

**International Workshop on Strategy of Volcanic
Disaster Mitigation 2017**

22 November 2017

Workshop Proceedings

火山災害軽減のための方策に関する国際ワークショップ

報告書

平成 29 年度

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

**International Workshop on Strategy of Volcanic
Disaster Mitigation 2017**

22 November 2017

Workshop Proceedings

火山災害軽減のための方策に関する国際ワークショップ

報告書

平成 29 年度

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

火山災害軽減のための方策に関する国際ワークショップ

2017

－ 火山監視と防災 －

目 的：

わが国における火山災害軽減は、火山監視観測に基づき火山情報、噴火予知警報を発信する気象庁と地方自治体、内閣府の連携が基本である。不十分な監視項目は大学、研究機関からの観測データの提供で補われ、火山現象の判断では大学、研究機関の研究者が協力することで、気象庁における火山専門家不足を補っている。これまで百年近く、中小規模の噴火しか発生しなかったことから、このような多機関の連携でも噴火危機を乗り切ることができた。しかし、ひとたび大噴火が発生した場合には、現状の複雑な組織体制、特に別任務をかかえる大学、研究機関との連携に依拠する体制のもとでの対応は困難であり、さらに一体的な防災対策が要求される。このような観点から、国内外の火山監視体制の事例を参照し、わが国の火山防災体制のあり方について議論を行う。

第1部：日本の火山監視と防災の現状 －国内外の噴火事例から－

第2部：パネルディスカッション －日本の火山監視と防災体制の課題－

目次

はじめに	i
目次	iii
ワークショッププログラム	v

ワークショップ講演議事録

開会の挨拶	林 春男 ((国研) 防災科学技術研究所 理事長)	1
来賓挨拶	古屋圭司 (衆議院議員)	2
趣旨説明	藤田英輔 ((国研) 防災科学技術研究所)	5
第1部 日本の火山監視と防災の現状 — 国内外の噴火事例から —		
「活火山における研究、監視、危機管理の相互関係：イタリアの事例から」	Augusto Neri (イタリア 国立地球物理学火山学研究所)	7
「“翻訳”で要点を見失わないための取り組み：ニュージーランドでは、 科学者と政策決定者間の言葉の隔たりをどのように埋めているのか？」	Gill Jolly (ニュージーランド GNS サイエンス)	15
「日本の火山監視・防災における大学の観測及び研究者の役割 — 桜島及び口永良部島噴火 —」	井口正人 (京都大学 防災研究所)	24
「USGS の火山観測体制から学ぶこと」	中田節也 (東京大学 地震研究所)	35
「イタリアにおける火山のリスク：予防、軽減と管理」	Domenico Mangione (イタリア 国家市民保護局)	46
「日本の火山防災」	廣瀬昌由 (内閣府 (防災担当))	54
第2部 パネルディスカッション		
日本の火山監視と防災体制の課題		68
閉会の挨拶	土橋 久 ((国研) 防災科学技術研究所 理事長)	93
講演要旨集		197

Table of Contents

Preface.....	i
Table of contents	iv
Program of Workshop	vi
<hr/>	
Proceeding of presentation	
Opening Remarks Haruo Hayashi ,President, NIED.....	95
Guest Greetings Keiji Furuya ,House of Representatives	96
Briefing Eisuke Fujita ,NIED	99
Session1 : Case Study	
The complex interplay between volcano research science, monitoring and risk assessment: some insights from Italy Augusto Neri (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Italy)	101
Trying not to get lost in translation: how do we bridge the language gap between scientists and decision-makers in New Zealand? Gill Jolly (GNS Science, New Zealand)	116
Role of Observation and Research of University in Volcano Monitoring and Hazard Mitigation in Japan -Sakurajima and Kuchinoerabujima Eruptions Masato Iguchi (Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)	133
On volcanic observation system of USGS Setsuya Nakada (Earthquake Research Institute, The University of Tokyo)	142
Volcanic risk in Italy: prevention, mitigation and management Domenico Mangione (Italian National Civil Protection Department, Italy)	148
Volcanic Disaster Management in Japan Masayoshi Hirose (Disaster Management, Cabinet Office)	162
Sessioin2 : Panel Discussion	
Panel Discussion.....	170
Closing Remarks Hisashi Dobashi (NIED)	195
Abstract	197

プログラム

11月22日(水) ワークショップ

9:30-9:50 開会の挨拶 林 春男 ((国研) 防災科学技術研究所 理事長)
趣旨説明 藤田英輔 ((国研) 防災科学技術研究所)

第1部 日本の火山監視と防災の現状 — 国内外の噴火事例から —

9:50-10:20 「活火山における研究、監視、危機管理の相互関係：イタリアの事例から」
Augusto Neri (イタリア 国立地球物理学火山学研究所)

10:20-10:50 「“翻訳”で要点を見失わないための取り組み：ニュージーランドでは、
科学者と政策決定者間の言葉の隔たりをどのように埋めているのか？」
Gill Jolly (ニュージーランド GNSサイエンス)

(10:50-11:00 休 憩)

11:00-11:30 「日本の火山監視・防災における大学の観測及び研究者の役割
— 桜島及び口永良部島噴火 —」
井口正人 (京都大学 防災研究所)

11:30-12:00 「USGSの火山観測体制から学ぶこと」
中田節也 (東京大学 地震研究所)

(12:00-13:20 昼 休 憩)

13:20-13:50 「イタリアにおける火山のリスク：予防、軽減と管理」
Domenico Mangione (イタリア 国家市民保護局)

13:50-14:20 「日本の火山防災」
廣瀬昌由 (内閣府 (防災担当))

(14:20-14:30 休 憩)

第2部 パネルディスカッション — 日本の火山監視と防災体制の課題 —

14:30-16:20 コーディネーター 藤井敏嗣 (山梨県富士山科学研究所 所長)
パネリスト Augusto Neri
Gill Jolly
廣瀬昌由
野村竜一 (気象庁 地震火山部)
石原和弘 (NPO 法人 火山防災推進機構)

16:20-16:30 閉会の挨拶 土橋 久 ((国研) 防災科学技術研究所 理事)

Program

9:30-9:50	Opening Remarks	Haruo Hayashi (President, NIED)
	Briefing	Eisuke Fujita (NIED)
		--- Session1 Case Study ---
9:50-10:20	The complex interplay between volcano research science, monitoring and risk assessment: some insights from Italy	Augusto Neri (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Italy)
10:20-10:50	Trying not to get lost in translation: how do we bridge the language gap between scientists and decision-makers in New Zealand?	Gill Jolly (GNS Science, New Zealand)
(10:50-11:00)	Coffee Break)	
11:00-11:30	Role of Observation and Research of University in Volcano Monitoring and Hazard Mitigation in Japan -Sakurajima and Kuchinoerabujima Eruptions	Masato Iguchi (Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)
11:30-12:00	On volcanic observation system of USGS	Setsuya Nakada (Earthquake Research Institute, The University of Tokyo)
(12:00-13:20)	Lunch Break)	
13:20-13:50	Volcanic risk in Italy: prevention, mitigation and management	Domenico Mangione (Italian National Civil Protection Department, Italy)
13:50-14:20	Volcanic Disaster Management in Japan	Masayoshi Hirose (Disaster Management, Cabinet Office)
(14:20-14:30)	Coffee Break)	
		--- Sessioin2 Panel Discussion ---
14:30-16:20	Coordinator	Toshitsugu Fujii (Director, MFRI)
	Panelists	Augusto Neri Gill Jolly Masayoshi Hirose Ryoichi Nomura (Seismology and volcanology Department, Japan Meteorological Agency)
		Kazuhiro Ishihara (Organization of Volcanic Disaster Mitigation)
16:20-16:30	Closing Remarks	Hisashi Dobashi (Executive Vice President, NIED)

ワークショップ講演議事録

日本語

火山災害軽減のための方策に関する国際ワークショップ 2017 － 火山監視と防災 －

開催日：平成 29 年 11 月 22 日（水）

会 場：都道府県会館 101 大会議室（東京）

主 催：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

後 援：内閣府政策統括官（防災担当）、文部科学省

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

司会(三輪)：おはようございます。「火山災害軽減のための方策に関する国際ワークショップ 2017－火山監視と防災－」というワークショップを始めさせていただきます。本日の午前前半の司会を務めます、防災科学技術研究所の三輪です。よろしくお願ひします。

まず最初に注意点がありますので、聞いてください。皆さんのお手元に同時通訳のラジオがあると思いますけれども、それは退室時には机の場所にそのまま置いて、お帰りいただくよう、よろしくお願ひいたします。

それでは早速ですけれども、始めさせていただきます。まず会議に先立ちまして、防災科学技術研究所の林理事長から、開会の挨拶をしていただきます。

■開会の挨拶

林 春夫（(国研) 防災科学技術研究所 理事長）

林：おはようございます。防災科学技術研究所の理事長をしております、林と申します。

今日は「火山災害軽減のための方策に関する国際ワークショップ 2017」ということで、皆さまお集まりをいただきまして、誠にありがとうございます。9時半から16時半までの終日にわたって、火山災害を減らすためのいろいろな方策について、外国の方も交えてお話をいただけるということで、実りある成果が出ることを強く期待をしております。

火山災害を減らすためには、やっぱりいろいろなタイプのサイエンスが協力をしていかないとしょうがない。もちろん観測というのは必須ですけれども、観測だけをしていればいいというわけではなくて、それが最終的には人々の生活を守るかたちに活かされていく必要があると思ひます。

今、火山の研究というのは、昨年から10年の非常に大きなプロジェクトを始めていますし、この10年が日本の火山研究のこれからの将来を決める、大変重要な10年となると思ひますので、ぜひ火山防災に貢献するというのを皆さんのキーワードにさせていただいて、この研究が発展していけばと思っておりますし、その一環として、今日のワークショップが実りある成果をぜひ出していただければとお願いをして、冒頭のご挨拶にさせていただければと思ひます。よろしくお願ひいたします。

古屋：ご紹介いただきました衆議院議員の古屋圭司でございます。実は私は初代の国土強靱化担当大臣、防災大臣を務めまして、また我々議員で火山噴火予知・対策推進議員連盟というのを作っていきまして、その会長を務めています。そんなことで、私は藤井先生には大変長い間ご指導いただいております、時には過激な発言をされる先生でございますが、でも凶星、当たっているということで、大変私らも勉強になります。

今日は実はパネルというお話もあったのですが、いま国会開会中で、私いま衆議院の議員運営委員長を務めておりまして、国会運営の責任者でもあります。たまたま、いまは参議院ですが、実は衆議院も交渉中でございます。ちょっと抜けてきました。そんなことでご挨拶だけです。

今日はプログラムを見ますと、専門家の皆さんがだいぶ意欲的なご講演をされていると思いますので、私が政治家として、あるいは議員連盟会長として、どうしてこの火山対策に取り組んでいるのかという背景も含めて、若干お話をさせていただきたいと思います。

平成26年の9月に、御嶽山が噴火しました。私の地元の自宅から直線距離で50キロです。うちの家内が噴火の風景を見ました。いままではないかたちの噴火だったそうです。実は私の友人が、山登りが好きでよく御嶽山に行きます。たまたま噴火する2日か3日に見ていました。彼が普段煙の出ないところから、煙が出ていたということをつたえられた友人のあるメディアの記者に伝えました。しかしその記者は火山の関係ではなかったので、「ああ、そう」で終わってしまいました。

やはり私が申し上げたいのは、その人がいけないとかいいということではないんです。火山というのはずっと監視をしていると、その動きがよく分かったら申し上げたいのです。有珠山の噴火の時も、ずーっと火山観測所の先生が見ていた結果、事前の避難ができて、そして一人も人的被害が起きなかったということを後で聞きました。

やはりこれは大切だねということで、その後私たちは議員連盟をつくりました。そしてこの議員連盟で、地震対策に比べて圧倒的に遅れている日本の火山対策を充実していこうということであります。最初にいろいろ関係者からブリーフィングを受けましたら、やはり気象庁だけではなくて、多くの組織があるのですけれども、横串の連携というのはほとんどできていないということが、問題点の一つです。

それから、圧倒的に研究者とか技術者が不足しているということですね。日本は111の火山があつて、そしてその中で1火山当たりの専門家が0.17人と。当時、2年半前ぐらいのデータで、いまは少しよくなっているかもしれませんが、これではまずいよねということで、まず研究者の数を増やそうということで、私たちは80人という人材を5年間の間に160人まで増やしていく、倍増ということを文部科学省にも働きかけて、そのプログラムが現在進んでいるということでもあります。

しかしどうしてもその背景にあるのは、日本は都市部で何百年も火山を経験したことがない、

知見がない。ビックデータがないということで、そうするとどうしても火山の仕事も少ない。少ないと人が集まらないという、ある意味で悪循環がずっと続いていたと思います。ここでそれをピタッと打ち切って、我々立法府の立場で、火山噴火予知・対策の推進をしていこうというのがこの議員連盟の設立の趣旨でございます。議連では、いま申し上げましたように、80人から160人の倍増体制を提言して、現在、進展中です。

それからもう一つ、火山というのは常にリアルタイムでモニタリングして、いまどんなことが起きているかを把握することが重要です。例えば噴火の予兆がみられたとき、あるいは噴火したときに、リアルタイムで正しい情報をキャッチするのかがいかに大切かということも、我々は勉強しました。

航空機 SAR、合成開口レーダーの活用というのは、極めて重要だと思っております。しかし SAR は常に配置しているわけではなくて、研究所に置いてあるわけです。民間の飛行機会社に頼んで、しかし実際に噴火した直後に見なきゃいけないのが、装備には時間がかかるので、半日とか一日タイムラグがある。そうすると正確なデータを得るという点では、どうしてもハンディがあるわけです。

我々はいま、「自衛隊機に乗せる」このことを提言しています。まだ実現しておりません。私もが SAR を自衛隊機に装備したらということをやったので、気象庁とか関係機関が自衛隊に申し入れたら、「我々、自衛隊の任務ではありません」とけんもほろろに断られたと言っていました。しかし、火山の予知のための正確なデータを集める。これはある意味で国民の命を守る、安全保障の一環で、自衛隊としてもその任務にふさわしいと私は思っております。

新しい飛行機を買わなくても、自衛隊にはたくさん飛行機があります。そしてそんな超高性能な飛行機ではなくても、大体 4~500 キロ速度が出ればそれで十分だということを知りましたので、例えば三沢基地であるとか、それぞれ火山の拠点、拠点で 3カ所ほどの基地に置いておけばよいのではないかと考えております。

関西よりは九州、あるいは東北、北海道というところが中心になるのでしょうか、そういうところに置いておいて、噴火が起こるとスクランブルをかける。実はいまは年間でスクランブル 1000 回ぐらい出ているそうですが、1分、2分で離陸するんですよね。そのぐらいの技術を自衛隊は持っているわけです。だったらその自衛隊の飛行機の中に、航空機 SAR をあらかじめ装備しておいて、要請があったら速やかに飛ぶ。民間の飛行機ですと、火山の上を飛ぶということ、安全性という面からお断りされるケースもあります。でもやはり自衛隊というのはそういうときにも飛んで行けるのが自衛隊の強みでもありますので、私はぜひこれは実現したいなと思っております。

そして学者の皆さん、研究者の皆さんにリアルタイムの正確な情報を提供していくということが大切だと思っております、この取り組みはぜひやっていただきたいと思っております。

そのほかにも、先端の観測技術の開発をする等々、ドローンなんかもその一つかもしれません。それから予測技術の開発、火山の災害対策技術、ソフト、ハード両面の開発。それから情報伝達

手段を強化していく、こういったことをいま、関係省庁にも指示をしまして、いま予算に反映することも含めて取り組んでいただいております。このところ、選挙もありましたので、議連の総会ができませんでしたので、幹事長は前官房副長官の萩生田光一さんでございますので、彼ともしっかり相談をして、近々にこういった議連総会も開いてそのフォローアップをしていきたいと思っております。

また内閣府の火山防災対策会議で、確か本年度末でしたよね、日本の火山防災のあり方について具体的な提言をされるということでございますので、ぜひ藤井先生や林先生が率いるこのワークショップで、しっかり具体的な提案をしていただいて、そこにも反映できるようにしていただきたい。我々議員連盟としてもその取り組みをしっかりフォローをして、実行ある火山防災対策を進めていければなと思っております。

地震に比べて本当に遅れていた火山の対策というのが、着実に進み始めました。今日は関係者の皆さま、大勢いらっしゃると思いますので、ぜひ火山噴火予知・防災対策の重要性ということをしっかりご認識をいただきまして、また政府としても、また我々立法府としても全力でご支援をさせていただくことをお約束申し上げて、今日はそれぞれの関係省庁、内閣府からもお越しのようでございますので、我々政府そして議員連盟与党あげてぜひ応援をさせていただくことをお約束申し上げて、ご挨拶に代えさせていただきたいと思っております。ありがとうございました。

■趣旨説明

藤田英輔 (（国研）防災科学技術研究所)

藤田：おはようございます。防災科研の藤田と申します。よろしくお願いいたします。

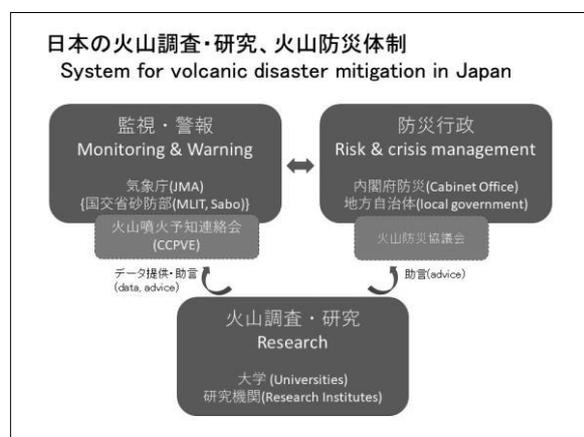
まず最初に簡単ですが、本日のワークショップの概要説明をさせていただきます。このワークショップは2003年に第1回を行いまして、2年に1度やっています、今回は第8回目になります。従来はつくばと富士吉田でそれぞれ1日ずつやっていましたが、今回は東京で初めてさせていただくということでございます。

**火山災害軽減のための方策に関する
国際ワークショップ2017
－火山監視と防災－**
International Workshop on
Strategy of Volcanic Disaster Mitigation 2017
－ Volcano Monitoring and Disaster Mitigation

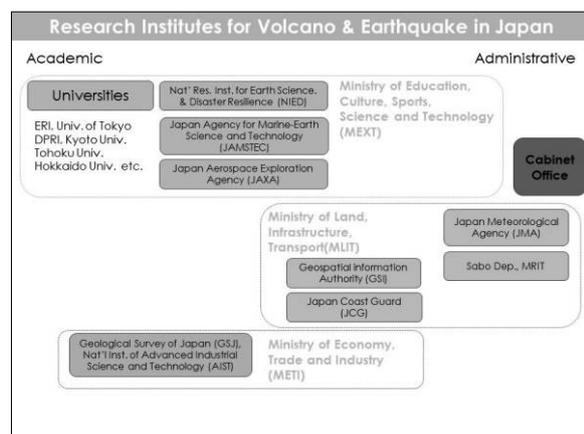
**趣旨説明
Outline & Objectives**

防災科研 藤田英輔
Eisuke FUJITA (NIED)

特に今回、東京でやるのはなぜかというところも含めてですが、日本の火山に関する調査とか研究、それからそれを実際に火山防災に活かしていく、火山防災体制ということに関して、特に国のシステムとか、あと、地方自治体との連携したシステムとか、そういったところをどうやってさらに効果的なものにしていきたいか、というのが今回のワークショップの一つの議論かと思えます。



ご覧いただいて、これは皆さんもご存じのところですが、特に監視とか警報とかに関して、モニタリング、ウオーニング(warning)に関しては気象庁さんが中心となっております。それから砂防に関しては、国交省の砂防部が中心になっておられます。一方、防災行政に関しては内閣府、あるいは各地方自治体のほうでやられている。これにバックグラウンドというかたちになると思いますが、火山調査とか研究、リサーチに関しては、各大学とか研究機関とか。



こういったプレーヤーが連携を図って監視、警報を出したりとか、行政に実際に役に立つところを、リンクしてやっていくということになります。後で詳しい説明があると思いますが、噴火予知連とか、あと、最近では自治体さんのほうで火山防災協議会がつくられて、運営されているところなんです。

英語のスライドになって恐縮ですが、左軸に Academic、右軸に Administrative という

かたちで取っていますが、特に日本の現状として、機関が非常に多いんです。いろんな省庁にまたがっているということが挙げられます。特に黄色のところは例えば文部科学省関係の機関であったりとか、あと、国交省関係の機関だとか産総研さん、経済産業省の機関であったりとか、それに加えて Cabinet Office、内閣府があると。こういった状態になります。これが日本の特徴かと思っております。

こういったことを将来的に、なるべくいろんなプレイヤーが連携できるような方策が取れないものか、そういったシステムにもっていけないか、ということをお我々は考えているところでございます。

--- Session1 Case Study ---	
9:50-10:20	The complex interplay between volcano research science, monitoring and risk assessment: some insights from Italy Augusto Neri (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Italy)
10:20-10:50	Trying not to get lost in translation: how do we bridge the language gap between scientists and decision-makers in New Zealand? Gill Jolly (GNS Science, New Zealand)
(10:50-11:00 Coffee Break)	
11:00-11:30	Role of Observation and Research of University in Volcano Monitoring and Hazard Mitigation in Japan -Sakurajima and Kuchinoerabujima Eruptions Masato Iguchi (Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)
11:30-12:00	On volcanic observation system of USGS Setsumi Nakada (Earthquake Research Institute, The University of Tokyo)
(12:00-13:20 Lunch Break)	
13:20-13:50	Volcanic risk in Italy: prevention, mitigation and management Domenico Mangione (Italian National Civil Protection Department, Italy)
13:50-14:20	Volcanic Disaster Management in Japan Masayoshi Hirose (Disaster Management, Cabinet Office)
(14:20-14:30 Coffee Break)	
--- Session2 Panel Discussion ---	
14:30-16:20	Coordinator Toshitsugu Fujii (Director, MFR)
16:20-16:30	Closing Remarks Hisashi Dobashi (Executive Vice President, NIED)

それで本日ですが、そういった日本のバックグラウンドと、あと、海外の事例ということで、イタリアから INGV、国立地球物理学火山学研究所のアウグスト ネリ博士、それからニュージーランドから GNSサイエンスのジル ジョリー先生、あと、午後になりますが、イタリアの National Civil Protection Department、国家防災局に当たるんですが、実際の防災担当の行政機関のほうからドメニコ マンジョーネ博士にお越しいただい

て、これらの事例を参考にしながら、わが国の火山防災体制というのを、どういう方向にもっていったらいいかという議論ができたらと思います。

先ほど理事長のほうから申し上げましたが、長時間にわたりますが、活発な議論、ご意見をよろしく願いたします。

司会：ありがとうございます。

それでは早速ですが、講演に移りたいと思います。まずお一人目は、イタリアのアウグスト ネリ博士の講演になります。タイトルは「活火山における研究、監視、危機管理の相互関係：イタリアの事例から」になります。

【第1部 日本の火山監視と防災の現状 ―国内外の噴火事例から―】

「活火山における研究、監視、危機管理の相互関係：イタリアの事例から」

アウグスト ネリ（イタリア 国立地球物理学火山学研究所）

ネリ：おはようございます、皆さま。まずは今回のワークショップを開催された主催者、防災科学技術研究所と山梨県富士山科学研究所に感謝申し上げます。ご招待をありがとうございます。一連のワークショップで、今回は2回目の参加となりました。私のほうからイタリアの火山、そしてイタリアにおいてどのように火山災害リスクを管理しているか、幾つか情報をお伝えできることを非常に嬉しく思います。

まず30分ほどいただきまして、概略からご紹介します。基本的な課題、私たちが直面する問題について、そして具体的にはナポリ地域の状況を事例としてご紹介します。ヴェスヴィオ山という、皆さんご存じの非常にリスクの高い火山と、カンピ・フレグレイのカルデラ火山があります。そしてイスキア島の火山があります。

2点目に、この火山リスクに私たちがどのような対策を取っているのか、短期的な、および長期的な目標は何なのか、どういった機関が関わっているのか、そしてより詳しい情報につきましては、後でマンジョーネ博士のほうから報告があるかと思えます。そして最後に結論として、皆さまにメッセージをお伝えしたいと思います。

申し上げたように、まず最初にイタリアの火山リスクの問題について、概略を説明いたします。右側の図を見ていただきますと、イタリアも日本も、世界の中では火山リスクの一番大きい国の二つです。これは国の中の火山の密度をプロットしたものです。これを人口密度と対比してみます。そうしますと、やはり左下から右上にかけてリスクが上昇します。日本、フィリピン、イタリア、こういった国がリスクのレベルが高い。

左側にイタリアの地図がありますが、主要な火山系のほとんどが古い火山で、活動も盛んではありませんが、特にリスクの高いものにヴェスヴィオ山、カンピ・フレグレイ・カルデラなどがあります。

地理的な位置ですけれども、火山リスクの評価の中で、私たちの位置付けを示したものです。こちらは Swiss Re が行った、保険会社の評価です。この保険会社が経済的な被害額、例えば火山降灰によって世界でどれぐらいの経済被害が起こるか、火山灰だけを見たものですけれども、一番リスクの高い上位15都市が挙げられています。

ご覧になれますように、日本はやはりリスクが高く、火山灰の影響が大きくなる可能性がある。200、300億ドル規模の経済被害が起こる可能性があるという推定です。リスクの高い都市の中には、東京のほか仙台、熊本が挙げられています。

また、イタリアも特にリスクが高いということで、ナポリですとか、これはヴェスヴィオ山、カンピ・フレグレイ・カルデラがありますし、また、カターニアはシチリアのエトナ山の影響に

よるものです。この地図から見ますと、主要な都市が火山噴火によって直接影響を受ける可能性があることが分かります。こちらは火山降灰だけですけれども、火山灰以外にも火砕流ですとか溶岩流、あるいはラハールなどを考えますと、もっと被害額は大きくなる可能性があります。

申し上げたように、こういった平均的な数字だけではなく、火山リスクを考えるときにはナポリの近郊が、ここで最もリスクの暴露（exposure）率が高いです。ヴェスヴィオ山がナポリの東側にあり、フレグレイ平野があります。そして西側にはイスキア島があります。ナポリがそのちょうど真中で、数百万人がこの地域に住んでいます。

では、長期的な目標は何か、まずご紹介しましょう。これはある意味、シンプルではありますが、非常に課題の多いものでもあります。長期的な考え方としては、完全な長期的なリスク評価を確立しようということ、そうすることによってハザード情報を組み込んでいく。脆弱性の情報（V）とハザードの情報（H）を入れていきます。リスク（R）はもちろんその中の一つの要素となります。

このようなシンプルな方程式ではありますが、非常に複雑です。というのは、一つ一つの変数がほかの変数に依存しています。空間、時間といった要素にも影響されますので、この長期的な目標は非常に達成が困難であると考えています。ですので、定量的なリスク評価を行おうとしたものです。

ただ、このアプローチには優位性もあります。というのは、さまざまな現象を同時に考えることができる、火山事象が火山系で起こったときに、さまざまなシナリオを考慮することができ、さまざまなあり得る結果を組み合わせ、それぞれの事象について確率を考え、そして不確実性も組み込んで考慮することができますので、非常に包括的なアプローチ、かつ非常に困難なアプローチということになります。

現在、イタリアにおきましては、少なくともこのような複雑な問題を定量的なかたちで管理しようとしていますが、ほとんどのリスク評価というのは一つ、ないしは本当に少ない数の影響シナリオしか考えていませんでした。問題は非常に複雑ですので、リスクだけではなく、ハザードという視点を組み込んで、我々のリスク管理をハザード情報ベースで行っていかうとしています。主要な目標はリスク評価であるという点を強調したいと思います。これをもっと定量的にやっていきたいというのが、我々の願いです。

どのように私たちがこのハザードを評価するかについて、一言申し上げます。私が申し上げることは、私たちが私たちの機構をどのように組織立てているかにも関連があります。組織の作り方もそれに基づいています。ハザード評価というのは我々の考え方、アプローチで、イタリアのINGVの考え方としては、さまざまな異なる手法を組み合わせ、統合したものとなります。たった一つのアプローチで堅牢な評価をするのではなくて、さまざまな要素を組み合わせる必要があると考えています。

少なくともここには四つを挙げています。最も重要と思われる四つです。まずは火山の噴火記録の再構成。これは非常に重要です。これなしには何もできません。どこで危険な事象が起こり

得るのか、どのような現象が起こり得るか、ということを知るのに有用ですので、古典的な、火山学的な情報となります。

もう一つ、モニタリングから得られる情報があります。火山の現状の監視をする。そうすることによって、いつ危険な現象が起こり得るかが分かる可能性があります。

3つ目は現象のモデル化、シミュレーションです。何が起きているかを理解する鍵となります。つまり火山の振る舞いを、物理的な負荷という観点で見えていく、よりよい理解を進めようとするものです。この数十年で大きく開発が進み 79 年の噴火以降、より多くの物理現象を中に組み込むことができるようになり、理解が深まっています。

それから 4 番目の点ですが、これは系 (system) の不確実性を定量化するということです。まだ新しい分野で、今、重要性が高まっています。どれくらいの精度で我々は情報を扱えるのか、私たちの理解がどれくらい正確なのかということ。一般市民や当局者、特に市民保護局などからは情報の要求があります。そのときにどれくらい私たちが信頼度を持ってその情報を提供できるかが、重要なトピックとなっています。

それでは、この手法で得られた結果を幾つかご紹介しましょう。次がヴェスヴィオ山のスライドになっています。どのような評価を行うか、お分かりになると思います。ヴェスヴィオ山は最もリスクの高い火山だと先程申しあげました。二つの特徴があります。噴火特性が爆発性であり、かつて噴火したときには、山麓に住む人が 70 万人いて、危険にさらされました。

そこで、この火山の噴火履歴を再構成しました。ヴェスヴィオ山についてはよく知られていることですが、多くの調査が行われ、小プリニウスの叙述にある 79 年の噴火以降、再構成がされました。二つの特徴があるといわれています。それに基づいてハザードマップを作りました。これは後ほどご紹介したいと思います。

主要な現象としてはプリニー式噴火に伴う噴煙柱の生成で、数十キロぐらいの高さまで上がります。この噴煙柱が火山灰を近い所から遠い所まで飛散させる可能性があります。また、こういった噴煙柱が崩壊するということになり、非常に危険な、非常に密度の高い火砕流となります。それがヴェスヴィオ山のこれまでの履歴評価です。

監視ネットワークを幅広く設置しております。我々の火山観測所、ヴェスヴィオの観測所におきましては、一連の監視ネットワークを開発し、保守しています。地震計から地球科学などのネットワークで、ほとんどがリアルタイムでデータを抽出することができ、それを監視システムにリアルタイムで送出することができます。このような監視活動は、現地でも情報を統合することができ、定期的に測定をし、起こり得る現象を予測することができます。

それからもう一つ、モデリングとシミュレーション、さっきの 3 点目です。火山の噴火のプロセスのシミュレーションで幾つか、このような爆発性の噴火を、ヴェスヴィオ山のシミュレーションしたのを見ていただいております。サブプリニー噴火を一つの参照としまして、避難計画を作るために作ったものです。動画になっているので、こういったモデリングの機能を見ていただけるかと思っております。これが時間軸で、実際にヴェスヴィオ山のサブプリニー噴火から噴煙中の崩

壊まで、これを温度別に見たものです。等温線で時間がたつとどのように進むのか、15倍の速度で、早送りで見えていただいております。非常に複雑な噴煙柱の崩壊、また、密度の高い火砕流の発生があり、近隣の地区に影響が出ているのが分かります。

こういった情報は定量的なハザード評価という点で非常に有効で、また、一般市民に情報伝達する際の効果的な手段となります。このような現象が起こり得るということを伝えることができ、また、どれくらいの時間でこういった現象が起こるのか、どのような結果に至り得るのか、ということの説明するいいツールとなります。では、プレゼンに戻ります。

4点目の手法ですけれども、これは不確実性の定量化ということになります。それらの火山系の不確かさということになります。ヴェスヴィオ山についていいますと、火山イベントツリーの定量化ということになります。それを図で表し、火山の振る舞いを定量化するというものです。一つ一つのブランチ、枝が、異なるシナリオです。具体的な現象ごとのシナリオで分けています。そして定量的な発生確率の推定をすることができます。

ここにありますように、発生確率は六つのシナリオについて計算することができます。もしヴェスヴィオ山で火山活動が起こった場合、それぞれのシナリオが特定の確率を持っています。それは一つの値ではなくて、三つの値を持っています。つまり最高推定値と、それぞれの確率推定値の信頼度を与えています。こういったかたちでより定量的な情報を提供し、同時に不確実な数字を排除し、一定の信頼度のある数字を出すことができます。

こちらのマップは新しい避難計画で、市民保護局が定義したものとなっています。基本的にはこれが避難計画のベースとなります。二つの地域が、赤と黄色があります。黄色い所は火山灰が多量に降下する地域、それから赤い所が密度の高い火砕流が起こる可能性がある所です。

赤い所は噴火前に避難をしなければならない所で、堅牢な情報を少なくとも2日前に提供することを目指しています。もちろん難しいところではありますが、そういう時間枠で私たちの市民保護局は考えております。そうして人々を避難させようと考えています。言いましたように、避難をさせるのであれば、75万人ほどの人たちを非常に短い時間で避難をさせることが必要になってまいります。

では次に、このヴェスヴィオ山だけが私たちが懸念している山ではなく、もう一つ、ナポリの西側のほうにも危険な火山があります。カンピ・フレグレイ・カルデラです。ご存じのように過去にも大噴火が起こりました。4万年、5万年ほど前に大きな噴火が起こりまして、そして大きなカルデラがつくられました。12キロほどでありまして、半分はオフショアの部分にあります。ご覧のように30万人、40万人の人たちがこのカルデラの中に住んでいます。このような場合のリスクマネジメントは非常に難しいものとなります。

この火山ですけれども、今は活動が休止状態になっています。2013年1月に休止状態にあることが宣言されました。となりますとモニタリングのシグナル、この火山から得られる信号はどんなものか、よく分かりません。見えにくくなるわけです。時にはモニタリングの結果を解釈するのが難しくなります。

さらにこれを複雑にしているのは、このカルデラですが、どこで次の火道が発生するのか、それが分からないと。もしかしたら非常に幅広い地域が、噴火となれば影響を受ける可能性があるわけです。ラバウルのカルデラは、1994年には二つの火道が同時に開くということがありました。ですので、さらに複雑な状況が生まれるということになります。

こちらがその成果であります、DPC、市民保護局が最近、作ったものです。カンピ・フレグレイについても黄色い地域はどちらかといえば火山灰の影響を受ける地域、それから赤い所は事前避難が必要な地域ということで、マップを作りました。将来的な火口の状況が不確実な中で作ったものであります。

では、一体どういう課題に私たちは直面しているかであります、カルデラから出てくる信号を正しく、きちんと受け止めるということ。ヴェスヴィオ山、それからカンピ・フレグレイについても、信号が発せられているのであれば、それを正しくつかむことです。

火山学の歴史を振り返ってみますと、過去の状況は全く違ったことが分かります。こうした休止時代の信号がきちんと分かったという状況は、例えば1986年の伊豆大島、1991年のピナツボ山、それから1994年のラバウル、2010年のムラピ山ではこの対応が非常に成功したわけです。しかし一方で間違えて警戒をしてしまった、ラ・スフリエール（スフリエール山）という、グアドループの状況がありました。おおよそ7万人が避難させられましたけど、結局、噴火は起こりませんでした。

そして結果的に一番最悪の状態ではあります、警報をきちんと発せられなかった結果、2万5千人ほどの人たちが亡くなったというのが、ネバド・デル・ルイスの事態です。また、セントヘレンズ山でも同程度のことがありました。火山の爆発的な噴火というのは、当時は全く考えられていませんでした。いろいろなシグナルが噴火の前に火山から発せられる、それをきちんと解釈する、正しく解釈するということが、やはり危機管理を成功させる鍵であります。

最後になりますが、また皆さんに幾つかの情報を提供したいと思います。イタリアではどのようにこの問題に取り組んでいるか、そしてどういった機関が関わっているかです。マンジョーネさんも後でまた詳しい情報を出して下さると思いますが、全国的な市民保護システムというのがあります。DPC、国家市民保護局がつくっております。ここが調整役を凶っております。そしてそのタスクは危機の緩和、警戒、対応、それから復旧であります。1980年に大きな地震がイルピニア地域で起こったのを受けて、1982年にこの機関がつくられました。

そしてさまざまな人たちが関わっております。三つのカテゴリーに分けております。まずは公的機関で、政府、省庁、地域、それから市町村などなど、ここが意思決定の役割を担います。ほかの機関が提供する情報を基に意思決定をしていきます。そして二つ目が科学界、学术界、例えば大学、研究機関、それから三つ目が市民社会です。ボランティア、民間企業となります。

マンジョーネさんが後でまたお話をすることになりますが、重要な役割を主要リスク委員会（Commissione Grandi Rischi）というところが負っております。DPCと、それから科学界を結び付ける委員会となります。ですので、科学者側から、それから学术界からもたらされる情報は、

この主要リスク委員会に提供され、そしてここが政府に対する諮問機関としての役割を果たします。そして市民保護のための意思決定がなされるわけです。

INGV について、ほんの少しだけ申し上げたいと思います。こちらがつくられたのが 1999 年のことであります。幾つかの独立した機関が合併してつくられました。例えばヴェスヴィオ火山の観測所、世界で最も古い観測所の一つです。それから ING、そのほかに三つのリサーチカウンスル、地球科学ですとか地震学などに携わっている機関が一緒になったところです。

今現在は三つの大きな部門に INGV は分かれています。そしてセクションが 10 あります。三つの部門が地震、火山、それから環境の部門であります。ですので、一つの部門は火山に特化しているわけです。千人ほどが働いております。そして 10 の本部がイタリア全土に散らばっております、そこで働いております。

火山部門について申し上げますと、二つの火山観測所、ヴェスヴィオ山、それからもう一つエトナ山があります。そしてリサーチグループが幾つかありまして、パレルモ、それからピサ、ボローニャとローマで働いております、250 人ほどがフルタイムで火山学的な問題、それから火山ハザードの問題に取り組んでおります。そのうち 7 割は正規の職員、30%は契約であります。

そして 230 人ほどの人たちのうち 60%は研究者、それから技術者であります。ですので、少なくとも Ph.D.を持った人たちがそれだけいるということです。さらに 70 の大学教授が INGV に関わってくださっています。みんながみんな火山学者というわけではありませんが、そのうち 3 分の 1 は火山学の専門家であります。

前にも言いましたが、INGV は研究所の管轄下にあります。私たちは研究機関であります。学際的な研究と、観測をしたり監視をしたり、モデリングをしたりしています。それから非常に革新的な研究 (innovative research) を、例えば気候変動ですとか、国家安全保障といった分野で行っておりますが、同時に応用研究も行っております。

火山、地震ハザードの評価、それから火山活動、地震活動、これを市民保護局のために提供しております。INGV は、申し上げましたように、全国的な市民保護システムの一環を担っております。いろいろな部門、セクションに分かれています、それぞれがさまざまな役割を担っております。

またもう一つ、重要なポイントですが、モニタリングだけ、あるいは研究だけをしているという人はいません。同じ人が二つの、両方の活動をやっているわけです。

火山部門においては三つの柱があります。一つが火山学的な研究、そして二つ目が社会に対するサービス、つまり DPC 向けにやっていることです。そして三つ目が研究インフラの維持で、例えばモニタリングネットワークなどを維持するということです。

この三つの活動を火山部門や、あるいは地震部門、それから環境部門にいる人たちがみんな、それぞれがやっております。この活動を分けてやっているわけではありません。人が個々に担当しているというわけではなく、その三つを一緒にやっているということが重要なんです。

最後になりますが、科学界、それから市民保護局との間に非常によいかたちで協力関係ができ

ていると思います。それによりまして、よりうまくハザードを特定し、また緩和することができると思います。この場合は火山に関するものです。

それから火山学の分野では、この 10 年でいろいろな進展が見られました。そしてこれによりましてより定量的、より精密なハザードの特定ができるようになりました。火山のリスクの定量化はまだできておりませんが、そちらの方向に今は向かいつつあります。まだまだ道のりは長いと思われまます。

チャレンジの一つは、不確実性を特定し、そしてそれを定量化することです。いろいろなことが分かってまいりました。そしてたくさんの知識も積み上げられてきました。しかし同時に、私たちはフルで理解ができているわけではない、フルの知識が得られたわけではないということ、うまく人々に伝えることが必要です。その不確実性を伝えるということが重要であります。

将来の方向性、どういう活動をするのか、これはやはりこの不確実性を減らすための定量化を目指すということでもあります。もっと研究を重ね、より効果的なモニタリングをしていくことが大切です。

そして最後のポイントですが、火山リスクを本当の意味で緩和するためには、やはり学术界、市民保護当局、あらゆるレベル、それは国、地域のレベル、それからメディア、そして一般の市民、みんなが協力をしてやっていくことが必要です。この協力関係なくしては前進を図ることもできないでしょう。

改めまして、お話をお聞きいただき、ありがとうございます。そしてこれが最後のスライドになりますが、皆さんへの招待状です。関心がある方は私たちの次のミーティング、イタリアの大学とも協力をしてやるわけですが、それから DPC とともにナポリで来年にやる会議です。火山を抱えている都市のミーティングであります。科学者の方々、意思決定関係者、それから市民、メディアの方々にぜひともおいでいただきたいと思います。ありがとうございました。

司会：3 分ほど質問の時間が取れますので、何かご質問があれば、お願いします。ございませんか。

質問者：日本の気象庁の野村と申します。ありがとうございます。非常に興味があったのが組織で、リサーチの人と技術の人と、それからパブリック、広報の仕事を同じ人たちがやっている、同じタイプの人たちがやっていると同ったのですけれども、そこは効率性という意味ではどうなんでしょうか。リサーチの人はリサーチだけ、技術の人は技術専門でやったほうが効率的な感じもしますが、そこはいかがでしょうか。

ネリ：ありがとうございます。非常にいい点を指摘していただきました。情報を伝達することが、今、重要〔性〕が増しております。ですので、もっと時間をかけなければならないと感じているところです。そして私たちの職員は強い決意を持っておりまして、我々の研究所の中で興味を持って、関心を持って、市民への情報伝達をしています。もちろんこれは必要な作業です。

このような活動をするために、コミュニケーションだけをやる専門家に任せておくだけでは十

分ではないという認識がありまして、実際に研究、監視をしている人が関与することが、我々の経験からいってより効果的です。同じ人が両方を担当するほうが、効果が高いと。研究と監視もそうですし、研究、監視、情報伝達も、パブリックリレーションズもそうです。

全ての人がもちろんやりたいと言っているわけではありません。皆さんもお分かりだと思いますが、非常にデリケートな問題です。ただ、基本的に重要ですので、どんな職員も貢献ができる。と私たちは考えており、それぞれの職員の責任の一環として、私たちが知っていることを伝えることは責任であるという意識がありまして、我々の仕事の重要な部分を占めるようになりました。ですので、もっと手間を割いてやっていきたいと思うぐらいです。より多くの人に対して、強い興味を持ってくれることを期待しています。

もちろんトレーニングも必要なんです。適切な情報伝達するための教育研修も必要で、これも考える必要があると私は思っています。どうやったら効果的に情報伝達ができるかということは、学習が必要だと思っています。

司会：ありがとうございました。それでは次の講演に移りたいと思います。ネリ博士、ありがとうございました。

司会：続きましてはニュージーランド、GNSサイエンスのジル ジョリー博士より、「”翻訳”で要点を見失わないための取り組み：ニュージーランドでは科学者と政策決定者間の言葉の隔たりをどのように埋めているのか？」というタイトルでお話しいただきます。よろしくお願ひします。

「” 翻訳” で要点を見失わないための取り組み :

ニュージーランドでは科学者と政策決定者間の言葉の隔たりを

どのように埋めているのか？」

ジル ジョリー (ニュージーランド GNS サイエンス)

ジョリー : ”Tena koutou”。今、申し上げたのは、ご挨拶なんですけれども、ニュージーランドのマオリの言葉です。今回は私どもにお話をさせていただく機会をくださって、どうもありがとうございます。火山防災について、ニュージーランドで何をしているかというお話をさせていただきます。

まず最初に背景ということで、ニュージーランドの火山の問題についてお話をします。日本のように人口が多くないし、火山の数も多くはないのですが、火山活動によって受ける損害というのはあります。ですから科学、それから意思決定者とコミュニケーションする、そして一般の人たちとコミュニケーションするということが、非常に重要になっております。2012年のトンガリ口の爆発について、お話をしたいと思っています。御嶽山と非常に似ている状況だと私は思っております。

さて、火山の問題でありますけれども、活火山は全て北島にあります。北島の中心部に集中しております、こちらがタウポ火山帯と呼ばれていて、ホワイトアイランドまでつながっています。沖までです。それからラウルアイランドというのが1,500キロぐらい先にありますけれども、ニュージーランドのテリトリーでありますので、ここにもあります。それからオークランドにvolcanic field (火山域) もあります。それから北島の北のほうにもやはり火山帯があります。タラナキエグモントというのもありまして、これが西側にありますけれども、こういったところで火山のエリアがたくさんあるという状況になっています。

さて、ステークホルダーにとっての問題を定義します。科学者でありますので、火山問題というのは分かっておりますけれども、しかしながら意思決定や、一般市民にどういう影響があるのかということについては、理解していく必要があります。

ということで、まずはリスクアセスメントの枠組みを使います。リスクツールを使います。そして財務的、それから人の生活、あるいは命をどう守れるかというリスクを見ます。環境のインパクトについても見ていきます。これについては幾つか数字がありますので、後ほどご紹介いたします。重要なのは、これらを行うことによって一般市民、そして関係者に対してどういう問題があるのか、どのように減災するべきなのかということを理解してもらうことができるということです。

ですから、まずは科学者と意思決定者の間のコミュニケーションが必要です。火山噴火によって何が起こり得るのかということ、みんなが意識共有することが重要になっています。そしてパートナーシップとして、お互いに噴火へのレジリエンスを高めるための作業をする。このためにもコミュニケーションが重要です。

また、地震や津波の科学者も GNS サイエンスの中におられますけども、こういった問題というのは非常に似ておりますので、それについて後で簡単にではありますけれども、地震の減災についてもお話をしていけたらと思っています。

さて、一つの例です。問題のオークランドについては、だいたい 50 以上の火山がオークランド市の下にあります。人口として 100 万人ぐらいが住んでいる都市の下にあるわけです。500 年前に一度、ランギトトという、北島の火山が爆発的噴火をしました。でも多くの火山は、過去 1000 年ぐらいは現在のオークランドの下に眠っているというかたちになっています。

リスクアセスメントをしまして、将来の噴火に対してあるシナリオでもって、どのぐらいの損害になり得るのかということのを計算しました。このように地質学の調査をして、今後の 50 年間に爆発的噴火をする確率が 5%という、かなり大きなリスクがあるということも分かっています。シナリオを使いまして、右側にあるようなかたちの噴火を考えました。下の写真はイメージでしかありませんけれども、2008 年に実際に演習訓練をしたときにも、このようなことを考えました。

かなり大きなインパクトがあるということが分かっています。オークランドは、ニュージーランドにとっては大都市でありますので、国際的な人や貨物の輸送は、オークランド経由で来ますので、ここで火山が噴火しますと、GDP にも大きな影響があることが予測されます。

このシナリオを使いまして、オークランドの火山噴火を考えますと、240 億ドル、これはニュージーランドドルですけれども、ビルやインフラに対する直接の損害があると予測されます。もちろん先ほどのヴェスヴィオに比べますと、影響を受ける地域は限られておりますけれども、しかしかなりの大きな影響があることが想定されます。

リスクアセスメントで、例えば 1 年ぐらいは上下水道や電気が使えなくなるという予測もあります。また、20 万人の人たちが避難しなければいけないという予測にもなっておりますので、インパクトは大きいと。それから GDP がどのぐらい減るかということですけども、15%ぐらい減じるのではないかとわれています。

GDP が地域で上がる場所もあります。というのも、オークランドから地方部に移った、その地域に関しては地域の GDP が上がるという予測もありますけれども、全国の、ニュージーランドとしての GDP というのは、全体で 15%下がると予測されております。

別の火山を見てみましょう。北島中央部でありますけれども、こちらは 15%の確率で今後 50 年に噴火すると予測されています。タラナキ、あるいはそれ以外の北島中央部にある、火山帯の火山の噴火を想定しています。

もちろん人口としてもそんなに多くはないのですが、しかしながら農業はニュージーランドにとっては重要です。それから石油、ガスで、西側にありますタラナキ沖には石油ガス田がありますので、そういう意味で非常に重要な地域であります。ここでは降灰が大きな影響をもたらすと想定しました。例えばそんなに降灰がなかったとしても、水や電力の供給に障害があることが分かっています。ということで、一次産業にも非常に大きな影響があることが分かります。特に畜産、あるいは羊の農家にとって、降灰がより多量になりますと、かなりの影響があるということ

が分かっています。

一つ、噴火に関してまだリスク計算をしていないのは、カルデラ噴火であります。北島の中央部にありますタウポ湖ですけれども、過去 2000 年ぐらい前に噴火をしておりますけれども、たぶん 1000 年に 1 回ぐらいの噴火ということで、そろそろなのかなという感じです。

近くには人口があんまり集中していないわけですが、しかしもしも 2000 年前もしくは 2600 年ぐらい前のような、大きなカルデラ噴火になるとかなり影響があるということになります。

カルデラから 70 とか 80 キロぐらい離れている地域であっても、壊滅的な影響があるということになります。そして降灰に関しましては東側に、ということで考えておりますけれども、10 センチの降灰が東海岸にまで到達するという予測があります。ということで、このようなことが発生しますと、ニュージーランド全土に対しての大きな影響になることが想定されます。

ただ、噴火しなかったとしても、例えば異常現象発現期間が長いということによって、我々は観光産業が主要な産業でありますので、経済的に大きな影響があります。例えば地殻変動であるとか、あるいはさまざまな影響があり得るということで、噴火に関しては想定をしておりますけれども、噴火がなかったとしても異常現象が発生することによって、旅行者が減るということで、経済に大きな影響があることが想定されます。

では、どのようにリサーチとかサイエンスの枠組みを考えているかということですが、GNS サイエンスにおきましては、結果をベースにしたリサーチをしております。政府の政策に指示を受けますし、国際的な政策にも沿って行っています。「仙台防災枠組 (Sendai Framework for Disaster Risk Reduction)」のベースを使いまして、研究を行っております。どのような優先順位にするのかということ、これを使ってやるわけです。それからまた、今まで名前が違っておりましたけれども、減災レジリエンス戦略というものが国家で作られていますので、それにのっかって行うということになります。

また、政府の優先順位というものもたくさんありますので、例えば資源管理法というのができておりますが、これによってどこに人々が住宅を造っていいのか、あるいは事業〔所〕やインフラを造っていいのかということが分かっておりますし、それから建築基準法、これはまだ火山対策というのはいままで発達していないのですが、しかしながら地震に関してはかなりできておりますので、それを使って研究をするということもしております。また、地震の影響を受けやすいビルに関する法律なども使っております。

我々 GNS サイエンスは政府の組織でありますので、非常に面白いビジネスモデルを持っておりまして、商業的な収入も得られるような、そして政府からの助成金ももらえるようなモデルになっています。ただ、国家の研究所でありますので、私どもとしては国家民間防衛計画に責任を持つということになっています。ですから、その実質的、自覚的な影響を我々が担当することになります。

ハザードをモニターして、そしてプロセスを理解して、そしていかにリスクアセスメントの下で仕事をするかということを見ていくわけですが、我々としては、どのようにしてリスク

をコミュニケーションするべきなのか、警告をどのように発するべきなのか、コミュニティーレジリエンスをどのように高めるのかという社会科学的事業も考えています。とはいえ、警告を発するのは我々ではありません。それは私たちではないセクターが担当しています。

その内容を説明しますがこのチャートですけれども、下にありますが GeoNet のデータの収集ネットワークであります。GeoNet は日本にもあると理解をしております。ナショナルモニタリングを我々は GeoNet と呼んでおりますけれども、これがもう 16 年前から発動されています。クオリティーの高いデータをリサーチに提供することができますし、また、GNS サイエンスや大学、国際的に国内的にも、そういったところにデータを供給することによって、研究をしています。

それから科学に関しては、リサーチということで私たちはやっていますし、それから例えばプレートテクトニクスや地質なども、我々が理解するという事になっています。どこにハザードがあって、どのような理由でもって火山が噴火するのか、どのぐらいの頻度なのか、そして噴火したらどうなるのかということに関しては、先ほど既にイタリアからも説明がありましたけれども、そのようなデータを使いまして、火山活動のリスク評価をしています。

また、二つほど柱がありますけれども、社会に対するインパクト、それらを減じる、緩和するというリサーチも我々が行っております。それからナショナル・ハザード・リスク・モデルというものを、私どもは先行しております。ということで、これが長期の予測にもつながるわけですけれども、これによってレジリエンスを高めて、例えば避難計画とか、あるいはリスクの減災などを考えていくというのが、その情報の結果となります。短期的には準備度は高くする、それから対応をタイムリーにする、そして回復を早くするということが考えられます。

GeoNet についてですけれども、2001 年に設立をされております。資金は地震委員会 (EQC) から来ています。これは国の保険スキームになっておりますけれども、保険料と関わっていますから、リサーチクオリティーのデータを集めるということに対しても、彼らは非常に興味を持っております。ということで、彼らが礎石 (cornerstone funder) となりまして、ある一定の時期、資金を提供してくれました。

それから測地情報に興味を持っている、Land Information New Zealand (LINZ) から資金をもらっていますし、DOC、環境保全省も関係しています。というのも、多くの火山が国立公園の中であって、環境保全省はその地域の担当をしているからです。

それから MetService、これは降灰アドバイスセンターなどをウェリントンなどに持っているところですが、そこも資金を提供してくれています。また、例えば大気中の降灰に関して、これが航空にどう影響があるのかというアドバイザーも出しています。

企業技術・革新・雇用省 (ビジネス・イノベーション・雇用省、MBIE) も重要です。それから民間防衛・緊急事態管理庁 (民間防衛・危機管理省、MCDEM)、あるいは地域の管理グループ、こういったところが我々にとっての重要なステークホルダーとなっています。

ということで、GeoNet ですけれども、国の重要なインフラとなっております、それ故に今

年も資金を、24時間体制の観測を運用させるかたちでやっています。

我々としては長期的な、短期的な予測、それから対応に関しまして、どういう能力を持っているかということでありますけれども、GNSには自然ハザード部門でそのような能力を抱えています。145人のスタッフを持っておりますけれども、科学者とテクニカルスタッフは、火山部門においては15人しかおりません。ただ、それ以外の部門にも火山関係の専門家がいます。

大学ともリンクがありまして、ニュージーランドは小さな国でありますので、お互いに緊密に協力をし合っております、アドバイザリーパネルも幾つかあります。大学、あるいは我々が一緒になって品質の高いリサーチを、そして科学的なアドバイスを政府に与える努力をしています。

また、民間防衛セクターとも、MOU (Memorandum of Understanding) を経由しまして、関係を持っています。危機対応の、危機時のアドバイスを行うこともしています。それから先ほどのウェリントンの航空路火山灰情報センター (VAAC) とも関係をしています。

我々は24時間体制を今はやっておりませんが、今後はそのようにすることを計画しております。こうすることで、やはり担当者をちゃんと置いておいて、20分以内に対応できることが重要です。どこかにいたとしても、当番制でもって24×7の対応ができるようなかたちで、今後の2年ぐらいで対応できるような計画にしています。

さて、どこに科学の立ち位置があるのかということですが、私たちとしては、ニュージーランドでは、もちろん状況によるということと考えています。一体誰に何のアドバイスを与えるかということですが、先ほど理事長からもお話がありましたけれども、バリューチェーンをいろいろと見ていかなければいけないと考えています。観測データからハザード、リスク、ウォーニングという流れです。我々としては、これらにおいて一体誰がどういう役割をやるのかという合意が必要だと考えておりまして、コミュニケーションによってうまく回ると考えています。

科学者と意思決定者の間の良好なコミュニケーションは、まさに橋を造るようなものだと考えております。お互いの役割は違う、お互いの物の見方が違うし、ニーズも違う、でも情報は我々が持っているということになりますので、我々としては意思決定者との間でどのようなコミュニケーションをするのか、ということの橋造りをしていかなければいけないわけです。

あんまり急いでやりたくない、危機の中で誤解をしながら橋を造りたくないわけです。もちろん訓練をちゃんとやっていたとしても、でも事件 (incident) は起こるわけです。ですから噴火の前に役割は明瞭にしておくことが必要です。そうすれば意思決定が正しいものになると考えます。

ギャップはそのままにはしたくない。ギャップをつくっておいたままにしておきますと、過去にニュージーランドでもありましたが、ここまでしか行けないということになるわけです。科学は科学しかできない、そして政府は、政府に対して情報が提供されない状況で意思決定をしなければいけないということで、問題が発生してしまうということになるわけです。

長続きするソリューションをつくりたいと思っております、きちんとした関係、きちんとした基礎をつくって、それによって時間にも耐えられるような橋を造っていきたくて考えておりま

す。役割を理解するという点に関しては、いろんな組織がいろんな関係をしているので、それを理解して、誰にもカバーされないエリアとか重複エリアを除いていくということが重要ですし、適材適所で人を配置していく必要があります。

また、科学者も同様にウオーニングにおけるアドバイスを、必要であれば行っていくということが必要です。それは能力によります。よりよい科学者は科学者として優秀であり、民間防衛部門の専門家はその部門にたけているわけですから。ですから、いかにしても決定をする場合には、合理的で批判に耐えうる決定をしていくことが必要になると思います。

トンガリロ山の 2012 年の噴火についてお話をしたいと思います。私たちには二つの責任がありました。まず一般市民に対する責任がありましたし、また我々のスタッフ、観測所のスタッフにも責任を持っていました。最近の経験、カイコウラの昨年の地震についても後でお話をしたいと思います。

トンガリロでありますけれども、北島の中央部で 2012 年に 2 回、噴火しました。8 月の真夜中に、我々は真冬ですけれども、爆発的噴火をしました。ラッキーだったのは、冬の時期の夜中であって、誰も危ない所に人がいなかったということだけでありました。真夏の日中であれば、死亡者が出ていたと思われれます。

リスクマネジメントは、国立公園内ですから環境保全省の役割ということになります。そして私たちがモニタリングをして、環境保全省に対してアドバイスを提供するという役割です。私たち GNS と環境保全省との間では良好な関係があり、そして 2007 年の別の火山の噴火においても、非常にうまくいきました。ラハールによるダムの決壊の問題がありましたし、それから我々はいろんなレベルで、それぞれの組織の中での関係が出来上がっています。

それ以外の機関におきましても、いろんな側面で噴火、防災対策をやっている組織があります。地域の民間防衛緊急事態グループであるとか、あるいはいろんな人たちとの関係も良好であります。

北側にはマオリの人たちが住んでおりまして、そこの人たちの見方も尊重していくことが重要だと考えております。彼らは火山を先祖だと考えているわけです。ですから、火山が噴火するのはハザードではなくて先祖が、彼らが何かやったことに対する対応として噴火しているのだ、というふうに見ているということでもあります。

これはハザードマップなんですけれども、私たちはマオリの人たちとも連絡を取り合っていて、彼らは火山がハザードだと思っていないので、「現象マップ」と名前を変える必要がありました。

それから下のほうにロゴがありますけれども、こちらにありますように、さまざまな組織の協力が重要だということも、この書類に示されております。

二つの責任があると申し上げました。市民と観測所スタッフへの責任です。一つずつ説明をしていきます。

観光のハイキングトレイルというのが国立公園内にありまして、写真の左側のほうにクレーターがあります。これが 8 月の噴火によって発生したものです。リスクの定量化ですけれども、

このハイキングの道の再開をいつしたらいいのかということに非常に興味を持っているわけですので、私たちはリスクアセスメントをして、アドバイスをすることになります。彼らの受容可能リスク (acceptable risk) は何なのかをベースに、ハイキングの道をいつ再開するのかを決めることになります。

それからモニタリングスタッフ、観測所のスタッフにおきましては、私はマネジャーとして、彼らの安全は非常に重要なわけです。火口深く（近く）に行くと、試料を採取できるのかというのは重要です。ですので、安全関係の法律もありますので、それを守りつつということになるわけですが、統計もありまして、過去 50 年で約 30 人ぐらいの火山学者が、噴火のときに亡くなっています。

我々としては、我々にとって受容可能リスクは何なのかということをはっきりと定義することが必要になります。1 時間当たりのリスクというのを、このように計算しております。そしてどのぐらいのリスクに 1 年間でスタッフが暴露 (expose) されているのかということを考えます。10⁻³というのは、これは受け入れ不可能な（可能な？）、英国の安全法律にのっとって決めたレベルとなっています。雇用関係ではこれを守ることが求められています。

それからほかのリスクとも比較しております。日々のリスクで 10⁻³というのが、このレベルというふうになっています。年齢によっても、それから職業によっても違ってきますけれども、10⁻³というのがリスクの閾値（いきち）と、我々は計算をしました。

火山学者が仕事に行こうとするのに、行くなと言うのは非常に難しい問題なんです。行きたいのに行けないと、一番面白いデータが集められる時期になぜ行けないのかということになります。ですので、かなり厳しいクライテリアを設けて、一体誰が意思決定をできるのかということを決めています。火山部は私ですが、私がその意思決定をすることになっています。もちろんこれに関してはリスクがちょっと高すぎるといときには、ノーを言います。

このリスク評価を使ってゾーンを決めています。火山周りの区画です。下のプロットがありますが、これは専門家が出した、火山学者の考え方です。ハザード評価の幅は広いのですが、それを elicitation 手法で専門家の意見を集約したものとなります。そうすることによって、リスクの大きさがある程度よりよく理解することができます。

しかしそんなに簡単なことではありません。ギャップがある、重複部分があるということで、2013 年にさらにリスクを評価するときに、リスクが大きくなったと考えたときに、環境保全省が懸念を表明了。それは市民の意見を代表した考え方となりまして、私たちと環境保全省が対話を行いまして、実際にこういった大きな道を開けるか、閉鎖するかという判断をしたわけです。

リスク管理ということになりますと、リスク管理をするのが環境保全省、DOC で、そして評価は私たちである GNS が行うことになっています。問題はその境界が近いとき、つまり非常に緊迫した状態で、どちらの責任かはっきりしないグレーゾーンのときです。

トンガリロ山の場合は、さまざまな部門とうまくコミュニケーションをしました。観測とリスク管理が明確に分かれていて、責任分担ができていて、同時に科学、定量化されたリスクをベー

