



リサイクル燃料備蓄センター 使用済燃料貯蔵事業変更許可申請

新知見の反映について

令和 4 年 7 月 2 2 日
リサイクル燃料貯蔵株式会社



余白

コメントリスト

番号	項目	指摘日	コメント内容
1	火山	2022年 4月25日	令和4年3月25日に産業技術総合研究所地質調査総合センターより発行された恵山火山地質図の既許可評価への影響について説明すること。

火山影響評価
(恵山火山地質図 (三浦ほか(2022)) 内容の反映)
(コメント1回答)

火山の影響評価結果 (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 (R2.11.11) 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「55火山」を抽出。
 - ・地理的領域内の第四紀火山「55火山」を対象に個別文献調査を行い、階段ダイヤグラムを作成。
 - ・原子力施設に影響を及ぼし得る火山「24火山」を抽出。

- 今回申請 (R4.1.20) での評価
 - ・日本の火山 (第3版) データベース更新 (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「54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「25火山」に見直し。(八幡岳火山群を追加。)
 - ・**恵山火山地質図 (三浦ほか(2022)) 発行に伴う、火山の抽出の見直しはなし。**

【原子力施設に影響を及ぼし得る火山事象の概要】

- 既許可 (R2.11.11) の申請での評価
 - ・現在の洞爺カルデラは、後カルデラの活動期にあることから、洞爺火山灰は評価対象外。
 - ・敷地付近で確認されている恐山の宮後テフラに加え、北海道駒ヶ岳dテフラ、十和田中楸テフラを対象に降下火砕物シミュレーションを実施。
 - ・風向、風速の不確かさを考慮した降下火砕物シミュレーションの結果、恐山の宮後テフラの層厚が最大 (30cm) となり、設計層厚を30cmとした。

- 今回申請 (R4.1.20) での評価
 - ・日本の火山 (第3版) データベース更新 (八甲田黒森, 八甲田八幡岳を八幡岳火山群に統合) **及び恵山火山地質図 (三浦ほか(2022)) 発行に伴う、既許可 (R2.11.11) の申請での評価からの変更なし。**

【抽出された火山の個別評価の概要】

火砕流

- 既許可 (R2.11.11) の申請での評価
 - ・敷地において恐山の火砕流堆積物が確認されていることから、文献調査と地質調査に加え、地震波トモグラフィー、電磁法探査、火山ガス分析、地震観測、地殻変動観測を行い、火砕流が施設供用期間中に発生する可能性は十分に小さいと評価。
 - ・火山ガス分析、地震観測、地殻変動観測については、継続実施していることから、観測データを追加。

- 今回申請 (R4.1.20) での評価
 - ・日本の火山 (第3版) データベース更新 (八甲田黒森, 八甲田八幡岳を八幡岳火山群に統合) **及び恵山火山地質図 (三浦ほか(2022)) 発行に伴う、既許可 (R2.11.11) の申請での評価からの変更なし。**

火山モニタリング

- 既許可 (R2.11.11) の申請での評価
 - ・恐山を対象に火山ガス分析、地震観測、地殻変動観測を実施。
 - ・火山の状態に変化がないことを継続的に確認。
 - ・地震観測および地殻変動観測に基づくモニタリングの判断基準とフロー (案) を策定。
 - ・モニタリングの判断基準とフロー (案) は継続的に改善。
 - ・観測データに有意な変化があった場合の対処方針を例示。

- 今回申請 (R4.1.20) での評価
 - ・日本の火山 (第3版) データベース更新 (八甲田黒森, 八甲田八幡岳を八幡岳火山群に統合) **及び恵山火山地質図 (三浦ほか(2022)) 発行に伴う、既許可 (R2.11.11) の申請での評価からの変更なし。**

目次

1. 火山影響評価（恵山火山地質図（三浦ほか(2022)）内容の反映）の概要	6
2. 施設に影響を及ぼし得る火山の抽出	12
2. 1 地理的領域内の第四紀火山	13
2. 2 完新世に活動を行った火山	14
2. 3 施設に影響を及ぼし得る火山の抽出結果	15
3. 抽出された火山の火山活動に関する個別評価	16
3. 1 設計対応不可能な火山事象と施設の位置関係	17
3. 2 火砕物密度流・溶岩流の影響評価	19
3. 3 設計対応不可能な火山事象の影響評価のまとめ	21
4. 抽出された火山の火山活動に関する影響評価	24
4. 1 降下火砕物の影響評価	25
4. 2 敷地および敷地近傍で確認されている降下火砕物	26
4. 3 評価対象となる降下火砕物	27
4. 4 降下火砕物の影響評価（まとめ）	30
4. 5 降下火砕物以外の火山事象の影響評価	31
5. まとめ	34
参考文献	35

1. 火山影響評価（恵山火山地質図（三浦ほか(2022)）内容の反映）の概要

【火山影響評価（恵山火山地質図（三浦ほか(2022)）内容の反映）の概要】

- 令和4年3月25日に、「恵山火山地質図（三浦ほか(2022)）」が、産業技術総合研究所地質調査総合センターより発行された。
- 三浦ほか(2022)を考慮しても、「火山の抽出」, 「個別評価」, 「影響評価」の結果に変わりはなく、火山影響評価について、既許可（2020年11月11日）申請の評価から変更がないことを確認した。

1. 火山影響評価(恵山火山地質図(三浦ほか(2022))内容の反映)の概要

恵山火山地質図(三浦ほか(2022))の既許可評価への影響

【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。

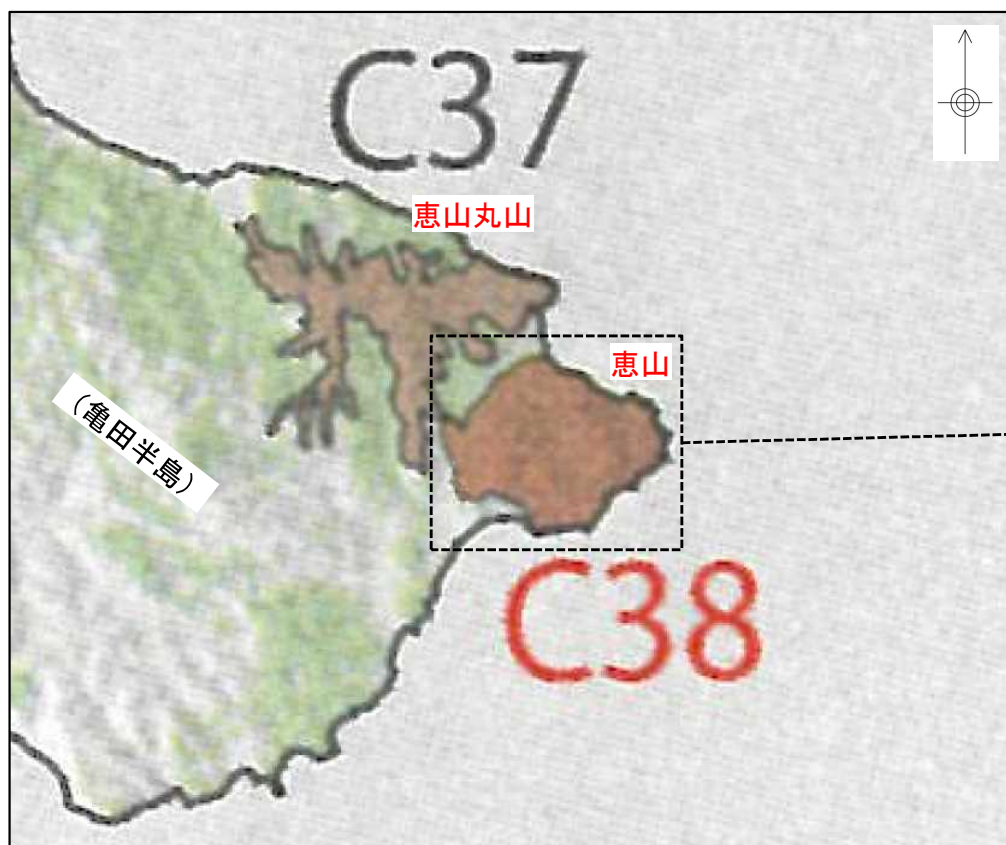


【既許可評価への影響】

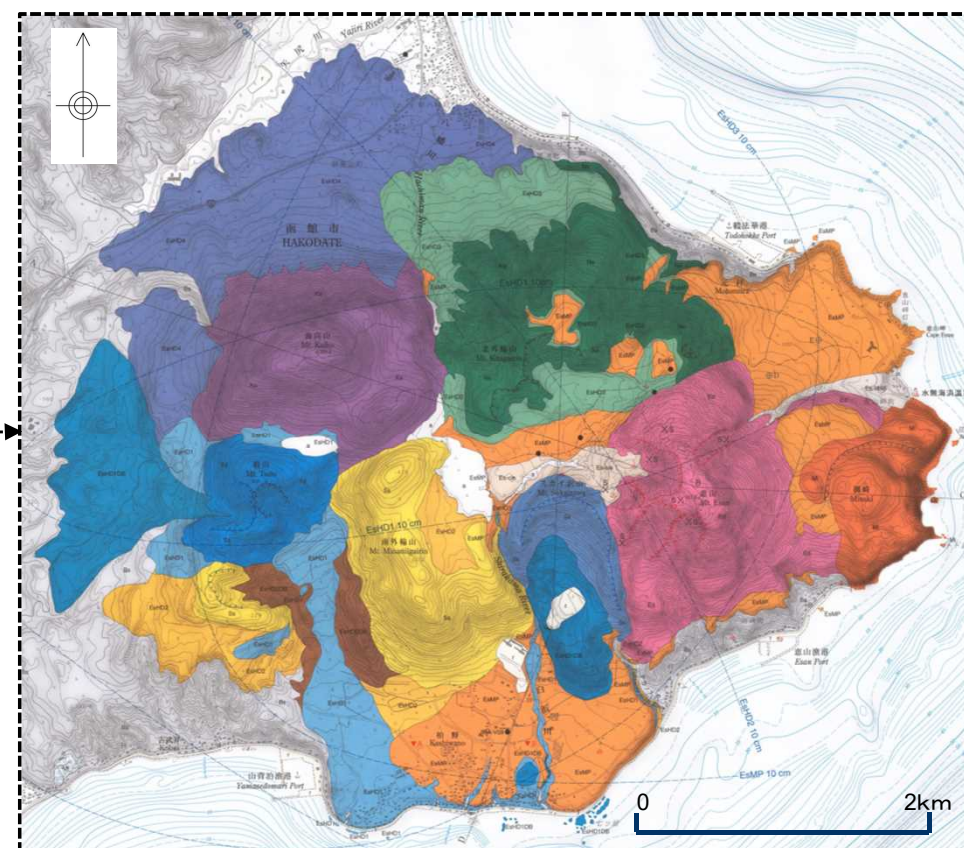
- 既許可評価における恵山の活動年代に変更はなく、完新世に活動を行った火山であり、施設に影響を及ぼし得る火山であることに変更なし。
- 三浦ほか(2022)による恵山の全噴出物の分布は、日本の火山(第3版)(中野ほか編(2013))と大きな違いはなく、火砕物密度流が施設に影響を及ぼす可能性はないとした既許可評価に変更なし。
- 三浦ほか(2022)による恵山の全噴出量は、Miura et al.(2013)と大きな違いはなく、恵山における降下火砕物を伴う主要な火砕堆積物のうち既往最大は、既許可評価と同様にEsHD1であり、既許可評価において検討対象として選定した降下火砕物に変更なし。

1. 火山影響評価(恵山火山地質図(三浦ほか(2022))内容の反映)の概要 恵山の噴出物の分布

➤三浦ほか(2022)による全噴出物の分布は、中野ほか編(2013)と大きな違いはなし。



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)



三浦ほか(2022)による恵山火山地質図

1. 火山影響評価(恵山火山地質図(三浦ほか(2022))内容の反映)の概要 火山の活動履歴【恵山】(三浦ほか(2022)内容の反映前)

