

平成 20 年度文科省防災教育支援事業

「サテライトを活用した火山防災教育ネットワークの構築」

報告書

はじめに

目次

1. 委託業務の概要

本委託業務では、「周火山現象の理解と防災教育の基盤構築」を目指して、北海道における火山防災教育の支援体制を作り、火山防災教育を実践につなげることを目的としている。特に、(1)「地域の自然の理解」(2)「火山の仕組みの理解」、(3)「火山災害の理解」、(4)「避難警戒の理解」という段階を踏まえた教育関連教材を開発し、学校教職員を対象とした研修カリキュラムを開発し、実践的な防災教育プログラムを開発する。また、有珠山・十勝岳を対象としてサテライトを利用した火山防災教育ネットワークを構築する。サテライトの運営には若手教員の参加を推進し、小中学校等への出前講義だけでなく、年齢や立場に応じたサマースクール(大学内)や有珠山・十勝岳での研修を行う。さらに、将来にわたる若手教員と大学院生の参加による継続型災害教育の自立的継続に向けて、火山防災教育ネットワークを利用して e-ラーニングも可能になるような拡張性を確保する。

2. 全体計画

- (1)まず、これまでのフィールド研究に基づいて防災科学技術教育関連教材の作成を行い、すでに開発された教材と合わせて災害教育実習用のプログラムを作成する。
- (2)つぎに、これらの教材と教材を用いたプログラムとをモデル校において実施し、効果評価を行う。それに基づき、教材の改良、プログラムの修正を行い実現可能な教材とプログラムを完成する。
- (3) 学校教職員を対象とした研修カリキュラムの開発と実施を行う。サマースクール・地元でできるサテライト研修を中心として、「周火山現象の理解と防災教育の基盤構築」について、北海道全土にわたる防災教育支援体制を作り実践する。

第 1 年度(2008.11～2009.3)

防災科学技術教育関連教材の作成:本年度は、火砕流・火山泥流・土石流の発生実験のために給排水可能な現地の地形に似せた実験用地形モデル(10m四方程度の教材作成・実験用砂場)を作成し、泥流災害実験と模擬火砕流発生テストを実施する。また、小中学校等の出前講義で使用するため、火山泥流再現実験や模擬火砕流実験の教材を作成する。

地形モデルは、サマースクール(大学内)の模型火山災害(泥流・火砕流)実験でも利用する。また、これまで行ってきた火山泥流・土石流に関する研究で用いた 4m 勾配可変実験水路、土石流発生 50cm 模型装置、降雨浸透土層模型(既存設備)なども教材として活用する。

学校の教職員等を対象とした研修カリキュラムの開発・実施:小中学校の教職員を対象とした、周火山現象と災害軽減の研修カリキュラムのフレーム作成を目標とする。本年度は、出前講義、サテラ

イト研修、サマースクールの実施体制づくりと、モデル校である壮瞥町立壮瞥中学校、上富良野町立上富良野西小学校、虻田町立洞爺湖温泉小学校の若手教員を対象とした研修カリキュラムのフレームづくりを実施する。また、本プロジェクトが単発的なものに終わらず、世代を超えて継続的に指導者を養成できるように体制作りを検討する。

実践的な防災教育プログラム等の開発・実施：本年度は、背景となる自然認識や物理メカニズムについての正しい理解をプログラムに取り入れながら火山活動や火山噴出物に起因する周火山現象(火山の恩恵と災害)を理解するべく、(1)「地域の自然の理解」(2)「火山の仕組みの理解」(3)「火山災害の理解」(4)「避難警戒の理解」という4段階を順次教育できるよう実践的な防災教育プログラムを開発する。

火山防災教育ネットワーク(サテライト)の構築：本年度は、サテライトを活用した火山防災ネットワーク構築のための基本的な構造を考案し、サテライトの受入の体制作りを進める。有珠山、十勝岳について、壮瞥町立壮瞥中学校、上富良野町立上富良野西小学校、虻田町立洞爺湖温泉小学校をサテライトとした防災教育ネットワークを構築するために、火山災害の写真映像・記録や研究成果を分かりやすく解説した火山土砂災害データベースシステムの構造を検討する。また、このシステムの活用とe-ラーニング等への拡張可能性について、現地サテライトと協議する。

第2年度(2008.4~2009.3)

本年度は、第1年度に開発された防災科学技術教育関連教材を用いた、実践的な防災教育プログラムを活用し、壮瞥町立壮瞥中学校、上富良野町立上富良野西小学校、虻田町立洞爺湖温泉小学校をモデル校として、プログラムの実施を行う。また、社会教育については、NPO 法人環境防災研究機構北海道が、地域住民からなる流域委員会を利用してプログラムの実施し効果評価を行う。これらをもとにして、教育関連教材の改良を行う。

一方で、火山防災教育ネットワークの構築のために、上記の小・中学校をサテライトとして、火山土砂災害データベースシステムの構築を進める。北海道大学において、ネットワーク管理用コンピューターを設置し、データベース維持のために大学院生を訓練し、システムの継続と大学院教育に生かす。

学校教職員を対象とした研修カリキュラムの開発と実施について、大学・行政・研究機関の有する知的資源を、生涯教育・企業教育に生かすために研修会・出前講義・サマースクール・サテライト研修に活用する。

さらにこの2年間の事業を発展させるには火山土砂災害データベースシステムのオペレーション、サテライトへの研修講師として大学院生を養成するなどの取組が必要である。これにより、本プログラム終了後も、継続的に実践的な防災教育活動を行うことができる。

2. 委託業務の実施体制

(1) 事業代表者・個別テーマ責任者

事業代表者：北海道大学大学院・農学研究院・教授・丸谷 知己

個別テーマ責任者

業 務 項 目	実 施 場 所	担 当 責 任 者
①防災科学技術教育関連教材等の作成	国立大学法人北海道大学大学院 農学研究院（北海道札幌市）	国立大学法人北海道大学 大学院農学研究院・教 授・丸谷知己
②学校の教職員等を対象とした 研修カリキュラムの開発・実施	国立大学法人北海道大学大学院 農学研究院（北海道札幌市）	国立大学法人北海道大学 大学院農学研究院・教 授・丸谷知己
③実践的な防災教育プログラム 等の開発・実施	国立大学法人北海道大学大学院 農学研究院（北海道札幌市）	国立大学法人北海道大学 大学院農学研究院・教 授・丸谷知己
④火山防災教育ネットワークの 構築	国立大学法人北海道大学大学院 農学研究院（北海道札幌市）	国立大学法人北海道大学 大学院農学研究院・教 授・丸谷知己

