

# 泊発電所の火山影響評価について (まとめ)

---

平成25年12月18日  
北海道電力株式会社

ヒアリング・審査会合における指摘事項 .....	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. 検討フロー .....	P.5
3. 活動履歴による検討対象の抽出結果 .....	P.6
4. 10火山に関する検討 .....	P.9
5. 敷地から半径10km以内に火砕流, 溶岩流等が到達している火山 .....	P.11
6. 個別評価(ニセコ・雷電火山群, 洞爺カルデラ) .....	P.12
7. モニタリングについて .....	P.29
8. 敷地において想定される火山事象 .....	P.30
9. 降下火砕物(火山灰)の評価 .....	P.31
(参考)尻別岳及び支笏カルデラに関する追加検討結果 .....	P.36

# ヒアリング・審査会合における指摘事項

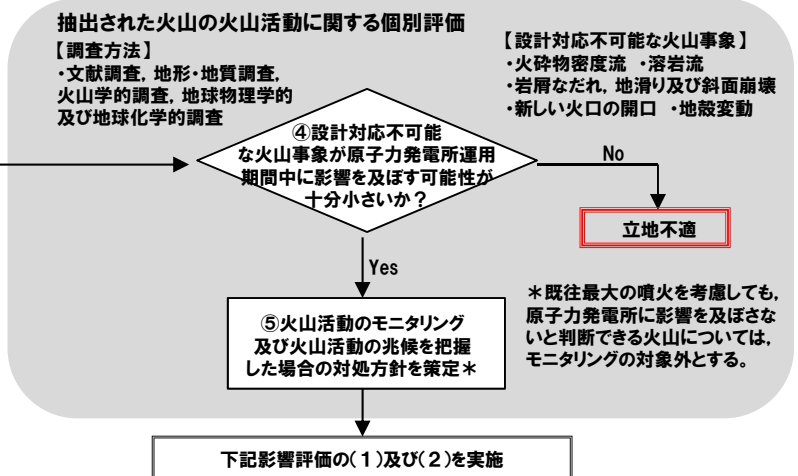
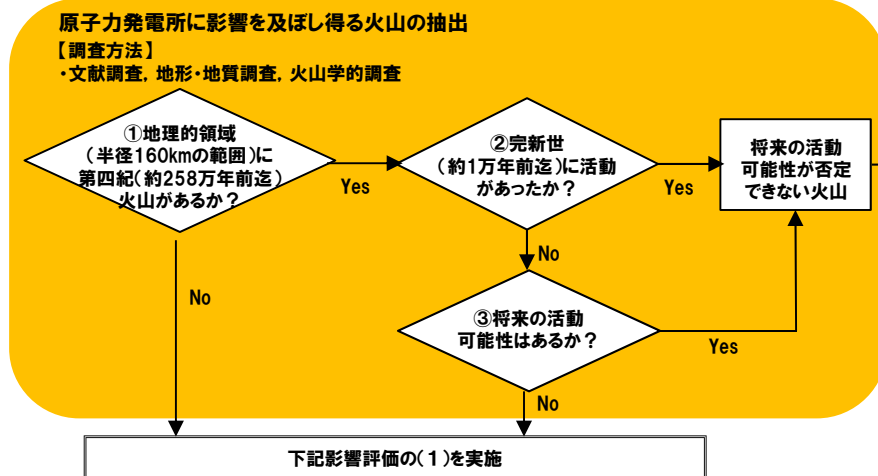
No.	指摘事項	指摘時期	説明時期
1	洞爺カルデラに関して、最新の地殻変動データ等、公的なデータをレビューすること。	9月25日審査会合	11月13日審査会合
	洞爺火砕流堆積物についての調査結果を整理して提示すること。	9月25日審査会合	
2	ニセコ・雷電火山群、羊蹄山について、過去の噴火状況等について、さらに詳しく資料に記載すること。	9月25日審査会合	11月13日審査会合
3	尻別岳については、町田・新井(2003)では、最新活動時期が7万年前との記載があるので、再度文献等を確認すること。	9月25日審査会合	11月13日審査会合
	現在の支笏カルデラが活動ステージのどのステージにあるのか検討すること。	9月20日ヒアリング	
4	火山灰の層厚設定については、敷地内のボーリング調査のデータも確認したうえで、設定の妥当性について説明すること。	9月25日審査会合	12月18日審査会合
	サイトから比較的近距离にある羊蹄山が噴火した場合に想定されるサイト内の火山性碎屑物の降灰層厚についてシミュレーションを行うこと。	11月7日ヒアリング	
	羊蹄山については、噴火したときの降下火砕物について、季節的な偏西風の変動の影響も考慮した降灰シミュレーションを実施し、敷地への影響を確認すること。	11月13日審査会合	
	火山灰の密度、粒度分布の設定は、周辺の火山灰の実測データに基づいて行うこと。	11月13日審査会合	
5	ニセコ・雷電火山群、洞爺カルデラについては、公的機関による検討結果だけでなく、自主的な観測も含めて、モニタリングが必要ではないか。	9月25日審査会合	12月18日審査会合
	噴火したときの火山噴出物の影響を現在の地形を反映した検討を行うこととした指摘については、洞爺カルデラも対象とすること。	11月7日ヒアリング	
	洞爺カルデラについては、既往最大規模の噴火を考慮した際の影響を確認するため、現在の地形で火砕流のシミュレーションを実施すること。	11月13日審査会合	
6	ニセコ・雷電火山群、羊蹄山については、噴火したときの火山噴出物の影響について、現在の地形を反映した検討を行うこと。	9月25日審査会合	12月18日審査会合
7	ニセコ・雷電火山群、羊蹄山、狩場山については、泥流や土石流の敷地への影響や取水への影響を検討すること。	9月25日審査会合	12月18日審査会合

# 1. 原子力発電所の火山影響評価ガイドの概要

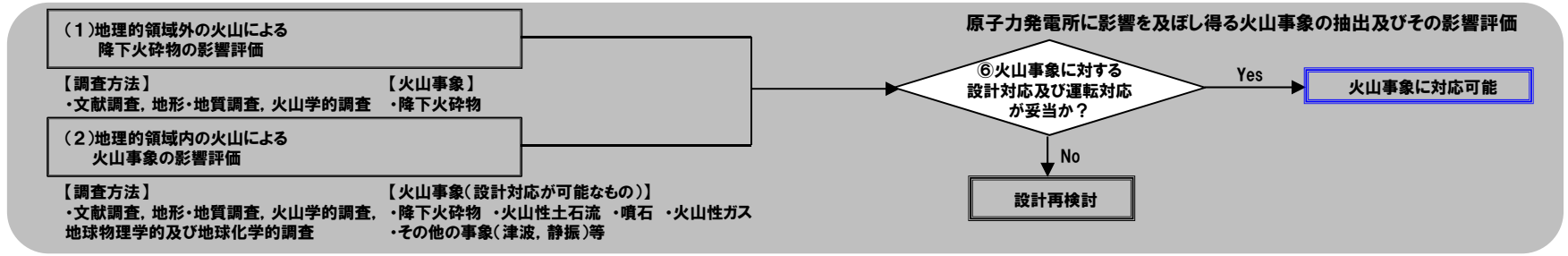
再掲(9/25審査会合資料)

## 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

立地評価



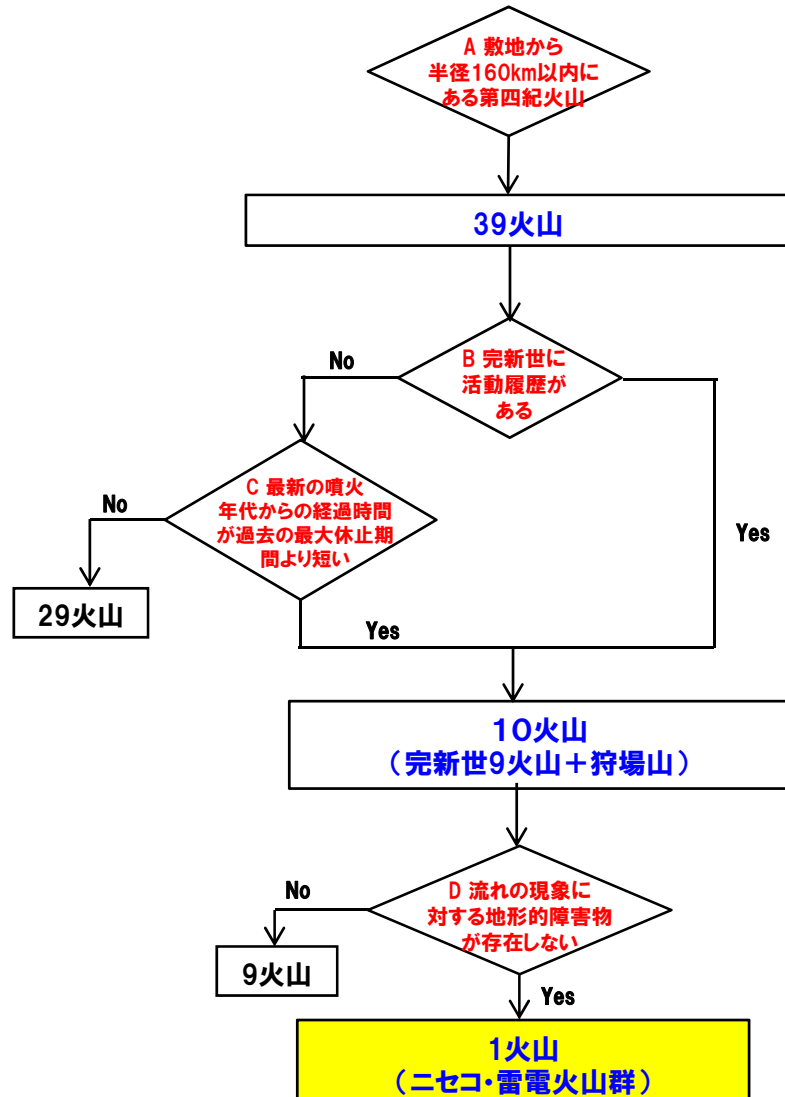
影響評価



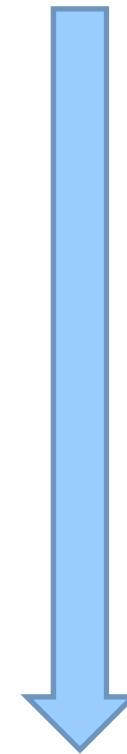
再掲(9/25審査会合資料)

検討フロー

## 審査ガイドに基づく検討



## 敷地近くに設計対応不可能な火山事象が到達している火山についての自主的な検討



敷地から半径10km以内に設計対応不可能な火山事象が到達している火山

2火山  
(ニセコ・雷電火山群+洞爺カルデラ)

### 3. 活動履歴による検討対象の抽出結果

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	活動時期	最新活動からの経過時間
C02	滝川火山群(石山, コップ山)	約 1000-約 170 万年前	1.7±0.1Ma
C03	イルムケップ山	約 260 万年前	2.6±0.1Ma
C04	暑寒別岳	約 400-200 万年前	約 2Ma
C05	藻岩山	約 180 万年前	1.80±0.50Ma
C06	積丹岳	約 250-200 万年前	2.03±0.10Ma
C07	赤井川カルデラ	約 170-130 万年前	1.3Ma
C08	札幌岳	約 80 万年前	約 0.8Ma
C09	空沼岳	80 万年前後	約 0.8Ma
C10	漁岳	約 260-240 万年前	約 2.4Ma
C11	支笏カルデラ	5-4 万年前にカルデラ形成	約 40ka
C12	恵庭岳	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
C13	風不死岳	支笏カルデラ形成後に活動(4 万年前以降)。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	4.5ka
C14	樽前山	約 9000 年前以降	A. D. 1978
C15	ホロホロ・徳舜誓	約 70 万ないし 60 万年前	約 0.6Ma
C16	オロフレ・来馬	来馬岳は 60 万年前	約 0.6Ma
C17	倶多楽・登別火山群	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	約 50 万年前	約 0.5Ma
C19	虻田	第四紀前期?	-
C20	洞爺カルデラ	約 14 万年前にカルデラ形成	約 0.11Ma
C21	洞爺中島	4-3 万年前	約 30ka
C22	有珠山	2 万ないし 1.5 万年前に活動開始	A. D. 2000
C23	尻別岳	数十万年前	-
C24	羊蹄山	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・雷電火山群	約 40 万年前以降。最新の噴火は約 6000 年前。雷電山は約 140-80 万年前	約 6ka
C26	写万部山	約 260-250 万年前	2.54±0.16Ma
C27	狩場山	約 80-25 万年前	約 0.25Ma
C28	カスベ岳	第四紀前期?	-
C29	勝淵山	30 万ないし 20 万年前	0.2Ma
C30	長機	約 220-170 万年前	1.72±0.33Ma
C31	砂蘭部岳	約 180 万年前	1.73±0.09Ma
C32	濁川カルデラ	約 1 万 5000 年前にカルデラ形成	約 15ka
C33	渡島毛無山	鮮新世後期-第四紀前期?	-
C34	北海道駒ヶ岳	3 万年前以前(数万年前?)に活動開始	A. D. 2000
C35	横津岳	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。	-
C36	木地挽山	約 190 万年前以降に形成	-
C37	恵山丸山	約 20 万年前	約 0.2Ma
C38	恵山	約 5 万年前以降	A. D. 1874
C39	函館山	約 120-90 万年前	約 0.9Ma
C40	銭亀	4 万 5000-3 万 3000 年の間	約 33ka

