

**泊発電所3号機
火山影響評価について
【解説版】**

**2025年3月
北海道電力株式会社**

1. 火山影響評価とは	3
2. 立地評価	4
3. 影響評価	11
4. 火山活動のモニタリング	15

1. 火山影響評価とは

火山影響評価とは

- 新規規制基準では、自然現象のうち火山の影響によって原子力発電所の安全性が損なわれることがないことを確認することが必要となりました。
- 火山影響評価では、「立地評価」、「影響評価」及び「火山活動のモニタリング」の3項目の審査が行われます。

■立地評価

- 原子力発電所の半径160km以内において、第四紀(約258万年前以降)に活動した火山を抽出。
- その中から、「完新世(約1万1,700年前から現在まで)に活動があった火山」及び「完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できない火山」を対象に個別評価を実施し、「火砕流※¹」、「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」の5つの設計対応不可能な火山事象が、発電所の運用期間※²中に発電所に影響を及ぼす可能性は十分小さいかどうかを評価する。

※¹ 火山噴火で生じた高温のガス、火山灰、軽石等が混ざり合い、斜面を高速で流れ下る現象

※² 原子力発電所に核燃料物質が存在する期間

■影響評価

- 原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象を抽出し、諸条件を整理する。その上で、設計対応及び運転対応の妥当性を評価する。

■火山活動のモニタリング

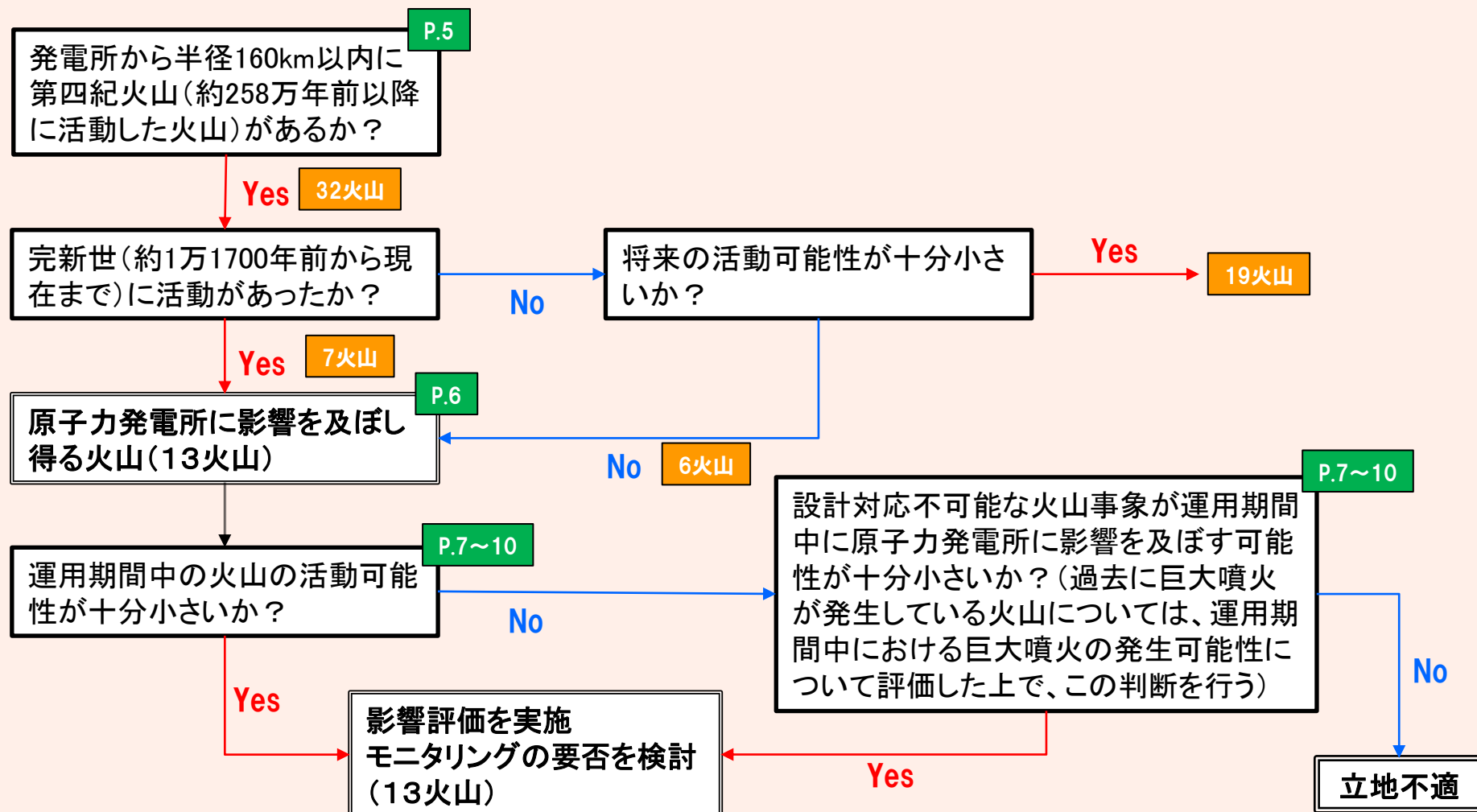
- モニタリング実施対象火山の抽出、モニタリング実施方法及び観測データに有意な変化が認められた場合の対処方針を策定する。
- 火山活動の継続的な監視により、立地評価の根拠が維持されていることを確認する。

2. 立地評価

新規制基準で求められている内容

○立地評価では、泊発電所に影響を及ぼし得る火山を抽出し、泊発電所運用期間中に活動する可能性や設計対応不可能な火山事象が発電所に影響を及ぼす可能性が十分小さいことを確認します。

