

資料 1 - 1



大飯発電所3, 4号炉 火山景影響評価について

－追加説明－

関西電力株式会社

平成29年1月27日



追加説明事項

1

これまでの評価

【平成27年3月13日 第206回審査会合】

大飯の火山影響評価のうち降下火碎物の層厚については、文献調査、地質調査及び降下火碎物シミュレーシヨン結果から、発電所運用期間における敷地の降下火碎物の最大層厚は10cmと設定した。



降下火碎物シミュレーションのバグについて

【平成28年10月 日本火山学会2016年秋季大会】

- ・当社がこれまで降灰層厚の検討の一つとして実施してきた降下火碎物シミュレーションの「Tephra2」に、大阪大学佐伯准教授が解析コードにバグ（粒子の落下速度の式）があると発表（日本火山学会2016年秋季大会ポスターセッション）。
- ・この指摘を受け、当社においても「Tephra2」の解析コードを確認したところ、同様のバグがあることを確認した。



追加検討内容（次ページ）

追加説明事項

2

追加検討内容

1. **Tephra2バグの概要及び影響分析** (資料集 : 資料3 p40~p54)
Tephra2のバグ修正前の計算を実施した結果、発電所地点の層厚については、月によつて大小関係が異なるが、最大でも2cm程度の差であった。
2. **Tephra2の適用性検討** (資料集 : 資料3 p55~p76)
これまで、Tephra2の再現計算については、「Tephra2 Users Manual (2011)」等に示されている噴火の事例を示してきたが、今回Tephra2のバグが確認されたため、以下検討を実施し、改めてTephra2の適用性を確認した。
 - ▶ バグ修正後のTephra2を用いて大山倉吉軽石(DKP)を対象に再現計算を行い、風速及び粒径の標準偏差のパラメータスタディを行うことにより、太山倉吉軽石(DKP)の再現性を確認することができた。
 - ▶ なお、粒径の標準偏差をΦ3.0にすることにより、再現性がさらに向上することができた。
 - ▶ までのΦ3.5から、粒径の標準偏差を文献の値のΦ3.0に変更する。

▶ バグの修正が適切に行われていることを確認する目的で、他機関がバグ修正を行った解析コードとの比較を行った結果、敷地の層厚が概ね同程度であることがから、当社が用いているTephra2のバグ修正(は適切)に行われていると判断した。
3. **Tephra2バグ修正後の降下火碎物シミュレーションの再計算** (p40~p52)
上記検討結果より、バグ修正をしたTephra2の適用性が確認できたため、発電所運用期間中の噴火規模を用いた降下火碎物シミュレーションの再計算を実施し、発電所地点の層厚について(は、最大で約9cm程度であつた)。

結論

「降下火碎物の層厚については、降下火碎物シミュレーション結果の見直し(約8cm→約9cm)が生じたが、文献調査、地質調査及び降下火碎物シミュレーション結果から設定しているこれまでの層厚10cmについて変更はなかつた。」