審査資料 (R2.7.27)
資料1-7 P156 一部加筆

恵山に関する評価

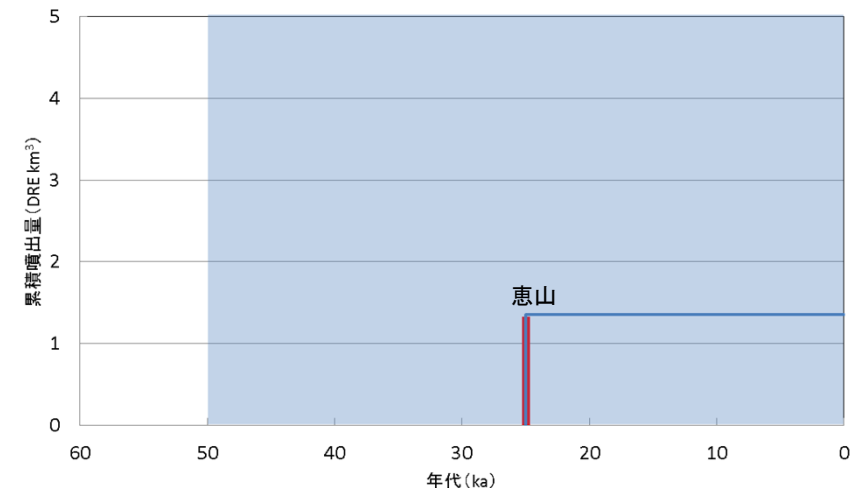
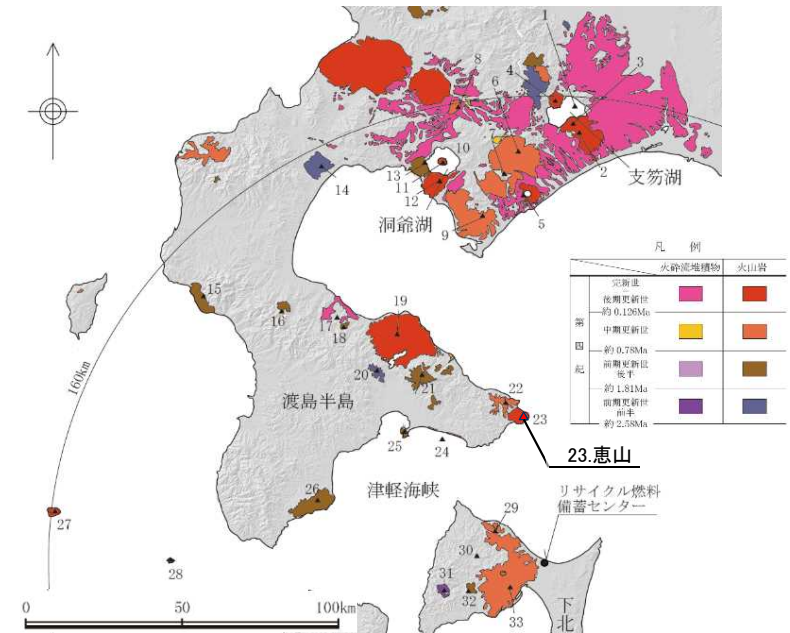
火山名	恵山
敷地からの距離	約50km
火山の形式	複成火山, 溶岩ドーム
活動年代	約5万年前～最新噴火AD.1874
評価	完新世に活動を行った火山 →施設に影響を及ぼし得る火山

注) 火山名, 火山の形式, 活動年代, 火山地質図は中野ほか編(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	0.484 ※3	Miura et al. (2013) 恵山火山 防災協議会 (2001) 荒井 (1998) 荒井ほか (1998) 安藤 (1974) 西来ほか編 (2014)
		Es-MP 等 ※1		
	中期	EsHD1 EsHD4 等 ※2	0.796 ※3	
50ka	初期	Es-P2pfl	不明	
		Es-P1pfl		

- ※1 後期の降下火砕物を伴う主要噴出物はEs-MPで噴出量は0.00496DREkm³。
- ※2 中期の降下火砕物を伴う主要噴出物のうち最大はEsHD1で噴出量は0.00788DREkm³。
- ※3 噴出量は活動期毎の合算値。



恵山の噴出量-年代階段ダイアグラム

- : 噴出量の累積(km³)
- : 噴出量(km³)
- ※網掛け部は中野ほか編(2013)による年代の幅を表す。
噴出量は中期及び後期の合算値。

1. 火山影響評価(恵山火山地質図(三浦ほか(2022))内容の反映)の概要

火山の活動履歴【恵山】(三浦ほか(2022)内容の反映後)

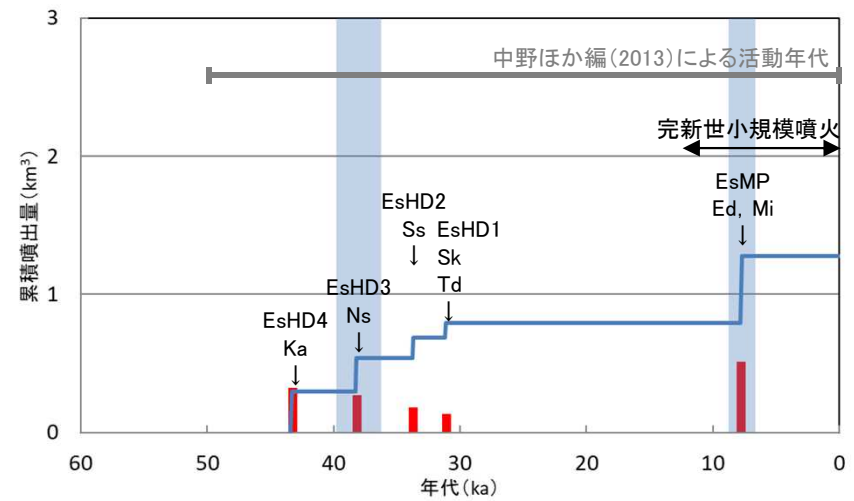
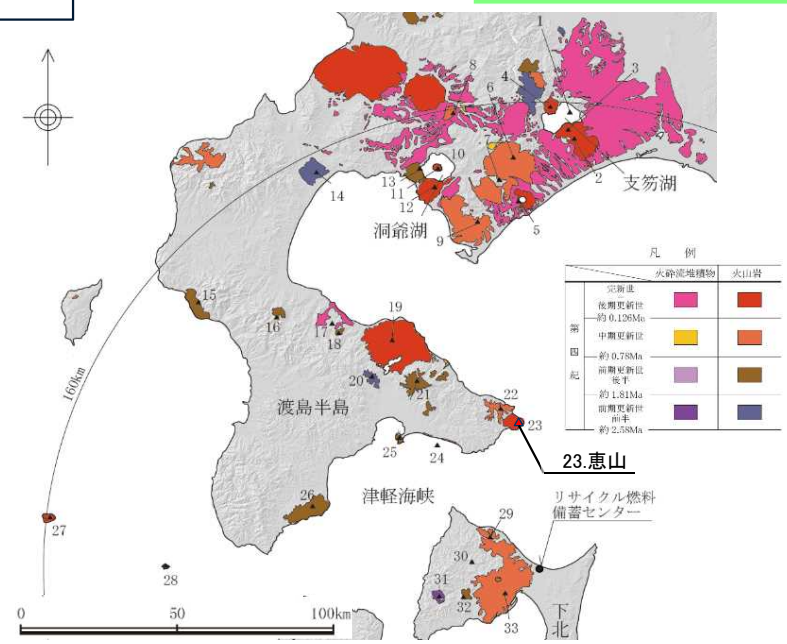
恵山が完新世に活動を行った火山であり、施設に影響を及ぼし得る火山であることに変更なし
 降下火砕物を伴う主要な火砕堆積物のうち既往最大はEsHD1で変更なし

恵山に関する評価

火山名	恵山
敷地からの距離	約50km
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
評価	完新世に活動を行った火山 →施設に影響を及ぼし得る火山

注) 火山名, 火山の形式, 活動年代, 火山地質図は中野ほか編(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(15層準)※1	—	三浦ほか(2022)
8.62~6.8 (Ed, EsMP, Mi)		御崎溶岩ドーム(Mi)	0.077	
		元村火砕堆積物(EsMP)※2	0.005	
	恵山山頂溶岩ドーム(Ed)	0.4		
31.08(EsHD1)	更新世活動期1	火砕堆積物1(EsHD1)※2	0.0079	
		スカイ沢山溶岩ドーム(Sk)	0.047	
		椴山溶岩ドーム(Td)	0.05	
33.74(EsHD2)	更新世活動期2	火砕堆積物2(EsHD2)※2	0.00024	
		南外輪山溶岩ドーム(Ss)	0.15	
39.95~36.50 (EsHD3)	更新世活動期3	火砕堆積物3(EsHD3)※2	0.003	
		北外輪山溶岩ドーム(Ns)	0.24	
43.29 (EsHD4)	更新世活動期4	火砕堆積物4(EsHD4)※2	0.0054	
50ka		海向山溶岩ドーム(Ka)	0.29	



