

# **準備書面(17)に関する補足説明**

## **～火山事象による大間原発の危険性～**

**2016年7月14日（木）**

**於・東京地方裁判所**

**原告訴訟代理人弁護士 中野 宏典**

# 内容

- I. はじめに-前提知識**
- II. 立地評価の問題-火山の抽出**
- III. 影響評価の問題①-最大層厚**
- IV. 影響評価の問題②-大気中濃度**
- V. まとめ**

# I はじめに-前提知識

1. 火山事象に関する基礎
2. 本件原発を取り巻く火山の状況
3. 火山ガイドに定める審査の流れ

# I - 1 火山事象に関する基礎

- i . 噴火のメカニズム
- ii . 巨大噴火と火山噴火指数

# I - 1 - i 噴火のメカニズム

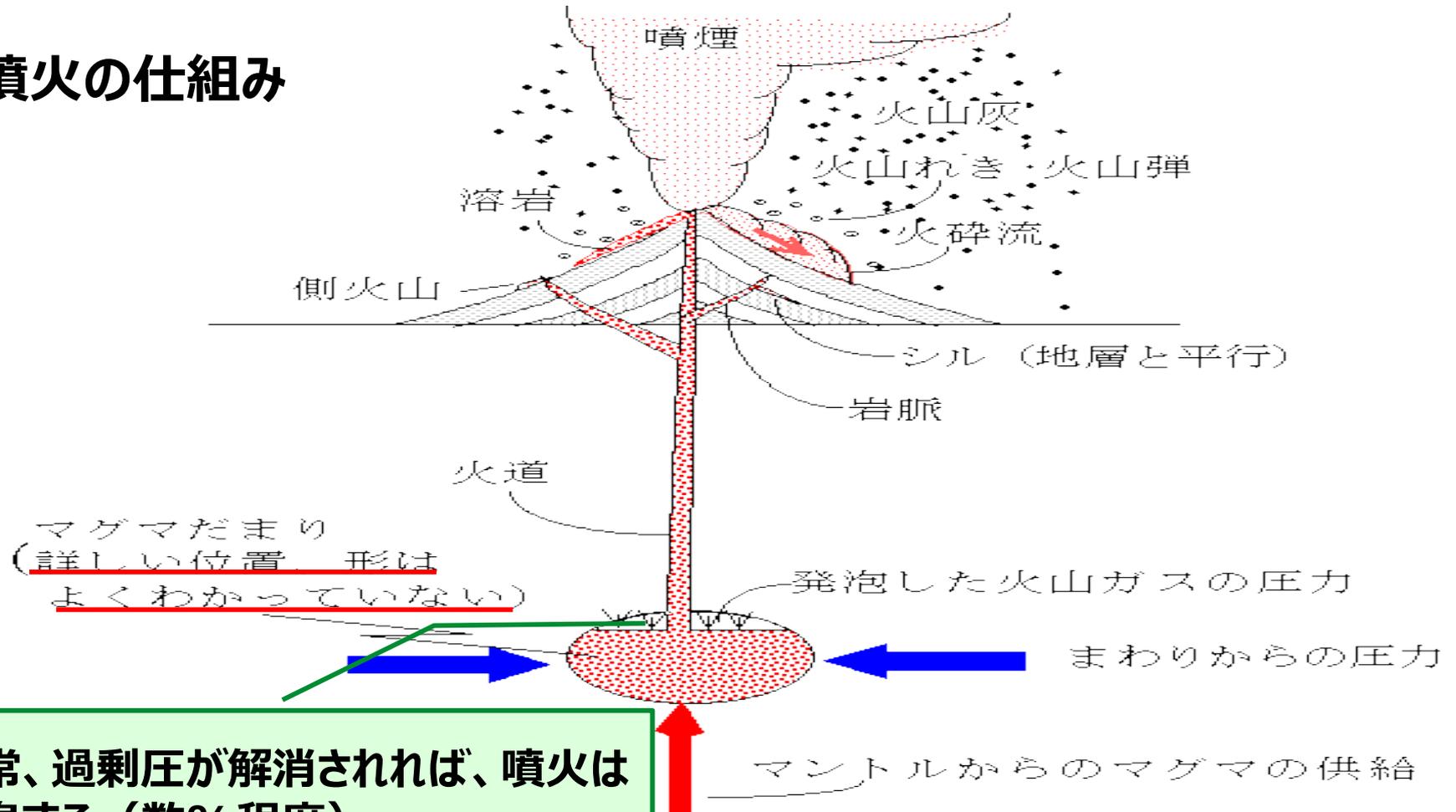
## ピナツボ火山噴火 (p6~)

