

資料1-2

# 泊発電所

## 火山影響評価について

### (影響評価)

令和6年4月26日  
北海道電力株式会社

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 .....	
3.1 地理的領域にある第四紀火山 .....	
3.2 将来の火山活動可能性の評価 .....	
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 .....	
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 .....	
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 .....	
4.2.2 支笏カルデラの評価 .....	
4.2.3 洞爺カルデラの評価 .....	
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 .....	
4.4 ニセコ・雷電火山群の評価 .....	
<b>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 .....</b>	<b>P. 19</b>
<b>5.1 降下火砕物の影響評価 .....</b>	<b>P. 23</b>
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物 .....	P. 23
5.1.2 降下火砕物シミュレーション .....	P. 37
5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚 .....	P. 89
5.1.4 設計に用いる降下火砕物の密度・粒径 .....	P. 93
<b>5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価 .....</b>	<b>P. 97</b>
6. 火山活動のモニタリング .....	
7. 火山影響評価のまとめ .....	
参考文献 .....	P. 114

「6. 火山活動のモニタリング」については、今後説明予定

:今回説明範囲(「泊発電所火山影響評価」のうち影響評価)

- 本資料では、P2の目次に示すとおり、火山影響評価のうち影響評価（5章）を掲載しており、火山モニタリング（6章）については、今後説明予定としている。
- 今回は、影響評価（5章）の説明及び影響評価に関する指摘事項（No.10及びNo.12）の回答を行う。
- 指摘事項No.10及びNo.12に関する回答については、「泊発電所火山影響評価に関するコメント回答（影響評価）」に掲載している。

# 1. 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 .....	
3.1 地理的領域にある第四紀火山 .....	
3.2 将来の火山活動可能性の評価 .....	
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 .....	
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 .....	
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 .....	
4.2.2 支笏カルデラの評価 .....	
4.2.3 洞爺カルデラの評価 .....	
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 .....	
4.4 ニセコ・雷電火山群の評価 .....	
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. 19
5.1 降下火砕物の影響評価 .....	P. 23
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物 .....	P. 23
5.1.2 降下火砕物シミュレーション .....	P. 37
5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚 .....	P. 89
5.1.4 設計に用いる降下火砕物の密度・粒径 .....	P. 93
5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価 .....	P. 97
6. 火山活動のモニタリング .....	
7. 火山影響評価のまとめ .....	
参考文献 .....	P. 114

「6. 火山活動のモニタリング」については、今後説明予定

# 1. 指摘事項

- 令和5年10月30日、31日現地調査及び令和6年2月16日審査会合の指摘事項を本頁～P8に示す。  
 ○残された指摘事項のうち、影響評価に関する指摘事項(No.10及びNo.12)の回答について、今回説明し、それら以外のものについては今後説明予定。  
 ○なお、今回説明する指摘事項No.10及びNo.12に関する回答については、「泊発電所火山影響評価に関するコメント回答」に掲載している。

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(影響評価に関する指摘事項)

:R6.2.16審査会合で説明

## 1. 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	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。

   : 今回説明 (影響評価に関する指摘事項)

指摘時期	No.	指摘事項
令和6年2月16日 審査会合	立地評価 16	<p>原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出された13火山について、設計対応不可能な火山事象の評価としては、大きな論点は残っていないと考えるが、ニセコ・雷電火山群については、説明性向上の観点から、以下の対応が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ニセコ・雷電火山群の火砕物密度流の分布範囲に関して、幌似露頭1に認められる“赤色の火砕流様の堆積物”の成因及び供給源に係る評価結果について、全岩化学組成等の定量的なデータと既往研究等比較などを行い、供給源について追加的に考察すること。加えて、“赤色の火砕流様の堆積物”の磁化測定結果も含めたそれぞれの定量的データに基づく判断が、全体の評価として整合したものであることを説明すること。</li></ul>



余白

## 2. 火山影響評価の概要

1. 指摘事項 .....	P. 4
<b>2. 火山影響評価の概要 .....</b>	<b>P. 10</b>
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 .....	
3.2 将来の火山活動可能性の評価 .....	
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 .....	
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 .....	
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 .....	
4.2.2 支笏カルデラの評価 .....	
4.2.3 洞爺カルデラの評価 .....	
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 .....	
4.4 ニセコ・雷電火山群の評価 .....	
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. 19
5.1 降下火砕物の影響評価 .....	P. 23
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物 .....	P. 23
5.1.2 降下火砕物シミュレーション .....	P. 37
5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚 .....	P. 89
5.1.4 設計に用いる降下火砕物の密度・粒径 .....	P. 93
5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価 .....	P. 97
6. 火山活動のモニタリング .....	
7. 火山影響評価のまとめ .....	
参考文献 .....	P. 114

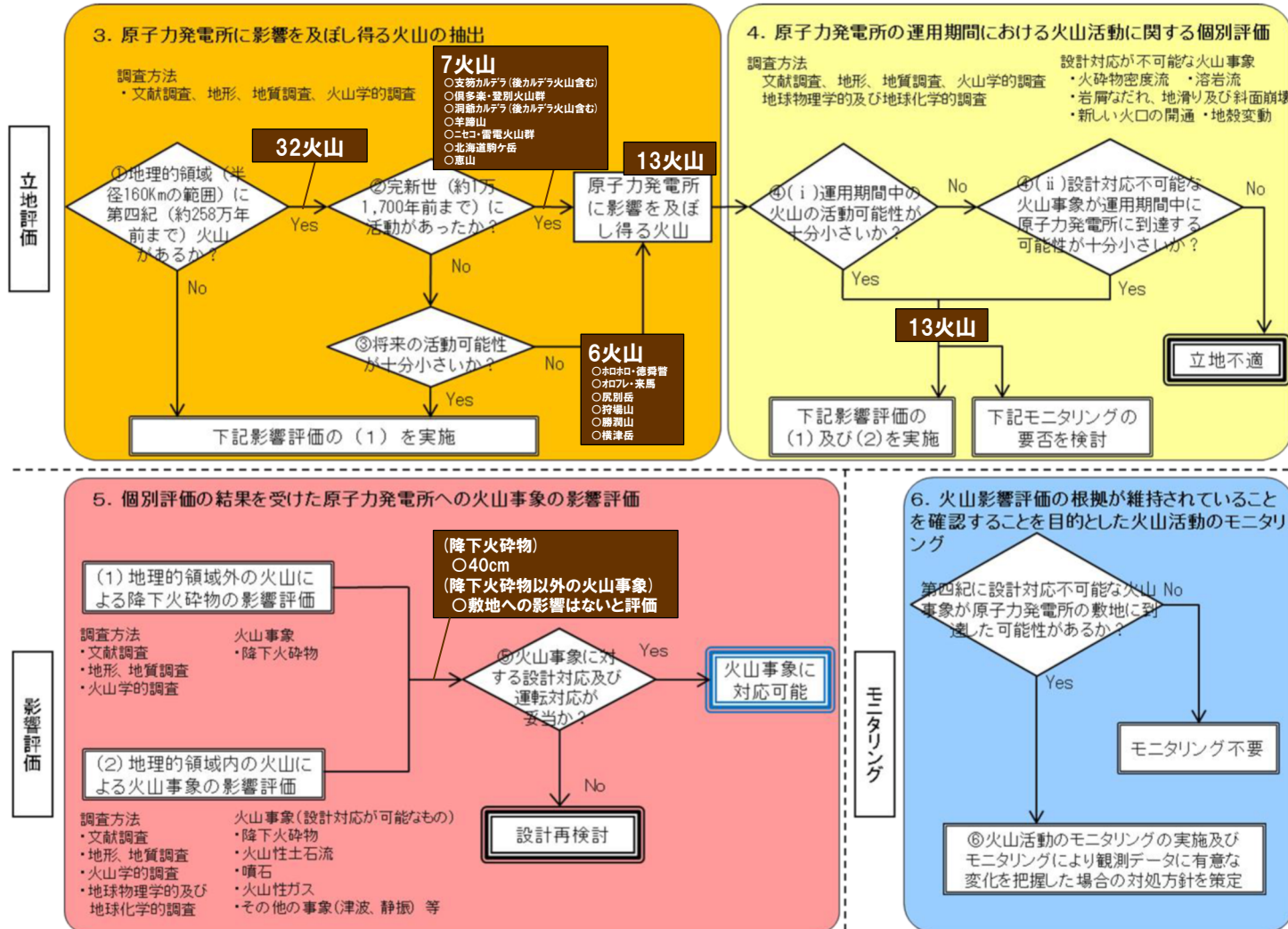
「6. 火山活動のモニタリング」については、今後説明予定

余白

# 2. 火山影響評価の概要

## ① 火山影響評価の基本フロー

一部修正 (R5/1/20審査会合)



火山影響評価フロー（「原子力発電所の火山影響評価ガイド」の基本フローに加筆）

# 2. 火山影響評価の概要

## ② 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)

図中で「Ⅰ」、「Ⅱ」、「Ⅲ」、「Ⅳ」、「Ⅴ」、「Ⅵ」及び「DB(データベース)」と付した各章における検討項目、当社検討結果及び検討方法についてはR6.2.16審査会合本編資料2章参照。

### 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。

32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)。

DB

#### 3.2 将来の火山活動可能性の評価

32火山

○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)

立地評価

# 2. 火山影響評価の概要

## ② 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)。

DB

#### 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。

#### 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。

III

IV

V

VI

# 2. 火山影響評価の概要

## ③ 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、設計に用いる降下火砕物の層厚評価を実施  
また、文献に基づき設計に用いる降下火砕物の密度・粒径を設定

##### 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	白頭山苔小牧(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-羽根(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	少なくとも70cm
	2000年有珠山噴火	有珠山	文献調査	0cm以上
給源不明			地質調査	—
	火山灰(黄灰色B)	不明	文献調査	最大層厚約23cm
			地質調査	—
	火山灰(黄灰色A)	不明	文献調査	—
		地質調査	最大層厚約18cm	
		文献調査	—	
		地質調査	約15cm	

○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

シミュレーション対象となる降下火砕物を抽出した後、敷地と給源の位置関係及びシミュレーションに用いる風データの特徴を踏まえ、不確かさを考慮したシミュレーションを実施

【シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出】

(検討対象となる降下火砕物の選定) (抽出数:38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:11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、分布状況が広がりを持つ降下火砕物(抽出数:27テフラ)

(選定した降下火砕物のスクリーニング)

- ・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(抽出数:2テフラ)

- ・Yo-1(敷地との距離が最も近い)
- ・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)

【基本ケースの決定】

- ・【不確かさに関する検討】においては、風向の不確かさに関する検討を行うことから、まず、それ以外の入力パラメータを設定するため、文献に示される等層厚線図との比較から、最も整合する解析ケースを基本ケースとして決定

【不確かさに関する検討】

- ・卓越風(北東~東方向)の状況を踏まえると、敷地は、給源に対して風上側の位置関係となることから、風向の不確かさを考慮して、敷地方向への仮想風を設定することが、敷地の降下火砕物層厚評価に最も大きい影響を与えと考えられる
- ・このため、基本ケースに対して、敷地方向への仮想風を用いた解析を実施

【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Kt-1(32.1cm)を、層厚評価の対象候補とする。

##### 5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚

○層厚評価の対象候補のうち、最も層厚の厚いKt-1(倶多楽・登別火山群)の32.1cmを踏まえ、敷地における降下火砕物の層厚を、40cmとする。

##### 5.1.4 設計に用いる降下火砕物の密度・粒径

- 至近に実施した敷地における地質調査において降下火砕物が確認されていないことから、文献に基づき設定
  - ・湿潤密度: 1.5g/cm<sup>3</sup>
  - ・乾燥密度: 0.7g/cm<sup>3</sup>
  - ・粒径: 4.0mm以下

#### 5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価

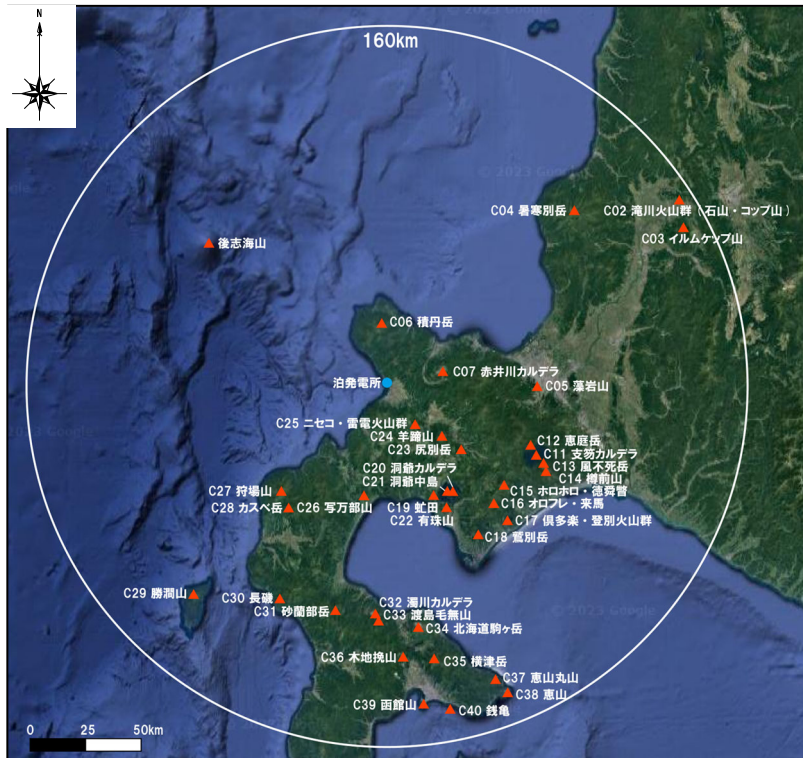
○降下火砕物を除く地理的領域内の13火山による以下の火山事象は、火口から敷地までの距離、地形状況等を踏まえ、いずれも敷地への影響はないと評価。  
土石流・火山泥流及び洪水、火山ガス、火山から発生する飛来物、大気現象、火山性地震、熱水系及び地下水の異常



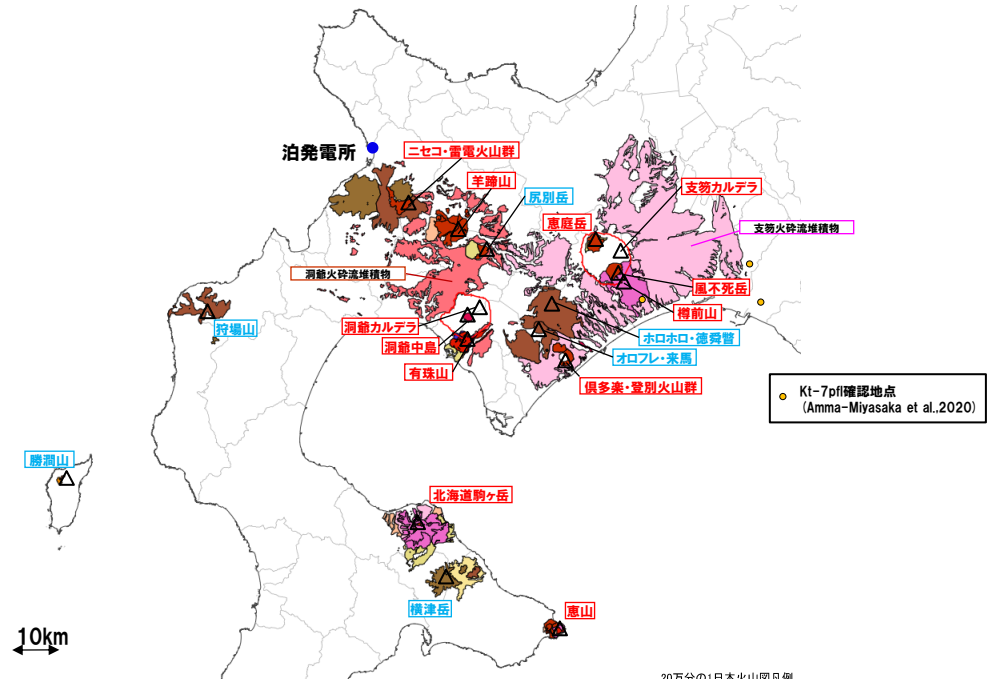
# 2. 火山影響評価の概要

④ 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

一部修正 (R6/2/16審査会合)



敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山の位置図  
 (第四紀火山の位置は産業技術総合研究所「日本の火山(DB)」及び西来ほか編(2012)に基づく。  
 地質図Navi(ver.1.2.1.20230302)を基に作成)



10km

20万分の1日本火山図凡例

区分	噴出物														
	B	M	A	P	I	D	F	その他							
噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物
噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物	噴出物

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)

余白

## **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 .....	
3.1 地理的領域にある第四紀火山 .....	
3.2 将来の火山活動可能性の評価 .....	
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 .....	
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 .....	
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 .....	
4.2.2 支笏カルデラの評価 .....	
4.2.3 洞爺カルデラの評価 .....	
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 .....	
4.4 ニセコ・雷電火山群の評価 .....	
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. 19
5.1 降下火砕物の影響評価 .....	P. 23
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物 .....	P. 23
5.1.2 降下火砕物シミュレーション .....	P. 37
5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚 .....	P. 89
5.1.4 設計に用いる降下火砕物の密度・粒径 .....	P. 93
5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価 .....	P. 97
6. 火山活動のモニタリング .....	
7. 火山影響評価のまとめ .....	
参考文献 .....	P. 114

「6. 火山活動のモニタリング」については、今後説明予定

# 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

## 泊発電所における火山影響評価のうち影響評価の流れ

一部修正 (R6/2/16審査会合)

### 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、設計に用いる降下火砕物の層厚評価を実施  
また、文献に基づき設計に用いる降下火砕物の密度・粒径を設定

##### 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	白頭山古小牧(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
			地質調査	5cm
地理的領域内	クツチャロ-羽模(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	—
	クツタラ第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	—
給源不明	洞爺火山灰(Toya)	洞爺カルデラ	文献調査	30cm以上
			地質調査	少なくとも70cm
	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	最大層厚約23cm
給源不明	火山灰(黄灰色A)	不明	文献調査	—
			地質調査	最大層厚約18cm
	H26共和-6火山灰	不明	文献調査	—
		地質調査	約15cm	

○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

シミュレーション対象となる降下火砕物を抽出した後、敷地と給源の位置関係及びシミュレーションに用いる風データの特徴を踏まえ、不確かさを考慮したシミュレーションを実施

【シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出】

(検討対象となる降下火砕物の選定) (抽出数:38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:11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、分布状況が広がりを持つ降下火砕物(抽出数:27テフラ)

(選定した降下火砕物のスクリーニング)

- ・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(抽出数:2テフラ)

- ・Yo-1(敷地との距離が最も近い)
- ・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)

【基本ケースの決定】

- ・【不確かさに関する検討】においては、風向の不確かさに関する検討を行うことから、まず、それ以外の入力パラメータを設定するため、文献に示される等層厚線図との比較から、最も整合する解析ケースを基本ケースとして決定

【不確かさに関する検討】

- ・卓越風(北東~東方向)の状況を踏まえると、敷地は、給源に対して風上側の位置関係となることから、風向の不確かさを考慮して、敷地方向への仮想風を設定することが、敷地の降下火砕物層厚評価に最も大きい影響を与えると考えられる
- ・このため、基本ケースに対して、敷地方向への仮想風を用いた解析を実施

【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Kt-1(32.1cm)を、層厚評価の対象候補とする。

##### 5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚

○層厚評価の対象候補のうち、最も層厚の厚いKt-1(倶多楽・登別火山群)の32.1cmを踏まえ、敷地における降下火砕物の層厚を、40cmとする。

##### 5.1.4 設計に用いる降下火砕物の密度・粒径

- 至近に実施した敷地における地質調査において降下火砕物が確認されていないことから、文献に基づき設定
  - ・湿潤密度: 1.5g/cm<sup>3</sup>
  - ・乾燥密度: 0.7g/cm<sup>3</sup>
  - ・粒径: 4.0mm以下

#### 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

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 .....	
3.1 地理的領域にある第四紀火山 .....	
3.2 将来の火山活動可能性の評価 .....	
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 .....	
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 .....	
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 .....	
4.2.2 支笏カルデラの評価 .....	
4.2.3 洞爺カルデラの評価 .....	
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 .....	
4.4 ニセコ・雷電火山群の評価 .....	
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. 19
5.1 降下火砕物の影響評価 .....	P. 23
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物 .....	P. 23
5.1.2 降下火砕物シミュレーション .....	P. 37
5.1.3 設計に用いる降下火砕物 .....	P. 89
5.1.4 設計に用いる降下火砕物 .....	P. 93
5.2 地理的領域内の火山による火山活動 .....	P. 97
6. 火山活動のモニタリング .....	
7. 火山影響評価のまとめ .....	
参考文献 .....	P. 114

・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

「6. 火山活動のモニタリング」については、今後説明予定

# 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

一部修正 (R6/2/16審査会合)

### 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, 設計に用いる降下火砕物の層厚評価を実施  
また, 文献に基づき設計に用いる降下火砕物の密度・粒径を設定

#### 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
			地質調査	5cm
地理的領域内	クツチャロ・羽模(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	—
	クツラ第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	—
給源不明	洞爺火山灰(Toya)	洞爺カルデラ	文献調査	30cm以上
			地質調査	少なくとも70cm
	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	最大層厚約23cm
	火山灰(黄灰色A)	不明	文献調査	—
		地質調査	最大層厚約18cm	
	H26共和-6火山灰	不明	文献調査	—
		地質調査	約15cm	

○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. 3 設計に用いる降下火砕物の層厚

○層厚評価の対象候補のうち, 最も層厚の厚いKt-1(倶多楽・登別火山群)の32.1cmを踏まえ, 敷地における降下火砕物の層厚を, 40cmとする。

#### 5. 1. 2 降下火砕物シミュレーション

シミュレーション対象となる降下火砕物を抽出した後, 敷地と給源の位置関係及びシミュレーションに用いる風データの特徴を踏まえ, 不確かさを考慮したシミュレーションを実施

【シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出】

(検討対象となる降下火砕物の選定) (抽出数:38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:11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, 分布状況が広がりを持つ降下火砕物 (抽出数:27テフラ)

(選定した降下火砕物のスクリーニング)

- ・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 (抽出数:2テフラ)

- ・Yo-1 (敷地との距離が最も近い)
- ・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)

【基本ケースの決定】

- ・【不確かさに関する検討】においては, 風向の不確かさに関する検討を行うことから, まず, それ以外の入力パラメータを設定するため, 文献に示される等層厚線図との比較から, 最も整合する解析ケースを基本ケースとして決定

【不確かさに関する検討】

- ・卓越風(北東~東方向)の状況を踏まえると, 敷地は, 給源に対して風上側の位置関係となることから, 風向の不確かさを考慮して, 敷地方向への仮想風を設定することが, 敷地の降下火砕物層厚評価に最も大きい影響を与えると考えられる
- ・このため, 基本ケースに対して, 敷地方向への仮想風を用いた解析を実施

【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Kt-1(32.1cm)を, 層厚評価の対象候補とする。

#### 5. 1. 4 設計に用いる降下火砕物の密度・粒径

- 至近に実施した敷地における地質調査において降下火砕物が確認されていないことから, 文献に基づき設定
  - ・湿潤密度: 1.5g/cm<sup>3</sup>
  - ・乾燥密度: 0.7g/cm<sup>3</sup>
  - ・粒径: 4.0mm以下

### 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

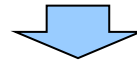


## 5. 1. 1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物

### ①文献に基づく降下火砕物の分布 (1/4)

一部修正 (R6/2/16審査会合)

○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、「文献調査(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	文献に示される層厚
地理的 領域外	白頭山苦小牧火山灰 (B-Tm)	白頭山	0~5cm
	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) ※	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

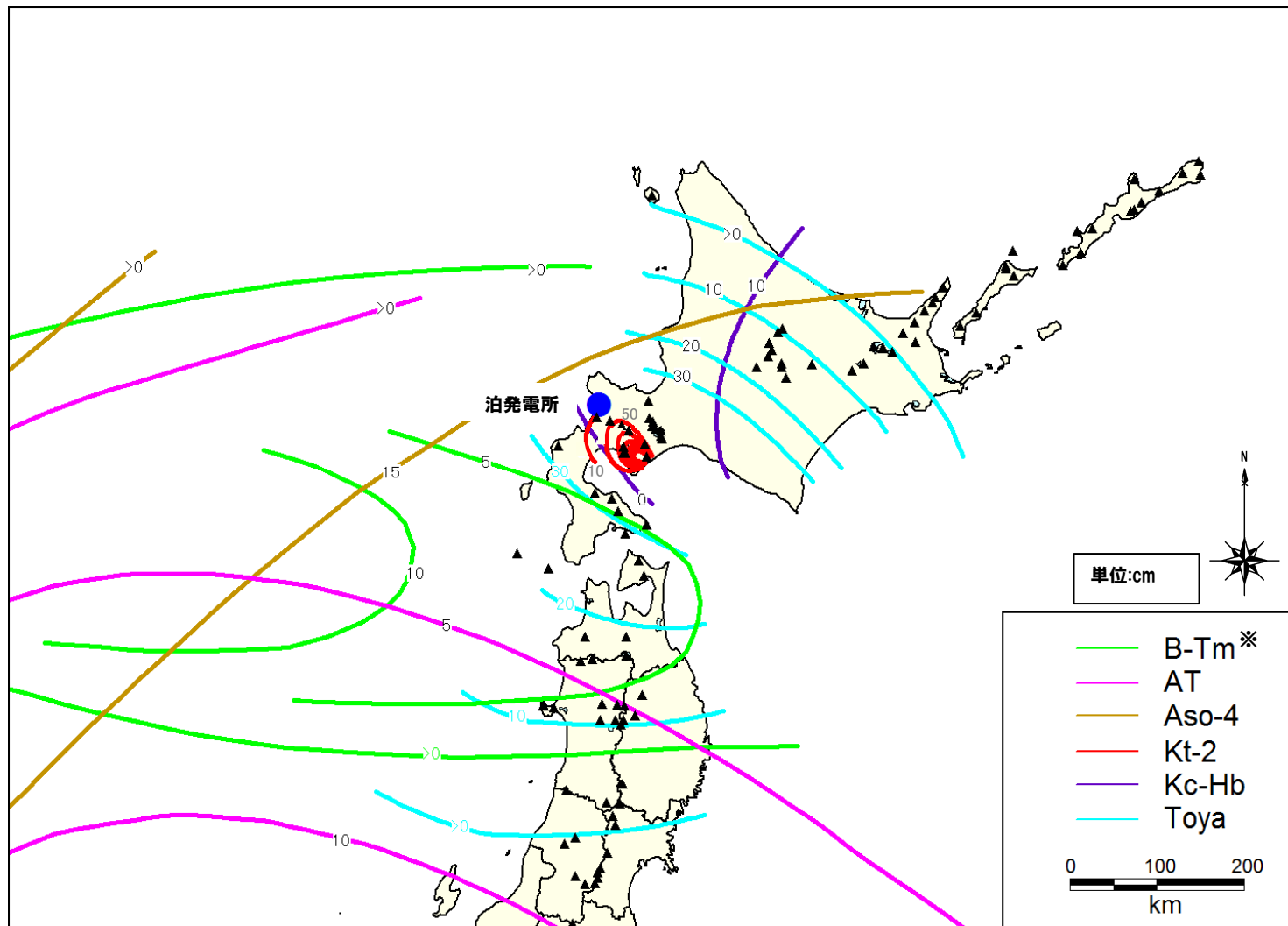
○なお、白頭山苦小牧火山灰 (B-Tm) については、等層厚線図の分布主軸が概ね敷地方向を向いており、敷地近傍は層厚0~5cmの範囲内に位置するが、給源~敷地と同程度の距離の地点は、分布主軸上において層厚5~10cmの範囲内に位置することから、降下火砕物の影響評価において文献に示される層厚は、5~10cmとして取り扱う (P28参照)。

※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。

## 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)

一部修正 (R6/2/16審査会合)



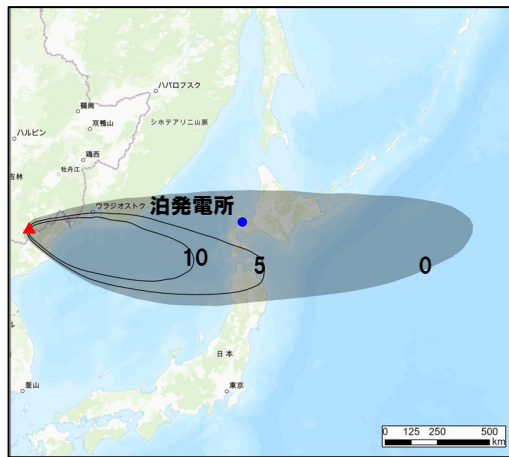
※白頭山苦小牧火山灰 (B-Tm) については、等層厚線図の分布主軸が概ね敷地方向を向いており、敷地近傍は層厚0～5cmの範囲内に位置するが、給源～敷地と同程度の距離の地点は、分布主軸上において層厚5～10cmの範囲内に位置することから、降下火砕物の影響評価において文献に示される層厚は、5～10cmとして取り扱う (P28参照)。

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)

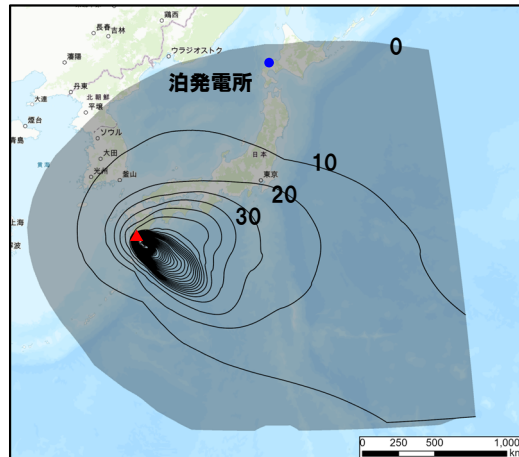
# 5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物

## ①文献に基づく降下火砕物の分布 (3/4)

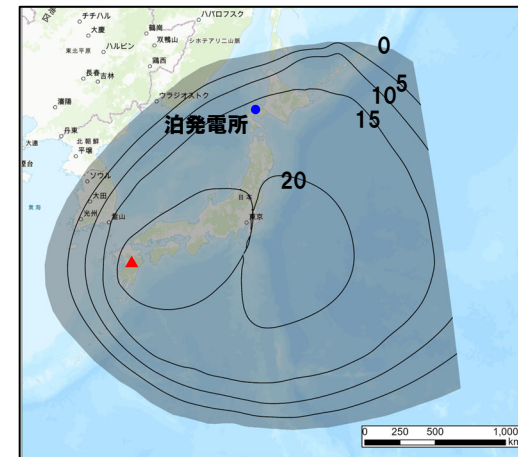
一部修正 (R6/2/16審査会合)



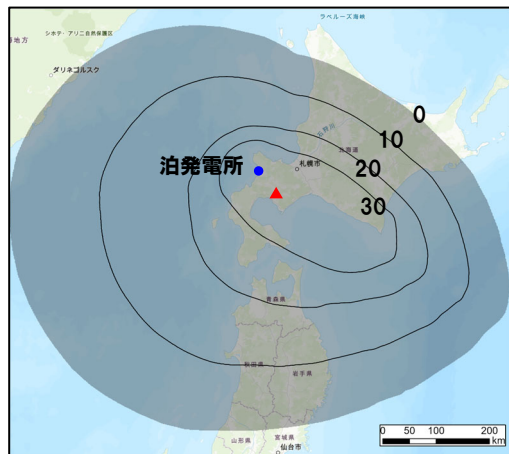
白頭山苦小牧火山灰 (B-Tm) ※1



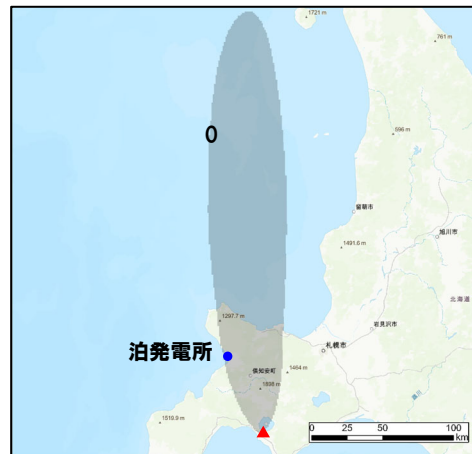
始良Tn火山灰 (AT)



