

泊発電所 3 号炉

設置許可基準規則への適合状況について

第 6 条

外部からの衝撃による損傷の防止（その他外部事象）

令和 5 年 3 月 30 日
北海道電力株式会社

本資料中の [〇〇]（記載例：[6条自然-〇]）は、当該記載の抜粋元として、まとめ資料のページ番号を示している。

目次

【本日の説明事項】	1
1. 規制要求事項	2
2. 設計上考慮すべき外部事象の選定と評価の流れ	3
3. 外部事象の選定	4
4. 外部事象防護対象施設の選定	5
5. 自然現象の組合せ	6
6. 外部事象に対する影響評価及び対策の検討	7
6. 1 自然現象に対する影響評価及び対策の検討	7
6. 1. 1 自然現象に対する影響評価及び対策の検討 風（台風）	8
6. 1. 2 自然現象に対する影響評価及び対策の検討 凍結	10
6. 1. 3 自然現象に対する影響評価及び対策の検討 積雪	11
6. 1. 4 自然現象に対する影響評価及び対策の検討 地滑り	12
参考資料	13

6条共通

その他
外部事象

【本日の説明事項】**第6条外部からの衝撃による損傷の防止（その他外部事象）****【本日の説明事項】**

設置許可基準規則第6条 外部からの衝撃による損傷の防止の要求事項に対する適合性を確認するため、発電所敷地で想定される自然現象又はその組合せについての影響評価、また、発電所敷地又はその周辺において想定される人為事象に対しての影響評価を行い、それぞれの事象に対して適切な防護対策が施されていることを確認した。

概要は、以下の通り。

- 国内外の文献から網羅的に抽出した外部事象から泊発電所において考慮すべき自然現象及び人為事象を選定し、影響評価を行い、安全施設が安全性を損なうことのない設計であることを確認した。
- 自然現象及び人為事象に対する影響評価を行った。なお、竜巻、火山の影響、森林火災及び近隣工場等の火災については別資料で説明する。
- まとめ資料は、2017年3月までに審査を受けたものから先行審査実績を踏まえ、安全重要度分類のクラス1,クラス2及び安全評価上その機能に期待するクラス3を外部事象防護対象施設として整理した。また、先行審査実績を踏まえ記載の充実や表現の適正化を図っている。

1. 規制要求事項

➤ 規制要求事項

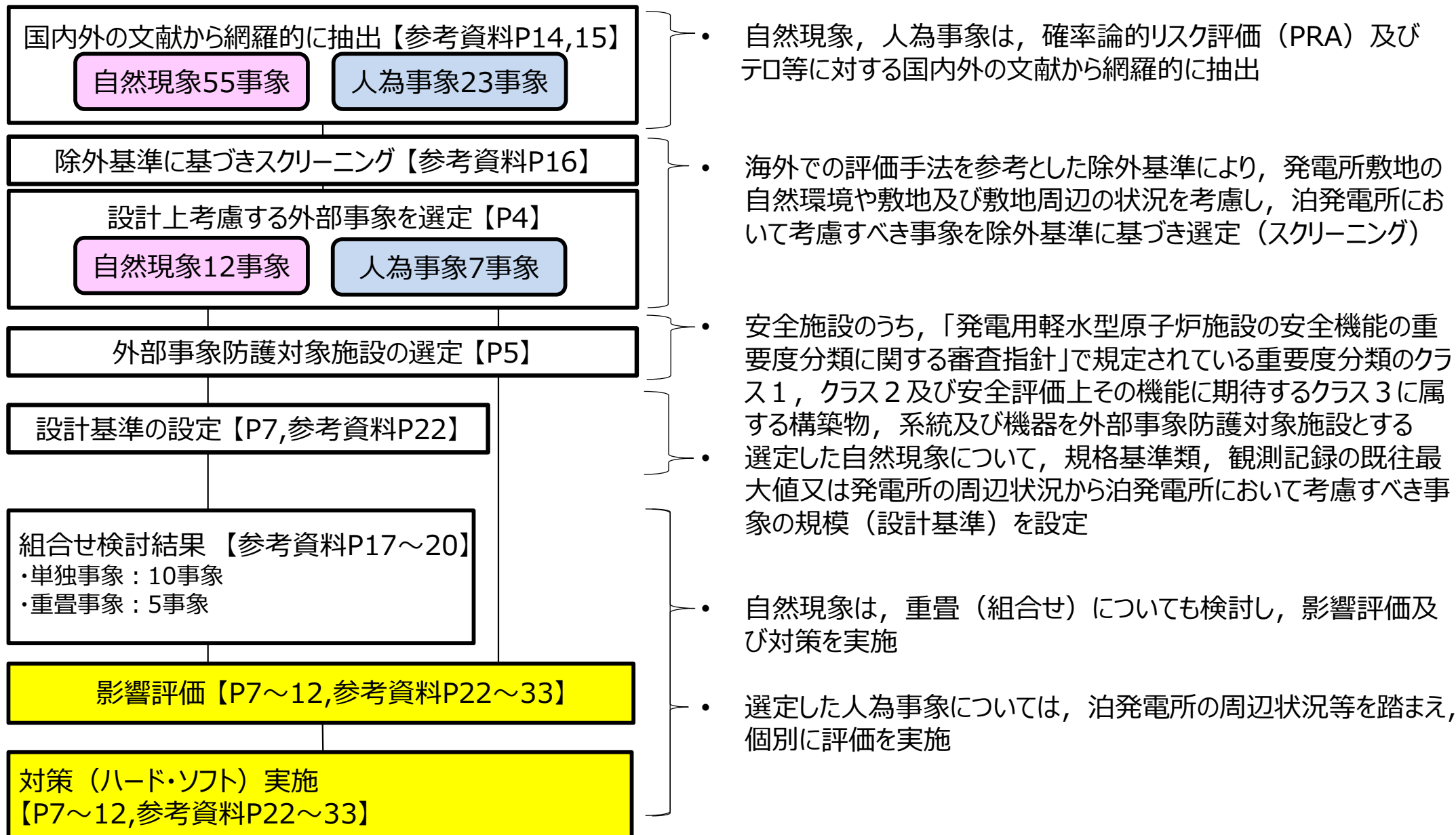
「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下、「設置許可基準規則」という。）において、自然現象及び人為事象に対して、以下のとおり、安全施設の安全機能を維持することが求められている

第1.1.1表 設置許可基準規則第6条及び技術基準規則第7条
要求事項（設置許可基準規則第6条を抜粋）

設置許可基準規則第6条 (外部からの衝撃による損傷の防止)		
安全施設（兼用キャスクを除く。）は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。	<ul style="list-style-type: none"> 「想定される自然現象」とは、<u>洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象又は森林火災等から適用されるものをいう。</u> 自然現象は、過去の記録、現地調査の結果及び最新知見等を参考にして、必要のある場合には、<u>異種の自然現象を重畳させる。</u> 	自然現象の選定 重畳（組合せ）も考慮
2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。		
3 安全施設（兼用キャスクを除く。）は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。以下「人為による事象」という。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。	<ul style="list-style-type: none"> 「人為によるもの（故意によるものを除く）」とは、<u>飛来物（航空機落下等）、ダム崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突又は電磁的障害等をいう。</u> 	人為事象の選定

2. 設計上考慮すべき外部事象の選定と評価の流れ

➤ 以下のフローに従い外部事象の選定，評価を実施



3. 外部事象の選定

➤ 外部事象（自然現象，人為事象）の選定結果

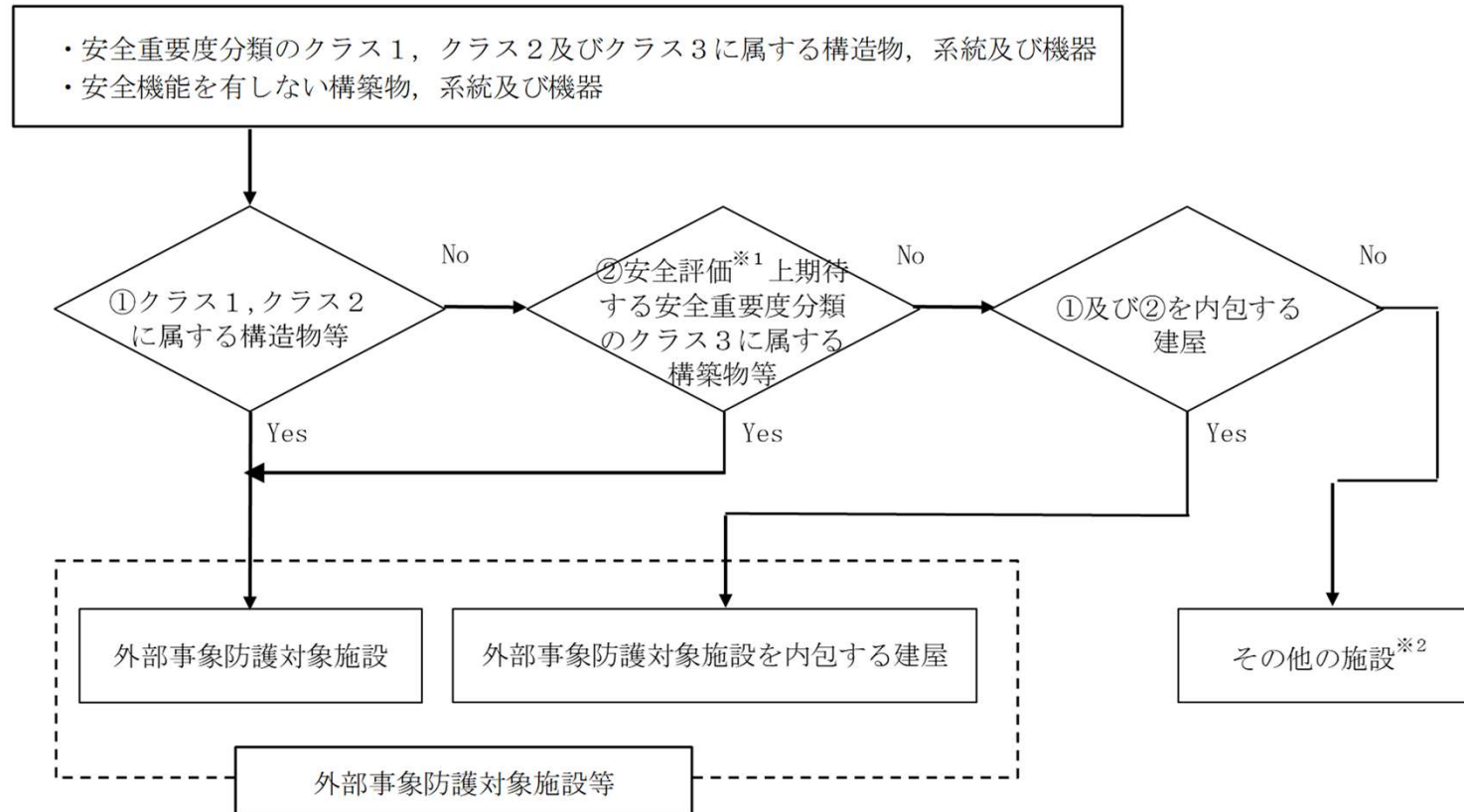
スクリーニングの結果，除外されなかった外部事象について，設計基準値を設定すると共に，個々の事象が安全施設に与える影響の評価を実施

