

1. 指摘事項	P. 4
2. 火山影響評価の概要	P. 10
3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 34
3.1 地理的領域にある第四紀火山	P. 38
3.2 将来の火山活動可能性の評価	P. 44
4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価	P. 52
4.1 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価	P. 56
4.2 巨大噴火の可能性評価	P. 106
4.2.1 巨大噴火の可能性評価方法	P. 108
4.2.2 支笏カルデラの評価	P. 116
4.2.3 洞爺カルデラの評価	P. 160
4.3 最後の巨大噴火以降の噴火に伴う設計対応不可能な火山事象の到達可能性評価	P. 198
4.4 ニセコ・雷電火山群の評価	P. 204
5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価	P. 212
5.1 降下火砕物の影響評価	P. 215
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物	P. 215
5.1.2 降下火砕物シミュレーション	P. 229
5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚	P.
5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価	P.
6. 火山活動のモニタリング	P.
7. 火山影響評価のまとめ	P. 242
残されている審査上の論点に関する審査会合(R4.3.31)以降の指摘事項	P. 248
参考文献	P. 255

以下項目については、今後説明予定

- ・「5.1.2 降下火砕物シミュレーション」のうち解析結果
- ・「5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚」
- ・「5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価」
- ・「6. 火山活動のモニタリング」

## 泊発電所における火山影響評価のうち立地評価の流れ(1/2)

一部修正 (R5/1/20審査会合)

立地評価

## 3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

## 3.1 地理的領域にある第四紀火山

○地理的領域にある第四紀火山については、文献調査に基づき32火山を抽出。

活動履歴、噴火規模、火山噴出物の分布等を把握するため、文献調査、地形調査、地質調査及び火山学的調査を実施(補足説明資料1章及び2章参照)。

32火山

## 3.2 将来の火山活動可能性の評価

○完新世に活動があった火山

7火山

支笏カルデラ(後カルデラ火山含む)、倶多楽・登別火山群、洞爺カルデラ(後カルデラ火山含む)、羊蹄山、ニセコ・雷電火山群、北海道駒ヶ岳、恵山

○将来の活動可能性が否定できない火山

6火山

ホロホロ・徳舜管、オロフレ・来馬、尻別岳、狩場山、勝潤山、横津岳

○将来の活動可能性が十分に小さい火山

19火山

13火山

(次頁へ続く)

## 泊発電所における火山影響評価のうち立地評価の流れ(2/2)

一部修正 (R5/1/20審査会合)

立地評価

### 4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価

13火山 ←

活動履歴、噴火規模、火山噴出物の分布等を把握するため、文献調査、地形調査、地質調査及び火山学的調査を実施(補足説明資料1章及び2章参照)。

#### 4.1 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

【溶岩流、岩屑なだれ・地滑り及び斜面崩壊、新しい火口の開口及び地殻変動】

○13火山について、各火山事象の影響範囲と敷地から各火山までの距離等について検討した結果、設計対応不可能な火山事象が運用期間中に敷地に到達する可能性又は敷地に影響を与える可能性は十分小さいと評価。

【火砕物密度流】

○洞爺カルデラについては、過去最大規模の噴火(巨大噴火)に伴う洞爺火砕流が敷地に到達した可能性を否定できない。

・詳細な調査・検討として、4.2章で運用期間中における巨大噴火の可能性評価を実施した上で、4.3章で、敷地への到達可能性を評価する。

○支笏カルデラについては、過去最大規模の噴火(巨大噴火)に伴う支笏火砕流が敷地には到達していないと判断されることから、火砕流が運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価。

・洞爺カルデラと同様に、火砕流堆積物が広範囲に分布すること等から、詳細な調査・検討として、4.2章で運用期間中における巨大噴火の可能性評価を実施した上で、4.3章で当該結果を踏まえた、敷地への到達可能性評価も実施する。

○他の10火山については、火砕流を含む火山噴出物の最大到達距離、敷地から各火山までの距離について検討した結果、火砕流が運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価。

○ニセコ・雷電火山群については、ニセコ火山噴出物(火砕流堆積物)が敷地近傍に認められるが、敷地には到達していないと判断されることから、火砕流が運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価。

・火砕流堆積物が敷地近傍に認められることを踏まえ、念のため、4.4章で地下構造についても検討し、複数の文献から現在の活動中心がイワオヌプリであると考えられることと、矛盾する状況にないかを確認する。

支笏カルデラ

洞爺カルデラ

ニセコ・雷電火山群

### 4.2 巨大噴火の可能性評価

#### 4.2.1 巨大噴火の可能性評価方法

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

#### 4.2.2 支笏カルデラの評価

○支笏カルデラについては、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さいと評価。

#### 4.2.3 洞爺カルデラの評価

○洞爺カルデラについては、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さいと評価。

支笏カルデラ

洞爺カルデラ

### 4.3 最後の巨大噴火以降の噴火に伴う設計対応不可能な火山事象の到達可能性評価

○洞爺カルデラについては、最後の巨大噴火以降の噴火に伴う火砕流を含む火山噴出物が敷地に到達していないことから、火砕流が運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価。

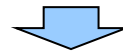
○支笏カルデラについては、最後の巨大噴火以降の噴火に伴う火砕流を含む火山噴出物が敷地に到達していないことから、巨大噴火の可能性評価の結果を踏まえても、火砕流が運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価。

### 4.4 ニセコ・雷電火山群の評価

○地下構造について検討した結果、複数の文献から現在の活動中心はイワオヌプリであると考えられることと矛盾しない。

### ①火砕物密度流の到達可能性評価(まとめ)

- 洞爺カルデラについては、4.1章の検討の結果、洞爺火砕流が敷地に到達した可能性を否定できないことから、詳細な調査・検討として、運用期間中における巨大噴火の可能性評価を実施した上で、改めて、火砕物密度流が敷地に到達する可能性を評価することとした。
- 支笏カルデラについては、4.1章の検討の結果、火砕物密度流が運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価されるものの洞爺カルデラと同様、巨大噴火に伴う最大規模の火砕流堆積物が広範囲に分布し、給源から敷地方向に数十kmにわたって分布することから、詳細な調査・検討として、運用期間中における巨大噴火の可能性評価を実施した上で、当該結果を踏まえた、敷地への到達可能性評価も実施することとした。
- 両火山については、4.2章の検討の結果、運用期間中における巨大噴火の可能性が十分小さいと判断されることから、最後の巨大噴火以降の噴火に伴う火砕物密度流が運用期間中に敷地に到達する可能性を評価するため、火砕流を含む火山噴出物の分布を確認する。

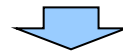


#### 【洞爺カルデラ】

- 洞爺カルデラの最後の巨大噴火であるTpを噴出した噴火以降の活動は、洞爺カルデラの後カルデラ火山(洞爺中島及び有珠山)による活動である。
- これらの火山による火砕流を含む火山噴出物の最大到達距離は有珠山の約9kmであり、敷地から有珠山までの距離約61kmよりも小さく、敷地まで到達していない。

#### 【支笏カルデラ】

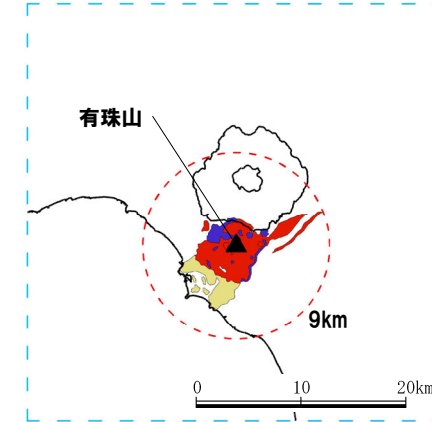
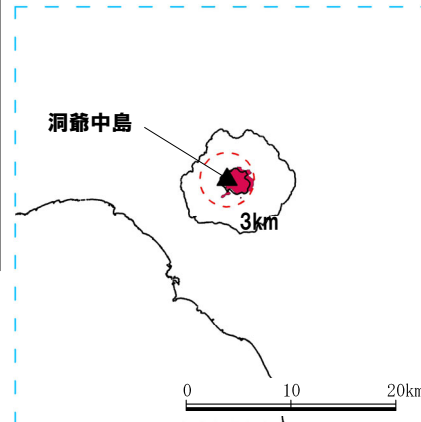
- 支笏カルデラの最後の巨大噴火であるSp-1を噴出した噴火以降の活動は、支笏カルデラの後カルデラ火山(恵庭岳、風不死岳及び樽前山)による活動である。
- これらの火山による火砕流を含む火山噴出物の最大到達距離は樽前山の約11kmであり、敷地から樽前山までの距離約80kmよりも小さく、敷地まで到達していない。



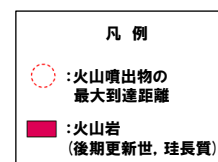
- 洞爺カルデラについては、最後の巨大噴火以降の噴火に伴う火砕流を含む火山噴出物が敷地に到達していないことから、火砕流が運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価される。
- 支笏カルデラについては、最後の巨大噴火以降の噴火に伴う火砕流を含む火山噴出物が敷地に到達していないことから、巨大噴火の可能性評価の結果を踏まえても、火砕流が運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価される。

## ②洞爺カルデラ

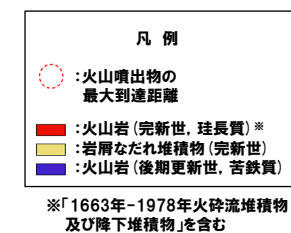
- 洞爺カルデラの最後の巨大噴火であるTpを噴出した噴火以降の活動は、洞爺カルデラの後カルデラ火山(洞爺中島及び有珠山)による活動である。
- これらの火山による火砕流を含む火山噴出物の最大到達距離は有珠山の約9kmであり、敷地から有珠山までの距離約61kmよりも小さく、敷地まで到達していない(右図参照)。



洞爺中島



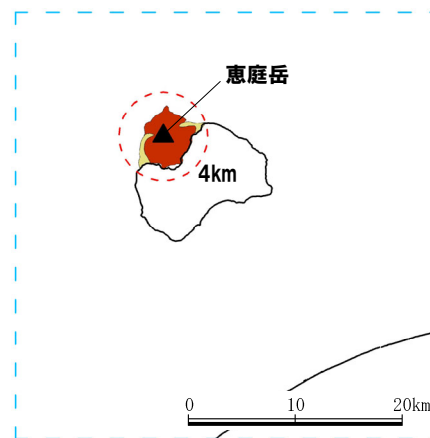
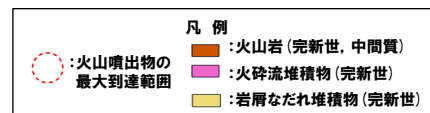
有珠山



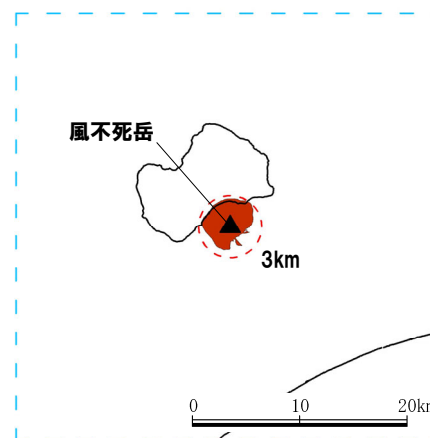
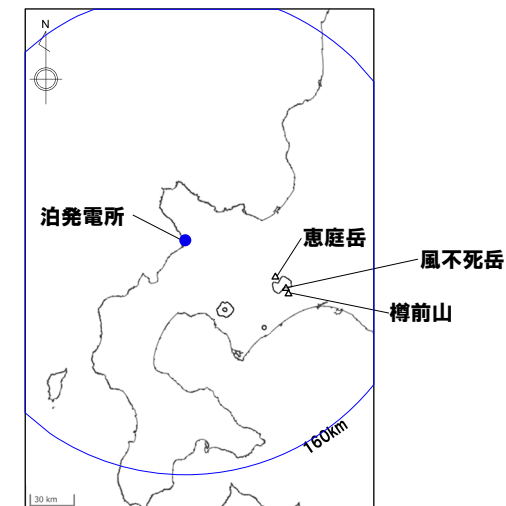
洞爺中島及び有珠山の火山噴出物の分布範囲  
(産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)より作成)

## ③支笏カルデラ

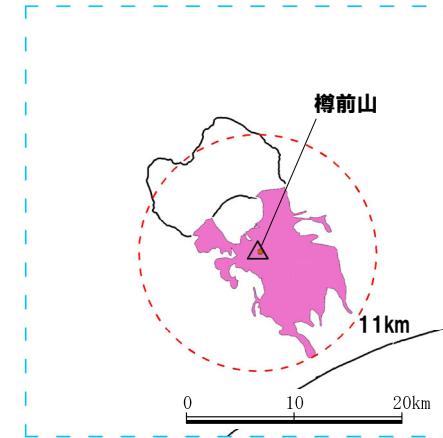
- 支笏カルデラの最後の巨大噴火であるSp-1を噴出した噴火以降の活動は、支笏カルデラの後カルデラ火山(恵庭岳, 風不死岳及び樽前山)による活動である。
- これらの火山による火砕流を含む火山噴出物の最大到達距離は樽前山の約11kmであり、敷地から樽前山までの距離約80kmよりも小さく、敷地まで到達していない(右図参照)。



恵庭岳



風不死岳



樽前山

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

1. 指摘事項	P. 4
2. 火山影響評価の概要	P. 10
3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 34
3.1 地理的領域にある第四紀火山	P. 38
3.2 将来の火山活動可能性の評価	P. 44
4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価	P. 52
4.1 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価	P. 56
4.2 巨大噴火の可能性評価	P. 106
4.2.1 巨大噴火の可能性評価方法	P. 108
4.2.2 支笏カルデラの評価	P. 116
4.2.3 洞爺カルデラの評価	P. 160
4.3 最後の巨大噴火以降の噴火に伴う設計対応不可能な火山事象の到達可能性評価	P. 198
4.4 ニセコ・雷電火山群の評価	P. 204
5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価	P. 212
5.1 降下火砕物の影響評価	P. 215
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物	P. 215
5.1.2 降下火砕物シミュレーション	P. 229
5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚	P.
5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価	P.
6. 火山活動のモニタリング	P.
7. 火山影響評価のまとめ	P. 242
残されている審査上の論点に関する審査会合(R4.3.31)以降の指摘事項	P. 248
参考文献	P. 255

以下項目については、今後説明予定

- ・「5.1.2 降下火砕物シミュレーション」のうち解析結果
- ・「5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚」
- ・「6. 火山活動のモニタリング」

## 泊発電所における火山影響評価のうち立地評価の流れ(1/2)

一部修正 (R5/1/20審査会合)

立地評価

## 3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

## 3.1 地理的領域にある第四紀火山

○地理的領域にある第四紀火山については、文献調査に基づき32火山を抽出。

活動履歴、噴火規模、火山噴出物の分布等を把握するため、文献調査、地形調査、地質調査及び火山学的調査を実施(補足説明資料1章及び2章参照)。

32火山

## 3.2 将来の火山活動可能性の評価

○完新世に活動があった火山  
7火山

支笏カルデラ(後カルデラ火山含む)、倶多楽・登別火山群、洞爺カルデラ(後カルデラ火山含む)、羊蹄山、ニセコ・雷電火山群、北海道駒ヶ岳、恵山

○将来の活動可能性が否定できない火山  
6火山

ホロホロ・徳舜管、オロフレ・来馬、尻別岳、狩場山、勝潤山、横津岳

○将来の活動可能性が十分に小さい火山  
19火山

13火山

(次頁へ続く)



# 4.4 ニセコ・雷電火山群の評価

## 泊発電所における火山影響評価のうち立地評価の流れ(2/2)

一部修正 (R5/1/20審査会合)

立地評価

### 4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価

13火山 ←

活動履歴、噴火規模、火山噴出物の分布等を把握するため、文献調査、地形調査、地質調査及び火山学的調査を実施(補足説明資料1章及び2章参照)。

#### 4.1 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

【溶岩流、岩屑なだれ・地滑り及び斜面崩壊、新しい火口の開口及び地殻変動】

○13火山について、各火山事象の影響範囲と敷地から各火山までの距離等について検討した結果、設計対応不可能な火山事象が運用期間中に敷地に到達する可能性又は敷地に影響を与える可能性は十分小さいと評価。

【火砕物密度流】

○洞爺カルデラについては、過去最大規模の噴火(巨大噴火)に伴う洞爺火砕流が敷地に到達した可能性を否定できない。

・詳細な調査・検討として、4.2章で運用期間中における巨大噴火の可能性評価を実施した上で、4.3章で、敷地への到達可能性を評価する。

○支笏カルデラについては、過去最大規模の噴火(巨大噴火)に伴う支笏火砕流が敷地には到達していないと判断されることから、火砕流が運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価。

・洞爺カルデラと同様に、火砕流堆積物が広範囲に分布すること等から、詳細な調査・検討として、4.2章で運用期間中における巨大噴火の可能性評価を実施した上で、4.3章で当該結果を踏まえた、敷地への到達可能性評価も実施する。

○他の10火山については、火砕流を含む火山噴出物の最大到達距離、敷地から各火山までの距離について検討した結果、火砕流が運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価。

○ニセコ・雷電火山群については、ニセコ火山噴出物(火砕流堆積物)が敷地近傍に認められるが、敷地には到達していないと判断されることから、火砕流が運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価。

・火砕流堆積物が敷地近傍に認められることを踏まえ、念のため、4.4章で地下構造についても検討し、複数の文献から現在の活動中心がイワオヌプリであると考えられることと、矛盾する状況にないかを確認する。

支笏カルデラ

洞爺カルデラ

ニセコ・雷電火山群

### 4.2 巨大噴火の可能性評価

#### 4.2.1 巨大噴火の可能性評価方法

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

#### 4.2.2 支笏カルデラの評価

○支笏カルデラについては、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さいと評価。

#### 4.2.3 洞爺カルデラの評価

○洞爺カルデラについては、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さいと評価。

支笏カルデラ

洞爺カルデラ

### 4.3 最後の巨大噴火以降の噴火に伴う設計対応不可能な火山事象の到達可能性評価

○洞爺カルデラについては、最後の巨大噴火以降の噴火に伴う火砕流を含む火山噴出物が敷地に到達していないことから、火砕流が運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価。

○支笏カルデラについては、最後の巨大噴火以降の噴火に伴う火砕流を含む火山噴出物が敷地に到達していないことから、巨大噴火の可能性評価の結果を踏まえても、火砕流が運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいと評価。

### 4.4 ニセコ・雷電火山群の評価

○地下構造について検討した結果、複数の文献から現在の活動中心はイワオヌプリであると考えられることと矛盾しない。

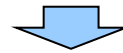
## 4.4 ニセコ・雷電火山群の評価

### 地下構造 (1/5)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

#### 【目的】

- ニセコ・雷電火山群については、いずれの設計対応不可能な火山事象も、運用期間中に敷地に到達する可能性又は敷地に影響を与える可能性は十分小さいと評価される(4.1章参照)。
- このような状況ではあるが、火砕流堆積物が敷地近傍に認められることを踏まえ、複数の文献から現在の活動中心がイワオヌプリであると考えられることと、矛盾する状況にないか確認することを目的として、念のため、地下構造(地震波速度構造及び比抵抗構造)についても検討する。



#### 【各項目における検討結果】

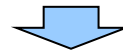
##### (地震波速度構造) (P208～P209参照)

