

PART 4

# 火山事象に対する安全性の欠如

「火山ガイド」の立地評価と影響評価

# なぜ火山なのか？

- 原子炉等規制法43条の3の6第1項4号（同法43条の3の8第2項が準用）  
「発電用原子炉施設の**位置**、**構造**及び**設備**が……災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会で定める基準に適合するものであること」
- 設置許可基準規則6条1項  
「安全施設は、**想定される自然現象**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ない」
- 同規則の解釈6条2項  
「『**想定される自然現象**』とは、敷地の自然環境を基に……**火山の影響**……等から適用されるものをいう。」

# 原子力発電所の火山影響評価ガイド(=火山ガイド)

原子炉等規制法43条の3の6第1項4号

設置許可基準規則第6条1項

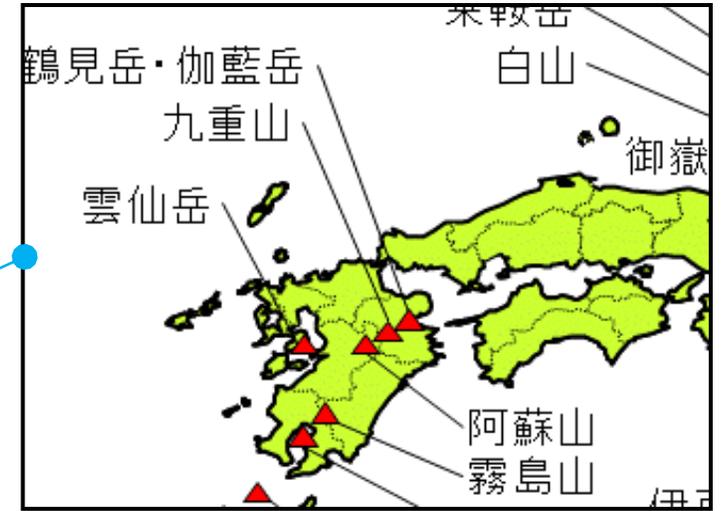
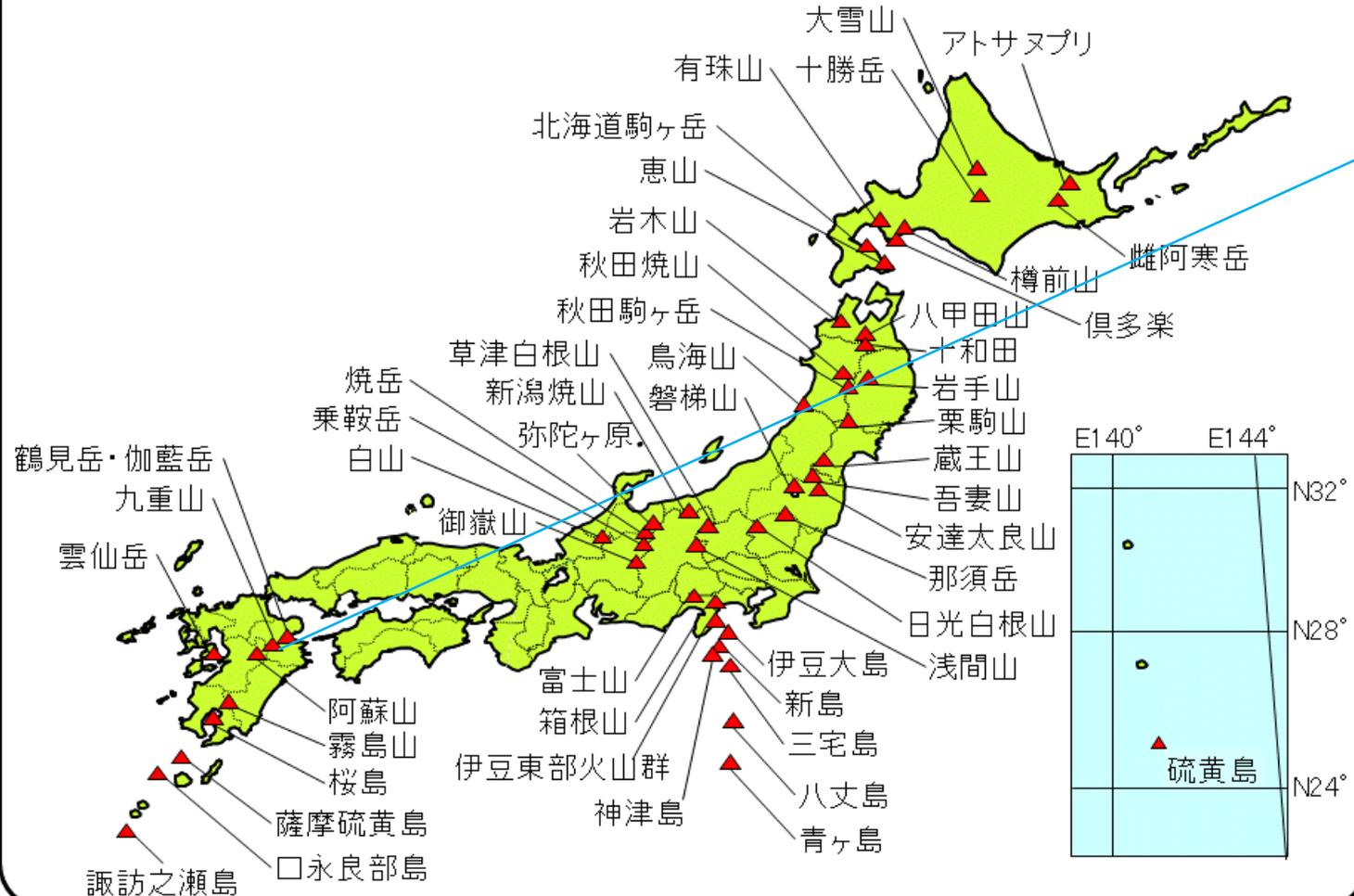
設置許可基準規則の解釈第6条2項



