

原発の新規制基準の「火山評価ガイド」と適合性審査の問題点

小山真人（静岡大学防災総合センター）

問題の経緯

2011年3月 東日本大震災と福島第一原発震災の発災

2012年9月 原子力規制委員会の発足

同年10月 発電用軽水型原子炉の新規制基準に関する検討チーム発足

2013年5月 実用発電用原子炉の新規制基準（火山リスクに関するガイドライン「火山影響評価ガイド」を含む）へのパブリックコメント

同年7月 実用発電用原子炉の新規制基準の制定

2014年4月 原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合の開始

同年8月 川内原発の発電用原子炉設置変更許可申請書に関する審査書案へのパブリックコメント

同年9月 川内原発の適合審査書が決定

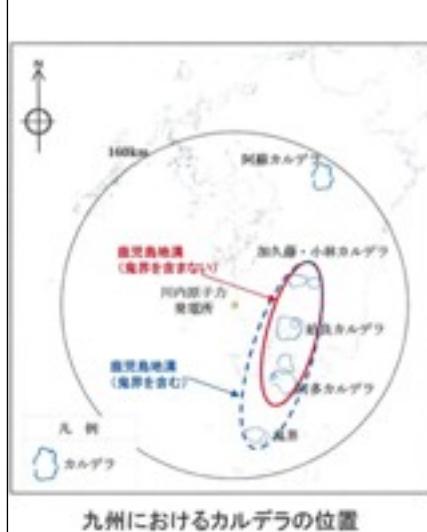
同年9月 原子力施設における火山活動のモニタリングに関する検討チームの発足

1. カルデラ噴火の再来間隔予測の問題

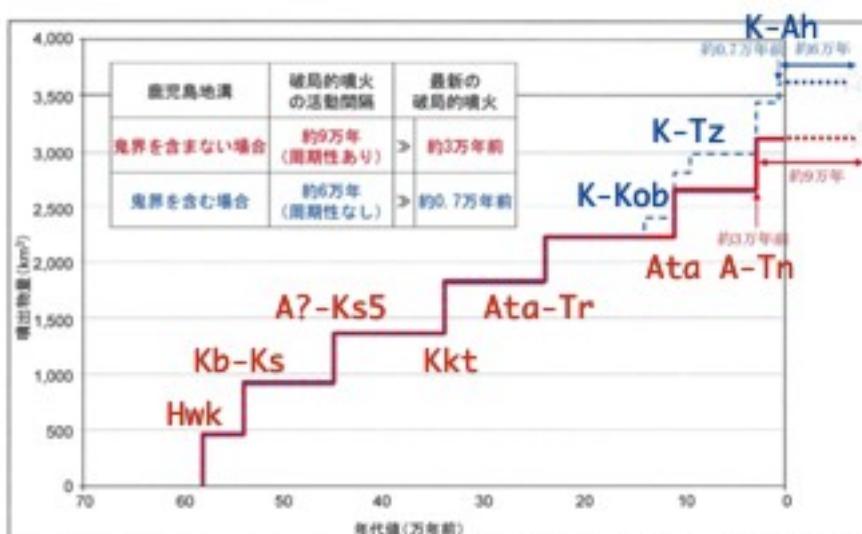
3.1 (1) 南部九州におけるカルデラの概要

九州電力 (2014)

- 鹿児島地溝においては、約60万年前以降に破局的噴火が複数回発生している。
- 鬼界を含まない鹿児島地溝における破局的噴火の活動間隔は約9万年であり、当該地域における最新の破局的噴火は約3.0万年前である。
- 鬼界を含む鹿児島地溝における破局的噴火の活動間隔は約6万年であり、当該地域における最新の破局的噴火は約0.7万年前である。
- 鹿児島地溝については、鬼界を含む、含まないに関わらず、破局的噴火の間隔は、最新の破局的噴火からの経過時間に比べて十分長く、運用期間中における破局的噴火の可能性は十分低いと考えられる。

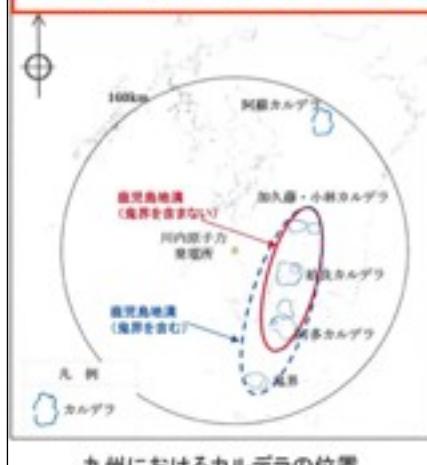


九州におけるカルデラの位置

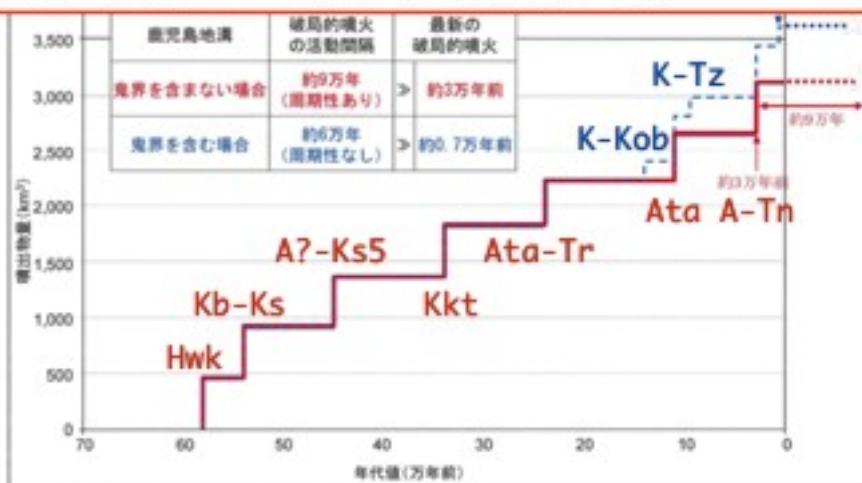


・内閣府中央防災会議「災害教訓の継承に関する専門調査会報告書(平成23年3月)によると、「鹿児島地溝の内部には、巨大なカルデラが連なっている。北から加久藤カルデラ、姶良カルデラ、阿蘇カルデラであり、その南方には鹿児島地溝との関係は不明であるが鬼界カルデラが存在する。」とされている。

- そもそも複数のカルデラをまとめた階段図の物理モデルが不明確（偶然できた見栄えの良いものを採用？）
- 同じ160km圏内にある阿蘇を考慮から外すなど、データの取捨選択に恣意性が認められる
- ほとんどの噴出量を500立方kmにそろえたのは意図的？
- 独自のデータセットであり客観性が担保されていない
- エラーパーを表示せず、噴出量の推定誤差が大きいことを不問にしている（審査会合での誤差の議論なし）



九州におけるカルデラの位置



1. カルデラ噴火の再来間隔予測の問題

3-4 不規則型

すでに述べたように、実際の火山の噴出量階段図には不規則な形状をもつものが多い。噴出量階段図が不規則な形状を示す原因については (I) 噴火年代と噴出量の測定誤差、(II) 買入事件の影響、(III) マグマ溜り内マグマの物性・組成の進化、(IV) 地下深部からのマグマ供給率の変化、(V) マグマ供給系の構造の変化、(VI) 噴出量階段図の大局的形状に影響をあたえない小規模噴火の存在、(VII) 地殻応力場の変化の7つが考えられる。このうち (II)～(V) は、本節の最初で述べた階段図の形状に影響をおよぼし得る要因のうちの内因、(VII) は外因に相当する。

これらの原因のうち、(I) の噴火年代と噴出量の測定誤差は、時間予測・噴出量予測・完全周期・不規則の4種の型を区別する上で重要な問題であるが、測定方法論の問題であるためここでは立ち入らない。それ以外の (II)～(VI) が噴出量階段図の形状を不規則にする理由を実例をあげて説明し、それを見きわめる方法について議論する。なお、(VII) 地殻応力場の変化のあたえる影響については次節で議論する。

小山・吉田 (1994)

論 説

噴出量の累積変化からみた火山の噴火史と地

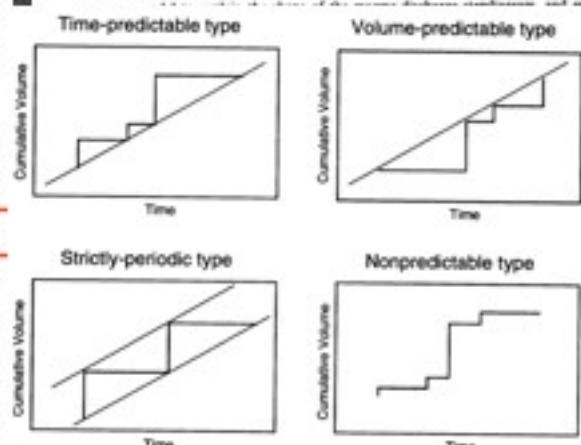
小山 真人*・吉田 浩**

(1994年2月18日受付、1994年6月28日受理)

Relationship between Eruptive History and Crustal Stress Field Based Changes in Magma Discharge from Volcanoes

MASATO KOYAMA* and YUTAKA YOSHIDA**

A magma-discharge stepdiagram, which shows a relationship between time and cumulative volume of a volcano, is a useful tool for estimating a magma supply/discharge system.



