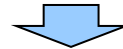


(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-5 地球物理学的調査(火山性地震及び地殻変動:まとめ)

【目的】

○マグマの移動・上昇, 集積等の活動の有無を把握するため, 火山性地震及び地殻変動の観点から検討を実施する。



【各項目における検討結果】

(火山性地震(低周波地震))(P207~P213参照)

○有珠山周辺の下部地殻(約20km以深)において, 低周波地震が認められるが, 上部地殻にはほとんど認められないことから, マグマの移動・上昇等の活動が認められないと判断される。

(地殻変動)(P215~P221参照)

○洞爺カルデラ周辺の地殻変動は, 周辺の地震及び2000年有珠山噴火による余効変動等が認められ, 昭和新山を含む有珠山周辺の局所的な沈降傾向が認められるが, これらの変動以外に継続的かつ顕著な変位の累積は認められないことから, マグマの移動・上昇, 集積等の活動は認められないと判断される。



○洞爺カルデラ直下の上部地殻内(約20km以浅)には, 現状, 大規模なマグマの移動・上昇, 集積等の活動は認められないと判断される。

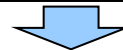
(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-6 地球物理学的調査(火山性地震-まとめ-) (1/6)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

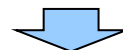
【目的】

- 下鶴ほか編(2008)によれば、火山性地震のうち低周波地震は、マグマや熱水などの流体が関与して発生していると考えられているものが多いとされている。
- このことから、支笏カルデラ周辺の低周波地震の時空間分布を確認した上で、上部地殻における低周波地震群の有無を確認する。



【検討結果】

- 火山性地震のうち低周波地震については、下鶴ほか編(2008)によれば、マグマや熱水などの流体が関与して発生していると考えられているものが多いとされている。このため、低周波地震がマグマの移動・上昇等の活動を示す場合があると考えられることから、洞爺カルデラ周辺の低周波地震の時空間分布を確認した。
 - ・確認に当たっては、公的機関の観測結果を取りまとめた気象庁編(2013)「日本活火山総覧(第4版)」, 「第147回火山噴火予知連絡会資料」気象庁(2020)並びに気象庁地震月報(カタログ編)(1983年1月～2020年3月)及び気象庁一元化処理検測値データ(2020年4月～2021年9月)を用いた。
- 確認結果は以下のとおり(下線部は低周波地震に関する事項)。
(気象庁, 2013)(次頁～P209参照)
 - 地震活動は、有珠山周辺の浅部に認められ、2000年の噴火時に頻度が最大となり、マグニチュード1～4の地震が多く認められる。
 - 噴火後の地震活動は、有珠山の山頂火口原(深さ2km以浅)付近に集中しており、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。
 - 低周波地震活動は、有珠山の南西付近の深部(深さ20～35km)に認められ、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。
- (気象庁, 2020)(P211参照)
 - 低周波地震活動は、有珠山の南西付近の深部(概ね深さ20～35km)に認められ、深さの時系列分布に変化の兆候は認められない。
- (気象庁地震月報(カタログ編)及び気象庁一元化処理検測値データ)(P212～P213参照)
 - 洞爺カルデラ周辺においては、有珠山周辺に普通地震及び低周波地震の震央が集中している。
 - 2000年の噴火時に頻度が最大となり、マグニチュード1～4の地震が多く認められる。
 - 地震発生数は、有珠山噴火時の2000年3月に最も多く、噴火後には発生頻度が低くなっている。
 - マグニチュード1以上の地震は、噴火後の2001年以降はほとんど認められず、低調に経過しており、低周波地震も低調に経過している。



- 洞爺カルデラ周辺の火山性地震のうち、低周波地震活動は、有珠山周辺の下部地殻(約20km以深)に認められるが、上部地殻にはほとんど認められない。

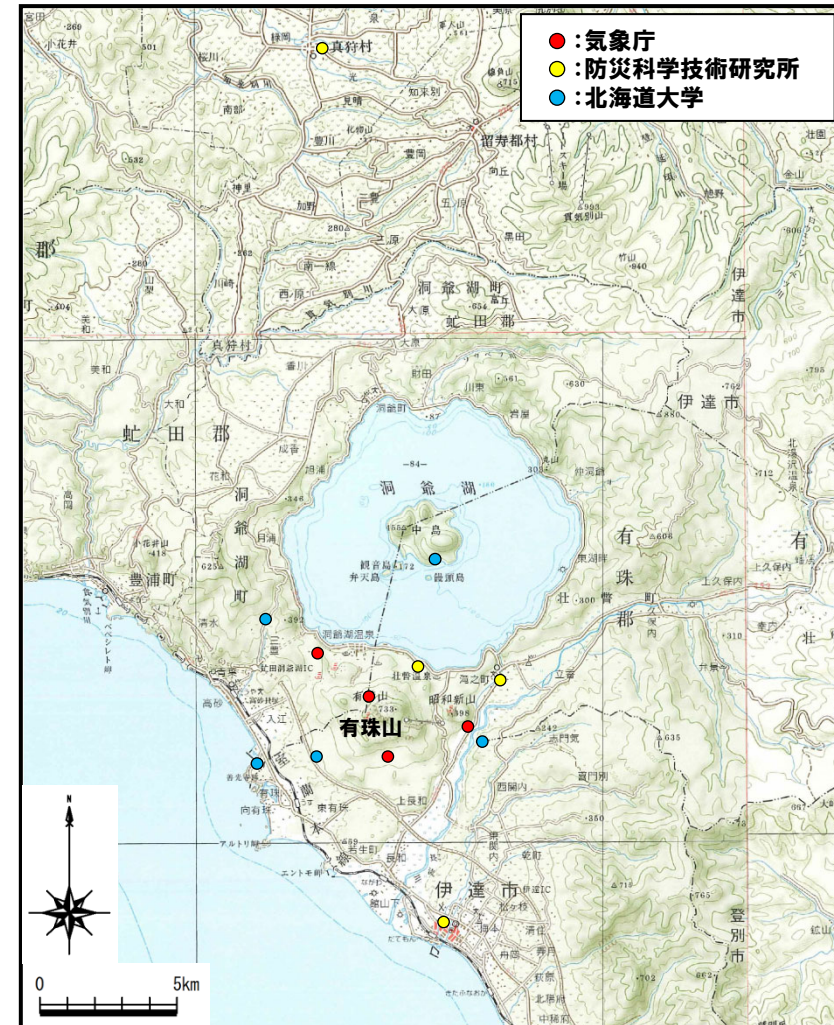
(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-6 地球物理学的調査(火山性地震)(2/6)

再掲(H25/11/13審査会合)

【気象庁編(2013)】

- 洞爺カルデラ周辺には、公的機関の地震計が設置されている。
- 気象庁編(2013)「日本活火山総覧(第4版)」に地震活動及び深部低周波地震活動の時空間分布が取りまとめられている。



洞爺カルデラ周辺の地震計位置図
(気象庁編(2013)「日本活火山総覧(第4版)」に基づき作成)

(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-6 地球物理学的調査(火山性地震) (3/6)

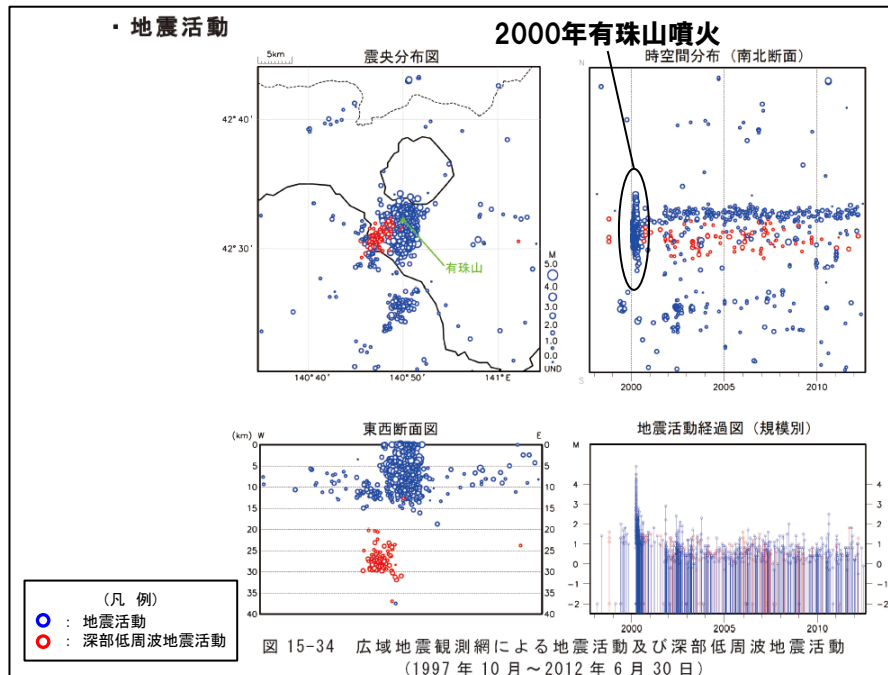
一部修正 (H25/11/13審査会合)

【気象庁編(2013)】

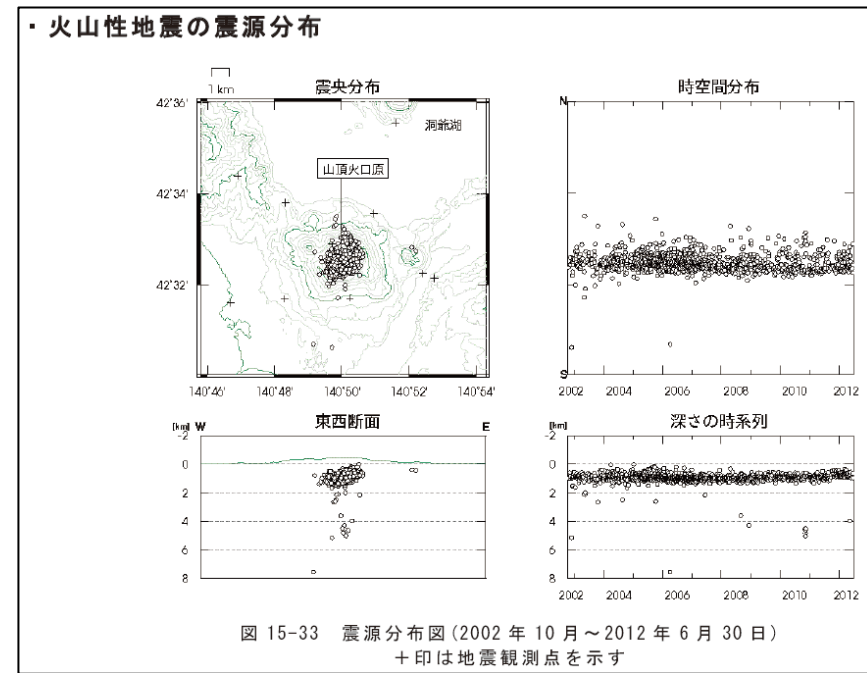
○洞爺カルデラ周辺の地震活動(1997年10月～2012年6月)及び有珠山の火山性地震の震源分布(2002年10月～2012年6月)を下図に示す。



- 洞爺カルデラ周辺においては、有珠山周辺に震央が集中している。
- 地震活動は、有珠山周辺の浅部に認められ、2000年の噴火時に頻度が最大となり、マグニチュード1～4の地震が多く認められる。
- 噴火後の地震活動は、有珠山の山頂火口原(深さ2km以浅)付近に集中しており、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。
- 低周波地震活動は、有珠山の南西付近の深部(深さ20～35km)に認められ、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。



洞爺カルデラ周辺の地震活動 (1997年10月～2012年6月30日, 「日本活火山総覧(第4版)」に加筆)



有珠山の火山性地震の震源分布 (2002年10月～2012年6月30日, 「日本活火山総覧(第4版)」)

余白

(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

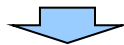
②-6 地球物理学的調査(火山性地震)(4/6)

一部修正 (R5/7/7審査会合)

【気象庁(2020)】

○「第147回火山噴火予知連絡会資料」(気象庁, 2020)では、洞爺カルデラ周辺の低周波地震活動(1997年10月~2020年11月)について、右図のとおり示されている*。

※火山噴火予知連絡会資料のうち、有珠山の一元化震源による震央分布図等については、樽前山及び倶多楽とは異なり、低周波地震活動のみが示されている。



○低周波地震活動は、有珠山の南西付近の深部(概ね深さ20~35km)に認められ、深さの時系列分布に変化の兆候は認められない。

低周波地震活動は、有珠山の南西付近の深部(概ね深さ20~35km)に認められる。

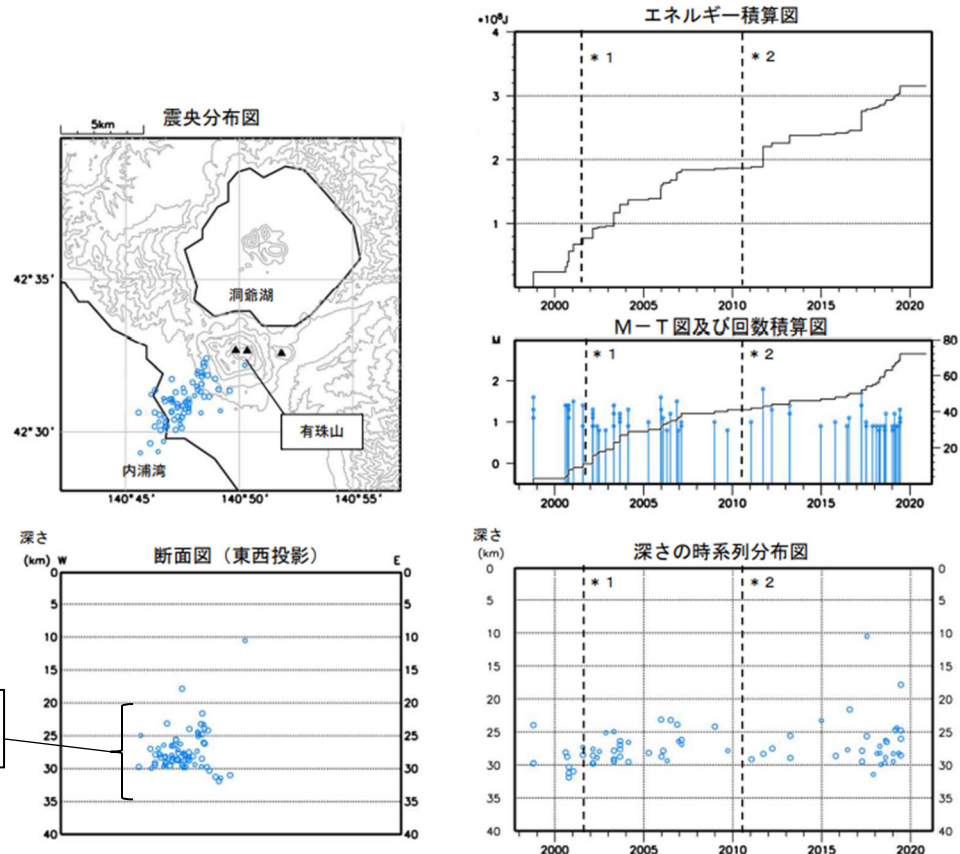


図6 有珠山 一元化震源による深部低周波地震活動

(1997年10月~2020年11月30日, M \geq 0.8、深さ40km以浅)

- * 1 : 2001年10月以降、Hi-netの追加に伴い検知能力が向上している。
 - * 2 : 2010年10月以降、火山観測点の追加に伴い検知能力が向上している。
- 2020年9月以降の震源は、地震観測点の標高を考慮する等した新手法で求められている。
2020年4月18日から10月23日までの地震について、暫定的に震源精査の基準を変更しているため、その前後の期間と比較して微小な地震での震源決定数の変化(増減)が見られる。
この地図の作成には国土地理院発行の「数値地図50mメッシュ(標高)」を使用した。

有珠山 一元化震源による深部低周波地震活動
(気象庁(2020)に加筆)

(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-6 地球物理学的調査(火山性地震) (5/6)

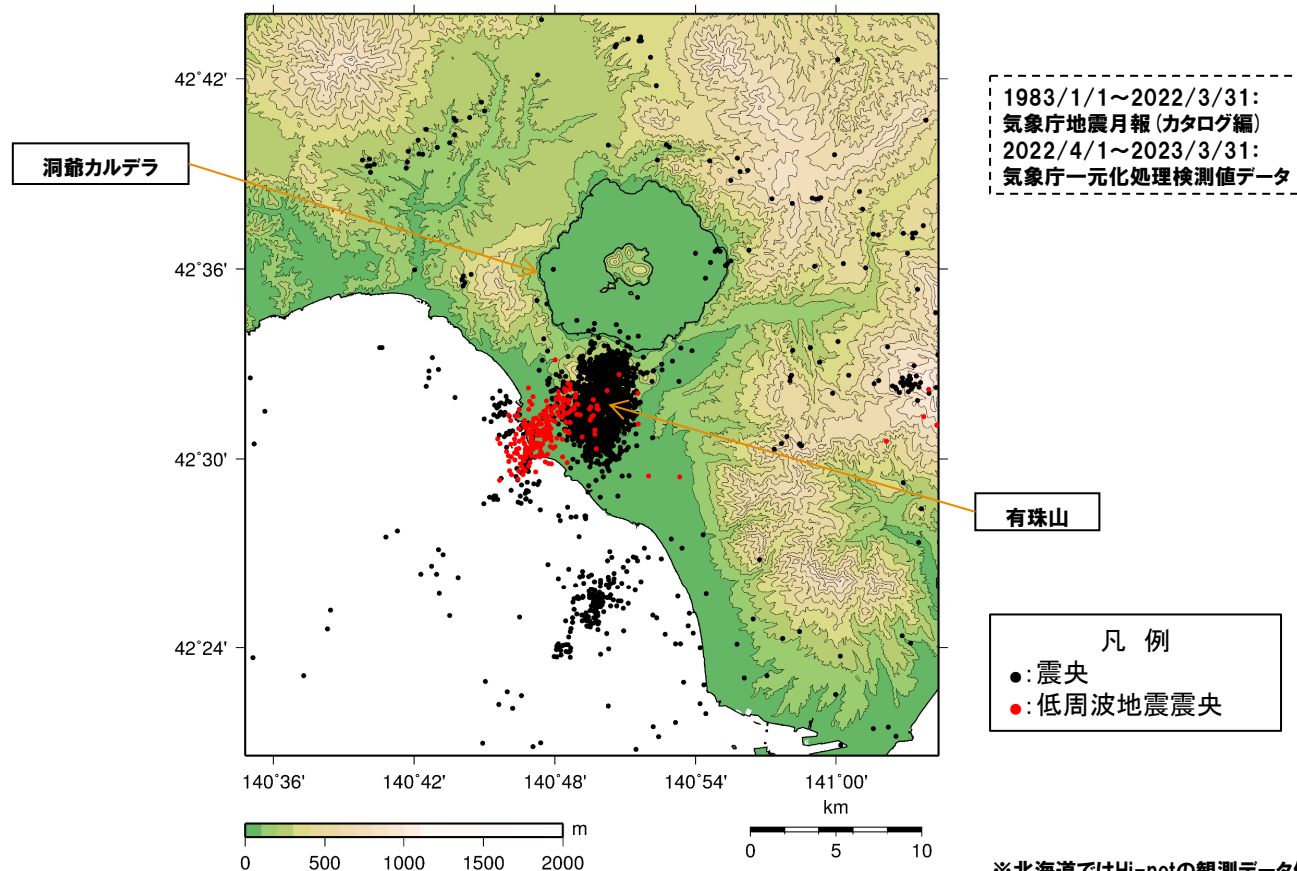
一部修正 (H25/11/13審査会合)

【気象庁地震月報(カタログ編)及び気象庁一元化処理検測値データ】

○過去約40年間における洞爺カルデラ周辺の深さ40km以浅の地震活動の震央分布を示す。震央のデータは気象庁地震月報(カタログ編)(1983年1月～2022年3月)及び気象庁一元化処理検測値データ(2022年4月～2023年3月)を使用した。



○洞爺カルデラ周辺においては、有珠山周辺に普通地震及び低周波地震の震央が集中している。



洞爺カルデラ周辺の震央分布図※
(1983年1月1日～2023年3月31日の記録(深さ40km以浅))

※北海道ではHi-netの観測データ使用開始が2001年10月であることから、2001年10月前後でデータ精度が異なる。

(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

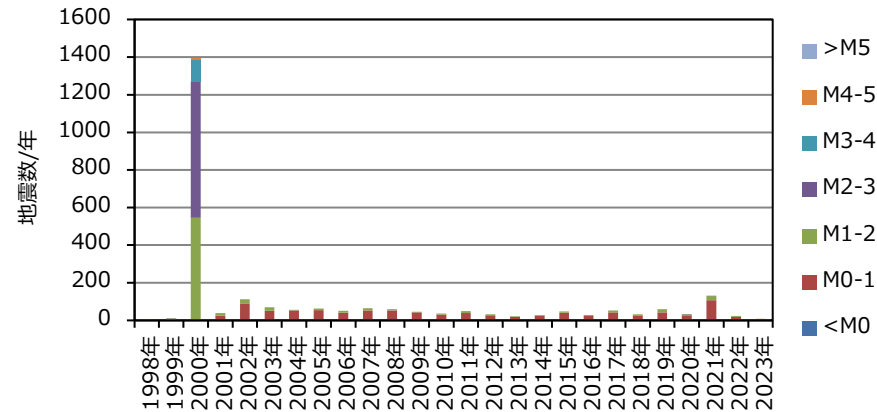
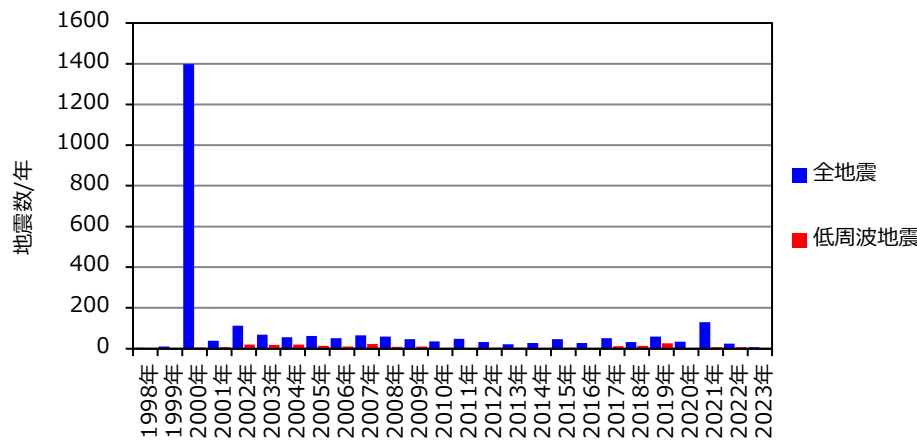
②-6 地球物理学的調査(火山性地震)(6/6)

一部修正(H25/11/13審査会合)

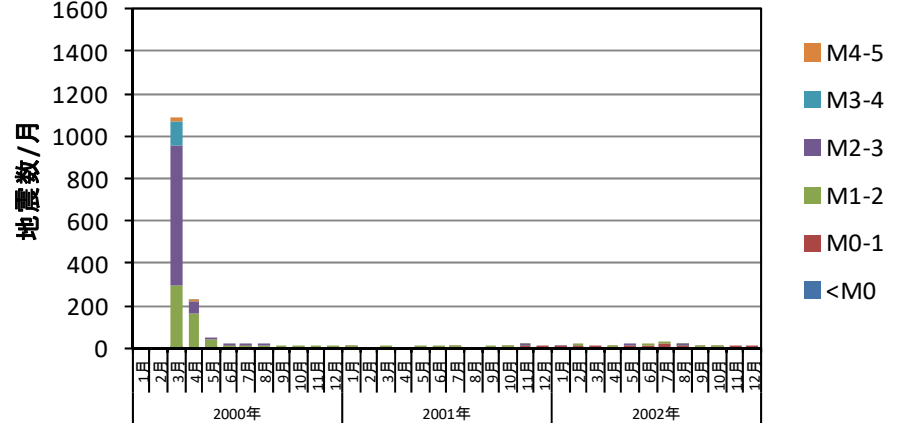
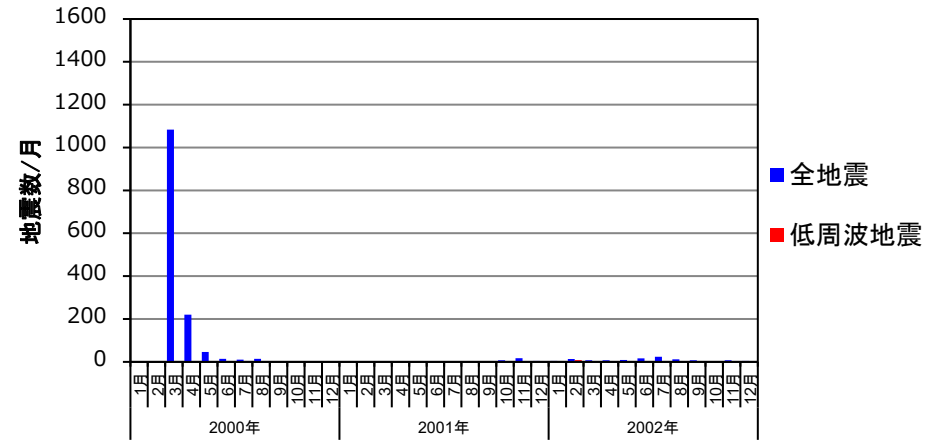
【気象庁地震月報(カタログ編)及び気象庁一元化処理検測値データ】

○2000年噴火前後の有珠山周辺における年別及び月別の地震発生数を整理した結果、以下の特徴が認められる。

- ・2000年の噴火時に頻度が最大となり、マグニチュード1～4の地震が多く認められる。
- ・地震発生数は、有珠山噴火時の2000年3月に最も多く、噴火後には発生頻度が低くなっている。
- ・マグニチュード1以上の地震は、噴火後の2001年以降はほとんど認められず、低調に経過しており、低周波地震も低調に経過している。



地震発生数の年別時間変化※1, 2
(1998年～2023年 深さ40km以浅)



地震発生数の月別時間変化※1
(2000年～2002年 深さ40km以浅)

※1 北海道ではHi-netの観測データ使用開始が2001年10月であることから、2001年10月前後でデータ精度が異なる。
 ※2 2023年は1月1日～3月31日のデータを掲載。

余白

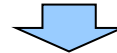
(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-7 地球物理学的調査(地殻変動-まとめ-) (1/7)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

【目的】

- 青木(2016)によれば、マグマ溜まりにマグマが注入されると、マグマ溜まりが増圧し山体は膨張するとされている。
- このことから、電子基準点等のデータを整理した上で、継続的かつ顕著な変位の累積等の地殻変動の有無を確認する。



【検討結果】

(地殻変動(上下変動及び基線長変化)) (P216~P217参照)

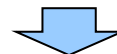
- 全ての基線において、2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動に伴う隆起が、一部の基線において、2000年有珠山噴火の余効変動に伴う沈降が認められる。
- 洞爺カルデラ付近の上下変動は、上記の余効変動等に由来する小樽1地点との相対的な差異を捉えているものと考えられ、これ以外に継続的かつ顕著な比高変化は認められない。
- 洞爺カルデラ付近の基線長変化は、一部基線において、2000年有珠山噴火の余効変動に伴う基線の縮みが、一部基線において2003年十勝沖地震の余効変動に伴う基線の伸びが認められる。
- これらの基線長変化以外に、継続的かつ顕著な膨張又は収縮傾向は認められない。

(地殻変動(干渉SAR時系列解析)) (P218参照)

- 洞爺カルデラ周辺においては、昭和神山を含む有珠山周辺の局所的な沈降傾向が認められるものの、洞爺カルデラ規模の顕著な地殻変動は認められない。

(地殻変動(水準測量)) (P220~P221参照)

- 国土地理院一等水準点検測成果集録においては、2000年噴火による有珠山周辺の局所的な変動が認められるものの、洞爺カルデラ規模の顕著な隆起又は沈降は認められない。



- 洞爺カルデラ周辺の地殻変動は、周辺の地震及び2000年有珠山噴火による余効変動等が認められる。
- また、昭和神山を含む有珠山周辺の局所的な沈降傾向が認められる。
- これらの変動以外に継続的かつ顕著な変位の累積は認められない。

(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

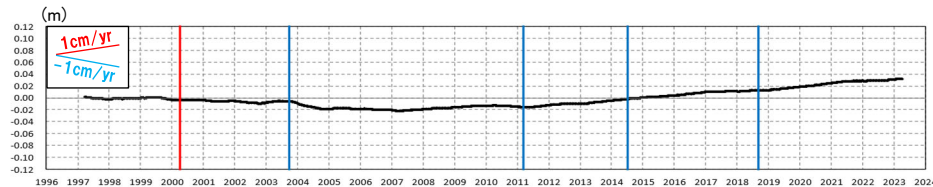
②-7 地球物理学的調査(地殻変動)(2/7)

【上下変動】

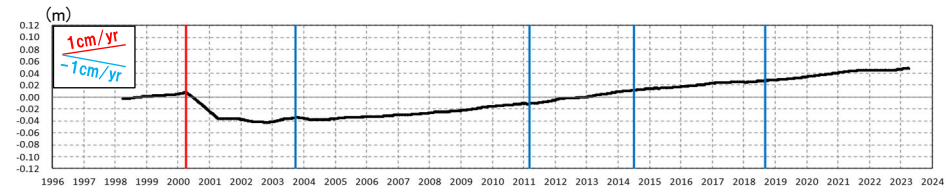
- 洞爺カルデラ付近の4基準点(大滝, 洞爺, 虻田及び伊達)について, 各電子基準点設置以降から2023年3月までの上下変動を示す。
- 固定局は, 洞爺カルデラと同様に東北日本弧延長部に位置し, 第四紀火山から離隔があること等を踏まえ, 小樽1地点とした。
- 季節変化に伴う影響(気象条件に関するノイズ, 電子基準点周辺の樹木の生長等)を除去するために, 小樽1地点を固定局とした各基準点の上下変動について1年間の移動平均グラフを作成した。



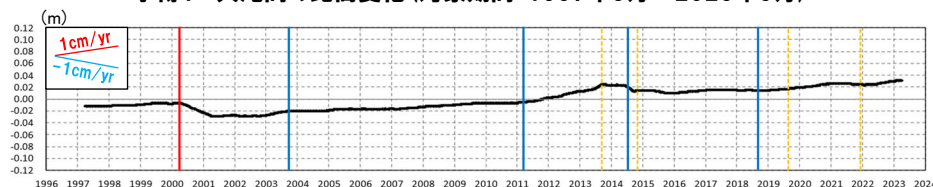
- 全ての基線において, 2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動(補足説明資料4.1章参照)に伴う隆起が認められる。
- また, 一部の基線において, 2000年有珠山噴火の余効変動(補足説明資料4.1章参照)に伴う沈降が認められる。
- 洞爺カルデラ付近の上下変動は, 上記の余効変動等に由来する小樽1地点との相対的な差異を捉えているものと考えられ, これ以外に継続的かつ顕著な比高変化は認められない。



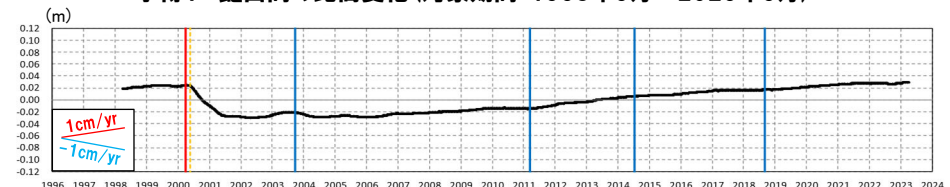
小樽1-大滝間の比高変化(対象期間:1997年3月~2023年3月)



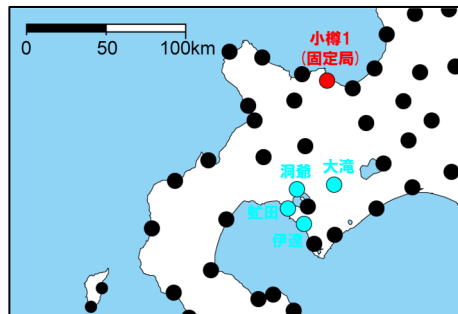
小樽1-虻田間の比高変化(対象期間:1998年3月~2023年3月)



小樽1-洞爺間の比高変化(対象期間:1997年3月~2023年3月)



小樽1-伊達間の比高変化(対象期間:1998年3月~2023年3月)



洞爺カルデラ付近
電子基準点位置図

- 2000年3月有珠山噴火
- 2003年9月十勝沖地震
- 2011年3月東北地方太平洋沖地震
- 2014年7月胆振地方中東部の地震
- 2018年9月北海道胆振東部地震
- 伐木

(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

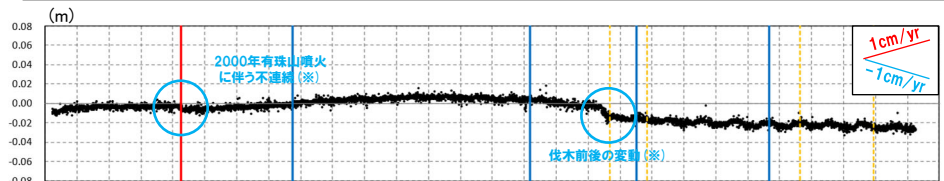
②-7 地球物理学的調査(地殻変動)(4/7)

【基線長変化】

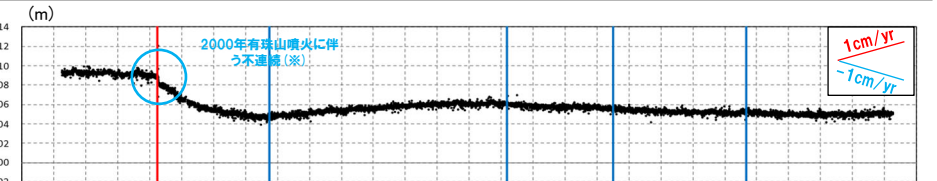
○洞爺カルデラ付近の4基準点(大滝, 洞爺, 虻田及び伊達)を結んだ6基線について, 各電子基準点設置以降から2023年3月までの基線長変化を示す。
 ○当該基線長変化図は, 本頁右下に示す噴火, 地震イベント等により, 基線長に複数の不連続が生じ, 中長期的な傾向を掴みづらい状況となっているため, 不連続を除去する補正を行った。