「原子力発電所の火山影響評価ガイド」(=火山ガイド)(甲27, 84, 85)

# 火山大国，日本

「火山防災のために監視・観測体制の充実等が必要な火山」  
として火山噴火予知連絡会によって選定された**50火山**



地球上の活火山（過去1万年に噴火した火山）の約7%が集中する火山大国

【気象庁ホームページ | 活火山とは (jma.go.jp)】

# 火砕流とは

- 高温のガスと火山灰や軽石などの火砕物が混合同一体となって流れ下る現象
- 本体部は600°C以上、100km/hの高速の密度流。非常に強い破壊力を持ち、コンクリート製建物をもなぎ倒し、元の地面を侵食する



# 火砕流とは



- 非常に強い破壊力を持ち、コンクリート製建物をもなぎ倒し、元の地面を侵食する
- カルデラ噴火の火砕流ともなれば、地形は関係なく、海をもたやすく超えていく



設計対応不可能な火山事象のうち、最も広範囲に影響を及ぼす

【ウェザーニュースホームページ <https://weathernews.jp/s/topics/202006/030065/>】

# 火山灰

- 粒径が2mm未満の火砕物
- 火山の近くでは大粒の軽石も、火山から離れるにつれて次第に小粒になり、火山から遠い地域では火山灰に変わる
- 火山灰は、交通障害、**停電発生**、取水停止、健康障害、家屋倒壊など広い範囲で被害をもたらす
- 阿蘇山から噴出した火山灰の中には、日本全土を覆って分布するものもある(阿蘇4火山灰)。北海道根室市でも10cm以上降灰した

## 火山灰の特徴 (4)

### ○導電性

火山灰は乾燥時には絶縁体であるが、水を含んで湿った状態の場合には火山灰に付着している火山ガス成分や火山灰に含まれる塩基類によって導電性を持つことがある。そのため湿った火山灰が電柱の碍子等に付着した場合、碍子間の絶縁性が弱くなり、閃絡等による停電などが起きることがある。



火山灰を用いた碍子の閃絡実験 (Wilson et al, 2011)

### ○火山灰粒子の融点

火山灰粒子の融点は約 1000°C であり、一般的な砂塵と比べて低い。飛行航路上に噴煙があるなど、航空機のエンジンに火山灰が入ると、航空機用ガスタービンのエンジン燃焼温度 (1400°C 以上) で火山灰の粒子が燃焼室内で溶融した後冷却してタービンブレード等に付着してしまうため、飛行中のエンジン停止など異常の原因となる。



タービンブレードの冷却による火山灰の影響 (左) 模式図、(右) 付着事例 (安田・他, 2011)

### ○火山灰に付着する火山ガス成分

火山ガス成分は、一般にほとんどが水蒸気 (H<sub>2</sub>O) であるが、その他に二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)、二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>)、硫化水素 (H<sub>2</sub>S)、塩化水素 (HCl)、フッ化水素 (HF) などが含まれ、噴火時に火山灰に付着する。これらの付着する火山ガス成分の量は、噴火からの時間経過、温度、火山灰の粒径や表面積など様々な要素によって変化する。