火山番号は「日本の火山(第3版)」の表記に従う

再掲(9/25審査会合資料)

赤色:完新世に活動した火山

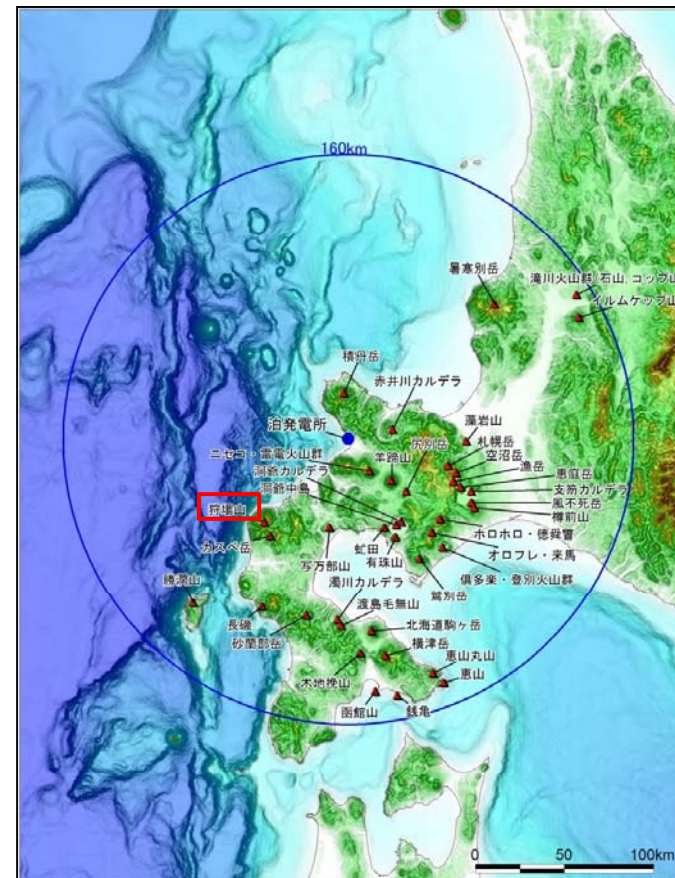


9火山

青色:最新の活動年代が過去の最大休止期間より短い火山



狩場山



「日本の火山(第3版)」に基づき作成

狩場山の位置

### 3. 活動履歴による検討対象の抽出結果

再掲(9/25審査会合資料)

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	活動時期	最新活動からの経過時間	最新活動の新旧
C02	滝川火山群(石山, コップ山)	約 1000-約 170 万年前	1.7±0.1Ma	×
C03	イルムケップ山	約 260 万年前	2.6±0.1Ma	×
C04	暑寒別岳	約 400-200 万年前	約 2Ma	×
C05	蘂岩山	約 180 万年前	1.80±0.50Ma	×
C06	積丹岳	約 250-200 万年前	2.03±0.10Ma	×
C07	赤井川カルデラ	約 170-130 万年前	1.3Ma	×
C08	札幌岳	約 80 万年前	約 0.8Ma	×
C09	空沼岳	80 万年前後	約 0.8Ma	×
C10	漁岳	約 260-240 万年前	約 2.4Ma	×
C11	支笏カルデラ	5-4 万年前にカルデラ形成	約 40ka	○
C15	ホロホロ・徳舜瞥	約 70 万ないし 60 万年前	約 0.6Ma	×
C16	オロフレ・来馬	来馬岳は 60 万年前	約 0.6Ma	×
C18	鷲別岳	約 50 万年前	約 0.5Ma	×
C19	虻田	第四紀前期?	-	×
C20	洞爺カルデラ	約 14 万年前にカルデラ形成	約 0.11Ma	別途検討
C21	洞爺中島	4-3 万年前	約 30ka	洞爺にて検討
C23	尻別岳	数十万年前	-	×
C26	写万部山	約 260-250 万年前	2.54±0.16Ma	×
C28	カスベ岳	第四紀前期?	-	×
C29	勝淵山	30 ないし 20 万年前	0.2Ma	○
C30	長磯	約 220-170 万年前	1.72±0.33Ma	×
C31	砂蘭部岳	約 180 万年前	1.73±0.09Ma	×
C32	濁川カルデラ	約 1 万 5000 年前にカルデラ形成	約 15ka	○
C33	渡島毛無山	鮮新世後期-第四紀前期?	-	×
C35	横津岳	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。	-	×
C36	木地挽山	約 190 万年前以降に形成	-	×
C37	恵山丸山	約 20 万年前	約 0.2Ma	○
C39	函館山	約 120-90 万年前	約 0.9Ma	×
C40	銭亀	4 万 5000-3 万 3000 年前の間	約 33ka	○

火山番号は「日本の火山(第3版)」の表記に従う

日本のような島弧火山は数十万年程度が平均的な活動期間と考えてよい(兼岡・井田, 1997)

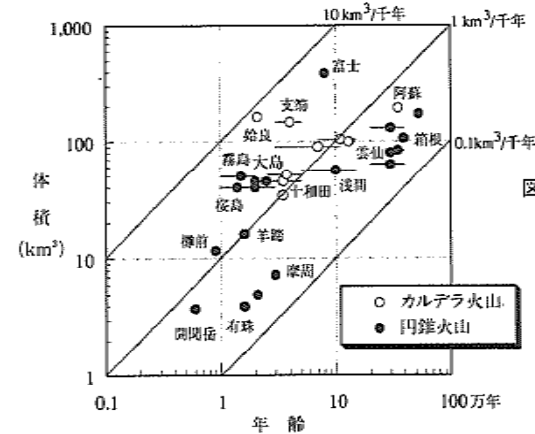


図 2.1 日本の代表的な火山の年齢と体積の関係  
島弧の火山の長期間にわたる平均噴出率は、1000 年当たり 0.1-10 km<sup>3</sup> のばらつきがある。一般にカルデラ火山の噴出率が高いが、富士山も同程度に噴出率が高い。[守屋以智雄, 1983<sup>9)</sup>などの資料に基づく]

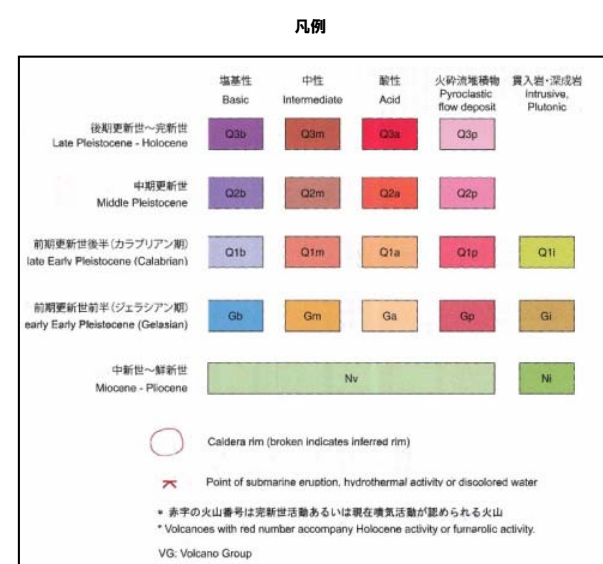
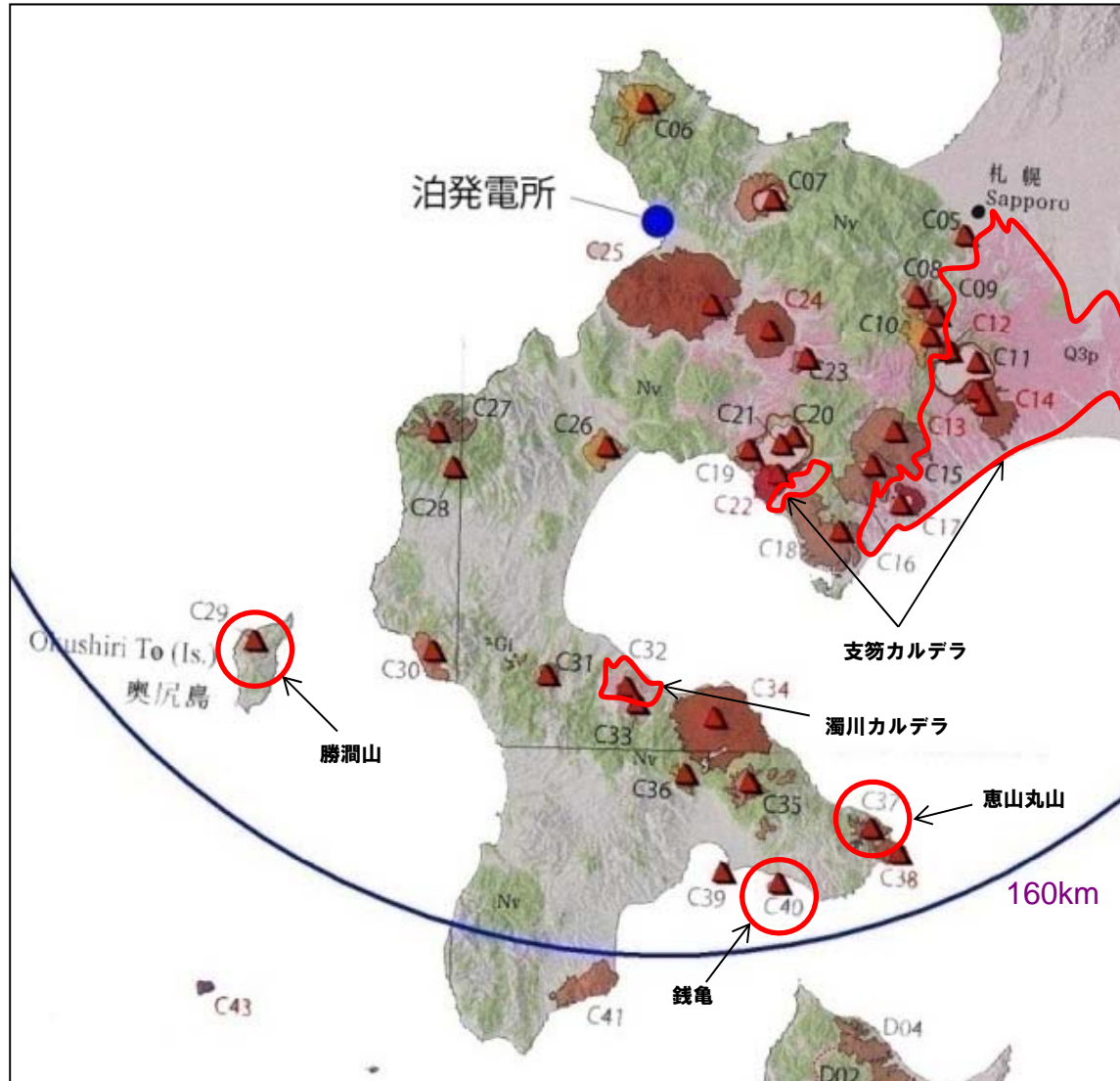
日本の代表的な火山の活動期間(兼岡・井田, 1997)

なお、表に示す29火山については、以下の特徴も有している。

- これらのほとんどが、数十万年前以降の活動が確認されていない。
- 上記以外の火山(支笏カルデラ・勝淵山・濁川カルデラ・恵山丸山・銭亀)も、敷地に火砕流、溶岩流等の影響が及んでいない。(次ページにて説明)

### 3. 活動履歴による検討対象の抽出結果

一部加筆 (9/25審査会合資料)