自然現象（12事象）	人為事象（7事象）
1. 洪水【参考資料P23】 2. 風（台風）【P8～9】 3. 竜巻 4. 凍結【P10】 5. 降水【参考資料P24,25】 6. 積雪【P11】 7. 落雷【参考資料P26】 8. 地滑り【P12】 9. 火山の影響 10. 生物学的事象【参考資料P27】 11. 森林火災 12. 高潮【参考資料P23】	1. 飛来物（航空機落下）【参考資料P29】 2. ダムの崩壊【参考資料P30】 3. 爆発【参考資料P31】 4. 近隣工場等の火災 5. 有毒ガス【参考資料P31】 6. 船舶の衝突【参考資料P32】 7. 電磁的障害【参考資料P33】

 : 別資料にて説明

▶ 安全施設のうち外部事象防護対象施設の抽出

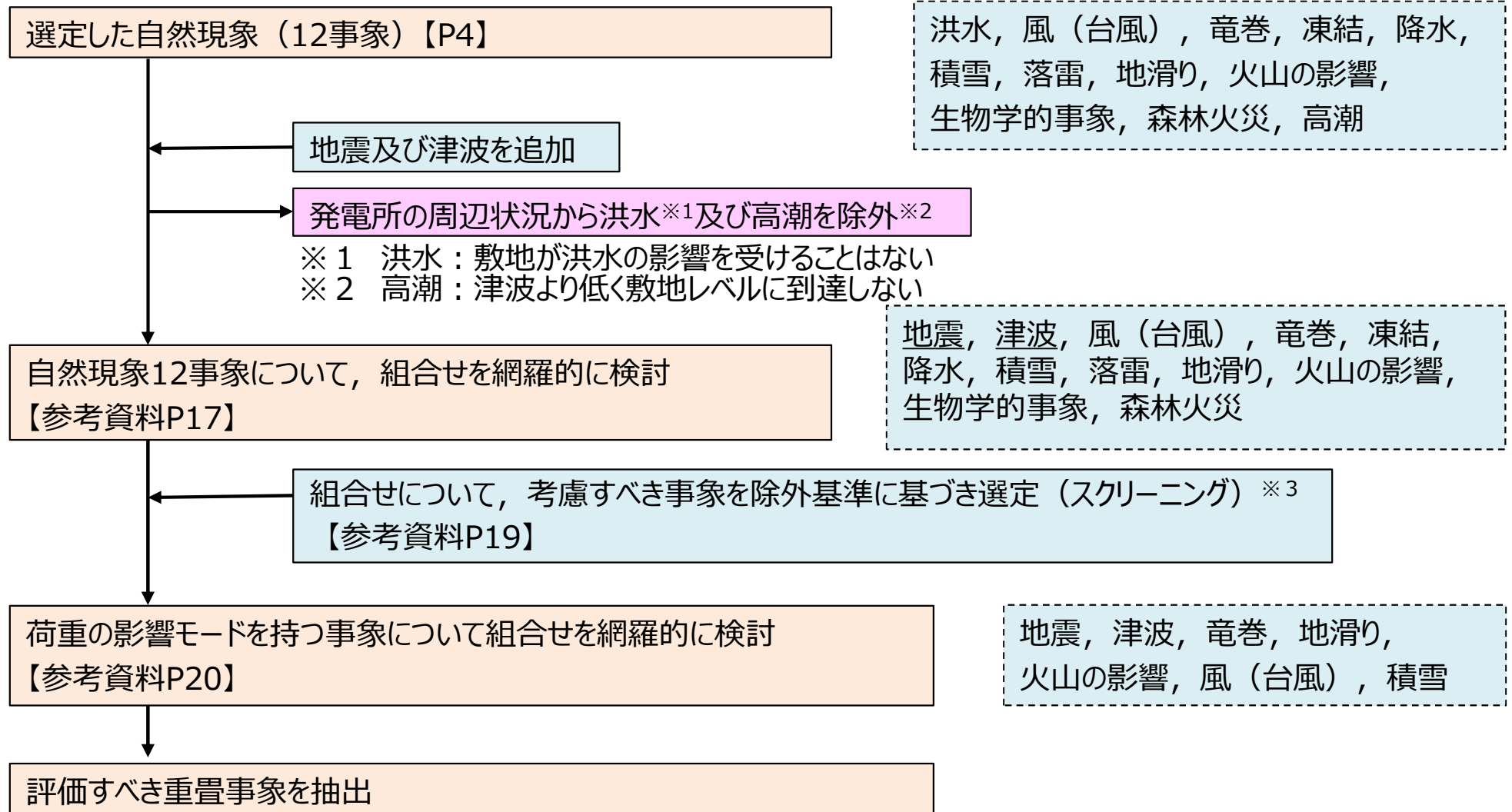
- 設置許可基準規則第6条の防護対象である安全施設のうち、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されている重要度分類のクラス1, クラス2及び安全評価上その機能に期待するクラス3に属する構築物, 系統及び機器を外部事象防護対象施設とし, また外部事象防護対象施設を内包する建屋を含めて外部事象防護対象施設等として選定した
- 外部事象防護対象施設等の抽出フローは6条共通とする



※1 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析

※2 その他の施設のうち安全施設は, 機能を維持すること, 若しくは損傷を考慮して代替設備, 修復等でその機能を確保

➤ 以下のフローに従い、自然現象の重畳（組合せ）検討を実施



※3 同時に発生する可能性が極めて低いもの、個々の自然現象が外部事象防護対象施設に与える影響が小さくなるもの及び増長する影響が個別の事象の設計余裕に包絡されている等の組合せは除外する

6. 外部事象に対する影響評価及び対策の検討

6.1 自然現象に対する影響評価及び対策の検討

➤ 選定した自然現象における設計基準設定の考え方，影響評価及び対策の概要

自然現象	設計基準値	設計基準設定の考え方	影響評価及び対策の概要
風 (台風)	36m/s	建築基準法に定める泊村（古宇郡）における基準風速36m/s（10分平均）と過去の観測記録の既往最大値27.9m/s（小樽特別地域気象観測所）を比較し36m/sに設定する。	安全施設について，風速36m/sの風荷重に対し，安全機能が損なわれないことを確認した。
凍結	-19.0℃	過去の観測記録の既往最大値（-18.0℃）を踏まえ，既設置変更許可の値に設定する。	安全施設について，凍結（低温：-19.0℃）に対して凍結防止等の対策を行うことで安全機能が損なわれないことを確認した。
積雪	189cm	建築基準法に定める垂直積雪量150cm（泊村）と過去の観測記録189cmを比較し189cmに設定する。	安全施設について，積雪量189cmによる影響に対して，安全機能が損なわれないことを確認した。
地滑り	—	空中写真判読，公刊の地滑りに関する知見等を確認する。	文献，地質調査結果を踏まえ，別途ご説明する。

※ 本表では，自然現象の4事象を説明しているが，それ以外の自然現象及び人為事象については参考資料P22～33参照

➤ **設計基準値の設定**

- ・ 規格・基準類の要求：建築基準法の基準風速36m/s（泊村（古宇郡），10分平均）
- ・ 観測記録の既往最大値：27.9m/s（1954年9月27日 小樽特別地域気象観測所）
- ◎ 建築基準法の基準風速（36m/s）を設計基準値に設定する

➤ **影響評価（健全性評価）**

- ・ 外部事象防護対象施設等について，風荷重に対して安全機能が損なわれないことを確認
なお，風荷重は地震，津波，火山の影響に対して適切に組み合わせる
- ① 建屋に設置されている設備は，風速36m/sの風荷重が作用しても，当該建屋の健全性を確認することにより，設備の安全機能が損なわれないことを確認
- ② 建屋外に設置されている設備は，風速36m/sの風荷重が作用しても設備の安全機能が損なわれないことを確認
- ・ 上記以外の安全施設については，風（台風）に対して機能維持する，又は風（台風）による損傷を考慮して，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能な設計とする
- ・ 台風の発生に伴う飛来物の影響は，竜巻影響評価にて想定している設計飛来物の影響に包絡されており，安全施設の安全機能が損なわれるおそれはない

観測地点	既往最大値 (日最大風速)	記録された年月日
寿都特別地域気象観測所	20.3m/s (49.8m/s) ※	2004年2月23日
小樽特別地域気象観測所	27.9m/s	1954年9月27日

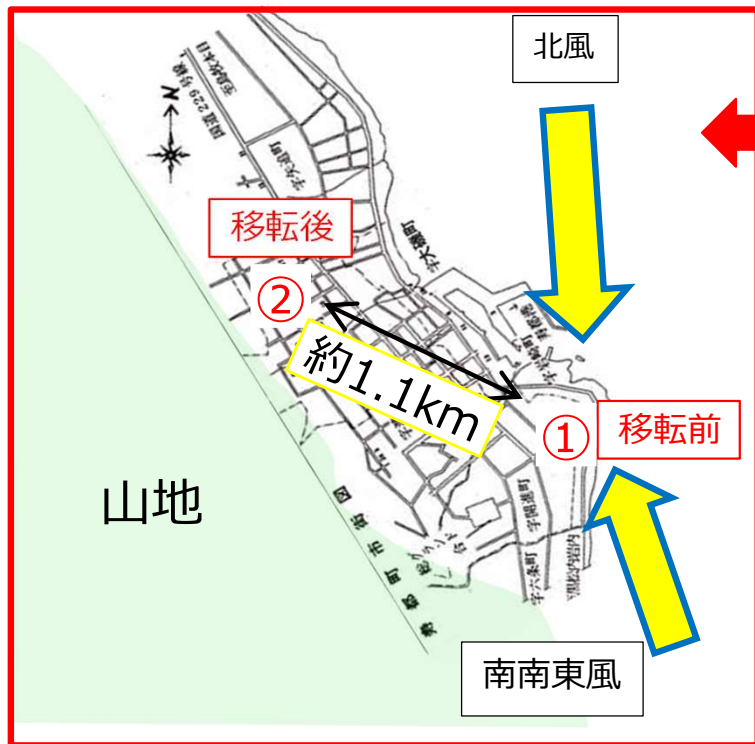
※ 寿都特別地域気象観測所の観測記録の既往最大値は49.8m/sであるものの，移転後の観測記録を採用することが妥当であると評価し，移転後の観測記録である20.3m/sを考慮した。

