

国際シンポジウム2023

大規模噴火による火山近傍への影響と対応

報告書

日程:令和5年11月4日(土)
会場:山梨県富士山科学研究所ホール
共催:山梨県富士山科学研究所
国立研究開発法人防災科学技術研究所



山梨県富士山科学研究所公開講座

C-01-2024

国際シンポジウム2023

大規模噴火による火山近傍への影響

報告書

日程：令和5年11月4日（土）

会場：山梨県富士山科学研究所

共催：山梨県富士山科学研究所、国立研究開発法人 防災科学技術研究所

後援：富士山火山防災対策協議会、特定非営利活動法人 日本火山学会

目次

目次.....	i
シンポジウムプログラム.....	iii

シンポジウム講演議事録【令和5年11月4日】

開会の挨拶	細田 孝 （山梨県防災局長）.....	1
趣旨説明	吉本 充宏 （山梨県富士山科学研究所）.....	5

インドネシアにおける火山灰対応について

Raditya JATI （インドネシア国家防災庁 政策システム・戦略 副長官）.....	9
------------------------------------------------------	---

フィールドマッピングからリスク分析

イタリアの火山島におけるADVISEモデルの開発と適用ー

Sébastien BIASS （University of Geneva）.....	26
----------------------------------------------------	----

富士山周辺の火山複合災害における避難経路状況の見える化

本多 亮 （山梨県富士山科学研究所）.....	49
--------------------------------	----

富士山噴火災害避難計画策定における溶岩流を考慮した車両避難シミュレーション

佐多 宏太 （トヨタ自動車(株)未来創生センター）.....	65
---------------------------------------	----

パネルディスカッション.....	84
------------------	----

閉会の挨拶

藤井 敏嗣 （山梨県富士山科学研究所 所長）.....	109
------------------------------------	-----

Table of Contents

Table of Contents	ii
Program of Symposium	iv

Proceedings of Presentation

Opening Remarks	Takashi HOSODA (Disaster Prevention Bureau, Yamanashi Prefecture)	3
-----------------	-----------------------------------------------------------------------------------	---

Briefing	Mitsuhiro YOSHIMOTO (MFRI)	7
----------	-----------------------------------------	---

INDONESIAN EXPERIENCE ON HANDLING THE VOLCANIC ASH

Raditya JATI (National Disaster Management Authority)	17
--------------------------------------------------------------------	----

From field mapping to risk analyses: development and application of a risk framework
at Vulcano island (Italy)

Sébastien BIASS (University of Geneva)	39
-----------------------------------------------------	----

Visualization of Evacuation Routes Status in Volcanic Multi-hazards around Mt. Fuji

Ryo HONDA (MFRI)	58
-------------------------------	----

Simulation of vehicle evacuation considering lava flow in evacuation planning for Mt.Fuji

Kota SATA (TOYOTA MOTOR CORPORATION)	75
---------------------------------------------------	----

Panel Discussion	95
------------------------	----

Closing Remarks	Toshitsugu FUJII (Director, MFRI)	110
-----------------	------------------------------------------------	-----

山梨県富士山科学研究所 国際シンポジウム 2023

-大規模噴火による火山近傍への影響と対応 -

2023年11月4日(土)

プログラム

司会進行：石峯 康浩（山梨県富士山科学研究所）

13:15-13:30	開会の挨拶：細田 孝（山梨県防災局長） 趣旨 説明：吉本 充宏（山梨県富士山科学研究所）
13:30-14:00	講演 1) Raditya JATI （インドネシア国家防災庁 政策システム・戦略 副長官） 「インドネシアにおける火山灰対応について」
14:00-14:30	講演 2) Sébastien BIASS（University of Geneva） 「フィールドマッピングからリスク分析 イタリアの火山島における ADVISE モデルの開発と適用」
14:30-14:40	休憩
14:40-15:10	講演 3) 本多 亮（山梨県富士山科学研究所） 「富士山周辺の火山複合災害における避難経路状況の見える化」
15:10-15:40	講演 4) 佐多 宏太（トヨタ自動車(株)未来創生センター） 「富士山噴火災害避難計画策定における溶岩流を考慮した 車両避難シミュレーション」
15:40-15:50	休憩
15:50-16:40	パネルディスカッション
16:40-16:50	閉会の挨拶：藤井 敏嗣 （山梨県富士山科学研究所 所長）

MFRI International Symposium 2023

- Response to large-scale eruptions impact near volcano -

(Saturday, 4 November 2023)

Program

Moderator: **Yasuhiro ISHIMINE** (MFRI))

13:15-13:30	Opening Remarks: Takashi HOSODA (Disaster Prevention Bureau, Yamanashi Prefecture) Briefing: Mitsuhiro YOSHIMOTO (MFRI)
13:30-14:00	Raditya JATI (National Disaster Management Authority) "INDONESIAN EXPERIENCE ON HANDLING THE VOLCANIC ASH"
14:00-14:30	Sébastien BIASS (University of Geneva) "From field mapping to risk analyses: development and application of a risk framework at Vulcano island (Italy)"
14:30-14:40	Break
14:40-15:10	Ryo HONDA (MFRI) "Visualization of Evacuation Routes Status in Volcanic Multi-hazards around Mt. Fuji"
15:10-15:40	Kota SATA (TOYOTA MOTOR CORPORATION) "Simulation of vehicle evacuation considering lava flow in evacuation planning for Mt.Fuji"
15:40-15:50	Break
15:50-16:40	Panel Discussion
16:40-16:50	Closing Remarks: Toshitsugu FUJII (Director, MFRI))

国際シンポジウム 大規模噴火による火山近傍への影響と対応

石峯（司会進行）：それでは定刻になりましたので、ただ今より「国際シンポジウム 2023—大規模噴火による火山近傍への影響と対応—」を始めさせていただきます。私は本日、司会を務めさせていただきます山梨県富士山科学研究所富士山火山防災研究センターの石峯と申します。どうぞよろしくお願いいたします。

それでは初めに、開会の挨拶を山梨県の細田孝防災局長から頂きたいと思います。残念ながら本日所用によりこちらにご来場できないということでしたので、ビデオの方でメッセージを頂いております。ビデオメッセージという形で失礼いたしますけれども、ご挨拶を今から放送させていただきます。設定よろしく願いいたします。

【 開会の挨拶 】

細田 孝（山梨県防災局長）

細田：皆さまこんにちは。山梨県防災局長、細田でございます。本日は国際シンポジウム 2023 にオンラインでの参加も含め多数の方にご参加いただき、誠にありがとうございます。

皆さまご承知のとおり、今年で世界文化遺産登録から 10 年を迎えた富士山は、美しい景観や豊かな自然により私たちにさまざまな恵みをもたらしています。その一方、富士山は活火山であり、これまでも噴火を繰り返し、今後もいつ噴火してもおかしくないといわれています。ひとたび大規模な噴火が起きると、住民や登山者などの生命や身体に危険を及ぼすとともに、ライフラインや交通が停止するなど、私たちの生活や経済に大きな影響を与える恐れがあります。このため山梨県では、県政の最重要課題の一つとして火山防災対策に取り組んでいるところですが、特に今年は大きな動きがあり、富士山の火山防災にとって新たなステージへの出発点となる年であると考えています。

今年 3 月には富士山火山避難基本計画が策定され、住民の避難や観光客の早期帰宅などこれまでの避難方針が大きく転換されました。この計画は令和 3 年 3 月に富士山ハザードマップが改定されたことを受け、藤井敏嗣先生をはじめ、火山専門家の皆さまに最新の知見に基づき丁寧かつきめ細かくご検討いただいたもので、現在、計画の理念である、「いのちとくらしを守り、逃げ遅れゼロを目指した避難体制」を一刻も早く構築できるよう地元市町村と連携しながら取り組んでいます。

また、6 月には活動火山対策特別措置法、いわゆる活火山法が改正され、富士山を含む日本の火山における観測・測量・調査研究の司令塔となる火山調査研究推進本部が設置されることや、国と地方が相互に連携して火山の専門的人材の育成と継続的な確保に取り組むことなどが新たに規定されました。山梨県としても法改正の趣旨の早期実現に向け、国や自治体、関係機関、火山専門家など多くのステークホルダーの方々と緊密に連携しながら積極的に取り組んでいくことをしています。本日は国内、海外における先進事例を基に、大規模噴火による火山近傍への影響と対応について研究者の皆さまからご講演いただくとともに、講師の皆さまをパネラーとしたパネルディスカッションを予定しています。今後の参考になる貴重なお話を伺う機会と大いに期待しております。講師の皆さまにはお忙しい中お引き受けくださり深く感謝申し上げます。ご参加の

皆さまにおかれましては、このシンポジウムが有意義なものとなりますようご祈念申し上げ、開会に当たっての挨拶とさせていただきます。

司会：ありがとうございました。それでは引き続きまして、本シンポジウムの趣旨について、山梨県富士山科学研究所の吉本充宏研究部長からご紹介いただきたいと思います。よろしくお願いいたします。

Moderator (Yasuhiro ISHIMINE)

Now it is time to begin the International Symposium 2023: Response to large-scale eruptions impact near volcano. I will serve as the moderator today. My name is Ishimine of MFRI. To begin with, I would like to call upon Director of Disaster Prevention Bureau of Yamanashi Prefecture, Mr. Takashi Hosoda. He is not going to participate. He is not here today but we would like to show you his video message.

[Opening Remarks]

Takashi HOSODA (Disaster Prevention Bureau, Yamanashi Prefecture)

Takashi HOSODA

Hello everyone. I am Hosoda, Director at the Disaster Prevention Bureau of Yamanashi Prefecture. I would like to express my sincere gratitude to so many participants in person and online in today's international symposium 2023. As you all know, this year marks the 10th anniversary of the inscription of Mount Fuji as a World Cultural Heritage site. It has brought us various blessings with its beautiful scenery and rich nature. On the other hand, Mount Fuji is an active volcano that has erupted repeatedly and it could erupt at any time in the future.

Once a large-scale eruption occurs, it poses a danger to lives of residents and climbers. And it can also have a major impact on our livelihoods and economy through the possible suspension of lifelines and transportation. For this reason, Yamanashi prefecture is working on volcanic disaster prevention as one of its highest priorities. Especially this year there has been a major movement, so we have begun a new stage in Mount Fuji volcanic disaster prevention.

In March this year, the Mount Fuji volcano evacuation basic plan was formulated, and the conventional evacuation policy was significantly changed, now encouraging residents to evacuate on foot and tourists to return early. In response to the revision of the Mount Fuji hazard map in March 2021, this plan was carefully revised by Professor Toshitsugu Fuji, another volcano expert, based on the latest knowledge. We are currently working with local municipalities to build an evacuation system that protects lives and livelihoods and aims for zero evacuation delays, which is the plan's philosophy.

Additionally, in June, the act on special measures concerning active volcanoes, known as the Active Volcanoes Act, was revised, and the headquarters for the

promotion of volcanic research was established to serve as a control center for observation, surveying, and research on Japan's volcanoes including Mount Fuji.

New regulations have been stipulated for the national and local governments to work together to develop human resources with organic expertise. Yamanashi prefecture will continue to work closely with many stakeholders including the national and local governments and volcano experts in order to quickly realize the purpose of the revised law.

Today, we will have presentations from researchers about the impact of large scale eruptions on areas near volcanoes based on advanced case studies in Japan and overseas. We are also planning a panel discussion with the speakers. I am looking forward to the opportunity to hear valuable information that will serve as future reference. I would like to express my deepest gratitude once again to all the speakers for taking time out of their busy schedules. And for those who are participating, I hope this symposium will be fruitful. With that, I would like to close up my opening remarks.

Moderator

Thank you very much. Next, to explain the purpose of this symposium, we have Dr. Mitsuhiro Yoshimoto from the Mount Fuji Research Institute.

【 趣旨説明 】

吉本 充宏（山梨県富士山科学研究所）

吉本：改めまして、皆さんこんにちは。本日はご来場ならびにオンラインでの参加、誠にありがとうございます。山梨県富士山科学研究所の吉本より今回のシンポジウムの趣旨説明をさせていただきますと思います。

本国際シンポジウムは富士山に関連するテーマで毎年富士山科学研究所の方で開催させていただいております。また、そのうち2年に1回は火山災害の軽減をテーマに防災科学技術研究所と一緒に2日間の日程で国際ワークショップ、国際シンポジウムという形で開催させていただいております。

この火山災害の軽減に関するワークショップ、シンポジウムは、2003年以来、今回で11回目を迎えたところです。過去3回は火山噴火の危機管理とリスクコミュニケーション、火山における登山者の安全確保といったようなテーマで開催させていただきました。

先ほど防災局長の挨拶にもありましたように、今日、富士山を取り巻く火山防災に関する情勢としては、2021年3月に富士山のハザードマップが改定され、今年3月にその改定されたハザードマップを基に避難基本計画が策定されました。

この改定されたハザードマップでは、これまでのハザードマップに比べてより影響範囲が大きくなり、さらに基本計画では、これまであった広域避難計画の考え方から、火山現象の規模に応じた避難の在り方というものが提示されております。こういったハザードマップの変革と避難基本計画の策定を踏まえまして、今回の国際ワークショップ、シンポジウムは、改めて都市部それから火山近傍の火山噴火の影響について議論するために開催させていただいているところでございます。

11月2日に東京で開催した国際ワークショップでは、都市部への影響についていろいろな講師の方々からご教授いただき議論させていただいております。本シンポジウムでは火山近傍の影響について、国内外の研究者からこれまでの研究成果を基に話題提供いただき、逃げ遅れのない避難行動につなげていくための方法を考えていきたいと思っております。

本日はインドネシアの国家防災庁副長官の Raditya Jati さんからインドネシアにおける火山灰対応について、また、スイスジュネーブ大学の Sébastien Biass 博士にリスクと緊急事態管理のためのハザード、暴露、脆弱性の統合ということでお話を頂きたいと思っております。また、当研究所の本多研究員から富士山周辺の火山複合災害における避難経路状況の見える化について、またトヨタ未来創生センターの佐多さんからは富士山噴火災害避難計画策定における溶岩流を考慮した車両避難シミュレーションと題してご講演を頂きたいと思っております。

第2部のパネルディスカッションでは、講演で登壇いただいた Sébastien Biass 博士と本多研究員、佐多さんに加えて、東京でご講演いただきましたニュージーランドの GNS Science の Christina Magill 先生にもご登壇いただき、来る噴火に対してどのような準備をし、対応していくかについて議論をしていきたいと思っております。本日のシンポジウムが皆さまにとって有意義な時間になるようにしてまいりたいと思っておりますので、どうぞよろしくお願いたします。これをもって趣旨説明と代えさせていただきますと思います。どうもありがとうございます。

司会：吉本部長、ありがとうございました。

司会：それでは引き続きまして早速講演の方に入りたいと思います。最初にご説明とご紹介が遅れましたが、本日は4人の方から30分ずつご講演いただく予定になっております。時間の中で余裕がありましたらその間に質問を受けさせていただきたいと思います。Zoomで参加される方は質問を随時Q&Aの方に書き込んでいただきますと、そちらをピックアップして会場の方でご紹介、質問を私が代読するという形で質問とさせていただきたいと思います。会場の方は質問の時間になりましたら挙手いただければ私の方から指名させていただいて質問という形で進めさせていただきます。なお、本日は時間厳守ということで進めさせていただきますので、30分以内で質問が入り切らない場合は、後半のパネルディスカッションの中で改めて質疑の時間を設けたいと思いますので、そういった形で進めさせていただくことをあらかじめご了承くださいと思います。よろしくお願いします。

それでは早速1番目のご講演に移らせていただきます。1番目のご講演は、インドネシアの国家防災庁 Raditya Jati、政策システム・戦略副長官から話題提供していただきます。「インドネシアにおける火山灰対応経験」ということでご紹介いただくということになっております。どうぞよろしくお願いいたします。

[Briefing]

Mitsuhiro YOSHIMOTO (MFRI)

Mitsuhiro YOSHIMOTO

Thank you very much. Thank you for attending online and on site. I am Yoshimoto from Mount Fuji Research Institute and I would like to explain about the purpose of this symposium.

This international symposium has been held every year with the theme of Mount Fuji by the Mount Fuji Research Institute. And every other year, we focus on mitigating volcanic disasters. Together with NIED, we have a two-day event which is an international workshop and international symposium. Mitigating Volcanic Disasters, the workshop and symposium started in 2003. This is the 11th event. In the past three events, we focused on risk management of volcanic eruption, risk communication, and safety as mountain climbers on volcanoes.

As we have just heard from Mr. Hosoda, if we look at the volcano disaster management situation around Mount Fuji in March 2021, the Mount Fuji volcanic hazard map was revised. This year in March, based on the new hazard map, an evacuation basic plan was established. The new hazard map actually compared to the previous hazard map, the impact area has been widened. Also, in the evacuation basic plan, in the past it was mainly focusing on wide area evacuation. But now the evacuation methods are being shown depending on the scale of eruption and also what kind of phenomenon we will face. So, the revision of the hazard map and also the basic plan being established.

Therefore, in this year's international workshop and symposium we have focused on the impact on the urban area and also impact on the neighboring areas around the volcano. On November 2nd in Tokyo, the international workshop was held where we focused on the impact on urban areas. We have heard from our lectures and we also had a good discussion. Today, in this symposium we will be looking at the impact on the volcano's neighboring areas. We have researchers from Japan and overseas to make presentations. We hope that we can together think of evacuating everybody safely without leaving anyone behind.

From Indonesia, we have the Deputy Head of the National Disaster Management Authority, Dr. Raditya Jati. From the University of Geneva we have Dr. Sébastien Biass. He will be looking at integrating hazard exposure vulnerability for risk and emergency management.

From Mount Fuji Research Institute, Ryo Honda will talk about visualization of evacuation route status in volcanic multi-hazards around Mount Fuji. From the Toyota Frontier Research Center, we have Dr. Kota Sata who will be talking about the simulation of vehicle evacuation considering lava flow and evacuation planning for Mount Fuji.

In the second part, which is the panel discussion, we will have in addition to Dr. Biass, Dr. Honda, and Dr. Sata, we have Dr. Christina Magill from GNS Science, New Zealand who gave us a lecture in Tokyo. We will have a discussion on how to prepare and respond to an eruption. I do hope that this will be very meaningful for all of you. I hope that you enjoy the symposium. Thank you very much.

Moderator

Thank you very much Dr. Yoshimoto.

Moderator

We would now like to start the first section of today's program. Allow me to introduce the organization of the program. We will be having four presentations from four persons. With time permitting, we will be entertaining some questions from the audience. Those of you wishing to ask a question online can do so by entering the questions to the Q&A window on the Zoom screen. Those of you on site can ask questions by raising their hands. Please wait to be designated before posing a question.

For the sake of timekeeping, we will have to have the questions at the very end of the questions, should the Q&A run over the designated 30 minute time slot.

First presentation is to be given by the Deputy Minister of System and Strategy of BNPB, Dr. Raditya Jati on Indonesian experience on handling the volcanic ash. The floor is yours.

「インドネシアにおける火山灰対応体験」

Raditya Jati (インドネシア国家防災庁政策システム・戦略副長官)



スライド 1



スライド 2

JATI : この重要なセッションにお招きいただきありがとうございます。火山活動について国際シンポジウムでお話しでき、うれしく思います。

インドネシアというのは火山活動が非常に激しい国であり、日本と特徴が似ています。島国で、島がたくさんあります。それから 2 億 7000 万人がそういった島々に暮らしています。そして活火山がたくさんあります。



スライド 3



スライド 4

私の本日のプレゼンテーションは、火山活動と降灰、コミュニティやその他におけるインパクトについてお話をしたいと思います (スライド 1) (スライド 2) (スライド 3)。



スライド 5

まず、インドネシアに何人が暮らしているかというところからお話をしたいと思います (スライド 4)。それから先ほどお話ししたように、私たちの国はスマトラ、セレベスなどもあります。ご覧のようにカリマンタンにも火山活動があります。そして 2.76 億人が暮らしています。

インドネシアは活発な火山活動の影響を受けています (スライド 5) (スライド 6)。

1900年代 大規模噴火



ケルト山(1919年)この噴火は大規模な火山灰雲と火砕流を発生させ、広範囲に破壊をもたらし、約5,000人の命を奪った。

メラピ山(1930年)近代史上最も壊滅的な噴火のひとつで、計1,800人の命を奪った。この噴火では火砕流が発生し、周辺地域の数々の村が埋没した。

アグン山(1963年)広範囲に壊滅をもたらし、約100人の命が奪われ、数千人が避難した。

スライド 6

他の国にも影響が出ています。1800年代にタンボラ山、ガルングン山、クラカタウ山が大規模な噴火活動を行いました。クラカタウ山では、36000人以上の死者が出ています。2010年に噴火したメラピ山は、現在噴火警戒レベル3です。ジョグジャカルタ周辺の住民は避難が必要になってくる場合もあります。



スライド 7

メラピ山噴火では、噴火だけではなく火砕流、降灰も起きています(スライド7)。また、2010年には14kmの高さにまで噴煙が噴き上がり、航空だけでなく交通や農業、家畜や人々の健康などにも影響が出ました(スライド8)。



スライド 8

火山灰の健康影響



1. 呼吸器: 灰の微粒子を吸入すると呼吸器系を刺激し、咳、喉の炎症、呼吸困難などの症状を引き起こす可能性がある。
2. 目: 灰の粒子は目を刺激し、充血、かゆみ、不快感を引き起こすことがある。
3. 皮膚: 火山灰に触れると、特に皮膚の弱い人は、皮膚が炎症を起こすことがある。発疹やかゆみが生じる場合もある。
4. 心血管: 火山灰およびそれに関連する大気汚染に長期間さらされると、心血管に影響を及ぼす可能性があり、特に脆弱な人々は、心臓発作やその他の心血管障害のリスクが高まる。

スライド 9

マスクの提供をしたり、多くの人々が家を迫られることになりました(スライド9)。メラピ山近辺の人々は避難を余儀なくされ、2017年から2018年にかけては、爆発ではありませんでしたが地震活動が起き、10万の人々がコミュニティでそういった影響を受けることになりました。

農作物への影響



1. 農作物への被害: 火山灰は作物を覆い、日光を遮ることで光合成を妨げる。その結果、植物の生育が衰え、生産性が低下し、枯死することもある。
2. 土壌汚染: 火山灰には土壌を汚染するミネラルや化学物質が含まれている。これは土壌中のミネラルを破壊し、土壌を酸性化させ、土壌の肥沃度を低下させる。
3. 農業インフラへの被害: ハウスのような農業用構造物に火山灰が堆積すると、物理的な損傷を引き起こす可能性がある。
4. 水質と灌漑: 水源に火山灰が混じると、水質に影響を与え、水質汚染を引き起こす可能性がある。作物に害を与え、農業を混乱させる可能性がある。

スライド 10

また、降灰により農業にも影響が出ました(スライド10)。2010年に爆発がありました。農業とプランテーションに影響が出ました。火山灰により肥沃な土地になりました。家を造る材料にもなる土壌です。ダメージだけではなく経済的にメリットとなる部分もあります。そういうことから、どうすれば火山灰をうまく管理できるのかということが課題となってきます。



交通、エンジンへの影響

1. 飛行の中断: 火山灰は航空機のエンジンに損傷を与え、視界を悪くし、航行システムに影響を与えるため、航空にとって深刻な脅威となる。火山灰は空港の閉鎖にもつながり、フライトのキャンセルや遅延の原因となる。
2. 視認性の低下: 火山灰は視認性を低下させ、事故や運行ダイヤの乱れにつながる可能性がある。
3. エンジンの損傷: 火山灰は研磨性があり、エンジンに深刻な損傷を与える可能性がある。重要な部品を侵食し、傷つけ、エンジンの出力や効率を低下させる可能性がある。
4. エアフィルターの目詰まり: 火山灰はエアフィルターを詰まらせ、エンジン燃焼のためにきれいな空気を取り込む能力を低下させる可能性がある。空気の流れが制限されると、エンジンの性能と効率が低下する。

スライド 11



家屋への影響

1. 屋根の倒壊: 屋根に蓄積した火山灰の重さは構造的なストレスを引き起こし、極端な場合は屋根の崩壊につながる。降灰量の多い地域では特に懸念される。
2. 建造物の損傷: 火山灰は、窓や換気口などの小さな開口部から建物に入り込み、建造物の内部に蓄積することがある。時間の経過とともに、壁や天井のひび割れなど、構造的な損傷につながる可能性がある。
3. 雨どいや排水溝の目詰まり: 火山灰は雨どいや排水システムをふさぐことがある。その結果、壁や天井、建物内部が水害に見舞われる可能性がある。

スライド 12



農場と家畜への影響

1. 飼料の質の低下: 牧草地や作物に降り積もった火山灰は、飼料源を汚染する可能性がある。その結果、飼料や餌の栄養価が低下し、家畜の健康状態や生産量が低下する可能性がある。
2. 水の汚染: 降灰は、家畜が飲用に使用する水源を汚染する可能性がある。降灰で汚染された水を摂取すると、家畜の胃腸障害やその他の健康問題につながる可能性がある。
3. ストレス: 降灰は、環境や日常生活の変化により、家畜にストレスを与える可能性がある。繁殖能力の低下、乳や肉の生産量の低下につながる。

スライド 13



スライド 14

加えて空港にも影響が出ました（スライド 11）。航空機が飛べないので他の都市や外国に行く人々が足止めになりました。ですので、他の空港と協働し、そのあたりについて乗り越えなければなりませんでした。

また、家屋や学校にも降灰があり、影響が出ました（スライド 12）。ですので私たちは学校などのデータを集めているところです。

こういった津波や火山など 13 種類のハザードがわが国にはあります。47 万 9000 の学校のうち 7 割は火山だけではなく土砂災害や洪水などのハザードにひんしています。学校は立地という点で安全が大切です。ですので、その点においても改善していかなければなりません。私たちにできる多くのことは、備えること、姉妹校をどのように準備するかということです。2018 年のバリの時もそうでしたが、カラングサム県、クルンクン県の人々は避難しなければなりませんでした。子どもたちは避難した先の村で学校教育が受けられるようにしました。

インフラだけではなく人々の暮らしに対する影響についても対策を取っていく必要があります。2010 年の状況がこちらにあります。家畜などにも影響が出ました（スライド 13）。バリにおいては 2018 年に 12 万人以上



火山灰対応 - 健康

- ・屋外での活動を控えるよう市民に呼びかける
- ・マスクの使用を奨励し、マスクを配布する。
- ・呼吸器事故や交通事故への対応能力を高め、医療施設を増設する。

課題

- ・N95のような高性能なマスクは高価であり、広く出回っていない。
- ・そのため、政府は、少なくとも緊急時に限ってマスクの代用として、重ね布を使用するよう国民に呼びかけている。

スライド 15

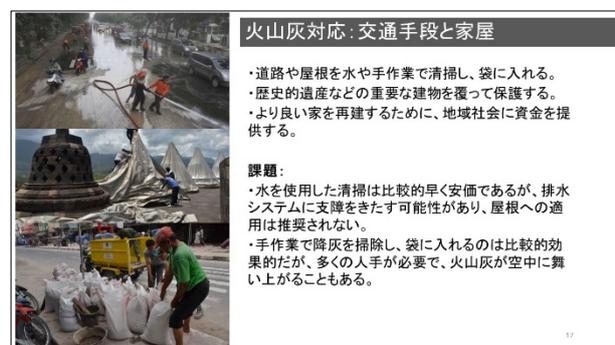
の人々の避難だけではなく、家畜の牛 2 万頭の避難も必要となりました。農家の人々が牛を売るときに家畜のアセットの安全性を担保するための手段を政府が取りました。人の避難だけではなく家畜類と人々の生計手段が安全であるようにということでの対策を取りました。



スライド 16

この火山灰をどのように扱うか、対策するか、さまざまな対策があります（スライド 14）。健康にも悪影響をもたらす可能性があります（スライド 15）。例えば地域の健康医療に対応している地元の機関、NGO、赤十字などと協力し、また、国の医療管轄、軍・警察と協力して対応しています。

2010年と2018年でメラピ山の爆発がありました。政府が軍・警察だけではなく地域の



スライド 17

の NGO とも協力していました。火山活動周辺の人々とも協力しています。

また、畜産農業に関わるところでは（スライド 16）、共同の畜産業があり、避難については農業省と地域の州・県のレベルの政府と市町村、例えば村などで協力して、人々に対して共同の動物のための避難所に家畜を連れてくるように指示を出しています。

火山灰をきれいにする必要があります（スライド 17）。ボロブドゥールなどの歴史的な遺産があります。ジャワ中央、ジャカルタで2010年に噴火があったときに、真ん中の写真のように、メラピ山が噴火したときに後から清掃作業をしなくてもいいような予防対策を取りました。このカバーをかぶせているわけです。



スライド 18



スライド 19

アグン山の噴火のときに、バリ地域政府は、28の市町村と共に、協力体制を組みました（スライド 18）（スライド 19）。アグン山そのものの火山に対する意識が高かったものの、やはり課題がありました。偽情報なども出ましたし、マスコミがアグン山の活動レベルが上がったというニュースを出し、外国からバリに観光客に行かないようにという勧告が出たのです。この偽情

報でなかなか人が来ないということもありました。空港に影響は出ませんでした。当時はバリの5%が影響を受けただけでした。



リスクのある人々への早期調整

- 避難した人もいれば、家畜の世話を優先して避難しなかった人もいた。
- 2つの無線コミュニティ(ORARIとRAPI)が非公式に統合され、災害無線コミュニティ(Korana)となった。
- BNPBIはローカルDRRフォーラムを設立し、通信用のハンディーターキーを大量に提供した。
- ORARIはボランティアの調整を容易にするため、無線中継器の使用を許可した。
- ローカルDRRフォーラムは成長し、人道的タスクはより複雑になっていた。

スライド 20



パセバヤアグン：設立と活動

- 2017年11月17日 28の村の村長とDRRフォーラムのメンバー/ボランティアが、地元主導の火山噴火啓蒙フォーラムであるパセムン・ジャヤバヤ・アグン(パセバヤ・アグン)を設立した。
- パセバヤ・アグンのメイン・ポストはドゥダ・ティムル村にあり(現在もある)、以下の機能を持つ：
 - 情報管理センター(主にHOAXへの対応)
 - メンバー/ボランティアのためのオペレーションセンター
 - 脆弱な住民の避難
 - 違法ハイカーの監視
 - 食糧援助と医薬品の配布
 - Build 緊急用テントの設置
 - 火山災害教育
 - 野生動物、ペット、家畜の救助
- 彼らの活動は、主に支援を受けない自立したものであった。

スライド 21



課題

- 当初、パセバヤ・アグンは単独で行動するボランティアが大勢いた。しかし、今はメンバー/ボランティアが同じ方向を向いている。
- 現在、パセバヤ・アグン山周辺の28の村から1,228人の会員/ボランティアが参加している。
- このフォーラムは自発的な性質を持っているため、メンバー/ボランティアの献身、忠誠心、精神を維持するには多大な努力が必要である。
- 当時、アグン山は安全な状態ではなかったにもかかわらず、一部の訪問者は密かに山歩きをした(「違法」ハイカー)。このことは、メンバーやボランティアにとって、訪問者やハイカーが危険区域に立ち入らないようにするためのさらなる問題を引き起こした。

スライド 22



成果と今後の展望

- パセバヤ・アグンは全国的に認知されるようになり、インドネシアの他の州や自治体とともに、ニュースメディアがしばしば彼らの知識や実体験を共有するために招待するようになった。
- パセバヤ・アグンは災害管理事務所と協力するだけでなく、SAR訓練や活動のような能力開発や共同訓練を通じて、他の政府機関やNGOとの協力が強化している。
- パセバヤ・アグンは、火山噴火のリスクを抱える人々に火山噴火に関する認識を広めるため、若者や青少年に積極的に参加を呼びかけている。

スライド 23

影響を緩和するために、火山の噴火だけではなく、28の市町村に対して意識高揚をするため、そのうちの一つの市町村がアグン山から連帯をとということでフォーラムを開催したり、28の市町村の情報発信をしています。つまり、啓蒙活動をして意識を高め、必要ときには自主的に避難ができるように進めています(スライド20)。

その結果、パセバヤアグン(アグン山から救うための団結)をつくって、どのように避難すればいいのか、食料をどのように配給するのか、また火山災害の啓蒙活動など自主的なコミュニティの主導による活動が進められています(スライド21)。

ボランティアの人たちが集まってコミットメントを実行に移しています。ボランティアたちが観光客を含む地元の人々の命を守るための活動をしています。パセバヤ・アグンが全国的にこの活動を広げて、マスコミでも取り上げるようになりました。

インドネシア政府・BNPBI含めて、この事例を見て自らどのように身を守るのか、教育するのか、若い人たちの噴火に対する意識を高めるのか、活動が広がっています。

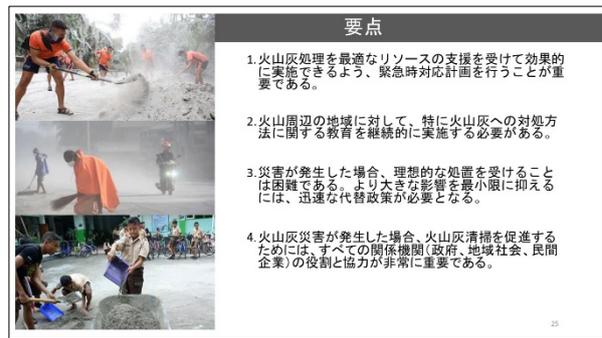
最後になりましたけれども(スライド22)、この影響は地元の問題ですので、地域がレジリエンスを持って、未来に向けて持続可能性を発揮しなくてはなりません。ですので、まず非常事態対応計画を立てておくことが必要です。そして十分なリソースを持って実行できるようにすること、また、火山周辺の市町村に関しては教育が大変重要となります(スライド23)。ですので、地域に対してどのように避難すべきなのか、何分ぐらい待つべきなのか、何を用意すべきなのか、