- ▶ **VEI6**の巨大噴火
- ▶ 1991.6.3に最初のマグマ性噴火
- ▶ 7000m以上の噴煙



# I-1-i 噴火のメカニズム

## 噴火の仕組み

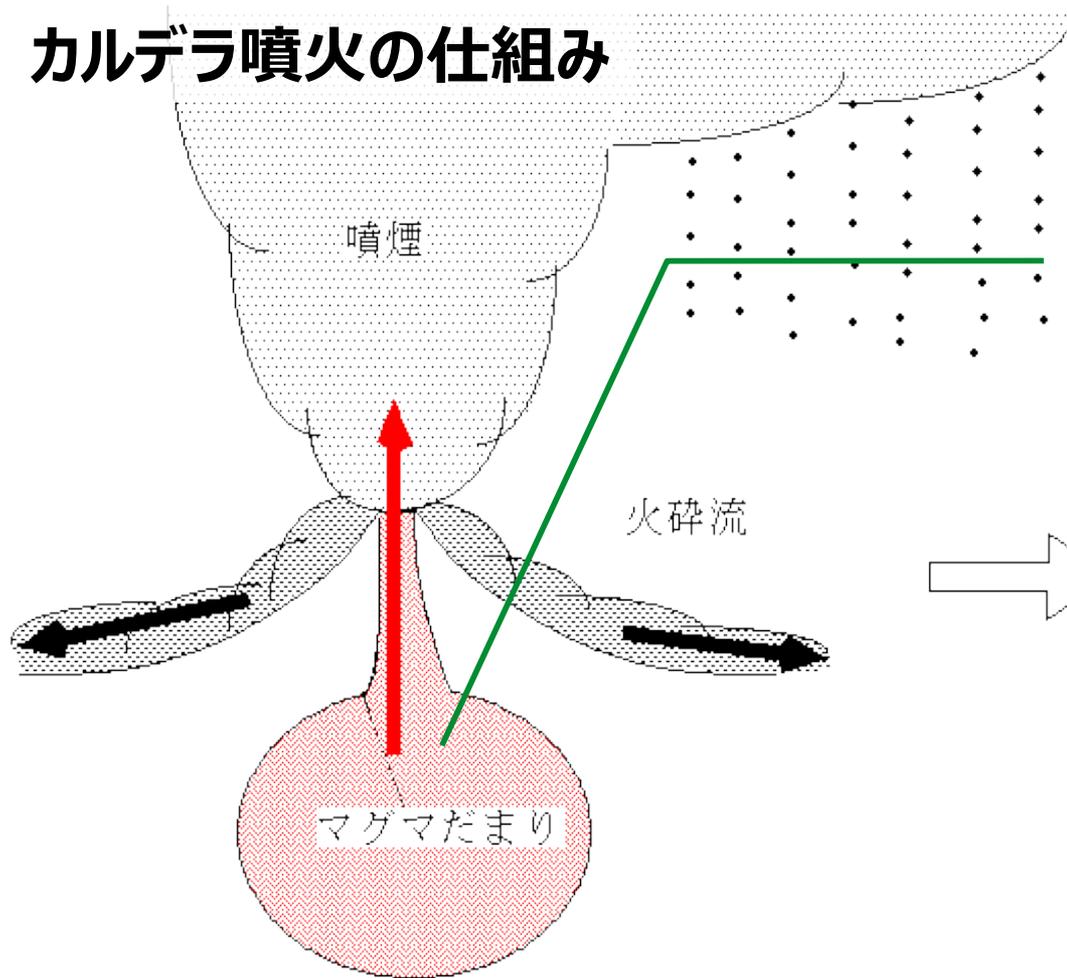


通常、過剰圧が解消されれば、噴火は終息する（数%程度）

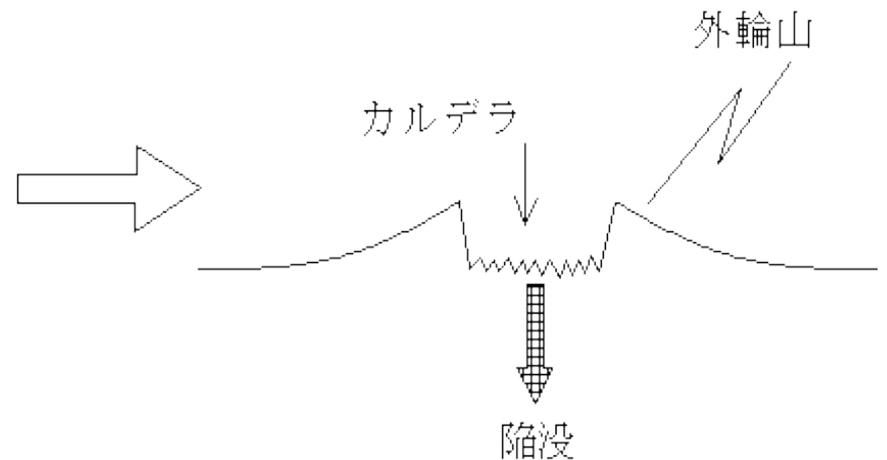
山賀進 HPより

# I-1-i 噴火のメカニズム

## カルデラ噴火の仕組み



過剰圧が解消されても**噴火が終息せず**、マグマ溜りがほとんど空になるまでマグマが出続ける



山賀進 HPより

# I-1-i 噴火のメカニズム

## 火砕物密度流の危険性

火砕物密度流は非常に強い破壊力を持ち、流路にある立木や建物はコンクリート製であったとしても、なぎ倒し、元の地面を浸食する。

600℃以上、100km/hという高温・高速の密度流。



雲仙岳の火砕流（平成6年6月24日）

# I - 1 - ii 巨大噴火と火山噴火指数

## マグマの噴出量に基づく噴火規模

18

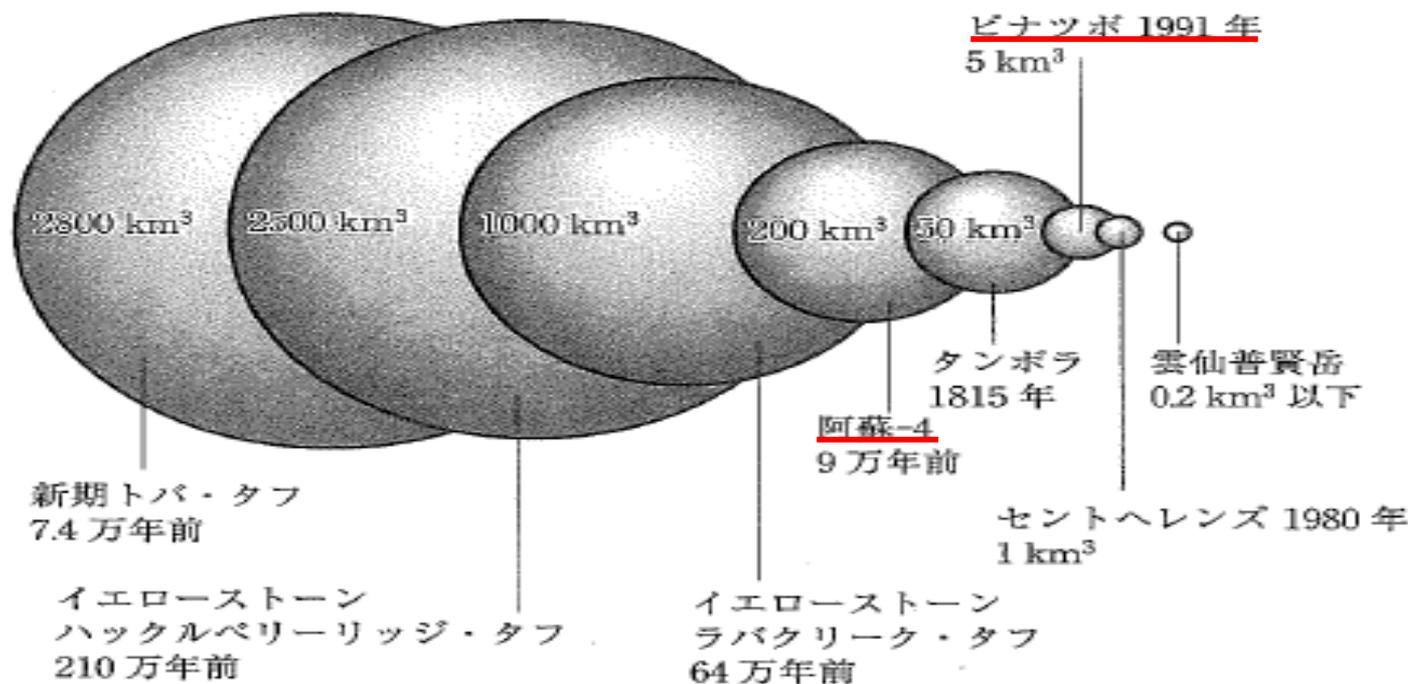


図3 過去の主な噴火におけるマグマ噴出量。噴出したマグマの体積を表している。高橋正樹『破局噴火——秒読みに入った人類壊滅の日』(祥伝社新書)を参考に作図

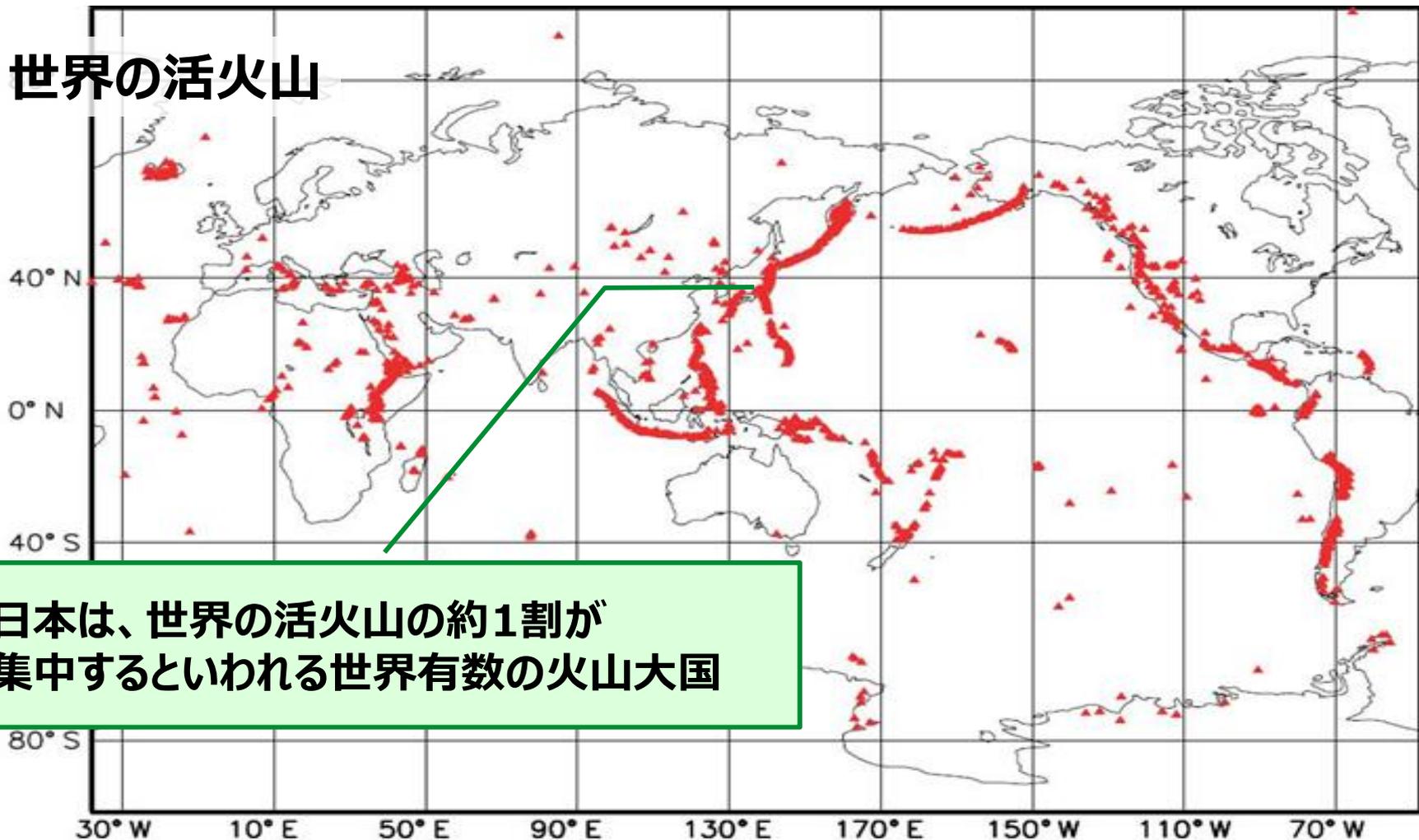
岩波ブックレット『火山と原発』p18

# I - 1 - ii 巨大噴火と火山噴火指数

VEI	噴出物の量	状況 <sup>[1]</sup>	機構	噴煙の高さ	発生頻度	例	ここ1万年の発生数 <sup>[* 1]</sup>
0	< 10,000 m <sup>3</sup>	non-explosive (非爆発的)	ハワイ式	< 100 m	ほぼ毎日	マウナ・ロア山	無数
1	> 10,000 m <sup>3</sup>	gentle (小規模)	ハワイ式/ ストロンボリ式	100-1000 m	ほぼ毎日	ストロンボリ島	無数
2	> 1,000,000 m <sup>3</sup>	explosive (中規模)	ストロンボリ式/ ブルカノ式	1-5 km	ほぼ毎週	ガレラス山 (1993)	3477*
3	> 10,000,000 m <sup>3</sup>	severe (やや大規模)	ブルカノ式/ プレー式	3-15 km	ほぼ毎年	Koryaksky	868
4	> 0.1 km <sup>3</sup>	cataclysmic (大規模)	プレー式/ プリニー式	10-25 km	≥ 10 年	プレー山 (1902)	278
5	> 1 km <sup>3</sup>	paroxysmal (どうしようもないほど大規模)	プリニー式	> 25 km	≥ 50 年	セント・ヘレンズ山 (1980)	84
6	> 10 km <sup>3</sup>	colossal (並外れて巨大)	プリニー式/ ウルトラプリニー式	> 25 km	≥ 100 年	ピナトウボ山 (1991)	39
7	> 100 km <sup>3</sup>	super-colossal	プリニー式/ ウルトラプリニー式	> 25 km	≥ 1000 年	タンボラ山 (1815)	5 (+推定2)
8	> 1,000 km <sup>3</sup>	mega-colossal	ウルトラプリニー式 (破局噴火)	> 25 km	≥ 10,000 年	トバ湖 (73,000 BP)	0