※網掛け部は三浦ほか(2022)による年代の幅を表す。
 噴出量は活動期毎の合算値。

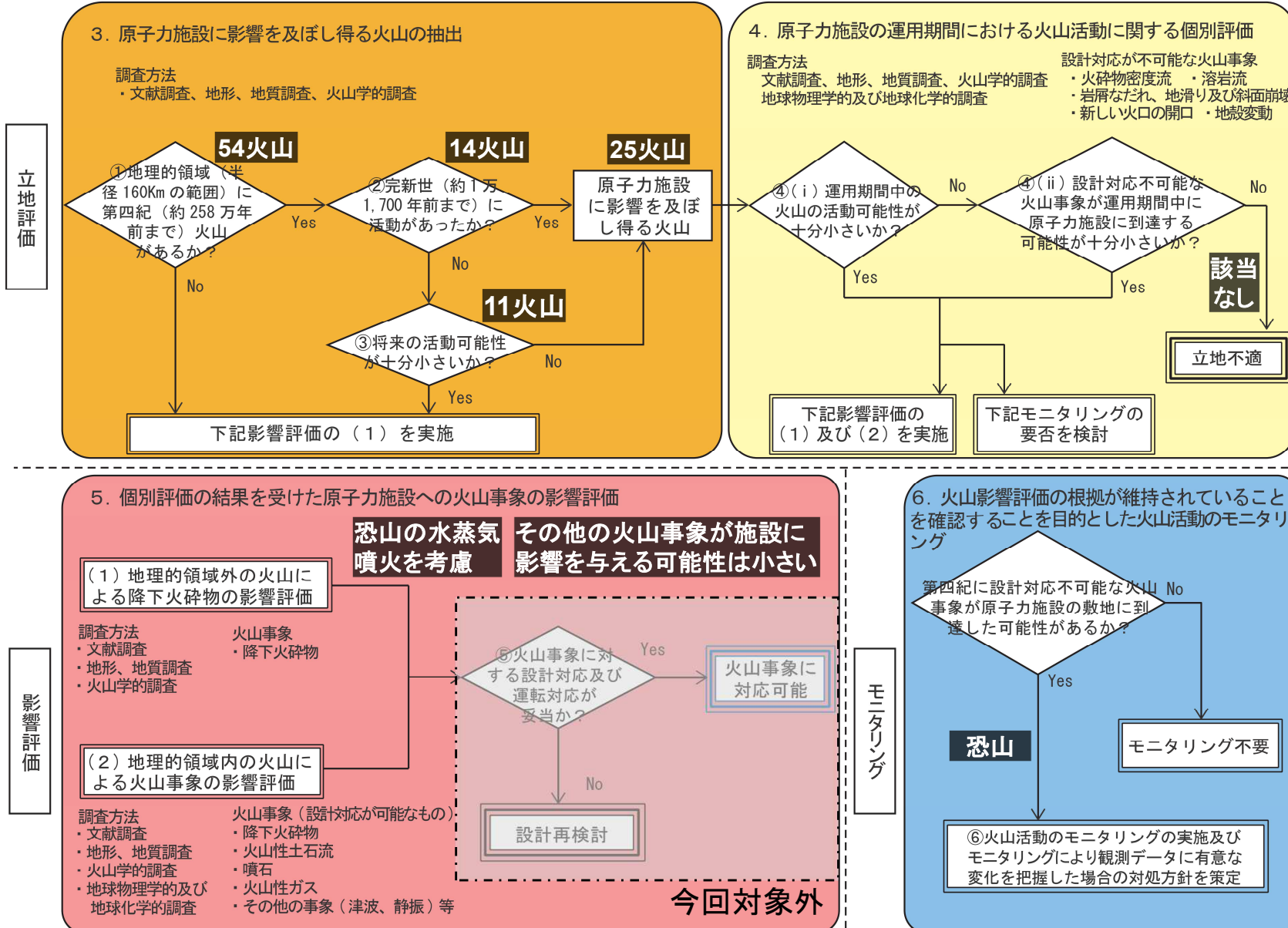
恵山の噴出量一年代階段ダイアグラム

1. 火山影響評価

(恵山火山地質図 (三浦ほか(2022)) 内容の反映) の概要

審査会合 (R4.2.4)
資料2-2 P41 再掲

内容に変更なし



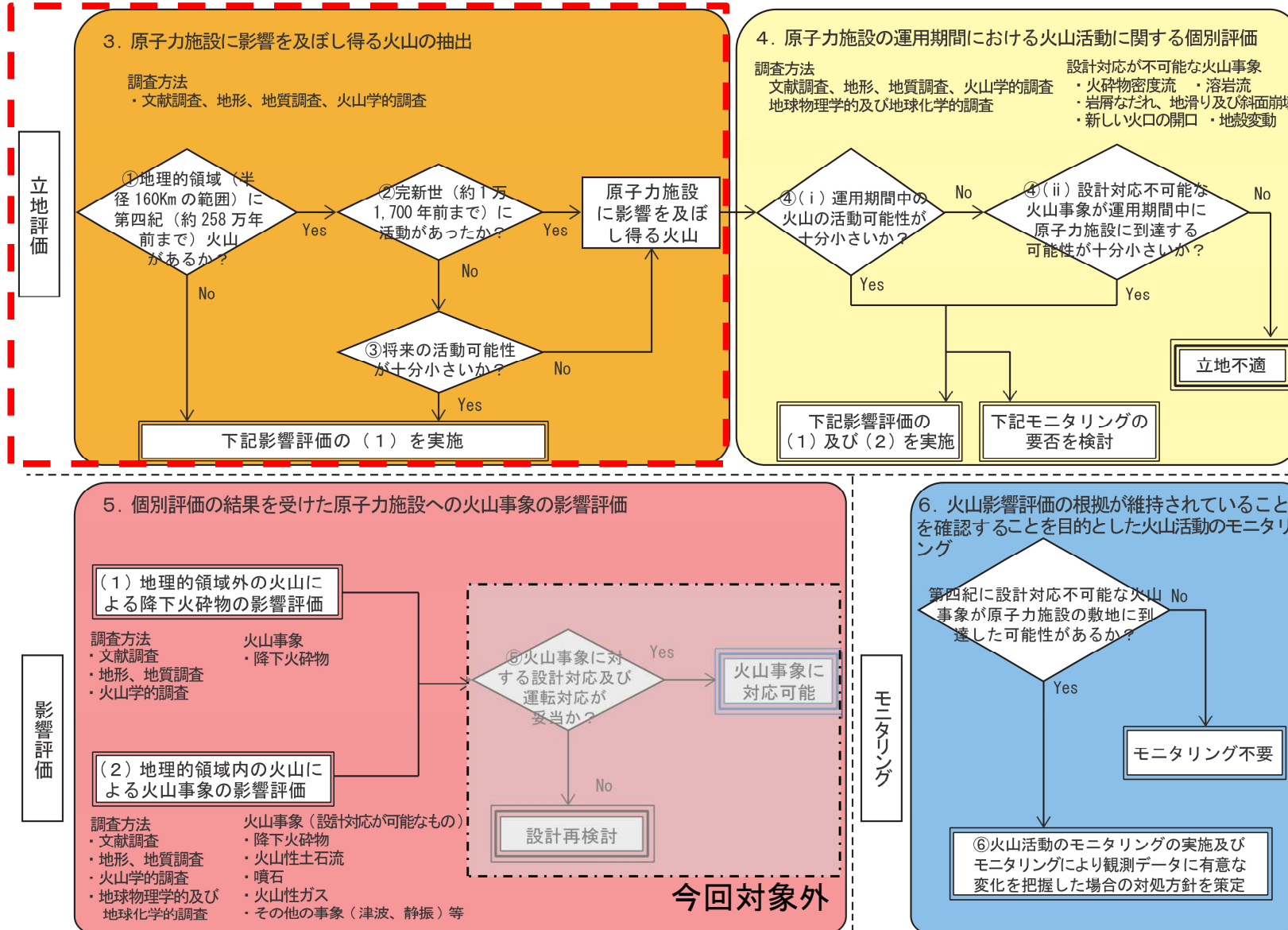
火山影響評価フロー(原子力発電所の火山影響評価ガイドの基本フローに加筆)

2. 施設に影響を及ぼし得る火山の抽出

内容に変更なし

審査会合 (R4.2.4)
資料2-2 P42 再掲

➤ 地理的領域内 (施設から半径160kmの範囲) において、施設に影響を及ぼし得る火山を抽出した。

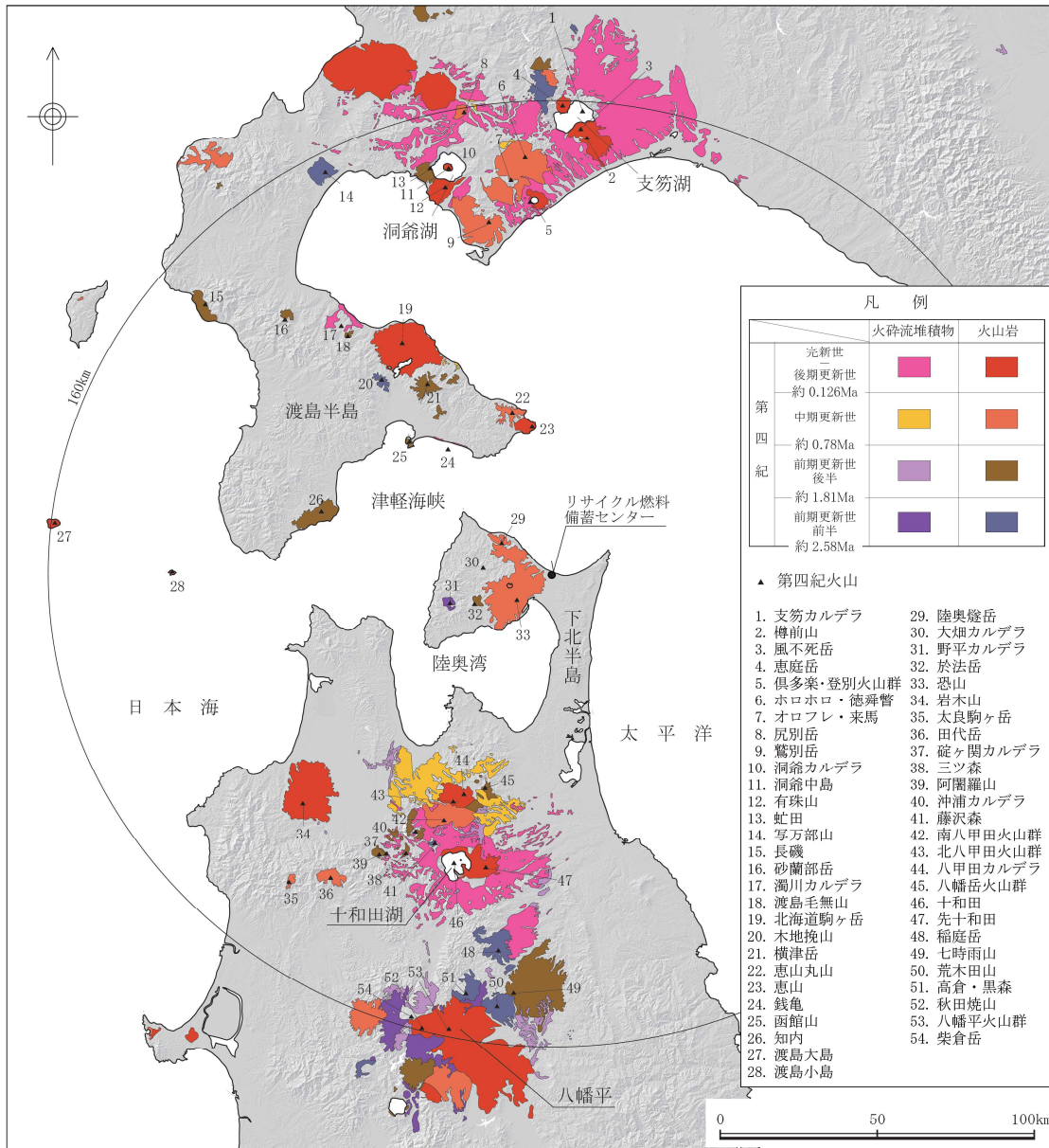


今回対象外

2. 1 地理的領域内の第四紀火山

恵山が地理的領域内の第四紀火山であることに変更なし

審査会合 (R4.2.4)
資料2-2 P43 再掲



火山名 ^{※1}	離隔 (km) ^{※2}
1 支笏カルデラ(しこつ)	158
2 樽前山(たるまえ)	149
3 風不死岳(ふつぶしだけ)	152
4 恵庭岳(えにわだけ)	160
5 倶多楽・登別火山群(くつたら・のぼりべつ)	126
6 ホロホロ・徳舜管(とくしゅんべつ)	142
7 オロフレ・来馬(らいば)	135
8 尻別岳(しりべつだけ)	160
9 鷲別岳(わしべつだけ)	122
10 洞爺カルデラ(とうや)	144
11 洞爺中島(とうやなかじま)	143
12 有珠山(うずざん)	136
13 虻田(あぶた)	143
14 写万部山(しゃまんべやま)	155
15 長磯(ながいそ)	143
16 砂蘭部岳(さんべだけ)	121
17 濁川カルデラ(にごりかわ)	108
18 渡島毛無山(おしまけなしやま)	104
19 北海道駒ヶ岳(ほっかいどうこまがたけ)	92
20 木地挽山(きじびきやま)	85
21 横津岳(よこつだけ)	76
22 恵山丸山(えさんまるやま)	57
23 恵山(えさん)	50
24 銭亀(ぜにかめ)	54
25 函館山(はこだてやま)	64
26 知内(しりうち)	76
27 渡島大島(おしまおしま)	158
28 渡島小島(おしまこじま)	120
29 陸奥燧岳(むつひうちだけ)	19

火山名 ^{※1}	離隔 (km) ^{※2}
30 大畑カルデラ(おおはた)	22
31 野平カルデラ(のだい)	33
32 於法岳(おほうだけ)	26
33 恐山(おそれざん)	14
34 岩木山(いわきさん)	111
35 太良駒ヶ岳(だいらこまがたけ)	134
36 田代岳(たしろだけ)	125
37 碓ヶ関カルデラ(いかりがせき)	108
38 三ツ森(みつもり)	106
39 阿闍羅山(あじやらやま)	110
40 沖浦カルデラ(おきうら)	98
41 藤沢森(ふじさわもり)	99
42 南八甲田火山群(みなみはっこうだ)	90
43 北八甲田火山群(きたはっこうだ)	83
44 八甲田カルデラ(はっこうだ)	80
45 八幡岳火山群(はちまんだけ)	75
46 十和田(とわだ)	103
47 先十和田(せんとわだ)	102
48 稲庭岳(いなにわだけ)	130
49 七時雨山(ななしくれやま)	143
50 荒木田山(あらかだやま)	149
51 高倉・黒森(たかくら・くろもり)	146
52 秋田焼山(あきたやけやま)	160
53 八幡平火山群(はちまんたい)	159
54 柴倉岳(しばくらだけ)	158

※1: 「日本の火山(第3版)」(中野ほか(2013)*)による。※2: 敷地から各火山までの距離
*: 中野ほか(2013)については、WEB版が2021年6月11日に更新されたため反映した。以降の中野ほか(2013)についても、これを反映している。

➤ 地理的領域内(施設から半径160kmの範囲)における第四紀火山を文献調査等から54火山抽出した。

2. 2 完新世に活動を行った火山

恵山の火山の形式、最新活動に変更はなく、完新世に活動を行った火山であることに変更なし

- 地理的領域内（施設から半径160kmの範囲）における第四紀火山（54火山）について、完新世に活動を行った火山を抽出した。
- その結果、樽前山，風不死岳，恵庭岳，倶多楽・登別火山群，有珠山，北海道駒ヶ岳，恵山，渡島大島，恐山，岩木山，北八甲田火山群，十和田，秋田焼山及び八幡平火山群の14火山を抽出した。
- また、恐山は完新世に噴火した火山ではないが、「概ね過去1万年以内に活動した火山及び現在活発な噴気活動のある火山」が活火山と定義されていることから、検討対象として選定した。

（参考）

堀・長谷川（1999）によれば恐山直下の最上部マントルから下部地殻にかけて低速度領域があるとされ、この内部の最上部マントルには顕著なS波反射面が存在することから、現在の恐山直下には、深部マグマが存在する可能性もある。

	火山名	敷地からの 離隔 (km)	形式	最新活動
2	樽前山	149	火砕丘 溶岩ドーム	1981年
3	風不死岳	152	複成火山 溶岩ドーム	4,600-4,500年前
4	恵庭岳	160	複成火山 火砕丘, 溶岩ドーム	200年前
5	倶多楽・登別火山群 [倶多楽]	126	複成火山-カルデラ 溶岩ドーム	200年前
12	有珠山	136	複成火山 溶岩ドーム	2000年
19	北海道駒ヶ岳	92	複成火山	2000年
23	恵山	50	複成火山 溶岩ドーム	1874年
27	渡島大島	158	複成火山	1759年
33	恐山	14	火砕丘-カルデラ 溶岩ドーム	2万年前 (噴気活動あり)
34	岩木山	111	複成火山 溶岩ドーム	1863年
43	北八甲田火山群 [八甲田山]	83	複成火山 溶岩ドーム	600-400年前
46	十和田	103	カルデラ-火砕流 複成火山, 溶岩ドーム	915年
52	秋田焼山	160	複成火山 溶岩ドーム	1997年
53	八幡平火山群 [八幡平]	159	複成火山	7,000年前