一時的な避難所がどこにできるのか、マスクの用意などが必要です。2020年にメラピ山の活動が高くなったときに、新型コロナの問題もありました。健康関連のプロトコルが非常に重要でした。この地域は進入禁止となりました。地元の人が入るためには許可が必要となりました

た。そういった施策の実行が行われて、メラピ山の経験もありますし、また専門の省庁が決められ、これは BNPB だけではなく、エネルギー・鉱物資源省や中央火山緩和災害局といった支部を



スライド 24



スライド 25

置いて火山活動の監視を行っています。ジョグジャカルタでも行っています。火山活動のモニタリングの支部を置いています。

また、火山灰の予防対策、未然の対策では協力が必要になります（スライド 24）（スライド 25）。公共機関だけでなく民間機関も協力することが火山灰を後から清掃する上で重要になります。学校の子どもたちなどが参加しています。



スライド 26

私の発表はここまでとなります。このような機会を頂き、国際シンポジウムに参加することができて非常に光栄です。お互いの教訓を共有できることを祈っています。ありがとうございました（スライド 26）。

司会：Raditya Jati 副長官ありがとうございました。それでは質問の時間をかなり確保していただけだったので、会場もしくは Zoom の方から質問をお受けしたいと思います、どなたかご質問もしくはコメントがあれば挙手をお願いいたします。Zoom の方でも随時書き込んでいただければこちらからピックアップしますのでよろしく願いいたします。どなたか質問はございませんでしょうか。ではどうぞ。

Q1：貴重なインドネシアの体験をお伝えいただき、どうもありがとうございます。最後の方で、一般住民とボランティアグループの話を頂いたのですが、政府としてどういう支援をされてきたかということをお教えいただきたいです。よろしいでしょうか。

JATI：ご質問ありがとうございました。最初に、どうすればハザードのそういった disruption を緩和できるかを考えました。当時の人々の混乱を低下するために、まず災害サイクルに関する啓蒙が必要だと思えます。また、そういった事象などには復興が必要となってきます。resident village というものを政府がローカルコミュニティ向けに作りました。どうやって備えればいい

のか、どのように装備をそろえて情報を共有するかということを啓蒙するためのビレッジです。教育だけではなく必要な装備など、特にアグン山に関してはコミュニケーション機器で例えばアンテナやトーカー、その他の通信機器を人々がアクセスできるようにしました。

それから5年ごとにハザードマップをアップデートしなければなりません。政府が早期警戒システムを火山活動に関しては備えることで、人々に例えば地殻変動や地震活動の開始について知らせ、開始に際しては人々がどのような行動をすべきかを教育しました。加えてシミュレーションをしました。どんな活動をすべきか、最もハザードの高いところでの訓練を行いました。

それから4月26日が防災の日となっているので、シミュレーションを行います。特に市町村の災害管理当局とローカルコミュニティがパートナーシップを組んで取り組んでいます。政府だけではなく警察や軍も4月26日の活動に参加しています。これでお答えになったでしょうか。

Q1 : はい、どうもありがとうございます。

司会 : ありがとうございます。他に質問・コメント等がございましたらお受けしたいと思います。いかがでしょうか。

BIASS : 非常に興味深い話をありがとうございました。インドネシアの経験から、文化的な知識、市民の知識、例えば一つの火山の体験を同じ島の別の火山の体験へと、あるいは別の島へと共有し、その対応のために使うということとはとても大きな違いをもたらすことができると思うのですが、リスクというのはどう捉えるか、つまり現地の文化的な知識が重要だと思うのですが、その点について話をお願いします。

JATI : ありがとうございます。連帯を火山周辺の地域でつくろうとしています。メラピ山、クルート山、スメル山の人たちが、アグン山周辺の28の村にまず住んで、経験を共有できるようにお願いしています。メラピ山、クルート山、スメル山の知識を伝達することができるように、アグン山の市民に対する情報共有を行っています。これで教育が変革できると思っています。

文化から違う文化へ伝達する、変革を進めるということは簡単なことではありません。文化によっては違う意見があったり反応が違ったりします。文化の見方が全く違う場合もありますし、場合によっては別の文化の活動に転換できないことがあります。バリでやってきたこと、メラピ山やスメル山、クルート山、ブロモ山などジャワ島でやってきたことを簡単にスマトラ島のシナブン山に移し替えたりすることができない場合があります。それはやはり基準が違ったり、影響度も違うからです。

シナブンはもう5年ほど非常に活動度が高く、住宅に影響が出て転居することが必要になったわけです。同じように文化という意味では、まず文化的知識を人々に伝えることが非常に重要だと思っています。他の山にも同じようなコミュニティがあるので、できる限り共有を図っています。

BIASS : 大変難しい質問をしてしまいました。

司会 : はい、ありがとうございます。他に何かございますでしょうか。**Zoom**の方から一つありますね。**Zoom**の方で一つご質問がありますので私の方から質問させていただきます。ヤマグチ様という方からです。今回の発表の中で、偽情報への対策が重要な活動だったということなのですが、実際どのような情報に対してどのような対応をされたのか、それによってどのような効果があったのかという具体例についてご紹介くださいということです。ご回答よろしくお願いたします。

JATI : ありがとうございます。アグン山が 2017 年に噴火したときに、メディアでアグン山が全島に影響を及ぼしたというような誤報が流れました。けれどもその山はピナツボ山の画像が使われました。フィリピンの山です。その誤報によってバリは行っては危ないということになってしまい、渡航注意情報を出す国が出ました。バリは最も観光立国となっている街なので、観光産業がそのようにして下降してしまったことで人々の生活にも影響が出ました。当時のメディアキャンペーンに対して、私たちは主流メディアに対して、バリが安全であるということと、そういったサインを掲示したり地図をプレゼンテーションで出したりしました。

バリの北部のみに影響が出ているわけで、クタやレギャンその他の地域は大丈夫だったのです。空港も大丈夫だったのです。ですので、全島的な影響が出てしまったという誤報は大きな影響がありました。正しい情報を出して初めて公に理解してもらえenと思います。政府も情報通信省と協働して、他の国に対しても情報発信に努めました。アグン山のバリでの噴火においてはそのような事態となりました。ありがとうございます。

司会 : ご回答ありがとうございます。それでは時間になりましたので次のご講演の方に移らせていただきたいと思います。2 番目のご発表は、ジュネーブ大学地球科学専攻の Sébastien Biass 博士から「フィールドマッピングからリスク分析へ：イタリアヴルカーノ島におけるリスクフレームワークの開発と適用」ということでご発表いただきます。どうぞよろしく願いいたします。

“INDONESIAN EXPERIENCE ON HANDLING THE VOLCANIC ASH”

Raditya JATI (National Disaster Management Authority)

Raditya JATI

Thank you very much. First of all, I would like to thank you for the invitation from MFRI in this important session on the international symposium, especially on talking about the volcanic activity.

As you might know, may I share the slide that Indonesia is archipelagic state. We have a similar type characteristic as Japan. In Indonesia, many islands, we have 17,000 islands. We have more than 270 million people living in the islands, and 127 volcanoes are active in Indonesia. My presentation is also related to volcano context in Indonesia, the impact of the ash, and also what can we learn from the community and some messages that we can take away.

So first of all I would like to share how many people now are living in the island of Indonesia. It is an archipelagic state. We can say that most of the archipelagic nations are mentioned also surrounding almost from Sumatra to Java and also some Makassar islands and also the Celebes. You can see some of the places here. In like Kalimantan, there is no volcanic activity at the moment, until now. There you can see how many people at this and 127 actually at this.

We can see the major eruptions in Indonesia over the decades that is a historical effect Indonesia and had also impacted transboundary, not only in Indonesia but also have been impacted to other countries in the world. You can see the eruption of Mount Tabora, Mount Galunggung, Mount Krakatoa. It is an important volcanic activity, volcanic event that happened also resulted as impacted to casualties and killing more than 36,000 people at that time.

Also in the 1900s we have Mount Agung, Mount Merapi, and Mount Kelud. Mostly this is in Java. Mount Kelud, Merapi and then you have got Mount Agung, this is in Bali. And we have also activities in 2010 on Mount Merapi. Also now the activity of Mount Merapi, the city volcano in Yogyakarta, this status is alert. Status three, it means one more step. There might be a possibility to evacuate all the people surrounding the province of Yogyakarta and also Central Java.

What is really the impact of the ash actually? We have the Mount Merapi at that time. This is not only eruption that also give the pyroclastic flow. Also there is volcanic ash that is thrown into the air in more than 14 kilometers in 2010 and

impacted also not only air traffic at that time but also impacted the agriculture, transportation, housing of people surrounding Mount Merapi at that time including health and livestock.

You can see also at that time we tried to deliver some face masks and also how many people are impacted should be presented and also protected for their health and evacuated all the people surrounding the volcanic ash at that time at Mount Merapi. Thank you also MFRI, that is also working together now with Indonesia on how we collaborate on Mount Agung in Bali at that time in 2018. Actually, it is not yet exploded but almost it was a deformation and the seismic is also active. We try to evacuate more than 108,000 people surrounding the Mount Merapi and later on the community development.

Volcanic ash and the agriculture also impacted at that time in 2010. This is the latest explosion in 2010 and now it is still active. We have also impacted for the agriculture and for the plantation. In fact, some of the volcanic ash actually make the soil very fertile. Sometimes it will also make the land very good for farming. Also, the sand is also possible for using to build houses. Sometimes eruptions also have benefit on the economic value. It is not only on the damage but sometimes it is also positive events. That is why how we can really manage the volcanic ash itself and not only having the impact we have the thing that also this has erupted.

Also, it impacted on the travel, airport also. Surrounding airport must be closed because this also impacted to the aircraft. Also, it is not possible to have the transportation at that time. People must also go to another city to a foreign board and that is why we also have to have a collaboration with other airport and how we can really manage this.

Of course, you might see that the volcanic ash also impacted on building houses and schools, especially when we have schools there. That is why now we try to overlay all the data of the schools.

As you might know we have a portal what we call NRS. This is all the hazards that we have including most of an eruption. We have 13 hazards. Similar to Japan, we have tsunami, earthquake, and volcanoes. We have our data mentioning that 479,000 schools, 75% is medium and high risk. It is not only on volcanic but it is also related to flood, landslide. It is a big homework now how we can really make sure that all the schools are safe, especially if they are talking about the location of the school itself and the surroundings.

Many things that we can do also are related on that, on prevention is how we can really prepare sister school. We have experience, many people have to move out or evacuate but the children still can go to school. We have experienced on that in 2018 in Bali, including Agung, and people in Karangasem and Klungkung, they have to evacuate in some village but the children still can go to school in another village. This is why it is not only on the impact of the infrastructure but also on the livelihood of the people.

Here you can see some of the impact during 2010 in Merapi. Some livestock also were impacted by the volcanic activity. Even in Bali at that time, 2018, we had to evacuate 120,000 people but we had also 20,000 livestock, cows that should be evacuated at that time. It was challenging to evacuate at that time. But then some farmers are also planning to have to sell their cow. But the government also tried to mediate that it is not mandatory that they have to sell the cow. We tried to make sure the asset and the livestock of the farmer are safe. That is why we have experienced not only how the people have to be evacuated but also how actually the livestock or the livelihood of the people have to be also safe.

How really to handle the ash actually when we see that it is very actively contagious to our health including how we can really put the health activities including the health minister, and also the local health agency in province or district are trying to help or other NGOs and also Red Cross together with the national disaster management authority, the military, and police. How we can give the response during that time in 2010 and also 2018. There is another eruption but it is a little bit not too hard in 2007 in Merapi. But I think this is the time that the government has also to work together not only with the military and police but also with the community and NGO and also the people surrounding volcanic activity to prepare and serve if something is happening.

Related on the livestock, the agriculture activity and the livestock, we have, how do you say, communal livestock for evacuation. It is also managed by the agency of agriculture and livestock at the local province level and also the district level with the community and also the head of the village to understand and to give the people to understand they can put their livestock in the communal place that they do not have to go back to their village and feed them. We prepared a place where the communal livestock are there.

And after the ash, it is also our homework how to clean it up. Of course, it impacted also to heritage sites. As you may know Borobudur, maybe some of you also have been visiting Borobudur in Central Java and Yogyakarta located there. When the

eruption in 2010 impacted, you can see in the middle picture that now they have a prevention. When Merapi might have erupted, they are trying to cover the stupa, 99 stupa should be covered rather than cleaning up after the eruption.

Maybe this is only a heritage place or area but 300 families are also depending on the livelihood in this activity of the Borobudur temple. It means that some people, they have souvenir shops or traditional markets, or even tourist guide, they are also working near the Borobudur temple. They are depending on the livelihood at that time. In around three months Borobudur temple was covered. It means also the livelihood of the people also impacted. They would also be able to work near the Borobudur. The challenge is also not only cleaning it but also to make the people of the livelihood surrounding the Borobudur getting better.

I would like also to share lessons learned also with the local government of the Bali provincial and also district level including the community, 28 villages surrounding the Mount Agung. At that time, we tried to put awareness and literature on Mount Agung itself. It was also challenging for us at that time when there was disinformation or misinformation about Mount Agung when it started to active and the media putting the image of Mount Pinatubo at that time. People from other countries are given travel warning to Bali, not to travel as a tourist in Bali. At that time, it was also challenging for us to clear the media context on this disinformation. But we tried to promote that. It is not really impacted, also not to the airport but also only impacted only 5% of Bali at that time.

120,000 people were also at that time evacuated and then it is just to prepare to not to be impacted by the eruption. At that time, we tried to put communities around in 28 villages to be aware. They put themselves as one of the local community gathered together what they called Pasebaya. Pasemeton Jayabaya Gunung Agung, it means solidarity to save from Agung. The BNPB and also the local DRR Forum also tried to put communications surrounding the 28 villages. They are allowed to have the repeater and they tried to put the context and education if there is any awareness that people should also evacuate by themselves.

And these activities until now, if you go to Bali, you can check the people surrounding Mount Agung. They are the Pasebaya Agung. Also these people are also located in this village and informed surrounding including against hoaxes and also how to evacuate is the center village can be done? How is the distribution of the food? The emergency volcanic hazard education and so on? I think this is a

self-funding of the community itself how they prepared themselves before the Mount Agung is erupted.

Of course, they are volunteers. Also, how to put the members of the volunteers including how to put the commitment. Also, the spirit of the volunteers also can be to protect them and also to protect the people surrounding including the tourist activity that want to go up to Mount Agung itself.

Until now, Pasabaya also invited at that time MFRI. I think he explained how it also was built with the government of Indonesia including the BNPB. They are also equipped and also trained how to protect themselves and how to do search and rescue, also how to put the young generation also to be aware of the eruption itself.

At the end of my presentation, we would like also to mention that residency is a very local issue. That is why community empowerment, community capacity at village level should be resilience, sustainable and resilient for the future. It is important to have a contingency plan especially on handling the ash and also to carry out and develop the resources that we have. For the surrounding villages that can also help the others surrounding the volcanic activity.

Education is very important. That is why education for the community, they have to know where to evacuate, how to evacuate, in how many minutes they can evacuate. What part they are supposed to be prepared in the evacuation, temporary shelter, and how to deal with the volcanic ash including preparing the mass itself. It was also challenging at that time in 2020 when the activity of Mount Merapi is beginning and there is COVID-19. There are two kinds of including health protocol is very important. People are not allowed to go inside this place except the people that were inside their communal displace activity and including people have to be trusted to get inside the activity itself.

There is also an alternative for the policy. We have experienced on Mount Merapi we have dedicated. Land ministry is also included. There is not only the BNPB but also the Minister of the Energy and Mineral Resources. We have also the center of volcanology and mitigation for disaster. We have an office on monitoring on the volcanic activity in Yogyakarta. There is also one of the famous posts for monitoring of the office itself. Volcanic ash is also one of the how to put into prevention is very important before it happened. I think collaboration is very important, means that not only the government but also the private sector. The community is helping how to clean up the ash so we have an experience on that.

Including on the school children, they also try to in service. So, I end my presentation. Again, thank you very much for this very opportunity to be part of this international symposium. Hopefully this can pick some lessons learned that we can also share together. Thank you very much.

Moderator

Thank you very much for your presentation. We seem to have lots of time for questions. We are happy to take them on site and online. Please raise your hand if you have any questions on site and you can also enter your questions to the QA window on the Zoom screen. Anyone would like to ask a question?

Q1

Thank you very much for sharing your valuable Indonesian experience with us this afternoon. Toward the end of the presentation, you discussed the activities by the community members and the volunteers. On the part of the Indonesian government, what types of support has the government provided to these people?

Raditya JATI

Thank you very much for the question. First of all, we also learned how we can really handle the disruption of the hazard itself that it is not only impacted for the people at that time. It should be also the cycle of disaster should be also educated. It means not only when the response happened but also when prevention and also rehabilitation is one of the things.

One of the supports from the government actually is to build the residents village what we call [Foreign Language] or we call it the resident village activity is a program from the government to the local communities of how they can prepare themselves, how they have to be equipped, and how the information should be here on them. First of all, it is not only how to prepare in education but also to have the equipment. Especially when we see on Agung, at that time we provided communication equipment including the antenna, the handy talking, and also the communication equipment that can be also accessed for the people surrounding the village.

The other is also the map. That is also amended. That is for the local government who have, especially to be updated every five years. The government also present early warning system surrounding the volcanic activities for the people to understand the deformation or the activity began, seismic began, then some of the people, they know what to do and to evacuate themselves.

The other is also to support the simulation and how the activity should be also trained to the people and the village that is in the most hazardous area. Every 26th of April, this is the National Preparedness Day that all over Indonesia they simulate by themselves. They simulate especially with the local government and the local disaster management authority and also cover as a partner of the local community. It is not only the government itself but the military and the police is also together in one of these activity. I think this can answer your question. Thank you very much for the question.

Q1

Thank you so much.

Moderator

Thank you. Are there other questions or comments? Yes please.

Sébastien BIASS

Hi. Thank you very much for this very interesting talk. I just have a question. From your experience, how does the cultural knowledge of the people around the volcano from one volcano to another volcano within the same island, or from one island to another, modulates the response and the impacts of eruptions? Do you notice a big difference or what do you think are the driving and the most important factors that change risk as a function of the perception and the cultural and local knowledge of it?

Raditya JATI

Thank you for the question. As you might know, when we try to build the solidarity of the people surrounding the Mount Agung, we ask the people at Merapi, Mount Kelud, Mount Semeru at that time to live in with our staff, live in the 28 villages surrounding Mount Agung at that time and to explain how is the experience in their community surrounding Mount Merapi, Mount Kelud, Mount Semeru could be transformed on Mount Agung. This is how we can really transform the education and to be awareness.

The entry points actually to culture-to-culture transformation, I know it is very challenging because different culture might also have different opinion on how they react and the perception of the culture itself. Sometimes it cannot be also transformed to another cultural activity. For example, what we have done in Bali, what we have done in Java like Merapi, Semeru, Kelud, Bromo, maybe it cannot be transferred to one in Sumatra including in Sinabung at that time because it is

different characteristic of explosion and it is also different characteristic of impact at that time.

When Sinabung explode, there is also more than five years it is very active. It was also impacted to the household, so they have to move and relocate the people. This must be also very different activity. But similarly, we bring the culture as the first knowledge to give it to them. I think this is a very good question and it is also still a big number for us all the other mountain to also have the community awareness. Thank you very much.

Sébastien BIASS

Sorry I knew it was a difficult question.

Moderator

Thank you. Any other questions? There seems to be a question posed online. One question from an online participant, let me read the question for you. From Mr. Yamaguchi we have the following question, in your presentation, you said that the measures against disinformation was very important. What type of measures did you take against what types of disinformation? Can you share with us a couple of concrete examples? Thank you.

Raditya JATI

Thank you very much. We collect or access our disinformation at that time. When the Mount Agung erupted at 2017, there is in the media they put the line that Mount Agung impacted for the whole island. The image that they put actually is not Mount Agung. It was the picture of Mount Pinatubo in Philippines. And the image at that time is that Bali is a very dangerous place to go. So some countries have travel warning and say to the people not to fly to Bali. Since you know, Bali, the most income is from the tourism activity. That is why at that time the tourism activity is declining and also impacted to economy of the people.

How we can really try to put media a campaign at that time. We tried to put with all the media mainstream to put Bali is safe. Some tourists in Bali, they are holding signs Bali is safe. And we put maps as you have seen in the presentation. It has not impacted to the airport. It is only some part in the north of Bali at some places like Kuta, Legian, and other places are still open. It is not the whole island.

This type of disinformation or hoaxes, it is very important that we have to have the right information for the public first to understand that actually the government has also tried to work together with the Ministry of Communication and Information,

that this is also given to the wide part of the other foreign country at that time. This is our experience during Mount Agung and Bali. Thank you for the question.

Moderator

Thank you for that answer. I think it is time to move on to the next presentation. Next presentation is from Dr. Sébastien Biass of University of Geneva. Integrating hazard, exposure, and vulnerability for risk and emergency management, the case study of Vulcano Island, Sicily. Thank you very much. The floor is yours.

「フィールドマッピングからリスク分析へ：

ヴルカーノ島（イタリア）におけるリスクフレームワークの開発と適用」

Sébastien Biass (University of Geneva)

BIASS:ありがとうございます。ジュネーブ大学から来ました。スイスは山やチョコレート、時計で有名だと思いますが、私の方からは研究結果として、火山のハザードを見るだけでなく、どういうことに暴露されるのか、どういう脆弱性があるのかを見ていきたいと思っています。リスク管理と緊急事態管理に役立つかと思っています(スライド1)。

Integrating hazard, exposure and vulnerability for risk and emergency management

The case study of Vulcano island, Sicily

Sébastien Biass¹ - sebastien.biass@unige.ch
Costanza Bonadonna¹, Corine Frischknecht¹, Scira Menoni^{1,2},
Chris Gregg³, Ali Asgari⁴, Franco Romero⁵, Mauro Rossi⁶

4th of November 2023 - International workshop on disaster risk reduction, Japan

1 Dept. of Earth Sciences, University of Geneva, Switzerland
2 INRS Centre of Excellence, Québec, Canada
3 Dept. of Earth Sciences, State University of New York, USA
4 Disaster & Emergency Management, Vrije Universiteit, Toronto, Canada
5 Centre for Earthquake Research and Information, Dhaka, Bangladesh
6 Dept. of Earth Sciences, University of Pisa, Italy



スライド 1

Welcome to Vulcano!

Isola di Vulcano: One of the 7 aeolian islands in Sicily



スライド 2

Welcome to Vulcano!

1888-90: First Vulcanian eruption described by Mercalli and Silvestri at La Fossa volcano



スライド 3

イタリアです。シチリアのヴルカーノ島（スライド2）。こちらの小さな島です。イタリアの南部で、こちらがシチリアです。ストロンボリ山がこちらで、これがエトナ山です。

皆さんもご存じかもしれませんが、Mercalli と Silvestri がヴルカーノ式の噴火だと表しました（スライド3）。その噴火の直後、これは1891年の絵ですが、島には誰も住んでいない状態でした（スライド4）。これが19世紀末の状態です。

人が住み始めたのは1950年以降です。観光がこの島でできるのではないかと考え、いろいろ

Welcome to Vulcano!

Beginning of 20th c.: Mostly uninhabited...



スライド 4

Welcome to Vulcano!

From the 1950's: Uncontrolled development



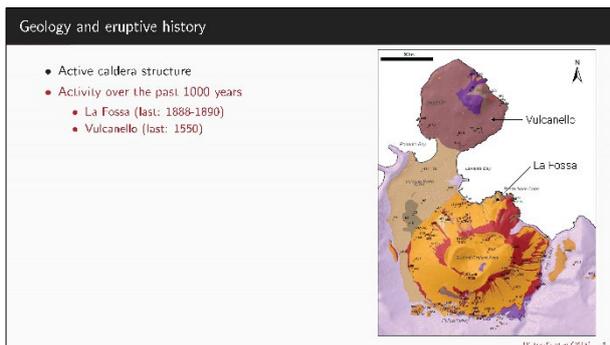
スライド 5



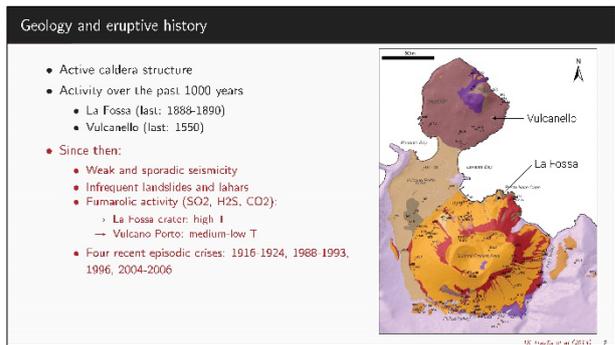
スライド 6

な開発が行われました。同じ角度から撮った写真になります（スライド 5）。Vulcanelloの半島があって、Fossa という火山がこちらにあります。

地質学者でない方には申し訳ないですが、ちょっとだけ背景を紹介します（スライド 6）。先ほどの写真はこちら側から撮られていました。北から南を見ています。これが数



スライド 7



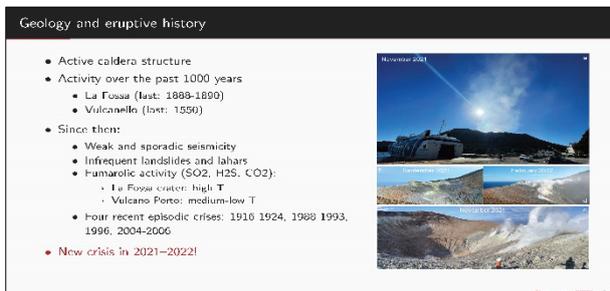
スライド 8

万年以上前の古い火山です。La Fossa 火山は 5000 年前から噴火を続けています。

活動ですが、紫になっていないところはこの 1000 年の間に噴火をしたところになります（スライド 7）。主な噴火は La Fossa の方で起こりました。Vulcanello でこのような溶岩のプラットフォームが作られました。1550 年が最後の噴火でした。La Fossa の方は 1888 年から 1990 年まででした。ここ 50 年の桜島のような噴火の様相です。

最後の噴火以来、これはまだ活火山であることは明らかです（スライド 8）。噴気活動も起こっています。そして最近ですが 2021 年、2022 年、新たな危機が起こりました。地震活動が活発化し、温度も上がってきています。それから火山ガスが発生しています。

こちらが危機の前でこちらが危機の最中に撮られた写真です（スライド 9）。ですので、マグマがある程度の深さのところにいることが分かっています。いつ噴火するかはよく分かりませんが、かなり活発な活動があることが分かります。



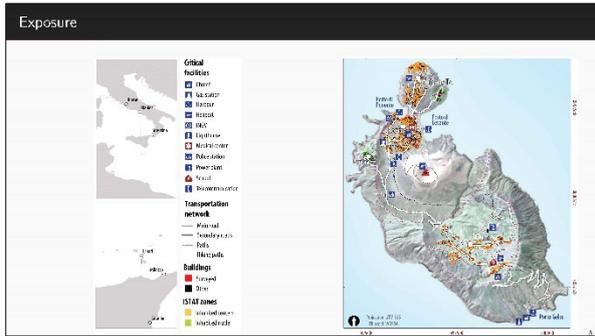
スライド 9

こちらが危機の前でこちらが危機の最中に撮られた写真です（スライド 9）。ですので、マグマがある程度の深さのところにいることが分かっています。いつ噴火するかはよく分かりませんが、かなり活発な活動があることが分かります。

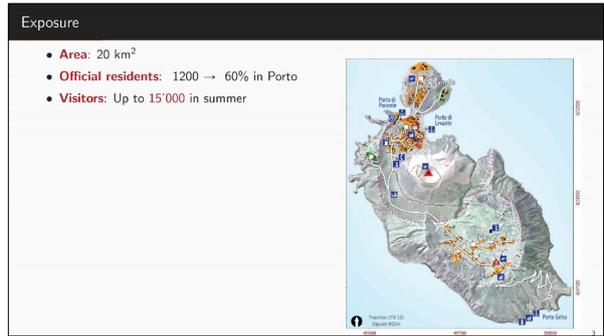
こちらの地図は島を表したのですが、Porto、Vulcanello、Piano の 3 カ所です（スライド 10）。道路のネットワークが見えると思います。1 本の道がこの 2 カ所をつないでいます。それから小さな港がこちらにもあって、これが、噴火が起こった場合の避難の経

路となります。

フィールドマッピングからリスク分析へ：
 ヴルカーノ島（イタリア）におけるリスクフレームワークの開発と適用

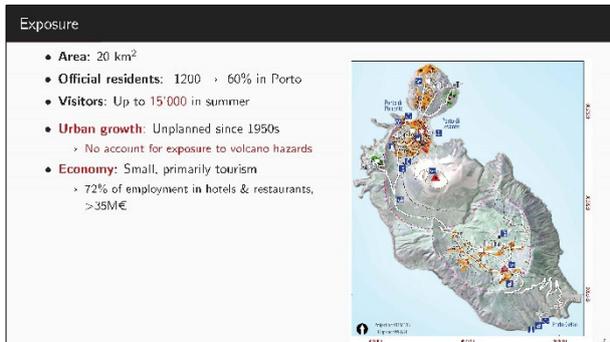


スライド 10



スライド 11

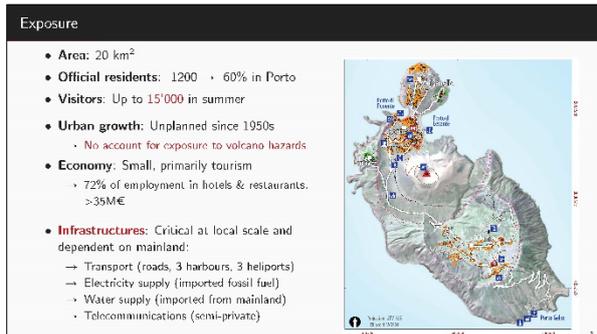
この火山は 20km² です（スライド 11）。1200 ほどの住宅などがあります。ほとんどが Piano に集中しています。ただ、夏の間は 1 日当たりのビジターの数が 1 万 5000 人から 2 万人くらいで、他の島からやってくるのが分かっています。ですので夏の間には噴火した場合と冬に噴火した場合とでは随分違うことが分かります。富士山も同じような状況ではないかと思えます。



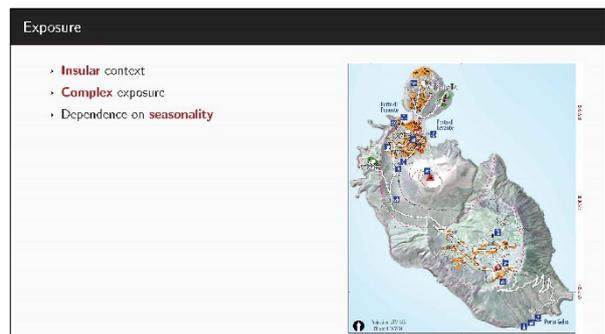
スライド 12

1950 年代以来、島に人がやってきて、インフラをいろいろ造り始めました（スライド 12）。観光用のインフラです。ほとんど火山のハザードを考えずに造られています。ですので、都市計画のようなものはなかったのです。一番火山に近いところは 500m ぐらいいか主な火口から離れていません。問題は、ほとんどの経済が観光頼りで、経済の 72% がホテルやレストランに頼っていることです。

インフラはというと、ローカルなスケールではとても重要ですが、ほとんどが本土に依存しています。例えば電力、水はイタリア本土を頼りにしています。



スライド 13



スライド 14

これも見ていきますが、道路ネットワークは非常に重要だということが分かります（スライド 13）。島の北と南をつないでいます。また、こちらにくねくねした道がありますが、これが避難に使われる経路になります。

三つの避難用の港があります。それからヘリポートも三つあります。しかし、こちらは避難用というわけではありません。これは島というコンテキストなので、いろいろ複雑な暴露（エクスポージャー）があります。そして季節性もあるという状況です（スライド 14）。

フィールドマッピングからリスク分析へ：
 ヴルカーノ島（イタリア）におけるリスクフレームワークの開発と適用

Longitudinal work at Vulcano

CERG-C Program
 Specialization certificate for the assessment and management of geological and climate related risk
www.unige.ch/hazards

ENSURE Project
 European Commission, 7th FP Project; Enhancing Resilience of Communities and Territories facing Natural and Natch Hazards; 2008-2011



スライド 15

Longitudinal work at Vulcano

CERG-C Program
 Specialization certificate for the assessment and management of geological and climate related risk
www.unige.ch/hazards

ENSURE Project
 European Commission, 7th FP Project; Enhancing Resilience of Communities and Territories facing Natural and Natch Hazards; 2008-2011

- **Stratigraphy:** Di Traglia et al (2013), Baumann et al (2019)
- **Hazards:** Biasi et al (2016 a-c), Gattuso et al (2021), Selva et al (2020)
- **Vulnerability/risk analyses:** Galderisi et al (2013), Bonadonna et al (2021)
- **Crisis management:** Bonadonna et al (2022)

