

令和3年12月23日

令和3年度 卒業論文

論題： 富士山噴火

— 火山灰との付き合い方と福岡県の取るべき対策 —

担当教員名： 平川 幹和子

九州産業大学 商学部

学籍番号：18CB439

氏名：内村 凌也

要約

2013年に世界遺産に登録された富士山だが、近年、研究者たちが「富士山はいつ噴火を起こしてもおかしくない」と口をそろえて言う。令和2年に開催された、大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループで出された火山灰対策では、被害を受けない遠方地方の活用方法が検討されていない。そこで遠方地方(九州・東北・北海道など)からの活用方法として、近年技術成長を遂げている遠隔操作重機(リモート重機)について、過去の事例をもとに有効性を検討し、さらにオペレーターの高齢化問題と併せ、学生利用を含んだ産学共同プロジェクトの提案を行う。(257文字)

目次

はじめに.....	4
第1章 富士山の噴火の歴史とリモート重機による火山灰処理の現状.....	5
第1節 富士山の活動期と噴火史.....	5
第2節 ワーキンググループが想定した被害と対策.....	7
第3節 リモート重機を用いた火山灰処理の有効性について.....	8
第1項 リモート重機を用いた過去の事例.....	8
第2項 5Gの種類と特長.....	9
第2章 リモート重機を用いた火山灰処理における問題点.....	10
第1節 オペレーター高齢化と火山灰処理における問題.....	10
第2節 電波の問題点.....	12
第3章 重機オペレーターの高齢化対策の提案.....	14
第1節 リモート重機を扱った学生ボランティア NPO 法人の設立案.....	14
第2節 若者に向けた SNS 発信.....	15
第3節 導入を薦めたいリモート操作装置.....	17
第4節 国・自治体の役割.....	20
おわりに.....	21
参考文献.....	23
付録.....	25
謝辞.....	26

はじめに

富士山は日本最高峰(標高 3776m)の山である。古くから日本人に親しまれており、平成 25 年(2013 年)に信仰の対象と芸術の源泉として世界遺産に登録された。この日本の象徴ともいえる優雅で美しい富士山だが、実は活火山である。鹿児島県に位置する桜島のように生きており、有史以降の気象庁の記録として 800 年～1707 年までの間に 12 回の噴火が記録されている。それ以降 300 年間沈黙している富士山であるが、近年、研究者たちが口をそろえて「富士山はいつ噴火を起こしてもおかしくない状況にある」と注意を促している山である。

防災科学研究所の藤田氏(火山防災研究部門長)によると、「平成 23 年(2011 年)3 月 11 日に発生した東日本大震災から 4 日後の 3 月 15 日に富士山周辺で発生したマグニチュード 6.4 の地震によって、富士山のマグマ溜まりに噴火を引き起こしかねないほどの大きな圧力が加わったことが分かった。そこで、シミュレーションをしてみた結果 1.6 メガパスカルの圧力が加わったと判明した。結論として、この圧力では噴火は引き起こさないとまとめた」¹ということである。噴火にいたる要因は様々だが、このマグマ溜まりへの圧力は、富士山噴火への影響が危険視されている。

そのため内閣府は、山梨県・静岡県・神奈川県及び 3 県内の関係市町村並びに関係機関の連携を確立し、平常時から富士山の噴火時の総合的な避難対策等に関する検討を共同で行うことにより、富士山の火山災害に対する防災体制の構築を推進するとともに、地域住民の防策意識の向上に資することを目的として、平成 24 年(2012 年)6 月 8 日に富士山火山防災対策協議会を設置した。

この富士山火山防災協議会が出しているハザードマップを見てみると火山灰被害が首都圏にも及び首都機能がマヒすると考えられている。では、被害が少ないとされている九州地方・関西地方・東北地方・北海道地方は、富士山の噴火に対してどのような役割を担えばよいのであろうか。日本の政治・経済の中心が混乱に陥った場合、地方都市としてどのようにして首都機能を回復させていかなければならないのだろうか。

私が住んでいる福岡県は九州で一番の都市である。また、私は常に噴火している桜島のある鹿児島県の出身である。そこで本研究では、富士山の歴史と現状分析、火山灰対策と福岡県の取るべき対策について、内閣府の資料や火山灰資料が豊富な鹿児島県の事例、その他の県の実例を調査し、考察する。

¹ 川端裕人「第 5 回 3.11 地震の火山への影響を百年後まで試算してみた」より
<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/web/15/092500017/092700005/?k=201605270540>
(2021 年 12 月 2 日確認)

第1章 富士山の噴火の歴史とリモート重機による火山灰処理の現状

第1節 富士山の活動期と噴火史

富士山は今からおよそ10万年前に誕生されたと考えられている。日本にある多くの活火山に比べると、まだ若く元気な火山だといえる。富士山火山防災協議会では、富士山の活動期を①約70万年前～20万年前を小御岳火山活動期、②約10万年前～約11,000年前を古富士火山活動期、③約11,000年前～現在までを新富士火山活動期の3つとし、富士山ハザードマップの作成を行っていた。しかしながら、富士山火山防災対策協議会は新たな科学的知見の蓄積・最新の調査研究及びハザードマップ改定の必要性があると考え、平成30年度から3年間で以下の活動期のうち須走期²のb～d期（約5,600年前から現在まで（表1参照））の噴火をもとに富士山ハザードマップの改定作業を行い、令和3年3月に新たな富士山ハザードマップを作成した。

表1 須走期の噴火ステージ

年代区分	時期	主な噴火口の位置	噴火の傾向
須走-b期	約5,600年前 ～約3,500年前	山頂と山腹	溶岩の流出・火砕流の発生
須走-c期	約3,500年前 ～約2,300年前	山頂と山腹	爆発的噴火・火砕流の発生・山体崩壊
須走-d期	約2,300年前 ～現在	山腹	溶岩の流出・爆発的噴火(宝永噴火)

(富士山火山防災協議会 富士山ハザードマップの改定についてより作成)

改訂版富士山ハザードマップの元となった須走期b～d期の約5,600年間に、富士山は180回の噴火が確認されている。富士山火山防災協議会によると「過去の噴火では、96%が小規模の噴火、中規模の噴火であるが、次の噴火が熾夫の高い小・中規模になるとは、限らず、頻度の低い大規模の噴火になる可能性もある」³としている。被害を想定し将来に備えるためには、小規模噴火ではなく大規模噴火を見なければならぬであろう。そこで富士山三大噴火と呼ばれている、延暦噴火・貞観噴火・宝永噴火の3つの大規模噴火について「静岡県富士市富士山噴火史について」から参照し、記述する。

1. 延暦(えんりやく)大噴火(800～802年)

「日本紀略」「富士山記」などの古い文献にその記事が書かれており、この噴火は平安時代の延

² 約70万年前～20万年前を小御岳火山活動期、約10万年前～約17,000年前を星山期、約17,000年前～約8,000年前を富士宮期、約8,000年前～現在までを須走期(須走期はa～dの4つの活動期に分けられている)である。