**支笏カルデラ・勝潤山・濁川カルデラ・恵山丸山・銭亀については、敷地に火砕流、溶岩流等の影響が及んでいない。**

※以下の火山についての追加検討結果は、巻末に参考資料として添付。  
 ○尻別岳  
 ○支笏カルデラ

火山地質図(支笏カルデラについては町田・新井(2003)を参考にトレース)



これまでに抽出された10火山  
(恵庭岳, 風不死岳, 樽前山, 倶多楽・登別火山群, 有珠山, 羊蹄山,  
ニセコ・雷電火山群, 狩場山, 北海道駒ヶ岳, 恵山)  
について,

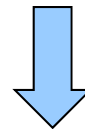
○敷地と火山の間の地形状況

○火砕流, 溶岩流等の設計対応不可能な火山事象の分布

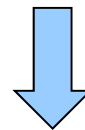
を確認した。

## 運用期間中に影響を及ぼす可能性に関する検討結果(10火山)

- 「ニセコ・雷電火山群」以外の火山については、敷地との間に地形的障害物が存在する。
- 火砕流、溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は広域的な分布を示していない。

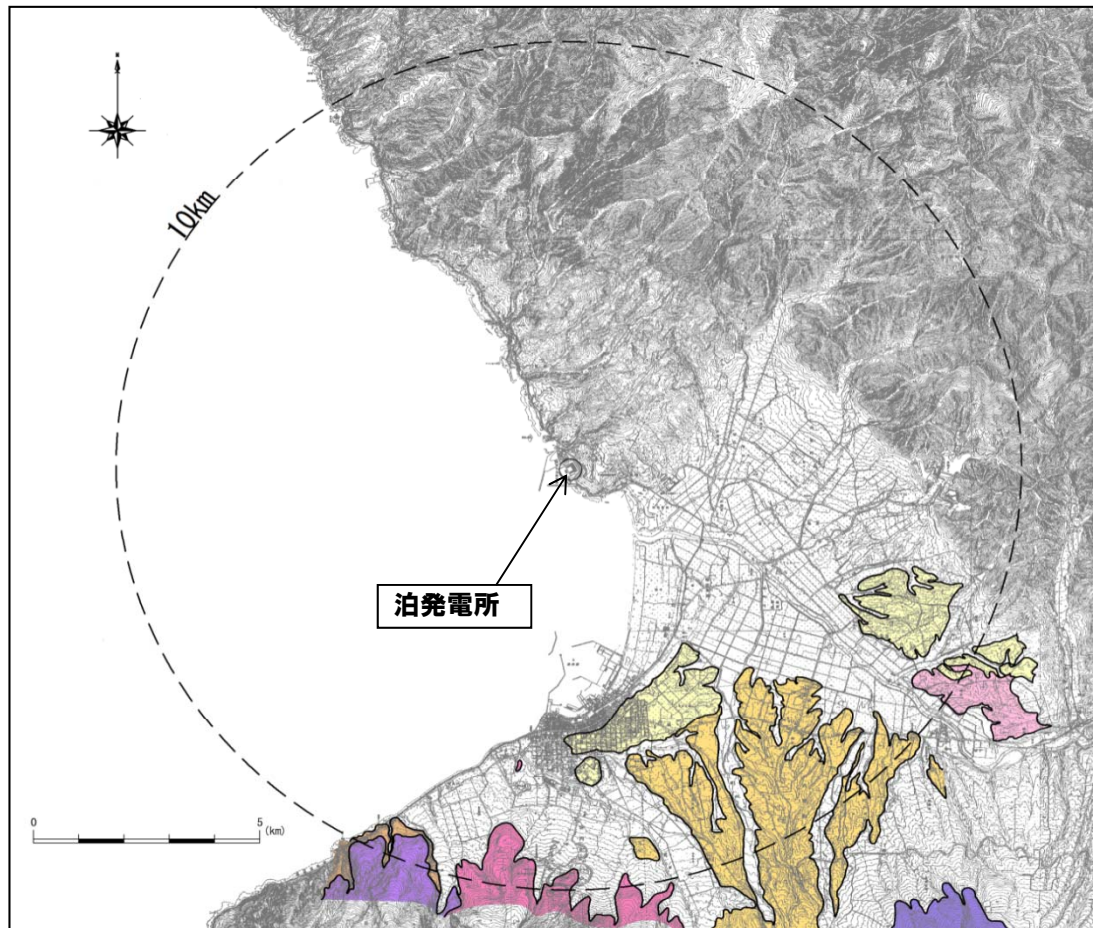


「ニセコ・雷電火山群」以外の火山については、火砕流・溶岩流等の分布、地形状況等から、設計対応不可能な火山事象が到達する可能性は十分小さいものと考えた。



「ニセコ・雷電火山群」を個別評価対象として抽出

再掲(9/25審査会合資料)



敷地から半径10km以内の第四紀火山地質図

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	

## 【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。

## ○敷地内:

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。

➤ 敷地を中心とする半径10kmに火砕流、溶岩流等が認められる火山は

- ニセコ・雷電火山群
- 洞爺カルデラ

がある。

## 6. 個別評価(ニセコ・雷電火山群)

### 概要

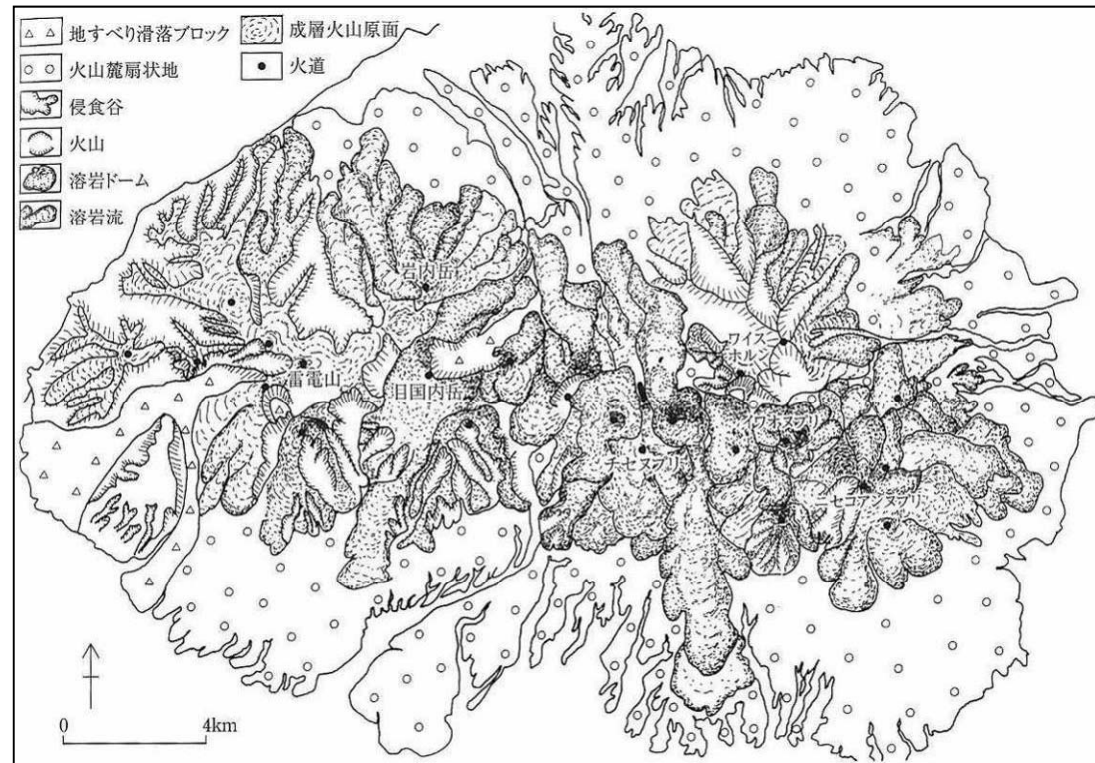
再掲(11/13審査会合資料)

追加検討結果【指摘事項No.2を考慮】

- 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0.7km<sup>3</sup>と推定される。



ニセコ・雷電火山群の位置

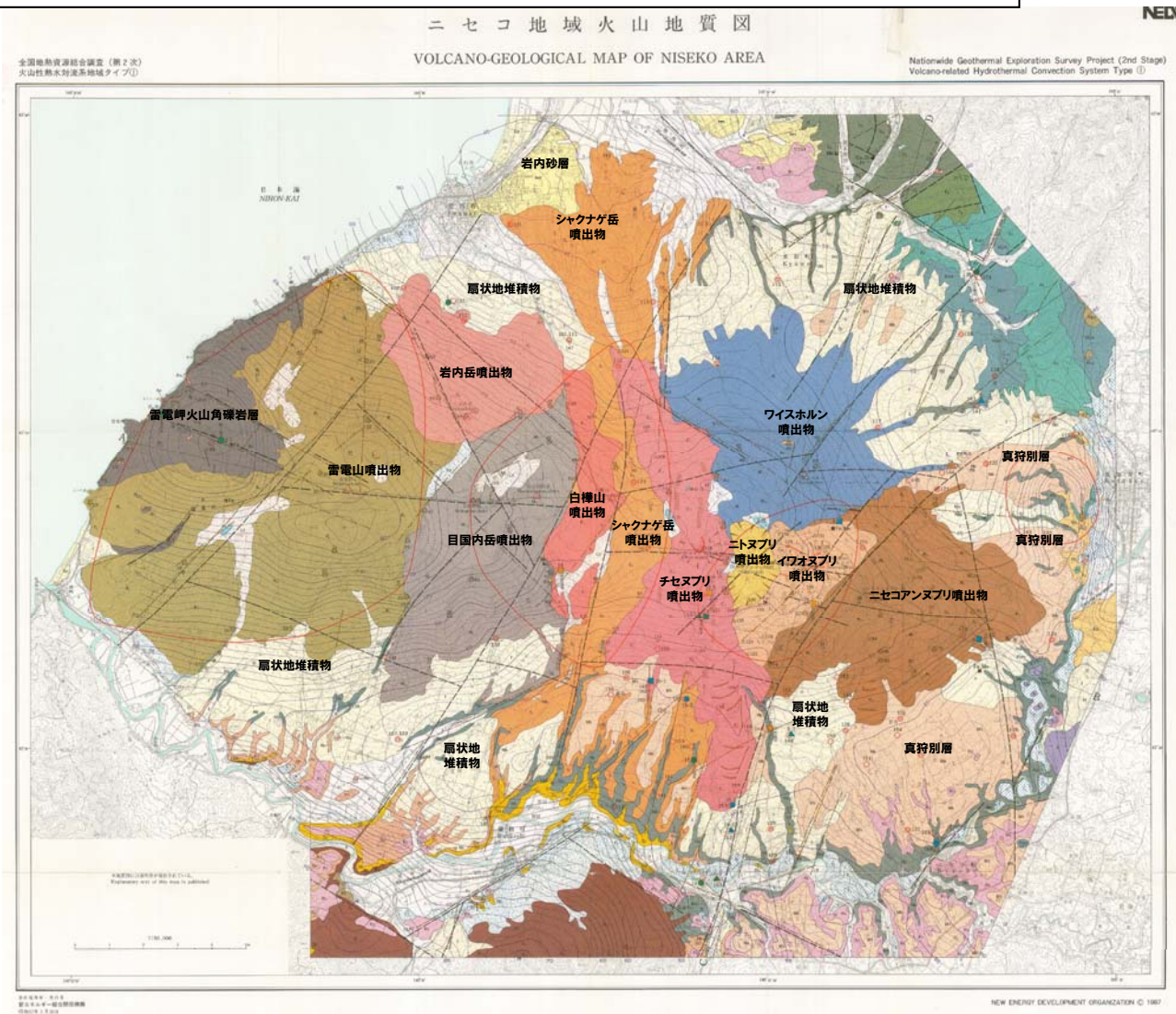


ニセコ・雷電火山群の地形分類図(小嶋ほか編(2003))

## 6. 個別評価(ニセコ・雷電火山群)

### 地質分布・地質層序 (NEDO (1986,1987))

再掲 (11/13審査会合資料)