スライド 16

このような状況の中で、15年、20年ほどの間、私たちは研究活動を続けてきました。市民保護、それから地元当局、学校や子どもたちと一緒に活動を展開してきました。そして研修・訓練プログラムとして、ジュネーブ大学で噴火のリスク関連のものがあります。それからヨーロッパのプロジェクトもあります（スライド 15）。

かなりの研究論文も発表しています（スライド 16）。どういう堆積物があるのか、どんなハザードがあるのか、それだけではなく脆弱性やリスク分析、また危機管理に関するペーパーもあります。私たちはたくさんのモデルがある中で統合化された火山リスク評価をまとめたので、これから発表させていただきます（スライド 17）。

Longitudinal work at Vulcano

CERG-C Program
 Specialization certificate for the assessment and management of geological and climate related risk
www.unige.ch/hazards

ENSURE Project
 European Commission, 7th FP Project; Enhancing Resilience of Communities and Territories facing Natural and Natch Hazards; 2008-2011

- **Stratigraphy:** Di Traglia et al (2013), Baumann et al (2019)
- **Hazards:** Biasi et al (2016 a-c), Gattuso et al (2021), Selva et al (2020)
- **Vulnerability/risk analyses:** Galderisi et al (2013), Bonadonna et al (2021)
- **Crisis management:** Bonadonna et al (2022)

→ **ADVISE:** Integrated volcanic risk assessment

スライド 17

Hazards at Vulcano

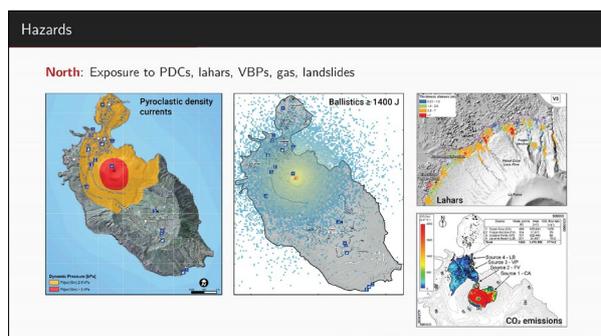
スライド 18

まずはどういうハザードがヴルカーノで起こり得るのかを見てみたいと思います（スライド 18）。これは短いリストなのですが、頻度をいろいろ見えています（スライド 19）。一番重要なものはヴルカーノ式の噴火サイクルで、小さな爆発的な噴火です。サブプリニー式の噴火も重要であると見えています。

Eruptive style and frequency

Eruption type	Frequency and Events
Plinianic eruptions	Reference: Eruption 1727; Eruption 1444, Commedia
	Number: 3 Frequency: $3.0 \times 10^{-3} \text{ a}^{-1}$
Effusive activity	Reference: Pietre Cotte, Palizzi, Commedia, Vulcanello (4), Ponte Nere
	Number: 9 Frequency: $9.0 \times 10^{-3} \text{ a}^{-1}$
Strombolian activity	Reference: Vulcanello 3, Vulcanello 2, Vulcanello 1
	Number: 3 Frequency: $3.0 \times 10^{-3} \text{ a}^{-1}$
Vulcanian cycles	Reference: 1288-90, Pietre Cotte (3), Palizzi (1)
	Number: 5 Frequency: $5.0 \times 10^{-3} \text{ a}^{-1}$
Subplinian eruptions	Reference: Pietre Cotte, Palizzi (2)
	Number: 3 Frequency: $3.0 \times 10^{-3} \text{ a}^{-1}$

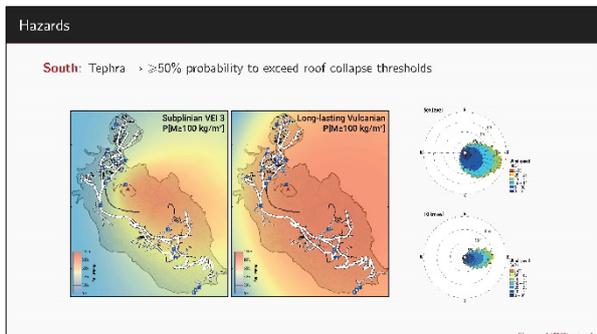
スライド 19



スライド 20

爆発的な活動ですが（スライド 20）、島の北部は火砕物密度流に暴露されています。これが私たちが行ったモデリングです。これがラハールのシナリオです。現状のものですが、新たなフラでこれも変わり得ます。

それからガスで、ヴルカーノ式の場合は CO₂ が一番重要です。これは臭いがないので、政府はここにいる人たちが CO₂ の影響に気が付かずに受けるのではないかと心配しています。



スライド 21

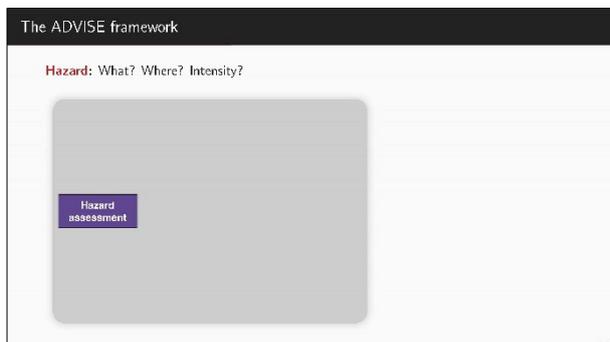


スライド 22

南部の主な問題はテフラが積もることです（スライド 21）。これも確率論的なモデリングで、VEI3 の場合、非常に爆発的だけれども短期間しか続きません。それからもう一つは桜島のような繰り返しテフラを噴出しながら長期的に続く、1 年から 3 年ぐらい続くものを見ています。

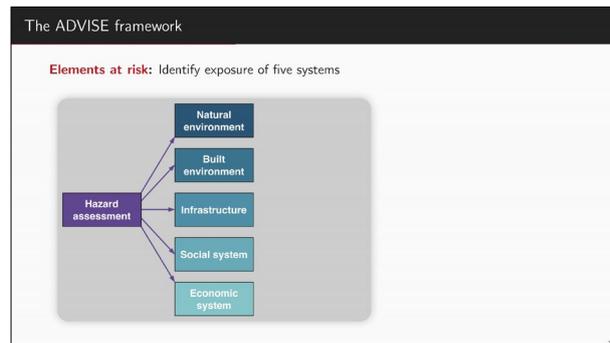
こちらの地図は確率としては 10cm ぐらい堆積します。オレンジ色の箇所は噴火でこういったものが堆積することが示されています。

これがハザード分析の第一段階です（スライド 22）。さらに一歩進めるとどういうインパクトがもたらされるのかを見ていきます。



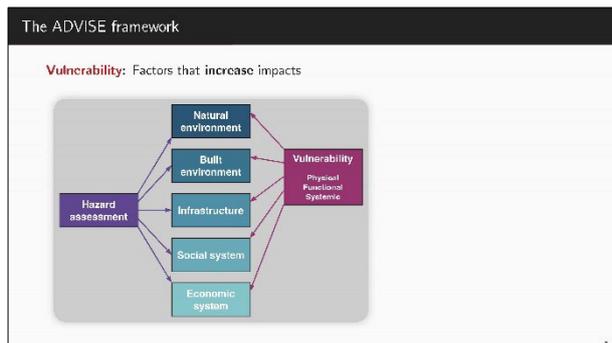
スライド 23

私たちは ADVISE というフレームワークをつくることになりました。この枠組みではまずハザードを考えるとところから始めました（スライド 23）。どういうハザードなのかを考える中で、どういうタイプの自然現象なのか、それがいつ・どうしてハザードになるのか、どういう性質のものなのか、どれほどの強度のものなのか、また、いつ・どこで起こり得るのか、その他の要素で何がハザードによって影響を受けるのかということで見ました。



スライド 24

自然環境、建物、インフラ、社会制度、経済システムです（スライド 24）。建物とインフラに焦点を当ててお話をします。社会・経済的な側面と文化的な知識のインパクトも見ていきました。また経済にどんなインパクトがあるのかもかなり研究しました。



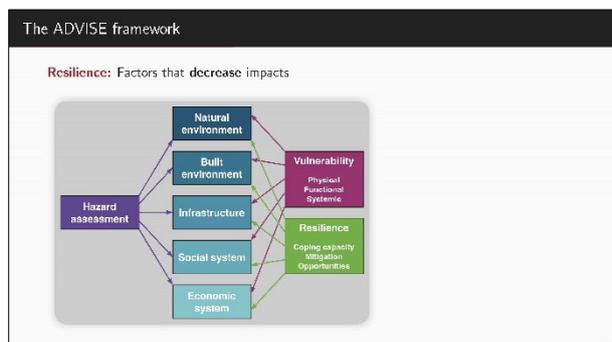
スライド 25

次が脆弱性です（スライド 25）。それぞれのシステムの脆弱性を見ます。どういう状況があったら悪影響がこうしたものに与えられるのか、どういうパラメーター、どういう要因で脆弱性が高まるのか、三つのタイプの脆弱性を見ています。

まずは物理的な脆弱性です。物理的なストレスです。応力です。建物や道路はハザードで壊れるのかです。

次が機能的脆弱性です。機能的脆弱性というのはハザードが起こった場合、この機能は保たれるのかどうか。例えば道路は道路として機能し続けることができるのかどうかです。

最後は全体的な脆弱性で、サービスが損なわれることです。機能性は、例えば道路 1 本を見ますが、制度的・組織的な脆弱性という、道路ネットワーク全体がどうなるかということです。ですので、1 本 1 本の道からつながったネットワークとして見ていきます。

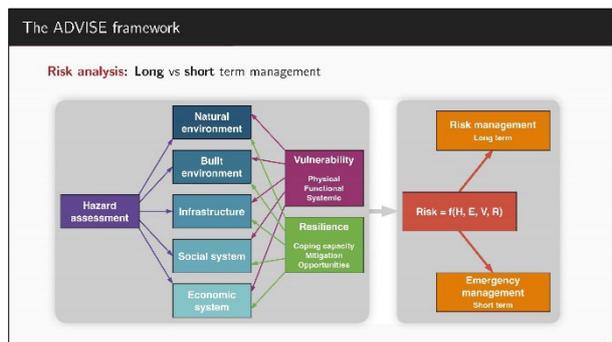


スライド 26

さらに、レジリエンスも解析していきます（スライド 26）。先ほどの講演者もおっしゃっていましたが、コミュニティのエンゲージメントなどでレジリエンスが高まる可能性があります。インパクトを受けた人も、噴火があったとしても回復していくことができます。

そしてこれらの要素全部がリスクのベースとなります（スライド 27）。リスクは一つの定義というのはありませんが、ここでのリスクはハザードとエクスポージャー、脆弱性、レジリエンスの関数であると見ています。

これは長期的に見ていくことができます。ここ何日か話をしていました。長期的に何ができるのか、噴火が起こるずっと前から何にどのように備えられるのか、危機の状況になって短期間で何ができるのか、このリスクは両方の時間枠を見ていかなければなりません。

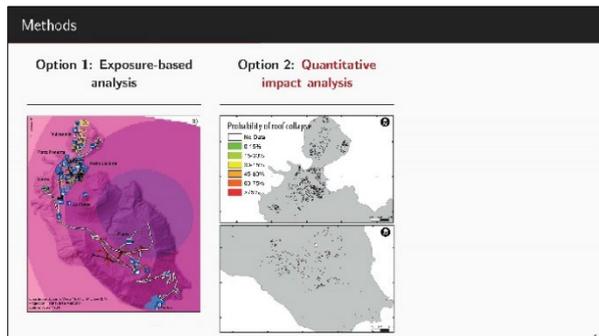


スライド 27

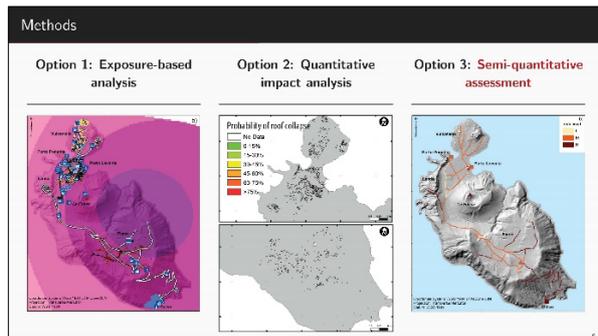


スライド 28

研究を通して三つのアプローチを検討しました。どうやってリスクを見るかということに関しては暴露分析をしました。ハザードのフットプリントと暴露要件などを数量化・定量化して算出しました（スライド 28）。これはインパクトを数量化したというよりも、



スライド 29



スライド 30

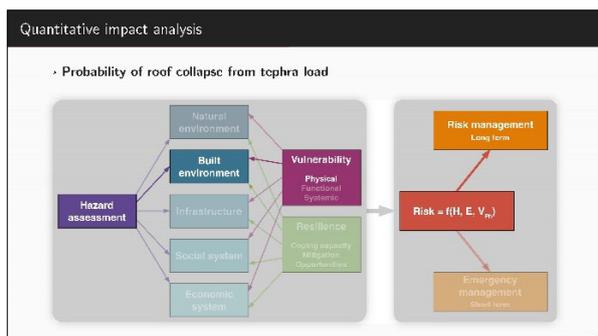
既にある情報、例えば降灰したら何人が影響を受けるかという既存情報に基づいたものでした。

二つ目は数量的・定量的なインパクト分析です（スライド 29）。確率性に基づいて損害がどのように出得るか、例えば確率に基づいて家屋の屋根がテフラによって落ちる確率です。先ほどメラピ山でお話が出ていたと思います。

三つ目は今まで申し上げた二つの補完的なものとして、さらにセミ定量的なアセスメントです（スライド 30）。



スライド 31



スライド 32

では定量的なインパクト分析から始めたいと思います（スライド 31）。ここにあるのは、まずはハザードの発生です（スライド 32）。建造環境における例えば屋根の物理的な脆弱性を見ていきます。どれだけのテフラが落ちると屋根が倒壊するかというものです。これは長期的なリスクマネジメントにとって非常に重要なことです。

まずは脆弱性モデルがあります（スライド 33）。物理的な一定の家屋、例えばヨーロッパにあるような屋根の脆弱性を見たものです。

Quantitative impact analysis for tephra fallout

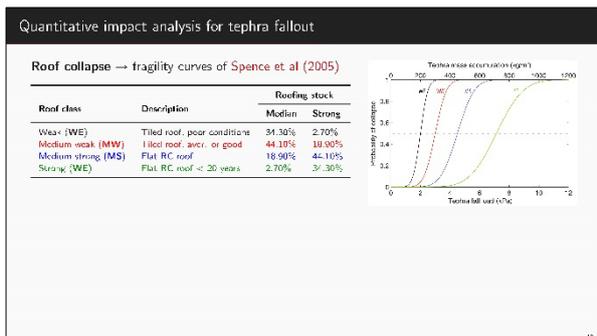
Roof collapse > fragility curves of Spence et al (2005)

Roof class	Description	Roofing stock	
		Medium	Strong
Weak (WE)	Tiled roof, poor conditions	54.50%	2.70%
Medium weak (MW)	Tiled roof, aver. or good	44.10%	18.90%
Medium strong (MS)	Flat RC roof	39.90%	4.10%
Strong (SE)	Flat RC roof < 20 years	2.0%	34.30%

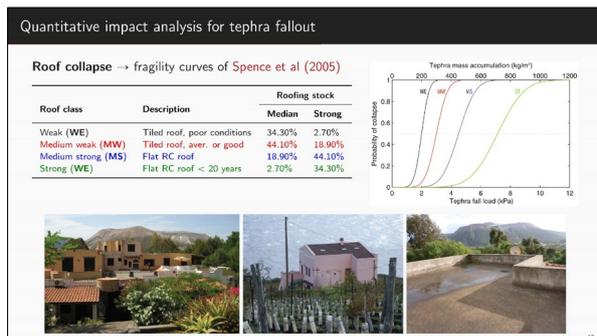
スライド 33

このモデルに基づいてどれだけの灰が落ちたら屋根が壊れるかを見ていきます。弱い屋根から強い屋根までそれぞれの強度に応じて見ていきます。それを四つの屋根のグループに分類しました。y 軸は屋根が落ちる確率です。例えばこれは、一定量のテフラが落ちた場合、どれだけ屋根が倒壊する確率があるかを見たものです（スライド 34）。

フィールドマッピングからリスク分析へ：
 ヴルカーノ島（イタリア）におけるリスクフレームワークの開発と適用

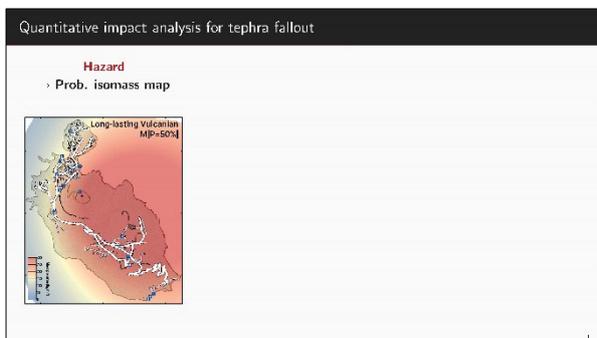


スライド 34

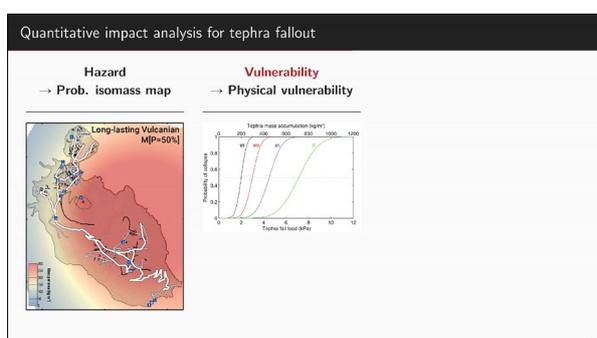


スライド 35

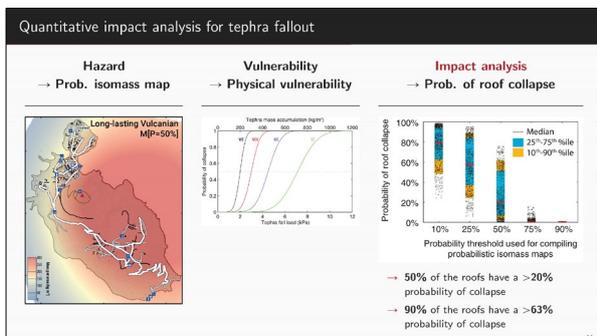
幅広いマッピングを屋根の構造に関してエンジニアの皆さんと行いました。このモデルではどのタイプに当たるかを見ていきました（スライド 35）。こちらがハザードのマッピングです（スライド 36）。こちらが先ほどの降灰量の蓄積量です（スライド 37）。物理的な脆弱性を表すモデルがあれば、どれくらいの屋根が崩壊するか推定できます。



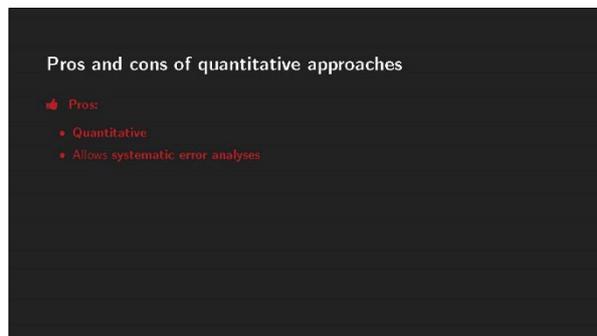
スライド 36



スライド 37

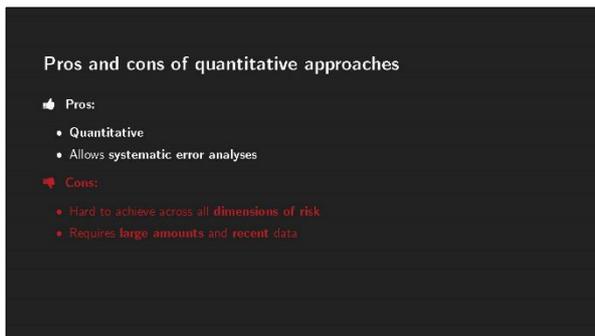


スライド 38



スライド 39

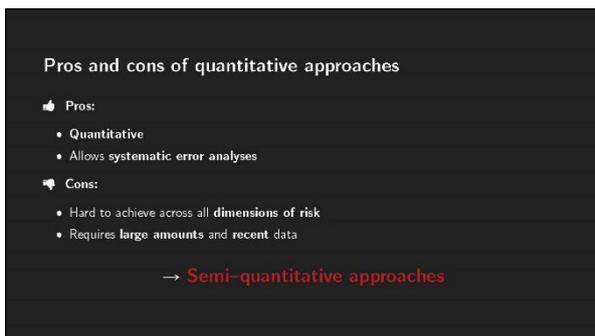
この詳細は割愛しましたが、50%の確率で屋根が落ちる場合の降灰量がこちらの例です（スライド 38）。こちらが恐らく 20%以上落ちるであろうという確率のもので、ちょっと分かりにくいかもしれませんが、ポイントはこの手法によって不確実性を捉えることができるということです（スライド 39）。情報が全てそろっているわけではないので、サンプル値を使ってエラーの幅を狭めることができるということです。一般のところで見るとエラー値が非常に大きく取られてしまうので、それをどのように狭めて危機管理に充てるかということです。まだまだ不十分なことがあります、エラーと確率をうまく使うことによってステークホルダーによっては有用性を見いだしていただけるのではないかと思います。



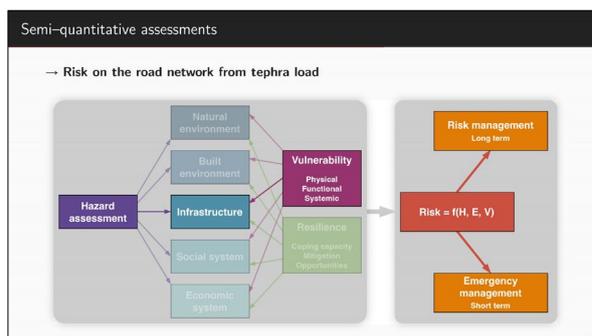
スライド 40

これらを通して意思決定などに役立てていくことができますし、体系的なエラー分析も使えるでしょう。

今お見せしたのは物理的な脆弱性ですが、リスクには他の側面もあります（スライド 40）。定量的な分析を全てやっていくというのは難しいことだとは思いますが、とても良い大量のデータが必要となってきます。



スライド 41



スライド 42

ということで、私たちは三つ目のアプローチでセミ定量的なアプローチを考えました（スライド 41）。

道路ネットワークがテフラの降灰に対してどう反応するかを見たものです（スライド 42）。インフラで全ての側面から脆弱性を見ようと試みました。そして、その機能的な意味でのリスクを分析しようと思いました。



スライド 43

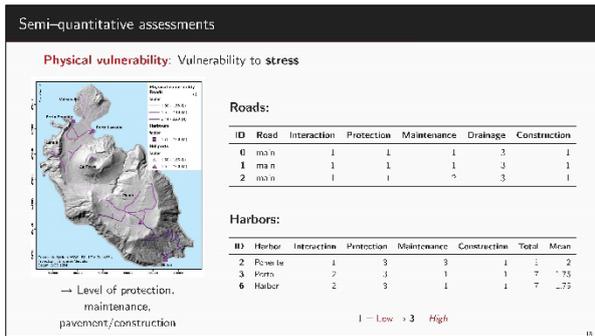


スライド 44

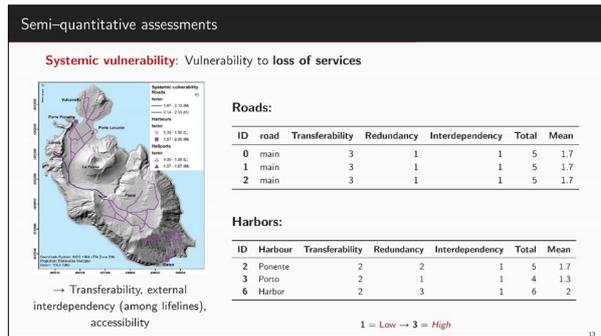
道路網ですが、ご覧のように道路は幅も違うし、路面の状況も違います。また、保護システムなどによっても違います（スライド 43）。

私たちが関心を持っていたのは、こうした道路がハーバーに向けて避難する際にどのように機能できるか、物理的な脆弱性にどういった影響が出るかを見ることでした（スライド 44）。私たちは定量化するのではなく、エキスパート判断を持って相対的なスコアに落とし込みました。まず物理的な脆弱性に関してですが（スライド 45）、こちらでは保護のレベル、保全、道路の

フィールドマッピングからリスク分析へ：
 ヴルカーノ島（イタリア）におけるリスクフレームワークの開発と適用



スライド 45

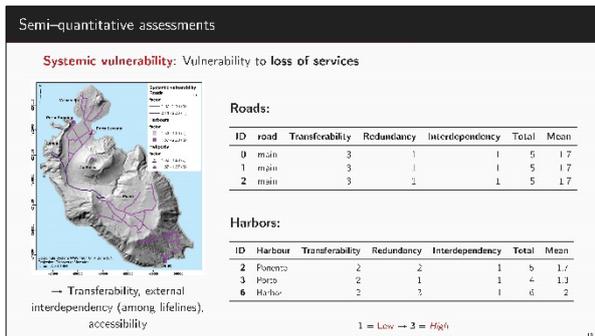


スライド 46

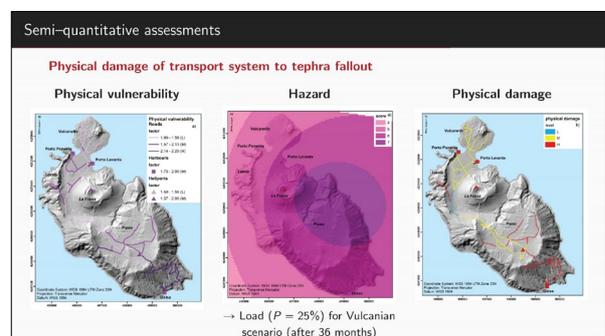
状況などを見ました。詳細は割愛しますが、こちらのインジケータはいずれもそれぞれの現場で把握したものです。

二日前に地震のインパクトデータ、例えばそれによってどれだけ破壊されるか、それが道路の機能にどういった影響を落とすかを見ました。北部から南部を見ていくと、物理的な脆弱性はとても低いです。というのも保全も良く、状態が良いからです。

二つ目の側面としては機能上の脆弱性があります（スライド 46）。ここで関心を持っているのは冗長性と相互依存性がそれぞれのアセット間にどうあるかということです。こちらも詳細は割愛しますが、こちらの指標は、道路の部分は機能性という点において脆弱性が若干高い、冗長性がない、それから他の道路アセットとの並行で走っていたり、もしくは代替の道路がないことから高くなっています。

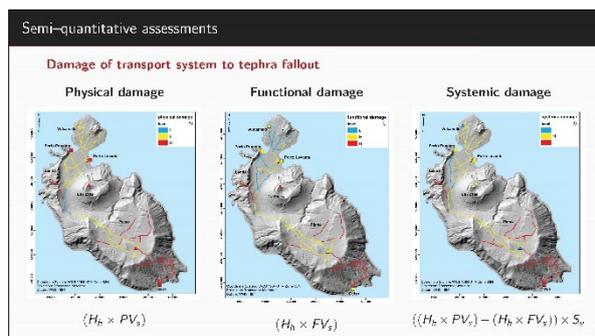


スライド 47



スライド 48

システムの体系的脆弱性です（スライド 47）。このシステムが他の外部依存性などが担保できるかどうかを見ていきます。この場合、道路のこの部分に関してはとても脆弱性が高くなります。というのもここが分断されてしまうと二つのまちの区域が分断されてしまうからです。



スライド 49

まずは物理的な脆弱性を見て、ハザードをそれぞれ分類し、物理的なダメージを潜在的に見ていきました（スライド 48）。

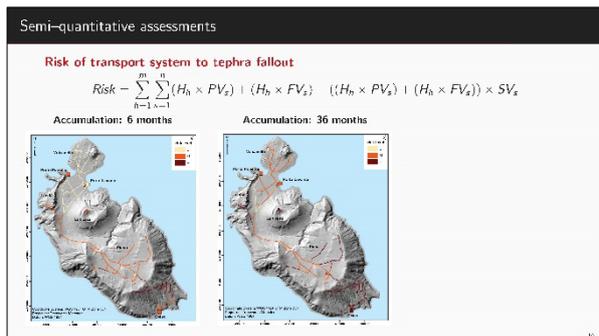
こちらは避難経路に向けての道路の物理的なダメージが高い可能性があります（スライ

ド49)。というのも状況が非常に悪いのと、ハザードが高いところにあるからです。

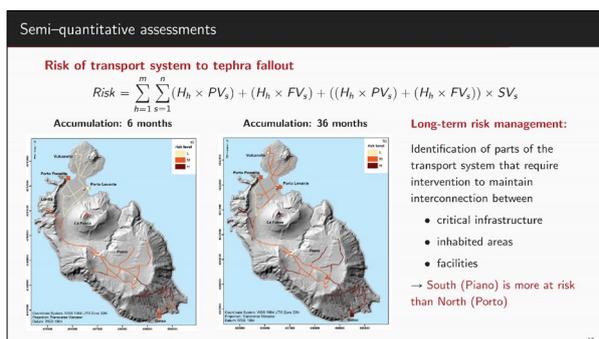
一方、こちらに関しては相対的にハザードが低くなっています。保全状況も良く、物理的なダメージも少ないと考えられるからです。

これはいずれも絶対的なものではなく相対的な評価となってきます。

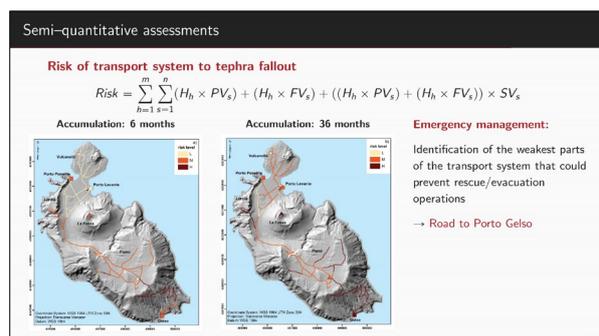
物理的なダメージについても同じように見ていきますし、機能的なダメージについても見ていきます。システムのダメージはハザードと物理的な脆弱性に直結しています。ハザードと機能的な脆弱性とも連結しています。ですので、このシステムダメージというのはハザードに直接的に関連・連動しているわけではありません。



スライド 50



スライド 51



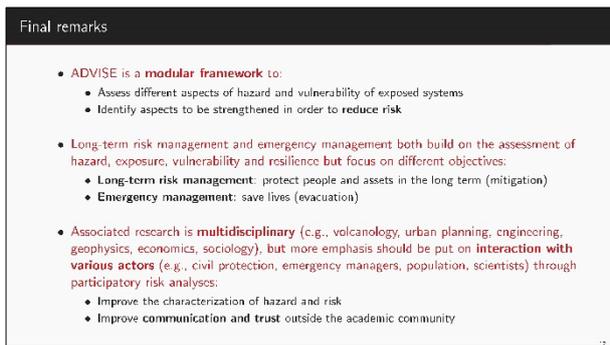
スライド 52

こちらにも非常に難しそうな方程式が出ていますが、このような計算をして最終的なリスクスコアを算出することができます（スライド50）。このリスクというのはヴルカーノ式、いわゆる長期的な噴火シナリオで、6か月ないし3年間の噴火に関して清掃オペレーションがなかった場合で算出しました。ご覧のようにこちらの道は避難が非常に難しい道ということになり、この部分は当初からとてもクリティカルな状況にあります。特に噴火が続くと難しくなるということがお分かりいただけると思います。

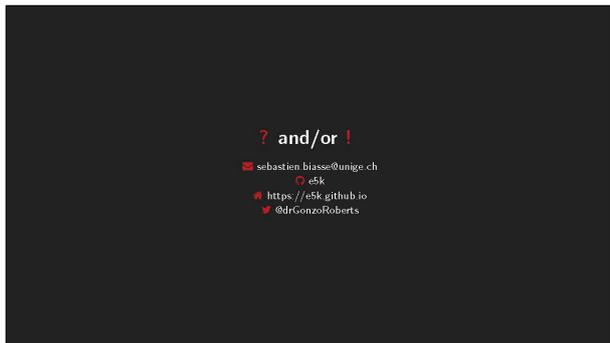
長期的なリスク認知ということから言うと、こうしたマップ、もちろんこちらは相対的な評価であって絶対的な定量的測定ではありませんけれども、こういったことを見ることで、交通システムの中でどこが大切でどこに介入する必要があるかが見えてきます（スライド51）。富士山の場合もそうだと思います。どこに問題が出そうなのか、それから、それらが時系列的にどのように変わるか、数日から数か月以上続く場合にはどう変わっていくかを見ていく上で大切かだと思います。

ご覧のようにこのアプローチは南部の方が北部よりもリスクが高いということが分かります。

危機管理という観点から言うと、どこが一番交通システムの中で弱点となっているかが分かります（スライド52）。このシステムの移転や冗長性の担保、他の道路ネットワークとの接続などがあり得ると思います。こういったことをすることによって他のライフラインの担保にも活用していけるものと思います。



スライド 53



スライド 54

こちらが私の申し上げたかったことです（スライド 53）。ADVISE というのはモジュラー的な枠組みとなっています。いつ、どこに難しい重要な部分があるのか、例えば富士山をはじめとする火山の近くにあり得るかということ突き止め、それについてリスクを削減するためにどのような介入が必要かを検討する上で役立ちます。長期的なリスク管理と緊急管理に活用できると思います。

ここで大切なことは、学際的な研究が必要となってくるのだと思います。今回のワークショップもそうだと思います。トヨタや消防関係の人々などとも連動していく必要があります。データをみんなで活用し、学際的なアプローチを取ってこそ役に立つものだと思います。

緊急管理と人々の安全確保などにおいて大切なことだと思いますが、科学者にとっても

それは大切なことだと思います。

ありがとうございました（スライド 54）。

司会：Sébastien Biass 博士、ありがとうございました。それでは会場もしくは Zoom の方から少し質問・コメント等を受け付けたいと思います。質問のある方は挙手をお願いします。いかがでしょうか。Zoom の方もいらっしゃらないようですね。

私の方から一つ質問させていただきたいと思います。今のご説明で、きめ細かいリスク評価をされていることはよく分かったのですが、実際の島での行政の避難計画等の防災対応への実装にどのような形で役立てられているのか、既に実際に実践的にオペレーションに使われているのか、そういったところを少しご紹介いただきたいと思います。いかがでしょうか。

BIASS：ご質問ありがとうございます。ちょっとトリッキーな質問です。パートナーシップを組んでいたのが 2021 年ぐらいまでだったのです。研究と議論をしてフィードバックも得られていました。ところが新しい危機が起きました。危機の間に研究の場がなくなってしまったのです。ですので、今、ようやく市民保護とモニタリング当局と議論をしてハザード分析とマッピングがどう使えるかを話しているところです。

これに基づいて避難モデルというものもつくりました。その検証もしてくれと依頼されています。いろいろな避難ドリルなどを現在やろうとしているところです。ただ、私たちは研究機関なので、皆さんと全く同じ役割を果たしているというわけではありません。

司会：ありがとうございました。

Q1：興味深いご講演をありがとうございました。1 点お伺いしたいのですが、先ほど道路の冗長性に関しての評価をしているとご説明いただきましたけれど、冗長性評価に関しては、形状、要するに数理的に出す方法、例えばネットワークモデルのようなものを使ってシステムチックに出

しているのか、あるいは地図から何かある意味視覚的に作り出しているのか、方法をどういう形でやられているのかを教えてくださいとありがたいと思います。

BIASS：ありがとうございました。こちらは観察的な判断に基づく評価です。新しいケーススタディを、ネットワーク分析で数量化を今やろうとしているところです。

Q1：ありがとうございました。

司会：ありがとうございます。他に何かご質問ございませんでしょうか。Zoomの方でも何かあれば書き込んでいただければと思います。よろしくお願ひします。どうぞ。

Q2：テフラに関してすごく精密に研究されていることが分かったのですが、日本でハザードマップを作るときに、より人間に対して致命的なのが噴石がどこに飛んでくるかということで、今回のADVISEの中では今のところテフラのことだけ考慮していると思うのですが、噴石について考える必要はあると思いますか。

BIASS：はい、実はやっています。ここでは示していないのですが、モデリングではラピリなど、いろいろ噴出物というものも扱っています。こちらでは示してはいませんけれども、実際にやっています。

Q2：ありがとうございます。

司会：はい、ありがとうございました。他にないようであれば、こちらでBiass博士のご発表の方を終わらせていただきます。ありがとうございました。

それではこれから10分間予定どおり14時40分まで休憩とさせていただきます。あちらの時計で14時40分まで休憩とさせていただきます。後ろの方にコーヒーも準備されているので、ぜひご利用いただければと思います。Zoomの方でも14時40分に開始いたしますのでしばらくお待ちください。失礼いたします。

—休憩—

司会：それでは2時40分になりましたので、次のご発表を始めさせていただきます。3番目の発表は、当富士山科学研究所の本多亮研究員より、「富士山周辺の火山複合災害における避難経路状況の見える化」というタイトルで発表を頂きます。どうぞよろしくお願ひいたします。

“From field mapping to risk analyses: development and application of a risk framework at Vulcano island (Italy)”

Sébastien BIASS (University of Geneva)

Sébastien BIASS

Hi. I come from the University of Geneva in Switzerland which you might know for the watches, the chocolate, and the mountains. I am going to present some of the research that we have done in trying to not look only at hazards from the volcano but also at various components of exposure vulnerability to try and estimate the measure of risk that could be useful for risk management and emergency management.