³ 富士山火山防災対策協議会「富士山ハザードマップの改定について」より
<https://www.pref.kanagawa.jp/documents/74008/siryoul.pdf> (2021年12月2日確認)

暦 19 年(800 年)3 月 14 日～4 月 18 日にかけて大規模な噴火が起こったとされており、東側斜面火口に「西小富士」を形成した。また、2 年後の延暦 21 年(802 年)1 月 8 日にも噴火の記録がある。これにより、相模国足柄路(現在の神奈川県南足柄市にある足柄峠から江戸城赤坂門を結んだ街道)が一次閉鎖され、5 月 19 日から翌年の 1 年間は、箱根路(箱根峠を通る街道)が代わりに用いられるようになった。

2. 貞観(じょうがん)大噴火(864～866 年)

貞観 6 年(864 年)富士山の山頂から北西に約 10 km 離れた斜面(現在の長尾山)から多量の溶岩を流す噴火が起こった。流れ出た溶岩の一部は当時あった大きな湖(せの湖)まで流れ出し、この湖の大部分を埋め、現在の富士五湖である西湖(さいこ)と精進湖(しょうじこ)に分断し、大部分は斜面に幅広く流れた。これは、青木が原溶岩と呼ばれ、現在そこには樹海が広がっている。

3. 宝永(ほうえい)大噴火(1707 年)

宝永 7 年(1707 年)大量のスコリアと火山灰を噴出した宝永大噴火が起きる。この噴火は、日本最大級の地震でもある宝永地震の 49 日後に始まり、江戸市内まで大量の火山灰を降灰させるなどの特徴的な噴火だった。噴火の起きる 1～2 か月前から山中のみで有感となる地震活動が発生しており、10 数日前から地震活動が活発化、前日には山麓でも有感となる地震が増加した(最大規模はマグニチュード 5 程度)。12 月 16 日朝に南東山腹(今の宝永山)で大爆発を起こし、黒煙、噴石、降灰があり、激しい火山雷があった。また、その日もうちに江戸にも多量の降灰があり、川崎で 5 cm 積もった記録がある(富士山からの距離約 130 km)。噴火は月末まで継続的に起きたが次第に弱まっていった。山麓で家屋や耕地に大きな被害があり、噴火後は、洪水等の土砂災害が継続した。

富士山は宝永噴火以降 300 年以上、噴火として確かな証拠は確認されておらず、平穏な状態である。しかし、「はじめに」で述べたように、東日本大震災の際に富士山に大きな圧力がかかったのは間違いない。研究によって直ちに噴火につながるものではないことが分かったが、富士山に対しては常に警戒しておくことが大事だと考える。これまでに過去 5,600 年間で分かっている富士山噴火については以下のとおりである。噴火の規模は、小・中規模の噴火が圧倒的に多いが、約 5,600 年前以降での最大の火砕物噴火は宝永噴火であり、溶岩流噴火は貞観噴火である⁴。

⁴ 溶岩流が発生した噴火は約 6 割、火砕流が発生した噴火は 1 割以下。宝永噴火後 300 年以上噴火は記録されていない。山頂火口では繰り返し同一の火口から噴火しているが、側火口では同一の火口からの再度の噴火は記録されていない。

第2節 ワーキンググループが想定した被害と対策

令和2年4月に行われた大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループが、噴火規模・噴出量・継続時間を須走ーb期以降最大の火砕物噴火である、宝永噴火の実績を用いて被害想定を検討した。降灰の分布に大きく影響をもたらす風向風速に関しては、過去10年間の高層観測データ(気象庁)より、宝永噴火の実績に類似する西風卓越ケース・影響下の人口や資産が大きくなる西南西風卓越ケース・風向の変化が比較的大きい南寄りケースの3つのケースを設定した。最も火山灰処分が必要とされる西南西風のケースにおいて約4.9億 m^3 の火山灰量処理が必要とした。この量は、東京ドーム約400個分に匹敵する量である。噴火時から数時間後には首都圏でも火山灰が降灰すると考えられており、2cm~10cmほど堆積すると想定している。首都圏に降灰した際に特に、交通分野(道路・鉄道・航空機など)・ライフライン分野(電力・上下水道・通信など)で発生する被害が他分野に波及することで、最大2兆5000億円の経済被害が出るとしている。その中で本研究では、災害時に人材や食料を輸送するための道路における被害と対策について考える。

道路では巻き上げられた火山灰による視界不良、タイヤの接地面の摩擦低下によるスリップ事故の発生などが考えられる。国土交通省九州地方整備局坂井・永吉・國友による鹿児島県桜島島内で制動距離・登坂能力・視認性の3つの試験を行った。制動距離における自動車の走行速度は20km/h及び30km/hとした。結果としては、20km/hで降灰がない場合は2.9mだったのに対して1cmでは4.5m、3cmでは5.4mとない場合に比べると1.5~1.9倍になる結果となった。30km/hもない場合に比べると1.5~1.7倍になる結果となった。含水比が高い場合には降灰1cmでどちらの速度も更に1.4倍に長くなる結果となった。登坂能力における結果は、ない場合と1cmの場合では、ほぼ同じ能力であったが5cmになるとタイヤの滑りが確認された。10cmになるとタイヤが空転しまったく発進しない結果となった。含水比を上げた場合、1cm及び5cmでタイヤの滑りが確認された。視認性試験における自動車の走行速度は20km/h~50km/hとした。結果として、40km/hまでは走行速度が大きいくほど、巻き上げによる後方の視認性が悪い状態続く結果となった⁵。これらのことから、道路の通行止めや速度規制が実施されると考えられる。内閣府は、緊急車両及び緊急輸送用道路の確保として、降灰厚3cm以上の範囲で4車線のうち、2車線を確保するとしている。重機(ホイールローダ等)・オペレーターともに700~1300規模で行うとしている。しかし、内閣府の聞き取り調査によると1000は確保可能であるが、残りの300は地域外からの調達が必要としている。啓開しない2車線を火山灰の一時的な仮置き場とし、噴火時から1~2日で重機・オペレーターの確保及び主要道路

⁵ 坂井佑介・永吉修平・國友優(2016)「火山灰堆積地での現地調査における自動車走行上の留意点」『土木技術資料58-9』p.8-13

への配置を完了。4日目の朝には道路を啓開しておくことが計算上可能としている。4日目以降は作業を夜間に行うことで日中は2車線を確保しながら、緊急輸送道路以外の除灰活動に重機・オペレーターを充てることが可能としている。

この内閣府の聞き取り調査による仮定では、関東地域からの重機・オペレーターの確保可能としているが、富士山噴火で南関東(東京・埼玉・千葉・神奈川)は火山灰による影響をもろに受けると考える。その状況で、1000規模の重機・オペレーターの確保には不安が残る。第2節でも述べたように、処理が必要な火山灰量が最大で約4.9億 m^3 (東京ドーム約400杯)東日本大震災において発生したがいき量の約14倍程度と想定されている。火山灰の行き先・処理方法については何も決まっていない。

