

文献調査 (火山噴出物 (降下火砕物を除く) の分布) (1/2)

- 地理的領域にある第四紀火山として抽出した32火山の活動履歴、噴火規模及び火山噴出物の分布を確認した (P10~P118参照)。
- このうち、火山噴出物 (降下火砕物を除く) の分布については、複数の地質図幅等がコンパイルされ、火山岩 (主に溶岩)、火砕流堆積物等と岩相が区分されている産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) を確認することを基本とし、より遠方に到達しているとされる文献がある場合はそちらも確認した。
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) によれば、32火山の火山噴出物 (降下火砕物を除く) の分布は、次頁図のとおりであり、敷地には及んでいない。
- 32火山のうち、広範囲に火砕流堆積物の分布が認められるのは、支笏カルデラ及び洞爺カルデラ起源のものである。
- 倶多楽・登別火山群起源の火砕流堆積物 (Kt-7 pfl) については、Amma-Miyasaka et al. (2020) によれば、確認地点は少ないものの北東方向に60km程度の地点に認められる (次頁参照)。
- その他29火山については、火山噴出物 (降下火砕物を除く) の分布は山体近傍に限定される。
- また、敷地を中心とする半径5kmの範囲に加え、岩内平野及び積丹半島西岸を含む範囲 (以降、敷地近傍と呼ぶ) においては、以下のとおり洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群の火山噴出物 (降下火砕物を除く) が分布する。
 - ・共和町幌似付近の洞爺火砕流堆積物※ (拡大図中①)
 - ・岩内平野南方のニセコ・雷電火山群の火山岩 (主に溶岩) (拡大図中②及び③)

※洞爺火砕流堆積物は、産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) において、共和町幌似付近の他、ワイスホルン北麓の標高約120m以上の範囲に示されている。当該範囲は、共和町幌似付近から堀株川を挟んで3km程度と近傍に位置するものの、共和町幌似付近の洞爺火砕流堆積物は上面標高約50mであり、その標高差は70m程度以上である。当該範囲に分布する洞爺火砕流堆積物に関連する文献をレビューした。レビューの結果、同堆積物については、洞爺火砕流堆積物である可能性が高いと考えられるが、倶多楽・登別火山群起源のKt-2を含む堆積物である可能性も考えられることから、今後地質調査を実施し、その結果については別途報告する (詳細は補足説明資料2の8章参照)。

地理的領域にある第四紀火山

| 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(こっぽやま)) | 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 | イルムケップ山(いるむけつやま) | 146.1 | 約250万年前 |
| C04 | 番塞別岳(しかんべつだけ) | 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 |
| C08 | 札幌岳(さっぽろだけ) | 50.4 | 約340-280万年前 |
| C09 | 空沼岳(そらぬまだけ) | 63.2 | 約300万年前程度 |
| C10 | 漁岳(いざりだけ) | 62.6 | 約320-250万年前 |
| 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 |
| | ⑫ 恵庭岳(えにわだけ) | 68.6 | 約1万8000年前以前に活動開始 |
| | ⑬ 風不死岳(ふっしぶしだけ) | 77.7 | 約4万年前以降 |
| | ⑭ 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 |
| C18 | 鷲別岳(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 |
| | ⑲ 洞爺中島(とうやなかじま) | 55.1 | 約5-3万年前 |
| | ⑳ 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 | 砂蘭部岳(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 | ジュラシアン-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 | 木地挽山(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80万年前以降 |
| 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90万年前後(古くても130万年) |

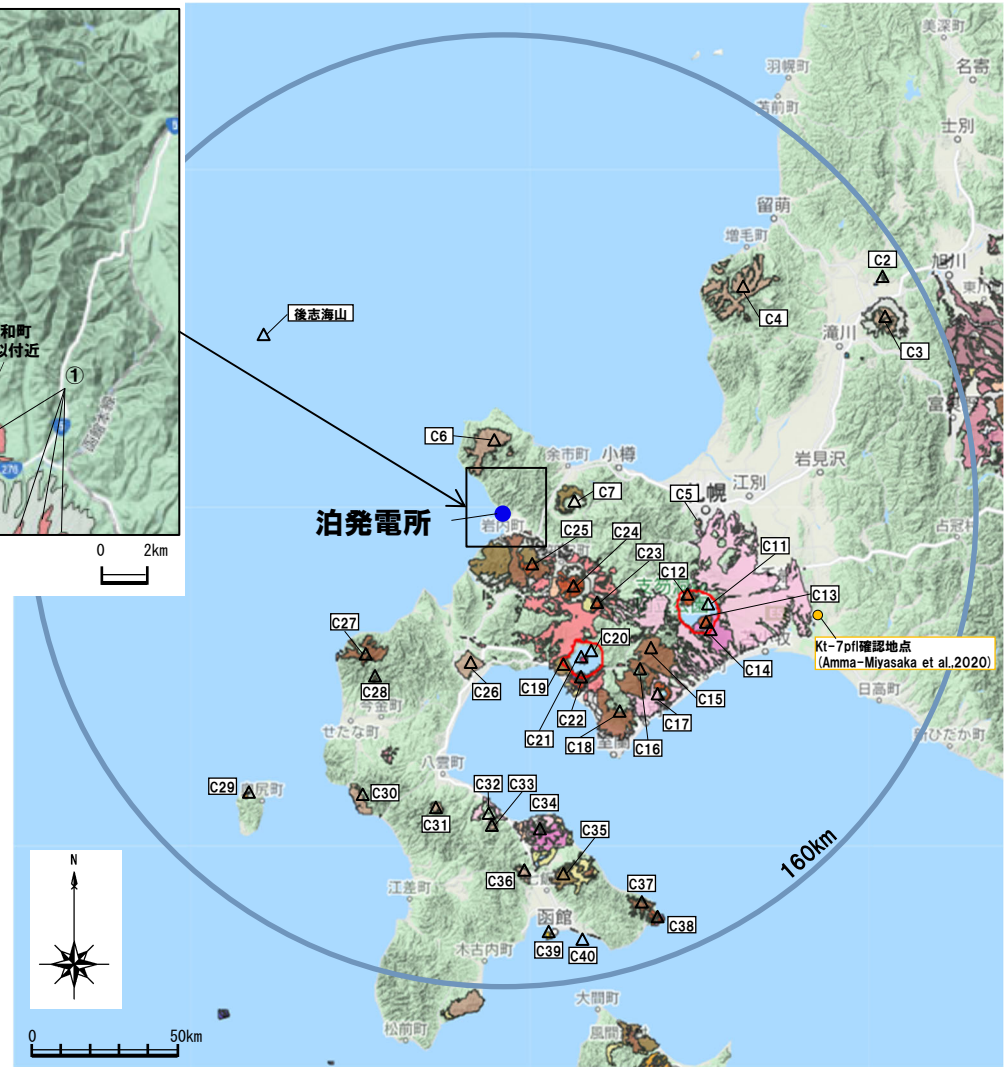
地理的領域にある第四紀火山に関する各種調査

文献調査 (火山噴出物 (降下火砕物を除く) の分布) (2/2)

一部修正 (R3/10/14審査会合)



老古美周辺 敷地近傍拡大図



20万分の1日本火山図 (産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) に加筆)

凡例 (敷地近傍拡大図)

- ①: 洞爺カルデラ
- ②: ニセコ・雷電火山群 (ニセコ中期)
- ③: ニセコ・雷電火山群 (ニセコ古期)
- s: 山麓扇状地・産錐・地すべり・沖積堆積物など

20万分の1日本火山図凡例

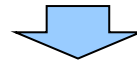
| 時代区分 | 記号 | 岩相区分 | | | | | | | |
|-------------------|----|-----------------|--------------------|---------------------|-----------------|-----------------|---------------------|----------------------------|--------------|
| | | 火山岩 (主に溶岩) | | | 火砕流堆積物 | 曹入岩 | 山麓扇状地・産錐・地すべり・沖積堆積物 | 降下火砕物 | s |
| | | 苦鉄質 玄武岩 | 中間質 玄武岩質安山岩・安山岩 | 珉長質 デイサイト 流紋岩 | 岩質は問わない | 岩質は問わない | 岩質は問わない | 岩質は問わない 図示が不可な 場合に置く | 岩質は問わない |
| 完新世 | H | H _B | H _M | H _A | H _P | | H _D | H _F | |
| 0.0117 | | R100G45B190 | R200G82B0 | R228G23B0 | R238G109B202 | | R230G220B130 | R255G225B225 | |
| 後期更新世 | Q3 | Q3 _B | Q3 _M | Q3 _A | Q3 _P | | Q3 _D | Q3 _F | |
| 0.129 | | R70G40B200 | R200G45B0 | R220G108B0 | R255G190B225 | | R255G190B150 | R245G230B225 | |
| 中期更新世 (チハニアン期) | Q2 | Q2 _B | Q2 _M | Q2 _A | Q2 _P | Q2 _I | Q2 _D | | s |
| 0.774 | | R129G33B227 | R180G80B50 | R240G140B0 | R255G112B123 | R180G250B100 | R230G210B95 | | |
| 前期更新世後半 (カラブリアン期) | Q1 | Q1 _B | Q1 _M | Q1 _A | Q1 _P | Q1 _I | Q1 _D | | |
| 1.80 | | R50G70B200 | R150G110B50 | R236G190B0 | R220G120B150 | R180G250B0 | R255G200B150 | | |
| 前期更新世前半 (ジェラシアン期) | G | G _B | G _M | G _A | G _P | G _I | G _D | | |
| 2.58 | | R0G100B150 | R200G150B130 | R250G230B150 | R170G100B120 | R170G190B50 | R255G240B130 | | R220G220B220 |

(Ma)

*一部土石流堆積物を含む

文献調査(降下火砕物の分布)(1/5)

- 地理的領域にある第四紀火山として抽出した32火山の降下火砕物の分布状況については、まず、以下の文献を確認した。
 - ・町田・新井(2011) :2003年時点における更新世の広域テフラの分布等を体系的に取りまとめた文献(次頁参照)
 - ・Uesawa et al.(2022):551の火山灰ユニットの等層厚線図を体系的に取りまとめた須藤ほか(2007)等に基づき、過去約15万年前以降の降下火砕物の分布をデータベース化した文献^{※1}(P124参照)
- 次に、上記2文献に分布が示されていない降下火砕物については、文献を個別に収集し、分布状況を確認した。
- 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を次頁～P126に、到達した可能性のあるものも含めた、すべての降下火砕物の層厚分布図をP10～P118に示す。



- 敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある降下火砕物は以下のとおり。

[地理的領域内]

- ・洞爺火山灰(Toya)
- ・有珠山2000年噴火に伴い噴出した降下火砕物
- ・クッタラ第2火山灰(Kt-2)
- ・支笏第1降下軽石(Spfa-1)^{※2}

[地理的領域外]

- ・白頭山苦小牧火山灰(B-Tm)
- ・始良Tn火山灰(AT)
- ・阿蘇4火山灰(Aso-4)
- ・クツチャロ羽幌火山灰(Kc-Hb)

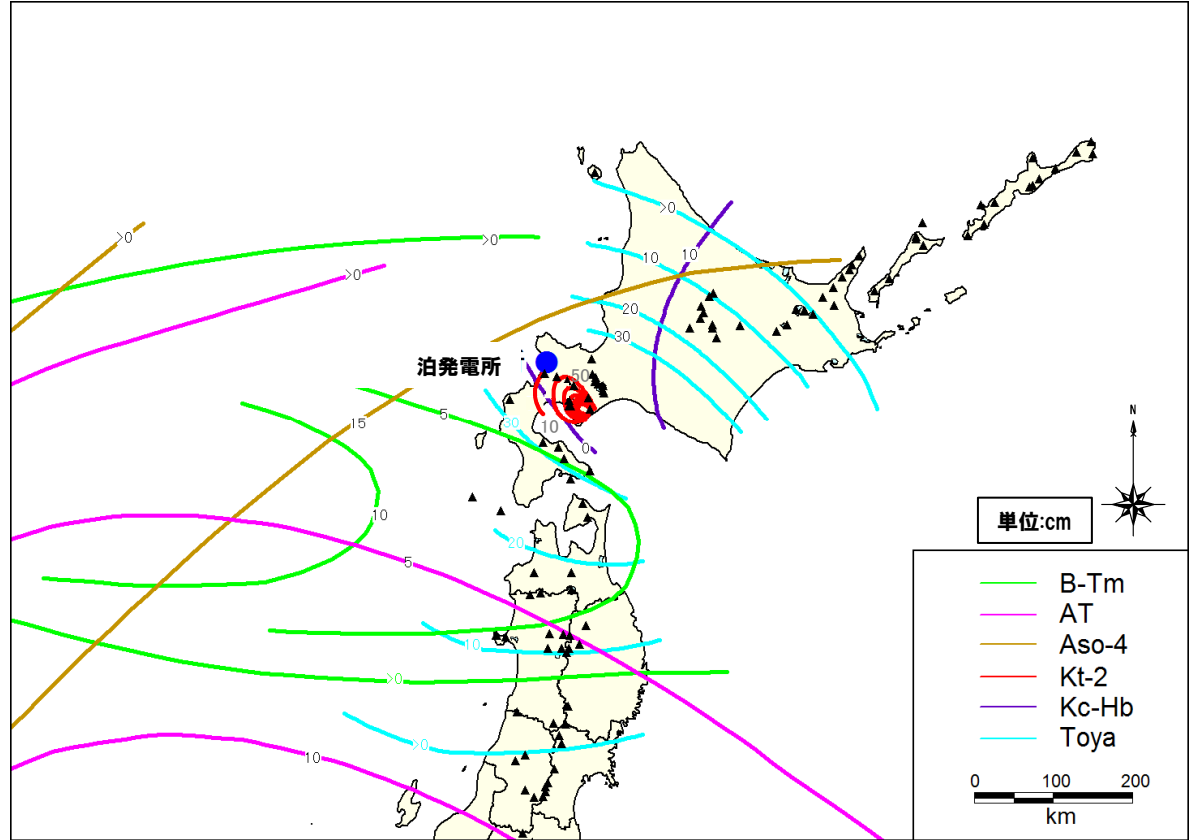
※1 降下火砕物の分布確認及び作図には、当該文献の付録データベースのうち、TephraDB_Prototype_ver1.3(Uesawa, 2023)を用いた。

※2 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(P29～P32参照)、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物堆積物及び支笏第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P126参照。

文献調査 (降下火砕物の分布) (2/5)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

- 2003年時点でテフラの分布等を体系的に取りまとめた町田・新井(2011)を確認した。
- 町田・新井(2011)によれば、地理的領域にある第四紀火山のうち、敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある降下火砕物は以下のとおり。
 - ・洞爺火山灰 (Toya)
 - ・クツタラ第2火山灰 (Kt-2)
- 地理的領域外の第四紀火山のうち、敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある降下火砕物は以下のとおり。
 - ・白頭山苦小牧火山灰 (B-Tm)
 - ・始良Tn火山灰 (AT)
 - ・阿蘇4火山灰 (Aso-4)
 - ・クツチャロ羽幌火山灰 (Kc-Hb)



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)

敷地に到達した可能性のある降下火砕物及びその給源

| | 火山 | 火山灰名称 | 略号 | 年代 (ka) | 層厚 |
|--------|-----------|---------|-------|-----------|--------|
| 地理的領域外 | 白頭山 | 白頭山苦小牧 | B-Tm | 1※1 | 0~5cm |
| | 始良カルデラ | 始良Tn | AT | 26~29※1 | 0~5cm |
| | 阿蘇カルデラ | 阿蘇4 | Aso-4 | 85~90※1 | 15cm以上 |
| | 屈斜路カルデラ | クツチャロ羽幌 | Kc-Hb | 115~120※1 | 0~10cm |
| 地理的領域内 | 洞爺カルデラ | 洞爺 | Toya | 106※2 | 30cm以上 |
| | 俱多楽・登別火山群 | クツタラ第2 | Kt-2 | ca.50※2 | 0~10cm |

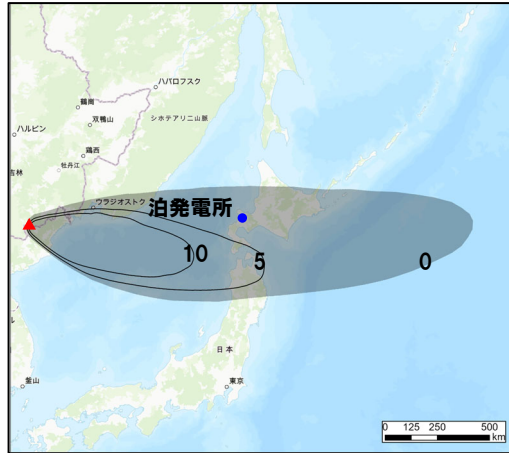
※1 町田・新井(2011)に基づく。
 ※2 Amma-Miyasaka et al.(2020)に基づく。

文献調査(降下火砕物の分布)(3/5)

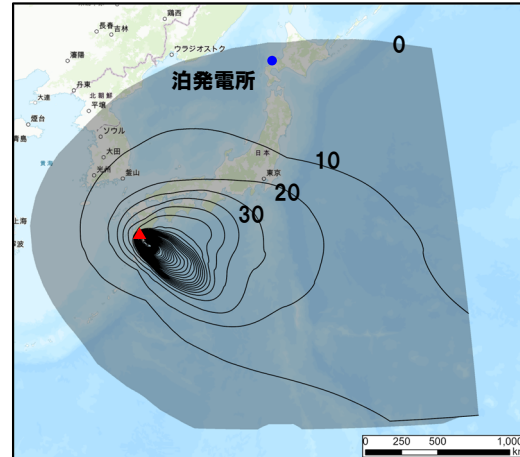
- 2003年以降の知見であり, 551の火山灰ユニットの等層厚線図を体系的に取りまとめた須藤ほか(2007)等の文献に基づき, 過去約15万年前以降の降下火砕物の分布をデータベース化したUesawa et al. (2022)を確認した*。
- Uesawa et al. (2022)によれば, 地理的領域にある第四紀火山のうち, 敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある降下火砕物は以下のとおり。
 - ・洞爺火山灰(Toya)
 - ・クッタラ第2火山灰(Kt-2)
 - ・有珠山2000年噴火に伴い噴出した降下火砕物
- 地理的領域外の第四紀火山のうち, 敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある降下火砕物は以下のとおり。
 - ・白頭山苦小牧火山灰(B-Tm)
 - ・始良Tn火山灰(AT)
 - ・阿蘇4火山灰(Aso-4)

*降下火砕物の分布確認及び作図には, 当該文献の付録データベースのうち, TephraDB_Prototype_ver1.3 (Uesawa, 2023)を用いた。

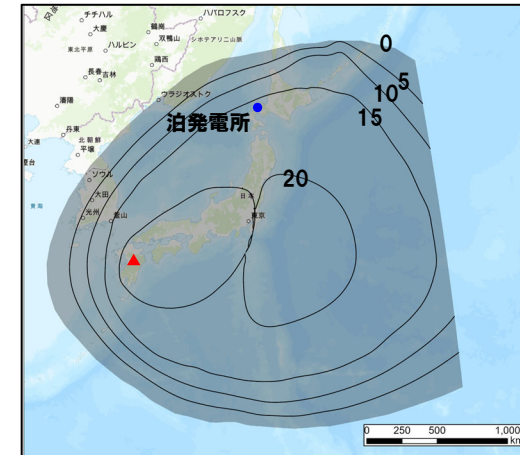
文献調査 (降下火砕物の分布) (4/5)



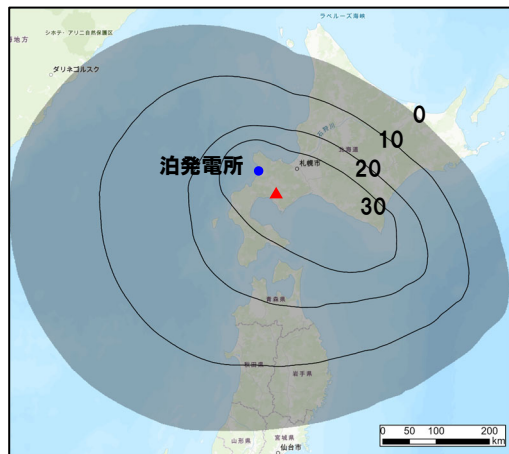
白頭山苦小牧火山灰 (B-Tm)



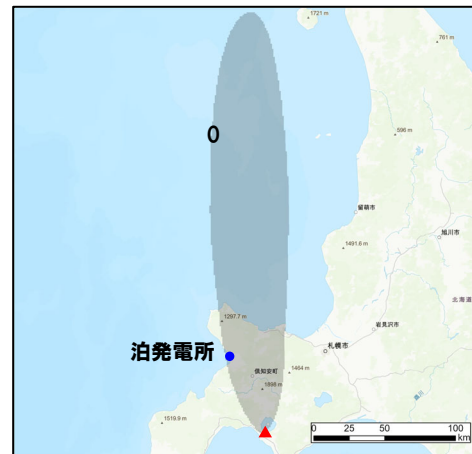
始良Tn火山灰 (AT)



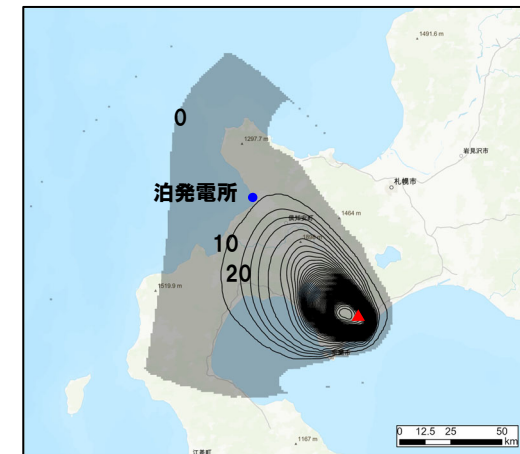
阿蘇4火山灰 (Aso-4) ※1



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※2



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※3 (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)

