1
無断複製・転載等禁止

泊発電所の火山影響評価に関するコメント回答

平成26年2月25日
北海道電力株式会社

ほくでん

審査会合における指摘事項

2

No.	指摘事項	指摘時期
1	火砕流シミュレーションの検証計算の精度について検討を行い，ヒアリングで説明すること。	平成26年1月29日 審査会合
2	羊蹄山の降下火砕物シミュレーションにおける風向については，より厳しい条件を想定したシミュレーション結果等について，ヒアリングで説明すること。	平成26年1月29日 審査会合

目 次

3

1. 洞爺カルデラの火砕流シミュレーションについて・・・・・・・・・・・・・・・・ P.4

2. 羊蹄山の降下火砕物シミュレーションについて・・・・・・・・・・・・・・・・・ P.15

4

1．洞爺カルデラの火砕流シミュレーションについて

5

No.	指摘事項
1	火砕流シミュレーションの検証計算の精度について検討を行い，ヒアリングで説明すること。

1．1　火砕流シミュレーション

6

再掲（1/29審査会合資料）

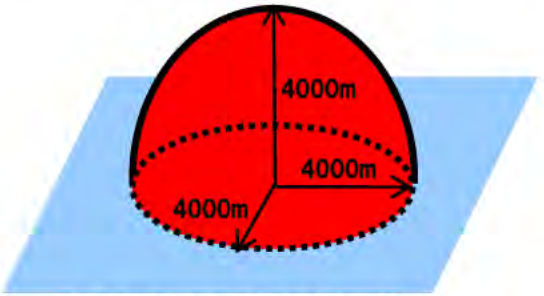
シミュレーションの概要

○洞爺カルデラについて，約11万年前の既往最大規模の噴火を想定し，火砕流シミュレーションを実施した。
○解析ソフトはTITAN2Dを使用した。
○噴出量については，100km^3（VEI6相当）と設定した。

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

解析に使用したパラメータ

パラメータ	単位	値	設定根拠
噴出量	km^3	100	洞爺カルデラ総噴出量150km^3（第四紀火山カタログ委員会編，1999），洞爺火山灰噴出量67.23km^3（須藤ほか，2007）より，150-67.23=82.77≒100km^3（VEI6相当）を設定
長軸半径	m	4,000	パイルの体積100km^{3}及び地形図の洞爺湖直径読み取りより設定
短軸半径	m	4,000	パイルの体積100km^{3}及び地形図の洞爺湖直径読み取りより設定
高さ	m	4,000	カルデラ噴火で火砕流を発生させるパイル高さ4km（Sheridan,1979）より設定
内部摩擦角	°	30	流体体積比60%の土石流の内部摩擦角25～45°（Iverson,1997）
底面摩擦係数	-	0.08	Sheridan（1979）を参照し，検証計算より設定



100km^{3}のパイル（イメージ図）

1．1　火砕流シミュレーション

7

追加検討の概要

○追加検討として，以下の事項を考慮し，底面摩擦係数を0.03としたパラメータスタディを実施した。
- 検証計算においては，下記の三点を確認する。
  - ①火砕流の大局的な拡がりの再現
  - ②共和町幌似到達時の火砕流速度　⇒　1/29審査会合のご指摘を踏まえた観点
  - ③共和町幌似における堆積厚の再現※
- 上記のうち，①，③については，基本ケースで再現できていることを確認しているため，②に着目した。
- TITAN2Dを用いた火砕流シミュレーションでは，底面摩擦係数が小さいほど，拡散速度が速くなる傾向にある。

※ 当社地表地質踏査結果より，共和町幌似付近に洞爺火砕流の分布を確認しており，堆積層厚10m程度である。

基本ケースに使用したパラメータ

パラメータ	単位	値	設定根拠
噴出量	km^3	100	洞爺カルデラ総噴出量150km^3（第四紀火山カタログ委員会編，1999），洞爺火山灰噴出量67.23km^3（須藤ほか，2007）より，150−67.23=82.77≒100km^3（VEI6相当）を設定
長軸半径	m	4,000	パイルの体積100km^3及び地形図の洞爺湖直径読み取りより設定
短軸半径	m	4,000	パイルの体積100km^3及び地形図の洞爺湖直径読み取りより設定
高さ	m	4,000	カルデラ噴火で火砕流を発生させるパイル高さ4km（Sheridan,1979）より設定
内部摩擦角	°	30	流体体積比60%の土石流の内部摩擦角25～45°（Iverson,1997）
底面摩擦係数	−	0.08	Sheridan（1979）を参照し，検証計算より設定

パラメータスタディ（追加検討）

	底面摩擦係数
基本ケース	0.08
追加検討ケース	0.03

1．1　火砕流シミュレーション

8

一般的な火砕流速度

○一般的な火砕流速度は，秒速数m～100mとされる。
- 火砕流の流下速度は時速数十km～百数十kmに達する。（気象庁HPより）⇒ 秒速数m～数十m
- 火砕流は，秒速100m近くの高速度で，周りに高温熱風を伴って突進してくる。（防災科学研究所HPより）
- 歴史時代の噴火で目撃された火砕流の流速は10～40m/sである。（下鶴ほか編，2008より）

表 4.6.2　実測された火砕流の速さ

噴火（火山，年）	地　　域	速さ（m/s）
スフリエール，1902	西インド諸島	11 ～ 13
プレー山，1902 ～ 1903	西インド諸島	10 ～ 40
プレー山，1929 ～ 1932	西インド諸島	10 ～ 35
メラピ，1930	インドネシア	16
ラミントン，1951	パプアニューギニア	27 ～ 33
浅間，1958	日　本	25 ～ 30
マヨン，1968.5.2	フィリピン	31
浅間，1973.2.6	日　本	35
セントヘレンズ山，1980.8.7	米　国	30