Four types of cumulative changes in magma discharge (magma-discharge stepdiagram) from a volcano

1. カルデラ噴火の再来間隔予測の問題

3-4 不規則型

すでに述べたように、実際の火山の噴出量階段図には不規則な形状をもつものが多い。噴出量階段図が不規則な形状を示す原因については (I) 噴火年代と噴出量の測定誤差、(II) 買入事件の影響、(III) マグマ溜り内マグマの物性・組成の進化、(IV) 地下深部からのマグマ供給率の変化、(V) マグマ供給系の構造の変化、(VI) 噴出量階段図の大局的形状に影響をあたえない小規模噴火の存在、(VII) 地殻応力場の変化のうち (II)～(V) は、本節の最初で述べた階段図の形状に影響をおよぼし得る要因のうちの内因、(VII) は外因に相当する。

これらの原因のうち、測定誤差は、時間予測・噴出量の型を区別する上で重要な問題であるためここでは (II)～(VI) が噴出量階段図の形状を不規則にする理由を実例をあげて説明し、それを見きわめる方法について議論する。なお、(VII) 地殻応力場の変化については次節で議論する。

小山・吉田 (1994)

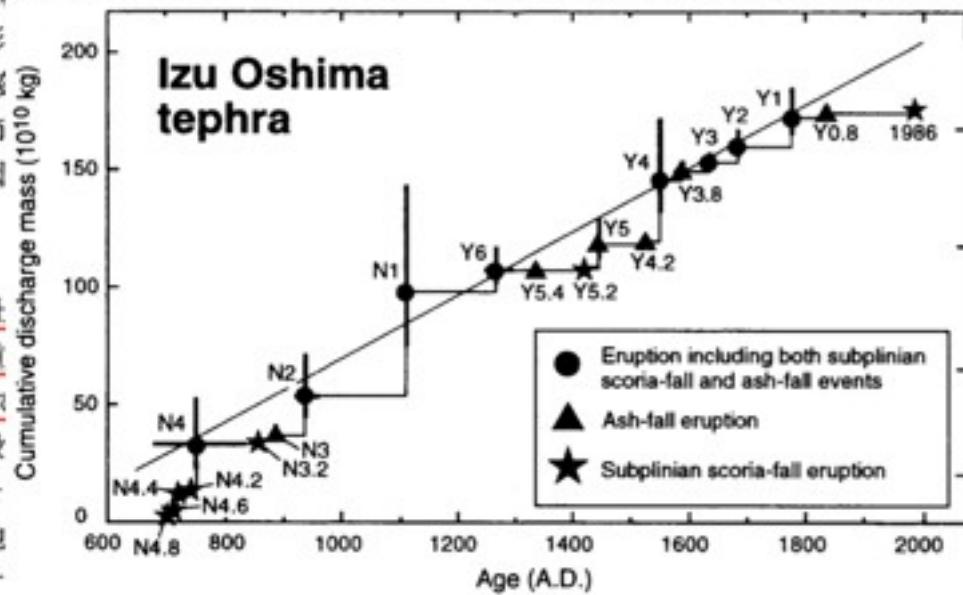
論 説

噴出量の累積変化からみた火山の噴火史と地

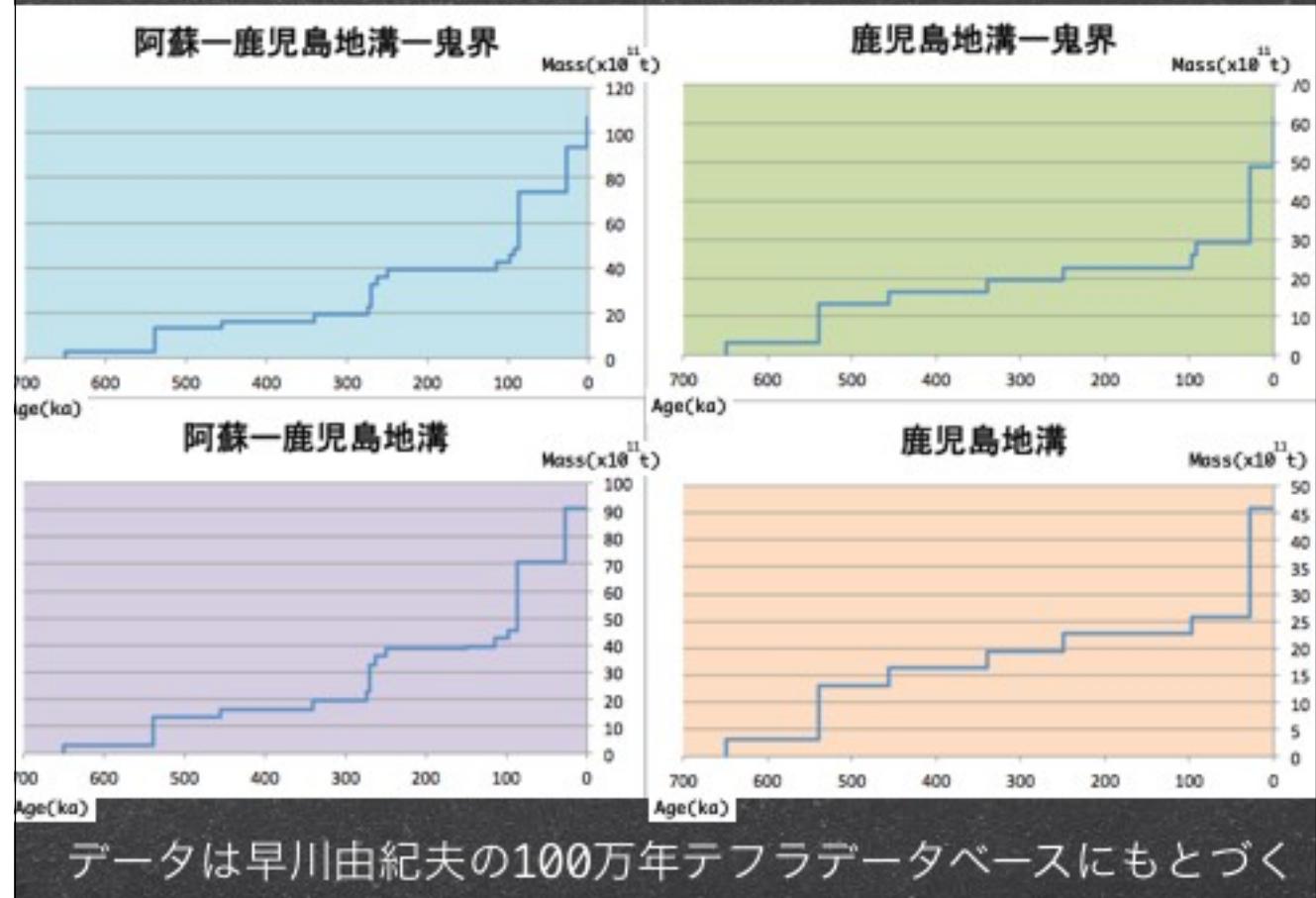
小山 真人*・吉田 浩**

(1994年2月18日受付、1994年6月28日受理)

Relationship between Eruptive History and Crustal Stress Field Based Changes in Magma Discharge from Volcanoes



1. カルデラ噴火の再来間隔予測の問題



1. カルデラ噴火の再来間隔予測の問題

町田・新井 (2003) 九州における中・前期更新世の大規模テフラリスト 表4.3-1 九州における

テ フ ラ	記 号	給源火山	堆積様式	年代 ka (測定方法), (古地磁気の極性)	模 式 地	対 番
<u>南九州</u>						
小アビ山 ^①	Kob	鬼界	pfl	140±20 (KA)*	薩摩硫黄島坂本	
小瀬田 ^②	Ksd	鬼界?	pfl	580±80 (ITPFT) ^③	上屋久町小瀬田	Ksm10?
阿多島浜	Ata-Th	阿多	pfa, pfl	240 (ST), MIS 8.0 <N>	大根占町中西	4.1 節参照
加久藤	Kkt	加久藤	pfa, pfl	330~340 : 340±10 (KA)*, MIS 9/10, <N>	人吉市血氣ヶ峰	4.1 節参照
吉田麓 ^④	Ysf	?	水成 ash	Oda との層位関係不明	吉田町城ノ内	
小田 ^⑤	Oda	姶良	afa, pfl	420~450 (ST), MIS 12	隼人町小田西	Ksm5? ^⑥
吉野 ^{⑦-⑧}	Ysn	姶良	pfl	ca. 500 (FT) ^⑨ , <N>	鹿児島市竜ヶ水	Nbk に似る
鍋倉 ^⑩	Nbk	姶良	pfl	490±60 (ITPFT) ^⑪ , <N>	姶良町鍋倉	Ysn に似る
磯 ^⑫	ls	姶良	pfa, pfl	MIS 13-14 ?, Ysn が覆う古 土壤の下位。Kb-Ksとの関 係不明	鹿児島市竜ヶ水, 磯	
小林笠森	Kb-Ks	小林? 加久 藤?	pfl, pfa, pfl	520~530 (ST), MIS 13.5	高岡町二反野瀬越	4.1 節参照
樋脇	Hwk	姶良?	pfl, afa	570±30, 580±30 (KA)*, MIS 15, <N>	鹿児島市河頭, 人 吉市血氣ヶ峰	4.1 節参照

1. カルデラ噴火の再来間隔予測の問題

町田・新井 (2003) 九州における中・前期更新世の大規模テフラリスト 表 4.3-1 九州における

テ フ	テ フ ラ	記 号	給源火山	堆積様式	年代 ka (測定方法), (古地磁気の極性)	模 式
南九州						
小アビ山 ¹³	阿久根 ¹⁴	Akn1	?	pfl	ca. 1.9-2.3 Ma (FT) ¹⁵ , 確 実な層位不明	阿久根市阿
小瀬田 ¹⁶	花野 I, II ¹⁷	Kno	姶良?	pfl	1.83±0.07, 1.88±0.08 Ma (KA)*, 1~0.9 Ma (FT) ¹⁸ , (R)	鹿児島市河
阿多島浜						
加久藤	河頭 ^{19, 20}	Kgs	姶良?	pfl	(R)	鹿児島市河
古田麓 ²¹	熔岩 ²²	Ygn	?	pfl		垂水市牛根
小田 ²³	麓 ²⁴	Fmt	姶良?	pfl	ca. 1.8 Ma (KA)	垂水市牛根
吉野 ^{25, 26}	脇登 ²⁷	Wkn	姶良?	pfl	ca. 2.2 Ma (FT)	垂水市脇登
鍋倉 ²⁸	大野原 ²⁹	Onh	姶良?	pfl	2.74±0.7, 2.78±0.07 Ma (KA)*	垂水市牛根
磯 ³⁰	伊作 ^{31, 32}	Izk	姶良?	pfl	2.9-3.1 Ma (KA), (R)	鹿児島市五
小林笠森	仮屋 ³³	Kry	?	pfl	Hwk の下位	田野町仮屋
	鶯 ³⁴	Sgs	?	pfl	880±60 (KA)*	田野町鶯
樋脇	田町 ³⁵	Tmc	?	pfl	ca. 1.2 Ma (FT) ³⁶ , Kkt が 覆う隕層の下位	人吉市田町