Today, I will take you to Italy in Sicily on the island of Vulcano which is this small tiny island here. This is the south of Italy. This is Sicily. Stromboli volcano is here, the Etna is here, and we are looking at this small island of Vulcano.

Some of you might know it because it was first described by Mercalli and Silverstri and they described this Vulcanian eruption style. Soon after the eruption, this is a painting from 1891. You see that the island is uninhabited. Nobody lives on the island. This is the end of the 19th century.

It has been not populated until the 1950s when people realized the tourism that could take place in this island and started constructing in a crazy way. This is taken from more or less the same view. What we see is the peninsula of Vulcanello. We have the main active volcano today here which is called La Fossa and the old structure that is called Piano.

Sorry for those of you who are not geologists, but I will just give a quick background. The picture before was taken from here, and we look from north to south. This is the old volcano that is few 10,000 years old and this is the most recent volcano of La Fossa which started erupting 5000 years ago.

The activity of the past 1000 year was, so everything that is not purple here has been erupted in the past 1000 years. The main eruptions took place on the volcano of the cone of La Fossa which is the main active cone. There were some lava platform. The Vulcanello eruption created this lava platform. The last eruption of which was in 1550. And as I said, the last eruption of La Fossa was in 1888 to 1890. The same types of eruptions as you have witnessed for the past 50 years in Sakurajima.

Since this last eruption, it is clear that the volcano is still active. There is a lot of fumarolic activity that shows interaction with magma depth. Very recently, in 2021 and 2022 there was a new crisis with increased seismicity and increase in the temperature and the content of volcanic gases of the fumaroles. You can see that this is before the crisis. This is during the crisis. This implies that there is magma at depth that is in placing. We do not yet if it is going to erupt but it still demonstrates that the volcano is very much active and there are some people around.

This is a map that we have produced of the island. We have three localities: Porto, Vulcanello, and Piano. You can see the road network. You can see already that there is one road connecting the two parts. We have three evacuation harbors: one small here, one here, and one here, which would be the main evacuation points in case of an eruption.

The volcano has an area of 20 square kilometers, which is not great. There are 1200 official residents. Most of them live here in Piano. But the critical thing here is that in summer the daily number of visitors can go up to 15,000 to 20,000 people, visitors daily coming from the other island. So, we know that an eruption in summer compared to an eruption in winter is going to be a very different story as you know as is the case for Mount Fuji-san.

Since the 1950s when people started coming to the island and building infrastructures for tourism, this has been done with no regard to the volcanic hazards. There was no control from the government, so no urban planning. As you can see that the closest houses are now less than 500 meters away from the main crater. The problem is that most of the economy depends upon tourism. So, 72% of the economy is related to tourism.

If we look at the infrastructures, they are critical at the local scale and mostly they depend on the mainland. For instance, the water supply, the electricity supply is critically dependent on the mainland.

Importantly, because we are going to look at that pretty much today, there is the road network when we see that there is already some roads that are very critical because they connect the two sides of the island, and some very winding roads that lead to evacuation points. And as I mentioned, we have three harbors of evacuation, and there are also three heliports that the civil protection considers to add maintenances but not much for evacuation.

To sum up, it is an insular context which gives a critical type of vulnerability. There is a complex exposure that varies through time as a function of the season.

In this context, we have been working on this island for the past 15 to 20 years, doing work with the civil protection, the local authorities, and the people. We do exercises with the school and the kids, and in the context of a training program that we provide at the University of Geneva on risk related eruptions and in the context of a European project that we have developed.

We have published much, a lot of research both on the deposits, the associated hazards, but also on the vulnerability and risk analysis as well as crisis management which have led us to propose one among many models to integrate aspect of hazard vulnerability into a measure of volcanic risk. This is what I am going to present to you today.

First, let's just look at what hazards are in Vulcano. This is very short. It is just to show you that we have quantified the frequencies from the deposits and we think that the most critical eruptive scenarios would be Vulcanian cycles, so long-lasting small explosive eruptions as well as small subplinian eruptions.

So explosive activity, to the north the island is exposed to Pyroclastic Density Currents as we see here. To ballistics, this is some probabilistic ballistic modeling that we have done. To Lahar, this Lahar's scenario considered only the situation today but with any addition of new tephra that could change. And gas emission. The main problem in volcano is CO₂, because CO₂ has no smell. We cannot smell it so the government is scared that people here could get infected by CO₂ and not smell it in case there is a new increase in the flux.

In the south, the main problem would be the accumulation of tephra. This is some probabilistic hazard modeling that we have done both for an eruption of VEI3 subplinian. This is an eruption that would be very intense but lasting a very short time. And that would be more of an eruption like Sakurajima which is repeated emission of tephra. Over here, we model an eruption lasting between one to three years. And what these maps show is that we have a probability. This shows the probability of accumulation greater than about 10 centimeters. Everything that is bright orange means that we are pretty much sure that this eruption will exceed accumulation of 10 centimeters.

This is the first step having hazard assessment, but how do we go one step forward and try to estimate what impacts this hazard could have? This is what led us to

formulate this ADVISE framework. In this framework, we first start by considering hazards. And to consider the hazard, we have to consider what type, when do natural phenomena become actually hazards and of what nature are they going to be? Of what intensity are they going to be and where and when are they to appear?

Then, we look at element at risk. What could be impacted by those hazards? We look at five different aspects, so from the natural environments, the built environment, infrastructures, social system and economic system. I am going to talk mostly about the built environment today and the infrastructures. We have done a lot of work on trying to account also for social aspects and socioeconomic aspects, cultural knowledge of potential impact on the economy that these eruptions could have.

Then, we look at the vulnerability of these systems. What are the conditions that would make adverse impacts on these elements? What parameters, factors increase the vulnerability of the systems? We look at three types of vulnerability. The first type of vulnerability is a physical vulnerability. This is a physical stress. So, would a building or a road be destroyed by a hazard? Then, we look at the functional vulnerability. The functional vulnerability is, should a hazard occur, would there still be functional – would a segment of road be still functional or not?

And finally, the systemic vulnerability will look at a loss of service. So, when for functional vulnerability we look at one piece of road, this translates into a systemic vulnerability as the reliability of the entire road network, so we go from the individual feature to the entire system. Somehow, we are also trying to assess resilience. And what the previous speaker has demonstrated of community engagement are all aspects that can increase the resilience and increase the ability of impacted people to recover from an eruption.

Finally, all these components formulate the basis of the risk. There is not one unique definition of risk. In this context, we consider the risk is a function of the hazards, the exposure, the vulnerability, and the resilience. And somehow this can be used over the long term. These are discussions that we have been having for the past few days. Over the long term, what can you do over the long term, long before an eruption occurs, and what should be done during the time of a crisis? This risk should inform both timescales.

Throughout our research, we have identified three main approaches that we can take to express this risk. The first one is not really risk, it is just an exposure

analysis. We have the hazard footprints, we have exposed elements and we can just quantify the exposure. This is not impact, this is not quantitative, but it is already an information. How many people could be affected by ash from Mount Fuji? We do not say how adversely they could be affected. We just count how many people.

The other option that I will first illustrate is a very quantitative analysis. If we know a lot of information, then we can start quantifying a probability of having a given damage. For instance, I am going to show you a probability – a study that we have done where we quantify the probability of roofs to collapse under a tephra load as it was demonstrated by the previous speaker what happened around Merapi.

Finally, I will today try to advocate for a third approach, which is complementary to the two other ones, but that has also advantages which is a semi-quantitative analysis.

So, to start with a quantitative impact analysis, and I am sorry if it is a bit dry. Here, we are going to look at the occurrence of the hazard on the built environment, in this case roofs, and we are going to look at the physical vulnerability. So, how can tephra fallout collapse a roof? This is pretty much important for the long-term risk management. We use a vulnerability model that describes the physical vulnerability of some types of roofs that can be found in Europe.

Based on this model, so this is the amount of ash that we simulate in our probabilistic modeling. Each curve represents one type of roof, ranging between a weak roof to a strong roof. These are people that collected data all across Europe and defined four categories of roofs. On the Y-axis, we have a probability of roof collapse. This model tells us that for one given accumulation of tephra, so depth of ash, we can estimate what is the associated probability of a roof to collapse. And so, we have done an extensive mapping of the roof structure on the island along with engineers. We were able to estimate which of these models fits best each type of roof. And so now, if we have hazards and this shows tephra accumulation, if we have a model that describes the physical vulnerability, then we can estimate how many roofs are going to collapse.

Here, I am going to not take you too much through the details of this plot. But pretty much this shows the accumulation of a 50% probability of occurrence, which leads us to this column. And then we can see, for instance, that 50% of the roof have a probability to collapse more than 20%. This is very confusing. The point

that I want to make here is that these methods allow us to constrain uncertainties. In a probabilistic manner, we can estimate what information we might not have. So probabilistically, we can sample different scenarios and we can constrain the errors. In this case, what you can see is that the errors are very wide and very large. How useful would that be for crisis management? I guess not very. But for the long-term management, some stakeholders might want this kind of variability in error and uncertainty analysis in the impact.

It is good to have quantitative methods because they can feed into loss models and can really do decision making with it. They allow for systematic error analysis. Here we show just for physical vulnerability, but there are other dimensions of risk that we need to consider. And if we had to do quantitative analysis for all of them, it would be very hard. They also require large amounts and recent data. This is why we developed the semi-quantitative approach.

Here, I am going to explain this and that might be interesting for you as well, the risk on the road network from tephra load. We look at infrastructure. We are going to try to quantify all aspects of vulnerability and describe the risk as a function of that. We are interested in the road network. And we see, for instance, that roads have different width, different quality of constructions, different protection systems as we can see. We are interested in understanding how these roads would perform in case of an evacuation to lead to those harbors. Those harbors also have different physical vulnerability, have different properties.

To do that, we developed sets of indicators. We do not quantify. We use our expert judgment to try to provide a relative score. For instance, for the physical vulnerability. And here the physical vulnerability, we try to describe the level of protection, the maintenance of the road or the pavement and construction. We are assessing – I am not going to go into detail, but all of these are indicators that we have defined and we have described in the field. For instance, two days ago we have talked about the impact of earthquake. How a collapsed building due to earthquakes before eruption could change the road conditions. Well, that is why we try to take into account here.

In this case, we see that this road leading from the north to the south has a very low physical vulnerability because it is in great shape, it is fairly well maintained. The second dimension of vulnerability we want to describe is functional vulnerability. Here, we are interested in describing the internal redundancy and interdependency within one given asset, not yet the system.

Again, not into the details, but these are the indicators that we developed. You can see that well now this segment of road has a slightly higher functional vulnerability because there is no redundancy and there is a high interdependency of other road assets to it.

Finally, we have a systemic vulnerability. Systemic again is the loss of service. We look at the system on its own. Can the system be transferred to somewhere else? Are there external interdependencies amongst them? In this case, this road segment becomes very, very vulnerable and very critical because it connects, it can really isolate the two parts of the islands.

In the end, looking first at the physical vulnerability, we have the vulnerability. We have a hazard that we will classify, and we have a physical damage, potential physical damage. The road leading to this evacuation has a very high physical damage because it is in poor condition, and it is across fairly high hazards. Whereas this bit of segment is in good condition, but relatively lower hazard so it has a much lower physical damage. Again, bear in mind that this is all relative scoring. This is not quantitative.

But now we can do that for physical damage. As I show, we do the same for the functional damage. The systemic damage for us does not depend directly on the hazard. The systemic damage depends on the relationship between the hazard and the physical vulnerability, the hazard and the functional vulnerability, and then the systemic vulnerability. So, the systemic vulnerability is not directly related to the hazard.

Finally, you can forget this humongous equation. But we can express a final score of risk or an approximation of risk. This risk considers the vulcanian scenario, so long-lasting eruption scenario, and what would happen after six months of eruption or three years of eruption if no cleanup operations were undertaken.

And we can see that this road here is very critical for evacuation as we defined. This segment of road is critical from the beginning and then other parts of the segment of the road become critical as the eruption progresses.

From a long-term risk perception, these types of maps although they are relative so we need to compare one to another, it is not an absolute quantitative measure of risk but that can help identify parts of the transport system that requires intervention. That might be something interesting in the case of Mount Fuji in order to map where you could have potential problems as well as through time

because how will that evolve in case of an eruption that lasts for a few days to a few months.

Here we see that from this approach, the south is much more at risk than the north. From emergency management, we again can identify what are the weakest parts of the transport system that could prevent rescue or evacuation. Is there any redundancy? Can we transfer the service of the road network to another road network, something like that. Again, I have shown that for the road networks but that is something that we are trying to express as well for the electricity network and for other types of lifelines possible.

This is what I wanted to say. For me, ADVISE is something modular that can help you to play with and really understand where the critical areas could be around Mount Fuji or any volcano. It helps identify some aspects that can be strengthened, because ultimately what we want to do is to reduce risk. It can serve both for long-term risk management and also emergency management. But I think the critical thing here as well is that the associated research must be multidisciplinary. This is exactly what you are trying to do with these workshops, so having the ability to work with Toyota, to work with the fire department. I think these models are only good as the data you put in. And to gather this data you need this multidisciplinary approach, you know be they civil protection, emergency manager, the population, because we saw that the population has a role to play, or the scientists. Arigato Gozaimasu.

Moderator

Thank you very much Dr. Biass. Now we would like to entertain questions here from the floor, and also from online. If you have any questions, please raise your hand.

We do not have any questions from our online audience yet. If I may ask a question while we wait. Thank you for explaining about how you are doing risk assessment. But on the island, how is that being reflected into the risk management, or evacuation planning that is done on the island by the local government? Is it actually being used? If you can give us some explanation about how the research is being used for the planning of the local government?

Sébastien BIASS

Thank you very much. It is a bit of a tricky question because we were very much in partnership until 2021. It was research and we were discussing and we had good feedbacks. But then there was this new crisis that came. During the crisis,

there was no place for research. Only now we are trying to – the civil protection and the monitoring agency, we are discussing more to see how both the hazard assessments and the mapping could go back. Based on this, we have also developed an evacuation model.

Now one task that they asked us to do is to validate the evacuation model with the evacuation exercises that they have done, so we are currently doing that. But we are very much a research institution so we do not serve the same purpose as most of you.

Moderator

Thank you.

Q1

Thank you very much for your very insightful presentation. I have a question. You talked about the redundancies of road network which is being evaluated by your project. When evaluating the redundancy, do you quantitatively grasp the redundancy? Say, for example, do you use network model or something, this is thematically calculating the redundancy level. Or do you read into the maps to visually understand whether or not there is redundancy? Can you tell me a bit more about the method to evaluate the redundancy?

Sébastien BIASS

Thank you. This is very much observation and judgment evaluation. But now in our new case studies I am writing a network analysis to quantify redundancy better, which I think is what you are doing too.

Q1

Thank you very much.

Moderator

Any other questions, comments? Anything from our Zoom audience? Yes please?

Q2

Concerning the Tephra load, I understand that you are looking into this very accurately and deeply. In Japan, when we create hazard maps, what is fatal for people is where the volcanic bumps may fly, the ejectiles. Right now, I believe that you are focusing on tephra but also do you think you should also consider the ejectiles from the volcano, like volcanic rocks?

Sébastien BIASS

We do. I just did not show it here, but we have all the modeling for large class lapilli and ballistics. It is just in the risk analysis. I have not shown that but we are doing it.

Q2

Thank you.

Moderator

If there are not any more questions, we would now like to close the presentation by Dr. Biass. Thank you. We will be having a 10-minute break. We will be having a break till 2:40 p.m. on that clock on the wall. In the back of the room, there is some coffee. Please help yourself. Zoom audience, please come back to your seat by 2:40. Thank you.

Break

Moderator

It is already 2:40. We would like to move on to the next presentation. The third presentation is from Dr. Ryo Honda of Volcanic Disaster Research Center, Yamanashi Prefectural Government. He is going to talk about visualization of evacuation route status in volcanic multi-hazards around Mount Fuji.

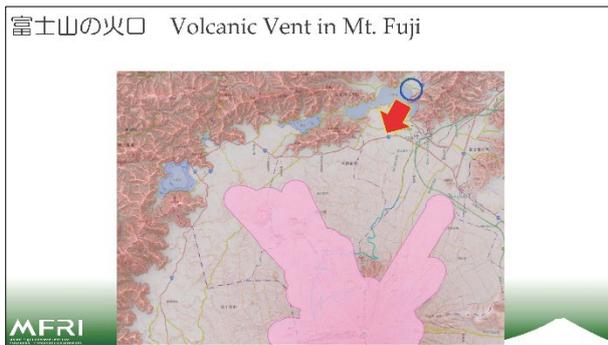
「富士山周辺の火山複合災害における避難経路状況の見える化」

本多 亮（山梨県富士山科学研究所）



スライド 1

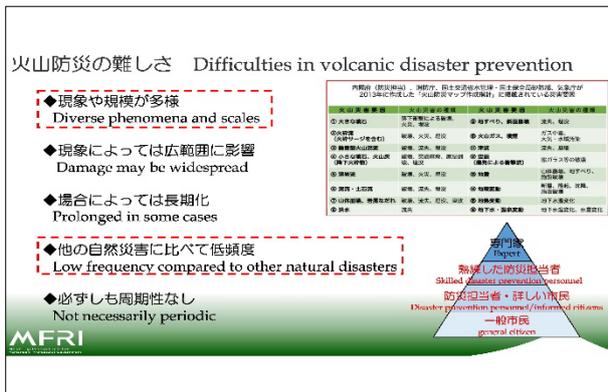
本多：ご紹介ありがとうございます。本多からはこのようなタイトルでお話をします。Sébastien がしたほど緻密ではない話になりますが、事例を紹介したいと思います。今、このトップの写真は河口湖の北岸から撮ったものです（スライド1）。富士山ほどの辺から噴火するかというのがあまりイメージできていない方に見せるとびっくりするのですが、このちょっとぼこっとした稜線の出っぱり、これは全部、噴火した痕跡、火口の跡になり、意外と平らなところとか、まさに近いところから噴火しているというのが分かると思います。



スライド 2

地図上で見ると、青丸で囲んだこの岸辺（スライド2）、ここから私が撮った写真だったのですが、ちょうどこの辺り一帯に地図でぼこぼこが分かるようになっていきます。この辺りの出っぱりが見えていたということになります。今、富士山で火口の出現が想定されている範囲は、重ねて見るとこのような感じになって、だいぶ市街地に近いところからも噴火はするし、もう想定されているエリア

自体が非常に広いですね。ということで、それがなかなか対応を難しくしているというのが、富士山の特徴になっていると思います。



スライド 3

富士山の特徴ではなく、今度は一般に火山防災の難しさがどの辺にあるかというのを簡単にリストアップしてみます（スライド3）。まず、現象や規模が非常に多様であるということだけでお出ししていますけれども、内閣府が2013年に火山防災マップを作成するときの指針をまとめたのですが、そこで、どういう現象が起こりますというのをまとめた表になります。全部で16種類にカテゴリー

分けをしてリストアップしているのですが、ご覧のように、現象自体が非常に多様だということが言えます。

それから、いろいろな現象があるということで、どういう現象が起こるかによっては、非常に広い範囲に影響すると。特に先ほどから話に出ている火山灰などというのはその典型例で、非常

に、首都圏にまで被害が及ぶということがいわれます。また場合によっては活動が長期化して、長い間そういう災害に苦しむということがあるかもしれません。

そして、火山災害自体が、日本でよく起こる水害といった他の災害に比べて、非常に発生頻度が低いというの、皆さんに知識が普及していかないというところになっています。分かりやすく周期的に起きるわけでもないというところもあり、こういったものの中で、特に現象が多様で低頻度であるということが、皆さんがこの災害に対するイメージがなかなか持てない原因になっていると言えると思います。

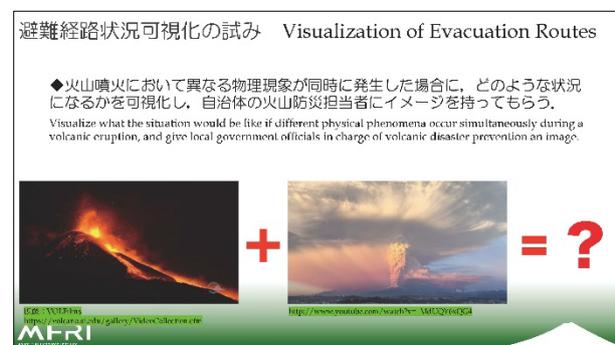
ここにピラミッドを書いたのですが、大体の知識レベルとといいますか、火山に対してどのぐらいの知識を持っていらっしゃるかということできざっくりと分けると、専門家は、怪しい人はあまりいないと思いますけれども、ある程度知識はちゃんと持っていて、そのすぐ下の、かなり長きにわたって火山防災に関わってきた防災担当者などは、結構な知識をお持ちです。さらにその下に、あまり経験が多くない防災担当者やある程度詳しい市民がいて、一般の市民の方は火山についてはあまりよく知らない、イメージできないということになっていると思います。



スライド 4

ですので、われわれの研究所では、火山自体の研究、プラス、地域の住民の方などいろいろな方への火山の知識の普及啓発を努力して頑張っているところです（スライド4）。対象としては、いろいろな方、もちろん普通の住民の方に対して、こういうワークショップなどを開催することもありますし、あとは実際に災害対応に当たる警察、消防といったようなところが、幸い最近、非常に積極的に

こういう図上訓練などをやりたいという話がありますので、そこでわれわれが講師を務めたりということもあります。それから、特に今、力を入れているのが、子どもたちへの教育です。子どもに対してこういう防災や火山などの知識を植え付けてやると、子どもが家庭に持ち帰って、家の中でまたトピックが広がったり、会話がつながったりということで波及効果も見込めるということで、児童生徒に対する教育を頑張っています。



スライド 5

ですので、われわれの研究所では、火山自体の研究、プラス、地域の住民の方などいろいろな方への火山の知識の普及啓発を努力して頑張っているところです（スライド4）。対象としては、いろいろな方、もちろん普通の住民の方に対して、こういうワークショップなどを開催することもありますし、あとは実際に災害対応に当たる警察、消防といったようなところが、幸い最近、非常に積極的に

ですので、特に自治体の火山防災担当者といった方々に、どういう現象が起こるのかということイメージしてもらいたくて、特にその中でも、富士山で想定される現象として大きく二つ、溶岩流と降灰という二つの現象が同時に起こ

ったときに、実際にどういう事態に陥るのかが見えるようなツールを作りましたということです。

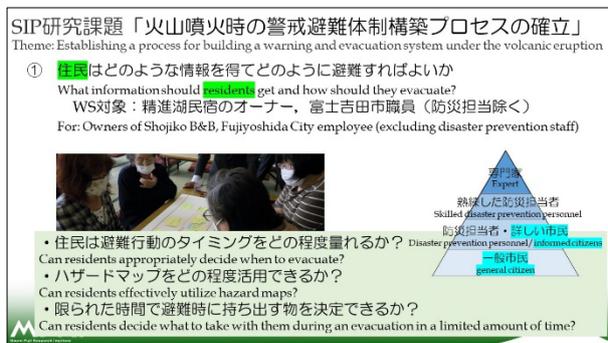
斜面を流れてくる現象と上空から降ってくる現象が二つ同時に起こったときに、どういう状況に陥るかというのは、結構イメージが難しいと思い、こういう組み合わせを選んだところもあります。



スライド 6

国家のプロジェクトのSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）というプログラムの中の小区分の中の市町村災害対応統合システム開発の中で、われわれは火山噴火に限って、どういうものが見せられるかということの研究しました（スライド6）。

この研究の中で大きく二つ取り組みました（スライド7）。一つは住民の方がどういう情報を発災時に得て、どういうふうに避難をすればいいのかという部分です。こちらは富士山の五つの湖のうちの精進湖という湖の湖畔で民宿を営んでいる方々を対象にして行ったのと、富士吉田市に関しては、市役所職員の中でも防災担当の経験のない方、知識のレベルで言うと同じようなところを選定して、取り組みました。



スライド 7

住民に関して測ったのは、避難行動のタイミングをどのくらい計れるのかというところと、われわれが改訂したハザードマップをどのくらい活用できるかというところ。それから、特に、避難時間、リードタイムが限られた避難行動になるので、そういう短い時間の中で、こういうものを持ち出す意思決定ができるかというところなんです。



スライド 8

こちらが今日紹介する事例の方なのですが（スライド8）、もう一つは、住民ではなく避難指示を出す側、自治体の防災担当職員が、どういった情報に基づいて、どのように避難を指示すればよいかという方です。こちらは、対象としては、富士河口湖町と富士吉田市の防災担当職員で、このときは、ある程度経験を積まれた方がどちらもいらっしやっして、そういった方々を対象にワークショップ

をさせていただきました。

今、SIPというプロジェクトの話をしましたけど、そこで開発したこのようなツールがあって、そこで可視化をして見てもらうということをしました。このツールは、実際に発災時に使うことと、もう一つ、訓練モードで使えるという機能があったので、われわれは訓練モードで実験的にやってみたということになります。

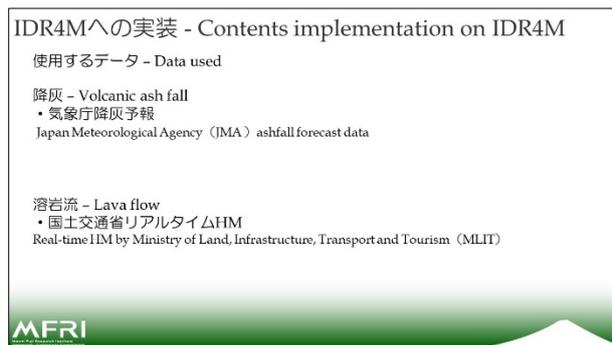


スライド 9

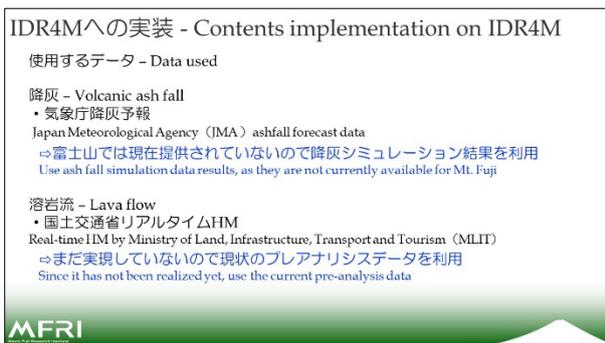
う検証をしたというところです。

それから、画面の左上に発令情報というのがあり、水害においては既に、実際に避難情報や発令情報がここにちゃんとリンクされていて、それを見ながら同時にハザードの現状把握もできるというような仕組みになっています。今回のわれわれのワークショップでは、こちらのリンクはしていない状態でやっています。

それから、イメージをよりつかむために、タイムスライダー機能というのがあって、これで、雨雲レーダーのように、これから近い未来にどういうふうに現象が発展していくかというのを、アニメーションで見ただけというところになっています。



スライド 10



スライド 11

を使っています。幸い、ハザードマップが改定されるタイミングで、非常に多くのシミュレーションが実施されているので、そういったデータを活用して今回はやってみました。

その他にも、今回メインのデータになりますけれども（スライド 12）、道路データは国土基本情報というところで、国土交通省からこちらも提供されている道路のデータ、道路の中心線のデータを使いました。

そのツールは IDR4M というもので、Integrated-System of Disaster Reduction for Municipalities の頭文字を取っています（スライド 9）。どういうものかという、バックグラウンドに地図があり、これは衛星写真であったり、いろいろなものを選択できるようになっています。それから、元々、水害対応で開発されたシステムを、われわれが初めて火山の分野で、火山に使えるかどうかとい

実際に見せるデータ、こういったデータを見せるかというところですが（スライド 10）、一つ、降灰については、一昨日のワークショップでも話が出ましたが、気象庁からの降灰予報のデータを使えればということを考えました。溶岩流に関しては、国土交通省からのリアルタイムハザードマップというのが実装されるはずだということで、そちらのデータのフォーマットを使おうと考えていました。

しかし実際には（スライド 11）、まず降灰のデータの方は、富士山では現実的には現在、提供されていないので、フォーマットは少し考えて、使えるかどうかという確認はしましたが、今回はこのデータは使っていません。溶岩流に関しても、リアルタイムハザードマップがまだ実装されていないということで、こちらも現状のシミュレーションデータ

IDR4Mへの実装 - Contents implementation on IDR4M

使用するデータ - Data used
 その他 - other data

- 道路データ: 国土基本情報の道路中心線
 Load data: Provided by Geospatial Information Authority of Japan
- 避難所データ: 市町提供
 Shelter data: Provided by municipality
- 要支援者施設データ: 市町提供
 Social welfare facilities: Provided by municipality
- 人口データ: e-stat 250mメッシュデータ
 Population data: Provided as 250m mesh by "e-stat", Statistical data of Japan

一般的なGISと異なり全掲載情報を自由に組み合わせて閲覧できない
 Unlike general GIS, you cannot freely combine and view all posted information.
 ⇒必要な項目の組み合わせを何通りか決めて準備しておく
 Decide and prepare several combinations of necessary items.