# I - 2 本件原発を取り巻く火山の状況

## 世界の活火山



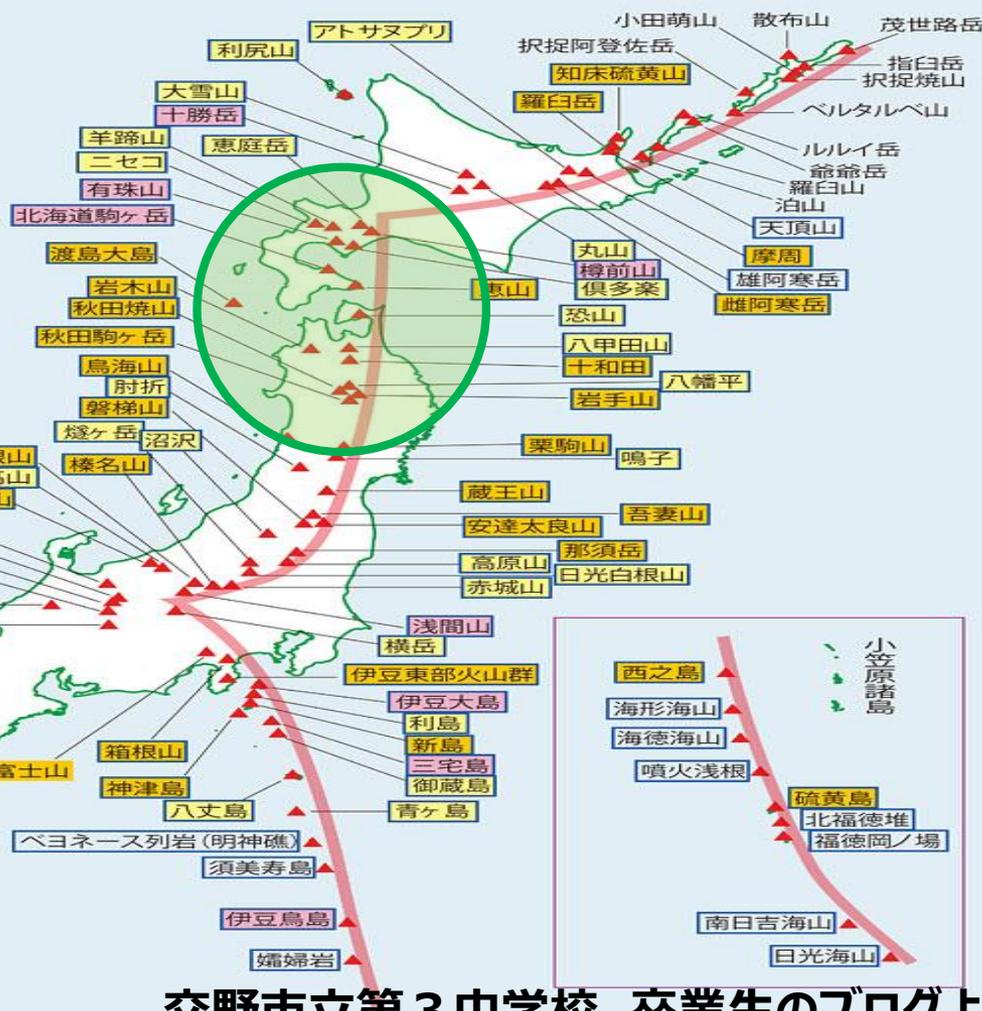
日本は、世界の活火山の約1割が  
集中するといわれる世界有数の火山大国

# I-2 本件原発を取り巻く火山の状況

データ公開中の火山

## 日本の火山フロント

Cランク (36火山)



交野市立第3中学校 卒業生のブログより

# I-2 本件原発を取り巻く火山の状況

## 始良カルデラの火砕流噴火

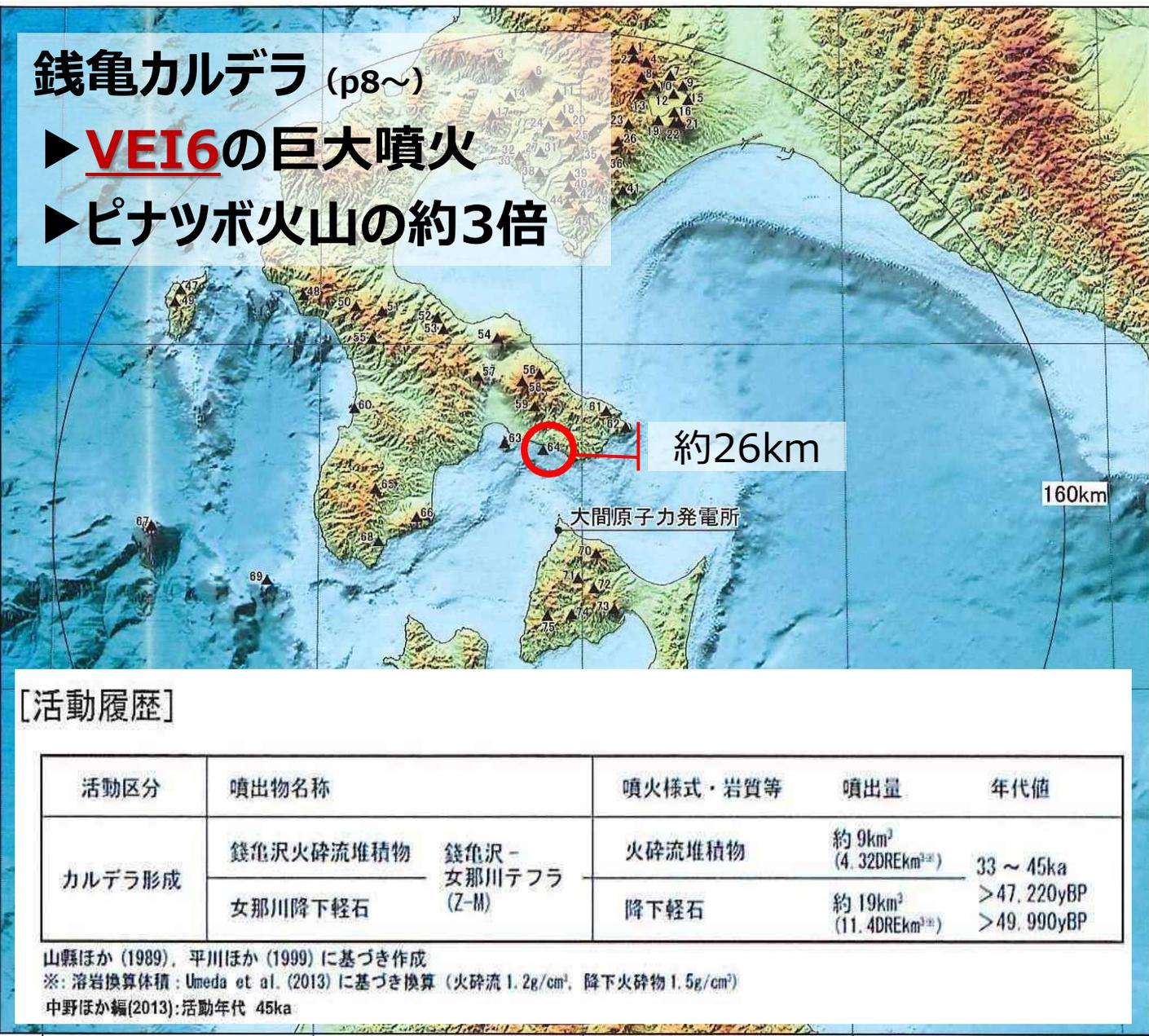


「超巨大噴火の脅威」 雑誌ニュートン別冊より

# 銭亀カルデラ (p8~)

▶ **VEI6**の巨大噴火

▶ ピナツボ火山の約3倍



凡例

- ▲ 第四紀火山
- | No. | 火山名       | No. | 火山名       |
|-----|-----------|-----|-----------|
| 1   | 札幌岳       | 48  | 長磯        |
| 2   | 狭霧山       | 49  | 神威山       |
| 3   | ニセコ・雷電火山群 | 50  | 八雲貫入岩体群   |
| 4   | 空沼岳       | 51  | 砂瀨館岳      |
| 5   | 磯谷        | 52  | 湯川カルデラ    |
| 6   | 羊蹄山       | 53  | 渡島毛無山     |
| 7   | イチャンコッペ山  | 54  | 北海道駒ヶ岳    |
| 8   | 漁岳        | 55  | ササマクリ貫入岩体 |
| 9   | 紋別山       | 56  | 龍泊山       |
| 10  | 恵庭岳       | 57  | 木地挽山      |
| 11  | 尻別岳       | 58  | 横津岳       |
| 12  | 支笏カルデラ    | 59  | 扇皮山       |
| 13  | 丹嶋岳       | 60  | 江差貫入岩体群   |
| 14  | 真狩別太      | 61  | 恵山丸山      |
| 15  | モラップ山     | 62  | 恵山        |
| 16  | 風不死岳      | 63  | 函館山       |
| 17  | 昆布岳       | 64  | <b>銭亀</b> |
| 18  | 貫気別山      | 65  | セツ岳       |
| 19  | 多崎古峰山     | 66  | 知内        |
| 20  | 竹山        | 67  | 渡島大島      |
| 21  | 樽前山       | 68  | 洞内川       |
| 22  | 樽前西       | 69  | 渡島小島      |
| 23  | 白老岳       | 70  | 陸奥燧岳      |
| 24  | ボン貫別山     | 71  | 大畑カルデラ    |
| 25  | 倶知安別      | 72  | 小目名沢      |
| 26  | ホロホロ・徳舜管  | 73  | 恐山        |
| 27  | 洞爺カルデラ    | 74  | 於法岳       |
| 28  | ベタ山周辺     | 75  | 野平カルデラ    |
| 29  | 狩場山       | 76  | 八甲田八幡岳    |
| 30  | 静狩丸山      | 77  | 細野貫入岩体    |
| 31  | 洞爺中島      | 78  | 八甲田カルデラ   |
| 32  | 虻田        | 79  | 法量北       |
| 33  | 幌別岳       | 80  | 大中台       |
| 34  | 写万部山      | 81  | 北八甲田火山群   |
| 35  | 蟠溪山       | 82  | 岩木山       |
| 36  | オロフレ・来馬   | 83  | 八甲田黒森     |
| 37  | カスベ岳      | 84  | 黒森山       |
| 38  | 有珠山       | 85  | 南八甲田火山群   |
| 39  | 志門気岳      | 86  | 沖浦カルデラ    |
| 40  | 関内岳       | 87  | 藤沢森       |
| 41  | 倶多楽・登別火山群 | 88  | 子ノロカルデラ   |
| 42  | 紋別岳       | 89  | 碓ヶ関カルデラ   |
| 43  | ポントコ山     | 90  | 十和田       |
| 44  | 穂府岳       | 91  | 田代岳       |
| 45  | 鷺別岳       | 92  | 大良駒ヶ岳     |
| 46  | 今金        | 93  | 稲庭岳       |
| 47  | 勝淵山       |     |           |

## [活動履歴]

活動区分	噴出物名称	噴火様式・岩質等	噴出量	年代値	
カルデラ形成	銭亀沢火砕流堆積物	銭亀沢 - 女那川テフラ (Z-M)	火砕流堆積物	約 9km <sup>3</sup> (4.32DREkm <sup>3±</sup> )	33 ~ 45ka
	女那川降下軽石		降下軽石	約 19km <sup>3</sup> (11.4DREkm <sup>3±</sup> )	>47, 220yBP >49, 990yBP

山縣ほか (1989), 平川ほか (1999) に基づき作成

※: 溶岩換算体積: Umeda et al. (2013) に基づき換算 (火砕流 1.2g/cm<sup>3</sup>, 降下火砕物 1.5g/cm<sup>3</sup>)

