■ バックフィット命令！

第四十三条の三の二十三

　原子力規制委員会は、発電用原子炉施設の位置、構造若しくは設備が第四十三条の三の六第一項第四号の基準に適合していないと認めるとき、発電用原子炉施設が第四十三条の三の十四の技術上の基準に適合していないと認めるとき、又は発電用原子炉施設の保全、発電用原子炉の運転若しくは核燃料物質若しくは核燃料物質によつて汚染された物の運搬、貯蔵若しくは廃棄に関する措置が前条第一項の規定に基づく原子力規制委員会規則の規定に違反していると認めるときは、その発電用原子炉設置者に対し、当該発電用原子炉施設の使用の停止、改造、修理又は移転、発電用原子炉の運転の方法の指定その他保安のために必要な措置を命ずることができる。

本件は、いわゆるバックフィットの適用である。バックフィットを行うための法的手段には、大別して、新知見を踏まえて法令等の新設・改正を行うものと、既存の法令等の解釈上、事実関係について新知見を取り入れるものとがある。前者（法令等改正型）については、基本的には、いわゆる経過措置規定等において猶予期間の有無やその内容等について規定することとなる。本件ＤＮＰの噴出規模の見直しは、新知見によって既許可の火山事象に係る想定が基準を満たしていないことが判明した後者（新知見対応型）の事例であり、経過措置規定に相当する明示的な定めを置く法令上の仕組みがないが、継続的安全性向上を図るための技術的見地からは、猶予期間の有無及び内容等については、同様に考えるべきである。

法令等改正型　と　新知見対応型

上記を踏まえ、他の審査・検査中の案件及び今後申請される審査・検査案件については、「新たな規制基準のいわゆるバックフィットの運用に関する基本的考え方（平成２７年１１月１３日原子力規制委員会決定）」に準じて取り扱うこととする。すなわち、①新たな知見を既存の施設等に適用する場合には、被規制者が当該知見に対応するために必要な期間を確保することを基本とし、②この期間は、原子力規制委員会が、当該知見の安全上の重要性、被規制者が対応するために必要な期間等を総合的に判断して、個別に設定する。

なお、安全上緊急の必要性がある場合には、当該知見を即時に適用する。

バックフィットルール（法令等改正型）

- 猶予期間の設定を基本とする
- 緊急の必要性があれば即時適用する
- 猶予期間終了時には厳格に適用する

必要な期間を確保するための具体的な方法としては、新たな知見への対応を上記の趣旨に沿って行うことにより、これを実現する。すなわち、原子力規制委員会として、新知見のもたらす安全上の重要性を勘案して、一定の期限を設定し、それまでの間は、既存の知見に基づいて規制基準への適合性を判断する旨を決定することで、猶予期間を設けることとする。

本件において、期限の設定については、ＤＮＰの噴出規模の見直しに係る設置変更許可を行う時点で、新たな想定の安全上の重要性、被規制者が対応するために必要な期間を具体的に見通すことができると考える。

以上をまとめると、ＤＮＰの噴出規模の見直しに関しては、（ｉ）平成３１年度第４回原子力規制委員会において判断したとおり、大山火山は活火山ではなく噴火が差し迫った状況にあるとはいえず、原子力規制委員会が認定したＤＮＰの噴出規模の噴火による降下火砕物により当該発電所が大きな影響を受けるおそれがある切迫した状況にはないこと、（ii）命令の適切な履行により上記の不適合状態は是正することができ、かつ、大山火山の状況に照らせばこれで足りることなどから、今後の対応は以下の通りとする。

