

## 岐阜県飛騨地区を拠点とする コア・サイエンス・ティーチャー(CST)事業の取り組み

山田茂樹<sup>1</sup>・清水哲司<sup>2</sup>・大門佳孝<sup>3</sup>・川上紳一<sup>4</sup>

1: 飛騨教育事務所  
2: 高山市立新宮小学校  
3: 高山市立日枝中学校  
4: 岐阜大学教育学部

### Training activities for science teachers in Core Science Teacher (CST) Program, Hida region, Gifu Prefecture

Shigeki Yamada<sup>1</sup>, Satoshi Shimizu<sup>2</sup>, Yoshitaka Daimon<sup>3</sup> and Shin-ichi Kawakami<sup>4</sup>

1: Hida education Board, Kamiokamoto-cho, Takayama-shi, 506-8666, Japan

2: Shingu Junior High School, Shingu-cho, Takayama-shi, 506-0035, Japan

3: Hie Junior High School, Morishita-cho, Takayama-shi, 506-0823, Japan

4: Faculty of Education, Gifu University, Yanagido 1-1, Gifu-shi, 501-1193, Japan

#### 要 旨

岐阜県教育委員会と岐阜大学が実施しているコア・サイエンス・ティーチャー養成プログラムでは、岐阜県内の5地区に理数教育支援拠点が構築されることになっている。飛騨地区はその一つであり、平成21年度に上級CST認定者を中心に、教員研修会や授業研究会をスタートさせている。平成22年9月19日には、焼岳登山を行い、火山地形や火山活動について、ビデオカメラの前で教師が事象をレポートするビデオコンテンツ開発を行った。開発したビデオコンテンツを活用した授業実践から、地域教材開発や授業研究を通じたCST養成プログラムにおける教員研修のあり方を考察した。

【キーワード】CST, 教員研修, 理科教育, 焼岳, デジタルコンテンツ

#### 1. はじめに

「平成20年度小学校理科教育実態調査集計結果(速報)」(平成20年11月20日(独)科学技術振興機構理科教育支援センター・国立教育政策研究所教育課程研究センター発表), 及び「平成20年度中学校理科教育実態調査集計結果(速報)」(平成20年9月12日 同発表)によると, 小学校の学級担任として理科を教える教員の約5割が理科全般の内容の指導を「苦手」か「やや苦手」(中学校理科教員では, 地学分野についての同割合が最も高く約4割)と感じ, 約7割(中学校理科教員では約3割)が理科の実験や観察についての知識・技能を「低い」または「やや低い」と感じている。

これらの状況を踏まえ, 平成21年度より科学技術振興機構(JST)の委託事業として「コア・サイエンス・ティーチャー(CST)養成拠点構築事業」が始まった。目的は, 大学と教育委員会が連携して養成プログラムを構築し, 地域の理数教育において中核的な役割を担う小・中学校教員=コア・サイエンス・ティーチャー(CST)を養成するとともに, 地区ごとに理数教育支援拠点を設置し, 教員研修活動を展開していくことである。

岐阜県では, 岐阜大学と岐阜県教育委員会が連携し, 「教育委員会と大学理工系学部群が連携した自律的成長プログラムによるCSTの養成」という事業名で, 学部生を対象とした「初級コー

ス」, 理科教育の実践を積んだ若手教員を対象とした「中級コース」, 即戦力として地域で理科教育の指導ができるベテラン教員を対象とした「上級コース」の各プログラムを通じたCSTを養成を目指している。CST認定者は県内5地区(岐阜, 西濃, 東濃, 美濃・可茂, 飛騨)の理数教育支援拠点において, 地域の理科教育における実践力・指導力の向上のための支援や研修, 優れた授業実践を踏まえた実践論文作成指導等を繰り返すことで, 教員が自律的に成長するしくみを構築することが求められている。

本事業の2年目を迎えた今, ここでは, その一例として, 理数教育支援拠点としての飛騨地区の取り組みについて紹介させていただきながら, 今後のCST事業の在り方について考察する。