- ニセコ・雷電火山群直下の上部地殻(約20km以浅)を広く確認の上、さらに火山直下の約10km程度以浅の状況を確認した結果、メルトの存在を示唆する低Vpかつ高Vp/Vs領域は認められない。
- ニセコ・雷電火山群のうち、主に現在の活動中心であるイワオヌプリ(P66参照)直下の上部地殻内に、低周波地震群が認められる。

##### (比抵抗構造) (P210～P211参照)

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

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



- イワオヌプリの直下に、マグマや熱水などの流体が関与して発生していると考えられる低周波地震群が認められ、深部のマグマ溜まりから離散したマグマが存在する可能性があることは、複数の文献から現在の活動中心はイワオヌプリであると考えられること(P66参照)と矛盾しない。

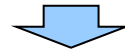
余白

# 4.4 ニセコ・雷電火山群の評価

## 地下構造 (地震波速度構造) (2/5)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

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



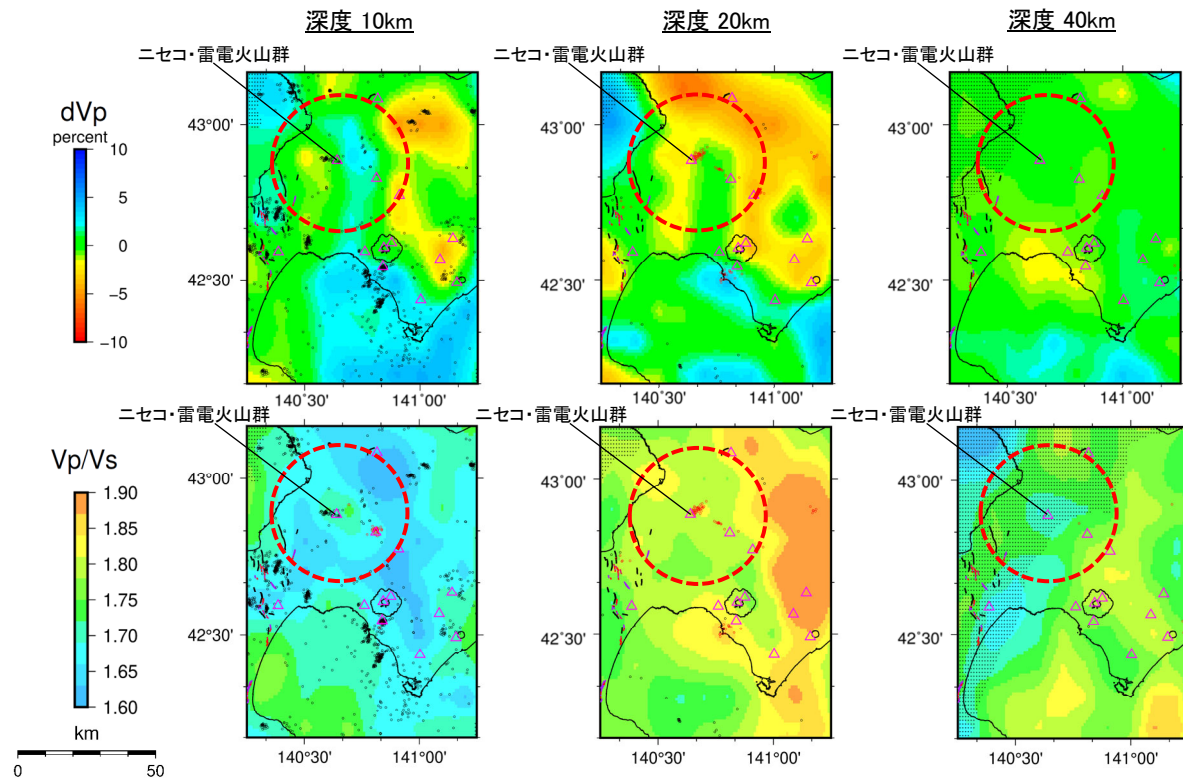
○ニセコ・雷電火山群直下の上部地殻 (約20km以浅) を広く確認の上、さらに火山直下の約10km程度以浅の状況を確認した結果、メルトの存在を示唆する低Vpかつ高Vp/Vs領域は認められない。  
 ○ニセコ・雷電火山群のうち、主に現在の活動中心であるイワオヌプリ直下の上部地殻内に、低周波地震群が認められる。

**【当社におけるマグマ溜まりの状況の検討方法 (P108~P112参照)】**

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

**凡例**

- ▲ 第四紀火山
- 震源 (MJMA ≥ 0)
- 低周波地震の震源 (期間: 2000/10/1-2020/12/31)
- 半透明黒色部: チェッカーボードテストの復元率が20%以下の範囲
- 活断層
- 推定活断層 } 今泉ほか編 (2018) をトレース
- 二セコ・雷電火山群を中心とした、半径25kmの範囲

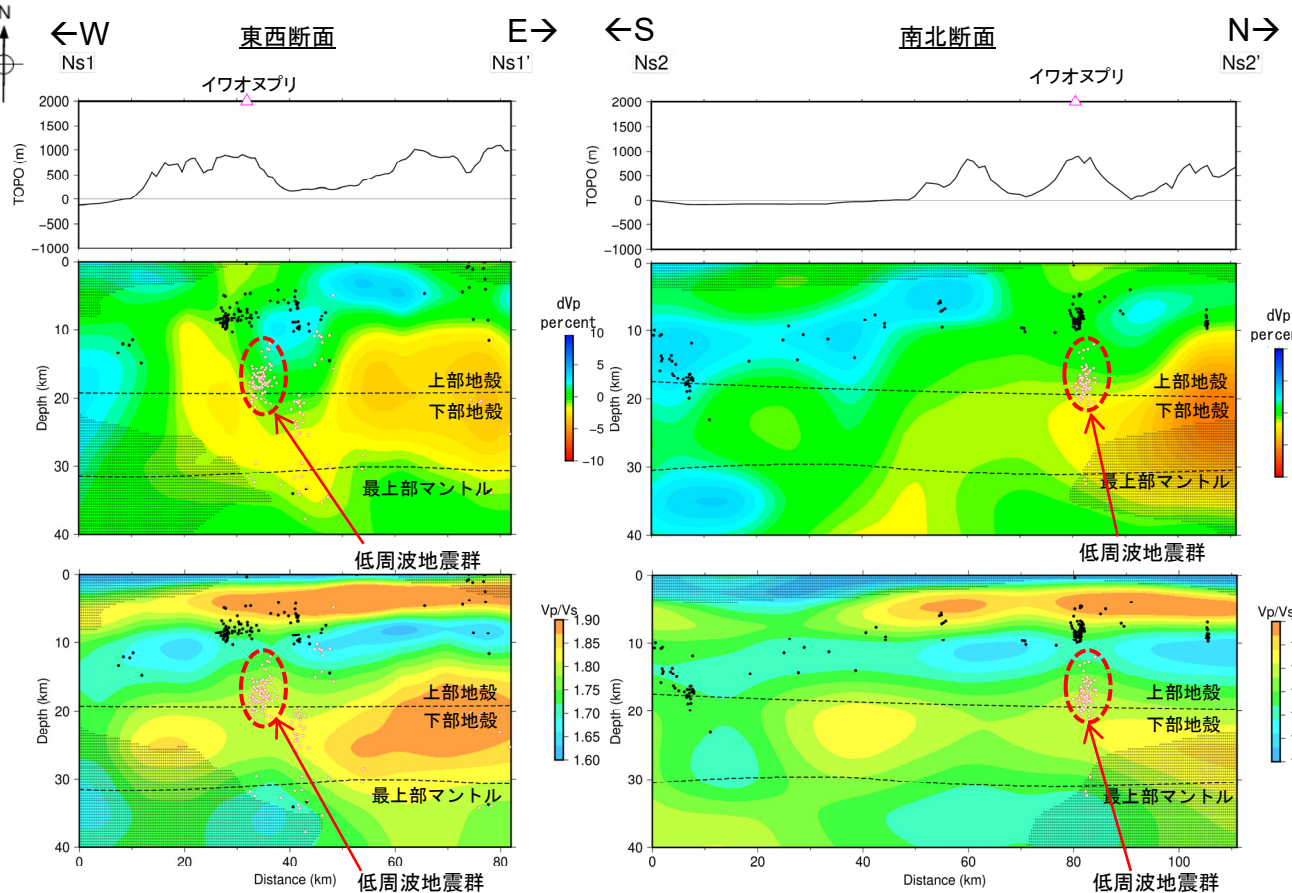
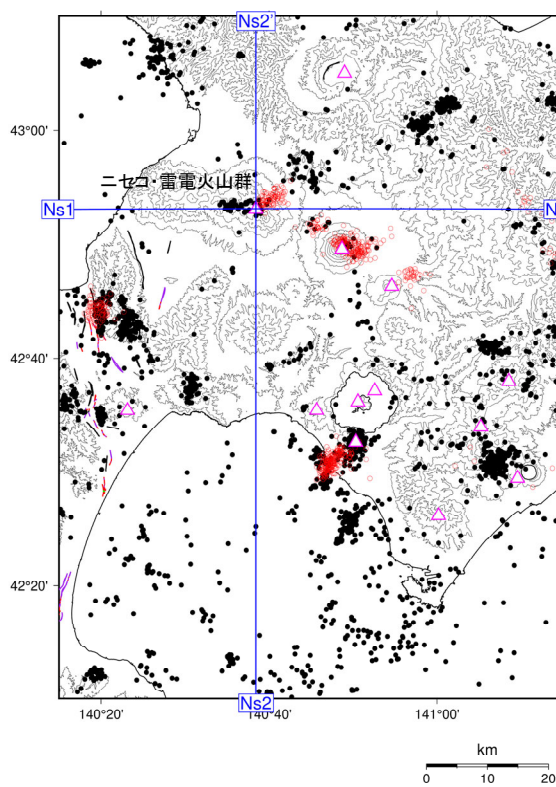


地震波速度構造 (水平断面)

# 4.4 ニセコ・雷電火山群の評価

## 地下構造(地震波速度構造) (3/5)

一部修正 (R3/10/14審査会合)



地震波速度構造(鉛直断面)

- ・深度約10km程度以浅には、メルトの存在を示唆する低Vpかつ高Vp/Vs領域は認められない
- ・ニセコ・雷電火山群のうち、主に現在の活動中心であるイワオヌプリ (P66参照) 直下の上部地殻内に、低周波地震群が認められる

凡例

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

- 活断層
  - 推定活断層
- 今泉ほか編(2018)をトレース

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

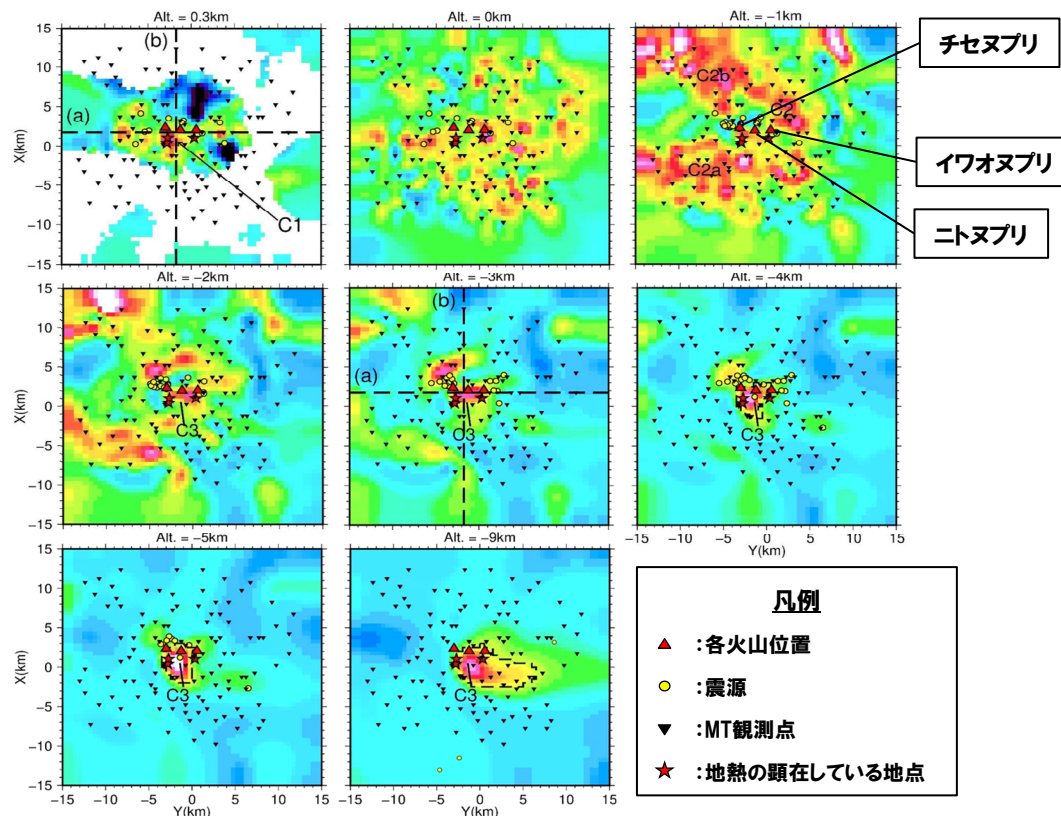
# 4.4 ニセコ・雷電火山群の評価

## 地下構造 (比抵抗構造) (4/5)

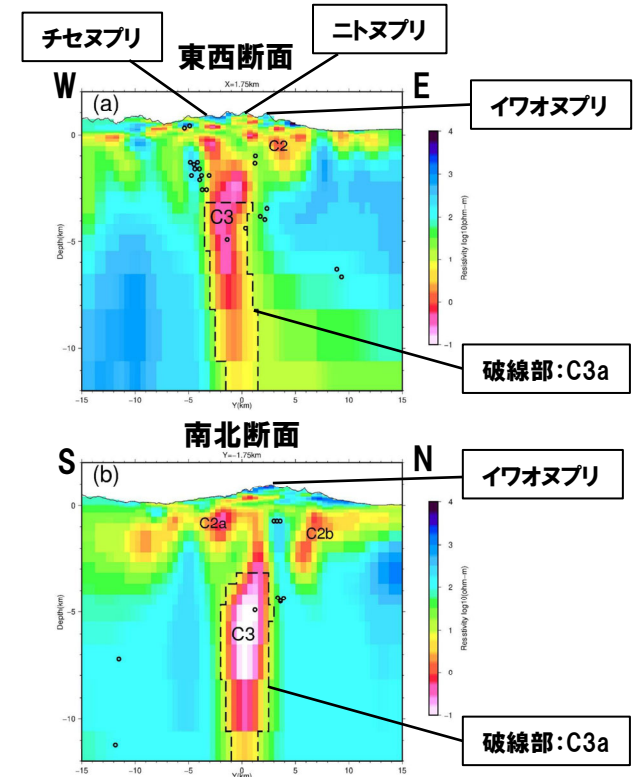
一部修正 (R5/1/20審査会合)

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

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



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



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

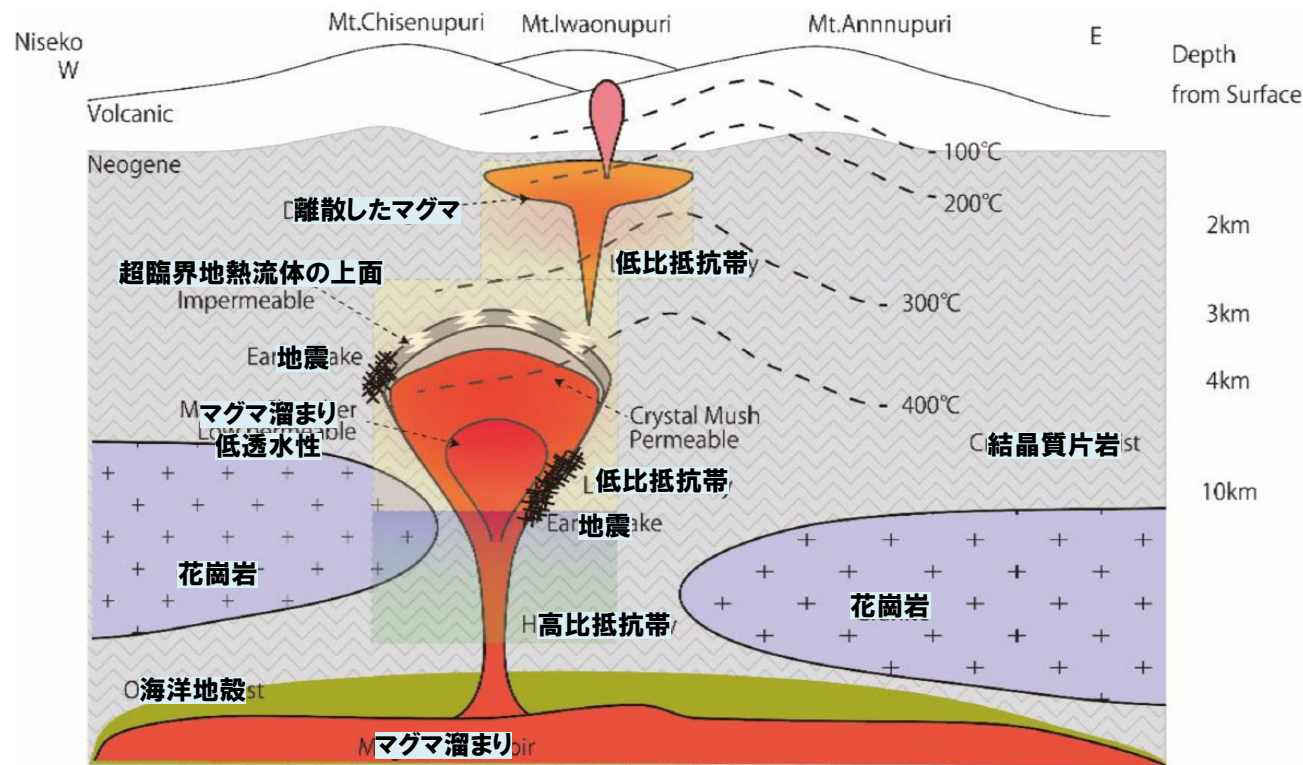
## 4.4 ニセコ・雷電火山群の評価

### 地下構造 (比抵抗構造) (5/5)

一部修正 (R5/1/20審査会合)

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

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



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

## **5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への 火山事象の影響評価**



1. 指摘事項	P. 4
2. 火山影響評価の概要	P. 10
3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 34
3.1 地理的領域にある第四紀火山	P. 38
3.2 将来の火山活動可能性の評価	P. 44
4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価	P. 52
4.1 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価	P. 56
4.2 巨大噴火の可能性評価	P. 106
4.2.1 巨大噴火の可能性評価方法	P. 108
4.2.2 支笏カルデラの評価	P. 116
4.2.3 洞爺カルデラの評価	P. 160
4.3 最後の巨大噴火以降の噴火に伴う設計対応不可能な火山事象の到達可能性評価	P. 198
4.4 ニセコ・雷電火山群の評価	P. 204
5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価	P. 212
5.1 降下火砕物の影響評価	P. 215
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物	P. 215
5.1.2 降下火砕物シミュレーション	P. 229
5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚	P.
5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価	P.
6. 火山活動のモニタリング	P.
7. 火山影響評価のまとめ	P. 242
残されている審査上の論点に関する審査会合(R4.3.31)以降の指摘事項	P. 248
参考文献	P. 255

