東海第二発電所　審査資料	
資料番号	PD-C-1　改4
提出年月日	平成29年4月10日

東海第二発電所

設計基準対象施設について

平成29年4月

日本原子力発電株式会社

下線部：今回提出資料

目　　次

東海第二発電所

外部事象の考慮について

目 次

添付１：東海第二発電所 外部事象の考慮について 添付資料

1.　設計上考慮する外部事象の抽出

東海第二発電所の安全を確保する上で設計上考慮すべき外部事象の抽出にあたっては，国内で一般に発生しうる事象に加え，欧米の基準等で示されている事象を用い網羅的に収集し，類似性，随伴性から整理を行い，地震，津波を含めた 78 事象（自然現象 55 事象，外部人為事象 23 事象）を抽出した。

その結果および海外文献を参考に策定した評価基準に基づき，より詳細に検討すべき外部事象について評価および選定を実施した。

外部事象に対する影響評価のフロー図を参考 2 に示す。

1.1　外部事象の収集

設置許可基準規則の解釈第六条 2 項及び 8 項において，「想定される自然現象（地震及び津波を除く。）」と「安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象」として，以下のとおり例示されている。

> 第六条（外部からの衝撃による損傷の防止）
>
> （中略）
>
> 2　第 1 項に想定する「想定される自然現象」とは，敷地の自然環境を基に，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。
>
> （中略）
>
> 8　第 3 項に規定する「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。）」とは，敷地及び敷地周辺の状況をもとに選択されるものであり，飛来物（航空機落下等），ダムの崩壊，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。

想定される自然現象及び想定される外部人為事象について網羅的に抽出するための基準等については，国外の基準として「Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants （IAEA,April 2010)」を，また外部人為事象を選定する観点から「DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI-12-06 August 2012)」，日本の自然現象を網羅する観点から「日本の自然災害（国会資料編纂会 1998 年)」を参考にした。これらの基準等に基づき抽出した想定される自然現象を第 1.1－1 表に，想定される外部人為事象を第 1.1－2 表に示す。

なお，その他に NRC の「NUREG/CR-2300 PRA Procedures Guide （NRC,January 1983）」等の基準も事象収集の対象としたが，これら追加した基準の事象により，「(3) 設計上考慮すべき想定される自然現象及び外部人為事象の選定結果」において選定される事象が増加することはなかった。

第 1.1－1 表　考慮する外部ハザードの抽出（想定される自然現象）

丸数字は，次頁に記載した外部ハザードを抽出した文献を示す。

No	外部ハザード	外部ハザードを抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
1-1	極低温（凍結）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-2	隕石	○		○		○		○		○
1-3	降水（豪雨（降雨））	○	○	○	○	○	○	○		○
1-4	河川の迂回	○	○			○		○		○
1-5	砂嵐	○		○		○		○		○
1-6	静振	○				○		○		○
1-7	地震活動	○	○	○	○	○	○	○		○
1-8	積雪（暴風雪）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-9	土壌の収縮又は膨張	○	○			○		○		○
1-10	高潮	○	○			○		○		○
1-11	津波	○	○	○	○	○	○	○		○
1-12	火山（火山活動・降灰）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-13	波浪・高波	○	○			○		○		○
1-14	雪崩	○	○	○		○		○		○
1-15	生物学的事象	○			○		○	○		○
1-16	海岸浸食	○		○		○		○		○
1-17	干ばつ	○	○	○		○		○		○
1-18	洪水（外部洪水）	○	○	○		○	○	○		○
1-19	風（台風）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-20	竜巻	○	○	○	○	○	○	○		○
1-21	濃霧	○				○		○		○
1-22	森林火災	○	○	○	○	○	○	○		○
1-23	霜・白霜	○	○	○		○		○		○
1-24	草原火災	○								○
1-25	ひょう・あられ	○	○	○		○		○		○
1-26	極高温	○	○	○		○		○		○
1-27	満潮	○				○		○		○
1-28	ハリケーン	○				○		○		
1-29	氷結	○		○		○		○		○
1-30	氷晶			○						○
1-31	氷壁			○						○
1-32	土砂崩れ（山崩れ，がけ崩れ）		○							
1-33	落雷	○	○	○	○	○	○	○		○
1-34	湖または河川の水位低下	○		○		○		○		○

No	外部ハザード	外部ハザードを抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
1-35	湖または河川の水位上昇			○		○				
1-36	陥没・地盤沈下・地割れ	○	○							○
1-37	極限的な圧力（気圧高低）			○						○
1-38	もや			○						
1-39	塩害，塩雲			○						○
1-40	地面の隆起		○	○						○
1-41	動物			○						○
1-42	地滑り	○	○	○	○	○	○	○		○
1-43	カルスト			○						○
1-44	地下水による浸食			○						
1-45	海水面低			○						○
1-46	海水面高		○	○						○
1-47	地下水による地滑り			○						
1-48	水中の有機物			○						
1-49	太陽フレア，磁気嵐	○								○
1-50	高温水（海水温高）			○						○
1-51	低温水（海水温低）		○	○						○
1-52	泥湧出（液状化）		○							
1-53	土石流		○							○
1-54	水蒸気		○							○
1-55	毒性ガス	○	○			○		○		○

①DIVERSE 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，構造およ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 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

第 1.1－2 表　考慮する外部ハザードの抽出（想定する外部人為事象）

丸数字は，外部ハザードを抽出した文献を示す。

No	外部ハザード	外部ハザードを抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
2-1	衛星の落下	○		○				○		○
2-2	ﾊﾟｲﾌﾟﾗｲﾝ事故（ｶﾞｽなど），ﾊﾟｲﾌﾟﾗｲﾝ事故によるサイト内爆発等	○		○		○		○		
2-3	交通事故（化学物質流出含む）	○		○	○	○		○		○
2-4	有毒ガス	○			○	○	○	○		
2-5	タービンミサイル	○			○	○	○	○		
2-6	飛来物（航空機落下）	○		○	○	○	○	○	○	○
2-7	工業施設又は軍事施設事故	○				○		○		○
2-8	船舶の衝突（船舶事故）	○		○	○		○			○
2-9	自動車または船舶の爆発	○		○						○
2-10	船舶から放出される固体液体不純物			○						○
2-11	水中の化学物質			○						
2-12	プラント外での爆発			○	○		○			○
2-13	プラント外での化学物質の流出			○						○
2-14	サイト貯蔵の化学物質の流出	○		○		○		○		
2-15	軍事施設からのミサイル			○						
2-16	掘削工事		○	○						
2-17	他のユニットからの火災			○						
2-18	他のユニットからのミサイル			○						
2-19	他のユニットからの内部溢水			○						
2-20	電磁的障害			○	○		○			○
2-21	ダムの崩壊			○	○		○			○
2-22	内部溢水				○	○	○	○		
2-23	火災（近隣工場等の火災）			○	○	○	○			○

①DIVERSE 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，構造およ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 Addenda toASME/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

1.2　外部事象の選定

1.2.1　除外基準

1.1 で網羅的に抽出した事象について，東海第二発電所において設計上考慮すべき事象を選定するため，海外での評価手法※を参考とした第 1.2－1 表の除外基準のいずれかに該当するものは除外して事象の選定を行った。

第 1.2－1 表　考慮すべき事象の除外基準（参考 1 参照）

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。（例：No.1-5 砂嵐）
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・検知することでハザードを排除できる。（例：No.1-16 海岸浸食）
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，またはプラントの安全性が損なわれることがない（例：No.1-21 濃霧）
基準Ｄ	影響が他の事象に包絡される。（例：No.1-27 満潮）
基準Ｅ	発生頻度が他の事象と比較して非常に低い。（例：No.1-2 隕石）
基準Ｆ	外部からの衝撃による損傷の防止とは別の条項で評価している。または故意の外部人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止の対象外の事項（例：No.2-5 タービンミサイル）

※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”

1.2.2　選定結果

1.2.1　で検討した除外基準に基づき，東海第二発電所において設計上考慮すべき事象を選定した結果を第 1.2－2 表及び第 1.2－3 表に示す。

第六条に該当する「想定される自然現象」として，以下の 12 事象を選定した。

・洪水（外部洪水）

・風（台風）

・竜巻

・極低温（凍結）

・降水（豪雨（降雨））

・積雪（暴風雪）

・落雷

・地滑り

・火山（火山活動・降灰）

・生物学的事象

・森林火災

・高潮

また,「想定される外部人為事象」として，以下の 7 事象を選定した。

・飛来物（航空機落下）

・ダムの崩壊

・プラント外での爆発

・火災（近隣工場等の火災）

・有毒ガス

・船舶の衝突

・電磁的障害

第 1.2－2 表　設計基準において想定される自然現象の選定結果

No.	外部ハザード	選定基準	選定	備　　考
1-1	極低温（凍結）	―	○	「凍結」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-2	隕石	E※1	×	安全施設の機能に影響を及ぼす規模の隕石が衝突する可能性は極めて低い。
1-3	降水 （豪雨（降雨））	―	○	「降水」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-4	河川の迂回	B	×	発電所周辺の河川（久慈川）までは距離があり（約2km），また，迂回事象は進展が遅く，進展防止対策が可能であるため，安全性の影響はないことから除外する。
1-5	砂嵐	A,D	×	発電所及びその周辺には砂漠砂丘は存在せず，安全施設の機能に影響はないことから除外する。 大陸からの黄砂の影響については，「火山（火山活動・降灰）」に包絡される。
1-6	静振	D	×	静振は，津波や波浪といった事象に誘因されるものであり，それ単体での影響はなく，「津波」に包絡される。
1-7	地震活動	F	×	「第 4 条 地震による損傷の防止」にて評価される。
1-8	積雪（暴風雪）	―	○	「積雪」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-9	土壌の収縮または膨張	A,C	×	地盤の収縮または膨張が発生したとしても，施設荷重によって有意な圧密沈下・クリープ沈下は生じず，また膨潤性の地質でもない。なお，安全上重要な施設は岩着や杭基礎であり，影響はないことから除外する。
1-10	高潮	―	○	「高潮」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-11	津波	F	×	「第 5 条 津波による損傷の防止」にて評価される。
1-12	火山 （火山活動・降灰）	―	○	「火山」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-13	波浪・高波	D	×	波浪は，風浪（風によってその場所に発生する波）とうねり（他の場所で発生した風浪の伝わり，風が静まった後に残される波）の混在した現象であり，高波は波浪の波高が高いものを指すが，設計基準津波による影響の方が大きく，「津波」に包絡される。
1-14	雪崩	A	×	安全上重要な施設は周辺斜面と十分な離隔距離があること，発電所敷地内及び敷地周辺の地形に急傾斜はなく，雪崩が起きる可能性はないことから除外する。
1-15	生物学的事象	―	○	「生物学的事象」としてプラントへの影響評価を実施する。

No.	外部ハザード	選定基準	選定	備　　考
1-16	海岸浸食	B	×	基本的に取水に係る土木構築物はコンクリート製であり浸食はほとんどなく，仮に海底砂の流出等による海底勾配の変化が生じるような場合でも，非常に緩やかに進行するものと考えられ，保守管理による不具合防止が可能であるため，安全施設の機能の影響はないことから除外する。
1-17	干ばつ	C	×	発電所は海水を冷却源としていることから，安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。また，淡水は復水貯蔵タンク等により保管していることから，干ばつが発生したとしても安全施設の機能に影響を及ぼすことはないことから除外する。
1-18	洪水（外部洪水）	－	○	「洪水」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-19	風（台風）	－	○	「風（台風）」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-20	竜巻	－	○	「竜巻」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-21	濃霧	C	×	設備に損傷を与えることはなく，安全施設の機能に影響はないことから除外する。
1-22	森林火災	－	○	「森林火災」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-23	霜・白霜	C	×	設備に損傷を与えることはなく，安全施設の機能に影響はないことから除外する。
1-24	草原火災	A	×	発電所及びその周辺には草原は存在しないことから除外する。
1-25	ひょう・あられ	D	×	ひょう（直径5mm以上），あられ（直径5mm未満）は氷の粒であり，仮に直径10cm程度のひょうを想定した場合でも，竜巻の設計飛来物（鋼製材：長さ4.2m，幅0.3m，奥行0.2m）の衝突荷重に比べ十分小さいことから，ひょう，あられにより安全施設の機能が損なわれる恐れはなく，「竜巻」に包絡される。
1-26	極高温	C	×	気温は１日の中で高低差があるため高温期間は一時的であること，仮に水戸の過去最高気温（38.4℃）が継続したとしても，建屋内空調は海水にて冷却していることから室内の気温上昇の影響は著しくなく，安全機能に影響はないことから除外する。
1-27	満潮	D	×	発電所周辺の既往最高潮位が T.P+1.46mであり，設計津波による影響の方が大きいことから，「津波」に包絡される。
1-28	ハリケーン	A	×	日本がハリケーンの影響を受けることはないことから除外する。
1-29	氷結	D	×	氷結とは水の凝固であり，影響は凍結と同等と考えられることから，「極低温（凍結）」に包絡される。

No.	外部ハザード	選定 基準	選定	備　　考
1-30	氷晶	D	×	氷晶とは氷の結晶であり，仮に堆積しても影響は凍結と同等と考えられることから，「極低温（凍結）」に包絡される。
1-31	氷壁	A	×	氷壁とは氷河の末端や氷山などの絶壁を指すが，発電所周辺で氷壁を含む海氷の発生，流氷の到達事例はないことから除外する。
1-32	土砂崩れ （山崩れ，がけ崩れ）	A	×	発電所敷地内及び敷地周辺に土砂崩れを発生させるような急傾斜地形，山，がけはないことから除外する。
1-33	落雷	－	○	「落雷」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-34	湖または河川の 水位低下	C	×	発電所は海水を冷却源としていることから，湖または河川の水位低下による安全施設の機能に影響を及ぼすことはない。また，淡水は復水貯蔵タンク等により保管していることから，湖または河川の水位低下が発生したとしても安全施設の機能に影響を及ぼすことはないことから除外する。
1-35	湖または河川の 水位上昇	D	×	河川等の水位上昇により氾濫が発生したとしても，影響は外部からの洪水と同等を考えられるため，「洪水（外部洪水）」に包絡される。
1-36	陥没・地盤沈下・地割れ	F	×	陥没・地盤沈下・地割れ等地盤の変状を伴う変形は地盤の脆弱性に係る事象であり，「地震活動」による影響評価（地盤）にて評価する。
1-37	極限的な圧力 （気圧高低）	D	×	低気圧，高気圧による気圧の変化については予測可能であり，必要に応じて事前の備えが可能である。一方，同様の影響がある竜巻については，検知から対応までの時間的余裕が少ないことに加え，風荷重や飛来物衝突といったその他の影響も同時に考慮する必要があることから，竜巻の方がプラントへ及ぼす影響が大きいため，「竜巻」に包絡される。
1-38	もや	C	×	設備に損傷を与えることはなく，安全施設の機能に影響はないことから除外する。
1-39	塩害，塩雲	B	×	塩害による腐食の影響については，事象進展が遅く保守管理による不具合防止が十分可能であることから除外する。
1-40	地面の隆起	F	×	地面の隆起は地震による地盤の変状を伴う変形であり，「地震活動」による影響評価（地盤）にて評価する。
1-41	動物	D	×	動物を生物学的事象として考慮するため，「生物学的事象」に包絡される。
1-42	地滑り	－	○	「地滑り」としてプラントへの影響評価を実施する。

No.	外部ハザード	選定 基準	選定	備　　考
1-43	カルスト	A	×	カルストとは石灰岩地域で雨水・地下水の溶食によって生じた地形であるが，発電所敷地内及び敷地周辺に石灰岩地形は認められないことから除外する。
1-44	地下水による浸食	A	×	敷地には地盤を浸食する地下水脈は認められず，また，敷地内の地下水位分布は海に向かってこう配を示しており，浸食をもたらす流れは発生しないことから除外する。
1-45	海水面低	D	×	海水面低は，津波，干潮により発生する事象であるが，津波によるものの規模が大きく，「津波」に包絡される。
1-46	海水面高	D	×	海水面高は，津波，満潮，高潮により発生する事象であるが，津波によるものの規模が大きく，「津波」に包絡される。
1-47	地下水による地滑り	D	×	影響は地滑り事象と同様であると考えられることから，「地滑り」に包絡される。
1-48	水中の有機物	D	×	プランクトン等の海生生物を生物学的事象として考慮するため，「生物学的事象」に包絡される。
1-49	太陽フレア，磁気嵐	C	×	太陽フレア，磁気嵐により誘導電流が発生する可能性があるが，影響が及んだとしても変圧器等の一部に限られること，仮に発電所外を含めた送変電設備に影響が及ぶような場合においても，プラント停止など適切な措置を講じることとしているため，安全施設の機能が損なわれることはないと考えられるため除外する。
1-50	高温水（海水温高）	B	×	設計条件を上回る海水温度高に対し定格出力維持が困難な場合も想定されるが，温度を監視しており，出力低下やプラント停止措置にて十分対応可能であることから，安全施設の機能が損なわれることはないため除外する。
1-51	低温水（海水温低）	C	×	取水温度の低下は冷却性能の低下につながるものではなく，安全施設の機能に影響はないため除外する。
1-52	泥湧出（液状化）	F	×	地盤の脆弱性に係る影響であり，「地震活動」による影響評価（地盤）にて評価する。
1-53	土石流	A	×	発電所敷地内及び敷地周辺には土石流を発生させるような地形，地質は認められないことから除外する。
1-54	水蒸気	A	×	火山事象により発生する事象であるが，周辺に火山がないことから除外する。
1-55	毒性ガス	D	×	火山事象，外部火災事象により発生する事象であるが，周辺に火山はなく，また，外部火災事象にて有毒ガスの評価を行うことから，「森林火災」に包絡される。

※１：NUREG-1407 “Procedure and Submittal Guidance for the Individual Plant Examination of External Events （IPEEE） for Severe Accident Vulnerabilities” によると，隕石や人工衛星ににについては，衝突の確率が 10^{-9} と非常に小さいため，起因事象頻度は低く IPEEE の評価対象から除外する旨が記載されている。

なお，本記載の基となった NUREG/CR-5042,Supplement2 によると，1 ポンド以上の隕石の年間落下件数と地表の一定面積に落下する確率を面積比で概算した結果，100 ポンド以上の隕石が 10,000 平方フィートに落下する確率は 7×10^{-10}/炉年，100,000 平方フィートに落下する確率は 6×10^{-8}/炉年，隕石落下による津波の確率は 9×10^{-10}/炉年と評価されている。

その他，ＩＡＥＡの SAFETY STANDARDS SERIES No.NS-R-1,“SAFETY OF NUCLEAR POWER PLANTS:DESIGN”では，想定起因事象で考慮しないものとして，自然または人間に起因する外部事象であって，極めて起こりにくいもののたとえとして隕石や人工衛星の落下を挙げている。

第 1.2－3 表　設計基準において想定される外部人為事象の選定結果

No.	外部ハザード	選定基準	選定	備　　考
2-1	衛星の落下	E※2	×	安全施設の機能に影響を及ぼす人工衛星が落下する可能性は非常に低いと考えられることから除外する。
2-2	ﾊﾟｲﾌﾟﾗｲﾝ事故（ｶﾞｽなど），ﾊﾟｲﾌﾟﾗｲﾝ事故によるサイト内爆発等	A,D	×	発電所周辺のＬＮＧ基地内のパイプライン（約1.5km）は，十分な離隔距離が確保されていることから，影響は「爆発（プラント外での爆発）」，「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。
2-3	交通事故 （化学物質流出含む）	D	×	敷地外において，タンクローリ等の可動施設の輸送事故（流出含む）影響については，「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。 敷地内の交通事故は，車両の制限速度の設定等により管理されることから，安全機器へ損傷を与えるほどの衝突は発生しない。
2-4	有毒ガス	－	○	「有毒ガス」としてプラントへの影響評価を実施する。
2-5	タービンミサイル	E,F	×	「第18条 蒸気タービン」にて評価される。
2-6	飛来物（航空機落下）	－	○	「航空機落下」として，プラントへの影響評価を実施する。
2-7	工業施設又は 軍事施設事故	A,D	×	発電所周辺の大規模な工業施設は，十分な離隔距離が確保されていることから，「爆発（プラント外での爆発）」，「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。 また，発電所近傍に安全施設に影響を及ぼすような軍事施設はない。
2-8	船舶の衝突 （船舶事故）	－	○	「船舶の衝突」としてプラントへの影響評価を実施する。
2-9	自動車又は船舶の爆発	A,D	×	発電所周辺の幹線道路及び定期航路は，十分な離隔距離が確保されていることから，「爆発（プラント外での爆発）」，「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。
2-10	船舶から放出される固体液体不純物	D	×	流出物の影響は船舶事故発生時と同等と考えられ，「船舶の衝突（船舶事故）」に包絡される。
2-11	水中の化学物質	D	×	水中の化学物質の影響は船舶事故発生時と同等と考えられ，「船舶の衝突（船舶事故）」に包絡される。
2-12	プラント外での爆発	－	○	「爆発」としてプラントへの影響評価を実施する。
2-13	プラント外での化学物質流出	D	×	発電所周辺の航路は，十分な離隔距離が確保されていることから，「船舶の衝突（船舶事故）」及び「有毒ガス」に包絡される。

No.	外部ハザード	選定 基準	選定	備　　考
2-14	サイト貯蔵の化学物質の流出	D	×	屋内は空調管理，排水管理されていることから影響はないが，屋外貯蔵の化学物質流出の影響は「有毒ガス」に包絡される。
2-15	軍事施設からのミサイル	A	×	偶発的なミサイル到達は考え難いことから除外する。
2-16	掘削工事	A	×	敷地内の工事は管理されており，事前調査で埋設ケーブル・配管位置の確認を行うため，損傷は回避できることから除外する。 敷地外の工事はプラントに影響を与えないことから除外する。
2-17	他のユニットからの火災	D	×	近隣工場等の火災と影響は同様と考えられることから，「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。
2-18	他のユニットからのミサイル	A	×	安全施設に影響を及ぼすようなミサイル源はないため除外する。
2-19	他のユニットからの内部溢水	F	×	「第 9 条 溢水による損傷の防止等」にて評価される。
2-20	電磁的障害	－	○	「電磁的障害」としてプラントへの影響評価を実施する。
2-21	ダムの崩壊	－	○	「ダムの崩壊」としてプラントへの影響評価を実施する。
2-22	内部溢水	F	×	「第 9 条 溢水による損傷の防止等」にて評価される。
2-23	火災 （近隣工場等の火災）	－	○	「近隣工場等の火災」としてプラントへの影響評価を実施する。

※２：人口衛星が落下した場合については，衛星の大部分が大気圏で燃え尽き，一部破片が落下する可能性があるものの原子炉施設に影響を及ぼすことはないものと考えられる。

＜参考１＞

<u>基準Ａ</u>：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。

発電所の立地点の自然環境は一様ではなく，発生する自然事象は地域性があるため，発電所立地点において明らかに起こり得ない事象は対象外とする。

<u>基準Ｂ</u>：ハザード進展・襲来が遅く，事前にそのリスクを予知・検知することでハザードを排除できる。

事象発生時の発電所への影響の進展が緩慢であって，影響の緩和又は排除の対策が容易に講じることが出来る事象は対象外とする。例えば，発電所の海岸の浸食の事象が発生しても，進展が遅いため補強工事等により浸食を食い止めることができる。

<u>基準Ｃ</u>：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はそれ以下，又はプラントの安全性が損なわれることがない。

事象が発生しても，プラントへの影響が極めて限定的で炉心損傷事故のような重大な事故にはつながらない事象は対象外とする。例えば，外気温が上昇しても，屋外設備でも故障に至る可能性は小さく，また，冷却海水の温度が直ちに上昇しないことから冷却は維持できるので，影響は限定的である。

<u>基準Ｄ</u>：影響が他の事象に包絡される。

プラントに対する影響が同様とみなせる事象については，相対的に影響が大きいと判断される事象に包絡して合理的に検討する。

<u>基準Ｅ</u>：発生頻度が他の事象と比較して非常に低い。

航空機落下の評価では発生頻度が低い事象（10^{-7}／年以下）は考慮すべき事象からは対象外としており，同様に発生頻度がごく稀な事象は対象外とする。

<u>基準Ｆ</u>：外部からの衝撃による損傷の防止とは別の条項により評価を実施している。又は故意の外部人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止の対象外の事項

第四条 地震による損傷の防止，第五条 津波による損傷の防止，第九条 溢水による損傷の防止等，第十八条 蒸気タービンにより評価を実施するもの，または，故意の外部人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止に該当しないものについては，対象外とする。

＜参考２＞

設計基準において想定される自然現象の抽出フロー

国内外の基準等に基づき，考えられる自然現象を網羅的に抽出

第 1.1－1 表　考慮する外部ハザードの抽出（想定される自然現象）

丸数字は，次頁に記載した外部ハザードを抽出した文献を示す。

No	外部ハザード	外部ハザードを抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
1-1	極低温（凍結）	○	○	○	○	○	○	○		○
1-2	隕石	○		○		○		○		○
1-3	降水（豪雨（降雨））	○	○	○	○	○	○	○		○
1-4	河川の迂回	○	○			○		○		○
1-5	砂嵐	○		○		○		○		○

①DIVERSE 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
③Specific 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，構造およ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 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