1. カルデラ噴火の再来間隔予測の問題

町田・新井 (2003) 遠隔地から飛来したと考えられる中・前期更新世の大規模テフラリスト

表 4.3-6 遠隔地から飛来したと考えられる中・前期更新世テフラ (主に細粒のガラス質火山灰)

対比欄に記したテフラ名のうち、4.1, 4.2節に記載した広域テフラは記号のみ、他は正式名称である。

(1) 九州・四国・中国

テ フ ラ	記 号	層 位・年 代	対 比	主 な 矿 物	火 山 ガ ラ ス タ イ プ	o p x %	h o , c u m %
a 九州							
安房 ³⁷	Amb	780±70 (JTPFT) ³⁸		bi, (opx, ho; qt)	pm, bw 1.494-1.498	1.718-1.722	1.675-1.681
丹生	Kkt	大在層最上部、高 位段丘	Kkt	opx, cpx, (ho)	bw 1.500-1.502	1.718-1.724	
白まるバンド ³⁹	Hwk	阿蘇野層、野上層 (構成)	Hwk	ho, opx; qt	bw, pm 1.498-1.501	1.705-1.710	1.665-1.673
b 中国							
市ヶ原 ⁴⁰	Itg	西条湖成層		(opx, cpx; bi)	bw 1.500-1.502 (1.501)		
保田 ⁴¹	Hda	同上	Hwk?	(ho, opx)	pm, bw 1.498-1.500 (1.499)		
国近 ⁴²	Kun	同上		ho, cpx, (bi)	1.501-1.503	1.702-1.708	
檜谷 ⁴³	Hnd	同上		opx, cpx	pm 1.504-1.509 (1.506-1.508)	1.704-1.708	
岡郷 ⁴⁴	Okg	同上	Se-Tg	(opx; bi)	pm 1.500-1.503 (1.501-1.502)	1.700-1.707	1.685-1.689
植原 ⁴⁵	Nrh	同上, 610, 790 (FT)		(ho, cum)	bw, pm 1.497-1.501 (1.498-1.500)		1.677-1.682; cum 1.660-1.663
今田 ⁴⁶	Imd	同上, Nrh との関 係不明		ho, (cum)	bw, pm 1.499-1.501		1.668-1.677; cum 1.660-1.663
c 四国							

町田・新井 (2003) 遠隔地から飛来したと考えられる中・前期更新世の大規模テフラリスト

テ フ ラ	記 号	層 位・年 代	対 比	主 な 鉱 物	火 山 ガ ラ ス タ イ プ n	opx T	ho, cum n ₂
b 下緑層群							
上泉 2 ⁰	Km2	上泉層	大磯丘陵 TCu-1	opx, cpx		1.710-1.722 (1.718)*	
上泉 1 ⁰	Km1	MIS 8 ?, 上泉層	Aso-1	(opx, cpx)	pm, bw	1.515-1.521	
藪 5 ⁰	Yb5	瀬又層 (藪層) 上部	八ヶ岳 BBP or BP	ho, cum, (bi)	pm	1.500-1.503 (1.500-1.502)	1.664-1.670 (1.667-1.668); cum 1.655-1.6 (1.658)
藪 1 ⁰	Ybl	MIS 9, 藪層	大町 Apms	bi, ho; qt	pm, bw	1.497-1.499	1.688-1.693
地蔵堂 4 ^{1,0}	J4	MIS 11-10, 地蔵堂層	TE-5, 大町A ₁ Pm +八ヶ岳ho白pm	bi, ho, (opx); qt			1.665-1.672
地蔵堂 1 ⁰	J1	MIS 11, 地蔵堂層		(opx, ho); qt	pm	1.499-1.506	1.705-1.720
c 上緑層群							
笠森 5 ⁰	Ksm5	MIS 12, 笠森層上部	多摩 TFV	(ho, opx, cpx)	pm, bw	1.504-1.506 (1.505)	
笠森 10 ⁰	Ksm10	笠森層		(ho, opx, bi)	pm, bw	1.499-1.501	
笠森 11 ⁰	Ksm11	笠森層	Kb-Ks	(bi, ho, opx, cpx)	bw, pm	1.504-1.507	
笠森 12 ⁰	Ksm12	笠森層		ho, (opx)	pm	1.526-1.532	1.687-1.693
笠森 15 ⁰	Ksm15	笠森層		opx, cpx	pm	1.510-1.519	1.737-1.740
笠森 18 ⁰	Ksm18	MIS 13, 笠森層	Hwk	(ho, opx)	pm, bw	1.500-1.501	
笠森 22 ⁰	Ksm22	MIS 14, 笠森層	KMT	(bi, opx)	pm	1.500-1.501	
長南 1 ⁰	Ch1	長南層		(opx, cpx, ho)	pm	1.512-1.514	

町田・新井 (2003) 遠隔地から飛来したと考えられる中・前期更新世の大規模テフラリスト

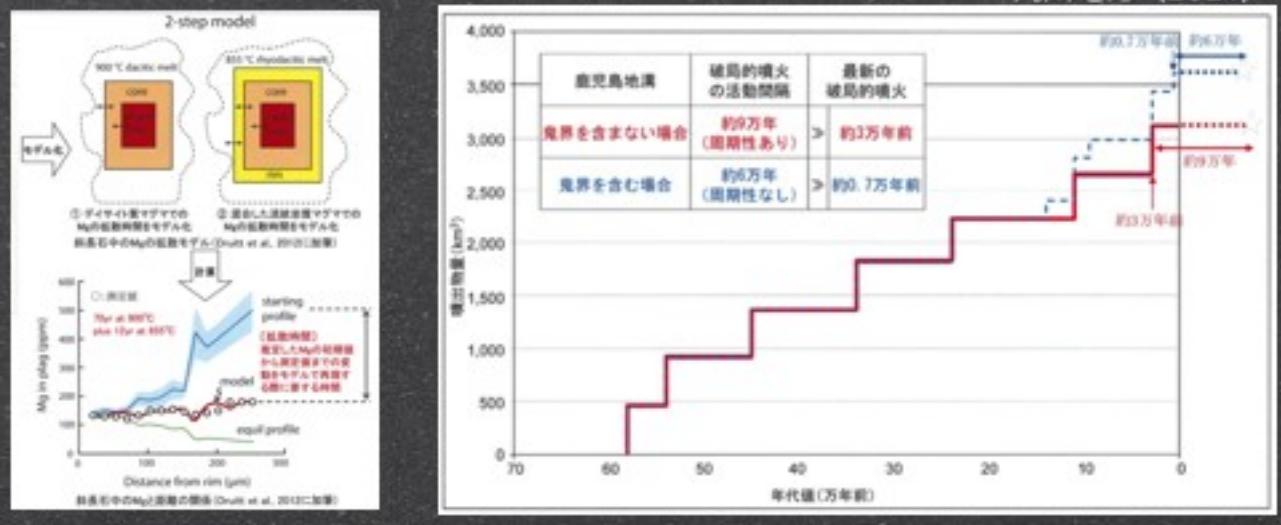
テ フ ラ	記 号	層 位・年 代	対 比	主 な 鉱 物	火 山 ガ ラ ス タ イ プ n	opx T	ho, cum n ₂
b 下緑層群							
上泉 2 ⁰	Km2	上泉層	大磯丘陵 TCu-1	opx, cpx		1.710-1.722 (1.718)*	
上泉 1 ⁰	Km1	MIS 8 ?, 上泉層	Aso-1	(opx, cpx)	pm, bw	1.515-1.521	
藪 5 ⁰	Yb5	瀬又層 (藪層) 上部	八ヶ岳 BBP or BP	ho, cum, (bi)	pm	1.500-1.503 (1.500-1.502)	1.664-1.670 (1.667-1.668); cum 1.655-1.6 (1.658)

・中期更新世に関しては、起源カルテラが特定できていない広域テフラが多数ある。今後データが増え、階段図の形状は変化していくだろう。現状での規則性は見かけのものである可能性が高い。

笠森 10 ⁰	Ksm10	部 笠森層		(ho, opx, bi)	(1.505) pm, bw	1.499-1.501	
笠森 11 ⁰	Ksm11	笠森層	Kb-Ks	(bi, ho, opx, cpx)	bw, pm	1.504-1.507	
笠森 12 ⁰	Ksm12	笠森層		ho, (opx)	pm	1.526-1.532	1.687-1.693
笠森 15 ⁰	Ksm15	笠森層		opx, cpx	pm	1.510-1.519	1.737-1.740
笠森 18 ⁰	Ksm18	MIS 13, 笠森層	Hwk	(ho, opx)	pm, bw	1.500-1.501	
笠森 22 ⁰	Ksm22	MIS 14, 笠森層	KMT	(bi, opx)	pm	1.500-1.501	
長南 1 ⁰	Ch1	長南層		(opx, cpx, ho)	pm	1.512-1.514	

