

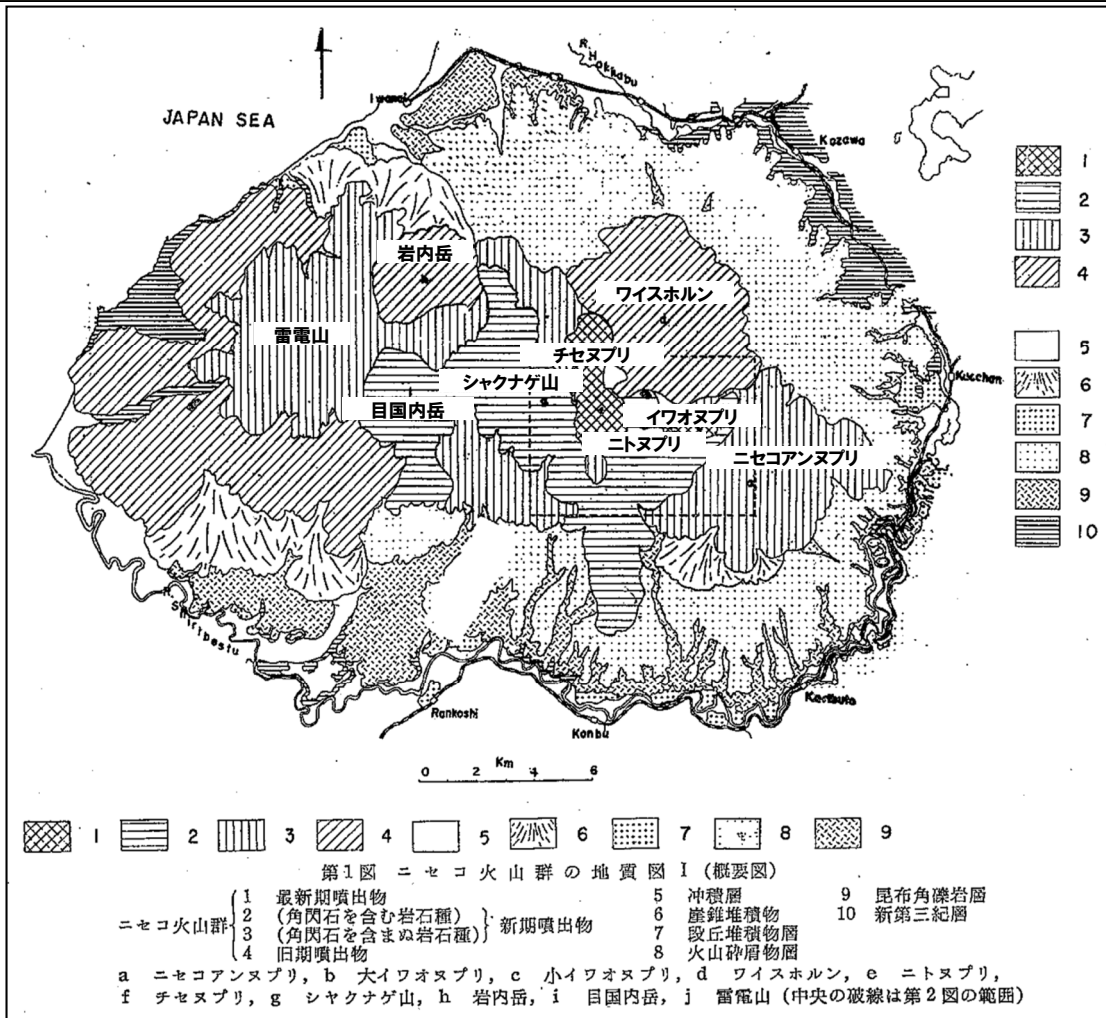
2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

②-2【ニセコ・雷電火山群】-地質分布・地質層序(1/8)-

一部修正(H25/11/13審査会合)

【大場(1960)】

- ニセコ・雷電火山群による火砕流、溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は、敷地まで到達していない。
- 活動時期から、「旧期ニセコ火山群」、「新期ニセコ火山群」及び「最新期ニセコ火山群」に分類している。



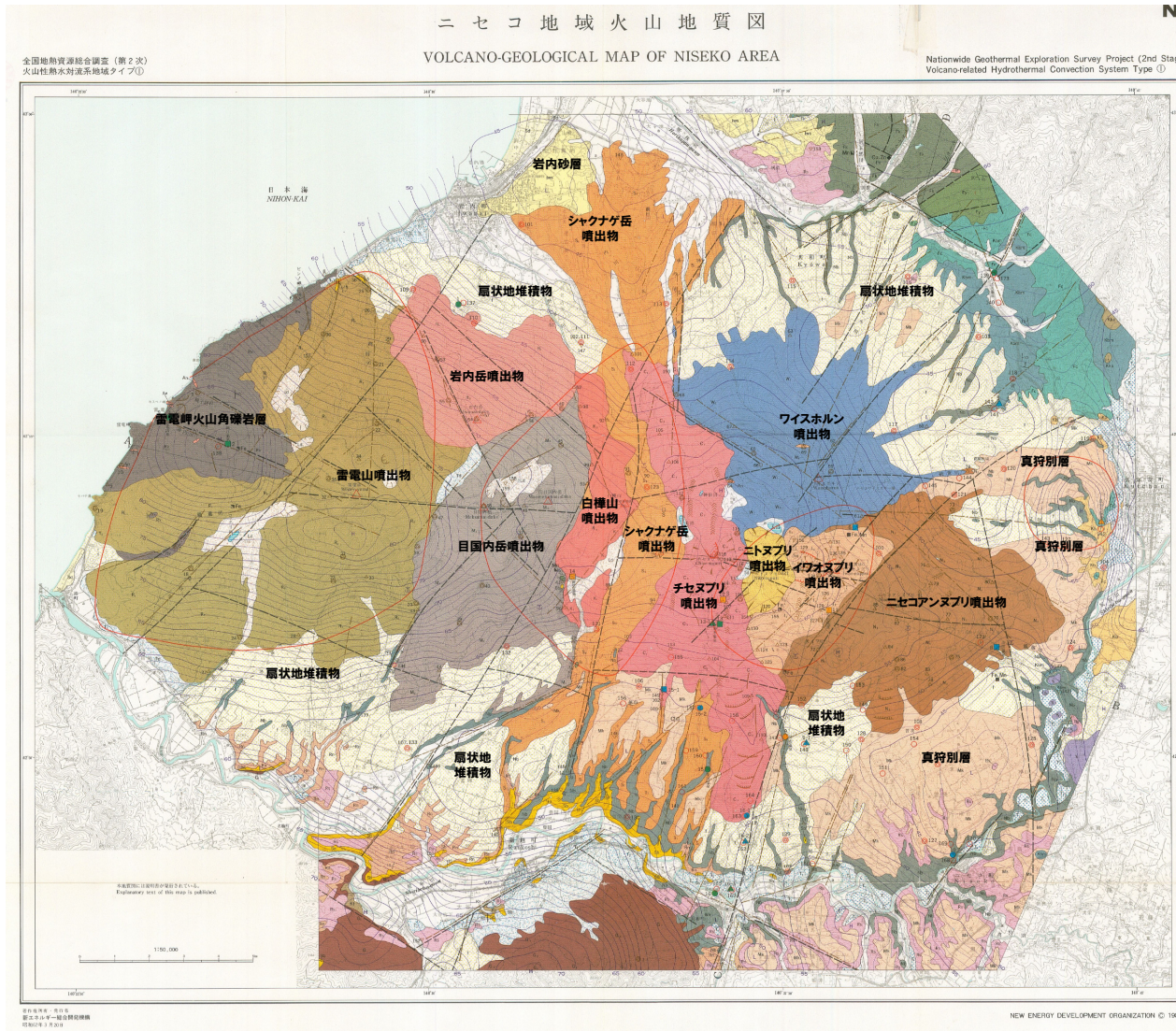
地質層序表(大場(1960)に加筆)

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	最新期ニセコ火山群
		湖水堆積物	
	洪積世	扇状地堆積物	
		火山砕屑物	
鮮新世 中新世 新第三紀	段丘堆積物	旧期ニセコ火山群	
	昆布角礫岩層		
	新第三紀層		

②-2【ニセコ・雷電火山群】-地質分布・地質層序(2/8)-

一部修正(H25/12/18審査会合)



【NEDO (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。

(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(雷電火山群・ニセコ火山群の地質構造)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

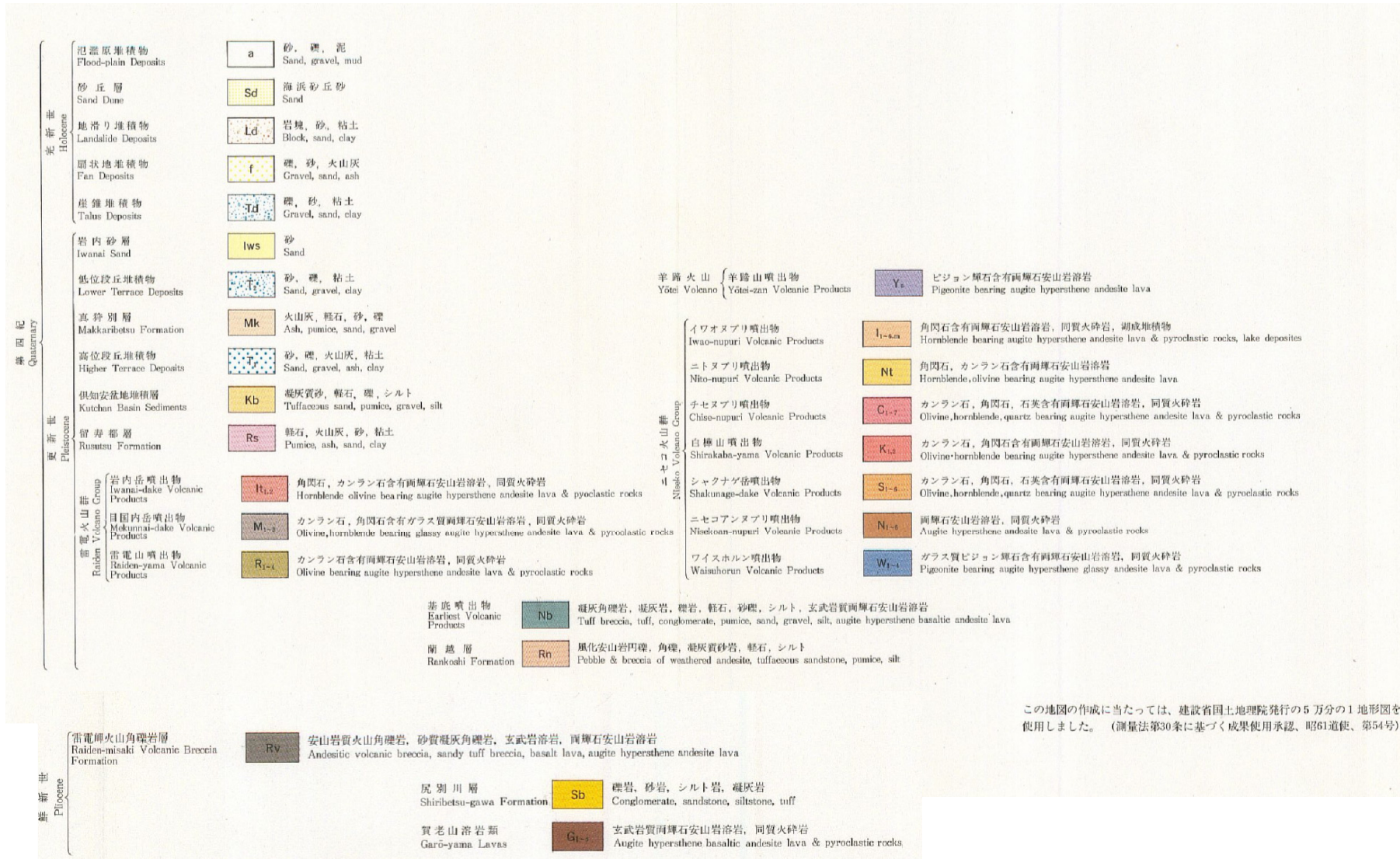
等を実施。

○ニセコ・雷電火山群による火砕流、溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は、敷地まで到達していない。

2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

②-2【ニセコ・雷電火山群】-地質分布・地質層序(3/8)-

再掲(H25/12/18審査会合)



2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

②-2【ニセコ・雷電火山群】-地質分布・地質層序(4/8)-

一部修正 (H25/12/18審査会合)

(活動年代)

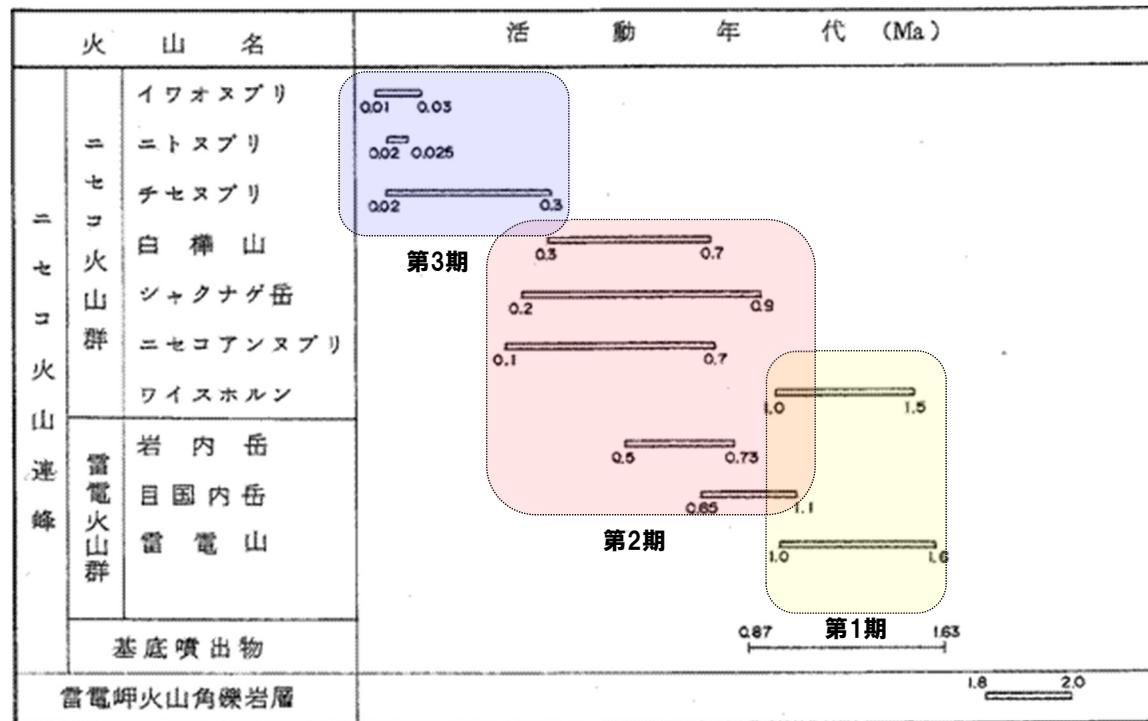
○活動時期を、「第1期」、「第2期」及び「第3期」に分類している。

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 (NEDO (1986) に加筆)



②-2【ニセコ・雷電火山群】-地質分布・地質層序(5/8)-

一部修正(H25/11/13審査会合)

【日本地質学会編(2010)】

- 活動時期から、「古期火山群」、「中期火山群」及び「新期火山群」に分類している。
- 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

2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

②-2【ニセコ・雷電火山群】-地質分布・地質層序(6/8)-

一部修正(H25/11/13審査会合)

【中野ほか編(2013)】

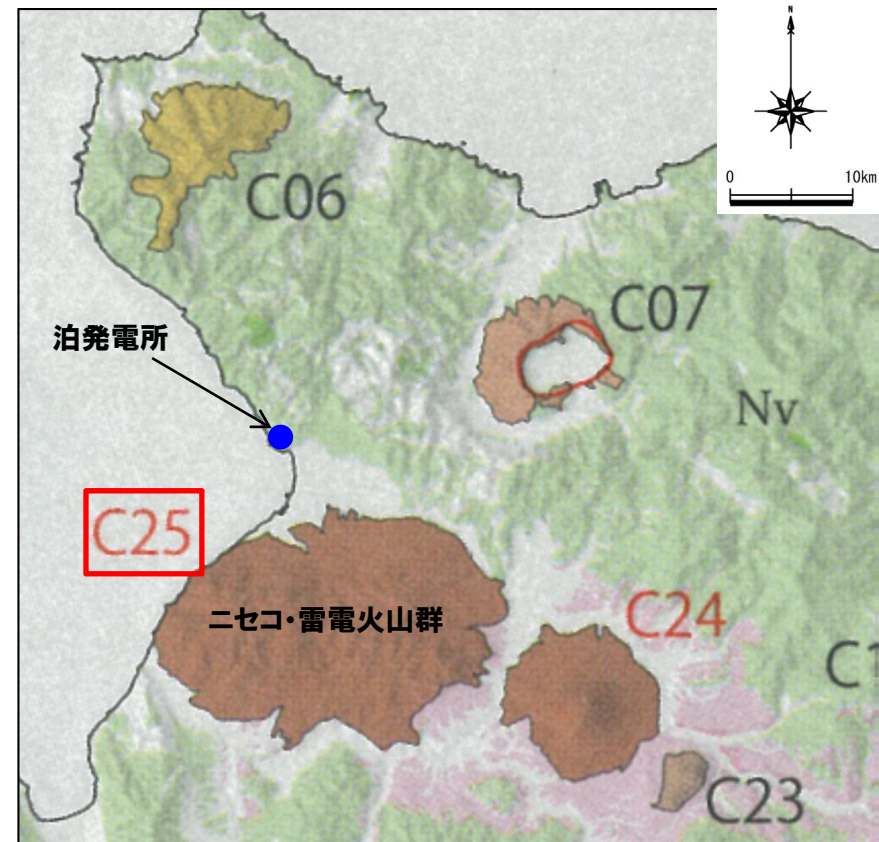
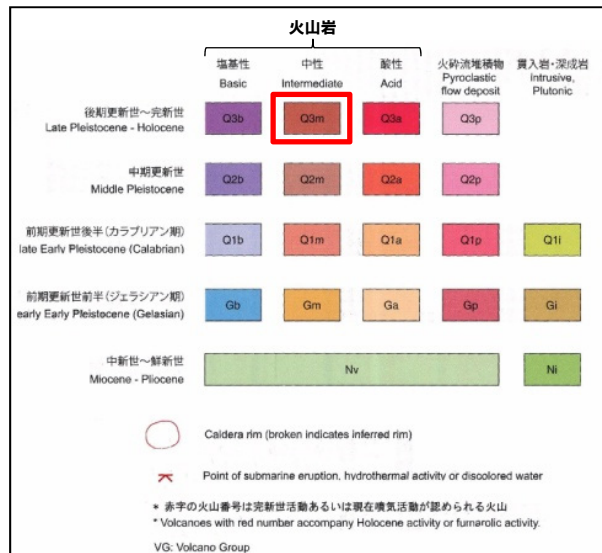
- ニセコ・雷電火山群による溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は、山体近傍に認められ、敷地まで到達していない。
- 活動時期は、前期更新世前半～完新世とされている。
- 火山岩の代表的な岩種は中性の安山岩であるとされている。

ニセコ・雷電火山群の火山データ
(中野ほか編, 2013)