目 次

第206回審査会合
資料3-7修正

3

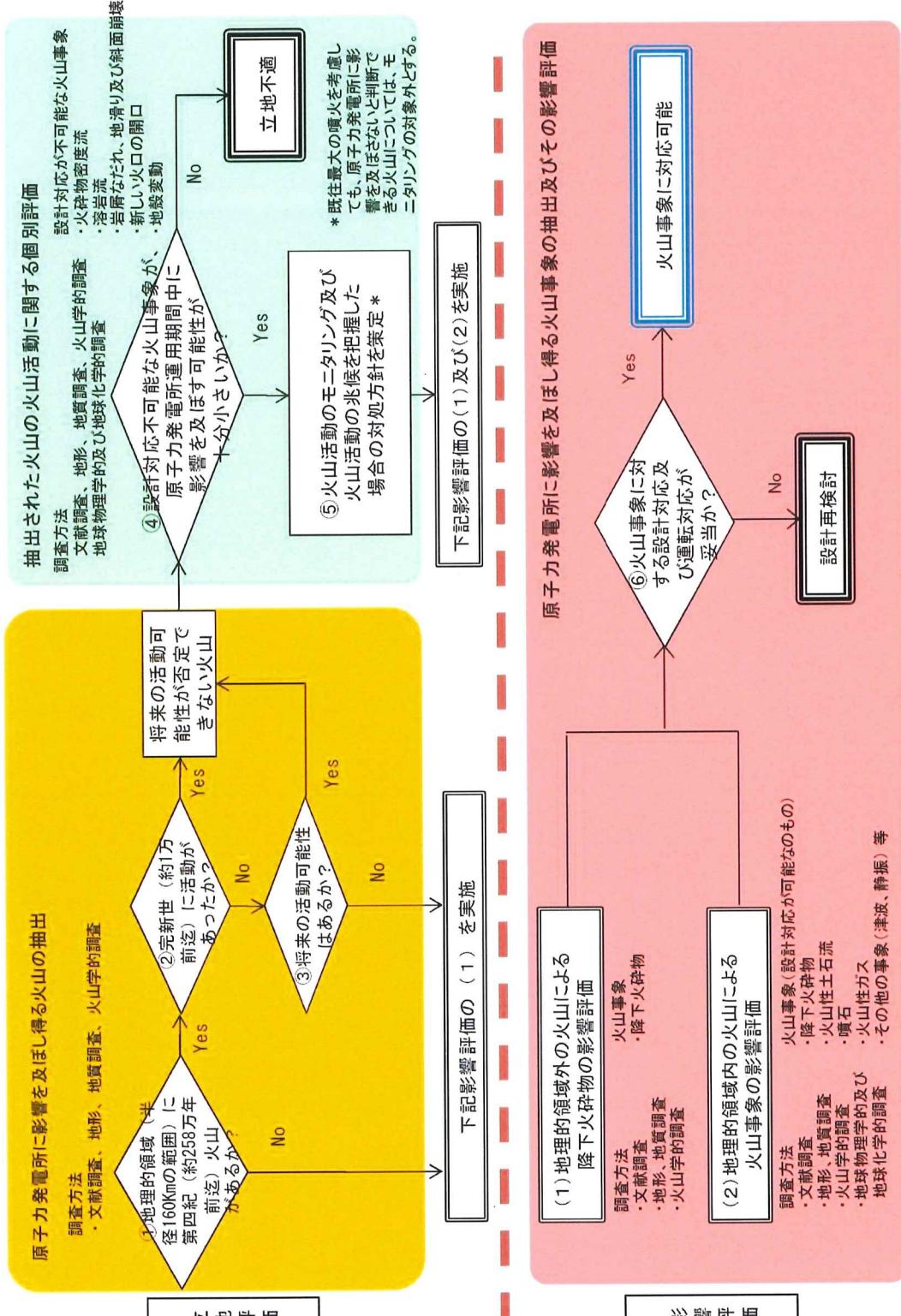
1. 火山影響評価ガイドによる評価の流れ p4
 火山影響評価ガイドによる評価の流れ p5
2. 立地評価 p6
 - 2.1 地理的領域内(160km)に分布する第四紀火山の抽出 p7
 - 2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 p8
 - 2.3 設計対応不可能な火山事象の検討 p9
 - 2.4 抽出された火山の火山活動に関する個別評価のまとめ p10-17
3. 影響評価 p18
 - 3.1 安全性に影響を与える可能性のある火山事象の抽出 p19-20
 - 3.2 検討対象とする降下火碎物の抽出 p21-26
 - 3.3 噴出源が同定できる降下火碎物に関する検討 p27-54
 - 3.4 噴出源が同定できない降下火碎物に関する検討 p55-63
 - 3.5 降下火碎物の層厚に関するまとめ p64-65
 - 3.6 降下火碎物の粒径 p66-69
 - 3.7 降下火碎物の密度 p70-71
4. 火山影響評価(立地及び影響評価)のまとめ p72
 火山影響評価(立地及び影響評価)のまとめ p73
5. 参考文献 p74
 参考文献 p75-80

