

再処理施設, 廃棄物管理施設, MOX燃料加工施設
許可後の新知見の反映について
(コメント回答)

令和5年2月16日



日本原燃株式会社

コメント内容



No.	コメント日	指摘事項	頁
1	令和4年4月25日 第436回審査会合	令和4年3月に産業技術総合研究所から発行された「恵山火山地質図(三浦ほか, 2022)」について内容を確認し, 既許可への影響を説明すること。	本資料

余 白

1. 恵山火山地質図の反映について【概要】

【原子力施設に影響を及ぼし得る火山の抽出の概要】

- 既許可(R2.7.29)の申請での評価
 - ・火山の活動年代が一覧で整理されている文献を整理し、地理的領域内の第四紀火山「48火山」を抽出。
 - ・地理的領域内の第四紀火山「48火山」を対象に個別文献調査を行い、階段ダイアグラムを作成。
 - ・原子力施設に影響を及ぼし得る火山「21火山」を抽出



- 今回申請(R4.1.12)での評価
 - ・中野ほか(2013)WEB版の更新(八甲田黒森, 八甲田八幡岳を八幡岳火山群に統合)に伴う、火山の抽出の見直し。
 - ・地理的領域内の第四紀火山を「47火山」に見直し。(八甲田黒森, 八甲田八幡岳を八幡岳火山群に統合。)
 - ・原子力施設に影響を及ぼし得る火山を「22火山」に見直し。(八幡岳火山群を追加。)

【原子力施設に影響を及ぼし得る火山事象の概要】

- 既許可(R2.7.29)の申請での評価
 - ・現状において、洞爺火山灰を発生させた噴火と同規模の噴火が洞爺カルデラで発生する可能性は十分小さいことから、洞爺火山灰は評価対象外とした。
 - ・甲地軽石については、最後の巨大噴火以降の活動の評価に伴い評価対象とし、降下火砕物シミュレーションを実施。最大層厚53cm。
 - ・設計に用いる降下火砕物の層厚は、層厚が最大となる甲地軽石の降下火砕物シミュレーション結果等から55cmとした。



- 今回申請(R4.1.12)での追加評価
 - ・八幡岳火山群を起源とする設計対応が可能な火山事象が施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価。

【抽出された火山の個別評価の概要】

- 既許可(R2.7.29)の申請での評価
 - ・文献調査により過去最大規模の噴火による火山噴出物の敷地への到達可能性を検討した結果抽出される、十和田及び八甲田山について、活動履歴、地震波速度構造、比抵抗構造、地震・地殻変動データ等から、施設の運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと評価した。
 - ・十和田及び八甲田山の最後の巨大噴火以降の活動についても文献調査を実施し、発生実績や敷地と火山の離隔等から、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。



- 今回申請(R4.1.12)での追加評価
 - ・八幡岳火山群の、設計対応不可能な火山事象が敷地に到達または敷地において発生する可能性は十分に小さいと評価。

【火山モニタリング】

- 既許可(R2.7.29)の申請での評価(既申請(R4.1.12)での変更なし)
 - ・十和田及び八甲田山を対象に、火山モニタリングを実施。
 - ・監視項目：地震、地殻変動
 - ・地震及び地殻変動データ等に基づくモニタリングの判断基準とフロー(案)を策定。
 - ・火山モニタリングにより、観測データの有意な変化を検知した場合の対処方針を例示。
 - ・モニタリングの判断基準は随時更新し、干渉SARや水準測量も実施し、モニタリング精度の向上に努める。

- 恵山火山地質図(三浦ほか(2022))の反映による、評価の変更はない。

1. 恵山火山地質図の反映について【概要】

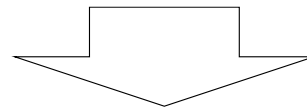
恵山の以下の従前の評価に変更はない。

立地評価(設計対応不可能な火山事象)

- 恵山は完新世に活動を行った活火山であり、原子力施設に影響を及ぼし得る火山である、
- 恵山を起源とする設計対応不可能な火山事象が敷地に到達または敷地において発生する可能性は十分に小さい。

影響評価(設計対応が可能な火山事象)

- 恵山を起源とする設計対応が可能な火山事象が施設に影響を及ぼす可能性は十分小さい。



当社の火山影響評価の以下の従前の評価に変更はない。

- 立地評価：設計対応不可能な火山事象が施設に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。
- 火山モニタリング：十和田および八甲田山を対象に火山活動のモニタリングを実施。
- 影響評価：設計に用いる降下火砕物の層厚及び密度について、最大層厚である甲地軽石から層厚を55cm、密度(湿潤状態※)を 1.3g/cm^3 と設定。

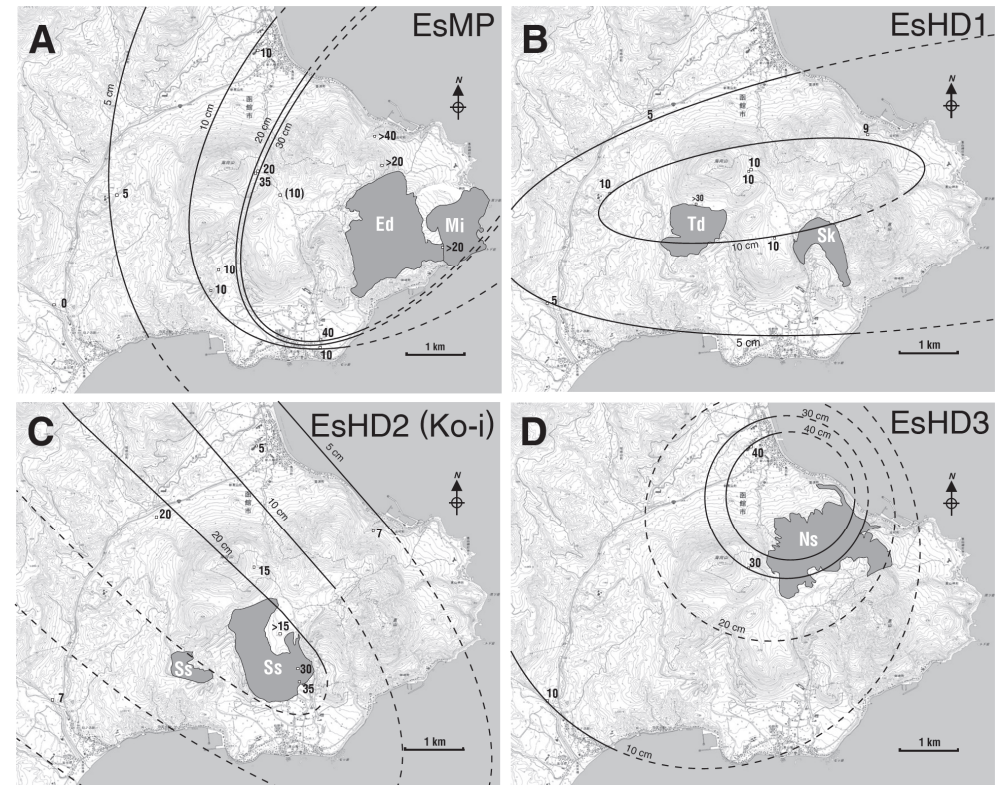
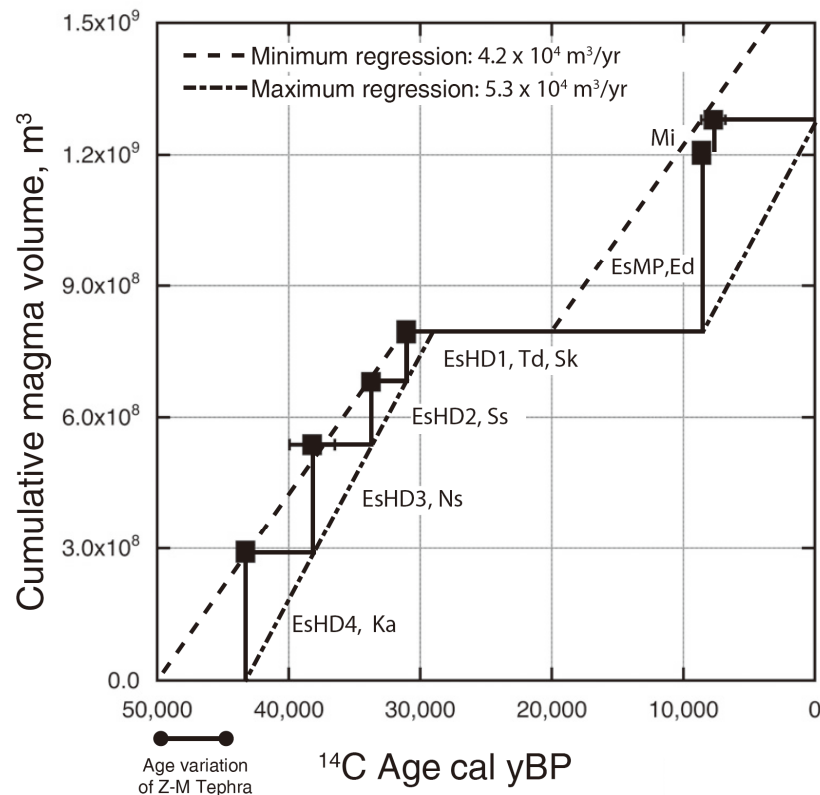
※飽和状態(降下火砕物の空隙に水が満たされた状態、飽和密度)を含む値として 1.3g/cm^3 とした。

1. 恵山火山地質図の反映について【概要】

恵山火山地質図(活動履歴)

【恵山火山地質図(三浦ほか(2022))の知見】

- 恵山の活動履歴について、古い順に、後期更新世の活動を更新世活動期4から更新世活動期1, 完新世の活動を完新世活動期とするとともに、主要噴出物ごとの年代, 噴出量, 噴出物の分布が示された。
- 約1万1千年前以降, 現在までにかけて, 比較的小さい噴火によると考えられる15層準の噴火堆積物を再定義。