➤ 寿都地方における局地的な強風が発生する地形的特異性について

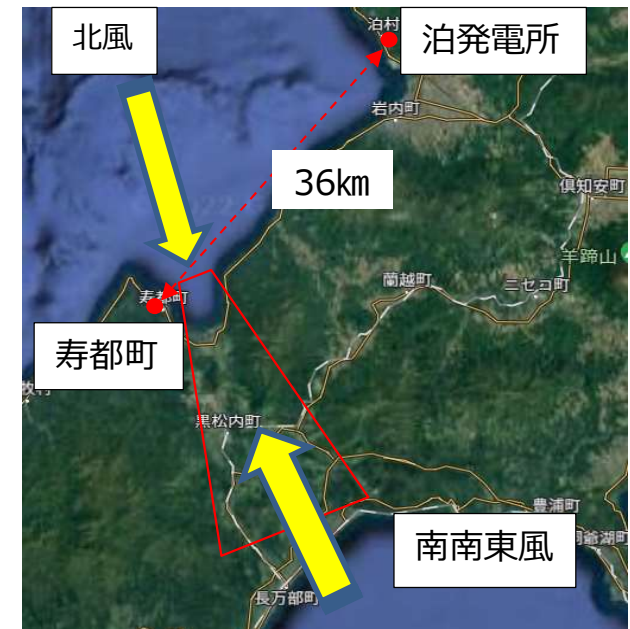
- ・ 寿都町は北側が日本海に面し、三方を丘陵地に囲まれた低地帯である。日本海側に位置する寿都町は、太平洋側に位置する長万部（噴火湾）から黒松内を經由し寿都までの「黒松内低地帯」を限られた時期（寿都では例年5月～7月程度）に一定期間吹走する状況が観測されており、これは長万部から寿都までの黒松内低地帯で風下である寿都に風が集まり強風化するものである。（佐川正人 2004,北海道寿都地方の強風域における風向・風速の特徴,地理学評論77-6:441-459）
- ・ 冬季においては、シベリア高気圧の影響による西高東低型の気圧配置による北風と地形的な影響により強風化する。（第4図）

➤ 移転後の寿都特別地域気象観測所における観測記録の妥当性について

移転前の観測所は強風の影響を受けやすい沿岸部に位置していたので、この影響を受けない移転後の寿都特別地域気象観測所及び小樽特別地域気象観測所の既往最大風速を考慮し、従来の既設置許可と同様にこれらの既往最大風速よりも大きな風速である、建築基準法で定める泊村（古宇郡）の基準風速を設計基準風速とした。



第3図 寿都特別地域気象観測所の移転について
（「寿都気象百年史」に加筆）



第4図 寿都地方における地形的特徴について

6.1.2 自然現象に対する影響評価及び対策の検討 凍結

➤ 設計基準値の設定

- ・ 規格・基準類の要求：要求なし
- ・ 観測記録の既往最大値：-18.0℃（1954年1月24日 小樽特別地域気象観測所）
- ◎ 観測記録の既往最大値（-18.0℃）に対して1℃の余裕を見て既設置変更許可の値である -19.0℃とする。

➤ 影響評価（健全性評価）

- ・ 外部事象防護対象施設等について、凍結（-19.0℃）に対して安全機能が損なわれないことを確認
- ① 建屋内で換気空調や暖房設備が常時運転し温度制御している箇所に設置されている設備は、極端な低温にはさらされることはないため、設備の安全機能が損なわれないことを確認
- ② 凍結するおそれがある箇所に設置されている設備は、ヒーティングケーブルや配管寸法に応じた厚さの保温材による保温対策を実施していることから、極端な低温にはさらされることはないため、設備の安全機能が損なわれないことを確認
- ・ 上記以外の安全施設については、凍結防止対策の実施も踏まえて、低温に対して機能維持する、又は低温による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能な設計とする。

観測地点	既往最大値（最低気温）	記録された年月日
寿都特別地域気象観測所	-15.7℃※	1912年1月3日
小樽特別地域気象観測所	-18.0℃	1954年1月24日

※ 寿都特別地域気象観測所の移転前後の観測記録を比較し、既往最大値を設定した。

6.1.3 自然現象に対する影響評価及び対策の検討 積雪

➤ 設計基準値の設定

- ・ 規格・基準類の要求：建築基準法の垂直積雪量150cm（泊村）
- ・ 観測記録の既往最大値は，189cm（1945年3月17日 寿都特別地域気象観測所）
- ◎ 観測記録の既往最大値（189cm）を設計基準値に設定

➤ 影響評価（健全性評価）

- ・ 外部事象防護対象施設等について，積雪による荷重等に対して安全機能が損なわないことを確認する。なお，積雪荷重は地震，津波，火山の影響に対して適切に組み合わせる。
 - ① 屋外の設備は設計基準値の荷重に対して健全であることを確認
 - ② 屋内の設備は，当該設備を有する建屋が設計基準値の荷重に対して機械的強度を有する設計であることを確認する。
 - ③ 流体の取り入れ口等の閉塞による影響について，各建屋の換気口等の高さが設計基準値に対して高い位置に設置してあること及び上向きに開口部がない設計であることを確認する。また，積雪と風等により給気口等の閉塞が考えられるが，この場合には，運転員，保修員がガラリに付いた積雪を落とすことにより閉塞を防止する。
- ・ 上記以外の安全施設については，積雪に対して機能維持すること若しくは積雪による損傷を考慮して，代替設備により必要な機能を確保すること，安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより，安全機能を損なわない設計とする。

観測地点	既往最大値（最深積雪）	記録された年月日
寿都特別地域気象観測所	189cm※	1945年3月17日
小樽特別地域気象観測所	173cm	1945年2月19日

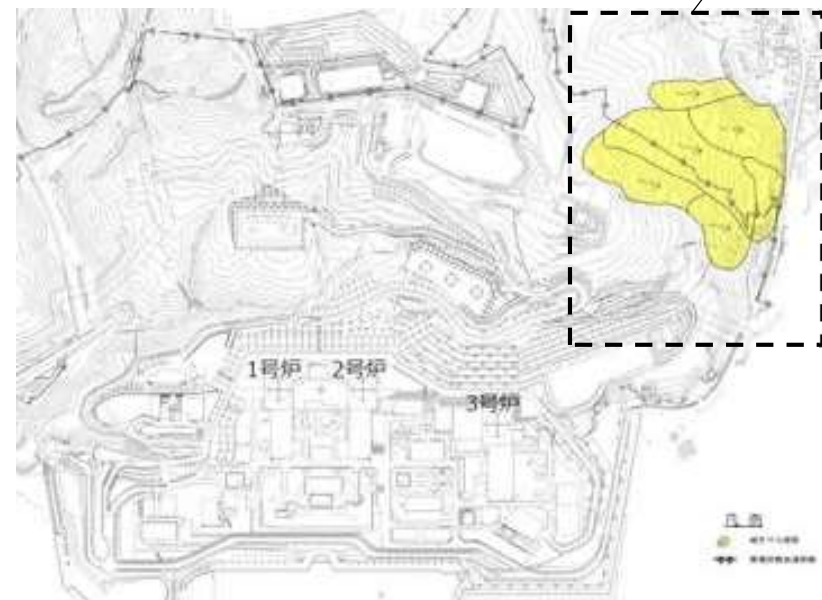
※ 寿都特別地域気象観測所の移転前後の観測記録を比較し，既往最大値を設定した。

6.1.4 自然現象に対する影響評価及び対策の検討 地滑り

➤ 地滑りについて

- 地滑り地形については、公刊の地滑りに関する知見を把握した上で、空中写真判読を実施している。
- 当該箇所（堀株守衛所付近）は重要安全施設施設から距離があるため安全機能を損なうことはない。
- なお、防災科学研究所において地滑り地形が示される当該範囲を含め、発電所敷地内及び敷地周辺の現地調査を行っており、現在その結果について取りまとめ中である。

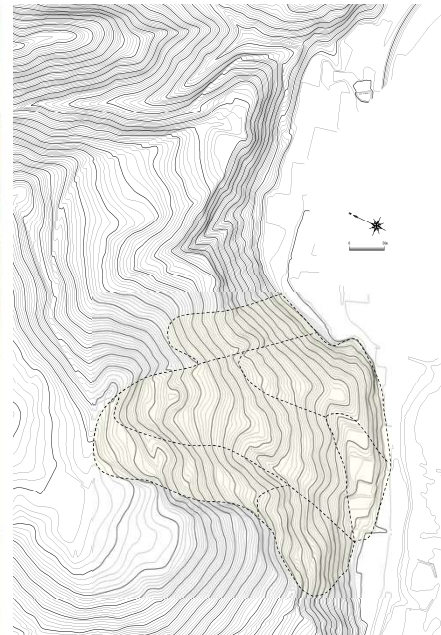
堀株守衛所付近



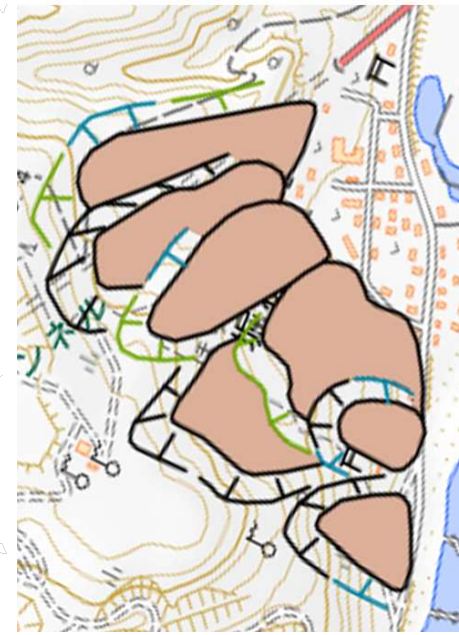
第1図 第2図から第4図に示す調査範囲



第2図 空中写真「敷地の南東（堀株）側」
(1976年国土地理院撮影)



第3図 当社で抽出した地滑り地形
(地形図は、1976年国土地理院
撮影の空中写真を使用した空中
写真図化により作成(1mコンター))



第4図 防災科学技術研究所
「1:50,000地すべり地形
分布図」

【参考】外部事象の選定（補足）（1 / 3）

➤ 外部事象（自然現象，人為事象）の抽出

- 国内外の文献から，想定される事象を網羅的に抽出
- 抽出の結果，自然現象55事象，人為事象23事象を抽出

No	自然現象	外部ハザードを抽出した文献等												
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬
1-1	極低温（凍結）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1-2	隕石	○		○		○		○		○		○		○
1-55	毒性ガス	○	○			○		○		○				