↓

敷地の自然環境を考慮し，海外での評価手法※を参考とした除外基準に該当するものを除外

第 1.2－2 表　設計基準において想定される自然現象の選定結果

No.	外部ハザード	選定基準	選定	備　考
1-1	極低温（凍結）	－	○	「凍結」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-2	隕石	E※1	×	安全施設の機能に影響を及ぼす規模の隕石が衝突する可能性は極めて低い。
1-3	降水（豪雨（降雨））	－	○	「降水」としてプラントへの影響評価を実施する。
1-4	河川の迂回	B	×	発電所周辺の河川（久慈川）までは距離があり（約2km），また，迂回事象は進展が遅く，進展防止対策が可能であるため，安全性の影響はないことから除外する。
1-5	砂嵐	A, D	×	発電所及びその周辺には砂漠砂丘は存在せず，安全施設の機能に影響はないことから除外する。 大陸からの黄砂の影響については，「火山

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。（例：No. 1-5 砂嵐）
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・検知することでハザードを排除できる。（例：No. 1-16 海岸浸食）
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，またはプラントの安全性が損なわれることがない（例：No. 1-21 濃霧）
基準D	影響が他の事象に包絡される。（例：No. 1-27 満潮）
基準E	発生頻度が他の事象と比較して非常に低い。（例：No. 1-2 隕石）
基準F	外部からの衝撃による損傷の防止とは別の条項で評価している。または故意の外部人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止の対象外の事項（例：No. 2-5 タービンミサイル）

※ ASME/ANS RA-Sa-2009 “Addenda to ASME/ANS RA-S-2008 Standard for

↓

選定の結果，設計基準において想定される自然現象として 12 事象を選定

・洪水	・落雷
・風（台風）	・地滑り
・竜巻	・火山
・凍結	・生物学的事象
・降水	・森林火災
・積雪	・高潮

設計基準において想定される外部人為事象の抽出フロー

国内外の基準等に基づき，考えられる外部人為事象を網羅的に抽出

第 1.1－2 表　考慮する外部ハザードの抽出（想定する外部人為事象）

丸数字は，外部ハザードを抽出した文献を示す。

No	外部ハザード	外部ハザードを抽出した文献等								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
2-1	衛星の落下	○		○				○		○
2-2	ﾊﾟｲﾌﾟﾗｲﾝ事故（ｶﾞｽなど），ﾊﾟｲﾌﾟﾗｲﾝ事故によるサイト内爆発等	○		○		○		○		
2-3	交通事故（化学物質流出含む）	○		○	○	○		○		○
2-4	有毒ガス	○			○	○	○	○		
2-5	タービンミサイル	○			○	○	○	○		
2-6	飛来物（航空機落下）	○		○	○	○	○	○	○	○

①DIVERSE 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
③Specific 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，構造およ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 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

敷地及び敷地周辺の状況を考慮し，海外での評価手法※を参考とした除外基準に該当するものを除外

第 1.2－3 表　設計基準において想定される外部人為事象の選定結果

No.	外部ハザード	選定基準	選定	備　考
2-1	衛星の落下	E※2	×	安全施設の機能に影響を及ぼす人工衛星が落下する可能性は非常に低いと考えられることから除外する。
2-2	ﾊﾟｲﾌﾟﾗｲﾝ事故（ｶﾞｽなど），ﾊﾟｲﾌﾟﾗｲﾝ事故によるサイト内爆発等	A，D	×	発電所周辺のＬＮＧ基地内のパイプライン（約1.5km）は，十分な離隔距離が確保されていることから，影響は「爆発（プラント外での爆発）」，「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。
2-3	交通事故（化学物質流出含む）	D	×	敷地外において，タンクローリ等の可動施設の輸送事故（流出含む）影響については，「火災（近隣工場等の火災）」及び「有毒ガス」に包絡される。 敷地内の交通事故は，車両の制限速度の設定等により管理されることから，安全機器へ損傷を与えるほどの衝突は発生しない。
2-4	有毒ガス	－	○	「有毒ガス」としてプラントへの影響評価

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。（例：No.1-5 砂嵐）
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・検知することでハザードを排除できる。（例：No.1-16 海岸浸食）
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，またはプラントの安全性が損なわれることがない（例：No.1-21 濃霧）
基準Ｄ	影響が他の事象に包絡される。（例：No.1-27 満潮）
基準Ｅ	発生頻度が他の事象と比較して非常に低い。（例：No.1-2 隕石）
基準Ｆ	外部からの衝撃による損傷の防止とは別の条項で評価している。または故意の外部人為事象等外部からの衝撃による損傷の防止の対象外の事項（例：No.2-5 タービンミサイル）

※ 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”

選定の結果，設計基準において想定される外部人為事象として 7 事象を選定

・飛来物 ・ダムの崩壊 ・爆発 ・近隣工場等の火災	・有毒ガス ・船舶の衝突 ・電磁的障害

2.　基本方針

安全施設は，1.にて選定した各外部事象又はその重畳によって，安全機能を損なわない設計とする。

ここで，第六条における安全施設とは，「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」にて規定されているクラス１，２，３に属する構築物，系統及び機器（以下「安全重要度クラス１，２，３に属する構築物，系統及び機器」という。）を指していることから，選定した各外部事象に対して防護する安全施設は，安全重要度クラス１，２，３に属する構築物，系統及び機器とする。

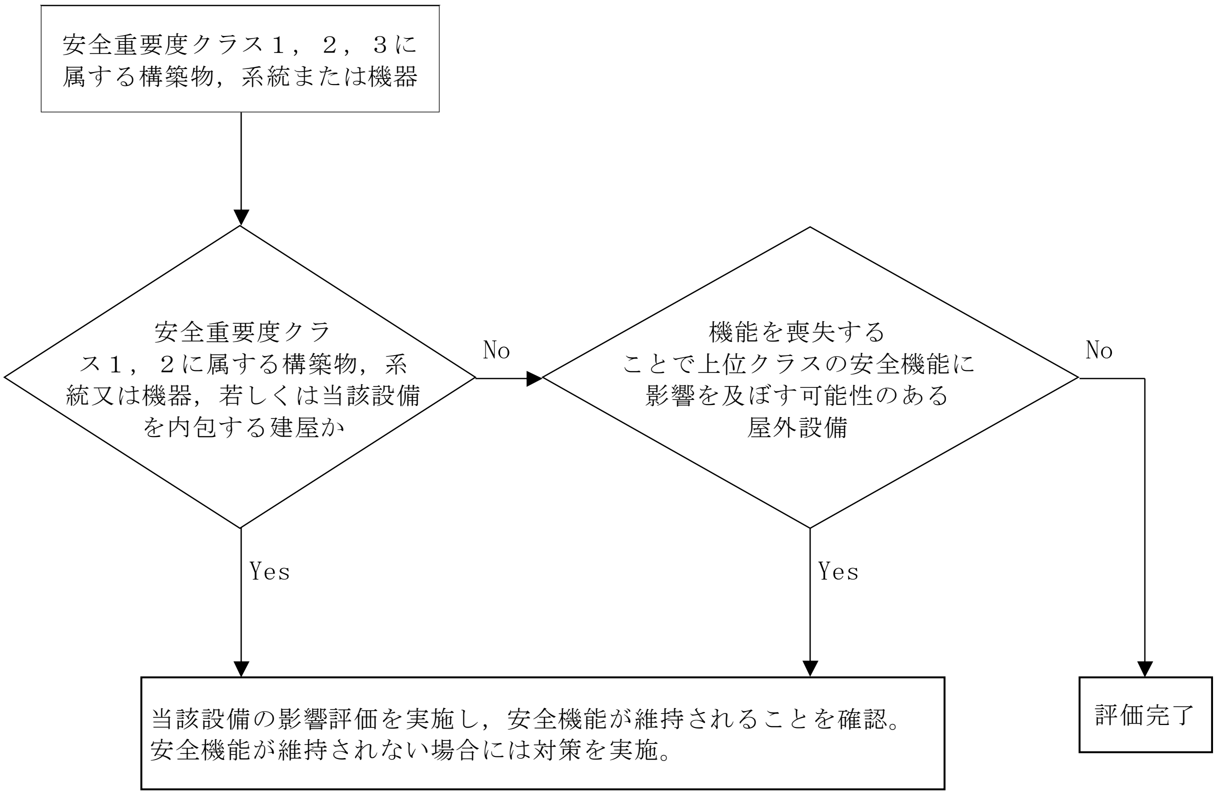
また，影響評価については，安全重要度クラス１，２に属する構築物，系統及び機器若しくはそれらを内包する建屋，機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備を評価し，安全機能が維持できることを確認する。また，安全機能が維持されない場合には対策を実施する。

その他の安全重要度クラス３に属する構築物，系統及び機器については，各外部事象に対して機能維持する，又は，各外部事象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場合，安全機能が維持可能であることから影響評価の対象外とする。

外部事象による安全施設への評価フローは第2－1図のとおり。

自然現象の重畳については，網羅的に組み合わせて評価する。

なお，安全施設への考慮における，根拠となる条文等については，「添付資料１．防護すべき安全施設及び重大事故等対処設備への考慮」のとおり。



第２−１図　外部事象による安全施設への評価フロー

3.　地震，津波以外の自然現象

東海第二発電所の自然環境を基に，想定される自然現象については，「1. 設計上考慮する外部事象の抽出」により選定しており，選定した事象に対する設計方針及び評価を以下に記載する。

なお，上記の想定される自然現象の設計方針に対しては，安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備への措置を含めることとし，措置が必要な場合は各事象において整理する。

3.1　設計基準の設定

設計基準について，以下に挙げる①及び②を参照し，設定する。ただし，以下①及び②にて設計が行えないものについては，当該事象が発生した場合の安全施設への影響シナリオを検討の上，個別に設計基準の設定を行う。（例：火山については，上記考え方に基づく設計は困難なため，個別に考慮すべき事象の特定を実施し設計する。）

①規格基準類に基づく設定

選定した自然現象に関する規格・基準類が存在する場合，それに基づき設計基準を設定する。

②観測記録に基づく設定

東海第二発電所及びその周辺における観測記録を調査の上，極値（観測史上１位）に基づき設計基準を設定する。

3.2　個別評価

(1)　洪 水

平成 21 年 11 月 17 日付け平成 20･12･24 原第 3 号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

東海第二発電所敷地の北側に久慈川が位置している。発電所敷地の東側は太平洋に面している。発電所敷地の西側は北から南にかけて標高 3～21m の平野となっている。発電所敷地の南側は丘陵地を挟んだ反対側に新川が位置している。久慈川水系が概ね 100 年に 1 回程度起こる大雨※1 により氾濫するとしても，洪水ハザードマップ※2 及び浸水想定区域図※3 によると，東海第二発電所に影響が及ばないこと，及び新川の浸水は丘陵地を遡上していないことから，東海第二発電所への影響はないことを確認した。

以上のことから，安全施設に洪水による被害が生じることはない。

なお，評価結果の詳細は「添付資料２．洪水影響評価について」のとおり。

※1 久慈川水系の洪水防御に関する計画の基本となる降雨量

久慈川流域の上流 2 日間の総雨量 235mm

里川流域の 2 日間の総雨量 302mm

山田川流域の上流 2 日間の総雨量 315mm

※2 東海村発行

※3 国土交通省関東地方整備局発行

(2)　風（台風）

平成 21 年 11 月 17 日付け平成 20･12･24 原第 3 号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

建築基準法及び同施行令第 87 条第 2 項及び第 4 項に基づく建設省告示第 1454 号によると，東海村において建築物を設計する際に要求される基準風速は 30m／s（地上高 10m，10 分間平均）である。

設計基準としての風速は，建築基準法施行令にて定められた東海村の基準風速である 30m／s（地上高 10m，10 分間平均）とする。

なお，最大瞬間風速等の風速変動といった局所的かつ一時的な影響であれば，竜巻の最大瞬間風速の影響に包絡されるが，本号では風（台風）の影響範囲，継続性を鑑み，風（台風）に対して設計基準としての風速を設定する。

設計基準としての風速の設定に当たっては，最大風速を採用することにより，その風速の 1.5～2 倍程度の最大瞬間風速※を考慮することになること，現行の建築基準法では最大瞬間風速等の風速変動による影響を考慮した係数を最大風速に乗じ風荷重を算出することが定められていることから，設計基準としての風速としては最大風速を設定する。

観測記録（気象庁の気象統計情報における観測記録。以下，本資料で同じ。）によると，水戸市の風速の観測記録史上１位の最大風速は 28.3m／s であり，また，最大瞬間風速は 44.2m／s である。

安全重要度クラス１，２に属する構築物，系統及び機器若しくはそれらを内包する建屋，機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備は，設計基準としての風速に対する風荷重が作用した場合においても，安全機能を損なうことのない設計とする。

その他の安全重要度クラス３に属する構築物，系統及び機器は，風（台

風）に対して機能維持する，若しくは，風（台風）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，又は，それらを適切に組み合わせた設計とする。

また，風（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，安全機能を損なうおそれはない。

なお，評価結果の詳細は「添付資料３．風（台風）影響評価について」のとおり。

※：気象庁 HP（風の強さと吹き方）：

http://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/yougo_hp/kazehyo.html

(3)　竜巻　6条（竜巻）において説明

設置許可基準規則の制定に基づき，適合のために新たに設計方針を追加した事象である。

竜巻に対する規格基準は，国内では策定されていない。

観測記録によると，太平洋側の最大竜巻規模は F3（風速 70～92m／s）である。

観測記録の統計処理による年超過確率 10^{-5}／年値によると，東海第二発電所における竜巻規模は F3（風速 80m／s）である。

上記のうち最も保守的な値は，F3 の風速範囲の上限値 92m／s であるが，竜巻の観測数等のデータが少なく不確実性があることから，保守性を確保するため，設計竜巻の最大風速 92m／s を安全側に切り上げて，最大風速 100m／s とする。

竜巻特性値（移動速度，最大接線風速，最大接線風速半径，最大気圧低下量，最大気圧低下率）については，「原子力発電所の竜巻影響評価ガイ

ド」に示される方法に基づき，設計竜巻の最大風速100m／sでの竜巻特性値を適切に設定する。

安全重要度クラス１，２に属する構築物，系統及び機器若しくはそれらを内包する建屋，機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備は，以下を実施し，最大風速100m／sの竜巻が発生した場合においても，竜巻及びその随伴事象によって安全機能を損なうことのない設計とする。

・東海第二発電所における飛来物に係る調査

・飛来物防止対策

・考慮すべき設計荷重（風圧力による荷重，気圧差による荷重，飛来物による衝撃及びその他組合せ荷重）に対する外部事象に対し必要な構築物，系統及び機器の構造健全性等の評価を行い，必要に応じ対策を行うことで安全機能が維持されることの確認

その他の安全重要度クラス３に属する構築物，系統及び機器は，竜巻及びその随伴事象に対して機能維持する，若しくは，竜巻及びその随伴事象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，又は，それらを適切に組み合わせた設計とする。

なお，詳細評価については，「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（平成25年6月19日原規技発第13061911号 原子力規制委員会決定)」に基づく審査資料「東海第二発電所 竜巻影響評価について」のとおり。

(4)　凍結

平成21年11月17日付け平成20･12･24原第3号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

低温に対する法令及び規格基準の要求はない。

観測記録によると，水戸市の気温の観測記録史上 1 位の最低気温は－12.7℃である。

安全重要度クラス１，２に属する構築物，系統及び機器は，屋内設備については換気空調設備により環境温度を維持し，屋外設備については保温等の凍結防止対策を必要に応じて行うことにより，安全機能を損なうことのない設計とする。

その他の安全重要度クラス３に属する構築物，系統及び機器は，低温に対して機能維持をする，若しくは，低温による凍結を考慮して，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，又は，それらを適切に組み合わせた設計とする。

なお，評価結果の詳細は「添付資料４．低温影響評価について」のとおり。

(5)　降水

設置許可基準規則の制定に基づき，想定される自然現象として抽出した事項であり，以下の設計方針を定めている。

降水に対する排水施設の規格・基準として，森林法に基づく林地開発許可に関する審査基準等を示した「森林法に基づく林地開発許可の手びき」（平成 28 年 4 月茨城県）においては，東海村が適用範囲となる「水戸」における 10 年確率で想定される雨量強度は 127.5mm／h である。

観測記録によると，水戸市の降水の観測記録史上 1 位の最大 1 時間降水量は 81.7mm／h である。

設計基準としての降水量は，東海村が適用範囲である「森林法に基づく林地開発許可の手びき」（平成 28 年 4 月茨城県）による水戸の雨量強度

127.5mm／h とする。

なお，降水に関連して発生する可能性がある自然事象としては，土砂崩れ及び土石流が考えられるが，発電所敷地内に急傾斜地崩壊危険個所や土石流危険渓流はないこと，敷地外においても土砂崩れ及び土石流危険区域は発電所から十分離れていることから，安全施設の安全機能に影響を与えるおそれはない。

安全重要度クラス１，２に属する構築物，系統及び機器若しくはそれらを内包する建屋，機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備の設置場所は，設計基準としての降水量による浸水に対し，構内排水路による排水等により，安全機能を損なうことのない設計とする。

その上で，外部事象に対し防護が必要な安全施設は，設計基準としての降水量の荷重に対し排水口による排水等により影響を受けない設計とし，安全機能を損なうことのない設計とする。

その他の安全重要度クラス３に属する構築物，系統及び機器は，降水に対して機能維持する，若しくは，降水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，又は，それらを適切に組み合わせた設計とする。

なお，評価結果の詳細は「添付資料５．降水影響評価について」のとおり。

(6)　積雪

平成 21 年 11 月 17 日付け平成 20･12･24 原第 3 号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

建築基準法及び同施行令第 86 条第 3 項に基づく茨城県建築基準法施行

細則によると，建築物を設計する際に要求される基準積雪深は，東海村においては30cmである。

設計基準としての積雪深は，建築基準法施行令にて定められた東海村の基準積雪深である30cmとする。

観測記録によると，水戸市の積雪の観測記録史上 1 位の日最深積雪は32cmである。

安全重要度クラス１，２に属する構築物，系統及び機器及びそれらを内包する建屋，機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備は，設定した設計基準積雪量による荷重又は給排気口の閉塞によって安全機能が損なうことのない設計とする。

なお，設計値（30cm）を上回るような積雪事象は，気象予報により事前に予測が可能であり，進展も緩やかであるため，建屋屋上等の除雪を行うことで積雪荷重の低減が可能である。

その他の安全重要度クラス３に属する構築物，系統及び機器は，積雪に対して機能維持する，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，又は，それらを適切に組み合わせた設計とする。

なお，評価結果の詳細は「添付資料６．積雪影響評価について」のとおり。

(7)　落雷

平成21年11月17日付け平成20･12･24原第3号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

電気技術指針JEAG4608（2007）においては，500kV発電所における送電線ならびに電力設備に対して基準電流を150kAとしている。また日本工業

規格 JIS A　4201:2003「建築物等の雷保護」，消防庁通知などによると，原子力発電所の危険物施設に対して基準電流 150kA と規定されている。

全国雷観測ネットワーク（JLDN）により観測された落雷データによると，東海第二発電所を中心とした標的面積 $4km^2$ の範囲の雷撃密度は 1.71 回／年・km であり，また，観測記録の統計処理による年超過確率 10^{-4}／年値によると，最大落雷電流値は 220kA である。

よって，落雷の基準電流値は保守的に，観測記録の統計処理による 220kA とする。

安全重要度クラス１，２に属する構築物，系統及び機器，機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備は，雷害防止対策として，原子炉建屋等への避雷針の設置，接地網の布設による接地抵抗の低減等を行うとともに，安全保護系への雷サージ侵入の抑制を図る回路設計を行い，安全機能を損なうことのない設計とする。

その他の安全重要度クラス３に属する構築物，系統及び機器は，落雷に対して機能維持する，若しくは，落雷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，又は，それらを適切に組み合わせた設計とする。

なお，評価結果の詳細は「添付資料７．落雷影響評価について」のとおり。

(8)　地滑り

平成 21 年 11 月 17 日付け平成 20･12･24 原第 3 号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

土砂災害危険箇所図※1 及び地すべり地形分布図※2 によると，東海第二発電所の敷地及びその近傍には地滑りを起こすような地形は存在しないこ

とを確認していることから，地滑りにより安全機能を損なうことはない。

なお，評価結果の詳細は「添付資料８．地滑り影響評価について」のとおり。

※1 茨城県 土木部 河川課 発行

※2 独立行政法人防災科学技術研究所発行

(9) 火山の影響 6条（火山）において説明

設置許可基準規則の制定に基づき，適合のために新たに設計方針を追加した事象である。

発電所に対して考慮すべき火山事象は，敷地の地理的領域に位置する第四紀火山の活動時期や噴出物の種類と分布，敷地との位置関係から，降下火砕物（火山灰）以外にない。

文献調査，地質調査及び降下火砕物シミュレーション解析の結果を踏まえ，降下火砕物の層厚を 40cm，密度を 1.5g／cm^3（湿潤状態），粒径を最大 8mm と評価した。

荷重については，層厚 40cm の湿潤状態の降下火砕物の荷重と積雪の荷重及び風荷重を適切に組み合わせる。

安全重要度クラス１，２に属する構築物，系統及び機器若しくはそれらを内包する建屋，機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備は，設定した降下火砕物の堆積量等に対し，以下の影響について，安全機能を損なうことのない設計とする。

・直接的影響（降下火砕物の堆積荷重，化学的影響（腐食），降下火砕物による閉塞等）

・間接的影響（長期間の外部電源の喪失等）

その他の安全重要度クラス３に属する構築物，系統及び機器は，降下火

砕物に対して機能維持する，若しくは，降下火砕物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，又は，それらを適切に組み合わせた設計とする。

なお，詳細評価については，「原子力発電所の火山影響評価ガイド（平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 13061910 号 原子力規制委員会決定)」に基づく審査資料「東海第二発電所 火山影響評価について」のとおり。

(10) 生物学的事象

設置許可基準規則の制定に基づき，想定される自然現象として抽出した事象であり，以下の設計方針を定めている。

安全重要度クラス１，２に属する構築物，系統及び機器若しくはそれらを内包する建屋，機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備は，生物学的事象として海生生物の襲来，小動物の侵入に対し，その安全機能を損なうことのない設計とする。

海生生物の襲来に対しては，塵芥による残留熱除去系海水系等への影響を防止するため，除塵装置及び海水ストレーナを設置し，必要に応じて塵芥を除去することにより，安全機能を損なうことのない設計とする。

小動物の侵入に対しては，屋内設備は建屋止水処置等により，屋外設備は端子箱貫通部のシールを行うことにより，安全機能を損なうことのない設計とする。

その他の安全重要度クラス３に属する構築物，系統及び機器は，生物学的事象に対して機能維持する，若しくは，生物学的事象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またはそれらを適切に組み合わせた設計とする。

なお，評価結果の詳細は「添付資料９．生物学的事象に対する考慮につ

いて」のとおり。

(11)　森林火災　6条（外部火災）において説明

設置許可基準規則の制定に基づき，適合のために新たに設計方針を追加した事象である。

安全重要度クラス１，２に属する構築物，系統及び機器若しくはそれらを内包する建屋，機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備は防火帯（必要とされる防火帯幅 20m）の内側に配置し，飛び火及び熱影響によって原子炉建屋外壁面の許容温度 200℃，排気筒鉄塔の許容温度 325℃を下回り，その安全機能を損なうことのない設計とする。

その他の安全重要度クラス３に属する構築物，系統及び機器は，防火帯の内側に配置し機能維持する，若しくは，森林火災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またはそれらを適切に組み合わせた設計とする。

火災により発生した，ばい煙等が建屋内に流入するおそれがある場合には，換気空調系の外気取入ダンパを閉止し，影響を防止可能である。

なお，詳細評価については，「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド（平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 13061912 号 原子力規制委員会決定)」に基づく審査資料「東海第二発電所 外部火災影響評価について」のとおり。

(12)　高潮

平成 21 年 11 月 17 日付け平成 20･12･24 原第 3 号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

東海第二発電所の最寄りの港湾である茨城港日立港区で観測された潮位は，最高潮位がT.P.（東京湾平均海面）＋1.46m，朔望平均満潮位がT.P.＋0.61mである。

安全施設は，高潮の影響を受けない敷地高さ以上に設置し（T.P.＋3.3m），安全機能を損なうことのない設計とする。

4.　外部人為事象

東海第二発電所の敷地及び敷地周辺の状況をもとに，設計基準において想定される外部人為事象については，「1. 設計上考慮する外部事象の抽出」により選定しており，選定した事象に対する設計方針を以下に記載する。

4.1　個別評価

(1)　航空機落下

平成 21 年 11 月 17 日付け平成 20･12･24 原第 3 号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

原子炉施設への航空機の落下確率は，「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･06･25 原院第 1 号）等に基づき評価した結果，約 5.7×10^{-8}回／炉･年であり，防護設計の要否を判断する基準である 10^{-7}回／炉･年を超えないため，航空機落下による防護については考慮する必要はない。

なお，評価結果の詳細は「添付資料 10. 航空機落下確率評価について」のとおり。

(2)　ダムの崩壊

平成 21 年 11 月 17 日付け平成 20･12･24 原第 3 号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

東海第二発電所周辺には，発電所敷地の北側に久慈川が位置しており，その支川である山田川の上流約 30km にダムが存在する。発電所敷地の東側は太平洋に面していること，発電所敷地の西側は北から南にかけては標高 3～21m の平野となっていることから，発電所敷地が浸水することはないため，ダムの崩壊により影響を受けることはない。また，ダムの崩壊に