※記載は、「日本の火山（第3版）」（中野ほか(2013)）による。[]内は、「日本活火山総覧（第4版）」（気象庁(2013)）による活火山名称

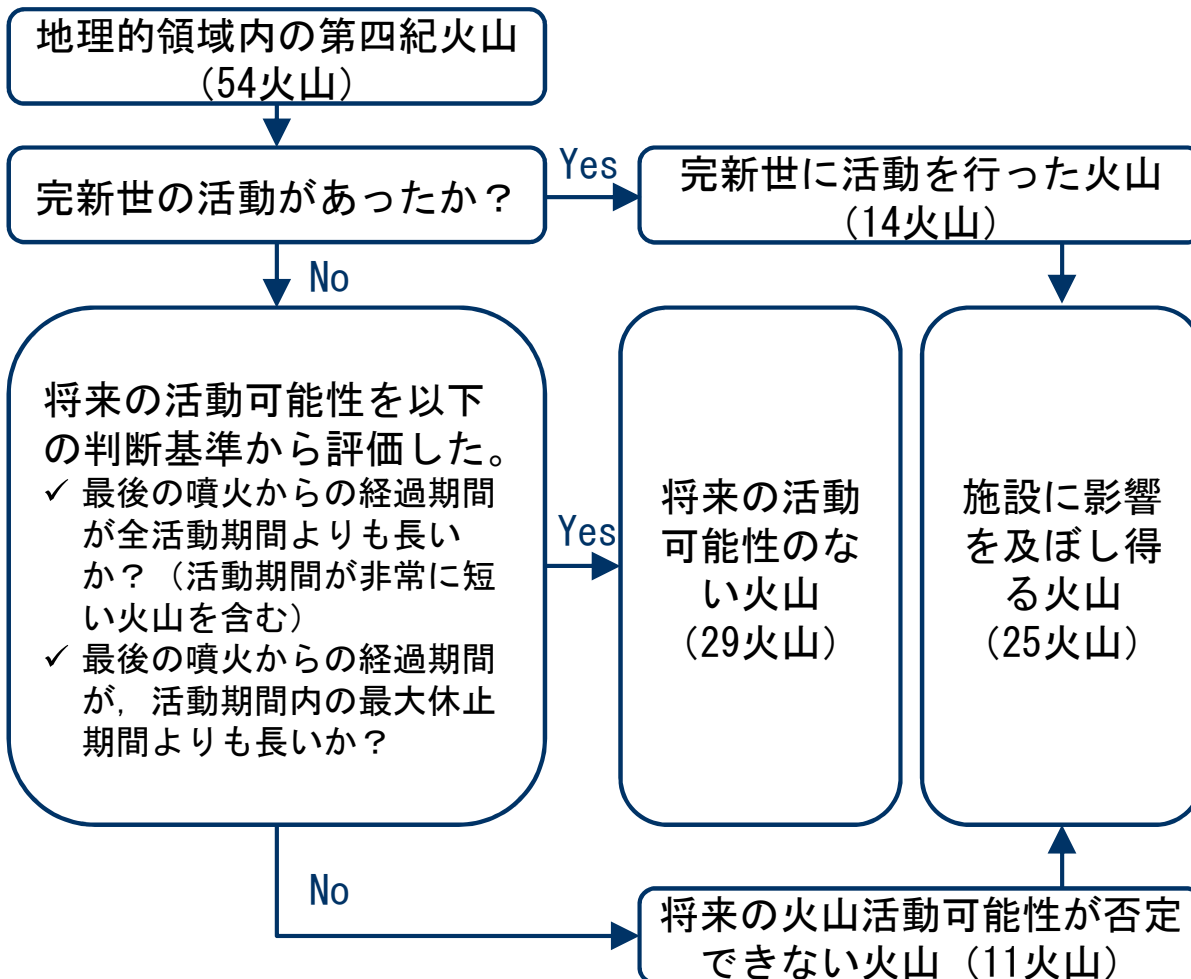
2. 3 施設に影響を及ぼし得る火山の抽出結果

恵山が施設に影響を及ぼし得る火山であることに変更なし

- 地理的領域内（施設から半径160kmの範囲）における第四紀火山を文献調査等から54火山抽出した。
- 完新世に活動を行った火山として、14火山抽出した。
- 完新世に活動を行っていないが将来の火山活動可能性が否定できない火山として、11火山抽出した。
- 以上より、施設に影響を及ぼし得る火山として25火山抽出した。

施設に影響を及ぼし得る火山（25火山）

	火山名	敷地からの離隔 (km)
2	樽前山	149
3	風不死岳	152
4	恵庭岳	160
5	倶多楽・登別火山群	126
6	ホロホロ・徳舜瞥	142
7	オロフレ・来馬	135
8	尻別岳	160
12	有珠山	136
19	北海道駒ヶ岳	92
21	横津岳	76
23	恵山	50
27	渡島大島	158
29	陸奥燧岳	19
33	恐山	14
34	岩木山	111
36	田代岳	125
41	藤沢森	99
42	南八甲田火山群	90
43	北八甲田火山群	83
44	八甲田カルデラ	80
45	八幡岳火山群	75
46	十和田	103
47	先十和田	102
52	秋田焼山	160
53	八幡平火山群	159



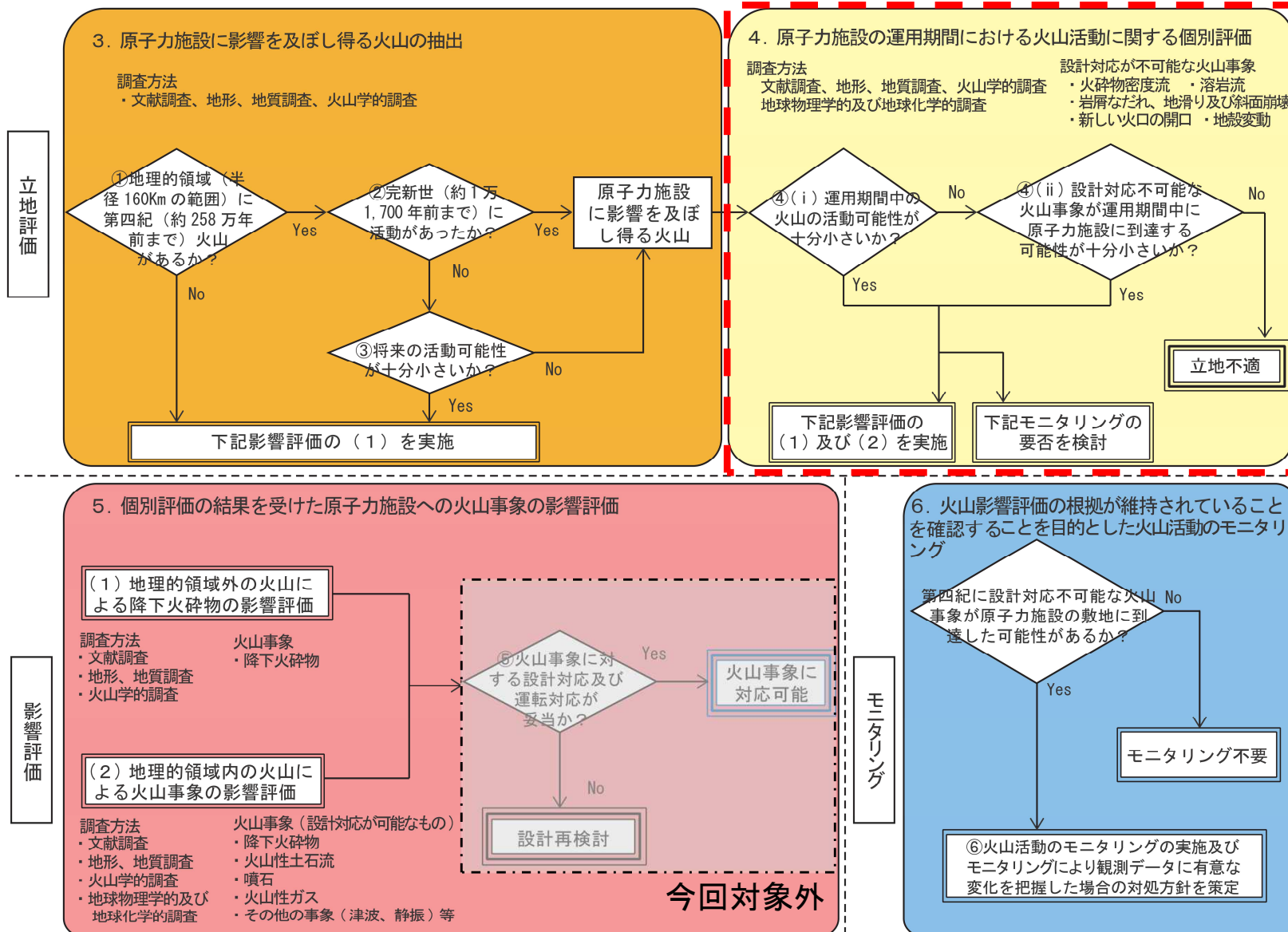
は、完新世に活動を行った火山

3. 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

内容に変更なし

審査会合 (R4.2.4)
資料2-2 P48 再掲

➤ 抽出された施設に影響を及ぼし得る火山 (25火山) について、火山活動に関する個別評価を行った。



今回対象外

3. 1 設計対応不可能な火山事象と施設の位置関係

内容に変更なし

審査会合 (R4.2.4)
資料2-2 P49 再掲

- 施設に影響を及ぼし得る火山 (25火山) について、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について検討した。
- 検討は、設計対応不可能な火山事象の影響範囲と施設から各火山への距離等に着目して行った。

施設に影響を及ぼし得る火山 (25火山)

火山名	敷地からの離隔 (km)	
2	樽前山	149
3	風不死岳	152
4	恵庭岳	160
5	倶多楽・登別火山群	126
6	ホロホロ・徳舜瞥	142
7	オロフレ・来馬	135
8	尻別岳	160
12	有珠山	136
19	北海道駒ヶ岳	92
21	横津岳	76
23	恵山	50
27	渡島大島	158
29	陸奥燧岳	19
33	恐山	14
34	岩木山	111
36	田代岳	125
41	藤沢森	99
42	南八甲田火山群	90
43	北八甲田火山群	83
44	八甲田カルデラ	80
45	八幡岳火山群	75
46	十和田	103
47	先十和田	102
52	秋田焼山	160
53	八幡平火山群	159

施設に影響を与える可能性のある火山事象及び位置関係 (原子力発電所の火山影響評価ガイド, 一部加筆)

火山事象	潜在的に影響を及ぼす特性	原子力発電所との位置関係
1. 降下火砕物	静的な物理的負荷、気中及び水中の研磨性及び腐食性粒子	注 2
2. 火砕物密度流：火砕流、サージ及びブラスト	動的な物理的負荷、大気の過圧、飛来物の衝撃、300℃超の温度、研磨性粒子、毒性ガス	160km
3. 溶岩流	動的な物理的負荷、洪水及び水のせき止め、700℃超の温度	50km
4. 岩層なだれ、地滑り及び斜面崩壊	動的な物理的負荷、大気の過圧、飛来物の衝撃、水のせき止め及び洪水	50km
5. 火山性土石流、火山泥流及び洪水	動的な物理的負荷、水のせき止め及び洪水、水中の浮遊粒子	120km
6. 火山から発生する飛来物 (噴石)	粒子の衝突、静的な物理的負荷、水中の研磨性粒子	10km
7. 火山ガス	毒性及び腐食性ガス、酸性雨、ガスの充満した湖、水の汚染	160km
8. 新しい火口の開口	動的な物理的負荷、地盤変動、火山性地震	注 3
9. 津波及び静振	水の氾濫	注 4
10. 大気現象	動的過圧、落雷、ダウンバースト風	注 4
11. 地殻変動	地盤変位、沈下又は隆起、傾斜、地滑り	注 4
12. 火山性地震とこれに関連する事象	継続的微小動、多重衝撃	注 4
13. 熱水系及び地下水の異常	熱水、腐食性水、水の汚染、氾濫又は湧昇、熱水変質、地滑り、カルスト及びサーモカルストの変異、水圧の急変	注 4

(参考資料：IAEA SSG-21 及び JEAG4625)

注 1：噴出中心と原子力発電所との距離が、表中の位置関係に記載の距離より短ければ、火山事象により原子力発電所が影響を受ける可能性があるものとする。

注 2：降下火砕物に関しては、原子力発電所の敷地及び敷地付近の調査から求められる単位面積あたりの質量と同等の火山灰等が降下するものとする。

注 3：新火口の開口については、原子力発電所の運用期間中に、新火口の開口の可能性を検討する。

注 4：火山活動によるこれらの事象は、原子力発電所との位置関係によらず、個々に検討を行う。

3. 1 設計対応不可能な火山事象と施設の位置関係

審査会合 (R4.2.4)
資料2-2 P50 再掲

恵山の評価対象となる設計対応不可能な火山事象が火砕物密度流であることに変更なし

- 溶岩流及び岩屑なだれ等については、敷地からの距離が50km以上である火山については、評価対象外とした。
- 新しい火口の開口および地殻変動について、敷地に近い陸奥燧岳および恐山を評価対象とした。

評価対象となる設計対応不可能な火山事象

火山名	敷地からの距離 (km)	火砕物密度流	溶岩流	岩屑なだれ等	新しい火口の開口	地殻変動
		160km	50km	50km		
樽前山	149	○	—	—	×	×
風不死岳	152	○	—	—	×	×
恵庭岳	160	○	—	—	×	×
倶多楽・登別火山群	126	○	—	—	×	×
ホロホロ・徳舜瞥	142	○	—	—	×	×
オロフレ・来馬	135	○	—	—	×	×
尻別岳	160	○	—	—	×	×
有珠山	136	○	—	—	×	×
北海道駒ヶ岳	92	○	—	—	×	×
横津岳	76	○	—	—	×	×
恵山	50	○	—	—	×	×
渡島大島	158	○	—	—	×	×
陸奥燧岳	19	○	○	○	○	○
恐山	14	○	○	○	○	○
岩木山	111	○	—	—	×	×
田代岳	125	○	—	—	×	×
藤沢森	99	○	—	—	×	×
南八甲田火山群	90	○	—	—	×	×
北八甲田火山群	83	○	—	—	×	×
八甲田カルデラ	80	○	—	—	×	×
八幡岳火山群	75	○	—	—	×	×
十和田	103	○	—	—	×	×
先十和田	102	○	—	—	×	×
秋田焼山	160	○	—	—	×	×
八幡平火山群	159	○	—	—	×	×