スライド 12

それから避難の指示、意思決定に関わる有用なデータを幾つかということで、もちろん避難所のデータが一つ。それから要支援者施設のデータ。それから、どの辺りにどのぐらいの人数がお住まいかという人口のデータを、こちらは e-stat という国の統計データのサイトからダウンロードして使ったのですが、これを 250m メッシュで使っています。

このツールが一般的な GIS と少し異なるのは、こういったデータをユーザーが自由に組み合わせて使うスタイルではなく、右側に例が載っていますが、既に幾つかの組み合わせを準備して、その中から選択して見るというようなことになっていることです。

フリーなものを含めて GIS のツールにはいろいろあると思うのですが、本当にいろいろなデータを自由に組み合わせて使うことができるというのは、メリットである反面、恐らく、あまり使い慣れていない自治体の担当者などが、有事の際に、どのデータをどう組み合わせて使えばいいかという判断が即きちんとできてスムーズに使えるかという、なかなか難しいという側面もあるので、ユースケースが想定されるものをあらかじめ用意しておくというスタイルでやっております。

IDR4MによるWS - Comparison with paper hazard map

ドリルマップに基づく図上演習
 Training on diagrams based on drill maps



IDR4M訓練モードによる図上演習
 Training on IDR4M training mode

スライド 13

IDR4M というシステムでいろいろなデータが見られるような状態にして、ワークショップを全部で 2 回実施したのですが、最初、第 1 回に行ったワークショップでは (スライド 13) ある噴火シナリオの想定の下、紙媒体のハザードマップや資料を参照しながら、こういった避難指示をすべきか。現状把握から避難指示までのオペレーションを訓練でやっていただきました。全く同じシナリオに基づいて、引き続き、同じようなオペレーションを体験していただいて、実際にこの IDR4M というものの、訓練モードではありましたが、これがどのぐらい使えるかという検証をしました。

WSによるコンテンツの改良 - Contents improvement via WS

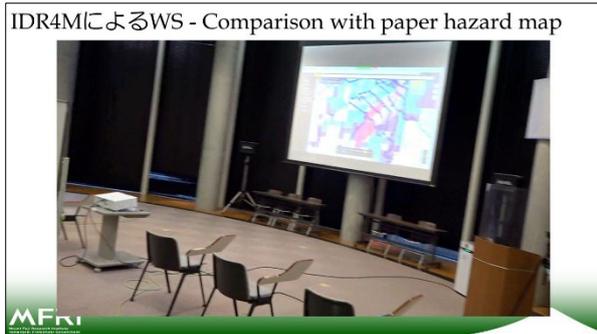
一般的なGISと異なり全掲載情報を自由に組み合わせて閲覧できない
 Unlike general GIS, you cannot freely combine and view all posted information.
 ⇒必要な項目の組み合わせを何通りか決めて準備しておく
 Decide and prepare several combinations of necessary items.

WS 1	WS 2
<ul style="list-style-type: none"> 背景地図上に重ねるレイヤー Layer overlaid on the background map ハザード hazards ハザード+道路閉塞状況 hazards + load status 	<ul style="list-style-type: none"> 背景地図上に重ねるレイヤー Layer overlaid on the background map 1週間後の状況 status after a week ハザード+道路閉塞状況 hazards + load status ハザード+道路閉塞状況 hazards + load status 時系列表示 time series display
<ul style="list-style-type: none"> 別途選択表示できるポイントデータ Point data that can be selected and displayed separately from layer images 避難場所/避難所 evacuation site/shelter 公共機関 public institutions 学校 schools 社会福祉施設 social welfare facilities 	<ul style="list-style-type: none"> ハザード hazards ハザード+避難指示区域 hazards + evacuation area ハザード+避難指示区域+人口分布 hazards + evacuation area + population distributions 道路閉塞状況 load status ポイントデータの追加項目 added point data ガソリンスタンド gas stations 病院 hospitals

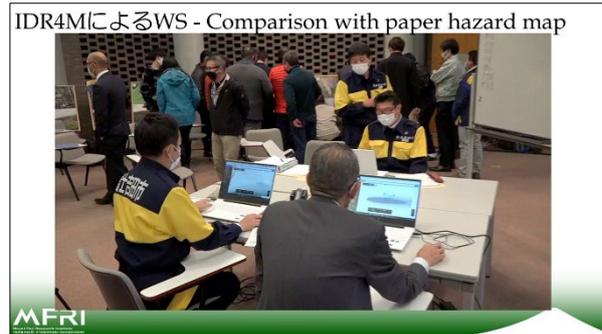
改良/対応 Improvement/Correspondence

スライド 14

1 回目に実施したワークショップの結果 (スライド 14)、いろいろな要望があって、改良したということですが、どういう要望があったかということ、重ねるレイヤーとして用意しておく種類、こういうものがあっていいという要望を受けて、整備し直したというのが一つ。それから、ちょっと変わったところでは、ガソリンスタンドがどこにあるかというデータが見たいというような要望もあって、そういったものを重ねたということがありました。

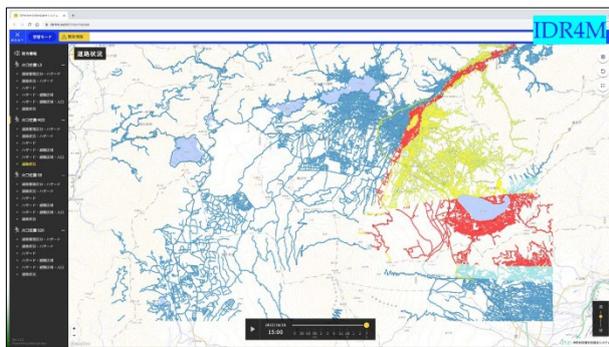


スライド 15



スライド 16

こんな感じで、メディアにも公開しながらワークショップを実施しています（スライド 15）。この画面上では見づらいと思うので、後でまたマルチハザードについてはお見せします。こんな感じで防災担当者にこのツールを使っていただいて、いろいろと意思決定の訓練をしていただきました（スライド 16）。



スライド 17

実際にワークショップで見ていただいていた画面です（スライド 17）。今から見方を説明しますが、ここで見えているのは道路の状況だけの絵になります。こちらの赤い部分、東側にたなびいている赤い部分が火山灰、降灰によって道路が使えなくなった部分です。こちら（その上の赤い部分）は溶岩流が流れたことによって使えなくなった道路です。水色の部分は降灰量がそんなに多くはないの

で、注意すれば通過はできるというようなカテゴリーの道路です。

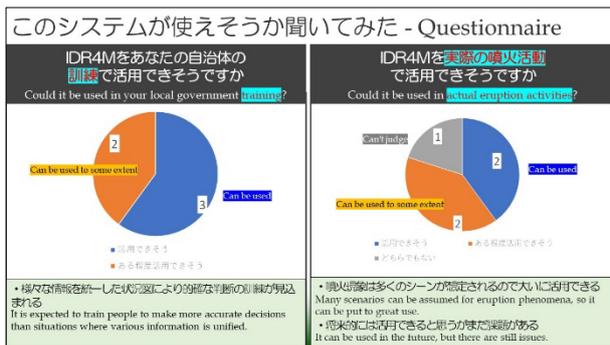
この黄色いところに注目してほしいのですが、ここは道路のインフラが全く正常な状態です。いくらでも車で走れるのですが、地形的に、道路がもうここ（上）とこちら（下）で塞がれてしまうと、どこにも出口がないというような状態になる、そういうカテゴリーも一つ設定しています。道路が閉塞してしまうというケースをシミュレーションで見られるようにしたというところです。



スライド 18

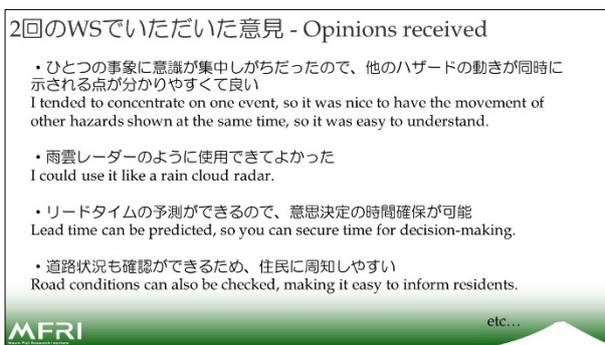
実際にはこれが、時間発展で見ると、ちょっとまた違うシナリオの例ですけれども（スライド 18）、火山灰が飛んで使えなくなった後、時間とともに溶岩流が流れていって、あるところまで溶岩流が達した瞬間に、突然、その時点で道路が閉塞する。ここでオレンジの部分ですね。通れるけれども出口がないという領域がある時点で突然出現するというようになります。

こういったものを見ながらワークショップをしていただきました。今紹介してきた IDR4M というシステムで実際に見て、やっていただいたのですが、データフォーマットをちょっと変えれ



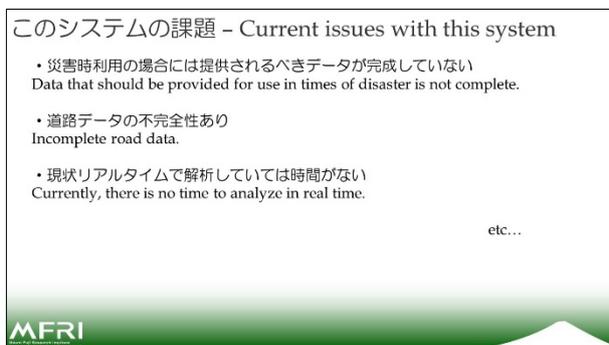
スライド 19

「将来的には活用できると思うけれどもまだ課題がある」というような指摘も頂いています (スライド 19)。

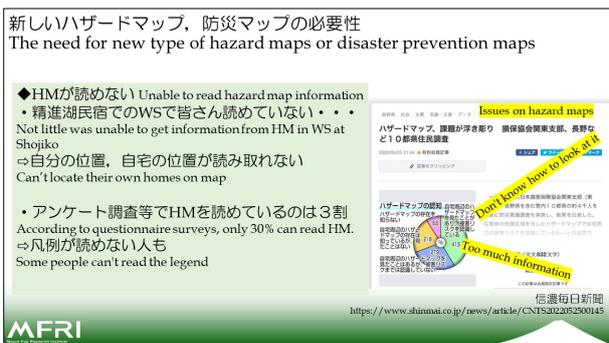


スライド 20

ので意思決定の時間確保が可能だということもご意見として頂いています。あとは、道路状況それ自体がきちんと確認できるのは、住民周知で非常にいいということも頂きました。



スライド 21



スライド 22

ば、他の GIS ツールやウェブブラウザでも見てももらうことはできる状態にしようということで、やっております。

参加していただいた防災担当者の数が、それなりに多いわけではないので、あまりサンプル数はないのですが、訓練で使えるかという質問と、それから実際に使えるかという質問をすると、「まあ訓練だったら使えるですね」というご意見と、「実際はどうか

2回ワークショップを実施して使っていた意見としては (スライド 20) どうしても災害が発生すると一つの事象にフォーカスしてしまうところを、絵的にきちんと視野を広く見られるのがいいという意見を頂いたのと、やはりアニメーション表示で、雨が降る予報の雨雲レーダーのように近い未来がきちんと見えているというのがいいということ。それから、リードタイムの予測ができる

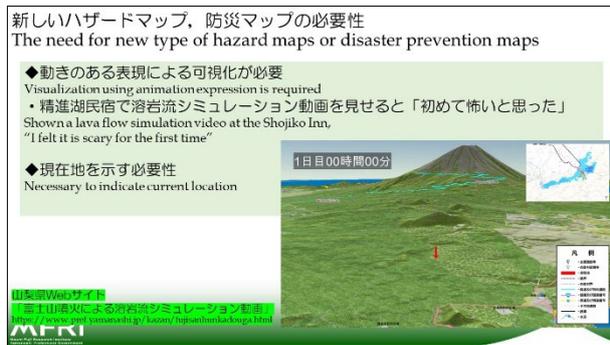
課題はいろいろあるのですが (スライド 21)、まず、理想的にこういうデータが提供されればというのがあってスタートはしたのですが、現時点ではそれが無いというのが一つです。それから、道路のデータも、データとして切れてしまっているところとか、幾つかシミュレーションして明らかにおかしいところは道路データを修正して使っていますが、まだまだ不備があるに違いないということは思っています。

それから、今、リアルタイムで道路閉塞状況を解析するということを考えると、計算時間がぎりぎりというか、若干足りない可能性があるところなんです。

今回、こういった取り組みをしたそもそものモチベーションについては (スライド 22)、そもそも皆さんがハザードマップが読めていないという可能性が最近非常に指摘さ

れています。こちらの新聞記事でも、これは信濃毎日新聞のハザードマップに関する聞き取り調査の報道ですが、日本損害保険協会関東支部が実施した結果から、皆さんやはりハザードマップが読めていないということも明らかになっています。

どうしても、まず地図が読めないというのが一つのハードルになっていて、今、皆さん、Google マップを開くと、「あなたはここです」というポイントが落ちるような世界で生きていらっしゃると思いますので、その辺のハードルをまずクリアしないと、ハザードマップというのはちょっと運用が厳しいかもしれないということを危機感として持っています。



スライド 23

あとは、山梨県が、住民の方に説明するために、「溶岩流ってこういうものですよ」という動画を、幾つかのシナリオで作って公開しています（スライド 23）。やはり住民の方に聞くと、「紙のハザードマップを見ても何となくあまり危機感を持っていなかったのですが、これを見て初めて怖いと思いました」というような意見もあったので、今後はこういった、今日紹介した可視化も含めて、見せ

方という部分で何か工夫をしていかないと、住民の方には伝わらないし、防災担当者の方も意思決定に困ることが十分想定されるなというところですよ。私からのお話は以上です。

司会：本多研究員、ありがとうございました。それでは質問をお受けしたいと思います。会場の方、どなたかご質問・コメント等ございましたら、挙手をお願いいたします。

Zoom の方から一つご質問がありますね。私の方から読ませていただきます。「富士山の想定火口範囲は市街地近くまで及んでいます、噴火警戒レベル 4 ぐらいのときに、周辺道路は交通規制されるのでしょうか。火口がどこに開くかわからないため、噴火前は第 1 次避難対象エリアには入らない方向になるかと思っていますが、いかがでしょうか」ということでご質問がありました。よろしくお願ひします。

本多：大事な質問で、避難基本計画が先ごろ改定されましたが、そちらの方に非常に細かく記載はしております。ご指摘のように、噴火の警戒レベルに応じて通行規制が発生することになっております。

司会：ありがとうございます。質問者の方、大丈夫ですか。これで一応、いったん答えということにさせていただきます。他の方、ご質問はございますでしょうか。よろしいでしょうか。

Zoom の方からもう 1 件ご質問がございました。IDR4M では、溶岩流の時間変化は扱えるようですが、降灰についても時間変化が扱えるのでしょうかというご質問が来ております。ご回答をお願いします。

本多：現状は、降灰のデータに関しては時間刻みを一切設けなくてやったのですが、実際に気象庁からの降灰予報データが使えるとなれば、降灰の方も時間発展、溶岩流の方も時間発展ということで、もう少し緻密なシミュレーション結果をお見せできると思います。

司会：ありがとうございました。他はよろしいでしょうか。それでは、よろしくお願ひします。

BIASS：いい発表をありがとうございました。これはトレーニング用のツールと考えていいのでしょうか。それとも、実際に運用でこれから使う予定はあるのでしょうか。

本多 もちろん将来的にはオペレーションに使いたいのですが、まだいろいろな課題がクリアできていない現状としては、訓練に使うのが限界かなと。

BIASS : では、次の質問なのですけれども、トレーニングをするときに、例えば、不確実性はどのように伝えているのでしょうか。例えば雨雲レーダーのように使えるという話がありましたけれども、それは予測に使われているわけなのですけれども。

本多 : 話に出ていた気象庁の降灰予報だと、もうちょっと気象状況に応じた灰の飛び方とか、今の完全な楕円体よりは実際に即したものになるはずですが、ただ、それでもまだ不確実性はあると思うので、その辺が、確かにおっしゃるようにコミュニケーションにおいて大事になると思います。

司会 : ありがとうございます。それでは、質問がなければ次のご発表に移りたいと思います。本多研究員、ありがとうございました。

それでは最後のご発表になります。トヨタ自動車株式会社の佐多宏太様より、「富士山噴火災害避難計画策定における溶岩流を考慮した車両避難シミュレーション」ということでご発表を頂きます。どうぞよろしくお願いたします。

“Visualization of Evacuation Routes Status in Volcanic Multi-hazards around Mt. Fuji”

Ryo HONDA (MFRI)

Ryo HONDA

Thank you for the introduction. I, Honda, will focus on this topic, as Sébastien. I am not going to be as detailed as Sébastien’s presentation, but I would like to show you some examples.

If you look at this photograph, this is seen from the northern coast of Kawaguchi Lake, and where if eruption occurs where could it occur? You see there are small bumps there. These are the old vents of the past eruptions. As you can see, many of these are closer to towns and villages at the foot of the mountain. On the map, this is where I took the photograph from. These are the bumps that you saw in the earlier photograph.

The area we anticipate vents may appear is in this area colored by pink. As you can see, this area is quite large. It makes it difficult to get prepared for a possible eruption at Mount Fuji.

Now if you look at general volcanic disaster prevention, what could be the challenges? I have made a list. First of all, the phenomena could be very diverse. The scales would be different. Just to show you how many types of disasters could be caused. Going to cabinet office, this is a guideline issued by the cabinet’s office in 2013. And this is the table that summarizes different kinds of events. There are 16 different categories listed here. This clearly indicates the phenomena that could be caused by volcanic eruption are diverse. Depending on the events, the damage may spread wide. A good example would be volcanic ash that could possibly reach the metropolitan area in Tokyo and the activities may be sustained. The damage may also increase in the end.

Volcanic disasters compared to other frequent disasters such as flood, and other frequent disasters in Japan, the frequency of occurrence of volcanic eruption is quite low. It is not easy to predict when this happens. Diverse phenomena and low frequency are two major features that makes it very difficult for citizens to get prepared for the event.

You see, this is a pyramid. This indicates the level of knowledge about volcanoes. On top, we have a category of experts. Experts are versed in volcanic eruptions.

Immediately below that there are people who have been in charge of disaster prevention for a long time. Below that, less experienced people in charge of prevention and also informed citizens. Generally speaking, people in the community are not aware of the volcanic disaster and its impact.

At our research institute, we carry out volcanic research. In addition to the research, we do communicate to community members these examples of enlightenment and educational programs for citizens. Of course, we target residents. We organize workshops like the one you see in this photograph. For those who directly respond to an event, the members of the police and firemen, they have come to us for information. We do provide teaching sessions. Recently, we emphasized education to small children, students at school. If they know about the disaster, they will talk about the hazards and risks at home when they go home. We can expect the knowledge will spread. We are focusing on education to students.

The examples I want to talk about are based on visualization. The purpose is to show the simulation, to show a clear image that people will be able to imagine what could happen by looking at specific images, especially targeting local officials who are in charge of volcanic disaster prevention. One of the phenomena that we expect from Mount Fuji is lava flow and also ash fall. If these events occur at the same time, what could happen? This is a tool to visualize what could follow after these two simultaneous events. Lava will flow on the slope and ash will fall from there. It is very difficult for regular citizens to imagine what could really happen. That is why we selected these two specific events.

This research is part of the national project called SIP. This is a Strategic Innovation Creation Program of Japanese government to develop integrated system and we are in charge of volcanic eruption. There are two major activities we focus on. One is the information we provide to residents as to how they evacuate. Specifically, we target around the lake of Shojiko. Out of five lakes we actually looked for accommodation operators. Also, the Fujiyoshida city officials who have never been in the position of disaster prevention.

For the citizens we asked the question, at what time they decide to evacuate and how will they be able to utilize the hazard maps that we prepare? Of course, the time available for evacuation is limited. Lead time is limited. So, in such a short time what should they take out? These are the questions that we asked for our evaluation. This is an example that I would like to talk about today. We are targeting the government officials who would issue guidance to citizens specifically

Fujikawaguchiko town, Fujiyoshida city, staff members who are experienced in disaster prevention. This is another workshop we carried out for these people.

I talked about the national project SIP. Under that project, we developed a tool for visualization. When an eruption occurs, we can utilize this tool. We also have the training mode as one of the features of this tool. We decided to use the training mode for the workshop. Let me talk about this tool which is called IDR4M. The longer name is Integrated System of Disaster Reduction for Municipalities. In short, that is IDR4M.

You can see the map there. This can be satellite photo. There are different images you can choose from. Originally, this is a system developed for flood damage and we verify whether that is applicable to volcanic event. This indicates the issued evacuation order. If an evacuation order is issued, that system is linked to this so you will be able to see exactly what that prediction order has been issued. In our workshop, this link was off. In order to show the clear image, we have this time slider function. It is like to be able to see the raincloud, how it is going to move over the year. You can actually see the progress of the event.

The data that we show includes volcanic ash fall. We had a workshop two days ago focusing on that. There is Japan Meteorological Agency's ashfall forecast. We thought that this data can be utilized. For lava flow, there is real-time hazard map. It is going to be implemented by the Ministry of Land, Infrastructure, Transport, and Tourism. We are hoping to be able to utilize this data from MLIT.

With regard to ashfall, this data is not available for the Mount Fuji. We did examine the format but we were not able to use this data. With regard to lava flow, real-time hazard map has not been implemented yet. That is why we use the simulation data as of today. Fortunately, hazard map is disclosed and publicized, which includes multiple simulations, we utilized that data.

Other than that, this is the main data that I would be presenting, the road data. This comes from the Geospatial Information Authority of Japan. This is the midline of the roads. And also, for evacuation orders to be placed, we have to have data on where the evacuation shelters are, data on social welfare facilities that may need help, and also how many people live where? We need to have population data. We are using the e-stat. This is a statistical data of the Japanese government. We downloaded this. This data is provided by a 250-meter mesh.

Actually, this data is a bit different from ordinary or general GIS. It is not as if we can combine freely the different information. You can see this example on the right-hand side. But already, several combinations have been prepared and we can choose from among them.

There are many GIS tools that are provided freely also. There is merit in being able to combine freely all kinds of data. But for local governments who are not really used to use it, what data should be combined with what? I believe it may be difficult to make that judgment in an emergency situation. We looked at several use cases to prepare several combinations.

IDR4M, that is the system that we used and we can look at different data. There were two separate workshops. This is the first workshop. We had an eruption scenario. We used paper-based hazard maps to consider the operation from grasping the situation all the way up to issuing evacuation instructions. Based on the same scenario, we had people experience the same operation using the IDR4M training mode to verify if it is workable or not.

In the first workshop, there were many requirements that became clear and therefore some improvements were made. What were the requests by the participants? The layers to be overlaid on the background map, we have to prepare that. There are several different types that people wanted. That is one. Also, the gas stations, where are the gas stations located? Some people wanted to know that. We also added that information for the second workshop.

This is how the workshop looked like when we carried out. It may be difficult to see but I would like to show you another screen for the multi-hazards. The people in charge of disaster management were using the tool in this training to make judgments.

I am sorry, the animation is not working. But in the workshop, this was the screen that people were looking at. I would like to explain how to read this map. What we see here is just the road networks. The red part here on the eastern side are roads that cannot be used because of ashfall, so it is in red. This area are roads that cannot be used because of lava flow. This light blue part is where the ashfall is not that thick. Therefore, if you drive carefully, you may be able to drive through those roads.

The yellow part here is what I want you to focus on. This area is where the road network is okay. You can drive through this area. However, over here and over

there on the top, it is blocked. Therefore, you cannot get out of the road network right here. The roads are blocked. You cannot actually get out of this network and that is what is being shown in this simulation.

If we look at it over a time. This is another scenario but you have the volcanic ash falling, damaging the roads, blocking the roads and then after a while lava flow. When it reached a certain area, all of a sudden, the roads will become blocked, this orange part. You may be able to drive along these roads but it leads nowhere because at the end it would be blocked. This is what people were looking at during the workshop. The IDR4M, the system is what was used. But maybe tweaking the data format, maybe we will be able to look at it together with the GIS tools or with ordinary computers.

The people who took part in the training, the number was not that high. We do not have a lot of samples. But we asked whether or not this could be used for training, and can it be used in a natural eruption situation? People said that yes it is good for training, but in a natural situation some people had doubts. Some people said that it may be usable in the future but there are still issues for this system to become much more useful.

Now, we had two workshops. We asked people to try out the system. Some of the feedback we received was that once an emergency arises, we tend to focus on just one event. But through this system, it makes it easier to look at multiple hazards at the same time. For example, if we have a weather radar, we might be able to see the rain coming and approaching us. Maybe if we can do that with this eruption model that would be great. Also, lead time for decision making, if we can understand that, that is good. Also, being able to check the road conditions is very good because this will help us inform the residents.

There were many issues that were raised. First of all, we had some ideas about the ideal dataset but it is not complete yet. The road data was incomplete. There was some data missing. We had to modify the road data to use it in our simulation. Also, the real time information to see where the roads are blocked. Right now, we may not have enough computational time to actually grasp that. The reason why we carried out these workshops is because there was a possibility that people are not able to understand hazard maps.

This is a newspaper article. This is the Shinano Mainichi newspaper that reported about a questionnaire among residents, how much they understood the hazard map? And it became very clear that many residents did not understand how to

look at the map. Some people may have difficulty just looking at an ordinary map. Now you open up Google Map and it tells us where we are right now on that map. Looking at a paper map may be difficult, whether it is a hazard map or not.

Yamanashi prefecture is using this image to show what a lava flow might actually look like. So, people may look at a paper hazard map. It may not really help people to have the sense of urgency. But by looking at this animation, people felt that lava flow can be very dangerous. They were able to understand that for the first time. I believe it is for us to also consider ways to show the data and information so that it is easily grasped by residents. That is all from myself. Thank you very much.

Moderator

Thank you, Dr. Honda. Now we would like to take questions from the audience. Any comment or question? If you do, please raise your hand. There is one on Zoom. Let me read this out. The scope around the vent of Fuji-san extends to a town area. When the warning level is four, would the traffic be restricted. We do not know exactly where a vent opens. I think we are not able to enter the evacuation area.

Ryo HONDA

We have the evacuation basic plan. This has been revised recently. If you look at that plan, you see the detailed information there. As you pointed out, depending on the warning level there will be traffic restraint.

Moderator

Thank you very much. I hope that answered the question. Any other questions from the floor? There is another question on Zoom. For IDR4M, it seems that the lava flow over time is shown, but will we be able to see the ash flow over time as well?

Ryo HONDA

Right now, for the ashfall data, we do not have any time longitudinal data. But if we can use the JMA's prediction data, then we will be able to have more detailed simulation over time looking at the lava flow as well as the ash flow situation.

Moderator

Any other questions? Yes, please go ahead.

Sébastien BIASS

Very good talk. Is it a training tool or is it meant to be an operational tool as well?

Ryo HONDA

Yes, in the future we would like to utilize that for operation. But as of today, we have multiple issues we have not been able to find solutions. So, for the time being only for the training.

Sébastien BIASS

Follow up question. How do you communicate when you do this training? Do you communicate the sense of uncertainty? Because you have one quote that is I can use it like a rain cloud radar. The rain cloud radar observations, these are forecast and...

Ryo HONDA

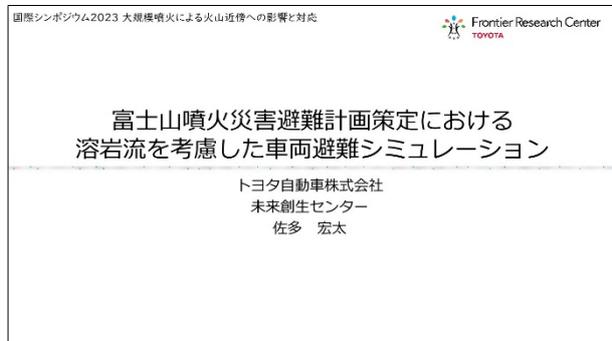
Yes, when we have data from JMA, we will be able to get more detailed, more precise data. We can only show a scope but we will be able to show more details. Of course, there would be some uncertainty. I think it is important to communicate uncertainty as well as you just pointed out.

Moderator

Thank you very much. If there are no other questions, we would like to move on to the next presentation. Dr. Honda, thank you very much. Now, the last presentation is from Toyota Motors, we have Dr. Kota Sata. He is going to talk about vehicle evacuation at the time of Mount Fuji eruption.