よる流出水は敷地勾配により発電所敷地まで遡上しないためダムの崩壊を考慮する必要はない。

なお，評価結果の詳細は「添付資料 11. ダムの崩壊影響評価について」のとおり。

(3) 爆発 6条（外部火災）において説明

平成21年11月17日付け平成20･12･24原第3号をもって設置変更許可を受けた設計方針に同じ。

大きな爆発が発生する恐れがある施設としては，石油コンビナート等が想定される。石油コンビナート等とは，石油コンビナート等災害防止法で規制される特別防災区域内の特定事業所及びコンビナート等保安規則で規制される特定製造事業所が想定されるが，いずれの施設についても発電所から約 50km 以上の距離があることから，爆発の影響が安全施設の安全機能に及ぼすおそれはない。

発電所周辺に存在するＬＮＧ基地（敷地北方約 1.5km），発電所周辺の道路を通行する燃料輸送車両，発電所周辺を航行する燃料輸送船舶及び発電所内の高圧ガスタンクによる爆発から，人体に影響がないと想定される爆風圧（10kPa）以下となる危険限界距離に対して，離隔距離が確保されている。

なお，詳細評価については，「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド（平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 13061912 号 原子力規制委員会決定)」に基づく審査資料「東海第二発電所 外部火災影響評価について」のとおり。

(4) 近隣工場等の火災 6条（外部火災）において説明

設置許可基準規則の制定に基づき，想定される外部人為事象として新たに抽出した事象である。

発電所近隣の工場で火災により影響があると考えられるものは無い。

発電所周辺の道路を通行する燃料輸送車両，発電所に入港する船舶，発電所周辺を航行する燃料輸送船舶による火災から，原子炉建屋外壁面が許容温度（200℃）以下となる危険距離に対して，離隔距離が確保されている。

発電所内の危険物貯蔵タンク及び航空機墜落による火災を想定しても，近傍に設置されている原子炉建屋外壁面の許容温度 200℃，排気筒鉄塔の許容温度 325℃を下回ることを確認した。

火災により発生した，ばい煙等が建屋内に流入するおそれがある場合には，換気空調系の外気取入ダンパを閉止し，影響を防止可能である。

なお，詳細評価については，「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド（平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 13061912 号 原子力規制委員会決定)」に基づく審査資料「東海第二発電所 外部火災影響評価について」のとおり。

(5)　有毒ガス

設置許可基準規則の制定に基づき，想定される外部人為事象として新たに抽出した事象である。

有毒ガスの漏えいについては固定施設（石油コンビナート等）と可動施設（陸上輸送，海上輸送）からの流出が考えられる。発電所周辺には周辺監視区域が設定されており，近隣の施設や周辺道路等との間には離隔距離が確保されていることから，有毒ガスの漏えいを想定した場合でも，中央制御室の居住性が損なわれることはない。

発電所敷地内に貯蔵している化学物質については，貯蔵設備からの漏えいを想定した場合でも，中央制御室の居住性が損なわれることはない。また，窒息性を有するガスである液体窒素が漏えいを想定した場合でも，中央制御室の居住性が損なわれることはない。

また，中央制御室の空調系統については，外気取入ダンパを閉止し，閉回路循環運転を行うことにより中央制御室の居住性が損なわれることはない。

なお，評価結果の詳細については，「添付資料 12. 有毒ガス影響評価について」のとおり。

(6) 船舶の衝突

設置許可基準規則の制定に基づき，想定される外部人為事象として新たに抽出した事象である。

発電所周辺の海上交通としては，発電所の北方約 3km に茨城港日立港区，南方約 6km に茨城港常陸那珂港区，南方約 18km に茨城港大洗港区があり，それぞれ日立－釧路間，常陸那珂－苫小牧間，常陸那珂－北九州間，大洗－苫小牧間等の定期航路がある。最も距離の近い航路でも発電所より約 1.4km の離隔距離があり，航路を通行する船舶が港湾内に侵入する可能性は低い。

港湾内に入港する燃料輸送船等（全長約 100m×全幅約 16.5m，満水時の喫水約 5.5m）の事故が港湾内で発生した場合でも，取水口前面のカーテンウォールにより阻害されること，取水口は呑み口が広い（幅約 42m）ため，取水口が閉塞する可能性は低い。

また，小型船舶（漁船等，全長約 20m×全幅約 5m，満水時の喫水約 2m）が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，また，万が一防波堤を通過しても，取水口は呑み口が広いため，取水口が閉塞する可能性は低い。

船舶の座礁により，重油流出事故が発生した場合は，オイルフェンスを設置する措置を講じる。

なお，評価結果の詳細は「添付資料 13. 船舶の衝突影響評価について」のとおり。

(7) 電磁的障害

設置許可基準規則の制定に基づき，想定される外部人為事象として新たに抽出した事象である。

安全保護回路は，日本工業規格（JIS）等に基づき，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する設計としている。

したがって，電磁的障害により安全施設の安全機能を損なうことはない。

なお，評価結果の詳細は「添付資料 14. 安全保護回路の主な電磁波，サージ・ノイズ対策について」のとおり。

5.　自然現象，外部人為事象に対する安全施設への影響評価

東海第二発電所で考慮する自然現象及び外部人為事象に対して，安全施設の受ける影響評価を第 5-1 表に示す。

なお，洪水，地滑り，高潮の自然現象，並びに航空機落下，ダムの崩壊，有毒ガス，船舶の衝突の外部人為事象に関しては，東海第二発電所の施設への影響がないことから，第 5-1 表から除外している。

第５－１表　外部事象による安全施設への影響（１／８）

分類	安全機能の重要度分類			設備設置場所	自然現象																		外部人為事象					
	機能	構築物，系統又は機器			風（台風）		竜巻		凍結（低温）		降水		積雪		落雷		火山		生物学的事象		森林火災		爆発		近隣工場等の火災		電磁的障害	
					評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果
PS-1	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系（計装等の小口径配管・機器は除く）	原子炉圧力容器	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			原子炉再循環ポンプ	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			配管，弁	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			隔離弁	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			制御棒駆動機構ハウジング	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			中性子束計装管ハウジング	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	過剰反応度の印加防止機能	制御棒カップリング	制御棒カップリング	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			制御棒駆動機構カップリング	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	炉心形状の維持機能	炉心支持構造物（炉心シュラウド，シュラウドサポート，上部格子板，炉心支持板，制御棒案内管），燃料集合体（ただし，燃料を除く。）	炉心シュラウド	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			シュラウドサポート	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			上部格子板	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			炉心支持板	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			燃料支持金具	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			制御棒案内管	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			制御棒駆動機構ハウジング	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			燃料集合体（上部タイプレート）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			燃料集合体（下部タイプレート）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			燃料集合体（スペーサ）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
MS-1	原子炉の緊急停止機能	原子炉停止系の制御棒による系（制御棒及び制御棒駆動系（スクラム機能））	制御棒	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			制御棒案内管	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			制御棒駆動機構	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	未臨界維持機能	原子炉停止系（制御棒による系，ほう酸水注入系）	制御棒	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			制御棒カップリング	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			制御棒駆動機構カップリング	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			ほう酸水注入系（ほう酸水注入ポンプ，注入弁，タンク出口弁，ほう酸水貯蔵タンク，ポンプ吸込配管及び弁，注入配管及び弁）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁（安全弁としての開機能）	逃がし安全弁（安全弁開機能）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	原子炉停止後の除熱機能	残留熱を除去する系統（残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード），原子炉隔離時冷却系，高圧炉心スプレイ系，逃がし安全弁（手動逃がし機能），自動減圧系（手動逃がし機能））	残留熱除去系（ポンプ，熱交換器，原子炉停止時冷却モードのルートとなる配管，弁）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			原子炉隔離時冷却系（ポンプ，サプレッション・プール，タービン，サプレッション・プールから注水先までの配管，弁）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			高圧炉心スプレイ系（ポンプ，サプレッション・プール，サプレッション・プールからスプレイ先までの配管，弁，スプレイヘッダ）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影

○：各外部事象に対し安全機能を維持できる。
　又は各外部事象による損傷を考慮して，代替設備による機能続行や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，附属棟，廃棄物処理棟）
T/B：タービン建屋　　NR/W：廃棄物処理建屋
D/Y：固体廃棄物貯蔵庫　　D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋
S/Y：屋内開閉所

荷：荷重による影響なし
水：浸水による影響なし
飛：竜巻飛来物による影響なし
爆：爆発飛来物による影響なし
灰：火山灰による影響なし
熱：輻射熱による影響なし
煙：ばい煙による影響なし
取：フィルタ取替等
代：代替設備（設備名）
補：補修の実施（必要に応じプラント停止）
影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない
防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等）
内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし

第5－1表　外部事象による安全施設への影響（２／８）

分類	安全機能の重要度分類			設備設置場所	自然現象																		外部人為事象					
	機能	構築物，系統又は機器			風（台風）		竜巻		凍結（低温）		降水		積雪		落雷		火山		生物学的事象		森林火災		爆発		近隣工場等の火災		電磁的障害	
					評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果
MS-1	原子炉停止後の除熱機能（つづき）	残留熱を除去する系統（残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード），原子炉隔離時冷却系，高圧炉心スプレイ系，逃がし安全弁（手動逃がし機能），自動減圧系（手動逃がし機能））（つづき）	逃がし安全弁（手動逃がし機能）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			自動減圧系（手動逃がし機能）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	炉心冷却機能	非常用炉心冷却系（低圧炉心スプレイ系，低圧注水系，高圧炉心スプレイ系，自動減圧系）	低圧炉心スプレイ系（ポンプ，サプレッション・プール，サプレッション・プールからスプレイ先までの配管，弁，スプレイヘッダ）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			残留熱除去系（低圧注水モード）（ポンプ，サプレッション・プール，サプレッション・プールから注水先までの配管，弁（熱交換器バイパスライン含む），注水ヘッダ）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			高圧炉心スプレイ系（ポンプ，サプレッション・プール，サプレッション・プールからスプレイ先までの配管，弁，スプレイヘッダ）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			自動減圧系（逃がし安全弁）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
MS-1	放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮蔽及び放出低減機能	原子炉格納容器，原子炉格納容器隔離弁，原子炉格納容器スプレイ冷却系，原子炉建屋，非常用ガス処理系，非常用再循環ガス処理系，可燃性ガス濃度制御系	格納容器（格納容器本体，貫通部，所員用エアロック，機器搬入ハッチ）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			原子炉建屋原子炉棟	屋外	○	荷	○	荷，飛，補※1	○	影	○	水，荷	○	荷	○	影	○	荷	○	影	○	熱	○	爆	○	熱	○	影
			格納容器隔離弁及び格納容器バウンダリ配管	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			主蒸気流量制限器	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			残留熱除去系（格納容器スプレイ冷却モード）（ポンプ，熱交換器，サプレッション・プール，サプレッション・プールからスプレイ先（ドライウェル及びサプレッション・プール気相部）までの配管，弁，スプレイヘッダ（ドライウェル及びサプレッション・プール））	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影

○：各外部事象に対し安全機能を維持できる。
　又は各外部事象による損傷を考慮して，代替設備による機能続行や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，附属棟，廃棄物処理棟）
T/B：タービン建屋　　NR/W：廃棄物処理建屋
D/Y：固体廃棄物貯蔵庫　　D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋
S/Y：屋内開閉所

荷：荷重による影響なし
水：浸水による影響なし
飛：竜巻飛来物による影響なし
爆：爆発飛来物による影響なし
灰：火山灰による影響なし
熱：輻射熱による影響なし
煙：ばい煙による影響なし
取：フィルタ取替等
代：代替設備（設備名）
補：補修の実施（必要に応じプラント停止）
影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない
防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等）
内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし

※1：ブローアウトパネルが開放した場合（ブローアウトパネルは常時閉）

第５−１表　外部事象による安全施設への影響（３／８）

分類	安全機能の重要度分類			設備設置場所	自然現象																		外部人為事象					
	機能	構築物，系統又は機器			風（台風）		竜巻		凍結（低温）		降水		積雪		落雷		火山		生物学的事象		森林火災		爆発		近隣工場等の火災		電磁的障害	
					評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果
MS-1	放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮蔽及び放出低減機能（つづき）	原子炉格納容器，原子炉格納容器隔離弁，原子炉格納容器スプレイ冷却系，原子炉建屋，非常用ガス処理系，非常用再循環ガス処理系，可燃性ガス濃度制御系（つづき）	原子炉建屋ガス処理系（乾燥装置，排風機，フィルタ装置，原子炉建屋原子炉棟吸込口から排気筒頂部までの配管，弁）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
				屋外	○	荷	○	荷，補	○	影	○	影	○	影	○	影	○	影	○	影	○	熱	○	爆	○	熱	○	影
			可燃性ガス濃度制御系（再結合装置，格納容器から再結合装置までの配管，弁，再結合装置から格納容器までの配管，弁）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			遮蔽設備（原子炉遮蔽壁，一次遮蔽壁，二次遮蔽壁）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系	原子炉緊急停止の安全保護回路	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防
			・非常用炉心冷却系作動の安全保護回路 ・原子炉格納容器隔離の安全保護回路 ・原子炉建屋ガス処理系作動の安全保護回路 ・主蒸気隔離の安全保護回路	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防
	安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系，制御室及びその遮蔽・非常用換気空調系，非常用補機冷却水系，直流電源系（いずれも，ＭＳ－１関連のもの）	非常用所内電源系（ディーゼル機関，発電機，発電機から非常用負荷までの配電設備及び電路）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防
			中央制御室及び中央制御室遮蔽	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			中央制御室換気空調系（放射線防護機能及び有毒ガス防護機能）（非常用再循環送風機，非常用再循環フィルタ装置，空調ユニット，送風機，排風機，ダクト及びダンパ）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
				屋外	○	荷	○	防	○	影	○	影	○	防	○	影	○	防，取	○	影	○	熱 取	○	爆	○	熱 取	○	影
			残留熱除去系海水系（ポンプ，熱交換器，配管，弁，ストレーナ（ＭＳ－１関連））	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
				屋外	○	荷	○	防	○	防	○	影	○	荷	○	防	○	荷，灰	○	防	○	熱 煙	○	爆	○	熱 煙	○	影
			ディーゼル発電機海水系（ポンプ，配管，弁，ストレーナ）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
				屋外	○	荷	○	防	○	防	○	影	○	荷	○	防	○	荷，灰	○	防	○	熱 煙	○	爆	○	熱 煙	○	影
			直流電源系（蓄電池，蓄電池から非常用負荷までの配電設備及び電路（ＭＳ－１関連））	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			計測制御電源系（蓄電池から非常用計測制御装置までの配電設備及び電路（ＭＳ－１関連））	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防

○：各外部事象に対し安全機能を維持できる。
又は各外部事象による損傷を考慮して，代替設備による機能続行や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，附属棟，廃棄物処理棟）
T/B：タービン建屋　NR/W：廃棄物処理建屋
D/Y：固体廃棄物貯蔵庫　D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋
S/Y：屋内開閉所

荷：荷重による影響なし
水：浸水による影響なし
飛：竜巻飛来物による影響なし
爆：爆発飛来物による影響なし
灰：火山灰による影響なし
熱：輻射熱による影響なし
煙：ばい煙による影響なし
取：フィルタ取替等
代：代替設備（設備名）
補：補修の実施（必要に応じプラント停止）
影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない
防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等）
内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし

第５－１表　外部事象による安全施設への影響（４／８）

分類	安全機能の重要度分類			設備設置場所	自然現象																		外部人為事象					
	機能	構築物，系統又は機器			風（台風）		竜巻		凍結（低温）		降水		積雪		落雷		火山		生物学的事象		森林火災		爆発		近隣工場等の火災		電磁的障害	
					評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果
PS-2	原子炉冷却材を内蔵する機能（ただし，原子炉冷却材圧力バウンダリから除外されている計装等の小口径のもの及びバウンダリに直接接続されていないものは除く。）	主蒸気系，原子炉冷却材浄化系（いずれも，格納容器隔離弁の外側のみ）	原子炉冷却材浄化系（原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			主蒸気系	C/S T/B	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			原子炉隔離時冷却系タービン蒸気供給ライン（原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分であって外側隔離弁下流からタービン止め弁まで）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって，放射性物質を貯蔵する機能	放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの大きいもの），使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）	放射性気体廃棄物処理系（活性炭式希ガスホールドアップ装置）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			新燃料貯蔵庫（臨界を防止する機能）（新燃料貯蔵ラック）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			使用済燃料乾式貯蔵容器	D/C	○	内	○	内※1	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	燃料を安全に取り扱う機能	燃料取扱設備	燃料交換機	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			原子炉建屋クレーン	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン	D/C	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能	逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分）	逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
MS-2	燃料プール水の補給機能	非常用補給水系	残留熱除去系（ポンプ，サプレッション・プール，サプレッション・プールから燃料プールまでの配管，弁）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	放射性物質放出の防止機能	放射性気体廃棄物処理系の隔離弁，排気筒（非常用ガス処理系排気管の支持機能以外）	放射性気体廃棄物処理系（オフガス系）隔離弁	T/B	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	補	○	影
			排気筒	屋外	○	荷	○	荷，補	○	影	○	影	○	影	○	影	○	影	○	影	○	熱	○	爆	○	熱	○	影
			燃料プール冷却浄化系の燃料プール入口逆止弁	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
		燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系	原子炉建屋原子炉棟	屋外	○	荷	○	荷，飛，補※2	○	影	○	水，荷	○	荷	○	影	○	荷	○	影	○	熱	○	爆	○	熱	○	影
			原子炉建屋ガス処理系	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
				屋外	○	荷	○	補	○	影	○	影	○	影	○	影	○	影	○	影	○	熱	○	爆	○	熱	○	影

○：各外部事象に対し安全機能を維持できる。
又は各外部事象による損傷を考慮して，代替設備による機能続行や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，附属棟，廃棄物処理棟）
T/B：タービン建屋　　NR/W：廃棄物処理建屋
D/Y：固体廃棄物貯蔵庫　　D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋
S/Y：屋内開閉所

荷：荷重による影響なし
水：浸水による影響なし
飛：竜巻飛来物による影響なし
爆：爆発飛来物による影響なし
灰：火山灰による影響なし
熱：輻射熱による影響なし
煙：ばい煙による影響なし
取：フィルタ取替等
代：代替設備（設備名）
補：補修の実施（必要に応じプラント停止）
影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない
防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等）
内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし

※１：使用済燃料乾式貯蔵容器も外殻防護施設としている。
※２：ブローアウトパネルが開放した場合（ブローアウトパネルは常時閉）

第５−１表　外部事象による安全施設への影響（５／８）

分類	安全機能の重要度分類			設備設置場所	自然現象																		外部人為事象					
	機能	構築物，系統又は機器			風（台風）		竜巻		凍結（低温）		降水		積雪		落雷		火山		生物学的事象		森林火災		爆発		近隣工場等の火災		電磁的障害	
					評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果
MS-2	事故時のプラント状態の把握機能	事故時監視計器の一部	・中性子束（起動領域計装） ・原子炉スクラム用電磁接触器の状態 ・制御棒位置	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防
			・原子炉水位（広帯域，燃料域） ・原子炉圧力	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防
			・原子炉格納容器圧力 ・サプレッション・プール水温度 ・原子炉格納容器エリア放射線量率（高レンジ）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防
			［低温停止への移行］ ・原子炉圧力 ・原子炉水位（広帯域） ［ドライウェルスプレイ］ ・原子炉水位（広帯域，燃料域） ・原子炉格納容器圧力 ［サプレッション・プール冷却］ ・原子炉水位（広帯域，燃料域） ・サプレッション・プール水温度 ［可燃性ガス濃度制御系起動］ ・原子炉格納容器水素濃度 ・原子炉格納容器酸素濃度	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防
	制御室外からの安全停止機能	制御室外原子炉停止装置（安全停止に関連するもの）	制御室外原子炉停止装置（安全停止に関連するもの）の操作回路	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防
PS-3	原子炉冷却材保持機能（PS-1 及び PS-2 以外のもの）	計装配管，試料採取管	計装配管，弁	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			試料採取管，弁	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			ドレン配管，弁	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			ベント配管，弁	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	原子炉冷却材の循環機能	原子炉再循環系	原子炉再循環ポンプ，配管，弁，ライザー管（炉内），ジェットポンプ	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	放射性物質の貯蔵機能	サプレッションプール水排水系，復水貯蔵タンク，放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）	復水貯蔵タンク	屋外	○	補	○	補	○	防	○	影	○	補	○	影	○	補	○	影	○	熱	○	爆	○	熱	○	影
			液体廃棄物処理系（低電導度廃液収集槽，高電導度廃液収集槽）	C/S NR/W	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			固体廃棄物処理系（ＣＵＷ粉末樹脂沈降分離槽，使用済樹脂槽，濃縮廃液タンク，固体廃棄物貯蔵庫（ドラム缶））	C/S D/Y	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影

○：各外部事象に対し安全機能を維持できる。
又は各外部事象による損傷を考慮して，代替設備による機能続行や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，附属棟，廃棄物処理棟）
T/B：タービン建屋　NR/W：廃棄物処理建屋
D/Y：固体廃棄物貯蔵庫　D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋
S/Y：屋内開閉所

荷：荷重による影響なし
水：浸水による影響なし
飛：竜巻飛来物による影響なし
爆：爆発飛来物による影響なし
灰：火山灰による影響なし
熱：輻射熱による影響なし
煙：ばい煙による影響なし
取：フィルタ取替等
代：代替設備（設備名）
補：補修の実施（必要に応じプラント停止）
影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない
防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等）
内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし

第５−１表　外部事象による安全施設への影響（６／８）

分類	安全機能の重要度分類			設備設置場所	自然現象																		外部人為事象					
					風（台風）		竜巻		凍結（低温）		降水		積雪		落雷		火山		生物学的事象		森林火災		爆発		近隣工場等の火災		電磁的障害	
	機能	構築物，系統又は機器			評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果
PS-3	放射性物質の貯蔵機能（つづき）	サプレッションプール水排水系，復水貯蔵タンク，放射性廃棄物処理施設（放射性インベントリの小さいもの）（つづき）	新燃料貯蔵庫（新燃料貯蔵ラック）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			給水加熱器保管庫	屋外	○	補	○	補	○	影	○	水，補	○	補	○	影	○	補	○	影	○	熱	○	爆	○	熱	○	影
			セメント混練固化装置及び雑固体減容処理設備（液体及び固体の放射性廃棄物処理系）	NR/W	○	内	○	補	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	補	○	影
	電源供給機能（非常用を除く。）	タービン，発電機及びその励磁装置，復水系（復水器を含む。），給水系，循環水系，送電線，変圧器，開閉所	発電機及びその励磁装置（発電機，励磁機）	T/B	○	内	○	補	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	補	○	影
			蒸気タービン（主タービン，主要弁，配管）	T/B	○	内	○	補	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	補	○	影
			復水系（復水器を含む）（復水器，復水ポンプ，配管／弁）	T/B	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			給水系（電動駆動給水ポンプ，タービン駆動給水ポンプ，給水加熱器，配管／弁）	T/B	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	補	○	影
			循環水系（循環水ポンプ，配管／弁）	T/B	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			常用所内電源系（発電機又は外部電源系から所内負荷までの配電設備及び電路（ＭＳ−１関連以外））	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			直流電源系（蓄電池，蓄電池から常用負荷までの配電設備及び電路（ＭＳ−１関連以外））	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			計測制御電源系（電源装置から常用計測制御装置までの配電設備及び電路（ＭＳ−１関連以外））	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			送電線	屋外	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	影	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）
			変圧器（所内変圧器，起動変圧器，予備変圧器，電路）	屋外	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）
			開閉所（母線，遮断器，断路器，電路）	S/Y 屋外	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）	○	代（非常用ディーゼル発電機）

○：各外部事象に対し安全機能を維持できる。
又は各外部事象による損傷を考慮して，代替設備による機能続行や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，附属棟，廃棄物処理棟）
T/B：タービン建屋　NR/W：廃棄物処理建屋
D/Y：固体廃棄物貯蔵庫　D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋
S/Y：屋内開閉所

荷：荷重による影響なし
水：浸水による影響なし
飛：竜巻飛来物による影響なし
爆：爆発飛来物による影響なし
灰：火山灰による影響なし
熱：輻射熱による影響なし
煙：ばい煙による影響なし
取：フィルタ取替等
代：代替設備（設備名）
補：補修の実施（必要に応じプラント停止）
影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない
防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等）
内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし