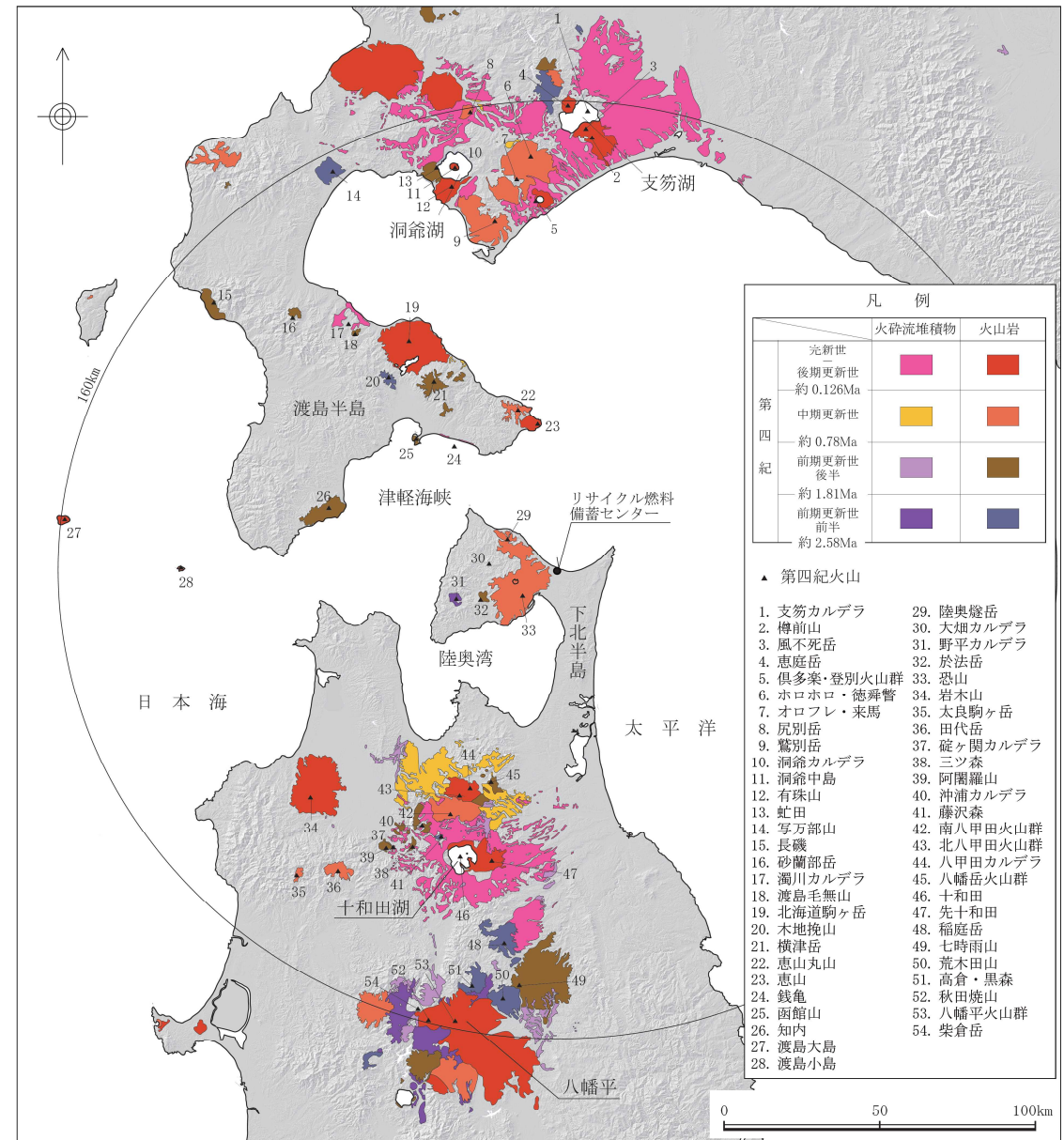
○：評価対象事象，—：評価対象外，×：個々の火山との位置関係から影響がないと判断

3. 2 火砕物密度流・溶岩流の影響評価（全対象火山）

審査会合（R4.2.4）
資料2-2 P51 再掲

恵山の火砕物密度流が敷地周辺に到達していないと考えられることに変更なし

- 第四紀火山の噴出物分布図によれば、仮にこれらの噴出物が火砕物密度流だと考えても、噴出物の分布が山体周辺に限られることから、火砕物密度流が敷地周辺に到達していないと考えられる。
- ただし、陸奥燧岳および恐山については下北半島西部に位置し、敷地からの距離が20km未満であることから、他の事象も含めてより詳細に検討を実施した。



中野ほか、(2013) より抜粋・加筆

地理的領域内の第四紀火山噴出物

3. 2 火砕物密度流・溶岩流の影響評価（まとめ）

内容に変更なし

【まとめ】

- ▶ 活動履歴，地質調査，火山学的調査などの結果，恐山の活動は，古恐山火山とカルデラが形成された新恐山火山の活動に大別される。現在は熱水活動がみられるものの，約8万年前以降，マグマの噴出を伴う火山活動は確認されていない。
- ▶ 地球物理学的調査，地球化学的調査などの結果から，深さ20km以浅には大規模なマグマ溜まりが存在する可能性は小さく，深部から連続する火道も認められない。
- ▶ 以上から，恐山は現在も熱水活動が生じているものの，マグマ噴火に伴う火砕物密度流が施設に影響する可能性は十分に小さい。
- ▶ ただし，過去のマグマ噴火に伴う火砕物密度流（最大VEI5）が敷地に到達していることから，火山影響評価の根拠が維持されていることの確認を目的として供用期間中のモニタリングを行う。

恐山の活動可能性

調査分野			評価
火山地質	地球物理学	地球化学	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 正津川・二又沢・関根第1の計3層の火砕流堆積物が敷地に到達している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地震波速度構造について，当社解析結果と防災科学技術研究所 (Matsubara et al., 2019) の解析結果は，整合的である。 ・ 比抵抗構造について，当社解析結果と高倉 (1994) の解析結果は，整合的である。 ・ 地震波速度構造と比抵抗構造ともに，恐山直下浅部の水の存在を示唆している点で一致している。 ・ 深さ20km以浅には大規模なマグマ溜まりが存在する可能性は小さい。また，20km以深から連続する火道も見受けられない。 ・ 地震活動は非常に低調であり，低周波地震も認められない。 ・ 継続的な変位の累積を示す地殻変動は認められない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 噴気中にマグマ由来の火山ガス成分は検出されない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 8万年前以降は熱水活動が継続している。 ・ 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。

3. 3 設計対応不可能な火山事象の影響評価のまとめ

審査会合 (R4.2.4)
資料2-2 P53 再掲

恵山の設計対応不可能な火山事象が敷地に影響を及ぼす可能性はないことに変更なし

火山名	敷地からの距離 (km)	火砕物密度流		溶岩流		岩屑なだれ等		新しい火口の開口	地殻変動
		160km		50km		50km			
樽前山	149	○ 過去最大規模の火砕物密度流を考慮しても、施設に影響を及ぼす可能性はない。	○ 敷地と火山の距離から、溶岩流が施設に影響を及ぼす可能性はない。	○ 敷地と火山の距離から、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊が施設に影響を及ぼす可能性はない。	○ 施設に影響を及ぼし得る火山が敷地から十分離れていることから、新しい火口の開口が施設に影響を及ぼす可能性はない。	○ 施設に影響を及ぼし得る火山が敷地から十分離れていることから、地殻変動が施設に影響を及ぼす可能性はない。			
風不死岳	152								
恵庭岳	160								
倶多楽・登別火山群	126								
ホロホロ・徳舜瞥	142								
オロフレ・来馬	135								
尻別岳	160								
有珠山	136								
北海道駒ヶ岳	92								
横津岳	76								
恵山	50								
渡島大島	158								

○：施設に影響を及ぼす可能性はない

3. 3 設計対応不可能な火山事象の影響評価のまとめ

内容に変更なし

 審査会合 (R4.2.4)
 資料2-2 P54 再掲

火山名	敷地からの距離 (km)	火砕物密度流		溶岩流		岩屑なだれ等		新しい火口の開口		地殻変動	
		160km		50km		50km					
陸奥燧岳	19	○	過去最大規模の火砕物密度流を考慮しても、施設に影響を及ぼす可能性はない。	○	過去最大規模の溶岩流を考慮しても、施設に影響を及ぼす可能性はない。	○	過去最大規模の岩屑なだれ等を考慮しても、施設に影響を及ぼす可能性はない。	○	山体周辺で深部低周波地震の発生が認められず、新しい火口の開口の可能性はない。	○	山体周辺で顕著な地殻変動は見られない。
恐山	14	●	過去最大規模のマグマ噴火に伴う火砕物密度流が敷地に到達しているが、マグマ噴火が発生する可能性は十分に小さい。								
岩木山	111	○	過去最大規模の火砕物密度流を考慮しても、施設に影響を及ぼす可能性はない。	○	敷地と火山の距離から、溶岩流が施設に影響を及ぼす可能性はない。	○	敷地と火山の距離から、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊が施設に影響を及ぼす可能性はない。	○	施設に影響を及ぼし得る火山が敷地から十分離れていることから、新しい火口の開口が施設に影響を及ぼす可能性はない。	○	施設に影響を及ぼし得る火山が敷地から十分離れていることから、地殻変動が施設に影響を及ぼす可能性はない。
田代岳	125										
藤沢森	99										
南八甲田火山群	90										
北八甲田火山群	83										
八甲田カルデラ	80										
八幡岳火山群	75										
十和田	103										
先十和田	102										
秋田焼山	160										
八幡平火山群	159										

○：施設に影響を及ぼす可能性はない。 ●：施設に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。 22

3. 3 設計対応不可能な火山事象の影響評価のまとめ

内容に変更なし

【まとめ】

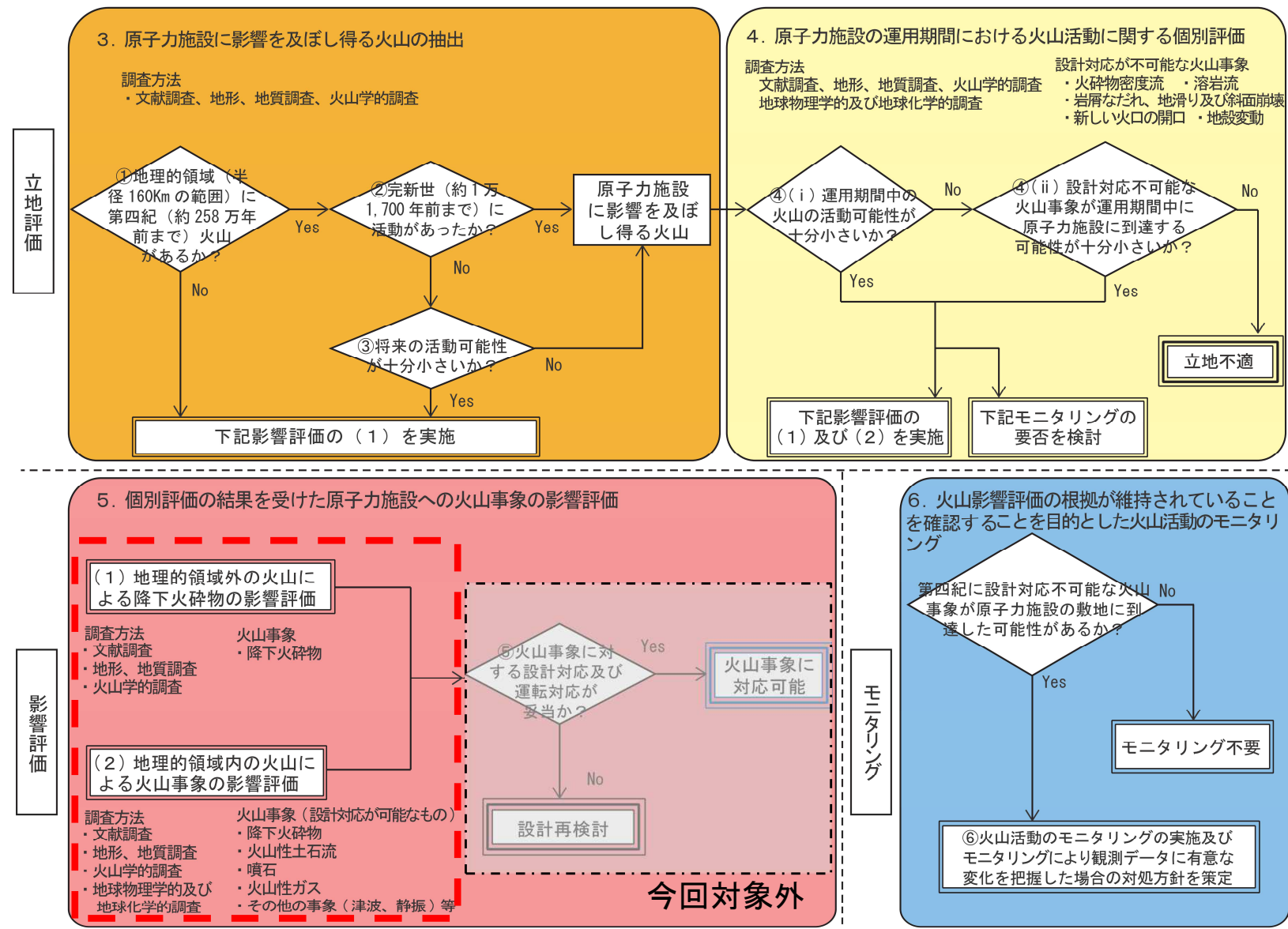
- 設計対応不可能な火山事象（火砕物密度流，溶岩流，岩屑なだれ他，新しい火口の開口及び地殻変動）のうち，恐山の火砕物密度流が敷地に到達している。
- 活動履歴，地質調査，火山学的調査などの結果，恐山の活動は，古恐山火山とカルデラが形成された新恐山火山の活動に大別される。現在は熱水活動がみられるものの，約8万年前以降，マグマの噴出を伴う火山活動は確認されていない。
- 地球物理学的調査，地球化学的調査などの結果から，深さ20km以浅には大規模なマグマ溜まりが存在する可能性は小さく，深部から連続する火道も認められない。
- 以上から，恐山は現在も熱水活動が生じているものの，マグマ噴火に伴う火砕物密度流が施設に影響する可能性は十分に小さい。
- ただし，過去のマグマ噴火に伴う火砕物密度流（最大VEI5）が敷地に到達していることから，火山影響評価の根拠が維持されていることの確認を目的として供用期間中のモニタリングを行う。

