

泊発電所

火山影響評価について

平成28年2月5日
北海道電力株式会社

既往評価からの変更点について	P. 3
1. 原子力発電所の火山影響評価ガイドの概要	P. 4
2. 立地評価	P. 6
2.1 個別評価対象火山検討フロー	P. 7
2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 8
2.3 抽出された火山の火山活動に関する個別評価	P. 10
2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)	P. 17
2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)	P. 50
2.6 詳細な個別評価(羊蹄山)	P. 75
2.7 詳細な個別評価(支笏カルデラ)	P. 87
2.8 モニタリング	P. 97
2.9 立地評価まとめ	P.104
3. 影響評価	P.106
3.1 敷地において想定される火山事象	P.107
3.2 降下火砕物(火山灰)の評価	P.114
3.3 影響評価まとめ	P.119
参考文献	P.120
参考資料	P.123

火山影響評価における既往評価からの変更点について

○これまでの審査会合等での指摘事項を踏まえ、既往の評価（泊発電所発電用原子炉設置変更許可申請書平成25年7月8日申請）から、より安全側の評価となるよう、以下を変更した。

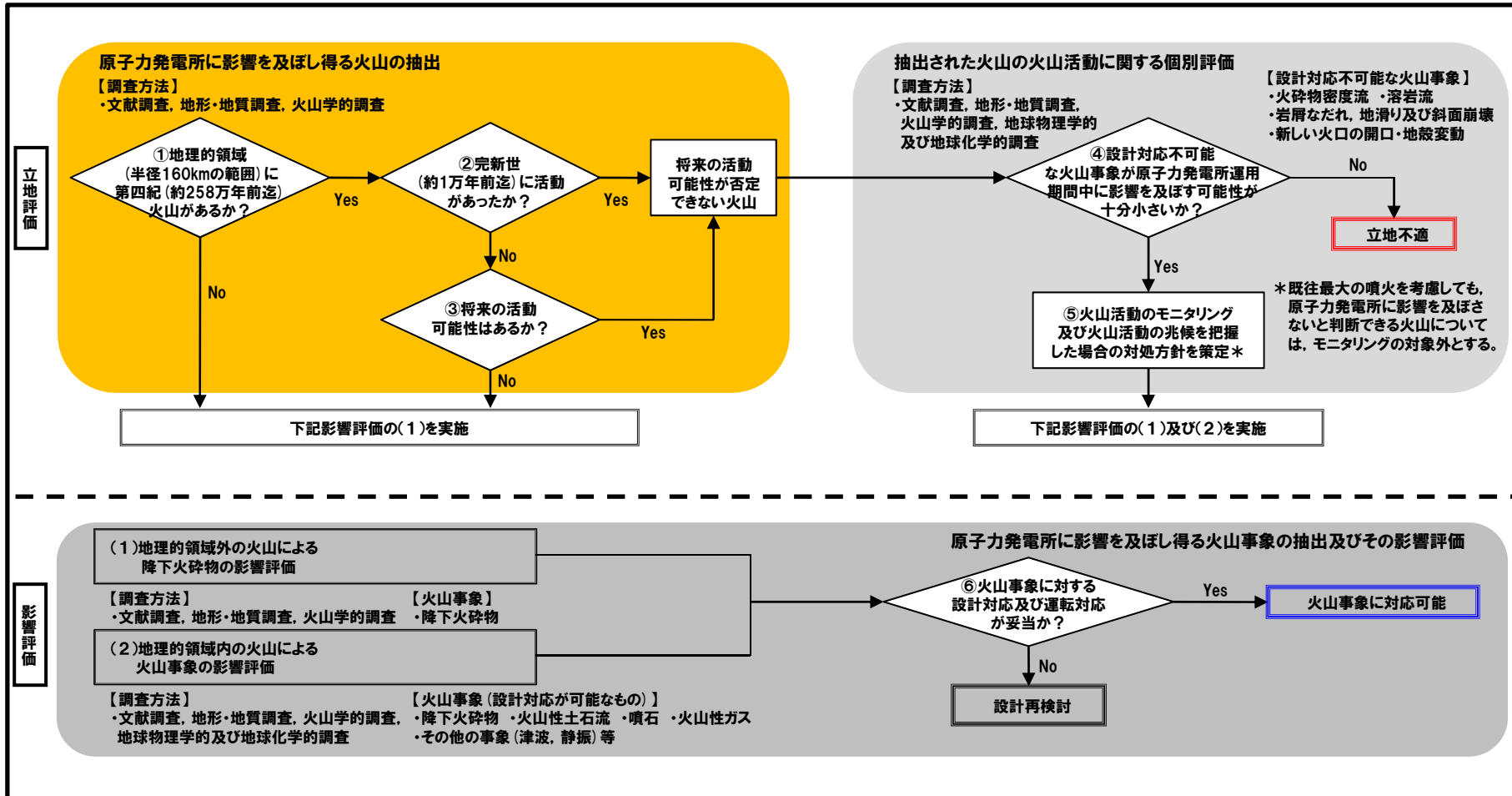
- ・完新世に活動した火山の対象を変更
⇒複数の後カルデラ火山をカルデラ火山として一括して評価することとしたため、完新世に活動した火山を9火山から7火山に変更した。
- ・最新の活動年代が過去の最大休止期間より短い火山の対象を変更
⇒各火山の活動履歴について、最新の知見等を踏まえ、最新の活動年代が過去の最大休止期間より短い火山を1火山から6火山に変更した。
- ・将来活動する可能性のある火山の対象を変更
⇒上記の変更に伴い将来活動する可能性のある火山を10火山から13火山に変更した。
- ・原子力発電所の火山影響評価ガイドに基づくモニタリングを実施
⇒敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山については、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、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できることから、モニタリングは実施しない計画としていた。
しかし、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、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ことを目的に、洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群（羊蹄山含む）について、モニタリングを実施する計画に変更した。

1. 原子力発電所の火山影響評価ガイドの概要

1. 原子力発電所の火山影響評価ガイドの概要

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

再掲 (H25/12/18審査会合)

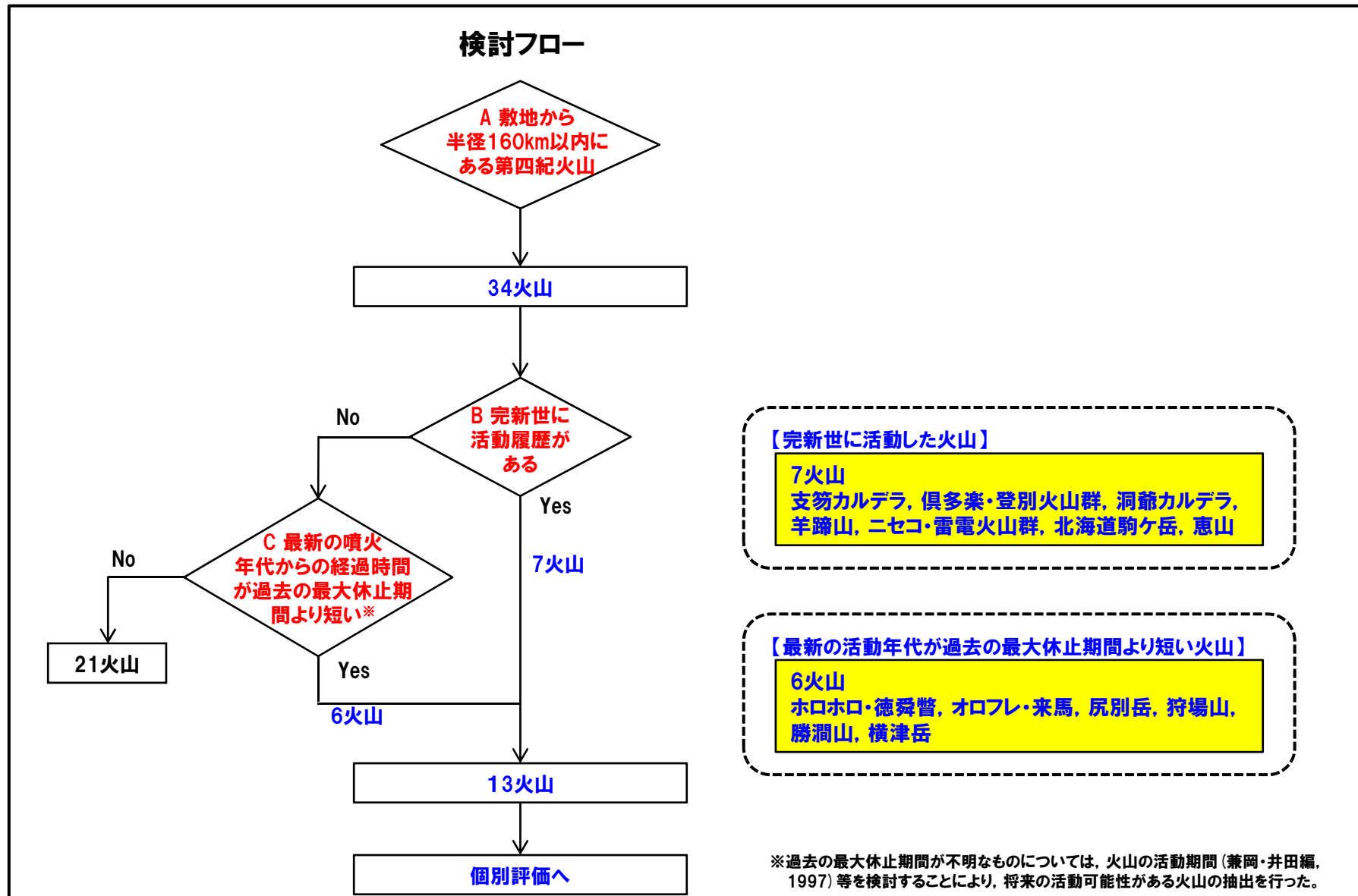


2. 立地評価

2. 1 個別評価対象火山検討フロー

個別評価対象火山検討フロー

一部修正 (H25/12/18審査会合)



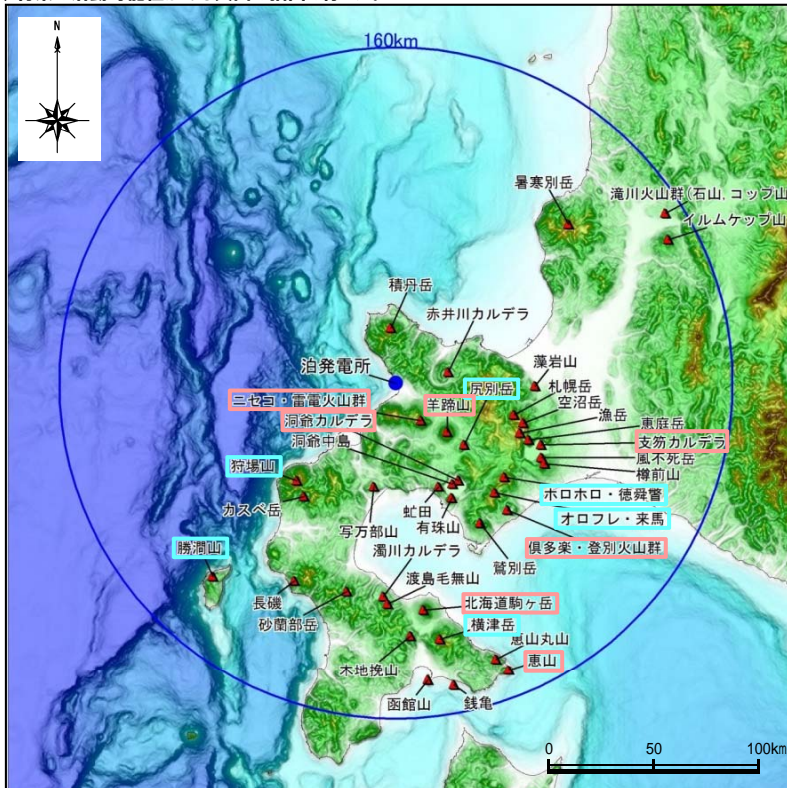
2. 2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

① 将来の活動可能性がある火山の抽出

一部修正 (H25/12/18審査会合)

- 敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山として、34火山がある(右表※1参照)。
- このうち、**完新世に活動した火山(7火山)**及び**最新の活動年代が過去の最大休止期間より短い火山(6火山)**※2を抽出した。

※1:34火山について、噴出量-年代階段ダイヤグラムを作成した(資料集P3~P43参照)。作成に当たっては、第四紀火山カタログ委員会編(1999)、西来ほか編(2012)等をベースとし、最新の知見(山元(2014)、中川ほか(2013)等)や噴出量等の確認のため、西来ほか編(2012)で引用している文献等を追加で確認した。右表は、作成した噴出量-年代階段ダイヤグラムに基づき、34火山について活動時期及び最新活動からの経過時間をまとめたものである。※2:過去の最大休止期間が不明なものについては、火山の活動期間(兼岡・井田編, 1997)等を検討することにより、将来の活動可能性がある火山の抽出を行った。



「日本の火山(第3版)」に基づき作成

敷地から半径160km範囲の第四紀火山の位置図

検討対象火山の活動時期と最新活動からの経過時間

番号	火山名	敷地からの距離(km)	活動時期	最新活動からの経過時間
C02	滝川(たきがわ)火山群(石山(いしやま)、コップ山(こっぷやま))	151.3	約1000-170万年前	約1.7Ma
C03	イルムケッ山(いるむけつやま)	146.1	約250万年前	約2.5Ma
C04	番寒別岳(しよかんべつだけ)	111.5	約400-200万年前	約2.0Ma
C05	藻岩山(もいわやま)	66.0	約260-240万年前	約2.4Ma
C06	積丹山(しゃこたんだけ)	26.5	約250-200万年前	約2.0Ma
C07	赤井川(あかいがわ)カルデラ	25.3	約210-130万年前	約1.3Ma
C08	札幌岳(さっぽろだけ) ^{※3}	58.1	約310-280万年前	約2.8Ma
C09	空沼岳(そらぬまだけ) ^{※3}	63.2	約300万年前程度	約3.0Ma
C10	漁島(いざりだけ)	63.6	約260-240万年前	約2.4Ma
C11	支笏(しこつ)カルデラ(後カルデラ火山含む)	74.8	5-4万年前にカルデラ形成	約40ka
	○12 恵庭岳(えにわだけ)	68.6	約1万5000年前にはある程度の山体が形成されていた	約0.3ka
	○13 風不死岳(ふっぶしだけ)	77.7	支笏カルデラ形成後に活動(4万年前以降)	約4.5ka
	○14 樽前山(たるまいさん)	80.2	大部分は恵庭火山より古い 最新のマグマ噴火は8500年前、水蒸気噴火は4500年前	A.D.1978
C15	ホロホロ・徳舜管(とくしゅんべつ)	68.0	ホロホロ山は約160万年前 徳舜管山は約170、約60万年前	約0.6Ma
C16	オロフレ・来馬(らいば)	70.2	来馬岳は60万年前	-
C17	俱多楽(くつら)・登別(のぼりべつ)火山群	80.5	約8万年前以降、カルデラ形成は約4万年前	約0.2ka
C18	鷺別岳(わしべつだけ)	77.8	約50万年前	約0.5Ma
C19	虻田(あぶた)	53.4	約180万年前	約1.8Ma
C20	洞爺(とうや)カルデラ(後カルデラ火山含む)	54.8	約14万年前にカルデラ形成	約0.11Ma
	○21 洞爺中島(とうやなかじま)	55.1	4-3万年前	約30ka
	○22 有珠山(うずさん)	60.7	2万ないし1.5万年前に活動開始~現在	A.D.2000
C23	尻別岳(しりべつだけ)	43.6	数十万-5万2000年前	約52ka
C24	羊蹄山(ようていざん)	33.8	10万ないし数万年前以降 最新の噴火は2500年前	約2.5ka
C25	ニセコ・雷電(らいでん)火山群	21.5	雷電山は約140-80万年前、ニセコは約40万年前以降 最新の活動はイワオヌプリの約6000年前	約6.0ka
C26	写万部山(しゃまんべやま)	50.5	約260-250万年前	約2.5Ma
C27	狩場山(かりばやま)	66.1	約80-25万年前	約0.25Ma
C28	カスベ岳(かすべだけ)	69.4	第四紀前期?	-
C29	勝淵山(かつまやま)	126.4	約70-20万年前	約0.2Ma
C30	長嶽(ながいそ)	105.7	約220-170万年前	約1.7Ma
C31	砂間部岳(さらんべだけ)	102.2	約180万年前	約1.8Ma
C32	濁川(にごりがわ)カルデラ	101.9	約1万5000年前にカルデラ形成	約12ka
C33	渡島毛無山(おしまけなしやま)	105.3	鮮新世後期-第四紀前期?	-
C34	北海道駒ヶ岳(ほっかいどうこまがたけ)	109.0	3万年前以前(数万年前?)に活動開始	A.D.2000
C35	横津岳(よこつだけ)	123.7	横津岳の大部分は第四紀の初頭までに完成した可能性がある	約0.14Ma
C36	木地挽山(きじびきやま)	120.6	約190万年前もしくは190万年前以降	-
C37	恵山丸山(えさんまるやま)	139.9	約20万年前	約0.2Ma
C38	恵山(えさん)	146.9	約5万年前以降	A.D.1874
C39	函館山(はこだてやま)	142.7	約120-90万年前	約0.9Ma
C40	銭亀(ぜにかめ)	146.7	4万5000-3万3000年前の間	約33ka

※3:札幌岳及び空沼岳は、従来、第四紀火山とされていたが、中川ほか(2013)によれば、札幌岳の活動は第三紀とされ、空沼岳は札幌岳と同時期である可能性が高いとされている。

2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

② 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出まとめ

- 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、原子力発電所の火山影響評価ガイドに基づく検討を実施し、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山を抽出した。
- 抽出した原子力発電所に影響を及ぼし得る火山について、個別評価を以下の2段階に分けて実施した。
 - ・敷地と火山の間の地形状況及び火砕流、溶岩流等の設計対応不可能な火山事象の分布について評価
 - ・詳細な個別評価

原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出結果

抽出フロー		原子力発電所に影響を及ぼし得る火山	個別評価
ガイドに基づく 検討	完新世に活動した火山	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	地形状況及び設計対 応不可能な火山事象 の分布について評価 ↓ 詳細な個別評価
	最新の活動年代が過去の最大 休止期間より短い火山	ホロホロ・徳舜營, オロフレ・来馬, 尻別岳, 狩場山, 勝潤山, 横津岳	

青字:2段階の個別評価において詳細な個別評価の対象となる火山

2.3 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

① 地形状況及び設計対応不可能な火山事象の分布についての評価

○原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した13火山について、敷地と火山の間の地形状況及び火砕流、溶岩流等の設計対応不可能な火山事象の分布についての評価を実施した(P11~P16参照)。

13火山:支笏カルデラ, ホロホロ・徳舜誓, オロフレ・来馬, 倶多楽・登別火山群, 洞爺カルデラ, 尻別岳, 羊蹄山, ニセコ・雷電火山群, 狩場山, 勝淵山, 北海道駒ヶ岳, 横津岳, 恵山



【地形状況】

○ニセコ・雷電火山群以外の12火山は、敷地との間に、流れの事象に対する地形的障害物が存在する。

【設計対応不可能な火山事象の分布】

○13火山のうち、多くの火山において、火山噴出物は火山山麓に分布し、広域的な分布を示す火山は限られる。

○また、敷地を中心とする半径10kmの範囲では、洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群の火山噴出物が認められる。



【評価結果】

○洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群以外の火山については、地形状況及び火砕流・溶岩流等の分布から、設計対応不可能な火山事象が敷地に到達する可能性は十分小さいと考えられる。

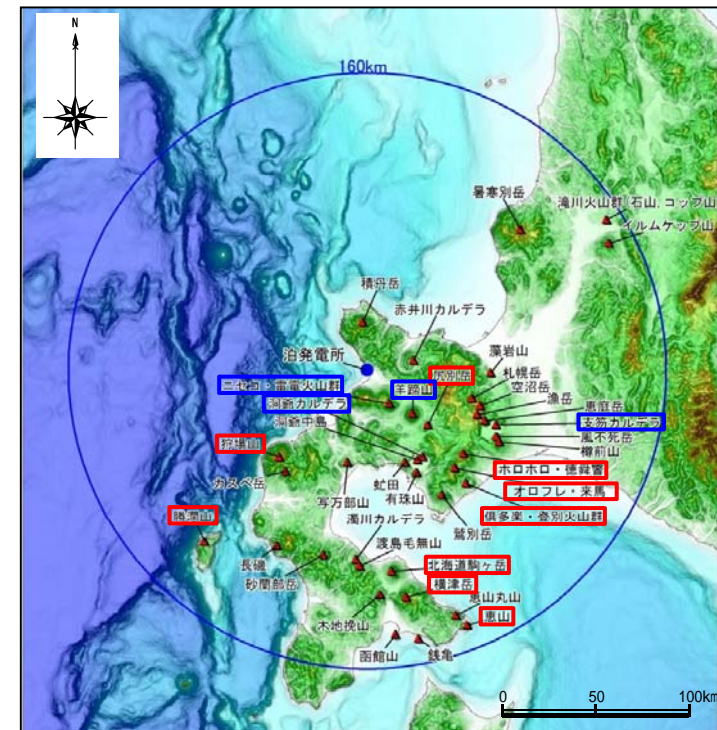


【詳細な個別評価の対象の抽出】

○洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群を詳細な個別評価の対象として抽出する。

○また、羊蹄山については、ニセコ・雷電火山群に隣接し敷地からの距離が比較的近い(34km)ことから、詳細な個別評価の対象として抽出する。

○さらに、上記3火山(洞爺カルデラ、ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山)のうち過去最大の噴火規模が最も大きい洞爺カルデラよりも、過去最大の噴火規模が大きい火山として、支笏カルデラを詳細な個別評価の対象として抽出する。



「日本の火山(第3版)」に基づき作成
 □: 個別評価対象火山(9火山)
 □: 個別評価及び詳細な個別評価対象火山(4火山)

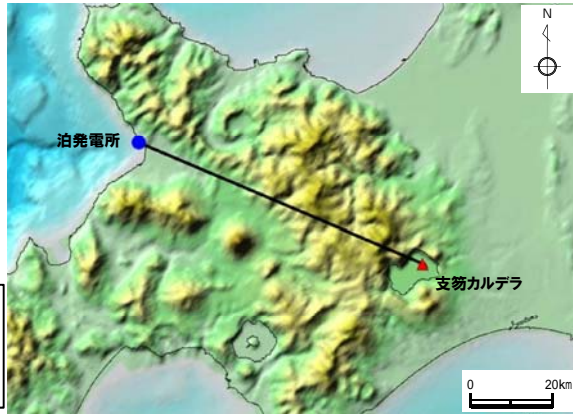
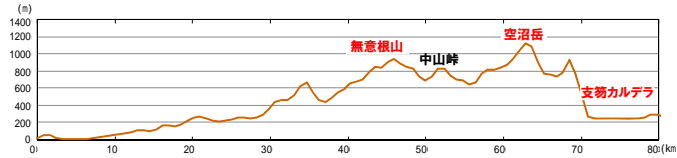
火山の位置図

2.3 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

② 地形状況 (1/4)

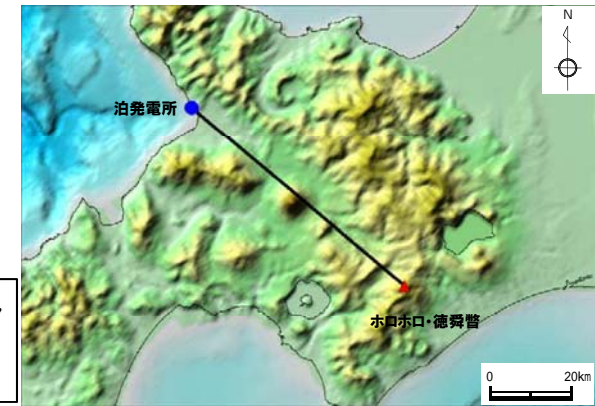
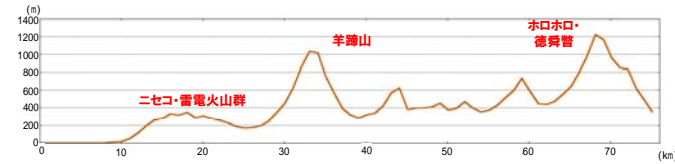
一部修正 (H25/9/25審査会合)

支笏カルデラ



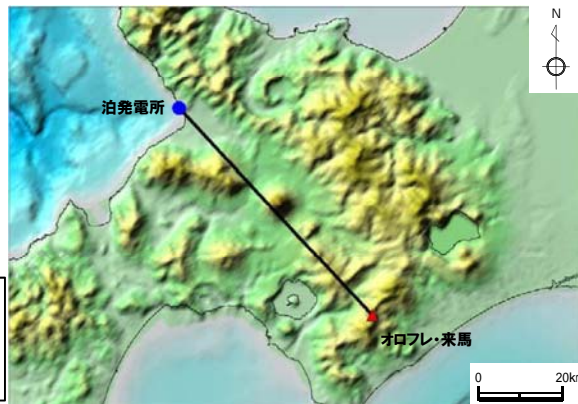
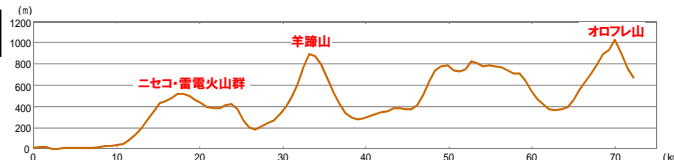
空沼岳, 無意根山等の標高1000m程度の山地が存在する

ホロホロ・徳舜誓



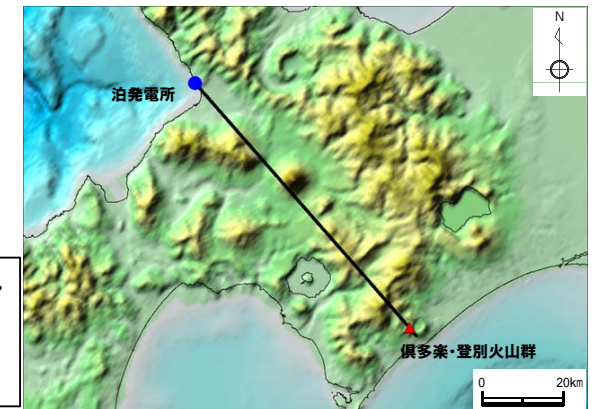
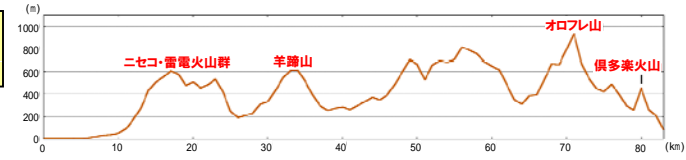
ニセコ・雷電火山群, 羊蹄山等の標高1000m程度の山地が存在する

オロフレ・来馬



ニセコ・雷電火山群, 羊蹄山等の標高1000m程度の山地が存在する

倶多楽・登別火山群



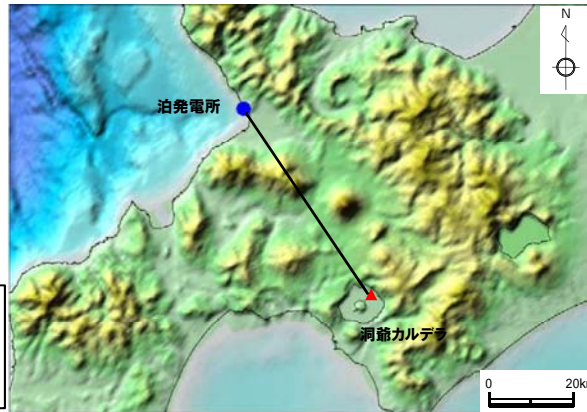
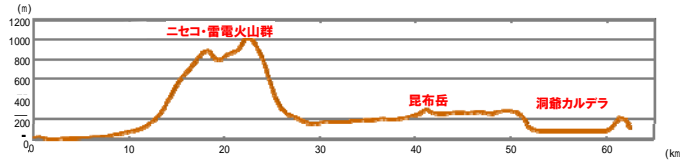
オロフレ山, 羊蹄山, ニセコ・雷電火山群等の標高1000m程度の山地が存在する

2.3 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

② 地形状況 (2/4)

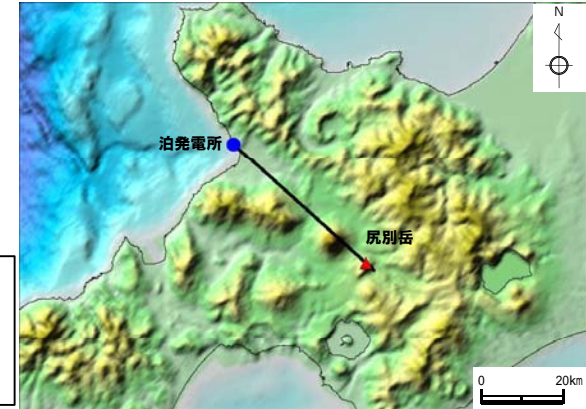
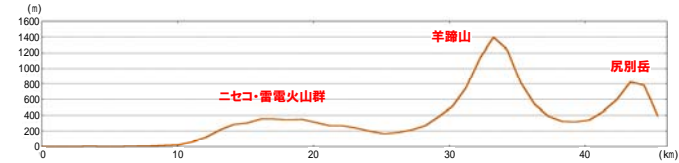
一部修正 (H25/9/25審査会合)

洞爺カルデラ



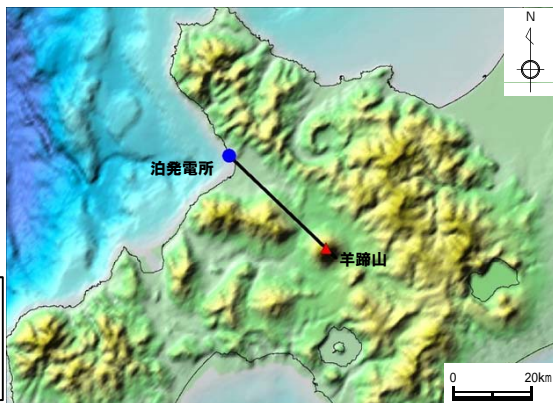
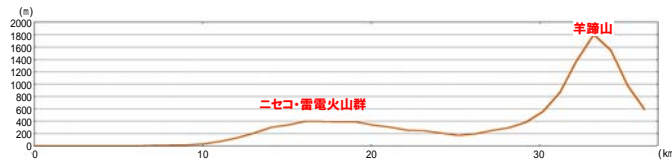
標高1000m程度の山地であるニセコ・雷電火山群が存在する

尻別岳



標高1900m程度の羊蹄山, ニセコ・雷電火山群のなす山麓斜面が存在する

羊蹄山

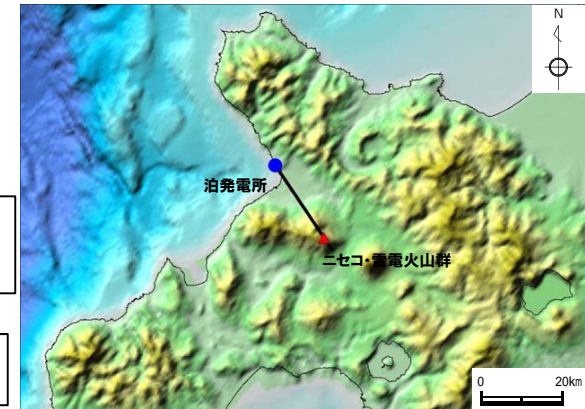
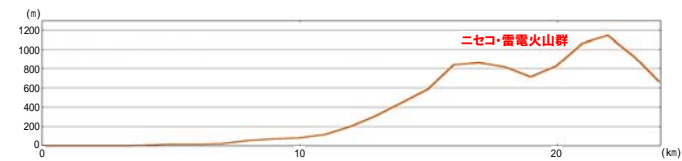


ニセコ・雷電火山群のなす山麓斜面が存在する



ニセコ・雷電火山群に隣接し敷地からの距離が比較的近いことから、詳細な個別評価を実施する

ニセコ・雷電火山群



敷地との間に地形的障害物は存在しない



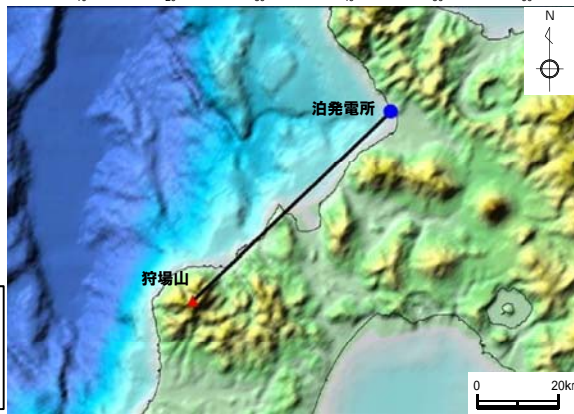
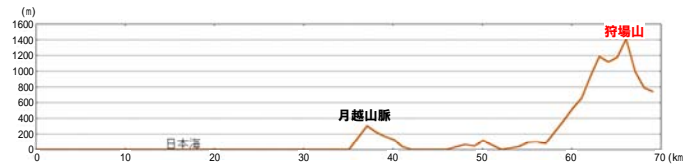
詳細な個別評価を実施する

2.3 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

② 地形状況 (3/4)

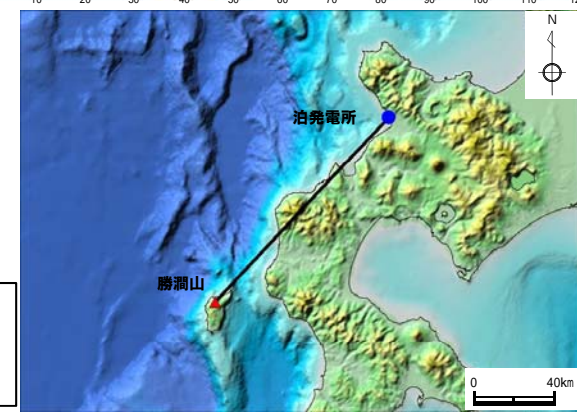
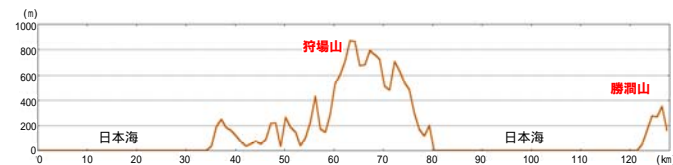
一部修正 (H25/9/25審査会合)

狩場山



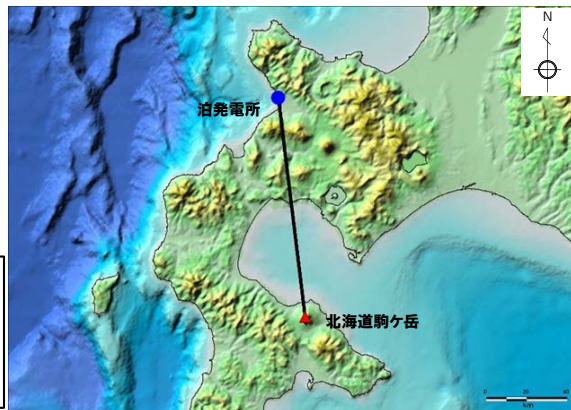
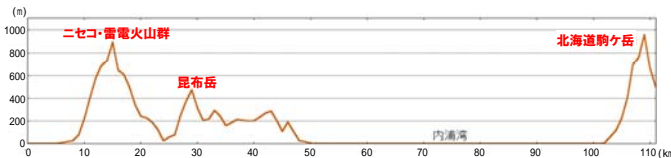
日本海を挟み、標高数百m程度の月越山脈のなす高まりが存在する

勝淵山



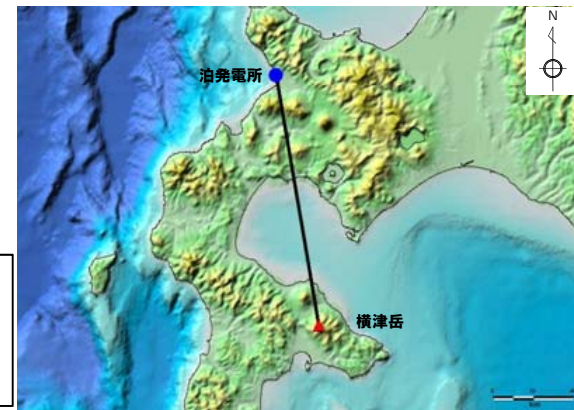
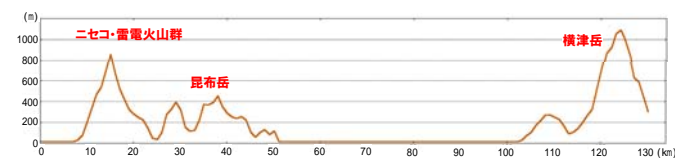
日本海を挟み、狩場山等の標高800m程度の山地が存在する

北海道駒ヶ岳



内浦湾を挟み、昆布岳、ニセコ・雷電火山群等の標高1000m程度の山地が存在する

横津岳

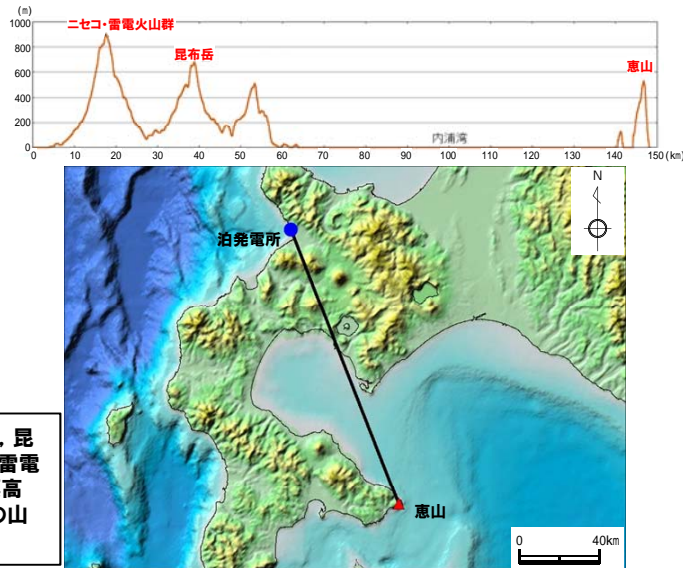


内浦湾を挟み、昆布岳、ニセコ・雷電火山群等の標高1000m程度の山地が存在する

② 地形状況 (4/4)

一部修正 (H25/9/25審査会合)

恵山



内浦湾を挟み、昆布岳、二セコ・雷電火山群等の標高1000m程度の山地が存在する

2.3 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

③-1 設計対応不可能な火山事象の分布状況 (敷地から半径160km)

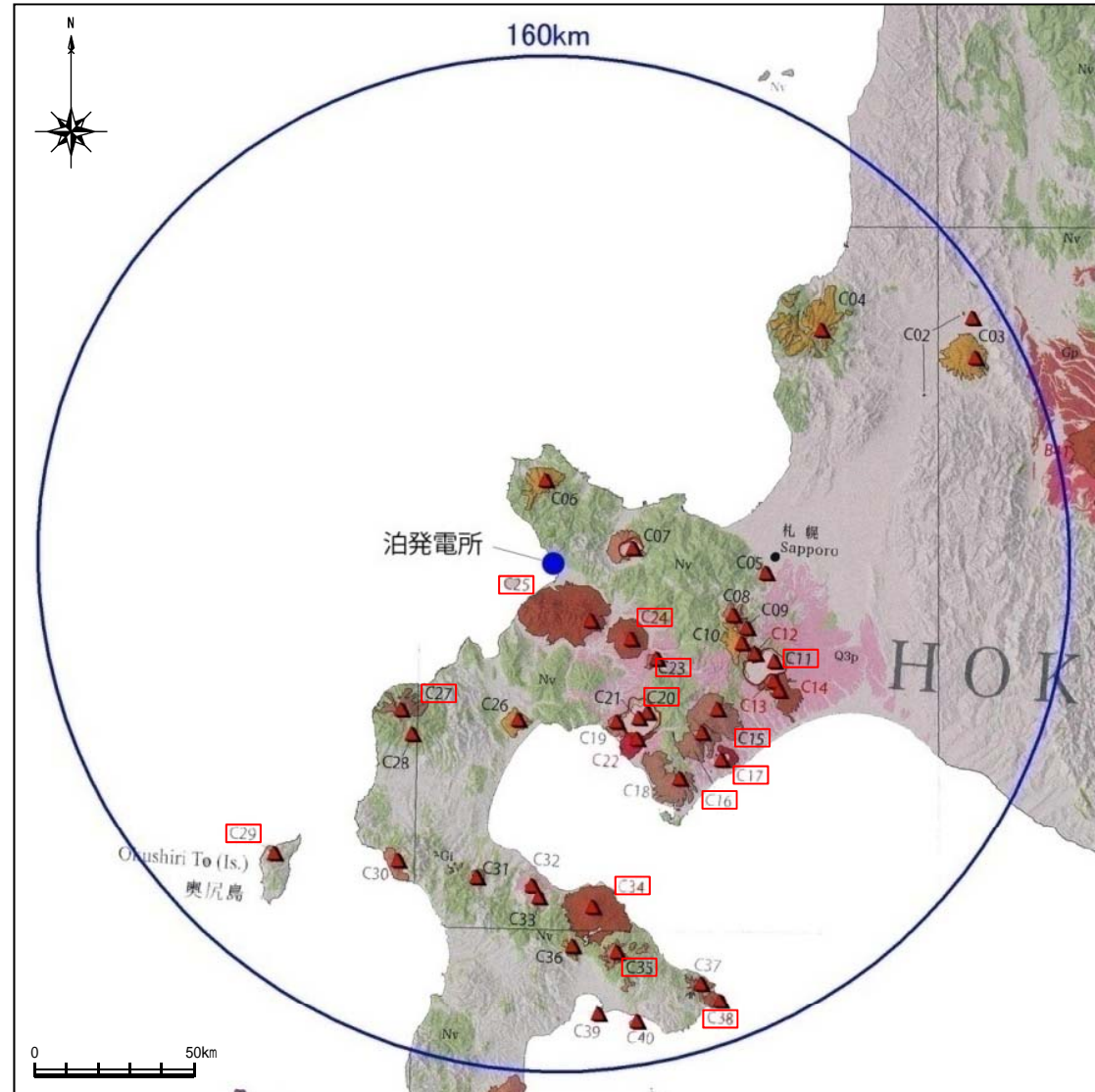
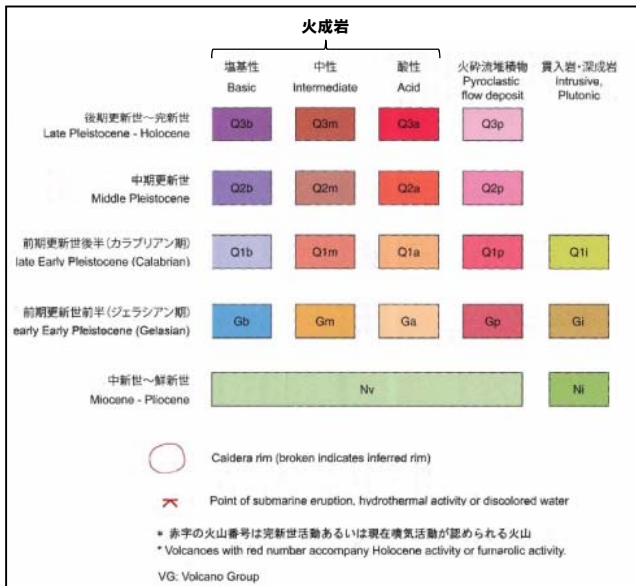
一部修正 (H25/9/25審査会合)

○13火山のうち、多くの火山において、火山噴出物は火山山麓に分布し、広域的な分布を示す火山は限られる。

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

番号	火山名	番号	火山名
C11	支笏カルデラ	C25	ニセコ・雷電火山群
C15	ホロホロ・徳舜誓	C27	狩場山
C16	オロフレ・来馬	C29	勝淵山
C17	倶多楽・登別火山群	C34	北海道駒ヶ岳
C20	洞爺カルデラ	C35	横津岳
C23	尻別岳	C38	恵山
C24	羊蹄山		

凡例



火山地質図

(産業技術総合研究所(2013)「日本の火山(第3版)」に一部加筆)

2.3 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

③-2 設計対応不可能な火山事象の分布状況（敷地から半径10km）

一部修正 (H25/12/18審査会合)

○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から，敷地を中心とする半径10kmの範囲では，13火山のうち洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群の火山噴出物が認められる。