なお、個別テーマは担当責任者のほかに主な担当者を下記のように定めた。

①防災科学技術教育関連教材等の作成

国立大学法人三重大学大学院・生物資源学研究科・准教授・山田 孝

②学校の教職員等を対象とした研修カリキュラムの開発・実施

学校法人北海道工業大学 ・工学部都市環境学科・教授・岡村俊邦

③実践的な防災教育プログラム等の開発・実施

独立行政法人寒地土木研究所・寒地水圏研究グループ・グループ長・吉井厚志

④火山防災教育ネットワークの構築

NPO 法人環境防災研究機構北海道・理事長・新谷 融

業務参加者

氏名	所属		役割	具体的な実施業務内容
	部門	役職		
丸谷 知己	国立大学法人北海道大学大 学院農学研究院	教授	課題代表	研究総括・個別テーマ①② ③④代表者
菊池 俊一	国立大学法人北海道大学大 学院農学研究院	助教	実施担当	個別テーマ①防災科学技 術教育関連教材による実 験の実施
村上 亮	国立大学法人北海道大学大 学院理学研究院附属地震火 山観測センター	教授 センター長	実施担当	個別テーマ①防災科学技 術教育関連教材による実 験の評価
関 孝俊	国立大学法人北海道大学大 学院文学研究院	教授	実施担当	個別テーマ②出前講義、サ テライト研修、サマースク ールの評価

(2) 防災教育推進委員会

個別テーマの実施のための企画立案を行う防災教育推進委員会を設け、平成20年度に2回開催する。
推進委員会の委員を下表に示す。

氏名	所属機関	部門	役職
丸谷知己	国立大学法人北海道大学大学院	農学研究院	教授
村上 亮	国立大学法人北海道大学大学院	理学研究院附属地震火山観測センター	教授、センター長
関 孝俊	国立大学法人北海道大学大学院	文学研究院	教授
山田 孝	国立大学法人三重大学大学院	生物資源学研究科	准教授
岡村俊邦	学校法人北海道工業大学	工学部都市環境学科	教授
吉井厚志	独立行政法人寒地土木研究所	寒地水圏研究グループ	グループ長
七澤 馨	北海道	土木局砂防災害課	課長
工藤 弘	虻田町立洞爺湖温泉小学校		校長
横山 光	壮瞥町立壮瞥中学校		校長
村田俊昭	上富良野町立上富良野西小学校		教員
新谷 融	NPO 法人環境防災研究機構北海道		理事長
岡本 研	北海道立理科教育センター	地学研究室	室長
佐藤十一	札幌管区气象台	火山監視情報センター	センター長
竹内正信	国土交通省北海道開発局	建設部河川計画課	課長補佐
田鍋俊也	壮瞥町	総務課	課長
服部久和	上富良野町	総務課	課長
上村正人	上富良野町	総務課	

(3) 事業協力機関

事業協力者および協力機関を下表に示す。

氏名	協力機関		
	機関名	部門	役職
山田 孝	国立大学法人三重大学大学院	生物資源学研究科	准教授
岡村俊邦	学校法人北海道工業大学	工学部都市環境学科	教授
柳井清治	学校法人北海道工業大学	工学部環境デザイン学科	教授
吉井厚志	独立行政法人寒地土木研究所	寒地水圏研究グループ	グループ長
新谷 融	NPO 法人環境防災研究機構北海道		理事長
加村邦茂	NPO 法人環境防災研究機構北海道		主任研究員
七澤 馨	北海道	土木局砂防災害課	課長
工藤 弘	虻田町立洞爺湖温泉小学校		校長
横山 光	壮瞥町立壮瞥中学校		教員
村田俊昭	上富良野町立上富良野西小学校		校長

3. 活動概要

本委託事業の進め方および成果について審議し、成果を評価するために推進委員会と地域報告会を、それぞれ下記により開催した。

○推進委員会

日時:平成21年2月3日 13:00-16:00

場所:北海道大学農学部中講堂

議題:20年度計画の遂行に対する要望と21年度計画における課題

参加者:業務参加者、業務協力者を含めて、現地の小・中学校の校長および教員、教育委員会(理科教育センター)からの参加。

内容:具体的に、(1)情報提供側の大学とそれを現場で実行する小・中学校との対応・役割分担の明確化、(2)出前授業の時期と時間、教育内容およびそのレベル、効果評価の方法、(3)サテライトでのe-ラーニングの可能性について審議した。

その結果、(1)情報提供側の大学とそれを現場で実行する小・中学校との対応・役割分担については、これまで個別に行ってきた防災教育を取り入れること、学校側としては、小学校は担任制、中学校は科目制であることから、役割分担が異なり、中学校教員はプログラム作成にも積極的に加われるが、小学校は教員が受側として成果の意一部を利用することが適当である。(2)出前授業については、6月以降と10月以降に2回可能であり、課外授業として大学側が実行主体として行うことになった。細部については、次回推進委員会にて検討することとなった。また、内容については、教員向けの避難・警戒レベル(気象庁の新基準)について教員に周知し、野外実習を取り入れ、また火山災害後の復旧についても教材とすべきとされた。これを受けて、4段階からなるプログラムを「地域の自然」「火山の仕組」「火山の恩恵」「火山災害」「火山防災」「火山地域の自然修復」の6段階に増やすことになった。(3)その他、効果評価およびサテライトでのe-ラーニングの可能性については継続的に検討することとなった。

○地域報告会

日時:平成21年3月27日 13:30-15:30

場所:北海道大学農学部中講堂

実施協力機関:国立大学法人三重大学大学院、学校法人北海道工業大学、独立行政法人寒地土木研究所、NPO法人環境防災研究機構北海道、北海道(土木局)、虻田町立洞爺湖温泉小学校、壮瞥町立壮瞥中学校、上富良野町立上富良野西小学校

