

原子力規制庁が収集した火山事象に関する知見の分析結果について

令和4年11月18日

原子力規制庁

本資料は、火山部会 第10回会合（令和3年10月1日）の後に開催された技術情報検討会（以下「検討会」という。）で報告された自然ハザードに関する情報のうち、火山事象に関する情報（下表）を抜粋したものであり、これらの情報についてご審議いただくものである。

表. 技術情報検討会で報告された火山事象に関する情報一覧※

NO.	件名	対応の方向性(案)	議論された検討会	日付	資料ページ
1	高分解能な3次元地震波速度構造解析による始良カルデラ下のイメージングについて	iii)	第53回	令和4年5月26日	p.2
2	始良カルデラ形成噴火における流紋岩マグマの集積と噴火トリガー	vi)	第50回	令和3年10月14日	p.10
3	始良カルデラ入戸火砕流堆積物分布図について	vi)	第52回	令和4年3月10日	p.15
4	気象庁勉強会・トンガ火山津波について	iv)	第53回	令和4年5月26日	p.19
5	阿蘇4/3降下テフラ群の層序と噴火活動史について	vi)	第53回	令和4年5月26日	p.24
6	十和田火山の巨大噴火を引き起こしたマグマの蓄積深度について	vi)	第54回	令和4年7月28日	p.28
7	伊豆諸島海底火山大室ダシの活動年代について	vi)	第55回	令和4年9月29日	p.32

※関連する案件毎に整理した。

原子力規制庁では、国内外の原子力施設の事故・トラブルに係る情報に加え、最新の科学的・技術的知見を、規制に反映させる必要性の有無について、整理し認識を共有することを目的とした検討会を開催している。検討会では、要対応技術情報（案）やスクリーニングアウトとなった情報の検討結果について原子炉安全専門審査会・核燃料安全専門審査会に報告することとなり、このうち、火山事象に関する情報については、火山部会に報告し、ご審議いただく手順としている（参考資料2）。

検討会では、議論された情報に関する対応の方向性の案として、以下のように区分される。

対応の方向性（案）

- i) 直ちに原子力規制部等関係部署に連絡・調整し、原子力規制庁幹部に報告する。
- ii) 対応方針を検討し、技術情報検討会へ諮問する。
- iii) 技術情報検討会に情報提供・共有する。
- iv) 情報収集活動を行い、十分な情報が得られてから再度判断する（必要な場合には安全研究を実施する）。
- v) 安全研究企画プロセスに反映する。
- vi) 終了案件とする。

1. 高分解能な 3 次元地震波速度構造解析による
始良カルデラ下のイメージングについて

最新知見のスクリーニング状況の概要（自然ハザードに関するもの）（案）

令和 4 年 5 月 26 日 長官官房 技術基盤グループ

（期間：令和 4 年 2 月 17 日から令和 4 年 4 月 15 日まで）

最新知見等 情報シート番号	件名	スクリーニング結果 (対応の方向性(案))	資料ページ
22 地津-(D)-0004	2016 年熊本地震の観測記録に基づく強震動評価手法の検証について	iv)	2~3
22 地津-(D)-0005	日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）について	vi)	4~5
22 地津-(D)-0006	日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価（第二版）について	vi)	6~7
22 地津-(B)-0007	阿蘇 4/3 降下テフラ群の層序と噴火活動史について	vi)	8~9
22 地津-(B)-0008	高分解能な 3 次元地震波速度構造解析による始良カルデラ下のイメージングについて	iii)	10~12
22 地津-(D)-0009	気象庁勉強会・トンガ火山津波について	iv)	13~15

対応の方向性（案）： i）直ちに規制部等関係部署に連絡・調整し、規制庁幹部に報告する。 ii）対応方針を検討し、技術情報検討会へ諮問する。 iii）技術情報検討会に情報提供・共有する。 iv）情報収集活動を行い、十分な情報が得られてから再度判断する（必要な場合には安全研究を実施する）。 v）安全研究企画プロセスに反映する。 vi）終了案件とする。以下同じ。

最新知見等情報シート番号	件名	情報の概要	受理日	1次スクリーニング		2次スクリーニング		
				対応の方向性	理由	対応の方向性	理由	対応方針
22 地津-(B)-0008	高分解能な3次元地震波速度構造解析による始良カルデラ下のイメージングについて	<p>発表日： 令和4年3月31日 掲載誌： 特定非営利活動法人日本火山学会誌（第67巻第1号）への投稿論文 論文名： 高分解能な3次元地震波速度構造解析による始良カルデラ下のイメージング 著者： 為栗健（京都大学）・八木原寛（鹿児島大学大学院）・筒井智樹・井口正人（京都大学）</p> <p>当該情報は安全研究プロジェクト「大規模噴火プロセス等の知見の蓄積に係る研究（R1～R5年度）」における「地球物理及び地球化学的手法による観測手法に関する調査・研究」の成果の一部として、委託先である国立大学法人京都大学が、九州南部の鹿児島湾奥に位置する始良カルデラ周辺を対象に実施した3次元地震波トモグラフィ解析*1の結果について取りまとめたものである。</p> <p>近地地震の走時を用いた南九州の地震波トモグラフィ解析に係る既往研究（Alanis et al., 2012, Bull. Volcanol. Soc. Japan）では、始良カルデラ下深さ約20 kmに部分溶融が示唆される領域が見出されたが、分解能が10 kmであり、当該領域の大きさや形状までは明らかでなかった。当該情報の新規性は、既往研究よりも高分解能（5 kmグリッド）で海没した始良カルデラ下の低速度領域を見出すことに成功し、定量的に地下のマグマ量を推定したことにある。具体的には、始良カルデラにおいて自然地震観測データと人工地震による走時データを組み合わせた3次元地震波トモグラフィ解析を行い、深さ15 kmまでの地震</p>	2022/4/15	iii)	<ul style="list-style-type: none"> 当該情報は海没した始良カルデラにおいて、自然地震観測データと人工地震による走時データを組み合わせた3次元地震波トモグラフィ解析を行い、既往研究よりも高分解能で深さ15 kmまでの地震波速度構造を推定したものである。 「原子力発電所の火山影響評価ガイド」（以下「火山ガイド」という。）では、原子力発電所に影響を及ぼす可能性において、過去の火山活動履歴とともに、必要に応じて地球物理学的及び地球化学的調査を行うことで、現在の火山活動の状況も併せて評価することとしている。 当該情報は始良カルデラにおける地下構造を地震波トモグラフィ解析によって明らかにした一事例であり、火山ガイドに列記されている地球物理学的調査のうち、地震波速度構造に関する検討に資す 	iii)	<ul style="list-style-type: none"> 当該情報は海没した始良カルデラにおいて、自然地震観測データと人工地震による走時データを組み合わせた3次元地震波トモグラフィ解析を行い、既往研究よりも高分解能で深さ15 kmまでの地震波速度構造を推定したものである。 「原子力発電所の火山影響評価ガイド」（以下「火山ガイド」という。）では、原子力発電所に影響を及ぼす可能性において、過去の火山活動履歴とともに、必要に応じて地 	