第5－1表　外部事象による安全施設への影響（7／8）

分類	安全機能の重要度分類			設備設置場所	自然現象																		外部人為事象					
	機能	構築物，系統又は機器			風（台風）		竜巻		凍結（低温）		降水		積雪		落雷		火山		生物学的事象		森林火災		爆発		近隣工場等の火災		電磁的障害	
					評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果
PS-3	プラント計測・制御機能（安全保護機能を除く。	原子炉制御系（制御棒価値ミニマイザを含む。），原子炉核計装，原子炉プロセス計装	・原子炉制御系（制御棒価値ミニマイザを含む） ・原子炉核計装 ・原子炉プラントプロセス計装	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	プラント運転補助機能	所内ボイラ，計装用圧縮空気系	補助ボイラ設備（補助ボイラ，給水タンク，給水ポンプ，配管／弁）	T/B	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			所内蒸気系及び戻り系（ポンプ，配管／弁）	T/B	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			計装用圧縮空気設備（空気圧縮機，中間冷却器，配管／弁）	T/B	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			原子炉補機冷却水系（原子炉補機冷却ポンプ，熱交換器，配管／弁）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
				T/B	○	補	○	補	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	補	○	内	○	影
			タービン補機冷却水系（タービン補機冷却ポンプ，熱交換器，配管／弁）	T/B	○	補	○	補	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	補	○	内	○	影
			タービン補機冷却海水系（補機冷却海水ポンプ，配管／弁，ストレーナ）	屋外	○	補	○	補	○	防	○	影	○	補	○	防	○	補	○	防	○	熱，煙	○	爆	○	補，煙	○	影
			復水補給水系（復水移送ポンプ，配管／弁）	T/B	○	補	○	補	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	補	○	内	○	影
	核分裂生成物の原子炉冷却材中の放散防止機能	燃料被覆管	燃料被覆管	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			上／下部端栓	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			タイロッド	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	原子炉冷却材の浄化機能	原子炉冷却材浄化系，復水浄化系	原子炉冷却材浄化系（再生熱交換器，非再生熱交換器，ＣＵＷポンプ，ろ過脱塩装置，配管／弁）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			復水浄化系（復水脱塩装置，配管／弁）	T/B	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	補	○	内	○	影
MS-3	原子炉圧力の上昇の緩和機能	逃がし安全弁（逃がし弁機能），タービンバイパス弁	逃がし安全弁（逃がし弁機能）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			タービンバイパス弁	T/B	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
	出力上昇の抑制機能	原子炉冷却材再循環系（再循環ポンプトリップ機能，制御棒引抜監視装置）	・原子炉再循環制御系 ・制御棒引き抜き阻止回路 ・選択制御棒挿入回路	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防
	原子炉冷却材の補給機能	制御棒駆動水圧系，原子炉隔離時冷却系	制御棒駆動水圧系（ポンプ，復水貯蔵タンク，復水貯蔵タンクから制御棒駆動機構までの配管，弁）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内		内	○	内		内	○	内	○	影
				屋外	○	補	○	補	○	防	○	影	○	補	○	影	○	補	○	影	○	熱	○	爆	○	熱	○	影
			原子炉隔離時冷却系（ポンプ，タービン）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影

○：各外部事象に対し安全機能を維持できる。
又は各外部事象による損傷を考慮して，代替設備による機能続行や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，附属棟，廃棄物処理棟）
T/B：タービン建屋　NR/W：廃棄物処理建屋
D/Y：固体廃棄物貯蔵庫　D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋
S/Y：屋内開閉所

荷：荷重による影響なし
水：浸水による影響なし
飛：竜巻飛来物による影響なし
爆：爆発飛来物による影響なし
灰：火山灰による影響なし
熱：輻射熱による影響なし
煙：ばい煙による影響なし
取：フィルタ取替等
代：代替設備（設備名）
補：補修の実施（必要に応じプラント停止）
影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない
防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等）
内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし

第５−１表　外部事象による安全施設への影響（８／８）

分類	安全機能の重要度分類			設備設置場所	自然現象																		外部人為事象					
	機能	構築物，系統又は機器			風（台風）		竜巻		凍結（低温）		降水		積雪		落雷		火山		生物学的事象		森林火災		爆発		近隣工場等の火災		電磁的障害	
					評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果	評価	確認結果
MS-3	緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能	原子力発電所緊急時対策所，試料採取系，通信連絡設備，放射能監視設備，事故時監視計器の一部，消火系，安全避難通路，非常用照明	緊急時対策所	屋外	○	荷	○	荷，防	○	影	○	水，荷	○	荷	○	影	○	荷	○	影	○	熱	○	防	○	熱	○	影
			試料採取系（異常時に必要な下記の機能を有するもの。原子炉冷却材放射性物質濃度サンプリング分析，原子炉格納容器雰囲気放射性物質濃度サンプリング分析）	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	影
			通信連絡設備（１つの専用回路を含む複数の回路を有する通信連絡設備）	屋外	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）	○	代（有線/無線/衛星系）
			放射線監視設備	屋外	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）	○	代（可搬型モニタリングポスト）
			事故時監視計器の一部	C/S	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	防
			消火系（水消火設備，泡消火設備，二酸化炭素消火設備，等）	各建屋	○	内	○	代（消火器等）	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	内	○	代（消火器等）	○	代（消火器等）	○	影
				屋外	○	代（消防自動車等）	○	代（消防自動車等）	○	防	○	影	○	影	○	代（消防自動車等）	○	影	○	代（消防自動車等）	○	代（消防自動車等）	○	代（消防自動車等）	○	代（消防自動車等）	○	影
			安全避難通路	全域	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	代（代替の安全避難通路）	○	影
			非常用照明	全域	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	代（代替の照明器具）	○	影

○：各外部事象に対し安全機能を維持できる。
又は各外部事象による損傷を考慮して，代替設備による機能続行や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

C/S：原子炉建屋（原子炉棟，附属棟，廃棄物処理棟）
T/B：タービン建屋　NR/W：廃棄物処理建屋
D/Y：固体廃棄物貯蔵庫　D/C：使用済燃料乾式貯蔵建屋
S/Y：屋内開閉所

荷：荷重による影響なし
水：浸水による影響なし
飛：竜巻飛来物による影響なし
爆：爆発飛来物による影響なし
灰：火山灰による影響なし
熱：輻射熱による影響なし
煙：ばい煙による影響なし
取：フィルタ取替等
代：代替設備（設備名）
補：補修の実施（必要に応じプラント停止）
影：対象となる構築物，系統又は機器に影響を及ぼす影響モードがない
防：事象に見合った防護対策を実施（例：飛来物からの防護，雷害対策等）
内：建屋内（地下敷設の場合も含む）により影響なし

6.　自然現象の重畳について

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第六条解釈第 3 項及び第 5 項において，設計上の考慮を要する自然現象の組合せについて要求がある。

重畳の検討についての概略を以下に示す。

【検討手順概略】

①　「1.1　外部事象の収集」にて設計上考慮すべき事象として選定した自然現象 12 事象から，「3.2　個別評価」にて東海第二発電所の地形において発生しないとした 2 事象（洪水，地滑り）または津波に包絡するとした 1 事象（高潮）を除いた 9 事象に，地震及び津波を加えた 11 事象を組合せ対象として設定。

②　自然現象毎に影響モード（荷重，閉塞，温度等）を整理し，事象の特性（相関性，発生頻度等）を踏まえて全ての組合せを網羅的に検討し，影響が増長する組合せを特定。組合せを考慮した場合に原子炉施設に与える影響パターンを以下の観点で分類。

ａ．組み合わせた場合も影響が増長しないもの（逆に影響が小さくなるものを含む）

ｂ．同時に発生する可能性が極めて低いもの

ｃ．増長する影響について，個別の事象の検討で包絡されている，もしくは個別の事象の設計余裕に包絡されているもの

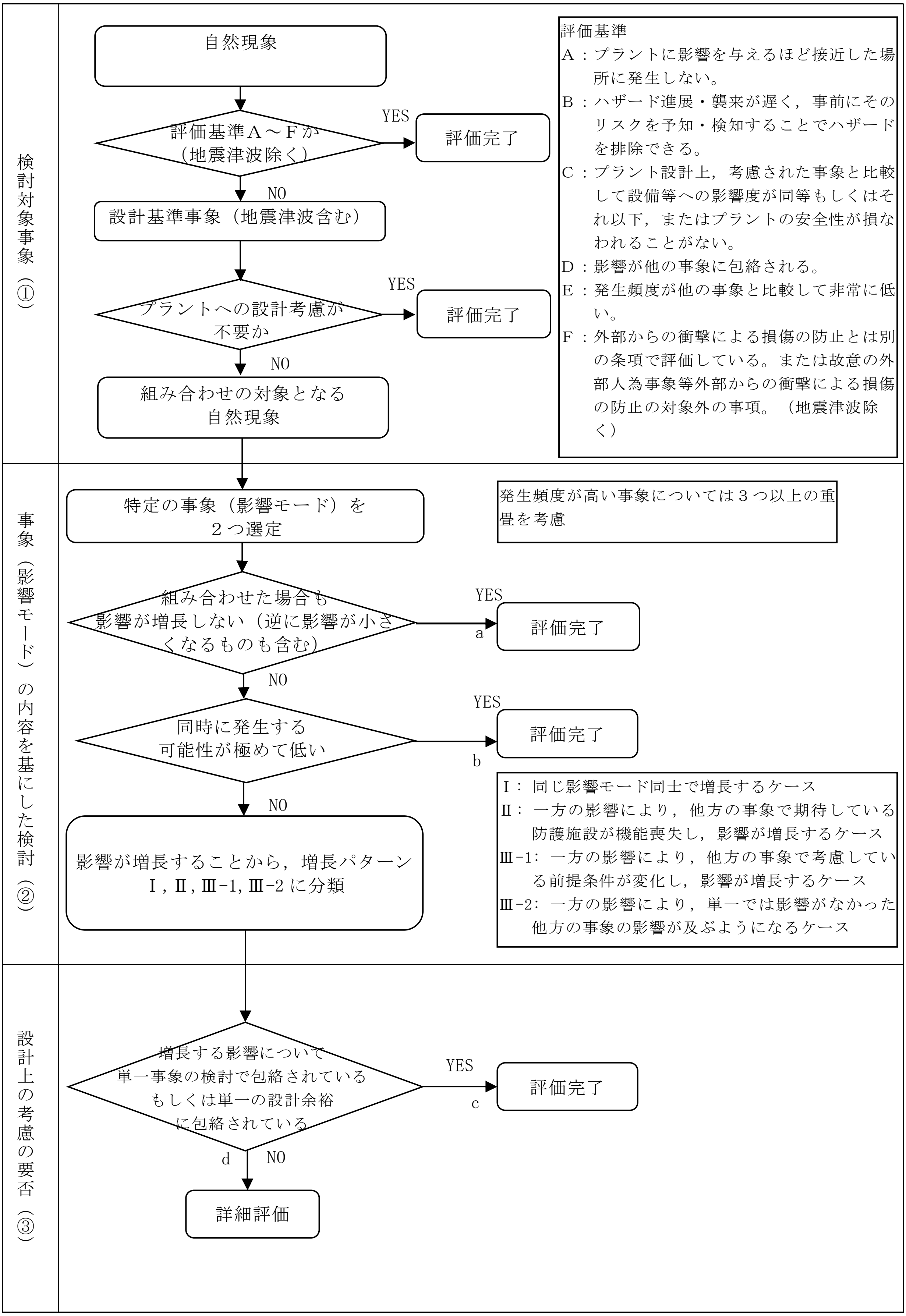
ｄ．ｃ以外で影響が増長するもの

影響が増長するケース（上記ｃ及びｄ）については，それらを 4 つのタイプに分類し，新たな影響モードが生じるモードについても考慮。

③　影響が増長するケースに対し，影響度合いを詳細検討し，設計上の考慮や安全設備の防護対策が必要となった場合は対策を講ずる。

④　アクセス性・視認性についても記載。

第 6－1 図に自然現象の組合せ事象の評価フローを示す。フロー内の各タスクの詳細については 6.2 以降で説明する。



第６－１図　自然現象の組合せの評価

6.1　検討対象

6.1.1　検討対象事象

検討対象とする事象は，1.1 と同様に文献より抽出された自然現象 55 事象のうち国内外の基準を元に発電所敷地で想定される自然現象（地震及び津波を除く。）として選定した 12 事象から，3.2 より東海第二発電所の地形において発生しないとした 2 事象（洪水，地滑り）または津波に包絡するとした 1 事象（高潮）を除いた 9 事象に，地震及び津波を加え，以下の 11 事象とする。

第 6.1－1 表　重畳検討事象

・自然現象（11 事象）

No.	自然現象		
1-1	極低温	1-15	生物学的事象
1-3	降水（豪雨（降雨））	1-19	風（台風）
1-7	地震活動	1-20	竜巻
1-8	積雪（暴風雪）	1-22	森林火災
1-11	津波	1-33	落雷
1-12	火山（火山活動・降灰）		

6.2　事象の特性の整理

6.2.1　相関性のある自然現象の特定

自然現象は，特定の現象が他の現象を誘発したり，同様の原因（低気温時に頻発等）を有したりするなどの因果関係を有し，同時期に発生する事象群が存在する。これらの相関性を持つ自然現象を特定する。相間性のある自然現象を抽出した結果を第 6.2－1 表に示す。

一方，森林火災，生物学的事象は，各事象が独立して発生するものであることから，相関性はないものとする。

第 6.2－1 表　相関性のある自然現象

相関タイプ	自然現象
①低温系	極低温，積雪（暴風雪）
②高温系	－
③風水害系	降水（豪雨（降雨）），風（台風）または竜巻※1， 落雷
④地震系（津波）	地震活動，津波
⑤地震系（火山）	地震活動，火山（火山活動・降灰）

※風（台風）と竜巻は特定の箇所に同時に負荷がかからないため，どちらか一方のみを考慮する

6.2.2　影響モードのタイプ分類

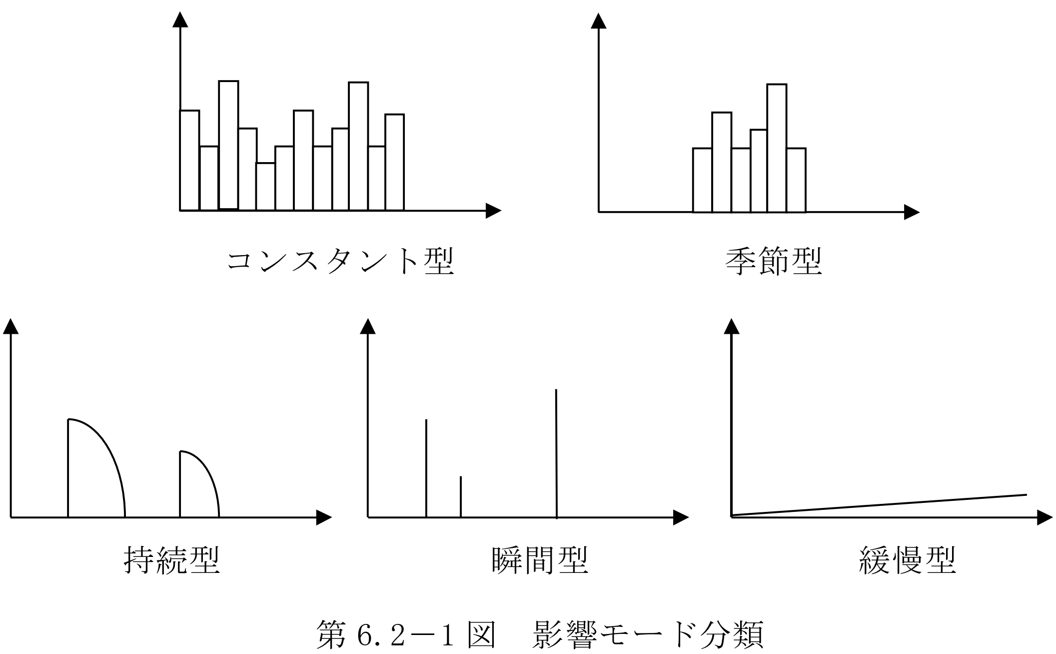
組合せを考慮するにあたって，自然現象の影響モードを第 6.2－2 表のタイプごとに分類する（第 6.2－1 図参照）。ただし，第 6.2－2 表で分類されている自然現象は現象ごとに大枠で分類したものであり，実際に詳細検討する際には各現象の影響モードごとに検討する。

ここで生物学的事象については，海生生物（くらげ等）と動物（ネズミ等）で影響タイプが異なるため，分けて考慮する。

第 6.2－2 表　影響モードのタイプ分類

影響タイプ	特性	現象
コンスタント型，季節型	年間を通してプラントに影響を及ぼすような自然現象（ただし，常時負荷がかかっているわけではない）もしくは特定の季節で恒常的な自然現象	極低温，降水（豪雨（降雨）），積雪（暴風雪），生物学的事象（海生生物），風（台風）
持続型	恒常的ではないが，影響が長期的に持続するような自然現象。 影響持続時間が長ければ数週間に及ぶ可能性があるもの	火山（火山活動・降灰）
瞬間型	瞬間的にしか起こらないような自然現象。 影響持続時間が数秒程度（長くても数日程度）のもの。	地震活動，津波，生物学的事象（小動物），竜巻，森林火災，落雷
緩慢型	事象進展が緩慢であり，発電所の運転に支障をきたすほどの短時間での事象進展がないと判断される自然現象。	－

※複数の型が該当する自然現象は，保守的な型を割り当てる（上が保守的）
例えば風（台風）について，風圧力は瞬間型だが，作業性などの検討においては定常的な負荷が想定されるため，コンスタント型に分類



第 6.2－1 図　影響モード分類

6.3　重畳影響分類

6.3.1　重畳影響分類方針

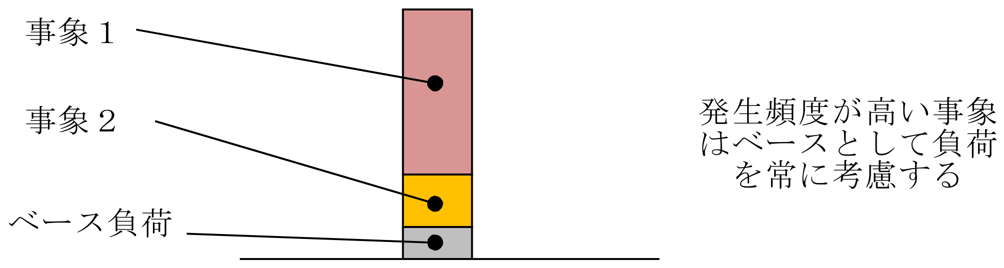
「6.1 検討対象」で選定した自然現象の組合せに対して網羅的に検討を実施する。

・例えば瞬間型同士の重畳については，同時に発生する可能性が極めて小さいことから基本的には重畳を考慮する必要がないが，影響モードや評価対象設備によっては影響持続時間が長くなることがあるため，個別に検討が必要となる。（例：竜巻の直接的な影響は瞬間型だが，竜巻により避雷設備が壊れた場合には避雷設備が修復されるまで影響が持続する。そのため，竜巻と落雷は両方とも瞬間型に分類されるが，重ね合わせを考慮する必要がある。）

また，組合せを考慮する事象数，規模及び相関性をもつ自然現象への配慮について以下に示す。

①　事象数

影響が厳しい事象が重畳することは稀であることから，基本的には２つの事象が重畳した場合の影響を検討する。ただし，発生頻度が高い事象については，考慮する組合せに関係なく，ベースとして負荷がかかっている状況を想定する（第 6.3－1 図参照）。例えば，火山の影響との組合せを考慮する場合も，ベース負荷として極低温，積雪，降水，風の影響についても考慮する。



第 6.3-1 図　ベース負荷の考え方

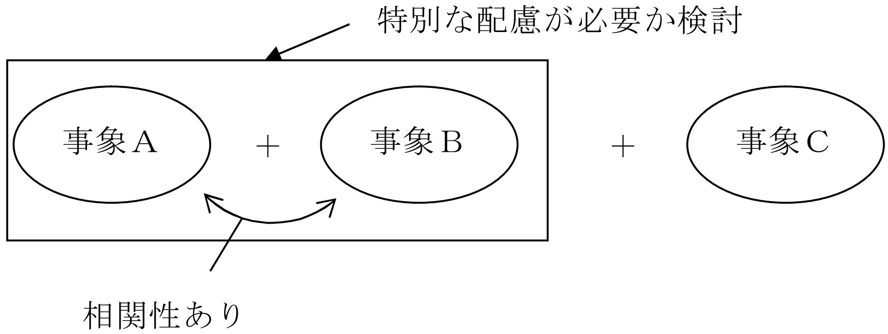
②　規模

設計への考慮や防護対策が必要となった組合せについて，組み合わせた事象の規模を想定し設計に反映する。

③　相関性を持つ自然現象への配慮

6.3.1①のとおり，相関性を持つ自然現象は同時に発生することを想定し，相関性を持つ事象のセット＋他事象の組合せを考慮する。

相関性を持つ事象のセット＋他事象を検討するための前処理として，相関性を持つ事象のセット内で単一事象時に想定している影響モード以外の新たな影響モードの有無及び増長されるモードの有無を確認し，特別な配慮が必要か検討した結果を以下に示す。



第 6.3－2 図　相関性を持つ自然現象への配慮

各自然現象について，影響モードの相関評価を行う。

・低温系，高温系

低温系，高温系の影響モードを第 6.3-1 表に示す。

極低温と積雪には電気的影響（短絡）の影響モードが存在し，重畳により送電線の相間短絡の可能性が高まるが，相間短絡により発生する事象は外部電源喪失であり，非常用ディーゼル発電機は相間短絡の影響を受けない。

なお，電気的影響以外は同一の影響モードがなく，重畳した場合も影響が増長するような影響モードは存在せず，また，新たな影響モードについても起こりえない。

第 6.3-1 表　低温系，高温系の影響モード

自然現象		影響モード
低温系	極低温	温度，電気的影響（着氷による短絡）
	積雪	荷重，電気的影響（着雪による短絡），閉塞
高温系	－	－

・風水害系

風水害系の影響モードを第 6.3-2 表に示す。

風（台風）と竜巻は同じ荷重（風，飛来物）の影響モードが存在するが，竜巻の基準風速が風より大きいことから，風（台風）の荷重は竜巻評価に包絡される。

竜巻に伴う止水対策（水密扉等）への影響については，設計基準竜巻に対して機能が損なわれない設計とする。

また，竜巻に伴う落雷対策への影響については，避雷設備が損傷する可能性があるが，落雷以外の事象への影響は存在しない

（他事象との重畳を評価する際には考慮不要）。

第 6.3-2 表　風水害系の影響モード

自然現象		影響モード
風水害系	降水	浸水，荷重
	風（台風）	荷重（風，飛来物）
	竜巻	荷重（風，飛来物，気圧差）
	落雷	電気的影響（サージ及び誘導電流，過電圧，直撃雷）

・地震系（津波）

地震系（津波）の影響モードを第 6.3-3 表に示す。

基準地震動 $\mathrm{S_S}$ の震源と基準津波の震源は異なることから，独立事象として扱うことが可能であり，かつ，各々の発生頻度は十分に小さく同時に発生する確率は極めて低い。しかし，基準地震動 $\mathrm{S_S}$ の震源による津波と基準地震動 $\mathrm{S_S}$ の余震，基準津波と基準津波を発生させる地震の余震は同時に敷地に到達する可能性がある。

よって，基準地震動 $\mathrm{S_S}$ の震源による津波と基準津波のうち規模の大きい基準津波と，基準津波を発生させる地震の余震を便宜上弾性設計用地震動 $\mathrm{S_d}$ とし，基準津波と余震との重畳を考慮し，安全機能が損なわれない設計とする。

第 6.3-3 表　地震系（津波）の影響モード

自然現象		影響モード
地震系	地震	荷重（地震）
	津波	荷重（衝突），浸水，閉塞

・地震系（火山）

地震系（火山）の影響モードを第 6.3-4 表に示す。

火山性地震における，火山のプラントへの影響については，敷地と火山に十分な離隔があることから，地震の本震と同時にプラントに襲来する可能性は低く，ある程度の時差をもって襲来するものと思われる。