そもそも規制委員会の評価には、国際査読ジャーナルに掲載されたレベルの高い研究成果と、コンサルタント企業の担当者が報告書に書いたような思いつき程度の分析結果が混在し、同列に扱われている点がはなはだ疑問である。

九州電力 (2014)

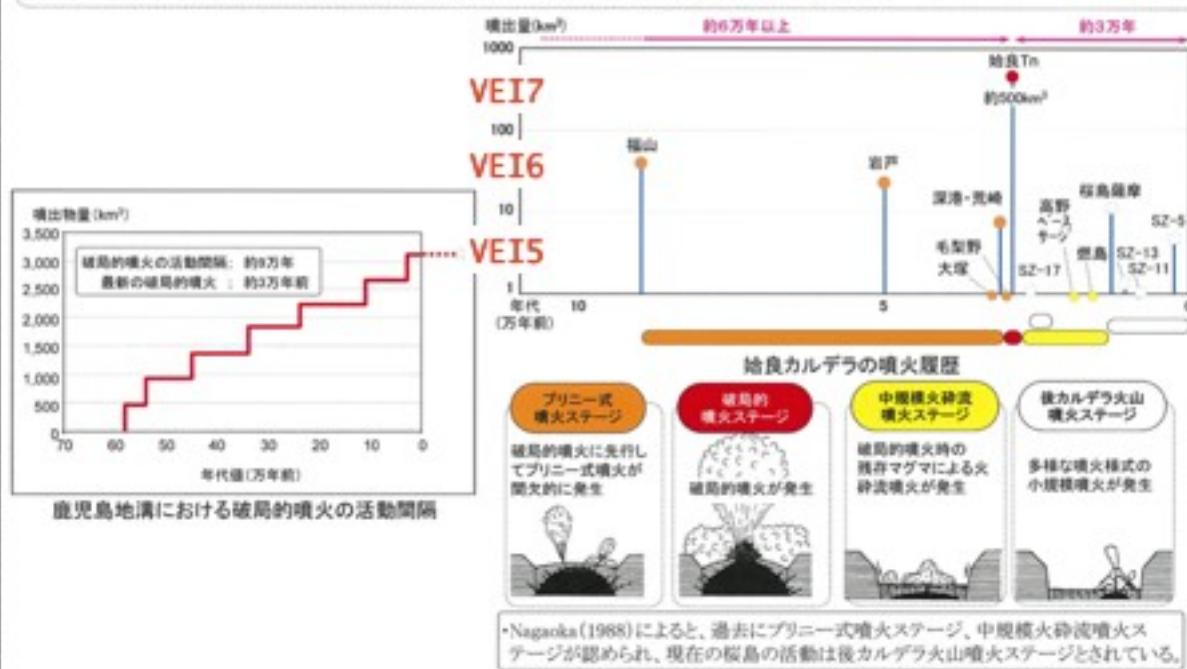


3. 噴火ステージ推定の問題 4. VEI6程度の噴火の問題

3.2 (2) 始良カルデラ【噴火履歴による検討】

九州電力 (2014)

- 前述の鹿児島地溝における破局的噴火の活動間隔に関する検討から、運用期間中における破局的噴火の可能性は十分低いと考えられる。
- 破局的噴火の活動間隔(約6万年以上)は、最新の破局的噴火からの経過時間(約3万年)に比べて十分長いこと、現在、破局的噴火に先行して発生するブリニー式噴火ステージの兆候が認められないことから、破局的噴火までには十分な時間的余裕があると考えられる。
- 始良カルデラにおける現在の噴火活動は、桜島における後カルデラ火山噴火ステージと考えられる。

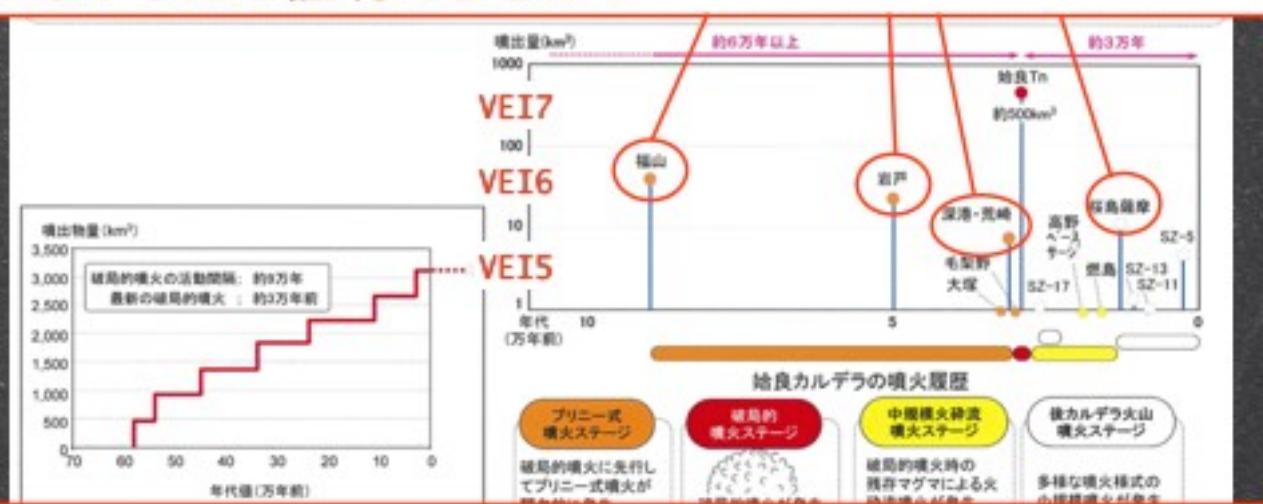


3. 噴火ステージ推定の問題 4. VEI6程度の噴火の問題

3.2 (2) 始良カルデラ【噴火履歴による検討】

九州電力 (2014)

・VEI 6 (あるいはVEI 5) の噴火はVEI 7 の未遂事件でなかったと証明できるか?



それができなければ、カルデラ噴火のステージ分けも成り立たないし、M7噴火の頻度も当てにならない。

Nagara (1968)によると、過去にノブー、武骨八ヶ原、中規模火碎流噴火ステージが認められ、現在の桜島の活動は後カルデラ火山噴火ステージとされている。

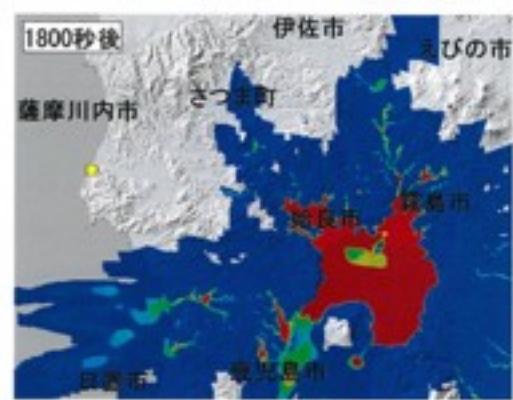
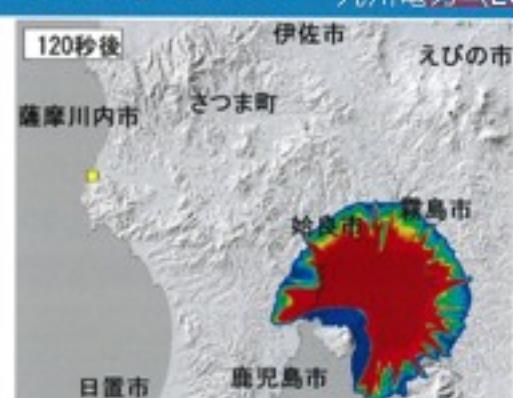
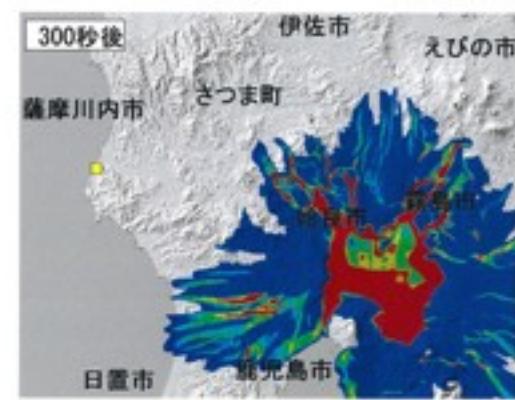
19