立地評価フロー

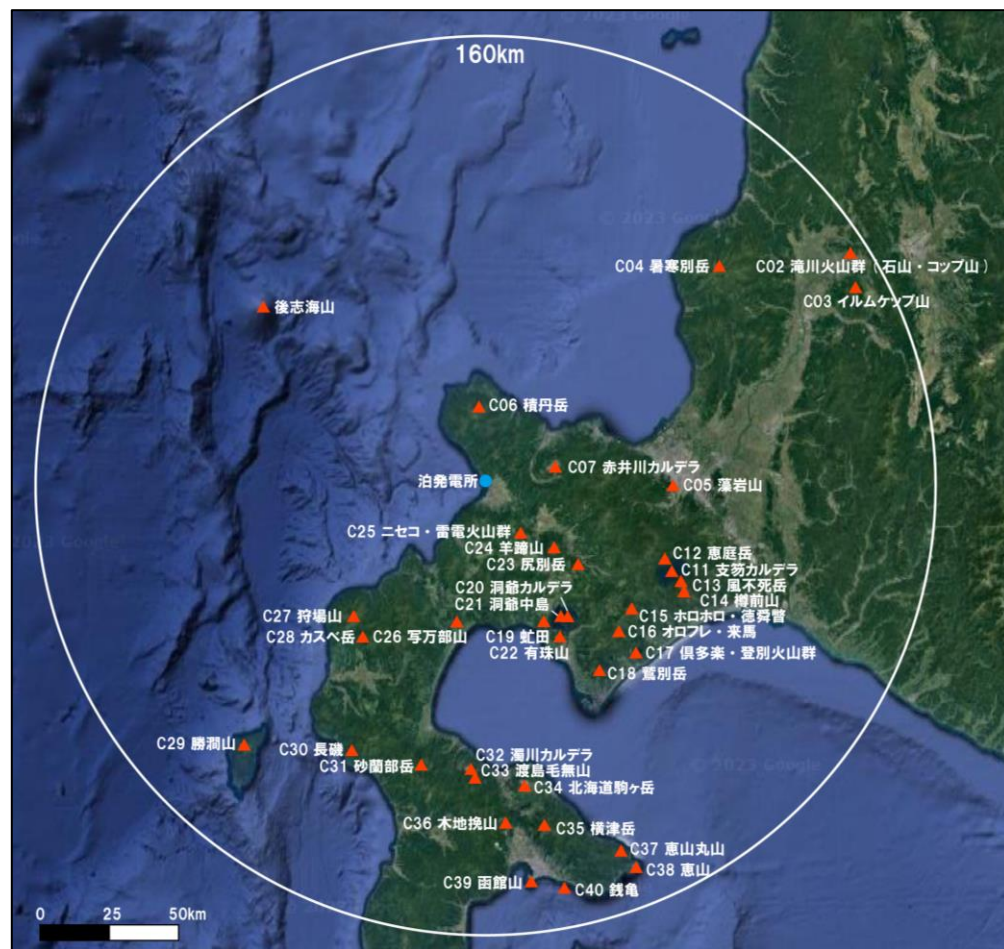


2. 立地評価

敷地から半径160kmの範囲の火山の抽出

○発電所から半径160kmの以内の第四紀火山(約258万年前以降に活動した火山)の抽出では、文献調査等により32火山を抽出しました。

敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山



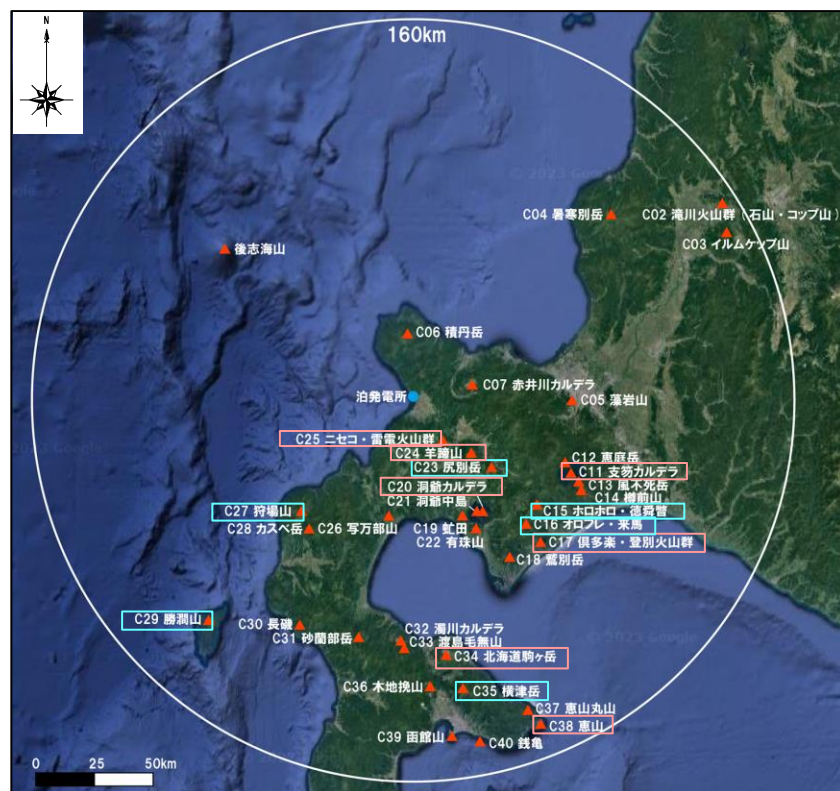
番号	火山名	敷地からの距離 (km)	活動年代
C02	滝川(たきかわ)火山群 (石山(いしやま)、コップ山(こっぷやま))	石山: 128.2 コップ山: 151.3	約1000-170万年前 (石山: 約200万年前、コップ山: 約170万年前)
C03	イルムケツ山(いるむけつやま)	146.1	約250万年前
C04	暑寒別岳(しょかんべつだけ)	111.5	約400-200万年前
C05	藻岩山(もいわやま)	66.0	約260-240万年前
C06	積丹岳(しゃこたんだけ)	26.5	約250-200万年前
C07	赤井川(あかいがわ)カルデラ	25.3	約210-130万年前
C11	支笏(しこつ)カルデラ(後カルデラ火山含む)	74.8	約4万年前にカルデラ形成
	C12 恵庭岳(えにわだけ)	68.6	約1万8000年前以前に活動開始
	C13 風不死岳(ふぶしだけ)	77.7	約4万年前以降
	C14 樽前山(たるまいさん)	80.2	約9000年前に活動開始
C15	ホロホロ・徳舜管(とくしゅんべつ)	68.0	約170-160万ないし約60万年前
C16	オロフレ・来馬(らいま)	70.2	来馬岳: 約60-50万年前 オロフレ山: 活動年代は不明
C17	倶多楽(くつたら)・登別(のぼりべつ)火山群	80.5	約11万年前以降
C18	鷺別岳(わしべつだけ)	77.8	約190万年前
C19	虻田(あぶた)	53.4	約180万年前
C20	洞爺(とうや)カルデラ(後カルデラ火山含む)	54.8	約11万年前にカルデラ形成
	C21 洞爺中島(とうやなかじま)	55.1	約5-3万年前
	C22 有珠山(うずさん)	60.7	約3万年前に活動開始
C23	尻別岳(しりべつだけ)	43.6	約70-5万年前
C24	羊蹄山(ようていざん)	33.8	10万ないし数万年前以降
C25	ニセコ・雷電(らいでん)火山群	19.7	雷電火山群: 約160-50万年前 ニセコ火山群: 約150万年前以降
C26	写万部山(しゃまんべやま)	50.5	約260-250万年前
C27	狩場山(かりばやま)	66.1	約80-25万年前
C28	カスベ岳(かすべだけ)	69.4	前期更新世
C29	勝淵山(かつまやま)	126.4	約70-20万年前
C30	長磯(ながいそ)	105.7	約220-140万年前
C31	砂間部岳(さらんべだけ)	102.2	約180万年前
C32	濁川(にごりがわ)カルデラ	101.9	約2万-1万3000年前
C33	渡島毛無山(おしまけなしやま)	105.3	ジェラシアン-カラブリアン(前期更新世前半-前期更新世後半)
C34	北海道駒ヶ岳(ほっかいどうこまがたけ)	109.0	約4万年前以前に活動開始
C35	横津岳(よこつだけ)	123.7	約170-14万年前
C36	本地挽山(きじびきやま)	120.6	約190万年前以降
C37	恵山丸山(えさんまるやま)	139.9	約20万年前
C38	恵山(えさん)	146.9	約5万年前以降
C39	函館山(はこだてやま)	142.7	約120-90万年前
C40	銭亀(ぜにかめ)	146.7	4万5000-3万3000年前の間
—	後志海山(しりべしかいざん)	101.2	約90万年前前後(古くても130万年前)

