

# 泊発電所3号炉

## 基準津波に関するコメント回答（資料1）

---

令和5年12月26日  
北海道電力株式会社

# 1. 残されている審査上の論点・指摘事項

1. 残されている審査上の論点・指摘事項	2
2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果	11
(1) 既往津波の検討に関する文献調査(残されている審査上の論点No.9に関連)	13
(2) 地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査	24
(3) 行政機関による津波評価に関する文献調査(残されている審査上の論点No.9に関連)	32
(4) まとめ	39

# 1. 残されている審査上の論点・指摘事項

## 津波評価に係る残されている審査上の論点

通しNo.	残されている審査上の論点		説明時期
6	積丹半島北西沖に地震断層として想定することとした断層による津波評価	地震動評価で設定した震源特性パラメータをもとに積丹半島北西沖に地震断層として想定することとした断層による津波評価についての説明が必要。	今後説明予定
7	日本海東縁部に想定される地震による津波と陸上地すべりによる津波の組合せの評価結果	日本海東縁部に想定される地震による津波と陸上地すべりによる津波の組合せについて、波形の単純な重ね合わせではなく同一波動場で一体計算した評価結果の説明が必要。 その際、地すべり位置への地震動の到達時間及び地すべり位置での地震動継続時間を考慮して、両波源の発生時刻を変化させた解析を行うこと。	令和5年10月20日 審査会合、 令和5年12月8日 審査会合 及び 今後説明予定
7'	茶津入構トンネル及びアクセスルートトンネル設置に伴う基準津波への影響検討	茶津入構トンネルの入口、明かり区間の出入口、アクセスルートトンネルの入口等の評価点について、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波と陸上地すべり(川白)による津波との組合せを考慮した基準津波の波源の選定を説明すること。	今後説明予定
8	基準津波定義位置での時刻歴波形	地震による津波、地震以外の要因による津波及び重畳津波の中から、水位上昇側及び水位下降側の各々について敷地に最も大きな影響を与える波源を選定し、基準津波定義位置での時刻歴波形(基準津波)を示すこと。	今後説明予定
9	基準津波による遡上津波高さと比較する津波堆積物・行政機関の津波評価等の整理結果	基準津波による遡上津波高さと比較する津波堆積物等の整理結果、特に北海道が公表した津波堆積物評価との比較についての説明が必要。	今回説明
10	基準津波による砂移動評価に伴う取水性の確保	基準津波による砂移動評価に伴う取水性の確保についての説明が必要。(取水口位置及び取水ピットポンプ室における砂の堆積量等の評価)	今後説明予定
11	年超過確率の参照	基準津波の年超過確率(参照事項)	今後説明予定

# 1. 残されている審査上の論点・指摘事項

## 指摘事項一覧(1/7)

○令和元年9月27日審査会合以降の指摘事項を以下に示す。

指摘時期	No	指摘事項	説明時期
令和元年9月27日 審査会合	1	敷地前面上昇側における最大水位発生地点については、防潮堤の前面ではなく、敷地北側防潮堤の前面となっており、敷地前面上昇側の水位(10.78m)については何に用いる水位であるか明確になっていない。健全地形における評価位置と、敷地北側防潮堤の損傷を考慮した地形における評価位置については、評価の目的を整理したうえで、それぞれ適切な評価位置として設定するべき。	令和3年9月3日 審査会合 及び 令和4年5月27日 審査会合
	2	防波堤の南側・北側の損傷に加えて敷地北側防潮堤の損傷の組合せについて検討すること。また、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波として全体像を示すことができる時期を提示すること。	令和3年9月3日 審査会合 及び 令和4年5月27日 審査会合
	3	土木学会(2016)における1993年北海道南西沖の波源モデルでは、断層面上縁深さ10kmと設定していることを踏まえ、断層面上縁深さを5kmより更に深くした検討が必要ではないか。地震動の評価における $F_B-2$ 断層の評価では、地震発生層の下端を40kmで検討していることから、断層面上縁深さの変動幅を大きくさせた検討をすること。	令和3年5月28日 審査会合 及び 令和3年9月3日 審査会合
	4	波源位置を東方向へ移動させた場合、津波水位が高くなることから、東方向へ移動させた場合における設定根拠の説明が必要である。今回示された波源モデルは過去の波源モデルから変わっており、感度の変化も想定されるため、波源位置に関する検討の深掘りが必要である。また、ひずみ集中帯と波源モデルの関係性を改めて整理すること。	令和3年5月28日 審査会合 及び 令和3年9月3日 審査会合
	5	ひずみ集中帯波源位置の検討において「西傾斜の断層パターン7」を基本として検討しているが、「東傾斜の断層パターン5」については東方向に動かしてもひずみ集中帯から外れないことから、これらの断層パターンについても検討し資料化すること。例えば、断層パターン5の断層面下端を、地震本部におけるひずみ集中帯の東端に設定した場合の検討等を行うこと。	令和3年9月3日 審査会合 及び 令和3年12月24日 審査会合
	6	過去に実施している発電所を波源とした場合の評価では、同心円状に津波が伝播することから、これらの伝播経路上に波源モデルを配置し、走向を「くの字」にした評価の必要性について検討すること。	令和3年5月28日 審査会合

■ : 既説明

# 1. 残されている審査上の論点・指摘事項

## 指摘事項一覧(2/7)

○令和元年9月27日審査会合以降の指摘事項を以下に示す。

指摘時期	No	指摘事項	説明時期
令和元年9月27日 審査会合	7	貯留堰を下回る時間の確認について、海水ポンプの取水性を評価する観点であれば、貯留堰を下回る時間に着目したパラメータスタディの必要性について検討すること。	令和3年9月3日 審査会合、 令和3年12月24日 審査会合 及び 令和4年5月27日 審査会合
	8	下回る時間として「最長時間」と「合計時間」の2通りで算出しているが、貯留堰天端を一時的に上回る波形を考慮しないで時間を算出する等、保守的な時間評価を検討すること。	令和3年9月3日 審査会合 及び 令和4年5月27日 審査会合
	9	資料中に「ホルスト」と記載されているが、断層は確認できているのか。「ホルスト」の記載が文献の引用であるならば、その文献の詳細と事業者の見解を併せて示すこと。	令和3年5月28日 審査会合
令和3年5月28日 審査会合	10	「2.1 日本海東縁部の特性整理」で想定した日本海東縁部の範囲(地震本部(2003)の評価対象領域)は、一部区間において想定波源域に対して東側に位置する。 また、波源を東に移動させると、泊発電所に近づくことから津波水位が高くなることが想定される。 これらを踏まえたうえで、上記の想定波源域に対して東側に位置する範囲について、説明すること。	令和3年9月3日 審査会合
	11	基準地震動の評価では、 $F_B$ -2断層を日本海東縁部として、上端5km、下端40kmとしている。 一方、基準津波の評価では、 $F_B$ -2断層を海域活断層として、下端15km、日本海東縁部の波源モデルとして、断層下端を20~25kmに設定している。 これらの評価における $F_B$ -2断層の取り扱い及び下端深度の違いについて考え方を示すこと。	令和3年9月3日 審査会合
	12	想定波源域の設定のうち、南北方向の設定について、東西方向と同様に深さ方向も含めたものであるなら、その旨わかるように記載を適正化すること。	令和3年9月3日 審査会合
	13	津波堆積物の評価結果について、過去の審査会合で説明した内容から最新の知見を反映し、基準津波策定時に併せて説明すること。	今回説明

：既説明

# 1. 残されている審査上の論点・指摘事項

## 指摘事項一覧(3/7)

○令和元年9月27日審査会合以降の指摘事項を以下に示す。

指摘時期	No	指摘事項	説明時期
令和3年9月3日 審査会合	14	貯留堰を下回る時間の評価について、期望平均干潮位を考慮したうえで、パラメータスタディの評価因子が貯留堰を下回る時間に及ぼす影響を地形モデル毎に分析すること。	令和3年12月24日 審査会合
	15	パラメータスタディ評価因子影響分析について、北海道西方沖の東端を網羅する検討の解析結果を含めて整理すること。	令和3年12月24日 審査会合
	16	波源位置を東へ移動させる検討として、断層パターン5の断層面下端を、地震本部(2003)の評価対象領域における東端に設定しない理由について、定量的な評価結果を用いて説明すること。	令和3年12月24日 審査会合
	17	北防波堤(若しくは南防波堤)の損傷状態として、「あり」「なし」以外の中間的な損傷状態を考慮しなくて良い理由を示すこと。	令和3年12月24日 審査会合
	18	敷地北側防潮堤の損傷による影響確認について、損傷を考慮した場合と考慮しない場合の水位変動量の差分について整理し、損傷による津波評価への影響を説明すること。 また、損傷を考慮した場合において、敷地北側防潮堤内部の建屋及び防潮堤乗り越え道路を「なし」と設定する理由を示すこと。	令和3年12月24日 審査会合 及び 令和4年5月27日 審査会合
	19	津波評価における海域活断層( $F_B-2$ 断層)の波源モデルについて、地震動評価における $F_B-2$ 断層の震源モデルで考慮しているMendoza and Fukuyama(1996)等の知見を踏まえたうえでも、現状のモデル設定が妥当であることを示すこと。	令和3年12月24日 審査会合
	20	構造変更後の防潮堤の概要がわかる資料を追加すること。	令和3年12月24日 審査会合 及び 令和4年5月27日 審査会合

 : 既説明

# 1. 残されている審査上の論点・指摘事項

## 指摘事項一覧(4/7)

○令和元年9月27日審査会合以降の指摘事項を以下に示す。

指摘時期	No	指摘事項	説明時期
令和3年12月24日 審査会合	21	防波堤の損傷を考慮した地形モデル①では、断層パターン1～8のうち西側に位置する断層パターン1が、3号炉取水口(上昇側)最大ケースとして選定されている。 この断層パターン1において、3号炉取水口(上昇側)の水位変動量が大きくなる理由について、津波の伝播状況を示したうえで説明すること。	令和4年5月27日 審査会合
	22	防波堤の損傷を考慮した地形モデル①では、断層パターン1～8のうち西側に位置する断層パターン1が、3号炉取水口(上昇側)最大ケースとして選定されている。 また、「日本海東縁部の特性整理」で想定した日本海東縁部の範囲(地震本部(2003)の評価対象領域)は、一部区間において断層パターン1に対して西側に位置する。 これらを踏まえると、断層パターン1を日本海東縁部の範囲の西端まで移動させた場合に、更に3号炉取水口(上昇側)の水位変動量が大きくなる可能性が考えられるため、断層パターン1を当該範囲まで移動させる必要性について検討すること。	令和4年5月27日 審査会合
	23	今後実施予定である貯留堰を下回る時間に着目したパラメータスタディについて、「貯留堰を下回る継続時間」を対象にパラメータスタディを実施するだけでなく、「パルスを考慮しない時間」を対象にパラメータスタディを実施すること。	令和4年5月27日 審査会合
	24	パラメータスタディのSTEP毎の最大ケースについて、補足説明資料ではなく、本資料に掲載すること。	令和4年5月27日 審査会合

■ : 既説明

# 1. 残されている審査上の論点・指摘事項

## 指摘事項一覧(5/7)

○令和元年9月27日審査会合以降の指摘事項を以下に示す。

指摘時期	No	指摘事項	説明時期
令和4年5月27日 審査会合	25	次回会合をできるだけ早く実施し、基準津波策定までの検討方針について説明を行うこと。また、今後実施するそれぞれの検討項目については、基準津波の策定の結果まで一度に説明するのではなく、検討項目毎に資料が整い次第説明を行うこと。	「残されている審査上の論点とその作業方針および作業スケジュールについて」において説明する。
令和4年7月1日 審査会合	26	地震に伴う津波と地震以外の要因による津波の組合せの評価に際しては、組合せ時間差のパラメータスタディの時間ピッチについて、今後行われるシミュレーション結果を確認したうえで、ピークを捉えるために必要な場合はさらに短い時間での検討を行うこと。	令和4年9月16日 審査会合 及び 令和5年3月24日 審査会合
	27	前回の説明から時間が経過している検討項目(津波堆積物調査、行政機関の津波評価及び地震以外の要因による津波等)については、新たな知見として加わった内容及び波源モデルとして考慮すべき知見の有無を明確にして説明を行うこと。	今回説明
	28	敷地外から敷地内へのアクセス道路については、計画内容によっては、当該道路が津波侵入経路となり基準津波策定における評価点の追加が必要になることも考えられるため、今後、アクセス道路の計画に基づき、津波評価への影響を説明すること。	今後説明予定
	29	以下を念頭に作業スケジュールを適切に管理すること。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 基準津波の策定における各審査項目が何に影響するかを考慮して、クリティカルパスとなる作業工程を念頭に検討すること。</li> </ul>	「残されている審査上の論点とその作業方針および作業スケジュールについて」において説明する。

■ : 既説明



# 1. 残されている審査上の論点・指摘事項

## 指摘事項一覧(6/7)

○令和元年9月27日審査会合以降の指摘事項を以下に示す。

指摘時期	No	指摘事項	説明時期
令和4年7月28日 審査会合※ ※防潮堤の設計方針 に関する審査会合。	30	茶津入構トンネルの入口、明かり区間の出入口、アクセスルートトンネルの入口等の評価点について、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波と陸上地すべり(川白)による津波との組合せを考慮した基準津波の波源の選定を説明すること。	今後説明予定
令和4年9月16日 審査会合	31	以下の事項についての十分な説明を行ったうえで、泊発電所の特徴を踏まえた組合せ評価の妥当性及び敷地に対して大きな影響を及ぼす波源の選定の妥当性を示すこと。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波のそれぞれの水位時刻歴波形を示し、津波の重なり方の状況等を説明すること。</li> <li>➢ 組合せ評価による評価結果の特徴(波源のパラメータによる傾向の違い、各地形モデルによる傾向の違い)を把握し、組合せ評価によって各評価項目(評価位置)で最大となる波源が地震に伴う津波の評価と異なる波源になることについて、分析・考察を行うこと。</li> </ul> 上記の検討については、いくつかの地形モデル・波源を分析した段階で、中間的に報告を行うこと。	令和4年10月28日 審査会合 及び 令和5年3月24日 審査会合
令和4年10月28日 審査会合	32	泊発電所の特徴を踏まえた組合せ評価の妥当性及び敷地に対して大きな影響を及ぼす波源の選定の妥当性について、今回実施した分析及び今後実施する分析の内容からどのように導き出すか、全体の論理構成を説明すること。 また、説明にあたっては、以下の分析・整理結果を反映すること。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 今回の分析は、まずは事業者の考えている範囲において、波源モデル、地形モデル、評価点の違いによる傾向・特徴について十分に整理すること。</li> <li>➢ 地すべり(川白)の津波については、第1波のピークのみではなく、第2波以降の後続波によって組合せが最大にならないかについても整理すること。</li> </ul>	令和5年3月24日 審査会合