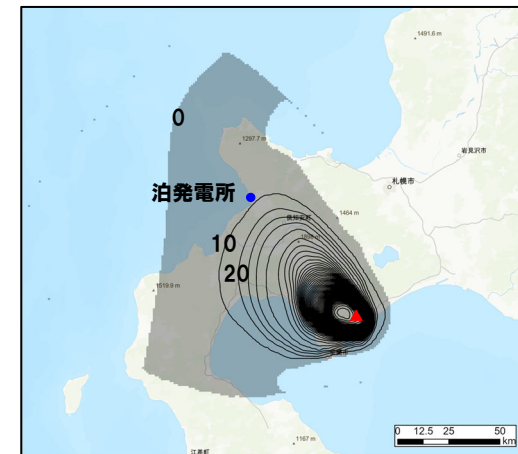
阿蘇4火山灰 (Aso-4) ※2



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、等層厚線図の分布主軸が概ね敷地方向を向いており、敷地近傍は層厚0~5cmの範囲内に位置するが、給源~敷地と同程度の距離の地点は、分布主軸上において層厚5~10cmの範囲内に位置することから、降下火砕物の影響評価において文献に示される層厚は、5~10cmとして取り扱う (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。

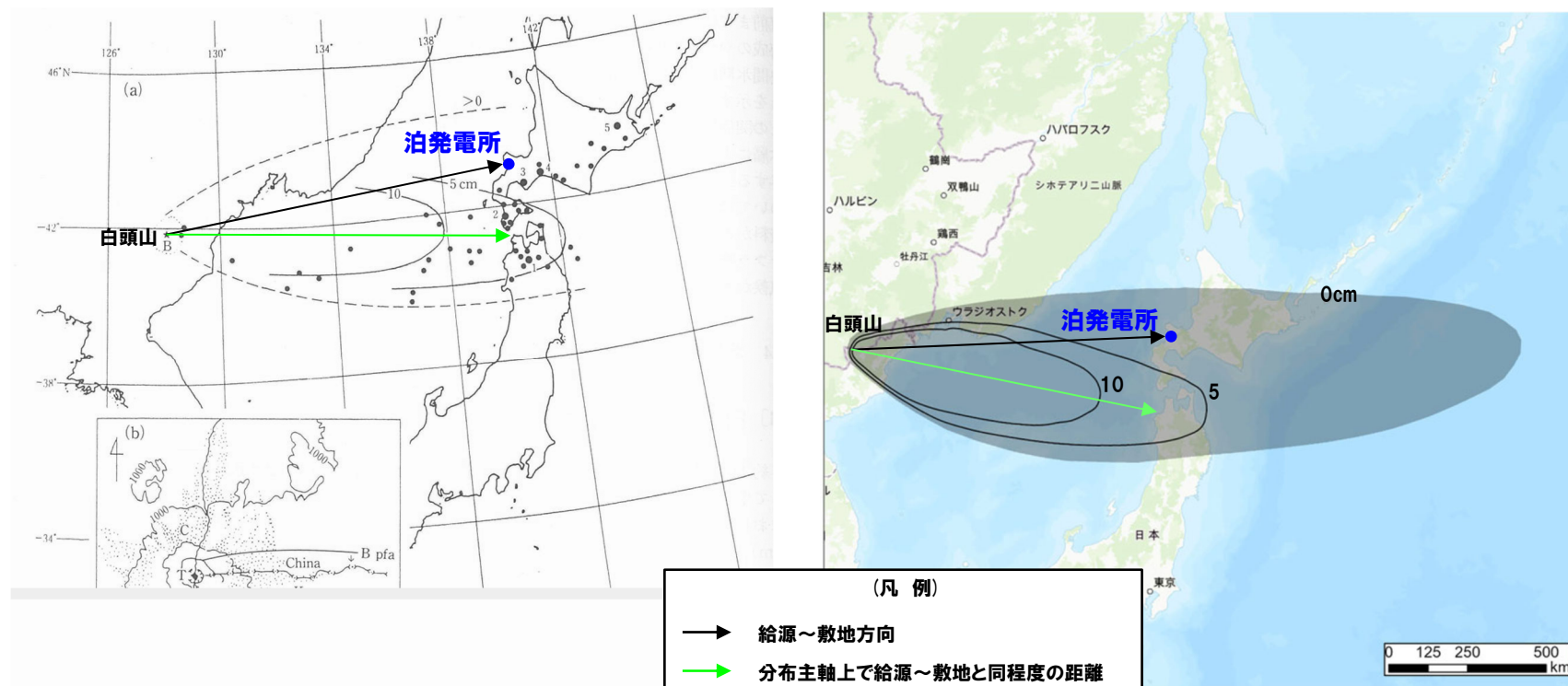
## 5. 1. 1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物

### ①文献に基づく降下火砕物の分布 (4/4)

一部修正 (R6/2/16審査会合)

#### 【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、敷地近傍は層厚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、敷地近傍は層厚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)

一部修正 (R6/2/16審査会合)

- 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P32参照)。
- 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P152～P153参照)。
- 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R6.2.16審査会合補足説明資料2.3.2章(2)参照)。

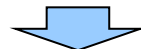
#### 【敷地近傍】

##### (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)

- 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。
- 加えて、岩内平野西部で実施したボーリング調査(H26共和-6)において、給源不明の降下火砕物の純層(以降、「H26共和-6火山灰」と呼称)が認められる(詳細はコメント回答資料P8～P12参照)。



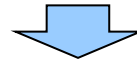
(次頁へ続く)

## 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)

一部修正 (R6/2/16審査会合)

(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 (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)
  - ・H26共和-6火山灰 最大層厚:約15cm (H26共和-6ボーリング)

## 5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物

### ② 地質調査結果 (3/4)

一部修正 (R6/2/16審査会合)

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

敷地	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		R6.2.16審査会合 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	-		
			神恵内1-6ボーリング	洞爺火山灰 (Toya)	洞爺カルデラ	約17cm	-		
	古宇川右岸	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2.3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	-		
		岩内平野西部	H26共和-6ボーリング	H26共和-6火山灰	給源不明	約15cm	-		コメント回答資料 P8~P12

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)

一部修正 (R6/2/16審査会合)

- 【神恵内M-1ボーリング】  
Toyaの純層 (層厚:10cm)
- 【神恵内M-2ボーリング】  
Aso-4の二次堆積物b (層厚:5cm)  
Aso-4の純層 (層厚:5cm)  
Toyaの二次堆積物b (層厚:13cm)
- 【神恵内M-3ボーリング】  
Toyaの二次堆積物b (層厚:10cm)  
Toyaの二次堆積物a (層厚:15cm)  
Toyaの純層 (層厚:5cm)

- 【神恵内1-1ボーリング】  
Toyaの二次堆積物b (層厚:10cm)  
Toyaの二次堆積物a (層厚:20cm)
- 【神恵内1-2ボーリング】  
Toyaの純層 (層厚:20cm)
- 【神恵内1-3ボーリング】  
Toyaの純層 (層厚:50cm)
- 【神恵内1-6ボーリング】  
Toyaの純層 (層厚:17cm)

- 【照岸1-3ボーリング】  
Toyaの二次堆積物a (層厚:20cm)
- 【照岸1-4ボーリング】  
Toyaの二次堆積物b (層厚:40cm)
- 【照岸1-5ボーリング】  
Toyaの二次堆積物a (層厚:40cm)

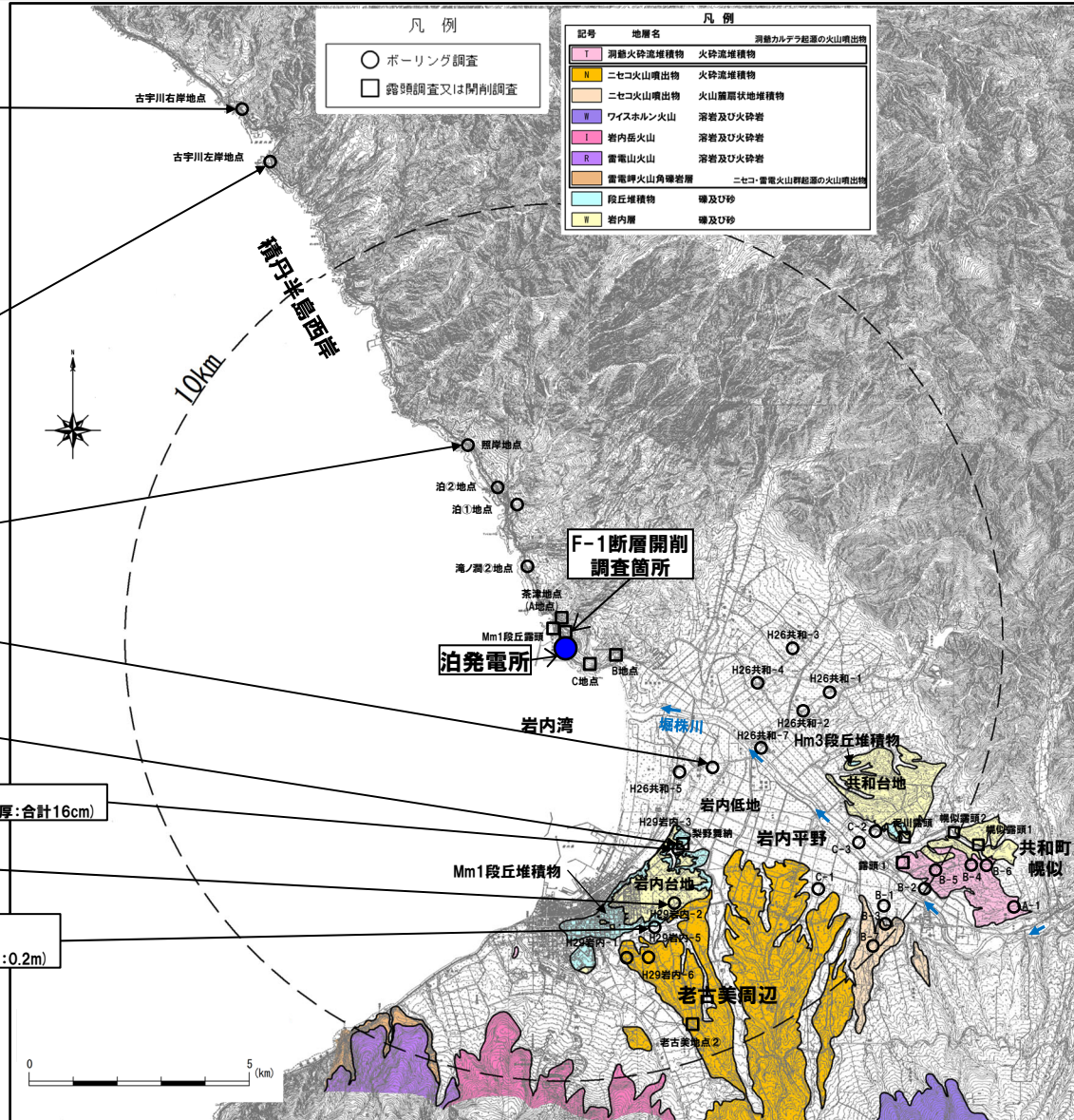
- 【H26共和-6ボーリング】  
H26共和-6火山灰 (層厚:15cm)

- 【梨野舞納露頭】  
Toyaの二次堆積物b (層厚:30cm)  
Toyaの純層 (層厚:30cm)

- 【H29岩内-3ボーリング】  
Toyaの純層又はToyaの二次堆積物b (層厚:合計16cm)

- 【H29岩内-2ボーリング】  
Toyaの二次堆積物b (層厚:33cm)  
Toyaの純層 (層厚:10cm)

- 【H29岩内-5ボーリング】  
Toyaの純層 (層厚:少なくとも70cm)  
ニセコ火山噴出物 (火砕流堆積物) (層厚:0.2m)



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

余白

## 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

一部修正 (R6/2/16審査会合)

#### 【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。

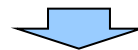
##### 【文献調査結果】(補足説明資料2.1章参照)

- ・地理的領域外の火山：
  - B-Tm (白頭山) (5~10cm)
  - 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)
- Aso-4 (阿蘇カルデラ) (約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)
- H26共和-6火山灰 (給源不明) (約15cm)

○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、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 (R6.2.16審査会合本編資料4.2章参照) 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。

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 .....	
3.1 地理的領域にある第四紀火山 .....	
3.2 将来の火山活動可能性の評価 .....	
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 .....	
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 .....	
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 .....	
4.2.2 支笏カルデラの評価 .....	
4.2.3 洞爺カルデラの評価 .....	
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 .....	
4.4 ニセコ・雷電火山群の評価 .....	
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. 19
5.1 降下火砕物の影響評価 .....	P. 23
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物 .....	P. 23
5.1.2 降下火砕物シミュレーション .....	P. 37
5.1.3 設計に用いる降下火砕物 .....	P. 89
5.1.4 設計に用いる降下火砕物の抽出 .....	P. 93
5.2 地理的領域内の火山による影響 .....	P. 97
6. 火山活動のモニタリング .....	
7. 火山影響評価のまとめ .....	
参考文献 .....	P. 114

**・本章の説明内容**

- ① シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出
- ② シミュレーションに使用した風向・風速データ
- ③ 降下火砕物シミュレーションの実施要領
- ④-1 基本ケースの決定-Kt-1 (倶多楽・登別火山群) -
- ④-2 不確かさに関する検討-Kt-1 (倶多楽・登別火山群) -
- ⑤-1 基本ケースの決定-Yo-1 (羊蹄山) -
- ⑤-2 不確かさに関する検討-Yo-1 (羊蹄山) -
- ⑥ まとめ

「6. 火山活動のモニタリング」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

## 泊発電所における火山影響評価のうち影響評価の流れ

一部修正 (R6/2/16審査会合)

### 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、設計に用いる降下火砕物の層厚評価を実施  
また、文献に基づき設計に用いる降下火砕物の密度・粒径を設定

##### 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	5~10cm
	袖良Tn(AT)	袖良カルデラ	地質調査	—
	阿蘇4(Aso-4)	阿蘇カルデラ	文献調査	0~5cm若しくは10~10cm
	クツチャロ-羽根(Ko-Hb)	屈斜路カルデラ	地質調査	—
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	2cm以下
	クツタラ第2火山灰(Kt-2)	倶多楽・登別火山群	文献調査	—
	洞爺火山灰(Toya)	洞爺カルデラ	地質調査	30cm以上
	2000年有珠山噴火	有珠山	文献調査	0cm以上
	火山灰(黄灰色B)	不明	文献調査	最大層厚約23cm
給源不明	火山灰(黄灰色A)	不明	文献調査	—
	H26共和6火山灰	不明	文献調査	最大層厚約18cm
			地質調査	約15cm

○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。

##### 5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚

○層厚評価の対象候補のうち、最も層厚の厚いKt-1(倶多楽・登別火山群)の32.1cmを踏まえ、敷地における降下火砕物の層厚を、40cmとする。

##### 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

シミュレーション対象となる降下火砕物を抽出した後、敷地と給源の位置関係及びシミュレーションに用いる風データの特徴を踏まえ、不確かさを考慮したシミュレーションを実施

【シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出】

(検討対象となる降下火砕物の選定) (抽出数:38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:11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、分布状況が広がりを持つ降下火砕物(抽出数:27テフラ)

(選定した降下火砕物のスクリーニング)

- ・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(抽出数:2テフラ)

- ・Yo-1(敷地との距離が最も近い)
- ・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)

【基本ケースの決定】

- ・【不確かさに関する検討】においては、風向の不確かさに関する検討を行うことから、まず、それ以外の入力パラメータを設定するため、文献に示される等層厚線図との比較から、最も整合する解析ケースを基本ケースとして決定

【不確かさに関する検討】

- ・卓越風(北東~東方向)の状況を踏まえると、敷地は、給源に対して風上側の位置関係となることから、風向の不確かさを考慮して、敷地方向への仮想風を設定することが、敷地の降下火砕物層厚評価に最も大きい影響を与えると考えられる
- ・このため、基本ケースに対して、敷地方向への仮想風を用いた解析を実施

【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Kt-1(32.1cm)を、層厚評価の対象候補とする。

##### 5.1.4 設計に用いる降下火砕物の密度・粒径

- 至近に実施した敷地における地質調査において降下火砕物が確認されていないことから、文献に基づき設定
  - ・湿潤密度: 1.5g/cm<sup>3</sup>
  - ・乾燥密度: 0.7g/cm<sup>3</sup>
  - ・粒径: 4.0mm以下

### 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 (1/12)

一部修正 (R6/2/16審査会合)

#### 【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選定した(検討対象として選定した降下火砕物の一覧表については次頁に示す)。

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 (P25～P35参照)

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、分布状況が広がり有する降下火砕物

○なお、Ⅱについては、以下の理由から、須藤ほか(2007)において示されている降下火砕物とするが、体積が0.1km<sup>3</sup>以下とされているものについては、分布範囲が山体近傍に限られる又は分布層厚が薄い状況が認められることから、これらの降下火砕物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統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。

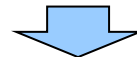
○「敷地への影響度の観点」のスクリーニングは、プロセス3及び4であり、シミュレーションを実施した際に、敷地における層厚が最も大きくなると考えられるものを抽出する作業である。

- ・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のうち、シミュレーションを実施せずとも敷地における層厚評価が可能なものを除外
- ・プロセス2 : 運用期間中において同様な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P40～P42に示す。



○敷地への影響が大きい降下火砕物として、Y<sub>0</sub>-1及びK<sub>t</sub>-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 (2/12)

## 検討対象となる降下火砕物

火山名	敷地との距離 (km)	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 (P25~P35)	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、分布状況が広がり有する降下火砕物 <sup>※1</sup>	須藤ほか (2007) による噴出量 (km <sup>3</sup> )	等層厚線図参照頁	
支笏カルデラ	74.8	Spfa-1 <sup>※2</sup>	—	32.49	補足説明資料 P29~30	
		—	Spfa-5	0.30		
		—	Spfa-6	4.77		
		—	Spfa-7 (Ssfa)	8.85		
		—	Spfa-10 (Ssfa)	1.41		
	恵庭岳	68.6	—	En-a	5.64	P47
	風不死岳	77.7	—	n.En-b	0.84	
	樽前山	80.2	—	Ta-a	3.57	
			—	Ta-b	7.92	
			—	Ta-c	3.10	
	—	—	Ta-d	1.87		
	倶多楽・登別火山群	80.5	—	Kt-1	14.73	P48
			Kt-2	—	4.87	P27
			—	Kt-3	11.67	P48
—			Kt-Hy	0.12	P49	
—			Kt-6	3.96	P48	
洞爺カルデラ	54.8	Toya <sup>※2</sup>	—	67.23	P26	
洞爺中島	55.1	—	Nj-Os	0.81	P50	
有珠山	60.7	2000年有珠山噴火	—	0.00	P27	
		—	Us-b	1.29	P50	
羊蹄山	33.8	—	Yo-1	0.53	P50	
		—	Yo.Ps-2	0.17		
		—	Yo-3	0.33		
北海道駒ヶ岳	109.0	—	1940年噴火	0.68	P50	
		—	Ko-a	0.24	P51	
		—	Ko-c2	25.74		
		—	Ko-d	1.54		
		—	Ko-f	0.63		
		—	Ko-g	1.98		
		—	Ko-h	2.49		
白頭山	1024	B-Tm	—	72.64	P26	
始良カルデラ	1533	AT	—	654.62		
阿蘇カルデラ	1390	Aso-4	—	1051.24		
屈斜路カルデラ	317	Kc-Hb	—	75.68		
給源不明	—	火山灰 (黄灰色A)	—	—	—	
	—	火山灰 (黄灰色B)	—	—	—	
	—	H26共和-6火山灰	—	—	—	

※1 須藤ほか (2007) において示されている降下火砕物とするが、体積が0.1km<sup>3</sup>以下とされているものについては、分布範囲が山体近傍に限られる又は分布層厚が薄い状況が認められることから、これらの降下火砕物については除外した。

※2 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。

※3 Kt-7を噴出した噴火については、運用期間中に同規模の噴火が発生する可能性は十分小さいと評価される (補足説明資料3章参照)。

※4 須藤ほか (2007) に記載が無いことから、Amma-Miyasaka et al. (2020) を含む複数の文献を参考に、当社で噴出物体積を算出した。

# 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 (3/12)

一部修正 (R6/2/16審査会合)

I. 文献調査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

灰色字: 当該プロセスにおいてスクリーニングアウトされる降下火砕物

**地理的領域外**

- B-Tm (白頭山) •AT (始良カルデラ)
- Aso-4 (阿蘇カルデラ) •Kc-Hb (屈斜路カルデラ)

**給源不明**

- H26共和-6火山灰
- 火山灰 (黄灰色A) •火山灰 (黄灰色B)

**地理的領域内**

- Toya (洞爺カルデラ)
- 2000年有珠山噴火 (有珠山)
- Kt-2 (倶多楽・登別火山群)
- Spfa-1 (支笏カルデラ)

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、分布状況が広がり有する降下火砕物

- 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, Kt-3, Kt-Hy, Kt-6, Kt-7<sup>※1</sup> (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, Ko-d, Ko-f, Ko-g, Ko-h (北海道駒ヶ岳)

※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。

**プロセス1**

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のうち、シミュレーションを実施せずとも敷地における層厚評価が可能なものを除外

**地理的領域外**

- B-Tm (白頭山) •AT (始良カルデラ)
- Aso-4 (阿蘇カルデラ) •Kc-Hb (屈斜路カルデラ)

**給源不明**

- H26共和-6火山灰
- 火山灰 (黄灰色A) •火山灰 (黄灰色B)

**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, Kt-2, Kt-3, Kt-Hy, Kt-6, 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, 2000年有珠山噴火 (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】**

- B-Tm, Kc-Hb, 2000年有珠山噴火及びKt-2は、分布主軸が概ね敷地方向を向いており、文献に示される等層厚線図から敷地における層厚が評価可能であることから除外 (P25~P28参照)。
- 敷地及び敷地近傍で確認される給源不明な降下火砕物は、敷地における層厚が評価可能であることから除外。

(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 (4/12)

一部修正 (R6/2/16審査会合)

(前頁からの続き)

灰色字:当該プロセスにおいてスクリーニングアウトされる降下火砕物

#### プロセス2

運用期間中において同様な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, Kt-3, Kt-Hy, Kt-6, 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。
- なお、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においては、最後の巨大噴火以降の噴火を考慮することとなるため、この考え方と同様に、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るSpfa-5～Spfa-10 (Ssfa)については、Spfa-1と併せて除外。
- 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小さいと評価されることから除外(補足説明資料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 (5/12)

一部修正 (R6/2/16審査会合)

↓ (前頁からの続き)

灰色字:当該プロセスにおいてスクリーニングアウトされる降下火砕物

## 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

## 給源不明

## 地理的領域内

・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-0s (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

## 給源不明

## 地理的領域内

・En-a (恵庭岳) ・n.En-b (風不死岳) ・Ta-d (樽前山)  
 ・Kt-1, Kt-3, Kt-6 (倶多楽・登別火山群)  
 ・Nj-0s (洞爺中島) ・Us-b (有珠山)  
 ・Yo-1 (羊蹄山)  
 Ko-d, Ko-f, 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】

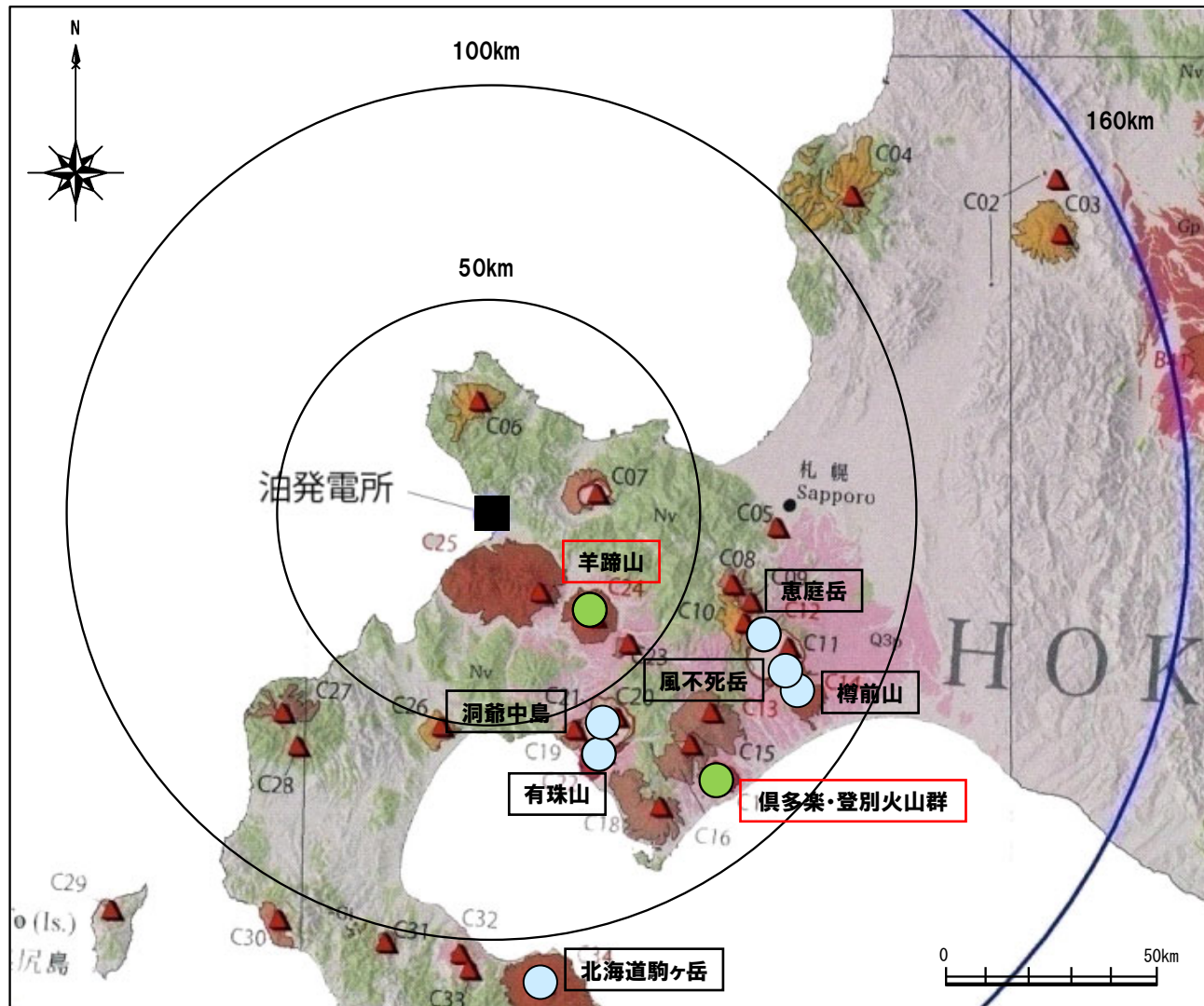
- プロセス3で抽出した降下火砕物のうち、敷地との距離が最も近い火山を給源とするYo-1 (羊蹄山) 及び分布主軸上における給源～敷地と同程度の距離の地点での層厚が最大かつ噴出物量が最大であるKt-1 (倶多楽・登別火山群) を抽出。
- 噴出物量の比較については、同一の手法に基づきながら国内の火山の各降下火砕物の等層厚線図を作成し、火砕流や溶岩等を除いた降下火砕物単独の噴出物体積を統一的に算出している須藤ほか (2007) を使用。

余白

## 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 (6/12)

再掲 (R6/2/16審査会合)



- 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 (7/12)

一部修正 (R6/2/16審査会合)

降下火砕物のスクリーニング結果一覧

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のうち、シミュレーションを実施せずとも敷地における層厚評価が可能なものを除外	運用期間中において同様な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のを抽出	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> )
支笏カルデラ	Spfa-1	○	×			
	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
樽前山	Ta-a	○	○	× (10~25cm)		
	Ta-b	○	○	× (25~50cm)		
	Ta-c	○	○	× (25~50cm)		
	Ta-d	○	○	○ (50~100cm)	1.87	
倶多楽・登別火山群	Kt-1	○	○	○ (50~100cm)	14.73	
	Kt-2	× (0~10cm)				
	Kt-3	○	○	○ (50~100cm)	11.67	
	Kt-Hy	○	○	× (0cm)		
	Kt-6	○	○	○ (50~100cm)	3.96	
洞爺カルデラ	Toya	○	×			
洞爺中島	Nj-Os	○	○	○ (10~25cm)	0.81	55.1
有珠山	2000年有珠山噴火	× (0.01mm以下)				
	Us-b	○	○	○ (50~100cm)	1.29 <sup>*2</sup>	60.7
	Yo-1	○	○	○ (50~100cm)	0.53	
羊蹄山	Yo.Ps-2	○	○	× (10~25cm)		
	Yo-3	○	○	× (25~50cm)		
	1940年噴火	○	○	× (0cm)		
北海道駒ヶ岳	Ko-a	○	○	× (0cm)		
	Ko-c2	○	○	× (50~100cm <sup>*1</sup> )		
	Ko-d	○	○	○ (0~10cm)	1.54	
	Ko-f	○	○	○ (0~10cm)	0.63	
	Ko-g	○	○	× (0cm)		
	Ko-h	○	○	○ (0~10cm)	2.49	
	白頭山	B-Tm	× (5~10cm)			
始良カルデラ	AT	○	×			
阿蘇カルデラ	Aso-4	○	×			
屈斜路カルデラ	Kc-Hb	× (0~10cm)				
給源不明	火山灰 (黄灰色A)	× (約18cm)				
	火山灰 (黄灰色B)	× (約23cm)				
	H26共和-6火山灰	× (約15cm)				

○: 次プロセスに進む降下火砕物

×: 当該プロセスにおいてスクリーニングアウトされる降下火砕物

赤字: シミュレーション対象となる降下火砕物

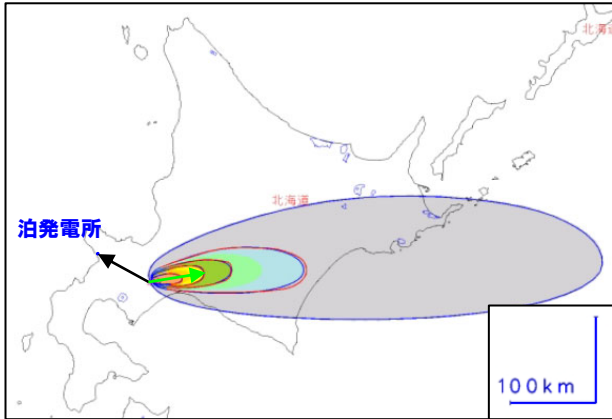
\*1 須藤ほか (2007) によれば、既存の公表資料中の等層厚線図のうち、線が閉じていないものについては、図学的な処理を施して未完成の各等層厚線を補間し、各降下火砕物の体積を計算したとされている。その結果、体積を計算した降下火砕物のうち、須藤ほか (2007) 時点において既に公表されている文献に示される体積と比較して、求めた体積のほうが小さかったユニットは19%、大きかったユニットは5%であったとされている。Ko-c2については、個別文献による噴出量 (山元ほか (2014) による0.1km<sup>3</sup> (DRE)) と比較して極端に値が大きい (25.74km<sup>3</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。  
 \*2 R6.2.16審査会合資料においては、倶多楽・登別火山群の活動履歴の整理に用いた山元 (2014) に示される値 (1.50km<sup>3</sup>) を記載していたが、今回、須藤ほか (2007) による噴出量に適正化した。

余白

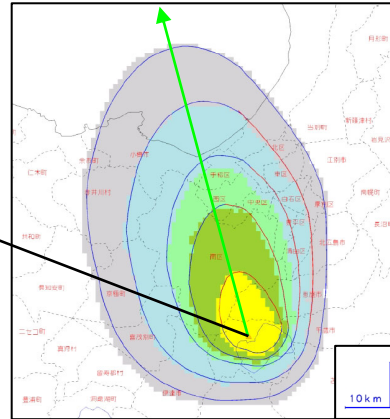
# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ① シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出 (8/12)

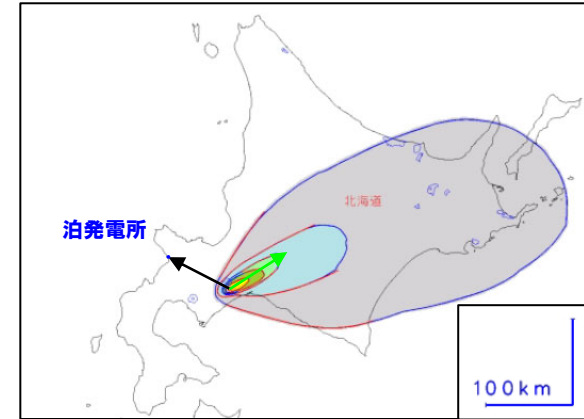
一部修正 (R6/2/16審査会合)