スに動くことができましたので、やはり何か起こる前に十分にドキュメンテーションをして、しっかりした対応が取れるようにすることが重要でした。

あと残った時間で簡単に、地震リスクの伝達についてご紹介したいと思います。火山リスクのコミュニケーションと、ほかの災害コミュニケーションは似ています。

ちょうど1年前にマグニチュード7.8のカイコウラ地震が起きました。この図にありますように、21の表面決裂がありました。表面断層が実際に表出したわけです。いかに複雑か分かります。地震科学においても科学は迅速に対応するというので、津波ですとか地震ですとか、地滑り、ダムあるいは建物へのダメージに対して対応が取れるようになっていきます。そしてその日、またその後続く数週間にわたって、政府に対して助言を提供することになっています。

地震発生直後すぐに、地域に沈み込み帯のスロー・スリップ・イベントが地下に見られることが分かりました。カイコウラはここにありまして、沈み込み帯のインターフェースが北東部につながっています。M7.8の地震でしたので、それによってゆっくりとスリップイベントが起こりました。これは初めて私たちが観測した現象です。

心配だったのが、青い所が動いていて、赤い部分が全く動いていなかったということで、周りのものが動いていたのに赤が動かない。ウェリントンがここにあります。首都で、中央政府もここにあります。そこで科学者としては、これによって影響が出る可能性がある、大きな沈み込み帯による地震が発生する可能性があるということで、判断を迫られました。科学はまだ十分な成熟がしていない中で、意思決定者に対して情報を提供しなければならなかったわけです。

ここで実際に民間防衛危機管理局、CDEMという経路を使って、情報を提供しました。大臣や首相が関わって、会談を行っています。基本的に私たちが伝えたことは、非常に大きな不確かさはあるものの、もしかしたらこの火山帯が活動を始めていて、最終的に噴火に至る可能性があるということをお伝えしました。国際的な科学者も前例を調べていますので、彼らと協力をしております。そして最先端の科学を短時間で動員しました。民間防衛危機管理庁と事前からよい関係がありましたので、非常に建設的な対話をするのができ、意思決定に貢献できたと思います。

しかし、科学と実際の対応行動の境界はどこなのかという疑問が出てきます。私たちとしても科学はどんな意味合いを持つのだろうか、頭を抱えたところです。そのような対話から得られた結果としまして、我々の短期の高いリスクの評価、ハザードリスクのコミュニケーションに使われるもので、より多くのこういったメッセージを数ヶ月間にわたって提供し、市民の意識を高めるべく貢献させていただきました。例えば津波の場合はこうしようとか。

それと同時に大きなプログラムができて、ウェリントンでより強いレジリエンスを構築しよう。地震が起こったときに、例えば事業継続計画（BCP）をどうするかとか、具体的なそういったプログラムがスタートしました。

まとめになりますけれども、科学とCDEMの間の関係を構築することが事前から重要であったということと、それぞれの責任分担を明確にしておくことによって、その境界がはっきりしていることが重要である。

また、常時観測というのはまだ行われていませんが、そちらに向かって、今は進んでいるところ です。カイコウラや、そのほかの民間防衛の関わる事象がありましたので、それを実際に評価 して、どうやったらうまく組織をつくることができるか、考えているところです。

もちろん何か起こった場合には、終了後の会談、会議も行っています。科学と意思決定者の間 の橋渡しは非常に重要であり、ただ単に危機が起こったときに慌ててするのではなく、事前から の関係構築が非常に重要です。そのための文書化も非常に役に立っております。明確な役割を決 めておくこと、どんな圧力がかかって、何が理由でそれぞれが行動するのかという仕組みも理解 しておく、それぞれの視点を理解することが重要です。

コンセプトを視覚化することも非常に重要で、先ほど沈み込み帯の図式をお示ししましたけれ ども、これは実際に首相に見せたかたちで、情報を伝えたいときのコンセプトを押さえるのに役 に立ちます。また、当然不確実性は入るものの、数字を交えてご紹介し、また、比較検討ができ る比較対象を用意することも重要です。

科学と意思決定者のための橋渡しというのは、私たちがこれからももっと努力しなければなら ない、重要な分野だと思っております。ありがとうございました。

司会：それでは短い質問を一つ、時間がありますので、どなたかございませんか。よろしいでしょ うか。それではありがとうございました。

これから 11 時まで休憩に入ります。出口の右のほうにコーヒーをご用意しておりますので、ご利用 ください。

司会：それでは講演を再開したいと思います。次に講演していただくのは、京都大学の井口先生 です。お話のタイトルは「日本の火山監視・防災における大学の観測および研究者の役割ー桜島 および口永良部島噴火ー」というタイトルです。井口先生、よろしくお願ひします。

「日本の火山監視・防災における大学の観測および研究者の役割

—桜島および口永良部島噴火—

井口正人（京都大学防災研究所）

井口：京都大学の井口でございます。今日、お話しさせていただくのは、大学の役割というふうに話していますが、結論から言うと、これはもう助言しかあり得ないわけです。大学の研究者というのは意思決定者でもありませんし、警報発表者でもありませんで、要するに我々ができることは助言しかあり得ないので、私が最近、一体何をやってきたのかということをお話ししたいと思います。結論から言うと、これは最終的に言うと、気象庁の悪口しか言いません。ですから、気象庁の方はそのつもりで聞いていただきたいと思います。

火山災害軽減のための方策に関する国際ワークショップ2017—火山監視と防災
2017/11/22

日本の火山監視・防災における大学の観測及び研究者の役割—桜島及び口永良部島噴火—

Role of Observation and Research of University in Volcano Monitoring and Hazard Mitigation in Japan -Sakurajima and Kuchinoerabujima Eruptions

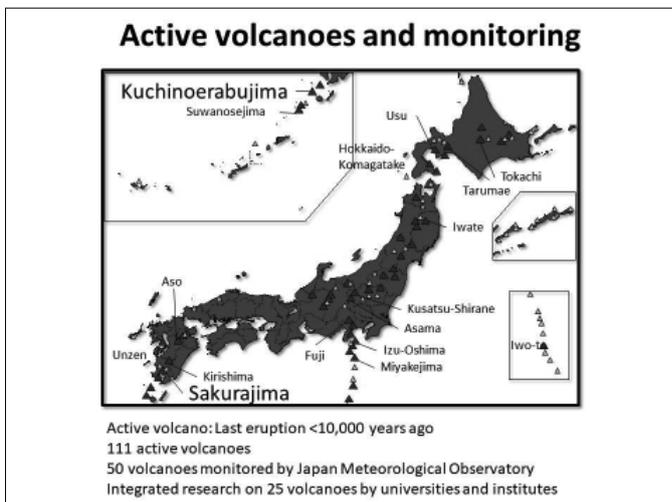
井口正人(京大防災研)

Masato Iguchi (Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)

Volcanic Alert Level			Operated by JMA since December 2007	
Alert	Level	Status of volcanic activity	Residents	Climber
Eruption Warning	Level 5 Evacuation	Eruption or imminent eruption causing significant damage to residential areas	Evacuate from the danger zone	
	Level 4 Evacuation preparation	Forecast of eruption causing significant damage to residential areas (increased probability)	Prepare for evacuation	
Crater area Warning	Level 3 Caution to volcano	<2km from the crater	No Residents can go about daily activities as normal (paying close attention to volcanic activity)	Access to volcano restricted
	Level 2 Caution to crater area	<1km from the crater		Access to crater area restricted
Eruption Forecast	Level 1 Normal			No

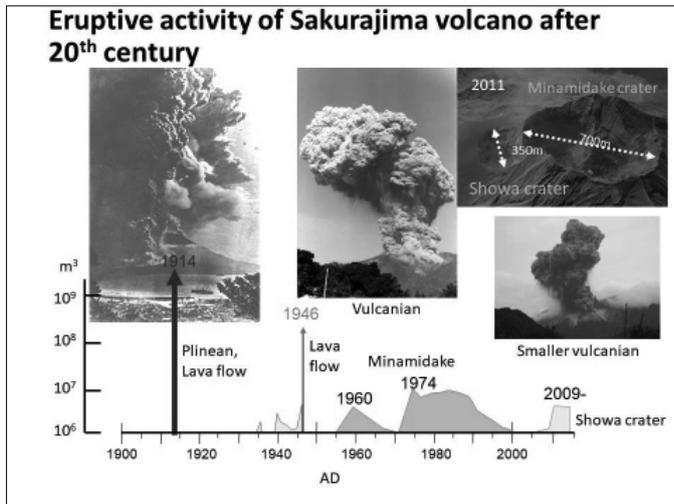
いろいろな方がいらっしゃいますので、まず最初に、日本の実情をお話ししますが、一つは噴火警戒レベルです。日本では5段階の噴火警戒レベルで、これは私が説明しないとイケない話ではないのですが、1は何もない状態、それから2、3は登山者向けの警報、4、5が住民向けの警報と、極端に言うと3段階の警報があるということでもあります。

私はレベル 2、3 というのはあまり興味がないので、4、5に対して一体何をしたかということについて、今日はお話したいです。だからタイトルが「桜島および口永良部島噴火」ということになっております。



それからもう一つは、日本では111の活火山がございますが、そのうち気象庁は50の活火山について常時監視を行っている。それから25の活火山について

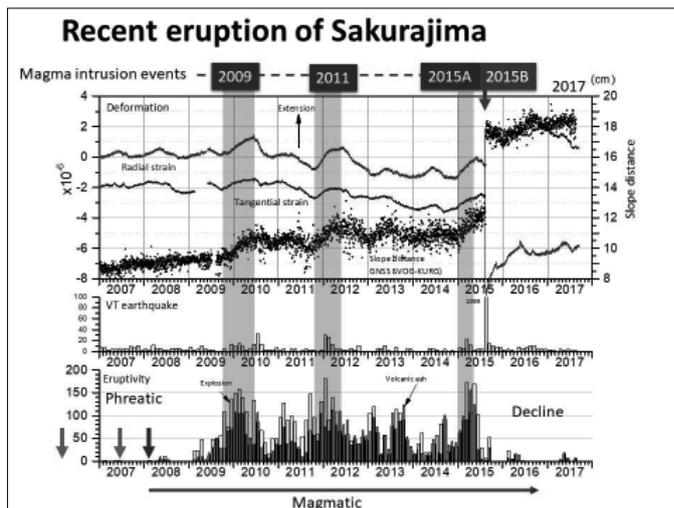
は、大学等の研究機関が研究観測を行っているということでございます。



まず、桜島でございますが、桜島は今から約 100 年前に大噴火を起こしております。最初にプリニー式噴火から始まりまして、最終的には溶岩流出によって終わっています。マグマの量でいいますと、 10^9 立方メートルを超えるようなマグマ物質が放出されたということになります。

最近 100 年間の桜島の活動を見てみますと、その後も非常に活発です。1946 年には溶岩を流出していますし、それから

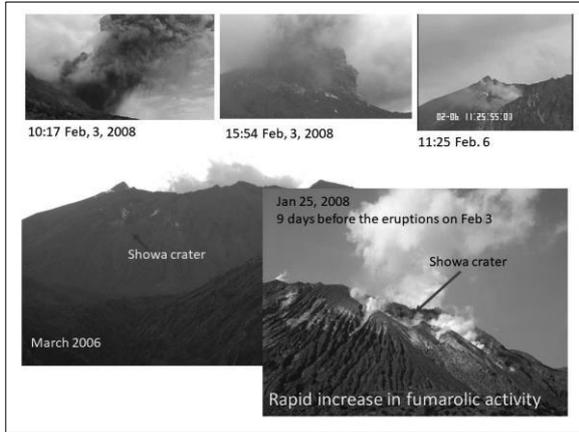
1955 年以降にはブルカノ式噴火をずっと南岳から繰り返しております、大体 7900 回を超えるブルカノ式噴火が起こっております。最近、南岳の東にあります昭和火口において、ブルカノ式噴火が繰り返されているという現状でございます。



最近の噴火を見てみますと、昭和火口の噴火ですけれども、2000 年以降、桜島の噴火活動は低調になってきましたけれども、2006 年から昭和火口の噴火が繰り返されてきております。特に 2009 年以降、ブルカノ式噴火が非常に頻繁に繰り返されるようになってきておまして、その中で幾つか重要なイベントがあります。これはやっぱり警報を出す上で非常に重要なところがあると思っています。

まず一つは 2006 年の、最初の昭和火口の噴火活動が始まった段階であります。2006 年の 6 月 4 日にある日突然、噴火が始まったわけでありまして、少なくともそれを我々は、これは大学を含めて、気象庁を含めて、それをちゃんと捉えられていなかった。もちろん噴火が起これば、それに対して対応はしていますが、それが十分ではなかったと思います。

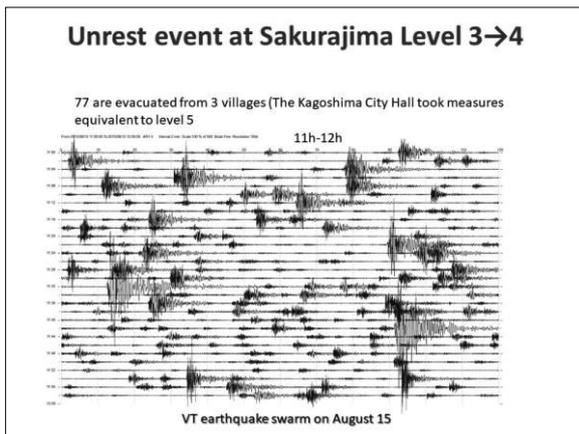
それからもう一つ、大事な点というのは、2008 年の段階だと私は思っています。最初は水蒸気爆発から始まっていますが、最終的にはマグマ噴火に変わっているんですね。一番大事なことは、水蒸気噴火からマグマ噴火に変わる段階で、我々は一体何を言えたのかということが、私は一番大事だと思っております。



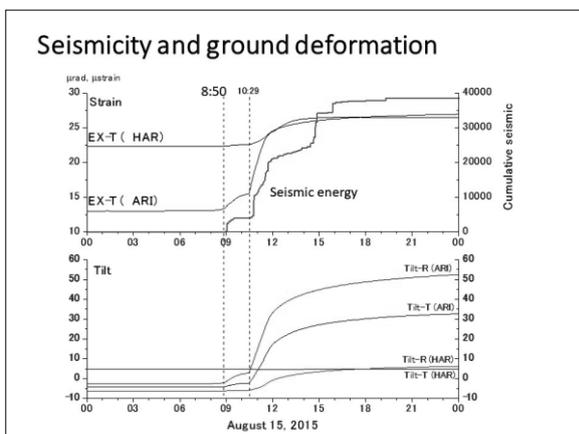
そのタイミングは、2008年の2月3日の噴火でございまして、このときは実は何回か噴火が起こってしまっていて、噴火に伴って火砕流も起きています。恐らく最初の噴火で火砕流は既に出ていますが、そのタイミングで私は気象庁に対して噴火警戒レベルを上げるように、つまり2から3に上げるように助言しました。ただしそれはすぐには実現していなくて、さらに次の火砕流が出た段階で警戒が上げられたということであり

ります。

つまり反応が非常に鈍いということでありまして、よくよく考えてみますと、噴火が起こる前には噴気活動が非常に活発な状態になっているんです。だから我々は、前兆としては必ずなにがしかのことがつかむことができ、それを端的に警報発表者に伝えるということが、私は大学の役目だと思っております。

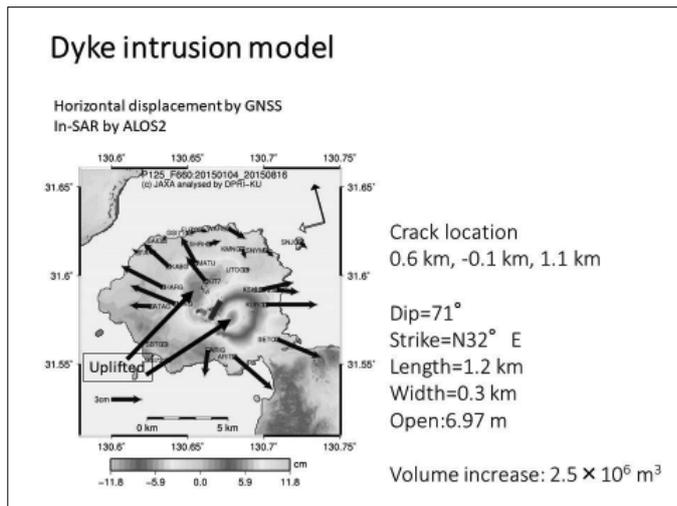


それからもう一つ、転機になりますのは、やはり2015年8月15日の群発地震が起きた段階でありまして、この段階で噴火警戒レベルは3から4が上がっています。4ということは避難準備情報が必要であって、現実的には鹿児島市は避難準備情報だけではなくて、避難勧告まで出していますので、対応としては警戒レベル5相当の対応をやったということでございます。



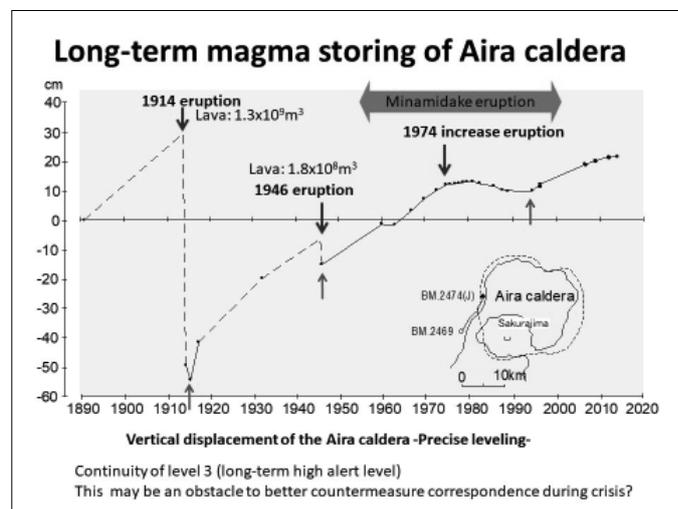
この火山活動では、わずか1日で1000回の地震が起こっていて、そして非常に急速な地盤変動が起きています。わずか数時間で数十マイクロに達するような、非常に急速な地盤変動が起きています。地盤変動はGPSでも捉えられるような、大きな変位となっています。

このときの気象庁の対応というのは非常に素早いんです。気象庁がこれだけ素早い対応ができたのは、非常に活発な群発地震、そして急速な地盤変動があったからなんです。だから気象庁の職員の心に響くようなデータがありさえすれば、彼らはやるんです。そういうデータが取れるかどうか、つまりそういうデータを、逆に言えば大学



が供給できるかどうかというのが一つのポイントだろうと、私は思います。

それからもう一つは、文句のほうです。長期的に桜島ではマグマの蓄積が進んでおります。始良（あいら）カルデラの下には、大正噴火で失ったマグマの90%が既に蓄えられていて、今後10年か20年の間に大正級の大規模噴火は、必ず起きるだろうと私は思っております。できるなら、私が現職の間には起きてほしくないとは思っておりますが、近いうちに大規模噴火が起こることは避けられないだろうと思っています。



長期的にそのような大規模噴火のポテンシャルがあるということを、我々は当然知って、それに対して対策をしていかなければいけないわけですが、最大の問題は、現在の噴火警戒レベル3を維持し続けているところにあると、私は思います。

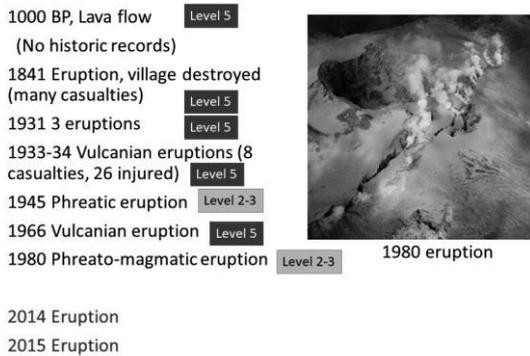
これをインドネシアの場合と比較してみます。2010年のムラピ山の噴火、2014年のケルート山の噴火について、インドネシアの火山地質災害軽減センターは非常にうまく警報を上げていて、自治体のほうもそれに対する対応、避難を非常にうまくやっているんです。

適切な対応がなぜうまくできたかということを考えてみます。これらの噴火では日本の噴火警戒レベルに相当するレベルが噴火発生前に1、2、3、4（インドネシアの場合は4が避難）と、下から順番に上がっています。そうしますと、レベルが一段一段上がることについて、一般の方、自治体の方、防災関係者は、活動が上がっていつていることがよく分かるわけです。

ところが桜島の場合は既にレベル3ですよ。残っているのは4と5、つまりあとは避難しかないというわけです。つまり次にレベルが上がったときの対応は、もはや避難しか残されていないんですね。この重さを鹿児島は一体何を考えているんだというわけです。だから鹿児島の人間はなぜ文句を言わないのかと。馬鹿かと私は思います。非常に高いレベルを引っ張り続ける危険性をなんで皆さんは感じないのか、と私は思います。

次に、口永良部島の話をしていただきます。口永良部島というのは非常に活発な火山でございまして、過去の噴火についてレベルを書いていますけれども、過去の噴火で、もし噴火警戒レ

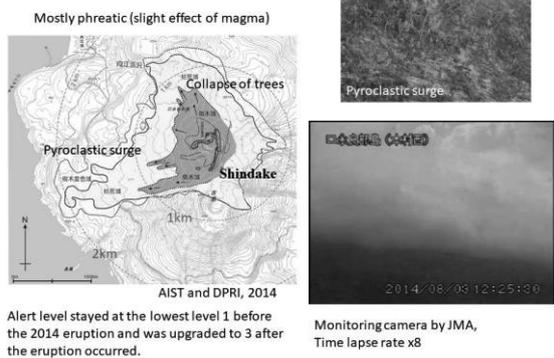
Chronology of eruption of Kuchinoerabujima



ベルがありましたら、レベル5になるような噴火はいくらでも起きている、そんな火山であります。

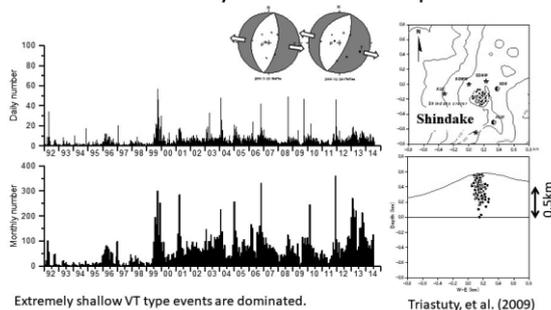
口永良部島では2014年と2015年に噴火が発生しております。2014年の噴火ですと、これは実際に火砕流が起きているとは思いますが、サージと火砕流が大体2キロぐらいまで流れていっております。この噴火に至るまでの過程をまず考えるわけですが、1999年に群発地震が起きて、それ以降も、何回も地震活動が活発化していっているという状況になっております。

Eruption on August 3, 2014



こういう基礎的で長期間のデータが出せることがまず大事でありまして、1990年代ですと、口永良部島では大学しか常時観測していないんです。口永良部島は離島の火山ですから、当時そこに気象庁の常時監視もありませんし、ろくな観測も何もなかったわけです。京都大学は、1992年から連続観測をやっておりますので、こういうデータを出すことができる。少なくとも1999年に地震活動が活発化して、それから後に全体に活動が活発化しているということを言うことができるわけです。

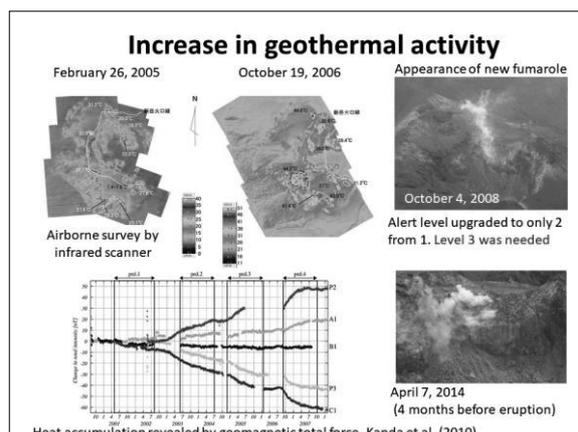
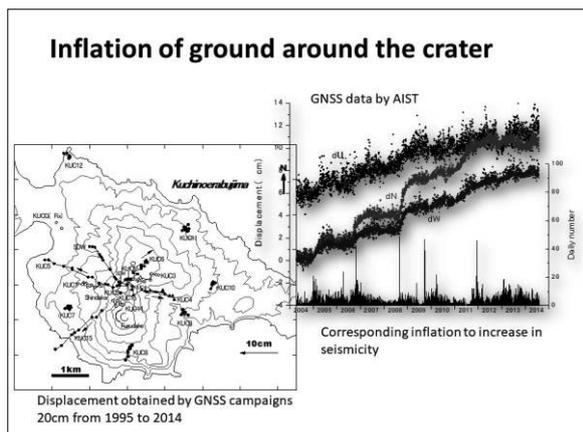
Long-term precursor Increase in seismicity of volcanic earthquake



気象庁も京都大学の地震活動データを根拠にして、1999年の10月から機動観測を手始めとする実質的な常時監視に変わってきていっているわけでありまして。大学の役割の1つは、気象庁の観測をプロモートすることができるということでもあります。

その後の火山活動は活発でして、観測を続けるにつれて色々なことがわかってきました。地震活動の活発化と同時に地盤変動が見えてきますし、地盤変動、地震活動の活発化と同時に地熱活動も活発化しています。地熱活動の活発化は、地表面の温度の変化や、磁力計で測っている全磁力強度の変化からもうかがい知ることができるのです。

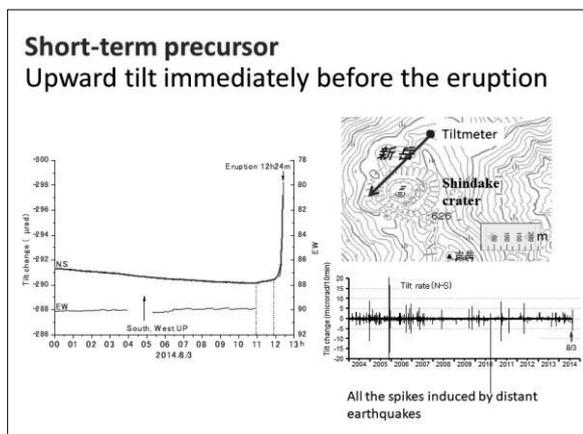
こういう群発地震が起こっている段階で、気象庁もそれなりにちゃんと対応しております。群



発地震が発生した段階で、噴火警戒レベルを 2 に上げているのです。

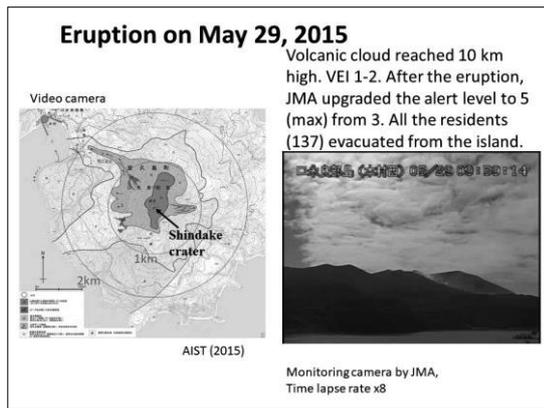
ところが噴火警戒レベル 2 が適切なレベルなのかどうかという問題があります。レベル 2 は、火口から 1 キロの範囲に対して警戒区域を設定するというです。私はかつて 2008 年の火山活動の活発化の時に言ったことがあるんですが、噴火警戒レベル 2 でいいのか、3 を想定する必要はないのかと。過去の口永良部島の噴火活動を考えると、もし新岳の火口で噴火が起こるとすれば、レベル 2 の噴火ではなくてレベル 3 の噴火であろうということは、容易に想像がつくわけです。決して、2 ではないと。

噴火警戒レベルを 2 に引き上げてしばらくして気象庁はレベル 3 に上げましたが、これを説得するまでに相当な時間がかかりました。現実的に 2014 年に起きた噴火は、レベル 3 の噴火だったんです。だから私が言っていることは、そんなに間違いではなかったということです。



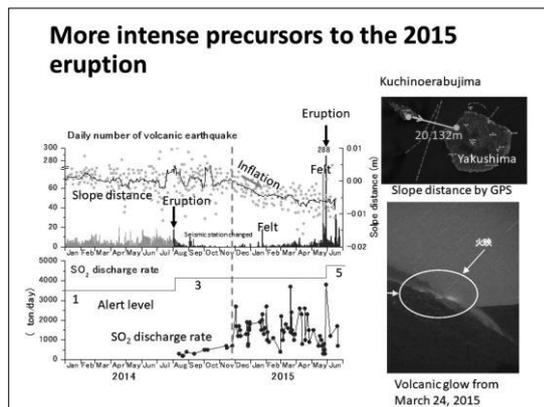
それからもう一つ大事なデータは、確かに 2014 年噴火の前には大きな火山活動はなかったので、噴火警戒レベルは 1 のままだったんですが、直前には、わずか 1 時間ですけれども、火口方向隆起の傾斜変化が急激に現れたことを、データで示すことができたということでもあります。適切な観測を行えば、かならず前兆現象は捉えられるということです。

次に 2015 年の噴火についてお話しします。この映像は 8 倍速で動かしているのですが非常に速く見えますけど、2015 年の噴火では、このような海岸まで到達する火砕流が発生しておりまして、このことをもとに噴火の発生後に気象庁は噴火警戒レベルを 5 に引き上げて、住民の避難が行われました。わが国ではこれまで、噴火警戒レベルが 5 に引き上げられた火山は口永良部島しかありませんので、このときにどういう対応をしたかというのは、やはり我々はちゃんと検証し

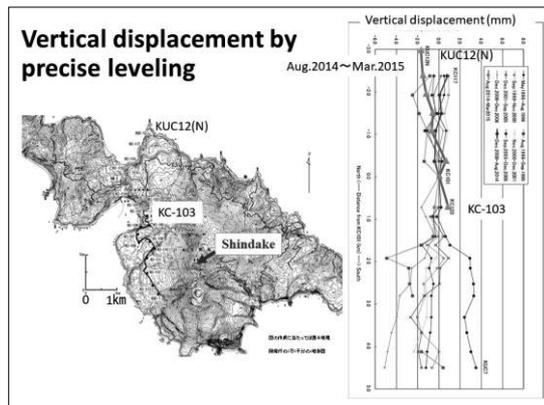


ておく必要があると思います。

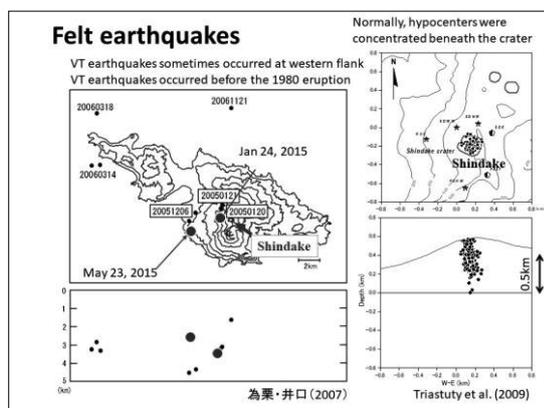
噴火警戒レベル 5 の噴火、これはどう考えてもある日突然起こったわけではなくて、やはりそれなりの前兆現象をもって起こっていったということであり、2014 年の 8 月に最初の噴火が起こりまして、その直後に噴火警戒レベルは 3 に引き上げられました。



2014 年 8 月の噴火後から 2015 年 5 月の噴火に至るまでにポイントとなる観測データが幾つかあります。まず、二酸化硫黄ガスの放出量でありまして、これが 12 月ごろから、それまでは 1 日に数百トンぐらいの二酸化硫黄しか出ていなかったものが、一挙に 10 倍程度の 2,000 トン/日から 3,000 トン/日に急激に増えています。これ自体が既に異常でございます。火山ガスの増加と同時に山体が膨張するような変化が、GNSS による基線長に現れてきています。



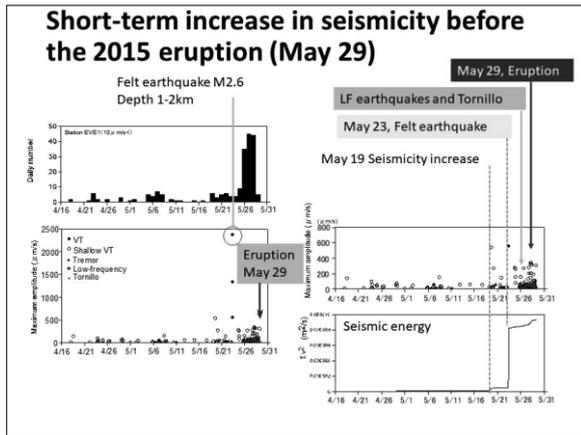
そのような活動的な状態になってきて、さらに 3 月 24 日には新岳の山頂で火映が見られるようになってきました。この事態において、気象庁の職員も火山の現場に張り付いて観測することを始めましたので、ここまでは気象庁も非常にうまく対応していたと、私は思います。



こういう大きな変化は、やはり地下にマグマがあると思わないといけなくて、例えば水準測量のデータですと、水準測量を口永良部島で開始して初めて顕著な山頂側の隆起が、2014 年と 2015 年の噴火の間で捉えられたということでもあります。

噴火は 5 月 29 日起こっているのですが、やはりポイントとなるのは、その 6 日前の 5 月 23 日に起

こった有感地震でございます。この有感地震が火口から西側の、深さ 2 キロぐらいの非常に浅い所で起きていて、これが有感地震となっております。そしてこの有感地震が起こった後に、火山性地震活動が活発化して、最後に 5 月 29 日の噴火を迎えるということになります。



Comparison of precursory phenomena between 2014 and 2015 eruptions

	2014 eruption	2015 eruption
Precursory period	15 years	10 months
Seismicity	Shallow VT earthquakes beneath the crater No felt earthquakes	Felt earthquakes on Jan 24, May 23 at west flank with depths 2~4km
Ground deformation	Concentrated at the summit, no detection at flanks	Deformation detected at a flank
SO2 discharge rate	Max 300 ton/day (2008 ~2009)	Max 3000 ton/day
Surface phenomena	Increase fumarolic activity, no volcanic glow	Volcanic glow after March 24

私は5月23日の有感地震が起こった段階で気象庁に対して、噴火警戒レベルを5に引き上げるべきであるという助言をしました。5月23日の有感地震というのは、重く受け止めないといけないと私は思っております。

Felt earthquakes prior to disastrous eruptions of Kuchinoerabujima volcano

- Eruption on 7PM, April 2, 1931
 - Felt earthquakes 7AM, 12, 3PM at the summit, 4PM, 6PM at flank on the day
- Eruption on November 22, 1966
 - 10 min before, a few min before

Multiple felt earthquakes
Level 3->4 ← One more felt earthquakes within 24 h

Is one more felt earthquake needed for the 2015 eruption?

- Eruptions in 1931 and 1966 after a quiescent period of ~20 years are likely to cause earthquakes
- Before the 2015 eruption preceded by 2014 eruption 10 months ago, an earthquake is hard to occur

口永良部島におきましては、5月23日に噴火警戒レベルを5に上げないといけないという理由はここに書いてあります。私はこういう理由で警戒レベルを引き上げないといけないと考えていますが、レベルを引き上げるにあたっては、ロジックと火山学の知見に基づいて、引き上げないといけない理由をちゃんと説明する必要があります。

気象庁は、私のレベル5に引き上げるべきだという助言に対して、レベル5には上げていません。あと一回、有感地震が24時間以内に起こったらレベル4に引き上げますということで、手を打ってきたんですね。ただしこれははっきり言って交渉の話ではなくて、気象庁の職員であってもロジカルに考えて、噴火警戒レベルを上げないといけないんですよ。

それができていないというのが最大の問題で、要するに大学の論理に頼っているようでは駄目だということですね。だから論理として、なぜレベルを上げて、噴火警戒レベルを上げていくの

かということ、ちゃんとやっていかないとけないということでもあります。

Reasons for upgrading alert level 5 by the felt earthquake on May 23

Upgrading 5 after the eruption on May 29

- Restricted zone of level 3 after the 2014 eruption was closed to a village.
 - Restricted zone 2 km from the summit, village only 2.2 km, alert level 3 was operated the last minute.
- Felt earthquakes as phenomenon for Early Warning
 - Felt earthquakes occurred before eruptions accompanied by evacuation, although the occurrence of felt earthquake is not necessarily linked to the eruption.
- Step-by-step increase in activity after the 2014 eruption, the phenomena is more intense.
- Felt earthquakes prior to historic eruptions
 - April 1931, November 1966

例えばレベルを引き上げる理由を少し説明します。5月23日の地震の前ですと、2014年の噴火でレベル3に上げて、警戒区域は新岳火口から2キロになっているわけですよ。ところが2.2キロ先には集

落が既にある。つまり 2014 年の噴火後に、次に何かあったらもうレベル 5 に上げないといけないというのは明らかじゃないですか。それがそもそも認識されていないというのは、どうしようもないということです。

一般論として、過去に日本で避難せざるを得なかった噴火の前には、ほとんど有感地震が起きています。必ず有感地震が起きていたといってもいいでしょう。唯一、避難をしたのに噴火前に有感地震が起きていないのは、1946 年の桜島の昭和噴火です。これは単なる溶岩の流出だけだったので、起きていないわけですね。ただしほかの噴火の場合は必ず起きている。有感地震が起きたからといって、必ずしも噴火が起こるわけでもありません。ただし早期警戒情報として有感地震というのは、やっぱり我々は注目する必要があるということでございます。

3 番目の理由です。先ほど申し上げたように、まず火山ガスが増え、地盤変動が起きて、地震活動が高まって、それから火映も見えるようになってくる。いろんな前兆現象がステップ状に積み上がってきているという、この事実を考えないといけないんですね。一つの事象が起きたときに、この事象だけで判断できるようなものではない。過去のプロセスを考えながら判断をしていくことが大事なのに、それができていないということになります。

最後に、過去の口永良部島の履歴を見ても、それなりの規模の噴火の前には必ず有感地震が起きているということを指摘できます。過去の経験から噴火警戒レベル 5 に引き上げるべきだと考えたのです。

私が今日、お話ししているのは、大した火山学の知見ではなくて、火山学者が普通に考えれば、これぐらいの結論は簡単にらせることなんですね。簡単にらせることが、実際にはできていない。だから助言が必要だと、私は思っております。

今、気象庁は、マニュアルに相当する噴火警戒レベルの運用指針を作っていて、うまくやっていると見える運用も出てきています。例えば先月に起こった新燃岳の噴火なんかは、私は非常にうまくやったと評価しております。ただしそれは、指針にうまく当てはまった現象が起きていたからできるのであって、初物に対しては何にもできていないわけです。ですから口永良部島での 2015 年の噴火、2014 年の噴火のときもそうですけど、新しい現象がでてきたときには、何もできていない。つまり新しい現象が出てくることにより、記述の蓄積を待つしかないというのが、運用指針なんです。

ただし我々は、そういう失敗の繰り返しを待ち続けるわけにはいかないのです。普通に考えて分かる知見を、運用基準の判断の中に入れていかないといけない。それができるのは研究者だけであると。だから研究者と実務者が一緒になって考える、そういう仕組みが必要であると私は思います。

以上でございます。

司会：井口先生、ありがとうございます。時間はたっぷりありますので、何か質問があれば。英語でも日本語でも構いません。

質問者：大変興味深いお話をありがとうございます。なぜ気象庁がもっと堅牢な手続きといいですか、プロシージャーを取って、警戒レベルを出すべきだと仰ったんでしょうか。

定量的な分析をすれば、より可能になると思いますか。コスト・ベネフィット評価ですとか、そういうことができればよりうまくいくと思いますか。それとも前兆現象として見られるもの、それをベースにするべきだと思いますか。

どうすればといいですか、どのようなかたちで気象庁としては対応するべきだと思いますか。警戒レベルを上げるに当たっては、気象庁はどちらに従うべきだと思いますか。

井口：仰るとおりこの場合は、私は気象庁に対してお話をするときには、観測データに基づいてお話をしたわけです。それから歴史的なこれまでの記録に基づいて、次にこういうことが起こり得るとお伝えしたわけです。

ただ、規制区域については、もっと定量的な評価が必要です。どのような規模の噴火になるのか、その予測を立てることが必要だと思います。それから、どれぐらいの火山灰が噴出されるのか、どれぐらいの火砕流になるのか、それを見る。そしてそういうデータを技術者たちに渡して、どのように被害地域が広がるのか、何キロにわたって例えば火砕流が届くのか、それをはじき出してもらおう。そして最後には、どこを立ち入り禁止にするのかを決めるべきだと思います。

そういうプロセスが必要なのではないかと考えていますが、このときにはあまり十分な時間がありませんでした。

質問者：もう一つだけ、コメントをさせていただきます。気象庁としては、どこで噴火が起こるか、それも予測するべきだと思いますか。今現在の火山系の知識に基づいて、それはできると思いますか。参照イベント（reference event）などを使って、非常に保守的にハザードを評価するということが必要でしょうか。

井口：口永良部島の場合は難しくはないと思います。歴史的な噴火で、火山弾ですとか火砕流が村の近くまで迫ったからです。ですので、2014年、あるいは2015年の噴火の際も、どれぐらいの規模の噴火になるのか、これは歴史的な過去の記録をたどって予測を立てるのは、割と簡単でした。

司会：気象庁の方に何かコメントいただけると、面白いかなと思うですけども、いかがでしょうか。

質問者：気象庁の野村です。細かい個々のデータに基づいてこうだああたとは、今は言いませんけど、我々は24時間365日、見ていて、先生も同じだと思いますけれども、いろんな現象が出てきて、今回に出てきたような現象もあったでしょうし、ほかにも噴火に導かれなかったような現象もあったと思います。

その中で本当にどれが大噴火につながるのかというのは非常に難しく、我々もなかなか分からない部分もあり、先生方にもコメントを求めているようなご意見を伺って、かつ、防災的な観点も考えて、結局、事前には出せなかったんです。ですので、口永良部に関しては、我々はいろんな情報をいただきつつも、その中で次に何が起こるのかというのが分からなかった事例だと思っ

ています。

確かに起こってしまった後に、これは前兆だったのではないかというのはあるとは思いますがけれども、そういう事例をいろいろと勉強して、また現象が何か起こったら真剣に考えて、評価できるような能力を付けていきたいと、今、申し上げられるのはそこまでかなと思っています。

井口：後から考えてどうのこうのということを、僕も言いたくないんです。だから有感地震が起きた1時間後には福岡管区に対して、レベル5に上げろと言ったわけです。御嶽山みたいにこれは上げられたはずだと言うのは、僕は後出しでやりたくないんですね。だからすぐに言ったというわけです。

それともう一つ、大事な点は、新燃岳の場合はなぜうまくいったかということです。うまくいった場合は、地震発生をうまく利用したときです。だから口永良部島でも、有感地震が起こった段階で出すというのが一番いいタイミングなんですね。

ほかの現象、例えば地盤変動、ガス、熱でもいいですが、緩やかな現象を情報発表のトリガーに使っていったら、出すタイミングを失うんです。ところが地震というのは非常に分かりやすく、地震を使って警報を出すというのが一番分かりやすいし、納得がいくし、気象庁だってやりやすいはずなんですよ。だから千載一遇のチャンスを自ら捨てたというのが2015年噴火の場合です。

要するに自分たちが警報をどのタイミングで出しやすいか、ということを考えればいいんですよ。だから考え過ぎなんです、僕に言わせれば。知恵もないのに考え過ぎ。だけど、どのタイミングで警報を出すのが一番出しやすいかということを考えたら、簡単に分かることじゃないですか。自分が警報を出す立場になって考えれば分かりますよ、どう考えたって。

質問者：なかなか難しいと感じていますけれども。

井口：いや、全然難しくない。

司会：やっぱりコミュニケーションは大切ということで。井口先生、ありがとうございました。

司会（内山）：第1部の後半の司会をさせていただきます、富士山科学研究所の内山です。

午前中の、第1部の前半の最後になりますけど、東京大学の地震研究所の中田先生から「USGSの火山観測体制から学ぶこと」ということで、お話をいただきます。よろしくお願いします。

「USGS の火山観測体制から学ぶこと」

中田節也（東京大学地震研究所）



中田：東京大学、および防災科学技術研究所の中田です。今日はアメリカの火山防災の体制について紹介したいと思います。これは日頃から付き合い合っている USGS の研究者からのコメントと、内閣府のミッションで、この3月にインタビューした結果に基づいてまとめたものです。

アメリカの火山防災というのは米国地質調査所、ここでは USGS といいます。それを抜きにしては語れないと思います。USGS というのは研究から火山監視、予測までを網羅しているのが特徴で、日本でいえば大学などの研究機関、それから気象庁などを網羅した、そういうものであります。噴火情報や警報というのは、この USGS から発信されます。

それに対して、災害の対策、危機管理は州政府および森林管理局、あるいは国立公園などが行うことになっています。どうして森林管理局、国立

公園かというところ、そういうところに活火山があるからです。複数の州にまたがる、規模の大きな災害が起こる場合には連邦緊急事態管理局、FEMA が動いて国が支援する仕組みになっています。

米国の火山監視・研究体制・災害対応
Volcano monitoring, research and disaster response in the US

- 米国地質調査所 (USGS) – 研究、監視、予測
– 火山研究、ハザードマップ整備、観測・監視を大学などと連携して実施。火山情報や警報はUSGS火山観測所から発信。
– パートナーと連携して、噴火前からコミュニティーの啓発や避難計画作りを援助。
- 州・郡・米国森林管理局・国立公園等 – 危機管理・対策
– 火山災害対応は火山のある自治体(州、郡)や森林管理局が責任。複数の州にまたがる災害発生時には要請により国(連邦緊急事態管理局; FEMA)が動く。
- US Geological Survey (USGS) – research, monitoring, forecasting
– USGS is the key for volcano monitoring, research, and preparation of hazard maps in cooperation with partners (e.g., universities). Volcano information and alerts are issued by USGS Volcano Observatories.
– Long before eruptions, they assist enlightenment and emergency plans for communities jointly with their partners.
- States, Counties and National Forest services - countermeasures
– States, counties, and Forest Service (land owners) are responsible for emergency responses to volcanic disasters. Multiple states will ask the government response (e.g., FEMA) when a large scale disaster happens.

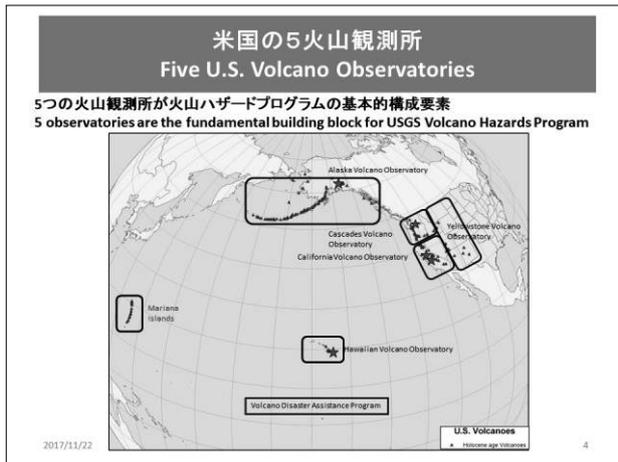
USGS火山ハザードプログラム
USGS Volcano Hazards Program (VHP)

- 米国大統領 > 内務省 > 米国地質調査所 (USGS) > 自然ハザード任務領域 (地震、火山噴火、津波、地滑り、洪水、竜巻、磁気嵐、化学・生物学的脅威や感染、山火事) > 火山ハザードプログラム (VHP)
- 火山ハザードプログラム (VHP)のミッションは、火山プロセスの科学的理解に基づいて、火山活動の情報、噴火予測・警報を発信することによって、噴火災害を軽減し、社会のレジリエンスを高めること。>>>災害評価、噴火の可能性のある火山の監視、研究、社会とのコミュニケーションに責任を持つ。
- President of the United States > Department of Interior > U.S. Geological Survey (USGS)-Natural Hazards Mission Area (earthquake, volcanic eruption, tsunami, landslide, flood, hurricane, geomagnetic storm, chemical-&bio-threat and zoonotic disease, forest fire) > Volcano Hazards Program (VHP)
- The VHP mission is to enhance public resilience and minimize social and economic disruption from eruptions through delivery of effective forecasts, warnings, and information of volcano hazards based on scientific understanding of volcanic processes.>>>Hazard assessment, monitoring of potentially volcanoes, research and communication are core responsibilities.

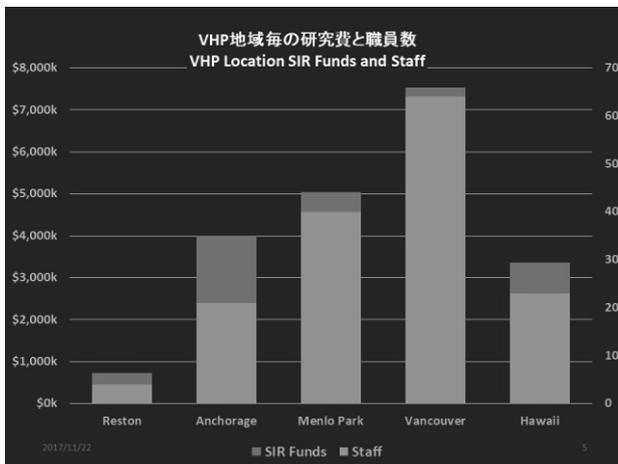
USGS はアメリカの内務省にある組織で、自然災害を扱う領域があります。そこでは、地震、火山噴火、津波、地滑り、洪水、竜巻、磁気嵐、化学生物脅威、これはテロですけれども、感染、山火事など非常に多くのものを対象にすることになっています。

そのうちの火山噴火を扱うのが火山ハザードプログラムという、VHP というものがあります。

VHP のミッションは、ここで書いてありますように、研究によって火山現象を理解して、それに基づいて噴火の情報を評価して予測、警報を発信することによって災害を軽減します。それから社会のレジリエンスを高めるために、社会とのコミュニケーションを保つという大きなミッション

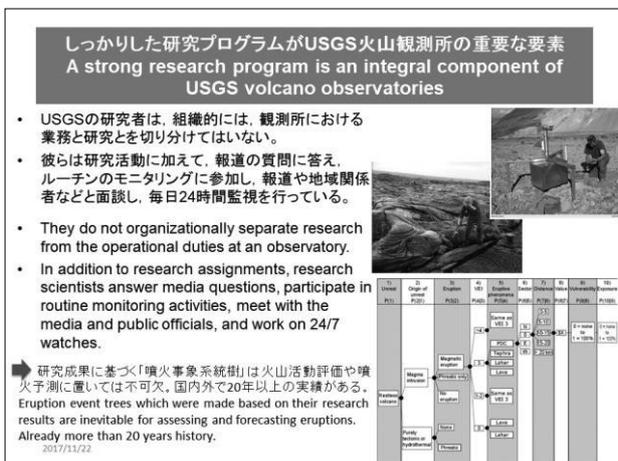


トーンを中心とする、単成火山群からカルデラを扱う、イエローストーン火山観測所、さらにはカリフォルニアの火山を扱うカリフォルニアの火山観測所です。本部はワシントン D.C.にあるレストンにあります。



所に当たります。それからハワイ観測所が右側です。

ブルーのバーが年間予算を示して、カスケード火山観測所のあるバンクーバーが一番予算が多くて、800万ドル足らずです。これは日本円でいうと8億円に相当します。それからスタッフ数は黄色で右側に目盛りがあります。バンクーバーが一番多くて、ここでは70人を欠けるぐらいで



があります。

アメリカには、ここに示すように170ほどの活火山があります。三角で示したものです。USGSは5つの観測所を保有しています。一つがハワイ諸島のハワイ火山観測所、それからカスケード山脈にあるカスケード火山観測所、それからアラスカを中心とするアラスカ火山観測所で、北マリアナ諸島の火山も対象にしています。さらには内陸部のイエローストーン

USGSの火山関係の年間予算を、ここに示しています。左側はドル建てで書いてあります。レストンというのは本部のあるところ、それからアンカレッジというのはアラスカ火山観測所、メロン・パークというのは、カリフォルニアの火山観測所とイエローストーンの火山観測所を所掌していますし、それからバンクーバーというのはカスケード火山観測

あるというのが分かります。総予算としては年間で20億円ぐらいであって、スタッフ総勢で約150人です。これが火山関係のすべての予算と人材ということになります。

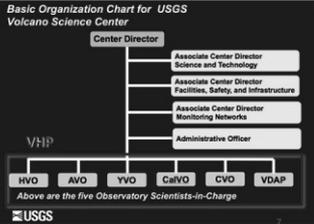
USGSは観測所に火山学者がいますが、そこの特徴は観測業務と研究とを切り分けてはいないということです。これは先ほどのイタリアの例ともよく似ていると思います。研

究に加えて日常のモニタリングに参加するのはもちろんですが、例えばメディアの質問に答えたり、地域の代表者あるいは関係者と面談することもあります。このようにして、毎日 24 時間の監視を行っているのが特徴です。

研究と観測業務を切り離してはいけないというのは、先ほどの白熱した議論でもありました。例えばイタリアでも紹介されましたが、イベントツリーは、火山の研究の集大成みたいなもので、USGS では 20 年以上も前から実際に活用して、火山活動の評価や噴火予測に役立てています。スライドはイベントツリーの例です。

USGSの火山観測所の機能 Operation of USGS Volcano Observatories

- 5つの火山観測所では監視・研究によって、火山活動やその影響の理解を進め、国内の火山活動の情報や警報を出す。各観測所は連携組織とが一緒になって監視体制を維持し、予測や災害評価、及び研究を進め、噴火準備のためにコミュニティーと協働する。
- 火山災害援助プログラム (VDAP): 諸外国からの要請によって、火山災害の準備や対応について国際的に援助(後述)。
- Monitoring/research at 5 observatories advances their understanding of volcanism and its impacts, and enables to provide information about and warnings of volcanic activity. The observatories and their partner organizations operate real-time monitoring networks, forecast, notify activity, assess hazards, conduct scientific research, and work with communities to prepare for eruptions.
- Volcano Disaster Assistance Program (VDAP): works internationally to prepare for and respond to volcanic emergencies.



USGS の火山観測所の構成を示していますが、先ほど言ったようにレストンに本部があって、その下に 5 つの火山観測所、それと VDAP があります。VDAP については後で紹介しますが、海外の火山災害援助プログラムです。VDAP で得られる知識が、アメリカでの火山噴火の予測に非常に役立っているのです。これら全体をまとめて火山サイエンスセンターといいます。実質はほとんど 5 つの火山観測所が担っています。

USGS火山観測所の自治権、責任、独自性 USGS Volcano Observatories autonomy, responsibility and identity

- 地質調査所の所長は、慣例により、噴火情報の警報を発令する権限を与えられている。
- 実際には、火山観測所所長(研究者)が噴火情報と警報を出す権限を委任されている。
- しかし、米国地質調査所や火山観測所は、避難命令やその他の噴火への対応策は発信しない。
- Director, U.S. Geological Survey by historical precedent is "empowered to exercise the authority" to issue warnings and notifications of volcanic eruption.
- Scientists-in-Charge of the Volcano Observatories are delegated the responsibility to issue hazards warnings and eruption notifications.
- USGS and volcano observatories **do not issue evacuation orders** or other measures related to responding to the eruptions.



USGS の火山観測所というのは自治権、それから責任、独自性というのが担保されています。USGS の所長には、これまでの慣例によって、噴火情報を発信したり、噴火警報を発信する権限を与えられています。実際には、研究者である火山観測所所長が火山情報と警報を出す権限を委任されています。しかし、

ここで出す情報は避難命令とか火山対策には直接はリンクしていないということがあります。

アメリカで採用されている警戒レベルには、緑から赤までの 4 段階あり、観測に基づいて、Normal、Advisory、Watch、Warning の順番に上がっていきます。これらは航空機のカラーコードとリンクしています。

観測所が地域性を非常に重視していますが、それはなぜかという、観測所のスタッフが同じ背景の火山の研究に集中できるためです。ハワイならホットスポット火山の噴火、カスケードならカスケードの盾状火山の噴火、そういった特徴に集中して研究を行うことができるということです。

どうして観測所で地域を重要視するか？
Why the regional emphasis with observatories?

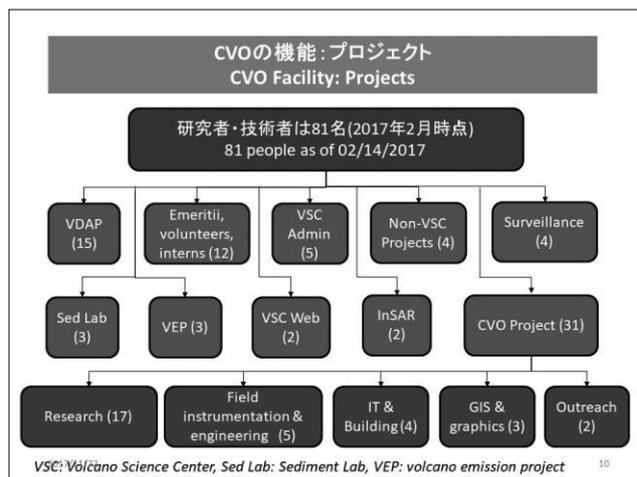
- スタッフが、同じ地質的背景の火山の研究に集中できる。
- 地域の大学等に研究費を提供し共同監視体制を構築 (VHP予算の約12%)。
- 地域、州、地域団体、マスコミの考えを理解し、信頼関係を何十年にもわたって築き上げてきている。
- 観測所の独自性によって、観測所スタッフ間の団結力が生まれる。
- Enables research staff to concentrate on specific volcanoes in similar tectonic settings.
- Volcano monitoring is carried out jointly with local partners (e.g., univ.) with funding (~12% of volcano research's budget).
- Facilitates working and building trust with local, state, and regional groups and media to prepare for volcanic events and respond to them. Branding of the observatory and building trust over decades in the community.
- During a crisis everyone has an important role - research, technical, community relations, admin – and all need to work together as a team.

2017/11/22

9

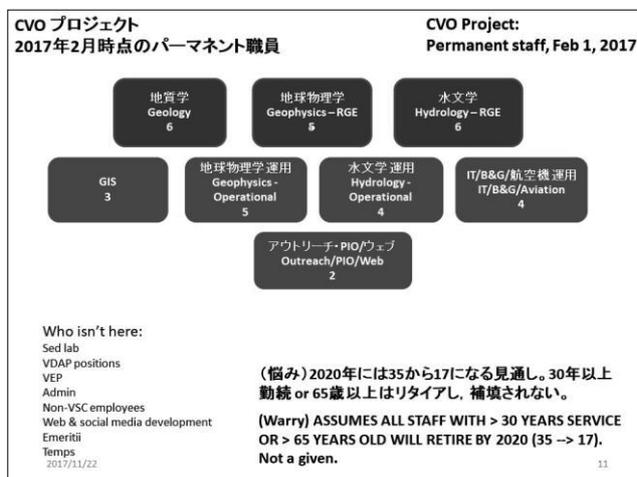
ために、地元には拠点があるということが重要です。USGS ではこうして何十年にもわたって地域と信頼関係を築いてきているのが大きな特徴です。

さらに観測所が独自性を持っていますので、観測所スタッフ間に団結力が生まれて、いざ災害というときに有効に機能できるというわけです。



一番大きい、カスケード火山観測所 (CVO) の機能について、紹介したいと思います。研究者・技術者は合計で 81 名います。その中身はここに書いてありますが、VDAP という海外の支援を行うチーム、それからリタイアしたボランティアとか研修員がいます。それ以外には、評価する人たち、土石流の実験をする人たちとか、特に力を入れているのは航空測量、InSAR の部門の人たちがいます。

この観測所独自のプロジェクトを実施するために最も多くの人があります。その中には研究者が 17 名、野外での観測機の設置・維持をする技術者が 5 人、それから IT 関係者が 4 人、GIS 等が 3 人、アウトリーチが 2 人います。



この 31 名のプロジェクトに関係する人の分野のバランスは、地質学が 6 人、それから地球物理学が 5 人、水文学、すなわち、土石流とかを管轄する人たちが 6 名、それから GIS、地球物理学の技術者、水文学の技術者、それから IT とか、航空機関係の研究をする人たち、アウトリーチの管理をする人たちとなっています。

セントヘレンズ火山の噴火 Eruption of Mount St. Helens

- 米国では、1980-86年や2004-08年にはセントヘレンズ山で噴火したが、ハワイ島やアリューシャン諸島を除いて、噴火の頻度は低く、噴火の観測の機会は多くない。
- 発展途上国の火山監視援助や共同研究などの成果をもとに、自国のポテンシャルの高い活火山活動の評価を実施し、防災対応を考えている。
- Eruptions are not frequent in the US main land, in contrast to Hawaii Big Island and Aleutians, though Mount St. Helens erupted during 1980-86 and 2004-2008.
- However, based on results of VDAP and joint research on foreign volcanoes, USGS performs assessment of potential active volcanoes at home and assists volcano countermeasures for those volcanoes.

2017/11/22

アメリカではハワイ島とかアリューシャン列島を除いて、比較的噴火の回数は少なく日本に比べても噴火の頻度は少ないといえます。しかし1980年から86年に発生した、セントヘレンズの噴火はVEI（火山爆発指数）の5で、日本はVEI5をこの300年間、カタログ上では経験したことがありません。USGSは、そういう大きな噴火も既に体験しているとい

うことです。

頻度は多くはないですが、VDAPが発展途上国の火山監視の支援、援助、それから共同研究をしています。この成果を基に自国の活火山のポテンシャル評価を行っていますし、いざ噴火が起こったときの防災に対応しようとしているという点が特徴です。

火山災害援助プログラム (VDAP) The Volcano Disaster Assistance Program (VDAP)

1985年のコロンビア、ネバド・ルイス火山泥流災害を契機に開始し、約30年の歴史を持つ。赤の火山をこれまで援助してきた。

VDAP started soon after the 1985 mud flow disaster at Nevado del Ruiz volcano, Colombia, and continued for 30 years. Red triangles are volcanoes VDAP assisted.

2017/11/22

このVDAPと呼んでいる火山災害援助プログラムを、ちょっと紹介したいと思います。先ほどのネリ博士の話にもありましたが、1985年にコロンビアのネバド・デル・ルイス噴火によって万年雪や山頂の雪が溶けて泥流が発生し、80キロも離れた町に流れ込みました。そこで2万5千人も亡くなったという災害がありました。VDAPはそれを契機に始まりました。

このVDAP、火山災害援助プログラムというのは、30年の歴史を持っているわけです。これまで日本やヨーロッパの火山、それとニュージーランドを除く、ほとんどの国の火山の支援、援助を行って来ています。三角で示しているのが、援助を行って来た火山です。

テレメーター式スキャニング分光器の設置風景 (インドネシアのシナブン火山)。これによって二酸化イオウ測定ができ火山活動の予測に役立つ。
Installation of a telemetered scanning spectrometer at Sinabung volcano in Indonesia. The instrument measured the amount of SO₂ gas emitted from the volcano, which helps forecast volcanic activity.

火山災害援助プログラム (VDAP) によるキャパシティービルディング、パートナーや共同研究者とのワークショップでは、多様なデータから最良の判断を見つめる議論をする。インドネシアの仲間と噴火の前兆地震のデータについて議論風景。
Capacity building through VDAP. Workshop allows VDAP partners and collaborators to discuss best practices for a wide variety of situations. Here, they review seismic data, useful as eruption precursors.