5. 地域防災計画との連携の問題

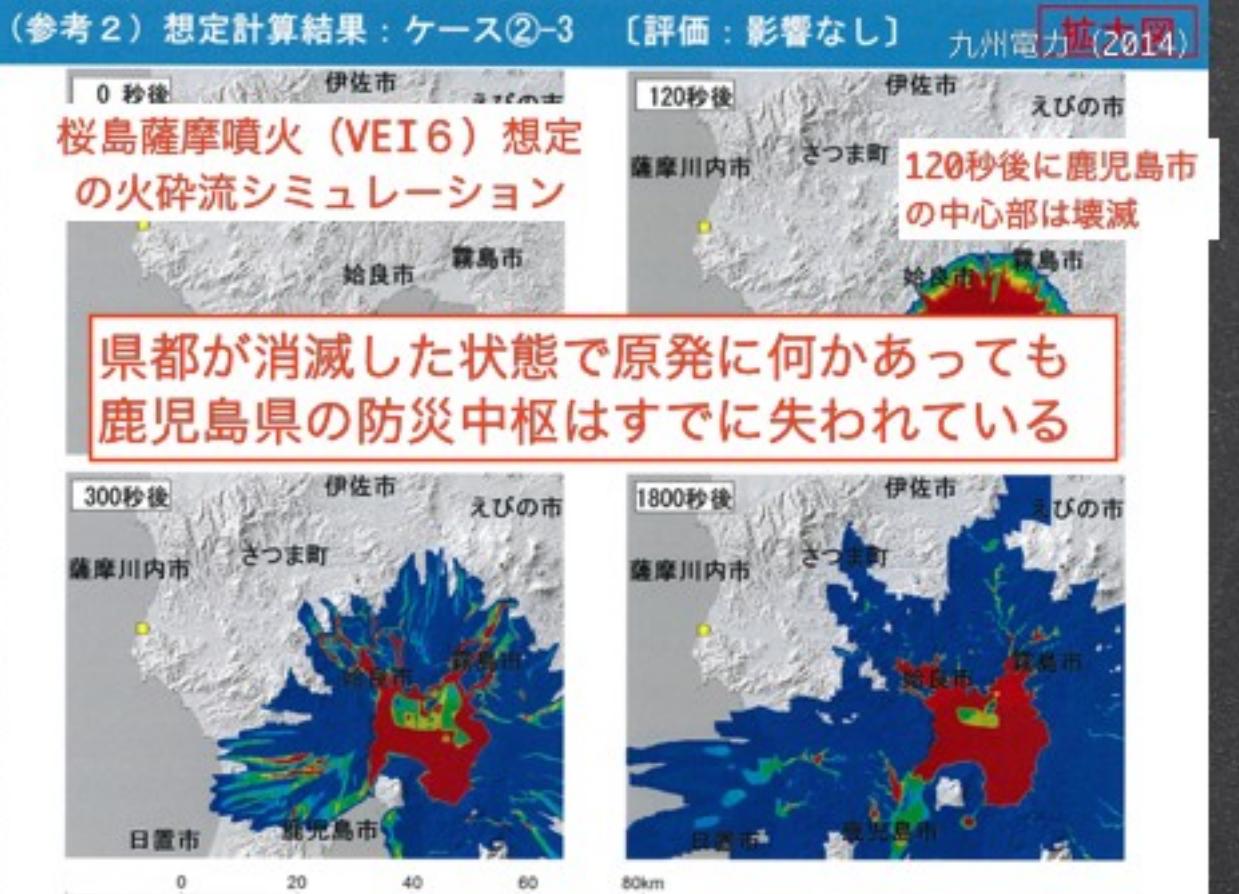
(参考2) 想定計算結果：ケース②-3

[評価：影響なし]

九州電力 (2014)



5. 地域防災計画との連携の問題



5. 地域防災計画との連携の問題

第4節 予想される災害のシナリオ

鹿児島県地域防災計画火山対策編（2013）

桜島の今後の大噴火に伴う現象の想定は、その規模、噴火場所、災害要因等がどのようにあるか、現在の科学でも困難である。今後、大正3年の噴火程度のもの、あるいはそれ以上の桜島全体が噴火口となり島が消滅してしまうほどの噴火等、いずれの可能性も考えられる。

しかし、桜島が生成して以来、島が消滅するほどの大噴火は発生しておらず、将来発生の可能性は、何千年に1回といった程度の極めて少ない発生率でしか考えられない。このため、島が消滅するほどの大噴火を想定した対策計画は、非現実的であるといえる。

桜島の噴火のうちで歴史時代に発生した災害規模の噴火は、近い将来における発生が十分考えられ、その程度の想定に基づく対策計画が現実的である。したがって、歴史時代の噴火記録の中で最も大きかったといわれる文明、安永、大正の噴火程度を想定の対象とし、なかでも最も記録が整理されている大正3年の噴火規模及びそれに伴う現象に基づいて想定し、対策計画を検討・実施することとする。

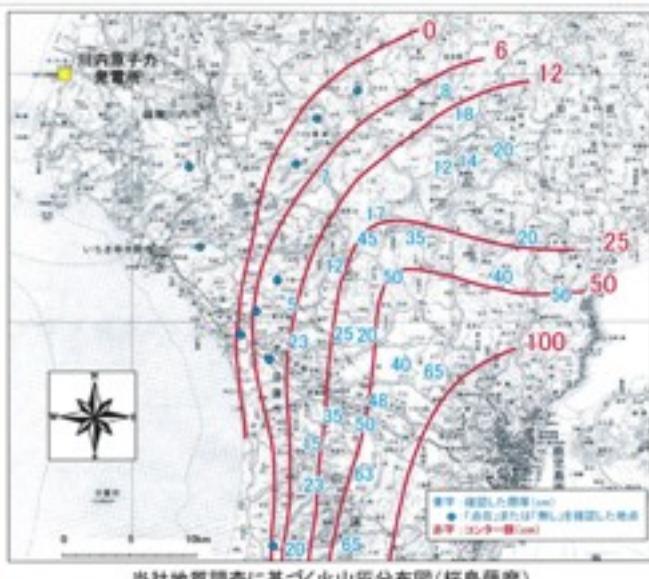
鹿児島県の地域防災計画はVEI5クラスの噴火しか想定していない

6. 降下火山灰の最大想定厚さの問題

4.2 (4) 火山灰等（検討範囲：全ての火山）

九州電力（2014）

- 火山灰等については、町田・新井(2011)等より作成した火山灰分布図に基づき、敷地への影響が最も大きい桜島における約12,800年前の「桜島薩摩噴火」による火山灰等を想定した。
- 当社地質調査では、敷地付近に火山灰等は認められないものの、文献調査、シミュレーション結果を踏まえ、敷地における火山灰の層厚を15cmと評価した。

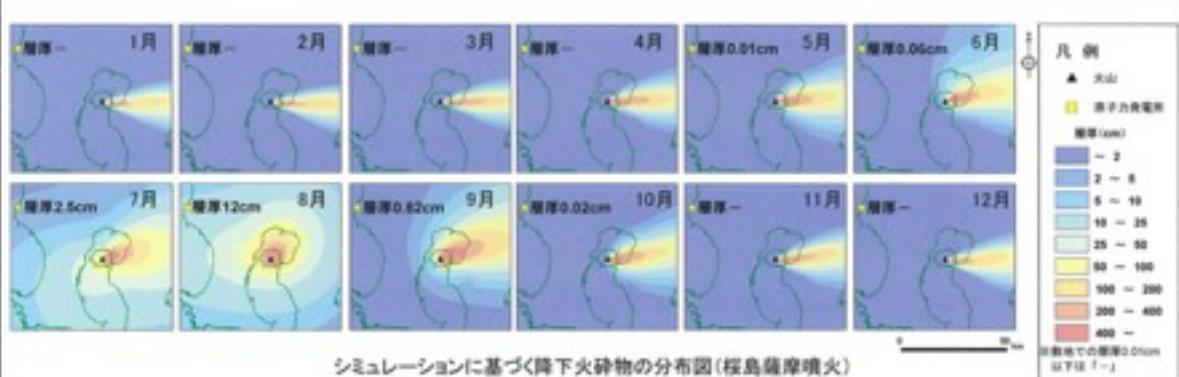


53

6. 降下火山灰の最大想定厚さの問題

4.2 (4) 火山灰等（シミュレーションによる検討）

九州電力（2014）



火 山 名	降下火砕物 (敷地で想定される層厚)	評価	
5 米丸・住吉池	ほぼなし	○	
6 始良カルデラ (桜島)	・文献調査: 12.5cm以下 ・地質調査: 認められない ・シミュレーション結果: 12cm以下	15cm	
11 加久藤・小林 カルデラ	ほぼなし	○	
13 えびの火山群	ほぼなし	○	
15 阿多カルデラ	ほぼなし	○	
19 南島原	ほぼなし	○	

火 山 名	降下火砕物 (敷地で想定される層厚)	評価	
21 雲仙岳	ほぼなし	○	
25 金峰山	ほぼなし	○	
26 鹿野山	ほぼなし	○	
27 鬼界	ほぼなし	○	
29 多良岳	ほぼなし	○	
32 阿蘇カルデラ	ほぼなし	○	
36 口永良部島	ほぼなし	○	
38 福江火山群	ほぼなし	○	

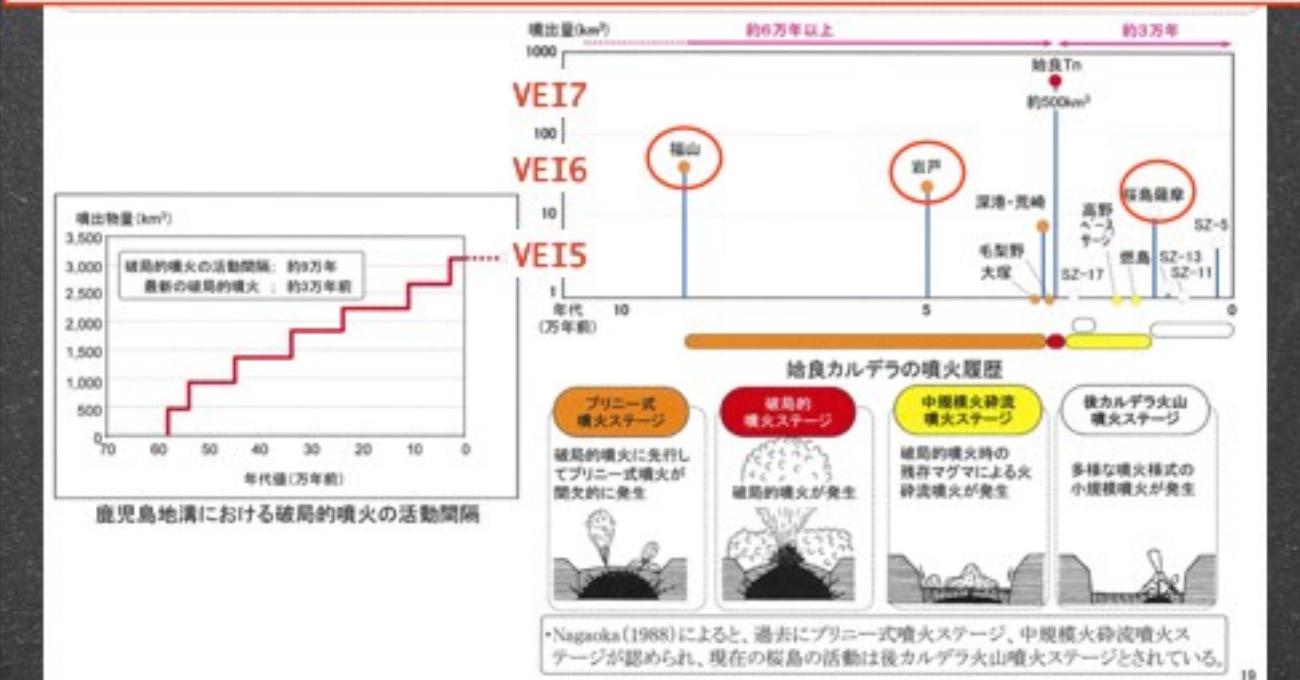
54

3. 噴火ステージ推定の問題 4. VEI6程度の噴火の問題

3.2 (2) 始良カルデラ【噴火履歴による検討】

九州電力 (2014)