中野ほか編(2013):活動年代 45ka



139°E 140°E 141°E 142°E 143°E 40°N 41°N 42°N 43°N

第7.1-1図 地理的領域内の第四紀火山分布図

「この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図50mメッシュ(標高)を使用した。(承認番号 平26情使, 第316号)」

# I - 3 火山ガイドに定める審査の流れ

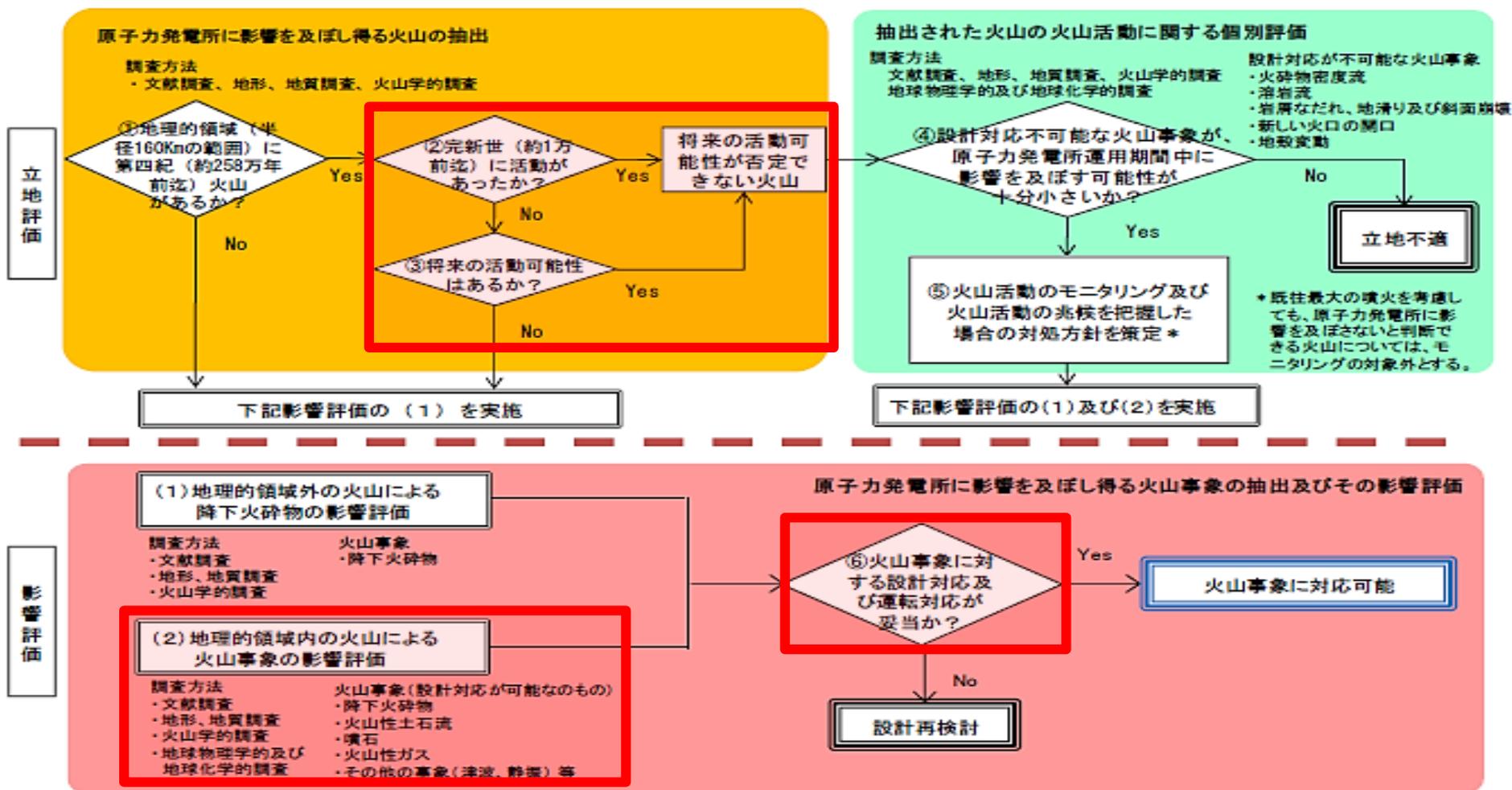


図1 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の基本フロー

# 内容

- I. はじめに-前提知識
- II. 立地評価の問題-火山の抽出**
- III. 影響評価の問題①-最大層厚
- IV. 影響評価の問題②-大気中濃度
- V. まとめ