Workshops allow VDAP partners and collaborators to discuss best practices for a wide variety of situations. Here, VDAP staff and their Indonesian colleagues review seismic data to uncover earthquake characteristics that may be useful as eruption precursors. Photo by Jeffrey Marso, USGS.

2017/11/22

VDAPの援助の例を示しますが、写真はインドネシアのスマトラ島のシナブン火山において、火山ガスを測定する観測装置を設置している風景です。それから下のほうは、同じインドネシアでワークショップを開いている様子ですが、地震のデータを見て議論をしています。その前兆地震のデータから最良の判断をするにはどうしたらいいかという議論を

VDAPは火山防災と科学外交を目指す
VDAP aims to prevent volcanic disasters and advance science diplomacy

- 火山災害援助プログラム (VDAP) は、USAIDとUSGSが連携し、途上国を中心に火山災害を軽減することが主目的。
- 外国の火山に観測機器を設置して監視を行い、外国研究者と意見交換、アウトリーチやコミュニティ活動を支援する一方、火山活動の評価・予測を行う。
- 自国の火山噴火時に、VDAPスタッフがより広い見方ができ、噴火に適切な対応が可能になる。これによって、自国の社会の安全を促進し、火山災害から社会的損失を最小限にすることができる。
- The Volcano Disaster Assistance Program (VDAP) is a cooperative partnership between the USAID and USGS. It works to reduce volcanic risk, primarily in developing nations with volcano hazards.
- Including installation of monitoring systems, research exchange with foreign scientists, outreach and communication activities, and interpretation of monitoring data in relation to forecasting.
- When domestic crises occur, VDAP staff can provide global perspective and a breadth of eruption-response. This mechanism enhances public safety and minimize social and economic disruption from eruptions of home.

2017/11/22 35

しています。こういう研修等々をして、キャパシティビルディングも行っているのが特徴です。

VDAP は、そういう意味では外国の火山防災に貢献していると同時に、外交的な役目も果たしています。このような経験の積み重ねが研究成果にもなるわけですが、その研究を通してVDAPの職員、火山観測所のスタッフ

がより広い視野で火山監視、いろんな観測に対応できるようになる。また、その経験を通して、自国の火山の災害軽減にも貢献することができるという考え方です。

米国インシデント管理システム (NIMS)
National Incident Management System

- NIMSはすべての地域・分野にわたって適用可能な危機管理に対する体制である。その規模や複雑さに関係なく、国内の様々なインシデントやハザードにわたって適用することが義務付けられており、これを運営するには官民の調整と協力関係が不可欠である。
- NIMSは3つの主システムがベースとなっている。すなわち、インシデント指揮システム(ICS)、マルチエージェンシー・コーディネーション・システム(総合応援)、公共情報システム(広報)。
- NIMS is an approach to incident management that is applicable at all jurisdictional levels and across functional disciplines. A full spectrum of potential incidents and hazard scenarios, regardless of size or complexity. Coordination and cooperation between public and private entities in a variety of domestic incident management activities.
- NIMS standard incident management structures are based on 3 key organizational systems: Incident Command System (ICS), Multiagency Coordination Systems, Public Information Systems.

2017/11/22 36

一方の対策のほうについて話したいと思います。対策、危機管理というのはUSGSの外にあるわけですが、アメリカでは米国インシデント管理システム (NIMS) というのがあります。これはいろんな分野、いろんなインシデント、災害、それからイベントもそうですが、それらの規模や複雑さに関係なく適用しなければいけないことが法律で決められています。これを運用するためには官民の日頃

の調整が必要ですし、協力関係を維持し続けることが重要です。

このNIMSというの、基本的には三つのシステムがベースになっています。ICS、インシデント指揮システム、2つ目に、マルチエージェンシー・コーディネーション・システム、総合応援と訳されています。3つ目が公共情報システムです。インシデント・コマンド・システムというのが、NIMSを走らせる上では肝になっていますが、これについてももう少し火山噴火に関して

説明したいと思います。

インシデント指揮システム
Incident Command System

- ICSは、主に現場において、あらゆる災害・危機に関して対応できる一元的な危機対応システム。5つの主要要素(指揮、計画、後方支援、財務・総務、実行)を含む。
- ICS is a disaster response management organizational structure with integrated technical competency skills mainly on site, providing the flexibility usable for all incidents. Five major management activities; command, planning, logistics, finance/administration and operations.

"Protocols for Geological Hazard Response by the Yellowstone Volcano Observatory"

YVO (Yellowstone Volcano Observatory) includes:

- USGS: Volcano Science Center (VSC), National Earthquake Information Center (NEIC), National Water Information System (NWIS), Other USGS Staff
- Univ. of Utah: Seismology and Active Tectonics Research Group, University of Utah Seismograph Stations (UJSS)
- Yellowstone National Park: Yellowstone Center for Resources (YCR)

イエローストーン火山観測所連携体制
 Partnership of the Yellowstone Volcano Observatory

イエローストーン・カルデラの噴火対応の仮想的ICS体制
 Hypothetical organization of ICS during an event response at the Yellowstone Caldera

インシデント・コマンド・システムは、現場指揮システムとも日本語で訳されたりしています。現場において、あらゆる災害危機に関して対応できる、一種のテンプレートみたいなもので、標準化したシステムです。その中身はここに示してあるように、指揮機能をする人、インシデント・コマンドがいて、そ

の下に計画、後方支援、財務・総務、それから実行部隊がいるわけです。

最低限で7人ぐらいが集まって、こういう仕組みを構成します。規模が大きくなると、さらにその下にいろんな支部をつかって、ユニットを増やしていきます。これはもともと軍隊のやり方なのですが、重複を避ける、それから無駄を避ける、迅速に行動できるということで、こういうシステムが採用されているわけです。

イエローストーン火山観測所のケースを話しておきます。イエローストーンの活動度に比例して、USGSのスタッフはそんなに多くありません。そこでUSGSのスタッフに加えて、パートナーのユタ大学の研究者、それからイエローストーン国立公園のスタッフを加えて、バーチャルな火山観測所というのをつくっています。

この観測所がこのICS、コマンドシステムの中で機能するわけですが、その指揮者というのは、恐らくイエローストーン・ナショナル・パークの管理者になると想定されます。その下にここにリエゾンとして、調整役として火山観測所の人が入ります。

そこでは、実行部隊の下に火山観測所支部というのができます。その支部の中でモニタリング、それからインフォメーション、それから支援など幾つかのセクションがあって、その中にも観測所員が配置されるというかたちです。

「AREA」と記述した部分がありますが、山頂部で噴火が起きて、下のほうで土石流が発生することがありますので、下流部においても別の支部ができます。そこにも火山観測所の人が入るといいます。

こういう具合にして、アメリカの場合はこういう仕組みに対して人を配置するという事です。日本が組織に対して仕事を与えるのとは、かなり発想が違うという印象です。



このインシデント・コマンド・システムを進めているのがFEMA、連邦緊急事態管理局ですが、これが本領を発揮するのは、大きな災害が起きたときです。その機能をここに書いていますが、インシデントな災害が起こり、州などから連邦への支援〔要請〕があった場合、FEMAが州に出向いて現地調査をします。特に一つの州ではなくて、複数の州から支援の要望が上がった場合にFEMAが調整して、大統領に勧告しま

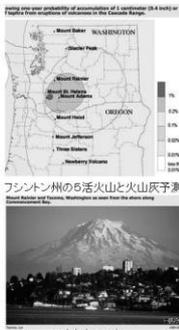
す。大統領が災害宣言を行うと、初めて国が支援をできるということになります。

例えばカルデラ噴火が予想される、あるいは地震が起きて、大きな津波災害が予想されるというときには、実はFEMAはまだ動くことができません。どうしてかという、まだ事件が起きていないからです。その代わりにFEMAは、後で話しますが、USGSとか州の危機管理局と日頃から

コミュニケーションを取りあって、災害リスクの軽減を推進するという機能が、もう一つの側面としてあります。

ワシントン州の緊急管理
WA State Emergency Management

- 緊急管理は地域の必要性に適合するように州の法律によって定められている。
- ミッション: 州の規模の地質災害軽減のために、連邦パートナー(USGS, FEMA, NOAA)と連携して、地質災害の軽減、住民の教育やアウトリーチ、対策、コミュニティ内の災害準備を促進。
- 発災時は、緊急警報や注意報、現状把握、物資支援、緊急事態管理者、後方支援、住民情報を提供し、暫定的被害評価取得、そして「非常事態宣言」を検討しなければならない。
- Emergency management is required by state law, and tailored to local requirement.
- Mission: State-level geo-hazards risk reduction program in cooperation with federal partners (USGS, FEMA and NOAA); promoting geo-hazard mitigation, public education and outreach, response planning and preparedness within communities.
- During the disaster, they have to provide emergency alert and warnings, situation awareness, resource support, emergency operation liaisons, logistic support, public information, and coordinate preliminary damage assessment collection and "Declaration of Emergency."



ワシントン州の5つの活火山と火山灰予測
Mount Rainier and others, Washington are seen from the above view

レーニア山とタコマ市

これはワシントン州の場合ですが、ワシントン州の危機管理というのは、州の法律によって定められています。そこでは災害軽減のために連邦のパートナー、これは先ほどの FEMA がそうですし、USGS も実はそうです。それから NOAA という、大気海洋局（海洋大気庁）と連携して、日頃から地質災害の軽減、それから住民へのアウトリーチ、コミュニティの災害準備を促進することが定められています。

発災時は、注意報を発令するということ、避難命令を発令するということがありますけど、現状把握、支援物資、管理者を派遣するとか後方支援をやらなければいけません。それで事態が緊迫したときには、非常事態宣言を発令するわけです。

ワシントン州というのはセントヘレンズ山を含んで、5つの活火山があります。レーニア火山は200年前に噴火した、4千メートル級の火山で山頂に氷河を抱いているわけです。この火山が噴火した場合には、タコマやシアトルもそうですが、そこに泥流が流れ込むことが十分に考えられています。

コミュニティへの啓発活動
Outreach for communities



- コミュニケーション: USGSは防災担当者や他の政府機関関係者と長年連携。
- 防災教育プログラム: USGSはFEMAの火山危機意識コースに参画し、5火山観測所は訓練・講義や、防災教育のために連携し、社会のレジリエンス向上を支えている。
- 火山ハザード教育と学習: USGSは教師が火山と火山災害について学べる機会を提供する(教員のサマー訓練、ダウンロードできる教材、USGSの様々なウェブサイトの活用)。
- Coordination and open communication: Long-standing partnerships between USGS, emergency managers and other government officials to reduce volcanic hazards risk.
- Hazards-education programs: They participate in a FEMA certified Volcano Crisis Awareness courses. The five Volcano Observatories support community resilience via trainings, presentations, and partnerships for preparedness and education efforts.
- Teaching and learning: They provides opportunities for educators to learn about volcanoes and volcanic hazards via summer teacher trainings, downloadable teacher resources, educational articles, and creative use of our various websites.



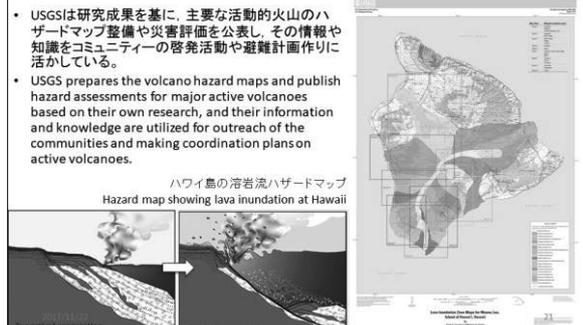
そういう地域のコミュニティへの連携はUSGSも含んで、州あるいは国が長年取り組んでいます。防災プログラムとして、USGSはFEMAと連携して、様々な訓練を行っていますし、防災教育を行って、社会のレジリエンス向上を支えています。学校教育用にUSGSが教員に有用な様々な教材を作っていたり、ウェブサイト充実しているのが特徴です。

火山ハザードマップ作成
Preparing volcano hazard map



- USGSは研究成果を基に、主要な活動的火山のハザードマップ整備や災害評価を公表し、その情報や知識をコミュニティの啓発活動や避難計画作りに活かしている。
- USGS prepares the volcano hazard maps and publish hazard assessments for major active volcanoes based on their own research, and their information and knowledge are utilized for outreach of the communities and making coordination plans on active volcanoes.

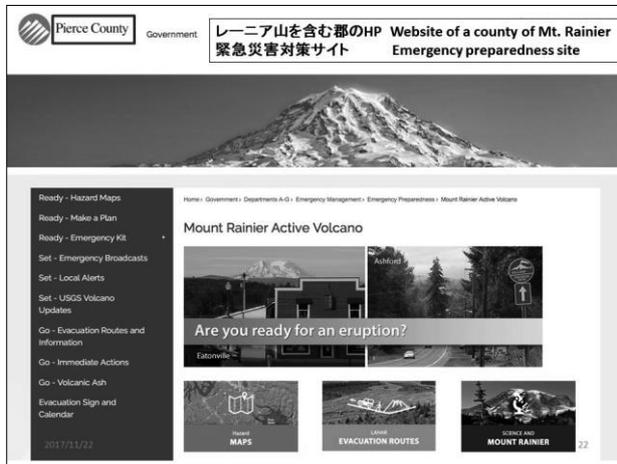
ハワイ島の溶岩流ハザードマップ
Hazard map showing lava inundation at Hawaii



USGSは本来の役目として、地質調査に基づくマップを作っているわけですが、充実したハザードマップもUSGSによって作られており、それを利用して災害評価、それからコミュニティの啓発活動、避難計画が行われているということです。

スライドの右側はハワイの溶岩の流れる場所

を示した災害評価図です。左側は、海に流れ込んだ溶岩がデルタをつくるわけですが、デルタが成長するとある時期に崩れて災害が起こる可能性があります。そういう災害のシナリオを示しています。



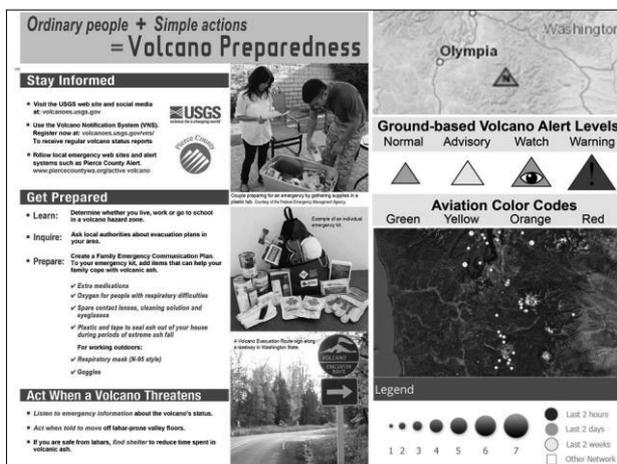
ここで具体的に地方での活動を紹介したいと思いますが、Pierce County というのはワシントン州ピアス郡です。そこでつくられている emergency program です。これはピアス郡のホームページを示しています。これはUSGS、それからFEMA、ワシントン州が連携して作成したものです。「レーニア山は活火山である、噴火の準備はできていますか？」と問うていますし、ここに必要な情報源についてのリンク先も示してあります。



これはハザードマップのチラシです。レーニア山の山頂部は氷河に覆われており、そこではいろんな火山災害が予想されます。河川で色別に示してあるのは、これは土石流の発生頻度です。そういう危険度に応じて、色別に示してあります。

準備の段階では、まず「どこに住んでいるかを確認しましょう」ということで、噴火が起こりそうになると、「きちんとした情報を使いましょう」、それから噴火が起これば「避難しましょう」というのを、イラスト入りで非常に分かりやすく示した例です。

準備の段階では、まず「どこに住んでいるかを確認しましょう」ということで、噴火が起こりそうになると、「きちんとした情報を使い



また、エマージェンシー・キットとしてはどういう物を持って逃げたらいいか、ということを示した図もありますし、避難経路が示されています。普通の人々が簡単な行動を起こすだけで、それは火山の準備になる、防災になるということです。

ホームページでは、火山が今はどういう状態にあるかというのでも分かりますし、地震が今はどう起きているかというのでも別の機関にリンクして見るすることができます。

まとめ：アメリカの火山防災の特徴（日本との違い）
Summary: volcano disaster prevention in the US (difference from Japan)

- USGSは、火山研究と火山監視を実施し、火山情報や警報の発信に責任を持つ。日頃の研究成果は火山監視データの解釈に活かされ、火山活動の評価が可能になる。
- 火山観測所が各地域の火山活動評価に責任を負う（緊急管理とは直結してない）。
- USGSは、ハザードマップ作りやコミュニティへのアウトリーチ活動などを実践し、国や周囲自治体、国立公園等と連携して社会のレジリエンス向上に寄与している。
- 火山災害援助プログラム (VDAP) での、海外での多種多様な（監視、共同研究、災害対応、コミュニケーションなど）経験が自国の噴火に活かされる。
- USGS, responsible for issuing volcanic information/alerts, is doing monitoring while volcano research. The latter results are actively utilized for understanding volcanic processes.
- Volcano Observatories are responsible for assessment of volcano activity, which do not link directly to evacuation order system.
- USGS also is responsible for preparation of volcano hazard maps, outreach for communities and raising social resilience with their federal, state and local partners.
- VDAP's diverse experiences (monitoring, joint research, response and communication) which are very useful for forecasting volcanic eruptions at home.



NIED 防災科学技術研究所
National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

以上をまとめて日本との違いについて示したものです。USGS は火山研究と火山監視を実施して、火山情報や警報の発信に責任を持っています。日頃の研究成果が火山監視データの解釈に活かされて、火山活動の評価が可能になっています。

USGS の火山観測所が、各地域の火山活動評価に責任を負っています。ただし、危機管理とは直結していないということが大きな特徴です。

USGS はハザードマップ作りなどを含めて、コミュニティへのアウトリーチ活動を実践しています。国や周囲の自治体、国立公園と連携して、社会のレジリエンス向上に寄与しています。

この研究と監視を、あるいは情報発信を担っているということと、それから社会のコミュニティとの連携を非常に強めている、というのが大きな特徴です。

さらに VDAP の活動で示したように、海外で種々多様な、いろんな経験を積んでいます。既に外国で自国と同じように火山監視をして、共同研究をして、災害対応、予測をして、地域とのコミュニケーションもとっています。そのような活動が最終的には自国の噴火災害の軽減に活かされるということです。

このように、日本とかなりシステムが違っているというのは明瞭ですし、イタリア、あるいはニュージーランドで指摘されたような、社会のコミュニティとの連携というのが非常に重視されている点が大きな特徴だと思います。

以上です。ありがとうございました。

司会： どうもありがとうございます。まだ少しお時間がありますので、何か質問とかコメントがありましたら、お願いします。

質問者： 鹿児島市立病院救命救急センターのヨシハラでございます。USGS を中心とした、非常にオーガナイズされた組織づくりで、すごいなというふうに拝聴しました。

ネリさんのときのプレゼンテーションでは、ヴェスヴィオ火山に伴う evacuation に 70 万人もの人移動すると。これは恐らく国家レベルでやらないと、なし得ないと思いますが、アメリカにおいてそういう広域の避難想定というものは、ハザードマップ上、シナリオ上、なされていないのかどうか。

そして実際に爆発が起こらないと FEMA は動かないというご発言がありましたが、もしそのような大規模な避難をするときに、どこが主導をしてやるかたちになっているのか、そのへんの仕組みを教えていただければと思います。

中田： 仰るとおり FEMA というのは、ものが起こらないと、災害が起こって複数の州知事が申請

しないと、物事が起こらない（始まらない）んですね。それを防ぐために FEMA とか USGS、NOAA、あるいは州の危機管理局と一緒に、いろんな災害コーディネーションプランというのを作って、実際にどう避難するか、そういうことを考えています。

具体的に国民がどう避難するかという、大規模なことはまだ考えられていないというのが、正直なところだと思います。

質問者：先ほどのハザードマップの中で、Ready、Set、Go!というのがあって、Go!は噴火が起こったらとなっていますけど、通常、噴石とかが落下してくることが想定される所で、堅固な建物で一時、逃げないとどうにもならないかなと思いますけど、そういう地域においては、国あるいは州は指導していないのでしょうか。

中田：それはやはり啓発活動なんですね。具体的には自分の住んでいる所はどういう所か、噴火が起こったらどうなるかということを十分に理解させておく。それが前提にあって、具体的に噴火が起こったときに、この人はどう動きなさいという、そういう命令が出るわけではないです。

質問者：ありがとうございます。

中田：ネリさん、もしコメントがあれば。

ネリ：イタリアの場合はハザード情報に基づいて、科学界のほうから提供された情報に基づいて、DPC が避難についていろいろと対応することになります。

後でマンジョーネさんから、後ほどもっと詳しく説明があると思います。彼のほうから、どのようにこういう大きな問題に対応しているのか、説明があると思います。仰るとおり、ヴェスヴィオ山の緊急対応計画は 95 年に作られました。かなり長い間、取り組んでまいりましたので、その説明もあると思います。

質問者：コメントをいただき、ありがとうございます。

司会：どうもありがとうございました。これで午前中の講演は終わりにして、これからお昼の休憩になります。1 時 20 分からまたここで午後の、第 1 部の後半のほうを始めますので、ぜひまたお集まりいただければと思います。

では、どうもありがとうございます。お昼から、またお集まりいただければと思います。

司会：時間になりましたので、第 1 部の午後の部を始めたいと思います。一番最初の講演は、イタリアの国家市民保護局のマンジョーネ博士の講演で、「イタリアにおける火山のリスク：予防、軽減と管理」です。よろしくお願ひします。

「イタリアにおける火山のリスク：予防、軽減と管理」

ドメニコ マンジョーネ（イタリア国家市民保護局）

マンジョーネ：皆さん、こんにちは。ドメニコ マンジョーネと申します。イタリアの国家市民保護局の火山リスク課からまいりました。最初に皆さま方には招聘いただいたことを感謝申し上げます。日本に来て、皆さんにお話しができることを非常に嬉しく思っています。

それでは今回のイタリアにおける火山のリスク、予防、軽減と管理についてお話しをします。これが私の発表の全体像となります。まず最初にイタリアの火山の概要について、それから国家市民保護制度について、それから科学者のネットワークについて、それから火山警報システムについてお話をしたいと思っています。

さてイタリアの主な火山帯、火山はこのようになっております。ほとんどが半島の南部に集中しているのがこの地図でお分かりいただけたと思います。ほとんどが海洋火山となっています。

この茶色いほうですけども、これが陸上でエトナ山、ベスビオス火山も、それから Colli Albani もあります。それからブルーの方は海底火山となっています。火山の分類としてはもう皆さんご存じだと思います。活動状態によって分けています。イタリアにおいては、死火山、休火山そして活火山というふうに分けています。こちらの地図には活火山において、アラートレベル、警報レベルのカラーコードになっています。

これがグリーンになっているのがほとんどですが、一個だけ黄色があります。カンピ・フレグレイ、これは 2012 年から注意というレベルになっています。

どういうハザードがあるのかということですが、全部ですね。

爆発的活動、例えばストロンボリ島においては常に 10 分に 1 回ぐらい、爆発的事象があります。それから火山弾とか降下火山礫、それから降下火砕物があります。特にエトナ山についてはそうです。それからまた降下火山灰に関してはベスビオス、あるいはカンピ・フレグレイなどもそうです。それから火砕流に関してはベスビオス、カンピ・フレグレイなどで想定されていますし、溶岩流、ラハール、ガス放出、ストロンボリで想定されている地滑り、地滑りに伴って生じる津波、地震、エトナの山麓で想定されている山火事というものもあります。

これは、「人々がどのぐらい火山ハザード、リスクにさらされているか」ということについて説明する際に例としていつも使用する、カンピ・フレグレイのカルデラから撮影された写真です。これは Monte Nuovo で 1538 年に発生した最後の噴火で形成された火砕丘です。ご覧のように、火砕丘周囲の建物や人々は、カンピ・フレグレイ・カルデラの“内側”にいるということがわかります。こちらはベスビオス火山ですけども、火山の周りに建物が建っているということが分かります。

さて、私どもの市民保護システムですけども、国家市民保護部門局は私どものシステムの全体の一部ですが、部局のお話ではなく、イタリアでのシステム全体についてお話をします。まず人命や住居、環境を天災や人災から守るとというのが私どもの仕事となっています。このスライドの

主な焦点は、この二番目の項目で挙げていますが、国家市民保護システムは、機関の枠組みや、それからオペレーションのストラクチャー、科学的な構成要素、ボランティアなどからなり、それらは各地域レベルで“協調して”活動しています。コーディネーションを請け合うのは、国家市民保護局です。

さて、このシステムの中で持っている法律、国の法律ですけども、これは天災を三つの種類に分けています。Aタイプのイベント、Bタイプのイベント、それからCタイプのイベントというのがあります。最も重篤なのがCであります。これは緊急な対応を要するような災害です。Aは地方のレベルで対応できます。それからBに関しては地域で対応できるようなものです。例えば最初のが自治体であるとすれば、Bに関しては自治体、県、あるいは地方ということになります。それからCのタイプであれば、これは政府が対応するということになります。火山のリスクというのはBかCに分類されます。なので地域のレベルの介入が求められる、あるいは国としての介入が求められるものという位置づけになっています。

それではCのタイプのイベントが起こったらどうなるかということですけども、国家緊急事態という場合には、まずオペレーショナルコミッティというものができます。これは市民保護局の中で、市民保護局の局長によってつくられます。そしてこのオペレーショナルコミッティの参加団体でありますけども、先ほど申し上げたものが全て協調的に入ることになります。警察、赤十字、それから研究機関、あるいはINGV（イタリア国立地球物理学火山研究所）もこの中に入ります。また民間の企業も入ります。例えば電気通信企業、あるいは道路、運輸関係の会社も参画します。というのもこのテーブルの主な目的が、緊急事態に迅速に対応することだからです。これは、緊急時における地域のニーズなのです。

それから、緊急時対応の二つ目として、“Di. Coma. C.”と呼ばれる対応センターが内部に立ち上げられます。これは、“Direzione Comando e Controllo”の頭文字です。Di. Coma. C.は機能に組み込まれます。機能には、テクニカルな機能、ロジスティクな機能、運輸関係、輸送関係といった機能があります。Di. Coma. C.が緊急時対応現場で実施します。Di. Coma. C.が一度立ち上がると、オペレーショナルコミッティはもはや存在する理由がなくなります。したがって、Di. Coma. C.がオペレーショナルコミッティに取って代わるということになります。

この下から上に向かって示しているのは、緊急事態の対応です。例えばAタイプの緊急事態であれば地方自治体ということになります。ですから災害時には、自治体レベルでのオペレーショナルセンター、COCというものを発動させます。そして県とか州の、あるいは地域のレベルにおいては、地域レベルの機能センターができて、我々は地域のレベルのオペレーションセンターを統合したオペレーションセンターに対して情報を提供します。また国のレベルではDi. Coma. C.が全ての組織の調整を行います。

では、火山リスク課の活動はどんなものでしょうか。これは長期的、短期的、あるいは事後およびリアルタイムと分けることができます。事後的な活動としましては、火山リスクやそれらに関連したリスクに直面した際のイニシアティブであったり、モニタリングシステムの開発であっ

たり、シナリオの準備であったり、緊急時支援計画といったものが挙げられます。

一方、リアルタイムで行う短期的な活動については、火山活動の状況を評価して、そして必要に応じて警戒レベルを変更し判断を支援します。市民保護局が警戒レベルの発行に対して責任を負います。

ではどういった組織が主に火山リスクに関わっているのでしょうか。科学コミュニティは当然該当しますし、我々は、彼らなしには仕事をなし得ません。大学や他の科学コミュニティに対する首相指令を通じて、科学コミュニティは市民保護局と結びついています。そして、INGV に対して国の法律が定められています。つまり、INGV には国の法律があり、その中で、INGV は地震・火山リスクの監視に対して責任を持つ唯一の機関であると定められています。

一方、大学や科学研究センターなどは、首相指令に基づいた合意を有するため、我々の目的を達成することができる大学や研究機関を認識することができます。

これはストロンボリ火山で噴火が発生することを想定した例です。ご覧のように、研究機関に対して四つのコンペンスセンターがあり、それらはそれぞれ市民保護活動に貢献しています。それらはフィレンツェ大学、National research center、INGV、国家研究機関、それから我々です。それぞれの区分で互いのニーズを満たすための義務や活動が課せられています。最後 INGV とありますが、これは監視システムにかかわる正式な見解を提供します。全ての情報は DCPC に提供されます。そして、それらは全て調整されており、全ての情報は我々の目的を達成する上で有用なのです。国家緊急事態の場合には市民保護局が担当しますが、局所的な事象が起きた際の地域対応でも有効です。

これ以外にも長期的に行われる我々の活動として、先ほどネリ博士のほうから話がありましたように、避難計画が挙げられます。ハザードマップや INGV が提供したデータやシナリオをもとに、我々はバスビオス山における緊急避難計画マップを作成しました。カンピ・フレグレイでも作っています。地質データや確率論モデルなどをもとに、この赤い危険地域を策定します。これは噴火前に避難を指令する地域なのですが、火砕流の影響を受けることが想定される地域に相当します。我々は、70 万人もの人たちが、72 時間以内に避難するということを想定しています。黄色いゾーンは多量の火山灰の降下による影響を受け得る地域です。黄色いゾーンに該当する全てを避難させるわけではありませんが、それは噴火時の風向きや噴火の強さに依存します。したがって、この黄色い地域は噴火が始まった後にのみ、かつ噴煙の向きが分かったときにのみ避難指令が出る地域ということになります。

緊急避難計画というのは、ある部局によって提案される唯一のガイドラインというわけではありません。共に活動を行う全員で行います。例えばバスビオス山については、市民保護局はどんなことを行うのかと言いますと、緊急避難計画に対する国家的な指針を出し、国のシステムに属する全ての人々がこれに合意をして、独自の避難計画を立てます。

例えば我々の指令の中で要件とされているのが、幾つかあります。それは、意思疎通計画に関する内部部門があります。すなわち、システムに属する全ての参加者は、独自の内部計画が必要

であり、その計画は人々の安全を守ったり評価したりすることに役立ちます。他には、セクタープランというものが要件に挙げられますが、例えば科学部門であれば INGV が調整をしていますが、全ての科学機関もまた要件を満たさなければなりません。それから地域、地方のプランもあります。それは最も重要なもので、地域レベル、あるいは市町村のレベルにおいても、その地域に住んでいる市民が十分にそれを理解し、それに従って行動できるようにしていかなくてはなりません。これは国家警報システムのワークフローです。我々の元には、地域や運営組織から二つのデータが入っていきます。

入ってくるデータと監視データの二種類のデータがあります。DPC の火山リスクオフィスにおきましては、これは左の緑の部分で示したように、ビデオ会議を通じて、我々は科学コミュニティや地域の市民保護局の支部とともに評価を行っています。我々はこのようなことを毎月行っています。例えばシチリア島の、あるいはカンパーニャの火山についても、そういったことを行っています。特定の質問があれば、**Commissione Grandi Rischi** が動員されます。これは国家最高科学顧問団であり、市民保護局は特定の質問に対し助言を行うことができます。

警戒レベルの変更に際しても、必要な場合には、**Commissione Grandi Rischi** が助言をします。例えば、カンピ・フレグレイやシチリアで最も活発なシチリア火山の場合、私たちから疑問を投げかける時間的猶予があり、かつ現象の進展が非常に早い場合、これに相当します。この評価の仕組みの中の最後の部分は、警戒レベルに関する問題なのですが、その地域、地方においても当然行動が促されることとなります。

こちらの表は火山の警戒レベルを表しています。中に書いてあることはイタリア語なので拡大はしませんでした。この警戒レベルに基づいて、我々には幾つか責任を負うこととなります。緑から赤へと変化するにつれて、我々の責任は大きくなっていきます。国家政府の DPC がより介入を強めていきます。この警戒レベルは火山の均衡状態を表しています。緑から赤になるということは、だんだん国家の関わりが強くなっていくということです。緑から赤に移行する段階で、強度が強い現象が発生すれば国家が動員される。黄色、オレンジ、緑もちろんそうですが、この現象に対して市町村郡、地域、ないしは市町村もまた事態に直面することとなります。

赤の場合は組織内部での調整が必要となります。火山リスクの観点から警戒レベルを変更する際、緊急時オフィスは、たとえ地域のレベルにおいても、何らかの行動が必要とされます。緑、黄色、オレンジ、赤で三つの種類のオペレーションの段階があります。各オペレーションの段階で、手順書に従って行動します。これはベスビオス山のオペレーションの段階の事例です。基本的には、DPC が地域のカンパーニャの代表者と話をし、事前の警報に注意を向けて、影響される市民の数が多いため責任が大きいのですが、判断はこの閣僚会議の議長に仰がれます。先ほど申し上げませんでした。市民保護局は首相組織の下に置かれています。すなわち、市民保護局は直接首相に依存しているということとなります。

我々が警戒レベル一覧表を発令した際のコミュニケーションの流れですけれども、このような地方レベルでの影響シナリオであれば、火山活動の助言というかたちで短い情報が INGV と大学

から提供されます。それからわれわれは即座に対応しなければならないですが、即座の対応としまして、適切な文書や助言を地域に対して出すということになります。このような助言は地方自治体に行き渡り、地方自治体は市民に対して指示を出したり、火山近郊に住む市民や旅行者に対して、幾つかの規則に従うように促したりします。我々には INGV とともに作っている協定や、そのほか科学研究所などが作成した早期警戒を発するショートメッセージがあり、これは市町村に直接送ることができます。

早期警戒システムは、例えば、エトナ山を対象に存在しています。国レベルの影響シナリオですと、コミュニケーションもほぼ同じですが、ただ唯一違うのは、もし状況が代わり始めたという場合、より複雑な資料が交わされます。したがって、我々は各地域に文書や助言を出します。DPC はこれらの情報が発せられた後に、INGV や大学とともにビデオ会議などで再評価を行います。もし警戒レベルを変更する必要があるということであれば、その情報を地域に渡し、地域がこの各市町村に緊急対策を仰ぐ、そして情報を公に提供をするということになっています。

INGV が発行する詳細な文書がありますが、この手順書は 10 年間の INGV との協定の中に入っています。火山活動に関して助言する際、例えばストロンボリやエトナの爆発的噴火やその他の火山活動のような突発事象に対しては 5 分以内に発信する必要があります。第二、第三の火山活動の助言につきましては、現象に関する詳細が分かってから、事後に発行されます。その後、各分野に関わる資料が提供されますが、これらの資料はエトナやストロンボリのような緑または黄色のレベルでは週に 1 回、オレンジまたは赤色のレベルでは 1 日 2 回発行されます。つまり、また深刻度が増しますと、現象に関する説明や評価を行う文書が増えることになります。それから、特別文書というものがあまして、これは黄色または緑色レベル時に発せられた最初の助言から 12 時間後、そして最初のオレンジまたは赤色レベル時に発せられた最初の助言から 6 時間後に提供されます。これは非常に複雑な文書で、複数の分野を網羅したものであり、対象とするものが過去にどのような経緯をたどったかを示すような歴史記録や、予測される現象に対する評価といった、詳細な情報を含みます。

それから報告書というものがあまして、これは 6 カ月ごとに全ての火山に対して発行されています。しかし、特定の事象が発生した場合、例えば Commissione Grandi Rischi が INGV に対して助言を求めた場合、INGV は Commissione Grandi Rischi に対して何らかの文書を会議に用意することになります。

以上、結論です。私が強調したいのは、科学コミュニティと市民保護局の協力関係についてでありまして、その関係は大変よく機能しています。協定に基づいて継続的な監視システムの改善を行っています。科学コミュニティと市民保護局との強力な関わり合いによって、ハザード・リスク評価を改善することができます。市民保護局はオペレーションおよび研究プロジェクトを通じて様々な場面で必要な要件を満たすよう取り組んでいます。例えば、私がお話ししましたように、管轄センターでは現象が起こる前段階での早期警戒システムについて、その他にも多くの場面がありますが、各々で要求を満たす取り組みを行っています。

全ての市民保護局および科学コミュニティは、効果的で科学的なイニシアティブの計画や、火山イベントに対応する能力を強化することに挑戦しています。さらに注目すべきは、いまあるテクノロジーを使って、早期に情報を発信できるような早期警告システムや、最も迅速なオペレーションツールの開発に取り組んでいるということです。軌道に乗って、計画は進んでいますけれども、よりよい科学的な知見、オペレーション上の知見を市民に提供するために継続的な努力が必要です。最後になりましたが、私が考える最も重要な点は、市民との意思の疎通や普及啓発を改善していくことが必要であるということです。イタリアでは、リスク認識がそこまで高いとは言えません。最近、ある問題が起きました。カンピ・フレグレイ・カルデラでは、2012年に活動レベルがあがりました。そこで市民がこの火山の中に住んでいるんだという意識が益々高くなりました。噴気活動もありましたので、「これは火山なのだ」という意識は高まりました。しかし、それでもまだ十分ではありません。学校に通う子どもたちから始まる教育、防災訓練、これも準備が大変なのですが、こういったことが非常に重要だと思っています。

情報伝達キャンペーンについて言及しますと、市民保護局はその他の関係機関と共に情報伝達キャンペーンを行っております。こういったキャンペーンは地震リスクからスタートしまして、次に水害リスク、水文地質学、そして津波リスクに拡大されました。次なる課題は、火山リスクが対象となっています。そういった意味で、イタリアの火山リスクの意識を高める活動を開始する良いチャンスだと思います。ありがとうございます。

司会：どうもありがとうございます。お時間のほうがまだたっぷりありますので、何かご質問とかコメントがありましたらお願いします。

質問者：ありがとうございました。すごく面白かったです。お聞きしたいのが、75万人もの人を72時間で逃がすということで、その逃げるはずの人たちは、どのくらい逃げないといけないということを知っているのでしょうか。どうやって教育をされているのでしょうか。

マンジョーネ：ご質問をどうもありがとうございました。避難の対象となっている人たちは、地元の緊急時計画を知っている必要があります。いま、我々は国家での枠組みを作っていますが、それぞれの自治体もまた、“自分たちの”緊急時計画を作らなければなりません。一度自治体の緊急時計画ができれば、そうすると避難時にどこに向かうべきかがわかります。それから、避難民は安全な場所に集められ、その後、彼らは姉妹都市に移動します。レッドゾーンに該当する各自治体には、イタリア国内に姉妹都市が定められています。市民は姉妹都市に、その噴火に応じて終わるまで移動して、そこに住むということになります。しかし、これは大きなチャレンジです。なぜなら、我々は噴火が発生したいくつかの場合について学んでいるからです。というのも、噴火が起こる場合、噴火というのが起こらないこともあれば、数ヶ月あとに起こるということもあるわけですね。これは大きなチャレンジですが、あくまでも手続上の話です。

質問者：そのプロシージャは、市民の人はもうすでに、そういうことをやるということは理解をしているのですか。

マンジョーネ：そうです、理解しています。もう手続きは分かっています。なので、我々がすべきは、どこに集まるかということ把握しておくだけだと思います。市民は既に姉妹都市がどこなのかを知っているわけですから。

質問者：ありがとうございました。

質問者：鹿児島市立病院救命救急センターのヨシハラでございます。素敵なレクチャーをありがとうございました。非常にリスクのレベルに応じた、どのレベルの行政が判断するというのもよく理解できて、非常に参考になりました。

一つ Question ですけれども、先ほど赤のエリアからの避難の話が少し話題になりましたけれども、黄色のエリアのところから、風向きによって一部避難をする地域を決定するというものでしたけれども、この人たちはそのときの風向きによって、事前に避難することを考えていらっしゃるのか、それとも噴火が発生してから避難することを考えておられるのか。

もし噴火が発生してからということだと、降灰の影響が避難活動に影響しないのかどうかということ。もし事前に避難するというのであれば、72時間前の風向きで判断されるのか。あの地域においては3日間ずっと同じ風向きというのは、10%くらいしかないということを聞いていますけれども、どのようなタイミングの風向で決断されるのか、そのへんについて、ご見解をお願いします。

マンジョーネ：ありがとうございます。判断は当然その風向きにかかわってくるわけですが、INGV と私たちが共に信頼性の高いシミュレーションモデルをつくりました。このモデルを使用することで、詳細の天候を用いたとき、風向きはどうか、火山灰がどの様に飛散するのか、どれくらいの量の火山灰が地表に降灰するのかということがわかります。ですので、実際に噴火が起こった段階で、風向きがどこに向かうかというのはほとんど分かっているので、その住民の避難はそんなに難しくありません。避難を強いられるであろう人々は自分たちが黄色い地域にいるということは認識していますので、実際に噴火が起こったときに、その風向き、風速に応じて避難しなければならないということを知っています。

また国家指令というのが、この黄色い地域、赤い地域の人たちに対しては出されています。例えば非常に重要度の高い付加価値のあるインフラは、先ほど見ていただいた線では——ちょっとお見せしたいと思いますが、この線ですね。これは、黄色の領域を元に指定されています。これは、GIS を用いて作られた、降灰域とインフラの交わる領域です。このラインですね。300kg/m²の灰が降りる可能性が5%ある領域に相当します。これは家屋の崩壊が想定される閾値に相当します。我々はこのようなインフラと降灰域が交わることを根拠に、降灰による影響を想定しています。

この地域の人たちはそれを認識しています。国家指令やガイドラインを通して、この地域の重要度の高いインフラに対しては、400kg/m²に耐え得る強度が必要だということが定められています。このような取り組みに基づき、降灰域に応じて人々は避難を行います。

質問者：黄色のエリアは噴火直後、噴火した後、噴火最盛期には、被害を及ぼすような噴石は落

ちてこないエリアなののでしょうか。それともやはりその間はちょっと堅硬な建物に隠れていないといけないようなエリアなののでしょうか。

マンジョーネ：はい。これとはまた別に、噴火発生時における火山灰の問題に関するガイドラインがあります。地域の避難計画で対策が取られることとなりますが、例えばその場合は、その降灰があるときには外に出ないように注意を促しています。

また、決められている避難所に避難することや、火山灰の除去、避難を促進するためにマスクを装着するとか障害物をよけるとか、各市町村の中の計画で対策が取られています。この屋根の崩壊以外にも対策はあります。

質問者：ありがとうございました。

司会：次は第1部の最後の講演になりますけど、内閣府の防災担当の廣瀬先生から「日本の火山防災」ということでお話しをしていただきます。

「日本の火山防災」

廣瀬昌由（内閣府（防災担当））

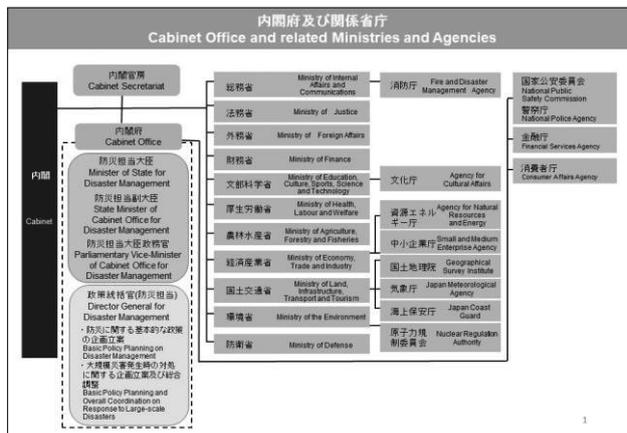
日本の火山防災
Volcanic Disaster Management in Japan



平成29年11月22日
内閣府政策統括官(防災担当)付 参事官(調査・企画担当)
廣瀬昌由
Director for Research and Planning,
Director General for Disaster Management, Cabinet Office
Masayoshi Hirose

廣瀬：ご紹介いただきました、内閣府の防災担当で参事官をしております廣瀬と申します。よろしくお願いいたします。

今日のご説明は、「日本の火山防災」というテーマを与えられましたが、まず前半でわが国の防災体制全般の話をさせていただきまして、いま火山関係でどういう取り組みをしているかについて、紹介をさせていただきたいと思います。



これがいまの国のと言いますか、いわゆる中央政府のほうでどんな防災体制を取っているかということでございます。内閣府はここに属しますけれども、内閣のもとに内閣府に特命担当大臣ということで、防災担当大臣が設置されております。

これは平成13年にいまの省庁の体制になりましたけれども、13年以降防災担当大臣は

特命大臣としてずっと設置され、その下に政策統括官（防災担当）ということで、防災に関する基本施策的な政策の計画立案であつたりとか、発災したときにどういうふうに対処するか。特に大規模災害ですけれども、そういう対処方針だとか実際のオペレーション、そういうことを担っている組織になります。

それは総合調整を行うのですが、そのもとに関係省庁がこういうふうに並んでございまして、先ほどからお話が出ている気象庁はここにありますが、国土交通省の外局として外のエージェントとして気象庁が属しているというかたちになってございます。ここには実働として防災対応をしている省庁が書いてございます。トップが閣僚である場合と、トップが一般的な公務員である場合と、普通いろいろな組織がございまして、この組織が連携を図って対応を進めている。

先ほどネリ先生のお話しでありましたけれども、日本はC3で非常に広範でリスクが高いという話がありましたが、大体、保険会社や国連の評価だと、日本のリスクは高いというのが挙がっています。そのリスクは火山のみならず、洪水や地震の被害が高いということになります。

実はこれから法制的な話になりますけれども、日本の災害対応は昭和36年、1961年に制定され

た「災害対策基本法」という法律に基づいてオペレーションをするということになってございます。これは 1959 年に伊勢湾台風という台風がございました。日本は洪水も多く、高潮も多いのですけれども、東日本大震災、さらに 1995 年の阪神淡路大震災前の一番自然災害で死者が多かったのは、第二次世界大戦以降ですけれども、5000 人以上の死者を出した伊勢湾台風。1959 年の台風になります。

中央防災会議
Central Disaster Management Council

- 会長は内閣総理大臣
Chaired by the Prime Minister.
- 全閣僚、主要な公共機関の長及び学識経験者で構成
Consists of Ministers, heads of public institutions and experts.

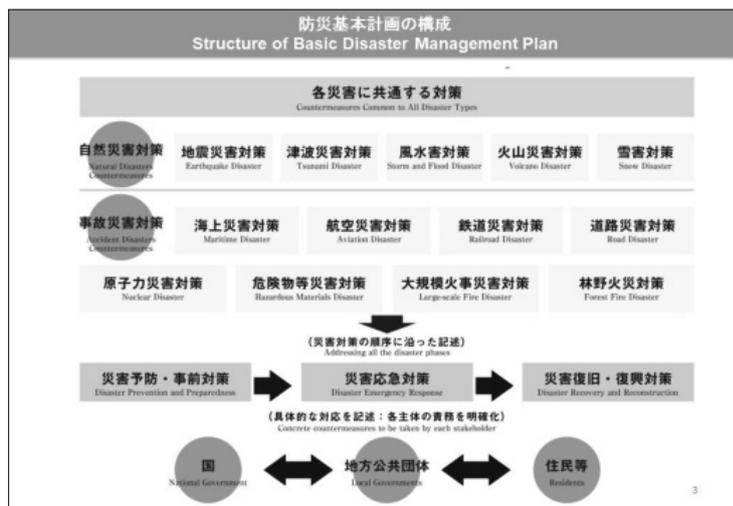
会議は、防災基本計画の作成や防災基本方針の策定など、総合的な災害対策を推進する役割を担っている。
The Council develops the Basic Disaster Management Plan and establishes basic disaster management policies, and plays a role of promoting comprehensive disaster countermeasures.



この台風のとときに、今の「災害対策基本法（災対法）」、災害対策をどうい役割分担でやっていくか、どうい仕組みでやっていくかという法律の体系が 1961 年にできあがってございます。その後、いろいろな災害に応じて見直しをしてきておりますけれども、基本的な法制は、そのときに作られたものが基本法としてございまして、その中で中央防災会

議というのを位置づけてございます。

これはトップが、会長が内閣総理大臣で閣僚が入ってございます。それから有識者の先生も入っていただきまして、国全体の防災の基本計画や重要事項を審議していただくという、国全体の大きな方向を決める一番大きな会議でございまして。



その防災基本計画を決めるのですが、防災基本計画はどんな中身になっているかと言いますと、実は災害全般、どんな災害にも共通する体制があるのですが、この捉えている災害は自然災害、先ほど申しました火山対策が入っていますけれども、それ以外に風水害や地震津波、この自然災害のみならず、事故災害も捉えて、これ全体に共通する対策と、そ

れが個々に対応しないという対策を明記しております。

それを災害の予防、発生する前の予防事前対策、それから発災したときの緊急対策、それから起こってからどんなふう復興を進めていくかというフェーズを分けているのと、伊勢湾台風のとときに防災対応の役割分担が明確でなかったこともありまして、この基本計画の中では、誰が、

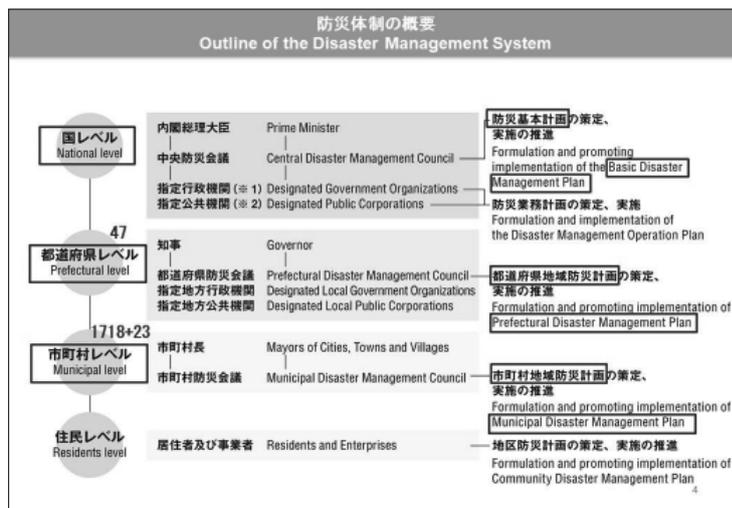
すなわち国がであったり、都道府県がであったり、住民がであったり、その役割分担、主語が明確に書いてある計画になってございます。

実際にそれをどんなふうにもオペレーションをするかという、今度は防災体制のほうでございませうけれども、いま申しましたように、国レベルでは総理大臣のもとに中央防災会議が設置されておりまして、そこで防災基本計画を立てます。

その防災基本計画も続きまして、ここに指定行政機関とございますが、先ほど冒頭紹介しました 24 の機関、省や庁がありましたけれども、その機関が自ら防災業務計画を策定してそれを実施する。この防災基本計画に基づいて、それぞれの機関がそういうものを実施することになってございます。

先ほどもイタリアの例を示されておりましたけれども、実はここにもう一つ指定公共機関というのが入ってございまして、これは今 60 超、60 を超える機関が入ってございます。

この機関にはいわゆるライフラインの機関であったりとか、災害のときに物流を運んでいただくような業界の方であったりとか、そういう方もこの指定公共機関として、民間の方ですね、民間の方も入っていただいて、同じようにこういう計画づくりをして、それをいざというときには実行いただく、あらかじめ実行いただくという体系になってございます。



同じ体系でこの下に都道府県レベルで、やはり都道府県が防災計画を、国の基本計画と調和したかたちで作っていただき、そのもとに指定地方公共機関、指定地方行政機関というのは、必ずしも都道府県や知事に指定されるものではなくて、国全体で指定するものですが、そういう機関も連携を図って、さらに市町村レベルも同じような体系でやることになってございます。

冒頭のスライドで言い忘れたのですが、私は内閣府におりまして、一番左側に書いていて、格好いいような、偉そうな組織に書いてあるようでも、内閣府はパートタイムや研修員も含めて、いま東京で 100 人ぐらいの組織でございまして、100 名の組織です。ここに並んでいる機関は、実は気象庁さんは气象台を持っておられて、自らの出先機関を地方に置かれている組織です。

それから消防庁さん、これは東京にあるのですが、実際の消防活動をされるのは、都道府県に置かれる機関があって、地方公共団体と連携を図って活動している組織になりまして、必ずしもこの組織の全体は、同じような組織形態になっているわけではなく、自分の Branch を持ってい

政府災害対策本部の設置 Establishment of Government Management Headquarters		
	緊急災害対策本部 Extreme Disaster Management Headquarters	非常災害対策本部 Major Disaster Management Headquarters
設置基準 の目安 Criteria	著しく異常かつ甚大な非常災害 即ち、18歳未満の者の大規模かつ多発する災害が発生した 場合 ※東日本大震災	非常災害 水災、地震、気象、行方不明者が10人以上に及び場合(全寮戸数なども考慮) ※平成13年東海地震 平成23年新潟県中越前地震、8月豪雨、豪雪 平成19年新潟中越前地震、平成19年和歌山県火、など
設置権者 Establisher	内閣総理大臣(閣議決定必要)	内閣総理大臣
本部長 Chief	内閣総理大臣 Prime Minister	国務大臣(防災担当大臣) Minister of State (Minister for Disaster Management)
副本部長 Deputy Chief	国務大臣(防災担当大臣及び内閣府長官)	内閣府長官もしくは指定行政機関の職員又は指定地方行政機関の長若しくはその職員のうちから内閣総理大臣が任命(内閣府副大臣又は大臣政務官)
本部員 Members	・全ての国務大臣 ・内閣危機管理監 ・副大臣又は国務大臣以外の指定行政機関の長のうち内閣総理大臣が任命する者(内閣府副大臣(防災担当))	内閣府長官もしくは指定行政機関の職員又は指定地方行政機関の長若しくはその職員のうちから内閣総理大臣が任命(関係省庁局長級)
事務局長 Secretary General	内閣府政策統括官(防災担当)	
所掌事務・権限 Jurisdiction and Authority	・災害応急対策的的確かつ迅速に実施するための方針の作成【法第26条第1号、法第28条の4第1号】 ・災害応急対策の総合調整【法第26条第2号、法第28条の4第2号】 ・必要な緊急の措置の実施【法第26条第3号、法第28条の4第3号】 ・指定地方行政機関、地方公共団体、指定(地方)公共機関に対する必要な指示(本部長の権限) 【法第28条第2項、法第28条の8第2項】 ・指定行政機関に対する必要な指示(緊急災害対策本部長のみの権限)【法第26条の6第2項】 等	

る機関と、それから地方公共団体と連携を図って防災対応をする機関が少し混在している状況になってございます。先ほどイタリアの例でもございましたけれども、起こったときにどうするかということでございます。政府はまずは大きな災害が起こると、二つの本部をこれも災対法に位置づけられていますけれども、二つの本部を設置することになってお

ります。こちら側がより大きな災害のときでございまして、緊急災害対策本部というのが、内閣総理大臣、先ほどの中央防災会議と一緒にすけれども、内閣総理大臣をヘッドとして、関係閣僚が入ったかたちでの緊急災害対策本部を設置することになります。

これは1995年の阪神淡路大震災のときに設置の要領が見直されて、今まで設置をされたのは東日本大震災のときに設置をされた実績があります。一方で、そこまでは及ばないのですが、一つの都道府県では対応が難しいような広域的な災害、具体的に言いますと、死者、行方不明者の方々が100人を超えるような場合、一つの都道府県では対応が厳しいような場合には、非常災害対策本部を設置することになってございます。こちら側は私たちの親分である、国務大臣である防災担当大臣を本部長にいたしまして、関係機関からなる対策本部を設置するという仕組みになってございます。

法律上はこのような設置になるのですが、実際は起こる前から例えば例で言いますと、「大きな台風が近づいているよ」みたいなことがありますと、防災担当大臣を頭とする関係機関の警戒会議というものを実行上は開くことになってございまして、法律に基づかないけれども、政府としては予防的な対応も持つというルールは持っております。

政府災害対策本部の設置 -現地- Establishment of Government Management Headquarters - On-site	
	緊急災害/非常災害 現地対策本部 Local Management Headquarters for Extreme Disaster/Major Disaster
設置基準 Criteria	被災地と緊急災害対策本部等との連絡調整、被災地における災害応急対策推進体制の確立が特に必要な場合
本部長 Chief	内閣府副大臣、内閣府大臣政務官 等 Cabinet Office Deputy Minister, Cabinet Office Parliamentary Secretary etc.
主な役割 Main Roles	①被災状況・被災地の対応状況、広域的支援状況の把握、これらに関する情報の関係機関、本部等への連絡 ②被災地からの要望の把握、要望事項の本部への伝達、被災地の地方公共団体との調整、政府の行う施策についての被災地への広報 ③国又は国に申し出のあった機関等の支援に係る人員・資の輸送、供給に関する連絡調整 ④国の施設を活用した避難者の収容についての連絡調整 ⑤被災地における航空安全確保に関する調整 ⑥政府調査団、大臣等政府関係者による現地調査、現地視察等に関する日程等の連絡調整
【参考】	①国・自治体・法第26条の大震災の際、閣議決定により現地対策本部を兵庫県に設置した。 ②被災地地方公共団体との連絡調整 ③被災地の情報や支援要望の収集・処理・東京の本部への伝達 ④国の施策等に関する情報の現地への提供・広報 ⑤がれき処理等被災地地方公共団体の対策に対する支援、協力等 ・上記等の役割を果たしたことを踏まえて、災害対策基本法の改正により現地対策本部の設置について法定化 ・東日本大震災では、現地対策本部を宮城県に設置し対応

それからもう一つ、東京で二つの本部が立ち上がったときに、現地でも対策本部を立ち上げるという仕組みになってございまして、基本的に緊急災害や非常災害の本部が東京に立ちますと、現地との連携を密にするという意味で、あるいは現地での一部判断を伴うものがあるということもあって、現地対策本部を立ち上げることになってございます。

これも本部長は内閣府の副大臣であったり政務官が行って、各省からも現地に行き、ここに書いてございますような現地での連絡調整であったり、どんな要望があるのか、具体的にどういう活動ができるのかということ調整することになってございます。

日本の火山防災対策の実施機関 Implementing Agency of Volcanic Disaster Management in Japan	
日本の火山防災対策には様々な機関が関わっており、特に調査・研究・観測は国の機関、研究開発法人、大学等の複数機関が実施しているため、関係機関の連携が重要。現在は火山噴火予知連絡会においてデータの共有等により連携している。	
主な実施機関と実施内容	
防災政策全般 Disaster management measures in general	内閣府 CAO: 災害対策基本法、活動火山対策特別措置法を所管、火山防災対策会議等を通じて、関係機関の施策のとりまとめや、関係機関の連携を強化し、より一体的な火山防災体制を検討。
火山ハザードマップ作成 Making Hazard Map	都道府県 Prefectures: 火山ハザードマップの作成 国土交通省(砂防) MLIT: 土砂災害の観点からハザードマップの検討・作成
調査・研究・観測 Survey, Research, Observation	気象庁 JMA: 監視・警報発表の業務に資する実用技術の開発 海上保安庁 JCG: 海城・島しょ部の火山の監視観測 国土地理院 GSI: 国土の把握として地殻変動を監視観測 防災科学技術研究所 NIED: 防災の共通基盤的研究(研究観測網整備) 産業技術総合研究所 AIST: 地質学的知見から噴火履歴調査、火山灰調査 情報通信研究機構 NICT: リモートセンシング技術の開発 大学 Universities: 学術の発展を目的とした基礎研究・先端研究及び観測
監視・警報発表 Monitoring and issuance of warning	気象庁 JMA: 全国111の活火山を監視し、噴火警報・噴火警戒レベル等を発表 国土交通省(砂防) MLIT: 土砂災害緊急情報の発表 「火山噴火予知連絡会」でデータ共有
防災対応(避難等に関するソフト対策) Disaster response(non-structural measure)	市町村 Municipalities: 避難勧告等の発令などの各種防災対応 内閣府 CAO: 緊急対策本部等の設置、被災者への財政支援

それを火山に少し落とし込んでみますと、火山の防災対策の実施機関というのは、ここに書いてございますような機関がやっております。防災政策全般は、先ほどの全体的な調整事項でございますけれども、基本的な方向であったり、調整する話は内閣府、私ども機関がやらせていただいております。

火山ハザードマップの作成、先ほどからいろいろな例が出ていますけれども、各火山ご

とにどういうリスクがあるのか、リスクというかハザードが発生しているのかというのは、基本的には都道府県が国土交通省等と連携を図って作成されている。

調査・研究・観測はここに並んでおりますように、気象庁さん、海上保安庁さん、地理院さん。先ほどの24機関に入ってきた機関に加えて、今日も主催いただいております防災科研さんであったり、このような国立研究開発法人、大学の先生も入っていただいたかたちでの調査研究が進められている。監視・警報発表は、先ほどから議論になっているように、主に気象庁さんを中心に進められているということになってございます。

それから実際の避難等に関するオペレーションは、先ほど申しました昭和36年、1961年にできました災対法で、基本的なオペレーション、避難勧告等の発令は、いま日本では市町村の責務ということになってございます。後で気象庁のほうから紹介があるかと思っておりますけれども、この赤枠のところを火山噴火予知連絡会等で、全てというわけではないと思っておりますけれども、必要な情報交換、データ交換等がされていると認識しております。



これは日本の111の活火山で、先ほど井口先生からもご紹介がありました。内閣府としてやはり科学と社会の問題で、どのように捉えるかということだと思っておりますけれども、特徴的なのは先ほど先生から島の話もありましたけれども、やはり観光地が多い、あるいは風光明媚であるので登山活動が非常に盛んである。山ごとにそういう特徴があるというのは、非常にユニークな火山がいろいろあ

るといのが、特徴かと思います。



少し、近年の噴火の様子ですけれども、先ほどからお話しがある桜島、噴火活動を非常に活発にしております、かなり年間降灰、降った灰による影響が大きいところでレベル3が続いているのですね。

これが雲仙普賢岳の状況で火砕流が発生して、マスコミ関係者も含めて亡くなられたということで1990年からの活動が続いている。

それから有珠山でございます。2000年ですけれども、これは本格的な噴火の前に1万6千人の方が避難できたということで、人的な被害がなかったという事例でございます。

2000年の三宅島でございますけれども、これは4千人ぐらいの方が全島避難されて、4年半にわたって避難をしないとイケなかったという状況でございました。

2011年の雲仙の新燃岳、それから2014年の御嶽の噴火と続いておまして、ここで58名の方、まだ行方不明の方がいらっしゃるということで、非常に痛ましい災害が発生している状況になってございます。

ちなみにこういう災害のときも、先ほどの現地対策本部というのは設置されて、あるいは非常災害対策本部も設置されて、政府全体での発災後のオペレーションは進めている、そういう対応をしている状況になります。

これは御嶽山の被害の状況でございます。先ほど申しましたように、御嶽山は非常に大きな人的な災害を伴いましたけれども、日本の中部地方にありまして、長野県と岐阜県の県境にある山でございます。3000メートル級の山で、私は山登りはしないのですが、結構山に登る人には人気のある山だと聞いておまして、一部ロープウェイもできて、登りやすい山だと。



小さくて恐縮ですけども、こういうところにたくさんの山小屋があることが、それを象徴的に言っているのかなと思ってございます。9月27日、紅葉が始まるころで非常に天気も良かった日だと認識しておりますけれども、11時52分ごろに噴火が発生して、それから約30分後に噴火警戒レベルが引き上げられる。その夕方には非常災害対策本部、あるいは現地対策本部を設置したという状況