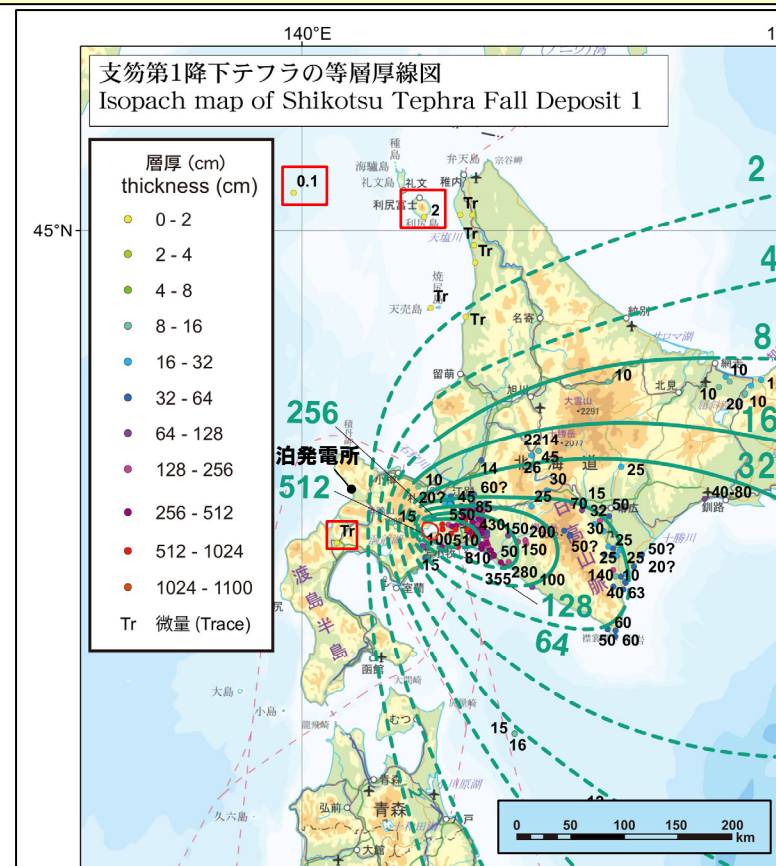
※1 等層厚線の中心部が不自然な眼鏡様を呈するのは, ArcGISの内挿補完によって生じた見かけ上のものである。

※2 敷地はごく微量の降灰 (層厚<0.01mm) 範囲に位置する。

※3 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。

文献調査(降下火砕物の分布)(5/5)

- 町田・新井(2011)及びUesawa et al.(2022)の確認では抽出されないものの、より最新の知見に基づき、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、以下の降下火砕物が抽出される。
- 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、等層厚線図範囲内(>2cm)に敷地は含まれていないものの、敷地の北方に位置する日本海(層厚0.1cm)や利尻島(層厚2cm)、敷地の南方に位置する長万部付近(Tr:微量)において確認されていることを踏まえると、敷地及び敷地近傍に支笏第1降下軽石(Spfa-1)が到達した(降灰した)可能性が考えられる。



支笏第1降下軽石(Spfa-1)の層厚分布図(宝田ほか(2022)に加筆)

余白

地形調査(調査結果)(1/3)

- 敷地近傍を含む敷地から半径30km以内の陸域及び海域における火山に関連する地形を把握するため、地形調査を実施した。
- 敷地から半径30km以内の陸域及び海底の地形図を示す。
- 敷地近傍については、空中写真判読結果に基づき、火山に関連する地形を抽出し、詳細な地形分類図を作成した。また、地形分類図作成範囲のうち、中心部について赤色立体地図を作成した。



【敷地から半径30km以内】(次頁参照)

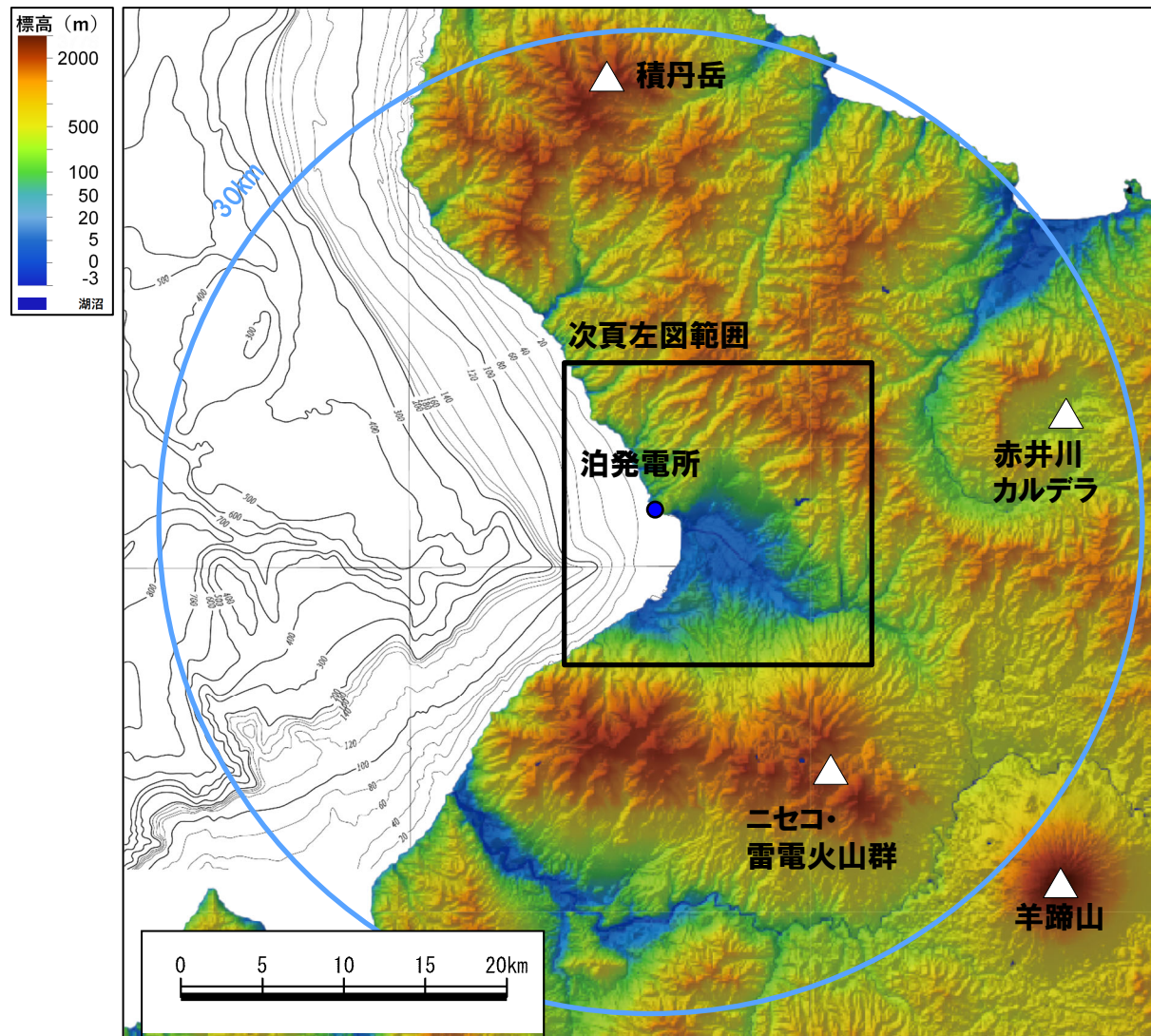
- 全般的に起伏の多い山地が主体であるが、これらの山麓部に丘陵及び台地が形成され、河川や海岸沿いには低地が認められる。
- 火山に関連する地形として、積丹岳、赤井川カルデラ、ニセコ・雷電火山群の火山体が認められる。また、羊蹄山の火山体の一部も認められる。
- 敷地を含む積丹半島西岸の沖合は、水深約150m以浅の大陸棚となっており、大陸棚の沖合には、大陸斜面、海盆、堆、海底谷等があり、起伏に富む地形を呈している。
- 海域には、火山に関連するものと考えられる地形は認められない。

【敷地近傍】(P130参照)

- 大局的な地形として、以下の地形が認められる。
 - ・中心部に堀株川が流れ、標高0~10m程度の沖積低地(岩内低地)が分布する*。
 - ・北部~北東部にかけて、最大標高約950mに及ぶ起伏の多い山地が分布する。
 - ・北西部にあたる積丹半島西岸には、段丘面が断続的に分布する。
 - ・北東部および南西部には、台地が認められる(共和台地・岩内台地)*。
 - ・南部には、ニセコ・雷電火山群の山体の一部が分布する。
- 火山に関連する地形として、以下の地形が認められる。
 - ・南部にあたる、ニセコ・雷電火山群の山体北麓に、複数枚の火山麓扇状地面(VL1~2及びVH1~4)が認められる。
 - ・岩内平野の北東部に認められる台地のうち、共和町幌似付近に周囲よりやや標高の高い地形面が認められ、後述する地質調査結果(P134~P135参照)を踏まえると、洞爺火砕流堆積物によって形成された地形面(洞爺火砕流堆積面)と考えられる。

*岩内低地、共和台地及び岩内台地をまとめて、岩内平野と呼ぶ。

地形調査 (調査結果) (2/3)

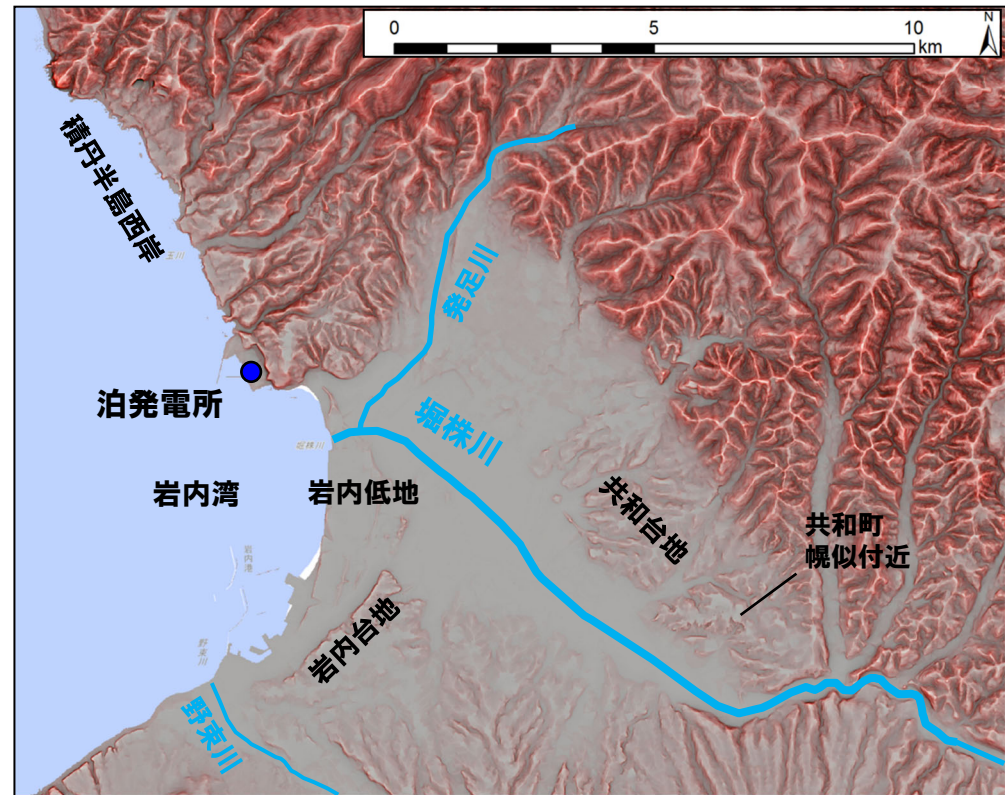


敷地から半径30km以内の地形図及び海底地形図
(国土地理院 (2019) 及び片山ほか (2012) を基に作成)

地形調査 (調査結果) (3/3)



地形分類図 (火山関連地形を抜粋)



敷地及び敷地近傍の赤色立体地図

余白

地質調査（調査経緯）

- 敷地及び敷地近傍における火山噴出物の分布状況については、立地評価のうち、「火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価」の基本となるとともに、「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」及び「火山活動のモニタリング」も含めた火山影響を適切に評価するためにも重要であることから、地質調査の結果に基づく評価を実施した。
- 地質調査の結果については次頁～P137に概要を示しているが、調査及び検討の詳細については補足説明資料2※の1章～7章に示している。
- 補足説明資料2の資料構成については次頁に、各種検討地点をP135に示す。

※補足説明資料2には、地質調査及び検討の詳細に加え、産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2020）において、ワイスホルン北麓の標高約120m以上の範囲に分布が示されている洞爺火砕流堆積物に関する検討についても8章に示している。

地質調査(補足説明資料2 資料構成)

1. 敷地及び敷地近傍の火山噴出物に関する検討

○以下の検討項目を掲載

[火山噴出物の分布状況に関する検討]

- ・【敷地近傍(Ⅰ)】幌似周辺・老古美周辺※
- ・【敷地近傍(Ⅱ)】岩内平野西部※
- ・【敷地近傍(Ⅲ)】積丹半島西岸※
- ・【敷地】

[洞爺火砕流の敷地への到達可能性評価]

[F-1断層開削調査箇所認められる堆積物の解釈]

※火山噴出物に関する検討に当たっては、敷地近傍を以下の3つの範囲に区分している。

- ・敷地近傍(Ⅰ): 共和町幌似周辺及び岩内平野南方の老古美周辺(洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群の火山噴出物が文献に示された範囲及びそれらに隣接する台地を含めた範囲)
- ・敷地近傍(Ⅱ): 敷地近傍(Ⅰ)よりも敷地に近接する岩内平野西部
- ・敷地近傍(Ⅲ): 敷地を越えた北側に位置する積丹半島西岸

2. 【敷地近傍(Ⅰ)】幌似周辺で実施したボーリング調査結果

- 共和町幌似付近には洞爺火砕流堆積物が認められると評価した根拠となるボーリング調査結果等を掲載。

3. 【敷地近傍(Ⅰ)】老古美周辺において確認されるニセコ火山噴出物(火砕流堆積物)

- 老古美周辺においてニセコ火山噴出物(火砕流堆積物)を確認したボーリング及び露頭調査結果を掲載。
- 岩内台地において洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物を確認したボーリング調査結果を掲載。

4. 【敷地近傍(Ⅱ)】岩内平野西部で実施したボーリング調査結果

- 岩内平野西部には、梨野舞納露頭に認められる洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物以外に、主に火山砕屑物からなる堆積物が認められないと評価した根拠となるボーリング調査結果等を掲載。

5. 【敷地近傍(Ⅲ)】積丹半島西岸における洞爺火砕流堆積物の有無に関する検討

- 積丹半島西岸のボーリングに認められる“軽石”、“火山灰質”等を対象に実施した火山灰分析、薄片観察及び近接するボーリングとの層相・層序対比結果の詳細を掲載。
- 上記検討の結果、積丹半島西岸において、主に火山砕屑物からなる堆積物は、以下に示すものが認められる。
 - ✓ 火砕サージ由来か降下火砕物由来か厳密に区分することは難しい洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物(①)
 - ✓ 阿蘇4火山灰(Aso-4)の純層又は二次堆積物(②)

6. 【敷地】敷地における火山噴出物の有無に関する検討

6.1 敷地における地質調査結果

- 至近に実施した敷地内断層の活動性評価に関する当社地質調査結果を掲載。
- 敷地においては、支笏第1降下軽石(Spa-1)、洞爺火山灰(Toya)及び対象火山灰に対比される火山ガラスが混在する堆積物(③)が認められるが、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。

6.2 1,2号炉調査時、3号炉調査時及び平成25年度造成工事時露頭に認められる堆積物の解釈

- F-1断層開削調査箇所のスケッチに火山灰等と記載されている堆積物は、周囲の地質調査結果を踏まえると、「③」と同様な堆積物であると推定され、積丹半島西岸及び岩内平野西部の火山噴出物の分布状況を踏まえると「①」又は「②」に対比される可能性も考えられる。

7. 支笏火砕流堆積物及び洞爺火砕流堆積物の火口からの距離と層厚に関する検討

- 洞爺火砕流の敷地への到達可能性評価の検討に用いた、洞爺火砕流堆積物の火口からの距離と層厚の関係に関する検討の詳細を掲載。
- 同様に支笏火砕流堆積物の火口からの距離と層厚の関係に関する検討の詳細を掲載。

8. ワイスホルン北麓の洞爺火砕流堆積物について

地質調査(調査結果)(1/2)

○当土地質調査の結果、敷地及び敷地近傍における火山噴出物の分布状況は以下に示すとおり(調査位置は次頁参照)。

〔敷地近傍〕

- ・共和町幌似付近において、洞爺火砕流堆積物が認められる
- ・岩内平野南方の考古美周辺においてニセコ火山噴出物(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が認められる
- ・敷地近傍において洞爺火山灰(Toya)に対比される火山ガラスを多く含む堆積物※¹が認められる
- ・積丹半島西岸において、阿蘇4火山灰(Aso-4)の純層又は二次堆積物(地理的領域外の降下火砕物由来)が認められる

〔敷地〕

- ・火山噴出物は確認されない
- ・主に火山砕屑物からなるものではないが、支笏第1降下軽石(Spfa-1)、洞爺火山灰(Toya)及び対象火山灰※²が混在する堆積物が認められる

○文献調査において敷地及び敷地近傍に到達している可能性があるとしたクツタラ第2火山灰(Kt-2)、有珠山2000年噴火に伴い噴出した降下火砕物、白頭山苦小牧火山灰(B-Tm)、始良Tn火山灰(AT)及びクツチャロ羽幌火山灰(Kc-Hb)は確認されない。

○また、敷地には主に火山砕屑物からなるものは認められないが、本編資料4.1.1章の検討において過去に巨大噴火が発生したと判断した洞爺カルデラの最大規模の噴火に伴う火山噴出物である洞爺火砕流について、敷地に到達した可能性を、以下のとおり評価している(P160～P168参照)。

- ・敷地のうち、Mm1段丘より低標高側に洞爺火砕流本体※³が到達した可能性を否定できない。
- ・敷地のうち、Mm1段丘より高標高側については、火砕サージが到達した可能性を否定できない。

○なお、敷地近傍のうち、共和台地に位置する露頭においては、それぞれ以下に示す堆積物が認められるが、R3.10.14審査会合以降に実施した追加地質調査・火山灰分析の結果、いずれも火山噴出物ではないと評価している。

- ・幌似露頭1においては、“赤色の火砕流様の堆積物”を確認しているが、追加地質調査の結果、当該堆積物は火砕流堆積物ではなく、斜面堆積物※⁴と判断される。
- ・幌似露頭2においては、岩内層に挟在する火山灰質シルト及び火山灰質シルトが混じる細砂並びに地表直下の火山灰質シルト質砂が認められるが、火山灰分析の結果、火山ガラスの粒子数が少ない若しくは火山ガラスが認められないことから、主に火山砕屑物からなるものではないと判断される。
- ・泥川露頭においては、岩内層中の火山灰質細砂及び火山灰質シルト並びに砂礫層に挟在するやや火山灰質な細砂及び火山灰質砂が認められるが、火山灰分析の結果、火山ガラスはほとんど含まれない若しくは火山ガラスが認められないことから、主に火山砕屑物からなるものではないと判断される。