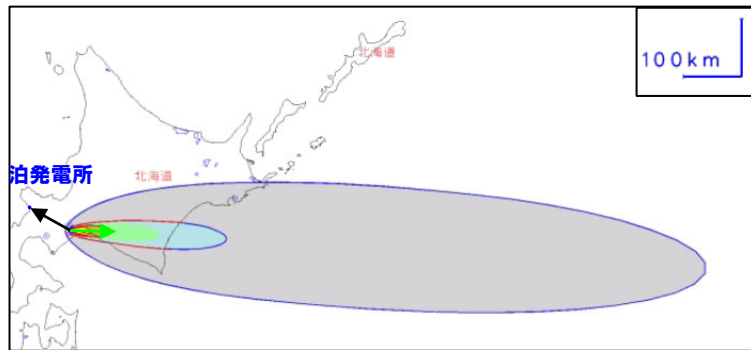
En-a  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における  
層厚:50~100cm)



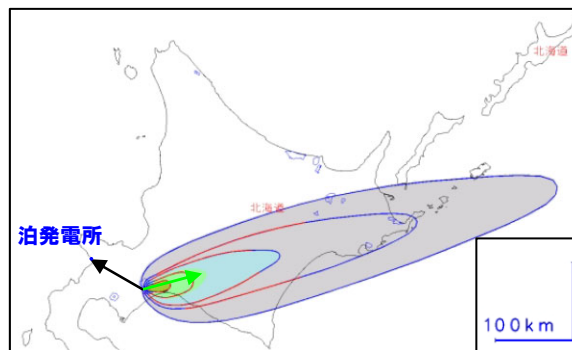
n.En-b  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における  
層厚:0cm)



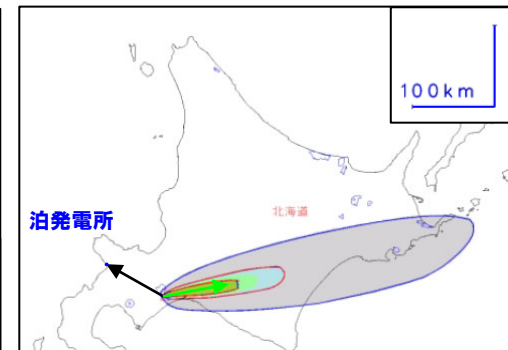
Ta-a  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における  
層厚:10~25cm)



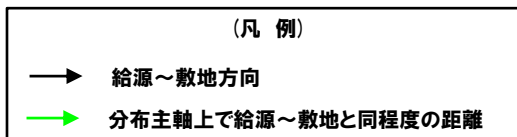
Ta-b (分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における層厚:25~50cm)



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)

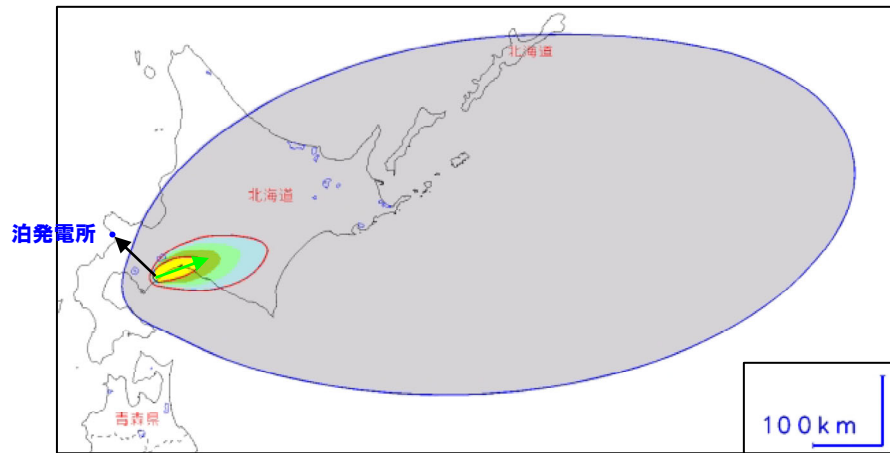


分布状況が広がりをもつ降下火砕物の等層厚線図 (須藤ほか (2007) に加筆)

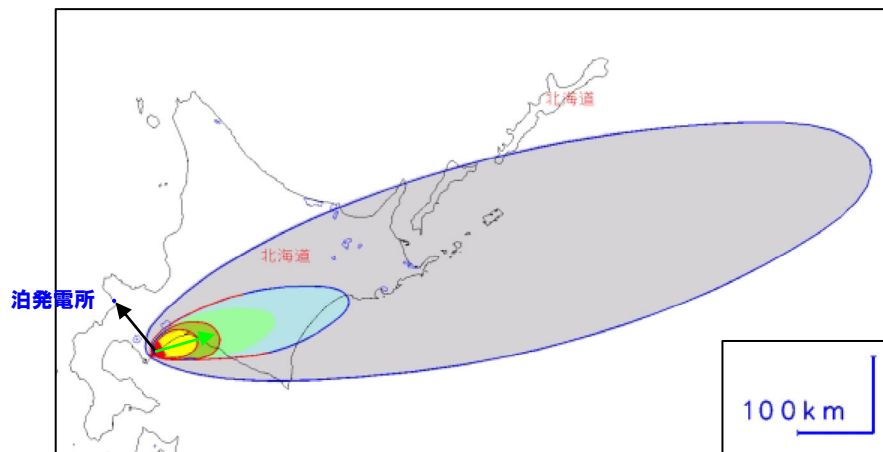
# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ① シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出 (9/12)

一部修正 (R6/2/16審査会合)

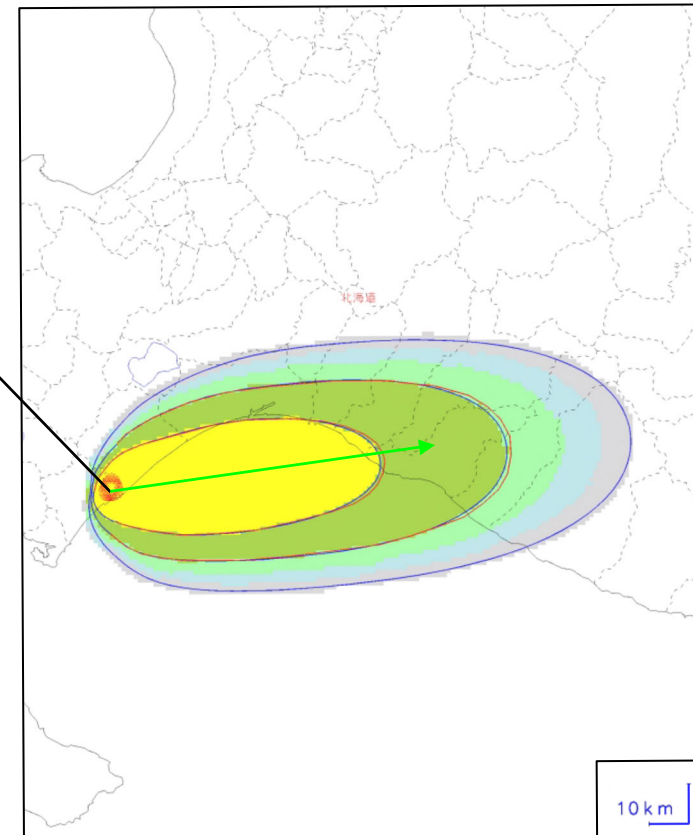


Kt-1 (分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における層厚:50~100cm)

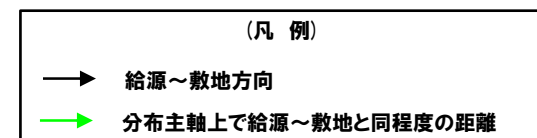


Kt-3 (分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における層厚:50~100cm)

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)



分布状況が広がりをもつ降下火砕物の等層厚線図 (須藤ほか (2007) に加筆)



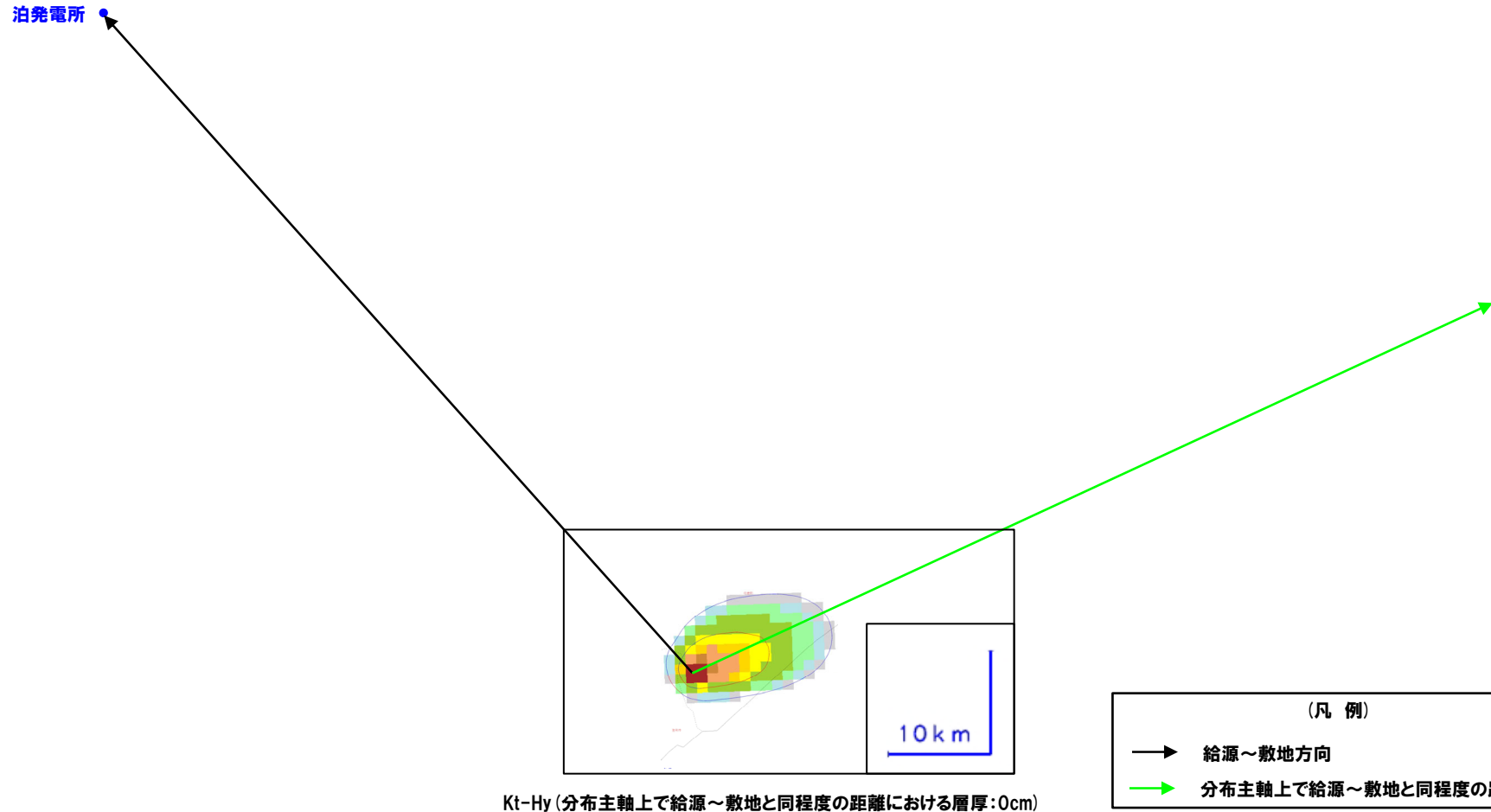
## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

### ① シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出 (10/12)

一部修正 (R6/2/16審査会合)

0 10 25 50 100 150 200 300 400 500 (cm)

泊発電所



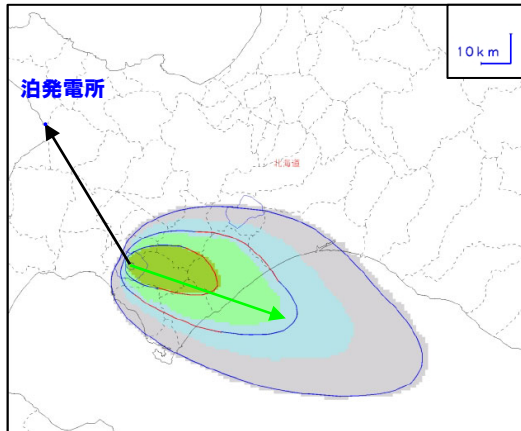
Kt-Hy (分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における層厚:0cm)

分布状況が広がりをもつ降下火砕物の等層厚線図 (須藤ほか (2007) に加筆)

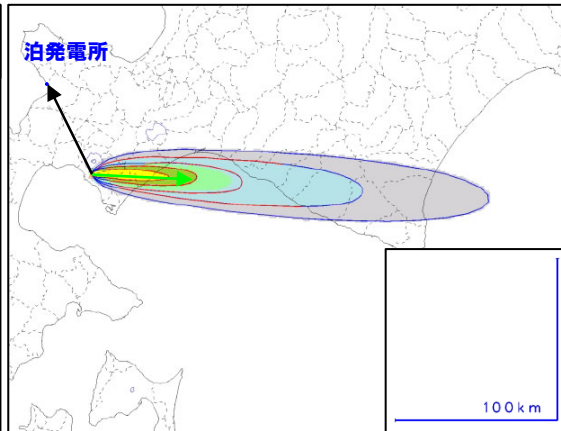
# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ① シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出 (11/12)

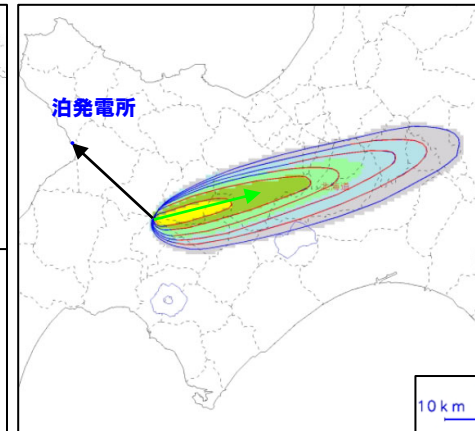
一部修正 (R6/2/16審査会合)



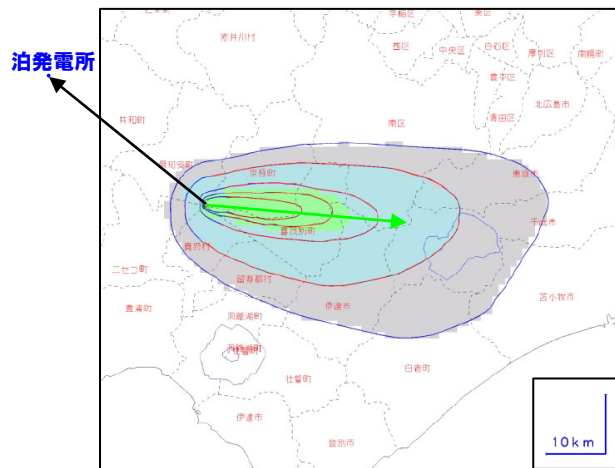
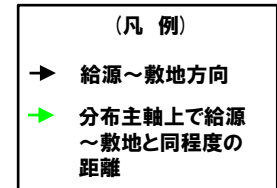
**Nj-Os**  
 (分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における  
 層厚:10~25cm)



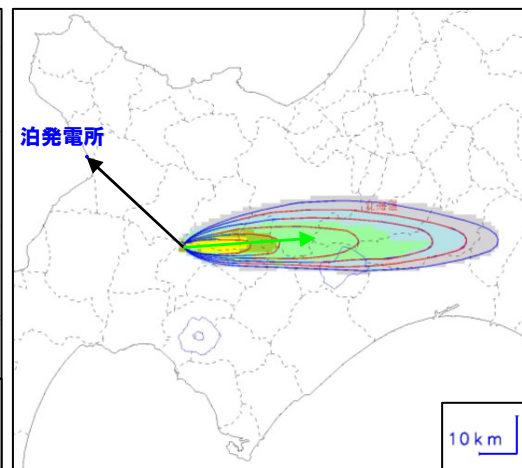
**Us-b**  
 (分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における  
 層厚:50~100cm)



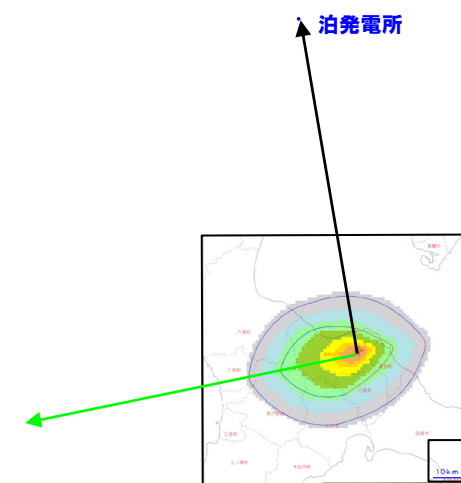
**Yo-1**  
 (分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における  
 層厚:50~100cm)



**Yo.Ps-2**  
 (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)



**Yo-3**  
 (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)



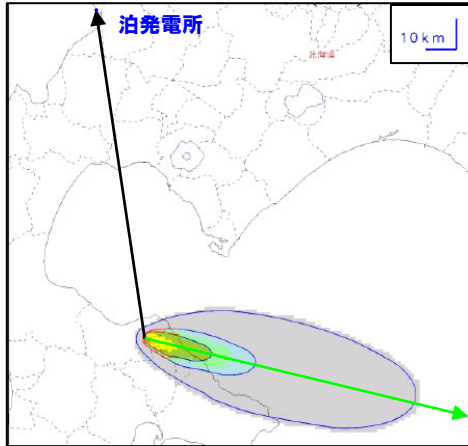
**Ko-1940 (1940年噴火)**  
 (分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における  
 層厚:0cm)

分布状況が広がりをもつ降下火砕物の等層厚線図 (須藤ほか (2007) に加筆)

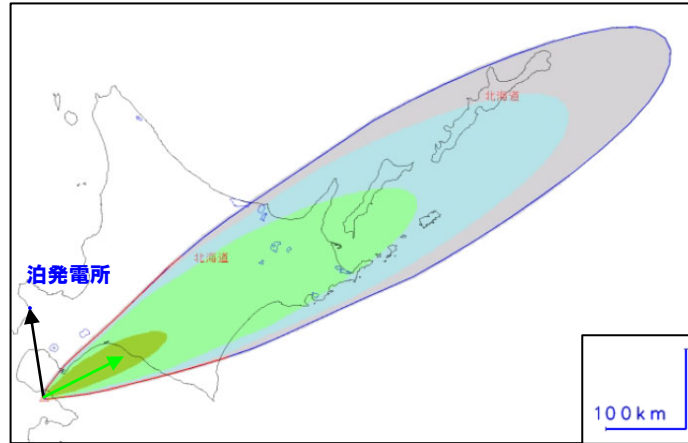
# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ① シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出 (12/12)

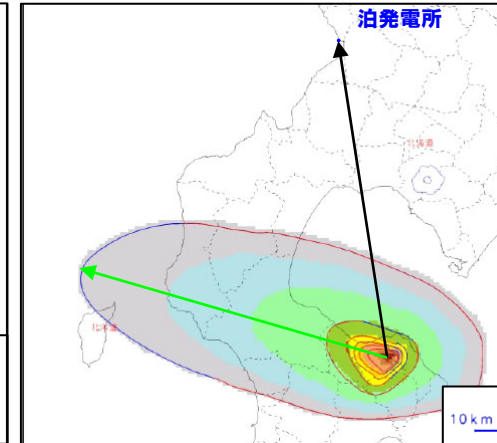
一部修正 (R6/2/16審査会合)



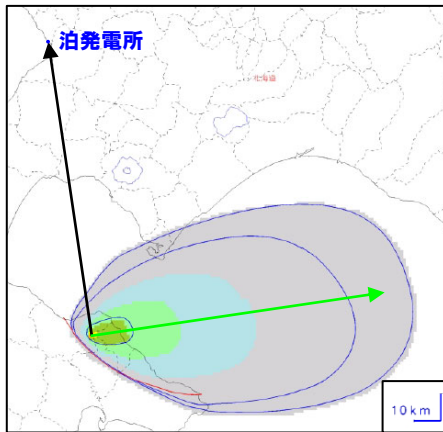
Ko-a  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における  
層厚:0cm)



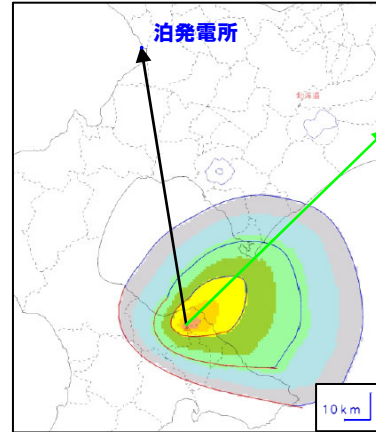
Ko-c2  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における層厚:50~100cm)



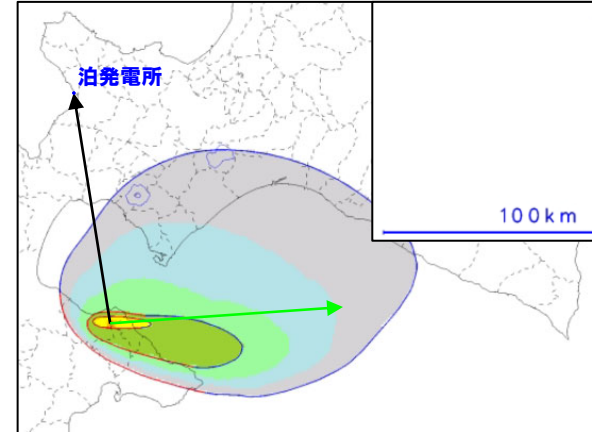
Ko-d  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における  
層厚:0~10cm)



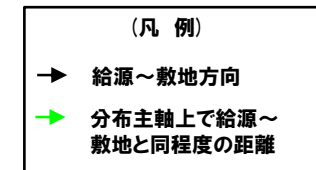
Ko-f  
(分布主軸上で給源～敷地と同程度の距離における  
層厚:0~10cm)



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)



分布状況が広がりをもつ降下火砕物の等層厚線図 (須藤ほか (2007) に加筆)

余白

## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

### ② シミュレーションに使用した風向・風速データ (1/3)

一部修正 (H26/3/12審査会合)

- シミュレーションの実施に当たっては、使用する風向・風速データを選定した。
- 気象庁では、1日2回(9時, 21時)ラジオゾンデを打ち上げており、地上から高度約30km間での大気の状態を観測している。
- ラジオゾンデ打ち上げ位置を右図に示す。
- このうち、札幌管区気象台は、泊発電所やシミュレーション対象となる降下火砕物であるYo-1及びKt-1の給源(羊蹄山及び倶多楽・登別火山群)に最も近いことから、当該気象台の風向・風速データを使用することとした※1。
- また、シミュレーションにおいては、過去30年間(1983~2013年)の風向・風速データ※2を使用することとした。
- 次頁~P55に、月毎の風向・風速データを示す。
- 風向は、年間を通じて北東~東方向の風が卓越する特徴が認められる。



ラジオゾンデ打ち上げ位置(気象庁HPより)  
令和5年4月

※1 データダウンロード元:アメリカ海洋大気庁(NOAA)HP  
(<https://www.ncei.noaa.gov/>)

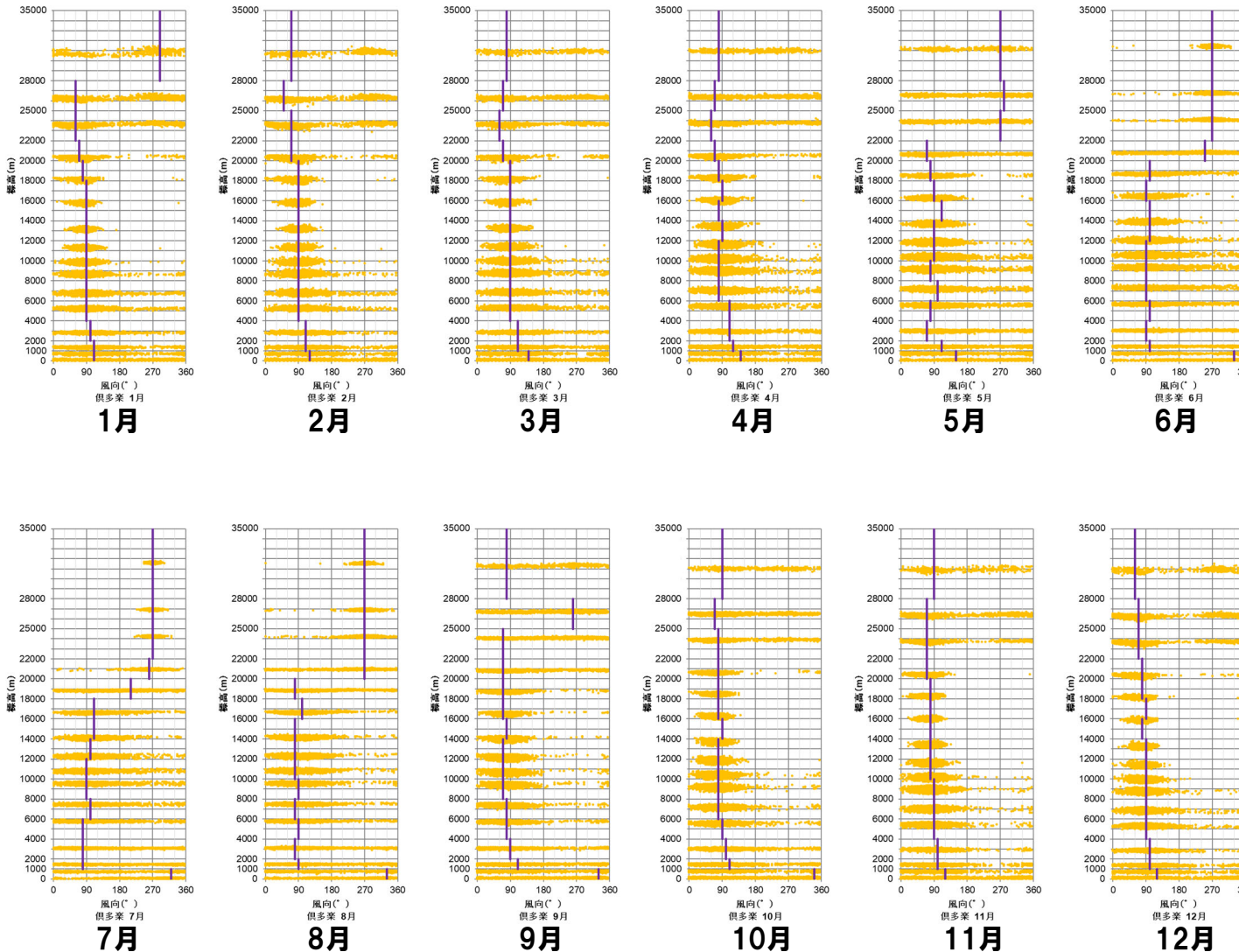
データ取得年:2013年

※2 所定の気圧面における風向及び風速。

# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ② シミュレーションに使用した風向・風速データ (2/3)

### 風向

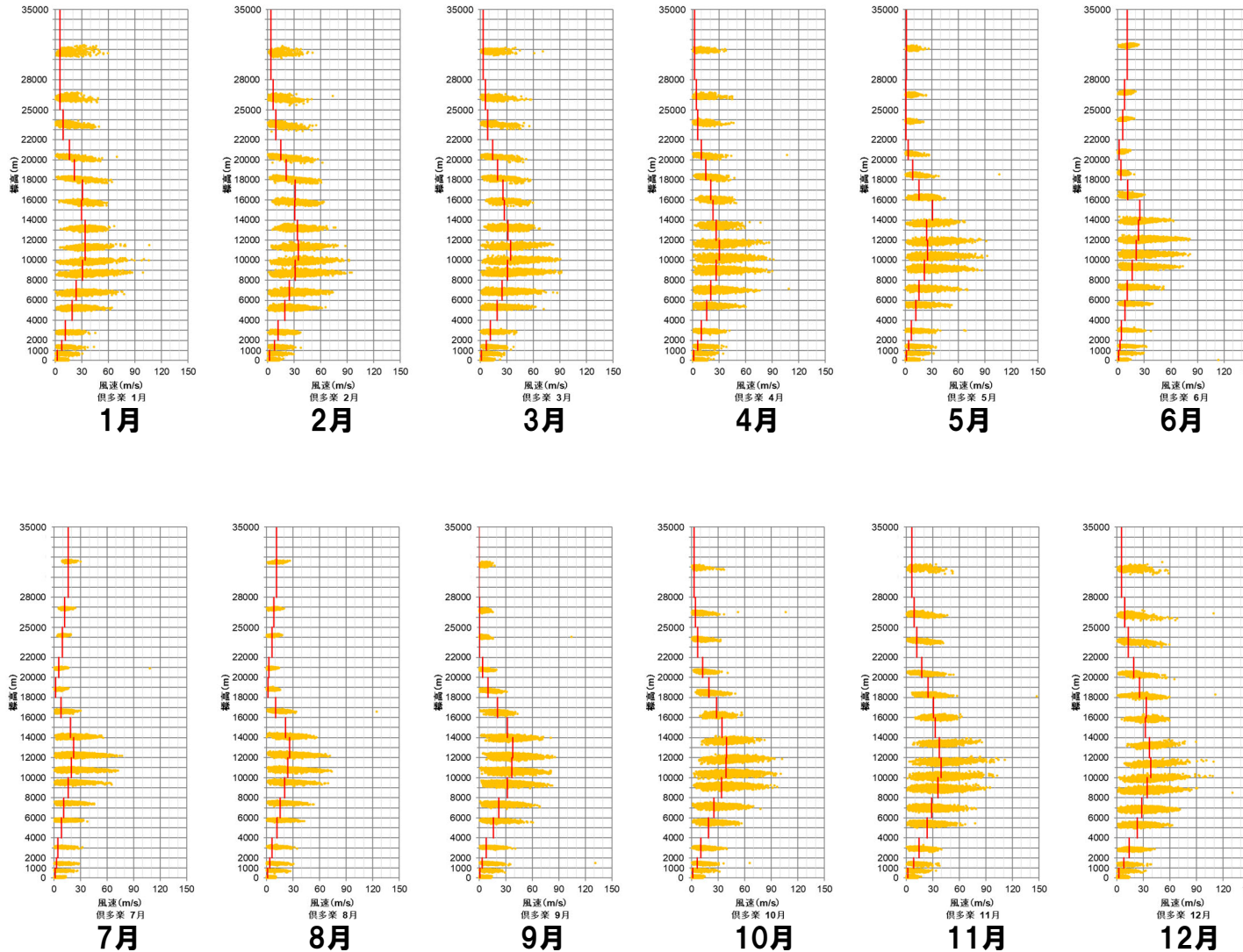


1月~12月の風向データ

# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ② シミュレーションに使用した風向・風速データ (3/3)