この御嶽を受けた対応になります。

活火山法の改正の中身ですけれども、まず国によって基本指針を定めるのですけれども、その中で火山災害警戒地域というのを国が定めます。それは基本的には先ほどの 111 の火山の中から常時観測火山というのを井口先生はおっしゃっていましたが、その常時観測火山を対象に、どこが危ない地域なのかというのを設定します。その設定した地域において、関係者が一体となって避難計画を策定していくという話になってきます。

その中でこの法律に基づきまして、火山防災協議会というのが、法律に基づく協議会、我々は法定協議会と言いますが、それを設置するということが義務づけられたということになります。

この中に、ここに火山専門家というのが入っているのですけれども、火山に対して知識をお持ちの方もこのメンバーに加えて入っていただきまして、関係の行政機関、先ほどの救命救助等を担う自衛隊や警察も入ったかたちで、平時から非平時において、避難計画を作っておくという役割を、この専門家にも入っていただいて、やっていただいている。それが法律に基づいて位置づけられたということになってございます。

先ほど噴火警戒レベルの話がございましたけれども、噴火警戒レベルに応じて、噴火警戒レベルのおおりに、1、2、3、4 と必ずしもあるわけではないですし、そこに注意をしないとイケないと言いつつも、これと連携をするかたちで避難計画を作るという話になりました。



これが富士山の火山ハザードマップの例でございます。これは都道府県が中心になって、先ほどの国土交通省の出先機関である地方整備局とも連携を図って、協議会で議論したかたちで、どこが火口のできるリスクが高いか、その結果として火砕流がどこに流れ込むか、噴石の影響はど

噴火警報と噴火警戒レベル Volcanic Warnings and Volcanic Alert Level			
種別	名称	対象範囲	レベルとキーワード
特別 警報	噴火警報 (居住地域)	居住地域	避難
	噴火警戒 レベル	火口	避難準備
警報	噴火警戒 レベル	火口周辺	入山規制
	噴火警戒 レベル	火口周辺	火口周辺規制
予報	噴火予報	火口内	活火山であることに留意

噴火警報とは
What is Volcanic Warnings

○ 気象庁が、全国110の活火山を対象に、生命に危険を及ぼす火山現象の発生やその拡大が予想される場合に「警戒が必要な範囲」を明示して発表する警報。

噴火警戒レベルとは
What is Volcanic Alert Level

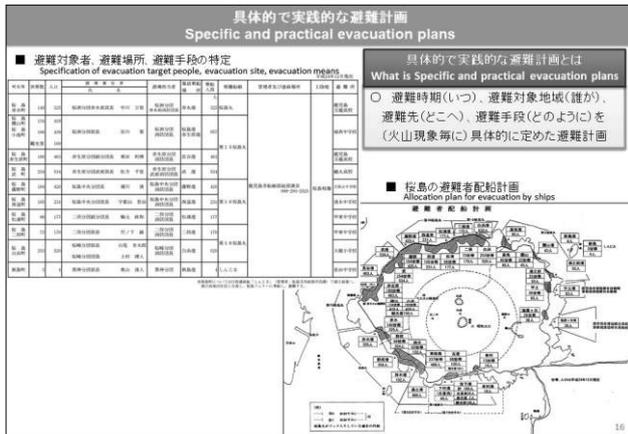
○ 「警戒が必要な範囲」を踏まえて、防災機関等とのべき行動を5段階のキーワード(「避難」、「避難準備」、「入山規制」等)に区分した指標。

○ 地元自治体と「いつどこから誰が避難すべきか」について合意した火山において噴火警報と併せて発表。

こかというハザードを示した図、これをまず都道府県を中心に策定するというようになります。

これは先ほど井口先生のほうからありました噴火警戒レベルの話でございまして、噴火警報と連動するかたちで、警戒すべき範囲、警戒が必要な範囲を明示して、何をしないといけないか、先生の話、こっちが火口の方、

こっちが住民の方でございます。こっち登山者イメージ、こっちが住民イメージでしたけれども、色分けもこんなかたちでしつつ、具体的にどういう行動を取らないかを示して、レベル化をして提供をしていくという話を始めている状況になってございます。このレベルに応じて、具体的にどのような避難計画を作るかという話になってございます。

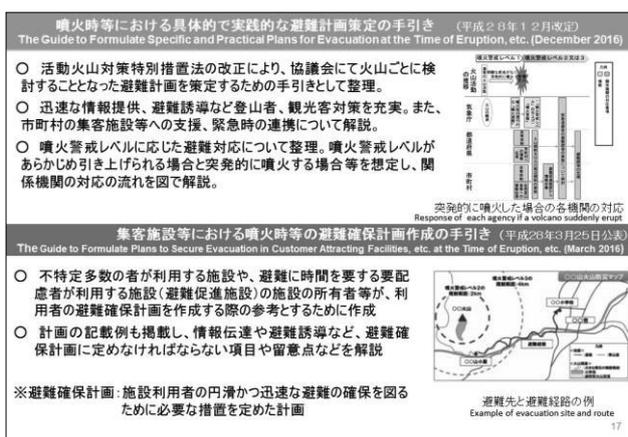


内閣府は先ほど申しましたように、出先がある機関でもないし、なかなか現状においてはそれぞれの火山、100人しかいないので、1人ずつ行ったらちょうど100人なんですけど、それだととても仕事にならないので、なかなか全てをできないという話になると。我々の仕事といたしますか、火山の政策を進めるに当たっては、基本的な方向性を示して、それをそれぞれの自治体や県さんにやって

いただくという、こういうスキームでやってきています。

まず何をしているかという、避難計画がちゃんと実行性があるものにならないといけないですよねということで、ちょっと言葉があれですけど、具体的で実践的な避難計画を作ります。具体的にはいつのタイミングで、誰が、避難先、どこへ、どのような手段でというのをしっかりイメージして計画を作ろうということになってございます。

これは桜島の例でございますけども、地域ごとにどこの船から何という船で、どこへ逃げますかということを決めていただいている状況になってございます。



これは一つ例を示しましたけれども、先ほど内閣府の仕事、内閣府の防災行政を進めるやり方として、国と地方公共団体の連携がありましたから、まず地方公共団体のほうに、その避難計画を作っていただけるように、手引きを作ってそれを配布して、それをいろいろな説明会で説明しているという、いまの実態になってございます。

協議会でしっかり議論をして作っていただくようなことや、今回御嶽では住民ではなくて観光客の方が亡くなったので、観光客への留意が必要であるとか、それから噴火警戒レベル、段階的に上がるように思われてしまいますけども、そうではなくて一気に上がる可能性があるのではないかとということも含めて、そういうことをポイントにして、具体的にどう作れるかというのを今日これぐらいの厚さになりますけど、少し分厚

いのですが、そういうものを作って、いま説明会等をやりながらやっています。

それからもう一つ、どうしても今回山小屋、先ほど御嶽にどれだけ山小屋があったかというのをお見せしましたけれども、そういうところであるので、たくさんの方が登っているということになりますと、いざというときに、人命だけを守るという話になると、一時的な待避場所が要るのではないかと。避難確保計画の策定の手引きを、集客施設にやっていただかないといけないということで、そういうものにつきましても手引きを作って、その周知に務めているという状況になってございます。

各火山地域が抱えている個別の課題の検討 Consideration of individual issues of each volcanic area			
各火山地域の避難計画策定の取組を支援するため、平成28年度は17火山、平成29年度は12火山について、地方公共団体と協働して避難計画を検討。			
平成28年度		平成29年度	
課題	火山名	課題	火山名
①火口近隣の登山者・観光客の避難計画の策定	倶多楽 八甲田山 秋田焼山 焼岳 雲仙岳	①火口近隣の登山者・観光客の避難計画の策定	岩木山 烏海山 鶴見岳・御藍岳 吾妻山 磐梯山 安達太良山 乗鞍岳
②市街地を含む具体的な避難計画（要援護者含む）の策定	岩木山 岩手山 浅間山 鶴見岳・御藍岳	②市街地を含む具体的な避難計画（避難行動要支援者を含む）の策定	横前山 八甲田山 秋田焼山
③複数の想定（火口/シナリオ）による避難計画の策定	アトサマリ 雄阿寒岳 有珠山 烏海山 霧島山	④多数の観光客（インバウンド含む）の避難計画の検討	富士山 伊豆東部火山群
④離島からの島外避難計画の策定	薩摩硫黄島 口永良部島 諏訪之瀬島		



先ほど井口先生のお話にありましたけれども、各火山によってシナリオも当然違いますし、対象とするハザード、もちろんリスクも違う。どれだけ住民の生活が脅かされるかも違うということもあります。

それから、先ほど日本の火山の噴火の例を幾つか、桜島から代表的なものをお見せしましたが、111の火山がいくら日本でもそう簡単に噴いているわけではないので、なかなか

その火山活動に遭遇される自治体の方が少ない。

先ほど日本のリスクは高いという話をしましたけれども、水害にしろ、大規模な地震にしろ、いま基礎自治体 1700 あるんですけども、その基礎自治体である市町村が、1700 が果たしてその職員の方々が在命中に、在職中に災害が起こるかといったら、必ずしもそうではないですよ。

従いまして、なかなかこれだけ火山活動が盛んな日本でも、火山活動の知識を、先ほどは手引きだけを作って、それでうまく浸透できるかという話は、なかなかそうになっていないという現実もございます。

いま内閣府のほうでは、各地域の避難計画の策定の取り組みを先の手引きを作って、こういうふうにできますよということを作ったのですが、なかなか一気にすぐ計画が進まないということもありまして、こういうふうテーマを設定して、「たくさん火山観光客が火口周辺に行かれるところ」とか、「近くに市街地があるところ」とか、「複数の火口が想定される」とか、先ほどありましたように、離島から島民全体が避難されるような例もあるかもしれない。こういうテーマを設定して、ご希望がある自治体、山ごとになりますけれども、そういうのを募集したかたちで取り組みの支援をしている。

実際に、内閣府の職員がその場に行って、こういうミーティングに出て、あるいは現地を本当にこんな避難路が確保できるかという、ちょっときめの細かい対応をさせていただいているところでございます。

火山防災体制における連携強化に向けて
Strengthening cooperation in the Volcanic disaster management system

○ 中央での関係機関の連携、一体的な火山防災体制の検討

火山防災対策会議
Volcanic disaster management measure conference
委員: 学識者、中央省庁(内閣府、消防庁、文科省、国土交通省、国土地理院、気象庁、海上保安庁)、
研究機関(情報通信研究機構、防災科学技術研究所、産業技術総合研究所、土木研究所)
【概要】火山防災対策の立案と監視観測・調査研究体制をより強化することを目的に、複数の関係機関
同士の連携強化により、一体的に火山防災を推進する体制を整備

○ 活火山法によって設置が義務づけられた各火山防災協議会への支援

火山防災協議会等連絡・連携会議
Conference for communication and collaboration
of Volcanic disaster management councils etc.
事務局: 内閣府(防災担当)、消防庁、
国土交通省砂防部、気象庁
参加者: 火山防災協議会関係機関、火山防災エキス
パート、関係府省庁担当者など
【概要】
・各火山防災協議会の間で火山防災対策に係る取り組
みに関する情報交換等
・各協議会関係機関と有識者、関係省庁等が火山防災
対策を進める上での共通課題について連携して検討

**火山防災協議会に参画する
火山専門家等の連携会議**
Conference for communication and collaboration
between Volcanic disaster management councils etc.
事務局: 内閣府(防災担当)、消防庁、文科科学省、
国土交通省砂防部、気象庁
参加者: 火山防災協議会に参画している火山専門家
等、火山防災エキスパート、関係府省庁担当者など
【概要】
・各火山防災協議会に参画する火山専門家等の横の
連携を深め、課題や教訓を共有
・火山専門家等と関係各府省庁の防災担当者等が火
山防災対策に関する施策について意見交換等により
連携。

その司、司でそれぞれの専門性を活かしていただいて、いま取り組んでいた

だいていと認識をしております。
先ほど中央防災会議で全体の話をしました

が、実は内閣府には火山防災対策会議ということで、今日もいらっ

しゃっている藤井先生も入っていただ
いておりますけれども、関係省庁も
入ったかたちで、火山対策をどうい
ふうに進めていくか。省庁でまたがっ

た火山体制をどのようにやっていくか。少し組織が分かれていますの

ですけれども、その連携をどう
いうふうに図っていくかということで、御嶽の噴火以降、火山防災を強めないといけ
ないということ

でこの会議を立ち上げました。
併せてこれは東京での会議なのですが、先ほど申し上げましたように、火山防災協
議会が

位置づけられまして、その自治体がもともとその役割を担っていただいているの

ですけれども、さらにその責任が明確化された。避難計画を作らないといけない
ことが、法律上も位置づけられた
ということもあるので、自治体を中心とした連携連絡会議。

これは先ほど申しましたように、火山災害を経験された自治体というのは非常に
少ないという
中で、経験された自治体からの発信力というのはかなり強いということになると、
特にこれは市
町村の職員の方に集まっただきまして、専門家の方にも来ていただいて、その
情報交換を
やるような会議をこちらでやっています。

それから今日もご出席いただいておりますけれども、先ほど火山防災協議会に、
専門家の方が
必須になりましたというお話をさせていただきました。火山に関する専門の方々の
分野というの
は非常に多岐にわたる一方で、なかなか 111 の火山、全てを専門性で勝負する
のは難しい
という状況もある中、この専門家の方々にも連携会議というのを設置させて
いただきまして、
これから火山の中でどうい

火山防災対策会議
Volcanic disaster management measure conference

■ 目的
火山防災対策の立案と監視観測・調査研究体制をより強化することを目的に、複数の関係機関同士の
連携強化により、一体的に火山防災を推進する体制を整備する。

■ 会議内容
・ 関係機関の施策のとりまとめ
・ 海外の火山防災体制の調査・報告
・ 火山防災対策推進ワーキンググループの「御嶽山噴火を踏まえた今後の火山防災対策の推進につ
いて(報告)」のフォローアップ など

■ 委員

【学識委員】
・池谷浩 (一財)砂防・地すべり技術センター 研究顧問
・石原和弘 京都大学名誉教授
・清水洋 九州大学大学院理学研究院教授
・田中淳 東京大学大学院情報学環教授
・藤井敏嗣 東京大学名誉教授 【座長】
・三浦直 東北大学大学院理学研究科教授
・森田裕一 東京大学地質研究所教授

【行政委員】※関係省庁及び研究機関代表
内閣府、消防庁、文科科学省、国土交通省、国土地理院、
気象庁、海上保安庁、情報通信研究機構、
防災科学技術研究所、産業技術総合研究所、土木研究所

■ 開催実績

第1回:平成27年9月4日	第4回:平成28年9月30日
第2回:平成28年2月10日	第5回:平成29年3月28日
第3回:平成28年6月17日	第6回:平成29年6月23日



会議の様子
conference



海外機関へのインタビューの様子
interview for overseas agencies

同士の連携も、どうあるべきかということ
についても、進めさせていただいているも
ので
ございます。

これが開催実績になりますけれども、火山防
災対策会議は今日もご出席いただいで
いる
先生方のお名前もありますけれども、御嶽
の噴火以降このかたちで開催して
いただき
まして、これからの防災施策、より政府
全体の
施策をどうい

ういうふうの前に進めていくのか、一体的に実施するにはどうするのかというのを課題とさせていただきます。

火山防災協議会等連絡・連携会議
Conference for communication and collaboration between Volcanic disaster management councils etc.

■目的
火山防災協議会の中で、火山防災対策に係る取り組みに関する情報交換等を行うとともに、関係機関と火山防災対策を進める上での共通課題について連携して検討し、もって、火山防災対策の一層の推進を図る。

■事務局
内閣府(防災担当)、消防庁、国土交通省砂防部、気象庁

■会議内容
火山の取組紹介、グループ討議及び発表、火山防災エキスパート等の有識者との意見交換、現地見学会など

■開催実績

- 第1回:平成24年12月19日 東京開催
100機関155名(市町村33名、都道府県49名、国の機関55名、火山防災エキスパート等有識者12名等)が参加。
- 第2回:平成25年8月26日 鹿児島開催
62機関104名(市町村23名、都道府県30名、国の機関40名、火山防災エキスパート等有識者7名等)が参加。
- 第3回:平成26年11月20日 東京開催
93機関156名(市町村41名、都道府県48名、国の機関48名、火山防災エキスパート等有識者17名等)が参加。
- 第4回:平成27年11月16日 東京開催
106機関179名(市町村43名、都道府県49名、国の機関62名、火山防災エキスパート等有識者18名等)が参加。
- 第5回:平成28年11月16日 東京開催
113機関181名(市町村41名、都道府県49名、国の機関63名、火山防災エキスパート等有識者27名等)が参加。



23

それからこれが、市町村の職員の方にも集まっていたりしている火山防災協議会等連絡・連携会議でございますけれども、これは御嶽の前からすでにやっておりましたけれども、年々参加者が増えている状況で、先ほど申しましたように、なかなか火山災害を経験するのが少ない中で、グループ討議をやっていただいたりということで、横の連携を図らせていただいています。

火山防災協議会に参画する火山専門家等の連携会議の開催
Conference for communication between volcano experts participating in Volcanic disaster management councils

改正活動火山対策特別措置法の施行(平成27年12月)
警戒避難体制の検討全般にわたり、どのような火山現象が想定されるかなど専門的見地から助言を行うため、火山現象に関する学識経験を有する者の協議会への参画を規定(第4条)

各火山防災協議会において科学的知見に基づいた防災対策の検討をより一層推進するためには、
・火山防災協議会に参画する火山専門家等の横の連携を深め、課題や教訓を共有
・火山専門家等と関係各府省庁の防災担当者等が火山防災対策に関する施策について意見交換する等、火山防災対策の取組を進める官学が連絡・連携する場を設けることが有効

「火山防災協議会に参画する火山専門家等の連携会議」を平成29年3月28日に開催。以後も年1回ないし隔年程度での定期的な開催を予定

○事務局
内閣府(防災担当)、消防庁、文部科学省、国土交通省砂防部、気象庁
なお、会議の開催に当たっては、日本火山学会火山防災委員会および砂防学会とも連携

○参加者
火山防災協議会に参画している火山専門家等、火山防災エキスパート、関係府省庁担当者など

(参考)中央防災会議 防災対策実行会議 火山防災対策推進ワーキンググループ報告
「各火山防災協議会において科学的知見に基づいた防災対策の強化をより一層推進していくため、火山防災協議会に参画する火山専門家等が連絡・連携する場を設けること」

24

専門家の会議はこんなかたちで、先ほど申しました火山防災協議会に参加されている専門家の方々に、年に一回集まっていたりしまして、それぞれの課題、あるいは先生方の問題とを考えていただいているようなところを含めてご議論いただいて、ちょっと我々のほうは怒られているところもある、若干「内閣府しっかりせい」と言われている感もある会議になっております。冒頭の会議もそうですけれども、ありがたいご指導をいただいている会議ということになるかもしれません。

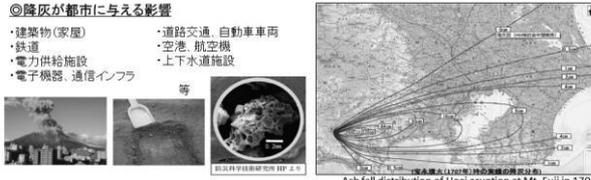
大規模降灰時の対応策の検討
Considering the measures against massive volcanic ash fall

大規模降灰が都市に与える影響や、大規模降灰時の対応策の検討を実施する
Considering the measures against massive volcanic ash fall and estimating the influence on cities

課題
・大規模な降灰が発生すると、山麓には数十cm以上、都市部など遠隔地域でも数cm以上の火山灰が堆積する可能性がある
・高度に開発が進んだ現代の都市が大規模降灰に見舞われた経験は、他国の事例においても無い。そのため大規模降灰時に生じる事象の想定や影響の定量評価が困難である。

◎降灰が都市に与える影響

- 建築物(家屋)
- 道路交通、自動車車両
- 鉄道
- 空港、航空機
- 電力供給施設
- 上下水道施設
- 電子機器、通信インフラ
- 等



Ash fall distribution of Hoei eruption at Mt. Fuji in 1707

25

私の発表はここまでなのですが、大体先ほどから、私は今日六番目のスピーカーになっておりますが、Conclusion というのを言うのだなと初めて思っております。今日は Conclusion がないですね。

ということなので、Conclusion に代えまして、いま私ども、どういってお話をさせてもらったかということ、防災行政というのは、災害を契機にその災害を乗り越えるべくやってきているのが実態かと思えます。水害の話の災対法の話からさせていただきます。活火山法の話も、当初は降灰の話から今は人命の話にきているという話をさせていただきます。

先ほどから火山の話と地震の話と一緒に紹介いただいているような話もございましたけれども、我々としては阪神淡路や東日本大震災で、いろいろな未曾有の経験をしてきました。これから火山についても、どういうことが起こり得るのかということを考えてやっていく必要があるのかなと。

その一つが冒頭ありましたように、降灰のリスクが高いということになると、1707年に起こった宝暦の噴火から300年たっているわけですがけれども、いまあの規模の噴火が起こると、この首都圏には数センチから数十センチの降灰が出るということが言われています。その量は東日本大震災で起こったがれきの量をはるかに超えるのではないかというご指摘もございます。

やはり東日本大震災で教訓になったようなこと、想定し得ることをいろいろと考えてやるという話の中では、鹿児島で今いろいろな降灰でご苦労されているような知見も活かしつつ、これから災害を、ほかで経験した災害を活かして、よりよい国土をつくる、よりよい地域にしていく、よりよい国にしていく、というかたちの取り組みとして、大規模災害の取り組みをこれから内閣府としては、関係機関のご協力を得て進めていきたいということをお約束するわけにもいきませんが、私の決意表明的にさせていただいて、Conclusionと代えさせていただきたいと思えます。ご清聴ありがとうございました。

司会：どうもありがとうございました。お時間のほうが迫っていますので、ご質問がある方は、またパネルディスカッションのほうでお願いいたします。これで第1部の講演会を終わりにしたいと思います。

【第2部 パネルディスカッション –日本の火山監視と防災体制の課題–】

藤井（コーディネーター）：45分になりますので、そろそろパネルディスカッションに移りたいと思います。

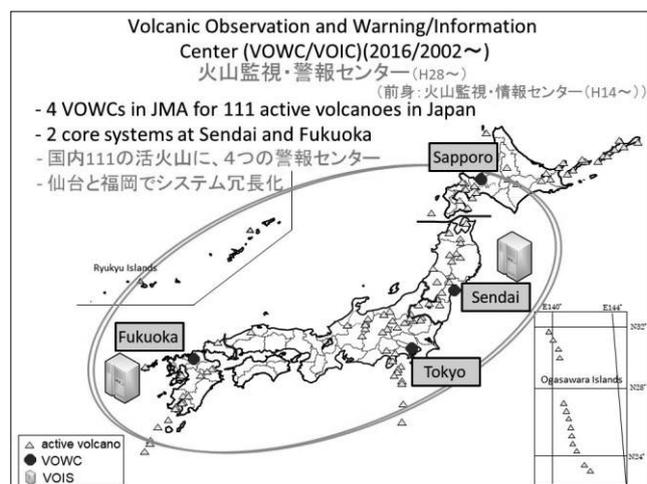
パネルディスカッションを始める際に、最初に皆さんに登壇してもらおうかと思いましたが、実はパネルメンバーのうちの2人は、本日はこれまで発表の機会がございませんでした。パネルメンバーの残りの3名の方は、今まで発表していただきましたので、皆さんご存じだと思いますけれども、これまで話をされていなかったお二人のパネルメンバーにまず自己紹介を兼ねて、短いトークをしていただきます。その後で私が全体のサマリーを簡単にした上で、皆さんに壇上に上がっていただいて、具体的なパネルディスカッションを始めたいと思います。

それでは最初に、気象庁地震火山部管理課長の野村さんからお願いいたします。

野村：ご紹介にあずかりました、気象庁の野村でございます。今日は今朝からめった打ちに遭って、大変な会合に出席したなと思っておりますけれども、でもいろいろと言われながらずっと感じていましたけど、すごく心地いいというか、非常に幸せな気分になりました。

といいますのも、いろいろと仰ってくださる先生方は、非常に愛情を持って我々に仰っていただくというのと、一つ大事なのが、この先生方の皆さんはボランティアで気象庁の火山業務にご協力いただいているということで、この先生方から見放されると、我々はどうしようもなくなってしまうので、厳しいお言葉もありますけれども、今後もいろいろとご指導をいただいて、頑張っていきたいと思っております。

自己紹介というか、気象庁の火山業務を簡単に、時間の都合もありますので、4枚ほどで説明させていただきます。



1枚目ですけれども、まず気象庁の火山業務は、今の体制ができたのが2002年で、当時は「監視・情報センター」という名前でした。全国に四つのセンターをつかって、札幌、仙台、東京、福岡と、大阪管区は火山が少ないので、大阪を除いてほとんど管区に対応するような感じでセンターをつくりまして、そこで担当のエリアの火山を見る。それも24時間365日、間断なく情報を集めて、ここにあります active volcano、常時観測をして

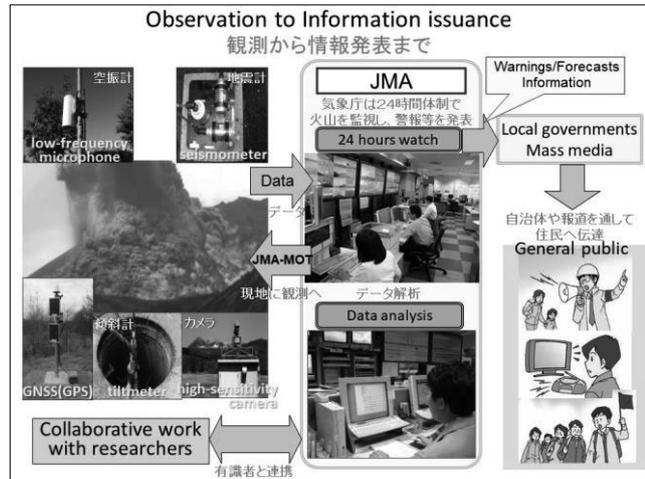
いる活動が活発な火山ということでございます。

24時間365日、何かあればすぐに対応できるように、そして情報なり警報なりを出せるようにしております。データも全部オンラインで来ておりますけれども、そのデータを処理して、監視に必要なプロダクトを作るシステム、そして情報を発信するシステムのCPUは仙台と福岡に、

冗長化をして置いているということで、何かそのシステムに障害が起こっても、バックアップで常に対応できるようにしているという体制を取っております。

具体的には、これは何人かの先生も同じ図を使っておりましてけれども、我々は観測をして、観測も噴火のときの震動を見る空振計、それから昔から使っている地震計、それから地殻変動を見る GNSS、傾斜、そしてカメラで遠方から見るといふかたちで、総合的に観測をしています。

そこで得たデータを、先ほど申し上げたとおり 24 時間見ているということで、そこで必要な警報なり予報を出して、情報を出しているということです。その際にいろんなデータから火山で何が起きているかというのを、もちろん気象庁も考えますけれども、やはり先生方からいろいろとご助言をいただいて、そのデータの中身を、どういうことが火山、地下で起きているのかということ判断して、警報を出すなりしているということです。そしてその警報が出ると、その後は自治体等が住民に対して情報を出していくといふかたちになります。



Volcanic Warnings/Forecasts and Volcanic Alert Levels (2007~)
噴火警報・予報と噴火警戒レベル (H19~)

JMA Issues warnings with target areas where extremely dangerous volcanic phenomena are expected and action is needed.
 気象庁は、危険な火山現象が予想されて対応が必要な場合に噴火警報を発表
Levels linked to actions to be taken (取るべき防災対応でレベル分け)

Classification	Abbreviated Term	Target area	Levels & Keyword	Expected volcanic activity	Action to be taken by residents	Action to be taken by climbers
Emergency Warning	Volcanic Warning (Residential area warning) Laka (Residential area warning)	Residential areas and non-residential areas near the crater	Level 5: Evacuate Level 4: Prepare to evacuate	Explosion or movement of magma that may cause residential areas and non-residential areas near the crater. Possibility of increasing possibility of eruption that may cause residential areas and non-residential areas near the crater.	Evacuate from the target area as an evacuation measure and descend to the safe zone (current volcanic activity). Prepare to evacuate from the target area and descend to the safe zone (current volcanic activity).	Residents from entering the danger zone (Target areas are determined in line with current volcanic activity).
Warning	Volcanic Warning (Near the crater) Laka (Near crater warning)	Non-residential areas near the crater Around the crater	Level 3: Do not approach the volcano Level 2: Do not approach the crater	Explosion or possibility of eruption that may cause residential areas and non-residential areas near the crater. Explosion or possibility of eruption that may affect the crater (such as landslides).	Identify by and stay away from the danger zone (Target areas are determined in line with current volcanic activity). Do not approach the volcano (Target areas are determined in line with current volcanic activity).	Residents from entering the danger zone (Target areas are determined in line with current volcanic activity).
Forecast	Forecast	Inside the crater	Level 1: Potential for increased activity	Caldera possibility of volcanic activity or other related phenomena in the crater (possible threat to life in the crater).	No action required.	No restrictions on climbing, but it may be necessary to take precautions (such as wearing a helmet) (Target areas are determined in line with current volcanic activity).

Local governments Restrict to enter volcanic areas, issues evacuation order, etc.
 地元の自治体は、入山規制や避難勧告を実施

そのときに使うものですが、噴火警報で、先ほど午前中に井口先生からありましたけど、登山者向けの警報、それから住民向けの警報ということになっています。この警報の特徴ですが、それはここにありませんとおり、普通、気象の警報ですと、注意報、警報といふかたち、今は注意報、警報、特別警報となっておりますけれども、それはそういうレベルができてはいるのですが、噴火警報が違うのは、何をすべきかという防災対応

がセットになっています。

実はこのレベルの前にも、同じようなレベルの情報がありましたが、やはり言われたのは、警報を出されても、それに応じて何をすべきかと、自治体の方は必ず聞かれるんですね。その対応が分からないと、いろいろと言われてもしょうがないということで、これは気象庁が出している警報で初めて、最初で最後かもしれないけれども、警報のレベルに防災対応がセットになっているかたちになっています。

それから、この表からは非常に分かりにくいのですが、実は例えば大雨の警報などは現象の強弱、例えば何ミリ降ったら注意報、1 時間に何ミリ降ったら警報、それ以上だったら特別警報と

のように、現象の大きさと警報のレベルが対応しています。

ところがこのレベルの数字は、実はこちらが先になります、何をすべきか。つまり火口のそばに住居が迫っているようであれば、噴火の大きさがそれほどでもなくても、住宅地に影響があるから4や5になるというかたちで、もちろんこのベクトルは、噴火の大きさには同じ方向に、ベクトルにはなりますけれども、レベルの決め方というのは、何をすべきか、この取るべき防災対応で分けられているのが、噴火警戒レベルの特徴でございます。



このような情報体系なり体制で行っているわけですが、実は我々の今の火山の対応の業務というのは、もちろん気象庁は140年ぐらいの歴史がありますけれども、最初のほうからやってはいますけれども、今の体制が大きくなったのはついこの間、2002年になります。一番最初のスライドでお伝えした、このセンターができたときに初めて今の近代的な体制ができたということで、非常に新しい体制です。

その前はようになっていたかということですが、もちろん1800年代の気象庁の最初のころから火山の観測はずっと行っています。その間、非常に活動が活発な火山について順次、監視を行ってきただけのことです。やり方も、火山の近くの測候所で職員が見ると、もちろん地震のデータも遠隔で取れるようには順々にしていきましたけど、ある意味、前近代的な方法でずっとやってきた。それから体制として、そもそもうちの気象庁に火山課ができたのは1995年ですから、20年ちょっと前ということ。そういう意味で、気象庁の中でも体制として、それから観測システムとしても非常に新しい部分になっているということがいえます。

では、センターができてからどのようになってきたかということですが、まず、遠隔で常時観測する機器を高度化するということが、実はこの2002年の前もある程度はできていたけれども、先ほど20カ所と言いましたが、一気に倍以上の47の火山について、先ほど示しました、いろんな観測要素で観測できるようにするということが、それから地下深く、100メートル程度を掘って地震計を埋めるとか、そういう体制も、できてからまだそんなにたっておりません。

そしてこの前のスライドで見せた警報も、実は今年で10年目ということ。情報体系も非常に若くて、まだできたばかりです。そして先ほど内閣府の廣瀬さんから話があった協議会、つまり火山に関係する機関がみんなで集まって相談するという体制、これには気象台も入っておりますけれども、そういう体制もまだできたばかりということ。そして一番最初に示したセンターが警報センターに替わったのも去年で、かつ同じタイミングで、火山関係で80人ほどの増員を図ると、これも気象庁が始まって以来の体制です。

そういう意味で、逆にいろいろと課題もありまして、私が入庁したのが二十数年前、27年前ですか、そのころは本当に火山というのは一つの係ぐらいしかなかった。その後には室になって、やっとなって、ということですので、今、私と同じぐらいの年の人たちの火山の専門家は非常に少ないです。急に大きくなったので、大きい組織になったことにあんまり慣れていない部分もあったりして、そういう課題もいっぱいあります。そういう意味で、観測体制も組織もまだまだ若いものですので、発展しながらやっているということでございます。

それで、先ほどの仙台と福岡に CPU を持つシステムということですが、これは三つ目の世代のシステムが今年、完成しました。こういうふうに体制ができたので、次に何をすべきかという、こういう体制を使って火山を評価する能力を上げていかないと、センターとしての機能ができません。

それをバックアップする意味で、いろいろと火山の状況を解析する、地下の中でマグマがどの辺に来ているだろうかというのを推測するアプリケーションを作ったり、それから協議会の関係者の皆さんと情報を共有して、皆さんのアイデアをいただくための仕組みをつくったりということを今年にやって、そのような活動を通じて、我々の評価能力を上げていきたいと考えています。

評価能力を上げていくという意味では、もちろん研修の仕組みだとか、それからキャリアパスの話だとか、そういう話も今、庁内で検討しながら、いろいろと変えていっているという状況です。

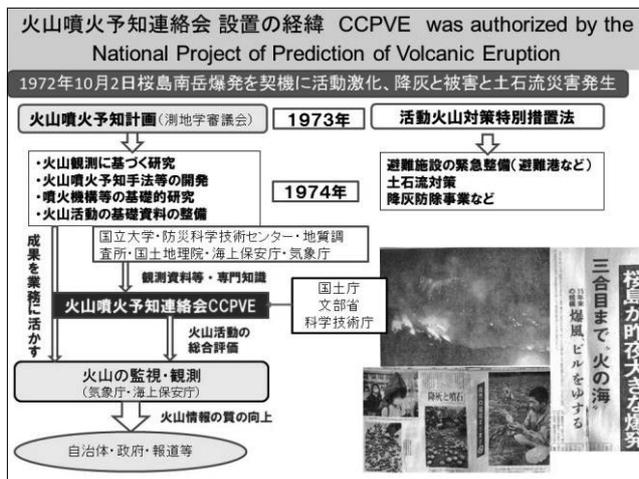
ですので、気象庁の火山業務に対しては非常に厳しいお言葉がありますけれども、今、順次改善していますので、温かい目で見守っていただければと思います。以上でございます。

藤井：どうもありがとうございました。パネルは、後でディスカッションの時間を取ってありますので、質問は今は受け付けないことにします。次は、この6月から新しく火山噴火予知連絡会の会長になられた石原さんに、予知連と気象庁との間の関係などについてお話をさせていただきます。

石原：石原でございます。このスライドの写真は火山噴火予知連絡会と、今から33年前の桜島の爆発です。私が桜島火山観測所に赴任したのが1974年4月でありまして、その年の7月に火山噴火予知連絡会が発足しています。74年の5月から爆発が頻発して、その年に500回に達しました。ほぼ毎日です。爆発しないときは、次の爆発がいつ起こるか緊張します。爆発しますと、数時間あるいは数日間にわたり噴火が続くという状況でありました。

火山噴火予知連絡会と火山専門家の役割 Coordinating Committee of Prediction of Volcanic Eruption (CCPVE) and Roles of Volcano Experts	
	
火山噴火予知連絡会(気象庁講堂) Meeting of CCPVE at the Japan Meteorological Agency	1984年5月8日桜島南岳の爆発 Volcanic Explosion of Sakurajima on 8 May 1984
石原和弘 Kazuhiro ISHIHARA	

火山噴火予知連絡会と火山専門家の役割というタイトルで話すつもりであったのですが、井口さんがかなり話されましたし、今、野村さんのほうから、気象庁もこれからいろいろと努力するんだと言われたので、あんまり言うことがなくなってきましたけれども、これまでの火山噴火予知連絡会の由来、構成、それから役割の概要とを示しまして、振り返ってみて、日本の火山監視、火山研究者の役割について、簡単にお話ししたいと思います。

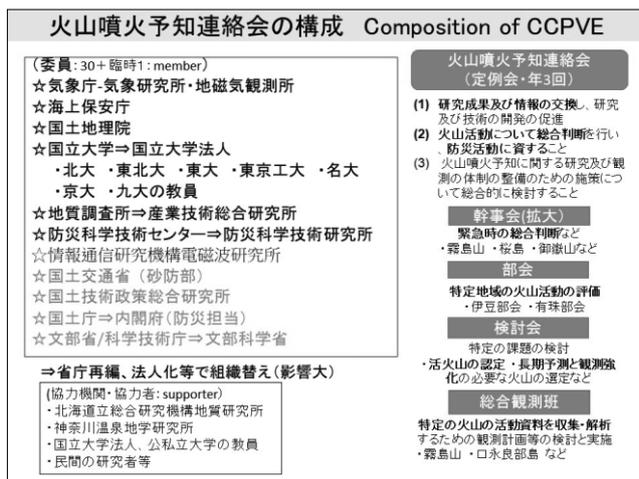


先ほど内閣府の廣瀬さんからもありましたけれども、1972年の10月の2日の爆発を契機に桜島では火山活動が激化して、その後、測地学審議会から火山噴火予知計画が関係大臣に建議されました。同じ年に、先ほどありました、いわゆる活火山法も国会で成立したわけでありまして。この建議に沿って火山噴火予知連絡会は、翌年の1974年7月に設置されたということです。

これが火山噴火予知計画の概要で、これに基づきまして、ここに書いてある大学、研究機関、それから気象庁等が、連携して研究と観測強化を始めたわけです。予知計画の目的といたしましては、関係機関の研究成果を、実際の気象庁、海上保安庁の業務に活かし、火山情報の質の向上を目指したわけです。その目的を実際に果たす組織として、火山噴火予知連絡会が設置されました。

これが火山噴火予知計画の概要で、これに

同時に、当時、会長も務められました永田武先生の防災にも寄与するべきであるという強い意向もあり、国土庁や文部省をはじめ行政官庁も予知連委員に入ったわけでありまして。



これが現在の火山噴火予知連絡会の構成を示しております。火山噴火予知連絡会の本体は、それを構成するのは31のメンバーでありまして、その中には気象庁、研究機関、大学、関係省庁が入っております。その代表者で構成されております。火山噴火予知連絡会の下には拡大幹事会、部会、検討会、総合観測班等があります。何らかの顕著な火山活動が起きた場合には総合観測班、あるいは拡大幹事会が、緊急にいろんな対応をすること

なっています。

ただ、火山噴火予知連絡会は、単にこの31の委員の所属する機関ではなくて、全国の関係の機関、例えば北海道立の地質調査所とか神奈川温泉地学研究所、そのほか国公立大学や民間の研究者の協力も得ながら、この運営がされているわけでありまして。

なおここに「省庁再編、法人化」と書いてありますが、もう10年になります、国立大学も国立大学法人ということになりました。これでもって、いわばそれまでの国立大学とは違うわけで、民間並みだけど民間よりも非常に拘束条件の強い大学になっているわけです。その結果、経費や人員が削減されて、噴火予知研究を牽引してきた国立大学の観測施設の維持が困難に陥ったわけでありまして、今後、大学の観測データを頼りにしている気象庁の火山観測網、その火山観測の能力の低下が、火山防災の大きな懸念材料の一つとなっているということです。

火山噴火予知計画の基本方針と44年後の今

- 火山活動の様相は各火山の溶岩の特質によって異なり、時間とともに変わる複雑性を持つが、地下のマグマの動きを各種の火山観測等により探知することが火山噴火予知につながる
- 噴火予知および火山学全般に関する重要課題の研究を推進
 - ⇒火山観測の多項目化・データの高品位化、隔測手法の開発、火山ガスや噴出物による予知手法の開発、火砕流・泥流などの噴火災害の要因の調査、火山のハザードマップの作成
- 火山噴火予知の一日も早い実用化を図るためには、火山学全般の基礎研究の充実をはかると同時に、その成果を実際の業務に取り入れるよう、大学と気象庁の連携を緊密にする
 - ⇒火山噴火予知連絡会設置(1974年7月)

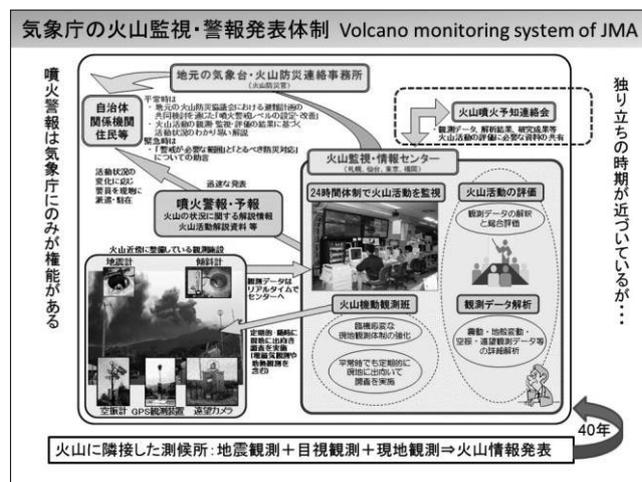
観測の多項目化と観測分析技術の高度化、新たな観測手法の導入
 ⇒火山の挙動の把握能力向上(複数の観測項目でマグマの動きを検知)

気象庁：多項目観測導入、常時監視火山と職員的大幅増
 ⇒火山監視(異常検知)能力向上と噴火警報の導入(2007年12月)

四十数年前、当時私たちの大先輩が、火山噴火予知に関して示した見解に沿って火山噴火予知計画が実施されました。第1に地下のマグマの動きを各種の火山観測等で探知することが噴火予知につながる、次に、火山噴火予知、火山全般に関する重要課題を研究することが大事であると、それから3番目に、できるだけ早く実用化を図るために、成果を実務に、実際の業務に取り入れるよう、大学と気象庁の連携を緊密にする

と。この方針に従って火山噴火予知連絡会も機能してきたわけでございます。

その結果、皆さん方が今はいろんな、気象庁が先ほど話されましたけれども、地中地震計だのGPSだの火山観測技術の向上はこういう先輩たちの努力がありまして、ここに書いてありますように、複数の観測項目でマグマの動きを検知する。これは井口先生からも口永良部とか桜島の例があったと思います。そういうことができた。それを実際の気象庁の火山監視の能力向上、それから結果的にそれが噴火警報の導入に至ったわけです。一応はかたちの上では、当初目的とした、火山噴火予知計画の目的とするところ、噴火予知の実用化の入口に来たのだらうと思っております。



先ほどから何人かが話されたように、かつては現場でもって、火山に隣接した測候所で職員の方々が地震観測を行い、噴煙とかの目視観測を行う、あるいは火口近辺を調べたことをやっていました。それが現在は、皆さんはご存じのように、機械を置いて、東京、札幌、仙台、福岡という、火山から数十キロ、数百キロ離れた所で火山活動を評価するという、監視という意味では格段に、一見進歩したわけでありまして、皆さん、実際はどうでしょうか。

たぶん井口先生とか皆さんは、火山を現場でもって観測している人たちからいえば、いろんな言いたいことがあります。つまり一見、気象庁の火山監視は独り立ちしているようだが、やはり何か考えなきゃいけないことがあるだろうということでもあります。火山噴火予知連絡会を通して、また、測地学審議会や火山噴火予知計画に関わってきた経験からすると、やっぱり幾つか懸念材料があるということです。

気象庁の火山監視の課題 Problems in volcano monitoring of JMA

- 庁内に火山専門家が少ないことを認識、人材の要請に努める
 - * 火山現象と噴火の特性について理解を深める
 - ・噴火活動は長期化
 - ・噴火予測は困難、前兆が検知できても、数分～10数年と幅が広い
 - ・観測機器では捕捉できない現象が出現
 - * 火山監視業務の地震・津波や気象業務との違いの認識
 - ・小さな噴火でも人命が危険に晒される⇒事前の警報不可欠
 - ・警報は一過性でなく長期化⇒警報の影響に関する認識重要
 - ・噴火警報は上意下達では済まない⇒自治体、住民への解説が不可欠
- 庁内で火山担当部署の地位が低い、火山部創設を目指す
 - ・警報解除や噴火警戒レベル下げに時間を要す
 - ・異常発現時には迅速な調査、緊急時には責任者が現地へ急行
- 国立大学の法人化による大学火山観測所の機能縮小
 - ・気象庁がデータ提供を受けている観測施設の維持が困難
 - ・現実の火山の挙動を理解できる大学教員の減少

その懸念材料の1番は、基本的には気象業務を中心としてやっている気象庁が、火山の観測をやっている。これはニュージーランドにしろイタリアにしろ、インドネシアにしろ、全然違うところです。USGSにしろ、アメリカとも違う。そこらへんからいろんな問題が起きています。

何かといいますと、まず第1には、火山の専門家が気象庁に少ない。これは先ほど野村課長が認められたので、どうしようもないで

すが、それは火山の噴火の特性についての理解が、非常に足りないということです。

例えば、火山というのは多くの方がそう思っているんでしょうけども、有珠山の2000年の噴火のようなことから、火山の噴火は、地震が前から起きるから予知できるという誤解を持っている。気象庁の方の中にも、そういうものを思っておられる。

実際にはどうかといいますと、今日、井口先生が言われた口永良部島は、1999年から異常な現象が15年も続いて、噴火するわけですね。私は20数年前に、口永良部島は2000年から2010年の間に噴火すると思って、地元の協力を得て、観測やハザードマップとか、いろいろと準備しましたけれども、あにはからんや、それよりも長くなるわけです。そう簡単ではない。じわっと腰を据えて火山を観測しないと、やっていけないわけでありまして。

しかも最後は直前になって、井口さん、30分でしたか。30分前になって傾斜計が動く、直前にならないとそういうはっきりした現象が起こらない。そういう火山の怖さ、火山の予測の難しさというのは、やはり気象庁の方はもっと勉強すべきであると思います。

それから併せて、気象庁の方々が火山業務と気象、あるいは地震、津波の業務との違いをちゃんと認識してもらわないと困る。地震は、大地震でなければ人は死なないわけです。大きな津波でないと人は死なない。でも火山は、小さな噴火で亡くなるわけです。それは皆さんがよくご存じだと思います。大きな噴火は、先ほどありました三宅島にしろ、みんな避難しているわけです。小さな噴火でこそ危ないわけでありまして、その点も考えて、噴火警報というのは何ものかをよく考えてもらいたい。

最後に、ここに書いていますが、それはやはり気象庁の中での、火山の部署の地位が低いと。従いまして、火山警報の発令、解除、あるいは機動観測班の出動などの決定が遅くなる傾向

があります。これは井口さんも指摘されたことと関連します。やはりそれは、少なくとも地震火山部を改組し地震部と別に火山部というものをつくるべきではないかと思えます。

それから、気象庁は大学のいろいろな観測データや火山学的な知見を当てにしておられるようですが、先ほど申し上げましたように、大学の観測所の人員や設備は、だんだん縮小傾向になっています。皆さんはご存じのように、幾つかの大学の火山観測所は無人的になっています。あるいはこのまま閉鎖されるかもしれない。やはり噴火予知のレベルが下がらないように、気象庁はそういう大学の火山観測所を補う方策、努力というものが必要だろうと思えます。

噴火予知/火山防災における専門家の役割 Roles of volcano experts in CCPVE and communities
○ それぞれの大学等で、また、連携して、火山学や火山災害に関連する教育と観測・研究等の本務に専念する。
↓
○ 実績を積み、余力があれば、火山専門家として火山災害軽減に資する社会的な活動にかかわる。 * 火山噴火予知連絡会 * 各地域の火山防災協議会 ……
社会的な活動にかかわる場合は、火山防災の当事者は地元関係者(住民と自治体)であること、火山現象と火山災害は複合的な事象であり複数の専門分野の研究者の知見が必要であることを踏まえることが重要。
火山噴火予知の最大の目的は、その発生を予知し、危険区域外に避難することによって、人的被害を最小限にいとめることです。 (1987年国立大学火山研究者グループ volcano researchers of national universities)
↙ 噴火予知の目的は、噴火の発生を言い当てることでなく、人命を危険に晒さないこと、人びとに危険範囲からの待避を促すこと The main purpose of prediction of volcanic eruption is to urge/advise people to evacuate from dangerous/hazardous zones

最後に、火山噴火あるいは火山防災における、大学研究者の役割についてお話しします。まずは私自身の経験から言わせて、やはり教育・研究などの本来の業務に大学の研究者等は専念すべきだろうと思えます。その上で余力があるならば火山噴火予知連絡会や、先ほどいろいろと出ました、実際の防災で非常に大事になってくる、各火山の火山防災協議会などの社会的な活動に関わることが大切だろうと思えます

ともすれば研究者というのは力みがちになります。しかしながら噴火予知を必要とし、火山防災に取り組む当事者は地元の方々です。研究者は主役ではありません。そのことはやはり認識すべきだろうと思えます。

それからもう一つは、火山現象、噴火災害というものは複合的でありまして、複数の研究分野の専門家の知恵を集合する必要があります。このことはやはり覚えておくべきだろうと思えます。

最後に、これは30年前に火山噴火予知計画を牽引してきました、全国の大学の観測所、研究所の仲間が共同して作成した、一般向けのパンフレットの中の一部であります。要は科学的に満足できる噴火予知はそう簡単ではない。しかしながらそういう前提に立った上で、火山噴火予知の主目的というのは、噴火の発生を言い当てることではない。人命を危険にさらさないよう、危険範囲から退避することを促すことだろう、と述べております。

今日ご出席の方々には、噴火予知というものをどういうふうにご覧されているのか、今までの地震予知と同じように考えている方がおられるかもしれませんが、いくら実際に正確な予知ができずとも、やはり人が命を落とさないようする、単純に言えば、アラートを出すということになると思えます。

これは井口さんがだいぶ言われたことと関係しますけれども、その点は理解して、噴火予知の本来の目的を踏まえた上での対応が必要ではないかと、そういう認識が必要ではないかと思えます。以上です。

藤井： どうもありがとうございました。

ここまで、新しくパネルに登場していただくお二人にお話をいただきましたが、もう少し今日のトークのまとめ、あるいはこの後のパネルディスカッションで何を狙っているかということをお話しするために、私に少し時間をいただきたいと思います。

これはマンジョーネさんが先ほどプレゼンされたものでありますが、これに同じ機能のところは同じ色で、日本の場合を書き加えると、例えば気象庁と火山噴火予知連と捉えると、この部分に対応する、あるいは内閣府と DPC を対応させると、イタリアと日本とはほとんど同じように見えます。上段が小さな噴火、ローカルな災害しか起きない噴火のときで、下段がもっと大きな、広域の避難を必要とするような噴火のときの仕組みです。そのときには内閣府が出てくるというかたちで、イタリアと日本の火山防災の仕組みは、一見、よく似ているようには見えます。

同じように、内閣府が先ほど示された図に少し書き加えました。廣瀬さんにさっき見せていただいたのはこの部分ですけれども、この部分の中で調査・研究・観測という部分が、非常にたくさん研究機関が寄り集まって、予知連を通じて、気象庁との間で何とかデータを共有するというかたちになっています。ハザードマップの作成などを担当しているのは、地方公共団体と砂防で、気象庁は関与していません。

ところがイタリアの仕組みを見ていただくと、一部、フィレンツェ大学が入っていますけれども、基本的には INGV が単独でやっているわけです。国の機関が火山に関わるほとんど全ての分野を掌握しているというか、INGV の責任で監視もやる、調査・研究も行うことになっています。

これに対して、日本の火山防災の特徴というべきものは、ここに書きましたけれども、一つの省庁の中の複数の研究機関ではなくて、多数の省庁の管轄下にある研究機関、あるいは大学と気象庁、内閣府、こういうものの連携によって、ようやく成立しています。連携の場が火山噴火予知連ということになりますけれども、これは法的な裏付けというか、責任や予算などの裏付けはなくて、気象庁長官の私的諮問機関という位置付けになっています。

それからもう一つ大きなことは、地震の場合には、地震本部（地震調査研究推進本部）を政府が設置していますけれども、火山の場合にはそういう推進本部体制、**headquarter** もないです。これは非常に大きな違いです。

それからもう一つ、これは今日も何人かに指摘されましたし、野村さんも認めましたけれども、気象庁は基本的に火山研究者を抱えていません。調査・研究は大学がやらなければいけないという仕組みになっています。ところが、いまや日本の大学はもはや当てにできない状態になっています。

これはべつに火山分野のことを言っているわけではなくて、世界中の科学に関する論文が、どのくらいの量が書かれているかということを示したものです。これはアメリカです。これが中国です。2005 年から急激に中国が伸びている。アメリカはもちろん伸びていますが、増加が著しいのはほかの国も同じです。これは韓国、イギリスです。

発表論文数としてはイギリスとほとんど同じぐらいだった日本は、2005 年以降、先ほど石原さんが言われた、国立大学の法人化が行われたのが 2004 年ですが、この後、ほとんど停滞をして

います。全体の中で占める割合でみると、ほかの国はどんどん増えているのに、日本だけが下がっています。こういう事態ですから、これは火山に限りませんが、もはや日本の大学にはあまり期待ができない状態になっています。

それにもかかわらず地震と火山の起こる所を考えると、イタリアもそうですけれども、日本はG7の中で国中が地震と火山の被害に襲われる可能性のある所で、アメリカや、ヨーロッパの国は、首都は安閑としていられる状態です。

そのことを内閣府も自覚をして、先ほど廣瀬さんが見せましたけれども、火山防災対策における連携を強化するための火山防災対策を、今、考えているわけですが、本当に連携程度で済むのかどうかということも含めて、パネルディスカッションの中では考えたいと思います。火山研究者が監視機関の中になくていいのかということも含めてやりたいと思います。

それから中田さんの USGS のところに書かれていましたけれども、火山観測所が活動評価に責任を負うけれども、危機管理には関与しないというのが、これは世界中の調査・監視機関の共通した姿勢です。この点はニュージーランドも、あるいはイタリアもそうです。

しかし、日本の場合は、さっき野村さんが見せた図ですけれども、それで説明されたように、噴火警戒レベルの数字と、避難、避難準備といった防災対応がくっついているという、非常に特徴的なものです。つまりリスク評価にとどまらず、リスク管理にまで踏み込んでいるのが気象庁ということであります。これが日本の実態ですけれども、本当にこのようなやり方がいいのかどうかということも考えたいと思います。

ですから、パネルディスカッションとしてはまず1番目に、ここに書いた、火山の監視機関と火山研究者の関係。外国では一元的な研究機関が火山監視をしているのに対し、日本では複数の機関の連携で成り立っていますが、これのどちらがいいのか、これから改善する余地があるのか、どうやったらいいのか、ということ議論したいと思います。

それから2番目のテーマは、ハザードあるいはリスク評価と、リスク管理の関係についてです。先ほど述べたように、気象庁はリスク管理の領域まで踏み込んでいますけれども、監視・観測機関がそういうことをするのがいいのかどうか、あるいはほかの国はどう考えるのか、ということ議論していきたいと思います。

これから先、パネラーの皆さんに壇上に上がっていただいて、この二つのテーマを議論します。少し時間が押していますが、一つのテーマが終わったところで、少しでもフロアからのご意見も伺いたいと思っていますので、そのときはよろしくお願いします。それではパネルメンバーの方は、壇上に上がっていただけますか。

それでは、これからパネルディスカッションの実質的な討議に入っていきたいと思います。先ほど申し上げたように、第1のテーマに関連して、日本で監視・観測に当たる気象庁には、火山専門家として採用される者は非常にわずかです。また、採用後も火山専門家として処遇されることもほとんどないというシステムですが、このことについて外国の方がどうお考えになるか、ご意見を伺ってみたいと思います。まずはネリさんからお願いします。

ネリ：ありがとうございます。2点、仰ったことがあると思いますが、既に私の発表では申し上げましたが、INGVも同じ歴史を持っていました。まず監視をする、そしてそのダイナミクスを理解する努力を一つに、1カ所に一元化しようということがありました。

INGVは99年に設立されました。そのときに五つの異なる機関が一緒になったわけです。有名な火山観測所、ヴェスヴィオ山の観測所ですとか、あるいはCNR、国家研究所で研究だけをやっていた機関もこの中に入りました。でも当時は火山のダイナミクスを理解するためにはどうしても監視活動と、そしてその火山のダイナミクスの理解が統合されることが必要だと、その考え方がベースになりまして、INGVができたわけです。

その後、もう20年ほど経験を積んでまいりました。私が申し上げられるのは、これは正しい判断であったということです。というのも、相乗効果がたくさんあります。あまりにもたくさん事例があって、一つだけ抜き出すのは難しいくらいです。

もう1点、申し上げたいことがありまして、この監視、モニタリングについてですけれども、モニタリングネットワークの大部分ができたのは、監視だけではなく、やはり火山の理解を深めることが目的でした。時間、空間、振る舞い、これをもっと理解しようということが目的です。同じ監視ネットワーク、モニタリングネットワークを使って、市民保護局が市民の保護を行うときの作業にも使うことができる、

私はこの二つを区別することはできないと、個人的に思っています。我々の研究所におきましての研究、あるいは調査の目標は、当然、行う人も、人間も同じですし、また相乗効果の一つには、コストの削減もあります。同じシステムで調査ができる、同じ人材が使える、でも二つの異なるサービスを実現できる、知識を得る、そして実際の行政サービスにつなげるということが、二つのメリットが生まれてくるわけです。

これが我々の組織の基本だと思っています。こういうことを申し上げたかったと思います。

藤井：今、ネリさんから、監視と研究とが一体化していることが非常に重要だというお話もありました。ジョリーさん、いかがでしょうか。

ジョリー：私たちのGNSの経験を言いたいと思います。INGVと同じように私たちが設立されたときは、ニュージーランドの地質調査所と地球物理学研究所、それから産業総合研究所、これが92年に一緒になってできたわけです。

私たちの使命は、モニタリングと研究を同じ屋根の下で行うということでした。それが非常に重要視されていたわけです。これは何度も繰り返す、研究はモニタリングをしなければならない、モニタリングでよりよいデータをもたらすから研究がうまくできる、その結果がまたモニタリングに活かされるということで、循環型のサイクルがあると思います。

ニュージーランドにおきましては、大学との連携もそのまま続けておりまして、火山監視においては、アドバイザーパネルから助言をいただいています。CCPVEにありますように、各火山群、例えば北島の中央にある火山群ですとか、その中心的なアドバイザーグループはGNSになっていますが、その中に大学も参加しておりまして、また、担当する政府機関もあり、定期

的な会議を行って、そして対応する機関が何か問題に直面したときに、この研究やモニタリングによって、そのような活火山に対してよりよい対策ができるかどうか、協力できるかという協議を行っています。地域レベルで違うグループが北島の中心に1つ、タラナキに1つ、カルデラ火山に1つというふうにあります。

それから国家レベルのアドバイザーパネルもあります。全ての機関が集まって、国の優先課題について議論できる場となっています。また人命保護、緊急対応、その中でも中心的な役割として、研究・監視機関としてGNSがあります。

実際に市民保護、それから監視機関とのパートナーシップの重要性についてですけれども、このコミュニケーションが非常に重要です。監視機関と市民保護は、何かあったときにマスコミに対面するのはこの二つの機関となります。ですので、担当機関、それから科学を代表する機関が常に専門分野で会話ができることによって、連帯感を示すことができる、外に対してお互いの考え方が理解できているということを示し、メディアに対して1カ所で記者会見を開いて、質問に答えるという場を設けることもできます。

ありがとうございます。

藤井：今のお二人のお話ですと、研究を行っている人たちと監視業務というのは、常に密接な関係にあるということが指摘されていて、そうでないとなかなか観測業務も研究も進まないし、また一般に対する情報伝達もうまくいかないというお話がありましたけれども、これは日本と随分違う仕組みです。今日の朝からのトークを聞かれた方は、皆さんご承知だと思いますけれども。

日本だけが独特のシステムを保っているということに関して、気象庁の野村さんは、今日の会議での発言を聞いて、どういう感想をお持ちでしょうか。少し聞かせていただければと思います。

野村：いろいろなアプローチの仕方があると思います。我々の日本の場合に大事なのは、今、50の火山を見ている。非常に数が多いのですが、それを24時間365日、常に人もシステムももちろんですけども、見なければいけない。そういう意味でネットワークなり、それを監視する体制、組織というのは、しっかりしたものが必要だと思っております。それは維持できていると思っております。それがまず基本であろうと。

それで、うちに専門家がいなくてという、昔からいる人は少ないかもしれませんが、中でOJTで育っている人間もいるし、研究所で育っている人間もいる。ただ実際はモニターに関わっている人間全員が研究者というわけではないということがありますがけれども、その知見は必要なところからいただきつつやるということで、取りあえず今はできるのではないかと。

我々も今がベストだとは思っておりません。専門知識をどのように職員につけていくのかということは、解決しないといけませんけれども、まず基本的な基盤、50の火山をきちっと見に行くという基本を、まず押さえないといけないと考えているところです。

藤井：恐らく監視をする、何か異常があるかどうかを見ているということに関しては、それでも何とかいくかもしれないけれども、先ほどの井口さんのお話にもあったように、どう評価するかというのに関しては、これはマニュアルどおりにはなかなかいかない問題で、やっぱり研究を

普段やっている人たちといっしょに考えなければいけないと思います。

今のままでもある程度やれるというのが野村さんのお考えですけども、内閣府はどうお考えでしょうか。先ほど石原さんが言われたように、大学の研究者がある意味でボランティアとして火山噴火予知連に集結しているという事態ですが、そういうことでいつまでも続けられるかどうかということを含めて、廣瀬さんのほうからご意見を伺えますでしょうか。

廣瀬：内閣府の立場というか、内閣府としてはやっぱり国の防災力、あるいは地域の防災力をどう上げていくかという視点が一番、我々が求めているところの一つになるのかなと。

先ほど日本の学術的な地位が諸外国に比べると下がってきているというお話があったかと思うんですけども、やはり心配していることは火山のみならず、防災の研究がどのように社会的に評価されているのか、それは裏を返せば社会的な打ち出しにもなるだろうし、それから若い研究者が増えていくということになるのかなと。

そういう観点からいたしますと、やはり今の監視もそうですし、実際の防災の計画もそうかもしれないけれども、防災の研究をどういうふうに社会に実装していくのかということが、内閣府としては非常に大事だと思っています。