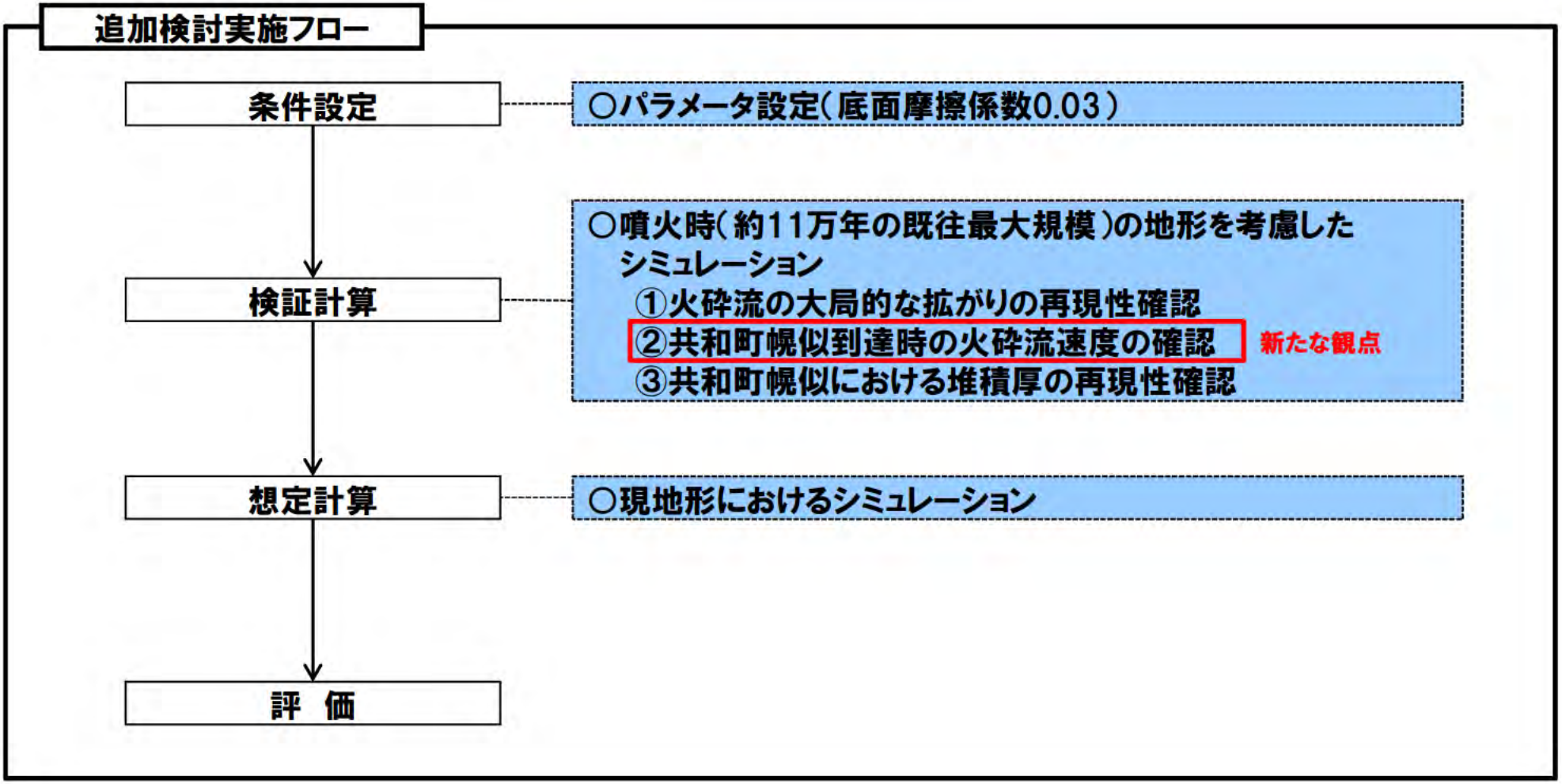
実測された火砕流速度（下鶴ほか編，2008　より）

1．1　火砕流シミュレーション

9

追加検討フロー

○追加検討は，下図フローに基づいて実施した。

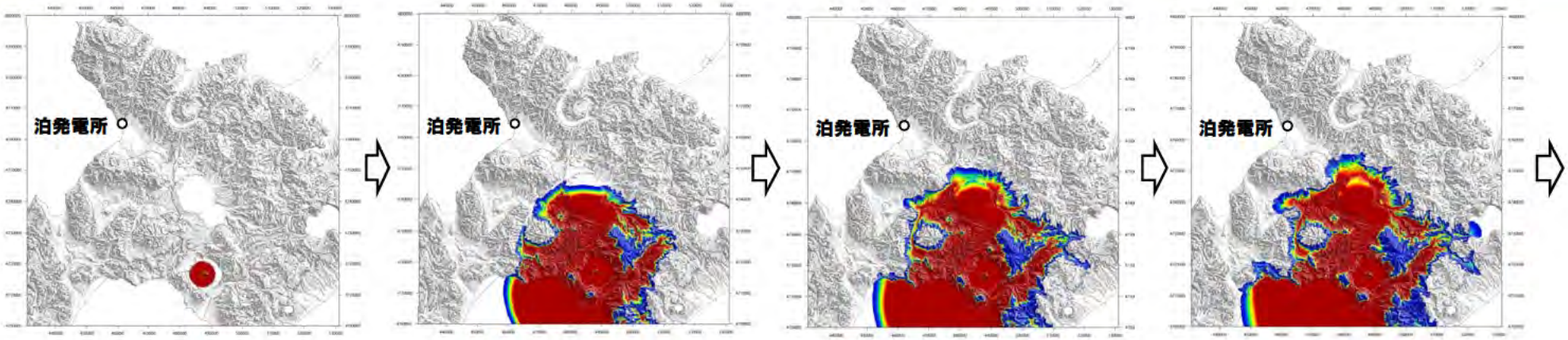


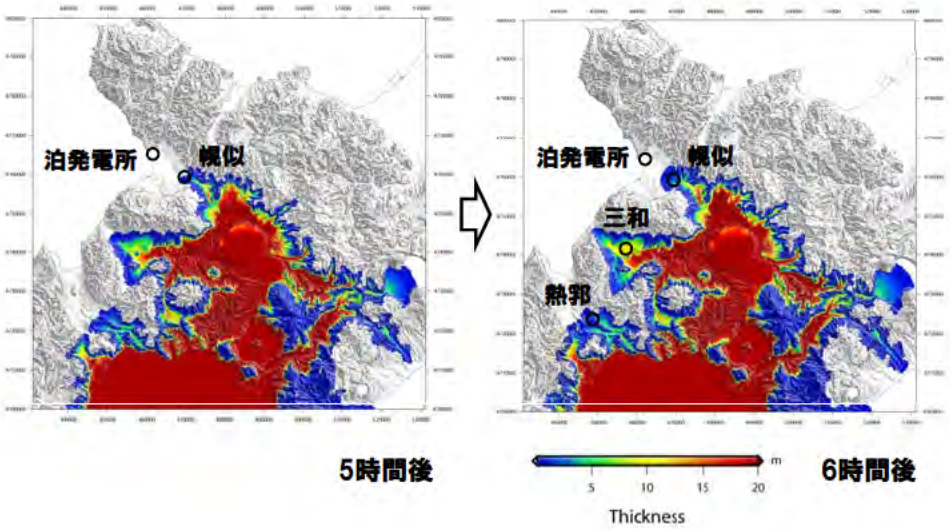
2．1　火砕流シミュレーション

10

検証計算（基本ケース：底面摩擦係数0.08）

○約11万年前の既往最大規模の噴火時に，羊蹄山，尻別岳がないことを考慮した地形で検証計算を行った。
○火砕流は噴火から5時間で共和町幌似に到達し（約1.0m/s），6時間後に層厚10m以上となった。
○計算終了時の火砕流速度は，一般的な火砕流速度より十分小さいと判断される。