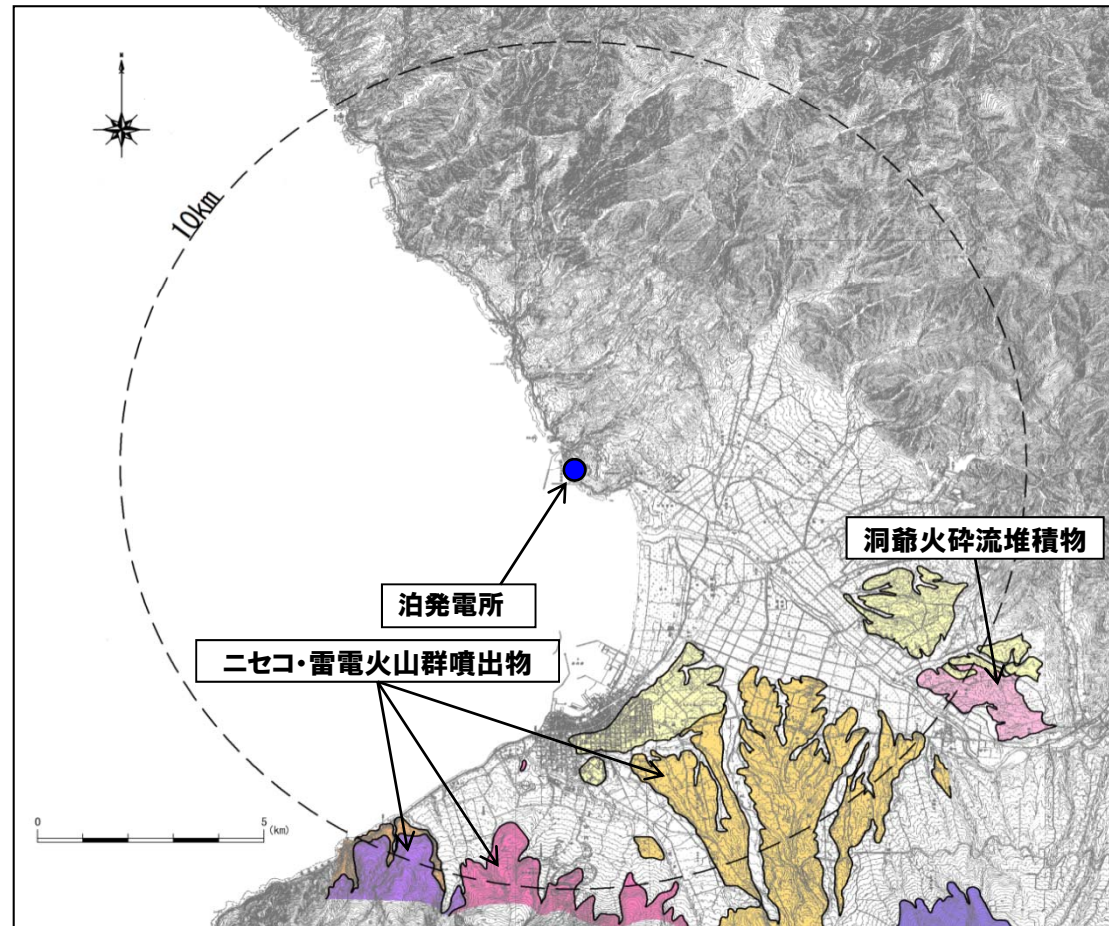
○洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群を詳細な個別評価の対象として抽出した。

【調査概要】

- 敷地周辺陸域：
敷地を中心とする半径約30km及びその周辺陸域について，地形調査，地表地質踏査等を実施。
- 敷地：
地形調査，地表地質踏査，ボーリング調査（合計214孔，総延長 約28,630m），試掘坑調査（総延長 約2,190m）等を実施。

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、泥石流堆積物、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	

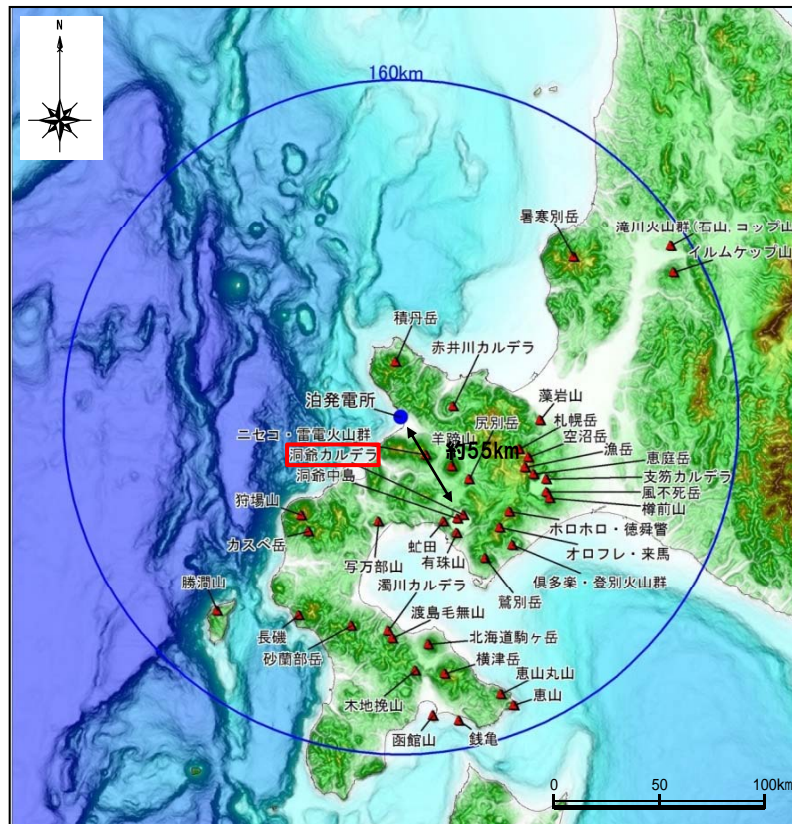


敷地から半径10km以内の第四紀火山地質図

① 火山概要

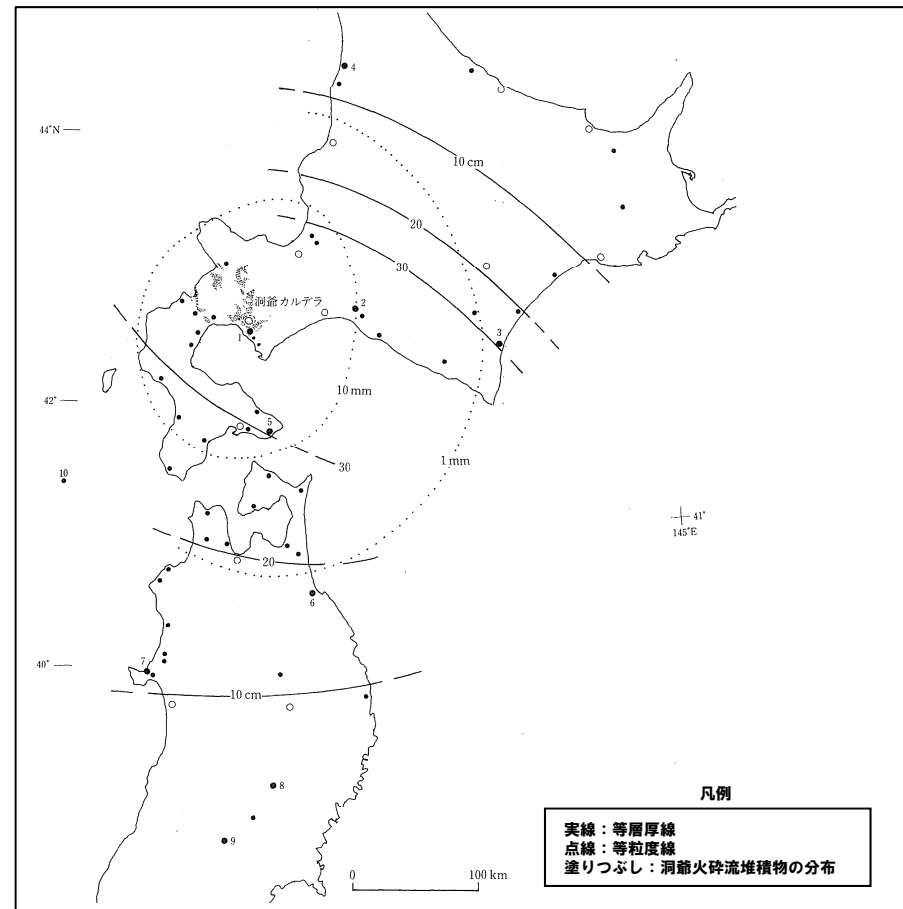
一部修正 (H25/12/18審査会合)

- 位置：敷地の南東方約55km
- 構成：洞爺カルデラ中央付近には、後カルデラ火山である洞爺中島、外輪山には有珠山が位置する。
- 活動：約14万年前にカルデラが形成され、約11万年前に大規模な噴火を起こした後、後カルデラ火山である洞爺中島、有珠山が形成された。最新の噴火は2000年の有珠山。
- 火山噴出物の分布：右下の図(町田・新井, 2011)に示すとおり。



洞爺カルデラの位置図

「日本の火山(第3版)」に基づき作成

洞爺火山灰(Toya)の等層厚線図及び洞爺火砕流堆積物[Toya (pfl)]の分布
(町田・新井(2011)に一部加筆)

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

② 噴火履歴

一部修正 (H25/12/18審査会合)

- 洞爺カルデラは、約14万年前に活動を始め、約11万年前に洞爺テフラを噴出した大規模な噴火を起こしている(産業技術総合研究所 日本の火山(DB))。
- その噴火の規模は、火砕流が20km³以上、総噴出量が150km³を(マグマ噴出量DRE:99.6km³)超えるとされ、現在のカルデラ湖が形成されている(国土地理院, 2000)。
- その後、休止期間を経て、約4~3万年前の噴火で現在の洞爺中島が形成された。
- 洞爺中島活動後は、約2~3万年前の休止期間のち、洞爺カルデラ南壁における約2~1.5万年前の小規模な噴火により有珠山が形成された。
- 有珠山は、西暦1663年の噴火以降、西暦2000年までに8回の噴火を起こしている。
- 後カルデラ火山の噴火規模は、洞爺カルデラ形成時の規模に比べて小規模な噴火であり、最新の活動である有珠山の溶岩流等の分布は山体付近に限られている。



洞爺カルデラ位置

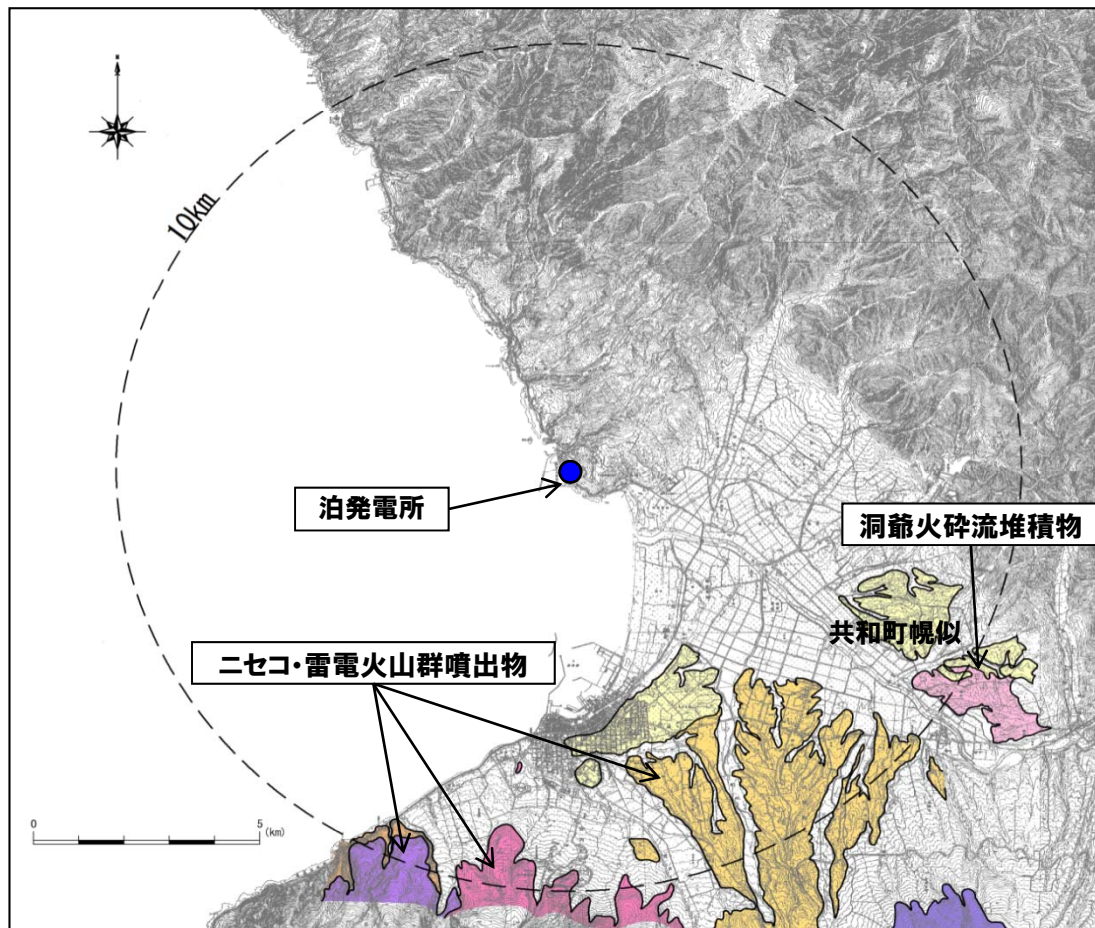
(有珠山の火山地質については日本の火山(第3版)を参考にトレース)

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

③-1 地質分布・地形状況(地形調査, 地表地質踏査) (1/4)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

○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から, 敷地から10km程度離れた共和町幌似付近において, 洞爺火砕流堆積物が認められる。



敷地から半径10km以内の第四紀火山地質図

【調査概要】

○敷地周辺陸域:

敷地を中心とする半径約30km及びその周辺陸域について, 地形調査, 地表地質踏査等を実施。

○敷地:

地形調査, 地表地質踏査, ボーリング調査(合計214孔, 総延長 約28,630m), 試掘坑調査(総延長 約2,190m)等を実施。

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	

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

③-1 地質分布・地形状況(地形調査, 地表地質踏査) (2/4)

一部修正 (H25/11/13審査会合)

【地表地質踏査】

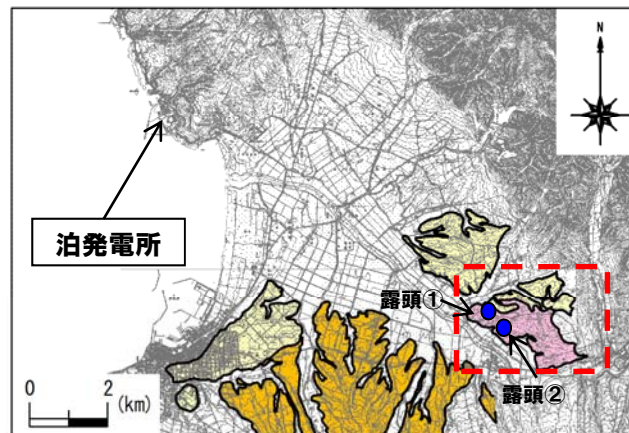
- 当社地表地質踏査結果より、敷地近傍における洞爺火砕流堆積物の分布は共和町幌似付近に限定され、幌似以外の敷地近傍及び敷地では分布は確認されない。
- 共和町幌似における洞爺火砕流堆積物は、標高30~50m程度に分布しており、敷地近傍において、洞爺火砕流堆積物より古い地層を覆って分布する状況や標高約30~50m以上に分布する状況は認められない。



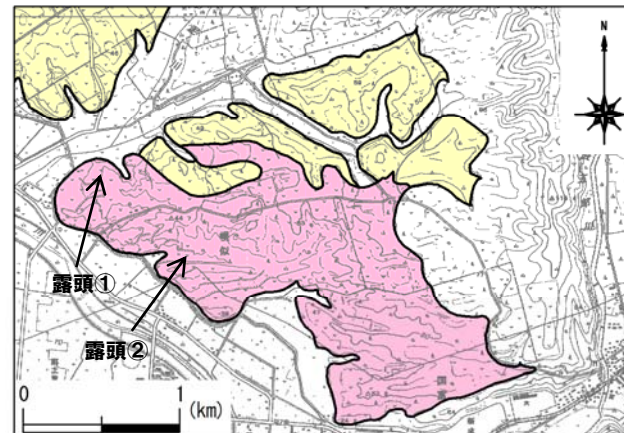
露頭①全景(火砕流堆積物層厚:13m程度, 上面標高:30m程度)



露頭②全景(火砕流堆積物層厚:8m程度, 上面標高:40m程度)



露頭位置



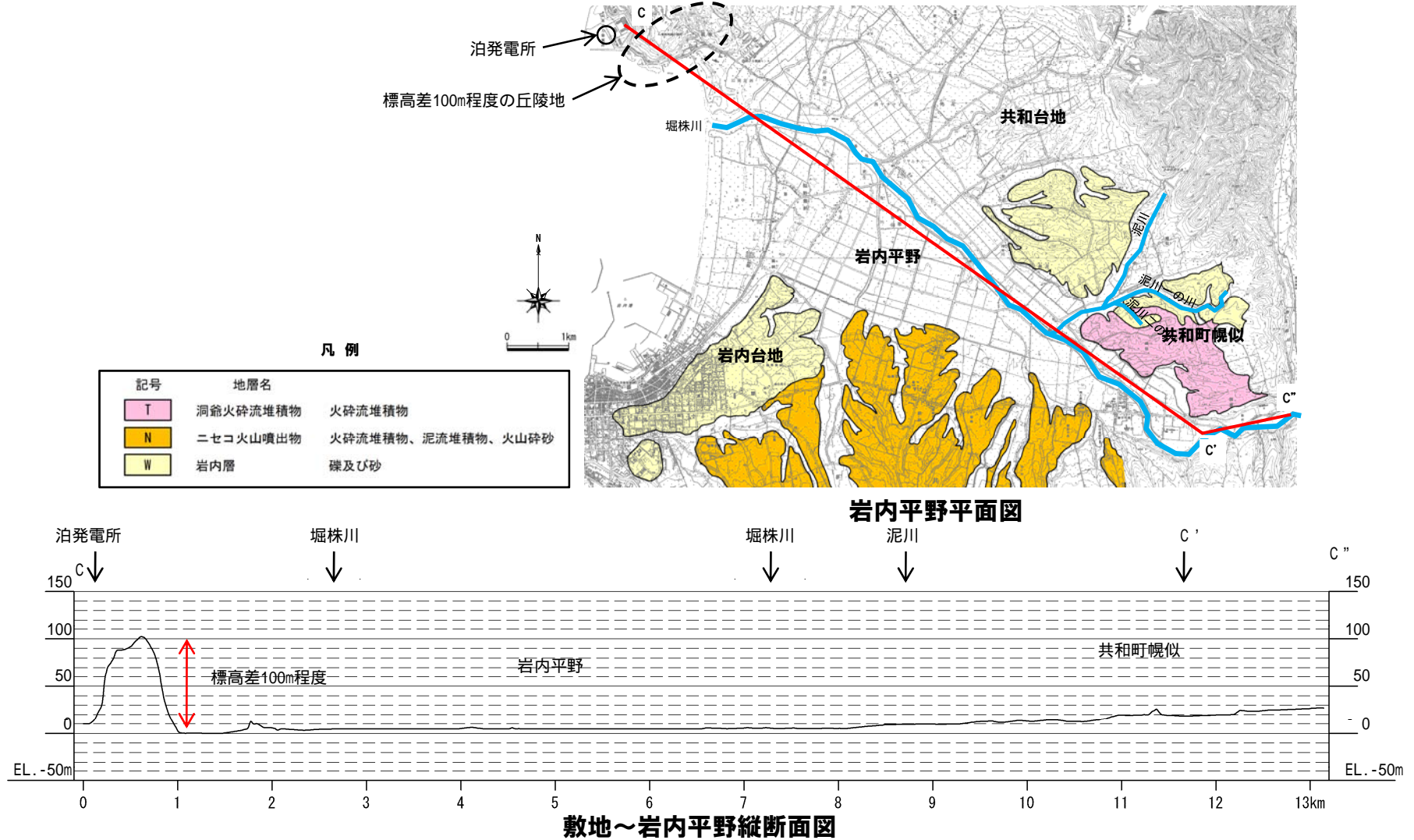
露頭位置(拡大)

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

③-1 地質分布・地形状況(地形調査, 地表地質踏査) (3/4)

【地形調査】

○洞爺火砕流堆積物が確認される共和町幌似付近と敷地との間には、標高差100m程度の丘陵地が分布している。



2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

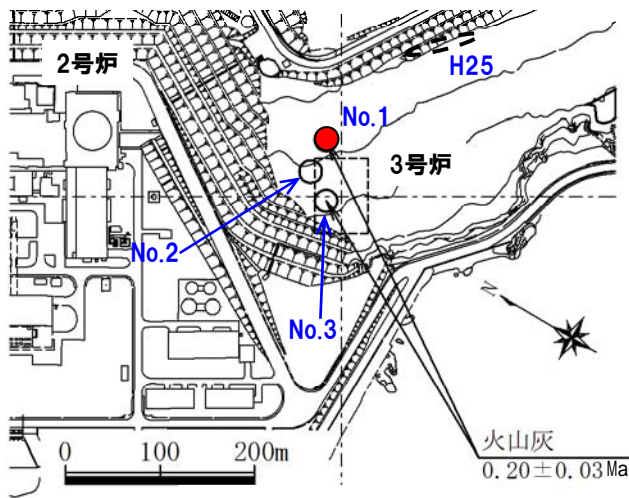
③-1 地質分布・地形状況(地形調査, 地表地質踏査) (4/4)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

- 敷地における地表地質踏査において、火砕流堆積物は確認されない。
- また、火山灰層を確認(火山灰質シルトの状態分布)したものの、屈折率及び年代値の分析結果から、洞爺火山灰には対比されないことを確認した。



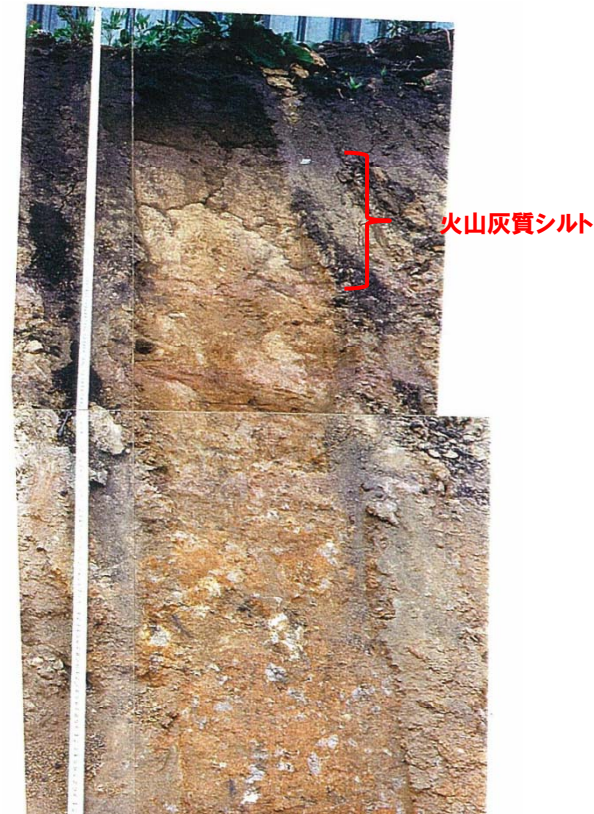
- 敷地において、洞爺火砕流堆積物及び洞爺火山灰は確認されない。



火山灰層確認位置
火山灰分析結果(屈折率)

火山灰		屈折率		
		火山ガラス	斜方輝石	角閃石
3号炉 調査時	露頭No.1	1.497-1.505	1.700-1.717	1.673-1.689
	露頭No.3	1.497-1.502	1.701-1.717	1.674-1.685
(参考) Toya*		1.494-1.498	1.758-1.761	1.674-1.684
(参考) Kt-2*		1.505-1.515	1.712-1.718	1.678-1.684
(参考) Spfa-1*		1.501-1.505	1.729-1.735	1.688-1.691

※町田・新井(2011)

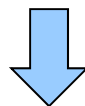


露頭写真 (No.1)

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

③-2 地質分布・地形状況(まとめ)

- 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から, 敷地から10km程度離れた共和町幌似付近において, 洞爺火砕流堆積物は, 標高30~50m程度に分布しており, 敷地近傍において, 洞爺火砕流堆積物より古い地層を覆って分布する状況や標高約30~50m以上に分布する状況は認められない。
- 敷地と岩内平野の間には, 標高差100m程度の丘陵地が分布している。
- 敷地において, 洞爺火砕流堆積物及び洞爺火山灰は確認されない。



- 地表地質踏査の結果から, 洞爺火砕流堆積物は, 敷地近傍では共和町幌似付近に分布が確認されているが, 堀株川左岸, ニセコ山麓, 岩内平野西部及び敷地には確認されないため, 共和町幌似付近が末端部であったと考えられる。
- 敷地と岩内平野の間には, 標高差100m程度の丘陵地が分布している。

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

④-1 有珠山の状況(気象庁 火山活動解説資料)

一部修正(H25/11/13審査会合)

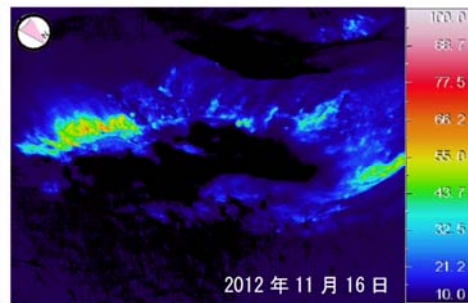
- 気象庁では、有珠山を監視対象の活火山とし、平成15年から月に1回、有珠山について火山活動解説資料を報告している。
- 火山活動解説資料では、噴気などの表面現象、地震・微動の発生及び地殻変動についての観測結果や不定期で実施している山体の上空からの観測結果及び赤外熱映像装置による観測結果について取りまとめている。
- 近年では、有珠山の火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められないとしている。

【火山解説資料 活動概況 平成25年9月】(抜粋、気象庁HPより)

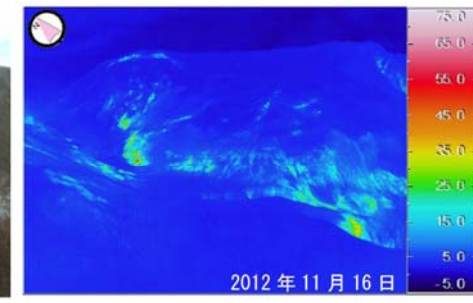
- ・噴気などの表面現象の状況
山頂火口原からの噴気の高さは火口縁上50m以下、西山西麓火口群N-B火口の噴気は今期間観測されず、噴気活動は低調に経過しました。
- ・地震及び微動の発生状況
火山性地震は少なく、地震活動は低調に経過しました。震源は山頂火口原直下の浅いところに分布しました。火山性微動は観測されませんでした。
- ・地殻変動の状況
GPS連続観測では、過去の噴火後の山体収縮を示す地殻変動が続いていますが、これまでの傾向に変化はなく、火山活動の高まりを示すような地殻変動は認められませんでした。



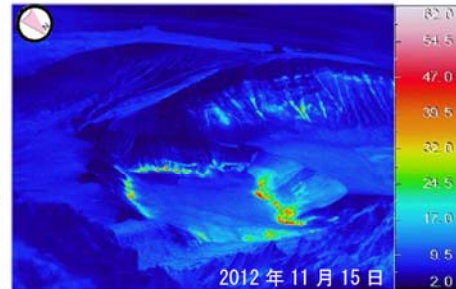
N-B火口内部



山頂火口原



銀沼火口



左図:噴気状況
右図:地表面温度分布
(気象庁HPより)

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

④-2 有珠山の状況(気象庁 噴火警戒レベル)

再掲(H25/11/13審査会合)

- 気象庁では有珠山について、噴火警戒レベルを設定し、レベル1～5において警戒が必要な範囲と取るべき防災対応を示している。
- 警戒レベル5においても、泊地域は警戒が必要な範囲には含まれていない。
- 気象庁は有珠山に対し、平成20年6月9日に噴火予報(噴火警戒レベル1, 平常)を発表し、その後予報警報事項に変更はない。



平成20年6月運用開始

有珠山の噴火警戒レベル

予報警報	対象範囲	レベル(フェーズ)	火山活動の状況	住民等の行動及び登山者・入山者等への対応	想定される現象等
噴火警戒レベル	居住地域及びそのより火口側	5(避難)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生し、あるいは切迫している状態にある。	危険な居住地域からの避難等が必要。	<ul style="list-style-type: none"> ●地震活動のさらなる活発化や顕著な地殻変動が観測される等により、山頂もしくは山麓からの噴火の発生が切迫している。 過去事例 2000年3月29日、1977年8月7日未明：身体に感じる地震が多発 ●山頂から噴火が発生し、大きな噴石や火砕流・火砕サージが居住地域まで到達。 過去事例 1977年8月7日09時12分、1853年4月22日、1822年3月12日、1769年1月23日：山頂火口内から噴火。大きな噴石が山頂火口から概ね4kmまで飛散、火砕流・火砕サージが吹飛ばしに流下して山頂火口から最大10kmまで到達(1977年は除く)、多量の軽石や火山灰が吹飛ばしに堆積 ●山麓から噴火が発生し、大きな噴石や火砕サージが居住地域まで到達。 過去事例 2000年3月31日13時07分、1944年6月23日、1910年7月25日：山麓から噴火。大きな噴石が火口から概ね2kmまで飛散、火砕サージが9.1から最大3km(1944年7月事例)まで到達
		4(避難準備)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される(可能性が高まっている)。	警戒が必要な居住地域での避難の準備、災害時要援護者の避難等が必要。	<ul style="list-style-type: none"> ●地震活動がさらに活発化し身体に感じる地震が増加し始める等、山頂もしくは山麓からの噴火発生の可能性が高まっている。 過去事例 2000年3月28日、1977年8月6日04時頃：身体に感じる地震が増加
火口周辺警戒レベル	火口から居住地域近くまで	3(入山規制)	居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生すると予想される。	住民は通常の生活(今後の火山活動の推移に注意)。状況に応じて災害時要援護者等の避難準備等。登山禁止や入山規制等危険な地域への立入規制等。	<ul style="list-style-type: none"> ●地震活動が活発化し、山頂もしくは山麓からの噴火の発生が予想される。 過去事例 2000年3月28日未明、1977年8月6日03時30分頃、1943年12月28日：微小な地震が多発し身体に感じる地震も発生
		2(火口周辺規制)	火口周辺に影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生すると予想される。	住民は通常の生活(今後の火山活動の推移に注意)。火口周辺への立入規制等。	<ul style="list-style-type: none"> ●身体に感じない微小な地震活動の高まり等がみられる。 過去事例 2000年3月27日、1977年8月6日02時頃：微小な地震が増加 ●既存の噴気孔や地熱地帯からごく小さな噴火が発生し、周辺に大きな噴石飛散。 過去事例 観測事例なし
噴火予報	火口内等	1(平常)	火山活動は静穏。火山活動の状態によって、火口内で火山灰の噴出等が見られる(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)。	状況に応じて火口内及び近傍への立入規制等。	<ul style="list-style-type: none"> ●火山活動は静穏。状況により既存の火口内及び近傍に影響する程度の火山灰の噴出等の可能性あり。

注1) 有珠山では、前兆が発生した初期の段階で噴火地点(火口)を特定できない。噴火警戒レベル2(火口周辺規制)では火口周辺への立入規制等、レベル3(入山規制)では入山規制や有珠山麓等での営林作業の中止等が必要である。
 注2) 本資料中の大きな噴石とは、風の影響を受けずに弾道を描いて飛散する程度の大きさのものをとする。
 この噴火警戒レベルは、地元市町等と調整の上で作成したものです。各レベルにおける具体的な規制範囲等については、地域防災計画等で定められていますので、各市町にお問い合わせください。

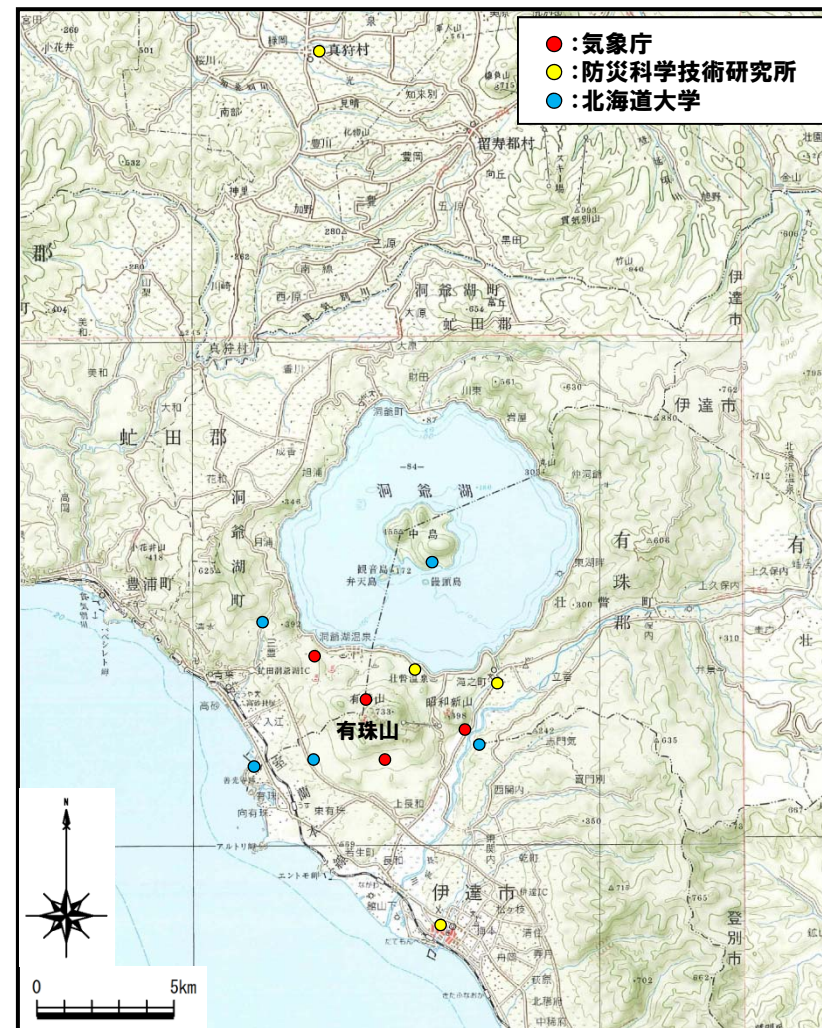
気象庁
 Japan Meteorological Agency
 平成24年3月

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

⑤-1 火山性地震(気象庁編, 2013) (1/2)

再掲(H25/11/13審査会合)

- 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。
- 「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。



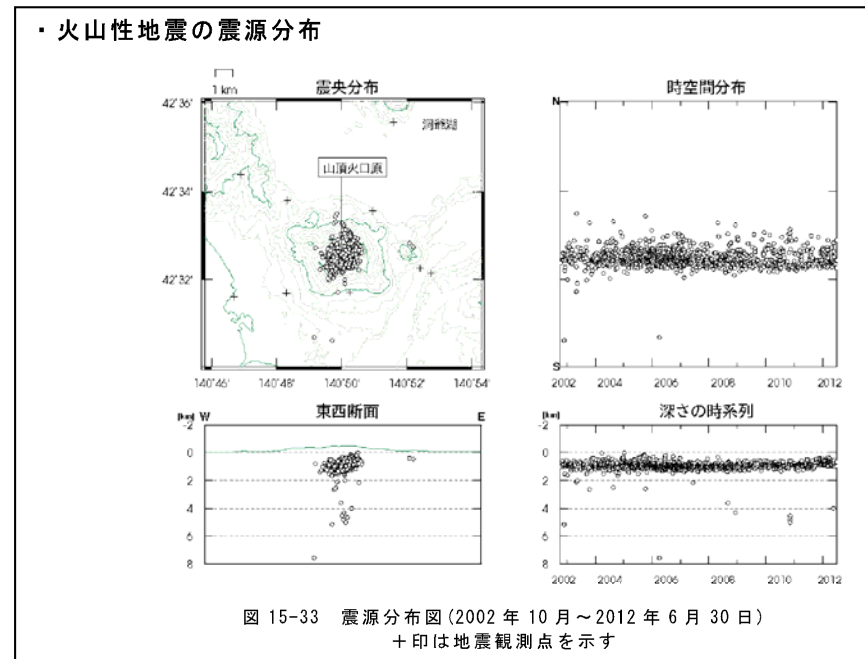
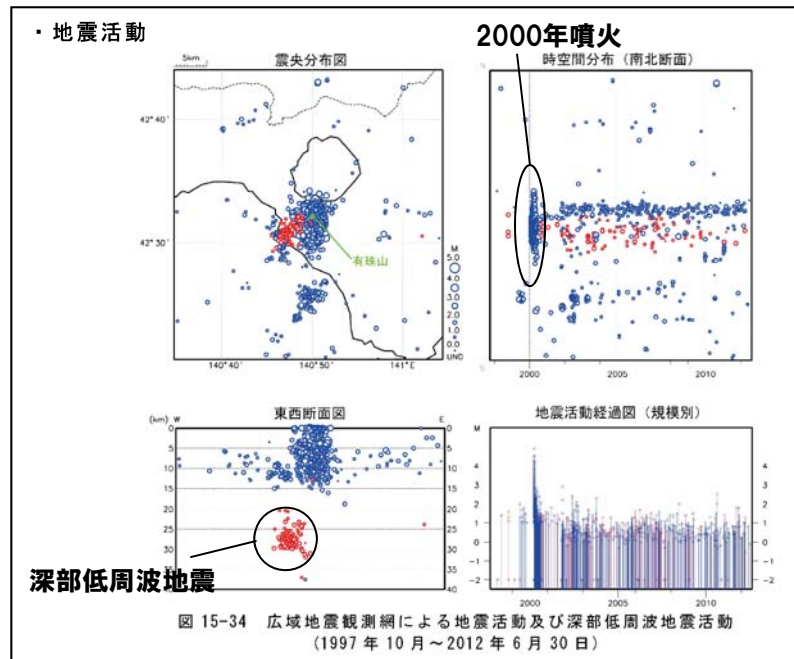
洞爺カルデラ周辺の地震計位置図
(「日本活火山総覧(第4版)」に基づき作成)

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

⑤-1 火山性地震(気象庁編, 2013) (2/2)

再掲(H25/11/13審査会合)

- 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。
- 浅部の地震活動は、2000年の噴火時に最大となり、噴火後は横ばいに変化の兆候は認められない。
- 噴火後の火山性地震は、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。
- 深部低周波地震活動(約20km以深)は、有珠山の南西付近に認められるが、噴火を挟んで規模・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※1

(1997年10月~2012年6月30日, 「日本活火山総覧(第4版)」に一部加筆)

有珠山の火山性地震※2

(2002年10月~2012年6月30日, 「日本活火山総覧(第4版)」)

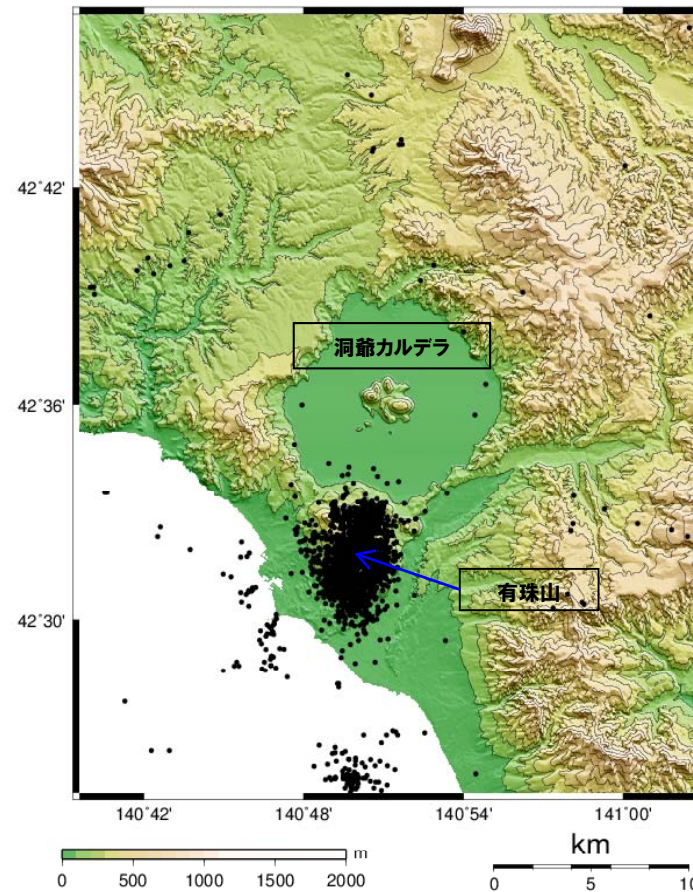
※1 大学や防災科学技術研究所等の関係機関から気象庁が地震観測データの提供を受けてデータ処理した結果(震源データ)をもとに、当該火山周辺の構造性地震も含めた微小地震の活動を示した図
 ※2 ※1の地震活動のうち、深度10km以浅の震源のみを抽出した図

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

⑤-2 火山性地震(気象庁, 2011) (1/2)

再掲(H25/11/13審査会合)

- 過去約30年間における洞爺カルデラ周辺の深さ20km以浅の地震活動の震央分布を示す。震央のデータは地震年報(気象庁, 2011)のものを使用した。
- 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。



洞爺カルデラ周辺の震央分布図
(1983年1月1日～2011年12月31日の記録(深さ20km以浅))

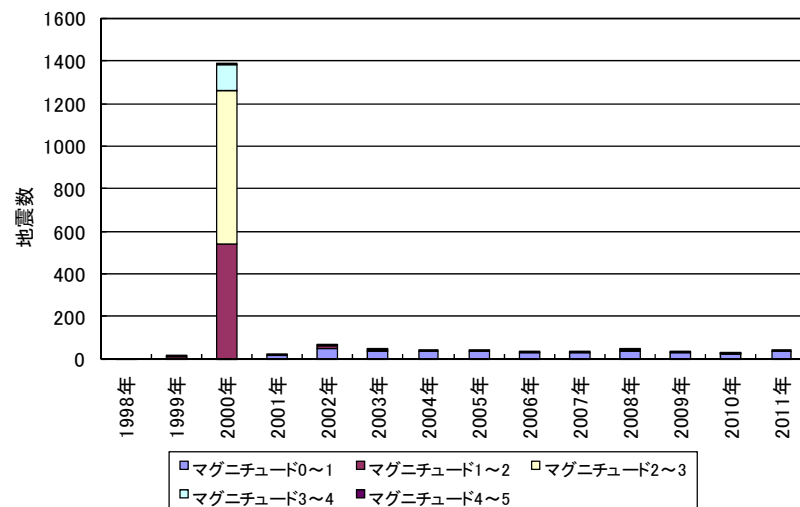
2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

⑤-2 火山性地震(気象庁, 2011) (2/2)

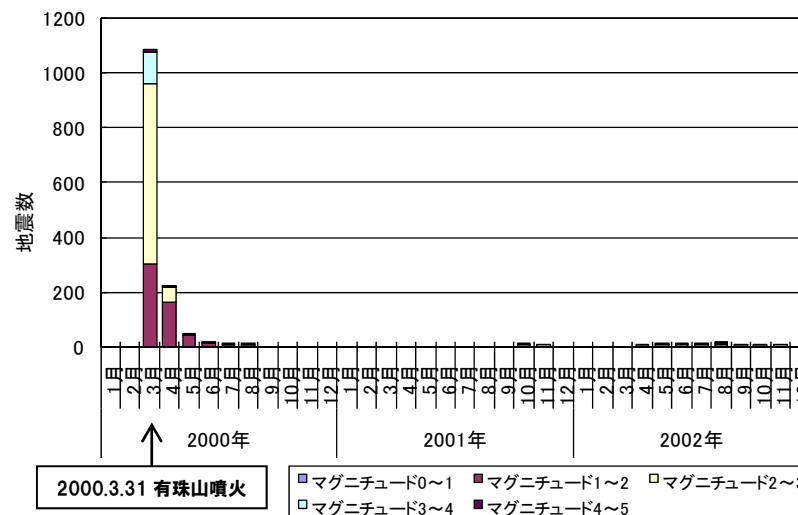
一部修正(H25/11/13審査会合)

○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年の噴火時に火山性地震と考えられる、マグニチュード2～4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。
- ・2001年以降、マグニチュード1以上の地震の発生はほとんど認められず、現在、地震活動は低調に経過している。



地震発生数の年別時間変化
(1998～2011年 深さ20km以浅)



地震発生数の月別時間変化
(2000～2002年 深さ20km以浅)

⑤-3 火山性地震(まとめ)

一部修正(H25/12/18審査会合)