1. 火山影響評価ガイドによる評価の流れ

火山影響評価ガイドによる評価の流れ

第206回審査会合
資料3-7再掲

5



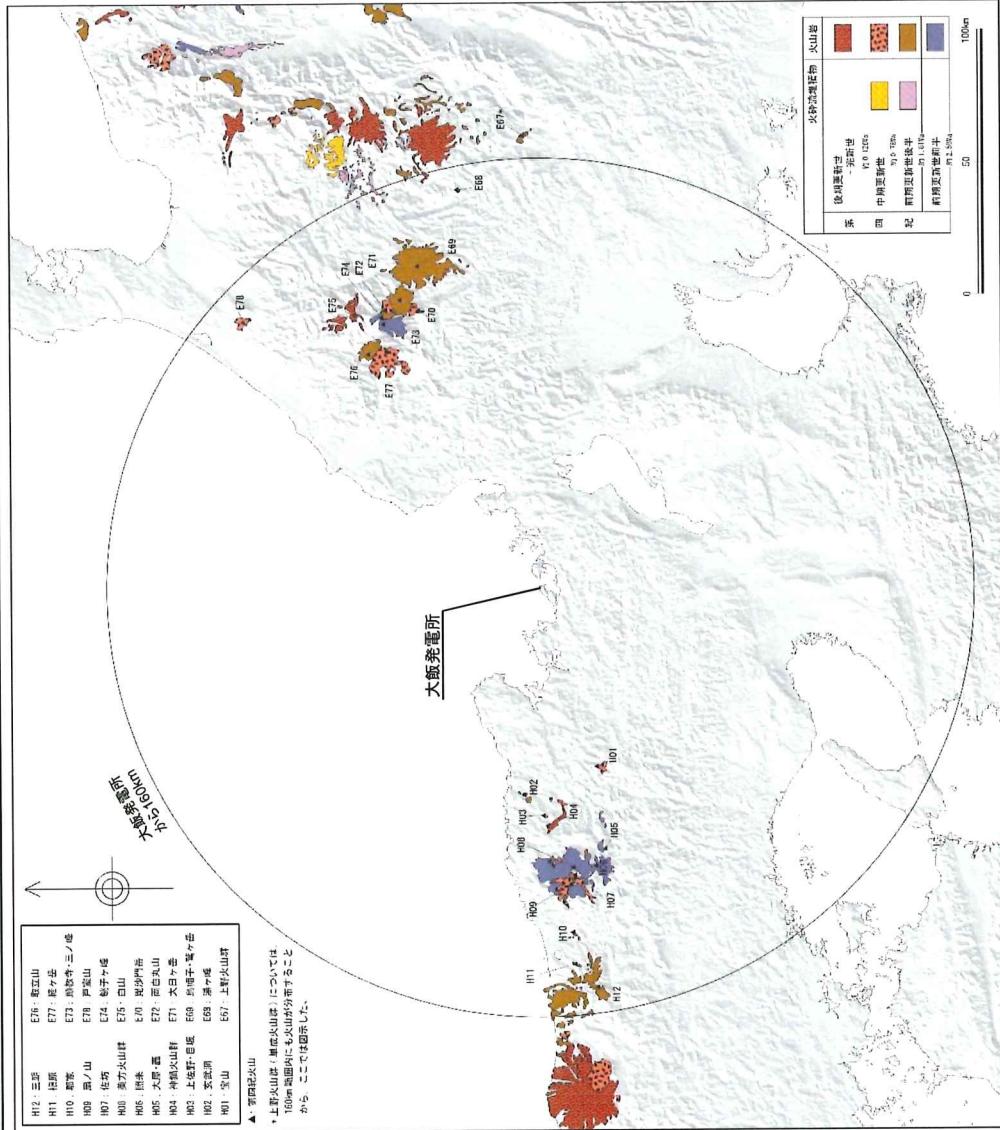
「原子力発電所の火山影響評価ガイド」における火山影響評価の基本フロー

2. 立地評価

2.1 地理的領域内(160km)に分布する第四紀火山の抽出

第206回審査会合
資料3-7再掲

敷地から半径160kmの範囲では、敷地の北東側(最も近い火山で約104kmの離隔)と西方側(最も近い火山で約67kmの離隔)に24の第四紀火山が分布するが、それらの火山岩の分布は狭い範囲に限られている。



半径160kmの範囲の火山地質図

注) 第四紀火山の位置、並びに火山名は、「日本の火山(令和版)」に準づく。資料及び地図に表示されている限りを示している。

2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

データベース等に基づく活動履歴						
名称	火山の形式#	体積※1 (km ³)	活動年代 (千年前)	活動期間 (千年)	最新噴火 (千年前)	活動期間内の 最大休止期間 =活動期間 (千年)
三朝 (みささぎ)	溶岩流 (溶岩ドーム)	—	1400 ~ 1300	100	1300	100
朝原 (あさはら)	火碎丘・溶岩流 (溶岩ドーム)	—	800 ~ 700	100	700	100
郡家 (こわけ)	火碎丘・溶岩流 (溶岩ドーム)	—	2100	—	2100	—
面山 (おもてやま)	火碎丘・溶岩流 (溶岩ドーム)	4.70	1200 ~ 400	800	400	800
佐井 (さおり)	溶岩流 (溶岩ドーム)	—	1700	—	1700	—
対馬火口群 (たいしゃくぐん)	火碎丘・溶岩流 (溶岩ドーム)	0.46	1700 ~ 200	1500	200	1500
開央 (かいやう)	火碎流・溶岩流 (溶岩ドーム)	—	3100 ~ 2200	900	2200	900
大庭・轟 (おおばやし・とどろき)	年金ヶ山群 (溶岩流)	—	2800 ~ 2400	400	2400	400
神鍋火口群 (じんぱくぐん)	火碎丘・溶岩流 (溶岩ドーム)	0.70	700 ~ 10~20	680~690	10~20	680~690
上野原・日坂 (かみのはら・ひさか)	川越ヶ山群 (火碎丘・溶岩流)	0.077	230 ~ 130	100	130	100
玄武洞 (げんぶつどう)	火碎丘・溶岩流 (溶岩ドーム)	1.00	1600	—	1600	—
宝山 (たからやま)	火碎丘・溶岩流 (溶岩ドーム)	1.00	400 ~ 300	100	300	100
最立山 (さいだいやま)	福成火山 (溶ヶ岳)	10.2	1000 ~ 800	200	800	200
嵯峨山 (さきがたけ)	福成火山 (溶ヶ岳)	17.9	1400 ~ 700	700	700	700
圓教寺・三峰 (えんきょうじ・さんぼう)	福成火山 (溶ヶ岳)	19.8	3100 ~ 2500	600	2500	600
戸室山 (とむろやま)	溶岩ドーム群 (溶岩ドーム)	0.2	400 ~ 300	100	300	100
雄子ヶ峰 (ゆうしがね)	溶岩ドーム (溶岩ドーム)	1.7	1500	—	1500	—
白山 (しらやま)	福成火山 (溶ヶ岳)	17	400 ~ 300	400	AD1659	400
両白丸山 (りょうしやくまるやま)	福成火山 (溶ヶ岳)	3.5	300	—	300	—
(りょくはくまるやま)	福成火山 (溶ヶ岳)	6.24	400 ~ 300	100	300	100
大日ヶ岳 (だいにちがだけ)	福成火山 (溶岩ドーム)	16	1100 ~ 900	200	900	200
眞船子・轟ヶ岳 (まふねこ・とどろきがだけ)	福成火山 (溶岩ドーム)	65.8	1600 ~ 1100	500	1100	500
轟ヶ峰 (とどろきがね)	溶岩ドーム (溶岩ドーム)	0.07	100	—	100	—
上野火口群 (うえのぐん)	単成火口群 (溶岩流)	1.24	3800 ~ 900	1900	900	1900

抽出された第四紀火山
(24火山)

完新世の活動があつたか

審査ガイドでは、「最後の活動から約
過渡期間が、活動期間内の最大休止期
間よりも長いとみなされる火山」は、將
來の活動可能性がない火山とされてい
るため、本検討では活動履歴を用いて、
以下の観点より評価を行うことを基本と
する。