## Ⅱ 立地評価の問題-火山の抽出

1. IAEA安全基準と火山ガイド
2. 火山ガイドと電源開発の評価

# II-1 IAEA安全基準と火山ガイド

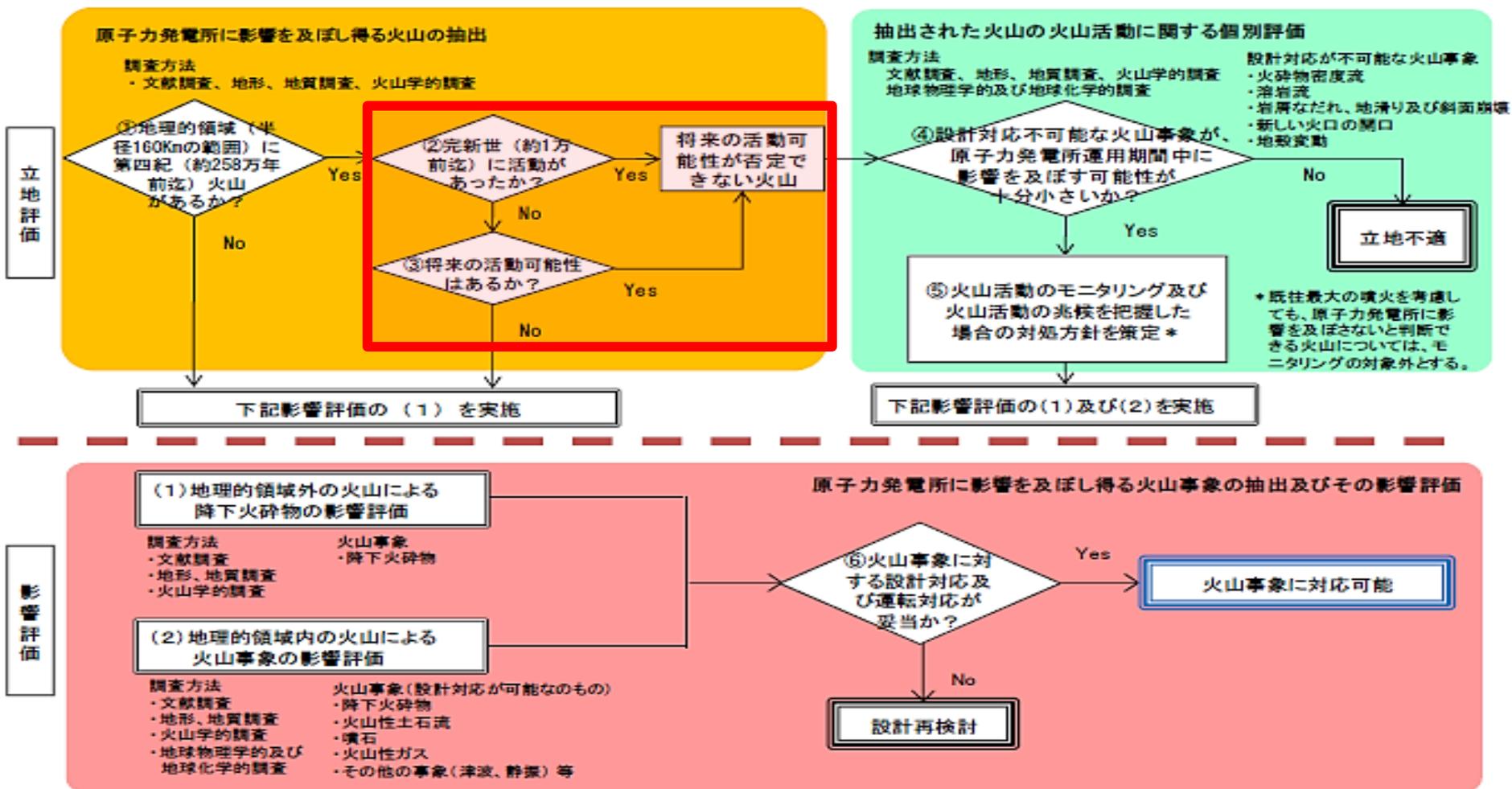


図1 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の基本フロー

# II-1 IAEA安全基準と火山ガイド

## 火山ガイドに定める火山の抽出



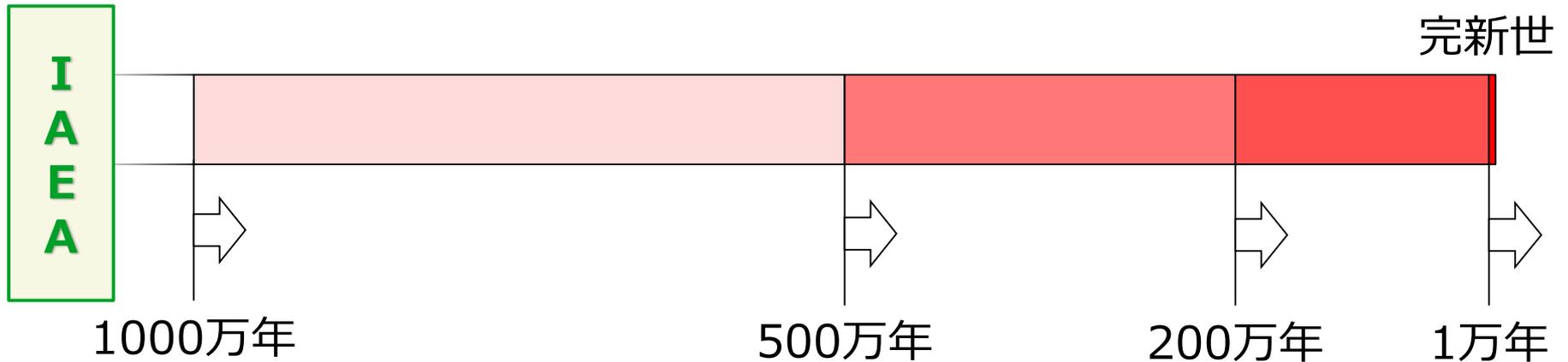
① 完新世に活動あり→今後の活動可能性あり

② 完新世に活動なし→階段ダイヤグラムを作成

**終息する傾向が顕著**で、最後の活動終了からの期間が過去の**最大休止期間**より長い→将来の活動可能性なし

# II-1 IAEA安全基準と火山ガイド

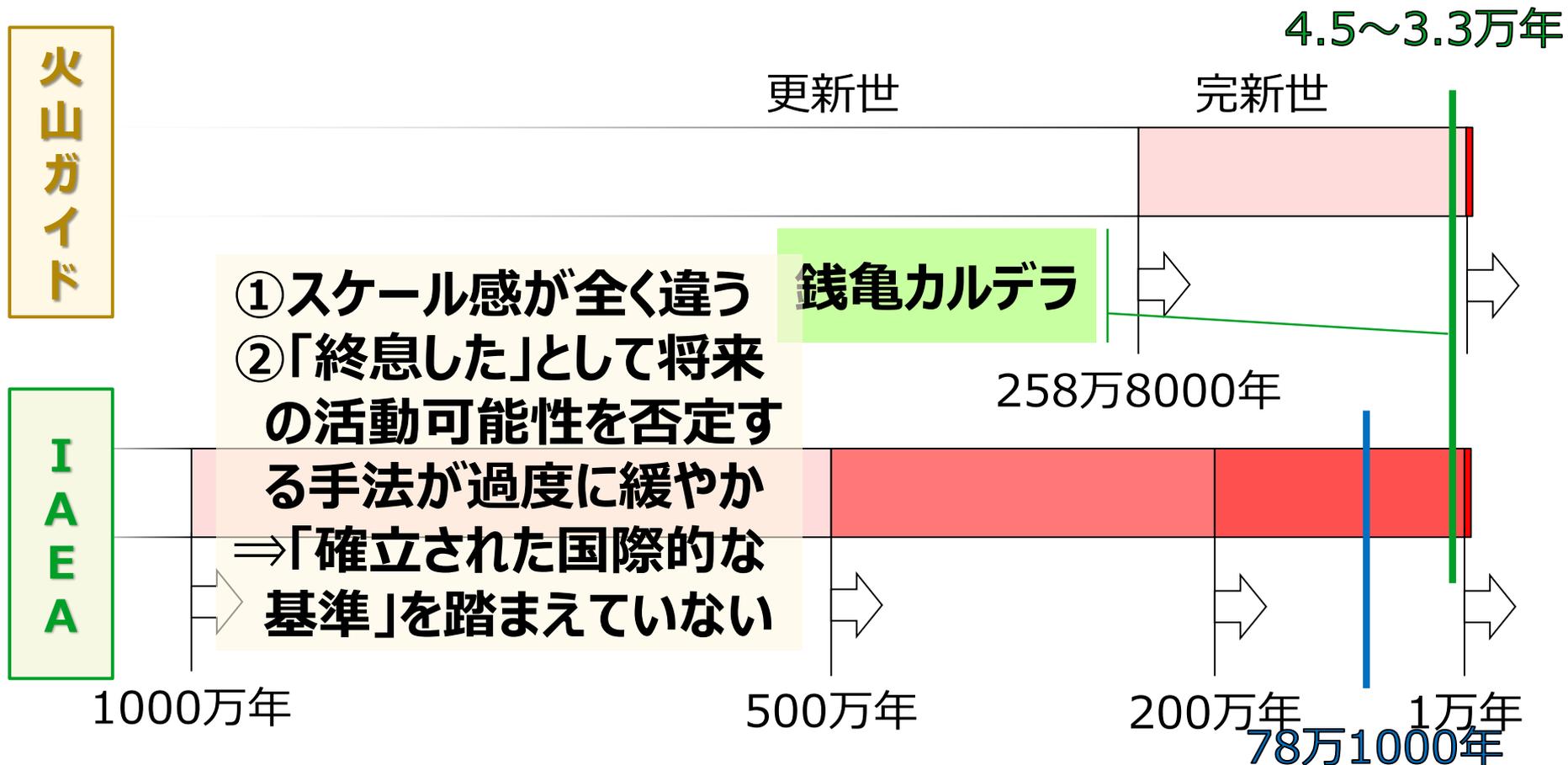
## IAEA安全基準に定める火山の抽出



- ① 1000万年以降は全て調査
- ② 過去1万年→将来の活動可能性が評価
- ③ 過去200万年→一般に将来の活動可能性あり
- ④ 活動的でないカルデラ→500万年
- ⑤ 前期更新世まで→**明らかな減衰傾向・明白な休止**

# II-1 IAEA安全基準と火山ガイド

## 火山ガイドとIAEA安全基準の比較



## Ⅱ-2 火山ガイドと電源開発の評価

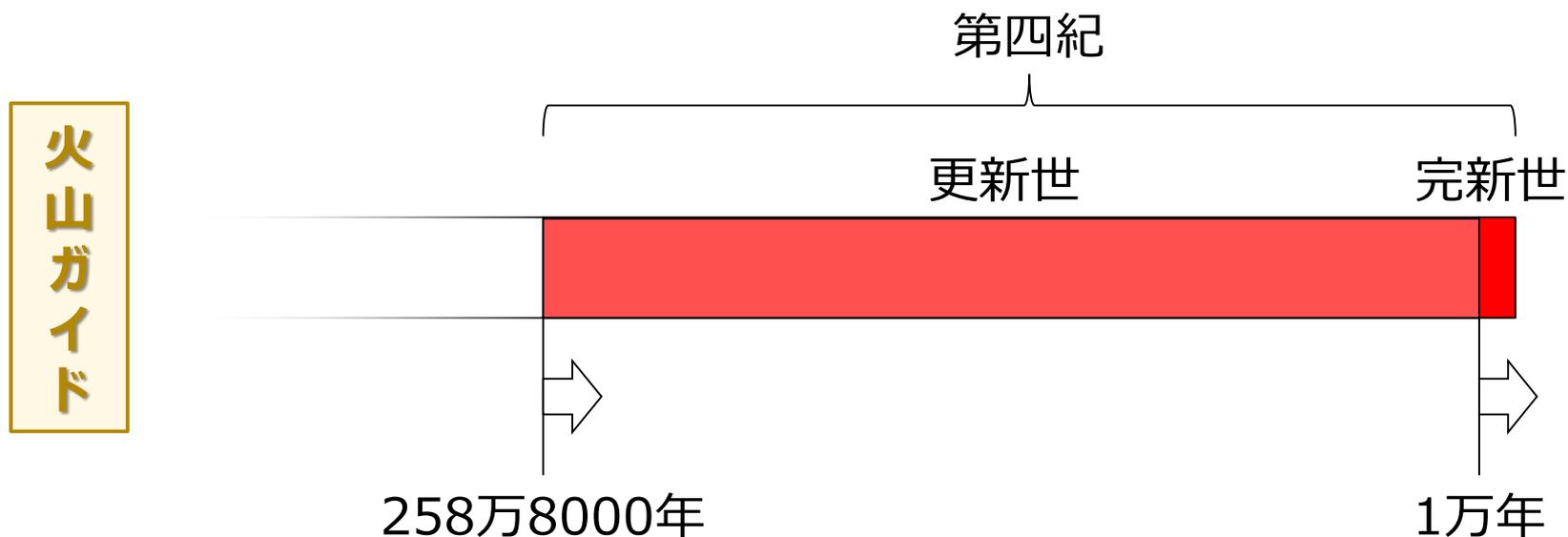
### 火山ガイドに定める火山の抽出



「**確立された国際的な基準を踏まえ**」たとか、IAEA安全基準に違反しないというためには、少なくとも、解釈によって、第四紀の火山については厳格に評価する必要がある（**合目的な限定解釈**）。

## Ⅱ-2 火山ガイドと電源開発の評価

### 火山ガイドに定める火山の抽出



「火山活動が終息する傾向が顕著であり、最後の活動終了からの期間が、その火山の最大活動休止期間より長い等」について、**IAEA安全基準と比較して遜色のない程度に厳格に解釈**する必要がある。

# II-2 火山ガイドと電源開発の評価

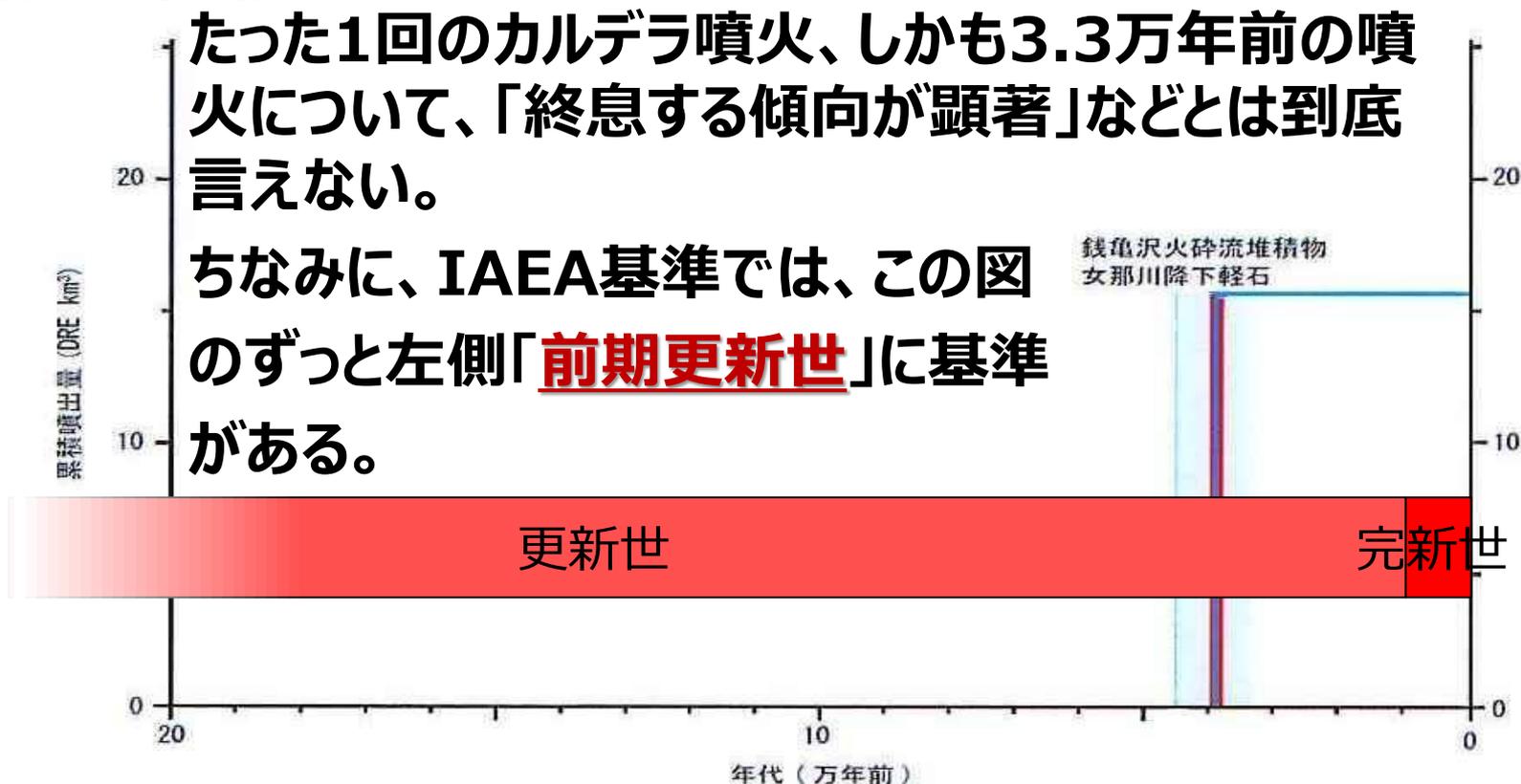
[階段ダイアグラム]