- 洞爺カルデラ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)」及び地震年報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。
 - ・洞爺カルデラ周辺の地震活動は、有珠山周辺に集中している。
 - ・有珠山周辺の浅部の地震活動は、2000年の噴火時に頻度が最大となり、マグニチュード2~4の地震が多く認められる。
 - ・噴火後はマグニチュード2以上の地震の発生はほとんど認められず、マグニチュード0~1の地震が横ばいに続いており、変化の兆候は認められない。
 - ・噴火後の火山性地震は、山頂火口原付近に集中しており、時空間分布に変化の兆候は認められない。
 - ・深部低周波地震活動は、噴火を挟んで時空間分布に変化の兆候は認められない。



○地震活動は洞爺カルデラ域での広域的なものではなく、活動中心は有珠山周辺に限定的であり、有珠山の活動状況と調和的である。

余白

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

⑥-1 地殻変動(文献調査)

再掲(H25/11/13審査会合)

- 現在, 地下浅部にマグマ溜まり存在の兆候は認められない。
- 現在, 洞爺カルデラ域での広域的な地殻変動は認められない。

【給源の状況(現在)】

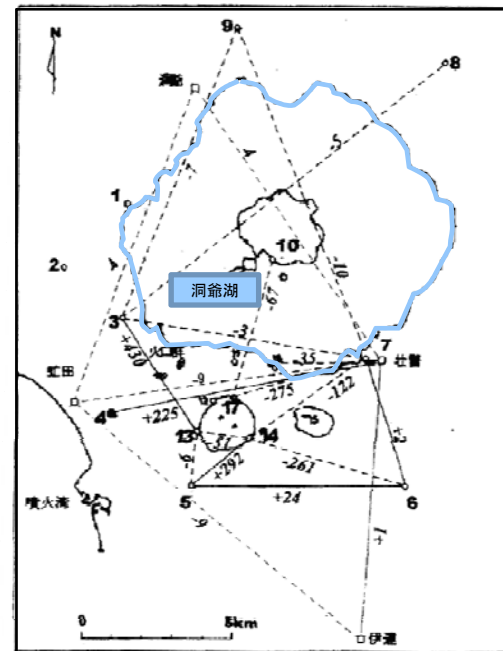
●西田(1983):

- 洞爺湖上及びその周辺において磁気測量を行った結果, 比較的浅い所に巨大なマグマ溜まりが存在する証拠は得られなかった。

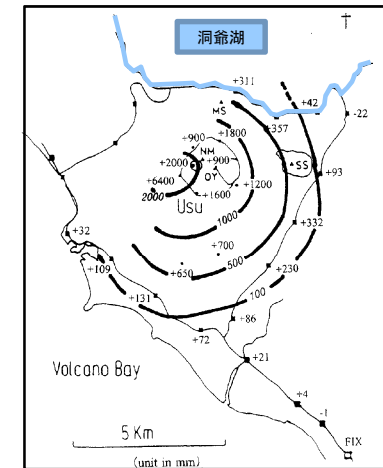
【地殻変動観測結果(GPSほか)】

●森ほか(2000)・森ほか(2007):

- 2000年有珠山噴火に伴う地殻変動は有珠山の山体周辺の局所的なものであり, 洞爺カルデラ域での広域的な地殻変動はほとんど認められない。



斜面傾斜の変化
暫定値(単位:cm)



森ほか(2000)による測角・辺長測量結果(左図)・
水準測量結果(右図)(一部加筆)

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

⑥-2 地殻変動(上下変動) (1/3)

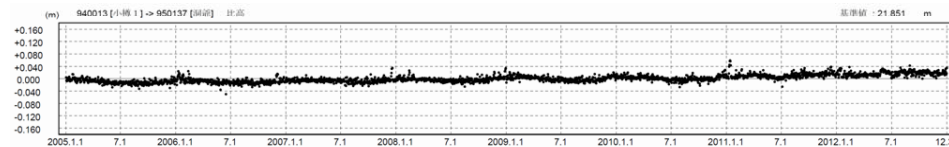
一部修正 (H25/11/13審査会合)

- 国土地理院の電子基準点データを用いて、洞爺カルデラ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~2012年12月)。
- 洞爺カルデラ域の4基準点(大滝, 洞爺, 虻田, 伊達)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。
- 次頁以降、東北地方太平洋沖地震発生前後年(下表赤枠部)の年間変動ベクトル図(上下)を示す。

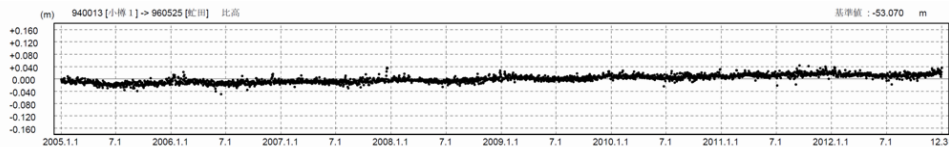
年間上下変動量 (cm)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
大滝	+0.12	-1.66	+0.38	+1.37	+1.50	+0.28	+0.95	-0.91
洞爺	-0.29	-0.82	-0.09	+1.13	+0.52	+0.80	+0.02	+0.43
虻田	-0.35	-0.87	+0.22	+0.82	+1.04	+0.72	+1.06	-0.09
伊達	-0.15	-1.05	+0.21	+0.63	+1.28	+0.27	+1.26	+0.05

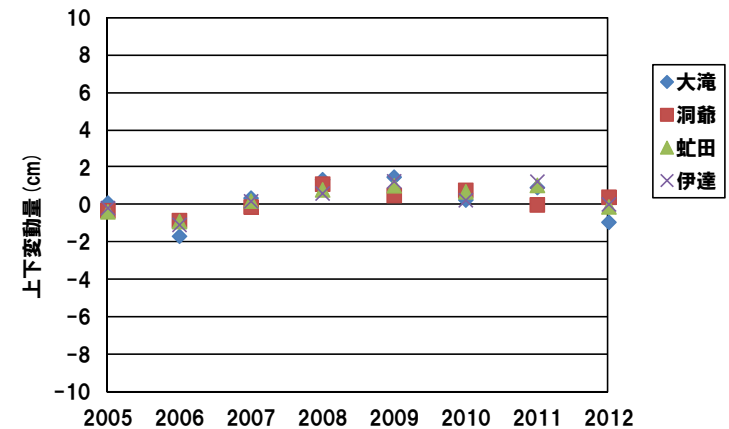
(固定局:小樽1)



小樽1-洞爺間の基線長変化(比高)



小樽1-虻田間の基線長変化(比高)



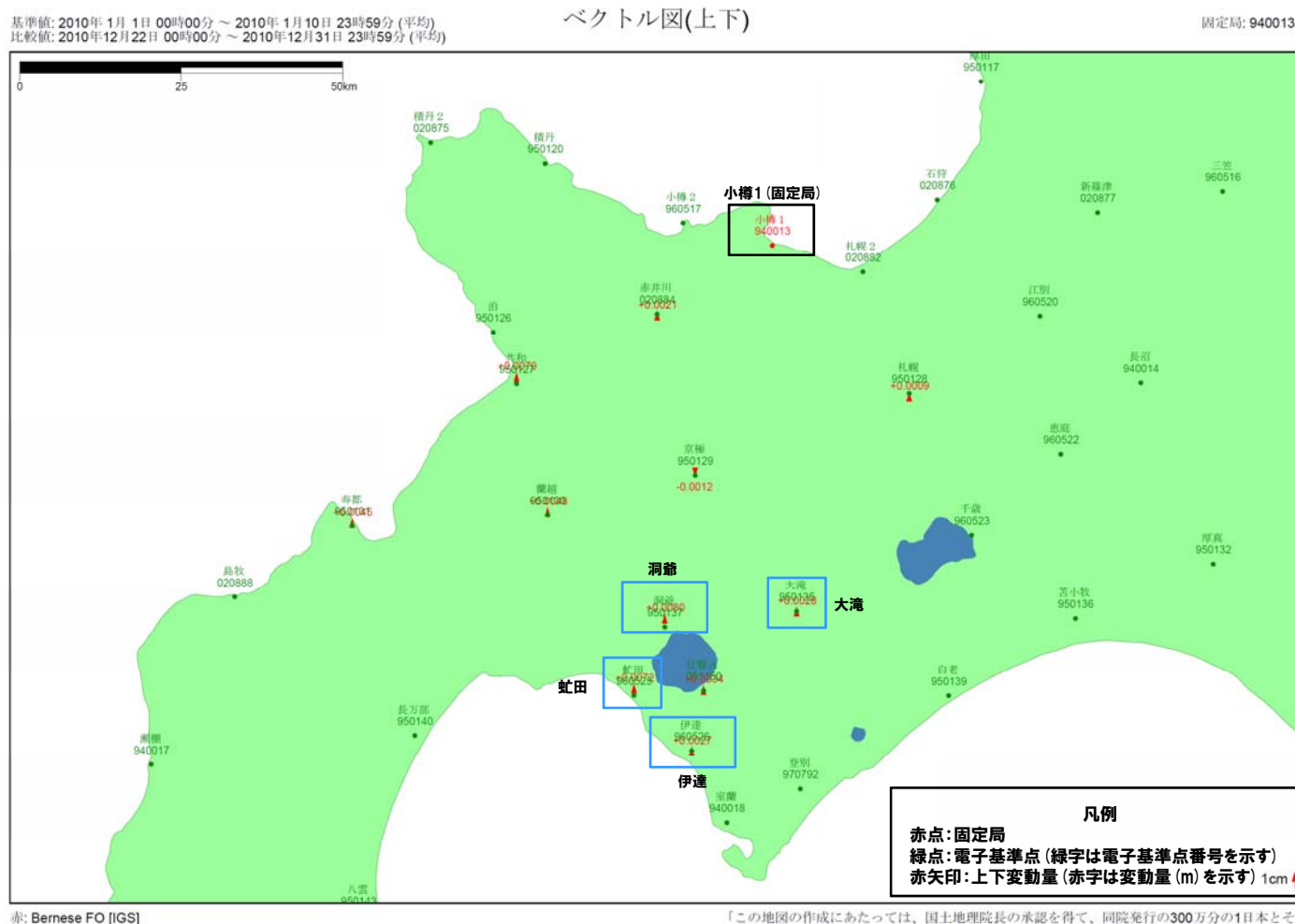
年間上下変動量のグラフ

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

⑥-2 地殻変動(上下変動) (2/3)

再掲(H25/11/13審査会合)

- 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, 洞爺カルデラ域での顕著な隆起や沈降は認められない。



「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)」

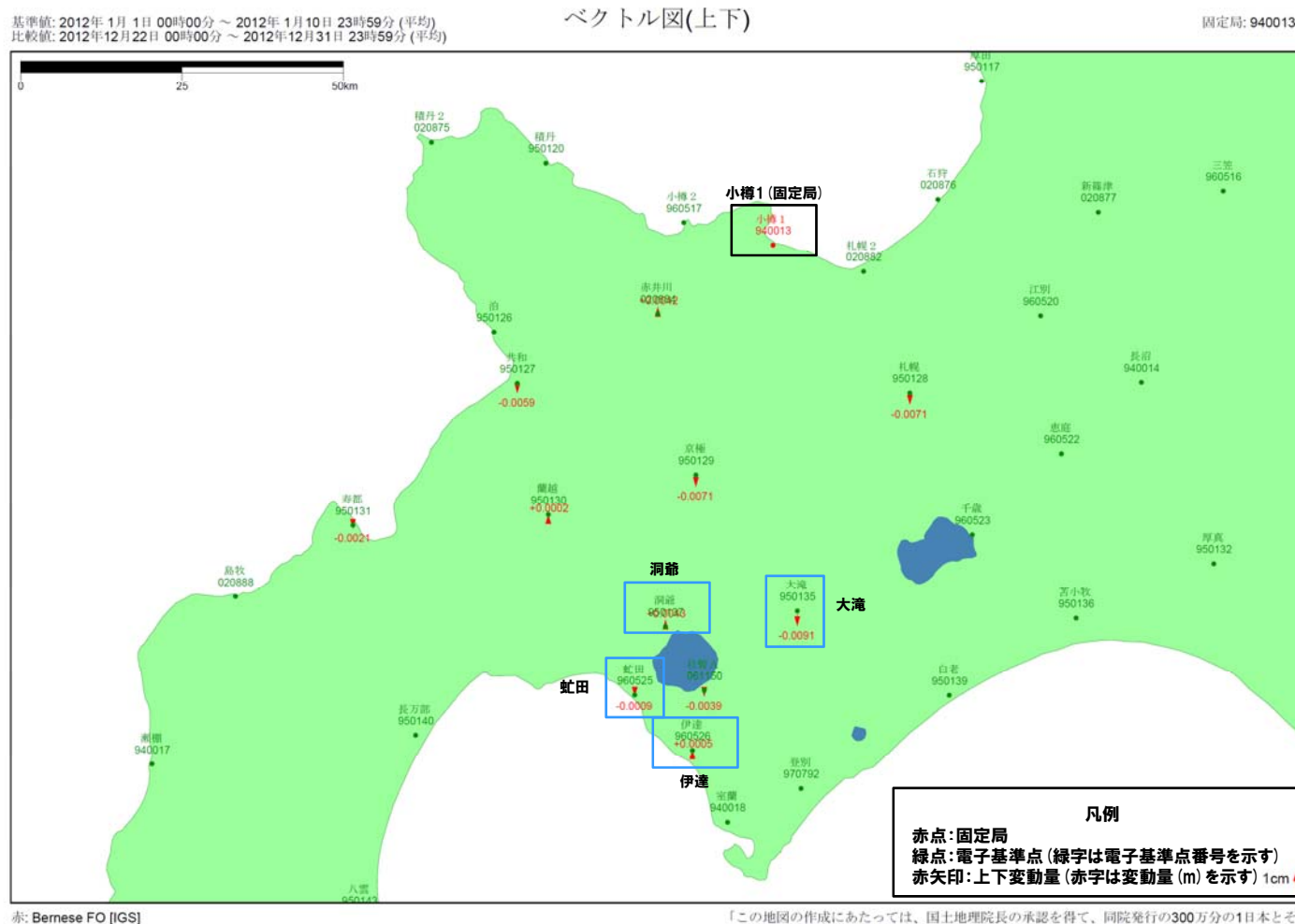
電子基準点の変動ベクトル図(上下)
 (対象期間:2010年1月~2010年12月)

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

⑥-2 地殻変動(上下変動) (3/3)

再掲(H25/11/13審査会合)

- 東北地方太平洋沖地震発生後, 2012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, 洞爺カルデラ域での顕著な隆起や沈降は認められない。



「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)」

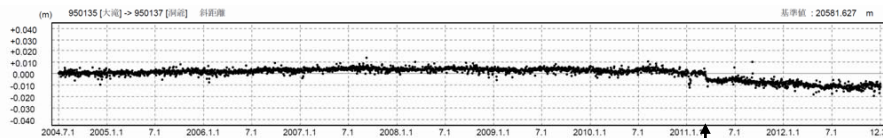
電子基準点の変動ベクトル図(上下)
(対象期間:2012年1月～2012年12月)

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

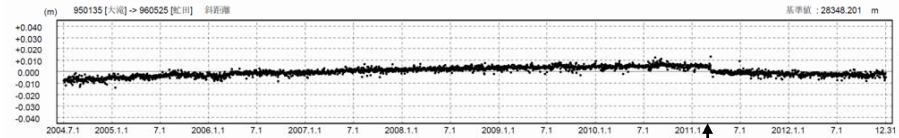
⑥-3 地殻変動(斜距離変化)

再掲(H25/11/13審査会合)

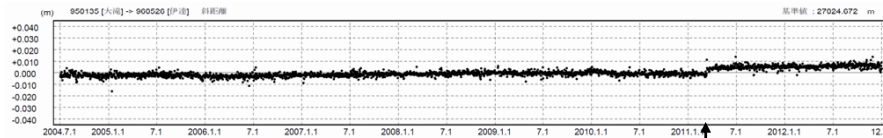
- 洞爺カルデラ域の4観測点(大滝, 洞爺, 虻田, 伊達)を結んだ6測線の基線長の斜距離変化を示す(対象期間:2004年7月~2012年12月)。
- 各測線ともに, 東北地方太平洋沖地震前後で不連続が認められるものの, 対象期間において変化は緩やかであり, 顕著な膨張や収縮は認められない。



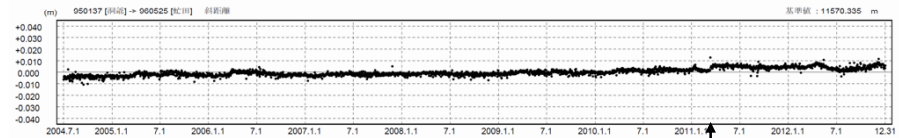
①大滝-洞爺間の斜距離変化 東北地方太平洋沖地震



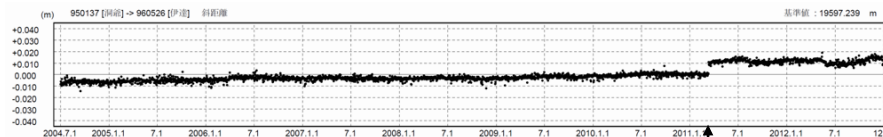
②大滝-虻田間の斜距離変化 東北地方太平洋沖地震



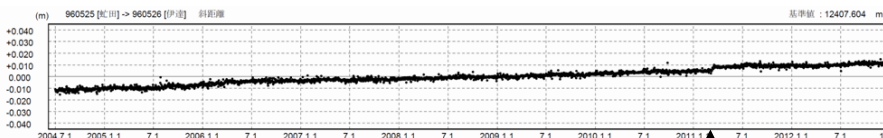
③大滝-伊達間の斜距離変化 東北地方太平洋沖地震



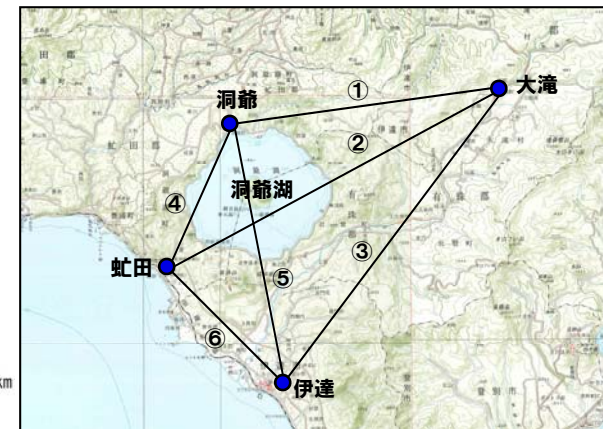
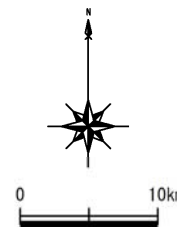
④洞爺-虻田間の斜距離変化 東北地方太平洋沖地震



⑤洞爺-伊達間の斜距離変化 東北地方太平洋沖地震



⑥虻田-伊達間の斜距離変化 東北地方太平洋沖地震



洞爺カルデラ域観測点位置図

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

⑥-4 地殻変動(カルデラ(巨大)噴火に関する知見)

再掲(H25/11/13審査会合)

○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(Gualda et al.(2012), Druitt et al.(2012))。

【巨大噴火のマグマ溜まりの滞留時間】

●Gualda et al.(2012) :

Long Valleyカルデラ形成時の噴出物中の石英粒子中のTi濃度拡散プロファイル分析等に基づき、マグマ中の石英結晶の滞留時間を検討した結果、500年～3000年程度であるとしている。

●Druitt et al.(2012) :

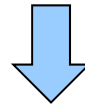
Santorini火山Minoan噴火の際の斜長石中のMgの分布と拡散モデルから、マグマ溜まりの再蓄積は約100年程度で発生したとしている。

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

⑥-5 地殻変動(まとめ)

一部修正(H25/12/18審査会合)

- 文献調査結果によれば、現在、地下浅部にマグマ溜まり存在の兆候や洞爺カルデラ域での広域的な地殻変動は認められない(西田(1983)及び森ほか(2000, 2007))。
- 国土地理院の電子基準点データを用いた変動量解析結果(対象期間:2005年1月~2012年12月)によれば、洞爺カルデラ域での顕著な隆起や沈降、膨張や収縮は認められない。
- 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(Gualda et al.(2012), Druitt et al.(2012))。



- 洞爺カルデラにおいては、大規模なマグマ噴出を伴う破局的噴火直前を示唆するような広域的な地殻変動等は認められない。

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

⑦-1 火砕流シミュレーション(概要)

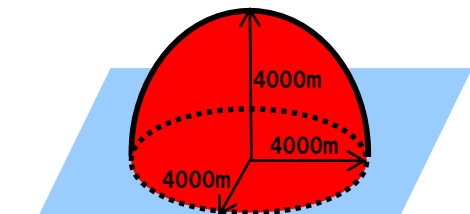
一部修正 (H26/3/12審査会合)

- 洞爺カルデラについて、約11万年前の既往最大規模の噴火と同規模の噴火が発生した場合の敷地への影響の有無を検討するため、火砕流シミュレーションを実施した。
- 火砕流シミュレーションは、TITAN2D^{※1}を使用し、下表に示すパラメータを入力し実施した。
- 約11万年前の既往最大規模噴火時の地形を考慮した検証計算により火砕流現象の再現を確認した。
- 現在の地形における想定計算を実施した結果、火砕流は、敷地に到達しない結果となった。

※1 TITAN2D:アメリカのニューヨーク州立大学バッファロー校で開発された、重力を駆動力とし、流体の挙動を解析する粒子流モデル。想定火口位置から、紡錘状のバイルを崩して、火砕流を発生させる。

解析に使用したパラメータ

パラメータ	単位	値	設定根拠
噴出量(火砕流)	km ³	100	洞爺カルデラ総噴出量150km ³ (第四紀火山カタログ委員会編(1999)), 洞爺火山灰噴出量67.23km ³ (須藤ほか, 2007)より, $150 - 67.23 = 82.77 \approx 100\text{km}^3$ (VEI6相当)を設定
長軸半径	m	4,000	バイルの体積100km ³ 及び地形図の洞爺湖直径読み取りより設定
短軸半径	m	4,000	バイルの体積100km ³ 及び地形図の洞爺湖直径読み取りより設定
高さ	m	4,000	カルデラ噴火で火砕流を発生させるバイル高さ4km(Sheridan,1979)より設定
内部摩擦角	°	30	流体体積比60%の土石流の内部摩擦角25~45°(Iverson,1997)
底面摩擦係数	-	0.03	文献(Sheridan,1979)等に基づき設定
初速度	m/s	0	大規模な噴火であることから全方向への流出を想定し、特定の方向への初速度を与えない
地形メッシュ	m	50	富士山火山防災マップ(富士山ハザードマップ検討委員会, 2004)における、火砕流シミュレーション計算実績を考慮し設定



100km³のバイル(イメージ図)

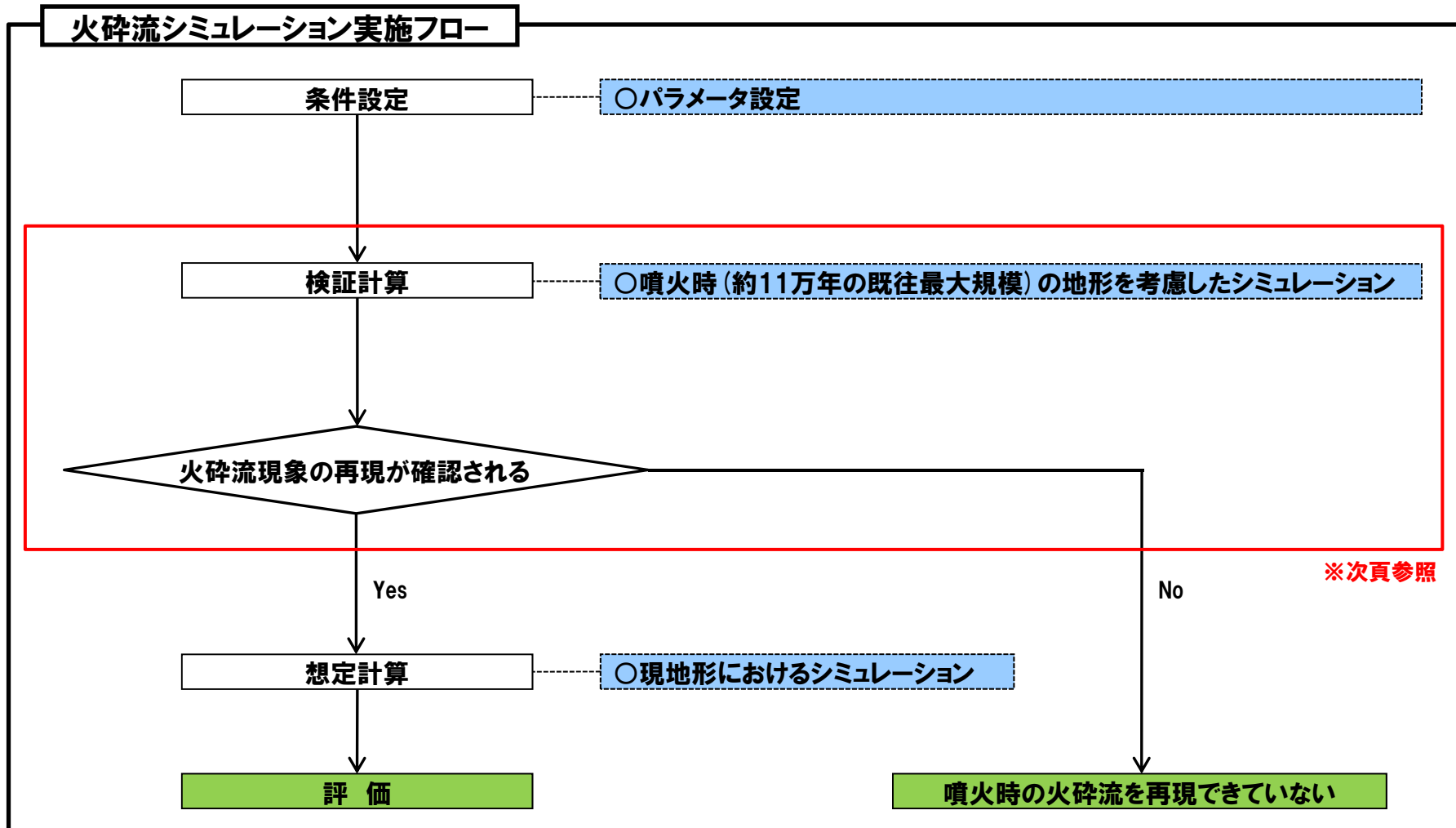


- 既往最大規模の噴火を考慮しても、火砕流が敷地に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価される。

⑦-2 火砕流シミュレーション(実施フロー) (1/2)

一部修正 (H26/3/12審査会合)

○火砕流シミュレーションは、下図フローに基づいて実施した。



2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

⑦-2 火砕流シミュレーション(実施フロー) (2/2)

一部修正 (H26/3/12審査会合)

○検証計算においては、約11万年の既往最大規模噴火時の地形を考慮したシミュレーションを実施し、火砕流現象の再現を確認した。

【約11万年前の地形】

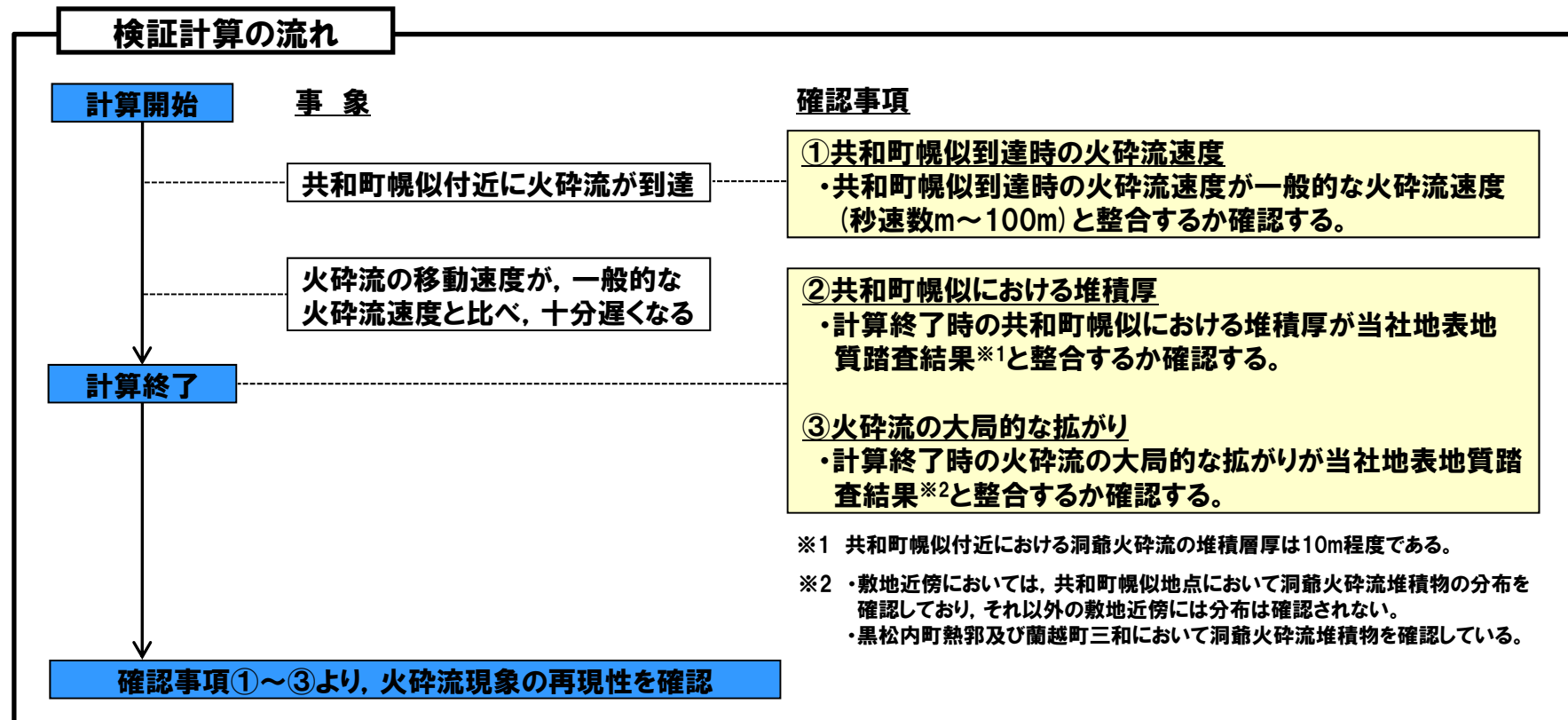
○約11万年前の既往最大規模の噴火時には、以下の理由から、羊蹄山及び尻別岳は山体が形成されていないものと推定されるため、山体が占める範囲は周辺の地形と同様な標高300mとしてシミュレーションを実施した。

・羊蹄山の活動履歴(資料集P25参照)によれば、約10万年前以降に羊蹄山の山体が形成されたものと推定される。

・尻別岳の活動履歴(資料集P24参照)によれば、最新の知見において、比較的大規模な噴火は約5万年前であるとされていることから、約5万年前以降に尻別岳の山体が形成されたものと推定される。

【再現性の確認】

○共和町幌似到達時の火砕流速度、共和町幌似における堆積厚及び火砕流の大局的な拡がりの確認により、火砕流現象の再現を確認した。



2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

⑦-3 火砕流シミュレーション(一般的な火砕流速度)

一部修正 (H26/3/12審査会合)

○一般的な火砕流速度は、秒速数m～100mとされている。

- ・火砕流の流下速度は時速数十km～百数十kmに達する(気象庁HP)。⇒ 秒速数m～数十m
- ・火砕流は、秒速100m近くの高速で、周りに高温熱風を伴って突進してくる(防災科学研究所HP)。
- ・歴史時代の火砕流について、下鶴ほか編(2008)では、目撃証言、被害状況、動画等から算出した火砕流の速さをまとめており、その速さは10～40m/sである。

火砕流速度について(下鶴ほか編, 2008)及び各引用元文献

実測された火砕流の速さ(下鶴ほか編, 2008)			引用元文献		
噴火(火山, 年)	地域	速さ(m/s)	文献	算出根拠	速さ(m/s)
スフリエール, 1902	西インド諸島	11～13	Anderson and Flett (1903)	目撃証言	11～13
ブレー山, 1902～1903	西インド諸島	10～40	Lacroix (1904)	目撃証言	10～26*
			Fisher et al., (1980)	被害状況	40*
ブレー山, 1929～1932	西インド諸島	10～35	Perret (1937)	目撃証言	10～33*
メラピ, 1930	インドネシア	16	Taylor (1958)	別文献からの引用	16.1
ラミントン, 1951	バブアニューギニア	27～33	Taylor (1958)	目撃証言, 被害状況	目撃証言から26.8～93.9* 被害状況から33.5*
浅間, 1958	日本	25～30	Murai and Hosoya (1964)	目撃証言	25～30
マヨン, 1968.5.2	フィリピン	31	Moore and Melson (1969)	動画	31
浅間, 1973.2.6	日本	35	荒牧(1973)	動画	35±5
セントヘレンズ山, 1980.8.7	米国	30	Hoblitt (1980)	連続写真	30

※下鶴ほか編(2008)の引用元が一部の火砕流で不明であるが、目撃証言又は被害状況から算出している別の文献と同程度の速度であり、同様な手法で算出したものと考えられる。

余白

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

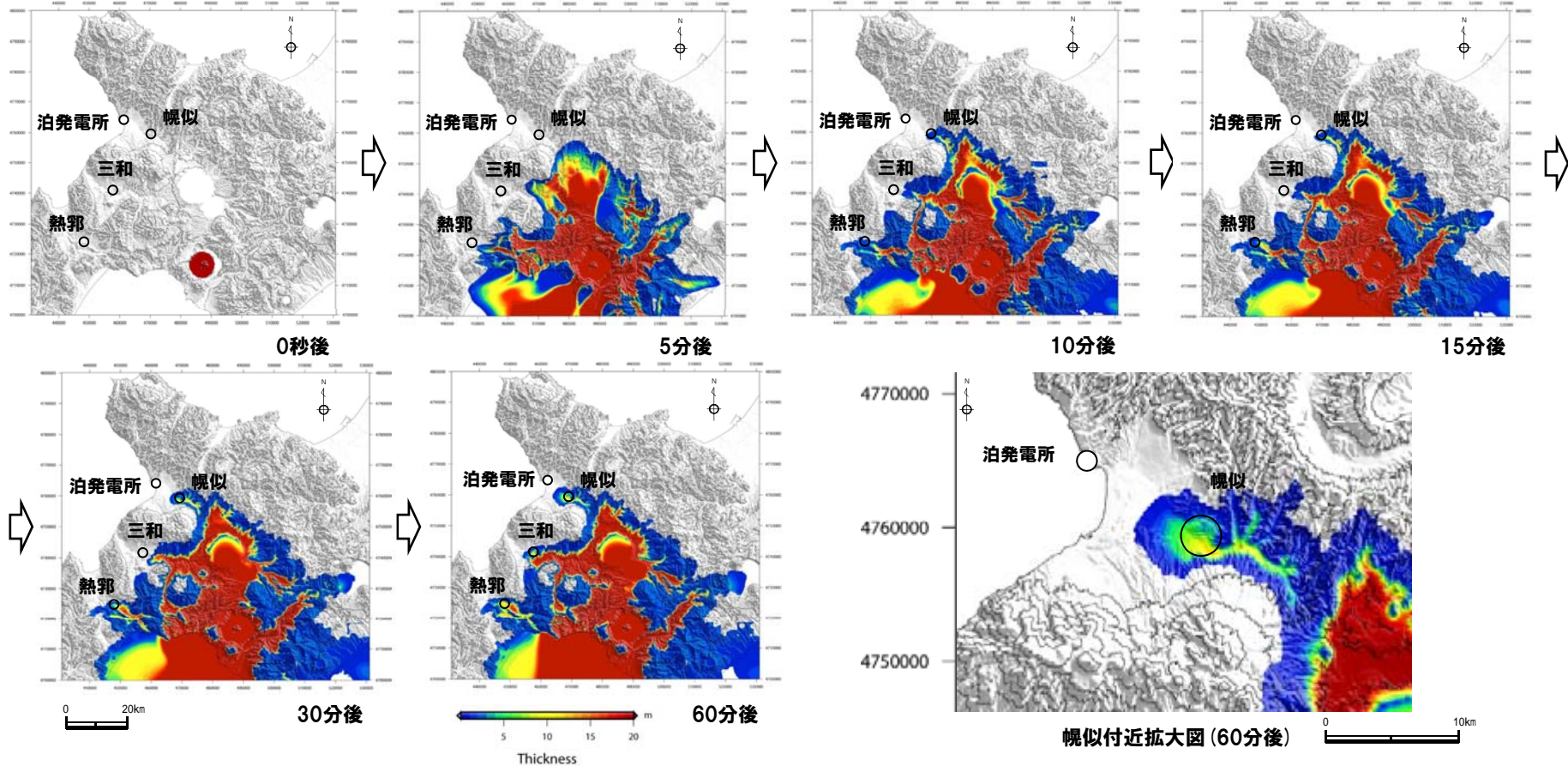
⑦-4 火砕流シミュレーション(検証計算結果)

一部修正 (H26/3/12審査会合)

- 約11万年前の既往最大規模の噴火時においては、羊蹄山及び尻別岳がないこと(噴火履歴(資料集P24~25)参照)を考慮した地形で検証計算を行った。
- 火砕流は噴火から10分で共和町幌似に到達し(約33.0m/s), 15分後に層厚10m以上となった。
- 火砕流は共和町幌似, 黒松内町熱郭及び蘭越町三和まで広がっている。



- 約11万年前の既往最大規模の噴火時の現象を再現していることを確認した。

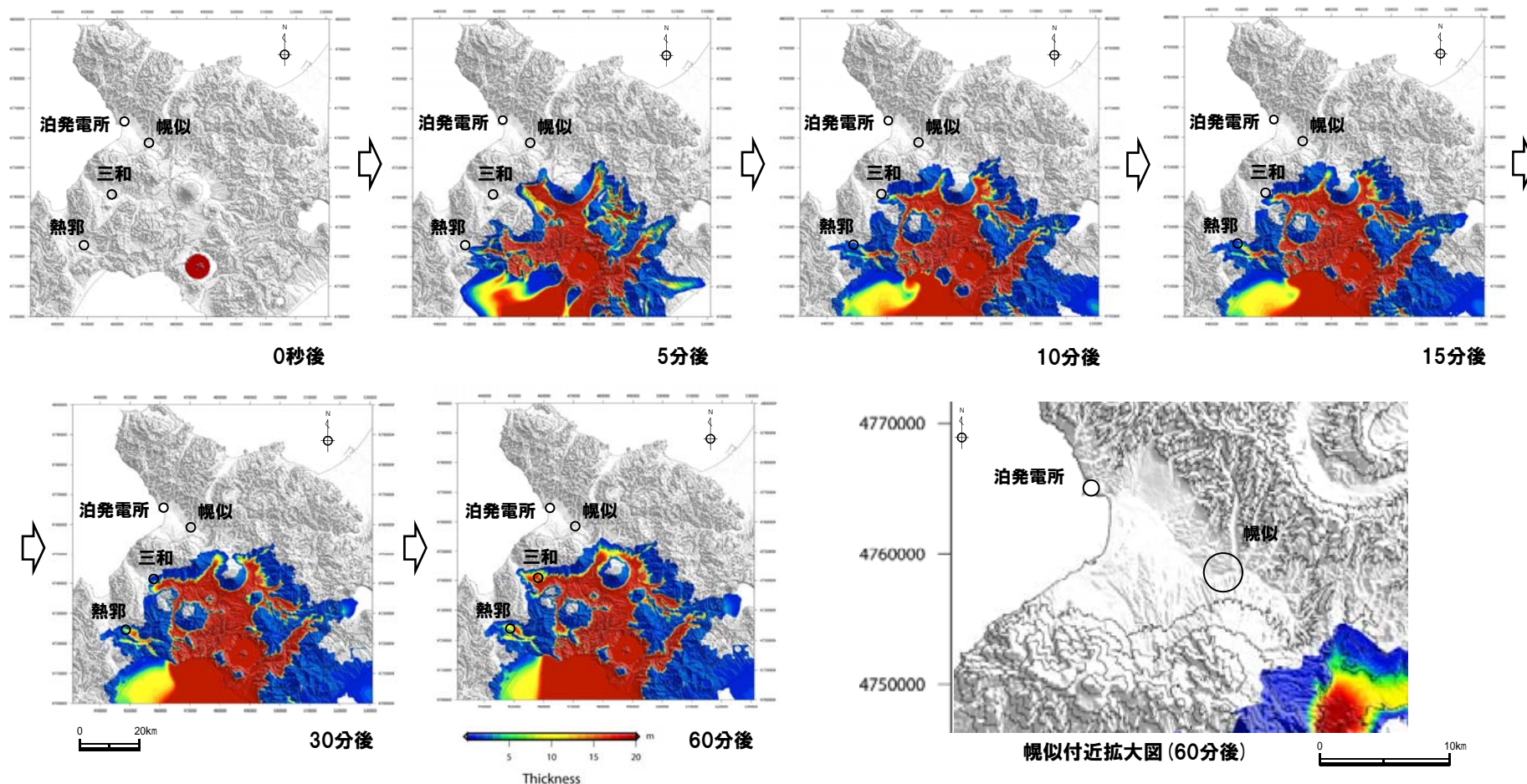


2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

⑦-5 火砕流シミュレーション(想定計算結果)

一部修正 (H26/3/12審査会合)

- 現在の地形における火砕流シミュレーションを実施した。
- 洞爺カルデラにおける既往最大規模の噴火による火砕流は、敷地に到達しない結果となった。



2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

⑧ 洞爺火砕流堆積物調査(1/2)

- 敷地近傍における洞爺火砕流堆積物の分布範囲について、さらなる確認を実施するため、今回、洞爺火砕流堆積物の露頭が確認されている共和町幌似周辺においてボーリング調査を実施した。
- 洞爺火砕流堆積物は堀株川右岸のB-4及びB-5地点で層厚20m程度、C-2地点で層厚1m程度が確認された(ボーリングコア写真、柱状図等は資料集P45～P80参照)。
- 洞爺火砕流堆積物の上端標高は、露頭確認箇所も含め標高50m程度以下である。
- B-4、B-5及びC-2地点における洞爺火砕流堆積物は、淘汰が悪く無層理な、軽石質火山灰からなる。
- B-2地点においても洞爺火砕流堆積物は確認されるが、淘汰がよく葉理が発達しているため、再堆積と考えられる。
- その他の地点では、洞爺火砕流堆積物は確認されない。
- また、岩内平野西部で実施した既往のボーリング調査(梨野舞納地点、H26共和-1～H26共和-7地点)においても、洞爺火砕流堆積物は認められない。



- 泥川合流部付近(C-2地点付近)で洞爺火砕流堆積物の層厚が急減し、岩内平野西部では確認されない状況から、幌似付近が洞爺火砕流の末端部であると考えられる。



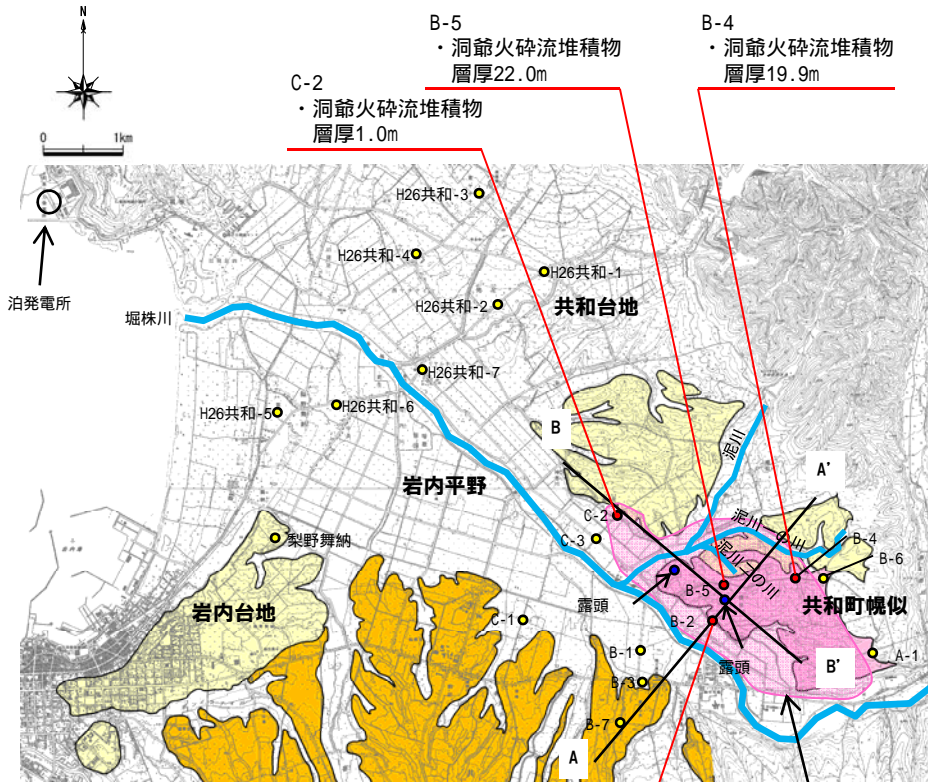
- 火砕流シミュレーションの結果は、洞爺火砕流の末端部は幌似付近となっており、地表地質踏査及びボーリング調査の結果と整合的である。