ＤＮＰの噴出規模の見直しに係る設置変更の許可までの間は、他の審査・検査中の案件については従前の火山事象に関する想定を前提として規制基準への適合性を判断する。

関電の火山灰評価

噴火規模 **11km^3**

設計層厚 **25cm**

バックフィットなのに？

なぜ停止命令を出さないのか？

猶予期間すら定めない

緊急性なしとの判断基準・決定プロセスに疑問

降下火砕物に対する裕度評価（T34/O34：建屋）

大飯３・４号機 ⇒ 許認可ベースの評価手法でも30cm以上に対処可能。
高浜３・４号機 ⇒ 許認可ベースでは21cm程度。短期の部材評価で28cm程度。

	建屋名	許容層厚（cm）		
		許認可※	許認可ベースの評価	部材評価
大飯 3・4号機	原子炉格納容器	10以下	98	–
	原子炉周辺建屋		31	–
	制御建屋		50	–
	廃棄物処理建屋		51	–
高浜 3・4号機	外部しゃへい建屋		46	100以上
	外周建屋		21	28
	燃料取扱建屋		21	97
	原子炉補助建屋		21	100以上
	中間建屋		27	100以上
	ディーゼル発電機建屋		27	63
	燃料取扱用水タンク建屋		21	100以上

※ 許認可では、30日の短期荷重に対して、除灰を前提。

降下火砕物に対する裕度評価（T12/M3：建屋）

高浜１・２号機 ⇒ 許認可ベースでは19cm程度。短期の部材評価で39cm程度。
美浜３号機 ⇒ 許認可ベースでは20cm程度。短期の部材評価で32cm程度。

	建屋名	許容層厚（cm）		
		許認可※	許認可ベースの評価	部材評価
高浜 1・2号機	外部しゃへい建屋	10以下	35	100以上
	原子炉補助建屋		19	64
	燃料取扱建屋		19	63
	中間建屋		31	100以上
	ディーゼル建屋		20	73
	制御建屋		20	39
美浜 3号機	外部しゃへい建屋		31	100以上
	原子炉補助建屋		20	78
	燃料取扱建屋		20	32
	中間建屋		31	100以上
	ディーゼル建屋		20	100以上
	制御建屋		20	74

※ 許認可では、30日の短期荷重に対して、除灰を前提。

降下火砕物に対する裕度評価（T34/O34：建屋以外）

建屋以外で降灰想定に対する実力評価をすべきは、屋外タンク（復水タンク：高浜３・４号機のみ、大飯３・４号機は屋内の復水ピット）、非常用ディーゼル発電機の吸気フィルタが考えられる。

	機器	許容層厚（cm）※1）		
		許認可	許認可ベースの評価	実力評価
大飯 ３・４号機	屋外タンク無し	10以下	－	－
	非常用DG 吸気フィルタ		－	対策後：60　※2） （改良型フィルタ配備済）
高浜 ３・４号機	復水タンク		15	①許認可を超える層厚に対しても除灰により対処可能 ②タンクを防護している竜巻防護設備(架構とネット)へのシート設置により、3号は70cm、4号は100cm以上対処可能
	非常用DG 吸気フィルタ		－	対策後：50　※2） （改良型フィルタ配備済）

※１）　24時間で降り積もった場合の許容層厚。
※２）　火山灰濃度がフィルタ閉塞時間に比例するとして、フィルタ閉塞時間をフィルタ取替時間で割った値を裕度とし、裕度に10cmを掛けた値を許容層厚とした。

降下火砕物に対する裕度評価（T12/M3：建屋以外）

建屋以外で降灰想定に対する実力評価をすべきは、屋外タンク、非常用ディーゼル発電機の吸気フィルタが考えられる。

	機器	許容層厚（cm）※1)		
		許認可	許認可ベースの評価	実力評価
高浜１・２号機	燃料取替用水タンク	10以下	14 (20※2))	①許認可を超える層厚に対しても除灰により対処可能 ②タンクを防護している竜巻防護設備(架構とネット)へのシート設置により、47cmまで対処可能
	復水タンク		67 (67※2))	–
	非常用DG吸気フィルタ		–	・可搬型フィルタ設計中 ・再稼動までに配備予定 ・許容層厚はO34と同程度の見込み
美浜３号機	燃料取替用水タンク		12 (18※2))	①許認可を超える層厚に対しても除灰により対処可能 ②タンクを防護している竜巻防護設備(架構とネット)へのシート設置により、66cmまで対処可能
	復水タンク		29 (31※2))	
	非常用DG吸気フィルタ		–	・可搬型フィルタ設計中 ・再稼動までに配備予定 ・許容層厚はO34と同程度の見込み

