

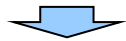
2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-2 地球物理学的調査(地下構造:比抵抗構造) (6/6)

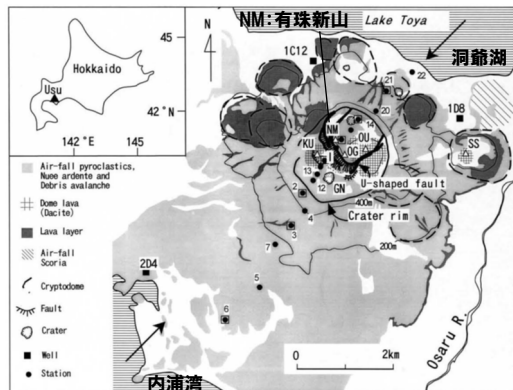
【Matsushima et al. (2001)】

○洞爺カルデラの後カルデラ火山である有珠山において、深度7km程度までのMT法による電磁気探査を行っているMatsushima et al. (2001) をレビューした。

- Matsushima et al. (2001) によれば、有珠山の地下(標高:約-1km)には、数 Ω m程度の領域が存在するとされている。
- 当該領域の大部分は、繰り返されるマグマの貫入の熱水変質により生成された粘土鉱物(スメクタイト)を大量に含む低比抵抗岩であるとされている。
- また、3kmを超えるような大きさのマグマ溜まりは存在しないと考えられるものの、小さなものについては検出が困難であるとされている。

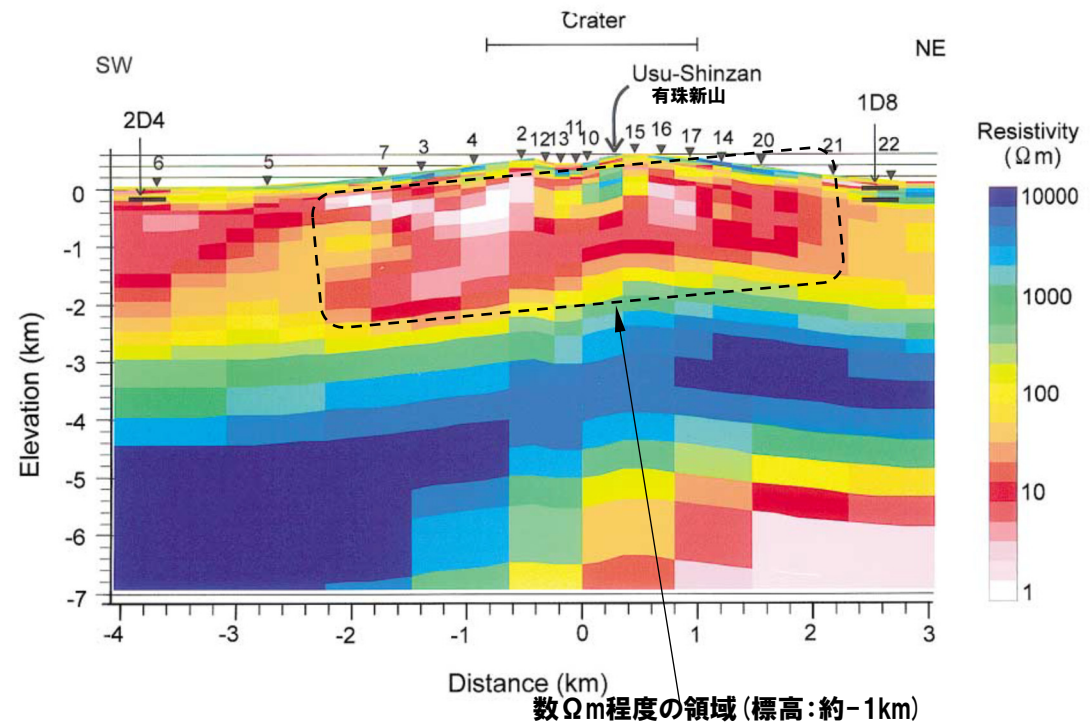


- Matsushima et al. (2001) において有珠山直下に示される低比抵抗領域は、当社電磁気探査において有珠山直下の表層から深度3km程度の範囲に認められる低比抵抗領域(P233参照)に相当し、当該低比抵抗領域はマグマではなく、熱水変質帯と考えられる。
- 有珠山直下の浅部には3kmを超えるような大きさのマグマ溜まりは存在しないと考えられる。



探査測線位置図

(Matsushima et al. (2001) に加筆)



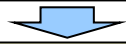
比抵抗構造 (Matsushima et al. (2001) に加筆)

2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

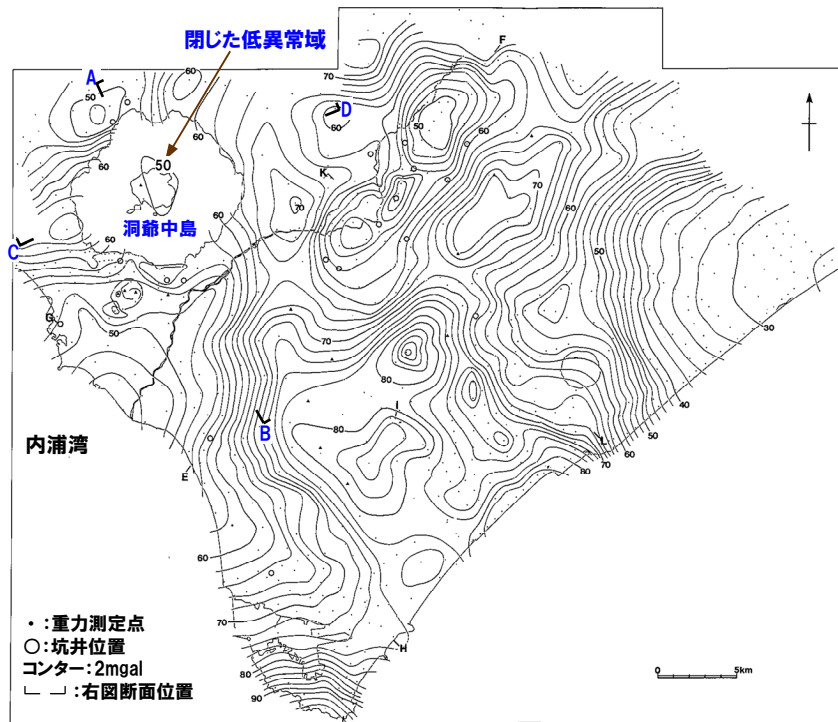
②-3 地球物理学的調査(地下構造:重力異常)

【和田ほか(1988)】

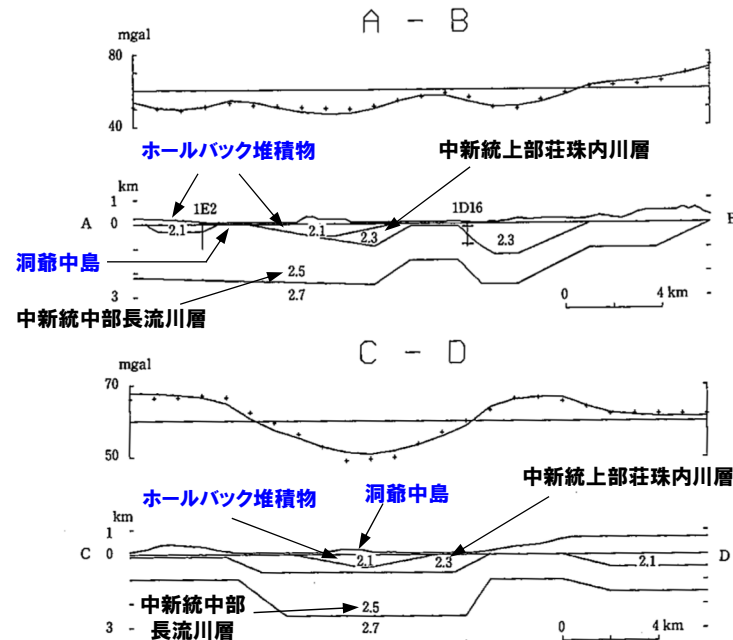
- 洞爺カルデラを含む北海道西胆振地域において、重力測定を行っている和田ほか(1988)をレビューした。
 - ・和田ほか(1988)によれば、低異常型カルデラを特徴づける閉じた低異常域が洞爺カルデラ中央部の中島を中心に分布しているとされている。
 - ・ボーリング調査結果による地質構造の推定に基づくと、上記の低重力異常は、新第三系の地質構造に逆円錐型のホールバック堆積物(最大層厚0.5km)が重畳した構造で説明できるとされている。



- 和田ほか(1988)に基づくと、洞爺カルデラにおいては、カルデラ中心部が最も厚い逆円錐型に堆積した密度の低い堆積物によるものと考えられる低異常域が認められる。
- 重力異常を踏まえたマグマ溜まりに関する考察はされていない。



西胆振地域における重力異常図(和田ほか(1988)に加筆)



重力解析断面図(A-B断面及びC-D断面)
各断面における上図は観測値及び計算値(+印は観測値を、実線は計算値を示す)
下図は地形と構造モデル(記載されている数値は各地層の密度(g/cm³)を示す)
(和田ほか(1988)に加筆)

2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-4 地球物理学的調査(地下構造:まとめ)

【地震波速度構造(P236~P237参照)】

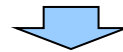
- 防災科学技術研究所HP上の公開データを基に作図した地震波トモグラフィ解析結果からは、洞爺カルデラ直下の上部地殻内(約20km以浅)には、メルトの存在を示唆する顕著な低 V_p かつ高 V_p/V_s 領域は認められない。
- 洞爺カルデラ直下の上部地殻内(約20km以浅)には、マグマや熱水等の流体の移動を示唆する低周波地震群は認められない。

【比抵抗構造(P238~P243参照)】

- 当社電磁気探査結果及び文献(Goto and Danhara, 2018; Matsushima et al., 2001)に基づくと、洞爺カルデラ直下の上部地殻内(約20km以浅)には、巨大噴火が可能な量のマグマ溜まりを示唆する低比抵抗領域は認められない。

【重力異常(前頁参照)】

- 文献(和田ほか, 1988)に基づくと、洞爺カルデラにおいては、カルデラ中心部が最も厚い逆円錐型に堆積した密度の低い堆積物によるものと考えられる低異常域が認められる。
- 重力異常を踏まえたマグマ溜まりに関する考察はされていない。



- 地下構造に関する調査の結果、洞爺カルデラ直下の上部地殻内(約20km以浅)には、現状、巨大噴火が可能な量のマグマ溜まりを示唆する構造は認められない。

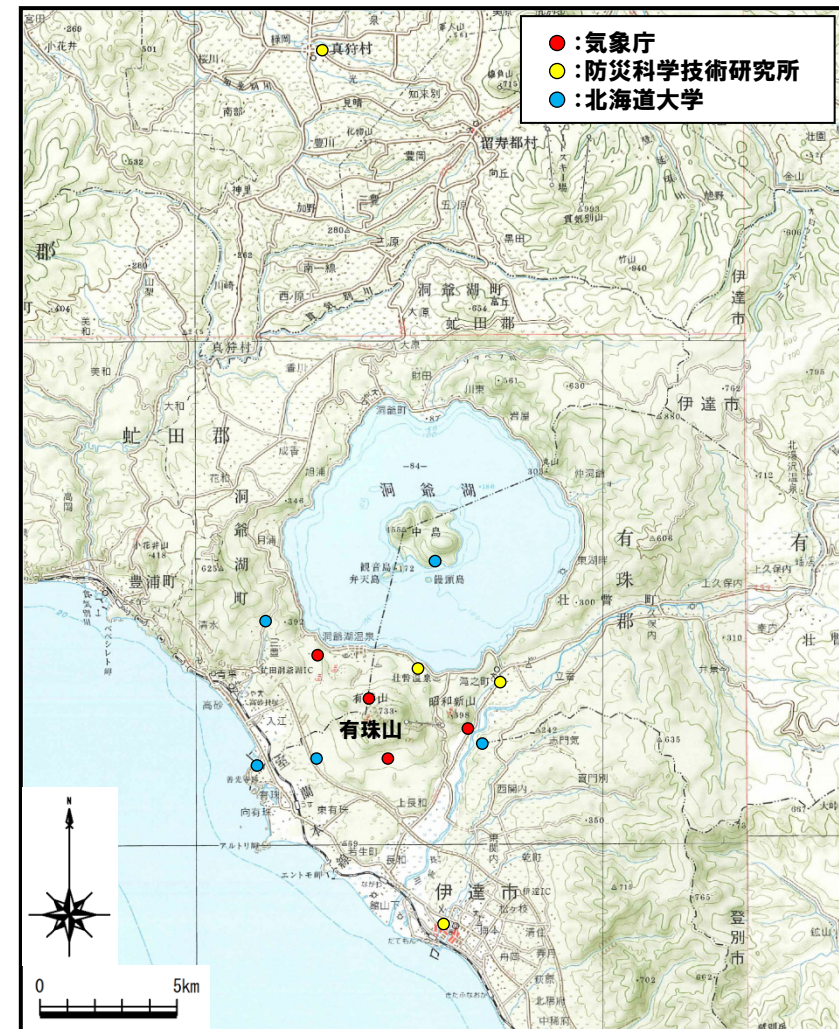
2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-5 地球物理学的調査(火山性地震)(1/5)

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)

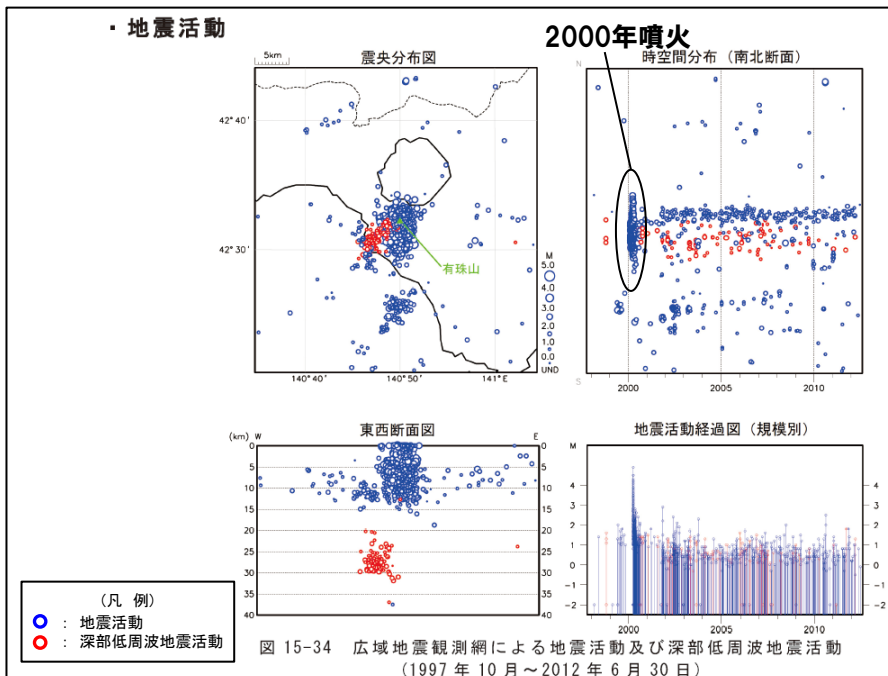
2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-5 地球物理学的調査(火山性地震)(2/5)

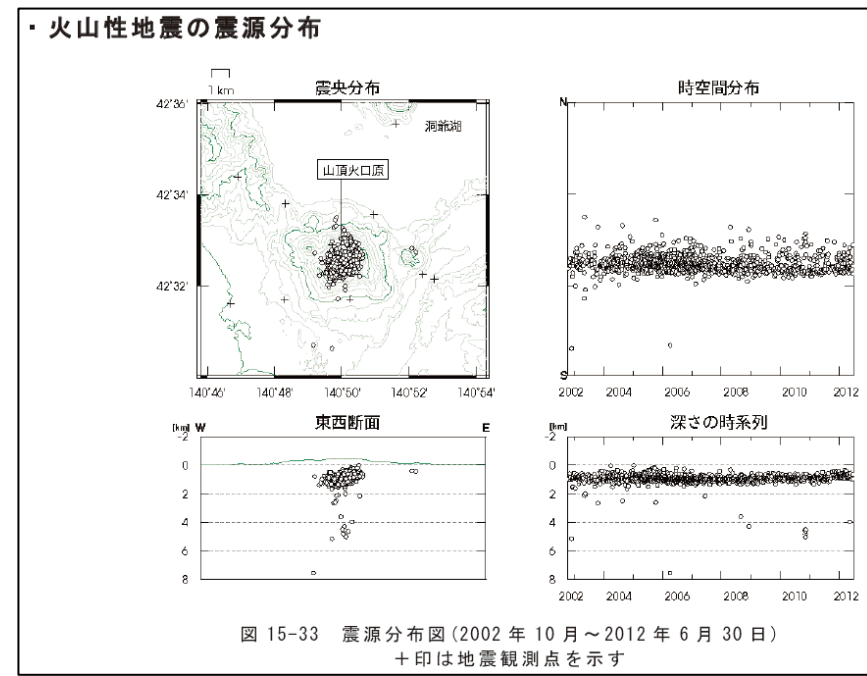
一部修正(H25/11/13審査会合)

【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)」)

2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

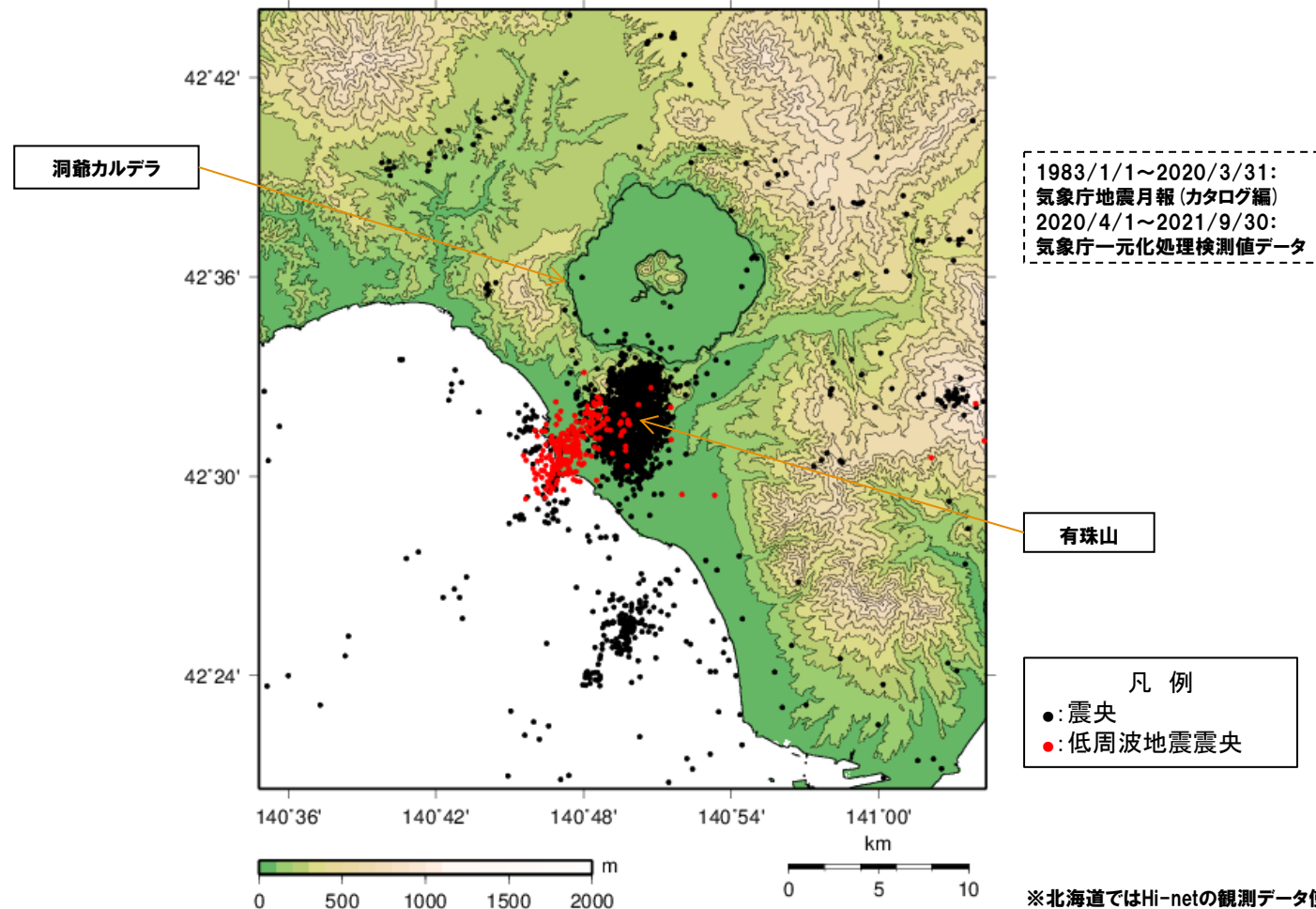
②-5 地球物理学的調査(火山性地震)(3/5)

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～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～2021年9月30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。

2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

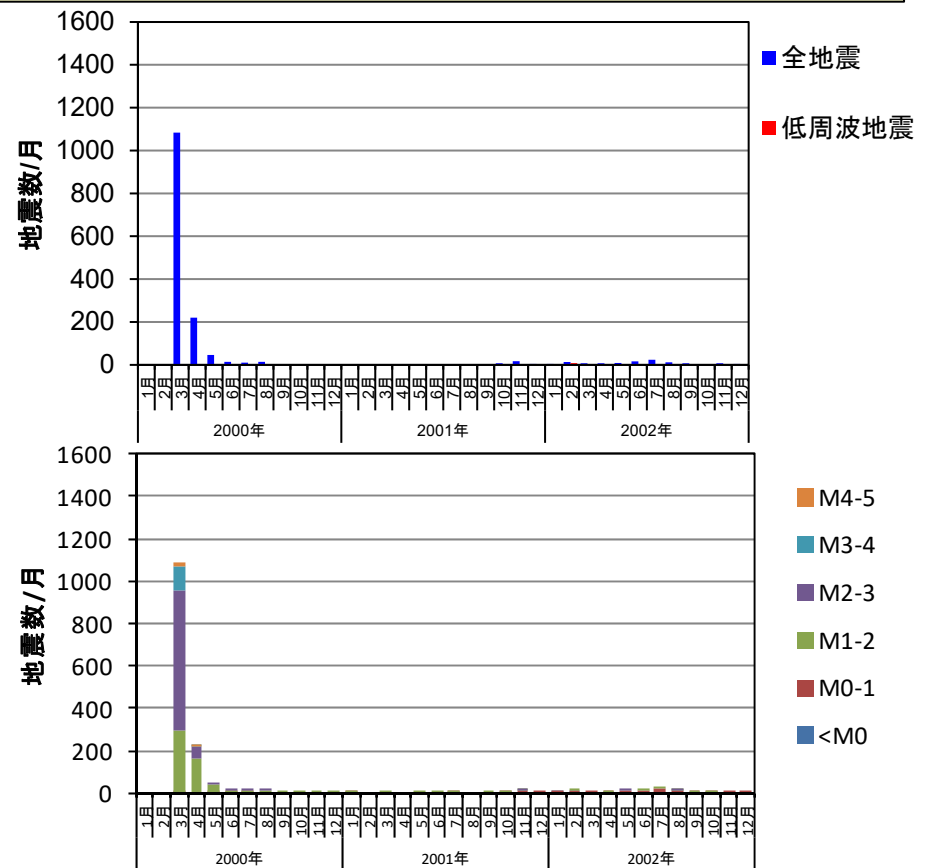
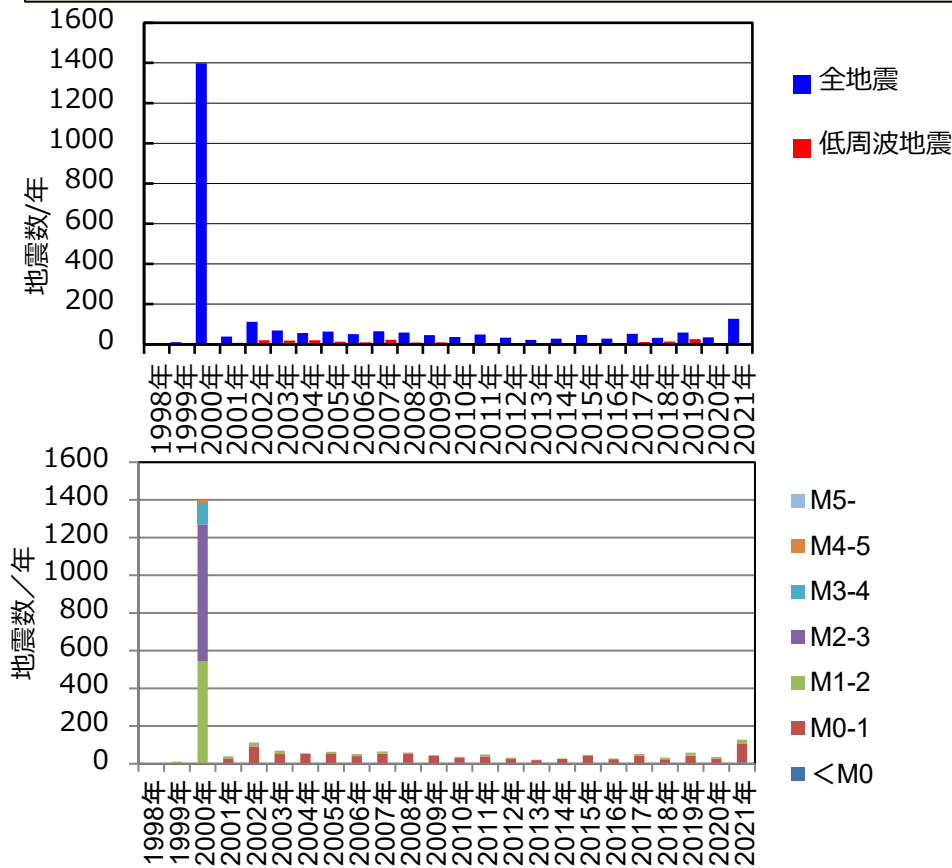
②-5 地球物理学的調査(火山性地震)(4/5)

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】

○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。



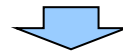
※1 北海道ではHi-netの観測データ使用開始が2001年10月であることから、2001年10月前後でデータ精度が異なる。
 ※2 2021年は1月1日～9月30日のデータを掲載。

2.3.5 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-まとめ-) (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、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)」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)
 - ・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)
 - ・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。

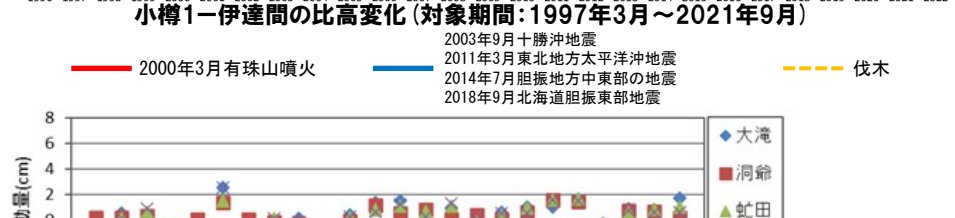
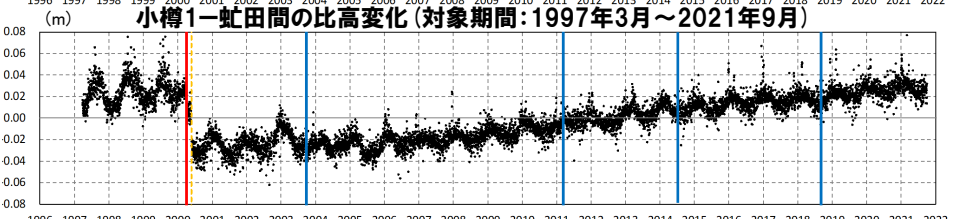
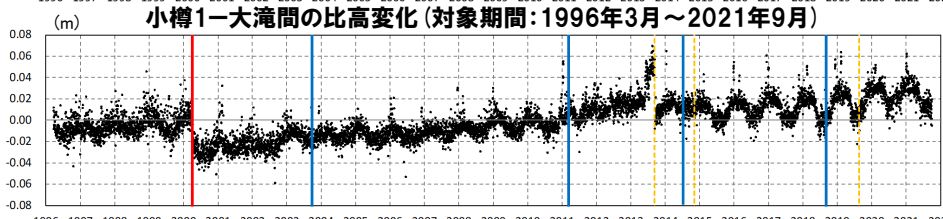
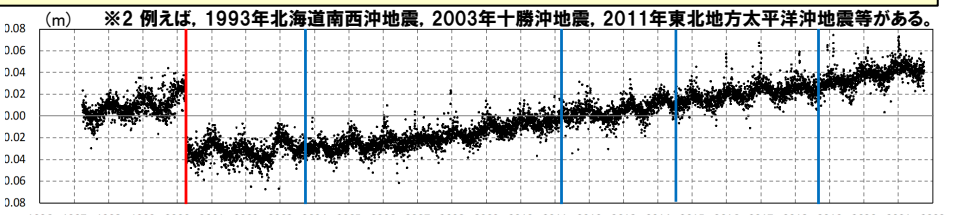
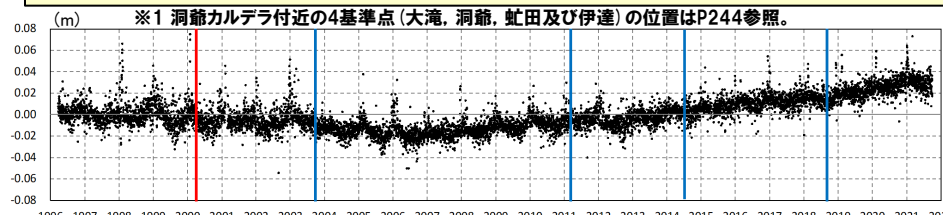
2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-6 地球物理学的調査(地殻変動)(1/17)