## 2. 飛騨地区を拠点としたCST養成プログラムの具体化

飛騨地区の理数教育支援拠点は, 県内5箇所にある拠点の一つであり, 上級コース修了認定者が中核になって, 中級コース, 上級コースを履修する教員と連携して, 実践力のある教員の養成にむけて, 教材開発, 授業研究会, 研究発表会などを企画し, 実施することになっている。

平成22年度当初に, 飛騨地区において「CST上級」修了認定を受けているのは1名, 「上級コース」受講が1名, 「中級コース」受講が3名の合計5名である。

平成21年度については, 次のような研修会議, 教材開発実践, 授業研究を行った。

### (1) 企画研修会議

平成22年8月9日(金), 飛騨教育事務所において, 第1回飛騨地区CST企画研修会議を開催した。本会議の目的は, 岐阜大学やCST上級認定者の支援のもとに, CST「上級コース」および「中級コース」受講者が, 飛騨地域の理科教育の向上を図るための教材開発を行い, 授業実践を企画, 研修することである。その中で議論となった項目は, 次の3点である:

- ・飛騨の地域性を活かした魅力ある教材開発
- ・地学分野の指導に困難さを感じている教員で

も使える地域教材の工夫

- ・教員自身が, 自然の偉大さ等を体得できる研修の必要性

また, 昨年度, 飛騨地区では, CST事業で整備されたサーモグラフィーや高速度カメラ等の機器を活用したメディア素材を用いた授業改善の成果がある(山田ほか, 2010)ことから, これらの機器を活用するという視点で新しい教材開発が議論された。

その結果, 岐阜県内の活火山である焼岳(やけど)を教材化し, 動画のデジタルコンテンツの作成や, それを活用した授業実践案が企画された。

### (2) 焼岳に関する教材研究

小学校理科では第6学年の「(4) 土地のつくりと変化」の「ウ 土地は, 火山の噴火や地震によって変化すること」の内容において, また, 中学校理科では第1学年の「(2) 大地の成り立ちと変化」の「ア 火山と地震 (ア) 火山活動と火成岩」, 第3学年の「(7) 自然と人間」の「イ 自然の恵みと災害 (ア) 自然の恵みと災害」の内容において火山が扱われている。

ちなみに, 飛騨地区の小中学校で採択されている東京書籍の教科書で扱われている火山は,

- ・小学校: 浅間山, 三原山, 阿蘇山, 有珠山, 桜島, 雲仙普賢岳, 富士山
- ・中学校: 雄山(三宅島), 三原山, 桜島, 雲仙普賢岳, 富士山, 阿蘇山, 昭和新山, 浅間山, 有珠山, セントヘレンズ山(アメリカ), エトナ山(イタリア), ポポカテペトル山(メキシコ), キラウエア山(アメリカ・ハワイ)であり, これまでは, 教科書等の写真や市販のVTRなど, 視聴覚教材の映像をもとにした指導が多かった。webサイト教材「理科教材データベース」では, 有珠山, 昭和新山, 浅間山, 富士山, 伊豆大島, 三宅島, 焼岳, ハワイ島キラウエア, マウナロア火山, マウイ島ハレアカラ火山, 雲仙普賢岳などの活動や火山地形に関するコンテンツが掲載されている。これらの多くは, 事象提示の場面で活用できるものが多い。CSTの養成や研修という立場からは, 児童・生徒の興味・関心を高めるための地域教材の活

用による実感を伴った理解をねらった教材開発が必要である。

岐阜県には、白山、焼岳、乗鞍岳、御岳の4つの火山がある。焼岳は長野県と岐阜県にまたがる標高2,455mの活火山であり、最も活動が激しく歴史時代に噴火記録が残されている（荒牧・白尾・長岡，1989；三宅・及川，2000）。近年の活動としては、1907年12月に旧火口底に新火口ができ、1939年まで断続的な活動があった。1911年には旧火口の脇に新たな山頂火口（インキョ穴）が形成され、1919年には、北西側に黒谷火口が形成された。なかでも1915年には山腹に割れ目火口が形成され、火山泥流が発生して山腹を流れくんだり、梓川をせき止めて大正池が形成されたことは有名である。図1に上高地からみた焼岳を示す。

山頂部の溶岩ドームでは、現在でも割れ目から活発な噴気活動がみられる。噴気孔の周辺の岩には、黄灰色の硫黄の沈殿物が付着している。焼岳は、輝石、角閃石を含む安山岩～ディサイト質の溶岩、火砕流、泥流堆積物で構成されており、山頂付近は溶岩累層からなる。



図1. 上高地からみた焼岳と大正池.