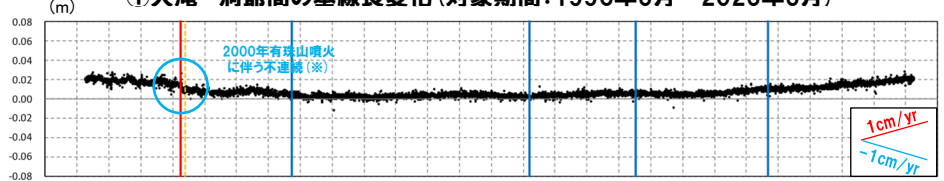
○洞爺カルデラ付近の基線長変化は, 一部基線において, 2000年有珠山噴火の余効変動(補足説明資料4.1章参照)に伴う基線の縮みが認められる。
 ○同様に, 一部基線において2003年十勝沖地震の余効変動(補足説明資料4.1章参照)に伴う基線の伸びが認められるが, これ以外に継続的かつ顕著な膨張又は収縮傾向は認められない。



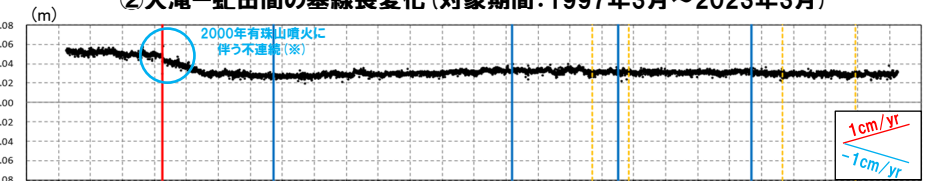
①大滝-洞爺間の基線長変化(対象期間:1996年3月~2023年3月)



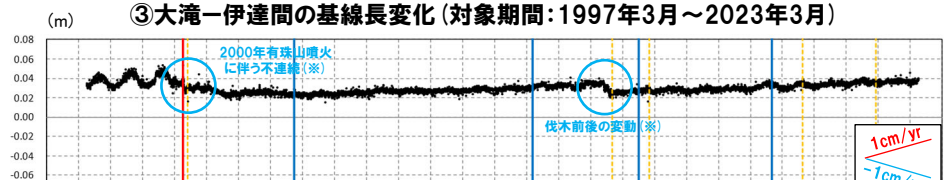
②大滝-虻田間の基線長変化(対象期間:1997年3月~2023年3月)



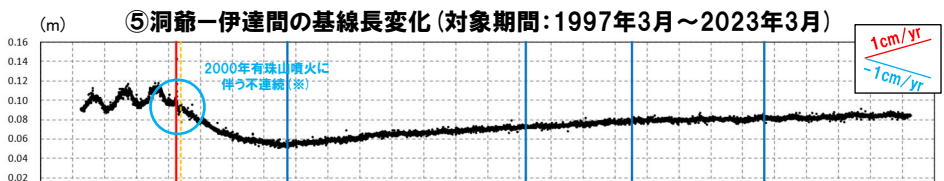
③大滝-伊達間の基線長変化(対象期間:1997年3月~2023年3月)



④洞爺-虻田間の基線長変化(対象期間:1997年3月~2023年3月)



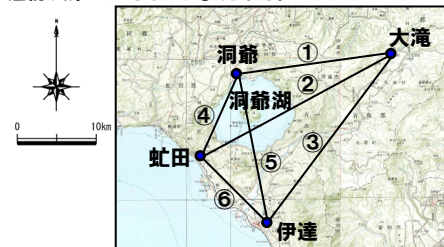
⑤洞爺-伊達間の基線長変化(対象期間:1997年3月~2023年3月)



⑥虻田-伊達間の基線長変化(対象期間:1997年3月~2023年3月)

補正対象イベント		
2000年3月有珠山噴火	2003年9月十勝沖地震	
	2011年3月東北地方太平洋沖地震	
	2014年7月胆振地方中東部の地震	
	2018年9月北海道胆振東部地震	
		伐木

※各イベントに対して, 一律前後7日間の移動平均値を基に補正を行う当社手法では, 一部地域において1週間以上余効変動が続いた2000年有珠山噴火に伴う不連続が残っているものと考えられる。同様の理由で2013年の伐木前後の不連続が残っているものと考えられる。



洞爺カルデラ付近電子基準点位置図

(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-7 地球物理学的調査(地殻変動)(5/7)

再掲(R5/1/20審査会合)

【干渉SAR時系列解析】

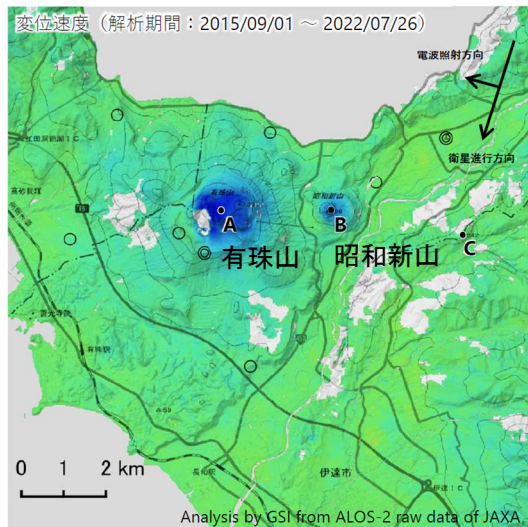
○第151回火山噴火予知連絡会資料(有珠山)(気象庁, 2022)によると、「大有珠の地点A及び昭和新山の地点B周辺に、衛星から遠ざかる変動が見られます」とされている。

【干渉SAR時系列解析(最新版)】

○2014年8月から2022年12月を対象とした干渉SAR時系列解析(国土地理院, 2023)^{*}によれば、昭和新山を含む有珠山周辺に顕著な沈降傾向が認められるものの、洞爺カルデラ規模の顕著な地殻変動は認められない。

^{*}国土地理院では、宇宙航空研究開発機構(JAXA)が運用する衛星「だいち2号(ALOS-2)」のSARデータを使用し、地表変動の監視を行っている。2023年3月に日本全域の干渉SAR時系列解析結果をHP上で公表した。ここで示す干渉SAR時系列解析結果は大規模な地震に伴う地殻・地盤変動及びプレート運動等に伴う広い範囲に生じる地殻変動は除去されている。

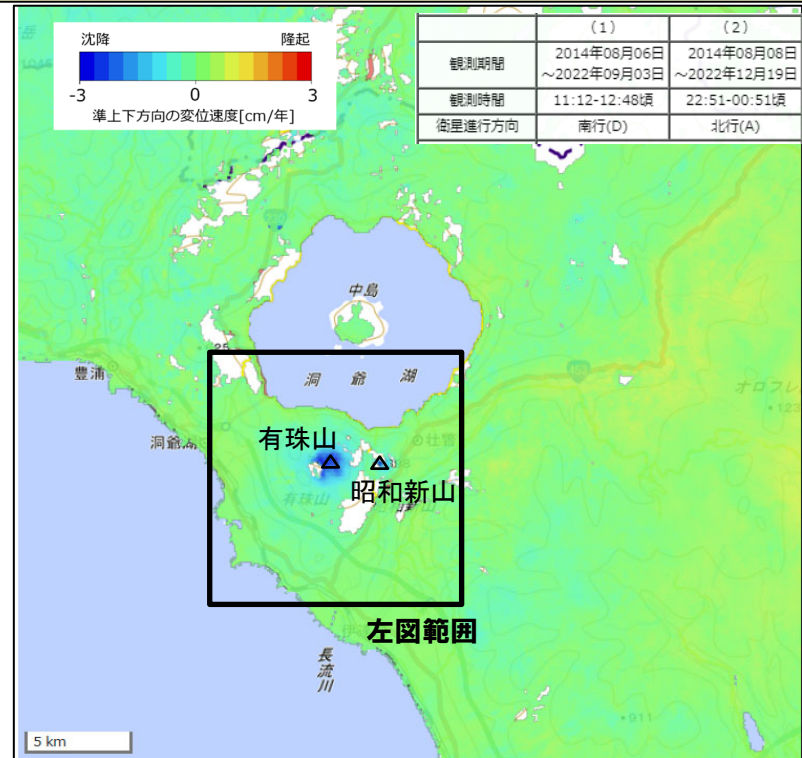
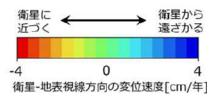
大有珠の地点A及び昭和新山の地点B周辺に、衛星から遠ざかる変動が見られます。



有珠山周辺の干渉SAR時系列解析結果(衛星方向の変位速度, 南行)
(気象庁(2022)に加筆)

衛星名	ALOS-2
観測期間	2015/09/01 ~ 2022/07/26 (2520日間)
衛星進行方向	南行
電波照射方向	右(西)
観測モード*	U
入射角	31.8°
偏波	HH
データ数	20
干渉ペア数	41

* U: 高分解能(3m)モード
◎ 国土地理院GNSS観測点
○ 国土地理院以外のGNSS観測点



洞爺カルデラ周辺における2014-2022年間の干渉SAR時系列解析結果(準上下成分の変位速度)(国土地理院(2023)に加筆)

○洞爺カルデラ周辺においては、昭和新山を含む有珠山周辺の局所的な沈降傾向が認められるものの、洞爺カルデラ規模の顕著な地殻変動は認められない。

余白

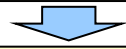
(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-7 地球物理学的調査(地殻変動)(6/7)

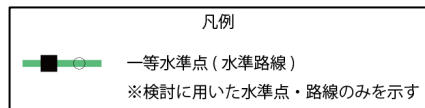
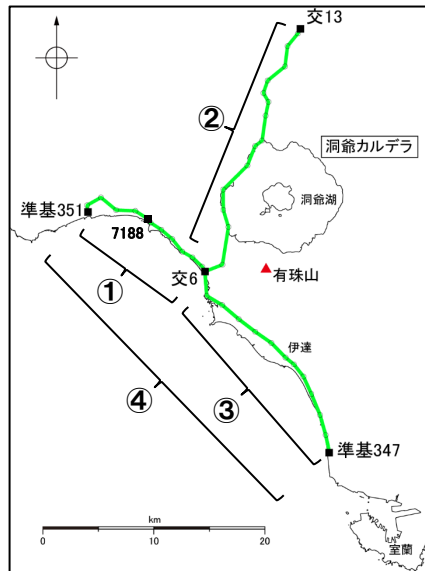
一部修正(R3/10/14審査会合)

【水準測量】

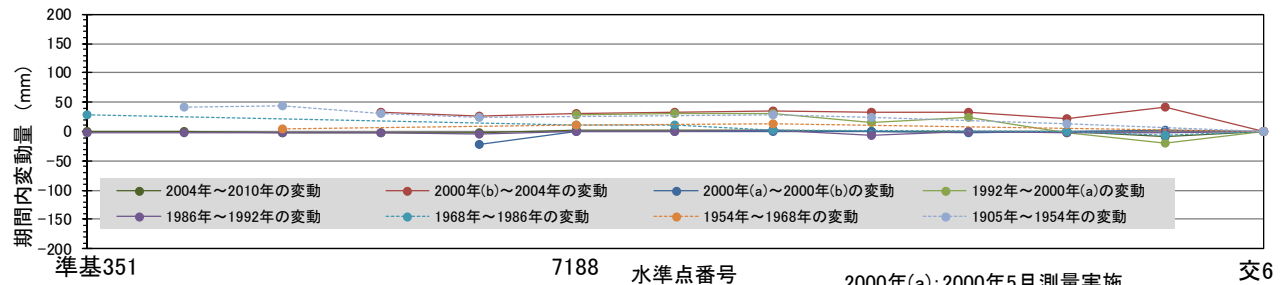
○過去約100年間における洞爺カルデラ周辺の水準点の上下変動を示す。水準測量のデータは国土地理院一等水準点検測成果集録を使用した。



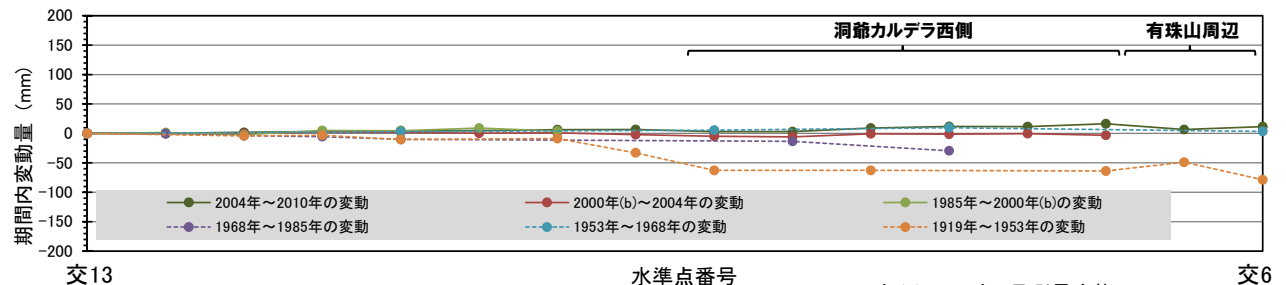
- 洞爺カルデラ周辺のデータは「交6」を境に測量実施時期が異なるものが多いことから、左図に示す水準路線①、②及び③に分けて、データ数の多い「交6」又は「交13」を固定点とした変動量を示している。
- また、「交6」は有珠山に比較的近接し、有珠山の活動に伴う地殻変動の影響を受ける可能性があることから、データ数が少なくなるものの「交6」を越えて測量実施時期が同一なデータについて、有珠山から比較的離れた「7188」を固定点とした変動量をあわせて示した(次頁④参照)。
- 当該検測成果集録においては、2000年噴火による有珠山周辺の局所的な変動が認められるものの、洞爺カルデラ規模の顕著な隆起又は沈降は認められない。



水準路線



① 水準路線(水準点番号:準基351-交6)沿いの期間内変動量(固定点:交6)

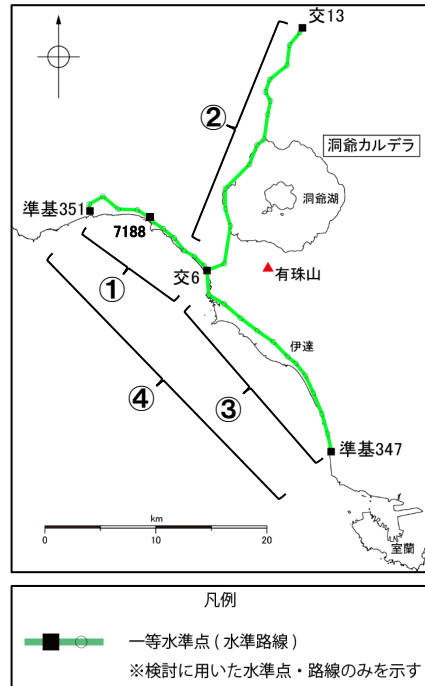


② 水準路線(水準点番号:交13-交6)沿いの期間内変動量(固定点:交13)

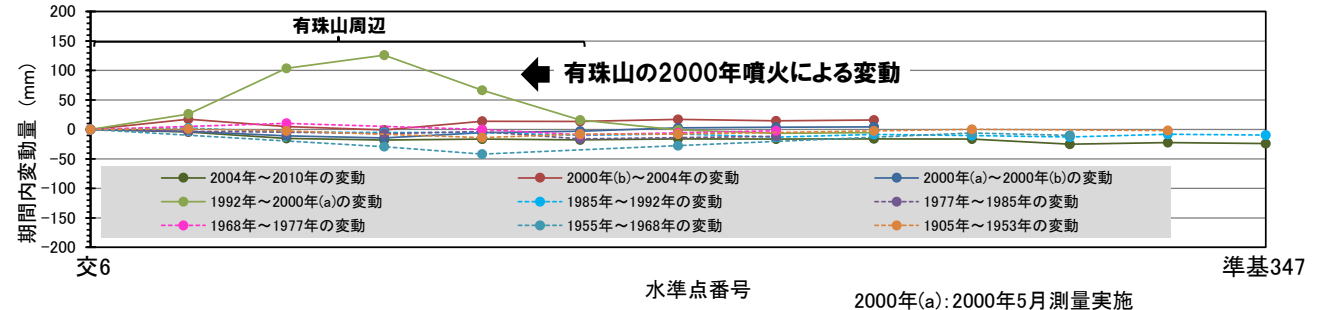
(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-7 地球物理学的調査(地殻変動)(7/7)

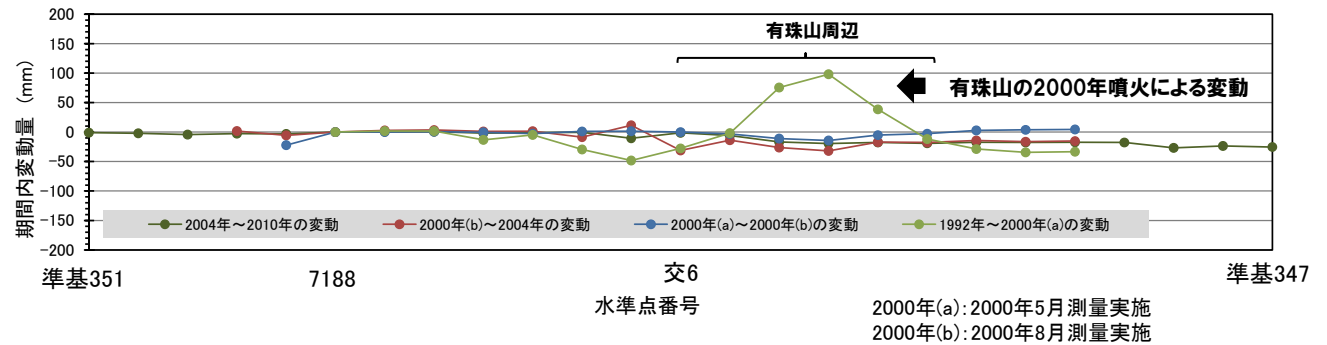
一部修正(R3/10/14審査会合)



水準路線



③ 水準路線(水準点番号:交6-準基347)沿いの期間内変動量(固定点:交6)

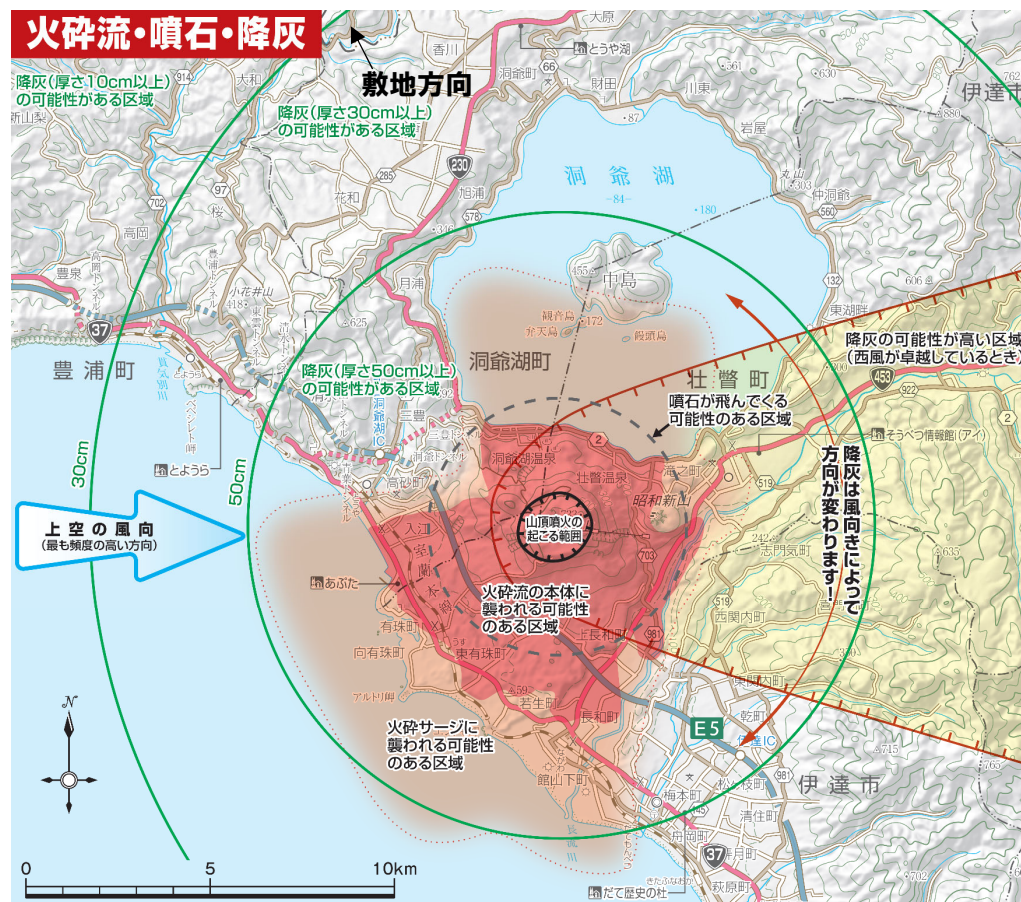


④ 水準路線(水準点番号:準基351-7188-交6-準基347)沿いの期間内変動量(固定点:7188)

(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

(参考) 有珠山火山防災協議会(2021)

○洞爺カルデラの後カルデラ火山のうち有珠山に関して避難計画を定めた有珠山火山防災協議会(2021)によれば、最も大きな規模の噴火として、下図の通り、1822年噴火Us-IVaの降灰、噴石、火砕流及び火砕サージによる影響範囲が想定されており、巨大噴火規模の影響は想定されていない。



1822年噴火Us-IVaによる降灰、噴石、火砕流及び火砕サージの想定影響範囲
最も大きな規模の噴火として想定された影響範囲(有珠山火山防災協議会(2021)に加筆)

余白

1. 火山影響評価の概要 P. 4

2. 網羅的な文献調査の概要 P. 42

3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 P. 62

 3.1 地理的領域にある第四紀火山 P. 65

 3.2 将来の火山活動可能性の評価 P. 69

4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価 P. 76

 4.1 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価 P. 79

 4.1.1 火山活動の可能性評価 P. 81

 4.1.2 巨大噴火の可能性評価 P. 91

 4.1.2(1) 巨大噴火の可能性評価方法 P. 92

 4.1.2(2) 巨大噴火の可能性評価(支笏カルデラ) P. 100

 4.1.2(3) 巨大噴火の可能性評価(倶多楽・登別火山群) P. 142

 4.1.2(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ) P. 184

 4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価 P. 225

5. 個別評価の結果

 5.1 降下火砕物

 5.1.1 散

 5.1.2 降

 5.1.3 設

 5.2 地理的領

6. 火山活動のモニ

 6.1 監視対象

 6.2 モニタリ

7. 火山影響評価の

参考資料.....

参考文献.....

<p>・本章の説明内容</p> <p>【評価】</p> <p>①-1 溶岩流に関する個別評価</p> <p> ①-2 溶岩流に関する個別評価(ニセコ・雷電火山群)</p> <p> ①-3 溶岩流に関する個別評価(羊蹄山)</p> <p> ①-4 溶岩流に関する個別評価(尻別岳)</p> <p>② 岩層なだれ、地滑り及び斜面崩壊に関する個別評価</p>		<p>③-1 火砕物密度流に関する個別評価</p> <p>③-2 火砕物密度流に関する個別評価(支笏カルデラの後カルデラ火山、ホロホロ・徳舜管及びオロフレ・来馬)</p> <p>(倶多楽・登別火山群)</p> <p>(洞爺カルデラの後カルデラ火山、尻別岳および羊蹄山)</p> <p>(ニセコ・雷電火山群)</p> <p>(狩場山、勝淵山及び北海道駒ヶ岳)</p> <p>(横津岳及び恵山)</p>
<p>④-1 新しい火口の開口及び地殻変動に関する個別評価</p> <p>④-2 新しい火口の開口及び地殻変動に関する個別評価(地震活動)</p> <p>④-3 新しい火口の開口及び地殻変動に関する個別評価(地殻変動)</p> <p>④-4 新しい火口の開口及び地殻変動に関する個別評価(気象庁「火山活動解説資料」)</p> <p>⑤ ニセコ・雷電火山群の地下構造</p>		

「5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価」及び「6. 火山活動のモニタリング」の詳細については今後説明予定

4. 2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

泊発電所における火山影響評価のうち立地評価の流れ

一部修正 (R5/1/20審査会合)

立地評価

3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

3.1 地理的領域にある第四紀火山

○地理的領域にある第四紀火山については、文献調査に基づき32火山を抽出。

活動履歴、噴火規模、火山噴出物の分布等を把握するため、文献調査、地形調査、地質調査及び火山学的調査を実施(補足説明資料1参照)。

32火山

3.2 将来の火山活動可能性の評価

○完新世に活動があった火山
7火山
支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群、洞爺カルデラ、羊蹄山、ニセコ・雷電火山群、北海道駒ヶ岳、恵山

○将来の活動可能性が否定できない火山
6火山
ホロホロ・徳舜管、オロフレ・来馬、尻別岳、狩場山、勝洞山、横津岳

○将来の活動可能性が十分に小さい火山
19火山

13火山

4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価

13火山

4.1 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価

4.1.1 火山活動の可能性評価

○13火山について、その活動履歴から原子力発電所の運用期間中における活動可能性を評価。
○活動可能性の評価に当たっては、過去に巨大噴火が発生したか否かの整理も実施し、過去に巨大噴火が発生した火山について、運用期間中における巨大噴火の可能性を評価。

○13火山は、いずれの火山においても、原子力発電所の運用期間中における活動の可能性が十分小さいと判断できない。
○なお、過去に巨大噴火が発生した支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラは、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。

4.1.2 巨大噴火の可能性評価

○活動履歴及び地球物理学的調査(地下構造(地震波速度構造、比抵抗構造及び重力異常)、火山性地震及び地殻変動)により、運用期間中における巨大噴火の可能性を評価。
○支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラについては、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。

支笏カルデラ
倶多楽・登別火山群
洞爺カルデラ

13火山(巨大噴火以外)

4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

○設計対応不可能な火山事象(溶岩流、岩屑なだれ等、火砕物密度流、新しい火口の開口及び地殻変動)については、各火山事象の影響範囲と敷地から各火山までの距離等について検討した結果、設計対応不可能な火山事象が運用期間中に敷地に到達する可能性又は敷地に影響を与える可能性は十分に小さいと評価。

【評価】(1/2)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

- 原子力発電所の運用期間中における活動可能性が十分小さいと判断できない13火山について、文献調査、地質調査及び地球物理学的調査の結果から、設計対応不可能な火山事象（溶岩流、岩屑なだれ・地滑り及び斜面崩壊、火砕物密度流、新しい火口の開口及び地殻変動）が運用期間中に敷地に到達する可能性又は敷地に影響を与える可能性を評価する。
- 評価においては、検討対象火山の噴火の規模を推定できないことから、過去最大の噴火規模を対象とするものの、文献において過去最大の噴火規模が明確にされていないものや、過去最大の規模の噴火による分布範囲が明確に区分されていないものもある。
- そのため、本評価においては、すべての火山噴出物（降下火砕物を除く）を対象に火山事象の影響範囲と敷地から各火山までの距離等について確認する。
- 13火山のうち、過去に巨大噴火が発生した支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラについては、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されることから（4.1.2章参照）、過去に発生した巨大噴火以降の噴火のうち、以下に示す最大の規模の噴火を含むすべての火山噴出物（降下火砕物を除く）を対象に火山事象の影響範囲と敷地から各火山までの距離等について確認する。
 - ・支笏カルデラ：樽前山においてTa-aを噴出した噴火（P107参照）
 - ・倶多楽・登別火山群：Kt-3を噴出した噴火（P148参照）
 - ・洞爺カルデラ：洞爺中島において中島火山噴出物を噴出した噴火（P191参照）

4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

【評価】(2/2)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

評価対象となる設計対応不可能な火山事象及び評価結果

火山	敷地からの距離 (km)	溶岩流 (P229～P234参照)		岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊 (P236～P237参照)		火砕物密度流 (P238～P247参照)		新しい火口の開口 (P248～P260参照)	地殻変動 (P248及びP254～P258参照)
		敷地からの距離が50km以内の火山を対象	最大到達距離 (km)	敷地からの距離が50km以内の火山を対象	最大到達距離 (km)	敷地からの距離が160km以内の火山を対象	最大到達距離 (km)		
C11 支笏カルデラ	74.8	(対象外) ^{※1}		(対象外) ^{※1}		以下のことから、運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価される。 ・敷地まで到達していない ・敷地との間に地形的障害物が存在する	以下のことから、運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価される。 ・敷地まで到達していない	4	以下のことから、敷地に影響を与える可能性は、十分小さいと評価される。 ・敷地から十分な距離がある
C12 恵庭岳	68.6							3	
C13 風不死岳	77.7							11	
C14 樽前山	80.2							12	
C15 ホロホロ・徳舜誓	68.0							9	
C16 オロフレ・来馬	70.2							23	
C17 倶多楽・登別火山群	80.5							3	
C20 洞爺カルデラ	54.8							9	
C21 洞爺中島	55.1								
C22 有珠山	60.7								
C23 尻別岳	43.6		4		9		20		
C24 羊蹄山	33.8		7		12		12	以下のことから、運用期間中に発生し、敷地に影響を与える可能性は、十分小さいと評価される。 ・火山活動状況に変化が認められない ・敷地付近には低周波地震が認められない	
C25 ニセコ・雷電火山群	19.7 ^{※2}		— ^{※3}		— ^{※3}		— ^{※3}		
C27 狩場山	66.1	(対象外) ^{※1}		(対象外) ^{※1}			以下のことから、運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価される。 ・敷地まで到達していない	10	以下のことから、敷地に影響を与える可能性は、十分小さいと評価される。 ・敷地から十分な距離がある
C29 勝洞山	126.4							2	
C34 北海道駒ヶ岳	109.0							15	
C35 横津岳	123.7							12	
C38 恵山	146.9							5	

※1 原子力発電所の火山影響評価ガイドにおいて、設計対応不可能な火山事象については、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の噴出中心と原子力発電所間の距離が火山影響評価ガイドに記載されている距離より大きい場合、その火山事象を評価の対象外とすることができるとされている。

※2 「敷地からの距離」には、最新の活動中心であるイワオヌプリ (P232参照) からの距離を示している。
 ※3 ニセコ・雷電火山群は、噴出物ごとに火口が異なることから、各噴出物の「最大到達距離」と「敷地からの距離」に示すイワオヌプリからの距離は比較することができない。このため、「最大到達距離」には「—」と記載しているが、ニセコ・雷電火山群の設計対応不可能な火山事象を含む火山噴出物が敷地に到達していないことを確認している。

- 各火山事象の影響範囲と敷地から各火山までの距離等について検討した結果、設計対応不可能な火山事象が運用期間中に敷地に到達する可能性又は敷地に影響を与える可能性は十分小さいと評価される。
- なお、ニセコ・雷電火山群については、火山噴出物(降下火砕物を除く)が敷地近傍に認められることから、地下構造についても確認したところ、最新の活動中心はイワオヌプリであるとされていること (P232参照) と調和的な状況にある (P261～P265参照)。

余白

①-1 溶岩流に関する個別評価

一部修正 (H28/2/5審査会合)

- 敷地から半径50kmの範囲に位置するニセコ・雷電火山群、羊蹄山及び尻別岳について、溶岩流が敷地に到達する可能性を評価する。
- 評価においては、各火山について、地質分布、地形状況等を確認する。



【ニセコ・雷電火山群】(次頁～P232参照)

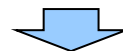
- ・ニセコ・雷電火山群の溶岩流を含む火山噴出物は、敷地まで到達していない。
- ・なお、現在の活動中心であるイワオヌプリ (P232参照) の溶岩流を含む火山噴出物の最大到達距離は、約4kmであり、敷地からニセコ・雷電火山群までの距離約20kmよりも小さい。

【羊蹄山】(P233参照)

- ・羊蹄山の火山噴出物のうち溶岩流の最大到達距離は約7kmであり、敷地から羊蹄山までの距離約34kmよりも小さく、敷地まで到達していない。
- ・地形状況を踏まえると、敷地との間に地形的障害物が存在するものと判断される。

【尻別岳】(P234参照)

- ・尻別岳の火山噴出物のうち溶岩流の最大到達距離は約4kmであり、敷地から尻別岳までの距離約44kmよりも小さく、敷地まで到達していない。
- ・地形状況を踏まえると、敷地との間に地形的障害物が存在するものと判断される。

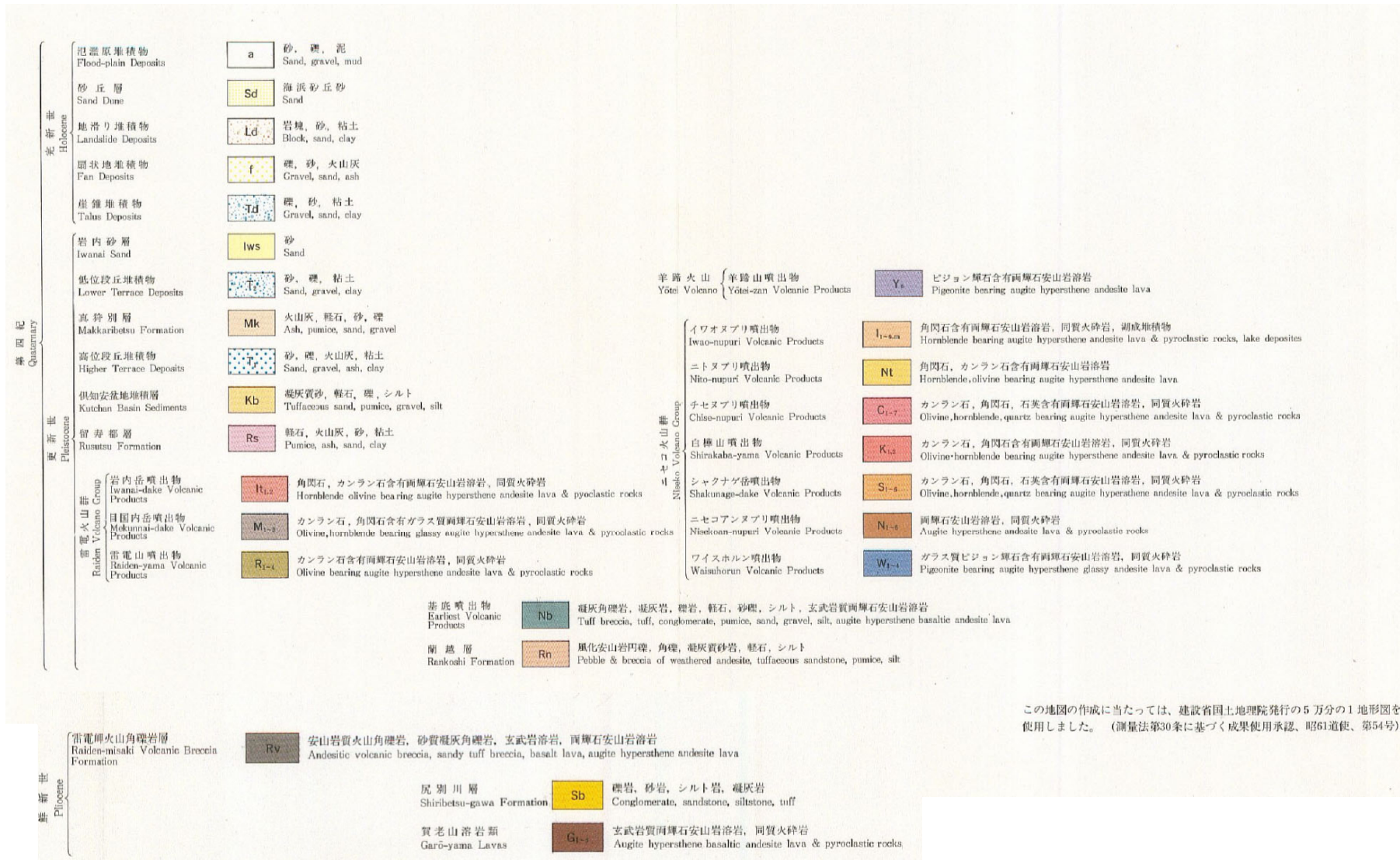


- 溶岩流が運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価される。

4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

①-2 溶岩流に関する個別評価結果(ニセコ・雷電火山群-地質分布・地質層序-) (2/3)