一部修正(H25/11/13審査会合)

【上下変動】

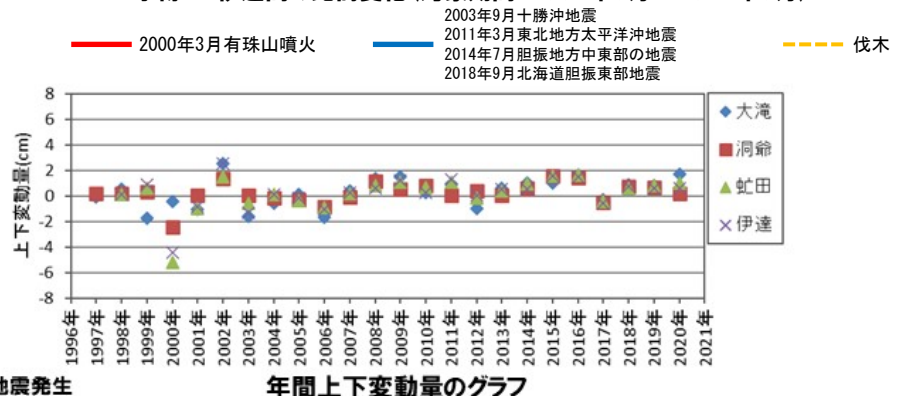
- 洞爺カルデラ付近の4基準点※1(大滝, 洞爺, 虻田及び伊達)について, 各電子基準点設置以降から2020年までの年間上下変動量を示す。
- 固定局は, 洞爺カルデラと同様に東北日本弧延長部に位置し, 第四紀火山から離隔があること等を踏まえ, 小樽1地点とした。
- 洞爺カルデラ付近の上下変動は, 各電子基準点設置以降, 0~2cm/年程度の隆起傾向が概ね継続している。
- 文献(次頁~P251参照)を踏まえると, 北海道南部(東北日本弧延長部)はプレート間の固着効果, 周辺で発生した地震※2の余効変動等の様々な効果により総じて隆起傾向であり, 洞爺カルデラ周辺の隆起傾向は, 小樽1地点との上下変動量の相対的な差異を捉えているものと考えられる。
- 2000年有珠山噴火の影響による不連続が一部の基線で見られる。
- なお, 年間上下変動量のうち, 東北地方太平洋沖地震発生前後(下表赤枠部)及び北海道胆振東部地震発生前後(下表青枠部)の年間変動ベクトル図(上下)を一例としてP258~P261に示す。



年間上下変動量 (cm) (固定局:小樽1)												
	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
大滝	-0.08	+0.53	-1.74	-0.40	-1.05	+2.53	-1.56	-0.52	+0.11	-1.67	+0.40	+1.38
洞爺	+0.20	+0.23	+0.34	-2.45	+0.04	+1.38	+0.06	-0.13	-0.30	-0.85	-0.08	+1.15
虻田	-	+0.11	+0.62	-5.21	-0.96	+1.53	-0.53	+0.13	-0.35	-0.87	+0.22	+0.81
伊達	-	+0.15	+0.88	-4.45	-0.86	+2.55	-1.32	+0.11	-0.15	-1.06	+0.24	+0.64
	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
大滝	+1.50	+0.29	+0.99	-0.94	+0.62	+1.03	+1.04	+1.66	-0.29	+0.88	+0.82	+1.74
洞爺	+0.53	+0.81	+0.04	+0.44	+0.09	+0.60	+1.57	+1.45	-0.49	+0.77	+0.68	+0.20
虻田	+1.08	+0.72	+1.10	-0.12	+0.44	+0.99	+1.56	+1.66	-0.44	+0.65	+0.83	+1.07
伊達	+1.27	+0.26	+1.30	+0.04	+0.54	+0.57	+1.58	+1.54	-0.55	+0.75	+0.61	+0.63

↑東北地方太平洋沖地震発生

↑北海道胆振東部地震発生

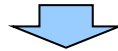


2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-6 地球物理学的調査(地殻変動)(2/17)

【Suito (2018)】

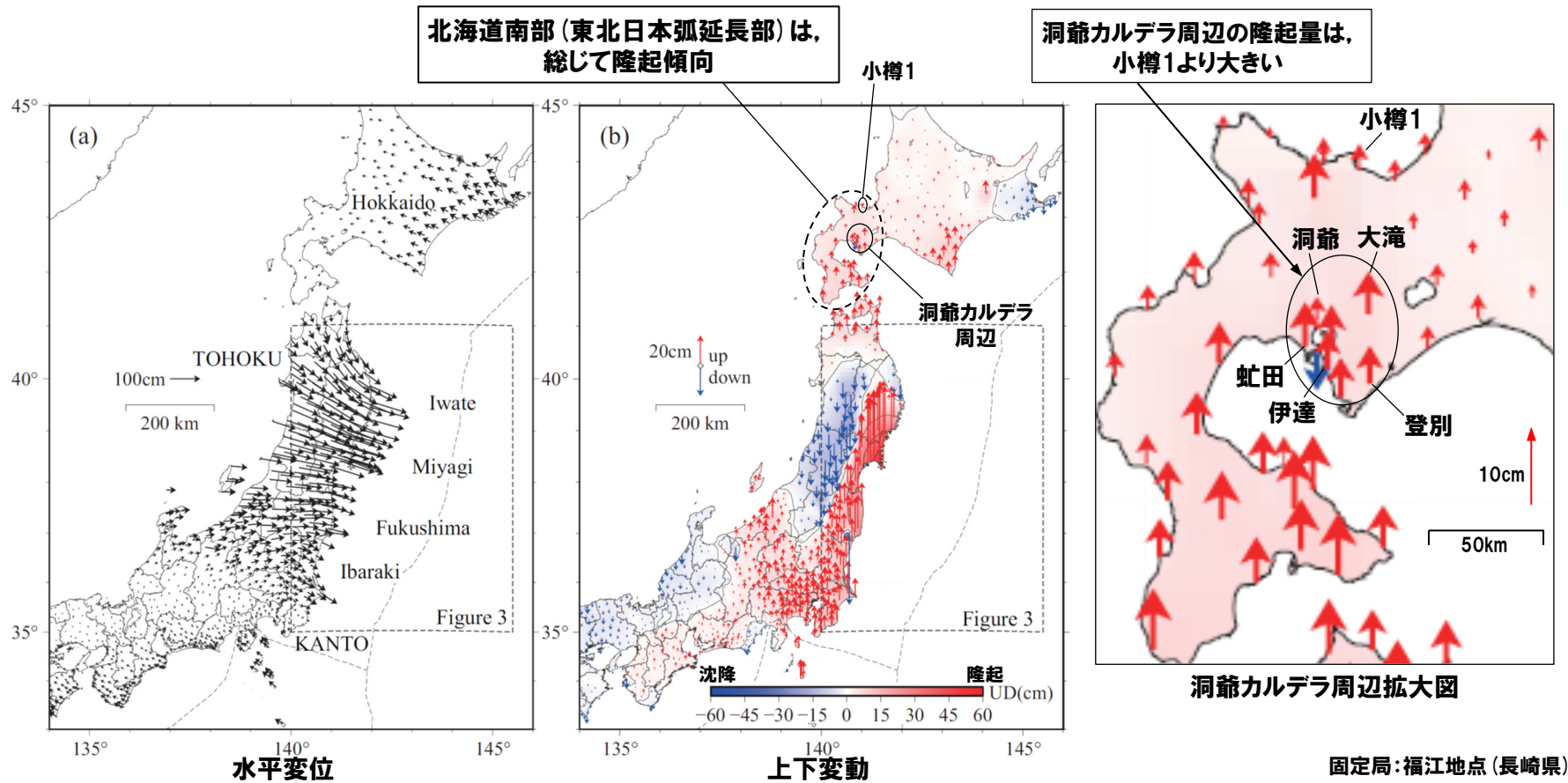
- GNSS連続観測システム(GEONET)及び海底地殻変動観測(SGO)を用いて2011年東北地方太平洋沖地震以降の地殻変動について整理されているSuito (2018)をレビューした。
 - ・Suito (2018)によれば、東北地方太平洋沖地震後の6.5年間において、内陸部と日本海沿岸部では10cm程度の累積沈下が、奥羽脊梁部ではかなり大きな沈下が、関東・中部・北海道南部では10cm程度の累積隆起が観測されたとされている(次頁参照)。
 - ・地震後の地殻変動を解釈する際には、一般に余効すべり(afterslip)、粘弾性緩和(viscoelastic relaxation, P254参照)、間隙弾性反発(poroelastic rebound)の3つのメカニズムを考慮する必要があるとされている。
 - ・観測された地殻変動には、余効すべり効果やプレート間の固着効果等、様々な効果が含まれているとされている。
 - ・プレート間の固着効果は、東北地方全域で西方への変位、太平洋岸での沈下及び日本海側でのわずかな隆起をもたらすとされている(P255参照)。



- Suito (2018)に基づくと、北海道南部(東北日本弧延長部)は、プレート間の固着効果、余効変動等様々な効果により総じて隆起傾向である。

2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

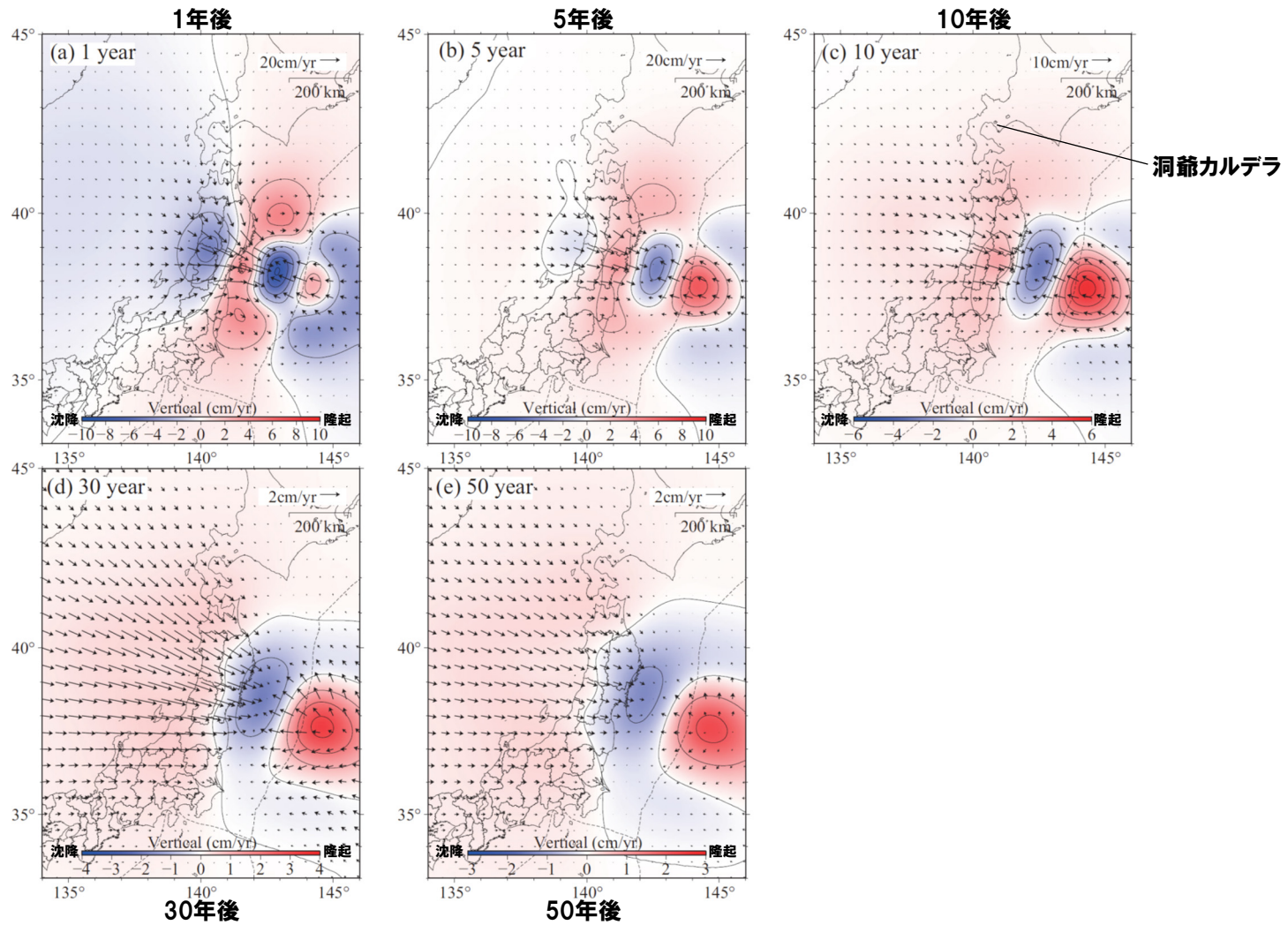
②-6 地球物理学的調査(地殻変動) (3/17)



GEONETによる2011年3月東北地方太平洋沖地震以降6.5年間分の地殻変動 (Suito (2018) に加筆)

2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

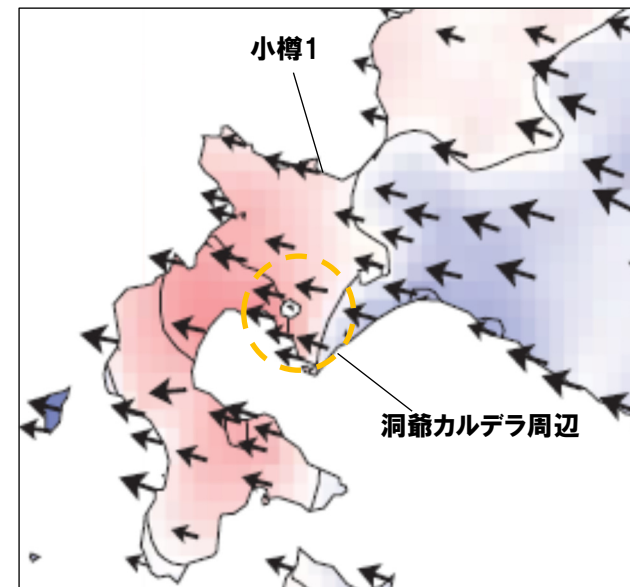
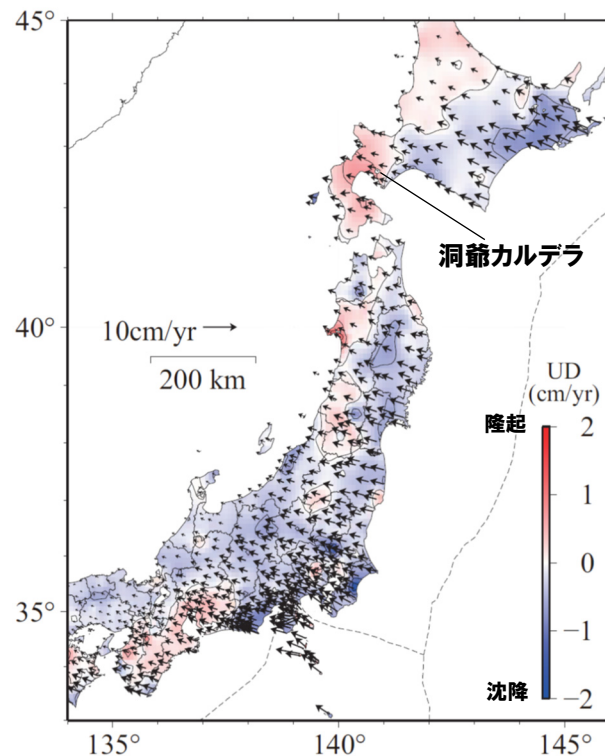
②-6 地球物理学的調査(地殻変動)(4/17)



粘弾性緩和による推定変位速度
(Suito (2018) に加筆)

2.3.5 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(地殻変動)(5/17)



北海道南部拡大図

固定局: 福江地点(長崎県)

Suito (2018) によれば、プレート間の固着効果は、東北地方全域で西方への変位、太平洋岸での沈下及び日本海側でのわずかな隆起をもたらすとされている。

GEONETによる1997年1月から2000年1月までの平均変位速度
(Suito (2018) に加筆)

2.3.5 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(地殻変動)(6/17)

【Ueda et al. (2003)】

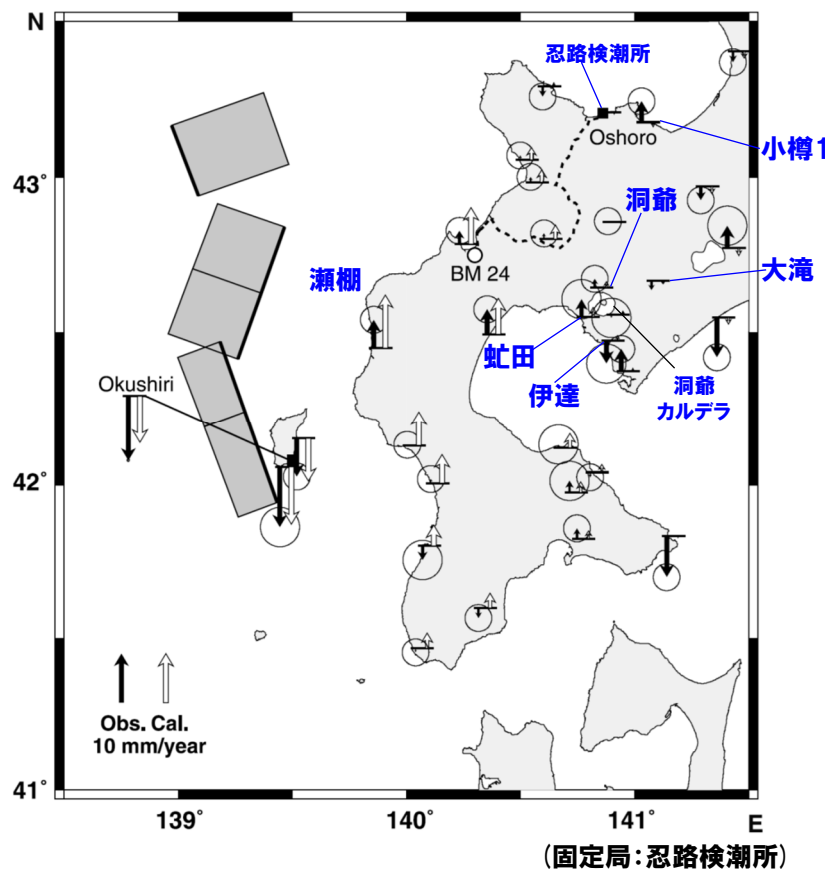
- 1993年北海道南西沖地震の余効変動について整理されているUeda et al. (2003)をレビューした。
- ・Ueda et al. (2003)によれば、1993年北海道南西沖地震後の地殻変動は、北海道南西部の西進、奥尻島の沈下、渡島半島の隆起によって特徴づけられるとされている(鉛直変位については、次頁図中の黒矢印参照)。
- ・一般に大地震後の地殻変動は、余効すべり(afterslip)と粘弾性緩和(viscoelastic relaxation)のどちらかが支配的と想定されるとされている。
- ・北海道南西沖地震後の地殻変動は、単純な3層構造における地震時応力変化による粘弾性緩和で説明できることがわかったが、余効すべりでは、非現実的な仮定を採用しないと変形を説明することができないとされている。
- ・この結果は、地震後の変形のメカニズムとして、明らかに粘弾性緩和が支配的であったことを示しているとされている。
- ・図中に見られるいくつかの差異(次頁図中の観測値(黒矢印)と計算値(白矢印)との差異)は、粘性の横方向の変化や太平洋プレートの沈み込み等、他の効果に起因している可能性があるとされている。



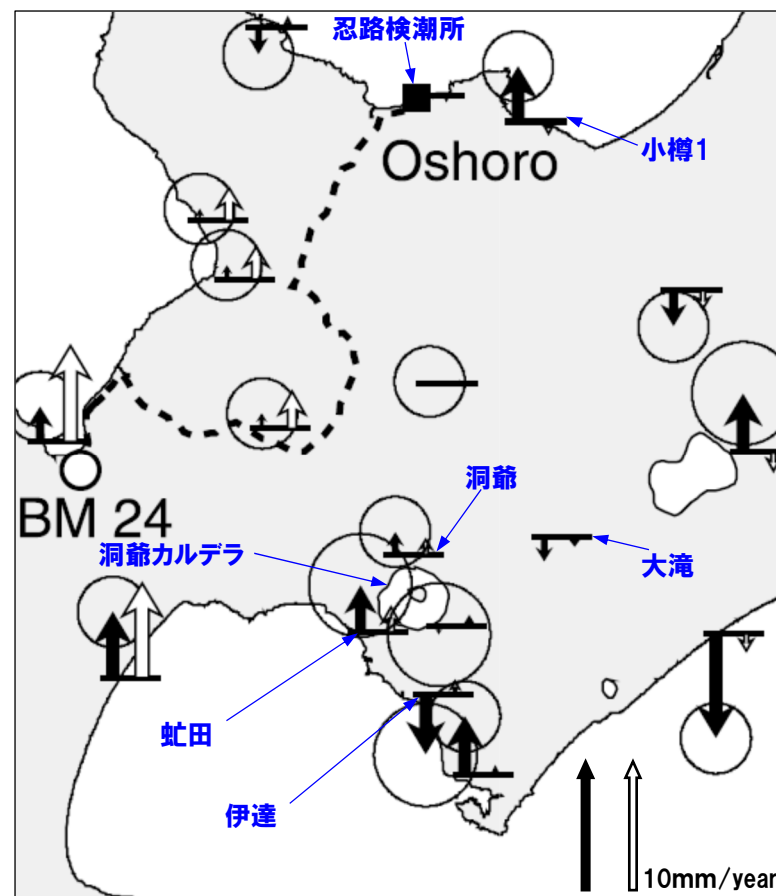
○Ueda et al. (2003)に基づくと、北海道南部(東北日本弧延長部)は、太平洋プレートの沈み込み、余効変動等様々な効果を受けていると考えられる。

2.3.5 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(地殻変動)(7/17)



➡ : 観測値 (1995年1月から2000年9月)
 ⇨ : 粘弾性緩和モデルによる計算値



洞爺カルデラ周辺拡大図

電子基準点及び奥尻検潮所の鉛直変位速度
(Ueda et al. (2003) に加筆)

2.3.5 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(地殻変動)(8/17)

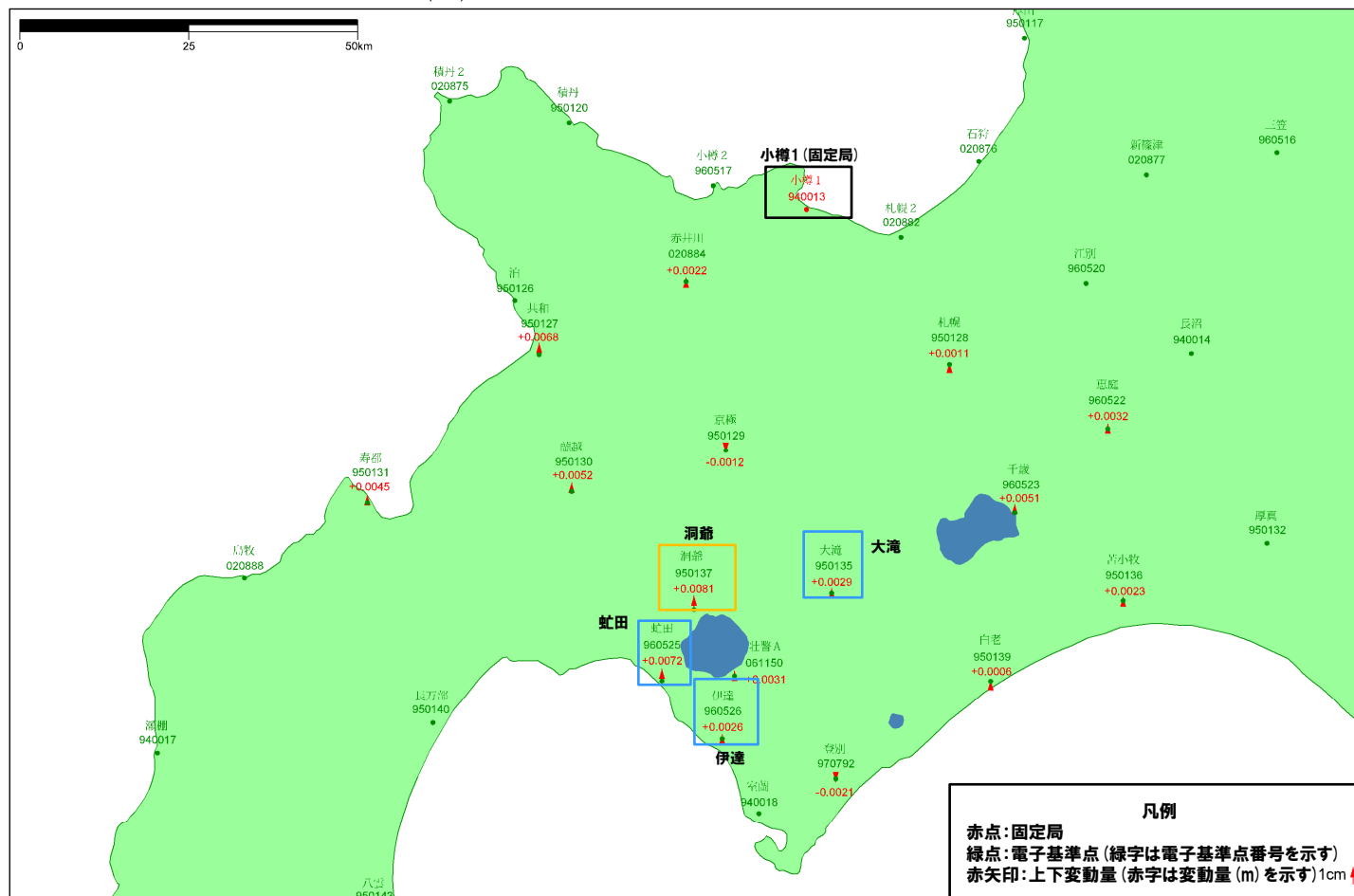
一部修正(H25/11/13審査会合)

- 東北地方太平洋沖地震発生前, 2010年1年間の変動ベクトル図(上下)を示す。
- 洞爺カルデラ付近における当該期間の最大変動量は, 小樽1-洞爺間の+8.1mmである。

基準値: 2010年1月1日00時00分～2010年1月10日23時59分(平均)
 比較値: 2010年12月22日00時00分～2010年12月31日23時59分(平均)

ベクトル図(上下)

固定局: 940013



赤: Bernese F3 [IGS]

「この地図の作成にあたっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の300万分の1日本とその周辺及び100万分の1日本を使用したものである。(承認番号)平20業促、第226号)」

電子基準点の変動ベクトル図(上下)
 (対象期間:2010年1月～2010年12月)

2.3.5 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(地殻変動)(9/17)