最新知見等情報シート番号	件名	情報の概要	受理日	1次スクリーニング		2次スクリーニング		
				対応の方向性	理由	対応の方向性	理由	対応方針
		<p>波速度構造を明らかにした。インバージョン解析の結果、深さ 5 km 及び 10 km ではカルデラ内の P 波速度、S 波速度ともに顕著な異常は見られなかったが、深さ 15 km では始良カルデラ中央部に P 波及び S 波の低速度領域が見られ、特に S 波速度の低下が著しいことが分かった。2 km/s 以下の顕著な S 波速度低下を示す領域はインバージョンに用いたグリッド間隔の 5 km よりも有意に大きく、東西方向に 10 km、南北方向に 8 km を占め、最上部は深さ 12 km に達することが示された。</p> <p>桜島（始良カルデラ南縁）で発生した大正噴火時（1914 年）から現在までに始良カルデラ周辺で観測されている地盤変動と噴火活動との関連性に基づくと、本低速度領域はマグマの存在を示唆する。また、現在も始良カルデラ周辺の広域的な地盤の隆起^{*2}は継続しており、カルデラ下においてマグマの再蓄積が進行しているものと解釈されている（Iguchi, 2013, Bull. Volcanol. Soc. Japan）。周辺部に対する当該領域の S 波速度の低減率は 44%である一方で、P 波速度では 8.2%であり、この S 波速度と P 波速度の低減率の違いから、当該領域を扁平なメルトインクルージョンを多数含む領域と仮定するとメルトの割合は 7%程度と見積もられる^{*3}。インバージョン解析で得られた深さ 15 km 以浅の低速度領域の体積は 139-255 km³（S 波速度の設定閾値： 2.0-2.45 km/s）であるので、対応するメルトの体積は 10-18 km³と推定された。</p>		<p>る成果に該当するため、今後、他のカルデラの地下構造調査事例が報告されれば、これらと共に、現行の火山ガイドにおける解説として追記すること等を検討する。</p> <ul style="list-style-type: none"> また、当該情報はカルデラ陥没地形の広い範囲が水没している火山において陸域での地震観測データから深部の地下構造の情報を得た事例であり、他のカルデラにも適用できる可能性があることから、事業者に対して周知することとしたい。 		<p>球物理学的及び地球化学的調査を行うことで、現在の火山活動の状況も併せて評価することとしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> 当該情報は始良カルデラにおける地下構造を地震波トモグラフィ解析によって明らかにした一事例であり、火山ガイドに列記されている地球物理学的調査のうち、地震波速度構造に関する検討に資する成果に該当するため、今後、他のカルデラの地下構造調査事例が報告されれば、これら 		

最新知見等情報シート番号	件名	情報の概要	受理日	1次スクリーニング		2次スクリーニング		
				対応の方向性	理由	対応の方向性	理由	対応方針
		<p>*1 地震計が設置された複数の観測点において多数の地震波の到達時間を観測することで、それらの時間差から地下構造を推定する手法である。一般に、メルトや熱水等の液相が存在する領域を通過する地震波は周囲よりも速度が遅くなり、観測点ではそのような領域が存在しない場合に期待される到達時間と比較して地震波が遅く観測される。</p> <p>*2 地盤変動観測から推定される圧力源は始良カルデラ中央部深さ 10~12 km (Iguchi, 2013, Bull. Volcanol. Soc. Japan; Hotta et al., 2016, J. Volcanol. Geotherm. Res.) に求められている。</p> <p>*3 Taylor and Singh (2002, Geophysical Journal) は、マグマ領域を扁平なメルトインクルージョンの集合体と考えた場合のモデルを示している。このモデルでは、P 波速度の減少率はメルト割合を反映し、そのメルト割合におけるメルトインクルージョンを透過する方向に伝播する S 波速度の減少率はメルトインクルージョンのアスペクト比を反映する。このモデルを用いて、得られた観測値 (P 波及び S 波速度の減少率) を満足するメルト割合とメルトインクルージョンのアスペクト比を求めたところ、P 波速度の低下率とメルト割合との関係からメルト含有量は約 7% と見積もられ、S 波速度の低下率とメルト割合との関係からアスペクト比は 10~100 に対応すると考えられる。</p>				<p>と共に、現行の火山ガイドにおける解説として追記すること等を検討する。</p> <p>・また、当該情報はカルデラ陥没地形の広い範囲が水没している火山において陸域での地震観測データから深部の地下構造の情報を得た事例であり、他のカルデラにも適用できる可能性があることから、事業者に対して周知することとしたい。</p>		

高分解能な 3 次元地震波速度構造解析による始良カルデラ下のイメージング について（案）

令和 4 年 5 月 2 6 日
地震・津波研究部門

1. 背景

平成 25 年 7 月に施行された「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」(平成 25 年原子力規制委員会規則第 5 号)において、地震・津波以外の「外部からの衝撃による損傷の防止」(第六条)が明記された。その中で安全施設は、想定される自然現象(地震及び津波を除く。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならぬとしており、敷地周辺の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、火山の影響を挙げている。