参加者:28名

内容:推進委員会の結果(情報提供側の大学とそれを現場で実行する小・中学校との対応・役割分担の明確化、出前授業の時期と時間、教育内容およびそのレベル、効果評価の方法、サテライトでのe-ラーニングの可能性)を踏まえて、当該年度における成果の目標及び業務の方法、防災科学技術教育関連教材等の作成、学校の教職員等を対象とした研修プログラムの開発・実施、

実践的な防災教育プログラム等の開発・実施、地域の実情に応じた先進的な取り組みの実施、という5課題について成果発表が行われた。5課題の成果は以下(4.)に報告する。

4. 個別課題の成果報告

(1) 防災科学技術教育関連教材等の作成

[目標]	これまでの火山災害関連の研究成果に基づいて、モデル校となる小中学校等への出前講義、火山防災教育ネットワークによるサテライト研修や大学内でのサマースクールにおいて利用するために、様々なタイプの泥流災害の再現や模擬火砕流発生を試験し、安全にかつ簡単に火山災害現象の素過程を再現できる教材の作成を目標とする。
[方法]	本年度は、これらの発生実験のために給排水可能な現地の地形に似せた実験用地形モデル（10m四方程度の教材作成・実験用砂場）を作成し、泥流災害実験と模擬火砕流発生の実験を実施する。また、小学校等への出前講義で使用するため、火山泥流再現実験や模擬火砕流実験の教材を作成する。地形モデルは、サマースクール（大学内）の模型火山災害（泥流・火砕流）実験でも利用する。また、これまで行ってきた火山泥流・土石流に関する研究で用いた4m勾配可変実験水路、土石流発生50cm模型装置、降雨浸透土層模型（既存設備）なども教材として活用する。

① 成果概要

図3は、火山泥流再現実験のための教材作成経過である。この図のようなイメージをもとに、砕氷塊を敷き詰めた水路に100℃以上に熱した砕礫を供給し、その融解とともに泥流を発生させる模型である。扇状地に、曲線流路工を設置し、泥流のオーバーフローも見られるようにした。つぎに、模擬火砕流実験用の模型を作成した(図4)。これは、流路天端に攪拌機(ミキサー)をつけたもので、ミキサー内で300℃以上になったクラッシュランを一気に放出して、流路下部より圧縮空気をおくりながら火砕流を発生させるものである。泥流と同様に、現在は、この写真のような枠組みを作成した。特に耐熱に注意して作成した。図5は、実験用地形モデル(降雨装置付き)である。現在北海道は積雪期間であるため、機材は購入しているが、野外での組み立ては21年度5月以降となる。試験運用は、3月以降に雪解け後に行う。このモデルでは、テント下部のつるした人工降雨装置から降雨を供給し、これを火山の地形モデルに与えて、土石流などを発生させるものである。

作成した教育関連教材について、それぞれテストした結果、次のような課題が残された。これについては、21年度の出前講義、サテライト研修までに改良することとし、そのために部材を21年度予算として組み込んだ。問題点と解決方針を列挙する。