第四紀火山の位置は産業技術総合研究所「日本の火山(DB)」に基づく。
地質図Navi(ver.1.2.1.20230302)を基に作成

2. 立地評価

発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

- 泊発電所の半径160km以内にある第四紀火山(32火山)のうち、完新世に活動があった7火山、完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できない6火山の計13火山を発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出し、個別評価を実施しました。
- 特に、支笏カルデラ及び洞爺カルデラについては、過去の巨大噴火に伴う火砕流が広範囲かつ敷地方向に数十kmにわたって分布していることから、活動履歴や地球物理学的調査に関する検討等を踏まえ、巨大噴火の可能性評価を実施しました。



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)」に基づく。
地質図Navi(ver.1.2.1.20230302)を基に作成)

発電所に影響を及ぼし得るとして抽出した火山(13火山)

番号	火山名	敷地からの距離(km)	活動年代
C11	支笏(しこつ)カルデラ(後カルデラ火山含む)	74.8	約4万年前にカルデラ形成
	C12 恵庭岳(えにわだけ)	68.6	約1万8000年前以前に活動開始
	C13 風不死岳(ふつぶしだけ)	77.7	約4万年前以降
	C14 樽前山(たるまいさん)	80.2	約9000年前に活動開始
C15	ホロホロ・徳舜管(とくしゅんべつ)	68.0	約170-160万ないし約60万年前
C16	オロフレ・来馬(らいば)	70.2	来馬岳: 約60-50万年前 オロフレ山: 活動年代は不明
C17	倶多楽(くつたら)・登別(のぼりべつ)火山群	80.5	約11万年前以降
C20	洞爺(とうや)カルデラ(後カルデラ火山含む)	54.8	約11万年前にカルデラ形成
	C21 洞爺中島(とうやなかじま)	55.1	約5-3万年前
	C22 有珠山(うすざん)	60.7	約3万年前に活動開始
C23	尻別岳(しりべつだけ)	43.6	約70-5万年前
C24	羊蹄山(ようていざん)	33.8	10万ないし数万年前以降
C25	ニセコ・雷電(らいでん)火山群	19.7	雷電火山群: 約160-50万年前 ニセコ火山群: 約150万年前以降
C27	狩場山(かりばやま)	66.1	約80-25万年前
C29	勝洞山(かつつまやま)	126.4	約70-20万年前
C34	北海道駒ヶ岳(ほっかいどうこまがたけ)	109.0	約4万年前以前に活動開始
C35	横津岳(よこつだけ)	123.7	約170-14万年前
C38	恵山(えさん)	146.9	約5万年前以降