⇒ 最後の噴火からの経過時間が全活
動期間よりも長い火山であるか。

⇒ 活動期間が非常に短く、第四紀の期
間を通じて繰り返しの活動が認めら
れない火山であるか。

なお、活動期間が比較的短い火山につ
いては、補足的に、中期更新世以降の
活動の有無や周辺火山の活動状況に
ついても整理を行う。

将来の活動可能性
がない火山
(18火山)

原子力発電所に影響を
及ぼし得る火山※2
(6火山)

(資料集 資料1)

※2)個別評価時において、必要に応じて、地
球物理学的調査結果等も踏まえ、将来の活動
の可能性について再検討を行う。

中野地図(2013)に基づく。貯水岩・深成岩体については検討の対象から除く。
#: 中野地図(2013)及び西米地図(2012)「形式・構造」に基づく。
※1: 第四紀火山カタログ委員会編(1999)に基づく。

2.3 設計対応不可能な火山事象の検討

原子力発電所に影響を及ぼし得る火山について、設計対応不可能な火山事象の可能性を検討する。

○: 検討対象項目

	敷地からの離隔(km)	火碎物密度流(160km)	溶岩流(50km)	岩屑なだれ(50km)	他	新しい火口の開口	地殻変動
白山	約122	○	—	—	○	○	○
扇ノ山	約111	○	—	—	○	○	○
美方火山群	約105	○	—	—	○	○	○
神鍋火山群	約89	○	—	—	○	○	○
上野火山群	約167	○	—	—	○	○	○
経ヶ岳	約104	○	—	—	○	○	○