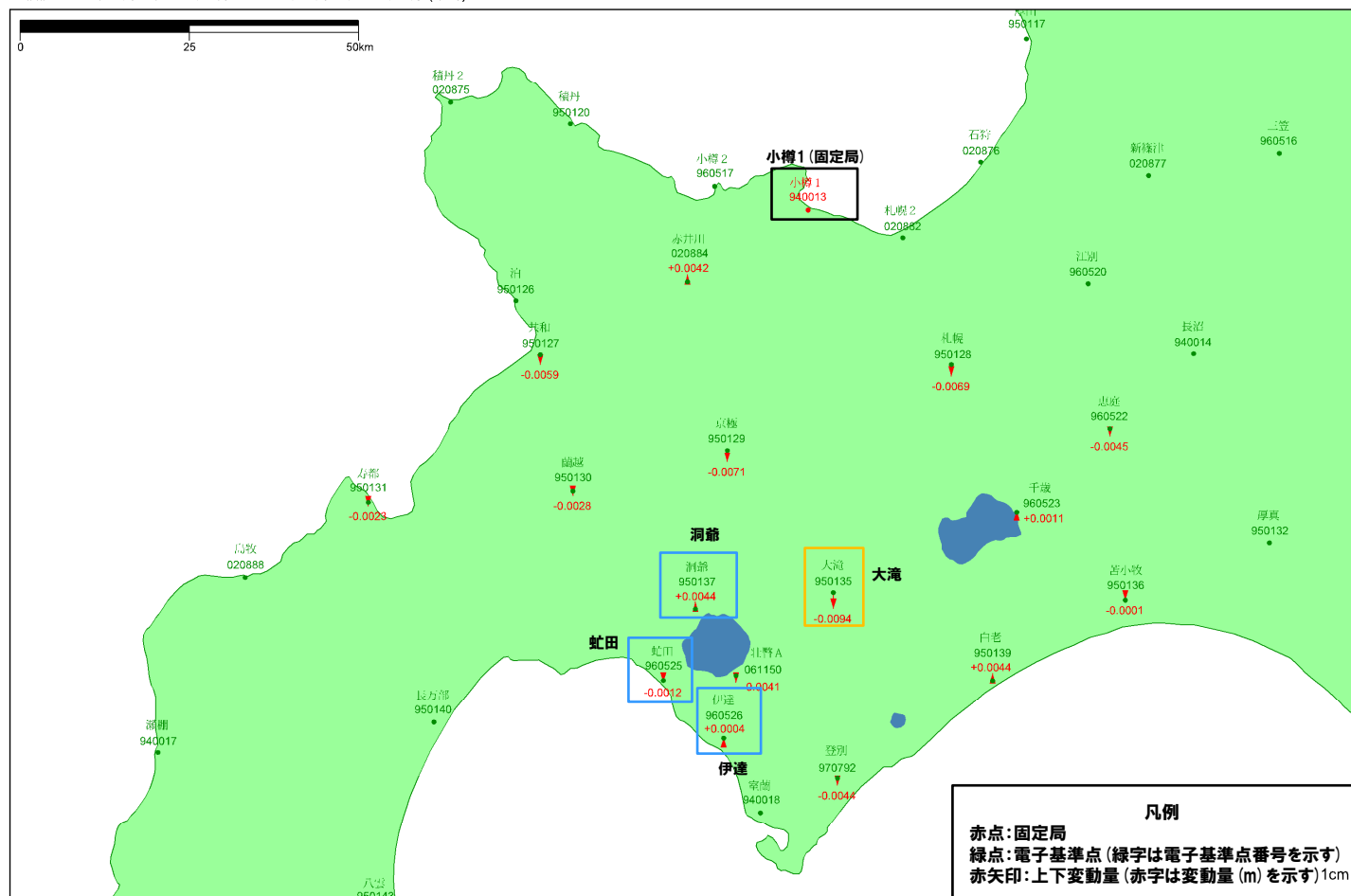
一部修正(H25/11/13審査会合)

- 東北地方太平洋沖地震発生後, 2012年1年間の変動ベクトル図(上下)を示す。
- 洞爺カルデラ付近における当該期間の最大変動量は, 小樽1-大滝間の-9.4mmである。

基準値: 2012年1月1日00時00分 ~ 2012年1月10日23時59分(平均)
 比較値: 2012年12月22日00時00分 ~ 2012年12月31日23時59分(平均)

ベクトル図(上下)

固定局: 940013



赤: Bernese F3 [IGS]

「この地図の作成にあたっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の300万分の1日本とその周辺及び100万分の1日本を使用したものである。(承認番号: 平20業使、第226号)」

電子基準点の変動ベクトル図(上下)
 (対象期間: 2012年1月~2012年12月)

2.3.5 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(地殻変動)(10/17)

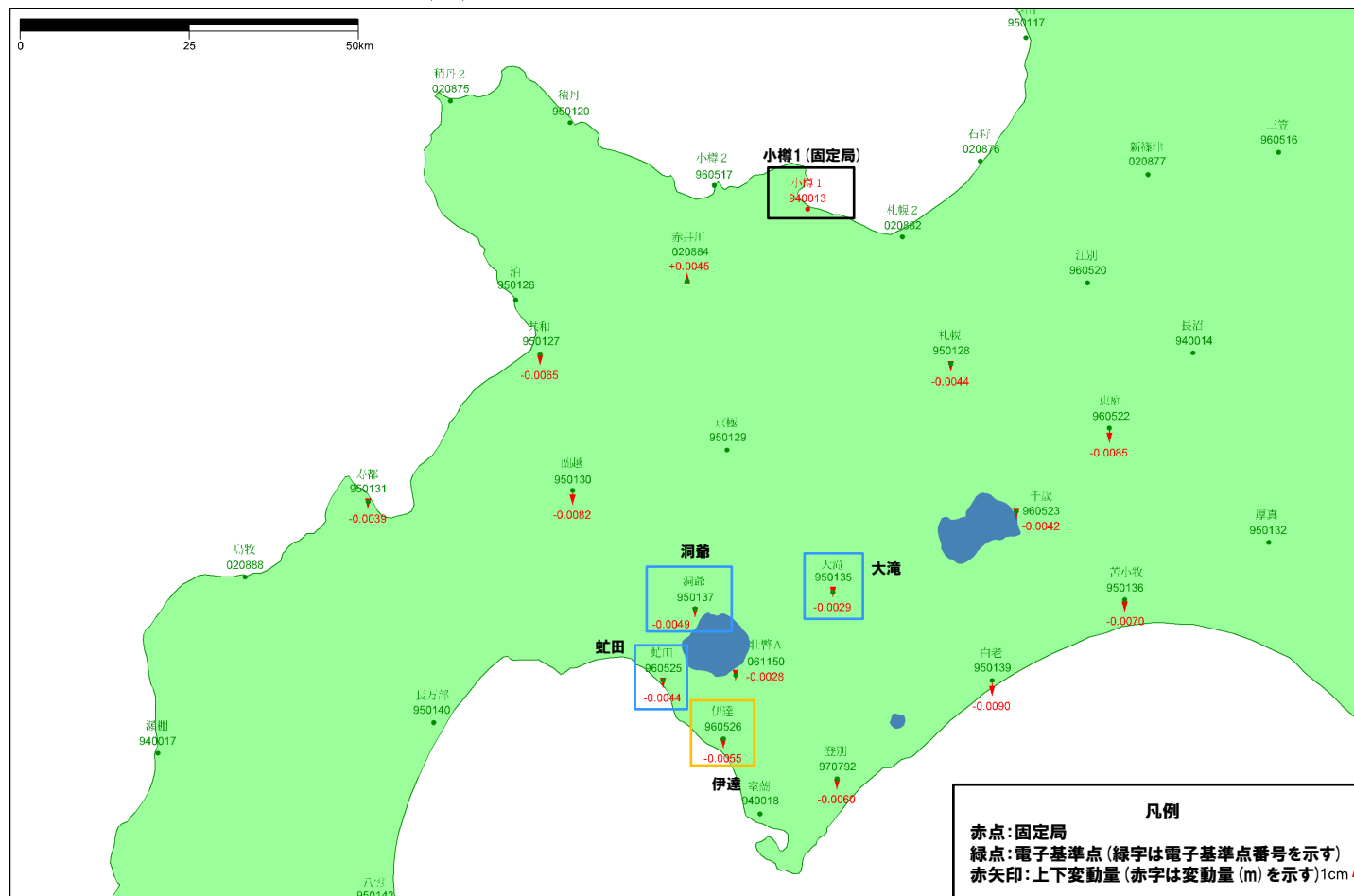
一部修正(R3/10/14審査会合)

- 北海道胆振東部地震発生前, 2017年1年間の変動ベクトル図(上下)を示す。
- 洞爺カルデラ付近における当該期間の最大変動量は, 小樽1-伊達間の-5.5mmである。

基準値: 2017年1月1日00時00分～2017年1月10日23時59分(平均)
 比較値: 2017年12月22日00時00分～2017年12月31日23時59分(平均)

ベクトル図(上下)

固定局: 940013



赤: Bernese F3 [IGS]

「この地図の作成にあたっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の300万分の1日本とその周辺及び100万分の1日本を使用したものである。(承認番号: 平20業使、第226号)」

電子基準点の変動ベクトル図(上下)
(対象期間: 2017年1月～2017年12月)

2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

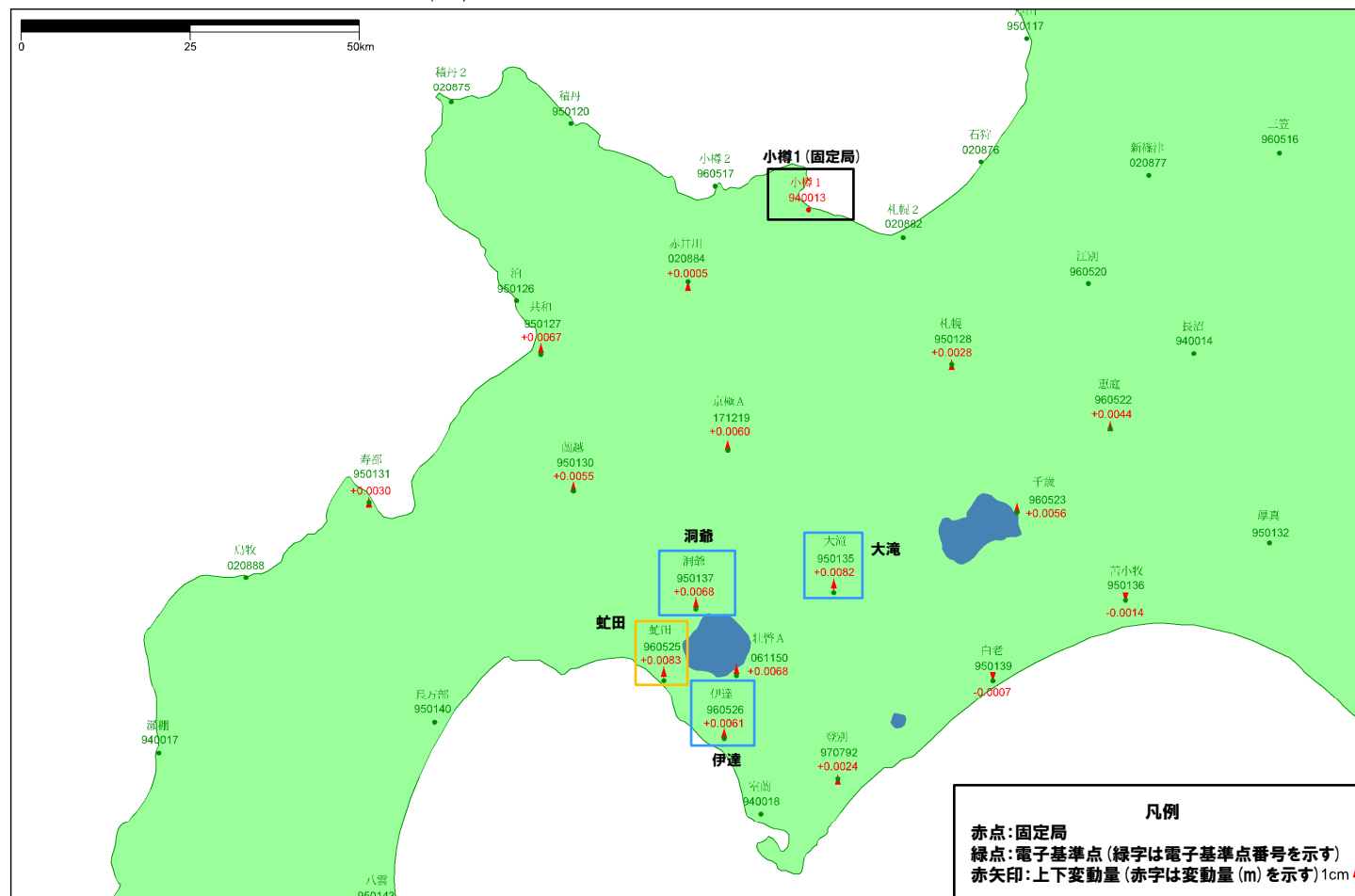
②-6 地球物理学的調査(地殻変動)(11/17)

- 北海道胆振東部地震発生後、2019年1年間の変動ベクトル図(上下)を示す。
- 洞爺カルデラ付近における当該期間の最大変動量は、小樽1-虻田間の+8.3mmである。

基準値: 2019年1月1日00時00分 ~ 2019年1月10日23時59分(平均)
 比較値: 2019年12月22日00時00分 ~ 2019年12月31日23時59分(平均)

ベクトル図(上下)

固定局: 940013



赤: Bernese F3 [IGS]

「この地図の作成にあたっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の300万分の1日本とその周辺及び100万分の1日本を使用したものである。(承認番号: 平20業使、第226号)」

電子基準点の変動ベクトル図(上下)
 (対象期間:2019年1月~2019年12月)

余白

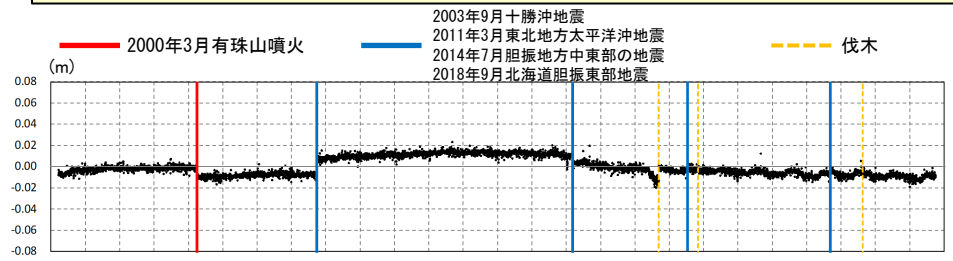
2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-6 地球物理学的調査(地殻変動)(12/17)

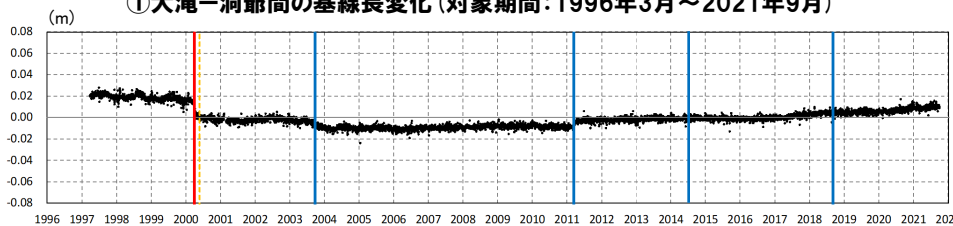
一部修正(H25/11/13審査会合)

【基線長変化】

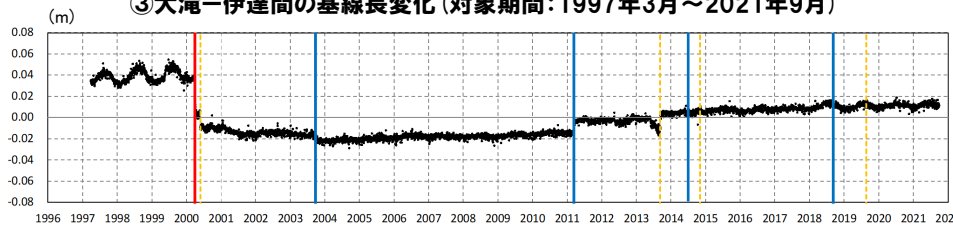
- 洞爺カルデラ付近の4基準点(大滝, 洞爺, 虻田及び伊達)を結んだ6基線について, 各電子基準点設置以降から2021年9月までの基線長変化を示す。
- 洞爺カルデラ付近の基線長変化は, 2003年十勝沖地震, 2011年東北地方太平洋沖地震等の前後に不連続が認められるが, 継続的な膨張又は収縮傾向は認められない。
- 2000年有珠山噴火の影響による不連続が認められる。



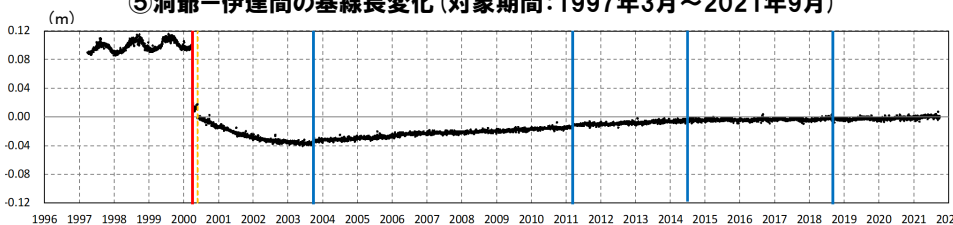
①大滝-洞爺間の基線長変化(対象期間:1996年3月~2021年9月)



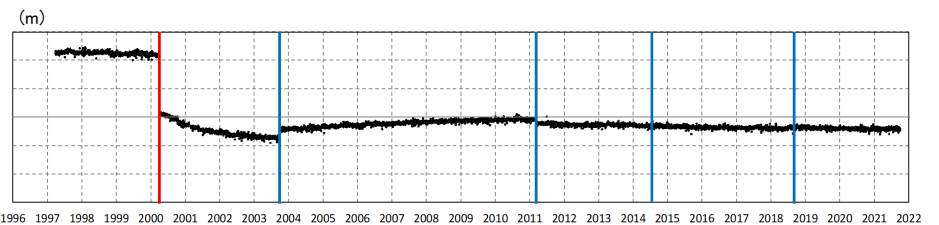
③大滝-伊達間の基線長変化(対象期間:1997年3月~2021年9月)



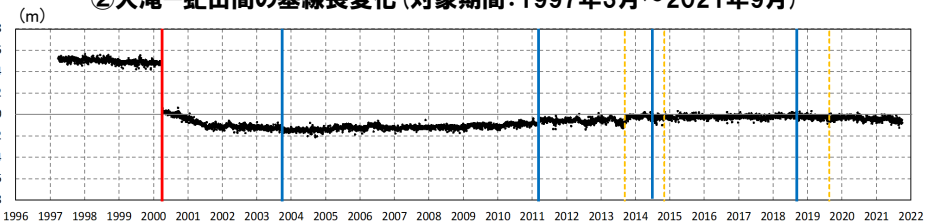
⑤洞爺-伊達間の基線長変化(対象期間:1997年3月~2021年9月)



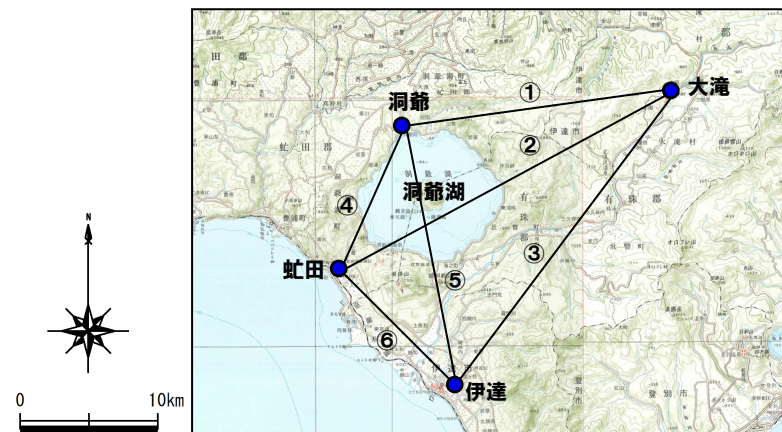
⑥虻田-伊達間の基線長変化(対象期間:1997年3月~2021年9月)



②大滝-虻田間の基線長変化(対象期間:1997年3月~2021年9月)



④洞爺-虻田間の基線長変化(対象期間:1997年3月~2021年9月)



洞爺カルデラ付近電子基準点位置図

2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

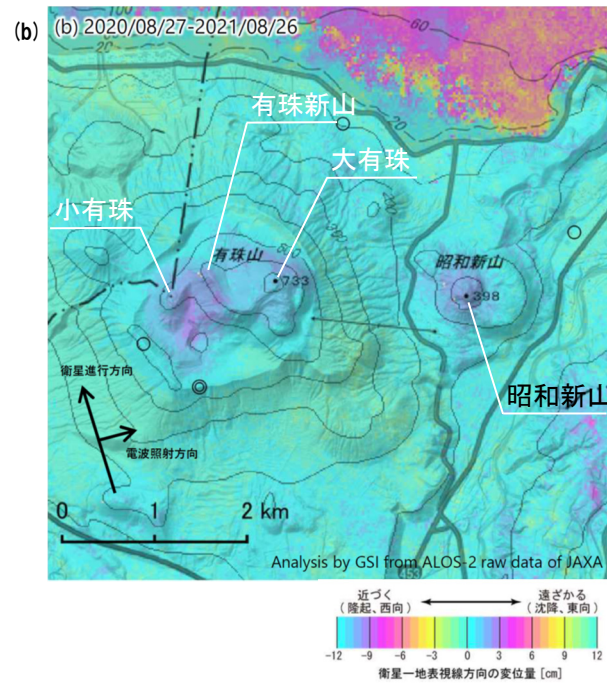
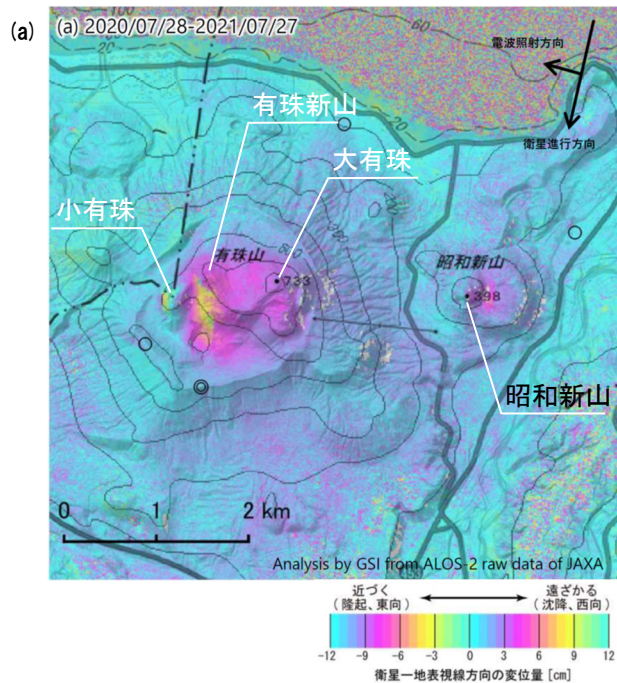
②-6 地球物理学的調査(地殻変動)(13/17)

一部修正(R3/10/14審査会合)

【干渉SAR】

第149回火山噴火予知連絡会資料(有珠山)(気象庁, 2021)

○有珠山周辺における“2020年7月～2021年7月(左図)”及び“2020年8月～2021年8月(右図)”の干渉SAR解析結果について、「有珠山の小有珠付近及び昭和新山の山頂付近に収縮とみられる衛星から遠ざかる変動が見られます」とされている。



	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2020/07/28 2021/07/27 11:48頃 (364日間)	2020/08/27 2021/08/26 23:26頃 (364日間)
衛星進行方向	南行	北行
電波照射方向	右(西)	右(東)
観測モード*	U-U	H-H
入射角	31.8°	33.7°
偏波	HH	HH
垂直基線長	-137 m	-28 m

* U: 高分解能(3m)モード
H: 高分解能(6m)モード

有珠山周辺における干渉SAR解析結果(国土地理院)
(気象庁(2021)に加筆)

2.3.5 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(地殻変動)(14/17)

【干渉SAR時系列解析】

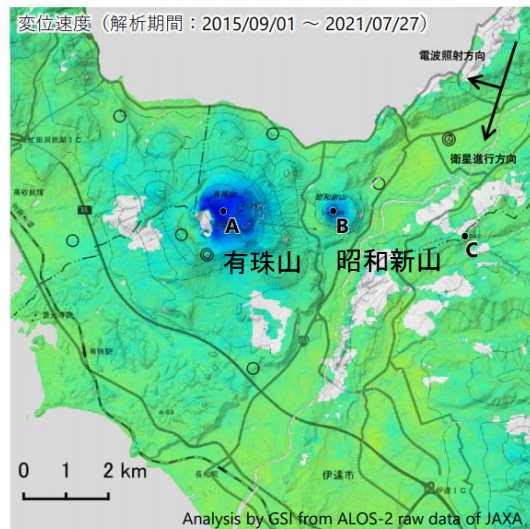
○第149回火山噴火予知連絡会資料(有珠山)(気象庁, 2021)によると、「大有珠の地点A及び昭和新山の地点B周辺に、衛星から遠ざかる変動が見られる」とされている。

【干渉SAR時系列解析(最新版)】

○2014年8月から2021年11月を対象とした干渉SAR時系列解析(国土地理院, 2022)※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。

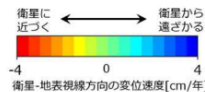
※国土地理院(2022)では、宇宙航空研究開発機構(JAXA)が運用する衛星「だいち2号(ALOS-2)」のSARデータを使用し、全国を対象とした地表変動の監視を行っている。2022年6月に北海道地域の干渉SAR時系列解析結果をHP上で先行公開し、2022年度中に全国の解析結果を公表するとされている。ここで示す干渉SAR時系列解析結果は大規模な地震に伴う地殻・地盤変動及びプレート運動等に伴う広い範囲に生じる地殻変動は除去されている。

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。

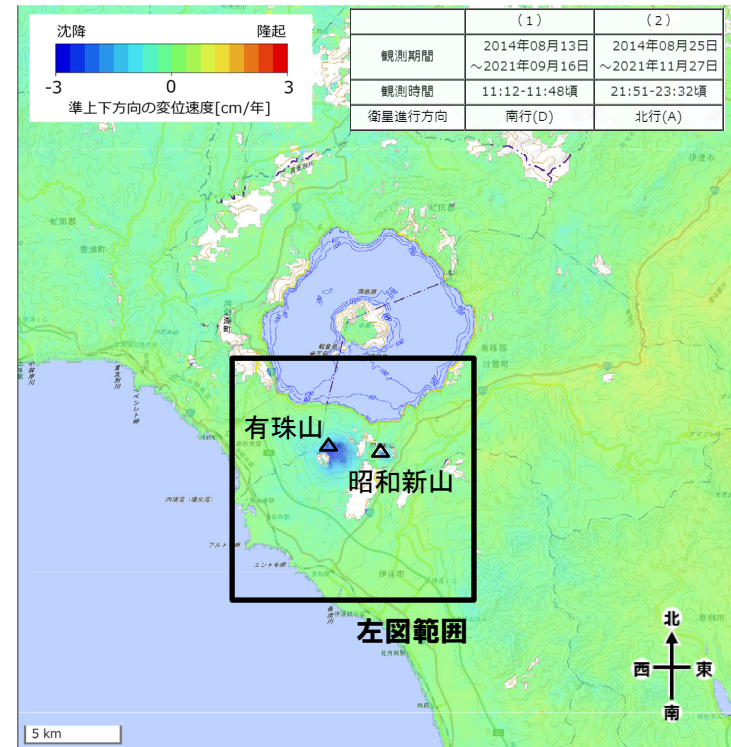


衛星名	ALOS-2
観測期間	2015/09/01 ~ 2021/07/27 (2156日間)
衛星進行方向	南行
電波照射方向	右(西)
観測モード*	U
入射角	31.8°
偏波	HH
データ数	18
干渉ペア数	36

* 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



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(2021)に加筆)



洞爺カルデラ周辺における2014-2021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(2022)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。

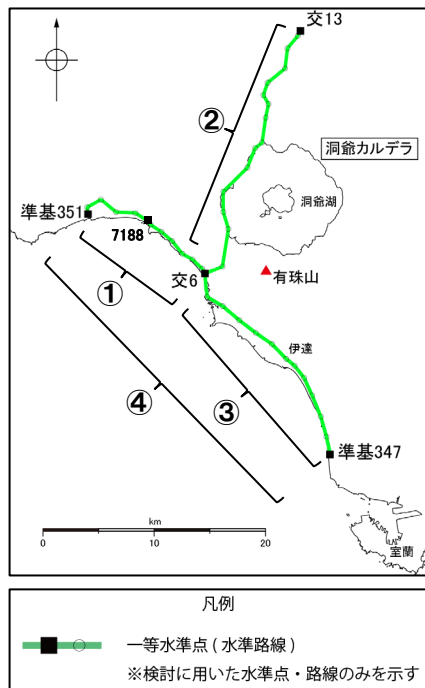
2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-6 地球物理学的調査(地殻変動)(15/17)