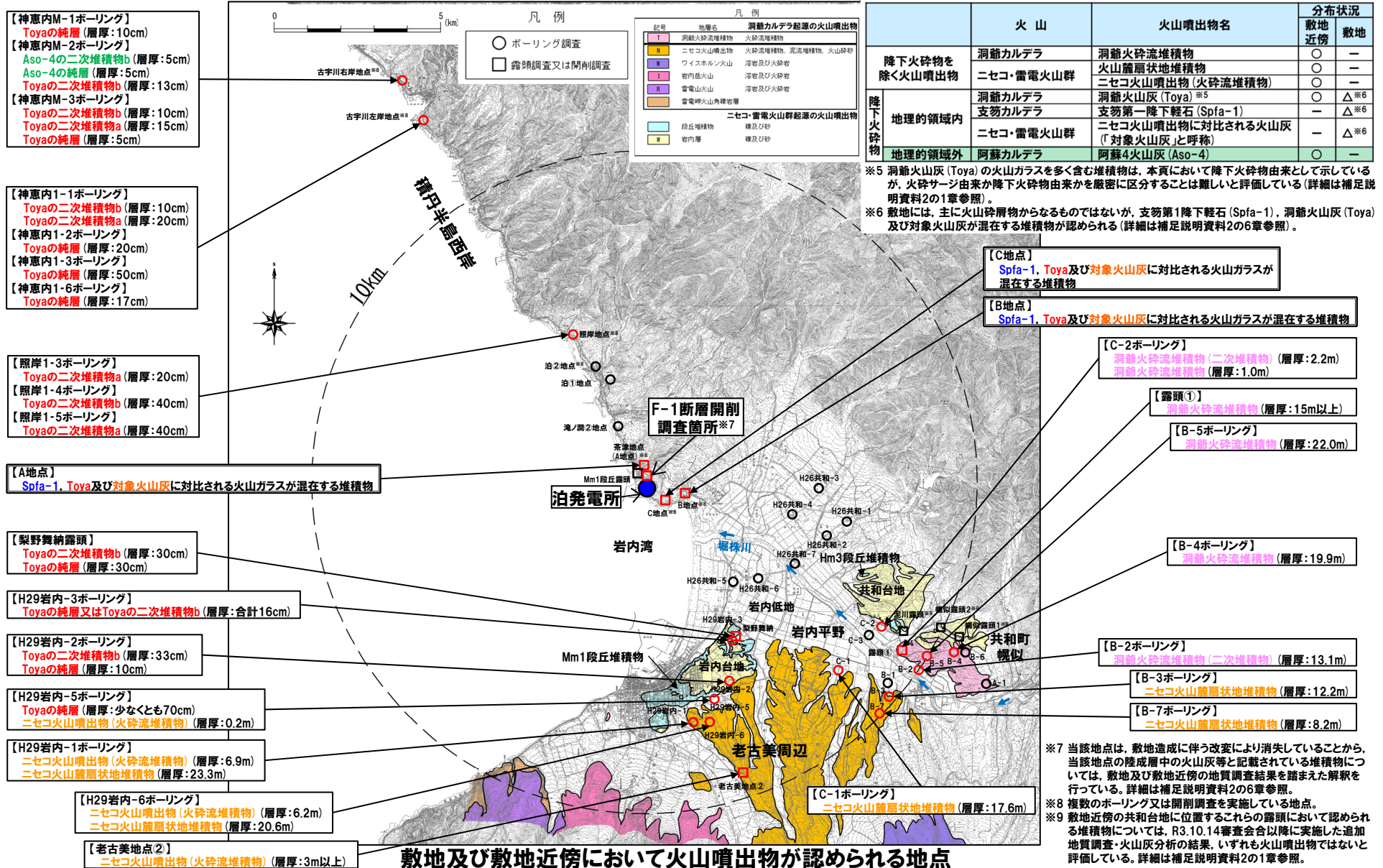
※¹ 敷地近傍においては、洞爺火山灰(Toya)に対比される火山ガラスを多く含む堆積物について、目視可能な大きさの軽石が認められない場合、洞爺火砕流本体ではないとの判断は可能であるが、火砕サージ由来か降下火砕物由来かを厳密に区分することは難しい(補足説明資料2の1章参照)。

※² ニセコ火山噴出物(火砕流堆積物)に対比される火山灰を「対象火山灰」と呼称している。

※³ 当社は、洞爺火砕流堆積物のうち、目視可能な大きさの軽石が認められるものを、洞爺火砕流本体と呼称している。

※⁴ 当社は、陸上堆積物のうち、背後斜面からの二次堆積物を主体とするものを斜面堆積物と呼称している。

地質調査(調査結果)(2/2)



地質調査(降下火砕物の純層, 二次堆積物等への細区分の考え方)(1/2)

一部修正(R5/1/20審査会合)

【純層, 二次堆積物等への細区分の考え方】

- これまで(R3.10.14審査会合以前), 洞爺火山灰(Toya)及び阿蘇4火山灰(Aso-4)の降灰層準※に相当すると評価した堆積物等について, 降下火砕物の純層, 二次堆積物等への細区分を実施した。
- 細区分に当たっては, 降下火砕物の純層及び二次堆積物を以下のとおり定義した。
 - ・「純層」:ある火山噴火イベントから噴出した降下火砕物(本質物)が直接降って形成された層であり, 構成物が主に本質物からなる。
 - ・「二次堆積物」:いったん堆積した降下火砕物(本質物)が, 再堆積して形成されたものであり, 移動を示唆する堆積構造や現地性の異質物質等の混在が認められるもの。
このうち, 構成物が主に本質物からなるものを“二次堆積物a”, 構成物中における本質物の占める割合が純層及び二次堆積物aと比較して低いものを“二次堆積物b”と呼称する。
- 上記定義を踏まえ, 堆積構造の有無, 異質物質等の混在の有無, 火山ガラスの粒子数等に着目し, 細区分を実施した。
- このうち, 火山ガラスの粒子数については, 以下のとおり基準を設けた。
 - (主に本質物からなるものの基準)
 - ・町田ほか(1987)において洞爺火山灰(Toya)が分布するとされている地域における当社地質調査(梨野舞納露頭)の結果, 火山ガラスの粒子数が1000/3000粒子以上認められることから, 基準を1000/3000粒子以上とする。
 - (本質物の占める割合が純層及び二次堆積物aと比較して低いものの基準)
 - ・火山ガラスの粒子数が1000/3000粒子未満から300/3000粒子(含有比10%)以上のものと設定し, 300/3000粒子未満である堆積物は, 火山ガラスが混在する堆積物とする。
- 降下火砕物の純層, 二次堆積物等への細区分の基準及び模式図を次頁に示す。
- なお, 「純層」は, 今後説明予定である「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」における降下火砕物の層厚評価の検討対象とする。
- 「二次堆積物」のうち, “二次堆積物a”は, 構成物が主に本質物からなるものであることを踏まえ, 保守的に降下火砕物の層厚評価の検討対象とする。

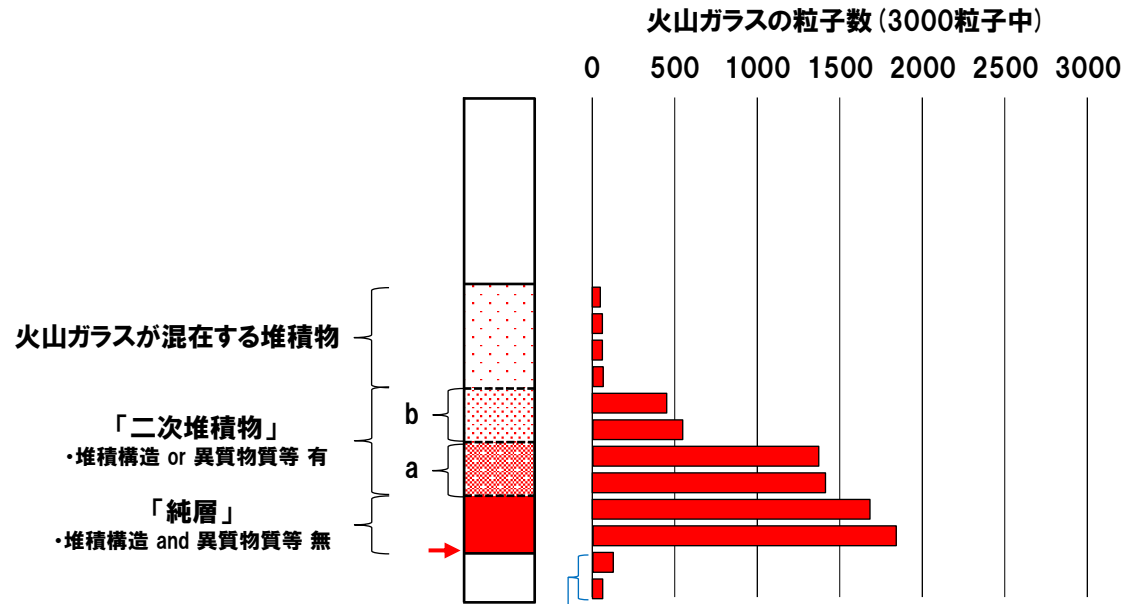
※下方から鉛直方向に火山ガラスの粒子数を確認し, 粒子数が急増する箇所を降下火砕物の降灰層準に認定している。

地質調査 (降下火砕物の純層, 二次堆積物等への細区分の考え方) (2/2)

一部修正 (R5/1/20審査会合)

降下火砕物の純層, 二次堆積物等への細区分の基準

| 細区分結果 | | 堆積構造の有無 又は 異質物質等の混在 | 火山ガラスの粒子数 | 影響評価における 降下火砕物の層厚評価 の検討対象 |
|-------------------|---|---------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 火山ガラスが 混在する堆積物 | | — | 300/3000粒子未満 | × |
| 二次堆積物 | b | 有 | 300/3000粒子以上, 1000/3000粒子未満 | × |
| | a | 有 | 1000/3000粒子以上 | ○ |
| 純層 | | 無 | 1000/3000粒子以上 | ○ |



→ : 降下火砕物の降灰層準*

堆積後の生物擾乱等による火山ガラスの下位への移動

降下火砕物の純層, 二次堆積物等への細区分の模式図

※下方から鉛直方向に火山ガラスの粒子数を確認し, 粒子数が急増する箇所を降下火砕物の降灰層準に認定している。

火山学的調査(調査結果)(1/2)

○地質調査において、敷地及び敷地近傍で確認した以下の火山噴出物を対象に、堆積物の分布及び層厚を整理した。

- | | | |
|---|---|---------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ・洞爺火砕流本体※¹ ・ニセコ火山噴出物(火砕流堆積物) ・洞爺火山灰(Toya)※² ・阿蘇4火山灰(Aso-4) | } | 降下火砕物を除く火山噴出物 |
| | } | 降下火砕物 |

○整理結果として、敷地及び敷地近傍における各火山噴出物堆積時の推定分布図を作成し、これに地質調査で確認した層厚も合わせて示した。

○推定分布図は、以下の考えに基づき作成を行った。

- ・地質調査において各火山噴出物を確認した地点に加え、文献調査(P120～P126参照)において分布を示されている範囲を網羅する範囲とする。
- ・火山ガラスが混在する堆積物は、火山ガラスの粒子数が少なく、主に火山砕屑物からなるものではない(P136～P137参照)ことから、当該堆積物のみが認められる調査地点は考慮しない。

○また、本編資料4.1.1章の検討において過去に巨大噴火が発生したと判断した支笏カルデラ及び倶多楽・登別火山群の最大規模の噴火に伴い噴出した支笏火砕流及びKt-7(pfl)については、敷地及び敷地近傍で堆積物は確認されないものの、地形的特徴に関するデータも踏まえ、敷地に到達した可能性を評価した(P152～P159参照)。

※1 当社は、洞爺火砕流堆積物のうち、目視可能な大きさの軽石が認められるものを、洞爺火砕流本体と呼称している。

※2 洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物は、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。



(次頁へ続く)

火山学的調査(調査結果)(2/2)

(前頁からの続き)



【推定分布図】

○以下に示す火山噴出物の推定分布図を次頁～P146に示す。

- | | | |
|--|---|---------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ・洞爺火砕流本体 ・ニセコ火山噴出物(火砕流堆積物) | } | 降下火砕物を除く火山噴出物 |
| <ul style="list-style-type: none"> ・洞爺火山灰(Toya) ・阿蘇4火山灰(Aso-4) | } | 降下火砕物 |

○なお、地質調査において、敷地及び敷地近傍に分布が認められないものの、文献調査で分布が示されている火山噴出物は以下に示すとおりであり、これらについては等層厚線図を参考としてP148～P149に示す。

- ・有珠山2000年噴火に伴い噴出した降下火砕物
- ・クッタラ第2火山灰(Kt-2)※3
- ・支笏第1降下軽石(Spfa-1)※3
- ・白頭山苦小牧火山灰(B-Tm)
- ・始良Tn火山灰(AT)
- ・クツチャロ羽幌火山灰(Kc-Hb)

【到達可能性評価】

(支笏火砕流)

- ・支笏火砕流は、給源から敷地までの距離(74.8km)と比較し最大到達距離(伊達市館山町付近:約52km)及び敷地方向の最大到達距離(羊蹄山北側地点:約48km)が小さい。
- ・なお、羊蹄山北側地点の敷地からの距離は約28kmである。
- ・敷地方向においては、最大到達距離よりも遠方に地形的障害である倶知安峠も存在し、この障害を越えて敷地までの間に当該火砕流堆積物が認められないことから、敷地には到達していないと判断される。

(Kt-7 pfl)

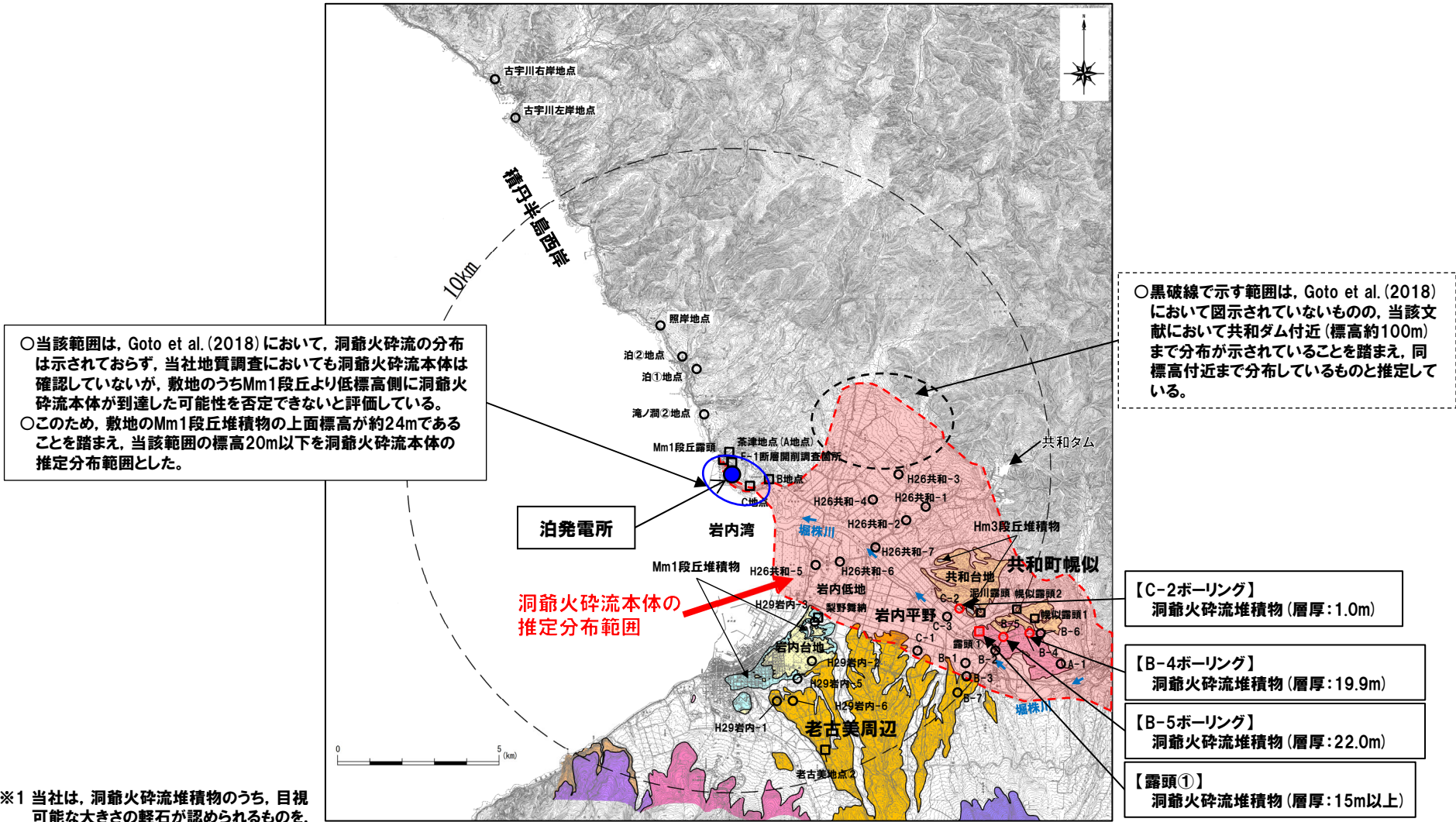
- ・Kt-7は、給源から敷地までの距離(80.5km)と比較し最大到達距離(厚真町付近:約63km)が小さく、敷地方向※4においては地形的障害であるオロフレ山及びホロホロ山も存在し、この障害を越えて敷地までの間に当該火砕流堆積物が認められないことから、敷地には到達していないと判断される。

※3 敷地前面海域における地質調査(ピストンコアラー調査)において、クッタラ第2火山灰(Kt-2)及び支笏第1降下軽石(Spfa-1)に対比される火山灰を確認している(H28.9.30審査会合資料「泊発電所敷地前面及び周辺海域の地質層序補足説明資料」参照)。

※4 倶多楽・登別火山群と敷地との間にKt-7(pfl)の分布を示した文献が認められず(P36～P40参照)、当社地質調査の結果、敷地及び敷地近傍にKt-7(pfl)は認められない(P135参照)ことから、敷地方向の最大到達距離は示していない。

火山学的調査(調査結果-火山噴出物の推定分布図 洞爺火砕流本体-) (1/2)

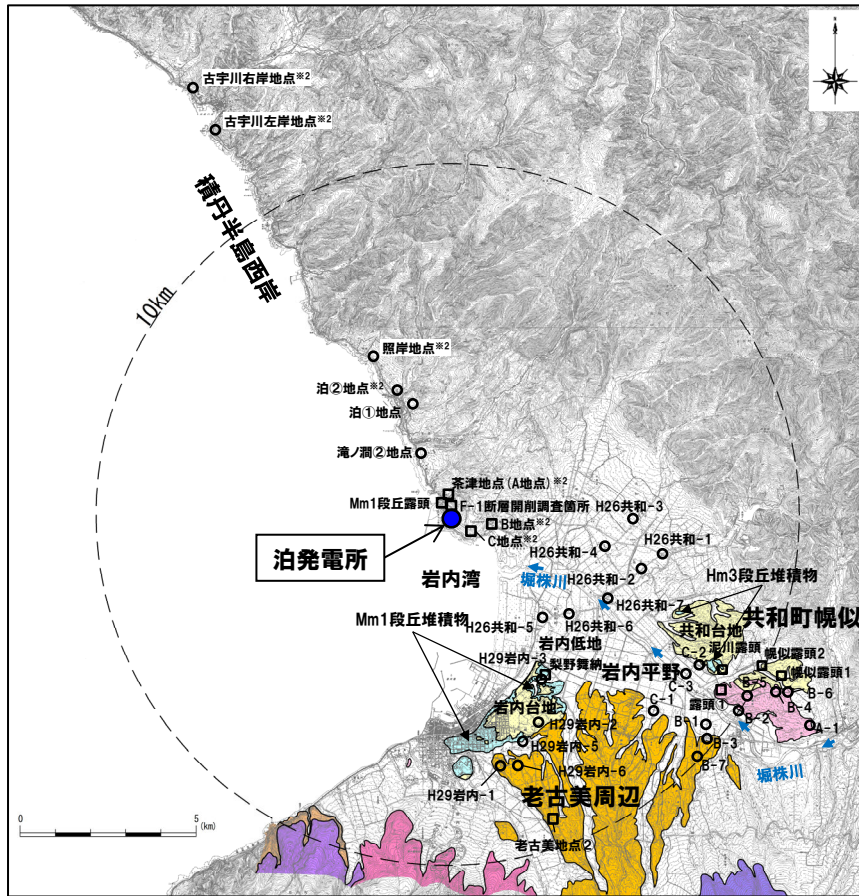
- 洞爺火砕流本体※1の推定分布図を下図に示す。
- なお、当図には地質調査で確認している層厚も合わせて示している。



※1 当社は、洞爺火砕流堆積物のうち、目視可能な大きさの軽石が認められるものを、洞爺火砕流本体と呼称している。

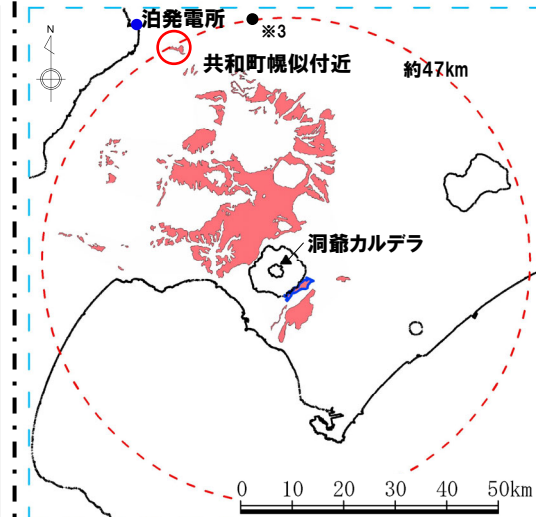
敷地及び敷地近傍における洞爺火砕流本体の推定分布範囲

火山学的調査(調査結果-火山噴出物の推定分布図 洞爺火砕流本体-) (2/2)



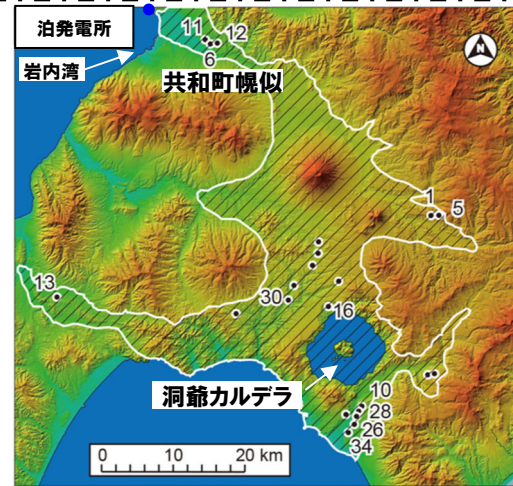
| 記号 | 地層名 | 洞爺カルデラ起源の火山噴出物 |
|-------------------|-----------|-------------------|
| T | 洞爺火砕流堆積物 | 火砕流堆積物 |
| N | ニセコ火山噴出物 | 火砕流堆積物、泥流堆積物、火山砕砂 |
| W | ワイスホルン火山 | 溶岩及び火砕岩 |
| I | 岩内岳火山 | 溶岩及び火砕岩 |
| R | 雷電山火山 | 溶岩及び火砕岩 |
| | 雷電岬火山角礫岩層 | |
| ニセコ・雷電火山群起源の火山噴出物 | | |
| | 段丘堆積物 | 礫及び砂 |
| W | 岩内層 | 礫及び砂 |

| 凡例 | |
|----|------------|
| ○ | ボーリング調査 |
| □ | 露頭調査又は開削調査 |



| 凡例 | |
|----|----------------------------|
| ○ | :火山噴出物(降下火砕物除く)の最大到達距離 |
| ■ | :火砕流堆積物(中期更新世)(Tp) |
| ■ | :火砕流堆積物(中期更新世)(滝ノ上火砕流堆積物) |
| ■ | :火砕流堆積物(前期更新世後半)(杜菅火砕流堆積物) |