従って、研究と監視が一体であるのかどうかということももちろんありますけれども、実際に監視をしていく中において、先ほど井口先生も仰いましたけども、その先の研究に何が必要なのかということについて、きちんとした議論ができるような体制であったりとか、仕組みを構築するようなことができれば、私としては直ちに研究と監視が例えば一体でないといけないというのは、少し論理が。

それがいいと仰っている方が横にいらっしゃるのを承知で話しますと、日本でやっぱり今まで培ってきた、いろんな機関での総合的な部分をたぶんそれぞれの機関がお持ちであることを考えると、その連携をやっぱり図って行って、それを実装にどうつなげていくか、というのが内閣府の立場かなと今は思っていて、いきなりゴールがどうかというのは、今はまだ性急で言えないかなと。

それを先ほど少しお話がありました、火山防災会議をより実効性を上げるものにするために、どういう論点の整理でやっていけばいいのか。やっぱり火山を志しておられる先生が、若手層が減ってきていることも踏まえて、実態としてこれからどうするのが。まずはどこに軸足を置いてやるべきかということについて、今は議論をいただいております。

その成果が年度内にはまとまると思っておりまして、その中でまずは実態上として実装するために、より実装力を上げるために、どういう連携が必要かということに今は軸足を置いて、ご議論いただいているのかなと思っています。

藤井：それでは石原さんは、既に先ほどのお話の中で、もう既にいろんなご指摘をされましたけれども、改めてこの問題をどうお考えでしょうか。

石原：やはりモニタリングの能力、評価能力を上げるには、やはり火山学的な研究が必要になる。研究をすれば、どんなモニタリングをしないとイケないかというのがあわせて、これは一体な

ものです。

気象庁のほうでいいますと、気象庁のもう退職近い方ですけれども、鹿児島地方気象台に來られて、ご存じだと思いますけれども、そして火山でもって学位を取られた方がおられるわけです。そういう方々がもう退職されようとしている。

つまり現場で山を見ながらこちらに、私の観測所にしょっちゅう来ていますが、研究する。それを本庁に帰っても、あるいは気象研究所のところに行ってさらにそれを深めて、学位を取られると。これは結局、現場と研究とが一体でないと困るわけです。これはもう絶対不可欠で、これがなくなると、もうあとはどうにもならなくなる。

それから海外の例を言いますと、今日もインドネシアの彼が来ていますけど、インドネシアの方と共同研究をやってから、1991年ですからもう随分前になりますけれども、インドネシアの方々が言ったのは、当時は昔からの伝統的な、経験的な火山の研究をやっていました。

一方で、ヨーロッパに行って、学位を取ってきている。フランスとかで学位を取っている。だけど、ヨーロッパでは火山のことは、現場を知らない。だから日本で現場を見ながら火山の研究をさせたいという、向こうの人たちの要求も受けてやったわけです。それで彼らが JICA の研修生、あるいは国費留学生で大学院に來たわけですね。

彼らがその後、次々とインドネシアの火山調査所、火山研究所、今は何て言いますか。火山災害地質軽減センター(火山地質軽減センター)、それから応用力がありますから、地震のほうに行った人もいます。そういう人たちが今またリタイアするので、どうなるかと思えますけれども、やはり彼らが行ったので、大きなことが起きなかったわけですね。やはり現場と。サイエンスだけでは駄目です。現場でリサーチをする、そういうことを積み重ねないと具合が悪いわけで、私はリサーチャーです、私はモニタリングですと言うのは、具合が悪い。

モニタリングがあって、あるところでリサーチャーとしての経験を積む、それでまたモニタリングに向かうと、そういうサイクルを気象庁も、百数十名ですか、多くなったわけですから、そのスタッフをほかの部署に回さずに、ほかの仕事をさせずに、それだけバッファーができたわけだから、やはりリサーチしたい人には、その意欲がある人には積極的に研究もさせるような、そういう仕組みが必要ではないかと思えます。

もちろん少ない場合は外から、例えばハザードマップの理解なんて、ほとんど気象庁の方はやっておられないし、その方がリスク管理をやるなんてちゃんちゃらおかしいという、この後の議論になりますけれども、やはりそういうことを含めたらまた新たな、大学からの専門家、ほかの省庁からの専門家を招くということも必要だろうと思えます。

そういうのを含めて、やはりリサーチとモニタリングは切り離すことはできないということだけは、認識すべきではないかと思えます。

藤井：どうもありがとうございました。研究と監視・モニタリングとを分離するというのは非常に難しいことだということですね。

今の状態でモニタリングを継続していったって、外部からの研究者からのアドバイスで何とかやりたいというのが気象庁と内閣府の、ある意味では共通していたご意見ですけれども、たぶん世の中はそうではなくて、イタリアにおいてもかつてはばらばらの組織があった、あるいはニュージーランドもそうですけれども、それを一体化して、監視と研究をやる機関を中核に据えるという改革をかつてやったわけですね。

だからわが国としても本来ならばそういう方向に向かっていくべきだと思います。その一つの段階として、先ほど古屋議員も言われましたが、いろんな省庁に横串を刺すシステムを作るということも一つの段階としてはあるかもしれないと思います。しかし、最終的にはINGVやUSGS、あるいはGNSサイエンスといった、今、既に諸外国にあるモデルを参照しながら、研究と、それからモニタリングが一体化したものを目指すべきだと思います。

そういう意味では、桜島では、単独でそれが成立しているわけですが、これは大学の機関です。そういうものが日本中にできるかどうかという、これはたぶん恐らく大学としては不可能です。やはり別のかたちを考えるべきだと思います。

というところで、この壇上にいるかなりの部分は、気象庁と内閣府は別にして、研究と監視というのを一体化すべきだという意見で、それは簡単にはいかないということを、内閣府、気象庁のお二方は主張しておられますが、そのことに関連して何かフロアからご意見、あるいは質問があれば、それぞれ短くお願いしますけれども、お受けしたいと思います。いかがでしょうか。

火山監視の中で、監視が単にマニュアルに従った監視では評価に至らない。ちゃんとした研究者と技術者集団とが一体化したものが本来は必要であるという意見に対して、現状はそうではないわけですが、どうしたらいいのか、あるいは解決策も含めて何かご意見があれば、お受けしたいと思いますが、いかがでしょうか。ありませんか。

今、壇上にいるパネラーの中で、さらに追加で何かご発言したいことがあったら、どなたか、いらっしゃいますか。それでは野村さん、それからジョリーさん。

野村：若干うちの業務をちょっとシンプルに表現され過ぎているかなという感じもして、ただ見ただけではなくて、職員の中には調査・研究をやっている人もいますし、それなりの知識を持っている人たちもいます。ただ、それがまだ少ないというのが実態です。

もう一つが、モニタリングは重要ですけども、研究に比べると地味なことをやる時間が非常に長い部分があって、それを第一線の研究者の方に全部やらせるのは現実的ではないと、私は思っています。

そういう意味で、今、気象庁の中にある気象の予報官というのが、私は一つのモデルになるかなと思っていて、彼らは毎日、現象を見ているので、現象のことをよく分かっています。かつ、いろんなテーマを決めて調査・研究を、ペーパーをたくさん書くというところではないのですが、いろんな現象についてディスカッションする、そういう検討会を催しています。そういうかたちで技術を身に付けていくというのが、現業機関として一つの解決策かなと。

それからもう一つは、今、文科省さんのほうでやっている、次世代の人材育成の話で、そこで

いろんな若い人たちが育ってくるというところで、そういう方々を気象庁の中にも入れてレベルを上げていくと。そういう意味で若い世代を、昔は火山の部分は小さい組織でしたが、大きくなってきたので、そういう専門の方々を入れていくことで改善を図っていききたいと。それが現実的かなと思っています。

藤井：次世代火山研究・人材育成プロジェクトの出口として、気象庁が引き受けるということであれば、これは文科省としてもたぶん非常にありがたいことだと思います。それではジョリーさん。

ジョリー：一つ、追加で申し上げたいことで、大変貴重だと私が思ったのは、私たちのスタッフですが、火山の噴火に対応した経験、どういうプレッシャーの下でやるのか。もう一つ、どういふことが起こるのか、どんなパターンがあるのか、それを実際に見るといふことが大切だと思います。

USGS の V D A P と同じように、私たちはほかの太平洋の国々、特にバヌアツやトンガ、それからサモアといったところにサポートを提供しております。そういう島々に私たちが行きまして、意思決定過程ですとか、国をサポートするわけです。若い火山学者がそういう体験を積むということがとても重要でした。

ニュージーランドでは、幸いなことにたくさんの噴火がしょっちゅう起こるわけではありません。ですので、実地の体験を得るといふ意味では、やはり別の機関にも派遣をして、そこで経験を積んでもらうという方法があると思います。そこで実地の体験を積んで、本当に火山が噴火したら何が起こるのか、オペレーションレベルでは何をすべきなのか、それを理解するといふことが重要であると思います。

ですので、一つの方法ではないかと思います。コミュニケーションもより良くし、そして人材育成、次世代を育てるといふ意味では、そういうかたちで体験を積ませることもできると思います。

私もモンセラートで 8 年間を過ごしました。そこでどうすれば実際に火山をリアルタイムでモニタリングすることができるのか、それを分かることができました。そこでの経験をほかの火山噴火でも活かすことができました。

藤井：ありがとうございます。

ネリ：もう 1 点、私のほうから申し上げたいことがあります。イタリアの体験に基づいてですが、私たちもよく非常に複雑な問題を単純化してみようとしています。監視、それから研究とありますが、その監視の部分は、火山の場合は非常に複雑な作業です。そして学際的なスキルが必要なものです。そのことを常に念頭に置くべきではないでしょうか。

それが地震観測ですとか、そのほかの気象観測とは違うと思います。特定の変数だけを見ればいいというわけではありません。火山噴火の場合には、非常に学際的なアプローチが必要です。地震のネットワークも使わなければなりませんし、地球化学ですとか、それから電磁気などの監視も必要になるわけです。こういう技術の全てを使っても、こういうデータを全部使ったとして

も、それでも何が実際に起こっているのか、理解するのは非常に難しいわけです。

イタリアの社会の大部分は今、カンピ・フレグレイのカルデラに注目しております。DPCでは、この系がどう発展しているのか、それに懸念を抱いているからです。DPCに対するきちんとしたインプットをするのであれば、やはりベストの研究、ベストの人材、ベストの火山学者が、これに取り組まなければなりません。タイムリーで有効な情報を提供するのであれば、火山がどういうふうに関しているのか分からない人をただあてがっただけでは、それはできません。もちろん監視する対象が100以上あるのであれば、さらにもっと複雑になると思います。でも、この点が重要だと思います。

いったん観測データが出てくるとしても、それだけでは不十分です。今度は何が起こっているのかをきちんと理解する。そしてモデルをつくる人たちにもきちんとインプットを提供し、そして正しいシナリオをつくってもらうことが必要です。また、インパクトを考える人たちにも、きちんとした情報を提供することが必要です。

ですので、やはり火山を監視したり火山を研究するというのは、非常に複雑な作業であるということをお願いしたいと思います。できれば同じ人が研究もする、監視もする。もしそれが不可能であれば、もちろんそれぞれの国にはそれぞれの事情がありますが、できるだけ共同でやるということが必要になります。ですので、何らかの方法できちんとした簡単な体制をつくって、その連携ができる体制をつくる必要があります。それが大事な側面ではないかと思います。

ありがとうございます。

藤井：今のネリさんの発言でほとんどまとめていただいたようなものですが、私から特に付け加えることはありません。今、議論されたことは、現状で変えることは難しいと、政府あるいは行政のほうでは言いますが、本当に火山噴火を予知して、それで人の安全を確保しようと思ったら、研究者とモニターとは一体化したものでないと非常に難しいということだと思います。

しかもその分野としては、単に地震を測ったり、地殻変動を測るだけではなくて、地球化学から地質学など非常に広範な部分が必要である。これは地震や津波の場合とはちょっと事情が違う。火山は、そういう意味では非常に特殊な分野で、広い分野の研究者が必要であるという指摘だったと思います。これ以上、気象庁と内閣府を責めても解答は出てきませんので、次の課題のほうに移りたいと思います。

それはハザードあるいはリスクの評価と、リスク管理の問題です。今まで議論してきた外国の例ですと、監視・観測の中核にいる研究機関、例えばINGVあるいはUSGS、あるいはGNSサイエンスという機関は、科学的な事実に基づいて現状に関するアラームを出すけれども、避難とか避難準備といった、そういうリスクの管理の問題には携わらないというのが共通していたようです。

イタリアの場合でもリスク管理を行う部分は、さっきのマンジョーネさんが言われたDPCが行うことになって、DPCの中に火山のVolcanic Risk Centerを既にお持ちなんですね。要するに管理部門が常に評価もできるように、データを共有しているという特徴があります。

広域避難が必要になると内閣府が出てくる。先ほどの合同本部みたいなやり方を取るということをやっていますけれども、通常の小さな噴火のときは、気象庁が避難というところまで含めて実質的な警報を出すというふうになっています。この点について、内閣府の廣瀬さんはどうお考えでしょうか。

廣瀬：先ほど申しましたように、伊勢湾台風のときに基本的な法制ができていて、いわゆる避難関係のマネジメントをするのは市町村の責務になっているのが、今の実態だと思います。

これについては、先ほどから広域避難のとき、広域な影響があるときにどうかという議論はされていますけれども、一方で総合行政を担っていただいているのは市町村であるとする、いわゆる災害時に支援が要るような方々の状況を把握されているという意味では、やっぱり市町村の総合行政をやっているところが強いということがあって、一般的な災害のときは、これは風水害も含めてですし、それから津波もそうですけれども、やはり市町村が現行の体制というか、現行の仕組みでやられるのが私としては大事な点。

その意味での市町村をどのように支援できるかということが、国であったり県の役割になってくるのかなど。もちろん現行でも市町村の機能が失われたときに、補完する機能はもちろん持っている、それはそうなんですけれども、まずは市町村の行政力、その中での避難勧告等もやっていただく力を、どのように国が支援できるか、県が支援できるかということが、まず一つとしては絶対に必要かなと思っています。

その上で、より広域的な被害になったときにどういう対応ができるのかということについては、東日本大震災でも学んだことがあって、今の災対法を改正して広域的な避難における調整規程なんか、実際には都道府県が補完機能ではなくて、調整規程として今は災対法にも位置付けられている話になってございますし、先ほど話をさせていただきまして、今、藤井先生にも振っていただきましたけれども、実際は起こってから現地対策本部が設置され、そこでの調整事項として今のような観点も議論されることになるのではないかなと思っています。

先ほど法定協議会として協議会が、今、計画を作るのは協議会という話をさせていただいておりましたけれども、避難計画を作った協議会とも現地では合同の会議を行っていただいて、当然そこには協議会のメンバーにも入っていただいて議論をいただく、情報交換をいただくという仕組みを、手引の中でも書かせていただいています。

そこで一方、問題があるのは、先ほど井口先生からも仰っていただいたように、専門家の役割と行政の役割の線引きをしっかりとやっておかないといけない、ということがむしろ問題かなと思っています。より被害が大きくなったときには、国や県が基礎自治体である市町村を支援していくということになっているわけですが、一方で専門家との役割分担を災害緊急時のときにどうしていくのかということについては、きちんとしたルール化をしておく必要があるのかなど。

そういうことについては、先ほど紹介させていただいた、協議会を運営している市町村等の連絡会議の中でも情報共有して、今、進めているという状況になっています。

藤井：どうもありがとうございました。今、内閣府の廣瀬さんから、基本は地方自治体であるというお話でしたが、これはたぶんほかの国も、皆同じなんですね。

ニュージーランドの場合には、ジョリーさん、リスク評価とリスク管理の関係をどういうふう
に切り分けていらっしゃるか、簡単にお話しいただけますか。

ジョリー：いい質問です。リスク評価という観点では、私たちが専門知識を持っています。リスク評価をできる能力がある。ハザード評価をして、そしてその **exposure** と脆弱性を決定します。ツールも力もありますので、リスクを定量化することが私たちの研究所には可能だということです。

それを今度は当局に渡す。例えば保全省に渡して、国立公園などの管理を行っている省ですけども、ハザードもそうですが、幅広く使っています。明確な構造ができていますので、さまざまな国立公園にアクセスを取ることができ、法律によりまして、国立公園へのアクセスというのは全ての国民に保障されていますけれども、しかしそれを閉鎖する権利があります。つまり容認できないリスクが発生したときに閉鎖できる能力を与えています。ですので、許容できるリスクレベルもはっきり決められているということです。

コストとベネフィットということも考えます。例えば避難が行われるときに、オークランド市で地震が始まる、あるいは火山の前兆が検出されるというときに、実際に噴火が起こるまでの間、都市の中心地にあるわけですから、避難する際にどれくらいのコストがかかって、それによってどんなベネフィットがあるのか、ということと比較します。避難支援を例えば 10 万人に出すときに、十分にそれを検討することになります。短時間で、急いで検討するわけですけども、その判断、市民保護はオークランド地域の地方政府が行います。

これまでほかの国の例を聞きましたけれども、国、地域、それから地方のレベルとありますけれども、それぞれのインシデントのレベルによります。オークランドの火山の場合は地域のレベルですので、多くの場合、判断はここのレベルですけども、場合によっては国のレベルで判断をすることになります。ニュージーランドの大都市であるオークランドですので、影響が大きければ国のレベルで判断することになります。避難のコストと、それからオークランドの国立公園を閉鎖するときのコストなども十分に考えた上で、政府当局が共に考えることになります。

私たちが情報を提供して、どれくらいの可能性をもって噴火が起こり得るのか、その場合に生命のリスクはどれくらいなのか、どのような被害が起こり得るのかということを提供して、彼らが判断する、コスト・ベネフィットの評価も行うということになります。

藤井：今のニュージーランドのケースでも、結構悩ましい問題があるということもお話しになりましたけれども、このリスク評価とリスク管理をどうやるかというのは、本当に厳しい話です。

イタリアの場合には、DPC と INGV とは非常にうまく切り分けているように見えますけれども、ネリさん、イタリアのシステムというのは理想的な、リスク評価とリスク管理との切り分けができて例だと考えていいでしょうか。

ネリ：イタリアでは原則的に、状況はジョリーさんが仰った説明と非常に似ていると思います。

INGV においては主にハザード評価を行います。さまざまな火山のハザード評価を行います。私の発表の中でもご紹介しましたが、ハザード評価はいろいろな手法を組み合わせで行います。

我々としては、この情報を市民保護局に提供します。ある程度この情報をほかの情報、例えばナポリ大学ですとか、そういったところの情報を組み合わせて、脆弱性解析の、あるいはその地域で火山〔の噴火〕が起こったときに、インフラにどれぐらいの被害が出るかなどの解析などの情報も、別の情報源も加えて合成して、提供しています。

そして第一の影響推定を行います。リスクの最初の推定値といってもいいと思います。でもそれはまだ初期の段階でありまして、個人的に申し上げれば、私の研究所の中でも、ぜひともっと火山リスクの評価に注力したいと思っています。リスクの評価ということです。ほかの研究所ですとか市民保護局で、例えば社会科学、工学、あるいは建築の関係者も行っていると思いますが、やはり最終的にリスク評価をすることが目的です。

ただ、リスク管理は全く違います。リスク管理の責任というのは市民保護局で、つまり大規模な国家リスク、地域のリスク、また地方のリスク、これに責任を持つのは、それは所在が違うと思います。また、リスクのレベルの定義はさまざまな基準がありまして、政治的な判断がここにも必要になってきます。

ですので、明確に分けてはいますけれども、リスク評価についてはまだまだ今後、私たちが提供する数字の信頼性が高いものになるように努力できると思います。ほとんどのハザードとかマップ、ヴェスヴィオ、カンピ・フレグレイの避難計画は、ほとんどハザード情報をベースにやっています。もちろん幾つかの脆弱性データを組み合わせたものではありますが、もっと幅広くするためには、長い道のりがあると思います。リスク評価にするためには、今後、将来検討する、非常に重要な分野になってくると思います。

藤井：リスクアセスメントというのは、そう簡単なものではなくて、いろんな分野の情報を集めてアセスメントをやらないとうまくいかないものだと、イタリアの場合はそこを、今でもかなりの部分をやっているけれども、今後はもっと発展させて、その上でリスク管理に当たる DPC にその結果を引き渡す。

それでは、経過的状况も含めながら、DPC が避難をどうするかということを考えるという、ある意味では理想的なかたちが、今、イタリアで考えられている、制度としてどうやら成立しているようです。

そのリスクアセスメントの部分が、日本では今は気象庁とボランティアの噴火予知連というかたちで行われているわけです。今はこれでやるしかないと思っていますが、どうしたらもう少し改善できるかということ、野村さんのほうからお願いできますか。

野村：まず前提として噴火警戒レベルが、ちょっと誤解を招くような構造になっているかもしれません。取るべき防災対応と警戒レベルが対応しているということでした。

発表するのは気象台ですけども、実はあの対応表を作るときには、自治体なり防災担当の方々

と話し合っ、防災対応についてご提案いただき、それに対応する火山の状態になったら気象台が警報を出すということで、実際に気象庁だけであの表を作っているわけではありません。

逆にいえば、防災の専門家と気象庁が話し合っ、その山についてどういう対応を取ればいいか。個々の山についてはもっと詳しいことが決まっているわけですが、それは気象庁だけではなくて、それをやるのは火山防災協議会という、山ごとに設置された協議会で話をしているということです。

ですので、どうしてそういうふうにしたかという、やはり自治体の皆さんは山の状況について警報を出したところで、先ほども言いましたとおり、どうすればいいか分からない。なので、事前に防災の専門家と火山を担当する気象台、そして火山の専門家の先生方を交えて、あの表を作っているということです。ある意味で私は、理想に近いことを早めに実現したのではないかと考えているところでございます。

藤井：どうもありがとうございました。かたちの上では確かにそうなんですよね。噴火警戒レベルが防災行動に対応しているというのは、決して悪いことではないと思いますが、それを気象庁は単独で出していないというけれども、一般がどう受けるかという、噴火警戒レベルを気象庁が上げたら危なくなるけれども、上げない限りは安心だという、そういう受け止め方が大部分なので、私が非常に単純化して申し上げた次第です。

実際上は、今は法定の火山防災協議会ができていますので、その中で噴火警戒レベルの実情を設定していくということになっています。それが理想的ではあるけれども、実際上はそうなくて、気象庁が案を作ると、地方自治体はそのとおりに引き受けるというのが、多くの自治体で見られることなんです。

そういう意味では、イタリアでもニュージーランドでも言われましたけれども、火山についての住民とのコミュニケーションというのが非常に重要になってきて、彼らに理解をしてもらえない限り、あの表だけをぽんと出されてもなかなか分からないということになるんだと思います。その点では、確かに理想型かもしれないけれども、気象庁はもっとそれに向けての実態の確立のほうをきちんとやっていただけたらと思います。

石原さん、いかがですか、今までの議論を聞かれて。

石原：噴火警戒レベルの運用の実際を見ると、途中が全部抜けているんです。まずどこで何が起きるかの、ハザード評価ができていない。それから気象庁の噴火警戒レベルの解説にはいろいろな書いておられますけど、ハザードマップが既にできているところも、それを意識したようなものになっていないわけです。また、噴火シナリオとかも、今の火山活動はこの中のどこの段階ですかということを説明できないようなものになっているシナリオが多いわけです。

ですから、まずはハザード評価が大切だと思います。今後、噴火警戒レベルを実際に住民の方々、地元の行政が分かるようにするためには、まず気象庁の方自身がほかの知識、有識者・専門家の意見を聞きながら、自分たちが咀嚼できるまで、ハザードマップなりその背景にあるものを理解することがまず第一だろうと思います。

その次に、先ほどのリスク評価、リスク管理とか、いろいろとありますけれども、それを当面はまずやっていただきたいと。それでないと、後は大変ですよ、間が抜けたままでやるものだから、誰にも分からないような、聞けば聞くほどだんだん怪しくなってくるようになります。

というのは、例えば、数年前に、霧島の硫黄山で、警戒範囲 1 キロという円を現場の状況を確認しないままに設定しました。冗談じゃない。1 キロだったら、どういう施設が掛かるかということの確認がない。まさに 1 キロ付近にはビジターセンターや駐車場とかがあって、閉鎖されると生活のための収入を失う人がいるわけです。

そういうことも何にも考えなしに、ばんと 1 キロと言う。これは全くリスク管理の観点、あるいはリスク評価、ハザード評価もなしに、そういうことを機械的にやってしまう。これでは困るので、まずハザード評価ということを、専門家の意見を聞きながら、それぞれの火山についてまず確認していただくことが大事ではないかと思います。

藤井：どうもありがとうございました。噴火警戒レベルが先進的な仕組みであるとしても、それを支える実態の充実のほうはまずは必要で、ハザード評価というものを、もう少しきちんとやることを考えるべきであろうというお話でした。

ほかに、このハザードあるいはリスク評価とそれからリスク管理の関係について、何かさらにご意見を付け加えたい方はいらっしゃいますでしょうか。よろしいでしょうか。

ジョリー：二つぐらい申し上げたいことがあります。3、4年前から、デュアルレベルシステムというのを始めました。これはアラートレベルとして二つあって、一つは、ずっと噴火したことがなかった火山で噴火が始まった場合に対するものと、ずっと活動的であった火山に対しての、二つを区分してつくったわけですが、実際に噴火が突然始まったものに関しては、ひょっとしたら活動的であった火山よりもレベルが違うということで、非常に混乱したわけです。

それで Ph.D.の学生が研究をしまして、私たちはアラートレベルに関してどういうふうにコミュニケーションしたらいいのか、どうやったらいいのかということを考えました。最終的に分かったのはすごくシンプルで、ハザードだけを使ってコミュニケーションしようということになりました。まずレベル 1 だと、こういう火山活動があります、こういうリスクがありますということを連絡するというので、アクションとは切り離してコミュニケーションしたんです。

なぜそういうふうにしたかということですが、例えば緊急対応関係の人たちと話をしますと、ニュージーランドの話ではありますけれども、彼らとしてはアラートレベル間で一体何をしたらいいのかというのが知りたかったわけです。

例えばカルデラでレベル 0 の場合には、地震活動などが何もないわけですが、でも地震が始まった、あるいは地殻変動が始まったというときには、レベル 1 に変更するわけです。でもそれは異常現象としては、まだレベルは低いわけです。しかしそうやることによって、経済にはものすごく影響があるわけです。

ニュージーランドの観光客としては、たぶん旅行する前には知りたいわけです。あるいはレベルが 0 から 1 に上がるときに、どういう経済的な影響があるのかということをもっと分かってから

レベルを上げたいということで、もちろん異常現象としてはまだ低いレベルだから、パニックにならなくていいですよ、みたいなことをきちんとコミュニケーションしないと危ないということになりました。

それからオークランドに関しては、レベルが1に上がったことがありますけれども、そうすると緊急対応プランというのを使って、一体何をしなければいけないのかという、行動を理解しようとし始めたわけです。それで分かったのは、実際のアラートレベルというのは、実際にどういう活動をするのかというのと関係があるということが分かったわけです。火山がどういう状況か、そしてアクションをどうするべきかというのを、最終的にはこの二つをつなげ持つ、戻すということをやりました。

藤井：噴火警戒レベルというのは、基本的にアクションにまでつながるという意味では、先進的なものでありますが、実際にそれをどう運用するかが我々の問題であると思います。

それは気象庁だけの問題ではなくて、これは火山学全般とも関わる問題で、そういう意味でも、最初のときに議論になりましたけれども、業務的に運用するというだけではとてもうまくいかない。研究者が、火山をよく知っている、火山をいろんな方面から見ている知恵を結集して、防災対応をいいものに変えていくという作業が必要で、今の防災協議会の中の専門家というのは、その一つの解かもしれませんが、まだまだ十分ではないと思います。

このリスクの評価と管理の問題に関する一つの話題が、噴火警戒レベルです。今日は自治体の方がかなりたくさんいらっしゃいますが、この噴火警戒レベルについて、何かご意見なり要望がもしありましたら、この場でお話しいただければと思います。いかがでしょうか。

今、出される気象庁が噴火警戒レベルを2から3に上げれば、それに従って3になれば1キロなり2キロの範囲内をすぐに閉じるという、そういう行政的な手続きは、今は完了していると思いますが、そういうものに対して、何かご希望とかご意見はございませんか。ないですか。

それでは、今日の講演の中でも危機管理の問題をお話しいただいた、マンジョーネさん、このリスク評価とリスク管理は、火山防災に対してどうあるべきかということに関して、少しコメントをいただけたらと思います。

マンジョーネ：まず警戒レベルについて一言、申し上げたいと思います。イタリアでは確かに警戒レベルを宣言していますが、でもこのレベルというのは全国的なシナリオに向けて、ということです。これまで例えばずっと活発な活動をしている、グリーンレベルからスタートして、グリーンであればこれこれこういう現象はとにかく起こる可能性がありますよ、ということを強調しています。

グリーンだからといって、火山は活動していないというわけではありません。火山は常に火山であって、活動はするわけです。この点はなかなかメッセージを伝えるにくいところがありました。地域レベルと、それから観光客にとにかく伝わりませんでした。観光客たちは全く状況を分かっていないし、ガイドたちも予想不可能な現象については何も考えたくないという状況でした。

もう一つは、突発的な事象の場合、例えば大きな爆発的な、ストロンボリの噴火があったとす

ると、全国レベルではグリーンであります。ただ、地域のレベルは、DPCとしてはオペレーションのフェーズを引き上げます。そしてすぐにガイドラインを市町村向けに出します。ですので、全部つながっているわけではありません。全国レベルではグリーンステータス、それでも地域、特にエトナ山とかストロンボリであれば、もっと警戒レベルを上げるということになります。火山の活動の状況によります。

例えばエトナ山の最近の危機のときには、黄色レベルでした。つまりは不均衡状態であって、溶岩も流出しているという状況でありました。ただ、インパクトはそれほど大きくないので、全国レベルで管理する必要はないと。ただ、地域では対応が可能であるということで、クレーター近くには行かないようにと、入山を規制すると、そういう指示が出されました。

ただ、リスク管理という点でいえば、イタリアではまず第一に、避難などを緊急事態で行うというのは市長です。そこからスタートしまして、今度はオペレーションがずっと下のほうに伝わっていくわけです。ですので、各市町村がそれぞれの地域防災計画を持って、それぞれのハザードについて、何をすべきか分かっているということが必要です。

また、ストロンボリを私は取り上げますが、その理由は、私がこの山が好きだからというわけではありません。たくさんのハザードが絡む火山だからです。ストロンボリの場合は、一般的な市町村レベルの緊急プランがあります。一つ、市町村レベルでの火山用、それから津波用を作ろうと。確かにリスク管理という点でいえば、国レベルの責任であることには間違いありませんが、しかしローカルなレベル、地域レベルでも同じような観点から取り組んでいかなければ、人々を守るというゴールを達成することはできません。

常により良くやっていかなければなりません。なかなかローカルなレベルに伝わりにくいというところはあります。

藤井：今、マンジョーネさんにご発言いただきましたけれども、かなり重要なことを突かれていますと思います。

基本はやっぱり火山のそばできちんと見ている人、監視・研究をやっている人が、警戒レベルみたいなものを運用するほうが望ましくて、はるか 1,000 キロ離れた所の火山課かどこかでそれを決めるというのは、たぶん正しくないんだと思います。

警戒レベルそのものは決して悪いものではないけれども、それをどういうふうに運用していくかということは、気象庁の中でも今後、考えていただければと思います。

本当はもっとほかにも議論はあるかと思いますが、時間がかかり過ぎてまいりました。最初のところの議論で、本来は監視と研究というのは一体化したものでなければいけない、しかも研究は単に地球物理学的な観測だけに限らず、いろんな広い部分をやらないと火山は理解できない、判断できないんだということが議論されました。

そういうものを兼ね備えた機構が本来は必要であると思います。イタリアとニュージーランド、あるいは USGS はそれを実現しているわけですが、日本の場合にはまだそれができていない。それを段階的に何とかしようというのが、内閣府が今考えていることですが、そのシナリオ

に沿って少しずつ変えていけば本当に実現できるのかどうかということは、もう少し詰めて考えていただきたいと思います。

世界で実際に火山監視・観測に直面している人たちは、今日、議論されたような研究と監視観測とが一体化したかたちがいいと思って、こういう組織をつくられたわけですね。それからそういうものが出来上がれば、今度は実際の噴火警戒レベルみたいなものを運用するというのに関しても、きちんとやっていけるだろうというお話だったように思います。

今日、ご講演いただいた内容は、それだけではなくて、もっと広い分野にわたって、火山監視、火山研究の重要性も指摘していただきましたけれども、このパネルディスカッションでは、今言った2点についての議論に限らせていただきました。

パネルディスカッションの議論が終わって結論が出るという性格のものではありませんので、今日はここに、実際の監視に当たっている気象庁、それから火山防災の要である内閣府も出席しておりますので、今後の日本の火山防災対策を、今日の議論も参考にしながら、もっといいものにしていただけたらと思います。

時間が来ましたので、特に何かご発言になりたい方がいらっしゃったら、一つだけお受けしますが、いかがでしょうか。よろしいですか。それではマンジョーネさん。

マンジョーネ：最後に一言だけ。意思決定者たちが、やはり研究にも関わるといえることが必要だと思います。つまりはDPCはINGVとは、非常に強力な連携関係があります。

2008年のことだったと思いますが、研究プロジェクトをストロンボリで行い始めました。これはニーズがあったから始めたわけですね。これはINGVに対して私たちが提案したわけですね。10年たって、今、成果が見え始めてきました。つまり早期警戒システムです。

ですので、意思決定者たちも、こういうニーズがあるということをごきちんと科学者たちに伝えることが必要です。そうすると、研究者たちも何をすべきかということをご考えることになりまして、そして市民保護のための応用研究へとつながっていくと思います。

藤井：意思決定者が実際に研究に対してちゃんと注文をつける、あるいは何が欲しいのかということ、サイエンスコミュニティとの間できちんと議論をするということがやはり必要で、勝手に考えてくれというのでは困るということですね。

今の最後の発言が、このパネルディスカッションをほとんどまとめてくれました。時間もちょうど来ましたので、今日のパネルディスカッションは、ここで終わらせていただきたいと思えます。最後までご参加いただきまして、どうもありがとうございました。

司会：どうもありがとうございました。長時間にわたって熱心な討論等をいただいて、どうもありがとうございます。

最後になりましたけど、主催者を代表いたしまして、防災科学技術研究所理事の土橋より、ご挨拶をさせていただきます。

土橋：ただ今ご紹介をいただきました、防災科学技術研究所の理事をしております、土橋でございます。本日は長時間にわたりましてご参加いただき、誠にありがとうございました。事務局にお伺いしたところ、140名近い方がご参加いただいたと聞いておりまして、非常に盛大なワークショップができたのではないかと考えてございます。

ご案内のとおり、日本では今年の10月に霧島山新燃岳で噴火がございました。また将来的には富士山も噴火する可能性もございます。その際には、ワークショップの中でも話がございましたが、首都圏なども大きな影響が出るのが想定されております。

今日のワークショップでは、わが国がどのような火山監視、あるいは火山防災体制を持つべきかというテーマで、パネルディスカッションを含めて、さまざまな視点から有意義なご議論ができたのではないかと考えてございますし、このテーマを議論するに当たりまして、イタリア、ニュージーランド、それから米国の事例などを参考にして、さまざまな意見交換ができたと思っております。火山噴火の監視や予測の技術、そういう情報が自治体、国の密接な連携の下に有効に活用され、火山災害の軽減に役立つ体制ができることを、切に希望してございます。

本日は、講師の皆さまには貴重な時間を割いていただき、遠くからおいでいただき、本当にありがとうございました。素晴らしい講演をいただいたと思っております。主催者として、本当にこのようなワークショップが開催できたことを嬉しく思いますし、この場を借りまして、皆さまに感謝をしたいと思っております。本当にどうもありがとうございました。

司会：これで今回のワークショップを閉会にしたいと思います。

事務局から2点、お願いがございます。1点目は、今、お聞きになっているレシーバーはお外しになって、机の上に置いておいていただければと思います。もう1点は、5時から講師の方々を交えて懇親会をいたします。まだ若干余裕がございます。15階の喫茶室で行いますので、時間がある方はぜひご参加いただければと思います。

では、長時間にわたってどうもありがとうございました。

Proceedings of the workshop
English

MC (Takahiro Miwa)

Good morning. Thank you very much for coming to the International Workshop on Strategy of Volcanic Disaster Mitigation 2017. We would now like to start the workshop and I will be serving as the MC. Thank you for your cooperation. Some housekeeping announcement first. I believe you have receivers for simultaneous interpretation. When you leave this room please leave it on the desk. Now we'd like to go right in first. From the NIED, Dr. Haruo Hayashi, the president of NIED would like to make some opening remarks.

Haruo Hayashi

Good morning. I'm the president, Hayashi from NIED. I think I've had a bit too much to drink last night. I'm very sorry that I have bad voice but thank you very much for coming to the International Workshop on Strategy of Volcanic Disaster Mitigation 2017. So, it's a long day from 9:30 until 4:30 in the afternoon. We will be talking about how to mitigate disaster related to volcanic eruptions. We will hear cases from overseas as well. I do hope that we will have a very good interaction. Now volcanic disaster mitigation, there are all kinds of different sciences that need to work together in order to really mitigate disaster, and of course we first of all need to observe but that's not going to be enough. We need to make sure that the observation results will be used to protect people's lives and livelihood. So, we have had a 10-year project starting from last year and we believe that this decade will be a very important one to determine the way of volcanic research. I do hope that we can get together so that we can really develop this study, and as a part of this, we have decided to hold this workshop and we do hope to see great achievements being made through this workshop. And with that, I would like to end my opening remarks. Thank you very much.

Keiji Furuya

Thank you very much. I am Keiji Furuya, parliamentary member and I was the first state minister in charge of disaster management and we have a parliamentarians league in charge of taking measures against volcanic eruptions and I actually head that organization, so together with Dr. Fujii, I have had many exchanges with Dr. Fujii sometimes being scolded harshly by him and yes I was invited to the panel discussion. Unfortunately, DIET is in session and I am also heading the steering committee, meaning that I am in charge of the operation of the DIET. I just stepped out of the meeting just to come here to say a few things and I look at the program and I understand that you many experts here and I think you have heard a lot of interesting presentations. So, as a politician and as the head of the parliamentarian league, I would like to tell you a little bit about the background.

In 2014, in September, Mount Ontake erupted. Actually, that's about 50 kilometers away from my hometown and my wife actually saw the mountain erupt. She said that it was something that she has never seen and my friend who is a mountain climber, he often went to Mount Ontake. Just by coincidence, 2 or 3 days before the eruption, he went up the mountain and he was saying that he saw smoke coming out of a place where usually there is no smoke, and his friend who is a media reporter, he told him, but this reporter was not in charge of volcanoes and he just said, oh that's interesting and that was it. What I want to say is I am not saying that he is to blame or whoever is to blame. I think volcano is something that you need to monitor constantly or else you would not be able to understand how it behaves. Mount Usu, for example, this was observed very closely and that's why people were able to evacuate quickly before the mountain erupted and therefore, there were no casualties. So, since then, we set up the parliamentarian league and the league members – well compared to earthquake countermeasures, volcano countermeasures are quite behind, therefore, we had been briefed by stakeholders and experts and there are many organizations. It's not just the JMA, but there is no cross organizational cooperation. That is a major issue, and we have a lack of experts, researchers as well as technicians and we have 111 volcanoes and there is only 0.17 expert per mountain if we look at the number of researchers which is too small a number, and first of all, we wanted to increase the number of researchers and we are trying to nurture 80 people. Over

5 years, we have been able to double that to 160 and we are running this program to nurture experts on volcanoes but however, in the background, there are many people who have not experienced mountain eruptions who live in the city area. They have no experience. They have no knowledge. It's very difficult then to gather people who will be interested in researching this. We have this vicious cycle going around and therefore, from the government viewpoint, we need to start movements towards trying to predict volcano eruption. That's why we have setup this parliamentarian league.

We are trying to double the number of experts right now. We have made this proposal and this is ongoing. Also, volcanoes, we need to be looking at it on a real-time basis. If we see some movement or see some precursor of an eruption, how do we provide information and capture information on real-time basis and be able to communicate that? I was able to learn that. The SAR radar, the usage of that is very important, but the SAR radar is not always installed and located. Sometimes it's set in the laboratories. We have to ask private companies to actually use that and we need to look at the mountain right after the eruption but because we set it up, it takes about half a day to send the SAR radar. So, there are handicaps in research and monitoring. So, we are thinking of using the self-defense force aircrafts. It hasn't been realized yet, but the SDF, Self Defense Force - the JMA tried to approach the Self Defense Force. Self Defense said that it's not their job to be looking at volcanoes. However, we need to have accurate data and accurate data is needed to protect people's lives and if the SDF is there to protect people lives, it is the mission of the SDF to help us carry out this mission and the SDF does have a lot of aircrafts that could be used. It doesn't have to be a state of the art aircraft. If it can travel at a speed of 400 to 500 kilometers per hour, that would be enough. So, from Misawa base and also there are other bases around Japan, maybe we can keep these radars in about three bases around Japan to cover the whole of Japan. And once there was a scramble, there are about 1000 scrambles that occur throughout the year, but the aircrafts can take off in about 1-2 minutes. SDF has that skill and technology. So, then if we can use the SDF aircraft, we can set the SAR radars on the aircrafts, so that once there is a request they can start off with 1 or 2 minutes.

If you ask a private company, they may reject because of safety concerns. However, the SDF will be able to fly in such situations. So, I do hope that we can realize this and the researchers will need real-time information. We need to be able to provide that to them and so I am looking forward to establishing this and also state of the art observation technology, maybe drones could be used for monitoring; prediction technology, software and hardware for disaster management and also we need to strengthen communication methods and I have instructed the ministries in charge and we are trying to reflect that into the budget plan. We weren't able to carry out the league conference because of the elections but Mr. Hagiuda [ph] is in charge, so I will be talking to him, so that we can take action as soon as possible.

The cabinet office – the fiscal year end was it? The volcano disaster management council will also be coming up with the plan. I am hoping that Dr. Fujii will be able to come up with specific proposals and the parliamentarian league will also follow up on that, so that we can have a truly feasible plan against volcanic eruptions. Compared to earthquakes, we are quite behind when it comes to taking measures against eruptions but slowly but steadily we are starting our activities. I do hope that you understand the importance of preparing against eruptions and we on the government side will also make sure that we provide all the support that is necessary. I do understand that there are people from the government side as well to this workshop. We DIET members will also try to support your activities and with that I would like to end my short comment. Thank you very much.

MC

Thank you very much. Now let me call on Mr. Fujita, the Principal Chief of the Volcano Disaster Resilience Research Division of the NIED to give us some briefing about the outline of the workshop.

Eisuke Fujita

Good morning. I am Fujita from NIED. Just briefly I would like to talk about the outline of the workshop today. Workshop started since 2003 and we are holding this once every other years, and this is the eighth workshops. Usually we do so at Tsukuba and Fujiyoshida City but this year for the first time we're having this in Tokyo. So, why are we having this in Tokyo? We have some reasons for that. Japanese volcanic research and also the volcanic disaster mitigation system, the Japanese national system and the local system we do need to coordinate. We want to improve coordination between different stakeholders in volcanic disaster mitigation in Japan, and that is the reason we are having this in Tokyo. Monitoring and warning the JMA is the main agency and also the erosion and sediment management is done by Erosion and Sediment Control Management Office of MLIT and crisis management is taken up by cabinet office and local governments. And as a background to their activities volcanic research and search are done by universities and research institute. There are many players that they need to cooperate with each other so that warning can be released and also the administration can be benefited. We may want to talk about the volcanic disaster management council held by different municipalities as well as CCPVE.

We have academic on the left hand side and also on the right hand side we have administrative organizations. In Japan, there are so many institutions that are involved in volcanic and earthquake disaster mitigation, for example we have MEXT and MLIT related organizations as well as AIST and METI related institute and also cabinet office and others are included in the administrative organs but we want to have them cooperate and collaborate with each other so that there will be a better system for them to coordinate and adjust their activities going forward.

Now talking about today, we have that background of many organizations and we have overseas case presented from INGV, the Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Italy, Dr. Neri. And for New Zealand we have GNS Science, Dr. Jolly and in the afternoon we have National Civil Protection in Italy which is the administrative organization in charge of civil protection we have Dr. Mangione to talk about so that we can think also about volcanic disaster mitigation for Japan. So as was mentioned by the president, today we have a long workshop but I hope you participate very actively. Thank you very much.

MC

Thank you so much. Now we would like to begin the presentations. The first speaker is from Italy we have Dr. Augusto Neri from INGV. The title of the presentation is: The Complex Interplay Between Volcano Research Science, Monitoring and Risk Assessment: Some Insights from Italy.

Augusto Neri

The complex interplay between volcano research science, monitoring and risk assessment: some insights from Italy

Augusto Neri
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
augusto.neri@ingv.it

International Workshop on
"Strategies of Volcanic Disaster Mitigation"

Tokyo, 22 November 2017



Good morning everybody. I'd like to start thanking the organizers of this workshop, and especially the National Research Institute for Disaster Reduction and the Fuji Research Institute for inviting me to contribute to it. It's my second time to this series of workshops. I am very honored about it and hope it

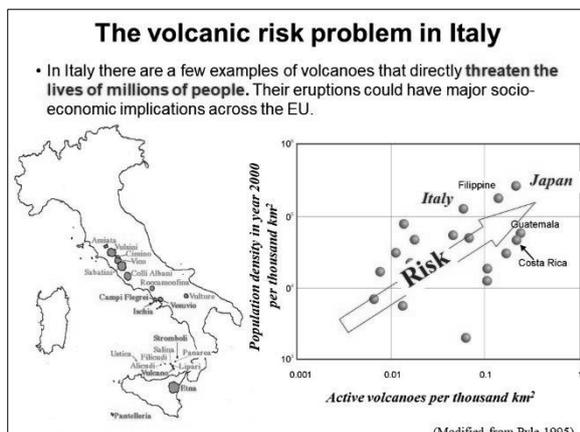
would be an opportunity to provide you some information about Italian volcanoes and the way in which in Italy we face the volcanic risk problem.

Outline

- **Volcanic risk** in Italy and the example of the **Neapolitan Area** (*Vesuvio and Campi Flegrei*)
- Coping the volcanic risk in Italy: the **goal** and the **actors** (*National Civil Protection System, see Mangione's talk*)
- Concluding **messages**

This is just a brief outline of the next half hour. I will try to give you some basic information on the challenge we are facing and I will specifically refer to the situation in the Neapolitan area where we have three very dangerous volcanoes, Mount Vesuvio, that I think everybody knows, the Campi Flegrei caldera and also the island of Ischia. My second aim

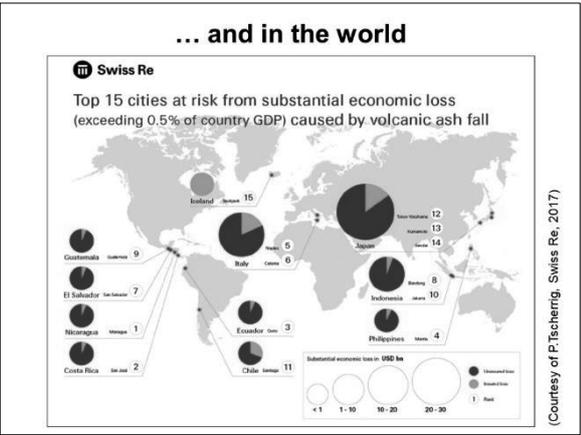
will be to provide you information about the way in which we cope in Italy the volcanic risk problem, which are the main goals, the short-term and the long-term goals, and also which are the main actors. More information on this aspect will be given to you by Dr. Mangione (DPC) later on in the day. I will end with a few concluding messages.



Okay, so first I want to give you some information about the volcanic risk problem in Italy. As you see from these plots on the right, Italy as Japan is one of the most exposed countries in the world to this risk. This is clear by simply plotting the density of volcanoes in a

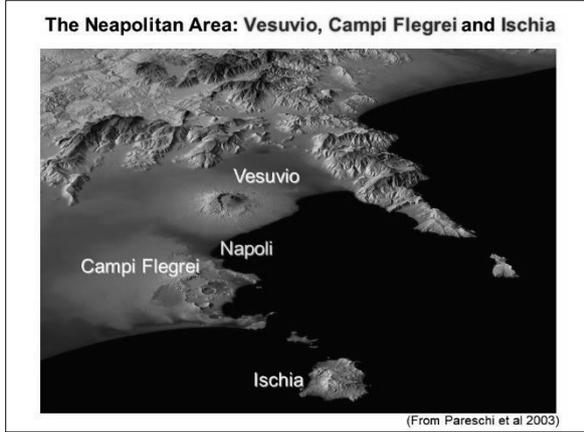
country against the density of population. So, as you see the risk increase from the bottom left-hand side corner to the upper right-hand side corner and you see that Japan, Philippine and Italy are the most exposed countries. On the left, you see a map of Italy where we reported the main volcanic systems, most of them are old one which are no more "active" but, as I said before, there are several active and particularly risky volcanoes as Mount Vesuvio and Campi Flegrei caldera.

Just to give you an idea on where we are in terms of worldwide assessment of volcanic risk, this is a recent assessment carried out by the Swiss Re reinsurance



company that try to estimate the amount of economic loss potentially caused by volcanic ash, I mean just by volcanic ash, in the world and they ranked the top 15 cities at risk just from this hazard. And as you can see again Japan is one of the most exposed countries with a potential impact of volcanic ash that can reach figures as high as 20 or 30 billion dollars of damage

with a few main cities at risk like Tokyo, Sendai and Kumamoto and, as I also mentioned, Italy is also particularly exposed with cities like Naples directly threatened by Vesuvio and Campi Flegrei caldera and Catania, exposed to the impact of Mount Etna in Eastern Sicily. And as you can see from this plot, there are many regions worldwide in which large cities are directly treated by volcanoes. And these figures just refer to volcanic ash, so we should add on that in terms of impact from pyroclastic density currents, lava flows, floods, lahar and so on.



As I mentioned before, we are exposed to volcanic risk not just based on such "average values" but also in terms of specific cases. The Neapolitan area, close to Naples, it's probably one of the most exposed areas in the world. We have Mount Vesuvio on the eastern side of Naples and Campi Flegrei caldera on the western side, and again offshore on the

west the Island of Ischia, and Naples is just in the middle with a few millions people living in the region.

Let's now see which is the long term goal we are facing. This is quite simple from

The (long-term) goal

- To develop a full **risk assessment** which incorporates and integrates **hazard, vulnerability and exposure** data.

$$R = H * V * E$$

R = Risk
H = Hazard (e.g. scenarios)
V = Vulnerability
E = Exposure (value)

- This approach aims to consider not only one dominant "reference" or "worst-case" eruption but a **number of possible foreseeable scenarios** and estimates of their impacts.
- At this time most risk assessments are based on the consideration of a **single** (or a few selected) **hazard or impact scenario**.

some point of view but it's extremely challenging from some others. The long-term goal is to develop a full risk assessment, that means that we should be able to integrate the hazard information, indicated here as 'H', with the vulnerability information 'V' and the exposure information. So, as you all know, the risk is the product of these three

components. Such an equation is simple and very complex at the same time because each of these three components is dependent on so many other variables and depends on space and time too. So this goal is extremely challenging and difficult to reach, to come up with a really quantitative risk assessment. But this approach has also several main advantage because somehow it allows us to consider the whole variety of phenomena and scenarios that could occur in a volcanic system. Somehow we try to combine all the possible outcomes, each of them weighted by its own probabilities of occurrence and by its own uncertainty. So, it's a quite comprehensive approach but at the same time it's very challenging.

We have also to acknowledge that, at this time at least in Italy, we are not able to manage such a complex problem in a fully quantitative way and most risk assessments are based on a single or few selected hazard and impact scenarios, so somehow we have reduced the complexity of the problem, we moved from risk to hazard and very often we base our risk assessments on hazard information. But I want to stress that the main goal should be to come up with a comprehensive risk assessment. This is something we should try to do, more and more, in a quantitative way.

Volcanic hazard assessment

Hazard assessments needs to include *all the methods* that contribute to investigate and understand the volcanic system, i.e.:

1. Reconstruction of the **eruptive record (where? what?)**
2. **Monitoring** of the present state of the volcano (**when?**)
3. **Modelling and simulation** of the volcanic processes (**how? why?**)
4. **Quantification of the system uncertainty (how much accurate?)**

Just a few words about how we assess the volcanic hazard. I think some of the points I will mention have also some implication on the way in which our system in Italy is organized. The hazard assessment, according to our approach at INGV and in Italy in general, is the product of the combination and integration of different methods. So, it's not

enough one approach to come up with a robust and solid hazard assessment. You need to combine them all together. Four methods to me are the most important. We start with reconstruction of the eruptive record of the volcano. This is of course fundamental, without this information we cannot do anything. And this is very useful to understand where and how often something dangerous could occur and what kind of phenomenon could happen. So, this is the fundamental "classical" volcanological information.

Another key information comes from the monitoring of the volcano. Monitoring allows to know the present state of the volcano and be aware of any ongoing variation of its activity. This is necessary to understand when something dangerous could happen. The third approach is about modeling and simulation of the phenomena. This is key in order to gain a better understanding of what's going on. In other words, if we try to describe the behavior of the volcano in terms of physical laws we have more chance to try to understand it better. This kind of approach has been developed a lot in the last few decades and we are now able to incorporate in these kind of models more and more physics and chemistry and come up with more understanding of the dynamics of the system. The fourth method is about the quantification of the system uncertainty. This is also an emergent approach which is becoming more and more important. This is about how much accurate are our information, how much accurate is our understanding of the system. More and more we are asked by the public, by the public authorities, particularly by the civil protection authorities, to provide information about how

Vesuvio

Due to its **explosive character** and the **high population density** Vesuvio is one of the volcanoes with the **highest risk in the world**



(Picture by INGV-OV)

much confident we are in what we know. So, somehow this is becoming also a very important topic in modern volcanology.

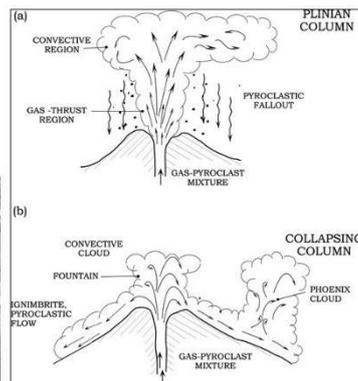
I will illustrate now some of the products generated by these methods with specific reference to Vesuvio so you can have a better idea of the kind of assessment we

do. As I said before, Vesuvio is one of the most risky volcanoes in the world. In fact, it combines two unfortunate "properties"; it's mostly an explosive volcano that in the past produced large and famous eruptions like the 79 AD "Pompeii"

eruption and it is also highly inhabited with more than 750,000 people living on his flank.

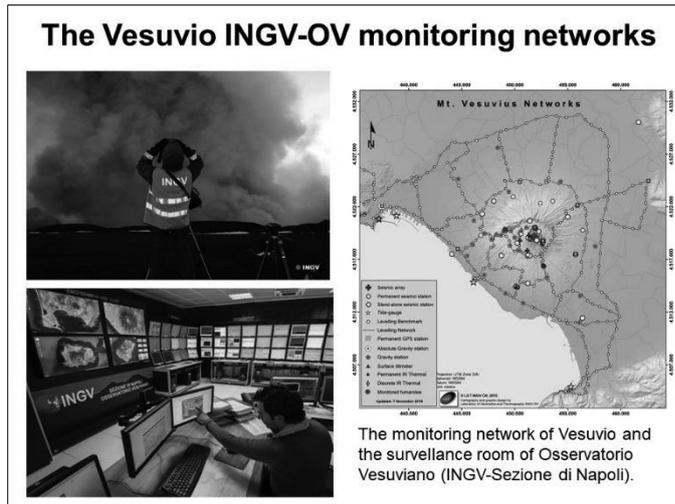
Vesuvio: reconstruction of the eruptive history

The people of **Pompeii and Herculaneum** were killed by **ash and pumice fall** collapsing roofs and later by **pyroclastic flows and surges... hot clouds of fast moving ash and gas.**



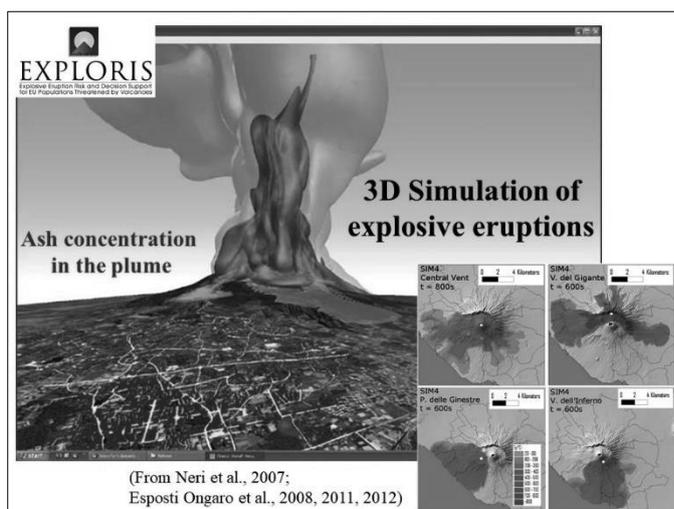
As I said before, we start with the reconstruction of the eruptive history of the volcano, which is very well-known at Mount Vesuvio. Its history has been reconstructed by many investigations starting from the famous description of

Pliny the Younger in the 79 AD eruption. We are mostly concerned here with two phenomena that are somehow reflected also in the hazard mapping of the area which we will see in a moment. First, the main phenomenon we are concerned about is the generation of a Plinian column that could be a few tens of kilometer high and have the potential to disperse volcanic ash in the proximal, medium and very distal areas all around the volcano. The later stage of the eruption could instead be characterize by the occurrence of the collapse of the volcanic column and the generation of very dangerous and deadly pyroclastic density currents. These are the two main phenomena that we are considering in the assessment of hazard around Mount Vesuvio.



Of course we have a very extensive monitoring network. Our observatory, the Osservatorio Vesuviano, which is the oldest observatory of the world, is in charge of developing and maintaining a whole range of multidisciplinary monitoring networks, ranging from seismic to geochemistry and geodetic

networks of different types. Most of them are continuous networks that can provide information on the status of the volcano in real-time. And of course these networks are integrated by activities in the fields to carry out periodic campaigns, measurement campaigns aimed to observe the phenomena.

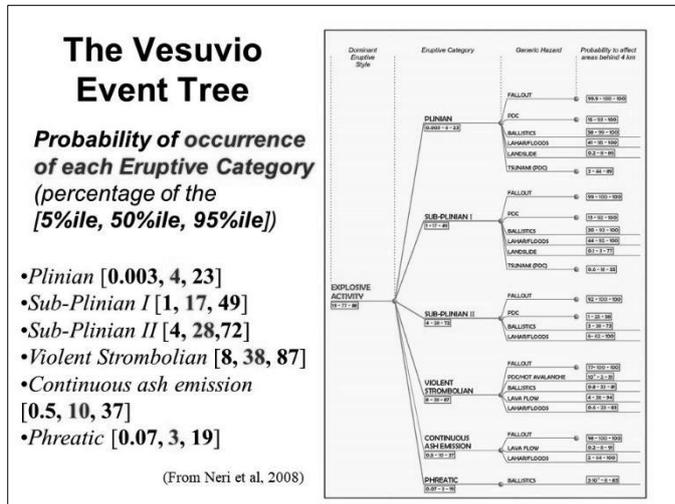


The third method I mentioned before is about modeling and simulation of volcanic processes. These are just a few snapshots of an explosive eruption that we simulated numerically at Mount Vesuvio. It refers to a sub-Plinian event, i.e. an even similar to the one taken as reference by the Emergency Plan. I want to show

you a video of the simulated eruption. It's the evolution in time of the collapsing phase of a sub-Plinian eruption of Vesuvio. What you see here is the temperature, illustrated by its isocontours referring to two different temperatures, and how it developed during the event. The video is speed up about 15 times with respect to reality. You can observe the complex collapse of the volcanic column and the generation of pyroclastic density currents that can propagate all around Vesuvio impacting some of the nearby municipalities. This kind of models and visualization are very useful to produce quantitative assessment of the hazard and also to provide effective communication to the public in order to try to explain them which

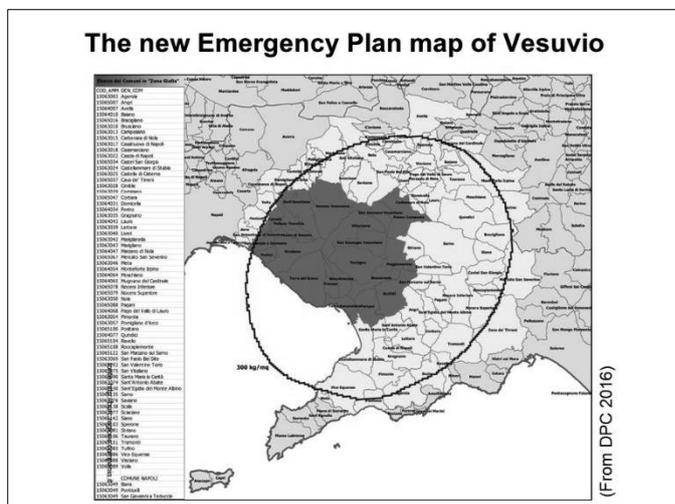
kind of phenomena we expect, which are the time scales of the processes and which would be the consequences of them.

Let's move back to the presentation. The fourth method I was mentioning before is about the quantification of the uncertainty that affect our volcanic systems. This



translated, as regard Vesuvius, in the definition and quantification of a Vesuvio volcanic Event Tree. This is nothing else that the representation graphical and the quantitative representation of the behavior of the volcano. In other words each branch of the tree represents a different potential scenario characterized by specific

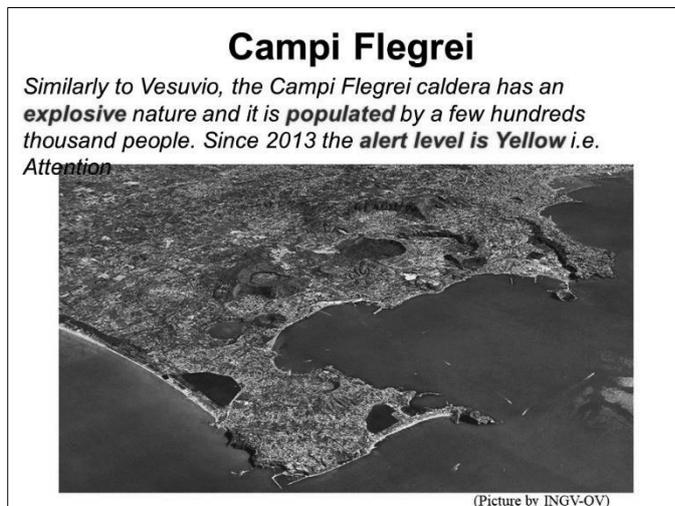
phenomena of which we were able to provide some quantitative estimates of the probability of occurrence. As you see here, we listed the probability of occurrence of the six different eruptive scenarios we could envisaged in case of reactivation of Mount Vesuvius and, as you see, each of them is characterized by probabilities. It is important to note that probabilities are expressed not just by one value but by three values. These values represent the best guess and the confidence level for each probability estimates (typically the 5th and 95th percentiles). This is the kind of product that we aim to develop more and more to provide quantitative information and, at the same time, to communicate that these information are affected by some degree of uncertainty. In other words we have some confidence



level in them.