火山灰影響評価の流れ

＜原子炉設置許可＞基本設計
・対象火山噴火の選定
・噴火規模の設定
・設計層厚の算出・設定

＜工事計画認可＞詳細設計
・荷重による影響評価
・機器の機能評価

＜保安規定認可＞手順書
・火山灰濃度の算出・設定
・フィルタの目詰り評価・交換手順
・徐灰の手順の設定

参考2（セントヘレンズ噴火（1980年）における降下火砕物濃度）

降下火砕物濃度観測の実例として「Mount St. Helens eruption: The acute respiratory effects of volcanic ash in a north American community」が1983年にArchives of Environmental Healthに公表された。
セントヘレンズ山から約135km離れたYakima地点において、

- 降灰量約0.8cm。90%以上の粒子が10μm以下。（ともに実測値）
- 5/18 AM9:45降灰開始。約8時間継続。この間の平均TSP（Total suspended Particles)レベルが33.402mg/m³。ただし、採取器がこのような高濃度に対応できる設計ではなかったので、実際はより高い濃度であった可能性も否定できない。
- 翌日からTSPレベルは減少、13.609 mg / m³（5/19）、5.863 mg / m³（5/20）。
- 風の影響で再びTSPレベルが増加、13.273 mg / m³（5/21）、28.465 mg / m³（5/22）。

火山灰濃度及びフィルター設備に関する新知見とその対応について

＜新たな知見＞

①電中研レポート「数値シミュレーションによる降下火山灰の輸送・堆積特性評価法の開発（その2）」平成28年4月（参考1）において、富士宝永噴火における横浜（降灰実績16cm程度）での火山灰濃度のシミュレーション結果は最大100mg～1,000mg /m³。

（参考1-1）火山灰の降灰濃度予測技術

平成28年4月、電力中央研究所「原子力リスク研究センター」より下記のレポートが公表された。
「数値シミュレーションによる降下火山灰の輸送・堆積特性評価法の開発(その2)」

当該レポートでは、気象予測・解析システムNuWFAS（Numerical Weather Forecasting and Analysis System）と非定常降下火山灰輸送評価コードFALL3D（INGVが開発しているオープンソースコード）を連携し、堆積量、大気中濃度の空間分布、時間変化等を予測するシステムの開発と検証を行っている。