文献調査における洞爺カルデラの火山噴出物(降下火砕物除く)
(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)



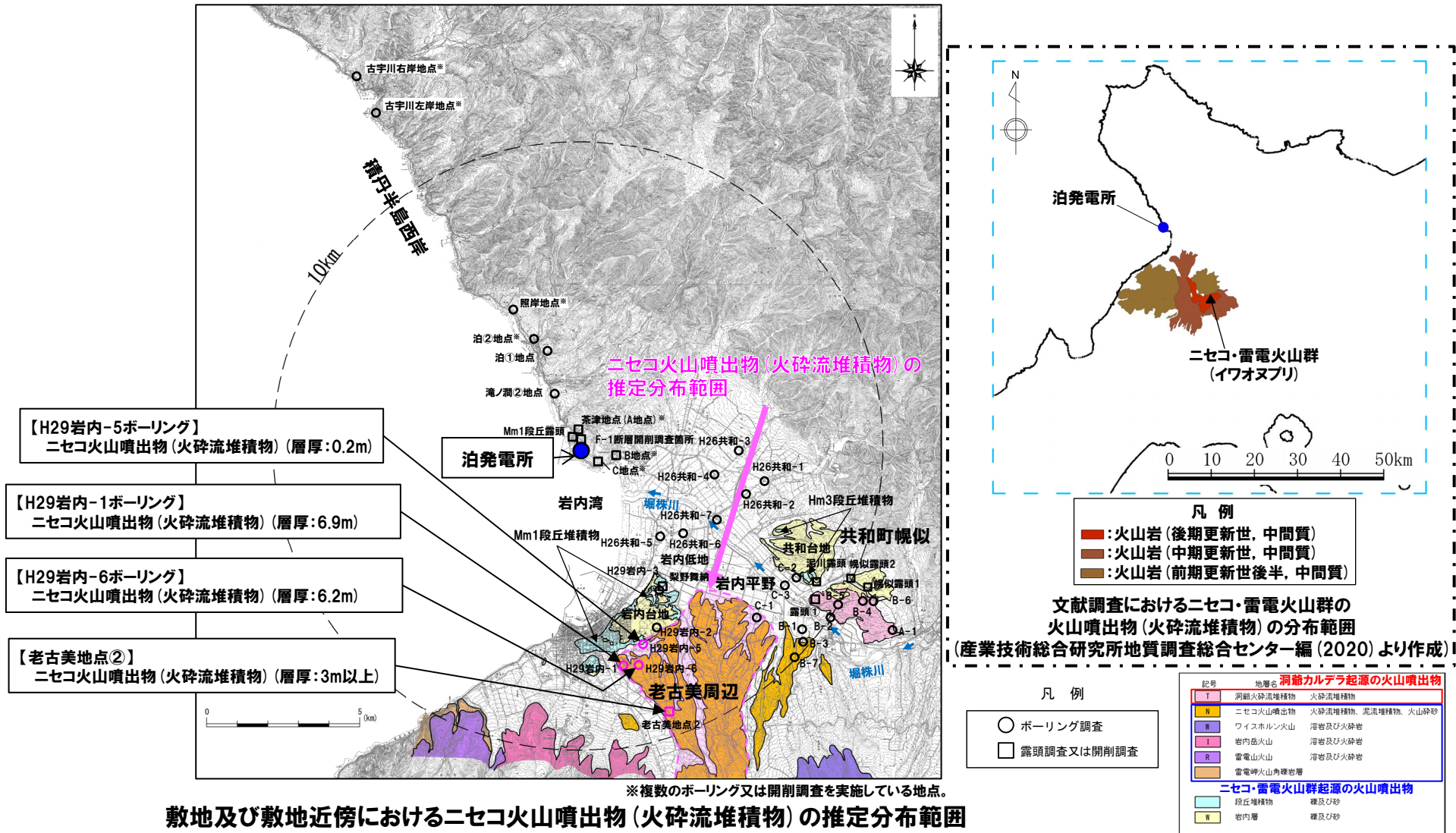
文献調査における洞爺火砕流の分布と層厚※4
(Goto et al. (2018) に加筆)
(図中の数字は層厚を示す, 単位:m)

敷地から半径10km以内の第四紀火山地質図

※2 複数のボーリング又は開削調査を実施している地点。
 ※3 三條・須貝(2022)によれば、洞爺カルデラから北方向に約47km離れた仁木町尾根内付近に洞爺火砕流堆積物の露頭があるとされている。洞爺カルデラから当該露頭までの距離は、洞爺カルデラから共和町幌似付近までの距離と同じである。
 ※4 Goto et al. (2018) においては、共和町幌似付近以西において洞爺火砕流堆積物は確認されていないものの、推定に基づき、幌似付近を越えて岩内湾まで分布が示されている。

火山学的調査 (調査結果-火山噴出物の推定分布図 ニセコ火山噴出物 (火砕流堆積物) -)

- ニセコ火山噴出物 (火砕流堆積物) の推定分布図を下図に示す。
- なお、当図には地質調査で確認している層厚も合わせて示している。



余白

火山学的調査(調査結果-火山噴出物の推定分布図 洞爺火山灰(Toya) -) (1/2)

- 地質調査において確認した洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物については、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。
- このため、降下火砕物又は火砕サージそれぞれの分布範囲を推定することは困難ではあるが、Uesawa(2023)等において、敷地及び敷地近傍の1帯は、洞爺カルデラの降下火砕物(洞爺火山灰(Toya))の分布範囲として示されていることから、下図の通り降下火砕物としての推定分布図を作成した。
- なお、当図には地質調査で確認している層厚も合わせて示している。
- 当図のうち一部の範囲には火砕サージが分布するものと考えられる。

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

【神恵内1-1ボーリング】
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)

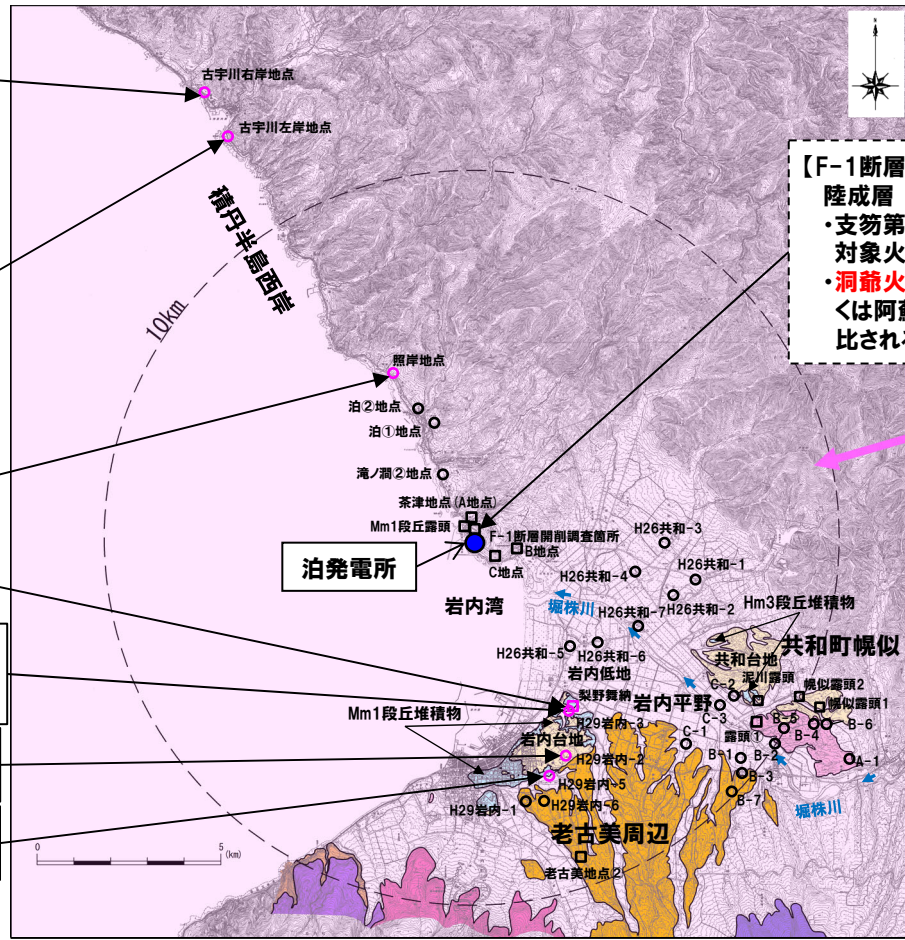
【照岸1-3ボーリング】
Toyaの二次堆積物a(層厚:20cm)
【照岸1-5ボーリング】
Toyaの二次堆積物a(層厚:40cm)

【梨野舞納露頭】
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)



【F-1断層開削調査箇所(1,2号炉調査時)(a地点)】※1
陸成層
・支笏第1降下軽石(Spfa-1)、洞爺火山灰(Toya)及び対象火山灰に対比される火山ガラスが混在する堆積物
・洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物若しくは阿蘇4火山灰(Aso-4)の純層又は二次堆積物に対比される可能性もある

洞爺火山灰(Toya)の推定分布範囲

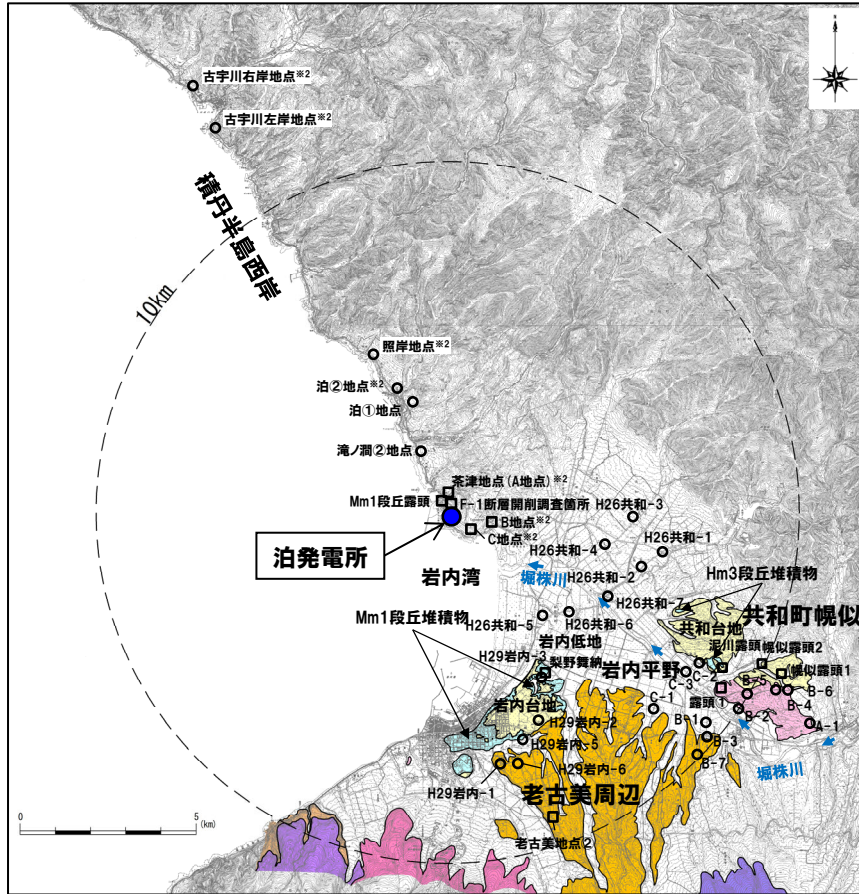
□ : 当該堆積物は、本頁において降下火砕物由来として示しているが、火砕サージ由来か降下火砕物由来かを厳密に区分することは難しいと評価している。

敷地及び敷地近傍における洞爺火山灰(Toya)の推定分布範囲

※1 当該地点は、敷地造成に伴う改変により消失していることから、当該地点の陸成層中の火山灰等と記載されている堆積物については、敷地及び敷地近傍の地質調査結果を踏まえた解釈を行っている。詳細は補足説明資料2の6章参照。

地理的領域にある第四紀火山に関する各種調査

火山学的調査 (調査結果-火山噴出物の推定分布図 洞爺火山灰 (Toya) -) (2/2)

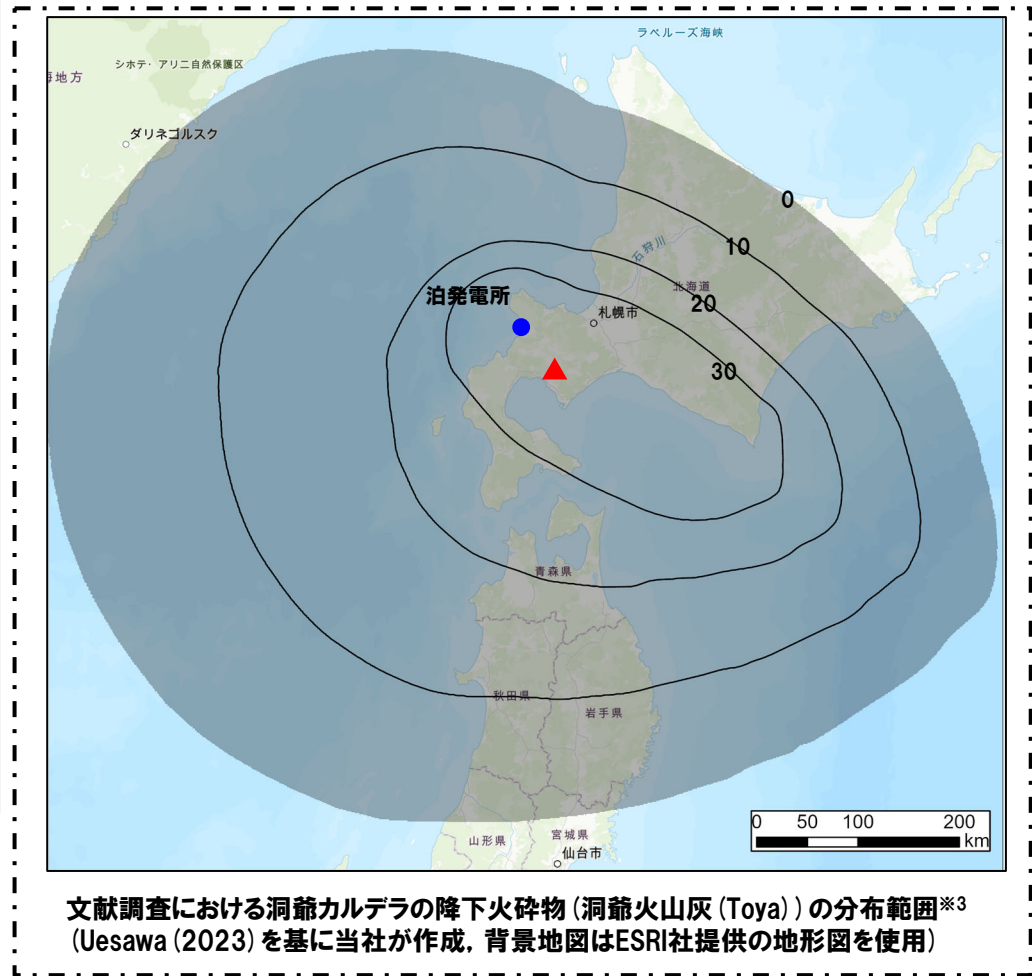


| 記号 | 地層名 | 洞爺カルデラ起源の火山噴出物 |
|-------------------|-----------|-------------------|
| T | 洞爺火砕流堆積物 | 火砕流堆積物 |
| N | ニセコ火山噴出物 | 火砕流堆積物、泥流堆積物、火山砕砂 |
| W | ワイスホルン火山 | 溶岩及び火砕岩 |
| I | 岩内岳火山 | 溶岩及び火砕岩 |
| R | 雷電山火山 | 溶岩及び火砕岩 |
| | 雷電岬火山角礫岩層 | |
| ニセコ・雷電火山群起源の火山噴出物 | | |
| | 段丘堆積物 | 礫及び砂 |
| W | 岩内層 | 礫及び砂 |

凡例

| | |
|---|------------|
| ○ | ボーリング調査 |
| □ | 露頭調査又は開削調査 |

敷地から半径10km以内の第四紀火山地質図



文献調査における洞爺カルデラの降下火砕物(洞爺火山灰(Toya))の分布範囲※3 (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)

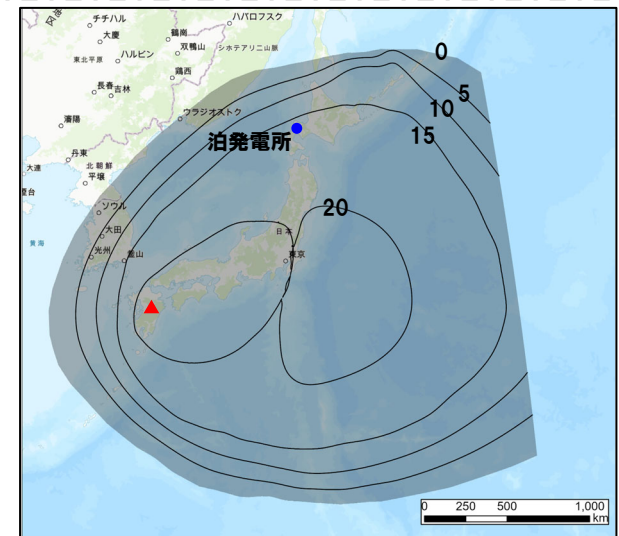
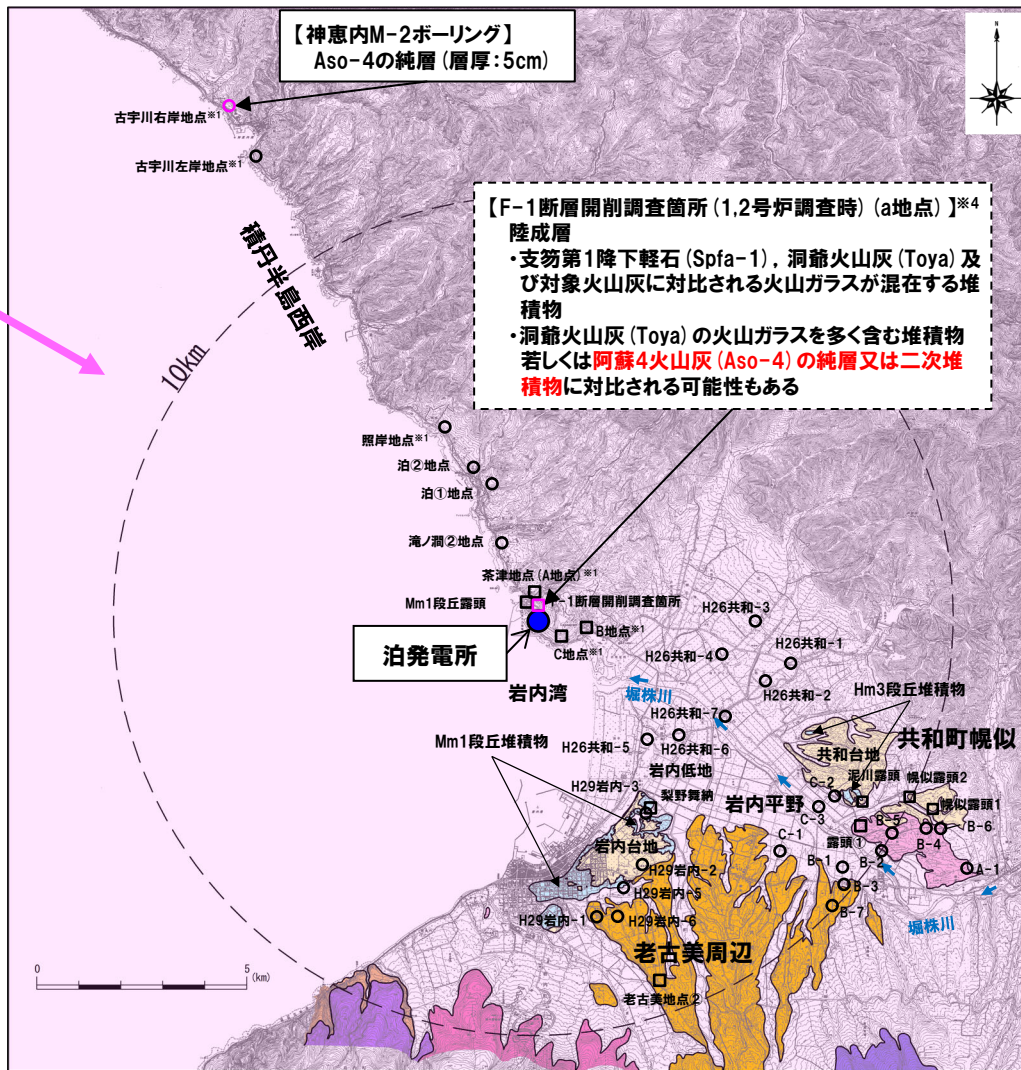
※2 複数のボーリング又は開削調査を実施している地点。
 ※3 図中の数字の単位はcm。灰色のハッチング部は層厚>0cmの領域を表す。等層厚線の間隔は、10cm 間隔で示す。