**風速**



● 作成に使用したデータ(1983~2013年データ)  
 - 合成風

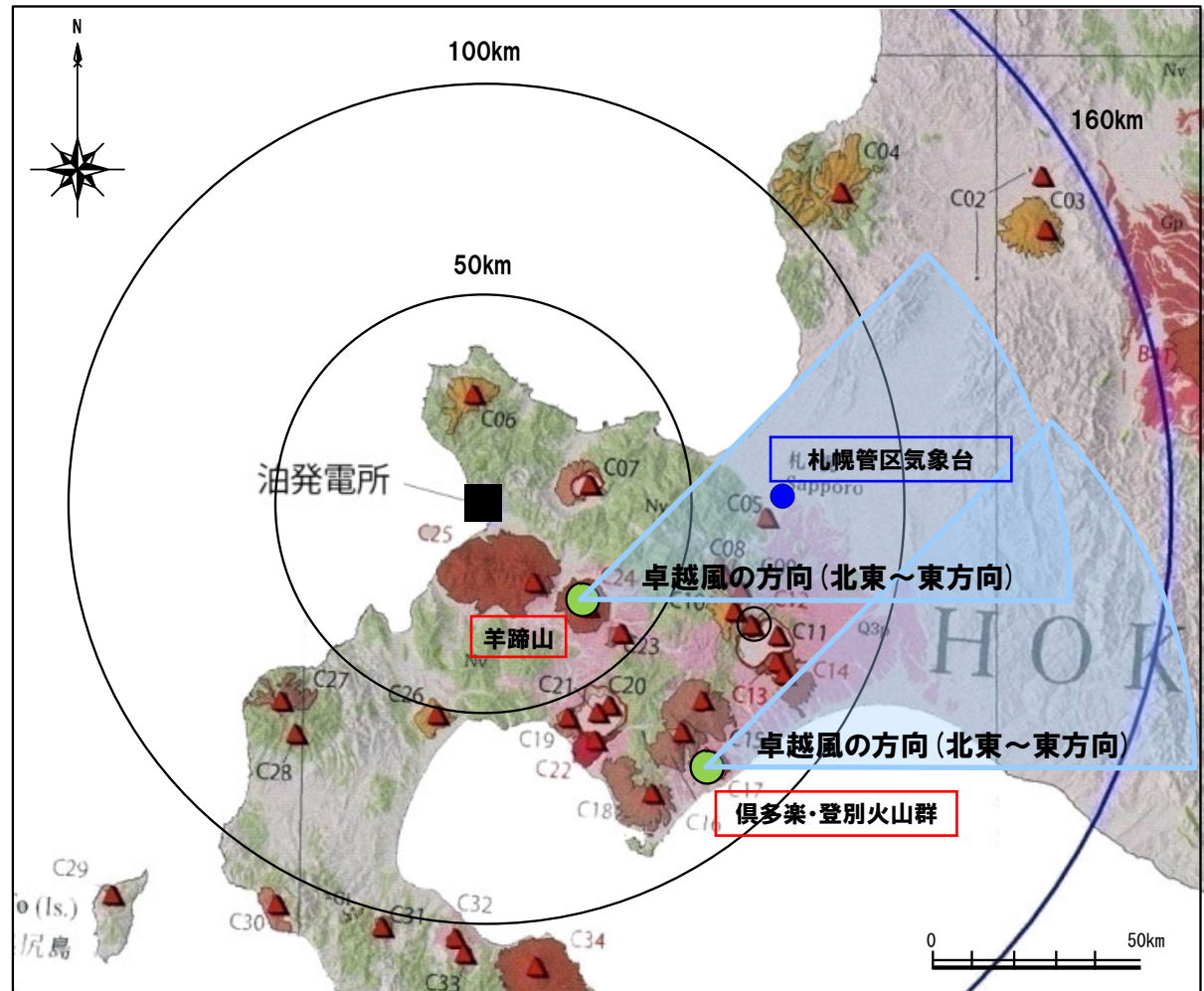
1月~12月の風速データ

## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

### ③ 降下火砕物シミュレーションの実施要領 (1/2)

#### 【泊発電所の特徴を踏まえたシミュレーション実施の考え方】

- 敷地は、シミュレーション対象となる降下火砕物であるYo-1及びKt-1の給源（羊蹄山及び倶多楽・登別火山群）に対し、北西側に位置している。
- シミュレーションに使用する札幌管区気象台の風向・風速データの特徴を踏まえると、北東～東方向の風が卓越していることから、敷地は、給源に対して風上側の位置関係となる。
- したがって、降下火砕物のシミュレーションにおいては、この卓越風の影響を強く受けることとなるため、敷地に向かう降灰分布となる可能性は小さい。
- このため、風向の不確かさに関する検討（敷地方向への仮想風を用いた検討）を実施することが、敷地の降下火砕物層厚評価に最も大きい影響を与えと考えられることから、次頁のフローに基づき検討を実施することとした。



火山の位置図



## 5. 1. 2 降下火砕物シミュレーション

### ③ 降下火砕物シミュレーションの実施要領 (2/2)

#### 【対象となる降下火砕物】

- ・Kt-1 (倶多楽・登別火山群)
- ・Yo-1 (羊蹄山)

#### 【気象データ】

- ・風向 ・風速  
(1983～2013年)

#### 【入力パラメータ】

- ・噴煙柱高度 ・噴出物量
- ・拡散係数 ・粒径 等

#### 基本ケースの決定

- 後述する「不確かさに関する検討」においては、風向の不確かさに関する検討を行うことから、まず、それ以外の入力パラメータを設定するため、文献に示される等層厚線図との比較から、最も整合する解析ケースを基本ケースとして決定する。
  - 文献に示される等層厚線図との比較においては、後述する「不確かさに関する検討」において、敷地方向への仮想風を用いて、敷地における降下火砕物の層厚評価を行うことから、以下の範囲に着目する。
    - ・降下火砕物の分布主軸付近
    - ・給源～敷地と同程度の距離付近
  - その上で、保守性を考慮し、文献層厚よりも解析層厚の方が厚くかつ両層厚の差が小さいケースを最も整合するケース(基本ケース)と判断する。

#### 【降下火砕物シミュレーション:基本ケース】

- ・噴煙柱高度及び拡散係数:パラメータスタディ
- ・上記以外のパラメータ:固定パラメータ

基本ケースが決定

#### 不確かさに関する検討

- 卓越風(北東～東方向)の状況を踏まえると、敷地は、給源に対して風上側の位置関係となることから、風向の不確かさを考慮して、敷地方向への仮想風を設定することが、敷地の降下火砕物層厚評価に最も大きい影響を与えられられる。
- このため、不確かさに関する検討として、基本ケースに対して、敷地方向への仮想風を用いた解析を実施する。
- 敷地方向への仮想風は、月別解析から最も敷地に影響のある月を選定し、選定月の風データを用いて作成する。

#### 【降下火砕物シミュレーション:不確かさに関する検討】

- ・風向(敷地方向への仮想風)

層厚評価の対象候補となる降下火砕物の層厚が確定

## 5. 1. 2 降下火砕物シミュレーション

### ④-1 基本ケースの決定-Kt-1 (倶多楽・登別火山群) (1/7) -

- 基本ケースを決定するためのパラメータは、以下に示す根拠に基づき、主に文献により設定した。
- なお、噴煙柱高度及び拡散係数については、文献の記載に幅があるため、パラメータスタディを実施し、町田・新井(2011)\*1の等層厚線との比較からパラメータを検討した。

#### 【噴煙柱高度】

- 各噴出物量やVEIに対応する噴煙柱高度を示している町田・新井(2011)による噴煙柱高度(VEI5以上:25km~)を参考に、ラジオゾンデの計測限界を踏まえ、5km刻みで25km及び30kmに設定した。

#### 【拡散係数】

- シミュレーションの理論、プログラムの実行方法等について整理されている萬年(2013)において推奨されている範囲を参考に、500, 1000, 5000及び10000に設定した。

#### 【噴出物量】

- 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)より設定した。
- 須藤ほか(2007)に示されるKt-1の噴出物量については、同文献において降下火砕物単独の噴出物体積が示されていることに加え、以下の理由から、Hayakawa(1985)の経験式等に基づき算出した噴出物量よりも精緻なものであると考えられる。
  - ・須藤ほか(2007)において、Kt-1の等層厚線作成に当たり依拠したとされる文献では、当該等層厚線図は閉じた形状となっている
  - ・この等層厚線図は、地質調査データが充実していることから、複数の等層厚線が描かれている
  - ・須藤ほか(2007)においては、この等層厚線図に基づき、1辺約1kmメッシュ毎の噴出物体積の合算値を求めている

#### 【粒径】

- 最大粒径及び最小粒径については、Tephra2に関する文献\*2により設定した。
- また、Kt-1については噴出規模がVEI6であることを踏まえ、同文献に示されるVEI4及びVEI5の中央粒径及び標準偏差に基づき、VEI6に相当する値を当社が算出し、それぞれ設定することとした(下表参照)。

#### 【密度、みかけ渦拡散係数、落下時間閾値、計算分割高及び噴煙放出下限高度比】

- シミュレーションの理論、プログラムの実行方法等について整理されている萬年(2013)より設定した。
- なお、噴煙放出下限高度比については、推奨値として明示されている値が無いことから、萬年(2013)におけるPLUME\_RATIOのパラメータ概念図に示された値を参考に設定した。

- 町田・新井(2011)の等層厚線図を次頁左図に、入力パラメータを次頁表に示す。

パラメータ  
スタディ

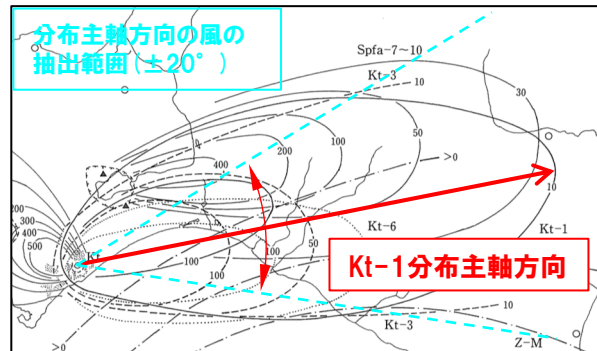
固定  
パラメータ

中央粒径及び標準偏差(Tephra2に関する文献\*2に基づき作成)

VEI	中央粒径(φ)	標準偏差(φ)	備考
4	3.5	2	Tephra2に関する文献*2に示されるVEI4の火山(Soufriere Hills Volcano)の値
5	4.5	3	Tephra2に関する文献*2に示されるVEI5の火山(Mount St Helens 1980)の値
6	5.5	4	一般的に噴出規模が大きくなれば細粒分が増加すると考えられていること、Tephra2に関する文献*2に示されるVEI4及びVEI5の火山の中央粒径についてもこの考えと調和的であることを踏まえ、VEI6規模の中央粒径については、Tephra2に関する文献*2に示されるVEI4及びVEI5の火山の中央粒径から線形近似により算出 標準偏差についても、中央粒径と同じ考えで、Tephra2に関する文献*2に示されるVEI4及びVEI5の火山の標準偏差から線形近似により算出

## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ④-1 基本ケースの決定-Kt-1 (倶多楽・登別火山群) (2/7) -



Kt-1の等層厚線図  
(町田・新井(2011)※1に加筆)

入力パラメータ一覧及び設定根拠

パラメータ	単位	値	設定根拠	
パラメータ スタディ	噴煙柱高度	km	25, 30 町田・新井(2011)による噴煙柱高度(25km~)を参考に設定※3	
	拡散係数	m <sup>2</sup> /s	500, 1000 5000, 10000 萬年(2013)を参考に設定	
固定 パラメータ	噴出物量	kg	1.473E+13 須藤ほか(2007)より設定	
	粒径	最大粒径	φ	-10 Tephra2に関する文献※2より設定
		最小粒径	φ	10 Tephra2に関する文献※2より設定
		中央粒径	φ	5.5 Tephra2に関する文献※2に基づき設定
		標準偏差	φ	4 Tephra2に関する文献※2に基づき設定
	密度	岩片密度	kg/m <sup>3</sup>	2600 萬年(2013)より設定
		軽石密度	kg/m <sup>3</sup>	1000 萬年(2013)より設定
	みかけ渦拡散係数	m <sup>2</sup> /s	0.04 萬年(2013)より設定	
	落下時間閾値	s	3600 萬年(2013)より設定	
	計算分割高	m	約100 萬年(2013)より設定	
噴煙放出下限高度比	-	0.2 萬年(2013)を参考に設定		

※1 本シミュレーションにおいて噴出物量の設定に用いた須藤ほか(2007)に示されるKt-1の等層厚線は、町田・新井(1992)及び町田・新井(2003)に依拠して作成したとされている。このため、解析層厚と文献に示される等層厚線との比較においては、依拠した文献の改訂版である町田・新井(2011)に示される等層厚線を用いることとした。なお、町田・新井(2011)に示されるKt-1の等層厚線図は、改訂前から変更がないこと及び須藤ほか(2007)に示される等層厚線と相違がないことを確認している。

※2 Forecasting Tephra Dispersion Using TEPHRA2, Michigan Technological University

※3 町田・新井(2011)において示される噴煙柱高度の範囲と、引用元とされているNewhall and Self(1982)の噴煙柱高度の範囲には相違がないことを確認している。

## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

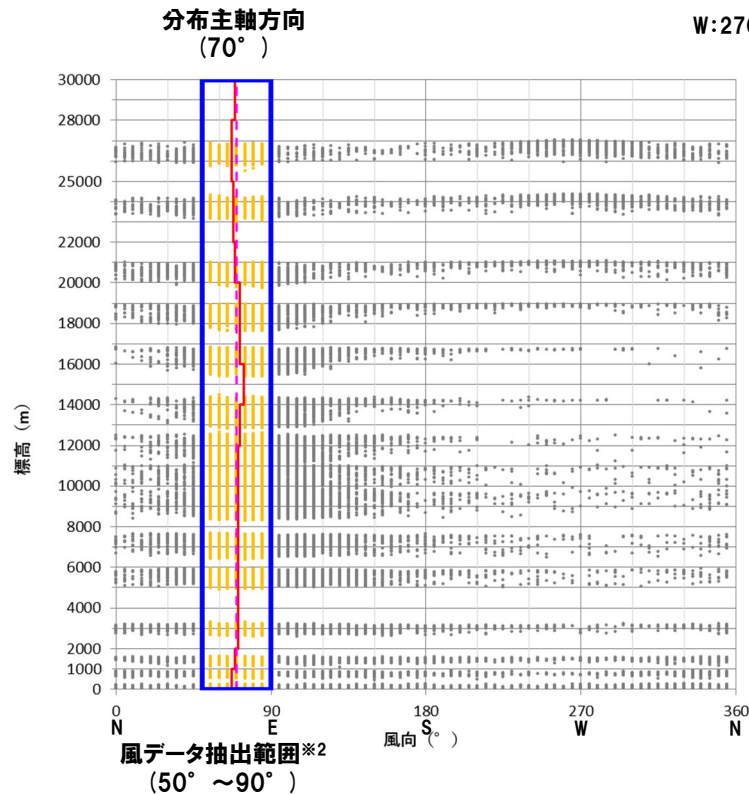
## ④-1 基本ケースの決定-Kt-1 (倶多楽・登別火山群) (3/7) -

○基本ケースを決定するための風データは、1983～2013年のデータから、町田・新井 (2011) の等層厚線図の分布主軸方向 $\pm 20^\circ$  ※1の風を抽出し、合成風を作成した。

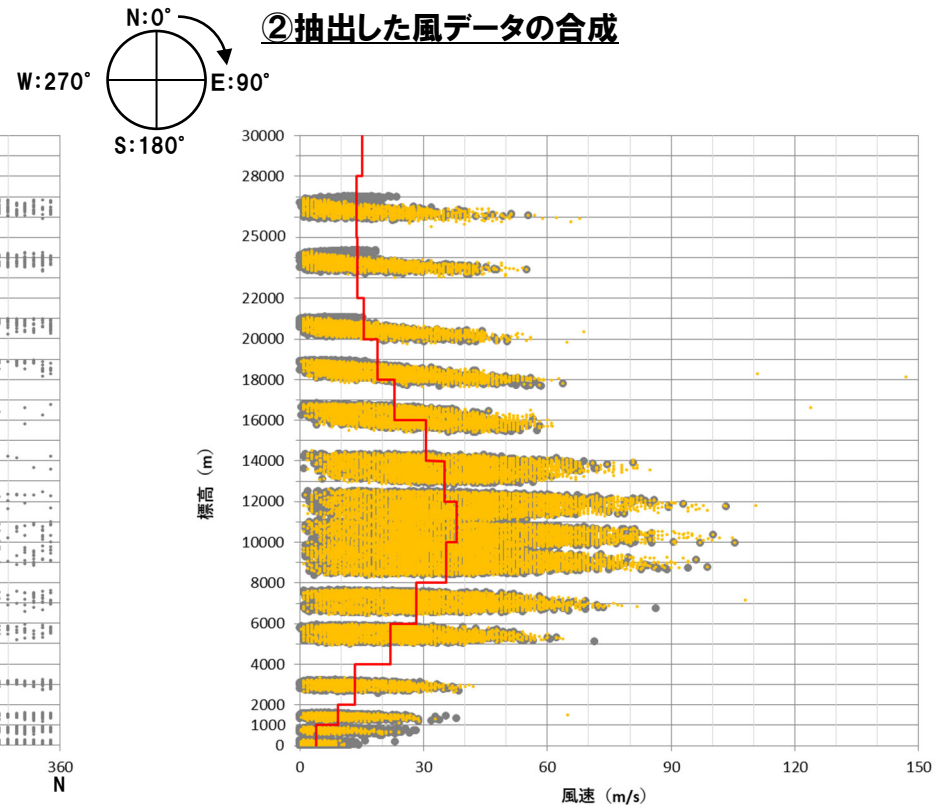
※1 Kt-1の文献に示される等層厚線図の分布主軸は北東方向に示されており、札幌管区气象台における風向データの卓越風(北東～東方向)と調和的な方向を示す。このため、卓越風の風向を示すデータを抽出すること及び風データの風向が、 $5^\circ$ 刻みであることを踏まえ、卓越風を概ね網羅できるように、主軸方向から $\pm 20^\circ$ を抽出範囲として設定している。

## 等層厚線図の分布主軸方向の風データの作成手順

## ①分布主軸方向の風データの抽出



## ②抽出した風データの合成



- 観測データ (2011～2013年のデータのみ記載)
- 使用データ (分布主軸方向の風) (1983～2013年のデータ)
- 分布主軸方向
- 分布主軸方向の合成風※3 (1983～2013年のデータ)

※2 風データの風向は、 $5^\circ$ 刻みであることから、等層厚線図の主軸方向 $70^\circ$ から $\pm 20^\circ$ の範囲として、 $50^\circ \sim 90^\circ$ の範囲の風データを抽出した。

※3 合成風は、気象庁「気象観測統計指針」の合成風作成方法に従い作成した。

## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

### ④-1 基本ケースの決定-Kt-1 (倶多楽・登別火山群) (4/7) -

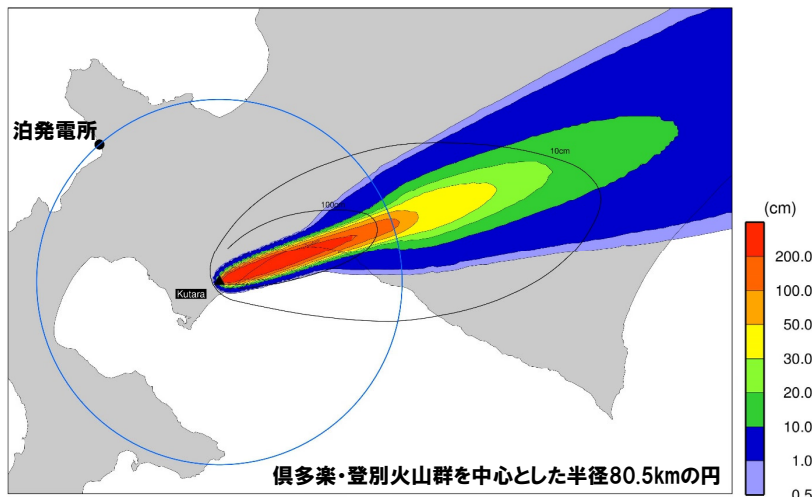
- 右上表に示すとおり噴煙柱高度と拡散係数をパラメータスタディを実施し、それ以外のパラメータを右下表の設定として、計8ケース (Case1～Case8) を実施した。
- これらのケースに対して、以下の範囲に着目した上で、保守性を考慮し、文献層厚よりも解析層厚の方が厚くかつ両層厚の差が小さいケースを最も整合するケースと判断し、基本ケースに決定した。
  - ・降下火砕物の分布主軸付近
  - ・給源～敷地と同程度の距離付近
- 検討の結果、Case6を基本ケースとした (次頁～P64参照)。
- 基本ケースとして決定された噴煙柱高度及び拡散係数を右上表の赤囲みで示す。
- また、基本ケースの解析結果を左下図に示す。

基本ケースのパラメータスタディ

パラメータ	単位	パラメータスタディ			
噴煙柱高度	km	25,	30		
拡散係数	m <sup>2</sup> /s	500,	1000,	5000,	10000

基本ケースのパラメータ

パラメータ	単位	値	設定根拠
噴出物量	kg	1.473E+13	須藤ほか (2007) より設定
噴煙柱高度	Km	30	パラメータスタディの結果に基づき設定
拡散係数	m <sup>2</sup> /s	1000	パラメータスタディの結果に基づき設定
粒径	最大粒径	φ	-10 Tephra2に関する文献*より設定
	最小粒径	φ	10 Tephra2に関する文献*より設定
	中央粒径	φ	5.5 Tephra2に関する文献*に基づき設定
	標準偏差	φ	4 Tephra2に関する文献*に基づき設定
密度	岩片密度	kg/m <sup>3</sup>	2600 万年 (2013) より設定
	軽石密度	kg/m <sup>3</sup>	1000 万年 (2013) より設定
みかけ渦拡散係数	m <sup>2</sup> /s	0.04	万年 (2013) より設定
落下時間閾値	s	3600	万年 (2013) より設定
計算分割高	m	約100	万年 (2013) より設定
噴煙放出下限高度比	—	0.2	万年 (2013) を参考に設定



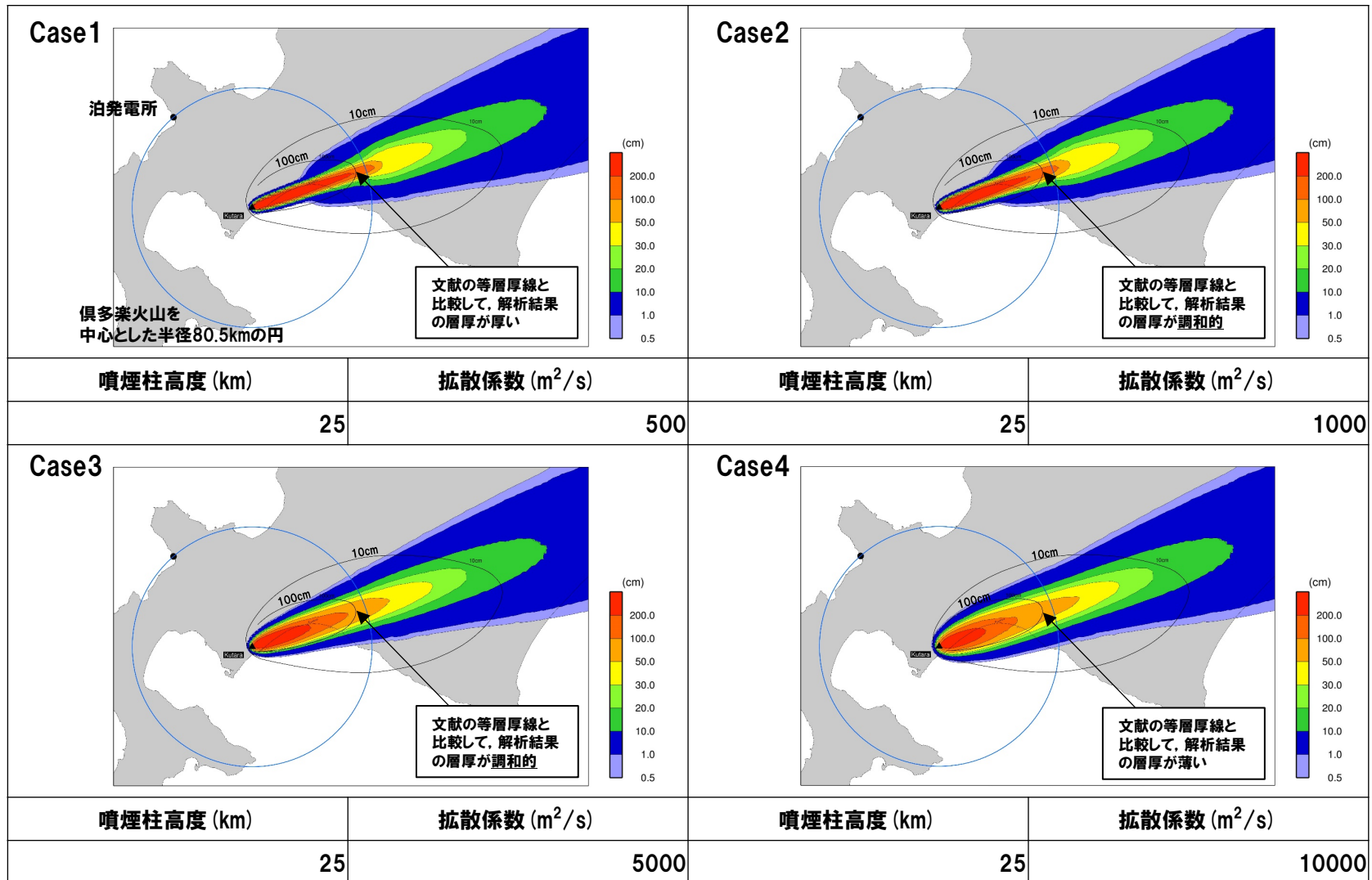
町田・新井 (2011) の等層厚線及び基本ケースの解析結果

\* Forecasting Tephra Dispersion Using TEPHRA2,  
Michigan Technological University

## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ④-1 基本ケースの決定-Kt-1 (倶多楽・登別火山群) (5/7) -

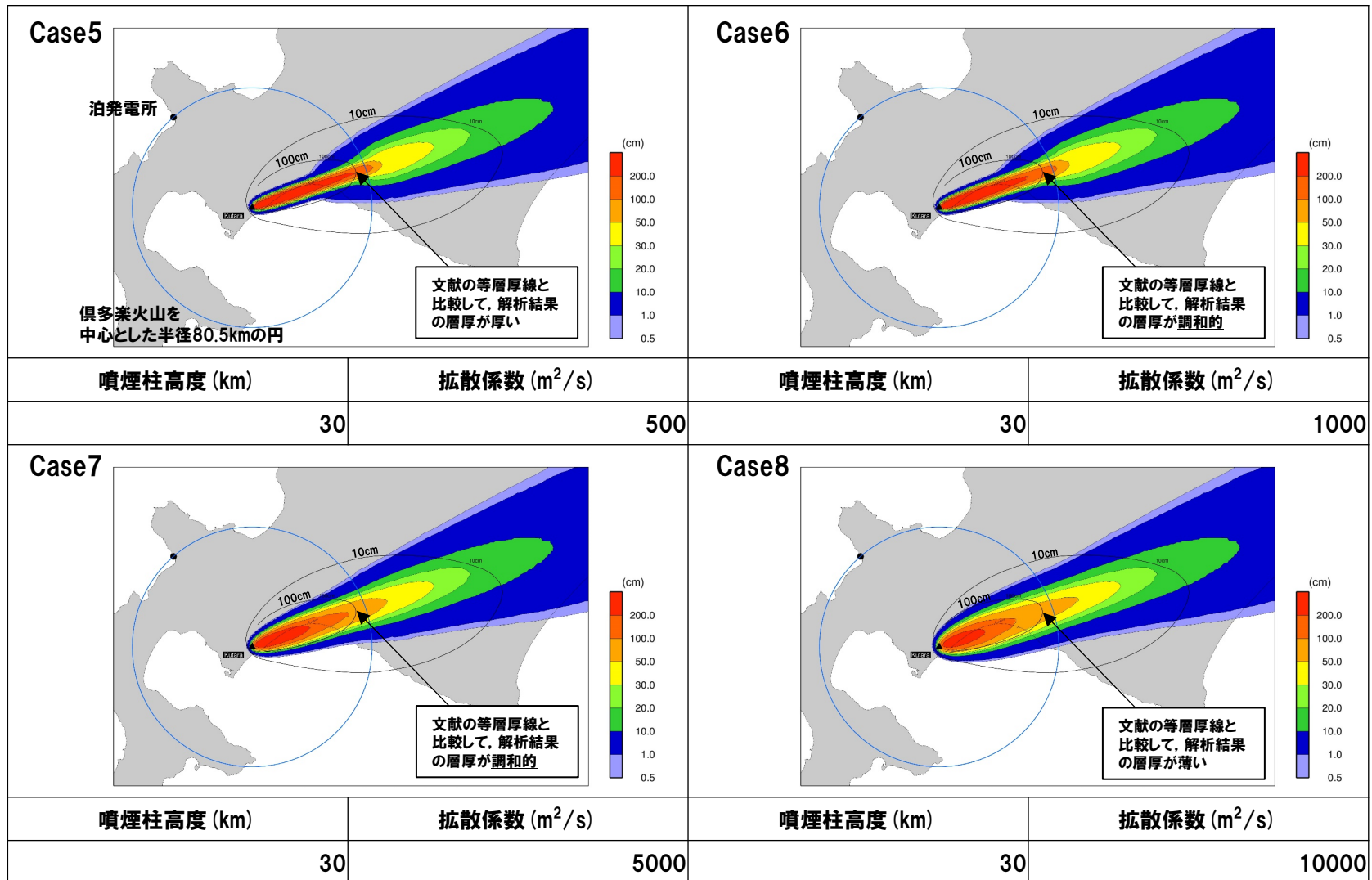
○各ケースの解析結果を以下に示す (Case1~Case4)。



## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ④-1 基本ケースの決定-Kt-1 (倶多楽・登別火山群) (6/7) -

○各ケースの解析結果を以下に示す (Case5~Case8)。

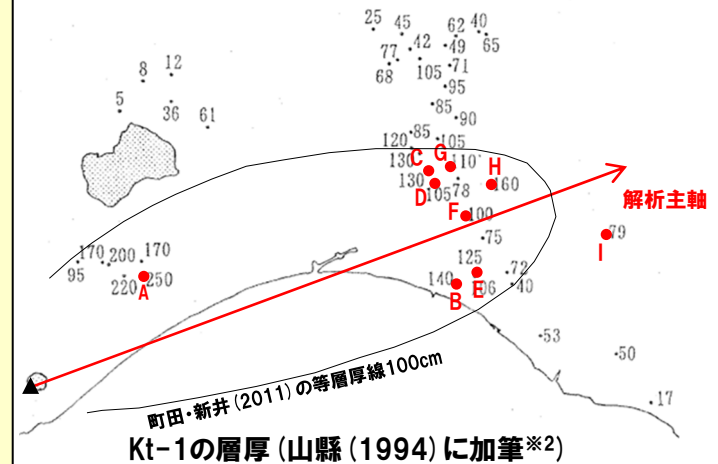


## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

### ④-1 基本ケースの決定-Kt-1 (倶多楽・登別火山群) (7/7) -

【文献に示される等層厚線との比較】

- 解析を実施した8ケースから、後述する「不確かさに関する検討」に用いるパラメータを設定するため、基本ケースを決定する。
- 基本ケースの決定については、文献に示される等層厚線図との比較により実施する。
- この比較については、後述する「不確かさに関する検討」において、敷地方向への仮想風を用い、敷地における降下火砕物の層厚評価を行うことから、以下の範囲に着目する。
  - ・降下火砕物の分布主軸付近
  - ・給源～敷地と同程度の距離付近 (約80.5km)
- 比較対象とする文献層厚及び解析層厚は以下とし、保守性を考慮し、文献層厚よりも解析層厚の方が厚くかつ両層厚の差が小さいケースを最も整合するケース (基本ケース) と判断する。  
 文献層厚: 解析主軸\*1付近に分布するもの (右図に示す地点A~I)  
 解析層厚: 解析主軸\*1上における給源からの距離が上記文献地点と等しい地点
- 比較の結果、まず、解析層厚 > 文献層厚となる地点が最も多い4ケース (Case1, Case2, Case5及びCase6) を抽出した。
- 次に、上記4ケースのうち、解析層厚と文献層厚の差が小さい地点が最も多いCase6を基本ケースとして決定した。



※1 文献に示される等層厚線において、給源から敷地までの距離と同距離付近に示されている等層厚線が100cmであることを踏まえ、解析における給源位置と100cm等層厚線の最遠方位置を結んだ直線

※2 山縣 (1994) においては、等層厚線が示されていないことから、山縣 (1994) 等に示される層厚値を用いて等層厚線を作図している町田・新井 (2011) の等層厚線を加筆

検討地点		文献*3層厚 (cm)	解析主軸上における解析層厚 (cm)*4							
地点記号	倶多楽・登別火山群からの距離 (km)		Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Case6	Case7	Case8
A	22	250	1029	813	423	310	854	706	388	278
B	58	140	175	176	118	94	182	173	116	91
C	60	130	223	191	118	95	222	190	114	91
D	60	105	223	191	118	95	222	190	114	91
E	62	125	249	207	118	85	246	206	114	89
F	62	100	249	207	118	85	246	206	114	89
G	63	110	157	150	100	85	163	155	106	79
H	67	160	198	172	101	76	196	169	105	78
I	79	79	150	127	81	64	155	131	84	63

※3 山縣 (1994)

※4 解析層厚 > 文献層厚となる地点を桃色ハッチングで示し、解析層厚が文献層厚により近い地点を赤字で表示



## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

### ④-2 不確かさに関する検討-Kt-1 (倶多楽・登別火山群) (1/6) -

- 敷地は、シミュレーション対象となる降下火砕物であるKt-1の給源(倶多楽・登別火山群)に対し、北西側に位置している。
- シミュレーションに使用する札幌管区気象台の風向・風速データの特徴を踏まえると、北東～東方向の風が卓越していることから、敷地は、給源に対して風上側の位置関係となる。
- したがって、降下火砕物のシミュレーションにおいては、各高度における合成風を用いた場合、各高度における風向の最頻値は卓越風の影響を強く受けることとなるため、敷地に向かう降灰分布となる可能性は小さい。
- このため、風向の不確かさに関する検討を実施することが、敷地の降下火砕物層厚評価に最も大きい影響を与えられことから、敷地方向への仮想風を用いた解析を実施する。