以下項目については、今後説明予定

- ・「5.1.2 降下火砕物シミュレーション」のうち解析結果
- ・「5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚」
- ・「5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価」
- ・「6. 火山活動のモニタリング」

1. 指摘事項 .....	P. 4
2. 火山影響評価の概要 .....	P. 10
3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 .....	P. 34
3.1 地理的領域にある第四紀火山 .....	P. 38
3.2 将来の火山活動可能性の評価 .....	P. 44
4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価 .....	P. 52
4.1 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価 .....	P. 56
4.2 巨大噴火の可能性評価 .....	P. 106
4.2.1 巨大噴火の可能性評価方法 .....	P. 108
4.2.2 支笏カルデラの評価 .....	P. 116
4.2.3 洞爺カルデラの評価 .....	P. 160
4.3 最後の巨大噴火以降の噴火に伴う設計対応不可能な火山事象の到達可能性評価 .....	P. 198
4.4 ニセコ・雷電火山群の評価 .....	P. 204
5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価 .....	P. 212
5.1 降下火砕物の影響評価 .....	P. 215
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物 .....	P. 215
5.1.2 降下火砕物シミュレーション .....	P. 229
5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚 .....	P. ....
5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価 .....	P. ....
6. 火山活動のモニタリング .....	P. ....
7. 火山影響評価のまとめ .....	P. 242
残されている審査上の論点に関する審査会合(R4.3.31)以降の指摘事項 .....	P. 248
参考文献 .....	P. 255

・本章の説明内容

- ① 文献に基づく降下火砕物の分布
- ② 地質調査結果
- ③ まとめ

以下項目については、今後説明予定

- ・「5.1.2 降下火砕物シミュレーション」のうち解析結果
- ・「5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚」
- ・「5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価」
- ・「6. 火山活動のモニタリング」

# 5. 1. 1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物

## 泊発電所における火山影響評価のうち影響評価の流れ

### 5 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価

#### 5. 1 降下火砕物の影響評価

文献調査、当社地質調査及び降下火砕物シミュレーションを基に、敷地における層厚評価を実施

#### 5. 1. 1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物

【層厚評価の検討対象となる降下火砕物】

○文献調査並びに敷地及び敷地近傍の地質調査結果を基に、層厚評価の検討対象となる(敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある)降下火砕物を抽出。

	降下火砕物名	給源	手法	推定層厚
地理的領域外	白頭山苫小牧(B-Tm)	白頭山	文献調査	5~10cm
			地質調査	—
	始良Tn(AT)	始良カルデラ	文献調査	0~5cm若しくは0~10cm
			地質調査	—
	阿蘇4(Aso-4)	阿蘇カルデラ	文献調査	15cm以上若しくは15~20cm
地理的領域内			地質調査	5cm
	クッチャロ-羽幌(Kc-Hb)	屈斜路カルデラ	文献調査	0~10cm
			地質調査	—
	支笏第1降下軽石(Spfa-1)	支笏カルデラ	文献調査	2cm以下
			地質調査	—
給源不明	クッタラ第2火山灰(Kt-2)	倶多楽・登別火山群	文献調査	10cm以下若しくは0~10cm
			地質調査	—
	洞爺火山灰(Toya)	洞爺カルデラ	文献調査	30cm以上
			地質調査	70cm以上
給源不明	2000年有珠山噴火	有珠山	文献調査	0cm以上
			地質調査	—
	火山灰(黄灰色B)	不明	文献調査	—
		地質調査	約23cm	
	火山灰(黄灰色A)	不明	文献調査	—
		地質調査	約18cm	

○このうち、Spfa-1及びToyaは、過去の巨大噴火に伴い噴出したものであり、運用期間中の巨大噴火の発生可能性は十分小さいと評価されることから、これらの降下火砕物については除外する。

【層厚評価の対象候補となる降下火砕物】

○最も層厚が大きい火山灰(黄灰色B)(最大層厚約23cm)を、層厚評価の対象候補とする。

#### 5. 1. 2 降下火砕物シミュレーション

降下火砕物シミュレーションの検討対象として以下を網羅的に選定(抽出数:37テフラ)

- ・文献及び地質調査の結果から、敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある降下火砕物(抽出数:10テフラ)
- ・原子力発電所の運用期間中における活動可能性が十分に小さいと判断できない13火山を給源とし、分布状況が広がり有する降下火砕物(抽出数:27テフラ)

(プロセス1) 文献調査及び地質調査の結果を用いることで、敷地における降下火砕物の層厚評価が可能な降下火砕物を除外(抽出数:31テフラ)

(プロセス2) 現状において同規模の噴火の可能性が十分小さい噴火による降下火砕物を除外(抽出数:22テフラ)

(プロセス3) 同一火山を給源とする降下火砕物の中で、分布主軸上における給源~敷地と同程度の距離の地点での層厚が最大かつ噴出量が最大のものを抽出(抽出数:12テフラ)

(プロセス4) 「敷地との距離が最も近い火山を給源とする降下火砕物」及び「分布主軸上における給源~敷地と同程度の距離の地点での層厚が最大かつ噴出量が最大の降下火砕物」を抽出(抽出数:2テフラ)

- ・Kt-1(分布主軸上における給源~敷地と同程度の距離の地点での層厚が最大かつ噴出量が最大)
- ・Yo-1(敷地との距離が最も近い)

Kt-1の降下火砕物シミュレーションは、現在実施中であることから、シミュレーション結果については今後説明予定

#### 5. 1. 3 設計に用いる降下火砕物の層厚

○文献調査、地質調査及び降下火砕物シミュレーションの結果を踏まえ適切な層厚を検討する。

#### 5. 2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価

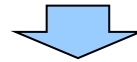
○降下火砕物を除く地理的領域内の13火山による以下の火山事象は、火口から敷地までの距離、地形状況等を踏まえ、いずれも敷地への影響はないと評価。  
土石流・火山泥流及び洪水、火山ガス、火山から発生する飛来物、大気現象、火山性地震、熱水系及び地下水の異常

余白

## 5. 1. 1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物

### ①文献に基づく降下火砕物の分布 (1/4)

○敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある降下火砕物について文献に基づき整理した(詳細は補足説明資料2.1章のうち、「降下火砕物の分布」参照)。



○敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある降下火砕物及びその給源は以下のとおりであり、これらの降下火砕物が層厚評価の検討対象となる。

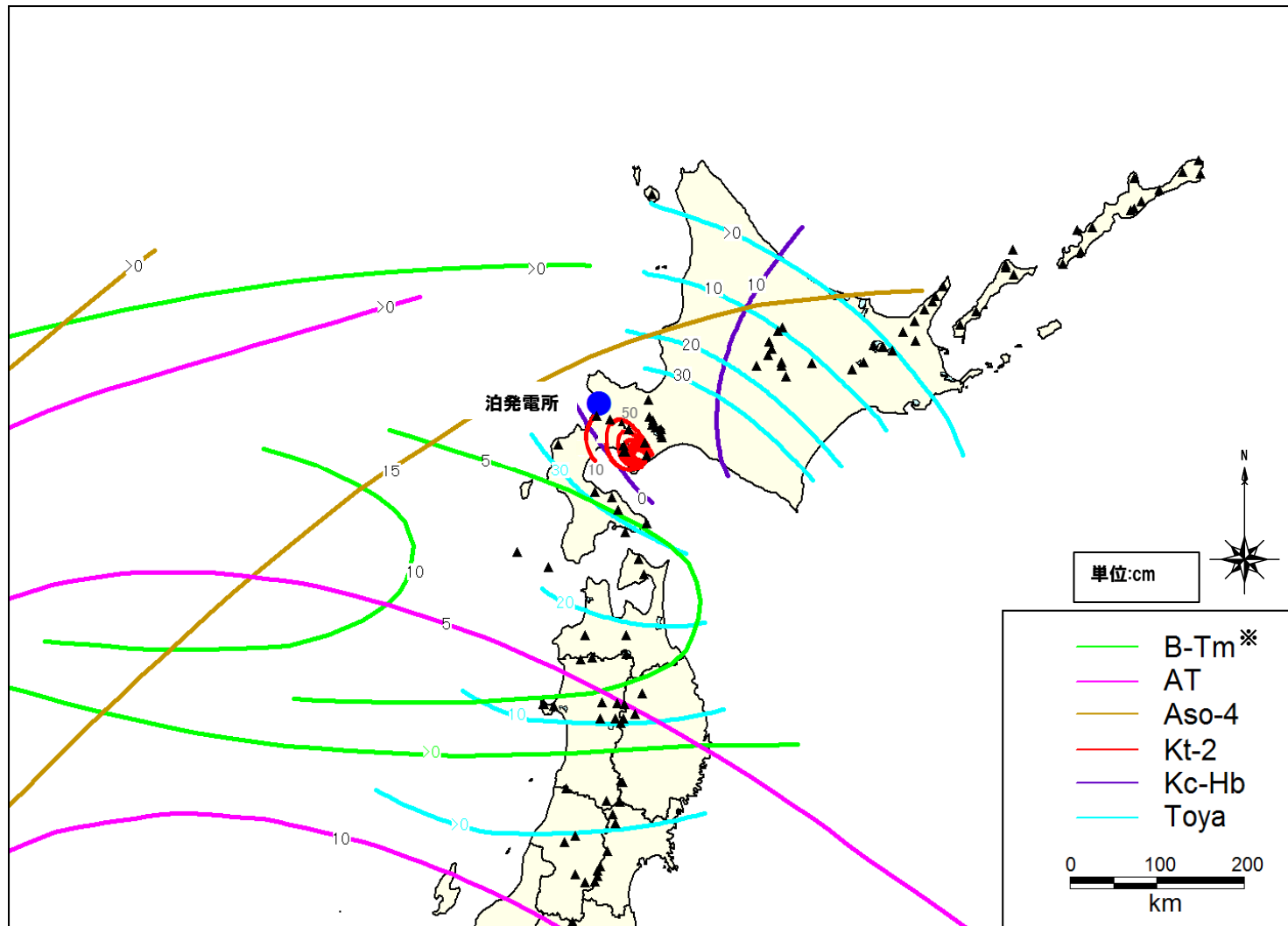
	降下火砕物名	給源	文献に基づく推定層厚
地理的 領域外	白頭山苦小牧火山灰 (B-Tm)	白頭山	5~10cm※2
	始良Tn火山灰 (AT)	始良カルデラ	0~5cm若しくは0~10cm
	阿蘇4火山灰 (Aso-4)	阿蘇カルデラ	15cm以上若しくは15~20cm
	クツチャロ羽幌火山灰 (Kc-Hb)	屈斜路カルデラ	0~10cm
地理的 領域内	支笏第1降下軽石 (Spfa-1) ※1	支笏カルデラ	2cm以下
	クツタラ第2火山灰 (Kt-2)	倶多楽・登別火山群	10cm以下若しくは0~10cm
	洞爺火山灰 (Toya)	洞爺カルデラ	30cm以上
	2000年有珠山噴火に伴い噴出した降下火砕物	有珠山	0cm以上

※1 支笏第1降下軽石 (Spfa-1) については、町田・新井 (2011) 及び Uesawa et al. (2022) に等層厚線図が示されており (補足説明資料P29~P30参照)、確認の結果、敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある降下火砕物として抽出されない。しかしながら、最新の野外地質調査と既存文献調査に基づき支笏火砕流堆積物及び支笏第1降下軽石 (Spfa-1) の分布範囲及び層厚等をまとめた宝田ほか (2022) によれば、敷地及び敷地近傍に到達した (降灰した) 可能性が考えられる。宝田ほか (2022) による、支笏第1降下軽石 (Spfa-1) の等層厚線図は補足説明資料P128参照。

※2 白頭山苦小牧火山灰 (B-Tm) については、分布主軸が概ね敷地方向を向いており、敷地周辺は層厚0~5cmの範囲に該当するが、分布主軸上で給源~敷地と同程度の距離の地点での層厚が5~10cmの範囲に該当することから、推定層厚は5~10cmと評価する (P220参照)。

## 5. 1. 1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物

### ①文献に基づく降下火砕物の分布 (2/4)

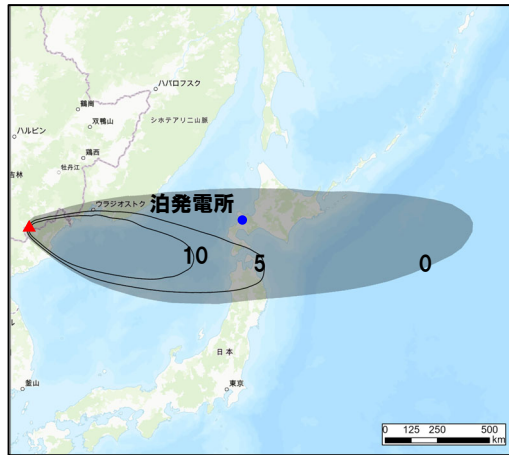


※白頭山苦小牧火山灰 (B-Tm) については、分布主軸が概ね敷地方向を向いており、敷地周辺は層厚0~5cmの範囲に該当するが、分布主軸上で給源~敷地と同程度の距離の地点での層厚が5~10cmの範囲に該当することから、推定層厚は5~10cmと評価する (P220参照)。

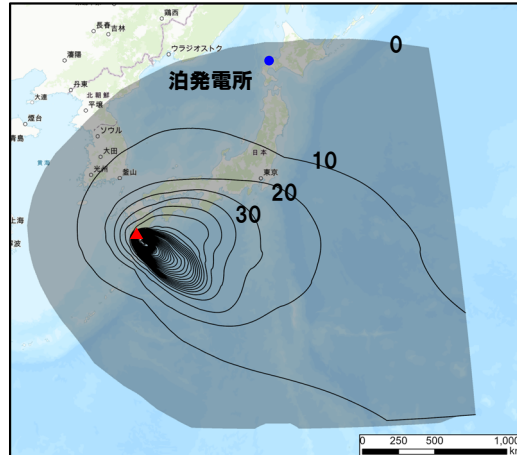
敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある降下火砕物の等層厚線図 (町田・新井 (2011) より当社が作成)

## 5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物

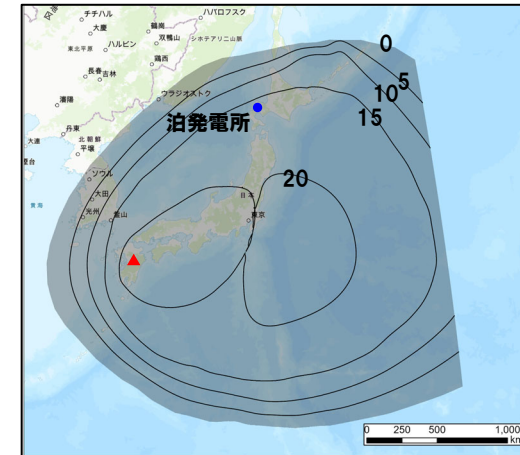
### ①文献に基づく降下火砕物の分布 (3/4)



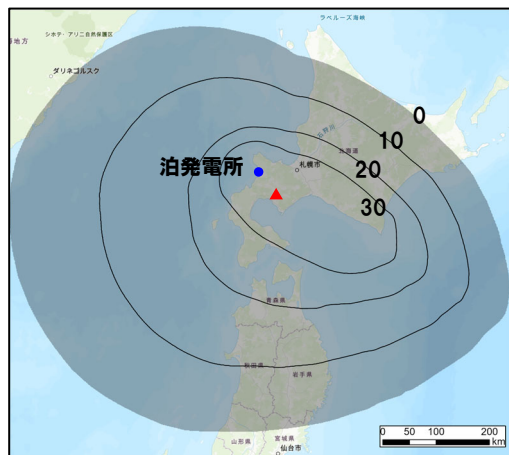
白頭山苦小牧火山灰 (B-Tm) ※1



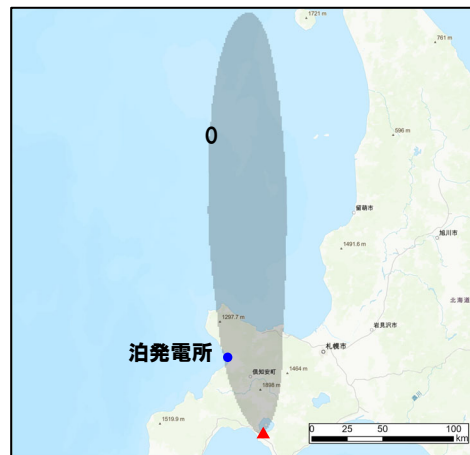
始良Tn火山灰 (AT)



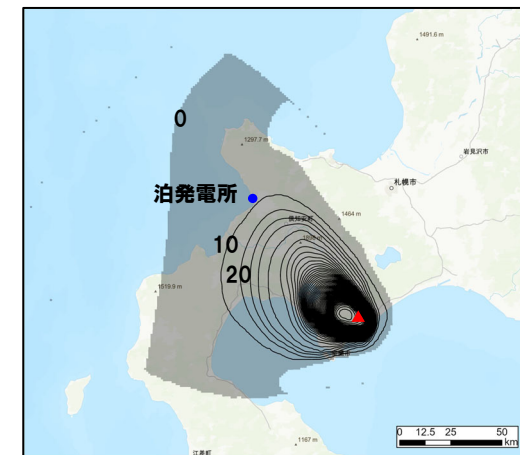
阿蘇4火山灰 (Aso-4) ※2



洞爺火山灰 (Toya)



有珠山2000年噴火 (4月4日) に伴い噴出した降下火砕物 ※3



クッタラ第2火山灰 (Kt-2)

敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある降下火砕物の層厚分布図 ※4 (Uesawa (2023) を基に当社が作成, 背景地図はESRI社提供の地形図を使用)

※1 白頭山苦小牧火山灰 (B-Tm) については、分布主軸が概ね敷地方向を向いており、敷地周辺は層厚0~5cmの範囲に該当するが、分布主軸上で給源~敷地と同程度の距離の地点での層厚が5~10cmの範囲に該当することから、推定層厚は5~10cmと評価する (次頁参照)。