ボーリング調査結果

ボーリング 孔番	孔口標高 (m)	洞爺火砕流堆積物				備考
		有無	上端標高 (m)	層厚(m)	基底標高 (m)	
A-1	66.8	なし	—	—	—	
B-1	8.3	なし	—	—	—	
B-2	17.9	あり	17.2	13.1	4.1	再堆積
B-3	13.8	なし	—	—	—	
B-4	51.3	あり	51.2	19.9	31.3	
B-5	45.7	あり	45.5	22.0	23.5	
B-6	45.4	なし	—	—	—	
B-7	32.3	なし	—	—	—	
C-1	15.9	なし	—	—	—	
C-2	11.9	あり	5.2	1.0	4.2	
C-3	6.2	なし	—	—	—	

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

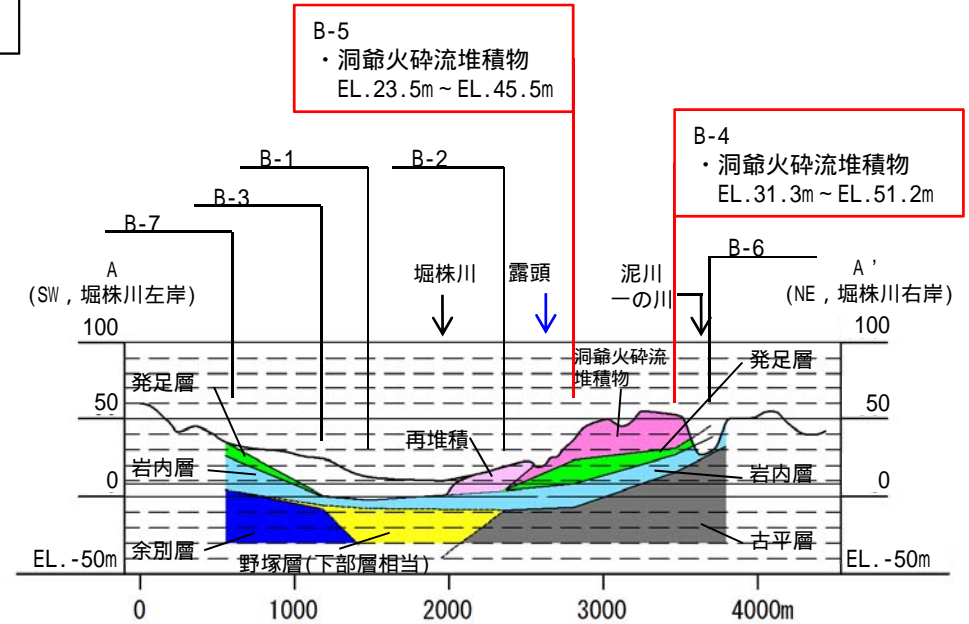
⑧ 洞爺火砕流堆積物調査(2/2)



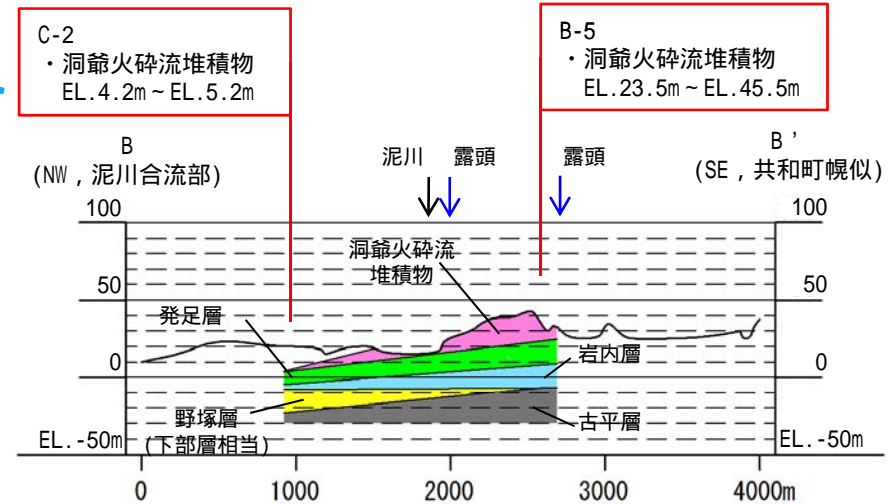
凡例

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
● (Red)	洞爺火砕流堆積物確認箇所	
● (Yellow)	洞爺火砕流堆積物未確認箇所	
● (Blue)	洞爺火砕流堆積物露頭確認箇所	

調査箇所位置図



A-A' 断面(ニセコ山麓~共和町幌似)



B-B' 断面(泥川合流部~共和町幌似)

2.4 詳細な個別評価(洞爺カルデラ)

⑨ 評価(洞爺カルデラ)

一部修正(H25/12/18審査会合)

【火砕流堆積物の分布・地形状況】

- 敷地を中心とする半径10kmの範囲において、洞爺カルデラの火砕流堆積物が認められる。
- 地表地質踏査の結果から、洞爺火砕流堆積物は、敷地近傍では共和町幌似付近に分布が確認されているが、堀株川左岸、ニセコ山麓、岩内平野西部及び敷地には確認されないため、共和町幌似付近が末端部であったと考えられる(この結果はボーリング調査結果と整合的である、P46～P47参照)。
- 敷地と岩内平野の間には、標高差100m程度の丘陵地が分布している。

【活動性評価】

- 洞爺カルデラで想定される運用期間中の噴火規模については、後カルデラ火山活動期の有珠山相当であると考えられる。
- 気象庁によれば、有珠山の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。
- 現在の有珠山の噴火警戒レベルは1(活火山であることに留意)であり、警戒レベル5(避難)においても、泊地域は警戒が必要な範囲には含まれていない。

【火山性地震】

- 地震活動は洞爺カルデラ域での広域的なものではなく、活動中心は有珠山周辺に限定的であり、有珠山の活動状況と調和的である。

【地殻変動】

- 洞爺カルデラにおいては、大規模なマグマ噴出を伴う破局的噴火直前を示唆するような広域的な地殻変動等は認められない。

【火砕流シミュレーション】

- 洞爺カルデラについて、約11万年前の既往最大規模の噴火を想定し、現在の地形を反映した火砕流シミュレーションを実施した結果、火砕流は敷地に到達しない結果となった。



- 洞爺カルデラで想定される運用期間中の噴火規模は、後カルデラ火山活動期の有珠山相当であると考えられ、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ものと評価される。
- 洞爺カルデラについては、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できるが、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を考慮し、念のため、地殻変動等について、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ことを目的に、原子力発電所の火山影響評価ガイドに基づくモニタリングを行う。

余白

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

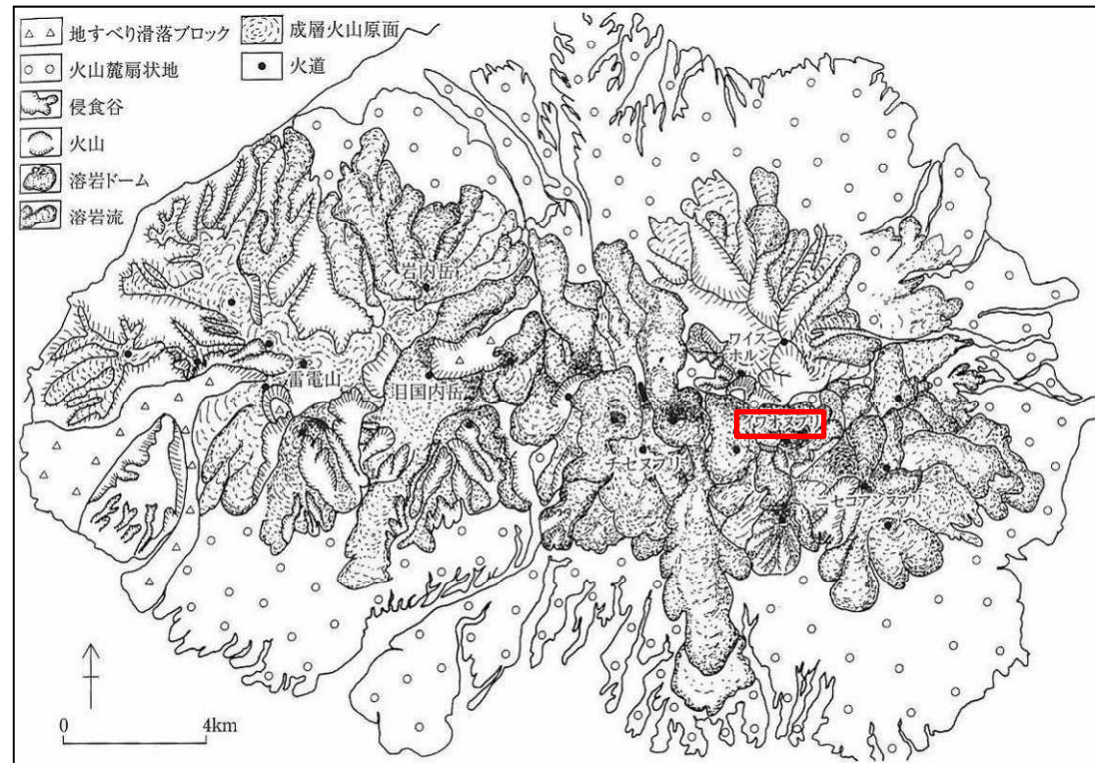
① 火山概要

一部修正 (H25/12/18審査会合)

- 位置：敷地の南東方約22km
- 構成：3火山群(ワイスホルン, ニセコ火山群, 雷電火山群)(小嶋ほか編, 2003)
- 活動：約200万年前以降に雷電山が活動を開始した。確認された最新のマグマ噴火は、イワオヌプリの約6,000年前である。
- 火山噴出物の分布：溶岩流などの分布は山体近傍に限定される。
- 噴出規模：最近活動したと考えられるイワオヌプリの総噴出量はNEDO(1986, 1987)の分布より、約0.7km³と推定される。



ニセコ・雷電火山群の位置図



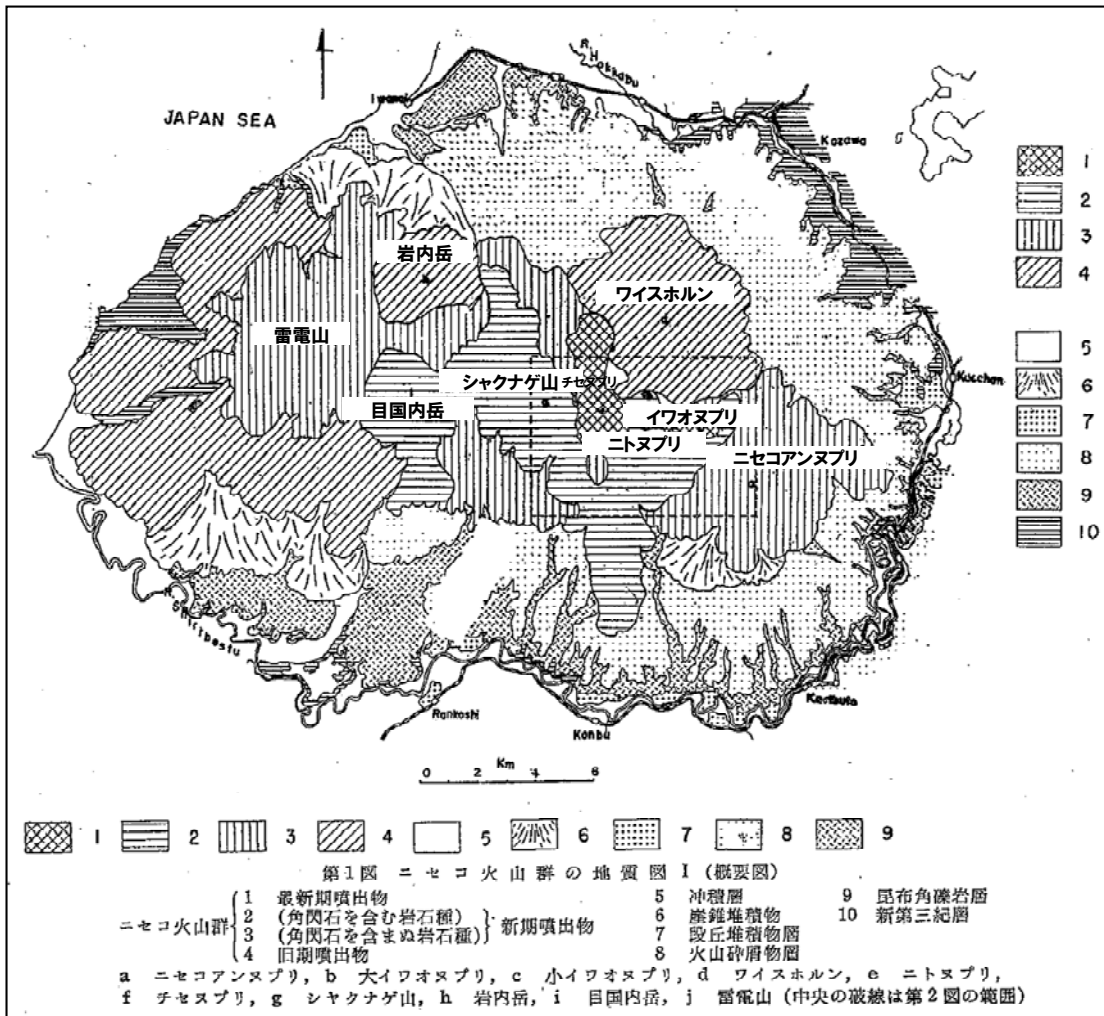
ニセコ・雷電火山群の地形分類図(小嶋ほか編, 2003)

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

②-1 地質分布・地質層序 (大場, 1960)

再掲 (H25/11/13審査会合)

- 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) に一部加筆)

第1表 地質層序

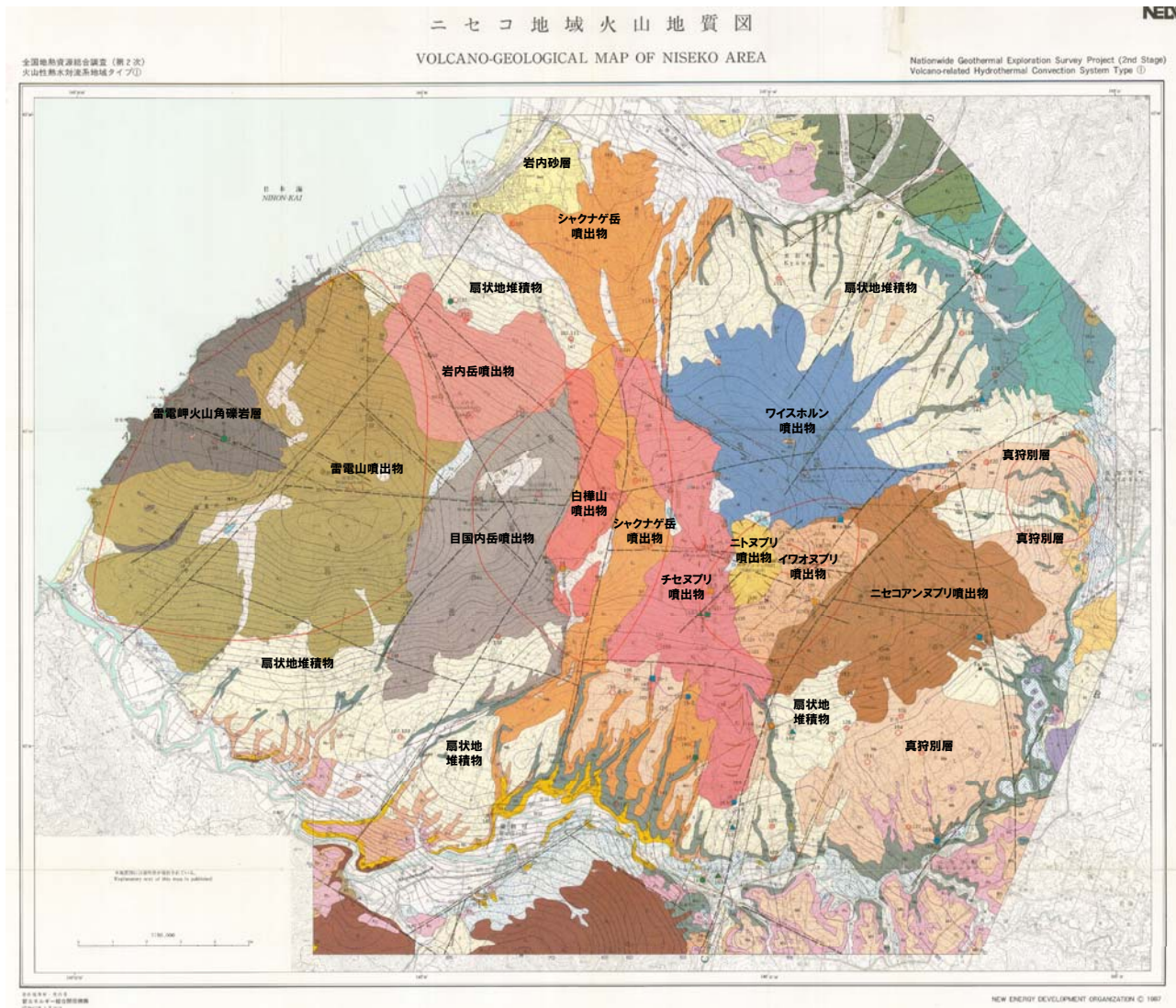
時代	層序	火山活動		
第四紀	沖積世	河床堆積物 湖水堆積物 扇状地堆積物	大イワオヌプリ 小イワオヌプリ チセヌプリ ニトヌプリ シャクナゲヌプリ ニセコアンヌプリ	最新期ニセコ火山群
	洪積世	火山砕屑物 段丘堆積物	雷電岳 (上部) 目国内岳	新期ニセコ火山群
		昆布角礫岩層	雷電岳 (下部) 岩内岳 ワイスホルン	旧期ニセコ火山群
	第三紀	鮮新世 中新世 新第三紀層		

火山地質図 (大場 (1960) に一部加筆)

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

②-2 地質分布・地質層序 (NEDO, 1986, 1987) (1/3)

再掲 (H25/12/18審査会合)



【NEDO (1986, 1987) 調査概要】

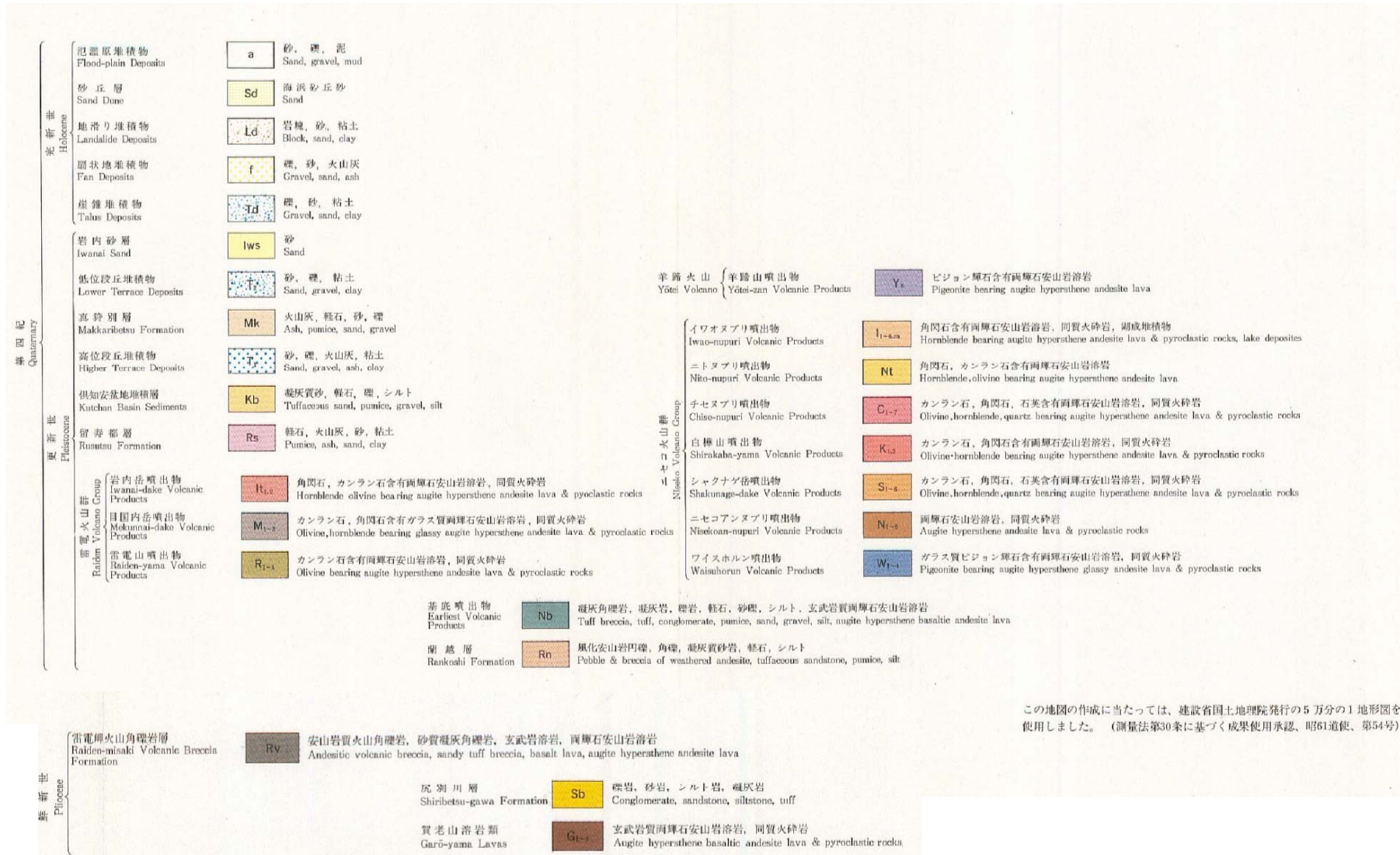
- 目的:
「全国地熱資源総合調査」(旧 通商産業省からの補助金で実施)の一環として、1984年～1986年にニセコ地域(ニセコ・雷電火山群)における調査を実施。
- 調査範囲(図幅範囲):
火山地質図作成範囲は、ニセコ・雷電火山群の火山噴出物が分布する範囲。
- 調査内容:
基盤の地質構造、火山地質構造(雷電火山群・ニセコ火山群の地質構造)に関する
 - ・空中写真判読
 - ・地表地質踏査
 各火山噴出物のフローユニット単位での
 - ・磁化方位測定
 - ・年代測定
 - ・化学組成分析
 等を実施。

ニセコ地域火山地質図 (NEDO (1987) に一部加筆)

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

②-2 地質分布・地質層序 (NEDO, 1986, 1987) (2/3)

再掲 (H25/12/18審査会合)



ニセコ地域火山地質図(凡例) (NEDO (1987) より抜粋)

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

②-2 地質分布・地質層序 (NEDO, 1986, 1987) (3/3)

再掲 (H25/11/13審査会合)

○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。

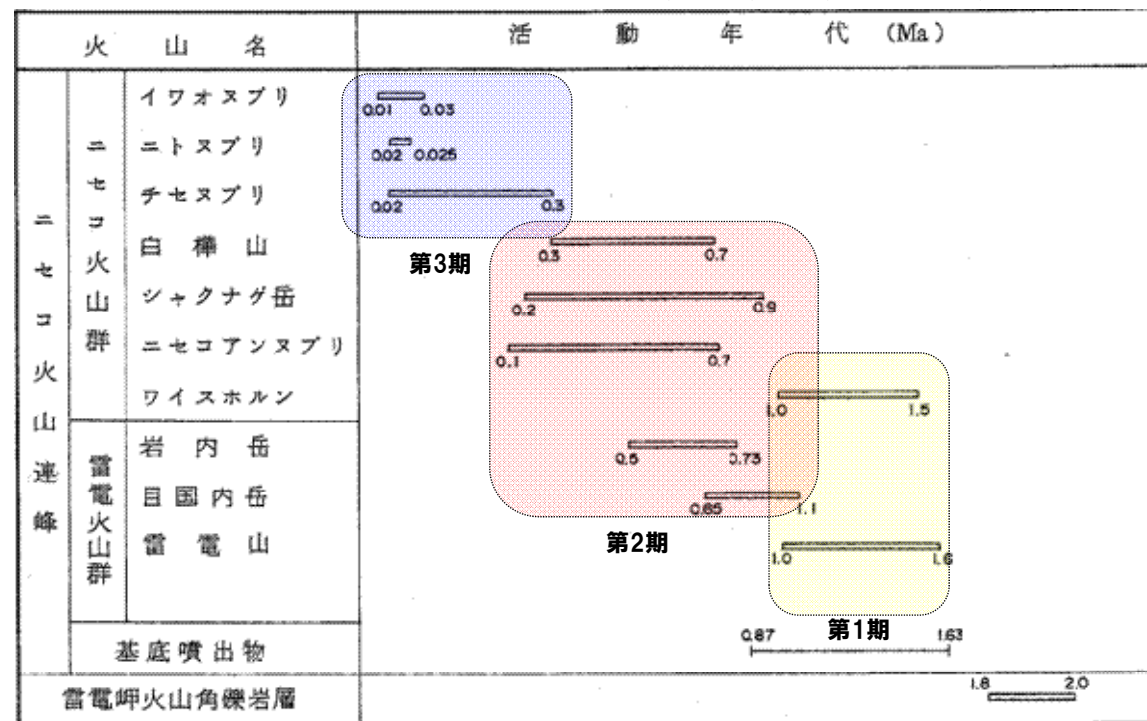
○活動時期を, 「第1期」, 「第2期」及び「第3期」に分類している。

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) に一部加筆)



2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

②-3 地質分布・地質層序(日本地質学会編, 2010)

一部修正(H25/11/13審査会合)

- 活動時期を、「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

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

②-4 地質分布・地質層序 (産業技術総合研究所, 2013)

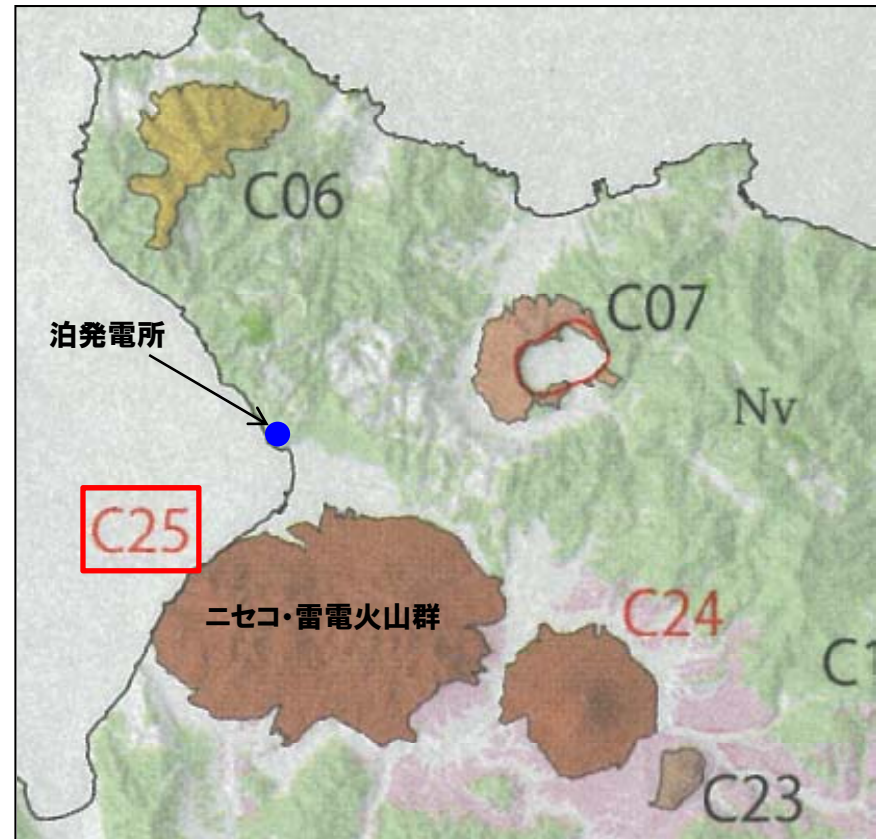
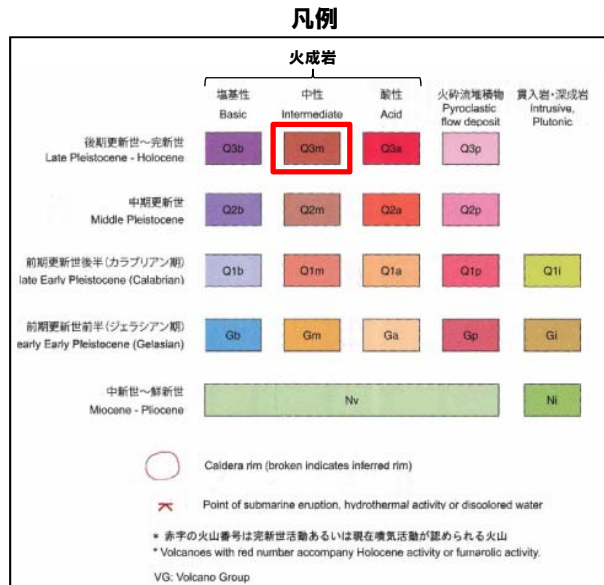
一部修正 (H25/11/13審査会合)

- 活動時期は、前期更新世前半～完新世とされている。
- 火成岩の代表的な岩種は中性の安山岩であるとされ、敷地まで到達していない(右下図参照)。
- 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、敷地まで到達していない。

ニセコ・雷電火山群の火山データ
(産業技術総合研究所(2013)「日本の火山(第3版)」)

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



ニセコ・雷電火山群(C25)の火山地質図
(産業技術総合研究所(2013)「日本の火山(第3版)」に一部加筆)

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

②-5 地質分布・地質層序(地形調査, 地表地質踏査)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

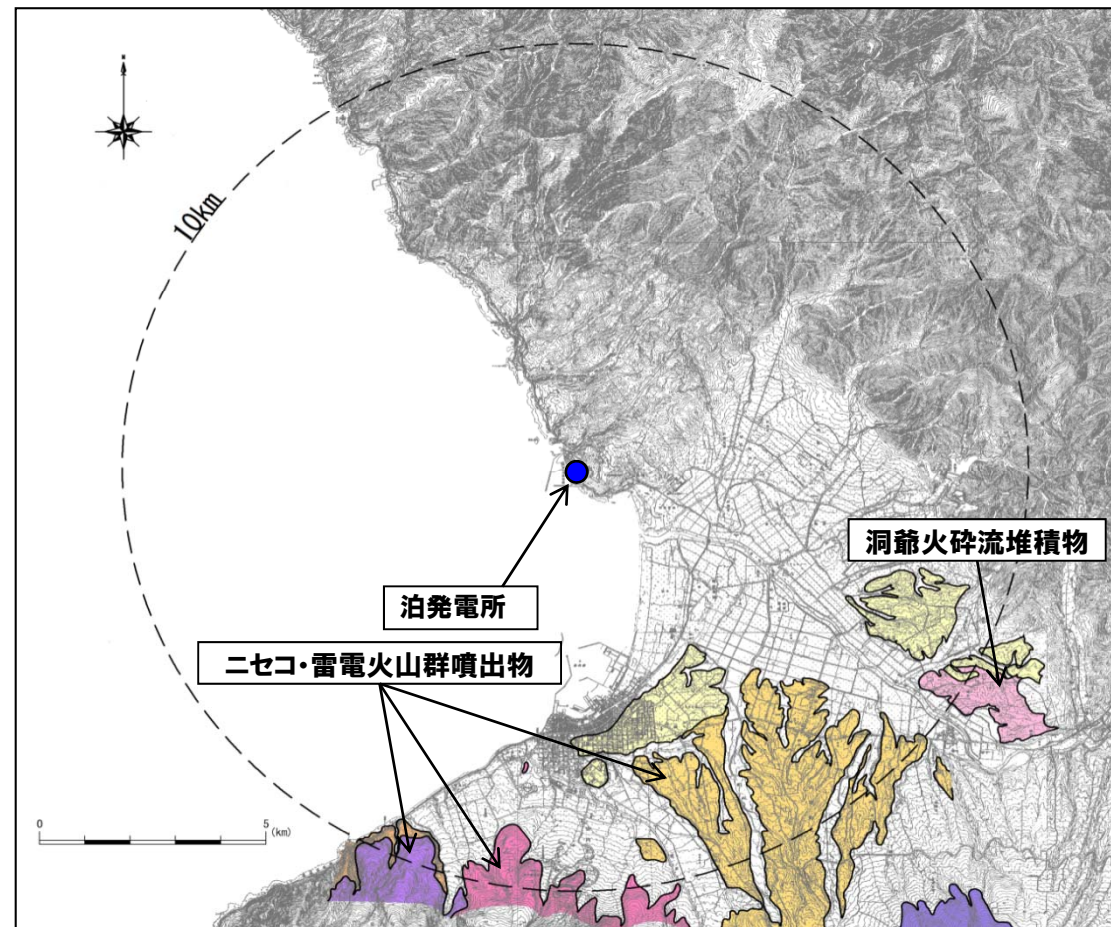
○敷地周辺における地形調査, 地表地質踏査等の結果から, ニセコ・雷電火山群の火山噴出物は下図の範囲に認められ, 敷地まで到達していない。

【調査概要】

- 敷地周辺陸域:
敷地を中心とする半径約30km及びその周辺陸域について, 地形調査, 地表地質踏査等を実施。
- 敷地:
地形調査, 地表地質踏査, ボーリング調査(合計214孔, 総延長 約28,630m), 試掘坑調査(総延長 約2,190m)等を実施。

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

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

②-6 地質分布・地質層序(まとめ)

一部修正(H25/12/18審査会合)

- 大場(1960), NEDO(1986,1987)及び産業技術総合研究所(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			

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

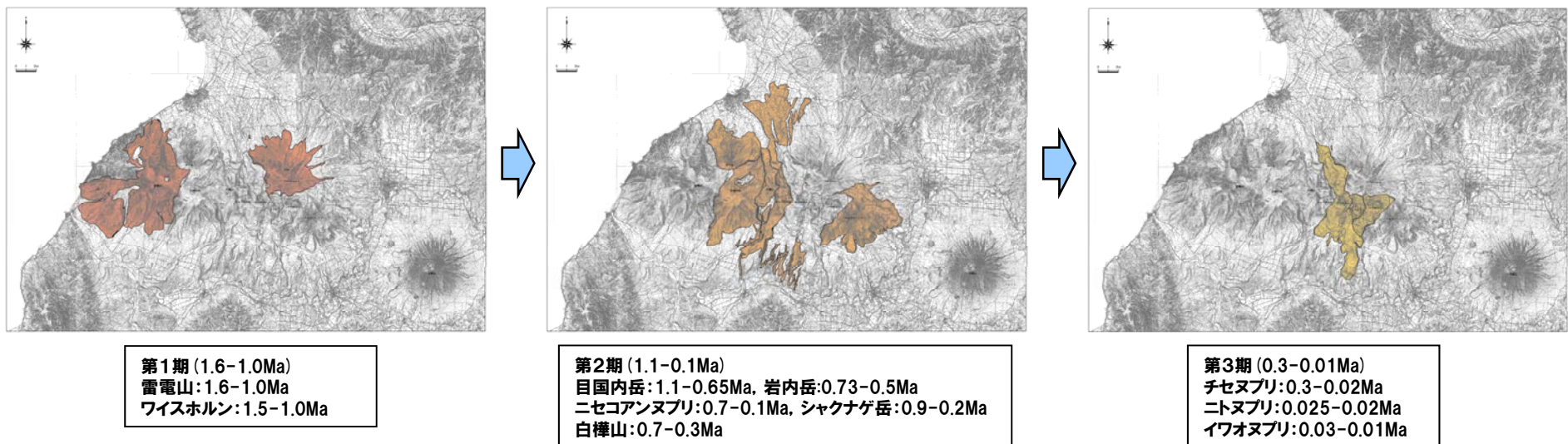
③ 活動の変遷

再掲 (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。
- 奥野 (2003) によれば、イワオヌプリから噴出されたスコリア直下の腐植土の¹⁴C年代値が、 $6,030 \pm 80$ BPとされており、他のニセコ・雷電火山群の火山噴出物の年代値と比較しても新しい。



- 活動は大局的に西から内陸部へ移動し、ニセコ・雷電火山群の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)

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

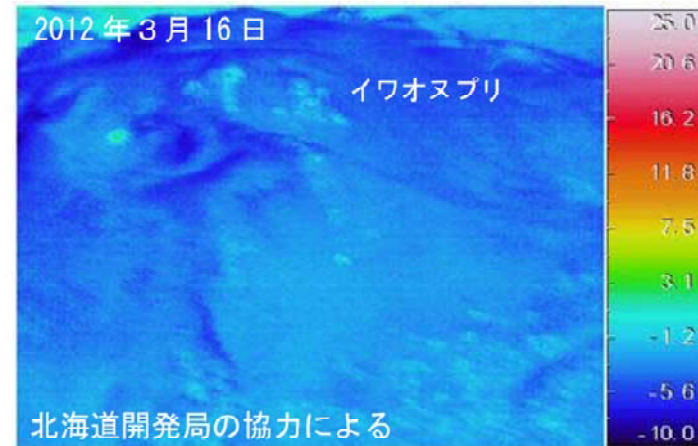
④ イワオヌプリの状況(気象庁 火山活動解説資料)

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

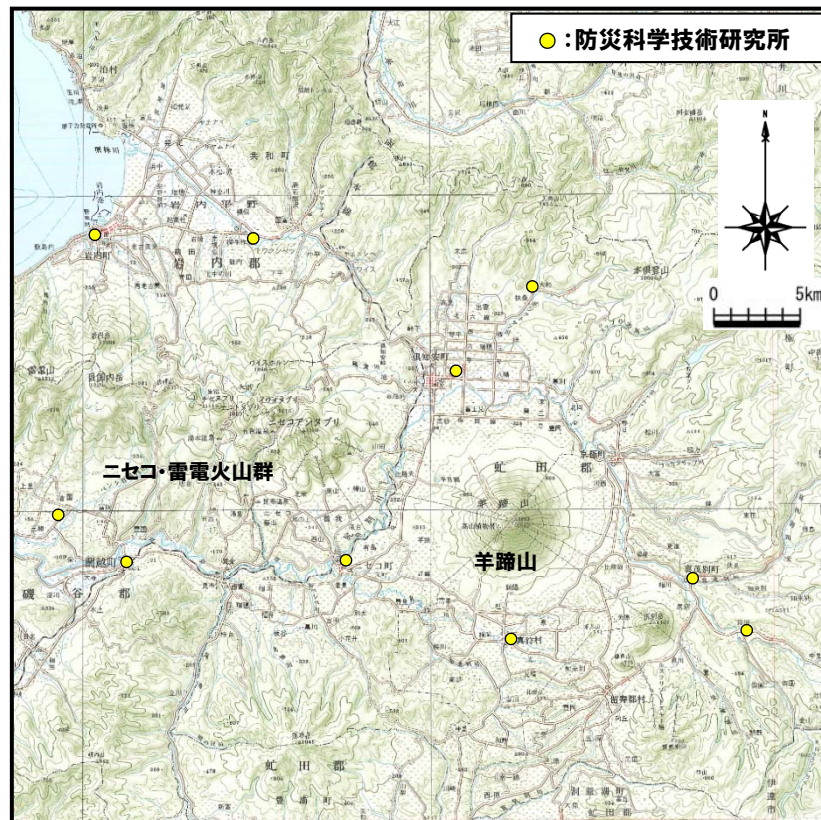
年	月	気象庁の見解(火山活動)	調査項目	備考
H16	5	噴気は認められない。	上空からの観測	
H18	7	噴気や高温域は認められない。火山活動は静穏な状況。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H19	5	噴気や高温域は認められない。火山活動は静穏な状況。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H20	3	噴気や地熱域は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	H19.12.1に噴火予報(正常)を発表
	6	噴気や地熱域は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	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	

余白

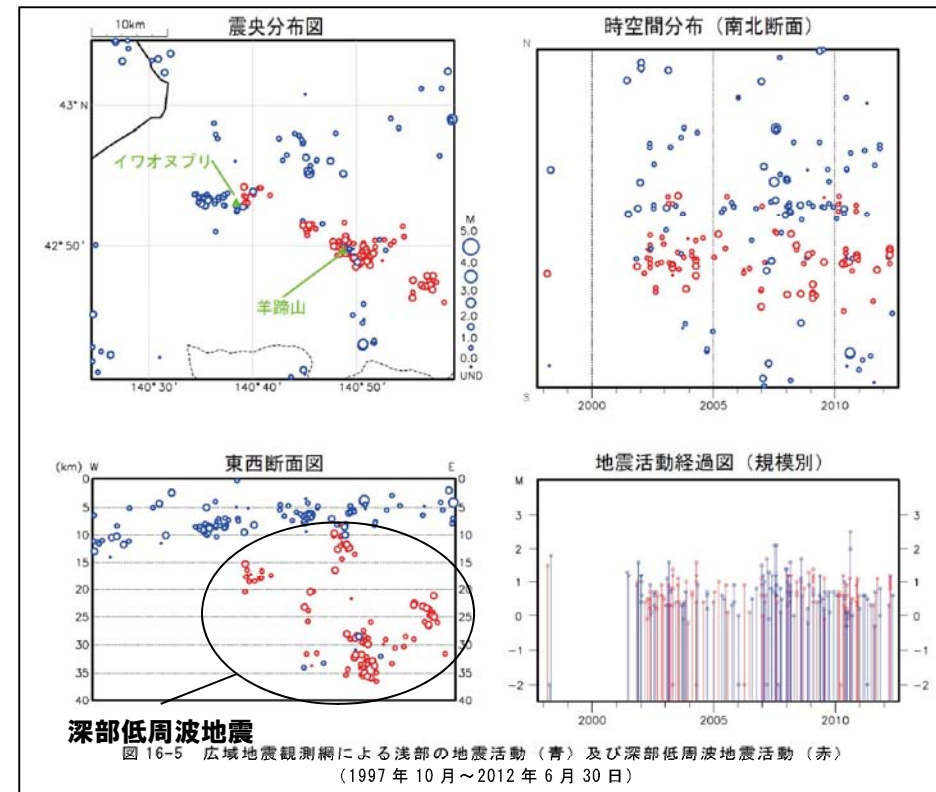
⑤-1 火山性地震(気象庁編, 2013)

一部修正(H25/11/13審査会合)

- 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。
- イワオヌプリ及び羊蹄山周辺においては、散発的に震央の分布が認められる。
- 浅部の地震活動は、イワオヌプリ及び羊蹄山周辺に認められるが、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。
- 深部低周波地震活動(約10km以深)は、イワオヌプリ及び羊蹄山周辺に認められるが、規模・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)



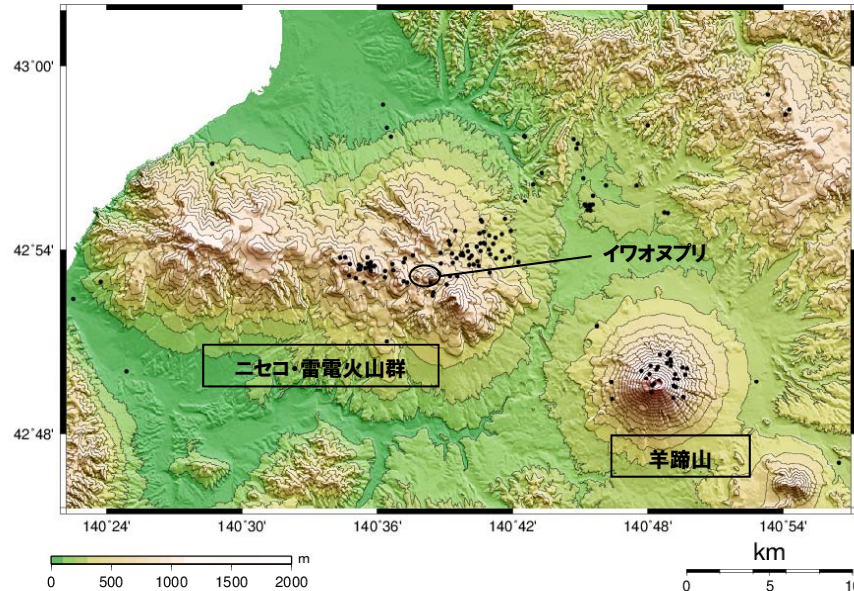
ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の地震活動
(1997年10月~2012年6月30日, 「日本活火山総覧(第4版)」に一部加筆)