## 電源開発の評価

電源  
開発

たった1回のカルデラ噴火、しかも3.3万年前の噴火について、「終息する傾向が顕著」などとは到底言えない。

ちなみに、IAEA基準では、この図のずっと左側「**前期更新世**」に基準がある。



注1) カルデラ火山のため、1回で階段を立ち上げた  
なお、活動期間(青網掛け部)の中央で立ち上げた

# 内容

- I. はじめに-前提知識
- II. 立地評価の問題-火山の抽出
- III. 影響評価の問題①-最大層厚
- IV. 影響評価の問題②-大気中濃度
- V. まとめ

# Ⅲ 影響評価の問題①-最大層厚

1. 降下火砕物による影響
2. 電源開発の最大層厚評価
3. 過小評価の可能性

# Ⅲ-1 降下火砕物による影響

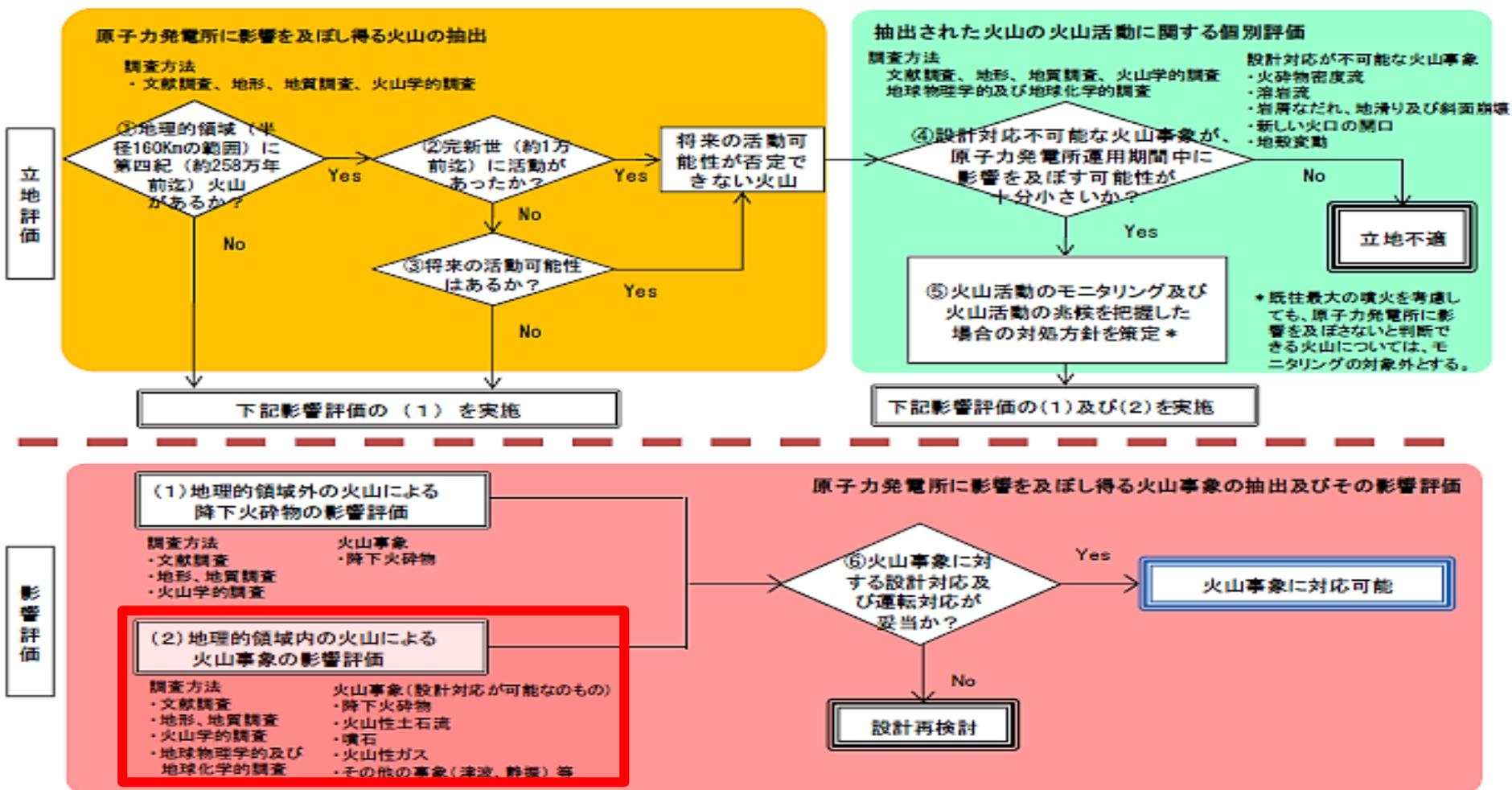


図1 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の基本フロー

# Ⅲ-1 降下火砕物による影響

- i. 一般的影響
- ii. 原発に関わる影響

## Ⅲ-1-i 一般的影響

### 厚さ10cm程度の降灰でどうなるか

▶健康障害：鼻やのどの炎症、呼吸器疾患の悪化。目に入ると角膜を傷つけ、角膜剥離や結膜炎。

▶建物被害：重さは雪の約10倍（ガラスなどのため）、水を吸うとさらに約1.5倍。重さに耐えられず倒壊する建物も。

**15cmの火山灰 = 2m超の積雪に相当。**

▶道路交通：**停電**、視界不良、ぬかるみなどで不通。

▶鉄道：漏電や架線切断。停電によって鉄道**システム全体がダウン**。信号機、ポイントなども故障。

▶雪のように**解けない**ため、時間の経過によっては事態が改善されない←災害の長期化

## Ⅲ-1-i 一般的影響

### 厚さ10cm程度の降灰でどうなるか

- ▶ 上下水道：ろ過用の砂などの目詰まり、ろ過機能の喪失。**長期にわたる給水停止。**
- ▶ 通信・放送：火山灰は**静電気**を帯びており（稲妻が発生）、電波障害を起こす。電波通信は正常な機能を喪失。
- ▶ 地上設置の通信ケーブル：送電線と同様、ケーブルの切断や柱の倒壊により機能喪失。停電により機能喪失。
- ▶ コンピュータ：室内の細かい灰が電子機器の内部に侵入、基板や電気回路に付着し、静電気により、**誤作動・故障。**

## Ⅲ-1-ii 原発に関わる影響

▶航空機：エンジン内部に付着、推進の低下、エンジン停止。  
1982年のインドネシアの噴火→ジャワ上空で巻き込まれたイギリスの飛行機で、エンジン4基全て停止。

2010年のアイスランドの噴火→大量の火山灰がヨーロッパ上空を広く覆い、約30か国で空港閉鎖、1週間以上混乱。

▶電気・ガス：火山灰は電気を通しやすく、濡れるとさらに電気を通しやすくなるため、碍子（がいし）の部分で漏電→長時間の停電。電線・電柱に積もって送電線の切断や電柱の倒壊。