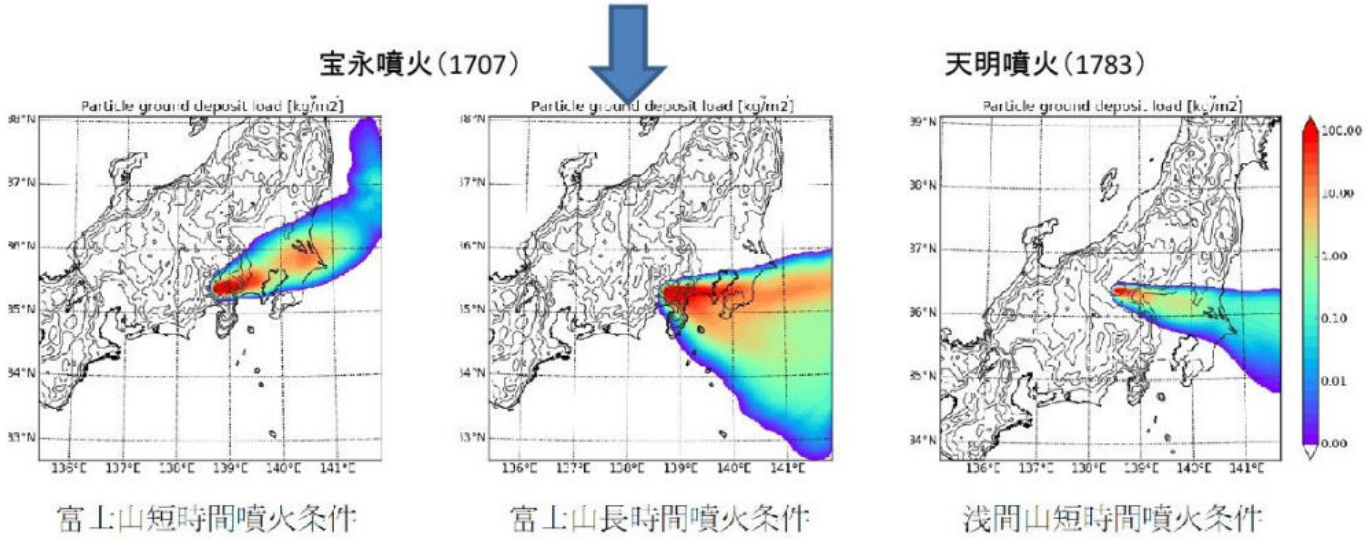


図１　降灰堆積量の最終値（48 時間後，単位［kg/m²］）の一例

富士山噴火継続時間が短い条件（6 時間）と長い条件（24 時間）の結果（降灰堆積量の最終値の分布）を比較したもの．いずれの条件も東向きの主軸を有する．継続時間が 24 時間の場合，気象条件の日変化の影響から，降下火山灰の影響範囲が南北にも広がる．宝永噴火で見られた首都圏での 10kg/m² を越える堆積物や真東方向に伸びる主軸などの降灰性状の特徴への整合を確認できる．浅間山噴火でも東向きの主軸を確認できる．

	火山灰濃度	層厚
エイヤヒャトラ氷河	3.2mg/m^3	0.5cm
セントヘレンズ	33mg/m^3	0.8cm
富士宝永噴火	1,000mg/m^3	16cm
規制庁試算①	600mg/m^3	15cm
☆規制庁試算②	2～4g/m^3	15cm
☆規制庁試算③	数g/m^3	15cm

プラントの設計層厚とそれに基づく参考濃度は、以下のとおり。
（既に新規制基準への適合に係る設置変更許可を受けているプラントについて例示）

	美浜 ３号 機	高浜 1,2号機	高浜 3,4号機	大飯 3,4号機	伊方 3号機	川内 1,2号機	玄海 3,4号機
設計層厚*1 （cm）	10.0	10.0	10.0	10.0	15.0	15.0	10.0
参考濃度*2 （g/m³）	約1.8	約1.4	約1.4	約1.5	約3.1	約3.3	約3.8
現状の 限界濃度*3 （g/m³）	約1.6	約1.6	約1.8	約1.1	約0.7	約1.0	約0.9