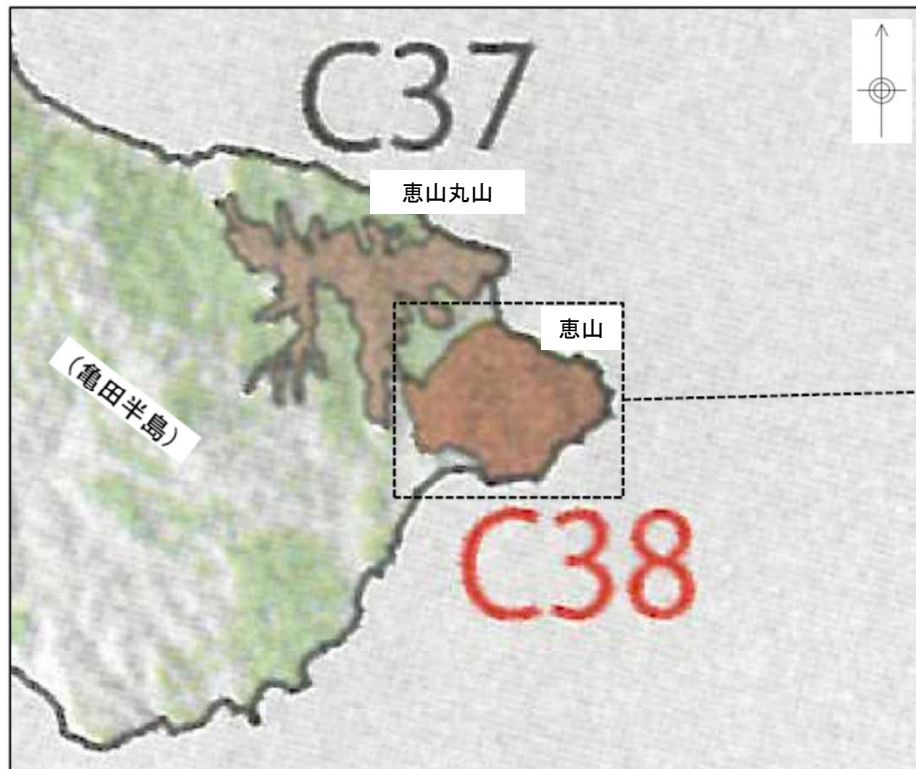


三浦ほか(2022)による階段ダイヤグラム及び降下火砕物の分布状況

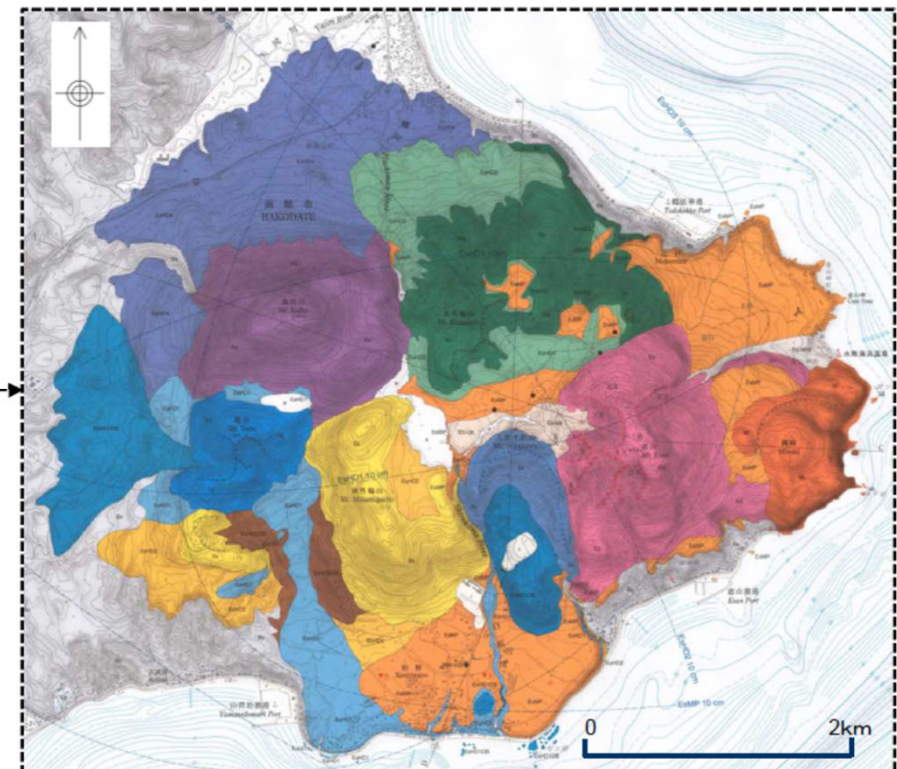
1. 恵山火山地質図の反映について【概要】

恵山火山地質図(噴出物の分布)

➤ 恵山火山地質図(三浦ほか(2022))による噴出物の分布は、中野ほか編(2013)と大きな違いはない。



中野ほか編(2013)による200万分の1地質編集図(恵山周辺を拡大)



恵山火山地質図(三浦ほか, 2022)

1. 恵山火山地質図の反映について【概要】 (参考)【恵山(階段ダイアグラム)】 既許可における整理

火山名	恵山
敷地からの距離	約95km
火山の形式	複成火山, 溶岩ドーム
活動年代	約5万年前～最新噴火: AD.1874

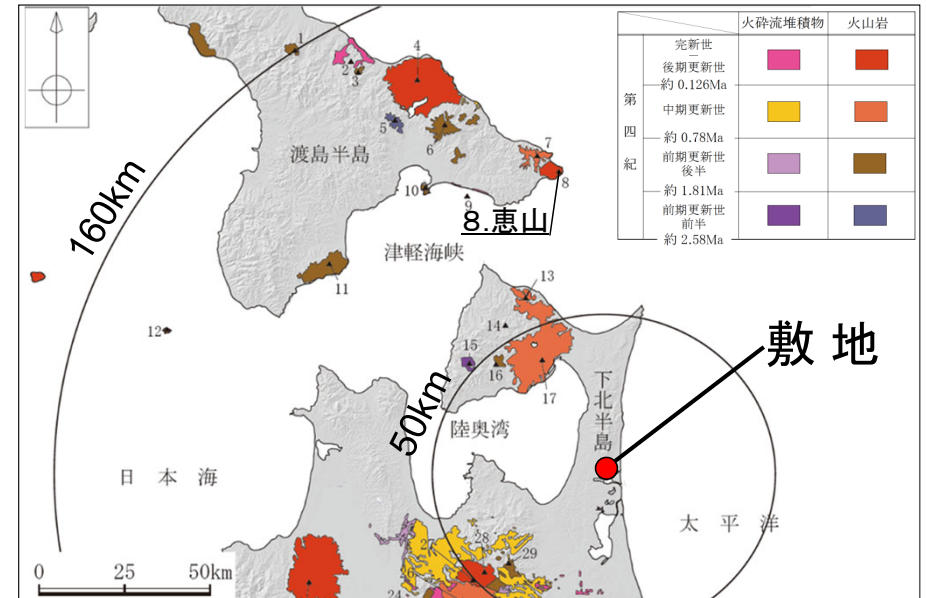
注) 火山名, 火山の形式, 活動年代は中野ほか編(2013)に基づく

恵山の活動履歴

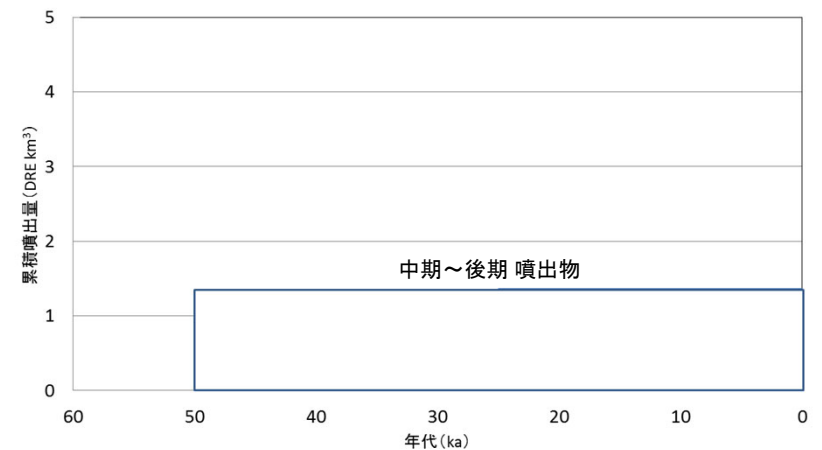
年代 (ka)	活動期, 火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
AD.1874	後期	Es-6 Es-MP 等	0.484	Miura et al. (2013) 恵山火山防災協議会 (2001) 荒井(1998) 安藤(1974) 西来ほか編(2014)
	中期	EsHD1 EsHD4 等	0.796	
	初期	Es-P2pfl Es-P1pfl	不明	
50ka				

完新世に活動を行った火山であることから, 原子力施設に影響を及ぼし得る火山と評価

[地質図]



中野ほか編(2013)に基づき当社が作成



恵山の噴出量一年代階段ダイアグラム

— 噴出量の累積(km³) ※ 四角は, 中野ほか編(2013)に基づく年代幅及び個別文献に基づく噴出量を表す。〔噴出量不明を除く〕

1. 恵山火山地質図の反映について【概要】 【恵山(階段ダイアグラム)】 三浦ほか(2022)の反映

火山名	恵山
敷地からの距離	約95km
火山の形式	複成火山, 溶岩ドーム
活動年代	約5万年前～最新噴火: AD.1874

注) 火山名, 火山の形式, 活動年代は中野ほか編(2013)に基づく

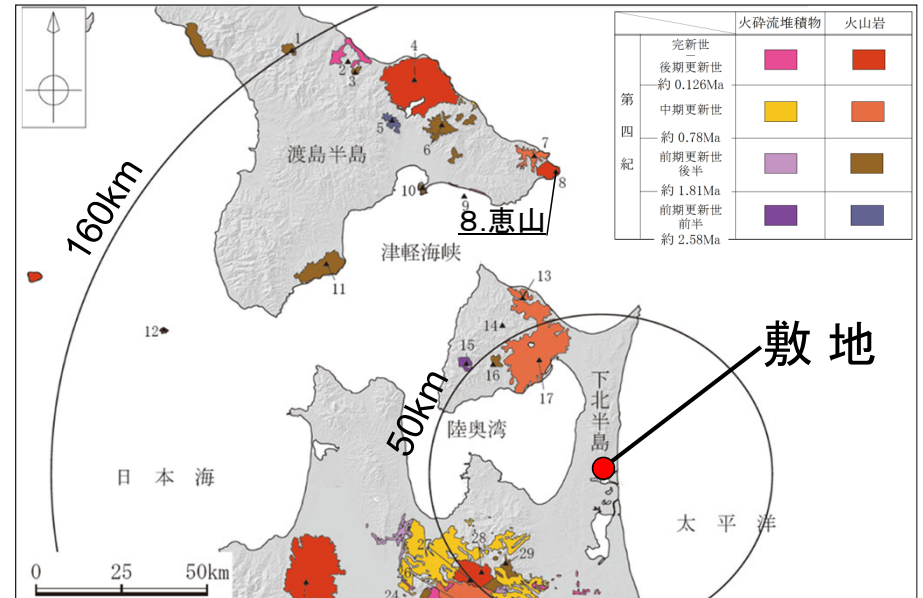
恵山の活動履歴

年代 (ka)	活動期, 火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
AD.1874	完新世活動期 (・完新世小規模噴火)	完新世小規模噴火(15層準)	—	三浦ほか(2022)
6.8～8.62 (Ed, EsMP, Mi)		御崎溶岩ドーム (Mi) 元村火砕堆積物 (EsMP) 恵山山頂溶岩ドーム (Ed)	0.482	
31.08(EsHD1)	更新世活動期1	火砕堆積物1 (EsHD1) 椴山溶岩ドーム (Td) 等	0.105	
33.74(EsHD2)	更新世活動期2	火砕堆積物2 (EsHD2) 南外輪山溶岩ドーム (Ss) 等	0.150	
39.95～36.50 (EsHD3)	更新世活動期3	火砕堆積物3 (EsHD3) 北外輪山溶岩ドーム (Ns)	0.243	
43.29(EsHD4) 50ka	更新世活動期4	火砕堆積物4 (EsHD4) 海向山溶岩ドーム (Ka)	0.295	

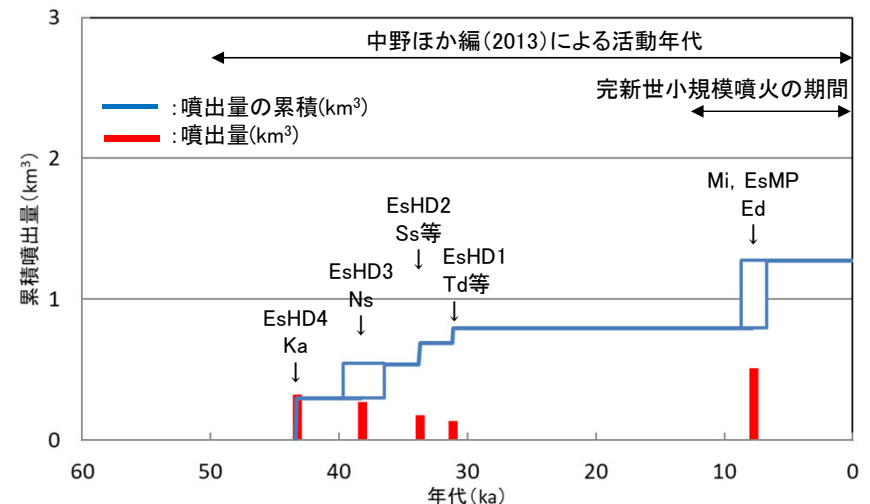
・青: 個別文献年代値

完新世に活動を行った火山であることから, 原子力施設に影響を及ぼし得る火山と評価

[地質図]