凡例記号	Q3m	火山の形式	複合または複成火山 溶岩ドーム
活動期間*	前期更新世前半 -完新世	卓越する岩質	中性
活動期間 最近の活動	2.0 Ma 最新噴火:6,000年前	構成岩石	安山岩

※図上では該当する時代区分のうち、最も新しい「後期更新世～完新世」として表示されている

凡例



ニセコ・雷電火山群の火山地質図
(中野ほか編(2013)に加筆)

②-2【ニセコ・雷電火山群】-地質分布・地質層序(7/8)-

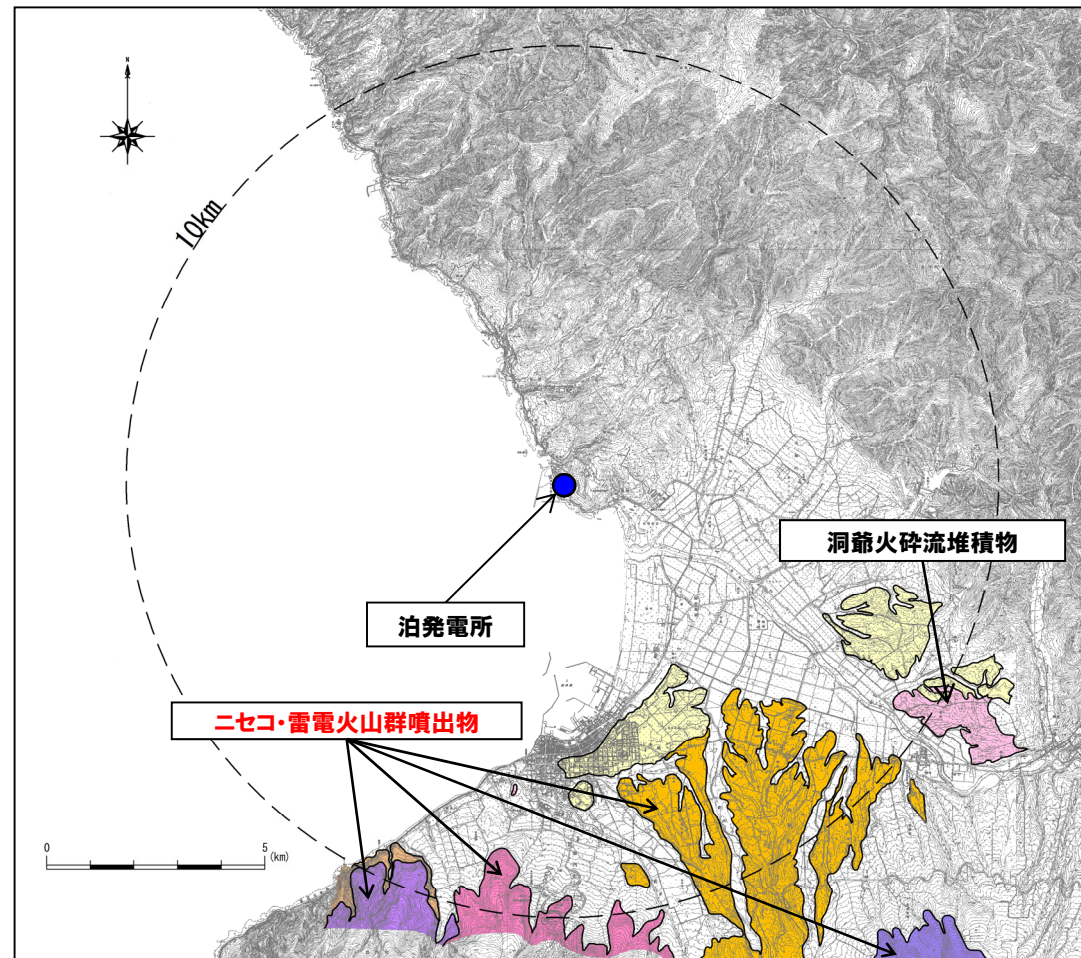
一部修正(H25/11/13審査会合)

【地形調査, 地表地質踏査等】

○敷地周辺及び敷地における地形調査, 地表地質踏査等の結果, ニセコ・雷電火山群の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	岩内層	礫及び砂
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	



敷地から半径10km以内の第四紀火山地質図

②-2【ニセコ・雷電火山群】-地質分布・地質層序(8/8)-

一部修正(H25/11/13審査会合)

【まとめ】

- 大場(1960), NEDO(1986,1987)及び中野ほか編(2013)によれば, いずれも火砕流, 溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は, 敷地まで到達していない。
- また, 敷地近傍における地形調査, 地表地質踏査等の結果においても, 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。
- 大場(1960), NEDO(1986,1987)及び日本地質学会編(2010)に示されている活動時期は, 概ね整合的である。

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			

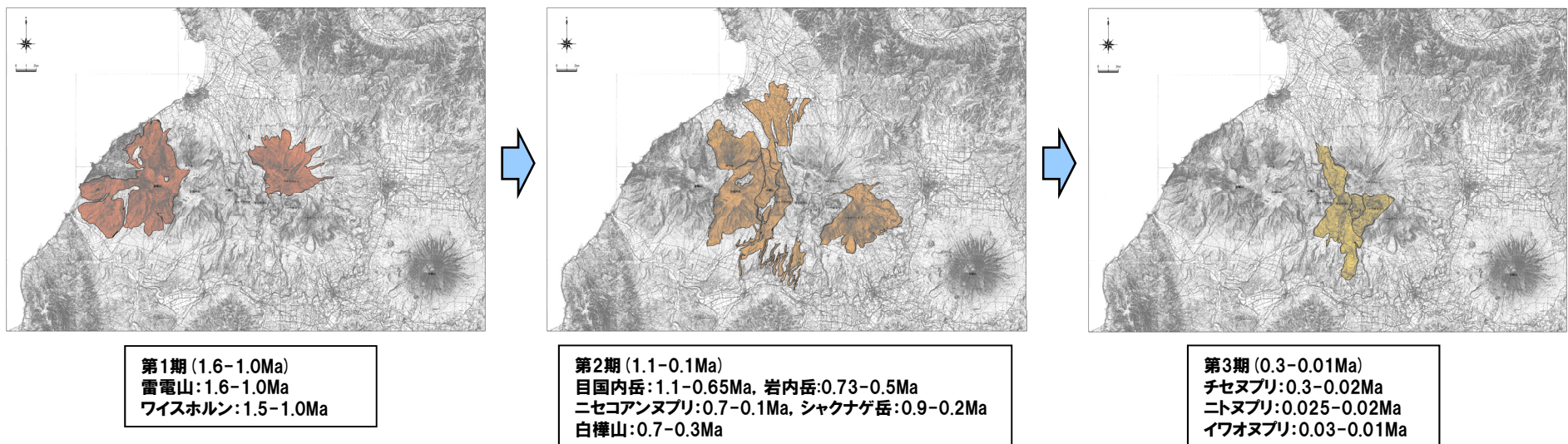
②-2【ニセコ・雷電火山群】-活動の変遷-

一部修正 (H25/12/18審査会合)

- 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。
- 気象庁編(2013)では、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。
- 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。



○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、最新の活動はイワオヌプリであると考えられる。



ニセコ・雷電火山群の活動の変遷 (地質分布はNEDO (1987) を複写, 年代値はNEDO (1986) による)

余白

2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

②-2【ニセコ・雷電火山群】-溶岩流シミュレーション(1/3)-

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0.72km³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	NEDO(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【ニセコ・雷電火山群】-溶岩流シミュレーション(2/3)-

一部修正(H25/12/18審査会合)

【噴出量の設定】

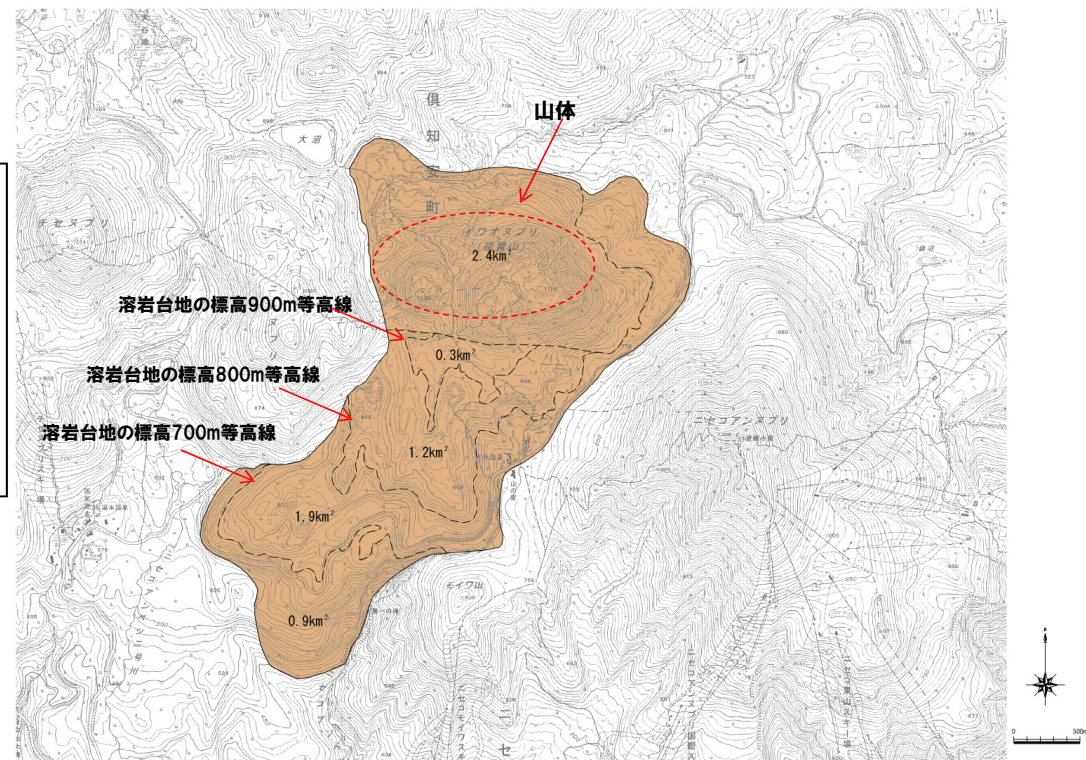
○溶岩流噴出量は、現在の活動中心であるイワオヌプリを対象として、NEDO(1987)の噴出物の分布範囲及び当該範囲の高度差から溶岩台地の体積を算出し、 0.72km^3 と設定した。

NEDO(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



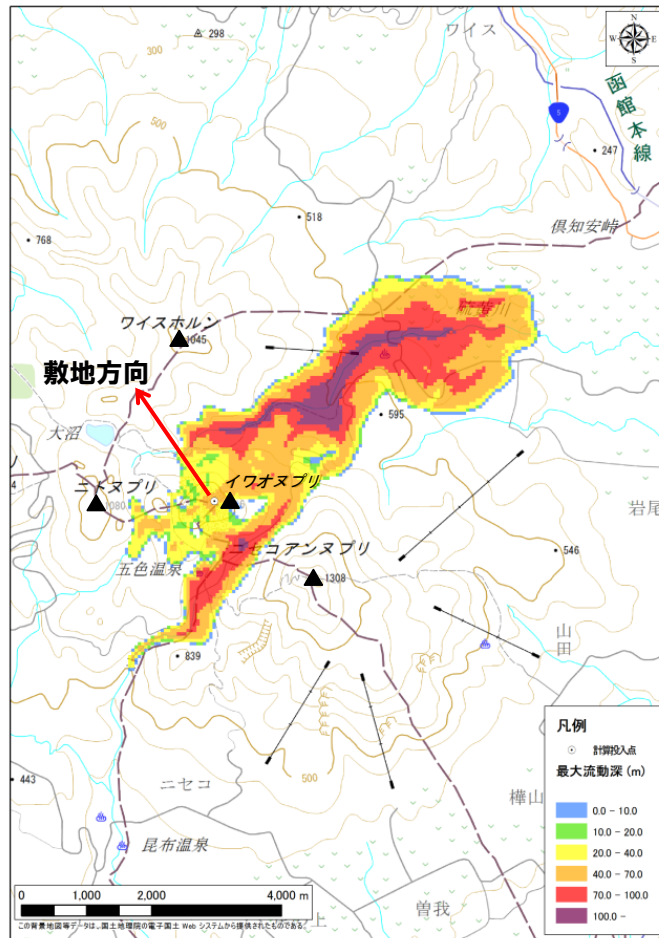
イワオヌプリ噴出物の分布

②-2【ニセコ・雷電火山群】-溶岩流シミュレーション(3/3)-

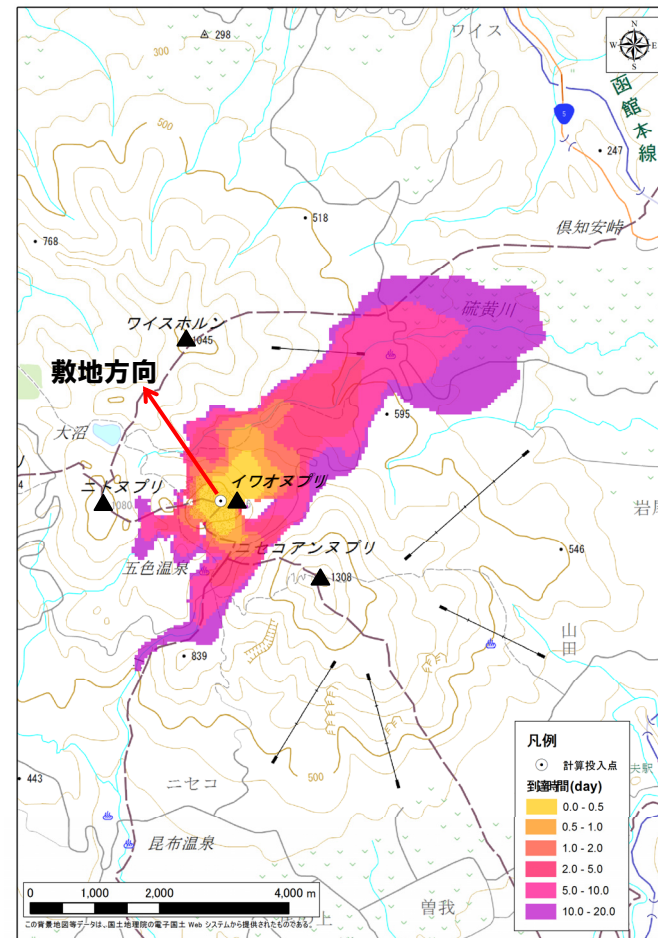
一部修正(H25/12/18審査会合)

【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

余白

②-2【ニセコ・雷電火山群】-地震波速度構造(1/4) -

- ニセコ・雷電火山群については、過去に巨大噴火は発生していないものの、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(P125参照)、念のため、地震波速度構造に関する検討を実施し、既往最大の噴火規模以上の噴火が発生する可能性について評価を行うこととした。
- 評価方法については、「2.2.2 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)」において整理した考え方(P70~P73参照)を踏襲し、「ニセコ・雷電火山群直下の上部地殻内に、メルトの存在を示唆する顕著な低Vpかつ高Vp/Vs領域が存在するか否か」を以って評価を行う。

2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

②-2【ニセコ・雷電火山群】-地震波速度構造(2/4)-

- 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(海域拡大2019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. (2019)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。
- 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、ニセコ・雷電火山群直下の上部地殻内(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。
- ニセコ・雷電火山群直下の上部地殻内に認められる低周波地震群は、やや低Vpかつ低Vp/Vs領域の縁辺部に認められるため、水の移動に関連する可能性があると考えられる*。

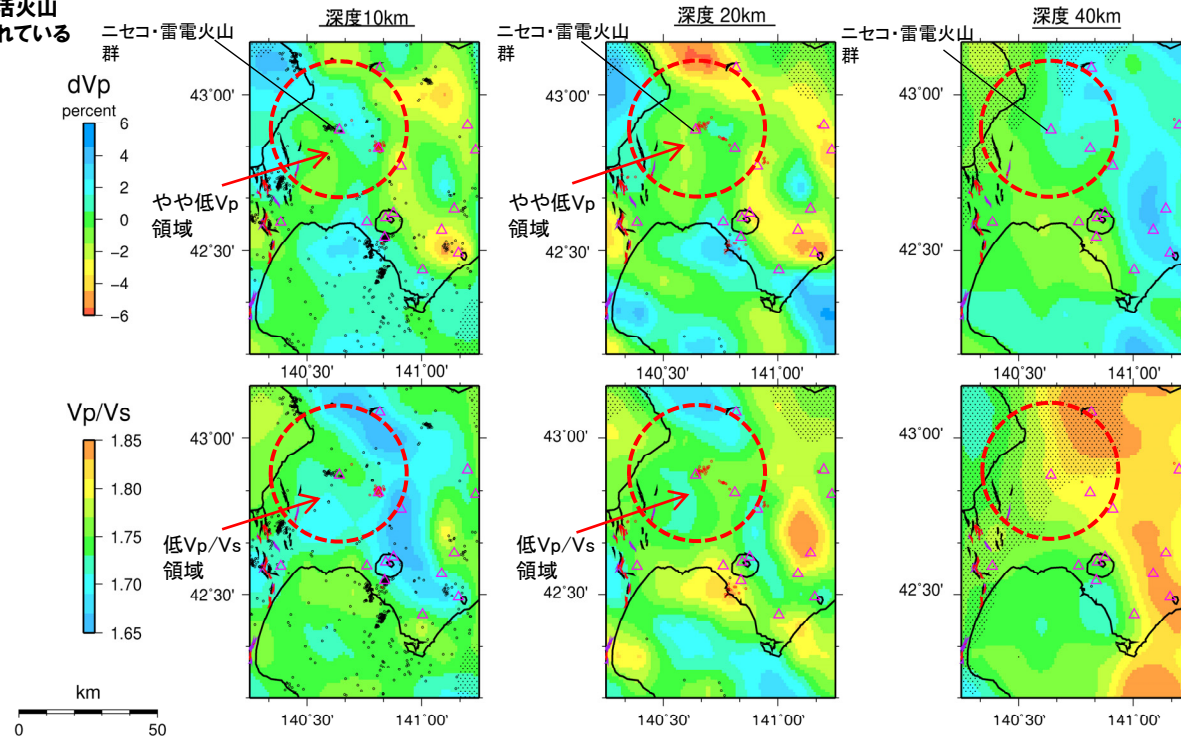
*Nakajima et al. (2001)によれば、地震波速度構造では、活火山直下の低Vp、低Vs、低Vp/Vsは、水の存在を示唆するとされている(P71参照)。

【当社におけるマグマ溜まりの状況の評価方法】

- 現在のマグマ溜まりの状況については、「ニセコ・雷電火山群直下の上部地殻内に、メルトの存在を示唆する顕著な低Vpかつ高Vp/Vs領域が存在するかどうか」を以って評価を行う(P70~P73参照)。
- 地震波速度構造からマグマ溜まりの状況の評価する際には、ニセコ・雷電火山群直下の上部地殻内における低周波地震の分布状況についても考慮する(P74~P76参照)。

凡例

- △ 第四紀火山
- 黒点 震央(MJMA≥0)
- 赤点 低周波地震の震央(期間:2000/10/1-2015/12/31)
- 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 } 今泉ほか編(2018)をトレース
- 推定活断層
- ニセコ・雷電火山群を中心とした、半径25kmの範囲