地理的領域にある第四紀火山に関する各種調査

火山学的調査（調査結果-火山噴出物の推定分布図 阿蘇4火山灰 (Aso-4) -）

- 阿蘇4火山灰 (Aso-4) の推定分布図を下図に示す。
- なお、当図には地質調査で確認している層厚も合わせて示している。

阿蘇4火山灰 (Aso-4) の推定分布範囲



文献調査における阿蘇4火山灰 (Aso-4) の分布範囲*2,3 (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)

凡例

- ボーリング調査
- 露頭調査又は開削調査

記号 地名 洞爺カルデラ起源の火山噴出物

| | | |
|---|-----------|------------------|
| T | 洞爺火山噴出物 | 火山灰堆積物 |
| U | ニセコ火山噴出物 | 火山灰堆積物、泥流堆積物、火山砂 |
| V | フイストルン火山 | 溶岩及び火砕岩 |
| W | 岩内岳火山 | 溶岩及び火砕岩 |
| R | 雷電山火山 | 溶岩及び火砕岩 |
| ○ | 雷電山火山角礫岩層 | |

ニセコ・雷電火山群起源の火山噴出物

| | |
|---|-------|
| ○ | 段丘堆積物 |
| ■ | 岩内層 |
| ■ | 礫及び砂 |

- *1 複数のボーリング又は開削調査を実施している地点。
- *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 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5cm間隔。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。
- *4 当該地点は、敷地造成に伴う改変により消失していることから、当該地点の陸成層中の火山灰等と記載されている堆積物については、敷地及び敷地近傍の地質調査結果を踏まえた解釈を行っている。詳細は補足説明資料2の6章参照。

敷地及び敷地近傍における阿蘇4火山灰 (Aso-4) の推定分布範囲

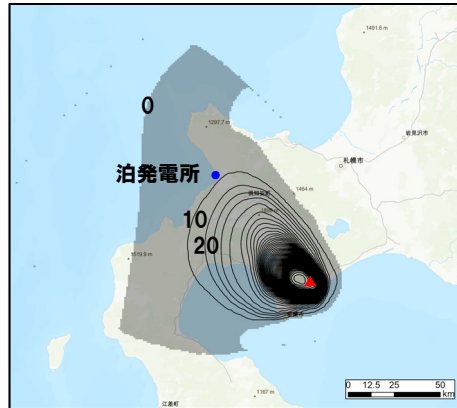
余白

火山学的調査 (参考) 降下火砕物の分布 (1/2)

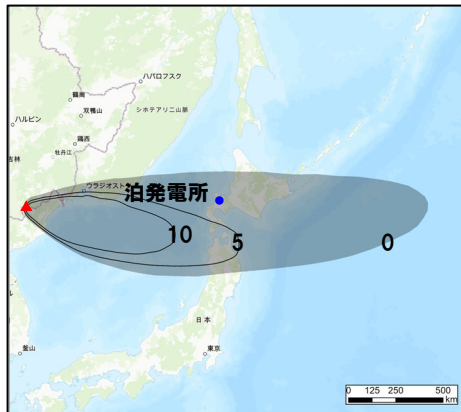
○地質調査において、敷地及び敷地近傍に分布が認められないものの、文献調査で分布が示されている火山噴出物の等層厚線図を以下及び次頁に示す。



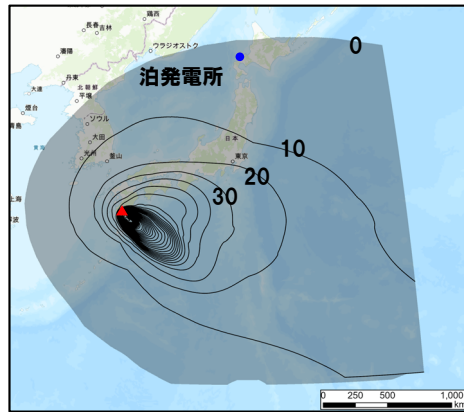
有珠山2000年噴火(4月4日)に伴い噴出した降下火砕物※1



クッタラ第2火山灰 (Kt-2)

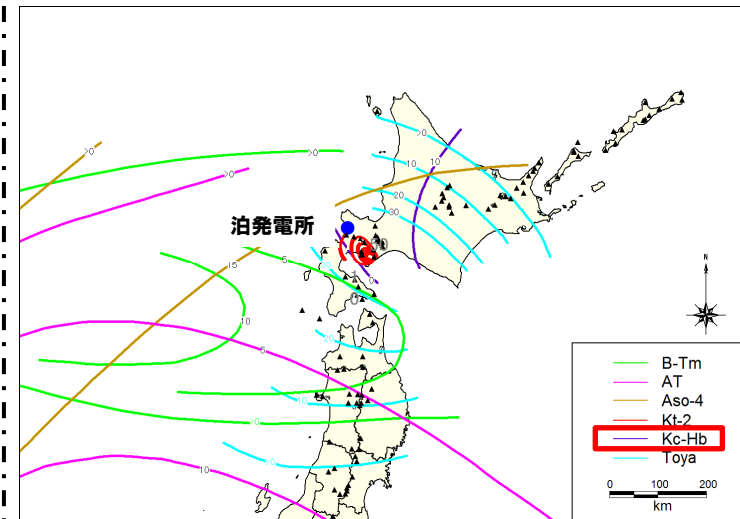


白頭山苫小牧火山灰 (B-Tm)



始良Tn火山灰 (AT)

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※2
(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)



クツチャロ羽幌火山灰 (Kc-Hb)

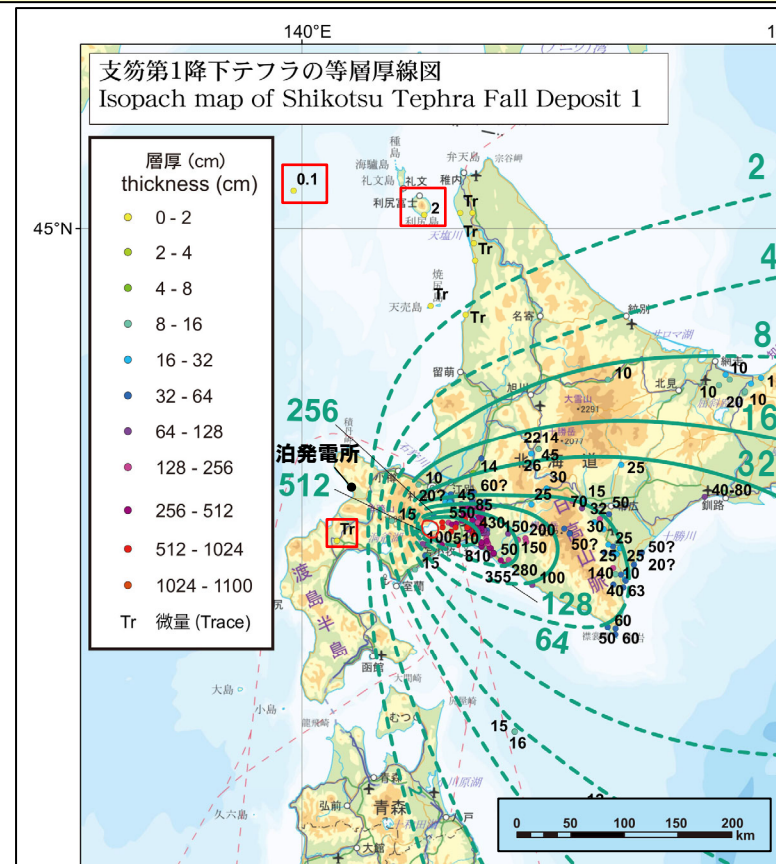
敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある
降下火砕物の等層厚線図
(町田・新井(2011)より当社が作成)

※1 敷地はごく微量の降灰(層厚<0.01mm)範囲に位置する。

※2 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。

火山学的調査 (参考) 降下火砕物の分布 (2/2)

- 町田・新井 (2011) 及び Uesawa et al. (2022) の確認では抽出されないものの、より最新の知見に基づき、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、以下の降下火砕物が抽出される。
- 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、等層厚線図範囲内 (>2cm) に敷地は含まれていないものの、敷地の北方に位置する日本海 (層厚0.1cm) や利尻島 (層厚2cm)、敷地の南方に位置する長万部付近 (Tr:微量) において確認されていることを踏まえると、敷地及び敷地近傍に支笏第1降下軽石 (Spfa-1) が到達した (降灰した) 可能性が考えられる。



支笏第1降下軽石 (Spfa-1) の層厚分布図 (宝田ほか (2022) に加筆)

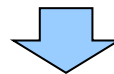
余白

【まとめ】

- 地理的領域にある32火山のうち、過去に巨大噴火が発生した火山は、支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラである（本編資料4.1.2章参照）。
- 上記3火山の最大規模の噴出物は、それぞれSp-1（支笏火砕流堆積物（Spfl）及び支笏第1降下軽石（Spfa-1））、Kt-7（pfa及びpfl）及びTp（洞爺火山灰（Toya）及び洞爺火砕流）である。
- Sp-1、Kt-7及びTpのうち、設計対応不可能な火山事象である火砕流が敷地に到達した可能性について評価を行った。
- 評価結果を下表に示す。

設計対応不可能な火山事象である火砕流が敷地に到達した可能性に関する評価結果

| 火山 | 敷地からの距離 (km) | 最大規模の噴出物 | 文献に基づく最大到達距離 | 敷地方向の最大到達距離 (敷地からの距離) | 文献に基づく分布 | | 当社調査に基づく分布 | | 評価結果 |
|-----------|--------------|--|---------------|-------------------------|----------|----|------------|----|--|
| | | | | | 敷地近傍 | 敷地 | 敷地近傍 | 敷地 | |
| 支笏カルデラ | 74.8 | Sp-1 (支笏火砕流堆積物 (Spfl) 及び支笏第1降下軽石 (Spfa-1)) | 伊達市館山町 約52km | 羊蹄山北側地点 約48km (約28km) | なし | なし | なし | なし | 支笏火砕流は、給源から敷地までの距離と比較し最大到達距離及び敷地方向の最大到達距離が小さく、敷地方向においては、最大到達距離よりも遠方に地形的障害である倶知安峠も存在し、この障害を越えて敷地までの間に当該火砕流堆積物が認められないことから、敷地には到達していないと判断される。(次頁～P155参照)。 |
| 倶多楽・登別火山群 | 80.5 | Kt-7:pfa,pfl | 厚真町 約63km | —* | なし | なし | なし | なし | Kt-7は、給源から敷地までの距離と比較し最大到達距離が小さく、敷地方向においては地形的障害であるオロフレ山及びホロホロ山も存在し、これらの障害を越えて敷地までの間に当該火砕流堆積物が認められないことから、敷地には到達していないと判断される(P156～P159参照)。 |
| 洞爺カルデラ | 54.8 | Tp (洞爺火山灰 (Toya) 及び洞爺火砕流) | 安平町追分春日 約85km | C-2ボーリング地点 約48km (約8km) | あり | なし | あり | なし | 敷地のうちMm1段丘より低標高側に洞爺火砕流本体が到達した可能性を否定できない。また、敷地のうち、Mm1段丘より高標高側については、火砕サージが到達した可能性を否定できない(P160～P168参照)。 |



※倶多楽・登別火山群と敷地との間にKt-7 (pfl) の分布を示した文献が認められず (P36～P40参照)、当社地質調査の結果、敷地及び敷地近傍にKt-7 (pfl) は認められない (P155参照) ことから、敷地方向の最大到達距離は示していない。

- 支笏カルデラ及び倶多楽・登別火山群は、最大規模の噴火に伴う設計対応不可能な火山事象が敷地に到達した可能性はないものと判断される。
- 洞爺カルデラは、最大規模の噴火に伴う設計対応不可能な火山事象が敷地に到達した可能性を否定できない。

①-1 支笏火砕流 (まとめ)

- 支笏カルデラの最大規模の噴出物であるSp-1のうち、支笏火砕流堆積物 (Spfl) が敷地に到達した可能性について検討を行った。
- 検討は、文献に示される支笏火砕流堆積物 (Spfl) の最大到達距離と層厚の確認並びに文献及び当社地質調査を踏まえた、敷地及び敷地近傍における支笏火砕流堆積物 (Spfl) の分布状況の確認に基づき実施した。



【文献に示される支笏火砕流の最大到達距離と層厚の確認】(次頁参照)

- 支笏火砕流堆積物 (Spfl) は、支笏カルデラ周辺に広範囲に認められ、敷地方向の最大到達地点としては、宝田ほか (2022) に示される羊蹄山北側地点 (約48km) まで認められる※1。
- 支笏火砕流堆積物 (Spfl) の最大到達距離は、宝田ほか (2022) に示される支笏カルデラから南西方向に位置する伊達市館山町までの約52kmであり、層厚は1mである。

【文献及び当社地質調査結果を踏まえた敷地及び敷地近傍における支笏火砕流堆積物の分布状況確認】(P154~P155参照)

- 支笏火砕流堆積物 (Spfl) は、敷地方向に向かって層厚を減じながら尻別川沿いを流下したものと考えられ※2、羊蹄山南東側の真狩村付近まで認められる。
- 真狩村付近より敷地方向の羊蹄山北側地点 (敷地からの距離約28km) においては、尻別川沿いにrework (再堆積物) が示されているが、当該堆積物については、古倶知安湖に直接又は間接的に流入した支笏火砕流が、湖底に厚く堆積した堆積物と考えられる。
- 給源である支笏カルデラから、上述の羊蹄山北側地点までの距離 (約48km) は、支笏火砕流の最大到達地点である伊達市館山町までの距離 (約52km) より小さい。
- 加えて、羊蹄山北側地点よりもさらに敷地方向に、地形的障害である倶知安峠 (主に新第三紀の火成岩からなり、尻別川の現河床との標高差が約80m) が存在し、倶知安峠を越えて敷地までの間には支笏火砕流堆積物 (Spfl) 又は二次堆積物の分布を示した文献も認められない。
- 当社地質調査の結果、敷地及び敷地近傍に支笏火砕流堆積物 (Spfl) は認められない (P155参照)。



- 支笏火砕流は、給源から敷地までの距離 (74.8km) と比較し最大到達距離 (伊達市館山町付近: 約52km) 及び敷地方向の最大到達距離 (羊蹄山北側地点: 約48km) が小さい。
- なお、羊蹄山北側地点の敷地からの距離は約28kmである。
- また、敷地方向においては、最大到達距離よりも遠方に地形的障害である倶知安峠も存在し、この障害を越えて敷地までの間に当該火砕流堆積物が認められないことから、敷地には到達していないと判断される。

※1 当該地点の支笏火砕流堆積物は、同文献においてはreworkとされているが、他文献のレビューも踏まえると、古倶知安湖に直接又は間接的に流入した支笏火砕流が、湖底に厚く堆積した堆積物と考えられることから、敷地方向の最大到達地点と評価した (P26~P27参照)。

※2 このことは、支笏火砕流堆積物の火口からの距離と層厚の関係には、距離の増加に応じ層厚が小さくなる傾向が認められるとする山元 (2016) 及び宝田ほか (2022) のレビュー結果 (詳細は補足説明資料2の7章参照) と調和的である。

①-2 支笏火砕流（文献に示される支笏火砕流の最大到達距離と層厚の確認）

○支笏火砕流堆積物 (Spfl) の分布範囲を確認するため、以下の文献を確認した。

【産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2020）確認結果】(P18参照)

- 同文献に基づくと、支笏火砕流堆積物 (Spfl) は、支笏カルデラ周辺に広範囲に認められる。
- 同文献に示される支笏火砕流堆積物 (Spfl) の最大到達距離は、支笏カルデラから南西方向に位置する登別市登別付近までの約40kmである。

【山元（2016）確認結果】(P25参照)

- 同文献に示される支笏火砕流堆積物 (Spfl) の最大到達距離は、支笏カルデラから南西方向に位置する登別市幌別付近までの約45kmであり、層厚は0.2mである。

【Ama-Miyasaka et al. (2020) 確認結果】(P25参照)

- 同文献に示される支笏火砕流堆積物 (Spfl) の最大到達距離は、支笏カルデラから東方向に位置する安平町追分春日 (DN2地点) までの約42kmであり、当該地点の代表柱状図から読み取った層厚は約0.8mである。

【宝田ほか（2022）確認結果】(P25参照)

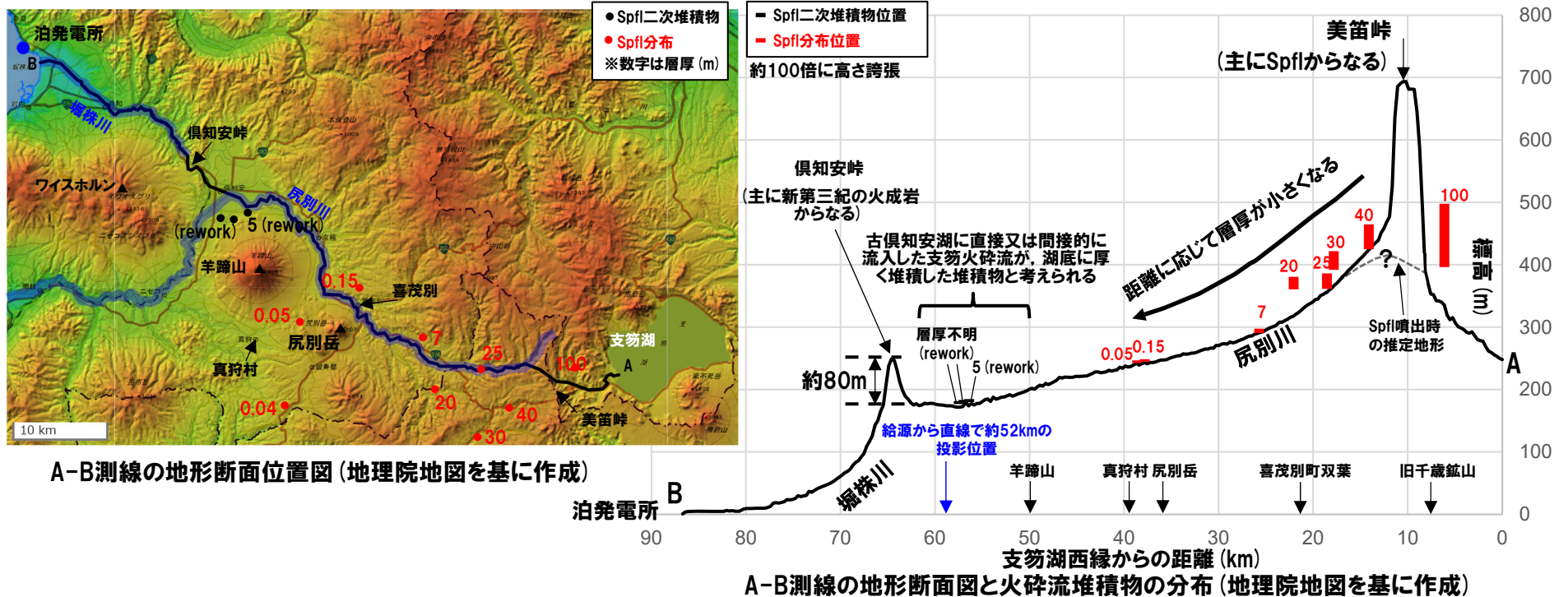
- 同文献に基づくと、支笏火砕流堆積物 (Spfl) は、支笏カルデラ周辺に広範囲に認められ、支笏カルデラから敷地方向（北西～西方向）では、羊蹄山北側地点（給源から約48km）まで認められる*。
- 同文献に示される支笏火砕流堆積物 (Spfl) の最大到達距離は、支笏カルデラから南西方向に位置する伊達市館山町までの約52kmであり、層厚は1mである。



- 支笏火砕流堆積物 (Spfl) は、支笏カルデラ周辺に広範囲に認められ、敷地方向の最大到達地点としては、宝田ほか（2022）に示される羊蹄山北側地点（約48km）まで認められる。
- 支笏火砕流堆積物 (Spfl) の最大到達距離は、宝田ほか（2022）に示される支笏カルデラから南西方向に位置する伊達市館山町までの約52kmであり、層厚は1mである。

※当該地点の支笏火砕流堆積物は、同文献においてはreworkとされているが、他文献のレビューも踏まえると、古倶知安湖に直接又は間接的に流入した支笏火砕流が、湖底に厚く堆積した堆積物と考えられることから、敷地方向の最大到達地点と評価した (P26～P27参照)。

①-3 支笏火砕流 (文献及び当社地質調査結果を踏まえた敷地及び敷地近傍における支笏火砕流堆積物の分布状況確認) (1/2)



A-B測線の地形断面位置図 (地理院地図を基に作成)

A-B測線の地形断面図と火砕流堆積物の分布 (地理院地図を基に作成)

- 支笏カルデラから敷地方向に向かい、尻別川沿い及び堀株川沿いの地形断面図を作成した。
- 地形断面図に、宝田ほか (2022)、山元 (2016)、嵯峨山ほか (2021) 及び井上ほか (2022) で示される支笏火砕流堆積物 (Spfl) の位置を投影し、その層厚をプロットした※1。
- 加えて、支笏火砕流堆積物の最大到達地点である伊達市館山町までの距離 (給源から直線で約52km) を敷地方向に向けた際の位置を投影した。