完新世に活動があった火山

完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できない火山

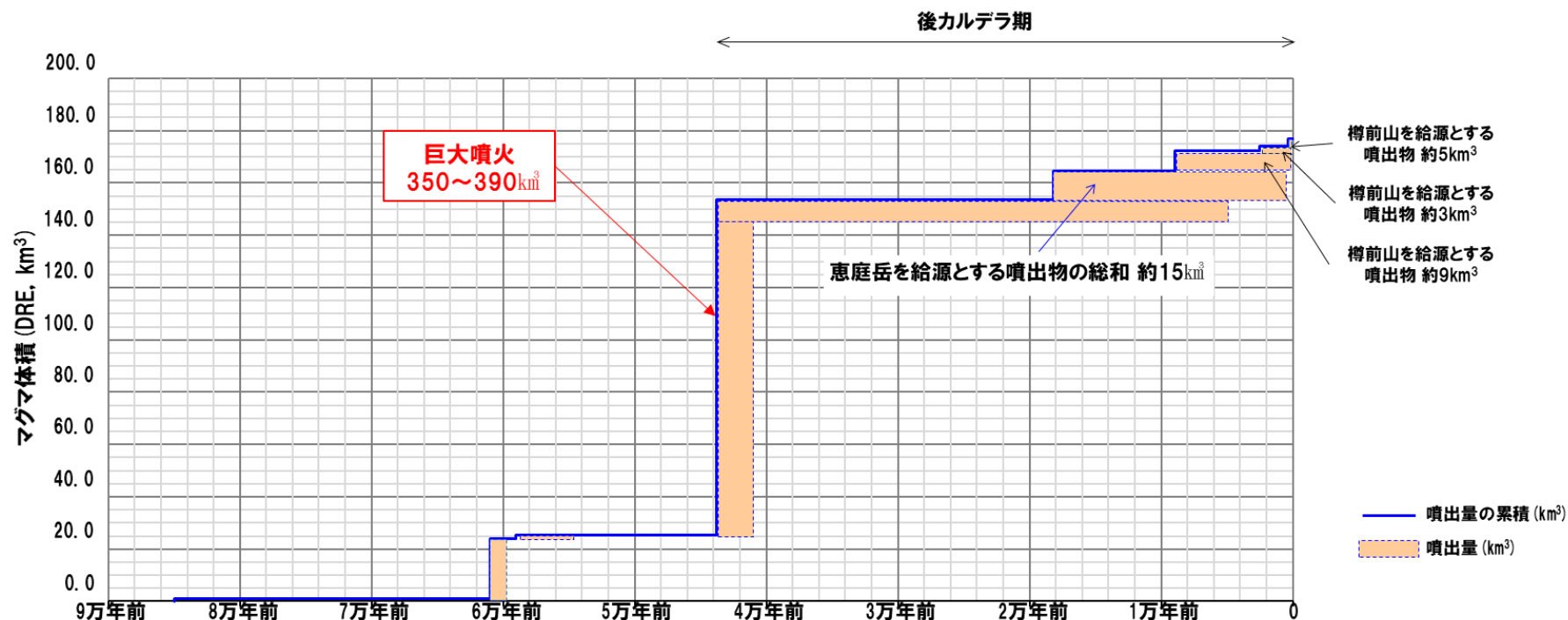
2. 立地評価

支笏カルデラにおける巨大噴火の可能性評価①

【活動履歴】

- 支笏カルデラは、約4万年前に $350\sim390\text{km}^3$ の噴出物を噴出した巨大噴火により形成され、その後に風不死岳、恵庭岳、樽前山の後カルデラ火山が形成されました。
- 巨大噴火以降に活動を開始した後カルデラ火山は、複数回の活動が認められますが、噴出物量は、恵庭岳を給源とする噴出物の総和でも約 15km^3 であり、後カルデラ火山の噴出物の組成は、巨大噴火の噴出物と比較して異なります※。
- 現在の支笏カルデラは、噴出物量から比較的静穏な活動下にあると推定されること、噴出物の組成が異なることを踏まえると、過去の巨大噴火を起こした状況とは異なります。

※巨大噴火に直接寄与するマグマは、粘性が大きい特徴的な組成を示すことから、組成の比較は巨大噴火の可能性評価において重要な検討項目となる。



2. 立地評価

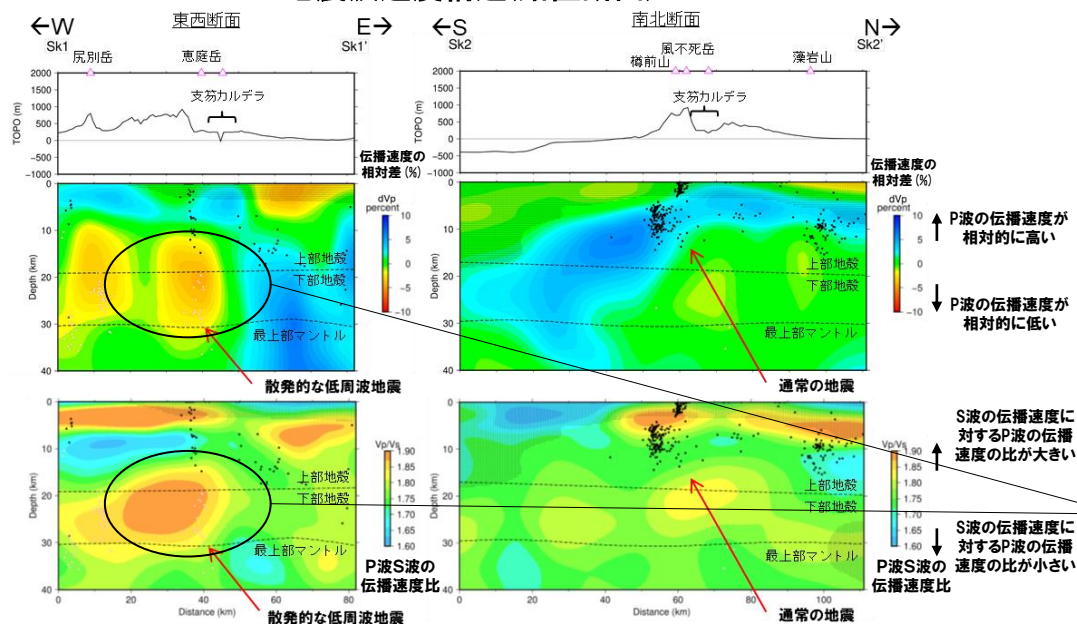
支笏カルデラにおける巨大噴火の可能性評価②

【地球物理学的調査(地下構造、地殻変動等)】

○巨大噴火の可能性評価では、支笏カルデラのマグマだまりの位置や規模等を把握するため、地下構造に関する検討を実施するとともに、マグマの移動や上昇、集積等の活動がないか確認するため、地殻変動に関する検討等も実施しています。

○現状、深度約10km程度以浅の範囲に、巨大噴火が可能な量のマグマだまりが存在する可能性は十分に小さいとともに、マグマの移動・上昇、集積等の活動を示す顕著な地殻変動も認められないと評価しました。

地震波速度構造(鉛直断面)



- ・マグマだまりの位置や規模等を把握するため、地震波の伝播速度の記録を用いた検討をしました。
- ・マグマが存在する可能性のある場所は、P波の伝播速度が低くなり、かつS波の伝播速度に対するP波の伝播速度の比が大きくなる傾向があります。
- ・左図で、上記傾向が大きい箇所がオレンジ色や黄色で表示されています。

・支笏カルデラの上部地殻(20km以浅)の一部にマグマの存在が示唆される範囲が広がっていますが、その中心は下部地殻内(約20~30km)であり、また深度10km程度の浅い範囲には、広がりはありません。

【評価結果】

○支笏カルデラは、活動履歴や地球物理学的調査に関する検討等から、泊発電所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した上で、運用期間中に設計対応不可能な火山事象が発電所に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価しました。