※2 等層厚線の中心部が不自然な眼鏡様を呈するのは、ArcGISの内挿補完によって生じた見かけ上のものである。

※3 敷地はごく微量の降灰 (層厚<0.01mm) 範囲に位置する。

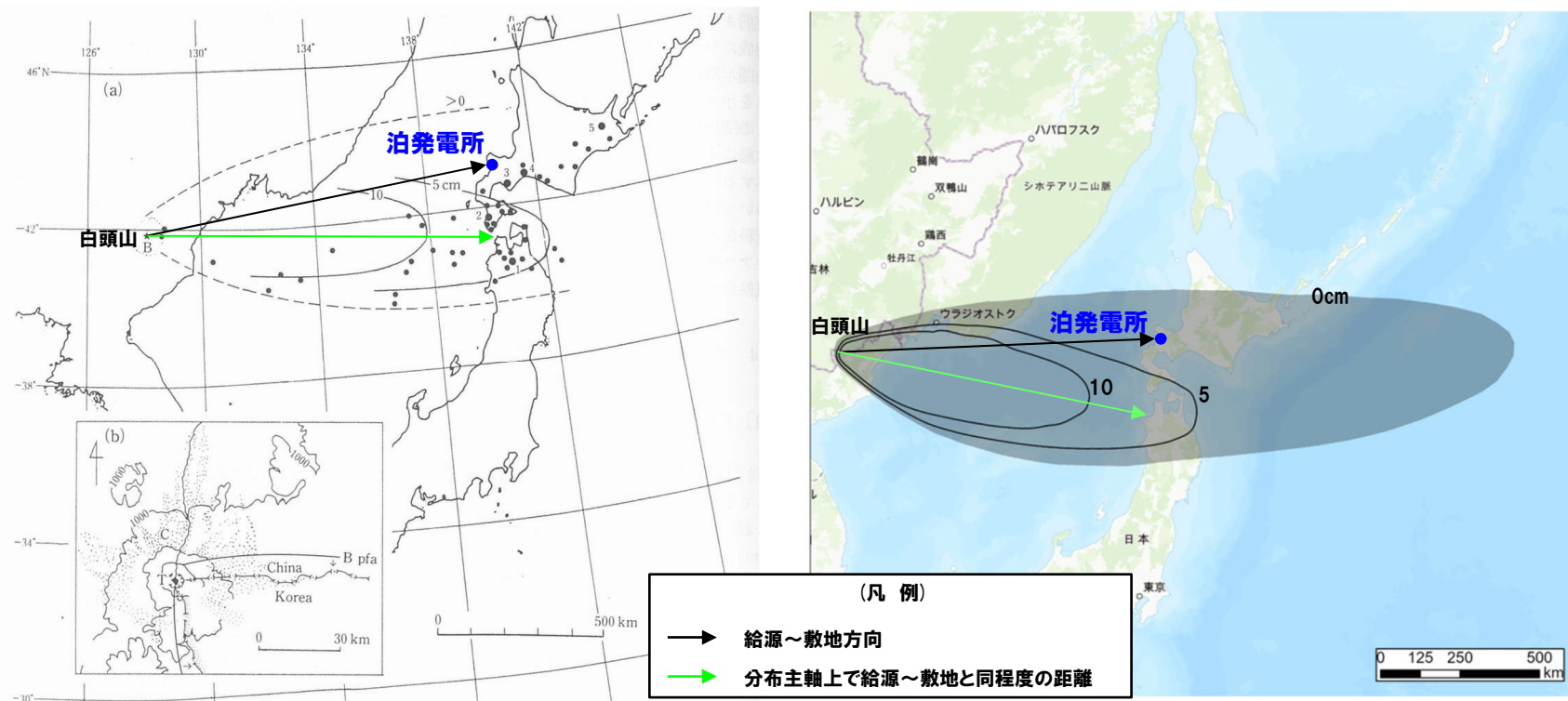
※4 図中の数字の単位はcm。灰色のハッチング部は層厚>0cmの領域を表す。等層厚線の間隔は、B-Tm及びAso-4は5cm間隔、それ以外は10cm間隔で示す。分布範囲外縁部が直線的な箇所は、解析範囲外であることを示す。

## 5. 1. 1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物

### ①文献に基づく降下火砕物の分布 (4/4)

#### 【白頭山苦小牧火山灰 (B-Tm) の分布状況】

- 町田・新井 (2011) によれば、白頭山苦小牧火山灰 (B-Tm) の分布主軸は概ね敷地方向を向いており、敷地周辺は層厚0~5cmの範囲に該当する。また、分布主軸上で給源~敷地と同程度の距離の地点での層厚が5~10cmの範囲に該当する (左下図参照)。
- また、Uesawa et al. (2022) によれば、同様に、敷地周辺は層厚0~5cmの範囲に、分布主軸上で給源~敷地と同程度の距離の地点での層厚が5~10cmの範囲に該当する (右下図参照)。



白頭山苦小牧火山灰 (B-Tm) の等層厚線図 (左図:町田・新井 (2011) に加筆, 右図:Uesawa (2023) を基に当社が作成)



余白

## 5. 1. 1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物

### ② 地質調査結果 (1/4)

- 当社地質調査結果に基づき、敷地及び敷地近傍において確認される降下火砕物を整理した(整理結果の一覧表についてはP224参照)。
- なお、降下火砕物の影響評価の検討対象については、降下火砕物の純層に加え、保守的な考えに基づき、二次堆積物のうち、構成物が主に本質物からなる二次堆積物aも対象とした(降下火砕物の純層、二次堆積物等への細区分の考え方については、補足説明資料のP276～P277参照)。
- また、洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物は、本検討において降下火砕物由来として示しているが、火砕サージ由来か降下火砕物由来かを厳密に区分することは難しいと評価している。

#### 【敷地】

- 至近に実施した敷地内断層の活動性評価に関する地質調査においては、主に火山砕屑物からなる堆積物若しくは軽石又はスコリアを含む堆積物は認められない。
- 一方、1,2号炉調査時のF-1断層開削調査箇所のスケッチに記載されている火山灰(黄灰色A)及び火山灰(黄灰色B)については、噴出年代及び給源不明の降下火砕物として取り扱うこととしている(詳細は補足説明資料2.3.2章(2)参照)。

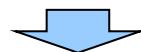
#### 【敷地近傍】

##### (積丹半島西岸)

- 照岸地点で実施したボーリング調査(照岸1-3及び照岸1-5)において、洞爺火山灰(Toya)の二次堆積物aが認められる。
- 古宇川左岸地点で実施したボーリング調査(神恵内1-1, 神恵内1-2, 神恵内1-3及び神恵内1-6)において、洞爺火山灰(Toya)の純層及び二次堆積物aが認められる。
- 古宇川右岸地点で実施したボーリング調査(神恵内M-1及び神恵内M-3)において、洞爺火山灰(Toya)の純層及び二次堆積物aが認められる。
- また、古宇川右岸地点で実施した神恵内M-2ボーリングにおいては、阿蘇4火山灰(Aso-4)の純層が認められる。

##### (岩内平野)(調査結果の詳細は補足説明資料4章参照)

- 梨野舞納地点で実施した露頭調査において、洞爺火山灰(Toya)の純層及び二次堆積物bが認められる。
- また、岩内台地で実施したボーリング調査(H29岩内-2, H29岩内-3及びH29岩内-5)において、洞爺火山灰(Toya)の純層が認められる。
- なお、H26共和-6ボーリングの野塚層(下部層相当)中の深度79.34～79.49mに認められる堆積物(層厚15cm)については、結晶鉱物を主体とし、淘汰が良いことから、今後、降下火砕物と評価する可能性があるが、現在火山灰分析を実施しており、検討の詳細については指摘事項No.10の回答として今後説明予定。

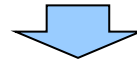


(次頁へ続く)

## 5. 1. 1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物

### ② 地質調査結果 (2/4)

(前頁からの続き)



- 敷地においては、層厚評価の検討対象となる降下火砕物は以下のとおりである。
  - ・火山灰(黄灰色A) 最大層厚:約18cm (F-1断層開削調査箇所)
  - ・火山灰(黄灰色B) 最大層厚:約23cm (F-1断層開削調査箇所)
  
- 敷地近傍においては、層厚評価の検討対象となる降下火砕物※は以下のとおりである。
  - ・洞爺火山灰(Toya)の純層 最大層厚:少なくとも70cm以上 (H29岩内-5ボーリング)
  - ・阿蘇4火山灰(Aso-4)の純層 最大層厚:約5cm (神恵内M-2ボーリング)

※今後、H26共和-6ボーリングの野塚層(下部層相当)中の深度79.34~79.49mに認められる堆積物を降下火砕物と評価する可能性はあるが、層厚は約15cmであり、火山灰(黄灰色B)(最大層厚約23cm)よりも層厚が小さいことから、降下火砕物の層厚評価に影響を与えるものではない。

## 5. 1. 1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物

## ② 地質調査結果 (3/4)

敷地及び敷地近傍における地質調査結果

 : 層厚評価の検討対象のうち、最大層厚となる降下火砕物

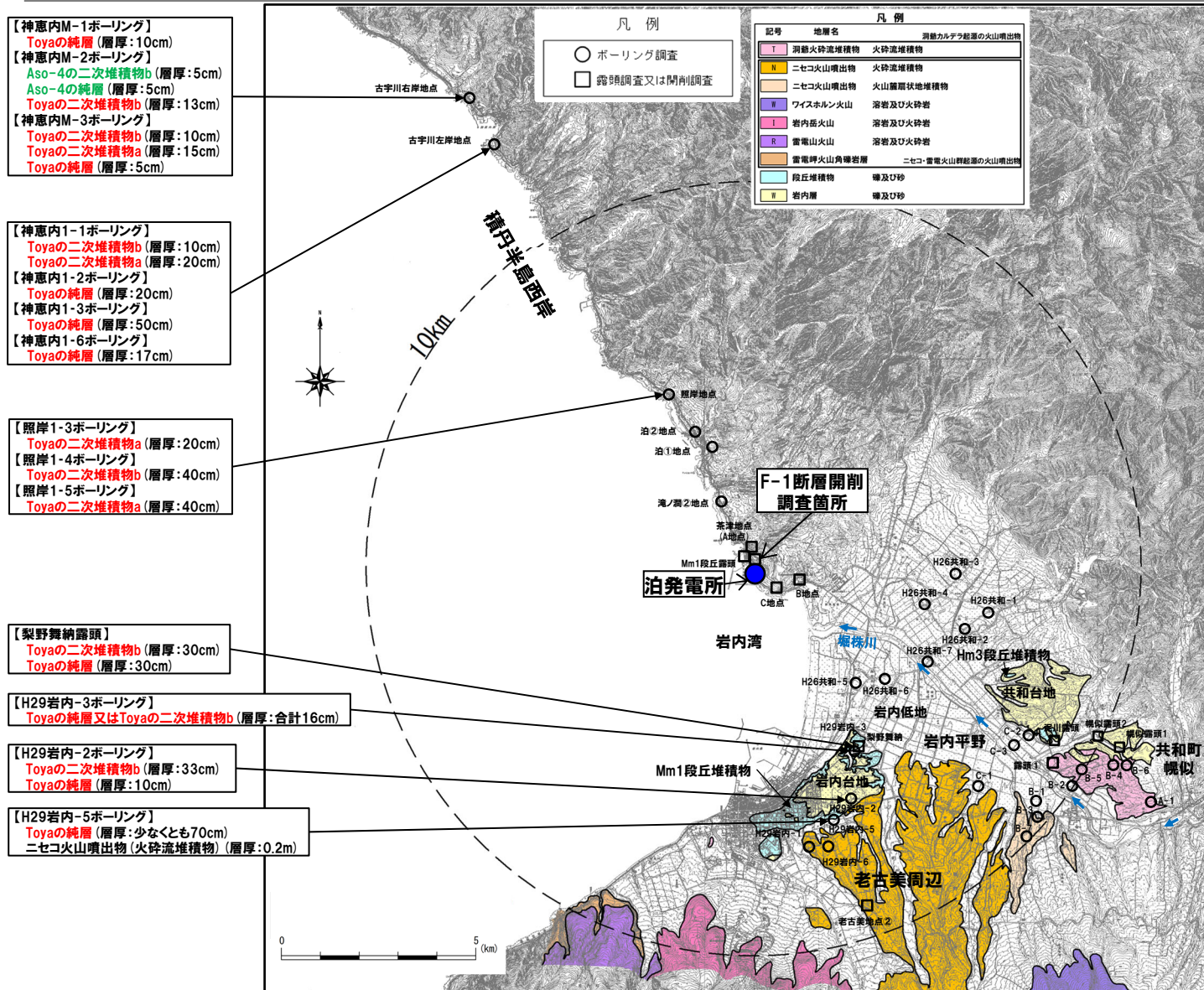
地質調査地点		降下火砕物	噴出源	降下火砕物の層厚		掲載箇所		
				純層	二次堆積物a			
敷地	F-1断層開削調査箇所		火山灰(黄灰色B)	給源不明	約23cm		補足説明資料の2.3章	
			火山灰(黄灰色A)	給源不明	約18cm			
敷地近傍	積丹半島西岸	照岸	照岸1-3ボーリング	洞爺火山灰 (Toya)	洞爺カルデラ	-	約20cm	R5.7.7審査会合 補足説明資料2の5章
			照岸1-5ボーリング	洞爺火山灰 (Toya)	洞爺カルデラ	-	約40cm	
		古宇川左岸	神恵内1-1ボーリング	洞爺火山灰 (Toya)	洞爺カルデラ	-	約20cm	
			神恵内1-2ボーリング	洞爺火山灰 (Toya)	洞爺カルデラ	約20cm	-	
			神恵内1-3ボーリング	洞爺火山灰 (Toya)	洞爺カルデラ	約50cm	-	
		古宇川右岸	神恵内1-6ボーリング	洞爺火山灰 (Toya)	洞爺カルデラ	約17cm	-	
	神恵内M-1ボーリング		洞爺火山灰 (Toya)	洞爺カルデラ	約10cm	-		
	神恵内M-2ボーリング		阿蘇4火山灰 (Aso-4)	阿蘇カルデラ	約5cm	-		
	岩内平野	梨野舞納	露頭	洞爺火山灰 (Toya)	洞爺カルデラ	約30cm	-	補足説明資料の4章
		岩内台地	H29岩内-2ボーリング	洞爺火山灰 (Toya)	洞爺カルデラ	約10cm	-	
H29岩内-3ボーリング			洞爺火山灰 (Toya)	洞爺カルデラ	(約16cm)※	-		
H29岩内-5ボーリング			洞爺火山灰 (Toya)	洞爺カルデラ	少なくとも 70cm以上	-		

青字 : 層厚評価の検討対象となる降下火砕物

※H29岩内-3ボーリングに認められる火山灰質シルト層は、近接する梨野舞納地点との層相・層序対比から、洞爺火山灰 (Toya) の純層又は二次堆積物bに区分している (純層と二次堆積物bを合わせた層厚:16cm)。当該堆積物は、火山灰分析を実施しておらず、純層と二次堆積物bそれぞれの層厚を示すことはできないことから、表中においては純層の欄に16cmと記載している。

# 5. 1. 1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物

## ② 地質調査結果 (4/4)



敷地及び敷地近傍において火山噴出物が認められる地点

## 5. 1. 1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物

### ③ まとめ

#### 【層厚評価の検討対象となる降下火砕物】

○文献調査及び地質調査において層厚評価の検討対象として抽出される降下火砕物は以下のとおり。

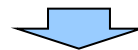
#### 【文献調査結果】(補足説明資料2.1参照)

- ・地理的領域外の火山：
  - B-Tm (白頭山) (5~10cm<sup>※1</sup>)
  - AT (始良カルデラ) (0~5cm若しくは0~10cm)
  - Aso-4 (阿蘇カルデラ) (15cm以上若しくは15~20cm)
  - Kc-Hb (屈斜路カルデラ) (0~10cm)
- ・地理的領域内の火山：
  - Toya (洞爺カルデラ) (30cm以上)
  - 2000年有珠山噴火(有珠山) (0cm以上)
  - Kt-2 (倶多楽・登別火山群) (10cm以下若しくは0~10cm)
  - Spfa-1 (支笏カルデラ) (2cm以下)

#### 【地質調査結果】(補足説明資料2.3章参照)

- Toya (洞爺カルデラ) (少なくとも70cm以上)
- Aso-4 (阿蘇カルデラ) (5cm)
- 火山灰(黄灰色B) (給源不明) (最大層厚約23cm)
- 火山灰(黄灰色A) (給源不明) (最大層厚約18cm)

○抽出される降下火砕物のうち、Spfa-1及びToyaは、過去の巨大噴火に伴い噴出したものであり、4.2章において運用期間中の巨大噴火の発生可能性は十分小さいと評価されることから、これらの降下火砕物については除外する。



#### 【層厚評価の対象候補となる降下火砕物】

○最も層厚が大きい火山灰(黄灰色B) (最大層厚約23cm) を、層厚評価の対象候補とする<sup>※2</sup>。

※1 文献に示される白頭山苦小牧火山灰(B-Tm)の等層厚線図を踏まえると、敷地は層厚が0~5cmの範囲に該当するが、当該火山灰の分布主軸は概ね敷地方向を向いており、分布主軸上で給源~敷地と同程度の距離の地点での層厚が5~10cmの範囲に該当することから、層厚を5~10cmと推定している(P220参照)。

※2 今後、H26共和-6ボーリングの野塚層(下部層相当)中の深度79.34~79.49mに認められる堆積物を降下火砕物と評価する可能性はあるが、層厚は約15cmであり、火山灰(黄灰色B) (最大層厚約23cm)よりも層厚が小さいことから、降下火砕物の層厚評価に影響を与えるものではない。

余白

1. 指摘事項 .....	P. 4
2. 火山影響評価の概要 .....	P. 10
3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 .....	P. 34
3.1 地理的領域にある第四紀火山 .....	P. 38
3.2 将来の火山活動可能性の評価 .....	P. 44
4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価 .....	P. 52
4.1 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価 .....	P. 56
4.2 巨大噴火の可能性評価 .....	P. 106
4.2.1 巨大噴火の可能性評価方法 .....	P. 108
4.2.2 支笏カルデラの評価 .....	P. 116
4.2.3 洞爺カルデラの評価 .....	P. 160
4.3 最後の巨大噴火以降の噴火に伴う設計対応不可能な火山事象の到達可能性評価 .....	P. 198
4.4 ニセコ・雷電火山群の評価 .....	P. 204
5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価 .....	P. 212
5.1 降下火砕物の影響評価 .....	P. 215
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物 .....	P. 215
5.1.2 降下火砕物シミュレーション .....	P. 229
5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚 .....	P.
5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価 .....	P.
6. 火山活動のモニタリング .....	P.
7. 火山影響評価のまとめ .....	P. 242
残されている審査上の論点に関する審査会合(R4.3.31)以降の指摘事項 .....	P. 248
参考文献 .....	P. 255

以下項目については、今後説明予定

- ・「5.1.2 降下火砕物シミュレーション」のうち解析結果
- ・「5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚」
- ・「5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価」
- ・「6. 火山活動のモニタリング」



# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## 泊発電所における火山影響評価のうち影響評価の流れ

### 5 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価

#### 5.1 降下火砕物の影響評価

文献調査、当社地質調査及び降下火砕物シミュレーションを基に、敷地における層厚評価を実施

##### 5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物

【層厚評価の検討対象となる降下火砕物】

○文献調査並びに敷地及び敷地近傍の地質調査結果を基に、層厚評価の検討対象となる(敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある)降下火砕物を抽出。

	降下火砕物名	給源	手法	推定層厚
地理的領域外	白頭山宮小牧(B-Tm)	白頭山	文献調査 地質調査	5~10cm —
	給良Tn(AT)	給良カルデラ	文献調査 地質調査	0~5cm若しくは0~10cm —
	阿蘇4(Aso-4)	阿蘇カルデラ	文献調査 地質調査	15cm以上若しくは15~20cm 5cm
	クッチャロ-羽鷲(Kc-Hb)	墨科路カルデラ	文献調査 地質調査	0~10cm —
地理的領域内	支笏第1降下軽石(Spfa-1)	支笏カルデラ	文献調査 地質調査	2cm以下 —
	クッタラ第2火山灰(Kt-2)	倶多楽・室別火山群	文献調査 地質調査	10cm以下若しくは0~10cm —
	洞爺火山灰(Toya)	洞爺カルデラ	文献調査 地質調査	30cm以上 70cm以上
	2000年有珠山噴火	有珠山	文献調査 地質調査	0cm以上 —
給源不明	火山灰(黄灰色B)	不明	文献調査 地質調査	— 約23cm
	火山灰(黄灰色A)	不明	文献調査 地質調査	— 約18cm

○このうち、Spfa-1及びToyaは、過去の巨大噴火に伴い噴出したものであり、運用期間中の巨大噴火の発生可能性は十分小さいと評価されることから、これらの降下火砕物については除外する。