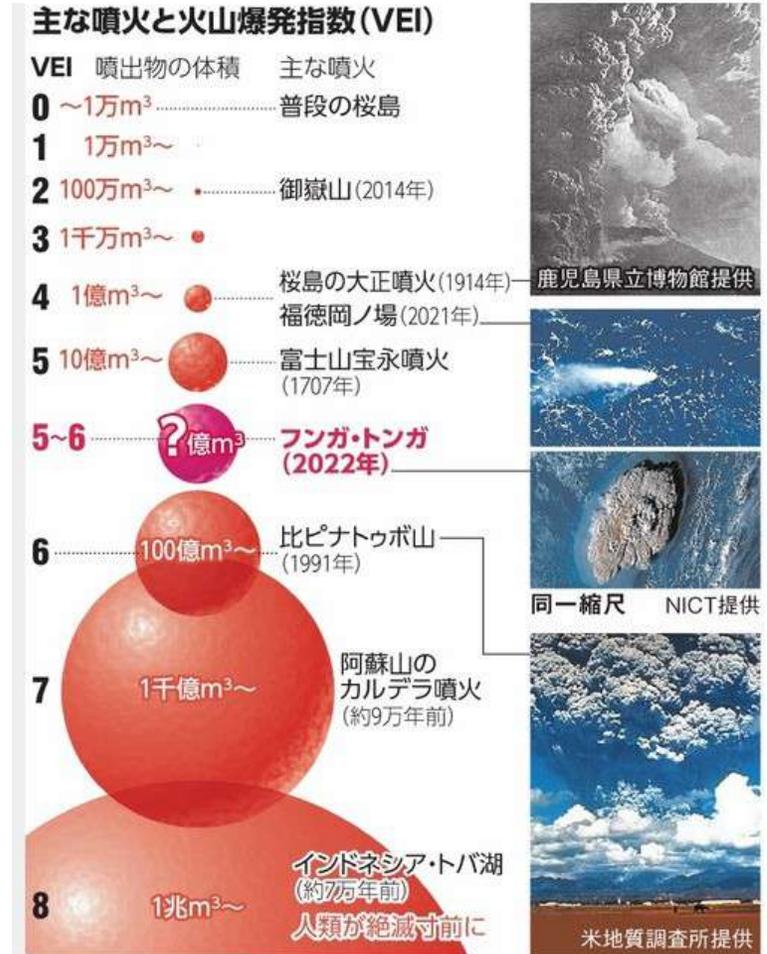
### ○金属への腐食性

火山灰から溶出した硫酸イオン (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) は、金属腐食の要因にもなる。

平成 30 年 12 月 7 日  
大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループ <https://www.bousai.go.jp/kazan/ko-uikikouhaiworking/pdf/20181207siryo2.pdf>

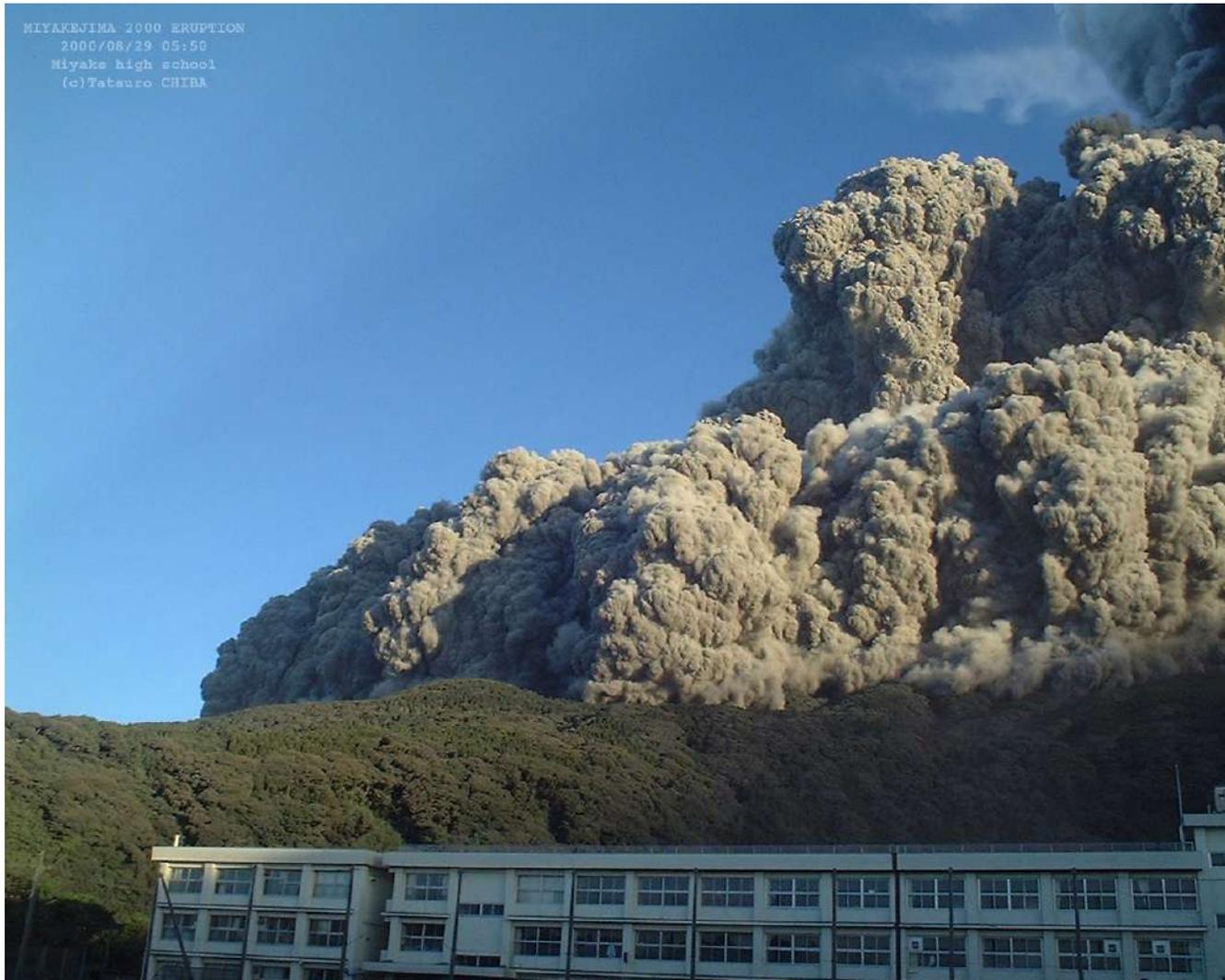
# 巨大噴火と火山爆発指数 (VEI)