・VEI 6の中の最小規模に近い桜島薩摩噴火に着目し、規模の大きい始良福山や始良岩戸を無視するのは何故？



19

6. 降下火山灰の最大想定厚さの問題

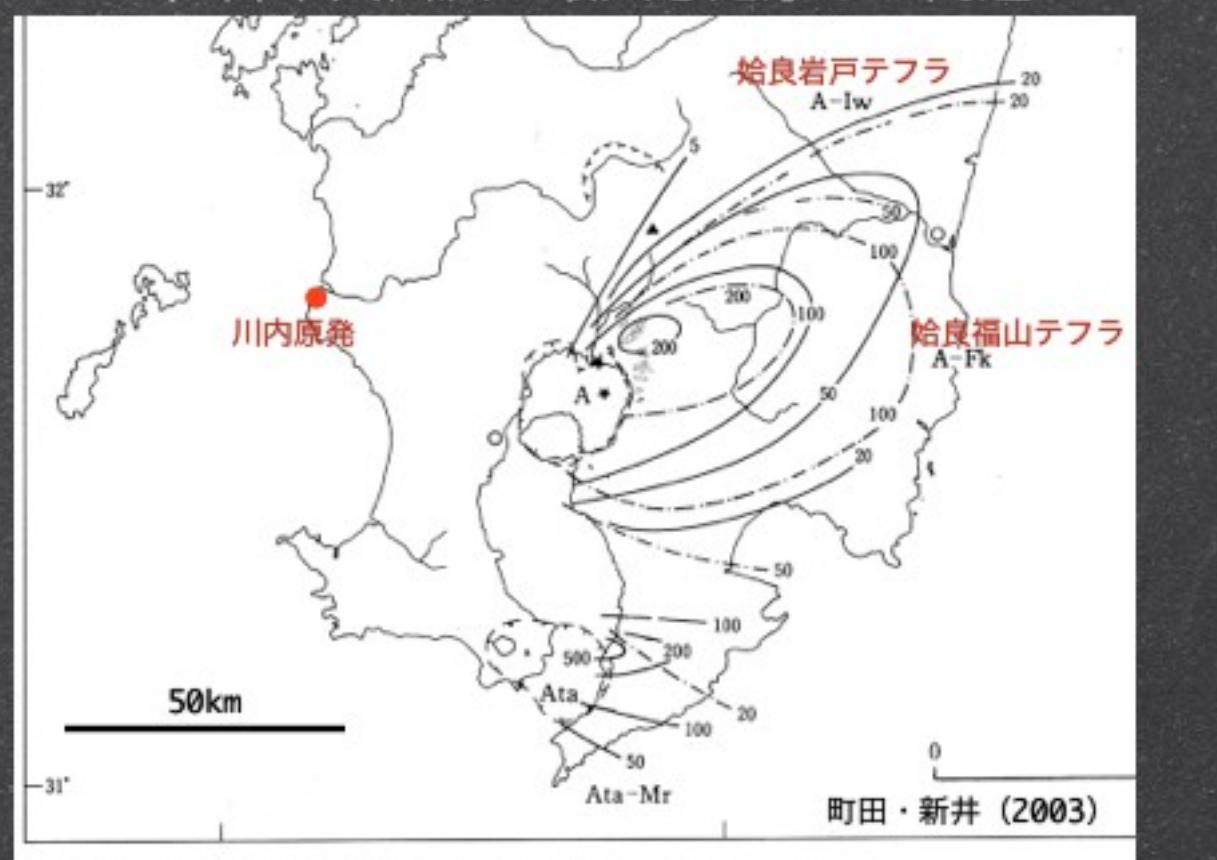


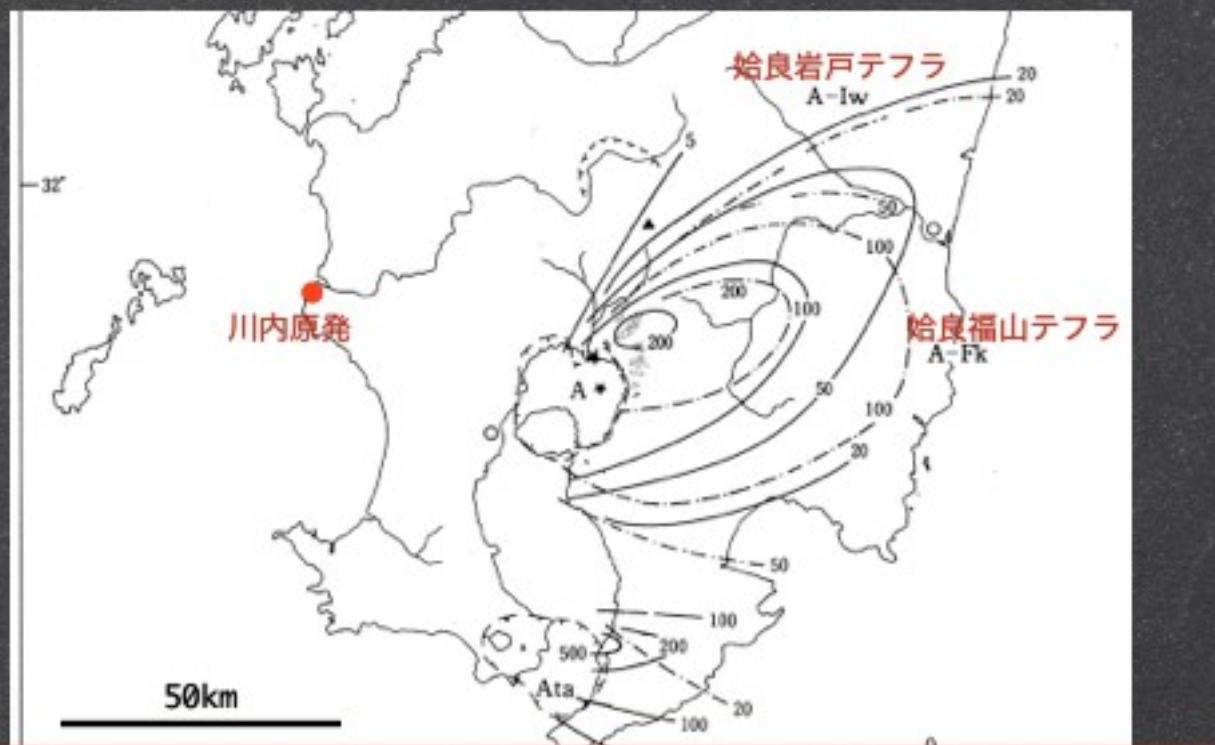
図 3.1-3 九州地方の約 5 万年前以前の後期更新世主要テフラの等層厚線図。