4. 抽出された火山の火山活動に関する影響評価

内容に変更なし

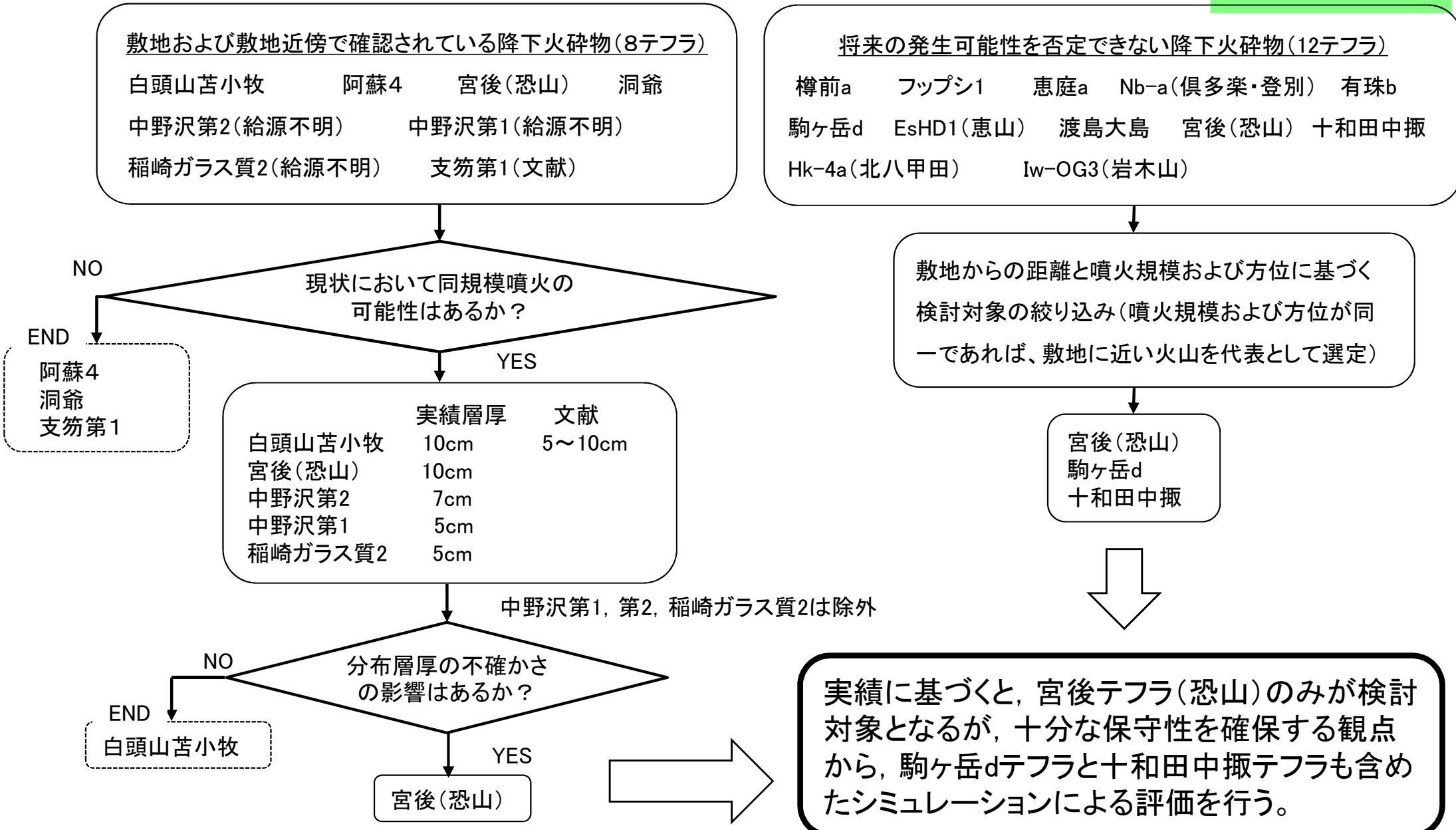
審査会合 (R4.2.4)
資料2-2 P56 再掲

➤ 施設の安全性に影響を及ぼす可能性のある火山事象について抽出を行った。



4. 1 降下火砕物の影響評価 (検討対象の選定フロー)

EsHD1(恵山)が将来の発生可能性を否定できない降下火砕物として選定されているが、検討対象とはならないことに変更なし



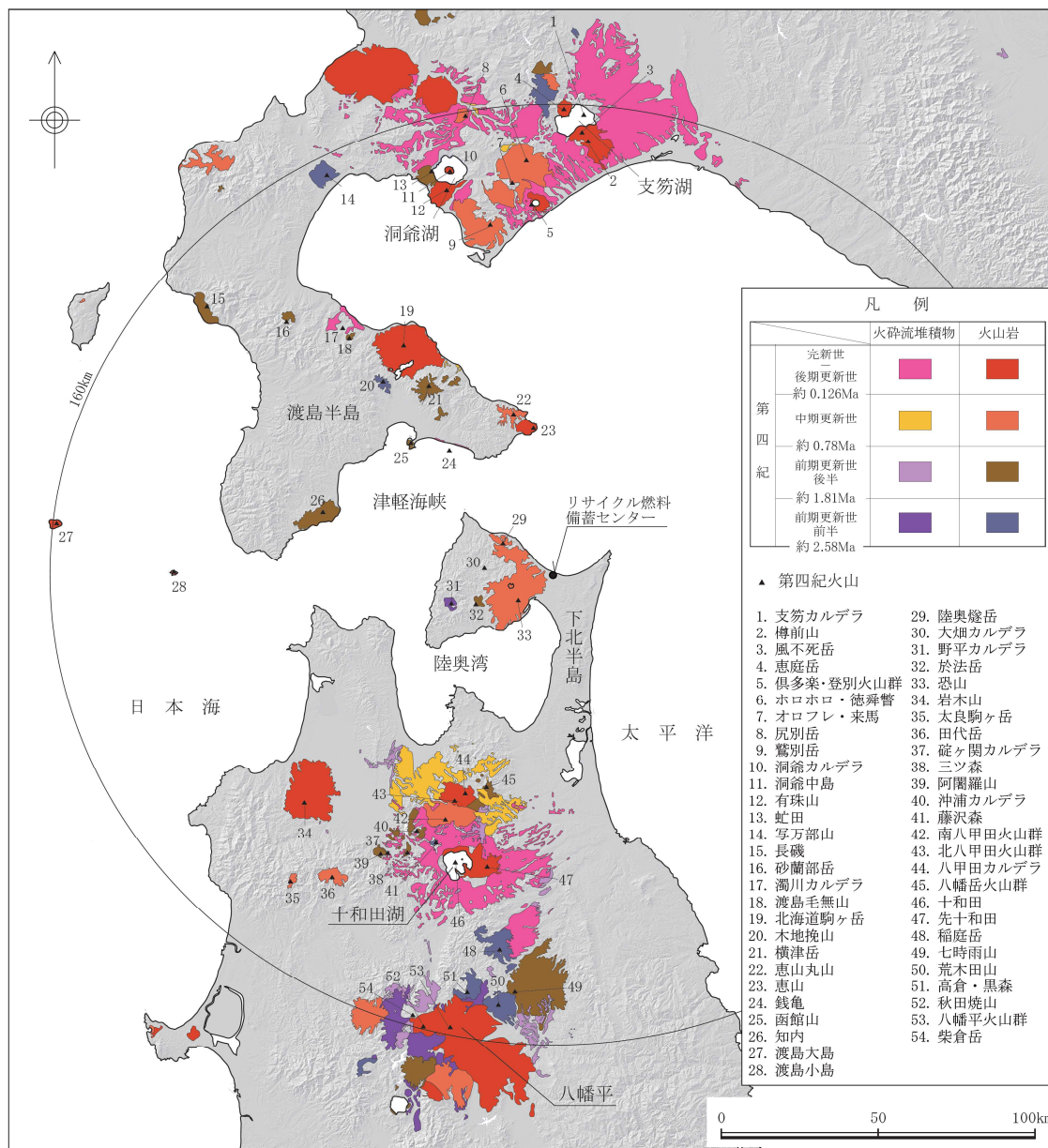
4. 2 敷地および敷地近傍で確認されている降下火砕物 (まとめ)

内容に変更なし

- 敷地および敷地近傍で確認されている降下火砕物は、白頭山苦小牧テフラ、宮後テフラ(恐山)、阿蘇4テフラ、洞爺テフラ、中野沢第2テフラ(給原不明)、中野沢第1テフラ(給原不明)、稲崎ガラス質2テフラ(給原不明)、支笏第1テフラ(文献のみ)の8テフラである。
- これらの火山灰のうち、洞爺テフラ、阿蘇4テフラおよび支笏第1テフラについては、巨大噴火に伴って噴出したものであるが、このような巨大噴火が差し迫った状況ではない。
- 一方、白頭山苦小牧テフラ(10cm)、宮後テフラ(10cm)、中野沢第2テフラ(7cm)、中野沢第1テフラ(5cm)、稲崎ガラス質2テフラ(5cm)については、層厚の比較から検討対象は白頭山苦小牧テフラと宮後テフラに絞り込まれる。
- また、白頭山苦小牧テフラと宮後テフラの分布から、白頭山苦小牧テフラについては風向などの噴出時の不確かさの影響は小さい。
- したがって、敷地および敷地近傍で確認されている降下火砕物としては、宮後テフラを検討対象とする。

4. 3 評価対象となる降下火砕物

内容に変更なし



施設に影響を及ぼし得る火山 (25火山)

火山名	敷地からの離隔 (km)
2 樽前山	149
3 風不死岳	152
4 恵庭岳	160
5 倶多楽・登別火山群	126
6 ホロホロ・徳舜警	142
7 オロフレ・来馬	135
8 尻別岳	160
12 有珠山	136
19 北海道駒ヶ岳	92
21 横津岳	76
23 恵山	50
27 渡島大島	158
29 陸奥燧岳	19
33 恐山	14
34 岩木山	111
36 田代岳	125
41 藤沢森	99
42 南八甲田火山群	90
43 北八甲田火山群	83
44 八甲田カルデラ	80
45 八幡岳火山群	75
46 十和田	103
47 先十和田	102
52 秋田焼山	160
53 八幡平火山群	159