No	人為事象	外部ハザードを抽出した文献等												
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬
2-1	衛星の落下	○		○				○		○		○		
2-2	パイプライン事故（ガス等）、パイプライン事故によるサイト内爆発等	○		○		○		○						
2-23	火災（近隣工場等の火災）					○	○	○			○	○	○	○

- ① DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES(FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE(NEI-12-06 August 2012)
- ② 「日本の自然災害」国会資料編纂会1998年
- ③ Specific Safety Guide(SSG-3) “Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants”,IAEA, April 2010
- ④ 「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（制定：平成25年6月19日）
- ⑤ NUREG/CR-2300 “PRA Procedures Guide”,NRC,January 1983
- ⑥ 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（制定：平成25年6月19日）
- ⑦ ASME/ANS RA-Sa-2009 “Addenda to ASME/ANS RA-S-2008 Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications”
- ⑧ B.5.b Phase2&3 Submittal Guideline(NEI-06-12 December 2006) -2011.5 NRC公表
- ⑨ 「外部ハザードに対するリスク評価方法の選定に関する実施基準：2014」一般社団法人 日本原子力学会2014年12月
- ⑩ Safety Requirements No.NS-R-3 “Site Evaluation for Nuclear Installations”, IAEA, November 2003
- ⑪ NUREG -1407 “Procedural and Submittal Guidance for the Individual Plant Examination of External Events (IPEEE) for Severe Accident Vulnerabilities”, NRC, June 1991
- ⑫ 「産業災害全史」日外アソシエーツ2010年1月
- ⑬ 「日本災害史辞典1868-2009」日外アソシエーツ2010年9月

【参考】外部事象の選定（補足）（2 / 3）

➤ 自然現象55事象及び人為事象23事象の選定結果

1-1	極低温（凍結）	1-29	氷結
1-2	隕石	1-30	氷晶
1-3	降水（豪雨（降雨））	1-31	氷壁
1-4	河川の迂回	1-32	土砂崩れ（山崩れ，崖崩れ）
1-5	砂嵐（塩を含んだ嵐）	1-33	落雷
1-6	静振	1-34	湖又は河川の水位低下
1-7	地震活動	1-35	湖又は河川の水位上昇
1-8	積雪（暴風雪）	1-36	陥没・地盤沈下・地割れ
1-9	土壌の収縮又は膨張	1-37	極限的な圧力（気圧高低）
1-10	高潮	1-38	もや
1-11	津波	1-39	塩害・塩雲
1-12	火山（火山活動・降灰）	1-40	地面の隆起
1-13	波浪・高波	1-41	動物
1-14	雪崩	1-42	地滑り
1-15	生物学的事象	1-43	カルスト
1-16	海岸浸食	1-44	地下水による浸食
1-17	干ばつ	1-45	海水面低
1-18	洪水（外部洪水）	1-46	海水面高
1-19	風（台風）	1-47	地下水による地滑り
1-20	竜巻	1-48	水中の有機物
1-21	濃霧	1-49	太陽フレア，磁気嵐
1-22	森林火災	1-50	高温水（海水温高）
1-23	霜・白霜	1-51	低温水（海水温低）
1-24	草原火災	1-52	泥湧出（液状化）
1-25	ひょう・あられ	1-53	土石流
1-26	極高温	1-54	水蒸気
1-27	満潮	1-55	毒性ガス
1-28	ハリケーン		

2-1	衛星の落下	2-13	プラント外での化学物質の流出
2-2	パイプライン事故（ガス等），パイプライン事故によるサイト内爆発等	2-14	サイト貯蔵の化学物質の流出
2-3	交通事故（化学物質流出含む）	2-15	軍事施設からのミサイル
2-4	有毒ガス	2-16	掘削工事
2-5	タービンミサイル	2-17	他のユニットからの火災
2-6	飛来物（航空機落下）	2-18	他のユニットからのミサイル
2-7	工場施設又は軍事施設事故	2-19	他のユニットからの内部溢水
2-8	船舶の衝突（船舶事故）	2-20	電磁的障害
2-9	自動車又は船舶の爆発	2-21	ダム崩壊
2-10	船舶から放出される個体液体不純物	2-22	内部溢水
2-11	水中の化学物質	2-23	火災（近隣工場等の火災）
2-12	プラント外での爆発		

赤字：第6条対応で設計上考慮する事象として選定した事象
 青字：組合せ検討時に追加した事象※

※ 地震，津波は6条事象ではないが，設置許可基準規則で要求される対象事象
 地震：4条地震による損傷の防止，3条設計基準対象施設の地盤
 津波：5条津波による損傷の防止

【参考】外部事象の選定（補足）（3 / 3）

➤ 外部事象（自然現象，人為事象）の選定（スクリーニング）

海外での評価手法を参考とした除外基準※により，発電所敷地の自然環境や敷地及び敷地周辺の状況を考慮し，泊発電所において考慮すべき外部事象を選定（スクリーニング）

※ 除外基準：米国機械学会規格「リスク評価に関する規格」における外部事象の除外基準を参考とした

基準 A	プラントに影響を与えるほど接近した場所に発生しない。
基準 B	ハザード進展・襲来が遅く，事前にそのリスクを予知・検知することが可能
基準 C	プラント設計上，考慮された事象と比較して設備等への影響度が同等若しくはそれ以下
基準 D	影響が他の事象に包含される。
基準 E	発生頻度が非常に低い。
基準 F	設置許可基準規則第6条の対象外事象（地震，津波等）

No.	自然現象	評価結果	除外基準
1-2	隕石	安全施設の機能に影響が及ぶ規模の隕石等が衝突する可能性は極めて低い (落下確率 10^{-9} : NUREG1407 (NRC))	E
1-7	地震活動	「第四条 地震による損傷の防止」において評価	F
1-21	濃霧	安全施設の機能に影響を及ぼさない	C
No.	人為事象	評価結果	除外基準
2-2	パイプライン事故	周辺にパイプラインは無い	A
2-9	自動車または船舶の爆発	影響は爆発と同じと考えられるため，「爆発」による影響評価に包絡	D

【参考】自然現象の組合せ（補足）（1 / 4）

- 敷地内に洪水の発生要因（河川等）が無いことから発生しないと評価できる洪水，及び津波より低く敷地レベルに到達しない高潮を除き，個別に評価する地震及び津波を加えた12事象で重畳事象を検討
- 自然現象12事象について網羅的に組み合わせを分析（45の組合せを分析）
 - ・ 各自然現象に従属して発生する可能性がある自然現象も考慮し，組み合わせについて網羅的に検討
 - ・ 組合せは2事象を基本とする
 - ・ ただし，発生頻度の高い事象（風（台風），降水，凍結，積雪）については，複数事象の組合せを1つの組合せとして考慮（※1及び※2の組合せ）

第5.3-7表 自然現象の組合せ

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		※1	※2	竜巻	落雷	地滑り	火山の影響	生物学的事象	森林火災	地震	津波
A	※1										
B	※2	1									
C	竜巻	2	1 0								
D	落雷	3	1 1	1 8							
E	地滑り	4	1 2	1 9	2 5						
F	火山の影響	5	1 3	2 0	2 6	3 1					
G	生物学的事象	6	1 4	2 1	2 7	3 2	3 6				
H	森林火災	7	1 5	2 2	2 8	3 3	3 7	4 0			
I	地震	8	1 6	2 3	2 9	3 4	3 8	4 1	4 3		
J	津波	9	1 7	2 4	3 0	3 5	3 9	4 2	4 4	4 5	

※1 風（台風）+降水

※2 風（台風）+凍結+積雪

【参考】自然現象の組合せ（補足）（2 / 4）

➤ 組合せに関する検討（1 / 2）

- 個々の自然現象がプラントに及ぼす影響（影響モード）毎に組合せの影響を評価

第5.4-3表 泊発電所において想定される自然現象とプラントに及ぼす影響

	プラントに及ぼす影響								
	荷重	温度	閉塞	浸水	電氣的影響	腐食	摩耗	アクセス性	視認性
風（台風）	●	-	-	-	-	-	-	●	-
竜巻	●	-	-	-	-	-	-	●	-
凍結	-	●	●	-	-	-	-	●	-
降水	-	-	-	●	-	-	-	-	●
積雪	●	-	-	-	-	-	-	●	●
落雷	-	-	-	-	●	-	-	-	-
地滑り	●	-	-	-	-	-	-	●	-
火山の影響	●	-	●	-	●	●	●	●	●
生物学的事象	-	-	●	-	●	-	-	-	-
森林火災	-	●	●	-	●	-	●	●	●
地震	●	-	-	-	-	-	-	●	●
津波	●	-	-	●	-	-	-	●	-

影響モード	具体的影響例
荷重	積雪や降下火砕物の重さによる静的荷重や地震による荷重
温度	低温や火災による熱的影響
閉塞	降下火砕物による換気設備フィルタの目詰まりや海生生物による取水口の閉塞
浸水	降雨，津波により敷地内に流入した水による影響
電氣的影響	落雷による設備損傷や電気盤内へのばい煙侵入による短絡影響
腐食	降下火砕物の付着による腐食影響
摩耗	降下火砕物，ばい煙の機器内部への侵入による軸受やシリンダ部の摩耗
アクセス性	道路上に堆積した雪・降下火砕物や，風・竜巻による屋外作業の妨げ
視認性	屋外に設置している自然現象監視カメラの視界不良

➤ 組合せに関する検討（2 / 2）

- ・ 以下の観点から考慮すべき組合せを選定
 - ① 個々の自然現象（関連して発生する可能性のある自然現象も含む）の設計に包絡されるか
 - ② 発電用原子炉施設に与える影響が自然現象を組み合わせることにより，個々の自然現象がそれに与える影響よりも小さくなるか
 - ③ 同時に発生するとは考えられないか
- ・ 1～45の組合せについて，「荷重」の影響モードを除き，観点①～③のいずれかに整理されることを確認
- ・ 「荷重」の影響モードについては，個別に組合せの評価を実施

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		※1	※2	竜巻	落雷	地滑り	火山の影響	生物学的事象	森林火災	地震	津波
A	※1										
B	※2	②③									
C	竜巻	①	①								
D	落雷	①	①	①							
E	地滑り	①	①	①	①						
F	火山の影響	①	①	①	①	①					
G	生物学的事象	①	①	①	①	①	①				
H	森林火災	②	②	①	①	①	①	①			
I	地震	①	①	①	①	①	①	①	①		
J	津波	①	①	①	①		①	①	①	①	