A-Iw 始良岩戸 (pfi の分布も示す)¹³⁰

Aso-ABCD 阿蘇 ABCD¹³¹より編集

A-Fk 始良福山¹³²

6. 降下火山灰の最大想定厚さの問題



台風が来て風向きが変われば、川内原発付近に50cm～1m程度の降灰は十分ありえる話

A-Iw 姶良岩戸 (pfi の分布も示す)^{1,2)}

Aso-ABCD 阿蘇 ABCD²⁾より編集

A-Fk 姶良福山^{1,3)}

8. 火山影響評価ガイドの恣意的基準

原子力発電所の火山影響評価ガイド

平成25年6月
原子力規制委員会

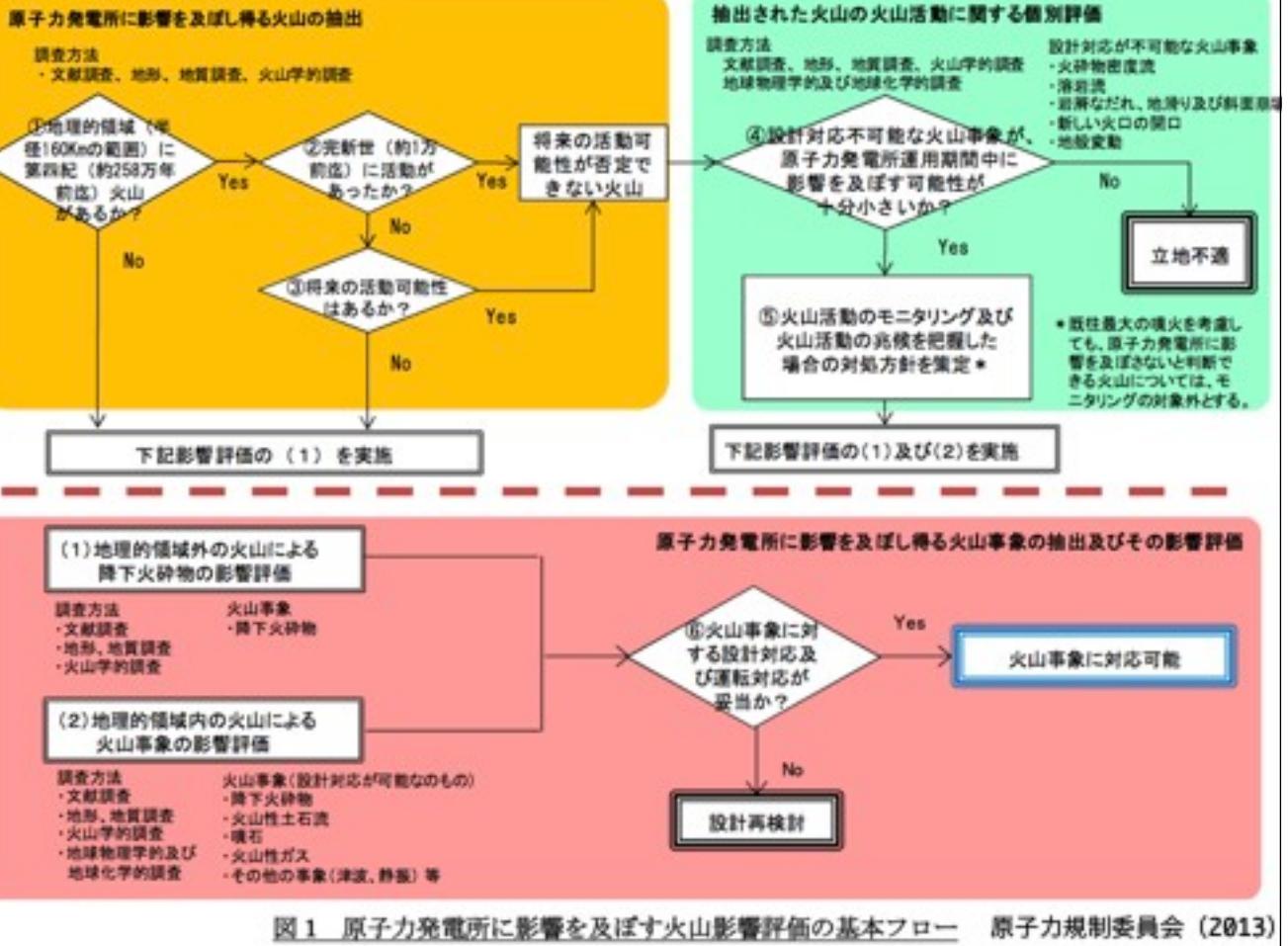


図1 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の基本フロー 原子力規制委員会（2013）

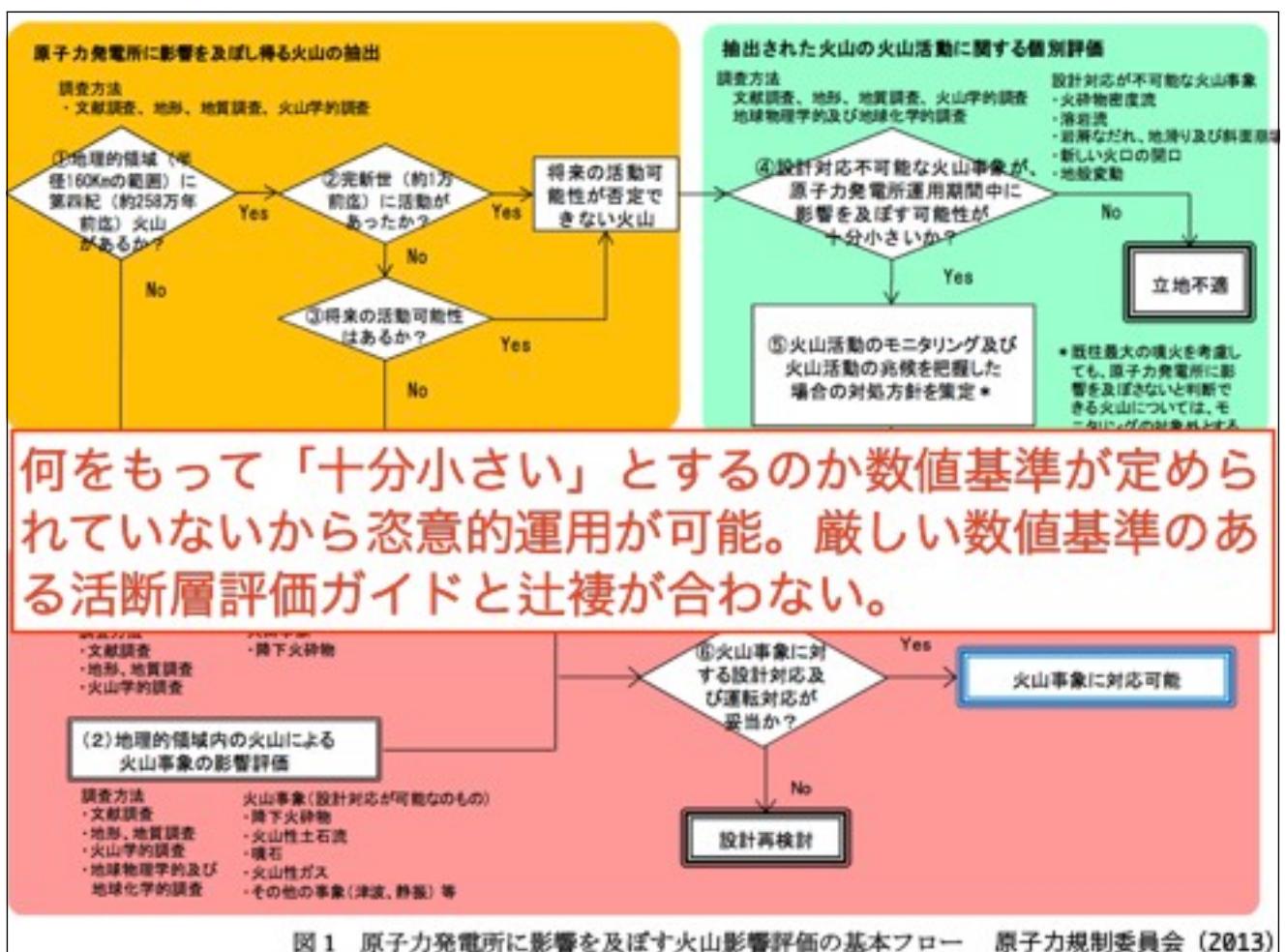


図1 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の基本フロー 原子力規制委員会（2013）

- 将来活動する可能性のある断層等は、後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できないものとし（例示①）、必要な場合は、中期更新世以降（約40万年前以降）まで遡って活動性を評価（例示②）することを要求。

例示①

約12～13万年前であることが証拠により明確な地層や地形面が存在する場合

約12～13万年前の地層又は地形面に、断層活動に伴う「ずれや変形がない」ことが確認できる場合は、活断層の可能性はないと判断できる。

なお、この判断をより明確なものとするために、約13～40万年前の地層又は地形面に断層活動に伴う「ずれや変形がない」ことを、念のため調査しておくことが重要である。

ずれや変形がなければ、活断層の可能性はない。



約12～13万年前とは？

この時代は温暖な気候により海面が現在より高い状態が続いたため、この時代に生成された海成段丘が日本各地に残っている。そのため、この時代の地層は比較的見つけやすいと言われており、断層の活動性を判断する際の指標として用いられている。

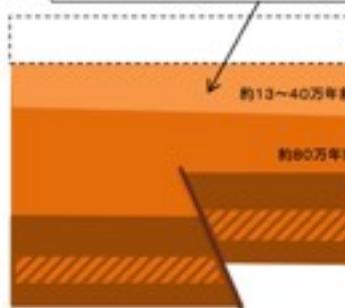
例示②

約12～13万年前の地層や地形面が存在しない場合、あるいは、この時期の活動性が明確に判断できない場合

約40万年前まで遡って、地形、地質・地質構造及び応力場等を総合的に検討することにより、断層活動に伴う「ずれや変形がない」ことが確認できる場合は、活断層の可能性はないと判断できる。

この場合、地層又は地形面の年代は約13～40万年前の期間のいずれの年代であっても良い。

ずれや変形がなければ、活断層の可能性はない。



約40万年前以降とは？

政府の地震調査研究推進本部がとりまとめた活断層の長期評価手法（暫定版）によれば、活断層は約40万年前以降から現在に至るまで、ほぼ同一の地盤変動様式が継続していると考えられ、今後も同様の活動をする可能性が高いと考えられるとしている。

12

9. モニタリングによる予測可能性の問題

5. 監視体制の移行判断基準（案）（姶良カルデラについて）九州電力（2014）

- 破局的噴火と供給率の関係に関する知見（Druitt et al., 2012等）を踏まえ、地盤変動の観測結果を基に、マグマ溜まりの位置、マグマ供給率等を把握できることから、モニタリングによる破局的噴火の兆候に関する判断基準を検討した。
- なお、今後も破局的噴火の兆候等に関する知見を収集し、火山専門家等の助言を得ながら、破局的噴火の評価手法の高度化を継続的に行うことで、判断基準の精度向上に努めていく。

監視体制	判断基準（案）		当社の監視体制と対応	起こりうる噴火規模【噴出量】
	地盤変動 (×1cm/年)	マグマ供給率 (×0.01km ³ /年)		
注意	1程度※1		-GPS連続観測による基線長変化 -地震観測による震源分布	
	1～5※2		-GPS連続観測による基線長変化 -地震観測による震源分布	長期にわたり(1～3年程度)地盤変動・マグマ供給率が1を超える場合は、火山専門家等の助言を得ながら必要に応じて詳細観測を実施
警戒	5～10※3		詳細観測の実施 (GPSの傾斜等による圧力源の検討) 異常の原因等の検討	後カルデラの活動 → 繼続監視
	10<		活動的なマグマ溜まりの特定 カルデラの活動	・対処準備 ・燃料体等の撤出等
緊急				大正噴火 【2km ^{3】】 桜島噴火 【11km^{3】】}}
				破局的噴火 （60年※4以上） 【100km ³ 以上】
				破局的噴火 （60年未満）