■ : 既説明

# 1. 残されている審査上の論点・指摘事項

## 指摘事項一覧(7/7)

○令和元年9月27日審査会合以降の指摘事項を以下に示す。

指摘時期	No	指摘事項	説明時期
令和5年3月24日 審査会合	33	<p>地震による津波と陸上地すべりによる津波の組合せ評価において、地震による津波の評価結果のうち水位下降側の波源として選定したものが、組合せ後に水位上昇側の最大水位となったことを踏まえ、現在の組合せ候補としている波源で、組合せ後の水位に影響の大きい波源が選定できているのかについて、分析結果を踏まえて根拠を明確にした上で説明すること。検討の具体例は以下のとおり。</p> <p>【水位上昇側】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 陸上地すべり(川白)の第1波を対象としたこれまでの分析・評価結果を踏まえ、地震に伴う津波のうち組合せ時間範囲において第1波又は第2波のピークが生じる波源を特定して示すこと。</li> <li>➢ そのうえで、組合せ時間範囲における組合せ後の津波水位が高くなる波源の組合せについて、波源のパラメータを変更した場合の波形に与える影響を考慮して検討すること。</li> <li>➢ 加えて、陸上地すべり(川白)の第1波に加え第2波による影響を示すこと。</li> </ul> <p>【水位下降側】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 位相の変動を考慮する必要がないとする根拠について、位相の変動が水位低下時間の算出結果に影響しないという具体例で示すなど、明確に説明すること。</li> </ul>	令和5年10月20日 審査会合 及び 令和5年12月8日 審査会合
	34	敷地に対して大きな影響を及ぼす波源の選定については、現在の選定方針では、各地形モデルについて影響が大きな波源の選定が適切になされているかが判然としない。先行サイトの評価例(防波堤の有無を分けて波源を選定する)も参考にした上で泊サイトの特徴も踏まえた考え方を整理すること。	令和5年10月20日 審査会合 及び 令和5年12月8日 審査会合
令和5年10月20日 審査会合	35	水位下降側については、変更した基準津波の選定方針に基づき、地震に伴う津波(下降側)の評価結果及び地震以外の要因に伴う津波との組合せ評価結果を説明すること。その際は、波源選定の妥当性について根拠を明確にして説明すること。	令和5年10月20日 審査会合 及び 令和5年12月8日 審査会合
令和5年12月8日 審査会合	36	組合せ評価で考慮する波源選定の妥当性に係る説明については、本審査会合で事実確認を行った内容について、論理構成を明確にしてまとめ資料に十分に反映させた上で説明すること。	今後説明予定

■ : 既説明

## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

1. 残されている審査上の論点・指摘事項	2
<b>2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果</b>	<b>11</b>
(1) 既往津波の検討に関する文献調査(残されている審査上の論点No.9に関連)	13
(2) 地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査	24
(3) 行政機関による津波評価に関する文献調査(残されている審査上の論点No.9に関連)	32
(4) まとめ	39

## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

### 2章の説明範囲と検討方針

#### 【2章の説明範囲（残されている審査上の論点・指摘事項）】

○2章では、「**残されている審査上の論点**」・「**審査会合における指摘事項**」に関連する項目として、以下を説明する。

- 最新の文献調査及び津波評価への反映結果（**残されている審査上の論点No.9**、**指摘事項No.13・27**に関連）

#### 【残されている審査上の論点（今回説明）】

#### 【審査会合における指摘事項（今回説明）】

通しNo.	残されている審査上の論点
9	基準津波による遡上津波高さと比較する <b>津波堆積物・行政機関の津波評価等の整理結果</b>

関連

No	指摘事項
13	<b>津波堆積物</b> の評価結果について、過去の審査会合で説明した内容から最新の知見を反映し、基準津波策定時に併せて説明すること。
27	前回の説明から時間が経過している検討項目（ <b>津波堆積物調査</b> 、 <b>行政機関の津波評価</b> 及び <b>地震以外の要因による津波</b> 等）については、新たな知見として加わった内容及び波源モデルとして考慮すべき知見の有無を明確にして説明を行うこと。

#### 【検討方針】

○以下①～⑨は、文献調査を用いた検討項目であることから、最新の知見を継続的に調査したうえで、その結果を検討内容に反映する。

#### 【2章の構成】

○2章では、以下①～⑨の検討項目について、これまでの審査会合以降に確認された新たな知見を明らかにしたうえで、当該知見を踏まえた検討結果を説明する。

#### ➢ 2章(1) 既往津波の検討に関する文献調査

- ① 既往津波の文献調査
- ② 津波痕跡高の文献調査
- ③ 津波堆積物の文献調査

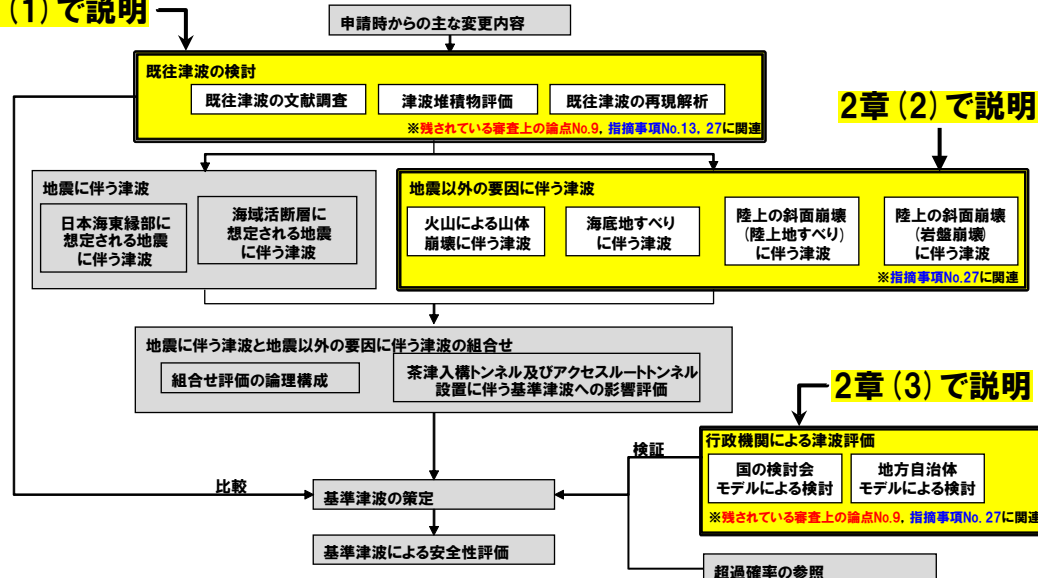
#### ➢ 2章(2) 地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査

- ④ 火山による山体崩壊に伴う津波
- ⑤ 海底地すべりに伴う津波
- ⑥ 陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）に伴う津波
- ⑦ 陸上の斜面崩壊（岩盤崩壊）に伴う津波

#### ➢ 2章(3) 行政機関による津波評価に関する文献調査

- ⑧ 国の検討会モデルによる検討に関する文献調査
- ⑨ 地方自治体モデルによる検討に関する文献調査

#### 2章(1)で説明



## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

1. 残されている審査上の論点・指摘事項	2
2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果	11
(1) 既往津波の検討に関する文献調査(残されている審査上の論点No.9に関連)	13
(2) 地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査	24
(3) 行政機関による津波評価に関する文献調査(残されている審査上の論点No.9に関連)	32
(4) まとめ	39

## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

### (1) 既往津波の検討に関する文献調査

#### 既往津波の検討に関する文献調査 目的

- 既往津波について下図に示す検討を実施し、その結果(下図のうち赤字部)を平成26年12月5日及び平成27年5月15日の審査会合において説明している。
- また、下図□に示す文献調査による検討については、これまでの審査会合以降も継続的に最新の知見を調査してきた。
- 本章では、これまでの審査会合以降に確認された新たな知見を明らかにしたうえで、当該知見を踏まえた検討結果について説明する。

##### 【①既往津波の文献調査】P16~18参照

○泊発電所の敷地周辺に襲撃した可能性のある既往津波の事例を広く収集するため、「日本海を波源域とし、北海道から本州に襲撃した既往津波」を対象に、その発生時期、規模、発生要因等についての文献調査を実施し、できるだけ過去に遡ってとりまとめる。

➢ 全34件の既往津波をとりまとめた。

○とりまとめた結果を踏まえ、特に泊発電所の敷地周辺への影響が大きかったと考えられる既往津波として、「波源域から泊発電所までの距離が短く、泊発電所の敷地周辺を含む北海道西岸(稚内から松前)にて津波規模の大きい既往津波」を抽出する。

➢ 日本海東縁部を波源域とする、以下5件の既往津波を抽出した。

- ・ 1741年(渡島西岸)津波
- ・ 1792年(後志)地震津波
- ・ 1833年日本海中部地震津波
- ・ 1933年北海道南西沖地震津波
- ・ 1940年積丹半島沖地震津波

##### 【②津波痕跡高の文献調査】P19参照

○既往津波の調査結果を踏まえ、泊発電所の敷地周辺への影響が大きかったと考えられる5件の既往津波を対象に、津波痕跡高についての文献調査を実施し、泊発電所を含む北海道西岸における津波痕跡高を整理する。

○整理結果を踏まえ、泊発電所の敷地周辺に最も影響を与えた既往津波として、「泊発電所の敷地周辺で津波痕跡高が最も大きい既往津波」を抽出する。

- 1993年北海道南西沖地震津波を抽出した。
- 1993年北海道南西沖地震津波は、泊発電所の敷地周辺を含む北海道南西部西岸(古平町から松前町)及び奥尻島において、津波痕跡高が大きい。

##### 【既往津波の再現解析】P23参照

○基準津波の策定に用いる水位変動の数値シミュレーションについて、地形モデル、計算手法等が妥当であることを確認するため、泊発電所の敷地周辺に最も影響を与えた既往津波である1993年北海道南西沖地震津波について、津波痕跡高が大きかった「泊発電所の敷地周辺を含む北海道南西部西岸(古平町から松前町)及び奥尻島」を対象に、数値シミュレーションによる解析結果(計算津波高)と津波痕跡高との比較を実施する。

➢ 相田(1977)による幾何平均値K及び幾何標準偏差kは、再現性の目安を満足しており、数値シミュレーションが妥当であることを確認した。

##### 【③津波堆積物の文献調査】P20~21参照

○「①既往津波の文献調査」における津波痕跡高の整理結果を踏まえ、1993年北海道南西沖地震津波の津波痕跡高が大きかった「泊発電所の敷地周辺を含む北海道南西部西岸(古平町から松前町)及び奥尻島」を対象に、津波堆積物の有無、広域的な分布、供給源、津波の発生時期及び規模(津波高、浸水域等)等についての文献調査を実施し、結果をとりまとめる。

- 泊発電所の敷地周辺において、津波堆積物は確認されなかった。
- 泊発電所より南方約100km以遠の渡島半島松山地域及び奥尻島では、津波堆積物が確認された。

##### 【津波堆積物の現地調査】「津波評価について(資料2)」P12~16参照

○泊発電所の敷地周辺における津波堆積物の有無を詳細に確認するため、泊発電所から約30km圏内である神威岬から尻別川河口の沿岸部で地表地質踏査を実施するとともに、特に泥炭層が厚い岩内平野においてはボーリング調査を実施する。

- 地表地質踏査結果より、陸成層である黒土や産錐堆積物中に海成層が挟在するようない、津波堆積物の可能性を示唆する堆積物が認められる露頭は確認できなかった。
- 北海道(2013)及び当社が実施した岩内平野におけるボーリング調査の結果、少なくとも約7,000年前以降について、津波堆積物を示唆するような地層は確認されなかった。

##### 【津波堆積物の分布標高と津波痕跡高との比較】P22参照

○文献調査及び現地調査の結果から津波堆積物の分布標高を整理し、「②津波痕跡高の文献調査」における津波痕跡高の整理結果と比較・考察する。

- 泊発電所の敷地周辺において津波堆積物は確認されなかったが、泊発電所より南方約100km以遠の渡島半島松山地域及び奥尻島における津波堆積物の分布標高は、該当する津波イベントの津波痕跡高よりも小さく、津波痕跡高と整合した。

##### 【基準津波の策定】

○既往津波の再現解析により妥当性を確認した数値シミュレーションを用いて、泊発電所に最も大きな影響を与える可能性のある津波を基準津波として選定し、時刻歴波形を示す。

##### 【基準津波と津波堆積物の比較】

○基準津波の選定結果を検証するため、泊発電所の敷地周辺における基準津波の計算津波高が、津波堆積物の分布標高及び津波痕跡高を越えていることを確認し、基準津波の妥当性を示す。

□ : 文献調査による検討

■ : 文献調査の結果を踏まえた検討

□ : 今後説明予定の検討



## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

### (1) 既往津波の検討に関する文献調査

#### 既往津波の検討に関する文献調査 方法

- 以下①～③の検討項目毎に、下図の検討フローに示すSTEP1, 2のとおり検討を実施した。
  - ①既往津波の文献調査 (P16～18参照)
  - ②津波痕跡高の文献調査 (P19参照)
  - ③津波堆積物の文献調査 (P20～21参照)
- また、以下に示す「①～③の結果を踏まえて実施する検討項目」についても、STEP2の検討を実施した\*。
  - ・津波堆積物の分布標高と津波痕跡高との比較 (P22参照)
  - ・既往津波の再現解析 (P23参照)