第3節 リモート重機を用いた火山灰処理の有効性について

現在、大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループの考える、緊急輸送用道路の確保対策案では、火山灰の被害を受けない地域(九州・近畿・関東など)の活用方法が考えられていなく、遠方地域は蚊帳の外といった状況である。近年遠隔操作で重機を操作する距離は遠方地方からでも操作が可能となっている事から、リモート重機を用いて遠方地域を上手く活用することによって被害の受けた地域の迅速な復興が可能になると考える。しかし、今まで4G通信の遅さではタイムラグが発生することが懸念点となっていた。2020年から5Gサービスの開始によって、遠方地方からでも、ほとんどタイムラグがない状態で遠隔操作が可能になることから、災害現場においてリモート重機は有効的であると考ええる。

第1項 リモート重機を用いた過去の事例

過去、火山灰処理ではないが、雲仙普賢岳・有珠山噴火後の作業にリモート重機を利用した事例があることから、富士山噴火時にも重機の遠隔操作は有効的であると考ええる。

1. 雲仙普賢岳(長崎県)

平成6年3月1日から31日にかけて無人化施工が行われた。作業内容としては除石作業であった。この時、最大で約2km離れた地点に操作室を置き、作業を実施したが影響はなかったということが分かっている。また、オペレーターが操作に慣れるまで1週間程度で十分だということも分かっている。しかし、夜間照明による作業では、有人なら可能な照度でも無人するのは困難であるとした。

2. 有珠山(北海道)

2000年の噴火時には無人化施工技術としての基礎技術はすでに完成していた。しかし、基地局と無人化施工箇所の距離の問題と障害物による見通しの悪さから、雲仙普賢岳で実績のある中継方式ではなく、免許が必要である建設無線を使用し新たな有珠山方式で行われた。市街地への氾濫が想定される板谷川と西山川で無人化施工が実施された。作業内容は、板谷川では主に排土、西山川では導流堤の施工などであった。「北海道室蘭土木現業所によると有珠山方式における無人化施工の施工効率は80%と有人施工と遜色もなかった。理由としては、無線のトラブルの少なさやオペレーターの経験が豊富だったこと」⁶があげられている。

第2項 5Gの種類と特長

5Gの中にも3種類の5Gが存在している。2020年から、ソフトバンク・NTTドコモ・KDDIなどの通信事業者によって、提供・展開されているパブリック5G(一般的に5Gと呼ばれているもの)。通信事業者ではない企業や自治体が、専用の5Gネットワークを構築するローカル5G。2022年度からソフトバンクが提供するプライベート5Gがある。それぞれの特長は以下の通りである。

1. パブリック5G

大容量のデータを高速に送受信できることと、多数の端末を同時に接続できるのが特長である。

2. ローカル5G

運用するには、無線局の免許が必要である。しかし、公共で使われるパブリック5Gとは違い、ネットワークが混雑した場合に影響を受けないのが特長である。

3. プライベート5G

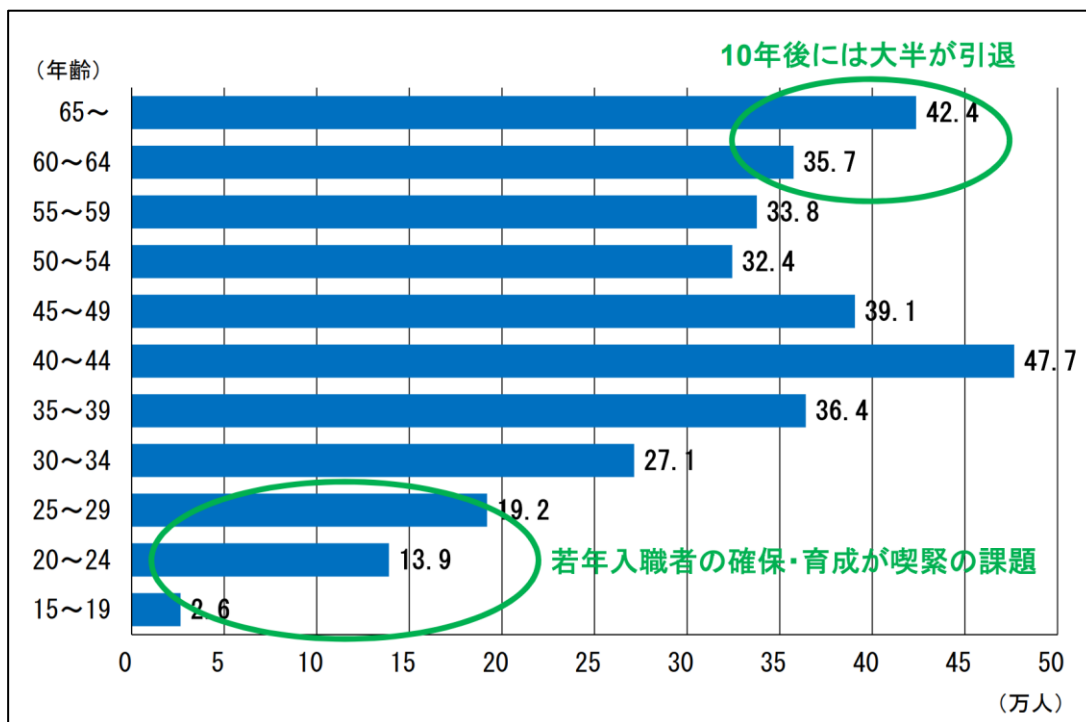
ソフトバンクの周波数帯を使い、企業や自治体が必要な帯域・容量の5Gネットワークを提供するサービス。パブリック5Gとローカル5Gの中間に位置づけされている。

⁶ 塩野康浩・小林浩(2008)「有珠山2000年噴火時の防災に関する技術的な取組み」より『砂防学会誌』Vol.61 No.1(276) p.46-52

第2章 リモート重機を用いた火山灰処理における問題点

第1節 オペレーター高齢化と火山灰処理における問題

大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループによる道路除灰対策案の計算だと24時間除灰作業を行った場合は4日目の朝には緊急輸送道路として啓開が可能であるとしている。しかし、重機はガソリンを満タンにしたら動くことが可能だが、オペレーターは機械ではなく人である。また、重機を扱う現場ではオペレーター高齢化が進んでいる(図1参照)。



出所：国土交通省 建設産業の現状と課題より(令和3年11月27日アクセス)

図1 オペレーター高齢化による今後予測

高齢になって重機のオペレーターを行うのは、精神面、体力面から考えるときついであろう。また、災害はいつ起こるかわからず、現在高齢の人が災害時に生存していると限らないため、若者のオペレーター育成が急務である。さらに高齢オペレーターがリモート重機の導入に消極的な問題もある。以下に、高齢オペレーターが抱えるリモート重機に対する懸念、重機を扱う現場での若者離れ、火山灰下におけるオペレーターの健康について示す。