○火山泥流について：

- ・土砂濃度の調整方法 → テストの結果、最良の濃度を解明
- ・水蒸気発生のための氷の効率的な融解方法 → ザラメ雪以下の粒度の氷を作成

・泥流の粒度組成 → 数パターンの粒度組成で異なる流下形態を実現

○火砕流について：

・現象が一瞬で終わるので継続時間延長 → 粉体の改良（粗粒化）。

・フライアッシュ（産業廃棄物）の健康上の問題 → 代替できる安全な材料を選択

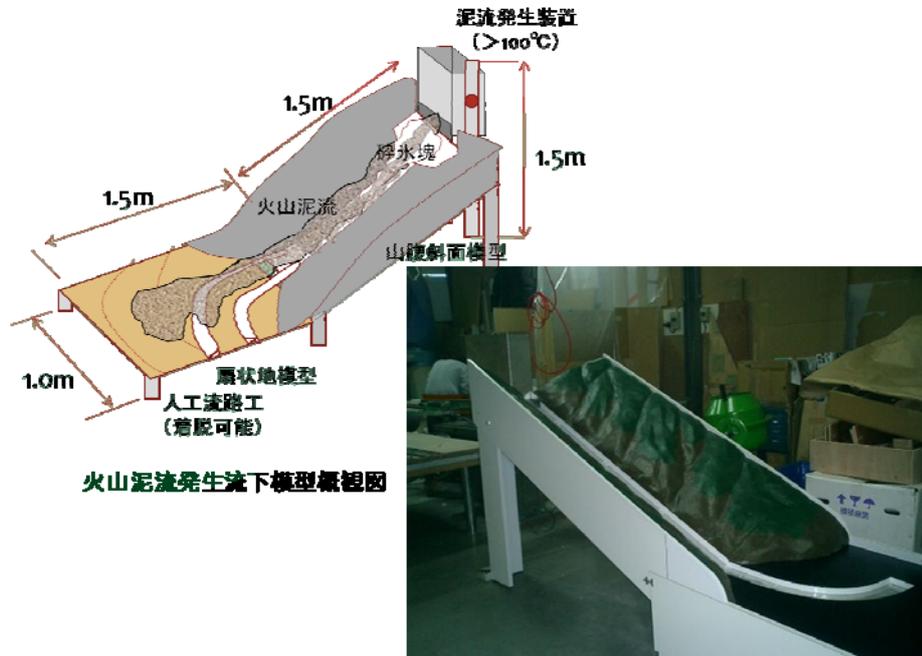


図3 火山泥流再現実験のための発生・流下模型

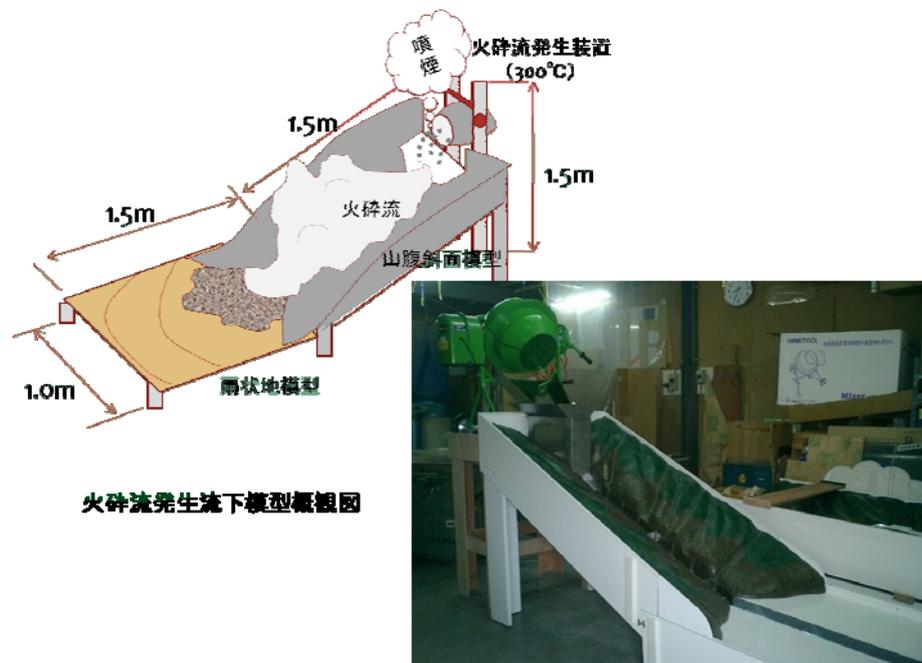
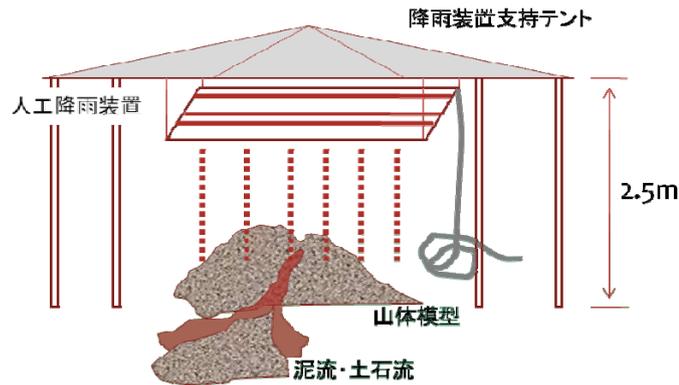


図4 火砕流再現のための発生・流下模型



人工降雨装置付き地形模型（砂場）概観図

図5 土石流・崩壊発生のための実験用地形モデル

② 模型教材の製作および使用マニュアル

○防災教育における模型教材の意義

近年、土砂害減災のためのソフト対策メニューの一つとして、「防災教育」の重要性が指摘され、全国的に出前講義や砂防教室などが実施されるようになった。今後は、その効果的な教育手法の構築が課題であると思われる。土砂害の場合には、土砂移動現象の理解、行政機関による土砂災害対策事業の内容、ハード対策の効果と限界、ソフト対策の役割、住民が自ら行うべきことを正しく理解させることができ初めて、住民が自分でもやらなければならないという意識が高揚し、防災教育を効果的に進めるための基本条件が形成されると考える。土砂移動現象やハード対策の効果と限界を教育する場合、平時に「静的な現場」の見学といったメニューのみで教育することは限界がある。現場見学に組み合わせて、映像資料やCGなどで「土砂の動的な流れ」を見せて説明する手法はそれなりに役立つと思われるが、例えば、泥流はどのように発生・流下・氾濫・堆積するのか？砂防施設があるとそれらのプロセスにどのような変化があるのか？などを理解させるには、難しい場合もある。そのような理解を効果的に促進できるツールのひとつとして、土砂移動現象を動的に再現できる模型教材が有効であると考えられる。

○模型教材を用いてなにを教育すべきか

模型教材の製作にあたり、まず始めに、模型を用いて現象の素過程を再現させ、なにを教育すべきかを検討した。教育対象は、大学院生、小中学校の教職員、住民である。

火山泥流については、以下の6点を教育目標に設定した。

- ・積雪期の噴火により発生が懸念される融雪型火山泥流をイメージできるようにする。
- ・噴火に伴う融雪によって、短時間に泥流が発生する場合があることを認識させる。
- ・発生した泥流は、急勾配の谷を流下し、谷出口から下流の比較的勾配が緩くなり、地形的に広がったところで氾濫・堆積することを認識させる。
- ・泥流の氾濫・堆積する場に家屋や道路などがあると土砂による甚大な災害を受けることを

認識させる。

- ・砂防施設(えん堤, 遊砂地など)を建設した場合は, 泥流の到達時間が遅くなり, 泥流の氾濫・堆積範囲が縮小するなどの効果があることを理解させる。
- ・砂防施設の規模が泥流の規模に対して十分でない場合, 砂防施設が土砂を捕捉した状態の後に, 火山泥流が流れてくる場合などは砂防施設からあふれてしまうなど, 施設の効果には「限界」があることを認識させる。

火砕流については, 以下の4点を教育目標とした。

- ・火砕流は, 熱い「雲」ではないことを理解させる。
- ・雲仙普賢岳で発生したような小規模の火砕流は, 重力に支配されて地形沿いに流下する本体部と, その上部の乱流状態を呈する熱風部からなることを理解させる。
- ・雲仙普賢岳で発生したような小規模の火砕流の本体部は, 勾配が緩くなると堆積するが, 熱風部は, 本体部が停止した後や流路の屈曲部などで本体部から分離し, 単独である程度の距離は流下でき, 大きな災害をもたらしてきたことを理解させる(プレー1902, 雲仙1991, マヨン1993, メラピ1994など)
- ・本体部は基本的には谷地形に支配され谷の中を流れるが, 熱風部は谷の外側まで流れることがあり, それによる危険が広域に及ぶことを理解させる。

