うすごろく”



図9 有珠山研究ブック2010

幼稚園噴石のエネルギーを計算する



■ 幼稚園に突き刺さっている噴石は、2004年の西山大口の噴火で降ってきたものだ。
 ■ 噴石の密度と大きさから重量を算出し、飛ばされた距離からエネルギーを求めることができる。
 ■ 2004年の噴火では、噴煙は500mまで噴き上げた。
 ■ これらのことから算出される噴石を飛ばすエネルギーは、電化製品の電気の使用量に換算するとどのくらいになるのだろうか？

計算すると

噴石のエネルギーは199 J だった！

計算の手順

- ① 噴石の破片の質量を測定する、=161.35 (g)
- ② 水を一升入れたビーカーに噴石を入れ、あふれた水の量を測定する、=57.0 (ml)
- ③ ①÷②=2.82 (g/cm³)
- ④ 幼稚園の噴石の大きさを写真から測定する、=47100 (cm³)
- ⑤ ③の密度より、噴石の質量を求める。
2.82×47100=132822 (g)
- ⑥ 地図から、幼稚園と西山大口の位置関係を図べる(右図)。
- ⑦ 最高点での噴石のエネルギーを求める。
E_{max}=132822×9.8×5.8

エネルギーは、199 (J) と求められた

このエネルギーは、消費電力800のノートパソコンは約4時間、2.2WのDVDライターは6日間、1.9Wのテレビは2時間30分つければなしで使えることになります。



図10 有珠山研究ブックの例



図11 立体地形模型

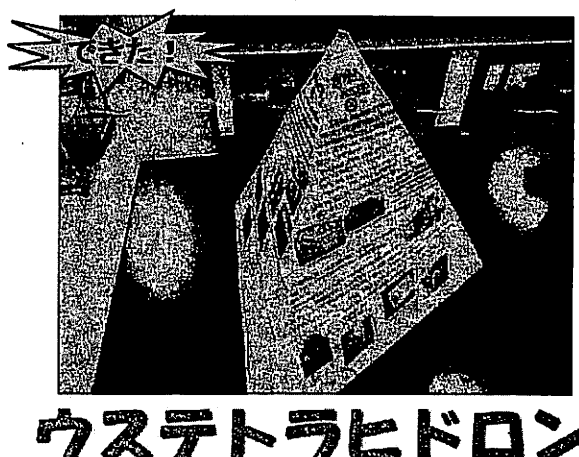


図12 “ウステトラヒドロン”

できるよう工夫したものである。

(5) JICA 研修員の巡検案内

2010年と2011年、「異」との交流を行い国際性を育むことを目的とした「JICA 研修員理科大好き講座」を行い、課題研究有珠山研究チームの生徒たちが、JICA 研修員（西南アジア小学校理科教育）に対して英語で有珠山周辺の現地案内を行った。来校したJICA 研修員は、各国で小学校教育について研修を行っている国レベルの教育関係職員である。現地へ移動中、事前に作成した英文の案内書や解説フリップを用いて、有珠山の噴火活動や2000年の噴火について説明し、現地到着後は観察ポイントごとに説明を行った（図13）。案内したコースは、2010年は西山山麓火口群周辺の有珠山2000年噴火の際の地盤隆起で破壊された建設物および現在も噴煙を上げている地熱地帯であり、2011年は金比羅山火口群周辺の熱泥流に巻き込まれた建設物および最大の噴火口である。実際に現地を歩くことで、他国の人々に火山災害のスケール感を伝えることができた。

JICA プログラム実施による生徒の「関心・意欲・態度」、「表現」、「国際性の意識」の向上の検証と研修員によるプログラムに対する評価のため、2010年、2011年の2年間に有珠山の現地案内を行った生徒（計10名）およびJICA 研修員（計19名）を対象に、下記の質問によるアンケート調査を実施した。生徒アンケート結果は、Q1～Q3において生徒10名全員（2カ年合計）が「たいへんそう思う」と回答した。

[生徒アンケート]

Q1 このプログラムに積極的に取り組むことができましたか〔関心・意欲・態度〕



図13 有珠山での防災施設の解説（2011年）

Q2 このプログラムは興味を持てるものでしたか〔関心・意欲・態度〕

Q3 このプログラムで、国際性は増しましたか〔国際性〕

Q4 このプログラムで具体的に「良かった」と思ったこと〔表現〕

[自由記述欄より抜粋]

- 英語で伝えることの難しさがわかった。あまりこのような機会はないと思うのでとてもいい経験になった。
- 言葉での説明だけでなく、実際に現地で火山を見てもらいながらの説明だったので、噴火や災害について肌で感じてくれたと思う。
- たくさんの外国の方と話す機会はあまりないので、貴重な体験ができました。もっとたくさん話ができるようになりたいと思った。
- 火山を見たことがない外国人に火山を説明することは難しいと思っていたが、思った以上に理解してくれたと思う。