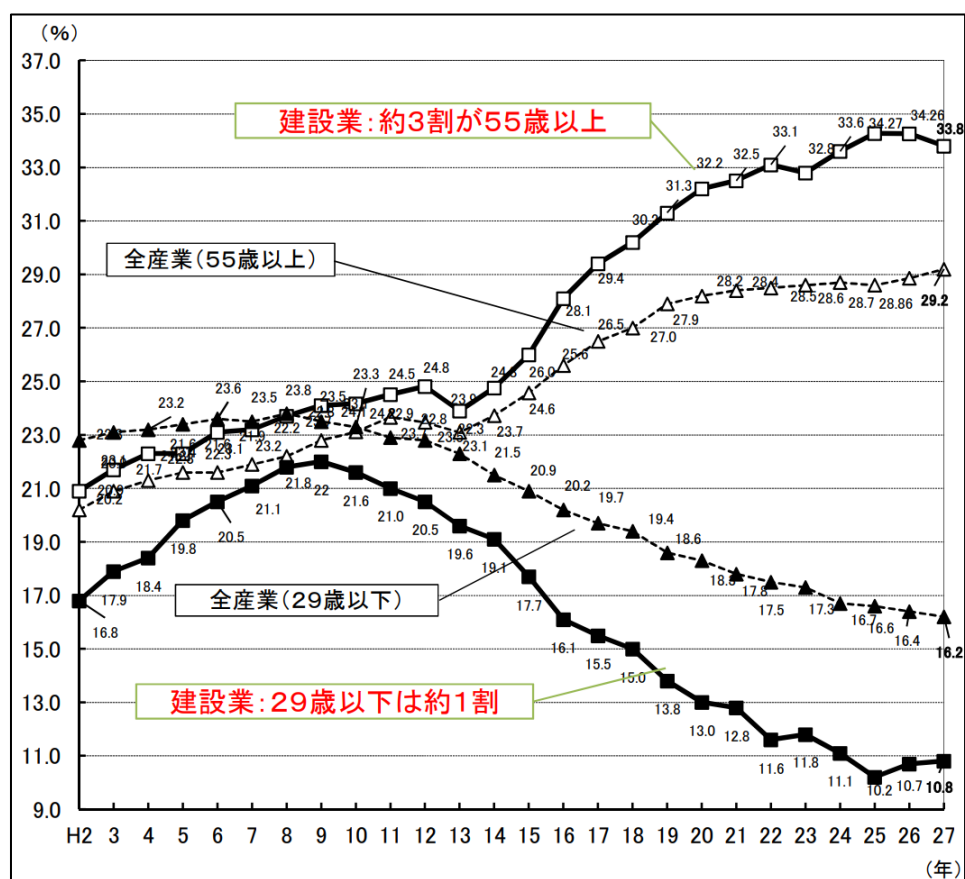
① 高齢オペレーターのリモート重機に対する懸念

リモート重機を扱えるオペレーター数が少ないのが現実である。その理由として、タイムラグや距離感、重機から伝わる振動など自分自身の経験から得た感覚の部分が生きないことが最大

の原因である。第2章1節で述べたように、重機を扱う現場では高齢化が進んでいる。ベテランになればなるほど感覚で作業を行うことが増え、実際に、国土交通省九州整備局で行われている遠隔操作装置演習会に参加した際、「距離感がいつもと違い気持ち悪いや少しのタイムラグが気持ち悪い」という声を聞いた。

② 重機を扱う現場での若者離れ

重機を扱える産業では、深刻な若者不足に悩まされている。建設業を例に挙げると、国土交通省による調査では、平成27年度現場の約3割が55歳以上であるのに対して29歳以下は約1割である(図2参照)。この若者不足は、他産業から見ても約7%低い数字である。富士山噴火がいつ起こるかわからない状況の中、オペレーター不足は一番深刻な問題だと考える。



出所：国土交通省 建設産業の現状と課題より(令和3年11月27日アクセス)

図2 高齢化の進行と若者不足

③ 火山灰下におけるオペレーターの健康被害

目・鼻・のど・気管支などに異常等が生じる可能性があり、特に注意が必要な人は、コンタクトをつけている人・呼吸器系に疾患がある人は急性の健康被害が起こりうる可能性は低い警戒が必要である。

第2節 電波の問題点

噴火時には、多くの人が携帯電話を使用することから通信障害が発生する可能性。停電エリアの基地局で非常用発電機設備の燃料が切れると通信障害が生じる。

2021年11月11日および15日に、ARAV株式会社の広報担当である中本氏にインタビューを行った(図3)。ARAV株式会社は、2021年6月18日に“スマホやPCなどで建機・重機の遠隔操作を行い装置「Model V」”の提供を開始した東大発のベンチャー企業である。

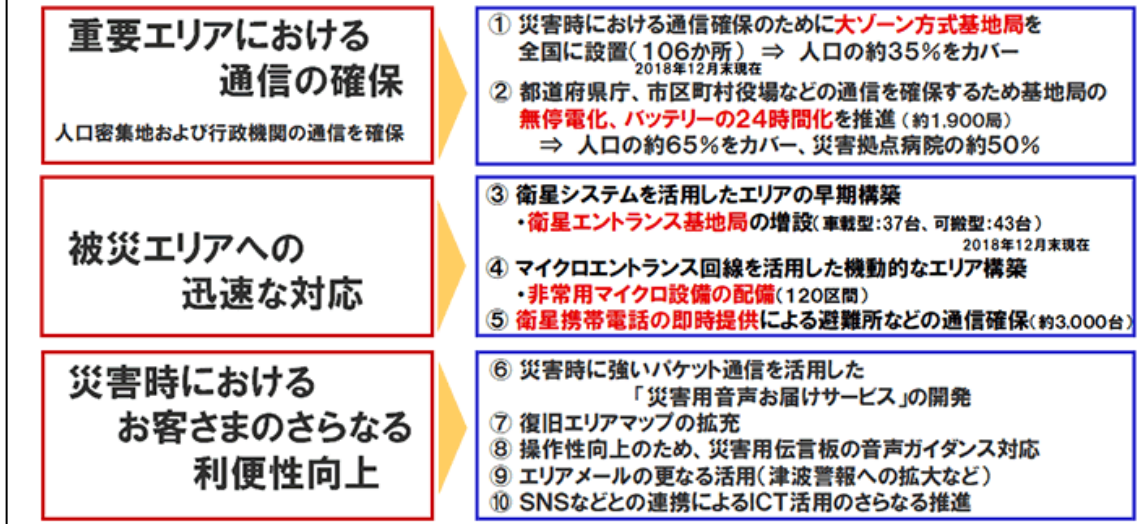


図3 ARAV株式会社の中本氏とのZoomでのインタビュー風景

中本氏によると、リモート重機における最大の富士山噴火時影響は、携帯電話などの通信要求過多によって起こる輻湊崩壊(通信が成り立たない状態)ということである。「Model V」では、インターネット回線を利用し、遠隔操作を可能にするものである。噴火時には火山灰の影響によって首都圏での停電が発生すると想定されているが、それによるリモート重機への影響はないとしている。しかし、輻湊崩壊は遠隔操作にとって致命的である。通信状態が不安定な場合は遠方からの遠隔操作が困難となると考えている。