	模型教材のタイプ	事例	科学性以外の要件						その他の問題点
			ビジュアル性	面白さ	簡便性	臨場感	搬送性	ローコスト	
火山泥流	①土砂, 水を実際に流すタイプ	・岩手山火山防災情報センター	○	○	○	○			・豪雨によって発生する土石流のようなイメージである。 ・融雪による火山泥流を対象としていない。
	②土砂, 水を実際に流すタイプ	・北海道大学農学部流域砂防学研究室	○	○	○	○	○		・地形をイメージしにくい。 ・豪雨によって発生する土石流のようなイメージである。 ・融雪による火山泥流を対象としていない。
	③鉄球で土砂の動きを代用させるタイプ	・十勝岳火山砂防情報センター ・雲仙岳災害記念館 ・その他	△		○				・ゲーム感覚のデメリット。 ・土砂の流れを理解させにくい。
	④鉄球で土砂の動きを代用させるタイプ(簡易タイプ)	・国土技術政策総合研究所	△	△	○		○	○	
	④身近な食材を使ったタイプ	・林, 伊藤	○	○	○		○	○	・災害の「怖さ」を伝えにくい
火砕流	⑤水槽内で密度流(ミルクや岩石研習用浸漬液)を使用を発生させるタイプ(火砕流)	・日本大学文理学部 ・岐阜県立各務原高校など	○	○	○		○	○	・火砕流本体部, 熱風部の運動特性の違いを理解させにくい
※ 評価は厳密なものではなく, 筆者らの印象などに基づいた定性的なものである									

○過去の教材の特徴

模型教材の要件としては, 現象を科学的に再現できるという前提条件を踏まえたうえで, ビジュアル性, 面白さ(ここでは, 現象の変化を見ることができる, 様々な条件でできる, 手で触れることと定義する), 臨場感(災害を仮想できる), 簡便性(繰り返し何回もできる), 搬送性(どこにでも移動させて実演できる), ローコスト(教育現場へ普及させやすい)であることが求められると考える。そのような観点からこれまで全国の砂防関係機関が製作したり, 関係資料館などに設置された模型教材(火山泥流, 火砕流)の特徴を整理した(表-1)。土砂, 水を流すタイプは, 豪雨によって発生する土石流のようなイメージであり, 融雪による火山泥流を対象としたものではない。また, 水理模型実験流路を模した教材では, 山地地形をイメージが問題である。鉄球で土砂の流

れを表現する模型は、ゲーム感覚が強くなること、身近な食材を用いた模型では、災害の恐ろしさを伝えることが難しいことなどが指摘される。

○製作した模型教材の概要

前述の火山泥流、火砕流についての教育目標と過去の教材の特徴などを踏まえて製作した模型教材を示す(写真 - 1, 2)。今年度は、モデル校での実践・教育効果の評価結果をもとに、適宜、改良を行っていく予定である。

火山泥流模型教材

- ・スケール：(幅 1m, 長さ 2.9m(発生・流下部：1.5m 氾濫・堆積部：1.4m), 高さ：1.3m)
- ・流下部の勾配：20 度 氾濫・堆積部の勾配：3 度
- ・部材の特徴：山腹や河道、氾濫・堆積部は、ガラス繊維強化プラスチック(FRT)を用いて耐熱仕様とした。
- ・火山泥流の発生のさせ方：最上部の回転ローラーから熱砂を、発生部(鉄製の箱)に入れたクラッシュアイスに供給することにより融解させ、ゲートを一気に引き上げて火山泥流を発生させる。
- ・砂防施設：流下部⇒えん堤(透過型, 不透過型) 氾濫・堆積部⇒遊砂地, 導流堤, えん堤, 流路工など

火砕流模型教材

- ・スケール：(幅 1m, 長さ 2.9m(発生・流下部：1.5m 氾濫・堆積部：1.4m), 高さ：1.3m)
- ・流下部の勾配：20 度 氾濫・堆積部の勾配：3 度
- ・部材の特徴：山腹や河道、氾濫・堆積部は、ガラス繊維強化プラスチック(FRT)を用いて耐熱仕様とした。
- ・火砕流の発生のさせ方：発生部(鉄製の箱)に入れたフライアッシュと砂の混合材料(絶乾状態)をゲートを一気に引き上げるにより流下部に供給する。流下部・氾濫・堆積部(河道のみ)は、ステンメッシュで製作したエアスライダー構造となっており、コンプレッサーからの鉛直上向きの圧縮空気が供給され、揚圧力が作用する。

○使用マニュアル

火山泥流模型教材

使用する器具：携帯コンロ、フライパン (大)、攪拌用さじ、温度計、排水ポンプ、ミキサーまたはハンマー (砕氷用)、耐熱手袋、電気ポット、アイスボックス

実験手順：

- 1)フライパンに土砂 2500cm³ を投入し、携帯コンロで熱する。
- 2)土砂を約 10 分に 1 回攪拌しながら、約 400 度に達するまで熱する。
- 3)アイスボックスから氷 6000cm³ を取り、ミキサーまたはハンマーでザラメ雪大に砕氷する。
- 4)電子ポットで、熱湯 2000cm³ を準備する。
- 5)教材の傾斜流路区間に土砂*) 2000cm³ を均一厚さに敷き詰める

*) 土砂は、均一粒径の 3 号と 4 号がある。3 号では、谷出口部分に土石円錐または扇状

地を形成し、それより下流へは流下しない（写真1）。いわゆる高粘性型の火山泥流の再現に適する。また、4号では、谷出口部分から下流に縦に長い泥流氾濫を生じる（写真2）。いわゆる低粘性型の火山泥流の再現に適する。

- 6) 砕氷したザラメ雪状態の氷屑を土砂の上に厚さ 2m で敷き詰める。
- 7) 400 度に熱した土砂（上と同一粒径）を上部耐熱ケースに投下する。
- 8) 熱湯を小型ミキサーに投入する。
- 9) ミキサーから耐熱ケースに熱湯を投入する（水蒸気発生）。
- 10) 直後に耐熱ケースのゲートを開けて、火山泥流を派生させる。
- 11) 火山泥流は、流路の雪を溶かしながら、流下し下流部で氾濫する（写真3）。