検証計算における確認事項

確認事項	結果
①火砕流の大局的な拡がり	概ね再現できている
②共和町幌似到達時の火砕流速度	約1.0m/s（5時間後）
③共和町幌似における堆積厚	10m以上を確認（6時間後）

計算終了時における火砕流速度

計算終了時間	火砕流速度
6時間	約1.0m/s

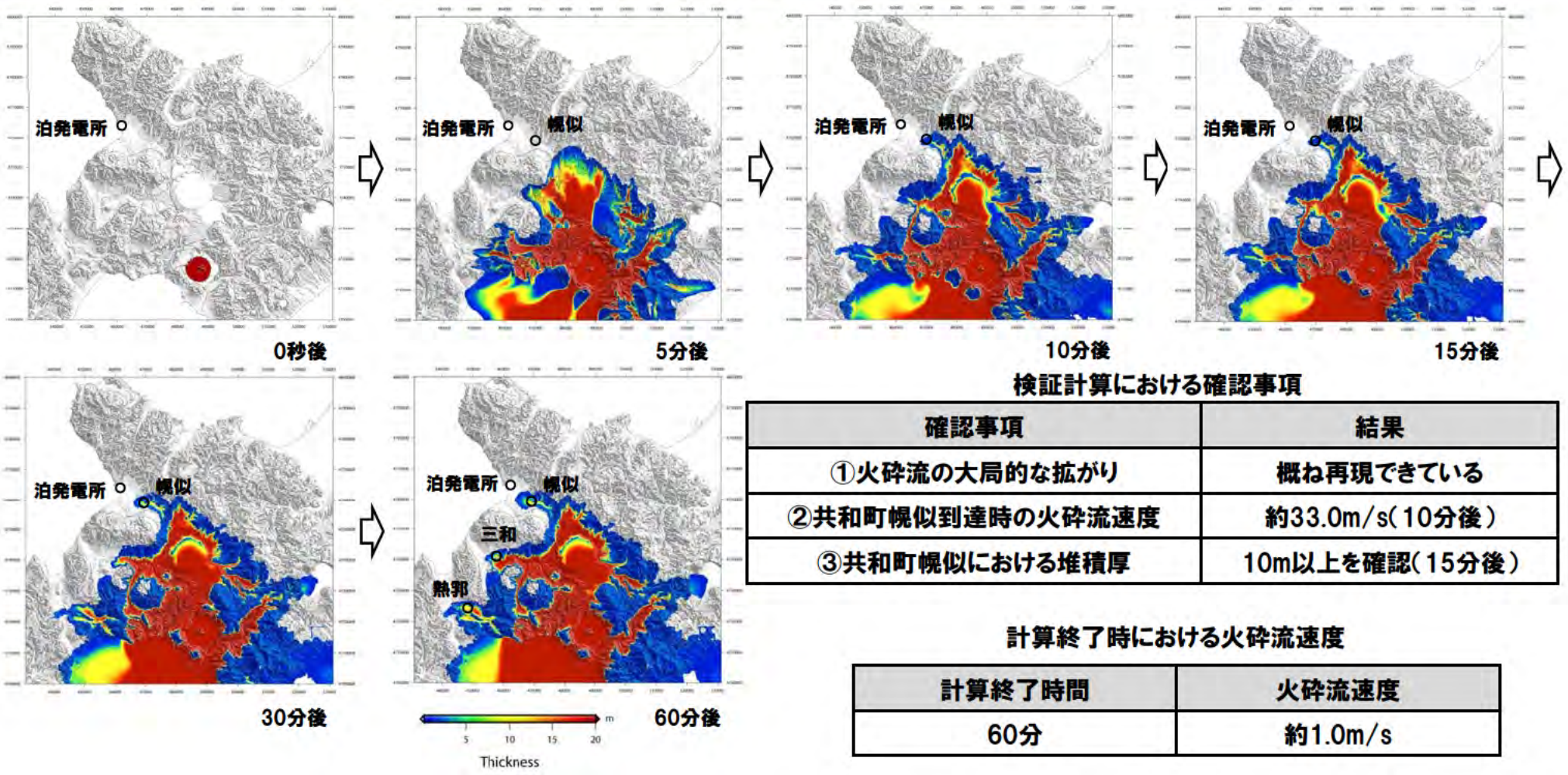
2．1　火砕流シミュレーション

11

検証計算（追加検討ケース：底面摩擦係数0.03）

○約11万年前の既往最大規模の噴火時に，羊蹄山，尻別岳がないことを考慮した地形で検証計算を行った。
○火砕流は噴火から10分で共和町幌似に到達し（約33.0m/s），15分後に層厚10m以上となった。
○計算終了時の火砕流速度は，一般的な火砕流速度より十分小さいと判断される。