火山爆発指数 (VEI)	噴出物の量	発生頻度	噴火例
8	mega-colossal > 1,000km <sup>3</sup>	1万年に1度	インドネシア・トバ湖 (約7万3000年前)
7	super-colossal > 100km <sup>3</sup>	1000年に1度	阿蘇山 (約9万年前) 始良カルデラ (約2.2万年前) 鬼界カルデラ (約7300年前)
6	colossal 並外れて巨大 > 10km <sup>3</sup>	100年に1度	フィリピン・ピナトゥボ山 (1991)
5	paroxysmal どうしようもない ほど大規模 > 1km <sup>3</sup>	50年に1度	富士山の宝永噴火 (1707)
4	severe やや大規模 > 0.1km <sup>3</sup>	10年に1度	桜島の大正噴火 (1914) 福徳岡ノ場 (2021)
3	explosive 中規模 > 0.01km <sup>3</sup>	ほぼ毎年	雲仙岳 (1991) 三宅島 (2020)
2	gentle 小規模 > 0.001km <sup>3</sup>	ほぼ毎週	御嶽山 (2014)



「火山爆発指数5~6の規模か ピナトゥボが6、「破局噴火」は7以上」2022年1月16日 朝日新聞デジタル (asahi.com)

# 破局的噴火(VEI7)の大きさ

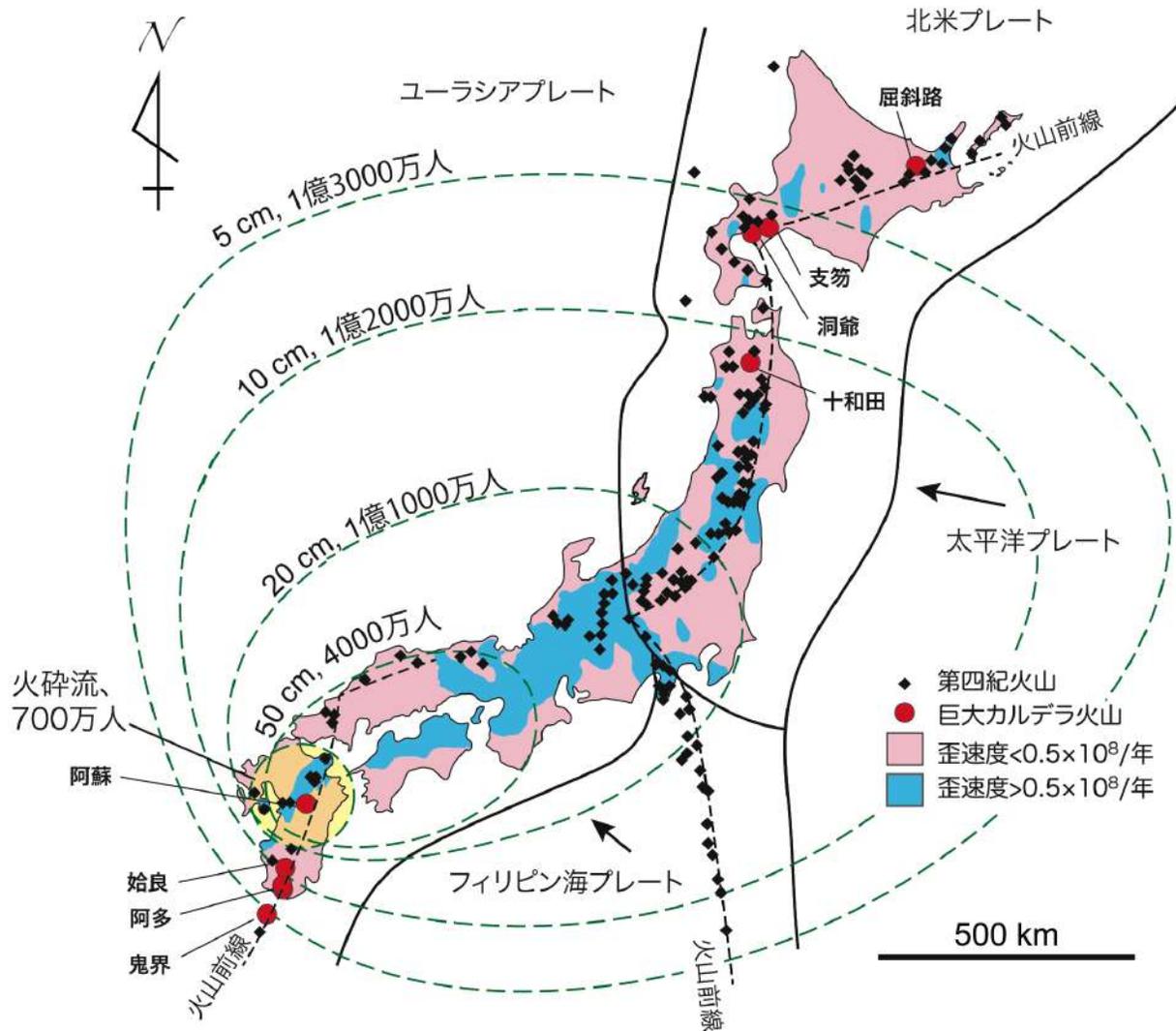


三宅島2000年噴火 【アジア航測株式会社[https://www.ajiko.co.jp/news\\_detail/280](https://www.ajiko.co.jp/news_detail/280)】



1991.6.3 長崎県深江町 (現・南島原市) 朝日新聞デジタル

# 破局的噴火の脅威



「日本列島で今後100年間に巨大噴火が起こる確率は約1%に過ぎない。しかしこの値は、例えば、**兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）**や**熊本地震の生起前日**における**地震発生確率と大差ない**。つまり、低頻度（低確率）は安心を意味するものではない。」（神戸大学海洋底探査センター・巽好幸教授）【甲63】