\*①～③を踏まえて実施する検討項目のうち、「基準津波の策定」及び「基準津波と津波堆積物の比較」については、残されている審査上の論点8に併せて今後説明する。

#### 【検討フロー】

##### 《主な情報収集範囲》

- 検討する項目に関連し、複数の専門家による客観的な評価が掲載されている国内外の最新の文献・論文を扱っている学会及び公的機関を対象とする。

- |          |             |          |                  |
|----------|-------------|----------|------------------|
| ・土木学会    | ・日本活断層学会    | ・内閣府     | ・東京大学地震研究所       |
| ・日本地震学会  | ・物理探査学会     | ・国土交通省   | ・東北大学災害科学国際研究所   |
| ・日本地震工学会 | ・歴史地震研究会    | ・地震予知連絡会 | ・北海道立総合研究機構地質研究所 |
| ・日本火山学会  | ・日本地すべり学会   | ・地震調査委員会 | ・海外学術論文 等        |
| ・日本建築学会  | ・日本地球惑星科学連合 | ・国土地理院   |                  |
| ・日本地質学会  | ・産業技術総合研究所  | ・自治体     |                  |

##### 【STEP1:最新の文献調査】

- ①～③の検討項目毎に、これまでの審査会合（平成26年12月5日・平成27年5月15日）以降の文献・学会等から、新たな知見を調査する。

##### 【STEP2:最新の文献調査結果を踏まえた検討】

- ①～③の検討項目及び「①～③の検討結果を踏まえて実施する検討項目」について、STEP1で明らかとなった新たな知見を踏まえ、検討を実施する。

## (1) 既往津波の検討に関する文献調査

## ① 既往津波の文献調査 (1/3)

## 【STEP1:最新の文献調査】

- 「①既往津波の文献調査」では、「日本海を波源域とし、北海道から本州に襲った既往津波」を対象に、その発生時期、規模、発生要因等についての文献調査を実施している(右表及び右図参照)。
- これまでの審査会合(平成26年12月5日)以降の文献・学会等から、新たに以下1件の知見が確認されたことから、文献調査結果に反映する。

## 《宇佐美ほか(2013)》

- 史実として残っている歴史地震の記録を取りまとめた知見であり、右表の時点で参照していた宇佐美ほか(2003)の改訂版。
- 宇佐美ほか(2003)以降に発生した「日本海を波源域とし、北海道から本州に襲った既往津波」として、以下2件が追加となっていることから、右表①-1の結果に反映する。
  - 2007年3月25日 能登地方「能登半島地震」
  - 2007年7月16日 柏崎沖「新潟県中越沖地震」

## 【STEP2:最新の文献調査結果を踏まえた検討】

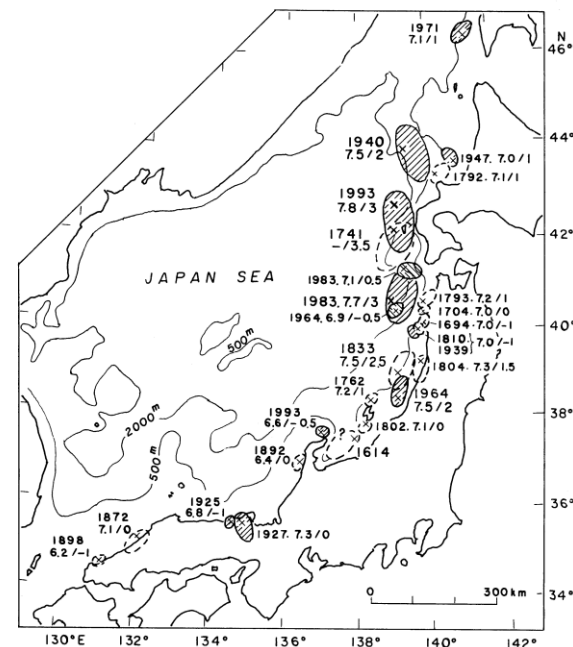
- ①-1 宇佐美ほか(2013)を踏まえ、「日本海を波源域とし、北海道から本州に襲った既往津波」をとりまとめた結果、これまでの審査会合にて説明済みであった34件の既往津波に、STEP1に示す2件の津波が加わり、以下のとおりとなった。
  - 全36件の既往津波をとりまとめた。(次頁の表参照)
- ①-2 とりまとめた36件の既往津波から、「波源域から泊発電所までの距離が短く、泊発電所の敷地周辺を含む北海道西岸(稚内から松前)にて津波規模の大きい既往津波」を抽出した結果、これまでの審査会合にて説明済みの内容(右表参照)と変わらず、以下のとおりとなった。
  - 日本海東縁部を波源域とする、以下5件の既往津波を抽出した。
    - 1741年(渡島西岸)津波
    - 1792年(後志)地震津波
    - 1833年(渡島東部)津波
    - 1940年積丹半島沖地震津波
    - 1983年日本海中部地震津波
    - 1993年北海道南西沖地震津波
- なお、宇佐美ほか(2013)にて追加となった2件の既往津波は、どちらも波源域から泊発電所まで距離があることに加え、波高が50cm以下で無被害の津波であることから、「波源域から泊発電所までの距離が短く、泊発電所の敷地周辺を含む北海道西岸(稚内から松前)にて津波規模の大きい既往津波」には該当しなかった。

## 説明済みの内容(平成26年12月5日審査会合)

## (1) 既往津波の文献調査

## 【① 既往津波の文献調査】

- ①-1 泊発電所の敷地周辺に襲った可能性のある既往津波の事例を広く収集するため、「日本海を波源域とし、北海道から本州に襲った既往津波」を対象に、その発生時期、規模、発生要因等についての文献調査を実施し、できるだけ過去に遡ってとりまとめる。
  - 全34件の既往津波をとりまとめた。
- ①-2 とりまとめた結果を踏まえ、特に泊発電所の敷地周辺への影響が大きかったと考えられる既往津波として、「波源域から泊発電所までの距離が短く、泊発電所の敷地周辺を含む北海道西岸(稚内から松前)にて津波規模の大きい既往津波」を抽出する。
  - 日本海東縁部を波源域とする、以下5件の既往津波を抽出した。
    - 1741年(渡島西岸)津波
    - 1792年(後志)地震津波
    - 1833年(渡島東部)津波
    - 1940年積丹半島沖地震津波
    - 1983年日本海中部地震津波
    - 1993年北海道南西沖地震津波



日本海で発生した地震と津波波源域(羽鳥(1995)より引用)



## (1) 既往津波の検討に関する文献調査

## ① 既往津波の文献調査 (2/3)

○過去の審査会合(平成26年12月5日)時点で34件の既往津波をとりまとめていたが、宇佐美ほか(2013)の反映により、 に示す2件の既往津波を追加した。

## 日本海を波源域とし、北海道から本州に襲った既往津波(1/2)

発生日元号	波源域*1	震央*2		地震規模*2 (M)	津波規模*3 (m)	地震津波の概要*4	発電所近傍の 痕跡高*5(m)
		経度(°E)	緯度(°N)				
701年5月12日 大宝元年	若狭湾	—	—	—	<2>	・地震うこと3日。若狭湾内の凡海郷が海に没したという「冠島伝説」があるが、疑わしい。	記録なし
850年11月27日 嘉祥3年	山形沖	39.0°	139.7°	≒7.0	<2>	・地裂け、山崩れ、国府の城柵は傾倒し、圧死多数。最上川の岸崩れ、海水は国府から6里のところで追った。	記録なし
863年7月10日 貞観5年	新潟沖	—	—	7以上	<2?>	・山崩れ、谷埋まり、水湧き、民家破壊し、圧死多数。直江津付近にあった数個の小島が潰滅したという。	記録なし
887年8月2日 仁和3年	新潟南部沖	—	—	—	<2>	・越後で津波を伴い、溺死者数千という。京都有感。越後に関する史料の信憑性不十分。(宇佐美ほか(2013))	記録なし
1026年6月16日 万寿3年	島根県沖	—	—	—	—	・現益田市高津川河口沖にあった鴨島が大波(あるいは大海嘯)によって崩され、海中に没したという。波は川沿いに16km上流に達したという。被害は50km以上東の黒松(現津江市黒松町)にまで及んだ。口碑および信憑性の低い史料による。その上、これら口碑・史料に「地震」という語は見出せない。(宇佐美ほか(2013)) ・石見(現在の島根県益田市)の海岸に巨大な津波が襲来した。大規模な斜面崩壊による海洋変動が津波発生の原因とされている。(箕浦ほか(2014)(10)) ・影響範囲は山口県の須佐から島根県の江津の間とされている。(飯田(1985)(11)) ⇒島根県に影響があったのは益田市から江津市とされていることから、敷地には津波による影響はなかったと考えられる。	記録なし
1092年9月13日 寛治6年	新潟沖	—	—	—	<2?>	・柏崎〜岩船間の沿岸、海府浦・親不知大津波におそわる。「地震」とある古記もあるも、地震の状況を記した古記録未発見。疑わしい。(宇佐美ほか(2013))	記録なし
1614年11月26日 慶長19年	新潟南部沖	—	—	—	2	・従来、越後高田の地震とされていたもの。大地震の割に史料が少なく、震源については検討すべきことが多い。京都で家屋・社寺などが倒壊し、死2、傷370という。京都付近の地震とする説がある。	記録なし
1644年10月18日 正保1年	秋田本庄	39.4°	140.0°	6.5±1/4	<1>	・本荘城崩壊、屋倒れ、死者があった。市街で焼失が多かった。金浦村・石沢村で被害。院内村で地裂け、水が湧出した。	記録なし
1729年8月1日 享保14年	能登近海	37.4°	137.1°	6.6~7.0	<-1?>	・珠洲郡・鳳至郡で損・潰家791、死5、山崩れ1731ヶ所。輪島村で潰家28、能登半島先端で被害が大きかった。	記録なし
1741年8月29日 寛保1年	北海道南西沖	41.6°	139.4°	6.9	<3.5>	・渡島大島の月の上旬より活動、13日に噴火した。19日早朝に津波、北海道で死1467、流出家屋729、船1521破壊。津軽で田畑の損も多く、流失潰家約100、死37。佐渡・能登・若狭にも津波。 ・江の川河口(島根県江津市)で1~2mの津波が観測された。(羽鳥・片山(1977)(12)) ・津波地震によるものか、火山噴火に伴うものか、あるいは他の現象(たとえば海底地すべり)によるものか不明。江津(島根県)でも津波の影響があった。津波の高さは1~2mである。(渡辺(1998)) ・渡島大島の山体崩壊によって生じたとされている。(佐竹・加藤(2002)(13))	記録なし
1762年10月31日 宝暦12年	新潟県沖	38.1°	138.7°	≒7.0	1	・石垣・家屋が破壊、鎮山道が崩れ、死者があった。鶴島村で津波により26戸流出。新潟で地割れを生じ、砂と水を噴出。酒田・羽前南村山郡・日光で有感。	記録なし
1792年6月13日 寛政4年	北海道西方沖	43 3/4°	140.0°	≒7.1	—	・津波があった。忍路で港頭の岸壁が崩れ、海岸に引き上げていた夷船漂流、出漁中の夷人5人溺死。美国でも溺死若干。	記録なし
1793年2月8日 寛政5年	青森県西方沖	40.85°	139.95°	6.9~7.1	1	・鯉ヶ沢・深浦で激しく、全体で潰家154、死12など。大戸瀬を中心に約12kmの沿岸が最高3.5m隆起した。小津波があり、余震が続いた。	記録なし
1799年6月29日 寛政11年	石川近海	36.6°	136.7°	6.0±1/4	<1>	・上下動が激しく、屋根石が1尺も飛び上がったという。金沢城で石垣破壊、城下で潰家4169。能美・石川・河北郡で損家1003、潰家964、全体で死21。	記録なし
1802年12月9日 享和2年	佐渡	37.8°	138.35°	6.5~7.0	<0?>	・巴刻の地震で微小被害、未刻の地震は大きく、佐渡3郡全体で焼失328、潰家732、死19。島の西南海岸が最大2m隆起した。鶴岡で強く感じ、米沢・江戸・日光・高山・秋田・弘前で有感。	記録なし
1804年7月10日 文化1年	秋田・山形県境沿岸 「象潟地震」	39.05°	139.95°	7.0±0.1	<1>	・5月より付近で鳴動があった。被害は全体で潰家5千以上、死300以上。象潟湖が隆起して乾燥あるいは沼となった。余震が多かった。象潟・酒田などに津波の記事がある。	記録なし
1810年9月25日 文化7年	男鹿半島沿岸	39.9°	139.9°	6.5±1/4	<-1>	・男鹿半島の東半分5月頃より鳴動し、7月中旬から地震が頻発、27日に大地震。寒風山を中心に被害があり、全潰1003、死57、秋田で強く感じ、角館・大館・鯉ヶ沢・弘前・鶴岡で有感。	記録なし
1833年12月7日 天保4年	山形県沖	38.9°	139.25°	7 1/2±1/4	<2.5>	・庄内地方で特に被害が大きく、潰家475、死42。津波が本庄から新潟に至る海岸と佐渡を襲い、能登で大破流出家約345、死約100。	記録なし
1834年2月9日 天保5年	石狩湾	43.3°	141.4°	≒6.4	<1>	・地割れ、泥噴出。アイヌの家23潰れる。その他、会所などに被害。	記録なし
1872年3月14日 明治5年	島根県沖 「浜田地震」	35.15°	132.1°	7.1±0.2	0	・1週間ほど前から鳴動、当日には前震もあった。全体で全潰約5千、死約550。特に石見東部で被害が多かった。海岸沿いに数尺の隆起・沈降がみられ、小津波があった。	記録なし
1892年12月9日 明治25年	石川県西岸	37.1°	136.7°	6.4	0	・家屋・土蔵の破壊があった。11日にも同程度の地震があり、羽咋郡で全潰2、死1。	記録なし
1894年10月22日 明治27年	山形 「庄内地震」	38.9°	139.9°	7	<-1>	・被害は主として庄内平野に集中した。山形県下で全潰3858、半潰2397、全焼2148、死726。	記録なし