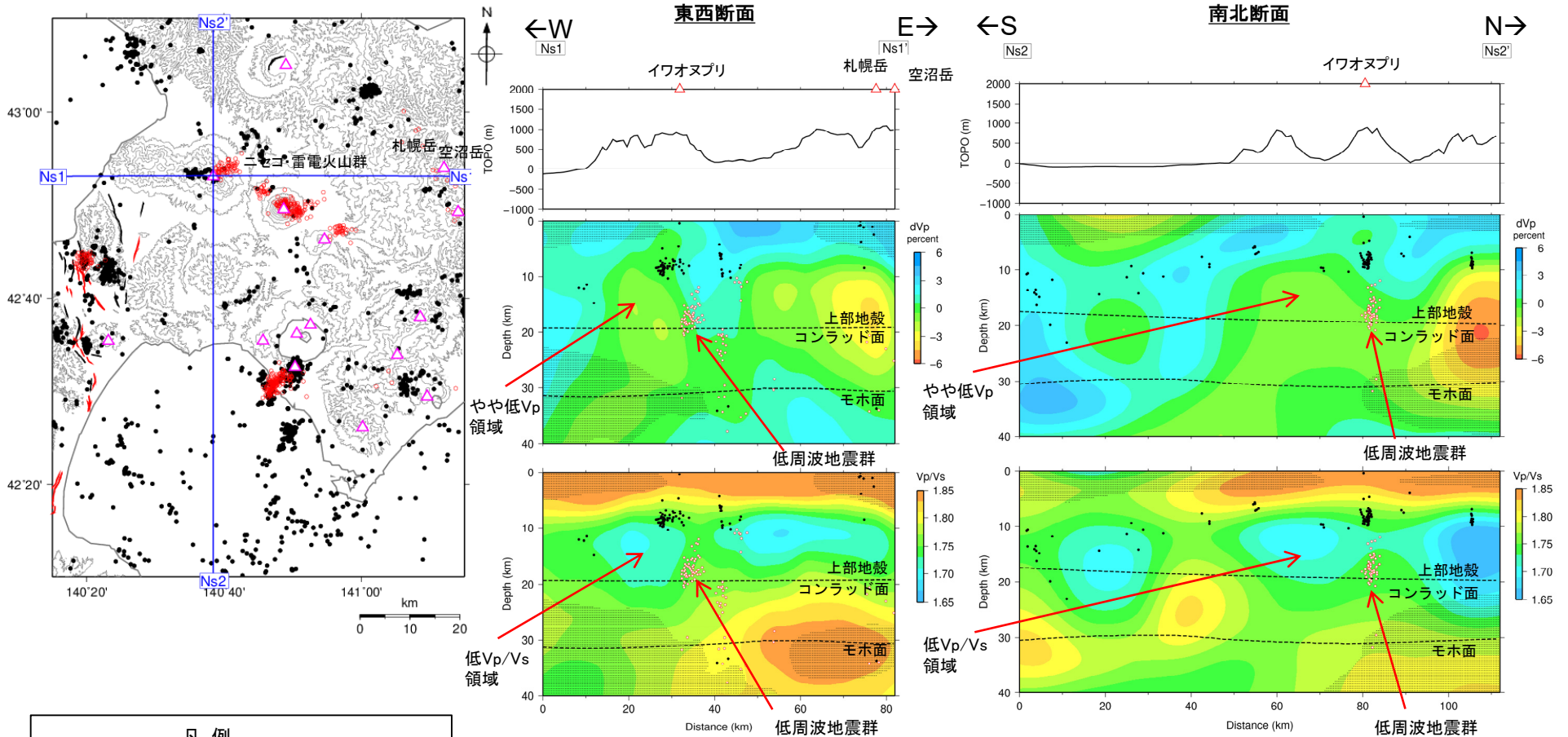


ニセコ・雷電火山群周辺では、南方~西方に、やや低Vpかつ低Vp/Vs領域が認められるが、顕著な低Vpかつ高Vp/Vs領域は認められない。

ニセコ・雷電火山群周辺では、南方~西方に、やや低Vpかつ低Vp/Vs領域が認められるが、顕著な低Vpかつ高Vp/Vs領域は認められない。

地震波速度構造(水平断面)

②-2【ニセコ・雷電火山群】-地震波速度構造(3/4)-



- 凡例**
- △ 第四紀火山
 - 黒点 震央 (MJMA ≥ 0)
 - 赤点 低周波地震の震央 (期間: 2000/10/1-2015/12/31)
 - 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・雷電火山群直下の上部地殻内 (約20km以浅) には、イワオヌプリの南方~西方の深度10km~20km程度にやや低Vpかつ低Vp/Vs領域が認められ、その北東縁付近に低周波地震群が認められるが、顕著な低Vpかつ高Vp/Vs領域は認められない。

地震波速度構造 (鉛直断面)

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。コンラッド面はZhao et al. (1992)、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。

②-2【ニセコ・雷電火山群】-地震波速度構造(4/4)-

【ニセコ・雷電火山群における地震波速度構造(P134~P135参照)】

- 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、ニセコ・雷電火山群直下の上部地殻内(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。
- ニセコ・雷電火山群直下の上部地殻内に認められる低周波地震群は、低Vpかつ低Vp/Vs領域の縁辺部に認められるため、水の移動に関連する可能性があると考えられる。



- ニセコ・雷電火山群直下の上部地殻内には、現状、既往最大の噴火規模以上の噴火に関わるようなマグマ溜まりを示唆する地震波速度構造及び低周波地震群は認められない。

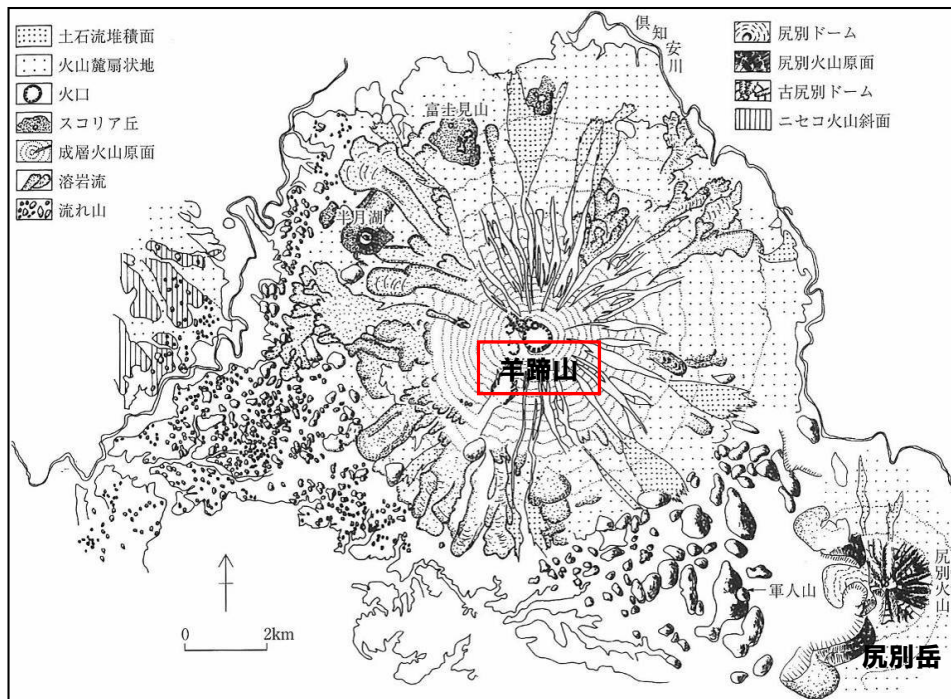
余白

②-3【羊蹄山】-地質分布・地質層序(1/2)-

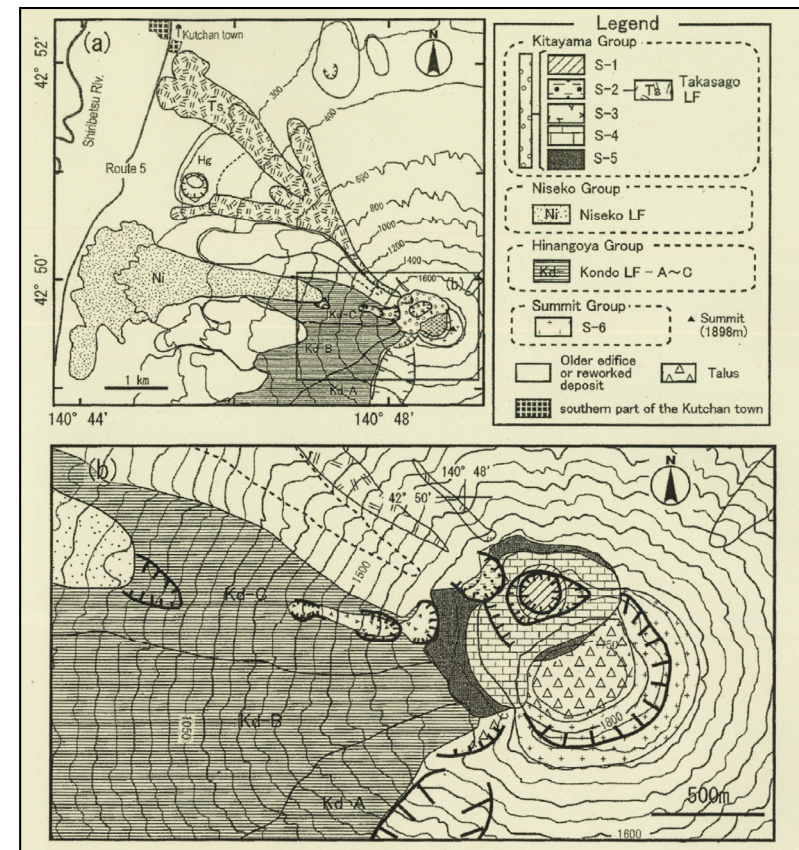
一部修正 (H25/11/13審査会合)

【小疇ほか編(2003)及び上澤ほか(2011)】

- 羊蹄山から噴出した溶岩流や岩屑なだれ等は山体近傍に認められる。
- 最新の活動は、山頂近傍の「北山火口群」における約2,500年前の小規模なものとされている。



羊蹄山の地形分類図(小疇ほか編(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)

2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

②-3【羊蹄山】-地質分布・地質層序(2/2) -

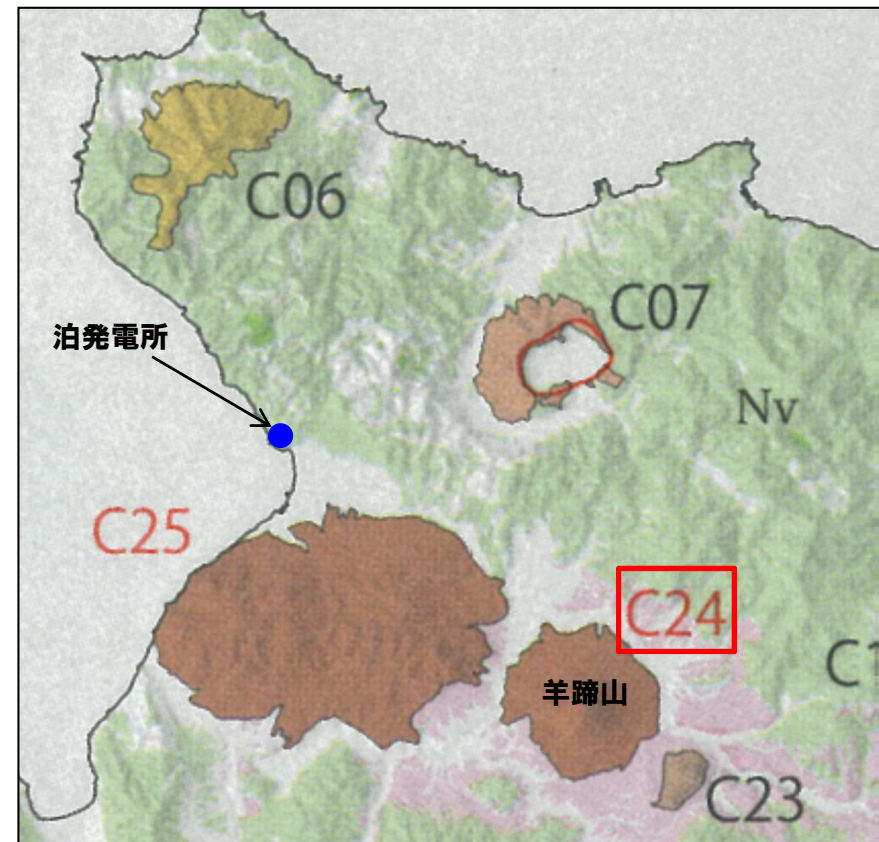
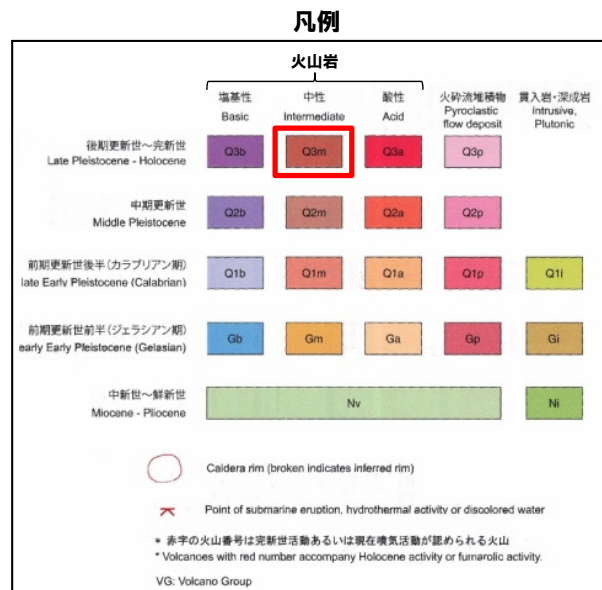
一部修正 (H25/11/13審査会合)

【中野ほか編(2013)】

- 活動時期は、後期更新世～完新世とされている。
- 火山岩の代表的な岩種は中性の安山岩及びデイサイトであるとされ、山体近傍に認められる。
- 溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は、敷地まで到達していない。

羊蹄山の火山データ
(中野ほか編, 2013)

凡例記号	Q3m	火山の形式	複合または複成火山、火砕丘、溶岩ドーム
活動期間	後期更新世-完新世	卓越する岩質	中性
活動期間最近の活動	5万年前またはそれ以前 最新噴火:2,500年前	構成岩石	安山岩、デイサイト



羊蹄山の火山地質図
(中野ほか編(2013)に加筆)

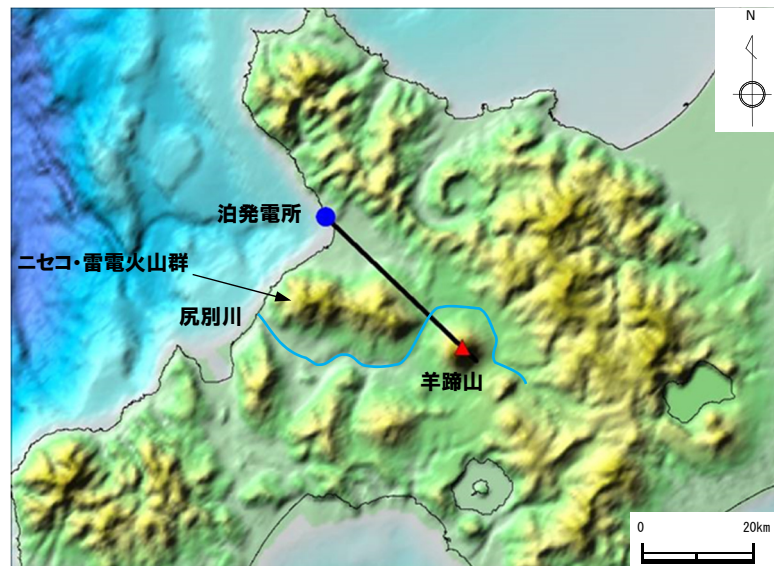
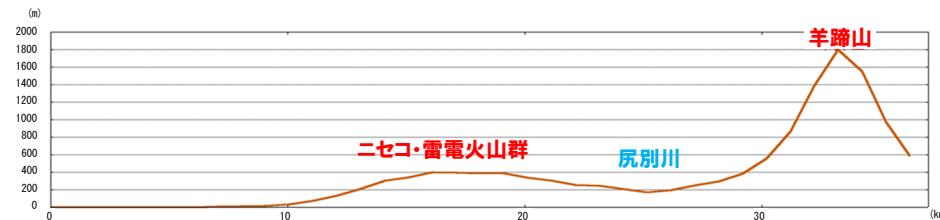
②-3【羊蹄山】-地形状況-

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

2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

②-3【羊蹄山】-溶岩流シミュレーション(1/3)-

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【羊蹄山】-溶岩流シミュレーション(2/3)-

再掲(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。

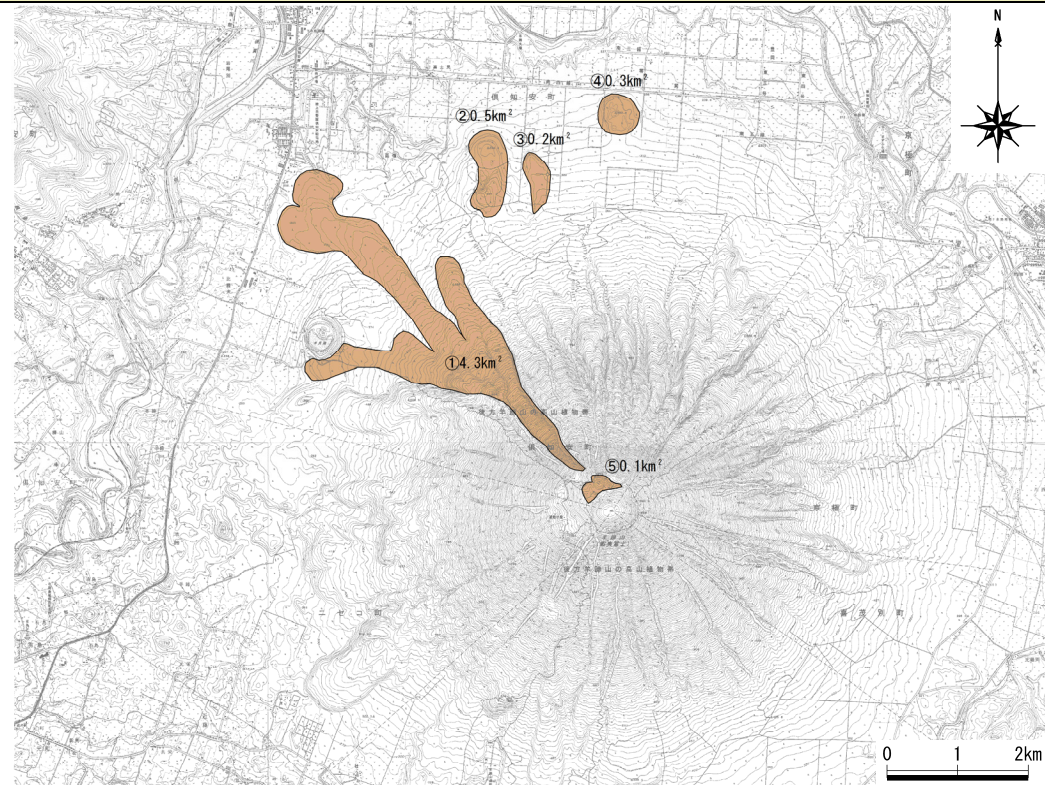
- ・勝井ほか(2007)では、新羊蹄火山の活動は旧期(約4.5~1.5万年前)、新期(約1.5~1万年前)及び北山期(約1万年前以降)の3期に分けられ、北山期では①~⑤の火山噴出物を噴出し、現在は活動休止期にあるとされている。
- ・江草ほか(2003)では、最近の約1万年間で、噴出率が低下しているとされている。
- ・上澤ほか(2011)では、最新の活動は、山頂近傍の北山火口群(⑤)における約2,500年前の小規模な噴火(約 0.0003km^3)とされている。