再掲(H25/12/18審査会合)



この地図の作成に当たっては、建設省国土地理院発行の5万分の1地形図を使用しました。(測量法第30条に基づく成果使用承認、昭61道使、第54号)

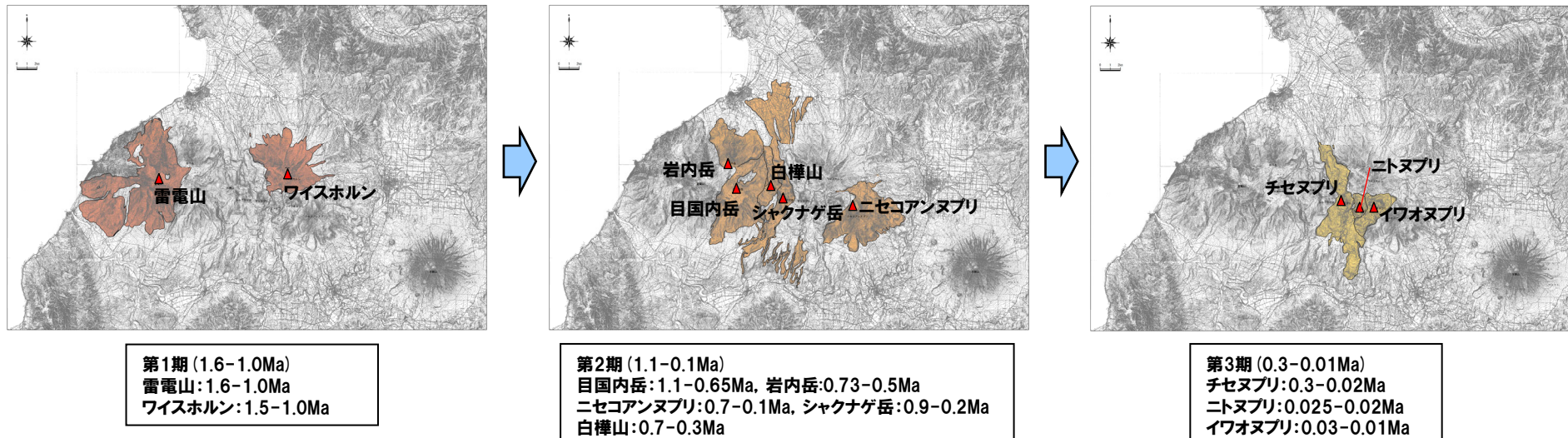
ニセコ地域火山地質図(凡例)(新エネルギー総合開発機構(1987a)より抜粋)

①-2 溶岩流に関する個別評価結果(ニセコ・雷電火山群-地質分布・地質層序-) (3/3)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

- 新エネルギー総合開発機構(1986)によれば、ニセコ・雷電火山群の活動時期については、下図のとおり「第1期」、「第2期」及び「第3期」に分類されている*。
- 児玉ほか(1998)によれば、ニセコ・雷電火山群の活動は全体として東部に移動しているとされている。
- 勝井ほか(2007)によれば、ニセコ火山の山体形成は、西側からしだいに東側へと波及してゆき、イワオヌプリの活動が最も新しいとされている。
- 松尾・中川(2017)によれば、イワオヌプリは約9,500年前に活動を開始したとされている。
- 気象庁編(2013)によれば、江戸時代後半や20世紀初頭にはイワオヌプリ山頂部で噴気活動があったとされている。
- 気象庁「火山活動解説資料」では、ニセコ・雷電火山群のうち最新の火山活動が起こっているイワオヌプリについて、平成16年から不定期に、火山活動解説資料を報告している。

*ニセコ・雷電火山群の活動時期については、複数の文献によってその分類が報告されているが、いずれの文献においても、おおむね整合的な分類が示されている。下図には、新エネルギー総合開発機構(1986)による活動時期の分類及び新エネルギー総合開発機構(1987a)による火山噴出物の分布を示しており、このほかの文献が示すニセコ・雷電火山群の活動時期については、補足説明資料4.2章参照。



ニセコ・雷電火山群の活動の変遷

(地質分布は新エネルギー総合開発機構(1987a)を複写, 年代値は新エネルギー総合開発機構(1986)による)

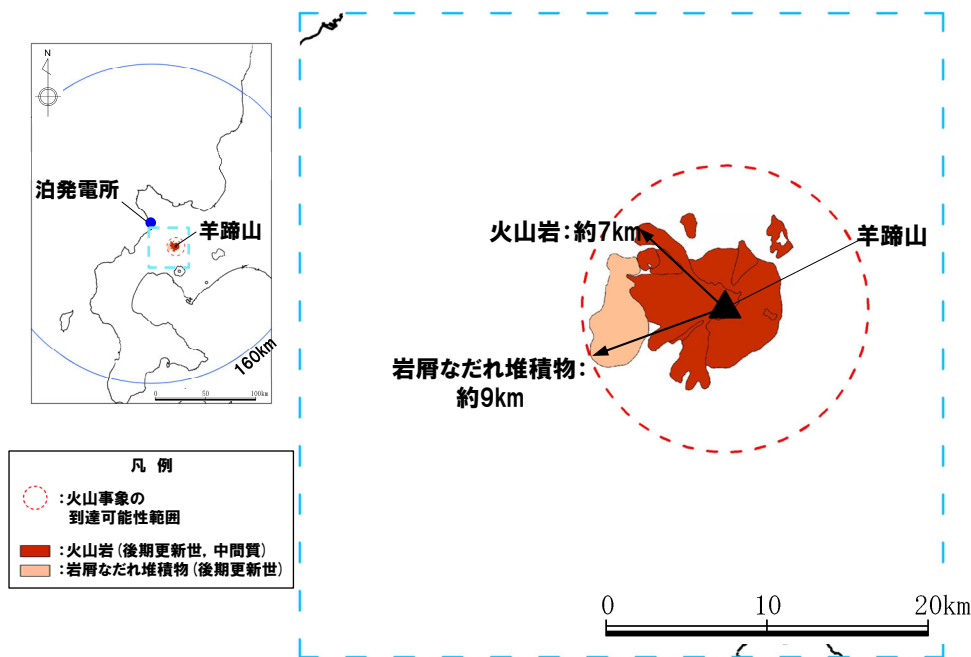
- ニセコ・雷電火山群の活動は、大局的に西から内陸部へ移動し、現在の活動中心はイワオヌプリであると考えられる。

4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

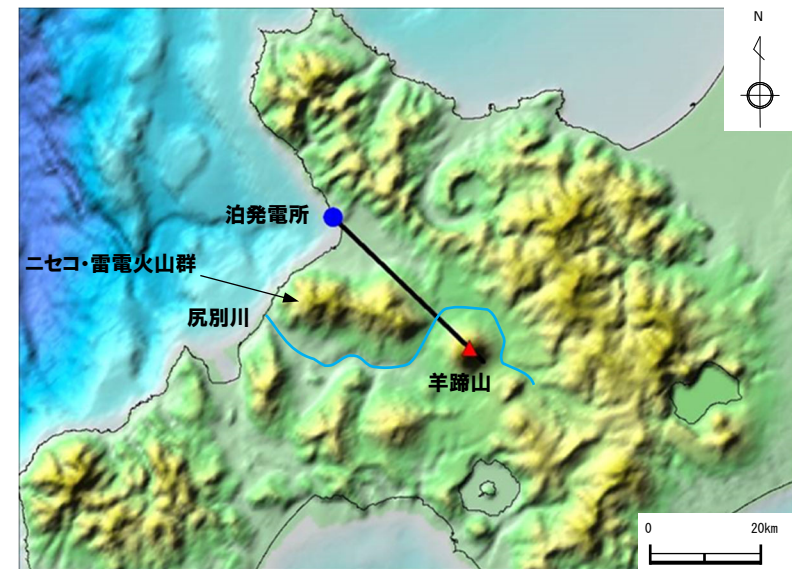
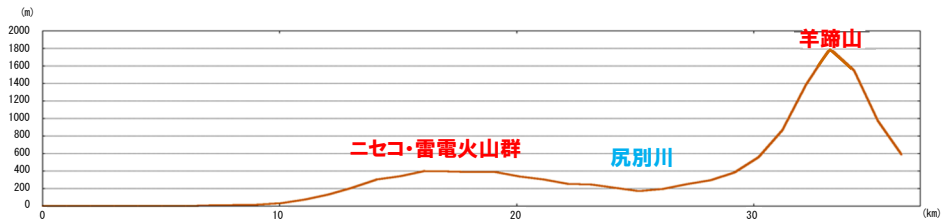
①-3 溶岩流に関する個別評価(羊蹄山-地質分布-)

再掲 (R5/1/20審査会合)

- 羊蹄山の火山噴出物のうち溶岩流(火山岩)の最大到達距離は約7kmであり、敷地まで到達していない(左図)。
- 羊蹄山と敷地の間には、尻別川及びニセコ・雷電火山群が位置していることから、敷地との間に地形的障害物が存在するものと判断される(右図)。



羊蹄山の火山噴出物の分布範囲
(産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)より作成)



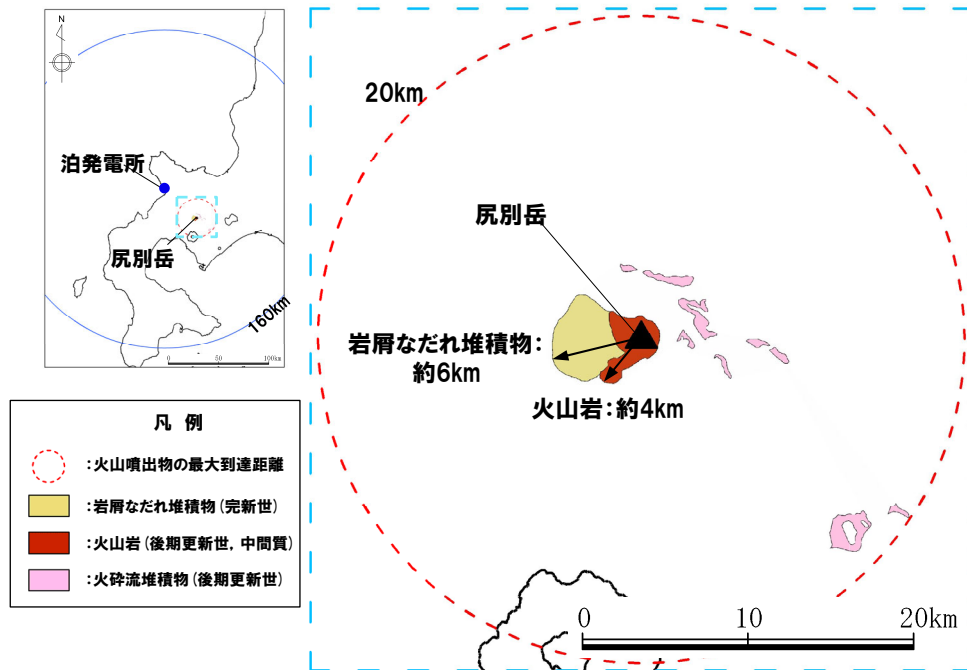
羊蹄山と敷地間の地形状況

4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

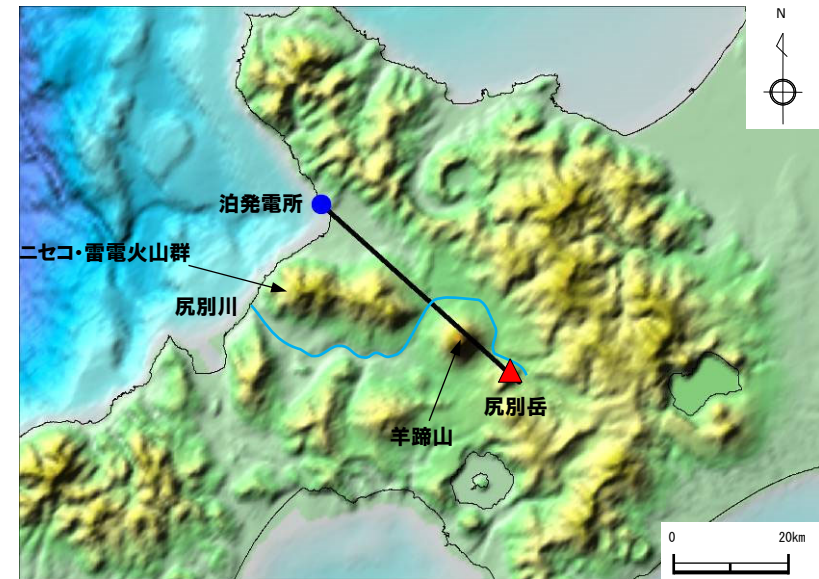
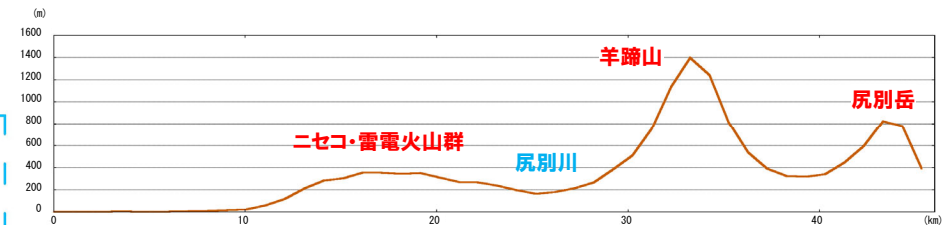
①-4 溶岩流に関する個別評価(尻別岳-地質分布-)

再掲 (R5/1/20審査会合)

- 尻別岳の火山噴出物のうち溶岩流(火山岩)の最大到達距離は約4kmであり、敷地まで到達していない(左図)。
- 尻別岳と敷地の間には、尻別川、羊蹄山及びニセコ・雷電火山群が位置していることから、敷地との間に地形的障害物が存在するものと判断される(右図)。



尻別岳の火山噴出物の分布範囲
(産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)より作成)



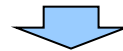
尻別岳と敷地間の地形状況

余白

② 岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊に関する個別評価 (1/2)

一部修正 (H28/2/5審査会合)

- 敷地から半径50kmの範囲に位置するニセコ・雷電火山群、羊蹄山及び尻別岳について、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊が敷地に到達する可能性を評価する。
- 評価においては、各火山について、地質分布、地形状況等を確認する。

**【ニセコ・雷電火山群】**

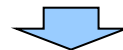
- ・ニセコ・雷電火山群の火山噴出物は、敷地まで到達していない (P230参照)。
- ・なお、現在の活動中心であるイワオヌプリの火山噴出物の最大到達距離は、約4kmであり、敷地からニセコ・雷電火山群までの距離約20kmよりも小さい (P230参照)。

【羊蹄山】

- ・小疇ほか (2003) によると、羊蹄山の火山噴出物のうち岩屑なだれの最大到達距離は約12kmであり、敷地から羊蹄山までの距離約34kmよりも小さく、敷地まで到達していない (次頁参照)。
- ・地形状況を踏まえると、敷地との間に地形的障害物が存在するものと判断される (P233参照)。

【尻別岳】

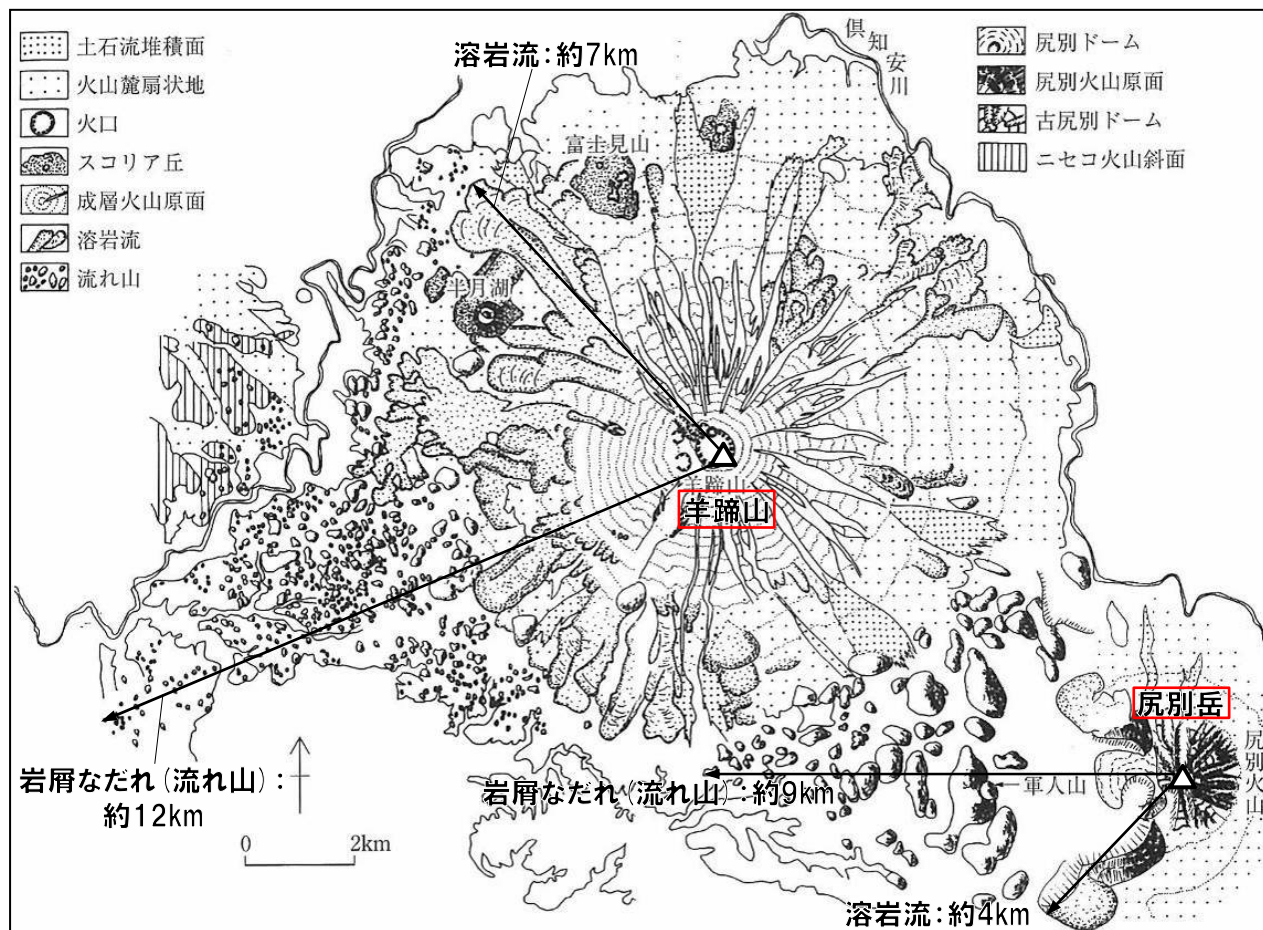
- ・小疇ほか (2003) によると、尻別岳の火山噴出物のうち岩屑なだれの最大到達距離は約9kmであり、敷地から尻別岳までの距離約44kmよりも小さく、敷地まで到達していない (次頁参照)。
- ・地形状況を踏まえると、敷地との間に地形的障害物が存在するものと判断される (P234参照)。



- 岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊が運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価される。

② 岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊に関する個別評価 (2/2)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

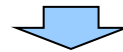


尻別岳及び羊蹄山の地形分類図
(小嶋ほか編(2003)に加筆)

③-1 火砕物密度流に関する個別評価 (1/2)

一部修正 (H28/2/5審査会合)

- 敷地から半径160kmの範囲に位置する13火山について、火砕物密度流が敷地に到達する可能性を評価する。
- 13火山のうち、過去に巨大噴火が発生した火山である支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラについては、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されることから(4.1.2章参照)、評価においては、Sp-1、Kt-7及びTp以降の火砕流を含む火山噴出物の分布を確認する。
- 支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラ以外の10火山については、当該火山の火砕流を含む火山噴出物の分布を確認する。
- 火山噴出物の分布については、複数の地質図幅等がコンパイルされ、火山岩(主に溶岩)、火砕流堆積物等と岩相が区分されている産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)を確認することを基本とし、より遠方に到達しているとされる文献がある場合はそれぞれも確認した。

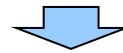


【支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラ】

- 支笏カルデラの後カルデラ火山(恵庭岳、風不死岳及び樽前山)の火山噴出物のうち、火砕流の最大到達距離は樽前山の約11kmであり、敷地から樽前山までの距離約80kmよりも小さく、敷地まで到達していない(P241参照)。
- 倶多楽・登別火山群の火山噴出物のうち、Kt-7以降の火砕流の最大到達距離は約23kmであり、敷地からの距離約81kmよりも小さく、敷地まで到達していない(P242参照)。
- 洞爺カルデラの後カルデラ火山(洞爺中島及び有珠山)の火山噴出物のうち、火砕流の最大到達距離は有珠山の約9kmであり、敷地から有珠山までの距離約61kmよりも小さく、敷地まで到達していない(P243参照)。

【支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラ以外の10火山】

- いずれの火山においても、火砕流を含む火山噴出物の最大到達距離は、敷地からの距離よりも小さく、敷地まで到達していない(P241及びP243～P247参照)。



- 火砕物密度流が運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価される。

4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

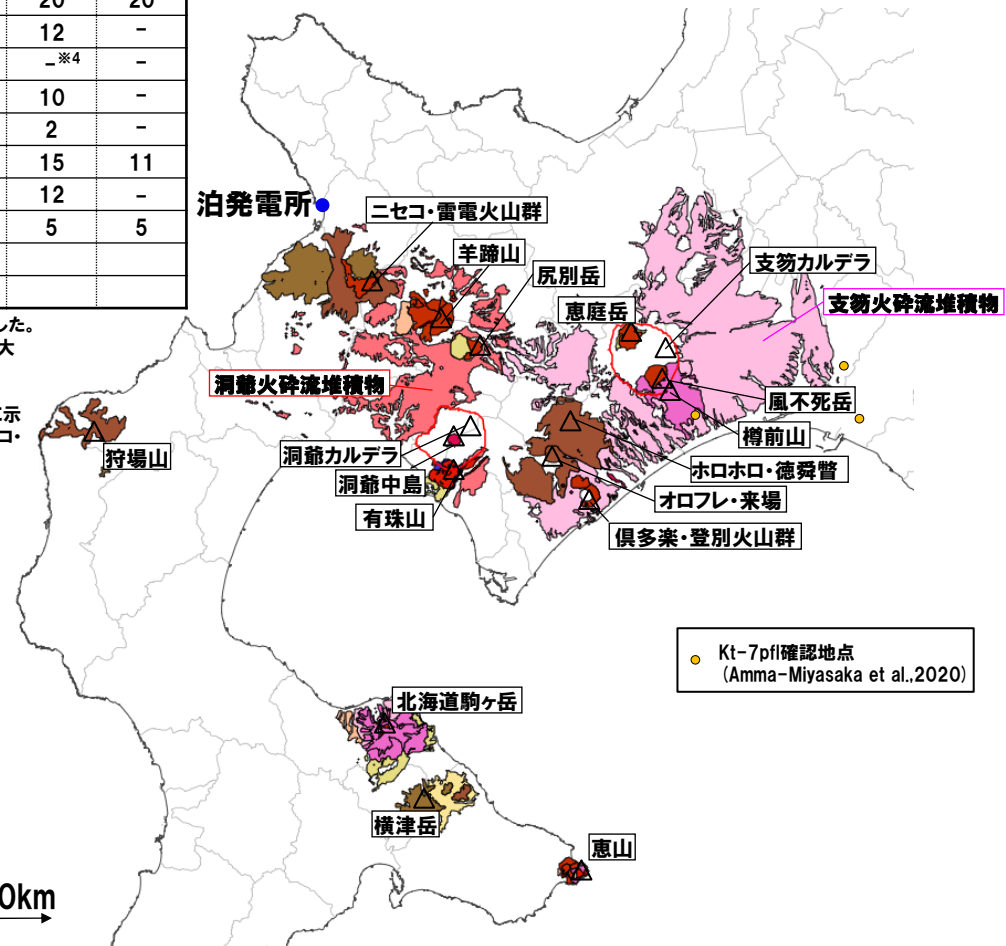
③-1 火砕物密度流に関する個別評価 (2/2)

一部修正 (H25/9/25審査会合)

原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した13火山の火山噴出物の到達距離

番号	火山名	敷地からの距離 (km)	火山噴出物の最大到達距離 (km)		番号	火山名	敷地からの距離 (km)	火山噴出物の最大到達距離 (km)	
			火砕流※1					火砕流※1	
C11	支笏カルデラ※2	74.8			C23	尻別岳	43.6	20	20
	C12 恵庭岳	68.6	4	-	C24	羊蹄山	33.8	12	-
	C13 風不死岳	77.7	3	-	C25	ニセコ・雷電火山群	19.7※3	-※4	-
	C14 樽前山	80.2	11	11	C27	狩場山	66.1	10	-
C15	ホロホロ・徳舜誓	68.0	12	-	C29	勝淵山	126.4	2	-
C16	オロフレ・来馬	70.2	9	-	C34	北海道駒ヶ岳	109.0	15	11
C17	倶多楽・登別火山群※2	80.5	23	23	C35	横津岳	123.7	12	-
C20	洞爺カルデラ※2	54.8			C38	恵山	146.9	5	5
	C21 洞爺中島	55.1	3	-					
	C22 有珠山	60.7	9	9					

- ※1 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020)において、火砕流堆積物が示されていない火山は「-」とした。
- ※2 支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラについては、Sp-1、Kt-7及びTpdを噴出した噴火以降の最大の噴火規模の噴火による到達範囲を確認した。
- ※3 「敷地からの距離」には、最新の活動中心であるイフオヌプリ (P232参照) からの距離を示している。
- ※4 ニセコ・雷電火山群は、噴出物ごとに火口が異なることから、各噴出物の「最大到達距離」と「敷地からの距離」に示すイフオヌプリからの距離は比較することができない。このため、「最大到達距離」には「-」と記載しているが、ニセコ・雷電火山群の設計対応不可能な火山事象を含む火山噴出物が敷地に到達していないことを確認している。



20万分の1日本火山図凡例

時代区分	記号	噴出物									
		B	M	A	P	I	D	F	S	その他	
完新世	H	玄武岩	中間質	珸長質	流紋岩	真入岩	岩質なだれ	砕屑物	山崩壊体・崖崩・地すべり・泥岩堆積物など		
		玄武岩	玄武岩質安山岩・安山岩	デイサイト流紋岩	流紋岩	流紋岩	岩質なだれ堆積物	砕屑物	山崩壊体・崖崩・地すべり・泥岩堆積物など		
後期更新世	Q3	Q3.B	Q3.M	Q3.A	Q3.P						
中期更新世 (ホロホロ期)	Q2	Q2.B	Q2.M	Q2.A	Q2.P	Q2.J	Q2.D				
前期更新世後半 (カフツリアン期)	Q1	Q1.B	Q1.M	Q1.A	Q1.P	Q1.J	Q1.D				
前期更新世前半 (シタニアン期)	G	G.B	G.M	G.A	G.P	G.J	G.D				

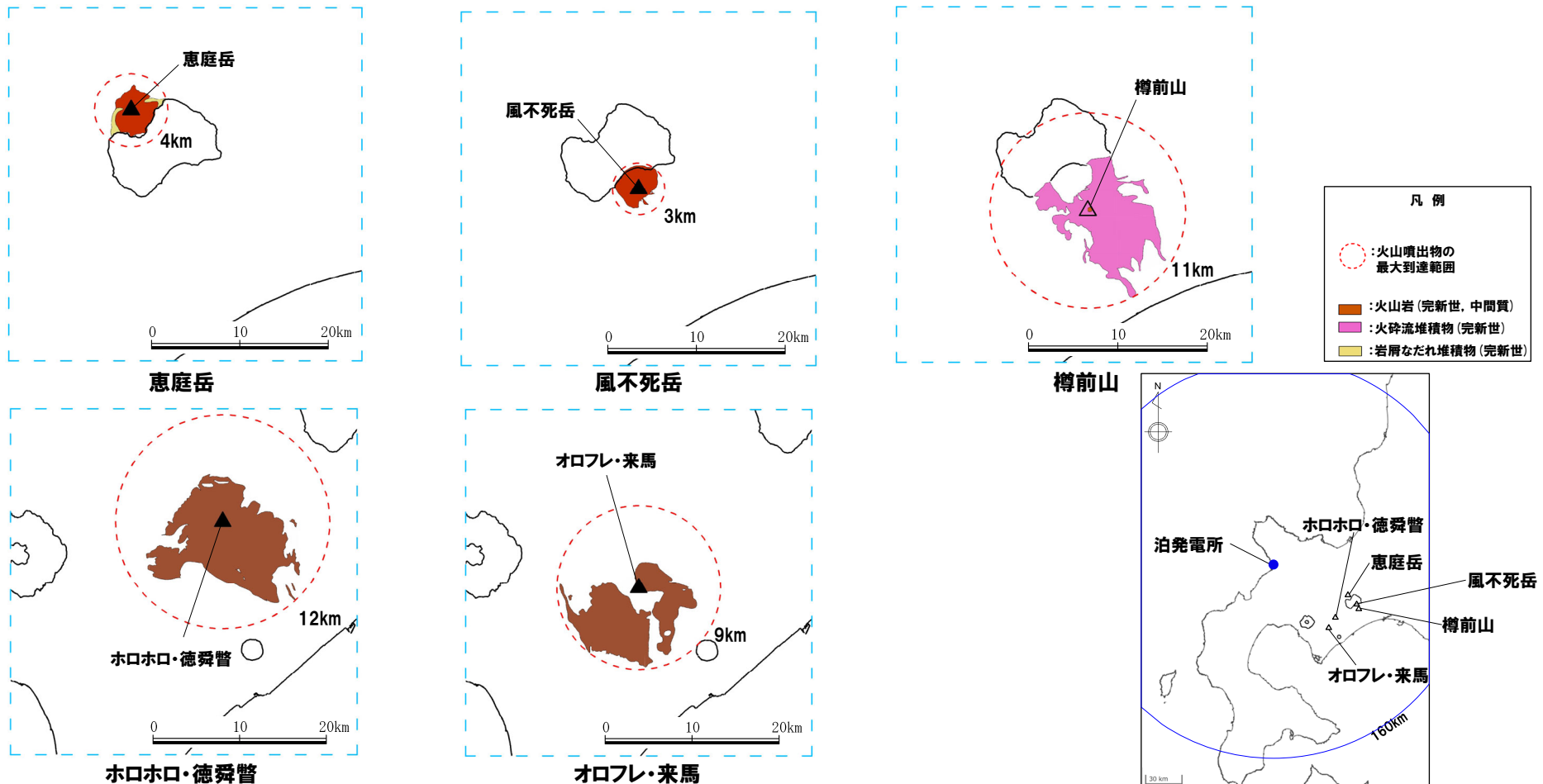
原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した13火山の火山噴出物の分布 (産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020)「20万分の1日本火山図」を基に作成)

余白

③-2 火砕物密度流に関する個別評価 (支笏カルデラの後カルデラ火山, ホロホロ・徳舜瞥及びオロフレ・来馬)

一部修正 (R5/1/20審査会合)

- 支笏カルデラの後カルデラ火山 (恵庭岳, 風不死岳及び樽前山) の火山噴出物のうち, 火砕流の最大到達距離は樽前山の約11kmであり, 敷地から樽前山までの距離約80kmよりも小さく, 敷地まで到達していない。
- ホロホロ・徳舜瞥の火山噴出物の最大到達距離は約12kmであり, 敷地からの距離約68kmよりも小さく, 敷地まで到達していない。
- オロフレ・来馬の火山噴出物の最大到達距離は約9kmであり, 敷地からの距離約70kmよりも小さく, 敷地まで到達していない。