#### 【NEDO (1986, 1987) 調査概要】

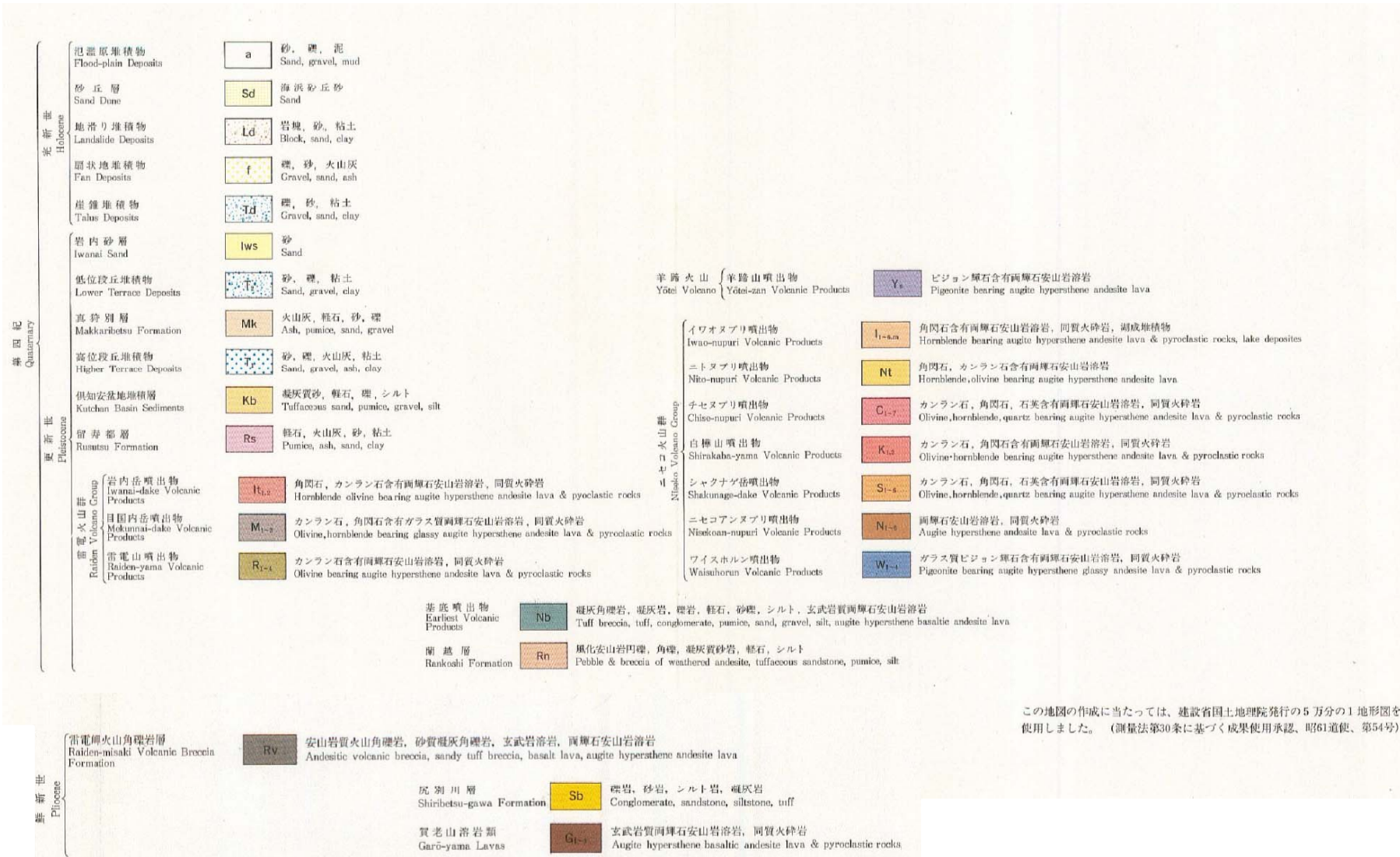
- 目的:  
「全国地熱資源総合調査」(旧通商産業省からの補助金で実施)の一環として、1984年～1986年にニセコ地域(ニセコ・雷電火山群)における調査を実施。
- 調査範囲(図幅範囲):  
火山地質図作成範囲は、ニセコ・雷電火山群の火山噴出物が分布する範囲。
- 調査内容:  
基盤の地質構造、火山地質構造(雷電火山群・ニセコ火山群の地質構造)に関する
  - ・空中写真判読
  - ・地表地質踏査
 各火山噴出物のフローユニット単位での
  - ・磁化方位測定
  - ・年代測定
  - ・化学組成分析
 等を実施。

ニセコ地域火山地質図(NEDO(1987)に一部加筆)

# 6. 個別評価(ニセコ・雷電火山群)

## 地質分布・地質層序 (NEDO (1986,1987))

再掲 (11/13審査会合資料)



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

ニセコ地域火山地質図(凡例)(NEDO(1987)より抜粋)

## 6. 個別評価(ニセコ・雷電火山群)

### 地質分布・地質層序

再掲(11/13審査会合資料)

追加検討結果【指摘事項No.2を考慮】

- 大場(1960), NEDO(1986,1987)及び産総研(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。
- 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 (0.3Ma-<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			古期火山群 (2.03-0.5Ma)
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)	
岩内岳			
ワイスホルン			
雷電山			

再掲(11/13審査会合資料)

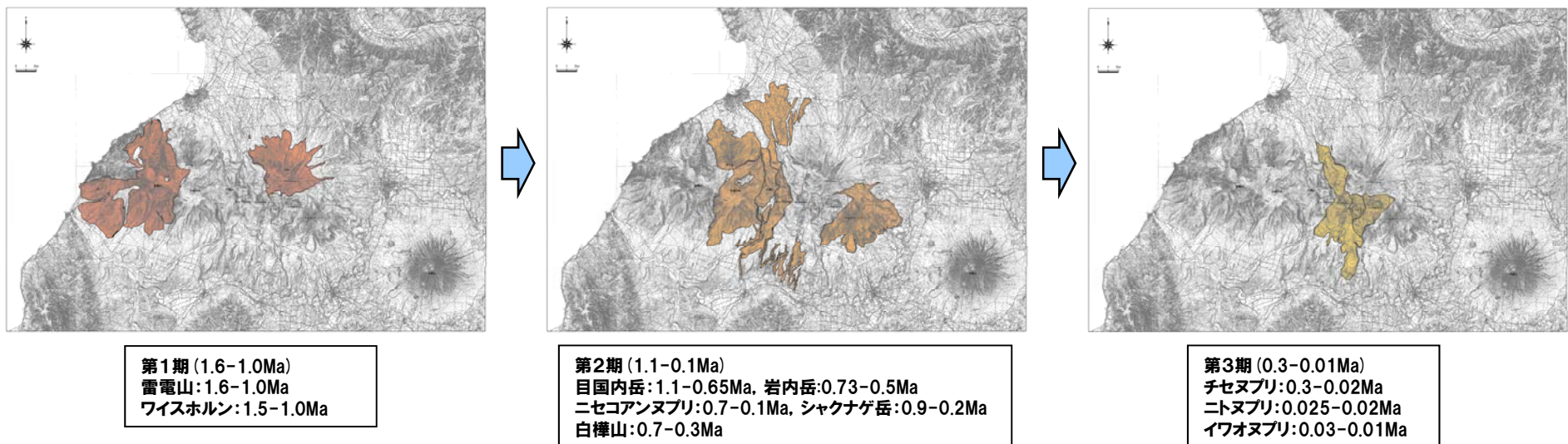
## 活動の変遷

追加検討結果【指摘事項No.2を考慮】

- 児玉ほか(1998b)によれば、ニセコ・雷電火山群の活動は全体として東部へ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 $^{14}\text{C}$ 年代値が、 $6,030 \pm 80\text{BP}$ 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)



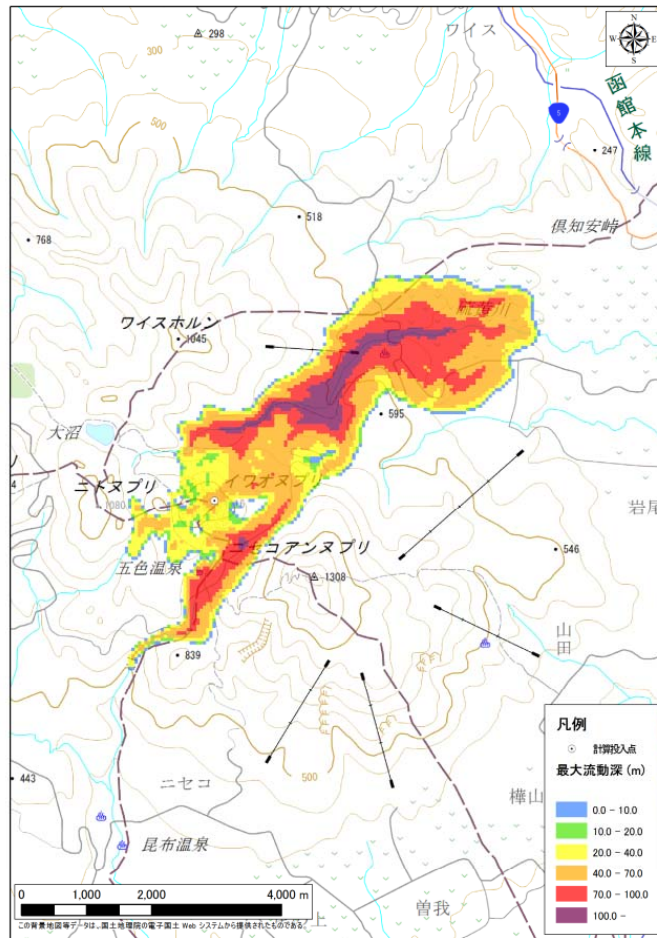
## 6. 個別評価(ニセコ・雷電火山群)

### 溶岩流シミュレーション結果

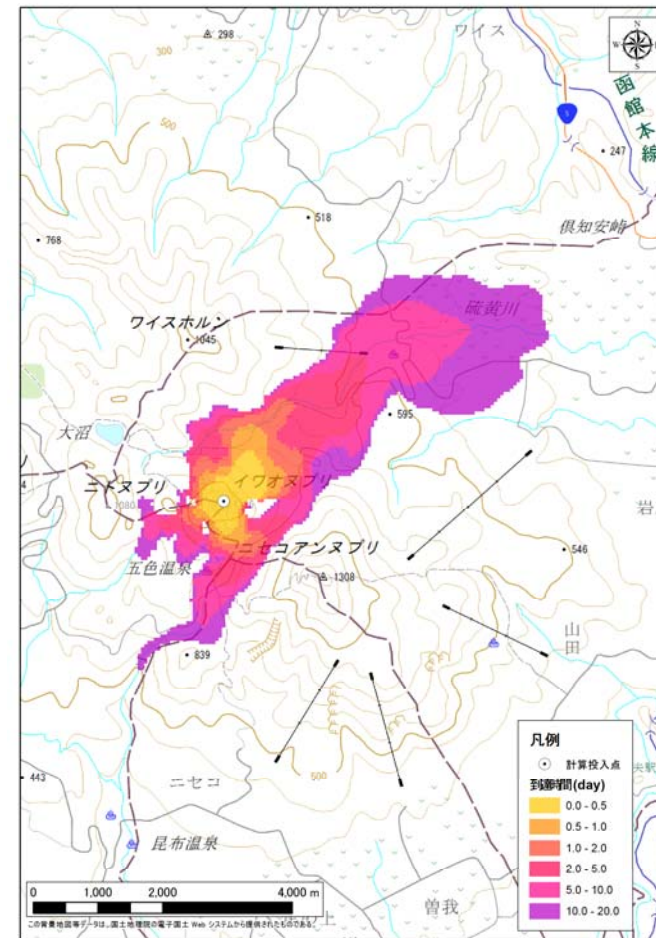
再掲(12/18審査会合資料)

追加検討結果【指摘事項No.6を考慮】

○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

# 6. 個別評価(ニセコ・雷電火山群)

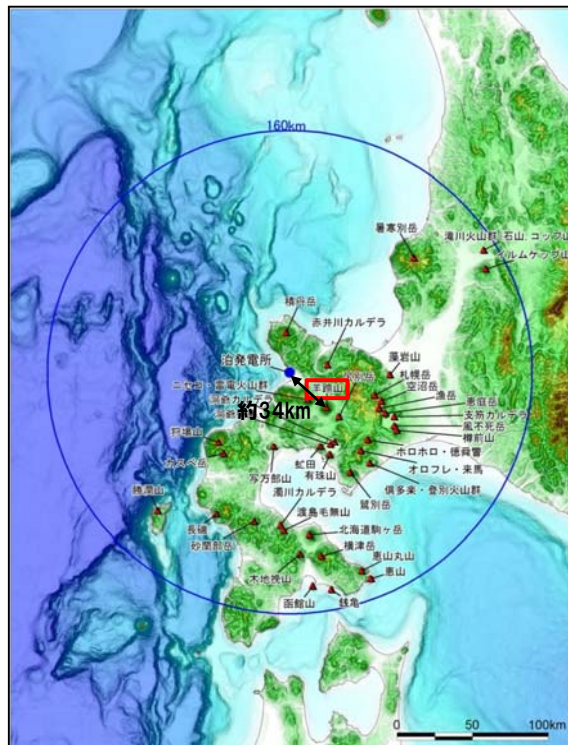
## 概要(羊蹄山)