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**

※最新の活動とされる約2,500年前の噴火は⑤に含まれる。



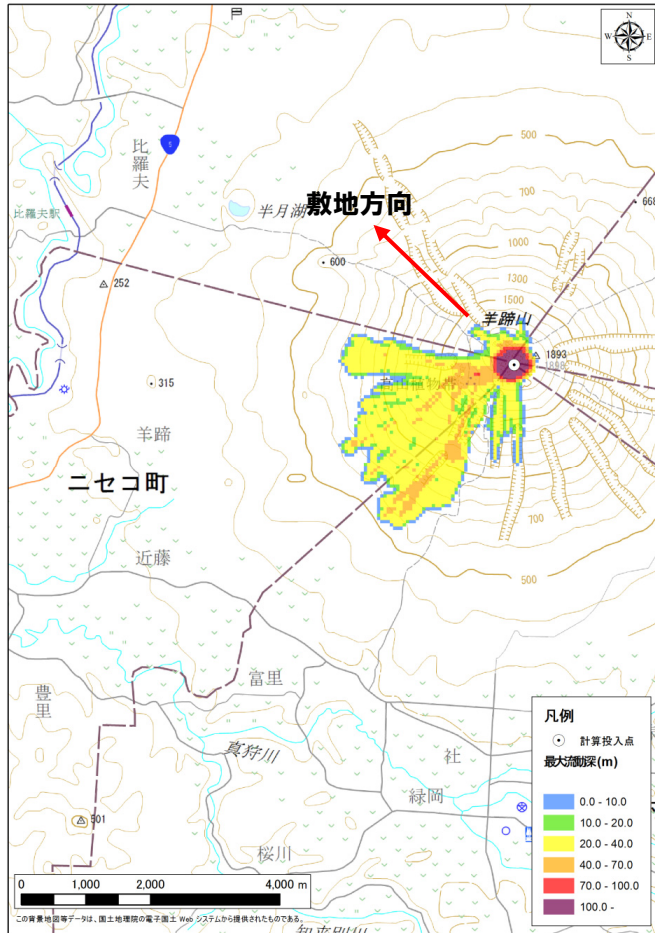
勝井ほか(2007)に基づく羊蹄山噴出物(北山期)の分布

②-3【羊蹄山】-溶岩流シミュレーション(3/3)-

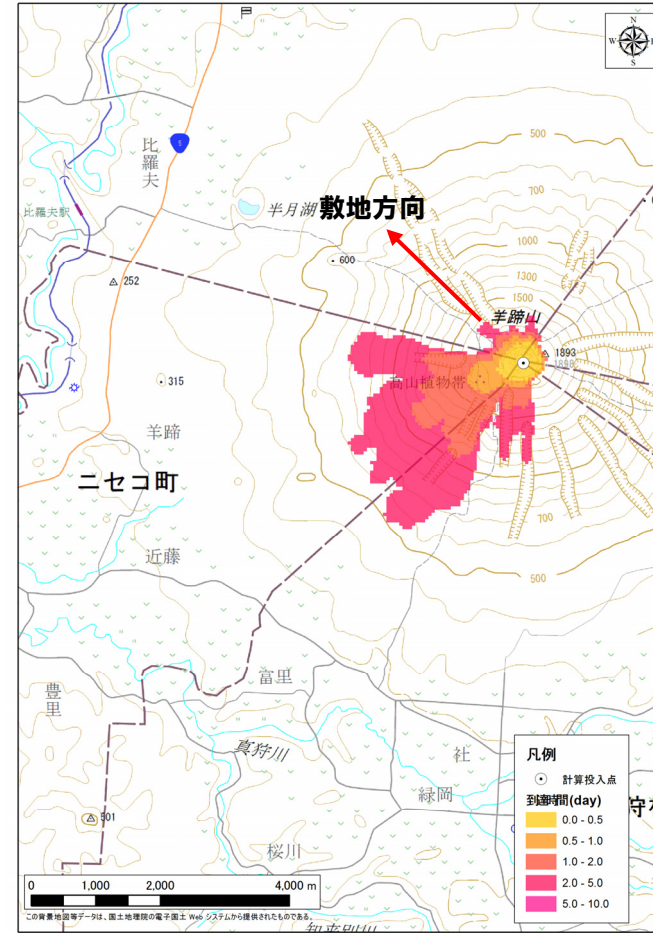
一部修正 (H25/12/18審査会合)

【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

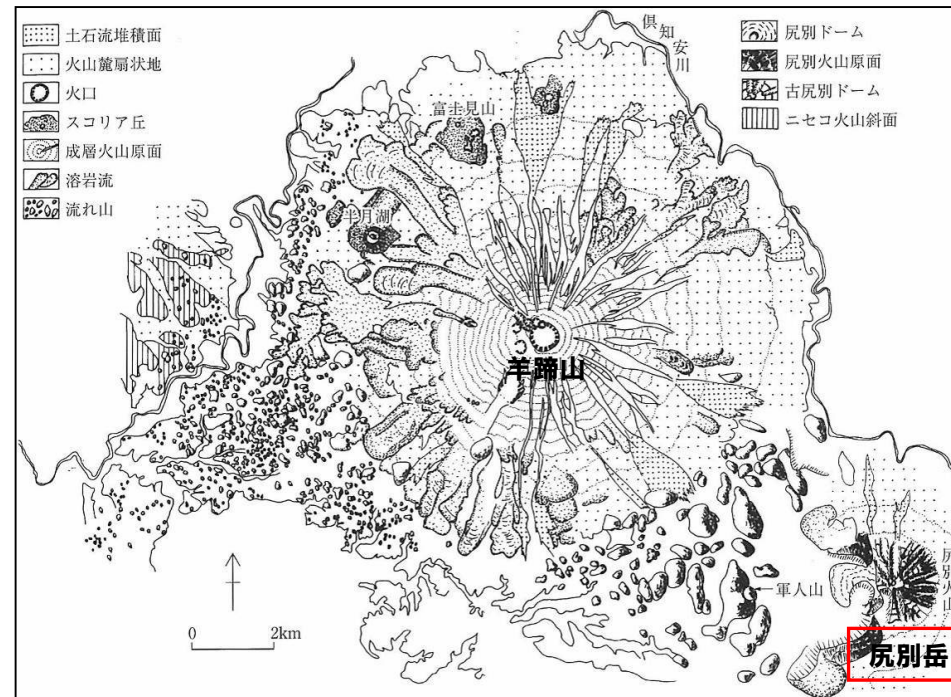


溶岩流到達時間

②-4【尻別岳】-地質分布・地質層序- (1/2)

【小疇ほか編(2003)】

○尻別岳から噴出した溶岩流や岩屑なだれ等は山体近傍に認められる。



尻別岳の地形分類図(小疇ほか編(2003)に加筆)

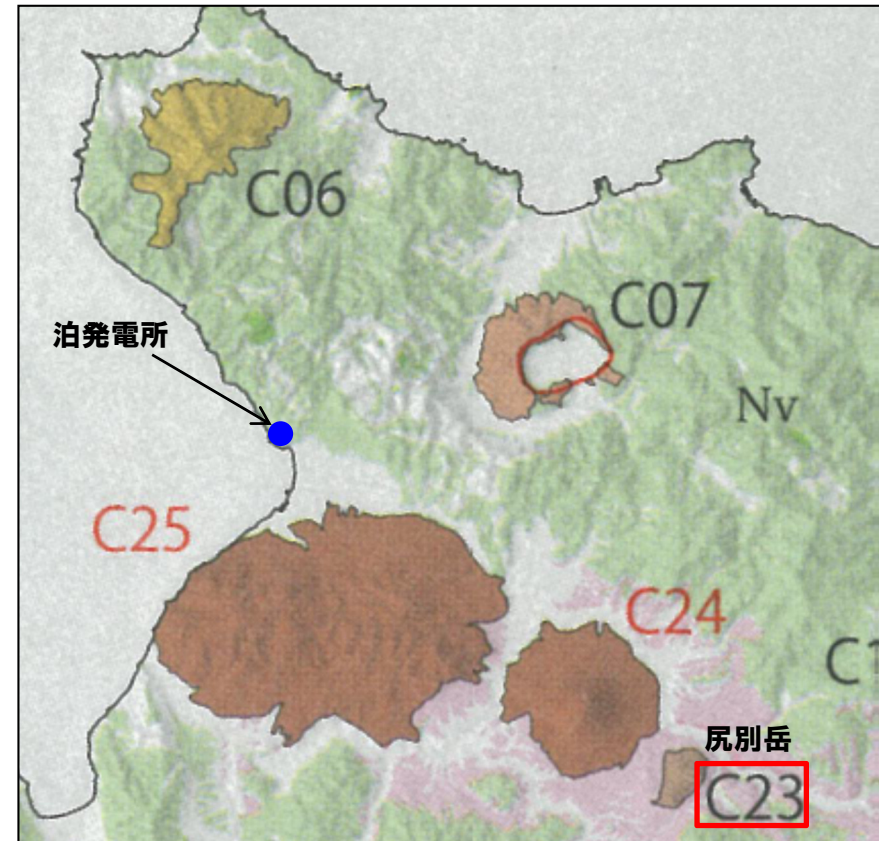
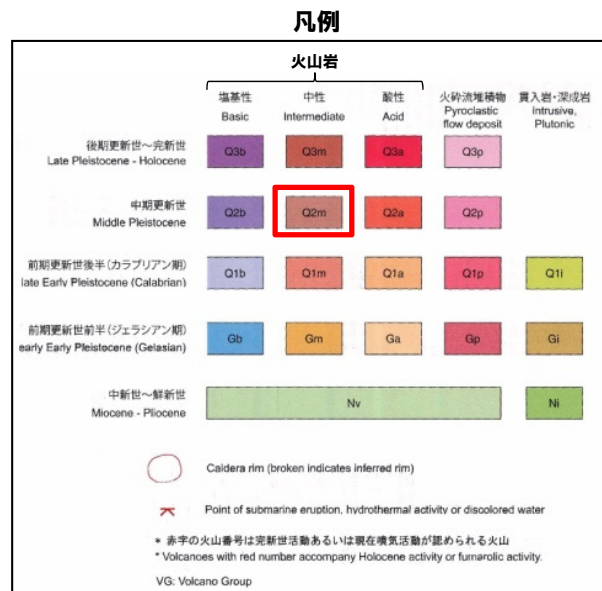
②-4【尻別岳】-地質分布・地質層序- (2/2)

【中野ほか編(2013)】

- 活動時期は、中期更新世とされている。
- 火山岩の代表的な岩種は中性の安山岩であるとされ、山体近傍に認められる。
- 溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は、敷地まで到達していない。

尻別岳の火山データ
(中野ほか編, 2013)

凡例記号	Q2m	火山の形式	溶岩ドーム
活動期間	中期更新世	卓越する岩質	中性
活動期間 最近の活動	数十万年前	構成岩石	安山岩



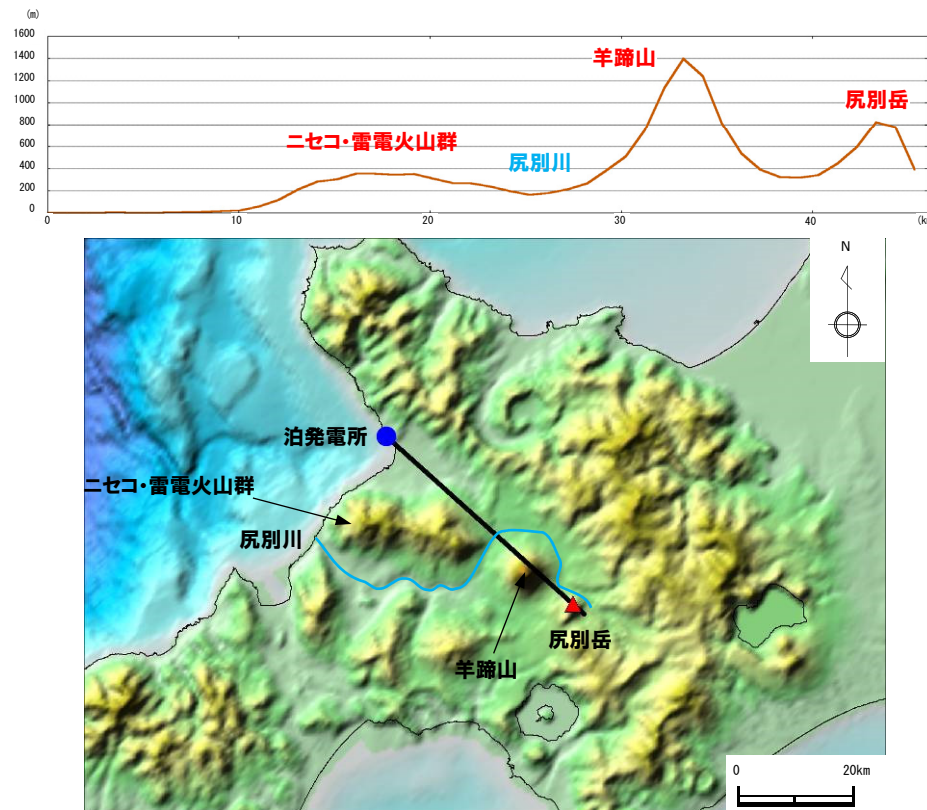
尻別岳の火山地質図
(中野ほか編(2013)に加筆)

②-4【尻別岳】-地形状況-

○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

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・地質層序及び地形状況から、火山噴出物の到達範囲を確認する。

【ニセコ・雷電火山群】

- ・敷地周辺及び敷地における地形調査、地表地質踏査等の結果、敷地を中心とする半径10kmの範囲において、ニセコ・雷電火山群の火山噴出物が認められるものの、敷地まで到達していない (P125参照)。

【羊蹄山】

- ・火山噴出物の分布は山体近傍に限定され、敷地まで到達していない (P138～P139参照)。
- ・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 (P140参照)。

【尻別岳】

- ・火山噴出物の分布は山体近傍に限定され、敷地まで到達していない (P144～P145参照)。
- ・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 (P146参照)。



- 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は十分小さいと評価される。

④ 火砕物密度流に関する個別評価 (1/5)

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洞爺カルデラ及び支笏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(2.2章参照)、評価においては、最後の巨大噴火以降の後カルデラ期における火山噴出物の到達範囲を確認する。
- 洞爺カルデラ及び支笏カルデラ以外の11火山については、火山噴出物の到達範囲を確認する。

【洞爺カルデラ及び支笏カルデラ】

- 中野ほか編(2013)によれば、洞爺カルデラ及び支笏カルデラにおける最後の巨大噴火以降の後カルデラ期の火山噴出物の分布は、山体近傍に限定される(次頁参照、山体近傍の拡大図はP150参照)。

【洞爺カルデラ及び支笏カルデラ以外の11火山】

- 洞爺カルデラ及び支笏カルデラ以外の11火山については、その火山噴出物の分布は山体近傍に限定される(次頁及びP151参照)。
- なお、火山噴出物の分布については、産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)においても概ね同様な状況である(P152参照)。



- 火砕物密度流が敷地に到達する可能性は十分小さいと評価される。

2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

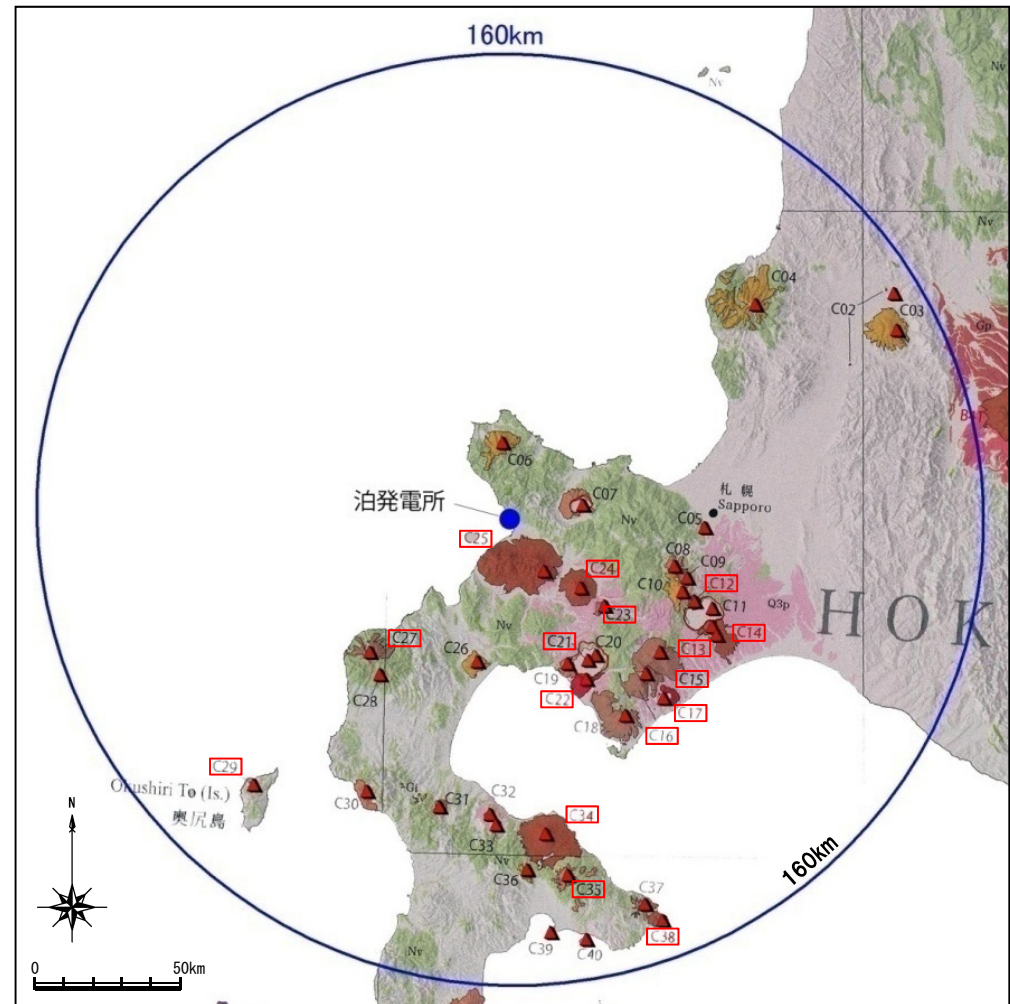
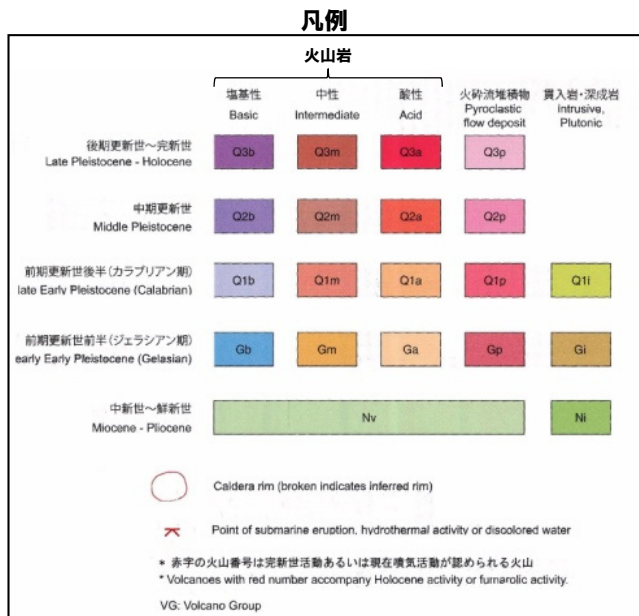
④ 火砕物密度流に関する個別評価 (2/5)