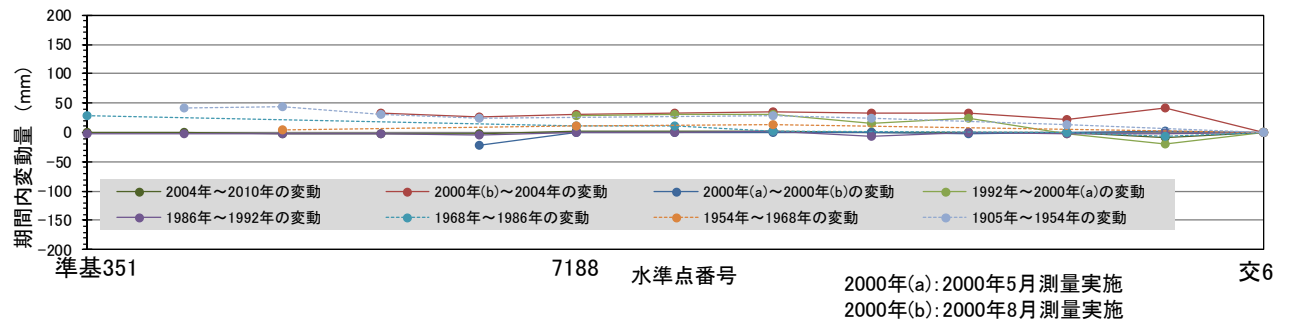
一部修正(R3/10/14審査会合)

【水準測量】

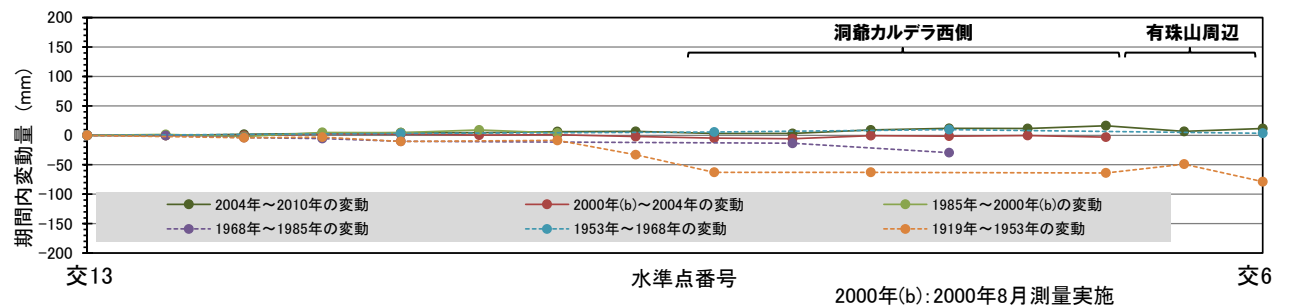
- 過去約100年間における洞爺カルデラ周辺の水準点の上下変動を示す。水準測量のデータは国土地理院一等水準点検測成果集録を使用した。
- 洞爺カルデラ周辺のデータは「交6」を境に測量実施時期が異なるものが多いことから、左図に示す水準路線①、②及び③に分けて、データ数の多い「交6」又は「交13」を固定点とした変動量を示している。
- また、「交6」は有珠山に比較的近接し、有珠山の活動に伴う地殻変動の影響を受ける可能性があることから、データ数が少なくなるものの「交6」を越えて測量実施時期が同一なデータについて、有珠山から比較的離れた「7188」を固定点とした変動量をあわせて示した(次頁④参照)。
- 当該検測成果集録においては、2000年の有珠山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)※

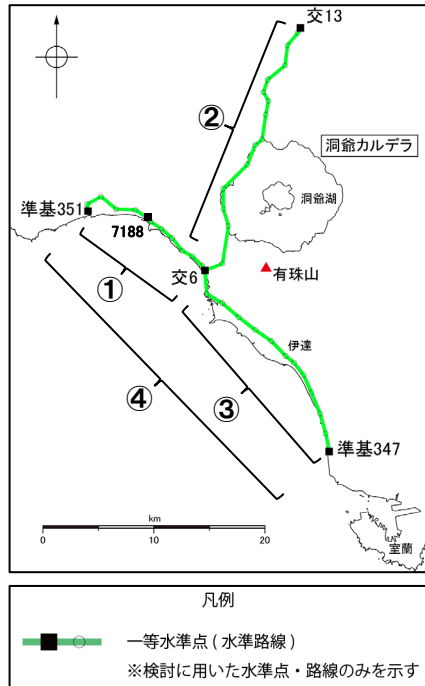


② 水準路線(水準点番号:交13-交6)沿いの期間内変動量(固定点:交13)

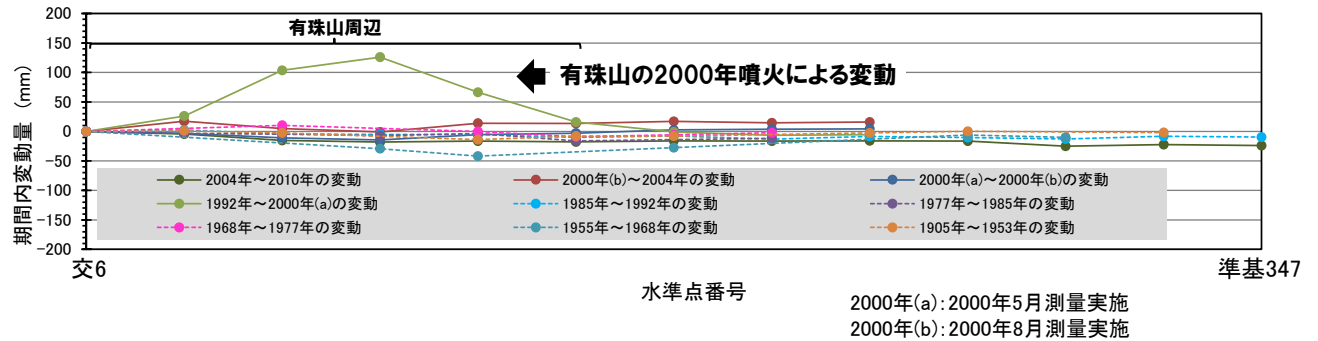
2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-6 地球物理学的調査(地殻変動)(16/17)

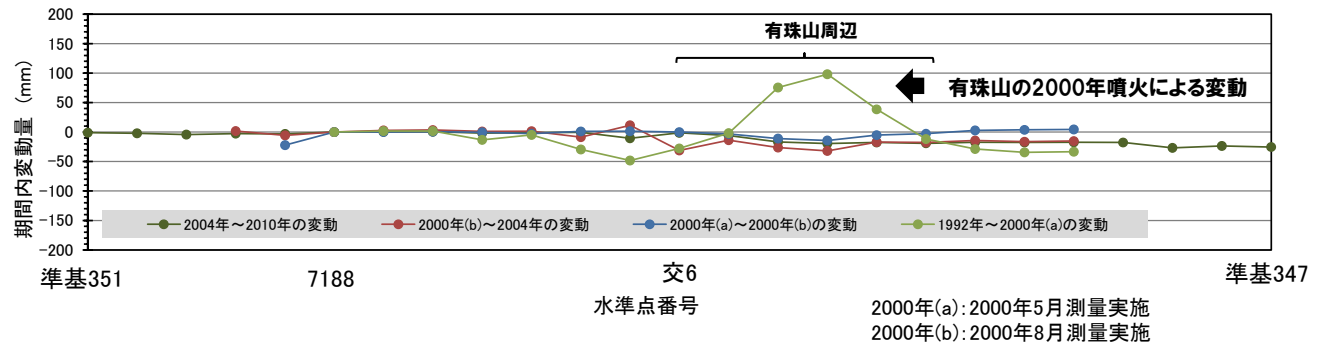
一部修正(R3/10/14審査会合)



水準路線

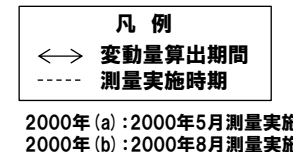
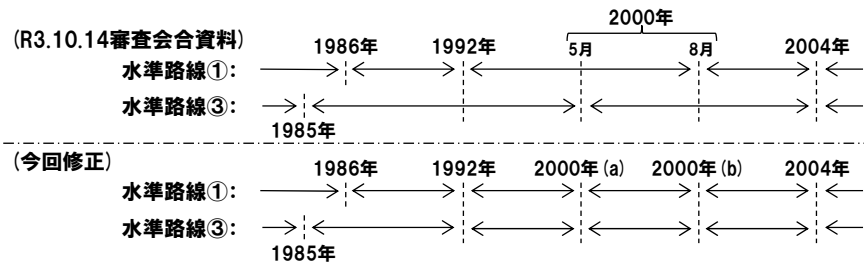


③ 水準路線(水準点番号:交6-準基347)沿いの期間内変動量(固定点:交6)※



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)

※R3.10.14審査会合資料においては、変動量の算出期間について、下図の通り水準路線①と③で不整合があったため、変動量の算出期間を今回修正し、2000年のデータについては、5月と8月の2回測量が実施されていることから、それぞれ2000年(a)、2000年(b)と呼称することとした。



2.3.5 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(地殻変動-まとめ-) (17/17)

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、洞爺カルデラ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)】

○洞爺カルデラ付近の上下変動は、各電子基準点設置以降、0~2cm/年程度の隆起傾向が概ね継続している。

○文献を踏まえると、北海道南部(東北日本弧延長部)はプレート間の固着効果、周辺で発生した地震の余効変動等の様々な効果により総じて隆起傾向であり、洞爺カルデラ周辺の隆起傾向は、小樽1地点との上下変動量の相対的な差異を捉えているものと考えられる。

○洞爺カルデラ付近の基線長変化は、2003年十勝沖地震、2011年東北地方太平洋沖地震等の前後に不連続が認められるが、継続的な膨張又は収縮傾向は認められない。

○2000年有珠山噴火の影響による不連続が一部の基線で認められる。

【地殻変動(干渉SAR)】

○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。

【地殻変動(水準測量)】

○国土地理院一等水準点検測成果集録においては、2000年の有珠山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、有珠山周辺の局所的な沈降傾向及びより広域の北海道南部(東北日本弧延長部)規模の隆起傾向は認められるが、洞爺カルデラ規模の顕著な変位の累積は認められない。

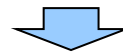
2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)

②-7 地球物理学的調査(まとめ)

○洞爺カルデラ直下の上部地殻における巨大噴火*が可能な量のマグマ溜まりが存在する可能性及び大規模なマグマの移動・上昇等の活動に着目して、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)から、現在のマグマ溜まりの状況を検討した。

洞爺カルデラにおける地球物理学的調査結果

【地下構造(P236~P245参照)】			
地震波速度構造	比抵抗構造	重力異常	地下構造の解釈
<p>○防災科学技術研究所HP上の公開データを基に作図した地震波トモグラフィ解析結果からは、洞爺カルデラ直下の上部地殻内(約20km以浅)には、メルトの存在を示唆する顕著な低Vpかつ高Vp/Vs領域は認められない。</p> <p>○洞爺カルデラ直下の上部地殻内(約20km以浅)には、マグマや熱水等の流体の移動を示唆する低周波地震群は認められない。</p>	<p>○当社電磁気探査結果及び文献(Goto and Danhara, 2018; Matsushima et al., 2001)に基づく、洞爺カルデラ直下の上部地殻内(約20km以浅)には、巨大噴火が可能な量のマグマ溜まりを示唆する低比抵抗領域は認められない。</p>	<p>○文献(和田ほか, 1988)に基づく、洞爺カルデラにおいては、カルデラ中心部が最も厚い逆円錐型に堆積した密度の低い堆積物によるものと考えられる低異常域が認められる。</p> <p>○重力異常を踏まえたマグマ溜まりに関する考察はされていない。</p>	<p>○地下構造に関する調査の結果、洞爺カルデラ直下の上部地殻内(約20km以浅)には、現状、巨大噴火*が可能な量のマグマ溜まりを示唆する構造は認められない。</p>
【火山性地震(P246~P250参照)】		【地殻変動(P251~P268参照)】	
<p>○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に認められるが、上部地殻にはほとんど認められない。</p>		<p>○洞爺カルデラ周辺の地殻変動は、有珠山周辺の局所的な沈降傾向及びより広域の北海道南部(東北日本弧延長部)規模の隆起傾向は認められるが、洞爺カルデラ規模の顕著な変位の累積は認められない。</p>	



○地球物理学的調査の結果、洞爺カルデラ直下の上部地殻内(約20km以浅)には、現状、巨大噴火が可能な量のマグマ溜まりが存在する可能性は十分小さく、大規模なマグマの移動・上昇等の活動を示す兆候も認められない。

※原子力発電所の火山影響評価ガイドにおいては、巨大噴火について、「地下のマグマが一気に地上に噴出し、大量の火砕流となるような噴火であり、その規模として噴出物の量が数10km³程度を超えるようなもの」とされている。

1. 火山影響評価の概要	P. 17
2. 立地評価	P. 22
2.1 文献調査	P. 25
2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 35
2.3 運用期間中の火山の活動可能性評価	P. 43
2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山	P. 47
2.3.2 巨大噴火の可能性評価方法	P.133
2.3.3 巨大噴火の可能性評価(支笏カルデラ)	P.147
2.3.4 巨大噴火の可能性評価(倶多楽・登別火山群)	P.187
2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)	P.229
2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価	P.271
2.5 立地評価まとめ	P.339
3. 影響評価	
3.1 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価	
3.2 降下火砕物の影響評価	
3.2.1 降下火砕物の層厚評価の概要	
3.2.2 敷地周辺で確認される降下火砕物	
3.2.3 降下火砕物シミュレーション	
3.2.4 設計に用いる降下火砕物の層厚	
3.2.5 降下火砕物の密度・粒径	
3.3 影響評価まとめ	
4. モニタリング	
4.1 監視対象火山の抽出	
4.2 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	
参考資料	P.344
参考文献	P.357

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

泊発電所における火山影響評価のうち立地評価の流れ

立地評価

2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

○敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山

35火山

○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・徳舜警、オロフレ・来馬、尻別岳、狩場山、勝潤山、横津岳

○将来の活動可能性が十分に小さい火山
22火山

13火山

2.3 運用期間中の火山の活動可能性評価

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

○「火砕流を含む火山噴出物の分布が広範囲」であり、「噴出物体積が20km³以上」である噴火が発生した火山を過去に巨大噴火が発生した火山として抽出。

【過去に巨大噴火が発生した火山】 支笏カルデラ、洞爺カルデラ
【過去に巨大噴火が発生した可能性が否定できない火山】 倶多楽・登別火山群

2.3.2 巨大噴火の可能性評価方法

○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する。

2.3.3 巨大噴火の可能性評価（支笏カルデラ）

2.3.4 巨大噴火の可能性評価（倶多楽・登別火山群）

2.3.5 巨大噴火の可能性評価（洞爺カルデラ）

○運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さい。

13火山（巨大噴火以外）

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

○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）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。

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

① 評価

一部修正 (R3/10/14審査会合)

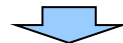
- 原子力発電所の運用期間中における活動可能性が十分小さいと判断できない13火山について、設計対応不可能な火山事象が敷地に到達する可能性又は敷地に影響を与える可能性を評価する。
- 13火山のうち、支笏カルデラ及び洞爺カルデラは、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さいと評価されることから(2.3章参照)、Sp-1及びTpを噴出した噴火以降の後カルデラ期における最大の噴火規模の噴火について評価する。
- また、倶多楽・登別火山群は、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さいと評価されることから(2.3章参照)、Kt-7を噴出した噴火以降の最大の噴火規模の噴火について評価する。
- 支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラ以外の10火山は、過去の最大規模の噴火について評価する※1。

※1 ニセコ・雷電火山群については、敷地近く(半径10kmの範囲)に設計対応不可能な火山事象が到達していることから(P282参照)、参考として、過去の最大規模以上の噴火が運用期間中に発生する可能性について、地震波速度構造による検討を実施している。検討結果についてはP353～P356参照。

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)	設計対応不可能な火山事象が敷地に到達する可能性又は敷地に影響を与える可能性				
		溶岩流 (P260～P283参照)	岩屑なだれ、 地滑り 及び斜面崩壊 (P285参照)	火砕物 密度流 (P286～P300参照)	新しい火口 の開口 (P301～P323参照)	地殻変動 (P309～P321参照)
		0～50km	0～50km	0～160km		
C11 支笏カルデラ	74.8	-	-	十分小さい	十分小さい	十分小さい
C12 恵庭岳	68.6					
C13 風不死岳	77.7					
C14 樽前山	80.2					
C15 ホロホロ・徳舜賢	68.0	-	-	十分小さい	十分小さい	十分小さい
C16 オロフレ・来馬	70.2	-	-	十分小さい	十分小さい	十分小さい
C17 倶多楽・登別火山群	80.5	-	-	十分小さい	十分小さい	十分小さい
C20 洞爺カルデラ	54.8	-	-	十分小さい	十分小さい	十分小さい
C21 洞爺中島	55.1					
C22 有珠山	60.7					
C23 尻別岳	43.6	十分小さい	十分小さい	十分小さい	十分小さい	十分小さい
C24 羊蹄山	33.8	十分小さい	十分小さい	十分小さい	十分小さい	十分小さい
C25 ニセコ・雷電火山群	19.7※2	十分小さい	十分小さい	十分小さい	十分小さい	十分小さい
C27 狩場山	66.1	-	-	十分小さい	十分小さい	十分小さい
C29 勝淵山	126.4	-	-	十分小さい	十分小さい	十分小さい
C34 北海道駒ヶ岳	109.0	-	-	十分小さい	十分小さい	十分小さい
C35 横津岳	123.7	-	-	十分小さい	十分小さい	十分小さい
C38 恵山	146.9	-	-	十分小さい	十分小さい	十分小さい

※2 R3.10.14審査会合資料においては、敷地からニセコ・雷電火山群までの距離について、中野ほか編(2013)において代表点として示されているニセコアンヌプリまでの距離21.5km(約22km)を記載していたが、現在の活動中心であるイワオヌプリまでの距離19.7km(約20km)とすることが適切であることから、今回修正した。



○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。

余白

②-1 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。
- また、敷地から最も近い(約20km^{*})ニセコ・雷電火山群及び隣接する羊蹄山については、溶岩流の流下方向の傾向を把握するため、溶岩流シミュレーションを実施する。

【ニセコ・雷電火山群】

- ・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(P276～P279及びP282参照)。
- ・ニセコ・雷電火山群の現在の活動中心はイワオヌプリであると考えられる(P284参照)。
- ・また、現在の活動中心であるイワオヌプリ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(P277～P279参照)。
- ・溶岩流シミュレーションにおいて、イワオヌプリ山頂から噴出した溶岩は、ワイスホルン、ニトヌプリ及びニセコアンヌプリに規制され、主に北東及び南西方向に流下し、敷地方向には流下しない結果となった(P286～P288参照)。

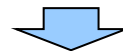
【羊蹄山】

- ・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(P289～P290参照)。
- ・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(P291参照)。
- ・溶岩流シミュレーションにおいて、羊蹄山山頂から噴出した溶岩は、主に西～南方向に流下し、敷地方向には流下せず、その分布範囲は山体付近に限定される結果となった(P292～P294参照)。

【尻別岳】

- ・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(P295～P296参照)。
- ・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(P297参照)。

※R3.10.14審査会合資料においては、敷地からニセコ・雷電火山群までの距離について、中野ほか編(2013)において代表点として示されているニセコアンヌプリまでの距離21.5km(約22km)を記載していたが、現在の活動中心であるイワオヌプリまでの距離19.7km(約20km)へ修正した。



- 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。

②-2 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-) (1/13)

一部修正 (H25/11/13審査会合)

【まとめ】

- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020), 大場(1960)及び新エネルギー総合開発機構(1986,1987)によれば, ニセコ・雷電火山群の溶岩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(次頁~P279参照)。
- 敷地及び敷地近傍における当社地質調査の結果, ニセコ・雷電火山群の溶岩流を含む火山噴出物は, 敷地まで到達していない(P282参照)。
- 現在の活動中心であるイワオヌプリ(P284参照)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(P277~P279参照)。
- 大場(1960), 新エネルギー総合開発機構(1986,1987)及び日本地質学会編(2010)に示されているニセコ・雷電火山群の活動時期は, 概ね整合的である(下表及びP277~P281参照)。

*R3.10.14審査会合資料においては, 敷地からニセコ・雷電火山群までの距離について, 中野ほか編(2013)において代表点として示されているニセコアンヌプリまでの距離21.5km(約22km)を記載していたが, 現在の活動中心であるイワオヌプリまでの距離19.7km(約20km)へ修正した。

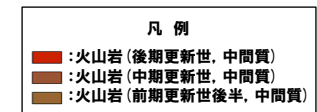
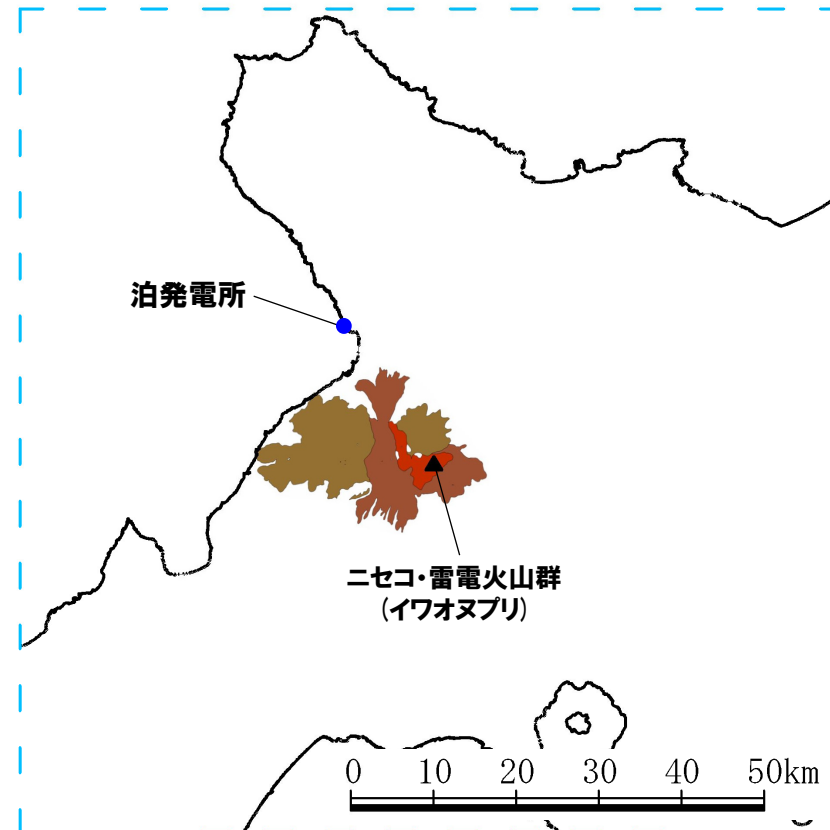
文献記載のニセコ・雷電火山群の活動時期まとめ

	大場(1960)	NEDO(1986,1987)	日本地質学会編(2010)
イワオヌプリ	最新期ニセコ火山群	第3期 (0.3-0.01Ma)	新期火山群 (0.3-<0.2Ma)
チセヌプリ			
ニトヌプリ	新期ニセコ火山群	第2期 (1.1-0.1Ma)	中期火山群 (0.8-0.25Ma)
白樺山			
シャクナゲ岳			
ニセコアンヌプリ			
目国内岳	旧期ニセコ火山群	第1期 (1.6-1.0Ma)	古期火山群 (2.03-0.5Ma)
岩内岳			
ワイスホルン			
雷電山			

②-2 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-) (2/13)

【産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)】

○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。



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)

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

②-2 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-) (3/13)

一部修正 (H25/11/13審査会合)

【大場 (1960)】

- ニセコ・雷電火山群の地質分布について整理されている大場 (1960) をレビューした。
- ・大場 (1960) によれば、ニセコ火山群の地質図は右図の通りとされている。
- ・ニセコ火山群の活動は、その地形および噴出物の岩石学的特性を見て、3期にわけることができるとされている (下表参照)。

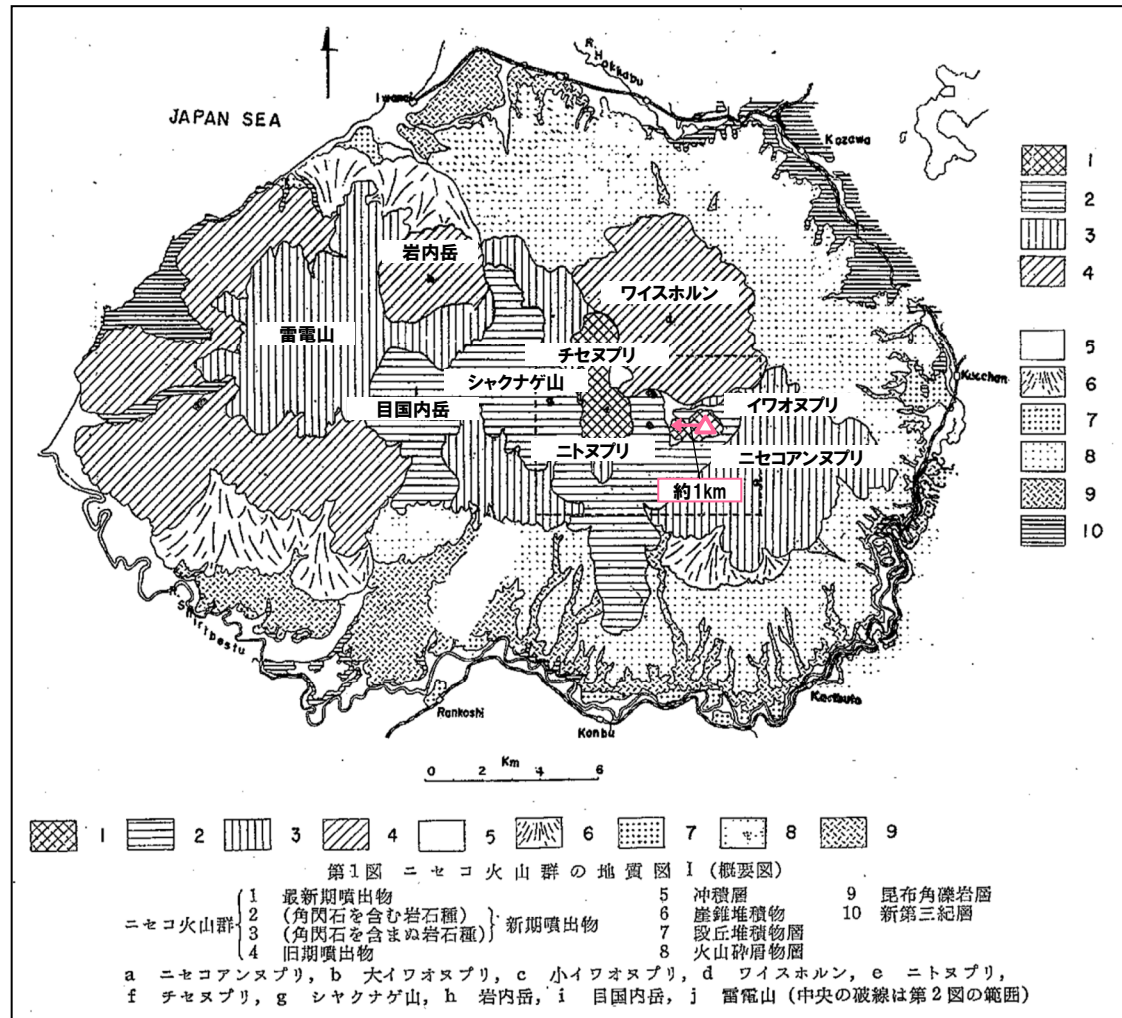


- 大場 (1960) に基づくと、ニセコ・雷電火山群の火山噴出物は、敷地まで到達していない。
- 現在の活動中心であるイワオヌプリ (P284参照) の火山噴出物の最大到達距離は約1kmである。

地質層序表 (大場 (1960) に加筆)

第1表 地質層序

時代	層	序	火山活動	
第 四 紀	沖積世	河床堆積物	大イワオヌプリ	最新期ニセコ火山群
		湖水堆積物	小イワオヌプリ	
	洪積世	扇状地堆積物	チセヌプリ	
			ニトヌプリ	
鮮 新 世	新第三紀層	火山碎屑物	シャクナゲヌプリ	最新期ニセコ火山群
		段丘堆積物	ニセコアンヌプリ	
		雷電岳 (上部)	雷電岳 (下部)	
	目国内岳	岩内岳		
第三紀			ワイスホルン	