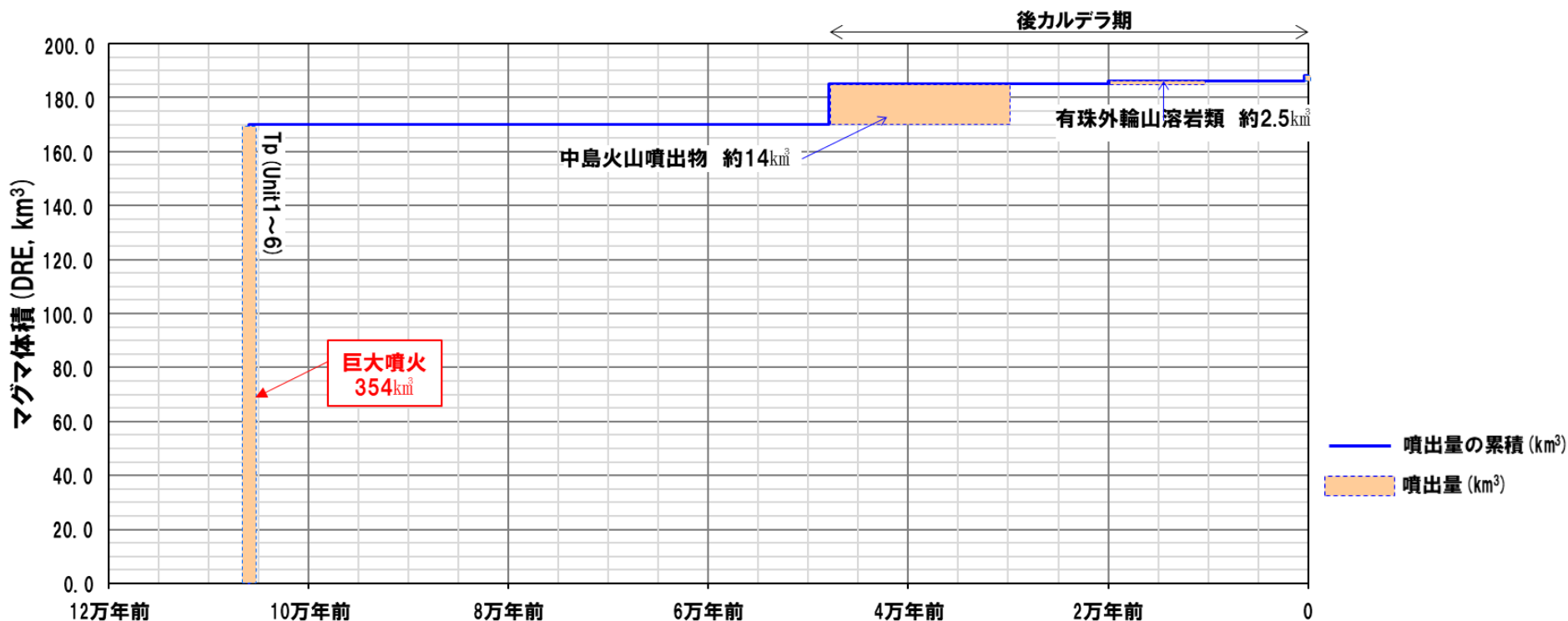
2. 立地評価

洞爺カルデラにおける巨大噴火の可能性評価①

【活動履歴】

- 洞爺カルデラは、約11万年前に 354km^3 の噴出物を噴出した巨大噴火により形成され、その後に洞爺中島、有珠山の後カルデラ火山が形成されました。
- 巨大噴火以降に活動を開始した後カルデラ火山は、複数回の活動が認められますが、噴出物量は最大でも 14km^3 であり、後カルデラ火山の噴出物の組成は、巨大噴火の噴出物と比較して異なります※。
- 現在の洞爺カルデラは、噴出物量から比較的静穏な活動下にあると推定されること、噴出物の組成が異なることを踏まえると、過去の巨大噴火を起こした状況とは異なります。

※巨大噴火に直接寄与するマグマは、粘性が大きい特徴的な組成を示すことから、組成の比較は巨大噴火の可能性評価において重要な検討項目となる。



2. 立地評価

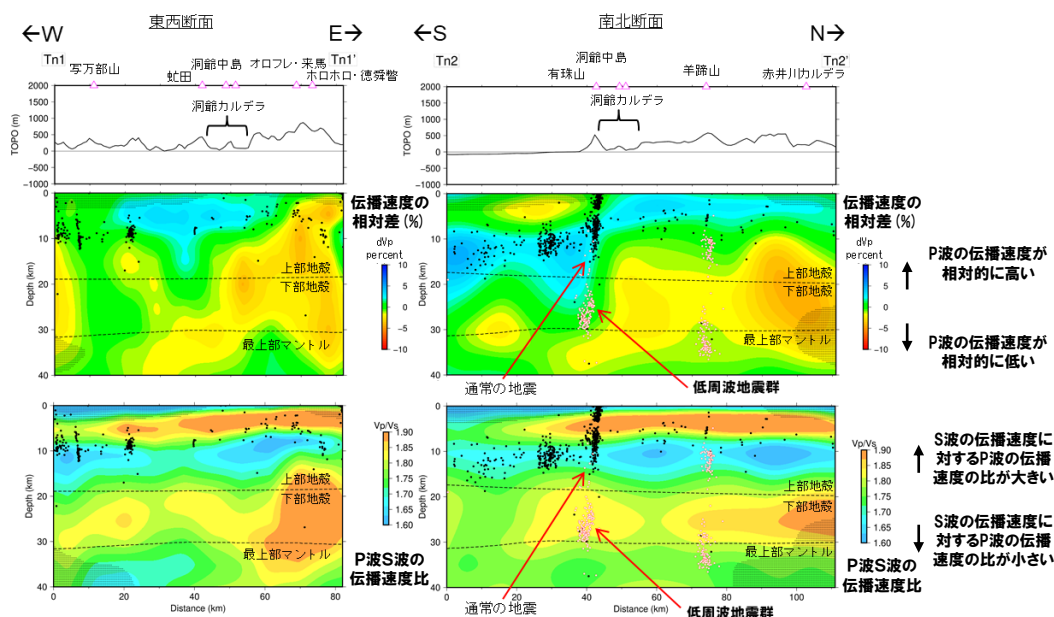
洞爺カルデラにおける巨大噴火の可能性評価②

【地球物理学的調査(地下構造、地殻変動等)】

○支笏カルデラ同様、洞爺カルデラのマグマだまりの位置や規模等を把握するため、地下構造に関する検討を実施するとともに、マグマの移動や上昇、集積等の活動がないか確認するため、地殻変動に関する検討等も実施しています。