中野ほか編(2013)に基づき当社が作成



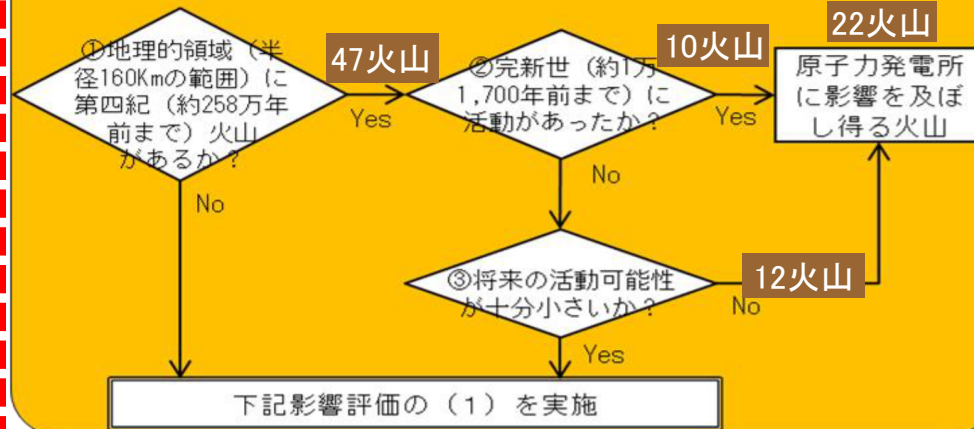
※三浦ほか(2022)に基づき作成
四角は三浦ほか(2022)に基づく年代幅及び噴出量を表す。

2. 施設に影響を及ぼし得る火山の抽出

原子力施設に影響を及ぼし得る火山の抽出

調査方法
・文献調査、地形、地質調査、火山学的調査

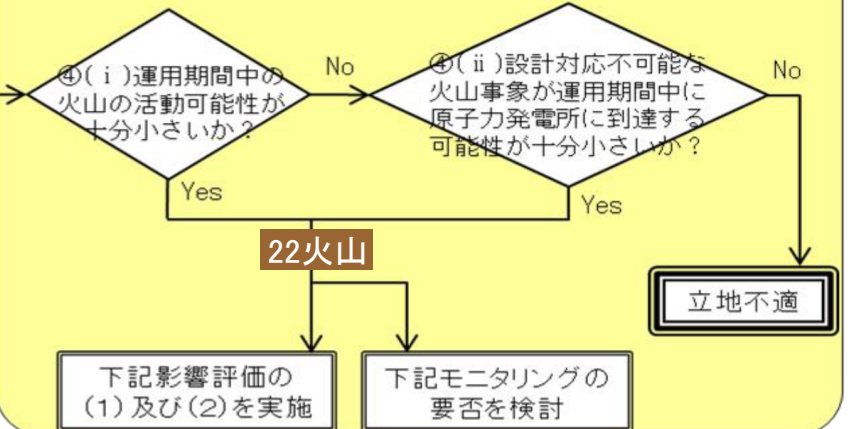
立地評価



原子力施設の運用期間における火山活動に関する個別評価

調査方法
文献調査、地形、地質調査、火山学的調査
地球物理学的及び地球化学的調査

設計対応が不可能な火山事象
・火砕物密度流
・溶岩流
・岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊
・新しい火口の開通
・地殻変動



個別評価の結果を受けた原子力施設への火山事象の影響評価

(1) 地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価

調査方法
・文献調査
・地形、地質調査
・火山学的調査

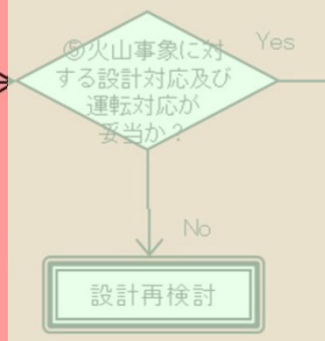
火山事象
・降下火砕物

・甲地軽石
55cm
その他の火山事象が施設に与える影響は十分に小さい

(2) 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価

調査方法
・文献調査
・地形、地質調査
・火山学的調査
・地球物理学的及び地球化学的調査

火山事象(設計対応が可能なもの)
・降下火砕物
・火山性土石流
・噴石
・火山性ガス
・その他の事象(津波、静振)等



今回対象外

影響評価

火山影響評価の根拠が維持されていることを確認することを目的とした火山活動のモニタリング



モニタリング

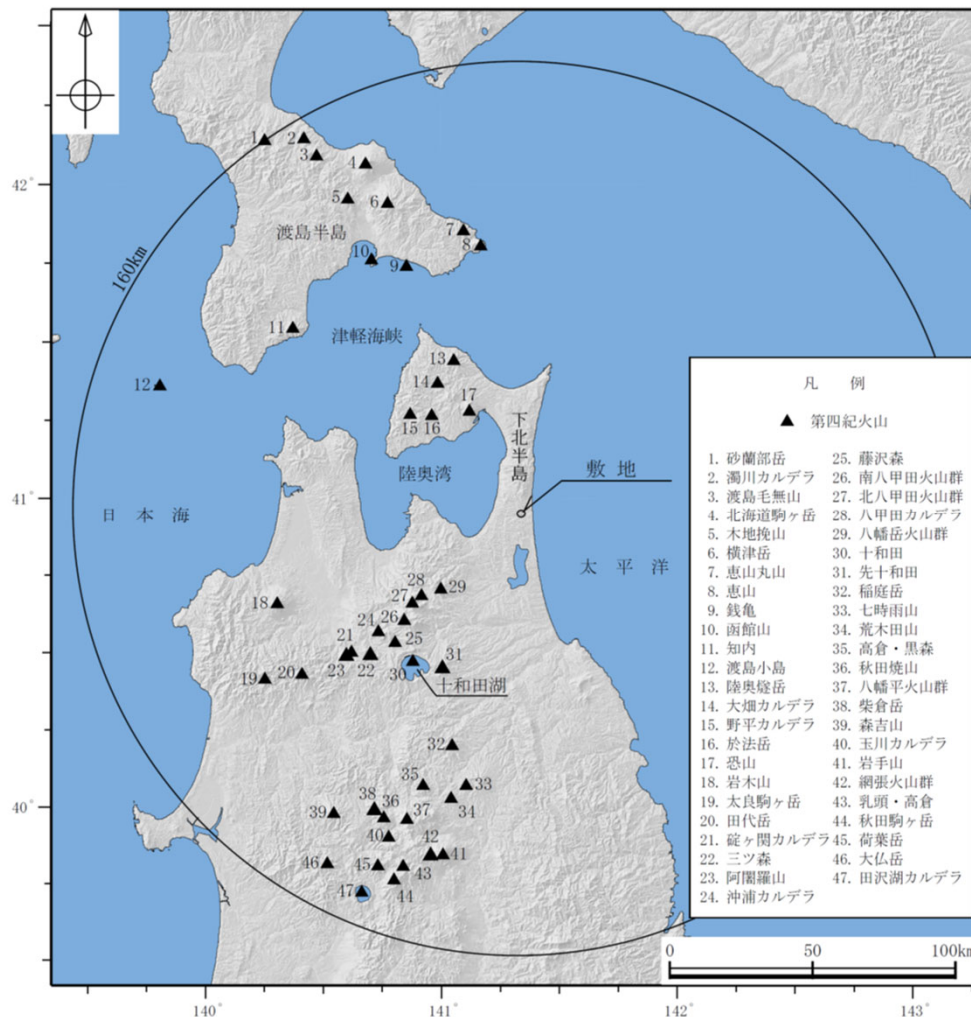
⑥火山活動のモニタリングの実施及びモニタリングにより観測データに有意な変化を把握した場合の対処方針を策定

十和田、八甲田山※

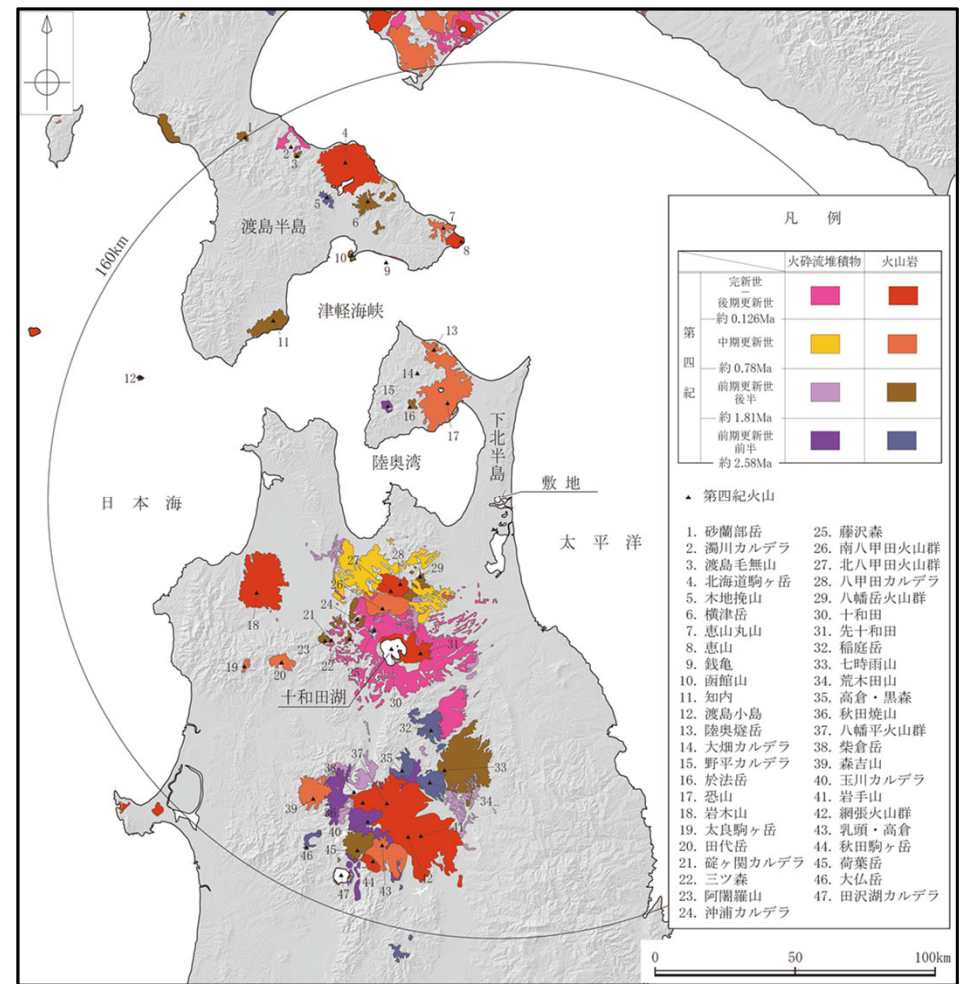
※八甲田カルデラに北八甲田火山群及び南八甲田火山群を合わせて「八甲田山」とする

2.1 原子力施設に影響を及ぼし得る火山の抽出結果①

- 文献調査及び地形・地質調査により、敷地を中心とする半径160km範囲において、第四紀火山の噴出物の分布等を把握し、敷地を中心とする半径160km範囲の第四紀火山を抽出した。
- 敷地を中心とする半径160km範囲には47の第四紀火山が分布する。