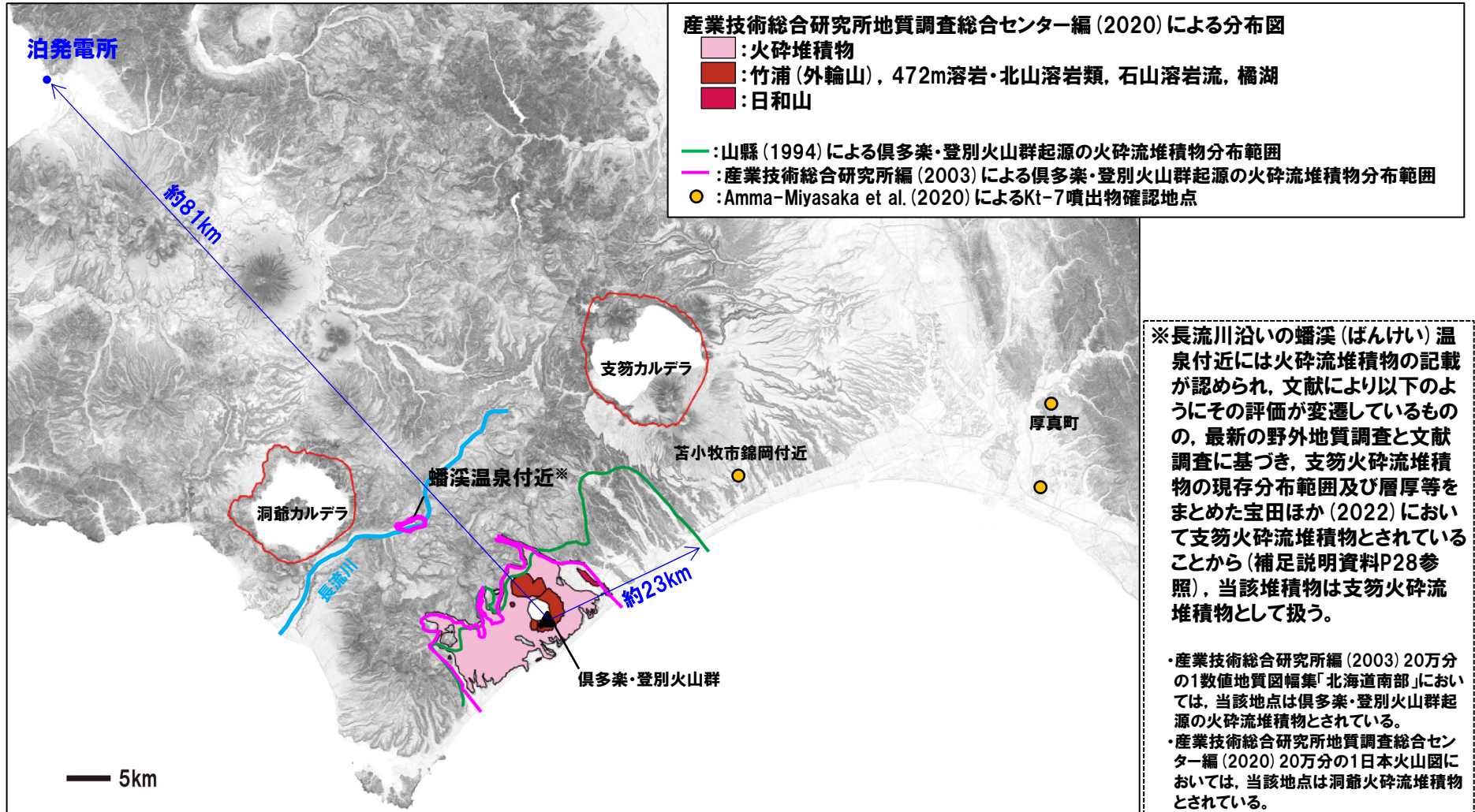


恵庭岳, 風不死岳, 樽前山, ホロホロ・徳舜瞥及びオロフレ・来馬の火山噴出物の分布範囲
(産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) より作成)

③-2 火砕物密度流に関する個別評価 (倶多楽・登別火山群)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

○倶多楽・登別火山群の火山噴出物のうち、Kt-7以降の火砕流の最大到達距離は約23kmであり、敷地からの距離約81kmよりも小さく、敷地まで到達していない。



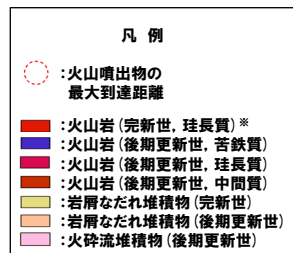
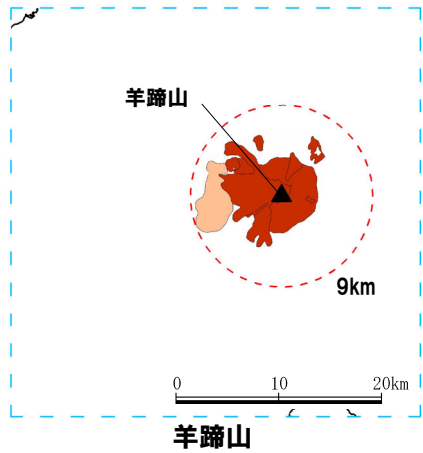
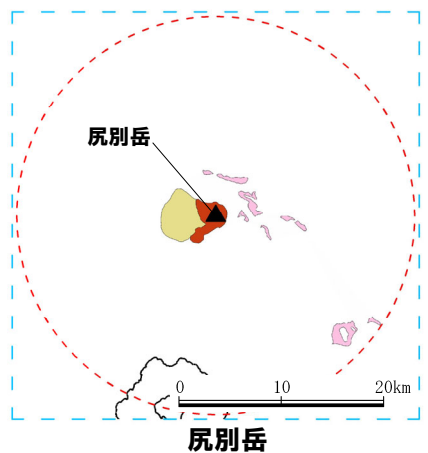
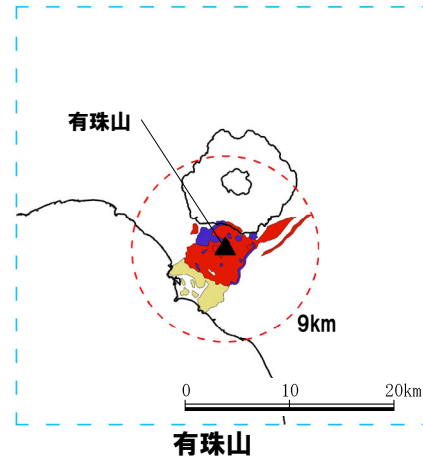
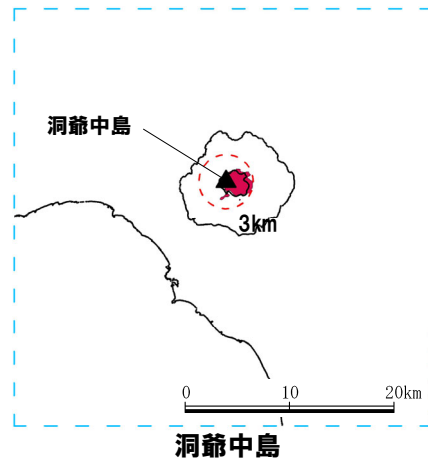
倶多楽・登別火山群の火山噴出物の分布範囲 (産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) を基に作成)

4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

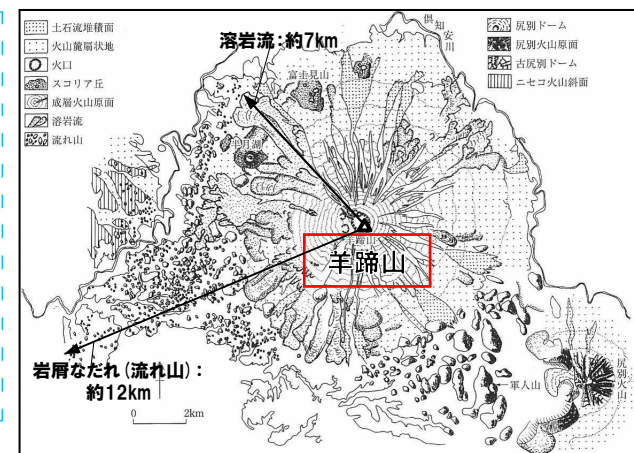
③-2 火砕物密度流に関する個別評価 (洞爺カルデラの後カルデラ火山, 尻別岳及び羊蹄山)

一部修正 (R5/1/20審査会合)

- 洞爺カルデラの後カルデラ火山 (洞爺中島及び有珠山) の火山噴出物のうち、火砕流の最大到達距離は有珠山の約9kmであり、敷地から有珠山までの距離約61kmよりも小さく、敷地まで到達していない。
- 尻別岳の火山噴出物の最大到達距離は約20kmであり、敷地から尻別岳の距離約44kmよりも小さく、敷地まで到達していない。
- 羊蹄山の火山噴出物の最大到達距離は約12kmであり、敷地からの距離約34kmよりも小さく、敷地まで到達していない。



※「1663年-1978年火砕流堆積物及び降下堆積物」を含む



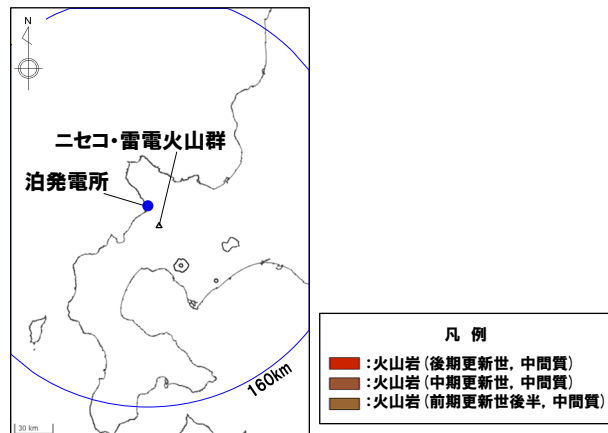
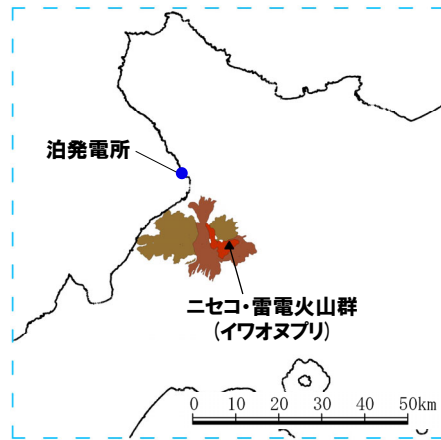
洞爺中島, 有珠山, 尻別岳及び羊蹄山の火山噴出物の分布範囲 (産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) より作成)

羊蹄山の地形分類図 (小嶋ほか編 (2003) に加筆)

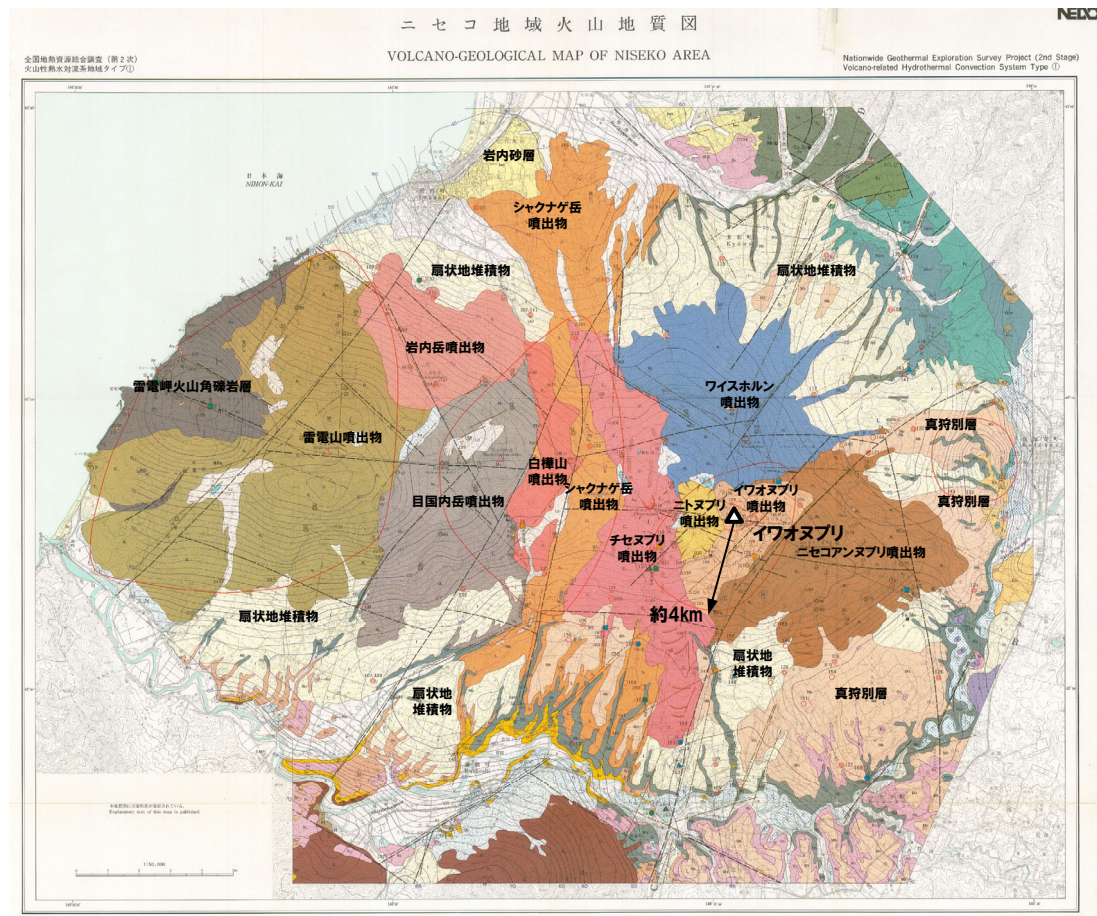
③-2 火砕物密度流に関する個別評価 (ニセコ・雷電火山群) (1/2)

一部修正 (R5/1/20審査会合)

- ニセコ・雷電火山群の火砕流を含む火山噴出物は、いずれも敷地まで到達していない。
- 敷地及び敷地近傍における当社地質調査の結果、ニセコ・雷電火山群の火砕流を含む火山噴出物は、次頁右図の範囲に認められ、敷地まで到達していない。
- なお、現在の活動中心であるイワオヌプリ (P232参照) の火山噴出物の最大到達距離は約4kmであり、敷地からの距離約20kmより小さく、敷地まで到達していない。



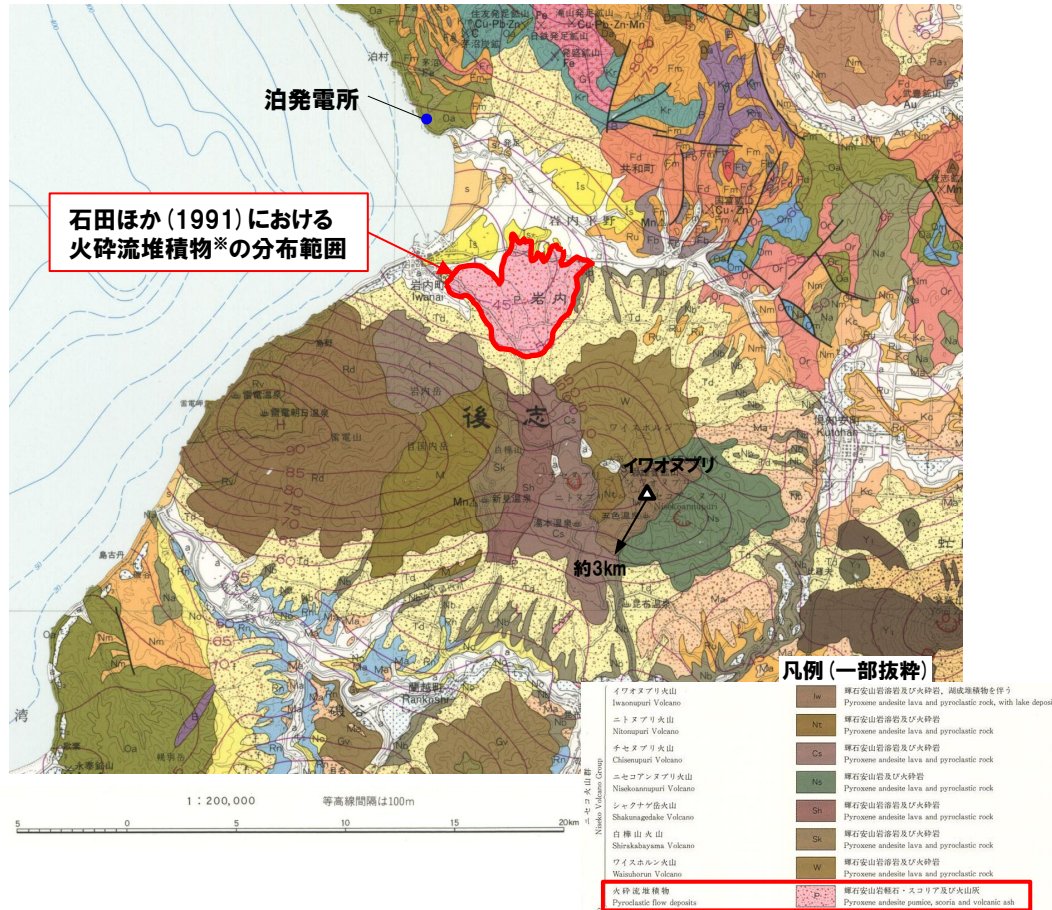
ニセコ・雷電火山群の火山噴出物の分布範囲 (産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) より作成)



ニセコ・雷電火山群の火山噴出物の分布範囲 (新エネルギー総合開発機構 (1987a) に加筆、凡例はP231参照)

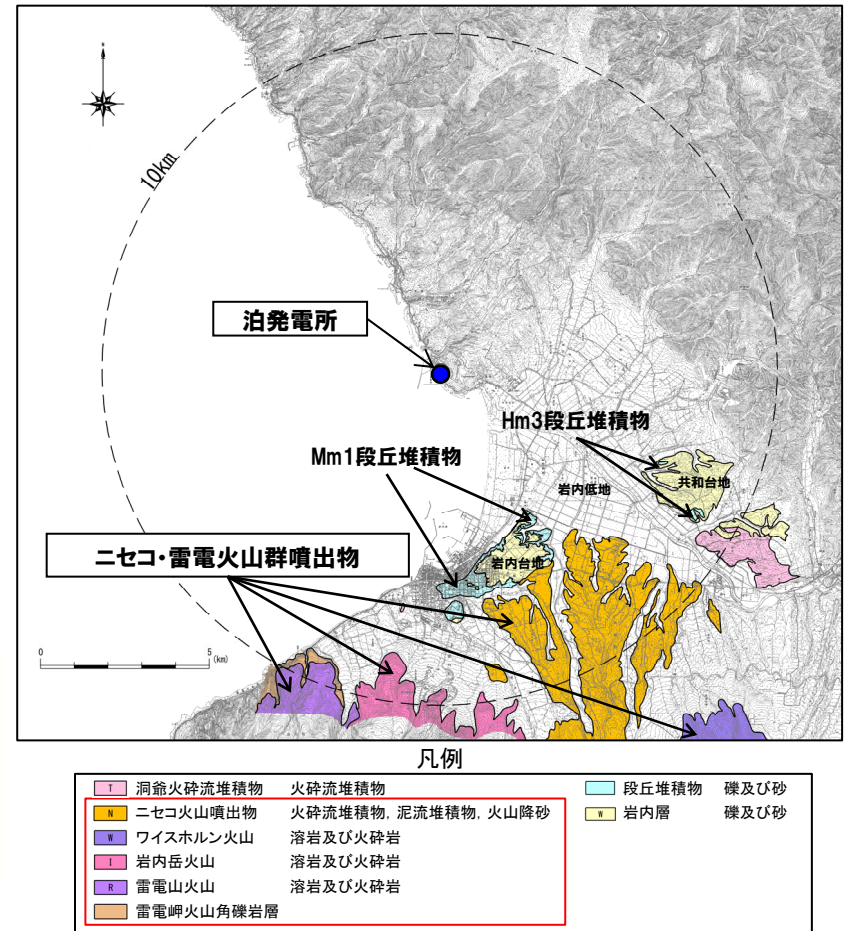
③-2 火砕物密度流に関する個別評価 (ニセコ・雷電火山群) (2/2)

一部修正 (H25/11/13審査会合)



※当社が「ニセコ火山噴出物(火砕流堆積物)」と呼称しているものに該当する。当社地質調査の結果、ニセコ火山噴出物(火砕流堆積物)は、石田ほか(1991)「20万分の1地質図幅『岩内』」における火砕流堆積物の分布範囲の末端部付近では層厚が約20cmであり、それよりも北側の調査地点においては確認されない。ニセコ火山噴出物(火砕流堆積物)の詳細については、R5.7.7審査会合補足説明資料2の3章参照。

ニセコ・雷電火山群周辺の地質図(石田ほか(1991)に加筆)



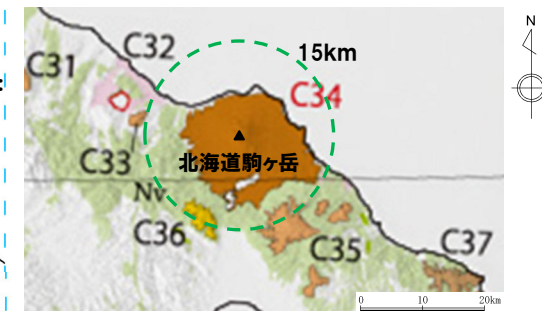
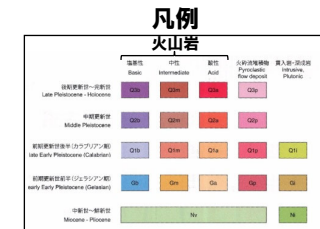
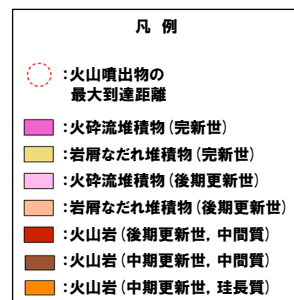
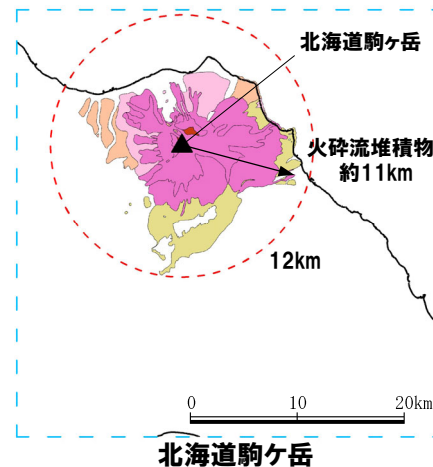
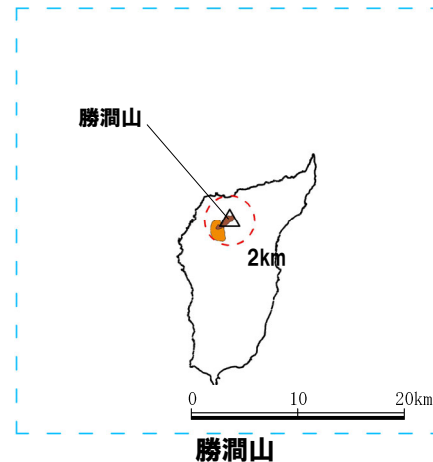
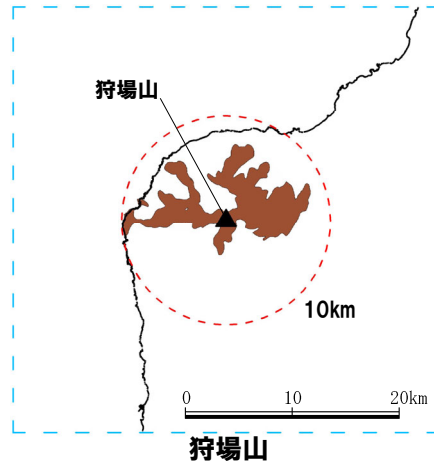
敷地から半径10km以内の第四紀火山地質図

4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

③-2 火砕物密度流に関する個別評価 (狩場山, 勝潤山及び北海道駒ヶ岳)

一部修正 (R5/1/20審査会合)

- 狩場山の火山噴出物の最大到達距離は約10kmであり、敷地からの距離約66kmよりも小さく、敷地まで到達していない。
- 勝潤山の火山噴出物の最大到達距離は約2kmであり、敷地からの距離約126kmよりも小さく、敷地まで到達していない。
- 北海道駒ヶ岳の火山噴出物のうち、火砕流の最大到達距離は約11km、火砕流以外の火山噴出物の最大到達距離は約15kmであり、敷地からの距離約109kmよりも小さく、敷地まで到達していない。



北海道駒ヶ岳の火山噴出物の分布範囲 (中野ほか編 (2013) に加筆)

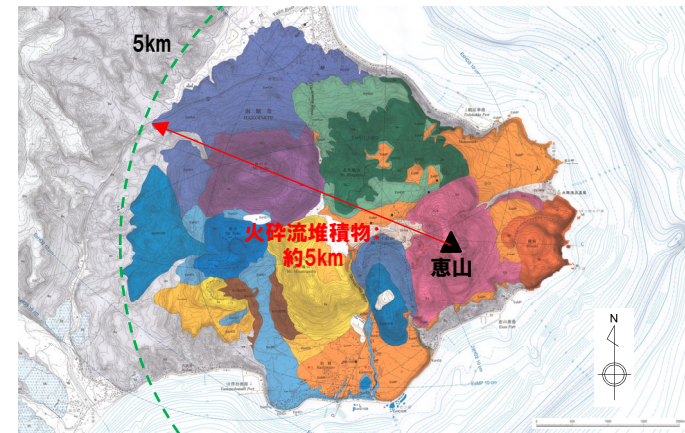
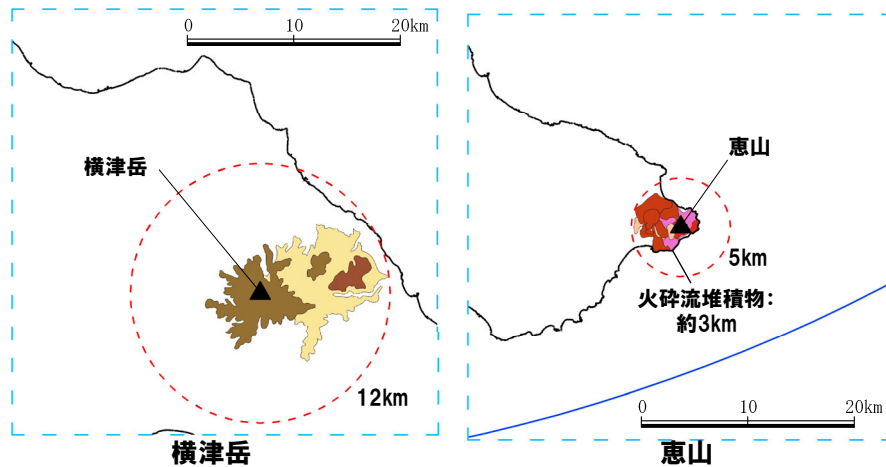
狩場山, 勝潤山及び北海道駒ヶ岳の火山噴出物の分布範囲 (産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) より作成)

4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

③-2 火砕物密度流に関する個別評価 (横津岳及び恵山)

一部修正 (R5/1/20審査会合)

- 横津岳の火山噴出物の最大到達距離は約12kmであり、敷地からの距離約124kmよりも小さく、敷地まで到達していない。
- 恵山の火山噴出物のうち、火砕流の最大到達距離は約5km、火砕流以外の火山噴出物の最大到達距離は約5kmであり、敷地からの距離約147kmよりも小さく、敷地まで到達していない。



凡例

- : 火山噴出物の最大到達距離
- : 火山岩 (完新世, 珪長質)
- : 火砕流堆積物 (完新世)
- : 火山岩 (後期更新世, 中間質)
- : 岩屑なだれ堆積物 (後期更新世)
- : 火山岩 (中期更新世, 中間質)
- : 火山岩 (前期更新世後半, 中間質)
- : 火山岩 (前期更新世前半, 珪長質)

凡例

Es-1846	火山岩塊, 火山礫及び火山灰 Volcanic blocks, lapilli and ash	EsHD2	火山岩塊, 火山礫及び火山灰 (石英角閃石含有単斜輝石直方輝石安山岩~デイサイト) Volcanic blocks, lapilli and ash (quartz-hornblende-bearing clinopyroxene-orthopyroxene andesite to dacite)
Es-06	安山岩~デイサイト溶岩塊, 火山礫及び火山灰 Andesite to dacite blocks, lapilli and ash	EsHD2DB	火山岩塊, 火山礫及び火山灰 (石英角閃石含有単斜輝石直方輝石安山岩) Volcanic blocks, lapilli and ash (quartz-hornblende-bearing clinopyroxene-orthopyroxene andesite)
EsMP	安山岩~デイサイト火山岩塊 (軽石質のものを含む), 火山礫及び火山灰 (石英含有単斜輝石直方輝石安山岩~デイサイト) Volcanic blocks including pumiceous one, lapilli and ash (quartz-bearing clinopyroxene-orthopyroxene-andesite to dacite)	Sa	石英角閃石含有単斜輝石直方輝石安山岩~デイサイト溶岩 Quartz-hornblende-bearing clinopyroxene-orthopyroxene andesite to dacite lava
Mi	石英含有単斜輝石直方輝石デイサイト溶岩 Quartz-bearing clinopyroxene-orthopyroxene dacite lava	EsHD3	火山岩塊, 火山礫及び火山灰 (石英角閃石含有単斜輝石直方輝石安山岩~デイサイト) Volcanic blocks, lapilli and ash (quartz-hornblende-bearing clinopyroxene-orthopyroxene andesite to dacite)
Ed	石英含有単斜輝石直方輝石デイサイト溶岩 Quartz-bearing clinopyroxene-orthopyroxene dacite lava	Na	石英角閃石含有単斜輝石直方輝石安山岩~デイサイト溶岩 Quartz-hornblende-bearing clinopyroxene-orthopyroxene andesite to dacite lava
EsHD1	火山岩塊, 火山礫及び火山灰 (石英角閃石含有単斜輝石直方輝石安山岩~デイサイト) Volcanic blocks, lapilli and ash (quartz-hornblende-bearing clinopyroxene-orthopyroxene andesite to dacite)	EsHD4	火山岩塊, 火山礫及び火山灰 (角閃石含有単斜輝石直方輝石安山岩) Volcanic blocks, lapilli and ash (hornblende-bearing clinopyroxene-orthopyroxene andesite)
EsHD1DB	火山岩塊, 火山礫及び火山灰 (石英角閃石含有単斜輝石直方輝石安山岩) Volcanic blocks, lapilli and ash (quartz-hornblende-bearing clinopyroxene-orthopyroxene andesite)	Ka	角閃石含有単斜輝石直方輝石安山岩溶岩 Hornblende-bearing clinopyroxene-orthopyroxene andesite lava
Sk	石英角閃石含有単斜輝石直方輝石安山岩溶岩 Quartz-hornblende-bearing clinopyroxene-orthopyroxene andesite lava		
Td	石英角閃石含有単斜輝石直方輝石安山岩溶岩 Quartz-hornblende-bearing clinopyroxene-orthopyroxene andesite lava		

※三浦ほか(2022)によれば、当該堆積物については、火砕流堆積物を含むとされている。

横津岳及び恵山の火山噴出物の分布範囲 (産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) より作成)

恵山の火山噴出物の分布範囲 (三浦ほか(2022) に加筆)

④-1 新しい火口の開口及び地殻変動に関する個別評価

一部修正 (H28/2/5審査会合)

- 原子力発電所の運用期間中における活動可能性が十分小さいと判断できない13火山について、新しい火口の開口及び地殻変動が敷地に影響を与える可能性を評価する。
- 原子力発電所の火山影響評価ガイドによれば、新たな火口が開口した過去の事例では、ほとんどの火山では新たな火口の開口は火山の噴出中心から半径20kmの範囲にとどまっているとされていることから、敷地から最も近いニセコ・雷電火山群（敷地からの距離約20km）及び隣接する羊蹄山（敷地からの距離約34km）について、新しい火口の開口が敷地に影響を与える可能性を評価する。
- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山以外の11火山については、敷地からの距離が最も近いものでも尻別岳の約44kmであり、敷地から十分な距離があることから、新しい火口の開口が敷地に影響を与える可能性は十分小さいと評価される。
- また、同ガイドによれば、設計基準を超える可能性のある地殻変動は、新しい火口の開口に伴って引き起こされるとされていることから、地殻変動も新しい火口の開口に伴うものとして、併せて評価する。
- 下鶴ほか編（2008）によれば、低周波地震はマグマや熱水などの流体が関与して発生していると考えられているものが多いとされており、青木（2016）によれば、マグマだまりにマグマが注入されると、マグマだまりが増圧し山体は膨張（地殻変動）するとされている。
- このため、これら二つの火山事象の評価に当たっては、以下の状況を確認する。
 - ・ニセコ・雷電火山群及び隣接する羊蹄山における火山活動状況（地震活動、地殻変動及び気象庁「火山活動解説資料」）
 - ・敷地付近における地震活動の状況



【地震活動】

- ニセコ・雷電火山群のうちイワオヌプリ北東部及び羊蹄山周辺に認められる低周波地震を含む地震活動が、敷地方向に移動する状況は認められない。
- 敷地付近には低周波地震が認められない。

【地殻変動】

- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の地殻変動は、プレート間固着効果等に伴う定常的な変動及び周辺の地震による余効変動等は認められるが、これ以外に継続的かつ顕著な変位の累積は認められない。

【気象庁「火山活動解説資料」】

- 近年では、イワオヌプリ及び羊蹄山には「噴気や地熱域は認められず、噴火の兆候は認められない」とされている。



- 以下の状況から、新しい火口の開口及びそれに伴う地殻変動が運用期間中に発生し、敷地に影響を与える可能性は、十分小さいと評価される。
 - ・敷地に最も近いニセコ・雷電火山群及び羊蹄山における火山活動状況に変化が認められない
 - ・敷地付近には低周波地震が認められない
 - ・ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山以外の11火山は、敷地から十分な距離がある

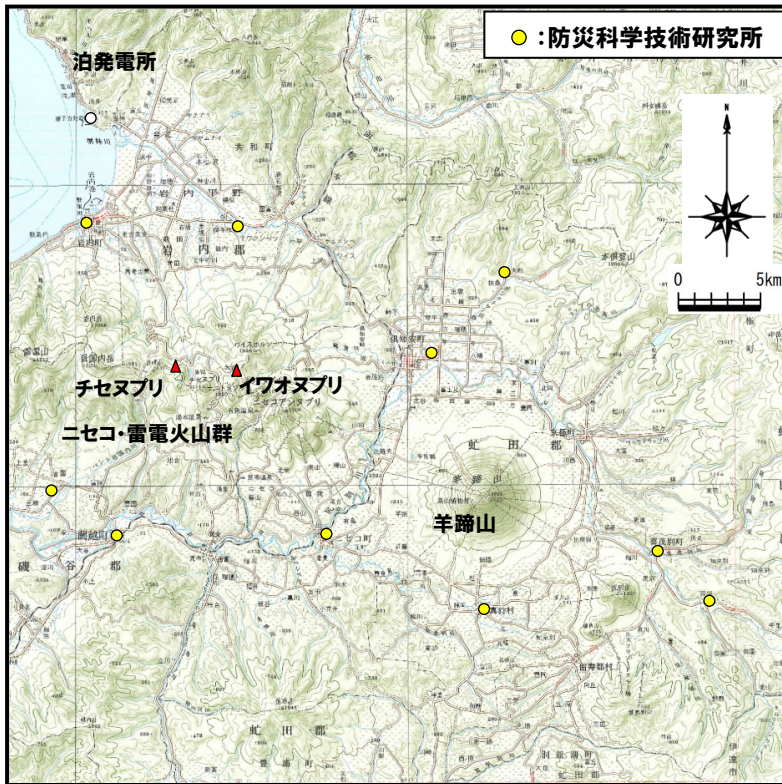
④-2 新しい火口の開口及び地殻変動に関する個別評価 (地震活動) (1/5)

一部修正 (H25/11/13審査会合)