○現状、深度約10km程度以浅の範囲に、巨大噴火が可能な量のマグマだまりが存在する可能性は十分に小さいとともに、マグマの移動・上昇、集積等の活動を示す顕著な地殻変動も認められないと評価しました。

地震波速度構造(鉛直断面)



- ・マグマだまりの位置や規模等を把握するため、地震波の伝播速度の記録を用いた検討をしました。
- ・マグマが存在する可能性のある場所は、P波の伝播速度が低くなり、かつS波の伝播速度に対するP波の伝播速度の比が大きくなる傾向があります。
- ・左図で、上記傾向が大きい箇所がオレンジ色や黄色で表示されています。

・洞爺カルデラの上部地殻(20km以浅)には、マグマの存在が示唆される範囲は認められません。

【評価結果】

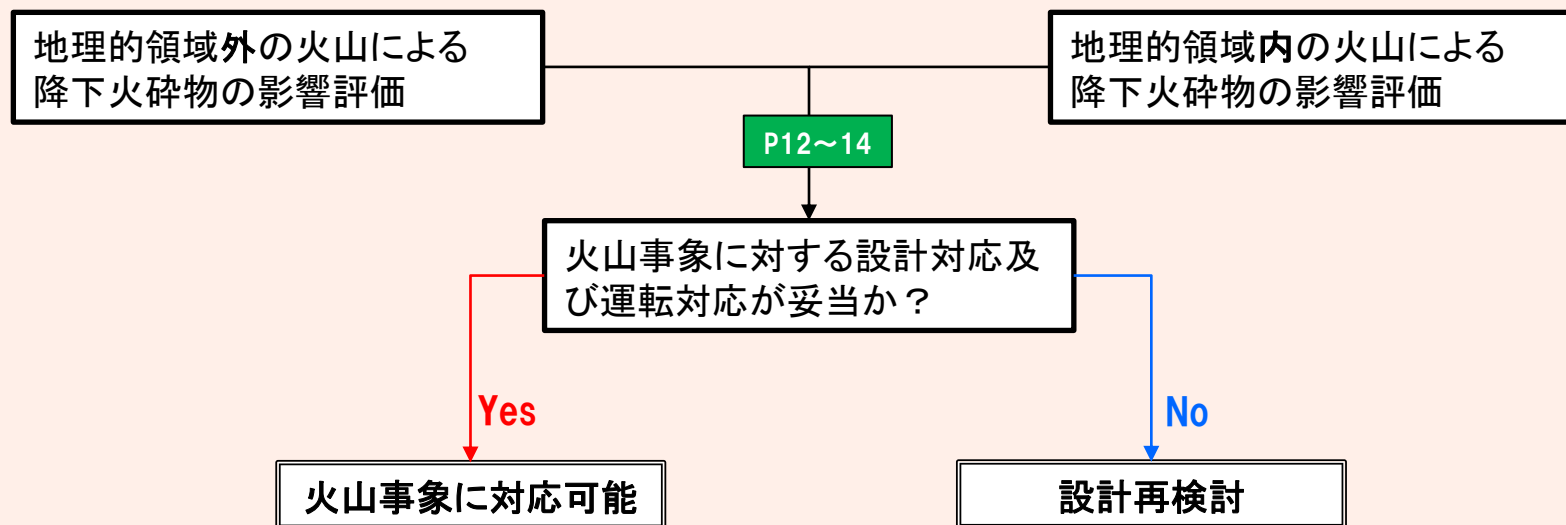
○洞爺カルデラは、活動履歴や地球物理学的調査に関する検討等から、泊発電所運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さいと評価した上で、運用期間中に設計対応不可能な火山事象が発電所に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価しました。

3. 影響評価

影響評価フロー

- 立地評価において、「火砕流等の設計対応不可能な火山事象が運用期間中に泊発電所に影響を及ぼす可能性が十分小さい」と評価したことから、次に、影響評価として、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を抽出し、諸条件を整理した上で、各火山事象に対する設計対応及び運転対応※の妥当性について評価を行います。
 - 泊発電所では、降下火砕物（火山灰）が敷地及び敷地の近傍まで到達していることを確認していることから、その層厚を評価する必要があります。
 - 降下火砕物（火山灰）は、地理的領域（発電所から半径160km）以遠からも敷地及び敷地近傍に到達した可能性があることから、地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価も実施します。
- ※通常時～発災時に対応する体制および発災時の対応手順（除灰、フィルタ取替等）の整備