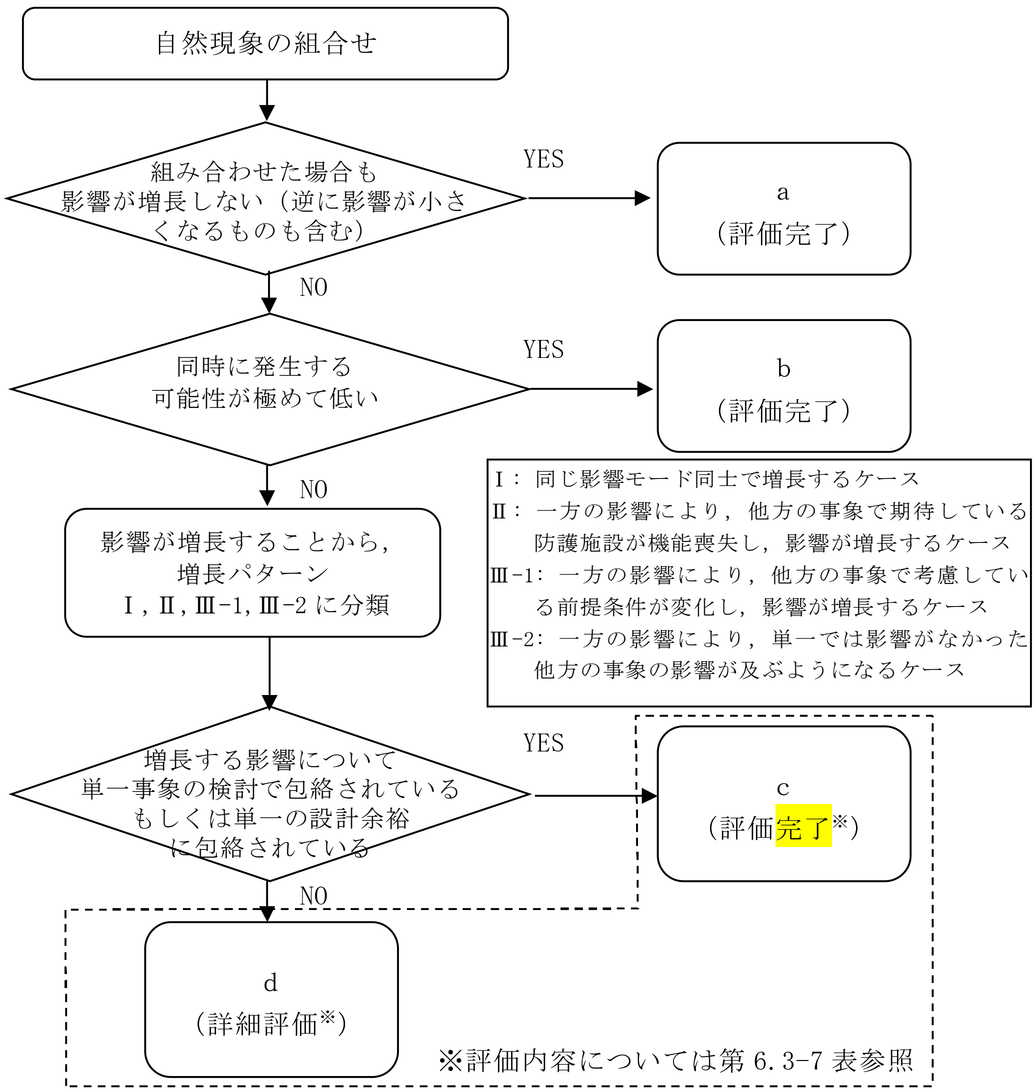
第 6.3-4 表　地震系（火山）の影響モード

自然現象		影響モード
地震系	地震	荷重（地震）
	火山	荷重（堆積），電気的影響（付着），閉塞（吸気等），閉塞（海水系）,腐食

以上より，相関性をもつ事象のセットについて，単一事象時に想定している影響モード以外の新たな影響モードがないこと，増長される影響モードが存在しないことが確認されたため，相関性をもつ事象のセット＋他事象での増長する影響を確認する際に，相関性をもつ事象について特別に配慮する必要はない。

6.3.2　影響パターン

組合せを考慮した場合に原子炉施設に与える影響パターンを以下の３つの観点で分類した。



第 6.3－3 図　影響パターン選定フロー

上記 a,b に該当する自然現象の組合せについては，安全施設の安全機能が損なわれない。

また，発生頻度が極めて低い事象（地震，津波，竜巻，火山）同士について，事象が重畳する可能性について第 6.3-5 表，第 6.3-6 表に整理した。

第 6.3-5 表　事象の組合せ

		事象２			
		地震	津波	竜巻	火山
事象1	地震		①	②	③
	津波	④		⑤	⑥
	竜巻	⑦	⑧		⑨
	火山	⑩	⑪	⑫	

第 6.3-6 表　事象の継続時間及び発生頻度

		事象の継続時間	発生頻度（/年）
事象1	地震	短（30 秒程度）	5.0×10^{-4}
	津波	短（15 分程度）	2.0×10^{-4}
	竜巻	短（10 分程度）	2.1×10^{-6}
	火山	長（30 日）	2.2×10^{-5}※

※東海第二発電所敷地周辺に降下火砕物の有意義な堆積が確認された 4 万 5000 年前の赤城山の噴火を考慮

① 地震（事象１）と津波（事象２）の組合せについて

津波は地震発生後に来襲することから，同時に来襲することはないため，重畳を考慮する必要はない。

② 地震（事象１）と竜巻（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

③ 地震（事象１）と火山（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

④ 津波（事象１）と地震（事象２）の組合せについて

津波発生時に余震と重畳する可能性があるため，重畳を考慮する。

⑤ 津波（事象１）と竜巻（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

⑥ 津波（事象１）と火山（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

⑦ 竜巻（事象１）と地震（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。ただし，竜巻により安全施設の耐震性に悪影響を及ぼす場合は，必要に応じてプラントを停止し，補修を行うことで，事象の影響の重畳を防止する。

⑧ 竜巻（事象１）と津波（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。ただし，竜巻により耐津波設備に影響を及ぼす場合は，必要に応じてプラントを停止し，補修を行うことで，事象の影響の重畳を防止する。

⑨ 竜巻（事象１）と火山（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

⑩ 火山（事象１）と地震（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

⑪ 火山（事象１）と津波（事象２）の組合せについて

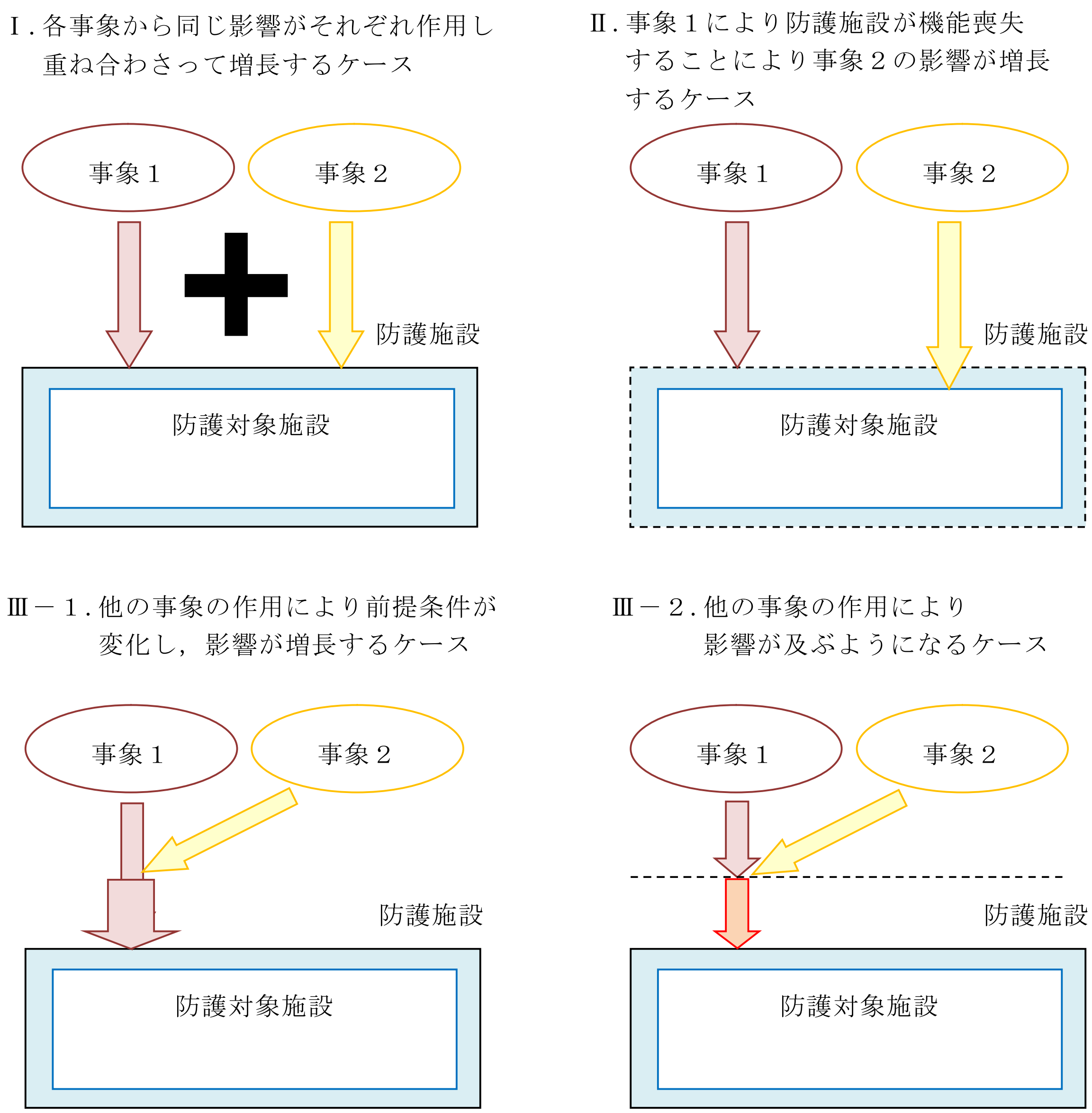
両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

⑫ 火山（事象１）と竜巻（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

よって，発生頻度が極めて低い事象同士については，④津波（事象１）と地震（事象２）の組合せのみ重畳を考慮する。

上記 c,d に該当する自然現象の組合せについては，事象が単独で発生した場合の影響と比較して，複数の事象が重畳することで影響が増長される組合せとなるが，その増長する影響パターンについては第 6.3-4 図のとおり 4 つに分類した。



第 6.3－4 図　重畳による増長パターン分類

6.3.3　重畳影響分類結果

事象の重畳影響について 6.3.1 に基づき，a，b，c，d に分類（c，d についてはさらにⅠ，Ⅱ，Ⅲ-1，Ⅲ-2 に分類）した結果について第 6.3-7 表，第 6.3-8 表に示す。

第6.3－7表　自然現象の重畳マトリックス（1／8）

【凡例】
a：組み合わせた場合も影響が増長しないもの
b：同時に発生する可能性が極めて低いもの
c：増長する影響について単一事象の検討で包絡されている，もしくは単一の事象の設計余裕に包絡されているもの※
d：c以外で影響が増長するもの※
※c，dについては以下も記載
Ⅰ：各自然現象から同じ影響がそれぞれ作用し，重ね合わさって増長するケース
Ⅱ：ある自然現象の防護施設が他の自然現象によって機能喪失することにより，影響が増長するケース
Ⅲ－１：他の自然現象の作用により前提条件が変化し，影響が増長するケース
Ⅲ－２：他の自然現象の作用により影響が及ぶようになるケース

事象１				極低温		降水（豪雨（降雨））		地震活動	積雪（暴風雪）			津波			火山（火山活動・降下火砕物）				
事象２			設備の損傷・機能喪失モード	温度	電気的影響	浸水	荷重（堆積）	荷重（地震）	荷重（堆積）	電気的影響	閉塞（吸気等）	荷重（衝突）	浸水	閉塞（海水系）	荷重（堆積）	閉塞（海水系）	閉塞（吸気等）	腐食	電気的影響
自然現象	設備の損傷・機能喪失モード		備考																
極低温	温度	屋外機器内部流体の凍結				a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
		ヒートシンク（海水）の凍結				a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	電気的影響	着氷による送電線の相間短絡				a	a	a	a	d(Ⅰ)	a	a	a	a	a	a	a	a	d(Ⅰ)
降水（豪雨（降雨））	浸水	降水による設備の浸水		a	a			a	a	a	a	a	c(Ⅰ)	a	a	a	a	a	a
	荷重	荷重（堆積）		a	a			a	a	a	a	a	a	a	d(Ⅰ，Ⅲ-2)	a	a	a	a
地震活動	荷重	荷重（地震）		a	a	a	a		d(Ⅲ－１)	a	a	d(Ⅰ)	c(Ⅱ)	d(Ⅲ－１)	b	a	a	a	a
積雪（暴風雪）	荷重	荷重（堆積）		a	a	a	a	d(Ⅲ－１)				d(Ⅲ－１)	a	a	d(Ⅰ)	a	a	a	a
	電気的影響	着雪による送電線の相間短絡		a	d(Ⅰ)	a	a	a				a	a	a	a	a	a	a	d(Ⅰ)
	閉塞（吸気系）	給気フィルタ等の閉塞		a	a	a	a	a				a	a	a	a	a	d(Ⅰ)	a	a
津波	荷重	荷重（衝突）		a	a	a	a	b	d(Ⅲ－１)	a	a				b	a	a	a	a
	浸水	津波による設備の浸水		a	a	c(Ⅰ)	a	a	a	a	a				a	a	a	a	a
	閉塞（海水系）	漂流物による取水口，海水ストレーナの閉塞		a	a	a	a	a	a	a	a				a	b	a	a	a
火山（火山活動・降下火砕物）	荷重	荷重（堆積）		a	a	a	d(Ⅰ)	b	d(Ⅰ)	a	a	b	a	a					
	閉塞（海水系）	海水系ストレーナの閉塞		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b					
	閉塞（吸気系）	給気フィルタ等の閉塞		a	a	a	a	a	a	a	d(Ⅰ)	a	a	a					
	腐食	腐食成分による化学的影響		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a					
	電気的影響	降下火砕物の付着による送電線の相間短絡		a	d(Ⅰ)	a	d(Ⅲ－１)	a	a	d(Ⅰ)	a	a	a	a					
生物学的事象	閉塞（海水系）	取水口，海水ストレーナの閉塞		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	d(Ⅰ)	a	c(Ⅰ)	a	a	a
	電気的影響	齧歯類（ネズミ等）によるケーブル類の損傷		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
風（台風）	荷重	荷重（風）		d(Ⅲ－１)	a	a	a	d(Ⅰ)	d(Ⅲ－１)	a	d(Ⅲ－１)	d(Ⅰ)	a	a	d(Ⅰ)	a	d(Ⅲ－１)	a	a
		荷重（飛来物）		a	a	a	a	c(Ⅰ)	a	a	a	c(Ⅰ)	a	a	a	a	a	a	a
竜巻	荷重	荷重（風）		a	a	a	a	b	a	a	d(Ⅲ－１)	b	a	a	a	a	b	a	a
		荷重（飛来物）		a	a	a	a	b	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a
		荷重（気圧差）		a	a	a	a	b	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a
森林火災	温度	輻射熱		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	閉塞	給気フィルタ等の閉塞		a	a	a	a	a	a	a	d(Ⅰ)	a	a	a	a	a	d(Ⅰ)	a	a
落雷	電気的影響	屋内外計測制御設備に発生するノイズ		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
		直撃雷		a	a	a	a	c(Ⅱ)	a	a	a	c(Ⅱ)	a	a	a	a	a	a	a
		誘導雷サージによる電気盤内の回路損傷		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

第6.3－7表　自然現象の重畳マトリックス（2／8）

【凡例】
a：組み合わせた場合も影響が増長しないもの
b：同時に発生する可能性が極めて低いもの
c：増長する影響について単一事象の検討で包絡されている，もしくは単一の事象の設計余裕に包絡されているもの※
d：c以外で影響が増長するもの※
※ｃ，ｄについては以下も記載
Ⅰ：各自然現象から同じ影響がそれぞれ作用し，重ね合わさって増長するケース
Ⅱ：ある自然現象の防護施設が他の自然現象によって機能喪失することにより，影響が増長するケース
Ⅲ－１：他の自然現象の作用により前提条件が変化し，影響が増長するケース
Ⅲ－２：他の自然現象の作用により影響が及ぶようになるケース

事象１				生物学的事象		風（台風）		竜巻			森林火災		落雷		
事象２			設備の損傷・機能喪失モード	閉塞（海水系）	電気的影響	荷重（風）	荷重（飛来物）	荷重（風）	荷重（飛来物）	荷重（気圧差）	温度	閉塞（吸気等）	電気的影響（ノイズ）	電気的影響（直撃雷）	電気的影響（雷サージ）
自然現象		設備の損傷・機能喪失モード	備考												
極低温	温度	屋外機器内部流体の凍結		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
		ヒートシンク（海水）の凍結		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	電気的影響	着氷による送電線の相間短絡		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
降水（豪雨（降雨））	浸水	降水による設備の浸水		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	荷重	荷重（堆積）		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
地震活動	荷重	荷重（地震）		a	a	d(Ⅰ)	c(Ⅰ)	b	b	b	a	a	a	c(Ⅱ)	a
積雪（暴風雪）	荷重	荷重（堆積）		a	a	d(Ⅲ－1)	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	電気的影響	着雪による送電線の相間短絡		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	閉塞（吸気系）	給気フィルタ等の閉塞		a	a	d(Ⅲ－1)	a	a	a	a	a	d(Ⅰ)	a	a	a
津波	荷重	荷重（衝突）		a	a	d(Ⅰ)	c(Ⅰ)	b	b	b	a	a	a	c(Ⅱ)	a
	浸水	津波による設備の浸水		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	閉塞（海水系）	漂流物による取水口，海水ストレーナの閉塞		d(Ⅰ)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
火山（火山活動・降下火砕物）	荷重	荷重（堆積）		a	a	d(Ⅲ－1)	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	閉塞（海水系）	海水系ストレーナの閉塞		c(Ⅰ)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	閉塞（吸気系）	給気フィルタ等の閉塞		a	a	d(Ⅲ－1)	a	b	a	a	a	d(Ⅰ)	a	a	a
	腐食	腐食成分による化学的影響		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	電気的影響	降下火砕物の付着による送電線の相間短絡		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
生物学的事象	閉塞（海水系）	取水口，海水ストレーナの閉塞				a	d(Ⅰ)	a	a	a	a	a	a	a	a
	電気的影響	齧歯類（ネズミ等）によるケーブル類の損傷				a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
風（台風）	荷重	荷重（風）		a	a			a	a	a	c(Ⅲ－1)	d(Ⅲ－1)	a	c(Ⅱ)	a
		荷重（飛来物）		d(Ⅰ)	a			a	a	a	a	a	a	c(Ⅱ)	a
竜巻	荷重	荷重（風）		a	a	a	a				c(Ⅲ－1)	d(Ⅲ－1)	a	c(Ⅱ)	a
		荷重（飛来物）		d(Ⅰ)	a	a	a				a	a	a	c(Ⅱ)	a
		荷重（気圧差）		a	a	a	a				a	a	a	a	a
森林火災	温度	輻射熱		a	a	c(Ⅲ－1)	a	c(Ⅲ－1)	a	a			a	a	a
	閉塞	給気フィルタ等の閉塞		a	a	d(Ⅲ－1)	a	d(Ⅲ－1)	a	a			a	a	a
落雷	電気的影響	屋内外計測制御設備に発生するノイズ		a	a	a	a	a	a	a	a	a			
		直撃雷		a	a	a	a	c(Ⅱ)	c(Ⅱ)	a	a	a			
		誘導雷サージによる電気盤内の回路損傷		a	a	a	a	a	a	a	a	a			

第6.3－8表　事象の重畳 個別検討結果（1/6）

重畳事象（事象１×事象２の順で記載）	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
極低温（電気的影響） ×積雪（電気的影響）	電気的影響（相間短絡）	d	Ⅰ	付着物の増加により，送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり，非常用ディーゼル発電機は相間短絡の影響を受けない。	－
極低温（電気的影響） ×火山（電気的影響）	電気的影響（相間短絡）	d	Ⅰ	付着物の増加により，送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり，非常用ディーゼル発電機は相間短絡の影響を受けない。	－
極低温（温度） ×風（荷重（風））	温度	d	Ⅲ－１	風の影響により，流体の凍結の可能性が高まると考えられる。 →状況に応じ，循環運転等による凍結防止措置を実施する手順により対処可能である。	－
降水（浸水） ×津波（浸水）	浸水	c	Ⅰ	個別事象の重畳により，浸水の影響を受ける可能性が高まると考えられる。 →津波防護施設(防潮堤等)は基準津波高さに裕度を持たせた設計としており，影響はない。	－
降水（荷重（堆積）） ×火山（荷重（堆積））	荷重	d	Ⅰ	降下火砕物は湿り気を含むことで堆積荷重が増加すると考えられる。 →荷重条件として水を含んだ場合の負荷を想定し，積雪(荷重(堆積))×火山(荷重(堆積))にて評価を行う。	－
降水（荷重（堆積）） ×火山（電気的影響）	電気的影響（相間短絡）	d	Ⅲ－１	湿り気と降下火砕物により，送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり，非常用ディーゼル発電機は相間短絡の影響を受けない。	－
地震活動（荷重（地震）） ×積雪（荷重（堆積））	荷重	d	Ⅲ－１	積雪による堆積荷重の作用により，地震の荷重が増大すると考えられる。 →積雪は一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用することから，組合せを考慮する。	○
地震活動（荷重（地震）） ×風（荷重（風））	荷重	d	Ⅰ	個別事象の重畳により，安全重要度クラス１，２に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →屋外の直接風を受ける場所に設置されている施設のうち，風荷重の影響が大きいと考えられるような構造・形状の施設については，組合せを考慮する。	○
地震活動（荷重（地震）） ×風（荷重（飛来物））	荷重	c	Ⅰ	個別事象の重畳により，安全重要度クラス１，２に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →飛来物による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ることから，影響は個別事象同等となる。	－
地震活動(荷重(地震)) ×落雷(電気的影響(直撃雷))	電気的影響(直撃雷)	c	Ⅱ	地震により避雷設備が損傷し，安全施設へ落雷し易くなると考えられる。 →避雷機能を有する排気筒が設置網に接続されており，落雷電流を設置網へ導く機能は確保されることから影響はない。	－
積雪（電気的影響） ×極低温（電気的影響）	電気的影響（相間短絡）	d	Ⅰ	付着物の増加により，送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり，非常用ディーゼル発電機は相間短絡の影響を受けない。	－
積雪（荷重（堆積）） ×地震活動（荷重（地震））	荷重	d	Ⅲ－１	地震の荷重の作用により，積雪による堆積荷重が増大すると考えられる。 →積雪は一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用することから，組合せを考慮する。	○
積雪（荷重（堆積）） ×津波（荷重（衝突））	荷重	d	Ⅲ－１	津波の荷重の作用により，積雪による堆積荷重が増大すると考えられる。 →積雪は一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用することから，組合せを考慮する。	○
積雪（荷重（堆積）） ×火山（荷重（堆積））	荷重	d	Ⅰ	個別事象の重畳により，堆積荷重が増加すると考えられる。 →一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用するもの同士であることから，受圧面積が小さい施設又は荷重の影響が常時作用している荷重に対して小さい施設を除き，組合せを考慮する。 また，荷重条件として，降下火砕物は水を含んだ場合の負荷を想定する。	○
積雪（閉塞（吸気系）） ×火山（閉塞（吸気系））	閉塞（吸気系）	d	Ⅰ	雪と降下火砕物の吸込により，個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－
積雪（電気的影響） ×火山（電気的影響）	電気的影響（相間短絡）	d	Ⅰ	付着物の増加により，送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり，非常用ディーゼル発電機は相間短絡の影響を受けない。	－

第6.3－8表　事象の重畳 個別検討結果（2/6）

重畳事象（事象１×事象２の順で記載）	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
積雪（荷重（堆積）） ×風（荷重（風））	荷重	d	Ⅲ－１	個別事象の重畳により，安全重要度クラス１，２に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →火山(荷重(堆積))×風(荷重(風))にて評価を行う。	－
積雪（閉塞（吸気系）） ×風（荷重（風））	閉塞（吸気系）	d	Ⅲ－１	風の影響により，雪の吸込量が増加し，閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－
積雪（閉塞（吸気系）） ×竜巻（荷重（風））	閉塞（吸気系）	d	Ⅲ－１	風の影響により，雪の吸込量が増加し，閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－
積雪（閉塞（吸気系）） ×森林火災（閉塞）	閉塞（吸気系）	d	Ⅰ	雪とばい煙の吸込により，個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－
津波（浸水） ×降水（浸水）	浸水	c	Ⅰ	個別事象の重畳により，浸水の影響を受ける可能性が高まると考えられる。 →津波防護施設(防潮堤等)は基準津波高さに裕度を持たせた設計としており，影響はない。	－
津波（荷重（衝突）） ×地震活動（荷重（地震））	荷重	d	Ⅰ	個別事象の重畳により，安全重要度クラス１，２に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →津波と地震には因果関係がある(基準津波と基準津波を発生させる地震の余震は，同時に発生する)ことから，組合せを考慮する。	○
津波（浸水） ×地震活動（荷重（地震））	浸水	c	Ⅱ	個別事象の重畳により，安全重要度クラス１，２に属する設備が損傷し，浸水の影響を受けやすくなると考えられる。 →津波と地震には因果関係がある(基準津波と基準津波を発生させる地震の余震は，同時に発生する)ことから，損傷をもたらす荷重について，津波(荷重(衝突))×地震活動(荷重(地震))で評価する。	－
津波（閉塞（海水系）） ×地震活動（荷重（地震））	閉塞（海水系）	d	Ⅲ－１	地震によりカーテンウォール等が損傷，コンクリート部材の取水設備侵入の可能性が高まると考えられる。 →コンクリート部材の倒壊による取水口の閉塞は生じない。 また，仮に取水機能が確保できないおそれがある場合においても，循環水ポンプのインペラ開度調整，発電機出力の抑制，プラント停止等の手順と同様の対応により対処可能である。	－
津波（荷重（衝突）） ×積雪（荷重（堆積））	荷重	d	Ⅲ－１	積雪による堆積荷重の作用により，地震の荷重が増大すると考えられる。 →積雪は一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用することから，組合せを考慮する。	○
津波（閉塞（海水系）） ×生物学的事象（閉塞（海水系））	閉塞（海水系）	d	Ⅰ	漂流物と海生生物の流入により，個別事象と比べ閉塞及び取水機能の低下の可能性が高まると考えられる。 →除塵装置や海水ストレーナ等により海生生物を捕獲除去し取水機能の維持を図っているが，取水機能が確保できないおそれがある場合においても，循環水ポンプのインペラ開度調整，発電機出力の抑制，プラント停止等の手順により対処可能である。	－
津波（荷重（衝突）） ×風（荷重（風））	荷重	d	Ⅰ	個別事象の重畳により，安全重要度クラス１，２に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →屋外の直接風を受ける場所に設置されている施設のうち，風荷重の影響が大きいと考えられるような構造・形状の施設については，組合せを考慮する。	○
津波（荷重（衝突）） ×風（荷重（飛来物））	荷重	c	Ⅰ	個別事象の重畳により，安全重要度クラス１，２に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →飛来物による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ることから，影響は個別事象同等となる。	－
津波（荷重（衝突）） ×落雷（電気的影響（直撃雷））	荷重	c	Ⅱ	個別事象の重畳により，安全重要度クラス１，２に属する設備が損傷し，浸水の影響を受けやすくなると考えられる。 →直撃雷は避雷設備により，また，津波防護施設(防潮堤等)は基準津波高さに裕度を持たせた設計としており，影響はない。	－
火山（電気的影響） ×極低温（電気的影響）	電気的影響（相間短絡）	d	Ⅰ	付着物の増加により，送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり，非常用ディーゼル発電機は相間短絡の影響を受けない。	－