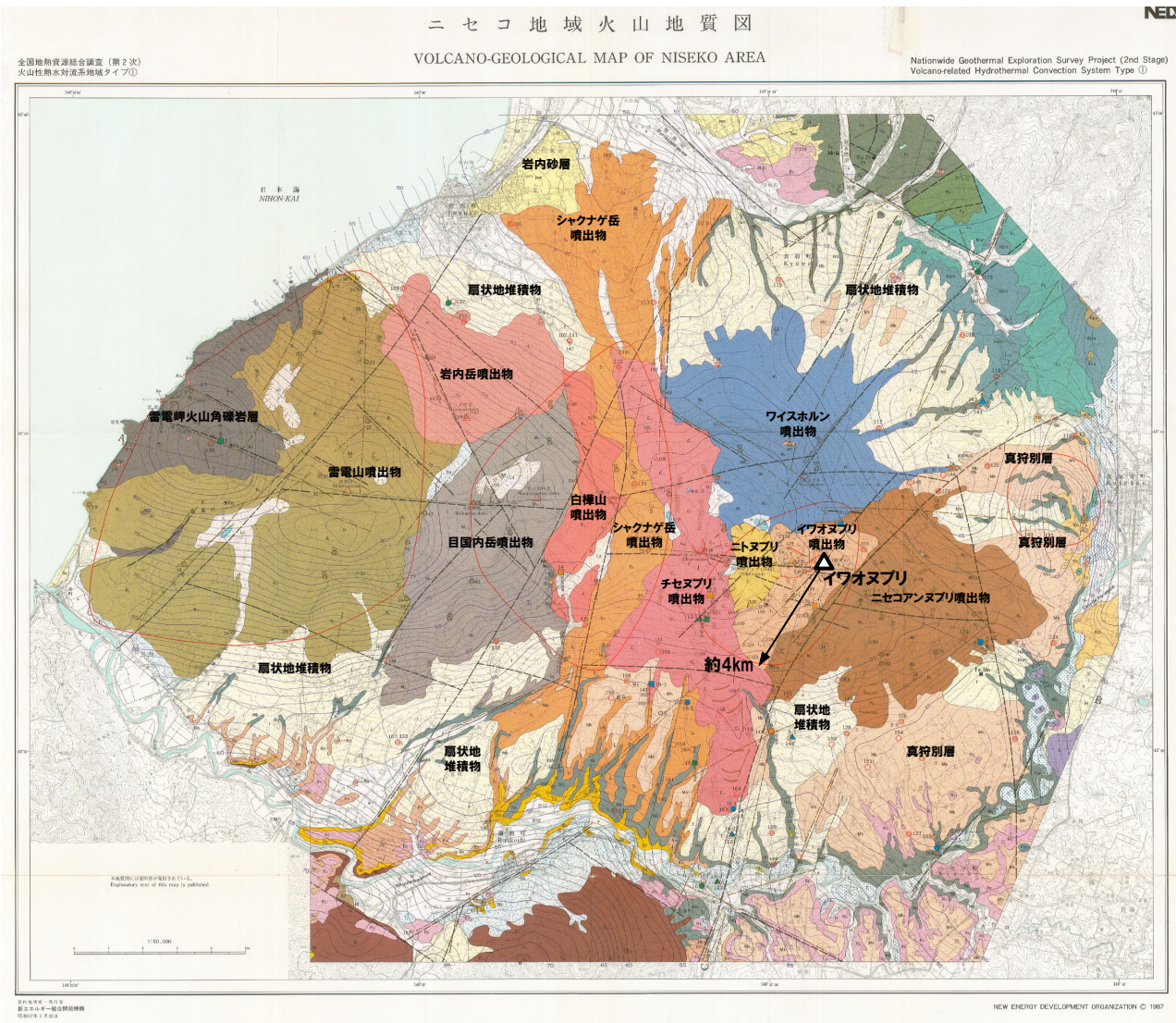


火山地質図 (大場 (1960) に加筆)

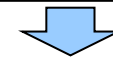
2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

②-2 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-) (4/13)

一部修正 (H25/12/18審査会合)



【新エネルギー総合開発機構 (1986, 1987)】
 (調査目的)
 「全国地熱資源総合調査」(旧 通商産業省からの補助金で実施)の一環として、1984年～1986年にニセコ地域 (ニセコ・雷電火山群) における調査を実施している。
 (調査範囲 (図幅範囲))
 火山地質図作成範囲は、ニセコ・雷電火山群の火山噴出物が分布する範囲。
 (調査内容)
 基盤の地質構造、火山地質構造 (ニセコ・雷電火山群の地質構造) に関する
 ・空中写真判読
 ・地表地質踏査
 各火山噴出物のフローユニット単位での
 ・磁化方位測定
 ・年代測定
 ・化学組成分析
 等を実施している。



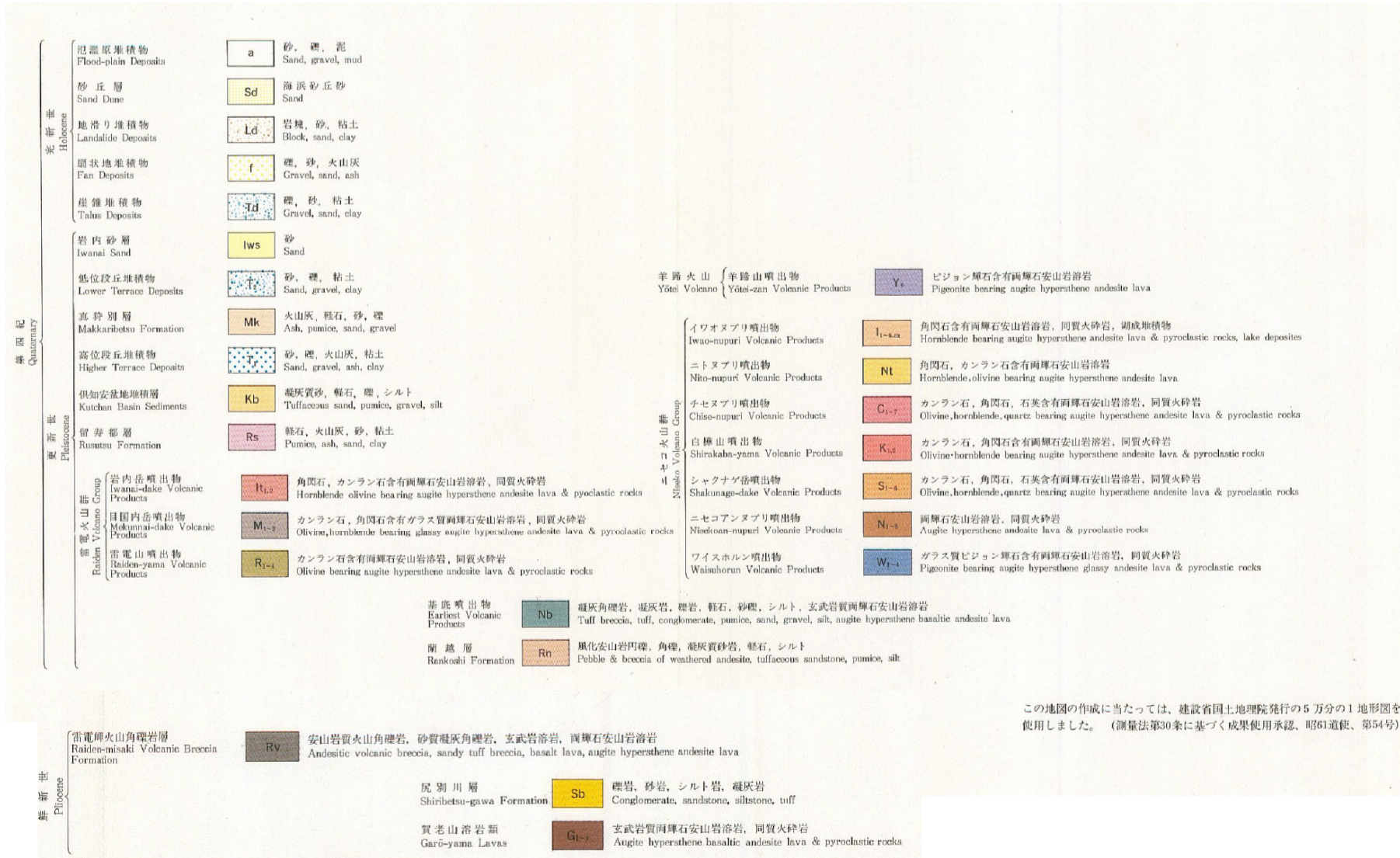
- 新エネルギー総合開発機構 (1986, 1987) に基づくと、ニセコ・雷電火山群の溶岩流を含む火山噴出物は、敷地まで到達していない。
- 現在の活動中心であるイワオヌプリ (P276 参照) の溶岩流を含む火山噴出物の最大到達距離は約4kmである。

ニセコ地域火山地質図 (新エネルギー総合開発機構 (1987) に加筆)

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

②-2 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-) (5/13)

再掲 (H25/12/18審査会合)



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

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

②-2 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-) (6/13)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

【新エネルギー総合開発機構(1986)】
(活動年代)

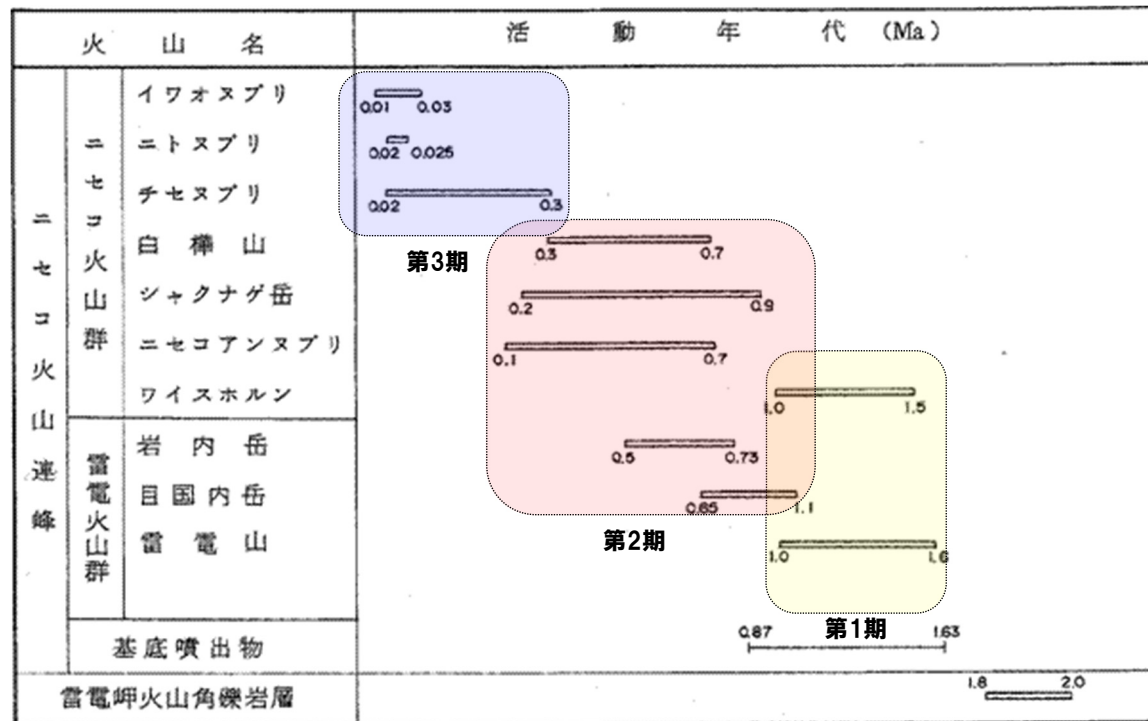
○ニセコ・雷電火山群の活動時期については、「第1期」、「第2期」及び「第3期」に分類されている。

第1期: 雷電山・ワイスホルン

第2期: 目国内岳・岩内岳・ニセコアンヌプリ・シャクナゲ岳・白樺山

第3期: チセヌプリ・ニトヌプリ・イワオヌプリ

ニセコ・雷電火山群の各火山の活動年代 (新エネルギー総合開発機構(1986)に加筆)



2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

②-2 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-) (7/13)

一部修正 (H25/11/13審査会合)

【日本地質学会編(2010)】

- ニセコ・雷電火山群の活動時期については、「古期火山群」、「中期火山群」及び「新期火山群」に分類されている。
- 各火山群を構成する火山体の活動時期は下表のように示されている。

各火山群を構成する火山体の活動時期

火山群	火山体	活動時期
古期火山群	雷電火山	2.03±0.28Ma-0.99±0.12Ma
	目国内岳火山	1.2±0.2Ma-0.62±0.06Ma
	岩内岳火山	0.64±0.13Ma-0.5±0.2Ma
	ワイスホルン火山	1.3±0.4Ma-0.9±0.3Ma
中期火山群	白樺岳火山	0.68±0.04Ma-0.3±0.2Ma
	シャクナゲ岳火山	0.8±0.05Ma-0.30±0.03Ma
	ニセコアンヌプリ火山	0.69±0.35Ma-0.25±0.13Ma
新期火山群	チセヌプリ火山	0.3±0.2Ma-<0.2Ma
	ニトヌプリ火山	<0.2Ma
	イワオヌプリ火山	<0.2Ma

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

②-2 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-) (8/13)

一部修正 (H25/11/13審査会合)

【敷地及び敷地近傍における当社地質調査】

○敷地及び敷地近傍における当社地質調査の結果、ニセコ・雷電火山群の溶岩流を含む火山噴出物は、下図の範囲に認められ、敷地まで到達していない。

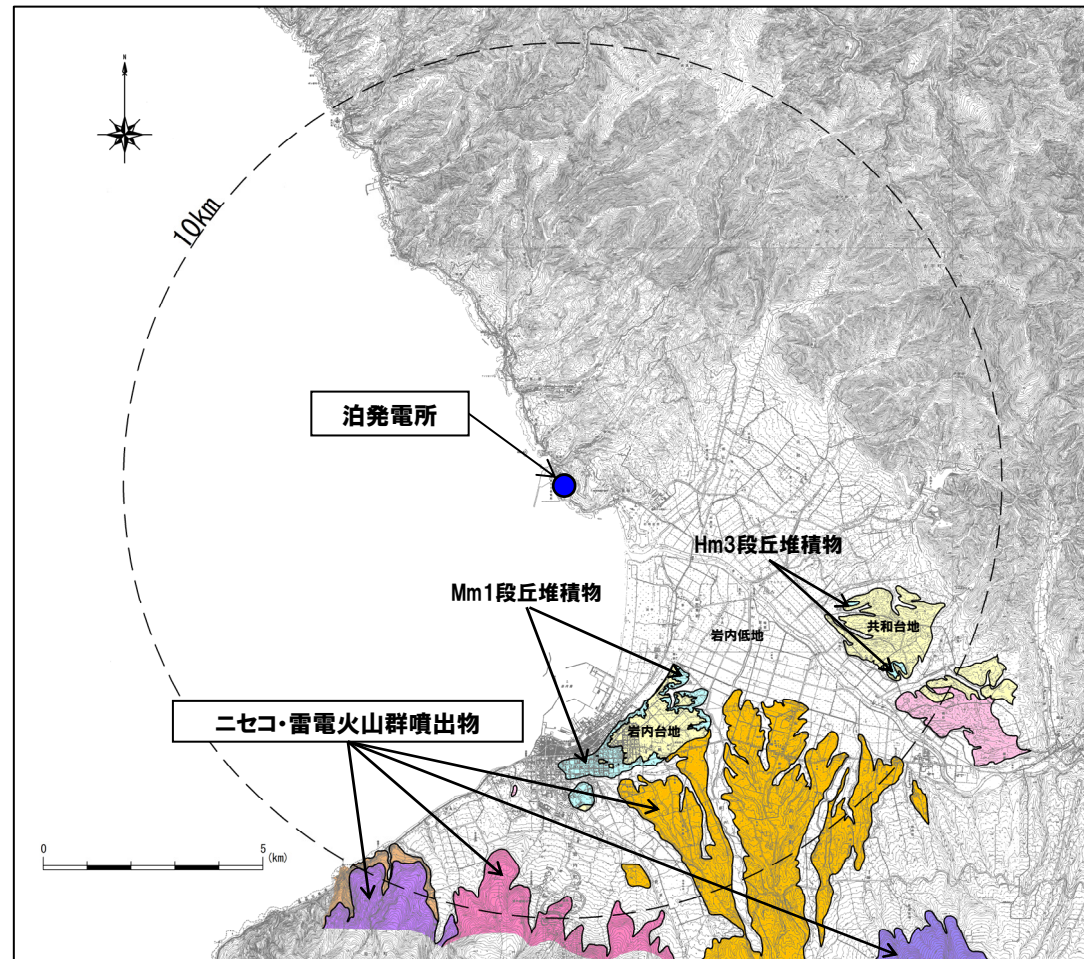
凡例

記号	地層名	
T	洞爺火砕流堆積物	火砕流堆積物
N	ニセコ火山噴出物	火砕流堆積物、泥流堆積物、火山砕砂
W	ワイスホルン火山	溶岩及び火砕岩
I	岩内岳火山	溶岩及び火砕岩
R	雷電山火山	溶岩及び火砕岩
	雷電岬火山角礫岩層	
	段丘堆積物	礫及び砂
W	岩内層	礫及び砂

※敷地から半径10km以内の第四紀火山地質図には、これまで、ニセコ火山噴出物及び洞爺火砕流堆積物の周囲に分布する岩内台地及び共和台地を構成する海成堆積物である岩内層 (第四系下部～中部更新統) も図示していた。岩内層の上位には、Hm3段丘堆積物 (MIS7) 及びMm1段丘堆積物 (MIS5e) も認められることから、今回、岩内台地及び共和台地に認められる両段丘堆積物の分布範囲についても示すこととした。

共和台地に認められるHm3段丘堆積物の分布範囲については、当社地形及び地質調査結果に基づくものであり、調査結果の詳細については、H30.5.11審査会合資料「泊発電所地盤 (敷地の地質・地質構造) に関するコメント回答 (Hm2段丘堆積物の堆積年代に関する検討) (資料集)」の3章を参照。

岩内台地に認められるMm1段丘堆積物の分布範囲については、当社地形及び地質調査の結果、空中写真においてMm1段丘面は判読されないが、露頭調査及びボーリング調査において、岩内台地の北東部及び南西部にMm1段丘堆積物が確認されることから、Mm1段丘堆積物を確認している代表調査地点である梨野舞納露頭の地形標高 (25m) 以下の範囲とした。調査結果の詳細については、H31.2.22審査会合資料「泊発電所地盤 (敷地の地質・地質構造) に関するコメント回答 (Hm2段丘堆積物の堆積年代に関する検討) (資料集)」の3章を参照。



敷地から半径10km以内の第四紀火山地質図※

余白

②-2 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-) (9/13)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

【活動の変遷】

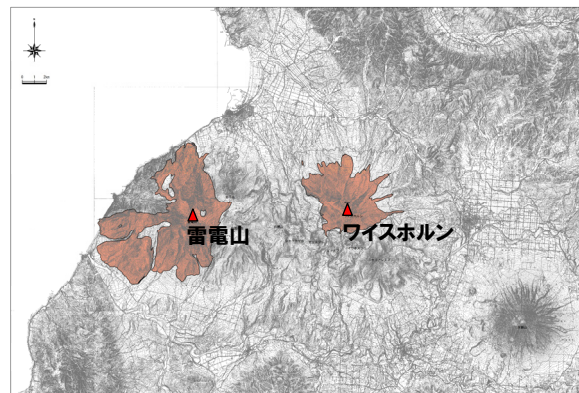
- 児玉ほか (1998) によれば、ニセコ・雷電火山群の活動は全体として東部に移動しているとされている。
- 勝井ほか (2007) によれば、ニセコ火山の山体形成は、西側からしだいに東側へと波及してゆき、イワオヌプリの活動が最も新しいとされている。
- 松尾・中川 (2017) によれば、イワオヌプリは約9,500年前に活動を開始したとされている。
- 気象庁編 (2013) によれば、江戸時代後半や20世紀初頭にはイワオヌプリ山頂部で噴気活動があったとされている。
- 気象庁「火山活動解説資料」では、ニセコ・雷電火山群のうち最新の火山活動が起こっているイワオヌプリについて、平成16年から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

【現在の地下構造】

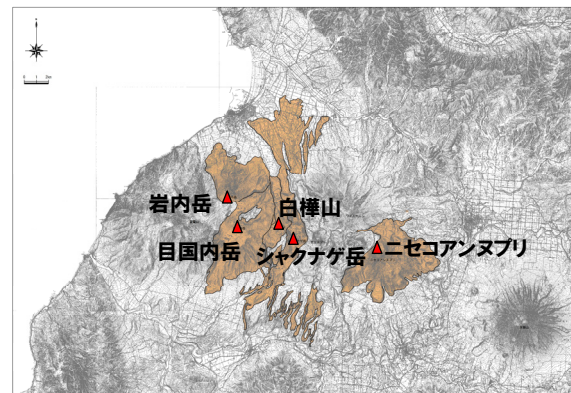
- Tamura et al. (2022) によれば、ニセコ火山群中央部 (チセヌプリ・ニトヌプリ・イワオヌプリ) の地下-2km以深に明瞭な鉛直低比抵抗領域が存在するとされている (次頁参照)。



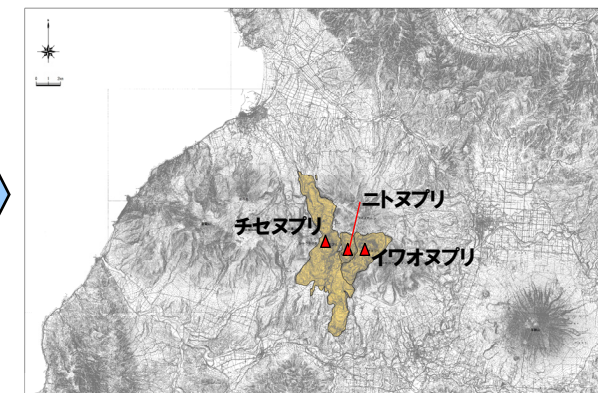
○ニセコ・雷電火山群の活動は、大局的に西から内陸部へ移動し、現在の活動中心はイワオヌプリであると考えられる。



第1期 (1.6-1.0Ma)
雷電山: 1.6-1.0Ma
ワイスホルン: 1.5-1.0Ma



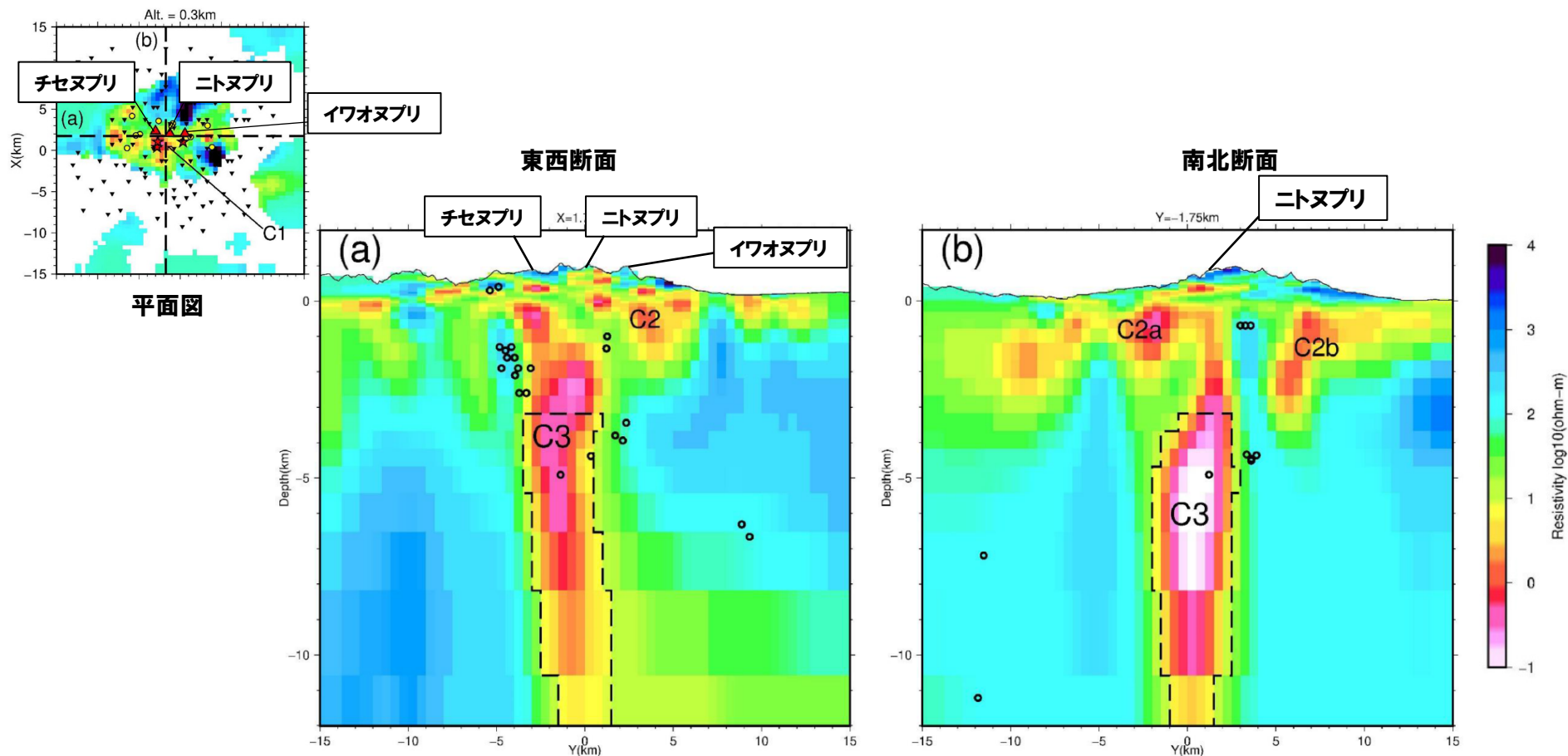
第2期 (1.1-0.1Ma)
目国内岳: 1.1-0.65Ma, 岩内岳: 0.73-0.5Ma
ニセコアンヌプリ: 0.7-0.1Ma, シャクナゲ岳: 0.9-0.2Ma
白樺山: 0.7-0.3Ma



第3期 (0.3-0.01Ma)
チセヌプリ: 0.3-0.02Ma
ニトヌプリ: 0.025-0.02Ma
イワオヌプリ: 0.03-0.01Ma

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

②-2 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-) (10/13)



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

※図のC3で囲われた領域が鉛直低比抵抗領域であり、Tamura et al. (2022) においては、ニセコ火山群のマグマ上昇経路であると推定している。また、0-2kmの比較的浅部に点在する低比抵抗領域 (C2, C2a, C2b等) については、泥岩、頁岩及び溶結凝灰岩が分布することから、これらの地層が低比抵抗の原因であると推定している。

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

②-2 溶岩流に関する個別評価結果(ニセコ・雷電火山群-溶岩流シミュレーション-) (11/13)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

【溶岩流シミュレーション概要】

- ニセコ・雷電火山群は、安山岩の溶岩流を主体とする活動であり、その分布は山体近傍に限定される(小疇ほか編(2003)等)。
- ニセコ・雷電火山群について、溶岩流の流下方向の傾向を把握するため、現在の活動中心であるイワオヌプリを対象として、現在の地形を反映した溶岩流シミュレーションを実施した。
- 解析ソフトはJ-SAS※1を使用した。
- シミュレーションに当たっては、以下の事項を考慮した。
 - ・溶岩流噴出量については、地形図よりイワオヌプリ噴出物の分布を読み取り、保守的に 0.72km^3 と設定した。
 - ・パラメータについては、当該火山は安山岩質であることから、比較的岩質が類似する火山である桜島の溶岩流シミュレーション実績(大原ほか(1990)、家田ほか(2009)等)を参考として設定した。

※1 J-SAS: (財) 砂防・地すべり技術センターによって開発された土石流・泥流の2次元汎用解析モデル

	玄武岩					安山岩										デイサイト					流紋岩							
SiO ₂ (wt.%)※2	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
ニセコ・雷電火山群 (53.0-62.2)																												
浅間山 (53.5-74.0)																												
富士山 (49.0-52.0)																												
伊豆大島 (49.5-58.0)																												
桜島 (56.5-67.2)																												