こうした事象を教師が現地に赴いて、ビデオカメラの前でレポートし、それを授業時間のなかで視聴させることで、活動する火山の姿を実感できるのではないかと考えた。身近な地域素材としては、さまざまな活用が考えられる。小学校理科においては「火山の噴火によって溶岩が流れ出したりしてそのまわりの土地の様子が大きく変化することがあること」を推論できた

り、中学校理科では「火山の形や噴火活動の様子がマグマの粘性や溶岩の色と密接な関係があること」や「火山がもたらす恵みと災害の様々な視点から自然と人間とのかかわり方」を考察できたりするなど、格好の教材となる可能性がある。また、噴気口付近をサーモグラフィーで撮影することで、火山活動を通じて地下からしみだしてくる熱を視覚的にとらえることができ、火山が今でも活動していることをより理解できるようになると考えられる。

また、岐阜県内の中学生の実態からは、多くの生徒が岐阜県内に4つの火山があることを知らないようで、火山の学習に対する興味・関心を高める手立てが必要である（多和田ほか，2008）。より火山を身近に感じるには、地域素材としての教材化を進めること、実際に授業を行う教師が山頂まで赴いて、活動する火山の姿をレポートすることで、臨場感のある事象提示ができると考えた。とくに、溶岩は高温で、火山ガスを放出していることなどを、噴気孔のそばで解説し、その場でサーモグラフィーで温度を測定することで、イメージが膨らむのではないかと考えられた。

### （3）フィールドワークとデジタルコンテンツの開発

平成22年9月19日（日）に、焼岳登山のフィールドワークを行った。参加者は、CST受講者以外にも、希望のあった高山市内の小中学校教諭を含めて6名である。

登山ルートは、長野県側の中の湯温泉から往復約5時間。登山途中のところどころで、ビデオカメラとサーモグラフィーを使ってビデオコンテンツ作成のための撮影を行った。

コンテンツ作成の上で、留意したのは、まずは教師が自らの体験で得た自然の事物・現象の情報を生の声として児童生徒に伝えることである。このため、登山中にはできるだけ諸感覚を使って本物に触れることや、比較や関連性、推論しながら自然の事物・現象をとらえることができるように工夫した。こうした現地での研修により、参加者は様々な視点を持ち、においや肌で感じたことを素直な言葉で表現したり、土



地のつくりと変化について推論したりしながらレポートするという形でビデオコンテンツに収めることができた。その例を紹介する。

(a) 標高差による景観の違いに関するロケ

中の湯温泉から、中の湯ルートに登り、釜トンネルルートと合流する標高2000m付近までは、ブナやモミを主体する原生林が広がっている。焼岳の山腹には、背の高い樹木はなくなり、ハイマツ、ナナカマドなどの低木が主体となる。さらに、標高2200m付近からは溶岩流でできた巨礫が露出するようになる。こうした自然景観の変化にともなって、気温が下がっていくことや、菓子袋が膨らむこと(図2)を観察し、参加者が交代でレポートし、ビデオカメラに収めた。



図2. 気圧の低下による菓子袋のふくらみ

(b) 山頂付近の溶岩ドームと火口群のロケ

山頂付近では溶岩ドームや山頂の火口群について解説を行い、ビデオに収めた。溶岩ドームは、多数の巨礫の集まりであり、地下から粘性の高いマグマが上昇したことを物語っている(図3)。その南西側には、旧火口(正賀池)があり、中央部には水が溜まり、植生が回復しつつあることがわかる(図4)。その北側には、新しい火口(インキョ穴)が形成されているが、こちらは内壁が急で、最近の活動で形成されたことがわかる。さらに、火口壁の最上部には、地表面とほぼ平行な地層がみられ、火口から噴出した火山灰が堆積したものであることが読み取れた。こうした火山地形について説明を加え、火山の活動が継続的に続いていることをリポー