※1 姶良カルデラ周辺のGPS観測結果等から得られる、ここ数百年の地盤変動量及びマグマ供給率（参考1）

※2 Druitt et al., 2012によるマグマ供給率の最小値(0.05km³/年)を警戒体制に移行する基準値（案）として適用

※3 Druitt et al., 2012によるマグマ供給率の中央値(0.10km³/年)を適用

※4 Druitt et al., 2012によるマグマの混合率の最小値(1%)及びマグマ供給率(0.10km³/年)に基づき、破局的噴火(100km³)までの期間を算定 10

9. モニタリングによる予測可能性の問題

九電=規制委員会の考えるカルデラ噴火のモデルは一面的
本当に供給率が増加してから噴火するの？

供給率一定でも限界に達すれば噴火するんじゃないの？

本当に供給率が増加したら隆起速度に表れるの？

マグマだまりに底付けして成長した場合は？

地溝帯だからマグマだまりが側方成長した場合は？

地溝帯のカルデラはもっと特殊なんじゃないの？

巨大地震との連動は考えなくていいの？

地溝帯の急激な拡大で一気に減圧発泡して噴火

地震動のダイナミックな歪みで一気に発泡して噴火

10. モニタリングに失敗し原発が火砕流に破壊された場合の被害想定の欠如

3.2 (2) 始良カルデラ【概要】

九州電力 (2014)



10. モニタリングに失敗し原発が火砕流に 破壊された場合の被害想定の欠如

きちんと定量的なリスクを出し、「ここまででは対策するが、ここから先は諦める」という整理（リスクの定量的評価）が必要

こうしないことによって、逆に問題を複雑化・深刻化させる例が多数ある。

10. モニタリングに失敗し原発が火砕流に 破壊された場合の被害想定の欠如

特集科学的助言：科学と行政のあいだ

低頻度巨大災害のリスクを 定量評価する

—合理的な「想定外」対策へ向けて



小山 真人 こやま まさと

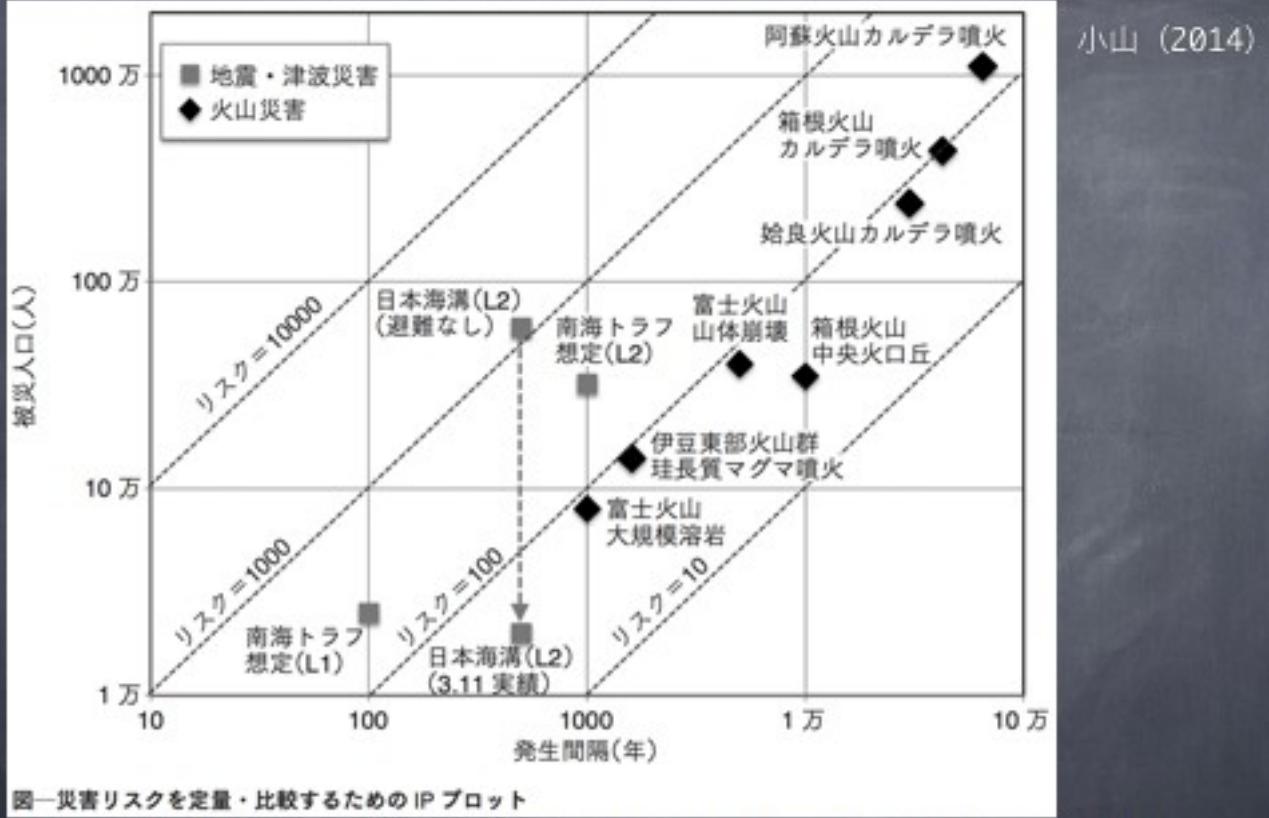
静岡大学防災総合センター

合理性を欠く従来の「想定外」対策

低頻度巨大災害の想定に関して、理学と工学の間に横たわる溝が、しばしば話題になる。「工学者の想定は甘すぎる。起きうる現象すべてを想定して設計すべき」(理学者)、「理学者の言い分を真に受けると対策時間もコストも莫大になるため、どこかで割り切らないと設計できない」(工学者)が、両者の代表的な言い分であろう。

発生によって、ようやく破局災害の一端が認知され、それまで「想定外」とされていた対策が検討されるようになった。つまり、それまで理学者が主張してきたことの一部が、行政ひいては社会に認知されたと言える。

ところが、被害規模と発生確率の定量化に対する意識の欠如はそのままである。たとえば、中央防災会議の報告書は、南海トラフで生じる津波を2つのレベルに分類し、レベル1を「発生頻度は比較的高く、津波高は低いものの大きな被害をも



図一災害リスクを定量・比較するための IP プロット

発生間隔と被災人口の対数をとってプロットし、リスク同士を比較した
東日本大震災はリスク1200の「想定外」災害だったが、十分な安全率を
とった避難によって被害が大幅に軽減された

10. モニタリングに失敗し原発が火砕流に 破壊された場合の被害想定の欠如

大規模カルデラ噴火の発生確率がいかに小さくても、その被害の深刻さを十分考慮しなければならない。厚さ数mから十数mの火砕流に襲われた原発がどうなるかを厳密にシミュレーションし、放射能の放出量や汚染の広がりを計算した上で、その被害規模と発生確率を掛け算したリスクを計算すべきである。そして、そのリスクが許容できるか否かの社会的合意を得るべきである。小惑星衝突などの人類全体が死に絶える規模の災害の場合は原発があってもなくても同じであるが、大規模カルデラ噴火程度の災害では生き残る人も多数いる。噴火災害を生き延び、かつその後も厳しい未来が待ち受ける人々に対して、放射能の脅威で追い打ちをかけることがあってはならない。

11. 火山学者の「利益相反」の問題

基本文献

尾内隆之：利益相反を直視する

(科学、2013年11月号)

尾内隆之・本堂 毅：御用学者がつくられる理由

(科学、2011年9月号)

尾内隆之・調 麻佐志：科学者に委ねてはいけないこと

-科学から「生」をとりもどす (岩波書店、2013)

利益相反とは何か

尾内隆之スライド

利益相反 = ある個人（ないし団体）が複数の利害関係を持つ場合に、
そのいずれかの利益を守ろうとする行為がそれ以外の利益を損なう状態

個人の利害を代理する職業では早くから対応が求められてきた。

(例) 弁護士、投資コンサルタント

- ✓ だれかの利益を実際に損なうか以前に、職務の信頼性を維持するために利益相反関係を避けることが重要課題
- ✓ そもそも「利益相反」を懸念される状態（関係）を完全に無くせる?
⇒ 対応の焦点：クライアントや第三者の疑念を減らすような透明性

科学者の「利益相反」は？

- ✓ 産学連携の拡大を受けて医学研究を中心に課題になり始めたばかり
- ✓ 医療の場合は、患者の生命・健康がかかっているが、他の分野では必ずしもクライアントの利害を直接損ねないので…

☆まだまだ認識が甘い（科学者も、社会も、）

利益相反はなぜ生じるか？

尾内隆之スライド

- ✓ 副次的な利益（出世・名声・学界の発展など）が、第一である（はずの）利益（科学的真理の探究）を蝕んでしまう
- ✓ 学問的探求そのものが利益相反を抱えている（より安全な治療法と、医学的に試みたいた新的な治療法との間の選択）
- ✓ 経済的・社会的因素を勘案して行われる工学的判断（割り切り）も、多様な利益のはざまで行われている（←自覚されていない？）

科学者（専門家）の判断にバイアスは生じるか？

- ✓ 医学研究者の2割が「製薬会社から奨学寄付を受けた研究では各種判断にバイアスが生じる」と思っている。（厚労科学研究より）



そもそも、こうした問い合わせを受けなければバイアスを自覚できないし、問われてもなお「自分は中立である」と考える心理も働くだろう。

事後的に「実害」を検証するような方法ではなく、形式的ルールの徹底による事前の対応でチェックを徹底しなければ、信頼は確立できない。

- 原子力分野で多く見られるように、金銭的利害関係が明らかになつた後で研究者が「私は中立」と宣言しても、社会的には意味がない。