安全研究プロジェクト「大規模噴火プロセス等の知見の蓄積に係る研究(R1～R5 年度)」では、過去に巨大噴火を起こした火山を対象として巨大噴火に至るまでの準備・開始プロセスに係る知見や現在の火山性地殻変動と地下構造及びマグマ活動に関するデータを蓄積している。令和 4 年 3 月に、日本火山学会誌(第 67 巻第 1 号)において、九州南部の鹿児島湾奥に位置する始良カルデラ周辺を対象に実施した 3 次元地震波トモグラフィー解析¹に関する論文²(以下「本論文」という。)が発表された。本論文は当該安全研究プロジェクトにおける「地球物理及び地球化学的手法による観測手法に関する調査・研究」の成果の一部として、委託先である国立大学法人京都大学が取りまとめたものである。以下では、本論文の概要と今後の対応について報告する。

2. 本論文の概要と得られた新知見

本論文の概要は以下のとおりである。

- 海没した始良カルデラにおいて、深部の構造の解明に適している自然地震観測データと浅部の微細な構造の解明に適している人工地震による走時データを組み合わせた 3 次元地震波トモグラフィー解析を行い、既

¹ 地震計が設置された複数の観測点において多数の地震波の到達時間を観測することで、それらの時間差から地下構造を推定する手法。一般に、メルト(マグマの液体部分)や熱水等の液相が存在する領域を通過する地震波は周囲よりも速度が遅くなり、観測点ではそのような領域が存在しない場合に期待される到達時間と比較して地震波が遅く観測される。

² 為栗 健・八木原寛・筒井智樹・井口正人(2022)高分解能な 3 次元地震波速度構造解析による始良カルデラ下のイメージング, 火山, 67, 69-76, <https://doi.org/10.18940/kazan.67.1.69>.

往研究³よりも高分解能で深さ 15 km までの地震波速度構造を推定している。

- インバージョン解析⁴の結果、深さ 15 km では始良カルデラ中央部に P 波及び S 波の低速度領域⁵が確認された。著者らは、S 波速度が周辺域より 30%低下した 2.45 km/s を閾値として当該低速度領域を定量的に評価したところ、その体積は深さ 15 km 以浅で 255 km³と推定され、2.0 km/s とした場合でも 139 km³となるとしている。また、S 波速度が 2.0 km/s 以下の領域の最上部は、深さ 12 km に達しているとしている。
- 既往研究⁶では、始良カルデラ周辺で観測されている地盤変動の圧力源が推定されている。この圧力源と当該低速度領域が近接していること、及び、地盤変動と桜島（始良カルデラ南縁）の噴火活動が関連していることから、当該低速度領域はマグマの存在を示唆するとしている。
- Taylor and Singh (2002)⁷モデル⁸を用いて当該低速度領域におけるメルトの割合を推定したところ、7%程度と見積もられ、この割合を用いた場合、当該低速度領域に対するメルトの体積は約 10-18 km³を占めると推定されている。

3. 今後の対応

本論文は自然地震観測データと人工地震による走時データを組み合わせた地震波トモグラフィ解析によって、始良カルデラ下の地下構造の描像を既往研究よりも詳細に明らかにした事例である。「原子力発電所の火山影響評価ガイド」（以下「火山ガイド」という。）では、原子力発電所に影響を及ぼす可

³ Miyamachi et al. (2013, Bull. Volcanol. Soc. Japan)では、人工地震探査データを用いて深さ 4 km までの P 波の地震波速度構造を推定しているものの、測線長が 37 km であり、4 km 以深の速度構造は明らかになっていない。また、近地地震の走時を用いた南九州の地震波速度構造解析 (Alanis et al., 2012, Bull. Volcanol. Soc. Japan) では、始良カルデラ下深さ 20 km 付近に部分熔融が示唆される領域を見出したが、分解能が 10 km であり、当該領域の詳細な形状や大きさは分かっていない。

⁴ 初期モデルと観測値との差を最小化するようにモデルを更新することにより、正しい解を求める手法。

⁵ 周辺域に対する当該低速度領域の S 波速度の低減率は 44%である一方で、P 波速度では 8.2%であり、この P 波速度と S 波速度の低減率の違いは、当該低速度領域の不均質性を反映すると考えられる。

⁶ Iguchi (2013, Bull. Volcanol. Soc. Japan)及び Hotta et al. (2016, J. Volcanol. Geotherm. Res.)。これらによると、圧力源の位置は始良カルデラ中央部深さ 10~12 km に求められている。

⁷ Taylor, M. A. J. and Singh, C. (2002) Composition and microstructure of magma bodies from effective medium theory. Geophys. J., 149, 15-21. <https://doi.org/10.1046/j.1365-246X.2002.01577.x>

⁸ 当該モデルは、マグマ領域を扁平なメルトインクルージョンの集合体と考えた場合に、メルトの割合が P 波・S 波速度の低減率及びメルトインクルージョンのアスペクト比によって決まるとするものである。このモデルを用いて、得られた観測値を満足するメルトの割合を求めたところ、約 7%と見積もられたとしている。

能性において、過去の火山活動履歴とともに、必要に応じて地球物理学的及び地球化学的調査を行うことで、現在の火山活動の状況も併せて評価することとされている。本論文は火山ガイドに列記されている地球物理学的調査のうち、地震波速度構造に関する検討に資する成果に該当する。今後、他のカルデラの地下構造調査事例が報告されれば、これらと共に、本論文の調査事例を現行の火山ガイドにおける解説として追記すること等を検討する。

また、本論文の知見は、カルデラ陥没地形の広い範囲が水没している火山において陸域での地震観測データから深部の地下構造の情報を得た事例であり、他のカルデラにも適用できる可能性があることから、[ATENA 定例面談等](#)で事業者に対して周知することとしたい。

2. 始良カルデラ形成噴火における流紋岩マグマの
集積と噴火トリガー

<技術情報検討会資料>
 技術情報検討会は、新知見のふるい分けや作業担当課の特定を目的とした事務的な会議体であり、その資料及び議事録は原子力規制委員会の判断を示すものではありません。

最新知見のスクリーニング状況の概要（自然ハザードに関するもの）（案）

令和3年10月14日 長官官房 技術基盤グループ

（期間：令和3年8月21日から令和3年10月1日まで）

最新知見等 情報シート番号	件名	スクリーニング結果 (対応の方向性(案))	資料ページ
21 地津-(B)-0009	始良カルデラ形成噴火における流紋岩マグマの集積と噴火トリガー	vi)	2~4
21 地津-(D)-0010	千葉県のパ洋洋岸における歴史記録にない津波の痕跡の発見について（案）	iii)	5~6