■ 泊発電所を含む北海道西岸への影響が大きかったと考えられる津波 □ 宇佐美ほか(2003)から宇佐美ほか(2013)への改訂に伴う更新箇所

## (1) 既往津波の検討に関する文献調査

## ① 既往津波の文献調査 (3/3)

## 日本海を波源域とし、北海道から本州に襲った既往津波 (2/2)

発生年月日 元号	波源域※1	震央※2		地震規模※2 (M)	津波規模※3 (m)	地震津波の概要※4	発電所近傍の 痕跡高※5 (m)
		経度(° E)	緯度(° N)				
1988年4月3日 明治31年	山口県見島	34.6°	131.2°	6.2	-1	・見島西部で強く、神社仏閣の損傷・倒壊、石垣の崩壊があった。	記録なし
1927年3月7日 昭和2年	京都府北西部沿岸 「北丹後地震」	35° 38'	134° 56'	7.3	0	・被害は丹後半島の頸部が最も激しく、淡路・福井・岡山・米子・徳島・三重・香川・大阪に及ぶ。全体で死2925、家屋全潰12584(住家 5106、非住家7478)、郷村断層(長さ18km、水平ずれ最大2.7m)とそれに直交する山田断層(長さ7km)を生じた。測量により、地震に伴った地殻の変形が明らかになった。	記録なし
1939年5月1日 昭和14年	男鹿半島沖 「男鹿地震」	39° 57'	139° 47'	6.8	-1	・2分後にもM6.7の地震があった。半島頭部で被害があり、死27、住家全潰479など。軽微な津波があった。半島西部が最大44cm隆起した。	記録なし
1940年8月2日 昭和15年	北海道西方沖 「積丹半島沖地震」	44° 22'	139° 49'	7.5	2	・被害はほとんどなく、津波による被害が大きかった。波高は、羽根・天塩2m、利尻3m、金沢・宮津1m、天塩河口で溺死10。	岩内:1.7 泊:1.2
1947年11月4日 昭和22年	北海道西方沖	43° 55'	140° 48'	6.7	1	・北海道西方沖:北海道の西岸に津波があり、波高は利尻島脊形で2m、羽幌付近で0.7m。小被害があった。	記録なし
1964年5月7日 昭和39年	秋田県沖	40° 24'	138° 40'	6.9	-0.5	・青森・秋田・山形3県に民家全壊3などの被害があった。	記録なし
1964年6月16日 昭和39年	新潟県沖 「新潟地震」	38° 22'	139° 13'	7.5	2	・新潟・秋田・山形の各県を中心に被害があり、死26、住家全壊1960、半壊6640、浸水15297、その他船舶・道路の被害も多かった。新潟市内の各所で噴砂水がみられ、地盤の液化化による被害が著しかった。石油タンクの火災が発生。津波が日本海沿岸一帯を襲い、波高は新潟県沿岸で4m以上に達した。粟島が約1m隆起した。	記録なし
1964年12月11日 昭和39年	秋田県沖	40° 26'	139° 00'	6.3	-1	・八郎潟干拓堤防約1kmが20cm沈下、亀裂2。津波は深浦で全振幅10cm。 (宇佐美ほか(2013))	記録なし
1971年9月6日 昭和46年	樺太南西沖	46.67	141.38	6.9	-1	・震度は稚内3、北見枝幸2、網走・根室1であったが、樺太全域で有感。震央付近では気象庁震度で5~6で地震による被害があったと思われる(詳細不明)。日本において津波は稚内でも大きく、検潮記録による津波の波高は64cm。(渡辺(1998))	記録なし
1983年5月26日 昭和58年	秋田・青森県沖 「日本海中部地震」	40° 21.6'	139° 04.7'	7.7	3	・被害は秋田県で最も多く、青森・北海道がこれに次ぐ。日本全体で死104(うち津波によるもの100)、傷163(同104)、建物全壊934、半壊2115、流失52、一部破損3258、船沈没255、流失451、破損1187。津波は早い所では津波警報発令以前に沿岸に到達した。石川・京都・島根など遠方の府県にも津波による被害が発生した。	岩内:0.6、1.21 泊:1.29、1.39
1993年2月7日 平成5年	能登半島沖	37° 39.4'	137° 17.8'	6.6	-0.5	・被害は珠洲市を中心に発生した。火災は130km離れた金沢市で1件発生したという統計もある。輪島に小津波(最大波高26cm)あり、小木港にも小津波があった。住家・非住家の被害には地盤沈下によるもの約20件くらいあった。(宇佐美ほか(2013))	記録なし
1993年7月12日 平成5年	北海道南西沖 「北海道南西沖地震」	42° 46.9'	139° 10.8'	7.8	3	・地震に加えて津波による被害が大きく、死202、不明28、傷323。特に地震後間もなく津波に襲われた奥尻島の被害は甚大で、島南端の青苗地区は火災もあって壊滅状態、夜10時すぎの間に多くの人命、家屋等が失われた。津波の高さは青苗の市街地で10mを越えたところがある。 ・津波は日本海沿岸の各地に達した。船の転覆沈没は新潟県で24、石川県24、島根県70隻で島根では床下浸水50世帯を出した。(宇佐美ほか(2013))	岩内:2.27~3.56 泊:2.62、3.04
2007年3月25日 平成19年	能登地方 「能登半島地震」	37° 13.2'	136° 41.2'	6.9	-1	・海陸境界域の横ずれ成分を含む逆断層型地殻内地震。死1、傷356、住家全壊686、半壊1740(2009年1月現在)。最大震度6強(石川県3市町)、珠洲と金沢で0.2mの津波。	記録なし
2007年7月16日 平成19年	柏崎沖 「新潟県中越沖地震」	37° 33.4'	138° 36.6'	6.8	-1	・新潟県沿岸海域の逆断層型地殻内地震(深さ17km)。2004年中越地震に近いが余震活動は不活発。震源域内の原子力発電所が被災した初めての例。死15、傷2346、住家全壊1331、半壊5710。最大震度6強(新潟県3市村、長野県1町)、地盤変状・液化化なども目立った。日本海沿岸で最大35cm(柏崎)の津波。	記録なし

■ 泊発電所を含む北海道西岸への影響が大きかったと考えられる津波 □ 宇佐美ほか(2003)から宇佐美ほか(2013)への改訂に伴う更新箇所

※1: 渡辺(1998)、羽鳥(1984a)、及び宇佐美ほか(2013)を参照。

※2: 宇佐美ほか(2013)を参照。

※3: 宇佐美ほか(2013)を参照。但し、< >は羽鳥(1984a)、( )は羽鳥(1996)の値。

各文献で値が異なる場合は、最も大きな値を記載。

津波規模mについて、羽鳥(1986)は下式で表し、規模階級は0.5間隔で区分できるとした。

$$m = 2.7 \log H + 2.7 \log \Delta - 4.3 \quad (\text{単位} H: \text{m}, \Delta: \text{km})$$

H: 津波の高さ、Δ: 距離(震央から観測点までの海洋上の最短距離)

また各津波規模の概況について、宇佐美ほか(2013)は、右表のように示した。

※4: 地震・津波の概要に出典の記載がないものは国立天文台編(2016)による。

※5: 東北大学・原子力規制庁(2014)を参照。信頼度Aの値を記載。

津波規模 m※3	概況※3
-1	波高50cm以下、無被害。
0	波高1m前後で、ごくわずかの被害がある。
1	波高2m前後で、海岸の家屋を損傷し船艇をさらう程度。
2	波高4~6mで、家屋や人命の損失がある。
3	波高10~20mで、400km以上の海岸線に顕著な被害がある。
4	最大波高30m以上で、500km以上の海岸線に顕著な被害がある。





## (1) 既往津波の検討に関する文献調査

## ③津波堆積物の文献調査(1/2)

## 【STEP1:最新の文献調査】

- 「③津波堆積物の文献調査」では、「泊発電所の敷地周辺を含む北海道南西部西岸(古平町から松前町)及び奥尻島」を対象に、津波堆積物の有無、広域的な分布、供給源、津波の発生時期及び規模(津波高、浸水域等)等についての文献調査を実施している(右表参照)。
- これまでの審査会合(平成26年12月5日・平成27年5月15日)以降の文献・学会等から、新たに以下4件の知見が確認されたことから、文献調査結果に反映する。

## 《川上ほか(2015)・川上ほか(2017a)》

- 2012～2014年度に北海道が実施した、日本海沿岸からオホーツク海沿岸域を対象とした津波堆積物の調査データを分析し、データの確実度を判定したうえで、津波堆積物の年代や分布標高を整理している。
- 北海道南西部西岸(古平町から松前町、泊発電所の敷地周辺を含む。)及び奥尻島においても、右表の時点より津波堆積物の年代や分布標高が明確になったことから、その整理結果を右表③-1の結果に反映する(次頁の表参照)。

## 《Kawakami et al. (2017b)・東大地震研(2017)》

- 北海道南部(桧山及び奥尻地域)を対象とした津波堆積物調査を新たに実施し、その結果をとりまとめていることから、その整理結果を右表③-1の結果に反映する(次頁の表参照)。



## 【STEP2:最新の文献調査結果を踏まえた検討】

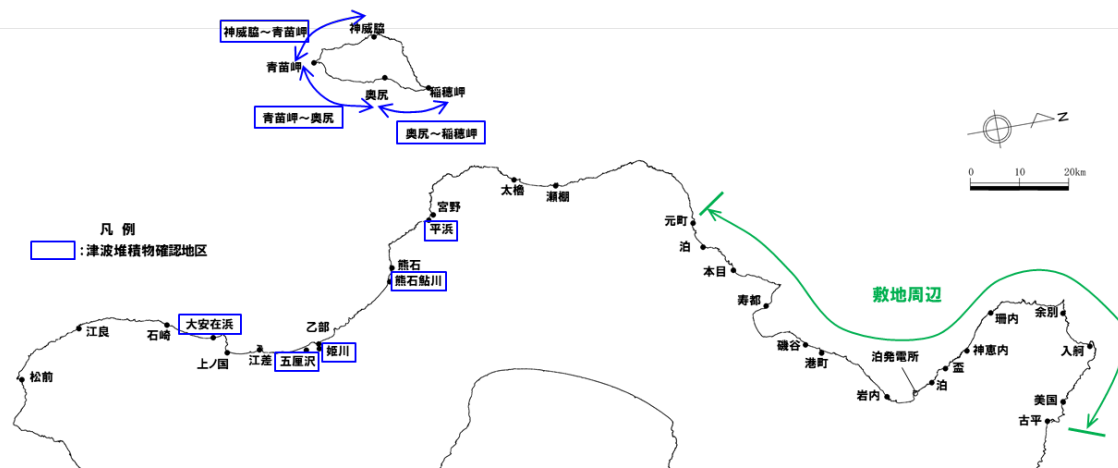
- 川上ほか(2015)等の上記4文献を踏まえ、「泊発電所の敷地周辺を含む北海道南西部西岸(古平町から松前町)及び奥尻島」を対象に津波堆積物の分布をとりまとめた結果、これまでの審査会合にて説明済みの内容(右表参照)と変わらず、以下のとおりとなった。
- 泊発電所の敷地周辺において、津波堆積物は確認されなかった。
- 泊発電所より南方約100km以遠の渡島半島桧山地域及び奥尻島では、津波堆積物が確認された。

## 説明済みの内容(平成26年12月5日・平成27年5月15日審査会合)

(1) 既往津波の文献調査

## 【③津波堆積物の文献調査】

- ③-1「②津波痕跡高の整理」の結果を踏まえ、1993年北海道南西沖地震津波の津波痕跡高が大きかった「泊発電所の敷地周辺を含む北海道南西部西岸(古平町から松前町)及び奥尻島」を対象に、津波堆積物の有無、広域的な分布、供給源、津波の発生時期及び規模(津波高、浸水域等)等についての文献調査を実施し、結果をとりまとめる。
- 泊発電所の敷地周辺において、津波堆積物は確認されなかった。
- 泊発電所より南方約100km以遠の渡島半島桧山地域及び奥尻島では、津波堆積物が確認された。



津波堆積物の分布範囲(詳細は次頁の表参照)

## (1) 既往津波の検討に関する文献調査

## ③津波堆積物の文献調査(2/2)

○川上ほか(2015)等に基づき、地区毎の津波堆積物の分布標高を整理するとともに、奥尻島のイベントと対比して6イベントに整理した結果、これまでの審査会合(平成26年12月5日・平成27年5月15日審査会合)にて説明済みの内容に変更はなく、泊発電所より南方約100km以遠の渡島半島桧山地域及び奥尻島においてのみ、津波堆積物が確認された。

## 津波堆積物の分布範囲

地域 地点名	渡島半島桧山地域					奥尻島		
	上ノ国町 大安在浜	江差町 五厘沢	乙部町 姫川	八雲町 熊石鮎川	せたな町 平浜	奥尻町 奥尻～稲穂岬	奥尻町 青苗岬～奥尻	奥尻町 神威脇～青苗岬
1993年北海道南西沖地震津波								約9.6m I
1741年(渡島西岸)津波	6.88m I 約6.9m II 7m III	約5.5m～ 約6.5m(Ey-1)	1.95m～2.4m(Oh-1)	約2.4m～ 約2.7m(Ku-2)	約4.0m(Th-1)		約7.3m(Ok-1)	約9.3m
	I, II, III	II	I, II	IV	IV		I	I
14～15世紀頃		4.8m～7.1m I						
12世紀	13～15世紀						約7.1m(Ok-2)	
	11～13C頃					約4.3m～ 約4.7m(Ow-1)		
	13世紀頃			約1.0m(Oh-2)		約5.4m～ 約5.6m(Oa-1)		
	12世紀, 12世紀頃	6.4m～ 6.9mの間 II	約4.8m～ 約6.2m(Ey-2) II			約3.5m(Th-2) IV		
BC110 ～3世紀	紀元前100年～ 4世紀						約6.9m(Ok-3)	
	BC110～3世紀					約4.9m～ 約5.2m(Oa-2)		
	1～3C頃					約4.1m～ 約4.3m(Ow-2)		
2500年前頃	2000年前頃					約4.2m(Ow-3)		
	2500年前頃				約4.8m(Th-3) IV	約3.6m～ 約4.1m(Ow-4) 約4.3m(Oa-3)		
3000年前頃					約3.2m～ 約3.7m(Ow-5)			
3100年前頃					約3.0m～ 約3.6m(Ow-6)			
年代不詳	5.1m～8.5m I	5m I						

## 奥尻の津波イベント

奥尻1  
1993年北海道南西沖地震津波奥尻2  
1741年(渡島西岸)津波奥尻3\*1  
11～15世紀奥尻4  
BC110～4世紀奥尻5  
2500年前奥尻6\*2  
2.8～3.1ka