【層厚評価の対象候補となる降下火砕物】

○最も層厚が大きい火山灰(黄灰色B)(最大層厚約23cm)を、層厚評価の対象候補とする。

##### 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

降下火砕物シミュレーションの検討対象として以下を網羅的に選定(抽出数:37テフラ)

- ・文献及び地質調査の結果から、敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある降下火砕物(抽出数:10テフラ)
- ・原子力発電所の運用期間中における活動可能性が十分に小さいと判断できない13火山を給源とし、分布状況が広がり有する降下火砕物(抽出数:27テフラ)

(プロセス1) 文献調査及び地質調査の結果を用いることで、敷地における降下火砕物の層厚評価が可能な降下火砕物を除外(抽出数:31テフラ)

(プロセス2) 現状において同規模の噴火の可能性が十分小さい噴火による降下火砕物を除外(抽出数:22テフラ)

(プロセス3) 同一火山を給源とする降下火砕物の中で、分布主軸上における給源~敷地と同程度の距離の地点での層厚が最大のもを抽出(抽出数:12テフラ)

(プロセス4) 「敷地との距離が最も近い火山を給源とする降下火砕物」及び「分布主軸上における給源~敷地と同程度の距離の地点での層厚が最大かつ噴出物量が最大の降下火砕物」を抽出(抽出数:2テフラ)

- ・Kt-1(分布主軸上における給源~敷地と同程度の距離の地点での層厚が最大かつ噴出物量が最大)
- ・Yo-1(敷地との距離が最も近い)

Kt-1の降下火砕物シミュレーションは、現在実施中であることから、シミュレーション結果については今後説明予定

##### 5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚

○文献調査、地質調査及び降下火砕物シミュレーションの結果を踏まえ適切な層厚を検討する。

#### 5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価

○降下火砕物を除く地理的領域内の13火山による以下の火山事象は、火口から敷地までの距離、地形状況等を踏まえ、いずれも敷地への影響はないと評価。  
土石流・火山泥流及び洪水、火山ガス、火山から発生する飛来物、大気現象、火山性地震、熱水系及び地下水の異常

## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

### ① シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出 (1/11)

#### 【検討対象となる降下火砕物の選定】

○シミュレーション対象とする降下火砕物については、敷地への影響が大きいものを抽出する必要があることから、まず、以下のⅠ及びⅡの降下火砕物を検討対象として網羅的に選定した。

Ⅰ.文献及び地質調査の結果から、敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある降下火砕物 (P217～P226参照)

Ⅱ.原子力発電所の運用期間中における活動可能性が十分に小さいと判断できない13火山を給源とし、分布状況が広がりをもつ降下火砕物

○なお、Ⅱについては、以下の理由から、須藤ほか (2007) において等層厚線図が示されている降下火砕物とするが、体積が $0.1\text{km}^3$ 以下とされているものについては除外した。

・同一の手法に基づきながら国内の火山の各降下火砕物の等層厚線図を作成し、火砕流や溶岩等を除いた降下火砕物単独の噴出物体積を统一的に算出している。

#### 【選定した降下火砕物のスクリーニング】

○次に、上記において選定した検討対象となる降下火砕物について、「シミュレーション実施必要性の観点」及び「敷地への影響度の観点」から、スクリーニング (プロセス1～4) を実施し、シミュレーション対象となる降下火砕物を抽出した。

○「シミュレーション実施必要性の観点」のスクリーニングは、プロセス1及び2であり、シミュレーションを実施せずとも、敷地における降下火砕物の層厚評価が可能なものを除外する作業である。

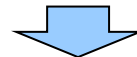
○「敷地への影響度の観点」のスクリーニングは、プロセス3及び4であり、シミュレーションを実施した際に、敷地における層厚が最も大きくなると考えられるものを抽出する作業である。

- ・プロセス1 : 文献調査及び地質調査の結果を用いることで、敷地における降下火砕物の層厚評価が可能な降下火砕物を除外
- ・プロセス2 : 現状において同規模の噴火の可能性が十分小さい噴火による降下火砕物を除外
- ・プロセス3 : 同一火山を給源とする降下火砕物の中で、分布主軸上における給源～敷地と同程度の距離の地点での層厚が最大のものを抽出
- ・プロセス4 : 「敷地との距離が最も近い火山を給源とする降下火砕物」及び「分布主軸上における給源～敷地と同程度の距離の地点での層厚が最大かつ噴出物量が最大の降下火砕物」を抽出

シミュレーション実施  
必要性の観点

敷地への影響度の観点

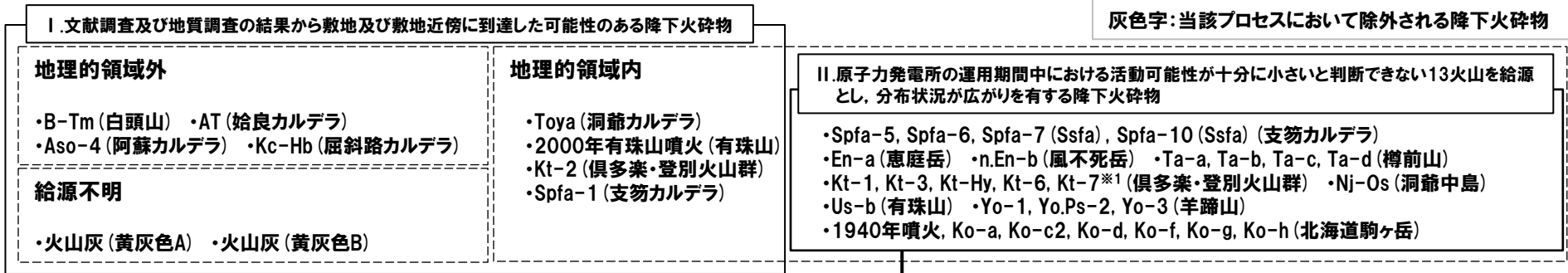
○プロセス1～プロセス4のスクリーニングの詳細を次頁～P233に示す。



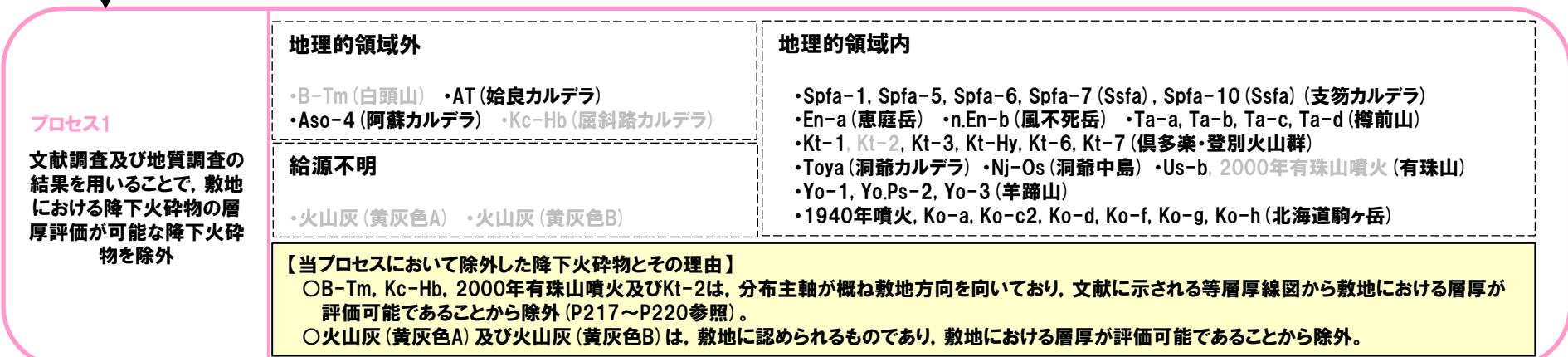
○敷地への影響が大きい降下火砕物として、Y0-1及びKt-1が抽出されることから、この降下火砕物を対象にシミュレーションを実施することとした。

# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ① シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出 (2/11)



※1 Kt-7については、文献において降下火砕物の分布は示されていないが、噴出規模が概算として「VEI7 class」とされていること及び当社で算出した噴出物 (pfa) 体積が10~40km<sup>3</sup>であることを踏まえ、抽出した。



(次頁へ続く)

## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

### ① シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出 (3/11)

(前頁からの続き)

#### プロセス2

現状において同規模の噴火の可能性が十分小さい噴火による降下火砕物を除外

#### 地理的領域外

- ・AT (始良カルデラ)
- ・Aso-4 (阿蘇カルデラ)

#### 給源不明

#### 地理的領域内

- ・Spfa-1, Spfa-5, Spfa-6, Spfa-7 (Ssfa), Spfa-10 (Ssfa) (支笏カルデラ)
- ・En-a (恵庭岳) ・n.En-b (風不死岳) ・Ta-a, Ta-b, Ta-c, Ta-d (樽前山)
- ・Kt-1<sup>※2</sup>, Kt-3<sup>※2</sup>, Kt-Hy<sup>※2</sup>, Kt-6<sup>※2</sup>, Kt-7 (倶多楽・登別火山群)
- ・Toya (洞爺カルデラ) ・Nj-Os (洞爺中島) ・Us-b (有珠山)
- ・Yo-1, Yo.Ps-2, Yo-3 (羊蹄山)
- ・1940年噴火, Ko-a, Ko-c2, Ko-d, Ko-f, Ko-g, Ko-h (北海道駒ヶ岳)

#### 【当プロセスにおいて除外した降下火砕物とその理由】

- Spfa-1及びToyaは、Spfa-1を噴出した噴火(支笏カルデラの巨大噴火)及びToyaを噴出した噴火(洞爺カルデラの巨大噴火)の可能性評価の結果、運用期間中に巨大噴火が発生する可能性は十分に小さいと評価されることから除外。
- また、Spfa-5～Spfa-10 (Ssfa)は、支笏カルデラの巨大噴火以前に噴出した降下火砕物であり、支笏カルデラの運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さいと評価されることから、設計対応不可能な火山事象の評価と同様に除外。
- AT, Aso-4及びKt-7は、これらと同規模の噴火の可能性に関する検討の結果、運用期間中に発生する可能性は十分に小さいと考えられることから除外(補足説明資料5章参照)。

※2 R5.10.6審査会合資料においては、現状においてKt-1, Kt-2, Kt-3, Kt-Hy及びKt-6と同規模の珪長質火砕噴火が発生する可能性は小さいと評価していたが、現在の噴火活動である登別ステージの噴出物が珪長質な組成を示していることを踏まえ、今回、これらと同規模の噴火が運用期間中に発生する可能性を考慮した(補足説明資料5.3章参照)。

(次頁へ続く)

# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ① シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出 (4/11)

↓ (前頁からの続き)

### プロセス3

同一火山を給源とする降下火砕物の中で、分布主軸上における給源～敷地と同程度の距離の地点での層厚が最大のものを抽出

地理的領域外

地理的領域内

給源不明

- En-a (恵庭岳) •n.En-b (風不死岳) •Ta-a, Ta-b, Ta-c, Ta-d (樽前山)
- Kt-1, Kt-3, Kt-Hy, Kt-6 (倶多楽・登別火山群)
- Nj-Os (洞爺中島) •Us-b (有珠山)
- Yo-1, Yo.Ps-2, Yo-3 (羊蹄山)
- 1940年噴火, Ko-a, Ko-c2<sup>※3</sup>, Ko-d, Ko-f, Ko-g, Ko-h (北海道駒ヶ岳)

#### 【当プロセスにおいて抽出した降下火砕物とその理由】

- プロセス2において、同一火山を給源とする複数の降下火砕物が抽出される場合、これらの降下火砕物の中で、分布主軸上において給源～敷地と同程度の距離の地点での層厚を比較し、層厚が最大となる以下の降下火砕物を抽出。  
 •Ta-d (樽前山) •Kt-1, Kt-3及びKt-6 (倶多楽・登別火山群) •Yo-1 (羊蹄山) •Ko-d, Ko-f及びKo-h (北海道駒ヶ岳)
- 層厚の比較については、各降下火砕物の分布を体系的に取りまとめている須藤ほか (2007) の等層厚線図に基づき実施。

※3 須藤ほか (2007) によれば、既存の公表資料中の等層厚線図のうち、線が閉じていないものについては、図学的な処理を施して未完成の各等層厚線を補間し、各降下火砕物の体積を計算したとされている。その結果、体積を計算した降下火砕物のうち、須藤ほか (2007) 時点において既に公表されている文献に示される体積と比較して、求めた体積のほうが小さかったユニットは19%、大きかったユニットは5%であったとされている。Ko-c2については、個別文献による噴出量 (山元ほか (2014) による0.1km<sup>3</sup> (DRE)) と比較して極端に値が大きい (25.74km<sup>3</sup>) ため、遠方まで等層厚線図が外挿されることで、体積が過大に計算されている可能性があると考え、プロセス3の段階でシミュレーション対象から除外した。

### プロセス4

「敷地との距離が最も近い火山を給源とする降下火砕物」及び  
 「分布主軸上における給源～敷地と同程度の距離の地点での層厚が最大かつ噴出物量が最大の降下火砕物」を抽出

地理的領域外

地理的領域内

給源不明

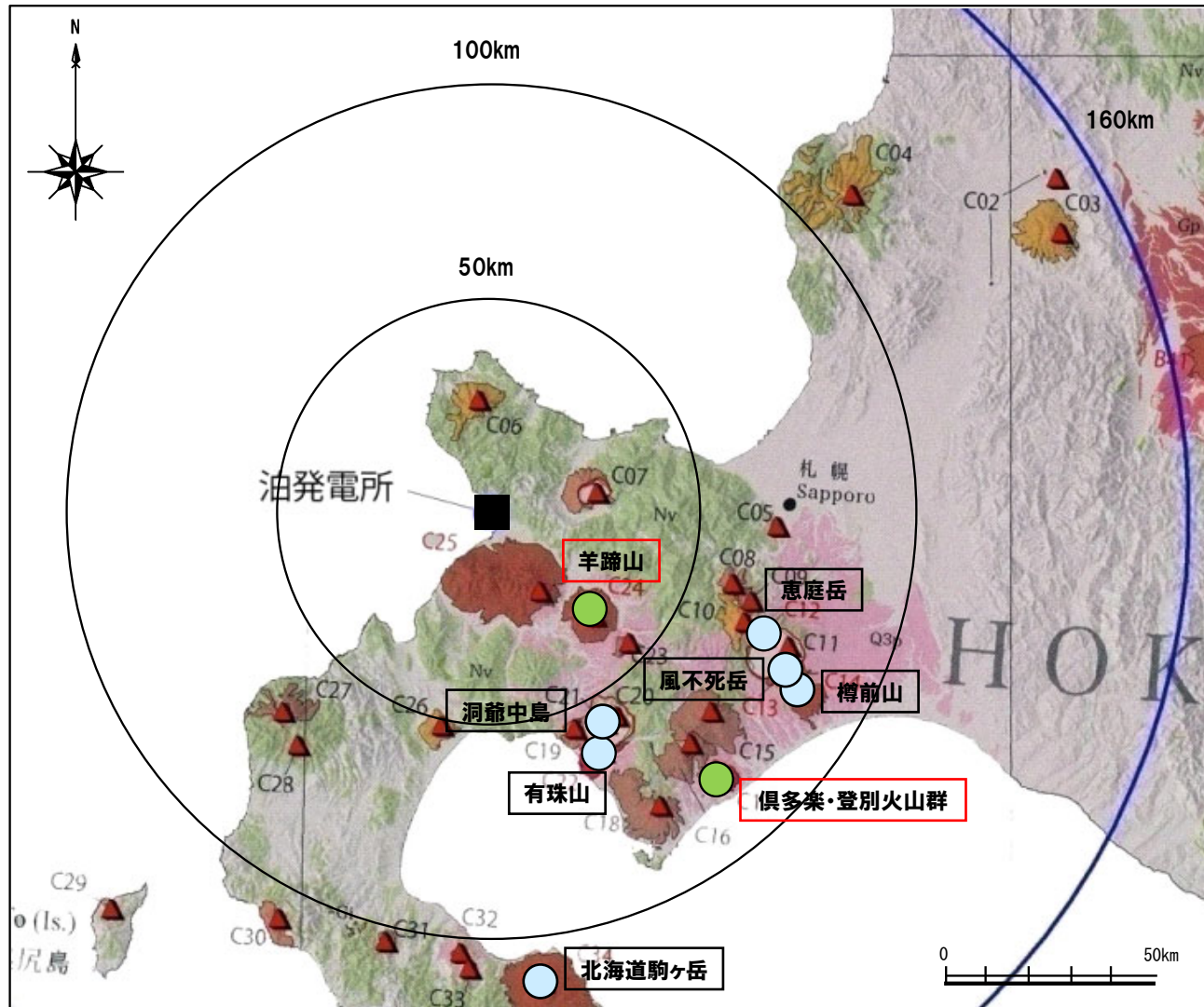
- En-a (恵庭岳) Ta-d (樽前山)
- Kt-1, Kt-3, Kt-6 (倶多楽・登別火山群)
- Us-b (有珠山)
- Yo-1 (羊蹄山)

#### 【当プロセスにおいて抽出した降下火砕物とその理由】

- プロセス3で抽出した降下火砕物のうち、敷地との距離が最も近い火山を給源とするYo-1 (羊蹄山) 及び分布主軸上における給源～敷地と同程度の距離の地点での層厚が最大かつ噴出物量が最大であるKt-1 (倶多楽・登別火山群) を抽出。
- 噴出物量の比較については、同一の手法に基づきながら国内の火山の各降下火砕物の等層厚線図を作成し、火砕流や溶岩等を除いた降下火砕物単独の噴出物体積を統一的に算出している須藤ほか (2007) を使用。

## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

### ① シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出 (5/11)



- プロセス3で抽出された火山
- プロセス4で抽出された火山
  - ・敷地との距離が最も近い：羊蹄山
  - ・分布主軸上における給源～敷地と同程度の距離の地点での層厚が最大かつ噴出物量が最大の降下火砕物：倶多楽・登別火山群

火山の位置図

# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ① シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出 (6/11)

各種調査の結果から抽出された降下火砕物

火山名	テフラ名	プロセス1	プロセス2	プロセス3	プロセス4	
		文献調査及び地質調査の結果を用いることで、敷地における降下火砕物の層厚評価が可能な降下火砕物を除外	現状において同規模の噴火の可能性が十分小さい噴火による降下火砕物を除外	同一火山を給源とする降下火砕物の中で、分布主軸上における給源～敷地と同程度の距離の地点での層厚が最大のもを抽出	敷地との距離が最も近い火山を給源とする降下火砕物」及び「分布主軸上における給源～敷地と同程度の距離の地点での層厚が最大かつ噴出物量が最大の降下火砕物」を抽出 須藤ほか(2007)による噴出量 (km <sup>3</sup> )   敷地との距離 (km)	
支笏カルデラ	Spfa-5	○	×			
	Spfa-6	○	×			
	Spfa-7 (Ssfa)	○	×			
	Spfa-10 (Ssfa)	○	×			
恵庭岳	En-a	○	○	50~100cm	5.64	68.6
風不死岳	n.En-b	○	○	0cm	0.84	77.7
	Ta-a	○	○	10~25cm		
樽前山	Ta-b	○	○	25~50cm		
	Ta-c	○	○	25~50cm		80.2
	Ta-d	○	○	50~100cm	1.87	
	Kt-1	○	○	50~100cm	14.73	
倶多楽・登別火山群	Kt-2	×				
		(0~10cm)				
	Kt-3	○	○	50~100cm	11.67	80.5
	Kt-Hy	○	○	0cm		
洞爺カルデラ	Kt-6	○	○	50~100cm	3.96	
	Nj-Os	○	○	10~25cm	0.81	55.1
洞爺中島	2000年有珠山噴火	×				
		(0.01mm以下)				60.7
有珠山	Us-b	○	○	50~100cm	1.50	
	Yo-1	○	○	50~100cm	0.53	
	Yo-Ps-2	○	○	10~25cm		33.8
羊蹄山	Yo-3	○	○	25~50cm		
	1940年噴火	○	○	0cm		
北海道駒ヶ岳	Ko-a	○	○	0cm		
	Ko-c2	○	○	50~100cm*		
	Ko-d	○	○	0~10cm	1.54	109.0
	Ko-f	○	○	0~10cm	0.63	
	Ko-g	○	○	0cm	-	
	Ko-h	○	○	0~10cm	2.49	
白頭山	B-Tm	×				
		(5~10cm)				
屈斜路カルデラ	Kc-Hb	×				
		(0~10cm)				
給源不明	火山灰(黄灰色A)	×				
		(約18cm)				
給源不明	火山灰(黄灰色B)	×				
		(約23cm)				