マグニチュード	噴出量 (kg)	マグマ噴出量 <sup>a</sup> (km <sup>3</sup> )	火山灰量 (km <sup>3</sup> )	累積頻度 <sup>b</sup> (千年当)	100年発生確率 <sup>b</sup> (%)	累積頻度 <sup>c</sup> (千年当)	100年発生確率 <sup>c</sup> (%)
7	$1.0 \times 10^{14}$	40	100	0.10	1.0	0.073	0.73
8	$1.0 \times 10^{15}$	400	1000	0.025	0.25	0.026	0.26

<sup>a</sup> マグマの密度を2500 kg/m<sup>3</sup>として計算

<sup>b</sup> 噴火データベースに基づく値

<sup>c</sup> 噴火データベースをワイブル関数で近似した場合の値

【神戸大学ホームページ・研究ニュース 2014\_10\_22\_01-2\_original.png (1905×1684) (kobe-u.ac.jp)】

「最悪のシナリオとして、巨大噴火を繰り返してきた九州中部での噴火を想定すると、北海道を除く日本列島全域が**10cm以上の降灰**で覆われ、交通・ライフラインは完全に麻痺し、**1億2000万人もの日常が失われます**」

【神戸大学 報道発表】

# 火山ガイドの流れ

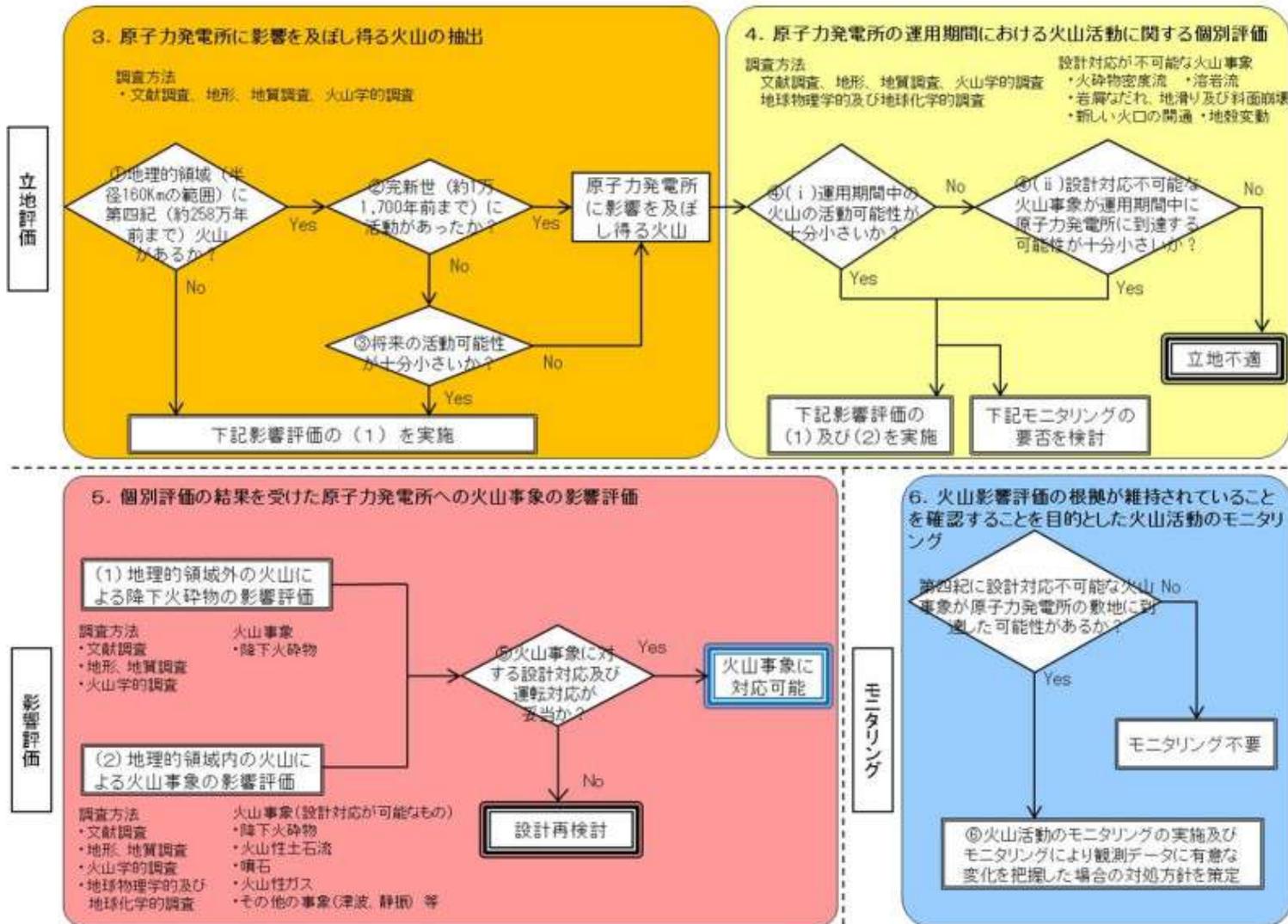


図1 本評価ガイドの基本フロー