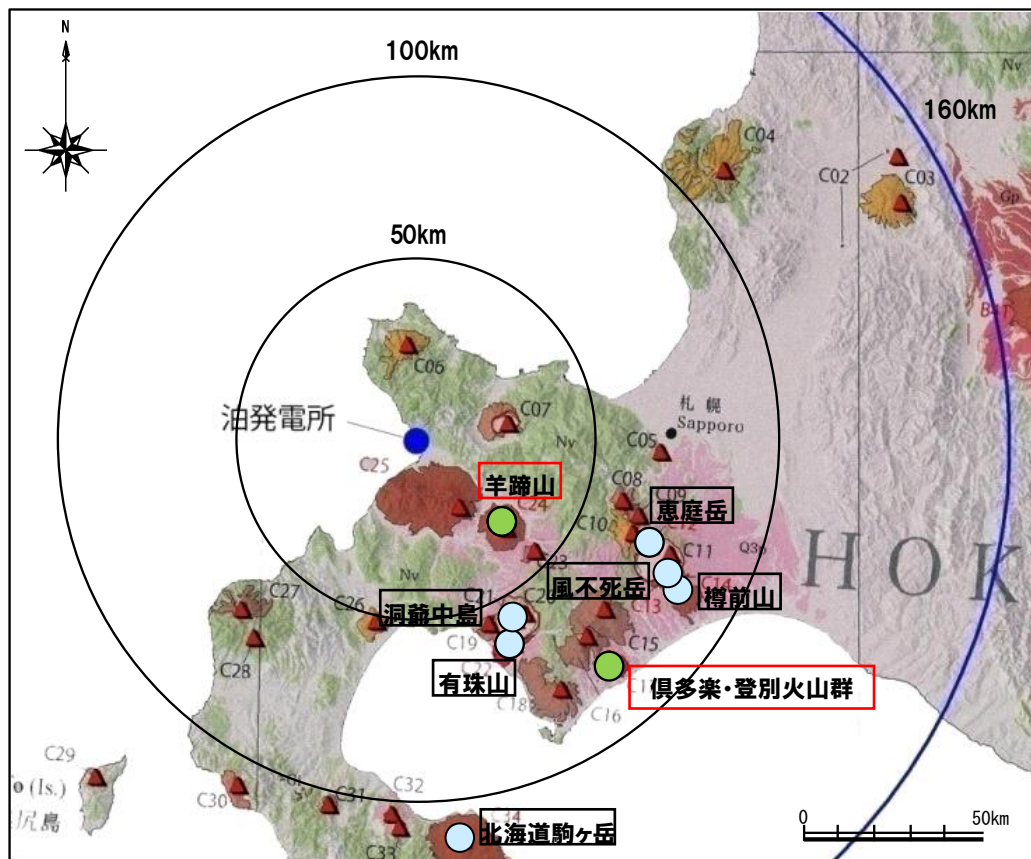
影響評価（降下火砕物）フロー



3. 影響評価

降下火砕物(火山灰)シミュレーション

- 文献調査ならびに敷地及び敷地近傍の地質調査を実施した結果、泊発電所で確認される降下火砕物(火山灰)としては、地質調査で確認した層厚23cm(給源及び年代不明)が最大となりました。
- また、別の手法として降下火砕物(火山灰)の噴出シミュレーションも実施することとし、「過去の噴火による降下火砕物の噴出量」、「各火山から敷地までの距離」等の観点を踏まえ、倶多楽・登別火山群及び羊蹄山を対象にシミュレーションを実施しました。



火山の位置図

【シミュレーション対象】

倶多楽・登別火山群

- ・シミュレーション対象として検討した火山のうち、降下火砕物の噴出量が最大である噴火(約4万年前の噴火)

羊蹄山

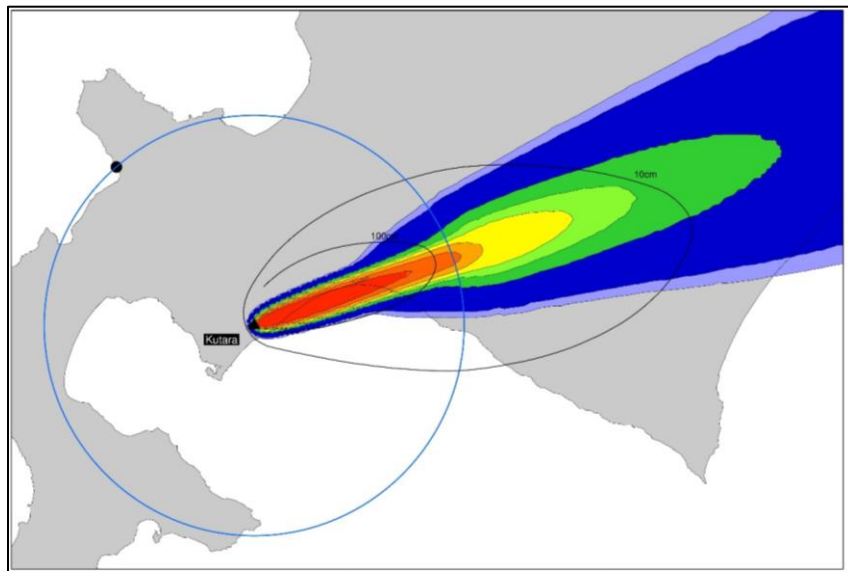
- ・シミュレーション対象として検討した火山のうち、敷地との距離が最も近い羊蹄山において、降下火砕物の噴出量が最大である噴火(約2万年前の噴火)

3. 影響評価

倶多楽・登別火山群でのシミュレーション結果

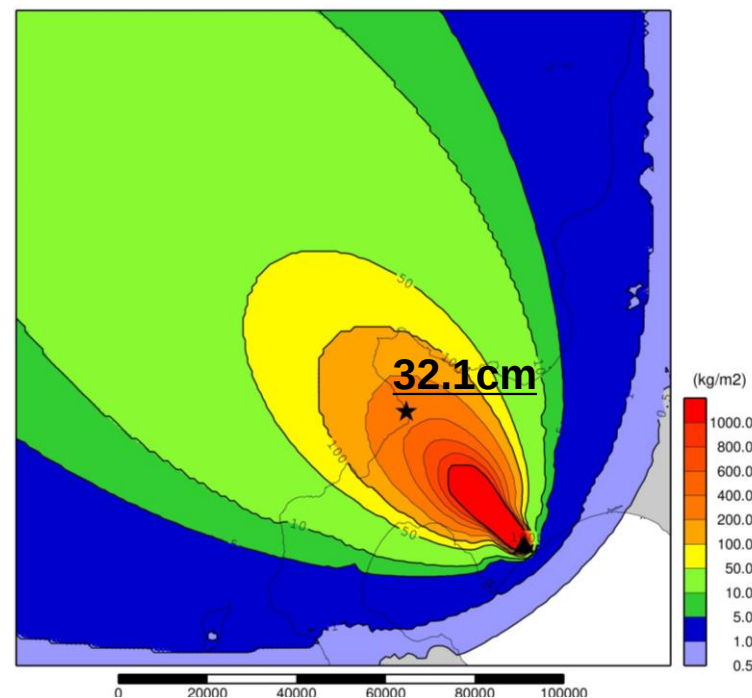
- 倶多楽・登別火山群で降下火砕物(火山灰)が噴出した場合のシミュレーション実施にあたっては、噴煙の高度や拡散の程度について、既存の文献と最も整合する条件設定をしました。
- 倶多楽・登別火山群付近は西から東への風が主であるため、泊発電所への降下火砕物の影響は小さいですが、風向きの不確かさを考慮し、より安全側の評価となるよう発電所方向の仮想風(東から西)を用いたシミュレーションを実施した結果、敷地における降下火砕物(火山灰)の層厚は32.1cmとなりました。