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

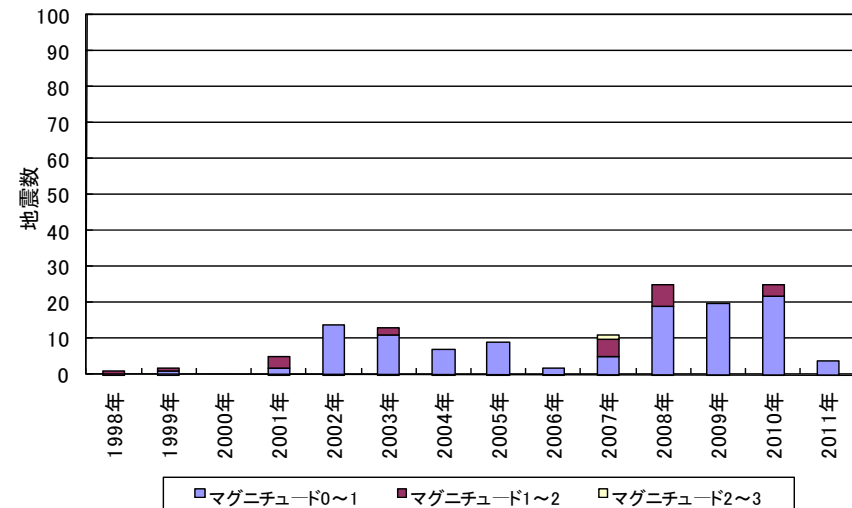
⑤-2 火山性地震(気象庁, 2011)

一部修正(H25/11/13審査会合)

- 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20km以浅の地震活動の震央分布を示す。震央のデータは地震年報(気象庁, 2011)のものを使用した。
- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺においては、イワオヌプリ及び羊蹄山周辺に散発的に震央の分布が認められる。
- マグニチュード1以上の地震の発生は少なく、火山性地震が増加しているような傾向は認められない。



ニセコ・雷電火山群, 羊蹄山周辺の震央分布図
(1983年1月1日～2011年12月31日の記録, 深さ20km以浅)

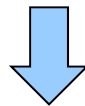


地震発生数の年別時間変化(1998～2011年, 深さ20km以浅)

⑤-3 火山性地震(まとめ)

一部修正(H25/12/18審査会合)

- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の火山性地震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)」の内容及び地震年報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。
 - ・イワオヌプリ及び羊蹄山周辺に散発的に震央の分布が認められる。
 - ・浅部の地震活動は、イワオヌプリ及び羊蹄山周辺に認められるが、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。
 - ・深部低周波地震活動(約10km以深)は、イワオヌプリ及び羊蹄山周辺に認められるが、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。



- 地震活動は散発的であり、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気象庁の報告と調和的である。

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

⑥-1 地殻変動(上下変動) (1/3)

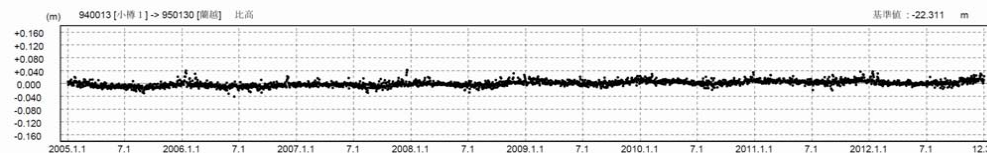
一部修正 (H25/11/13審査会合)

- 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~2012年12月)。
- 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, 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。
- 次頁以降, 東北地方太平洋沖地震発生前後年(下表赤枠部)の年間変動ベクトル図(上下)を示す。

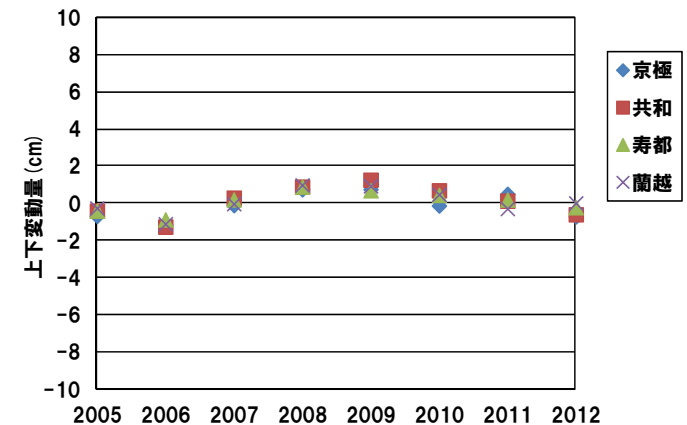
年間上下変動量 (cm)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
京極	-0.68	-1.15	-0.10	+0.75	+0.76	-0.12	+0.51	-0.71
共和	-0.39	-1.25	+0.30	+0.90	+1.27	+0.70	+0.14	-0.59
寿都	-0.39	-0.87	+0.21	+0.90	+0.70	+0.45	+0.20	-0.21
蘭越	-0.25	-1.10	-0.02	+0.99	+0.94	+0.48	-0.28	+0.02

(固定局:小樽1)



小樽1-蘭越間の基線長変化(比高)



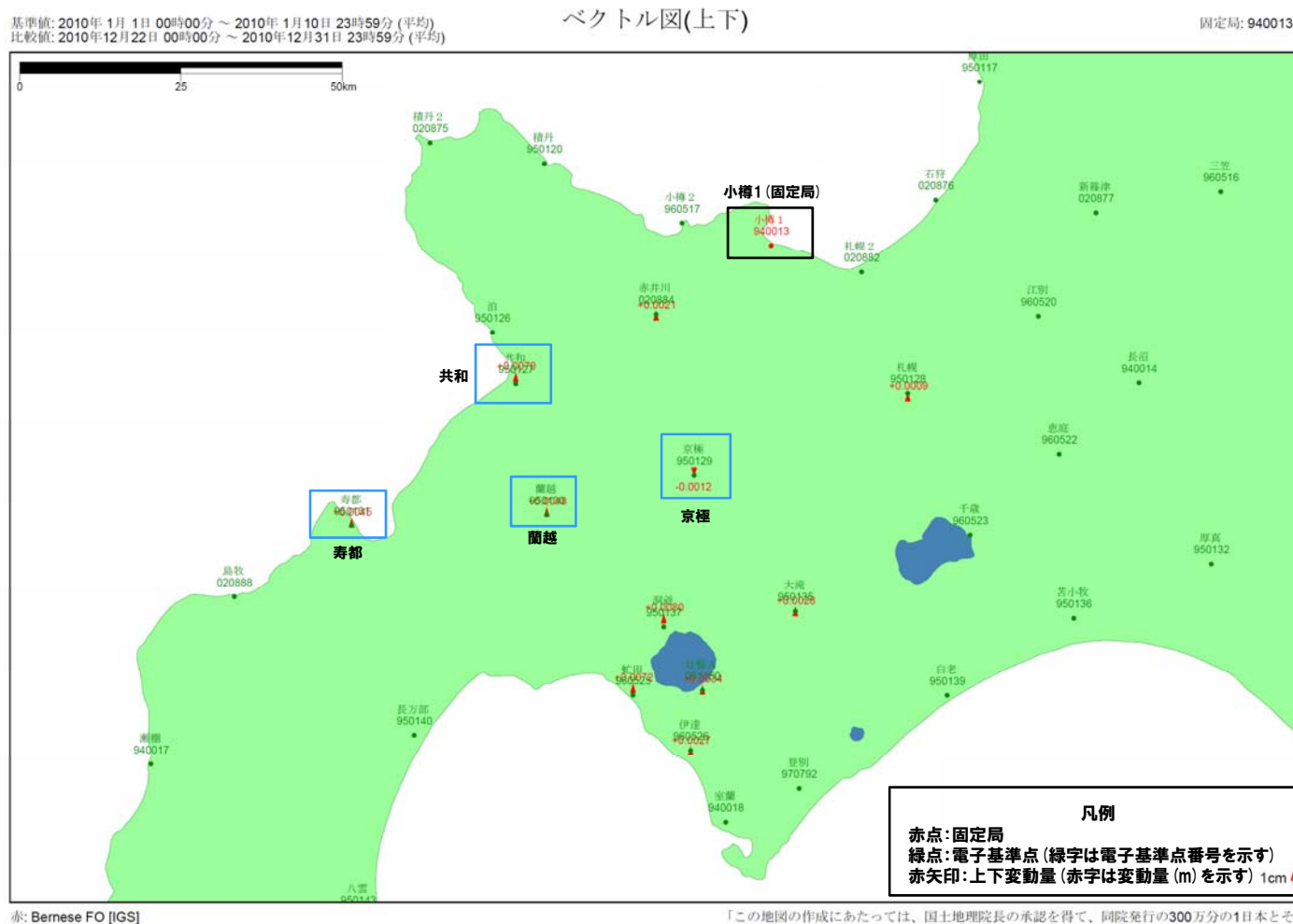
年間上下変動量のグラフ

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

⑥-1 地殻変動(上下変動) (2/3)

再掲(H25/11/13審査会合)

- 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の顕著な隆起や沈降は認められない。



「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)」

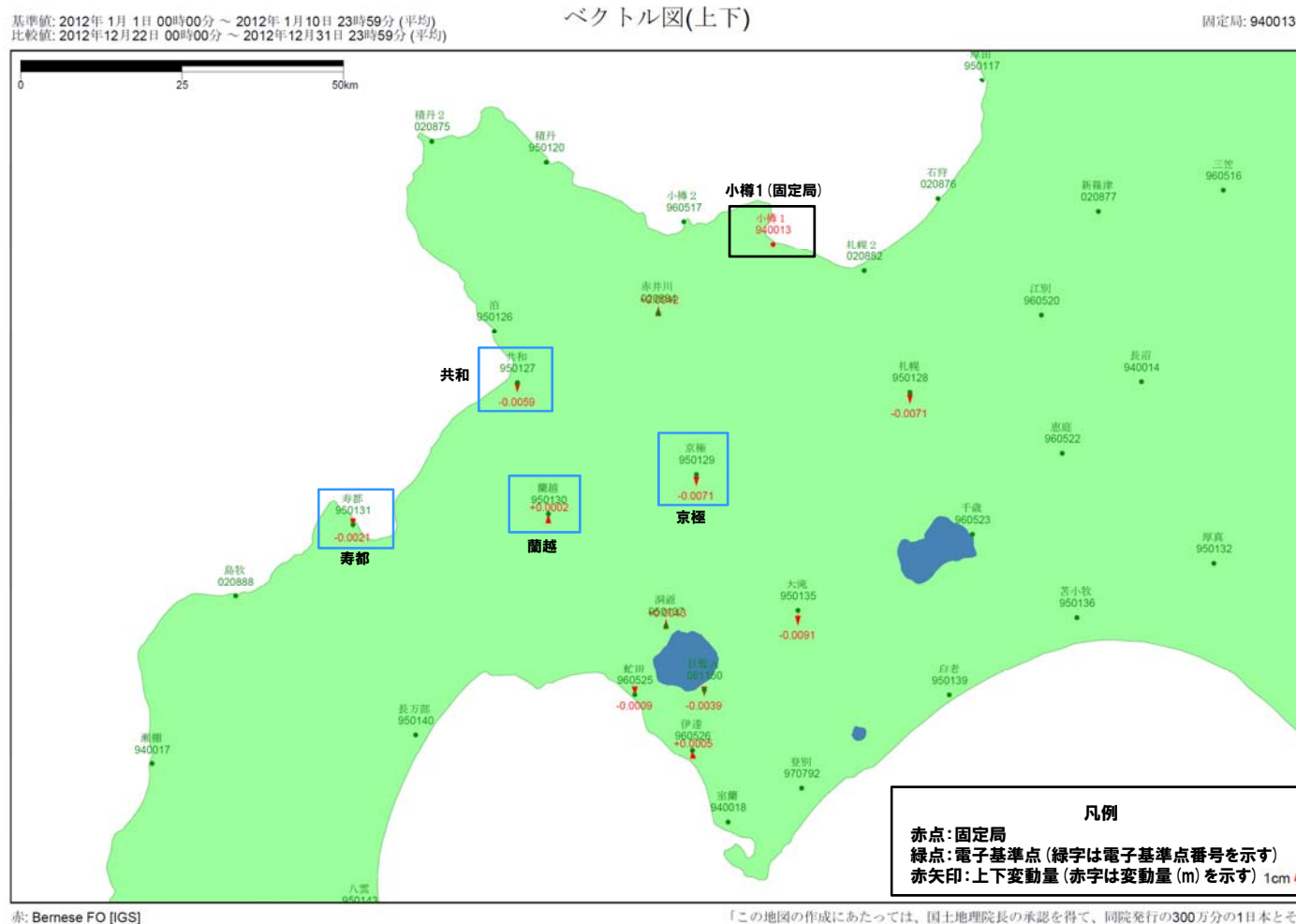
電子基準点の変動ベクトル図(上下)
(対象期間:2010年1月～2010年12月)

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

⑥-1 地殻変動(上下変動) (3/3)

再掲(H25/11/13審査会合)

- 東北地方太平洋沖地震発生後、2012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の顕著な隆起や沈降は認められない。



「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)」

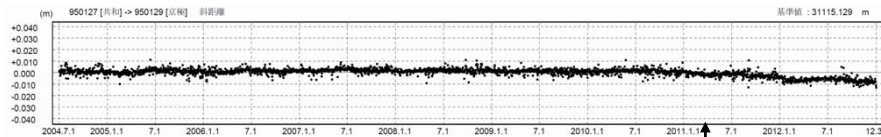
電子基準点の変動ベクトル図(上下)
(対象期間: 2012年1月～2012年12月)

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

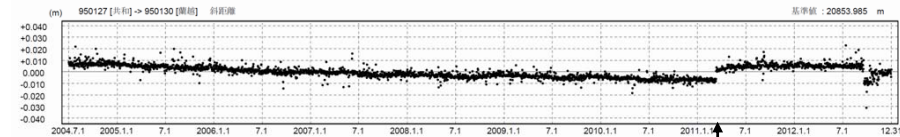
⑥-2 地殻変動(斜距離変化)

再掲(H25/11/13審査会合)

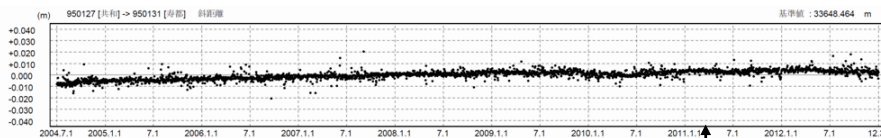
- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の4観測点(京極, 共和, 寿都, 蘭越)を結んだ5測線の基線長の斜距離変化を示す(対象期間: 2004年7月~2012年12月)。
- 各測線ともに, 東北地方太平洋沖地震前後で不連続が認められるものの, 対象期間において変化は緩やかであり, 顕著な膨張や収縮は認められない。



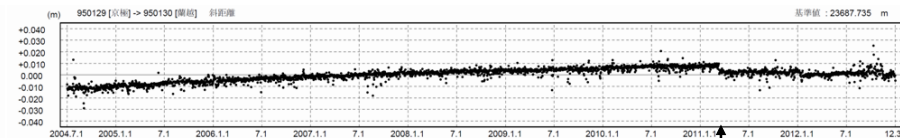
① 共和-京極間の斜距離変化 東北地方太平洋沖地震



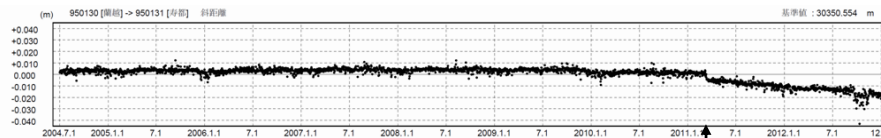
② 共和-蘭越間の斜距離変化 東北地方太平洋沖地震



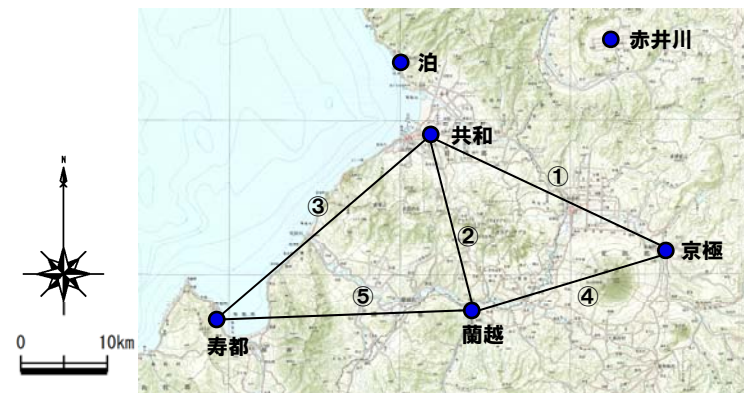
③ 共和-寿都間の斜距離変化 東北地方太平洋沖地震



④ 京極-蘭越間の斜距離変化 東北地方太平洋沖地震



⑤ 蘭越-寿都間の斜距離変化 東北地方太平洋沖地震



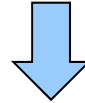
ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺観測点位置図

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

⑥-3 地殻変動(まとめ)

一部修正(H25/12/18審査会合)

- 国土地理院の電子基準点データを用いた変動量解析(対象期間:2005年1月~2012年12月)を実施した。
- 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。
- 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の顕著な隆起や沈降は認められない。
- 各測線ともに、東北地方太平洋沖地震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。



- 地殻変動等がほとんど認められず、イワオヌプリ及び羊蹄山に噴火の兆候は認められないとされている気象庁の報告と調和的である。

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

⑦-1 溶岩流シミュレーション(概要)

再掲(H25/12/18審査会合)

- ニセコ・雷電火山群について、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*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、同様に安山岩質の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。

*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.%)	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		
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)																														

※ 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)

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

⑦-2 溶岩流シミュレーション(噴出量の設定)

再掲(H25/12/18審査会合)

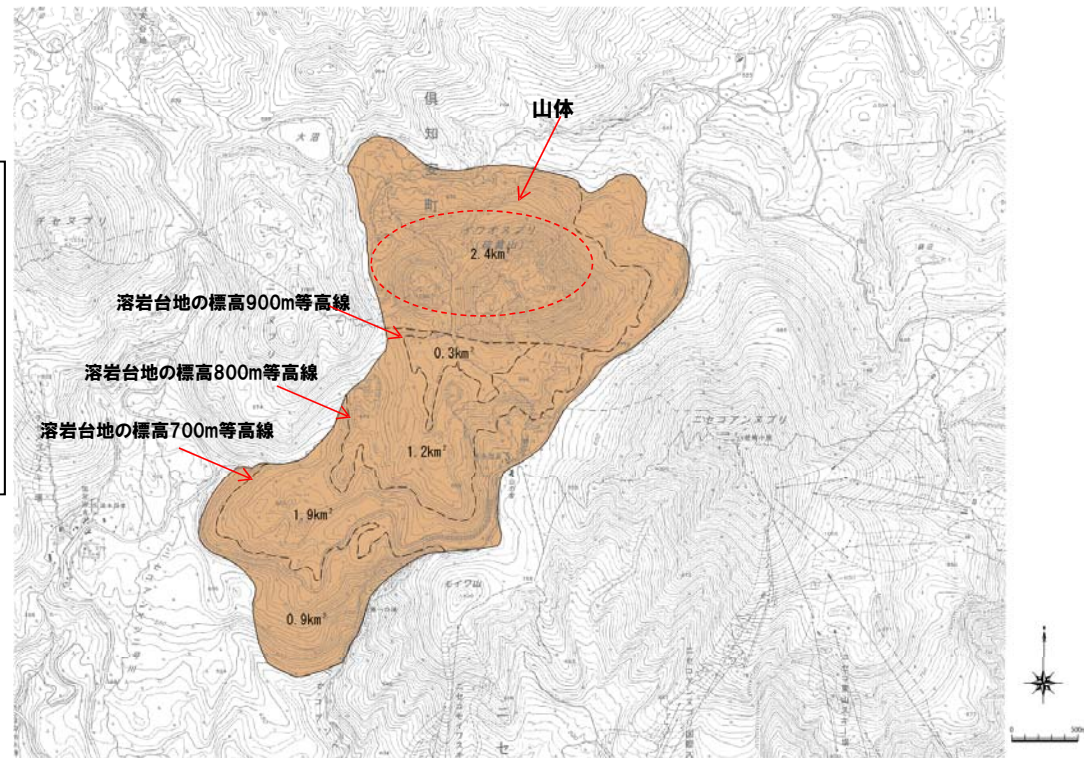
○溶岩流噴出量は、現在の活動中心であるイワオヌプリを対象として、NEDO(1987)の分布範囲から溶岩台地を想定し、 0.72km^3 と設定した。

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



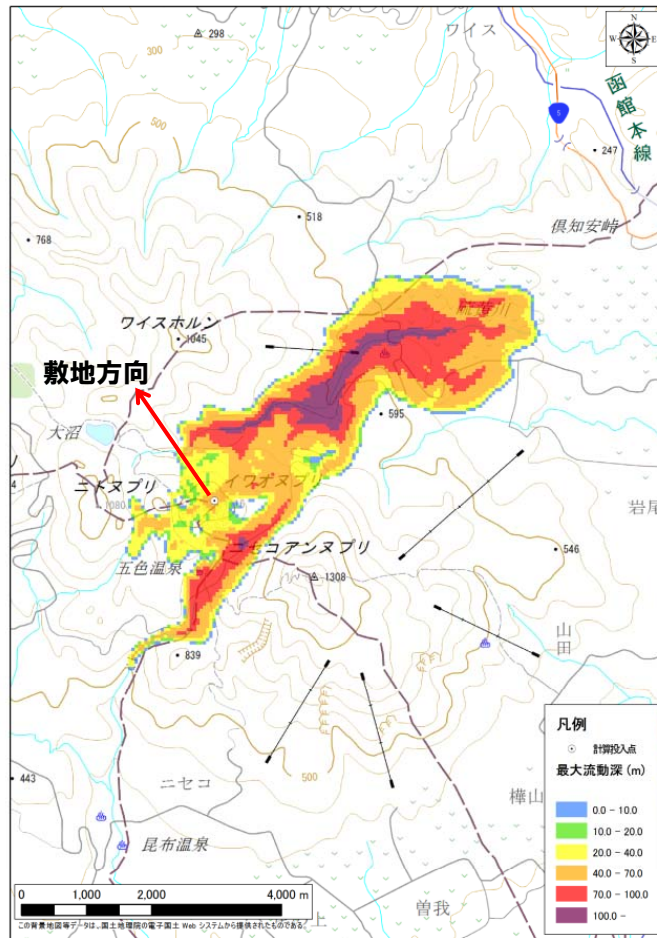
イワオヌプリ噴出物の分布

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

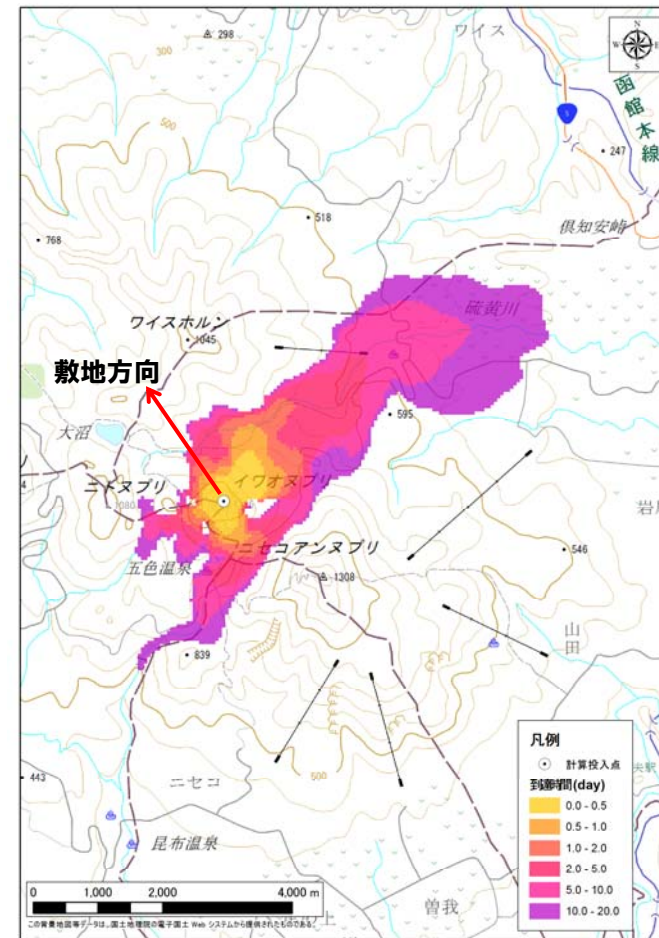
⑦-3 溶岩流シミュレーション(結果)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

○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

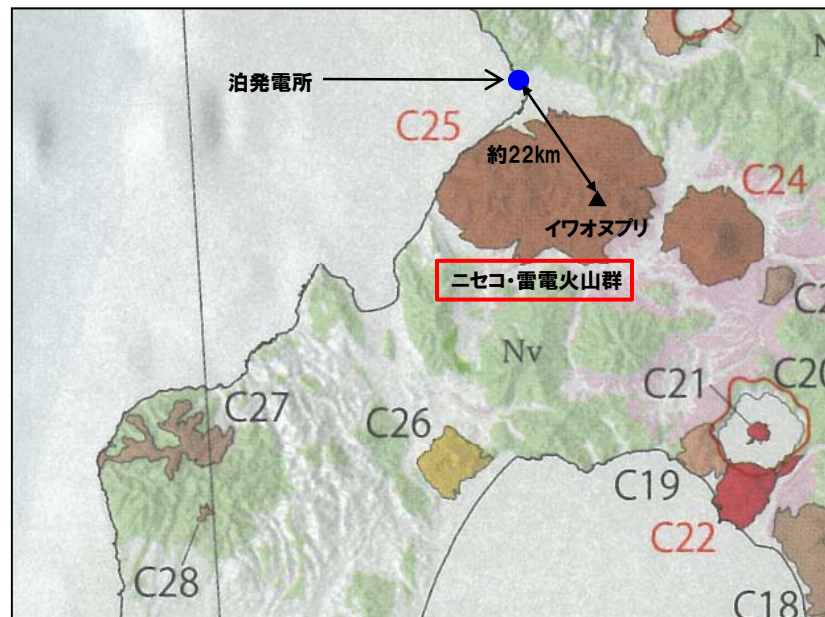
2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

⑧ 火山泥流

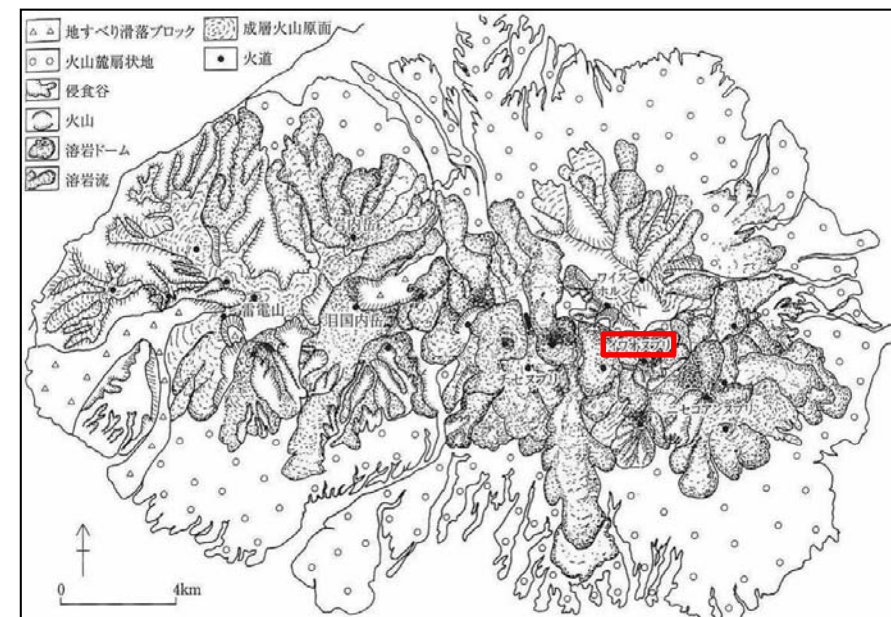
再掲 (H25/12/18審査会合)

○ニセコ・雷電火山群は、以下のことから、大規模な火山泥流が発生する可能性は小さいと判断される。

- ・活動様式 : 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)。
- ・近年の活動 : ニセコ・雷電火山群の現在の活動中心はイワオヌプリにあるとされ、最新の噴火は約6,000年前とされている(勝井ほか(2007), 奥野(2003))。
- ・その他 : 溶岩流シミュレーション結果は、溶岩流はワイスホルン、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。



ニセコ・雷電火山群 (C25) の火山地質図
(産業技術総合研究所, 2013) に一部加筆



ニセコ・雷電火山群の地形分類図 (小疇ほか編, 2003)

2.5 詳細な個別評価(ニセコ・雷電火山群)

⑨ 評価(ニセコ・雷電火山群)

一部修正(H25/12/18審査会合)

【火山噴出物の分布】

○代表的な文献及び地表地質踏査等の結果によれば、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。

【活動性評価】

○ニセコ・雷電火山群の最新の活動はイワオヌプリと考えられる。

○気象庁によれば、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。

【火山性地震】

○地震活動は散発的であり、イワオヌプリに噴火の兆候は認められないとされている気象庁の報告と調和的である。

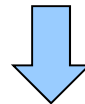
【地殻変動】

○地殻変動等がほとんど認められず、イワオヌプリに噴火の兆候は認められないとされている気象庁の報告と調和的である。

【その他】

○シミュレーションの結果、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、敷地方向に流下しない結果となった。

○活動様式、近年の活動等から、大規模な火山泥流が発生する可能性は小さいと判断される。



○ニセコ・雷電火山群において、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ものと評価される。

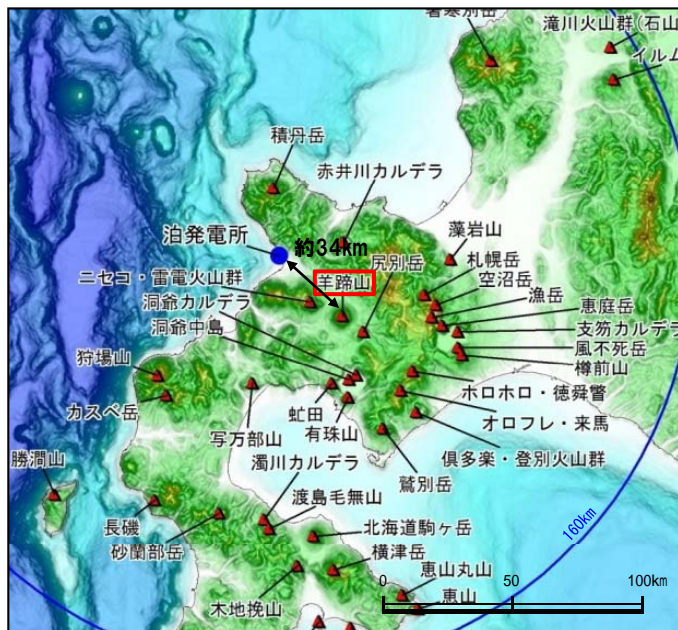
○ニセコ・雷電火山群については、既往最大の噴火を考慮しても、発電所に影響を及ぼさないと判断できるが、敷地から近いことや、敷地との間に地形的障害物がないことを考慮し、念のため、地殻変動等について、現在の状況から有意な傾向の変化がないことを確認することを目的に、原子力発電所の火山影響評価ガイドに基づくモニタリングを行う。

2.6 詳細な個別評価(羊蹄山)

① 火山概要

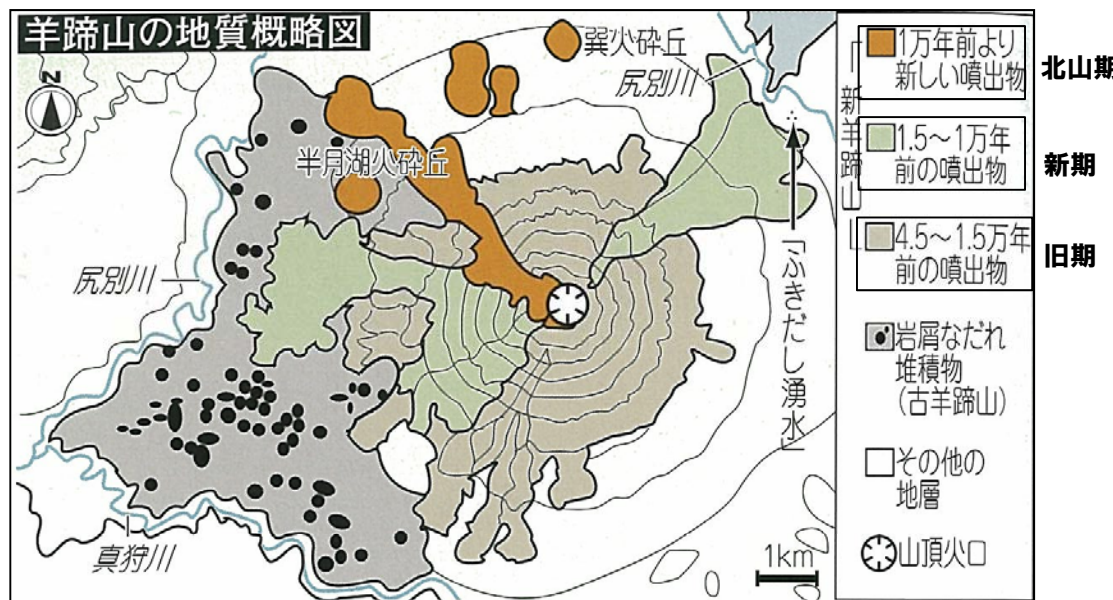
一部修正 (H25/12/18審査会合)

- 羊蹄山は、ニセコ・雷電火山群のなす山麓斜面が地形的障害物として存在するものの、敷地に比較的近いことから、過去の噴火状況等について、更なる検討を行った。
- 位置：敷地の南東方約34km
- 構成：古羊蹄火山を完全に覆って新羊蹄火山が分布する。
- 活動：約6～7万年前に古羊蹄火山が活動を開始し、約4万5千年前に西側斜面が崩壊した。その後、新羊蹄火山の活動は、「旧期」、「新时期」及び「北山期」に分類される。最新の活動は、山頂近傍の「北山火口群」における約2500年前の小規模な噴火（北山期）とされており、現在、活動休止期にあるとされている（勝井ほか、2007）。
- 火山噴出物の分布：
溶岩流や岩屑なだれ等は山体周辺に分布する。町田・新井（2011）によれば、降下火砕物は羊蹄第1火山灰（Yo-1）及び羊蹄第3火山灰（Yo-3）があり、羊蹄山の東方に堆積している。
- 噴出規模：上澤ほか（2011）及び勝井ほか（2007）より、1万年前以降の活動による噴出量は約0.2km³と推定される。



羊蹄山の位置図

「日本の火山(第3版)」に基づき作成



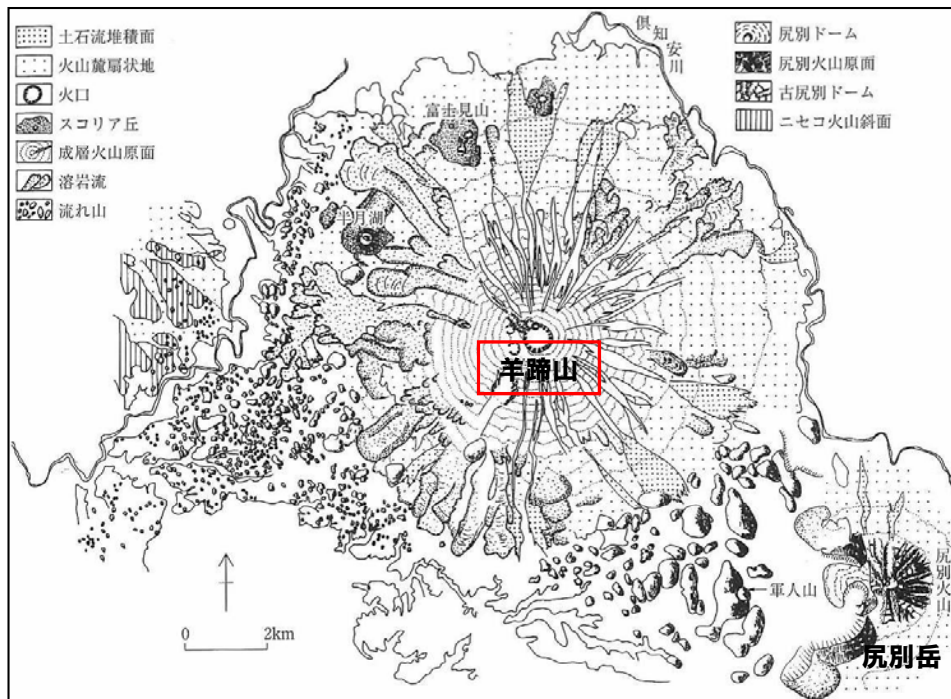
羊蹄山の地質概略図(勝井ほか、2007)

2.6 詳細な個別評価(羊蹄山)

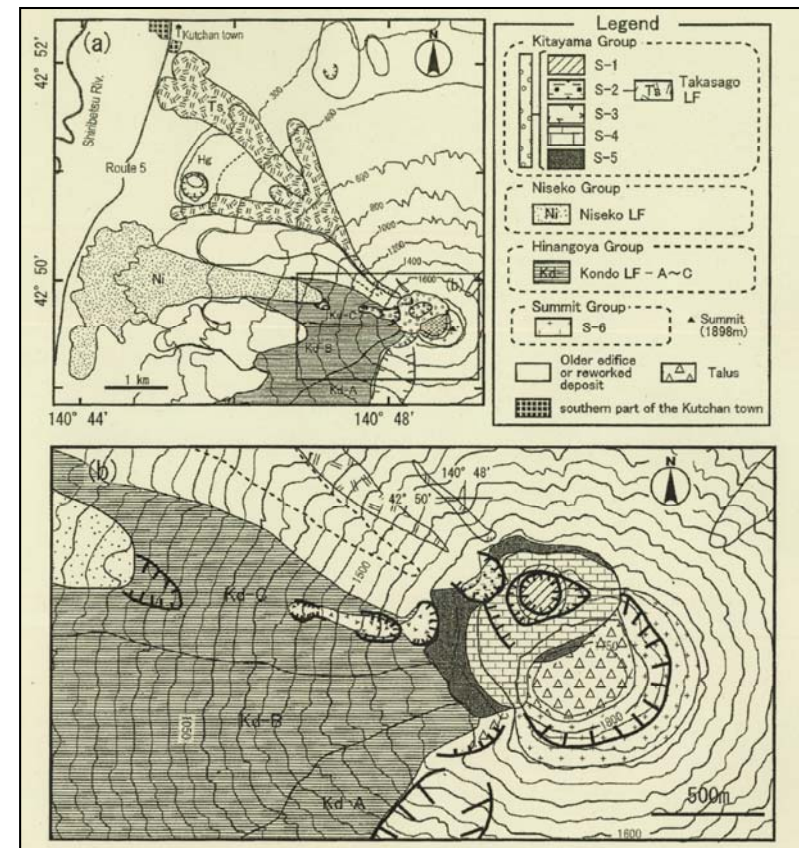
②-1 地質分布(小疇ほか編(2003), 上澤ほか(2011))

再掲(H25/11/13審査会合)

- 羊蹄山から噴出した溶岩流や岩屑なだれ等は山体周辺に分布する。
- 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なっている。



羊蹄山の地形分類図(小疇ほか編(2003)に一部加筆)



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. 6 詳細な個別評価(羊蹄山)

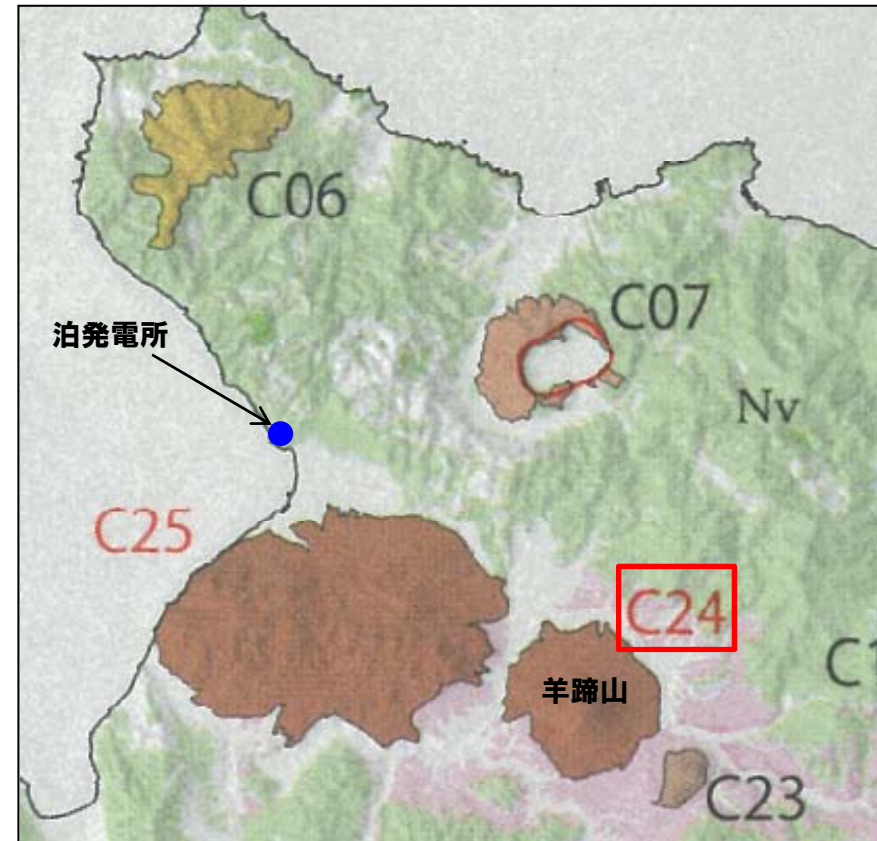
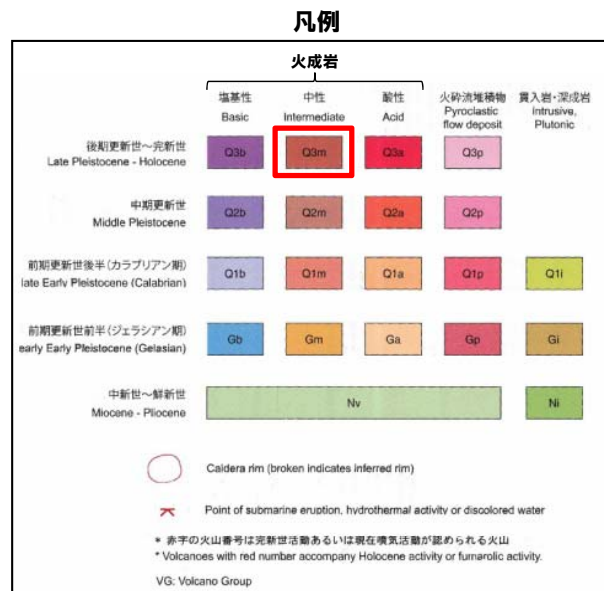
②-2 地質分布(産業技術総合研究所, 2013)

一部修正(H25/11/13審査会合)

- 活動時期は、後期更新世～完新世とされている。
- 火成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、山体周辺に分布する(右下図参照)。
- 羊蹄山によ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
(産業技術総合研究所(2013)「日本の火山(第3版)」)