※1 風（台風）+降水
 ※2 風（台風）+凍結+積雪

➤ 「荷重」のモードを有する自然現象

- ・ 影響モードのうち「荷重」については重畳で評価
- ・ 「荷重」の影響モードを有する自然現象を、発生頻度及び安全施設への影響度を考慮し、以下のとおり分類
 「主荷重」：「地震」, 「津波」, 「竜巻」, 「地滑り」※2, 「火山の影響」※2,3
 「従荷重」：「風（台風）」及び「積雪」
- ・ 「荷重」の影響モードを有する自然現象の組合せは、最大荷重の継続時間及び発生頻度を考慮して検討

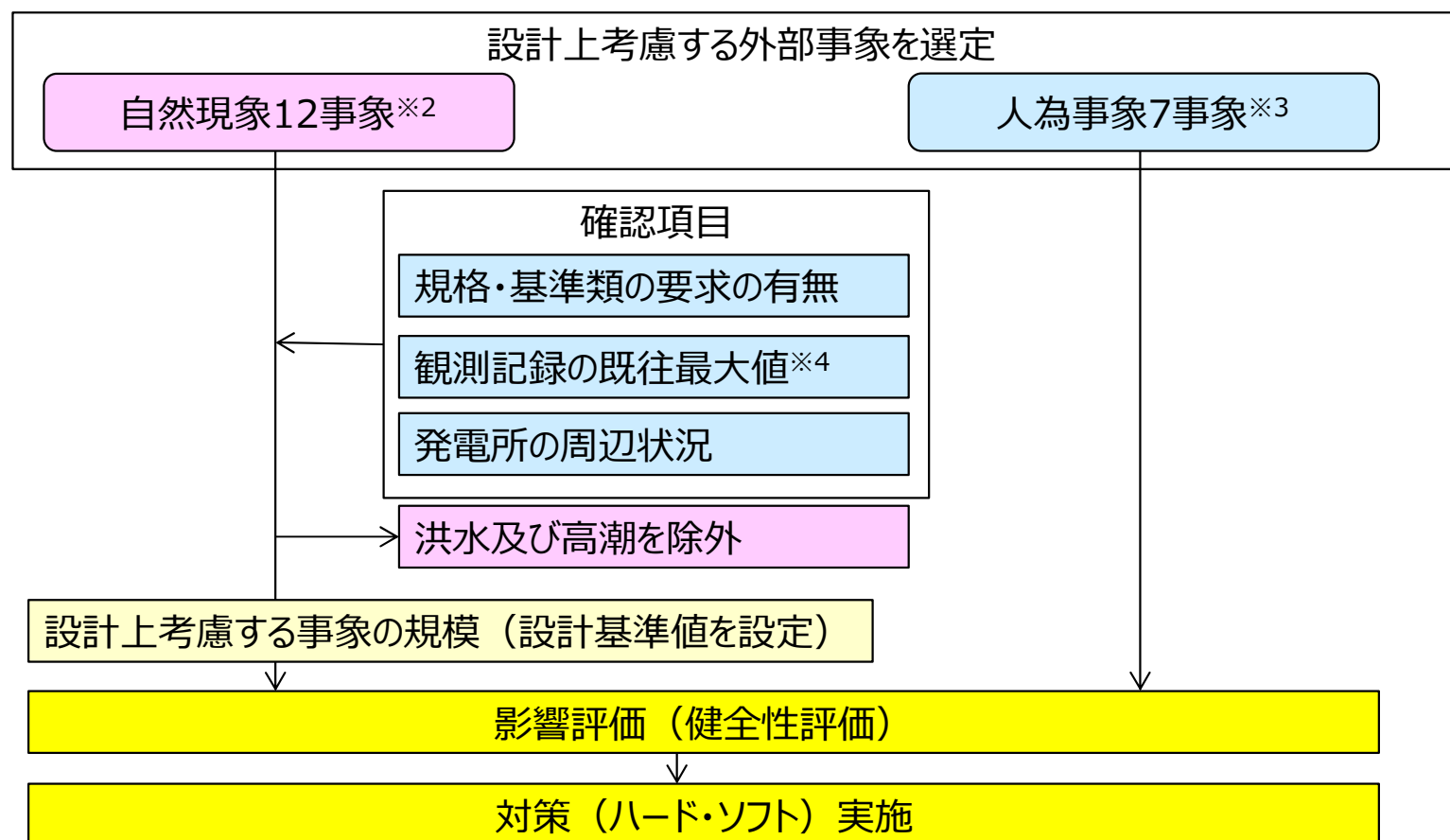
荷重の種類		荷重の大きさ	最大荷重の継続時間
主荷重	地震	大	短
	津波	大	短
	竜巻	大	短
	地滑り※2	●※1	●※1
	火山の影響※2,3	●※1	●※1
従荷重	風（台風）	小	短
	積雪	中	長

※1 上記●については確定後、反映する

※2 地滑り及び火山の影響については、地質調査結果及び層厚確定後、反映する

※3 層厚の結果によっては積雪が主荷重となる可能性がある

- 外部事象（自然現象，人為事象）が安全施設に与える影響評価及び設計上の考慮
 - 自然現象については，規格基準類，観測記録の既往最大値又は発電所の周辺状況から考慮すべき事象の規模を設定
 - 人為事象については，発電所の周辺状況（社会環境等）を考慮して事象の規模を設定
 - 安全施設への影響評価及び対策（ハード・ソフト）を実施※1



※1 影響評価及び対策は，各設備の関連条項で実施

※2 「竜巻」，「火山の影響」及び「森林火災」については別資料で説明

※3 「近隣工場等の火災」については別資料で説明

※4 観測記録については，寿都特別地域気象観測所及び小樽特別地域気象観測所の観測記録を考慮する

【参考】自然現象に対する影響評価及び対策の検討

➤ 選定した自然現象における設計基準設定の考え方、影響評価及び対策の概要

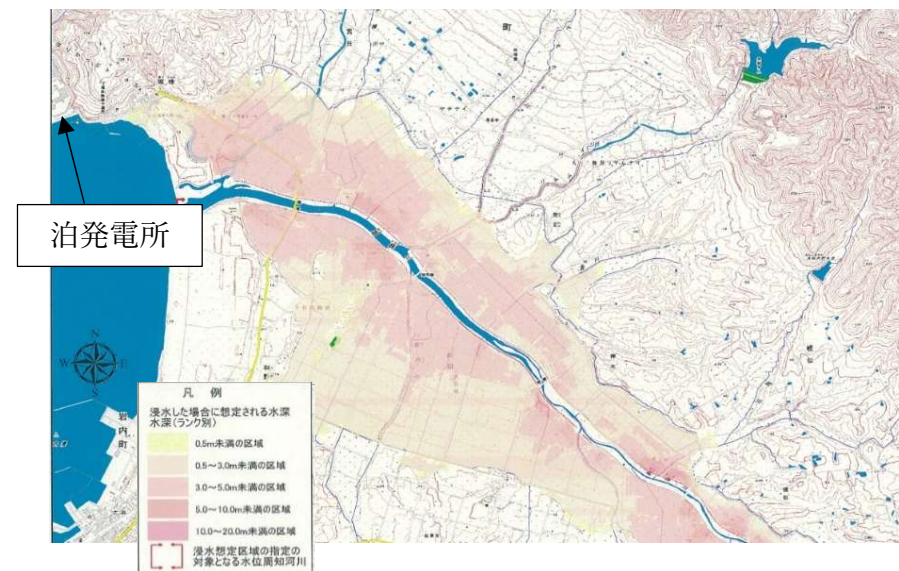
自然現象	設計基準値	設計基準設定の考え方	影響評価及び対策の概要
洪水	—	発電所敷地周辺において洪水の要因（河川等）の有無を確認する。	敷地周辺に河川は存在するが、泊発電所は日本海に面し、三方を丘陵地に囲まれており、いずれの河川も丘陵地により発電所とは隔てられている。また、玉川及び茶津川から専用の導管により淡水を取水しているが、経路に中間貯槽等はないため、敷地が洪水の影響を受けることはない。
降水	57.5 mm/h	「北海道林地開発許可制度の手引き（令和4年9月）」及び「北海道の大雨資料（第14編）（令和3年1月）」に定める確率雨量強度32mm/h（「神恵内」及び「共和」）と過去の観測記録の既往最大値57.5mm/h（日最大1時間降水量）を比較し57.5mm/hに設定する。	安全施設について、降水（雨量：57.5mm/h）に対して構内排水設備等の設備設計を考慮した上で、安全機能が損なわれないことを確認した。
落雷	100kA	「電気技術指針（JEAG4608（2007））」等により参照されている100kAと発電所周辺における観測記録の既往最大値48kAを比較し100kAに設定する。	安全施設について、雷撃電流値100kAによる影響に対して、避雷設備を設置することで安全機能が損なわれないことを確認した。
生物学的事象	—	取水口への海生生物の襲来や、屋外設置の端子箱への小動物の侵入を想定する。	取水口に流入した海生生物は除塵設備で捕獲、屋外設置の端子箱貫通部等へのシールにより、小動物の侵入を防止する。
高潮	—	発電所周辺海域の最高潮位はT.P. + 1.00m [※] を想定する。	高潮の影響を受けない敷地高さ（T.P. + 10.0m）以上とする。

※東京湾平均海面

➤ 洪水について

- 泊発電所の敷地から約2kmに二級河川（堀株川，発足川，玉川）及び敷地北側の茶津川（流域面積2.9km²）があるが、泊発電所は日本海に面し，三方を丘陵地に囲まれた地形となっており，いずれの河川も丘陵地により発電所とは隔てられていることから洪水の被害を受けることはない。
- 玉川及び茶津川から専用の導管により淡水を取水しているが，経路に中間貯槽等はないため，敷地が洪水の影響を受けることはない。
- 浸水想定区域図※1によると，堀株川が概ね50年に1回程度起こる大雨により氾濫するとしても，泊発電所に影響がないことを確認している。

※1 北海道発行「堀株川水系堀株川 洪水浸水想定区域図（想定最大規模）」



第3.2-2図 浸水想定区域図

[6条自然-別1-21]

➤ 高潮について

- 設計潮位は岩内港（発電所から南5km地点）で観測された潮位で設定
最高潮位 T.P.+1.00m（1987年9月1日）
朔望平均満潮位 T.P.+0.26m
- 安全施設（非常用取水設備は除く）は高潮の影響を受けない敷地高さ（T.P.+10.0m）以上に設置する