第6.3－8表　事象の重畳 個別検討結果（3/6）

重畳事象（事象１×事象２の順で記載）	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
火山（荷重（堆積）） ×降水（荷重（堆積））	荷重	d	Ⅰ	降下火砕物は湿り気を含むことで堆積荷重が増加すると考えられる。 →荷重条件として水を含んだ場合の負荷を想定し，積雪(荷重(堆積))×火山(荷重(堆積))にて評価を行う。	－
火山（荷重（堆積）） ×降水（荷重（堆積））	荷重	d	Ⅲ－２	斜面に堆積した火山灰が降雨によりプラント周辺まで押し寄せ，土石流のような状況になる可能性が考えられる。 →敷地内には土石流を起こすような地形は存在しない。	－
火山（荷重（堆積）） ×積雪（荷重（堆積））	荷重	d	Ⅰ	個別事象の重畳により，堆積荷重が増加すると考えられる。 →一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用するもの同士であることから，受圧面積が小さい施設又は荷重の影響が常時作用している荷重に対して小さい施設を除き，組合せを考慮する。 　また，荷重条件として，降下火砕物は水を含んだ場合の負荷を想定する。	○
火山（電気的影響） ×積雪（電気的影響）	電気的影響（相間短絡）	d	Ⅰ	付着物の増加により，送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり，非常用ディーゼル発電機は相間短絡の影響を受けない。	－
火山（閉塞（吸気系）） ×積雪（閉塞（吸気系））	閉塞（吸気系）	d	Ⅰ	降下火砕物と雪の吸込により，個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－
火山（閉塞（海水系）） ×生物学的事象（閉塞（海水系））	閉塞（海水系）	c	Ⅰ	降下火砕物と海生生物の流入により，個別事象と比べ閉塞及び取水機能の低下の可能性が高まると考えられる。 →降下火砕物は，水分を含まない場合はオイルフェンスにより除去されること，また，水分を含む場合においても，海水ストレーナのメッシュ径以上のものは水分を含むことで取水路内に沈下し，海水ストレーナまで到達しないことから，個別事象と同等となる。	－
火山（荷重（堆積）） ×風（荷重（風））	荷重	d	Ⅰ	個別事象の重畳により，安全重要度クラス１，２に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →火山は一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用することから，組合せを考慮する。	○
火山（閉塞（吸気系）） ×風（荷重（風））	閉塞（吸気系）	d	Ⅲ－１	風の影響により，降下火砕物の吸込量が増加し，閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－
火山（閉塞（吸気系）） ×森林火災（閉塞（吸気系））	閉塞（吸気系）	d	Ⅰ	降下火砕物とばい煙の吸込により，個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－
生物学的事象（閉塞（海水系）） ×津波（閉塞（海水系））	閉塞（海水系）	d	Ⅰ	海生生物と漂流物の流入により，個別事象と比べ閉塞及び取水機能の低下の可能性が高まると考えられる。 →除塵装置や海水ストレーナ等により海生物を捕獲除去し取水機能の維持を図っているが，取水機能が確保できないおそれがある場合においても，循環水ポンプのインペラ開度調整，発電機出力の抑制，プラント停止等の手順により対処可能である。	－
生物学的事象（閉塞（海水系）） ×火山（閉塞（海水系））	閉塞（海水系）	c	Ⅰ	降下火砕物と海生生物の流入により，個別事象と比べ閉塞及び取水機能の低下の可能性が高まると考えられる。 →降下火砕物は，水分を含まない場合はオイルフェンスにより除去されること，また，水分を含む場合においても，海水ストレーナのメッシュ径以上のものは水分を含むことで取水路内に沈下し，海水ストレーナまで到達しないことから，個別事象と同等となる。	－
生物学的事象（閉塞（海水系）） ×風（荷重（飛来物））	閉塞（海水系）	d	Ⅰ	飛来物と海生生物の流入により，個別事象と比べ閉塞及び取水機能の低下の可能性が高まると考えられる。 →除塵装置や海水ストレーナ等により海生物を捕獲除去し取水機能の維持を図っているが，取水機能が確保できないおそれがある場合においても，循環水ポンプのインペラ開度調整，発電機出力の抑制，プラント停止等の手順により対処可能である。	－

第6.3－8表　事象の重畳 個別検討結果（4/6）

重畳事象（事象１×事象２の順で記載）	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
生物学的事象（閉塞（海水系）） ×竜巻（荷重（飛来物））	閉塞（海水系）	d	Ⅰ	飛来物と海生生物の流入により，個別事象と比べ閉塞及び取水機能の低下の可能性が高まると考えられる。 →除塵装置や海水ストレーナ等により海生物を捕獲除去し取水機能の維持を図っているが，取水機能が確保できないおそれがある場合においても，循環水ポンプのインペラ開度調整，発電機出力の抑制，プラント停止等の手順により対処可能である。	－
風（荷重（風）） ×地震活動（荷重（地震））	荷重	d	Ⅰ	個別事象の重畳により，安全重要度クラス１，２に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →屋外の直接風を受ける場所に設置されている施設のうち，風荷重の影響が大きいと考えられるような構造・形状の施設については，組合せを考慮する。	○
風（荷重（飛来物）） ×地震活動（荷重（地震））	荷重	c	Ⅰ	個別事象の重畳により，安全重要度クラス１，２に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →飛来物による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ることから，影響は個別事象同等となる。	－
風（荷重（風）） ×積雪（荷重（堆積））	荷重	d	Ⅲ－１	風の影響により，荷重が増加し，安全重要度クラス１，２に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →風(荷重(風))×火山(荷重(堆積))にて評価を行う。	－
風（荷重（風）） ×積雪（閉塞（吸気系））	閉塞（吸気系）	d	Ⅲ－１	風の影響により，雪の吸込量が増加し，閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－
風（荷重（風）） ×津波（荷重（衝突））	荷重	d	Ⅰ	個別事象の重畳により，安全重要度クラス１，２に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →屋外の直接風を受ける場所に設置されている施設のうち，風荷重の影響が大きいと考えられるような構造・形状の施設については，組合せを考慮する。	○
風（荷重（飛来物）） ×津波（荷重（衝突））	荷重	c	Ⅰ	個別事象の重畳により，安全重要度クラス１，２に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →飛来物による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ることから，影響は個別事象同等となる。	－
風（荷重（風）） ×火山（荷重（堆積））	荷重	d	Ⅲ－１	風の影響により，荷重が増加し，安全重要度クラス１，２に属する設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →火山は一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用することから，組合せを考慮する。	○
風（荷重（風）） ×火山（閉塞（吸気系））	閉塞（吸気系）	d	Ⅲ－１	風の影響により，降下火砕物の吸込量が増加し，閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－
風（荷重（飛来物）） ×生物学的事象（閉塞（海水系））	閉塞（海水系）	d	Ⅰ	飛来物と海生生物の流入により，個別事象と比べ閉塞及び取水機能の低下の可能性が高まると考えられる。 →除塵装置や海水ストレーナ等により海生物を捕獲除去し取水機能の維持を図っているが，取水機能が確保できないおそれがある場合においても，循環水ポンプのインペラ開度調整，発電機出力の抑制，プラント停止等の手順により対処可能である。	－
風（荷重（風）） ×森林火災（温度）	温度	c	Ⅲ－１	風の影響により，熱影響の評価条件が変化し，個別事象での評価から増長，熱影響によるコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性が高まると考えられる。 →保守的な条件(偶発的に落下する航空機による火災と危険物タンク火災の重畳)により熱影響評価した温度(最大約140℃)が強度維持可能温度(建屋外壁コンクリート約200℃，排気筒鉄塔約325℃)を上回ることはないことから，構造物の機能は維持される。	－
風（荷重（風）） ×森林火災（閉塞（吸気系））	閉塞（吸気系）	d	Ⅲ－１	風の影響により，ばい煙の吸込量が増加し，閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－
竜巻（荷重（風）） ×森林火災（温度）	温度	c	Ⅲ－１	風の影響により，熱影響の評価条件が変化し，個別事象での評価から増長，熱影響によるコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性が高まると考えられる。 →保守的な条件(偶発的に落下する航空機による火災と危険物タンク火災の重畳)により熱影響評価した温度(最大約140℃)が強度維持可能温度(建屋外壁コンクリート約200℃，排気筒鉄塔約325℃)を上回ることはないことから，構造物の機能は維持される。	－

第6.3－8表　事象の重畳 個別検討結果（5/6）

重畳事象（事象１×事象２の順で記載）	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
竜巻（荷重（風）） ×森林火災（閉塞（吸気系））	閉塞（吸気系）	d	Ⅲ－１	風の影響により，ばい煙の吸込量が増加し，閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－
竜巻（荷重（風）） ×落雷（電気的影響（直撃雷））	電気的影響（直撃雷）	c	Ⅱ	風荷重により避雷設備が損傷し，安全施設へ落雷し易くなると考えられる。 →避雷機能を有する排気筒が設置網に接続されており，落雷電流を設置網へ導く機能は確保されることから影響はない。	－
竜巻（荷重（飛来物）） ×落雷（電気的影響（直撃雷））	電気的影響（直撃雷）	c	Ⅱ	飛来物により避雷設備が損傷し，安全施設へ落雷し易くなると考えられる。 →避雷機能を有する排気筒が設置網に接続されており，落雷電流を設置網へ導く機能は確保されることから影響はない。	－
森林火災（閉塞（吸気系）） ×積雪（閉塞（吸気系））	閉塞（吸気系）	d	Ⅰ	ばい煙と雪の吸込により，個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－
森林火災（閉塞（吸気系）） ×火山（閉塞（吸気系））	閉塞（吸気系）	d	Ⅰ	ばい煙と降下火砕物の吸込により，個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－
森林火災（温度） ×風（荷重（風））	温度	c	Ⅲ－１	風の影響により，熱影響の評価条件が変化し，個別事象での評価から増長，熱影響によるコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性が高まると考えられる。 →保守的な条件(偶発的に落下する航空機による火災と危険物タンク火災の重畳)により熱影響評価した温度(最大約140℃)が強度維持可能温度(建屋外壁コンクリート約200℃，排気筒鉄塔約325℃)を上回ることはないことから，構造物の機能は維持される。	－
森林火災（閉塞（吸気系）） ×風（荷重（風））	閉塞（吸気系）	d	Ⅲ－１	風の影響により，ばい煙の吸込量が増加し，閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－
森林火災（温度） ×竜巻（荷重（風））	温度	c	Ⅲ－１	風の影響により，熱影響の評価条件が変化し，個別事象での評価から増長，熱影響によるコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性が高まると考えられる。 →保守的な条件(偶発的に落下する航空機による火災と危険物タンク火災の重畳)により熱影響評価した温度(最大約140℃)が強度維持可能温度(建屋外壁コンクリート約200℃，排気筒鉄塔約325℃)を上回ることはないことから，構造物の機能は維持される。	－
森林火災（閉塞（吸気系）） ×竜巻（荷重（風））	閉塞（吸気系）	d	Ⅲ－１	風の影響により，ばい煙の吸込量が増加し，閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－
落雷（電気的影響（直撃雷）） ×地震活動（荷重（地震））	電気的影響（直撃雷）	c	Ⅱ	落雷により安全施設が損傷し，荷重の影響を受けると考えられる。 →安全施設は，避雷設備により落雷電流を設置網へ導く機能は確保されることから影響は個別事象と同等となる。	－
落雷（電気的影響（直撃雷）） ×津波（荷重（衝突））	荷重	c	Ⅱ	個別事象の重畳により，安全重要度クラス１，２に属する設備が損傷し，浸水の影響を受けやすくなると考えられる。 →直撃雷は避雷設備により，また，津波防護施設(防潮堤等)は基準津波高さに裕度を持たせた設計としており，影響はない。	－
落雷（電気的影響（直撃雷）） ×風（荷重（風））	荷重	c	Ⅱ	落雷により安全施設が損傷し，荷重の影響を受けると考えられる。 →安全施設は，避雷設備により直撃雷に，また，竜巻防護施設により設計竜巻に耐えうる設計であることから影響は個別事象と同等となる。	－

第6.3－8表　事象の重畳 個別検討結果（6/6）

重畳事象（事象１×事象２の順で記載）	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
落雷（電気的影響（直撃雷）） ×風（荷重（飛来物））	荷重	c	Ⅱ	落雷により安全施設が損傷し，荷重の影響を受けると考えられる。 →安全施設は，避雷設備により直撃雷に，また，竜巻防護施設により設計竜巻に耐えうる設計であることから影響は個別事象と同等となる。	－
落雷（電気的影響（直撃雷）） ×竜巻（荷重（風））	荷重	c	Ⅱ	落雷により安全施設が損傷し，荷重の影響を受けると考えられる。 →安全施設は，避雷設備により直撃雷に，また，竜巻防護施設により設計竜巻に耐えうる設計であることから影響は個別事象と同等となる。	－
落雷（電気的影響（直撃雷）） ×竜巻（荷重（飛来物））	荷重	c	Ⅱ	落雷により安全施設が損傷し，荷重の影響を受けると考えられる。 →安全施設は，避雷設備により直撃雷に，また，竜巻防護施設により設計竜巻に耐えうる設計であることから影響は個別事象と同等となる。	－

6.4　詳細評価

プラントへの影響が想定される重畳（6.3.2 でｃ，ｄに分類されたもの）について，第 6.3-8 表に示した個別検討結果より，抽出された組合せは以下となる（事象１×事象２の順）。

- 地震活動（荷重）×積雪（荷重）
- 地震活動（荷重）×風（台風）（荷重）
- 積雪（荷重）×地震活動（荷重）
- 積雪（荷重）×津波（荷重）
- 積雪（荷重）×火山（荷重）
- 津波（荷重）×地震活動（荷重）
- 津波（荷重）×積雪（荷重）
- 津波（荷重）×風（台風）（荷重）
- 火山（荷重）×積雪（荷重）
- 火山（荷重）×風（台風）（荷重）
- 風（台風）（荷重）×地震活動（荷重）
- 風（台風）（荷重）×津波（荷重）
- 風（台風）（荷重）×火山（荷重）

上記組合せのうち，地震活動（荷重）×積雪（荷重）と積雪（荷重）×地震活動（荷重），地震活動（荷重）×風（台風）（荷重）と風（台風）（荷重）×地震活動（荷重），積雪（荷重）×津波（荷重）と津波（荷重）×積雪（荷重），津波（荷重）×風（台風）（荷重）と風（台風）（荷重）×津波（荷重），火山（荷重）×風（荷重）と風（荷重）×火山（荷重）及び積雪（荷重）×火山（荷重）と火山（荷重）×積雪（荷重）については，事象１と事象２を入れ替えたとしても発生する事象は同一であることから，統合す

る。

よって，以下の組合せについて，設計上考慮することとする。

第 6.3－9 表　自然現象の重畳を設計上考慮する組合せ

地震活動（荷重）×積雪（荷重）
地震活動（荷重）×風（台風）（荷重）
津波（荷重）×積雪（荷重）
津波（荷重）×風（台風）（荷重）
津波（荷重）×地震活動（荷重）
火山（荷重）×積雪（荷重）
火山（荷重）×風（台風）（荷重）

6.4.1　アクセス性・視認性について

自然現象が安全施設に及ぼす影響としては，荷重だけでなく，アクセス性及び視認性に対する影響も考えられることから，これらの観点についても影響を評価する。

アクセス性及び視認性の観点からの影響評価結果を以下に示す。

アクセス性への影響確認結果

設計基準においては，屋内設備と屋内での対応により事象収束が可能であることから，自然現象による屋外のアクセス性への影響については考慮する必要が無い。

視認性への影響確認結果

視認性の観点からは，降水等により中央制御室外の状況や津波を監視するカメラの視認性の低下を及ぼす可能性がある。

中央制御室外の状況や津波を監視するカメラについては，降水等による視認性の低下や，竜巻等による機能損失の可能性がある。カメラは位置的分散が図られているものの，重畳を考慮した場合にはすべてのカメラに期待できない状況も考えられる。その場合にも，中央制御室に設置する気象情報を出力する端末，潮位計等の代替設備により必要な機能を確保することができることから，自然現象による視認性への影響については考慮する必要が無い。

添付１

東海第二発電所

外部事象の考慮について

添付資料

目　次

1.　防護すべき安全施設及び重大事故等対処設備への考慮

(1)　防護すべき安全施設

地震及び津波以外の自然現象及び（故意によるものを除く）人為事象（以下「外部人為事象」という。）に対する安全施設への要求については「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。）にて規定されている。設置許可基準規則における安全施設は，「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」の安全重要度クラス 1，2，3 に属する構築物，系統及び機器を指していることから，各外部事象に対して防護する安全施設は，安全重要度クラス 1，2，3 に属する構築物，系統及び機器とする。

設置許可基準規則には安全施設に対し，以下のように規定されている。

【抜粋】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

設置許可基準規則	解釈
第六条（外部からの衝撃による損傷の防止） 安全施設は，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。 3　安全施設は，工場等内又はその	1　第６条は，設計基準において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対して，安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含む。 7　第３項は，設計基準において

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。）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。	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。）に対して，安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含む。

設置許可基準規則 第二条 用語の定義より抜粋

・「安全施設」とは，設計基準対象施設のうち，安全機能を有するもの

・「安全機能」とは，発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な機能

重要度分類指針※より抜粋

・安全機能を有する構築物，系統及び機器をそれが果たす安全機能の性質に応じて，以下の2種に分類

（1）異常発生防止系（以下「PS」という）

（2）異常影響緩和系（以下「MS」という）

・PS 及び MS のそれぞれに属する構築物，系統及び機器を，その有する安全機能の重要度に応じ，それぞれクラス1，2，3に分類

※：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

(2)　重大事故等対処設備への考慮

設計基準事象に対して耐性を確保する必要があるのは設計基準事故対処設備であり，重大事故等対処設備ではないが，第四十三条の要求を踏まえ，設計基準事象によって，設計基準事故対処設備の安全機能と重大事故等対処設備が同時にその機能が損なわれることがないことを確認する。

重大事故等対処設備については，設置許可基準にて以下のよう規定されている。

【抜粋】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

第四十三条（重大事故等対処設備）

重大事故等対処設備は，次に掲げるものでなければならない。

第２項第三号　常設重大事故防止設備は，共通要因によって設計基準事故対処設備の安全機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう，適切な措置を講じたものであること。

第３項第七号　重大事故防止設備のうち可搬型のものは，共通要因によって，設計基準事故対処設備の安全機能，使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能又は常設重大事故防止設備の重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう，適切な措置を講じたものであること。

2.　洪水影響評価について

(1)　基本方針

安全施設のうち外部事象に対し必要な構築物，系統及び機器は洪水により安全施設の安全機能が損なわれないよう設計する。

(2)　周辺敷地評価

東海第二発電所の敷地は，久慈川河口の右岸側に位置している。

敷地の周辺にある河川としては，敷地の北方約 2km に久慈川が，南方約 3km に新川が位置している。（第 2－1 図参照）

国土交通省関東地方整備局（以下「整備局」という。）が開示している浸水想定区域図における久慈川水系が概ね 100 年に 1 回程度起こる大雨※の浸水想定区域に対し，久慈川水系の洪水が想定を超えた場合を想定し，影響について評価を実施した。

※ 久慈川水系の洪水防護に関する基本の計画となる降水量

- 久慈川流域の上流 2 日間の総雨量 235 ㎜
- 里川流域の 2 日間の総雨量 302 ㎜
- 山田川流域の上流 2 日間の総雨量 315 ㎜

(2－1)　評価方法

整備局が開示している浸水想定範囲，東海村が発行している洪水ハザードマップ及び東海第二発電所周辺の標高を基に評価を実施した。

(2－2)　評価結果

①　久慈川水系の洪水が想定を超えた場合

整備局が開示している浸水想定範囲及び東海村が発行している洪水ハザードマップによれば，東海第二発電所近隣の水田が浸水する

想定であるが，その浸水深さは 1m～5m 未満となっており，敷地勾配及び浸水高さ分布から，最大で約 EL.＋7m に達すると想定される。

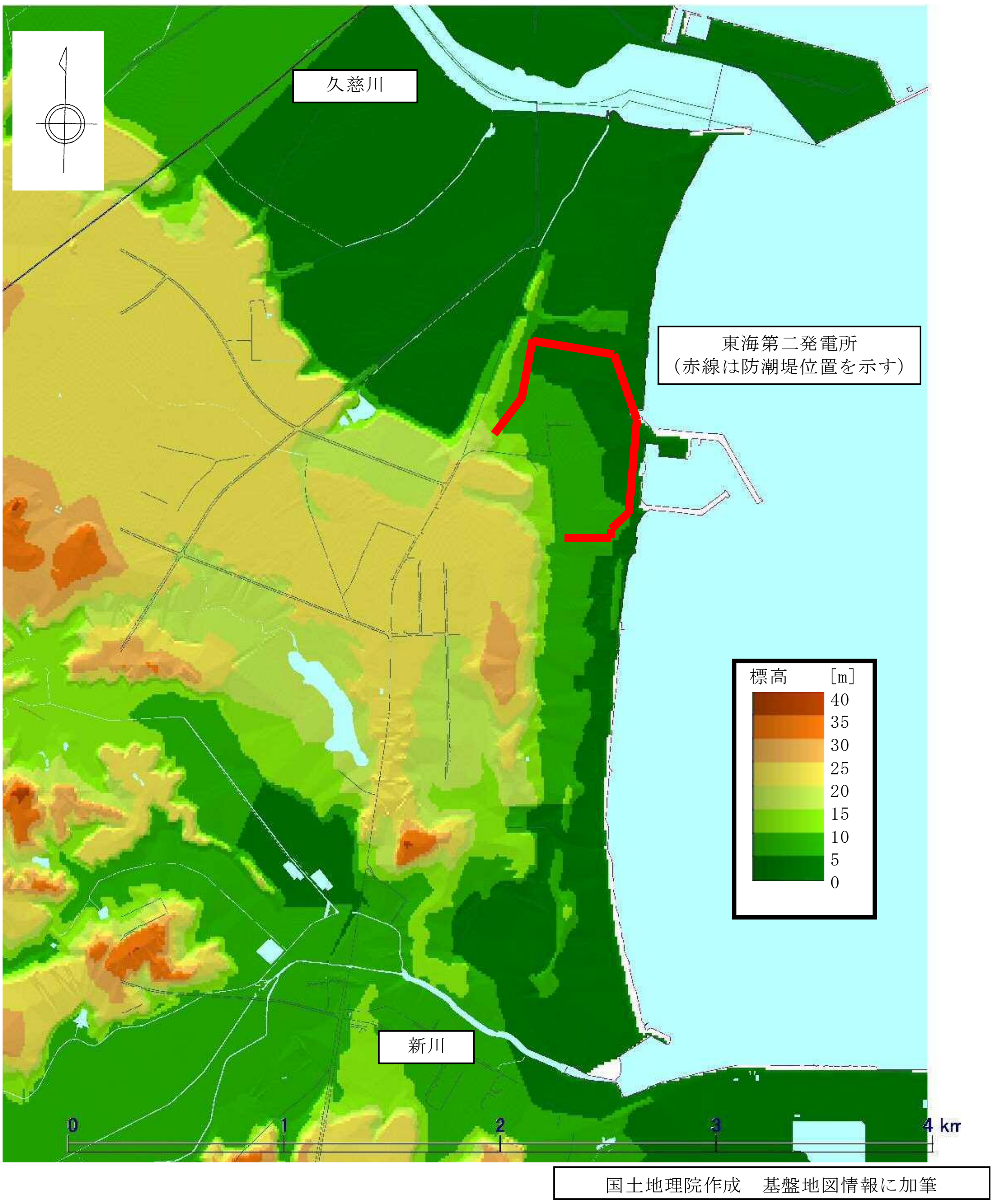
洪水発生に伴い東海第二発電所敷地内に水が浸入するルートとして，国道２４５号線から発電所構内進入道路を経て浸水するルートが考えられるが，発電所構内進入道路の入口が約 EL.＋15m の標高に位置し，最大の浸水量である約 EL.＋7m に達すると仮定しても裕度があるため，東海第二発電所に影響が及ぶことはない。