対応の方向性（案）： i）直ちに規制部等関係部署に連絡・調整し、規制庁幹部に報告する。 ii）対応方針を検討し、技術情報検討会へ諮問する。 iii）技術情報検討会に情報提供・共有する。 iv）情報収集活動を行い、十分な情報が得られてから再度判断する（必要な場合には安全研究を実施する）。 v）安全研究企画プロセスに反映する。 vi）終了案件とする。以下同じ。

最新知見のスクリーニング状況（自然ハザードに関するもの）（案）

令和3年10月14日 長官官房 技術基盤グループ

（期間：令和3年8月21日から令和3年10月1日まで）

最新知見等情報シート番号	件名	情報の概要	受理日	1次スクリーニング		2次スクリーニング		
				対応の方向性	理由	対応の方向性	理由	対応方針
21 地津-(B)-0009	始良カルデラ形成噴火における流紋岩マグマの集積と噴火トリガー	<p>安全研究プロジェクト「火山影響評価に係る科学的知見の整備（H26～H30）」における「噴火規模及び影響範囲推定のための調査・研究」の成果の一部</p> <p>発表日： 令和2年5月 投稿先： Bulletin of Volcanology (BV) への投稿論文 論文名： Accumulation of rhyolite magma and triggers for a caldera-forming eruption of the Aira Caldera, Japan 著者： 下司信夫・山田伊久子・松本恵子（産業技術総合研究所）・西原歩（神戸大学）・宮城磯治（産業技術総合研究所）</p> <p>本研究は、国内の巨大噴火の活動履歴や噴火に至る準備過程に関する既往知見が少ないことから、巨大噴火前後の活動履歴やマグマ活動を地質学・岩石学を基本とする調査を実施し、巨大噴火を起こした国内の火山を中心に知見を整備する目的で、「火山影響評価に係る科学的知見の整備」（実施期間：平成26年度～平成30年度）プロジェクトが行われその成果の一部として始良カルデラの火山活動に関する知見を取りまとめられたものである。</p>	2021/9/3	vi)	<ul style="list-style-type: none"> 原子力発電所の火山影響評価ガイドでは、過去に巨大噴火が発生した火山については、運用期間中に巨大噴火の可能性が十分に小さいか否かを判断することとしている。 当該情報は、過去に大規模噴火を起こした始良カルデラを調査した結果、カルデラを形成する噴火によりマグマが失われた後、異なる性質のマグマが再充填され、その後の噴火で噴出したことを示唆した研究事例である。 今回の知見は、始良カルデラ周辺域における噴出物の化学組成の変遷から、マグマの種類の変化を推定したものであり、運用期間中の巨大噴火の可能性の判断に影響を与える知見ではない。 以上により、当該知見は終 	/		

最新知見等情報シート番号	件名	情報の概要	受理日	1次スクリーニング		2次スクリーニング		
				対応の方向性	理由	対応の方向性	理由	対応方針
		<p>本研究では、九州南部に位置する始良カルデラを対象としている。始良カルデラは、九州南部に位置する直径 17×23km のカルデラ火山で、大部分は海没している。約 9 万年前から活動を開始し、複数の噴火を繰り返した後、約 3 万年前にカルデラを形成する巨大な噴火（以下「カルデラ形成噴火」という、）が起こり、その後はカルデラ南縁に形成された火口丘（桜島）における噴火が活動の大部分を占めている。</p> <p>論文では、現地調査に基づき採取した試料を、蛍光エックス線分析装置及び FE-EPMA 等を用いて、全岩化学組成、斑晶ガラス包有物に含まれる含水量、および鉄チタン酸化物鉱物を分析し、始良カルデラにおけるカルデラ形成噴火前後のマグマの活動プロセスについて推定した。</p> <p>火山噴出物の分析結果から、始良カルデラは、約 6 万年前から地下 4～5km の深さに流紋岩質マグマの蓄積を開始し、複数回の噴火において特徴の類似した流紋岩質マグマを噴出していたことが明らかになった。また、カルデラ形成噴火の直前に少量の苦鉄質マグマがマグマ溜まりに注入されており、苦鉄質マグマから供給された熱によるマグマの流動化がカルデラ形成噴火のトリガーとなったことが示唆された。</p> <p>カルデラ形成噴火における噴出量は約 400km³ と見積もられており始良カルデラの陥没量はこの噴出量とほぼ等しいこと、始良カルデラ形成直後に噴出したマグマは桜島の安山岩質マグマであったことから、マグマ溜まり内の流紋岩質マグ</p>		了案件とするが、大規模噴火プロセス等について引き続き知見の拡充を行い、新たな知見が得られた後に再検討を行う。				

最新知見等情報シート番号	件名	情報の概要	受理日	1次スクリーニング		2次スクリーニング		
				対応の方向性	理由	対応の方向性	理由	対応方針
		<p>マは、カルデラ形成噴火の際にほぼ全て噴出したと考えられる。</p> <p>カルデラ形成噴火後はカルデラ東部で流紋岩質マグマを噴出する噴火が発生しているが、この流紋岩質マグマはカルデラ形成噴火で噴出した流紋岩質マグマとは組成が異なる流紋岩質マグマであり、かつカルデラ南部の桜島で噴出している安山岩質マグマの珪長質側端成分の特徴を示すことから、カルデラ形成噴火後に崩壊したマグマ溜まりでマグマの置き換わりがあったことが示唆された。</p>						

3. 始良カルデラ入戸火砕流堆積物分布図について

最新知見のスクリーニング状況の概要（自然ハザードに関するもの）（案）

令和4年3月10日 長官官房 技術基盤グループ

（期間：令和3年12月25日から令和4年2月16日まで）

最新知見等 情報シート番号	件名	スクリーニング結果 （対応の方向性（案））	資料ページ
22 地津-(B)-0002	日本海溝北部沿いで発生する巨大津波の頻度に関する知見について	vi)	2~4
22 地津-(B)-0003	始良カルデラ入戸火砕流堆積物分布図について	vi)	5~6