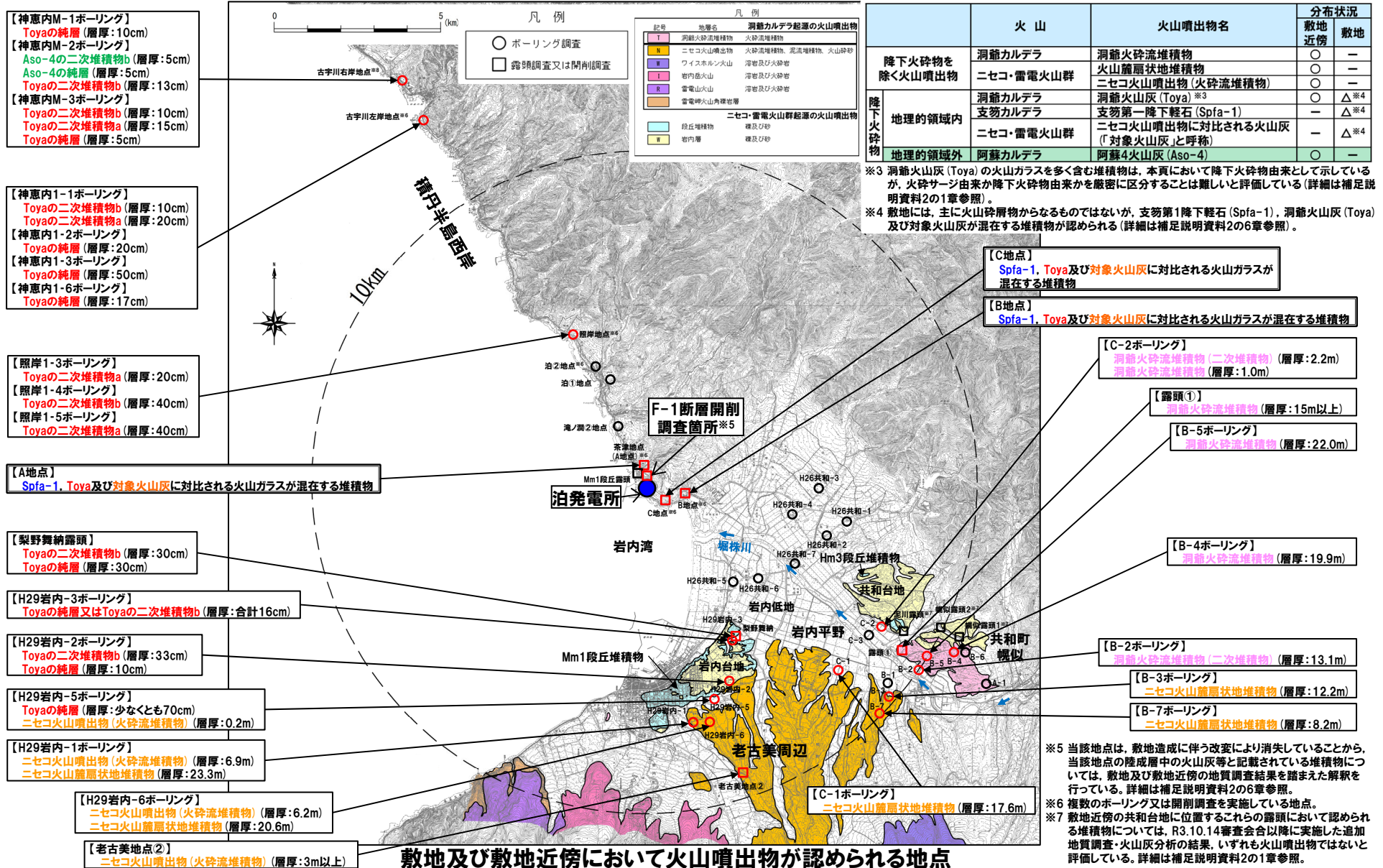


- 支笏火砕流堆積物 (Spfl) は、敷地方向に向かって層厚を減じながら尻別川沿いを流下したものと考えられ※2、羊蹄山南東側の真狩村付近まで認められる。
- 真狩村付近より敷地方向の羊蹄山北側地点 (敷地からの距離約28km) においては、尻別川沿いにrework (再堆積物) が示されているが、当該堆積物については、古倶知安湖に直接又は間接的に流入した支笏火砕流が、湖底に厚く堆積した堆積物と考えられる。
- 給源である支笏カルデラから、上述の羊蹄山北側地点までの距離 (約48km) は、支笏火砕流の最大到達地点である伊達市館山町までの距離 (直線で約52km) より小さい。
- 加えて、羊蹄山北側地点よりもさらに敷地方向に、地形的障害である倶知安峠 (主に新第三紀の火成岩からなり、尻別川の現河床との標高差が約80m) が存在し、倶知安峠を越えて敷地までには支笏火砕流堆積物 (Spfl) 又は二次堆積物の分布を示した文献も認められない。
- また、当社地質調査の結果、敷地及び敷地近傍に支笏火砕流堆積物 (Spfl) は認められない (次頁参照)。

※1 火砕流堆積物の正確な分布標高は不明であるため、ここでは分布地点の標高が火砕流堆積物の底面であると仮定し、尻別川沿いに投影している。

※2 このことは、支笏火砕流堆積物の火口からの距離と層厚の関係には、距離の増加に応じ層厚が小さくなる傾向が認められるとする山元 (2016) 及び宝田ほか (2022) のレビュー結果 (詳細は補足説明資料2の7章参照) と調和的である。

①-3 支笏火砕流 (文献及び当社地質調査結果を踏まえた敷地及び敷地近傍における支笏火砕流堆積物の分布状況確認) (2/2)

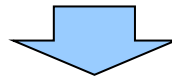


敷地及び敷地近傍において火山噴出物が認められる地点

※5 当該地点は、敷地造成に伴う改変により消失していることから、当該地点の陸成層中の火山灰等と記載されている堆積物については、敷地及び敷地近傍の地質調査結果を踏まえた解釈を行っている。詳細は補足説明資料2の6章参照。
 ※6 複数のボーリング又は開削調査を実施している地点。
 ※7 敷地近傍の共和台地に位置するこれらの露頭において認められる堆積物については、R3.10.14審査会合以降に実施した追加地質調査・火山灰分析の結果、いずれも火山噴出物ではないと評価している。詳細は補足説明資料2の1章参照。

②-1 Kt-7 pfl (まとめ)

- 倶多楽・登別火山群の最大規模の噴出物であるKt-7のうち、火砕流が敷地に到達した可能性について検討を行った。
- 検討は、文献に示されるKt-7 (pfl) の最大到達距離と層厚の確認並びに文献及び当社地質調査を踏まえた、敷地及び敷地近傍におけるKt-7 (pfl) の分布状況の確認に基づき実施した。

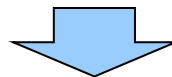


【文献に示されるKt-7 (pfl) の最大到達距離と層厚の確認】(次頁参照)

- Kt-7 (pfl) の最大到達距離は、Amma-Miyasaka et al. (2020) に示される倶多楽・登別火山群から北東方向に位置する厚真町付近までの約63kmであり、層厚は0.2mである。

【文献及び当社地質調査結果を踏まえた敷地及び敷地近傍におけるKt-7 (pfl) の分布状況確認】(P158～P159参照)

- 倶多楽・登別火山群から敷地方向に向かって、地形的障害であるオロフレ山及びホロホロ山が認められ、さらに敷地方向に向かって、敷地までの間にKt-7 (pfl) の分布を示した文献も認められない (P158参照)。
- 当社地質調査の結果、敷地及び敷地近傍にKt-7 (pfl) は認められない (P159参照)。



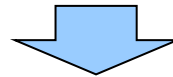
- Kt-7は、給源から敷地までの距離 (80.5km) と比較し最大到達距離 (厚真町付近: 約63km) が小さく、敷地方向においては地形的障害であるオロフレ山-ホロホロ山が認められ、この障害を越えて敷地までの間に当該火砕流堆積物が認められないことから、敷地には到達していないと判断される。

②-2 Kt-7 pfl (文献に示されるpflの最大到達距離と層厚の確認)

○倶多楽・登別火山群起源の火砕流堆積物の分布範囲を確認するため、以下の文献を確認した。

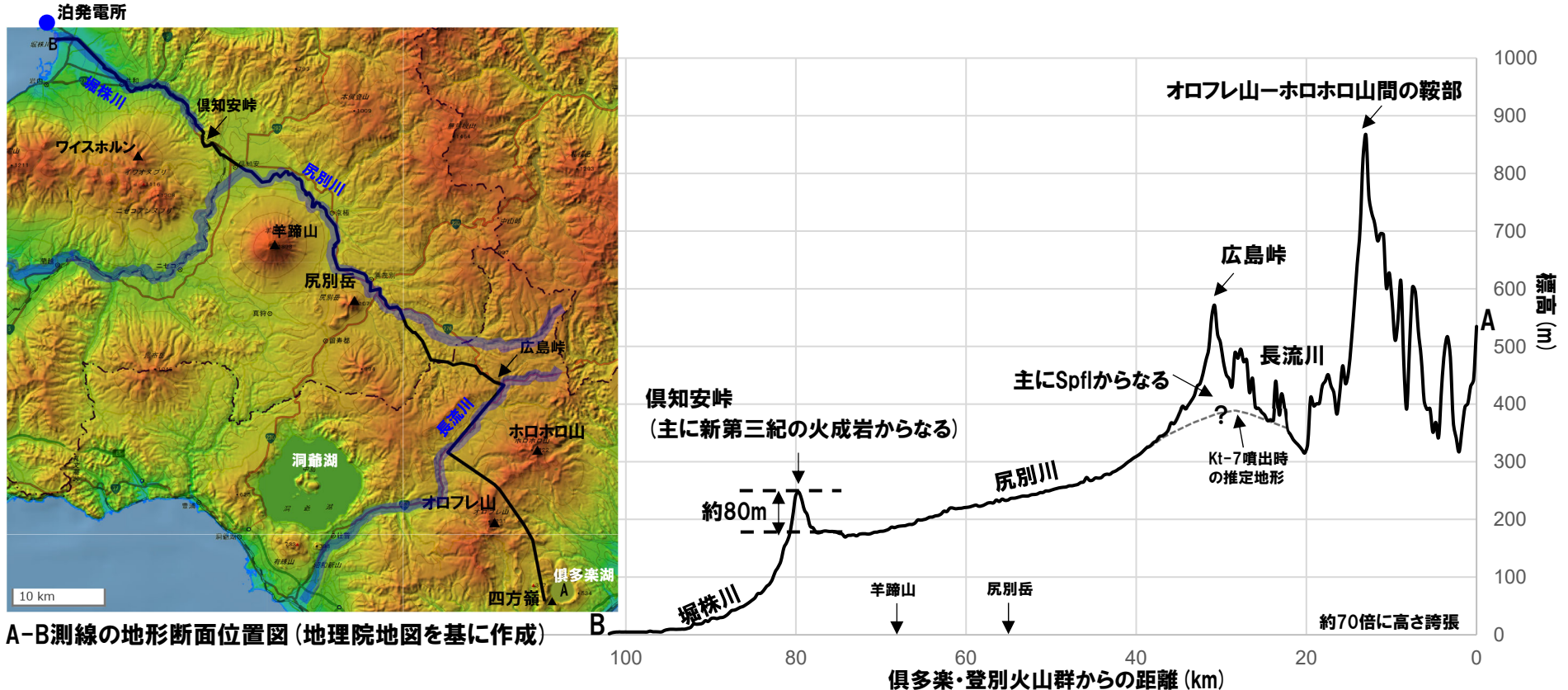
【産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)及びAmma-Miyasaka et al.(2020) 確認結果】(P40参照)

- これらの文献に基づくと、倶多楽・登別火山群起源の火砕流堆積物の分布範囲として示される範囲は、山体近傍に限定されるものの、Amma-Miyasaka et al.(2020)によれば、倶多楽・登別火山群から北東方向に位置する厚真町付近においてKt-7 (pumice flow deposit) が認められる。
- 上記地点は、火砕流(Kt-7)の最大到達地点に当たり、その距離は約63km、層厚は0.2mである。



- 倶多楽・登別火山群起源の火砕流堆積物のうちKt-7 (pfl) は、倶多楽・登別火山群から北東方向に位置する厚真町付近に認められる。
- Kt-7 (pfl) の最大到達距離は、Amma-Miyasaka et al.(2020)に示される倶多楽・登別火山群から北東方向に位置する厚真町付近までの約63kmであり、層厚は0.2mである。

②-3 Kt-7 pfl (文献及び当社地質調査結果を踏まえた敷地及び敷地近傍におけるKt-7 pflの分布状況確認) (1/2)



A-B測線の地形断面位置図 (地理院地図を基に作成)

A-B測線の地形断面図※ (地理院地図を基に作成)

○ 倶多楽・登別火山群から敷地方向に向かい、長流川沿い、尻別川沿い及び堀株川沿いの地形断面図を作成した。

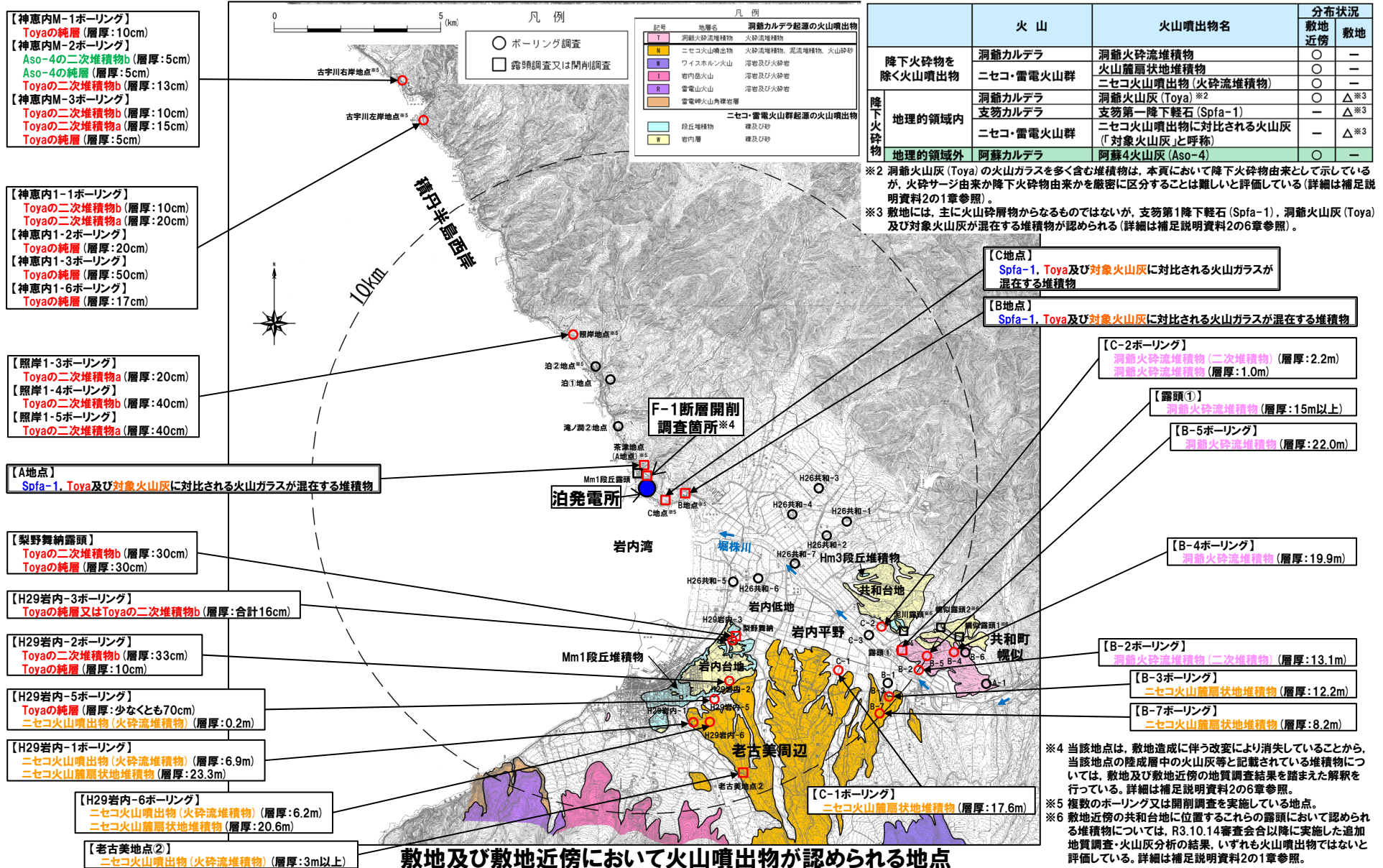


- 倶多楽・登別火山群から敷地方向に向かって、地形的障害であるオロフレ山及びホロホロ山が認められ、さらに敷地方向に向かって、敷地までの間にKt-7 (pfl) の分布を示した文献も認められない。
- 当社地質調査の結果、敷地及び敷地近傍にKt-7 (pfl) は認められない (次頁参照)。

※地形断面図作成に当たっては以下の点に留意した。

- ・Kt-7の詳しい噴出源は不明であるため、中野ほか編 (2013) において倶多楽・登別火山群の代表点として示されている四方嶺を始点とした。
- ・オロフレ山～ホロホロ山間の鞍部については、最も標高の低い地点 (現標高は876m) を通るよう測線を設定した。
- ・現在の長流川と尻別川水系の分水界をなす広島峠は、主に支笏火砕流堆積物 (Spfl) で構成されるため、Kt-7噴出時には地形が異なる可能性があるが、峠を構成する支笏火砕流堆積物 (Spfl) の層厚が不明であるため、現在の地形で測線を設定した。
- ・Kt-7の噴出年代 (90-85ka) を踏まえると、噴出時には現在の羊蹄山は存在しなかったと考えられるが、低地が広がっていたと仮定し、現在の尻別川沿いに測線を設定した。

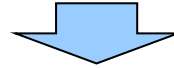
②-3 Kt-7 pfl (文献及び当社地質調査結果を踏まえた敷地及び敷地近傍におけるKt-7 pflの分布状況確認) (2/2)



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

③-1 洞爺火砕流 (まとめ)

- 洞爺カルデラの最大規模の噴出物であるTpのうち、洞爺火砕流が敷地に到達した可能性について検討を行った。
- 検討は、文献に示される洞爺火砕流の最大到達距離と層厚の確認並びに文献及び当社地質調査を踏まえた、敷地及び敷地近傍における洞爺火砕流堆積物の分布状況の確認に基づき実施した。

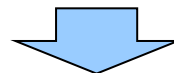


【文献に示される洞爺火砕流の最大到達距離と層厚の確認】(次頁参照)

- 洞爺火砕流は、洞爺カルデラ周辺の広範囲に認められ、敷地方向の最遠方分布地点としては、敷地近傍に位置する共和町幌似付近(洞爺カルデラから約47km)まで認められる(最大層厚22m)。
- 洞爺火砕流の最大到達距離は、Amma-Miyasaka et al. (2020) に示される洞爺カルデラから東方向に位置する安平町追分春日までの約85km(火砕サージ堆積物を確認)であり、給源から敷地までの距離(54.8km)と比較して大きく、層厚は0.25m以下である。

【文献及び当社地質調査結果を踏まえた敷地及び敷地近傍における洞爺火砕流堆積物の分布状況確認】(P162~P168参照)

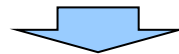
- 敷地近傍の共和町幌似付近では、軽石が混じる洞爺火砕流本体が認められる。
- 火砕流本体は、より敷地に近接する岩内平野西部には認められないが、沖積層が分布すること等から、堀株川沿いの低地を流下し、現在の岩内湾に到達した後、削剥された可能性を否定できない。
- 堀株川沿いの延長方向に敷地は位置し、敷地には火砕流本体又は火砕サージの到達を示唆する堆積物等は認められないが、敷地のうちMm1段丘(MIS5e)より低標高側(海側)については、1,2号炉建設前は、標高0m付近に波食棚が分布する状況であったことから、MIS5e(Mm1段丘)より新しい時代の堆積物は保存されておらず、堀株川沿いの低地に流下した火砕流本体が敷地に到達した可能性について検討できない状況である。
- また、敷地を挟む岩内平野西部及び積丹半島西岸においては、Mm1段丘堆積物上位に洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物が認められ、当該堆積物を火砕サージ由来か降下火砕物由来か厳密に区分することは難しい。



- 敷地のうちMm1段丘より低標高側に洞爺火砕流本体が到達した可能性を否定できない。
- また、敷地のうち、Mm1段丘より高標高側については、火砕サージが到達した可能性を否定できない。

③-2 洞爺火砕流 (文献に示される洞爺火砕流の最大到達距離と層厚の確認)