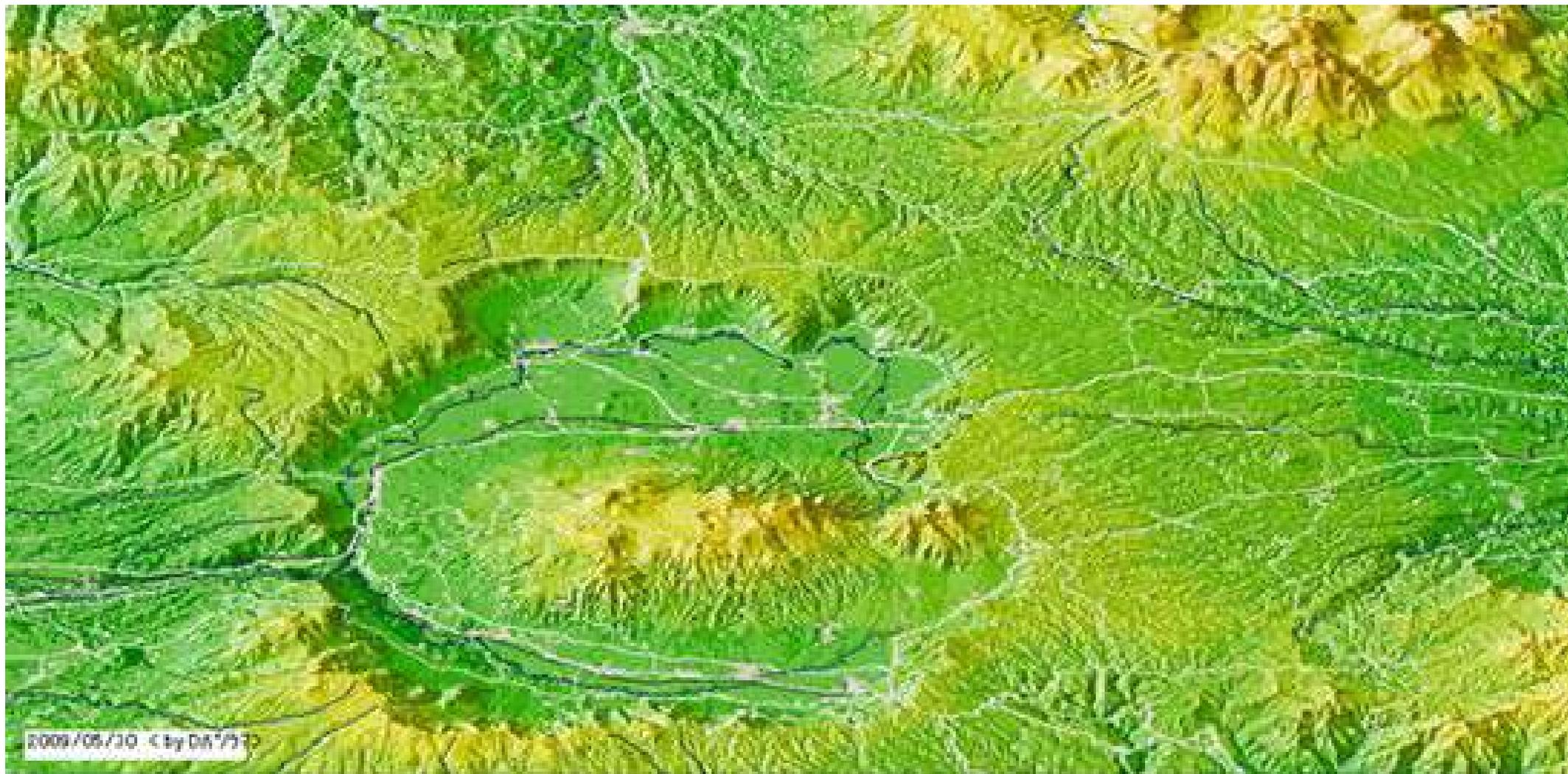
① 立地評価  
 設計対応不可能な火山事象  
 に対する影響評価



② 影響評価  
 設計対応可能な火山事象に  
 に対する影響評価

①②の2段階で火山の影響  
 評価を行う

# 検討対象火山, 阿蘇



阿蘇カルデラ全景（右上の山地は九重火山群）阿蘇カルデラ - 阿蘇ジオパーク オフィシャルサイト ([aso-geopark.jp](http://aso-geopark.jp))

# 火山ガイドの不合理性

新火山ガイドにおける検討対象火山の個別評価の手法は、旧火山ガイドが定めていた具体的評価手法と全く同じ

➡ 新火山ガイドも噴火予測が可能であることを前提としている

新火山ガイド	項目	旧火山ガイド
的確に予測できることを前提にしていない（解説-3.）	噴火予測	的確に予測できることを前提にしている（複数の裁判例）
現在の火山の状態を評価する（解説-3.）	評価対象	（限定なし）
①過去の火山活動履歴（噴火間隔や噴火ステージ論）	基本	①過去の火山活動履歴（噴火間隔や噴火ステージ論）
②地球物理学的調査（マグマ溜まりの規模や位置、マグマの供給系に関連する地下構造等）	必要に応じた調査	②地球物理学的調査（マグマ溜まりの規模や位置、マグマの供給系に関連する地下構造等）
③地球化学的調査（検討対象火山の火山噴出物等）	必要に応じた調査	③地球化学的調査（検討対象火山の火山噴出物等）
④現在の火山の活動状況	併せて評価	④現在の火山の活動状況