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

番号	火山名	番号	火山名
C11	支笏カルデラ※ ¹	C25	ニセコ・雷電火山群
	C12 恵庭岳	C23	尻別岳
	C13 風不死岳	C24	羊蹄山
	C14 樽前山	C25	ニセコ・雷電火山群
C15	ホロホロ・徳舜瞥	C27	狩場山
C16	オロフレ・来馬	C29	勝洞山
C17	倶多楽・登別火山群※ ²	C34	北海道駒ヶ岳
C20	洞爺カルデラ※ ¹	C35	横津岳
	C21 洞爺中島	C38	恵山
	C22 有珠山		

※¹ 洞爺カルデラ及び支笏カルデラについては、最後の巨大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する。
 ※² 倶多楽・登別火山群の火山噴出物の分布範囲はP151参照。



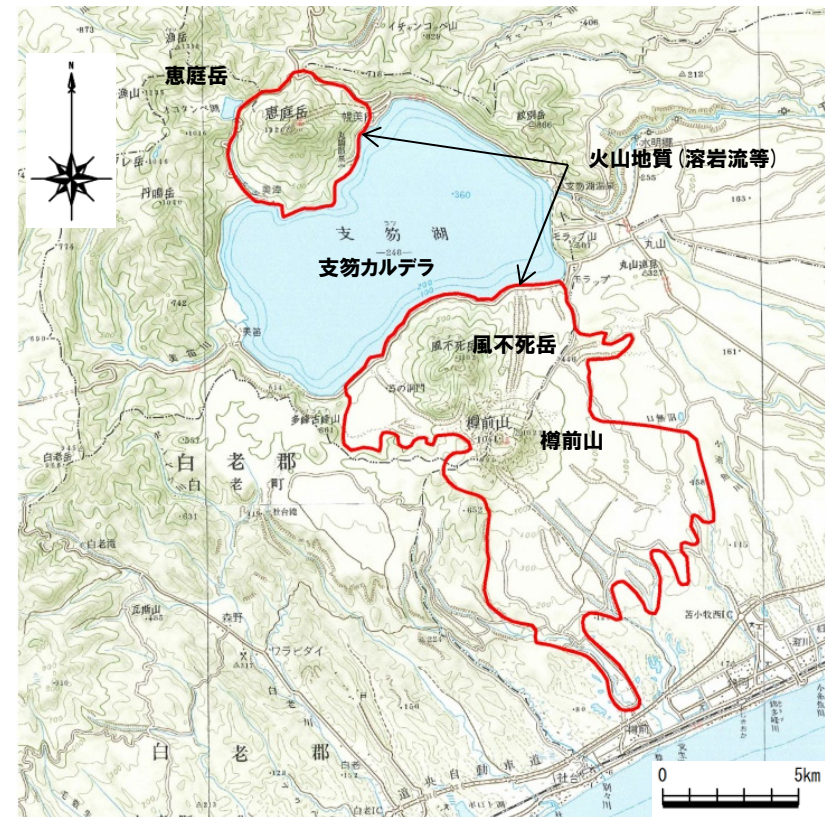
火山地質図
 (中野ほか編 (2013) に加筆)

④ 火砕物密度流に関する個別評価 (3/5)

○中野ほか編 (2013) によれば、洞爺カルデラの後カルデラ火山 (洞爺中島及び有珠山) 及び支笏カルデラの後カルデラ火山 (風不死岳、恵庭岳及び樽前山) の火山噴出物の分布は、山体近傍に限定される。



洞爺中島及び有珠山の火山地質分布
(火山地質については中野ほか編 (2013) をトレース)

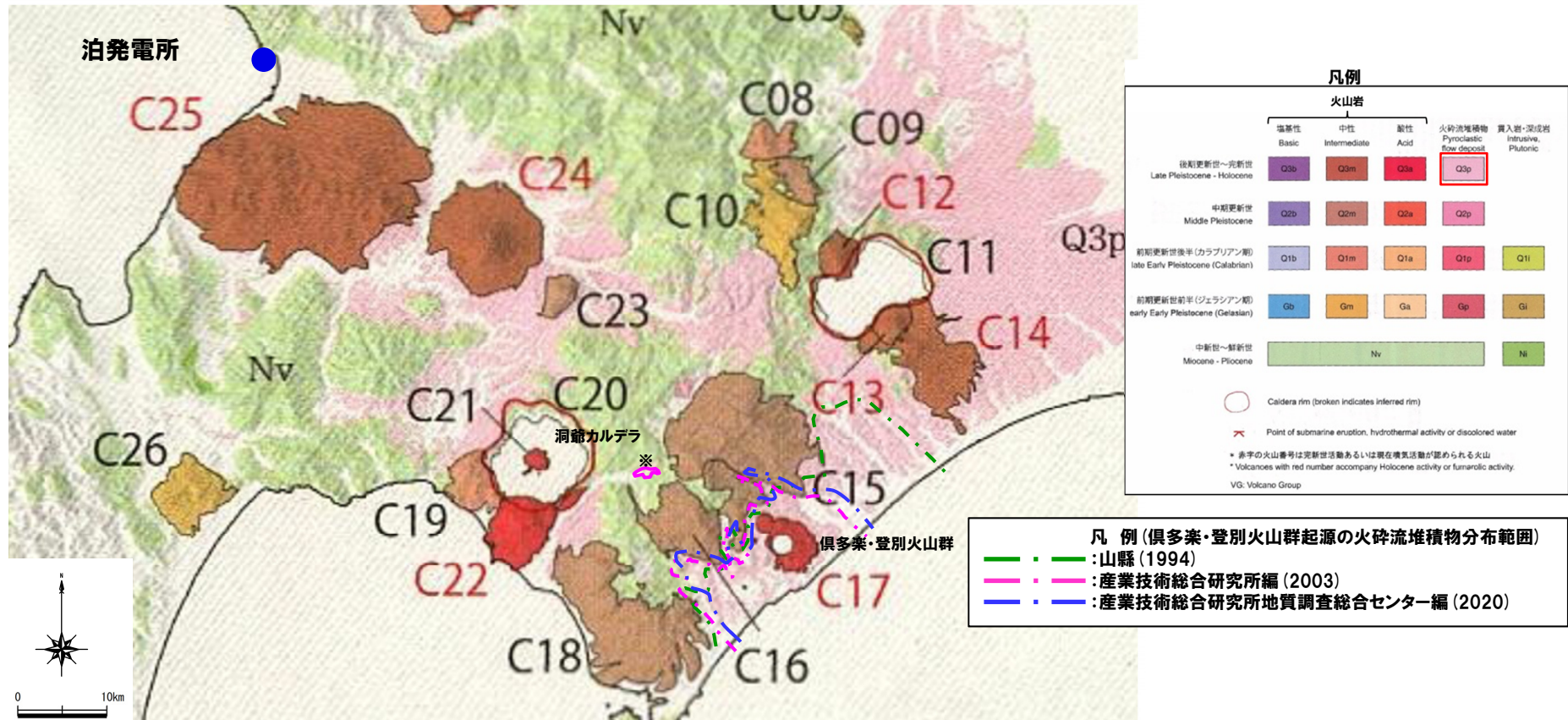


風不死岳、恵庭岳及び樽前山の火山地質分布
(火山地質については中野ほか編 (2013) をトレース)

2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

④ 火砕物密度流に関する個別評価 (4/5)

○ 倶多楽・登別火山群起源の火砕流堆積物の分布は、山縣 (1994), 産業技術総合研究所編 (2003) 等を踏まえると、倶多楽・登別火山群の山体近傍に限定される。



※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)

2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

④ 火砕物密度流に関する個別評価 (5/5)

【「20万分の1日本火山図」産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020)】

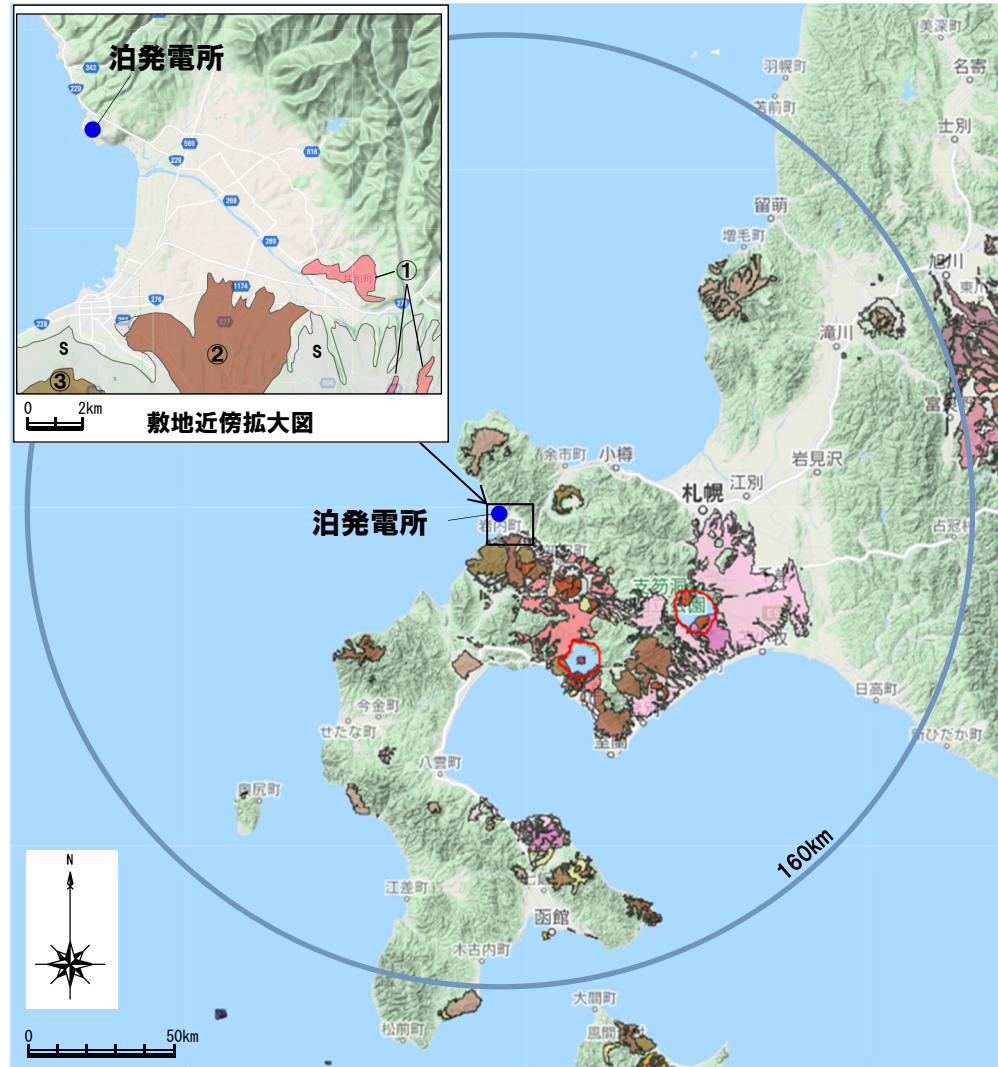
- 当該文献は、火山噴出物について既往の文献をコンパイルし、20万分の1の分解能でインターネット上の地図に表示できるようにしたものである。
- 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した13火山の噴出物分布範囲は、中野ほか編 (2013) に示されるものと、概ね同様である。

凡例 (敷地近傍拡大図)

- ①: 洞爺カルデラ
- ②: ニセコ・雷電火山群 (ニセコ中期)
- ③: ニセコ・雷電火山群 (ニセコ古期)
- s: 山麓扇状地・崖錐・地すべり・沖積堆積物など

20万分の1日本火山図凡例

時代区分	記号	岩相区分											
		B			M		A		P	I	D	F	s
		火山岩 (土に溶岩)			火砕流堆積物		貫入岩		岩層なだれ堆積物	降下火砕物	山麓扇状地・崖錐・地すべり・沖積堆積物など		
更新世	H	HB	HM	HA	HP			HD	HF				
0.0117		R100G45B190	R200G82B0	R228G23B0	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	R220G10B90	R255G190B225			R255G190B150	R245G230B225				
中期更新世 (テハニアン期)	Q2	Q2.B	Q2.M	Q2.A	Q2.P	Q2.I		Q2.D				s	
0.774		R128G33B227	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		R80G70B200	R160G110B50	R238G190B0	R220G120B150	R160G230B0		R255G200B150					
前期更新世前半 (ジェラシアン期)	G	GB	GM	GA	GP	GI		GD					
2.58 (Ma)		R0G100B150	R250G150B130	R250G230B150	R170G190B120	R170G190B50		R255G240B130				R220G220B220	



20万分の1日本火山図 (産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) に加筆, P23再掲)

余白

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)

- 敷地において新しい火口の開口及びそれに伴う地殻変動が発生す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。
- 下鶴ほか編(2008)によれば、火山性地震のうち低周波が卓越する地震(低周波地震)について、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。
- したがって、評価に当たっては、以下の状況を確認する。
 - ・敷地付近における地震活動の状況
 - ・敷地から最も近い(約22km)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」)

【地震活動】

- 敷地付近には低周波地震が認められない。
- イワオヌプリを中心とするニセコ・雷電火山群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。

【地殻変動】

- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺では、地殻変動はほとんど認められない。

【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、敷地において新しい火口の開口及びそれに伴う地殻変動が発生する可能性は、十分小さいと評価される。
 - ・敷地付近にマグマや熱水活動を示唆する低周波地震が認められない
 - ・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の変化が認められない

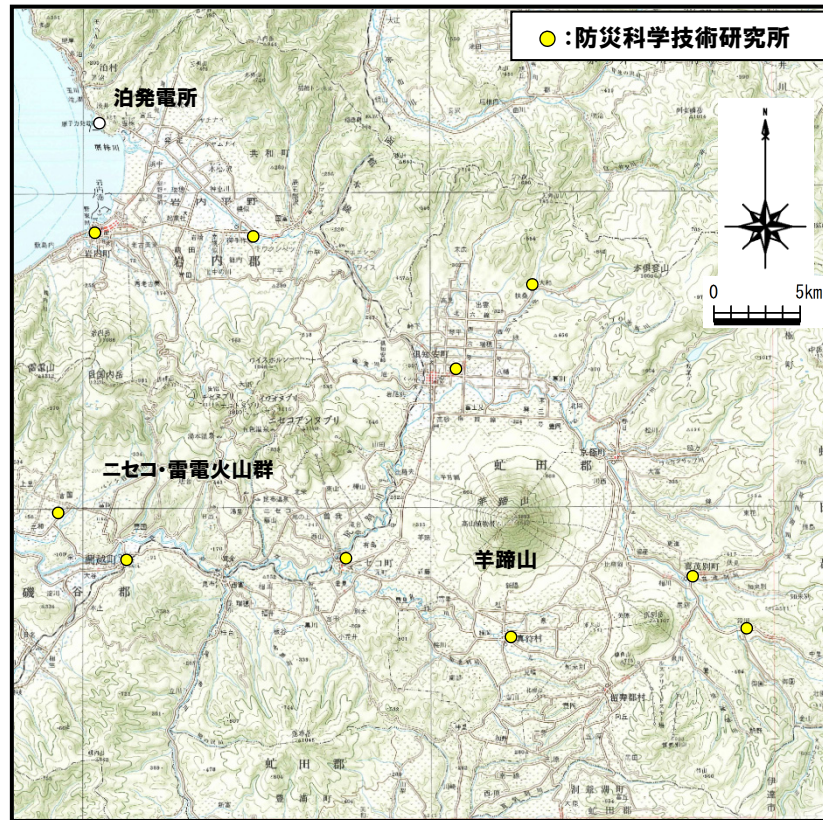
2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

⑤-2 地震活動(敷地付近並びにニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺)(1/4)

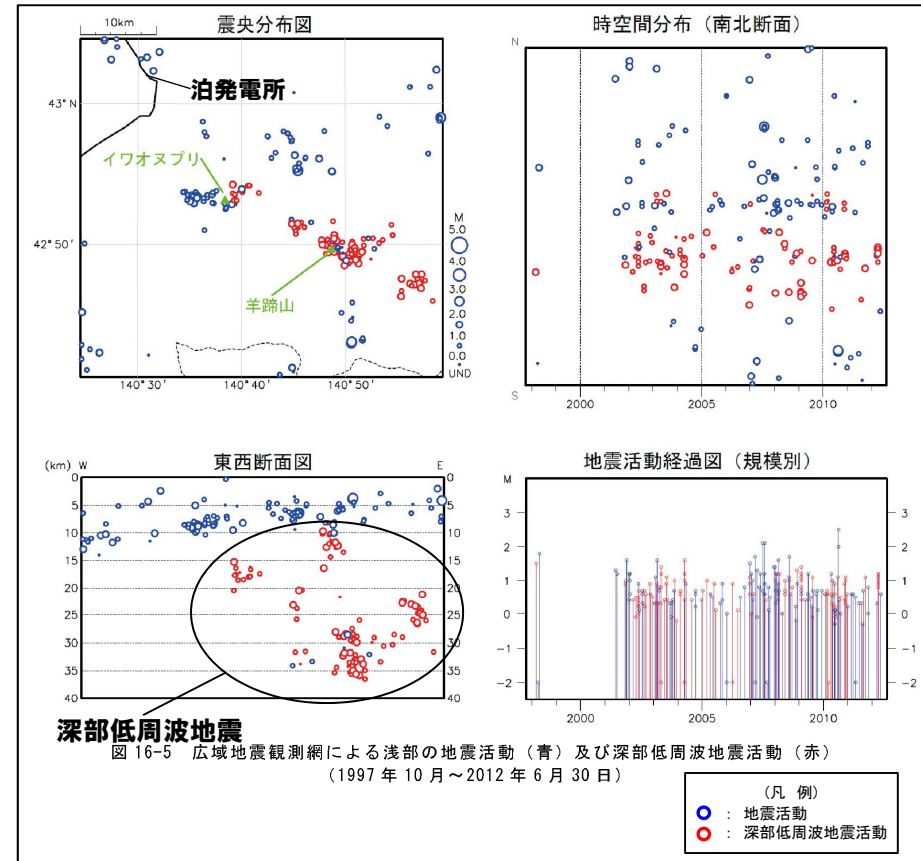
一部修正(H25/11/13審査会合)

【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。
- 浅部の地震活動は、イワオヌプリ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。
- 深部低周波地震活動は、イワオヌプリ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。
- 浅部の地震活動及び深部低周波地震活動は、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)



深部低周波地震

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)