○基本ケースと比べ，より早い時間で共和町幌似への火砕流到達及び層厚の再現を確認した。
○共和町幌似到達時の火砕流速度は，一般的な火砕流速度と相違ないことを確認した。



検証計算における確認事項

確認事項	結果
①火砕流の大局的な拡がり	概ね再現できている
②共和町幌似到達時の火砕流速度	約33.0m/s（10分後）
③共和町幌似における堆積厚	10m以上を確認（15分後）

計算終了時における火砕流速度

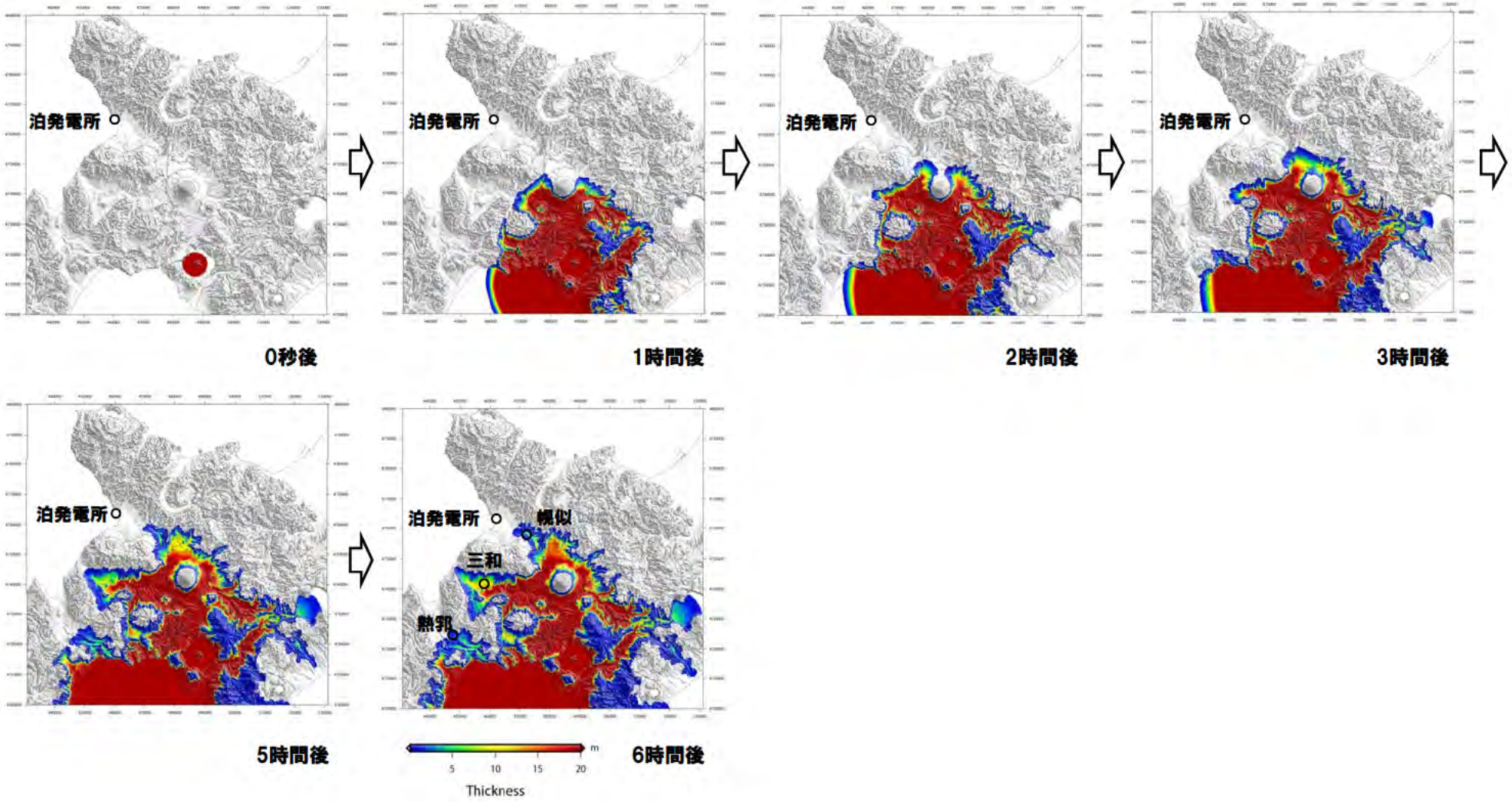
計算終了時間	火砕流速度
60分	約1.0m/s

1．1　火砕流シミュレーション

12

想定計算（基本ケース：底面摩擦係数0.08）

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



0秒後　1時間後　2時間後　3時間後

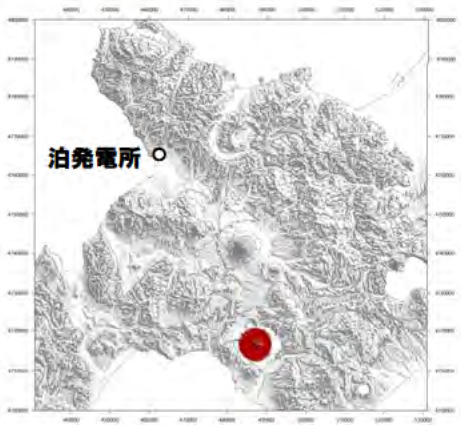
5時間後　6時間後

1．1　火砕流シミュレーション

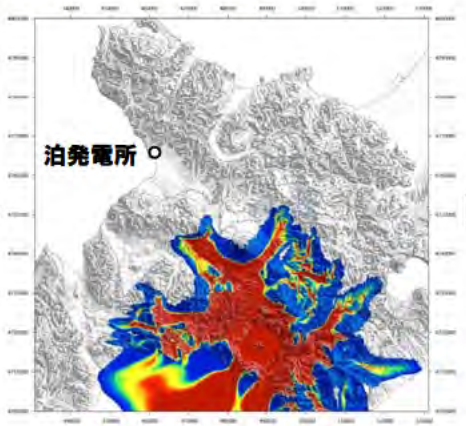
13

想定計算（追加検討ケース：底面摩擦係数0.03）

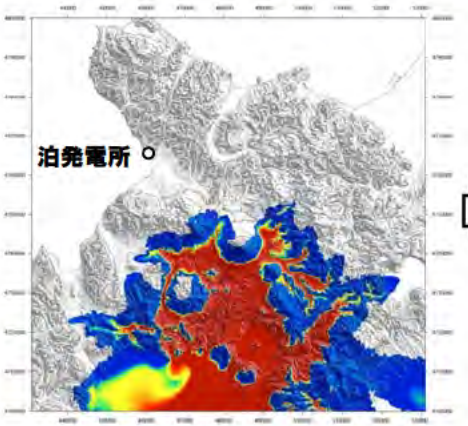
○現在の地形における火砕流シミュレーションを実施した。
○洞爺カルデラにおける既往最大規模の噴火による火砕流は，敷地に到達しない結果となった。



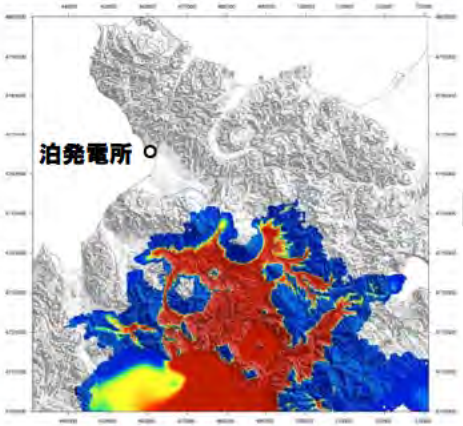
0秒後



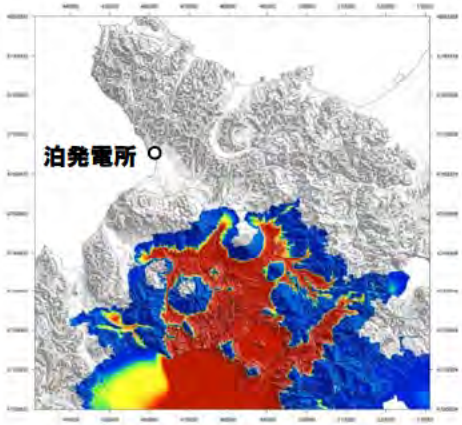
5分後



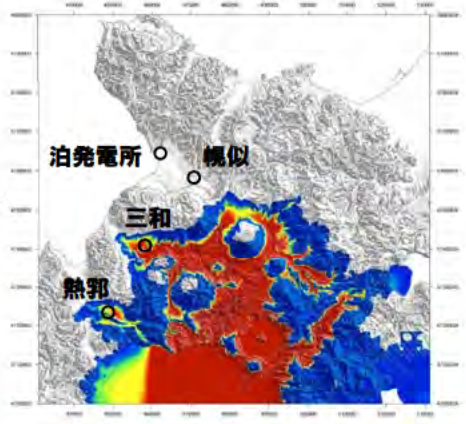
10分後



15分後



30分後



60分後

1．2　火砕流シミュレーションまとめ

14

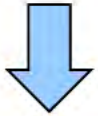
○洞爺カルデラの火砕流シミュレーションについて，追加検討として，底面摩擦係数を0.03としたパラメータスタディを実施した。

○検証計算において，基本ケースと比べ，より早い時間で共和町幌似への火砕流到達及び層厚の再現を確認した。

○検証計算において，共和町幌似到達時の火砕流速度は，一般的な火砕流速度と相違ないことを確認した。