「富士山噴火災害避難計画策定における溶岩流を考慮した車両避難シミュレーション」

佐多 宏太（トヨタ自動車（株）未来創生センター）



スライド 1

佐多：トヨタ自動車未来創生センターの佐多と申します。どうぞよろしくお願いいたします。本日はこのような機会を頂きましてありがとうございます。今日は、「富士山噴火災害避難計画策定における溶岩流を考慮した車両避難シミュレーション」ということで、ご発表させていただきます（スライド1）。

最初に、トヨタ自動車がなぜこんなことをやっているの？ といったところからお話し

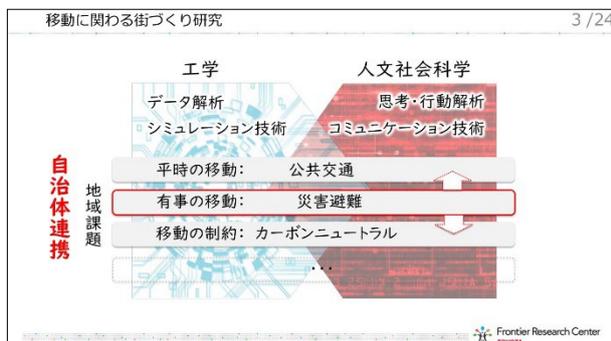
させていただこうかと思っています。われわれが、こういう一見関係のないように見える火山への取り組みをなぜやっているかですが、トヨタ自動車は、自動車産業という確立されたビジネスモデルの中で成長を続けてきたのですが、車の概念そのものが変わろうとしている中、2019年にモビリティカンパニーというものへのフルモデルチェンジを掲げて、変革を続けています。



スライド 2

モビリティというものを大きく捉えると（スライド2）、車での移動だけではなく、さまざまな移動に関わる問題と解釈することもできます。このように大きく「移動」というものを捉えて、一人一人の幸せに貢献します。そして、「移動」に関わるまちづくりといことを考えるという観点で、この町いちばんの企業を目指しています。

それでは、この取り組みを、この図を用いてご説明させていただきます（スライド3）。われわれは、移動に関わるまちづくりの研究として、平時の移動である公共交通や有事の移動である災害避難というようにことに取り組んでいます。この地域課題に自治体と連携して取り組んでいます。



スライド 3

本講演での富士山噴火災害は、有事の移動に関わるまちの課題に当たります。これらの課題解決のために、データ解析やシミュレーション技術といった工学アプローチに加えて、これらの課題解決の中心になる人に対するアプローチとして、思考・行動解析、コミュニケーション技術といった人文社会科学にも踏み込んで取り組を進めております。これを他の地域や他の課題にも適用できるような一般化というものを

目指しています。これを自治体連携として行っています。



スライド 4

それでは、車両避難シミュレーションの対象としている連携自治体の裾野市について、まず最初にご説明させていただきます。

これは裾野市から見た富士山になります（スライド4）。この右上の地図の星印の位置が、私が勤務している東富士研究所になります。ここが裾野市の所在地になります。裾野市は、富士山の麓に立地して、温暖で豊かな自然と産業が調和したまちになります。

では、まず裾野市の特徴について皆さんにご紹介します。後ほどのシミュレーションに当たっても、ちょっと特徴を覚えておいていただきたいと思っています。



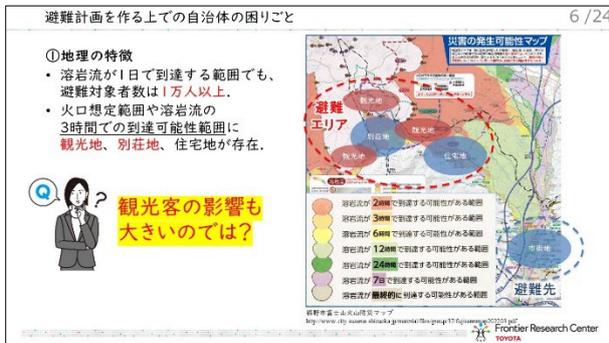
スライド 5

裾野市は、まず富士山の麓に観光地があります（スライド5）。ここに、皆さん、ご存じの方もいらっしゃるかもしれませんが、サファリパークのような全国的にも有名な施設もあります。全国各地から観光客が集まってくる場所になります。

市街地は、旧足柄街道沿い東名高速道路と、新東名高速道路、あと国道246号線、JR御殿場線と、ここにずっと集まっているので

すけれども、この市の南部に立地しています。この辺りでしょうか。

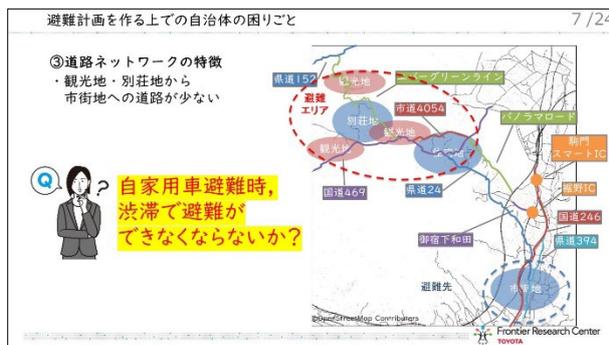
北西の富士山、西の愛鷹山、東の芦ノ湖のある箱根山に囲まれた土地柄、市街地と観光地というものが、一般道としては片側1車線の少数の道路でつながっています。



スライド 6

ここで、避難計画を作る上での自治体の困りごとを示します。一つ目は地理の特徴になります（スライド6）。溶岩流が1日で到達する範囲でも、避難対象者数が1万人以上にもなります。また、火口の想定範囲や溶岩流の3時間での到達範囲に、観光地や別荘地、住宅地がこの辺りに存在します。県のシミュレーションによると、近隣の自治体と違って、裾野市は徒歩での避難が推奨されているというわけではありませんが、市の防災担当者の方は、観光客の影響がとても大きいのではないかという不安をお持ちでした。

二つ目は道路ネットワークの特徴です（スライド7）。先ほどもお示ししたとおり、北西の避難エリアから南東の市街地までは、少数の片側1車線の道路でつながっています。



スライド 7



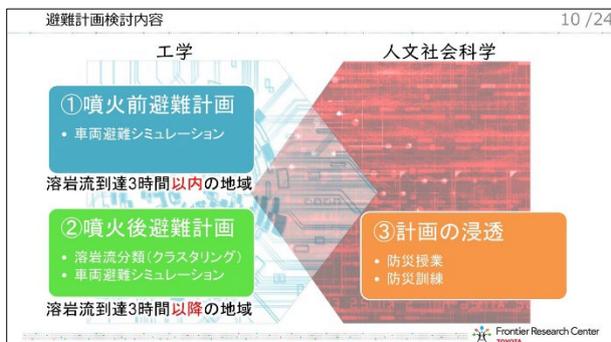
スライド 8

噴火からの経過時間を示します。それではご覧ください。

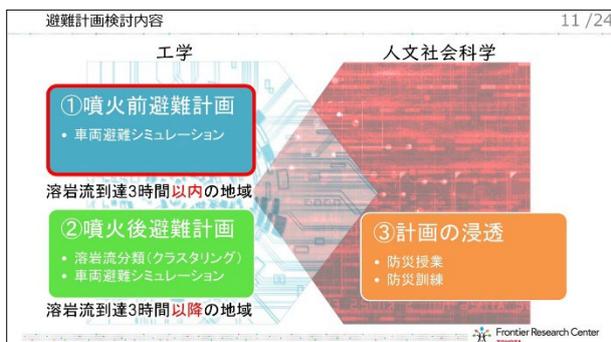
このように、赤色の部分が2時間以内の到達地域です。黄色が6時間以内の到達地域になります。ここに川があるのですけれども、このように川沿いに流れていくのが分かるかと思います。



スライド 9



スライド 10



スライド 11

これも、自家用車の避難時に渋滞で避難ができなくなるといふ不安を、市の防災担当者の方もお持ちでした。

ここからは、まず影響のある溶岩流をイメージいただくために、この付近を川沿いに流れる可視化絵動画をご覧ください(スライド8)。裾野市には、溶岩流が最短2時間以内に到達する地域として、須山中学校のある須山地区があります。この左上に、

これで今、11時間50分といったところですけれども、約12時間で裾野市役所付近まで流れる、要するに行政の中心地まで、12時間近くでもう流れ下ってくるというような地域特性があります。

これは富士山火山防災対策協議会のドリルマップで、先ほどの須山地区を拡大して見たものになります(スライド9)。こうすると、やはり多くの地域が溶岩流で覆われてしまうのですけれども、これを噴火口別に見ると、多様な流れ方に対応すれば避難できないことはないのではないかということが考えられるため、多様な流れ方や不確かさへの対応のため、車両避難シミュレーションを活用しようということで、われわれは取り組んでいます。

ここからは避難計画のプロセスとして、大きく三つに分けて考えます(スライド10)。本日は検討内容のうち、工学要素を中心に、人文社会科学も取り入れた噴火前と噴火後の計画策定のための車両避難シミュレーションと、溶岩流の分類についてお話しさせていただきます。

避難計画側から考えると、噴火前は噴火警戒レベルが一気に上がってしまうという可能性があるため、対象地域である溶岩流の到達3時間以内の地域の一斉避難が課題になります。一方、噴火後は、噴火口の位置に応じ

て、段階的にどのように避難するのかが課題になります（スライド 11）。そのため、噴火前の避難と噴火後の避難ということで分けて考えています。

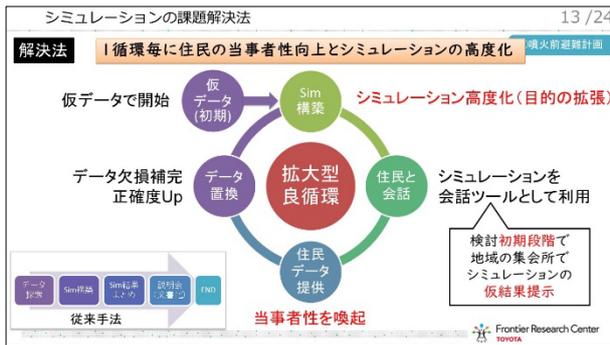
それでは、噴火前の避難計画で扱う車両避難シミュレーションについてご紹介いたします。



スライド 12

まずシミュレーションの課題についてご説明します（スライド 12）。車両避難シミュレーションにはさまざまなデータが必要になります。例えば、自治会区域や道路の交通センサスデータといったようなオープンデータや、車両数などの地域データがあります。しかし、検討初期には、目的に応じた粒度のデータ不足や、個人情報保護のため使用目的の承諾といったようなデータ取得上の課題があります。あるいは、これを全部集めようとして

から、集めてからシミュレーションを構築しては、どこまで行ってもなかなかシミュレーションが公開できないというような状況が起こります。そこで、何を考えたかというように、を、まずご説明したいと思います。



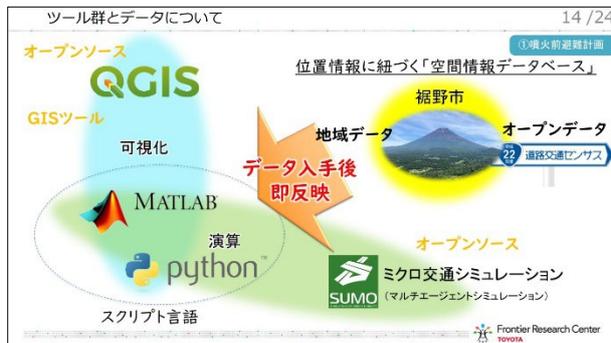
スライド 13

従来手法を調べると、左下の今点滅しているところのように、最初に可能な限りデータを探索した後にシミュレーションを構築します（スライド 13）。そしてその構築結果をまとめて文書化して説明してあげましょうというような方法が取られます。こういうのが一般的ですね。

これを今回、どういう解決法を考えたかという、1循環ごとに、住民の当事者性向上とシミュレーションの高度化を同時にやってやろうというようなことを考えています。

これを今回、どういう解決法を考えたかという、1循環ごとに、住民の当事者性向上

それはどのようにやったかということですがけれども、真ん中に示すように、まず仮データでシミュレーションを作ります。そして住民と会話をします。そして住民にデータを提供してもらって、データを置換して、そしてシミュレーションを構築する。このプロセスを繰り返すという方法になります。



スライド 14

ポイントは、検討初期段階で、地域の集会所でシミュレーションの仮結果を提示します。そして、シミュレーションを会話ツールとして利用するという事です。その結果として、住民にデータを提供いただいて、データの正確性をアップさせて、シミュレーションを高度化します。さらに、住民との会話を継続していくことによって、当事者性の喚起を狙えるという、こういう良い循環が拡大していくというようなことを狙ったものです。

このプロセスに必要な検討環境について次にご説明します。

これはわれわれが検討に使っているツール群を示します（スライド 14）。データを手に入れたら、すぐに反映させられるように、MATLAB とか Python といったようなスクリプト言語、あるいは、すぐにデータを可視化できる QGIS やマイクロ交通シミュレーターの SUMO を使っています。こうすることで、行政ともすぐに共有できること、また、低コストで運用することで、継続的な活動となるように、できる限りオープンソースのソフトウェアを利用しています。それでは、シミュレーションの結果を次にご説明したいと思っています。



スライド 15

ここからは噴火前の車両避難シミュレーションの結果を説明します。想定日時は8月の休日で、12時の観光客の多い時期です。まず仮データでの構築結果を示します（スライド 15）。この動画をご覧ください。これはそれぞれの青い三角の印が一台一台の車両の動きを模擬したものになります。図の左上から右下に車両が避難していっているのが分かるかと思います。この結果、避難完了までに約9

時間かかるということが分かりました。

しかし、これは仮データの結果なので、です。これが正しいというようなものではないのですが、この動画を須山地区の方々に、先ほどの小中学校があったところの方々に提示して、さらに市役所からデータ提供の依頼をアンケート形式で行っていただいて、住民からデータを提供いただくというようなことをしています。

これは取得したデータの一例を示しています。避難指示の発令から避難開始までの準備時間を示したものになります。検討初期は、準備時間をこのように1時間に仮置きしていました。住民データのアンケート結果はこのようになります。結局、最初に準備してから避難するまでの時間というのは、人それぞれ変わるものですから、これがまたシミュレーションにも影響してくるのです。

もう一つ、この他にも、避難に利用する世帯当たりの車両台数は何台ありますかというような調査も行っています。



スライド 16

これは、先ほどの住民との会話を行った後に入手した住民データを反映させたものになります（スライド 16）。これは先ほどのものに加えて、避難経路の修正も含んでいます。まずはその結果から言うと、避難完了までに6時間弱です。先ほどは9時間ということだったので、3時間ぐらい短縮しているわけですね。

このように、データを取得しながらシミュレーションを高度化させていく、住民の方とそれを使って会話をしていくというようなことで、住民を巻き込んだシミュレーションの構築というようなことを行っています。

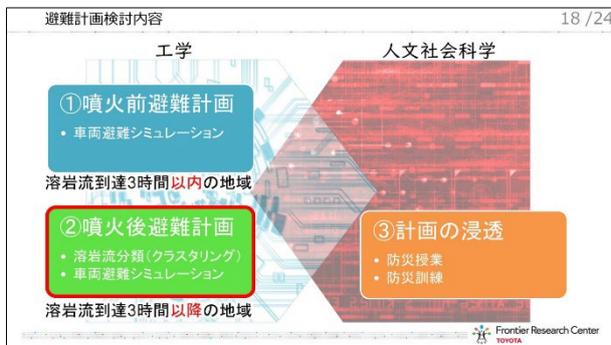


スライド 17

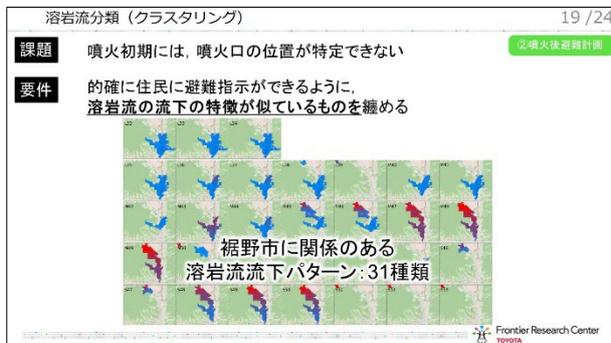
る影響も、ここで評価しています。

一般的に、時速 10km 以下が渋滞と呼ばれるような状態になっていますが、それを 5km、2km というようなことでも評価してみました。そうすると、このシミュレーションの境界の平均速度になるのですけれども、それが 2km になってくると、避難時間が 20 時間以上かかるという

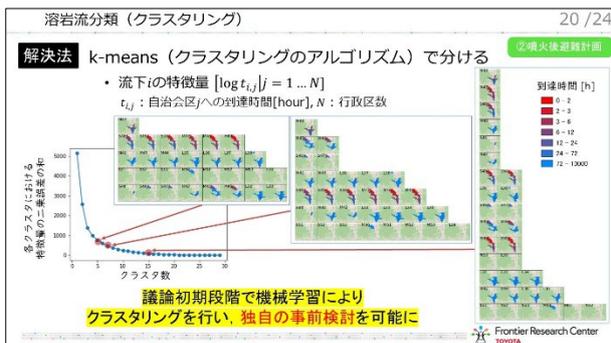
さらに、地域の企業通勤者が、避難指示を受けて同時に帰宅する場合のシミュレーションに関しても行いました (スライド 17)。通勤者を考慮する場合、この地域では幹線道路の利用というのを無視することはできません。先ほどは、できる限り幹線道路は使わない状態で逃げるとどうなるかというようなことを示したものになります。そのため、この幹線道路である国道 246 号線の渋滞状況による



スライド 18



スライド 19



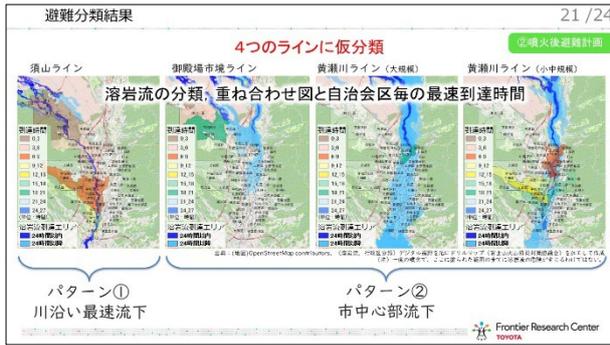
スライド 20

ような場合もあり得ます。いかにこの主要道路の状況によって変わってくるかということが分かるわけですが、このように企業通勤者の影響というのにも考察しています。

ここまでは噴火前の避難計画についてご説明してきましたが、次に、噴火後の避難計画についてご説明したいと思います (スライド 18)。

噴火後の避難計画の検討に当たって直面した課題というのは (スライド 19)、噴火初期に、噴火口の位置が特定できないということです。しかし、裾野市に関係のある溶岩流の流下の代表パターン、これはドリルマップで提示していただいたものですが、これが 31 種類あります。これを、的確に住民に避難指示ができるように、溶岩流の流下の特徴が似ているものをまとめた上でシミュレーションを行うということを考えました。これをまとめるために、機械学習の一手法を使おうというようなことを行います。

方法について簡単にご説明します。ご存じの方もいらっしゃるかもしれませんが、機械学習の k-means というクラスタリングのアルゴリズムを使っています (スライド 20)。裾野市では、防災避難指示を自治会区ごとに出します。そのため、31 種類の溶岩流を、自治会区への到達時間を指標にい

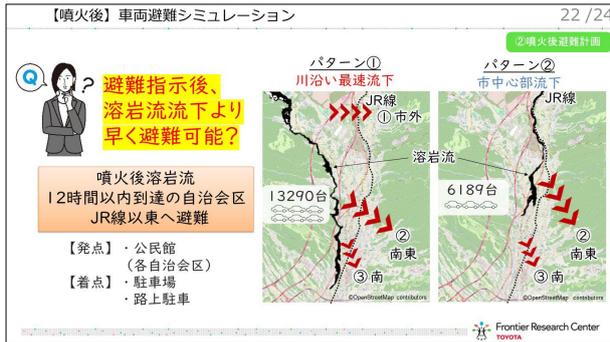


スライド 21

れます。式としてはこのような式で評価したのものになります。また、このクラスタリングの方法は、クラスター数は可視化画像を見て決めるというようなやり方なのですが、それを今回は四つ選択しています。

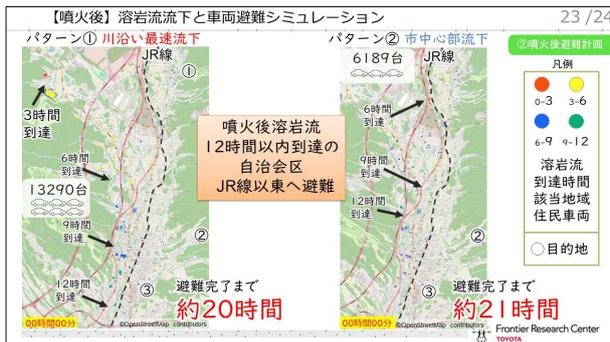
これが分類結果になります（スライド 21）。影響する住民数を少なくするためには、細かく分類しておいた方がよいのですが、避難指示が複雑化すると住民に混乱を生じさせる可能性があります。そのバランスを考えて、24時間以内の避難に影響する住民数などを考慮して、溶岩流を四つのラインに分類しました。これを仮置きして、議論を進めることができるようになっています。

裾野市の地域としては、溶岩流の各自治会区への到達時間を色分けすると、このような分類になってきます（スライド 22）。さらに、噴火後の車両避難を考えるに当たって、最悪条件も想定して、パターン①川沿いの最速流下、パターン②市の南部の流下という2種類で実施しました。



スライド 22

その結果についてご説明します。噴火後の車両避難シミュレーションについては、避難指示後、溶岩流流下よりも早く避難可能かということの評価をします（スライド 23）。初め段階は、噴火口が分からないということ想定して、噴火後の溶岩流が12時間以内の到達の自治会区の住民が、ここにJR線があるのですけれども、JR線の以東に、こちら側に避難するということを目標として、シミュレーションを行っています。簡略化のため、発点は公民館、着点は駐車場や路上駐車というように行っています。パターン①はこのような避難経路で、パターン②は北側から南側の方へ避難していくというものになります。



スライド 23

まとめ



スライド 24

それでは、この結果を示します。3時間置きに溶岩流の流下を示していますけれども、黒色のものが溶岩流の流下になります。これを見ていくと、こういう黄色、青、緑などが見えるのですが、これは全部、一台一台の車になります。この辺りは、溶岩流の流下が、黄色い車をどんどん、どんどん追ってきているということが分かるかと思えます。いずれにしても、噴火時には、一般交

通が少ないことを前提にしたシミュレーションではあるのですが、避難完了までに、どちらの場合も約 20 時間以上かかるというような結果も出ています。

最後のまとめになります（スライド 24）。データ取得と当事者性を向上させるシミュレーションの方法の構築と、噴火前の車両避難シミュレーション、機械学習による溶岩流分類、噴火後の溶岩流と車両避難シミュレーションについて、本日はご説明させていただきました。以上になります。ご清聴ありがとうございました。

司会：佐多様、ありがとうございました。それでは質問をお受けしたいと思います。会場の方で。ではどうぞ。

Q1：興味深いお話を頂きましてありがとうございました。お伺いしたいのは、この結果を、今後どういったものに活用していくのかということが 1 点です。もう 1 点は、お話の中で、裾野市は徒歩避難の推奨地域ではないというようなお話をされていたのですが、避難計画を作った立場から言わせていただきますと、決してそのようなことはなくて、溶岩流 3 時間のところは原則徒歩というところですので。そのあたりを踏まえて、今後これがどのような形で活用されていくのかを教えてください。

佐多：ご質問ありがとうございます。この活用方法に関しては、われわれは毎週 2~3 時間ぐらいずつ、裾野市の防災担当の方と、どういうふうに避難計画を作っていこうかということとをずっとお話しています。その中で、疑問点であったり、どうした方が良いかということを入れ込んでいくことを通して、活用しようとしています。

また、3 時間以内ということに関して申し上げますと、3 時間以内のエリアは、噴火前に避難するということを前提に考えています。避難先が 20km ぐらい離れているものですから、まず車両避難を前提にできるような形で考えています。お答えになっておりますでしょうか。

Q1：ありがとうございます。そうすると、特に現象が早く到達する、大きな噴石のエリアを優先的に逃がさないと、命を守る上での避難オペレートとしては疑問が残るのですが、そのエリアを最初に逃がすような手立ては、シミュレーションの中に反映されているのでしょうか。

佐多：そうですね。噴火前、今、3 時間以内のところに関して言いますと、全て噴火前に避難をさせることが前提になっています。噴火前ですので、まだ噴火していない状況のときに、全部逃がしてやるということは前提として考えているということです。

Q1：そういうことではなくて、3 時間以内のところは、溶岩流のみが到達する範囲と、その中で、大きな噴石が到達する範囲に分かれると思うのですが。より早く避難しなければいけない範囲というのは、噴石のエリアと認識しておりますので、そちらの方を優先的にオペレートするような内容はシミュレーションに反映されていらっしゃるかどうかということです。

佐多：噴火前のシミュレーションに関しては、優先的にというようなことに関しては、まだここでは反映はしていません。反映はしていないのですが、噴火のところ（噴石エリア）は、最初に影響のないように逃がすということは前提にはしています。

Q1：分かりました。ありがとうございます。

司会：ありがとうございます。Zoom の方で、鹿児島市の危機管理課さんが挙手されているようですが、Q&A の方にぜひ書き込んでいただければと思います。よろしくお祈りします。

それから会場の方から何かございますか。Zoom の方でもう 1 点、質問があるので、そちらの方を先に私の方から読ませていただきます。今回、溶岩流のシミュレーションをご紹介いただい

たのですけれども、降灰の影響に関しても今後検討に取り組むのかを教えてくださいということで、ご質問が参っております。ご回答をお願いいたします。

佐多：ありがとうございます。降灰に関しては、現時点ではまだ、検討する、しないということについての議論をしていません。今は溶岩流から始めていると認識いただければと思います。

司会：ありがとうございます。もう1点、Zoomの方からご質問が入っております。今回のシミュレーションでは、渋滞状況の想定ということでシミュレーションされていますが、観光客や一般の住民以外の方々の交通量が普段に比べてどのぐらいまで減少していればスムーズな運用ができるかといった方向のシミュレーションもされるのでしょうかというご質問が入っています。いかがでしょうか。

佐多：どのぐらいまで？

司会：スムーズに運用、避難ができるようになるには、どのぐらいの人数まで交通量を減らせばいいかという形のシミュレーションをされるのかと。

佐多：どのぐらいまで減らせばいいかということに関しては検討はしていません。

司会：ありがとうございます。他に何かございますでしょうか。ではもう1点。

Q2：ご発表ありがとうございます。今回のシミュレーションを住民の方々にいろいろご提示して、多分いろいろなアンケートなどをされているのですけれども、そういうところの情報を入れて、また再度シミュレーションという形で、その住民の方々へのアンケートの内容とか、また、今回、結構、観光客の方が多いエリアだと思うのですけれども、観光客のデータと住民の方々はやはりちょっと視点が違うと思うのですけれども、そういうところはどのような形で反映されているかをお聞きしたいのですが。

佐多：そうですね。ありがとうございます。観光客の方々には直接は聞いてはいないです。観光客ではなくて、観光施設の方に、どのぐらいの方がどういう時期に訪れるのかとか、公表できないといったところも幾つかあると思うのですけれども、会話の中から伺った上で反映はしています。こういうお答えでよかったでしょうか。

Q2：その反映の仕方は、やはりどちらの方向に逃げるとか、どのぐらいの時間をかけ・・・。その辺の細かいところはまたいろいろあると思いますが。

佐多：観光客の方々は、ここではお示ししなかったのですけれども、車両データで、どちらの方面から来られた方がいるかというのは、大ざっぱには把握していて、その把握した内容を、どちらの方向に逃がすかを考えたり。観光客はそういうようなことで推計はしております。

Q2：分かりました。ありがとうございます。

司会：ありがとうございます。他に質問がないようであれば、ありますか。ではもう1点だけお願いします。

Q3：公共交通などのバスを臨時に出すことで、実際に動く自家用車の台数を減らして渋滞を減らせると思うのですけれども、そういうシミュレーションをされて、何台増やすといいというような提言につなげるようなことは考えていらっしゃいますか。

佐多：現時点ではしていません。まずはバスに関しては、自力で逃げられない人を優先的に逃がすことに使うということは前提にしています。

Q3：それはそのシミュレーションの中に入っていたりとかはするのですか。

佐多：今は、5台分は入れています。

Q3：ありがとうございます。

司会：ありがとうございました。それでは時間になりましたので、こちらで佐多さんのご発表の方を終わらせていただきます。ありがとうございました。

佐多：ありがとうございました。

司会：少し時間が延びてしまいましたけれども、予定どおり、いったん休憩を入れまして、3時50分再開とさせていただきます。パネルディスカッションのため、少し前の方の設営を変えますので、その間、しばらく休憩とさせていただきます。よろしくお願いいたします。

“Simulation of vehicle evacuation considering lava flow in evacuation planning for Mt.Fuji”

Kota SATA (TOYOTA MOTOR CORPORATION)

Kota SATA

Can you hear me? I am Sata from Toyota Motors, work for Frontier Research Center, Toyota. Thank you very much for this opportunity to speak before you this afternoon. I would like to discuss the vehicle evacuation simulation that take account of the lava flow in planning – in formulating the evacuation plan at the time of Mount Fuji eruption.

Now let me briefly discuss why Toyota is now doing this. Toyota is not necessarily directly linked to volcano eruption, but why are we now engaged in this initiative? One moment.

Toyota is an automotive industry with an established business model, and we have grown over the years. But the concept of vehicles and mobility is changing. We are now aiming to become a full mobility company. Under that banner, we are now going through a transformation. When you think about mobility, mobility includes not only transportation by cars and vehicles. There are other ways of moving from one place to another. With a larger perspective, we hope to contribute to the wellbeing of individuals, at the same time contributing to the community through the method of mobility.

Now let me share with you what this initiative is about. City planning takes into account public transportation in normal times.

Sorry for the technical glitch. Thank you for your patience.

Restriction on movements, transportation at the time of emergencies, these are the areas where we are currently working. Working closely with the municipal government, we are now rolling out this initiative. Mount Fuji eruption is a significant issue that can greatly impact community life. In order to help overcome the issues, we are now into data analysis and simulation technologies. In addition to the engineering solutions like these, we will also have to analyze people’s thought process and behavior. We are now also overlapping our activities with humanities and social science disciplines. This is what we are doing with the local government.

Now, what is the area scope of the vehicle evacuation? We are currently working with Susono City, Shizuoka prefecture. This is how Mount Fuji looks like from Susono City. Marked with the star is where I work, Frontier Research Center of Toyota at East Fuji. This is where we are located. At Susono City, at the foothill of Mount Fuji with fertile land, beautiful weather, and industry thriving. This is what we take pride in, in Susono City.

Now, let us discuss the characteristics of Susono City. As I will be showing you later in the presentation, there are several interesting characteristics about this city. Susono City is located at the foothill of the Mount Fuji. It is also tourist oriented in a way. We have safari park which is nationally famous that attracts tourists from around the country. In the suburban area, which is shown in red, is in the vicinity of Tomei Expressway and new Tomei Expressway in addition to several major roads like Rout 246. To the south is where we are. Northwest is where we see Mount Fuji and Mount Ashitaka and Ashinoko Lake. Both residential area and tourist area are connected with single lane roads both ways.

Now this is the evacuation plan and issues faced by local government. One is the geographical restrictions. Lava flow can reach to a wider area, impacting more than 10,000 people even if you limit the arrival to one day. There are also residential as well as summer house areas nearby. Shizuoka prefecture considers that Susono City is where people's evacuation on foot is not recommended. However, tourists maybe severely impacted at the time of a disaster.

Second, there are also road network related characteristics. The evacuation area in the northwest to the suburban area are connected only with a narrow road, one lane for each direction. The road is expected to be quite congested at the time of emergency. That is another concern the government has.

Now, in order to have a better understanding of the possible lava flow, I would like to show you a brief video clip. At the shortest, there are areas. Suyama Middle School is within the area where lava flow can reach during the first two hours. On the left top is the time after the eruption. As you can see, the red lava flows are the areas that can arrive within the first two hours; and yellow, first six hours. There is a river right here. As you can see, along the river, the lava flow will flow. This is 11 hours and 50 minutes after the eruption. Within the first 12 hours, Susono city hall will be pretty close to the tip of the lava flow only after 12 hours.

This is the drill map, Disaster Management Council. This is an enlarged blown out map. As you can see, a large area will be covered by lava flow. But if we take

right measures, there still is possibility for effective evacuation. But in order to tackle the different levels of uncertainty, we are trying to use the simulation model.

Now there are three elements that I would like to bring your attention to. Engineering elements as well as humanities and social science elements will be considered in building the simulation, at the same time classifying different types of lava flow. From the viewpoint of evacuation plan, alert level can suddenly be heightened. We should be focusing on the mass evacuation of the people from the area that can be reached by the lava flow during the first three hours. Step-by-step methods of evacuation needs to be elaborated. That is why we have to create a pre-eruption evacuation plan and post-eruption evacuation plan.

Now let me show you the vehicle evacuation plan. First, let me show you several challenges. Vehicle evacuation simulation requires different types of information including the traffic census and other open data in addition to the number of vehicles in each district. But at the nascent phase, we still do lack the level of data at a desired granularity. There are also personal information of information that needs to be protected. Creating a simulation after collecting all the information would not make it possible for us to release the simulation model in a timely manner.

What have I come up with to tackle with these challenges? If you look at what we used to do, as you can see this is the traditional method. What we do is to explore data as much as possible and then build simulation. The result of the simulation will be summarized, documented, and explained. So, that is the traditional method. Now at this time, what is our solution? For each cycle we are trying to enhance simulation and trying to improve the citizen's awareness at the same time.

So how did we do that? Right in the center you see we have temporary data. This is the basis for the simulation. We build the simulation and we talked to the community members. We are asking citizens to provide data. We will convert data to run the simulation again. This is a cyclic process. In early stage, we go to community citizens and we show the temporary results of the early simulation. Use a simulation as the basis of dialog with community citizens and ask them to provide data so that we can improve the accuracy of data to improve the result of simulation in the end. We will continue this process, continue having dialog with the residents. We will be able to help them be aware and have a sense of ownership over this process as well.

What do we need to make this process possible? These are a group of tools that we use. Once we get data, we have to reflect that data immediately. We have Python, Matlab. These are script languages. We should be able to visualize data. We use QGIS. We also use Sumo. This is a micro level traffic simulation. We will be able to share data immediately with the municipalities. And by making this data available immediately, we can continue on with this relationship. So as much as possible, we are utilizing open data.

Let me show you the result of the simulation. This is before eruption, the result of vehicle evacuation. Prior to the eruption assumption is that this occurs on holiday, in August at noon when we have many tourists. We do use temporary data first, preliminary data. Please look at this animation. We have blue triangles. One triangle indicates the vehicle. From upper left-hand side to the right-hand side, the vehicles are moving. This is evacuation flow. As a result of simulation, we understand that this takes about nine hours to complete the evacuation. But this is the result of the preliminary data. So, accuracy may not be so high.

We showed this animation to citizens in Suyama city. We had the city asking citizens to provide data in the form of a questionnaire survey. This is just sample data we received from citizens indicating how much time they need to prepare for evacuation after they heard the evacuation order. Before, we assumed that would be one hour. But if you look at this questionnaire result, this is what they responded. They start preparation and until they start actual evacuation, there are a lot of variations depending on who that is.

Also other than this, the number of vehicles per household that they actually used for evacuation, so that is another question we asked in the questionnaire survey. We had a dialog with citizens. We reflected that data from citizens in this simulation. We have modified the evacuation routes. We now know that it will take a little less than six hours instead of nine hours for them to be able to complete the evacuation. This is what we do. We try to get data to enhance and improve the simulation result involving citizens.

Furthermore, we had a simulation of company workers. After the warning is issued, they will start trying to go home. The commuters tend to use major roads. Early on, the simulation indicated people do use non main road as well. But this is the main use of national road 246. And then, we have the congestion where vehicles only moved 10 kilometers per hour. This is a boundary average speed of simulation. If it is down to two kilometers, the complete evacuation requires over 20 hours. Obviously, it indicates the congestion on main roads affects the time

that is required for evacuation. We try to include the consideration of commuters' use of the vehicles. That is the evacuation plan before the eruption.

Now I want to talk about post-eruption evacuation plan. As we consider this evacuation, we are faced with issues. First of all, in early phase of an eruption we do not know exactly where a vent appears. But we do have lava flow patterns. We have actually 31 different kinds of lava flow patterns. For us to be able to provide precise guidelines for evacuation, we have to group these different lava flow patterns into similar groups.

In order to have these clusters, we utilized a method of machine learning. Just briefly, I would like to talk about the method. You may know already k-means. This is the clustering algorithm of machine learning. At Susono City, each municipality issue the disaster prevention evacuation guideline. We have to understand how much it takes for lava to reach a specific community. This is the equation for that evaluation.

Utilizing this cluster, the number of clusters will be decided on the visualized image. We have four images that we selected this time. This is the result of the classification. In order to reduce the number of people who are affected, it is better to have detailed granular classifications. But when we have so many different patterns that could confuse citizens, so we try to understand how many people could be affected within 24 hours. We decided to use four of these patterns. This will be the basis for our discussion with citizens.

Each municipality and community have different time of arrival. This is color coded. When you consider people utilizing vehicles for evacuation, we have worse pattern. This is the lava flowing along the river at very fast pace. We have two patterns that lava flow reaches to the urban area or dense area.

After the evacuation order is issued, could citizens move quicker than the lava flow pace assuming we do not know where the vent appears? We try to reach out the citizens of municipalities where the lava may reach within 12 hours. This is a JR railroad line. People were asked to move over to the other side of the railroad to the east side. So, that is the assumption. The starting place would be the public hall and the target destination will be the parking space. We have first of all pattern one, evacuation routes are drawn here. In pattern two, people will move from north to the south.

These are the simulation results. As time passes, every three hours you see how far the lava reaches. That is indicated by a black line. And you see yellow, blue, these all indicate different vehicles. In this area, the lava flow is catching up with the movement of vehicles, the yellow line anyway at the time of volcanic eruption. This is a simulation that the amount of traffic is not so substantial. In both cases, to complete the evacuation process it takes about 20 hours.