写真1 土石円錐/扇状地状に堆積した
ケース



写真2 泥流となって下流へ流下した
ケース

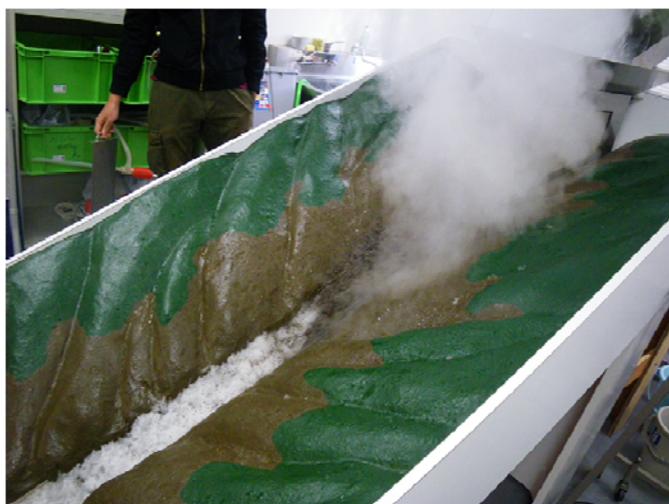


写真3 流路の雪を溶かしながら流下する融雪型火山泥流

火砕流模型教材

使用する器具：携帯コンロ、フライパン（大）、攪拌用さじ、温度計、耐熱手袋

実験手順：

- 1)フライパンにフライアッシュを 2000cm³ 投入し、携帯コンロで熱する。
- 2)フライアッシュを攪拌しながら、約 100 度以上に達するまで熱する。
- 3)コンプレッサーで気を 6 気圧まで加圧する（加圧後自動停止）。
- 4)模型とコンプレッサーの接続弁をすべて開放にする。
- 5)フライアッシュを耐熱ケースに投入する。
- 6)コンプレッサーのバルブを「開」にする。
- 7)直後に、耐熱ケースのゲートを開放する。
- 8)フライアッシュが火砕流となって流化する（写真 4）。



写真4 流下中の火砕流実験

(2) 学校の教職員等を対象とした研修プログラムの開発・実施

[目標]	小中学校の教職員を対象とした、周火山現象と災害軽減の研修カリキュラムのフレーム作成を目標とする。
[方法]	本年度は、出前講義、サテライト研修、サマースクールの実施体制づくりと、モデル校である壮瞥町立壮瞥中学校、上富良野町立上富良野西小学校、虻田町立洞爺湖温泉小学校の若手教員を対象とした研修カリキュラムのフレームづくりを実施する。また、本プロジェクトが単発的なものに終わらず、世代を超えて継続的に指導者を養成できるように体制作りを検討する。

① 成果概要

個別テーマ②の「学校の教職員等を対象とした研修プログラムの開発・実施」については、2月3日の推進委員会において内容や時期を検討した（図6）。

出前講義、サテライト研修、サマースクール実施体制作り

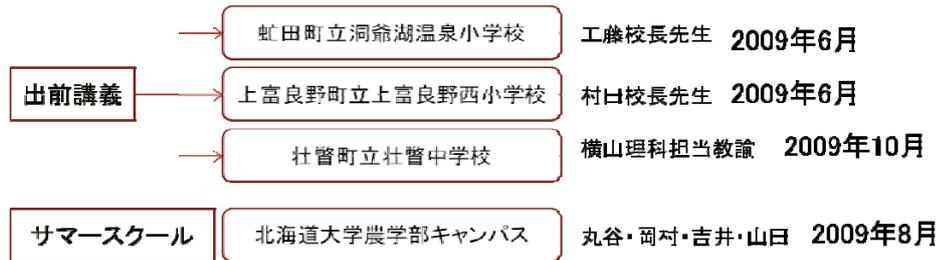


図6 学校の教職員等を対象とした研修プログラムの開発・実施

その結果、地元小・中学校の授業計画の一環として、2009年6月（虹田町立洞爺湖温泉小学校・上富良野町立上富良野西小学校）、2009年10月（壮瞥町立壮瞥中学校）に出前講義として組み込んでもらうこととなった。また、サマースクールについては、2009年8月の夏休み期間中に北海道大学農学部キャンパスで行うこととなった。研修カリキュラムのフレームづくりと継続的な指導者（大学院）養成の体制作りについては、これまで単発的におこなってきた、プログラムを整理し、資料を整理した。すなわち、これまで教育プログラムを実行した協力機関である北海道工業大学（岡村教授）と寒地土木研究所（吉井グループ長）の協力のもとに、教材・実習ビデオなどの整理を行った。これをもとに研修カリキュラムを作成し、その具体的な課題の遂行は21年度以降に継続する。サマースクールについても、北海道大学構内に土石流・崩壊発生のための実験用地形モデルを設置し、使用できるように実験装置を整備した。

(3) 実践的な防災教育プログラムの開発・実施

[目標]	防災教育は、災害現象の再現・疑似体験により理解が深まるが、災害の再現・疑似体験は、小規模な教材で行うことは難しく、簡易な類似現象で代替することがある。しかし、類似現象による代替には限界があり、背景となる自然認識や物理メカニズムについての正しい理解をプログラムに取り入れることが必要である。そのため、「地域の自然の理解」、「火山の仕組みの理解」、「火山災害の理解」、「避難警戒の理解」という4段階を踏まえた防災教育プログラムのコンテンツ作成を目標とする。
[方法]	本年度は、火山活動や火山噴出物に起因する周火山現象（火山の恩恵と災害）を理解するべく、(1)「地域の自然の理解」(2)「火山の仕組みの理解」(3)「火山災害の理解」(4)「避難警戒の理解」という4段階を順次教育できるよう実践的な防災教育プログラムを開発する。

① 成果概要

個別テーマ③の「実践的な防災教育プログラム等の開発・実施」の中では、「地域の自然の理解」、「火山の仕組みの理解」、「火山災害の理解」、「避難警戒の理解」という4段階を踏まえた防災教育