（第 2－2 図，第 2－3 図及び第 2－4 図参照）

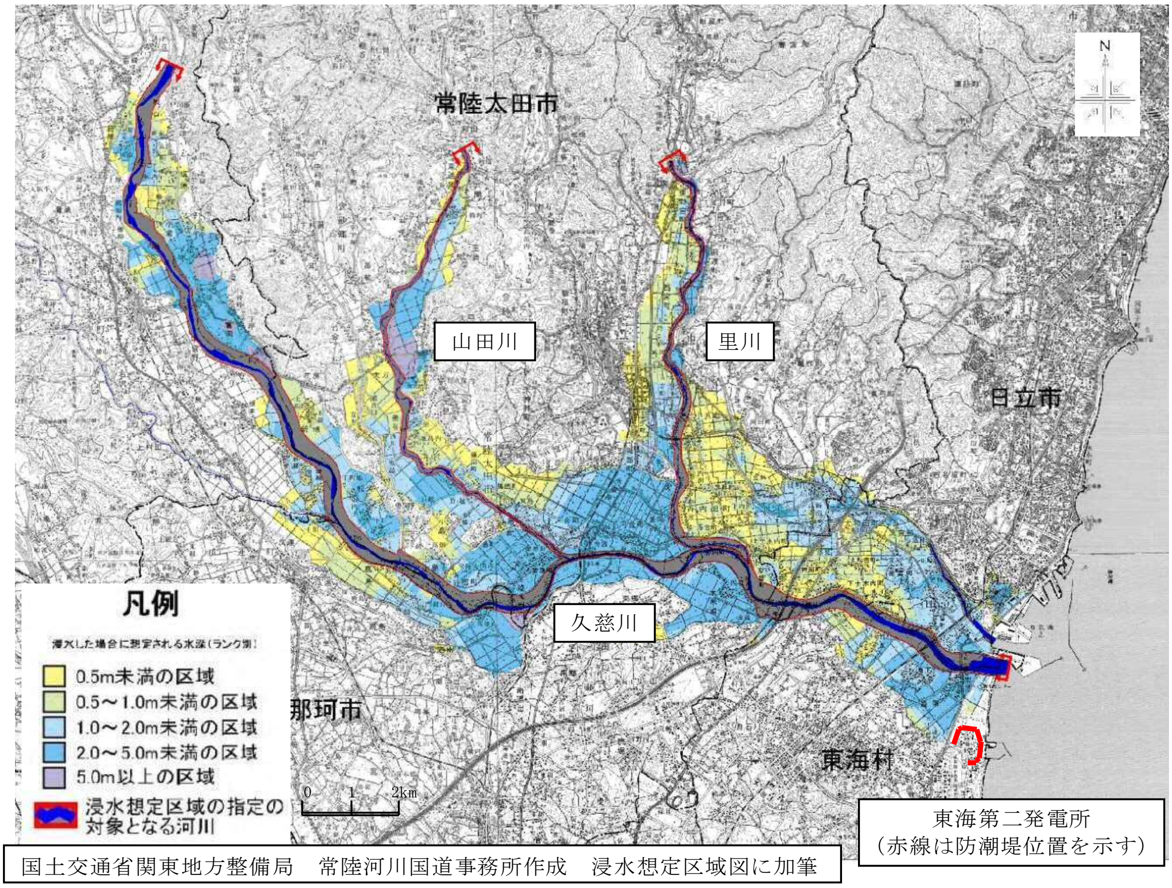
② 新川の洪水が想定を超えた場合

東海村が発行している洪水ハザードマップによれば，東海第二発電所が浸水範囲ではないこと，また，敷地の地形及び表流水の状況によれば，新川は敷地の南側の丘陵地を挟んだ反対側に位置していること，浸水は丘陵地を遡上することはないことから，東海第二発電所に影響が及ぶことはない。

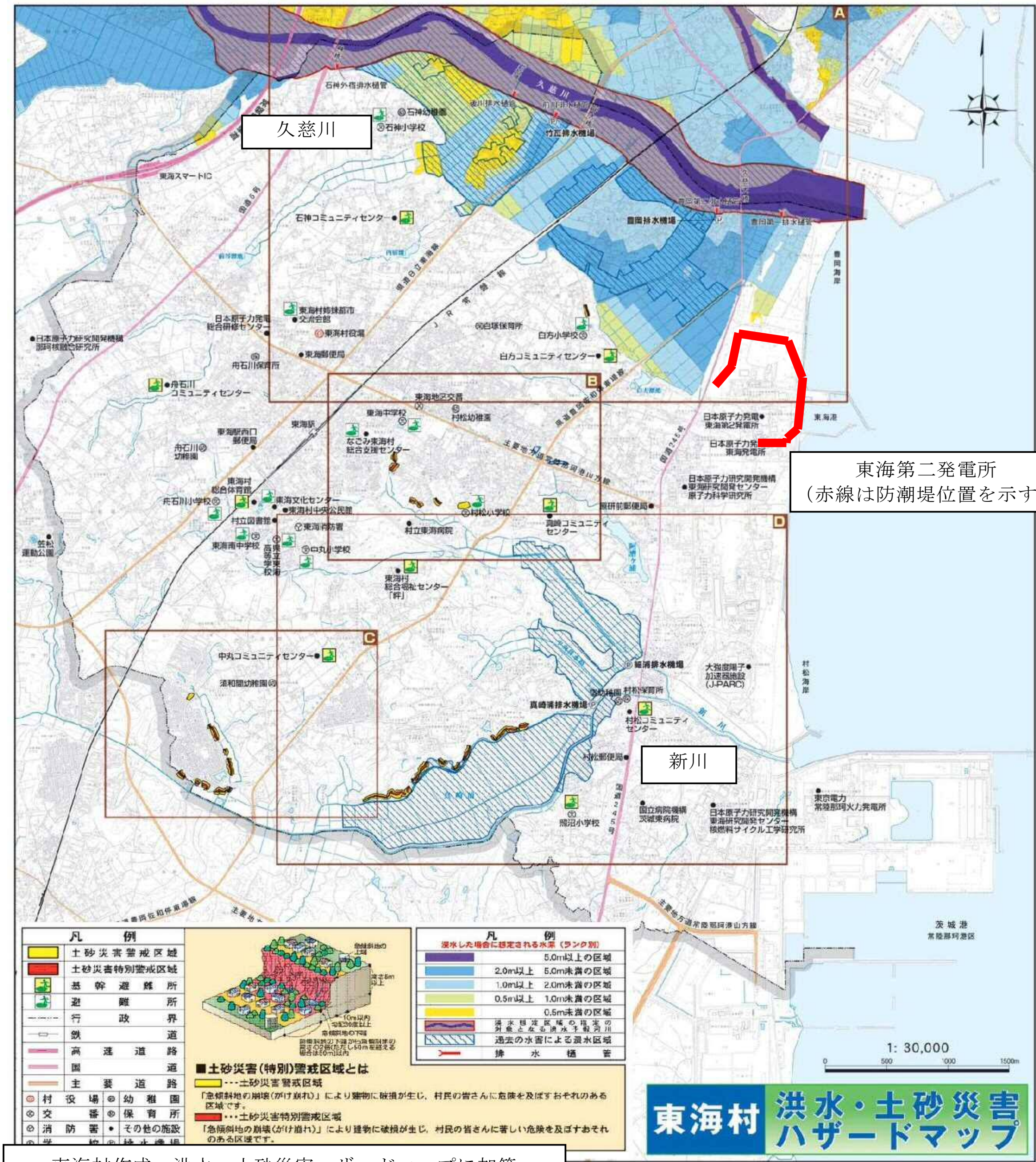
（第 2－3 図及び第 2－4 図参照）



第2－1図　東海第二発電所敷地周辺の河川と標高の関係図

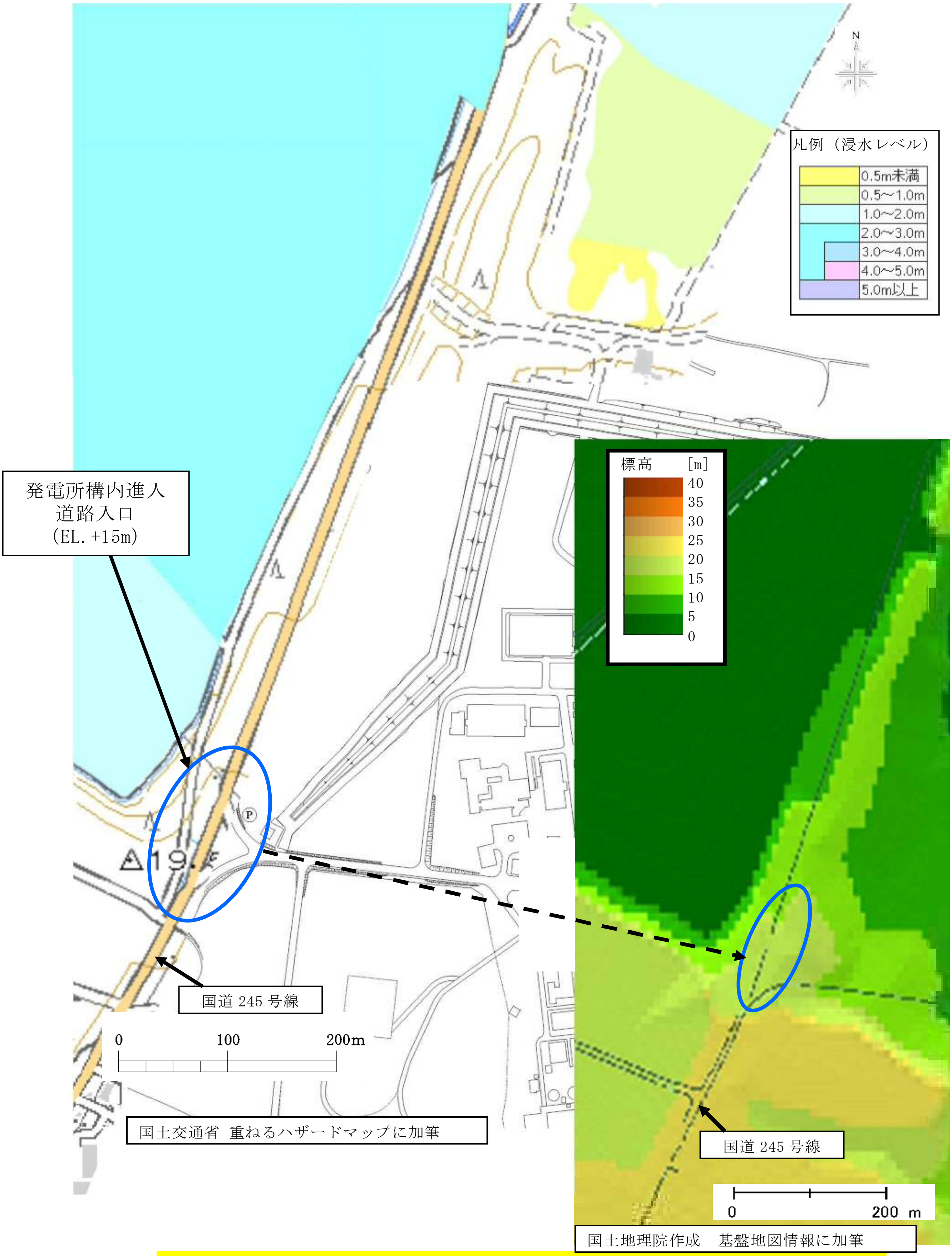


第2－2図　久慈川洪水時浸水想定区域図



東海村作成　洪水・土砂災害ハザードマップに加筆

第２－３図　洪水ハザードマップ



第２－４図　発電所敷地周辺の浸水想定図及び浸水ルート付近の標高

3.　風（台風）影響評価について

(1)　基本方針

予想される最も過酷と考えられる条件として設計基準を設定の上，安全施設の機能が風荷重に対して維持され，安全機能が損なわれないよう設計する。

(2)　設計基準風速の設定

設計基準風速の設定は，以下の(2−1)及び(2−2)を考慮し，最大風速（地上高 10m，10 分間平均風速の日最大風速）値を採用する。

なお，最大瞬間風速等の風速変動といった局所的かつ一時的な影響であれば，竜巻の最大瞬間風速の影響に包絡されるが，ここでは風（台風）の影響範囲，継続性を鑑み，風（台風）に対して設計基準風速を設定する。

設計基準風速の設定にあたっては，最大風速を採用することにより，その風速の 1.5～2 倍程度の最大瞬間風速(1)を考慮することになること，現行の建築基準法では最大瞬間風速等の風速変動による影響を考慮した係数を最大風速に乗じ風荷重を算出することが定められていることから，設計基準風速としては最大風速を設定する。

(2−1)　規格・基準類

風に対する建築物の規格・基準として，発電用原子炉施設建設時の建築基準法施行令第 87 条（以下「旧建築基準法施行令」という。）においては，日本最大級の台風の最大瞬間風速（63m／s，地上高 15m）に基づく風荷重に対する設計が要求されていた。

その後，建築基準法施行令第 87 条の風荷重規定は 2000 年に改正され，

それ以降，建築物については，地域毎に定められた基準風速の風荷重に対する設計が要求されており，東海村の基準風速は30m／s（地上高10m，10分間平均風速）である。

屋外設備のうち，タンクについては，消防法（危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示第4条の19）において，日本最大級の台風の最大瞬間風速（63m／s，地上高15m）に基づく風荷重に対する設計が，現在でも要求されている。

（2－2）　観測記録

気象庁の気象統計情報における風速の観測記録（第3－1表）によれば，東海第二発電所の最寄りの気象官署である水戸地方気象台（水戸市）で観測された観測史上1位の最大風速及び最大瞬間風速は下記のとおりである。

ただし，東海村については，風速等を観測する気象庁の地域気象観測システム（アメダス）が設置されていないため，気象庁の気象統計情報に観測記録はない。

水 戸 市：最大風速28.3m／s

（1961年10月10日，統計期間1897年1月～2012年3月）

最大瞬間風速44.2m／s

（1939年8月5日，統計期間1937年1月～2012年3月）

ここで，設計基準風速の設定にあたり，各風速の定義を確認する。

気象庁の風の観測については，風速（地上高10m，10分間平均）及び瞬間風速（地上高10m，3秒間平均）を記録している。「最大風速」は，風速

（地上高 10m，10 分間平均）の日最大風速を，「最大瞬間風速（地上高 10m，3 秒間平均）は，瞬間風速（地上高 10m，3 秒間平均）の日最大瞬間風速をいい，一般的に最大瞬間風速と最大風速の比は 1.5～2 倍程度とされている。（例えば，最大風速 40m/s の場合は，60～80m／s 程度の瞬間的な風が吹く可能性がある）

旧建築基準法施行令では，最大瞬間風速（63m／s，地上高 15m）を参照していたが，現行の建築基準法施行令では，地上高 10m における 10 分間平均風速を基準としている。ただし，現行の建築基準法施行令でも，風荷重の算出において，最大瞬間風速等の風速変動による影響を考慮し，基準風速に地表面粗度等により求まるガスト影響係数を乗じ速度圧を算出することが定められている。これにより，旧建築基準法施行令ではほぼ全国一律で定められていた風荷重を，現在では建築物の周辺状況及び構造特性等に応じて定めることが可能となった。このような状況を踏まえ，安全設計上考慮する設計基準風速の定義は，現行の建築基準法に準拠し，地上高 10m で 10 分間平均風速を採用する。

以上を踏まえると，設計基準風速は，地域性を考慮した上で，現行の建築基準法に準拠した東海村の基準風速である 30m／s とする。

(3)　安全施設の健全性評価

安全施設が，30m／s（地上高 10m，10 分間平均）の風（台風）によって安全機能を損なうことのない設計であることを評価・確認するため，30m／s の風（台風）に対する風荷重が安全施設に作用した場合の影響について評価し，安全機能が維持されることを確認した。

本評価における基本的な考え方は，以下のとおり。

○　安全重要度クラス１，２に属する構築物，系統及び機器若しくはそれらを内包する建屋，機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備を評価し，安全機能が維持できることを確認する。また，安全機能が維持されない場合には対策を実施する。

①　頑健性のある建屋内に設置されている設備については，30m／sの風（台風）に対する風荷重が作用した場合における当該の建屋の健全性を確認することにより，安全機能を損なわないことを確認した。（第3－2表）

②　屋外に設置されている設備については，30m／sの風（台風）に対する風荷重が作用した場合における当該設備の健全性を確認することにより，安全機能を損なわないことを確認した。（第3－2表）

○　その他の安全重要度クラス３に属する構築物，系統及び機器については，機能維持する，又は損傷を考慮して，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場合，安全機能が維持可能であることから影響評価の対象外とする。

なお，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。

第3－1表　観測記録（水戸市）（気象庁HPより）

年	最大風速 [m/s]	最大瞬間風速 [m/s]	年	最大風速 [m/s]	最大瞬間風速 [m/s]
1961	28.3	－	1991	13.2	26.1
1962	15.0	－	1992	12.7	24.6
1963	13.5	－	1993	14.5	26.5
1964	20.7	－	1994	10.4	25.7
1965	20.0	－	1995	10.1	24.5
1966	17.7	－	1996	17.1	36.3
1967	16.0	27.0	1997	12.3	27.1
1968	16.3	25.7	1998	11.5	26.9
1969	16.5	27.1	1999	14.1	27.7
1970	15.0	23.3	2000	11.5	23.3
1971	14.7	23.2	2001	12.6	23.7
1972	17.7	26.5	2002	13.4	28.7
1973	13.0	21.1	2003	10.6	24.7
1974	12.8	21.0	2004	15.5	29.6
1975	12.5	22.3	2005	10.9	22.8
1976	11.0	23.8	2006	13.1	29.6
1977	12.0	23.2	2007	11.6	25.6
1978	15.4	25.6	2008	13.9	22.4
1979	13.6	32.8	2009	13.6	25.6
1980	15.4	26.7	2010	14.3	23.3
1981	13.9	25.2	2011	14.0	25.7
1982	13.4	24.1	2012	12.1	26.7
1983	11.7	21.1			
1984	11.5	21.2			
1985	12.2	24.7			
1986	16.6	29.5			
1987	11.6	24.2			
1988	11.9	23.1			
1989	18.5	31.6			
1990	12.1	26.3			

第3－2表　風荷重による設備等の健全性評価結果

○建屋

評価対象建屋	評価位置[EL.(m)]※ 方向	風荷重 [kN]	設計用地震力 [kN]	判定
原子炉建屋	57.00～46.50 東→西	315	40,756	○
タービン建屋	40.64～28.00 北→南	928	17,828	○
使用済燃料 乾式貯蔵建屋	17.75～8.30 東→西	346	66.097	○

※裕度の最も小さい評価位置を記載

○ポンプ，ファン等

評価設備	応力 [MPa]	許容値 [MPa]	判定
残留熱除去系海水系ポンプ※1	6	147	○
非常用ディーゼル発電機海水系ポンプ※2	2	147	○
残留熱除去系海水系ストレーナ	11	157	○
非常用ディーゼル発電機海水系ストレーナ	18	157	○
中央制御室換気系冷凍機（取付ボルト）	7	124	○
中央制御室換気系冷凍機（外板材）	38	164	○

※１：発生応力が最高となる電動機台取付ボルトの値を記載
※２：発生応力が最高となる電動機取付ボルトの値を記載

○配管

評価部位	応力 [MPa]	許容値 [MPa]	判定
残留熱除去系海水配管（取水側）	74	325	○
残留熱除去系海水配管（放水側）	38	212	○
非常用ディーゼル発電機海水配管（取水側）	46	245	○
非常用ディーゼル発電機海水配管（放水側）	39	226	○
非常用ディーゼル発電機排気管	9	123	○
非常用ディーゼル発電機ベント管	40	206	○
非常用ガス処理系配管	43	232	○

○排気筒

部位	高さ※2 [m]	応力[N/mm^2]			許容応力[N/mm^2]			判定※1
		圧縮	曲げ	せん断	圧縮	曲げ	せん断	
筒身	104.205	6.4	118.0	—	198.4	207.0	—	○
	87.432	—	—	11.5	—	—	71.6	○
主柱	87.432	95.6	15.3	—	167.5	235	—	○
斜材	18.257	117.6	—	—	183.4	—	—	○
水平材	104.205	54.1	19.8	—	210.9	235	—	○
柱補強材	56.000	76.7	—	—	155.1	—	—	○

※１：裕度の最も小さい評価位置を記載
※２：圧縮及び曲げの各々が許容応力未満であること

4.　低温影響評価について

(1)　基本方針

予想される最も過酷を考えられる条件として設計基準を設定の上，安全施設の機能が低温に伴う凍結により，安全機能が損なわれないよう設計する。

気象庁の気象統計情報における低温の観測記録（第 4－1 表）によれば，東海第二発電所の最寄りの気象官署である水戸地方気象台（水戸市）で観測された観測史上１位の最低気温は下記のとおりである。

水 戸 市：最低気温－12.7℃

（1952 年 2 月 5 日，統計期間 1897 年 1 月～2012 年 3 月）

(2)　安全施設の健全性評価

安全施設が，低温によって安全機能を損なうことのない設計であることを評価・確認するため，低温が安全施設に作用した場合の影響について評価し，安全機能が維持されることを確認した。

本評価における基本的な考え方は，以下のとおり。

○　安全重要度クラス１，２に属する構築物，系統及び機器若しくはそれらを内包する建屋，機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備を評価し，安全機能が維持できることを確認する。また，安全機能が維持されない場合には対策を実施する。

①　屋内に設置されている設備については，建屋内は常に換気空調系を運転し温度を制御しているため，極端な低温にさらされることなく，安全機能が維持可能である。

② 建屋外に設置されている低温による影響を受ける可能性がある設備については，保温材による凍結防止対策若しくは循環運転等による凍結防止措置により，凍結のおそれのない設計とする。

○ その他の安全重要度クラス３に属する構築物，系統及び機器については，機能維持する，又は損傷を考慮して，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場合，安全機能が維持可能であることから影響評価の対象外とする。

第4−1表　観測記録（水戸市）（気象庁HPより）

年	最低気温［℃］	年	最低気温［℃］	年	最低気温［℃］
1897	−8.8	1936	−9.5	1975	−7.0
1898	−7.5	1937	−6.2	1976	−9.3
1899	−7.9	1938	−10.0	1977	−8.2
1900	−9.9	1939	−8.9	1978	−8.9
1901	−7.4	1940	−9.2	1979	−7.5
1902	−9.7	1941	−7.8	1980	−7.4
1903	−6.4	1942	−9.2	1981	−8.0
1904	−9.7	1943	−8.5	1982	−8.5
1905	−7.4	1944	−8.7	1983	−8.0
1906	−9.3	1945	−11.0	1984	−11.0
1907	−9.1	1946	−8.4	1985	−10.6
1908	−8.2	1947	−8.1	1986	−8.5
1909	−11.4	1948	−6.7	1987	−6.5
1910	−9.1	1949	−6.9	1988	−6.5
1911	−7.3	1950	−7.0	1989	−5.9
1912	−8.0	1951	−7.8	1990	−7.6
1913	−8.0	1952	−12.7	1991	−6.0
1914	−6.6	1953	−8.1	1992	−5.6
1915	−7.4	1954	−8.8	1993	−5.7
1916	−10.1	1955	−7.7	1994	−6.1
1917	−8.0	1956	−7.6	1995	−7.0
1918	−6.6	1957	−7.2	1996	−8.9
1919	−7.5	1958	−7.6	1997	−6.0
1920	−6.6	1959	−6.6	1998	−6.1
1921	−7.5	1960	−7.9	1999	−6.8
1922	−9.7	1961	−8.1	2000	−6.6
1923	−9.3	1962	−7.7	2001	−7.4
1924	−8.3	1963	−10.9	2002	−5.8
1925	−8.9	1964	−6.9	2003	−7.1
1926	−9.1	1965	−7.4	2004	−5.3
1927	−12.0	1966	−8.3	2005	−6.5
1928	−8.5	1967	−9.9	2006	−7.7
1929	−9.5	1968	−8.6	2007	−4.4
1930	−8.0	1969	−8.2	2008	−5.5
1931	−10.1	1970	−11.0	2009	−5.4
1932	−6.7	1971	−8.0	2010	−6.5
1933	−7.5	1972	−6.1	2011	−7.2
1934	−8.5	1973	−7.8	2012	−7.1
1935	−7.5	1974	−7.9		

5.　降水影響評価について

(1)　基本方針

予想される最も過酷を考えられる条件として設計基準を設定の上，安全施設の機能が降水による浸水，荷重に対して維持され，安全機能が損なわれないよう設計する。

(2)　設計基準降水量の設定

設計基準降水量の設定は，以下の(2－1)及び(2－2)を考慮した値を採用する。

(2－1)　規格・基準類

降水に対する排水施設の規格・基準として，森林法に基づく林地開発許可に関する審査基準等を示した「森林法に基づく林地開発許可申請の手びき」（平成28年4月茨城県）においては，東海村が適用範囲内となる「水戸」における10年確率で想定される雨量強度は127.5mm／hである。

(2－2)　観測記録

気象庁の気象統計情報における降水量の観測記録（第5－1表）によれば，東海第二発電所の最寄りの気象官署である水戸地方気象台（水戸市）で観測された観測史上1位の最大1時間降水量は下記のとおりである。

ただし，東海村については，降水量等を観測する気象庁の地域気象観測システム（アメダス）が設置されていないため，気象庁の気象統計情

報に観測記録はない。

水 戸 市：最大1時間降水量81.7mm／h

（1947年9月15日，統計期間1906年1月～2012年3月）

なお，規格・基準類に定める雨量強度は地域特性に配慮した値であることから，基準降水量として使用する値としては，「森林法に基づく林地開発許可申請の手びき」（平成28年4月茨城県）にて定められる雨量強度127.5mm／hを定める。