中野ほか編(2013)に基づき当社が作成



中野ほか編(2013)に基づき当社が作成

2.1 原子力施設に影響を及ぼし得る火山の抽出結果②

火山名※	形式※	活動年代※ (千年前)		最後の活動 からの 経過期間 (千年間)	原子力施設に影響を及ぼし 得る火山(22火山)	
					完新世に 活動を 行った火山 (10火山)	完新世に活動 を行っていない 火山 (12火山)*2
1 砂蘭部岳 (さらんべだけ)	複成火山	1,800		1,800		
2 濁川カルデラ (にごりかわ)	カルデラー火砕流	15		15		
3 渡島毛無山 (おしまけなしやま)	溶岩流	前期更新世 前半	or 前期更新世	前期更新世 後半以降		
4 北海道駒ヶ岳 (ほっかいどうこまがたけ)	複成火山	30以前 110 ^{*3}	~ AD2000	—	○	
5 木地挽山 (きじびきやま)	複成火山	1,900	or 1,900以降	約1,900		
6 横津岳 (よこつだけ)	複成火山	1,100 1,710 ^{*4}	or 1,100以降 140 ^{*5}	140		○
7 恵山丸山 (えさんまるやま)	複成火山	200		200		
8 恵山 (えさん)	複成火山 溶岩ドーム	50	~ AD1874	—	○	
9 銭亀 (ぜにかめ)	カルデラー火砕流	45		45		
10 函館山 (はこだてやま)	複成火山	1,200	~ 900	900		
11 知内 (しりうち)	複成火山 溶岩ドーム	2,500	~ 1,400	1,400		
12 渡島小島 (おしまこじま)	複成火山	160	~ 110	110		
13 陸奥燧岳 (むつひうちだけ)	複成火山	1,200	~ 500	500		○
14 大畑カルデラ (おおはた)	カルデラ	3,000	~ 1,800	1,800		
15 野平カルデラ (のひら)	カルデラ	1,900		1,900		
16 於法岳 (おほうだけ)	複成火山	2,000		2,000		
17 忍山 (おそれざん)	火砕丘-カルデラ 溶岩ドーム	1,300	~ 20	20	○*1	
18 岩木山 (いわきざん)	複成火山 溶岩ドーム	650	~ AD1863	—	○	
19 太良駒ヶ岳 (たいらこまがたけ)	複成火山	200		200		
20 田代岳 (たしろだけ)	複成火山 溶岩ドーム	600	~ 600以降 35~15.5 ^{*6}	35~15.5 ^{*6}		○
21 碓ヶ関カルデラ (いかりがせき)	カルデラー火砕流	2,600	~ 2,300	2,300		
22 ミツ森 (みつもり)	複成火山	1,900	~ 1,300	1,300		
23 阿闍羅山 (あじやらやま)	複成(複合)火山	1,000		1,000		
24 沖浦カルデラ (おきうら)	カルデラー火砕流 溶岩ドーム	1,700 ^{*7}	~ 1,100 ^{*7}	700 ^{*7}		
25 藤沢森 (ふじさわもり)	溶岩流	3,500	~ 1,700	1,700		○
26 南八甲田火山群 (みなみはっこうだ)	複成火山	1,100	~ 300	300		○
27 北八甲田火山群 (きたはっこうだ)	複成火山 溶岩ドーム	400	~ 0.6~0.4	0.6~0.4	○	
28 八甲田カルデラ (はっこうだ)	カルデラー火砕流	900	~ 400	400		○*8

火山名※	形式※	活動年代※ (千年前)		最後の活動 からの 経過期間 (千年間)	原子力施設に影響を及ぼし 得る火山(22火山)	
					完新世に 活動を 行った火山 (10火山)	完新世に活動 を行っていない 火山 (12火山)*2
29 八幡岳火山群 (はちまんだけ)	複成火山	2,500	~ 1,400 1,170 ^{*9}	1,170		○
30 十和田 (とわだ)	カルデラー火砕流 溶岩ドーム	200	~ AD915	1	○	
31 先十和田 (せんとうわだ)	複成(複合)火山	620 2,530 ^{*10}	~ 450	450		○
32 福原岳 (ふきはらだけ)	複成火山	3,000	~ 2,600	2,600		
33 七時雨山 (ななしぐれやま)	複成火山, 溶岩ドーム カルデラー火砕流	1,100	~ 900	900		
34 荒木田山 (あらかだやま)	複成火山	2,100	~ 1,900	1,900		
35 高倉・黒森 (たかくら・くろもり)	複成火山	3,200	~ 2,500	2,500		
36 秋田焼山 (あきたやけやま)	複成火山 溶岩ドーム	500	~ AD1997	—	○	
37 八幡平火山群 (はちまんたい)	複成火山	1,200	~ 7	7	○	
38 柴倉岳 (しばくらだけ)	複成(複合)火山	2,600	~ 2,000 ^{*11}	1,200		
39 森吉山 (もりよしざん)	複成火山 溶岩ドーム	1,100	~ 700	700		
40 玉川カルデラ (たまがわ)	カルデラー火砕流	2,000	and 1,000	1,000		○
41 岩手山 (いわてざん)	複成火山	700	~ AD1919	—	○	
42 網張火山群 (あみはり)	複成(複合)火山	1,620	~ 300	300		○
43 乳頭・高倉 (にゅうとう・たかくら)	複成火山 溶岩ドーム	600	~ 100	100		○
44 秋田駒ヶ岳 (あきたこまがたけ)	複成火山, 溶岩流 小型楯状火山	100	~ AD1971	—	○	
45 荷葉岳 (かようだけ)	複成火山, 溶岩流, 小型 楯状火山, 溶岩ドーム	2,200	~ 900	900		○
46 大仏岳 (だいはつだけ)	複成火山	3,000	~ 2,100	2,100		
47 田沢湖カルデラ (たざわこ)	カルデラ 複成火山, 溶岩ドーム	1,800	~ 1,400	1,400		

※中野ほか編(2013:2019年3月の更新を反映)、西来ほか編(2012)及び西来ほか編(2014)に基づき作成

*1: 気象庁編(2013)による活火山に該当するため抽出

*2: 最後の活動からの経過期間が活動期間内の最大休止期間よりも短いとみなせる火山

*3: 雁澤ほか(2005)によれば、北海道駒ヶ岳起源の降下火砕物(E-x)が洞爺火山灰の下位に認められ、その年代を110kaと推定している

*4: 高田・中川(2016)によれば、横津岳のグループ1の活動は1.71Maから開始したとされる

*5: 新エネルギー総合開発機構(1988)によれば、横津岳に含まれる熊泊山火山噴出物の年代として0.14±0.04Ma(フィッション・トラック年代)

が得られている

*6: 宝田(1991)によれば、層序的に十和田大不動火砕流(約3.5万年前)と十和田八戸火砕流(約1.5万年前)の噴出時期の間にあるとされる

*7: 宝田・村岡(2004)による

*8: 中野ほか編(2013)によれば、カルデラ形成時期は0.90Ma、0.76Ma及び0.40Maの各年代値が記載されているが、その活動時期を

0.90Ma~0.40Maと保守的に評価した

*9: 新エネルギー総合開発機構(1987)によれば、八幡岳火山群に含まれる黒森溶岩の年代として1.17±0.07Ma(K-Ar年代)が得られている

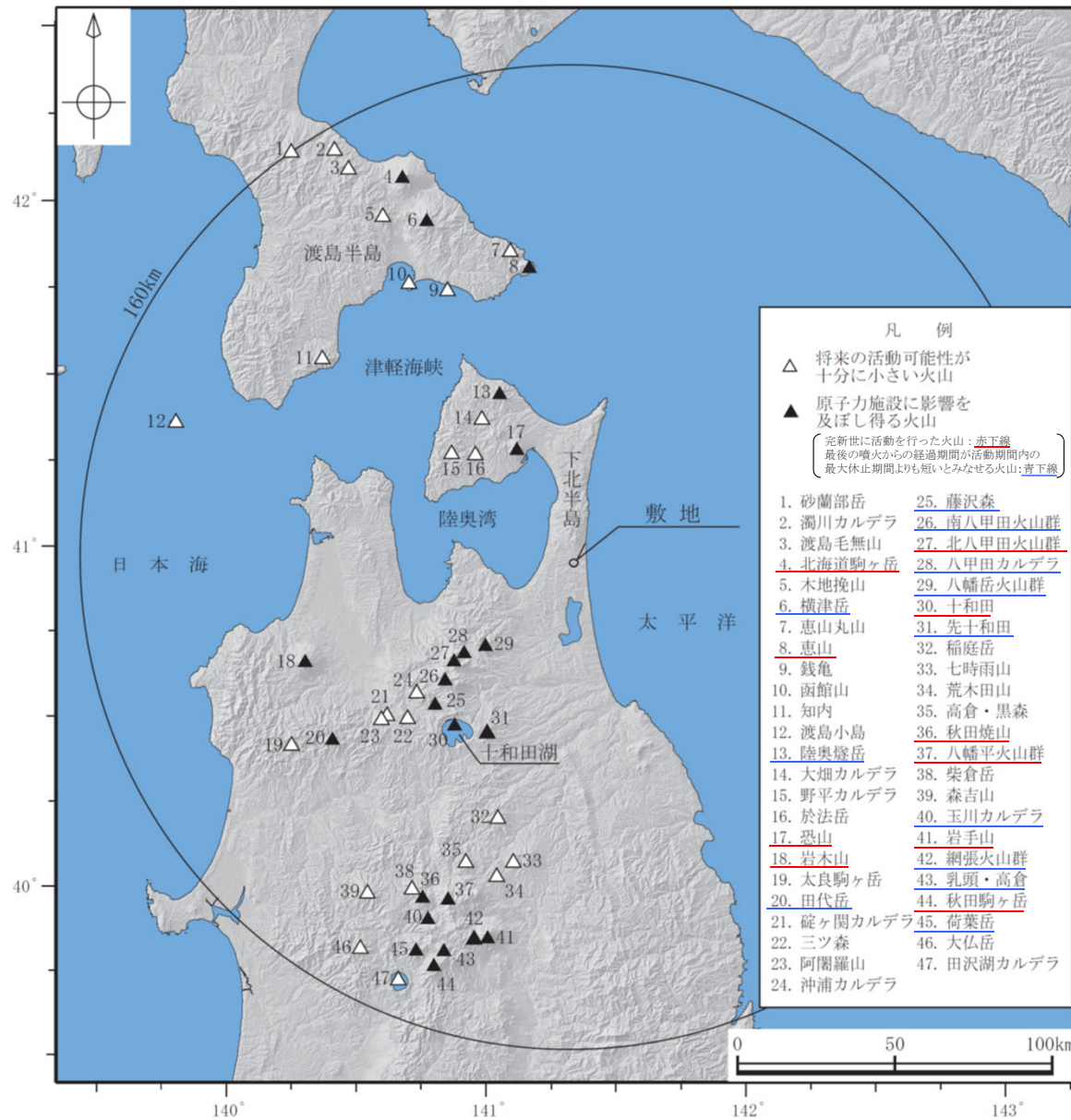
*10: 工藤(2018)によれば、十和田湖周辺の高山溶岩・火山碎屑岩で、2.53±0.07Ma(K-Ar年代)が得られている