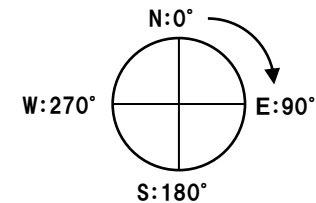
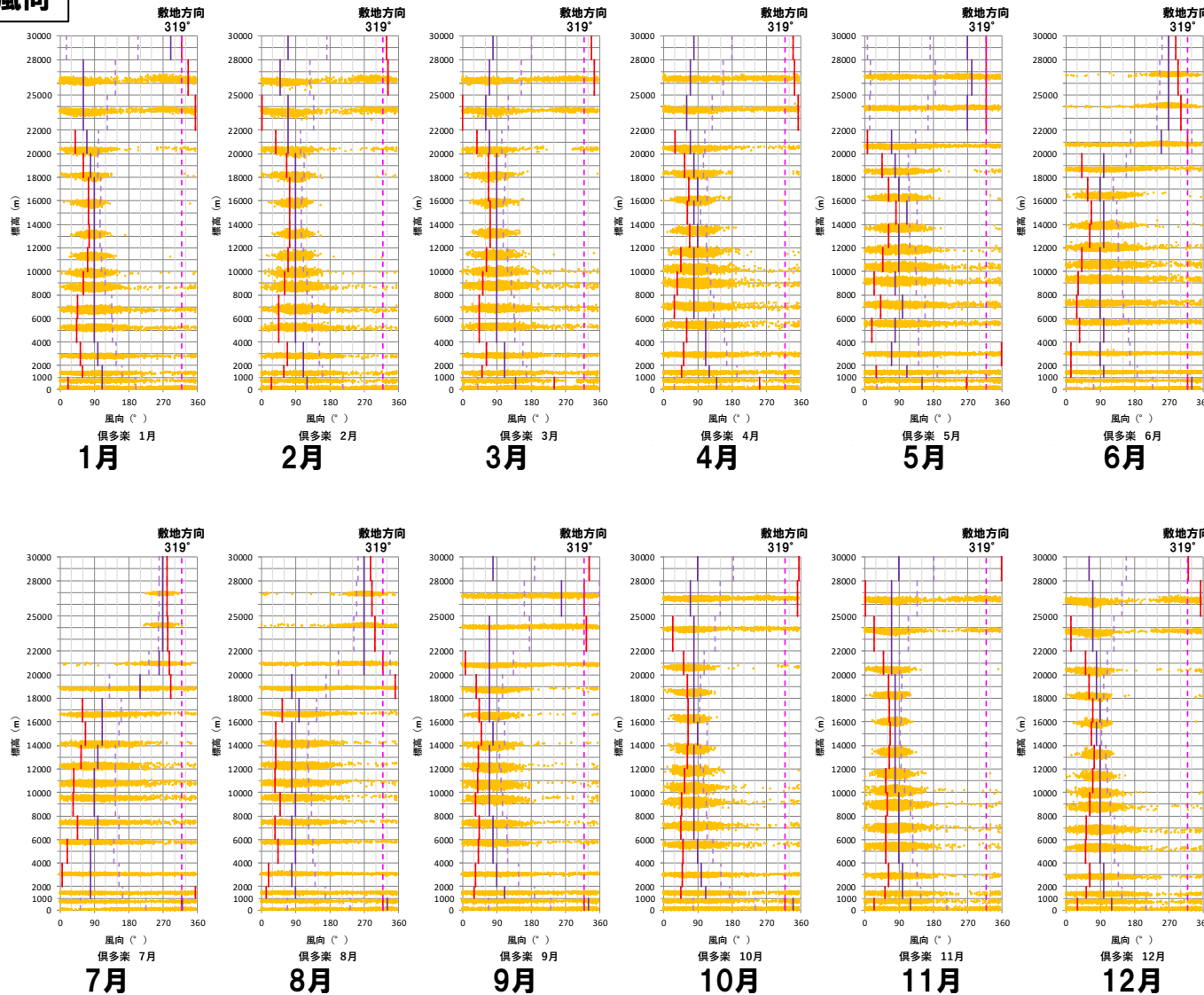
#### 【解析に用いる仮想風の検討】

- 敷地方向への仮想風を作成するため、月別の風を用いた解析(以下、月別解析と呼称)を実施し、最も敷地に影響のある月を選定した。
- 月別解析に用いる風データは、次頁～P67に示す各月の風データに基づき、以下の考え方により、高度ごとに作成した。
  - ・風向は、バラツキを考慮するため、最頻値( $\mu$ ) $\pm\sigma$ の範囲で、より敷地に近づく方向を採用した。
  - ・風速は、合成風速とした。

# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ④-2 不確かさに関する検討-Kt-1 (倶多楽・登別火山群) (2/6) -

### 風向



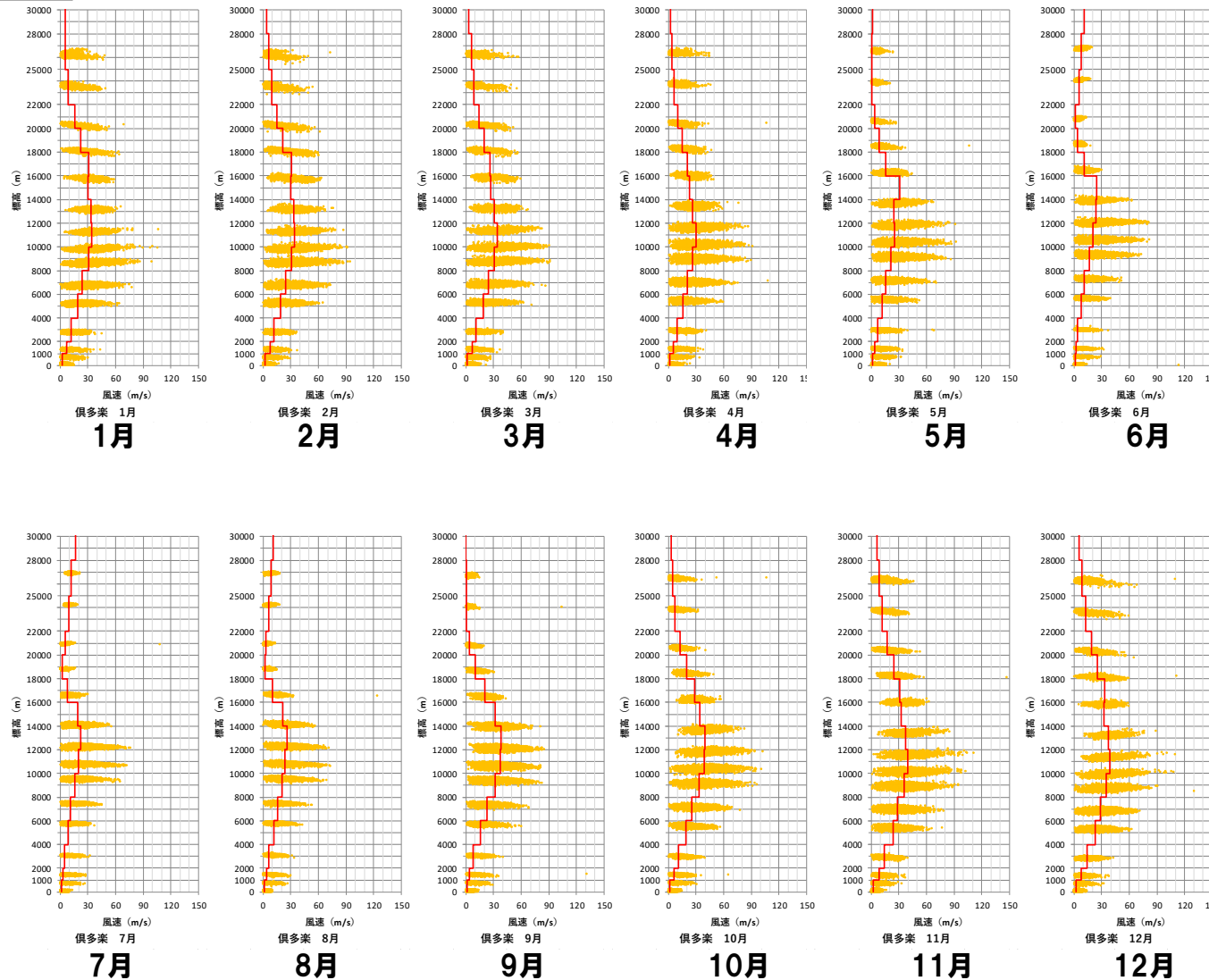
● 作成に使用したデータ(1983~2013年データ)  
 — 最頻値(μ)風向  
 - - 最頻値(μ)±σ方向  
 - - 最頻値(μ)±σの範囲で、より敷地に近づく方向

1月~12月の風向データ

# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ④-2 不確かさに関する検討-Kt-1 (倶多楽・登別火山群) (3/6) -

### 風速



● 使用データ(月別年値)(1983~2013年データ)  
 - 合成風速

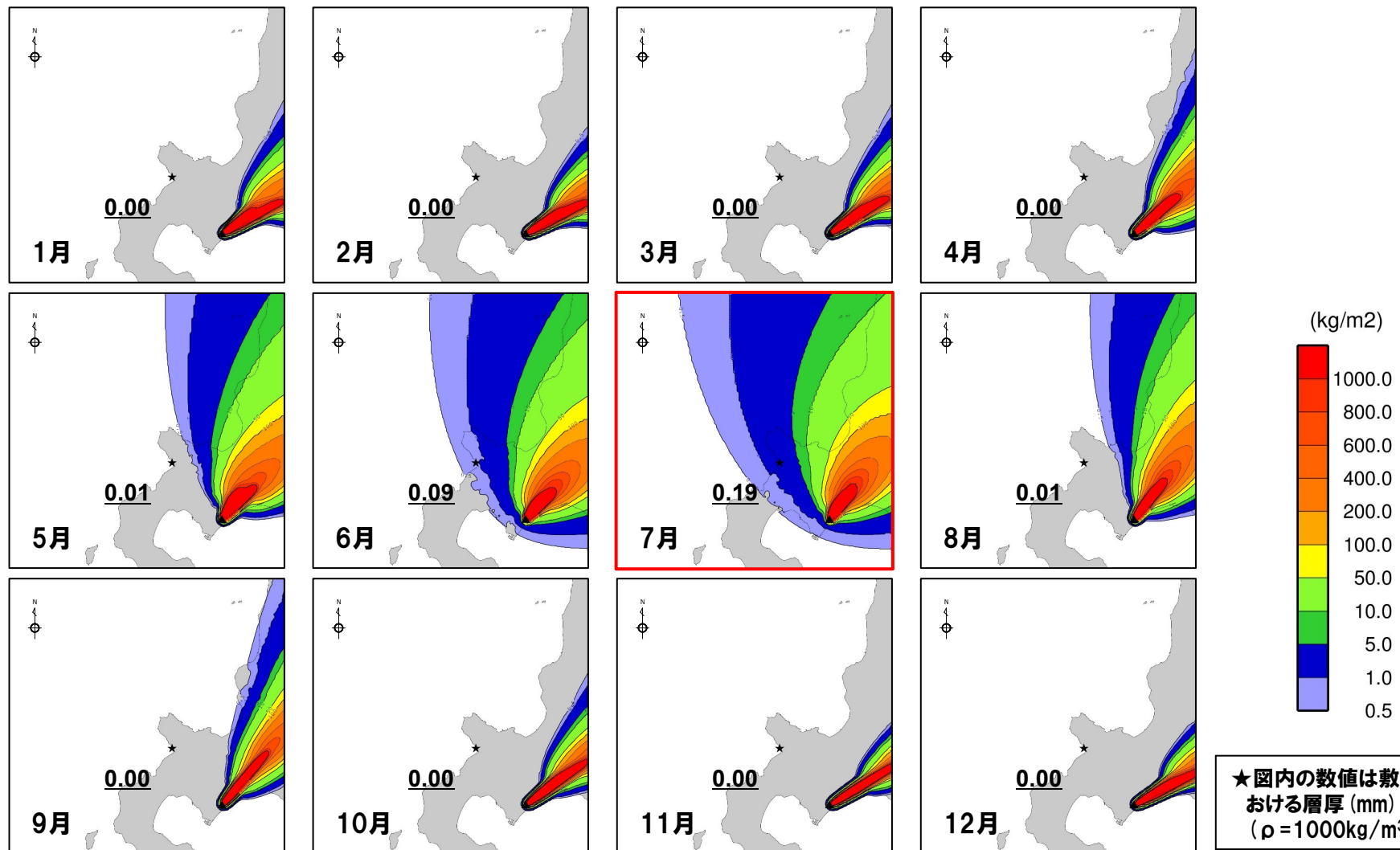
1月~12月の風速データ

## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ④-2 不確かさに関する検討-Kt-1 (倶多楽・登別火山群) (4/6) -

## 【解析に用いる仮想風の検討】

○月別解析を実施した結果、敷地においては、7月の降下量が最大となり、層厚0.19mmとなった。



## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

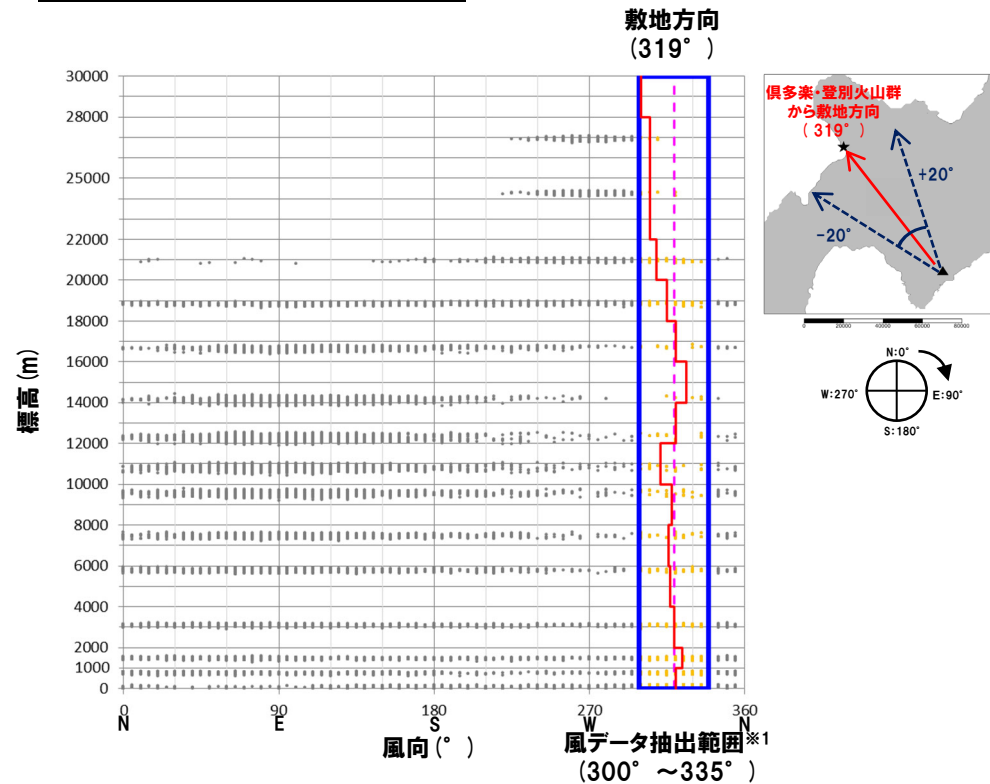
## ④-2 不確かさに関する検討-Kt-1 (倶多楽・登別火山群) (5/6) -

## 【解析に用いる仮想風の検討】

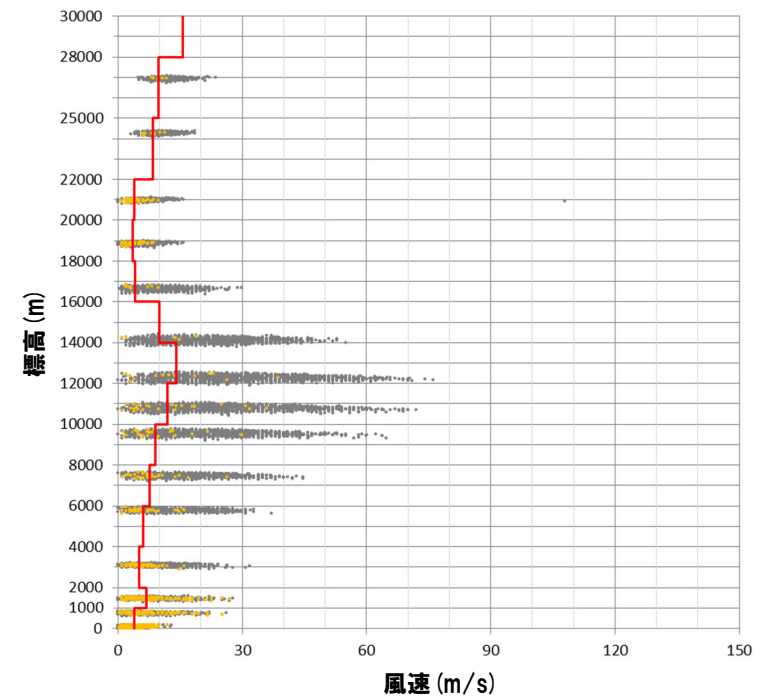
- 月別解析の結果, 最も敷地に影響のある7月を対象に, 敷地方向への仮想風を作成した。
- 仮想風については, 基本ケースと同様に, 倶多楽・登別火山群から敷地方向 $\pm 20^\circ$ の風を抽出し, 作成した。

## 敷地方向への仮想風の作成手順

## ① 敷地方向への風データの抽出



## ② 抽出した風データの合成⇒仮想風



- 観測データ (1983~2013年の7月データ)
- 使用データ (倶多楽・登別火山群から敷地方向への風) (1983~2013年の7月データ)
- 倶多楽・登別火山群から敷地方向への仮想風<sup>※2</sup> (1983~2013年の7月データ)

※1 風データの風向は,  $5^\circ$  刻みであることから, 敷地方向 $319^\circ$  ( $\approx 320^\circ$ ) から $\pm 20^\circ$  の範囲として,  $300^\circ \sim 335^\circ$  の範囲の風データを抽出した。

※2 仮想風は, 気象庁「気象観測統計指針」の合成風作成方法に従い作成した。

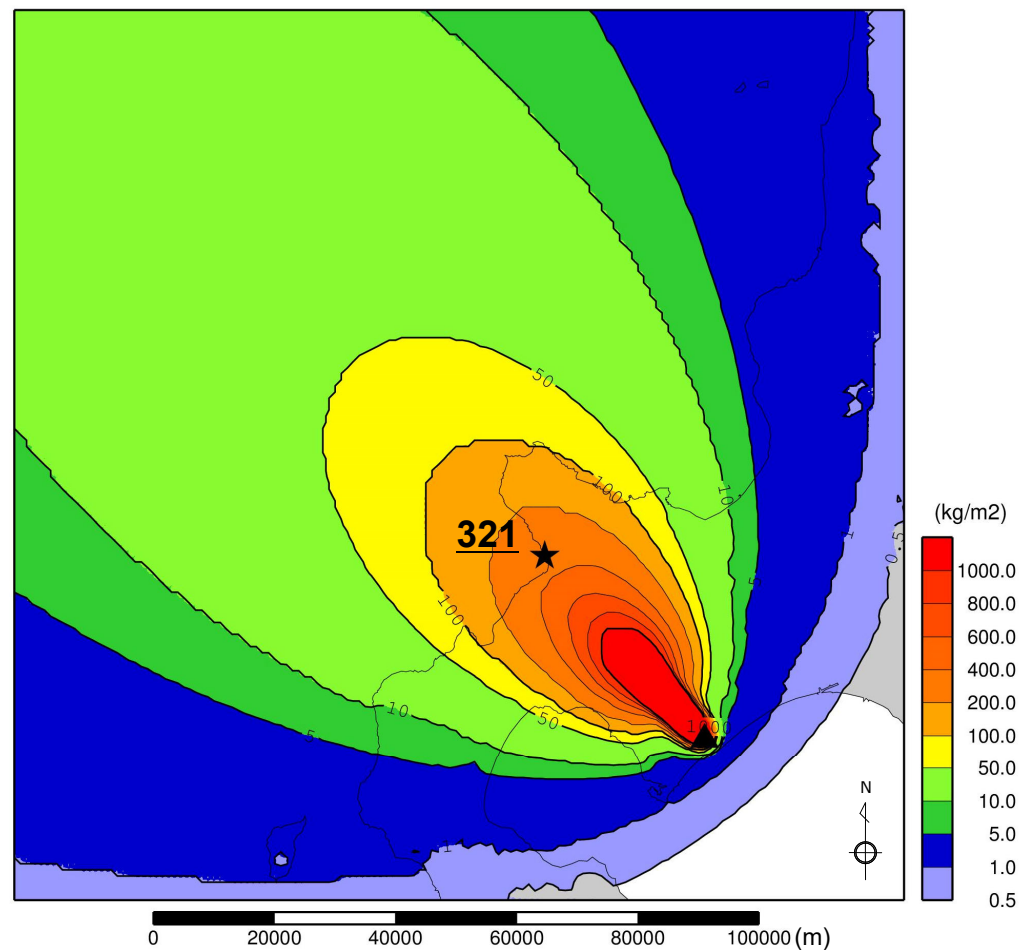
余白

## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ④-2 不確かさに関する検討-Kt-1 (倶多楽・登別火山群) (6/6) -

## 【敷地方向への仮想風を用いた検討】

○敷地方向への仮想風を用いた解析を実施した結果、敷地における降下火砕物の層厚は32.1cmとなった。



## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

### ⑤-1 基本ケースの決定-Yo-1(羊蹄山)(1/7)-

- 基本ケースを決定するためのパラメータは、以下に示す根拠に基づき、主に文献により設定した。
- なお、噴煙柱高度及び拡散係数については、文献の記載に幅があるため、パラメータスタディを実施し、柏原ほか(1976)の等層厚線との比較からパラメータを検討した。

#### 【噴煙柱高度】

- 各噴出物量やVEIに対応する噴煙柱高度を示している町田・新井(2011)による噴煙柱高度(VEI4:10~25km)を参考に、5km刻みで15km, 20km及び25kmに設定した。

#### 【拡散係数】

- シミュレーションの理論、プログラムの実行方法等について整理されている萬年(2013)において推奨されている範囲を参考に、500, 1000, 5000及び10000に設定した。

#### 【噴出物量】

- 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)より設定した。
- 須藤ほか(2007)に示されるYo-1の噴出物量については、同文献において降下火砕物単独の噴出物体積が示されていることに加え、以下の理由から、Hayakawa(1985)の経験式等に基づき算出した噴出物量よりも精緻なものであると考えられる。
  - ・須藤ほか(2007)において、Yo-1の等層厚線作成に当たり依拠したとされる文献では、当該等層厚線図は閉じた形状となっている
  - ・この等層厚線図は、地質調査データが充実していることから、複数の等層厚線が描かれている
  - ・須藤ほか(2007)においては、この等層厚線図に基づき、1辺約1kmメッシュ毎の噴出物体積の合算値を求めている

#### 【粒径】

- 最小粒径及び標準偏差については、Kt-1と同様に、Tephra2に関する文献<sup>\*2</sup>により設定。
- 最大粒径及び中央粒径については、Tephra2に関する文献<sup>\*2</sup>に基づき設定したが、解析を実施した結果、以下の状況が認められることから、複数地点の試料に対して粒度分析を実施している柏原ほか(1976)に示されたYo-1の粒径に基づき設定することとした。
  - ・羊蹄山から敷地と同程度の距離である約34km地点前後において、解析主軸上の層厚が、文献に示される等層厚線の分布主軸付近における層厚と比較して明らかに薄い(補足説明資料4章参照)

#### 【密度、みかけ渦拡散係数、落下時間閾値、計算分割高及び噴煙放出下限高度比】

- シミュレーションの理論、プログラムの実行方法等について整理されている萬年(2013)より設定した。
- なお、噴煙放出下限高度比については、推奨値として明示されている値が無いことから、萬年(2013)におけるPLUME\_RATIOのパラメータ概念図に示された値を参考に設定した。

- 柏原ほか(1976)の等層厚線図を次頁左図に、入力パラメータを次頁表に示す。

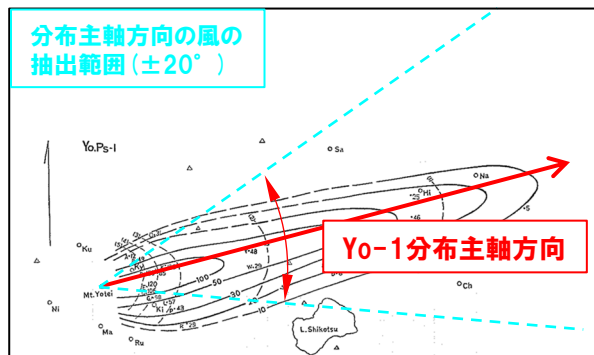
パラメータ  
スタディ

固定  
パラメータ



## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

### ⑤-1 基本ケースの決定-Yo-1 (羊蹄山) (2/7) -



Yo-1の等層厚線図  
(柏原ほか(1976)に加筆)

入力パラメーター一覧及び設定根拠

パラメータ		単位	値	設定根拠	
パラメータ スタディ	噴煙柱高度	km	15, 20, 25	町田・新井(2011)による噴煙柱高度(10~25km)を参考に設定※3	
	拡散係数	m <sup>2</sup> /s	500, 1000 5000, 10000	萬年(2013)を参考に設定	
固定 パラメータ	噴出物量	kg	5.30E+11	須藤ほか(2007)より設定	
	粒径	最大粒径	φ	-6	柏原ほか(1976)より設定
		最小粒径	φ	10	Tephra2に関する文献※2より設定
		中央粒径	φ	-1.5	柏原ほか(1976)より設定
		標準偏差	φ	1.5	Tephra2に関する文献※2より設定
	密度	岩片密度	kg/m <sup>3</sup>	2600	萬年(2013)より設定
		軽石密度	kg/m <sup>3</sup>	1000	萬年(2013)より設定
	みかけ渦拡散係数	m <sup>2</sup> /s	0.04	萬年(2013)より設定	
	落下時間閾値	s	3600	萬年(2013)より設定	
	計算分割高	m	約100	萬年(2013)より設定	
噴煙放出下限高度比	-	0.2	萬年(2013)を参考に設定		

※1 本シミュレーションにおいて噴出物量の設定に用いた須藤ほか(2007)に示されるYo-1の等層厚線は、町田・新井(1992)及び町田・新井(2003)に依拠して作成したとされている。また、町田・新井(1992)及び町田・新井(2003)に示されるYo-1の等層厚線図は、柏原ほか(1976)に依拠して作成したとされている。

※2 Forecasting Tephra Dispersion Using TEPHRA2, Michigan Technological University

※3 町田・新井(2011)において示される噴煙柱高度の範囲と、引用元とされているNewhall and Self(1982)の噴煙柱高度の範囲には相違がないことを確認している。

## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

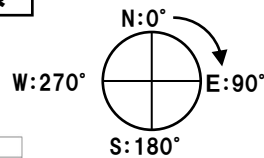
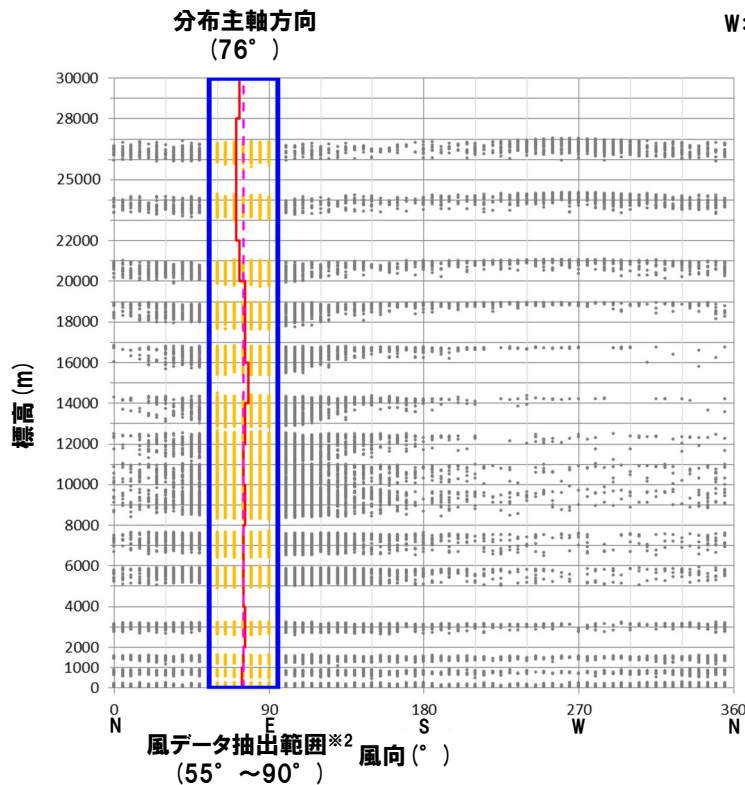
### ⑤-1 基本ケースの決定-Yo-1(羊蹄山)(3/7)-

○基本ケースを決定するための風データは、1983～2013年のデータから、柏原ほか(1976)の等層厚線図の分布主軸方向±20°※1の風を抽出し、合成風を作成した。

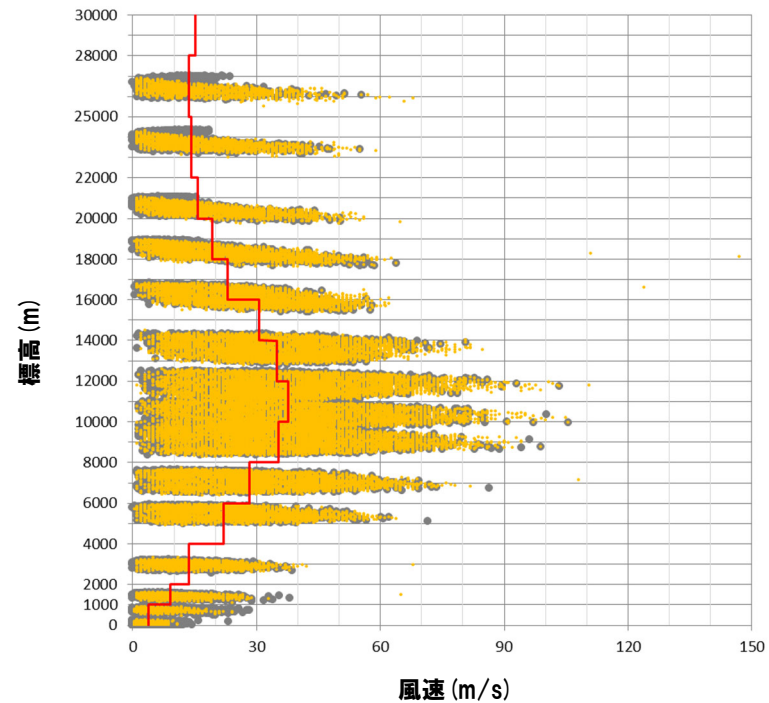
※1 Yo-1の文献に示される等層厚線図の分布主軸は北東方向に示されており、札幌管区气象台における風向データの卓越風(北東～東方向)と調和的な方向を示す。このため、卓越風の風向を示すデータを抽出すること及び風データの風向が、5°刻みであることを踏まえ、主軸方向から±20°を抽出範囲として設定している。

#### 等層厚線図の分布主軸方向の風データの作成手順

##### ①分布主軸方向の風データの抽出



##### ②抽出した風データの合成



- 観測データ(2011～2013年のデータのみ記載)
- 使用データ(分布主軸方向の風)(1983～2013年のデータ)
- 分布主軸方向
- 分布主軸方向の合成風※3(1983～2013年のデータ)