中野ほか、(2013) より抜粋・加筆

4. 3 評価対象となる降下火砕物（イベントの選定）

恵山において選定される噴出イベント、規模(VEI)に変更なし

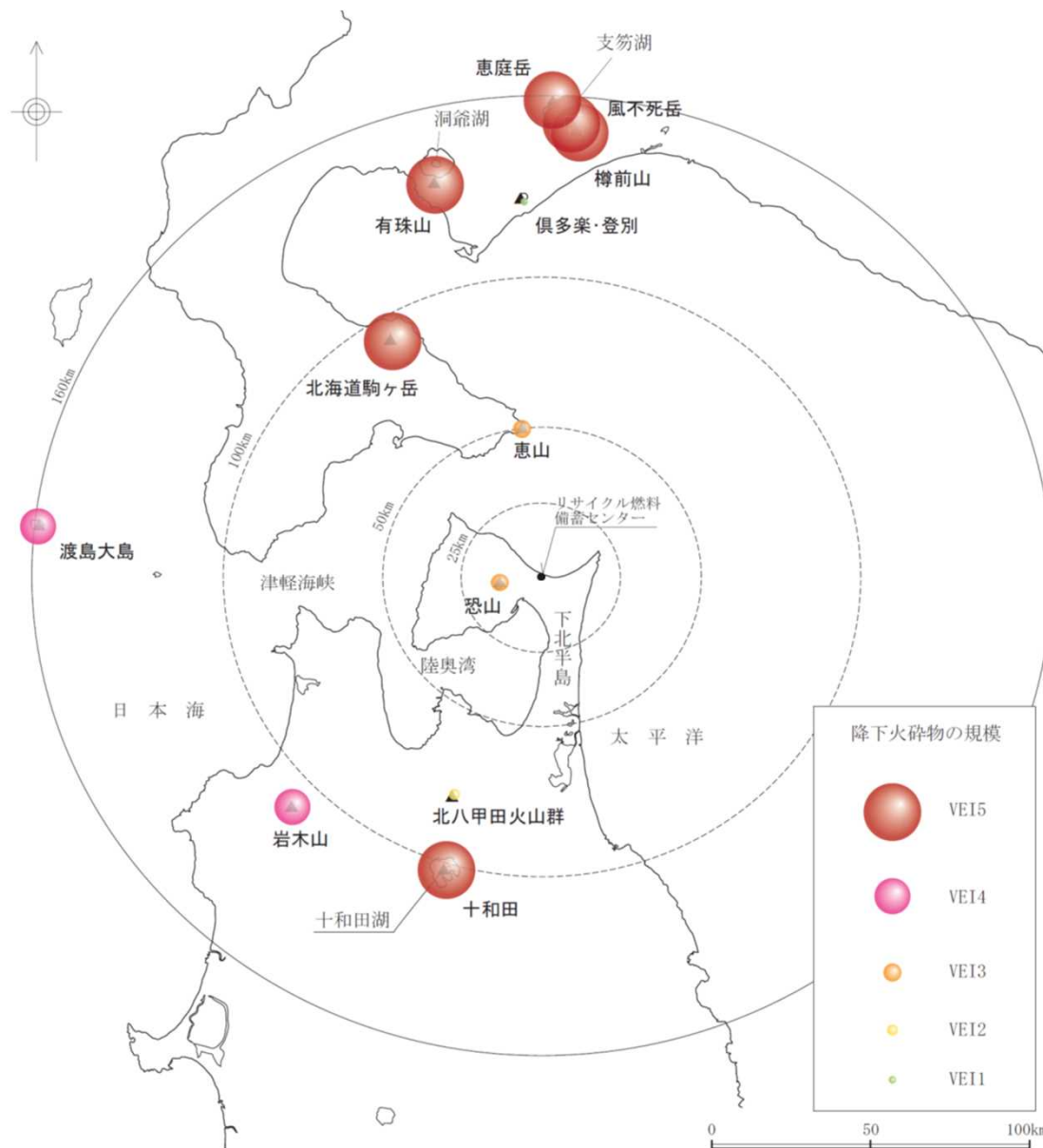
審査会合 (R4.2.4)
資料2-2 P60 一部加筆

施設に影響を及ぼし得る火山（25火山）における噴出イベントの抽出

火山名	敷地からの 離隔(km)	火山から敷地 への方位	選定した 噴出イベント	選定理由	規模 (VEI)	引用文献	
2	樽前山	149	南	樽前a(Ta-a)	既往最大	5	古川・中川(2010)
3	風不死岳	152	南	フツシ1(Fp1)	既往最大	5	中川(1993)
4	恵庭岳	160	南	恵庭a(En-a)	既往最大	5	中川(1993)
5	倶多楽・登別火山群	126	南	Nb-a	現在の活動期における既往最大	1	Goto et al.(2015)
6	ホロホロ・徳舜誓	142	南	—	文献調査の結果、降下火砕物の発生実績は確認できず、発生していたとしても小規模であり施設に影響しないと考えられる。	—	太田(1954)
7	オロフレ・来馬	135	南	—	文献調査の結果、降下火砕物の発生実績は確認できず、発生していたとしても小規模であり施設に影響しないと考えられる。	—	太田(1954), 斎藤ほか(1953)
8	尻別岳	160	南	尻別岳テフラ(Srb)	文献調査の結果、降下火砕物の発生実績は認められるが、噴出量や等層厚線図の知見は確認できず、発生していたとしても小規模であり施設に影響しないと判断される。	不明	斎藤ほか(1956), 中川ほか(2011)
12	有珠山	136	南南東	有珠b(Us-b)	既往最大	5	曾屋ほか(2007)
19	北海道駒ヶ岳	92	南南東	駒ヶ岳d(Ko-d)	既往最大	5	吉本・宇井(1998), 吉本ほか(2008)
21	横津岳	76	南南東	—	文献調査の結果、降下火砕物の発生実績は確認できず、発生していたとしても小規模であり施設に影響しないと考えられる。	—	鈴木ほか(1969), 国府谷ほか(1967)
23	恵山	50	南	EsHD1	既往最大(溶岩ドーム除く)	3	Miura et al.(2013), 三浦ほか(2022)
27	渡島大島	158	東	1741-42年噴火(Os-a)	既往最大	4	産業技術総合研究所 地質調査総合センター編(2014)
29	陸奥燧岳	19	東南東	MHi-1-p1 MHi-3-ol	文献調査の結果、降下火砕物の発生実績は認められるが、噴出量や等層厚線図の知見は確認できず、発生していたとしても小規模であり施設に影響しないと判断される。	不明	梅田・古澤(2003)
33	恐山	14	北東	宮後テフラ	現在の活動期における既往最大	3	
34	岩木山	111	北東	Iw-OG3	既往最大	4	斎藤・鈴木(2004)
36	田代岳	125	北東	—	文献調査の結果、降下火砕物の発生実績は確認できず、発生していたとしても小規模であり施設に影響しないと考えられる。	—	宝田(1991)
41	藤沢森	99	北北東	—	文献調査の結果、降下火砕物の発生実績は確認できず、発生していたとしても小規模であり施設に影響しないと考えられる。	—	宝田・村岡(2004)
42	南八甲田火山群	90	北北東	—	活動可能性はない	—	
43	北八甲田火山群	83	北北東	Hk-4a	現在の活動期における既往最大	2	工藤ほか(2003)
44	八甲田カルデラ	80	北北東	—	活動可能性はない	—	
45	八幡岳火山群	75	北北東	大中台溶岩・火砕岩	文献調査の結果、降下火砕物の発生実績は認められるが、噴出量や等層厚線図の知見は確認できず、発生していたとしても小規模であり施設に影響しないと判断される。	不明	工藤ほか(2020)
46	十和田	103	北北東	十和田中振軽石 (To-Cu)	現在の活動期における既往最大	5	Hayakawa(1985)
47	先十和田	102	北北東	岩岳溶岩・火砕岩 高山溶岩・火山砕屑岩等	文献調査の結果、降下火砕物の発生実績は認められるが、噴出量や等層厚線図の知見は確認できず、発生していたとしても小規模であり施設に影響しないと判断される。	不明	工藤(2018)
52	秋田焼山	160	北北東	鬼ヶ城火山灰, 中ノ沢溶岩類等	文献調査の結果、降下火砕物の発生実績は認められるが、噴出量や等層厚線図の知見は確認できず、発生していたとしても小規模であり施設に影響しないと判断される。	不明	大場(1991)
53	八幡平火山群	159	北北東	前森山火山噴出物, 大深岳火山岩類等	文献調査の結果、降下火砕物の発生実績は認められるが、噴出量や等層厚線図の知見は確認できず、発生していたとしても小規模であり施設に影響しないと判断される。	不明	大場・梅田(1999)

4. 3 評価対象となる降下火砕物 (噴火規模と距離による絞り込み)

恵山のEsHD1(降下火砕物を伴う)の規模(VEI)に変更なく, 降下火砕物の影響評価にて考慮するテフラに変更なし



対象火山の敷地からの距離とVEIの関係から, 影響評価としては, VEI3の恐山宮後テフラ(西側)とVEI5の北海道駒ヶ岳dテフラ(北側)および十和田中掬テフラ(南側)を考慮することとした。

4. 4 降下火砕物の影響評価 (まとめ)

内容に変更なし

- 敷地および敷地近傍で確認されている降下火砕物のうち、宮後テフラ（恐山）と白頭山苦小牧テフラの層厚が最大（10cm）である。
- また、将来の活動性が否定できない降下火砕物として、宮後テフラ（恐山）、北海道駒ヶ岳 d テフラ、十和田中楯テフラを対象とした火山灰シミュレーションを実施した結果、以下のような結果となった。
 - ・ 恐山（宮後テフラ） : 30cm
 - ・ 北海道駒ヶ岳（Ko-d） : 4cm
 - ・ 十和田（To-Cu） : 10cm
- なお、白頭山苦小牧テフラについては、前述したように実績の分布主軸が敷地方向と合致していることから、シミュレーションの対象外とした。
- 設計に用いる火山灰層厚としては、前述したように十分な保守性を確保する観点から、火山灰シミュレーションによる最大値（宮後テフラ：30cm）を採用し30cmとする。
- 宮後テフラの密度は露頭で採取した試料の土質試験結果から乾燥密度を $0.8\text{g}/\text{cm}^3$ としているが、設計荷重としては、湿潤密度 $1.4\text{g}/\text{cm}^3$ をさらに保守的に評価し $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ としている。

4. 5 降下火砕物以外の火山事象の影響評価

内容に変更なし

審査会合 (R4.2.4)
資料2-2 P63 再掲

- 施設に影響を及ぼし得る火山 (25火山) を対象に、火山性土石流等、火山から発生する飛来物、火山ガス及びその他の火山事象の影響可能性を検討した。
- 検討は、各火山事象の影響範囲と施設から各火山への距離や、施設周辺の地形等に着目して行った。

施設に影響を及ぼし得る火山 (25火山)

火山名	敷地からの離隔 (km)	
2	樽前山	149
3	風不死岳	152
4	恵庭岳	160
5	倶多楽・登別火山群	126
6	ホロホロ・徳舜瞥	142
7	オロフレ・来馬	135
8	尻別岳	160
12	有珠山	136
19	北海道駒ヶ岳	92
21	横津岳	76
23	恵山	50
27	渡島大島	158
29	陸奥燧岳	19
33	恐山	14
34	岩木山	111
36	田代岳	125
41	藤沢森	99
42	南八甲田火山群	90
43	北八甲田火山群	83
44	八甲田カルデラ	80
45	八幡岳火山群	75
46	十和田	103
47	先十和田	102
52	秋田焼山	160
53	八幡平火山群	159

施設に影響を与える可能性のある火山事象及び位置関係 (原子力発電所の火山影響評価ガイド、一部加筆)

火山事象	潜在的に影響を及ぼす特性	原子力発電所との位置関係
1. 降下火砕物	静的な物理的負荷、気中及び水中の研磨性及び腐食性粒子	注 2
2. 火砕物密度流：火砕流、サージ及びプラスト	動的な物理的負荷、大気の過圧、飛来物の衝撃、300℃超の温度、研磨性粒子、毒性ガス	160km
3. 溶岩流	動的な物理的負荷、洪水及び水のせき止め、700℃超の温度	50km
4. 岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊	動的な物理的負荷、大気の過圧、飛来物の衝撃、水のせき止め及び洪水	50km
5. 火山性土石流、火山泥流及び洪水	動的な物理的負荷、水のせき止め及び洪水、水中の浮遊粒子	120km
6. 火山から発生する飛来物 (噴石)	粒子の衝突、静的な物理的負荷、水中の研磨性粒子	10km
7. 火山ガス	毒性及び腐食性ガス、酸性雨、ガスの充満した湖、水の汚染	160km
8. 新しい火口の開口	動的な物理的負荷、地盤変動、火山性地震	注 3
9. 津波及び静振	水の氾濫	注 4
10. 大気現象	動的過圧、落雷、ダウンバースト風	注 4
11. 地殻変動	地盤変位、沈下又は隆起、傾斜、地滑り	注 4
12. 火山性地震とこれに関連する事象	継続的微動、多重衝撃	注 4
13. 熱水系及び地下水の異常	熱水、腐食性水、水の汚染、氾濫又は湧昇、熱水変質、地滑り、カルスト及びサーモカルストの変異、水圧の急変	注 4

(参考資料：IAEA SSG-21 及び JEAG4625)

注 1：噴出中心と原子力発電所との距離が、表中の位置関係に記載の距離より短ければ、火山事象により原子力発電所が影響を受ける可能性があるものとする。

注 2：降下火砕物に関しては、原子力発電所の敷地及び敷地付近の調査から求められる単位面積あたりの質量と同等の火山灰等が降下するものとする。

注 3：新火口の開口については、原子力発電所の運用期間中に、新火口の開口の可能性を検討する。

注 4：火山活動によるこれらの事象は、原子力発電所との位置関係によらず、個々に検討を行う。

4. 5 降下火砕物以外の火山事象の影響評価 (火山性土石流・泥流)