Let me summarize my presentation. We have built the simulation method to improve data acquisition and quality. This is a pre-eruption vehicle evacuation. We also looked at the lava flow simulation, how that could affect on our vehicle movement simulation. Thank you for listening.

Moderator

Thank you very much Dr. Sata. We are now happy to take questions. Anyone would like to ask a question?

Q1

Thank you very much for your very interesting presentation. What I want to ask is this, how do you plan to make use of this simulation? This is one question. The second question, Susono City was explained as an area where evacuation on foot is not recommended. But that is not necessarily the case. In the area that can be reached within three hours, it is exactly the area where evacuation on foot is also recommended.

Kota SATA

Thank you very much for your question and comment. With regard to the way we plan to use this, on a weekly basis we set aside two to three hours every week to work with the municipalities as to how to formulate the evacuation plan along with the public servant in charge of evacuation at Susono City. On these meetings, we will discuss the issues and problems.

And areas reached within the first three hours, before the eruption, people are recommended to evacuate, especially in the areas in the nearest vicinity of the eruption. It is better to evacuate on vehicle before the eruption because evacuation site is some 20 kilometers away from these areas. I hope I was able to answer to the question.

Q1

If that is the case in areas with shorter lead time with larger ejectiles, then it is difficult to protect people's lives. Do you also have any element to allow quicker evacuation for these areas?

Kota SATA

Those areas with shorter lead time, less than three hours, we are currently hoping to let these people evacuate before the eruption. That is how we try to let them escape.

Q1

No, my question is not that. The areas with lead time of three hours or less, there may be areas that will be reached not only by lava flow but also by major ejectiles. This means that this is the area that people have to evacuate even more prioritized and I wonder if that was reflected in your simulation.

Kota SATA

Well, as far as pre-eruption evacuation, we do not prioritize these areas necessarily. Even though it is not reflected in the simulation, we are hoping to let them escape before a major fall of these ejectiles.

Moderator

From Kagoshima City, there has been a hand raised. If you could write your question down in Q&A box, we would appreciate it. Perhaps we can take one more question at this venue or should I read this? Thank you for introducing this lava flow simulation. Will there be a possibility of working on the ashfall as well in the simulation?

Kota SATA

Thank you so much. For volcanic ash, at this point in time we have not even discussed whether we are going to introduce this tool to ash fall. At this point in time we are only working on lava flow.

Moderator

Another question from Zoom. In the simulation, you had a situation of congestion. What about the tourists, non-residents? Have you considered the degree of congestion to ensure smooth evacuation considering the impact of the number of tourists?

Kota SATA

To make the smooth evacuation, how can we sort of control the number of visitors?
To what level should we reduce the number of visitors, we have not considered that question yet.

Moderator

Anything?

Q2

Thank you. This simulation, I believe that you shared it with the residents and will get some inputs from them. And their inputs will then be reflected in the next round of simulation. Do you carry out all those questionnaires to the residents? This is also the area with lots of tourists. Perspectives of the residents and tourists may be different. How do you evaluate these differences in terms of perception?

Kota SATA

As far as tourists are concerned, we do not carry out surveys on them. But we ask the people working for such tourism related facilities in terms of the number of visitors they receive. All this information is something that we obtain from the tourism industry. Did I answer to your question?

Q2

So, the direction of evacuation or the time needed for evacuation, I think that tourism may not be as knowledgeable.

Kota SATA

Vehicle evacuation side, we really do not know where they are traveling from. But we do have a general understanding of where they came from. We simulated that these vehicles are evacuating to the direction they came from in modeling the simulation.

Q2

Thank you.

Moderator

Perhaps one more question.

Q3

So if you look at public transportation buses, you can increase the number of buses available to reduce the number of passengers to alleviate congestion. Have you considered that in the simulation?

Kota SATA

No, we have not. Regarding the buses, we should prioritize people who are not able to evacuate on their own.

Q3

Did you consider that in your simulation?

Kota SATA

We included five buses in our simulation.

Moderator

Thank you so much. I think it is time to close this presentation. Thank you so much once again.

Kota SATA

Thank you.

Moderator

As scheduled, we would like to have a short break. We will start the panel discussion at 3:50 as scheduled. We will rearrange the front stage for the panel discussion. This is a break until 3:50.

【 パネルディスカッション 】
—火山近傍における対応について—

コーディネーター：吉本 充宏（山梨県富士山科学研究所）

パネリスト：Sébastien Biass (University of Geneva)

Christina Magill (GNS Science)

本多 亮（山梨県富士山科学研究所）

佐多 宏太（トヨタ自動車（株）未来創生センター）

司会：それでは後半、第2部パネルディスカッションをこれから始めさせていただきます。パネルディスカッションは、今日ご発表いただきました Sébastien Biass 博士、本多亮研究員、佐多様に加えて、一昨日ご発表いただいた GNS Science、ニュージーランドからお越しの Christina Magill 博士を交え、吉本研究部長が司会をするという形で進めさせていただきます。それでは吉本部長、よろしくお願いいたします。

吉本：それではパネルディスカッションを始めたいと思います。最初に、先日、東京の方ではご講演いただいたのですけれども、今日、皆さんの方にはまだ紹介できていないので、Magill 先生の自己紹介と、今何をやっているかということをご紹介いただこうかなと思います。Magill 先生お願いいたします。

MAGILL：ありがとうございます。皆さんこんにちは。Christina Magill と申します。ニュージーランドの GNS Science から来ています。GNS ではもう3年半ほどやっておりますが、チームではいろいろな科学、いろいろなハザード、社会科学、確率的なエンジニアリングといった専門家の人たちを集めて、長期・短期のさまざまなリスク対応といったものを考えています。ニュージーランドに行く前には日本でもいろいろなことをやってまいりましたので、また戻ってくるのができて、皆さんにお会いできてとてもうれしく思います。

吉本：Magill 先生、どうもありがとうございます。それでは前半はまず、先ほどもいろいろディスカッションしていただきましたが、これまでのご講演に関してご質問等を受けたいと思います。ウェブの方の方々も Q&A にお書きいただければ、講演していただいた先生方に答えていただこうと思いますが、皆さんはいかがでしょうか。特にありませんでしょうか。それでは、パネルディスカッションに入っていこうと思います。

まず、今日はターゲットが富士山ということなので、本多さんと佐多さんからもありますが、いま一度、私の方から富士山が置かれている状況に関して少し話をしていきたいと思えます。

まず富士山は、ここにいる日本の方々によくご存じですが、世界遺産となって、しかも日本一高い火山で、300年前の噴火が最後の噴火です。一方で、この富士山を取り巻く状況としては、約100万人の方が富士山の周辺に住んでいます。また、300万人の方が富士山の5合目以上を訪れます。さらに、1日当たり4000人以上の人が山頂を目指して山の中にいるという状況です。また、5合目には、それプラス、数千人の方々が来訪するというような状況です。

さらに、この富士山周辺は、今回も皆さん、この週末というのは非常に車が混んでいるというのが分かりますが、休日になると、非常にたくさんの方々が訪れるというような状況になっています。

本多さんのお話の中でもありましたが、富士山の防災対策をする上で非常に重要な富士山の特徴とは何かというと、先日の11月2日に行われたワークショップでは降灰のことをやりましたが、まず富士山の噴火というのは、爆発的な噴火になるか、それとも溶岩流のような噴火になるかが実は全く分からない状態なのですね。このどちらになるかによって、逃げ方、避難の仕方、それから対策の仕方が全く異なってきます。

次に、今度は火山現象です。噴火というのは、いろいろな火山現象がミックスして噴火になるわけですが、その火山現象も、例えば溶岩流、それから火山灰が降ってくる、この二つの現象は比較的速度が遅い現象です。それから、噴石や火砕流といったように非常に速い現象。それから、季節性のあるような、土石流や融雪型火山泥流と、さまざまな現象に防災対応していかなければならない。全て違うというわけではないですが、それぞれの現象のカテゴリーに対して逃げ方が変わってくるということです。

さらに、一番われわれが問題としているのは、先ほどの本多さんの話でもありましたように、この右の図にあるように、このピンクで塗ったところのどこから噴火してもおかしくないという状況です。この、どこから噴火してもおかしくないというのは、この広い富士山の中で、やはり北西側と南東側で噴火した場合、影響範囲が全く違うのです。その場合に、元々の避難計画では、一斉に逃げる範囲が広がったわけなのですが、実際に一斉に逃げた場合、経済的な影響が非常に大きなものになってくるというようところで、この広い火口範囲が非常にネックになってきています。

そこで、2021年の3月にハザードマップを書きかえました。前回の2004年のハザードマップの作成以降、いろいろ地質学的な研究が進んで、例えば火口の位置がリバイスされたり、影響範囲が変わってくるということから、ハザードマップを実際にかきました。この中で、特に大きな変化は、富士吉田側と富士宮側の影響範囲が非常に大きくなったということになります。

これを受けて、やはりこの影響範囲を考えた上で避難計画を考えていかなければいけないということで、2年間かけて避難計画を書きかえたのがこの図になっています。

これはハザードマップと非常によく似た形をしているのですが、先ほど言った、例えば大きな噴石と火砕流というのは速度が速いので、噴火の前に逃げなければならない。そういったカテゴリーとして第2次避難対象エリアというものを設けました。第1次避難対象エリアは火口ができる範囲になります。第2次は火砕流と噴石が到達する範囲です。第3次は溶岩流が3時間で到達する範囲です。第4次、第5次、第6次というのは、溶岩流がさらにどんどんと伝わっていく範囲となっています。

ここで避難計画を作っていく中で、もう一つは、噴火警戒レベルに対応した避難というものを考えていくわけなのですが、第1次というのは、噴火警戒レベル3で退避、避難する。第2次避難対象エリアは噴火警戒レベル4で避難する。第3次が非常に難しいのですが、第2次までは全員が噴火前避難でということになります。

第3次避難対象エリア、溶岩流が3時間で到達するところというのは、レベル4の段階で、高齢者や要支援者に逃げてくださいというフェーズ。これは全周ですね。一方で、一般の人たちはどうかというと、この時点では逃げない。噴火してから、火口がどこにできたか分かってから、その対象エリア、溶岩流が流れてくるエリアだけ逃げましょうと。

先ほど佐多さんから交通シミュレーションの話をしていただきましたが、あの様にわれわれでもやったところで、渋滞が発生するというので、歩けるというところの観点で、しかも溶岩流というのは、何も遠くまで逃げなくても、少し、数百 m、1km ぐらい離れば十分安全なところに行けるので、その溶岩流が到達する範囲から少し外に出ましよう。これを第 1 次的な避難として、歩いてというところを提案させていただいたところです。ここが第 3 次の取り扱いが非常に難しいというところです。

観光客等はどうなっているかという、第 1 次から第 4 次までのところで、レベル 3 の段階で帰宅していただく、もしくはこの域外へ離脱していただくということで、計画を立てています。これは基本的な計画というところです。

さらに、これは溶岩流など近場での現象に対しての避難計画なわけなのですが、一番下に書いてあるように、火山灰への対応はどうするか。これは爆発的な噴火になるか溶岩流噴火になるか分からないので、ひとまず退避、屋内退避になると。噴火する前からたくさんの人を域外に出すということはほとんど不可能である、それと同時に、逃げている間に火山灰が降ってきてしまうと逃げ切れない可能性もあるということで、現時点では、屋内に退避することが基本的なものとして挙げられています。

これをお話の基本的な観点として、これからパネルディスカッションを進めていこうかと思っております。

今日、登壇していただきました先生方から、前半、Sébastien 先生から頂いたのは、事前のリスクをどう評価していくか。それをハザード、脆弱性というようにいろいろな観点から分析していただきましたが、例えば、この富士山というような火口が安定しないような火山において、あのような分析をどうやっていくか。われわれも今後計画をより良くしていくためには、ああいふリスク評価はすごく大事だと思っているのですけれども、火口が分からないというような地域で、ああいった評価はどのようにやっていけばいいのか、何か先生の方からコメントがあれば、少しお話を頂きたいのですけれども。

BIASS : これについては Christina 先生にお答えいただいた方がいいのかもしれませんが、というのも、オークランドの火山原についてご専門なので。

MAGILL : ありがとうございます。私もちょっと逃げたいような難しい質問なのですけれども。同じような問題があります。オークランドの火山原においては、オークランドのまち自体がその上に建てられていて、どこに火口があるか分からないという問題があります。私たちはそのモデルを作ろうとするときに、長期的なハザードリスク分析を行っています。ランダムな場所を想定してシミュレーションをしている、何千何万というシミュレーションを、それぞれの任意の場所に関して行っていくというようなやり方です。何千何万といったシミュレーションをなるべくやっていくというわけです。

吉本 : ありがとうございます。今、しらみつぶしにやっていくという話があったのですけれども、富士山の場合、非常に広大で、なかなかそこがターゲットとして見えてこないところだと思うのですけれども。オークランドの場合は、逆に、どれぐらいの面積のところを考えて今そういったことをやろうとされているのでしょうか。

MAGILL : 素晴らしい質問ですね。ちょっと分からないのです。恐らく富士山より大きいのではないかと思います。オークランドというのは人口にして 200 万人が暮らすほどのまちです。かなり幅広く広がっているまちです。中心部が小さな火山原の近くにありますが、その周りにたく

さんの人が住んでいるというのがオークランド市の状況です。ですので、恐らくは富士山よりも広い地域だと思います。

BIASS : 私もいいのでしょうか。私たちはコンピューターリソースで何千何万というシミュレーションができるようになりました。モデルの中では、データをかなり早く処理することができます。そういった技術があるおかげで、どういったことが起きるかというのを想定して、その長期的なものに関して、短期的なそういった計画に落とし込んでいくことができると思います。

MAGILL : 私たちは、この確率モデルだけではなく、八つのシナリオを基に展開もしています。それぞれの地域に噴火が起きた場合のシナリオで、モデルよりももっと詳細に見ていくものです。それぞれの確率も出るというのは、より幅広く浅くということになります。そのシナリオ分析ということに関しては、より詳細に見ていけることになります。二つのタイプの分析です。

吉本 : ありがとうございます。ウェブの方からちょっと質問がきているのですけれども、「第1次と第2次については噴火前に避難との前提となっていますが、噴石や火砕流について十分な避難時間を確保できるだけの前兆現象があるということでしょうか。富士山のような玄武岩質の火山では難しいケースもあり得るのではないのでしょうか」ということです。

これは私の方からお答えしようかと思うのですが、おっしゃるとおり、非常に短いケースもあります。ですので、今、火山性の地震が起こってから、例えば噴火するまでというのは、例えば伊豆大島の場合、1986年の場合は1時間や2時間でした。三宅島もそうだったのですけれども、そういった非常に短い時間である可能性もあります。そういう意味では、逃げ切れない可能性も十分あり得ます。そういう意味で、実は、少しはしょりましたけれども、第1次避難対象エリアに関しては、レベル3というよりは、レベル1とレベル3の間で、気象庁の解説情報（臨時）というものが出た段階で下山を始めるというところで、もう一段階早い避難対策を組んでいくところです。ですが、十分逃げられない可能性もあるということは承知しながら、現段階ではそのレベルに合わせた対応ということで、こういった計画を考えています。

これはウェブの方からの質問なのですけれども、今、Christina先生とSébastien先生から、いろいろとコンピューターを駆使して頑張っているというところが重要だと。恐らく、こういったシミュレーション、リスク評価をして、今度、われわれは、まちづくりや逃げ方のようなものをより深く考えていく必要があると思います。そういった意味では、佐多さんの方で、非常に小さい範囲ですけれども、精巧な交通シミュレーションのようなものをしていただいているのですけれども、あれは今、単純な形でやっていただいているのですが、今度はいっと、交通事故の確率とか、逆に道路を一方通行にしたり、信号をうまくスムーズに流すとか、そういうことを加味して、ああいうシミュレーションをするということも可能になってくるのでしょうか。

佐多 : シミュレーション自体は技術的には可能だと思いますが、やはりその前に、どのような目的のシミュレーションにするかといったところの議論の方が大切ですので、そこをまずはっきりさせたら、シミュレーションに持っていく形かなと思っています。

吉本 : われわれが、例えば歩いてという話をしたところはなぜかという、やはり車でなければ逃げられない高齢者、避難行動要支援者に車を使っていると。一般の人が出てしまって、交通事故を起こして、車が止まってしまった場合に、一般の人は歩いて逃げられるけれども、そういう車を使わなければいけない人はそこでアウトになってしまう。そういうことがあってはいけないだろうということで、車というものは、基本的にはそういったお年寄りの方や避難行動要支援

者につなげていく必要があるのではないかとということで、議論してきたのです。ですので、交通事故の確率とか、そういったものもやはり入っていかないと、実際の避難のときにどういことが起こるかは見えてこないかなと思ったので、今ちょっとそういう質問させていただいたところ

佐多：おっしゃるとおりだと思いますけれども、われわれがやったシミュレーションというのは、最悪条件でどうなるかといったところをまずは中心にやってみました。ですので、これを住民の方に見てもらわないと、まず納得感が得られないと思うのです。徒歩避難にしますよと言っても、例えば家財道具であったり、もう戻れないという状況が起こったときに、果たして納得して歩いて逃げてくれるかといったところの意味も勘案したときに、最悪条件で、ではみんな車で逃げたらどうなるのかといったところを前提にシミュレーションではやっています。ですので、すみません、前提として、徒歩避難を否定しているわけではありません。

吉本：いえいえ、こういう事実を示していただくということはすごく大事なことで、住民の納得感というのも計画を作っていく上で非常に大事なファクターだと思うのです。ですので、非常に大事なものだと思うのですけれども、またそういったシチュエーションを変えていくとどうなるかということも、計算していければ、もっと。

佐多：そうですね。おっしゃるとおりだと思いますし、逆に言うと、このような話が進んでいくと、やはり先に逃げようかなという方も出てこられているのです。ですので、今やっているシミュレーションというのは、まず「富士山噴火、そんなこと起こるんだっけ？」というような人たちの状態でやったときには多分これ。その次の段階というのは、これを見て、では避難行動はどうしようかというのを考え始めた、要するに、住民の方々が、ちょっと自分でどういうふうにしようかなと考えたときには、またこのシミュレーションの状態とも変わってくると思うのです。それを何回も繰り返すことによって、だんだん、だんだん実態というか、住民の人の変化に合わせた形でのシミュレーションをやっていこうというのが一つの趣旨でもあります。

吉本：ありがとうございます。今度は本多さんに話を振っていこうと思うのですけれども、先ほど、行政担当者や一般住民が、裾野の場合とまた少し違う観点で、そういった情報をどう捉えられるかということも今日は示していただいて、そのためのツールとして、ハザードを重ね合わせて、道路がどう使えるかということ。これは多分、将来的には、佐多さんのようなシミュレーションと本多さんのようなシミュレーションがくっついてくることによって、どういうルートを使って逃がしていくかということが実現していくかと思うのですけれども、先ほども、今はそれぞれのところからちゃんと情報が出てこないのは非常に問題だと言われていたのですけれども、それ以外に何か、今ああいうものを作っている中で問題だなと思っている観点などはありますか。

本多：あのツールでできた一つ新しいこととしては、短期的なアニメーションによって近い未来を見せるというのがあったと思うのですけれども、実際に、それに加えて、では、こういうふうにはハザードが発展するのであれば、どちらの方向に逃げるのが一番いいのかという情報がそこに乗ってくると、先ほどの渋滞についても緩和できる方向になるかもしれないし、そういうところが新しくできそうかなということが浮かび上がったところ

吉本：ありがとうございます。佐多さんや本多さんは、どちらかという避難の実際のところのシミュレーションをやってくれているわけですが、避難対応というところに事前のリスク

分析を実際に入れていくためには、今後こういった作業が学際的な部分から見て必要か、何かコメントがあったら頂きたいのですけれども。

BIASS : 私はこの素晴らしい仕事をする中で、まず研究を統合していくこと、より良い特性抽出をハザードに対して行っていくことだと思います。例えば溶岩流というのはなかなか予想が難しいです。ハワイでも非常に予想が難しいということが分かっています。ヴルカーノで学んだことですが、エージェント・ベース・モデルを使うと、現実を実際にその避難をする前に表すことができ、その人口のさまざまな動態、あるいは観光客というのは当然、反応も違うわけです。例えば、富士山近辺に60年住んでいる人と違う行動をするわけです。また、噴火の際のストレスはどうするのかという問題もあります。例えば、1時間しかないというときに、では何を持っていくのか、ストレス下で決めなければいけない。自分の家を後にするときに、いろいろなことを考えるときに、ストレスがものすごくかかっています。自分ができると言っているわけではないのですけれども、そういった行動科学というのでしょうか、社会学で、入力条件をパラメータ化して、それをモデルに組み込むということもできるのではないかと思います。

MAGILL : 簡単に幾つか事例をご紹介しますと、私たちがニュージーランドで見ているものの中には複数のハザードがあって、例えば、一つのハザードの被害、例えば地震が最初に起こって、その地震によってビルが影響を受けて、それが避難にも影響する。例えば道路が通れないと。それからもう一つの例は、先ほどの社会的な例です。例えば、家族がビルの中でけがをして動けなくなってしまうとか、あるいは子どもが別のところにいるとか、そういった社会的な要素に対しても考慮しようとしているのですが、なかなか難しいものではありません。

BIASS : それからもう一つこのディスカッションの中で追加したい点としては、私たちはこういった噴火をラパルマでも経験しました。ラパルマというのはスペインの火山で2021年に噴火したのですが、溶岩流が非常に早く道路に到達して、3カ月続きました。3カ月の間、本当に常に火山灰、テフラが放出されていたのですけれども、ラパルマでは、こういったタイプの長期的な火山噴火は想定していなかったのです。そこで、家をきれいにしたりするのは、本当に後追的にやったのです。また、ビルが壊れないように補修するとか、そういったことは本当に後追的なものになってしまったという例がありました。

吉本 : 今、二つすごく大事なことをお聞きしたいと思います。社会学的な観点での研究というのは、実は日本ではかなり遅れていて、佐多さんのような工学の分野が火山の防災に入ってくるというのもすごく珍しいことです。日本の防災のコミュニティは基本的には理学系の人間がまだやっていて、なかなか工学や社会学的な観点の研究者が少ないのが現状です。そういう点に関して、ヨーロッパやニュージーランドは割と進んでいるように見受けるのですけれども、結構たくさんいらっしゃるものなのでしょうか。

BIASS : 私の視点はヨーロッパになります。ヨーロッパの研究界ではそんなに社会的な視点は取り込まれていないです。具体的な答えとなると、まだ十分ではないと思います。

MAGILL : ニュージーランドに戻って間もないのですが、私が最初に帰ったときに気が付いたことの一つは、社会科学が、工学もそうですけれども、このリスク管理のプロジェクトに組み込まれてくるようになったということです。ニュージーランドがうまくやっていることの一つです。いわゆる社会学者とか地理学者とか、直接そういう学者ではないのですけれども、例えばマオリの部族の人間など、いろいろな社会的な視点を持っているステークホルダーがいますので、ですので、私にとっては、本当にニュージーランドに戻って、そういった協力体制ができてるとい

うことに気が付いたというか。それはもしかしたら特別なことかもしれませんが、それが他にもつながって普及すればいいなと思っています。日本でも、社会科学的な調査が行われています。社会調査を学生はしていました。地震の後、そういった調査が行われていたのを知っています。

BIASS：一つ大事なことなのですが、ヴルカーノでは、社会学者だけではなくてエコノミストとも協力しました。それができたのは、小さいケーススタディだったので。でも、その避難計画の中では、経済的なインパクトが観光業にどのくらいあるのか、例えば避難期間がどのくらい長引いたらどういった影響があるかといったことを評価してみました。これによって、議論がまた財政的なツールとして使えるもの、回復期を早める、あるいは回復を良くするための手法というものも考えられると思います。

吉本：今、エコノミーの話が出てきたのですが、実は今回の避難基本計画のところでも、なぜ最初から全体を逃がさないかというのは、富士山に兆候が出てきたところでも、火山というのは兆候が出て必ず噴火するわけではないのですよね。必ず噴火してくれれば僕らは楽なのですけれども、噴火しないと、先ほどの質問にもあったように、逃げ切れるのかという話があると、どんどん、どんどん前倒しで逃げただけけれども、結局、噴火しなかったという、数万人、逆にもっと大きな単位で逃げてしまうと、その地域の経済は多分かなり落ち込んでしまうわけなのですよね。そういったところをできるだけ回避するために、早く逃げなければいけない人は事前に逃がす必要があるのだけれども、経済を担っているような人たちはぎりぎりまで経済活動をして、本当に危なくなったら逃げましょうというコンセプトで、先ほどの避難計画が出てきたというのが実際だと思います。

逆に、本多さんは理学屋なのだけれども、先ほどのワークショップなどを通して見ても、どちらかというところと社会学的観点の話をしていると思います。どうですか。元々、富士山の麓に住んでいなくて、ここに来てあーいった研究をしていく中で、やはりコミュニケーションというものがかなり大事だとお感じだと思えるのですけれども。

本多：今までになかった視点がいろいろ必要だということは学ばされたし、ワークショップを2回やっていろいろ改善したという話の中でも、道路データを使っていたので、その道路が国の管理の国道なのか、市道なのか、そういったカテゴリーがはっきりしていると、それを被害と重ねることによって、自治体自身が修繕に必要な額が分かるとか、そういった地元ならではの視点の意見をいろいろ頂いて、ああなるほどと思ったことはありました。

吉本：また逆に、佐多さんは産業界からいらしているわけなのですけれども、われわれから見ると、特に火山噴火の場合は産業界がどういう目で見ているのかというのがなかなか分からないのですけれども。トヨタのように大きな会社からすると、今、地域と一緒に活動されている中で、経済的な観点から何か課題があるような。

佐多：なかなかお答えしにくいところではあるのですけれども。

吉本：お答えできる範囲で。

佐多：経済的な観点よりも、われわれとしては、社内での議論としては、やはり従業員の安全をまず第一に考えましょうといったところから始まっています。経済的なものというのは、各社それぞれ立場として置かれている状況が違いますので、そこに関しては千差万別だと思いますので。そこは、それぞれの会社の方々に、どういう被害が起きるのか、どういう段階でどんなこと

が起こるのかということを理解していただいた上で、考えていく。それがまた地域にどのように波及するのかといったところとのトレードオフになるのではないかと思います。

吉本：すみません、非常に難しい質問をしてしまって申し訳ないです。あと 10 分ぐらいしかないのですが、フロアやウェブの方から何かありますか。今、地域とのコミュニケーションというのは非常に大事で、やはり社会学的だったり、そういった観点も踏まえてやっていく必要がある。さらに、Sébastien 先生からは、やはり過去事例、他の事例。火山というのは、本多さんのプレゼンの中でもあったように、回数が非常に少ないということは、実はわれわれにとって体験が少ないということでもあるのですよね。ですので、できるだけ過去事例を拾いながら、それにならっていくという観点も非常に重要ではないかなと思っているところですけども。これまでの議論の中で、フロアから質問してみたいというようなものとか、ございますでしょうか。

Q1：質問させていただきたい点は、火山の現象などはもう本当にまれな現象なので、シミュレーションなどいろいろなものを駆使しないと想定するのはなかなか難しいと思うのですが、社会的な振る舞い、今日いろいろあった住民の方々のインタビューなど、社会の実態把握は案外まだアナログチックなところが多くて。もうちょっとデジタルで何かできることはないのかなというところがあるのですけれども。なかなかそこにあまり力が入っていないなという感じで。シミュレーションにちょっと偏り気味かなと思うのですよね。社会の振る舞いなどをもう少しモニタリングして、実態把握した上で、そういうところのインプットデータをきちんともう少し精緻化すると、より良い、実態に即したいろいろな対策が取れるのではないかなと思うのですけれども。そういった実態把握のところ、特に海外などで、例えばもう少しデジタル技術を使ってリアルタイムに把握するといった動きはないのかをお二人にお聞きしたいのですけれども。

吉本：そういう実態把握などをされた事例は何かありますか。

BIASS：どういう技術のことをおっしゃっているのか分かりませんが、どういう技術でしょう。何か例はありますか。

Q1：例えば人流の把握などですね。例えばデジタルで、監視カメラの映像などで、車の動きや実態の把握をしたり、携帯電話の GPS などでの動きを把握したりといったことをイメージしています。

MAGILL：ありがとうございます。まさにそういう例があったのですけれども。私たちは Google フォンのデータを使ってみました。人がどういうふうに、例えば地震の後、ニュージーランドで動くのか、それを見てみました。とても良かったと思います。そのデータで 1 日の人の動きも見えます。昼はここに人が集中しているけれども、夜はこっちに集中しているとか、それで、人口モデルで動的なものが出てきます。人が 1 日あるいは 1 週間の間でどこにどう動くのか、観光シーズンだったらどうなるかななどを見ることができます。

もう一つの事例として思いつくのは、グローバルに使えるものとして、イタリアでもあったのではないかなと思うのですが、ソーシャルメディアの利用です。コンピューターモデリングでキーワードにアクセスして、人がどういうふうに反応したのかを見ると。何か事象が起こったときにそれを見るということができると思います。

BIASS：インドネシアで、どの噴火だったか忘れてしまったのですが、ソーシャルメディアがかなりモニタリングデータと同じぐらい早くなっています。新しく噴火が起こったのを見た人たちの情報が出てきます。でも、これは噴火中の行動を捉えたもので、噴火の前、長期的な行

動を見るとというのは、噴火の頻度などいろいろな要素の影響を受けるので、まだまだ研究していかなければならないことがあるのではないかと思います。

吉本：どうもありがとうございます。

Q1：ありがとうございます。

吉本：他は何かありますか。

Q2：今、インプットをすごく精緻化していくという話をされていたと思うのですが、私はアウトプットが、現在どのぐらい信頼性があるかということにすごく関心があります。つまり、使っているモデルの信頼性が高いかどうかということなのですけれども。このように、火山のハザードに限定してシミュレーションを行うと、当然、その現象はまれなので、フィードバックができない。実際の計算結果が正しいかどうか分からないわけですけれども、例えばコンサートでたくさんの人が集まるとか、そういうイベントによって人がたくさん集中したりとか、そういうことはあると思うので、今使っているモデルを、日常的に起こる人が集まるイベントのシミュレーションに使って、何か正確性を評価するということはされているかということに興味を持ちました。

吉本：それにお答えするのはなかなか難しいかなと思うのですけれども、何かコメントはありますか。

BIASS：私は無理ですと言おうかなと思っていました。

Q2：特に佐多さんのいらしているところは、自然災害にフォーカスしてやっている機関なのでしょうか。

佐多：そうですね。アウトプットということですよ。

Q2：はい。

佐多：アウトプットに関しての評価、ではこれが正しいかどうかというようなことに関しては、今回、人の動きが含まれていますね。ですので、非常に難しいところではあるのですけれども、どういうシーンでどういうことを想定したものであるかということ限定した場合には、確度の高いものが出てくると考えています。そしてそれを評価する人がまた人間で、われわれが提示しているのは住民の方々なので、住民の方々がそれを見てどういうふうにか、どうにか感じるか、ここまで想定した上で、シミュレーションというものは使うべきものなのかなと思います。

要するに、このシミュレーションが機械的なものだけを取り扱っているのであれば、かなり確定的なものはシミュレーションできるのですけれども、一方で、そのシミュレーションを人が見た瞬間に、人の行動って変わるわけですね。ですので、それを見たときに変わったものをもう一回フィードバックしていくというようなことを繰り返していけば、最終的には本当に正しいものができると思うのです。ただ、人が含まれているといったところが特徴のシミュレーションなので、最終的にこれが正しかったかというのはかなり限定を入れないと、評価はできないかなと思っています。逆に言うと、活用方法をできる限り考えていった方が、シミュレーションの価値としては高まるのではないかと考えています。

ただ、溶岩流などのシミュレーションに関しては、当然、物理法則を使っているわけなので、それは確定的にある程度正しいものを、それは精度の問題で、精度さえ考えれば、正しいというふうにみなすことはできますよね。そういう考え方でシミュレーションを扱っていくということかなと思っています。

吉本：ありがとうございます。オンラインの方で一つ質問がきています。今日は富士吉田市や裾野市のケースがケーススタディとして出てきたのですが、今後他のところに展開があるかというご質問です。当然、展開していかなければならないのではないかと考えています。いろいろマンパワーの点でもなかなか難しいところがあるかもしれないのだけれども、やっていかなければならないというところではないかと思えます。

今日、いろいろな技術を見せていただいて、これから、逃げ遅れの無い避難のためには、いろいろな技術を駆使して、いろいろなケーススタディをもっともっと積み重ねていって、いろいろな分野の方々に入ってきて、より学際的に、より実学的に課題を解決していく必要がまだまだあるというのが率直な感想だと思います。

最後に、皆さまからごく短いコメントを頂ければと思います。それぞれ今日の感想でも、今後こうやっていきたいということがあれば、一言ずつお願いできますか。

MAGILL：日本では、素晴らしい科学研究がリスクの分野で行われていると思いました。データがとてもリッチで、基本的な科学もしっかりしているなど、日本で働いていたときに思っていました。研究においては、そういったものがうまくかみ合っているのだと思います。まだ緒に就いたばかりとはいえ、とても良いそういった進捗が見られていますし、こういった領域においては日本がリーダーになるのだと思います。

BIASS：佐多さんのコメントに関して言うと、「全てのモデルは間違っている、だけれど有用なのだ」というようなことわざといいますか、見方があります。ですので、自分が知らないものがあっても、それを使っていくことに有用性があると思うのです。それから、参画型のリスク分析、これらをこういったワークショップで立ち上げていくというのは、とても大切なことだと思います。エンジニア、企業の研究者、学術研究者が一緒になって、オーディエンスの皆さんも一緒に話をするというのは、今後に向けてあるべき形だと思います。

吉本：ありがとうございます。

佐多：先ほど、後ろの方から、データを使って社会を見ていませんかという話があったのですが、われわれも、車両のデータを使うと、どこに車両が行ってというのは、断片的に見て、どういったところから観光客が訪れていますかということだったり、まずはデータドリブンで見るといったことは重ねています。ただし、このデータを使うということは、オープンデータだったらいいのですが、やはりかなりお金がかかるのですね。そういったところも含めて考えながらやっていくということが必要かなと思っています。

また、先ほどご質問いただいた中で、私はちょっとしどろもどろになったところがあるのですが、私は研究という立場、工学的な立場からいろいろ申し上げますが、詳細に関しては、やはり裾野市の職員の方と一緒にやっているものですので、行政的な見方といったところでは正確でない回答があったかもしれないです。そこに関してはご了承いただきたいと思っています。以上になります。

吉本：ありがとうございます。では最後、本多さん。

本多：今の最後のまとめのコメントの中でも、やはりいろいろな立場の方がディスカッションしながら進めていくのが大事だろうとは思いますが、それと同時に、いろいろな分野間の交流と、いろいろな新しいものを取り込みながらやるということが大事で、会場から質問が出たようなアイデアなども、全く他の分野では既にアイデアの走りとして動き出しているものも十分

あると思いますので、今後そういうものも幅広く取り入れながらやるというのが大事なと思います。

吉本：ありがとうございます。すみません、私のハンドリングがうまくなくて、なかなかうまくまとまらなかった感がありますけれども、今後、まだまだこういった機会を設けて、皆さんと共にいろいろな事象に対応できるような避難の計画など、そういったものを作っていければと思います。では今日、登壇していただきましたパネリストの皆さまに拍手で、最後終わりにしたいと思います。どうもありがとうございました。

司会：コーディネートをしていただいた吉本部長ならびにパネリストの皆さま、質問していただいた皆さまのおかげで、非常に活発な議論ができたかと思います。ありがとうございます。

以上でプログラムは最後になりますので、最後に閉会の挨拶を富士山科学研究所の藤井敏嗣所長よりさせていただきます。よろしくお願いします。

[Panel Discussion]

Coordinator: Mitsuhiro YOSHIMOTO (MFRI)

Panelists: Sébastien BIASS (University of Geneva)

Christina MAGILL (GNS Science)

Ryo HONDA (MFRI)

Kota SATA (TOYOTA MOTOR CORPORATION)

Yasuhiro ISHIMINE

Now we would like to start part two, the panel discussion. We have Dr. Sébastien Biass. Also, we have Dr. Christina Magill from GNS Science who gave us a lecture two days ago. Dr. Yoshimoto will be coordinating this session. Please.