[JICA 研修員アンケート（2カ年合計）]

Q 今回のプログラムをどう思いましたか。

| | |
|-------------|-----------|
| A たいへん良かった | 18名 (95%) |
| B 良かった | 1名 (5%) |
| C あまり良くなかった | 0名 (0%) |
| D 良くなかった | 0名 (0%) |

[自由記述欄より抜粋]

- ・ Despite of there difficulty in speaking English, the students performed the activity beyond our expectations. The students were good in concept as well as in practical.
- ・ I saw first time volcano. Mt. Usu Team wonderful, students demonstration about volcanic crater are live experience of us. It is most valuable visit in my Life. Thank you.
- ・ Mt. Usu group students information was relevant and useful to the trip. The opportunity itself to visit and observe active volcano is highly fruitful and interesting to us. I like to request to continue this program.

生徒のアンケートにより、生徒は興味・関心を持って積極的に取り組み、生徒の国際性を伸ばすことができたと判断できる。また、自由記述から、外国人とのコミュニケーションは貴重な体験になったと意識していることがわかる。

JICA 研修員対象のアンケートでも肯定的な評価を得ており、JICA 研修員にとっても有意義なプログラムであったと思われる。有珠山の現地案内は、現地で実物を観察しながらの具体的な説明であること、近い距離でコミュニケーションを図ることができたことなどが高い評価を得た原因と思われる。

6. おわりに

有珠山を中心とした一連の火山防災教育を実施したが、多くの生徒がこれまでの自然と人間に対する考え方が変化し、また、自ら調査を行うことにより、自然にはたらきかけて考察する姿勢を学ぶことの大切さを意識させることができた。

巡検時の様子、アンケート結果、コンセプトマップやレポート作成などへの取り組みから、生徒たちには災害の恐ろしさという面よりはむしろ地域の火山のスケールの大きさという面が伝わっており、身近なところに世界的な火山が存在していることに対する喜びを感じているように思える。特に、有珠山周辺地域（壮瞥町、洞爺湖町、伊達市）からの通学生は意欲的に学習に取り組んでいた。

今回の取り組みは単発的な学習ではなく、有珠山をキーワードにさまざまなアプローチを組み合わせた一連の学習プログラムが、生徒のやる気を引き出し、積極的に取り組ませることができたと考えられる。多くの生徒の自然と人間に対する考え方が変化し、自ら調

査を行うことに関しての大切さも意識させることができた。また、課題研究における“うすごろく”や“ウステトラヒドロン”といった工夫を凝らしたものづくりを通じた普及活動や、コンセプトマップを用いた生徒の変化に関する調査研究など、今後のさまざまな教育活動において応用できる実践を行うことができたと考えている。

謝 辞 本研究の実施にあたり、講演、巡検、JICA 交流、課題研究の指導等において、北海道大学の岡田 弘名誉教授、北海道大学地震火山観測研究センターの大島弘光准教授、同センターの青山 裕助教、北海道教育大学釧路校の境 智洋准教授、JICA 札幌の石井 潔市民参加協力課長、北海道札幌稲西高等学校の宮古 昌教諭、北海道立教育研究所附属理科教育センターの横山 光研究研修主事、三松正夫記念館の三松三朗館長をはじめとして多数の関係者にご協力いただいた。ここに感謝いたします。

引用文献

- 福岡敏行 (2002): コンセプトマップはどんなときに使えるのか?。福岡敏行 (編)「マップでわかる!子どもの学びと教師のサポート—コンセプトマップ活用ガイド—」, 東洋館出版社, 東京, 26-27.
- 北海道立教育研究所附属理科教育センター (2011): 北海道における理科教育の充実を図るための調査研究—第4回本道の理科教育に関する実態調査—, 78p.
- 岩井徳二 (2002): コンセプトマッピングを使って学習問題を明確にする。福岡敏行 (編)「マップでわかる!子どもの学びと教師のサポート—コンセプトマップ活用ガイド—」, 東洋館出版社, 東京, 34-36.

岡本 研・宮嶋衛次：地域や研究機関と連携した火山防災教育の実践 地学教育 65 巻 3 号；125-137, 2012

〔キーワード〕 有珠山, 火山災害, コンセプトマップ, JICA

〔要旨〕 スーパーサイエンスハイスクール研究指定校である北海道室蘭栄高等学校では, 地域や研究機関と連携して地域の火山である有珠山に関する学習に取り組んだ。講演会, 巡検, 課題研究等の一連の学習プログラムを実施した結果, 生徒の火山に対する科学的な理解を深め, 自然災害や防災への意識を向上させることができた。

Kiwamu OKAMOTO and Eiji MIYAJIMA: Practice of Volcanic Disaster Education in Collaboration with Research Institute and Community. *Journal of Education of Earth Science*, 65(3), 125-137, 2012