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



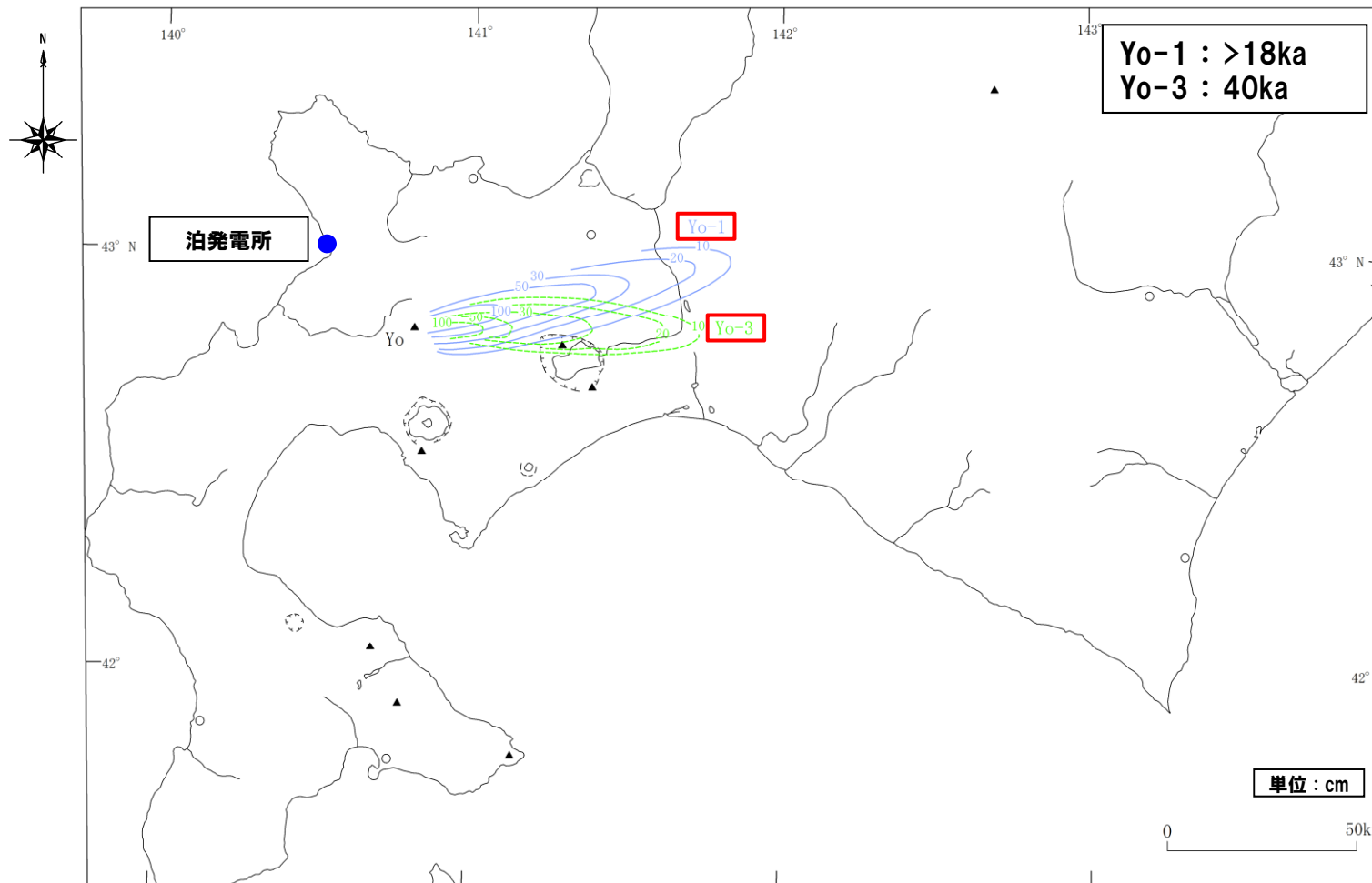
羊蹄山(C24)の火山地質図
(産業技術総合研究所(2013)「日本の火山(第3版)」に一部加筆)

2. 6 詳細な個別評価(羊蹄山)

③ 降下火砕物の分布

再掲 (H25/11/13審査会合)

- 降下火砕物としては、Yo-1及びYo-3の分布が認められる。
- これらは、羊蹄山より東方に分布しており、敷地周辺では認められない。



羊蹄第1火山灰 (Yo-1) 及び羊蹄第3火山灰 (Yo-3) の分布 (町田・新井 (2011) に一部加筆)

2.6 詳細な個別評価(羊蹄山)

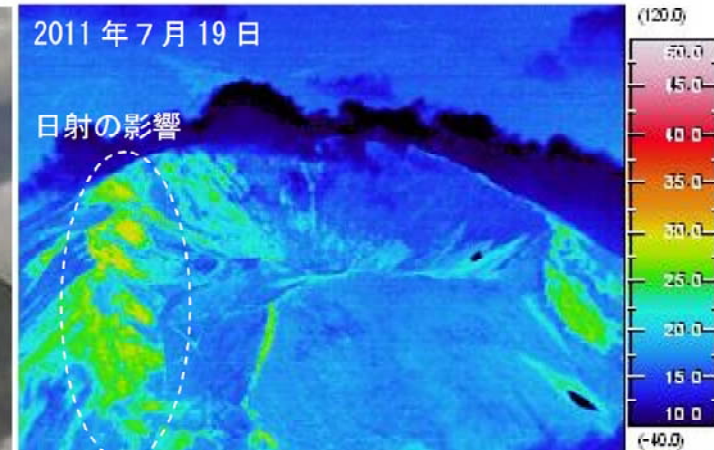
④ 羊蹄山の状況(気象庁 火山活動解説資料)

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している。



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

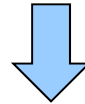
年	月	気象庁の見解(火山活動)	調査項目	備考
H16	5	噴気は認められない。	上空からの観測	
H18	7	噴気は認められず、火山活動は静穏な状況。 前回観測時と比べて、火口の地形等の状況に変化はなし。	上空からの観測	
H19	5	噴気や地熱域は認められず、火山活動は静穏な状況。 前回観測時と比べて、火口の地形等の状況に変化はなし。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H20	6	噴気、地熱域、地形変化は認められない。火山活動に特段の変化はなく、 火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	H19.12.1に噴火予報(正常)を発表
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	

2.6 詳細な個別評価(羊蹄山)

⑤ 火山性地震

一部修正 (H25/12/18審査会合)

- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の火山性地震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)」の内容及び地震年報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(詳細はP62~P64参照)。
 - ・イワオヌプリ及び羊蹄山周辺に散発的に震央の分布が認められる。
 - ・浅部の地震活動は、イワオヌプリ及び羊蹄山周辺に認められるが、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。
 - ・深部低周波地震活動(約10km以深)は、イワオヌプリ及び羊蹄山周辺に認められるが、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。



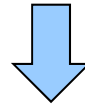
- 地震活動は散発的であり、イワオヌプリ及び羊蹄山には噴気や地熱域は認められず、噴火の兆候は認められないとされている気象庁の報告と調和的である。

2.6 詳細な個別評価(羊蹄山)

⑥ 地殻変動

一部修正 (H25/12/18審査会合)

- 国土地理院の電子基準点データを用いた変動量解析(対象期間:2005年1月~2012年12月)を実施した(詳細はP65~P69参照)。
- 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。
- 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の顕著な隆起や沈降は認められない。
- 各測線ともに、東北地方太平洋沖地震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。



- 地殻変動等がほとんど認められず、イワオヌプリ及び羊蹄山に噴火の兆候は認められないとされている気象庁の報告と調和的である。

2.6 詳細な個別評価(羊蹄山)

⑦-1 溶岩流シミュレーション(概要)

再掲(H25/12/18審査会合)

- 羊蹄山について、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*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であることから、同様に安山岩質の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。

※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.%)	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)																												

※ 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)

2.6 詳細な個別評価(羊蹄山)

⑦-2 溶岩流シミュレーション(噴出量の設定)

再掲(H25/12/18審査会合)

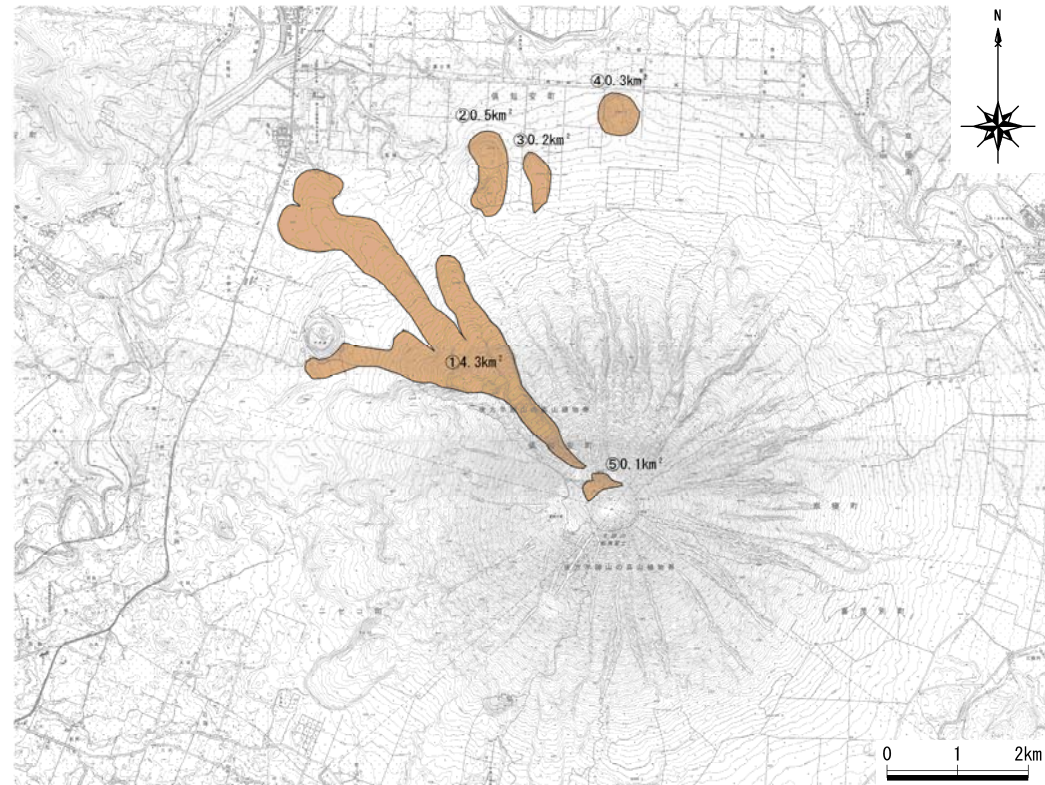
- 溶岩流噴出量は、勝井ほか(2007)及び上澤ほか(2011)に基づき、以下の理由から、保守的に北山期(約1万年前以降)の総噴出物を対象とし、 0.18km^3 と設定した。
- ・勝井ほか(2007)では、新羊蹄火山の活動は旧期(約4.5~1.5万年前)、新期(約1.5~1万年前)及び北山期(約1万年前以降)の3期に分けられ、北山期では①~⑤の火山噴出物を噴出し、現在は活動休止期にあるとされている。
 - ・江草ほか(2003)では、最近の約1万年間で、噴出率が低下しているとされている。
 - ・上澤ほか(2011)では、最新の活動は、山頂近傍の北山火口群(⑤)における約2,500年前の小規模な噴火(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

2.6 詳細な個別評価(羊蹄山)

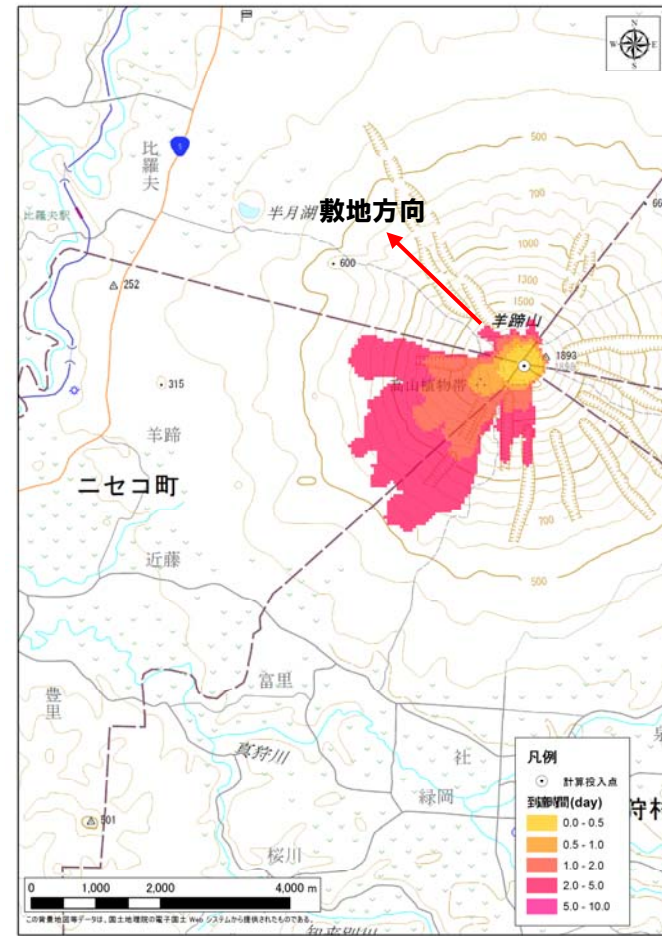
⑦-3 溶岩流シミュレーション(結果)

一部修正(H25/12/18審査会合)

○羊蹄山山頂から噴出した溶岩は、主に西～南方向に流下し、分布範囲は山体付近に限定される。



溶岩流最大流動深



溶岩流到達時間

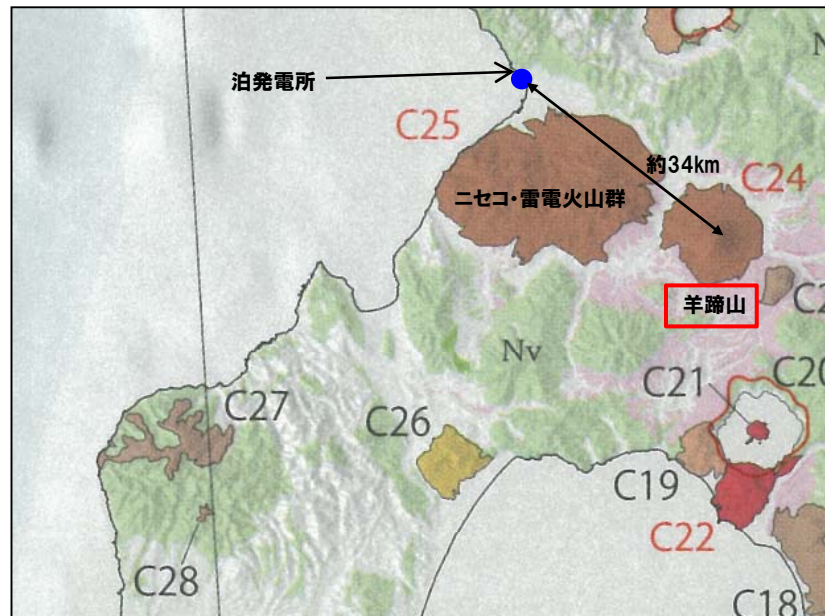
2.6 詳細な個別評価(羊蹄山)

⑧ 火山泥流

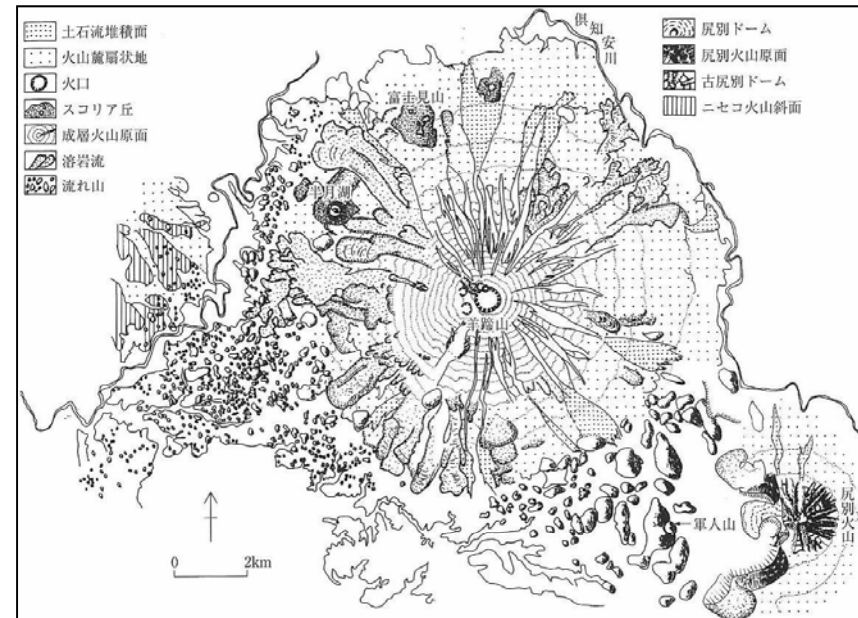
一部修正 (H25/12/18審査会合)

○羊蹄山は、以下のことから、大規模な火山泥流が発生する可能性は小さいと判断される。

- ・活動様式 : 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)。
- ・近年の活動 : 羊蹄山の最新の活動は、山頂近傍の北山火口群における約2,500年前の小規模な噴火とされており、現在は活動休止期にあるとされている(勝井ほか(2007)等)。
- ・その他 : 溶岩流シミュレーション結果は、溶岩流は主に西～南方向に流下し、分布範囲は山体付近に限定される。



羊蹄山(C24)の火山地質図
(産業技術総合研究所(2013)に一部加筆)



羊蹄山の地形分類図(小疇ほか編, 2003)

2.6 詳細な個別評価(羊蹄山)

⑨ 評価(羊蹄山)

一部修正(H25/12/18審査会合)

【火山噴出物の分布】

- 代表的な文献によれば、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。
- 降下火砕物は、羊蹄山より東方に分布しており、敷地周辺では認められない。

【活動性評価】

- 気象庁によれば、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している。

【火山性地震】

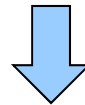
- 地震活動は散発的であり、羊蹄山に噴火の兆候は認められないとされている気象庁の報告と調和的である。

【地殻変動】

- 地殻変動等がほとんど認められず、羊蹄山に噴火の兆候は認められないとされている気象庁の報告と調和的である。

【その他】

- シミュレーションの結果、羊蹄山山頂から噴出した溶岩は、主に西～南方向に流下し、分布範囲は山体付近に限定される。
- 活動様式、近年の活動等から、大規模な火山泥流が発生する可能性は小さいと判断される。



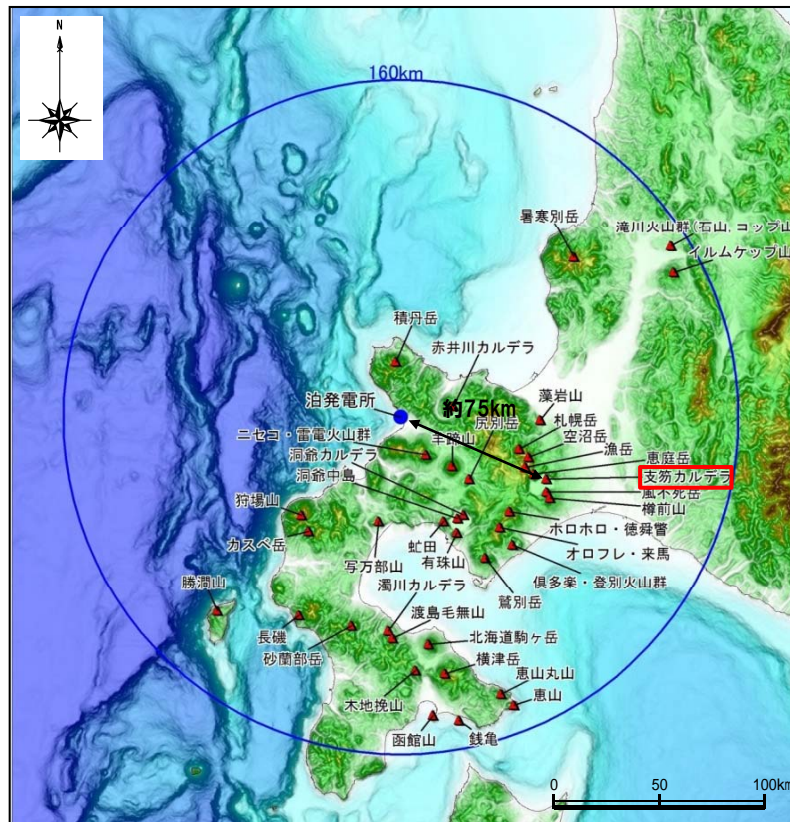
○羊蹄山において、設計対応不可能な火山事象が運用期間中に影響を及ぼす可能性は十分小さいものと評価される。

2.7 詳細な個別評価(支笏カルデラ)

① 火山概要

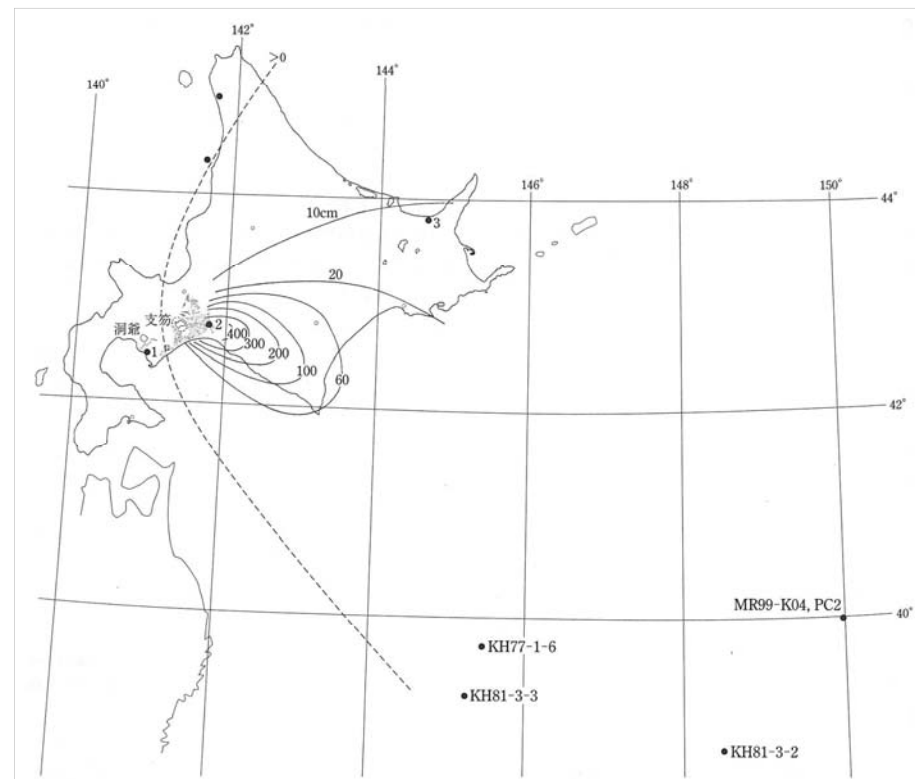
一部修正 (H25/11/13審査会合)

- 位置：敷地の東南東方約75km
- 構成：支笏カルデラ内には、後カルデラ火山である恵庭岳及び風不死岳、カルデラ壁上には樽前山が位置する。
- 活動：5～4万年前にカルデラ形成が形成された後、後カルデラ火山である風不死岳、恵庭岳及び樽前山が形成された。最新の噴火は1978年の樽前山。
- 火山噴出物の分布：右下の図(町田・新井, 2011)に示すとおり。



「日本の火山(第3版)」に基づき作成

支笏カルデラの位置図



凡例

実線及び破線：等層厚線

塗りつぶし：支笏火砕流堆積物の分布

支笏火山灰 (Spfa) 及び支笏火砕流堆積物 (Spfl) の分布
(町田・新井(2011)に一部加筆)

2.7 詳細な個別評価(支笏カルデラ)

② 噴火履歴

一部修正 (H25/12/18審査会合)

- 支笏カルデラの活動開始は約6万年前とされ、降下火砕物と火砕流を噴出している。現在のカルデラは約5～4万年前に形成され、最大規模噴火の噴出量は約375km³ (マグマ噴出量DRE: 139.5km³) に及ぶとされている (産業技術総合研究所 日本の火山 (DB))。
- 支笏カルデラ形成後、後カルデラ火山群として、カルデラ内に恵庭岳・風不死岳、カルデラ壁上に樽前山が活動している。
- 恵庭岳はカルデラ北西部に位置し、町田・新井 (2011) によれば、約2万年以前に噴火したとされている。中村 (1973) によれば、最新のマグマ噴火は約2000年前であり、中川ほか (1994) によれば、17～18世紀に少なくとも3回の水蒸気噴火で山頂火口群を形成し、既存の山体の一部は岩屑なだれとして支笏湖に流入しているが、活動規模は不明である。
- 風不死岳は、中川 (1993) によれば、約2.5～2.6万年前から活動しており、古川・中川 (2009) によれば、最新の活動はマグマ噴火が8500年前、水蒸気噴火は4500年前とされているが、活動規模は不明である。2011年、気象庁に活火山として認定されたが、樽前山に含まれる。
- 樽前山は北側で風不死火山及び支笏湖と接し、約9000年前以降、小規模に噴火し、最新活動としては1978年に噴火している (産業技術総合研究所 日本の火山 (DB))。最大噴出規模は1739年の噴火で、噴出量は4.5km³とされており、1900年以降の3回の噴火においては0.1km³以下である。
- 後カルデラ火山群の噴火規模は、いずれも支笏カルデラ形成時の規模に比べて小規模な噴火であり、最新の活動である樽前山・恵庭岳の溶岩流等の分布は山体付近に限られている。



支笏カルデラ位置

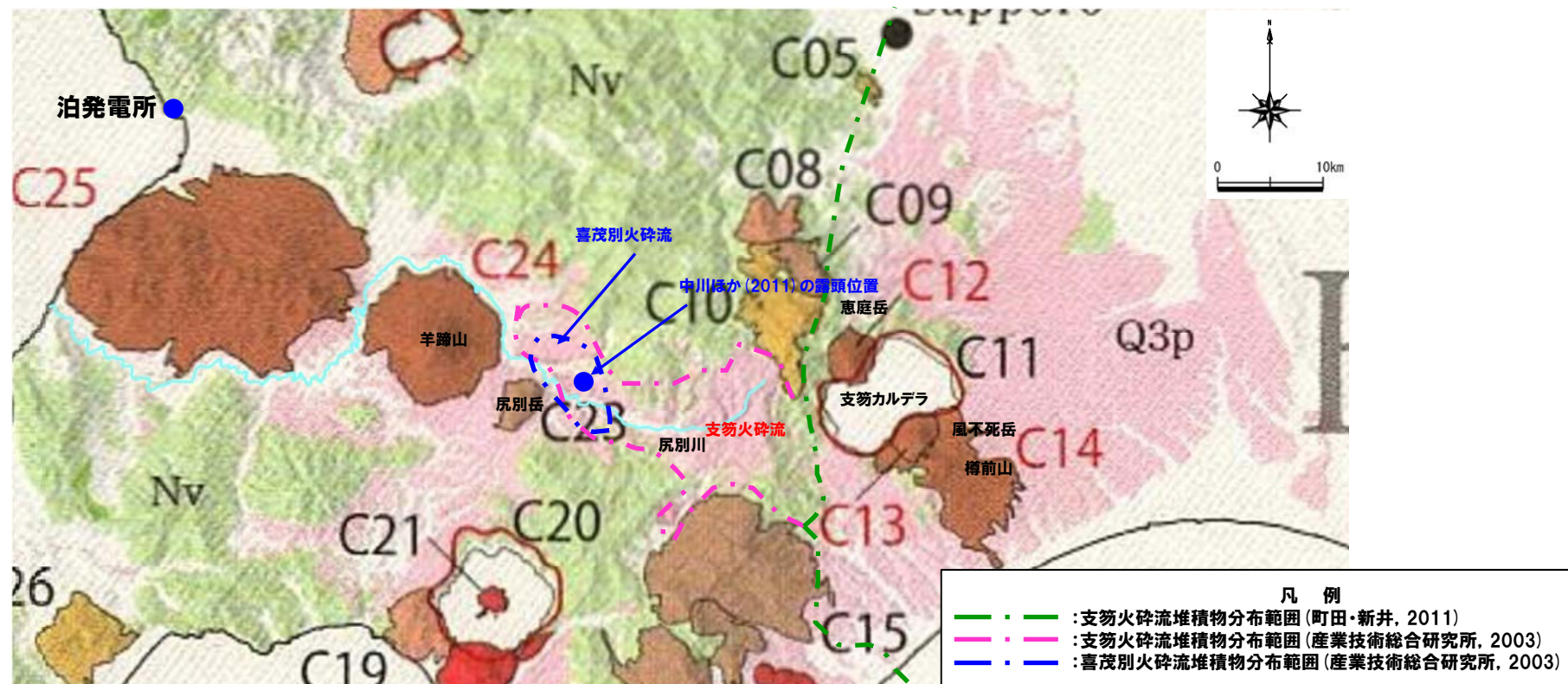
(恵庭岳・風不死岳・樽前山の火山噴出物分布は「日本の火山 (第3版)」を参考に記載)

2.7 詳細な個別評価(支笏カルデラ)

③ 地質分布

再掲 (H25/12/18審査会合)

- 町田・新井 (2011), 中川ほか (2011) 等によれば, 支笏カルデラ起源の火砕流堆積物は, 羊蹄山付近まで認められるが, 敷地まで到達していない。
- 恵庭岳及び樽前山の火砕流, 溶岩流等の地質分布も, 山体付近に限られている。



支笏カルデラ (C11) 周辺の火山地質図 (産業技術総合研究所 (2013) に一部加筆)

2.7 詳細な個別評価(支笏カルデラ)

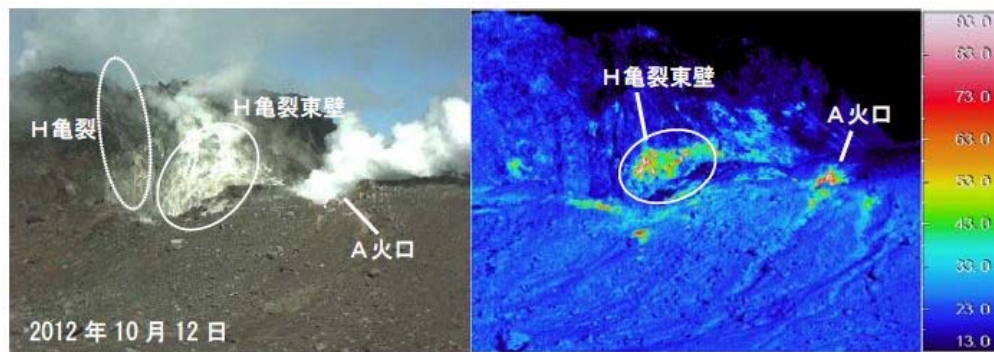
④-1 樽前山の状況(気象庁 火山活動解説資料)

一部修正(H25/11/13審査会合)

- 気象庁では、樽前山を監視対象の活火山とし、平成15年から月に1回、樽前山について火山活動解説資料を報告している。
- 火山活動解説資料では、噴気などの表面現象、地震・微動の発生及び地殻変動についての観測結果や不定期で実施している山体の上空からの観測及び赤外熱映像装置による観測結果について、取りまとめている。
- 近年では、火山活動は概ね静穏に経過しており、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は認められないが、山頂溶岩ドーム周辺では、1999年以降、高温の状態が続いており、突発的な火山ガス等の噴出に注意が必要としている。

【火山解説資料 活動概況 平成25年9月】(抜粋, 気象庁HPより)

- ・噴気などの表面現象の状況
A火口, B噴気孔群及びE火口に噴気の高さは概ね火口上50m以下で、噴気活動は低調に経過しました。
- ・地震及び微動の発生状況
7月から活発化した山体西側の深さ3~5kmを震源とする地震活動は、9月に入り低調に経過しました。23日02時34分に発生したM3.0の地震では、伊達市大滝で深度1を観測しました。山頂溶岩ドーム直下の地震活動は低調に経過しています。火山性微動は観測されませんでした。
- ・地殻変動の状況
傾斜計やGPS連続観測では、火山活動によると考えられる地殻変動は認められません。



H亀裂周辺の地表面温度分布
(南東側上空から撮影)(気象庁HPより)



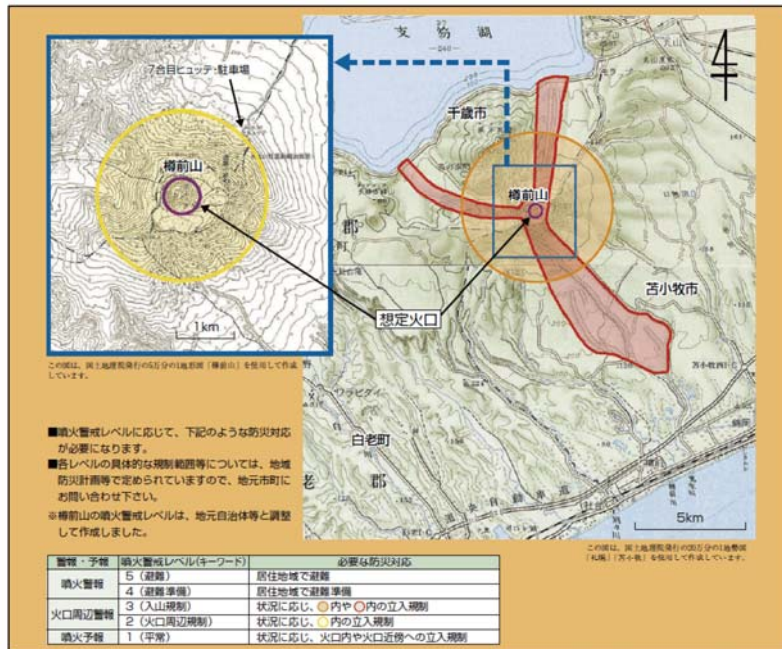
樽前山山頂部の噴気状況
(気象庁HPより)

2.7 詳細な個別評価(支笏カルデラ)

④-2 樽前山の状況(気象庁 噴火警戒レベル)

再掲(H25/11/13審査会合)

- 気象庁では樽前山について、噴火警戒レベルを設定し、レベル1～5において警戒が必要な範囲と取るべき防災対応を示している。
- 警戒レベル5においても、泊地域は警戒が必要な範囲には含まれていない。
- 気象庁は樽前山に対し、平成19年12月1日に噴火予報(噴火警戒レベル1, 平常)を発表し、その後予報警報事項に変更はない。



平成19年12月1日運用開始

樽前山の噴火警戒レベル

予報警報	対象範囲	レベル(キーワード)	火山活動の状況	住民等の行動及び登山者・入山者等への対応	想定される現象等
噴火警報	居住地域及びそれより火口側	5(避難)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、あるいは切迫している状態にある。	危険な居住地域からの避難等が必要。	<ul style="list-style-type: none"> ●大規模噴火が発生し、火砕流が居住地域まで到達、あるいはそのような噴火が切迫している。 過去事例 1667年及び1739年：大規模噴火、噴石が火口から概ね4kmまで飛散、火砕流が広範囲に流下して火口から10km以上の海岸まで到達、多量の軽石や火山灰が広範囲に堆積 ●中～大規模噴火により融雪型火山泥流が発生して居住地域に到達、あるいはそのような噴火が切迫している。 過去事例 観測事例なし
		4(避難準備)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される(可能性が高まっている)。	警戒が必要な居住地域での避難の準備、災害時要援護者の避難等が必要。	<ul style="list-style-type: none"> ●中規模噴火の頻発等により、火砕流が居住地域に到達するような大規模噴火の発生が予想される。 過去事例 観測事例なし ●積雪期に小規模噴火が拡大し、融雪型火山泥流の発生が予想される。 過去事例 観測事例なし
火口周辺警報	火口から居住地域近くまで	3(入山規制)	居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活。状況に応じて災害時要援護者の避難準備等。登山禁止や入山規制等危険な地域への立入規制等。	<ul style="list-style-type: none"> ●中規模噴火が発生し、噴石が概ね3km以内に飛散、あるいは火砕流が谷沿いに流下。 過去事例 1674年及び1909年：中規模噴火、噴石が火口から2～3kmまで飛散、火砕流が谷沿いに流下して火口から最大8km程度まで到達(1874年)、火山灰等が山麓で厚さ数cmに堆積 ●地震増加や地殻変動等により、中規模噴火の発生が予想される。 過去事例 観測事例なし
		2(火口周辺規制)	火口周辺に影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活。火口周辺への立入規制等。	<ul style="list-style-type: none"> ●小規模噴火が発生し、山頂火口原内外に噴石飛散。 過去事例 1909年噴火以降繰り返し発生した小規模噴火、山頂部に噴石飛散 ●地震増加や地殻変動等により、中規模噴火の発生が予想される。 過去事例 2002年～2003年：山頂噴気孔群で急激な熱活動の高まり 1999年：山頂火口で急激な熱活動の高まり 1967年～2001年：地震活動の活発化
噴火予報	火口内等	1(平常)	火山活動は静穏。火山活動の状況によって、火口内で火山灰の噴出等が見られる(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)。	状況に応じて火口内への立入規制等。	<ul style="list-style-type: none"> ●火山活動は静穏、状況により山頂火口内及び近傍に影響する程度の噴出の可能性あり。

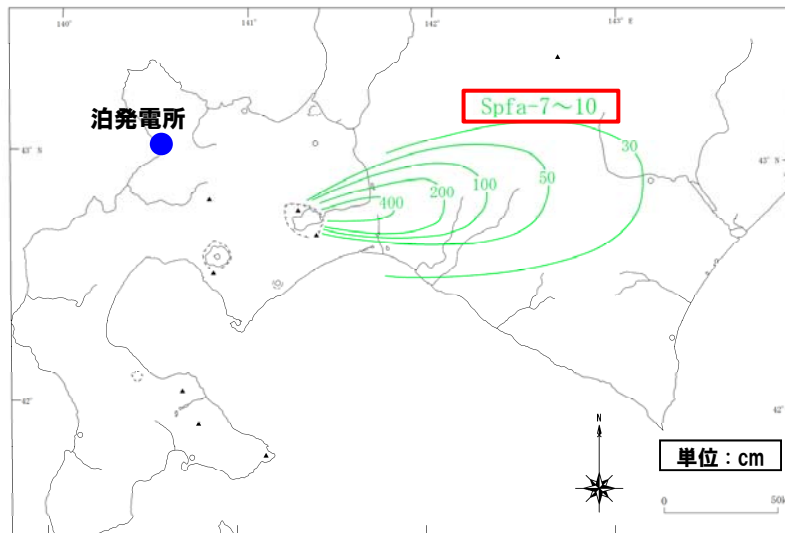
注1) ここでの噴石とは、主として風の影響を受けずに飛散する大きさのものとする。
 注2) 大規模噴火とは、噴石が1万m以上上がり、火砕流が広範囲に流下し、それに伴う積雪型泥流が発生するような噴火である。
 注3) 中規模噴火とは、噴石が1千mまで上がり、噴石が1から2～3kmまで飛散し、小規模な火砕流やそれに伴う積雪型泥流が発生するような噴火である。
 注4) 小規模噴火とは、噴石が1,000m以下まで上がり、噴石が山頂火口原内外に飛散するような噴火である。
 各レベルにおける具体的な規制範囲等については、地域防災計画等で定められています。各市町村にお問い合わせください。
 ■最新の噴火警戒レベルは気象庁HPでもご覧いただけます。各市町村にお問い合わせください。
<http://www.seisvol.kishou.go.jp/tokyo/volcano.html>
 Japan Meteorological Agency 平成24年3月

2.7 詳細な個別評価(支笏カルデラ)

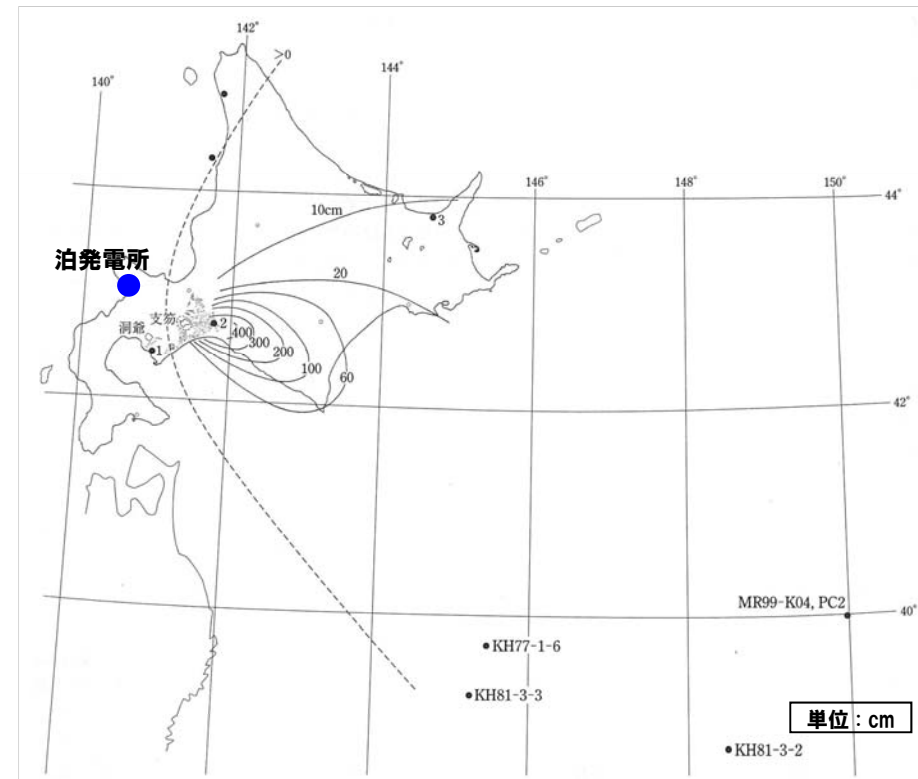
⑤-1 降下火砕物の分布(支笏カルデラ)

再掲(H25/11/13審査会合)

○支笏カルデラによる降下火砕物は、支笏カルデラより東方に分布している。



支笏第7～第10火山灰(Spfa-7～10)の分布
(町田・新井(2011)に一部加筆)



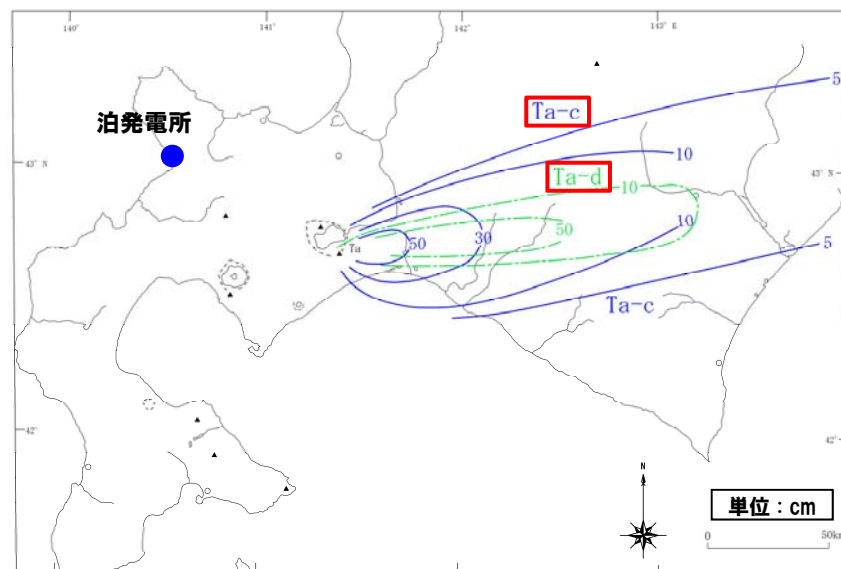
凡例
実線及び破線: 等層厚線
塗りつぶし: 支笏火砕流堆積物の分布

支笏第1火山灰(Spfa-1)及び支笏火砕流堆積物(Spfl)の分布
(町田・新井(2011)に一部加筆)

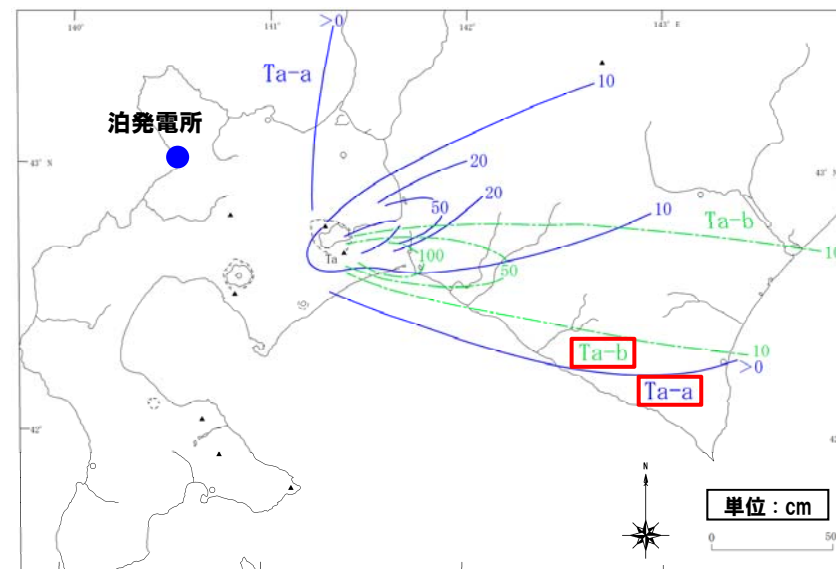
⑤-2 降下火砕物の分布(樽前山)

再掲(H25/11/13審査会合)

○樽前山による降下火砕物は、樽前山より東方に分布している。



樽前c火山灰(Ta-c)及び樽前d火山灰(Ta-d)の分布
(町田・新井(2011)に一部加筆)