※2 SiO₂の数値は日本活火山総覧(第4版)(気象庁編, 2013)より

解析に使用したパラメータ

パラメータ	単位	値	設定根拠
溶岩流噴出量	km ³	0.72	新エネルギー総合開発機構(1987)に基づき設定
溶岩流ハイドログラフ	m ³ /s	500	内閣府(防災担当)ほか(2013)
溶岩流温度	℃	1,000	大原ほか(1990)、家田ほか(2009)
溶岩密度	g/cm ³	2.5	他火山実績
重力加速度	m/s ²	9.8	一般値
温度-粘性関数	poise (=0.1Pa·S)	3.0×10^9	大原ほか(1990)、家田ほか(2009)
温度-降伏応力関数	dyn/cm ²	9.6×10^6	大原ほか(1990)、家田ほか(2009)

②-2 溶岩流に関する個別評価結果(ニセコ・雷電火山群-溶岩流シミュレーション-) (12/13)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

【噴出量の設定】

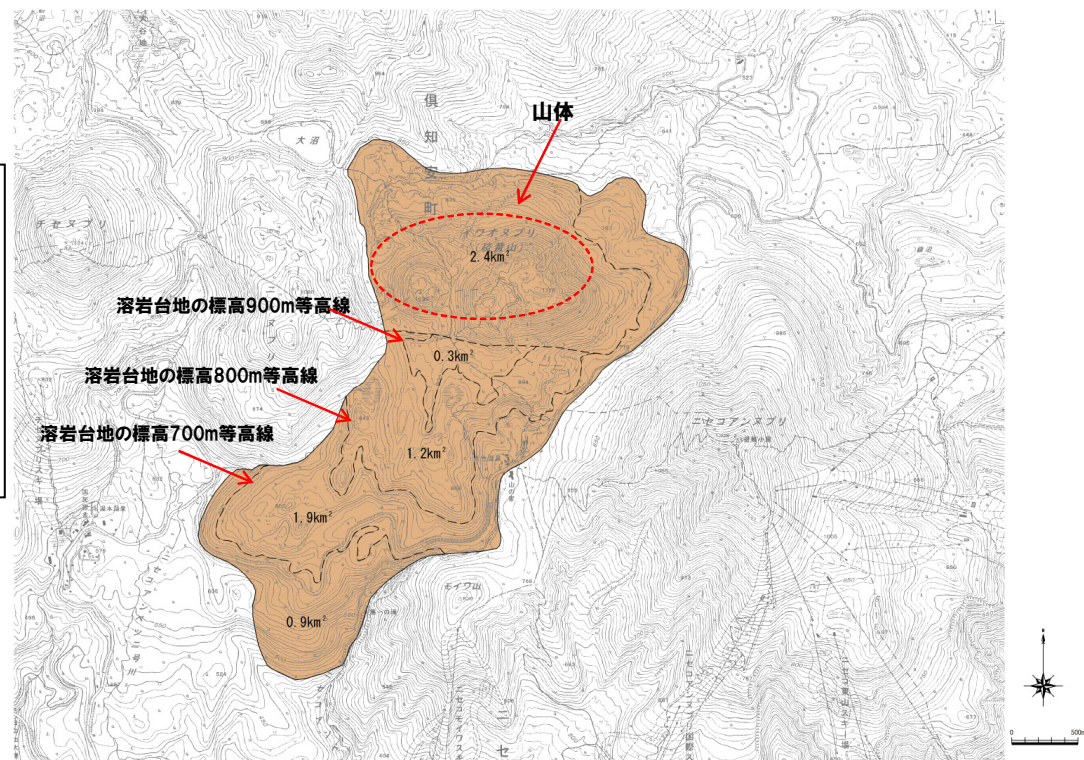
○溶岩流噴出量は、現在の活動中心であるイワオヌプリを対象として、新エネルギー総合開発機構(1987)の噴出物の分布範囲及び当該範囲の高度差から溶岩台地の体積を算出し、 0.72km^3 と設定した。

新エネルギー総合開発機構(1987)に基づく溶岩流噴出量

- ① 標高900~800m : $(0.3+1.5)/2 \times 0.1 = 0.090\text{km}^3$
 ② 標高800~700m : $(1.5+3.4)/2 \times 0.1 = 0.245\text{km}^3$
 ③ 標高700m~境界 : $(3.4+4.3)/2 \times 0.1 = 0.385\text{km}^3$

合計 0.72km^3

※台地の体積 = (頂面の面積 + 底面の面積) / 2 × 高さより算出



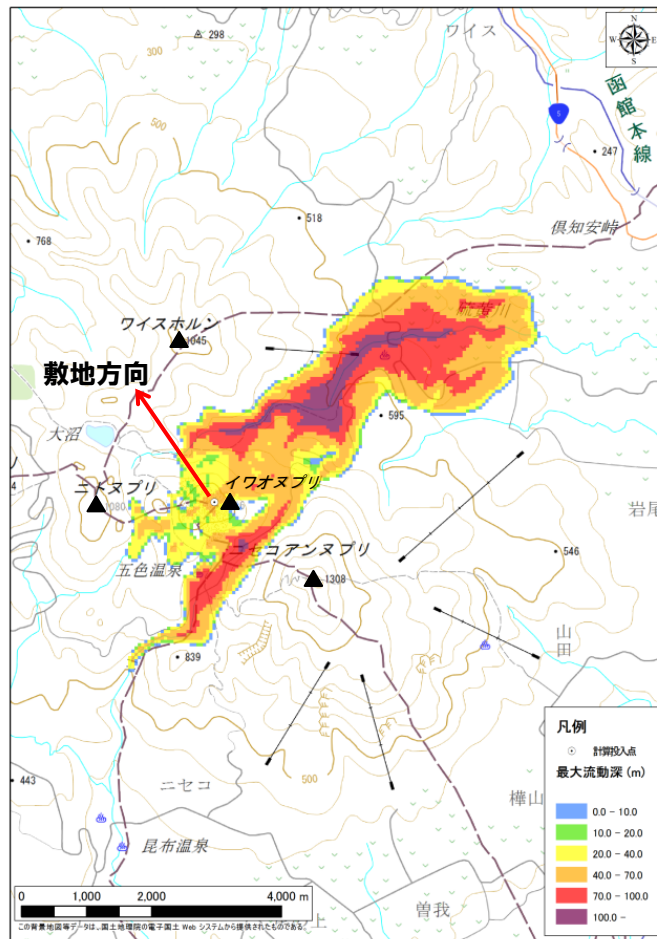
イワオヌプリ噴出物の分布

②-2 溶岩流に関する個別評価結果(ニセコ・雷電火山群-溶岩流シミュレーション-) (13/13)

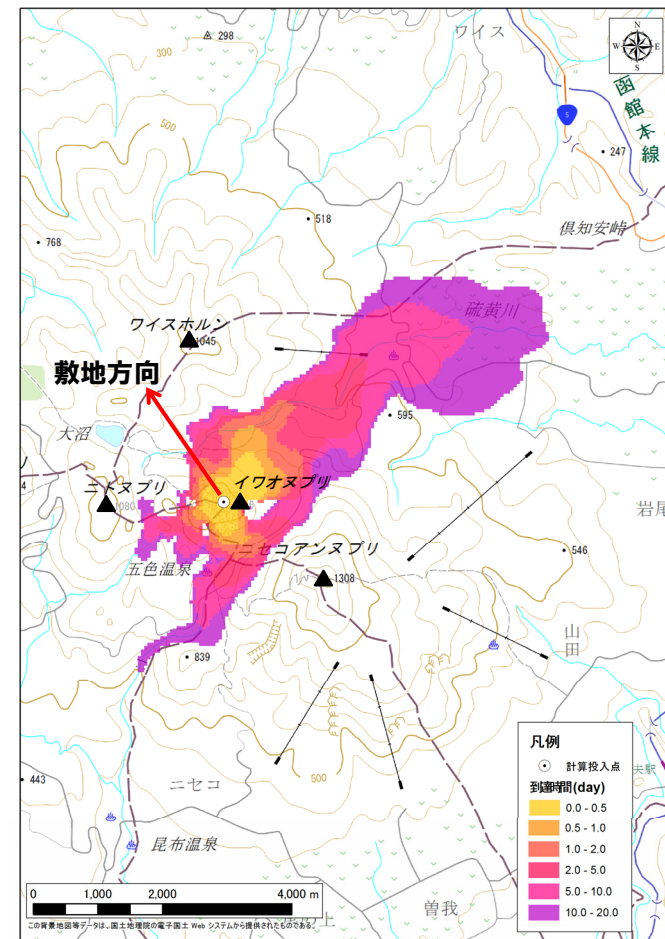
一部修正(H25/12/18審査会合)

【溶岩流シミュレーション結果】

○イワオヌプリ山頂から噴出した溶岩は、ワイスホルン、ニトヌプリ及びニセコアンヌプリに規制され、主に北東及び南西方向に流下し、敷地方向には流下しない結果となった。



溶岩流最大流動深



溶岩流到達時間

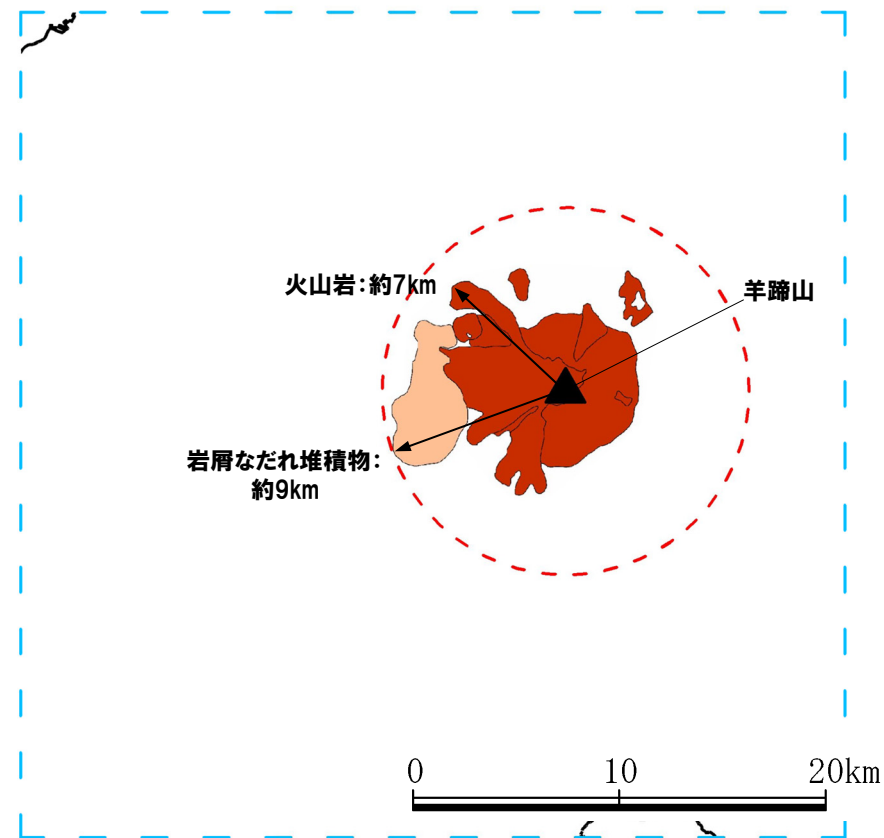
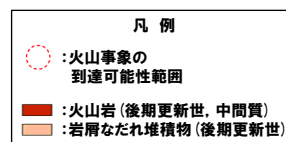
②-3 溶岩流に関する個別評価（羊蹄山-地質分布・地質層序-）（1/6）

【産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2020）】

○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、岩屑なだれ堆積物の最大到達距離は約9kmであり、敷地まで到達していない。



羊蹄山



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)

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

②-3 溶岩流に関する個別評価 (羊蹄山-地質分布・地質層序-) (2/6)

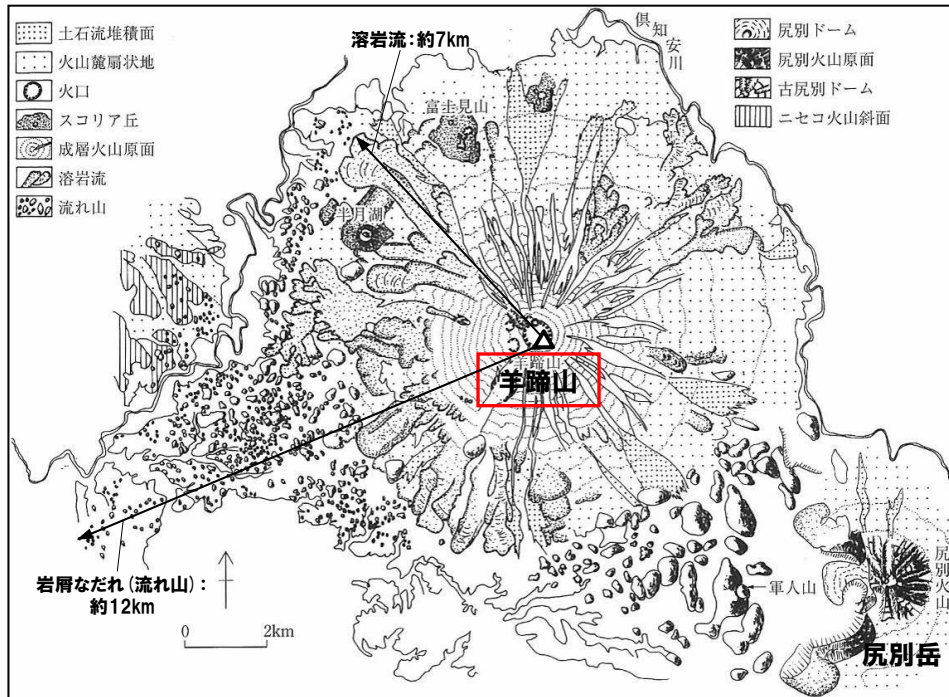
一部修正 (H25/11/13審査会合)

【小嶋ほか編 (2003)】

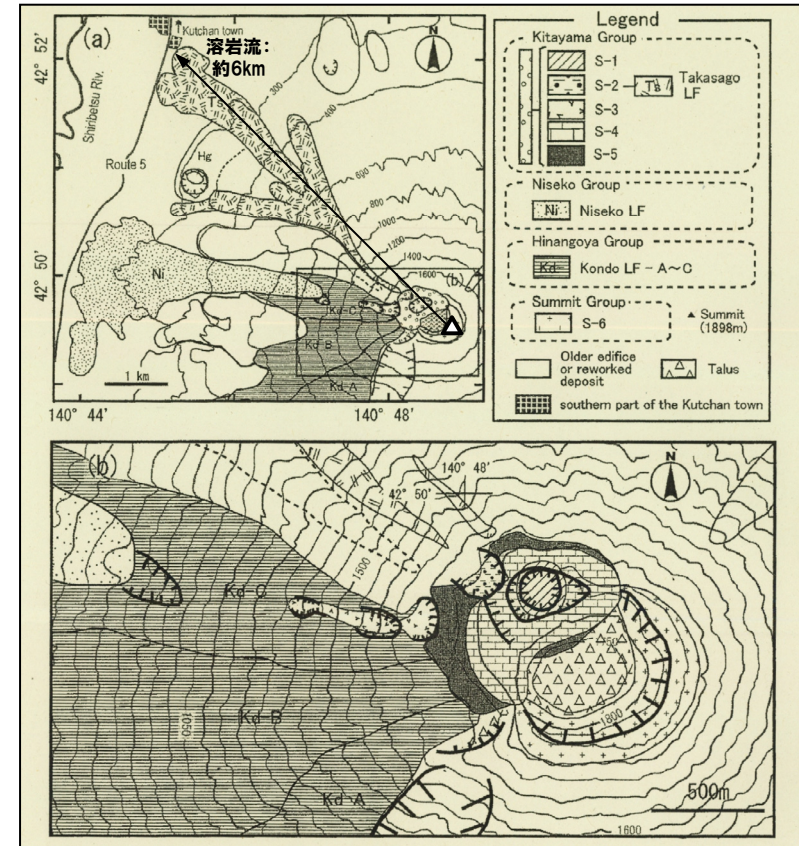
○羊蹄山の火山噴出物のうち溶岩流の最大到達距離は約7km, 岩屑なだれ (流れ山) の最大到達距離は約12kmであり, 敷地まで到達していない。

【上澤ほか (2011)】

○羊蹄山の火山噴出物のうち溶岩流の最大到達距離は約6kmであり, 敷地まで到達していない。



羊蹄山の地形分類図 (小嶋ほか編 (2003) に加筆)

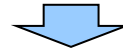


完新世における羊蹄山山頂周辺の火口からの噴出物の分布 (上澤ほか (2011) に加筆)

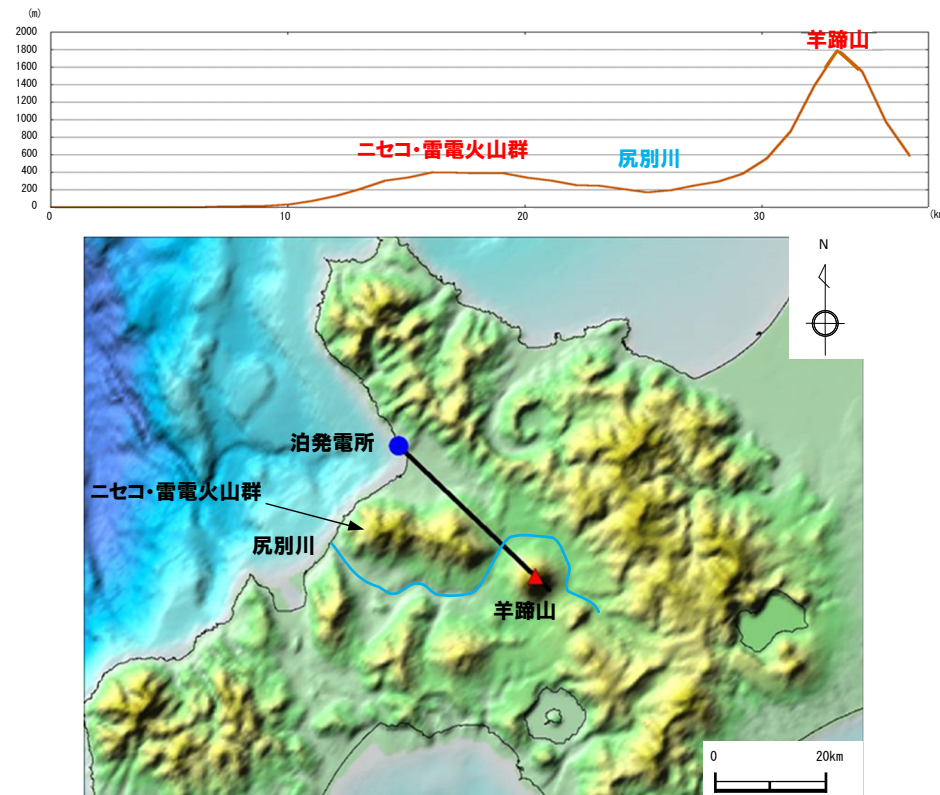
②-3 溶岩流に関する個別評価(羊蹄山-地形状況-) (3/6)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

○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。



○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。



羊蹄山と敷地間の地形状況

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

②-3 溶岩流に関する個別評価 (羊蹄山-溶岩流シミュレーション-) (4/6)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

【溶岩流シミュレーション概要】

- 羊蹄山は、安山岩の溶岩流を主体とする活動であり、その分布は山体近傍に限定される(小疇ほか編(2003)等)。
- 羊蹄山について、溶岩流の流下方向の傾向を把握するため、北山期(約1万年前以降)の総噴出物を対象とし、現在の地形を反映した溶岩流シミュレーションを実施した。
- 解析ソフトはJ-SAS^{※1}を使用した。
- シミュレーションに当たっては、以下の事項を考慮した。
 - ・溶岩流噴出量については、文献に基づき、0.18km³と設定した。
 - ・パラメータについては、当該火山は安山岩質及びデイサイト質であることから、比較的岩質が類似する火山である桜島の溶岩流シミュレーション実績(大原ほか(1990)、家田ほか(2009)等)を参考として設定した。

※1 J-SAS: (財) 砂防・地すべり技術センターによって開発された土石流・泥流の2次元汎用解析モデル

SiO ₂ (wt.%) ^{※2}	玄武岩					安山岩										デイサイト										流紋岩				
	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75		
羊蹄山 (54.2-65.9)																														
浅間山 (53.5-74.0)																														
富士山 (49.0-52.0)																														
伊豆大島 (49.5-58.0)																														
桜島 (56.5-67.2)																														

※2 SiO₂の数値は日本活火山総覧(第4版)(気象庁編, 2013)より

解析に使用したパラメータ

パラメータ	単位	値	設定根拠
溶岩流噴出量	km ³	0.18	上澤ほか(2011)に基づき設定
溶岩流ハイドログラフ	m ³ /s	500	内閣府(防災担当)ほか(2013)
溶岩流温度	℃	1,000	大原ほか(1990)、家田ほか(2009)
溶岩密度	g/cm ³	2.5	他火山実績
重力加速度	m/s ²	9.8	一般値
温度一粘性関数	poise (=0.1Pa・S)	3.0×10 ⁹	大原ほか(1990)、家田ほか(2009)
温度一降伏応力関数	dyn/cm ²	9.6×10 ⁶	大原ほか(1990)、家田ほか(2009)

②-3 溶岩流に関する個別評価 (羊蹄山-溶岩流シミュレーション-) (5/6)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

【噴出量の設定】

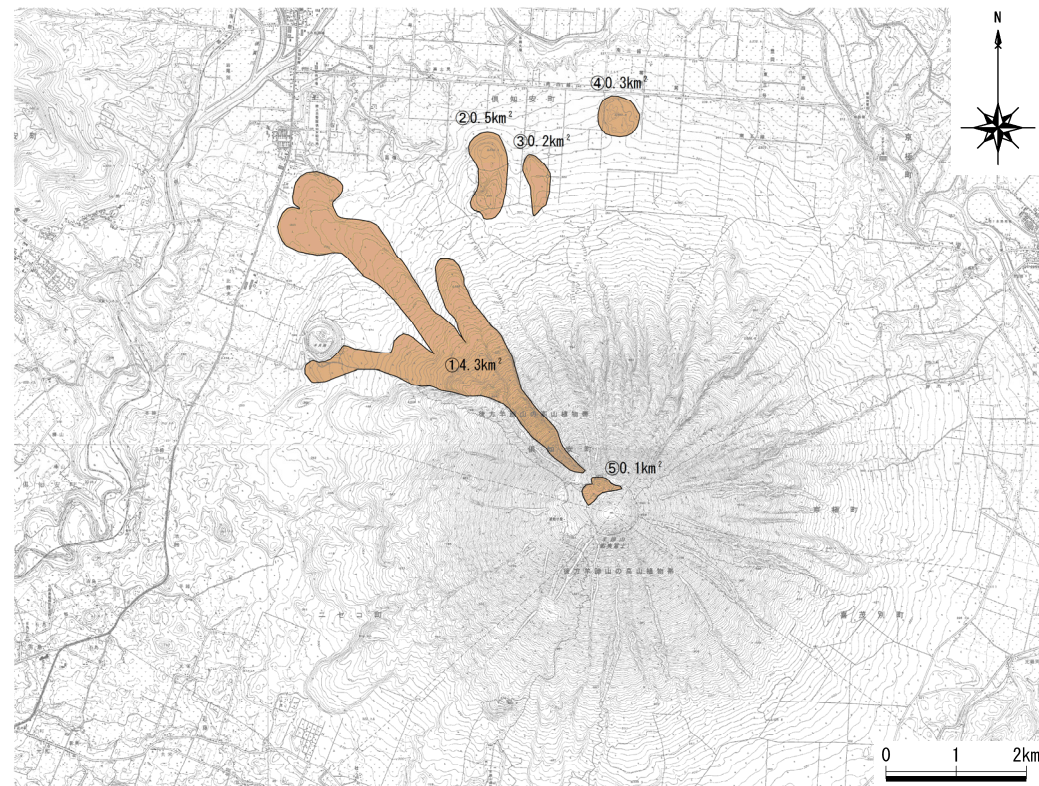
○溶岩流噴出量は、勝井ほか(2007)及び上澤ほか(2011)に基づき、以下の理由から、保守的に北山期(約1万年前以降)の総噴出物を対象とし、 0.18km^3 と設定した。

- ・勝井ほか(2007)では、新羊蹄火山の活動は旧期(約4.5~1.5万年前)、新期(約1.5~1万年前)及び北山期(約1万年前以降)の3期に分けられ、北山期では①~⑤の火山噴出物を噴出し、現在は活動休止期にあるとされている。
- ・江草ほか(2003)では、最近の約1万年間で、噴出率が低下しているとされている。

勝井ほか(2007)及び上澤ほか(2011)に基づく溶岩流噴出量(北山期)

	面積(km ²)	層厚(km)	
①高砂溶岩流	4.3	0.03	=0.129km ³
②火山碎屑丘	0.5	0.05	=0.025km ³
③火山碎屑丘	0.2	0.02	=0.004km ³
④火山碎屑丘	0.3	0.04	=0.012km ³
⑤北山火口噴出物	0.1	0.10	=0.010km ³

合計 0.18km^3



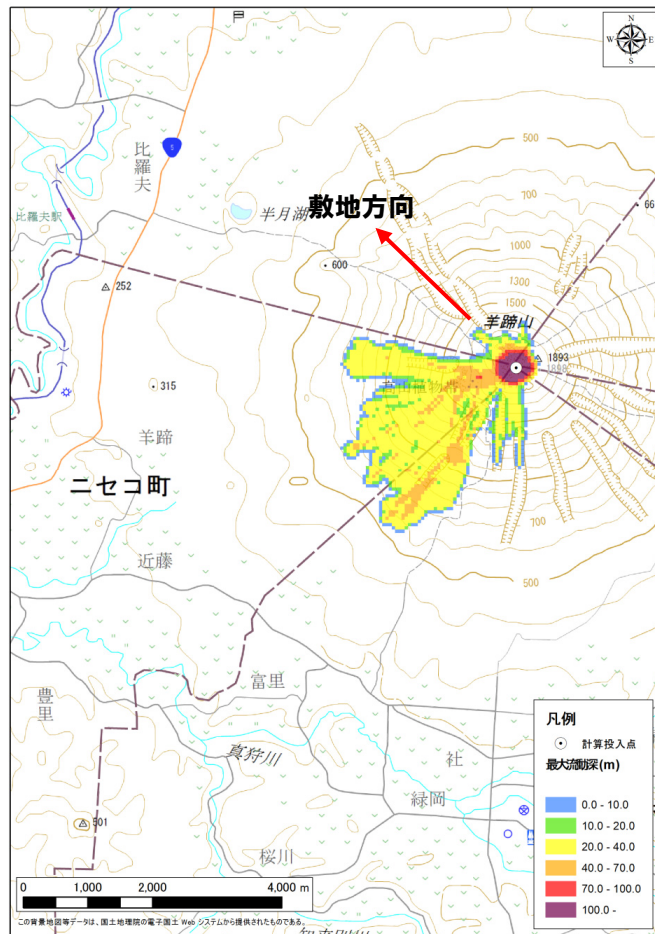
勝井ほか(2007)に基づく羊蹄山噴出物(北山期)の分布

②-3 溶岩流に関する個別評価 (羊蹄山-溶岩流シミュレーション-) (6/6)

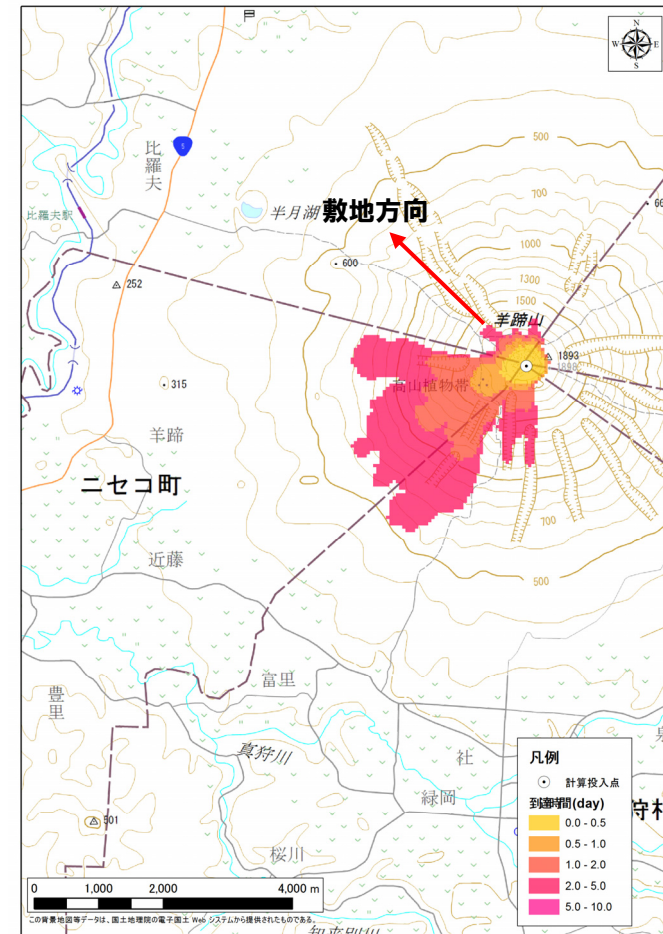
一部修正 (H25/12/18審査会合)