噴火時ではないが、過去の災害時における電波障害についてNTTドコモに問い合わせたところ、東日本大震災時では東北地方の約45%の基地局でサービス中断が発生し、令和2年の台風10号では暴風雨による停電・設備被害などにより最大で58の市町村エリアに影響が発生したとのことであった。また、NTTドコモは東日本大震災を教訓に災害対策として、新たな災害対策を作成し、2012年度までに図4の対策をとっている。

東日本大震災を踏まえた新たな災害対策



出所：NTT ドコモ 災害対策より(令和3年11月17日アクセス)

図 4 NTT ドコモ新たな災害対策

この新たな災害対策効果としては、2016年に起こった熊本地震でサービス中断4%、2018年に起こった大阪北部地震でサービス中断0.4%と、いずれも大規模災害であったにもかかわらずサービスへの影響の極小化に成功している。

以上のことから、本論文においては重機オペレーターの高齢化問題に的を絞り、対策案を述べる。

第3章 重機オペレーターの高齢化対策の提案

第1節 リモート重機を扱った学生ボランティア NPO 法人の設立案

若者がリモート重機を扱って活動を行う案として、大学等のサークルを設立する案と NPO 法人を設立する案の2つが考えられる。そこで、それぞれのメリット、デメリットを明らかにした（表2参照）ところ、永続的に活動を行っていく中で重要となってくる「資金調達」や「国・自治体との連携」が行いやすいのは、NPO 法人であることが分かった。

表2 大学等のサークル設立と NPO 法人設立を比較した際のメリット・デメリット

	大学等のサークル	NPO 法人
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ● 大学内でサークルの勧誘ができる。 ● 大学内でのイベントに参加することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大学側が決めた縛りがない。 ● 他大学の生徒も所属できる。 ● 資金調達がサークルに比べるとしやすくなる。 ● 公共事業への参加がしやすくなる。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ● 大学側の決めた縛りがある。 ● 事故をした際の責任問題がどこにあるのかが曖昧。 ● その大学の生徒じゃないと所属できない。 ● 資金調達が難しい。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大学内での広報活動ができない。 ● 設立に時間がかかる。 ● 厳正な事務処理が必要になる。 ● 活動の内容に制約がある。

（九州産業大学学友会会則、内閣府 NPO 基本情報を参考に作成）

2021年10月31日時点で、日本に50,867法人がNPO法人として認証されている。そのうち、福岡県では813法人が活動しており、その大半以上である607法人が福岡市で活動している。私の考えるリモート重機を扱ったNPO法人には、現在のところ競合する法人は存在していない。このことから、このNPO法人設立案は新たな災害現場へのアプローチ方法といえる。

以下よりNPO法人を作るための流れや活動内容、導入したい遠隔操作装置などを示す。

【特定非営利活動法人(NPO法人)設立の流れ】

一般的にNPO法人を設立する場合は、法律に定められた書類を添付した申請書を、所轄庁に提出し設立の「認証」を受けることが必要である。提出された書類の一部は、受理した日から2週間公衆の縦覧に供し(自由に見てもらい)、市民の目からも点検される。所轄庁は、申請が認証基準に適合すると認めるときには設立を認証しなければならないこととしている。また、その確認は書面審査によって行うことが原則とされている。設立の認証後、申請者が登記することにより法人として成立することになる。「リモート重機を扱った学生ボランティアNPO法人」を福岡市のみで設立する場合の所轄庁は福岡市であり、書類の届け出先は「市民局コミュニティ推進部市民公

益活動推進課」である。なお、政令都市である北九州市に設立する場合は、「北九州市市民文化スポーツ局地域・人づくり部市民活動推進課」に書類を提出しなければならない。2箇所以上の都道府県に事務所を置く場合の所轄庁は「主たる事務所」の都道府県である。福岡県に主たる事業所を置く場合は、福岡県の「人づくり・県民生活部社会活動推進課(NPO・ボランティアセンター)」への届け出となる。書類については付録に付す。

【認証の基準】

内閣府 NPO ホームページによると認証の基準として以下8つのことが記載されている。

1. 特定非営利活動を行うことを主たる目的とすること。
2. 営利を目的としないものであること⁷。
3. 社員の資格の得喪に関して、不当な条件を付けないこと。
4. 役員のうち報酬を受ける者の数が、役員総数の3分の1以下であること。
5. 宗教活動や政治活動を主たる目的とするものでないこと。
6. 特定の公職者(候補者を含む)または政党を推薦、支持、反対することを目的とするものでないこと。
7. 暴力団又は暴力団、若しくはその構成員、若しくはその構成員でなくなった日から5年を経過しない者の統制の下にある団体でないこと。
8. 10人以上の社員を有するものであること。

つまり、まずは8番目の項目条件をクリアしなければ法人設立には至らない。よって、次節では学生を集める手段について述べる。

第2節 若者に向けた SNS 発信

若者にリモート重機について興味を持ってもらう必要がある。その方法として、Twitter・Instagram・YouTube・TikTok などの使えるすべての SNS を利用し、学生に向けて情報を発信することが有効的であろう。実際、本研究において紹介したリモート重機は、TikTok のニュースになっていた。このように SNS で情報を発信することで、学生及び若い世代の目に触れ、リモート重機に興味を持つ者が出てくると考える。ゲーム操作に慣れている若者がリモート重機の存在を知れば、リモート重機の災害活用の追い風になるに違いない。

⁷ 「営利を目的としない」とは、団体の構成員に対して収益を分配したり財産を還元したりすることを目的としないことであり、利益を得てはいけないということではない。

以下に SNS での情報発信の仕組みと、それにかかるコストおよび課題を示す。

① SNS での情報発信の仕組み

SNS 発信は学生リポーターを使って行いたい。その理由としては、同年代の意見の方が飲み込みやすく、目に留まると考えたからだ。図 5 に SNS での情報発信の流れを示す。



図 5 SNS での情報発信の流れ

② コスト

どの SNS も無料で始められるものなので、費用はほとんど発生しない。

③ 課題

リモート操作体験をさせてもらうシステムの構築が必要である。協力してもらえるリモート重機所有企業などの開拓はまだ行っていない。

第3節 導入を薦めたいリモート操作装置

導入したいリモート操作装置は ARAV 株式会社の「Model V」である。「Model V」はリモート操作機能がついていない重機に後付けで取り付けてリモート重機とすることができる装置である。これを装着することで、スマートフォン、iPad などのタブレット、PC などから重機のリモート操作が可能となる。

スマートフォンとタブレットでは、タッチ操作で重機を操作できる他に、無線・有線の汎用コントローラー(図6および図7参照)やジョイスティックコントローラー(図8参照)などを取り付けての操作も可能である。



出所：ARAV 株式会社 ユーザーインターフェースより(令和3年11月15日アクセス)

図6 スマホ×専用コントローラー



出所：ARAV 株式会社 ユーザーインターフェースより(令和3年11月15日アクセス)

図7 タブレット×汎用コントローラー



出所：ARAV 株式会社 ユーザーインターフェースより(令和3年11月15日アクセス)