*11: 須藤(1992)によれば、柴倉岳火山噴出物と物森火山噴出物は識別されており、前者で2.6±0.5Maと2.0±0.2Ma、後者で1.2±0.1Ma

(K-Ar年代)が得られている。

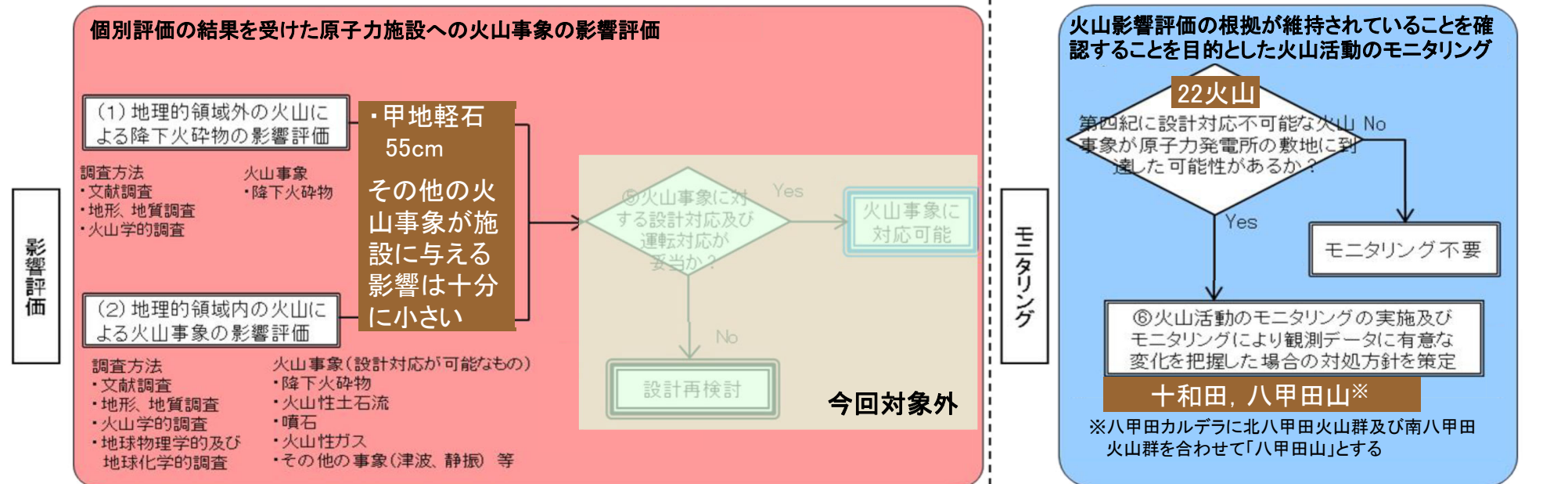
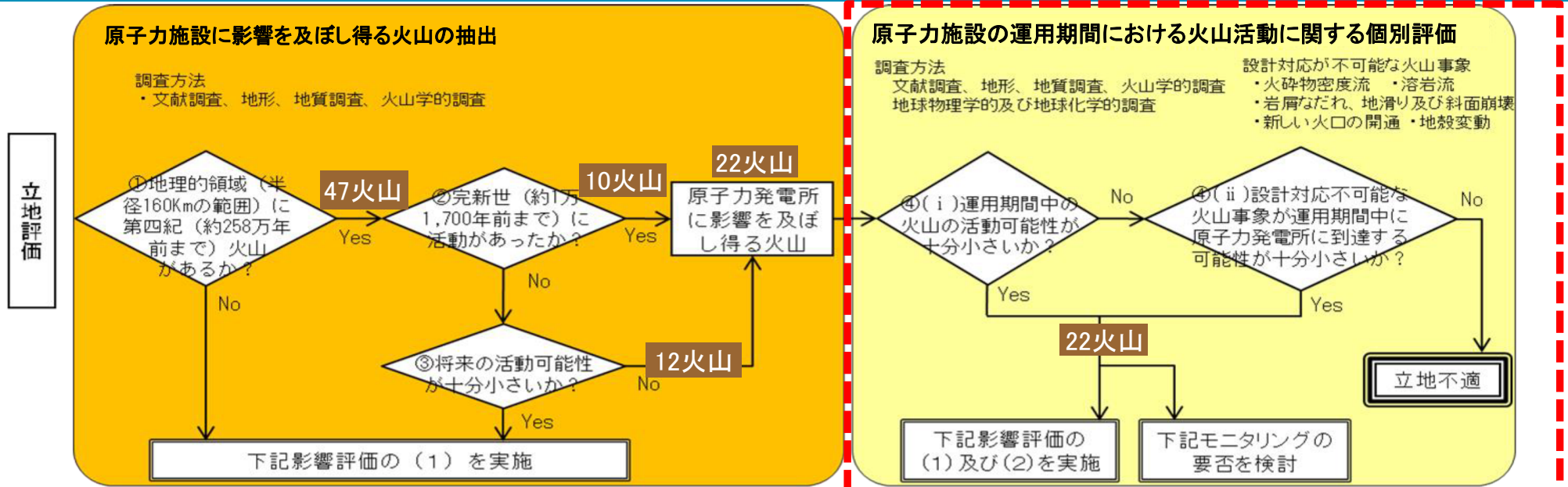
- 敷地を中心とする半径160km範囲に分布する47火山のうち、完新世に活動を行った火山は10火山である。
- また、完新世に活動していないものの、最後の噴火から現在までの経過期間の方が、全活動期間あるいは活動期間内の最大休止期間よりも短いために、将来の活動可能性が否定できない火山は12火山である。
- 将来の活動可能性が十分に小さい火山は25火山である。

2.2 原子力施設に影響を及ぼし得る火山の抽出結果〔まとめ〕



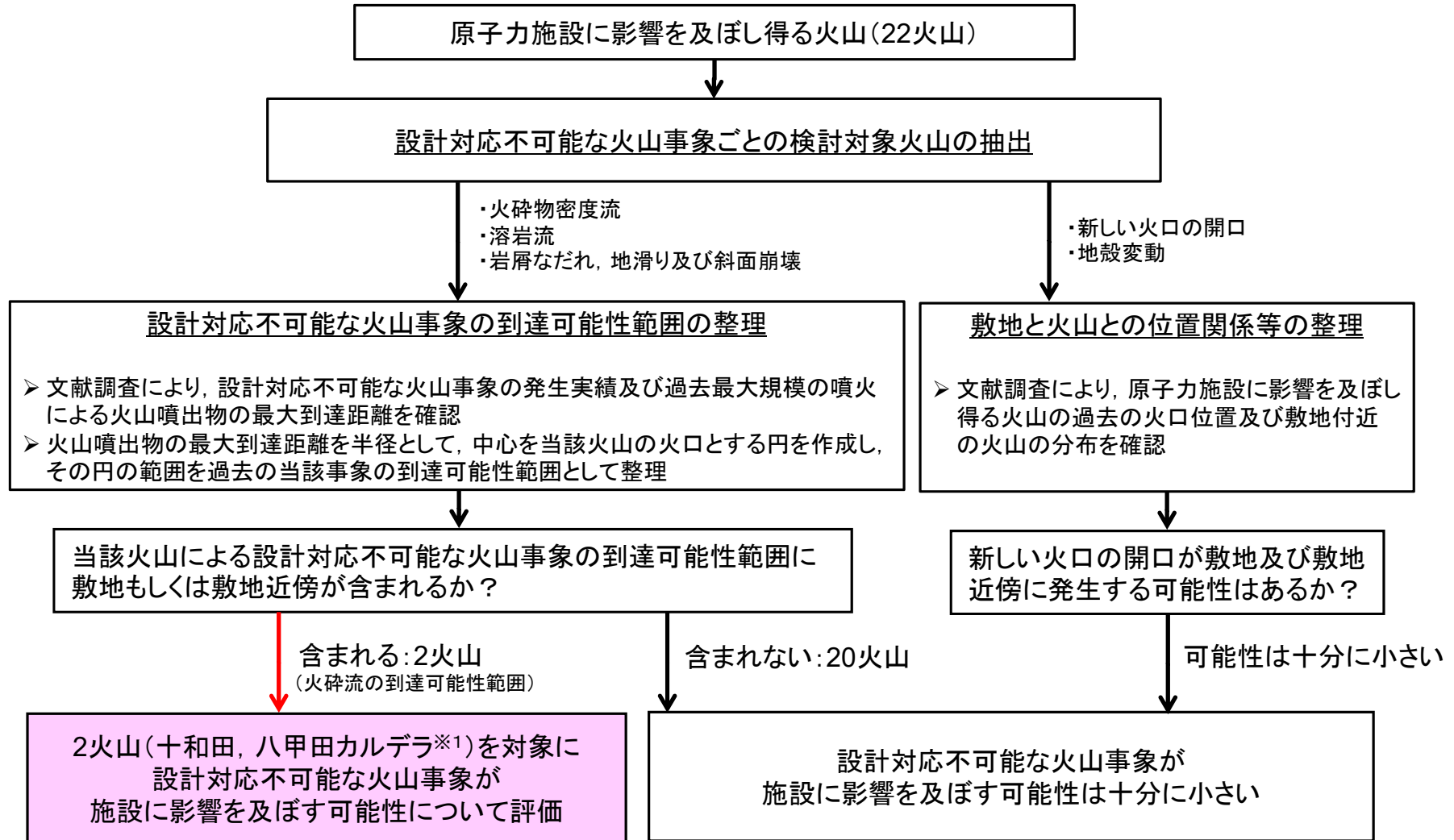
- 敷地を中心とする半径160km範囲に分布する47の第四紀火山について、完新世の活動の有無、及び活動休止期間と最後の噴火からの経過期間から将来の活動可能性を検討し、原子力施設に影響を及ぼし得る火山を抽出した。
- その結果、原子力施設に影響を及ぼし得る火山として、22火山を抽出した（左図黒三角の火山）。

3. 原子力施設に影響を及ぼし得る火山の火山活動に関する個別評価



3.1 設計対応不可能な火山事象の到達可能性①〔評価概要〕

- 原子力施設に影響を及ぼし得る火山について、以下のフローに従い、設計対応不可能な火山事象の敷地への到達可能性について検討した。



※1:南八甲田火山群及び北八甲田火山群も合わせて評価を実施。

3.1 設計対応不可能な火山事象の到達可能性②

火山名	敷地からの 離隔 (km)	設計対応不可能な火山事象				
		火砕物 密度流	溶岩流	岩屑なだれ、 地滑り及び 斜面崩壊	新しい火口 の開口	地殻変動
		検討対象となる火山の敷地からの離隔				
		160km以内	50km以内	50km以内	—	—
4 北海道駒ヶ岳 (ほっかいどうこまがたけ)	134	○ (7km)	検討不要		○*1	○*1
6 横津岳 (よこつだけ)	118	○ (12km)	検討不要		○*1	○*1
8 恵山 (えさん)	95	○ (4km)	検討不要		○*1	○*1
13 陸奥燧岳 (むつひうちだけ)	58	○ (8km)	検討不要		○*1	○*1
17 恐山 (おそれざん)	39	○ (15km)	○ (9km)	○ (15km)	○*1	○*1
18 岩木山 (いわきさん)	93	○ (6km)	検討不要		○*1	○*1
20 田代岳 (たしろだけ)	98	○ (12km)	検討不要		○*1	○*1
25 藤沢森 (ふじさわもり)	65	◎	検討不要		○*1	○*1
26 南八甲田火山群 (みなみはっこうだ)	57	○ (13km)	検討不要		○*1	○*1
27 北八甲田火山群 (きたはっこうだ)	51	○ (10km)	検討不要		○*1	○*1
28 八甲田カルデラ (はっこうだ)	46	× (42km)	◎	◎	○*1	○*1
29 八幡岳火山群 (はちまんだけ)	40	○ (9km)	○ (9km)	◎	○*1	○*1
30 十和田 (とわだ)	66	× (100km)	検討不要		○*1	○*1
31 先十和田 (せんとうわだ)	63	○ (24km)	検討不要		○*1	○*1
36 秋田焼山 (あきたやけやま)	121	○ (12km)	検討不要		○*1	○*1
37 八幡平火山群 (はちまんたい)	118	◎	検討不要		○*1	○*1
40 玉川カルデラ (たまがわ)	127	○ (41km)	検討不要		○*1	○*1
41 岩手山 (いわてさん)	126	○ (20km)	検討不要		○*1	○*1
42 網張火山群 (あみはり)	127	○ (8km)	検討不要		○*1	○*1
43 乳頭・高倉 (にゅうとう・たかくら)	135	◎	検討不要		○*1	○*1
44 秋田駒ヶ岳 (あきたこまがたけ)	141	○ (13km)	検討不要		○*1	○*1
45 荷葉岳 (かようだけ)	138	◎	検討不要		○*1	○*1

◎：当該火山の活動履歴上、発生実績が認められない火山事象
 ○：当該火山の活動履歴上、発生実績は認められるが、敷地近傍への到達可能性が十分に小さい火山事象
 ×：過去の最大規模の噴火による火山噴出物が、敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある火山事象
 ()内の距離：過去の最大規模の噴火による火山噴出物の到達距離
 検討不要：敷地からの離隔による判断
 *1：敷地は過去の火口及びその近傍に位置しないことによる

【火砕物密度流】

〈対象となる火山：敷地から半径160km以内の22火山〉

➤ 文献調査では敷地近傍では火砕流堆積物の分布は認められないものの、十和田及び八甲田カルデラの過去最大規模の噴火における火砕流の到達可能性範囲に敷地若しくは敷地近傍が含まれる。一方、十和田及び八甲田カルデラ以外の原子力施設に影響を及ぼし得る火山については、発生実績や敷地からの離隔等より、火砕物密度流が敷地に到達する可能性は十分に小さいと評価した。