(凡例)
 ○ : 地震活動
 ○ : 深部低周波地震活動

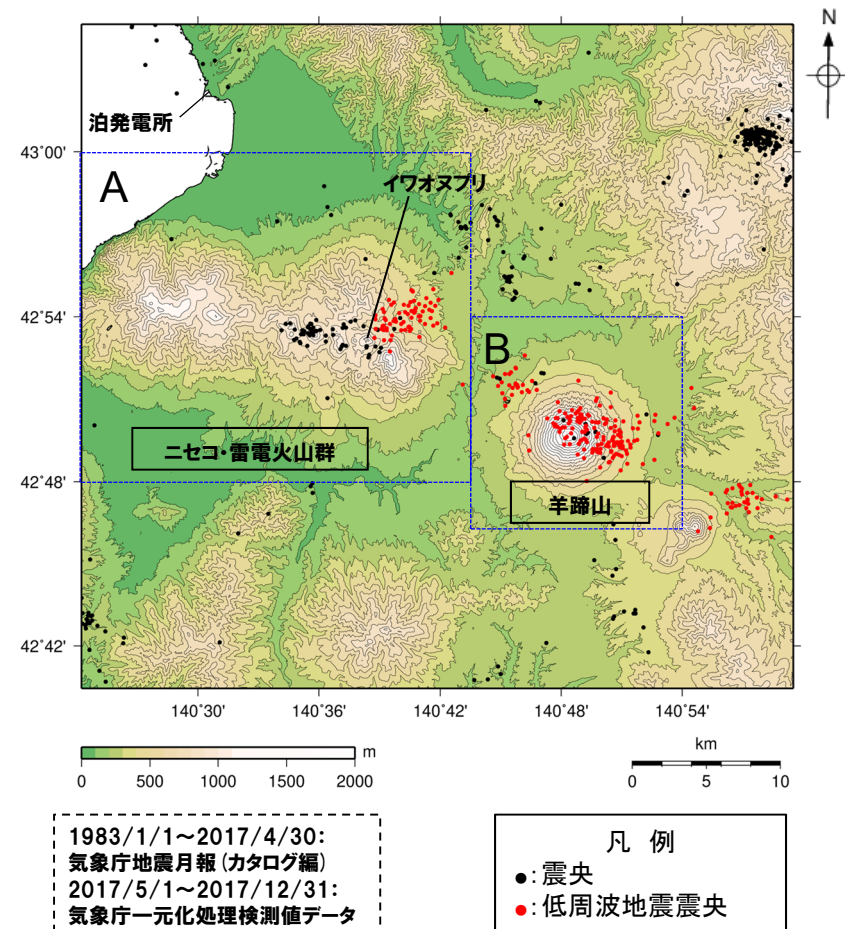
ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の地震活動
(1997年10月~2012年6月30日, 「日本活火山総覧(第4版)」に加筆)

⑤-2 地震活動(敷地付近並びにニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺)(2/4)

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30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)及び気象庁一元化処理検測値データを使用した。
- 震央の分布は、イワオヌプリ周辺及び羊蹄山周辺に、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、イワオヌプリ周辺及び羊蹄山周辺に、散発的に認められるものの、敷地付近には認められない。
- マグニチュード1以上の地震の発生は少なく、火山性地震及び低周波地震が増加しているような傾向は認められない(次頁参照)。

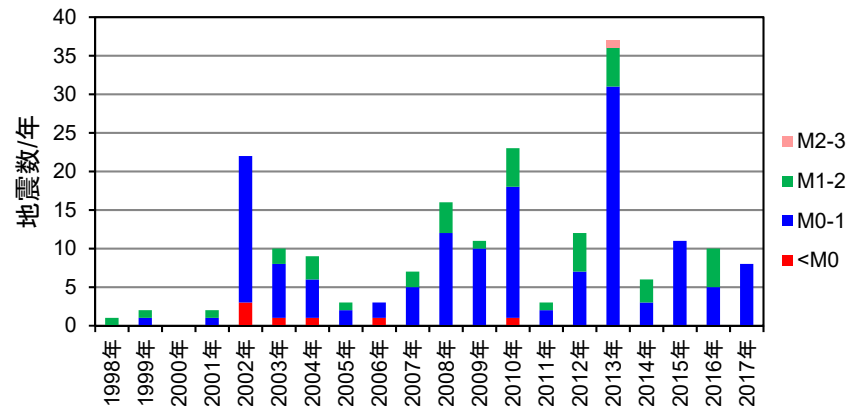
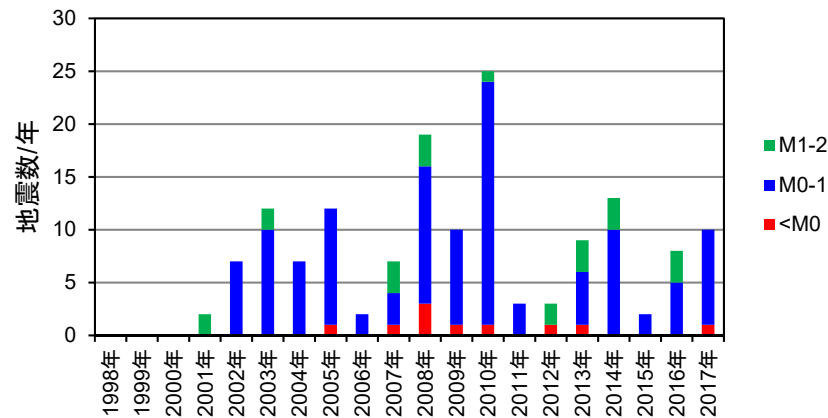
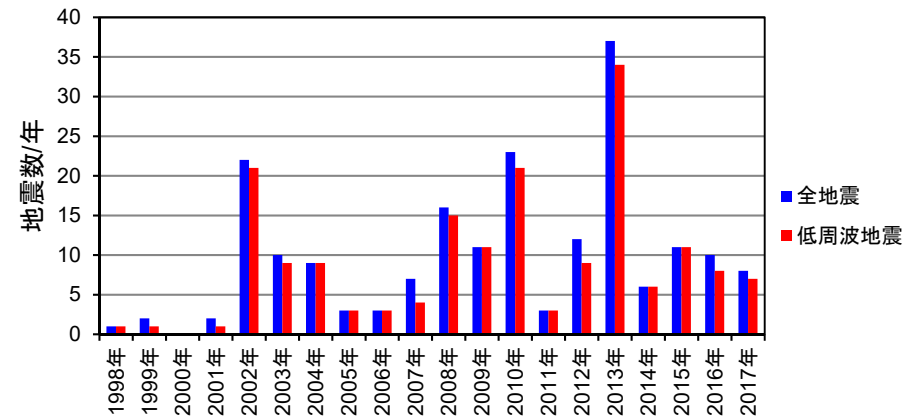
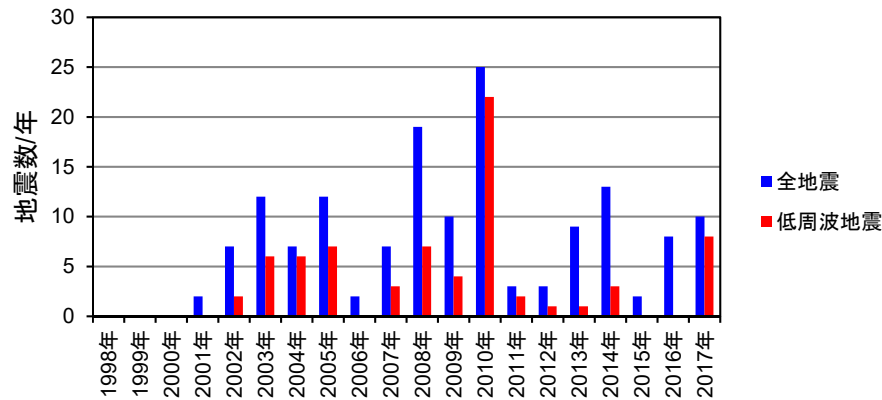


ニセコ・雷電火山群、羊蹄山周辺の震央分布図
(1983年1月1日~2017年12月31日の記録, 深さ40km以浅)

2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

⑤-2 地震活動(敷地付近並びにニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺) (3/4)

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 (1998～2017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 (1998～2017年, 深さ40km以浅)

⑤-2 地震活動（敷地付近並びにニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺）（4/4）

一部修正（H25/12/18審査会合）

【地震活動まとめ】

- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の地震活動について文献調査を行った。
- 公的機関の観測結果を取りまとめた「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）及び気象庁一元化処理検測値のデータについて検討した。
- 調査・検討の結果は以下のとおり。
 - ・浅部の地震活動は、イワオヌプリ及び羊蹄山周辺において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。
 - ・深部低周波地震活動は、イワオヌプリ及び羊蹄山周辺において散発的に認められるものの、敷地付近には認められない。
 - ・浅部の地震活動及び深部低周波地震活動は、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。



- 敷地付近には低周波地震が認められない。
- イワオヌプリを中心とするニセコ・雷電火山群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。

2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

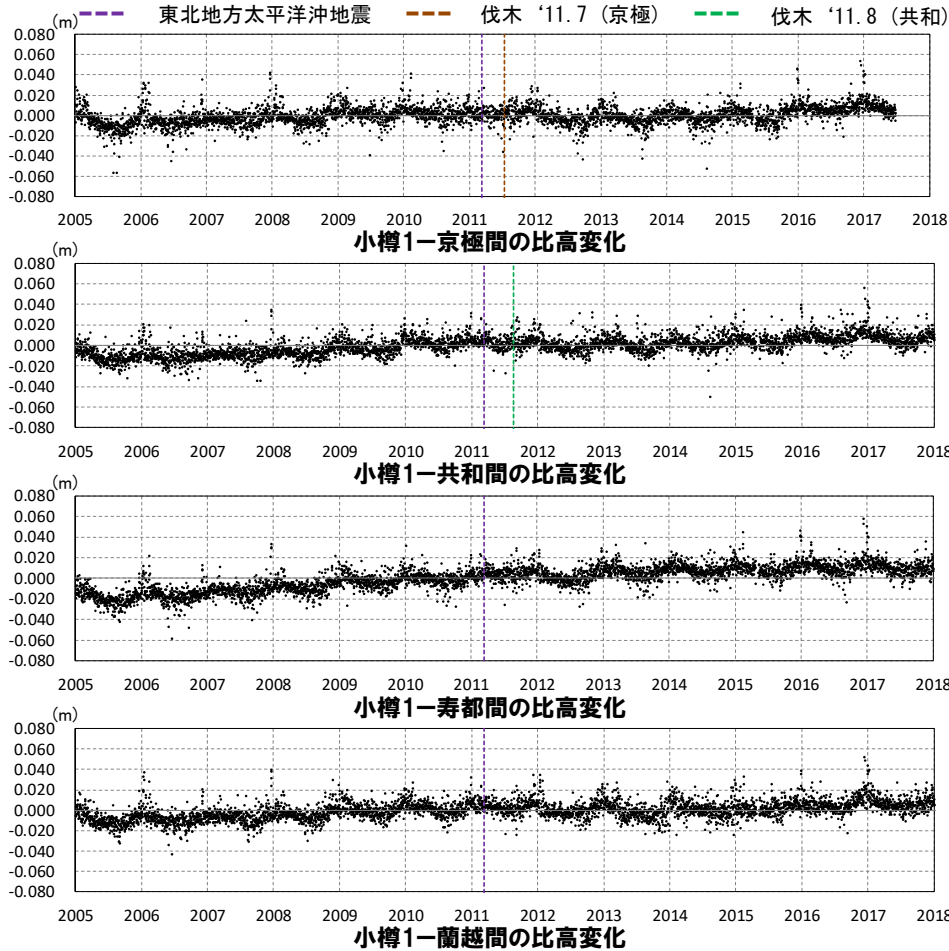
⑤-3 地殻変動(ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺)(1/8)

一部修正(H25/11/13審査会合)

【上下変動(比高変化)】

- 国土地理院の電子基準点データを用いて、ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の地殻変動について解析を行った(対象期間:2005年1月~2017年12月)。
- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の4基準点^{※1}(京極, 共和, 寿都及び蘭越)の年間上下変動量を示す。
- 各基準点とも, 年間上下変動量に大きな変動はなく, 顕著な隆起や沈降の傾向は認められない。
- 次頁~P161に, 東北地方太平洋沖地震発生前後(下表赤枠部)の年間変動ベクトル図(上下)を示す。

※1 ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の4基準点(京極, 共和, 寿都及び蘭越)の位置は次頁参照。

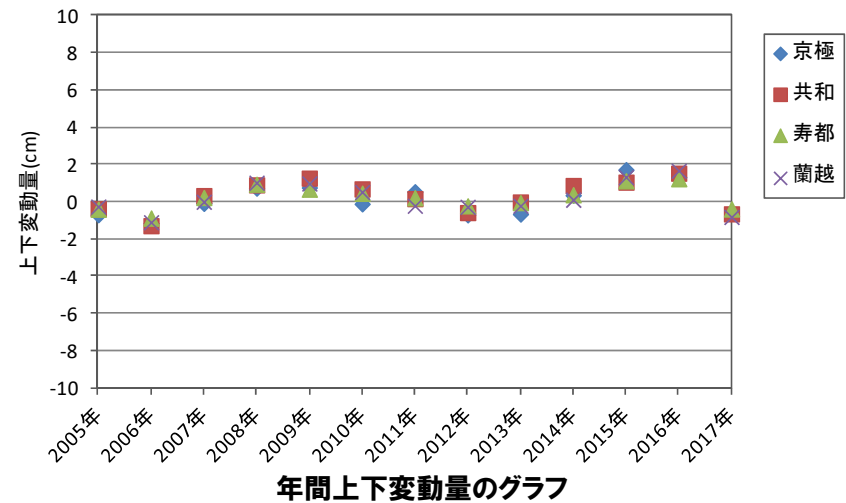


年間上下変動量 (cm)

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
京極 ^{※2}	-0.70	-1.15	-0.09	+0.73	+0.76	-0.12	+0.54	-0.71	-0.67	+0.34	+1.72	+1.32	
共和	-0.38	-1.29	+0.32	+0.90	+1.26	+0.68	+0.16	-0.59	-0.02	+0.86	+1.05	+1.53	-0.65
寿都	-0.40	-0.88	+0.22	+0.93	+0.67	+0.45	+0.21	-0.23	-0.05	+0.37	+1.12	+1.23	-0.39
蘭越	-0.26	-1.11	0.00	+1.02	+0.98	+0.52	-0.22	-0.28	-0.22	+0.10	+1.32	+1.66	-0.82

↑ 東北地方太平洋沖地震発生前

※2 電子基準点移設に伴い2017年6月に運用停止したため, (固定局:小樽1) 2017年の年間上下変動量は算出していない。



2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

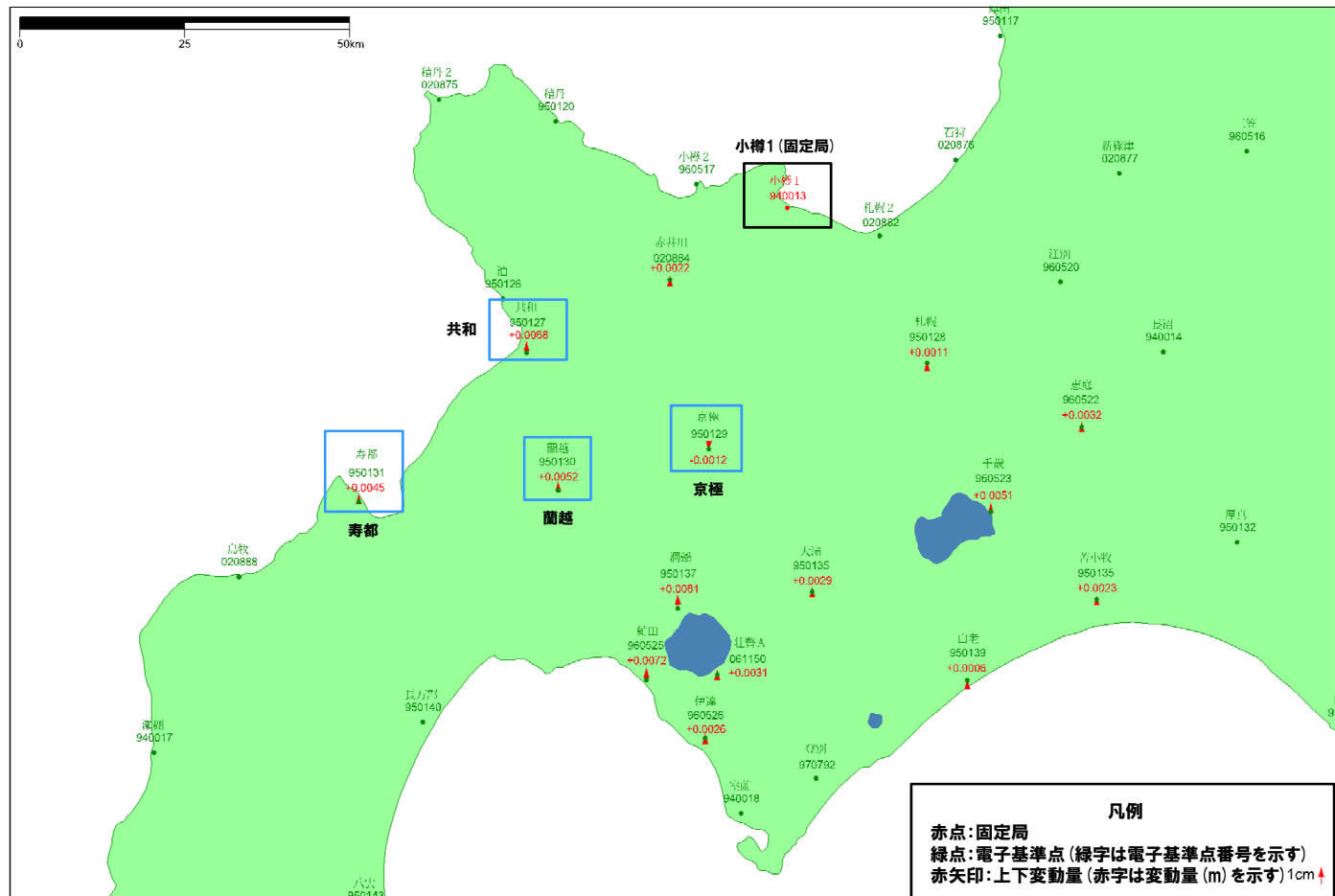
⑤-3 地殻変動(ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺)(2/8)

一部修正(H25/11/13審査会合)

【上下変動(2010年変動ベクトル図)】

- 東北地方太平洋沖地震発生前, 2010年の変動ベクトル図(上下)を示す。
- 周囲の基準点と比較しても, ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺では, 顕著な隆起や沈降は認められない。

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)
 比較前: 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 半20業使、第226号)

2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

⑤-3 地殻変動(ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺) (3/8)

一部修正 (H25/11/13審査会合)