対応の方向性（案）： i）直ちに規制部等関係部署に連絡・調整し、規制庁幹部に報告する。 ii）対応方針を検討し、技術情報検討会へ諮問する。 iii）技術情報検討会に情報提供・共有する。 iv）情報収集活動を行い、十分な情報が得られてから再度判断する（必要な場合には安全研究を実施する）。 v）安全研究企画プロセスに反映する。 vi）終了案件とする。以下同じ。

最新知見等情報シート番号	件名	情報の概要	受理日	1次スクリーニング		2次スクリーニング		
				対応の方向性	理由	対応の方向性	理由	対応方針
22 地津-(B)-0003	始良カルデラ入戸火砕流堆積物分布図について	<p>発表日： 令和4年1月25日 掲載誌： 産業技術総合研究所 web ページにて公開 論文名： 大規模火砕流分布図 No.1 始良カルデラ入戸火砕流堆積物分布図 著者： 宝田晋治・西原 歩・星住英夫・山崎 雅・金田泰明・下司信夫（産業技術総合研究所）</p> <p>当該情報は産業技術総合研究所の宝田氏らが九州南部の始良カルデラにおいて約3万年前に発生した巨大噴火である入戸（いと）噴火噴出物を対象に実施した堆積物調査の結果を大規模火砕流分布図として取りまとめたものである。当該情報の新規性は、下記に示す①～⑤により入戸噴火噴出物の堆積当時の分布及び層厚分布を復元し、噴出量を再見積りしたことにある。具体的には、入戸噴火噴出物（大隅降下軽石、垂水火砕流、妻屋火砕流、入戸火砕流、始良 Tn 火山灰）のうち入戸火砕流堆積物について、①文献調査及び現地踏査により陸上での入戸火砕流堆積物の最大到達距離を90～100kmと求め、②台地が広がっている地域の標高と入戸火砕流堆積物の基底面の標高との差分を入戸火砕流堆積物の層厚とし、③入戸火砕流の流路を推定し、堆積物が現存していない場合周辺の現存層厚の値を外挿し、④海上を含めたカルデラから100km圏内の入戸火砕流堆積物の堆積当時の層厚分布を推定することによって、堆積当時の噴出量を算出した。併せて、</p>	2022/2/16	vi)	<ul style="list-style-type: none"> 当該情報は始良カルデラにおいて約3万年前に発生した入戸火砕流の噴出量が従来の推定値よりも約1.4～1.6倍大きいとするものである。 「原子力発電所の火山影響評価ガイド」（以下「火山ガイド」という。）では、過去に巨大噴火を起こした火山の審査については、運用期間中に巨大噴火の可能性が十分小さいと判断した場合、最後の巨大噴火以降で最大規模の噴火を基に立地評価や影響評価を行うこととなっている。 当該情報は最後の巨大噴火の噴出量の見直しを行ったものであり、巨大噴火以降の最大噴火の規模の見直しではない。 よって、現行の火山ガイドや審査に影響を与えるものではないため、終了案件とする。 なお、当該情報は1月25日の公表当日に審査部門 			

最新知見等情報シート番号	件名	情報の概要	受理日	1次スクリーニング		2次スクリーニング		
				対応の方向性	理由	対応の方向性	理由	対応方針
		<p>入戸噴火噴出物のうち入戸火砕流に付随して発生し広域テフラとして認識されている降下火山灰である始良 Tn 火山灰についても⑤最新の論文データを追加した等層厚線図を作成し、堆積量を算出した。</p> <p>その結果、入戸火砕流堆積物の噴出量は 500-600km³ (DRE 換算 で 200-250km³)、始良 Tn 火山灰は 300km³ (DRE 換算で 120km³) と見積もられ、従来の推定値 (それぞれ 420km³、150km³) を上回る値となった。</p>			と情報を共有した。	/		

4. 気象庁勉強会・トンガ火山津波について

最新知見のスクリーニング状況の概要（自然ハザードに関するもの）（案）

令和4年5月26日 長官官房 技術基盤グループ

（期間：令和4年2月17日から令和4年4月15日まで）

最新知見等 情報シート番号	件名	スクリーニング結果 （対応の方向性（案））	資料ページ
22 地津-(D)-0004	2016年熊本地震の観測記録に基づく強震動評価手法の検証について	iv)	2~3
22 地津-(D)-0005	日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）について	vi)	4~5
22 地津-(D)-0006	日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価（第二版）について	vi)	6~7
22 地津-(B)-0007	阿蘇4/3降下テフラ群の層序と噴火活動史について	vi)	8~9
22 地津-(B)-0008	高分解能な3次元地震波速度構造解析による始良カルデラ下のイメージングについて	iii)	10~12
22 地津-(D)-0009	気象庁勉強会・トンガ火山津波について	iv)	13~15

対応の方向性（案）： i）直ちに規制部等関係部署に連絡・調整し、規制庁幹部に報告する。 ii）対応方針を検討し、技術情報検討会へ諮問する。 iii）技術情報検討会に情報提供・共有する。 iv）情報収集活動を行い、十分な情報が得られてから再度判断する（必要な場合には安全研究を実施する）。 v）安全研究企画プロセスに反映する。 vi）終了案件とする。 以下同じ。