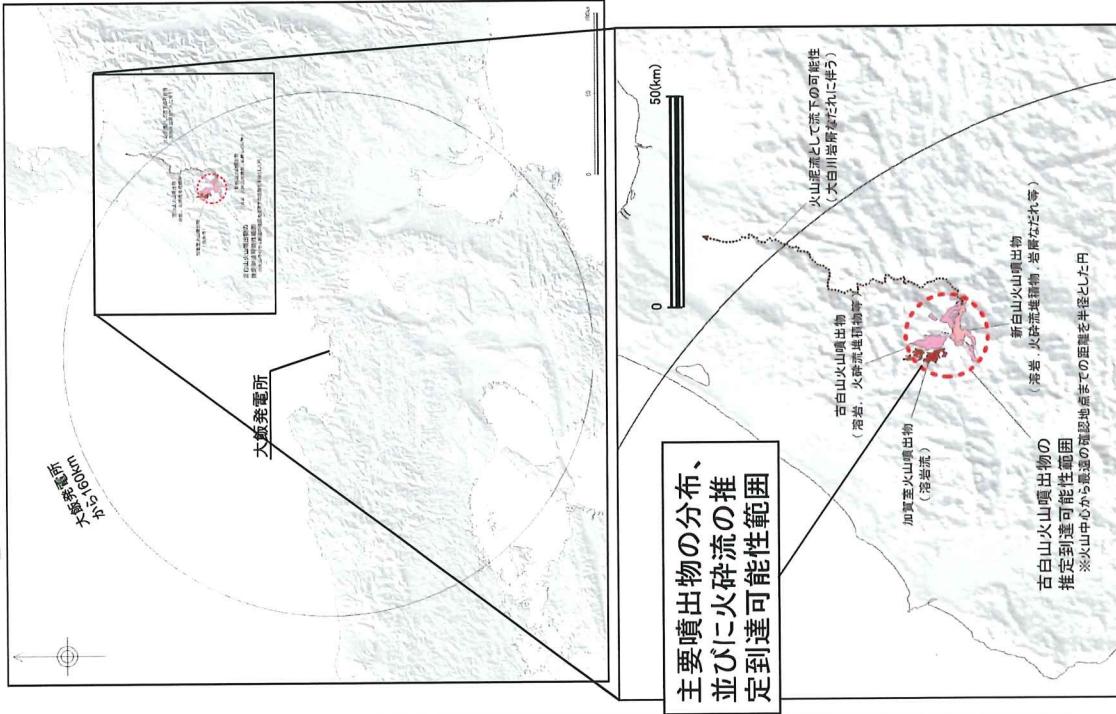
敷地との位置関係から、火碎物密度流を対象に検討する。



敷地周辺は、過去の火山活動に伴う火口及びその近傍に位置しないことから問題なし

2.4 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

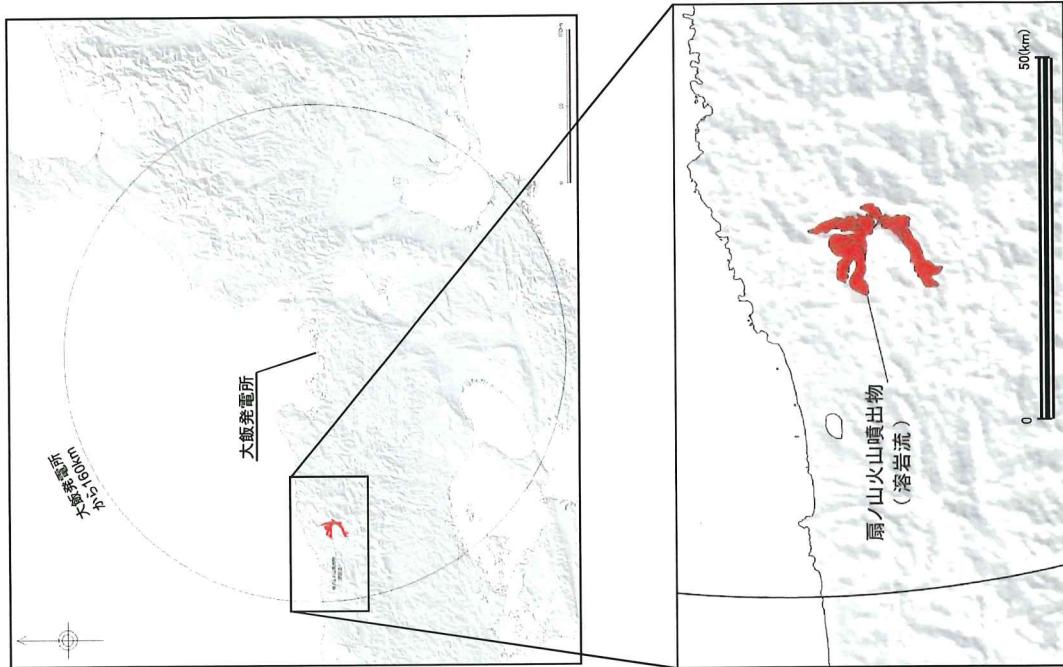
【白山起源の噴出物の分布】



位置	石川県と岐阜県の県境
形式・構造	複成火山
火山体積	17km ³
活動年代	約40万年前～AD1659年、AD1935年(噴気)
敷地との位置関係	白山は敷地の約122km北東に位置
噴出物種類・分布等	<p>▶ 形成時代の異なる成層火山として、加賀室(かがむろ)火山、古白山火山、新白山火山、うぐいす平火山に区分されている。 (山崎他(1968)、長岡他(1985))</p> <p>▶ 活火山であるとともに、最近1万年においてもマグマ噴火に伴う溶岩ドーム及び火碎流の噴出が認められる。また、白山下の深さ10km～14kmでマグマの存在を示唆する構造が確認されている。</p> <p>▶ いずれの活動期の噴出物も白山近傍に分布する。ただし、新白山火山における御前峰成層火山の山体崩壊に伴う岩屑なだれ及び火山泥流は、大白川(おおしらかわ)・庄川に沿って砺波平野にかけて流下したと考えられる。</p> <p>▶ 有史以降の火山活動は、1042年～1659年の間に8回の噴火と1935年に噴気が発生している。(気象庁編(2013))</p> <p>▶ 既往最大規模の噴出物の到達距離を考慮しても、敷地まで十分離れている。</p>

扇ノ山

【扇ノ山起源の噴出物の分布】



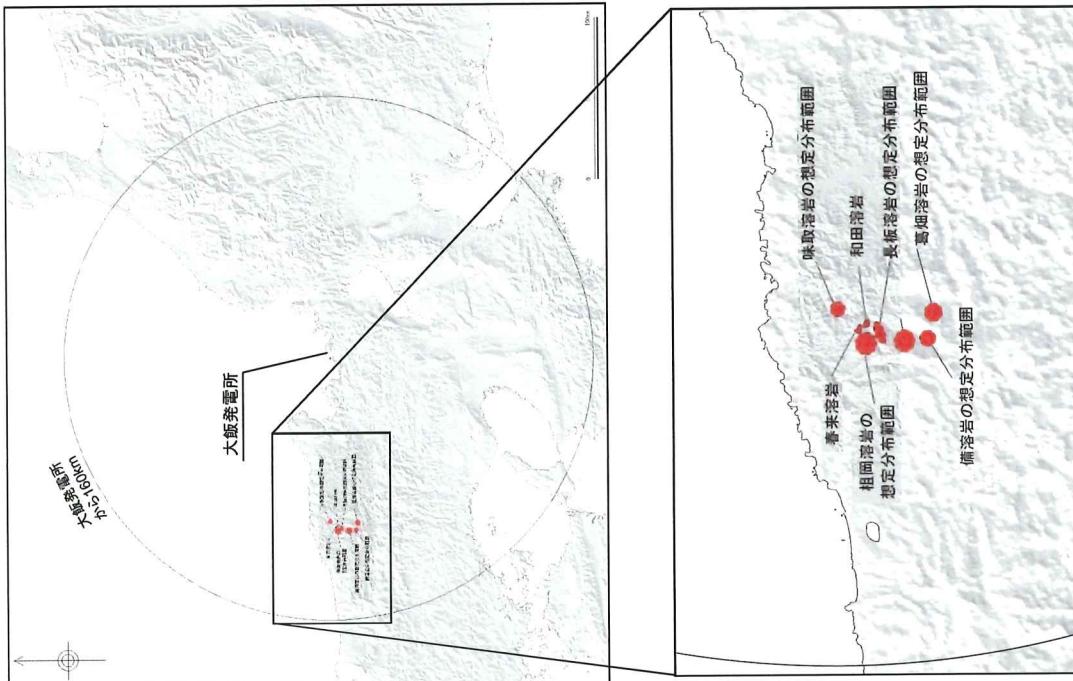
位置	鳥取県と兵庫県の県境
形式・構造	約20個の単成火山で構成
火山体積	4.70km ³
活動年代	約120万年前～約40万年前
敷地との位置関係	扇ノ山は敷地の約111km西に位置
噴出物種類・分布等	<p>▶扇ノ山の活動は第1期と第2期に大別されている。</p> <p>▶Furuyama et al (1993)によれば、第1期の噴出物は、下位より、青下溶岩、大滝谷Ⅰ溶岩、大滝谷Ⅱ溶岩、屏風岩溶岩、大石溶岩、紫蘇輝石含有かんらん石安山岩、石井谷Ⅰ溶岩、霧滝溶岩、斑状普通輝石かんらん石玄武岩、富枝溶岩、かんらん石安山岩、上山溶岩、石井谷Ⅱ溶岩とされている。</p> <p>▶第2期の噴出物は、菅原溶岩、紫蘇輝石含有かんらん石安山岩、河合谷溶岩、角閃石含有かんらん石安山岩、広留野溶岩、無斑晶かんらん石玄武岩、烟ヶ平溶岩とされている。</p> <p>▶扇ノ山の噴出物は溶岩流及び降下火碎物からなり、その分布はそれぞれの火山近傍に限られる。</p>