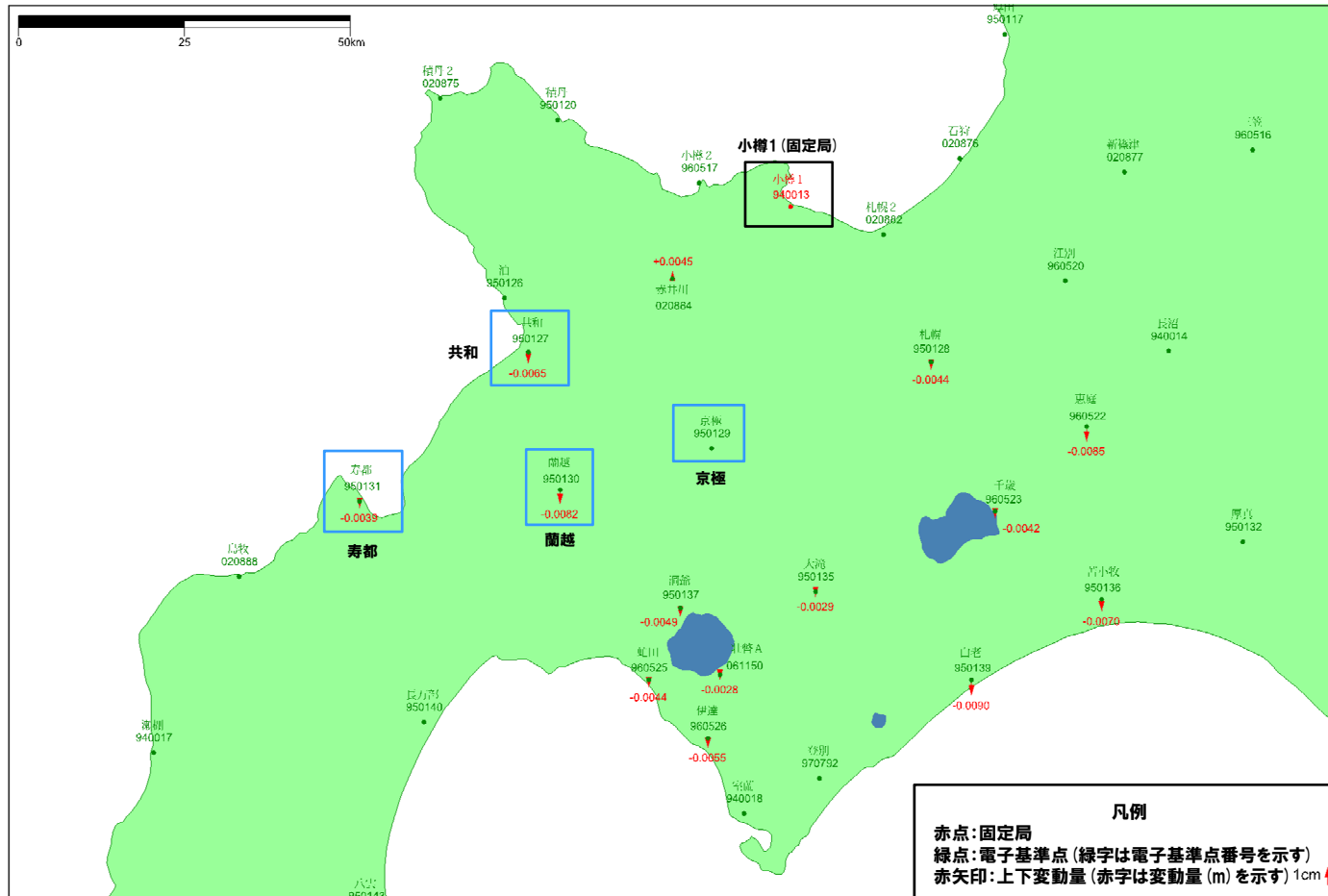
【上下変動(2017年変動ベクトル図)】

- 東北地方太平洋沖地震発生後、2017年の変動ベクトル図(上下)を示す。
- 周囲の基準点と比較しても、ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺では、顕著な隆起や沈降は認められない。

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)

補正有り(F3180626.dat)

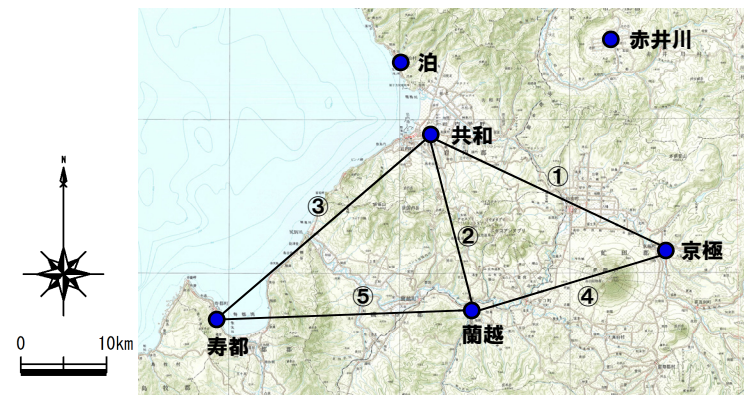
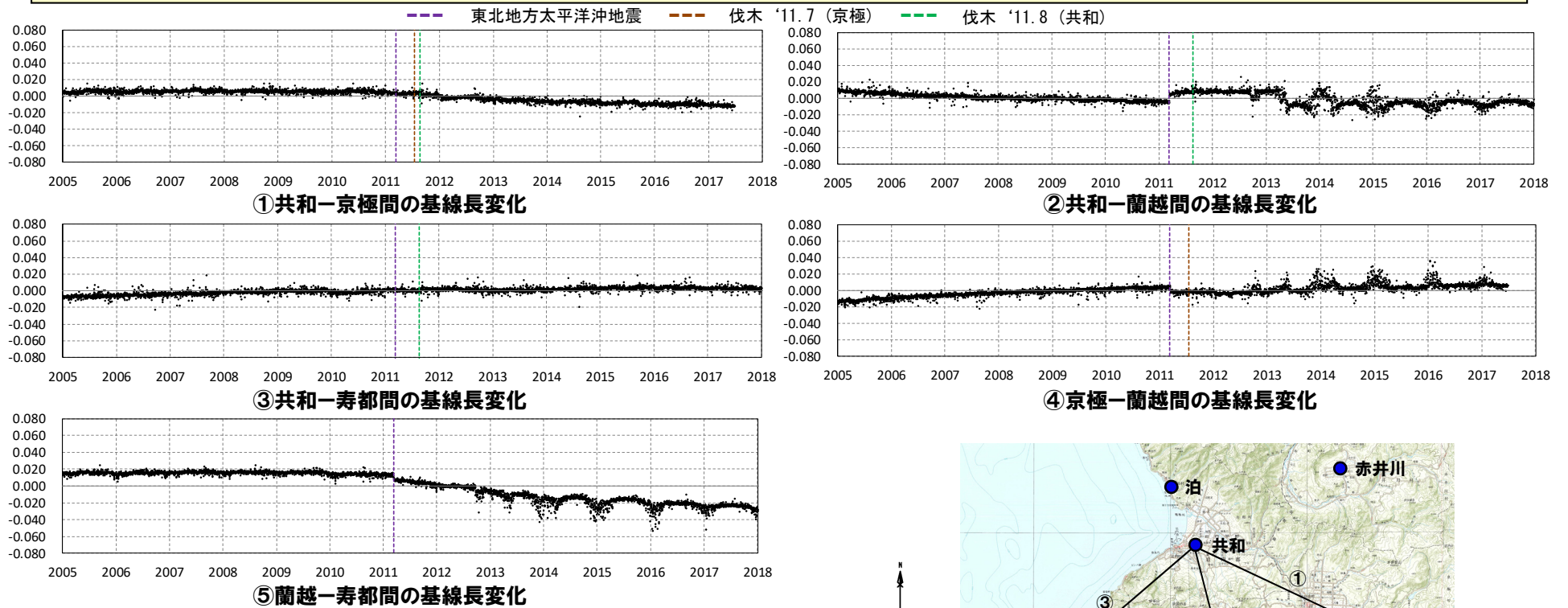
2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

⑤-3 地殻変動(ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺)(4/8)

一部修正(H25/11/13審査会合)

【基線長変化】

- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の4観測点(京極, 共和, 寿都及び蘭越)を結んだ5基線の基線長変化を示す(対象期間:2005年1月~2017年12月)。
- 各基線ともに, 東北地方太平洋沖地震発生前後で不連続が認められるものの, 対象期間において変化は緩やかであり, 顕著な膨張や収縮は認められない。



ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺観測点位置図

余白

2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

⑤-3 地殻変動 (ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺) (5/8)

【ニセコ・雷電火山群周辺の干渉SAR】

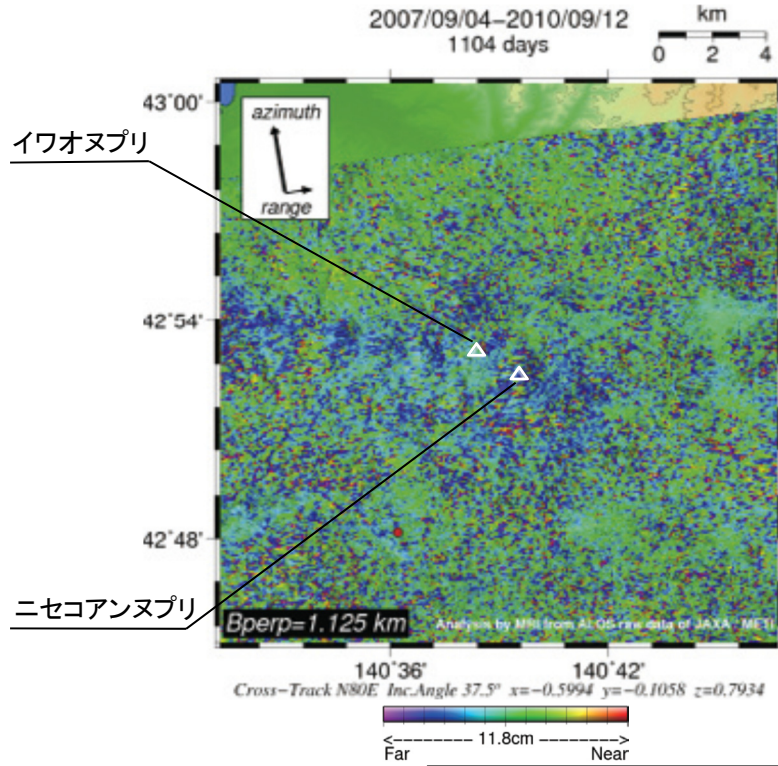
「気象研究所技術報告第69号」(安藤, 2013) ※

・ニセコ・雷電火山群周辺における干渉SAR解析結果が示されているものの, その特徴についての記載はない。

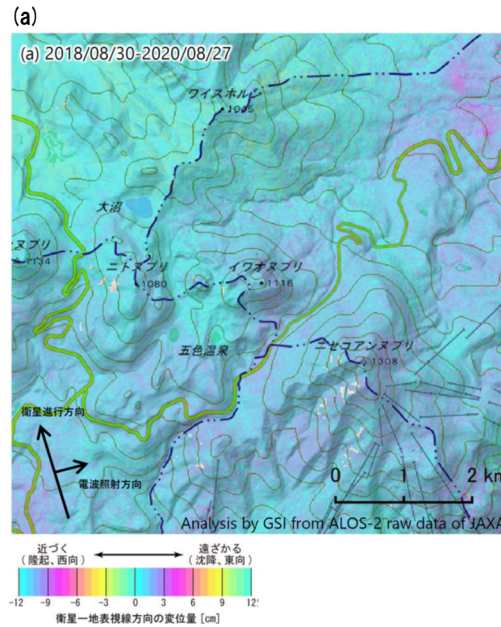
「第147回火山噴火予知連絡会資料」(気象庁, 2020)

・ニセコ・雷電火山群周辺における干渉SAR解析結果について, 「ノイズレベルを超える変動は見られません」とされている。

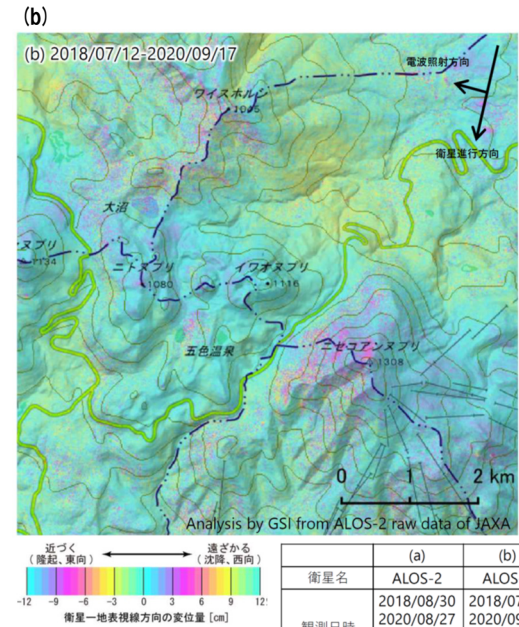
※安藤(2013)では, 国内の活火山周辺における干渉SAR解析結果が示されており, 火山活動に伴う位相変化が認められる火山について, その特徴を記載している。



ニセコ・雷電火山群周辺における干渉SAR解析結果 (安藤(2013)に加筆)



ニセコ・雷電火山群周辺における干渉SAR解析結果 (国土地理院 (気象庁(2020)に加筆)



	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2018/08/30 2020/08/27 728日間	2018/07/12 2020/09/17 798日間
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右(東)	右(西)
観測モード*	H-H	U-U
入射角	33.1°	42.8°
偏波	HH	HH
垂直基準線長	+18m	-179m

* U: 高分解能(3m)モード
H: 高分解能(6m)モード

○ニセコ・雷電火山群周辺では, 顕著な膨張や収縮は認められない。

2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

⑤-3 地殻変動(ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺) (6/8)

【羊蹄山周辺の干渉SAR】

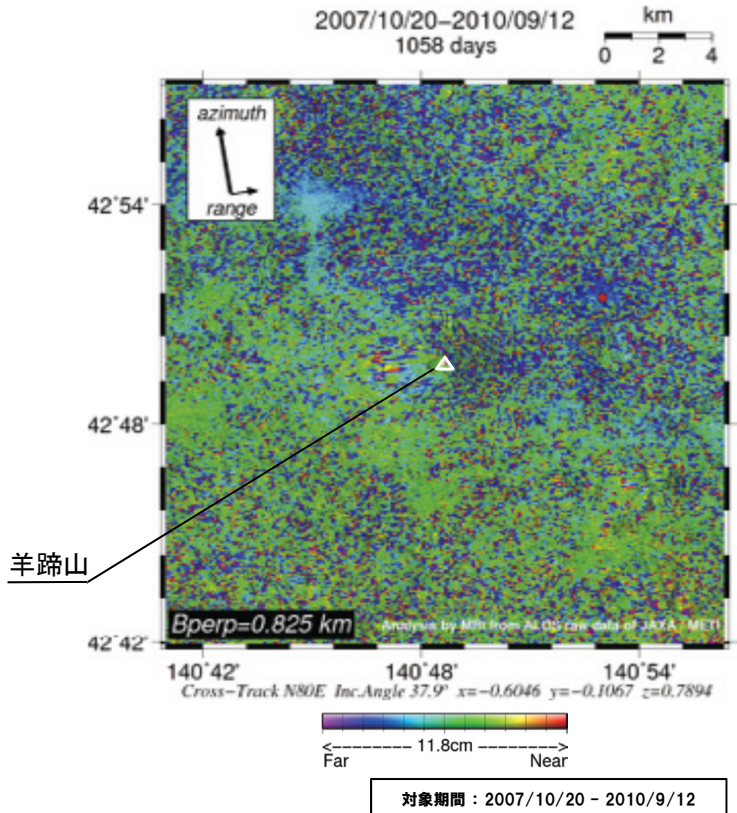
「気象研究所技術報告第69号」(安藤, 2013) ※

・羊蹄山周辺における干渉SAR解析結果が示されているものの, その特徴についての記載はない。

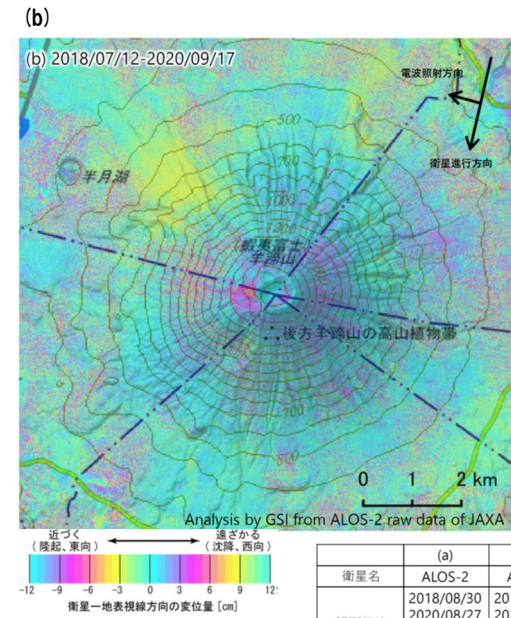
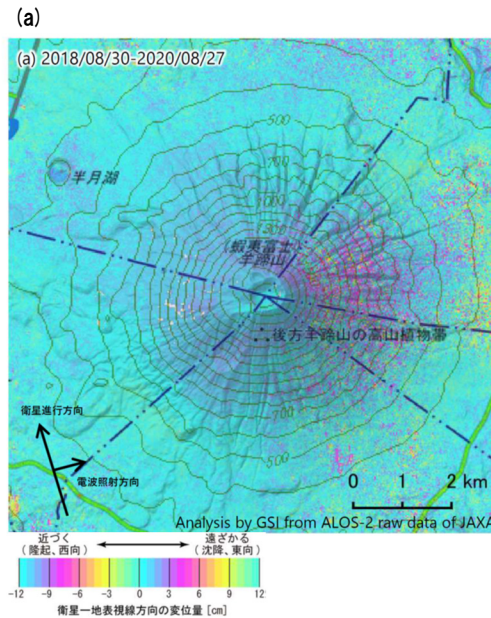
「第147回火山噴火予知連絡会資料」(気象庁, 2020)

・羊蹄山周辺における干渉SAR解析結果について, 「ノイズレベルを超える変動は見られません」とされている。

※安藤(2013)では, 国内の活火山周辺における干渉SAR解析結果が示されており, 火山活動に伴う位相変化が認められる火山について, その特徴を記載している。



羊蹄山周辺における干渉SAR解析結果(安藤(2013)に加筆)



羊蹄山周辺における干渉SAR解析結果(国土地理院(気象庁(2020)に加筆)

	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2018/08/30 2020/08/27 23:26頃 (728日間)	2018/07/12 2020/09/17 11:41頃 (798日間)
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右(東)	右(西)
観測モード*	H-H	U-U
入射角	34.0°	41.9°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 18m	- 179m

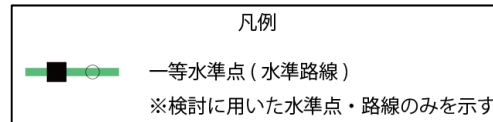
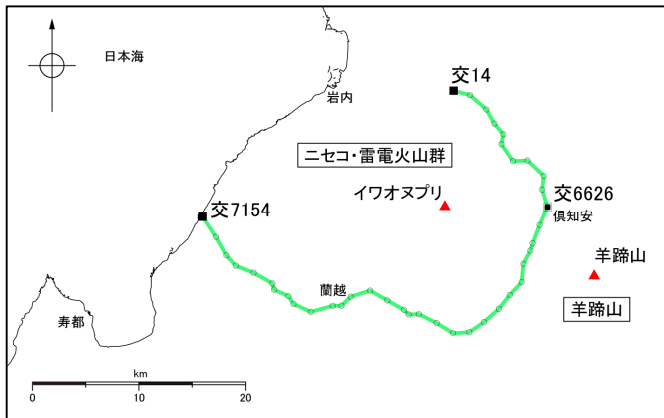
* U: 高分解能(3m)モード
H: 高分解能(6m)モード