➤ **設計基準値の設定**

- ・ 規格・基準類の要求：「北海道林地開発許可制度の手引き」の確率雨量強度32mm/h(「神恵内」又は「共和」)
- ・ 観測記録の既往最大値：57.5mm/h（1990年7月25日 寿都特別地域気象観測所）
- ◎ 観測記録の既往最大値（57.5mm/h）を設計基準値に設定

➤ **影響評価（健全性評価）**

- ・ 外部事象防護対象施設等について，降水による浸水，荷重に対して安全機能が損なわれないことを確認
 - ① 建屋内に設置されている設備は57.5mm/hの降水においても構内排水設備等により排水されることや建屋の基準高さが地表面に対して高く設定していること，建屋の貫通部等の止水処置を行うことで，降水によって設備の安全機能が損なわれないことを確認
 - ② 建屋外に設置されている設備は57.5mm/hの降水においても構内排水設備等により排水されることから降水によって設備の安全機能が損なわれないことを確認
- ・ 上記以外の安全施設については，降水による浸水，荷重に対して機能維持する，又は，降水による損傷を考慮して，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能な設計とする。

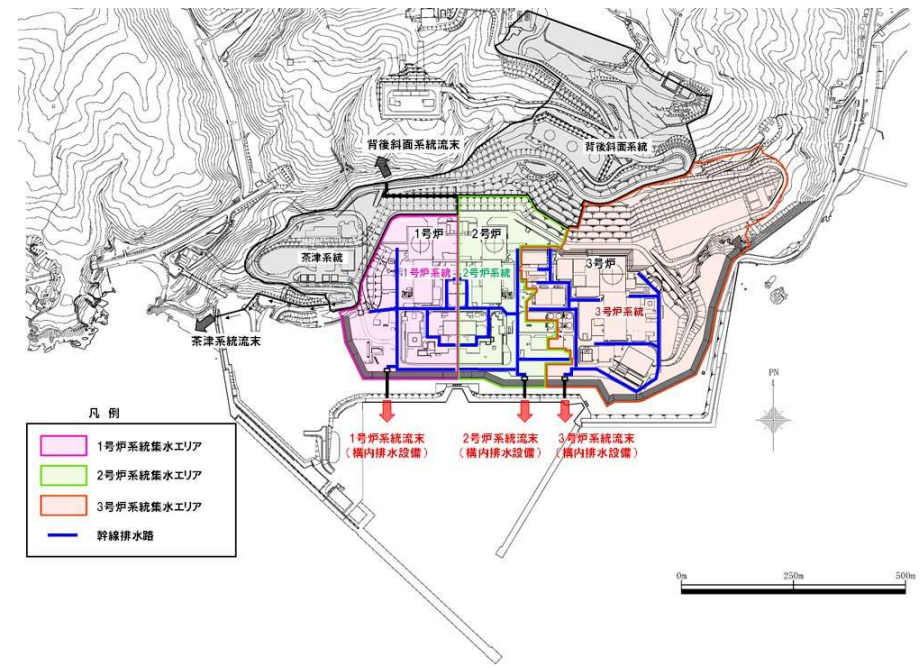
観測地点	既往最大値 (日最大1時間降水量)	記録された年月日
寿都特別地域気象観測所	57.5mm/h※	1990年7月25日
小樽特別地域気象観測所	50.5mm/h	2017年7月16日

※ 寿都特別地域気象観測所の移転前後の観測記録を比較し，既往最大値を設定した。

➤ 降水による浸水の影響評価について

- 敷地周辺で観測された最大の降水量57.5mm/h（日最大1時間降水量）が発生した場合の雨水流入量※1と敷地内排水設備（1,2,3号炉系統流末）の排水可能流量を比較
- 1,2,3号炉の構内排水設備の排水可能流量は、設計基準降水量の雨水流入量においても余裕を確保

※ 1「北海道林地開発許可制度の手引き」に従い算定



第3図 構内排水設備の配置概要図

第4表 57.5mm/h降水時の雨水流入量と排水可能流量との比較

[6条自然-別1-補68]

	集積面積 (ha)	雨水流入量 a (m ³ /s)	排水可能流量 b (m ³ /s)	安全率 b/a
1号炉系統流末	7.87	1.26	3.89	3.10 (排水可能)
2号炉系統流末	7.75	1.24	3.89	3.14 (排水可能)
3号炉系統流末	19.74	3.15	3.89	1.23 (排水可能)

[6条自然-別1-補69]

➤ 設計基準値の設定

- 規格・基準類の要求：以下の指針等により規定されている雷撃電流値100kA
- 電気技術指針JEAG4608(2007):「原子力発電所の耐雷指針」
- 消防庁通知(2005)平成17年1月14日消防危第14号危険物の規則に関する規則の一部を改正する省令等の施行について
- 危険物の規制に関する政令（昭和三十四年政令第三百六号）
- JIS-Z 9290-4(2009)雷保護第4部:建築物内の電気及び電子システム
- 観測記録の最大雷撃電流値は、48kA（標的面積 3km²，2006年1月～2020年12月の15年間）
- ◎ 規格・基準類の雷撃電流値100kAを設計基準値に設定

➤ 影響評価（健全性評価）

- 外部事象防護対象施設等について，落雷に対して安全機能が損なわれないことを確認
- ① 建屋及び内包される外部事象防護対象施設については，建築基準法に従い，高さ20mを超える建築物等は避雷設備を設置し，避雷設備の接地極を構内接地網と接続し接地抵抗を下げる等の対策を行うとともに安全保護回路への雷サージ抑制対策及び電磁的障害（サージ・ノイズ及び電磁波の侵入）を防止する設計としている。
- ② 屋外の外部事象防護対象施設は地下ピット構造としていること，又は避雷設備保護範囲内であることから影響を受けにくい設計としている。
- 上記以外の安全施設については，落雷に対して機能維持する，又は，落雷による損傷を考慮して，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能な設計とする。
- PWR5社「原子力発電所耐雷設計に関する研究」にて，設計基準値を超える雷に対しても設計的に影響がないことを確認



第1図 泊発電所の標的面積

[6条自然-別1-補78]

【参考】自然現象に対する影響評価及び対策の検討
生物学的事象

➤ 生物学的事象について

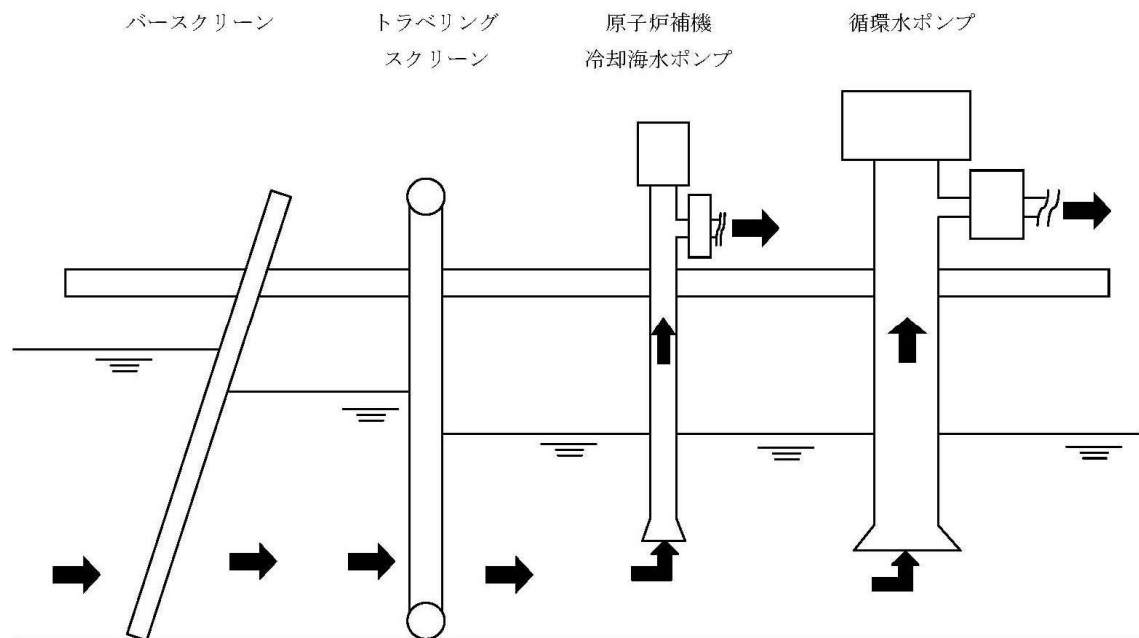
- 「生物学的事象」として、取水口への海生生物(クラゲ等)の襲来や、屋外設置の端子箱への小動物の侵入を想定

➤ 海生生物の襲来に対する設計

- 取水口に流入したクラゲ等の海生生物は、除塵設備(バースクリーン、トラベリングスクリーン)で捕獲される設計
- 貝等の海生生物は、原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ(原子炉補機冷却海水ポンプ下流に設置)により捕獲し、原子炉補機冷却水系熱交換器等への侵入を防止する設計とする
また、定期的な開放点検、清掃を実施し、性能維持している。

➤ 小動物の侵入に対する設計

- 屋外施設の端子箱貫通部への閉止処置により、小動物の侵入を防ぐ設計とする。



第2図 除塵設備の断面図

[6条自然-別1-補2]

➤ 選定した人為事象に対する影響評価及び対策の概要

人為事象	影響評価及び対策の概要
飛来物 (航空機落下)	<p>発電所周辺の航空路等の状況を考慮して落下確率を評価した。 泊3号炉への航空機落下確率（約2.3×10^{-8}回/炉・年）は、基準に定める評価基準（1.0×10^{-7}回/炉・年）を下回るため、航空機落下に対する防護設計は不要と判断した。</p>
ダムの崩壊	<p>泊発電所の東約8kmの地点に共和ダムが存在するが、泊発電所まで距離が離れており、泊発電所との間には丘陵地が分布していることから、ダムの崩壊による安全施設への影響は考慮不要と判断した。</p>
爆発	<p>発電所敷地外10km以内の範囲において石油コンビナート施設はないため、爆発による安全施設への影響は考慮不要と判断した。 発電所から主要航路まで30km以上離れていることから、発電所周辺海域を航行する燃料輸送船の爆発により評価対象施設の安全機能が損なわれることはない。</p>
有毒ガス	<p>発電所と近隣の施設や道路との間には離隔距離が確保されており、有毒ガスが漏えいした場合でも中央制御室の居住性を損なうことはない。</p>
船舶の衝突	<p>発電所から主要航路まで30km以上離れていることから、船舶が取水口に漂着するおそれはない。 小型船舶が発電所近傍で漂流した場合でも、敷地全面の防波堤等に衝突して止まることから取水性を損なうことはない。 仮に防波堤を通過した場合でも、パイプスクリーンにより侵入は阻害され、取水口が閉塞することはない。</p>
電磁的障害	<p>低電圧の計測制御回路に対し絶縁回路の設置等の対策を行い、サージ・ノイズや電磁波の影響を受けにくい設計とする。</p>