図 8 ノート PC×ジョイスティックコントローラー

このように、普段使っているスマートフォン、タブレット、ゲーム機のコントローラーで重機の操作が行えることは、重機を扱ったことのない初心者にも優しいといえるだろう。

また、他社製品では最新のモデルでなければリモート操作に対応していなかったり機械の改造が必要であったりするが、「Model V」であれば、最新の重機や建機はもちろん、10年～20年以上前の古い重機・建機でも改造することなく後付け装着が可能であり、緊急時に重機さえあればリモート操作ができる上、装着を付けたままの有人操作も行える。

「Model V」におけるリモート操作の距離設定は、Short Range Ver. と Long Range Ver. の2タイプを用意があり、Long Range Ver. は最大で1,141 km離れた場所からでもリモート操作が可能となっている。プレスリリースによると「過去に富士建と ARAV 株式会社、ビスペル合同会社で実施した共同実証実験では、東京一佐賀間での遠隔操作に成功しており、遠方地方からの使用も可能である」⁸ ということである。

「Model V」はインターネット回線を利用しリモート操作を可能にしている。リモート操作側は固定回線であれば NTT のインターネット光・NURO に対応し、スマートフォンやタブレット等であれば、NTT ドコモ・ソフトバンク・au に対応している。重機側には SIM カードを挿入することでネット回線を受信することができる。しかし、受信できるネット回線は、NTT ドコモ限定である。(図9参照)

⁸ プレスリリース・ニュースリリース配信サービス「PR TIMES」より
<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000001.000058931.html> (2021年12月13日確認)

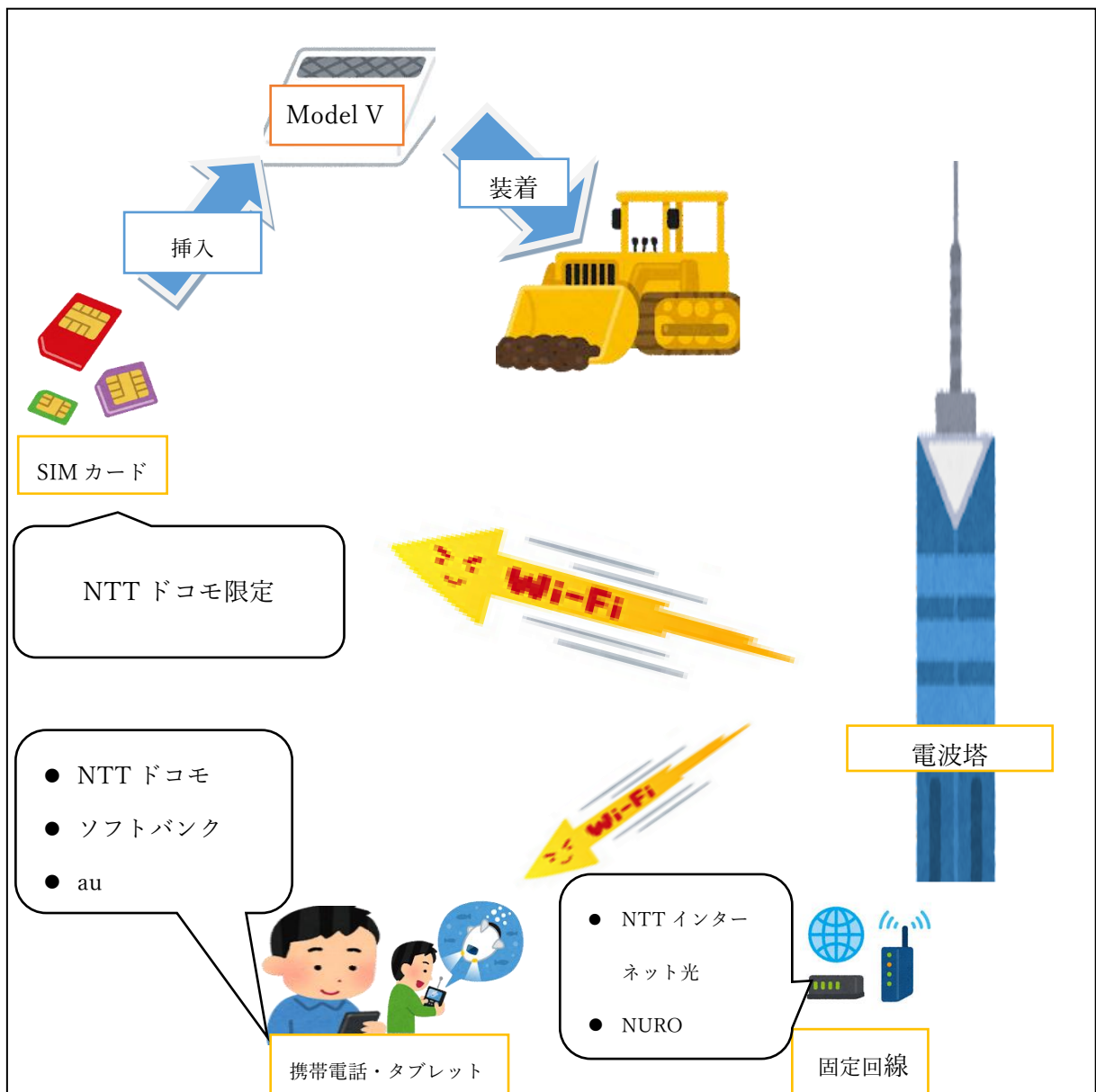


図 9 オペレーター側 重機側の受信できるネット回線

4GやLTEはもちろん、5Gにも対応可能であるが、5Gを使ったサービスはまだ浸透していない。その理由として、ローカル5Gがそれほど日本に普及してないことがある。ローカル5Gには、セキュリティの高さ、ネットワーク環境への影響など多くのメリットがある。その一方で、免許の所得、専門的知識、導入コストなど、様々な高いハードルがあるため、企業が手を出しづらいのが現状である。5Gを使用していない場合、「Model V」のタイムラグは、オペレーター側とリモート操作する重機側の通信環境が良好な場合は、0.1秒～0.3秒ほどである。「タイムラグの少なさは業界で一番」と中本氏は言うが、「環境によって通信速度が著しく低下してしまう場所では、オペレーターと重機側に大きなタイムラグが発生する。そうになると、リモート操作はできてもタイムラグにより使い物

にならないといった事態を招くことが考えられる」とも述べる。

以上のように、ARAV 株式会社の「Model V」には、他社のリモート操作装置にはない「コントローラーの豊富さ」「10 年前～20 年以上前の重機・建機でも後付け可能なこと」「タイムラグの少なさ」「リモート操作距離の長さ」という 4 つの魅力がある。これが「Model V」の導入を薦めたい理由である。

第 4 節 国・自治体の役割

国や自治体には、リモート重機を扱える学生を災害現場に派遣できるような条例・法律の作成や、学生オペレーターをサポートをお願いしたい。第 3 章 1 節で述べている活動には、学生だけの力ではどうにもならない問題がいくつかある。例えば、リモート重機を扱える土地問題や、事故をした際の保険問題、災害時の電波問題などである。現状ではリモート重機に対する保険は存在していない。また、災害時に優先して電波を利用できるような条例や法律も存在していない。このような学生だけの力ではどうにもならない問題に対して国・自治体に対応してくれることによって、図 9 のように、リモート重機を使った災害現場での復旧の流れになり、早急な災害現場復興へのスムーズなアプローチが可能になると考える。