一部加筆(11/13審査会合資料)

追加検討結果【指摘事項No.2を考慮】

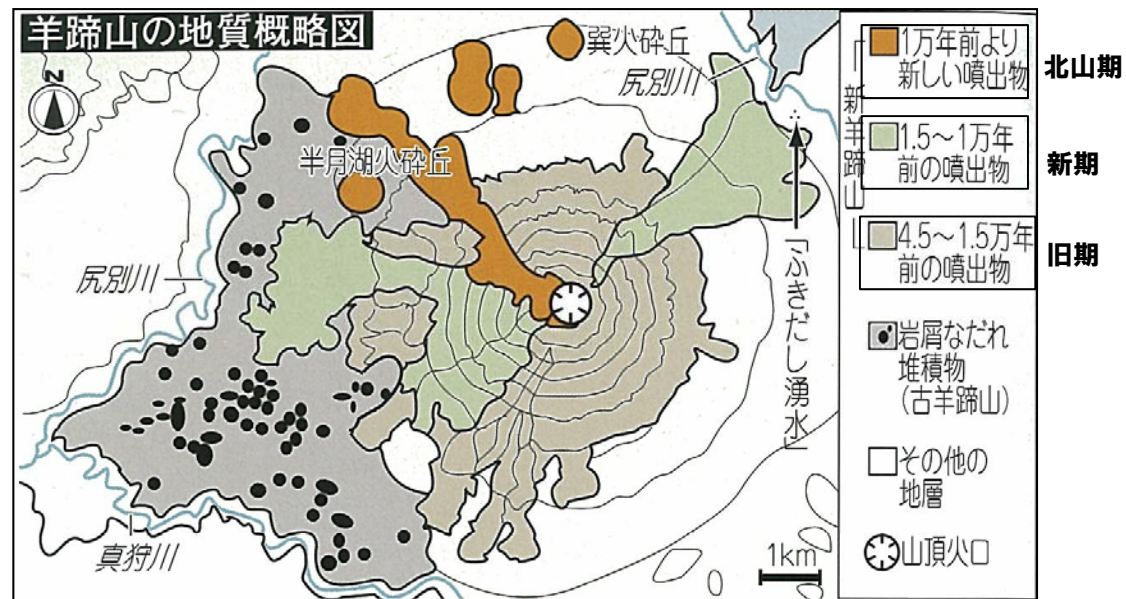
羊蹄山は、ニセコ・雷電火山群に隣接し、敷地に比較的近いことから、過去の噴火状況等について、更なる検討を行った。

- 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の分布は山体周辺に分布する。町田・新井(2003)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0.2km<sup>3</sup>と推定される。



羊蹄山の位置

「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))

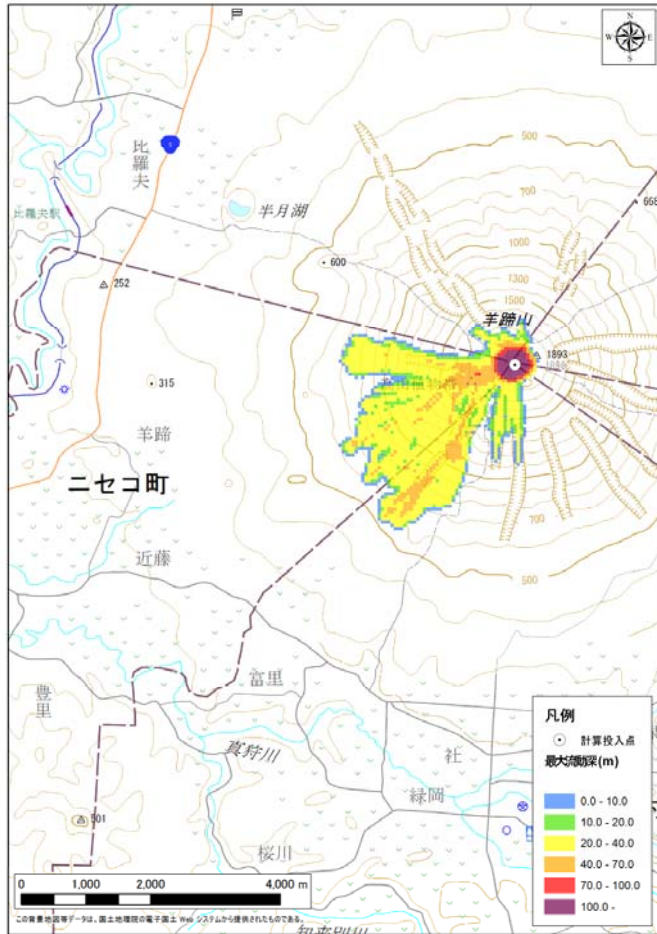
# 6. 個別評価(ニセコ・雷電火山群)

## 溶岩流シミュレーション結果(羊蹄山)

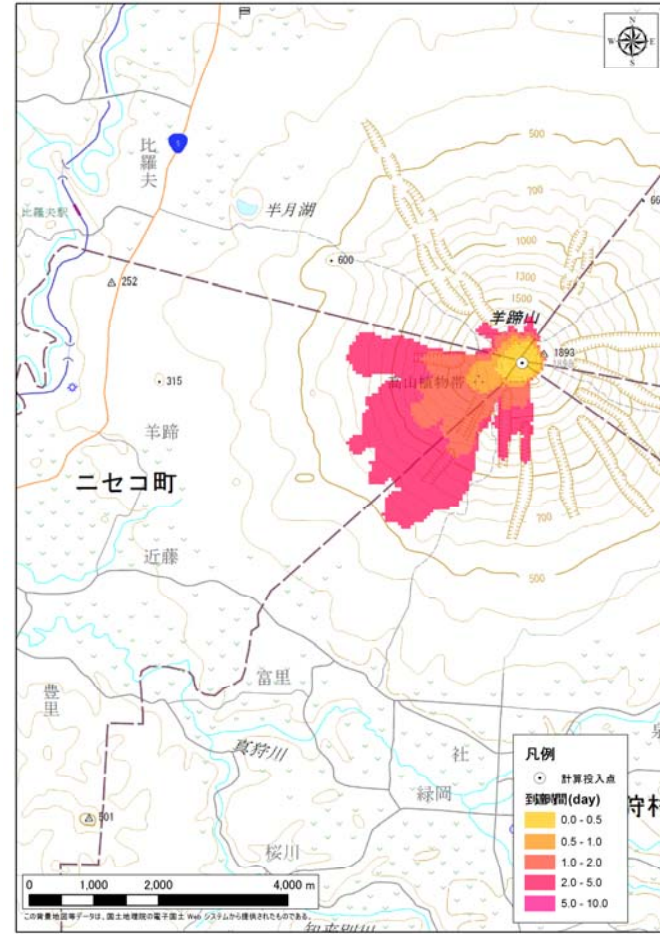
再掲(12/18審査会合資料)

追加検討結果【指摘事項No.6を考慮】

○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



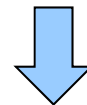
溶岩流到達時間

再掲(11/13審査会合資料)

## 火山性地震

追加検討結果【指摘事項No.2を考慮】

- 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。

## 6. 個別評価(ニセコ・雷電火山群)

一部加筆・修正(11/13審査会合資料)

### 地殻変動

追加検討結果【指摘事項No.2を考慮】

○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、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、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。

## 評価

一部加筆 (11/13審査会合資料)

追加検討結果【指摘事項No.2・6・7を考慮】

- ニセコ・雷電火山群：
  - 代表的な文献によれば、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。
  - 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。



- 追加検討結果を踏まえても、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する。
- ニセコ・雷電火山群については、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ため、自主的にモニタリングを行うことを計画している。その内容については後述する。

## 概要

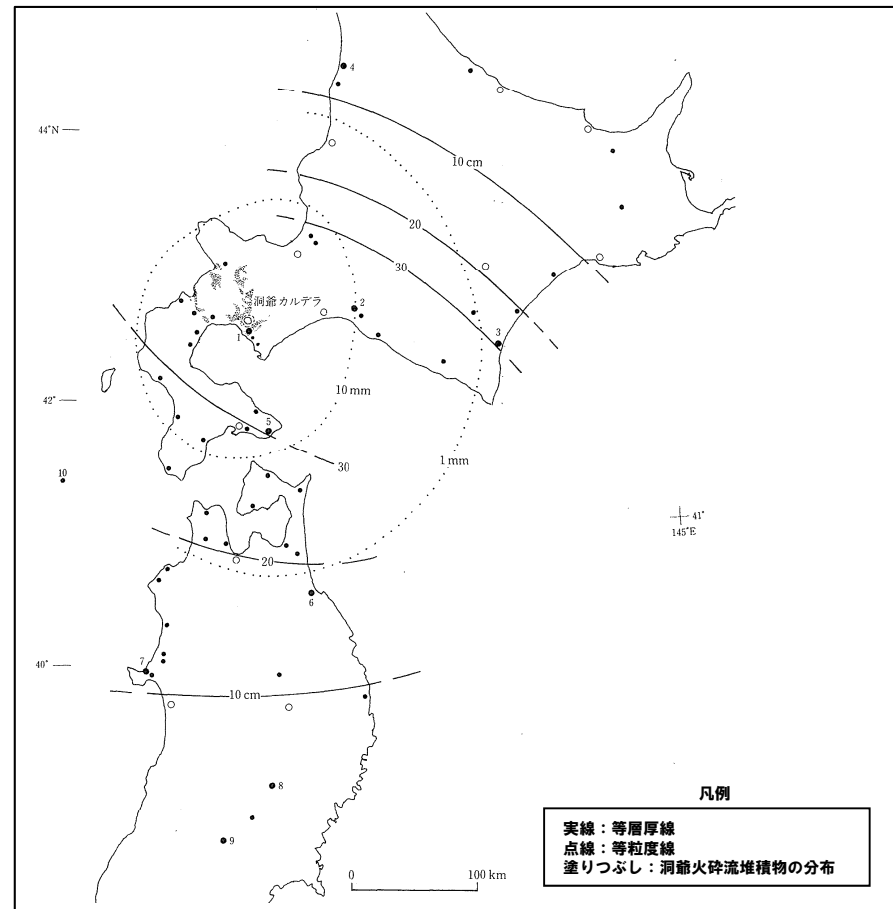
再掲(11/13審査会合資料)

- 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形成・最新活動は約11万年前
- 火山噴出物の分布：別図に示すとおり(町田・新井(2003))



洞爺カルデラの位置

「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(2003)に一部加筆)

# 6. 個別評価(洞爺カルデラ)

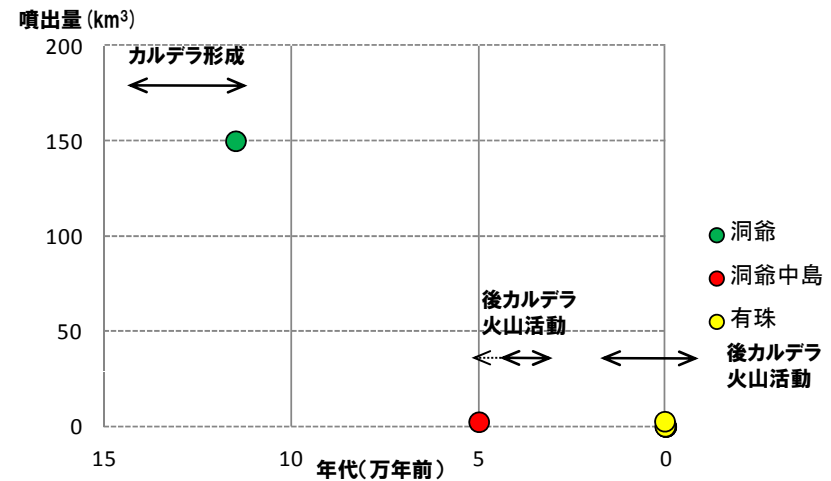
再掲 (9/25及び11/13審査会合資料)

## 噴火履歴

- 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(産総研 日本の火山(DB))。
- その噴火の規模は、火砕流が20km<sup>3</sup>以上、総噴出量が150km<sup>3</sup>を超えるとされ、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)