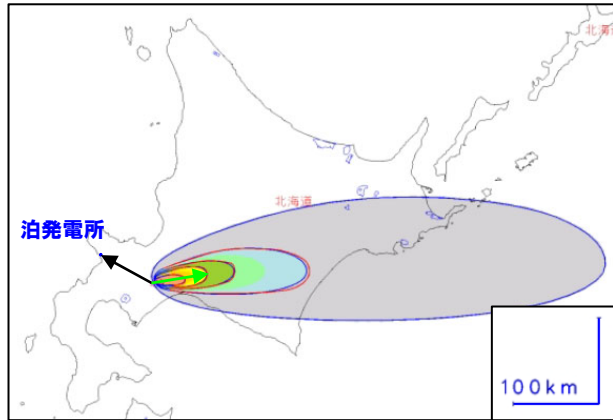
- : プロセス1において除外した降下火砕物
- : プロセス2において除外した降下火砕物
- : プロセス3において除外した降下火砕物
- : プロセス4において除外した降下火砕物
- : シミュレーション対象となる降下火砕物

※須藤ほか(2007)によれば、既存の公表資料中の等層厚線図のうち、線が閉じていないものについては、図学的な処理を施して未完成の各等層厚線を補間し、各降下火砕物の体積を計算したとされている。その結果、体積を計算した降下火砕物のうち、須藤ほか(2007)時点において既に公表されている文献に示される体積と比較して、求めた体積のほうが小さかったユニットは19%、大きかったユニットは5%であったとされている。Ko-c2については、個別文献による噴出量(山元ほか(2014)による0.1km<sup>3</sup>(DRE))と比較して極端に値が大きいため、遠方まで等層厚線図が外挿されることで、体積が過大に計算されている可能性があると考え、プロセス3の段階でシミュレーション対象から除外した。

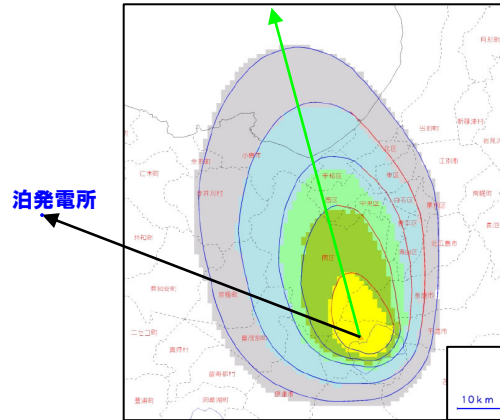
○ : 抽出  
× : 除外

# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

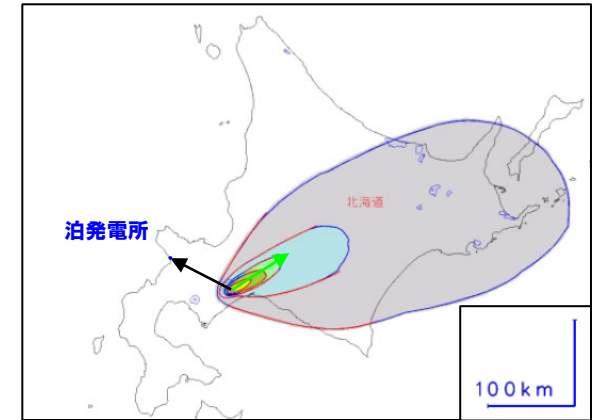
## ① シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出 (7/11)



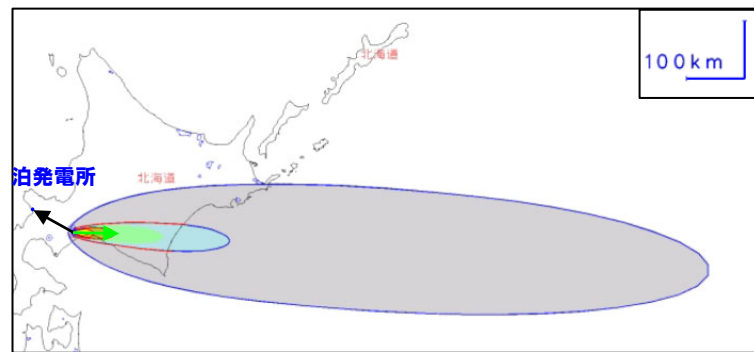
En-a  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における  
層厚:50~100cm)



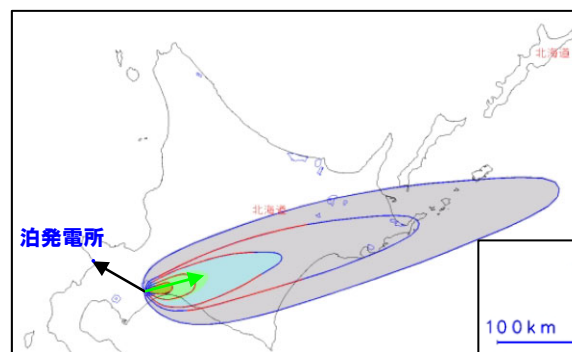
n.En-b  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における  
層厚:0cm)



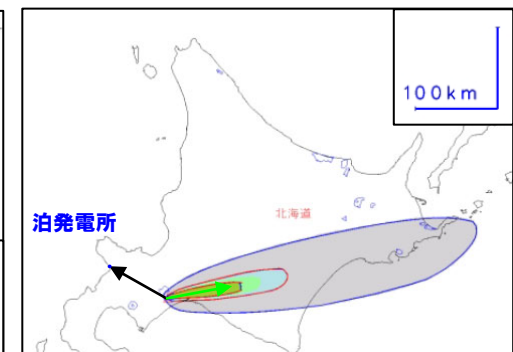
Ta-a  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における  
層厚:10~25cm)



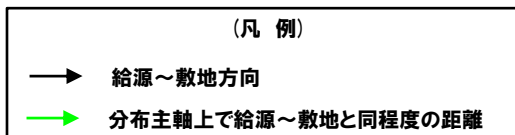
Ta-b (分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における層厚:25~50cm)



Ta-c  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における  
層厚:25~50cm)



Ta-d  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における  
層厚:50~100cm)

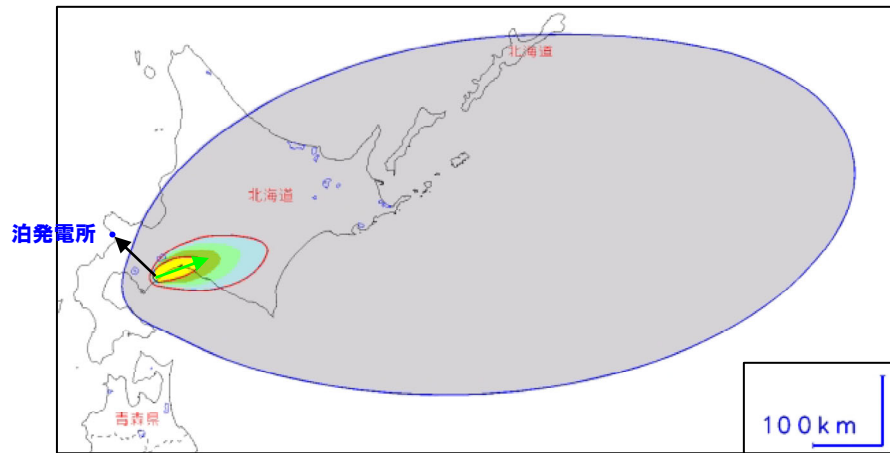


分布状況が広がり有るとされている降下火砕物の等層厚線図 (須藤ほか (2007) に加筆)

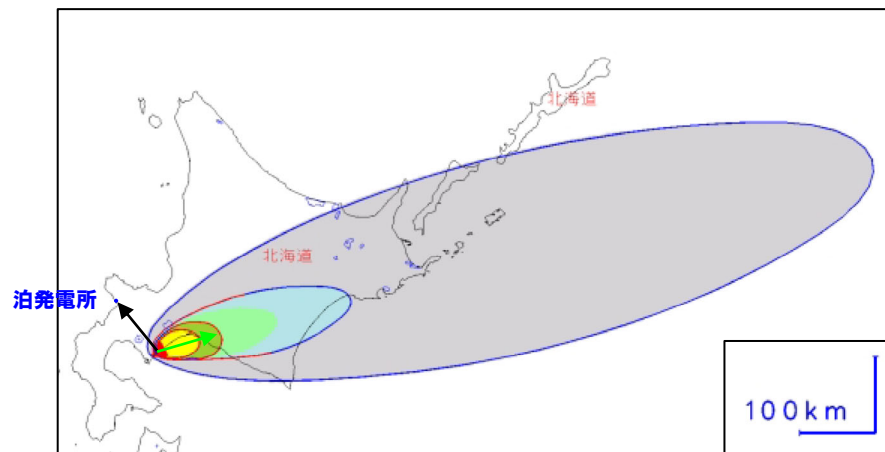


# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ① シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出 (8/11)

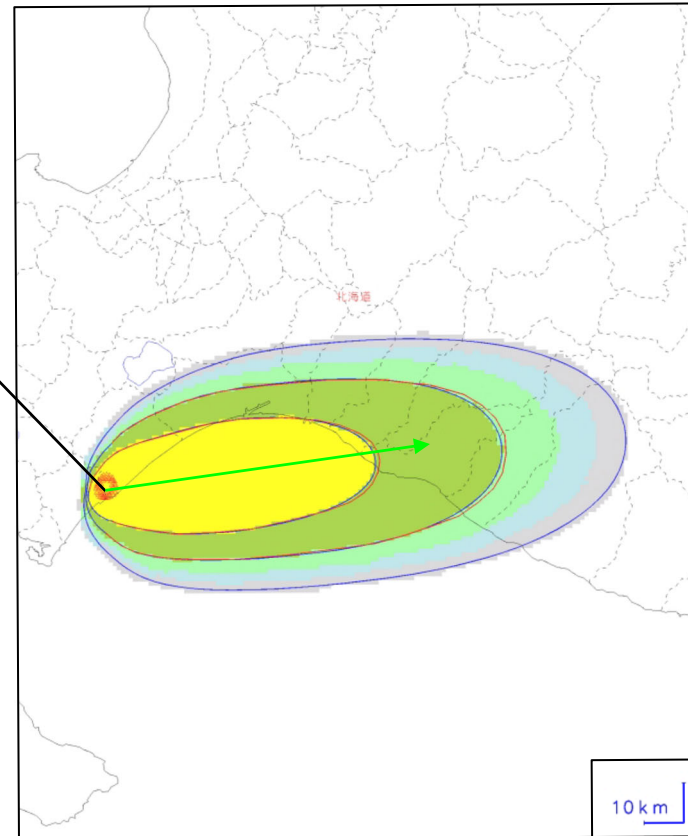


Kt-1 (分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における層厚:50~100cm)

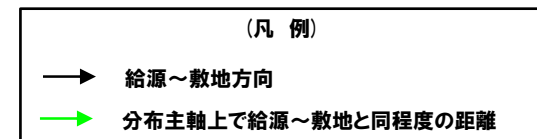


Kt-3 (分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における層厚:50~100cm)

泊発電所



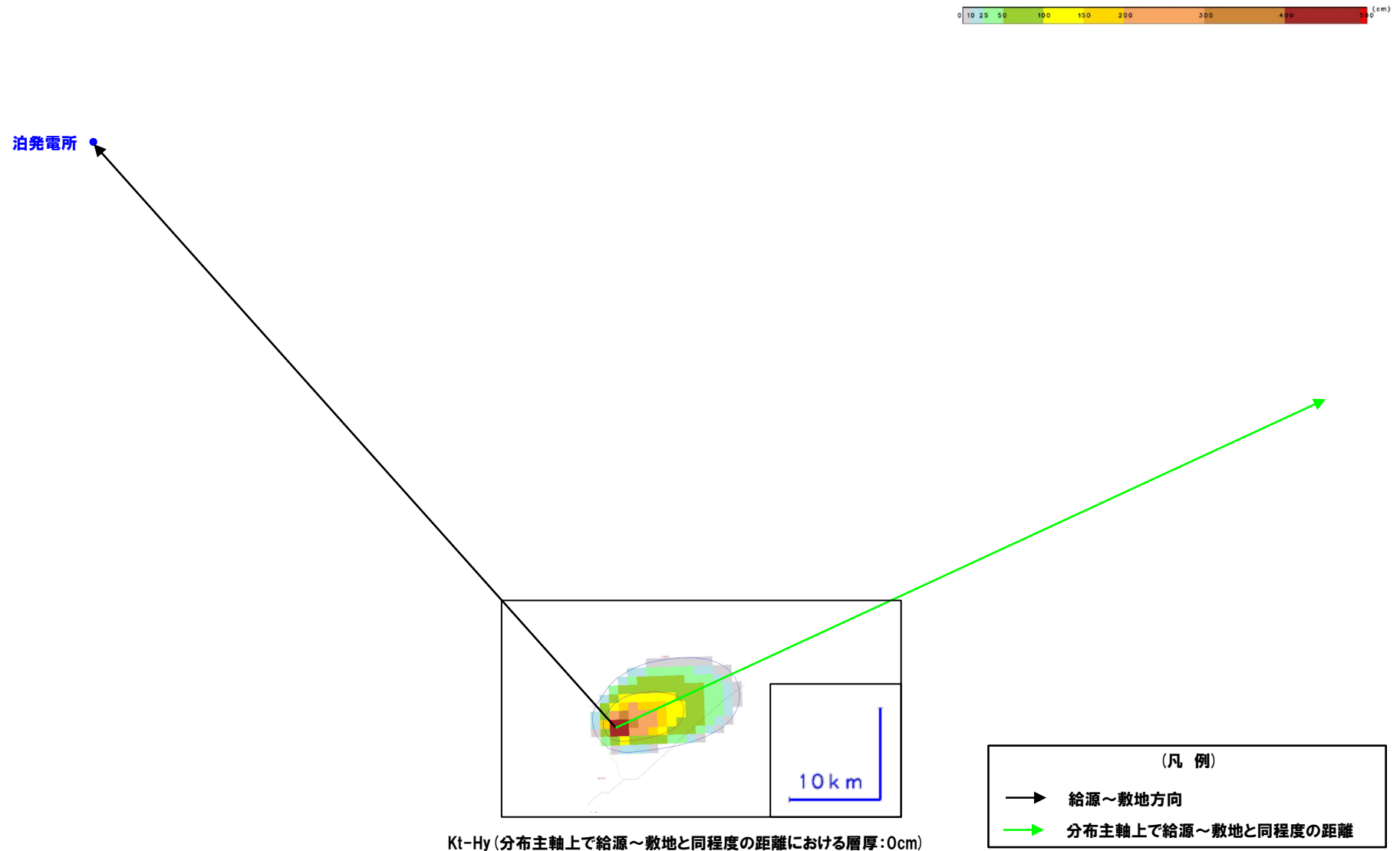
Kt-6 (分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における層厚:50~100cm)



分布状況が広がり有るとされている降下火砕物の等層厚線図 (須藤ほか (2007) に加筆)

## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

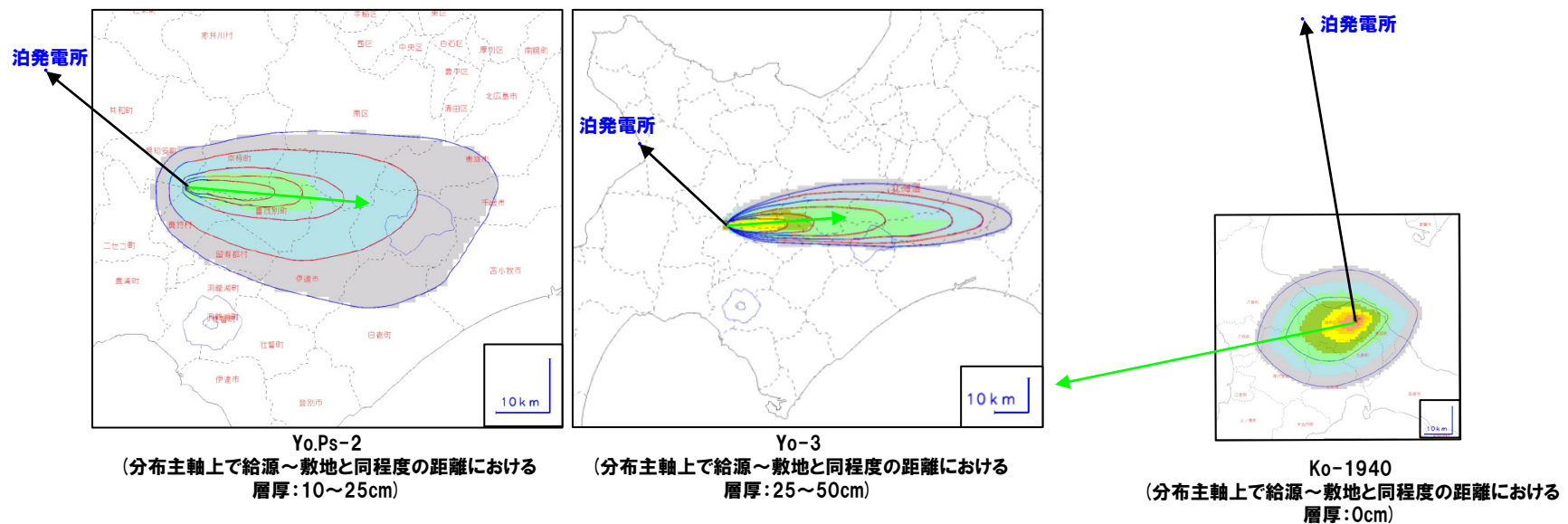
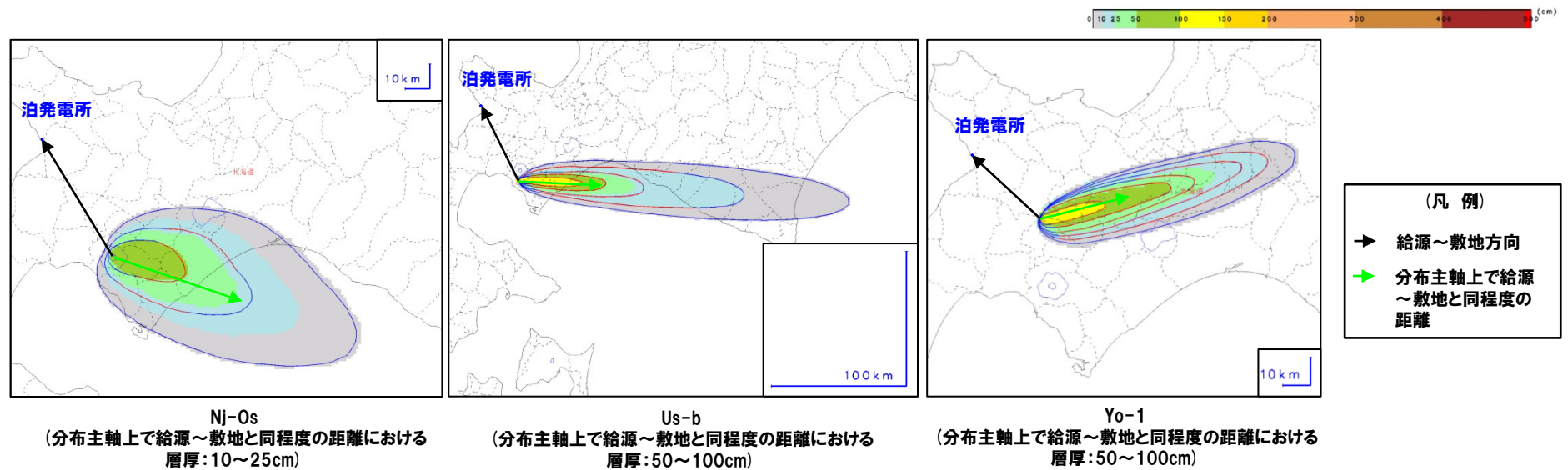
### ① シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出 (9/11)