※2 風データの風向は、5°刻みであることから、等層厚線図の主軸方向76°(≒75°)から±20°の範囲として、55°～90°の範囲の風データを抽出した。

※3 合成風は、気象庁「気象観測統計指針」の合成風作成方法に従い作成した。

## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

### ⑤-1 基本ケースの決定-Yo-1(羊蹄山)(4/7)-

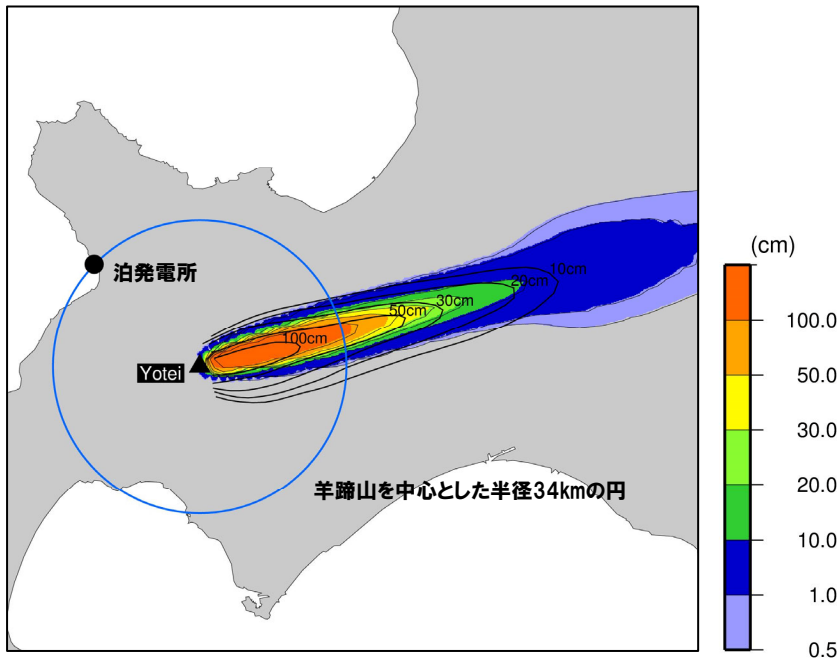
- 右上表に示すとおり噴煙柱高度と拡散係数をパラメータスタディを実施し、それ以外のパラメータを右下表の設定として、計12ケース (Case1~Case12) を実施した。
- これらのケースに対して、以下の範囲に着目した上で、保守性を考慮し、文献層厚よりも解析層厚の方が厚かつ両層厚の差が小さいケースを最も整合するケースと判断し、基本ケースに決定した。
  - ・降下火砕物の分布主軸付近
  - ・給源~敷地と同程度の距離付近
- 検討の結果、Case10を基本ケースとした(次頁~P78参照)。
- 基本ケースとして決定された噴煙柱高度及び拡散係数を右上表の赤囲みで示す。
- また、基本ケースの解析結果を左下図に示す。

基本ケースのパラメータスタディ

パラメータ	単位	パラメータスタディ			
噴煙柱高度	km	15,	20,	25	
拡散係数	m <sup>2</sup> /s	500,	1000,	5000,	10000

基本ケースのパラメータ

パラメータ	単位	値	設定根拠
噴出物量	kg	5.30E+11	須藤ほか(2007)より設定
噴煙柱高度	Km	25	パラメータスタディの結果に基づき設定
拡散係数	m <sup>2</sup> /s	1000	パラメータスタディの結果に基づき設定
粒径	最大粒径	φ	-6 柏原ほか(1976)より設定
	最小粒径	φ	10 Tephra2に関する文献*より設定
	中央粒径	φ	-1.5 柏原ほか(1976)より設定
	標準偏差	φ	1.5 Tephra2に関する文献*より設定
密度	岩片密度	kg/m <sup>3</sup>	2600 万年(2013)より設定
	軽石密度	kg/m <sup>3</sup>	1000 万年(2013)より設定
みかけ渦拡散係数	m <sup>2</sup> /s	0.04	万年(2013)より設定
落下時間閾値	s	3600	万年(2013)より設定
計算分割高	m	約100	万年(2013)より設定
噴煙放出下限高度比	-	0.2	万年(2013)を参考に設定



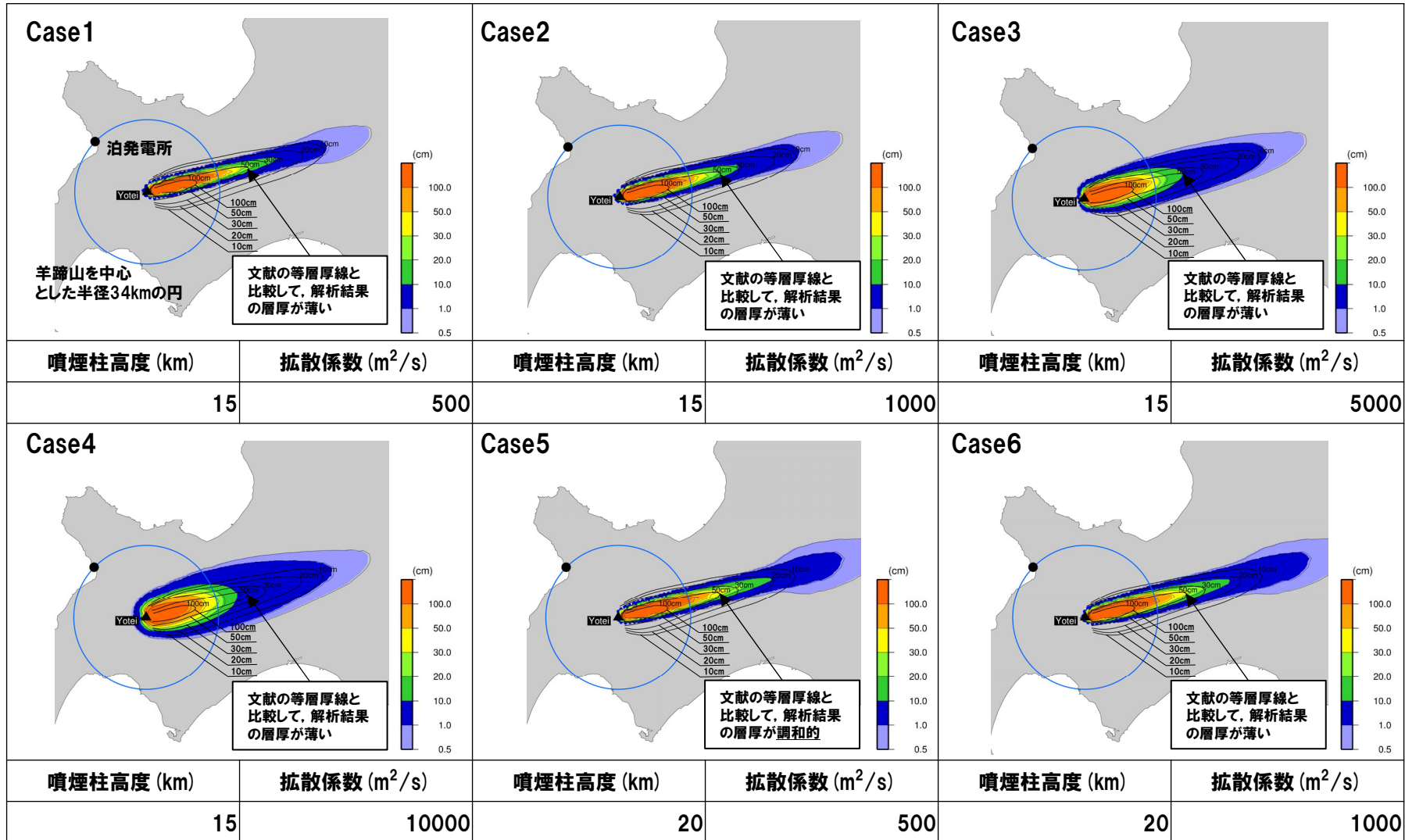
柏原ほか(1976)の等層厚線及び基本ケースの解析結果

※ Forecasting Tephra Dispersion Using TEPHRA2, Michigan Technological University

# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ⑤-1 基本ケースの決定-Yo-1(羊蹄山)(5/7)-

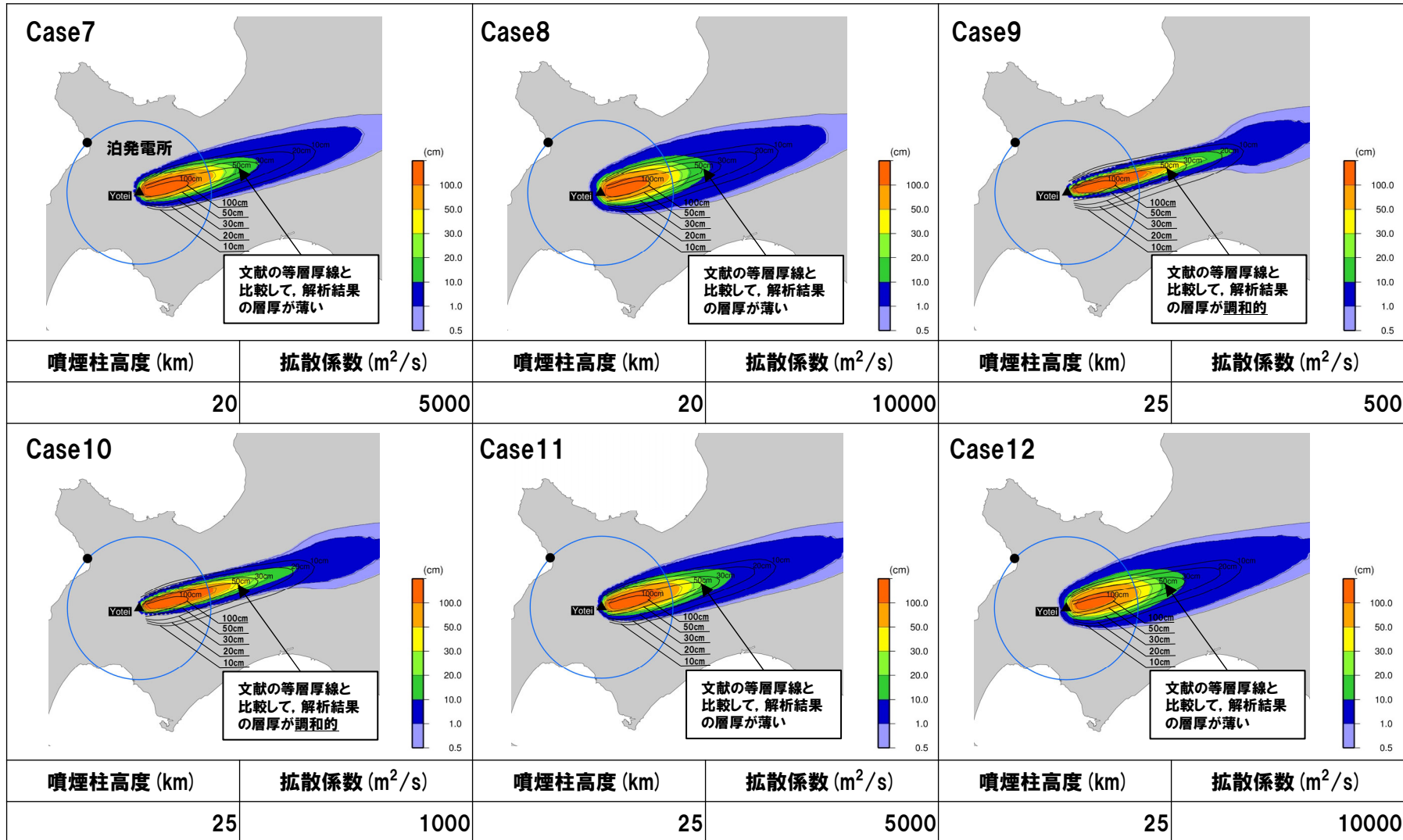
○各ケースの解析結果を以下に示す (Case1~Case6)。



# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ⑤-1 基本ケースの決定-Yo-1(羊蹄山)(6/7)-

○各ケースの解析結果を以下に示す (Case7~Case12)。

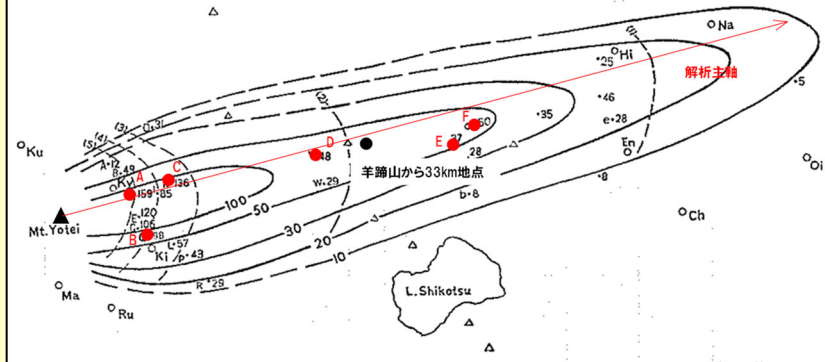


## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

### ⑤-1 基本ケースの決定-Yo-1(羊蹄山)(7/7)-

**【文献に示される等層厚線との比較】**

- 解析を実施した12ケースから、後述する「不確かさに関する検討」に用いるパラメータを設定するため、基本ケースを決定する。
- 基本ケースの決定については、文献に示される等層厚線図との比較により実施する。
- この比較については、後述する「不確かさに関する検討」において、敷地方向への仮想風を用い、敷地における降下火砕物の層厚評価を行うことから、以下の範囲に着目する。
  - ・降下火砕物の分布主軸付近
  - ・給源～敷地と同程度の距離付近(約34km)
- 比較対象とする文献層厚及び解析層厚は以下とし、保守性を考慮し、文献層厚よりも解析層厚の方が厚くかつ両層厚の差が小さいケースを最も整合するケース(基本ケース)と判断する。
  - 文献層厚: 解析主軸<sup>※1</sup>付近に分布するもの(右図に示す地点A~F)
  - 解析層厚: 解析主軸<sup>※1</sup>上における給源からの距離が上記文献地点と等しい地点
- 比較の結果、まず、解析層厚>文献層厚となる地点が最も多い4ケース(Case5, Case6, Case9及びCase10)を抽出した。
- 次に、上記4ケースのうち、解析層厚と文献層厚の差が小さい地点が最も多いCase10を基本ケースとして決定した。



Yo-1の等層厚線図(柏原ほか(1976)に加筆)

※1 文献に示される等層厚線において、給源から敷地までの距離と同距離付近に示されている等層厚線が50cm及び100cmの間であることを踏まえ、解析における給源位置と50cm等層厚線の最遠方位置を結んだ直線  
 なお、給源位置と100cm等層厚線の最遠方位置を結んだ直線と比較し、その向きに大きな差異はない

検討地点		文献 <sup>※2</sup> 層厚 (cm)	解析主軸上における解析層厚(cm) <sup>※3</sup>											
地点記号	羊蹄山 からの距離 (km)		Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Case6	Case7	Case8	Case9	Case10	Case11	Case12
A	8	159	718	603	321	225	564	470	257	187	442	375	197	148
B	10	98	420	409	266	196	340	343	225	166	290	287	189	141
C	13	136	600	488	242	174	526	417	226	157	453	363	197	138
D	29	48	136	110	55	41	201	162	83	60	136	184	97	71
E	43	37	27	23	14	10	46	41	23	18	59	53	31	23
F	46	60	31	24	12	8	50	39	20	15	43	51	27	20

※2 柏原ほか(1976)

※3 解析層厚>文献層厚となる地点を桃色ハッチングで示し、解析層厚が文献層厚により近い地点を赤字で表示

## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

### ⑤-2 不確かさに関する検討-Y0-1 (羊蹄山) (1/6) -

一部修正 (H26/3/12審査会合)

- 敷地は、シミュレーション対象となる降下火砕物であるY0-1の給源(羊蹄山)に対し、北西側に位置している。
- シミュレーションに使用する札幌管区気象台の風向・風速データの特徴を踏まえると、北東～東方向の風が卓越していることから、敷地は、給源に対して風上側の位置関係となる。
- したがって、降下火砕物のシミュレーションにおいては、各高度における合成風を用いた場合、各高度における風向の最頻値は卓越風の影響を強く受けることとなるため、敷地に向かう降灰分布となる可能性は小さい。
- このため、風向の不確かさに関する検討を実施することが、敷地の降下火砕物層厚評価に最も大きい影響を与えられことから、敷地方向への仮想風を用いた解析を実施する。

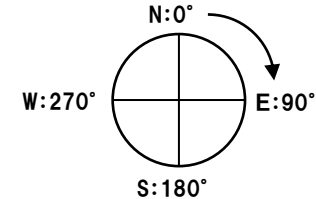
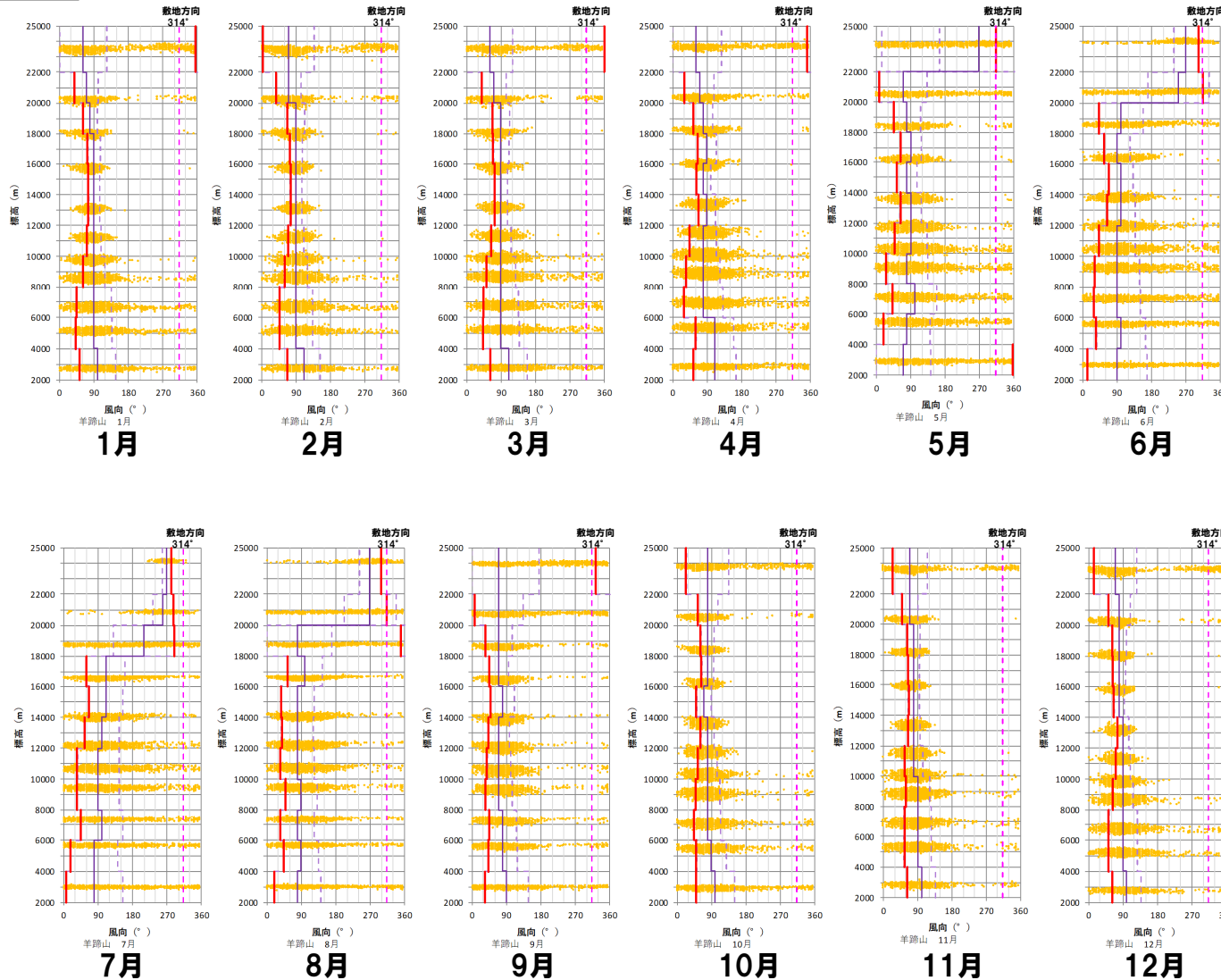
#### 【解析に用いる仮想風の検討】

- 敷地方向への仮想風を作成するため、月別解析を実施し、最も敷地に影響のある月を選定した。
- 月別解析に用いる風データは、次頁～P81に示す各月の風データに基づき、以下の考えにより、高度ごとに作成した。
  - ・風向は、バラツキを考慮するため、最頻値( $\mu$ ) $\pm\sigma$ の範囲で、より敷地に近づく方向を採用した。
  - ・風速は、合成風速とした。

# 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ⑤-2 不確かさに関する検討-Yo-1 (羊蹄山) (2/6) -

### 風向



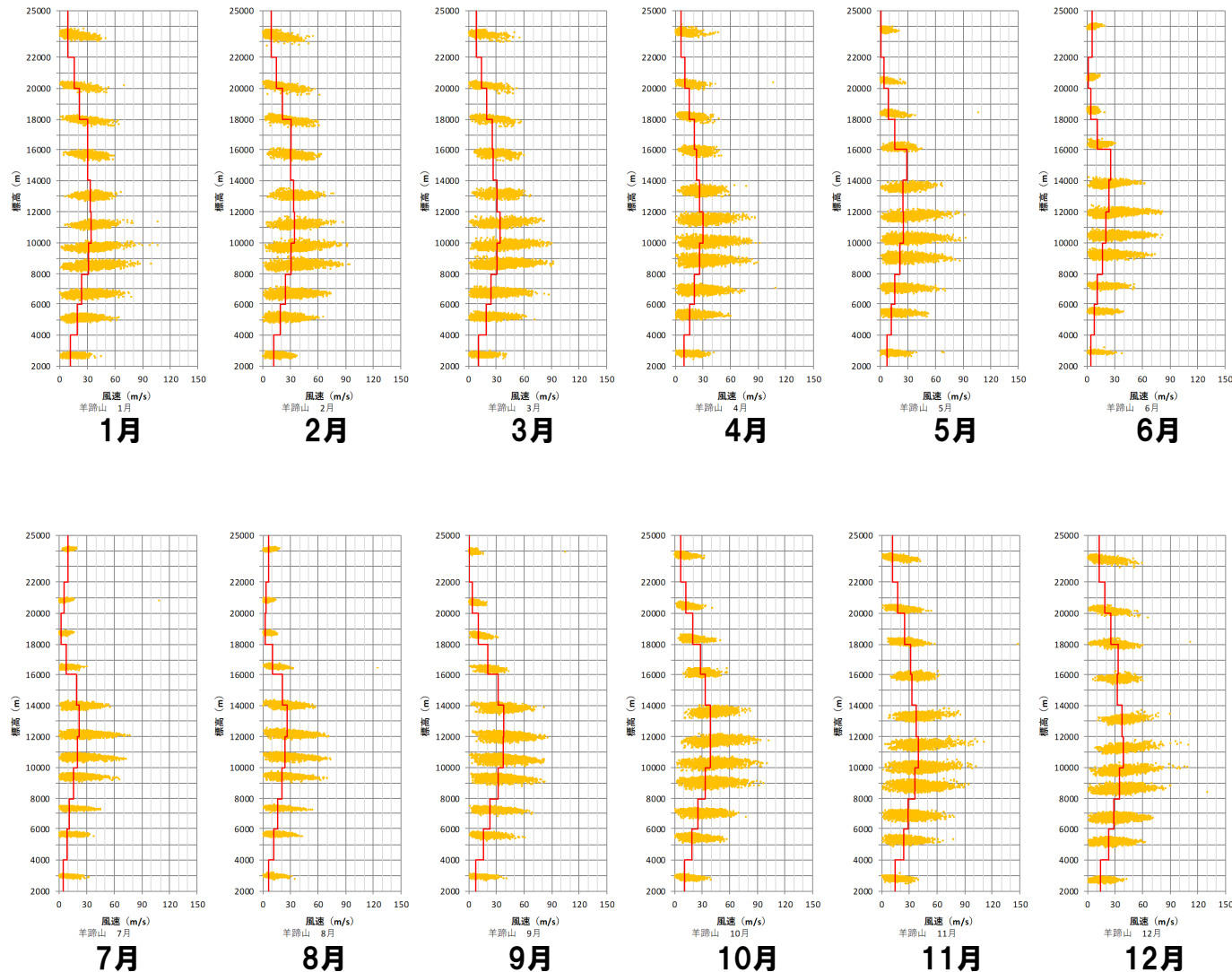
1月~12月の風向データ



## 5. 1. 2 降下火砕物シミュレーション

## ⑤-2 不確かさに関する検討-Yo-1 (羊蹄山) (3/6) -

## 風速



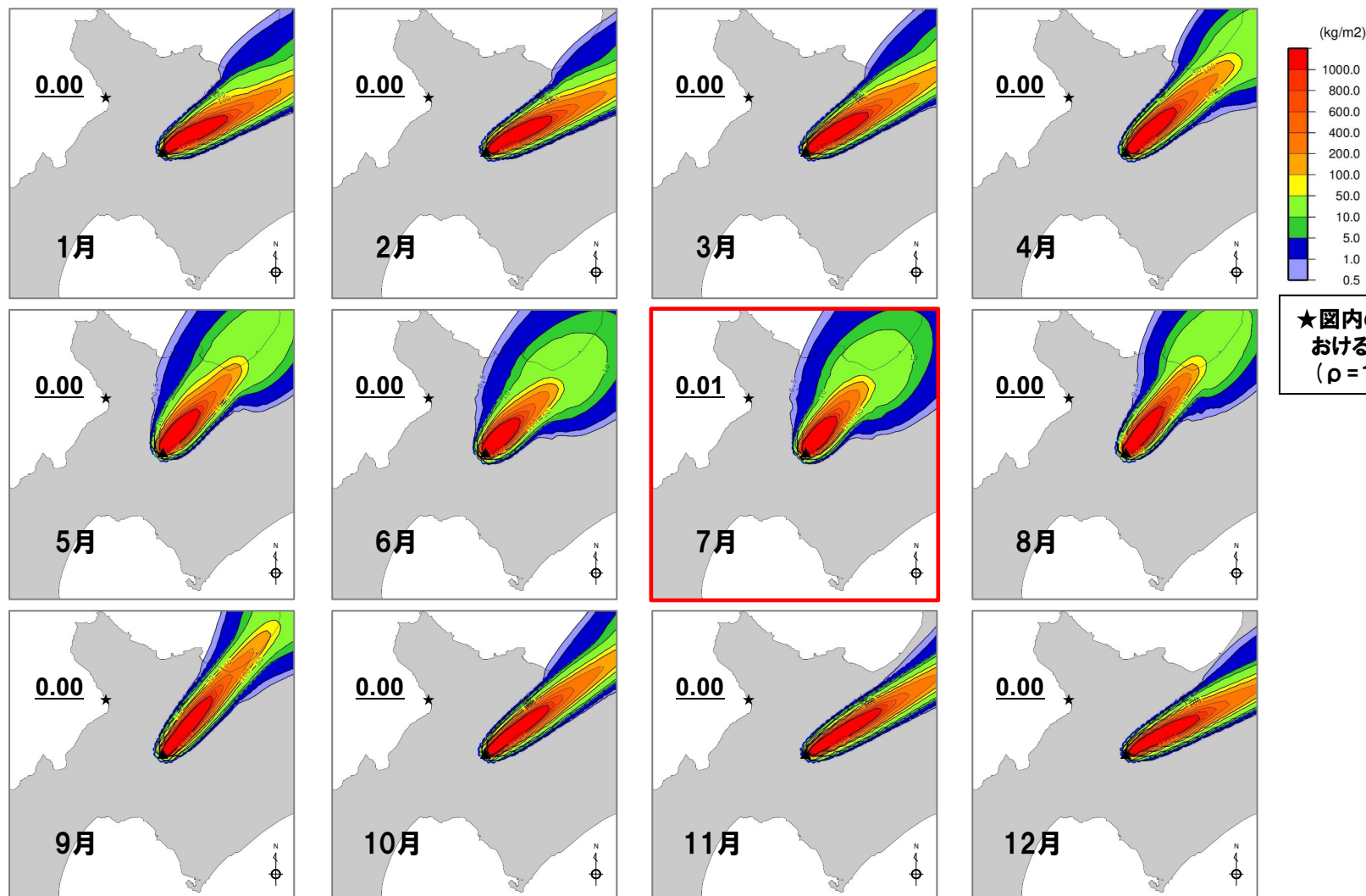
1月~12月の風速データ

## 5. 1. 2 降下火砕物シミュレーション

## ⑤-2 不確かさに関する検討-Yo-1 (羊蹄山) (4/6) -

## 【解析に用いる仮想風の検討】

○月別解析を実施した結果、敷地においては、7月の降下量が最大となり、層厚0.01mmとなった。



## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

## ⑤-2 不確かさに関する検討-Y0-1 (羊蹄山) (5/6) -

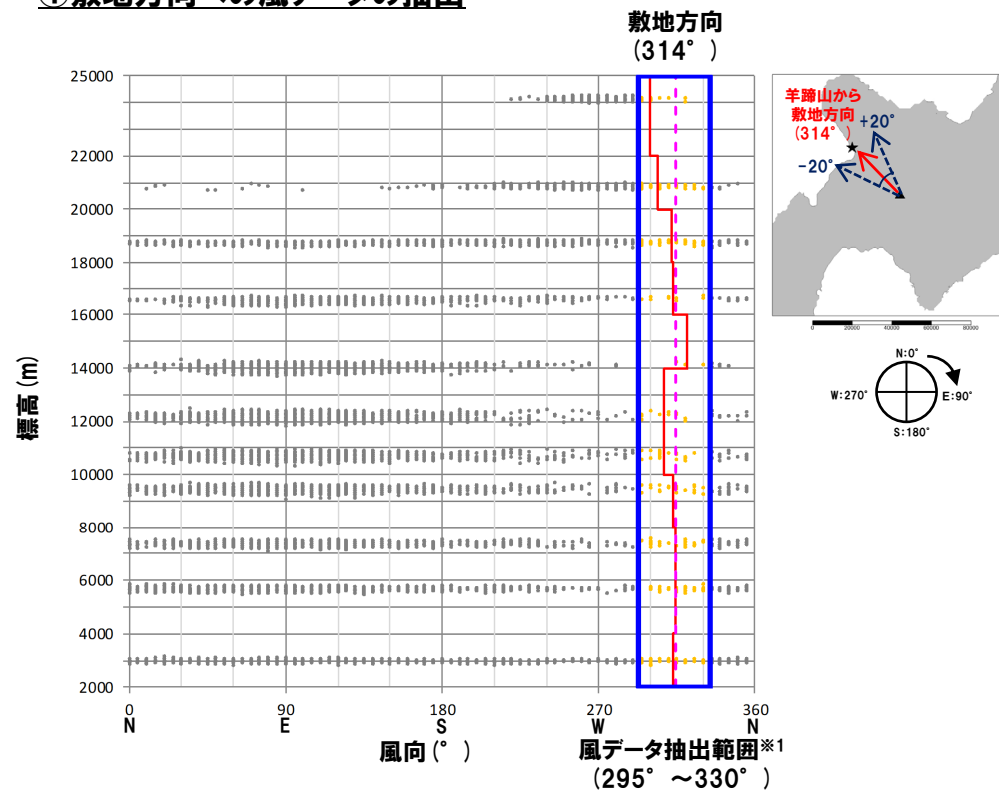
一部修正 (H26/3/12審査会合)

## 【解析に用いる仮想風の検討】

- 月別解析の結果, 最も敷地に影響のある7月を対象に, 敷地方向への仮想風を作成した。
- 仮想風については, 基本ケースと同様に, 羊蹄山から敷地方向 $\pm 20^\circ$ の風を抽出し, 作成した。

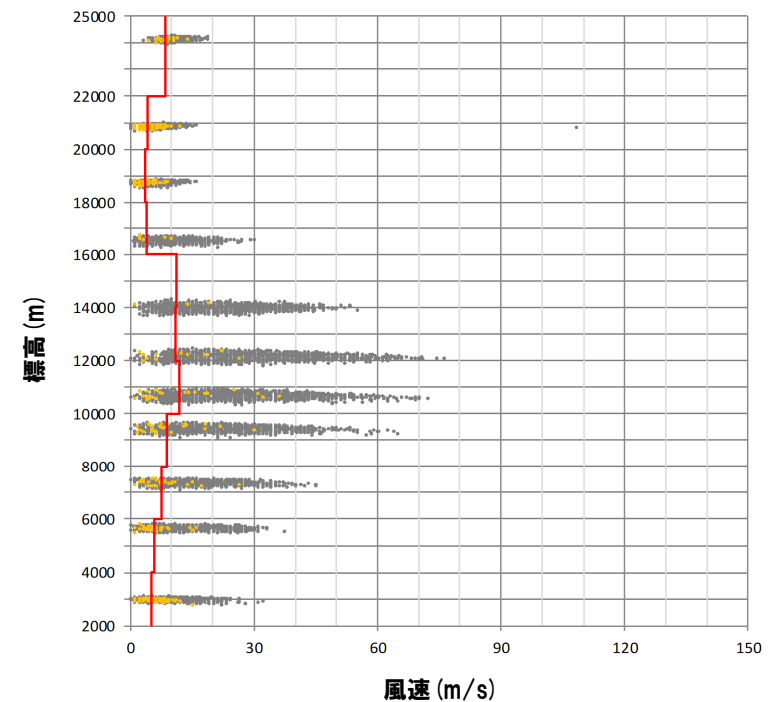
## 敷地方向への仮想風の作成手順

## ① 敷地方向への風データの抽出



- 観測データ (1983~2013年の7月データ)
- 使用データ (羊蹄山から敷地方向への風) (1983~2013年の7月データ)
- 羊蹄山から敷地方向への風※2 (1983~2013年の7月データ)