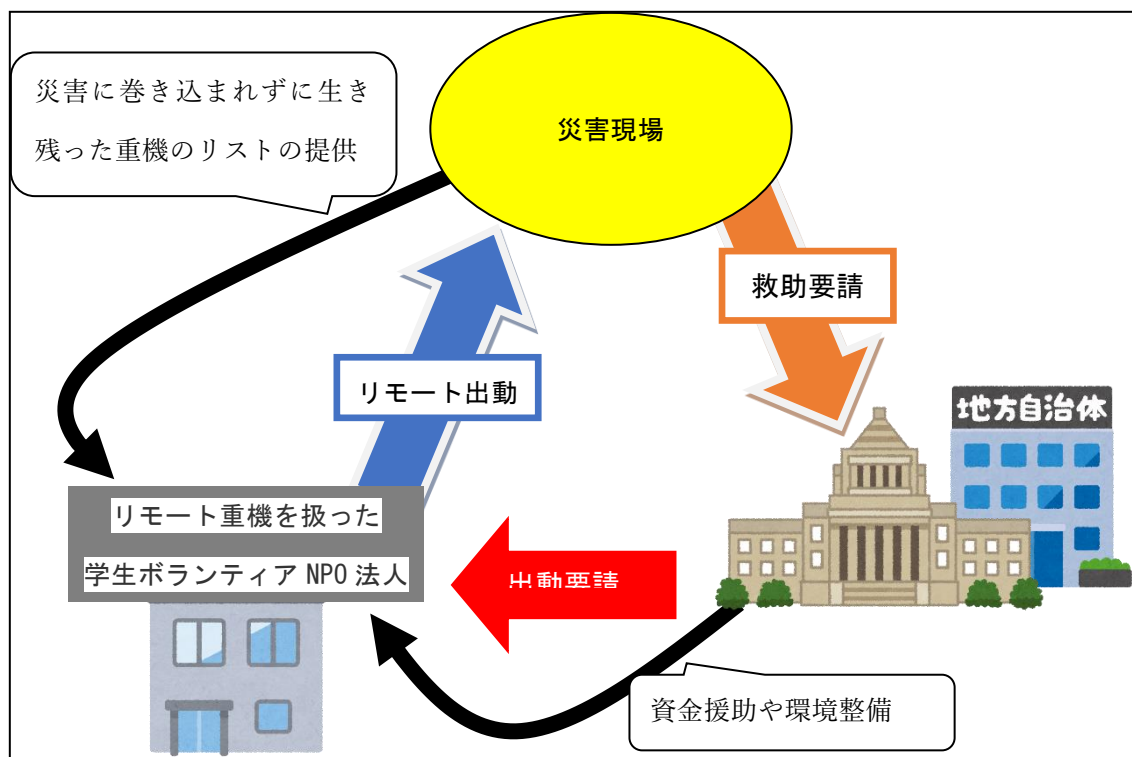


図 9 リモート重機オペレーターを派遣するまでの流れ

おわりに

この論文では、富士山噴火を例とした災害時のリモート重機の有効性とそこで起きている問題について論じてきた。

はじめには、2011年に発生した東日本大震災がどのように富士山に影響したかや内閣府がどのような経緯で富士山火山防災協議会を設立したかについて述べた。

第1章では、改訂版富士山ハザードマップの元となった須走期 b~d 期約 5,600 年間の富士三大噴火である、延暦噴火・貞観噴火・宝永噴火について述べた。宝永噴火以降 300 年間平穏な状態の富士山であるが常に警戒をしておくことが大事である。そこで、首都圏をモデルとした大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループが考えている道路対策では遠方地方からの対策が考えられていない。そこで、遠方地方からの災害現場へのアプローチ案としてリモート重機の有効性について過去の事例をもとに考えた。

第2章では、リモート重機を用いた場合の問題点として、オペレーターの高齢化、電波の問題の2つを挙げ、それについて述べた。

第3章では、オペレーターの高齢化問題に対策として、リモート重機を扱った学生ボランティア NPO 法人について作るための流れや活動内容、導入したい遠隔操作装置について述べた。実際に国土交通省九州整備局で遠隔操作体験をさせてもらい学生でも操作可能であると判断し述べている。

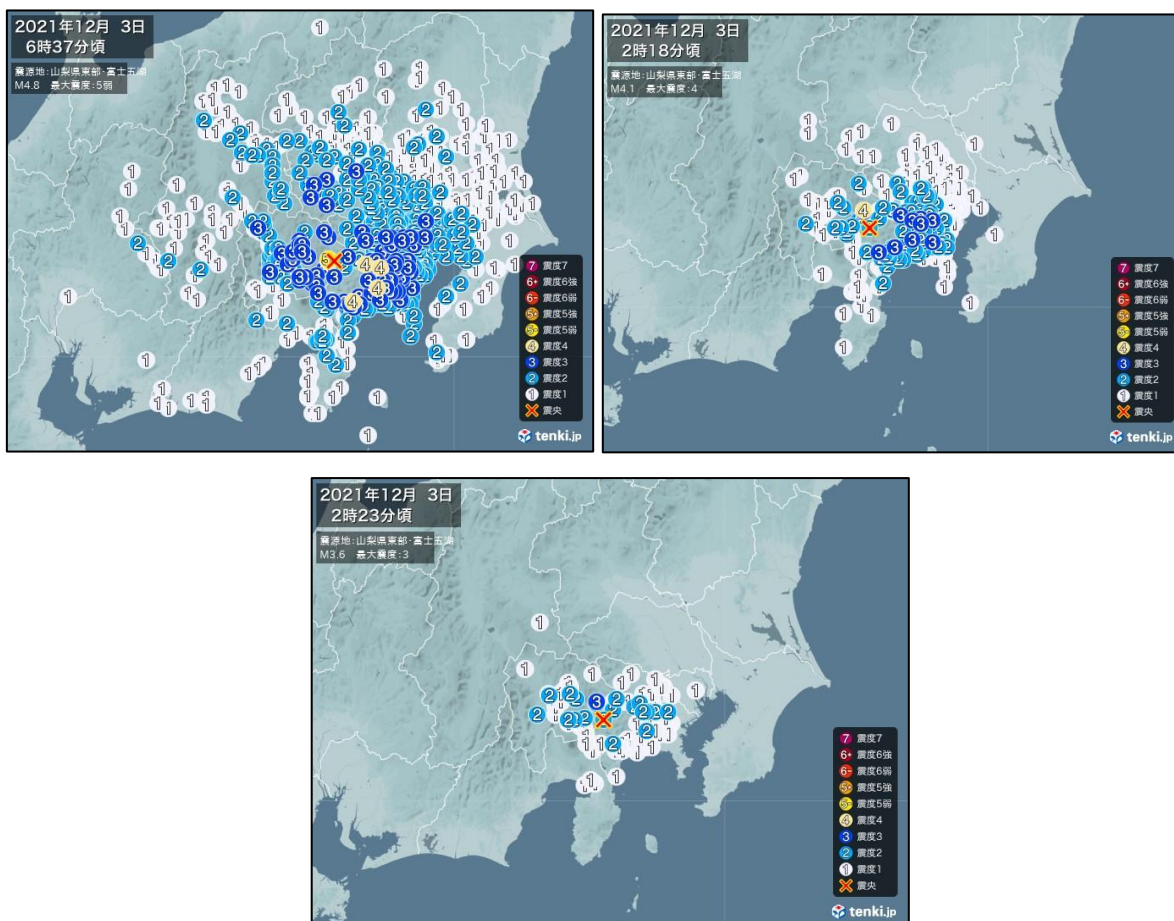
最近では 2021 年 10 月 20 日に阿蘇山で噴火が起きており、噴煙の高さは 3,500m に達し噴石は約 900m 飛散した。幸いにもけが人は出なかったが、突然の噴火であったため登山をしている人(11人)もいた。世界を見てみると富士山と同規模の大きさであるインドネシア・スメル山(標高 3,676m)が 2021 年 12 月 4 日に大規模な噴火し、「現在死者は少なくとも 43 人、行方不明者は 13 人の被害」⁹を出している。噴火のほかにも、2021 年 12 月 3 日に発生した山梨県東部・富士五湖を震源地とした地震が 3 回発生(図 10 参照)しており、最大震度 5 弱の地震が発生する約 4 時間前の 2 時 18 分頃には最大震度 4 の地震、2 時 23 分頃には最大震度 3 の地震が発生している。気象庁はこの 3 回の地震について「北西から南東方向に圧力軸を持つ逆活断層」¹⁰による地震であるとした。内閣府の地震調査研究推進本部は、この地震活動について、「伊豆半島が陸側のプレートに衝突するために生じたと考えられるとしており、現時点で富士山の火山活動との関係性は低いとしている。」¹¹しかし、過去宝永噴火の際には宝永地震発生から 49 日後に噴火が起こっている。今回起こった地震や東日本大震