分布状況が広がりをもつとされている降下火砕物の等層厚線図 (須藤ほか (2007) に加筆)

# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

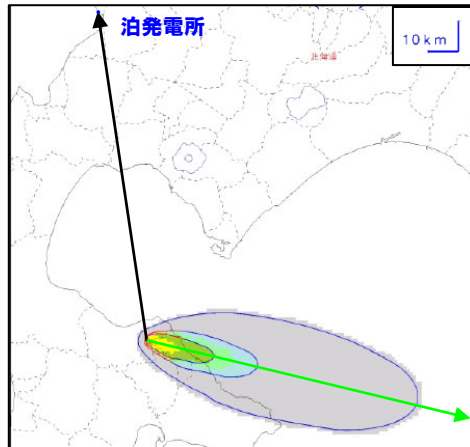
## ① シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出 (10/11)



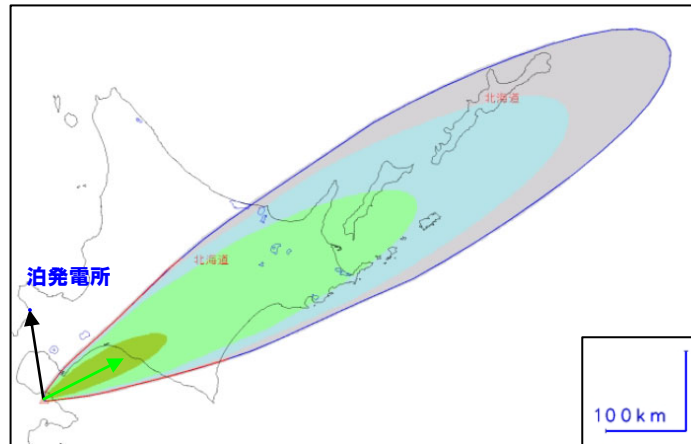
分布状況が広がりをもっている降下火砕物の等層厚線図 (須藤ほか (2007) に加筆)

# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

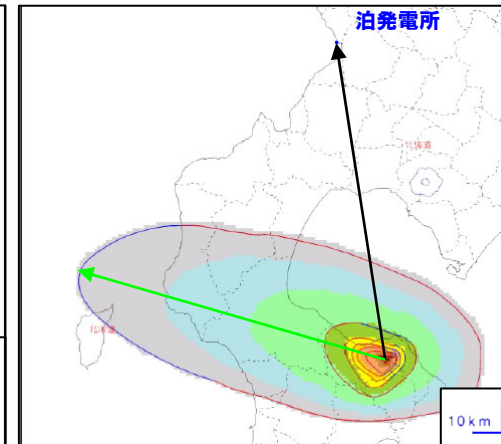
## ① シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出 (11/11)



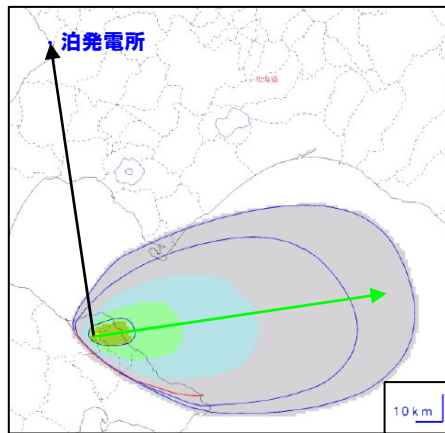
Ko-a  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における層厚:0cm)



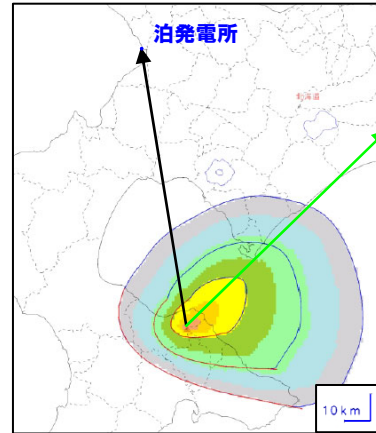
Ko-c2  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における層厚:50～100cm)



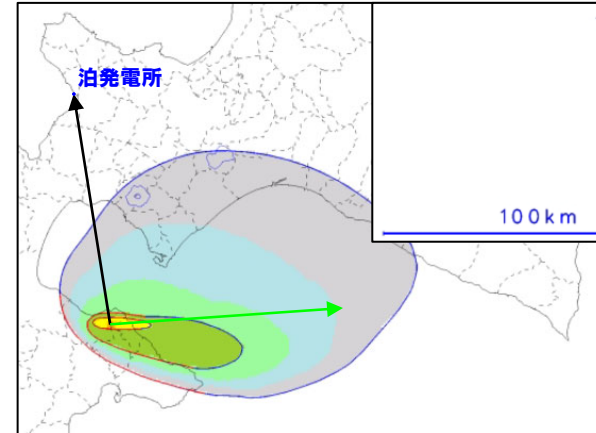
Ko-d  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における層厚:0～10cm)



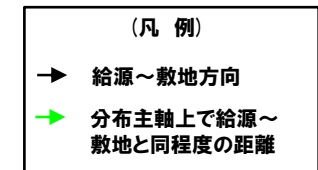
Ko-f  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における層厚:0～10cm)



Ko-g  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における層厚:0cm)



Ko-h  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における層厚:0～10cm)



分布状況が広がり有るとされている降下火砕物の等層厚線図 (須藤ほか (2007) に加筆)

余白

## 7. 火山影響評価のまとめ

1. 指摘事項	P. 4
2. 火山影響評価の概要	P. 10
3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 34
3.1 地理的領域にある第四紀火山	P. 38
3.2 将来の火山活動可能性の評価	P. 44
4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価	P. 52
4.1 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価	P. 56
4.2 巨大噴火の可能性評価	P. 106
4.2.1 巨大噴火の可能性評価方法	P. 108
4.2.2 支笏カルデラの評価	P. 116
4.2.3 洞爺カルデラの評価	P. 160
4.3 最後の巨大噴火以降の噴火に伴う設計対応不可能な火山事象の到達可能性評価	P. 198
4.4 ニセコ・雷電火山群の評価	P. 204
5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価	P. 212
5.1 降下火砕物の影響評価	P. 215
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物	P. 215
5.1.2 降下火砕物シミュレーション	P. 229
5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚	P.
5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価	P.
6. 火山活動のモニタリング	P.
<b>7. 火山影響評価のまとめ</b>	<b>P. 242</b>
残されている審査上の論点に関する審査会合(R4.3.31)以降の指摘事項	P. 248
参考文献	P. 255

以下項目については、今後説明予定

- ・「5.1.2 降下火砕物シミュレーション」のうち解析結果
- ・「5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚」
- ・「5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価」
- ・「6. 火山活動のモニタリング」

一部修正 (R5/7/7審査会合)

- 立地評価のまとめを以下に示す。
- また、影響評価及び火山モニタリングについては、今回掲載している内容及び今後説明予定の事項をP246に示す。

### 【3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出】

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

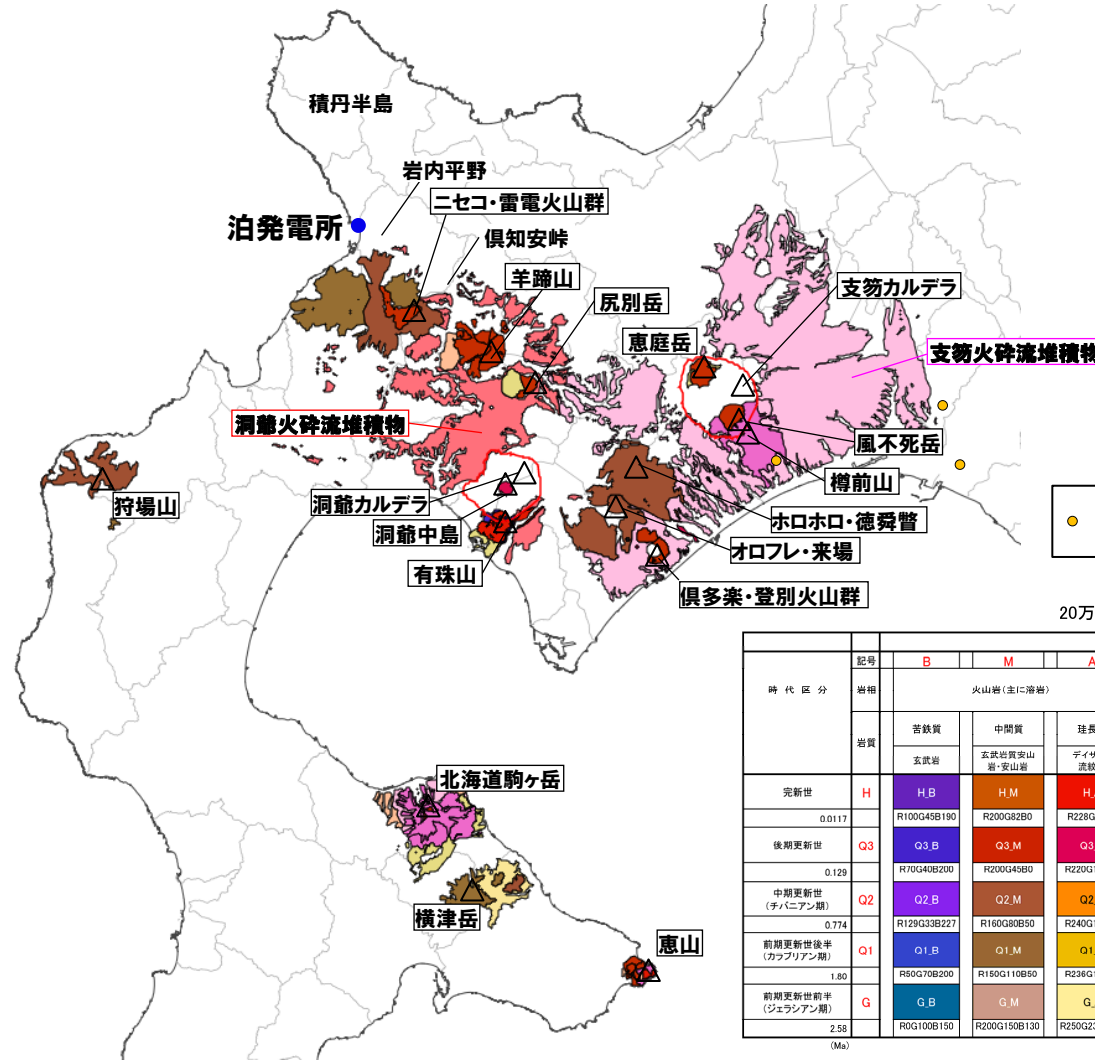
### 【4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価】

- 原子力発電所の運用期間中における活動可能性が十分小さいと判断できない13火山について、各火山事象の影響範囲と敷地から各火山までの距離等について検討した結果、設計対応不可能な火山事象が運用期間中に敷地に到達する可能性又は敷地に影響を与える可能性は十分小さいと評価される。
- なお、過去に巨大噴火が発生した支笏カルデラ及び洞爺カルデラの現在の活動状況は、巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価でき、運用期間中における巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていないことから、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと評価される。



# 7. 火山影響評価のまとめ

再掲 (R5/7/7審査会合)



20万分の1日本火山図凡例

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

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

## 7. 火山影響評価のまとめ

### 【5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価】

- 降下火砕物の影響評価については、5.1.1章に掲載した文献調査、敷地及び敷地近傍の地質調査の結果を踏まえた降下火砕物の層厚に加え、降下火砕物シミュレーションの結果から、最も層厚の大きいものを層厚評価の対象候補とする。
- 降下火砕物シミュレーションは、5.1.2章にシミュレーション対象となる降下火砕物の抽出までを掲載しているが、火砕物シミュレーションについては、現在実施中である。
- このため、降下火砕物シミュレーションの結果及び設計に用いる降下火砕物の層厚等については今後説明予定。
- 地理的領域内の火山による降下火砕物を除く火山事象の影響評価についても、今後説明予定。

### 【6. 火山活動のモニタリング】

- 立地評価の結果を踏まえたモニタリング監視対象火山の抽出、モニタリング実施方法及び火山の状態に応じた対処方針について、今後説明予定。

余白

**残されている審査上の論点に関する審査会合(R4.3.31)  
以降の指摘事項**

1. 指摘事項	P. 4
2. 火山影響評価の概要	P. 10
3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 34
3.1 地理的領域にある第四紀火山	P. 38
3.2 将来の火山活動可能性の評価	P. 44
4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価	P. 52
4.1 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価	P. 56
4.2 巨大噴火の可能性評価	P. 106
4.2.1 巨大噴火の可能性評価方法	P. 108
4.2.2 支笏カルデラの評価	P. 116
4.2.3 洞爺カルデラの評価	P. 160
4.3 最後の巨大噴火以降の噴火に伴う設計対応不可能な火山事象の到達可能性評価	P. 198
4.4 ニセコ・雷電火山群の評価	P. 204
5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価	P. 212
5.1 降下火砕物の影響評価	P. 215
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物	P. 215
5.1.2 降下火砕物シミュレーション	P. 229
5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚	P.
5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価	P.
6. 火山活動のモニタリング	P.
7. 火山影響評価のまとめ	P. 242
<b>残されている審査上の論点に関する審査会合(R4.3.31)以降の指摘事項</b>	<b>P. 248</b>
参考文献	P. 255

以下項目については、今後説明予定

- ・「5.1.2 降下火砕物シミュレーション」のうち解析結果
- ・「5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚」
- ・「5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価」
- ・「6. 火山活動のモニタリング」

## 残されている審査上の論点に関する審査会合(R4.3.31) 以降の指摘事項

指摘時期	No.	指摘事項	
令和5年1月20日 審査会合	立地評価	1	原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出において、網羅的な文献収集を追加で実施しているが、個別火山へのこれらの知見の反映にあたっての取捨選択の考え方が不明確であることから、個別火山の活動履歴等において収集した知見をどのように反映したか事業者の考え方を明確にし、説明すること。
		2	地質調査結果に基づく火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)の評価について、以下の事項について再整理すること。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・火砕流堆積物の認定については、軽石の含有の有無のみでの判断は困難であると考えられるため再考すること。</li> <li>・火山噴出物の分布については、降下火砕物(純層・二次堆積物)、火砕物密度流(火砕流・火砕サージ)の区分結果を示す際には、判断根拠を明確にした上で説明すること。</li> <li>・敷地及び敷地近傍の地質調査結果をまとめるにあたって、給源が不明なものも含めて火山噴出物の分布状況を明確にすること。</li> </ul>
		3	文献調査、敷地及び敷地周辺の地形・地質調査並びに火山学的調査の結果を整理し、その評価結果に基づき発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出を実施するといった資料構成とした上で、説明すること。

## 残されている審査上の論点に関する審査会合(R4.3.31) 以降の指摘事項

指摘時期	No.	指摘事項
令和5年7月7日 審査会合	立地評価	1 巨大噴火の評価対象のうち、倶多楽・登別火山群の評価に係る判断根拠が明確になっていない。 ・倶多楽・登別火山群のKt-7の噴出規模については、既往知見を精査した結果からの噴出規模をどのように解釈したか示した上で、巨大噴火として評価する判断に至る考え方を整理し説明すること。
		2 巨大噴火の可能性評価に係る各種データを用いた評価結果の説明が不十分。 ・活動履歴を含めて、「巨大噴火が差し迫った状態ではないこと」を判断した論理を火山影響評価ガイドの記載を踏まえ明確に整理し説明すること。 ・噴出物の組成（噴火イベント間の特徴や変化）について、既往知見を整理し、巨大噴火の可能性を判断するデータのの一つとして整理し説明すること。 ・地殻変動データについては、テクトニックな広域応力場の影響を受けていることも考慮した上で、将来の巨大噴火の可能性を判断できるデータとして扱うことができるのか説明すること。
		3 支笏カルデラの地下構造に関して、既往知見に照らしてマグマ溜まりの存在の可能性を否定する根拠が十分に整理されていない。 ・低比抵抗領域におけるメルトの存在の有無の評価については、地震波速度構造の精度の観点等からの説明が足りないと考えられる。現在の火山学に照らした調査を尽くし、総合的に判断できる根拠を揃えて説明すること。
	影響評価及び モニタリングに 係る今後の 主要な論点	1 火山灰層厚の評価に当たって必要な整理 ・敷地周辺の地質調査については、より広い範囲における文献調査結果等も併せて示し、調査範囲が十分であることを示すことが必要。 ・敷地内のF1断層開削調査箇所において認められた火山灰については、火山灰層厚の評価における考慮の要否とその判断の根拠を整理した上で説明することが必要。 ・降下火砕物シミュレーションによる火山灰層厚の評価対象とする噴火の選定については、選定のプロセスと根拠を十分に説明することが必要。
		2 火山活動のモニタリング実施方針の説明に当たって必要な整理 ・支笏火砕流が敷地に到達した可能性の有無について、これまでの地質調査に基づく評価や既往知見と整合する説明を行うことが必要。