This is the new Emergency Plan map of Vesuvio. It is included in the Emergency Plan that the Civil Protection Department (DPC) has defined and basically is the base for the development of the whole plan. You can see two main areas, the yellow area ("Zona

Gialla") associated to the occurrence of heavy ash fall, and the red area ("Zona Rossa") associated to the potential occurrence of pyroclastic density currents. The main difference, from the operations point of view, is that the red area should be evacuated in advance of the eruption. The challenge here will be to provide reasonably robust information about the occurrence of the eruption at least 2-3 days before its start. In fact this is the timeframe that Civil Protection Department will need in order to carry out the evacuation of people. As I said before about 750,000 people need to be evacuated in such a short timeframe.



I also want to mention that Vesuvio is not our only concern. We have another very dangerous volcano on the west side of Naples, the Campi Flegrei caldera. As you probably know, this volcano was able to generate two very large eruptions, named Ignimbrite Campana and Tufo Giallo Napoletano, which occurred about 40,000 and 15,000 years ago,

respectively. They generated actually the present caldera a major depression of 12 kilometer in diameter, half of which it is offshore. As you see, also in this case, we have about 300-400,000 people living inside the caldera. So, also in this case, it will be a real challenge to face and manage this risk.

Pre-eruptive scenarios: summary of knowledge

- Unrest dynamics that in central volcanoes lead to an eruption **may not do so in calderas**;
- The **intensity** of unrest dynamics (seismic activity, deformations, etc.) appears to be **not directly correlated to the occurrence** of an eruption (e.g. Rabaul 1994, Monte Nuovo 1538);
- There is a **main uncertainty** in the localization of the **eruptive vent**. Observations could indicate the location of the future vent **just a few hours before** the eruption;
- There is the possibility of **simultaneous eruptions from more vents** (e.g. Rabaul 1994 and the CF eruptions of Averno/Solfatara).



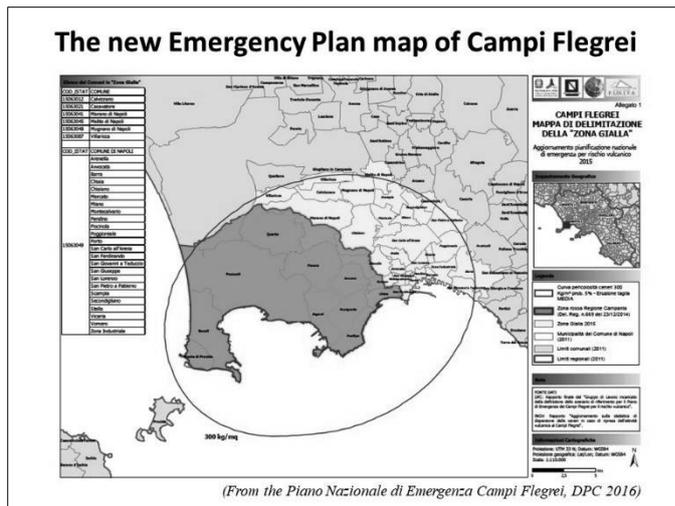

Copyright John Seach

Pictures of the CF caldera in the 17th century (A.Kircker) and Rabaul eruption in 1994 (J.Seach)

An important feature of this volcano, which since January 2013 is in unrest, is its calderic nature. Calderas have a very complex dynamics and often it's really challenging to interpret their monitoring data. A further complexity associated to calderas is that we do not know where the next vent could be. So, as you

clearly understand, this fact significantly widens the area that could be affected by the hazardous phenomena. It could even happen that, as actually occurred at the Rabaul caldera in 1994, that two different vents opened simultaneously. This would make the picture significantly more complex and serious.

This is the Emergency Plan map recently published by the Department of Civil Protection. Similarly to the Vesuvio case, they defined a yellow area ("Zona Gialla"), more likely affected by heavy ash fall, and the red area ("Zona Rossa"), which should be evacuated in advance and that basically coincide with the extension of the whole caldera, given the uncertainty on the location of the future volcanic vent.



Gialla"), more likely affected by heavy ash fall, and the red area ("Zona Rossa"), which should be evacuated in advance and that basically coincide with the extension of the whole caldera, given the uncertainty on the location of the future volcanic vent.

I wish to conclude this part just mentioning which will be the key challenge we have to face in case of a future crisis. The challenge will be to properly and effectively interpret the monitoring signals that Campi Flegrei and Vesuvio will give us before the eruption.

The "volcano challenge"

The success of the emergency plan **will largely depend on the reliability of the volcanic forecasts**. History tell us that multiple outcomes are possible:

- Success: e.g. Izu-Oshima (1986), Pinatubo (1991), Rabaul (1994), Merapi (2010)
- False alarm: e.g. La Soufriere of Guadeloupe (1976)
- Failed alarm: e.g. Nevado del Ruiz (1985), Mt. St. Helens (1980)

Eruption onset is heralded by **geophysical and geochemical precursors** such as:

- **anomalous seismicity**
- **ground uplift**
- **gravimetric, magnetic, and electric anomalies**
- **new fumaroles and increasing heat flow and gas output**
- **chemical and isotopic variations in the composition of gas and thermal waters**

The emergency plan has 4 alert levels (basic, warning, pre-alarm, and alarm)

I wish to conclude this part just mentioning which will be the key challenge we have to face in case of a future crisis. The challenge will be to properly and effectively interpret the monitoring signals that Campi Flegrei and Vesuvio will give us before the eruption. The history of volcanology tell us that very different outcomes occurred in the past. We had crises during which the interpretation of the unrest signals was correctly made and very effective measures were taken. This is, for instance, the case of Izu Ōshima in 1986,

Pinatubo in 1991, Rabaul in 1994 and Merapi in 2010, when very effective managements of these crises occurred. A different situation is the case of false alarm, a famous example is the case of La Soufriere of Guadeloupe, French Antilles, in 1976 when about 70,000 people were evacuated from part of the island but nothing happened. There is of course also the situation of failed alarm, the worst

case probably being the Nevado Del Ruiz tragedy when about 25,000 people died due to the melting of an icecap and the generation of a deadly lahar. To some extent, also the 1980 Mount St. Helens's eruption, was not really predicted due to the fact that the volcanic blast was something really unexpected for that time. As I said before, we expect a whole bunch of precursory signals before the eruption and the correct interpretation of these signals will be really the key step in order to successfully manage the crisis.

The actors: National Civil Protection System

- The **Dipartimento della Protezione Civile** (DPC, Presidenza del Consiglio dei Ministri) is the coordination body of the Italian National Civil Protection System (established in 1982 after the big Irpinia earthquake).
- Its tasks are: **Mitigation, Alert, Response and Recovery**

The System involves **many different organizations** such as:

- **Public bodies** (Government, Ministries, Regions, Provinces, Municipalities, Operational Bodies, etc. as **decision makers**);
- **Scientific and academic institutions** (Universities, **Research Institutes (INGV)**, etc.);
- **Civil society** (Volunteers, private companies)

- A key role is played by the "**Commissione Grandi Rischi**" which is the link between DPC and the scientific community (advisory role). (Il Mattino, 24 novembre 1980)



In the second part of my presentation I will provide you a few information about the way in Italy we focus on the volcanic risk problem and which are the main actors and their responsibilities. Dr. Mangione of the DPC later on will provide you more information on this. In Italy we have a National Civil Protection System

that was set up and developed by the Dipartimento della Protezione Civile who is the coordinating body of the whole system. Its main task are: mitigation, alert, response and recovery. This civil protection system was set up after the devastating earthquakes that occurred in 1980 in the Irpinia region. The System involves many different actors which I subdivided here in three main categories: public bodies, i.e. the Government, the Ministers, Regions, Provinces, Municipalities and so on, who are the decision-makers. These are the actors who take the decisions based on the information that all the other subjects provide them. The second category is the scientific and academic community such as the universities and the research institutes. The third actor is the civil society, i.e. volunteers, private companies, other stakeholders, and so on.

An important role, I am sure that Dr. Mangione will talk more about this later, is played by the Commissione Grandi Rischi which is the link between the Civil Protection Department and the scientific community. That means that all the information coming from the scientific and academic institutions are provided to the

INGV origin and organization

INGV was formed in **1999** from the merging of **ING, OV,** and three CNR Institutes (**IIV, IGF and IRRS**).

Today, it consists of **3 Departments, 10 Sections** and several separate offices/observatories

INGV is composed (as for January 2017) by:

- 659 personnel units with permanent contracts,
- 186 personnel units with temporary contracts,
- 202 other units (research grants, collaborators and associated scientists).

Summing up to **1047 personnel units** (scientists, technicians, administratives).

SEZIONI
 Centro Nazionale Terremoti
 Sezione di Bologna
 Sezione di Catania
 Osservatorio Etna
 Sezione di Milano
 Sezione di Napoli
 Osservatorio Vesuviano
 Sezione di Palermo
 Sezione di Pisa
 Sezione di Roma 1
 Sezione di Roma 2
 Amministrazione Centrale

SEDI DISTACCATE
 Ancona
 Anzico
 Ercolano (NA)
 Genova
 Gibilmenna (PA)
 Grottaferrata (RM)
 L'Aquila
 Lipari (ME)
 Messina
 (in corso di attivazione)
 Nicolosi (CT)
 Portovenere (SP)
 Resde (CS)
 Rocca di Papa (RM)
 (Ente di un centro sismologico)
 Roma
 Viale Piave (RM)
 Stromboli (ME)
 (Ente di un centro sismologico)
 Vulcano (ME)
 (Ente di un centro sismologico)

Commissione Grandi Rischi which, in turn, will provide formal advice to the government and the other authorities who are in charge of the civil protection decisions.

Let me briefly present you now INGV, my institute. This institute was formed in 1999 by merging several distinct and independent

research institutes. Some of them were very old ones, such as the Osservatorio Vesuviano which is, as I mentioned before, the oldest volcanological observatory in the world. The Istituto Nazionale di Geofisica, ING, and also three CNR institutes dealing with seismic risk, volcanology and geochemistry. Our institute is organized in three main departments and ten sections. The three departments are the departments of earthquakes, volcanoes and environment. Therefore one department is fully dedicated to volcanoes and volcanic hazard. INGV is composed of about 1000 people distributed in 10 main headquarters all over Italy.

Just a few more information about the Volcanoes department. This is mainly formed by the two volcano observatories, Osservatorio Vesuviano and Osservatorio Etno and by several research groups working in Bologna, Pisa, Rome and Palermo. It consists of about 250 full-time equivalent people working on volcanological issues

The INGV Volcanoes Department

The INGV Volcanoes Dept. includes the **Osservatorio Vesuviano**, the **Osservatorio Etno**, as well as research groups at **Sezione di Palermo, Pisa, Bologna, Roma**.

It includes about (as for January 2017):

- **230 personnel units** (full-time Researchers, Technologists, Technicians),
- **20 personnel units** involved in editorial, communication, formation activities
- **Administration** is not included (about 15%)
- **70% has a permanent contract, 30% a temporary contract**
- **60% are Researchers or Technologists** (hold a PhD or equivalent)
- **70 University Professors** are associated to INGV (not only volcanologists)

SEZIONI
 Centro Nazionale Terremoti
 Sezione di Bologna
 Sezione di Catania
 Osservatorio Etna
 Sezione di Milano
 Sezione di Napoli
 Osservatorio Vesuviano
 Sezione di Palermo
 Sezione di Pisa
 Sezione di Roma 1
 Sezione di Roma 2
 Amministrazione Centrale

SEDI DISTACCATE
 Ancona
 Anzico
 Ercolano (NA)
 Genova
 Gibilmenna (PA)
 Grottaferrata (RM)
 L'Aquila
 Lipari (ME)
 Messina
 (in corso di attivazione)
 Nicolosi (CT)
 Portovenere (SP)
 Resde (CS)
 Rocca di Papa (RM)
 (Ente di un centro sismologico)
 Roma
 Viale Piave (RM)
 Stromboli (ME)
 (Ente di un centro sismologico)
 Vulcano (ME)
 (Ente di un centro sismologico)

and volcanic hazard. About 70% of them have a permanent contract, 30% have a temporary contract. Another important information is that about 60% of these 250 people are researchers and technologists who hold a Ph.D. degree. In addition to this personnel, we have also about 70 university professors who are associated to INGV. I would say that about one-third of them are volcanology professors.

The INGV mission

INGV is a Public Research Institute whose main missions are:

- **Multidisciplinary study** of natural geophysical, volcanological and environmental processes;
- **Observation, monitoring and modelling** of geophysical processes in both the solid and fluid components of planet Earth;
- **Surveillance of the seismic and volcanic activities** of the entire national territory through state-of-the-art instrumental networks (INGV is part of the **National Civil Protection System** also through annual Agreements);
- **Development of original methods to evaluate the hazard** of a variety of natural risks (earthquakes, volcanoes, tsunamis, climate...), particularly focused on the Italian region;
- **Innovative research** in Earth Sciences, for instance focused on **climate change, national security, geo-resources and sustainable development**.

As I said before, this I think is very important point. INGV depends on the Minister of Education, University and Research. So, we are a research institute. We carry out multidisciplinary studies, i.e. observation, monitoring and modeling, we also do innovative research in different fields like climate change, geo-resources and so on, but, at the same time, we do applied studies dealing with the assessment of volcanic and seismic hazards including the seismic and volcanic surveillance for the Department of Civil Protection. Given these services, as I said before, INGV is part of the National Civil Protection System of Italy.

Scientific Organization

Central Administration

Structures: Earthquakes, Volcanoes, Environment

Sections: (represented by icons of people)

Infrastructures: (represented by icons of buildings)

Departments: planning, coordination and verification purposes

Sections: carrying out of research and service activities and maintenance and development of RI

Infrastructures (RI): e.g. monitoring and observation networks, laboratories, modelling tools, HPC, databases and data products, web services, etc.

Logos: EPoS, EMSO

As I said before, INGV is organized in Departments and Sections that together maintain and develop the different research infrastructures.

ORGANIZZAZIONE RETE SCIENTIFICA

Main branches of the three Departments (Earthquakes, Volcanoes, Environment)

RESEARCH

SERVICES FOR SOCIETY

INFRASTRUCTURES AND TECHNOLOGICAL INNOVATION

TERREMOTI, VULCANI, AMBIENTE

Another important point is that INGV has no personnel exclusively dedicated to surveillance or research; instead it is the same personnel (mostly researchers and technologists) who carry out both activities. So, within the department of Volcanoes we have three main activities, or pillars. The first one is the volcanological

research, the second one is the services for society (i.e. the surveillance service for the civil protection authorities), and the third one is the maintenance and development of the research infrastructures such as the monitoring networks, the laboratories, computing resources, databases, etc. So, these three pillars, these three activities are all carried out by basically the same people belonging to the volcanoes department as well as to the Earthquakes and Environment departments. In other words, there is no separation between the different activities in terms of personnel. And I think this is a very important key point.

Concluding remarks

- A **well-structured cooperation** exists between the scientific community and the DPC aimed at the identification and mitigation of natural risks.
- Major progress has been carried out in volcano science in the last few decades. Such advances have been largely translated into mostly **quantitative hazard assessments**. A full risk assessment still need to be carried out.
- A key challenge remains the **quantification and reduction** of the main sources of **uncertainty** affecting the system as well as the **communication** of such uncertainty. **More research and monitoring needed!**
- A closer cooperation between **scientists, civil protection authorities** (at all levels), **media** and **pupulation** at risk represents a further main goal still to be achieved.

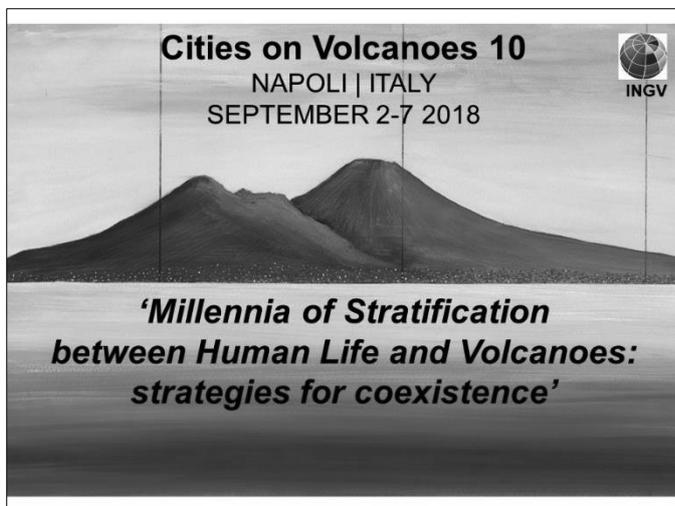
Finally, a few concluding messages. I have shown you that a quite well-structured cooperation exists in Italy between the scientific community and the civil protection authorities. This is a key point in order to better identify and mitigate the hazards, in this case the volcanic hazard. Second, in the last

decades, major progress has been carried out in volcano science, and this progress has been translated in more accurate and quantitative assessments of volcanic hazards. We are not able to quantify the volcanic risk yet, but we are moving along this direction, it's a long way forward in order to reach this goal. A challenge that we are really facing in these days is the identification and quantification of the system uncertainty. We have a lot of knowledge about volcanic systems but, at the same time, we should communicate the fact that we do not have a full understanding and a full knowledge of the phenomena investigated. The way in which we communicate such uncertainty it's crucial. Based on such uncertainty, we should be able to plan future scientific investigations aimed to its reduction. This also means that more fundamental research and more effective monitoring of the system are needed.

The last message is another very important point: an effective mitigation of volcanic risk is possible just by a close cooperation between the scientific community, civil protection authorities at all level, I mean national and local levels,



the media and the populations. Without such close cooperation, I think it will be very difficult to make a significant step forward in this difficult field. That's all. *Arigatou Gozaimasu* to everybody for your attention today.



Actually I have one more slide. It is just an invitation to those of you who are interested in attending an important international conference that ING V will organize in collaboration with other Italian universities and with the Department of Civil Protection in Naples next year. It will be the tenth edition of the Cities on Volcanoes Conference, a very successful series of conference of IAVCEI dealing with volcanic

hazard and risk. So, all of you, scientists, authorities, decision-makers, media and citizens are all invited. Thank you very much again.

MC

We have about three minutes to entertain questions. So if you have any questions, please do ask we have a few minutes. Any questions from the floor?

Ryoichi Nomura

I'm Nomura from Japan Meteorological Agency, JMA. What I was interested in is, within your organization you have people who do research and who do public relations, the same people are engaged in research and public relations, communication to the public. I wonder if the efficiency is affected if there are researchers who can dedicate to research and there are other people who are

concerned with public relations, there may be better efficiency. Has there been an impact on efficiency?

Augusto Neri

Thank you, this is a very important point. Communication is becoming more and more important nowadays. We have realized that we have to invest more time and efforts in this field, in this activity. I have to say that my INGV colleagues quite effectively contribute to these activities. I mean we have experienced volcanologists in our institute that are keen and able to provide this kind of activity. It is necessary for researchers to do that because relying just on people expert in communication is not enough. I mean it's like the apparent dualism between research and monitoring/surveillance activities. Our experience tells us that the work is more effective if the same people try to do both activities, and the same is for communication. Unfortunately we do not have many colleagues working on communication, in fact not all colleagues want to do this activity because, as you understand, it's a quite sensible matter but I think it is fundamental that scientists contribute to this activity. It's part of our responsibility to communicate what we know to the people. So, this is really becoming an important part of our job. We want to invest more effort in this field and hopefully have more colleagues who can contribute to that. Certainly they need to be trained to do that properly. This is also an important aspect that we should carefully consider because we have to learn how to communicate effectively.

Ryoichi Nomura

Thank you very much.

MC

Thank you. Now we would like to go to the next presentation then. Dr. Neri, thank you so much.

MC

The next speaker is from New Zealand, from GNS Science. Dr. Gill Jolly will speak on the topic of trying not to get lost in translation. How do we breach the language gap between scientists and decision-makers in New Zealand. The floor is yours Dr. Jolly.

Defining the problem for stakeholders

- **What is the impact of future eruptions?**
 - Use a risk assessment framework
 - Financial, environmental and life safety risk
- **Visibility of hazards for decision-makers**
 - Starts the conversation
 - Important to raise awareness
 - Provide solutions to build resilience
- **Helps define the translation between science and action before an event starts**

GNS Science

What we try to do is define the problem for the stakeholders so we know as scientist what we think the volcano problem is but how does that impact on the decision-makers on the population on infrastructure. So, in order to do that like Augusto was saying we use a risk assessment framework and we have risk tools that can look at the financial and

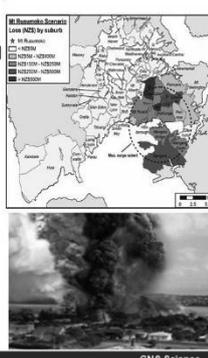
life safety impacts of volcanic eruptions and also the environmental impacts. And I'll show a few slides in the next couple of slides just outlining some of those figures. I think it's important that we do that because it basically brings home to the stakeholders, to the population what the real issues are and why they need to be mitigated. So, it starts the conversation, it starts the communication between science and decision-makers. It's important to raise awareness of the issue so it actually brings home what could happen when a volcano does erupt. And it also helps us to work together in a partnership to build resilience to the eruptions. I should say as well here that I also manage the earthquake and tsunami scientist within GNS Science and so the portfolio is much broader than that but many of the issues are very similar. And towards the end of the presentation I'll also talk a little bit, very briefly about some of the earthquake mitigation work that we do.

So, here is one example of what the problem is. For Auckland, it's a volcanic field so it has about 50 plus volcanoes, small volcanoes sitting underneath the city of Auckland which has a population of about million people. The last eruption was about 500 years ago out of the volcano called Rangitoto which is to the northeast

of the city but many of the volcanoes over the last millennia have been directly underneath where the city now is. So, what we've done is using a risk assessment framework to calculate given a particular scenario, what the potential losses could be for a future eruption. We think from our studies, from our geological studies that the probability of

The problem: Auckland Volcanic Eruption
5% in 50 years

- **24 billion** Direct losses to buildings and infrastructure
- **>1 year** Outage of potable water, sewerage and electricity
- **200 thousand** People may be displaced and 40,000 businesses
- **15 percent** Reduction in NZ GDP and employment



N. Deligne, N. Horspool GNS / DEVORA / EQC
GNS Science

the eruption in the next 50 years is around 5%, so that's a fairly significant risk. So, we've used a scenario which is the one on the right hand side, the picture is a Photoshopped image of an eruption which was used for a national civil defense exercise in 2008, and it was positioned in such a way that it would have a fairly significant impact on the workings of the city and also the country. Since Auckland is the major city for New Zealand much of the international traffic comes through Auckland both in terms of people and in terms of freight. So, a volcanic eruption in Auckland will have a major impact on the gross domestic product of the country.

So, you can see that using that particular scenario under a part of Auckland, we have calculated that there's likely to be about 24 billion New Zealand dollars, this is in terms of direct losses to buildings and infrastructure. Now the volcanic field, the eruptions are relatively small compared to say a Vesuvius eruption but nevertheless if it happens right underneath the city it can have a significant impact.

Some of the outages that we've done in terms of risk assessment suggest that that we might have as much as a year of outage of water and electricity and 200,000 people could be displaced, so a significant impact. The reduction in the GDP is calculated about 15%, interestingly what happens in some of the regions is the GDP actually, the regional GDP goes up because business has moved away from the city out to some of the regional centers. So, although there's major impact on the national GDP the impact in some areas increases.

Going to a different volcano, all set of volcanoes in central north island the more likely to have an eruption 15% in 50 years because it could be from a number of different volcanoes, either from Taranaki or from any of the volcanoes in Central

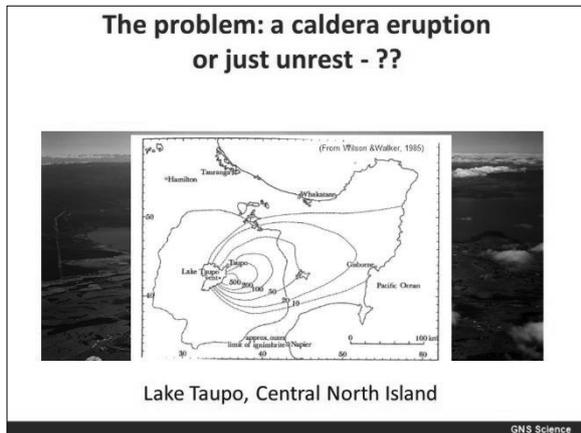
North Island. The population centers are relatively small in these areas, so tens of thousands of people in general but this is a major area in terms of the agricultural industry for New Zealand and also the oil and gas industry is offshore Taranaki to the west. So, the main impact here that we've looked out is the impact of ash fall, an even a small

**The problem: Central North Island
Volcanic Eruption - 15% in 50 years**

- \$ 10** billion Direct losses to buildings, equipment, machinery
- 1.0** mm ash Will reduce road/air travel, disrupt water & electricity
- 5.0** mm ash Will impact on primary production across NI

T. Wilson, UC
GNS Science

amount of ash fall can have major disruptions to road and rail travel and to disrupting water and electricity. So, the primary production as well is very important in terms of a larger amount of ash on dairy and sheep farming for example which is one of the major industries of New Zealand.



One type of eruption that we haven't yet done the risk calculations for is a caldera eruption. So, this is an aerial shot of Taupo Volcano in central north island, last erupted about 2000 years ago and recurrence interval of about one every thousand years, so in some respects you could say that it's overdue. Small population centers close by but if it does

erupt and it has an eruption like the eruption 2000 years ago or a larger caldera eruption about 2600 years ago, you can see here this outline is where the pyroclastic flows the ignimbrite reached, so 70, or 80 kilometers away from the caldera, total devastation in that area and then they contours out to the east show the ash fall in centimeter, so 10 centimeters of ash fall out as far as this is beneath on the east coast. So, a very significant eruption and clearly would have a major disruption on the country as a whole.

Having said that, even if it doesn't erupt, there could be major economic impact by period of unrest. So, this is a major tourist area for New Zealand, another one of our major industries. And if we start to see significant seismic activity or ground deformation or changes in the gas geochemistry and we start to talk about the

potential for eruption, that in itself will have a major economic impact

On the country as people will not come to visit and the tourist economy would be significantly impacted.

So how do we actually frame our research and our science in terms of what we do in GNS Science? So we talk

Outcome-based framework for our research and response planning

- **Guided by, and guiding, government policy**
 - Especially (draft) National Disaster Resilience Strategy with focus on Disaster Risk Reduction
 - National strategy based on Sendai Framework
 - Also: Resource Management Act, Building Code, Earthquake Prone Buildings etc
 - GNS Science named in National Civil Defence Plan for providing advice to agencies
- **GNS Science delivers research across the value chain from underpinning science through to impact and mitigation, but we don't do warnings**

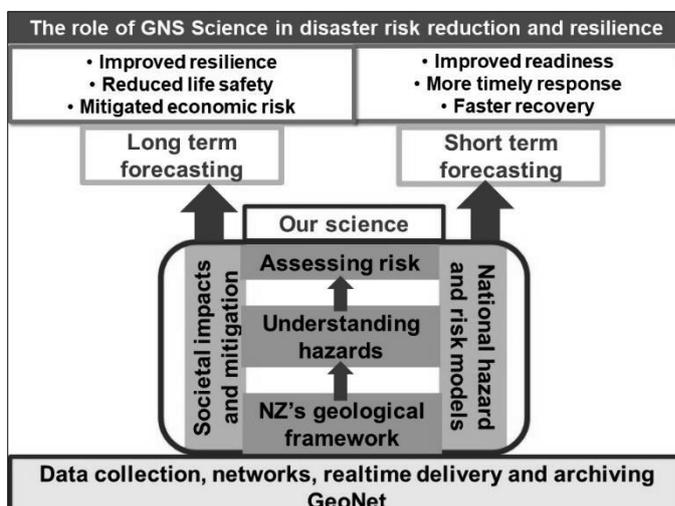
GNS Science

about the outcome based research. So, we're guided by government policy, both national and international policies. So, following the

Sendai framework for disaster risk reduction gives us the framework for how we do earth science and where our priority should lie. So, there's a new disaster resilience strategy. It used to be called the National Civil Defense and Emergency Management Strategy but there is a move towards disaster risk reduction and resilience rather than purely response and recovery. There are various other acts and government priorities that we deal with such as the resource management act so that guides where people can build their housing, their businesses and their infrastructure, the building code is not very well developed for volcano impacts but it's extremely well developed for earthquake impact, so that's one of the guiding frameworks for what we do in our research. And I mentioned also Earthquake-Prone Buildings Acts.

GNS Science is the national geological institute, government institute. Slightly interesting business model and that we are expected to build a business in terms of commercial revenue as well as base government revenue. But as the national institute, we are responsible in the civil defense plan for responding, providing advice to any national geological incidence. So, deliver research all the way across the value chain from the monitoring, monitoring of the hazards through understanding the processes and how they work and risk assessment. And we also do research in the social sciences to understand how we can better communicate the risk, develop warnings and build community resilience. However, we do not do warnings. That is very much the realm of the civil defense emergency

management sector.



So, here is just a little cartoon to explain that in a bit more detail. At the bottom is the underpinning GeoNet data collection networks. I believe there's a GeoNet in Japan as well. I think you were before us but national monitoring is called GeoNet. That's now been in

place for about 16 years, so that's providing research quality data to the research, research is both within GNS Sciences and within the universities nationally and globally because the data is free to air.

In terms of the science that we do, the research we do, we understand the geological framework so understanding the tectonics, the plate tectonics, the geology of the country. Given that, we understand where the hazards are, what causes the volcanoes to erupt, how frequently they erupt, what happens when they do erupt and then using that information as Augusto quite nicely explained earlier, using that information to assess the risk of the volcanic activity. And then on the two sides, they are the two pillars, understanding the societal impacts and the mitigation of those impacts is an active research stream that we do and we host the national hazard and risk models for the country. So, these feed both into long term forecasting, so that's improving resilience, understanding life safety so in terms of evacuation planning, mitigating economic risk and then in terms of short term forecasting if we go through into a period of a volcanic unrest so how do we improve readiness, what are the signals that will lead to us providing more information about future eruptions.

GeoNet

- Established in 2001 with EQC as cornerstone funder
- LINZ, DoC, MetService, MBIE major funders
- MCDEM, CDEM key stakeholders
- Delivering for all New Zealanders

➤ Nationally Critical Infrastructure

> 600 stations

GeoNet
GNS Science

So a couple of slides about GeoNet. So, this was established in 2001. It's funded primarily by the Earthquake Commission, which is the government insurance scheme effectively but they have an interest in collecting research quality data so that they can better inform their reinsurance premiums. So, they were cornerstone funder and have

continued to be a cornerstone funder over that period. We also get funding from Land Information New Zealand who are interested in the geodetic framework so as the country is actively deforming so they can redefine the cadaster. Department of Conservation, DOC, very important for the volcanoes because many of the volcanoes sit in national parks i.e. Department of Conservation Land that is held

on behalf of the clan and so they are responsible for risk management in those areas. We also receive funding from Met Service who run the volcanic ash advisory center that's run out of Wellington for the south pacific region and they provide us with funding to provide them with advice in the event of volcanic ash in the atmosphere and how it might impact aviation. And the Ministry of Business Innovation and Employment is also a major funder there. Ministry of Civil Defense and Emergency Management and Regional and Local Civil Defense Emergency Management are key stakeholders in the work that we do. And we deliver for all New Zealanders.

So, GeoNet now considered to be nationally critical infrastructure and that was recognized by additional funding that was received this year through 24/7 monitoring. And I'll touch on that later.

In terms of GNS sciences capability, so we have the national capability for long term and short term forecasting and response for any kind of eruption or a geological hazard event. Within the division that I manage, we have about 145 staffs. We only have 15 science and technical staffs strictly doing volcanology although several other people around in the division who are

National capability for long and short term forecasting and science response

- **GNS Science Natural Hazards Division**
 - 145 staff with 15 science and technical staff in Volcanology Department; several other volcano scientists in other departments
 - Links to universities
 - Links to Civil Defence sector and other responders (Memorandum of Understanding) to provide advice
 - Links to Wellington VAAC (contractual)
- **Currently not true 24/7 (but planning to do so)**
 - Will likely mean extra capacity

working on volcanic research projects. We have very strong links to the universities. New Zealand is a small country so we work together, we closely collaborate and we have a number of advisory panels whereby the universities and ourselves get together to develop good quality research and science advice to the government. Our link to the Civil Defense sector is primarily through a memorandum of understanding to the Ministry of Civil Defense and that is to provide advice during a crisis as well as providing advice during business as usual. And I just mentioned the link to the Wellington VAAC as well.

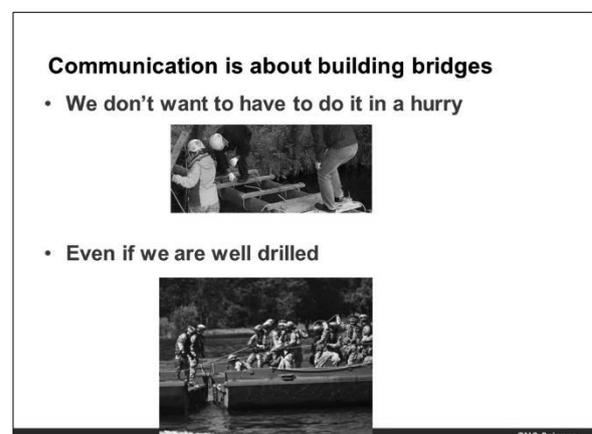
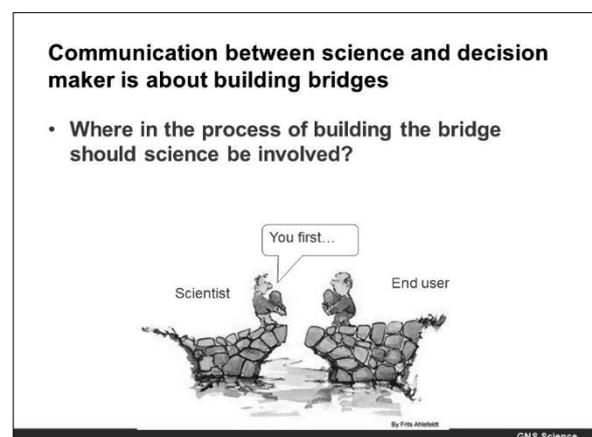
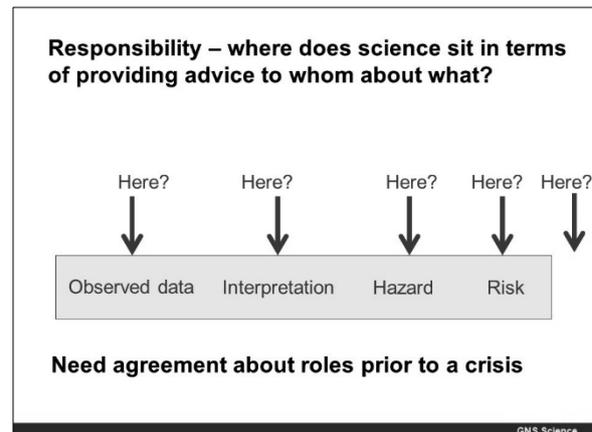
Currently we are not 24/7, through 24/7 we have people on duty but we're just moving to that over the next couple of years so we do have an operation center set up. This was perceived to be and really is an issue for us and when we do have

something after the officer the duty officer is expected to respond but only has a response time of 20 minutes so they could be driving home from work or they could be at the supermarket so we do need to move to that 24/7 capability and we will be doing that in the next 2 years.

So moving on to kind of responsibilities. Where does the science sit in terms of providing advice to whom about what? And I think it's something that we've worked through in New Zealand. It's quite variable depending on what the situation is. The president talked earlier about the need to be looking all the way along the value chain from the observations that we make through interpretation hazard and risk and into warnings. And I think the important thing here which I'll emphasize is that we need to have agreement about those roles and responsibilities prior to something happening. And that's brought about by good communication.

So, in terms of communication between the science and the decision-maker what we've worked through is building bridges. We both have our different perspective, our different roles, we have different needs, we have different information so we've actually tried to work through where we search and how to communicate between the decision-makers.

So, it's about building bridges and we don't want to do it in a hurry when a crisis happens because that's when



misunderstandings occur. Even if we're very well drilled still accidents happen so if you have that clarity of roles and responsibilities before an eruption occurs then you're more likely to get good decisions made.

Communication is about building bridges

- We don't want to leave any gaps



- Or else we might end up in deep water

GNS Science

Equally, you don't want to leave any gaps. So, if there's a place and this has happened in the past in New Zealand where the science has felt that we could go so far and the decision-makers actually need more from the science than there's a gap between what's required and what is being given and that's when problems occur.

And we really want to build something that has got a lasting solution, so we want to have something that's got a strong basis in relationships and will stand the test of time.

So in terms of kind of understanding those roles and responsibilities, we need

Communication is about building bridges

- And we want to end up with a solution that is long lasting



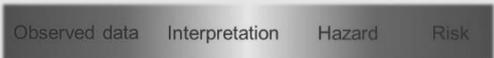
GNS Science

clarity about where the different agencies sit on that spectrum. There should be no gaps. There should be no overlaps equally so there should be no reasons why decision-makers try to interpret the science further than what they are capable of, equally the scientists shouldn't be giving advice on warnings when it's beyond their remit to do so. And that's based on capabilities. The scientists, the civil defense and emergency managements are good at decision making. So ultimately at the end of the day any decisions needs to be rationale and defensible and to have that understanding prior to a crisis is important.

Responsibility – we need clarity about where scientists and end users sit on this spectrum

- No gaps
- No overlaps
- Capabilities best fitted
- Decided before a crisis
- Enduring solution

➤ Rational and defensible

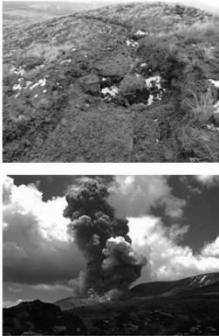


GNS Science

the local Maori population they didn't see the volcano is presenting a hazard, so we call the map a volcanic phenomenon map rather than a hazard map. Another important point from this, you can see a series of logos down here very much kind of emphasizes the collaborative approach between the various organizations involved in research and monitoring on the volcano.

So I mentioned earlier two responsibilities to the public and to monitoring staff, and I'll just step through these very quickly. One of the major tourist hiking trails runs through the national park here and the picture there on the left hand side shows a ballistic impact crater on the path that occurred during the August eruption.

Tongariro



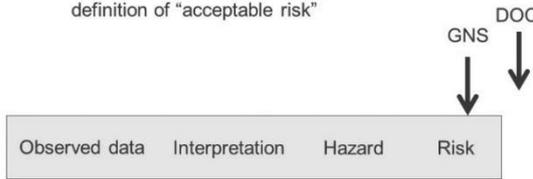
- **Two responsibilities**
 - To the public
 - To monitoring staff

GNS Science

So, in terms of the quantification of risk so DOC, the Department of Conservation are keen to understand when they can open the hiking tracks, so we undertake the risk assessment and then DOC makes decisions based on that risk assessment and on their understanding of what they think is the acceptable risk so they make the decision on what is acceptable risk, we provide them with the risk assessment.

Quantification of risk

- **For the public**
 - When can DOC re-open the hiking tracks?
 - GNS undertakes risk assessment
 - DOC makes decisions for the public based on their definition of "acceptable risk"



GNS Science

For volcano monitoring staff, for me as a manager it's very important for the health and safety of the staff to understand when they can and should go close to the volcano to undertake the monitoring.

Calculating risks

- Results expressed usually as "risk per hour" but then annualised looking forward to an expected exposure
- **For example:**
 - Say, you are exposed to a risk of 10^{-5} per hour of a certain activity, e.g. sampling a fumarole,
 - but if you want to do that activity 100 hours of that activity times during the year (roughly 20 full day trips to White Island),
 - then your total risk for the year is 10^{-3}
- 10^{-3} is our "unacceptable" threshold (annualised individual fatality risk)
- Look forward 1-3 months depending on variability of volcanic activity

GNS Science

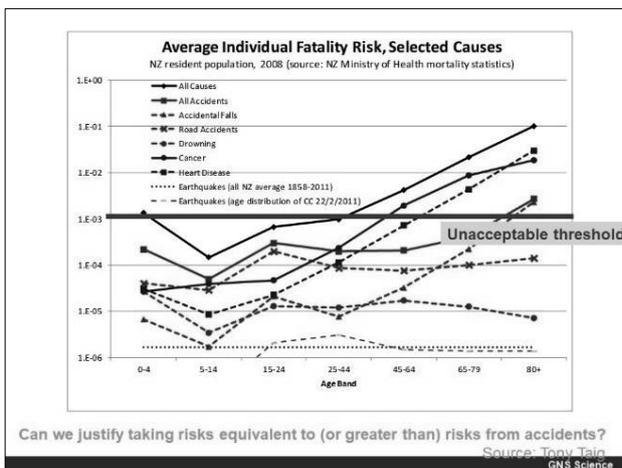
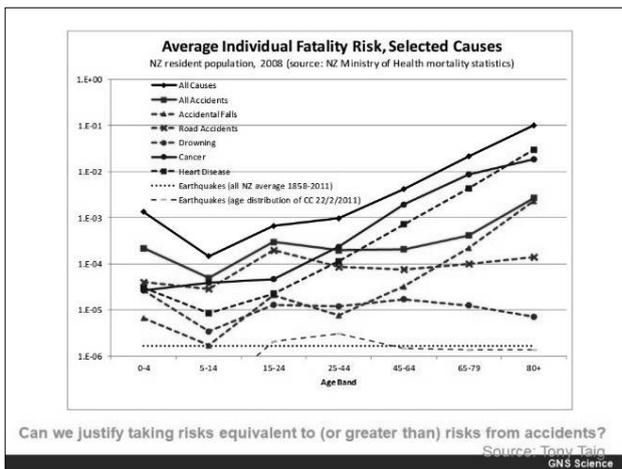
So, we have a real responsibility under health and safety law to make sure that people are safe and of course quite a sobering statistic over the last 50

years around 30 volcanologists have been killed during volcanic eruptions. So, in this case we actually are making our call on what is acceptable risk.

So, we actually calculate the risk and look at the risk per hour so we are essentially looking at staff's risk dosage and then we make a decision on how much risk they are exposed to during a year. We use a threshold of 10 to the minus 3 as unacceptable threshold which is based on actually U.K. Health and Safety Law for

workers doing activities related to their employment.

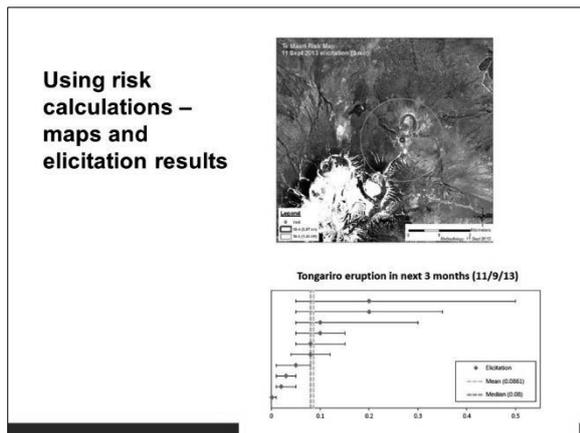
Then we compare that to other risk that people may encounter during their everyday life, and that's the 10 to minus 3 level. Those are different age groups and different types of risks that people may be exposed to, so we think that 10 to minus 3 is a reasonable threshold for that.



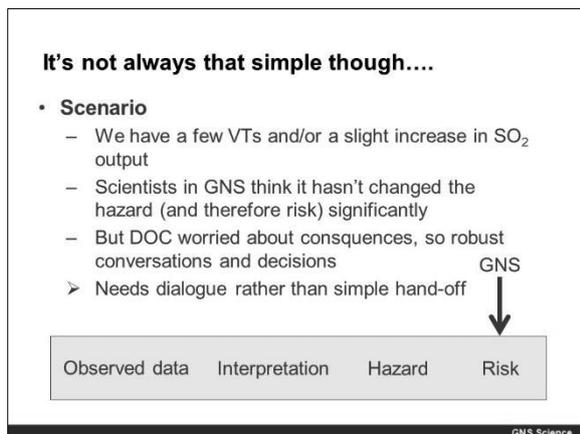
Of course one of my hardest tasks is to stop volcanologists from going and doing their work because when an eruption occurs or when a period of unrest is in motion that is when some of the most interesting and valuable data is collected. So, we have quite a strict set of criteria and level of responsibilities and delegations about who can make those decisions. So, the head of department for volcanology and the division director, myself, will be the ones that are making those decisions. Equally if somebody is uncomfortable with the risk then they can and should say no.

Using risk calculations for fieldwork go/no-go

- We use the risk numbers to determine if work is allowable and if so, how much
- Go/no-go is a management decision (HOD, DD), guided by the risk assessment
- Guidelines:
 - $>10^{-3}$ = no access
 - $>10^{-4}$ = short visits (HOD – volcanology and DD)
 - $>10^{-5}$ = longer visits (HOD – volcanology)
 - $<10^{-5}$ = unlimited (but usual field approvals apply)
- If an activity is mission critical e.g. mending a critical instrument, threshold may be higher
- BUT: if someone is uncomfortable with the risk, they can and should say no as an individual



We use this risk assessment also to define zones around the volcano. You see the plot there at the bottom is actually expert elicitation from a number of our volcanologists and you could see the range of hazard assessment is quite large but we feel that this is a good way given the uncertainties around volcanic eruptions that we can better poor people’s knowledge to understand what the risk is.



It’s not always that simple though, so the issue with gaps and overlaps, we had a small increase in activity into 2013 and the scientist assessed that the risk hadn’t significantly increased but the Department of Conservation were

worried about how that was viewed by the public, so we ended up with a very strong and robust dialogue between ourselves and the Department of Conservation in terms of when the major hiking trail was opened or not.

Whose responsibility?
 DOC – risk management; GNS – risk assessment

No gaps: ✓
 No overlaps: Maybe
 Capabilities best fitted: ✓
 Decided before a crisis: Not for 2012 eruptions but ready for the next one
 Enduring solution: ✓
 Rational and defensible ✓

Problem when boundaries start to drift due to external pressure

GNS Science

So in terms of Tongariro, whose responsibility is it? So in terms of risk management that’s the Department of Conservation. In terms of risk assessment, that’s ourselves. Sometimes there are overlaps but we work hard to make sure if there are that we can work through those. The problem really is when the boundaries are really

close and when they start to drift if there’s a pressurize situation.

In terms of a summary for Tongariro then we have good communication at the local level between the different agencies. It’s a clear division of responsibility

between the monitoring and the risk management responsibilities. And it's based on quantified risk based on the science and just reemphasizes the need of understanding of responsibilities prior to something happening and documentation to cover that.

So, in the last couple of minutes I'm just going to touch very quickly on some earthquake risk communication just to kind of show that the volcano risk communication has got many similarities for other perils. So, last year almost exactly a year ago we had the magnitude 7.8 Kaikoura earthquake. The picture there just shows there were 21 surface ruptures, so 21 faults were involved

which globally that's unprecedented just kind of shows the complexity even of the earthquake science. We had a rapid science response with multiple different facets from tsunami, the earthquakes engineering advice, building damage, landslides and landslide dams and we were providing advice to government throughout the day and weeks afterwards from the time that the earthquake happened.

Perhaps the thing that I want to just touch on was an incident immediately after the earthquake we started to see areas of slow slip on the subduction zone interface which goes underneath the area, so Kaikoura is down here and the subduction interface goes up the east coast of North Island. Now the earthquake, the magnitude 7.8 earthquake triggered slow slip so the subduction earthquake started to move very slowly in effectively slow earthquakes.

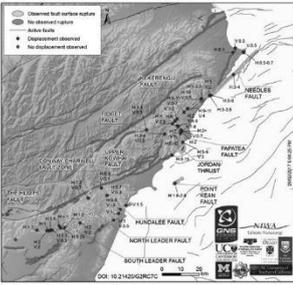
Responsibilities for Tongariro - summary

- Good communication at "local level"
- Clear division between monitoring and risk management for the public
- Based on quantified risk from science
- Need for understanding of responsibilities on both sides and documentation

GNS Science

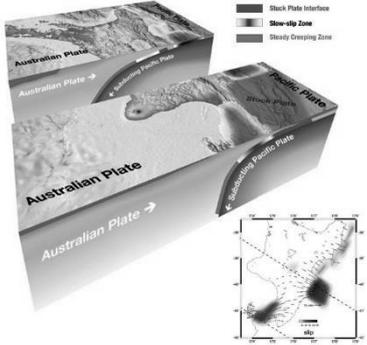
And now for something completely different...

- M7.8 Kaikōura earthquake
- Close liaison with CDEM
- Rapid science response
 - Multiple ruptures
 - Tsunami
 - Landslides
 - Landslide dams
 - Building damage
- Advice to government

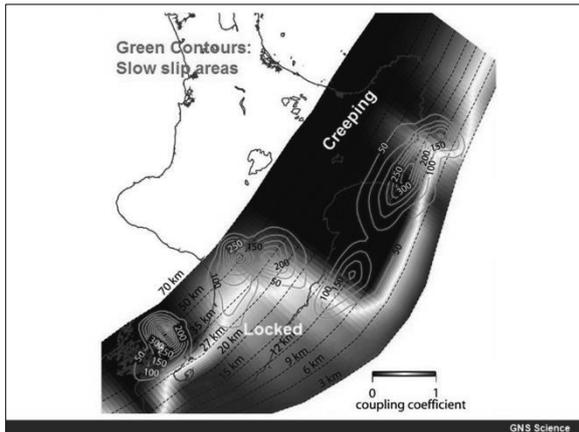


GNS Science

Slow slip events following the M7.8 Kaikōura



GNS Science



It's the first time that we've seen this. And one of the concerning things was that all the blue area was moving but the red area was not, so that area was kind of stuck and everything else around it was moving. And Wellington is down here, the capital, and center of government. So, we were concerned as scientists about what the implications for

this might be with the likelihood of a large subduction zone earthquake have been increased. We then had decisions to make is that the science is very immature but to what extent do we provide information to the decision-makers.

Advice pathways

- GNS Science to Ministry of CDEM
 - Then to Minister and to Prime Minister
- Implications for subduction zone rupture
- Large uncertainty
- Engagement with international scientists to investigate precedents and world-leading science

➤ Relationships built with CDEM ahead of event

➤ Where is the boundary between science and action?

So, the pathway was through the Ministry of Civil Defense which then went up to the minister and then to the prime minister and I was involved in various discussions with cabinet to understand what this meant. Essentially what we're saying we were concerned but there was large uncertainty. So, this is very similar to volcanic crisis where you see unrest

and there's large uncertainty about when the volcano might actually erupt.

We had engagement with international scientists to investigate precedents and Tohoku was one of the precedent that was used and trying to really kind of do world leading science, cutting edge science in very, very short time. The strength really was that we had built that relationship with civil defense ahead of the event so we could have those open and robust conversations with the people that were making the decisions but it does start to raise the question of what is the boundary between the science and action. They didn't know very much about what the consequences would be. We were really kind of struggling with what the science meant.

What it did result in though that those conversations led to – our assessment was

short-term high risk and that led to increased risk communication, hazard communication from the civil defense sector putting out more messages like this over a 3-month period really to raise the awareness in the population of the potential for tsunami and what people should do if one were to occur. To also led to major programs of work to build resilience across the Wellington region, so knowing that the probability of that kind of earthquake had increased then what do they need to do in terms of business continuity planning.

Post Kaikōura short and long term forecasting

- **Short term higher risk**
 - MCDEM focused on public education
 - Increased attention to Business Continuity Planning across Wellington
- **Building resilience across Wellington region**
 - Led by Wellington Lifelines
 - Science informed decision making about priority investments through a co-ordinated approach




GNS Science

So just to summarize some learnings from New Zealand, building relationships between the science and the civil defense sector is very important prior to a response and that clarity of roles and responsibilities is critical so that we both understand the boundaries between the two. GNS and the civil defense are moving forwards 24/7, civil defense don't also have real time 24/7 at the moment. And as a result of both Kaikoura and a couple of other civil defense incidents over the last year, civil defense are currently under review to understand how they should be better structured. We can always do better so after any incident we do debrief.

Learnings from New Zealand

- **Building relationships between science and CDEM is important prior to a response**
- **Clarity of roles and responsibilities is critical, so that both sides understand the boundaries**
- **Moving towards full 24/7 monitoring for both CDEM and science**
- **CDEM under review to understand how to better respond**
- **We can always do better – important to debrief**

GNS Science

So a few final thoughts, translating from science to decision-makers I think it's important to build those relationships in the quiet times rather than trying to do it in a hurry during a crisis. Having formal agreements and documentation really helps to cement those roles and understanding each other's pressures

Final thoughts

- **Translating from science to decision makers**
 - Work closely with them to build relationships during quiet times
 - Have formal agreements to determine roles
 - Understand their pressures and drivers
 - Visualize concepts that are difficult to communicate
 - Providing numbers (with uncertainties) – and comparators

GNS Science

and drivers, so putting ourselves in decision-makers' shoes and vice versa, so we can understand the different perspectives. Visualizing concepts was really important. That cartoon I shared at the subduction zone, I put in front of the prime minister and you could see a light bulb coming on that really understood what the concept was and what the information was that we were trying to convey. And providing some numbers with those uncertainties is important, particularly with comparators, how much has the risk increased compared to a background. So, those are really effectively my final thoughts and I think just to emphasize that that kind of translation between science and decision-makers is a really important interface that we will need to work really hard on. Thank you very much.

MC

Maybe we can take one short question. Clear? No questions? Okay. Thank you very much, Dr. Jolly. Now we would like to break until 11:00. We have copy ready for you so please go out this room to the foyer you have a coffee on the right hand side. Thank you.

(Coffee Break)

MC

And we would like to start with the lectures. Next we have Professor Iguchi from Kyoto University and his presentation is entitled 'Role of Observation and Research of University in Volcano Monitoring and Hazard Mitigation in Japan – Sakurajima and Kuchinoerabujima eruptions.' Professor Iguchi please.

Masato Iguchi

Thank you very much. My name is Iguchi. I am from Kyoto University. I will be talking about the role of Universities and if I should say the answer at the beginning, it's just an advisory role. The only thing that we can do is to give advice. We cannot make any decisions, so only advice. So I would like to explain a little bit about what we have been doing recently. So in the end, I would like to say that I am not going to badmouth the Japan Meteorological Agency. I hope the agency people will not take it as if that I am complaining. But first of all, I would like to explain a little bit about the situation here in Japan. The volcanic alert level – we have a five-level alert. I don't think I should be the person to explain this. Level 1 is normal, level 2 and 3 is alert to mountain climbers and then 4 and 5 for the residents. So it's a five-level alert. Level 2 and 3, I am not interested in this. Level 4 and 5, what is it that we have been doing when this alert level has been issued. I would like to explain a little bit about that. That is why I have in my title, Sakurajima and Kuchinoerabujima eruptions.

Now in Japan there are 111 active volcanoes, among them 50 volcanoes are being monitored around the clock by the JMA and 25 of them, the Universities and Research Institutes are carrying out research on these volcanoes. Starting with Sakurajima, about 100 years ago from now, there was a very big eruption. There was a Plinian eruption. In the end, lava flow concluded the eruption activity. And the lava flow, the amount was 10^9 cubic meters. In the past 100 years, Sakurajima has been quite active. In 1946, there was a lava flow and in 1955 and since then, vulcanian eruptions have occurred from the Minamidake crater, about 7,900 times, a vulcanian eruption has occurred. Recently, the eastern side of Minamidake crater, there is a Showa crater and vulcanian eruptions have been repeatedly occurring here. And if we look at the recent eruptions in the Showa crater, since 2000, the Sakurajima eruptions have become very low but from 2006, the Showa crater eruption has been repeated. From 2009 and onwards, we have seen many vulcanian eruptions occurring and several of them, there were very important events, important meaning in terms of issuing alerts.

In 2006, the first Showa crater eruption, when this happened or when this started, June 4, 2006, all of a sudden, the eruption suddenly occurred but we were, and we meaning Universities as well as JMA, we have been able to capture this. Of

course if an eruption occurs, yes we had to respond to that but that may not happen enough.

Now another important thing is in 2008, so the eruption at Showa crater started with a phreatic eruption but then it turned into a magmatic eruption but the important thing is that the phreatic to the magmatic eruption, when it changed, what is it that we were able to see. I think that is most important and significant here. And that happened in 2008, February 3rd, eruption. So there were several eruptions that occurred and pyroclastic flow was observed. In the first eruption already, the pyroclastic flow started but at that timing, I said to the JMA that we should heighten the alert level from 2 to 3 and this did not happen right away. We had to wait until the next pyroclastic flow. Then the alert level was increased. So the response came quite late. And if you think about this, even before the eruption occurred, we have seen smoke coming out, like this. So we have seen some precursor activities. We were able to capture that. And we need to communicate that to people who will issue the alerts, in the end, I believe that is the major role universities should play.

Another changing point is 2015, August 15, when we had the earthquake swarms. The alert level was raised from 3 to 4. Four means that you have to prepare for evacuation. Kagoshima city hall actually didn't just ask for preparation of evacuation, they issued an evacuation advisory. So it's almost like a level 5 alert. So the volcanic phenomenon itself, in just one day, there were 1000 earthquakes observed and very rapidly the ground formation has been distorted, in just an hour for a several hours with tilt change of several or several ten microradian. If we look at GPS, we were able to see that the ground was much bigger than usual. And the JMA response was quite quick this time. And because they were quite quick in the response, it means that because we have these earthquake swarms and the ground deformation, that led to the JMA responding very quickly. So if you have data that really stimulates people at JMA, meaning that for us, the universities, we need to capture data like that. We need to gather information like that, that will really move the Agency people.

And now for my complaint, for the long term in Sakurajima, we have been seeing accumulation of magma under the Aira caldera. About 90% of the magma that

was released in the Taisho era has been returned under the Aira caldera and I believe that a similar scale eruption is imminent. I am hoping that it doesn't happen while I am still active in the university, however, we will have to expect that there will be a major eruption. Now for the long term, we can say that there is a potential for a large-scale eruption. We need to understand that and we need to be prepared for that. But the biggest issue here is that the level 3 alert, we are just maintaining this level 3 alert and that is a big problem. If we compare our situation with Indonesia, the Merapi eruption in 2011 and the Kelud eruption in 2014.

What Indonesia did was that they were able to raise the alert level swiftly and the municipalities were able to respond to that. People were safely evacuated. Why was this successful? If we really think about this, it was because of the level of alert. In Indonesia, level 4 is to evacuate, so it was raised gradually from 1, 2, 3 and finally 4. So as the alert level is raised, the general public, the municipality and the disaster management people, they will understand that the volcanic activity is intensifying. However in Sakurajima, it is already level 3. We only have left level 4 and 5 which is to evacuate. So when the level is raised, next you just have to evacuate, that's the only measure that you can take. But Kagoshima people, do they really understand this. They should be complaining. I think that this is totally ridiculous. Because level 3 is continued for a very long time, I think that is creating danger and I don't understand why people do not know that or feel that.

Now moving on to Kuchinoerabujima. Kuchinoerabujima is quite an active volcano. And I have written the alert level here but in recent eruptions, if something happens, of course, Kuchinoerabujima is likely to have a level 5 kind of eruption. And in 2014 and 2015, there were eruptions. In 2014, a pyroclastic surge occurred and reached about a 2-kilometer distance. And if we look at what happened up to this eruption, in 1999, there were some earthquake swarms and then the seismicity was enhanced, ever since. So we can produce this data and that is quite important. In 1990's, it was only the University who were monitoring the situation. Kuchinoerabujima is a remote island, so JMA's constant monitoring was not in place. The observation was not of high quality. Kyoto University back from 1992, we have been monitoring this mountain. In 1999, when the level of seismicity

increased and if the seismicity has been increased, which we can say so with scientific data and based upon the information from October 1999, JMA started a monitoring.

So, I guess that is a role that we can play as a University, in other words we can promote observation activities of JMA. After the 1999 unrest event, increase in seismicity repeated, and deformation of the ground happened and deformation of ground and seismicity as well as geothermal activity by the change of total magnetic force showing ground temperature increase. When we have a number of earthquakes, JMA has been responding at the period of increased level of seismicity. They actually upgraded the level to 2. But level 2 is vis-à-vis 1 kilometer in radius area from the epicenter. I said this in the past, the level 2, is that enough? Maybe we should anticipate level 3 in this case. In the case of Kuchinoerabujima eruption activities, if the eruption happens from the Shindake, that will be level 3 rather than level 2. If you look at the past seismicity and eruption activities of Kuchinoerabujima, we can easily conclude. Eventually JMA upgraded the level to 3 but it took long. Immediately after the 2014 eruption occurred, JMA upgraded to a level of 3. So, I think what we are seeing is not so far from the actual situation. But it took a long time before JMA to change the level.

Next, I will talk about a short-term precursor. The upward tilt suddenly happens, immediately before the eruption. This is a data we can actually assert – use to help our assertion. Let me talk about eruption in 2015 and show a video of pyroclastic flow. Yeah, it moved, right. The video is eight times faster than the actual speed, so it looks very fast but actually pyroclastic flow occurred and JMA upgraded the level of alert from 3 to 5 and evacuation of residents started. Level 5 had been issued only to Kuchinoerabujima, so we have to evaluate what we have done when the level was raised to 5. Now alert level 5 would not occur all of a sudden but there had to be many precursors and there was a process of preparation. So, let's look at August 2014, when we had the first eruption, the level was upgraded to level 3. There are some data to show increase in volcanic activity then after. The SO₂ gas discharge from November of the previous year, it started 300 tons per day and then it was raised to 2000 or so tons per day. And also there was inflation of the mountain itself and that was detected by GNSS corresponding to the increase in SO₂ discharge rate. On 24th of March, at the

summit, we were able to see volcanic glow. JMA started sending staffs and stationed there which I think a very good response was made by JMA up until then.

These changes indicate the magma storing underneath the volcano. In the case of leveling, we can actually detect precise difference or change. Between 2014 and 2015, you see uplift of the mountain side of the volcano by this precise difference which was identified by precise leveling. The eruption occurred on 29th of May but felt earthquake 6 days before is the most important. The felt earthquake was located 2 kilometers west from the crater and the earthquake was followed by higher level of seismicity. And then the, on the 29 May, eruption occurred. On 23rd May, when the felt earthquake occurred, I said to JMA, "Please raise the level from 3 to 5." The earthquake on 23rd of May was a felt earthquake which has to be taken very seriously which was my thought.