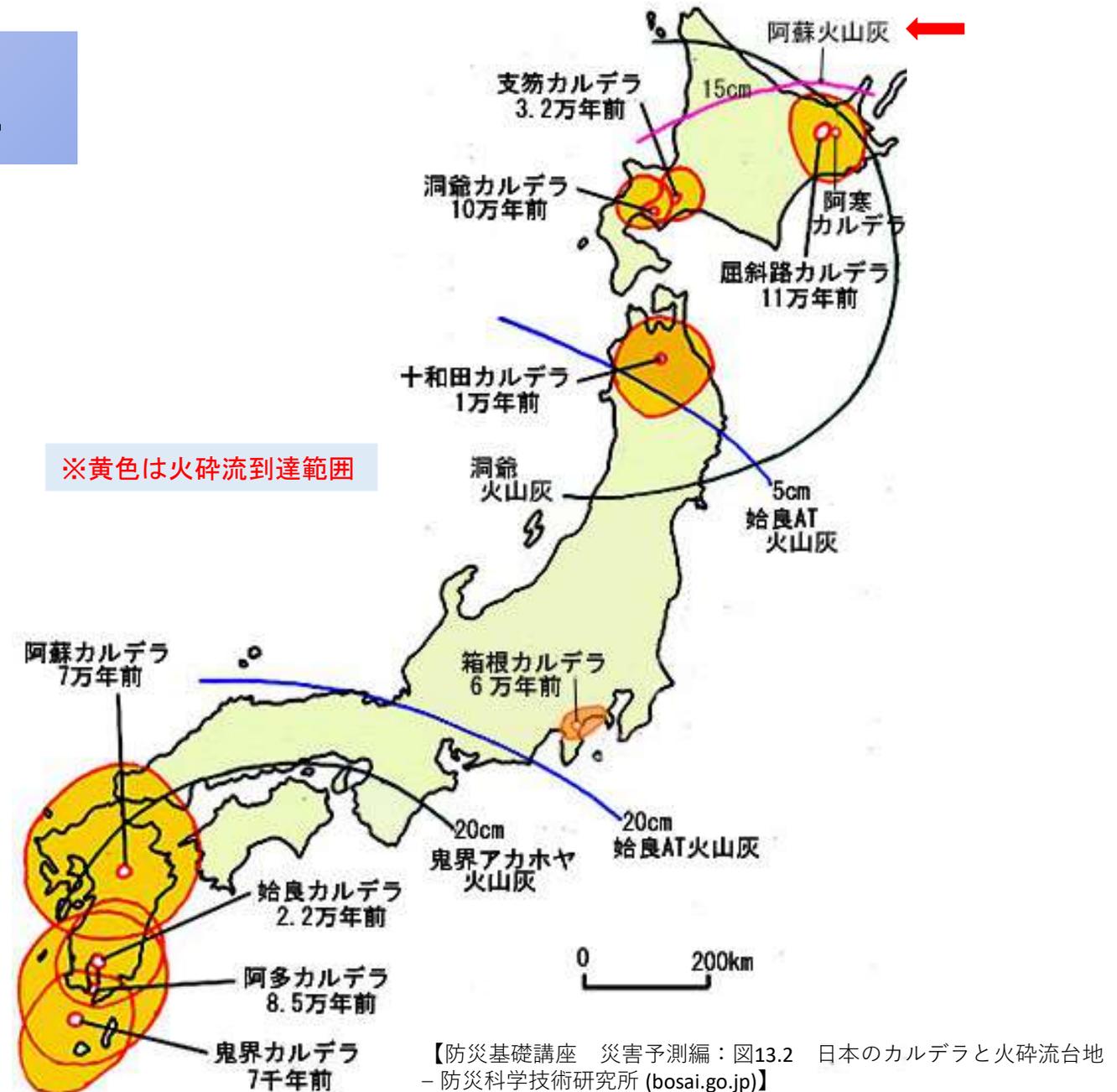
- ▶ **評価の方法・内容はほとんど変わっていない。**要するに、新火山ガイドは、「噴火の時期や規模を的確に予測できることを前提としていない」という言い訳だけが付け加わったものにすぎない。
- ▶ 本来は、的確な予測が困難であることを踏まえ、**不確実性を保守的に見込んだ評価を行うべきという実質的修正**がされなければならない。

【図表 新火山ガイドと旧火山ガイドの比較】

# 火山ガイドの不合理性

- 約9万年前の阿蘇カルデラ噴火の火山灰は北海道根室市でも10cm以上の厚さで堆積。噴火に伴う火砕流は最大150km流走している。

「阿蘇火山は9万年前に噴火を起こしているわけですが、そのときの火砕流でいうと、この黄色で示した範囲に火砕流が実際に流れたらと推定されているわけです。地上に残っている堆積物から推定すると、やはり、ここまでは火砕流は届いている。こういうところには原子力発電所は建てることできないということです。」(中田節也・東京大学地震研究所教授／新規制基準に関する検討チーム第20回会合)



# 噴火予知の困難性



石渡 明  
東北大学教授

「通常の噴火でも予知は難しいわけですし、巨大噴火の場合もなおさらであろうというふうに思われます。では、どうしたらいいかということは、私もよくわからないわけですがけれども……とにかく**安全側に立って止める**というような判断をするような**基準をつくる**ことが大事ではないかというふうに思います。」(第1回原子力施設における火山活動のモニタリングに関する検討チーム【甲87】)