洞爺カルデラの噴火履歴

火山	年代(千年前)	噴出量(km <sup>3</sup> )	備考
洞爺カルデラ	140~110	150以上	出典：国土地理院 1:25,000火山土地条件図 有珠山(2000)
洞爺中島	30~40(51)	2.5	出典：山縣(1996)、産総研 日本の火山(DB)
有珠	10	?	出典：産総研 日本の火山(DB)
	0.337	2.78	1663年噴火(噴火量に先明和噴火含む)、出典：産総研 日本の火山(DB)
	0.231	0.11	1769年噴火、出典：産総研 日本の火山(DB)
	0.178	0.28	1822年噴火、出典：産総研 日本の火山(DB)
	0.147	0.35	1853年噴火、出典：産総研 日本の火山(DB)
	0.090	0.003	1910年噴火、出典：産総研 日本の火山(DB)
	0.056	0.11	1943-45年噴火、出典：産総研 日本の火山(DB)
	0.023	0.1	1977-78年噴火、出典：産総研 日本の火山(DB)
	0	0.0009	2000年噴火、出典：産総研 日本の火山(DB)



## 6. 個別評価(洞爺カルデラ)

再掲(11/13審査会合資料)

### 火山性地震

追加検討結果【指摘事項No.1を考慮】

- 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、M2-4の地震が多く認められる。噴火後はM2以上の地震の発生はほとんど認められず、M0-1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。



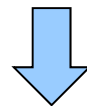
- 地震活動は洞爺カルデラ域での広域的なものではなく、活動中心は有珠山周辺に限定的であり、有珠山の活動状況と調和的である。

一部加筆・修正(11/13審査会合資料)

### 地殻変動

追加検討結果【指摘事項No.1を考慮】

- 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。



- 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。

※カルデラの巨大噴火に係るマグマ溜まり再蓄積は、約100年～約3000年の時間スケールと推測されるとの事例報告(Gualda et al.(2012), Druitt et al.(2012))

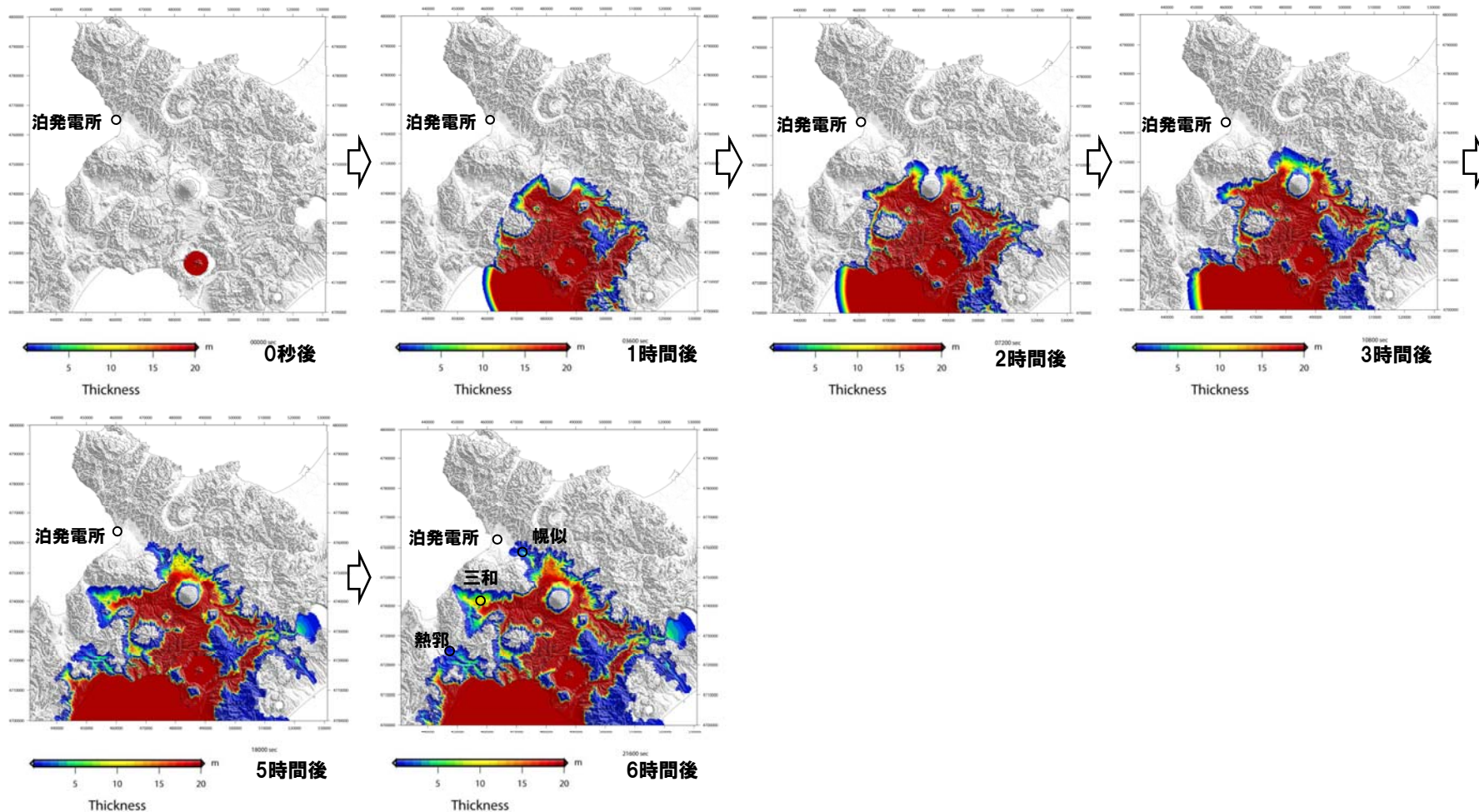
## 6. 個別評価(洞爺カルデラ)

### 火砕流シミュレーション結果

再掲(12/18審査会合資料)

追加検討結果【指摘事項No.5を考慮】

○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。



## 6. 個別評価(洞爺カルデラ)

### 評価

一部加筆・修正(11/13審査会合資料)

追加検討結果【指摘事項No.1・5を考慮】

#### ➤火砕流堆積物の分布:

- 洞爺火砕流堆積物は、共和町幌似付近に分布が確認されているが、それ以外の敷地近傍では確認されていない。
- 敷地では洞爺火砕流堆積物の分布は認められない。
- 敷地と岩内平野の間には、丘陵地が分布し、標高差が100m程度ある。

#### ➤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。
- 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。
- 現在の有珠山の噴火警戒レベルは1(平常)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:

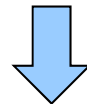
- 地震活動は洞爺カルデラ域での広域的なものではなく、活動中心は有珠山周辺に限定的であり、有珠山の活動状況と調和的である。

#### ➤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。

#### ➤その他:

- 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が十分小さいものと評価する。
- 洞爺カルデラについては、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ため、自主的にモニタリングを行うことを計画している。その内容については後述する。

再掲 (9/25及び11/13審査会合資料)

## &lt;火山影響評価ガイド&gt;

(本文)

\*過去の最大規模の噴火により設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達したと考えられる火山については、モニタリング対象とする。

(基本フロー)

\*既往最大規模の噴火を考慮しても、原子力発電所に影響を及ぼさないと判断できる火山については、モニタリングの対象外とする。

## モニタリング方法

追加検討結果【指摘事項No.5を考慮】

○ニセコ・雷電火山群及び洞爺カルデラについて、自主的にモニタリングを行う。

- ・ニセコ・雷電火山群については、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しており、既往最大規模の噴火を考慮しても発電所に影響を及ぼさないと判断されるが、敷地から近いことや、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、自主的にモニタリングを行う。
- ・洞爺カルデラについては、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しており、既往最大規模の噴火を考慮しても発電所に影響を及ぼさないと判断されるが、敷地近くに設計対応不可能な火山事象が到達していることを考慮し、念のため、自主的にモニタリングを行う。

○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

追加検討結果【指摘事項No.5を考慮】

○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。

## 8. 敷地において想定される火山事象

一部加筆 (9/25審査会合資料)

火山事象	検討結果・評価	備考
降下火砕物	○発電所に影響を与える可能性のある火山事象として評価する。	○文献調査結果, 敷地内地質調査結果等を踏まえて火山灰層厚等を評価する。
火砕物密度流	○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影響はないと評価する。	○洞爺火砕流堆積物の分布状況等を確認。
溶岩流	○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影響はないと評価する。	○ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山についてシミュレーションを実施。
岩屑なだれ, 地滑り及び斜面崩壊	○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影響はないと評価する。	○ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山について火山噴出物の分布状況等を確認。
火山性土石流, 火山泥流及び洪水	○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影響はないと評価する。	○ニセコ・雷電火山群, 羊蹄山及び狩場山について火山噴出物の分布状況等を確認。
火山から発生する飛来物(噴石)	○敷地との距離を考慮し, 影響はないと評価する。	○ニセコ・雷電火山群との距離は約22km。
火山ガス	○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並びに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影響はないと評価する。	
新しい火口の開口	○敷地との距離等を考慮し, 影響はないと評価する。	○ニセコ・雷電火山群との距離は約22km。
津波及び静振	—	○別途, 基準津波の検討で評価する。
その他の火山事象 (火山活動による大気現象, 地殻変動, 火山性地震とこれに関連する事象, 熱水系及び地下水の異常)	○大気事象・地殻変動 現在敷地周辺で想定される噴火規模, 近年の地殻変動量, 敷地との距離を考慮し, 影響はないと評価する。 ○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, 影響はないと評価する。 ○熱水系及び地下水の異常 敷地には熱水による影響等は認められないことから, 影響はないと評価する。	○洞爺カルデラ, ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山について, 公的機関のデータによる地殻変動量の解析を実施。  ○洞爺カルデラ, ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山について, 公的機関のデータによる地震活動状況の分析を実施。



降下火砕物(火山灰)の層厚等について検討した。

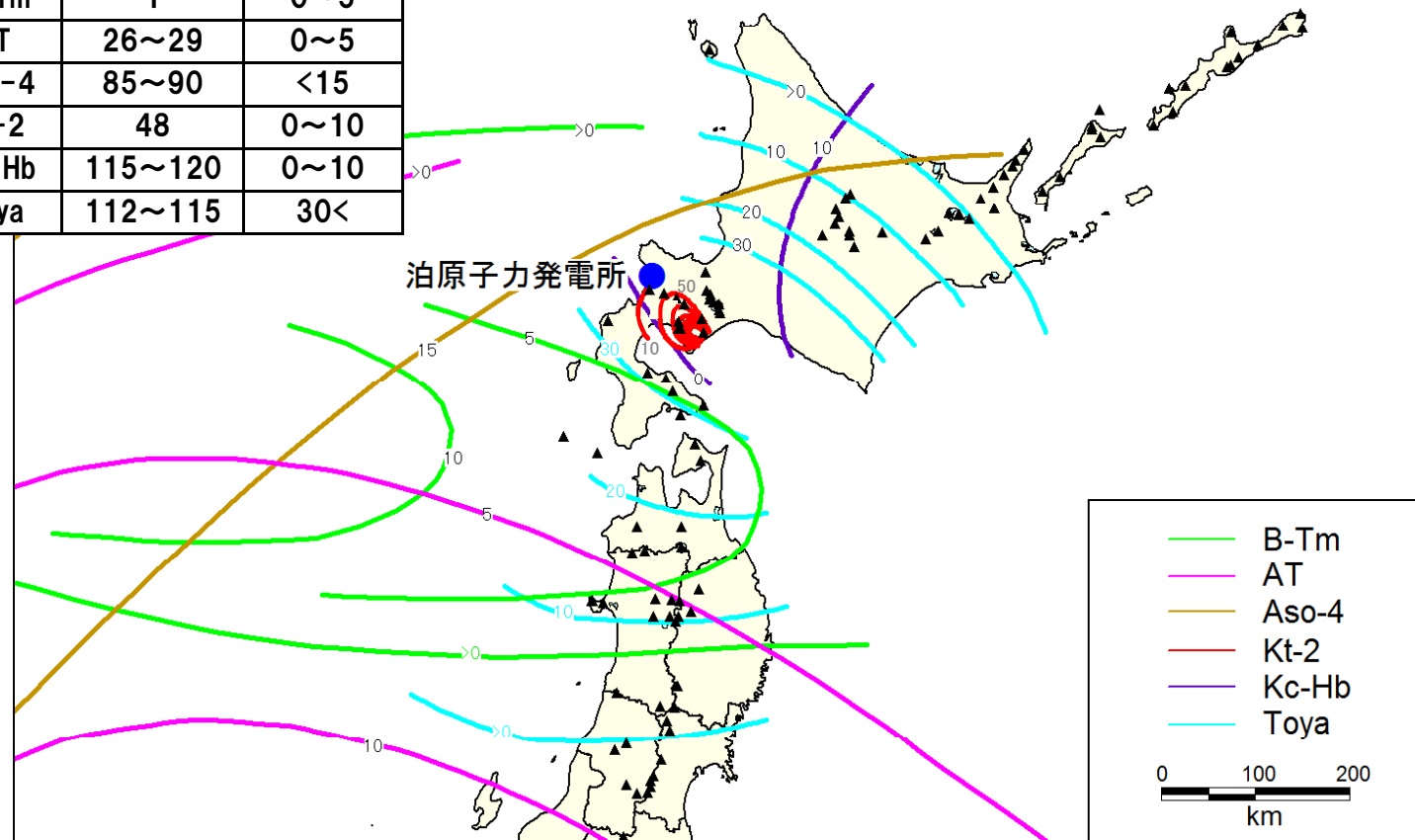
再掲(9/25審査会合資料)