In Kuchinoerabujima Island, on 23rd May, the reason why I said the level would have to be raised to 5, I could cite these reasons, why it should have been done that way. I said this to JMA based upon logics of volcanology. I needed to explain to JMA based upon volcanic science to raise the level to 5, but JMA didn't raise level to 5. They said, if one more felt earthquake occurred within 24 hours, they would raise it to level 4 but this has nothing to do with the negotiation. JMA's staff members should think logically to change the level of our alert instead of negotiating with me. That was a very big issue here. They should not rely on logics presented by Universities alone. Based upon those logics, they are going to raise the level that is something they have to have it within their organization. In the case of the 2014 eruption, they increased the level to 3 and settled a prohibited zone of 2-kilometer radius from the crater. But there is a village only 2.2 km apart of from the summit. This means, if anything happens in 2015, then the level has to be level 4 or 5 but that was not understood by JMA. That was a very big issue.

And felt earthquakes, generally speaking, occurred, almost all the eruption that required evacuation by the residents. There was only one exception, the 1946 Sakurajima's eruption with effusion of lava from the Showa cater, that was not preceded by felt earthquakes, but the eruption caused the residents to evacuate. But all the other eruptions preceded by felt earthquakes required the residents to evacuate. Of course, it is not necessary for the felt earthquakes to be followed by

eruption, but early warning triggered by felt earthquakes has to be captured quite accurately by the stakeholders.

And thirdly as I said, abnormal phenomena successively occurred before the eruption; increasing volcanic gas, the ground deformation and the seismicity increase and the visible volcanic glow. We see stepwise escalation and that has to be understood. One incident occurred, and one incident does not allow us to make decision. But we would have to think about the processes that occurred in the past but that is not happening within JMA that I think is a very big issue.

And fourthly, by looking at the history of volcanic eruption at Kuchinoerabujima, we can say that the felt earthquake is followed by eruptions. The alert level should have been raised to level 5 after the felt earthquake on 23rd May. That's our logic. What I am saying is not rocket science, but this is a very simple volcanology science, but simple things are not implemented by JMA and that's why researchers need to provide advice to administrations. JMA is now creating manual or guidelines which they are using very well. Shinmoedake eruption last month, for example, I think JMA responded quite fairly and quite well. But I guess that was made possible because the cases, that the guidelines and the manuals are based upon are the ones that happened. So unprecedented eruptions or new phenomena are not taken very well by JMA because there is so such manual. So JMA has to wait until the accumulation of new incidents happens here and there, before they can create very good manual, but we cannot repeat mistakes after mistakes. So, we need to have very simple decision--making guides that are based upon the advices by scientists. In other words, scientists and administrations need to think together to come up with very good manual. That's what I wanted to tell you. Thank you.

MC

Thank you very much. I think we have plenty of time for Q and A. You can ask questions either in Japanese or in English.

Yes please.

Male Participant

Very interesting talk. I was wondering why you said that JMA should place more robust procedure to release alert level and so on. Do you think this would be possible based on quantitative analysis such as cost-benefit analysis or should be simply based on the kind of precursors that you observe? I mean potential precursors that you observe. I mean which way do you think JMA should perform this change of levels in the alarm system?

Masato Iguchi

Yeah. You are right. In this occasion, I just advise to the JMA what happened next, based on the observation data and historical record. But we must evaluate the restricted zone more quantitatively. So in my opinion, I must forecast the scale of the eruption first, and how much volcanic ash, how much the pyroclastic flow would be ejected from the crater, and then such a data is exported to the engineer to evaluate affected area by volcanic product. How many kilometers the pyroclastic flow will reach? Finally, we must decide the forbidden zone. I think that such a process would be needed. But in this occasion, I haven't enough time.

Male Participant

Do you think, just one more comment. Do you think that JMA should forecast the sizes of the eruption? Do you think is this possible with the current knowledge of the system or should they implement a kind of reference events, I mean, a kind of conservative choice in order to assess the hazard and risk?

Masato Iguchi

Yeah. I think that in case of the Kuchinoerabujima, it is not so difficult. Because in historical eruptions, volcanic bomb and pyroclastic flow reached near the village. So, the 2014 or the 2015 eruptions easily to forecast the scale from the historical record.

MC

Any other questions please. Maybe we can ask comments from JMA people. That will be interesting. Don't you think?

Ryoichi Nomura

Nomura from JMA. I wouldn't say in detail but 24/7 hours, we are monitoring, the volcanoes, so is the case with you. And we have seen some data that leads to make effective decisions. But not all data leads us to that way, especially for major eruptions, so that's why we are asking University Professors to give us advice. And considering civil protection sometimes we are not able to release any information in advance. For the case at Kuchinoerabujima, we received various information but we could not forecast what comes next. After the event, of course, we can tell from the hindsight that some data were the precursors, but we need to study these so that for the next occasion, we can evaluate quite accurately about the precursor events. That's all I can say to you now.

Masato Iguchi

Well, I don't want to say anything in hindsight and therefore 1 hour after the felt earthquakes, we said to the Fukuoka JMA to raise level. I don't want to say, you could have raised level 5 afterwards and that's why I said it immediately and in Shinmoedake, it worked very well because earthquake was used quite effectively to raise the level. So Kuchinoerabujima, you should have used felt earthquake to change the level, the alert level. That was the best timing. The gas, heat and the ground deformation are good parameters, but these are quite gradual. But the earthquake is quite easy. So using the earthquake to issue the alert or change the level is quite easy and also probably easier for you to change. So that was a golden opportunity and you didn't grab at it. So that's something I would like to say.

Ryoichi Nomura

At what timing you are feeling easier to issue alert?

Masato Iguchi

That's something you have to think about, so you have to think about quite so deeply without having any wisdom, that's what I could say.

Ryoichi Nomura

But the timing of the alert, what will be easier for you?

Masato Iguchi

If you think about that, it's quite easy to find the answer. If you are to issue alert, it's easy for you to understand what the easiest trigger would be.

Ryoichi Nomura

Well we feel it's very difficult.

Masato Iguchi

No, no, no, it's not difficult at all.

MC

So communication is important, that I can say. So Professor Iguchi, thank you very much.

(Coffee Break)

MC(Takashi Uchiyama)

I am Uchiyama from Mount Fuji Research and I'll be serving as the emcee for this latter half. So this will be the last presentation in the first half. We have Dr. Nakada to talk about 'Learning from Volcanic Disaster Prevention in the US'.

Setsuya Nakada

Thank you very much. I am from the University of Tokyo and I am also representing NIED. My talk is on the volcanic disaster mitigation in the US, based on comments from the US Geological Survey (USGS) researchers of my friends and the interview survey we conducted with the Cabinet Office this March. The USGS covers research and monitoring and forecasting of volcanic eruptions. In short, their function combines those of both the universities/research institutes and JMA in Japan. That is, the volcanic information and alerts are issued from the USGS. On the other hand, the volcanic risk mitigation and management is conducted by States, Counties, and National Forest Services. In many cases, active volcanoes locate in the area that is managed by Forest Services. Only when a disaster event that covers multiple States happens, FEMA provides the national support for the disaster mitigation. The USGS has the responsibility to handle the disaster risk reduction covering earthquakes, volcanic eruptions, tsunami, landslide, flood, hurricane, geomagnetic storm, chemical and bio threat, terrorist attack and also diseases and forest fire.

Concerning volcanic eruptions, there is a specific program named the Volcano Hazard Program, VHP. Their mission is better understanding of volcanic activity based on research and monitoring, and issuing volcanic alerts and information to reduce the impact from volcanic hazards. In order to strengthen resilience of society, VHP also will have constant close communication with the society.

In the US, there are about 170 active volcanoes and there are five volcano observatories operated by the USGS; that is, Hawaiian Volcano Observatory, Cascades Volcano Observatory, Alaska Volcano Observatory which covers Northern Mariana Islands, Yellowstone Volcano Observatory, and California Volcano Observatory. The Headquarter of five observatories locates in Reston in Washington, DC. In addition, the VDAP, Volcano Disaster Assistance Program runs in the VHP.

This shows the annual budget of VHP in US dollars. Reston is the Headquarter, Anchorage is Alaskan Observatory, Menlo Park is California Volcano Observatory, Yellowstone is included in Menlo Park, and Vancouver is Cascades Volcano Observatory. The blue part of the bar indicates the annual budget. Vancouver

has the highest fund, about 8 million USD. The number of staff is indicated on the right, largest is about 70 in Vancouver. The total budget is about 20 million USD and total number of staff amounts to 150. They do carry out both monitoring and research, which is similar to the Italian case. They participate in daily monitoring activities and also they will respond to media questions. They will meet the community leaders as well.

As was introduced by the Italian speaker, they prepared volcano event trees which are a sort of accumulation product of volcanic research results, and had been utilized over 20 years in the USGS for forecasting and evaluating volcanic activities. The slide shows the functions of volcano observatories. Very unique is the Volcano Disaster Assistance Program (VDAP), which assists overseas countries in monitoring volcanic hazards and mitigating the impacts. The Volcano Science Center is composed of five volcano observatories. Each observatory has autonomy, responsibility and identity. The Head of USGS, the Director is given the authority to issue warnings and notifications by convention.

When a volcanic eruption occurs, the Director of USGS issues warnings. But it's not directly linked to specific response taken by local governments or national organization. There are four different levels from green to red – Normal, Advisory, Watch, Warning, up to the higher risk. They link to the color codes of the aviation alert. Staffs of observatories would be able to dedicate their research to volcanoes in the area monitored by each volcano observatory. Each observatory has collaboration with nearby universities to set up the observation networks. About 20% of the total budget of VHP has been spent to build this network with partners and universities. For the observatories, it is also important to try to understand the opinions of the local community and mass media. Since each observatory has its autonomy, they will be able to take their own decision and effective actions when volcanoes activate.

The frequency of eruption is not high except in Hawaii and Aleutians. However, Mount St. Helens eruption during 1980 to 1986 in the Cascade area was as large as VEI 5, which is the size of eruption that Japan has never experienced during these 300 years. VDAP has been established in the Cascade Volcano Observatory to provide assistance to overseas countries for monitoring volcanic activities and

encouraging joint research. The experience and research result from his system help them to evaluate eruption potentials on volcanoes within the US.

In 1985, when the Nevado del Ruiz volcano in Columbia erupted, a mudflow disaster occurred, because the snow at the top of the mountain melted by the heat of pyroclastic flows. The mudflow reached a town that was 80 kilometers away, and about 25,000 people died. Since then VDAP started. Therefore, the VDAP has a history more than 30 years. Except areas like Japan, Europe, and New Zealand, VDAP provides assistance in volcanoes in other areas.

The slide shows an example of VDAP activity at Sinabung volcano, where a telemetered scanning gas spectrometer has been installed. The bottom picture is of the Indonesia workshop organized by VDAP. Through such the activity and workshop, capacity building in Indonesia is performed effectively.

Now on the response side, they have the National Incident Management System (NIMS). It covers all kinds of incidents, disasters, and events regardless of the scale or size of the event according to the US law. Coordination between the public and private is necessary there. NIMS has three systems within it; that is, ICS, the Incident Command System, Multiagency Coordination System and the Public Information Systems. The ICS is the key in running NIMS. Incident Command at the top and under that you have Planning, Logistics, Finance Administration and the actual Operation section. About seven people or so will gather together as a unit to create this function, and under that depending on the operation, other units are added. The example is shown for the Yellowstone Emergency case. The Yellowstone Volcanic Observation contains a few USGS staff, reflecting its activity level. In this example, in addition to USGS staff, university researchers and the Yellowstone National Park Staff create a virtual volcanic observatory that will work under the ICS and the Commander may be the Yellowstone National Park Head. As a liaison, the observatory joins to the operation section as one branch, where the observatory functions in monitoring and information activities.

If there was an eruption at the summit of mountain and mud flow occurs towards the foot of the mountain, another incident command will be set up and the Volcanic Observatory people will also be located here. During the emergency, people are

allocated into the systems in the US, but in Japan, not people but organizations are given works, so that it's quite different. If a large disaster covers several States, FEMA will coordinate, and report the examine results to the President, and then the President will make a declaration of emergency, and finally supports from the nation will be provided to the States.

For example, if there is a caldera eruption or let's say there is a major earthquake and a tsunami is expected, FEMA will not be able to take any actions. However, the USGS and the State Emergency Response teams will be working together to mitigate any disaster damage. FEMA will also provide the activity for promoting risk reduction. For instance, the Washington State has a law on emergency response and they usually have the Federal partners like FEMA, USGS and NOAA. The State will work together with these organizations to promote disaster mitigation and also provide public education. Emergency alerts will be provided by the State. In the emergence situation the staff of the State Emergency Response Team will be dispatched to the field in support. When the situation escalates, an emergency declaration is announced.

The Washington State has five active volcanoes. Among them, Mount Rainier is a volcano of 4000 meters elevation with glaciers at the top. There locates the Tacoma city close by and Seattle. Once this volcano erupts, mudflow may reach these cities due to melting of the glaciers. As a State and the Federal Government have been actively providing outreach to communities and USGS is collaborating with FEMA to provide all kinds of training as well as disaster education in order to increase the resilience of the society. The USGS provides teaching materials and a lot of learning opportunities to the teachers as well as children. The USGS, of course, makes geologic maps based on their research and prepares hazard maps that were used to plan evacuation and provide information on future hazards to the public.

This slide shows the lava flow hazard in Hawaii, explaining how lava enters into the sea, how it creates a delta, and how it may collapse. Another slide shows the example of the Pierce County in Washington State. Their web page marks links to USGS, FEMA and Washington State. As Mount Rainier is an active volcano, it is asking people "are you ready for an eruption?" and the web page provides a lot of

links for getting more information. These different colored lines indicate how often debris flow and mudflow may occur. Depending on where you live, you have to make sure what effect you might have once an eruption occurs, and it also tells you how to evacuate. It's using a lot of illustrations to provide information.

Now this shows an example of an emergency kit. It indicates "What you need when you have evacuate". The evacuation routes indicated by easy and visible sign boards. Through the web page, you can understand what is the situation at the present, for example, how frequently earthquakes occur. Finally, to sum up my talk, the difference between Japan and the US is that the USGS is a single organization carrying out research as well as monitoring of volcanoes and is responsible for issuing volcanic information and alerts. The research results are being utilized to understand the volcanic processes and the observatories are responsible for assessment of volcanic activities although it's not directly linked to evacuation orders. The USGS has a lot of outreach activities in addition to providing hazard maps and collaborating with the Federal, State and local partners to raise social resilience. Also collaboration between the USGS and the community is very active. They are acquiring a lot of knowledge and experience on volcanic hazard mitigation through the VDAP, which helps monitoring and understanding volcanoes in foreign countries. Therefore, the system in the US is quite different from Japan, and collaboration with the community is being emphasized just as in the case of Italy as well as New Zealand. Thank you very much.

MC

Thank you very much. We still have some time to entertain questions. So, if there are any questions or comments, please.

Male Participant

Yoshihara from Rescue Center of Kagoshima City hospital. The United States has very clear-cut established organizations centered around the USGS. According to Dr. Neri's presentation, 700,000 people must be evacuated in case of Vesuvius volcanic eruption, meaning that a national level response is required for this large scale evacuation. When you plan for evacuation, FEMA is not going to be activated unless a large scale disaster occurs. When there is large scale evacuation needed, who is going to lead the evacuation process, can you elaborate on this process?

Setsuya Nakada

It is true. As you mentioned, if this event occurs, FEMA is not going to be involved. The State Head, the Governor has to ask for help from FEMA for it to start acting. Up until then the State Emergency Response Group coordinates together with the community to come up with their own evacuation plan. It seems that enlightenment and education for the community are considered important at present. Dr. Neri, would you like to add something?

Augusto Neri

Yes, I think the Italian experience is that based on the hazard information that the scientific community provides, the Department of Civil Protection is taking care in great detail of the evacuation procedure. I think that this answer will be provided by my colleague Domenico Mangione in the afternoon. He will certainly mention how we manage this huge problem. You are right. They put a lot of effort in that. The first emergency plan of Vesuvius is dated back in 1995. So it's a long time they are working on that.

Male Participant

Thank you for your comment.

MC

And thank you very much. With this we have covered all the presentations for the morning session. We will now take a lunch break and we will restart from 1:20. We will start the latter half of part one. So please be back by 1:20. Thank you.

(Lunch Break)

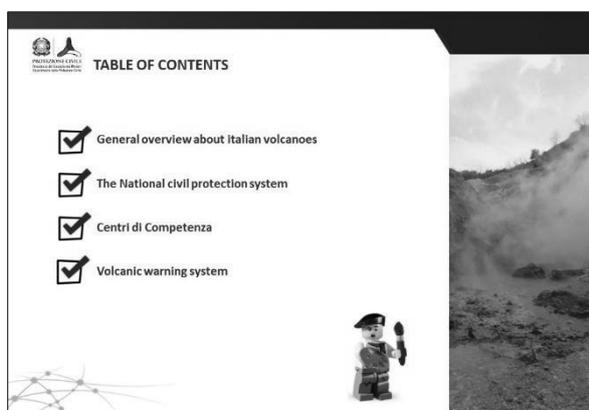
MC

Ladies and gentleman, it's for us to restart our afternoon session of part 1. The first speaker in the afternoon is from Italian National Civil Protection Department, Italy, Dr. Mangione, who will be speaking to the topic of Volcanic Risk in Italy, Prevention, Mitigation and Management. Dr. Mangione floor is yours.

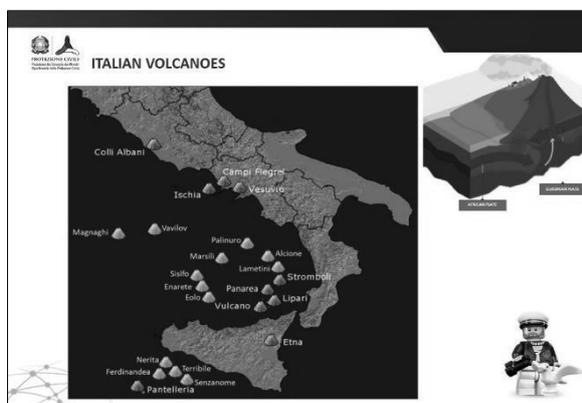
Domenico Mangione



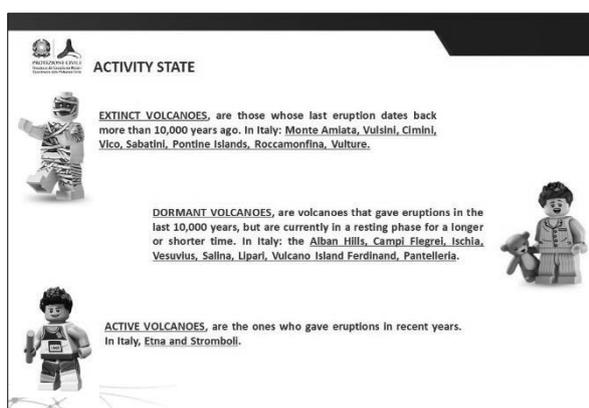
Good afternoon and I am Domenico Mangione. I come from Italy, from the National Civil Protection Department, from the Volcanic Risk Unit. I would like to first of all thank the organization for having invited me, and I am very, very delighted to be here and to have a talk on this topic.



So, let's go through the point, the volcanic risk in Italy, prevention, mitigation and management. So, these are the main bullet points of this PowerPoint presentation. So, we will start with the general overview about the Italian volcanoes, the National Civil Protection System, the network of the scientific community collaborating with the National Civil Protection Department and the volcanic warning systems.



Now, this is a representation of the location of the main volcanic structures in Italy. As you can see the most of them are in the Southern part of the peninsula.

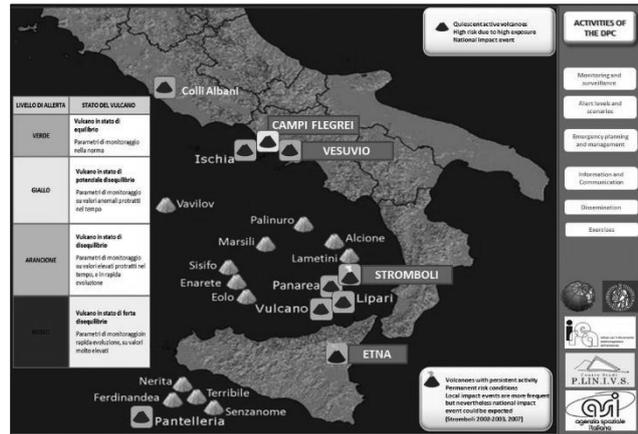


The brown ones are merged Structures like Etna, Campi Flegrei, Vesuvio, and Colli Albani. While the blue ones are the underwater volcanoes.

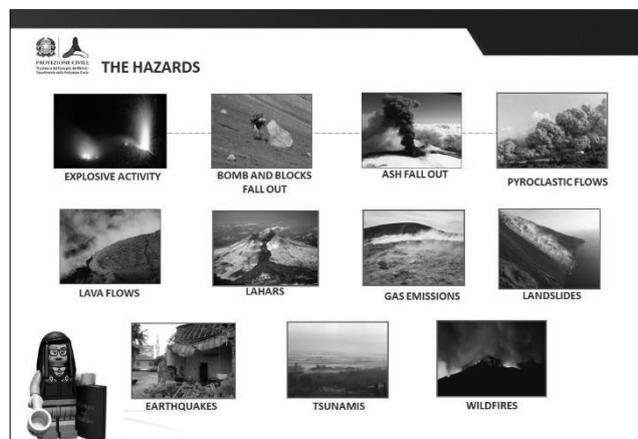
This is the classification that all of you know about the activity state of the Volcano. This is to say the in Italy, we

have extinct volcanoes, dormant volcanoes and active volcanoes.

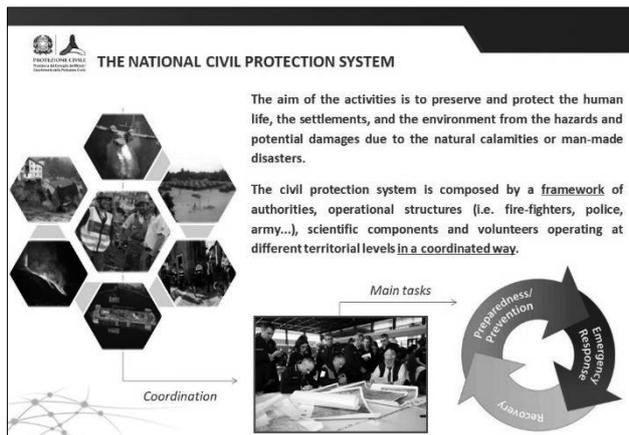
Now, this map basically represents the active ones on which we assess the color code of the alert level system. All of them are in a green state. While the only one in yellow state, since 2012 is Campi Flegrei.



Which are the hazards that we expect from all our volcanoes? Everything. So, we go through explosive activity, like the Stromboli Island, where we have rhythmic explosive activity every 10 minutes. Then, we have bombs, blocks and ash fall out, especially from Mount Etna. We expect also heavy ash fallout from eruptions that will come from Vesuvius and Campi Flegrei as well. Pyroclastic flows that we expect from Vesuvius and Campi Flegrei, lava flows, lahars, gas emissions, landslides in the case of Stromboli which sometimes may trigger tsunamis. Other volcano related hazards are earthquakes and wildfires especially on the flank of Mount Etna.

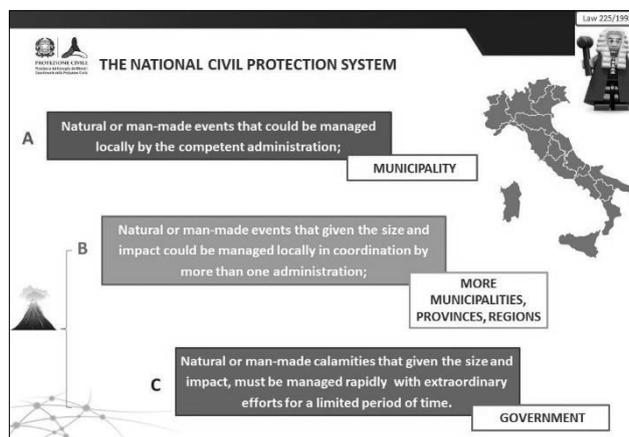


Now, this is the example that I always show about the exposed population to volcanic hazard and the related risk. As you can see, this is a picture taken from Campi Flegrei Caldera. It is the cone of the last eruption of 1538, Monte Nuovo. As you can see, all the buildings and people live around this cone, inside the Campi Flegrei Caldera and this picture shows instead Mount Vesuvius with all the buildings surrounding the principal cone.



Which is the aim of the National Civil Protection System? I talked about civil protection system to say that the civil protection department is part of the system. So, I am not talking about the department but the entire system of civil protection in Italy. The aim of the activity is to preserve and protect human life, the settlements,

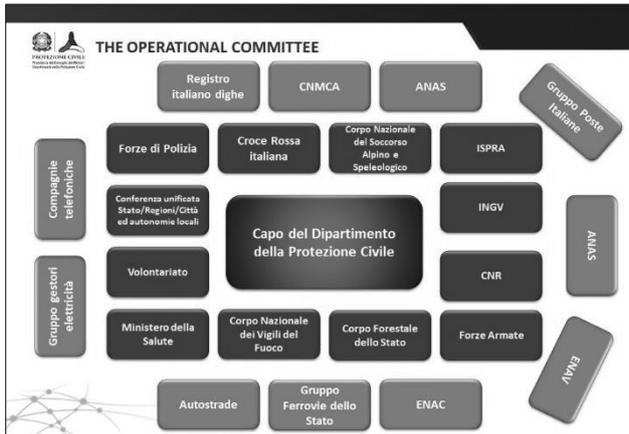
the environment from the hazards and potential damages due to natural calamities or man-made disaster. The main focus of this slide is represented from the second period and says that the civil protection system is composed by a framework of authorities, operational structures, scientific components, volunteers operating at different territorial levels in a coordinated way, who ensures the coordination is the civil protection department.



Okay, now let's come to the main law that establishes the national civil protection system. It is a national law that divides natural disasters in three types: A type events, B type events, C type events. The most severe ones are the C ones which are calamities that have to be faced with extraordinary means. The A ones are

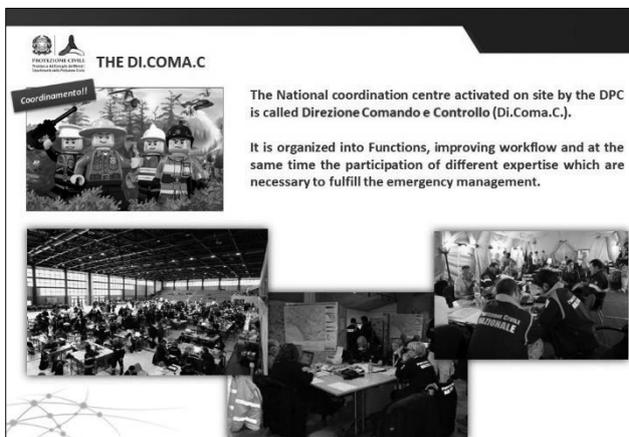
the ones that could be faced at local level by municipalities. The B ones can be faced by more municipalities, provinces or regions while the is called to face the C type events. Volcanic risk belongs to categories B and C. So, requires regional intervention or national intervention.

Now, what happens in a C type event when we have a national emergency? The first step is the operational committee. The operational committee is held at the civil protection premises and is chaired by the civil protection Head of the Department. And who participates to the operational committee? All the forces that I read before, for example Police, Red Cross, research institutes and INGV,



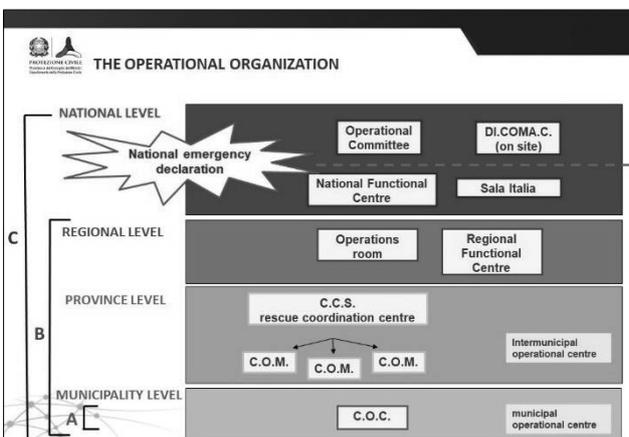
which is part of the operational committee. During an emergency, there is always one representative of INGV participating to the operational committee. Then we also have the private companies including telephone companies, the road companies, the transportation companies, because the main aim of

this table is to give an immediate response to the emergency. It is the first step, where a first assessment is made.



Then, the second phase of the emergency management is the establishment of onsite response center. It is called Di.Coma.C. It is the acronym for Direction, Command and Control, and it is organized into functions. So, you will have the technical function, the logistic function, transportation function and

so on and ensures that emergency management onsite. Once the Di.Coma.C is established, the operational committee has no more meaning to exist. So, it is replaced by the on site Di.Coma.C.



As you can see from bottom to top, this is the response to an emergency. So, for example, in an A type emergency, at municipal level, you will have the activation of the municipality operational center, the COC. At the province or regional level, you will have a regional functional center that will give information to the mixed operative center which is at

province level and then at national level, you will have the Di.Coma.C that coordinates all these bodies.

NATIONAL CIVIL PROTECTION ACTIVITIES

VOLCANIC RISK

"DELAIED" TIME

- ✓ it promotes initiatives to face the volcanic risk and other related risks and the development of monitoring and surveillance systems;
- ✓ it is responsible of the coordination of research on hazards and vulnerabilities;
- ✓ it promotes methodologies and procedures for the assessment of the damage and of the residual vulnerabilities;
- ✓ it deals with the preparation of risk scenarios for prevention, emergency planning and operational action;
- ✓ it provides technical support activities to other offices of the DPC

REAL TIME

- ✓ it assesses the state of volcanic activity in order to maintain or change alert levels supporting the decision processes;
- ✓ it provides support for communication and training activities

Which are the activities of the volcanic risk unit? We can, let's say, separate it in long-term, short-term or delayed time and real time. For delayed time, we intend all the initiative to face the volcanic risk and other related risks and the development of monitoring and surveillance systems and also the preparation for scenarios and give

support for the emergency planning. In the real time or the short term, we assess the volcanic activity state of our volcanoes and we change the alert levels and we support the decision processes. The civil protection department is responsible for issuing the alert level for the Italian volcanoes.

CENTRI DI COMPETENZA

Directive of the Prime Minister of 27 February 2004 "Operational guidelines for the organization and functionality of the National Warning system"

CENTRI DI COMPETENZA
Monitoring and surveillance, data, elaborations, technical and scientific support, hazard assessment

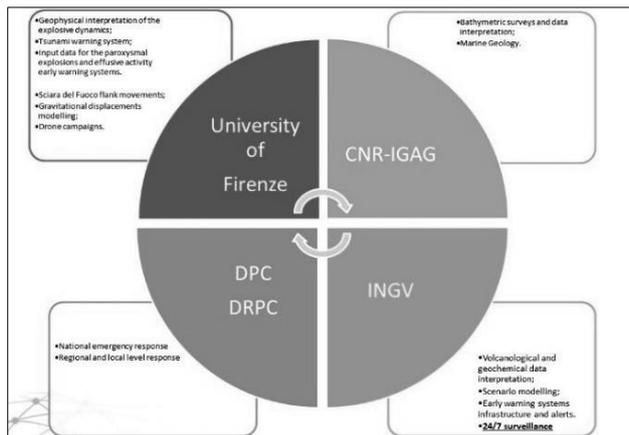
Links:

- <http://www.ct.ingv.it/>
- <http://www.ov.ingv.it/ov/>
- <http://tes.geo.unifi.it/>
- <http://www.asi.it/>
- <http://www.enr.it/>

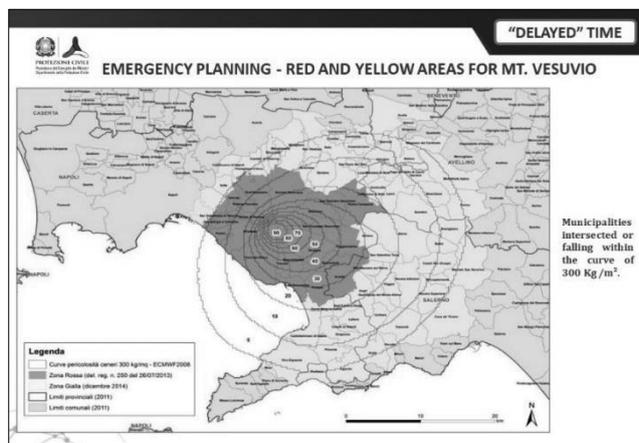
Now, the main actor in assessing volcanic hazard is obviously the scientific community. The scientific community is bounded to the Civil Protection National System through a Prime Minister Decree for universities and other scientific institutions and from a national law regarding INGV. All of them are called "Centri di

Competenza". Based on the directive of the Prime Minister, the Civil Protection Department holds agreement with the universities. So, we can identify those universities and those research institutes that could match our request to reach our goals.

This is an example of what happens on Stromboli. So, as you can see, we have four Centri di Competenza, which contribute to the civil protection activities. These are University of Firenze, the National Research Center, INGV and then us. So, everyone, every piece of the cake has a duty, an action that matches with the



needs of the other and the last one, INGV is the one that give us the official communication regarding their monitoring system. So, all the information is given to the DPC but always in a coordinated way. Every information is useful to fulfill all our goals.

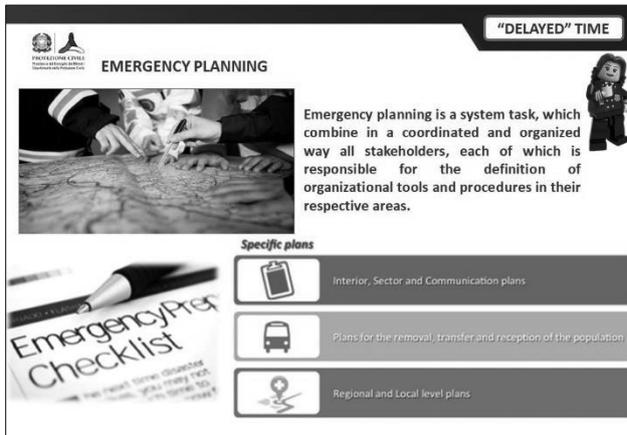


The other action that we do in the long-term as what Dr. Neri said before, is the emergency planning. So, based on the data and on the scenarios that are given by the hazard maps, given by the INGV, we produced our emergency map for Vesuvius and Campi Flegrei as well. So, based on the geological data

probabilistic models and so on, so forth, we were able to trace the “red zone” which is the zone that must be evacuated before the eruption starts and is the area that could be affected by the pyroclastic density currents. We expect to take out the 700,000 people within 72 hours. The “yellow zone” is the one which will be affected by the heavy ash fall. Now, we don’t evacuate obviously all the yellow zone but it depends on the direction of the wind at the moment of the eruption. So, the yellow zone will be evacuated, if needs, only when the eruption starts and only when we know that the direction of the plume.

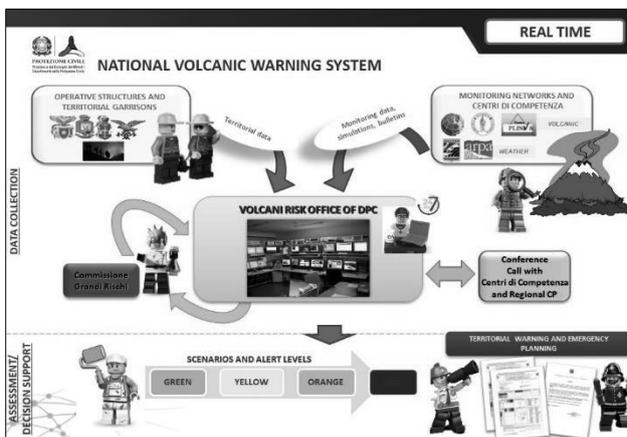
The emergency plan is a meaning of people working altogether. For example, in the case of Vesuvio the national civil protection department gives the national guidelines for the emergency planning and all the stakeholders like operational structures, the component of the national system make their descending.

For example, these are the specific plans we require in our directive. It is the interior sector and communication plans, so means that every actor of the system needs to have its own interior plan that helps him to, let’s say, ensure for example



the safety of its personnel, of its assets and so on. Sector plans that are made by, for example, there is the technical scientific sector plan that is coordinated by INGV to which all scientific institutions must match and then also we have regional and local plans that are the most important ones because at regional

level, at the municipality level, should be the plans that the people living in the areas must clearly understand and based on which they should act.

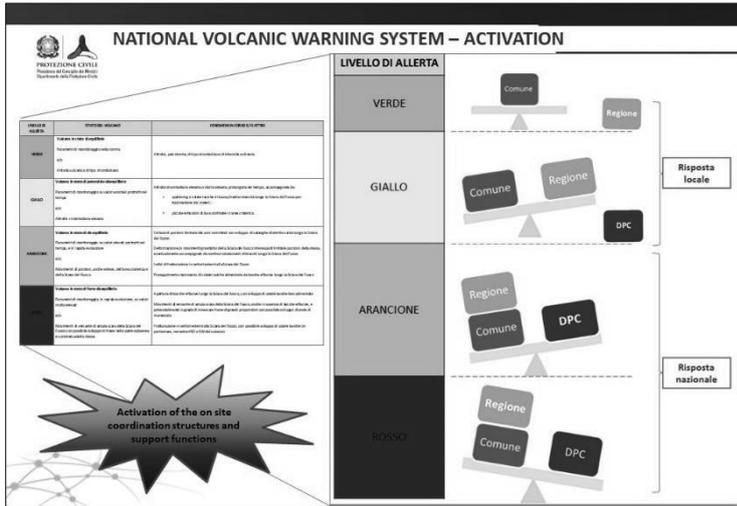


This is the workflow of the national warning systems. We have two ways of data coming in: the territory and, from the operational structures. Finally we have the monitoring data. In the Volcanic Risk Office of the DPC, we do an evaluation together with the scientific community as you see on the green box on the right during

conference calls with the scientific community and the regional civil protection. Based on the procedures, we hold this conference call every month for the Sicilian volcanoes and we will shortly do also this for the Campanian volcanoes. If the situation requires a specific advice, then we activate the Commissione Grandi Rischi. The Commissione Grandi Rischi is the highest technical evaluation body to which the civil protection department can address specific questions. Commissione Grandi Rischi gives also advices for the alert level change in case this is necessary for example, for Campi Flegrei and for example also for the Sicilian volcanoes, but only if situation evolves slowly and we have time to address the question.

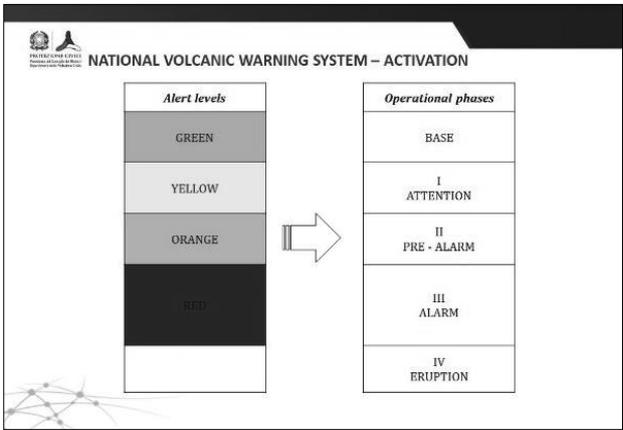
The last part of the scheme is that from this evaluation, then we issue the alert levels, and this alert level means that on the land, on the territory, on the region, on the municipalities, there will be some actions.

So, this table represents the alert levels for a single volcano. I didn't enlarge

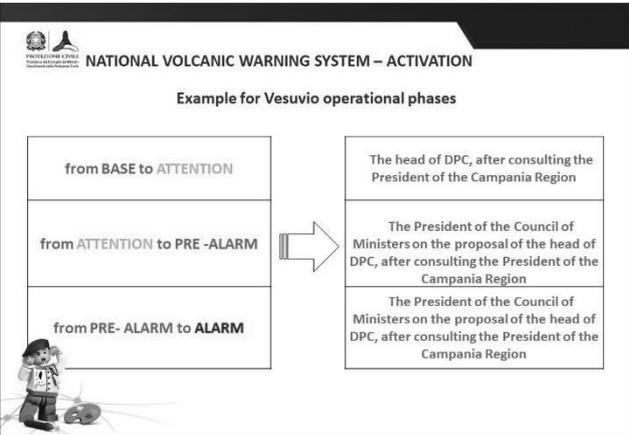


because it's no matter to see what was written inside. Just to tell that based on the alert level, all the actors have several responsibilities. So, starting from the green to the red, the level of responsibility increases so the national government through the DPC becomes more present. The

alert level represents from green to red an increasing disequilibrium of the volcano ending with the happening of the national scenario. The national emergency planning is based on the national scenario. In the yellow and in the orange, but also in the green, there are also phenomena that are let's say, can be faced by the regional and local level. So, when we are in red, obviously, we have the activation of the onsite coordination (DiComaC).

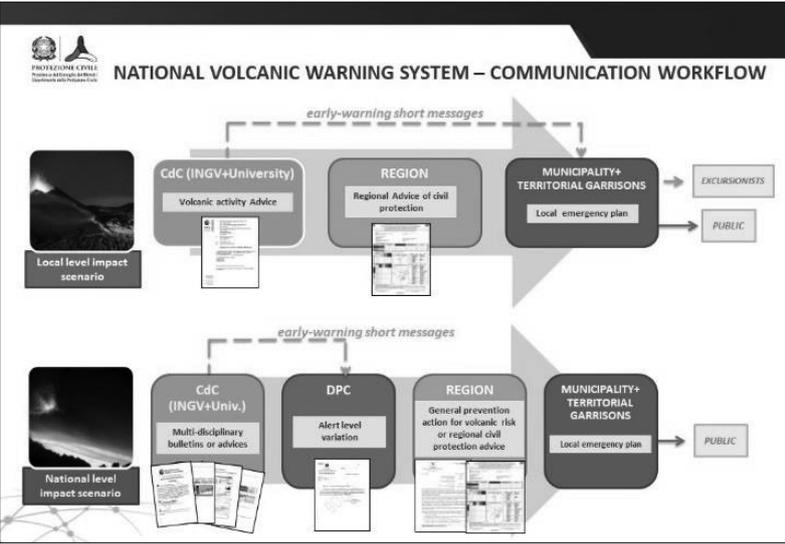


The change of an alert level implies a reaction from our emergency office and obviously from the regional and local level. This reaction is based on operational phases. So, in each operational phase, there is a procedure to follow.



This is an example for Vesuvius operational phases. The decision of upgrading the operational phase from base to attention is taken by the DPC after consulting the President of the region Campania. From attention to pre-alarm, since we are talking about a huge number of people, and it is a great responsibility, the decision goes to the President of the Council of the

Minister, from pre-alarm to alarm also as well to the President of the Council of the Minister. I didn't mention that the civil protection department belongs under the Prime Minister structure.



This slide represents the communication workflow. For a local level impact scenario, the scientific information is given by INGV and Universities through a volcanic activity advice, which is a very short information that needs an immediate reaction. An immediate

reaction is ensured by the region throughout a proper bulletin, a regional advice. This advice goes to the municipalities and the municipalities give instructions to the local people or the excursionist on the volcanoes to observe several regulations. Based on the agreements mentioned in the previous slides, we are developing together with INGV and other scientific institutions "early warning" short messages which could reach the municipality directly. So, for example, there is an active early warning system for lava fountains existing on Mount Etna which is based on a multi-parametric real-time analysis. For our national level impact scenario, the communication workflow is somehow the same, except that the status change occurs through a more complex documentation. The DPC evaluates multidisciplinary bulletins and advices with the Universities and INGV in a conference call. Based on the hazard evaluation given by INGV and Universities DPC decides eventually to change the alert level. If this happens the information is sent to regions and the region addresses the application of the local emergency plan to the municipalities and then obviously the information to the public.

In detail, which are the documents that INGV issues? These procedures are stated in a 10 year agreement. So, we have volcanic activity advices that must be delivered within 5 minutes from a sudden event, like for example a major explosion on Stromboli or on Etna, a VT or other volcanic event. And the second and the

NATIONAL VOLCANIC WARNING SYSTEM – COMMUNICATION PROTOCOLS

Volcanic activity advices

- First within 5 minutes from a sudden event (explosion, earthquake or other volcanic event)
- Second and third with more detailed description

Multi disciplinary bulletins

- Weekly in "green" and "yellow" level for Etna and Stromboli;
- Daily or twice a day in "orange" and "yellow";

Special bulletins

- Within 12 hours from the first Advice in "yellow" and "green"
- Within 6 hours from the first Advice in "orange" and "red"

Reports

- Every six months for all the volcanoes
- Upon specific decision of the INGV or on request of the DPC

2012-2021 Agreement between DPC and INGV



third volcanic activity advice must be delivered afterwards, detailing the phenomenon. Afterwards, we have the multidisciplinary bulletins. These bulletins are delivered weekly in green and yellow level for Etna and Stromboli, daily or twice a day in orange and

red. This means that increasing severity of the phenomenon increases also the production of the documentation and description and evaluation of the phenomenon. Then, we have special bulletins that be delivered within 12 hours from the first advice in yellow and green and within 6 hours from the first advice in orange and red. These are very complex bulletins. They are multi-disciplinary and contain detailed information about historical event if there was one in the past and also evaluations on the expected phenomenon.

And then we have the reports. The reports are issued every 6 months in ordinary for all the volcanoes, but on specific situations for example, when we call a Commissione Grandi Rischi could be asked to INGV in order to give a good documentation to the Commissione Grandi Rischi for the meeting.

CONCLUSIONS

- Scientific community is an active part of the National Civil Protection System. DPC holds agreements with Centri di Competenza for the continuous improvement of the monitoring and surveillance system.
- The strong interaction between scientific community (INGV and other Centri di Competenza) and civil protection improves hazard and risk assessment.
- Civil protection addresses specific needs and requirements through operational and/or research projects among existing Agreements with Centri di Competenza.
- Both Civil Protection and Scientific Community are challenged to design effective scientific initiatives to increase capability dealing with volcanic events.
- Need to figure out, with the technology available today, early warning systems and "fastest" operative tools in order to reduce the delays.
- Improve communication and dissemination in order to increase risk awareness among the population (i.e. "Io non rischio" campaign for volcanic risk)

So, conclusions, I will stress the relationship between scientific community and national civil protection system. It is an active part and throughout the agreements, we ensure continuous improvement of the monitoring and surveillance system. The strong interaction between

scientific community and civil protection improves the hazard and risk assessment. Civil protection addresses specific needs and requirements through operations and research projects among existing agreements with Centri di Competenza, like the case of the early warning systems I told you before but there are many other cases I can mention. Both civil protection and scientific community are challenged to design effective scientific initiatives to increase capability dealing with volcanic events and the challenge is also to figure out with the technology available today early warning system and fastest operative tools in order to reduce the delays.

We are on the good road but everything must be always improved to give the better scientific knowledge, operational knowledge to the people. And then the last, but I think it's the most important one, it is really necessary to improve communication and dissemination to the public. The risk awareness in Italy is not so high, even though recently, we had several accidents - the last one in Campi Flegrei Caldera -. Since the unrest phase that was in 2012, people are becoming more and more conscious that they are living inside a volcano, also the expansion of some fumarolic fields increases their feeling of living inside a volcano. But it's still not enough. Education, communication, dissemination starting from the kids in the schools, carrying out drills about the existing plans when we are finished with it because it's a huge work on it and I think it's really important. I want to mention an information campaign that the civil protection department together with all the stakeholders of the system is carrying out, it is Io non Rischio campaign. This campaign has started with seismological risk and then has been carried out for the hydrological and hydrogeological and then for the tsunamis. And the next challenge is to do it also for volcanic risk. I think it's a very good start to increase the risk awareness among people living in volcanic areas in Italy.

Thank you very much.

MC

Thank you Dr. Mangione. We do have some time to entertain questions. So, if you have questions or comments, please do not hesitate.



Male Participant

Thank you very much for your presentation. I have a question. 750,000 people need to be evacuated within 72 hours. Those people who need to evacuate, how much they know that they need to evacuate? How are they educated in case of emergency they need to evacuate?

Domenico Mangione

Thank you for the question. The people that must be evacuated need to know the local emergency plan. Now, we are working still at a national framework, but each municipality is working on its emergency plan and once the emergency plan at municipal level has finished, then they will know where to go and in case of evacuation, they will be collected and then will be brought by the authorities in a safe zone and then after that they will be hosted in the twinned region. Each municipality of the red zone is twinned with a region in Italy. So, people from a certain municipality will be relocated in another region for the time necessary for the eruption to occur and finish, but still this is a great challenge because as we learned in several other cases, the eruption could occur and the eruption could not occur or can occur after month. So, it's a good challenge but this is the procedure.

Male Participant

So that procedure is already known by the citizens. Do they understand that will be the case?

Domenico Mangione

Yes they do. They know the procedures. What needs to be done is only where to gather. That's it. But they know the existence of the twinings and – so yes.

Male Participant

Thank you.

Male Participant

Yoshihara, the Rescue Center of Kagoshima City Hospital. Thank you so much for wonderful presentation. Depending on the risk level, the alert level, who is going to make a decision on what level with the government. Your presentation has been very useful for me. Now I have a question to ask, the red zone you said the

people were asked to evacuate who live in red zone and from the yellow zone, depending on the direction of the wind they are evacuated when eruption occurs. So, depending on the direction of the wind, do they know that they might have to evacuate? Do they prepare to evacuate after the eruption occurs? If it's after the event, there may be already fallout of ash. Will that effect the evacuation process? If they are going to evacuate prior to eruption, 72 hours before the eruption, do you actually measure the direction of the wind? I think it's only 10% of the time the wind blows in the same direction. So at what timing, the decision is going to be made for the people living in the yellow zone?

Domenico Mangione

Thank you. Well, the decision is somehow related to the wind direction obviously and we develop together with INGV very reliable simulation models that could tell us throughout a very detailed weather model where the wind is going to go and where the ash is going to be dispersed and how the amount of ash on the ground. So, with that forecast, I mean when the eruption starts, we will already know where the wind is going to go and it would be more easy to evacuate those people. The people in the yellow area know that they are in the yellow area and know that in case of an eruption, they will be evacuated according to the wind speed. There is also a national directive for the people living in the yellow area that say a sign let's say, for example for the critical infrastructures some added values, means that the line that you saw before – I'll show you –this line here, the outermost is the one on which we based the yellow area. It is basically an intersect with this line here that represents the 5% of exceedance of 300 kilograms per square meters of ash that is the threshold for the roof collapse. So, we basically made this intersect and these are the municipalities that could be affected by heavy ash fall. Now these municipalities all know about it and through the national directive, they also guideline the critical buildings in this area for example, must be strengthened to hold 400 kilograms per square meters. So, there are some things that we are doing but still also here, we need to arrive at the local people. So, as you said before, local people know that they are here and they are going to be evacuated.

Male Participant

So, this yellow area immediately after the eruption, the pumice may fall, will they be exposed to the fall out of pumice or do they have to hide themselves to protect themselves from the falling pumice?

Domenico Mangione

For sure, there are also some guidelines on the ash problems that obviously an eruption could provoke. But in this case, there are also the local emergency plans to face this. So countermeasures could certainly be taken but let's say, people are surely not told to go outside with an ash fall obviously and there should be gathering areas where people could go and obviously there will be countermeasure for example, cleaning the streets in order to better facilitate evacuation of the people or masks and everything would be needed for sure. I mean, this is what it's containing inside each municipality plan. So, the countermeasures to face the ash fall obviously exceeding the roof collapse.

Male Participant

Thank you.

MC

So, this will be the last presentation in part one. We have from the cabinet office, disaster management person. We have Masayoshi Hirose to talk about volcanic disaster management in Japan.

Masayoshi Hirose

Thank you very much. I am from the cabinet office and my name is Hirose. So, my presentation is about volcanic disaster management in Japan but first I would like to talk about what kind of disaster management system that we have and what we are doing in view of volcanic disasters. So, this is the national level, central government structure when it comes to disaster management. So, this is the cabinet office over here. Under the cabinet, we have a minister of state for disaster management. In 2001, this current structure has been made and since then we've had a minister of state in charge of disaster management and we also have people who will be in charge of making policies and also how to take response once the disaster strikes who will be in charge of the operation. So, they will be coordinated and then under that, you have these ministries and agencies and as we have been hearing, JMA is here under the Ministry of Land, Infrastructure and Transport and Tourism and also we have the agencies in charge of disaster management. So, sometimes the top of these organizations are ministers. Sometimes they come from the private sector or from the general public. So there is a lot of threat of ash fall covering Japan. And also there are threats not just of volcanoes but also flooding as well as earthquakes.

In 1961, we had the basic law on disaster management. That was set up because of the 1959 Isewan, Ise Bay typhoon and also we had the Great East Japan Earthquake and before that in 1995, we had the Great Earthquake in the Kansai area, but before that in 1959, a big typhoon hit Japan that was in the Ise Bay and that's when the basic disaster management plan was established to set up the role and organizations that is necessary for disaster management. That was set up in 1961 and since then we have been viewing this structure but the basis has been formed back then and also we have the Central Disaster Management Council and members are ministers as well as the Prime Minister. They will form the basic plans and also give directions concerning very critical infrastructures. So, the basic disaster management plan, what does this include? So, first it covers all kinds of disasters, natural disasters, you have volcano disasters here but also snow and rain, tsunami and earthquakes as well as man-made disasters like accidents are also included.

So, we have disaster prevention and preparedness and then emergency response after disaster strikes and then we have the recovery and reconstruction phase. We have these three different phases and during the Isewan typhoon, the agencies and ministries roles were not very clear. Therefore now, the rules have been clarified. What is it that the national government does? What is it that the local government does? What is it that the residents need to do? So, the roles of each individual party or stakeholders are clearly written. Now, at the national level, you have the Prime Minister and we have the Central Disaster Management Council and they form the basic disaster management plan and then you have the designated government organizations, the 24 ministries and agencies. They all have their own plans for disaster management and they will be implementing this. So, based on the basic disaster management plan, each organization will have their own plan and will be implementing that as we heard in the Italian case, but we also have this designated public corporations, about 60 or more corporations are involved. So, they will be in charge of the lifelines or during the emergency situations, they will be the people in the logistics and transportation industry. So, they are from the private sector but they will also have plans to help and respond to the disaster situation. So, under that you have the prefectural level. Prefecture will have their prefectural basic disaster management plan. They will have their own local government organizations that are designated and local public corporations that are designated. It may not be the prefecture will designate them, the national government may designate that.

I forgot to say at the outset, but I am at the cabinet office and so the cabinet office, we also have some interns and part-time staff, about a 100 people working in Tokyo under the cabinet office and these organizations here, the JMA will have their observatories. They also have their local observatories and the Fire and Disaster Management Agency, and the people who will actually implement the plans will be the staff that are in the local area. So, each of these agencies may have their own branches in the local area but some may tie up with local organizations when the actual plan is implemented. Now as we heard in the Italian case, just like that, let's say if something happens, what is it that the government does? So, once a big disaster strikes, you have two different taskforces. For larger disasters, you have the emergency taskforce, which is headed by the Prime Minister and all the ministers will become members. So, during the Great Hanshin-

Awaji Earthquake in 1995, the rules have been reviewed and since then this taskforce has been established after the Great East Japan Earthquake.

Now for smaller scales earthquake, but if the prefecture alone cannot handle this, for example if you have a lot of casualties, more than 100 people dead and missing, in that case, there will be another disaster taskforce, a smaller scale taskforce that is set. In this case, the Prime Minister will give the order to set this up and this will be headed by the state minister in charge of disaster management. So, according to the law, this is what is supposed to happen, but even before a disaster strikes, let's say a big typhoon is approaching, in that case, the state minister in charge of disaster management will set up an alert meeting, an alert council to prepare before the disaster approaches and also when the task forces are started up in Tokyo, you will then have another local taskforce in the local area. So, you have the headquarters in Tokyo and then in order to coordinate and speed up responses in the local area, you would have another taskforce that is held in the local area.

The vice ministers may be sent to the local area and try to hear what kind of demands the affected people will have and what kind of response is necessary. Now looking at what happens in a volcanic disaster. So, overall, the coordination will be done by the cabinet office. The volcanic hazard map for each volcano, what kind of hazard is expected, that will be identified by the prefectures together with the national level government and NIED and other national research institutes will also be involved as well as universities and the listing doesn't actually indicate which has the upper hand or which has more authority here, but the JMA actually will be in charge mainly and for evacuation and other operations, the 1961 basic plan will be followed in order to issue the evacuation orders and that will be the role of the municipalities. I believe the JMA person will talk about this, but the CCVE will carry out data gathering as well as data exchange, I am sorry the CCPVE, and we have heard about the 110 active volcanoes. The cabinet office is looking at this from scientific viewpoint and societal viewpoint as we have already heard. Many of the volcanoes are located close to tourist sites and so there are specific characteristics of each of these volcanoes. So, if we can look at some of the eruptions in the recent years, we have the Sakurajima eruption which is quite active, a lot of ash fall out is observed, so level 3 alert has been issued and this is

Mount Unzen where a pyroclastic flow killed 40-some people and Mount Usu in 2000, before an eruption 16,000 people were evacuated. We were able to evacuate them safely. Therefore, there were no casualties and then in 2000, Miyake-jima island, all the islanders had to be evacuated in this case, roughly 4000 people had been evacuated and they have been in evacuation for 4-1/2 years. In 2011, Shinmoedake and Unzen, and then Mount Ontake in 2014, about 58 people died and we are still looking for people who went missing during this eruption. So, when these disasters strikes, the local taskforces will be established and also the emergency taskforce will be established as well in order to deal with the situation. So, this is the Mount Ontake situation. Mount Ontake. We have seen great casualty. This mountain is on the border of two prefectures. It's about 3000 meters high. I don't climb mountains, but it was quite a popular mountain among the climbers and there were some ropeways also established and so you have these little huts along the way showing how popular this mountain was.

Right before the autumn leaves changed colors, in the morning on September 27th, the eruption started and in the afternoon, ready taskforces, the headquarter in Tokyo and the local headquarter was established and this is what actually happened. So, the local taskforce headquarter, the firefighters, police, JMA, MLIT also was involved, especially rescue operation was the key here. Therefore, the activity criteria had to be set. Researchers will talk about safety aspects but during these meetings when all these stakeholders got together, there were reviews as well as discussions being made and then what was it that the national government did during this crisis or during an eruption? Well, of course, we need to establish laws, the government will establish laws, also provide some restrictions. We have this active volcano law. In the 1960s and 1970s, the Sakurajima eruption was quite active and in 1971, the active volcano special measures law was established. Farming was also very much affected. The focus was on the ash fall out and then in 2014, because of Mount Ontake eruption, the law was reviewed and revised with a special focus on the evacuation of citizens and this looks at the actual changes made to the special measures law.

Now, the basic policy was determined by the national government and in that case the area to be alerted will be designated. There are 111 volcanoes and we select the 24x7 monitoring volcanoes to identify where there is a higher risk and by

incorporating stakeholders, evacuation plan is made and this volcanic disaster management council is to be established by law and then we need to involve volcano experts as a member to these management council so that administration and risky operators and self-defense and police can create the evacuation plan when there is no eruption and that is what the law requires the localities to do. There was alert level discussion about depending on the alert level from 1 to 4, but it won't move in the order but evacuation plan has to be created equivalent to the level of alert.

So, this is the document for Mount Fuji, Ministry of Land, Infrastructure and Transportation and other branch offices of the ministry identified risky area and where will be the impact of pyroclastic flow and lava flow and so on and so forth. By having a prefecture in the center of this creation, they created this and there is discussion about alert level which was mentioned by Mr. Iguchi. The area has to be identified to issue alerts in order for them to know what to be done and this is the mountaineers and residents and we have different color coding for the audience of the alert.

So, this is something we have already started doing. In line with the level of alert, we are to create a different evacuation plan. Cabinet ministry, as I said before, doesn't have any local presence in volcanic area and there are only 100 people in this department, so we can assign only 1 per 1 volcano which doesn't really help. So, what the cabinet office can do is to show directions for the local governments and municipalities, so that they can work towards that direction. What we are doing is to make sure evacuation plan is feasible. So, it has to be specific and it has to be practical. At what timing, who would have to go and evacuate to where through what kind of transportation measures. Those have to be specified. It is the example of Sakurajima Island and volcano – which area people have to use, which ship to evacuate is indicated in here. So, as one of the example of cabinet office, national government and local governments, they are two different stakeholders. So, our role is to make sure we have enough manual ready for the local municipality to create evacuation plan and we are making briefing of the manual, so that they can create evacuation plan and in Ontake, the casualties were the tourists, not the residents. So, we therefore need to cover not only residents but also mountaineers as well as tourists. We have a very thick manual and we

are now explaining them to the local municipalities – the huts already are built around the volcano, so if we know how many of them are they, we can use cabin or shelter, so we are actually making the guide and manual for those operators of huts and cabins to do whatever they need to do under emergent situations.

As is mentioned, depending on the volcano, the risks and hazards are different and how much threat the eruption can cause to the residents are different and also there are different types of eruptions in Japanese volcano. There are 110 volcanoes. It's not that they are erupting all of the sudden, so there aren't many experiences of eruption by local municipality members, flooding and earthquake and other risks. There are 1700 local municipalities. While they are working within their cities, it's not the case that all of them are exposed to the emergency situations of natural disaster including volcano eruption and earthquake and so on and so forth. So, creating manual alone may not really help a lot to local municipalities because of the lack of accumulation of experience. So, we created manual but it seems the manual doesn't really help a lot in terms of creating evacuation planning. So, we set a theme for year – for a given year, like the creating the evacuation plan for mountaineers and tourists that was 4/2016. And also for this year, we set up some themes, promoting the local municipalities to create evacuation plan in order to cater to the needs for mountaineers as well as local site travelers.

So, we are now trying to have smaller granularity approach for the local municipality to be able to come up with evacuation plans because evacuation plan is a first step. This is rather complicated but 155 evacuation plans have to be created of which only 41 of them are created and as of the March, there are 60 or so plans made out of 155. So, we would like to make sure there will be more evacuation plans made. Now, we need to do some enlightenment activities. We need to create some videos or visually appealing information because eruption of volcano is not so often, so we are creating computer graphics and animation to teach the mountaineers as well as operators of mountain huts, so that they would know what needs to be done. This is not just for eruption of volcano but also for earthquakes, maybe we have to enlighten each and every people in this kind of disaster risks, so that they know the risks associated with climbing mountains for example and therefore what sort of preparation they need. The level of the alert

maybe now 1, but while they are climbing mountains, if it's a volcano, they may have to suffer from a rise in level of alerts to 2, 3, and 4, so those things need to be understood by the public in general. So, we are therefore doing all these kinds of graphic presentations as well as other information provision to make sure everyone can understand.