最新知見等情報シート番号	件名	情報の概要	受理日	1次スクリーニング		2次スクリーニング		
				対応の方向性	理由	対応の方向性	理由	対応方針
22 地津-(D)-0009	気象庁勉強会・トンガ火山津波について	<p>気象庁・津波予測技術に関する勉強会 公表タイトル：フンガ・トンガ-フンガ・ハアパイ火山の噴火により発生した潮位変化に関する報告書 公表日：令和4年4月7日</p> <p>気象庁では、2022年1月15日に発生した、フンガ・トンガ-フンガ・ハアパイ火山の噴火による潮位変化に対する情報発信における課題を踏まえ、火山噴火等に伴う潮位変化に対する情報発信のあり方の議論に資するよう、今回の潮位変化がどのようなメカニズムで発生したと考えられるのか検討を行った。本報告書は、引き続き速やかに情報発信に関する検討に着手できるよう、現時点で明らかになっている知見を集約し、噴火から2か月という短期間でとりまとめたものである。</p> <p>本報告書のポイントは以下の通りである。</p> <p>① 今般の噴火で観測された気圧、潮位の変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1月15日20時40分頃、日本国内では南東方向から北西方向への2hPa程度の気圧変化が観測された。 ・気圧変化から30分～1時間程度遅れて、通常の津波の伝播速度と比較して3～4時間程度早く潮位変化が生じた。 ・観測された潮位変化の周期は概ね港湾の固有周期と一致することがわかった。 	2022/4/15	iv)	<ul style="list-style-type: none"> ・当該情報の知見は、フンガ・トンガ-フンガ・ハアパイ火山の噴火による津波の発生・増幅のメカニズムについて、現時点における知見を集約したものである。当該情報では、そのメカニズムとして、噴火に伴う気圧波によって励起された気象津波の可能性を検討しているが、詳細なメカニズムの解明には至っていない。 ・現行規制基準では、津波の発生要因の一つとして火山現象を考慮しているものの、当該情報で対象とする火山噴火による気象津波までは考慮していない。ただし、噴火規模が比較的大きい今次噴火（VEI=5～6）でさえ気象津波の高さは、日本では最大1.2m（奄美大島小湊）、太平洋沿岸では最大2.0m（メキシコ観測）であり、現行規制基準に及ぼす影響は小さいと考える。しかし、火山噴火による気象津波に関する 			

最新知見等情報シート番号	件名	情報の概要	受理日	1次スクリーニング		2次スクリーニング		
				対応の方向性	理由	対応の方向性	理由	対応方針
		<p>② 様々な現象に伴う潮位変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気圧変化のプラウドマン共鳴^{注1}等によって作られた通常の津波と同程度の周期を持つ振動を、学術分野では近年、「気象津波」と呼ぶ。 ・気圧変化が波として伝播する主な現象： <ul style="list-style-type: none"> a. 音波（音速：常温で340m/s程度） b. 海面等との境界に捕捉されて伝播する大気境界波（ラム波、300m/s程度） c. 重力を復元力とする大気重力波（周期によって速度が異なる） <p>③ 今般の現象のメカニズム</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本ではラム波に伴う潮位変化が最初に発生したと考えられる。 ・ラム波と同じ伝播速度の潮位変化によってプラウドマン共鳴が励起されるためには10,000m近い水深が必要となるが、これに満たない水深でも広い海洋を伝わる間、長く相互作用が維持されれば、潮位変化は大きく増幅されうる。今回の事例でのプラウドマン共鳴による増幅効果について今後の調査が必要である。 ・大気重力波の到達は、観測からははっきりしない。今回の潮位変化に大気重力波がどの程度寄与したかについて今後、詳細に分析することが必要である。 <p>④ 同様の現象の発生可能性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・噴火により発生する大気中の波動を定量的に予測することは困難である。また、海外で観測され 		<p>知見が十分ではないため、この気象津波について、発生メカニズムと沿岸部での津波水位の程度に着目して今後の研究動向をフォローしていく。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・以上により、引き続き当該知見に関する情報収集活動（安全研究含む）を行うい、十分な情報が得られてから再度判断する。なお、外部機関の専門家と情報交換を行いながら、安全研究プロジェクトとして気象津波に関する研究を実施するかを判断するための検討を開始した。 				

最新知見等情報シート番号	件名	情報の概要	受理日	1次スクリーニング		2次スクリーニング		
				対応の方向性	理由	対応の方向性	理由	対応方針
		<p>た気圧変化量や潮位変化量から日本沿岸での潮位変化を定量的に予測することも困難であるが、潮位変化の発生可能性を判断することは可能と考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特に注意が必要なのは、日本列島との間に、プラウドマン共鳴が生じやすい水深が深い太平洋が存在する火山である。 <p>⑤ 今後の課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・引き続き、今回の現象の観測結果に関する丁寧な分析と、これら観測事実に基づくメカニズムの全容解明が学術的な観点からも防災対応を推進する上でも重要である。 ・現時点で明らかになっているメカニズムに関する知見を活用し、今後、大規模な噴火が発生した際に、速やかに適切な情報を国民に提供することも重要である。 <p>注1 プラウドマン共鳴：気圧波の伝播速度が海洋波の伝播速度 ($gh^{0.5}$) に近い場合、海洋波が励起され、増幅する。</p>						

5. 阿蘇 4/3 降下テフラ群の層序と噴火活動史に
ついて

最新知見のスクリーニング状況の概要（自然ハザードに関するもの）（案）

令和4年5月26日 長官官房 技術基盤グループ

（期間：令和4年2月17日から令和4年4月15日まで）

最新知見等 情報シート番号	件名	スクリーニング結果 （対応の方向性（案））	資料ページ
22 地津-(D)-0004	2016年熊本地震の観測記録に基づく強震動評価手法の検証について	iv)	2~3
22 地津-(D)-0005	日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）について	vi)	4~5
22 地津-(D)-0006	日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価（第二版）について	vi)	6~7
22 地津-(B)-0007	阿蘇4/3降下テフラ群の層序と噴火活動史について	vi)	8~9
22 地津-(B)-0008	高分解能な3次元地震波速度構造解析による始良カルデラ下のイメージングについて	iii)	10~12
22 地津-(D)-0009	気象庁勉強会・トンガ火山津波について	iv)	13~15

対応の方向性（案）： i）直ちに規制部等関係部署に連絡・調整し、規制庁幹部に報告する。 ii）対応方針を検討し、技術情報検討会へ諮問する。 iii）技術情報検討会に情報提供・共有する。 iv）情報収集活動を行い、十分な情報が得られてから再度判断する（必要な場合には安全研究を実施する）。 v）安全研究企画プロセスに反映する。 vi）終了案件とする。 以下同じ。