▶非常用電源：吸気フィルタが目詰まり、機能喪失。

▶道路：火山灰が覆い、雨が降れば滑りやすくなって、可搬式電源車やポンプでの作業を著しく妨げる。

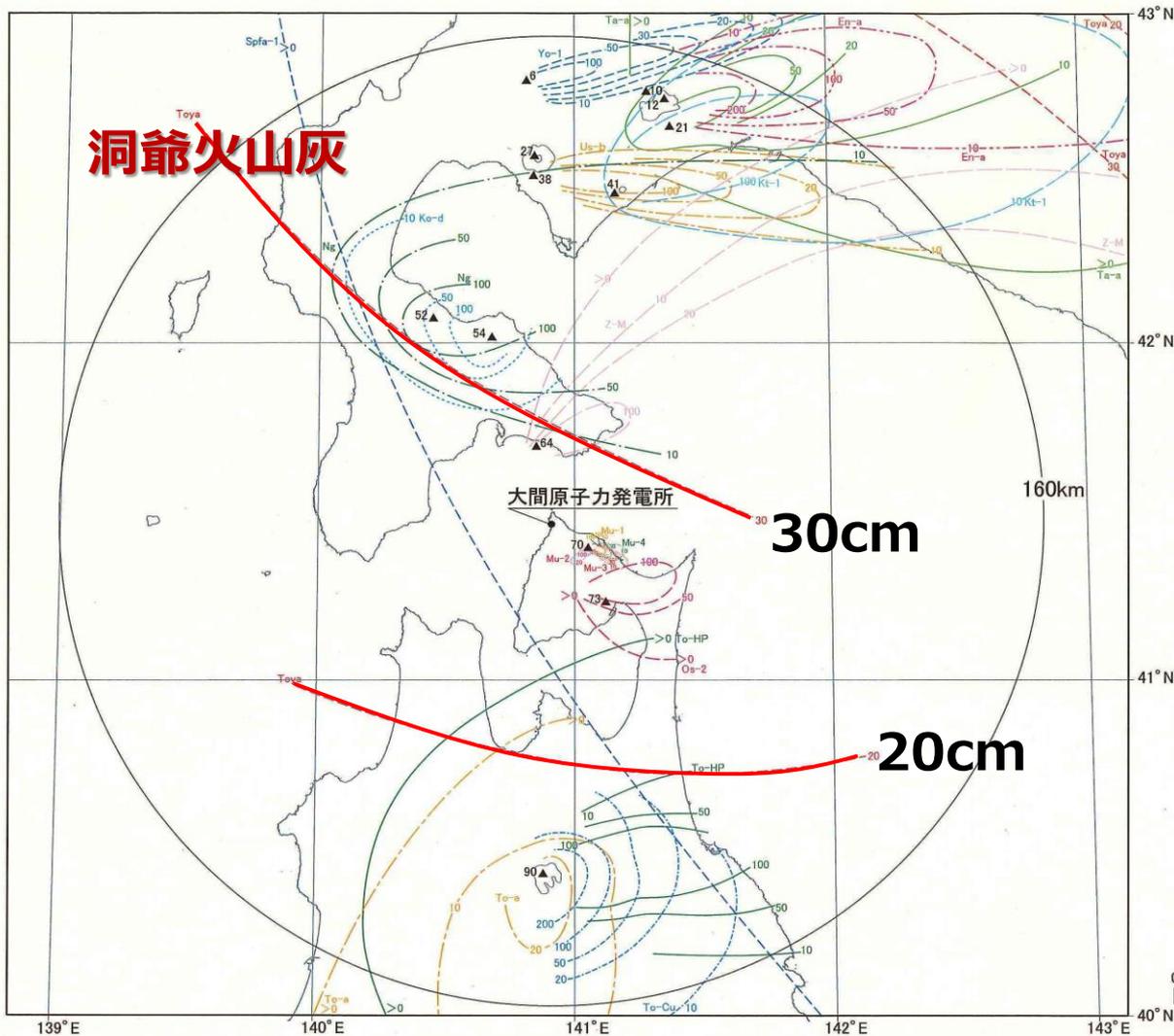
## Ⅲ-1-ii 原発に関わる影響

### 噴火の規模と炉心損傷頻度（CDF）への寄与

噴火の規模 (VEI)	噴火の頻度	炉心 損傷確率	炉心損傷頻度 (/炉年)	CDFの分布 (%)
4	1/1000年	0.01	$1 \times 10^{-5}$	8.3
5	5/10,000年	0.1	$5 \times 10^{-5}$	41.7
6	2/10,000年	0.25	$5 \times 10^{-5}$	41.7
7	1/100,000年	1	$1 \times 10^{-5}$	8.3
合計			$1.2 \times 10^{-4}$	100

(注) この表は、規模の小さな噴火の方が、大きな噴火（VEI=7）よりもCDFに対する寄与が大きな場合があることを例示するために作成したものであり、実例ではない。

# Ⅲ-2 電源開発の最大層厚評価



洞爺火山灰

大間原子力発電所

30cm

20cm

▶地質調査と文献調査

▶地質調査：

洞爺火山灰、阿蘇4火山灰及び銭亀女那川火山灰のうち、最大は洞爺火山灰の30cm

▶文献調査：

20～30cmとされている

∴最大30cm

# Ⅲ-3 過小評価の可能性

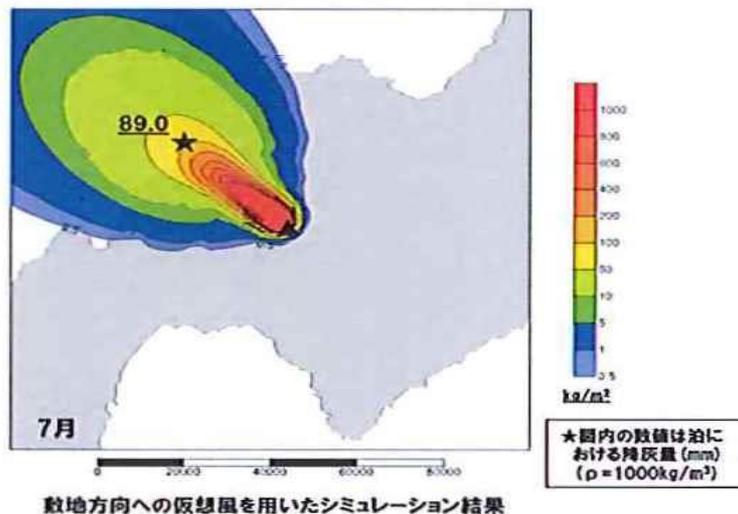
21

## 2.1 降下火砕物シミュレーション

21

シミュレーション結果(敷地方向への仮想風を使用)

○敷地方向への仮想風を用いた降下火砕物シミュレーションを実施した結果、敷地における降灰層厚は8.9cmとなった。



▶他の原発で行われているシミュレーションを行っていない。

←しなくても影響はないのか？

図 18: 羊蹄山噴火ケースで「敷地方向への仮想風を用いた」降灰層厚分布 (「泊発電所の火山影響評価に関するコメント回答 平成 26 年 2 月 25 日 北海道電力株式会社」 p.21 URL: <https://www.nsr.go.jp/data/000044540.pdf>)

## Ⅲ-3 過小評価の可能性

▶ **銭亀火山**について風向・風力を考慮したシミュレーションを行えば、本件原発に**100cm**の降下火砕物が積もる可能性もある。





# Ⅲ-3 過小評価の可能性

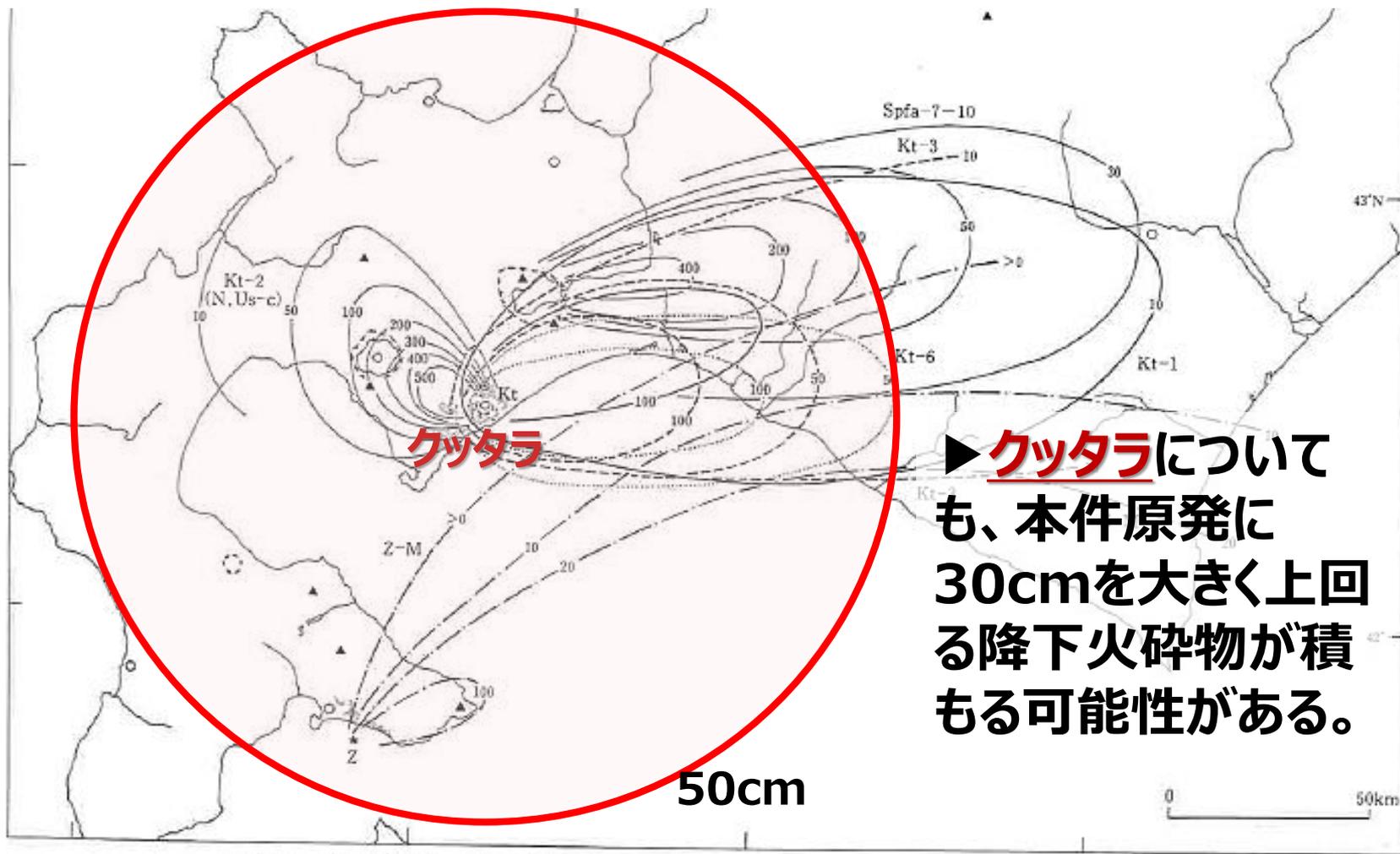


図 3.5-4 北海道南西部の後期更新世主要テフラの等層厚線図 (その2).