- 洞爺火砕流堆積物の分布範囲を確認するため、以下の文献を確認した。
- 【産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)確認結果】(P48参照)
 - 同文献に基づくと、洞爺火砕流堆積物は、洞爺カルデラ周辺に広範囲に認められ、敷地方向(北～北西方向)では共和町幌似付近まで認められる。
 - 洞爺火砕流堆積物の最大到達距離は、洞爺カルデラから敷地方向(北～北西方向)に位置する共和町幌似付近までの約47kmである。
- 【Goto et al.(2018)及び産業技術総合研究所(2022)確認結果】(P53～P61参照)
 - これらの文献に基づくと、敷地方向(北～北西方向)では共和町幌似付近まで洞爺火砕流堆積物(層厚は最大で22m;産業技術総合研究所,2022)が確認され、この状況は産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)と調和的である。
 - これらの文献に基づくと、堆積物は確認されていないものの、推定に基づき、共和町幌似付近を越えて岩内湾まで洞爺火砕流堆積物が分布が示されている。
 - Goto et al.(2018)によれば、共和町幌似付近で確認される洞爺火砕流堆積物は、最も広範囲に広がっていることが示唆されるUnit2に区分されるものである。
 - 一方で、産業技術総合研究所(2022)によれば、共和町幌似付近で確認される洞爺火砕流堆積物は、最も広範囲に広がっていることが示唆されるUnit5に区分されるものである。
- 【Amma-Miyasaka et al.(2020)確認結果】(P62～P63参照)
 - 同文献に示される洞爺火砕流堆積物の最大到達距離は、洞爺カルデラから東方向に位置する苫小牧市錦岡(P3地点)までの約47kmであり、層厚は1.75mである。
 - 同文献において、洞爺カルデラから東～北東方向に位置する調査地点(DN2, DC及びDS5地点)で確認される洞爺カルデラ形成噴火噴出物は、数mm以下の軽石を含む基質支持の堆積物であることから、火砕サージ堆積物であるとしている。
 - 当該火砕サージ堆積物の最大到達距離は、洞爺カルデラから北東方向に位置する安平町追分春日(DN2地点)までの約85kmであり、層厚は0.25m以下である。
- 【産業技術総合研究所(2021)確認結果】(P64参照)
 - 同文献に基づくと、洞爺カルデラ形成噴火噴出物である火砕サージ堆積物の最大到達距離は、洞爺カルデラから北東方向に位置する千歳市までの約80kmであり、層厚は約0.4mである。



- 洞爺火砕流は、洞爺カルデラ周辺の広範囲に認められ、敷地方向の最遠方分布地点としては、敷地近傍に位置する共和町幌似付近(洞爺カルデラから約47km)まで認められる(最大層厚22m)。
- 洞爺火砕流の最大到達距離は、Amma-Miyasaka et al.(2020)に示される洞爺カルデラから東方向に位置する安平町追分春日までの約85km(火砕サージ堆積物を確認)であり、給源から敷地までの距離(54.8km)と比較して大きく、層厚は0.25m以下である。

③-3 洞爺火砕流（文献及び当社地質調査結果を踏まえた敷地及び敷地近傍における洞爺火砕流堆積物の分布状況確認）（1/6）

○敷地及び敷地近傍の当社地質調査における洞爺火砕流堆積物の分布は以下のとおり（補足説明資料2の1章参照）。

〔敷地近傍〕

- 共和町幌似付近に、軽石混じり火山灰の層相を呈する洞爺火砕流堆積物（最大層厚約22m）が認められる。
- 共和町幌似付近よりも敷地に近接する岩内平野西部及び敷地を越えた積丹半島西岸に認められるMIS5eの海成段丘（Mm1段丘）堆積物上位に、洞爺火山灰（Toya）の火山ガラスを多く含む堆積物が認められ、当該堆積物を火砕サージ由来か降下火砕物由来か厳密に区分することは難しい（以降、火砕サージと軽石が混じる洞爺火砕流を区別して取り扱う場合は、後者を「火砕流本体」と呼称する）。

〔敷地〕

- 主に火山砕屑物からなる堆積物若しくは軽石を含む堆積物は認められない。
- Mm1段丘堆積物（上面標高約24m）上位の陸上堆積物には、その上面、基底面又は当該堆積物中に、洞爺火砕流の到達を示唆する侵食面は認められない。
- 共和町幌似付近以西において洞爺火砕流堆積物を確認している文献はないが、推定に基づき、岩内湾までの分布を示す文献が認められる（前頁参照）。
- 当社地質調査及び文献調査による検討の結果、洞爺火砕流堆積物の火口からの距離と層厚の関係には、洞爺カルデラから概ね敷地方向（北～北西方向）に位置する地点に限定した場合、明瞭な傾向は認められないが、大局的には、距離の増加に応じ層厚が小さくなる傾向が認められる（詳細は補足説明資料2の7章参照）。
- このため、共和町幌似付近において火砕流本体の最大層厚が約22mあることを踏まえると、火砕流本体は層厚を減じながら幌似付近を越えた範囲に到達していた可能性も考えられる。
- また、岩内平野西部において、堀株川付近に、洞爺火砕流堆積物堆積以降に堆積した沖積層が認められる。
- これらの状況に加え、断面図を用いた検討の結果（次頁～P168参照）を踏まえると、火砕流本体は、岩内平野西部において確認されないものの、共和町幌似付近を越えて堀株川沿いの低地を流下し、現在の岩内湾に到達した後、削剥された可能性を否定できない。



- 敷地近傍の共和町幌似付近では、軽石が混じる火砕流本体が認められる。
- 火砕流本体は、より敷地に近接する岩内平野西部には認められないが、沖積層が分布すること等から、堀株川沿いの低地を流下し、現在の岩内湾に到達した後、削剥された可能性を否定できない。
- 堀株川沿いの延長方向に敷地は位置し、敷地には火砕流本体又は火砕サージの到達を示唆する堆積物等は認められないが、敷地のうちMm1段丘（MIS5e）より低標高側（海側）については、1,2号炉建設前は、標高0m付近に波食棚が分布する状況であったことから（P168参照）、MIS5e（Mm1段丘）より新しい時代の堆積物は保存されておらず、堀株川沿いの低地に流下した火砕流本体が敷地に到達した可能性について検討できない状況である。
- また、敷地を挟む岩内平野西部及び積丹半島西岸においては、Mm1段丘堆積物上位に洞爺火山灰（Toya）の火山ガラスを多く含む堆積物が認められ、当該堆積物を火砕サージ由来か降下火砕物由来か厳密に区分することは難しい。

③-3 洞爺火砕流（文献及び当社地質調査結果を踏まえた敷地及び敷地近傍における洞爺火砕流堆積物の分布状況確認）（2/6）

一部修正（R5/1/20審査会合）

- 共和町幌似付近から堀株川沿いに下流に向かう1-1'断面図及び岩内平野西部において堀株川に直交する2-2'断面図を作成し、堀株川付近の堆積物の確認を行った。
- 断面図作成に当たっては、以下の地点における露頭調査及びボーリング調査結果を用いた（露頭調査及びボーリング調査結果の詳細は、補足説明資料2の2章及び4章参照）。
 - ・1-1'断面：B-5地点、C-2地点、C-3地点、H26共和-7地点
 - ・2-2'断面：梨野舞納地点、H26共和-5地点、H26共和-6地点、H26共和-4地点、H26共和-3地点
- なお、堀株川沿いの1-1'断面図については、周囲の地形状況も把握するため、以下に示す同じく堀株川に平行な地形断面についても、併せて示した。
 - ・1a-1a'断面：軽石が混じる火砕流本体が認められるB-5地点及びC-2地点付近を通る断面
 - ・1b-1b'断面：1a-1a'断面よりも山側において共和台地を通る断面
 - ・1c-1c'断面：岩内台地を通る断面



※梨野舞納地点で実施したボーリング調査位置と同位置において露頭を確認しており、その露頭では、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洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物を確認している。

調査位置図 □ : 氾濫原堆積物(沖積層)が認められる調査地点

余白

③-3 洞爺火砕流（文献及び当社地質調査結果を踏まえた敷地及び敷地近傍における洞爺火砕流堆積物の分布状況確認）（3/6）

一部修正（R5/1/20審査会合）

【1-1' 断面】（次頁参照）

- 幌似付近のB-5及びC-2地点においては、軽石が混じる火砕流本体が認められ、C-2地点付近で層厚が急減する。
- また、C-2地点においては、氾濫原堆積物（沖積層）も認められ、軽石が混じる火砕流本体及びその二次堆積物を覆って堆積する。
- C-2地点と近接するC-3地点においては、岩内層の上位に氾濫原堆積物（沖積層）が認められる。
- C-3地点より下流側に位置するH26共和-7地点においては、岩内層の上位に海成堆積物（沖積層）が認められる。

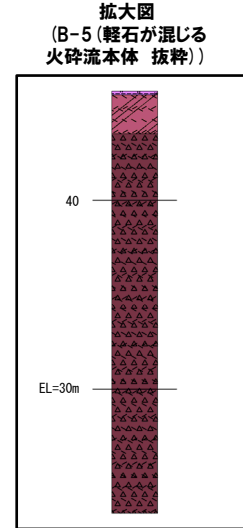
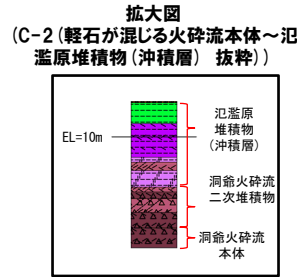
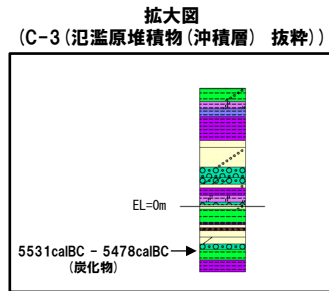
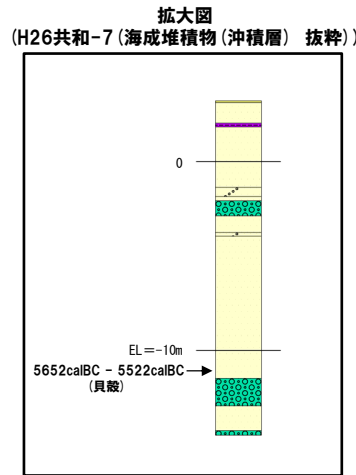
【2-2' 断面】（P167参照）

- 岩内台地に位置する梨野舞納地点においては、Mm1段丘堆積物（上面標高約22m）の上位に、陸成層が認められる。
- 陸成層の上位には、火山灰質砂質シルト層が整合関係で認められる。
- 火山灰質砂質シルト層については、火山灰分析（組成分析及び屈折率測定）の結果、火砕サージ由来か降下火砕物由来か厳密に区分することは難しい洞爺火山灰（Toya）の火山ガラスを多く含む堆積物に区分される（補足説明資料2の4章参照）。
- 火山灰質砂質シルト層の上面、基底面又は当該層中に侵食面は認められないことから、火砕流本体は到達していないものと判断される。
- 堀株川付近に位置するH26共和-5及びH26共和-6地点においては、岩内層の上位に、海成堆積物（沖積層）が認められる。
- 堀株川付近に位置するH26共和-4地点においては、岩内層の上位に扇状地性堆積物が認められる。
- H26共和-3地点においては、発足層の上位に、扇状地性堆積物が認められる。

③-3 洞爺火砕流 (文献及び当社地質調査結果を踏まえた敷地及び敷地近傍における洞爺火砕流堆積物の分布状況確認) (4/6)

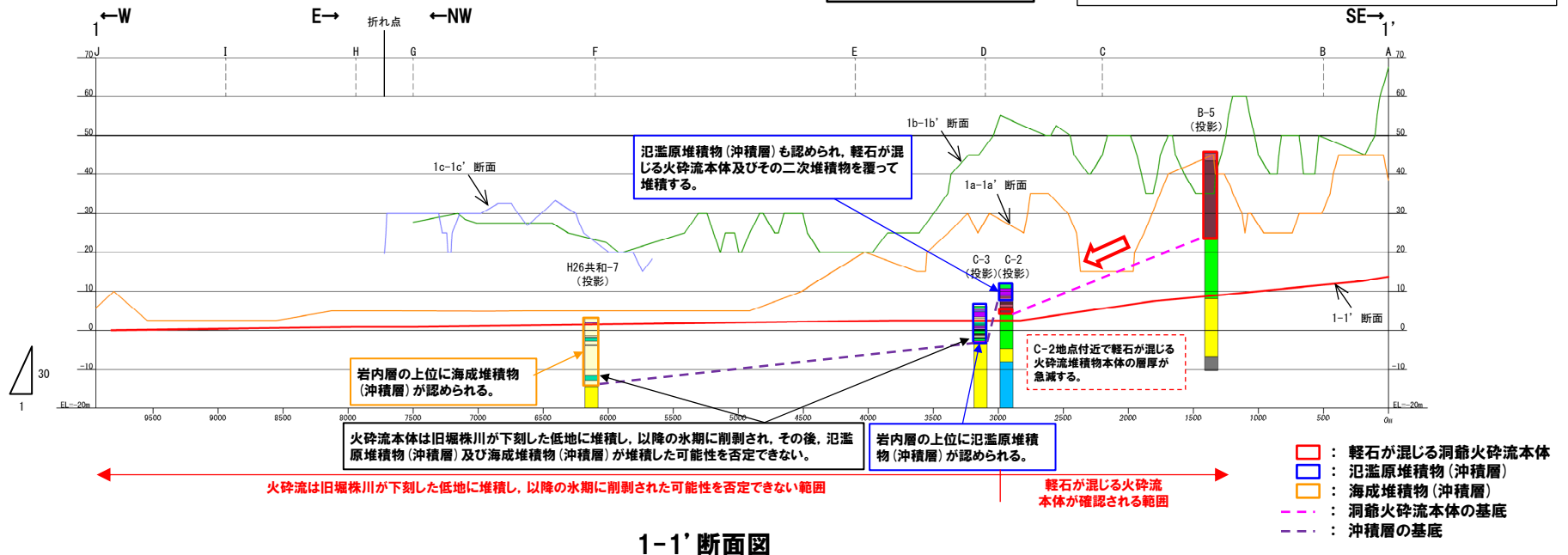
一部修正 (R5/1/20審査会合)

凡例



| 層相区分 | |
|-----------|--------------|
| 有機質土 | 軽石混じり砂 |
| 粘土 | 礫混じり砂 |
| シルト | シルト質火山灰 |
| 有機質シルト | シルト混じり火山灰 |
| 腐植質シルト | 軽石混じりシルト質火山灰 |
| 火山灰質シルト | 軽石質火山灰 |
| 砂質シルト | シルト質砂礫 |
| 礫混じり砂質シルト | シルト混じり砂礫 |
| 礫混じりシルト | 砂礫 |
| 砂 | シルト質礫 |
| 腐植質砂 | 礫 |
| シルト混じり砂 | |

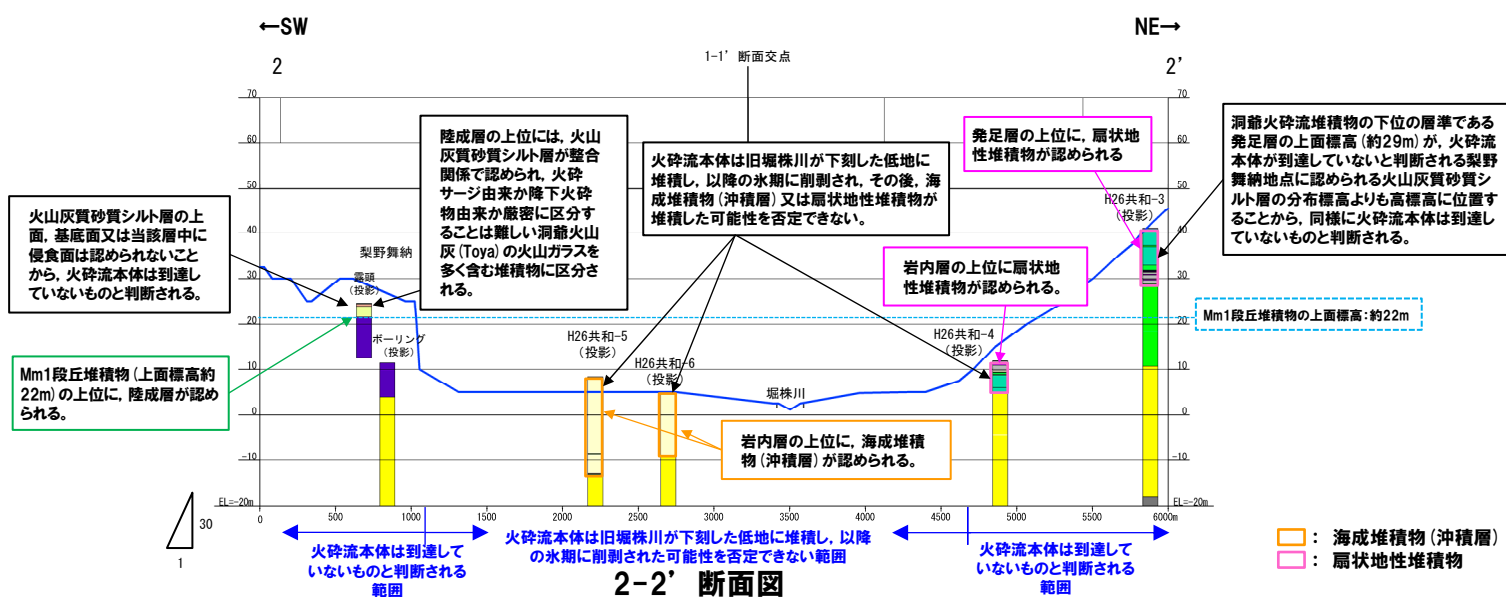
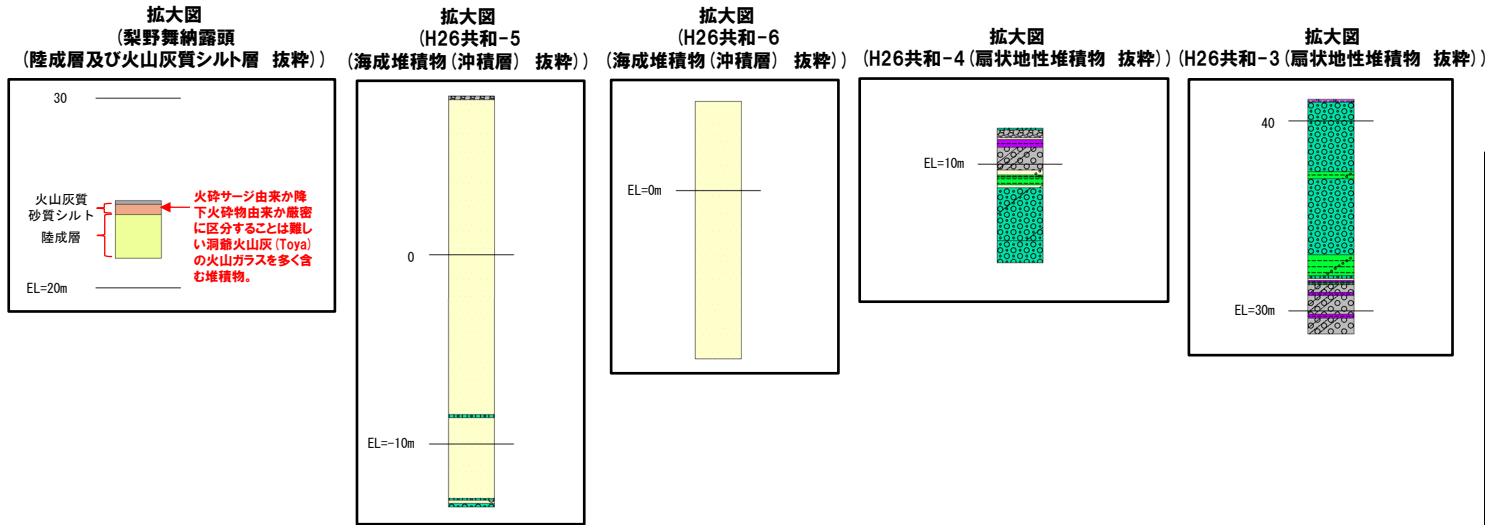
| 地層区分 | |
|-------------|-----|
| 発足層 | 余別層 |
| 岩内層 | 古平層 |
| 野塚層 (下部層相当) | |