※1: 江差町五厘沢の14～15世紀頃の堆積物は、Ok-2と同様の年代であることから奥尻3と同一イベントと解釈した。

※2: Ow-5 Ow-6はKawakami et al. (2017) の奥尻6 (2.8～3.1ka) と同一イベントと解釈した。

I: 川上ほか(2015): 北海道の日本海・オホーツク海沿岸における津波履歴: 重点研究「北海道の津波災害履歴の研究-未解明地域を中心に-」成果報告書

II: Kawakami et al. (2017b): Stratigraphic record tsunami along the Japan Sea, southwest Hokkaido, northern Japan

III: 川上ほか(2017a): 日本海東縁の津波とイベント堆積物

IV: 東大地震研(2017): 平成29年度「日本海地震・津波調査プロジェクト」成果報告書

## 凡例

上段	津波堆積物の標高
下段	引用文献 I～IV



## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

### (1) 既往津波の検討に関する文献調査

#### 既往津波の再現解析

##### 【最新の文献調査結果を踏まえた検討】

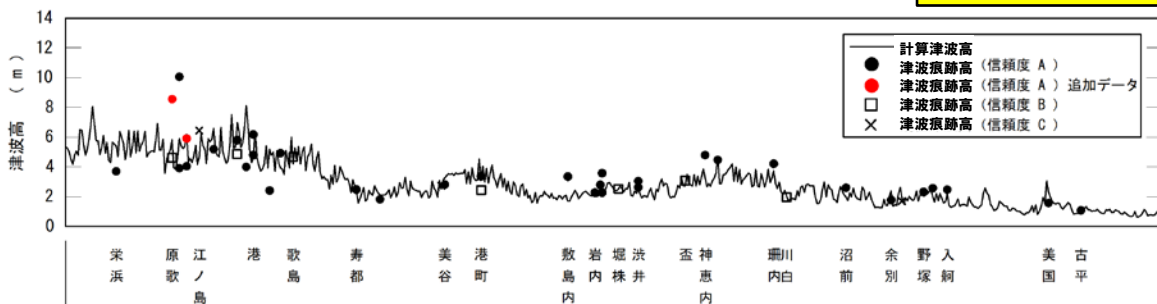
- 文献調査の目的(P14参照)に示すとおり、「②津波痕跡高の文献調査」の結果を踏まえた検討として、1993年北海道南西沖地震津波を対象に、数値シミュレーションによる解析結果(計算津波高)と津波痕跡高との比較を実施している(右表参照)。
- 前述のとおり、「②津波痕跡高の文献調査」にて1993年北海道南西沖地震津波の津波痕跡高を更新したことから、あらためて検討を実施した。
- 結果は下図のとおりであり、これまでの審査会合にて説明済みの内容(右表参照)から変わらず、幾何平均値K及び幾何標準偏差 $\kappa$ は、土木学会(2016)で示される再現性の目安( $0.95 < K < 1.05$ ,  $\kappa < 1.45$ )を概ね満足した。
  - 相田(1977)による幾何平均値K及び幾何標準偏差 $\kappa$ は、再現性の目安を概ね満足しており、数値シミュレーションが妥当であることを確認した。

##### 説明済みの内容(平成26年12月5日・平成27年5月15日審査会合)

##### (1) 既往津波の再現解析

- 基準津波の策定に用いる水位変動の数値シミュレーションについて、地形モデル、計算手法等が妥当であることを確認するため、泊発電所の敷地周辺に最も影響を与えた既往津波既往津波である1993年北海道南西沖地震津波について、津波痕跡高が大きかった「泊発電所の敷地周辺を含む北海道南西部西岸(古平町から松前町)及び奥尻島」を対象に、数値シミュレーションによる解析結果(計算津波高)と津波痕跡高との比較を実施する。
  - 相田(1977)による幾何平均値K及び幾何標準偏差 $\kappa$ は、再現性の目安を概ね満足しており、数値シミュレーションが妥当であることを確認した。

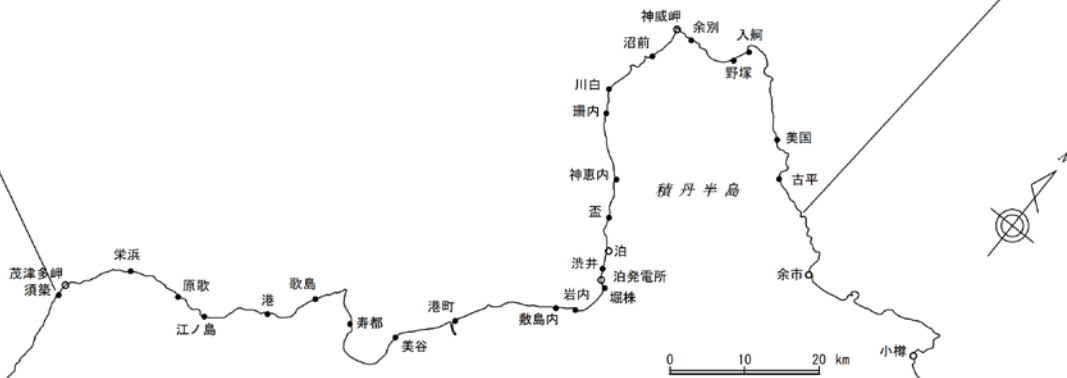
##### 平成26年12月5日審査会合における説明内容を修正



全体※	K=	0.992
	$\kappa$ =	1.364
	n=	151

n: 津波痕跡高地点数

※本資料では、泊発電所の敷地周辺におけるグラフを抜粋した。  
 栄浜以南(須築から松前町)及び奥尻島のグラフは、資料2のP23~24を参照。



北海道南西部西岸における津波痕跡高と計算津波高の比較(1993年北海道南西沖地震津波)※

## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

### (2) 地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査

1. 残されている審査上の論点・指摘事項	2
2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果	11
(1) 既往津波の検討に関する文献調査(残されている審査上の論点No.9に関連)	13
(2) 地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査	24
(3) 行政機関による津波評価に関する文献調査(残されている審査上の論点No.9に関連)	32
(4) まとめ	39



## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

### (2) 地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査

#### 地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査 目的

- 地震以外の要因に伴う津波について下図に示す検討を実施し、その結果(下図のうち赤字部)を平成26年12月5日、平成27年5月15日及び8月21日の審査会合において説明している。
- また、下図□に示す文献調査による検討については、これまでの審査会合以降も継続的に最新の知見を調査してきた。
- 本章では、これまでの審査会合以降に確認された新たな知見を明らかにしたうえで、当該知見を踏まえた検討結果について説明する。

#### ④火山による山体崩壊 P27参照

##### 【④-1 既往津波の文献調査】

- 「泊発電所の敷地周辺に襲撃した可能性のある、火山現象に伴う既往津波の事例」について、文献調査を実施する。

➢ 該当する既往津波は確認されなかった。

##### 【④-2 活動の可能性がある火山の文献調査】

- 将来的に活動の可能性がある、その火山現象に伴う津波により泊発電所の敷地周辺に影響を与える可能性のある火山を抽出するため、「泊発電所の敷地から半径160km以内にある第四紀火山」のうち「日本海に分布している海域火山」及び「日本海沿岸に面した陸域火山」を対象に文献調査を実施し、火山現象に伴う大規模崩壊の可能性について検討する。

➢ 第四紀以降の火山であり、完新世に活動がある又は将来の活動の可能性のあるものとして「渡島大島」を抽出した。

##### 【津波の数値シミュレーション】 P31参照

- Satake (2007)に基づき、1741年(渡島西岸)津波について、再現計算を実施する。

#### ⑤海底地すべり P28参照

##### 【⑤-1 既往津波の文献調査】

- 「泊発電所の敷地周辺に襲撃した可能性のある、海底地すべりに伴う既往津波の事例」について、文献調査を実施する。

➢ 該当する既往津波は確認されなかった。

##### 【⑤-2 海底地すべり地形の文献調査】

- 泊発電所の敷地周辺海域を対象に、その海底地すべりに伴う津波により泊発電所の敷地周辺に影響を与える可能性のある地すべり地形について、文献調査を実施する。

➢ 文献調査だけでは、海底地すべり地形を確認できなかった。

##### 【地形判読及び海上音波探査】

- 敷地前面海域を対象に、海底地形図による地形判読及び海上音波探査を実施し、海底地すべりの可能性がある地形を抽出する。

➢ 概略体積が最も大きいものとして「海底地すべりE」を抽出した。

##### 【津波の数値シミュレーション】 P31参照

- 変動伝播速度及び鉛直変位ライズタイムを保守的に設定のうえ、津波の数値シミュレーションを実施する。

#### ⑥陸上の斜面崩壊(陸上地すべり) P29参照

##### 【⑥-1 既往津波の文献調査】

- 「泊発電所の敷地周辺に襲撃した可能性のある、陸上地すべりに伴う既往津波の事例」について、文献調査を実施する。

➢ 該当する既往津波は確認されなかった。

##### 【⑥-2 陸上地すべり地形の文献調査】

- 泊発電所の敷地周辺(半径30km程度)の範囲を対象に、「沿岸部に分布する地すべり地形」について、文献調査を実施する。

➢ 防災科学研究所(2010)により、「川白」、「兜岩」、「堀株」、「二つ岩」及び「弁慶岩」を確認した。

##### 【空中写真判読、地表地質踏査等】

- 空中写真判読、地表地質踏査等を実施し、泊発電所の敷地周辺に影響を与える津波を発生させる可能性がある地すべり地形を抽出する。

➢ 調査の結果、「川白」、「堀株」及び「弁慶岩」を抽出した。

##### 【津波の数値シミュレーション】 P31参照

- 変動伝播速度及び鉛直変位ライズタイムを保守的に設定のうえ、津波の数値シミュレーションを実施する。

➢ 最大ケースは「川白」となった。

#### ⑦陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊) P30参照

##### 【⑦-1 既往津波の文献調査】

- 「泊発電所の敷地周辺に襲撃した可能性のある、岩盤崩壊に伴う既往津波の事例」について、文献調査を実施する。

➢ 該当する既往津波は確認されなかった。

##### 【⑦-2 岩盤崩壊地形の文献調査】

- 泊発電所の敷地周辺(半径30km程度)の範囲を対象に、「沿岸部における岩盤崩壊事例」について、文献調査を実施する。

- 崩壊事例を参考に地形解析を実施し、岩盤崩壊の可能性のある急傾斜地を確認する。

➢ 川白～ピンノ岬付近の範囲で大規模な急傾斜地を確認した。

##### 【地形判読】

- 地形判読を実施し、泊発電所の敷地周辺に影響を与える津波を発生させる可能性がある岩盤崩壊の地点を抽出する。

➢ 敷地との距離が近い「兜岬付近」及び「ピンノ岬付近」を抽出した。

##### 【津波の数値シミュレーション】 P31参照

- 各地点にて隣接する崩壊範囲が保守的に一括崩壊するものとして、津波の数値シミュレーションを実施する。

➢ 最大ケースは「ピンノ岬付近」となった。

##### 【組合せ津波の対象選定】 P31参照

- 地震以外の要因に伴う津波の数値シミュレーション結果を比較し、その最大ケースを組合せ津波の対象として抽出する。

➢ 最大ケースは「陸上地すべり(川白)」となった。

□ : 文献調査による検討

□ : 文献調査の結果を踏まえた検討

## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

## (2) 地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査

## 地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査 方法

- 以下④～⑦の検討項目毎に、下図の検討フローに示すSTEP1, 2のとおり検討を実施した。
  - ④火山による山体崩壊に伴う津波 (P27参照)
  - ⑤海底地すべりに伴う津波 (P28参照)
  - ⑥陸上の斜面崩壊 (陸上地すべり) に伴う津波 (P29参照)
  - ⑦陸上の斜面崩壊 (岩盤崩壊) に伴う津波 (P30参照)
- また、以下に示す「④～⑦の結果を踏まえて実施する検討項目」についても、STEP2の検討を実施した。
  - ・組合せ津波の対象選定 (P31参照)

## 【検討フロー】

## 《主な情報収集範囲》

- 検討する項目に関連し、複数の専門家による客観的な評価が掲載されている国内外の最新の文献・論文を扱っている学会及び公的機関を対象とする。

- |          |             |          |                  |
|----------|-------------|----------|------------------|
| ・土木学会    | ・日本活断層学会    | ・内閣府     | ・東京大学地震研究所       |
| ・日本地震学会  | ・物理探査学会     | ・国土交通省   | ・東北大学災害科学国際研究所   |
| ・日本地震工学会 | ・歴史地震研究会    | ・地震予知連絡会 | ・北海道立総合研究機構地質研究所 |
| ・日本火山学会  | ・日本地すべり学会   | ・地震調査委員会 | ・海外学術論文 等        |
| ・日本建築学会  | ・日本地球惑星科学連合 | ・国土地理院   |                  |
| ・日本地質学会  | ・産業技術総合研究所  | ・自治体     |                  |

## 【STEP1:最新の文献調査】

- ④～⑦の検討項目毎に、これまでの審査会合 (平成26年12月5日・平成27年5月15日・平成27年8月21日) 以降の文献・学会等から、新たな知見を調査する。

## 【STEP2:最新の文献調査結果を踏まえた検討】

- ④～⑦の検討項目及び「④～⑦の検討結果を踏まえて実施する検討項目」について、STEP1で明らかとなった新たな知見を踏まえ、検討を実施する。

## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

## (2) 地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査

## ④火山による山体崩壊に伴う津波

## 【STEP1:最新の文献調査】

- 「④-1既往津波の文献調査」では、「泊発電所の敷地周辺に襲撃した可能性のある、火山現象に伴う既往津波の事例」について文献調査を実施しているが、右表のとおり該当する既往津波は確認されていなかった。
- これまでの審査会合(平成27年5月15日)以降の文献・学会等も調査を継続してきたが、該当する既往津波は確認されなかった。

- 「④-2活動の可能性がある火山の文献調査」では、「泊発電所の敷地から半径160km以内にある第四紀火山」のうち「日本海に分布している海域火山」及び「日本海沿岸に面した陸域火山」を対象に文献調査を実施している(右表参照)。
- これまでの審査会合(平成27年5月15日)以降の文献・学会等も調査を継続してきたが、調査対象の火山に関する新たな知見は確認されなかった。
- なお、海域火山に関する文献として、これまでの審査会合(平成27年5月15日)時点で参照していた海上保安庁(2014)の改訂版である海上保安庁(2022)を確認したが、調査対象としている海域火山のデータに変更はなく、新たな知見はなかった。