トした。



図3. 山頂の溶岩ドーム。



図4. 旧火口(正賀池)の様子。

(c) 噴気口のロケ

溶岩ドームには活動中の噴気口があり、火山ガスが噴出している様子を目の当たりにできる。激しい音、硫黄のにおい、周辺の岩を手で触ると温かく、サーモグラフィーによる噴気口の温度の計測では、約80℃に達していることが示された。噴気のような蒸気が噴出す音、岩盤の温度をサーモグラフィーで計測するようすをレポートした(図5, 6)。

### 3. CSTにおける授業研究

平成22年10月19日(火)に高山市立新宮小学校6年生で授業実践を行った。授業者は清水、単元は「土地のつくりと変化(全10時間)」の最終時である。



図5. 噴気口前でのロケの様子.

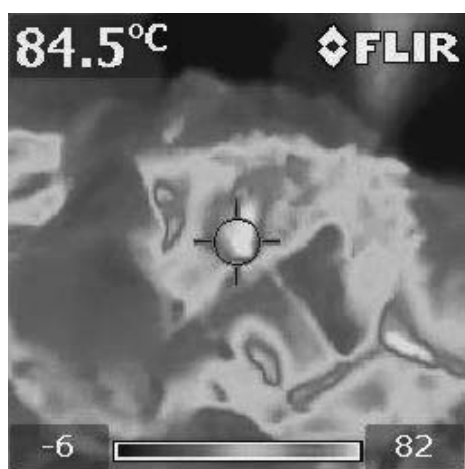


図6. サーモグラフィーの熱画像. 噴気口周辺の温度分布を示す. 噴気口では温度が80°Cを超えている.

#### (a) 授業案の作成と実践

児童は、これまでに、教科書に掲載されている阿蘇山の写真をもとにして「地層に含まれる構成物は火山の活動によってできたものがあること」や、有珠山や桜島、雲仙普賢岳の写真をもとにして「火山が噴火すると溶岩や火山灰が噴き出して、まわりの土地の様子が大きく変化することがある」ことなどを学習している。

そこで、本時は、これまでの学習をもとにして身近な地域でも火山活動や火山災害がある一方で、その恵みを受けていることを理解することをねらい、授業案を作成した。まず、本時の課題を「岐阜県にはどんな火山があるだろうか。また噴火による土地の変化があったのだろうか」とした。この課題について、資料をもとにして

岐阜県にも御嶽山や乗鞍岳、焼岳、白山などの火山があること、最近の噴火活動や災害について調べる。ここで用いる資料は、気象庁ホームページ (<http://www.seisvol.kishou.go.jp/tokyo/volcano.html>) である。その後、調べたことを発表し合ったあとで、焼岳で撮影したデジタルコンテンツを視聴し、授業者自身の体験をもとにした話を聞くという展開をとる。用いるデジタルコンテンツは次のようなものである。

- ・焼岳の景観
- ・地層に含まれる黒い層、軽石
- ・頂上に近づくと見られる溶岩と溶岩ドーム
- ・山頂にみられる複数の火口
- ・噴気口からの蒸気、硫黄沈殿物、音、におい、触感による温度、サーモグラフィーの熱画像
- ・上高地の大正池などの美しい景観や温泉などの恵み

この授業のあとで、単元を通して学習したことに対する感想を記入させた。

#### (b) 授業の実際

授業者が焼岳でロケしたビデオコンテンツを提示すると、まずVTR中に授業者が登場することにびっくりし、「え～、本当に先生がおる!」などの声があがり、市販のVTRを視聴する場合と異なり、VTRで紹介される事象に対する興味を強く示した。身をのりだして視聴する姿やうなずきながら教師の説明を聴いたりする姿から、焼岳のビデオコンテンツに対する児童の興味・関心の高さがうかがえた。

また、地層に含まれる黒い層や複数の火口を示したビデオコンテンツでは、授業者が「このような土地のつくりから、どんなことがわかるだろう。」と問いかけると、児童からは「ずっと前に焼岳が噴火したことがわかる。」、「焼岳は何回も噴火を繰り返したのだと思う。」などの発言があった。こうした発言は、火山活動による土地の変化を推論したものであり、これまでの学習内容を活用して、自然を読み解く力がについていることを示している。また、児童の発言から