設計対応不可能な火山事象が敷地に到達した可能性評価

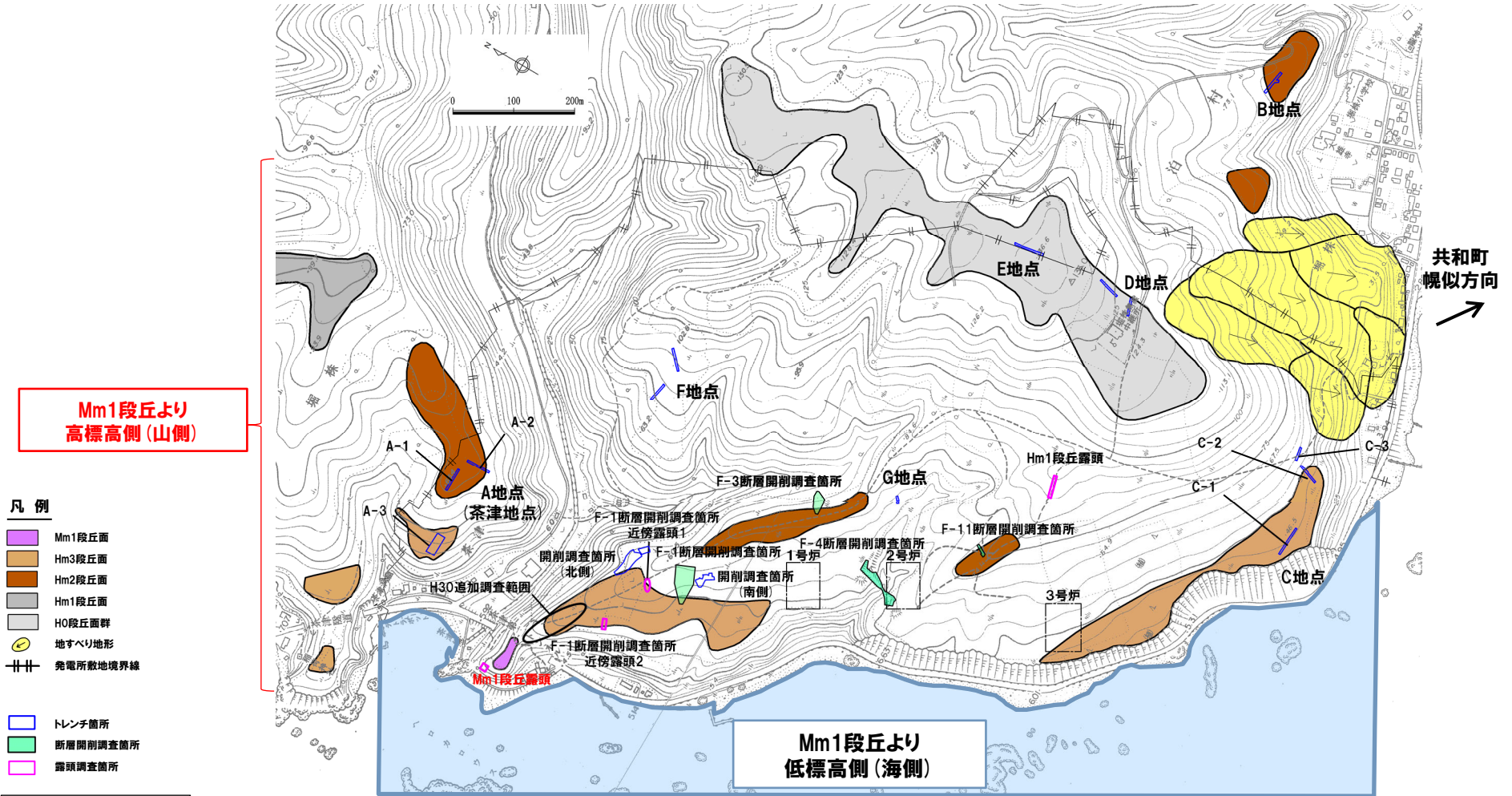
③-3 洞爺火砕流 (文献及び当社地質調査結果を踏まえた敷地及び敷地近傍における洞爺火砕流堆積物の分布状況確認) (5/6)

一部修正 (R5/1/20審査会合)



③-3 洞爺火砕流 (文献及び当社地質調査結果を踏まえた敷地及び敷地近傍における洞爺火砕流堆積物の分布状況確認) (6/6)

一部修正 (H30/5/11審査会合)



変更前の敷地の地形

- (1) 中野俊・西来邦章・宝田晋治・星住英夫・石塚吉浩・伊藤順一・川辺禎久・及川輝樹・古川竜太・下司信夫・石塚治・山元孝広・岸本清行編(2013):日本の火山(第3版), 200万の1地質編集図, No.11, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター.
- (2) 中川光弘・松本亜希子・島谷太郎・小杉安由美(2013):東北日本弧北端の第四紀火山活動の時空変遷: 活動年代の再検討とマグマ組成, 日本地質学会第120年学術大会講演要旨, R3-0-3, p.44.
- (3) 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.
- (4) 産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2022):大規模噴火データベース, 産総研地質調査総合センター.
- (5) 第四紀火山カタログ委員会編(2000):日本の第四紀火山カタログ, 日本火山学会.
- (6) 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.
- (7) 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)
- (8) 中川光弘・後藤芳彦・新井計雄・和田恵治・板谷徹丸(1993):中部北海道, 滝川地域の中新世-鮮新世玄武岩のK-Ar年代と主成分化学組成: 東北日本弧-千島弧, 島弧会合部の玄武岩単成火山群, 岩鉱, 第88巻, 第8号, pp.390-401.
- (9) 佐川 昭・松井和典・山口昇一(1988):北海道イルムケツプ火山音江山溶岩のK-Ar年代と古地磁気, 地質調査所月報, 第39巻, 第6号, pp.423-428.
- (10) 広瀬亘・岩崎深雪・中川光弘(2000):北海道中央部~西部の新第三紀火成活動の変遷: K-Ar年代, 火山活動様式および全岩化学組成から見た東北日本弧北端の島弧火成活動の変遷, 地質学雑誌, 第106巻, 第2号, pp.120-135.
- (11) 八木健三・柴田賢・蟹沢聡史(1987):北海道西部の暑寒別岳地域火山岩類のK-Ar年代, 日本火山学会講演予稿集, 2, p.38.
- (12) 重野聖之・垣原康之・岡村 聡・青柳大介(2007):"3 年代測定の結果", 札幌市大型動物化石総合調査報告書~サツポロカイギュウとその時代の解明~, 札幌市博物館活動センター編, 札幌市, pp.49-51.
- (13) Watanabe, Y.(1990):Pliocene to Pliocene volcanism and related vein-type mineralization in Sapporo-Iwanai district, southwest Hokkaido, Japan, *Mining Geology*, 40 (5), pp.289-298.
- (14) 横山 光・八幡正弘・岡村 聡・西戸裕嗣(2003):西南北海道, 赤井川カルデラの火山層序とカルデラ形成史, 岩石鉱物科学, 第32巻, 第2号, pp.80-95.
- (15) 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.
- (16) 金田泰明・後藤義瑛・西野佑紀・宝田晋治・下司信夫(2020):支笏・洞爺・濁川・大山火山の大規模噴火の前駆活動と噴火推移, 産総研地質調査総合センター研究資料集, No. 699, 産総研地質調査総合センター, 75p.
- (17) Amma-Miyasaka, M., Miura, D., Nakagawa, M., Uesawa, S., Furukawa, R.(2020):Stratigraphy and chronology of silicic tephras in the Shikotsu-Toya Volcanic Field, Japan: Evidence of a Late Pleistocene ignimbrite flare-up in SW Hokkaido, *Quaternary International*, 562, pp.58-75.
- (18) 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.

- (19) 春日井昭・石橋敦子・大貫康行・柏原信・鈴木久恵・田中秀樹・松田紘一 (1974) : 恵庭火山の降下軽石層-分布と層準についての改定-, 地球科学, 28巻, 4号, pp.115-127.
- (20) 山縣耕太郎 (1994) : 支笏およびクッタラ火山のテフロクロノロジー, 地学雑誌, 第103巻, 第3号, pp.268-285.
- (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) 山元孝広 (2016) : 支笏カルデラ形成噴火のマグマ体積, 地質調査総合センター研究資料集, No.632, 産総研地質調査総合センター.
- (23) 井上 隆・関根達夫・岡村聡・小田桐 亮・嵯峨山 積 (2022) : 北海道倶知安町高砂の法面に現れた古倶知安湖堆積物, 総合地質, 6-1, pp.47-56.
- (24) 嵯峨山積・星野フサ・井島行夫・近藤玲介・関根達夫・小田桐亮・宮入陽介・横山祐典 (2021) : 古倶知安湖の検証-その2 - : 北海道倶知安町の上層更新統真狩別層の14C 年代値, 火山灰, 花粉および珪藻の分析, 総合地質, 5-1, pp.71-80.
- (25) Uesawa, S., Nakagawa, M., Umetsu, A. (2016) : Explosive eruptive activity and temporal magmatic changes at Yotei volcano during the last 50,000 years, southwest Hokkaido, Japan, J. Volcanol. Geotherm. Res. 325, 27-44.
- (26) Nakagawa, M., Miura, D., Uesawa, S., Amma-Miyasaka. (2016) : IWCC 6 Excursion Guide Book CALDERAS AND ACTIVE VOLCANOES IN SOUTHWESTERN HOKKAIDO, JAPAN, IWCC 6 Hokkaido Japan 2016.
- (27) 嵯峨山積・関根達夫・星野フサ (2020) : 古倶知安湖の検証: 北海道倶知安町の後期更新世堆積物の微化石分析, 総合地質, 4-1, pp.1-7.
- (28) Goto, Y., Suzuki, K., Shinya, T., Yamauchi, A., Miyoshi, M., Danhara, T., Tomiya, A. (2018) : Stratigraphy and lithofacies of the Toya ignimbrite in southwestern Hokkaido, Japan: Insights into the caldera-forming eruption at Toya caldera, Journal of Geography, 127 (2), 191-227.
- (29) 山縣耕太郎・町田 洋 (1996) : 北海道伊達における洞爺テフラとその上位の諸テフラ, 第四紀露頭集-日本のテフラ, 日本第四紀学会, 50.
- (30) 古川竜太・中川光弘 (2010) : 樽前火山地質図, 地質調査総合センター.
- (31) 町田洋・新井房夫・宮内崇裕・奥村晃史 (1987) : 北日本を広くおおむ洞爺火山灰. 第四紀研究, 26, 2, pp.129-145.
- (32) 山口昇一・五十嵐昭明・千葉義明・斉藤清次・西村 進 (1978) : 北海道有珠郡北湯沢地熱地域の熱水変質帯, 地質調査所報告, No.259, pp.43-84.
- (33) Nakagawa, M. (1992) : Spatial variation in chemical composition of Pliocene and quaternary volcanic rocks in southwestern Hokkaido, northeastern Japan arc, Jour. Fac. Sci, Hokkaido Univ. Ser.4, 23 (2), pp.175-197.
- (34) 森泉美穂子 (1998) : クッタラ火山群の火山発達史, 火山, 第43巻, 第3号, pp.95-111.
- (35) Miura, D., Yoshinaka, K., Takeuchi, S., Uesawa, S. (2022) : Proximal deposits of the Kuttara-Hayakita tephra at Kuttara caldera volcano, northern Japan: A record of precursor volcanism, Bull. Volcanol. Soc. Japan, 67 (3), 273-294.
- (36) 後藤芳彦・佐々木央岳・鳥口能誠・畠山 信 (2013) : 北海道クッタラ (登別) 火山の噴火史, 日本火山学会講演予稿集, p.129.

- (37) Goto, Y., Toriguchi, Y., Sasaki, H. and Hatakeyama, A. (2015) : Multiple Vent-forming Phreatic Eruptions after AD 1663 in the Noboribetsu Geothermal Field, Kuttara Volcano, Hokkaido, Japan, *Bull. Volcanol. Soc. Japan*, Vol. 60, No. 2, pp. 241–249.
- (38) 兼岡一郎・井田喜明編 (1997) : 火山とマグマ, 東京大学出版会.
- (39) 太田良平 (1956) : 5万分の1地質図幅説明書「虻田」, 地質調査所, p.76.
- (40) 土居繁雄・松井公平・藤原哲夫 (1958) : 5万分の1地質図幅説明書「豊浦」, 北海道開発庁, p.40.
- (41) 北海道立地質研究所 (2003) : 有珠山火山活動災害復興支援土地条件等調査報告, 北海道立地質研究所, p.196.
- (42) 李仁雨 (1993) : 洞爺カルデラ火砕噴火の噴出物: 全岩化学組成の特徴, 日本火山学会講演予稿集, p.87.
- (43) Lee, I.W. (1996) : Formation of Toya Caldera, Southwest Hokkaido, Japan, 神戸大学博士論文.
- (44) 鷹澤好博・臼井理沙・田中瞳・東剛 (2007) : SAR法による洞爺火砕流堆積物の赤色熱ルミネセンス年代測定, 地質学雑誌, 第113, pp.470–478.
- (45) 三條竜平・須貝俊彦 (2022) : 北海道赤井川カルデラにおける後カルデラ期の地形発達, 日本地球惑星科学連合2022年大会講演要旨, HQR04-01.
- (46) 産業技術総合研究所 (2021) : 令和2年度原子力規制庁委託成果報告書 巨大噴火プロセス等の知見整備に係る研究.
- (47) 後藤芳彦・孫入匠・檀原徹・東宮昭彦 (2021) : 北海道洞爺カルデラ地域における先カルデラ期の火砕流堆積物の発見: 立香火砕流堆積物, 日本火山学会講演予稿集, p.49.
- (48) 東宮明彦・宮城磯治 (2020) : 洞爺噴火の年代値, 火山, 第65巻, 第1号, pp.13–18.
- (49) Marsden, R.C., Daniš í k, M., Ito, H., Kirkland, C.L., Evans, N.J., Miura, D., Friedrichs, B., Schmitt, A.K., Uesawa, S., Daggitt, M.L. (2021) : Considerations for double-dating zircon in secular disequilibrium with protracted crystallisation histories, *Chemical Geology*, 581, 120408.
- (50) Miyabuchi, Y., Okuno, M., Torii, M., Yoshimoto, M., Kobayashi, T. (2014) : Tephrostratigraphy and eruptive history of post-caldera stage of Toya Volcano, Hokkaido, northern Japan, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 281, 34–52.
- (51) 産業技術総合研究所 (2022) : 令和3年度原子力規制庁委託成果報告書 巨大噴火プロセス等の知見整備に係る研究.
- (52) 曾屋龍典・勝井義雄・新井田清信・堺幾久子・東宮昭彦 (2007) : 有珠山火山地質図 (第2版), 地質調査総合センター.
- (53) Nakagawa, M., Matsumoto, A., Yoshizawa, M. (2022) : Re-investigation of the sector collapse timing of Usu volcano, Japan, inferred from reworked ash deposits caused by debris avalanche, *Front. Earth Sci.*, 10: 967043.
- (54) 藤根 久・遠藤邦彦・鈴木正章・吉本充宏・鈴木 茂・中村賢太郎・伊藤 茂・山形秀樹・Lomtadze Zaur・横田彰宏・千葉達朗・小杉 康 (2016) : 有珠山善光寺岩屑なだれの発生年代の再検討-有珠南麓の過去2万年間の環境変遷との関連で-, 第四紀研究, 第55巻, 第6号, pp.253–270.
- (55) Goto, Y., Danhara, T., Tomiya, A. (2019) : Catastrophic sector collapse at Usu volcano, Hokkaido, Japan: failure of a young edifice built on soft substratum, *Bull Volcanol.*, 81: 37.
- (56) 新エネルギー総合開発機構 (1986) : 昭和60年度全国地熱資源総合調査 (第2次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 調査 火山岩分布年代調査報告書 要旨.

- (57) Goto, Y., Miyoshi, M., Danhara, T., Tomiya, A. (2020) : Evolution of the Quaternary silicic volcanic complex of Shiribetsu, Hokkaido, Japan: an example of ignimbrite shield volcanoes in an island arc setting, *International Journal of Earth Sciences*, 109, pp.2619-2642.
- (58) 中川光弘・上澤真平・坪井宏太 (2011) : 南西北海道, 尻別火山起源の喜茂別火砕流と洞爺火砕流の偽層序関係, *日本火山学会講演予稿集*, p.66.
- (59) 江草匡倫・中川光弘・藤田豪平 (2003) : 西西北海道, 羊蹄火山の活動史: 埋積された古羊蹄火山の発見と噴出率の時間変化, *日本火山学会講演予稿集*, p.57.
- (60) 上澤真平・中川光弘・江草匡倫 (2011) : 南西北海道, 羊蹄火山の完新世噴火史の再検討, *火山*, 第56巻, 第2・3合併号, pp.51-63.
- (61) 大貫康行・井島行夫・春日井昭・佐藤博明 (1977) : „N, US-C“降下軽石層の14C年代-羊蹄火山のテフラとの層位関係について (115) -, *地球科学*, 第31巻, 第2号, pp.87-89.
- (62) 佐藤博之 (1969) : 最近測定された北海道の火山活動に関する14C年代測定, *地質ニュース*, 178, pp.30-35.
- (63) 柏原 信 (1970) : 野幌丘陵南部における低位段丘堆積物の14C年代-日本の第四紀層の14C年代 (58) -, *地球科学*, 第24巻, 第4号, pp.149-150.
- (64) 佐々木竜男・片山雅弘・富岡悦郎・佐々木清一・矢沢正士・山田忍・矢野義治・北川芳男 (1971) : 北海道における腐植質火山灰の編年に関する研究, *第四紀研究*, 第10巻, 第3号, pp.117-123.
- (65) 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.
- (66) 日本地質学会編 (2010) : *日本地方地質誌1 北海道地方*, 朝倉書店.
- (67) 松尾良子・中川光弘 (2017) : 北海道南西部ニセコ火山群, イワオヌプリ火山の形成史と活動年代, *日本地球惑星科学連合2017年大会講演要旨*, SVC50-P13.
- (68) Oka, D., Tamura, M., Mogi, T., Nakagawa, M., Takahashi, H., Ohzono, M., and Ichiyangi, M. (2023) : Conceptual model of supercritical geothermal system in Shiribeshi Region, Hokkaido, Japan, *Geothermics*, 108, 102617.
- (69) 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.
- (70) 佐々木龍男 (1975) : イワオヌプリ火山放出物(火山灰), *北海道農試農芸化学部試験研究成績書*, pp.37-40.
- (71) 久保和也・柴田 賢・石田正夫 (1988) : 西西北海道, 長万部地域の第三紀火山岩類のK-Ar年代, *地質学雑誌*, 第94巻, 第10号, pp.789-792.
- (72) Kaneoka, I., Yamagishi, H. and Yahata, M. (1987) : K-Ar Ages of the neogene submarine volcanic rocks and overlying quaternary subaerial lavas from the Mt. Karibayama area, southwest Hokkaido, *Bull. Volcanol. Soc. Japan, Ser.2, Vol.32, No.4*, pp.329-333.
- (73) 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.
- (74) 山岸宏光・黒沢邦彦 (1987) : 5万分の1地質図幅説明書「原歌および狩場山」, 北海道立地下資源調査所.
- (75) 玉生志郎 (1978) : ガラスによるフィッション・トラック年代測定, *日本地質学会学術大会講演要旨*, 85, p.288.

- (76) 雁澤好博 (1992) : 西北海道渡島半島の新第三系層序と古地理, 地質学論集, 37, pp.11-23.
- (77) 新エネルギー総合開発機構 (1994) : 地熱開発促進調査報告書No.33, 奥尻地域.
- (78) 鹿野和彦・吉村洋平・石山大三・Geoffrey J. Orton・大口健志 (2006) : 北海道奥尻島, 勝瀨山火山の噴出物と構造, 火山, 第51巻, 第4号, pp.211-229.
- (79) 能條 歩・都郷義寛・鈴木明彦・嶋田智恵子・板木拓也 (1997) : 西北海道日本海熊石-乙部地域の鮮新統~更新統の堆積年代, 地球科学, 第51巻, 第3号, pp.245-250.
- (80) 新エネルギー総合開発機構 (1999) : 地熱開発促進調査報告書No.B-3, 熊石地域.
- (81) 新エネルギー総合開発機構 (1990) : 地熱開発促進調査報告書No.19, 八雲地域.
- (82) 金田泰明・長谷川健 (2022) : 北海道南西部, 濁川火山におけるカルデラ形成期~後カルデラ期の噴出物層序及び噴火推移, 火山, 第67巻, 第1号, pp.1-19.
- (83) 五十嵐昭明・佐藤 浩・井手俊夫・西村 進・角 清愛 (1978) : 北海道茅部郡濁川地熱地域の熱水変質帯, 地質調査所報告, No.259, pp.85-180.
- (84) 柳井清治・雁澤好博・古森康晴 (1992) : 最終氷期末期に噴出した濁川テフラの層序と分布, 地質学雑誌, 第98巻, 第2号, pp.125-136.
- (85) 黒墨秀行・土井宣夫 (2003) : 濁川カルデラの内部構造, 火山, 第48巻, 第3号, pp.259-274.
- (86) 松下勝秀・鈴木 守・高橋功二 (1973) : 5万分の1地質図幅説明書「濁川」, 北海道立地下資源調査所.
- (87) 中川光弘・野上健治・石塚吉浩・吉本充宏・高橋良・石井英一・江草匡倫・宮村淳一・志賀透・岡崎紀俊・石丸聡 (2001) : 北海道駒ヶ岳, 2000年の小噴火とその意義: 噴出物と火山灰付着性成分の時間変化から見たマグマ活動活発化の証拠, 火山, 46巻, 6号, pp.295-304.
- (88) 高田倫義・中川光弘 (2016) : 南西北海道, 横津火山群の地質と岩石: 150 万年間の活動様式とマグマ化学組成の時間変遷, 日本地質学会第123年学術大会講演要旨, R3-0-2.
- (89) 新エネルギー総合開発機構 (1988) : 地熱開発促進調査報告書No.13, 南茅部地域.
- (90) 三谷勝利・鈴木 守・松下勝秀・国府谷盛明 (1966) : 5万分の1地質図幅説明書「大沼公園」, 北海道立地下資源調査所.
- (91) 藤原哲夫・国府谷盛明 (1969) : 5万分の1地質図幅説明書「恵山」, 北海道立地下資源調査所.
- (92) 三浦大助・古川竜太・荒井健一 (2022) : 恵山火山地質図, 地質調査総合センター.
- (93) 山縣耕太郎・町田 洋・新井房夫 (1989) : 銭亀-女那川テフラ: 津軽海峡函館沖から噴出した後期更新世のテフラ, 地理学評論 Ser.A, 第62巻, 第3号, pp.195-207.
- (94) Tsuchiya, N., Ishii, J., Yamazaki, T., Shuto, K. (1989) : A newly discovered Quaternary volcano from northeast Japan Sea : K-Ar age of andesite dredged from the Shiribeshi Seamount, Jour. Min. Petr. Econ. Geol., 84, 391-397.
- (95) 国土地理院 (2019) : 1:500,000デジタル標高地形図北海道I, 技術資料D1-No.1053.
- (96) 片山肇・井内美郎・池原研 (2012) : 積丹半島付近表層堆積図, 海洋地質図, 76 (CD), 産総研地質調査総合センター.

(WEB)

(97) 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/>

(98) 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/>

(99) Uesawa, S. (2023) :TephraDB_Prototype_ver1.3 (1.3) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7857457>