【溶岩流シミュレーション結果】

○羊蹄山山頂から噴出した溶岩は、主に西～南方向に流下し、敷地方向には流下せず、その分布範囲は山体付近に限定される結果となった。



溶岩流最大流動深

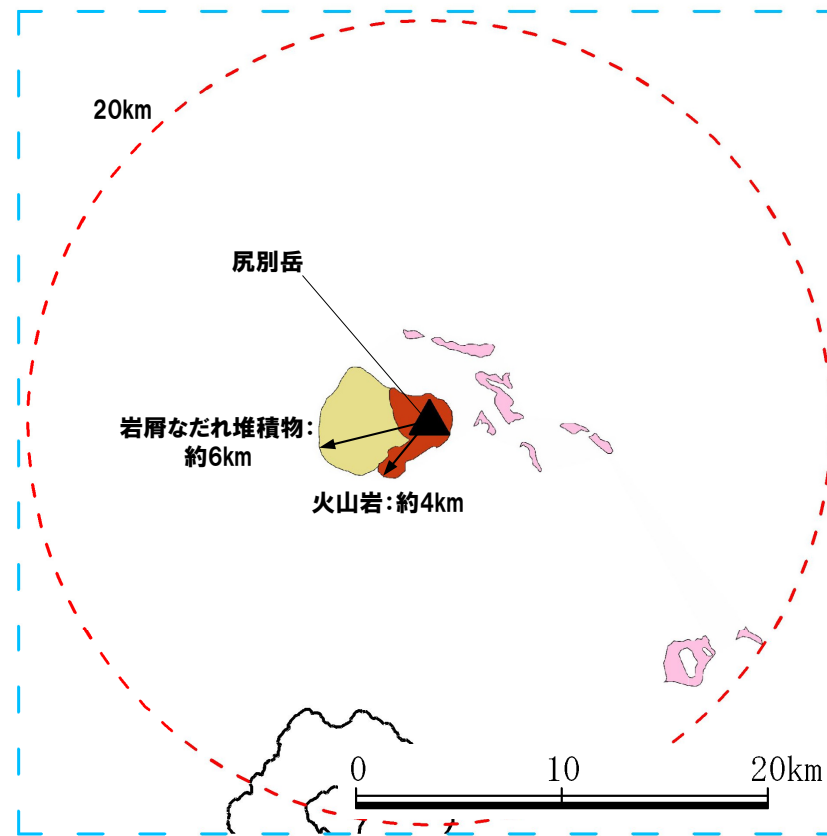
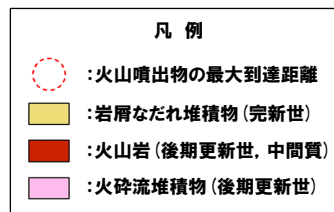


溶岩流到達時間

②-4 溶岩流に関する個別評価(尻別岳-地質分布・地質層序-) (1/3)

【産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)】

○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, 岩屑なだれ堆積物の最大到達距離は約6kmであり, 敷地まで到達していない。



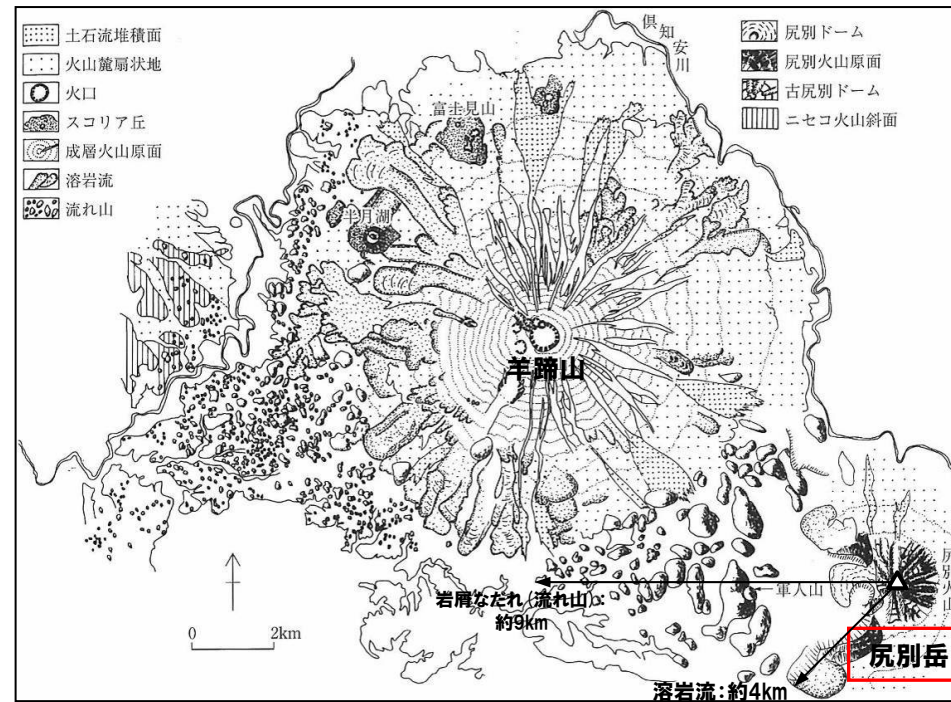
尻別岳の火山噴出物の分布範囲
(産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)より作成)

②-4 溶岩流に関する個別評価(尻別岳-地質分布・地質層序-) (2/3)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

【小疇ほか編(2003)】

○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, 岩屑なだれ(流れ山)の最大到達距離は約9kmであり, 敷地まで到達していない。

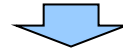


尻別岳の地形分類図(小疇ほか編(2003)に加筆)

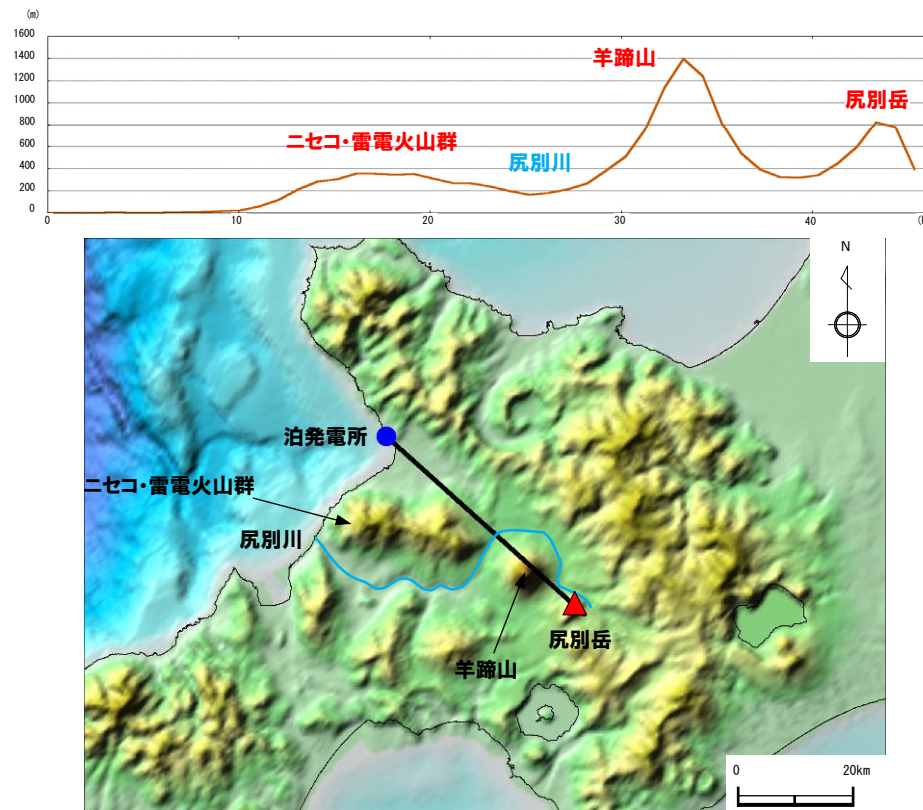
②-4 溶岩流に関する個別評価(尻別岳-地形状況-) (3/3)

再掲(R3/10/14審査会合)

○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。



○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。



尻別岳と敷地間の地形状況

余白

③ 岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊に関する個別評価

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、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 (P276参照)。
- ・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 (P277～P279照)。

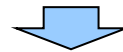
【羊蹄山】

- ・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 (P289～P290参照)。
- ・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 (P291参照)。

【尻別岳】

- ・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 (P295～P296参照)。
- ・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 (P297参照)。

*R3.10.14審査会合資料においては、敷地からニセコ・雷電火山群までの距離について、中野ほか編 (2013) において代表点として示されているニセコアンヌプリまでの距離21.5km (約22km) を記載していたが、現在の活動中心であるイワオヌプリまでの距離19.7km (約20km) へ修正した。



- 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。

④-1 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)

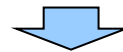
- 敷地から半径160kmの範囲に位置する13火山について、火砕物密度流が敷地に到達する可能性を評価する。
- 13火山のうち、過去に巨大噴火が発生した火山である支笏カルデラ及び洞爺カルデラについては、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと評価されることから(2.3章参照)、評価においては、Sp-1及びTp以降の後カルデラ期における火砕流を含む火山噴出物の分布を確認する。
- また、過去に巨大噴火が発生した可能性が否定できない火山である倶多楽・登別火山群については、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと評価されることから(2.3章参照)、Kt-7以降の火砕流を含む火山噴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。
- なお、火山噴出物の分布は、複数の文献がコンパイルされ火砕流と他の火山噴出物の分布範囲が区別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)によることを基本とし、より遠方に到達しているとされる文献がある場合はそちらも参照することとした。

【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(P302参照)。
- 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(P304参照)。
- 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(P305参照)。

【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(P303及びP306～P314参照)。



- 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。

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

④-1 火砕物密度流に関する個別評価 (2/2)

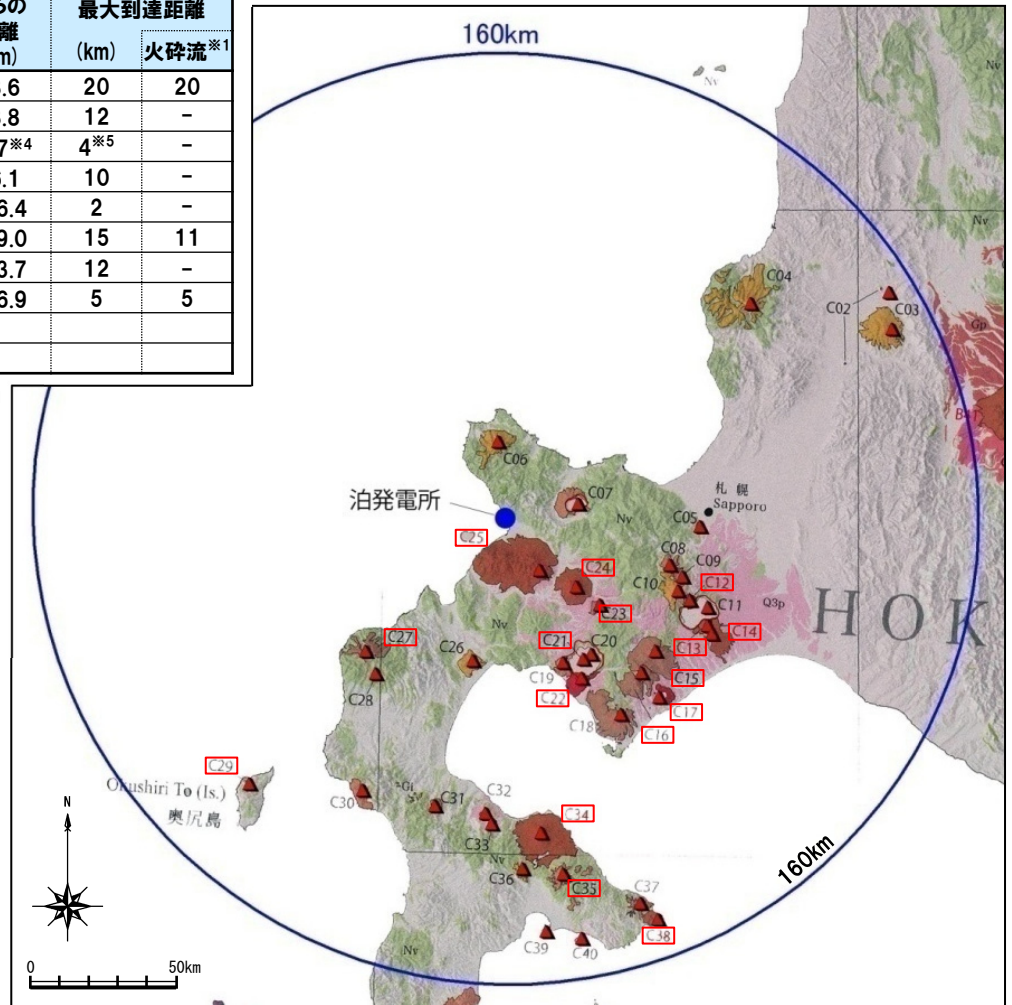
一部修正 (H25/9/25審査会合)

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				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※4	4※5	-
	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※3	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
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 支笏カルデラ及び洞爺カルデラについては、Sp-1及びTpを噴出した噴火以降の後カルデラ期における最大の噴火規模の噴火による到達範囲を確認した。
- ※3 倶多楽・登別火山群については、Kt-7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。
- ※4 R3.10.14審査会合資料においては、敷地からニセコ・雷電火山群までの距離について、中野ほか編 (2013) において代表点として示されているニセコアンヌプリまでの距離21.5km (約22km) を記載していたが、現在の活動中心であるイワオヌプリまでの距離19.7km (約20km) とすることが適切であることから、今回修正した。
- ※5 現在の活動中心であるイワオヌプリにおける最大到達距離を示す。なお、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 (P308~P310参照)。

凡例

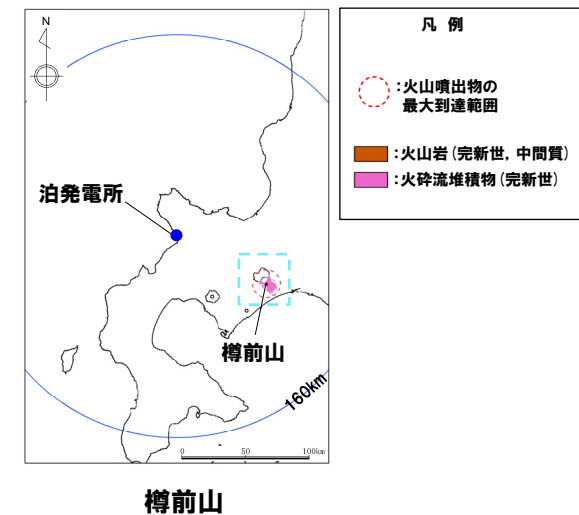
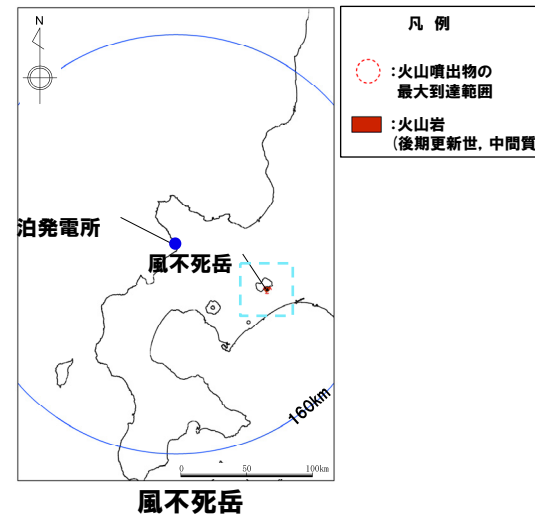
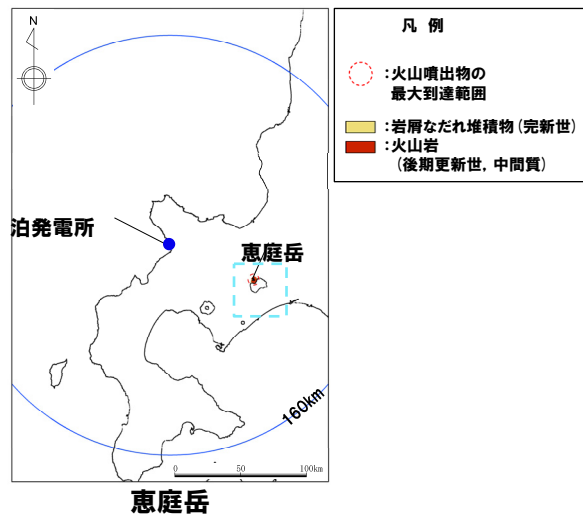
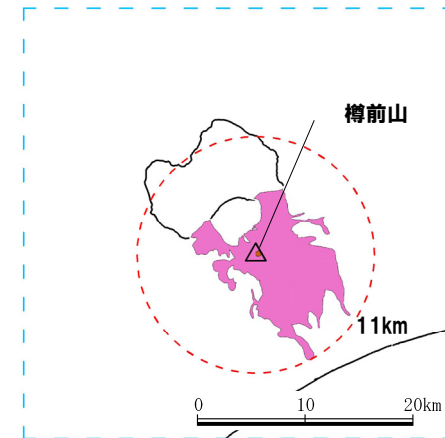
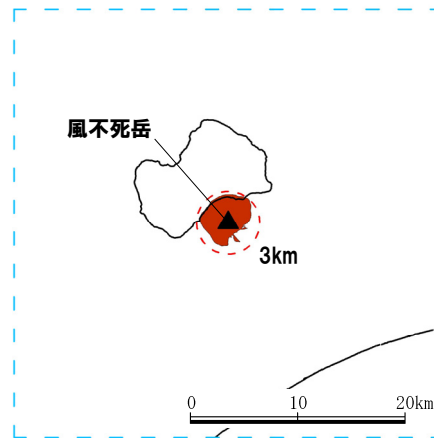
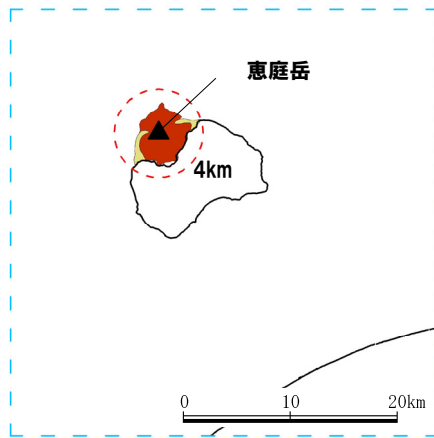


火山地質図 (中野ほか編 (2013) に加筆)

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

④-2 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)

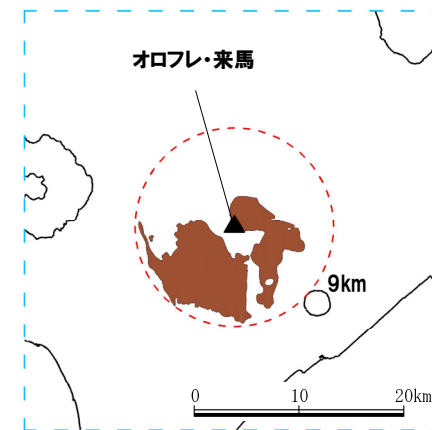
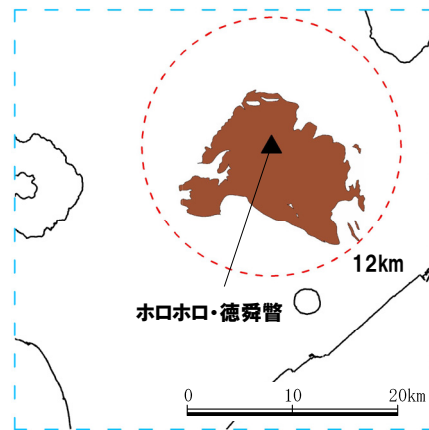
○支笏カルデラの後カルデラ火山(恵庭岳, 風不死岳及び樽前山)の火山噴出物のうち, 火砕流の最大到達距離は樽前山の約11kmであり, 敷地から樽前山までの距離約80kmよりも小さく, 敷地まで到達していない。



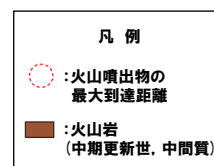
恵庭岳, 風不死岳及び樽前山の火山噴出物の分布範囲
(産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) より作成)

④-3 火砕物密度流に関する個別評価 (ホロホロ・徳舜瞥及びオロフレ・来馬)

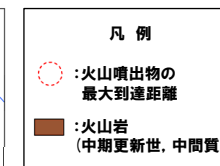
- ホロホロ・徳舜瞥の火山噴出物の最大到達距離は約12kmであり、敷地からの距離約68kmよりも小さく、敷地まで到達していない。
- オロフレ・来馬の火山噴出物の最大到達距離は約9kmであり、敷地からの距離約70kmよりも小さく、敷地まで到達していない。



ホロホロ・徳舜瞥



オロフレ・来馬



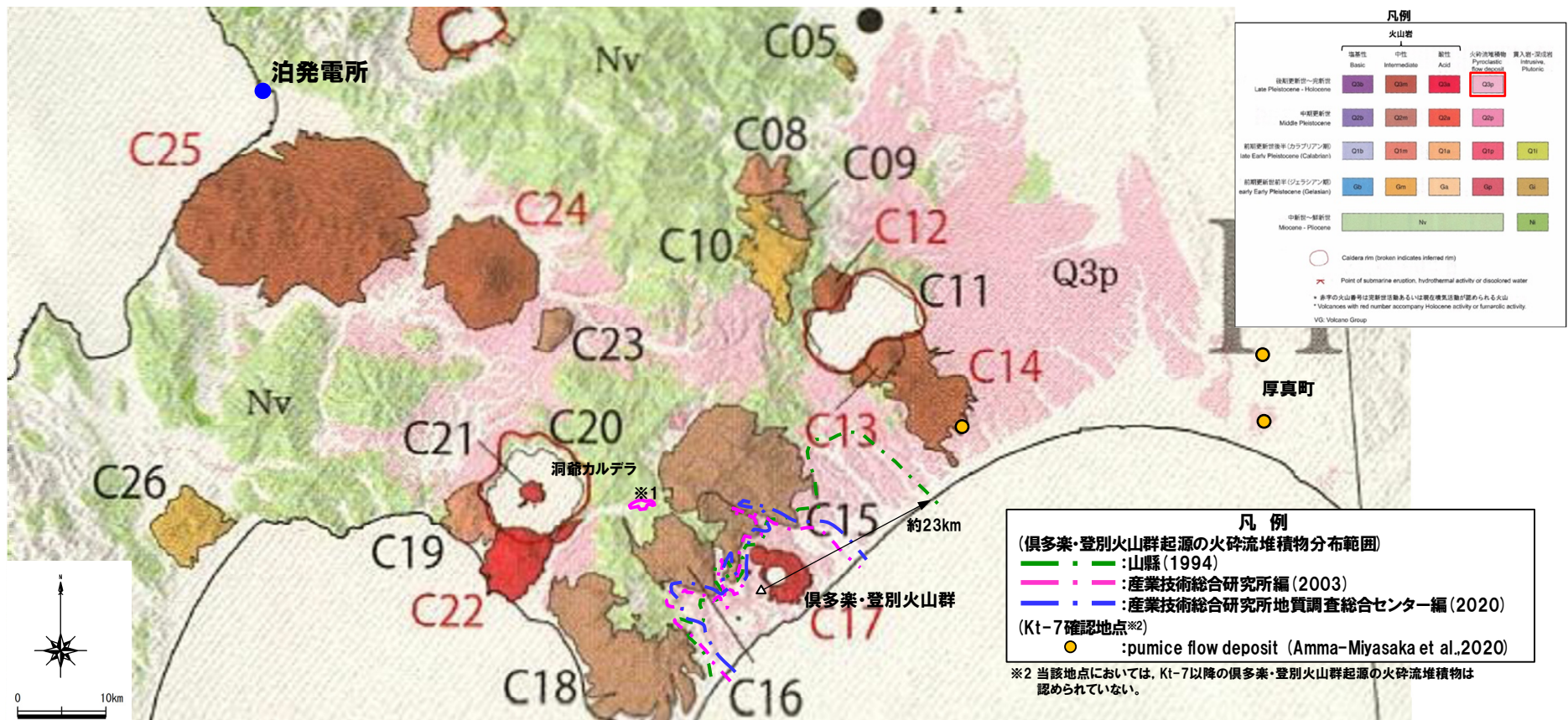
ホロホロ・徳舜瞥及びオロフレ・来馬の火山噴出物の分布範囲
(産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) より作成)

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

④-4 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。

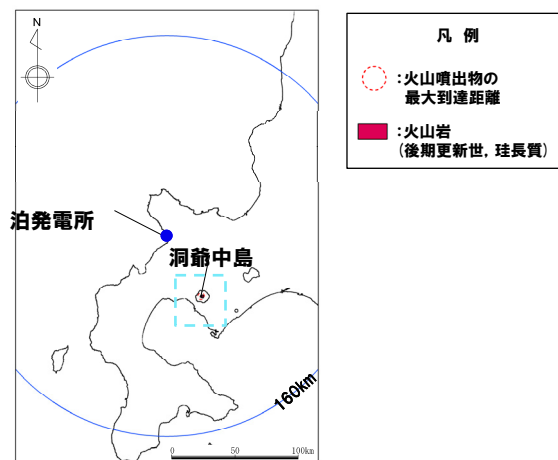
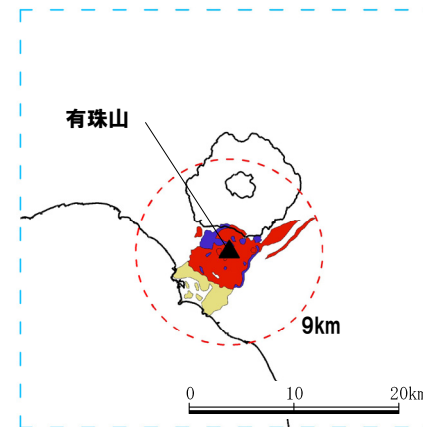
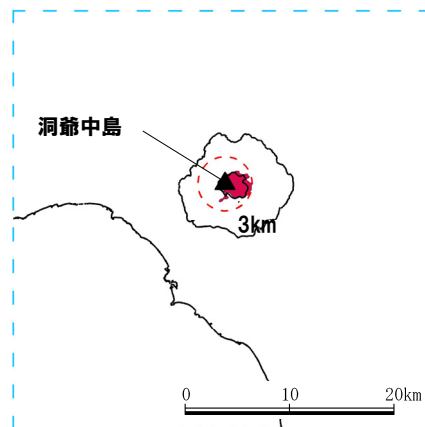


※1 産業技術総合研究所編(2003)においては, 倶多楽・登別火山群起源の火砕流堆積物が洞爺カルデラ付近に分布するとされているものの, 産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)においては当該箇所の堆積物は, 洞爺カルデラ起源の洞爺火砕流堆積物とされている。

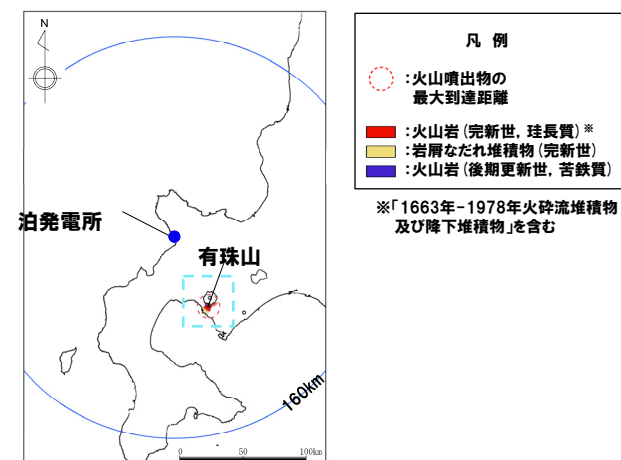
倶多楽・登別火山群周辺の火山地質図(中野ほか編(2013)に加筆)