美方火山群

第206回審査会合
資料3-7再掲

13

【美方火山群起源の噴出物の分布】



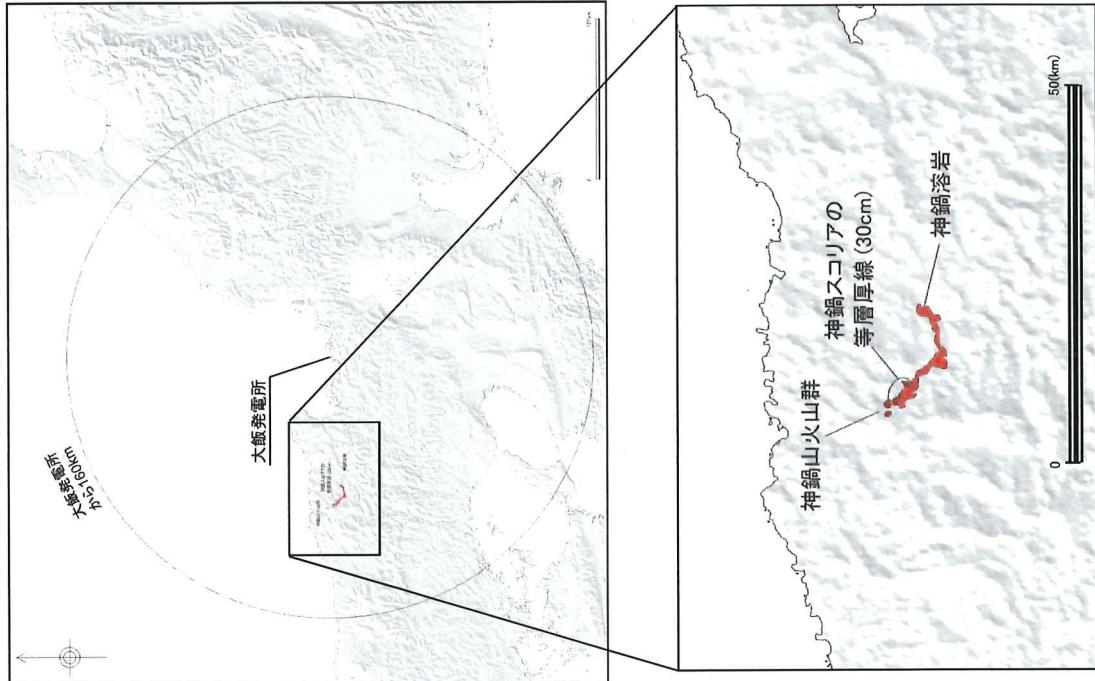
位置	鳥取県と兵庫県の県境付近
形式・構造	兵庫県村岡町から関宮町にかけて分布する単成火山で構成
火山体積	0.46km ³
活動年代	約170万年前～約20万年前
敷地との位置関係	美方火山群は敷地の約10km西に位置
噴出物種類・分布等	<ul style="list-style-type: none">▶ 美方火山群を構成する火山は、Furuyama et al. (1993)等による区分により、和田火山、春来火山、相岡火山、貴田火山、備板火山、備火山、葛畠火山、味取火山とされ、それらの噴出物は、溶岩流及びスコリアで構成されるとしている。▶ 美方火山群の噴出物は溶岩流及び落下火碎物からなり、その分布はそれぞれの火山近傍に限られる。