【気象庁編 (2013)】

○ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺には、公的機関の地震計が設置されている。

- 「日本活火山総覧 (第4版)」(気象庁編, 2013)に地震活動及び深部低周波地震活動の時空間分布が取りまとめられている。
- 地震活動は、チセヌプリからイワオヌプリにかけて及び羊蹄山周辺の浅部に散発的に認められるものの、敷地付近にはほとんど認められない。
- 低周波地震活動は、イワオヌプリ北東部及び羊蹄山周辺に散発的に認められるものの、敷地付近には認められない。
- 地震活動及び低周波地震活動は、規模及び位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。



ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の地震計位置図
(「日本活火山総覧 (第4版)」に基づき作成)

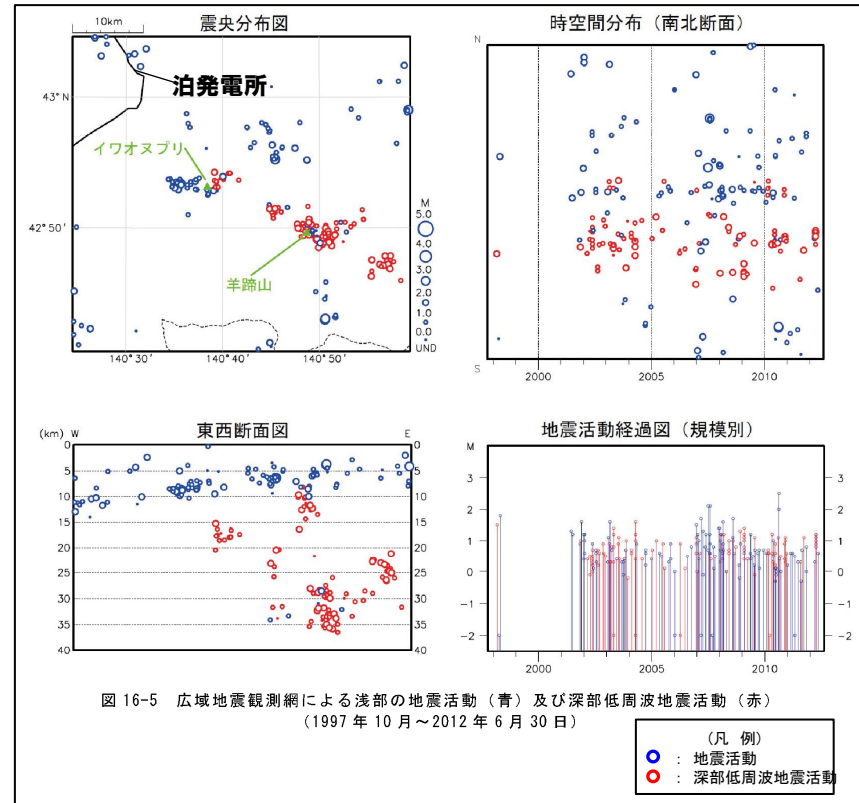


図 16-5 広域地震観測網による浅部の地震活動 (青) 及び深部低周波地震活動 (赤)
(1997年10月~2012年6月30日)

ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の地震活動
(1997年10月~2012年6月30日, 「日本活火山総覧 (第4版)」に加筆)

④-2 新しい火口の開口及び地殻変動に関する個別評価（地震活動）（2/5）

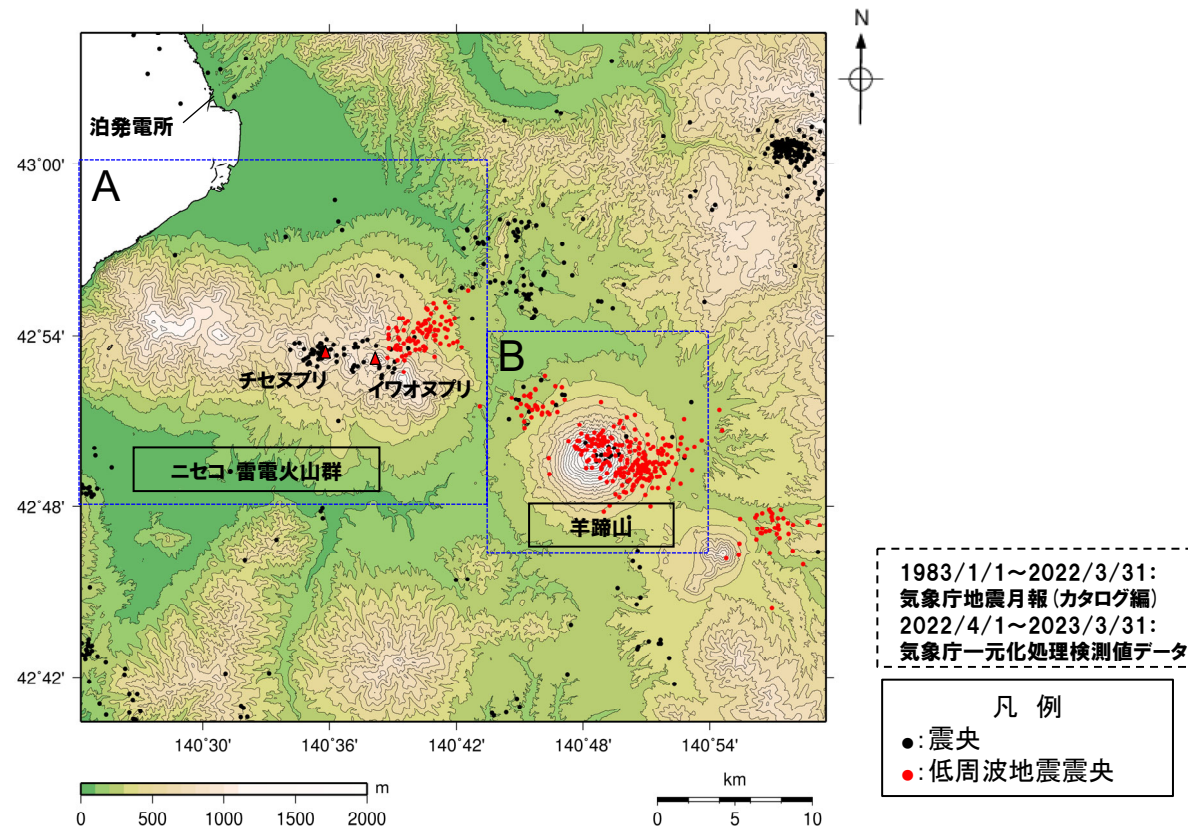
一部修正（H25/11/13審査会合）

【気象庁地震月報（カタログ編）及び気象庁一元化処理検測値データ】

○過去約40年間におけるニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の深さ40km以浅の地震活動の震央分布を示す。震央のデータは気象庁地震月報（カタログ編）（1983年1月～2022年3月）及び気象庁一元化処理検測値データ（2022年4月～2023年3月）を使用した。



- 震央の分布は、チセヌプリからイワオヌプリにかけて及び羊蹄山周辺に、散発的に認められるものの、敷地付近にはほとんど認められない。
- 低周波地震震央の分布は、イワオヌプリ北東部及び羊蹄山周辺に、散発的に認められるものの、敷地付近には認められない。



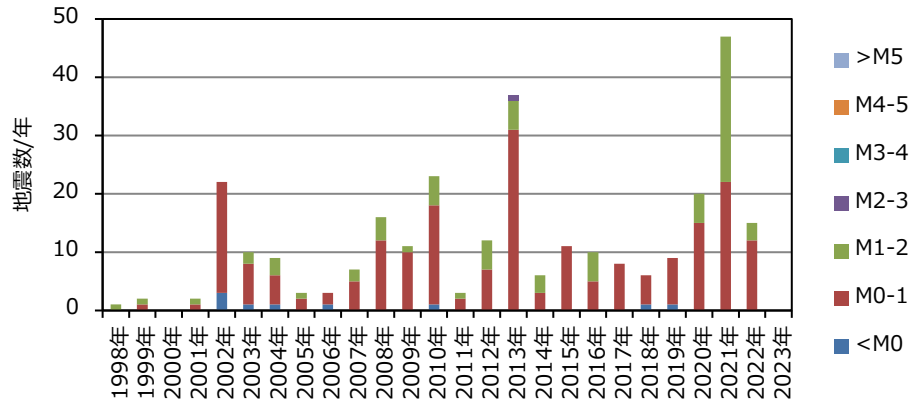
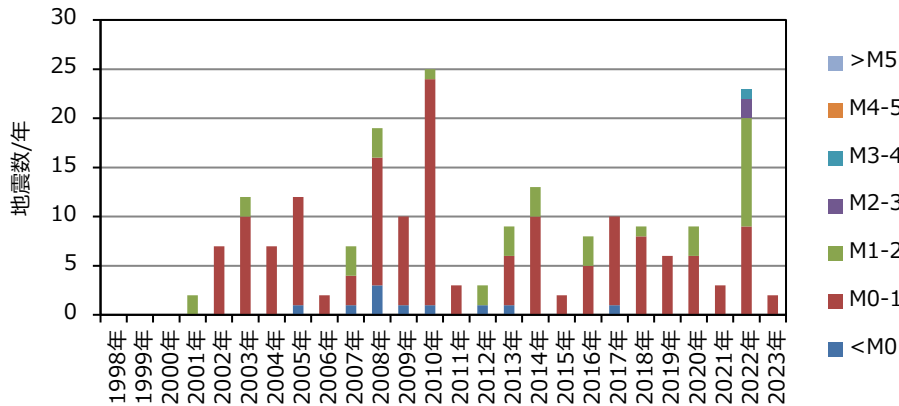
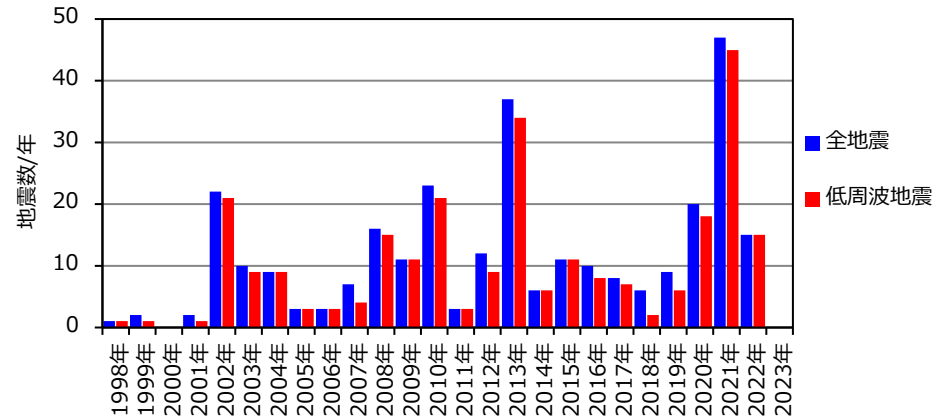
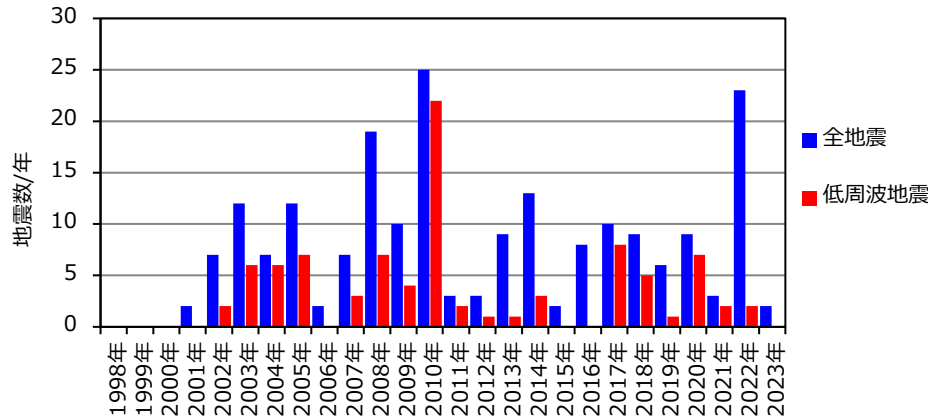
ニセコ・雷電火山群、羊蹄山周辺の震央分布図*

（1983年1月1日～2023年3月31日の記録、深さ40km以浅）

※北海道ではHi-netの観測データ使用開始が2001年10月であることから、2001年10月前後でデータ精度が異なる。

④-2 新しい火口の開口及び地殻変動に関する個別評価(地震活動) (3/5)

一部修正 (H25/11/13審査会合)



領域A (ニセコ・雷電火山群周辺) における地震発生数の年別時間変化^{※1, 2}
(1998年～2023年, 深さ40km以浅)

領域B (羊蹄山周辺) における地震発生数の年別時間変化^{※1, 2}
(1998年～2023年, 深さ40km以浅)

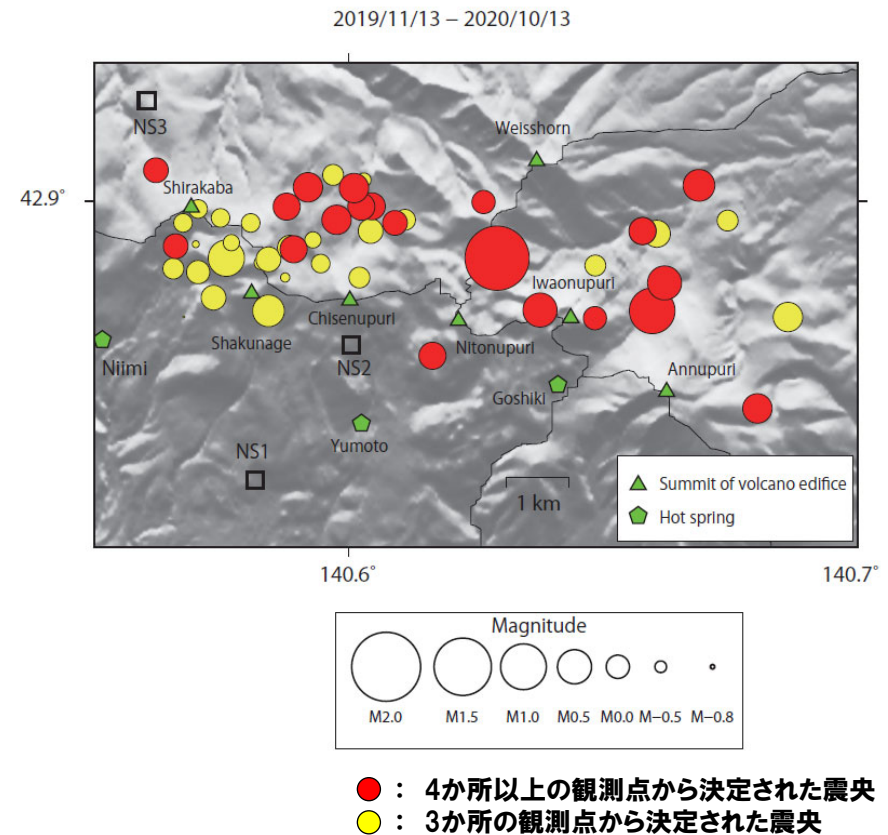
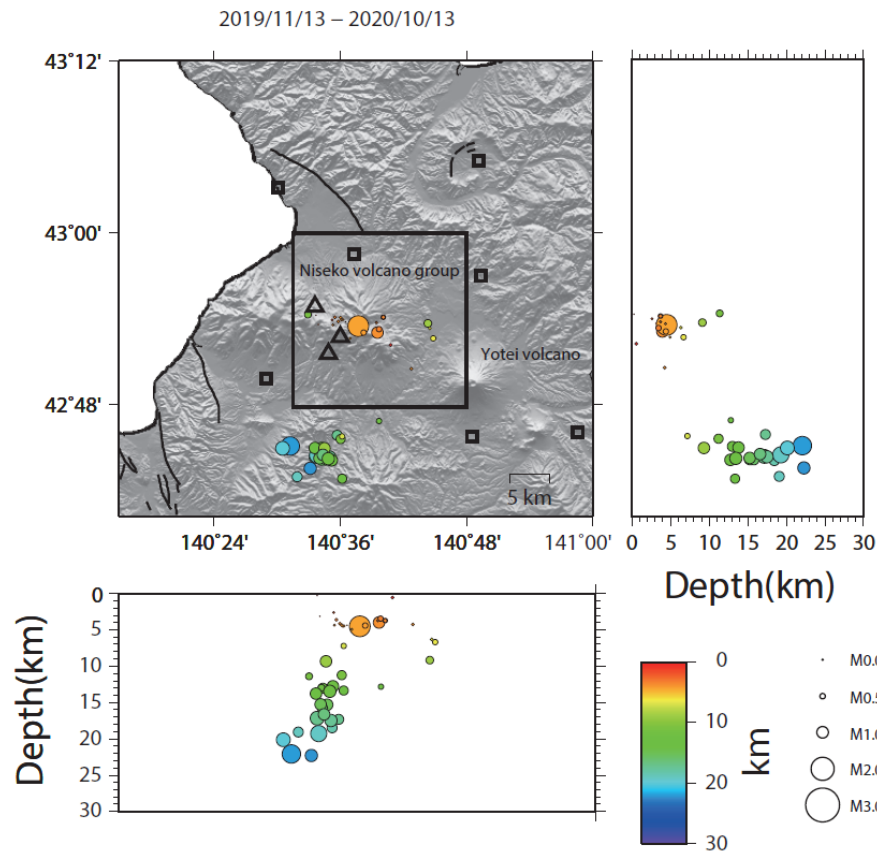
※1 北海道ではHi-netの観測データ使用開始が2001年10月であることから, 2001年10月前後でデータ精度が異なる。
 ※2 2023年は1月1日～3月31日のデータを掲載。

④-2 新しい火口の開口及び地殻変動に関する個別評価 (地震活動) (4/5)

一部修正 (R5/1/20審査会合)

【一柳ほか(2021)】

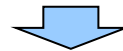
○一柳ほか(2021)によれば、2019年11月～2020年10月間の臨時地震観測を基に、ニセコ火山群の山体と平行な東西方向に震源が分布するとされている。また、マグニチュード1以上の相対的に大きな地震はニトヌプリ・イワオヌプリ周辺で発生し、相対的にマグニチュードの小さい地震は白樺岳・シャクナゲ岳・チセヌプリ付近で発生しているとされている。



④-2 新しい火口の開口及び地殻変動に関する個別評価(地震活動)(5/5)

一部修正(H25/12/18審査会合)

- 火山性地震のうち低周波地震については、下鶴ほか編(2008)によれば、マグマや熱水などの流体が関与して発生していると考えられているものが多いとされている。このため、低周波地震がマグマの移動・上昇等の活動を示す場合があると考えられることから、敷地を含むニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の低周波地震の時空間分布を確認した。
- ・確認に当たっては、公的機関の観測結果を取りまとめた気象庁編(2013)「日本活火山総覧(第4版)」, 気象庁地震月報(カタログ編)(1983年1月～2020年3月)及び気象庁一元化処理検測値データ(2020年4月～2021年9月)並びに一柳ほか(2021)による臨時地震観測データを用いた。
- 確認結果は以下のとおり(下線部は低周波地震に関する事項)。
- (気象庁, 2013)(P249参照)
- ・地震活動は、チセヌプリからイワオヌプリにかけて及び羊蹄山周辺の浅部に散発的に認められるものの、敷地付近にはほとんど認められない。
 - ・低周波地震活動は、イワオヌプリ北東部及び羊蹄山周辺に散発的に認められるものの、敷地付近には認められない。
 - ・地震活動及び低周波地震活動は、規模及び位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。
- (気象庁地震月報(カタログ編)及び気象庁一元化処理検測値データ)(P250～P251参照)
- ・震央の分布は、チセヌプリからイワオヌプリにかけて及び羊蹄山周辺に、散発的に認められるものの、敷地付近にはほとんど認められない。
 - ・低周波地震震央の分布は、イワオヌプリ北東部及び羊蹄山周辺に、散発的に認められるものの、敷地付近には認められない。
- (一柳ほか, 2021)(P252参照)
- ・一柳ほか(2021)によれば、2019年11月～2020年10月間の臨時地震観測を基に、ニセコ火山群の山体と平行な東西方向に震源が分布するとされている。また、マグニチュード1以上の相対的に大きな地震はニトヌプリ・イワオヌプリ周辺で発生し、相対的にマグニチュードの小さい地震は白樺岳・シャクナゲ岳・チセヌプリ付近で発生しているとされている。



- ニセコ・雷電火山群のうちイワオヌプリ北東部及び羊蹄山周辺に認められる低周波地震を含む地震活動が、敷地方向に移動する状況は認められない。
- 敷地付近には低周波地震が認められない。

4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

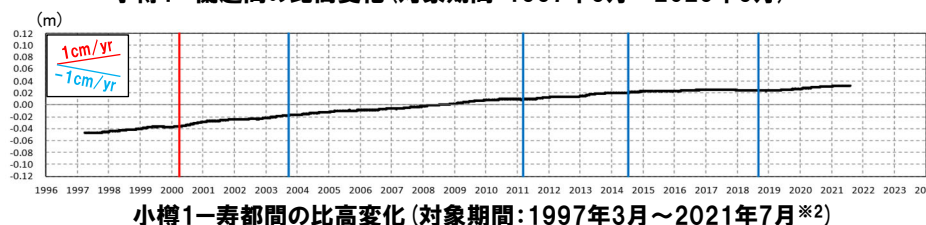
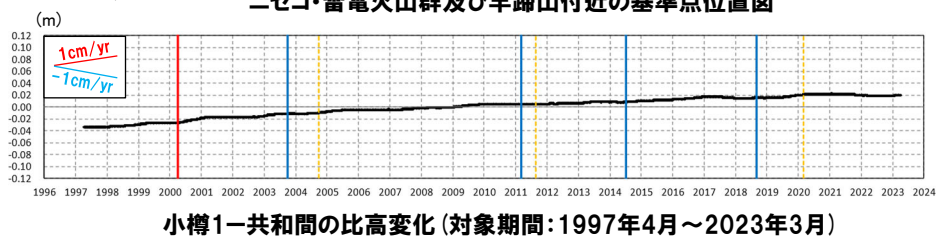
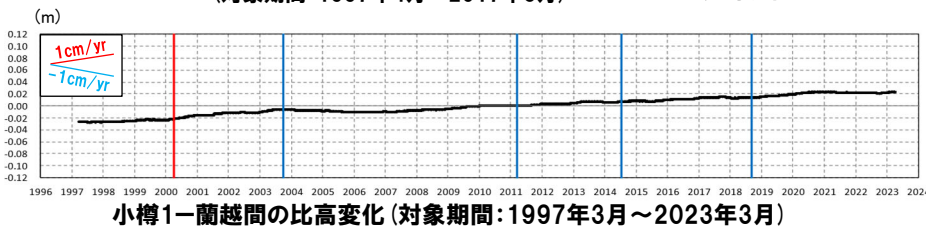
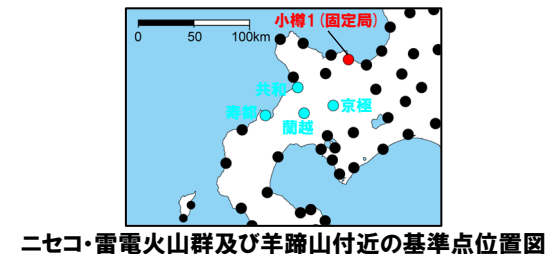
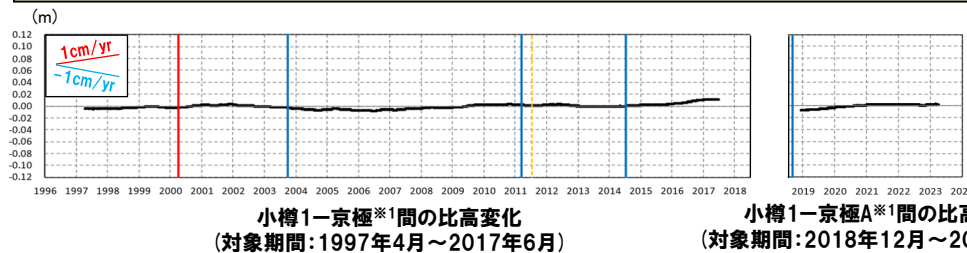
④-3 新しい火口の開口及び地殻変動に関する個別評価 (地殻変動) (1/5)

【上下変動】

- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山付近の4基準点 (京極※1, 共和, 寿都及び蘭越) について, F5解を使用し, 各電子基準点設置以降から2023年3月までの上下変動を示す。
- 固定局は, ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山と同様に東北日本弧延長部に位置し, 第四紀火山から距離があること等を踏まえ, 小樽1地点とした。
- 季節変化に伴う影響 (気象条件に関するノイズ, 電子基準点周辺の樹木の生長等) を除去するために, 各基準点の上下変動について1年間の移動平均グラフを作成した。



○ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山付近の上下変動は, 一部基線において, プレート間固着効果等による定常的な隆起及び1993年北海道南西沖地震の余効変動 (補足説明資料4.1章参照) に伴うと考えられる隆起に由来する小樽1地点との相対的な差異を捉えているものと考えられ, これ以外に継続的かつ顕著な比高変化は認められない。



- 2000年3月有珠山噴火
- 2003年9月十勝沖地震
- 2011年3月東北地方太平洋沖地震
- 2014年7月胆振地方中東部の地震
- 2018年9月北海道胆振東部地震
- 伐木

※1 電子基準点「京極」については2017年6月に運用を停止し, 同年12月からは「京極A」が運用を開始していることから, 2017年12月以降は「京極A」のデータを用いる。

※2 電子基準点「寿都」の運用期間は2021年7月に終了している。

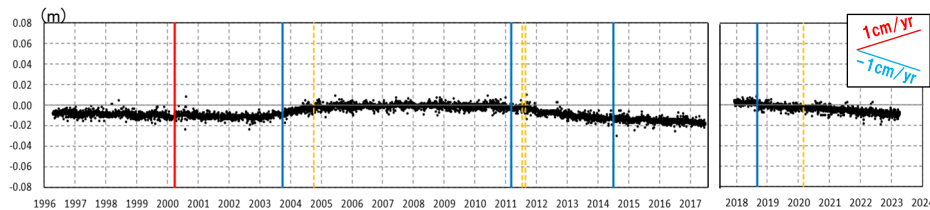
4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

④-3 新しい火口の開口及び地殻変動に関する個別評価 (地殻変動) (2/5)

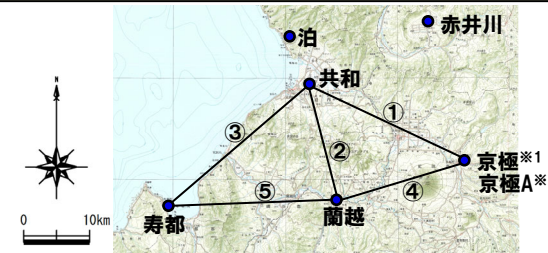
【基線長変化】

- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山付近の4基準点(京極※1, 共和, 寿都及び蘭越)を結んだ5基線について, F5解を使用し, 各電子基準点設置以降から2023年3月までとしたの基線長変化を示す。
- 噴火, 地震, 伐木イベント等による不連続を除去するため, 右下黒枠内に示すイベントについて, イベント前後7日間の平均値を基に不連続を除去する補正を実施した。

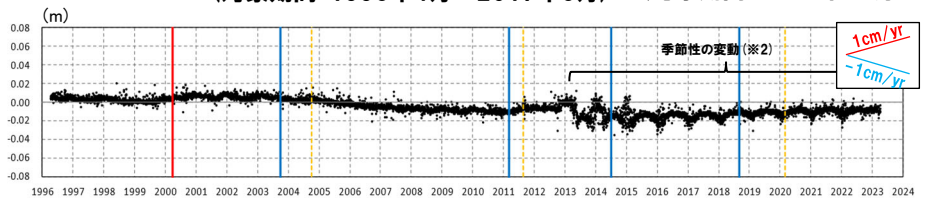
○ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山付近の基線長変化は, 一部基線において, プレート間固着効果等による定常的な基線の伸びに加え, 1993年北海道南西沖地震及び2003年十勝沖地震の余効変動(補足説明資料4.1章参照)に伴う基線の伸びが認められるが, これ以外に継続的かつ顕著な膨張又は収縮傾向は認められない。



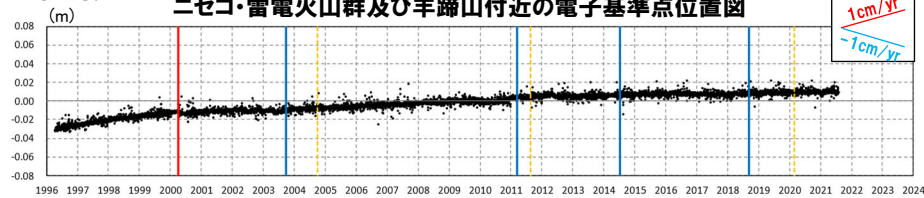
① 共和-京極間の基線長変化 (対象期間: 1996年4月~2017年6月) ①' 共和-京極A間の基線長変化 (対象期間: 2017年12月~2023年3月)



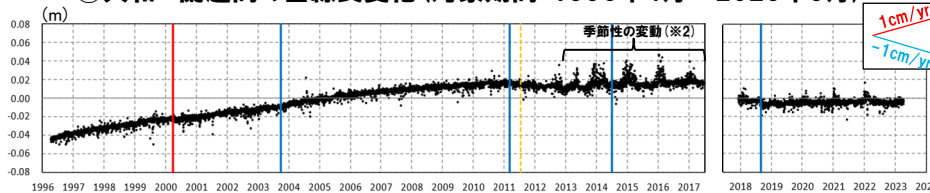
ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山付近の電子基準点位置図



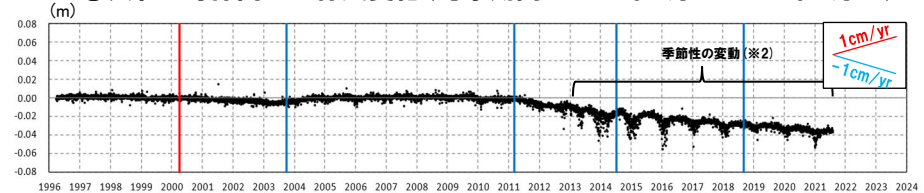
② 共和-蘭越間の基線長変化 (対象期間: 1996年4月~2023年3月)



③ 共和-寿都間の基線長変化 (対象期間: 1996年4月~2021年7月※3)



④ 京極-蘭越間の基線長変化 (対象期間: 1996年4月~2017年6月) ④' 京極A-蘭越間の基線長変化 (対象期間: 2017年12月~2023年3月)



⑤ 蘭越-寿都間の基線長変化 (対象期間: 1996年3月~2021年7月※3)

※1 電子基準点「京極」については2017年6月に運用を停止し, 同年12月からは「京極A」が運用を開始していることから, 2017年12月以降は「京極A」のデータを用いる。
 ※2 2013年頃から季節性的変動(1年周期で膨張又は収縮を繰り返す変動)と考えられるノイズが生じており, ⑤蘭越-寿都間では, 同じく2013年頃から基線の縮みが認められる。詳しい原因は不明であるが, 電子基準点「蘭越」の周辺において, 樹木の影や人口構造物の影響が生じている可能性がある。
 ※3 電子基準点「寿都」の運用期間は2021年7月に終了している。

補正対象イベント

- 2000年3月有珠山噴火
- 2003年9月十勝沖地震
- 2011年3月東北地方太平洋沖地震
- 2014年7月胆振地方中東部の地震
- 2018年9月北海道胆振東部地震
- 伐木

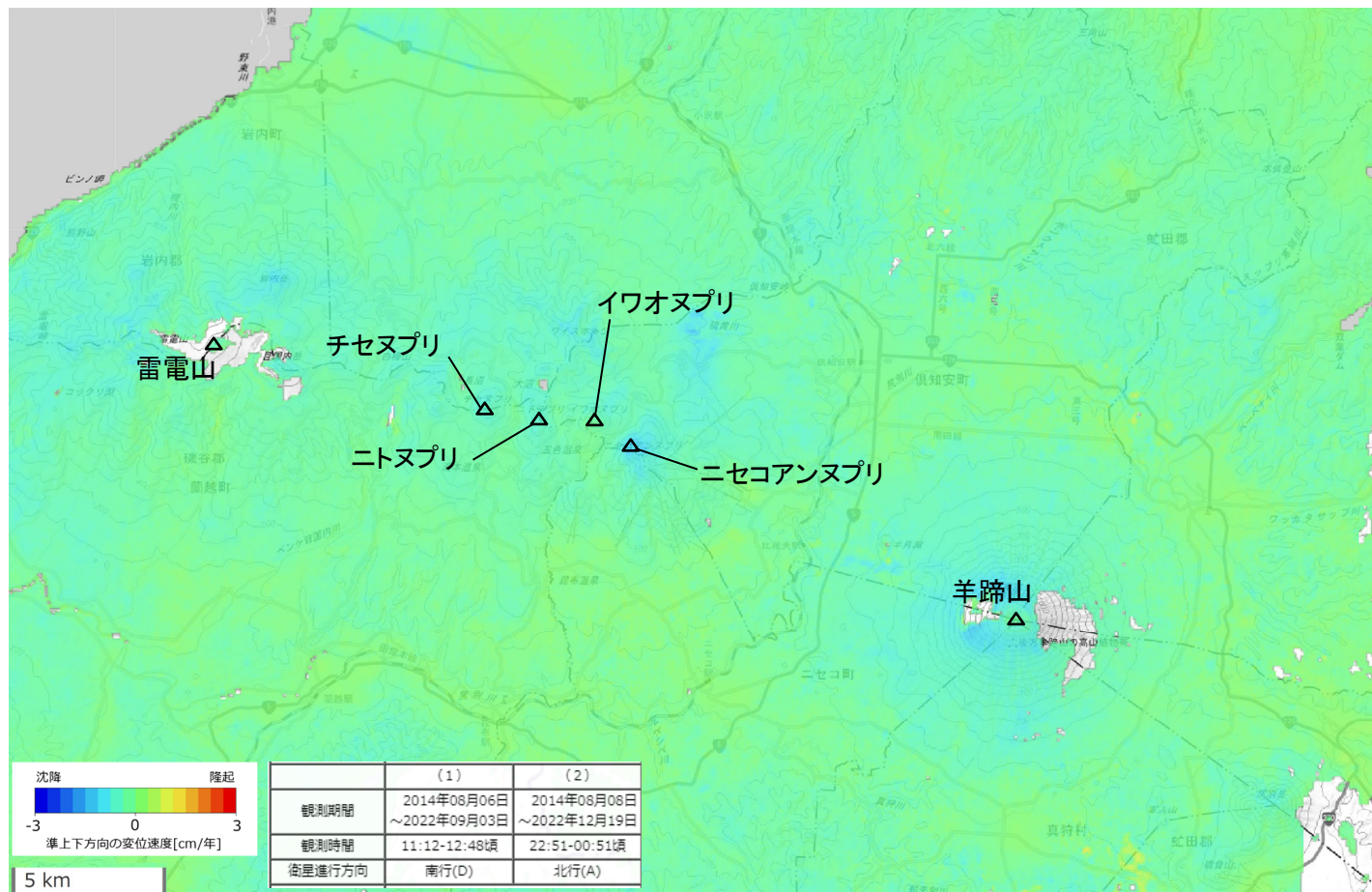
④-3 新しい火口の開口及び地殻変動に関する個別評価(地殻変動)(3/5)