【参考】人為事象に対する影響評価及び対策の検討
飛来物（航空機落下）

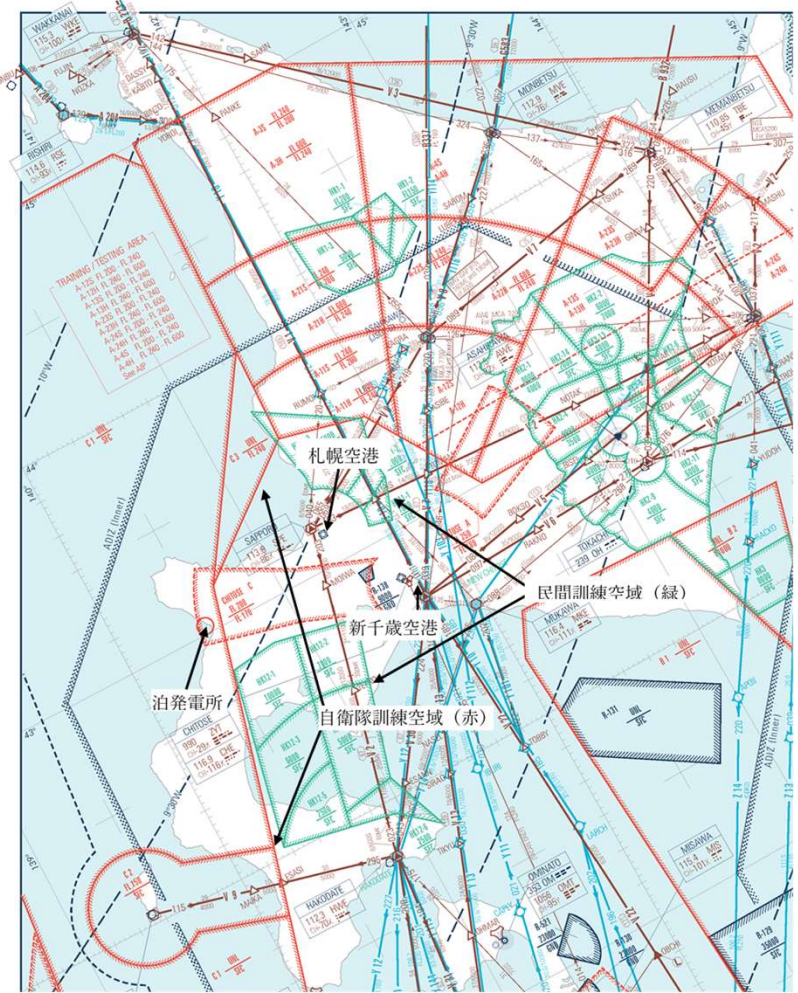
➤ 飛来物（航空機落下）について

- 規格・基準類の要求： 1.0×10^{-7} 回/炉・年^{※1}
- ※1「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成21年6月30日 原子力安全・保安院）
- 発電所周辺の航空路等の状況を考慮して落下確率を評価
- 泊3号炉への航空機落下確率は約 2.3×10^{-8} 回/炉・年^{※2}であり、基準に定める評価基準（ 1.0×10^{-7} 回/炉・年）を下回ることを確認
- ※2 事故件数は、設置変更許可申請時における最新データ（「平成23年度 航空機落下事故に関するデータの整備」（平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構））を参照
- 最新の事故データ^{※3}を用いた評価結果は約 2.3×10^{-8} 回/炉・年であり、設置変更許可申請時の評価結果を上回らないことを確認
- ※3「航空機落下事故に関するデータ」（令和4年3月 原子力規制委員会）

第1表 航空機落下確率

発電所名称	号炉	落下確率（回/炉・年）
泊発電所	3号炉	約 2.3×10^{-8}

[6条自然-別1-補10]

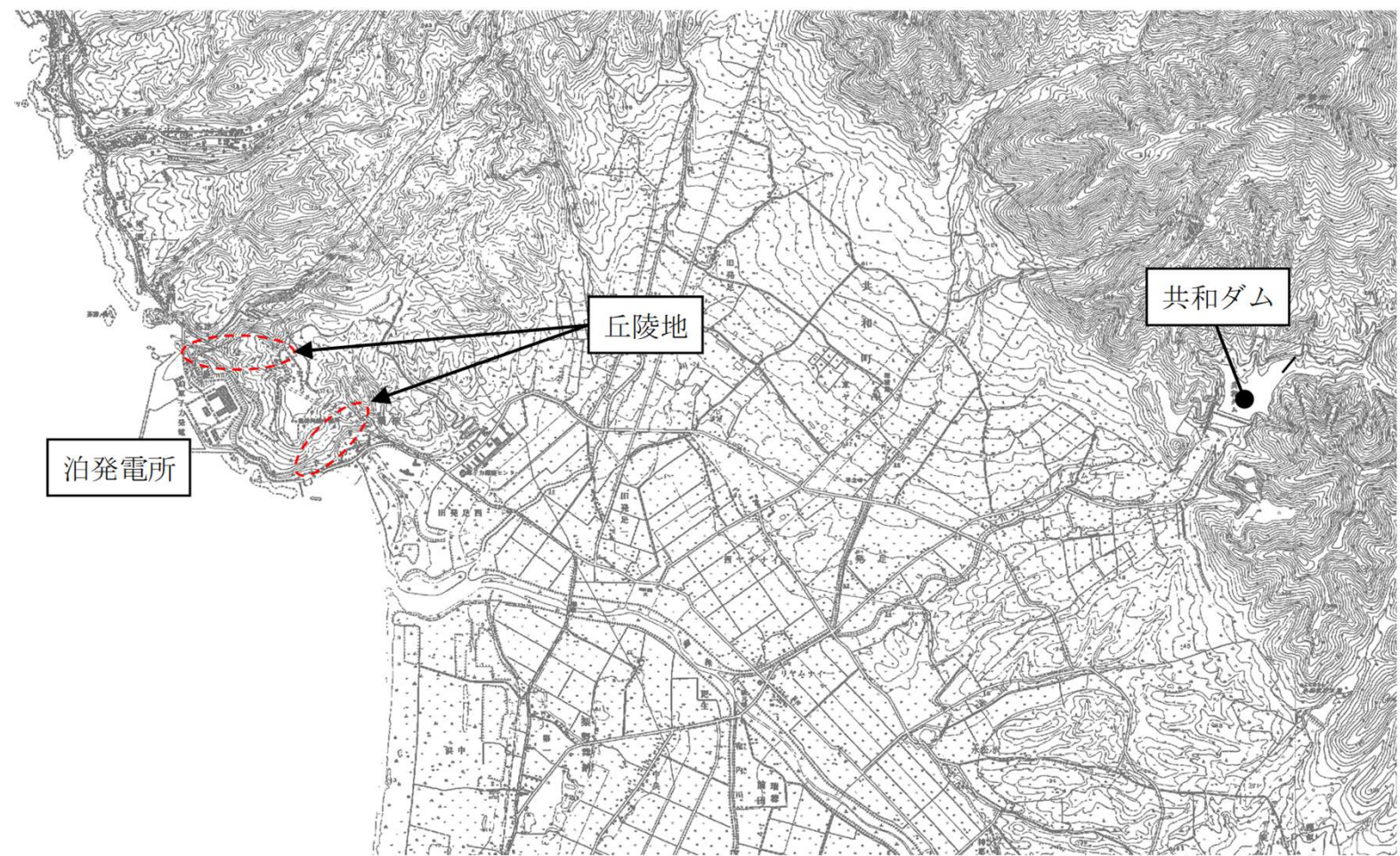


第3図 泊発電所周辺の航空路等
「出典：ENROUTE CHART (ERC-1/2)(鹿児島—稚内) 31 MAR 2016」

[6条自然-別1-補18]

➤ **ダムの崩壊について**

- ・ 敷地から東約8kmの地点に共和ダムが存在するが、泊発電所は日本海に面し、三方を丘陵地により発電所とは隔てられている状況から、敷地がダムの崩壊による影響を受けることはなく、ダムの崩壊を考慮する必要はない



第4-1図 共和ダムの位置

[6条自然-別1-32]

【参考】人為事象に対する影響評価及び対策の検討 爆発，有毒ガス

➤ 爆発について

- 発電所に最寄りの石油化学コンビナート等特別防災区域は発電所から約70km離隔しているため，発電所が施設の爆発による影響を受けることはない
- 発電所敷地外10km以内の危険物貯蔵施設又は発電所敷地周辺道路の燃料輸送車両から爆発が発生する場合を想定しても，離隔距離の確保により，発電所が爆発による影響を受けることはない

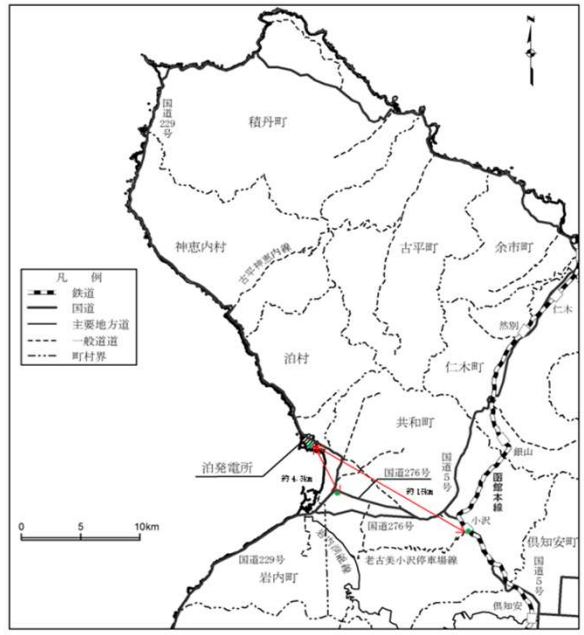
➤ 有毒ガスについて

- 発電所に最寄りの石油化学コンビナート等の固定施設からの流出事故，可動施設（タンクローリー等）の事故について評価し，評価対象施設の構造，事故収束のための措置の実施，発電所との距離を踏まえると発電所が有毒ガスによる影響を受けることはない