は、火山活動や土地の変化が長い年月をかけて生じるという理解へと到達していることが伺えた。さらに、授業終了後でも複数の児童が質問に來たり、「自分も行ってみたい」と話したりするなど、児童の知的好奇心が更に高まったことがよみとれた。

児童の感想には、次のようなものがあった：

- ・こんな身近に活動している火山があるということに驚いた。行ってみたい。
- ・溶岩は固まっているのに、そのすき間から蒸気が出ていて、本当に火山活動が続いていることがわかった。
- ・硫黄があんなにきれいな黄色をしていて、びっくりした。
- ・頂上で噴出物が積み重なって地層になっていたことから、何回もくりかえして火山が噴火することがよくわかった。

#### (c) 授業評価の研修会

平成22年12月14日（火）に、飛騨教育事務所の山田が高山市立新宮小学校を訪れ、授業評価の研修会を行った。目的は、授業者の清水と共に、本授業実践の成果と課題を明らかにすることである。その中で、議論された成果と課題は次のようである。

- 従来の教科書の写真を提示するだけの授業から、今回の授業改善に手応えを感じた。例えば、教科書に掲載されている昭和神山などでは遠くへ行けず、写真だけを使った説明になりがちだが、身近な焼岳を教材化することで、教師にとっても児童にとっても事象が身近に感じられ、理解しやすかった。
- 実際に活火山にふれる研修をして教材を開発したことで、「身近で活きた教材を児童に伝えたい」という願いが強くなった。VTRでは伝えきれない、自分自身が音やにおいなど諸感覚でとらえた情報を児童に熱く語ることができたことは、VTRを作成すると同時に、現場体験が重要であると痛感した。
- 地学分野の指導には苦手意識があったが、CSTといっしょに登山し、教材開発できたことで、諸感覚をつかって比較や関連性、推論しながら観察したり、専門的な知識を得るこ

とができたりしたことで、大きな自信となった。

- ▲ビデオコンテンツの視聴となると、授業者の一方的な説明を聴いて学習するという受け身的になりがちであり、より児童の思考力を高める工夫が求められる。
- ▲火山を災害と恩恵の両面からとらえさせることをねらったが、そこまでは不十分だった。特に、大正池の映像が無かったのが残念であった。
- ▲同じ焼岳の火山コンテンツを、小・中学校でどのように系統的に指導していくのか、CST研修で小・中学校教員のネットワークができたので、今後も研究が期待できる。

#### 4. 議論

##### (1) 地域素材や授業者がリポートしたコンテンツについて

授業実践における児童の姿から、地域素材である焼岳の教材化と授業者がリポートしたビデオコンテンツは、児童にとって大変魅力的であった。これまでも焼岳は地域教材として身近なところにあったが、魅力的な教材にするには、教師自身が焼岳の山頂にまで赴き、諸感覚を使って活動する火山の姿を実感することが大切であり、その結果として児童にとってインパクトのある教材の提示ができたといえる。

地域素材は、学習したことを実際の生活環境と結び付けて考えるよい機会であり、自分の生活している地域を見直し理解を深め、地域の自然への関心を高め、ひいては自ら学ぶ意欲への高まりが期待できる。同様に、日頃から授業をしている教師が画面に登場しリポートすることで、児童生徒は興味・関心が高まることはもとより、授業者の意図や情熱が十分に伝わり、児童生徒の理解の深まりが期待できる。

ただし、教科書の写真や市販の映像等に比べて、地域素材はその特徴が顕著でない場合もあるので、地域の実情に応じて適切な素材を選んだり、単元での位置付けやねらいを明確にしたりすることが必要であろう。また、ともすると、教師の一方的な解説に終始しがちになるので、コンテンツを使って考えたり実体験できたりす



場の設定などの指導の工夫をすると、コンテンツの有効性が更に期待できる。岐阜県には、生物分野や地学分野で、地域教材になるものが多い。それらについて、現地で教師がレポートし、臨場感のあるデジタルコンテンツを開発することは、CSTの研修活動の重要な課題となるだろう。