○現在の地形における火砕流シミュレーションを実施したところ，洞爺カルデラから噴出した火砕流は，敷地に到達しない結果となった。

○追加検討結果を踏まえても，火砕流が敷地に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価される。



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

15

2. 羊蹄山の降下火砕物シミュレーションについて

16

No.	指摘事項
2	羊蹄山の降下火砕物シミュレーションにおける風向については，より厳しい条件を想定したシミュレーション結果等について，ヒアリングで説明すること。

2．1　降下火砕物シミュレーション

17

再掲（1/29審査会合資料）

シミュレーションの概要

○羊蹄山について，降下火砕物シミュレーションを実施した。
○解析ソフトはTEPHRA2を使用した。
○シミュレーションに当たっては，以下の事項を考慮した。
　・噴出物量については，既往最大規模の羊蹄第一火山灰（Yo.Ps-１）を想定した。
　・過去30年間の風向・風速データを用いた。

※TEPHRA2：南フロリダ大学で開発された粒子で構成された噴煙柱を設定し，重力による落下と風の影響を考慮する移流拡散モデル

解析に使用したパラメータ

	パラメータ	単位	値	設定根拠
火山灰	噴出物量	kg	5.3×10^{11}	須藤ほか（2007）によるYo.Ps-1の噴出量0.53km^{3}より設定
	噴煙高	m	20,000	VEI4の噴煙高（10～25km）より，TEPHRA2にてYo.Ps-1の分布を復元できる値を設定
	最大粒径	φ	-6	Yo.Ps-1の最大粒径5.8cm（柏原ほか，1976）より設定
	最小粒径	φ	10	TEPHRA2推奨値
	中央粒径	φ	-1.5	柏原ほか（1976）の中央粒径より設定
	粒径の標準偏差	φ	1.5	TEPHRA2推奨値
噴火口	UTM-E	m	484,605	日本活火山総覧（第4版）（気象庁編，2013）より設定
	UTM-N	m	4,741,398	
	標高	m	1,898	

※気象条件は，過去30年間の札幌管区気象台の気象ゾンデの風向・風速データを使用した。
※φ（ファイスケール）は，下式で定義される粒子の大きさを表す尺度である。
　$\phi = -\log_2 D$　（D：粒径（mm））