プログラムのコンテンツ作成と、実践的な防災教育プログラムの開発を行うこととした。

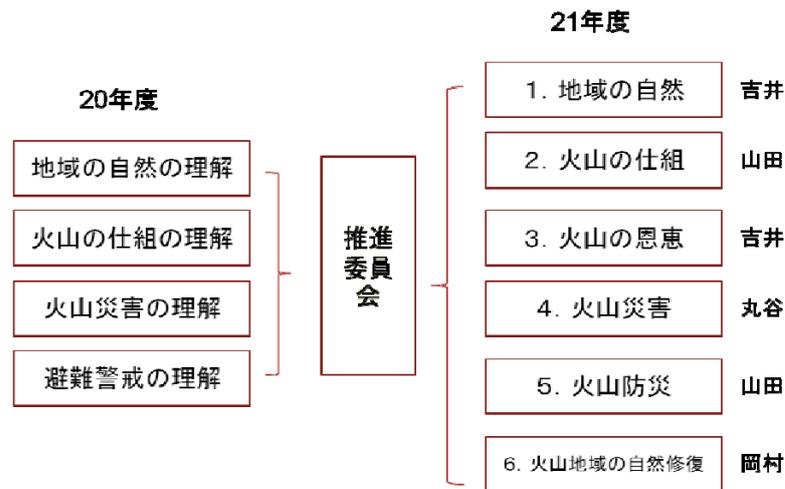


図7 20年度のコンテンツと21年度のコンテンツ

防災教育プログラムのコンテンツ作成では、推進委での意見を取り入れ、さらに発展形として「地域の自然の理解」、「火山の仕組みの理解」、「火山災害の理解」、「避難警戒の理解」という構成を予定していたが、「地域の自然」「火山の仕組み」「火山の恩恵」「火山災害」「火山防災」「火山地域の自然修復」という6章から構成することとなった（図7）。

②追加された2つのプログラム「火山の恩恵」「火山地域の自然修復」概要

火山との共生を行うには、活動期には噴火も含めた火山の恵みを受けていること、休止期には噴火に伴う危険性があることを子供たち伝える必要がある。これまで、有珠山の緑の破壊と再生を通して、「火山の恩恵」と「火山地域の自然修復」を学習するプログラムを作成してきた。

プログラムの概要(写真5)：

1)有珠山の噴火と噴火後の植生破壊と再生回復について学習する。とくに、火山の森は、噴火に適応して生き続けていることを理解する。

2)火山周辺の森で、生き続ける命（生物多様性）を感じる。小学校に近い自然の森に入り、子供達の目に止まるものを採取したり、デジカメに記録する。

3)森の宝物の解説と蝶類の食樹を例に生物多様性の重要性について説明し、再生する森の目標を考えさせる。

4)自然に近い森の再生法として開発した生態学的混播・混植法（生物多様性の3つのレベル（種・遺伝子・生態系）を確保した植樹法）の実践を見せる。



写真5 有珠山における「火山の恩恵」および「火山地域の自然修復」実習資料

(4) その他: 地域の実情に応じた先進的な取組の実施

[目標]	サテライト構築にあたっての役割分担・維持管理方法・活用方法を検討し、継続的な火山防災教育の実施体制を整備することを全体目標とする。
[方法]	本年度は、サテライトを活用した火山防災ネットワーク構築のための基本的な構造を考案し、サテライトの受入の体制作りを進める。有珠山、十勝岳について、壮瞥町立壮瞥中学校、上富良野町立上富良野西小学校、虻田町立洞爺湖温泉小学校をサテライトとした防災教育ネットワークを構築するために、火山災害の写真映像・記録や研究成果を分かりやすく解説した火山土砂災害データベースシステムの構造を検討する。また、このシステムの活用と e-ラーニング等への拡張可能性について、現地サテライトと協議する。

① 成果概要

個別テーマ④の「その他、地域の実情に応じた先進的な取り組みの実施」については、サテライト活用した継続的火山防災教育体制の整備をおこなっている。

○サテライトを活用した火山防災ネットワーク構築のための基本的な構造

まず、火山防災教育ネットワークづくりのために、サテライトにおける火山防災教育の必要性を理解（教員・保護者を含む）してもらおう。そのために、①防災教育プログラムの実践による「地域の自然」「火山の仕組み」「火山災害」「警戒避難」の理解を促進し、②火山の専門家、学校教職員、防災関係機関、大学生などの協働プログラム実施による体制を構築した。

これまでに、上富良野町立上富良野小学校 4 年生、上富良野西小学校 4 年生、江幌小学校 3 年生・4 年生の児童、保護者、教員を対象として、次のようなプログラムを実施し、サテライトでの受け入れ体制づくりを行ってきた（写真；上）。また、プログラムの実施体制は、火山専門家、上富良野小学校、上富良野西小学校、江幌小学校、上富良野町教育委員会、上富良野町役場、北海道、北海道開発局、札幌管区気象台、旭川地方気象台、北海道大学、NPO 法人環境防災研究機構北海道の協力を得ることができた。

実施プログラムは以下のとおりである（写真 6）。

【十勝岳について学ぼう】→ 地域の自然、火山と火山災害の理解

- ・砂防学の専門家による講義

【大正泥流について学ぼう】→ 火山災害の理解

- ・泥流痕跡の見える場所などを現地見学

【まちを守るしくみについて学ぼう】→ 火山と減災対策の理解

- ・防災機関による砂防施設での現地講義

【火山や泥流災害について学ぼう】→ 火山の仕組みと火山災害の理解

- ・砂防施設における屋外実験（火山泥流、火砕流）



【十勝岳について学ぼう】



【大正泥流について学ぼう】



【まちを守るしくみについて学ぼう】 【火山や泥流災害について学ぼう】



写真 6 サテライトを活用した火山防災ネットワーク構築

来年度（2009年度）において、主に2008年度に完成した実験教材を用いて、実際の現場（小中学校）に出向き、出前講義やサテライト研究として、特別授業を行うこととなった。ただし、中学校だけは、理科担当教員がいるので、教員の協力と北海道理科教育センターの協力のもとに、授業科目として取り込んでもらうことになった。この、授業の内容検討のために昨年度完成した教材をどのように組み込むかを検討した。コンテンツに基づく防災教育プログラムの作成では、6章からなる防災教育プログラムを執筆し、インターネットで配信可能なように編集することとなった。この作業は、大学院生に依頼するが、大学院生の教育効果もある。