⁹ インドネシア 「国家災害対策庁ホームページ」より <https://bnpb.go.id/> (2021 年 12 月 10 日確認)

¹⁰ 国土交通省気象庁「令和 3 年 12 月 3 日 06 時 37 分頃の山梨県東部・富士五湖の地震についてより」
<https://www.jma.go.jp/jma/press/2112/03a/kaisetsu202112030840.pdf> (2021 年 12 月 13 日確認)

¹¹ 内閣府地震調査研究推進本部「2021 年 11 月の地震活動の評価」より
https://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2021/2021_11.pdf (2021 年 12 月 13 日確認)

災の時は、富士山噴火の引き金を引かなかった。しかしながら、今後、突発的な地震の発生で噴火につながる可能性は高い。そのためにも、第3章で述べたリモート重機 NPO 法人の今後の発展によっては日本の災害現場での繋がりだけでなく世界の災害現場との懸け橋にもなると考える。



出所：日本気象協会 tenki.jp 「過去の地震情報」より(令和3年12月13日アクセス)

図 10 2021年12月3日に発生した地震

参考文献

- 防災科学技術研究所「火山灰の健康影響 地域住民のためのしおり」より
URL : <https://dil-opac.bosai.go.jp/publication/pdf/health.pdf> (2021年12月2日確認)
- 大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループ「別添資料1 降灰シミュレーションのパラメータと計算結果」より
URL: http://www.bousai.go.jp/kazan/kouikikouhaiworking/pdf/syutoshiryo_01.pdf
(2021年12月2日確認)
- 大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループ「別添資料2 降灰による影響の閾値の考え方 交通分野」より
URL: http://www.bousai.go.jp/kazan/kouikikouhaiworking/pdf/syutoshiryo_02.pdf
(2021年12月2日確認)
- 大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループ「別添資料3 対策の検討の前提とする輸送手段の利用可能性」より
URL: http://www.bousai.go.jp/kazan/kouikikouhaiworking/pdf/syutoshiryo_03.pdf
(2021年12月2日確認)
- 大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループ「別添資料4 火山灰の処理について」より
URL: http://www.bousai.go.jp/kazan/kouikikouhaiworking/pdf/syutoshiryo_04.pdf
(2021年12月2日確認)
- ソフトバンク「ローカル5Gとプライベート5Gの違いとは？」より
URL: <https://www.softbank.jp/biz/5g/column6/> (2021年12月2日確認)
- 静岡県静岡市「富士山の噴火史について」より
URL: <https://www.city.fuji.shizuoka.jp/safety/c0107/fmervo000000oxtb.html>
(2021年12月2日確認)
- 国土交通省「建設産業の現状と課題」より
URL: <https://www.mlit.go.jp/common/001188729.pdf> (2021年12月2日確認)
- NTTドコモ「災害対策」より
URL: <https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/csr/disaster/> (2021年12月2日確認)
- 九州産業大学 学友会誌「学友会会則」より (2021年12月2日確認)
- 内閣府 NPO ホームページ「NPO 基本情報」より
URL: <https://www.npo-homepage.go.jp/> (2021年12月2日確認)
- 内閣府 NPO ホームページ「認証制度の概要」より

URL: <https://www.npo-homepage.go.jp/about/npo-kisochishiki/ninshouseido>

(2021年12月2日確認)

- ARAV 株式会社「遠隔操作ユーザーインターフェース」より

URL: <https://www.arav.jp/>(2021年12月2日確認)

- 日本気象協会 tenki.jp「過去の地震情報」より

URL: <https://earthquake.tenki.jp/bousai/earthquake/entries/> (2021年12月13日確認)

付録

表 認証申請時に提出する書類リスト

提出書類のリスト	提出部数
設立認証申請書	1部
定款	2部
役員名簿 (役員の氏名及び住所又は居所並びに各役員についての報酬の有無を記載した名簿)	2部
就任承諾及び誓約書の謄本	各1部
役員の住所又は居所を証する書面	各1部
社員のうち10人以上の者の名簿	1部
確認書	1部
設立趣旨書	2部
設立についての意思の決定を証する議事録の謄本	1部
設立当初の事業年度及び翌事業年度の事業計画書	2部
設立当初の事業年度及び翌事業年度の活動予算書	2部

(内閣府 NPO ホームページ「申請書類の提出」より作成)

NPO 法人設立に必要な書類は以下のサイトを見てほしい。

福岡県 特定非営利活動法人申請様式ダウンロード「設立申請時に提出する書類」

URL: <https://www.pref.fukuoka.lg.jp/contents/sinseiyousiki.html#1>

謝辞

本論文の作成にあたり、終始適切な助言を賜り、また丁寧に指導して下さった平川幹和子准教授に心より感謝申し上げます。また、本論文の趣旨を理解し快く協力して頂いた、ARAV 株式会社様、国土交通省九州整備局様、NTT ドコモ様に心から感謝申し上げます。本当にありがとうございました。