## ② 抽出した風データの合成⇒仮想風



- ※1 風データの風向は,  $5^\circ$  刻みであることから, 敷地方向 $314^\circ$  ( $\approx 315^\circ$ )から $\pm 20^\circ$ の範囲として,  $295^\circ \sim 330^\circ$ の範囲の風データを抽出した。
- ※2 仮想風は, 気象庁「気象観測統計指針」の合成風作成方法に従い作成した。

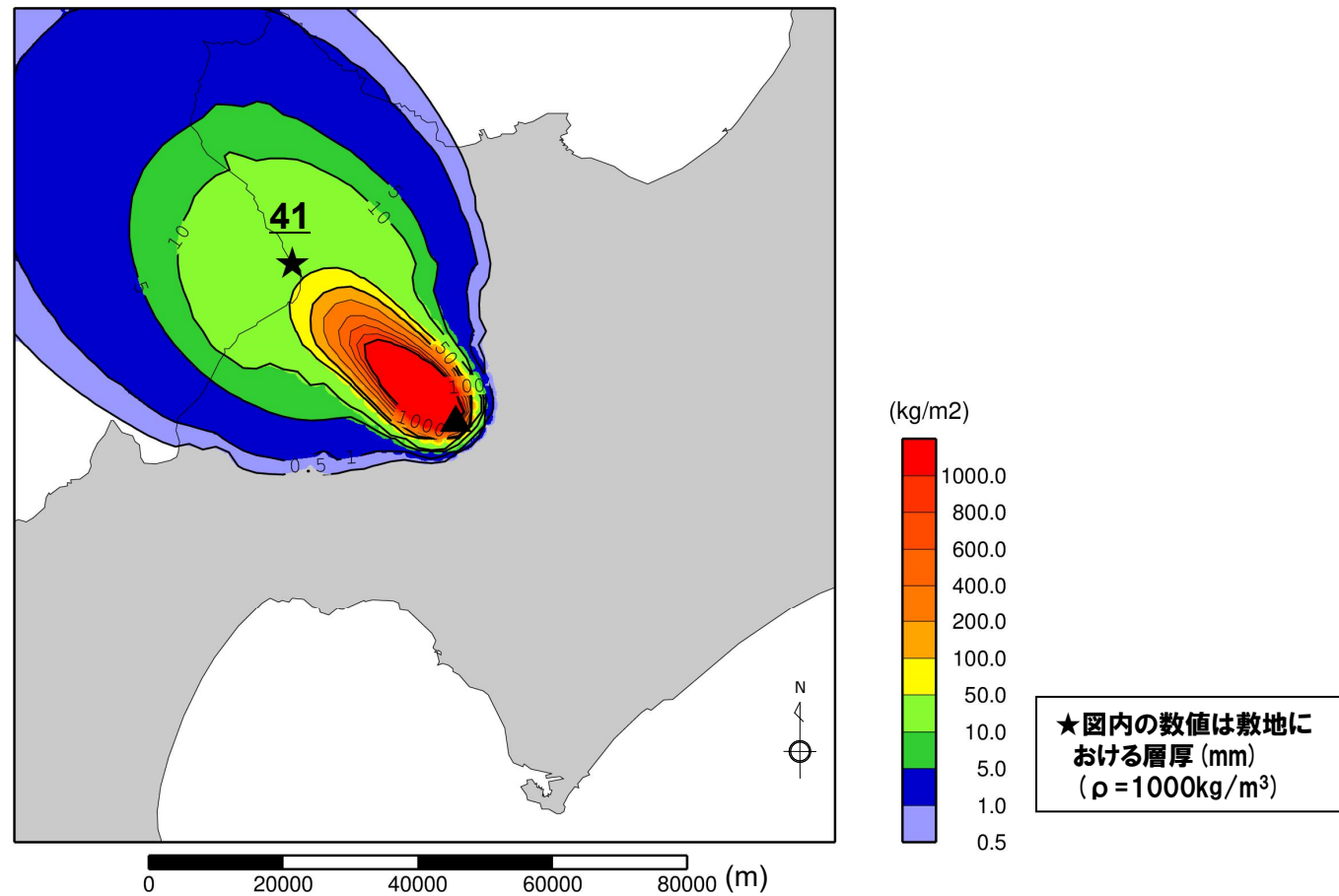
余白

## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

### ⑤-2 不確かさに関する検討-Yo-1(羊蹄山)(6/6)-

【敷地方向への仮想風を用いた検討】

○敷地方向への仮想風を用いた解析を実施した結果、敷地における降下火砕物の層厚は4.1cmとなった。



余白

## 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

### ⑥ まとめ

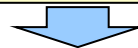
#### 【シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出】

##### (検討対象となる降下火砕物の選定)

- 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を選定した。
- また、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持つ降下火砕物を選定した。

##### (選定した降下火砕物のスクリーニング)

- 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、スクリーニングを実施し、敷地への影響が大きい降下火砕物として以下を抽出した。
  - ・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)



#### 【泊発電所の特徴を踏まえた降下火砕物シミュレーション】

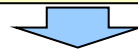
○Yo-1及びKt-1が降下火砕物シミュレーションの対象として抽出されることから、この降下火砕物を対象にシミュレーションを実施した。

##### (基本ケースの決定)

- 後述する「不確かさに関する検討」においては、風向の不確かさに関する検討を行うことから、まず、それ以外の入力パラメータを設定するため、文献に示される等層厚線図との比較から、最も整合する解析ケースを基本ケースとして決定した。

##### (不確かさに関する検討)

- 卓越風(北東～東方向)の状況を踏まえると、敷地は、給源に対して風上側の位置関係となることから、風向の不確かさを考慮して、敷地方向への仮想風を設定することが、敷地の降下火砕物層厚評価に最も大きい影響を与えられと考える。
- このため、基本ケースに対して、敷地方向への仮想風を用いた解析を実施した。
- 敷地方向への仮想風は、月別解析から最も敷地に影響のある月を選定し、選定月の風データを用いて作成した。
- 解析の結果、降下火砕物シミュレーションによる敷地における降下火砕物の層厚は、以下のとおりである。
  - ・Kt-1 (倶多楽・登別火山群) : 32.1cm
  - ・Yo-1 (羊蹄山) : 4.1cm



#### 【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Kt-1 (32.1cm) を、層厚評価の対象候補とする。

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 .....	
3.1 地理的領域にある第四紀火山 .....	
3.2 将来の火山活動可能性の評価 .....	
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 .....	
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 .....	
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 .....	
4.2.2 支笏カルデラの評価 .....	
4.2.3 洞爺カルデラの評価 .....	
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 .....	
4.4 ニセコ・雷電火山群の評価 .....	
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. 19
5.1 降下火砕物の影響評価 .....	P. 23
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物 .....	P. 23
5.1.2 降下火砕物シミュレーション .....	P. 37
5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚 .....	P. 89
5.1.4 設計に用いる降下火砕物の密度・粒径 .....	P. 93
5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価 .....	P. 97
6. 火山活動のモニタリング .....	
7. 火山影響評価のまとめ .....	
参考文献 .....	P. 114

「6. 火山活動のモニタリング」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

## 泊発電所における火山影響評価のうち影響評価の流れ

一部修正 (R6/2/16審査会合)

### 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、設計に用いる降下火砕物の層厚評価を実施  
また、文献に基づき設計に用いる降下火砕物の密度・粒径を設定

##### 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	—
地理的領域内	阿蘇4(Aso-4)	阿蘇カルデラ	文献調査	15cm以上若しくは15~20cm
			地質調査	5cm
	クツチャロ-羽根(Ko-Hb)	屈斜路カルデラ	文献調査	0~10cm
			地質調査	—
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	2cm以下
			地質調査	—
	クツラ第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	—
給源不明	洞爺火山灰(Toya)	洞爺カルデラ	文献調査	30cm以上
			地質調査	少なくとも70cm
	2000年有珠山噴火	有珠山	文献調査	0cm以上
			地質調査	—
給源不明	火山灰(黄灰色B)	不明	文献調査	—
			地質調査	最大層厚約23cm
	火山灰(黄灰色A)	不明	文献調査	—
		地質調査	最大層厚約18cm	
	H26共和6火山灰	不明	文献調査	—
		地質調査	約15cm	

○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

【シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出】

(検討対象となる降下火砕物の選定) (抽出数:38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:11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)

(選定した降下火砕物のスクリーニング)

- ・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 (抽出数:2テフラ)

- ・Yo-1 (敷地との距離が最も近い)
- ・Kt-1 (分布軸上における給源〜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)

【基本ケースの決定】

- ・【不確かさに関する検討】においては、風向の不確かさに関する検討を行うことから、まず、それ以外の入力パラメータを設定するため、文献に示される等層厚線図との比較から、最も整合する解析ケースを基本ケースとして決定

【不確かさに関する検討】

- ・卓越風(北東〜東方向)の状況を踏まえると、敷地は、給源に対して風上側の位置関係となることから、風向の不確かさを考慮して、敷地方向への仮想風を設定することが、敷地の降下火砕物層厚評価に最も大きい影響を与えると考えられる
- ・このため、基本ケースに対して、敷地方向への仮想風を用いた解析を実施

【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Kt-1(32.1cm)を、層厚評価の対象候補とする。

#### 5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚

○層厚評価の対象候補のうち、最も層厚の厚いKt-1(倶多楽・登別火山群)の32.1cmを踏まえ、敷地における降下火砕物の層厚を、40cmとする。

#### 5.1.4 設計に用いる降下火砕物の密度・粒径

- 至近に実施した敷地における地質調査において降下火砕物が確認されていないことから、文献に基づき設定
  - ・湿潤密度: 1.5g/cm<sup>3</sup>
  - ・乾燥密度: 0.7g/cm<sup>3</sup>
  - ・粒径: 4.0mm以下

### 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

### 5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚

#### 降下火砕物の層厚

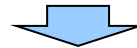
##### 【層厚評価の対象候補となる降下火砕物】

(文献調査及び地質調査)

- 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。

(降下火砕物シミュレーション)

- 最も層厚が大きいKt-1(層厚32.1cm)を層厚評価の対象候補とする。



##### 【設計に用いる降下火砕物の層厚】

- 設計に用いる降下火砕物の層厚は、層厚評価の対象候補のうち、最も層厚の厚いKt-1(倶多楽・登別火山群)の32.1cmを踏まえ、敷地における降下火砕物の層厚を、40cmとする。

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 .....	
3.1 地理的領域にある第四紀火山 .....	
3.2 将来の火山活動可能性の評価 .....	
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 .....	
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 .....	
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 .....	
4.2.2 支笏カルデラの評価 .....	
4.2.3 洞爺カルデラの評価 .....	
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 .....	
4.4 ニセコ・雷電火山群の評価 .....	
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. 19
5.1 降下火砕物の影響評価 .....	P. 23
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物 .....	P. 23
5.1.2 降下火砕物シミュレーション .....	P. 37
5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚 .....	P. 89
5.1.4 設計に用いる降下火砕物の密度・粒径 .....	P. 93
5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価 .....	P. 97
6. 火山活動のモニタリング .....	
7. 火山影響評価のまとめ .....	
参考文献 .....	P. 114

「6. 火山活動のモニタリング」については、今後説明予定

# 5. 1. 4 設計に用いる降下火砕物の密度・粒径

## 泊発電所における火山影響評価のうち影響評価の流れ

一部修正 (R6/2/16審査会合)

### 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, 設計に用いる降下火砕物の層厚評価を実施  
また, 文献に基づき設計に用いる降下火砕物の密度・粒径を設定

##### 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	—
地理的領域内	阿蘇4(Aso-4)	阿蘇カルデラ	文献調査	15cm以上若しくは15~20cm
			地質調査	5cm
	クツチャロ-羽根(Ko-Hb)	屈斜路カルデラ	文献調査	0~10cm
			地質調査	—
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	2cm以下
			地質調査	—
	クツタラ第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	—
給源不明	洞爺火山灰(Toya)	洞爺カルデラ	文献調査	30cm以上
			地質調査	少なくとも70cm
	2000年有珠山噴火	有珠山	文献調査	0cm以上
			地質調査	—
給源不明	火山灰(黄灰色B)	不明	文献調査	—
			地質調査	最大層厚約23cm
	火山灰(黄灰色A)	不明	文献調査	—
		地質調査	最大層厚約18cm	
	H26共和6火山灰	不明	文献調査	—
		地質調査	約15cm	

○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. 3 設計に用いる降下火砕物の層厚

○層厚評価の対象候補のうち, 最も層厚の厚いKt-1(倶多楽・登別火山群)の32.1cmを踏まえ, 敷地における降下火砕物の層厚を, 40cmとする。

##### 5. 1. 2 降下火砕物シミュレーション

シミュレーション対象となる降下火砕物を抽出した後, 敷地と給源の位置関係及びシミュレーションに用いる風データの特徴を踏まえ, 不確かさを考慮したシミュレーションを実施

【シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出】

(検討対象となる降下火砕物の選定)(抽出数:38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:11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)

(選定した降下火砕物のスクリーニング)

- ・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(抽出数:2テフラ)

- ・Yo-1(敷地との距離が最も近い)
- ・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)

【基本ケースの決定】

- ・【不確かさに関する検討】においては, 風向の不確かさに関する検討を行うことから, まず, それ以外の入力パラメータを設定するため, 文献に示される等層厚線図との比較から, 最も整合する解析ケースを基本ケースとして決定

【不確かさに関する検討】

- ・卓越風(北東~東方向)の状況を踏まえると, 敷地は, 給源に対して風上側の位置関係となることから, 風向の不確かさを考慮して, 敷地方向への仮想風を設定することが, 敷地の降下火砕物層厚評価に最も大きい影響を与えると考えられる
- ・このため, 基本ケースに対して, 敷地方向への仮想風を用いた解析を実施

【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Kt-1(32.1cm)を, 層厚評価の対象候補とする。

##### 5. 1. 4 設計に用いる降下火砕物の密度・粒径

- 至近に実施した敷地における地質調査において降下火砕物が確認されていないことから, 文献に基づき設定
  - ・湿潤密度: 1.5g/cm<sup>3</sup>
  - ・乾燥密度: 0.7g/cm<sup>3</sup>
  - ・粒径: 4.0mm以下

### 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

# 5.1.4 設計に用いる降下火砕物の密度・粒径

## 降下火砕物の密度・粒径

一部修正 (H25/12/18審査会合)

○設計で考慮する降下火砕物の密度及び粒径については、至近に実施した敷地における地質調査において降下火砕物が確認されていないことから、文献に基づき設定した。

**【密度】**

- 宇井編 (1997) では、火山防災の観点から降下火砕物の一般的な特徴を示しており、「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。
- 森泉 (1998) においては、層厚評価に用いたKt-1 (pfa) を対象に乾燥密度の測定を実施しており、以下の数値が示されている※1。
  - ・0.29~0.62g/cm<sup>3</sup>
  - ・0.36~0.56g/cm<sup>3</sup>
- 密度については、宇井編 (1997) に示された乾燥密度は、森泉 (1998) に示されたKt-1の乾燥密度よりも最大値が大きいことや、Kt-1の給源 (倶多楽・登別火山群) から敷地までの距離 (約80km) を踏まえると、森泉 (1998) に示された乾燥密度が敷地における密度を表しているものにはならないと考えられることから、宇井編 (1997) に基づき飽和状態も考慮した上で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】**

- 鈴木ほか (1973) においては、支笏カルデラの後カルデラ火山である樽前山を給源とする降下火砕物の粒径分布を体系的に示している。
- 樽前山は、地理的領域に位置する第四紀火山であること、敷地までの距離が、層厚評価に用いたKt-1の給源 (倶多楽・登別火山群) から敷地までの距離と同程度 (約80km) であることから、同文献に示される値を踏まえて設定することとした※2。
- 層厚評価に用いたKt-1の給源 (倶多楽・登別火山群) から敷地までの距離は80.5kmであることから、右図の58km及び82kmの粒径分布曲線を踏まえ、以下の数値を設定した。
  - ・粒径：4.0mm以下

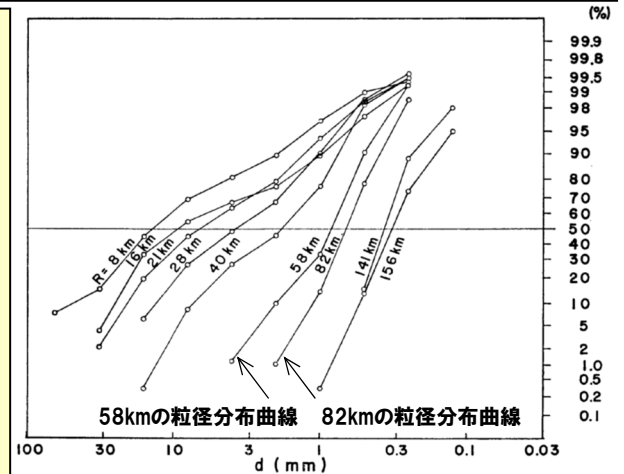


Fig. 10. Cumulative weight-percentage curves of the particle size distribution of Ta-b deposit plotted on logarithmic probability paper. The samples are collected along the distribution axis of pumice-fall. Arabic numerals are distance from Mt. Tarumai.

鈴木ほか (1973) に加筆

※1 森泉 (1998) においては採取位置が示されていないものの、同文献の調査範囲を踏まえると、倶多楽・登別火山群の山体近傍で採取したものと考えられる。

※2 同文献に示されるTa-b (VEI5) は、層厚評価に用いたKt-1 (VEI6) と比較して噴出規模が小さいこと、一般的に噴出規模が大きくなれば細粒分が増加すると考えられていることを踏まえると、Kt-1より粒径が大きいものと考えられる。「水循環系の閉塞」及び「換気系、電気系及び計測制御系に対する機械的影響」の検討においては、粒径が大きくなると閉塞する傾向であることから、Ta-bの粒径に基づく設定は、Kt-1の粒径に基づく設定より、保守的であると考えられる。

降下火砕物の影響評価

項目	影響	設定根拠
降下火砕物層厚	40cm	文献調査、地質調査及び降下火砕物シミュレーション結果を踏まえ設定 (5.1.1~5.1.3章参照)
密度	湿潤密度	1.5g/cm <sup>3</sup>
	乾燥密度	0.7g/cm <sup>3</sup>
粒径	4.0mm以下	文献に示される値を踏まえ設定

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 .....	
3.1 地理的領域にある第四紀火山 .....	
3.2 将来の火山活動可能性の評価 .....	
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 .....	
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 .....	
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 .....	
4.2.2 支笏カルデラの評価 .....	
4.2.3 洞爺カルデラの評価 .....	
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 .....	
4.4 ニセコ・雷電火山群の評価 .....	
<b>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 .....</b>	<b>P. 19</b>
5.1 降下火砕物の影響評価 .....	P. 23
5.1.1 敷地及び敷地近傍で確認される降下火砕物 .....	P. 23
5.1.2 降下火砕物シミュレーション .....	P. 37
5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚 .....	P. 89
5.1.4 設計に用いる降下火砕物の密度・粒径 .....	P. 93
<b>5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価 .....</b>	<b>P. 97</b>
6. 火山活動のモニタリング .....	
7. 火山影響評価のまとめ .....	
参考文献 .....	P. 114

「6. 火山活動のモニタリング」については、今後説明予定



# 5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価

## 泊発電所における火山影響評価のうち影響評価の流れ

一部修正 (R6/2/16審査会合)

### 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、設計に用いる降下火砕物の層厚評価を実施  
また、文献に基づき設計に用いる降下火砕物の密度・粒径を設定

##### 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
	クツチャロ-羽根(Ko-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	—
	クツラ第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	少なくとも70cm
	2000年有珠山噴火	有珠山	文献調査	0cm以上
		地質調査	—	
給源不明	火山灰(黄灰色B)	不明	文献調査	—
			地質調査	最大層厚約23cm
	火山灰(黄灰色A)	不明	文献調査	—
			地質調査	最大層厚約18cm
	H26共和6火山灰	不明	文献調査	—
		地質調査	約15cm	

○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。

##### 5.1.3 設計に用いる降下火砕物の層厚

○層厚評価の対象候補のうち、最も層厚の厚いKt-1(倶多楽・登別火山群)の32.1cmを踏まえ、敷地における降下火砕物の層厚を、40cmとする。

##### 5.1.2 降下火砕物シミュレーション

シミュレーション対象となる降下火砕物を抽出した後、敷地と給源の位置関係及びシミュレーションに用いる風データの特徴を踏まえ、不確かさを考慮したシミュレーションを実施

【シミュレーション対象となる降下火砕物の抽出】

(検討対象となる降下火砕物の選定) (抽出数:38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:11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、分布状況が広がりを持つ降下火砕物(抽出数:27テフラ)

(選定した降下火砕物のスクリーニング)

- ・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(抽出数:2テフラ)

- ・Yo-1(敷地との距離が最も近い)
- ・Kt-1(分布軸上における給源~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)

【基本ケースの決定】

- ・【不確かさに関する検討】においては、風向の不確かさに関する検討を行うことから、まず、それ以外の入力パラメータを設定するため、文献に示される等層厚線図との比較から、最も整合する解析ケースを基本ケースとして決定

【不確かさに関する検討】

- ・卓越風(北東~東方向)の状況を踏まえると、敷地は、給源に対して風上側の位置関係となることから、風向の不確かさを考慮して、敷地方向への仮想風を設定することが、敷地の降下火砕物層厚評価に最も大きい影響を与えると考えられる
- ・このため、基本ケースに対して、敷地方向への仮想風を用いた解析を実施

【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Kt-1(32.1cm)を、層厚評価の対象候補とする。

##### 5.1.4 設計に用いる降下火砕物の密度・粒径

- 至近に実施した敷地における地質調査において降下火砕物が確認されていないことから、文献に基づき設定
  - ・湿潤密度: 1.5g/cm<sup>3</sup>
  - ・乾燥密度: 0.7g/cm<sup>3</sup>
  - ・粒径: 4.0mm以下

### 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

## 5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価

### ① 火山事象の影響評価 (まとめ)

一部修正 (H28/2/5審査会合)

- 立地評価において、原子力発電所の運用期間中に設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の安全性に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した13火山について、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影響評価を実施した<sup>※1</sup>。
- 各火山事象の検討対象範囲は、原子力発電所の火山影響評価ガイドに従い設定した。



○降下火砕物を除く13火山による火山事象は、敷地への影響はないと評価される。

各火山事象の影響評価結果

火山	敷地からの距離 (km)	降下火砕物	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 (噴石)	大気現象	火山性地震	熱水系及び地下水の異常	設計対応不可能な火山事象
			0~120km	0~160km	0~10km				
C11 支笏カルデラ	74.8	敷地における降下火砕物の層厚は40cmと評価	以下のことから、敷地への影響はないと評価される。 ・降下火砕物を除く火山噴出物の分布は山体近傍に限定され、敷地に到達していない ・敷地との間に地形的障害物が存在する	敷地から十分な距離があり、高濃度火山ガスが敷地に到達することは考え難いこと及び敷地が海に面して開放された土地に立地し、火山ガスが滞留するような地形ではないことから、火山ガスによる敷地への影響はないと評価される。	(対象外) <sup>※2</sup>	敷地から十分な距離があることから、大気現象による敷地への影響はないと評価される。	敷地から十分な距離があることから、火山性地震による敷地への影響はないと評価される。	敷地から十分な距離があること、敷地において第四系への熱水による影響等は認められないこと及び地質調査所(2001)「札幌地熱資源図」において、敷地は地熱資源賦存地域に含まれていないことから、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。	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 (R6.2.16審査会合本編資料4章参照)
C12 恵庭岳	68.6								
C13 風不死岳	77.7								
C14 樽前山	80.2								
C15 ホロホロ・徳舜營	68.0								
C16 オロフレ・来馬	70.2								
C17 倶多楽・登別火山群	80.5								
C20 洞爺カルデラ	54.8								
C21 洞爺中島	55.1								
C22 有珠山	60.7								
C23 尻別岳	43.6								
C24 羊蹄山	33.8								
C25 ニセコ・雷電火山群	19.7								
C27 狩場山	66.1								
C29 勝淵山	126.4								
C34 北海道駒ヶ岳	109.0								
C35 横津岳	123.7								
C38 恵山	146.9								

■ : 評価済み ※1 「津波及び静振」については、津波の影響評価において評価する。  
 ※2 原子力発電所の火山影響評価ガイドにおいて、噴出中心と原子力発電所との距離が火山影響評価ガイド(表1)に記載の距離より短ければ、火山事象により原子力発電所が影響を受ける可能性があるものとされていることから、敷地からの距離が火山影響評価ガイドに記載の距離より大きい場合は評価の対象外とした。

## ② 火山事象の影響評価【土石流、火山泥流及び洪水】(1/12)

一部修正 (H28/2/5審査会合)

○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ことを踏まえ、13火山のうち、敷地から半径120kmの範囲に位置する火山について、土石流、火山泥流及び洪水の影響評価を行った。

## 【ニセコ・雷電火山群】

・降下火砕物を除く火山噴出物の分布は山体近傍に限定され、敷地に到達していない(次頁～P101参照)。

## 【支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラ】

・Sp-1、Kt-7及びTpを噴出した噴火以降の噴火に伴う噴出物のうち、降下火砕物を除く火山噴出物の分布は山体近傍に限定され、敷地に到達していない(P102～P104参照)。

・P108～P109に示す地形状況を踏まえると、敷地との間に地形的障害物が存在するものと判断される。

## 【ホロホロ・徳舜瞥、オロフレ・来馬、尻別岳、羊蹄山、狩場山及び北海道駒ヶ岳】

・降下火砕物を除く火山噴出物の分布は山体近傍に限定され、敷地まで到達していない(P105～P107参照)。

・P108～P111に示す地形状況を踏まえると、敷地との間に地形的障害物が存在するものと判断される。



○火山噴出物の分布状況、現在想定される噴火規模及び現在の地形状況から、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。

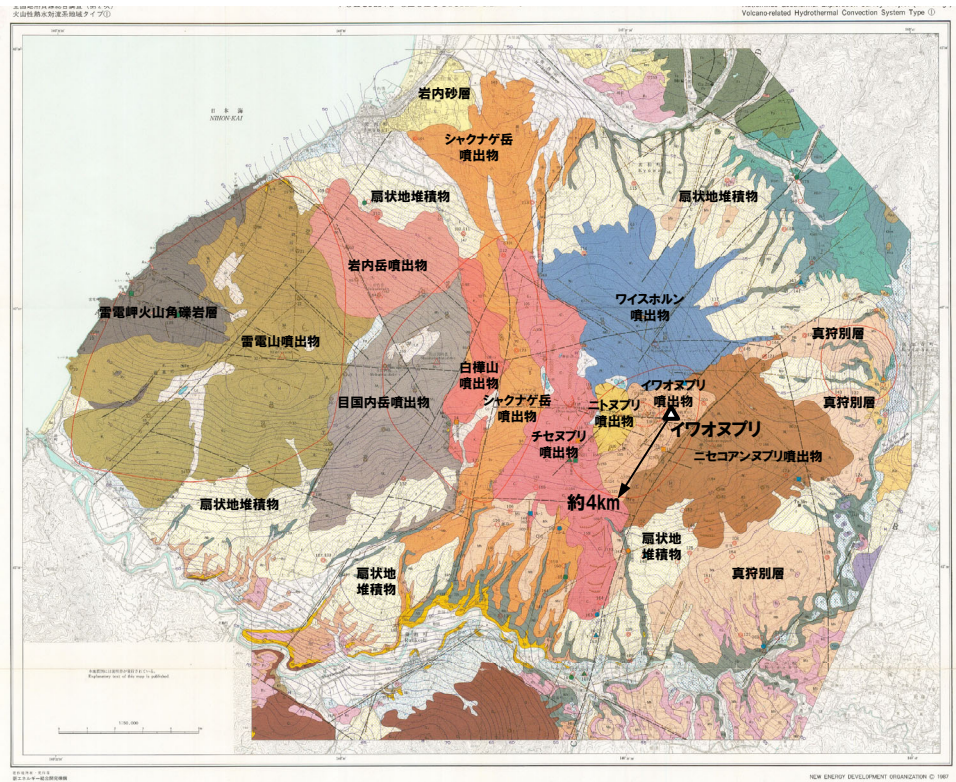
## 5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価

### ② 火山事象の影響評価【土石流、火山泥流及び洪水】(2/12)

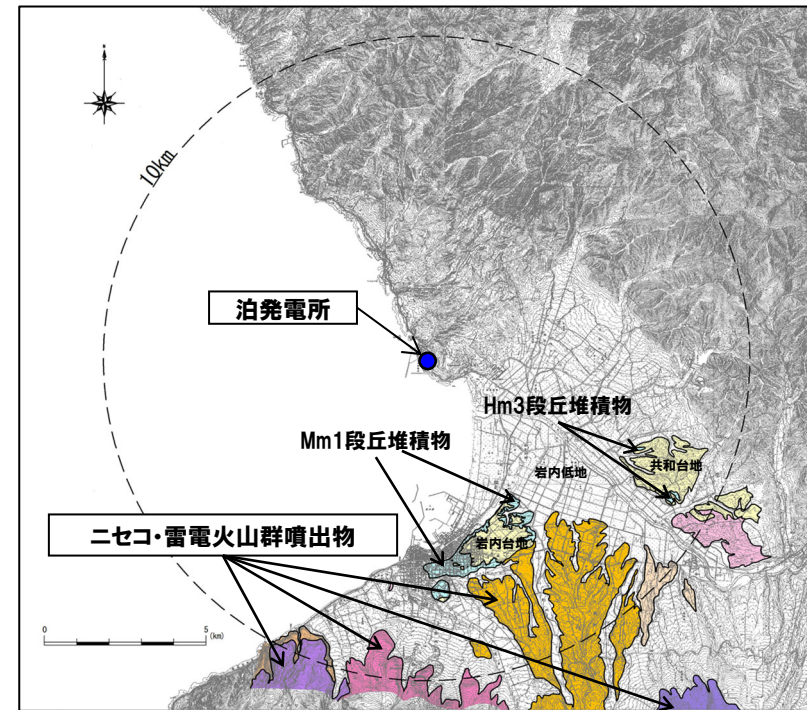
一部修正 (H25/11/13審査会合)

- 新エネルギー総合開発機構(1987a)等※に基づくと、ニセコ・雷電火山群の火山噴出物は、左図のとおり分布するとされており、そのうち、敷地近傍に認められるものは、新エネルギー総合開発機構(1987a)において「シャクナゲ岳噴出物」とされているものである。
- 当該堆積物は、石田ほか(1991)で火砕流堆積物とされ、当社地質調査の結果においても、火砕流堆積物及び火山麓扇状地堆積物が認められているものの、降下火砕物を除く火山噴出物は、敷地に到達していない。

※火山噴出物について、最も広範囲に分布を示している新エネルギー総合開発機構(1987a)を示しており、このほかの文献が示すニセコ・雷電火山群の溶岩流を含む火山噴出物の分布範囲については、R6.2.16審査会合補足説明資料6.1章参照。



ニセコ地域火山地質図(新エネルギー総合開発機構(1987a)に加筆)  
凡例は次頁参照



記号	地名	地質	地質
1	深淵火砕流堆積物	火砕流堆積物	段丘堆積物
2	ニセコ火山噴出物	火砕流堆積物	岩内層
3	ニセコ火山噴出物	火山麓扇状地堆積物	礫及び砂
4	ワイスホルン火山	溶岩及び火砕岩	
5	岩内岳火山	溶岩及び火砕岩	
6	雷電山火山	溶岩及び火砕岩	
7	雷電山火山角礫岩層		

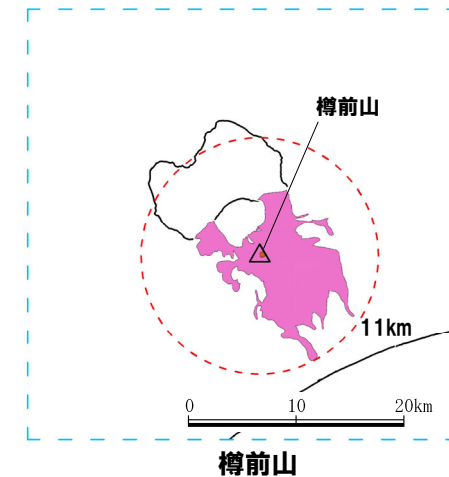
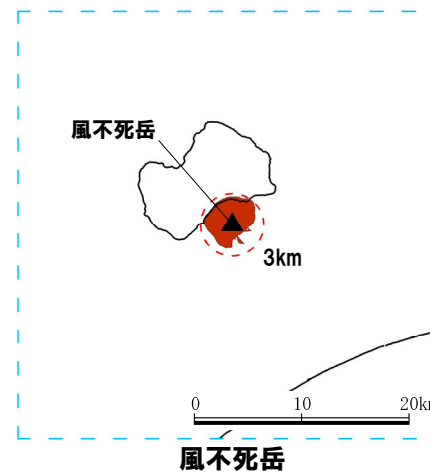
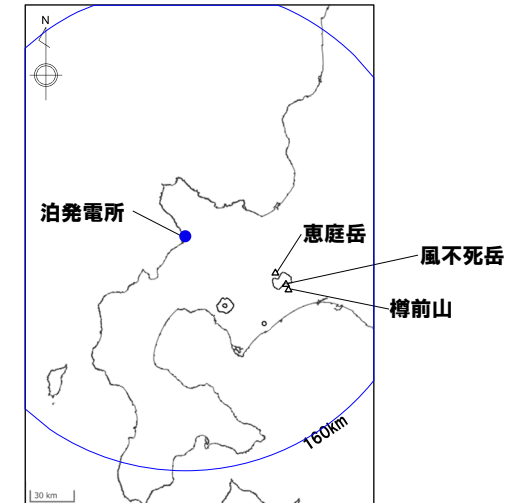
敷地から半径10km以内の第四紀火山地質図