## 【STEP2:最新の文献調査結果を踏まえた検討】

- STEP1にて、新たな知見が確認されなかったため、これまでの審査会合にて説明済みの内容から変わらず、第四紀以降の火山であり、完新世に活動がある又は将来の活動の可能性のある「渡島大島」(右図参照)の火山活動に伴う津波の数値シミュレーションを実施する(結果はP31参照)。

## 説明済みの内容(平成27年5月15日審査会合)

(2) 地震以外の要因に伴う津波

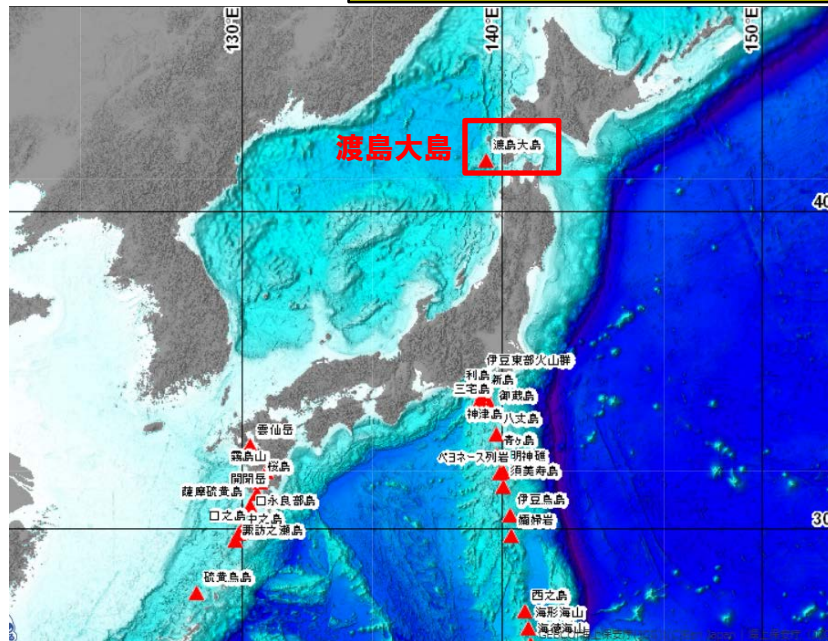
## 【④-1既往津波の文献調査】

- 「泊発電所の敷地周辺に襲撃した可能性のある、火山現象に伴う既往津波の事例」を対象に、火山現象に伴う地すべり及び斜面崩壊の痕跡、分布、規模等についての文献調査を実施する。
  - 該当する既往津波は確認されなかった。

## 【④-2活動の可能性がある火山の文献調査】

- 将来的に活動の可能性がある、その火山現象に伴う津波により泊発電所の敷地周辺に影響を与える可能性のある火山を抽出するため、「泊発電所の敷地から半径160km以内にある第四紀火山」のうち「日本海に分布している海域火山」及び「日本海沿岸に面した陸域火山」を対象に文献調査を実施し、火山現象に伴う大規模崩壊の可能性について検討する。
  - 第四紀以降の火山であり、完新世に活動がある又は将来の活動の可能性のあるものとして「渡島大島」を抽出した。

## 平成27年5月15日審査会合における説明内容を再掲



海上保安庁(2022): 海域火山データベース



## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

## (2) 地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査

## ⑤海底地すべりに伴う津波

## 【STEP1:最新の文献調査】

- 「⑤-1既往津波の文献調査」では、「泊発電所の敷地周辺に襲撃した可能性のある、海底地すべりに伴う既往津波の事例」について文献調査を実施しているが、右表のとおり該当する既往津波は確認されていなかった。
- これまでの審査会合（平成26年12月5日）以降の文献・学会等も調査を継続してきたが、該当する既往津波は確認されなかった。

- 「⑤-2海底地すべり地形の文献調査」では、泊発電所の敷地周辺海域を対象に、「その海底地すべりに伴う津波により泊発電所の敷地周辺に影響を与える可能性のある地すべり地形」について、文献調査を実施している（右表参照）。
- これまでの審査会合（平成26年12月5日）以降の文献・学会等も調査を継続してきたが、該当する地すべり地形は確認されなかった。
- なお、嶋原ほか（2022,2023）では、日本海の海底地すべり地形を対象に、津波波源振幅をWatts et al. (2005) の経験式に基づき計算することで、海底地すべりに伴う津波の規模推定を行っているものの、具体的な地すべり地形の算出条件等の情報が記述されておらず、調査対象に該当する地すべり地形は確認できなかった。



## 【STEP2:最新の文献調査結果を踏まえた検討】

- STEP1にて、新たな知見が確認されなかったため、これまでの審査会合にて説明済みの内容から変わらず、概略体積が最も大きい海底地すべり地形である「海底地すべりE」（右図参照）に伴う津波の数値シミュレーションを実施する（結果はP31参照）。

※文献調査の目的（P25参照）に示すとおり、文献調査だけでは海底地すべり地形を確認できなかったことも踏まえ、「地形判読及び海上音波探査」にて地形判読及び海上音波探査を実施し、その結果から海底地すべり地形を抽出している。

## 説明済みの内容（平成26年12月5日審査会合）

(2) 地震以外の要因に伴う津波

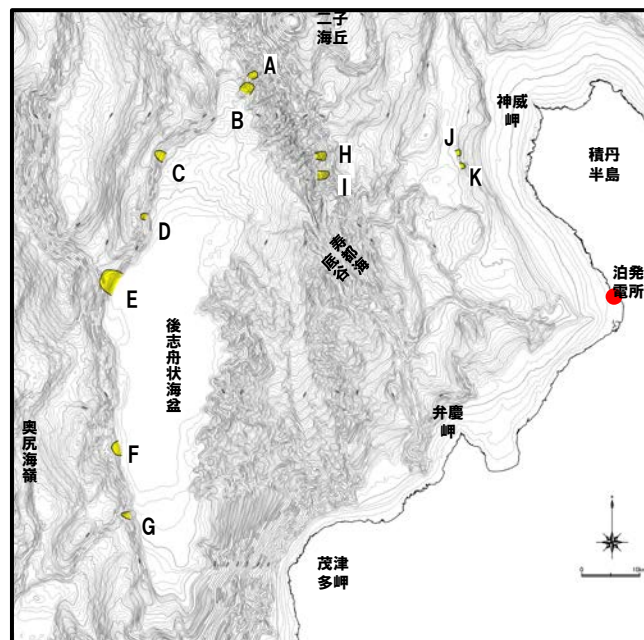
## 【⑤-1既往津波の文献調査】

- 「泊発電所の敷地周辺に襲撃した可能性のある、海底地すべりに伴う既往津波の事例」を対象に、地すべり及び斜面崩壊の痕跡、分布、規模等についての文献調査を実施する。  
➤ 該当する既往津波は確認されなかった。

## 【⑤-2海底地すべり地形の文献調査】

- 泊発電所の敷地周辺海域を対象に、その海底地すべりに伴う津波により泊発電所の敷地周辺に影響を与える可能性のある地すべり地形について、文献調査を実施する。  
➤ 文献調査だけでは、海底地すべり地形を確認できなかった。

## 平成26年12月5日審査会合における説明内容を再掲



地形判読及び海上音波探査による海底地すべり地形の抽出結果（等深線図）※

## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

### (2) 地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査

#### ⑥陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）に伴う津波

##### 【STEP1:最新の文献調査】

- 「⑥-1既往津波の文献調査」では、「泊発電所の敷地周辺に襲撃した可能性のある、陸上地すべりに伴う既往津波の事例」について文献調査を実施しているが、右表のとおり該当する既往津波は確認されていなかった。
- これまでの審査会合（平成27年5月15日）以降の文献・学会等も調査を継続してきたが、該当する既往津波は確認されなかった。

- 「⑥-2陸上地すべり地形の文献調査」では、泊発電所の敷地周辺（半径30km程度）の範囲を対象に、沿岸部に分布する地すべり地形について文献調査を実施しており、防災科学研究所（2010）から、「川白」、「兜岩」、「堀株」、「二つ岩」及び「弁慶岩」を確認していた（右表参照）。
- これまでの審査会合（平成27年5月15日）以降の文献・学会等も調査を継続してきたが、防災科学研究所（2010）の更新もなく、調査対象の地すべり地形に関する新たな知見は確認されなかった。



##### 【STEP2:最新の文献調査結果を踏まえた検討】

- STEP1にて、新たな知見が確認されなかったため、これまでの審査会合にて説明済みの内容から変わらず、泊発電所の敷地周辺に最も大きな影響を与える津波を発生させる可能性がある地すべり地形である「川白」（右図参照）に伴う津波の数値シミュレーションを実施する（結果はP31参照）。

##### 説明済みの内容（平成27年5月15日審査会合）

(2) 地震以外の要因に伴う津波

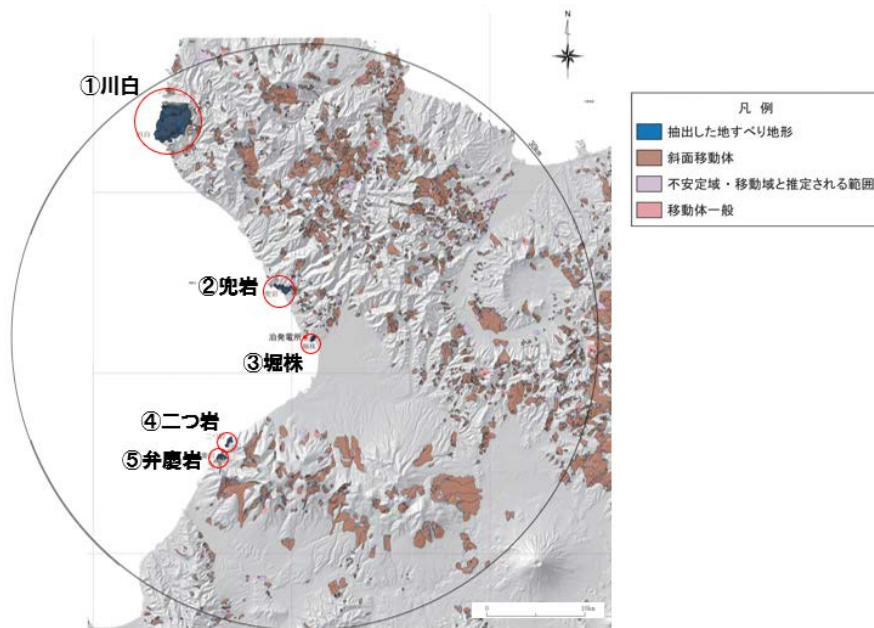
##### 【⑥-1既往津波の文献調査】

- 「泊発電所の敷地周辺に襲撃した可能性のある、陸上地すべりに伴う既往津波の事例」を対象に、地すべり及び斜面崩壊の痕跡、分布、規模等についての文献調査を実施する。  
 > 該当する既往津波は確認されなかった。

##### 【⑥-2陸上地すべり地形の文献調査】

- 泊発電所の敷地周辺（半径30km程度）の範囲を対象に、沿岸部に分布する地すべり地形について、文献調査を実施する。  
 > 防災科学研究所（2010）により、「川白」、「兜岩」、「堀株」、「二つ岩」及び「弁慶岩」を確認した。

##### 平成27年5月15日審査会合における説明内容を再掲



地すべり地形位置図（防災科学研究所 地すべり地形分布図データベースに一部加筆）

## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

## (2) 地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査

## ⑦陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波

## 【STEP1:最新の文献調査】

- 「⑦-1既往津波の文献調査」では、「泊発電所の敷地周辺に襲撃した可能性のある、岩盤崩壊に伴う既往津波の事例」について文献調査を実施しているが、右表のとおり該当する既往津波は確認されていなかった。
- これまでの審査会合(平成27年8月21日)以降の文献・学会等も調査を継続してきたが、該当する既往津波は確認されなかった。

- 「⑦-2岩盤崩壊地形の文献調査」では、泊発電所の敷地周辺(半径30km程度)の範囲を対象に、沿岸部における岩盤崩壊事例について文献調査を実施しており、北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会(2000)に基づく岩盤崩壊事例を確認していた(右表参照)。
- これまでの審査会合(平成27年8月21日)以降の文献・学会等も調査を継続してきたが、北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会(2000)の更新もなく、調査対象の岩盤崩壊事例に関する新たな知見は確認されなかった。



## 【STEP2:最新の文献調査結果を踏まえた検討】

- STEP1にて、新たな知見が確認されなかったため、これまでの審査会合にて説明済みの内容から変わらず、泊発電所の敷地周辺に最も大きな影響を与える津波を発生させる可能性がある岩盤崩壊の地点である「ピンノ岬付近」(右図参照)に伴う津波の数値シミュレーションを実施する(結果はP31参照)。

## 説明済みの内容(平成27年8月21日審査会合)

(2) 地震以外の要因に伴う津波

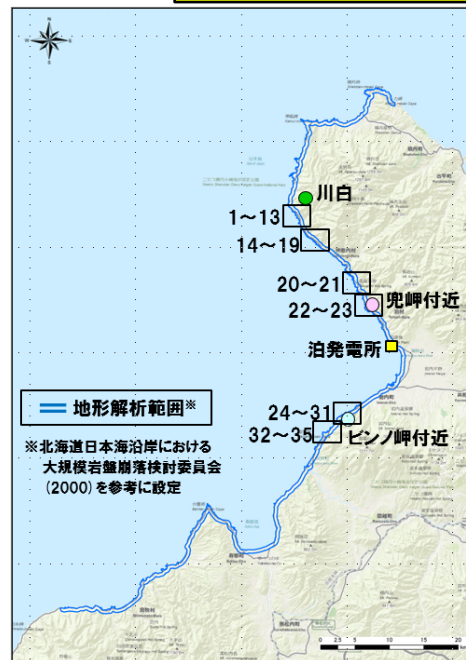
## 【⑦-1既往津波の文献調査】

- 「泊発電所の敷地周辺に襲撃した可能性のある、陸上地すべりに伴う既往津波の事例」を対象に、地すべり及び斜面崩壊の痕跡、分布、規模等についての文献調査を実施する。
  - 該当する既往津波は確認されなかった。