再掲(R5/1/20審査会合)

【干渉SAR時系列解析(最新版)】

○2014年8月から2022年12月を対象とした干渉SAR時系列解析(国土地理院, 2023)※によれば, ニセコ・雷電火山群規模及び羊蹄山規模の顕著な地殻変動は認められない。

※国土地理院では, 宇宙航空研究開発機構(JAXA)が運用する衛星「だいち2号(ALOS-2)」のSARデータを使用し, 地表変動の監視を行っている。2023年3月に日本全域の干渉SAR時系列解析結果をHP上で公表した。ここで示す干渉SAR時系列解析結果は大規模な地震に伴う地殻・地盤変動及びプレート運動等に伴う広い範囲に生じる地殻変動は除去されている。



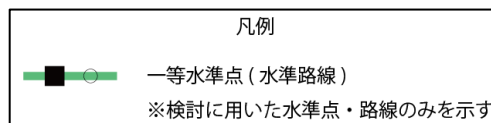
ニセコ・雷電火山群周辺及び羊蹄山周辺における2014-2022年間の干渉SAR時系列解析結果
(準上下成分の変位速度)(国土地理院(2023)に加筆)

④-3 新しい火口の開口及び地殻変動に関する個別評価(地殻変動) (4/5)

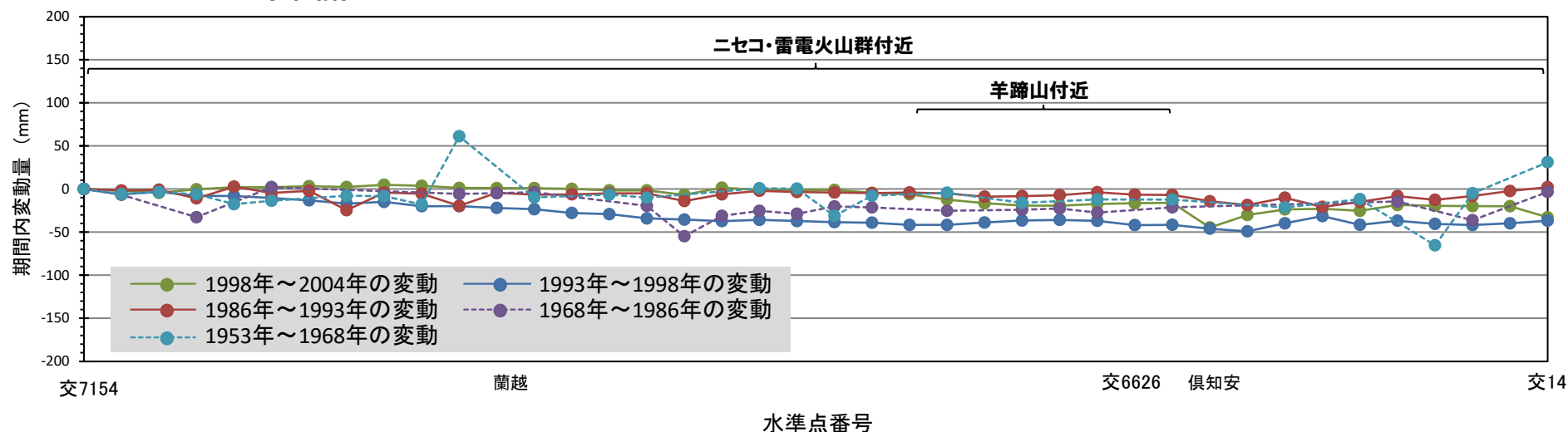
再掲 (R3/10/14審査会合)

【水準測量】

- 過去約50年間におけるニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の水準点の上下変動を示す。水準測量のデータは国土地理院一等水準点検測成果集録を使用した。
- 当該検測成果集録においては、ニセコ・雷電火山群規模及び羊蹄山規模の顕著な隆起又は沈降は認められない。



水準路線



水準路線(水準点番号:交7154-交14)沿いの期間内変動量(固定点:交7154)

④-3 新しい火口の開口及び地殻変動に関する個別評価(地殻変動)(5/5)

一部修正(H25/12/18審査会合)

○地殻変動については、青木(2016)によれば、マグマだまりにマグマが注入されると、マグマだまりが増圧し山体は膨張するとされている。このため、地殻変動がマグマの移動・上昇等の活動を示す場合があると考えられることから、ニセコ・雷電火山群規模又は羊蹄山規模の地殻変動の状況を確認するため、電子基準点等のデータを整理した。

【地殻変動(上下変動及び基線長変化)】(P254~P255参照)

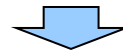
- ニセコ・雷電火山群又は羊蹄山付近の上下変動は、一部基線において、プレート間固着効果等による定常的な隆起及び1993年北海道南西沖地震の余効変動に伴うと考えられる隆起に由来する小樽1地点との相対的な差異を捉えているものと考えられ、これ以外に継続的かつ顕著な比高変化は認められない。
- ニセコ・雷電火山群又は羊蹄山付近の基線長変化は、一部基線において、プレート間固着効果等による定常的な基線の伸びに加え、1993年北海道南西沖地震及び2003年十勝沖地震の余効変動に伴う基線の伸びが認められるが、これ以外に継続的かつ顕著な膨張又は収縮傾向は認められない。

【地殻変動(干渉SAR)】(P256参照)

- ニセコ・雷電火山群規模又は羊蹄山規模の顕著な地殻変動は認められない。

【地殻変動(水準測量)】(P257参照)

- 国土地理院一等水準点検測成果集録においては、ニセコ・雷電火山群規模及び羊蹄山規模の顕著な隆起又は沈降は認められない。



○ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の地殻変動は、プレート間固着効果等に伴う定常的な変動及び周辺の地震による余効変動等は認められるが、これ以外に継続的かつ顕著な変位の累積は認められない。

④-4 新しい火口の開口及び地殻変動に関する個別評価 (気象庁「火山活動解説資料」) (1/2)

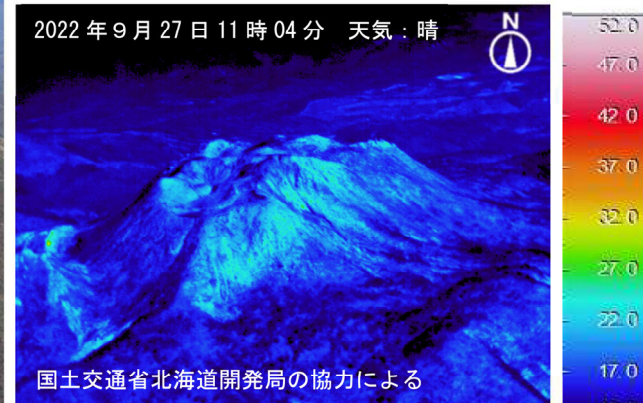
一部修正 (H25/12/18審査会合)

【ニセコ・雷電火山群】

- 気象庁では、ニセコ・雷電火山群のうち最新の火山活動が起こっているイワオヌプリについて、平成16年から不定期に、火山活動解説資料を報告している。
- 調査項目は、山体の上空からの観測及び赤外熱映像装置による観測である。
- 近年では、イワオヌプリには「噴気や地熱域は認められず、噴火の兆候は認められない」とされている。



2022年9月27日
国土交通省北海道開発局の協力による
イワオヌプリに噴気は認められない
(上空から撮影, 気象庁HPより)



2022年9月27日 11時04分 天気:晴
国土交通省北海道開発局の協力による
イワオヌプリに地熱域は認められない
(赤外熱映像装置による地表面温度分布, 気象庁HPより)

イワオヌプリに関する火山活動解説資料 (気象庁HP) を整理した表

年	月	気象庁の見解 (火山活動)	調査項目	備考
H16	5	噴気は認められない。	上空からの観測	
H18	7	噴気や高温域は認められない。火山活動は静穏な状況。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H19	5	噴気や高温域は認められない。火山活動は静穏な状況。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H20	3	噴気や地熱域は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は認められない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	H19. 12. 11に噴火予報 (正常) を発表
	6	噴気や地熱域は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は認められない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H23	7	噴気や日射の影響を上回る地熱域は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H24	3	噴気は認められず、地熱域の状況に特段の変化はない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H26	9	噴気は認められない。火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。	上空からの観測	
H27	7	噴気は認められない。火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。	上空からの観測	
H28	8	噴気は認められず、地熱域の状況に特段の変化はない。火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H29	8	噴気は認められず、地熱域の状況に特段の変化はない。火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
R1	8	噴気は認められず、地熱域の状況に特段の変化はない。火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
R4	9	噴気は認められず、地熱域の状況に特段の変化はない。火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	

4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

④-4 新しい火口の開口及び地殻変動に関する個別評価 (気象庁「火山活動解説資料」) (2/2)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

【羊蹄山】

- 気象庁では、羊蹄山について、平成16年から不定期に、火山活動解説資料を報告している。
- 調査項目は、山体の上空からの観測及び赤外熱映像装置による観測である。
- 近年では、羊蹄山には「噴気や地熱域は認められず、噴火の兆候は認められない」とされている。



羊蹄山に噴気は認められない
(上空から撮影, 気象庁HPより)

羊蹄山に地熱域は認められない
(赤外熱映像装置による地表面温度分布, 気象庁HPより)

羊蹄山に関する火山活動解説資料 (気象庁HP) を整理した表

年	月	気象庁の見解 (火山活動)	調査項目	備考
H16	5	噴気は認められない。	上空からの観測	
H18	7	噴気は認められず、火山活動は静穏な状況。前回観測時と比べて、火口の地形等の状況に変化はなし。	上空からの観測	
H19	5	噴気や地熱域は認められず、火山活動は静穏な状況。前回観測時と比べて、火口の地形等の状況に変化はなし。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H20	6	噴気, 地熱域, 地形変化は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	H19. 12. 1に噴火予報 (正常) を発表
H23	7	噴気や日射の影響を上回る地熱域は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H24	3	噴気や地熱域は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測	
H27	7	噴気や地熱域は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測	
H28	8	噴気や地熱域は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H29	8	噴気や地熱域は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
R1	8	噴気や地熱域は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
R4	9	噴気や地熱域は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	

⑤ ニセコ・雷電火山群の地下構造 (1/5)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

【目的】

○ニセコ・雷電火山群については、いずれの設計対応不可能な火山事象も、運用期間中に敷地に到達する可能性又は敷地に影響を与える可能性は十分小さいと評価されるが、当該火山は、火山噴出物(降下火砕物を除く)が敷地近傍に認められることから、地下構造(地震波速度構造及び比抵抗構造)についても確認する。



【各項目における検討結果】

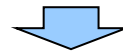
(地震波速度構造) (次頁～P263参照)

- ニセコ・雷電火山群直下の上部地殻(約20km以浅)を広く確認の上、さらに火山直下の約10km程度以浅の状況を確認した結果、メルトの存在を示唆する低Vpかつ高Vp/Vs領域は認められない。
- ニセコ・雷電火山群のうち、主に現在の活動中心であるイワオヌプリ(P232参照)直下の上部地殻内に、低周波地震群が認められる。

(比抵抗構造) (P264～P265参照)

- Tamura et al. (2022)によれば、ニセコ火山群中央部(チセヌプリ・ニトヌプリ・イワオヌプリ)の地下-2km以深には鉛直方向に延びる低比抵抗領域が認められ、当該領域の深部には、超臨界地熱流体*が存在する可能性があるとされている。
- Oka et al. (2023)によれば、イワオヌプリの直下には、深部のマグマ溜まりから離散したマグマが存在し、地熱貯留層を形成している可能性があるとされている。

*火山地帯の地下深部(深度約3～5km)にある超臨界状態(温度374℃、圧力22MPa以上)の地熱流体。中道(2022)における「超臨界流体」に対応するものと考えられ、中道(2022)によれば、「超臨界流体」は水または二酸化炭素とされている。



- イワオヌプリの直下に、マグマや熱水などの流体が関与して発生していると考えられる低周波地震群が認められ、深部のマグマ溜まりから離散したマグマが存在する可能性があることは、複数の文献において現在の活動中心はイワオヌプリであるとされていること(P232参照)と調和的な状況にあると判断される。

4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

⑤ ニセコ・雷電火山群の地下構造 (地震波速度構造) (2/5)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

○防災科学技術研究所HP上では、「日本列島下の三次元地震波速度構造 (2022年度版)」として、Hi-net、F-net及びS-netの観測網による地震記録を用いた、海域を含む日本全国を対象とした地震波トモグラフィ解析結果を公開している (解析手法等の詳細はMatsubara et al. (2022) に記載)。その公開データを用いて、当社がニセコ・雷電火山群周辺における水平・鉛直断面図を作成した。

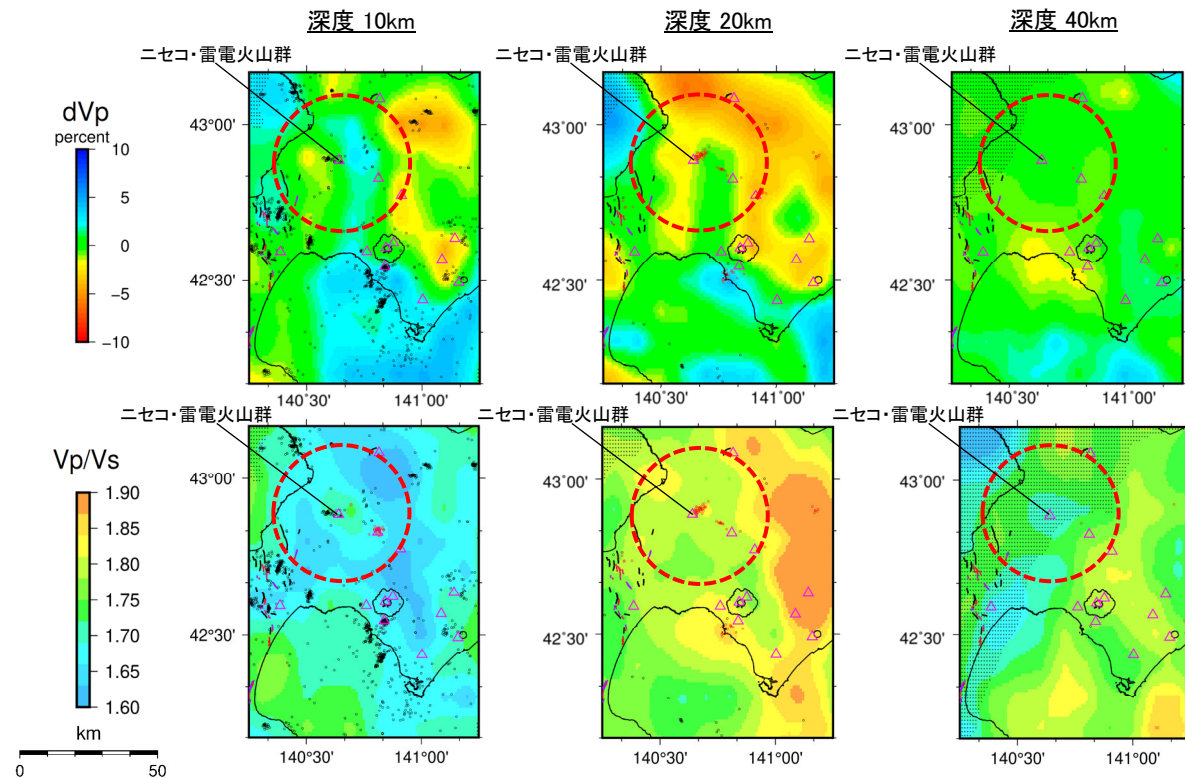


○ニセコ・雷電火山群直下の上部地殻 (約20km以浅) を広く確認の上、さらに火山直下の約10km程度以浅の状況を確認した結果、メルトの存在を示唆する低Vpかつ高Vp/Vs領域は認められない。
 ○ニセコ・雷電火山群のうち、主に現在の活動中心であるイワオヌプリ直下の上部地殻内に、低周波地震群が認められる。

【当社におけるマグマ溜まりの状況の検討方法 (P92~P96参照)】

- 地球物理学的調査のうち、地下構造については、上部地殻 (約20km以浅) を広く確認の上、さらに火山直下の約10km程度以浅の状況を確認することとする。
- 地震波速度構造については、メルトの存在を示唆する低Vpかつ高Vp/Vs領域が存在するか否かを確認する。
- 地震波速度構造について確認する際は、低周波地震の分布状況についても考慮する。

凡例	
▲	第四紀火山
●	震源 (MJMA ≥ 0)
●	低周波地震の震源 (期間: 2000/10/1-2020/12/31)
半透明黒色部	チェッカーボードテストの復元率が20%以下の範囲
—	活断層
—	推定活断層 } 今泉ほか編 (2018) をトレース
○	ニセコ・雷電火山群を中心とした、半径25kmの範囲

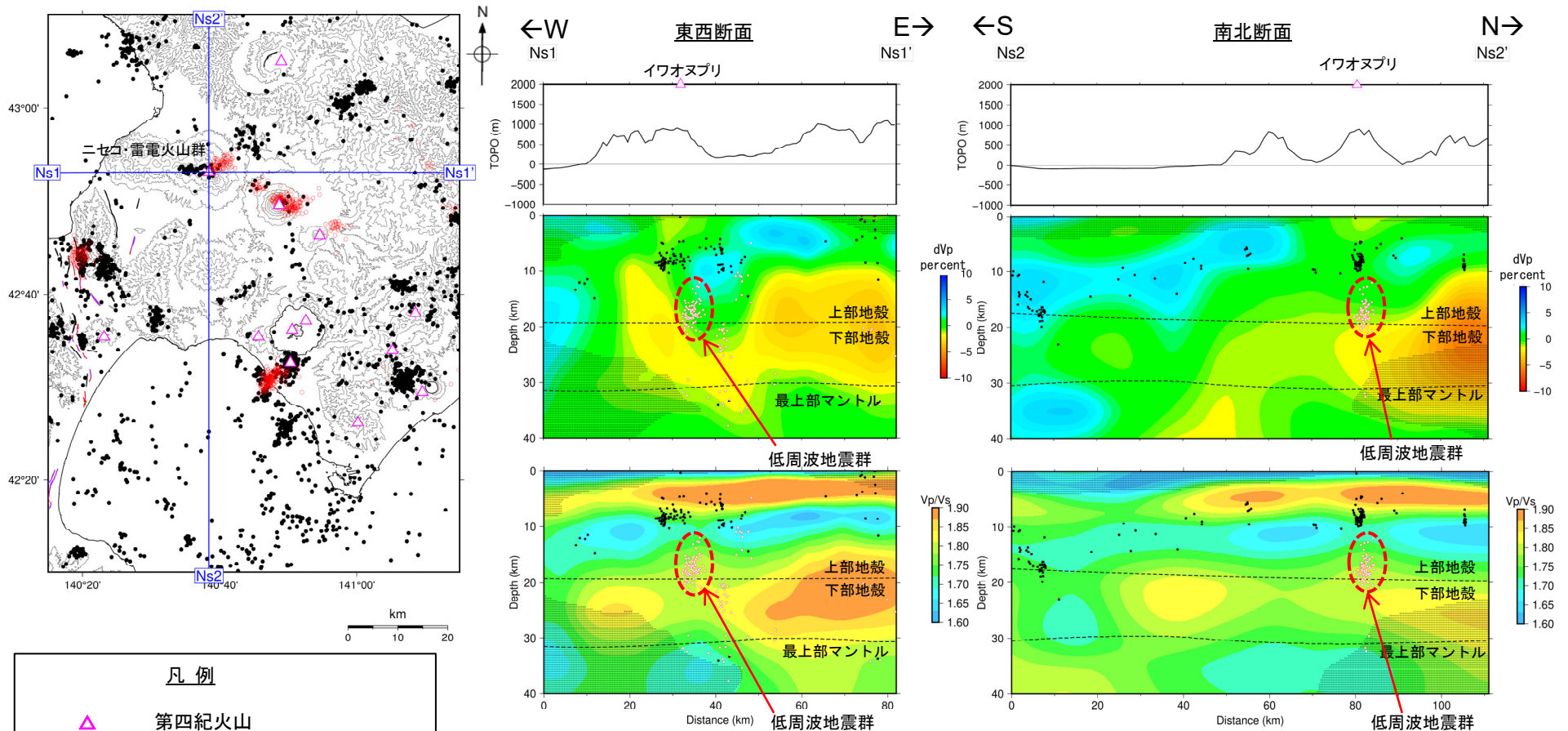


地震波速度構造 (水平断面)

4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

⑤ ニセコ・雷電火山群の地下構造 (地震波速度構造) (3/5)

一部修正 (R3/10/14審査会合)



地震波速度構造 (鉛直断面)

・深度約10km程度以浅には、メルトの存在を示唆する低Vpかつ高Vp/Vs領域は認められない
 ・ニセコ・雷電火山群のうち、主に現在の活動中心であるイワオヌプリ (P232参照) 直下の上部地殻内に、低周波地震群が認められる

凡例

- △ 第四紀火山
- 黒点 震源 (MJMA ≥ 0)
- 赤点 低周波地震の震源 (期間: 2000/10/1-2020/12/31)
- 半透明黒色部 チェッカーボードテストの復元率が20%以下の範囲
- 活断層
- 推定活断層

今泉ほか編 (2018) をトレース

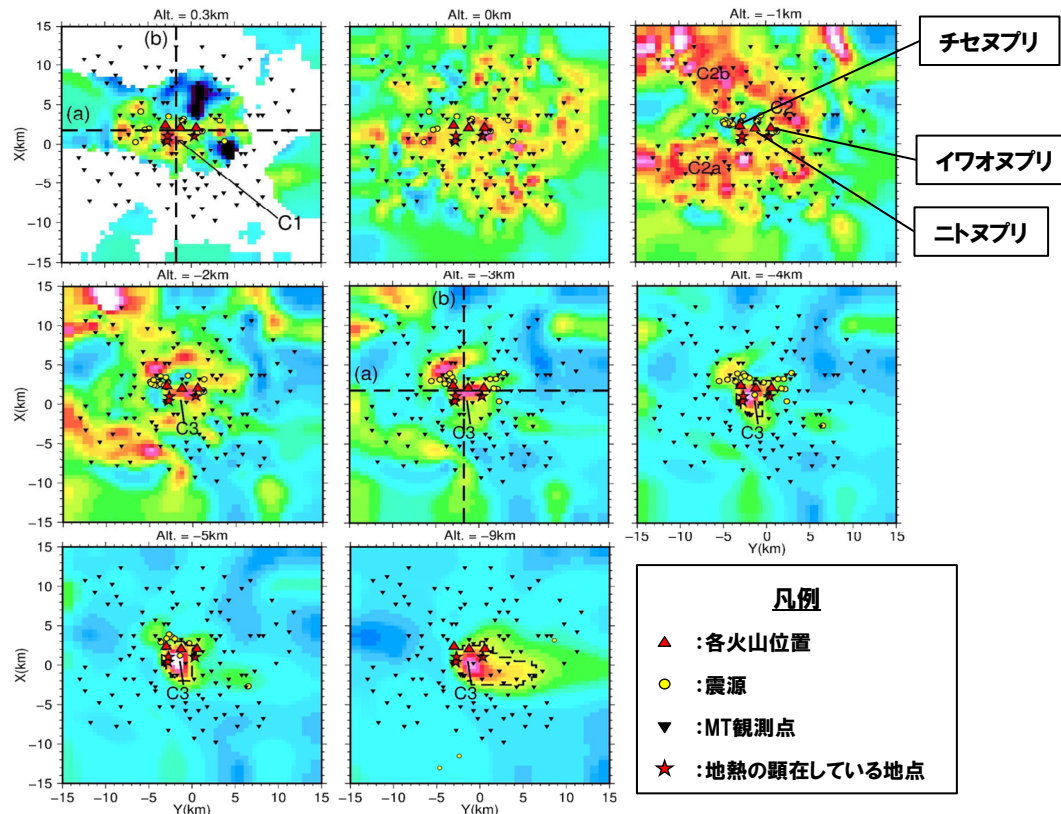
鉛直断面に記載している火山は、断面位置を中心に±5km内の火山を投影した。なお、水平方向の分解能は約20km。鉛直方向の分解能は深さごとに異なるが、深さ0km~10kmでは分解能約5km、深さ10km~40kmでは分解能約10kmである。上部地殻と下部地殻の境界(コンラッド面)はZhao et al. (1992)、下部地殻と最上部マントルの境界(モホ面)はMatsubara et al. (2017)をトレースした。また、断面から±5kmの範囲の地震をプロットした。

⑤ ニセコ・雷電火山群の地下構造 (比抵抗構造) (4/5)

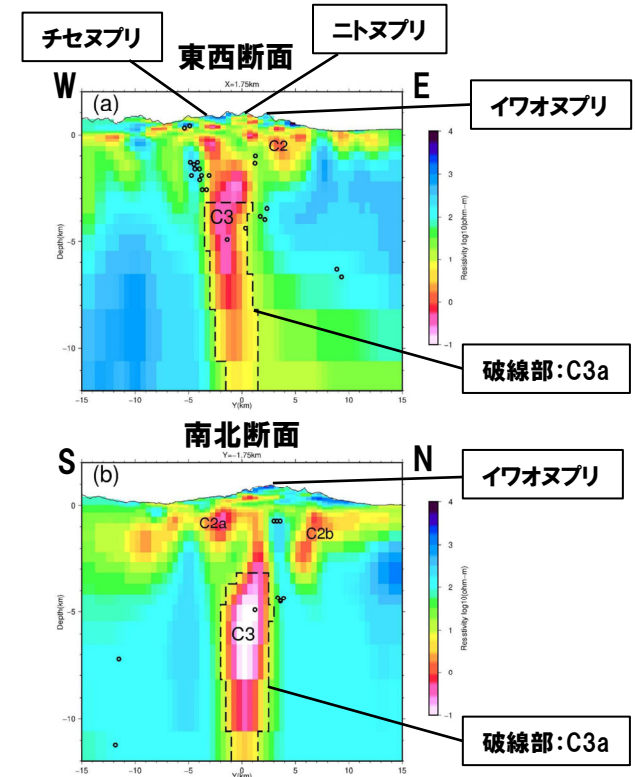
一部修正 (R5/1/20審査会合)

- Tamura et al. (2022) によれば、ニセコ火山群中央部 (チセヌプリ・ニトヌプリ・イワオヌプリ) の周囲においては、比抵抗値が $10 \Omega\text{m}$ 以下の低比抵抗領域が認められ (左図中の「C1」), これは熱水変質した火山砕屑物や地熱水によるものと考えられるとされている。
- ニセコ火山群の地下-1kmに広く認められる低比抵抗領域 (左図及び右図中の「C2」, 「C2a」及び「C2b」) については、当該深度に分布している泥岩、頁岩及び溶結凝灰岩によるものと考えられるとされている。
- また、最も特徴的な低比抵抗領域として、ニセコ火山群中央部 (チセヌプリ・ニトヌプリ・イワオヌプリ) の地下-2km以深に明瞭な鉛直方向に延びる低比抵抗領域が存在するとされており (左図及び右図中の「C3」), この領域のうち比抵抗値が $10 \Omega\text{m}$ 以下の低比抵抗領域 (C3a) には、超臨界地熱流体*が存在する可能性があると考えられている。

*火山地帯の地下深部 (深度約3~5km) にある超臨界状態 (温度 374°C , 圧力 22MPa 以上) の地熱流体。中道 (2022) における「超臨界流体」に対応するものと考えられ、中道 (2022) によれば、「超臨界流体」は水または二酸化炭素とされている。



ニセコ・雷電火山群の地下比抵抗構造 (水平断面) (Tamura et al. (2022) に加筆)



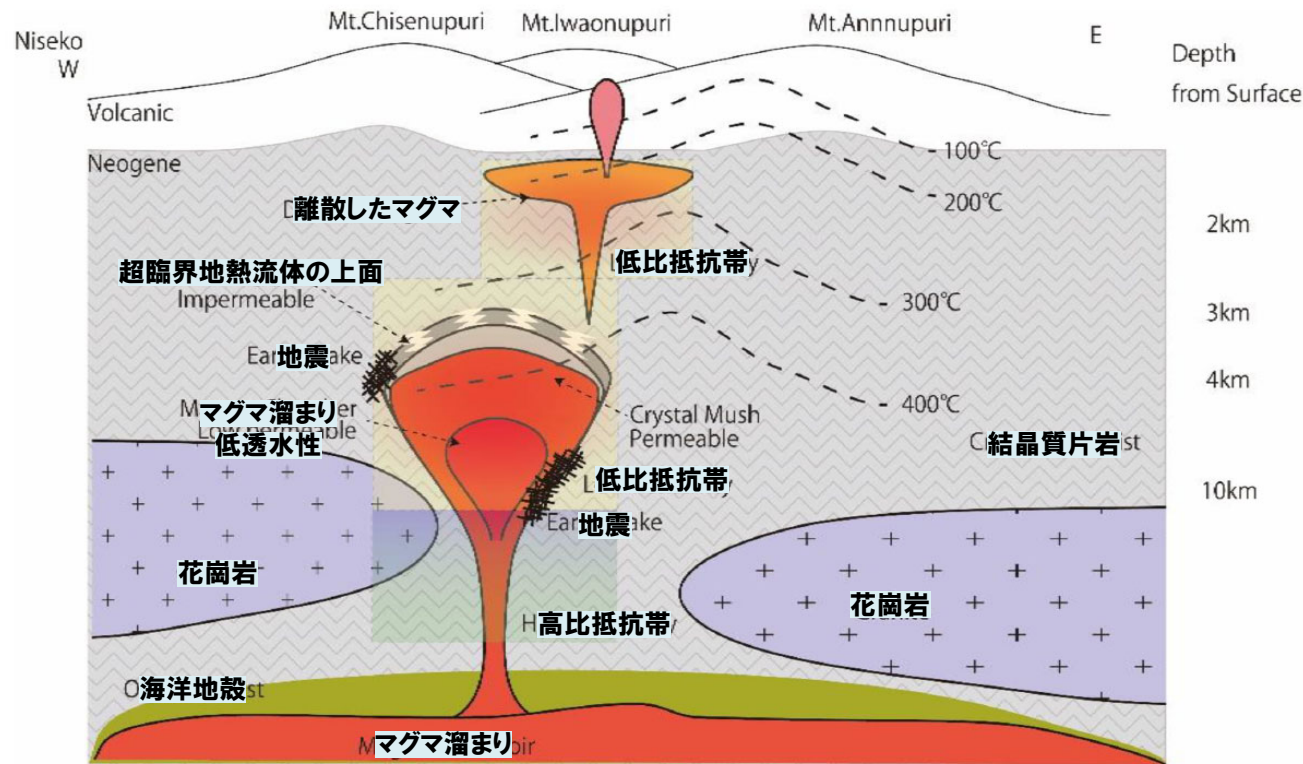
ニセコ・雷電火山群の地下比抵抗構造 (鉛直断面) (Tamura et al. (2022) に加筆)
 黒○は震源を示す。断面位置は左図参照

⑤ ニセコ・雷電火山群の地下構造 (比抵抗構造) (5/5)

一部修正 (R5/1/20審査会合)

- Tamura et al. (2022) を含む複数の文献をもとにニセコ・雷電火山群における地質・熱構造の概念モデルを作成した Oka et al. (2023) によれば、イワオヌプリ及びチセヌプリの地下約-3kmに、高温 (380°C以上) かつ低比抵抗 (30 Ωm以下) である領域を検出したとされており、この領域にはマグマ溜まりが存在し、上面は超臨界地熱流体*の上面に相当するとされている。
- イワオヌプリの直下には、深部のマグマ溜まりから離散したマグマが存在し、地熱貯留層を形成している可能性があるとされている。

* 火山地帯の地下深部 (深度約3~5km) にある超臨界状態 (温度374°C, 圧力22MPa以上) の地熱流体。中道 (2022) における「超臨界流体」に対応するものと考えられ、中道 (2022) によれば、「超臨界流体」は水または二酸化炭素とされている。



ニセコ・雷電火山群における地質・熱構造の概念モデル
(Oka et al. (2023) に加筆)

5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象 の影響評価

1. 指摘事項及び回答概要	P. 4
2. 火山影響評価の概要	P. 42
3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 62
3.1 地理的領域にある第四紀火山	P. 65
3.2 将来の火山活動可能性の評価	P. 69
4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価	P. 76
4.1 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価	P. 79
4.1.1 火山活動の可能性評価	P. 81
4.1.2 巨大噴火の可能性評価	P. 91
4.1.2(1) 巨大噴火の可能性評価方法	P. 92
4.1.2(2) 巨大噴火の可能性評価(支笏カルデラ)	P. 100
4.1.2(3) 巨大噴火の可能性評価(倶多楽・登別火山群)	P. 142
4.1.2(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)	P. 184
4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価	P. 225
5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価	P. 266
5.1 降下火砕物の影響評価	P. 268
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物	P.
5.1.2 降下火砕物シミュレーション	P.
5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚	P.
5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価	P. 277
6. 火山活動のモニタリング	P. 278
6.1 監視対象火山	P. 280
6.2 モニタリングの実施方法及び火山の状態に応じた対処方針	P. 281
7. 火山影響評価のまとめ	P. 282
参考文献	P. 288

「5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価」及び「6. 火山活動のモニタリング」の詳細については今後説明予定

5.1 降下火砕物の影響評価（概要版）

降下火砕物の層厚評価の概要

【敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物】

- 立地評価における各種調査の結果から、検討対象となる降下火砕物を抽出した。
 - その結果、地理的領域外に給源を持つ白頭山苦小牧火山灰 (B-Tm)、始良Tn火山灰 (AT)、阿蘇4火山灰 (Aso-4) 及びクツチャロ羽幌 (Kc-Hb)、地理的領域内に給源を持つ支笏第1降下軽石 (Spfa-1)、クツタラ第2火山灰 (Kt-2)、洞爺火山灰 (Toya) 及び2000年有珠山噴火を抽出した。
 - また、敷地のF-1断層開削調査箇所においては、火山灰 (黄灰色B) 及び火山灰 (黄灰色A) ※1を抽出した。
- ↓
- これらの降下火砕物のうち、給源が特定できかつ運用期間中における同規模の噴火の可能性が十分小さいと評価できるもの以外で、最大の層厚を示すものは給源不明の火山灰 (黄灰色B) であり、層厚は最大で約23cmである。