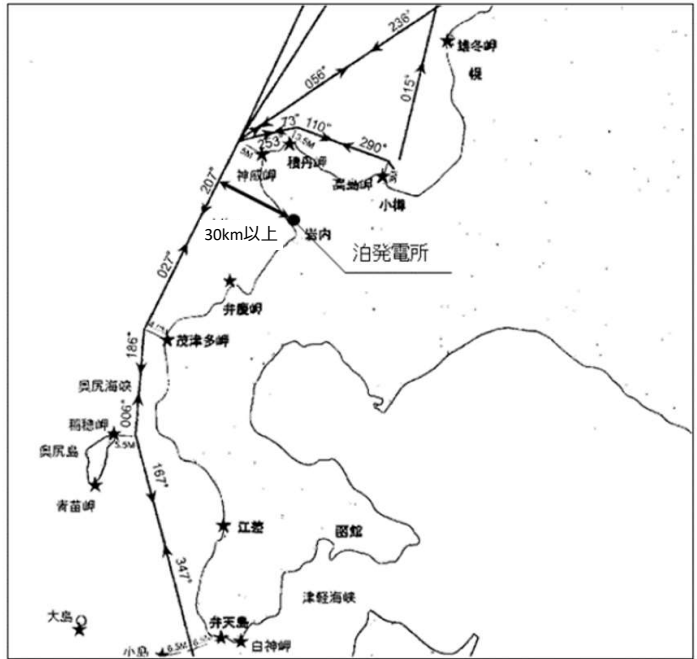
第4.1-3図 コンビナート施設の位置

[6条自然-別1-36]



第4.1-1図 泊発電所周辺の幹線道路，鉄道路線

[6条自然-別1-34]



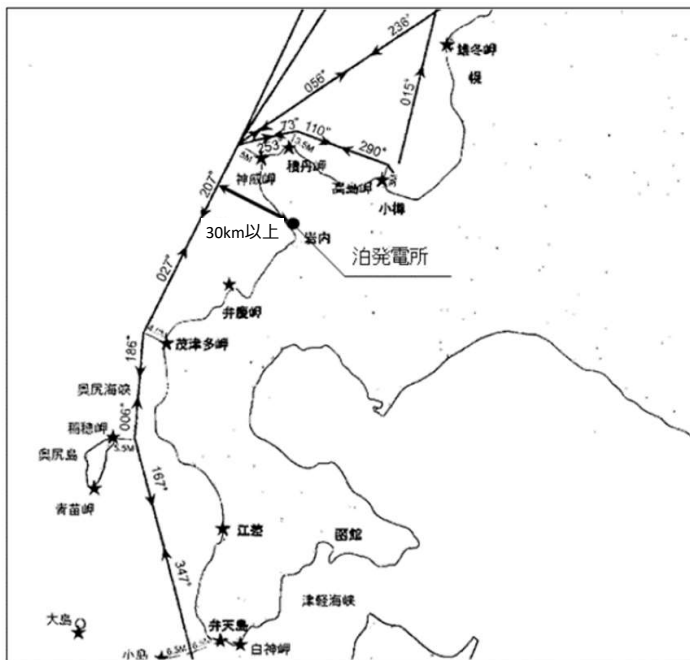
第4.1-2図 泊発電所周辺の主要航路
(北海道沿岸水路誌 2019年3月刊行に加筆)

[6条自然-別1-35]

【参考】人為事象に対する影響評価及び対策の検討
船舶の衝突

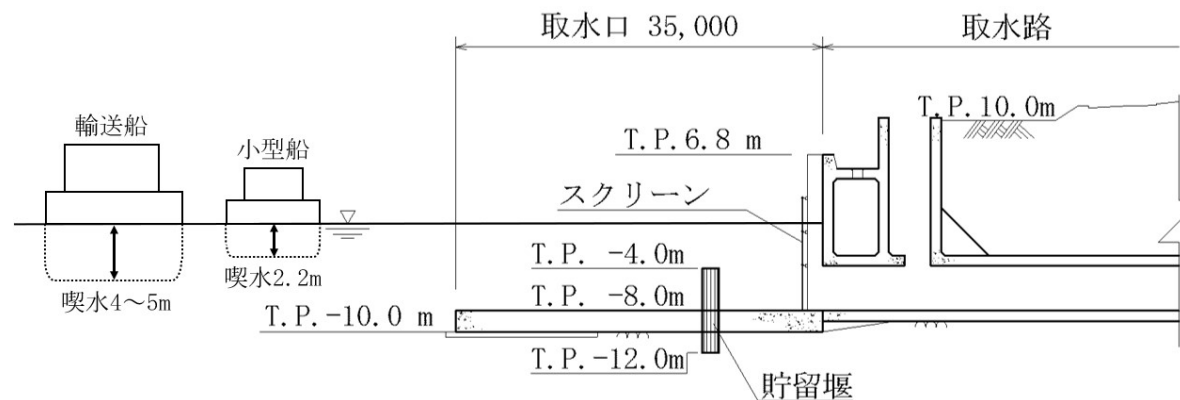
➤ 船舶の衝突について

- 発電所前面の海域には主要航路がなく、発電所から主要航路まで30km以上離れていることから、漂流した場合でも取水口に侵入する可能性は低い。
- 漁船等の小型船舶については、発電所近傍で漂流した場合でも、敷地前面の防波堤等に衝突して止まることから取水性を損なうことはない。
- 仮に防波堤を通過した場合でも、第4.1-5図に示すとおり小型船舶の喫水約2.2mに朔望平均干潮位T.P.-0.14mを考慮しても船舶の下端はT.P.-2.34m程度で海水取水口の呑み口高さがT.P.-3.75mと十分低いことから、浮遊する小型船舶が海水取水口呑み口に到達するおそれはない。
- また、仮に取水口呑口に到達する事を想定しても、取水口に設置されているパイプスクリーンにより侵入は阻害される。



第4.1-2図 泊発電所周辺の主要航路
(北海道沿岸水路誌 2019年3月刊行に加筆)

[6条自然-別1-35]



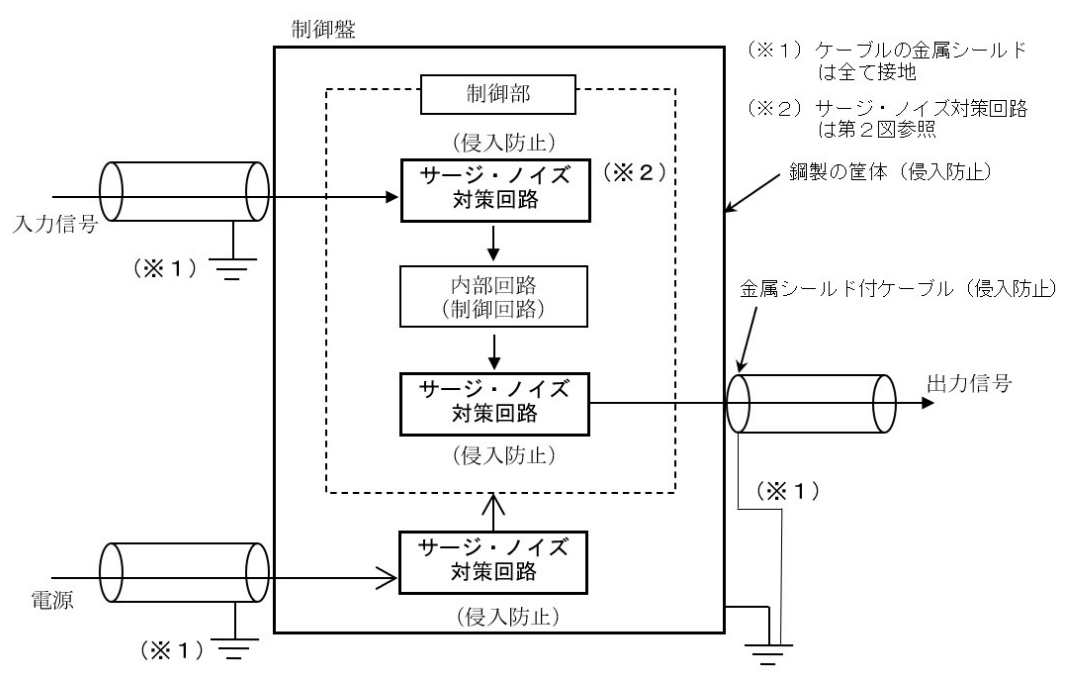
第4.1-5図 泊3号炉取水口付近詳細図

[6条自然-別1-39]

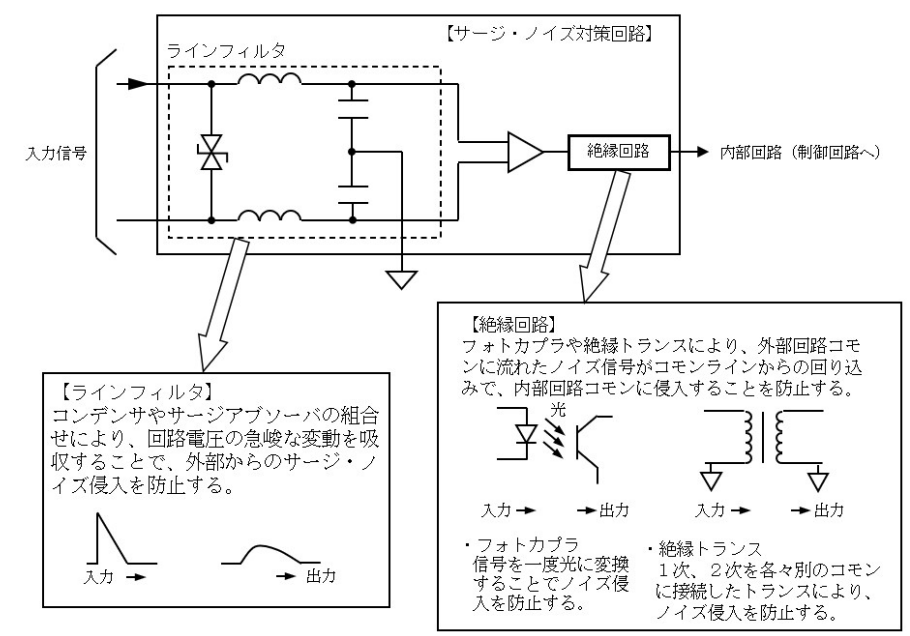
【参考】人為事象に対する影響評価及び対策の検討 電磁的障害

➤ 電磁的障害について

- 電磁的障害には、サージ・ノイズや電磁波の侵入があり、これらは低電圧の計測制御回路に対して影響を及ぼすおそれがある
- このため、計測制御回路を構成する安全保護回路の制御盤及びケーブルは、ラインフィルタや絶縁回路の設置によりサージ・ノイズの侵入を防止するとともに、鋼製筐体や金属シールド付ケーブルの適用により電磁波の侵入を防止している。
(第1図、第2図参照)



第1図 電磁的障害防止策の全体構成



第2図 サージ・ノイズ対策回路の具体的な構成