## 残されている審査上の論点に関する審査会合(R4.3.31) 以降の指摘事項

指摘時期	No.	指摘事項
令和5年10月6日 審査会合	立地評価	<p>1 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価について、泊発電所の特徴を踏まえて説明の適正化を行うこと。</p> <p>立地評価においては、発電所への影響の観点から評価するものであり、敷地と設計対応不可能な火山事象の到達位置との関係等の泊発電所の特徴に係る整理が重要である。このため、設計対応不可能な火山事象の敷地への到達可能性評価を行った上で、巨大噴火の可能性評価を含め、火山活動の可能性を総合的に評価する必要がある。検討対象となる火山活動の可能性の判断の論理展開について、泊発電所の特徴を踏まえて説明を適正化すること。</p>
	2	<p>巨大噴火の可能性評価において活動履歴から「巨大噴火が差し迫った状態ではないこと」を判断した論理が未だ不明確。</p> <p>評価の対象とした火山の現在の活動状況が、噴出物体積、噴出物の組成及び地温の観点から、それぞれが巨大噴火の時期とどのような差異が認められているか整理されている。この整理を受けて、事業者が、どのような考え方（例えば、重視した項目やその評価結果）に基づいて、「巨大噴火を噴出したような噴火を起こす状態ではない」と判断できるとしたのか明確に説明すること。</p>
	影響評価 (概要)	<p>3 影響評価の評価方針を確認</p> <p>敷地内のF1断層開削調査箇所において認められた火山灰（黄灰色A）及び火山灰（黄灰色B）を給源不明の火山灰として扱い、降下火砕物の層厚評価の検討対象として抽出することを確認した。他方で、火山灰（灰白色）については、その扱いを異にしていることから、その理由を含めて、説明すること。</p>



# 残されている審査上の論点に関する審査会合(R4.3.31) 以降の指摘事項

指摘時期	No.		指摘事項
令和5年 10月30日、 31日 現地調査	立地評価	火山噴出物の 分布関連	4 「幌似周辺 幌似露頭1」において、事業者が斜面堆積物と評価した堆積物について、以下を実施し、当該堆積物の供給源及び成因について検討すること。 ・現在の露頭を詳細に観察した上で、地層区分を改めて説明すること。 ・礫種・礫の形状調査、全岩化学組成分析等を実施し、定量的なデータを追加し説明すること。 ・「シルトからなる同心円状の構造を持つほぼ球形の粒子」について、既往の知見等において示される火山豆石の特徴との差異を説明すること。
			5 「老古美周辺」で実施したボーリング調査のうち、ニセコ火山噴出物（火砕流堆積物）及びニセコ・雷電火山群由来の火山麓扇状地堆積物を確認している地点については、それらを区分する根拠を明確にすること。
			6 ニセコ火山噴出物の分布範囲については、地質調査結果等を踏まえ、火砕流堆積物と火山麓扇状地堆積物を区別する等の精緻化を図った上で、火砕流の敷地への到達可能性を評価すること。
	地層区分関連	全般	7 層相から火山砕屑物の可能性が考えられるが火山ガラスが少ない堆積物については、重鉱物の有無等の観点を含めて総合的に評価すること。
		ワイスホルン 北麓	8 「ワイスホルン北麓」の各地点において、事業者が火山麓扇状地堆積物及び表土と評価した堆積物の一部について、火砕流堆積物又は降下火砕物の可能性が考えられることから、追加露頭観察、火山灰分析等を実施し、地層区分を詳細に検討すること。
		火山影響評価の 基礎データ関連	9 敷地から最も近いニセコ・雷電火山群及びその南東側に隣接する羊蹄山の活動履歴等については、最新の知見を含め知見の収集を継続すること。
	影響評価	降下火砕物の 影響評価関連	10 影響評価においては、第四紀層に含まれる火山灰を整理する必要があることから、H26共和-6ボーリングの野塚層（下部層相当）中の深度79.34～79.49mに認められる結晶鉱物を主体とした火山灰に見える堆積物等について、詳細を確認の上、影響評価上の扱いを明確にすること。

:今回説明

:今後説明予定

指摘時期	No.		指摘事項
令和5年 10月30日、 31日 現地調査	立地評価	記載の充実化・ 説明性向上 関連	11 「幌似周辺 露頭①」について、洞爺火砕流堆積物の上位に支笏火砕流堆積物又はその二次堆積物が認められないこと並びに支笏火砕流堆積物等が侵食された痕跡が認められないと説明しているが、判断根拠としたデータを加えて資料化すること。
	影響評価		12 「岩内平野西部 梨野舞納露頭」において、降下火砕物の層厚評価上、洞爺火山灰(Toya)の純層等に区分している堆積物について、積丹半島西岸の洞爺火山灰(Toya)の純層と区分している堆積物等と層相を比較し、観察事実に関する記載を追加すること。
	立地評価		13 H29岩内-2ボーリングについて、洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物の上位(深度0.15~3.87m)に、支笏火砕流堆積物又はその二次堆積物が認められないと説明しているが、火山灰分析を追加実施し、その結果も合わせて資料化すること。
			14 「幌似周辺」及び「老古美周辺」で実施したボーリング調査のうち、岩内層を確認している地点については、その上位の火山麓扇状地堆積物等との境界について、周辺の調査地点との整合性を確認の上、検討すること。
		その他	15 「幌似周辺 泥川露頭」における火山灰質シルトについて、主に火山砕屑物からなるものではないと評価を見直したことに伴い、岩内層の堆積年代については、今後改めて説明すること。

- (1) 中野 俊・西来邦章・宝田晋治・星住英夫・石塚吉浩・伊藤順一・川辺禎久・及川輝樹・古川竜太・下司信夫・石塚 治・山元孝広・岸本清行編 (2013) : 日本の火山 (第3版), 200 万の1地質編集図, No.11, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター.
- (2) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編 (2012, 2015) : 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース.
- (3) 中川光弘・後藤芳彦・新井計雄・和田恵治・板谷徹丸 (1993) : 中部北海道, 滝川地域の中新世-鮮新世玄武岩のK-Ar年代と主成分化学組成: 東北日本弧-千島弧, 島弧会合部の玄武岩単成火山群, 岩鉱, 第88巻, 第8号, pp.390-401.
- (4) 新エネルギー総合開発機構 (1987a) : 昭和61年度全国地熱資源総合調査 (第2次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 地熱調査成果図集.
- (5) 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.
- (6) 児玉 浩・宇井忠英・中川光弘 (1998) : ニセコ火山群の火山活動史, 日本岩石鉱物鉱床学会 平成9年度学術講演会予稿集, p.8.
- (7) 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.
- (8) 松尾良子・中川光弘 (2017) : 北海道南西部ニセコ火山群, イワオヌプリ火山の形成史と活動年代, 日本地球惑星科学連合2017年大会講演要旨, SVC50-P13.
- (9) 気象庁編 (2013) : 日本活火山総覧 (第4版).
- (10) 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.
- (11) Amma-Miyasaka, M., Miura, D., Nakagawa, M., Uesawa, S., Furukawa, R. (2020) : Stratigraphy and chronology of silicic tephra in the Shikotsu-Toya Volcanic Field, Japan: Evidence of a Late Pleistocene ignimbrite flare-up in SW Hokkaido, Quaternary International, 562, pp.58-75.
- (12) 宝田晋治・中川光弘・宮坂瑞穂・山元孝広・山崎 雅・金田泰明・下司信夫 (2022) : 支笏カルデラ支笏火砕流堆積物分布図, 大規模火砕流分布図, no. 2, 産総研地質調査総合センター, 34p.
- (13) 産業技術総合研究所 (2021) : 令和2年度原子力規制庁委託成果報告書 巨大噴火プロセス等の知見整備に係る研究.
- (14) 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.
- (15) Goto, Y., Suzuki, K., Shinya, T., Yamauchi, A., Miyoshi, M., Danhara, T., Tomiya, A. (2018) : Stratigraphy and lithofacies of the Toya ignimbrite in southwestern Hokkaido, Japan: Insights into the caldera-forming eruption at Toya caldera, Journal of Geography, 127 (2), 191-227.
- (16) 石田正夫・三村弘二・広島俊男 (1991) : 20万分の1地質図幅「岩内」, 通商産業省工業技術院地質調査所.
- (17) 嵯峨山 積・星野フサ・井島行夫・近藤玲介・関根達夫・小田桐 亮・宮入陽介・横山祐典 (2021) : 古倶知安湖の検証—その2—: 北海道倶知安町の上部更新統真狩層の14C年代値, 火山灰, 花粉および珪藻の分析, 総合地質, 5-1, pp.71-80.
- (18) 井上 隆・関根達夫・岡村 聡・小田桐 亮・嵯峨山 積 (2022) : 北海道倶知安町高砂の法面に現れた古倶知安湖堆積物, 総合地質, 6-1, pp.47-56.
- (19) 山縣耕太郎 (1994) : 支笏およびクッタラ火山のテフロクロロジー, 地学雑誌, 第103巻, 第3号, pp.268-285.
- (20) 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」.

- (21) 三浦大助・古川竜太・荒井健一 (2022) : 恵山火山地質図, 地質調査総合センター.
- (22) 下鶴大輔・荒牧重雄・井田喜明・中田節也編 (2008) : 火山の辞典 (第2版), 朝倉書店.
- (23) 青木陽介 (2016) : 火山における地殻変動研究の最近の発展, 火山, 第61巻, 第2号, pp.311-344.
- (24) 一柳昌義・高橋浩晃・大園真子 (2021) : 臨時観測によるニセコ火山群の地震活動, 北海道大学地球物理学研究報告, 84, pp.21-28.
- (25) 国土地理院 (2023) : 宇宙から国土をくまなくスキャンします! 一だいち2号による全国の変動分布図が完成一, 2023年報道発表資料.
- (26) 下司信夫 (2016) : 大規模火砕噴火と陥没カルデラ: その噴火準備と噴火過程, 火山, 第61巻, 第1号, pp.101-118.
- (27) 東宮明彦 (2016) : マグマ溜まり: 噴火準備過程と噴火開始条件, 火山, 第61巻, 第2号, pp.281-294.
- (28) Nakajima, J., Matsuzawa, T. and Hasegawa, A. (2001) : Three-dimensional structure of Vp, Vs and Vp/Vs beneath northeastern Japan: Implications for arc magmatism and fluids, Journal of geophysical research, Vol.106, No.B10, pp.21843-21857.
- (29) 中道治久 (2022) : 火山における3次元地震波速度トモグラフィー実践法, 火山, 第67巻, 第2号, pp.207-220.
- (30) 後藤忠徳・三ヶ田 均 (2008) : 電磁気法探査 (EM 法探査) 技術の現状と展望-地震探査との統合型解析に向けて-, 地学雑誌, 第117巻, 第6号, pp.997-1010.
- (31) Yamaya, Y., Mogi, T., Honda, R., Hase, H., Hashimoto, T. and Uyeshima, M. (2017) : Three-dimensional resistivity structure in Ishikari Lowland, Hokkaido, northeastern Japan-Implications to strain concentration mechanism, Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 18 (2), pp.735-754.
- (32) Ichihara, H., Mogi, T., Satoh, H. and Yamaya, Y. (2019) : Electrical resistivity modeling around the Hidaka collision zone, northern Japan: regional structural background of the 2018 Hokkaido Eastern Iwate earthquake (Mw 6.6), Earth, Planets and Space (2019) pp.71-100.
- (33) 大久保泰邦・秋田藤夫・田中明子 (1998) : 地温勾配図作成と地下温度構造を求める試み-北海道の例-, 日本地熱学会誌, 第20巻, 第1号.
- (34) 金田泰明・後藤義瑛・西野佑紀・宝田晋治・下司信夫 (2020) : 支笏・洞爺・濁川・大山火山の大規模噴火の前駆活動と噴火推移, 産総研地質調査総合センター研究資料集, No. 699, 産総研地質調査総合センター, 75p.
- (35) 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2022) : 大規模噴火データベース, 産総研地質調査総合センター.
- (36) 第四紀火山カタログ委員会編 (2000) : 日本の第四紀火山カタログ, 日本火山学会.
- (37) 産業技術総合研究所 (2019) : 平成31年度原子力規制庁委託成果報告書 巨大噴火プロセス等の知見整備に係る研究.
- (38) 中川光弘 (1993) : 後支笏カルデラ火山群の形成史・活動様式およびマグマ系, 計画研究「火山災害の規模と特性」報告書, 文部科学省研究費自然災害特別研究, 27-42.
- (39) 古川竜太・中川光弘 (2010) : 樽前火山地質図, 地質調査総合センター.
- (40) Tanaka, A., Yamano, M., Yano, Y., and Sasada, M. (2004) : Geothermal gradient and heat flow data in and around Japan (I) : Appraisal of heat flow from geothermal gradient data, Earth Planet Sp 56, pp.1191-1194.

- (41) 西田泰典・橋本武志 (2007) :北海道における地殻, 上部マントルの熱的構造:総合報告, 北海道大学地球物理学研究報告, 70, pp.1-12.
- (42) Matsubara, M., Ishiyama, T., No, T., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T., Takahashi, N. and Kamiya, S (2022) : Seismic velocity structure along the Sea of Japan with large events derived from seismic tomography for whole Japanese Islands including reflection survey data and NIED MOWLAS Hi-net and S-net data, Earth, Planets Space 74, 171 (2022).
- (43) 今泉俊文・宮内崇裕・堤 浩之・中田 高 (2018) :活断層詳細デジタルマップ [新編], 東京大学出版会.
- (44) Zhao, D., Horiuchi, S., Hasegawa, A. (1992) :Seismic velocity structure of the crust beneath the Japan Islands, Tectonophysics, 212, pp.289-301.
- (45) Matsubara M., H. Sato, T. Ishiyama, and Horne, A.V. (2017) :Configuration of the Moho discontinuity beneath the Japanese Islands derived from three-dimensional seismic tomography, Tectonophysics, 710-711, pp.97-107.
- (46) Yokoyama, I. and Aota, M. (1965) :Geophysical Studies on Sikotu Caldera, Hokkaido, Japan, Journal of Faculty of Science, Hokkaido University, Series 7, Geophysics, 2 (2), 103-122.
- (47) 気象庁 (2020) :第147回 火山噴火予知連絡会資料.
- (48) 気象庁 (2021) :第149回 火山噴火予知連絡会資料.
- (49) 樽前山火山防災協議会 (2022) :樽前山火山避難計画.
- (50) 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.
- (51) 李 仁雨 (1993) :洞爺カルデラ火砕噴火の噴出物:全岩化学組成の特徴, 日本火山学会講演予稿集, p.87.
- (52) Lee, I.W. (1996) :Formation of Toya Caldera, Southwest Hokkaido, Japan, 神戸大学博士論文.
- (53) 雁澤好博・臼井理沙・田中 瞳・東 剛 (2007) :SAR法による洞爺火砕流堆積物の赤色熱ルミネセンス年代測定, 地質学雑誌, 第113, pp.470-478.
- (54) 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2021) :1万年噴火イベントデータ集 (ver.2.5), 産総研地質調査総合センター.
- (55) 後藤芳彦・孫入 匠・檀原 徹・東宮昭彦 (2021) :北海道洞爺カルデラ地域における先カルデラ期の火砕流堆積物の発見:立香火砕流堆積物, 日本火山学会講演予稿集, p.49.
- (56) Miyabuchi, Y., Okuno, M., Torii, M., Yoshimoto, M., Kobayashi, T. (2014) :Tephrostratigraphy and eruptive history of post-caldera stage of Toya Volcano, Hokkaido, northern Japan, J. Volcanol. Geotherm. Res., 281, 34-52.
- (57) 東宮明彦・宮城磯治 (2020) :洞爺噴火の年代値, 火山, 第65巻, 第1号, pp.13-18.
- (58) 曾屋龍典・勝井義雄・新井田清信・堺 幾久子・東宮昭彦 (2007) :有珠火山地質図 (第2版), 地質調査総合センター.
- (59) Nakagawa, M., Matsumoto, A., Yoshizawa, M. (2022) :Re-investigation of the sector collapse timing of Usu volcano, Japan, inferred from reworked ash deposits caused by debris avalanche, Front. Earth Sci., 10: 967043.
- (60) 産業技術総合研究所 (2022) :令和3年度原子力規制庁委託成果報告書 巨大噴火プロセス等の知見整備に係る研究.
- (61) Goto, Y., Matsuzuka, S., Kameyama, S. and Danhara, T. (2015b) :Geology and Evolution of the Nakajima Islands (Toya Caldera, Hokkaido, Japan) Inferred from Aerial Laser Mapping and Geological Field Surveys. Bull. Volcanol. Soc. Japan, 60, 17-33.

- (62) 中川光弘・松本亜希子・田近淳・廣瀬 亘・大津 直 (2005) :有珠火山の噴火史の再検討:寛文噴火 (1663年)と明和噴火 (1769年)に挟まれた17世紀末の先明和噴火の発見, 火山, 第50巻, 第2号, p.39-52
- (63) Goto, Y., and Danhara, T. (2018) :Subsurface Structure of Toya Caldera, Hokkaido, Japan, as Inferred from CSAMT Resistivity Survey, Journal of Geography, 127(2), pp.139-156.
- (64) Matsushima, N., Oshima, H., Ogawa, Y., Takakura, S., Satoh, H., Utsugi, M., Nishid, Y. (2001) :Magma prospecting in Usu volcano, Hokkaido, Japan, using magnetotelluric soundings, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 109 (2001), 263-277.
- (65) Komori, S., Takakura, S., Mitsuhata, Y., Yokota, T., Uchida, T., Makino, M., Kato, Y. and Yamamoto, K. (2024) :Three-dimensional resistivity structure in Toya caldera region, Southwest Hokkaido, Japan — Constraints on magmatic and geothermal activities, GEOPHYSICS, VOL. 89, NO. 1 P. B31-B50
- (66) Hata, M, Takakura, S., Matsushima, N., Hashimoto, T., and Utsugi, M. (2016) :Crustal magma pathway beneath Aso caldera inferred from three-dimensional electrical resistivity structure, Geophysical Research Letters.
- (67) 和田信彦・八幡正弘・大島弘光・横山英二・鈴木豊重 (1988) :西胆振地域の地質と地質と地熱資源, 地下資源調査所調査研究報告第19号, 北海道立地下資源調査所.
- (68) 気象庁 (2022) :第151回 火山噴火予知連絡会資料.
- (69) 有珠山火山防災協議会 (2011) :有珠山火山防災マップ.
- (70) Tamura, M., Oka, D., Okazaki, N., Suzuki, K., Hashimoto, T., Mogi, T. (2022) : Magnetotelluric survey and three-dimensional resistivity structure in and around the Niseko area, southwestern Hokkaido, Geothermics, 105, 102496.
- (71) Oka, D., Tamura, M., Mogi, T., Nakagawa, M., Takahashi, H., Ohzono, M., and Ichiyangi, M. (2023) :Conceptual model of supercritical geothermal system in Shiribeshi Region, Hokkaido, Japan, Geothermics, 108, 102617.
- (72) Uesawa, S., Toshida, K., Takeuchi, S., and Miura, D. (2022) :Creating a digital database of tephra fallout distribution and frequency in Japan, Journal of Applied Volcanology, 11, 14. (TephraDB\_Prototype\_ver1.2)
- (73) 須藤 茂・猪俣隆行・佐々木 寿・向山 栄 (2007) :我が国の降下火山灰データベース作成, 地質調査研究報告, 第58 巻, 第9/10号, p. 261-321.

(WEB)

- (74) 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/>
- (75) 気象庁 火山活動解説資料:[https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly\\_vact\\_doc/monthly\\_vact.php](https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_vact_doc/monthly_vact.php)
- (76) 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) 20万分の1日本火山図 (ver. 1.0d), 産総研地質調査総合センター:  
<https://gbank.gsj.jp/volcano/vmap/>
- (77) 気象庁地震月報 (カタログ編):<https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/bulletin/index.html>
- (78) 防災科学技術研究所:[https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo\\_kozo/](https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozo/)
- (79) 気象庁一元化処理検測値データ:<https://hinetwww11.bosai.go.jp/auth/>
- (80) Uesawa, S. (2023) :TephraDB\_Prototype\_ver1.3 (1.3) [Data set] . Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7857457>