【溶岩流／岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊】

〈対象となる火山：敷地から半径50km以内の恐山、八甲田カルデラ及び八幡岳火山群〉

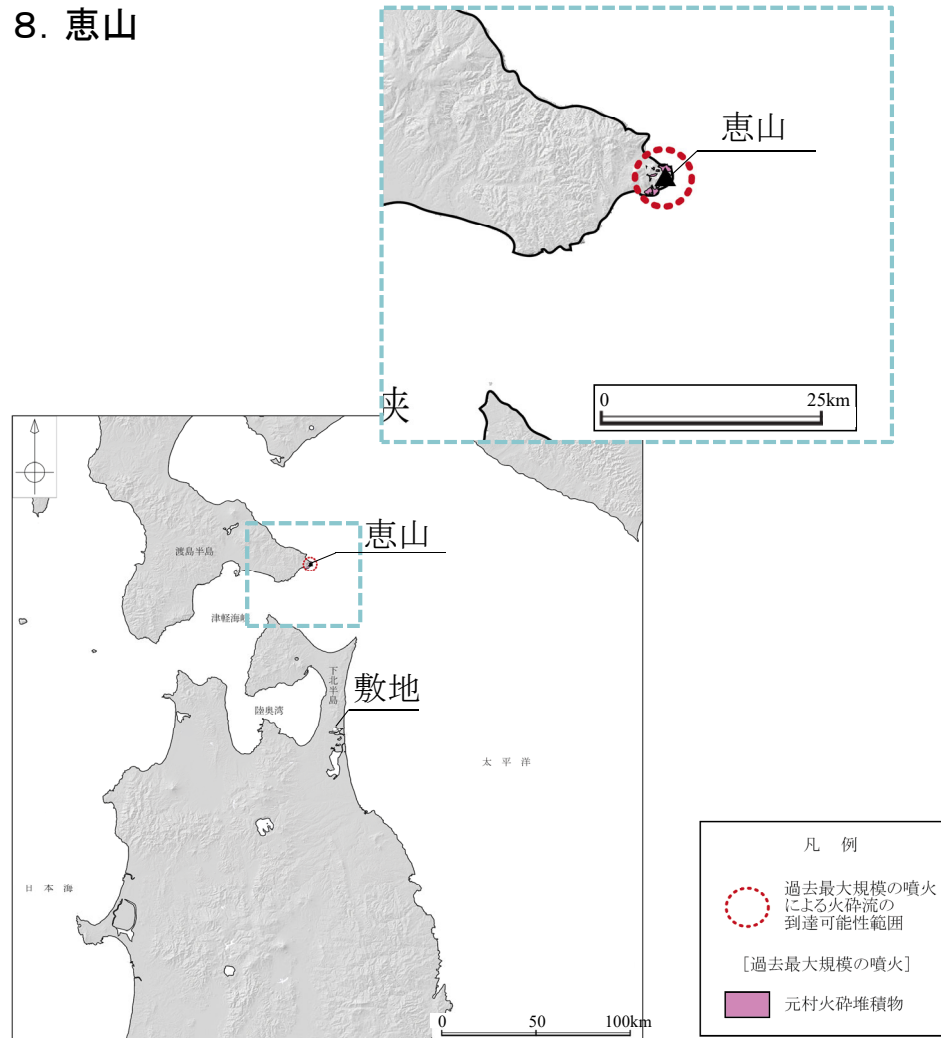
➤ 恐山については、溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊に伴う堆積物は敷地周辺には分布しない。八甲田カルデラについては、溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊の発生実績が認められない。八幡岳火山群については、溶岩流は敷地周辺に分布せず、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊の発生実績は認められない。その他の19火山については、敷地から半径50km以内に分布しないことから、評価対象外である。したがって、これらの火山事象が敷地に到達する可能性は十分に小さいと評価した。

【新しい火口の開口及び地殻変動】

➤ 新しい火口の開口及び地殻変動については、敷地が、原子力施設に影響を及ぼし得る火山の過去の火口及びその近傍に位置しないこと、並びに火山フロントより前弧側(東方)に位置することから、これらの火山事象が敷地において発生する可能性は十分に小さいと評価した。

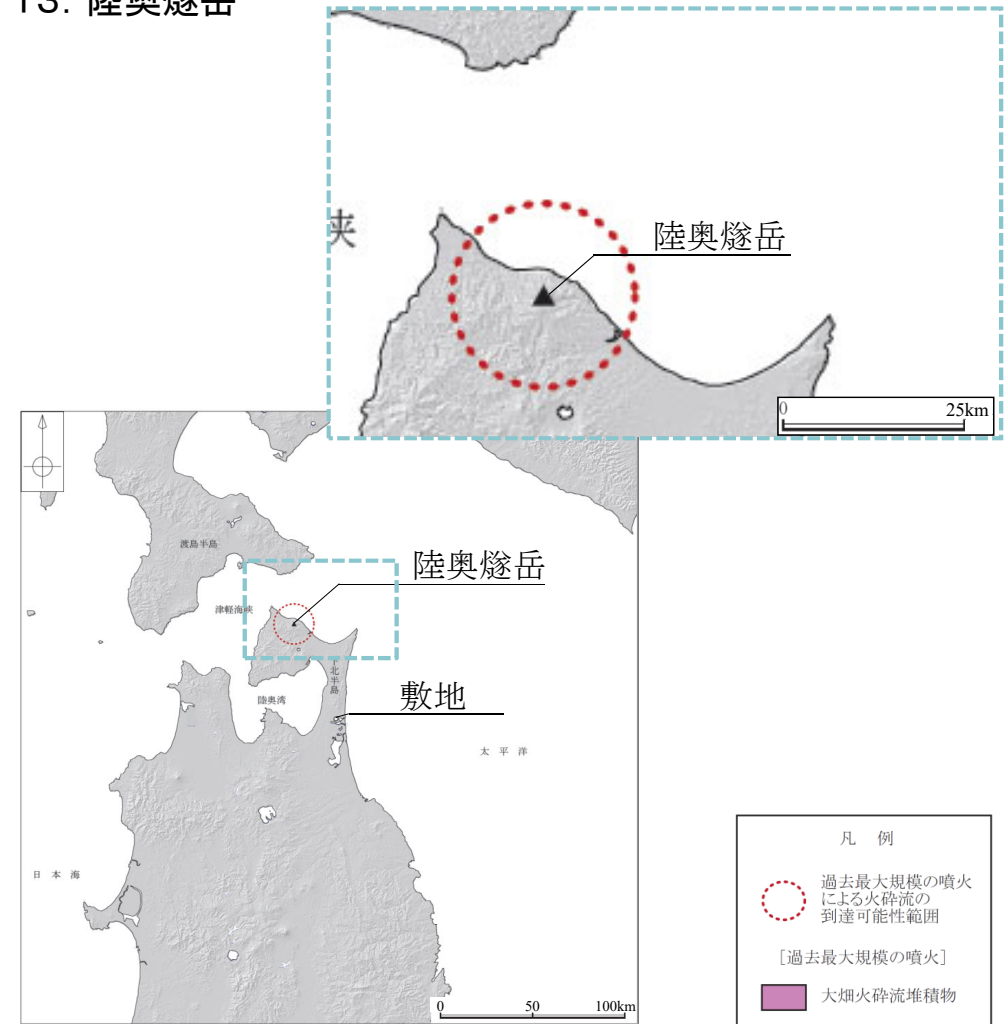
3.1 設計対応不可能な火山事象の到達可能性③

8. 恵山



火砕流堆積物の分布は、三浦ほか(2022)に基づき当社が作成

13. 陸奥燧岳



火砕流堆積物の分布は、梅田(1992)に基づき当社が作成

- 火砕物密度流の評価対象火山である恵山と陸奥燧岳について、火砕流の分布を確認した。
- 過去最大規模の噴火による火砕流の到達距離が、当該火山と敷地との離隔に対して十分に小さい。
- 以上のことから、火砕物密度流が、施設に影響を与える可能性は十分に小さいと評価。

3.2 設計対応不可能な火山事象の到達可能性(まとめ)

原子力施設に影響を及ぼし得る火山を対象に、設計対応不可能な火山事象について、発生実績及び過去最大規模の噴火に基づき敷地への到達可能性について検討した。

- 火砕物密度流は、評価対象となる22火山のうち、十和田及び八甲田カルデラで生じた過去最大規模の噴火において、火砕流の到達可能性範囲に敷地若しくは敷地近傍が含まれる。
十和田及び八甲田カルデラ以外の原子力施設に影響を及ぼし得る火山については、発生実績や敷地からの離隔等より、火砕物密度流が敷地に到達する可能性は十分に小さいと評価。
- 溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊については、恐山、八甲田カルデラ及び八幡岳火山群が評価対象火山となる。
恐山については、これらの堆積物は敷地周辺には分布しない。八甲田カルデラについては、これらの発生実績が認められない。
八幡岳火山群については、溶岩流は敷地周辺には分布せず、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊は発生実績が認められない。
その他の19火山については、敷地から半径50km以内に分布しないことから、評価対象外である。
したがって、これらの火山事象が敷地に到達する可能性は十分に小さいと評価。
- 新しい火口の開口及び地殻変動については、敷地が、原子力施設に影響を及ぼし得る火山の過去の火口及びその近傍に位置しないこと、並びに火山フロントより前弧側(東方)に位置することから、これらの火山事象が敷地において発生する可能性は十分に小さいと評価。



- 原子力施設に影響を及ぼし得る火山(22火山)の火砕物密度流以外の設計対応不可能な火山事象については、発生実績や敷地からの離隔等から、過去最大規模の噴火を想定しても、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さい。
- 火砕物密度流については、敷地及び敷地近傍が十和田及び八甲田カルデラの火砕流の到達可能性範囲に含まれることから、十和田及び八甲田山※を対象に詳細な調査・検討を実施した。

※以降、八甲田カルデラに南八甲田火山群・北八甲田火山群を合わせて「八甲田山」とする。

3.3 「原子力施設に影響を及ぼし得る火山の抽出」において抽出された火山の火山活動に関する個別評価のまとめ

原子力施設に影響を及ぼし得る火山(22火山)を対象に、設計対応不可能な火山事象について、発生実績、過去最大規模の噴火等の知見に基づき敷地への到達可能性について評価した。

【設計対応不可能な火山事象の到達可能性】

- 施設に影響を及ぼし得る火山(22火山)の火砕物密度流以外の設計対応不可能な火山事象は、発生実績や敷地と火山の離隔等から、過去最大規模の噴火を想定しても、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さい。
- 火砕物密度流については、文献調査の結果、十和田及び八甲田カルデラの巨大噴火において、火砕流の到達可能性範囲に敷地若しくは敷地近傍が含まれる。(八甲田カルデラに南八甲田火山群・北八甲田火山群を合わせて「八甲田山」とする。)
⇒十和田及び八甲田山を対象に詳細な調査・検討を実施。