Now, for volcano, research and other institutions need to exercise their level of expertise to make contribution. I talked about central council but at the cabinet ministry, we have volcanic disaster management measure conference including Mr. Ishihara and so on so forth. This is a cross ministerial activities, although there are different ministries participating but after Ontake eruption, we are sure that we need to bring forth our measures against volcanic disasters, so that is why we created this meeting and also there was the Volcanic Disaster Management Council established but in order for them to create evacuation plan, we created a conference for communication and collaboration of volcanic disaster management councils so that local municipalities can share their experience of eruption to other municipalities which don't really have any eruption experience. So, this is information sharing conference that we set up and also the volcanic disaster prevention councils need to be participated by experts but the expertise that Volcanic Disaster Prevention Council require is diverse and therefore one council cannot invite all the needed experts and therefore, we came up with this conference for communication of volcano experts participating in volcanic disaster prevention councils to share information among experts and this is a track record of meeting that held thus far.

After Ontake eruption, these are the meetings that are being held. We want to have more discussion as to the direction of countermeasures and the measures to prevent volcanic disaster and this is a photo participated by local municipalities. We are having more participants after Ontake eruption because of the very rare case for eruption to occur in Japan. We are trying to make sure people who have experience can talk about their experience to people who haven't got any experience. So, we have been gathering everyone once per year altogether to share and discuss. We sometimes are scolded not doing enough by experts but experts are gathering information and discussing. We are being guided by experts in that manner. So, that's all I wanted to share with you at this point. I am

speaker number 6 and now I know everyone has been saying conclusions which I don't have. So, in place of conclusion, what I want to say to you is that disaster prevention tends to be triggered after big disaster, flooding and also the active volcano law also another case that is triggered by large disaster. Earthquake and volcano were sometimes explained altogether but Hanshin-Awaji and East Japan Earthquakes, those are unprecedented earthquakes that we experienced. So, going forward for volcano, we need to anticipate what could happen with volcanoes that we have in Japan. And the risks of ash fall outs, 1707 ever since 300 years have passed. That was one of the biggest ash fall out experience by Tokyo like more than 20 centimeters. That could be much more disastrous impact than East Japan Earthquake, so of course we need to anticipate what is not anticipated, but Kagoshima prefecture, there are experiences of ash fall out and issue relating to that. So, we want to experience other regions disaster experience for all regions, so the large scale ash fall out is something that we want to focus on as a first step going forward as cabinet ministry. I would like to declare this as a kind of conclusion for my speech. Thank you very much.

Toshitsugu Fujii

It is already 2:45, so we will like to begin the panel discussion. As we start the panel discussion I thought maybe all the panelists should be invited back on stage but two of the panelists have not made their presentations yet. The remaining three had already opportunities to present. So I would like to first invite the two panelists who haven't had the opportunity to say something. So I would like to give them the opportunity to introduce themselves and then I would like to give you the overall summary before the panel discussion and then I would like to invite everyone to the stage. Is that okay? Now, I would like to invite Mr. Nomura who is the Seismology and Volcanology Department Manager of Japan Meteorological Agency.

Ryoichi Nomura

Thank you for the introduction I am Nomura from JMA. From early on this morning, JMA was criticized. I started to regret but I as a matter of fact was quite comfortable here because all of the criticism that is given to us has been given with love, out of love. I believe that all of these experts are volunteers who volunteer to work with us, so I would like to ask for the continued advice from those experts. So within the limited time I would like to explain what we do at JMA with four slides that I prepared. Starting off on this slide, volcanic operation of JMA was established in 2002. We had a Volcanic Information Center back then. There were four Volcanic Observation Information Centers (VOIC) in Sapporo, Sendai, Fukuoka and Tokyo. In the Osaka area, there aren't as many volcanoes so we excluded that so four areas were set for information centers. In each center have their own volcanoes to watch for, 365 days continuous information extraction took place. So it's continuous observation at four areas which had very active volcanoes. 24x7, 365 days throughout the year if anything happens they should be able to respond and immediately issue alerts or advice if necessary. The data is shared online where the data or the products that are necessary for observation will be established so the systems for observation, systems for communication all of these are redundantly installed in Fukuoka and Sendai. If one of the systems fails there will be the backup system in operation for making sure the continuation of the observation. Other speakers used the same slide so we do observe. We look at the frequency in microphone to look at the vibrations, seismic monitoring

with a seismometer. We do use cameras. The aerial photos are taken. We do use tiltmeter and GPS measurement as well.

All of these measured data as I said earlier are observed 24x7 or necessary information or alerts will be given. With various set of data what is happening in volcano will be interpreted by us with the cooperation of all the experts – is it going on underground? Does the rupture take place on surface and so forth? When the information is summarized, that will be communicated to the general public through local government and mass media. Eruption warnings – as already explained this morning, we have two kinds, one for mountaineers, the other for the general public. As you can see here, if it's not meteorological warnings, we have advice warning and special warning. There are three different levels.

The volcanic eruption warnings come with the alert level with appropriate actions to follow. We were advised early on that when alert is given citizens, the municipality members may not know exactly what to do. For the very first time at JMA, we actually tied the emergency response to the alert level. As a matter of fact, if there is a warning for heavy rain we will say– it will be advised depending on the threshold of the precipitation volume in specific millimeters per hour. So the phenomena and alerts are linked for other meteorological alerts, but in volcano warnings, we would start off with what one should do. When the residential area is close to the vents, there will be serious impact on the residents so the level maybe 4 or 5, a higher level. So the intensity of eruption will be a reference but the level this is based on exactly what residents should do. So, emergency response is the basis for deciding which levels of alerts are to be given.

So, what we do today at JMA, we have about 140 years of history, so we have done this operation all of these years but the recent system was established in 2002. As I said in the very first slide when these Observation Information Centers were set, we modernized our system. So it is a new system. What happened before these centers were set? In a section of JMA in 19th century, we have continued volcanic observations. For very active volcanoes, we are focused on these active volcanoes for observations. Observatory scientists observe for locations close to the volcanoes immediately before VOIC was set. We set up Volcanology Division in 1995. Little bit more than 20 years ago, the organization

was renewed so our recent system was established more recently. Then what actually took place after VOICs were set? We actually enhanced our systems for monitoring. Even before 2002, as I said we had monitoring in 20 locations but then after 2002 we decided to cover 47 different volcanoes more than double the number of volcanoes we have observed compared to before 2002. We actually buried seismometer at a depth of 100 meters from the ground surface. As I showed you earlier, this new warning system is 10 years old, so our information communication system is rather new as well. As Mr. Hirose from the Cabinet Office said the councils were set for all of the stakeholders to get together and discuss and this Volcano Disaster Management Council was set in 2007, recent as well.

Last year we actually changed the VOIC into Volcanic Observation Warning Centers rather than information centers. Now we have 80 people working there. Twenty seven years ago, I joined JMA and volcano was a very small group in JMA. It transferred to an office. Today, it is a bigger division. It has grown in size too. This is as well a new thing in organization. So our observation team is still young. We are still growing. We are in the midst of developing as well. As I said, Sendai and Fukuoka we have CPU systems, redundant systems installed. This is third generation system that was completed this year. So now that we have systems in place, we really have to increase the capabilities to observe and understand volcanoes. To back this up, the latest systems, we are trying to analyze how high the magma is moving up under the ground and also the members of the Volcano Disaster Management Councils, we actually share information with the members. So what we are doing is trying to collaborate better and improve the overall integrated systems so that we can better evaluate the conditions of volcanoes. So in that sense improving evaluation, we have to have good training, we have to make sure that there is a clear career path for the staff members. All of these issues are now internally discussed within JMA. As I said, we do receive criticisms but as I said we are improving every day. Thank you.

Toshitsugu Fujii

Thank you very much. There will be a discussion at the panel discussion session so without taking questions I would like to move on to the next speaker. From June this year Dr. Ishihara has become the Chair of the CCPVE so I would like him to talk about his activities as well as forecasting or predicting volcanic eruptions.

Kazuhiro Ishihara

I am Kazuhiro Ishihara. So this slide shows photos of CCPVE and the eruption of Sakurajima some 33 years ago. I was assigned to Sakurajima Volcano Observatory, Kyoto University in April of 1974 and in July of the same year the CCPVE was established. At that time, there were eruptions almost each day at Sakurajima. Few hours or few days, eruption continued. That was the situation back then in 1974. Now Dr. Iguchi discussed a lot about what I wanted to discuss and also Mr. Nomura said that JMA will make tremendous effort going forward. It seems therefore I have nothing to speak. But I would like to talk about CCPVE with its structure and role and also talk about the volcanic observation as well as the volcanic scientists here in Japan now and going forward.

Now there was a speech by Mr. Hirose from Cabinet Office. 1972 October, there was a violent eruption at Sakurajima and then the eruption activity level increased and Geodesy Council proposed that the National Project of Prediction of Volcanic Eruption (NPPVE) has to be created and also the law regarding the active volcanoes was established as well and the CCPVE was established in July 1974. So based upon the law and based upon the NPPVE, universities and research institutes and JMA and all the other institutions started to research. The purpose of such activities is that the data would be used for actual administration organization for example JMA and the Japan Coast Guard. So the CCPVE was established in order to enhance quality of data that are being used by the JMA and Coastal Guard Japan. Takeshi Nagata said that it also has to be used by disaster prevention not just volcano forecasting and therefore land agency of Japan and Ministry of Education participated in this organization. Now this is the structure of the CCPVE. The main conference is composed of 31 members from JMA, research institutes, universities and related ministries.

This CCPVE has subsidiary bodies for example management, boards and task force as well as other types of workgroups. So in the case of emergency, the task Force would be convened to respond to the situation immediately. However, CCPVE is not composed just by 31 members but also throughout Japan. In Hokkaido, there is the Geology Institute in Hokkaido established by the Hokkaido Prefecture as well as other national and prefectural institutions who are also collaborating with CCPVE with their activities. There are some reforms in the government as well as the

universities. There used to be nationally owned universities back then but now university is an administrative independent organization which is independent from the national government. However, the subsidies from the government is reduced and therefore some of the research or volcanic observation carried out so far by the so-called national universities will become more scarce, therefore JMA's capability on volcanic monitoring will not be supported by university in near future. So that will be an issue.

NPPVE showed 44 years ago the basic concepts of prediction of volcanic eruptions that the detection of magma movement underneath of the volcano will be quite important and that that research should be progressed in overall volcanology not just prediction of eruption and stressed the importance on the utilization of research outcome to the actual activities of JMA. Now we have been able to measure various kinds of volcanic data because of the efforts by our forerunners. There are various methods now used to anticipate or capture magma movement and that actually enhanced the quality of observation by the JMA and we are now able to introduce Eruption Warning System.

In the past, the JMA staff members were doing volcano monitoring at weather stations near volcanoes but now watch various kinds of data on volcanic activity at monitoring rooms in Tokyo, Sapporo, Sendai and Fukuoka which are so many 100 kilometers away from volcanoes, as data are transmitted from devices installed at volcanoes. But do you think that it is actually progress in volcano monitoring and in quality of prediction of volcanic eruption? Prof. Iguchi and other experts in volcano monitoring onsite may think differently.

In Japan JMA has authority to issue volcanic alerts. Basically JMA is centered in monitoring meteorological activities or weather forecasting, and expert in volcano monitoring is few. This is quite different from New Zealand, Italy, Indonesia and the USA. Institutions or agencies of volcano monitoring in these countries are not tasked with weather forecasting but on volcano and geological hazards. In other words, we don't have many volcano specialists at the JMA and most of JMA staffs have little knowledge about the characteristics of eruption of volcanoes in Japan.

Sometime we feel difficulty to discuss with JMA staffs at CCPVE meetings. They need to understand the difference between volcano monitoring and other tasks.

Even if volcanic eruption is small, yet it can kill people. In contrast, small earthquakes, tsunami and typhoon will rarely cause casualties. So that is a difference when issuing the warning or alert they need to understand. And also status of the volcano division within JMA is relatively low and therefore issuance and release as well as sending mobile team tend to be lagging behind which was mentioned by Prof. Iguchi. The volcano division and the earthquake division had better be separated rather than putting all of them together into one department.

Lastly, in volcanic disaster prevention what is the role of a university researcher? I would like to introduce my opinion from my experience. Universities and research institutes have to focus on its core competence that is educating and training and doing research and if there is enough resource, we may contribute to the CCPVE or other volcanic disaster management activity maybe collaborated with other researchers. We, researchers tend to feel that we are the centerpiece of the activities but it is not. Local people living around volcanoes are the center. Volcanic eruptions and disasters are complicated events that require experts from different disciplines and we have to gather wisdoms of different experts for mitigation of volcanic disaster.

Finally, I would like to introduce basic concept of on prediction of volcanic eruption, which was thought 30 years ago by the group of university volcano observatories and showed for general public through a pamphlet. Scientifically satisfactory eruption forecasting is not easy. The objective of prediction of volcanic eruption is not correctly forecasting the eruption but instead to encourage people to evacuate from dangerous zone and to protect lives of those people. That is all. Thank you very much.

Toshitsugu Fujii

So we have heard from two people who will be among the panel members. But before we go into the panel discussion, I would like to just summarize what we have heard so far and also point out the major topics of the panel discussion.

So if I may be given some time. This is taken from Dr. Mangione's presentation. Now if we put in the Japanese response structure, the JMA and the CCPVE will be orange, cabinet office blue and for the local small eruptions it will be like this and this is for the bigger national level impact. So, the cabinet office will come out,

not the prefecture. So, the structure seems rather similar, however, as the Cabinet Office presentation showed I just added a few things. Mr. Hirose has indicated about this part so survey, research and observation. Through information sharing of the CCPVE, we now have many research institutes coming together and with the JMA we are now able to share a lot of information. Hazard maps will be carried out by the local governments and Erosion control. If we look at Italy, INGV is actually carrying this out for all the volcanoes. INGV is carrying out survey, research as well as observation although it does get help from the University of Firenze. But in Japan's case, what is the characteristic is as listed here we have many ministries and agencies coming together. It is not several research institutions under one ministry, it is actually lot of ministries and agencies as well as research institutes and universities and the CCPVE is the forum for collaboration. But there is no law that we operate on. It is simply a private advisory body of the JMA Director General and also when it comes to volcanoes unlike our earthquakes, we do not have any governmental headquarters and many people have pointed this out. Mr. Nomura also admitted to this but the JMA doesn't really hire volcanologists. Basically, the research and survey is carried out by the universities and research institutes but now universities cannot be depended upon.

It is not just for the volcanoes but if you look at the number of papers that Japanese universities would be issuing this is the USA, China and from 2005 you can see that China is increasing, USA also is increasing, and this is South Korea and the UK. Japan was on par with UK but after 2005 as Mr. Ishihara said ever since the national universities have been incorporated you can see that Japan's activities have been stagnant and you can see that when you look at the share of global articles this share is going down. So, it may mean that it is not just for volcano research but even in other research areas we may not be able to rely too much on universities, however, if you look at the map among the G7 countries although you can include Italy but Japan, the whole of Japan could be threatened by earthquakes and volcanic disasters. It is quite different from the USA or from European countries at least the capitals of these countries may not be affected by earthquakes or volcanoes. So now the Volcanic Disaster Management Council is thinking about how better the stakeholders can collaborate but is it okay to just think about collaboration? Is it going to be enough? Do we not need more experts? And as Dr. Nakada talked about the observatories are responsible for observation

but they are not involved in the crisis management. That seems to be common among other countries be it New Zealand or Italy but as Mr. Nomura said and explained the alert levels and also evacuation these two are linked together. So, it is not just about risk assessment, risk management is also part of JMA's roles. So this is what is happening in Japan. Is this a better way to go about it or not? That is something we want to look into. So, as for the panel discussion, I want to look at the relationship between volcano monitoring and research or volcanologists. Right now we have many institutes getting involved but what is the better way to go? The second theme I would like to pick up is hazard assessment and risk management, what is the relationship between the two? JMA actually is stepping inside risk management but is it good for an observatory to be doing that? What is the thinking of the other countries? That is what I would like to take up in the discussion. Now I would like to ask the panelists to come up on the stage and we will be talking about these two themes and after we finish the discussion on one theme I may open the floor to questions from the audience. So may I ask the panelists to come up on the stage please.

So we would like to start the discussion here. As I said, the very first theme is, JMA monitors and observes volcanoes but volcanologists are shorthanded and there is no clear career path within the JMA for volcanologists. I would like to invite opinions of overseas experts what they think of the current Japanese system within the JMA, starting with Dr. Neri please.

Augusto Neri

Professor, okay so about the two points you mentioned I think I already briefly touched these points in my presentation. I mean the same history of INGV is the history of the concept of putting together the efforts aimed at monitoring of the volcano and the effort aimed at understanding of the dynamics. Just very briefly, INGV was formed in 1999 from the merging of five different institutes. Some of them were very renowned volcano observatories including the Vesuvius Observatory and others were just CNR, the National Research Institute of Italy that were just focused on research. But it was very clear at that time that better understanding of the dynamics of the volcano was only possible if we would combine the monitoring activities associated with the surveillance of the volcano with the understanding of its dynamics. This has really been the whole idea, the

main idea at the base of the formation of the INGV and after I would say almost 20 years of experience I think I can say that it was really the right idea because there are so many synergies between these two activities that nowadays it is almost impossible to talk about one without mentioning the other one. I want to just mention one point more regarding the monitoring. A large part of the monitoring network have been developed not just for surveillance purposes but just to better understand the breath of the volcano, just to follow in time and space its behavior. You basically understand that the same network can be used for service, for service to the Civil Protection to save people, to save the lives of people. So to me, it is almost similar to distinguish these two aspects. That is why in our institute the research goal and the surveillance, the service goal has been carried out by the same people also with the synergies in terms of costs because basically you can study the same system with the same resources but provide actually two different services – one the gain of knowledge and the other one providing of a service. So, I think this is a really the basic, the fundamental of our institute. I think this is the main point I wanted to mention.

Toshitsugu Fujii

Thank you so much. As Dr. Neri said monitoring, surveillance and research combine together and so having them together is very important. Now Dr. Jolly do you also like to respond?

Gill Jolly

The experience that we have at GNS is similar to INGV. We were formed by the merger of the Geological Survey of New Zealand and the Geophysics Institute of Department of Scientific and Industrial Research back in 1992. We were effectively given the mandate to be doing the monitoring and the research together under the same roof and I think that has been really important. I see it as a bit of a cyclical activity. The research is informing the monitoring and then the monitoring people can actually provide better data to inform the research. So I think that the two go hand in hand in partnership. One thing that we have established in New Zealand as well in order to maintain and develop the links with the universities and the other institutes that are involved in volcano monitoring is to have a series of advisory panels so it sounds a little bit like your CCPVE whereby we have for each group of volcanoes so for the Central North Island volcanoes, we have an advisory

group and the core of that advisory group is GNS as the monitoring agencies, we have the universities sit on the advisory group as well and we also have many of the responding agencies too. So, we meet on a regular basis, understand the issues that are being faced by the responding agencies and we can actually define and target the research and the monitoring to improve how we respond to those active volcanoes.

So, that is at a regional level on different groups. So we have one for the Central North Island, we have one for the Taranaki, we also have one for the Caldera volcanoes and then we have a national advisory panel as well and that gives a forum for all the institutes to come together and think about national priorities and that is actually hosted by the Ministry of Civil Defense, and Emergency Management. So they act as a secretariat to coordinate that activity but at the core of it is GNS as the monitoring and the core research agency that is involved. Just to kind of reflect as well on the importance of that partnership between Civil Defense and the monitoring agencies, one really good example of how we work together in the communication is that the monitoring agency and Civil Defense actually front up to the media together in the event of something happening so that both the responding agency and the science agency can talk together on their particular area of expertise and that shows the unity of the information that is going out that we've talked together, that we understand what each other's concerns are and it provides the media with the single time and place where they can get the answers to all the questions that they require.

Toshitsugu Fujii

Okay thank you very much. So as the two foreign experts mentioned, the researchers and those who monitor are very closely knit and otherwise it is not effective to have separate monitoring and research and also the communication to the public as well. This is vastly different from what is happening in Japan as was already introduced from early on Japan seems to have its unique system which is different from others. Mr. Nomura from JMA, what is your opinion about the different situation that we have after listening to overseas experts? Would you like to share with us?

Ryoichi Nomura

Yes there are multiple approaches. In case of Japan what is critical to us is that first of all we are observing 50 different volcanoes, so many volcanoes and 24x7, 365 days we have people, systems in place to observe all these volcanoes. We have a network. We have to have a thorough network to make that happen. I think we have been successful in maintaining this system. So that is the basics. Do we have experts? There are not many experienced old time experts but we have OJT scientists, and there are people who used to work at research institutes. They are not all researchers. Those who are monitoring are not exactly researchers but when necessary the information and knowledge is always available for them. They are able to access the necessary knowledge although we do not think the current situation is the best. How can we provide expertise to the members that is a challenge that we need to solve but the fundamental system being able to observe all of these active volcanoes is there in place.

Toshitsugu Fujii

Monitoring to find anomaly is fine I think with the current system but how are we going to evaluate and assess as Mr. Iguchi said? It is not always easy to follow the manuals and procedures. Often times researchers are the best person who can monitor and come up with the best results. Maybe the current system can go some way and as Mr. Nomura said I wonder what the cabinet office thinks about this. As Mr. Ishihara says the university researchers are volunteers, they actually get together at CCPVE. This is a lasting permanent structure that could last forever, a long time.

Masayoshi Hirose

So from Cabinet Office disaster prevention capability by the nation as well as regional quality has to be enhanced. That is first and foremost important for the Cabinet Office. The academic position of Japan is now coming down vis-à-vis every other country that was mentioned by someone but our concern is not just about volcano but the disaster prevention research, what is the level of our research in the global context is very important. So current observations and monitoring as well as disaster prevention planning how are we going to implement disaster planning in the real society is what we are focusing on. So, observation and research maybe integrated or not integrated that is one issue but when you do monitoring for example Dr. Iguchi mentioned if we can have a discussion as the

future direction of research and if we can have a system in place to do so then it is not necessary really that we prefer integration between research and monitoring. Of course I know the person sitting next to me is advocating for the integration between the two but as far as the cabinet office is concerned it doesn't really matter so long as there is a collaboration to implement the research outcome into reality. So that is our position.

Toshitsugu Fujii

I am not sure where the goal is but we want to make sure that the volcanic disaster prevention council has to be more effective and we want to attract younger talent into this area but we want to see the discussion results coming towards the end of this year. Now based upon where we stand as of today, we want to make sure the collaboration and communication is happening in order to return research outcome into reality. Now, Mr. Ishihara I think you pointed out so many things but once again may I turn to you.

Kazuhiro Ishihara

Volcano monitoring capabilities and evaluation capabilities has to be reinforced by volcanological research and then you will then know what sort of research and observation is needed. So to improve volcano monitoring of the JMA, staffs should have the onsite knowledge and academic knowledge put together.

We have been working with the Volcanological Survey of Indonesia (VSI) since 1991. Senior staffs of VSI had succeeded prediction of eruptions at some volcanoes based on empirical knowledge in volcanology. The executives of VSI sent young staffs to Japan to learn volcanology watching behavior of actual volcanoes and improve their capability in volcano monitoring based on academic and practical knowledge. The young staffs became core members of the Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation (reorganized from VSI), and have succeeded to minimize damage of volcanic eruptions at Indonesian volcanoes. So science alone doesn't work. Science onsite, researching onsite that is what we need. National organization responsible for volcano monitoring should not separate research from monitoring, and give the staffs opportunity to do research if they want to do research on volcanology.

Toshitsugu Fujii

Thank you very much. Research and monitoring, separation between the two is also difficult. JMA wants to continue current system in place to continue monitoring and also wants to receive advice from outside entities. I think this is the common approach by Cabinet Office and JMA but in Italy there used to be separate organization and also in New Zealand you used to have separate organization but they were put together into one and you have observation and research function under the one roof. So for Japan, we would hope to head towards that direction but as was mentioned by minister Furuya we should have cross ministerial organizations in place as a kind of a gap but INGV or GNS Science all these existing models can teach us a lot. So in Sakurajima they are self-contained using the university institute but if we can have similar organizations throughout Japan well one university or universities alone cannot do that. So we should have a different model which is like GNS Science or INGV. So most of the panel members are advocating for the integration of monitoring and research except for the JMA and the Cabinet Office people because Cabinet Office and the JMA are saying that it is not easy therefore separating these two maybe okay. Regarding that I just wonder if our audience may have some questions or comments. Maybe short comments would be appreciated regarding volcanic monitoring. If monitoring can be done through but flowing manual then that is not good enough so monitoring has to be done by engineers and researchers. Vis-à-vis that opinion currently we are not that way but what should be done, what should be the solution if you have any opinions from the floor if you do please let us know.

Toshitsugu Fujii

No opinions, no comments from the audience. Among the panel members on the stage if you have any additional intervention that you want to make please, Mr. Nomura and then Ms. Jolly.

Ryoichi Nomura

Maybe you are simplifying too much about our job. We are not just watching. Among the staff members there are members who are doing research and doing some study but population of such members is too small. That is the issue here. The other is that monitoring is important but this is very long and not so paid attention to work as opposed to research which I don't think it is realistic for our staff members to continue doing throughout their lifetime. The meteorological

weather forecasting experts they actually look at the phenomena every day so they understand. It is not about writing a lot of papers but they will be discussing about many different phenomenon. We do have the study groups and thorough that a lot of skills could be acquired. That maybe one way to go about how this and also the minister of education is focusing on nurturing the next generation of talent. We are hoping that we can get more talent and we may hire them into the JMA so the younger generation—the volcano unit in the JMA was very small unit but by hiring new talent we may be able to improve the situation. I think that is realistically the goal. And if you are going to hire people that would be really appreciated. Now Dr. Jolly please.

Gill Jolly

I think one extra point that I would like to make and what I find extremely valuable is for my staff the experience of dealing with volcanic eruption and the experience of the pressures that are people that underwent something like that happened as well as being able to pattern recognize and actually observe what is going on I think that is second to none. So one of the things that we do a little bit like the USGS Volcanic Disaster Assistance Programs is we support other countries in the Pacific specifically Vanuatu and Tonga and Samoa and if there is an eruption there happening we often get invited or asked to go up to those islands and support the countries in their decision making and I think that is extremely useful particularly for the younger volcanologists to get that experience because in New Zealand we don't have too many eruptions, fortunately, but they don't actually get the hands-on experience and one thing that kind of occurs to me is having succumbents [ph] from one institution to another so that people can get the hands-on experience and understand what is actually happening when a volcano erupts and how you operationally monitor that and understand the research. So that might be one suggestion for I guess improving the communication and building that succession planning I think somebody mentioned bringing up the younger volcanologists and giving them experience. In my career having 8 years at Montserrat in the West Indies and understanding how to monitor and observe volcano in real time was really second to none and I have actually used that experience in other volcanic eruptions after that.

Toshitsugu Fujii

Okay thank you.

Augusto Neri

One other point I would like to mention at least based on the Italian experience is that we often try to simplify the complexities of the problem. We simply see the monitoring and the research but the monitoring for volcanoes it is something extremely complex in the sense that it is multi-disciplinary. So this is something that we should always keep in mind. I mean differently at least largely differently from earthquake monitoring or even meteorological monitoring where you just focus on some specific variables. For volcanological monitoring, you really need to carry out a multi-disciplinary approach. So you need seismic network, you need geochemical network, you need geodetic network, electric, magnetic networks and so on. And even if you use all these techniques, even if you have all these data, very often it is a challenge to understand what is going on. Right now a large part of the Italian communities focus on the Campi Flegrei caldera because as the Civil Protection Department we are very much concerned on the evolution of this system.

We could not give valuable insight and information to the Civil Protection Department without putting the best research, the best people, the best volcanologists working on that. There is no way to provide timely and useful information just with people that do not understand how the system works. This is just for one volcano. Of course, things become even worse if you have to monitor and surveillance 100 volcanoes. But this is I think is a very important point. And once you have the monitoring data, this multi-disciplinary data is not enough because you need to understand what is going on and you need to provide the correct input to the modelers to provide the right scenarios, instead to the impact people to assess the impacts and so on. So I really want to stress the complexities of studying volcanoes and of monitoring volcanoes. So this really to me needs to be done preferentially by the same people that carry out research but if it is not possible because I understand that every country has its own story. This has to be done as much as possible together. So you should come up with some simple system that favors the collaboration between these different organizations and the institutes. I think this to me is really important aspect.

Toshitsugu Fujii

Thank you. I think Dr. Neri has actually summarized all the discussion that we had here. I don't think I need to add anything. So if it is difficult to change the status quo in the government, the administration will often say that but if we really want to predict an eruption and if we want to provide safety to the citizens research and monitoring has to go hand in hand together or else it is not going to be possible. It is not just about looking for ground deformation or seismic activities you have to involve geology and all other aspects, you have to cover a very wide area. That is quite different from studying earthquakes and tsunamis. Volcanoes are quite unique in that sense. You have to cover a very wide area. It is multi-disciplinary.

I don't think we should push the JMA and the government or Cabinet Office too much and grill them on this point too much so I think I can move on to the next topic which is about hazard or risk assessment and risk management. So we have been talking about cases from overseas where at the core of surveillance or monitoring USGS or GNS Science or INGV you basically take the scientific evidence and issue alerts but the evacuation order or preparation to evacuate orders and the risk management is not your role. I think that seems to be common among the three institutions. In the case of Italy, risk management as Dr. Mangione said DPC will be carrying out the management side and within DPC you have the Volcanic Risk Center, already you have the center within DPC. So the management people will also share the data for the assessment whereas the Cabinet Office if it is a wide area evacuation, yes you do have a Task Force setup but the JMA for smaller eruptions will issue alerts that would lead to evacuation. So first, Mr. Hirose what do you think about this situation?

Masayoshi Hirose

As I said earlier during the Ise Bay typhoon the basic structure of management was established here in Japan and so evacuation management is carried out by the municipalities. That is where we are today. And for a wide area, broader area disaster we have been discussing what is the best way to go about this. But if the municipalities are at the center they will know who needs support. I think people in the municipalities will know best. So for flooding and for other regular disasters I believe the municipalities should utilize the current system to deal with the situation. For the national government side I believe it is all about how they can support them so that they can operate better. But if the municipality functions are

gone yes we do have organizations to compensate for that. But then how can we support that complementary function is another thing and when it is a much broader based evacuation like the Great East Japan earthquake we have learnt from that. We do need some coordination functions on the prefectural level and as I said earlier after the disaster we have local Task Forces setup that will be covering what actually happens at the site.

Like we introduced we have councils setup, councils who make evacuation plans are now organizing joint meetings where all the stakeholders can participate for better information exchange and that is something we are recommending. But there is one challenge however as Dr. Iguchi said the roles played by experts and roles played by administrative government need to be clearly separated. When there is a broad based disaster, national or prefecture should be able to take control. On the other hand different roles will be played by experts. So we have to have clear rules separating responsibilities. From that perspective, the council members will have the liaison with municipalities. We're trying to share as much information as possible with the municipalities. Thank you.

Toshitsugu Fujii

So, this was Mr. Hirose from the Cabinet Office said that mainly it is the municipalities that take actions to smoothly operate evacuation. It is the same for other countries. In case of New Zealand, Dr. Jolly, you have risk assessment and risk management. How do you separate risk assessment and risk management in your country?

Gill Jolly

A very good question. I think in terms of risk assessment we are the ones that have the expertise for assessing the risks so we can assess the hazard and then we do research on vulnerability and exposure as well. So we have the ability and the tools to be able to actually quantify risks within our institute. Then that is then provided, passed off to the agencies. In the example of the Department of Conservation they have for the management of the national park it is across a whole range of hazards not just volcanic but for weather hazards as well they have a fairly well defined structure which points they make decisions on access to different areas of the national park. They can't totally restrict access because the

law says that the access to the national parks is free to all the members of New Zealand but they do have the ability to close tracks when they do exercise that right if they feel that the risk is beyond the level of acceptability. So they have a fairly good structure in which they make that decision in terms of acceptable risks. I think an interesting point is actually looking at the costs and benefits of say an evacuation. So for Auckland city for example if we were to start seeing signals of an earthquake or signs that a volcano is going to erupt we might only have a few hours or days before the eruption occurs but with it being in the center of the city having a really good assessment of the cost of an evacuation versus the benefits Auckland is not the easiest town to drive around at the best of times so if you order an evacuation of a 100,000 people it would likely cause gridlock if there was very short time period. The decision to do that is basically very firmly with the Civil Defense in the region of Auckland. So for New Zealand as in many other countries that we heard about it is local, regional and national level depending on the level of the incident. For an eruption in Auckland it would be a regional incident so it will be driven, decision making would happen at that level but it would very quickly become a national level because Auckland is one of the major cities in New Zealand. So making a decision on the cost of an evacuation and closing down some major parts of Auckland versus the benefits in terms of lives saved is very much sitting with the agencies with the government not with us. So we would provide the information that would say, "The likelihood of an eruption is occurring here and if you have the eruption the risk of life safety and the risk of causing major damage would be this" and then they would make the decision based on that basement of cost and benefit.

Toshitsugu Fujii

Thank you. So this is not an easy issue even for New Zealand. Risk assessment and risk management it is a very difficult consideration for all of us. In case of Italy have DPC and INGV you have good clear responsibilities division. So Dr. Neri do you think that you have ideal risk management and risk assessment relationships?

Augusto Neri

I think that in Italy in principal the situation is very similar to the one that Dr. Jolly just explained us. At the INGV we are mostly focused on the assessment of the

hazards of the different volcanoes. As I explained in my talk we come up with hazard assessment, combine different methodologies as I just mentioned before and we try to provide this information to the Civil Protection Department so that to some extent combine this information with other information coming from other competent centers for instance the University of Naples. The Planning Center in Italy is mostly related and concerned with assessment of vulnerabilities of the infrastructure of the territory to volcanic eruptions.

Somehow, we try to combine the hazard assessment with the vulnerability and exposure information to come up with first estimates of the impact and so I would say the very first estimate of the risk but certainly we are still in the infancy of this process. I personally would like to see more even in my institute more attitude, more studies focused on the assessment of volcanic risk. From purely scientific point of view, I am talking about the assessment of the risk of course carried out with other institutes, with the department of Civil Protection, with experts in social sciences and in engineering, architecture and so on because I think the final goal should be the assessment of the risks. In terms of the management of the risks it is a completely different story. Here the responsibility is fully of the department of civil protection for the large scale risk of our country and for the regions and for the municipalities for the smaller type of events. Of course in that case you know the level of acceptable risk is defined you know based on the number of criteria that at the very end are actually political choices that has to be done by the decision makers. So I would say that there is a clear distinction but we still have a lot to do in terms of risk assessment and we are not yet at the point where we can really have a good feeling of the numbers that we come up with. As I mentioned in my talk most of the hazards, most of the mappings even of the Vesuvius and Campi Flegrei emergency plans are largely based on hazard information even though as I mentioned several combinations, several integrations with vulnerability data have been done. So there is still a long way to go but I would say that the risk assessment will be really an important field for the future, for the future investigations.

Toshitsugu Fujii

Thank you. So when we talk about risk assessment it is not easy to do. You have to actually collect information from different sources to carry out the overall

assessment. Italy is doing well but there is much room for improvement and DPC which is in charge of risk management will be able to receive better information and they would also look at economic possible impacts. So I would say that that is an ideal situation that is now being introduced and considered. When we talk about risk assessment, we have JMA and volunteer experts that are engaged in risk evaluation and I am sure that they say that there is no way that we can change the situation for now but what can we do to improve them Mr. Nomura?

Ryoichi Nomura

The alert level we have maybe a bit misleading. We have response actions that are related to the alert level as I said earlier. The JMA issue alerts but then when that table was formulated municipalities as well as those who are in charge of disaster mitigation we consulted with them and we came to an agreement. So it is not just the JMA that came up with the table. We had all the disaster mitigation experts their feedback into that table. For each volcano we have more specific rules set, set by not just JMA. There is a council meeting for each volcano which is deeply involved with specific rules as to what one should do at a certain alert level because when an alert is issued lot of people don't know exactly what to do even though exactly what the alert level is. That is why we have experts and JMA together came up with that table of alert levels. So I think that what we are doing is quite close to the ideal.

Toshitsugu Fujii

Thank you very much. On paper yes that is what it is. The alert levels come with action to be taken not a bad idea. However the JMA says that it is not the JMA alone which is creating it but the general public thinks that if the level is increased by the JMA then we need to be more cautious but so long as the level is not changed then the public will feel more relaxed about the current situation. So there are Volcanic Disaster Management Council created for each and every active volcano and the actual level of alert threshold will be created by that council. That will be ideal but that is not really the case. JMA creates a draft and then Volcanic Disaster Management Council or local municipalities will accept the draft created by JMA as is. Italy and New Zealand say that vis-à-vis volcano communication with residents is quite important. Having residents understand and just giving a table or chart to them won't really work. That I think the JMA might say it is an

ideal situation but should make tremendous effort to make sure communication on the ground is in place. Now Mr. Ishihara, could you give us some observation?

Kazuhiro Ishihara

JMA has issued eruption alerts, but hazard assessment is not yet done in alert levels. JMA have a document about alert levels and there are some hazard maps and eruption scenarios. But alert levels are not linked with hazard maps and eruption scenarios, as JMA staffs did not related to create most of them. Without background knowledge of eruption scenarios and hazard maps, JMA staffs cannot explain them to residents and local governments. I guess JMA has to do hazard assessment, including or being helped by experts. JMA has to understand first deeply hazard assessment and then risk assessment and risk management will follow. Issue of alert levels restrict the activity of people and some of residents may lose jobs. A few years ago, JMA unexpectedly issued the alert level around Iwoyama volcano, one of volcanic cones of Kirishima volcanic group, due to increase of volcanic micro-earthquakes and said without discussion with experts on hazard assessment that the danger zone was approximately 1 kilometer in radius. So the visitor's center and the parking area located 0.9 to 1 kilometer from the crater were closed for a half year and a few staffs were dismissed. I guess any decision of alert level and danger zone without doing hazard assessment is not good. JMA have to listen to experts of hazard and risk assessment before creating any level of alert or evacuation.

Toshitsugu Fujii

Alert level maybe advanced but in actual situation that would actually put alert level into practice is still missing. That I think is what we heard. Now regarding hazard and risk assessment and risk management relationship between them would you like to make any further intervention? If you do please let me know.

Toshitsugu Fujii

Are you happy? Are you okay?

Gill Jolly

I will just make a couple of comments. About 3-4 years ago, we started to review our alert level system. We had an alert level system which was twofold. We had

one which was for reawakening volcanoes and one which was for frequently active volcanoes and that led to a lot of confusion because if a volcano was reawakening it will actually be at a different level of hazard to one that was already frequently active made and when it switched over it got to a very confusing situation so we had some research done by PhD students to understand what we were trying to communicate with the alert levels and how we should better do that and we ended up with a system which was very simple and based in the hazard alone so actually says that low Level 1 this is what the volcano is doing and you might expect to see certain levels of hazard and those are now linked to actions and part of the reasoning for that is that when we talked to some of the emergency responders and this is the situation in New Zealand they were actually wanting to know what to do between alert levels so a very good example would be Caldera currently at alert Level 0 which is with no activity. If we started to see earthquakes or ground deformation which would mean that we would want to raise the alert level to Level 1 which is kind of a minor level of unrest because that has such huge complications and implications for the economy and for tourism around New Zealand the responders wanted to know before we were to do that and what they should do in order to mitigate the implications. So if we were going to do that how would they get the communications out there to say, "This is a relatively minor level of unrest and therefore don't panic essentially". And equally for eruption in Auckland they would want to know—that alert level actually went up to Level 1 so they could start putting in the contingency planning and start to kind of understand what they needed to do. So what we were finding from the stakeholders the actual alert levels weren't linked to the work that they were actually take part in and so we decided to kind of break that link between what the volcanos is doing and what the action should be. That was just our experience with that particular incident.

Toshitsugu Fujii

Thank you. The alert level it eventually leads to action. So in JMA's case this is sort of advanced but however you operate that plan is very much of an issue then. So it is not an issue relating only to JMA butler also volcanology science as a whole will be responsible. So we may be coming back to the first question the operational, operations itself doesn't really work in other words scientist's knowledge has to be put together and to create an improved plans and alert level issuance and so on and so forth. Now we do have experts participating in Volcanic Disaster

Management Council so this can be one solution but this may not solve all the problems. So in the risk analysis and risk management, the alert level is one of the topics in this. I think in the audience there are many local representatives. Are there any opinions or request regarding alert level from local municipalities? And if you do this is a very good opportunity to raise your voice. Now the JMA we raised the level from 2 to 3 then within that 1 or 2 kilometer radius the area would be closed. So that would be the other municipality's process and that is already in place but regarding these things do you have any requests or expectations or comments?

Toshitsugu Fujii

No? Okay

Toshitsugu Fujii

Well in the lecture we have heard about crisis management. So, Dr. Mangione. So risk assessment and risk management how should it be when it comes to the volcanic eruption like can we have some comments from you once again?

Domenico Mangione

First of all I wanted to say something about the alert levels. In Italy yes we declare the alert level but the alert level are as I said for the natural evolution of the volcano to a national scenario. It has happened for example on persistent active volcanoes that we were on the green level and in the green level we always stress that something or the other could occur anyway. Green level doesn't mean that the volcano is good. It is always a volcano and the volcano does its job. This message was it was very difficult to transmit this message to the regional, to the local and impossible to the tourists because the tourists are not aware and the guides won't listen about this unpredictable phenomenon. This is one thing. The other thing is that in case of sudden event even though we have for example a major explosion on Stromboli this doesn't mean that at the national level we change the alert. We remain in green while the regional Civil Protection raises its operative phase and gives immediate guidelines to the municipality. So these things are not linked. At the national level we might be in a green status but still on the regional especially for Etna and Stromboli could be at a higher level of operation depending on the activity of the volcano. For example recently when we

had the last crisis of Mt Etna we were in a yellow meaning the volcano is in disequilibrium in which we had several lava fountains but from our national point of view the impact was not so big enough to manage at the national level. The regional level could face the situation and they were ordering to stop the excursions to the craters at a certain height to be safe from the fall outs and that said regarding risk management well in Italy the first responsible for the evacuation to respond in case of an emergency is the Mayor is the first one and starting from that then you have all the descending operational chain. So it is very important that every municipality has its own contingency plan related to each hazard to which it is exposed. I take the example always of Stromboli not because I like it so much but because it is affected by so many hazards. For example Stromboli has a very general municipality level emergency plan. We are struggling with this municipality in order to have one municipal level for volcanic activity and one for example for tsunami impact. So it is true that risk management is a responsibility of a national level but we have to stress the fact that also at local level, regional level we have to have the same point of view in order to achieve the same goal to save the people. That is the great thing that we have to do and we have to do always better because if we struggle to arrive on the local.

Toshitsugu Fujii

You were listening to Dr. Mangione. I believe you have mentioned something very important. So basically people around the mountains, people who are observing and studying the mountains they should be operating the alert level. That is better rather than having somebody one thousand kilometers away deciding the alert levels. So the alert level results are not really bad but how is that operated? I believe that is something that the JMA needs to consider and yes I was hoping to get more feedback and input but time is running out. In the first half of our discussion we talked about monitoring and research which has to go hand in hand together and also research is not just about geophysical monitoring and study but actually it has to cover wider areas otherwise we will not be able to understand the volcano or make judgments about a volcano so having an organization that does both maybe better. Italy, New Zealand, USGS actually does that but in case of Japan we don't have one organization doing both but maybe we can go in phases towards that and I believe the cabinet office is planning to go in that direction. When we really reach integration I hope that we can accelerate our study on that.

In the past we thought that this was the best organization to deal with that but once we do have a better organization maybe the volcano alert level management will become much more efficient and better. The lectures actually covered much wider areas about volcano research and management and the importance of that. Here in this discussion we focused on two points only and with this I would like to end our panel discussion. I don't think we can come to any sort of conclusion but the JMA which is carrying out the monitoring and also the core of disaster management, the Cabinet Office people are here with us so I do hope that you can take back what you have heard here today and better the structure here in Japan. If there are any burning comments or questions I would like to take that up at the very final point. If not, Dr. Mangione.

Domenico Mangione

Just one last thing I wanted to remark. It is also very important that decision makers address the research and this means that I take the example of the strong cooperation we have at the INGV. In 2007, sorry in 2008 we started some research projects on Stromboli and based on some needs that we proposed to the INGV now after 10 years we see the result that is an early warning system. So basically it is very important also that the decision makers express their needs, the user requirements to the scientific community and this gives more input to research and becomes applied research for civil protection purposes. That was my comment.

Toshitsugu Fujii

Thank you very much. The decision makers making requests, demands to the scientists and telling them what is needed and so having discussion with the scientific community rather than asking the scientific community to come up with what the decision makers need. I believe the last comment from Dr. Mangione really wraps up this panel discussion and I think it is now time to end. I would like to end this panel discussion. So thank you very much for staying with us until the very end.

Toshitsugu Fujii

Thank you so much.

MC

I would like to thank you all for participating in this discussion for a long time. On behalf of the organizers I would like to call upon the Executive Vice President of NIED Mr. Dobashi to say the closing remarks.

Hisashi Dobashi

Thank you. I am the Executive Vice President of NIED and my name is Dobashi. I would also like to extend my thanks for your participation. According to the secretariat close to 140 people participated in this workshop. I believe this has been a successful workshop thanks to you. As you know this October Kirishima, Shinmoedake erupted. In the future there is a possibility that Mt Fuji will also erupt. As we discussed in this workshop there will be substantial impact on the metropolitan areas in case of Mt Fuji eruption. How are we going to go about volcanic observations and evacuation planning? We have shared lot of our views and we have had a very effective and meaningful discussion today. We had experts from Italy and New Zealand and we also had US cases that were referred to. We had a diverse opinion exchanged. Technology to predict volcanic eruption and information that is derived from that should be shared with municipalities so that information can be utilized effectively and this is in fact what we all wish for. All the speakers who made presentation today I would like to extend my gratitude to all of them for coming to this workshop all the way from their respective countries. They made great presentation. Representing the organizers this is a great honor to have been able to organize this workshop. So I would like to take this moment to express once again my appreciation. Thank you so much.

MC

Ladies and gentlemen this concludes our workshop. There are two housekeeping announcement from secretariat. The translation receivers that you have used please make sure to place the receivers on your desks on the table before you go. At 5 o'clock all the speakers will be there at the reception and you are all invited. Again this reception will start on the 15 floor at 5pm. If your schedule allows please do come and join us. Thank you once again.

講演要旨集
(Abstract)

活火山における研究、監視、危機管理の相互関係：イタリアの事例から

アウグスト・ネリ

イタリア 国立地球物理学火山学研究所

近年、世界中の活火山近傍において都市や居住地域の拡大が急速に進んでいる。しかし、こうした地域は火山噴火によって生じる人的、経済的損失というリスクと常に向き合わなくてはならない。欧州連合（EU）圏内においても、いくつかの活火山は人口が数百万人にも達する地域に隣接している。こうした火山で噴火が発生すれば、個別のEU加盟国内のみならず、EU全体にも大きな社会的・経済的損失をもたらす可能性が高い。中でもイタリアは、EU加盟国の中でも最も火山噴火に伴うリスクに晒されている国である。

ナポリ市街地の東側に位置する Vesuvius 火山は、将来の噴火発生時には70万人もの避難が想定され、100万人以上が火山灰の降灰被害を被ると推定されるなど、世界で最も危険な火山の一つであると言える。同様に、ナポリの西側に位置する Campi Flegrei カルデラは、カルデラ内部に人口数10万人の居住地域が存在し、将来の噴火による潜在的なリスクを抱えている。近年の火山活動度の高まりを受け、Campi Flegrei では2013年からアラートレベルが「Yellow」に設定されている（注：火山活動度を示す4段階の指標のうち、最も静穏を示す「Green」の次の段階）。

将来発生する噴火に適切に対処するには、活火山の定量的なリスク評価の手法と、データや調査結果に基づく災害管理体制の整備が必要である。

そのためには、以下の事項の開発が不可欠である。

1. 歴史史料の再検討や、新たな野外調査結果の収集などの、異なる手法を含む火山活動評価データの開発と蓄積
2. 時空間的に細かい分解能を持ち、早期警戒システムを含む火山観測網の開発
3. 災害現象に関する斬新な3次元数値計算システムの開発
4. 上記の各項目における不確定性の定量化と、災害における脆弱性、暴露に関するデータの効果的な蓄積

イタリアは、Civil Protection System と呼ばれる機構を構築し、火山災害のリスク評価に関連する全ての組織間の綿密な協力を推進してきた。中でも、Dipartimento della Protezione Civile (DPC) と Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) は、10年ごとに協力協定の見直しと更新を行い、イタリア国内火山の監視業務と火山活動の理解のための観測研究を進めてきた。今回の発表では、イタリアの火山災害に関する基本的な問題と、火山災害に係る組織や組織間の関係について紹介する。

The complex interplay between volcano research science, monitoring and risk assessment: some insights from Italy

Augusto Neri

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Italy

The potential for great losses of life and economic disruption in violent eruptions has emerged as a reality with the recent rapid growth of human settlements in the vicinity of many explosive volcanoes around the world. Within the European Union (EU) there are a few examples of volcanoes that directly threaten the lives of millions of people and their eruptions could have major socio-economic implications across the EU, as well as for individual countries. Italy is certainly the most exposed European country to this peril. Vesuvius, located eastward of the city of Napoli, is certainly one of the most dangerous volcanoes in the world with over 700,000 people who would need to be evacuated in advance of a future eruption and more than one million who could become significantly exposed to the impacts of volcanic ash. Similarly, the caldera of Campi Flegrei, westward of Naples, contains a few hundred thousand people that are at potential risk in the event of renewed explosive activity at this volcano which, since 2013, it is in an unrest state (alert level yellow).

In order to properly face such situations, quantitative methods for making risk assessments and developing evidence-based planning for disaster management at explosive volcanoes are needed. Such approach requires the development and integration of different methods including updates of historical data and collection of new fieldwork results, development of high-resolution multidisciplinary monitoring networks including early-warning systems, development of novel 3D numerical modelling of the hazardous phenomena, quantification of the system uncertainty as well as the effective integration of hazard data with vulnerability and exposure information.

In order to develop such an approach, Italy has developed a Civil Protection System which foresees a close collaboration between all different actors playing a role in the assessment of volcanic risk. In particular, Dipartimento della Protezione Civile (DPC) and Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) has developed a decennial formal agreement of cooperation aimed to provide a surveillance service of the Italian volcanoes as well as the gain of new knowledge and understanding of the volcanic systems. In this talk I will present the main characteristics of the volcanic risk problem in Italy as well as the nature and relationships of the main institutions dealing with it.

“翻訳”で要点を見失わないための取り組み： ニュージーランドでは、科学者と政策決定者間の言葉の隔たりをどのように埋めているのか？

ジル・ジョリー

ニュージーランド GNS サイエンス

ニュージーランドにおける地質災害の監視は、GeoNet プロジェクトを通して GNS サイエンス（地質核化学研究所、通称 GNS）によって行われている。GeoNet は、2001 年にニュージーランド地震委員会（通称 EQC）と GNS が提携して設立された。その主な目的は、EQC の再保険料の引き下げに向けて、地質災害をより良く理解するために必要なデータを提供することであった。しかし、地球物理（また地球科学）的な国内計測ネットワークに関する知覚価値は、市民防災・緊急管理部門や一般市民の期待を膨らませる結果となった。最近では、ニュージーランド政府は GeoNet のリアルタイム性の強化に追加資金を投入した。

過去 10 年以上、GNS 職員は多様な地質災害に対処してきた。代表例としては、2010-2011 年カンタベリー地震、2012-2013 年トンガリロ山・ホワイト島噴火、2016 年カイクウラ地震が挙げられる。これらの災害対応経験を通じ、現地、地域、そして全国といった 3 つのレベルでの主要政策決定者への科学的アドバイスの伝達が、成果を得るために重要であったと言える。本発表では、主にトンガリロ噴火の対処事例を取り上げるが、より最近のカイクウラ地震発生時・発生後のアドバイス提供についても振り返る。

これら各事例では、我々は多様な方法や手段を用いて、どのように自然科学と政策決定者の隔たりを埋めるかを学んできた。今後は、動的環境におかれた災害時要援護者やインフラへのリスクを軽減するために、災害前・災害時および災害後に自然科学が効果的に使われるための研究を進める必要がある。

Trying not to get lost in translation: how do we bridge the language gap between scientists and decision-makers in New Zealand?

Gill Jolly

GNS Science, Wellington, New Zealand

In New Zealand, monitoring of geological hazards is undertaken by GNS Science (GNS) through the GeoNet project. GeoNet was established in 2001 as a partnership between the NZ Earthquake Commission (EQC) and GNS. GeoNet was established primarily as a means of providing data to inform better understanding of geological hazards so that EQC could reduce re-insurance premiums. However the perceived value of a national network of geophysical (and geochemical) instrumentation, has resulted in growing expectations of both the Civil Defence and Emergency Management sector and the general public. Most recently, the NZ government has provided additional funding to boost the real-time capability of GeoNet.

Over the last 10 years, staff in GNS have responded to multiple geological hazard events, most notably the Canterbury earthquakes (2010-11), the Tongariro and White Island eruptions (2012-3) and the Kaikōura earthquake (2016). Through this series of events, the communication of science advice to key decision-makers at local, regional and national level has been key to successful outcomes. In this presentation, I will focus mostly on the response to the Tongariro eruptions, but I will also reflect on the more recent provision of advice during and after the Kaikōura earthquake.

In each of these cases, we have learned how to bridge the gap between science and decision-makers, through using a range of methods and tools. There is still more work to be done to ensure that science can be used effectively before, during and after a hazards event to reduce the risk to vulnerable people and infrastructure in a dynamic environment.

日本の火山監視・防災における大学の観測及び研究者の役割

— 桜島及び口永良部島噴火 —

井口正人

京都大学防災研究所火山活動研究センター

我が国においては、火山活動の監視と警報等の情報の発表は気象庁が行うが、大学の持つ火山観測網は、データの質、観測点の数、配置の妥当性、観測の種類、そして機動性において重要な役割を果たすことが多い。また、火山活動や噴火機構、発生予測の研究は監視や情報発表において適切な情報を提供してきた。これは、大学の観測・研究が気象庁等官公庁よりも自由度が高いことによる。最も重要なのは、異常現象発現時において、科学的根拠をもって噴火警戒レベルの引き上げに如何に適切な助言ができるかである。火山の火山活動状況の評価や予測は業務的にこなす通常観測では限界があり、研究そのものが依然として必要である。これは、火山学が依然として未発達な学問領域であることを意味する。

桜島では、2006年以降、昭和火口での噴火が繰り返され、口永良部島では2014年、2015年に噴火が発生した。2015年噴火では、噴火警戒レベルは5に引き上げられ、全島民が島外へ避難した。事象の発現から警戒レベルの決定のポイントとなる時点は桜島において2006年6月、2008年2月、2015年8月、また、口永良部島において、1999年7月、2008年10月、2014年8月、2015年5月である。これらの時点において大学の観測が捉えた現象の研究に基づく、判断について述べる。

Role of Observation and Research of University in Volcano Monitoring and Hazard Mitigation in Japan -Sakurajima and Kuchinoerabujima Eruptions

Masato Iguchi,

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

In Japan, JMA is responsible to monitoring of volcanic activity and issuing alert level, but the university's volcano observation network plays an important role in data quality, number of observation points, validity of networking, multi-parameterization, mobility, in many cases. Volcanic activities, eruption mechanisms, and prediction of occurrence have provided adequate information in monitoring and information. This is because the degree of freedom of university observation and research is higher than that of government agencies such as the JMA. The most important is how to give appropriate advice on upgrading alert level with scientific backgrounds at the time of unrest. Evaluation and prediction of the volcanic activity situation of the volcano has its limit in ordinary observation which is carried out in business, the research itself is still necessary. This means that volcanology is still an underdeveloped discipline.

At Sakurajima, eruption has been repeated at the Showa crater since 2006, and eruptions occurred at Kuchinoerabujima volcano in 2014 and 2015. In the 2015 eruption, the alert warning level was upgraded to 5, and all the residents evacuated from the island. The point of deciding the warning level from the occurrence of the event is June 2006, February 2008, August 2015 at Sakurajima and July 1999, October 2008, August 2014, May 2015 also in Kuchinoerabujima. I will discuss the judgment based on the research of the phenomena observed by the university observation in these moments.

USGS の火山観測体制から学ぶこと

中田節也

東京大学 地震研究所

アメリカの火山防災に責任を持っているのは内務省米国地質調査所 (USGS) の火山ハザードプログラムである。国内の 5 火山観測所を維持し、火山学的研究を実践しているだけでなく、火山監視、火山情報の発表や警報の発信を行う。研究と防災機関として機能を兼ね備えている点で、日本の気象庁などの防災担当機関と大学や国立研究機関などの研究担当機関とが別建てである、日本の噴火予測・火山防災に対する構造とは大きく異なっている。

アメリカの火山災害対策はセントヘレンズ火山の噴火体験が大きいが、世界の多くの火山の活動監視を技術的に支援し、火山技術者育成まで展開していることが特徴である。自らの観測研究によって得た体験や知識、技術や理論を活用して、自国だけでなく諸外国の火山噴火の予測と減災に貢献している。また、将来の災害を防ぐために、コーディネーションプラン策定や啓発活動を積極的に行うなど、日頃から地域や関連組織と密なコミュニケーションをとり信頼関係を築く努力をしている。我々は多くのことをここから学ぶことができる。

On volcanic observation system of USGS

Setsuya Nakada

Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

Volcano Hazard Program of the US Geological Survey, Dept. Interior, takes responsibility for volcanic risk reduction in USA. It maintains 5 volcano observatories and issues volcanic information and alert based on volcanological research and monitoring. Having the functions of both research and disaster prevention by USGS is much different from the Japanese system in which the both functions are distinguished from each other.

The countermeasure for volcanic disasters in the US developed well based on the experience of the 1980-86 eruption at Mount St. Helens, and presently they support technically monitoring and forecasting volcanic eruptions mainly in developing countries, and educate technicians for those countries. Their knowledge through monitoring and research are utilized to forecast and minimize disasters from volcanic phenomena inside and outside the US. They also are making effort for building trust with communities around active volcanoes through the enlightenment activity and making volcanic hazard coordination plans together. There are many points which we can learn.

イタリアにおける火山のリスク：予防、軽減と管理

ドメニコ・マンジョーネ

イタリア 国家市民保護局

イタリアでは、現地住民にとって大きな脅威となりうるような活動的な火山地域が、国土のかなりの割合を占めている。およそ 200 万人におよぶ人々が、溶岩流や降下火山灰、火山泥流、火砕物密度流、および津波を引き起こすような地滑りといった火山噴火の影響にさらされうると推定されている。このような理由から、危機的な状況下におかれた際にリスク管理の助けとなるリスク予防の拡大およびリスク軽減に対する活動を通じて火山のリスクを減らすため、市民保護（国家レベルと地域レベル）と科学コミュニティの間で長年にわたり密な交流を築いてきた。

このような枠組みの中で、イタリア国家市民保護局（DPC: the Italian National Civil Protection Department）は、イタリア首相令の承認の下、科学機関や大学（Centri di Competenza）と協定やプロジェクトを締結し、これによりイタリアの火山地域の監視および観測に対して責任を負っている。その中で、国内法令によって明確に認定され、24 時間、週 7 日（すなわち常時）監視の責任を負っている唯一の機関であるということから、イタリア国立地球物理学火山学研究所（INGV: National Institute of Geophysics and Volcanology）は関連した役割を担っている。主要な火山に関する問題の場合、DPC は国家最高科学顧問団である Commissione Grandi Rischi からの助言を活用することも可能である。

本講演では、DPC、Centri di Competenza および地域市民保護（Regional Civil Protection）の間における役割や関係について、これまでに構築してきた、噴火警戒レベルに則った、火山活動の場合に効果的な行動選択を助長する手順に焦点を当てて話を要約する。

Volcanic risk in Italy: prevention, mitigation and management

Domenico Mangione

Volcanic risk unit, Italian National Civil Protection Department, Italy

Italy has a great concentration of active volcanic areas which impose a great threat to the local population. It's estimated that almost 2 million people could be affected by the effects of a volcanic eruption such as lava flows, ash fallout, lahars, pyroclastic density currents and landslides triggered tsunamis.

For this reason a strong interaction between civil protection (national and local level) and scientific community has been built up through the years, in order to reduce the risk by increasing prevention and mitigation actions which will facilitate the management during crisis situations.

In this framework the Italian National Civil Protection Department (DPC) holds several agreements and projects with scientific institutions and universities (Centri di Competenza), recognized by a Prime Minister Decree, which are responsible for the monitoring and surveillance of the Italian volcanic areas. Among these, INGV (National Institute of Geophysics and Volcanology) has a relevant role since it's the only one which is clearly identified by a national Law and is responsible for the 24/7 surveillance. In case of major volcanic issues the DPC can also take advantage of the advice of the Commissione Grandi Rischi, which is the national highest scientific advisory group.

This talk will summarize the roles and relationships between DPC, Centri di Competenza and Regional Civil Protection, focusing on the procedures which have been built up, based on volcanic alert levels, to facilitate the adoption of effective actions in case of volcanic activity.

日本の火山防災

廣瀬昌由

内閣府（防災担当）

平成 26 年 9 月 27 日に長野・岐阜県境の御嶽山において発生した噴火は、火口周辺で 63 名の死者・行方不明者が出るなど甚大な被害をもたらした。この噴火災害により、火山噴火からの適切な避難方策など、火山防災対策に関する様々な課題が見出された。

この噴火災害の教訓を踏まえ、「活動火山対策特別措置法」が平成 27 年に改正され、各火山地域において、火山防災協議会の設置や火山活動が活発化した際の避難計画の作成等が義務付けられた。この改正活火山法に基づき、各地域において火山防災対策の取り組みが進められている。また、気象庁や内閣府等の関係府省庁、有識者、研究機関からなる火山防災対策会議により、火山防災対策の立案と監視観測・調査研究体制をより強化することを目的に、複数の関係機関同士の連携強化やより一体的に火山防災を推進する体制について、海外の事例も参考にしつつ検討を進めている。

本発表では、日本における火山防災対策の現状と、その推進に向けた取り組みについて紹介する。

Volcanic Disaster Management in Japan

Masayoshi Hirose

Disaster Management, Cabinet Office

On September 27th, 2014, Mount Ontake, located on the border between Nagano prefecture and Gifu prefecture, erupted and resulted in 63 dead or missing near the crater. This disaster revealed various problems on measures against volcanic disaster such as evacuation from volcanic eruption.

The Act on Special Measures Concerning Active Volcanoes was amended in 2015 based on the lessons learned from the disaster of Mount Ontake. Under the amended Act, measures for volcanic disaster prevention have been pushed forward in each region. The committee, consists of experts, research institutes and government agencies such as Cabinet Office and Japan Meteorological Agency, is considering collaboration between related organizations and an integrated volcanic disaster management system for planning measures against volcanic disaster and improving monitoring, observation, survey and research on volcanos while referring to examples of foreign countries.

This presentation will introduce the current situation of volcanic disaster management in Japan and efforts to promote it.

火山災害軽減のための方策に関する国際ワークショップ 2017
「火山監視と防災」報告書

2018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

電話：0555-72-6211

国立研究開発法人 防災科学技術研究所

〒305-0006 茨城県つくば市天王台 3-1

電話 029-851-1611

(印刷 株式会社 フジカワ紙販)