## 広域火山灰の層厚(文献)

➤ 町田・新井(2003)によれば, 敷地周辺における広域火山灰の層厚は概ね10cm程度。

敷地付近の降下火山灰の層厚(町田・新井(2003)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

## 敷地内で確認した火山灰

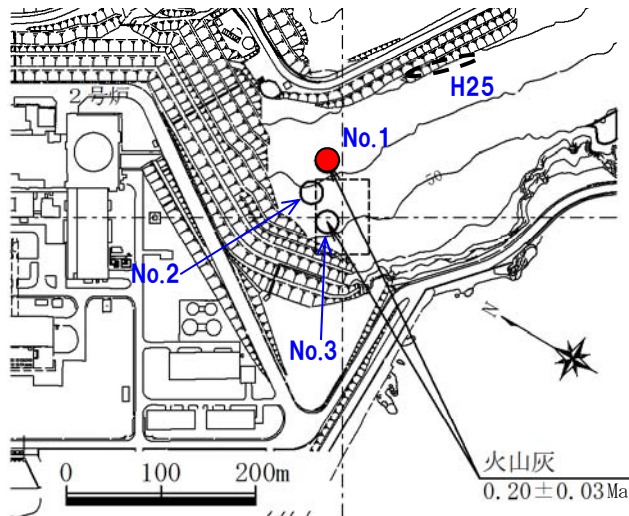
一部加筆 (9/25審査会合資料)

追加検討結果【指摘事項No.4を考慮】

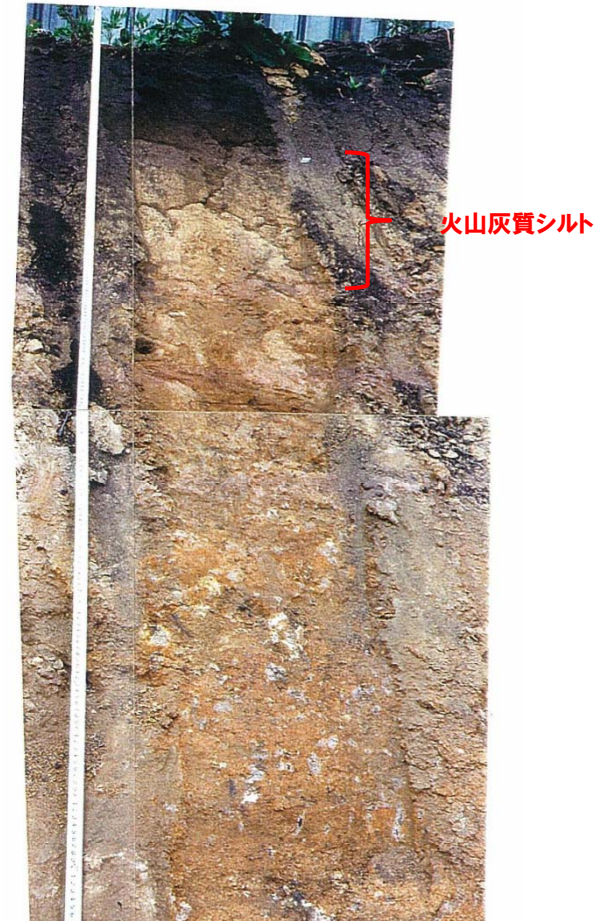
- 敷地内地質調査において、複数箇所で見出された火山灰層を確認(火山灰質シルトの状態分布)。
- 層厚は、火山灰質シルトの範囲を保守的に評価すると、最大で約40cm。

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 (m)
3号	No.1	露頭	火山灰質シルト	0.4
	No.2	露頭	火山灰質シルト	0.4
	No.3	露頭	火山灰質シルト	0.25
H25		露頭	火山灰質シルト	0.25



確認位置



露頭写真 (No.1)



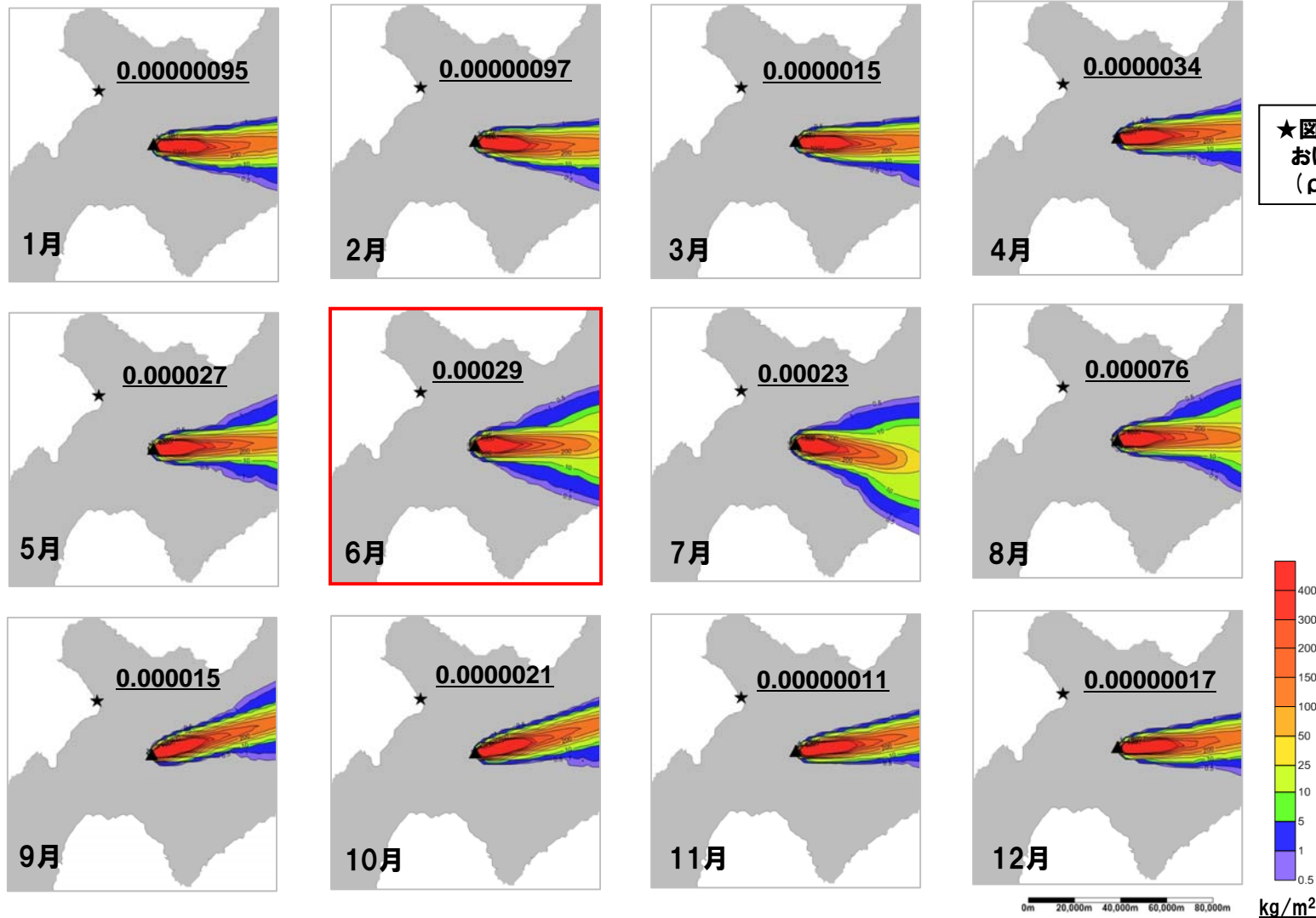
# 9. 降下火砕物(火山灰)の評価

## 降下火砕物シミュレーション結果

一部加筆 (12/18審査会合資料)

追加検討結果【指摘事項No.4を考慮】

○羊蹄山について、降下火砕物シミュレーションを実施した結果、敷地においては6月の降下量が最大となり、層厚0.00029mm程度となる。



## 9. 降下火砕物(火山灰)の評価

### 設計で考慮する火山灰の密度・粒径

○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/cm<sup>3</sup>
- ・湿潤密度：約0.89-1.04g/cm<sup>3</sup>

○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/cm<sup>3</sup>、湿潤密度0.75-1.36g/cm<sup>3</sup>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/cm<sup>3</sup>
- ・乾燥密度：0.7g/cm<sup>3</sup>

#### <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 (D<sub>10</sub>-D<sub>90</sub>)

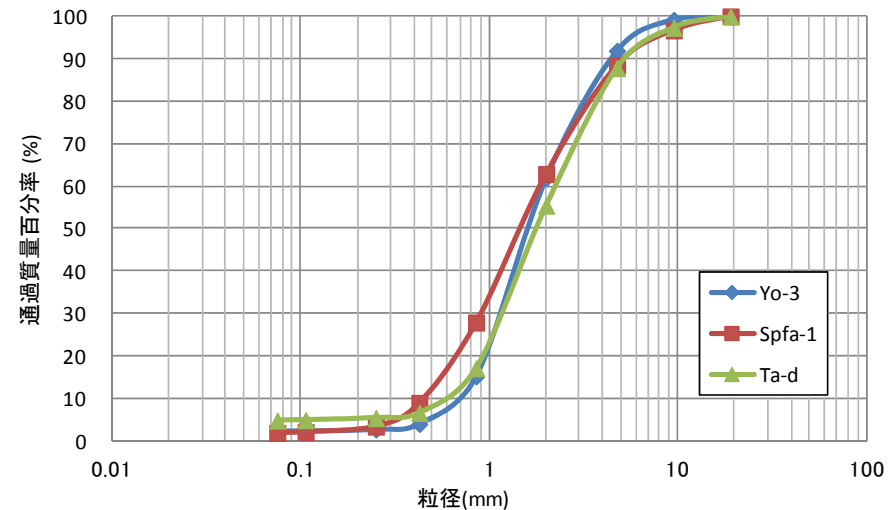
Yo-3	: D <sub>10</sub> =0.7mm, D <sub>90</sub> =4mm
Spfa-1	: D <sub>10</sub> =0.4mm, D <sub>90</sub> =5mm
Ta-d	: D <sub>10</sub> =0.6mm, D <sub>90</sub> =5mm

一部加筆(12/18審査会合資料)

追加検討結果【指摘事項No.4を考慮】

密度試験結果

試料名	湿潤密度(g/cm <sup>3</sup> )	乾燥密度(g/cm <sup>3</sup> )	参考 (飽和密度(g/cm <sup>3</sup> ))
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