2．1　降下火砕物シミュレーション

18

再掲（1/29審査会合資料）

使用した風向・風速データ

○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。

○このうち，泊発電所に最も近い札幌管区気象台の気象データを使用した。

○シミュレーションにおいては，過去30年間の風向・風速データ※を使用した。

※気象庁「気象観測統計指針」に従う。

ラジオゾンデ打ち上げ位置（気象庁HPより）

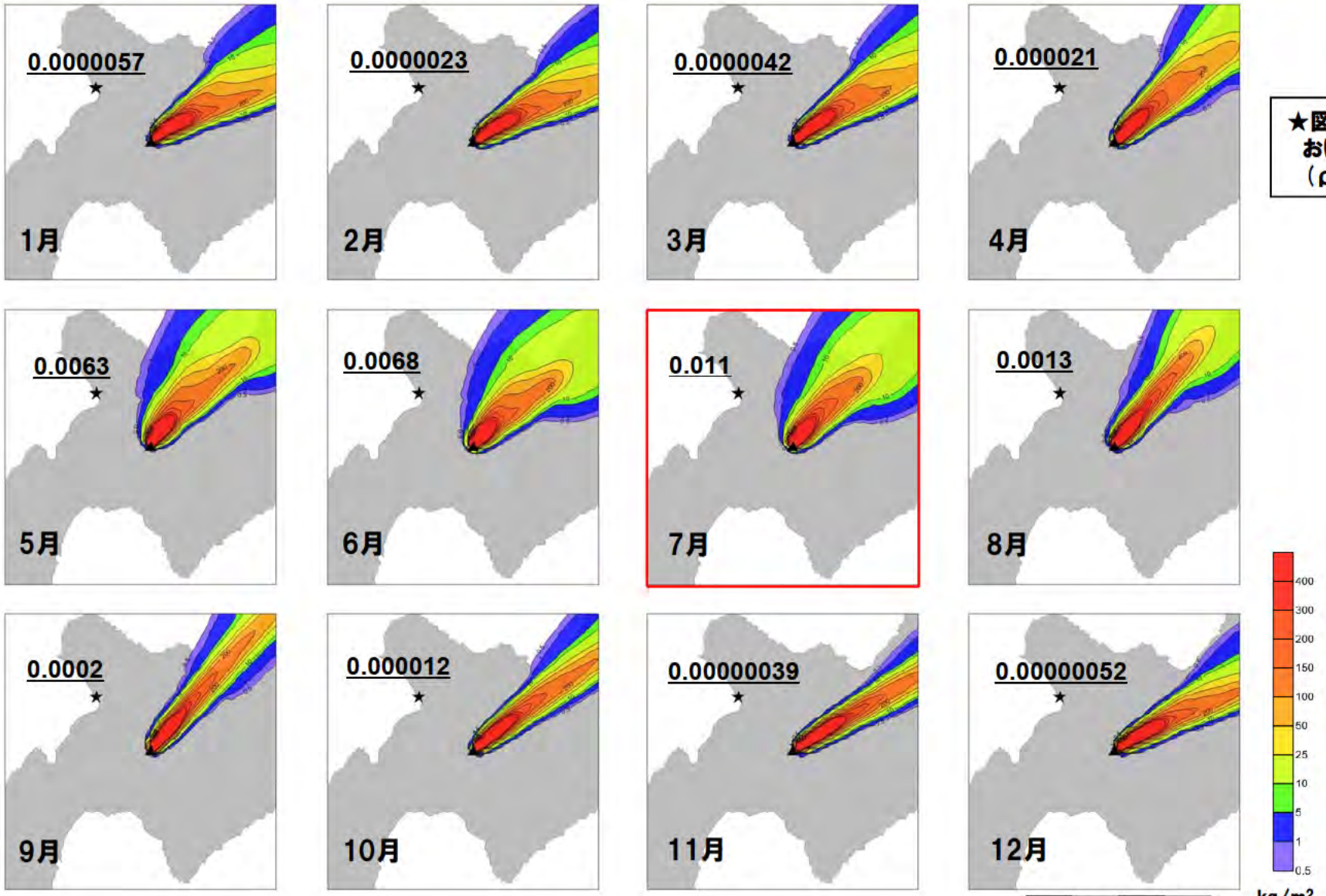
2．1　降下火砕物シミュレーション

19

シミュレーション結果（風向のバラツキを考慮）

再掲（1/29審査会合資料）

○風向のバラツキを考慮した降下火砕物シミュレーションを実施した結果，敷地においては7月の降下量が最大となり，層厚0.011mmとなった。



2．1　降下火砕物シミュレーション

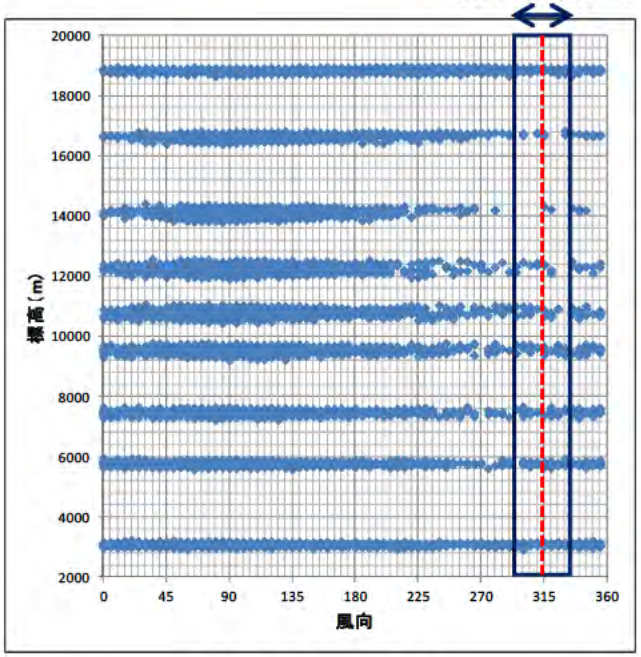
20

敷地方向への仮想風を用いた検討

○風向のバラツキによる影響が最も大きい7月を対象に，より厳しい条件を考慮した検討として，敷地方向への仮想風を用いたシミュレーションを実施した。

敷地方向への仮想風の作成手順

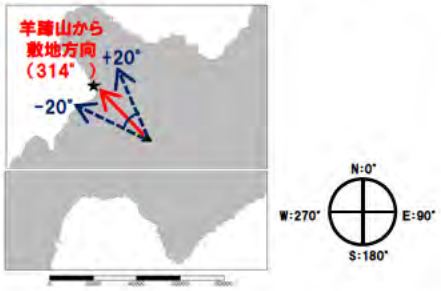
①敷地方向への風データの抽出



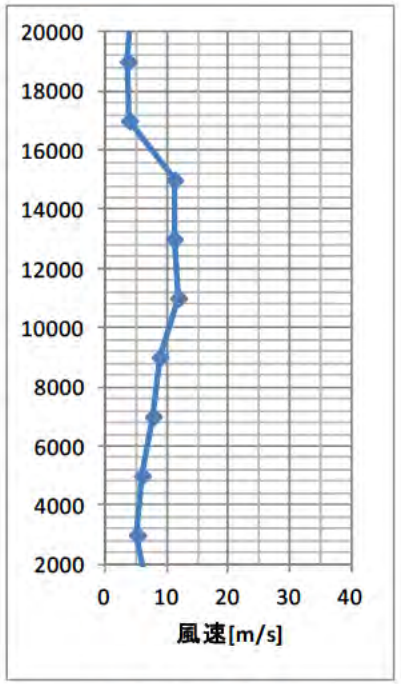
風向データ（ 7月 ）

風向295°～334°の出現頻度（7月）

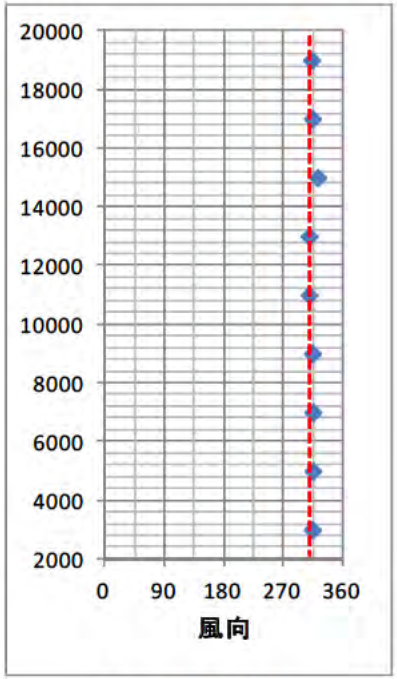
標高	出現頻度
2000～4000m	4.6%
4000～6000m	[illegible]
6000～8000m	1.5%
8000～10000m	1.3%
10000～12000m	1.2%
12000～14000m	0.6%
14000～16000m	0.2%
16000～18000m	0.5%
18000～20000m	4.3%
	平均 1.8%