Coordinator (Mitsuhiro YOSHIMOTO)

Now we would like to start the panel discussion. But first, two days ago in Tokyo we heard from Dr. Christina Magill. We were not able to introduce her to you yet. So I would like to ask you to give a brief self-introduction so that people here will know who you are. Dr. Magill please.

Christina MAGILL

Thank you for that. Can you hear me? Is that okay? Konnichiwa. I am Christina Magill from GNS Science in New Zealand. I have been at GNS for about 3-1/2 years now and I lead the risk science team there. Our team we say is responsible for bringing together all of the science, all of the hazard, social science, and vulnerability engineering science together to calculate both short and long term risk and to develop methodologies for doing that.

Before moving to New Zealand, I did a lot of work in Japan. It is lovely to be back and connect with everyone here again. Thank you very much.

Coordinator

Thank you very much Dr. Magill. We have already had some questions and some back and forth. First, we would like to look around the room and ask if people have any additional questions to all the panelists or the speakers who have spoken. And we would like to ask the lecturers to answer. Any additional questions from the audience here?

No additional questions? If not, then let us move on into the discussion. The target today is Mount Fuji. I would like to explain a little bit about the situation

around Mount Fuji. Of course, Sata-san and Honda-san have explained already but I would like to add more information about Mount Fuji itself so that we can start our discussion.

Mount Fuji, I believe the Japanese audience here all know but it is a world cultural heritage site. It is the highest mountain in Japan. The last eruption occurred about 300 years ago. The environment around Mount Fuji is that about 1 million people live around the mountain. And about 3 million tourists would climb Mount Fuji above the fifth station. Sometimes in a day, about 4000 mountain climbers would go up the mountain. At the fifth station, half way up the mountain, there are much more number of visitors. This weekend, I think you have noticed that the traffic is quite heavy because many people come to visit this area on weekends.

Honda-san has explained in his presentation but in preparing against disasters around Mount Fuji we have to understand the features of Mount Fuji, the characteristics. On November 2nd, in the workshop we focused on ashfall. But if there is an eruption on Mount Fuji, will it be an explosive one or will it be just lava flow? We do not know what kind of eruption it will be.

Depending on what kind of eruption takes place, how we evacuate and the measures we should take will all change. As for the phenomena of eruption, of course eruptions have different kinds of phenomena combined together. But you have lava flow, you have ashfall. These happen very slowly, rather slowly. But ejecta and pyroclastic flow, these happen very quickly. There are some seasonal aspects like snow melting Lahar. We have to look at all these different aspects. I am not going to say that these are all different but we need to look at these different categories of phenomena, and the way we evacuate will change depending on what happens.

What we are concerned is as we heard from Dr. Honda, if we look at this right-hand picture, the pink area, the eruption can occur anywhere. Along this big mountain, the impact will be different depending on whether the vent will open on the southeast side or the northwest side. And of course, the evacuation had to be a wide area. When everybody moves at the same time, it may have a very big impact economically as well. The vent may open in a very wide area. We do not know where it would be located.

In 2021 in March, the hazard map was revised. This is the 2004 hazard map and after that, geological research advanced since then and the vent area was revised. The impact area also was changed. Therefore, the hazard map had to be rewritten.

Especially the biggest change would be the Fujiyoshida side and Fujinomiya side. The impact area has become broader. Based on that, when we think about the area of impact we have to reconsider our evacuation route. And therefore, over two years the evacuation basic plan was also rewritten. This looks very much like a hazard map but the big ballistics and pyroclastic flow, they will travel very fast, so you have to evacuate before the eruption. That is one category. You have the second evacuation area. And then, the first evacuation area is where the vents may open. Second is where the volcanic rocks may reach. Third is the lava flow area which may reach within three hours. The fourth evacuation, fifth and sixth, these are areas further back or further away from the mountain. Based on this, evacuation plans had to be made.

Also the eruption alert level, we have to look at that as well. Alert level three, people in the first evacuation area have to evacuate. And then alert level four, people in the second evacuation area will be evacuated then. The third level evacuation area is difficult. Up until the second evacuation area, this is evacuation before the eruption occurs and everybody has to evacuate. But the third evacuation area, areas where lava flow will reach within three hours. At alert level four, elderly people and people requiring assistance will have to be evacuated.

What about the general public? The general public does not have to evacuate at this point. Depending on where the vent develops and depending where the lava flow goes, that area must be evacuated. We heard about the transport simulation but we also tried that out and we understand that there will be a traffic jam. So, if you can walk. And since the lava flow does not require you to run away very far, if you evacuate for about one kilometer then you will be safe. So, you have to go out of the area where the lava may reach.

That is the first process of evacuation. That is why evacuation on foot is recommended. This is where dealing with the third evacuation area is very difficult. From first to fourth, tourists are recommended to evacuate when the alert level is three or higher. This is the very basic framework of the evacuation plan. Lava flow and other geological phenomena is something that is in concern. But this is not really including the ash fall because we do not know if it is going to be phreatic eruption or other types of eruption. Shelter in place is something that is recommended until we know exactly what type of eruption it is.

When evacuating, it may be difficult to complete the evacuation if the ash started falling down. That is why basically it is recommended that people take in shelter

in place until they know exactly what type of eruption is occurring. That is the very basic and that is how we would like to start our panel discussion today.

Now today's panelists, during the first half of this program, Dr. Biass discussed the evaluation of the risk factors before the eruption. He discussed the viewpoint of vulnerability and hazard. For example, in case of Mount Fuji, it is not known where the vent will open and how can we simulate a scenario when we are not sure where to expect a vent? Risk analysis is very important. But not knowing the possible location of the vent, it is very difficult to carry out the simulation. Do you have any input when you are not sure where the vent will open within a wide area like that?

Sébastien BIASS

I am going to dodge this question and pass it may be on to Christina because she has experience with the Oakland volcanic field which is exactly the situation. I am sorry.

Christina MAGILL

Thanks, particular this just as well as me, but I will give it a try. Yeah, we have a similar problem in the Oakland volcanic field. Oakland city is built on a monogenetic field. We do not know where the next volcano will form. The way we are looking at modeling that is for our long-term risk assessment and our hazard assessment is to just put random bit locations and simulate hundreds of thousands of simulations from every potential location within that field. Hundreds and thousands of simulations, so we can look at all of those possibilities and then we can start to look at which areas would be most badly impacted if there was another eruption. That is for long term.

But what we are imagining in the Oakland volcanic field is as we come closer to an eruption, the seismicity is going to narrow down on a particular location. We are also going to start to see ground information and so on. So as we get closer to an eruption, we can reduce those probabilities and we can start looking at just the simulations that are coming from the locations where we think that the next eruption will come from.

Coordinator

Thank you very much. So, doing it with hundreds and thousands of them. Mount Fuji is vast. That is very difficult to accurately target such areas. In case of Oakland, what is the area space are you talking about when you are doing all those simulations?

Christina MAGILL

It is a great question and I do not know. It is bigger than Mount Fuji. Oakland is our largest city. It is a population of about 2 million people and it is relatively widespread. The main city is located on a small isthmus in the center of the volcanic field but we have a large population that extends out from that central city area. It is an area bigger than the Fuji area.

Sébastien BIASS

If I might just add, we have the computer resources now to model thousands and thousands of simulations with some models that we can use that are very fast, that are possible to run before. Those probabilistic techniques just allow us to estimate what could happen. This long term should inform the short-term decisions that you can take at some point.

Christina MAGILL

That is a good point. I also just wanted to add that we do not only do the probabilistic modeling for the Oakland volcanic field. We also have about eight scenarios that have been developed which are representative of eruptions in different locations. Those are much, much more detailed. So we are able to do modeling such is being done here for Fuji for given scenarios as well. The probabilistic modeling gives us a wider overview. We use two types of modeling in our risk assessment, not just one.

Coordinator

Thank you very much. I have some questions online. The first and second rounds of evacuation before the actual eruption. But what about pyroclastic and other hazards? Does it mean that you have precursors that are significant enough to start the evacuation before the actual eruption? That is something that I would like the answer to.

Sometimes, the lead time can be very short. Volcanic earthquake, two eruptions in case of Izu Oshima in 1986 was a lead time of only a couple of hours. The same was true for Miyake-jima island as well. Lead time can be very short, making it difficult for people to evacuate. Therefore, the first evacuation is not necessarily at level three, but rather between levels one and three. After the flash report by Japan Meteorological Agency, people are requested to evacuate between levels one and three. But that still leaves several possibilities for people not to be able to evacuate. But in terms of the planning, we currently have the plan and timeline as explained.

Now the online question, Christina and Sébastien, both suggested the beneficial use of computer models as an effective way to deal with different risk evaluation. The risk evaluation outcomes can be reflected in city planning and evacuation plans. In this regard, Dr. Sata was having a very detailed transportation simulation. In a limited area space though that model is so very simple but going forward it can be expanded. Say, for example, in terms of traffic control and signal management and that can be reflected in different scenario simulations. Do you think it is possible to do that?

Kota SATA

It is technically possible to simulate such cases with all those moving pieces. But before doing that, we have to know the goal of the simulation. That I think is even more important. We have to have a clear set of goals before running a simulation.

Coordinator

Evacuation on foot was something that I touched upon because there are people who cannot use vehicles evacuating. There are also people who need vehicles for evacuation. If those people who can evacuate on foot use cars and cause traffic accident, then people in the vehicle can walk out and keep on moving. However, those who need assistance cannot do so. That is why we have to prioritize the use of vehicles for people in the vulnerable group needing assistance for their evacuation. Probability of traffic accident should be included in simulation to better realistically understand what could happen during the evacuation.

Kota SATA

Yes, I understand the point but our simulation is focusing on the worst case. And we have citizens see the simulation. For them to be persuaded, we can tell them evacuate on foot. But if they know they will not be able to return back to their home, can we persuade them to evacuate on foot? We can show the worst-case scenario, what happens if everybody uses vehicles. We can actually show how that is going to affect. I am not denying how important it is for them to evacuate on foot.

Coordinator

Yes, it is important to show the facts, have them understand the importance of the guidance. It is important that should be incorporated into the planning. I think it is even better to be able to calculate the different situations.

Kota SATA

Yes. Conversely, when we were discussing this, as we show this factual information, some people say maybe we should evacuate much earlier than we were told. Some people did not want to evacuate. But then, looking at the simulation, they start thinking perhaps they should evacuate at much earlier timing. By repeating this process, we do see a change in their attitude. That is also part of the goals that we show the simulation result.

Coordinator

Now I would like to ask Dr. Honda, you talked about the municipal government officials and community members, how they understand information. And you have a tool to overlay the hazard information on the map and indicate how the roads can be utilized. I think eventually what Sata-san is doing and what Honda-san is doing, combine them together and then we will be able to understand how people should evacuate, what should be the evacuation routes? But I think the major issue that we are faced with is a lack of data availability. Are there any other challenges than the data availability?

Ryo HONDA

What we can do with that tool is to show the animation, to show what could happen in the near future. In addition to that, how the hazard develops, and we can indicate in which way they should run. I think with that understanding, possibly we will be able to alleviate the potential traffic congestion.

Coordinator

Thank you very much. Sata-san and Honda-san, they are looking at the evacuation simulation. Starting with pre-eruption analysis, in order to incorporate that information in the future planning, what do we need to do from the academic point of view? Do you have any comments?

Sébastien BIASS

I think this is a great job and what we can do is integrate with some research first on the better characterization of the hazards. So, for instance, lava flows are really hard to predict in Hawaii or in La Palma we saw that there is a very large uncertainty to predict. From what we also learnt in Vulcano is that these agent-based models are to be really representative of the reality before the evacuation even starts. There is a big social component to understand the different structures of the population. A tourist will evacuate very differently, will react very differently to a person that has been living around Mount Fuji for 60 years.

We were discussing that with Christina before is, how do your account for the stress of an eruption, right? Saying that you will be ready in one hour to leave are shown to be very challenged by the moment where you have to choose the belonging that you are going to take with you when you have to leave your household behind. I am not claiming that I can do that but I think there is the behavioral science. The social science can really just help parameterize the input conditions that you can then model with your techniques. Do you have anything else to add?

Christina MAGILL

Yes, maybe just quickly with a couple of more examples. A few things we are looking at in New Zealand is when we have multiple hazards, so site damage from one hazard might – say, we have an earthquake first and that earthquake might damage our buildings and that will affect the speed of evacuation. That is one thing we are really battling with, roads closed and so on. The other example are those social examples. What happens if one of your family members are trapped in a building or injured and cannot get out? Or what happens if your child is in a play center in another suburb or you have got an elderly relation down the road? Those are the sort of things that we are trying to think about but it is difficult as you know.

Sébastien BIASS

And if I may add something to reflect on this discussion is that we have experience with this eruption in La Palma. La Palma is in Spain. A volcano erupted in 2021. The lava flow went really fast and cut the road. But then, it continued for three months. And during these three months there was a continuous emission of ash and tephra. And so, one thing that was done bad, that was not planned, was for this type of long-lasting eruptions. And so, the cleanup measures, allowing people to come and clean up their households or something like that was not considered and hence had to be done in a very reactive way. But it can help protect the collapse or the damage on the buildings. I do not know, that is maybe something you want to add to the discussion.

Coordinator

I think there are two important things there, that the social aspect, social science that can contribute. I think this is where Japan is weak. Sata-san is from the engineering area. Volcanology and engineering combining together is rather rare. Even when we are talking about the disaster prevention, it is usually rare social science or engineering participating in the efforts. How about in Europe or New

Zealand? Would there be more contribution from social scientists to disaster prevention? Are there many social scientists participating?

Sébastien BIASS

I will give the perspective from Europe, and from research not that much. We should do more to understand really the mechanics of it. And for the concrete answer I will pass.

Christina MAGILL

As I said, I am new back to New Zealand. The thing I noticed when I first moved back to New Zealand was how closely embedded the social science was as well as the engineering into these risk management projects. I think it is one thing New Zealand does a good job of. It is not just the social scientists. It is the human geographers. It is our local EV. So our Māori tribes, they have different social perspectives when it comes to vulnerability and exposure and so on. For me, it was really lovely to come back to New Zealand and see that collaboration. Maybe it is unique but I hope that that will start to flow out into other parts of the world. But there is some amazing social science being done in Japan as well. I had a Japanese student who worked in with some of the social scientists who were involved in communities after the Great Japan Earthquake. I think social science is being done but hopefully it can come into your work as well as the engineering.

Sébastien BIASS

One important thing, what we did in Vulcano is we worked with sociologists but also economists and it was possible because it is such a small case study. But what we did in our evacuation plan is try to assess the economic impact on tourism from evacuation lasting various times and initiated at different times. This can also I guess open the discussion about financial instruments to relieve the effected population and to improve recovery and so on.

Coordinator

Yes, thank you. You talked about economy. In the basic time for evacuation that was compiled in Japan, why is it that you do not evacuate everybody from the first step? Well, if Mount Fuji is showing signs of eruption, even if there are signs of near eruption, it does not mean that there will be an eruption. If it does, it is easier for us. But let us say that it seems like there was an eruption, but it did not lead to an eruption and can we really run away? So we evacuated but it did not erupt and several tens of thousands of people if they leave their community, their community's economy will also be destroyed. We want to avoid such a situation. We are identifying who should be evacuated first. But people who are taking care of the economy, we want them to remain in the area until it is really dangerous so

that they have to evacuate. That is why we came up with that staggered evacuation plan.

Now Honda-san, you are on the engineering side, and you also talked a little bit about the social aspects of evacuation. But you came here as a researcher. You are not from this region. But as you carried out your research, did you see that communication is really key?

Ryo HONDA

Well, yes. I understood that all kinds of new perspectives were needed. When we carried out two workshops, we went through some improvements along the way. We used road data. Actually, is it a national road or is it a municipality road? By layering those information, we will be able to understand how much money is necessary to repair those roads. That is a perspective that I have learned.

Coordinator

Also, from the industry side, Sata-san, from our side, when we think about volcanic eruptions, we do not understand what businesses will be considering. Toyota is a big company. You are collaborating with the community now. From an economic perspective, what kind of challenges or issues do you see. Well, it is very difficult to answer that question but as much as you can please.

Kota SATA

Rather than an economic perspective, within the company we are talking about the safety of our employees. That was the starting point. Also, each company, of course the situation of a company would differ. There may be diverse answers. Each company will have to understand what kind of damage can occur at what point in time. That is something that needs to be understood, and how that may have a ripple effect in the community.

Coordinator

Thank you for answering a rather difficult question. We only have about 10 minutes left. But anything from the audience here or from the web? Communicating with the local community is very important. So, social science aspect also needs to be brought in. Dr. Sébastien Biass talked about past examples. In Honda-san's presentation, you talked about the low frequency of volcanic eruptions, therefore not many people have actually experienced that. We need to pick up on past examples and try to learn from that. That is also a very important aspect. Any questions or comments from the floor about what you have heard so far? Yes please.

Q1

Yes, I have a question. Volcanic phenomena only happen at a low frequency and it may be very difficult to ascertain what happens. But the social behavior, the behavior of residents trying to grasp that is still being done on an analog basis. Maybe digital technology could be utilized to gather that information. But it does not seem that much effort is being made in that way. Maybe you are focusing too much on the simulation side. Maybe as the input data, you should have more data on social behavior, something that you can monitor and get information. Maybe if you get more accurate data on that side, the simulation would also become much accurate and you will be able to make better response.

Coordinator

Are digital technologies being utilized overseas to capture how people will behave or monitoring the situation like that in order to grasp what might happen in a natural eruption situation?

Sébastien BIASS

I am not sure which type of technology you are referring to. Do you have an example?

Q1

Well, for example, the flow of people moving away from certain places. Maybe you can capture the flow of cars using digital data or digital maybe camera information or maybe using GPS functions on people's cell phones to look at the flow of people or cars.

Christina MAGILL

You just used my example which was that we have utilized Google phone data for looking at how people have reacted post-earthquake in New Zealand. That has been really, really valuable. But that data also allows us to see how people move through the day. So yeah, people might be concentrated in the day as opposed to the night. So we can start to develop population models that are not static. They show how people move through time, days of the week, tourism seasons and so on.

The other example I can think of that has been used globally, I think even in Italy, is the use of social media. Using computer modeling to access keywords and so on and to start to see how people have reacted during events.

Sébastien BIASS

Yes, in Indonesia, I do not remember which eruption but I think social media is proving to become as fast as monitoring data sometimes to witness the new eruption. But this is behavior during the eruption. Capturing the behavior before an eruption, long-term before an eruption as it is modulated by a lot of different factors, the frequency of eruption, the time since the last eruption. I think there is still heavy research to be done in that domain.

Coordinator

Thank you very much for that. Any other questions from the floor?

Q2

Having more accurate input data but also the output that we get, how reliable is it right now? Is the model that you are using reliable enough? This is for volcanic eruption scenarios. Of course, it only happens every once in a while, therefore it is very difficult to see how accurate the calculation has been. But let us say people gather in a certain area very frequently for events. So, maybe utilizing that model for looking at simulations of events that happen on a daily basis, are you actually doing that? That was one thing I was interested in.

Coordinator

That is a very difficult question, but does anyone want to answer to the question?

Sébastien BIASS

I do not want to answer.

Coordinator

Dr. Sata's research is focusing on natural disasters. Does your research focus on natural disasters?

Kota SATA

Yes, in terms of outputs, how do we evaluate the accuracy of the output of a model? We included people's movements in the simulation, so it is rather difficult to verify the accuracy. But the scene setting and assumptions reflected, if these are duly limited, I think that we can come up with a relatively accurate output. Now how would people evaluate the outcome, and how do people react to such outcome? We are presenting the outcome and output to the residents, and how they perceive is also important in terms of presenting a simulation.

This simulation is rather accurate because much of it is mechanical. However, how people respond to simulation is different because people's behavior is amenable.

How do we feed back the expected behavioral change in people in the next round of simulation? That is probably where you are coming from. But because this simulation includes the people factor, it is very, very difficult to evaluate the accuracy of the simulation output. At the same time, we really do find significance in using it. Probably in order to maximize the value of the simulation, we have to think about wider usage of this. Physical formulation of the lava flow I think is very accurate. But people will react differently to the output of the simulation. That is something quite tricky.

Coordinator

I have an online question. Fujiyoshida and Susono cities were included in the case studies. But do you plan to include other areas in future studies?

It needs to be rolled out to include other areas as well. But there are limitations in terms of manpower and other resources. But we cannot do without, I would say.

Lots of technical possibilities have been presented in today's presentations. Leaving no one behind requires lots of technical tools and lots of scenarios and simulations joined by experts of different backgrounds so that it can be more practical helping us overcome the challenges that we face.

Can we have very brief comment before closing this panel discussion? Any comments, impressions, or your future hopes? Each and every one of you please starting with Christina or Dr. Biass. Either.

Christina MAGILL

I think there is some amazing science being done in Japan in the risk space. I remember working in Japan, the data are so rich and the fundamental science is so rich. I think it is now coming to a point with workshops like this with researchers all coming together and it is really exciting. I know it is still quite early days. But I see it as I think Japan is going to be a leader in this space because of how rich your underlying science is.

Sébastien BIASS

To bounce back on Sata-san's comments, there is this saying that says that all models are wrong, but some are useful. I think it is really critical for those models to understand what we know and what we do not know and still use what we know as being useful. And another thing is I think anticipatory risk analysis as that is initiated by this kind of workshop is the way to go. And I think it is really great to

be able to have engineers, companies, researchers, and the audience together discussing. I think this is the way to go. I think that is not a problem that is solved in one day.

Kota SATA

Previously, data usage was suggested. We do have vehicle data, and we can have a pretty good understanding of where the vehicles are and we can tell where these tourists are coming from. Data driven analysis is quite useful. Having said that, when using such data, you must be careful because it can cost money if the data is not open data. That is another challenging factor. And also, there was one question that I was not able to answer well during my presentation. I am an engineer. Details are something that I am working with officials of Susono City, so I may have made some inaccurate answers to the questions I have received, from an administrative point of view. Thank you.

Ryo HONDA

As many have pointed out, different stakeholders have different backgrounds, and it is important to bring together different types of stakeholders. Also, interdisciplinary exchanges of views and knowledge is just as important. Questions from the audience and new ideas we received today from the floor can be quite useful. These are the ideas that may already be a hot topic in other areas of study. We should open to these suggestions as well. Thank you.

Coordinator

I must apologize for my poor shepherding of the discussion. But going forward, we look forward to have occasions like this so that we can deepen our understanding of the evacuation plan that we need. We would like to ask the audience to give a warm round of applause to the panelists today. Thank you.

Moderator

Thank you very much Dr. Yoshimoto for moderating the session. Thank you very much for very good questions from the floor. I am very happy that we were able to have a very active discussion. This brings us to the end of the program today. We would like to give the floor to Dr. Fujii, the head of Mount Fuji Research Institute, to give the closing remarks.

【 閉会の挨拶 】

藤井 敏嗣（山梨県富士山科学研究所 所長）

藤井：2 日前には東京でワークショップを開き、今日はこの地でシンポジウムを開きました。多くの方の参加を得て、非常に有意義な会になったのではないかと私としては思っております。

今日のシンポジウムの中で、最初に、火山噴火を経験されたインドネシアの方から、火山灰被害がどういうものかということに改めて皆さんが知ることができただろうと思います。それを受けて、ここに今パネラーでいらっしゃる方々に、まだ経験したことのない噴火に対して、どういう避難体制があるべきなのか、それをどう構築すればいいのかということ、いろいろな立場から議論していただきました。

特に、まだわれわれが手にしていない確率的な評価などを避難計画の中にどう生かしていくのか。これは大きな課題ですが、まだ結論が出ていない問題です。先ほど Sébastien さんが言われたように、いろいろな立場の人がこの問題を考えながら、本多さんが言われましたけれども、いろいろな分野の人、心理学も含めて社会科学、理学あるいは工学の部分がそれぞれ議論をしていくことの重要性が今日のパネルディスカッションの中で指摘されたと思います。

火山噴火に対する対応は、日本はまだ遅れています。特にこの 100 年間、われわれはまともな噴火を、あるいは避難を伴う噴火を経験したことがないのです。ですから、そこで将来来るべき噴火に対してどういう対応を取るのかということは、これからもこのような機会をつくりながら議論していきたいと思っております。今日は熱心に討議に加わっていただきまして、どうもありがとうございました。

司会：藤井所長、ありがとうございます。それでは以上をもちまして本日のシンポジウムを終了とさせていただきます。お疲れさまでした。ありがとうございます。

会場の皆さんは、通訳に使ったこちらの機材をテーブルに置いてお帰りください。また、皆さま、今スライドが出ていますけれども、Zoom でお聞きの皆さまも、ぜひアンケートにお答えいただきたいと思っております。次回以降の参考にさせていただきたいと思っておりますので、ぜひとも今お示ししている QR コードを読み込んでいただき、お答えいただければと思います。よろしく願います。Zoom の方もこちらを今読み込めたかと思っております。こちらからアンケートにお答えいただきたいと思っております。よろしく願います。

それでは、以上となりますので、お気を付けてお帰りください。遅くまでお付き合いいただきありがとうございました。

【 Closing Remarks 】

Toshitsugu FUJII (Director, MFRI)

Toshitsugu FUJII

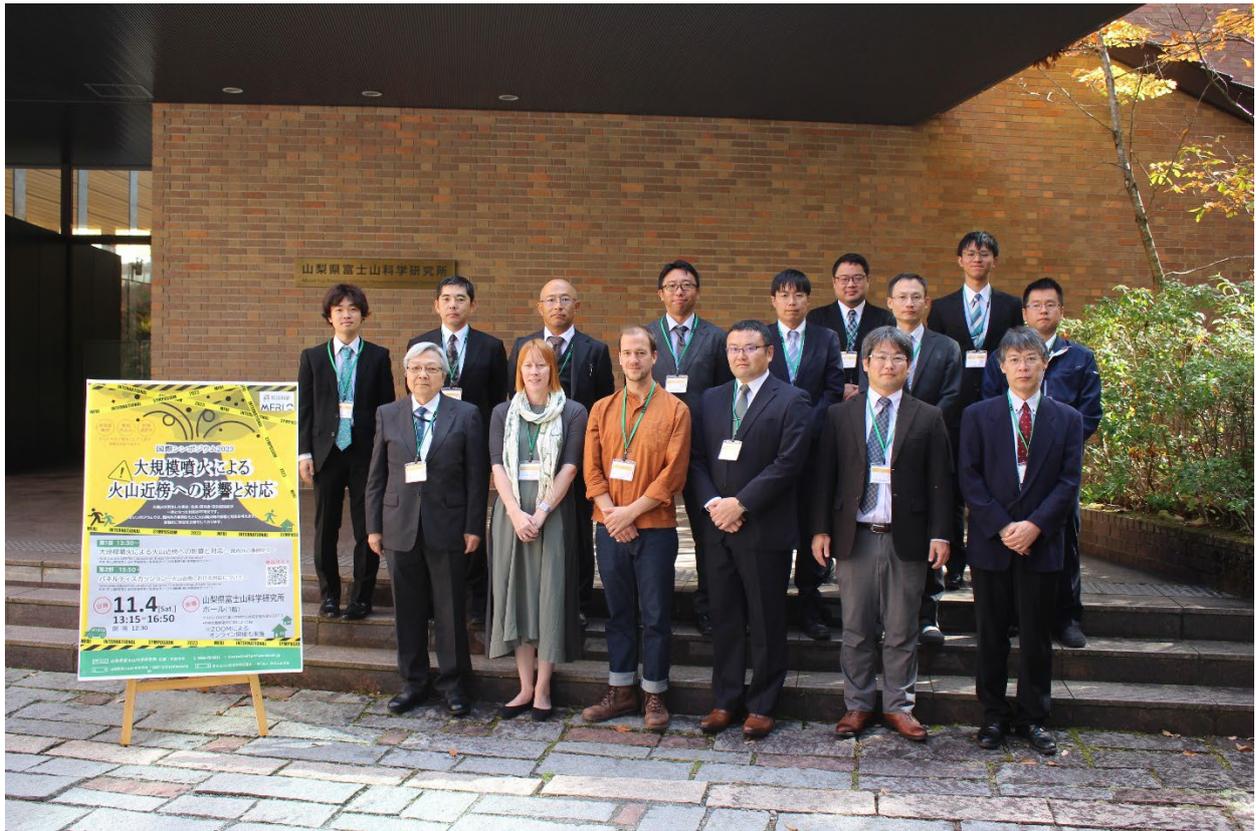
Today and two days ago, we have had very good programs, the one we had in Tokyo and today in Mount Fuji. It has been a very meaningful occasion. At the very outset, from Indonesia there was a wonderful presentation about the ash fallout damage. And the presentation was followed by other presentations discussing the scenarios and cases that have not been experienced, and the evacuation plans that each need. That is what they discussed.

Probabilistic evaluation and others we are yet to fully master. How can we make use of these in our evacuation plan? We are yet to arrive at a conclusive understanding as to how to use it.

As Dr. Biass mentioned, people with different backgrounds need to discuss this challenge. People with different expertise, psychologists even, social scientists, and scientists and engineers, they all have to join their heads. The need for that has been pointed out during the panel discussion today. We are still lagging behind. Over the last 100 years, we have not had a major eruption demanding mass evacuation. So, to prepare for a possible future eruption, we have to make occasions like this to continue our discussion. I would like to thank all the participants to join in a very lively discussion here. Thank you very much for your participation.

Moderator

Thank you, Director Fujii. With that, we would like to conclude the international symposium. Thank you so much once again for your participation. Those who are at the venue, this device for translation, please leave it behind, leave it on the table. The slide shows for online participants as well, please connect to the survey site and please kindly cooperate in answering the questionnaire sheet. We hope the QR code is projected. Please share that on the Zoom screen as well. This is the link to the survey site. Please scan the QR code and please answer those questions. I believe participants now see the QR code. Thank you so much. Once again, thank you very much for your attendance. Thank you for staying to the end.



山梨県富士山科学研究所公開講座

C-01-2024

山梨県富士山科学研究所国際シンポジウム 2023
—大規模噴火による火山近傍への影響と対応— 報告書

2024年3月発行

編集・発行
山梨県富士山科学研究所

〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田字剣丸尾 5597-1

TEL : 0555-72-6211

FAX : 0555-72-6204

<http://www.mfri.pref.yamanashi.jp/>