	降下火砕物名	給源	同規模の噴火の可能性	手法	最大層厚
地理的領域外	白頭山苦小牧 (B-Tm)	白頭山	あり	文献調査	5~10cm
				地質調査	—
	始良Tn(AT)	始良カルデラ	なし	文献調査	0~5cm
				地質調査	—
地理的領域内	阿蘇4(Aso-4)	阿蘇カルデラ	なし	文献調査	15~20cm
				地質調査	5cm
	クツチャロ-羽幌 (Kc-Hb)	屈斜路カルデラ	なし	文献調査	0~10cm
				地質調査	—
地理的領域内	支笏第1降下軽石 (Spfa-1)	支笏カルデラ	なし	文献調査	<2cm
				地質調査	—※2
	クツタラ第2火山灰 (Kt-2)	倶多楽・登別火山群	なし	文献調査	0~10cm
				地質調査	—
地理的領域内	洞爺火山灰 (Toya)	洞爺カルデラ	なし	文献調査	30cm以上
				地質調査	70cm以上
給源不明※1	2000年有珠山噴火	有珠山	あり	文献調査	<0.01mm
				地質調査	—
	火山灰 (黄灰色B)※1	不明	不明	文献調査	—
				地質調査	約23cm
給源不明※1	火山灰 (黄灰色A)※1	不明	不明	文献調査	—
				地質調査	約18cm

【降下火砕物シミュレーション】

- 各種調査の結果から、敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある降下火砕物を抽出した。
 - これに加えて、原子力発電所の運用期間中における活動可能性が十分に小さいと判断できない13火山を給源とする降下火砕物のうち、分布状況が広がりを持つものを抽出した。
 - そのうち、現状において同規模の噴火の可能性のある降下火砕物から、等層厚線、噴出規模及び敷地までの距離を比較することで、En-a (恵庭岳) 及びYo-1 (羊蹄山) を抽出し、降下火砕物シミュレーション対象とした。
- ↓
- 降下火砕物シミュレーションを実施した結果、En-a (恵庭岳) 及びYo-1 (羊蹄山) の層厚は、以下のとおり。
 ・En-a (恵庭岳) : 16cm
 ・Yo-1 (羊蹄山) : 4.1cm

【設計に用いる降下火砕物の層厚】

- 最も層厚の大きい降下火砕物は給源不明の火山灰 (黄灰色B) の約23cmであることを踏まえ、設計に用いる降下火砕物の層厚は30cmとする。

※1 敷地のF-1断層開削調査箇所のスケッチに火山灰等と記載されている複数の堆積物のうち、「火山灰 (黄灰色) (上位)」及び「火山灰 (黄灰色) (下位)」(以降、火山灰 (黄灰色) のうち、下位のものを「火山灰 (黄灰色A)」、上位のものを「火山灰 (黄灰色B)」と呼称) については、噴出年代及び給源が不明な降下火砕物である可能性を否定できないことから、層厚評価の検討対象として取り扱う。一方、同開削調査箇所において火山灰等と記載されている複数の堆積物のうち、表土直下に分布する「火山灰 (灰白色)」及び「火山灰質シルト」は、スケッチに示されるとおり、旧地表面に沿って堆積しており、比較的新しい堆積物であると考えられることを踏まえると、敷地に認められる支笏第1降下軽石 (Spfa-1)、洞爺火山灰 (Toya) 及び対象火山灰に対比される火山ガラスが混在する堆積物と同様、同火山ガラスが混在する堆積物であると推定されることから、降下火砕物の層厚評価の検討対象としては扱わない (詳細は補足説明資料2.3.5章参照)。

※2 支笏第1降下軽石 (Spfa-1) は、宝田ほか (2022) を踏まえると、敷地及び敷地近傍に到達した (降灰した) 可能性が考えられるものの、地質調査においては認められない。一方で、支笏カルデラから敷地を越えて約50km離れた敷地前面海域において当該火山ガラスを多く含む堆積物 (層厚2cm) が確認されている (補足説明資料2.3.7章参照)。

5.1 降下火砕物の影響評価（概要版）

降下火砕物シミュレーション（結果概要）

- 敷地における降下火砕物の層厚を評価するため、Tephra2※を使用し、降下火砕物シミュレーションを実施した。
- シミュレーションによる評価対象となる降下火砕物として、次頁～P271に示すフローに従い、En-a（恵庭岳）及びYo-1（羊蹄山）を抽出した。
- Tephra2によるシミュレーションのフローを以下に示す。

※Tephra2：南フロリダ大学で開発された粒子で構成された噴煙柱を設定し、重力による落下と風の影響を考慮する移流拡散モデル

【対象となる降下火砕物の抽出】（次頁～P272に掲載）

現状における同規模の噴火の可能性評価、等層厚線、噴出規模及び敷地までの距離を比較し、シミュレーションによる評価対象となる降下火砕物を抽出した。



【降下火砕物シミュレーションに使用した風向・風速データ】

【再現解析】（En-aを例にした概要版をP274に掲載）

文献の等層厚線を再現できるパラメータをパラメータスタディにより検討し、以降の影響解析に用いるパラメータを決定した。



【影響解析】（En-aを例にした概要版をP275に掲載）

（影響解析に用いる仮想風の検討）
敷地方向への仮想風を作成するため、月別の風を用いた解析を実施し、最も敷地に影響のある月を選定した。

（敷地方向への仮想風を用いた検討）
上記で選定した月の風を用いて敷地方向への仮想風を作成し、解析を実施した。

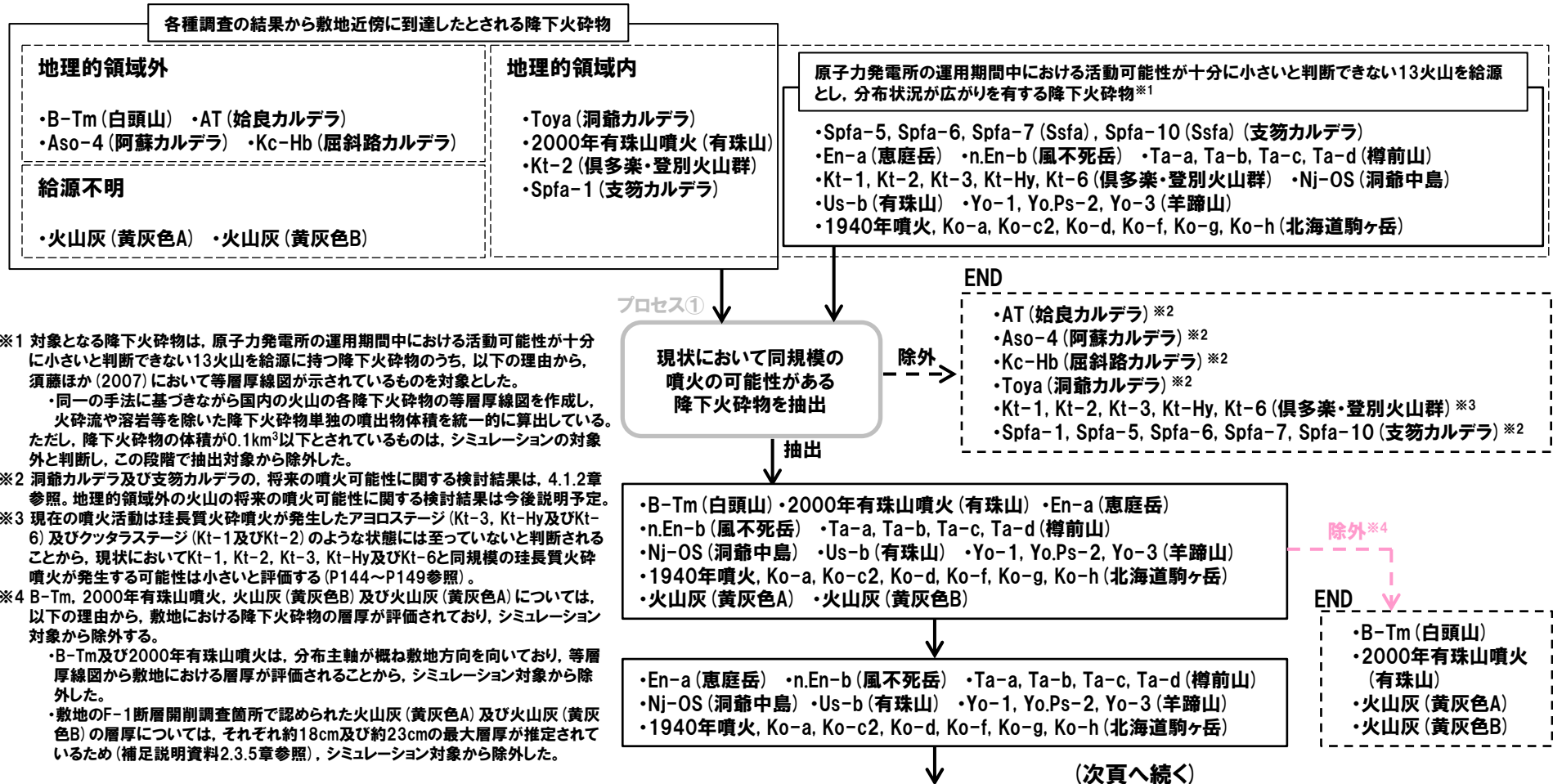


- シミュレーションによる敷地における降下火砕物の層厚は、以下の通りである。
 - ・En-a（恵庭岳）：16cm
 - ・Yo-1（羊蹄山）：4.1cm

5.1 降下火砕物の影響評価(概要版)

降下火砕物シミュレーション-対象となる降下火砕物の抽出(1/3)-

- 各種調査の結果から、敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある降下火砕物を抽出した。
- これに加えて、「原子力発電所の運用期間中における活動可能性が十分に小さいと判断できない13火山」を給源とする降下火砕物のうち、分布状況が広がりをもつものを抽出した。
- そのうち、現状において同規模の噴火の可能性がある降下火砕物から、等層厚線、噴出規模及び敷地までの距離を比較することで、En-a(恵庭岳)及びYo-1(羊蹄山)を抽出し、降下火砕物シミュレーション対象とした。



※1 対象となる降下火砕物は、原子力発電所の運用期間中における活動可能性が十分に小さいと判断できない13火山を給源に持つ降下火砕物のうち、以下の理由から、須藤ほか(2007)において等層厚線図が示されているものを対象とした。
 ・同一の手法に基づきながら国内の火山の各降下火砕物の等層厚線図を作成し、火砕流や溶岩等を除いた降下火砕物単独の噴出物体積を統一的に算出している。ただし、降下火砕物の体積が0.1km³以下とされているものは、シミュレーションの対象外と判断し、この段階で抽出対象から除外した。

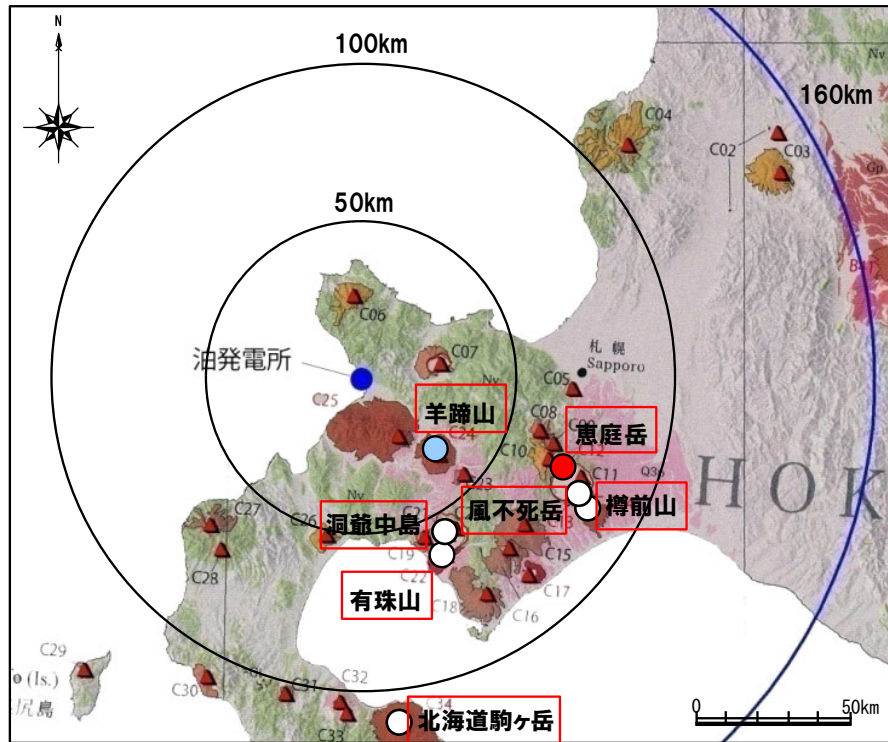
※2 洞爺カルデラ及び支笏カルデラの、将来の噴火可能性に関する検討結果は、4.1.2章参照。地理的領域外の火山の将来の噴火可能性に関する検討結果は今後説明予定。

※3 現在の噴火活動は珪長質火砕噴火が発生したアヨロステージ(Kt-3, Kt-Hy及びKt-6)及びクッタラステージ(Kt-1及びKt-2)のような状態には至っていないと判断されることから、現状においてKt-1, Kt-2, Kt-3, Kt-Hy及びKt-6と同規模の珪長質火砕噴火が発生する可能性は小さいと評価する(P144~P149参照)。

※4 B-Tm, 2000年有珠山噴火, 火山灰(黄灰色B)及び火山灰(黄灰色A)については、以下の理由から、敷地における降下火砕物の層厚が評価されており、シミュレーション対象から除外する。
 ・B-Tm及び2000年有珠山噴火は、分布主軸が概ね敷地方向を向いており、等層厚線図から敷地における層厚が評価されることから、シミュレーション対象から除外した。
 ・敷地のF-1断層開削調査箇所でも認められた火山灰(黄灰色A)及び火山灰(黄灰色B)の層厚については、それぞれ約18cm及び約23cmの最大層厚が推定されているため(補足説明資料2.3.5章参照)、シミュレーション対象から除外した。

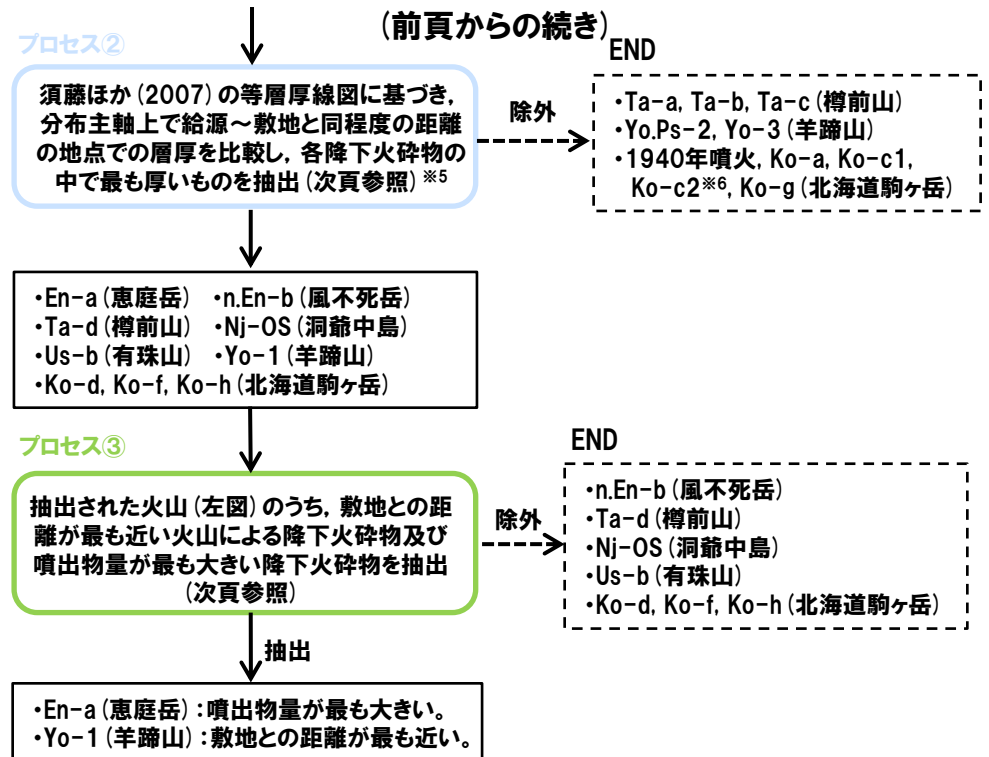
5.1 降下火砕物の影響評価 (概要版)

降下火砕物シミュレーション-対象となる降下火砕物の抽出 (2/3) -



プロセス②で抽出された火山の位置図

- 敷地との距離が最も近い
- 噴出物量が最も大きい



※5 再現解析における再現性の確認項目の1つとして、給源から敷地までの距離前後において、解析結果の等層厚線と文献の等層厚線が調和的であるかどうかに着目している。同じ火山の降下火砕物で当該距離付近の層厚が相対的に薄いものについては、影響解析における敷地の層厚についても相対的に薄くなると考えられることから、当該プロセスを実施している。

※6 須藤ほか(2007)によれば、既存の公表資料中の等層厚線図のうち、線が閉じていないものについては、図学的な処理を施して未完成の各等層厚線を補間し、各降下火砕物の体積を計算したとされている。その結果、体積を計算した降下火砕物のうち、須藤ほか(2007)時点において既に公表されている文献に示される体積と比較して、求めた体積のほうが小さかったユニットは19%、大きかったユニットは5%であったとされている。Ko-c2については、個別文献による噴出量(山元ほか(2014)による0.1km³(DRE))と比較して極端に値が大きいため、遠方まで等層厚線図が外挿されることで、体積が過大に計算されている可能性があると考え、プロセス②の段階でシミュレーション対象から除外した。

5.1 降下火砕物の影響評価(概要版)

降下火砕物シミュレーション-対象となる降下火砕物の抽出(3/3)-

各種調査の結果から抽出された降下火砕物

火山名	テフラ名	現状において同規模の噴火の可能性	分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離の地点での層厚	須藤ほか(2007)による噴出量(km ³)	敷地との距離(km)
C11 支笏カルデラ	Spfa-1	なし	—	32.49	74.8
	Spfa-5	なし	—	0.3	
	Spfa-6	なし	—	4.77	
	Spfa-7 (Ssfa)	なし	—	8.85	
	Spfa-10 (Ssfa)	なし	—	1.41	
C12 恵庭岳	En-a	あり	50～100cm	5.64	68.6
C13 風不死岳	n.En-b	あり	0cm	0.84	77.7
C14 樽前山	Ta-a	あり	10～25cm	3.57	80.2
	Ta-b	あり	25～50cm	7.92	
	Ta-c	あり	25～50cm	3.10	
	Ta-d	あり	50～100cm	1.87	
C17 倶多楽・登別火山群	Kt-1	なし	—	14.73	80.5
	Kt-2	なし	—	4.87	
	Kt-3	なし	—	11.67	
	Kt-Hy	なし	—	0.12	
	Kt-6	なし	—	3.96	
C20 洞爺カルデラ	Toya	なし	—	67.23	54.8
C21 洞爺中島	Nj-Os	あり	10～25cm	0.81	55.1
C22 有珠山	Us-b	あり	50～100cm	1.50	60.7
C24 羊蹄山	Yo-1	あり	50～100cm	0.53	33.8
	Yo.Ps-2	あり	10～25cm	0.17	
	Yo-3	あり	25～50cm	0.33	
C34 北海道駒ヶ岳	Ko-1940	あり	0cm	0.68	109.0
	Ko-a	あり	0cm	0.24	
	Ko-c2	あり	50～100cm*	25.74	
	Ko-d	あり	0～10cm	1.54	
	Ko-f	あり	0～10cm	0.63	
	Ko-g	あり	0cm	1.98	
	Ko-h	あり	0～10cm	2.49	

■ : プロセス①においてシミュレーション対象から除外した降下火砕物 ■ : プロセス③においてシミュレーション対象から除外した降下火砕物

■ : プロセス②においてシミュレーション対象から除外した降下火砕物 ■ : シミュレーション対象となる降下火砕物

※須藤ほか(2007)によれば、既存の公表資料中の等層厚線図のうち、線が閉じていないものについては、図学的な処理を施して未完成の各等層厚線を補間し、各降下火砕物の体積を計算したとされている。その結果、体積を計算した降下火砕物のうち、須藤ほか(2007)時点において既に公表されている文献に示される体積と比較して、求めた体積のほうが小さかったユニットは19%、大きかったユニットは5%であったとされている。Ko-c2については、個別文献による噴出量(山元ほか(2014)による0.1km³(DRE))と比較して極端に値が大きいため、遠方まで等層厚線図が外挿されることで、体積が過大に計算されている可能性があると考え、プロセス②の段階でシミュレーション対象から除外した。

余白

5.1 降下火砕物の影響評価 (概要版)

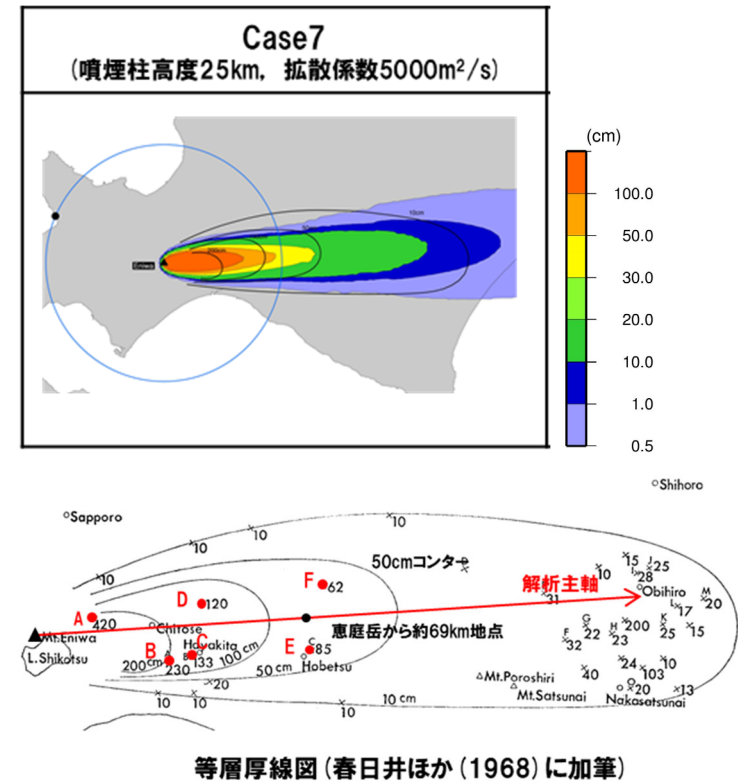
降下火砕物シミュレーション-En-a (恵庭岳の再現解析) -

- 影響解析に用いるパラメータを決定するため、再現解析を実施した。
- 再現解析においては、文献に示されるEn-a (恵庭岳) の等層厚線を再現できるパラメータを検討した。
- パラメータは主に文献を基に設定し、噴煙柱高度及び拡散係数については、文献の記載に幅があるため、これらについてはパラメータスタディを実施し、春日井ほか (1968) の等層厚線を再現できるパラメータ (下表) を検討した*1。
- 噴煙柱高度及び拡散係数について計12ケースのパラメータスタディを実施し、文献の等層厚線を再現できる最適ケースを選定した。
- 解析層厚が文献層厚により近い地点が最も多く、分布形状も概ね整合しているCase7を最適ケースとして選定した。

入力パラメーター一覧及び設定根拠

パラメータ		単位	値	設定根拠	
パラメータスタディ	噴煙柱高度	km	20, 25 , 30	町田・新井 (2011) によるVEI5の噴煙柱高度 (25km~) を参考に設定	
	拡散係数	m ² /s	500, 1000, 5000 , 10000	萬年 (2013) を参考に設定	
その他パラメータ	噴出物量	kg	5.64E+12	須藤ほか (2007) より設定	
	粒径	最大粒径	φ	-7	春日井ほか (1974) より設定*1
		最小粒径	φ	10	Tephra2に関する文献*2より設定
		中央粒径	φ	-0.5	春日井ほか (1974) より設定*1
		標準偏差	φ	3	Tephra2に関する文献*2より設定
	密度	岩片密度	kg/m ³	2600	Tephra2に関する文献*2より設定
		軽石密度	kg/m ³	1000	Tephra2に関する文献*2より設定
	みかけ渦拡散係数	m ² /s	0.04	萬年 (2013) より設定	
	落下時間閾値	s	3600	萬年 (2013) より設定	
	計算分割高	m	約100	萬年 (2013) より設定	

赤枠は、最適ケースのパラメータを示す。



*1 粒径のうち、最大粒径及び中央粒径については、春日井ほか (1974) に基づき設定した。春日井ほか (1974) においては、複数地点の試料に対して粒度分析を実施しており、最大粒径及び中央粒径についてTephra2に関する文献*2に基づく値を用いるよりも再現性が向上することを確認している。

*2 Forecasting Tephra Dispersion Using TEPHRA2, Michigan Technological University

5.1 降下火砕物の影響評価 (概要版)

降下火砕物シミュレーション-En-a (恵庭岳の影響解析) -

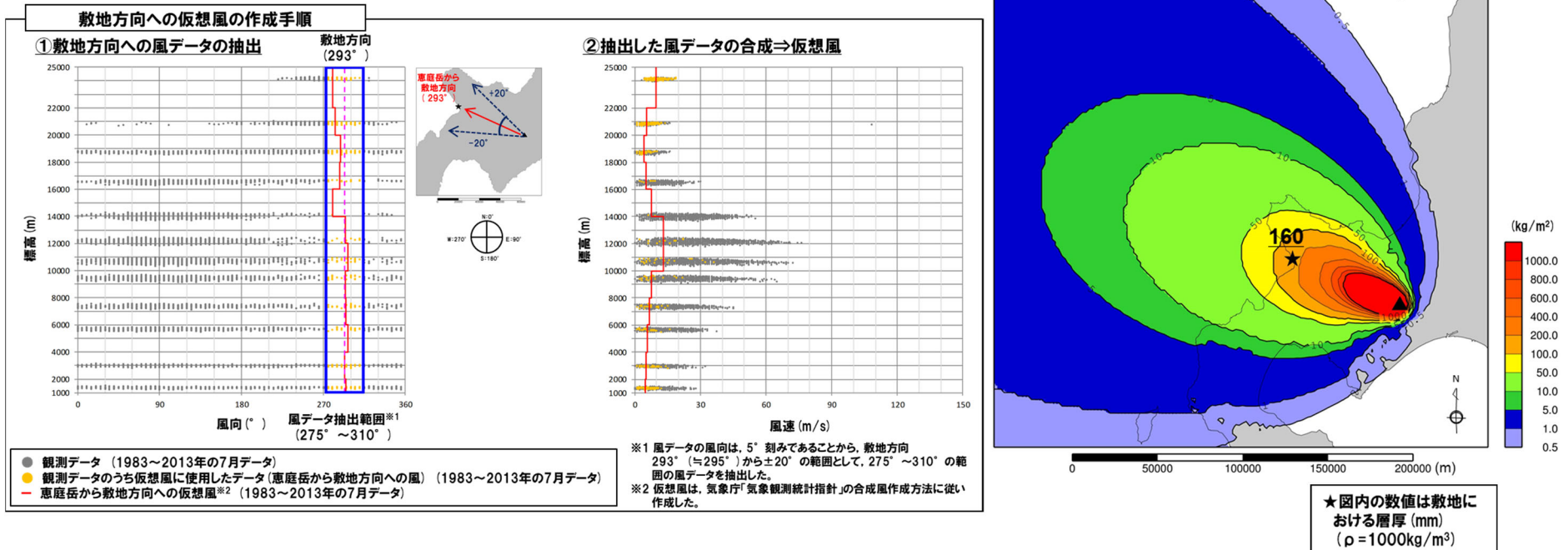
【影響解析に用いる仮想風の検討】

- シミュレーションに用いている風データ※は、いずれの月においても北東方向に吹く風が支配的であることから、敷地方向への仮想風を用いたシミュレーションを実施することとした。
- 敷地方向の仮想風を作成するにあたり、最も敷地に影響のある月を選定するため、月別の風を用いた解析を実施した。
- その結果7月の風が最も敷地への影響が大きかったことから、7月の風データのうち恵庭岳から敷地方向±20°の風を抽出し仮想風を作成した。

【敷地方向への仮想風を用いた検討】

- 再現解析の最適ケースのパラメータ(噴煙柱高度25km, 拡散係数5000m³/s)を採用し、敷地方向への仮想風を用いた解析を実施した結果、敷地における降下火砕物の層厚は16cmとなった。

※泊発電所に最も近い札幌管区気象台の過去30年間(1983~2013年)の風向・風速データを使用した。



余白

5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価（概要版）

火山事象の影響評価（まとめ）

一部修正（H28/2/5審査会合）

- 立地評価において、設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の安全性に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した13火山（巨大噴火以外）について、原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象の影響評価を実施した※1。
- 各火山事象の検討対象範囲は、原子力発電所の火山影響評価ガイドに従い設定した。



○降下火砕物を除く地理的領域内の火山による火山事象は、敷地への影響はないと評価される。

各火山事象の影響評価結果

火山	敷地からの距離 (km)	降下火砕物	土石流、火山泥流及び洪水	火山ガス	火山から発生する飛来物（噴石）	大気現象	火山性地震	熱水系及び地下水の異常	設計対応不可能な火山事象
		全ての火山	0～120km	0～160km	0～10km				
C11 支笏カルデラ	74.8	敷地における降下火砕物の層厚は30cmと評価（5.1章参照）	以下のことから、敷地への影響はないと評価される。 ・降下火砕物を除く火山噴出物の分布は山体近傍に限定され、敷地に到達していない ・敷地との間に地形的障害物が存在する	敷地から十分な距離があり、高濃度火山ガスが敷地に到達することは考え難いこと及び敷地が海に面して開放された土地に立地し、火山ガスが滞留するような地形ではないことから、火山ガスによる敷地への影響はないと評価される。	(対象外)※2	敷地から十分な距離があることから、大気現象による敷地への影響はないと評価される。	敷地から十分な距離があることから、火山性地震による敷地への影響はないと評価される。	敷地から十分な距離があり、敷地において第四系への熱水による影響等は認められないことから、熱水系及び地下水の異常による敷地への影響はないと評価される。	設計対応不可能な火山事象が運用期間中に敷地に到達する可能性又は敷地に影響を与える可能性は十分小さいと評価（4.2章参照）
C12 恵庭岳	68.6								
C13 風不死岳	77.7								
C14 樽前山	80.2								
C15 ホロホロ・徳舜誓	68.0								
C16 オロフレ・来馬	70.2								
C17 倶多楽・登別火山群	80.5								
C20 洞爺カルデラ	54.8								
C21 洞爺中島	55.1								
C22 有珠山	60.7								
C23 尻別岳	43.6								
C24 羊蹄山	33.8								
C25 ニセコ・雷電火山群	19.7								
C27 狩場山	66.1								
C29 勝淵山	126.4								
C34 北海道駒ヶ岳	109.0								
C35 横津岳	123.7								
C38 恵山	146.9								

□ : 評価済み

※1 「津波及び静振」については、津波の影響評価において評価する。

※2 原子力発電所の火山影響評価ガイドにおいて、噴出中心と原子力発電所との距離が火山影響評価ガイド（表1）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されていることから、敷地からの距離が火山影響評価ガイドに記載の距離より大きい場合は評価の対象外とした。

6. 火山活動のモニタリング

1. 指摘事項及び回答概要	P. 4
2. 火山影響評価の概要	P. 42
3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 62
3.1 地理的領域にある第四紀火山	P. 65
3.2 将来の火山活動可能性の評価	P. 69
4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価	P. 76
4.1 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価	P. 79
4.1.1 火山活動の可能性評価	P. 81
4.1.2 巨大噴火の可能性評価	P. 91
4.1.2(1) 巨大噴火の可能性評価方法	P. 92
4.1.2(2) 巨大噴火の可能性評価(支笏カルデラ)	P. 100
4.1.2(3) 巨大噴火の可能性評価(倶多楽・登別火山群)	P. 142
4.1.2(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)	P. 184
4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価	P. 225
5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価	P. 266
5.1 降下火砕物の影響評価	5.1章の概要版を掲載
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物	P.
5.1.2 降下火砕物シミュレーション	P.
5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚	P.
5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価	5.2章の概要版を掲載
6. 火山活動のモニタリング	P. 278
6.1 監視対象火山	6.1章の概要版を掲載
6.2 モニタリングの実施方法及び火山の状態に応じた対処方針	6.2章の概要版を掲載
7. 火山影響評価のまとめ	P. 282
参考文献	P. 288

「5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価」及び「6. 火山活動のモニタリング」の詳細については今後説明予定

6.1 監視対象火山(概要版)

監視対象火山の抽出結果

○過去に巨大噴火が発生した火山として抽出した洞爺カルデラ、支笏カルデラ及び倶多楽・登別火山群について、設計対応不可能な火山事象である火砕流が敷地に到達した可能性を、以下のとおり評価した(詳細は補足説明資料3章の「巨大噴火に伴う火砕流が敷地に到達した可能性評価」参照)。

【洞爺カルデラの最大規模の噴出物(Tp)のうち、洞爺火砕流堆積物】

○洞爺火砕流堆積物は、敷地方向に向かって堀株川沿いを流下し敷地のうちMm1段丘より低標高側に洞爺火砕流本体が、Mm1段丘より高標高側については火砕サージが到達した可能性を否定できないものと評価した。

【支笏カルデラの最大規模の噴出物(Sp-1)のうち、支笏火砕流堆積物(Spfl)】

- 支笏火砕流は、給源から敷地方向に層厚を減じながら尻別川沿いを流下したものと考えられ、給源から約42km(敷地からの距離約40km)の真狩村付近まで火砕流堆積物が認められる。
- より敷地に近い羊蹄山北側地点(給源から約48km、敷地から約28km)付近においては、古倶知安湖に直接又は間接的に流入した支笏火砕流が湖底に厚く堆積したrework(再堆積層)が認められる。
- 再堆積層が認められる各地点の地質状況、標高及び地形状況を踏まえると、盆地全体が古倶知安湖に直接または間接的に流入した支笏火砕流堆積物に覆われ、敷地に最も近い倶知安盆地北西端地点まで火砕流が到達していた可能性は否定できず、この場合、敷地方向における支笏火砕流の最大到達距離は約54km(敷地からの距離約22km)となる。
- 倶知安盆地北西端地点よりもさらに敷地方向に位置する倶知安峠(現河床との比高約80m)を越えてから、敷地までの間には支笏火砕流堆積物(Spfl)又はその二次堆積物の分布を示した文献等も認められないことから、敷地には到達していないと評価した。