# 内容

- I. はじめに-前提知識
- II. 立地評価の問題-火山の抽出
- III. 影響評価の問題①-最大層厚
- IV. 影響評価の問題②-大気中濃度**
- V. まとめ

# IV 影響評価の問題②-大気中濃度

1. 他の原発における大気中濃度評価
2. 過小評価の可能性

# IV-1 他の原発における大気中濃度評価

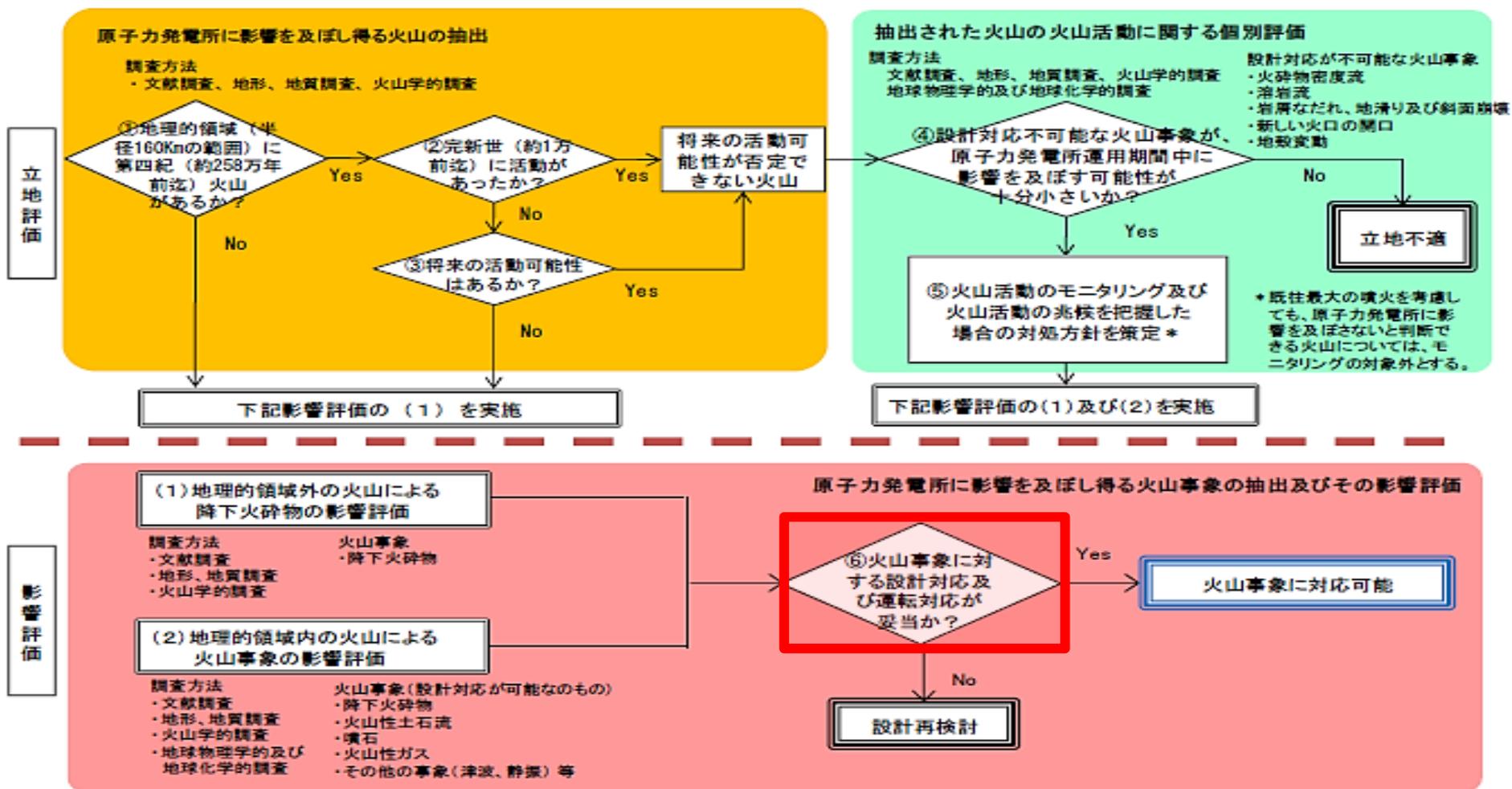


図1 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の基本フロー

# IV-1 他の原発における大気中濃度評価

- ▶ 電源開発は、大気中濃度の想定を公表していないため、現時点では判断ができない。
- ▶ ただし、川内原発や伊方原発においては、2010年アイスランド共和国南部のエイヤフィヤトラヨークトル氷河の噴火の際の大気中濃度 3,241 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を参考値として使用。
- ▶ 川内原発に関する宮崎支部決定は、これを「少なくとも10倍以上の過小評価」となっている疑いがある」と認定。

## IV-2 過小評価の可能性

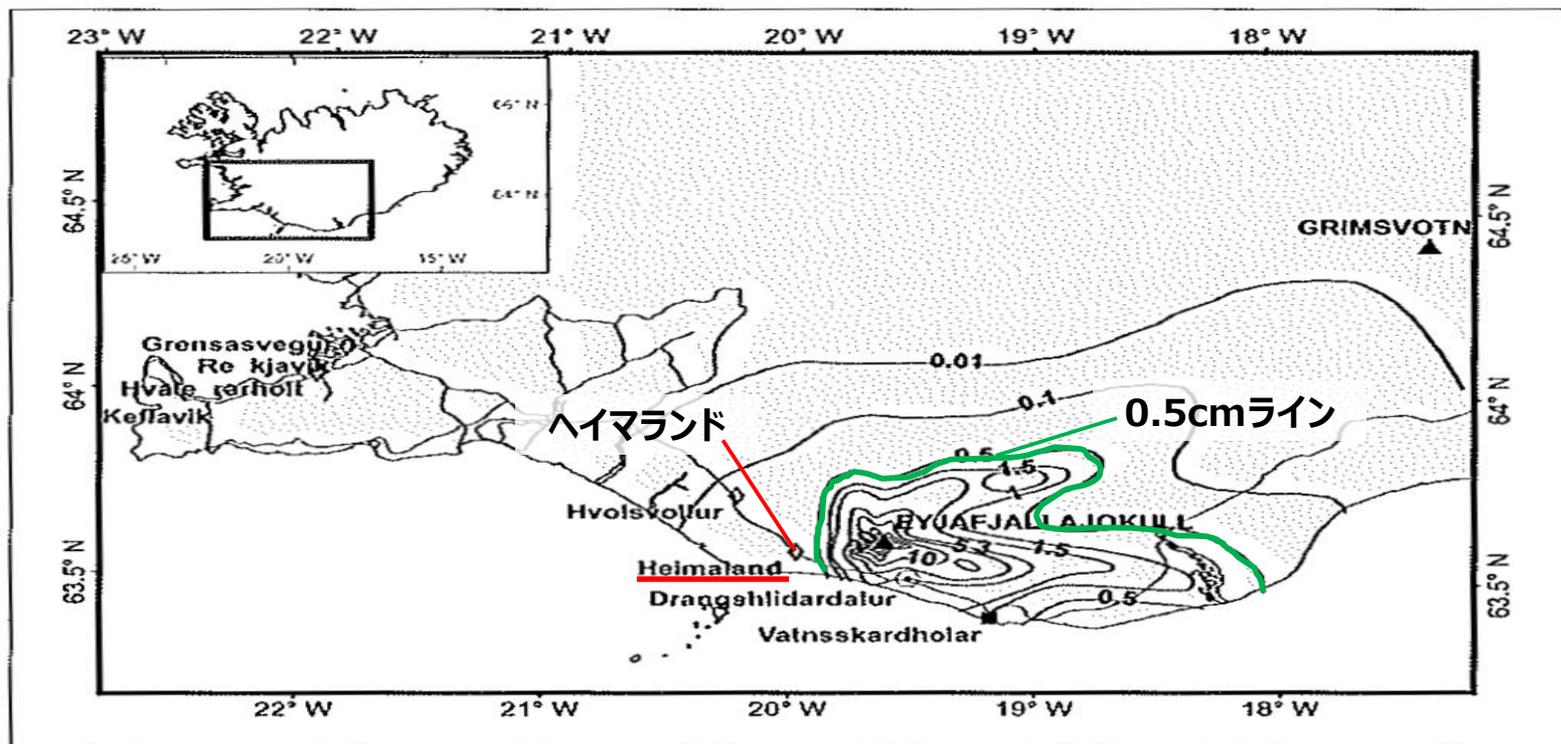


図 5: アイスランド 2010 春エイヤヒャトラ氷河噴火 火山灰降下測定地点及び降下等火山灰厚線図 (単位 cm, ResearchGate より取得した Journal of Geophysical Research Atmospheres, vol. 117, D00U10, Fig.1. URL: [http://www.researchgate.net/publication/258662565\\_Modeling\\_the\\_resuspension\\_of\\_ash\\_deposited\\_during\\_the\\_eruption\\_of\\_Eyjafjallajkull\\_in\\_spring\\_2010](http://www.researchgate.net/publication/258662565_Modeling_the_resuspension_of_ash_deposited_during_the_eruption_of_Eyjafjallajkull_in_spring_2010))

## IV-2 過小評価の可能性

### ▶川内原発・宮崎支部決定で主張された事情

①測定器がPM10測定用で、大きい火山灰は対象外

PM10 = 直径10 $\mu$ m以下 = 最大でも全体の25%程度

←実際には4倍以上の濃度となっている可能性がある

②直接降下した火砕物ではなく、再飛散値の測定

150mm積もる時間が、 6時間 = 270mg/m<sup>3</sup> (約80倍)

12時間 = 130mg/m<sup>3</sup> (約40倍)

24時間 = 70mg/m<sup>3</sup> (約20倍)

③そもそもハイマランドは0.5cm未満の降灰量での濃度

### ▶150mmが12時間かけて積もることを前提とした場合、

粒径1mmの濃度 → 565mg/m<sup>3</sup> (約175倍)

粒径150 $\mu$ mの濃度 → 1,430mg/m<sup>3</sup> (約440倍)

# 内容

- I. はじめに-前提知識
- II. 立地評価の問題-火山の抽出
- III. 影響評価の問題①-最大層厚
- IV. 影響評価の問題②-大気中濃度
- V. まとめ

# V まとめ

## ▶ 立地評価

- ① 火山ガイドの定めは「確立された国際的な基準」を踏まえたものとなっていない→原基法2条2項、設置法1条、炉規法43条の3の8第2項、43条の3の6第1項4号に違反。
- ② 仮に①が言えないとしても、電源開発の申請書に記載された火山の抽出は、火山ガイドに反しており、このまま設置変更許可がなされれば、看過し難い過誤・欠落に該当する。
- ③ 適切に火山を抽出すれば、「銭亀カルデラ」については個別評価すべきであり、火砕物密度流が本件原発に到来する可能性がある→立地不適。

# V まとめ

## ▶ 影響評価

- ① 最大層厚について、風向・風力を考慮したシミュレーションを行っていないため、適切な想定となっていない。適切に想定すれば、30cmという想定を大幅に上回る100cmを超える降下火砕物が積もる可能性が否定できない。
- ② ハイマランドでの実測値は i 層厚0.5cm未満の場所で、ii PM10測定器を用いてした、iii 再飛散値であり、実際の大気中火山灰濃度は、想定のも3,241 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を上回る可能性があるが、大気中濃度の計算根拠を明らかにしていない。