基本パターン



- ・既存の文献と最も整合する条件(噴煙の高度や拡散の程度)を設定。

シミュレーション結果



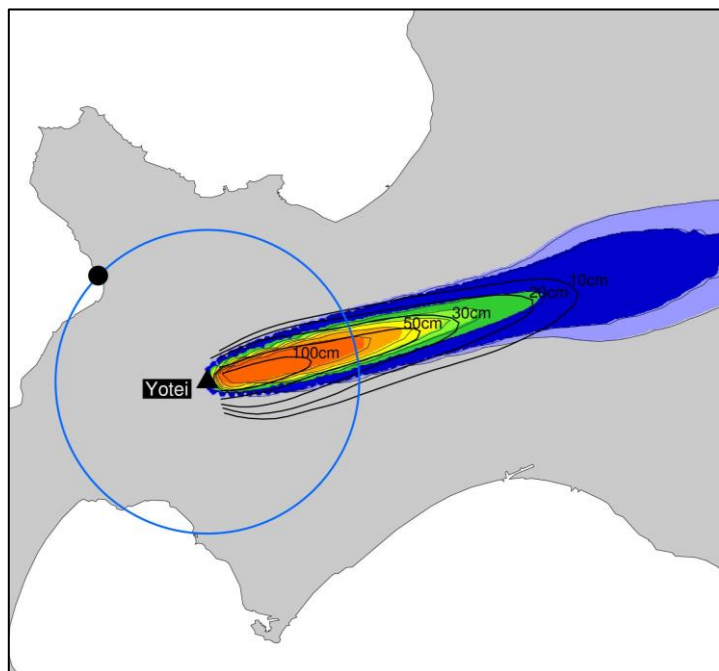
- ・仮想風を用いたシミュレーションを実施した結果、敷地における降下火砕物(火山灰)の層厚は32.1cmとなりました。

3. 影響評価

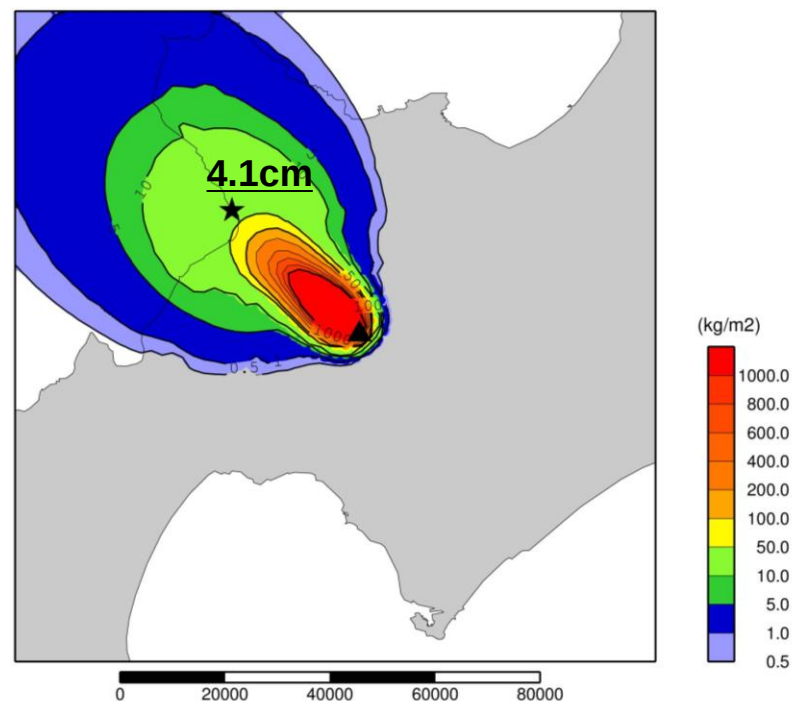
羊蹄山でのシミュレーション結果

○羊蹄山も西から東への風が主であることから、倶多楽・登別火山群と同様のシミュレーションを実施した結果、敷地における降下火砕物(火山灰)の層厚は4.1cmとなりました。

基本パターン



シミュレーション結果



・既存の文献と最も整合する条件(噴煙の高度や拡散の程度)を設定。

・仮想風を用いたシミュレーションを実施した結果、敷地における降下火砕物(火山灰)の層厚は4.1cmとなりました。

○地質調査(23cm)及び倶多楽・登別火山群でのシミュレーション結果(32.1cm)を踏まえ、敷地における設計に用いる降下火砕物(火山灰)の層厚を40cmとしました(降下火砕物(火山灰)の層厚を踏まえた設計方針は、「泊発電所3号機 設計基準対象施設について(P.6)」参照)。

4. 火山活動のモニタリング

○火山活動の継続的な監視を実施するにあたり、モニタリング実施対象火山の抽出、モニタリング実施方法及び観測データに有意な変化が認められた場合の対処方針を策定することが求められており、泊発電所では、モニタリング実施対象火山として洞爺カルデラ及び支笏カルデラを選定し、公的機関のデータ等を用いたモニタリングを実施することとしています。

○原則、月1回のデータの整理や検討等を実施した上で、年1回の定期的評価を実施します。

○定期的評価にあたっては、第三者（火山専門家等）から火山活動に関する助言をいただくこととしています。

○観測データに有意な変化が認められた場合には、第三者からの助言を踏まえ、必要に応じてモニタリング体制を強化し、最新の科学的知見に基づき、変化の原因等を検討する等、可能な限りの対応を行います。

○可能な限りの対応を行った上で、設計対応不可能な火山事象が発電所に影響を及ぼす可能性があると判断した場合は、原子炉停止等の対応を実施します。

	監視項目	確認事項	主に用いるデータ緒元
主な 監視項目	地震活動	・地震発生領域の拡大または消滅、新たな領域の出現 ・地震発生数の急激な変化	気象庁、大学等
	地殻変動 地盤変動	・地盤の上下変動の急激な傾向の変化 ・既往の地殻変動とは異なる場所での地殻変動の出現と急激な進展	気象庁、国土地理院、 防災科学技術研究所、 当社水準測量
	火山ガス・熱活動 （表面活動）	・既往の火山ガス放出場所の拡大または消滅、新たな火山ガス放出場所の出現 ・火山ガスの放出量の急激な傾向の変化	気象庁
その他 監視項目	噴出場所及び噴出物	・既往の火口の拡大や消長、新たな火口や火道の形成 ・マグマ成分の物理的・化学的性質の変化	気象庁、文献、学会発表、 報道発表等
	噴火様式	・大規模な爆発的噴火発生と更なる活動拡大化の傾向	気象庁、文献、学会発表、 報道発表等
	地下構造	・地下に推定されるマグマの可能性を示唆する領域の拡大または消滅、新たな領域の出現	防災科学技術研究所
	その他	・上記監視項目の確認に用いる公的機関の公開データ等以外の洞爺カルデラ及び支笏カルデラの火山活動に関する情報	文献、学会発表、 報道発表等