②抽出した風データの合成⇒仮想風



風速（仮想風）



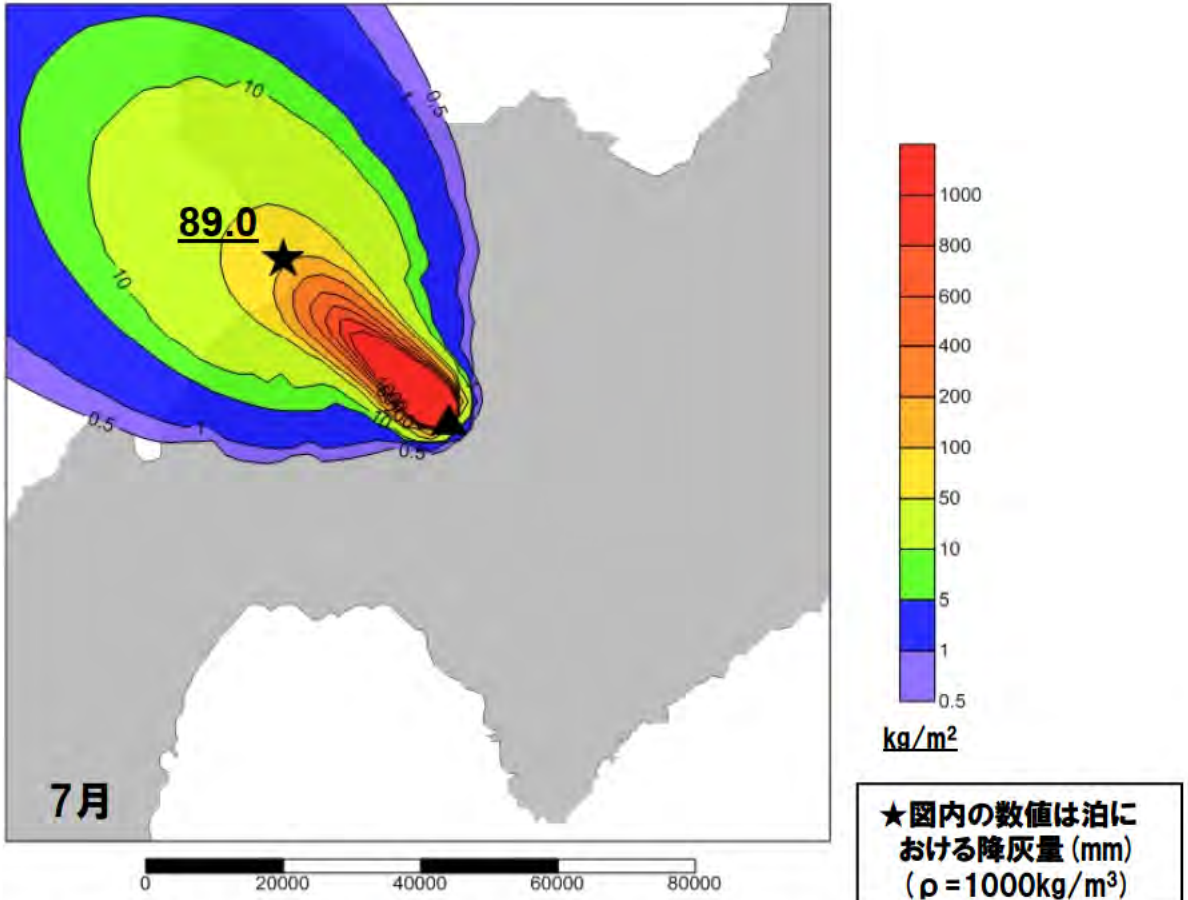
風向（仮想風）

2．1　降下火砕物シミュレーション

21

シミュレーション結果（敷地方向への仮想風を使用）

○敷地方向への仮想風を用いた降下火砕物シミュレーションを実施した結果，敷地における降灰層厚は8.9cmとなった。



敷地方向への仮想風を用いたシミュレーション結果

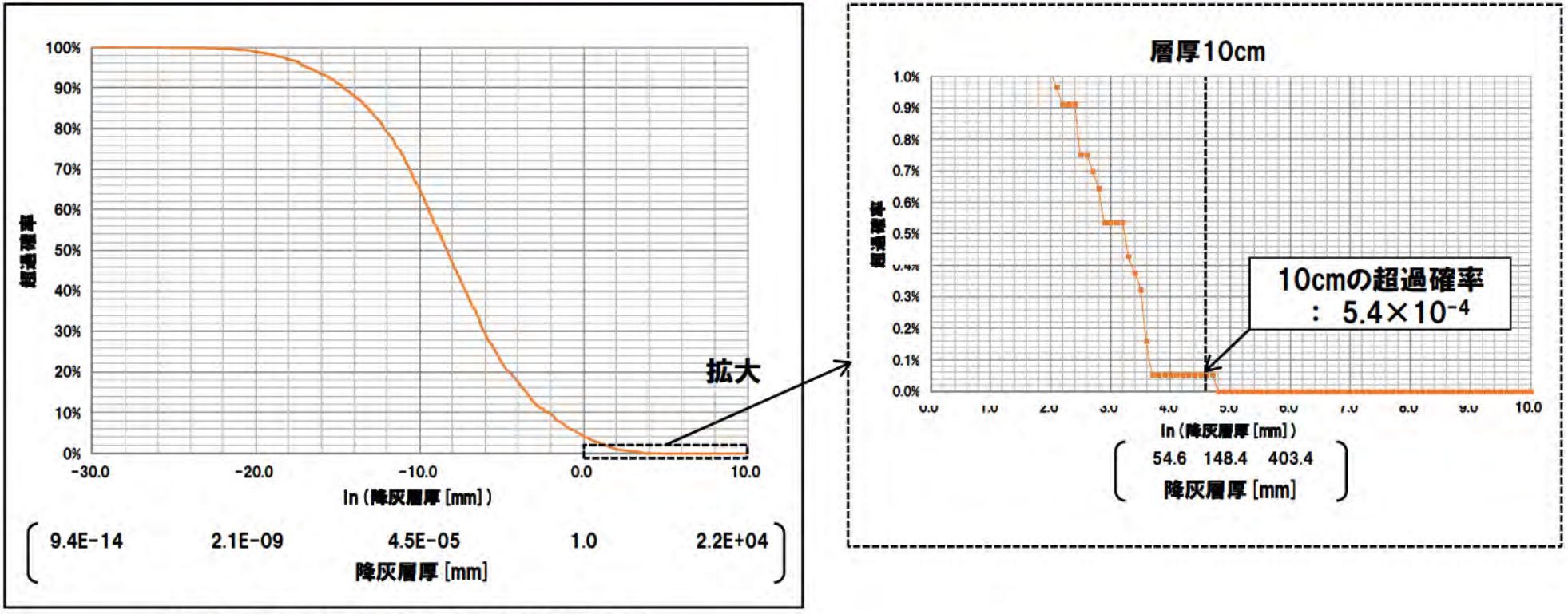
2．1　降下火砕物シミュレーション

22

7月の風データ過去30年間分を用いた降灰層厚の超過確率

○7月の風データ過去30年間分について，降下火砕物シミュレーションを実施し，泊発電所における降灰層厚を算出した。

○その結果，降灰層厚10cmの超過確率は，5.4×10^{-4}の発生頻度となった。



泊発電所における降灰層厚の超過確率※

※横軸は自然対数軸

2．2　降下火砕物シミュレーションまとめ

23

○羊蹄山について，より厳しい条件を考慮した検討として，風向のバラツキによる影響が最も大きい7月を対象に，敷地方向への仮想風を用いた降下火砕物シミュレーションを実施した。

○その結果，敷地における降灰層厚は8.9cmとなった。

○一方，7月の風ﾃｰﾀ過去30年間分について，泊発電所における降灰層厚を算出した結果，降灰層厚10cmの超過確率は，5.4×10^{-4}の発生頻度となった。