審査会合 (R4.2.4)
資料2-2 P64 再掲

恵山から敷地までには地形的障害が存在し、火山性土石流などが発生しても敷地到達する可能性はないことに変更なし

【陸奥燧岳および恐山以外の火山】

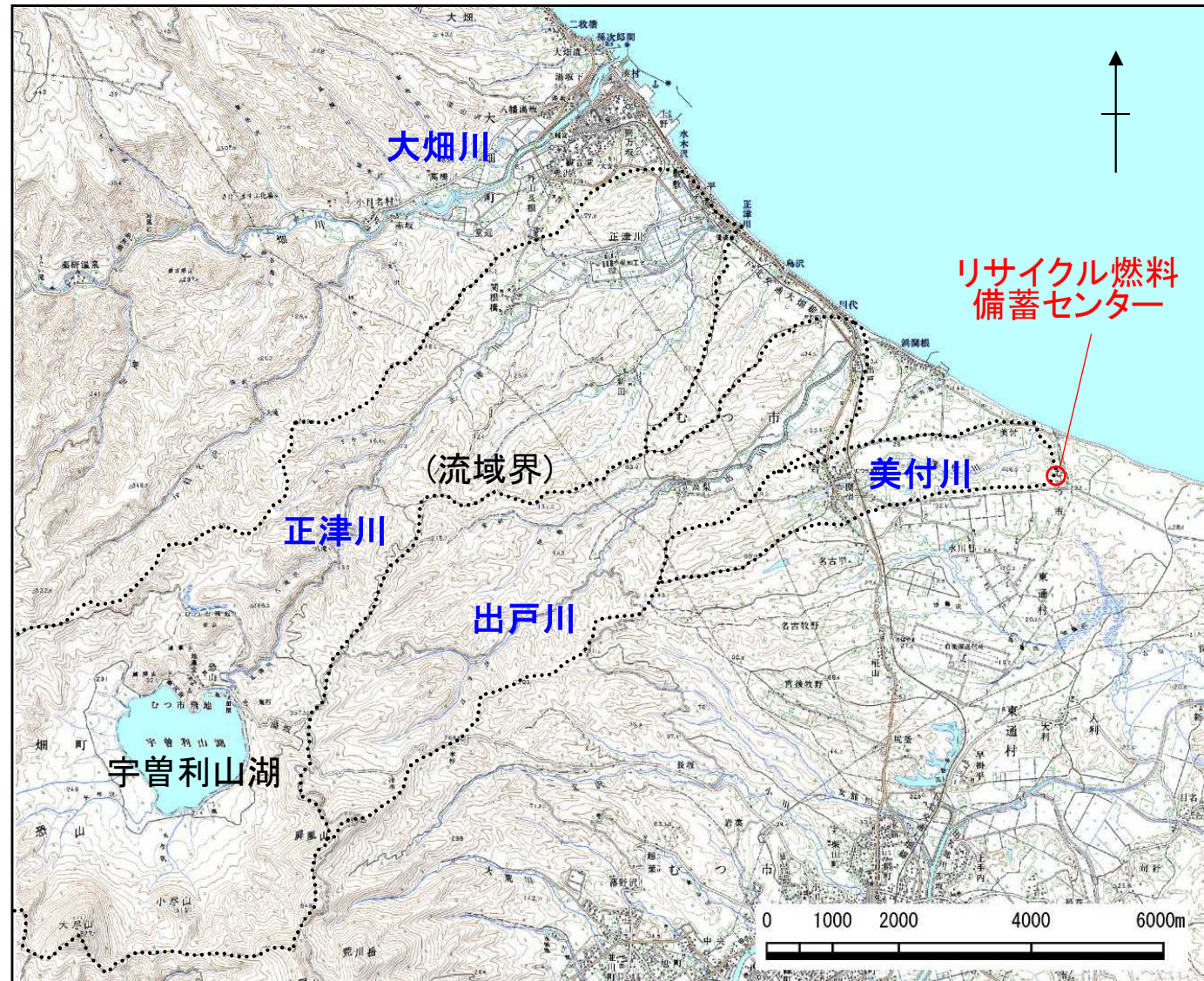
- 各火山から敷地までには地形的障害が存在し、これらの火山で火山性土石流などが発生しても敷地に到達する可能性はない。

【陸奥燧岳】

- 陸奥燧岳と恐山との境界に大畑川が流れており、恐山が地形的障害となることから、仮に火山性土石流等が発生しても敷地に到達する可能性はない。

【恐山】

- 恐山北東には、正津川[しょうつがわ]、出戸川[でとがわ]及び美付川[びつけがわ]が流れている。
- 敷地は美付川の流域に位置しており、恐山の火山性土石流等が直接的に影響する可能性は小さい。



恐山北東斜面の地形(正津川・出戸川・美付川流域の関係)

4. 5 降下火砕物以外の火山事象の影響評価 (まとめ)

恵山は火山性土石流等, 火山から発生する飛来物, 火山ガス及びその他の火山事象が施設に影響を及ぼす可能性はないことに変更なし

➤ 火山性土石流等, 火山から発生する飛来物, 火山ガス及びその他の火山事象が施設に影響を及ぼす可能性はない。

火山名	敷地からの距離 (km)	火山性土石流等		飛来物 (噴石)		火山ガス		その他の火山事象	
		120km		10km		160km			
樽前山	149	○	各火山から敷地までには地形的障害が存在し、これらの火山で火山性土石流などが発生しても敷地に到達する可能性はない。	○	敷地と火山の距離から、飛来物 (噴石) が施設に影響を及ぼす可能性はない。	○	敷地は火山ガスが滞留するような地形条件にないことから、火山ガスが施設に影響を及ぼす可能性はない。	○	敷地と火山は十分な離隔があることから、その他の火山事象が施設に影響を及ぼす可能性はない。
風不死岳	152								
恵庭岳	160								
倶多楽・登別火山群	126								
ホロホロ・徳舜瞥	142								
オロフレ・来馬	135								
尻別岳	160								
有珠山	136								
北海道駒ヶ岳	92								
横津岳	76								
恵山	50								
渡島大島	158								
陸奥燧岳	19								
恐山	14	○	恐山は敷地周辺の河川流域にはなく、火山性土石流が施設に到達する可能性はない。						
岩木山	111	○	各火山から敷地までには地形的障害が存在し、これらの火山で火山性土石流などが発生しても敷地に到達する可能性はない。						
田代岳	125								
藤沢森	99								
南八甲田火山群	90								
北八甲田火山群	83								
八甲田カルデラ	80								
八幡岳火山群	75								
十和田	103								
先十和田	102								
秋田焼山	160								
八幡平火山群	159								

○：施設に影響を及ぼす可能性はない

5. まとめ

恵山について、「火山の抽出」、「個別評価」、「影響評価」に変更なく、まとめの内容に変更なし

【施設に影響を及ぼし得る火山の抽出】

- ・敷地を中心とする半径160kmの範囲には、54の第四紀火山がある。
- ・敷地を中心とする半径160kmの範囲の第四紀火山について、完新世の活動の有無、活動可能性の検討を行い、施設に影響を及ぼし得る火山として、以下の25火山を抽出した。

(完新世に活動を行った火山)

樽前山, 風不死岳, 恵庭岳, 倶多楽・登別火山群, 有珠山, 北海道駒ヶ岳, 恵山, 渡島大島, 恐山, 岩木山, 北八甲田火山群, 十和田, 秋田焼山及び八幡平火山群 (計14火山)

(将来の火山活動可能性が否定できない火山)

ホロホロ・徳舜警, オロフレ・来馬, 尻別岳, 横津岳, 陸奥燧岳, 田代岳, 藤沢森, 南八甲田火山群, 八甲田カルデラ, 八幡岳火山群及び先十和田 (計11火山)

【抽出された火山の火山活動に関する個別評価】

- ・敷地との距離, 地形的条件, 個別評価等の結果から, 設計対応不可能な火山事象 (火砕物密度流, 溶岩流, 岩屑なだれ他, 新しい火口の開口及び地殻変動) が施設に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。
- ・ただし, 過去のマグマ噴火に伴う火砕物密度流 (最大VEI5) が敷地に到達していることから, 火山影響評価の根拠が維持されていることを継続的に確認することを目的として供用期間中のモニタリングを行う。

【施設に影響を及ぼし得る火山事象の抽出】

- ・考慮すべき降下火砕物として宮後テフラ (恐山の過去最大規模の水蒸気噴火) を抽出し, 不確かさを考慮した火山灰シミュレーションを実施した結果, 設計上考慮すべき火山灰堆積厚を30cmとした。また, 設計上考慮する降下火砕物の密度は $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ とした。
- ・火山性土石流, 飛来物 (噴石), 火山性ガス及びその他の火山事象のうち影響を評価すべき事象はない。

参考文献

- 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。
- 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，200万分の1地質編集図，no.11，産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- Miura D., Arai, K., Toshida, K., Ochiai, T., Tanaka, M. and Iida, T. (2013): Eruption history, conduit migration, and steady discharge of magma forv the past 50,00 yr at Esan volcanic complex, northern Japan, Geol. geological Society of America Bulletin published online, 7, june, 2013.
- 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。
- 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.
- 荒井健一・吉本充宏・奥野充・宇井忠英・和田恵治（1998）：恵山火山の最近1万年間の噴火，地球惑星科学関連学会合同大会予稿集，p. 419.
- 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.
- 西来邦章・伊藤順一・上野龍之・内藤一樹・塚本 齊編（2014）：第四紀噴火・貫入活動データベース，産総研地質調査総合センター，https://gbank.gsj.jp/quaternary/index_qvir.php.
- 原子力規制委員会（2019）：原子力発電所の火山影響評価ガイド，令和元年12月18日 原規技発第1912182号 原子力規制委員会決定。
- 堀修一郎・長谷川昭（1999）：恐山直下の上部マントルに見出された顕著なS波反射面，火山，44，pp. 83-91.
- 気象庁編（2013）：日本活火山総覧（第4版），1498p.
- Matsubara, M., Sato, H., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T., Takahashi, N., Suzuki, K. and Kamiya, S. (2019): Seismic Velocity Structure in and around the Japanese Island Arc Derived from Seismic Tomography Including NIED MOWLAS Hi-net and S-net Data, Seismic Waves - Probing Earth System, IntechOpen, pp. 1-19.
- 高倉伸一（1994）：下北半島におけるMT法データと重力データの総合解釈，地質調査所月報，45，12，pp. 689-702.
- 古川竜太・中川光弘（2010）：樽前火山地質図，火山地質図15，産業技術総合研究所 地質調査総合センター。
- 中川光弘（1993）：後支笏カルデラ火山群の形成史・活動様式およびマグマ系，文部省科学研究費自然災害特別研究，計画研究「火山災害の規模と特性」（代表者 荒牧重雄）報告書，pp. 27-42.
- Goto, Y., Toriguchi, Y., Sasaki, H. and Hatakeyama, A. (2015): Multiple Vent-forming Phreatic Eruptions after AD 1663 in the Noboribetsu Geothermal Field, Kuttara Volcano, Hokkaido, Japan, Bull. Volcanol. Soc. Japan, 60, pp. 241-249.
- 太田良平（1954）：5万分の1地質図幅「徳舜警」および同説明書，地質調査所，50p.
- 斎藤昌之・小山内 熙・酒匂純俊（1953）：5万分の1地質図幅「登別温泉」および同説明書，北海道地下資源調査所，84p.

参考文献

- 斎藤昌之・藤原哲夫・石山昭三・松井公平（1956）：5万分の1地質図幅「留寿都」および同説明書，北海道開発庁，33p.
- 中川光弘・上澤真平・坪井宏太（2011）：南西北海道，尻別火山起源の喜茂別火砕流と洞爺火砕流の偽層序関係，日本火山学会講演予稿集，p. 66.
- 曾屋龍典・勝井義雄・新井田清信・塚 幾久子・東宮昭彦（2007）：有珠火山地質図（第2版），火山地質図2，産業技術総合研究所 地質調査総合センター.
- 吉本充宏・宇井忠英（1998）：北海道駒ヶ岳火山1640年の山体崩壊，火山，43，pp. 137-148.
- 吉本充宏・宮坂瑞穂・高橋 良・中川光弘・吉田邦夫（2008）：北海道駒ヶ岳火山，先歴史時代噴火活動の再検討，地質学雑誌，114，pp. 336-347.
- 鈴木 守・長谷川 潔・三谷勝利（1969）：5万分の1地質図幅「東海」および同説明書，北海道開発庁，33p.
- 国府谷盛明・松井公平・小林武彦（1967）：5万分の1地質図幅「鹿部」および同説明書，北海道開発庁，30p.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2014）：1万年噴火イベントデータ集（ver. 2.2），産総研地質調査総合センター.
- 梅田浩司・古澤 明（2003）：テフラ層序からみた東北日本，むつ燧岳火山の活動史，地球惑星科学関連学会合同大会予稿集（CD-ROM），G017-P001.
- 斎藤 光・鈴木毅彦（2004）：中期更新世以降のテフラ層序に基づく岩木火山の噴火史，日本第四紀学会講演要旨集，34，pp. 32-33.
- 宝田晋治（1991）：岩屑流の流動・堆積機構-田代岳火山起源の岩瀬川岩屑流の研究-，火山，36，1，pp. 11-23.
- 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.
- 工藤 崇・奥野 充・中村俊夫（2003）：北八甲田火山群における最近6000年間の噴火活動史，地質学雑誌，109，pp. 151-165.
- 工藤 崇・檀原 徹・岩野英樹・山下 透（2020）：八甲田カルデラ東方，八幡岳火山群の地質と火山活動史，地学雑誌，129，1，pp. 21-47.
- Hayakawa, Y. (1985): Pyroclastic Geology of Towada Volcano. Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. of Tokyo, 60, pp. 507-592.
- 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.
- 大場 司（1991）：秋田焼山火山の地質学的・岩石学的研究-1. 山体形成史-，岩鉱，86，pp. 305-322.
- 大場 司・梅田浩司（1999）：八幡平火山群の地質とマグマ組成の時間-空間変化，岩石鉱物鉱床学雑誌，94，pp. 187-202.