○火山土砂災害データベースシステムの構造

データベースシステムを構築するために、次のような手順で作業した。

- ・e-ラーニングを意識して電子データによる副読本作成。
- ・教師用資料集として火山災害（火砕流・泥流など）の写真や映像のDVD化。
- ・火山だけではなく地域全体を理解する素材の収集。
 - 火山の仕組、樽前山の仕組、地域の自然環境、社会環境、災害、減災対策
- ・DVD映像（写真や動画）を使った火山の現象や火山仕組みの解説。

これらの結果をもとに、火山土砂災害データベースシステムの構築を行い、ネットワーク運用しながら双方向（小中学校—大学院生）教育プログラムを完成する。

○e-ラーニングへの拡張可能性

e-ラーニング用教材として、平成17～19年度科学研究費補助金・基盤研究(B)(1)「ルアペフ火山の火口湖決壊・火砕流に伴う自然環境資源の大規模攪乱と修復に関する研究」の研究成果から、世界で初めて撮影された流下中の火山泥流の動画を作成した。実現象の理解は極めて重要であり、火山泥流の動画を中心にe-ラーニング用教材を作成した（写真-7、8）。



写真7 ルアペフ火山の火口湖決壊火山泥流
ニュージーランドルアペフ火山における火山泥流の撮影画像の一部



写真8 ルアペフ火山の火口湖決壊火山泥流
ニュージーランドルアペフ火山泥流の鉄橋・道路流出映像の一部

e-ラーニングの仕組みの構築については、上富良野町立上富良野西小学校、虻田町立洞爺湖温泉小学校、壮瞥町立壮瞥中学校をサテライトとして、e-ラーニングによるデータや教材配信の方法を検討中である(図10)。写真や映像および過去のデータアーカイブを作成するために札幌管区気象台、国土交通省北海道開発局、北海道土木局砂防災課の協力のもとに、過去の災害データについてこれらを調査収集している。

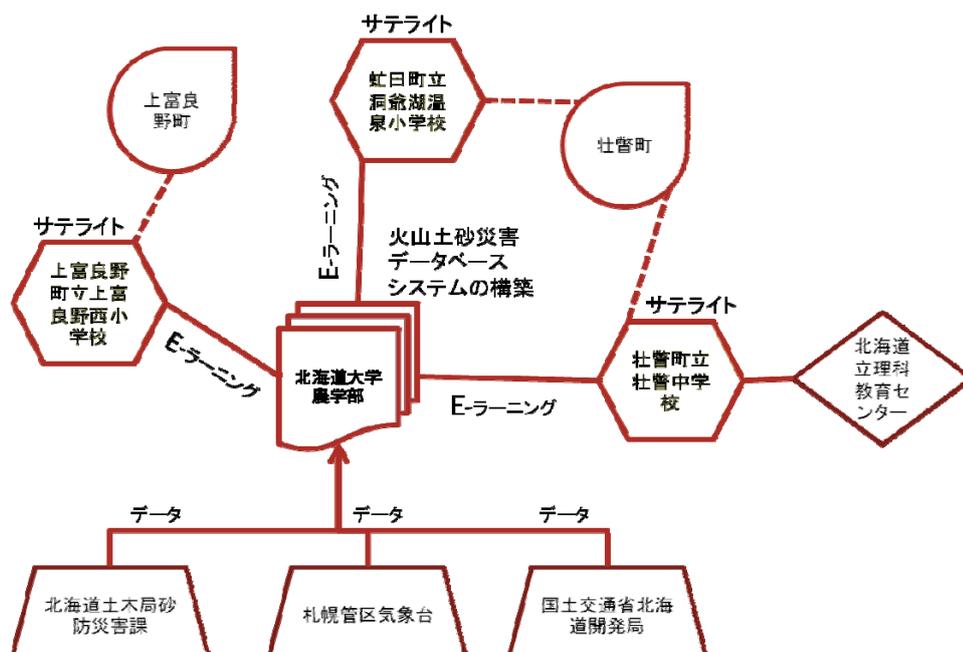


図10 サテライトを利用したE-ラーニングの構成図

5. まとめ

以上、これまでの実施経験より、データベースやEラーニングの構築に際しては、火山現象だけではなく、地域の自然環境、社会環境を含んだ総合的な防災教育のためには、以下の4段階のプログラム構成が必要であり、各サテライトにおいて共通プログラムを実施することでサテライト間のネットワーク体制構築をはかる必要がある。その一つの事例を挙げると、

①教育素材の作成

地域毎にその地域特性を踏まえた防災教育素材を作成するとともに、その素材を活用するための研修プログラムを作成する。

②講座の実施

教育素材を活用して、火山について関心をもち、噴火とそれに伴う災害についての正しい理解を得るための座学を実施する。

③ 現地見学の実施

座学実施後に、現地を実際に見学して座学で得た知識を体感することで学習効果を高める。

④ 模型実験の実施

個々の現象の仕組みを理解するために、それぞれの目的に応じた室内や野外での模擬実験などを行い、減災への知識や意識の向上を行う。特に小中学生への教育効果を高めるためには、視覚や聴覚だけではなく、触覚による学習が重要である。

また、樽前山での事例を踏まえると、今後は各地域の情報を整理してデータベース化のためのプラットフォームを構築するとともに eラーニング等への拡張に向けて、教育プログラムの実践例を各サテライトへ提供することが必要である。とくに、教育現場の現状をみると、教育素材として活用できる映像資料が入手しづらい。特に土砂災害については、基礎資料が少なく、データベース化して共有する仕組みが必要である。すなわち、火山の仕組み、火山土砂災害を見せる資料のデータベース化である。また、地域の火山の特徴を学習するために、各サテライトで作成したそれぞれの教育素材を比較学習できる仕組みが必要である。そのためには、各サテライト共通フォーマットによるDVDの作成などが必要である。そして、事例をできるだけ多く共有する仕組みをつくり、理科専門ではない教員でも防災教育に参加する取り組みが必要である。これは、教育プログラムや実践例の共有が必要である。