石原和弘  
京都大学  
名誉教授

「火山影響評価ガイド、非常に立派なものが出ておりますけれども、それを拝見したり、関係者の巨大噴火に関してのいろんな御発言を聞きますと、どうも**火山学のレベル、水準をえらく高く評価しておられると、過大に**。地震学に比べれば、随分と遅れていると思うんですが(第1回原子力施設における火山活動のモニタリングに関する検討チーム【甲87】)



藤井敏嗣  
東京大学  
名誉教授

「現在の火山噴火予知のレベルでは、**数十年に及ぶ原発の運用期間での噴火予知は不可能だ**ということだ。そもそも、そうした長期間での噴火予知の手法自体が確立していない。噴火を予知できるのは、せいぜい数時間から数日というのが現状だ。」「規制委の**「火山ガイド」を見て、巨大噴火を予知できるとする書きぶりに唖然とした**。」(2014.8.10 東洋経済【甲28】)

# 裁判所も認めた火山ガイドの不合理性

## 1 福岡高等裁判所宮崎支部決定(平成28年4月6日)

「現在の科学的技術的知見をもってしても原子力発電所の運用期間中の検討対象火山が噴火する可能性やその時期及び規模を的確に予測することは困難であるといわざるを得ないから、**立地評価に関する火山ガイドの定めは**、少なくとも地球物理学的及び地球化学的調査等によって検討対象火山の噴火の時期及び規模が相当前の時点での的確に予測できることを前提としている点において、**その内容が不合理であるといわざるを得ない**」

## 2 広島高裁決定(令和2年1月17日)【甲82, 甲95】

「原子力発電所の設置等の許否の判断に際しては、**保守的見地**から、このような見解を前提にして検討される必要があるといわなければならない。したがって、火山ガイドの個別評価の定めのうち、上記**予測が可能であることを前提とする部分は不合理**であるといわざるを得ない」(決定書59頁)

- ➡ 広島地裁決定(平成29年3月30日), 広島高裁決定(平成29年12月13日), 広島高裁異議審決定(平成30年9月23日)も同様
- ➡ 検討対象火山の**過去最大の噴火規模を想定して**, 設計対応不可能な火山事象の本件発電所敷地への到達可能性が十分に小さいか否かを判断する(新火山ガイド4.1(3))

# 火砕流の到達可能性

## 1 広島高裁決定(令和2年1月17日)【甲95】

「検討対象火山の過去最大の噴火規模」である「阿蘇4噴火を想定して」、伊方原発敷地への到達可能性が十分に小さいか否かを判断した場合、「阿蘇による**設計対応不可能な火山事象が本件発電所敷地に及ぶ可能性はある**」(決定書61頁以下)

## 2 火砕流が到達する範囲



「約9万年前に起きた阿蘇山(熊本県)の巨大噴火で流れ出た火砕流が、北に約**170キロ**離れた山口市の佐波(さば)川上流に達していたことを示す痕跡が見つかったと、山口大学大学院の辻智大・助教(地質学)が16日発表した。」(巨大噴火の痕跡国内最長170キロ地点に300度超えた火砕流:朝日新聞デジタル)



# 火山灰による影響評価

## 1 降下火砕物の層厚

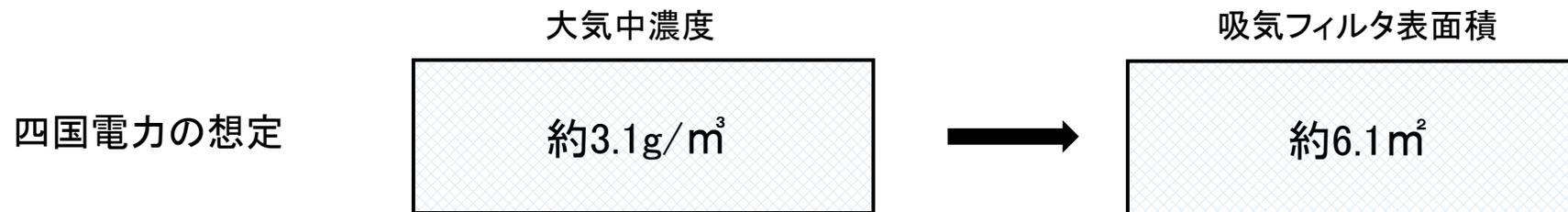


- 広島高裁決定(令和2年1月17日)【甲95】

阿蘇について、VEI6の噴火規模(噴出量数十km<sup>3</sup>)を考慮し、「その噴出量を20～30km<sup>3</sup>としても、被告が想定した噴出量(6.2km<sup>3</sup>)の約3～5倍に上り、本件発電所からみて阿蘇が九重山からやや遠方に位置していることを考慮しても、相手方による降下火砕物の想定は過小であり、これを前提として算定された大気中濃度の想定(約3.1g/m<sup>3</sup>)も過小であるといわなければならない。」とした(決定書71頁)。

# 火山灰による影響評価

## 2 降下火砕物の大気中濃度



- 広島高裁決定(令和2年1月17日)【甲95】

「阿蘇において、破局的噴火に至らない程度の最大規模の噴火が発生する可能性を否定できないとすれば、相手方が気中降下火砕物濃度として想定する約3.1g/m<sup>3</sup>の約3～5倍もの噴出量が想定されるところであって、上記フィルタの性能がこのような噴出量まで想定しているとは認められない。……相手方による原子力発電所への火山事象の影響評価は過小である(決定書72頁)。