＊１：設置変更許可申請書に記載の値

＊２：降灰時間を24時間と仮定し、設計層厚から試算した機能維持評価用参考濃度
（第2回検討チーム会合「資料3」に基づいた試算値）

＊３：現状設備において（ディーゼル発電機を交互に切換え、フィルタ取替・清掃することによって）
対応可能な限界濃度

火山灰濃度の改定

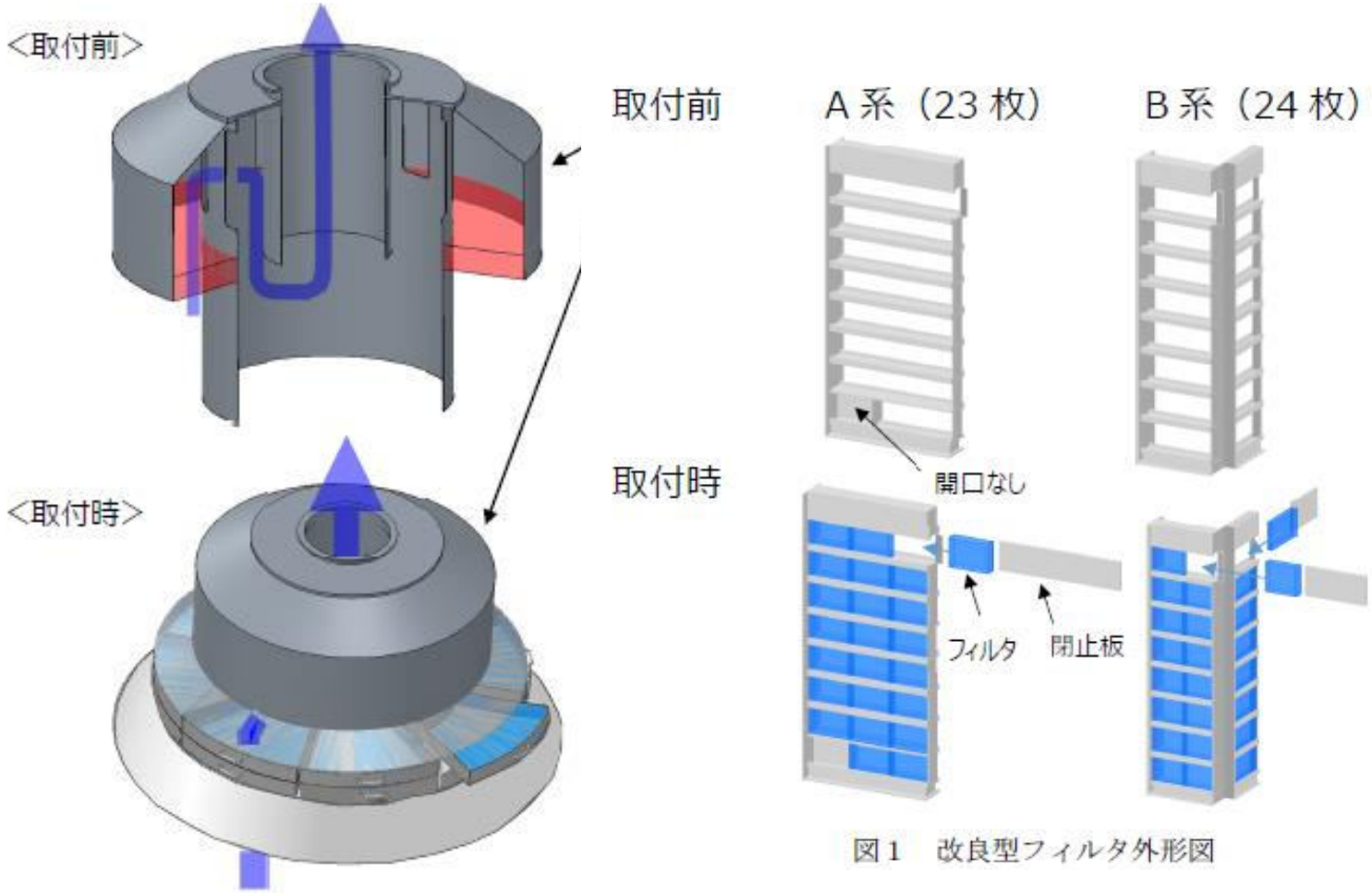


図 1　改良型フィルタ外形図

	火山灰濃度	設計層厚
2016/10/05	富士宝永噴火等	
2017/06/14		情報収集要請
2017/07/19	濃度考え方	
2017/12/14	改定規則施行	
2018/03/28		調査結果について
2018/11/21		調査結果について
2018/11/26	保安規定補正申請	
2018/12/12		報告徴収命令
2018/12/17	保安規定認可	
2018/12/31	猶予期間期限	