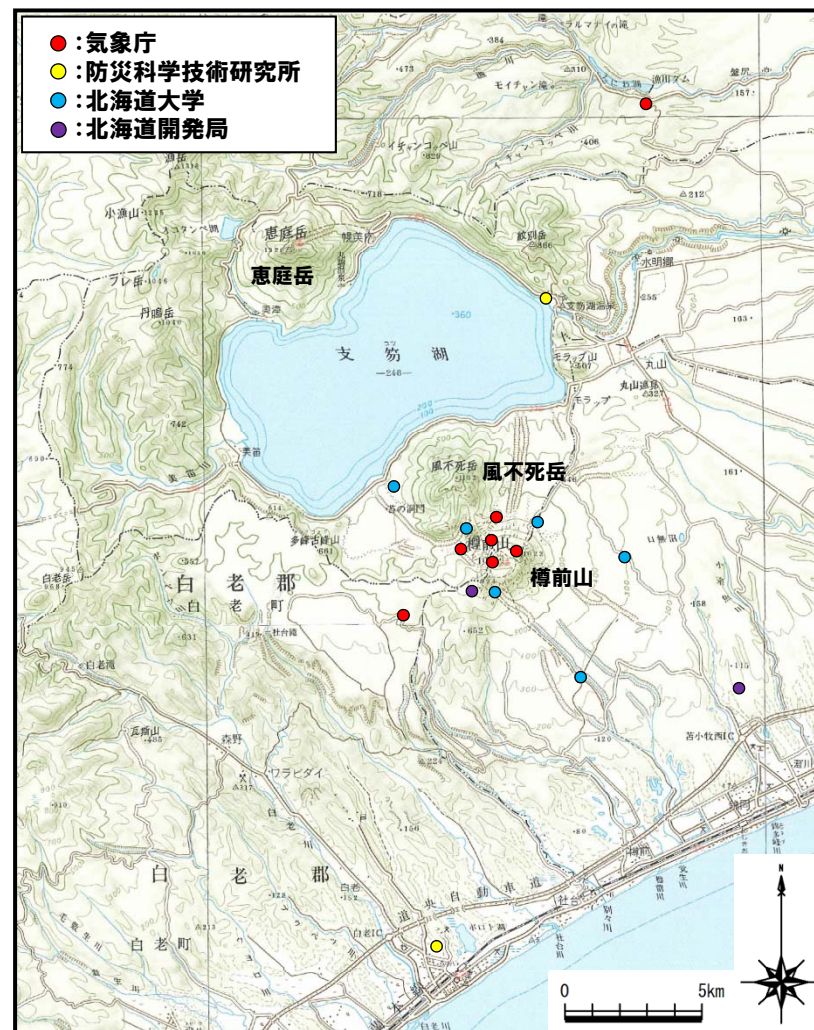
樽前a火山灰(Ta-a)及び樽前b火山灰(Ta-b)の分布
(町田・新井(2011)に一部加筆)

2.7 詳細な個別評価(支笏カルデラ)

⑥ 火山性地震(気象庁編, 2013) (1/2)

再掲(H25/11/13審査会合)

- 支笏カルデラ周辺には、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。



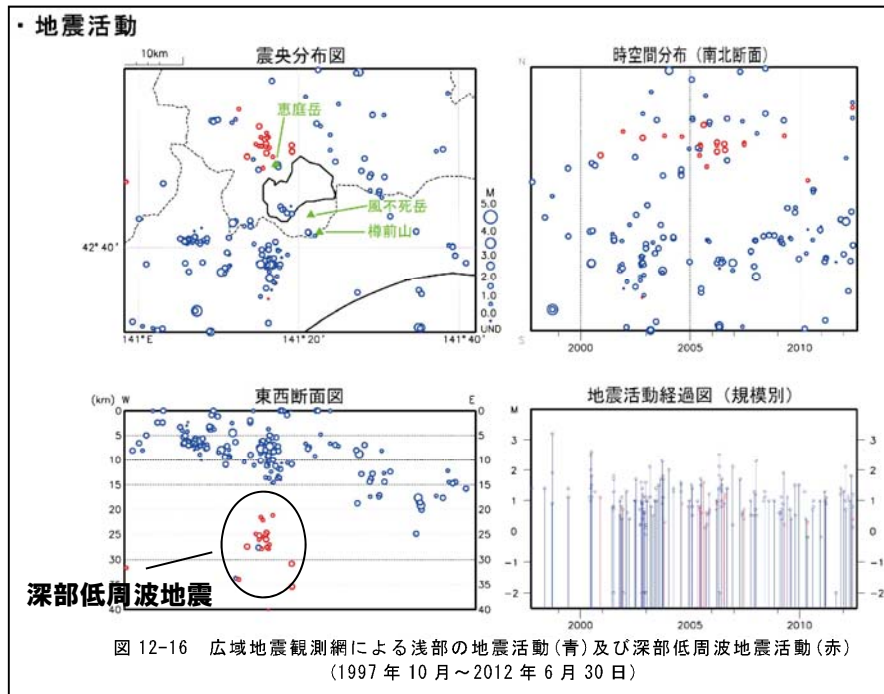
支笏カルデラ周辺の地震計位置図
 (「日本活火山総覧(第4版)」に基づき作成)

2.7 詳細な個別評価(支笏カルデラ)

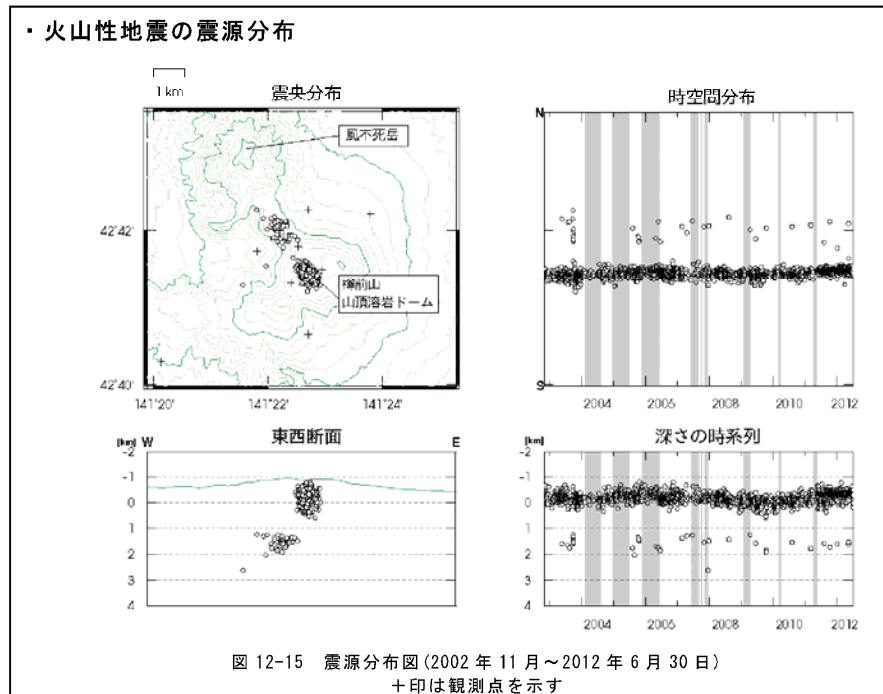
⑥ 火山性地震(気象庁編, 2013) (2/2)

再掲(H25/11/13審査会合)

- 支笏カルデラ周辺においては、樽前山及び恵庭岳付近に震央の分布が認められる。
- 浅部の地震活動は、樽前山周辺に認められるが、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。
- 深部低周波地震活動(約20km以深)は、恵庭岳付近に認められるが、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。



支笏カルデラ周辺の地震活動※1
(1997年10月~2012年6月30日, 「日本活火山総覧(第4版)」に一部加筆)



樽前山の火山性地震※2
(2002年11月~2012年6月30日, 「日本活火山総覧(第4版)」)

※1 大学や防災科学技術研究所等の関係機関から気象庁が地震観測データの提供を受けてデータ処理した結果(震源データ)をもとに、当該火山周辺の構造性地震も含めた微小地震の活動を示した図
※2 ※1の地震活動のうち、深度4km以浅の震源のみを抽出した図

⑦ 評価(支笏カルデラ)

一部修正(H25/12/18審査会合)

【火山噴出物の分布】

○代表的な文献によれば、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。

【活動性評価】

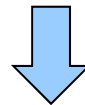
○支笏カルデラにおける活動は、後カルデラ火山活動期であり、最新の活動は樽前山であると考えられる。

○気象庁によれば、樽前山の火山活動は概ね静穏に経過しており、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は認められないが、山頂溶岩ドーム周辺では、1999年以降、高温の状態が続いており、突発的な火山ガス等の噴出に注意が必要としている。

○気象庁は、樽前山について噴火警戒レベルを設定しているが、現在の噴火警戒レベルは1(活火山であることに留意)であり、警戒レベル5(避難)においても、泊地域は警戒が必要な範囲には含まれていない。

【火山性地震】

○地震活動は樽前山及び恵庭岳付近に認められ、支笏カルデラにおける新しい活動である恵庭岳や監視対象の樽前山の活動状況と調和的である。



○支笏カルデラで想定される運用期間中の噴火規模は、後カルデラ火山活動期の樽前山相当であると考えられ、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ものと評価される。

2.8 モニタリング

① モニタリング概要

- 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できるが、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、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ことを目的に、原子力発電所の火山影響評価ガイドに基づく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】

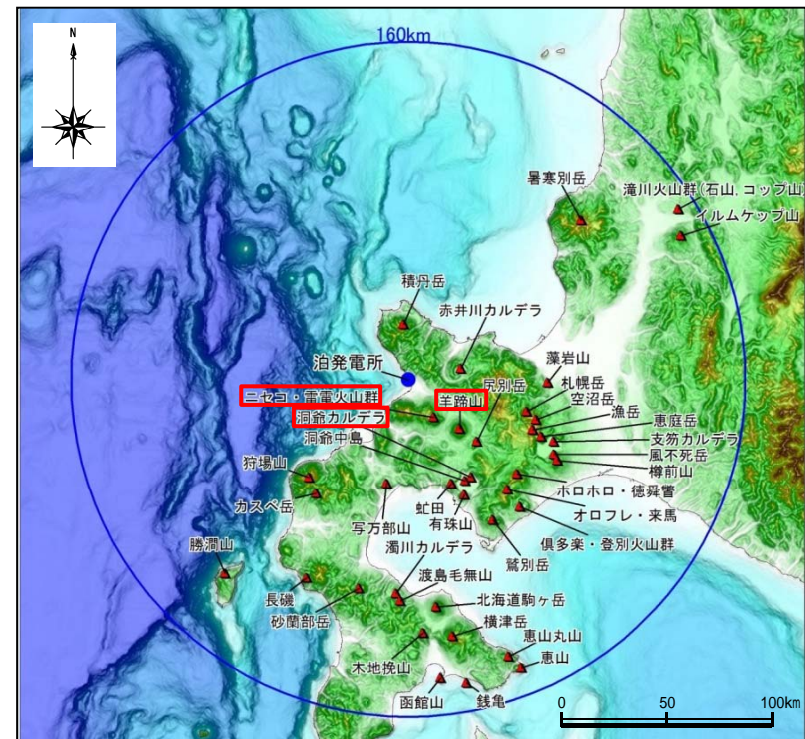
- モニタリング項目は、公的機関(国土地理院, 気象庁等)の観測網によるデータを用いた地殻変動及び地震観測とする。
- その他、公的機関による発表情報等を収集・分析し、活動状況に変化がないことを定期的に確認する。

【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、評価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) ・敷地との間に地形的障害物がない ・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 「日本の火山(第3版)」に基づき作成

② モニタリング体制

監視レベル	対象火山の状態	公的機関等	北海道電力	外部専門家
平常時		<p>研究機関や防災機関による観測データの収集・分析・公表</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国土地理院 「火山周辺地域における地殻変動観測の概況 (1回/月)」 「地殻変動情報 (1回/週)」 ・気象庁 「火山噴火予知連絡会資料 (3回/年)」 「火山活動解説資料 (1回/月他)」 「週間火山概況 (1回/週)」 「一元化処理震源データ (気象庁、大学、防災科学技術研究所、随時)」 	<p>評価手法の高度化</p> <p>知見の収集・分析 ← 高度化に関する助言</p> <p>・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)</p>	<p>高度化に関する助言</p> <p>当社評価に関する助言 (1回/年以上)</p>
注意時	<p>噴火状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・噴火レベルの変化 ・中規模な噴火 <p>観測状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基線距離等の変化 ・地震活動の変化 	<p>・その他</p>	<p>・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</p>	<p>当社評価に関する助言 (必要の都度)</p>
警戒時	<p>・噴火レベルの変化</p> <p>・大規模な噴火</p> <p>・基線距離等の顕著な変化</p> <p>・地震活動の顕著な噴火</p>	<p>・その他</p>	<p>・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)</p>	<p>当社評価に関する助言 (必要の都度)</p>
緊急時	<p>・異常状態の継続・発展</p> <p>・設計対応不可能な火山事象への発展可能性</p>		<p>・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</p> <p>↓</p> <p>・原子炉の停止, 燃料体等の撤出等の実施</p>	<p>当社評価に関する助言 (必要の都度)</p>
設計対応不可能な火山事象の発生				

③-1 監視レベルの移行判断基準【洞爺カルデラ】(案)

- 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

2.8 モニタリング

③-2 監視レベルの移行判断基準【洞爺カルデラ】(案) に対応する地殻変動の変動率

- マグマ供給率による監視レベルの移行判断基準に対応する地殻変動の変動率は、以下のように算出される。
- 注意時から警戒時への地殻変動の変動率による移行判断基準は、7cm/年となる。

【算出方法】

- 下鶴ほか編 (2008) では、マグマ溜まりの体積変化による地殻変動の理解には、半無限弾性体中の圧力源の圧力変化が引き起こす弾性変形についての理論 (Mogiモデル (Mogi, 1958)) が有効であるとされている。
- Kozono et al. (2013) では、Mogiモデルから、下記の式を導き、弾性体中の圧力源の体積変化を算出している。
- Kozono et al. (2013) の式から、マグマ供給率 (圧力源の体積変動率) ΔV_G ($\text{km}^3/\text{年}$) が移行判断基準となる各測線の地殻変動の変動率 (年間水平変位量) u_r ($\text{cm}/\text{年}$) を逆算する。

Kozono et al. (2013) の式

$$\Delta V_G = \frac{\pi}{1-\nu} \frac{(r^2 + d^2)^{\frac{3}{2}}}{r} u_r$$

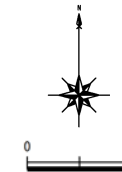
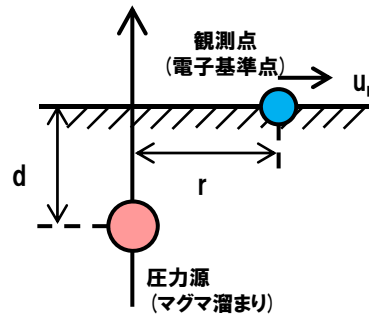
ΔV_G : 圧力源の体積変化 (km^3)

ν : ポアソン比

r : 圧力源から観測点までの水平投影距離 (km)

d : 圧力源の深さ (km)

u_r : 観測点の水平変位 (km)



凡例
● 電子基準点
● 圧力源



洞爺カルデラ周辺の測線位置図

監視レベルの移行判断基準 (注意時→警戒時) (案)

項目	単位	測線1		測線2		備考	
		大滝	虻田	洞爺	伊達		
入力値	ΔV_G 体積変化 (マグマ供給率)	$\text{km}^3/\text{年}$	0.05	0.05	0.05	0.05	Druitt et al. (2012) を参照し0.05 (注意時→警戒時)
	ν ポアソン比	-	0.25	0.25	0.25	0.25	下鶴ほか編 (2008) 等を参照し0.25
	r 圧力源から観測点までの水平投影距離	km	21.2	7.14	7.44	12.15	各測線の交点を圧力源と仮定
	d 圧力源の深さ	km	10	10	10	10	文献等を考慮し深さ10kmと想定
出力値	u_r 地殻変動の変動率 (圧力源～各観測点)	$\text{cm}/\text{年}$	1.96	4.59	4.59	3.72	単位をkmからcmに変換
	- 地殻変動の変動率 (各測線)	$\text{cm}/\text{年}$	6.55		8.31		2基準点の計
	- 地殻変動の変動率 (平均値)	$\text{cm}/\text{年}$	7.45 (≒7が移行判断基準(案))				平常時→注意時: 1.4cm/年 警戒時→緊急時: 14cm/年

③-3 監視レベルの移行判断基準【ニセコ・雷電火山群（羊蹄山含む）】(案)

- ニセコ・雷電火山群（羊蹄山含む）は、現在、噴気や地熱域等の噴火の兆候が認められない状況である。
- また、過去の活動においては、設計対応不可能な火山事象は山体付近に限定されており、過去の噴火と同程度の噴火規模であれば、敷地への影響は十分小さいと考えられる。



- 過去最大規模を超える噴火に対し警戒する必要があるため、気象庁の噴火警報及び地震活動の観測結果等に基づき、監視レベルの移行判断基準を以下のようにまとめた。

監視レベルの移行判断基準(案)

監視レベル	移行判断基準 (気象庁噴火警報等)	当社の対応
平常時	・気象庁により「噴火警報(居住地域)」が発表されていない状態	・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	・気象庁により「噴火警報(居住地域)」が発表された場合	・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	・上記に加え、地震活動やGNSS観測結果の顕著な変化が認められた場合	・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	・上記に加え、マグマ溜まりの状態を総合的に評価し、過去の噴火規模を大幅に上回る噴火が予想され、設計対応不可能な火山事象が敷地に到達する可能性がある判断される場合	・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

④ 平常時の評価例

平常時の評価例

対象火山	国土地理院の発表※	気象庁の評価	当社の評価	総合評価
洞爺カルデラ	発表情報なし 電子基準点データ	(有珠山) ・レベル1(平常) ・噴気活動は低調 ・地震活動は低調で 火山性微動は観測 されない ・火山活動の高まりを 示すような地殻変動 は認められない	・火山性地震 2000年の噴火以降、発生頻度は横ばいとなっており、規模・震源の時空間分布に変化の兆候は認められない。 ・地殻変動 対象期間において変化は緩やかであり、顕著な隆起・沈降、膨張・収縮は認められない。 変動率(2014年1月～12月平均) 測線1: -0.13cm/年 測線2: 0.64cm/年 いずれも平常時から注意時への移行判断基準(1.4cm/年)以下。	・「平常時」 ・設計対応不可能な 火山事象の兆候なし
ニセコ・雷電火山群 (羊蹄山含む)	発表情報なし 電子基準点データ	(イワオヌプリ) ・噴火予報(平常) ・噴気は認められない ・地熱域の状況に特 段の変化はない (羊蹄山) ・噴火予報(平常) ・噴気や地熱域は認 められない	・火山性地震 規模・震源の時空間分布に変化の兆候は認められない。 マグニチュード1以上の地震の発生は少なく、火山性地震が増加しているような傾向は認められない。 ・地殻変動 対象期間において変化は緩やかであり、顕著な隆起・沈降、膨張・収縮は認められない。	・「平常時」 ・設計対応不可能な 火山事象の兆候なし

※国土地理院から公表される「火山周辺地域における地殻変動観測の概況」及び「地殻変動情報」では、地殻変動の観測データの公表のみであり、火山活動の評価は行われていない。

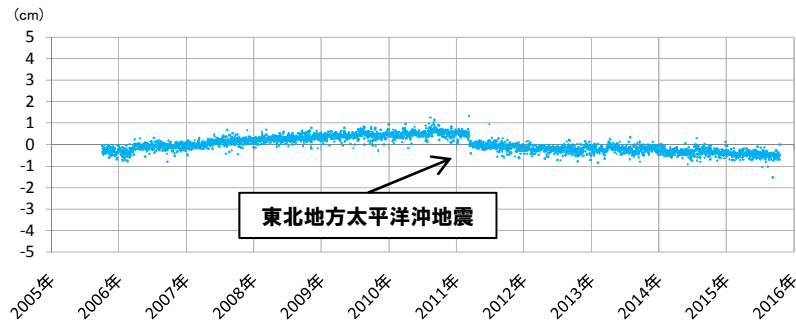
2.8 モニタリング

⑤ 地殻変動の実績

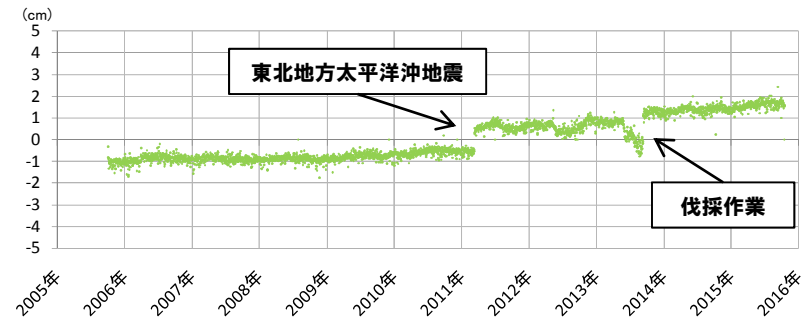
- 至近10年の洞爺カルデラ周辺2測線における地殻変動(水平方向)データを整理した。
- 両測線において、2011年4月以降の変動率が大きくなっているが、東北地方太平洋沖地震の影響と考えられる。
- 測線2(洞爺-伊達)では、2013年10月以降の変動率が大きくなっているが、2013年9月までの地殻変動(水平方向)の異常値によるものである。
- 国土地理院の保守作業リストによれば、2013年9月に洞爺地点で伐採作業を行っており、以降の測線2(洞爺-伊達)の地殻変動(水平方向)の異常値が解消されていることから、樹木による影響と考えられる。



- 至近10年間においては、火山活動以外の要因によるものを除き、地殻変動の変動率は1cm/年程度以下であり、洞爺カルデラにおけるモニタリング監視レベルでは、平常時に相当する。



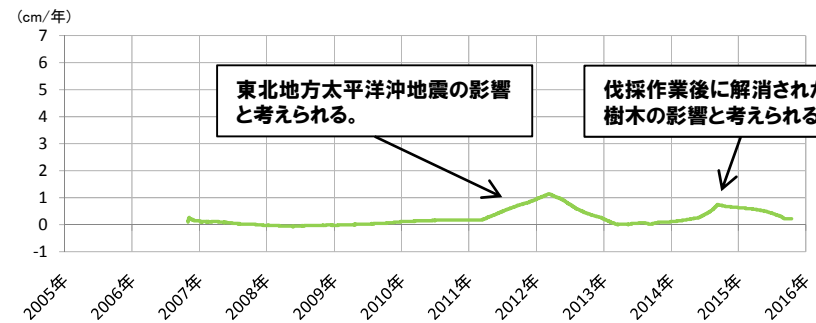
測線1(大滝-虻田)地殻変動(水平方向, 1プロット/日)



測線2(洞爺-伊達)地殻変動(水平方向, 1プロット/日)



測線1(大滝-虻田)地殻変動の変動率(年移動平均)



測線2(洞爺-伊達)地殻変動の変動率(年移動平均)

2.9 立地評価まとめ

立地評価結果 (1/2)

○原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

【ガイドに基づく検討】

- 敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山(34火山)から、将来の活動可能性のある火山を抽出した。
 - ・完新世に活動した火山として、7火山を抽出した。
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
 - ・最新の活動年代が、過去の最大休止期間より短い火山として、6火山を抽出した。
ホロホロ・徳舜誓, オロフレ・来馬, 尻別岳, 狩場山, 勝潤山, 横津岳



○抽出された火山の火山活動に関する個別評価 (1/2)

【地形状況及び設計対応不可能な火山事象の分布についての評価】

- ニセコ・雷電火山群以外の12火山は、敷地との間に、流れの事象に対する地形的障害物が存在する。
- 13火山のうち、多くの火山において、火山噴出物は火山山麓に分布し、広域的な分布を示す火山は限られる。
- また、敷地を中心とする半径10kmの範囲では、洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群の火山噴出物が認められる。



- 洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群以外の火山については、地形状況及び火砕流・溶岩流等の分布から、設計対応不可能な火山事象が敷地に到達する可能性は十分小さいと考えられる。
- 洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群を詳細な個別評価の対象として抽出する。
- また、羊蹄山については、ニセコ・雷電火山群に隣接し敷地からの距離が比較的近い(34km)ことから、詳細な個別評価の対象として抽出する。
- さらに、上記3火山(洞爺カルデラ, ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山)のうち過去最大の噴火規模が最も大きい洞爺カルデラよりも、過去最大の噴火規模が大きい火山として、支笏カルデラを詳細な個別評価の対象として抽出する。



- ・洞爺カルデラ, ニセコ・雷電火山群
- ・羊蹄山, 支笏カルデラ

2.9 立地評価まとめ

立地評価結果 (2/2)



- ・洞爺カルデラ, ニセコ・雷電火山群
- ・羊蹄山, 支笏カルデラ

○抽出された火山の火山活動に関する個別評価 (2/2)

【詳細な個別評価】

- 洞爺カルデラで想定される運用期間中の噴火規模は、後カルデラ火山活動期の有珠山相当であると考えられ、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ものと評価される。
- ニセコ・雷電火山群において、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ものと評価される。
- 羊蹄山において、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ものと評価される。
- 支笏カルデラで想定される運用期間中の噴火規模は、後カルデラ火山活動期の樽前山相当であると考えられ、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ものと評価される。



○モニタリング

- 洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群 (羊蹄山含む) 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できるが、念のため、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ことを目的に、原子力発電所の火山影響評価ガイドに基づくモニタリングを行う。
- 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に確認する。
- 当社のモニタリング評価結果について, 必要に応じて, 外部専門家による助言をいただくこととする。



影響評価を実施

3. 影響評估

3.1 敷地において想定される火山事象

① 発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象の抽出(まとめ)

- 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火山について、運用期間中の噴火規模を考慮し、原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象を抽出した。
- 各火山事象ごとの検討対象範囲は、原子力発電所の火山影響評価ガイドに従い設定した。



- 降下火砕物以外の火山事象は、敷地への影響はないと評価される。
- 原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象として、降下火砕物(火山灰)を抽出し、層厚等について影響評価を実施した。

原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象の抽出結果

火山	敷地からの距離(km)	火山事象及び検討対象範囲								
		降下火砕物 すべての火山	火砕物 密度流 0~160km	火山ガス 0~160km	火山泥流 0~120km	溶岩流 0~50km	岩屑なだれ 0~50km	噴石 0~10km	その他の 火山事象 -	
C11	支笏カルデラ	74.8	影響を与える 可能性のある 火山事象として 抽出	影響なし	影響なし	影響なし	-	-	-	影響なし
C15	ホロホロ・徳舜管	68.0		影響なし	影響なし	影響なし	-	-	-	影響なし
C16	オロフレ・来馬	70.2		影響なし	影響なし	影響なし	-	-	-	影響なし
C17	倶多楽・登別火山群	80.5		影響なし	影響なし	影響なし	-	-	-	影響なし
C20	洞爺カルデラ	54.8		影響なし	影響なし	影響なし	-	-	-	影響なし
C23	尻別岳	43.6		影響なし	影響なし	影響なし	影響なし	影響なし	-	影響なし
C24	羊蹄山	33.8		影響なし	影響なし	影響なし	影響なし	影響なし	-	影響なし
C25	ニセコ・雷電火山群	21.5		影響なし	影響なし	影響なし	影響なし	影響なし	-	影響なし
C27	狩場山	66.1		影響なし	影響なし	影響なし	-	-	-	影響なし
C29	勝潤山	126.4		影響なし	影響なし	-	-	-	-	影響なし
C34	北海道駒ヶ岳	109.0		影響なし	影響なし	影響なし	-	-	-	影響なし
C35	横津岳	123.7		影響なし	影響なし	-	-	-	-	影響なし
C38	恵山	146.9		影響なし	影響なし	-	-	-	-	影響なし

3.1 敷地において想定される火山事象

②-1 発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象【火砕物密度流】

○敷地から半径160kmの範囲に位置する火山について検討する。

【洞爺カルデラ】

- ・洞爺カルデラで想定される運用期間中の噴火規模については、後カルデラ火山活動期の有珠山相当であると考えられ、有珠山の溶岩流等の分布は山体付近に限られている(P18参照)。
- ・なお、敷地近傍における地形調査、地表地質踏査等の結果から、敷地を中心とする半径10kmの範囲において、過去最大規模の噴火時に発生した洞爺火砕流堆積物が認められるものの、敷地においては認められない(P19～P23参照)。

【ニセコ・雷電火山群】

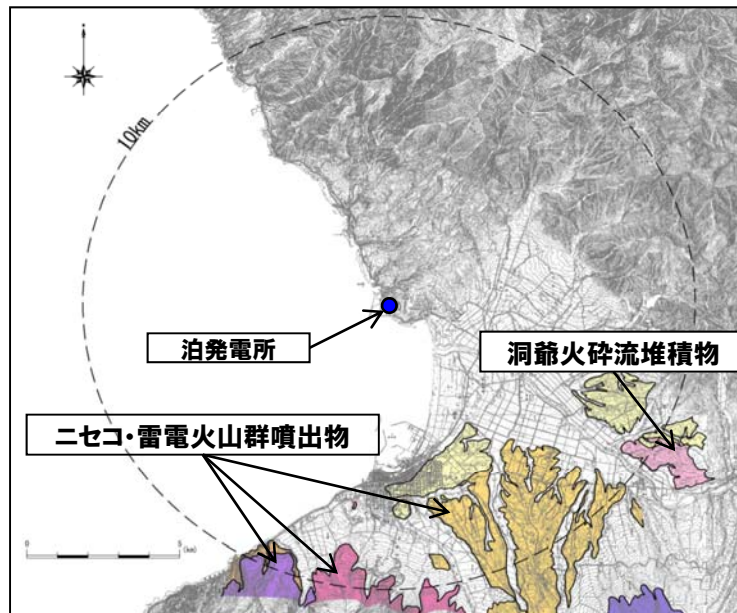
- ・ニセコ・雷電火山群の活動は大局的に西から内陸部へ移動し、最新の活動はイワオヌプリであると考えられる。
- ・なお、敷地周辺における地形調査、地表地質踏査等の結果から、敷地を中心とする半径10kmの範囲において、ニセコ・雷電火山群の火山噴出物が認められるものの、敷地まで到達していない(P57参照)。

【その他の火山(羊蹄山及び支笏カルデラ含む)】

- ・その他の火山においては、敷地との間に、流れの事象に対する地形的障害物が存在する(P11～P14参照)。



○火砕流堆積物の分布状況、現在敷地周辺で想定される噴火規模、現在の地形状況等から、火砕物密度流の敷地への影響はないと評価される。



敷地から半径10km以内の第四紀火山地質図

【調査概要】

- 敷地周辺陸域：
敷地を中心とする半径約30km及びその周辺陸域について、地形調査、地表地質踏査等を実施。
- 敷地：
地形調査、地表地質踏査、ボーリング調査(合計214孔、総延長 約28,630m)、試掘坑調査(総延長 約2,190m)等を実施。

凡例

記号	地層名	凡例
I	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
	雷電峠火山角礫岩層	

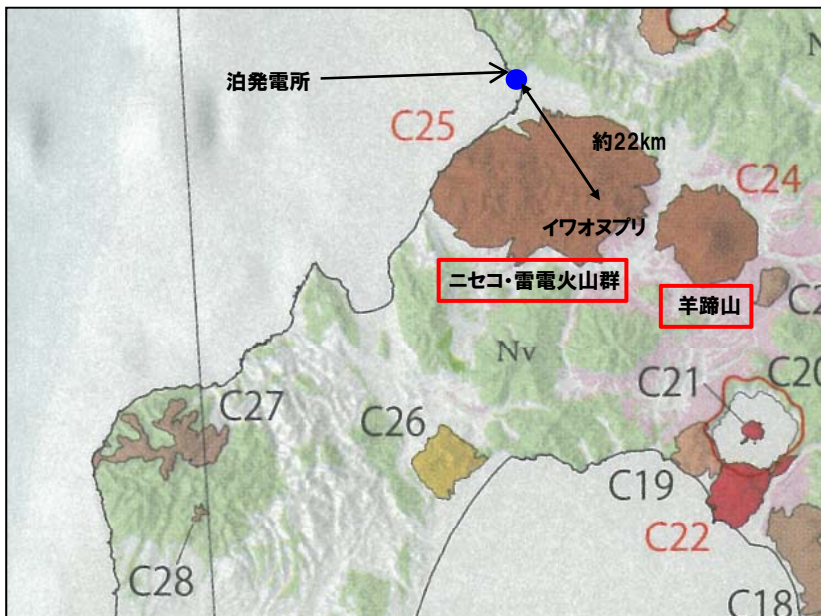
3.1 敷地において想定される火山事象

②-2 発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象【火山泥流等】

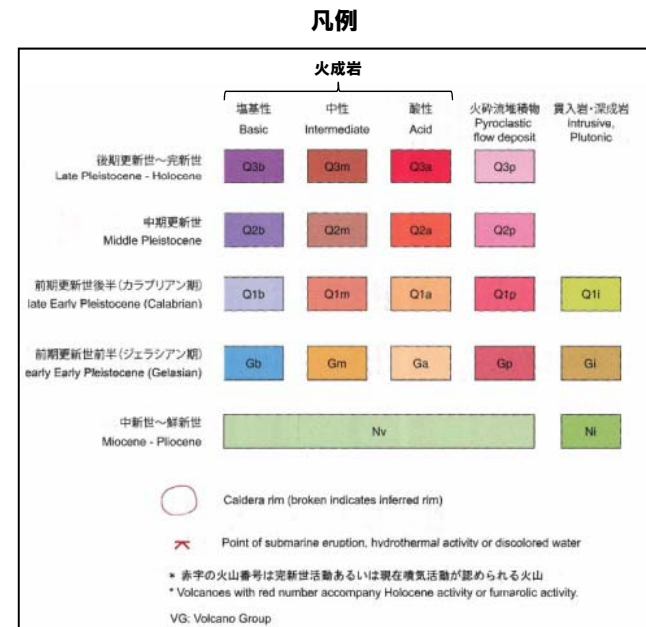
- 敷地から半径120kmの範囲に位置する火山について検討する。
- 火山性土石流、火山泥流及び洪水は河川や谷沿い等の地形的に低いところを流下する性質がある。
- 【ニセコ・雷電火山群】
 - ・ニセコ・雷電火山群の活動は大局的に西から内陸部へ移動し、最新の活動はイワオヌプリであると考えられる。
 - ・活動様式、近年の活動等から、大規模な火山泥流が発生する可能性は小さいと判断される (P73参照)。
- 【羊蹄山】
 - ・活動様式、近年の活動等から、大規模な火山泥流が発生する可能性は小さいと判断される (P85参照)。
- 【その他の火山 (洞爺カルデラ及び支笏カルデラ含む)】
 - ・敷地との間に、流れの事象に対する地形的障害物が存在する (P11～P13参照)。



○敷地との距離、火山噴出物の分布状況、現在の地形状況等から、火山性土石流、火山泥流及び洪水による敷地への影響はないと評価される。



敷地付近の火山地質図
(産業技術総合研究所 (2013) に一部加筆)



②-3 発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象【溶岩流】

○敷地から半径50kmの範囲に位置する火山について検討する。

【ニセコ・雷電火山群】

- ・文献等によれば、敷地から最も近いニセコ・雷電火山群による火山噴出物は敷地まで到達していない(P57参照)。
- ・また、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。
- ・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。

【羊蹄山】

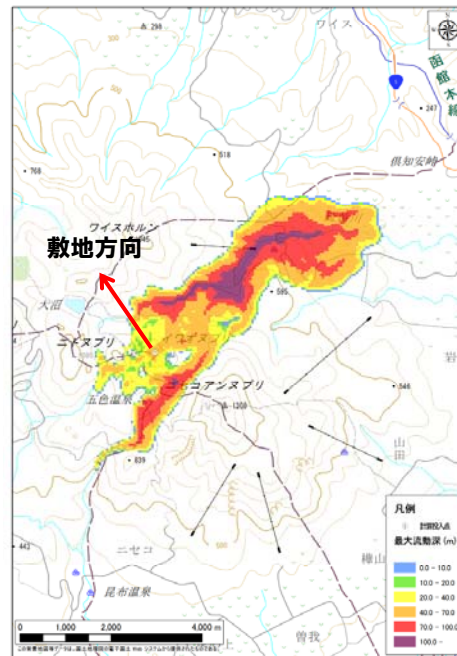
- ・羊蹄山における溶岩流シミュレーションにおいて、羊蹄山山頂から噴出した溶岩は、主に西～南方向に流下し、分布範囲は山体付近に限定される。

【その他の火山】

- ・敷地との間に、流れの事象に対する地形的障害物が存在する(P12参照)。



○敷地との距離、火山噴出物の分布状況、現在の地形状況、溶岩流シミュレーション結果等から、溶岩流の敷地への影響はないと評価される。



ニセコ・雷電火山群(イワオヌプリ)における
溶岩流シミュレーション結果(溶岩流最大流動深)



羊蹄山における
溶岩流シミュレーション結果(溶岩流最大流動深)

3.1 敷地において想定される火山事象

②-4 発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象【岩屑なだれ等】

○敷地から半径50kmの範囲に位置する火山について検討する。

【ニセコ・雷電火山群】

・文献等によれば、敷地から最も近いニセコ・雷電火山群による火山噴出物は敷地まで到達していない（P57参照）。

【羊蹄山】

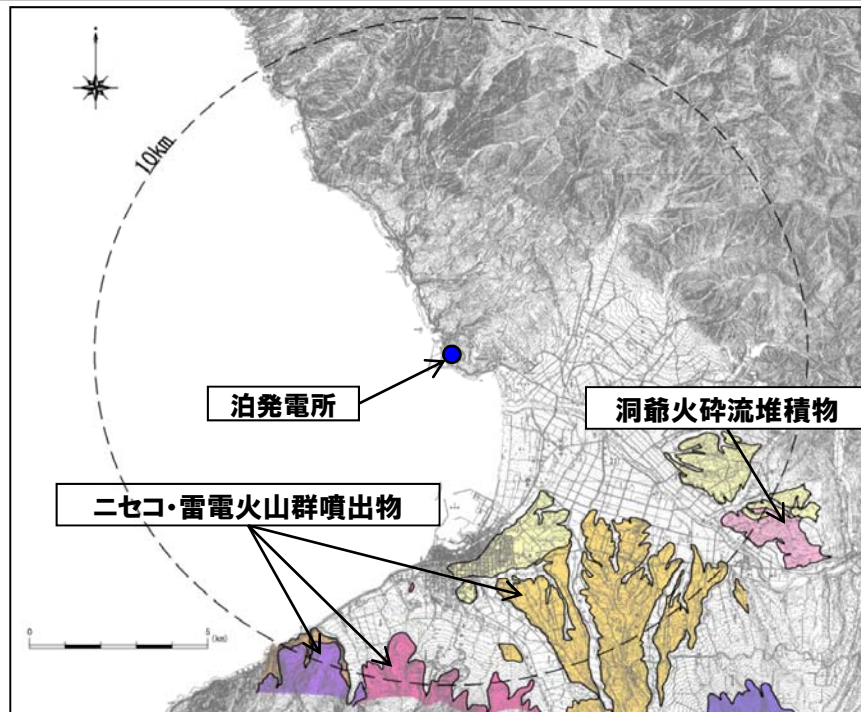
・羊蹄山においては、岩屑なだれ等は山体周辺に分布する（P75～P76参照）。

【その他の火山】

・敷地との間に、流れの事象に対する地形的障害物が存在する（P12参照）。



○敷地との距離、火山噴出物の分布状況、現在の地形状況等から、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊による敷地への影響はないと評価される。



敷地から半径10km以内の第四紀火山地質図

【調査概要】

○敷地周辺陸域：

敷地を中心とする半径約30km及びその周辺陸域について、地形調査、地表地質調査等を実施。

○敷地：

地形調査、地表地質調査、ボーリング調査（合計214孔、総延長 約28,630m）、試掘坑調査（総延長 約2,190m）等を実施。

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	

3.1 敷地において想定される火山事象

②-5 発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象【火山ガス及びその他の火山事象】

【火山ガス】

- ・敷地から半径160kmの範囲に位置する火山について検討する。
- ・火口及び火山噴出物の分布域が敷地から離れていること及び敷地が海に面して開放された土地に立地していることから、火山ガスによる敷地への影響はないと評価される。

【火山から発生する飛来物（噴石）】

- ・敷地から半径10kmの範囲に原子力発電所に影響を及ぼし得る火山は、位置していない。

【新しい火口の開口】

- ・敷地との距離（最も近いニセコ・雷電火山群（イワオヌプリ）で敷地から約22km）等を考慮し、新しい火口の開口による敷地への影響はないと評価される。

【大気事象】

- ・現在敷地周辺で想定される噴火規模、敷地との距離（最も近いニセコ・雷電火山群（イワオヌプリ）で敷地から約22km）を考慮し、大気事象による敷地への影響はないと評価される。

【地殻変動】

- ・近年の地殻変動量、敷地との距離を考慮し、地殻変動による敷地への影響はないと評価される。
- ・なお、洞爺カルデラにおいては、大規模なマグマ噴出を伴う破局的噴火直前を示唆するような広域的な地殻変動等は認められない（P32～P38参照）。
- ・ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山においては、地殻変動等がほとんど認められず、イワオヌプリに噴火の兆候は認められないとされている気象庁の報告と調和的である（P65～P69参照）。

【火山性地震】

- ・敷地に影響を及ぼすような規模の地震は想定されないことから、火山性地震による敷地への影響はないと評価される。
- ・なお、洞爺カルデラにおいては、地震活動は洞爺カルデラ域での広域的なものではなく、活動中心は有珠山周辺に限定的であり、有珠山の活動状況と調和的である（P26～P30参照）。
- ・ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山においては、地震活動は散発的であり、イワオヌプリに噴火の兆候は認められないとされている気象庁の報告と調和的である（P62～P64参照）。

【熱水系及び地下水の異常】

- ・敷地において熱水による影響等は認められないことから、熱水系及び地下水の異常による敷地への影響はないと評価される。

余白

3. 2 降下火砕物(火山灰)の評価

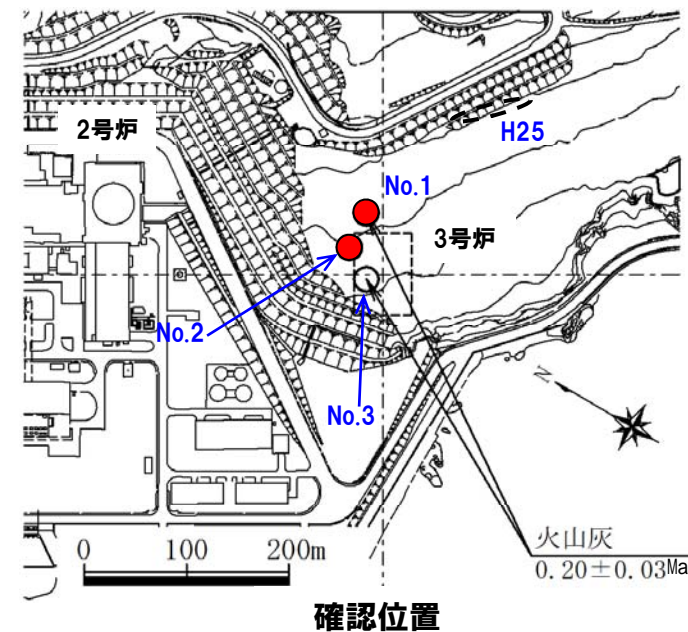
①-1 広域火山灰の層厚(敷地の地質調査)(1/2)

一部修正(H25/12/18審査会合)

- 敷地の地質調査において、複数箇所で給源不明の火山灰層を確認(火山灰質シルトの状態分布)した。
- 火山灰質シルトの層厚は、最大で約40cmである。

敷地内で確認した火山灰質シルトの分布

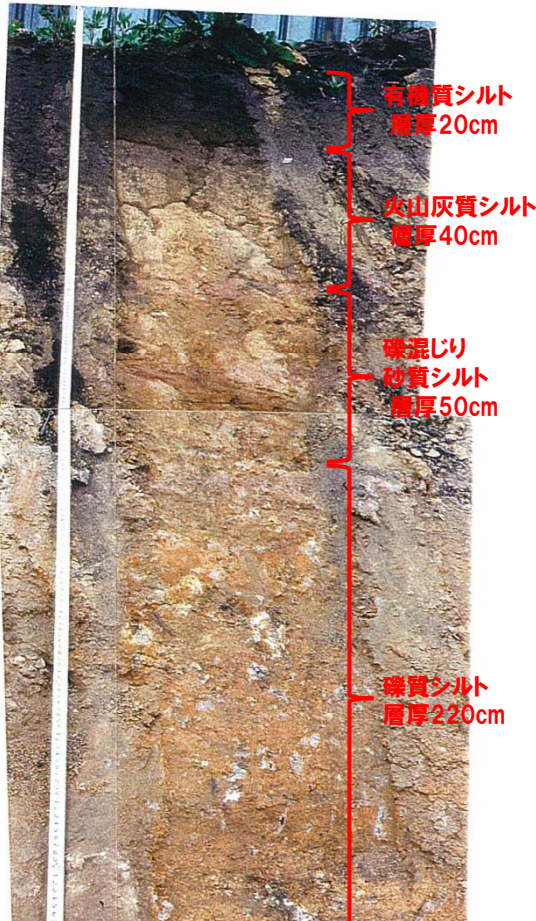
調査	番号	項目	土質	層厚 (cm)
3号	No.1	露頭	火山灰質シルト	40
	No.2	露頭	火山灰質シルト	40
	No.3	露頭	火山灰質シルト	25
H25	-	露頭	火山灰質シルト	25