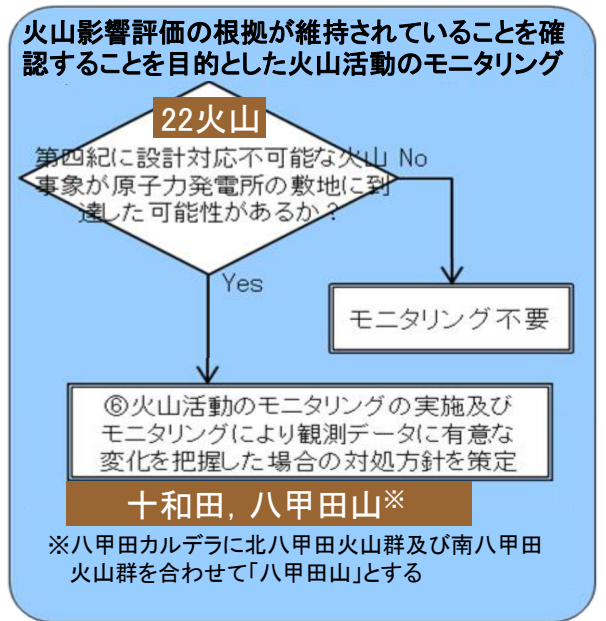
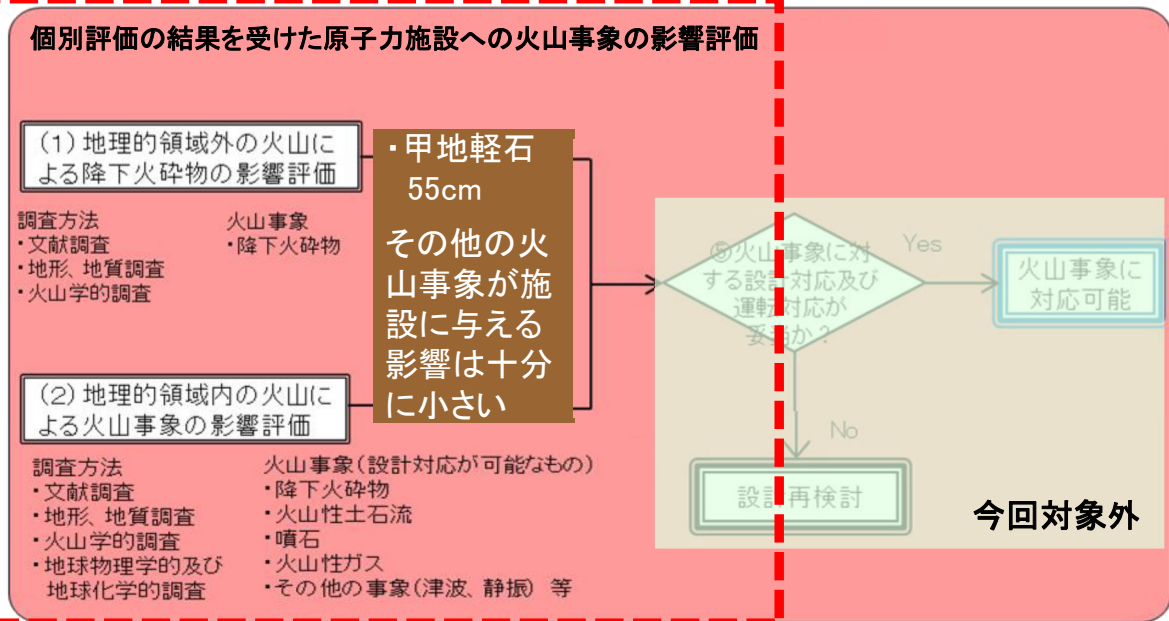
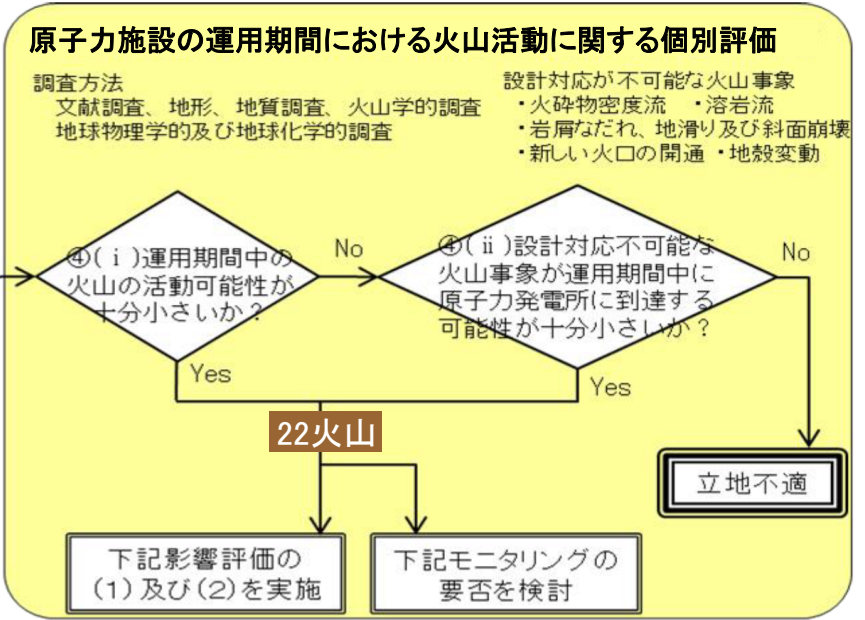
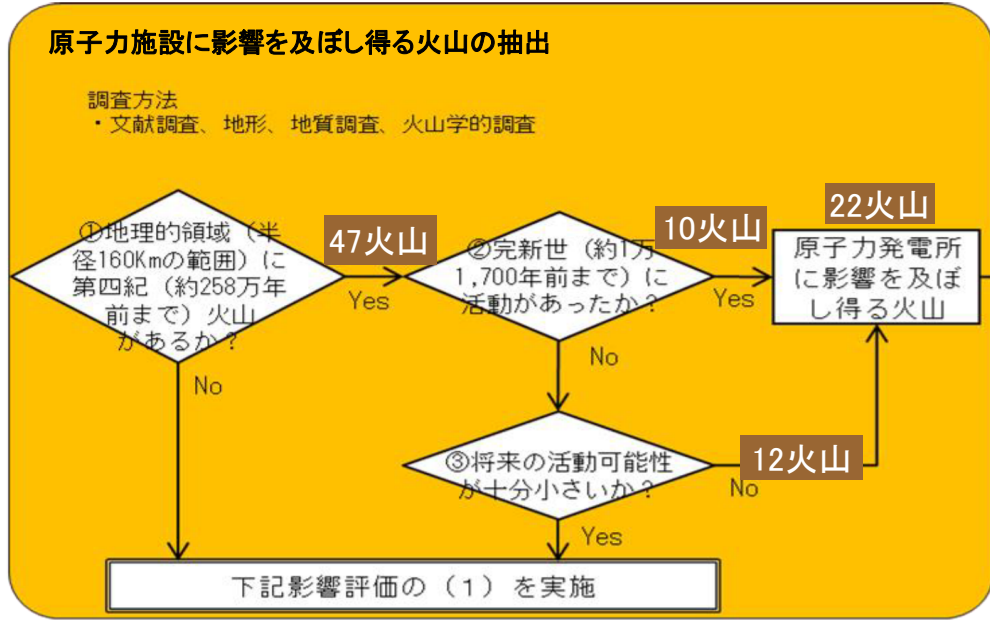
【十和田】

- 過去に火砕流を伴う巨大噴火が発生。
- <巨大噴火の可能性評価>地質調査及び火山学的調査から、敷地は巨大噴火による火砕流の末端に位置すると考えられるが、活動履歴、地震波速度構造、比抵抗構造、地震・地殻変動データ等から、巨大噴火が差し迫った状態ではなく、巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていないことから、施設の運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと評価した。
- <最後の巨大噴火以降の火山活動の評価>活動履歴、地質調査及び火山学的調査から、最後の巨大噴火以降の最大規模の火砕流が敷地に到達していないことから、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価。また、火砕物密度流以外の設計対応不可能な火山事象は、敷地と火山の離隔等から、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価。

【八甲田山】

- 過去に火砕流を伴う巨大噴火が発生。
- <巨大噴火の可能性評価>地質調査及び火山学的調査から、巨大噴火による火砕流は敷地に到達していないと考えられる。また、活動履歴、地震波速度構造、比抵抗構造、地震・地殻変動データ等から、巨大噴火が差し迫った状態ではなく、巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていないことから、施設の運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと評価した。
- <最後の巨大噴火以降の火山活動の評価>活動履歴、地質調査及び火山学的調査から、最後の巨大噴火以降の火山活動に伴う設計対応不可能な火山事象は、発生実績や敷地と火山の離隔等から、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価。

4. 個別評価の結果を受けた原子力施設への火山事象の影響評価



4.1 設計対応が可能な火山事象

火山事象	対象火山	評価結果
降下火砕物	半径160km内外の原子力施設に影響を及ぼし得る火山	降下火砕物の層厚および密度について、次頁以降に示す。
土石流、火山泥流及び洪水	半径120km内の原子力施設に影響を及ぼし得る火山 (14火山) (横津岳, 恵山, 陸奥燧岳, 恐山, 岩木山, 田代岳, 藤沢森, 南八甲田火山群, 北八甲田火山群, 八甲田カルデラ, 八幡岳火山群, 十和田, 先十和田, 八幡平火山群)	敷地近傍には敷地を中心とする半径120kmの範囲に存在する、施設に影響を及ぼし得る火山を起源とする土石流、火山泥流及び洪水に伴う堆積物は確認されず、また、敷地は、太平洋及び陸奥湾を境にする下北半島脊梁部の台地上に位置し、これらの火山を源流に有する河川流域に含まれないことから、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さい。
火山から発生する飛来物(噴石)	半径10km内の原子力施設に影響を及ぼし得る火山 (なし)	敷地を中心とする半径10kmの範囲には、施設に影響を及ぼし得る火山が分布しないことから、噴石が敷地に到達することはない、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さい。
火山ガス	半径160km内の原子力施設に影響を及ぼし得る火山 (22火山)	敷地は、太平洋及び陸奥湾を境にする下北半島脊梁部の台地上に位置し、火山ガスが敷地に滞留する地形ではないことから、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さい。
その他火山事象 (火山活動による大気現象、火山性地震とこれに関連する事象、熱水系及び地下水の異常、静震)	半径160km内の原子力施設に影響を及ぼし得る火山 (22火山)	火山と敷地とは十分な離隔があることから、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さい。

敷地及び敷地近傍では、恵山を給源とする降下火砕物は確認されず、恵山を起源とする設計対応が可能な火山事象が、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さい。



4.2 降下火砕物の層厚

敷地及び敷地近傍で確認される主な降下火砕物

給源を特定できる降下火砕物(14テフラ)

十和田aテフラ	十和田切田テフラ	白頭山苦小牧テフラ	鬼界葛原テフラ
十和田中掬テフラ	十和田レッドテフラ	始良Tnテフラ	洞爺火山灰
濁川テフラ	オレンジテフラ	支笏第一テフラ	
十和田八戸テフラ	甲地軽石	阿蘇4テフラ	

給源不明な降下火砕物(4テフラ)

Aテフラ(敷地内)
Bテフラ(敷地内)
Cテフラ(敷地内)
Dテフラ(敷地内)

現状における
同規模の噴火の
可能性はあるか

END

十分に小さい
(10テフラ)

濁川テフラ
十和田八戸テフラ
十和田切田テフラ
十和田レッドテフラ
オレンジテフラ
始良Tnテフラ
支笏第一テフラ
阿蘇4テフラ
鬼界葛原テフラ
洞爺火山灰*)

*)洞爺火山灰について
申請時は、文献調査から、洞爺火山灰を敷地に到達した最大層厚(20~30cm)の降下火砕物と考え、敷地における層厚を30cmとしていたが、洞爺火山灰と同規模の噴火の可能性は十分に小さいと考えられることから、評価対象外とした。

有り

(4テフラ)

十和田中掬テフラ
十和田aテフラ
白頭山苦小牧テフラ
甲地軽石*2)

*2)甲地軽石について
噴出源である北八甲田火山群が、工藤ほか(2004)によると、長期的にみると終息に向かいつつある状態であることから、評価対象外としていたが、火山影響評価ガイドの基本的考え方および第267回審査会合での指摘を踏まえ評価対象とした。

実績層厚

給源不明な降下火砕物

Cテフラが最大
層厚:地質調査(敷地内) 約12cm

実績層厚

給源を特定できる降下火砕物

甲地軽石が最大
層厚:地質調査:約43cm(再堆積を含む),
文献:20~50cm

<確認>

念のため、その他の降下火砕物が甲地軽石に比べ、施設に与える影響が十分に小さいかを確認。

活動が終息に向かいつつある北八甲田火山群に対して、1000年単位で頻繁に噴火を続けている十和田についても、最後の巨大噴火以降の最大規模の噴火である十和田中掬テフラを対象に降灰シミュレーションを実施。風向の不確かさを考慮したケースにおいて、敷地での層厚は35cm。

降下火砕物シミュレーションの対象

地質調査結果(最大層厚)及び噴出量等から、甲地軽石で実施

降下火砕物シミュレーションの結果

風向の不確かさを考慮したケースにおいて、敷地での層厚53cm

実績層厚

甲地軽石が最大
約43cm(再堆積を含む)