最新知見等情報シート番号	件名	情報の概要	受理日	1次スクリーニング		2次スクリーニング		
				対応の方向性	理由	対応の方向性	理由	対応方針
22 地津-(B)-0007	阿蘇 4/3 降下テフラ群の層序と噴火活動史について	<p>発表日： 令和4年3月31日 掲載誌： 火山 第67巻第1号91-112頁 論文名： 阿蘇火山, 阿蘇4/3降下テフラ群の層序と噴火活動史 -阿蘇4火砕流噴火への準備過程-</p> <p>著者： 星住英夫*・宮縁育夫**・宮城磯治*・下司信夫*・宝田晋治* (*産業技術総合研究所、**熊本大学)</p> <p>当該情報は産業技術総合研究所の星住氏らが九州中央部の阿蘇カルデラにおいて阿蘇4/3(約13万年前に発生した巨大噴火である阿蘇3噴火から約9万年前に発生した巨大噴火である阿蘇4噴火まで)噴出物を対象に実施した堆積物調査の結果を取りまとめたものである。 当該情報の新規性は、阿蘇4/3噴出物について野外調査を行い、従来認識されていた数の倍以上の新たな噴出物を発見し、それらを含めて噴出物の特徴と噴火頻度から各噴火をステージ区分することで噴火史の精緻化を行ったことにある。具体的には、①野外調査の結果から阿蘇4/3噴出物を新たに37サイクルに区分し、②等層厚線図を作成し噴出量を算出し、③土壌堆積速度を一定と仮定し、各サイクル間の土壌層厚から噴火休止期間を求めることで新たに噴火年代を推定し、④各サイクルの噴出物全岩化学組成分析を行った。加えて、①と④から阿蘇4/3間の活動を新たに全5ステージに区分し、②と③から新たに阿蘇4/3噴出</p>	2022/4/15	vi)	<ul style="list-style-type: none"> 火山ガイドにおいて、過去に巨大噴火が発生した火山の評価は、「運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと判断したもの(中略)については、当該火山の最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模」を想定することとされている。 当該情報は阿蘇カルデラにおいて約9万年前に発生した最後の巨大噴火である阿蘇4噴火に至る過程に関する知見をとりまとめたものであり、阿蘇カルデラの巨大噴火の可能性に言及したものではない。 審査において阿蘇カルデラは運用期間中における巨大噴火の可能性が十分に小さいと判断されており、カルデラ噴火に至る過程の噴火は噴火規模の評価対象ではない。 よって、現時点で火山ガイドに反映する事項はない。また、審査結果にも影響を 			

最新知見等情報シート番号	件名	情報の概要	受理日	1次スクリーニング		2次スクリーニング		
				対応の方向性	理由	対応の方向性	理由	対応方針
		物の階段ダイアグラムを作成した。 その結果、阿蘇4/3では、阿蘇3噴火後間欠的で小規模な苦鉄質噴火から始まり、その後やや噴出率が上がった時期を経て、阿蘇4噴火の約2万年前から岩質が珪長質に変化し、約7000年間の噴火規模増大・噴出率増加期を経て、阿蘇4噴火の約1万年前からは噴出率が低下し、1回の小規模噴火のみが発生した、という詳細な噴火史が明らかになった。また新たな噴出物の噴出量が推定されたことから阿蘇4/3間の長期的なマグマ噴出率は約0.23km ³ /kyと求められた。			及ぼさないと考えられるため、終了案件とする。			

6. 十和田火山の巨大噴火を引き起こしたマグマの
蓄積深度について

＜技術情報検討会資料＞
技術情報検討会は、新知見のふるい分けや作業担当課の特定を目的とした事務的な会議体であり、その資料及び議事録は原子力規制委員会の判断を示すものではありません。

資料54-1-1-1

最新知見のスクリーニング状況の概要（自然ハザードに関するもの）（案）

令和4年7月28日 長官官房 技術基盤グループ

（期間：令和4年4月16日から令和4年7月8日まで）

最新知見等 情報シート番号	件名	スクリーニング結果 (対応の方向性(案))	資料ページ
22 地津-(D)-0010	宮城県の津波浸水想定の設定について	vi)	2~3
22 地津-(B)-0011	十和田火山の巨大噴火を引き起こしたマグマの蓄積深度について	vi)	4~5
22 地津-(D)-0012	決定論的津波ハザード評価における断層パラメータの不確かさの効果に関する知見について	vi)	6~9
22 地津-(B)-0013	「統計的手法を用いた津波模擬波形の提案」について	vi)	10~12

対応の方向性（案）： i）直ちに規制部等関係部署に連絡・調整し、規制庁幹部に報告する。 ii）対応方針を検討し、技術情報検討会へ諮問する。 iii）技術情報検討会に情報提供・共有する。 iv）情報収集活動を行い、十分な情報が得られてから再度判断する（必要な場合には安全研究を実施する）。 v）安全研究企画プロセスに反映する。 vi）終了案件とする。以下同じ。

最新知見等情報シート番号	件名	情報の概要	受理日	1次スクリーニング		2次スクリーニング		
				対応の方向性	理由	対応の方向性	理由	対応方針
22 地津-(B)-0011	十和田火山の巨大噴火を引き起こしたマグマの蓄積深度について	<p>発表日： 令和4年5月12日 掲載誌： Journal of Geophysical Research Solid Earth, 10.1029/2021JB023665 論文名： Experimental Constraints on Magma Storage Conditions of Two Caldera-Forming Eruptions at Towada Volcano, Japan 著者： 中谷貴之*・工藤崇*・鈴木敏弘* (*産業技術総合研究所)</p> <p>当該情報は産業技術総合研究所の中谷氏らが東北地方の十和田カルデラにおいて約3.6万年前と約1.5万年前に発生した巨大噴火の噴出物を対象に実施した高温高圧実験の結果を取りまとめたものである。 当該情報の新規性は、十和田カルデラの巨大噴火噴出物における含有鉍物の晶出条件を実験によって特定し、マグマが存在していた温度圧力条件を明らかにすることでマグマ溜まりの深度を推定したことにある。具体的には、まず、天然の軽石試料について鉍物の化学組成分析等を実施し、得られた分析値に基づいて熱力学的手法で実際の噴出物中の斑晶晶出時の温度・圧力等の条件をおおまかに推定した。ここで得られた温度・圧力等の条件をさらに制約するため、高圧下岩石融解装置を用いて高温高圧条件を人工的に再現して岩石融解実験（実際の噴出物を融解し、特定の条件下で平衡となった後に急冷させる）を行った。温度・圧力の組合せを変えたいくつかの条件下で作成した急冷試料中の斑晶の化学組成や鉍物組</p>	2022/6/10	vi)	<ul style="list-style-type: none"> 当該情報は十和田カルデラにおいて過去に発生した巨大噴火のマグマ溜まり深度に関する知見をとりまとめたものである。 当該情報は個別の火山における事例研究の知見であることから、火山ガイドに反映する事項はない。 審査において十和田カルデラは運用期間中における巨大噴火の可能性が十分小さいと判断されている※1。当該情報は十和田火山における過去2回の巨大噴火における噴火直前のマグマ溜りの深さを推定したものであるため、審査結果に影響を及ぼす内容ではないが、既許可の六ヶ所再処理工場等、下北地域の原子力施設に係る火山影響評価の検討対象火山に関連する情報であるため、審査部門に情報を提供・共有した。 以上から本件は終了案件とする。 			