④-5 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）

○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。



洞爺中島

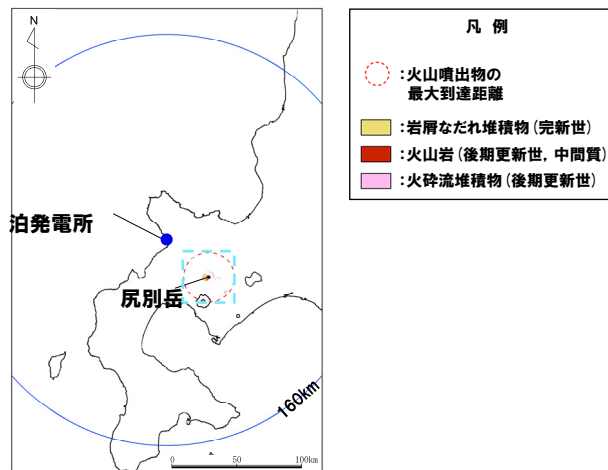
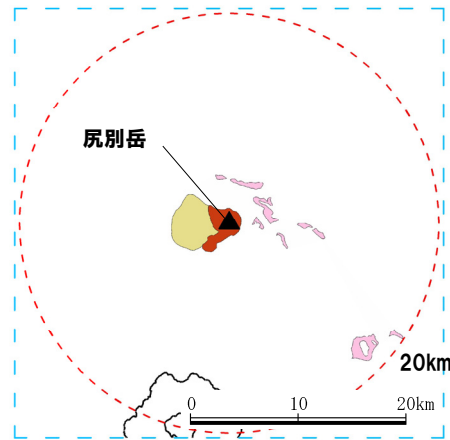


有珠山

洞爺中島及び有珠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)

④-6 火砕物密度流に関する個別評価 (尻別岳)

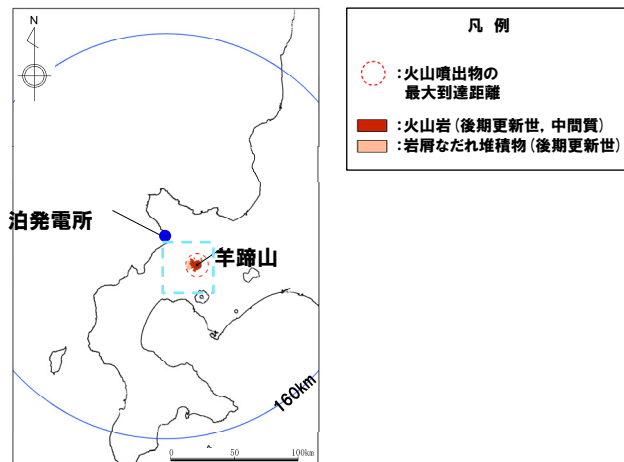
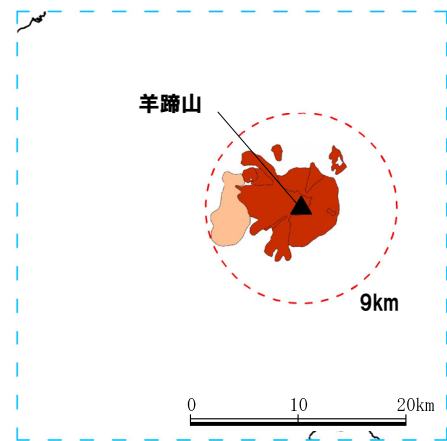
○尻別岳の火山噴出物のうち、火砕流の最大到達距離は約20kmであり、敷地から尻別岳の距離約44kmよりも小さく、敷地まで到達していない。



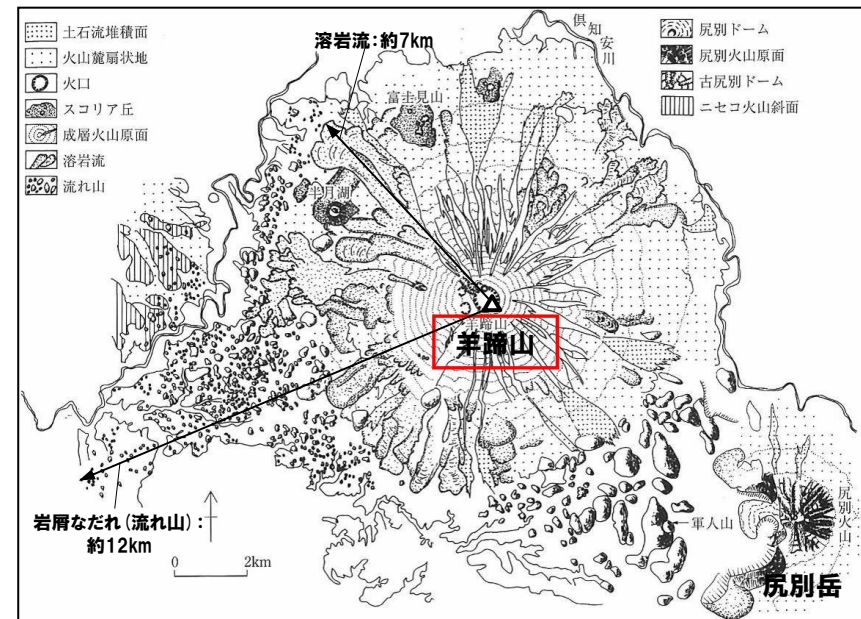
尻別岳の火山噴出物の分布範囲
(産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) より作成)

④-7 火砕物密度流に関する個別評価 (羊蹄山)

○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。



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)

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

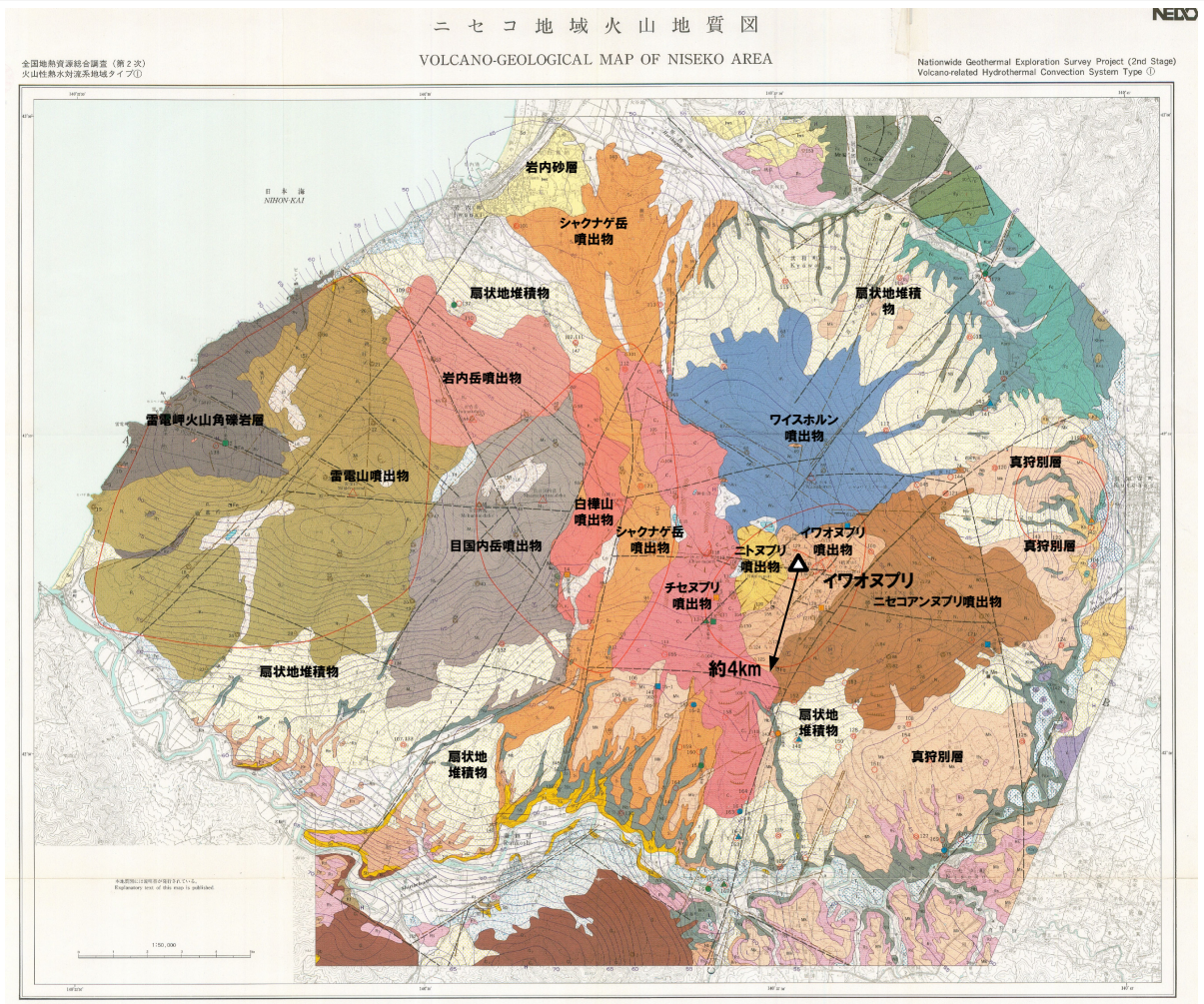
④-8 火砕物密度流に関する個別評価 (ニセコ・雷電火山群) (1/3)

○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。
 ○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、敷地からの距離約20kmより小さく、敷地まで到達していない。



凡例

- 火山岩 (後期更新世, 中間質)
- 火山岩 (中期更新世, 中間質)
- 火山岩 (前期更新世後半, 中間質)

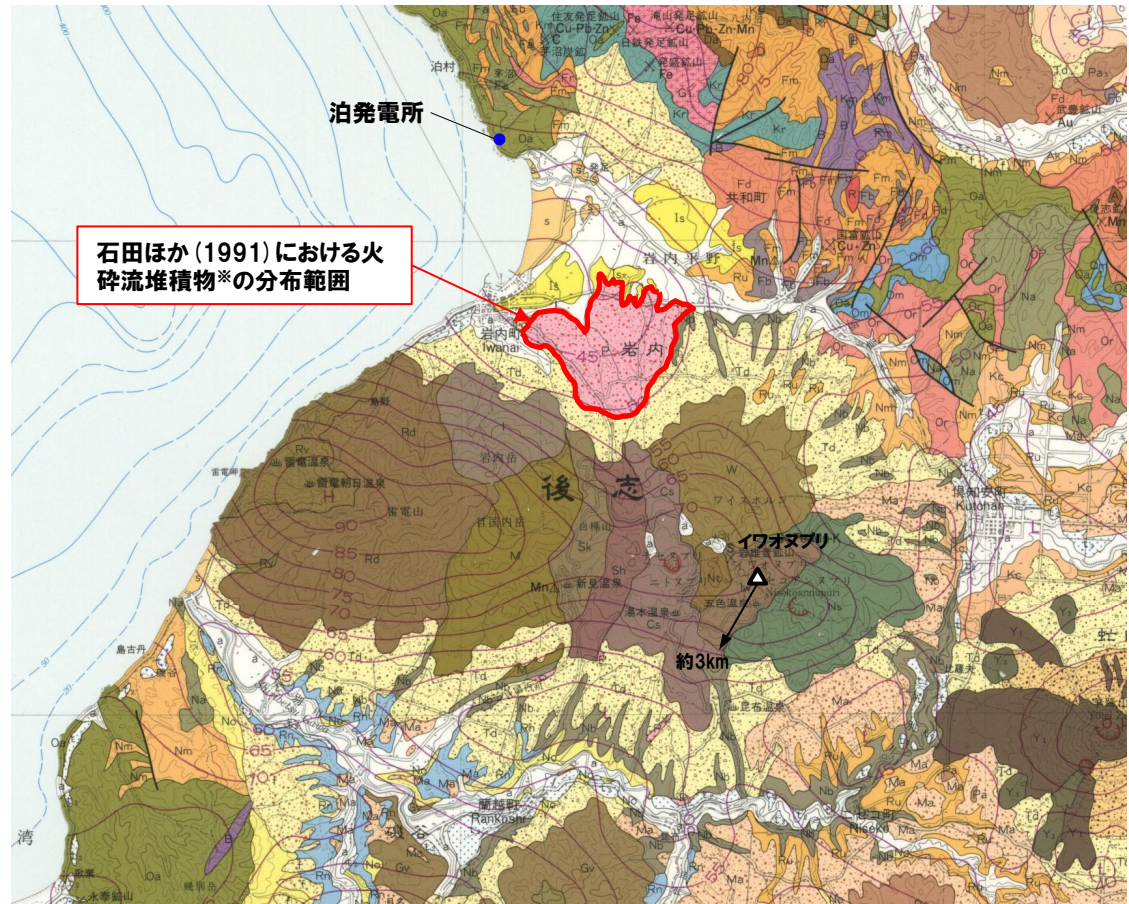


ニセコ・雷電火山群の火山噴出物の分布範囲 (産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) より作成) ニセコ・雷電火山群の火山噴出物の分布範囲 (新エネルギー総合開発機構 (1987) に加筆, 凡例はP279参照)

④-8 火砕物密度流に関する個別評価 (ニセコ・雷電火山群) (2/3)

ニセコ火山群 Niseko Volcano Group	
イワオヌプリ火山 Iwaonupuri Volcano	Iw Pyroxene andesite lava and pyroclastic rock, with lake deposit
ニトヌプリ火山 Nitonupuri Volcano	Nt Pyroxene andesite lava and pyroclastic rock
チセヌプリ火山 Chisenupuri Volcano	Cs Pyroxene andesite lava and pyroclastic rock
ニセコアヌプリ火山 Nisekoanupuri Volcano	Ns Pyroxene andesite lava and pyroclastic rock
シャクナゲ岳火山 Shakunagedake Volcano	Sh Pyroxene andesite lava and pyroclastic rock
白樺山火山 Shirakabayama Volcano	Sk Pyroxene andesite lava and pyroclastic rock
ワイスホルン火山 Waissuhorun Volcano	W Pyroxene andesite lava and pyroclastic rock
火砕流堆積物 Pyroclastic flow deposits	P Pyroxene andesite pumice, scoria and volcanic ash

凡例



1 : 200,000 等高線間隔は100m
0 5 10 15 20km

※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、補足説明資料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)

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

④-8 火砕物密度流に関する個別評価 (ニセコ・雷電火山群) (3/3)

一部修正 (H25/11/13審査会合)

○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、下図の範囲に認められ、敷地まで到達していない。

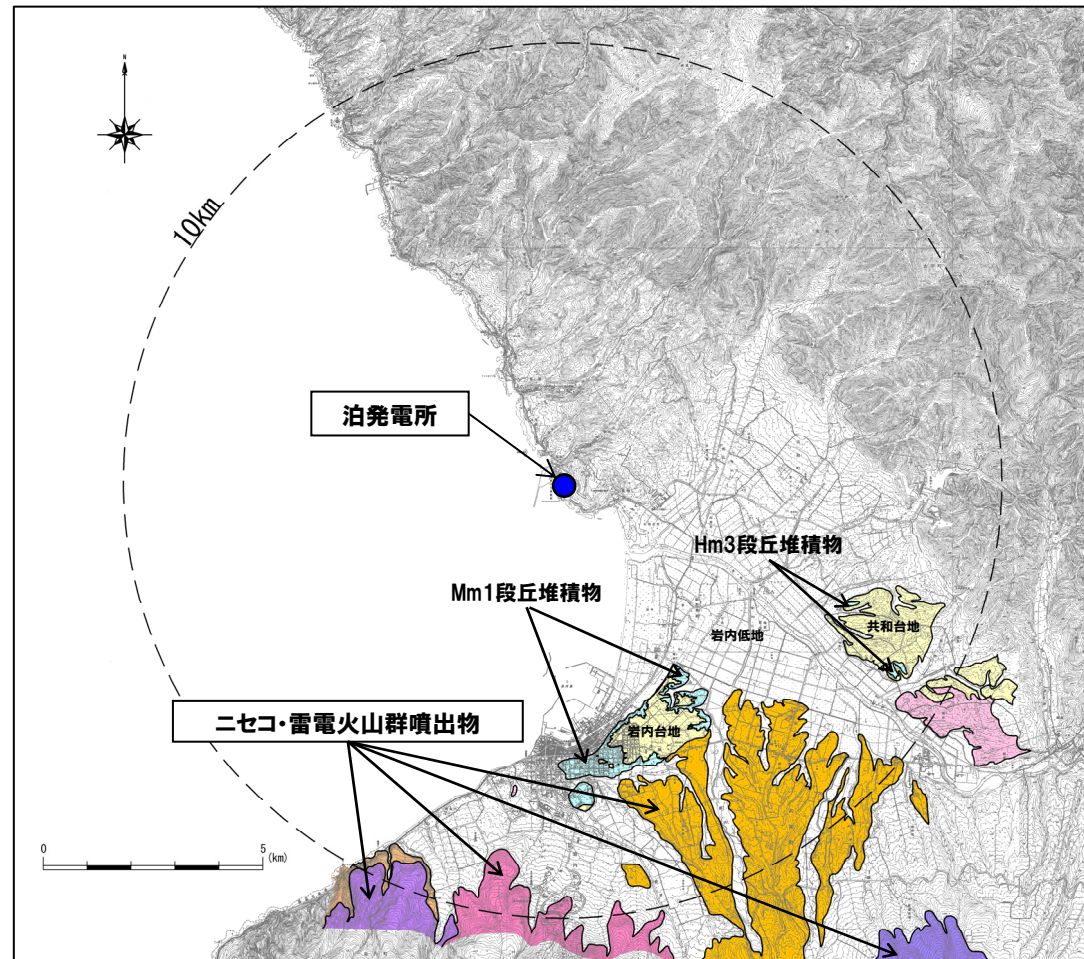
凡例

記号	地層名	
T	洞爺火砕流堆積物	火砕流堆積物
N	ニセコ火山噴出物	火砕流堆積物、泥流堆積物、火山砕砂
W	ワイスホルン火山	溶岩及び火砕岩
I	岩内岳火山	溶岩及び火砕岩
R	雷電山火山	溶岩及び火砕岩
	雷電岬火山角礫岩層	
	段丘堆積物	礫及び砂
W	岩内層	礫及び砂

※敷地から半径10km以内の第四紀火山地質図には、これまで、ニセコ火山噴出物及び洞爺火砕流堆積物の周囲に分布する岩内台地及び共和台地を構成する海成堆積物である岩内層 (第四系下部～中部更新統) も図示していた。岩内層の上位には、Hm3段丘堆積物 (MIS7) 及びMm1段丘堆積物 (MIS5e) も認められることから、今回、岩内台地及び共和台地に認められる両段丘堆積物の分布範囲についても示すこととした。

共和台地に認められるHm3段丘堆積物の分布範囲については、当社地形及び地質調査結果に基づくものであり、調査結果の詳細については、H30.5.11審査会合資料「泊発電所地盤 (敷地の地質・地質構造) に関するコメント回答 (Hm2段丘堆積物の堆積年代に関する検討) (資料集)」の3章を参照。

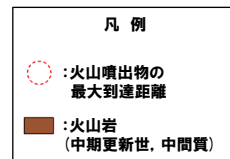
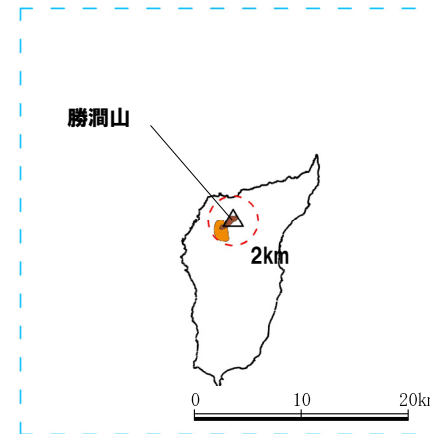
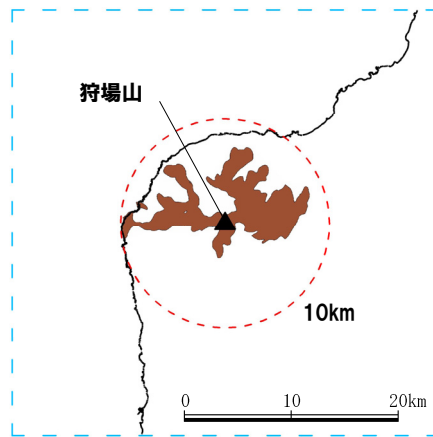
岩内台地に認められるMm1段丘堆積物の分布範囲については、当社地形及び地質調査の結果、空中写真においてMm1段丘面は判読されないが、露頭調査及びボーリング調査において、岩内台地の北東部及び南西部にMm1段丘堆積物が確認されることから、Mm1段丘堆積物を確認している代表調査地点である梨野舞納露頭の地形標高 (25m) 以下の範囲とした。調査結果の詳細については、H31.2.22審査会合資料「泊発電所地盤 (敷地の地質・地質構造) に関するコメント回答 (Hm2段丘堆積物の堆積年代に関する検討) (資料集)」の3章を参照。



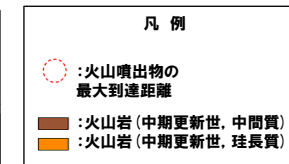
敷地から半径10km以内の第四紀火山地質図※

④-9 火砕物密度流に関する個別評価 (狩場山及び勝澗山)

- 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。
- 勝澗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。



狩場山



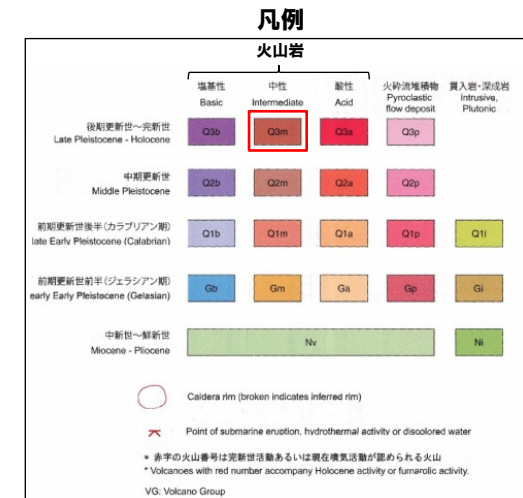
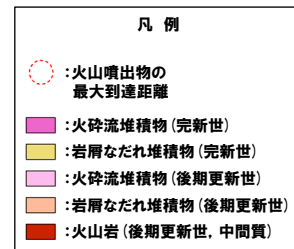
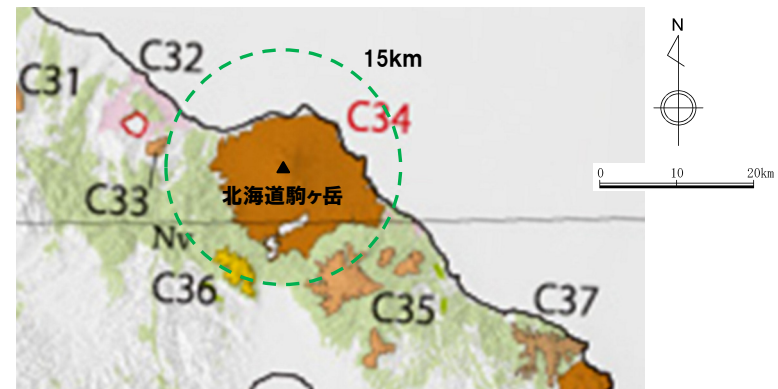
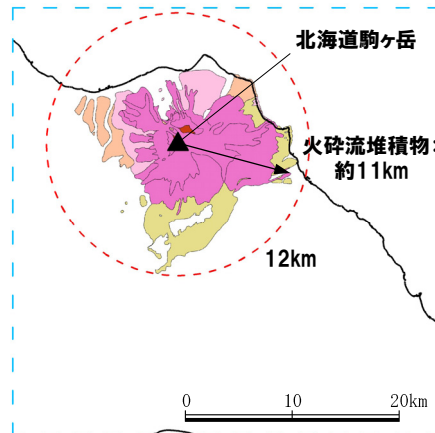
勝澗山

狩場山及び勝澗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)

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

④-10 火砕物密度流に関する個別評価 (北海道駒ヶ岳)

○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。

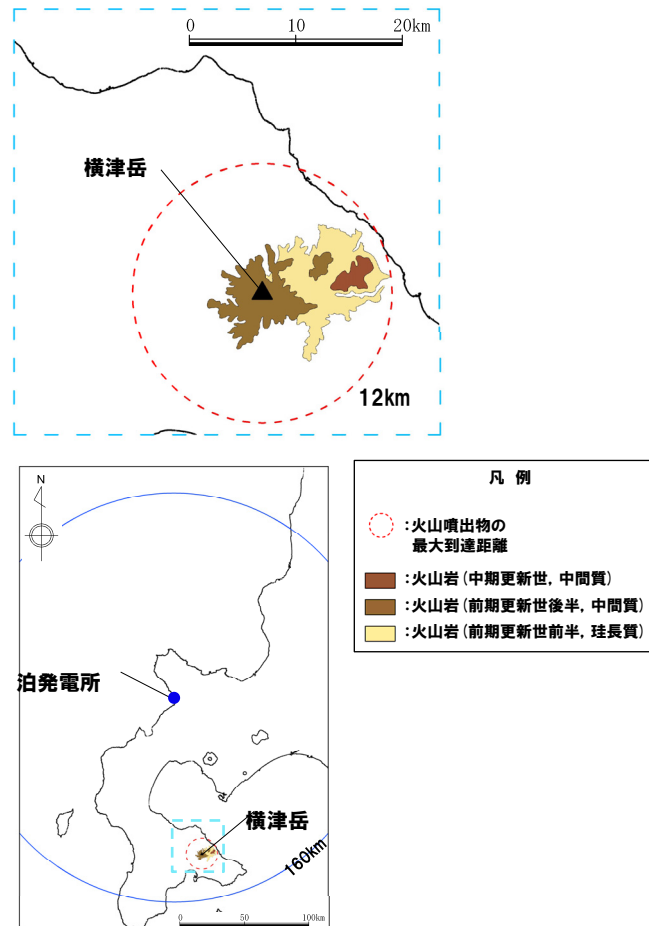


北海道駒ヶ岳の火山噴出物の分布範囲
(産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) より作成)

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)

④-11 火砕物密度流に関する個別評価（横津岳）

○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。

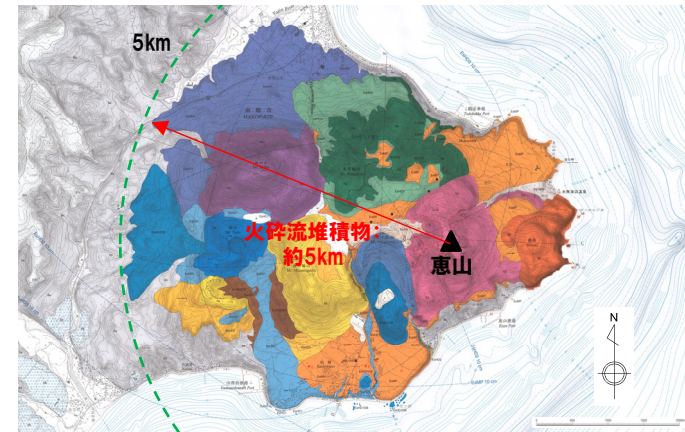
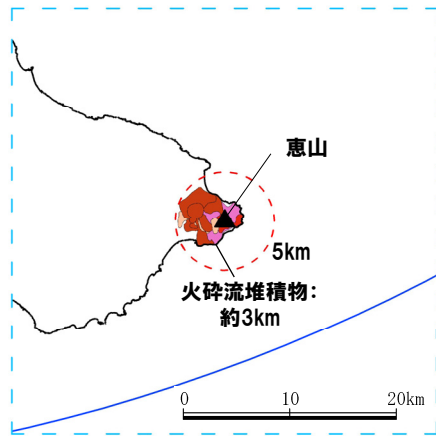


横津岳の火山噴出物の分布範囲
(産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) より作成)

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

④-12 火砕物密度流に関する個別評価 (恵山)

○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)

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)

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。

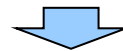
恵山の火山噴出物の分布範囲 (三浦ほか (2022) に加筆)

⑤-1 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では、より広域の北海道南部（東北日本弧延長部）規模の隆起傾向は認められるが、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。
- 【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。

^{*}R3.10.14審査会合資料においては、敷地からニセコ・雷電火山群までの距離について、中野ほか編（2013）において代表点として示されているニセコアンヌプリまでの距離21.5km（約22km）を記載していたが、現在の活動中心であるイワオヌプリまでの距離19.7km（約20km）へ修正した。



- 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

余白