○敷地における火山灰の層厚は，敷地内で確認された火山灰質シルト層の層厚40cmと評価しており，今回のシミュレーション結果を踏まえても，十分保守的な値であると判断される。

敷地における火山灰の層厚40cmは，十分保守的な値と評価する。

参考文献一覧

24

（文献）

・第四紀火山カタログ委員会編（1999）：日本の第四紀火山カタログ，日本火山学会

・須藤　茂・猪股隆行・佐々木寿・向山　栄（2007）：わが国の降下火山灰データベース作成，地質調査研究報告，第58巻，第9/10号，pp.261-321.

・Michael F. Sheridan（1979）：Emplacement of pyroclastic flows: A review,Geological Society of America, Special Paper 180,pp.125-136.

・Richard M. Iverson（1997）：THE PHYSICS OF DEBRIS FLOWS, Reviews of Geophysics,35,3,pp.245-296.

・下鶴大輔・荒牧重雄・井田喜明・中田節也編（2008）：火山の辞典＜第2版＞

・柏原　信・広瀬保志・香河正人・菅　恵一・春日井昭・山岸一夫（1976）：羊蹄火山のテフラー降下軽石・スコリア堆積物とその^{14}C年代についてー，第四紀研究，第15巻，第2号，pp.75-86

・気象庁編（2013）：日本活火山総覧（第4版）.