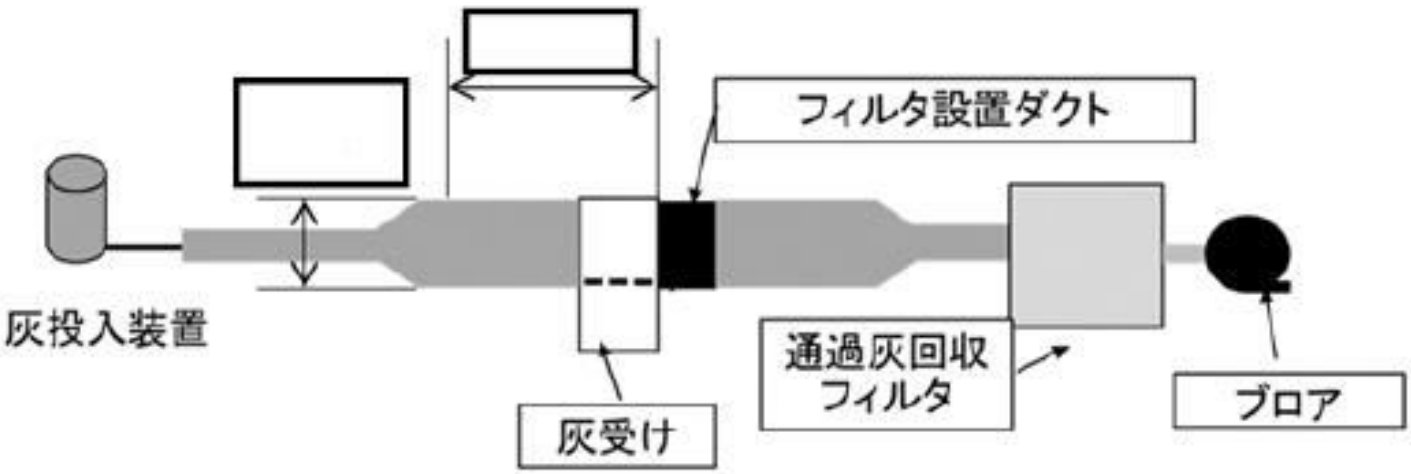
表１　入力条件及び計算結果

入力条件		備考
設計層厚	10cm	設置（変更）許可を得た層厚
総降灰量W_T	121,000g/m^2	設計層厚×降下火砕物密度1.21g/cm^3
降灰継続時間t	24h	Carey and Sigurdsson(1989)参考
粒径iの割合p_i	別表１参照	Tephra2による粒径分布の計算値
粒径iの降灰量W_i		式①
粒径iの堆積速度v_i		式②
粒径iの終端速度r_i		Suzuki(1983)参考
粒径iの気中濃度C_i		式③
気中降下火砕物濃度C_T	1.4g/m^3	式④

別表１　粒径ごとの入力条件及び計算結果

粒径i　Φ （μm）	0～1 (707)	1～2 (354)	2～3 (177)	3～4 (88)	4～5 (44)	5～6 (22)	6～7 (11)	合計
割合p_i（wt%）	57.0	27.0	13.0	2.4	0.64	0.03	8.7×10^{-4}	100
降灰量W_i（g/m^2）	6.9×10^{4}	3.3×10^{4}	1.6×10^{4}	2.9×10^{3}	7.7×10^{2}	3.8×10	1.1	W_T=121,000
堆積速度v_i（g/s・m^2）	8.0×10^{-1}	3.7×10^{-1}	1.8×10^{-1}	3.4×10^{-2}	9.0×10^{-3}	4.0×10^{-4}	1.2×10^{-5}	—
終端速度r_i（m/s）	1.8	1.0	0.5	0.35	0.1	2.6×10^{-2}	1.0×10^{-2}	—
気中濃度C_i（g/m^3）	4.4×10^{-1}	3.8×10^{-1}	3.6×10^{-1}	9.6×10^{-2}	9.0×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.2×10^{-3}	C_T=1.4

火山灰濃度の改定


フィルタ設置ダクト
灰投入装置
通過灰回収
フィルタ
ブロア
灰受け

00分
00分
降灰開始後2.0時間 D/G
フィルタ取替完了（1回目）
降灰開始後4.0時間
フィルタ取替完了
20分
20分

表２　高浜発電所で想定する粒径分布を用いた検証結果

	火山灰付着前	火山灰付着後	清掃後
１回目	38.1mmAq	[redacted]	45.9mmAq
２回目	45.9mmAq	[redacted]	55.0mmAq
３回目	55.0mmAq	[redacted]	63.0mmAq
４回目	63.0mmAq	[redacted]	74.1mmAq
５回目	74.1mmAq	[redacted]	78.9mmAq
６回目	78.9mmAq	[redacted]	90.8mmAq

2018年11月21日　定例会合　規制対応検討指示
2018年12月3日　三幹部会合
2018年12月6日　事前会合
2018年12月12日　定例会合　報告聴取命令
2018年12月19日　火山灰濃度改定　保安規定認可
2018年12月31日　火山灰濃度改定　猶予期間切れ