3. 2 降下火砕物(火山灰)の評価

①-1 広域火山灰の層厚(敷地の地質調査)(2/2)

一部修正(H25/12/18審査会合)



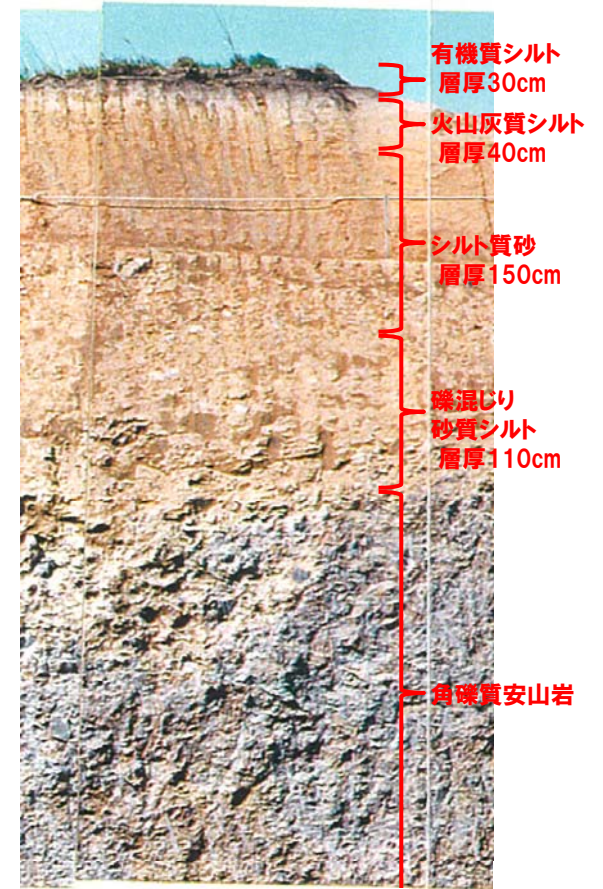
露頭写真(No.1)

標尺(m)	標高(m)	深度(m)	柱状図	区分	色調	記事
53.2	0.2			有機質シルト	黒	全体にルーズ。
52.9	0.6			火山灰質シルト	乳白	よく締まっている。上部ほど火山灰質。下位は砂分多い。
62.3	1.1			礫混じり砂質シルト	褐	構成礫の9割はくさり礫。礫径は30cm前後主体。基質はよく締まっている。
60.1	3.3			礫質シルト	褐	構成礫の9割はくさり礫。礫径は3~8cm主体。まれに円礫混入。基質はよく締まっている。
				安山岩	暗灰	節理発達。岩片は岩盤上面まで硬質。

露頭柱状図(No.1)

標尺(m)	標高(m)	深度(m)	柱状図	区分	色調	記事
58.7	0.3			有機質シルト	黒	全体にルーズ。
57.8	0.7			火山灰質シルト	乳白	よく締まっている。
56.3	2.2			シルト質砂	褐灰	シルト質砂。やや緩い。所々業理が認められる。
55.2	3.3			礫混じり砂質シルト	褐灰	構成礫の半分はくさり礫。礫径10cm程度主体だが、まれに径40cmの礫混じる。
				角礫質安山岩	暗灰	割れ目少ない。

露頭柱状図(No.2)



露頭写真(No.2)

3. 2 降下火砕物(火山灰)の評価

①-2 広域火山灰の層厚(文献)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

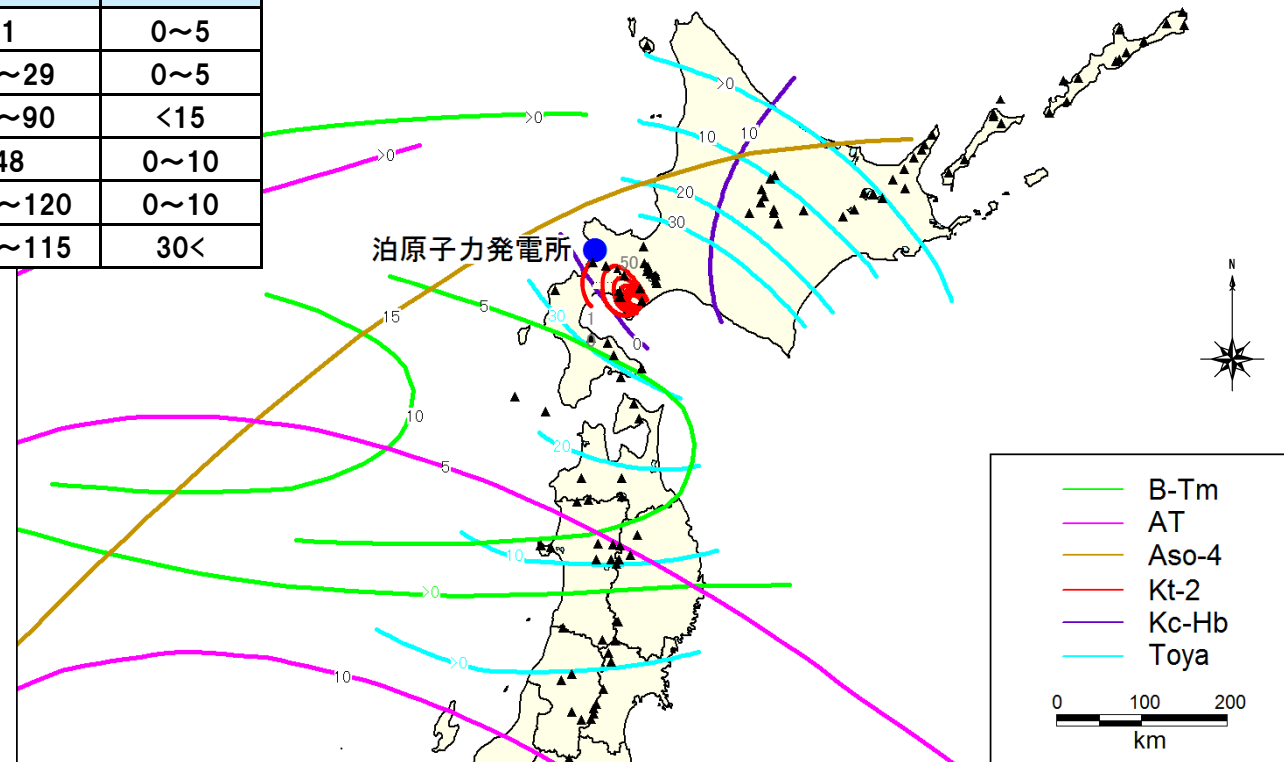
- 町田・新井(2011)によれば、敷地周辺における洞爺以外の広域火山灰の層厚は、概ね10cm程度とされている。
- 敷地近傍における当社地表地質踏査の結果によれば、町田・新井(2011)に示されるような洞爺火山灰は認められない。



- 敷地近傍における広域火山灰の層厚は概ね10cm程度と考えられる。

敷地付近の降下火山灰の層厚(町田・新井(2011)による)

火山灰名称	略号	年代 (ka)	層厚 (cm)
白頭山苦小牧	B-Tm	1	0~5
始良Tn	AT	26~29	0~5
阿蘇4	Aso-4	85~90	<15
クツタラ第2	Kt-2	48	0~10
クツチャロ羽幌	Kc-Hb	115~120	0~10
洞爺	Toya	112~115	30<



広域火山灰の層厚

①-3 広域火山灰の層厚(まとめ)

【敷地の地質調査】

- 敷地の地質調査において、複数箇所で見出された火山灰層を確認(火山灰質シルトの状態で見出された)した。
- 火山灰質シルトの層厚は、最大で約40cmである。

【文献】

- 敷地近傍における広域火山灰の層厚は概ね10cm程度と考えられる。



- 敷地における火山灰の層厚は保守的に、40cmと評価する。

3.2 降下火砕物(火山灰)の評価

② 設計で考慮する火山灰の密度・粒径

再掲 (H25/12/18審査会合)

○比較的敷地近くで確認された火山灰 (Yo-3, Ta-d, Spfa-1) についてサンプリングし、密度試験及び粒度試験を行った。

【密度】

○密度試験結果より、以下の値が得られた。

- ・乾燥密度：約0.50-0.70g/cm³
- ・湿潤密度：約0.89-1.04g/cm³

○宇井編(1997)では、「乾燥した火山灰は密度が0.4-0.7であるが、湿ると1.2を超えることがある。」とされている。

○八木・三浦(2003)では、敷地周辺の広域降下火山灰である支笏火山灰 (Spfa-1) について、乾燥密度0.41-0.66g/cm³、湿潤密度0.75-1.36g/cm³と記載されている。

○以上から、密度は、飽和状態も考慮し、保守的に以下の数値を設定した。

- ・湿潤密度：1.5g/cm³
- ・乾燥密度：0.7g/cm³

【粒径】

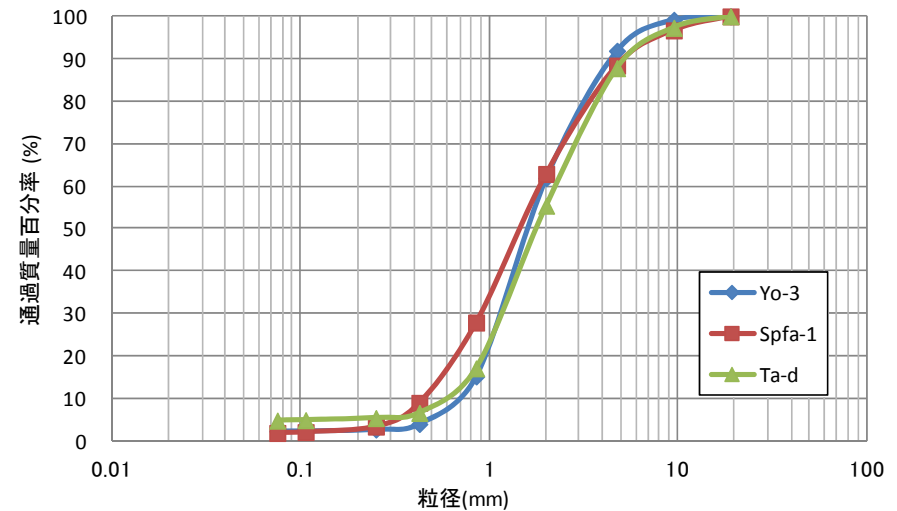
○粒度試験結果より、粒径は以下の数値を設定した。

・粒径：0.4~5mm (D₁₀-D₉₀)

Yo-3	: D ₁₀ =0.7mm, D ₉₀ =4mm
Spfa-1	: D ₁₀ =0.4mm, D ₉₀ =5mm
Ta-d	: D ₁₀ =0.6mm, D ₉₀ =5mm

降下火砕物(火山灰)による影響

試料名	湿潤密度 (g/cm ³)	乾燥密度 (g/cm ³)	参考 (飽和密度 (g/cm ³))
Yo-3	1.04	0.70	1.42
Spfa-1	0.89	0.50	1.30
Ta-d	1.04	0.58	1.35
平均	0.99	0.59	1.36



粒度試験結果

影響評価結果

【火山事象の抽出】

- 敷地において想定される火山事象として、降下火砕物(火山灰)を抽出した。
- 降下火砕物(火山灰)以外の火山事象については、敷地との距離、火山噴出物の分布、地形状況等から影響はないと評価される。

【降下火砕物(火山灰)の影響】

- 敷地における火山灰の層厚は、敷地の地質調査の結果及び文献から保守的に評価した。
- 層厚の評価は、降下火砕物シミュレーションの結果(資料集P81～P95)から、十分保守的であると判断される。
- 密度については、密度試験の結果及び文献から保守的に設定した。
- 粒度については、粒度試験結果より設定した。

降下火砕物(火山灰)による影響

項目	影響	設定根拠	
層厚	40cm	敷地の地質調査の結果及び文献から保守的に設定	
密度	湿潤密度	1.5g/cm ³	密度試験の結果及び文献を考慮し保守的に設定
	乾燥密度	0.7g/cm ³	
粒径	0.4～5mm	粒度試験の結果より設定	

- (1) 第四紀火山カタログ委員会編 (1999) :日本の第四紀火山カタログ, 日本火山学会
- (2) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編 (2012, 2015) :第四紀火山岩体・貫入岩体データベース.
- (3) 山元孝広 (2014) :日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図, 地質調査総合センター研究資料集, no.613, 産総研地質調査総合センター.
- (4) 中川光弘・松本亜希子・島谷太郎・小杉安由美 (2013) :東北日本弧北端の第四紀火山活動の時空変遷:活動年代の再検討とマグマ組成, 日本地質学会第120年学術大会講演要旨, R3-0-3, p.44.
- (5) 産業技術総合研究所 (2013) :日本の火山 (第3版).
- (6) 町田洋・新井房夫 (2011) :新編 火山灰アトラス [日本列島とその周辺], 東京大学出版会.
- (7) 国土地理院 (2000) :2万5千分1 火山土地条件図 有珠山.
- (8) 気象庁編 (2013) :日本活火山総覧 (第4版).
- (9) 気象庁 (2011) :地震年報.
- (10) 西田泰典 (1983) :洞爺カルデラにおける磁気測量, 日本火山学会講演予稿集, 第2集, 28 (2) ,pp.176.
- (11) 森濟・井口正人・味喜大介・伊藤壮介・大島弘光・田村真・前川徳光 (2000) :—2000年有珠山噴火に伴う地殻変動—洞爺カルデラと有珠山周辺の地殻変動—, 日本火山学会講演予稿集, 2, pp.46.
- (12) 森濟・鈴木敦生・大島弘光・及川純・青木陽介・井口正人・松島健 (2007) :有珠山および洞爺カルデラ地域のGPS観測 (2006年集中観測), 日本地球惑星連合大会予稿集, V156-P003.
- (13) Gualda et al. (2012) :Timescales of Quartz Crystallization and the Longevity of the Bishop Giant Magma Body. PlosOne, Vol. 7, Issue 5, e37492.
- (14) Druitt et al. (2012) :Decadal to monthly timescales of magma transfer and reservoir growth at a caldera volcano. Nature, 482 (7383) ,pp.77-80.
- (15) 須藤茂・猪股隆行・佐々木寿・向山栄 (2007) :わが国の降下火山灰データベース作成, 地質調査研究報告, 第58巻, 第9/10号, pp.261-321.
- (16) Michael F. Sheridan (1979) :Emplacement of pyroclastic flows: A review, Geological Society of America, Special Paper 180, pp.125-136.
- (17) Richard M. Iverson (1997) :THE PHYSICS OF DEBRIS FLOWS, Reviews of Geophysics, 35, 3, pp.245-296.
- (18) 富士山ハザードマップ検討委員会 (2004) :富士山火山防災マップ 防災業務用 (試作版), pp.22-24.
- (19) 下鶴大輔・荒牧重雄・井田喜明・中田節也編 (2008) :火山の辞典 <第2版>
- (20) Anderson and Flett (1903) :Report on the Eruptions of the Soufriere in St. Vincent in 1902 and on a Visit to Montagne Pelee, in Martinique Part I.
- (21) Lacroix (1904) :La montagne Pelée et ses éruptions In: Annales de Géographie. 1905, t. 14, n° 74. pp. 97-110

- (22) Richard V. Fisher, Alan L. Smith, M. John Roobol (1980) : Destruction of St. Pierre, Martinique, by ash -cloud surges, May 8 and 20, 1902
- (23) Perret (1937) : The Eruption of Mt. Pelée 1929-1932.
- (24) G. A. Taylor (1958) : THE ERUPTION OF MOUNT LAMINGTON, PAPUA
- (25) Murai and Hosoya (1964) : The Eruptive Activity of Mt. Asama from 1958 to 1961 and the Associated Minor Pyroclastic Flows.
- (26) Moore and Melson (1969) : Nuées Ardentes of the 1968 Eruption of Mayon Volcano, Philippines.
- (27) 荒牧重雄 (1973) : 浅間火山1973年2~3月の噴火の際に発生した小型火砕流.
- (28) RICHARD P. HOBLITT (1980) : Observations of the Eruptions of July 22 and August 7, 1980, at Mount St. Helens, Washington.
- (29) 小疇尚・野上道男・小野有五・平川一臣編 (2003) : 日本の地形2 北海道, 東京大学出版会.
- (30) 新エネルギー総合開発機構 (1986) : 昭和60年度全国地熱資源総合調査(第2次) 火山性熱水対流系地域タイプ①(ニセコ地域) 調査 火山岩分布年代調査報告書 要旨.
- (31) 新エネルギー総合開発機構 (1987) (1) : 昭和61年度全国地熱資源総合調査(第2次) 火山性熱水対流系地域タイプ①(ニセコ地域) 地熱調査成果図集.
- (32) 新エネルギー総合開発機構 (1987) (2) : 全国地熱資源総合調査(第2次) 火山性熱水対流系地域タイプ①
- (33) 大場与志男 (1960) : ニセコ火山群の岩石について, 地質学雑誌, 第66巻, pp.788-799. ニセコ地域火山地質図1:50,000, ニセコ地域地熱地質編図1:100,000 説明書.
- (34) 日本地質学会編 (2010) : 日本地方地質誌1 北海道地方.
- (35) 児玉浩・宇井忠英・中川光弘 (1998) : ニセコ火山群の火山活動史, 日本岩石鉱物鉱床学会 平成9年度学術講演会予稿集, pp.8.
- (36) 勝井義雄・岡田弘・中川光弘 (2007) : 北海道の活火山, 北海道新聞社.
- (37) 奥野充 (2003) : ニセコ・イワオヌプリ, 大雪山・旭岳, 屈斜路・アトサヌプリにおける最新噴火の年代学的研究, 文部省科学研究費重点領域研究 北海道における完新世火山の火山活動特性の評価 研究成果報告書, pp.13-23.
- (38) 大原正則・宮本邦明・桑野修司・矢澤昭夫・山下伸太郎 (1990) : 桜島の溶岩流, 平成2年度砂防学会研究発表会概要集, pp.296-299.
- (39) 家田泰弘・大坪隆三・山下伸太郎・安養寺信夫・酒井敦章 (2009) : 桜島における昭和噴火時の溶岩流の数値シミュレーションによる再現, 平成21年度砂防学会研究発表会概要集, P-240.
- (40) 内閣府(防災担当)・消防庁・国土交通省水管理・国土保全局砂防部・気象庁 (2013) : 火山防災マップ作成指針, pp.59-62 .

- (41) 上澤真平・中川光弘・江草匡倫 (2011) : 南西北海道, 羊蹄火山の完新世噴火史の再検討, 火山, 第56巻, 第2・3合併号, pp.51-63.
- (42) 江草匡倫・中川光弘・藤田豪平 (2003) : 西南北海道, 羊蹄火山の活動史: 埋積された古羊蹄火山の発見と噴出率の時間変化, 日本火山学会講演予稿集 2003年秋季大会, pp.57.
- (43) 中村忠寿 (1973) : 恵庭火山の中期噴出物の14C年代—日本の第四紀層の14C年代 (82) —, 地球科学, 27巻, 第1号, pp.42-43.
- (44) 中川光弘・増田健介・勝井義雄 (1994) : 後支笏カルデラ, 恵庭火山の最新の噴火活動, 火山, 第39巻, 第5号, pp.237-241.
- (45) 中川光弘 (1993) : 後支笏カルデラ火山群の形成史・活動様式およびマグマ系, 文部科学研究費自然災害特別研究 火山災害の規模と特性報告書, pp.27-42.
- (46) 古川竜太・中川光弘 (2009) : 後支笏カルデラ, 風不死火山の爆発的噴火活動と年代, 日本火山学会講演予稿集, 2009年度秋季大会, pp.41.
- (47) 中川光弘・上澤真平・坪井宏太 (2011) : 南西北海道, 尻別火山起源の喜茂別火砕流と洞爺火砕流の偽層序関係, 日本火山学会講演予稿集, 2011年度秋季大会, pp.66.
- (48) 産業技術総合研究所編 (2003) : 20万分の1数値地質図幅集「北海道南部」
- (49) Mogi, K. (1958) : Relations between the Eruptions of Various Volcanoes and Deformations of the Ground Surfaces around them. BULLETIN OF THE EARTHQUAKE RESEARCH INSTITUTE Vol.36 (1958), pp.99-134.
- (50) Kozono, T., Ueda H., Ozawa, T., Koyaguchi, T., Fujita, E., Tomiya, A., Suzuki, Y (1986) : Magma discharge variations during the 2011 eruptions of Shinmoe-dake volcano, Japan, revealed by geodetic and satellite observations. Bull Volcanol (2013) 75:695.
- (51) 宇井忠英編 (1997) : 火山噴火と災害, 東京大学出版会.
- (52) 八木一善・三浦清一 (2003) : 破砕性を有する火山灰土の力学特性とその評価法—北海道の火山灰地盤における検討—, 応用地質, 第44巻, 第3号, pp.142-153.
- (53) 横山光・八幡正弘・岡村聡・西戸裕嗣 (2003) : 西南北海道, 赤井川カルデラの火山層序とカルデラ形成史, 岩石鉱物科学, 第32巻, pp.80-95.

(WEB)

(54) 産業技術総合研究所 日本の火山データベース: <https://gbank.gsj.jp/volcano/>

(55) 気象庁 火山活動解説資料: http://www.seisvol.kishou.go.jp/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/monthly_vact.htm

(参考資料)

火砕流シミュレーション(パラメータスタディ概要)

- 洞爺カルデラについて、約11万年前の既往最大規模の噴火と同規模の噴火が発生した場合の敷地への影響の有無を検討するため、火砕流シミュレーションを実施した。
- シミュレーションにおいては、P39に記載のケース(ケース1)のほか、極端なケースの検討として、底面摩擦係数及びパイル形状について、パラメータスタディを実施した(ケース2, 3)。
- ケース2,3では、噴火時の現象を再現できていないと判断される。

検討結果

ケース名	底面摩擦係数	パイル高さ(m) (噴出量100km ³)	検証計算結果 (噴火時の地形※1を考慮)					想定計算結果 (現在の地形)	
			【確認事項】			【火砕流現象】	【敷地】		
			①共和町幌似到達時 火砕流速度	②共和町幌似に おける堆積厚	③火砕流の大局的な 拡がり				
ケース1	0.03	4,000	33.0m/s (10分後) ○	10m程度 (15分後) ○	○	○	○	○	
ケース2	0.03	8,000	23.0m/s (10分後) ○	30m以上 (30分後) ×	×	×	×	-	
ケース3	0.01	4,000	66.0m/s (10分後) ○	30m以上 (30分後) ×	×	×	×	-	

※1:羊蹄山及び尻別岳がないことを考慮した地形

- 【確認事項①】 ○:一般的な火砕流速度, ×:一般的な火砕流速度ではない
- 【確認事項②】 ○:概ね再現できている, ×:再現できていない
- 【確認事項③】 ○:概ね再現できている, ×:再現できていない
- 【火砕流現象】 ○:概ね再現できている, ×:再現できていない
- 【敷地】 ○:到達しない, ×:到達

洞爺火砕流の大局的な拡がり (1/2)

【産業技術総合研究所(2013)】

○赤井川カルデラの活動年代：約170万～130万年前

【横山ほか(2003)】

○カルデラ内は、基盤である上部中新統の倶知安層群(神恵内層相当)を直接覆い、赤井川湖沼性堆積物が分布する。

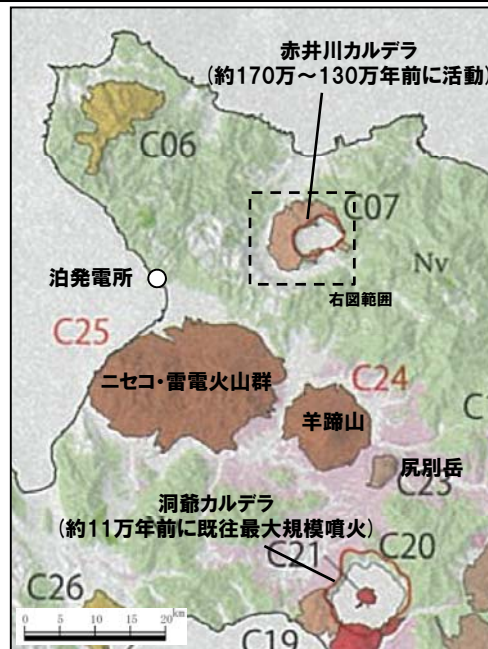
○カルデラの外輪山には赤井川カルデラ火山噴出物が分布する。

○地質図によると、カルデラ内及び外輪山からは、洞爺火砕流堆積物の分布は確認されない。

【当社地表地質踏査結果】

○カルデラ内に分布する赤井川粘土層の形成年代は、前期～中期更新世と判断される。

○カルデラ内及び外輪山において、洞爺火砕流堆積物の分布を確認していない。



赤井川カルデラの位置(産業技術総合研究所, 2013に加筆)

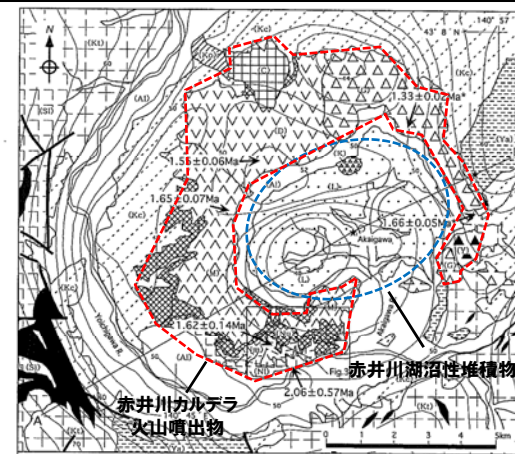


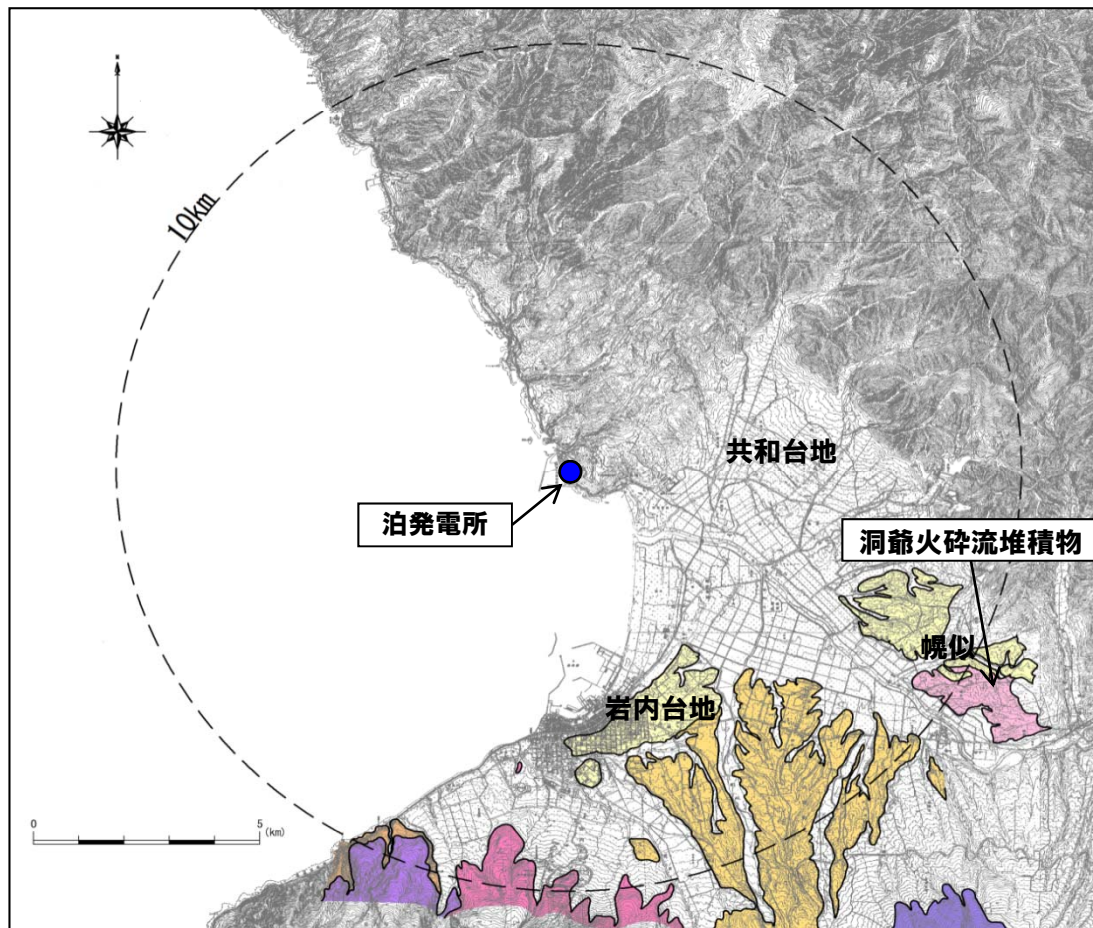
Fig. 2. Geological map and cross section of the Akaiwa Caldera, compiled from Hasegawa and Osanai (1978), Yahata (1988) and this study.
 Ai, Alluvium; L, Akaiwa Lacustrine Deposit; K-Ni, Akaiwa Caldera Volcanics (K, Kitamaruyama Lava; C, Chohakusan Lava; G, Genpukuyama Lava; Y, Yamanashi Lava; D, Daikokuyama Lava; M, Mariyama Lava; Nu, Nagasawa Volcanics (Upper Member); Nm, Nagasawa Volcanics (Middle Member); Nl, Nagasawa Volcanics (Lower Member)); Kc, Kuchan Group; Ko-Si, Fumobira Group (Ko, Kozawa Formation; Ya, Yamato Formation; Ki, Kinifumi Formation; Si, Shikaribetsugawa Formation); Jo, Jyozaneki Group. Radiometric ages are also shown. * data from NEDO (1995).

赤井川カルデラの地質図(横山ほか, 2003に加筆)

○約11万年前の洞爺カルデラ噴火時には、赤井川カルデラの山体は完成されており、カルデラ内には湖沼性堆積物が分布していたと推定される。
 ○文献及び当社地表地質踏査結果より、赤井川カルデラ内及び外輪山には洞爺火砕流堆積物は分布していないことから、約11万年前の洞爺カルデラ噴火時に火砕流は赤井川カルデラまで到達していないと判断される。

洞爺火砕流の大局的な拡がり (2/2)

- 当社地表地質踏査結果より、敷地近傍における洞爺火砕流堆積物の分布は共和町幌似付近に限定され、幌似以外の敷地近傍及び敷地では分布は確認されない。
- 共和町幌似における洞爺火砕流堆積物は、標高30~50m程度に分布しており、敷地近傍において、洞爺火砕流堆積物より古い地層を覆って分布する状況や標高約30~50m以上に分布する状況は認められない。



敷地から半径10km以内の第四紀火山地質図

- ↓
- 当社地表地質踏査結果より、共和台地及び岩内台地には洞爺火砕流堆積物は分布していないことから、約11万年前の洞爺カルデラ噴火時に火砕流の末端部は共和町幌似付近であると考えられる。

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	

(参考)洞爺火砕流シミュレーション

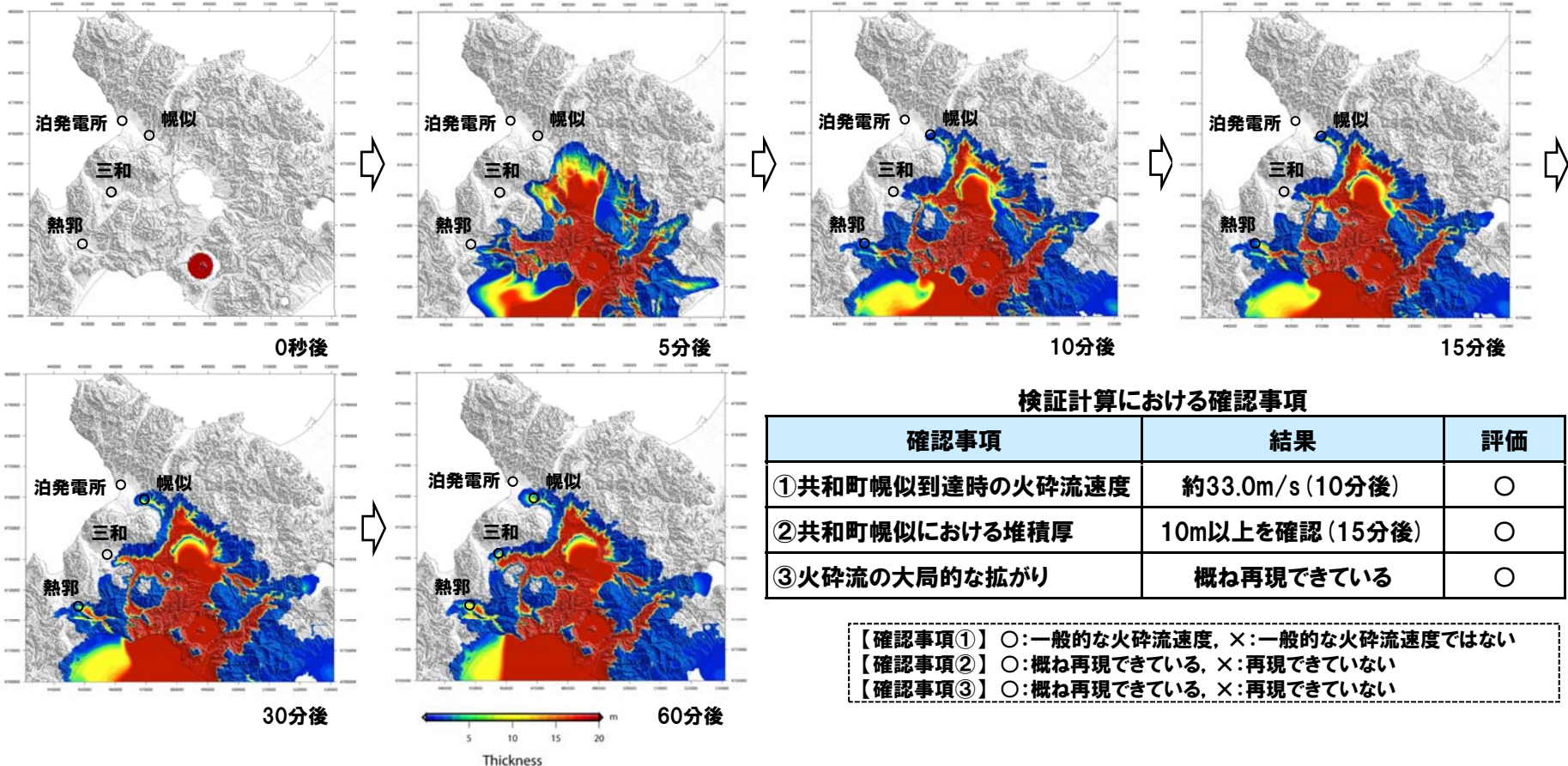
火砕流シミュレーション (検証計算結果: ケース1)

一部修正 (H26/3/12審査会合)

- 底面摩擦係数:0.03, パイル高さ:4,000mとしてシミュレーションを実施した。
- 火砕流は噴火から10分で共和町幌似に到達し(約33.0m/s), 15分後に層厚10m以上となった。
- 火砕流は共和町幌似, 黒松内町熱郭及び蘭越町三和まで広がっている。



○噴火時の現象を再現していることを確認した。



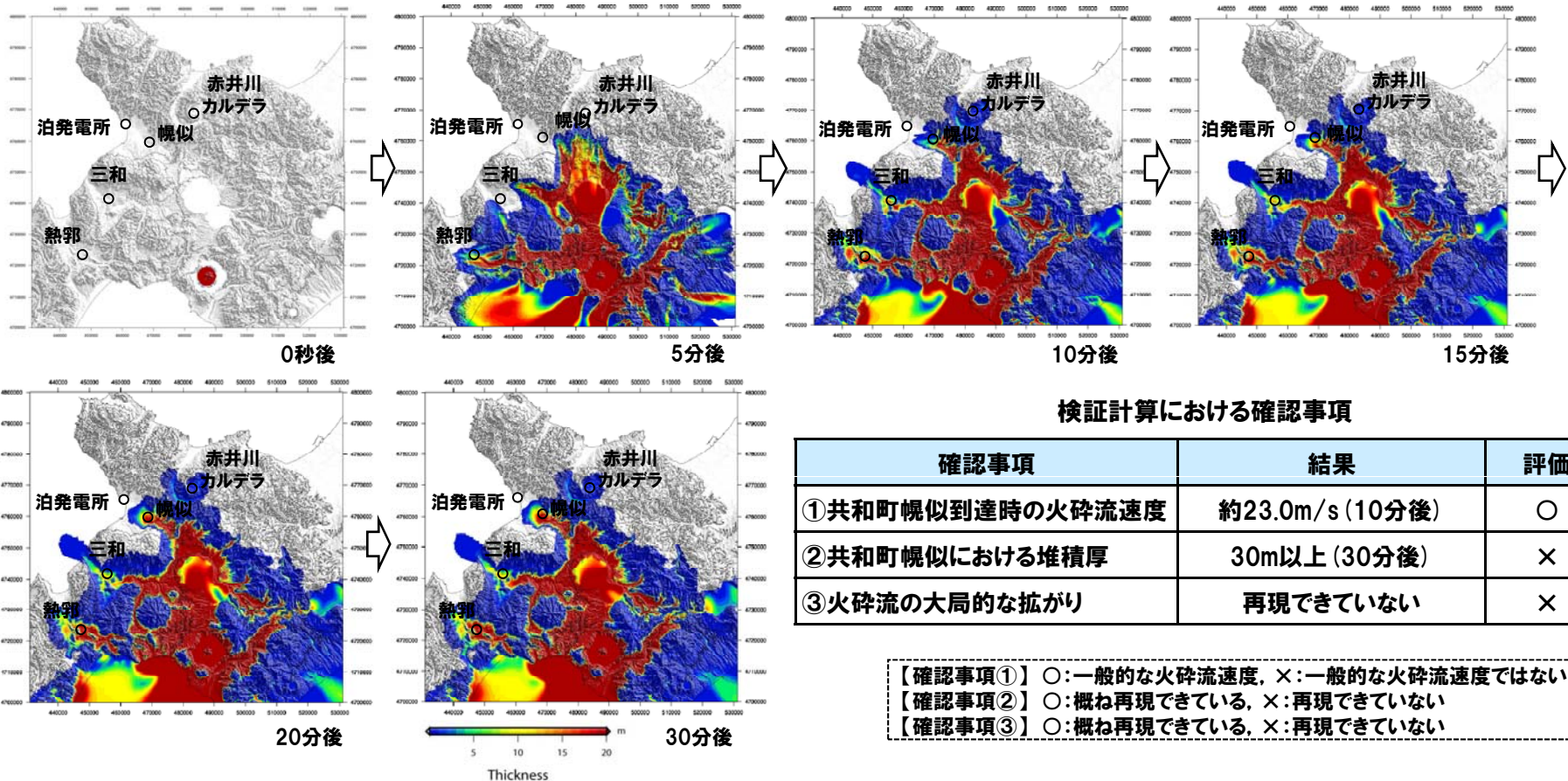
(参考)洞爺火砕流シミュレーション

火砕流シミュレーション(検証計算結果:ケース2)

- 底面摩擦係数:0.03, パイル高さ:8,000mとしてシミュレーションを実施した。
- 火砕流は噴火から10分以内に共和町幌似に到達し(約23.0m/s), 30分後の層厚は30m以上となった。
- 火砕流は黒松内町熱郭及び蘭越町三和まで広がっているものの, 赤井川カルデラ及び共和台地まで到達しており, 大局的な拡がりを再現できていない。



○約11万年前の既往最大規模噴火時の火砕流現象が再現できていないと判断される。



検証計算における確認事項

確認事項	結果	評価
①共和町幌似到達時の火砕流速度	約23.0m/s (10分後)	○
②共和町幌似における堆積厚	30m以上 (30分後)	×
③火砕流の大局的な拡がり	再現できていない	×

【確認事項①】 ○:一般的な火砕流速度, ×:一般的な火砕流速度ではない
 【確認事項②】 ○:概ね再現できている, ×:再現できていない
 【確認事項③】 ○:概ね再現できている, ×:再現できていない

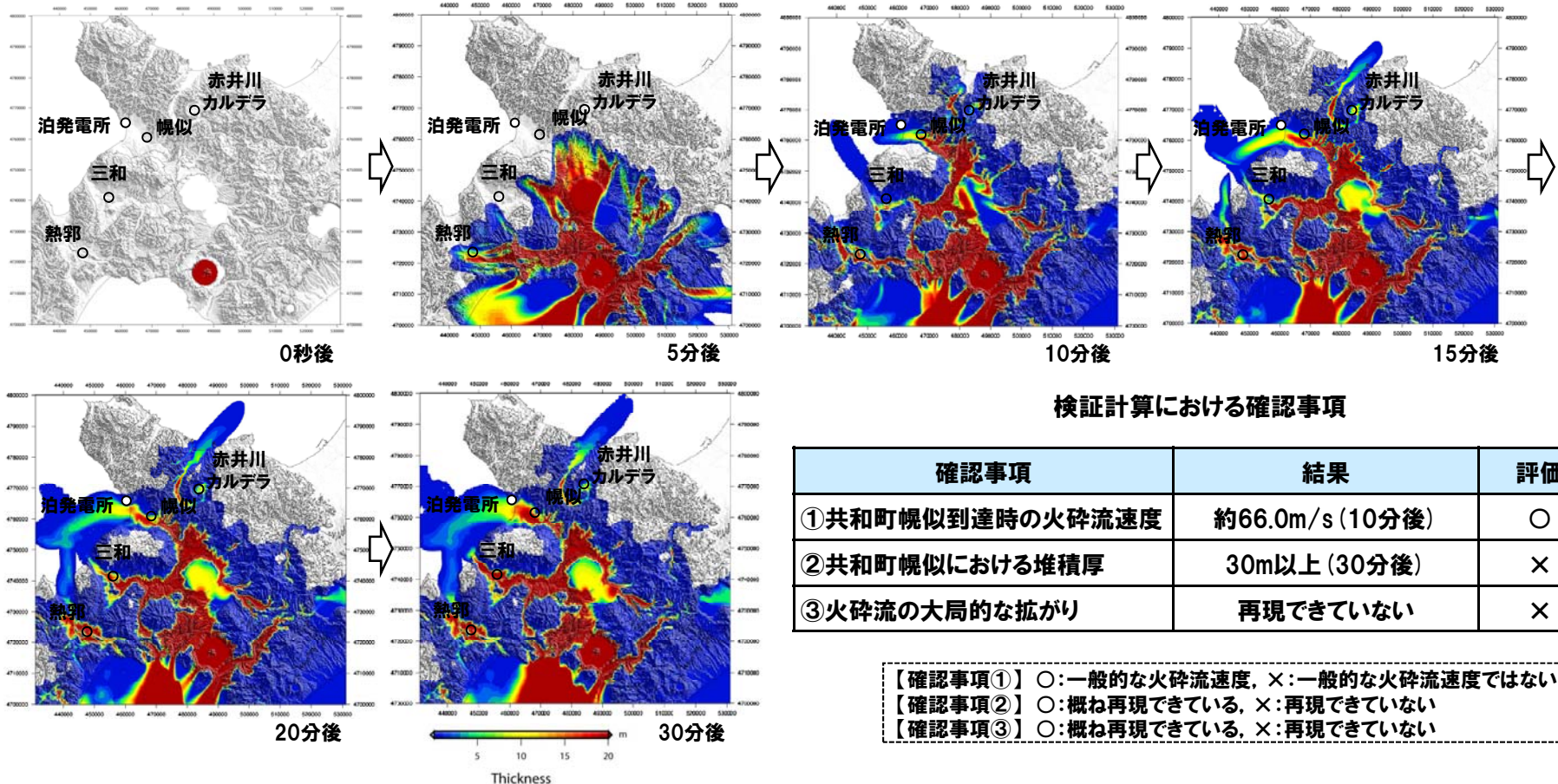
(参考)洞爺火砕流シミュレーション

火砕流シミュレーション(検証計算結果:ケース3)

- 底面摩擦係数:0.01, パイル高さ:4,000mとしてシミュレーションを実施した。
- 火砕流は噴火から10分以内に共和町幌似に到達し(約66.0m/s), 30分後の層厚は30m以上となった。
- 火砕流は黒松内町熱郭及び蘭越町三和まで広がっているものの, 赤井川カルデラ, 共和台地及び岩内台地まで到達しており, 大局的な広がりを再現できていない。



○約11万年前の既往最大規模噴火時の火砕流現象が再現できていないと判断される。



検証計算における確認事項

確認事項	結果	評価
①共和町幌似到達時の火砕流速度	約66.0m/s (10分後)	○
②共和町幌似における堆積厚	30m以上 (30分後)	×
③火砕流の大局的な広がり	再現できていない	×

【確認事項①】 ○:一般的な火砕流速度, ×:一般的な火砕流速度ではない
 【確認事項②】 ○:概ね再現できている, ×:再現できていない
 【確認事項③】 ○:概ね再現できている, ×:再現できていない