## ② 火山事象の影響評価【土石流、火山泥流及び洪水】(4/12)

一部修正 (R6/2/16審査会合)

- 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降下火砕物を除く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)。

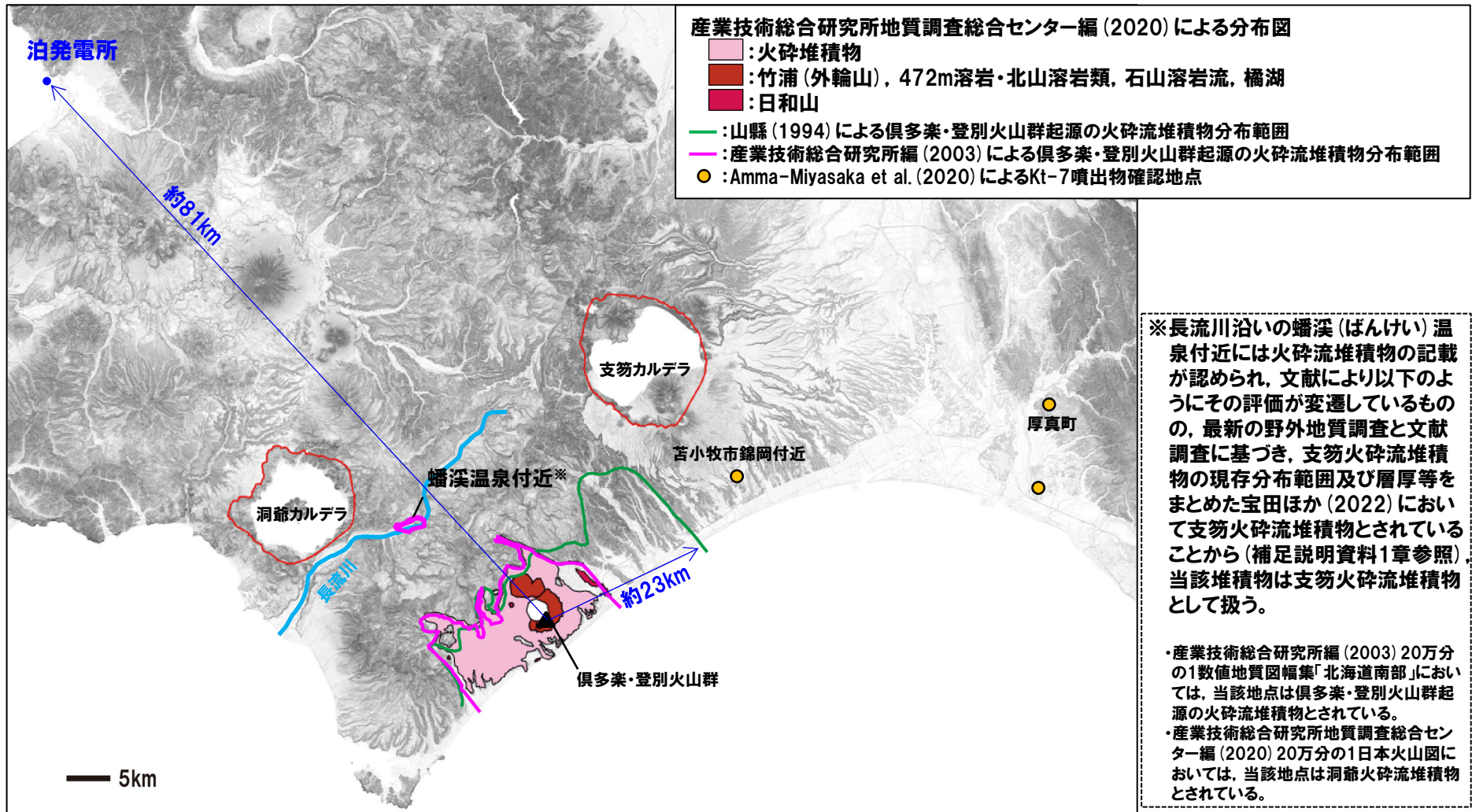


恵庭岳, 風不死岳, 樽前山の火山噴出物の分布範囲  
(産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)より作成)

### ② 火山事象の影響評価【土石流、火山泥流及び洪水】(5/12)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

○倶多楽・登別火山群については、Kt-7を噴出した噴火以降の噴火に伴う噴出物のうち、降下火砕物を除く火山噴出物の最大到達距離は約23kmであり、敷地からの距離約81kmよりも小さく、敷地まで到達していない。

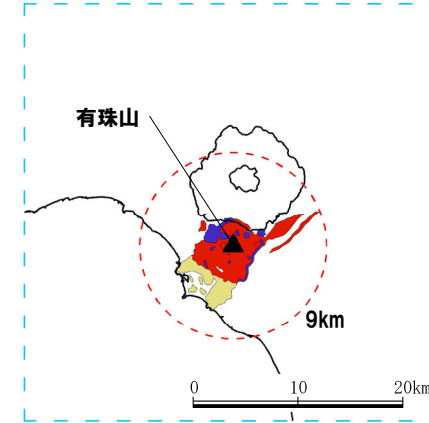
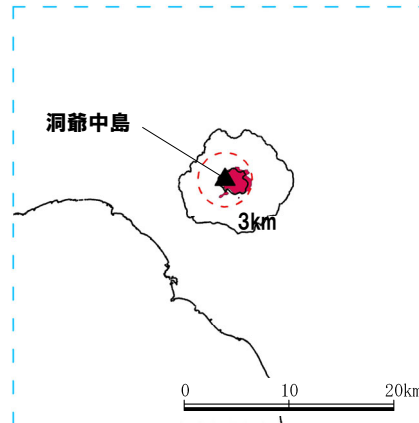


倶多楽・登別火山群の火山噴出物の分布範囲(産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)を基に作成)

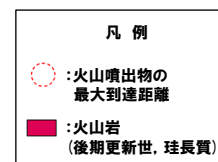
### ② 火山事象の影響評価【土石流、火山泥流及び洪水】(6/12)

一部修正 (R6/2/16審査会合)

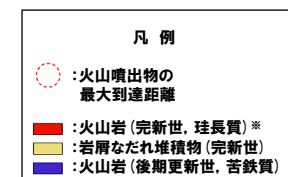
- 洞爺カルデラの最後の巨大噴火であるTpを噴出した噴火以降の活動は、洞爺カルデラの後カルデラ火山(洞爺中島及び有珠山)による活動である。
- これらの火山による降下火砕物を除く火山噴出物の最大到達距離は有珠山の約9kmであり、敷地から有珠山までの距離約61kmよりも小さく、敷地まで到達していない(右図参照)。



洞爺中島



有珠山



※「1663年-1978年火砕流堆積物及び降下堆積物」を含む

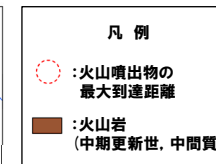
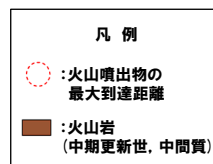
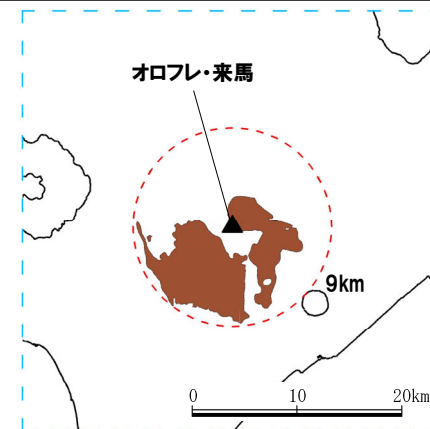
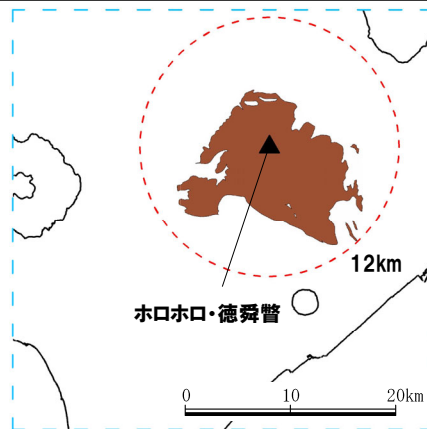
洞爺中島及び有珠山の火山噴出物の分布範囲  
(産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)より作成)



## ② 火山事象の影響評価【土石流、火山泥流及び洪水】(7/12)

一部修正 (R5/1/20審査会合)

- ホロホロ・徳舜誓の降下火砕物を除く火山噴出物の最大到達距離は約12kmであり、敷地からの距離約68kmよりも小さく、敷地まで到達していない。
- オロフレ・来馬の降下火砕物を除く火山噴出物の最大到達距離は約9kmであり、敷地からの距離約70kmよりも小さく、敷地まで到達していない。



ホロホロ・徳舜誓

オロフレ・来馬

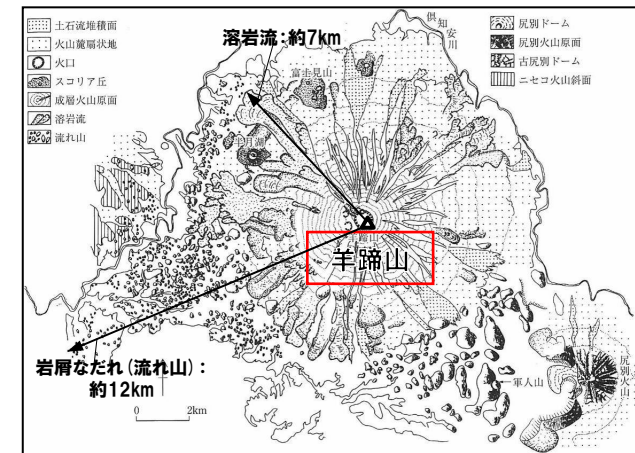
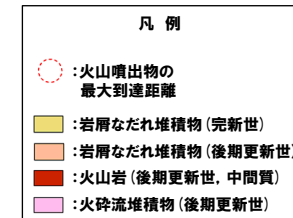
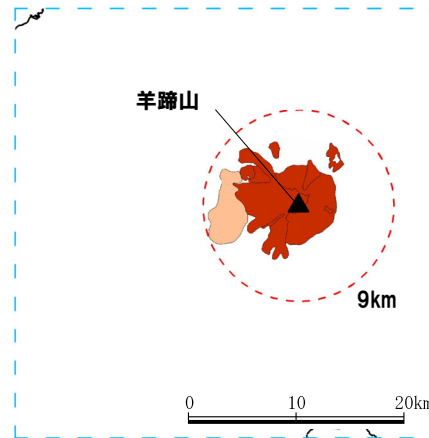
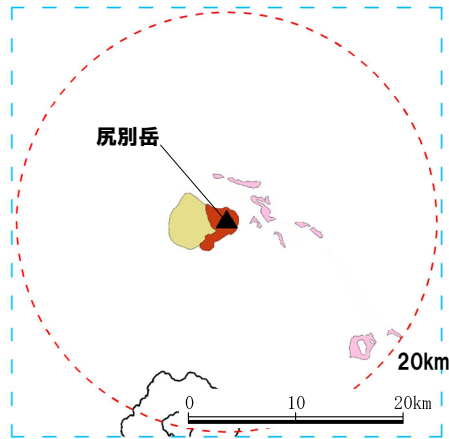
ホロホロ・徳舜誓及びオロフレ・来馬の火山噴出物の分布範囲  
(産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)より作成)

## 5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価

### ② 火山事象の影響評価【土石流、火山泥流及び洪水】(8/12)

一部修正 (R5/1/20 審査会合)

- 尻別岳の降下火砕物を除く火山噴出物の最大到達距離は約20kmであり、敷地から尻別岳の距離約44kmよりも小さく、敷地まで到達していない。
- 羊蹄山の降下火砕物を除く火山噴出物の最大到達距離は約12kmであり、敷地からの距離約34kmよりも小さく、敷地まで到達していない。



羊蹄山の地形分類図  
(小疇ほか編(2003)に加筆)

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



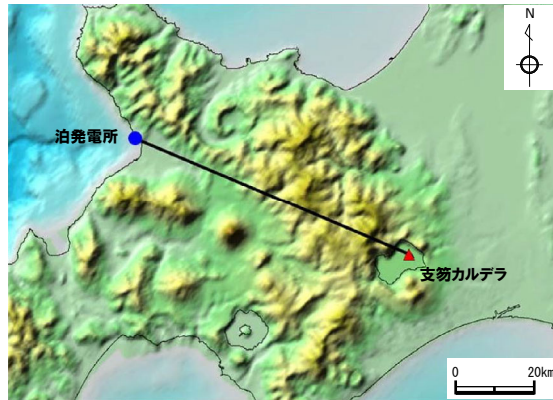
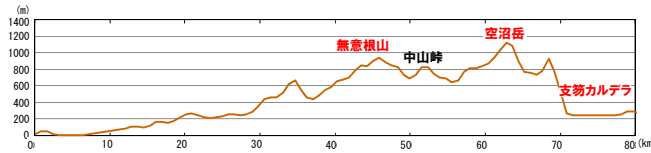
## 5.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価

### ② 火山事象の影響評価【土石流、火山泥流及び洪水】(10/12)

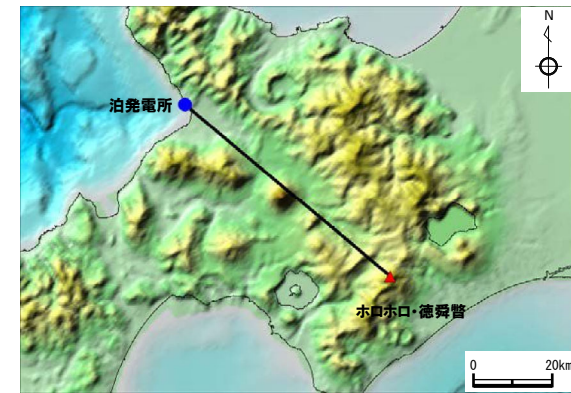
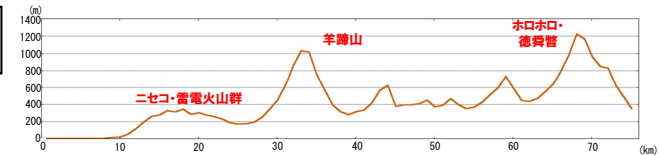
一部修正 (H25/9/25審査会合)

○敷地から半径120kmの範囲に位置する火山から敷地までの地形状況を本頁～P111に示す。

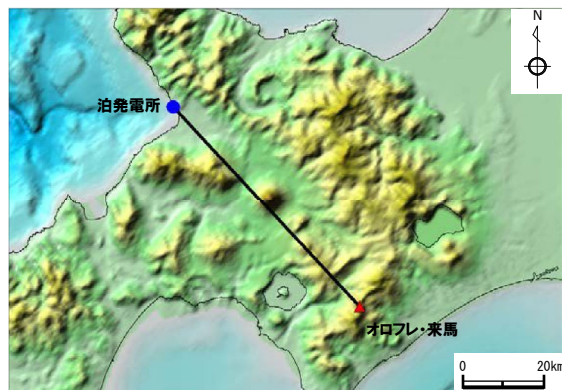
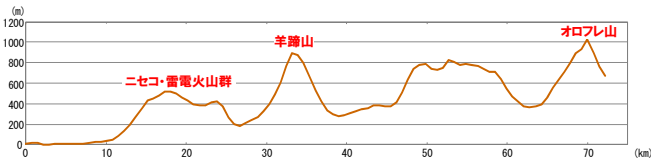
支笏カルデラ



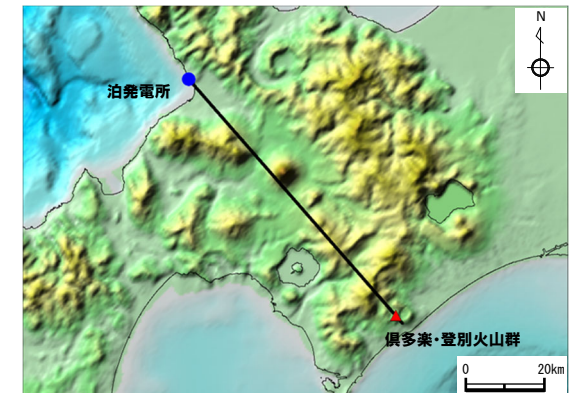
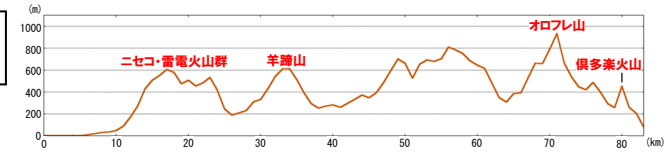
ホロホロ・徳舜瞥



オロフレ・来馬



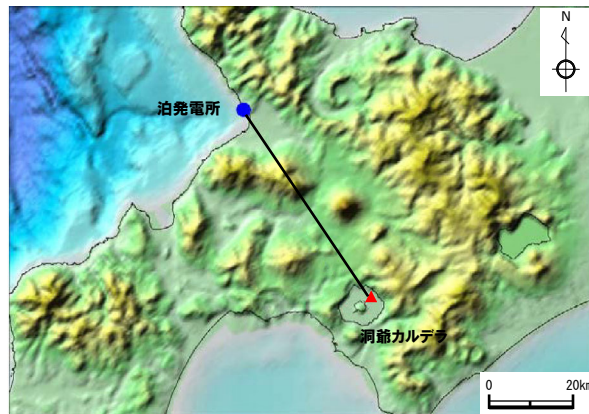
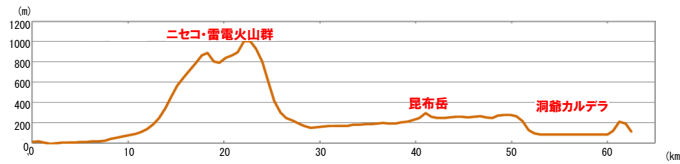
倶多楽・登別火山群



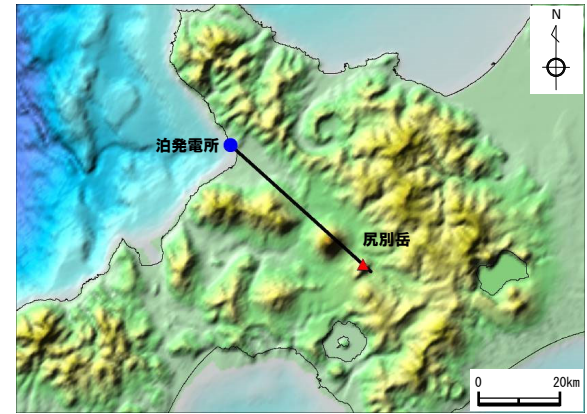
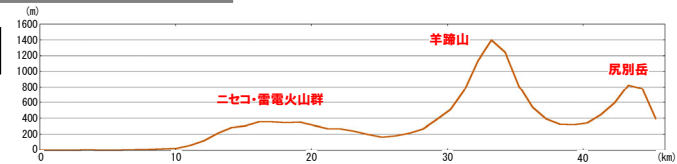
## ② 火山事象の影響評価【土石流, 火山泥流及び洪水】(11/12)

一部修正 (H25/9/25審査会合)

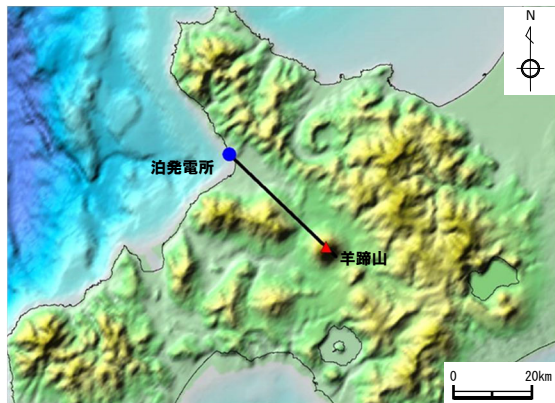
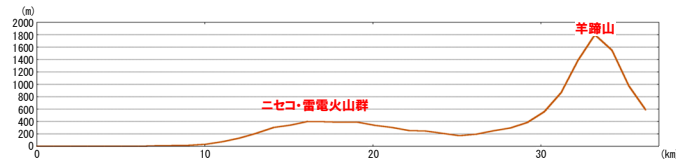
洞爺カルデラ



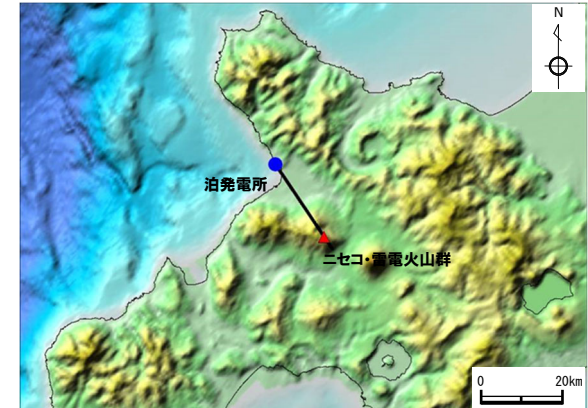
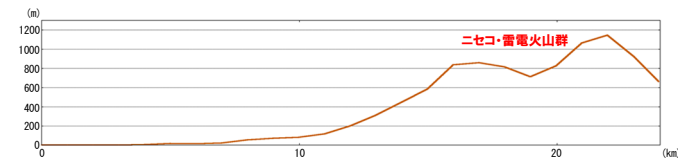
尻別岳



羊蹄山



ニセコ・雷電火山群

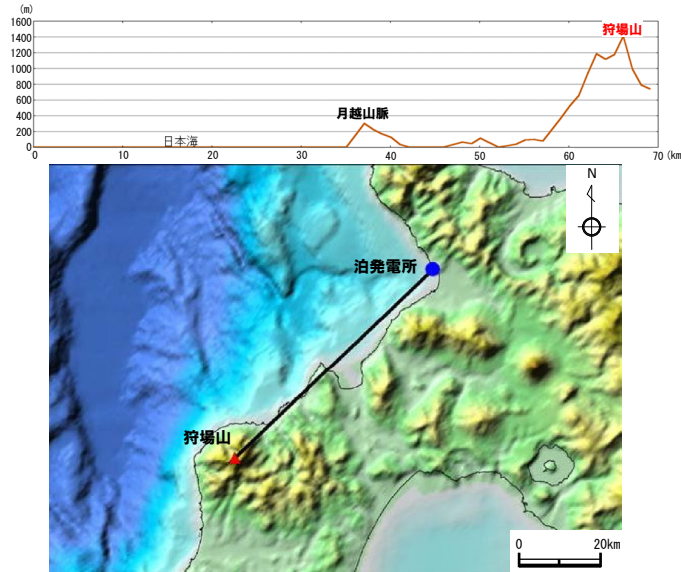


余白

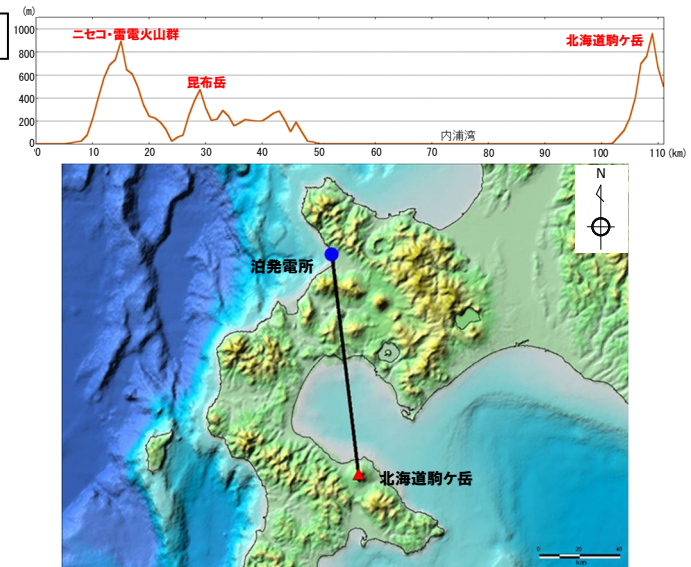
## ② 火山事象の影響評価【土石流, 火山泥流及び洪水】(12/12)

一部修正 (H25/9/25審査会合)

狩場山



北海道駒ヶ岳



③ 火山事象の影響評価【火山ガス、火山から発生する飛来物(噴石)、大気現象、火山性地震、熱水系及び地下水の異常】(1/2)

一部修正(H28/2/5審査会合)

○13火山について、火山ガス、火山から発生する飛来物(噴石)、大気現象、火山性地震並びに熱水系及び地下水の異常の影響評価を行った。

【火山ガス】

・火山及び火山噴出物の分布域が敷地から十分な距離があり、高濃度火山ガスが敷地に到達することは考え難いこと及び敷地が海に面して開放された土地に立地し、火山ガスが滞留するような地形ではないことから、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、存在しない。

【大気現象】

・敷地と最も近いニセコ・雷電火山群(イワオヌブリ)においても敷地から約19.7kmの距離に位置し、敷地から十分な距離があることから、大気現象による敷地への影響はないと評価される。

【火山性地震】

・敷地と最も近いニセコ・雷電火山群(イワオヌブリ)においても敷地から約19.7kmの距離に位置し、敷地から十分な距離があることから、火山性地震による敷地への影響はないと評価される。

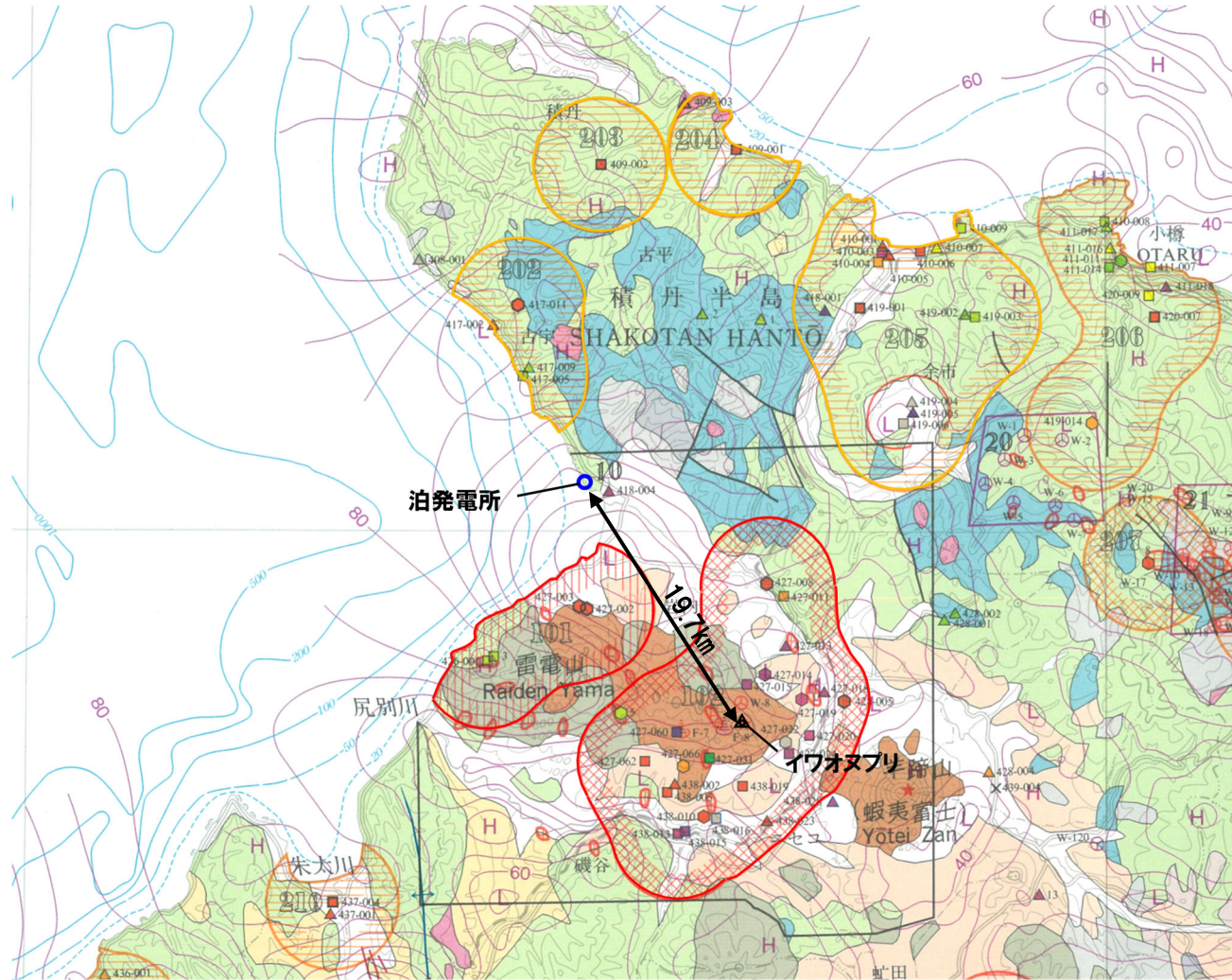
【熱水系及び地下水の異常】

・敷地と最も近いニセコ・雷電火山群(イワオヌブリ)においても敷地から約19.7kmの距離に位置し、敷地から十分な距離があること、敷地において第四系への熱水による影響等は認められないこと及び地質調査所(2001)「札幌地熱資源図」において、敷地は地熱資源賦存地域に含まれていない(次頁参照)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。



③ 火山事象の影響評価【火山ガス, 火山から発生する飛来物(噴石), 大気現象, 火山性地震, 熱水系及び地下水の異常】(2/2)

一部修正 (H28/2/5審査会合)



- : 第四紀火山に関連した地熱賦存地域
- : 第四紀火山に関連しない地熱賦存地域

札幌地熱資源図(地質調査所(2001)に加筆)

- (1) 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.
- (2) 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.
- (3) 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)
- (4) 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.
- (5) 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.
- (6) 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.
- (7) 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.
- (8) 萬年一剛 (2013) : 降下火山灰シミュレーションコードTephra2の理論と現状-第四紀学での利用を視野に, 第四紀研究 (The Quaternary Research) 52 (4) p.173-187.
- (9) Hayakawa (1985) : Pyroclastic Geology of Towada Volcano, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, 60, pp.507-592.
- (10) 町田洋・新井房夫 (1992) : 火山灰アトラス [日本列島とその周辺], 東京大学出版会.
- (11) 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.
- (12) Newhall, C. G. and Self, S. (1982) : The volcanic explosivity index (VEI) : An estimate of explosive magnitude for historical volcanism, *Jour. Geophys. Res.*, 87, 1231-1238.
- (13) 山縣耕太郎 (1994) : 支笏およびクツ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.
- (14) 柏原信・広瀬保志・香河正人・菅恵一・春日井昭・山岸一夫 (1976) : 羊蹄火山のテフラ-降下軽石・スコリア堆積物とその<sup>14</sup>C年代について-, 第四紀研究, 第15巻, 第2号, pp.75-86.
- (15) 宇井忠英編 (1997) : 火山噴火と災害, 東京大学出版会.
- (16) 森泉美穂子 (1998) : クツタラ火山群の火山発達史, 火山, 第43巻, 第3号, pp.95-111.
- (17) 鈴木建男・勝井義雄・中村忠寿 (1973) : 樽前降下軽石堆積物Ta-b層の粒度組成, 火山, 第2集, 第18巻, 第2号, pp.47-63.
- (18) 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.
- (19) 地質調査所 (2001) : 札幌地熱資源図, 特殊地質図, 31-4.
- (20) 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.
- (21) 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」.
- (22) 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.
- (23) 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.

(WEB)

- (24) 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/>
- (25) 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/>
- (26) Uesawa, S. (2023) :TephraDB\_Prototype\_ver1.3 (1.3) [Data set] . Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7857457>
- (27) アメリカ海洋大気庁 (NOAA) <https://www.ncei.noaa.gov/>
- (28) 国土交通省 気象庁 <https://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- (29) Forecasting Tephra Dispersion Using TEPHRA2 : <http://www.cas.usf.edu/~cconnor/vg@usf/tephra.html/>