## 【⑦-2岩盤崩壊地形の文献調査】

- 泊発電所の敷地周辺(半径30km程度)の範囲を対象に、「沿岸部における岩盤崩壊事例」について、文献調査を実施する。
  - 地形解析時の参考として、北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会(2000)に基づく岩盤崩壊事例を確認した。
- 崩壊事例を参考に地形解析を実施し、岩盤崩壊の可能性のある急傾斜地を確認する。
  - 川白～ピンノ岬付近の範囲で大規模な急傾斜地を確認した。

## 平成27年8月21日審査会合における説明内容を再掲



岩盤崩壊地形の抽出結果



## (2) 地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査

## 組合せ津波の対象選定

## 【最新の文献調査結果を踏まえた検討】

- 文献調査の目的 (P25参照) に示すとおり、「④火山による山体崩壊に伴う津波」・「⑤海底地すべりに伴う津波」・「⑥陸上の斜面崩壊 (陸上地すべり)」・「⑦陸上の斜面崩壊 (岩盤崩壊)」の結果を踏まえた検討として、津波の数値シミュレーション結果の比較を実施している (右表参照)。
- 前述のとおり、④～⑦にて最新の文献調査による新たな知見は確認されていないことから、本検討の結果はこれまでの審査会合にて説明済みの内容 (右表参照) から変わらず、以下のとおりとなった (下表参照)。
  - 最大ケースは「陸上地すべり (川白)」となった。

## 説明済みの内容 (平成27年8月21日審査会合)

- 【組合せ津波の対象選定】
- 地震以外の要因に伴う津波の数値シミュレーション結果を比較し、その最大ケースを組合せ津波の対象として選定する。
    - 最大ケースは「陸上地すべり (川白)」となった。

## 平成27年8月21日審査会合における説明内容を修正

## 地震以外の要因に伴う津波 数値シミュレーション結果

評価項目	【参考】 火山による山体崩壊 (渡島大島)*	海底地すべりE	陸上地すべり (川白)	岩盤崩壊 (ピンノ岬付近)
	評価値	評価値	評価値	評価値
防潮堤前面 (上昇側)	1.59m	0.24m	4.92m	2.41m
3号炉取水口 (上昇側)	1.32m	0.22m	3.45m	1.53m
1, 2号炉取水口 (上昇側)	1.22m	0.22m	3.64m	1.41m
放水口 (上昇側)	1.13m	0.24m	5.91m	1.71m
3号炉取水口 (下降側)	1.01m	0.16m	4.18m	1.57m
「貯留堰を下回る時間」	0s	0s	38s	0s

\* 火山噴火に伴う事象であり、地震事象とは独立した事象であるため、地震に伴う津波との組合せの検討対象としない。

## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

### (3) 行政機関による津波評価に関する文献調査

1. 残されている審査上の論点・指摘事項	2
2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果	11
(1) 既往津波の検討に関する文献調査(残されている審査上の論点No.9に関連)	13
(2) 地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査	24
(3) 行政機関による津波評価に関する文献調査(残されている審査上の論点No.9に関連)	32
(4) まとめ	39



## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

### (3) 行政機関による津波評価に関する文献調査

#### 行政機関による津波評価に関する文献調査 目的

- 行政機関による津波評価について下図に示す検討を実施し、その結果(下図のうち赤字部)を平成26年12月5日の審査会合において説明している。
- また、下図□に示す文献調査による検討については、これまでの審査会合以降も継続的に最新の知見を調査してきた。
- 本章では、これまでの審査会合以降に確認された新たな知見を明らかにしたうえで、当該知見を踏まえた検討結果について説明する。

##### 【⑧国の検討会モデルによる検討に関する文献調査】P35参照

- 泊発電所の敷地周辺への影響が大きいと考えられる「日本海を波源域とした、国の検討会モデルによる既往の津波評価」を対象に、波源選定の考え方、解析条件等についての文献調査を実施し、結果をとりまとめる。
  - 国交省ほか(2014)を抽出した。
- とりまとめた結果を踏まえ、泊発電所の敷地周辺への影響が大きいと考えられる断層モデルとして、「断層モデルの規模が大きく、断層モデルから泊発電所までの距離が短い断層モデル」を抽出する。
  - 国交省ほか(2014)にて公表された断層モデルから「F12断層」、「F14断層」及び「F15断層」を抽出した。

##### 【⑨地方自治体モデルによる検討に関する文献調査】P36～37参照

- 泊発電所の敷地周辺への影響が大きいと考えられる「日本海を波源域とした、地方自治体モデルによる既往の津波評価」を対象に、波源選定の考え方、解析条件等について文献調査を実施し、結果をとりまとめる。
- とりまとめた結果を踏まえ、泊発電所の敷地周辺への影響が大きいと考えられる断層モデルとして、「断層モデルの規模が大きく、断層モデルから泊発電所までの距離が短い断層モデル」を抽出する。

##### 【津波の数値シミュレーション】P38参照

- 抽出した断層モデルを用いて、大すべり域の不確かさを考慮した津波の数値シミュレーションを実施する。
  - 抽出した断層モデルを用いて津波を数値シミュレーションを実施し、泊発電所の敷地における水位変動量を求めた。

##### 【津波の数値シミュレーション】P38参照

- 抽出した断層モデルを用いて、津波の数値シミュレーションを実施する。

##### 【日本海東縁部に想定される地震に伴う津波との比較】P38参照

- 行政機関の波源に基づく津波の数値シミュレーション結果と、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波に関する当社評価結果\*とを比較し、当社評価結果が行政機関の波源に基づく評価結果を上回ることを確認する。
  - 当社評価結果が行政機関の波源に基づく評価結果を上回ることを確認し、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波に関する当社評価結果が妥当であることを確認した。

\*「地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ」の結果ではなく、「地震に伴う津波」としての影響の大きさを比較する観点から、「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」と比較した。

□ : 文献調査による検討      □ : 文献調査の結果を踏まえた検討

## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

### (3) 行政機関による津波評価に関する文献調査

#### 行政機関による津波評価に関する文献調査 方法

- 以下⑧及び⑨の検討項目毎に、下図の検討フローに示すSTEP1, 2のとおり検討を実施した。
  - ⑧国の検討会モデルによる検討 (P35参照)
  - ⑨地方自治体モデルによる検討 (P36～37参照)
- また、以下に示す「⑧及び⑨の結果を踏まえて実施する検討項目」についても、STEP2の検討を実施した。
  - ・日本海東縁部に想定される地震に伴う津波との比較 (P38参照)

#### 【検討フロー】

##### 《主な情報収集範囲》

- 検討する項目に関連し、複数の専門家による客観的な評価が掲載されている国内外の最新の文献・論文を扱っている学会及び公的機関を対象とする。

- |          |             |          |                  |
|----------|-------------|----------|------------------|
| ・土木学会    | ・日本活断層学会    | ・内閣府     | ・東京大学地震研究所       |
| ・日本地震学会  | ・物理探査学会     | ・国土交通省   | ・東北大学災害科学国際研究所   |
| ・日本地震工学会 | ・歴史地震研究会    | ・地震予知連絡会 | ・北海道立総合研究機構地質研究所 |
| ・日本火山学会  | ・日本地すべり学会   | ・地震調査委員会 | ・海外学術論文 等        |
| ・日本建築学会  | ・日本地球惑星科学連合 | ・国土地理院   |                  |
| ・日本地質学会  | ・産業技術総合研究所  | ・自治体     |                  |



##### 【STEP1:最新の文献調査】

- ⑧及び⑨の検討項目毎に、これまでの審査会合 (平成26年12月5日) 以降の文献・学会等から、新たな知見を調査する。



##### 【STEP2:最新の文献調査結果を踏まえた検討】

- ⑧及び⑨の検討項目及び「⑧及び⑨の検討結果を踏まえて実施する検討項目」について、STEP1で明らかとなった新たな知見を踏まえ、検討を実施する。

## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

### (3) 行政機関による津波評価に関する文献調査

#### ⑧国の検討会モデルによる検討

##### 【STEP1:最新の文献調査】

- 国の検討会モデルの文献調査のうち、⑧-1では「日本海を波源域とした、国の検討会モデルによる既往の津波評価」について、文献調査を実施している(右表参照)。
- ⑧-2では、⑧-1の結果を踏まえ「断層モデルの規模が大きく、断層モデルから泊発電所までの距離が短い断層モデル」を抽出している(右表参照)。
- これまでの審査会合(平成26年12月5日)以降の文献・学会等も調査を継続してきたが、調査対象の津波評価に関する新たな知見は確認されなかった。



##### 【STEP2:最新の文献調査結果を踏まえた検討】

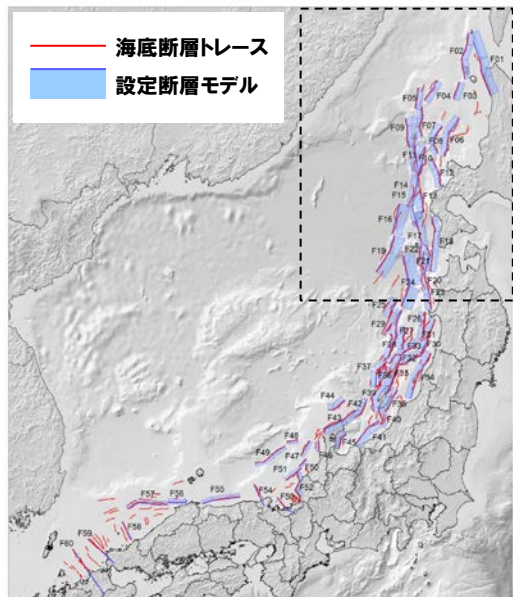
- STEP1にて、新たな知見が確認されなかったため、これまでの審査会合にて説明済みの内容から変わらず、国交省ほか(2014)にて公表された断層モデルのうち「F12断層」、「F14断層」及び「F15断層」(下図参照)に基づく津波の数値シミュレーションを実施する(結果はP38参照)。

##### 説明済みの内容(平成26年12月5日審査会合)

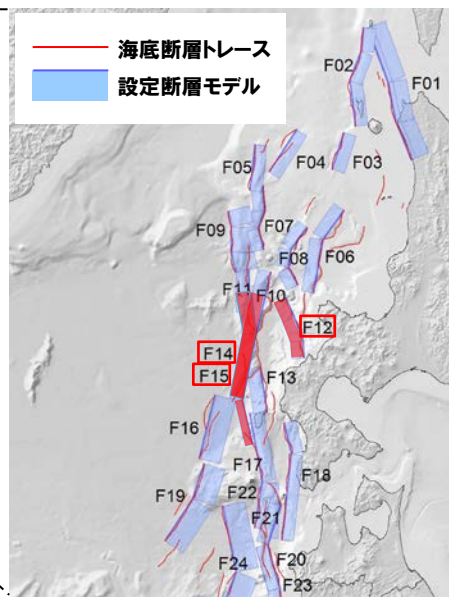
##### 【⑧国の検討会モデルによる検討に関する文献調査】

- ⑧-1 泊発電所の敷地周辺への影響が大きいと考えられる「日本海を波源域とした、国の検討会モデルによる既往の津波評価」を対象に、波源選定の考え方、解析条件等についての文献調査を実施し、結果をとりまとめる。
    - 国交省ほか(2014)を抽出した。
  - ⑧-2 とりまとめた結果を踏まえ、泊発電所の敷地周辺への影響が大きいと考えられる断層モデルとして、「断層モデルの規模が大きく、断層モデルから泊発電所までの距離が短い断層モデル」を抽出する。
    - 国交省ほか(2014)にて公表された断層モデルから「F12断層」、「F14断層」及び「F15断層」を抽出した。
- (3) 行政機関による津波評価

##### 平成26年12月5日審査会合における説明内容を再掲



津波断層モデル位置



抽出した津波断層モデル(北海道)

(国交省ほか(2014)に一部加筆)

## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

### (3) 行政機関による津波評価に関する文献調査

#### ⑨ 地方自治体モデルによる検討 (1/2)

##### 【STEP1:最新の文献調査】

○「⑨-1地方自治体モデルの文献調査」では、「日本海を波源域とした、地方自治体モデルによる既往の津波評価」について、文献調査を実施しており（右表参照）、これまでの審査会合（平成26年12月5日）以降の文献・学会等から、以下11の地方自治体にて知見が確認されたことから、その結果を右表⑨-1の結果に反映する（下表参照）。

- 北海道 (2017)    ➢ 山形県 (2014)    ➢ 石川県 (2012)    ➢ 島根県 (2012)
- 青森県 (2015)    ➢ 新潟県 (2014)    ➢ 福井県 (2012)    ➢ 山口県 (2015)
- 秋田県 (2013)    ➢ 富山県 (2012)    ➢ 鳥取県 (2012)

○また、11の地方自治体モデルを対象に右表⑨-2の検討を実施した結果、以下2つの地方自治体モデルを抽出したことから、右表⑨-2の結果に反映する（詳細は次頁）。

- 秋田県 (2013) : 最も規模の大きい断層モデルを設定しているため。
- 北海道 (2017) : 泊発電所に最も近い位置に断層モデルを想定しているため。

##### 【STEP2:最新の文献調査結果を踏まえた検討】

○上記2つの地方自治体モデルに基づく津波の数値シミュレーションを実施し、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波に関する当社評価結果との比較を行う（P37～38参照）。