神鍋火山群

第206回審査会合
資料3-7再掲

14

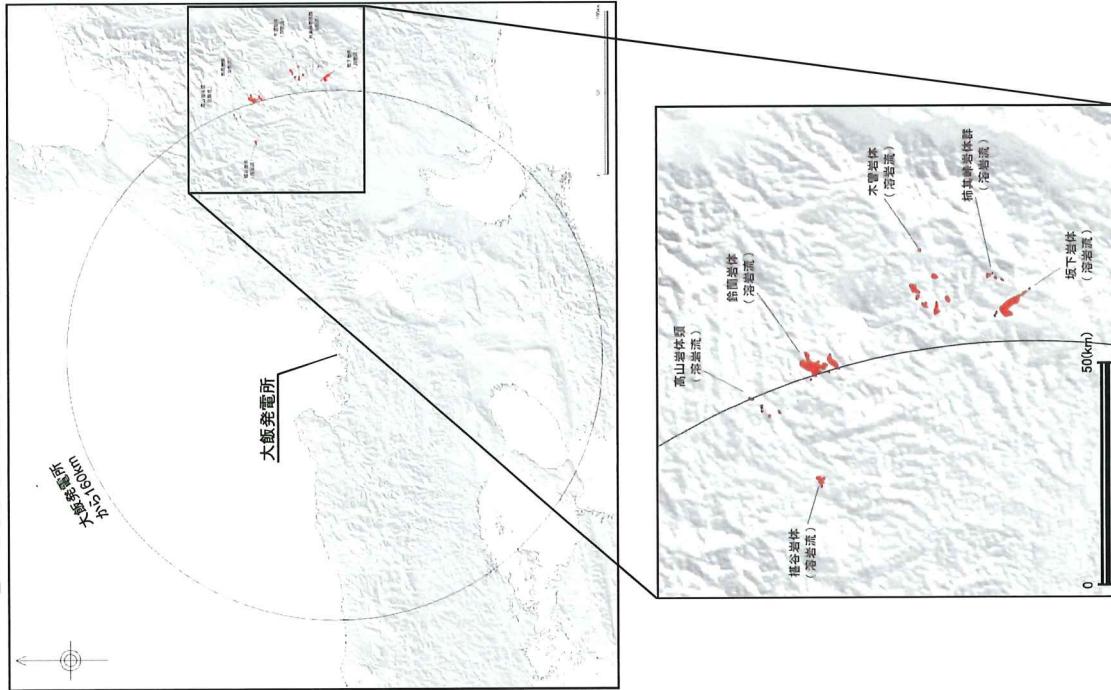
【神鍋火山群起源の噴出物の分布】



位置	兵庫県豊岡市
形式・構造	稲葉川渓谷沿いの7つの單成火山で構成
火山体積	0.70km ³
活動年代	約70万年前～約1万年前もしくは約2万年前
敷地との位置関係	<p>神鍋火山群は敷地の約89km西に位置</p> <p>古山他(1993)及び川本(1990)によれば、西気火山噴出物は下位より西気スコリア及び西気溶岩流、大机火山噴出物は下位より大机スコリア及び大机溶岩流、山宮火山噴出物は山宮スコリア、ブリ火山噴出物は下位より太田スコリア及びブリ溶岩流、太田火山噴出物は清滝スコリア、神鍋火山噴出物は下位より神鍋スコリア及び神鍋溶岩流で構成される。</p>
噴出物種類・分布等	<p>神鍋火山群の噴出物は溶岩流及び降下火碎物からなり、その分布はそれぞれの火山近傍に限られる。</p>

上野火山群

【上野火山群起源の噴出物の分布】



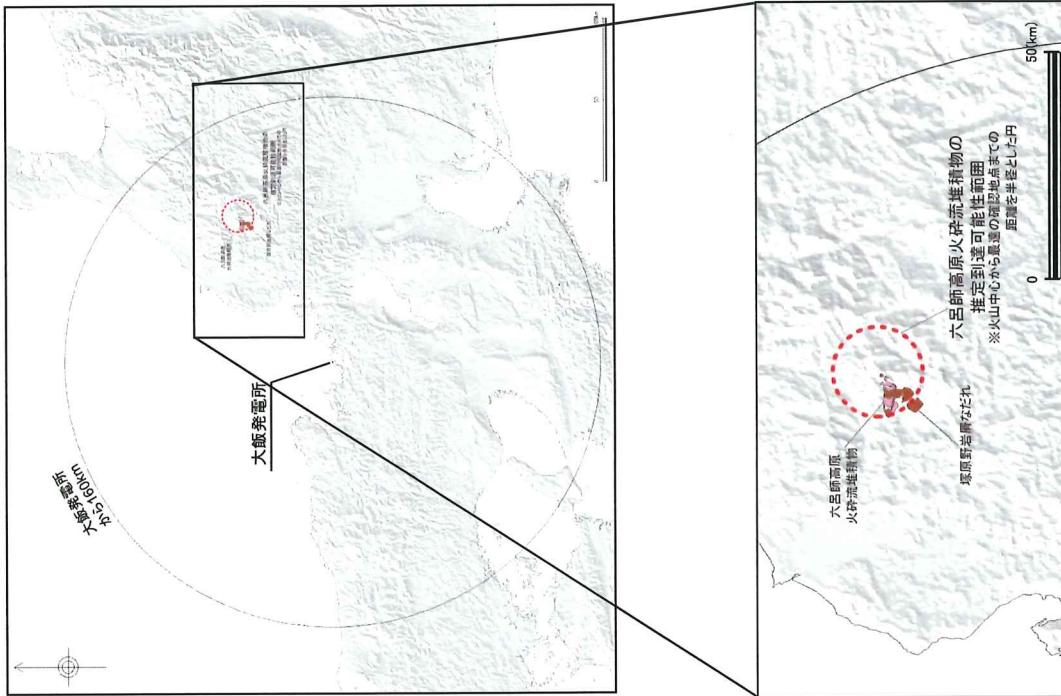
位置	長野・岐阜両県に分布
形式・構造	単成火山群
火山体積	1.24km ³
活動年代	約280万年前～約90万年前
敷地との位置関係	上野火山群は敷地の約167km東に位置
噴出物種類・分布等	<p>▶ 中野他(2000)によれば、上野火山群は玄武岩ないし玄武岩質安山岩の溶岩・火碎岩から独立単成火山群の噴出物であり、高山岩体群、鎌蘭岩体、樅谷岩体、上小川岩体、木曽岩体、柿其峠岩体群、摺鉢山岩体、坂下岩体及び樅谷岩体に区別される。</p> <p>▶ これらの火山群のうち、およそ0.9Maに噴出した摺鉢山岩体を除くと、2.8Ma～1.4Maの間に噴出したとされる。</p> <p>▶ 上野火山群の噴出物は主に溶岩流及び降下火砕物で構成され、その分布はそれぞれの火山近傍に限られる。</p>