最新知見等情報シート番号	件名	情報の概要	受理日	1次スクリーニング		2次スクリーニング		
				対応の方向性	理由	対応の方向性	理由	対応方針
		合せを実際の噴出物と比較した結果、840～850℃、150～170MPaの条件で約3.6万年前と約1.5万年前の巨大噴火の噴出物を概ね再現できることが明らかとなった。ここで得られた圧力条件は、東北日本の地下では5～7kmの深さに相当する。したがって、十和田カルデラにおける2回の巨大噴火時のマグマ溜まりはいずれも地下5～7kmの深さで形成していたと考えられる。			※1 過去に巨大噴火が発生した火山(運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと判断したものに限る。)については、当該火山の最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模を考慮することとなっている。			

7. 伊豆諸島海底火山大室ダシの活動年代について

＜技術情報検討会資料＞
技術情報検討会は、新知見のふるい分けや作業担当課の特定を目的とした事務的な会議体であり、その資料及び議事録は原子力規制委員会の判断を示すものではありません。

資料 5 5 - 1 - 2 - 1

最新知見のスクリーニング状況の概要（自然ハザードに関するもの）（案）

令和4年9月29日 長官官房 技術基盤グループ

（期間：令和4年7月9日から令和4年9月2日まで）

最新知見等 情報シート番号	件名	スクリーニング結果 (対応の方向性(案))	資料ページ
22 地津-(B)-0014	「確率論的津波ハザード解析における津波発生・伝播モデルの不確かさの影響」について	iii)	2～6
22 地津-(D)-0016	伊豆諸島海底火山大室ダシの活動年代について	vi)	7～8
22 地津-(D)-0017	津波堆積物中の礫の円磨度から推定される古津波の浸水距離に関する知見について	iv)	9～11

対応の方向性（案）： i）直ちに規制部等関係部署に連絡・調整し、規制庁幹部に報告する。 ii）対応方針を検討し、技術情報検討会へ諮問する。 iii）技術情報検討会に情報提供・共有する。 iv）情報収集活動を行い、十分な情報が得られてから再度判断する（必要な場合には安全研究を実施する）。 v）安全研究企画プロセスに反映する。 vi）終了案件とする。以下同じ。

※フラジリティ分野の知見については「自然ハザード以外に関するもの」に分類する。

最新知見等情報シート番号	件名	情報の概要	受理日	1次スクリーニング		2次スクリーニング		
				対応の方向性	理由	対応の方向性	理由	対応方針
22 地津-(D)-0016	伊豆諸島海底火山大室ダシの活動年代について	<p>発表日： 令和4年6月29日 掲載誌： Geology 論文名： Past eruptions of a newly discovered active, shallow, silicic submarine volcano near Tokyo Bay, Japan 著者： Iona M. McIntosh*, Kenichiro Tani**, Alexander R.L. Nichols***, Qing Chang* and Jun-Ichi Kimura* (*Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)、**National Museum of Nature and Science、***University of Canterbury)</p> <p>当該情報は海洋研究開発機構のマッキントッシュ氏らが伊豆大島の南東 20km に位置する海底火山大室ダシにおいて海底に堆積した噴出物を対象に実施した堆積物調査の結果を取りまとめたものである。</p> <p>当該情報の新規性は、大室ダシの海底に堆積した噴出物を採取・分析し、その噴出年代について検討し大室ダシの活動履歴の一部を明らかにしたことにある。具体的には、①大室ダシ火口地形において採取した試料と、伊豆大島の058テフラ、利島の03Tテフラについて化学分析を行い、それぞれの化学組成が一致することからこれらが同一の噴出物であることを明らかにした。②大室ダシ山頂の溶岩試料について、氷底噴火で用いられる手法を応用し OH 含有量から噴出時の水深を求め、海水準変動データから得られる過去の水深と</p>	2022/7/29	vi)	<ul style="list-style-type: none"> 火山ガイドにおいては、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出として、「原子力発電所の地理的領域において第四紀に活動した火山（以下「第四紀火山」という。）を抽出し、その中から、完新世に活動があった火山及び完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できない火山は、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として4. の個別評価対象とする」とされている。 当該情報はこれまで活動履歴が明らかにならなかった当該火山において、第四紀における3回の噴火活動、そのうち1回は完新世の噴火であることを明らかにしたものであり、完新世に活動した火山として抽出すべき検討対象となるため、地理的に比較的近い浜岡原子力発電所等に関連する情報であ 			

最新知見等情報シート番号	件名	情報の概要	受理日	1次スクリーニング		2次スクリーニング		
				対応の方向性	理由	対応の方向性	理由	対応方針
		<p>比較することで噴火年代を推定した。また同様に③大室ダシ山頂の低発泡軽石礫について噴火年代を推定した。</p> <p>その結果、①従来給源が不明であった伊豆大島と利島の約 13.8-13.2 ka のテフラが大室ダシ起源であることが判明したことから、大室ダシにおいて約 13.8-13.2 ka に噴火が発生していたこと、②大室ダシ山頂で噴出した溶岩の噴出年代が 9.8-7.3 ka であったこと、③大室ダシ山頂の低発泡軽石礫の噴出年代が約 11.3-10.7 ka であったことが明らかになった。これにより、これまで活動履歴が不明であった大室ダシ海底火山において、過去約 1 万 4 千年の間に 3 回の噴火が発生していたことが明らかになった。</p>			<p>ることから審査部門と情報を共有した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 当該情報には、上記火山ガイドに新たに反映する知見はない。 ▪ 以上より、終了案件とする。なお、当該知見に関連する情報については引き続き収集を行う。 	/		