○羊蹄山周辺では, 顕著な膨張や収縮は認められない。

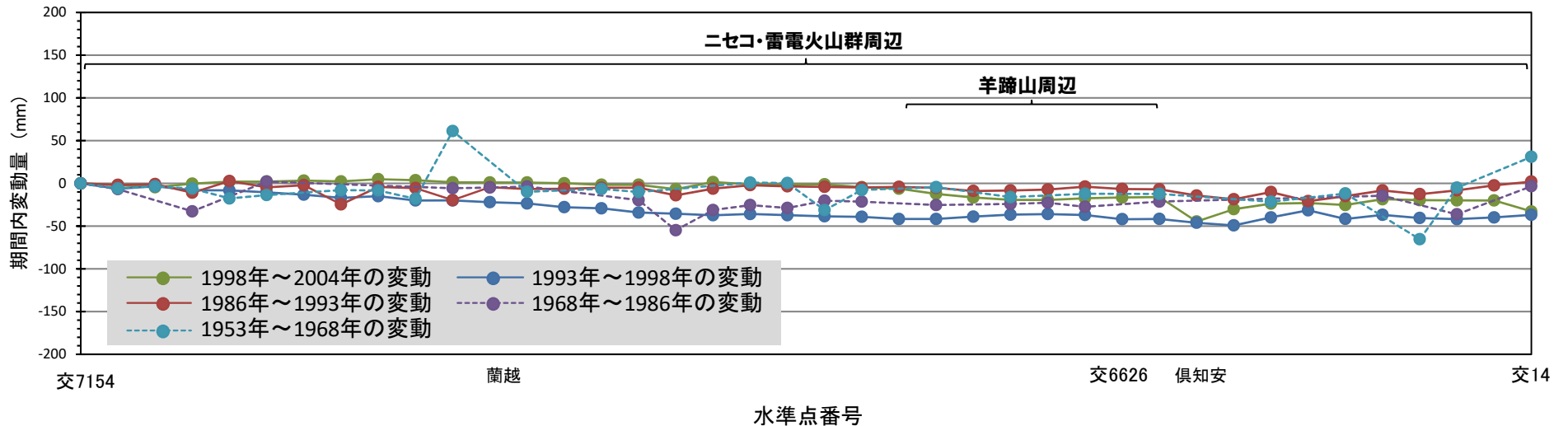
⑤-3 地殻変動(ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺)(7/8)

【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。
- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺では、顕著な隆起や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)

⑤-3 地殻変動(ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺)(8/8)

一部修正(H25/12/18審査会合)

【地殻変動まとめ】

(上下変動及び基線長変化)

○ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺では、顕著な隆起や沈降、膨張や収縮は認められない。

(干渉SAR)

○ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺では、顕著な膨張や収縮は認められない。

(水準測量)

○ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺では、顕著な隆起や沈降は認められない。



○ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺では、地殻変動はほとんど認められない。

2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

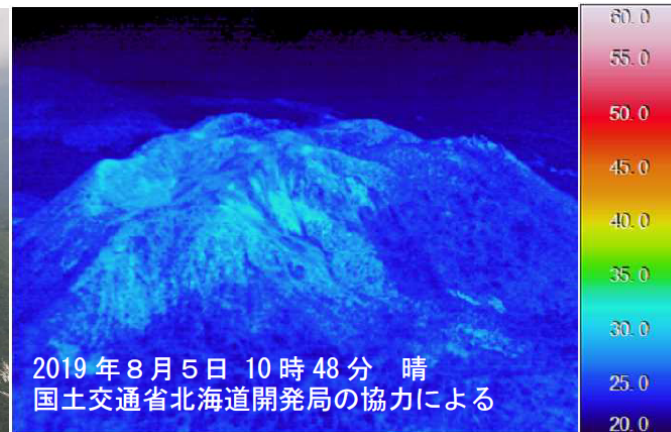
⑤-4 気象庁「火山活動解説資料」(ニセコ・雷電火山群)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

- 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。



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)



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. 1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、噴火に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、噴火に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	

2.3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

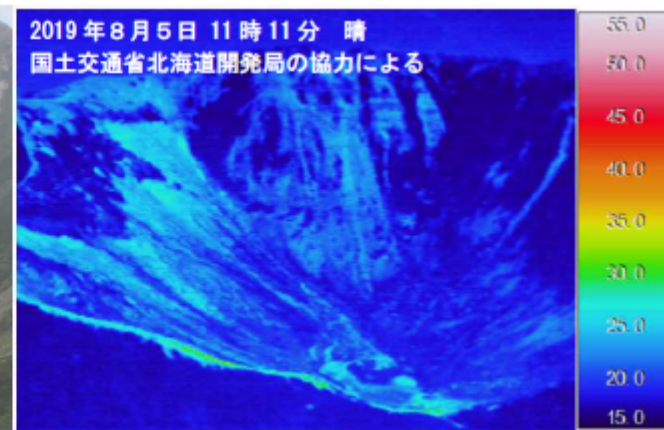
⑤-4 気象庁「火山活動解説資料」(羊蹄山)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

- 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	

H28.2.5審査会合以降の経緯及び主な変更点	P. 4
1. 原子力発電所の火山影響評価ガイドの概要	P. 8
2. 立地評価	P. 10
2. 1 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 13
2. 2 運用期間中の火山の活動可能性評価	P. 17
2. 2. 1 過去に巨大噴火が発生した火山	P. 20
2. 2. 2 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)	P. 31
2. 2. 3 巨大噴火の可能性評価(支笏カルデラ)	P. 91
2. 3 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価	P.115
2. 4 モニタリング	P.171
2. 5 立地評価まとめ	P.198
3. 影響評価	P.201
3. 1 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価	P.205
3. 2 降下火砕物の影響評価	P.217
3. 2. 1 降下火砕物の層厚評価の概要	P.218
3. 2. 2 敷地周辺で確認される降下火砕物	P.221
3. 2. 3 降下火砕物シミュレーション	P.256
3. 2. 4 設計に用いる降下火砕物の層厚	P.298
3. 2. 5 降下火砕物の密度・粒径	P.299
3. 3 影響評価まとめ	P.301
参考文献	P.302

2.4 モニタリング

原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の基本フロー

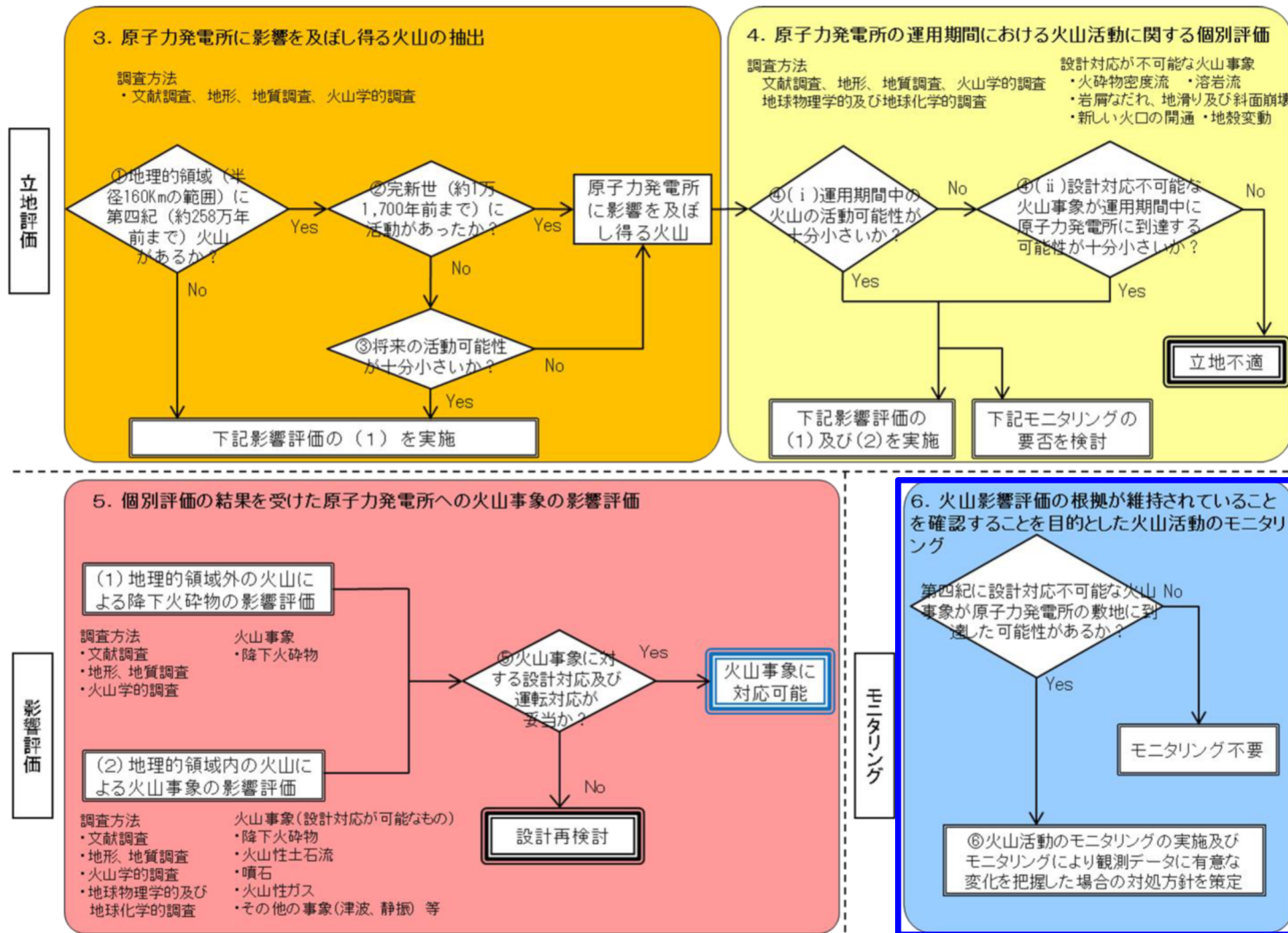


図1 本評価ガイドの基本フロー

「原子力発電所の火山影響評価ガイド」原子力規制委員会 (2019)

余白

① モニタリング概要

一部修正 (H28/2/5審査会合)

- 敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山(34火山)については、設計対応不可能な火山事象が運用期間中に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価される。
- 洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群については、既往最大の噴火を考慮しても、発電所に影響を及ぼさないと判断されるが、敷地近くに設計対応不可能な火山事象が到達していること等を考慮し、念のため、評価の根拠が維持されていることを確認することを目的として、原子力発電所の火山影響評価ガイドに基づき、運用期間中のモニタリングを行う。
- また、ニセコ・雷電火山群の南東側に隣接し、敷地から比較的近い羊蹄山についても、ニセコ・雷電火山群に含めたモニタリングを行うこととする。

【モニタリング方法】

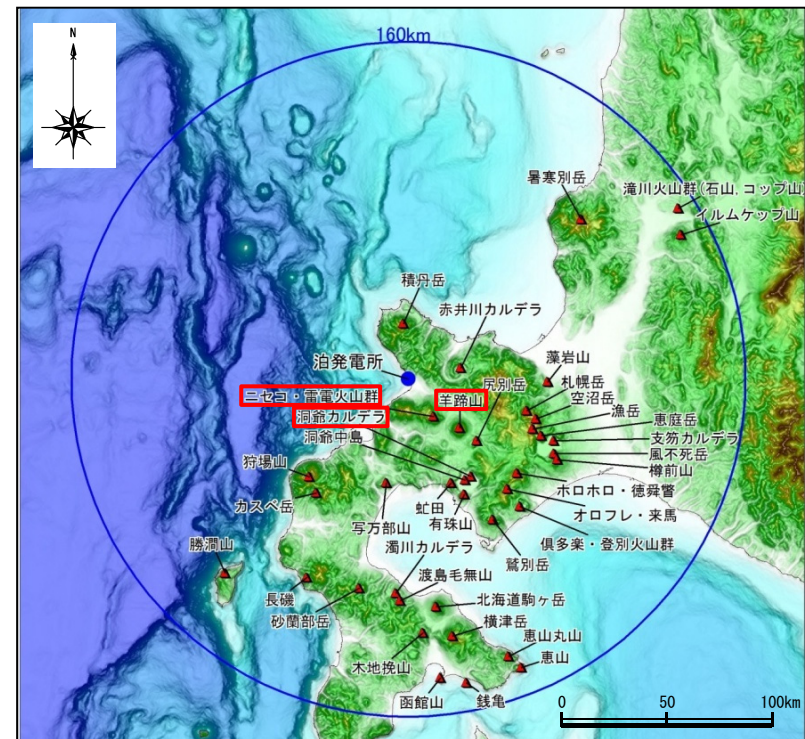
- モニタリング項目は、公的機関(国土地理院、気象庁等)の観測網によるデータを用いた地殻変動及び地震観測とする。
- その他、公的機関による発表情報等を収集・分析し、活動状況に変化がないことを定期的を確認する。

【モニタリング体制】

- モニタリングにより火山活動の兆候を把握するための判断基準を設定するとともに、兆候を把握した場合の対処方針を定める。
- 当社のモニタリング評価結果について、複数の外部専門家による助言を定期的にいただくこととする。
- 火山活動の兆候に関する知見を収集し、専門家等の助言も得ながら、判断基準の高度化を継続的に行う。

モニタリング対象火山

対象火山	対象とした理由
洞爺カルデラ	・敷地近く(共和町幌似)に設計対応不可能な火山事象が到達している
ニセコ・雷電火山群(羊蹄山含む)	・敷地から近い(約22km) ・羊蹄山はニセコ・雷電火山群の南東側に隣接し、敷地から比較的近い(約34km)ことから対象火山に含む



モニタリング対象火山の位置図

中野ほか編(2013)に基づき作成

① モニタリング概要（評価に用いる公的データ等）

○公的機関による評価等の発表情報について収集を行う。

発行機関	更新頻度	情報
国土地理院	1回/月	火山周辺地域における地殻変動観測の概況 (http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/kazan_index.html)
気象庁※1	3回/年	火山噴火予知連絡会資料 (https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/CCPVE.html)
	1回/月	火山活動解説資料（北海道） (https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/monthly_vact_vol.php?id=100)
その他	適宜	学会誌等

※1 H28.2.5審査会合資料においては、気象庁の公表資料として「週間火山概況（1回/週）」を記載していたが、H30.7.6をもって公表が終了となっていることから、今回削除した。

○公的機関により発表されている観測データ等を収集・分析し、評価を行う。

発行機関	更新頻度	情報
国土地理院	1回/2週※2 程度	火山周辺地域における地殻変動観測の概況 (http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/kazan_index.html)
気象庁	随時	火山噴火予知連絡会資料 (https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/CCPVE.html)

※2 国土地理院の最終解は、IGSから、観測した週の2週間後に提供される最終暦を用いて計算しているため。

② モニタリング手法に対する検討方針

【洞爺カルデラ】

- H28.2.5審査会合において、マグマ供給率による監視レベルの移行判断基準をまとめており(P176~P177参照)、以下の指摘を受けた。
 ・モニタリングは、現在の状況から有意な傾向の変化がないことを確認する目的であることを踏まえ、モニタリングの考え方について、再度検討すること。



- 洞爺カルデラについて、モニタリングの目的が、巨大噴火の可能性が十分に小さいと評価した根拠が維持されていることを確認することを踏まえ、近年の地殻変動、地震活動及び気象庁噴火警戒レベルに基づき、平常時から注意時への移行判断基準(案)を策定する。
 ○また、上記移行判断基準(案)を含むモニタリングの判断フローを策定する。
 ○なお、洞爺カルデラについては、設計対応不可能な火山事象が敷地近くに到達する可能性があるのは、VEI7相当の規模の噴火発生時と想定されることから、マグマ供給率の観点についても確認を行う。

【ニセコ・雷電火山群(羊蹄山含む)】

- H28.2.5審査会合において、監視レベルの移行判断基準をまとめており(P178参照)、以下の指摘を受けた。
 ・モニタリングは、現在の状況から有意な傾向の変化がないことを確認する目的であることを踏まえ、モニタリングの考え方について、再度検討すること。
 ・ニセコ・雷電火山群(羊蹄山含む)におけるモニタリングの監視レベルの移行判断基準(案)のうち、平常時から注意時への監視レベルの移行は、気象庁噴火警戒レベルのみに依拠しているように見えるため、観測データ等の収集・分析も踏まえたものであることがわかるよう、記載を適正化すること。



- ニセコ・雷電火山群(羊蹄山含む)について、モニタリングの目的が、運用期間中に影響を及ぼす可能性が十分小さいものと評価した根拠が維持されていることを確認することを踏まえ、近年の地殻変動、地震活動及び気象庁噴火警戒レベルに基づき、平常時から注意時への移行判断基準(案)を策定する。
 ○また、上記移行判断基準(案)を含むモニタリングの判断フローを策定する。

(参考) H28.2.5審査会合における説明【洞爺カルデラ】(1/2)

再掲 (H28/2/5審査会合)

- 文献 (Gualda et al. (2012) 及びDruitt et al. (2012)) から、カルデラの巨大噴火に係るマグマ溜まり再蓄積は、数十年～数千年の時間スケールであると推定される。
- また、Druitt et al. (2012) によれば、噴火の直前に、100年程度の時間スケールでマグマが急激に充填されるとしており、マグマ供給率は $0.05\text{km}^3/\text{年}$ 以上としている。



- カルデラの巨大噴火に係るマグマ溜まりの再蓄積に対し警戒する必要があるため、マグマ供給率による監視レベルの移行判断基準を以下のようにまとめた。
- なお、マグマ供給率は国土地理院の電子基準点データから算出した地殻変動の変動率 (cm/年) を用いて算出する。

監視レベルの移行判断基準 (案)

監視レベル	移行判断基準 (マグマ供給率)	当社の対応
平常時	・ $0.01\text{km}^3/\text{年}$ 未満	<ul style="list-style-type: none"> ・観測データ等の収集・分析 (既存観測網による地殻変動及び地震観測, 公的機関による発表情報等) ・火山活動の兆候についての評価 (1回/月以上)
注意時	・ $0.01\text{km}^3/\text{年}$ 以上～ $0.05\text{km}^3/\text{年}$ 未満	<ul style="list-style-type: none"> ・変化の原因等の検討 (データの収集・分析頻度の増強) ・変化が異常レベルであるかの評価 ・今後の進展予測
警戒時	・ $0.05\text{km}^3/\text{年}$ 以上～ $0.10\text{km}^3/\text{年}$ 未満	<ul style="list-style-type: none"> ・異常の原因等の検討 (必要に応じて観測点の増強) ・設計対応不可能な火山事象への発展可能性の評価 (マグマ溜りの状態を総合的に評価)
緊急時	<ul style="list-style-type: none"> ・$0.05\text{km}^3/\text{年}$以上～$0.10\text{km}^3/\text{年}$未満かつカルデラの活動と判断される場合 又は ・$0.10\text{km}^3/\text{年}$以上 	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料体等の対処に関する準備 (輸送容器, 輸送手段等の確保) ・設計対応不可能な火山事象への発展可能性の評価 ・原子炉の停止, 燃料体等の搬出等の実施