経ヶ岳

第206回審査会合
資料3-7再掲

16

【経ヶ岳起源の噴出物の分布】



位置	福井県大野市及び勝山市の東部から福井・石川県境にかけて分布
形式・構造	複成火山
火山体積	17.9km ³
活動年代	約140万年前～約70万年前
敷地との位置関係	経ヶ岳は敷地の約104km北東に位置
噴出物種類・分布等	<ul style="list-style-type: none">➢ 経ヶ岳は狭義の経ヶ岳火山(以下「狭義」と法恩寺(ほうおんじ)火山に区別されている。(棚瀬他(2007))➢ 経ヶ岳の噴出物は主に溶岩流及び火碎物で構成されが、約83万年前に発生した六呂師高原火碎流堆積物、並びに、約3万年前～約4万年前に発生した塚原野岩屑なだれ堆積物が山麓部にまで分布する。➢ 白山、経ヶ岳を含む面白山地において、白山以外の火山ではマグマの存在を示唆するような構造は認められない。➢ 既往最大規模の噴出部の到達距離を考慮しても敷地まで十分離れている。

抽出された火山の火山活動に関する個別評価のまとめ

火山名	敷地から までの距離	敷地から噴出物 までの距離	評価	備考
白山	約122km	約115km	活動履歴より、火碎物密度流を含むマグマ噴火の発生可能性は否定できず、火碎物密度流による堆積物が白山近傍に分布することが確認されているが、当該堆積物が敷地周辺では確認されておらず、敷地まで十分に離隔距離がある。	高橋他(2004)
扇ノ山	約111km	約106km	扇ノ山の噴出物は溶岩流及び降下火碎物からなり、その分布はそれぞれの火山近傍に限られる。活動履歴上、顕著な火碎物密度流の発生は認められない。	Furuyama et al.(1993)
美方火山群	約105km	約98km	美方火山群の噴出物は溶岩流及び降下火碎物からなり、その分布はそれぞれの火山近傍に限られる。活動履歴上、顕著な火碎物密度流の発生は認められない。	第四紀カタログ (1999)
神鍋火山群	約89km	約78km	神鍋火山群の噴出物は溶岩流及び降下火碎物からなり、その分布はそれぞれの火山近傍に限られる。活動履歴上、顕著な火碎物密度流の発生は認められない。	古山他(1993) 川本(1990)
上野火山群	約167km	約135km	上野火山群の噴出物は主に溶岩流及び降下火碎物で構成され、その分布はそれぞれの火山近傍に限られる。活動履歴上、顕著な火碎物密度流の発生は認められない。	中野他(2000)
経ヶ岳	約104km	約97km	両白山地における火山活動履歴及び地球物理学的特徴により、経ヶ岳における火山活動可能性は十分に小さい。また、火碎物密度流による堆積物が経ヶ岳近傍に分布することが確認されているが、当該堆積物は敷地周辺では確認されておらず、敷地まで十分に離隔距離がある。	高橋他2004) 棚瀬他(2007)

立地評価上問題なし。

また、設計対応不可能な火山事象は発電所に到達しておらず、モニタリング対象とする火山はない。

3. 影響評估

3.1 安全性に影響を与える可能性のある火山事象の抽出

安全性に影響を与える可能性のある火山事象の抽出

火山影響評価ガイドに従い、発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象を抽出する。

火山事象	位置関係	影響の有無	検討結果、評価方針
1. 降下火碎物	—	あり	文献調査、敷地及びその周辺での地質調査結果に基づき評価を実施
2. 火碎物密度流	160km	なし	立地評価上問題なし
3. 滲岩流	50km	なし	立地評価上問題なし
4. 岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊	50km	なし	立地評価上問題なし
5. 火山性土石流、火山性泥流及び洪水	120km	なし	敷地との距離、地形から影響はないことから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さい
6. 火山から発生する飛来物(噴石)	10km	なし	該当火山なし
7. 火山ガス	160km	なし	敷地は若狭湾に面しており、火山ガスが滞留するような地形ではないことから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さい
8. 新しい火口の開口	—	なし	立地評価上問題なし
9. 津波及び静振	—	なし	日本海で認められる活火山や第四紀火山について、津波堆積物調査結果、火山の活動に関する評価結果等から、発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さい
11. 地殻変動	—	なし	立地評価上問題なし
10. 大気現象	—	なし	
12. 火山性地震とこれに関連する事象	—	なし	敷地周辺は火山が確認されていないことから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さい
13. 热水系及び地下水の異常	—	なし	

1. 降下火碎物を抽出

3.2 検討対象とする降下火砕物の抽出

降下火碎物に関する検討フロー

22

【火山影響評価ガイド】

6. 原子力発電所への火山事象の影響評価より抜粋
降下火碎物に関しては、火山抽出の結果にかかわらず、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積あたりの質量と同等の火碎物が降下するものとする。
なお、敷地及び敷地周辺で確認された降下火碎物で、噴出源が同定でき、その噴出源が将来噴火する可能性が否定できる場合は考慮対象から除外する。

原子力発電所に影響を及ぼし得る6火山及び地理的領域外の火山について、文献調査、地質調査結果より、
敷地及びその周辺において降灰層厚が比較的厚い降下火碎物を抽出する。