火山の教材開発では、今後も焼岳のデジタルコンテンツ開発を継続して行うことが考えられる。溶岩ドームや噴気口だけでなく、長野県側の上高地や大正池、さらに上高地を訪れる観光客なども取材することで、火山の災害と恩恵の両方を浮き彫りにし、自然と人間の関わりについて考察できる素材も充実したものになるだろう。また、1984年に噴火した御嶽山や、白山信仰の霊山とされる白山も魅力的な火山学習教材になるだろう。

## （2）野外における教師の指導力の向上と教材開発について

授業者の評価から、まずは教師自身が本物に触れることで、自然の事物・現象に対する感動を覚え、そこから意図性ある教材開発ができたところに成果があったととらえる。特に、地学分野をはじめとする野外での学習において、教師自身が適切な観察の視点を養うことは、将来的に教師が野外で指導する際の指導力の向上につながる。また、魅力的な教材を開発し、授業実践を積み重ねていくことは、授業研究の基本であり、こうした営みが教師の力量を高め、大きな自信となっていくことは間違いないであろう。

## （3）教師のネットワークについて

焼岳登山研修の参加者の中には、CST受講者から声をかけられ、自主的に参加を希望した教員が2名いた。学校現場のニーズに応え、こうしたCSTやCST養成プログラムを受講する教員がリーダーシップをとって自主的な研修のネットワークが広がっていくことが期待される。また、今回は、小・中学校の教員が混在していたため、火山としての焼岳を小・中学校の教材としてどのように扱っていくべきなのかについて

よく議論がなされた。新学習指導要領では「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」という科学の基本的な見方や概念を柱として、学習内容の一層の定着を図ることが要点となっているため、今後もCSTが中心となり、小・中学校の連携を進めていくことが一層求められることになるだろう。なお、焼岳コンテンツを活用した中学校の授業実践については、平成23年2月に高山市立日枝中学校の第3学年を対象に、大門が行う予定である。

## 5. おわりに

飛騨地区では、地域性を活かして、今後も教員の野外観察研修と教材開発を行う予定である。その際、地域素材について授業者がレポートするビデオコンテンツはもとより、より児童生徒の科学的な思考力・表現力を育成できるような内容の工夫、そして、将来的には児童生徒が野外観察や継続的な観察を行えるような教員の指導力を高めていくことが望まれる。

また、今回はCST事業独自で、研修～教材開発～授業実践を行ったが、将来的には、CST受講者が認定者となり、各市村の小・中学校理科教育研究会における研修会や授業研究において、本実践のような中核的な役割を担うことが期待される。今年度実施された各市村小・中学校理科教育研究会の研究授業については、飛騨教育事務所の山田が指導案の作成段階から相談にのり、授業を参観し、助言を経てその授業評価を行っているが、その中から、すでに実践論文作成指導のサイクルを始めており、今年度は飛騨地区から2稿のCST論文が投稿される予定である。

## 引用文献

- 荒牧重雄・白尾元理・長岡正利編（1989）理科年表 読本空からみる日本の火山。219p. 丸善。
- 三宅康幸・及川輝樹（2000）焼岳火山ー上高地をつくった活動的火山をさぐる。高橋正樹・小林哲夫編フィールドガイド日本の火山6。中部・近畿・中国の火山、14-33、築地書館。
- 多和田有紗・武藤正典・東條文治・川上紳一（2009）火山噴火現象と地層のでき方を関連づける実験教

- 材の開発と中学校での授業実践による予察的評価. 岐阜大学教育学部研究報告(自然科学), **33**, 17-24.
- 山田茂樹・樹下安雄・柘植一輝・川上紳一 (2010) サーモグラフィーやサーモインクを活用した理科教材の開発とその指導の在り方. 岐阜大学教育学部教師教育研究, 6号, 141-14.
- 下野洋 (研究代表者) (2010) 「子どもの科学的表現を高める環境学習プログラムの作成ー自然のパターン把握を通してー」. 平成19~21年度科学研究費補助金・基盤研究B 研究成果報告書 (第2集), 261p.
-