日本海を波源域とした地方自治体モデル

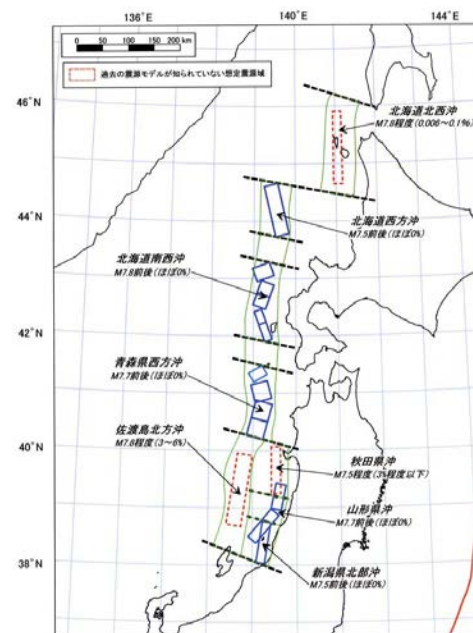
地方自治体	最大規模の地震		想定位置
	断層長さ	モーメントマグニチュード	
北海道 (2017)	—	M <sub>w</sub> 7.9	北海道南西沖等
青森県 (2015)	—	M <sub>w</sub> 7.9	青森県西方沖
秋田県 (2013)	350km	M <sub>w</sub> 8.69	青森県西方沖～佐渡島北方沖
山形県 (2014)	—	(マグニチュード8.5)	佐渡島北方沖
新潟県 (2014)	—	M <sub>w</sub> 8.09	佐渡島北方沖
富山県 (2012)	—	—	—
石川県 (2012)	167km	M <sub>w</sub> 7.99	佐渡島北方沖
福井県 (2012)	167km	M <sub>w</sub> 7.99	佐渡島北方沖
鳥取県 (2012)	222km	M <sub>w</sub> 8.16	佐渡島北方沖
島根県 (2012)	223km	M <sub>w</sub> 8.01	佐渡島北方沖
山口県 (2015)	—	—	—
【参考】既往最大の地震	—	M <sub>w</sub> 7.84	1993年北海道南西沖地震

(3) 行政機関による津波評価

##### 【⑨地方自治体モデルによる検討に関する文献調査】

⑨-1 泊発電所の敷地周辺への影響が大きいと考えられる「日本海を波源域とした、地方自治体モデルによる既往の津波評価」を対象に、波源選定の考え方、解析条件等について文献調査を実施し、結果をとりまとめる。

⑨-2 とりまとめた結果を踏まえ、泊発電所の敷地周辺への影響が大きいと考えられる断層モデルとして、「断層モデルの規模が大きく、断層モデルから泊発電所までの距離が短い断層モデル」を抽出する。



想定地震の震源域・規模 (地震本部 (2003) より引用)



## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

### (3) 行政機関による津波評価に関する文献調査

#### ⑨ 地方自治体モデルによる検討 (2/2)

##### 【STEP2:最新の文献調査結果を踏まえた検討】

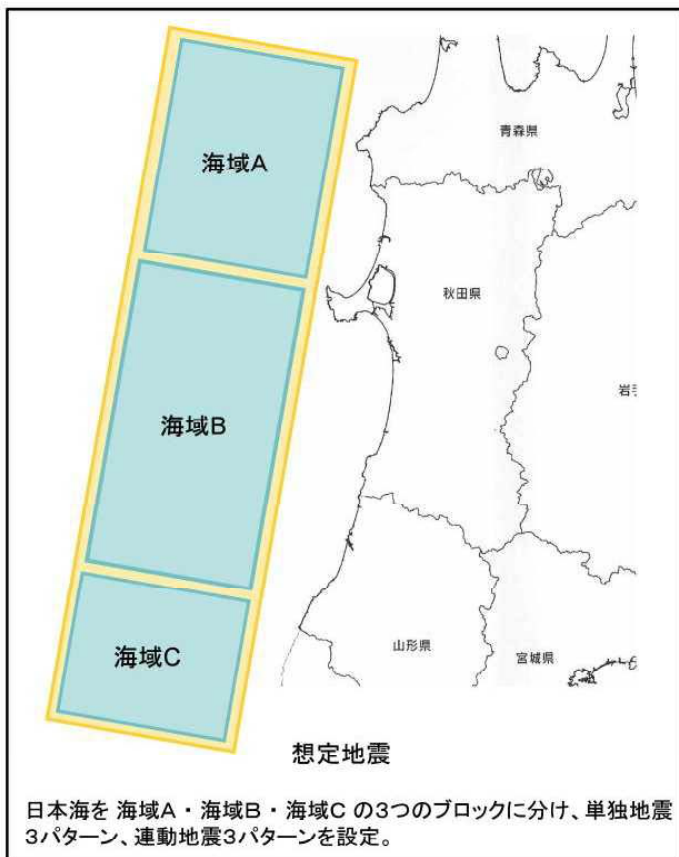
○STEP1で抽出した2つの地方自治体モデルに基づく津波の数値シミュレーションを実施する。

##### 【秋田県 (2013)】

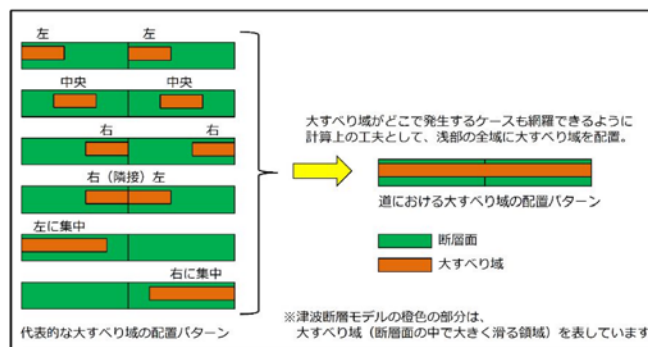
- 秋田県 (2013) では、連動地震として3領域の同時破壊を想定した断層モデルを設定している。
- 秋田県 (2013) より公表された断層モデルのうち、断層モデルの規模が最も大きい「海域A+B+C連動モデル」を用いて、津波の数値シミュレーションを実施する (結果は次頁参照)。

##### 【北海道 (2017)】

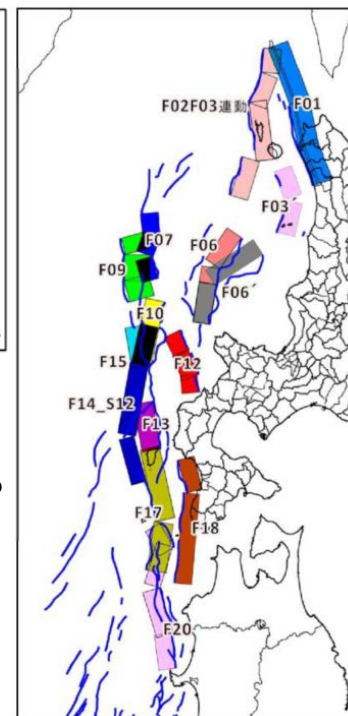
- 北海道 (2017) では、国交省ほか (2014) における大すべり域の位置の不確かさを考慮した断層モデルに対して、大すべり域を浅部の全域に配置した断層モデルとしている。
- したがって、国交省 (2014) と同様に、「断層モデルの規模が大きく、断層モデルから泊発電所までの距離が短い断層モデル」として「F12断層」、「F14断層」※及び「F15断層」を用いて、浅部の大すべり域を全域に配置した津波の数値シミュレーションを実施する (結果は次頁参照)。



(秋田県 (2013) より引用)



※F14断層については、F12断層及びF15断層と同様に、「浅部の大すべり域を全域に配置した断層モデル (F14断層①)」を検討することに加え、再現性の高いモデルとして、「南部のセグメント全体に大すべり域を配置した断層モデル (F14断層②)」についても検討している。



(北海道 (2017) より引用)

## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

### (3) 行政機関による津波評価に関する文献調査

#### 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波との比較

##### 【最新の文献調査結果を踏まえた検討】

- 文献調査の目的(P33参照)に示すとおり、「⑧国の検討会モデルによる検討」及び「⑨地方自治体モデルによる検討」の結果を踏まえた検討として、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波に関する当社評価結果※との比較を実施している(右表参照)。
- 前述のとおり、「⑨地方自治体モデルによる検討」にて、秋田県(2013)及び北海道(2017)の断層モデルを用いた津波の数値シミュレーションを新たに実施したことを踏まえ、あらためて検討を実施した。
- 結果は下表のとおりであり、これまでの審査会合にて説明済みの内容(右表参照)から変わらず、当社評価結果が行政機関の波源に基づく評価結果を上回った。
  - 当社評価結果が行政機関の波源に基づく評価結果を上回ることを確認し、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波に関する当社評価結果が妥当であることを確認した。

##### 説明済みの内容(平成26年12月5日審査会合)

(3) 行政機関による津波評価

##### 【日本海東縁部に想定される地震に伴う津波との比較】

- 行政機関の波源に基づく津波の数値シミュレーション結果と、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波に関する当社評価結果※とを比較し、当社評価結果が行政機関の波源に基づく評価結果を上回ることを確認する。
  - 当社評価結果が行政機関の波源に基づく評価結果を上回ることを確認し、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波に関する当社評価結果が妥当であることを確認した。

※「地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ」の結果ではなく、「地震に伴う津波」としての影響の大きさを比較する観点から、「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」と比較した。

##### 平成26年12月5日審査会合における説明内容を修正

##### 行政機関による津波評価に基づく津波の数値シミュレーション結果

区分	国交省ほか(2014)			秋田県(2013)	北海道(2017)				【参考】 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波 (当社評価結果)※
	F12断層	F14断層	F15断層	海域A+B+C 連動モデル	F12断層	F14断層①	F14断層②	F15断層	
	評価値	評価値	評価値	評価値	評価値	評価値	評価値	評価値	評価値
防潮堤前面 (上昇側)	4.05m	4.29m	4.87m	2.53m	4.76m	4.72m	3.92m	5.62m	10.20m
3号炉取水口 (上昇側)	2.47m	3.49m	3.37m	2.15m	2.78m	3.70m	3.81m	3.82m	8.50m
1, 2号炉取水口 (上昇側)	2.50m	3.44m	3.37m	2.15m	2.58m	3.77m	3.55m	3.76m	8.63m
放水口 (上昇側)	2.57m	3.54m	3.13m	1.78m	2.59m	3.95m	2.66m	3.35m	9.20m
3号炉取水口 (下降側)	2.50m	2.74m	3.33m	2.07m	2.81m	3.40m	2.54m	4.07m	9.11m (参考値)
「貯留堰を 下回る時間」	0s	0s	0s	0s	0s	0s	0s	16s	706s

( ) : 今回追加, 黄色ハッチング: 行政機関による津波評価に基づく水位変動量の最大ケース

## (4) まとめ

1. 残されている審査上の論点・指摘事項	2
2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果	11
(1) 既往津波の検討に関する文献調査(残されている審査上の論点No.9に関連)	13
(2) 地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査	24
(3) 行政機関による津波評価に関する文献調査(残されている審査上の論点No.9に関連)	32
(4) まとめ	39

## 2. 最新の文献調査及び津波評価への反映結果

## (4) まとめ

- 2章(1)～(3)で実施した最新の文献調査結果をまとめると、下表のとおり。  
 ○「2.(2)地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査」では、これまでの審査会合以降に新たな知見は確認されなかった。  
 ○「2.(1)既往津波の検討に関する文献調査」及び「2.(3)行政津波による津波評価に関する文献調査」では、これまでの審査会合以降に確認された新たな知見を踏まえた検討を実施した結果、これまでの審査会合にて説明済みの内容と変わらない結論となった。

章	検討項目	STEP1 最新の文献調査結果		STEP2 最新の文献調査結果を踏まえた検討結果		
		新たに抽出した文献等	文献等に基づくデータの更新内容			
(1)	既往津波の検討に関する文献調査	①	既往津波の文献調査 ・宇佐美ほか(2013)	日本海を波源域とした既往津波として、「2007年能登半島地震」及び「2007年新潟県中越沖地震」を追加した。	データ更新後においても、以下の結論に変更はない。 ○泊発電所の敷地周辺に最も影響を与えた既往津波として、1993年北海道南西沖地震津波を抽出した。 ○泊発電所の敷地周辺において、津波堆積物は確認されなかった。 ○泊発電所より南方約100km以遠の渡島半島桧山地域及び奥尻島では、津波堆積物が確認された。 ○泊発電所より南方約100km以遠の渡島半島桧山地域及び奥尻島における津波堆積物の分布標高は、該当する津波イベントの津波痕跡高よりも小さく、津波痕跡高と整合した。 ○1993年北海道南西沖地震津波の計算津波高と津波痕跡高とを比較した結果、再現性の目安を概ね満足した。	
		②	津波痕跡高の文献調査 ・東北大学・原子力規制庁(2014)	泊発電所の敷地周辺への影響が大きかったと考えられる5件の既往津波のうち、「1983年日本海中部地震津波」及び「1993年北海道南西沖地震津波」の津波痕跡高を更新した。		
		③	津波堆積物の文献調査 ・川上ほか(2015) ・川上ほか(2017a) ・Kawakami et al.(2017b) ・東大地震研(2017)	既に津波堆積物が確認されていた泊発電所より南方約100km以遠(渡島半島桧山地域及び奥尻島)において、津波堆積物のデータを拡充した。		
(2)	地震以外の要因に伴う津波に関する文献調査	④	火山による山体崩壊に伴う津波	無	—	新たな知見はなく、以下の結論に変更はない。 ○第四紀以降の火山であり、完新世に活動がある又は将来の活動の可能性のある「渡島大島」の火山活動に伴う津波の数値シミュレーションを実施した。 ○概略体積が最も大きい海底地すべり地形である「海底地すべりE」に伴う津波の数値シミュレーションを実施した。 ○泊発電所の敷地周辺に最も大きな影響を与える津波を発生させる可能性がある地すべり地形である「川白」に伴う津波の数値シミュレーションを実施した。 ○泊発電所の敷地周辺に最も大きな影響を与える津波を発生させる可能性がある岩盤崩壊の地点である「ピンノ岬付近」に伴う津波の数値シミュレーションを実施した。 ○上記の4つの要因に伴う津波の数値シミュレーション結果のうち、最大ケースである「川白」を組合せ津波の対象として選定した。
		⑤	海底地すべりに伴う津波	無	—	
		⑥	陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)に伴う津波	無	—	
		⑦	陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波	無	—	
(3)	行政機関による津波評価に関する文献調査	⑧	国の検討会モデルに関する文献調査	無	—	行政機関による断層モデルの追加後においても、以下の結論に変更はない。 ○当社評価結果が行政機関の波源に基づく評価結果を上回ることを確認し、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波に関する当社評価結果が妥当であることを確認した。
		⑨	地方自治体モデルに関する文献調査 ・北海道(2017) ・青森県(2015) ・秋田県(2013) ・山形県(2014) ・新潟県(2014) ・富山県(2012) ・石川県(2012) ・福井県(2012) ・鳥取県(2012) ・島根県(2012) ・山口県(2015)	泊発電所の敷地周辺への影響が大きいと考えられる断層モデルとして、秋田県(2013)及び北海道(2017)を追加した。		