設計対応可能な火山事象として降下火砕物の層厚55cmを評価対象とする

4.3 敷地及び敷地近傍で確認される主な降下火砕物

	敷地と火山の距離	敷地及び敷地近傍で確認される主な降下火砕物	年代 (ka)	噴出源 (): 該当噴火の活動時期	火山から敷地への方角 (距離 (km))	現状における同規模の噴火の可能性 (○: 有り, ×: 可能性は十分小さい)		各降下火砕物の最大層厚		降下火砕物噴出量等	シミュレーションの要否 (○, ×)
						手法	敷地及び敷地近傍最大層厚	手法	敷地及び敷地近傍最大層厚		
各降下火砕物の諸元	半径160km内	十和田aテフラ (To-a)	AD915 ^{*1}	十和田 (後カルデラ期)	北東 (約66km)	○	—	地質調査	約5cm以下 (パンチ状) ^{*1}	噴出量1.51km ³ ^{*6}	×
		文献調査	0cm~5cm ^{*4*}								
		十和田中掬テフラ (To-Cu)	(6.2) ^{*2}	十和田 (後カルデラ期)	北東 (約66km)	○	—	地質調査	約5cm ^{*1}	噴出量6.68km ³ ^{*6}	○
		文献調査	10cm以下 ^{*4*}								
		甲地軽石 (WP)	(280~180) ^{*5}	北八甲田火山群	北東 (約51km)	○	—	地質調査	約43cm (敷地内) ^{*2}	噴出量8.25km ³ ^{*9}	○
		文献調査	20cm~50cm ^{*9}								
		濁川テフラ (Ng)	(15) ^{*4}	濁川カルデラ	南南東 (約148km)	×	将来の活動可能性が十分に小さい火山	地質調査	約1cm ^{*1}	—	×
		文献調査	ほぼなし ^{*4}								
		十和田八戸テフラ (To-HP)	(15.5) ^{*3}	十和田 (カルデラ形成期)	北東 (約66km)	×	現在は後カルデラ期が継続	地質調査	約21cm ^{*1}	—	×
	文献調査	0cm~10cm ^{*4*}									
	十和田切田テフラ (To-KR)	(36) ^{*2}	十和田 (カルデラ形成期)	北東 (約66km)	×	現在は後カルデラ期が継続	地質調査	約3cm ^{*1}	—	×	
	文献調査	0cm~10cm ^{*4*}									
	十和田レッドテフラ (To-Rd)	(61) ^{*2}	十和田 (カルデラ形成期)	北東 (約66km)	×	現在は後カルデラ期が継続	地質調査	約20cm (パンチ状)	—	×	
	文献調査	0cm~10cm ^{*4*}									
	オレンジテフラ (Or-P)	(約170)	十和田 (先カルデラ期)	北東 (約66km)	×	現在は後カルデラ期が継続	地質調査	約29cm	—	×	
	文献調査	30cm以下 ^{*9}									
	半径160km外	白頭山苦小牧テフラ (B-Tm)	(1) ^{*4}	白頭山	東 (約1111km)	○	—	地質調査	約3cm以下 (パンチ状) ^{*1}	[敷地はB-Tmの分布のほぼ中央(主軸上)に位置する。]	×
		文献調査	5cm~10cm ^{*4}								
始良Tnテフラ (AT)		(30~28) ^{*4}	始良カルデラ	北東 (約1406km)	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	地質調査	未確認	—	×	
文献調査		0cm~5cm ^{*4}									
支笏第1テフラ (Spfa-1)		(44~42) ^{*4}	支笏カルデラ	南 (約201km)	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	地質調査	未確認	—	×	
文献調査		0cm以上 ^{*4}									
阿蘇4テフラ		(90~85) ^{*4}	阿蘇カルデラ	北東 (約1272km)	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	地質調査	層厚不明瞭	—	×	
文献調査	15cm以上 ^{*4}										
鬼界葛原テフラ (K-Tz)	(95) ^{*4}	鬼界カルデラ	北東 (約1501km)	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	地質調査	未確認	—	×		
文献調査	0cm~2cm ^{*4}										
洞爺火山灰 (Toya)	(115~112) ^{*4}	洞爺カルデラ	南南東 (約188km)	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	地質調査	約10cm	—	×		
文献調査	20cm~30cm ^{*4}										
給源不明	Aテフラ	—	給源不明	—	—	—	地質調査	約7cm	—	—	
	文献調査	—									
	Bテフラ	—	給源不明	—	—	—	地質調査	約11cm	—	—	
	文献調査	—									
Cテフラ	—	給源不明	—	—	—	地質調査	約12cm	—	—		
文献調査	—										
Dテフラ	—	給源不明	—	—	—	地質調査	約10cm	—	—		
文献調査	—										

給源を特定できる降下火砕物

- 敷地及び敷地近傍で確認される主な降下火砕物について、現状における同規模の噴火の可能性はあるか確認。
- その結果、十和田aテフラ、十和田中掬テフラ、甲地軽石^{*}、白頭山苦小牧テフラが抽出される。

(※噴出源である北八甲田火山群が、工藤ほか(2004)によると、長期的にみると終息に向かいつつある状態であることから、甲地軽石を評価対象外としていたが、火山影響評価ガイドの設計対応不可能な火山事象の評価の基本的考え方および第267回審査会合での指摘を踏まえ評価対象とした。)

- そのうち、地質調査によると甲地軽石が最大で層厚約43cm。
- 文献調査によると甲地軽石が最大で層厚20cm~50cm。
- 降下火砕物シミュレーションの対象は、同規模の噴火の可能性、地質調査結果(最大層厚)及び噴出量等から甲地軽石とする。

給源不明な降下火砕物

- 地質調査によるとCテフラが最大で層厚約12cm (敷地内)。

*1: 中野ほか編(2013), *2: 工藤ほか(2019), *3: 工藤ほか(2011), *4: 町田・新井(2011), *5: 第82回核燃料施設等の新規制標準適合性に係る審査会合資料1-1, *6: Hayakawa(1985), *7: 早川(1983), *8: 工藤(2005), *9: 工藤ほか(2004)
 ※1: 文献の等層厚線図によると敷地及び敷地近傍でも堆積が予想されるものの地質調査からは確認出来ないため、その周辺での層厚を記載
 ※2: 再堆積を含む

2.4.4 個別評価の結果を受けた原子力施設への火山事象の影響評価のまとめ

- 設計対応可能な火山事象として降下火砕物を抽出した。
- 敷地及び敷地近傍で確認される主な降下火砕物
 - 給源を特定できる降下火砕物
 - ・ 地質調査によると甲地軽石が最大で、その層厚は再堆積を含み43cm。
 - ・ 文献調査によると甲地軽石が最大で層厚20～50cm。
 - 給源不明な降下火砕物
 - ・ 地質調査によるとCテフラが最大で層厚約12cm。
- 降下火砕物シミュレーション
 - 対象降下火砕物の検討
現状における同規模の噴火の可能性、地質調査結果(最大層厚)及び噴出量等を踏まえ、甲地軽石を降下火砕物シミュレーションの対象とした。
 - 降下火砕物シミュレーション結果
 - ・ 風向の不確かさ(敷地方向の風)を考慮した解析の結果、敷地での層厚は**53cm**となった。
- 降下火砕物の密度 (甲地軽石の試験結果)
 - ・ 密度: 乾燥密度 0.43g/cm³, 湿潤密度 1.16g/cm³, 飽和密度 1.25g/cm³



施設において考慮すべき火山事象は、降下火砕物のみである。
設計に用いる降下火砕物の層厚及び密度は、最大層厚である甲地軽石から以下のように設定。
層厚: 55cm, 密度(湿潤状態※): 1.3g/cm³

※飽和状態(降下火砕物の空隙に水が満たされた状態, 飽和密度)を含む値として1.3g/cm³とした。

参考文献①

1. 三浦大助・古川竜太・荒井健一(2022): 恵山火山地質図, 火山地質図21, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
2. 中野俊・西来邦章・宝田晋治・星住英夫・石塚吉浩・伊藤順一・川辺禎久・及川輝樹・古川竜太・下司信夫・石塚治・山元孝広・岸本清行編(2013): 日本の火山(第3版)概要及び付表, 200万の1地質編集図, no.11, 独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター.
3. Miura, D., Arai, K., Toshida, K., Ochiai, T., Tanaka, M. and Iida, T. (2013): Eruption history, conduit migration, and steady discharge of magma for the past 50, 000 yr at Esan volcanic complex, northern Japan, Geological Society of America Bulletin, published online on 7 June 2013 as doi:10.1130/B30732.1.
4. 恵山火山防災協議会(2001): 恵山火山防災ハンドブック, 恵山火山防災協議会.
5. 荒井健一(1998): 恵山火山の噴火史と火山災害評価ー特に最近1万年間の活動に基づいてー, 北海道大学大学院地学研究科修士論文, 71p.
6. 安藤重幸(1974): 恵山火山の地質と岩石, 岩石鉱物鉱床学会誌, 69, pp.302-312.
7. 西来邦章・伊藤順一・上野龍之・内藤一樹・塚本 斉編(2014): 第四紀噴火・貫入活動データベースVer.1.00, 独立行政法人産業技術総合研究所.
8. 高田倫義・中川光弘(2016): 南西北海道, 横津火山群の地質と岩石: 150万年間の活動様式とマグマ化学組成の時間変遷, 日本地質学会第123年学術大会講演要旨, R3-O-2.
9. 工藤 崇(2018): 十和田湖周辺地域における前期～中期更新世火山活動史, 地質調査研究報告, 69, pp.165-200.
10. 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 独立行政法人産業技術総合研究所 地質調査総合センター.
11. 気象庁編(2013): 日本活火山総覧(第4版).
12. 雁澤好博・紀藤典夫・柳井清治・貞方 昇(2005): 北海道駒ヶ岳の最初期テフラの発見と初期噴火活動史の検討, 地質学雑誌, 111, pp.581-589.
13. 新エネルギー総合開発機構(NEDO)(1988): No.13-南茅部地域-, 地熱開発促進調査報告書, 1170p.
14. 宝田晋治(1991): 岩屑流の流動・堆積機構ー田代岳火山起源の岩瀬川岩屑流の研究ー, 火山, 36, pp.11-23.
15. 宝田晋治・村岡洋文(2004): 八甲田山地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 86p.
16. 新エネルギー総合開発機構(NEDO)(1987): 全国地熱資源総合調査(2次)火山性熱水対流系地域タイプ③, 八甲田地域火山地質図 1:50,000・八甲田地域地熱地質編図 1:100,000及び同説明書, 77p.
17. 須藤 茂(1992): 5万分の1仙岩地域中心部地熱地質図説明書, 特殊地質図(21-5). 地質調査所, 73p.
18. 工藤 崇・内野隆之・濱崎聡志(2019): 十和田湖地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 192p.
19. 工藤 崇・小林 淳・山元孝広・岡島靖司・水上啓治(2011): 十和田火山における噴火活動様式の時代変遷と長期的予測, 日本第四紀学会講演要旨集, 41, pp.82-83.
20. 町田 洋・新井房夫(2011): 新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺], 東京大学出版会, 336p.

参考文献②

21. 日本原燃(株)(2015):第82回核燃料施設等の新規規制基準適合性に係る審査会合資料1-1, 原子力規制委員会, 第82回核燃料施設等の新規規制基準適合性に係る審査会合, 168p.
22. Hayakawa, Y. (1985): Pyroclastic Geology of Towada Volcano, Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 60, pp.507—592.
23. 早川由紀夫(1983):十和田中掇テフラ層の分布,粒度組成,年代,火山第2集,28,pp.263—273.
24. 工藤 崇(2005):十和田地域の地質,地域地質研究報告(5万分の1地質図幅),独立行政法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター,79p.
25. 工藤 崇・宝田晋治・佐々木 実(2004):東北日本,北八甲田火山群の地質と火山発達史,地質学雑誌, 110, pp.271—289.