【倶多楽・登別火山群の最大規模の噴出物(Kt-7)のうち、Kt-7(pfl)】

○Kt-7(pfl)は、給源と敷地の間にはオロフレ山-ホロホロ山が認められ、敷地までの間にはKt-7(pfl)の分布を示した文献等も認められないことから、敷地には到達していないと評価した。



- 洞爺カルデラについては、第四紀に設計対応不可能な火山事象が敷地に到達した可能性を否定できないことから、原子力発電所の火山影響評価ガイドに基づく監視対象火山として抽出し、モニタリングを実施する。
- 支笏カルデラについては、第四紀に設計対応不可能な火山事象が敷地には到達していないと評価しているが、洞爺カルデラと同様、火砕流堆積物が広範囲に分布し、給源から敷地方向に数十kmにわたって分布することを踏まえ、監視対象火山として抽出し、モニタリングを実施する。
- 倶多楽・登別火山群については、第四紀に設計対応不可能な火山事象が敷地には到達していないと評価しており、給源から敷地方向には火砕流堆積物が認められないため、原子力発電所の火山影響評価ガイドに基づく監視対象火山として抽出しない。

モニタリングの概要

一部修正（H28/2/5審査会合）

○原子力発電所の火山影響評価ガイドに基づく支笏カルデラ及び洞爺カルデラのモニタリングにおいては、原子炉安全専門審査会原子炉火山部会報告書「火山モニタリングにおける「観測データに有意な変化があったと判断する目安」について」等を踏まえ、下表に示す監視項目により、活動状況の変化を総合的に評価する。

支笏カルデラ及び洞爺カルデラにおける火山活動のモニタリング項目

モニタリング項目		確認事項	主に用いるデータ名	データの更新頻度	備考	
主な監視項目	地震活動	<ul style="list-style-type: none"> ・通常地震、火山性地震等の地震発生領域の拡大又は消滅、あるいは、新たな地震発生領域の出現 ・地震発生数の急激な変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・気象庁「一元化処理震源データ」 ・気象庁「地震月報（カタログ編）」 	随時	公的機関の公開データを用いた当社検討	
	地殻変動・地盤変動	GNSS	<ul style="list-style-type: none"> ・GNSS連続観測による基線長や上下変動の急激な傾向の変化、水準測量による地盤の上下変動の急激な傾向の変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・国土地理院「電子基準点データ提供サービス」 	1回/週程度	公的機関の公開データを用いた当社検討
		水準測量	<ul style="list-style-type: none"> ・既往の地殻変動とは異なる場所での地殻変動（GNSS、水準測量、衛星観測）の出現と急速な進展 	<ul style="list-style-type: none"> ・水準測量（当社調査） 	検討中	当社測量成果を用いた当社検討
		衛星観測	<ul style="list-style-type: none"> ・傾斜計・伸縮計による地盤変動の急激な傾向の変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・気象庁「火山噴火予知連資料」 ・国土地理院「地理院地図（時系列SAR）」 	2回/年程度 随時	公的機関の評価
		傾斜計・伸縮計	<ul style="list-style-type: none"> ・傾斜計・伸縮計による地盤変動の急激な傾向の変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・気象庁「火山噴火予知連資料」 	2回/年程度	公的機関の評価
火山ガス・熱活動（表面活動）	<ul style="list-style-type: none"> ・表面熱活動地点の拡大又は消滅、あるいは、放出場所の出現 ・火山ガスの放出量に急激な傾向の変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・気象庁「火山噴火予知連資料」 ・気象庁「火山活動解説資料」 	2回/年程度 1回/月	公的機関の評価		
その他の監視項目	噴出場所及び噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ・既往の火口の拡大や消長、新たな火口や火道の形成 ・マグマ成分の物理的・化学的性質の変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・気象庁「火山活動解説資料」 ・文献、学会発表、報道発表等 	1回/月 不定期	公的機関の評価等	
	噴火様式	<ul style="list-style-type: none"> ・噴煙柱高度が数十km程度のプリニー式噴火の発生と更なる活動拡大化の傾向 	<ul style="list-style-type: none"> ・気象庁「火山活動解説資料」 ・文献、学会発表、報道発表等 	1回/月 不定期	公的機関の評価等	
	地下構造	<ul style="list-style-type: none"> ・地震波速度構造や比抵抗構造により、地殻内に推定される低速度及び低比抵抗領域の拡大又は消滅、あるいは、新たな低速度及び低比抵抗領域の出現 	<ul style="list-style-type: none"> ・防災科研「日本列島下の三次元地震波速度構造」 	随時 不定期	公的機関の評価	
	その他	—	<ul style="list-style-type: none"> ・文献、学会発表、報道発表等 	随時	公的機関の評価等	

7. 火山影響評価のまとめ

1. 指摘事項及び回答概要	P. 4
2. 火山影響評価の概要	P. 42
3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 62
3.1 地理的領域にある第四紀火山	P. 65
3.2 将来の火山活動可能性の評価	P. 69
4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価	P. 76
4.1 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価	P. 79
4.1.1 火山活動の可能性評価	P. 81
4.1.2 巨大噴火の可能性評価	P. 91
4.1.2(1) 巨大噴火の可能性評価方法	P. 92
4.1.2(2) 巨大噴火の可能性評価(支笏カルデラ)	P. 100
4.1.2(3) 巨大噴火の可能性評価(倶多楽・登別火山群)	P. 142
4.1.2(4) 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)	P. 184
4.2 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価	P. 225
5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価	P. 266
5.1 降下火砕物の影響評価	P. 268
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物	P.
5.1.2 降下火砕物シミュレーション	P.
5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚	P.
5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価	P. 277
6. 火山活動のモニタリング	P. 278
6.1 監視対象火山	P. 280
6.2 モニタリングの実施方法及び火山の状態に応じた対処方針	P. 281
7. 火山影響評価のまとめ	P. 282
参考文献	P. 288

① 立地評価のまとめ (1/2)

一部修正 (R5/7/7審査会合)

【3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出】

- 地理的領域にある第四紀火山については、中野ほか編(2013)「日本の火山(第3版)」及び産業技術総合研究所「日本の火山(DB)」等から32火山を抽出した。
- 上記32火山のうち、**完新世に活動があった火山(7火山)**及び**完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できない火山(6火山)**の計13火山を、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。
 - ・完新世に活動があった火山(7火山):支笏カルデラ, 倶多楽・登別火山群, 洞爺カルデラ, 羊蹄山, ニセコ・雷電火山群, 北海道駒ヶ岳, 恵山
 - ・将来の活動可能性が否定できない火山(6火山):ホロホロ・徳舜誓, オロフレ・来馬, 尻別岳, 狩場山, 勝瀨山, 横津岳

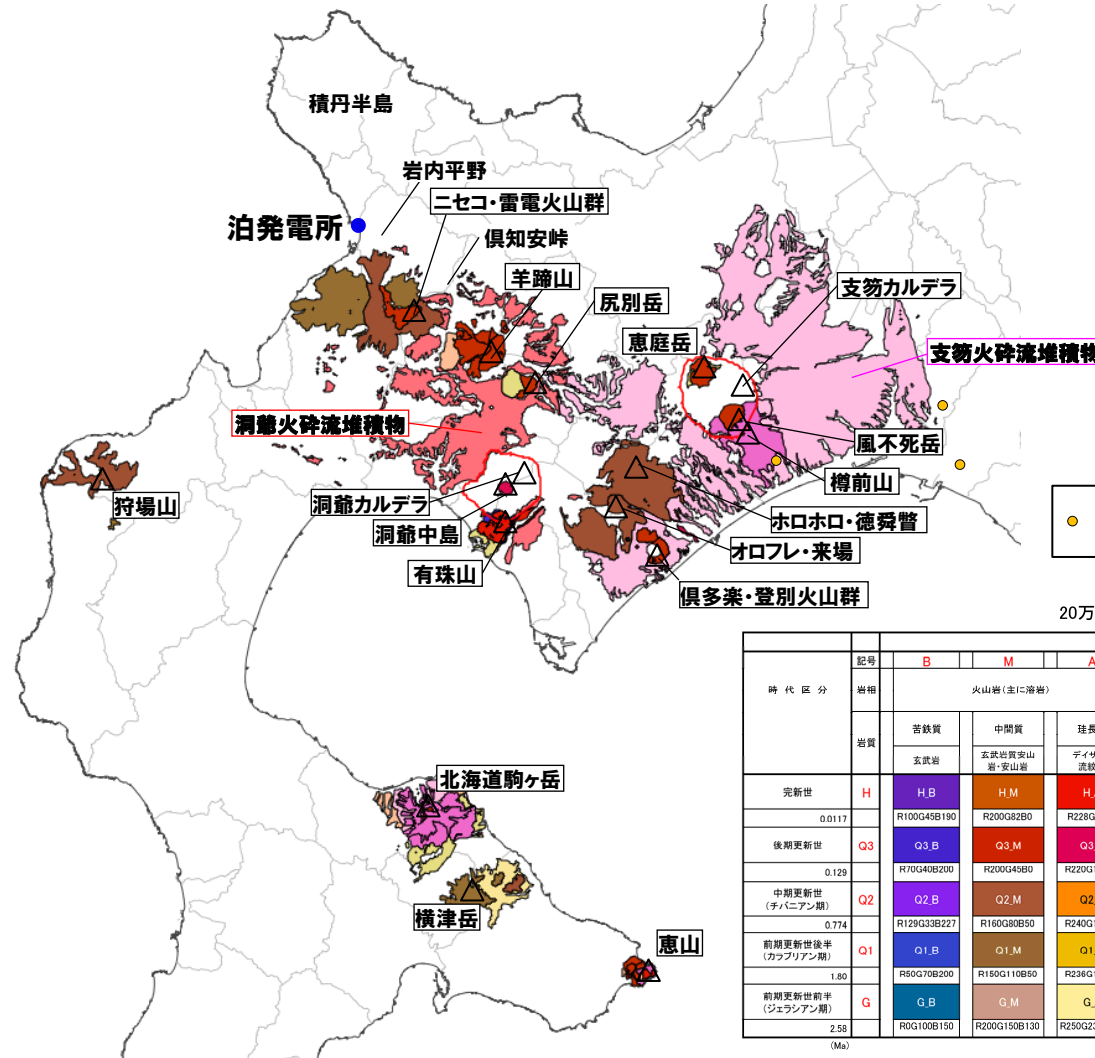
【4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価】

- 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した13火山は、各火山の活動履歴を踏まえると、完新世に活動があった火山(7火山)及び完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できない火山(6火山)であることから、原子力発電所の運用期間中における活動の可能性が十分小さいと判断できない。
- なお、過去に巨大噴火が発生した支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラの現在の活動状況は、巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価でき、運用期間中における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、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される。
- 原子力発電所の運用期間中における活動可能性が十分小さいと判断できない13火山(巨大噴火以外)について、各火山事象の影響範囲と敷地から各火山までの距離等について検討した結果、設計対応不可能な火山事象が運用期間中に敷地に到達する可能性又は敷地に影響を与える可能性は十分小さいと評価される。

7. 火山影響評価のまとめ

① 立地評価のまとめ (2/2)

再掲 (R5/7/7審査会合)



● Kt-7pfl確認地点 (Amma-Miyasaka et al.,2020)

20万分の1日本火山図凡例

時代区分	記号	岩 相 区 分							
		火山岩 (主に溶岩)			火山噴出物	貫入岩	岩屑なだれ堆積物*	降下火砕物	山麓扇状地・崖壁・地すべり・沖積堆積物など
岩質		玄武岩	玄武岩質安山岩・安山岩	デイサイト流紋岩	岩質は問わない	岩質は問わない	岩質は問わない	岩質は問わない	岩質は問わない
完新世	H	H.B	H.M	H.A	H.P		H.D	H.F	S
0.0117	R100G45B190	R200G82B0	R28G23B0	R238G105B202		R230G220B130	R255G225B225		
後期更新世	Q3	Q3.B	Q3.M	Q3.A	Q3.P		Q3.D	Q3.F	
0.129	R70G40B200	R200G45B0	R220G10B80	R255G190B225		R255G190B150	R245G230B225		
中期更新世 (チャニアン期)	Q2	Q2.B	Q2.M	Q2.A	Q2.P	Q2.I	Q2.D		
0.774	R129G33B227	R160G80B50	R240G140B0	R255G112B123	R160G250B100	R230G210B95			
前期更新世後半 (カプリアン期)	Q1	Q1.B	Q1.M	Q1.A	Q1.P	Q1.I	Q1.D		
1.80	R50G70B200	R150G110B50	R236G190B0	R220G120B150	R160G250B0	R255G200B150			
前期更新世前半 (ジェランアン期)	G	G.B	G.M	G.A	G.P	G.I	G.D		
2.58	R0G100B150	R200G150B130	R250G230B150	R170G100B120	R170G190B50	R255G240B130			
(Ma)								R220G220B220	

原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した13火山の火山噴出物の分布 (産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020)「20万分の1日本火山図」を基に作成)

②影響評価及びモニタリングのまとめ(1/2)

【5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価】

- 降下火砕物の影響評価における層厚については、文献調査、地質調査及び降下火砕物シミュレーションの結果、最も層厚の大きい降下火砕物は給源不明の火山灰(黄灰色B)の約23cmであることを踏まえ、設計に用いる降下火砕物の層厚は30cmとする。
- また、立地評価において、設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の安全性に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した13火山(巨大噴火以外)について、降下火砕物を除く火山事象は、敷地への影響はないと評価される。

【6. 火山活動のモニタリング】

- 洞爺カルデラについては、第四紀に設計対応不可能な火山事象が敷地に到達した可能性を否定できないことから、原子力発電所の火山影響評価ガイドに基づく監視対象火山として抽出し、モニタリングを実施する。
- 支笏カルデラについては、第四紀に設計対応不可能な火山事象が敷地には到達していないと評価しているが、洞爺カルデラと同様、火砕流堆積物が広範囲に分布し、給源から敷地方向に数十kmにわたって分布することを踏まえ、監視対象火山として抽出し、モニタリングを実施する。
- 原子力発電所の火山影響評価ガイドに基づく支笏カルデラ及び洞爺カルデラのモニタリングにおいては、原子炉安全専門審査会原子炉火山部会報告書「火山モニタリングにおける「観測データに有意な変化があったと判断する目安」について」等を踏まえ、次頁に示す監視項目により、活動状況の変化を総合的に評価する。

②影響評価及びモニタリングのまとめ(2/2)

支笏カルデラ及び洞爺カルデラにおける火山活動のモニタリング項目

モニタリング項目		確認事項	主に用いるデータ名	データの更新頻度	備考	
主な 監視 項目	地震活動	<ul style="list-style-type: none"> ・通常地震, 火山性地震等の地震発生領域の拡大又は消滅, あるいは, 新たな地震発生領域の出現 ・地震発生数の急激な変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・気象庁「一元化処理震源データ」 ・気象庁「地震月報(カタログ編)」 	随時	公的機関の公開データを用いた当社検討	
	地殻変動・ 地盤変動	GNSS	<ul style="list-style-type: none"> ・GNSS連続観測による基線長や上下変動の急激な傾向の変化, 水準測量による地盤の上下変動の急激な傾向の変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・国土地理院「電子基準点データ提供サービス」 	1回/週程度	公的機関の公開データを用いた当社検討
		水準測量	<ul style="list-style-type: none"> ・既往の地殻変動とは異なる場所での地殻変動(GNSS, 水準測量, 衛星観測)の出現と急速な進展 	<ul style="list-style-type: none"> ・水準測量(当社調査) 	検討中	当社測量成果を用いた当社検討
		衛星観測	<ul style="list-style-type: none"> ・傾斜計・伸縮計による地盤変動の急激な傾向の変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・気象庁「火山噴火予知連資料」 ・国土地理院「地理院地図(時系列SAR)」 	2回/年程度 随時	公的機関の評価
		傾斜計・伸縮計	<ul style="list-style-type: none"> ・気象庁「火山噴火予知連資料」 	2回/年程度	公的機関の評価	
火山ガス・ 熱活動(表面活動)	<ul style="list-style-type: none"> ・表面熱活動地点の拡大又は消滅, あるいは, 放出場所の出現 ・火山ガスの放出量に急激な傾向の変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・気象庁「火山噴火予知連資料」 ・気象庁「火山活動解説資料」 	2回/年程度 1回/月	公的機関の評価		
その他の 監視 項目	噴出場所及び噴出物	<ul style="list-style-type: none"> ・既往の火口の拡大や消長, 新たな火口や火道の形成 ・マグマ成分の物理的・化学的性質の変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・気象庁「火山活動解説資料」 ・文献, 学会発表, 報道発表等 	1回/月 不定期	公的機関の評価等	
	噴火様式	<ul style="list-style-type: none"> ・噴煙柱高度が数十km程度のプリニ式噴火の発生と更なる活動拡大化の傾向 	<ul style="list-style-type: none"> ・気象庁「火山活動解説資料」 ・文献, 学会発表, 報道発表等 	1回/月 不定期	公的機関の評価等	
	地下構造	<ul style="list-style-type: none"> ・地震波速度構造や比抵抗構造により, 地殻内に推定される低速度及び低比抵抗領域の拡大又は消滅, あるいは, 新たな低速度及び低比抵抗領域の出現 	<ul style="list-style-type: none"> ・防災科研「日本列島下の三次元地震波速度構造」 	随時 不定期	公的機関の評価	
	その他	—	<ul style="list-style-type: none"> ・文献, 学会発表, 報道発表等 	随時	公的機関の評価等	

- (1) 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),200万の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.
- (2) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012, 2015):第四紀火山岩体・貫入岩体データベース.
- (3) 中川光弘・後藤芳彦・新井計雄・和田恵治・板谷徹丸(1993):中部北海道, 滝川地域の中新世-鮮新世玄武岩のK-Ar年代と主成分化学組成: 東北日本弧-千島弧, 島弧会合部の玄武岩単成火山群, 岩鉱, 第88巻, 第8号, pp.390-401.
- (4) Amma-Miyasaka, M., Miura, D., Nakagawa, M., Uesawa, S., Furukawa, R. (2020): Stratigraphy and chronology of silicic tephra in the Shikotsu-Toya Volcanic Field, Japan: Evidence of a Late Pleistocene ignimbrite flare-up in SW Hokkaido, Quaternary International, 562, pp.58-75.
- (5) 産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2021):1万年噴火イベントデータ集(ver.2.5), 産総研地質調査総合センター.
- (6) 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.
- (7) Hayakawa(1985):Pyroclastic Geology of Towada Volcano, Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 60, pp.507-592.
- (8) Legros(2000):Minimum volume of a tephra fallout deposit estimated from a single isopach, J. Volcanol. Geotherm. Res. 96, 25-32.
- (9) 産業技術総合研究所編(2003):20万分の1数値地質図幅集「北海道南部」.
- (10) 胆振団体研究会(1990):クッタラ火山の火砕堆積物-支笏火山のテフラの層序の検討とテフロクロロジー-, 地球科学, 44巻3号.
- (11) 石田正夫・三村弘二・広島俊男(1991):20万分の1地質図幅「岩内」, 通商産業省工業技術院地質調査所.
- (12) 宝田晋治・中川光弘・宮坂瑞穂・山元孝広・山崎 雅・金田泰明・下司信夫(2022):支笏カルデラ支笏火砕流堆積物分布図, 大規模火砕流分布図, no. 2, 産総研地質調査総合センター, 34p.
- (13) 嵯峨山積・星野フサ・井島行夫・近藤玲介・関根達夫・小田桐亮・宮入陽介・横山祐典(2021):古倶知安湖の検証-その2-:北海道倶知安町の上部更新統真狩別層の14C年代値, 火山灰, 花粉および珪藻の分析, 総合地質, 5-1, pp.71-80.
- (14) 井上 隆・関根達夫・岡村聡・小田桐 亮・嵯峨山 積(2022):北海道倶知安町高砂の法面に現れた古倶知安湖堆積物, 総合地質, 6-1, pp.47-56.
- (15) Goto, Y., Suzuki, K., Shinya, T., Yamauchi, A., Miyoshi, M., Danhara, T., Tomiya, A. (2018): Stratigraphy and lithofacies of the Toya ignimbrite in southwestern Hokkaido, Japan: Insights into the caldera-forming eruption at Toya caldera, Journal of Geography, 127 (2), 191-227.
- (16) 下司信夫(2016):大規模火砕噴火と陥没カルデラ: その噴火準備と噴火過程, 火山, 第61巻, 第1号, pp.101-118.
- (17) 東宮明彦(2016):マグマ溜まり:噴火準備過程と噴火開始条件, 火山, 第61巻, 第2号, pp.281-294.
- (18) Nakajima, J., Matsuzawa, T. and Hasegawa, A. (2001): Three-dimensional structure of Vp, Vs and Vp/Vs beneath northeastern Japan: Implications for arc magmatism and fluids, Journal of geophysical research, Vol.106, No.B10, pp.21843-21857.
- (19) 中道 治久(2022):火山における3次元地震波速度トモグラフィ-実践法, 火山, 第67巻, 第2号, pp.207-220.
- (20) 後藤忠徳・三ヶ田均(2008):電磁気法探査(EM法探査)技術の現状と展望-地震探査との統合型解析に向けて-, 地学雑誌, 第117巻, 第6号, pp.997-1010.

- (21) 下鶴大輔・荒牧重雄・井田喜明・中田節也編 (2008) :火山の辞典 (第2版), 朝倉書店.
- (22) 青木陽介 (2016) :火山における地殻変動研究の最近の発展, 火山, 第61巻, 第2号, pp.311-344.
- (23) Zhao, D., Horiuchi, S., Hasegawa, A. (1992) :Seismic velocity structure of the crust beneath the Japan Islands, Tectonophysics, 212, pp.289-301.
- (24) Yamaya, Y., Mogi, T., Honda, R., Hase, H., Hashimoto, T. and Uyeshima, M. (2017) :Three-dimensional resistivity structure in Ishikari Lowland, Hokkaido, northeastern Japan-Implications to strain concentration mechanism, Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 18 (2), pp.735-754.
- (25) Ichihara, H., Mogi, T., Satoh, H. and Yamaya, Y. (2019) :Electrical resistivity modeling around the Hidaka collision zone, northern Japan: regional structural background of the 2018 Hokkaido Eastern Iwate earthquake (Mw 6.6), Earth, Planets and Space (2019) pp.71-100.
- (26) 大久保泰邦・秋田藤夫・田中明子 (1998) :地温勾配図作成と地下温度構造を求める試み-北海道の例-, 日本地熱学会誌, 第20巻, 第1号.
- (27) 山元孝広 (2014) :日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図, 地質調査総合センター研究資料集, No.613, 産総研地質調査総合センター.
- (28) 金田泰明・後藤義瑛・西野佑紀・宝田晋治・下司信夫 (2020) :支笏・洞爺・濁川・大山火山の大規模噴火の前駆活動と噴火推移, 産総研地質調査総合センター研究資料集, No. 699, 産総研地質調査総合センター, 75p.
- (29) 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2022) :大規模噴火データベース, 産総研地質調査総合センター.
- (30) 第四紀火山カタログ委員会編 (2000) :日本の第四紀火山カタログ, 日本火山学会.
- (31) 産業技術総合研究所 (2019) :平成31年度原子力規制庁委託成果報告書 巨大噴火プロセス等の知見整備に係る研究.
- (32) 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, 計画研究「火山災害の規模と特性」報告書, 文部科学省研究費自然災害特別研究, 27-42.
- (33) 古川竜太・中川光弘 (2010) :樽前火山地質図, 地質調査総合センター.
- (34) Tanaka, A., Yamano, M., Yano, Y., and Sasada, M. (2004) : Geothermal gradient and heat flow data in and around Japan (I) : Appraisal of heat flow from geothermal gradient data, Earth Planet Sp 56, pp.1191-1194.
- (35) 西田泰典・橋本武志 (2007) :北海道における地殻, 上部マントルの熱的構造:総合報告, 北海道大学地球物理学研究報告, 70, pp.1-12.
- (36) Matsubara, M., Ishiyama, T., No, T., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T., Takahashi, N. and Kamiya, S (2022) : Seismic velocity structure along the Sea of Japan with large events derived from seismic tomography for whole Japanese Islands including reflection survey data and NIED MOWLAS Hi-net and S-net data, Earth, Planets Space 74, 171 (2022).
- (37) 今泉俊文・宮内崇裕・堤浩之・中田高 (2018) :活断層詳細デジタルマップ [新編], 東京大学出版会.
- (38) Matsubara M., H. Sato, T. Ishiyama, and Horne, A.V. (2017) :Configuration of the Moho discontinuity beneath the Japanese Islands derived from three-dimensional seismic tomography, Tectonophysics, 710-711, pp.97-107.

- (39) Yokoyama, I. and Aota, M. (1965) : Geophysical Studies on Sikotu Caldera, Hokkaido, Japan, Journal of Faculty of Science, Hokkaido University, Series 7, Geophysics, 2 (2), 103-122.
- (40) 気象庁編 (2013) : 日本活火山総覧 (第4版).
- (41) 気象庁 (2020) : 第147回 火山噴火予知連絡会資料.
- (42) 気象庁 (2021) : 第149回 火山噴火予知連絡会資料.
- (43) 国土地理院 (2023) : 宇宙から国土をくまなくスキャンします！ 一だいち2号による全国の変動分布図が完成！, 2023年報道発表資料.
- (44) 樽前山火山防災協議会 (2022) : 樽前山火山避難計画.
- (45) 森泉美穂子 (1998) : クッタラ火山群の火山発達史, 火山, 第43巻, 第3号, pp.95-111.
- (46) 勝井ほか (1988) : 倶多楽 (日和山) - 火山地質・活動史・活動の現況および防災対策, 北海道における火山に関する研究報告書第12編, 北海道防災会議.
- (47) Miura, D., Yoshinaka, K., Takeuchi, S., Uesawa, S. (2022) : Proximal deposits of the Kuttara-Hayakita tephra at Kuttara caldera volcano, northern Japan: A record of precursor volcanism, Bull. Volcanol. Soc. Japan, 67 (3), 273-294.
- (48) 山縣耕太郎 (1994) : 支笏およびクッタラ火山のテフロクロノロジー, 地学雑誌, 第103巻, 第3号, pp.268-285.
- (49) 後藤芳彦・佐々木央岳・鳥口能誠・畠山 信 (2013) : 北海道クッタラ (登別) 火山の噴火史, 日本火山学会講演予稿集, p.129.
- (50) Goto, Y., Toriguchi, Y., Sasaki, H. and Hatakeyama, A. (2015a) : Multiple Vent-forming Phreatic Eruptions after AD 1663 in the Noboribetsu Geothermal Field, Kuttara Volcano, Hokkaido, Japan, Bull. Volcanol. Soc. Japan, Vol. 60, No. 2, pp. 241-249.
- (51) Goto, Y. and Johmori, A. (2015) : Internal Structure of Kuttara Caldera, Hokkaido, Japan, Bull. Volcanol. Soc. Japan, Vol.60, No.1, pp.35-46.
- (52) Hashimoto, T., Kanda, W., Morita, Y., Hayakawa, M., Tanaka, R., Aoyama, H. and Uyeshima, M. (2019) : Significance of Electromagnetic Surveys at Active Volcanoes : Toward Evaluating the Imminence of Wet Eruptions, Journal of Disaster Research Vol.14 No.4, 2019, pp.580-591.
- (53) 畠山信・佐々木央岳・鳥口能誠・後藤芳彦 (2005) : 北海道南西部クッタラカルデラの周囲を取り巻く環状構造: 先クッタラカルデラ?, 日本火山学会講演予稿集, p.108.
- (54) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (1990) : 地熱開発促進調査報告書 No.22, 登別地域.
- (55) 気象庁 (2022) : 第151回 火山噴火予知連絡会資料.
- (56) 倶多楽火山防災協議会 (2022) : 倶多楽火山避難計画.
- (57) 李仁雨 (1993) : 洞爺カルデラ火砕噴火の噴出物: 全岩化学組成の特徴, 日本火山学会講演予稿集, p.87.
- (58) Lee, IW. (1996) : Formation of Toya Caldera, Southwest Hokkaido, Japan, 神戸大学博士論文.
- (59) 鷹澤好博・臼井理沙・田中瞳・東剛 (2007) : SAR法による洞爺火砕流堆積物の赤色熱ルミネセンス年代測定, 地質学雑誌, 第113, pp.470-478.

- (60) 後藤芳彦・孫入匠・檀原徹・東宮昭彦 (2021) : 北海道洞爺カルデラ地域における先カルデラ期の火砕流堆積物の発見: 立香火砕流堆積物, 日本火山学会講演予稿集, p.49.
- (61) Miyabuchi, Y., Okuno, M., Torii, M., Yoshimoto, M., Kobayashi, T. (2014) : Tephrostratigraphy and eruptive history of post-caldera stage of Toya Volcano, Hokkaido, northern Japan, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 281, 34-52.
- (62) 東宮明彦・宮城磯治 (2020) : 洞爺噴火の年代値, *火山*, 第65巻, 第1号, pp.13-18.
- (63) 曾屋龍典・勝井義雄・新井田清信・堺幾久子・東宮昭彦 (2007) : 有珠火山地質図 (第2版), 地質調査総合センター.
- (64) Nakagawa, M., Matsumoto, A., Yoshizawa, M. (2022) : Re-investigation of the sector collapse timing of Usu volcano, Japan, inferred from reworked ash deposits caused by debris avalanche, *Front. Earth Sci.*, 10: 967043.
- (65) 産業技術総合研究所 (2022) : 令和3年度原子力規制庁委託成果報告書 巨大噴火プロセス等の知見整備に係る研究.
- (66) Goto, Y., Matsuzuka, S., Kameyama, S. and Danhara, T. (2015b) : Geology and Evolution of the Nakajima Islands (Toya Caldera, Hokkaido, Japan) Inferred from Aerial Laser Mapping and Geological Field Surveys. *Bull. Volcanol. Soc. Japan*, 60, 17-33.
- (67) Goto, Y., and Danhara, T. (2018) : Subsurface Structure of Toya Caldera, Hokkaido, Japan, as Inferred from CSAMT Resistivity Survey, *Journal of Geography*, 127(2), pp.139-156.
- (68) Matsushima, N., Oshima, H., Ogawa, Y., Takakura, S., Satoh, H., Utsugi, M., Nishid, Y. (2001) : Magma prospecting in Usu volcano, Hokkaido, Japan, using magnetotelluric soundings, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 109 (2001), 263-277.
- (69) 小森省吾・高倉伸一・光畑裕司・横田俊之・内田 利弘・牧野雅彦・加藤洋介・山本 和哉 (2022) : 北海道洞爺カルデラ周辺における陸-海-湖域接合の広帯域MT法調査, 日本地球惑星科学連合2022年大会講演要旨, SEM14-08.
- (70) Hata, M., Takakura, S., Matsushima, N., Hashimoto, T., and Utsugi, M. (2016) : Crustal magma pathway beneath Aso caldera inferred from three-dimensional electrical resistivity structure, *Geophysical Research Letters*.
- (71) 和田信彦・八幡正弘・大島弘光・横山英二・鈴木豊重 (1988) : 西胆振地域の地質と地質と地熱資源, 地下資源調査所調査研究報告第19号, 北海道立地下資源調査所.
- (72) 有珠山火山防災協議会 (2011) : 有珠山火山防災マップ.
- (73) 新エネルギー総合開発機構 (1987a) : 昭和61年度全国地熱資源総合調査 (第2次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 地熱調査成果図集.
- (74) 新エネルギー総合開発機構 (1986) : 昭和60年度全国地熱資源総合調査 (第2次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 調査 火山岩分布年代調査報告書 要旨.
- (75) 児玉浩・宇井忠英・中川光弘 (1998) : ニセコ火山群の火山活動史, 日本岩石鉱物鉱床学会 平成9年度学術講演会予稿集, p.8.
- (76) 勝井義雄・岡田弘・中川光弘 (2007) : 北海道の活火山, 北海道新聞社.
- (77) 松尾良子・中川光弘 (2017) : 北海道南西部ニセコ火山群, イワオヌプリ火山の形成史と活動年代, 日本地球惑星科学連合2017年大会講演要旨, SVC50-P13.
- (78) 小嶋尚・野上道男・小野有五・平川一臣編 (2003) : 日本の地形2 北海道, 東京大学出版会.

- (79) 三浦大助・古川竜太・荒井健一 (2022) : 恵山火山地質図, 地質調査総合センター.
- (80) 一柳昌義・高橋浩晃・大園真子 (2021) : 臨時観測によるニセコ火山群の地震活動, 北海道大学地球物理学研究報告, 84, pp.21-28.
- (81) Tamura, M., Oka, D., Okazaki, N., Suzuki, K., Hashimoto, T., Mogi, T. (2022) : Magnetotelluric survey and three-dimensional resistivity structure in and around the Niseko area, southwestern Hokkaido, Geothermics, 105, 102496.
- (82) Oka, D., Tamura, M., Mogi, T., Nakagawa, M., Takahashi, H., Ohzono, M., and Ichiyangi, M. (2023) : Conceptual model of supercritical geothermal system in Shiribeshi Region, Hokkaido, Japan, Geothermics, 108, 102617.
- (83) 須藤茂・猪俣隆行・佐々木寿・向山栄 (2007) : 我が国の降下火山灰データベース作成, 地質調査研究報告, 第58巻, 第9/10号, p. 261-321.
- (84) 春日井昭・木村方一・小坂利幸・松沢逸巳・野川潔 (1968) : 十勝平野に分布するいわゆる”帯広火山砂”について, 地球科学, 22巻3号.
- (85) 春日井昭・石橋教子・大貫康行・柏原信・鈴木久恵・田中秀樹・松田紘一 (1974) : 恵庭火山の降下軽石層-分布と層準についての検討-, 地球科学, 28巻4号.
- (86) 萬年一剛 (2013) : 降下火山灰シミュレーションコードTephra2の理論と現状-第四紀学での利用を視野に, 第四紀研究 (The Quaternary Research) 52 (4) p.173-187.
- (WEB)
- (87) 産業技術総合研究所 日本の火山データベース: <https://gbank.gsj.jp/volcano/>
- (88) 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) 20万分の1日本火山図 (ver. 1.0d), 産総研地質調査総合センター: <https://gbank.gsj.jp/volcano/vmap/>
- (89) 防災科学技術研究所: https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozo/
- (90) 気象庁地震月報 (カタログ編) : <https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/bulletin/index.html>
- (91) 気象庁一元化処理検測値データ: <https://hinetwww11.bosai.go.jp/auth/>
- (92) 気象庁 火山活動解説資料: https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/monthly_vact.php