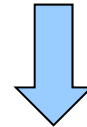


粒度試験結果

評 価

追加検討結果【指摘事項No.4を考慮】

敷地において想定される火山事象は  
降下火砕物(火山灰)と評価



降下火砕物(火山灰)の層厚等については、文献、敷地内地質調査、シミュレーション結果等から、保守的に評価した。

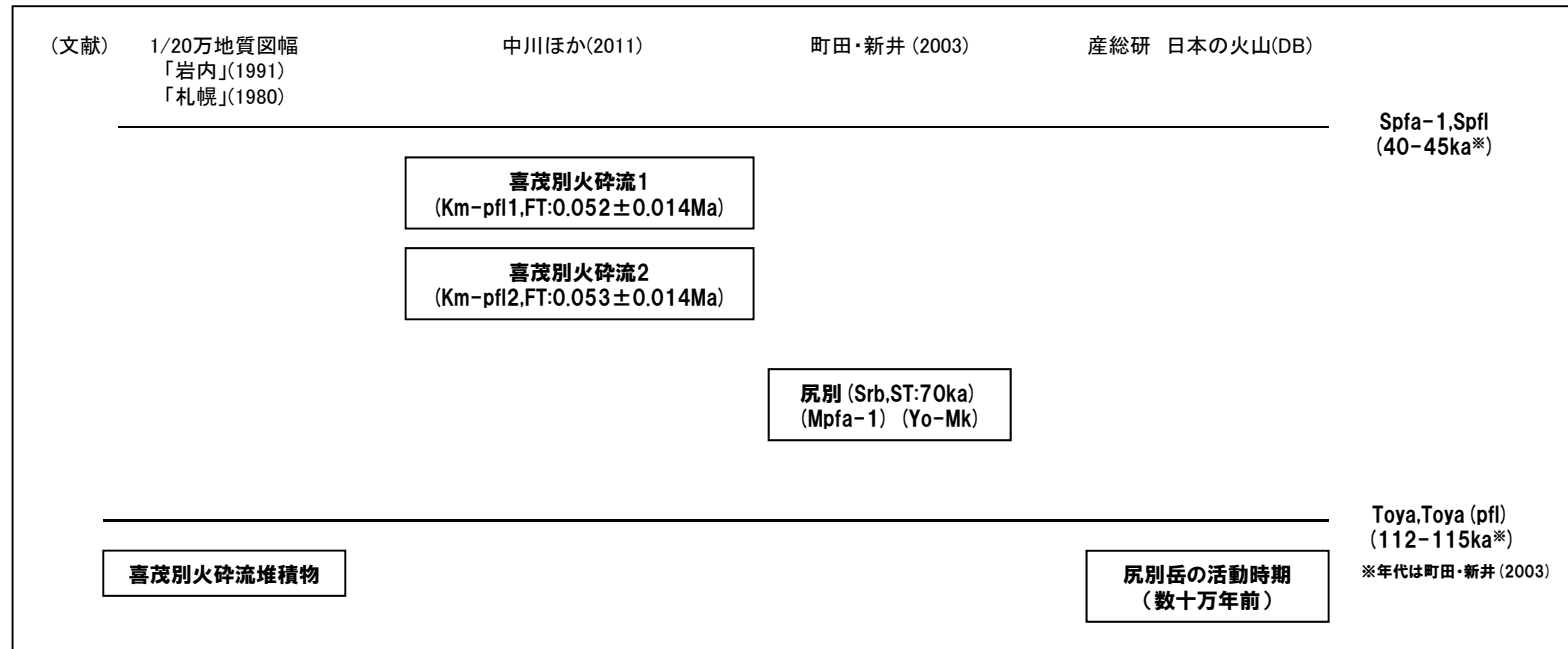
- 層厚:40cm
- 密度
  - ・湿潤密度 :  $1.5\text{g/cm}^3$
  - ・乾燥密度 :  $0.7\text{g/cm}^3$
- 粒径 : 0.4~5mm

## 尻別岳

再掲(11/13審査会合資料)

追加検討結果(尻別岳)【指摘事項No.3を考慮】

文献記載の尻別岳起源の噴出物に関する年代



○代表的な文献(1/20万地質図幅及び産総研(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、尻別岳近傍に分布している。

○活動時期については、以下のとおり。

- ・産総研 日本の火山(DB) : 数十万年前
- ・町田・新井(2003) : 約7万年前
- ・中川ほか(2011) : 約5万2千年前～約5万3千年前

支笏カルデラ(噴火履歴)

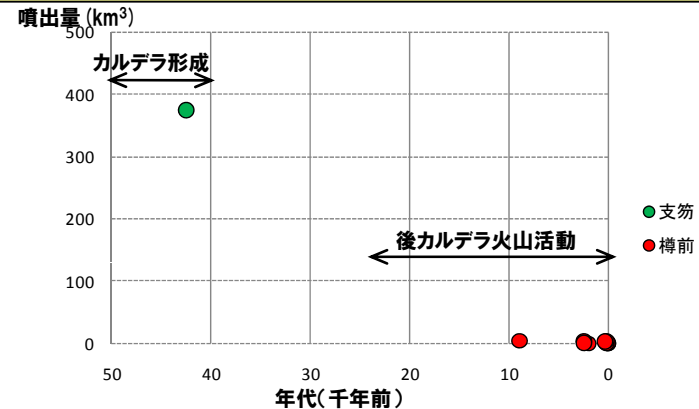
再掲(11/13審査会合資料)

追加検討結果(支笏カルデラ)【指摘事項No.3を考慮】

- 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375km<sup>3</sup>に及ぶとされている(産総研 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(2003)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(産総研 日本の火山(DB))。最大噴出規模は1739年の噴火で、噴出量は4.5km<sup>3</sup>とされており、1900年以降の3回の噴火においては0.1km<sup>3</sup>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)



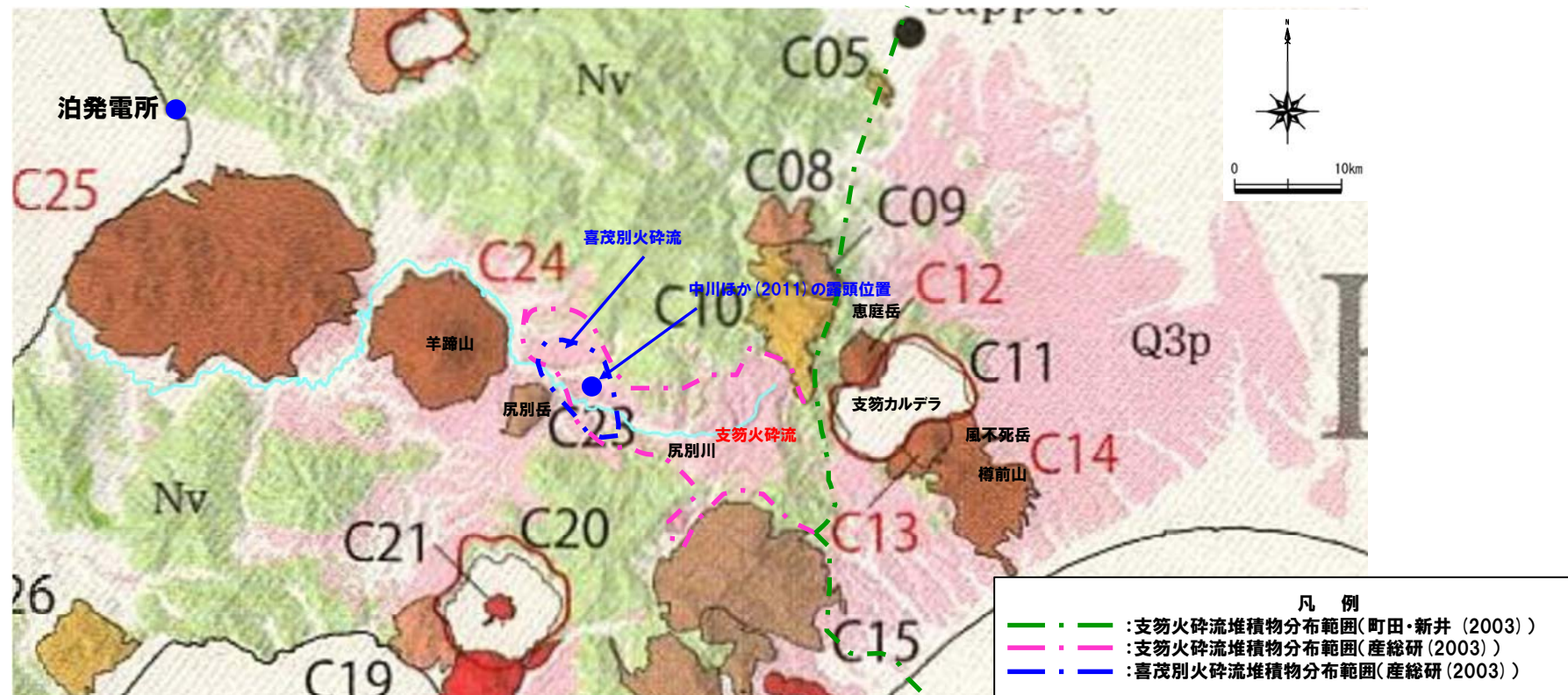
支笏カルデラの噴火履歴

火山	年代(千年前)	噴出量(km <sup>3</sup> )	備考
支笏カルデラ	40~45	375	出典:産総研 日本の火山(DB)
	20~15	不明	
恵庭	2	不明	活動規模については不明。
	0.5~0.4	不明	出典:産総研 日本の火山(DB)、中川ほか(1994)
	0.5~0.3	不明	
	0.4~0.261	不明	
風不死岳	8.5	不明	活動規模については不明。
	4.5	不明	出典:古川・中川(2009)
樽前	9	3.9	出典:産総研 日本の火山(DB)
	2.5	0.3	出典:産総研 日本の火山(DB)
	2.5	4.1	出典:産総研 日本の火山(DB)
	2	0.05	出典:産総研 日本の火山(DB)
	0.332	2.8	1668年。出典:産総研 日本の火山(DB)
	0.261	4.5	1739年。出典:産総研 日本の火山(DB)
	0.196~0.183	0.05	1804~1817年。出典:産総研 日本の火山(DB)
	0.133	不明	1867年。出典:産総研 日本の火山(DB)
	0.126	0.506	1874年。出典:産総研 日本の火山(DB)
	0.117	0.00001	1883年。出典:産総研 日本の火山(DB)
	0.091	0.02	1909年。出典:産総研 日本の火山(DB)
	0.022	0.00004	1978年。出典:産総研 日本の火山(DB)

再掲(11/13審査会合資料)

## 支笏カルデラ(火山地質図)

追加検討結果(支笏カルデラ)【指摘事項No.3を考慮】



支笏カルデラ(C11)周辺の火山地質図(産総研(2013)に一部加筆)

○町田・新井(2003), 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。

抜粋(11/13審査会合資料)

## まとめ(尻別岳・支笏カルデラ)

追加検討結果(尻別岳・支笏カルデラ)【指摘事項No.3を考慮】

## ➤尻別岳:

- 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、尻別岳近傍に分布している。
- 最新の活動は、約5万2千年前～約5万3千年前とされている。

## ➤支笏カルデラ:

- 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。
- 支笏カルデラにおける活動は、後カルデラ火山活動期と考えられ、最新の活動は樽前山と考えられる。
- 現在の樽前山の噴火警戒レベルは1(平常)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。
- 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。

- ・産業技術総合研究所(2013):日本の火山(第3版).
- ・兼岡一郎・井田喜明編(1997):火山とマグマ, 東京大学出版会
- ・町田 洋・新井房夫(2003):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.
- ・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.
- ・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.
- ・新エネルギー総合開発機構(1987)<sup>(1)</sup>: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.
- ・新エネルギー総合開発機構(1987)<sup>(2)</sup>: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
- ・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.
- ・日本地質学会編(2010):日本地方地質誌1 北海道地方.
- ・児玉浩・宇井忠英・中川光弘(1998b):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.
- ・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.
- ・気象庁編(2013):日本活火山総覧(第4版).
- ・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.
- ・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.
- ・気象庁(2011):地震年報.
- ・国土地理院(2000):2万5千分1 火山土地条件図 有珠山.
- ・山縣耕太郎(1996):テフラ層序に基づく洞爺火山の噴火史, 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集, 巻1996, pp.710.
- ・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.
- ・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.
- ・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.



- Gualda et al. (2012) :Timescales of Quartz Crystallization and the Longevity of the Bishop Giant Magma Body. PlosOne, Vol. 7, Issue 5, e37492.
- Druitt et al. (2012) :Decadal to monthly timescales of magma transfer and reservoir growth at a caldera volcano. Nature,482 (7383) ,pp.77-80.
- 宇井忠英編(1997) :火山噴火と災害, 東京大学出版会.
- 八木一善・三浦清一(2003) :破碎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一, 応用地質, 第44巻, 第3号, pp.142-153.
- 石田正夫・三村弘二・広島俊男(1991) :20万分の1地質図「岩内」, 工業技術院地質調査所.
- 石田正夫・曾屋龍典・須田芳朗(1980) :20万分の1地質図「札幌」, 工業技術院地質調査所.
- 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.
- 中村忠寿(1973) :恵庭火山の中期噴出物の<sup>14</sup>C年代—日本の第四紀層の<sup>14</sup>C年代(82)—, 地球科学, 27巻, 第1号, pp42-43.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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」.

(WEB)

- 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/>
- 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](http://www.seisvol.kishou.go.jp/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/monthly_vact.htm)