(3) 安全施設の健全性評価

安全施設が，(2)にて設定した降水量によって安全機能を損なうことのない設計であることを評価・確認するため，1時間降水量127.5mm／hによる浸水及び荷重が安全施設に作用した場合の影響について評価し，安全機能が維持されることを確認した。(別紙1)

本評価における基本的な考え方は，以下のとおり。

○ 安全重要度クラス１，２に属する構築物，系統及び機器若しくはそれらを内包する建屋，機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備を評価し，安全機能が維持できることを確認する。また，安全機能が維持されない場合には対策を実施する。

① 安全施設のうち降水に対し必要な構築物，系統及び機器の設置場所は，1時間降水量127.5mm／hの降水による浸水に対し，構内排水路による排水等により，影響がないことを確認した。

② 安全施設のうち降水に対し必要な構築物，系統及び機器は，1時間降水量127.5mm／hの降水に対する荷重に対し，排水口による

排水等により，影響がないことを確認した。

○　その他の安全重要度クラス３に属する構築物，系統及び機器については，機能維持する，又は損傷を考慮して，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場合，安全機能が維持可能であることから影響評価の対象外とする。

第５−１表　観測記録（水戸市）（気象庁 HP より）

年	最大１時間降水量[mm/h]	年	最大１時間降水量[mm/h]	年	最大１時間降水量[mm/h]
1906	30.0	1942	27.4	1978	14.5
1907	32.7	1943	50.5	1979	49.0
1908	16.6	1944	47.1	1980	31.0
1909	26.3	1945	28.6	1981	43.5
1910	29.5	1946	51.8	1982	41.5
1911	25.5	1947	81.7	1983	54.5
1912	36.2	1948	30.2	1984	35.0
1913	56.0	1949	53.4	1985	32.0
1914	41.7	1950	46.2	1986	54.5
1915	41.6	1951	36.1	1987	35.0
1916	20.0	1952	54.0	1988	32.0
1917	42.3	1953	39.9	1989	32.5
1918	33.0	1954	28.8	1990	48.0
1919	21.0	1955	24.7	1991	35.5
1920	25.4	1956	23.5	1992	32.5
1921	31.3	1957	26.6	1993	38.5
1922	46.3	1958	37.0	1994	63.5
1923	40.0	1959	77.8	1995	25.0
1924	36.2	1960	20.0	1996	44.0
1925	42.9	1961	60.0	1997	45.5
1926	22.8	1962	25.1	1998	35.5
1927	48.2	1963	30.0	1999	48.0
1928	27.7	1964	36.6	2000	57.0
1929	24.2	1965	30.6	2001	33.0
1930	58.6	1966	25.5	2002	28.5
1931	26.5	1967	31.0	2003	22.0
1932	19.1	1968	24.0	2004	41.5
1933	41.2	1989	33.0	2005	33.5
1934	21.1	1970	27.0	2006	27.0
1935	28.0	1971	26.0	2007	45.0
1936	7.6	1972	22.5	2008	32.0
1937	43.8	1973	30.0	2009	36.0
1938	25.6	1974	19.0	2010	31.5
1939	38.3	1975	37.0	2011	47.5
1940	49.1	1976	50.5	2012	56.0
1941	25.2	1977	46.0		

降水による浸水及び荷重の影響評価

1.　概要

安全施設のうち降水に対し必要な構築物，系統及び機器の設置場所は，基準降水量（127.5mm／h）の降水による浸水に対し，構内排水路による排水等により，安全機能を損なうことのない設計とする。

安全施設のうち降水に対し必要な構築物，系統及び機器は，基準降水量（127.5mm／h）の降水による荷重に対し，排水口による排水等により影響を受けない設計とし，安全機能を損なうことのない設計とする。

また，その他の安全施設については，降水による荷重及び浸水に対して，排水口による排水等，構内排水路等による排水，もしくは降水による損傷を考慮し安全上使用のない期間での修復等の対応，またはそれらを適切に組み合わせた設計とする。

2.　降水による敷地内浸水影響評価

2.1　浸水量評価

設計基準である1時間降水量127.5mm／hにおける敷地内の浸水量を以下の条件のもと評価した。

＜評価条件＞

降雨強度

：1時間降水量127.5mm／h

雨水排出量

：雨水流出量Q_1の算出には，「森林法に基づく林地開発許可申請の手びき」（平成28年4月茨城県）を参照し，以下の合理式（ラショナル式）を用いる。

$Q_1 = 1／360・f・r・A$

Q_1：雨水流出量（m^3／s）
f ：流出係数（開発部：0.9，林地：0.5）
r ：設計雨量強度（127.5mm／h）
A：集水流域面積（ha）

排水量

：構内排水路流末における排水量Q_2は，「開発行為の技術基準」（平成10年10月茨城県）を参照し，以下のマニング式を用いる。

$V = 1／n・R^{2/3}・I^{1/2}$
$Q_2 = V・A$

Q_2：設計排水量（m^3／s）
V：平均流速（m/s）
n：マニングの粗度係数
R：径深＝A／S（m）
A：流水断面積（ha）
S：潤辺（m）
I ：勾配

集水流域，構内排水路及び流末排水路位置を第1図に示す。

第１図　集水流域，構内排水路及び流末排水路位置

2.2　評価の結果

雨水流出量と排水路流末排水量の比較結果を第1表に，地表水の想定流向及び敷地高さ図を第2図に示す。排水路流末排水量が雨水流出量を上回る設計とすること及び敷地勾配を考慮した設計とすることで，雨水を遅滞なく海域に排水することが可能である。

なお，地表を流下する雨水についても，敷地傾斜に従い流下し，排水路流末より速やかに排水されることから，安全施設が浸水することはない。

第1表　雨水流出量と排水路流末排水量の比較結果

流末	集水流域面積 A (ha)	雨水流出量 Q_1 (m^3／h)	排水路流末排水量※ Q_2 (m^3／h)	安全率 Q_2／Q_1	備考
①-1	29.45	31,784.5	33,447.6	1.13	流末①-2で排水できない雨水は地表を流下した後流末①-1で排水される
①-2			2,607.4		
②	16.70	14,308.1	15,232.7	1.06	
③-1	8.32	9,547.2	1,262.4	1.08	流末③-1で排水できない雨水は地表を流下した後流末③-2で排水される
③-2			9,103.3		
④	0.92	1,055.7	1,380.9	1.30	
⑤	2.81	3,224.5	9,103.3	2.82	

※今後の詳細設計により，変更の可能性がある。

第２図　敷地高さ図

3.　浸水評価について

3.1　建屋廻りの浸水評価

原子炉建屋等への影響として，建屋周辺において，敷地傾斜に沿って排水路へ流下することから原子炉建屋等へ浸水することはない。

3.2　取水口エリアの浸水評価

取水口エリアへの影響として，取水口エリアへの滞留が発生するおそれがあるが，敷地傾斜に従い流下した降水は，各流末により海域へ速やかに排水されるため，安全施設が浸水することはない。

なお，安全施設が設置されている海水ポンプ室内には排水ポンプが設置されており，その排水量は降水量を上回るため，安全施設が浸水することはない。

以上から，降水に対し必要な構築物，系統及び機器の安全機能が降水による浸水によって損なわれることはない。

4.　荷重の影響について

降水による荷重の影響として，原子炉建屋等は多量の降水に対しても，雨水排水口等を介して排水する設計としており，荷重の影響が及ぶことはない。

以上から，降水に対し必要な構築物，系統及び機器の安全機能が降水による荷重によって損なわれることはない。

6.　積雪影響評価について

(1)　基本方針

予想される最も過酷を考えられる条件として設計基準を設定の上，防護対象施設及びそれらの設備を有する建屋が積雪よる荷重，積雪による吸気口等の閉塞により，原子炉施設の安全性が損なわれないよう設計する。

(2)　設計基準積雪量の設定

設計基準積雪量の設定は，以下の(2－1)及び(2－2)を考慮した値を採用する。

(2－1)　規格・基準類

積雪に対する規格・基準として，建築物については建築基準法及び同施行令第86条第3項に基づく茨城県建築基準法施行規則において，地域毎に垂直積雪量が定められており，東海村においては，30cm である。

(2－2)　観測記録

気象庁の気象統計情報における降水量の観測記録（第6－1表））によれば，東海第二発電所の最寄りの気象官署である水戸地方気象台（水戸市）で観測された観測史上1位の月最深積雪は下記のとおりである。

なお，東海村については，積雪等を観測する気象庁の地域気象観測システム（アメダス）が設置されていないため，気象庁の気象統計情報に観測記録はない。

水 戸 市：月最深積雪 32cm

（1945年2月26日，統計期間1897年1月～2012年3月）

○　積雪時の発電所の対応について

東海第二発電所においては，冬季の積雪の頻度は少ないものの，積雪はは，気象予報により事前に予測が可能であり，進展も緩やかであるため，発電所構内における除雪活動を行っている。

構内の道路又はアクセスルートについては，ホイルローダによる除雪を実施する。

以上を踏まえると，設計基準積雪量は，地域性を考慮した上で，建築基準法に準拠した東海村の積雪量である 30cm を設計基準積雪量と定める。

(3)　安全施設の健全性評価

(2)にて設定した設計基準積雪量に対する安全施設への影響を評価する。設計基準の積雪量に対して，防護対象設備を有する各建屋及び外部の防護対象設備が積雪荷重，空気，流体の取り入れ口の閉塞によって機能喪失に至らないことを確認した

本評価における基本的な考え方は，以下のとおり。

○　安全重要度クラス１，２に属する構築物，系統及び機器若しくはそれらを内包する建屋，機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備を評価し，安全機能が維持できることを確認する。また，安全機能が維持されない場合には対策を実施する。

①　防護対象設備が屋内にある場合は，当該設備を有する建屋が設計基準積雪量の荷重に対して機械的裕度を有する設計であることを確認した。

② 屋外の防護対象設備は設計基準積雪量の荷重に対して健全であることを確認した。

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積雪量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した。また，積雪と風により吸気口等の閉塞が考えられるが，この場合には，操作員がルーバに付いた積雪を落とすことにより閉塞を防止する。

○ その他の安全重要度クラス３に属する構築物，系統及び機器については，機能維持する，又は損傷を考慮して，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場合，安全機能が維持可能であることから影響評価の対象外とする。

第６－１表　観測記録（水戸市）（気象庁 HP より）

年	最大月最深積雪[cm]	年	最大月最深積雪[cm]	年	最大月最深積雪[cm]
1895	-	1928		1971	5
1896	-	1929		1972	4
1897	-	1930		1973	—
1898	-	1931	22]	1974	7
1889	-	1932		1975	9
1890	-	1933	27]	1976	3
1891	-	1934	19]	1977	3
1892	-	1935	18]	1978	3
1893	-	1936	23]	1979	7
1894	-	1937	7]	1980	4
1895	-	1938		1981	4
1896	-	1939		1982	3
1897	21]	1940	3]	1983	1
1898		1941		1984	25
1899		1942		1985	6
1900		1943		1986	13
1901		1944		1987	17
1902		1945	32]	1988	7
1903		1946		1989	4
1904	18]	1947		1990	27
1905		1948		1991	4
1906		1949		1992	13
1907		1950		1993	0
1908		1951		1994	16
1909	23]	1952	20]	1995	1
1910		1953		1996	16
1911	14]	1954		1997	0
1912		1955		1998	10
1913	10]	1956	13]	1999	3
1914	11]	1957		2000	17
1915	21]	1958		2001	8
1916		1959		2002	0
1917		1960		2003	14
1918		1961	9]	2004	1
1919	7]	1962	3	2005	14
1920		1963	26	2006	17
1921	6]	1964	4	2007	—
1922		1965	9	2008	2
1923		1966	2	2009	2
1924		1967	15	2010	12
1925	8]	1968	9	2011	5
1926		1989	14	2012	5]
1927		1970	13		

※　］：資料不足値，空白：観測を行っていない，通信障害等
　　－：該当現象，または該当現象による量等がない

第６－２表　建屋等の許容荷重と設計積雪荷重の比較

（安全施設のうち積雪に対し必要な建屋）

評価対象建屋	評価部位	短期荷重として負担できる荷重※1 ［N/m^2］	判定※2
原子炉建屋（附属棟含む）	屋根トラス	12,000	○
タービン建屋	屋根トラス	9,200	○
使用済燃料乾式貯蔵建屋	屋根トラス	48,000	○

※１：許容堆積荷重は以下の方法で算出した。

① 建屋のフレームモデルを用いて，屋根部を構成する構造部材に発生する応力が材料強度による許容値となる荷重VLs_{max}（耐荷重）を算出。

② 屋根部に作用する荷重として，常時作用する荷重（DL:固定荷重，LL:積載荷重）があるため，①で算出したVLs_{max}（耐荷重）から常時作用する荷重（DL:固定荷重，LL:積載荷重）を差し引いた値を許容堆積荷重として設定する（有効数字２桁で切り下げ）。

※２：設計基準積雪荷重は以下のとおり算出し，許容荷重値内であることを確認した。

30cm（設計荷重積雪値）×20N/cm･m^2（茨城県建築基準法施行規則） = 600 N/m^2

第６－３表　積雪荷重による屋外機器の健全性評価結果

評価対象施設	評価部位	応力の種類	算出応力 ［MPa］	許容応力 ［MPa］	判定
残留熱除去系海水系ポンプ	モータフレーム	圧縮応力	1.80	234	○
非常用ディーゼル発電機海水系※1ポンプ	モータフレーム	圧縮応力	0.31	244	○
残留熱除去系海水系ストレーナ	支持脚	圧縮応力	2.09	184	○
非常用ディーゼル発電機海水系※1ストレーナ	支持脚	圧縮応力	1.17	184	○

※１：高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系含む。

第６－４表　開口部高さ及び影響評価結果

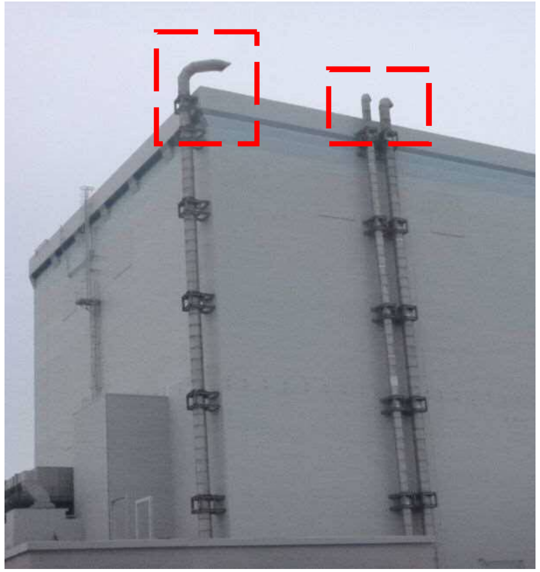
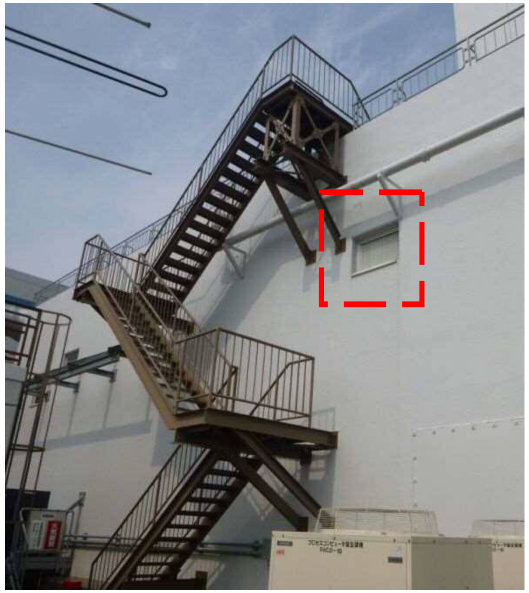
No.	設置場所	名称	開口部高さ※1	評価※2
1	原子炉建屋（附属棟屋上）	非常用ディーゼル発電機２Ｃ室用排風機排気口	約2.2m	○
2	原子炉建屋（附属棟屋上）	非常用ディーゼル発電機２Ｄ室用排風機排気口	約2.2m	○
3	原子炉建屋（附属棟屋上）	高圧炉心スプレイ系用ディーゼル発電機室用排風機排気口	約2.2m	○
4	原子炉建屋（附属棟屋上）	非常用ディーゼル発電機２Ｃ用吸気口	約0.5m	○
5	原子炉建屋（附属棟屋上）	非常用ディーゼル発電機２Ｄ用吸気口	約0.5m	○
6	原子炉建屋（附属棟屋上）	高圧炉心スプレイ系用ディーゼル発電機用吸気口	約0.5m	○
7	原子炉建屋（附属棟屋上）	非常用ディーゼル発電機２Ｃ用給気ガラリ	約0.6m	○
8	原子炉建屋（附属棟屋上）	非常用ディーゼル発電機２Ｄ用給気ガラリ	約0.6m	○
9	原子炉建屋（附属棟屋上）	高圧炉心スプレイ系用ディーゼル発電機用給気ガラリ	約0.6m	○
10	原子炉建屋（原子炉棟屋上）	非常用ディーゼル発電機２Ｃ用排気管	約3m	○
11	原子炉建屋（原子炉棟屋上）	非常用ディーゼル発電機２Ｄ用排気管	約3m	○
12	原子炉建屋（原子炉棟屋上）	高圧炉心スプレイ系用ディーゼル発電機用排気管	約3m	○
13	原子炉建屋（附属棟壁面）	中央制御室空調給気ルーバ	約19m，約5.6m	○
14	原子炉建屋（附属棟壁面）	中央制御室空調排気ルーバ	約5.6m	○
15	原子炉建屋（附属棟壁面）	空調機械室排気ルーバ	約5.2m	○
16	使用済燃料乾式貯蔵建屋（壁面）	使用済燃料乾式貯蔵建屋給気口	約4m	○
17	使用済燃料乾式貯蔵建屋（壁面）	使用済燃料乾式貯蔵建屋排気口	約9m	○
18	緊急時対策所	緊急時対策所空気取入口	※3	○
19	軽油貯蔵タンク	軽油貯蔵タンクベント管	※3	○

※１：地上部又は直近にある積雪のおそれのある平面部から開口部の高さ。なお，開口部が水平方向ではない場合は，開口部下端までの高さ。
※２：開口部高さが設計基準の積雪深さである30cmより高い位置に設置している場合，閉塞しないため，○とする。
※３：閉塞しない高さに設置する。

開口部の状況（１／３）

No.1～3 非常用ディーゼル発電機排風機排気口（写真は２Ｄ用）	No.4～6 非常用ディーゼル発電機吸気口（写真は奥より２Ｃ，ＨＰＣＳ用）	No.7～9 非常用ディーゼル発電機給気ガラリ（写真はＨＰＣＳ用）
		

開口部の状況（２／３）

No.10～12 非常用ディーゼル発電機排気管 （左から２D，ＨＰＣＳ，２C用）	No.13 中央制御室空調給気ルーバ （地上部より約 18m 側）	No.13 中央制御室空調給気ルーバ （直近の平面部より約 5.6m 側）
		

開口部の状況（３／３）

No.14 中央制御室空調排気ルーバ（写真手前側） N0.15 空調機械室排気ルーバ（写真奥側）	No.16,17 使用済燃料乾式貯蔵建屋給排気口 （上段：排気，下段：給気）
	

7.　落雷影響評価について

(1)　基本方針

予想される最も苛酷と考えられる条件を設計基準として設定の上，重要安全施設の機能が落雷による雷撃電流に対して維持され，安全機能が損なわれないように設計する。

(2)　基準雷撃電流値の設定

基準雷撃電流値の設定は，以下の(2－1)を参照するとともに，参考として　(2－2)を評価・確認のうえ設定する。

(2－1)　規格・基準類

原子力発電所における耐雷設計の規格・基準には電気技術指針JEAG4608（2007）「原子力発電所の耐雷指針」[(1)]があり，以下のように規定している。

(a)　電力設備の避雷設備の設計について，電力中央研究所報告T40（1996)「発変電所および地中送電線の耐雷設計ガイド」[(2)]を参照している。同ガイドでは，275kV発電所における送電線ならびに電力設備に対し，100kAを想定雷撃電流として推奨している。

(b)　建築物等の避雷設備に関して，日本工業規格JIS A 4201（2003）「建築物等の雷保護」や日本工業規格JIS A 4201（1992）「建築物等の避雷設備（避雷針）」を参照している。JIS A 4201（2003）では，保護レベル（Ⅰ～Ⅳ）に応じて雷保護システムを規定している。JEAG4608（2007）では原子力発電所の危険物施設に対する保護レベルをIEC／TS 61662（1995）「Assessment of the risk of damage due to lightning」[3]に基づく選定手法により保護レベルⅣと評価している。一方，消防庁通知[4]に基づき，原子力発電所の危険物施設では保護レベルⅡを採用すると規定している。日本工業規格 JIS Z 9290-4（2009）「建築物内の電気及び電子システム」[5]においては，最大雷撃電流値が建築物の保護レベル（Ⅰ～Ⅳ）に応じて定められているが，保護レベルⅡの場合の最大雷撃電流値は，150kA と規定されている。

(2－2)　観測記録による年超過確率評価

雷撃電流の観測記録として，発生した雷放電の発生時刻・位置を標定し，雷撃電流の大きさを推定できる株式会社フランクリンジャパンの運用する全国雷観測ネットワーク（JLDN※）により観測された落雷データを用いて年超過確率評価を実施する。

※JLDN（Japan Lightning Detection Network）…落雷時に放出される電磁波を全国に設置された落雷位置標的システムを用いて落雷位置や雷撃電流の大きさを観測するネットワーク。全米雷観測ネットワーク（NLDN：National Lightning Detection Network）と同様のシステム及びネットワーク方式を採用している。

別紙１より，雷撃頻度解析として，東海第二発電所周辺を中心とした評価地域 900km^{2}において 1998 年 8 月 21 日から 2013 年 3 月 31 日にかけて実施された観測記録により求めた東海第二発電所を中心とした標的面積 4km^{2}の範囲の雷撃密度は 1.71 回／年・km である。また，雷撃電流発生頻度分布についても，観測記録により求めた雷撃電流値に対する累積頻度を

使用する。東海第二発電所において落雷の可能性が最も高い排気筒に対する年超過頻度が 10^{-4} 回／炉・年となる雷撃電流値は，雷撃電流発生頻度分布から 220kA となる。

上記(1)～(2)を踏まえると，東海第二発電所に対して想定される雷撃電流が最も大きくなるのは(2)の観測記録の統計処理による年超過頻度 10^{-4} 回／炉・年となる雷撃電流値 220kA であることから，基準雷撃電流値としては，220kA とする。

(3)　重要安全施設の健全性評価

設計基準の雷撃電流値（排気筒への 220kA の雷撃電流）によって重要安全施設が安全機能を損なうことがない設計であることを評価・確認を実施した。

(3－1)　建屋

原子炉建屋などの建築基準法に定められる高さ 20m を超える建築物等には避雷設備を設けている。また，避雷設備の接地極を構内接地網と連接し接地抵抗を下げる等の対策を実施しており，影響を受けにくい設計としている。

(3－2)　原子炉建屋等に内包される設備

直撃雷に対しては，(3－1)で記載した雷害対策によって防護される。誘導雷サージに対しては，建屋に内包される電気・計装設備が，大地電位上昇により接地系間に生じる電位差や，雷電流の拡散による誘導電流により計装・制御ケーブル等に生じるサージによって，機器が絶縁破壊に至る可能性が有るが，プラントトリップ機能等を有する安全保護回路

については，サージの侵入を抑制するために，ラインフィルタ及び絶縁回路の設置，鋼製筐体や金属シールド付信号ケーブルを採用していることから影響を受けにくい設計としている。

また，重要安全施設は，JEC-0210（1981）「低圧制御回路絶縁試験法・試験電圧標準」[6]に基づいた耐力を有している。東海第二発電所で実施した雷インパルス試験の結果を参考に，設計基準電流 220kA が落雷の可能性が高い排気筒に流れた場合の誘導電圧を評価した結果，重要安全施設の機能が損なわれないことを確認した。（別紙 2）

(3－3)　屋外設備

復水貯蔵タンク，排気筒については接地を構内接地網に接続し接地抵抗を低減しており影響を受けにくい設計としている。また，残留熱除去系海水ポンプ，非常用ディーゼル発電機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水ポンプについては，別途竜巻対策により設置する防護ネット等によって遮へいされ，防護ネット等が接地網へと接続されているため，落雷に対して十分保護出来ているといえる。

(4)　参考文献

（１）　日本電気協会（2007）：原子力発電所の耐雷指針，電気技術指針，JEAG4608

（２）　電力中央研究所（1996）：発変電所および地中送電線の耐雷設計ガイド，電力中央研究所報告，T40

（３）　International Electrotechnical Commission (1995) : Assessment of the risk of damage due to lightning, IEC／TS 61662

（４）　消防庁（2005）：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，消防危第 14 号，平成 17 年 1 月 14 日
（５）　日本規格協会（2009）：建築物内の電気及び電子システム，JIS Z 9290-4，雷保護第 4 部，日本工業規格
（６）　電気学会（1981）：低圧制御回路絶縁試験法・試験電圧標準，JEC-0210，電気規格調査会標準規格

別紙1

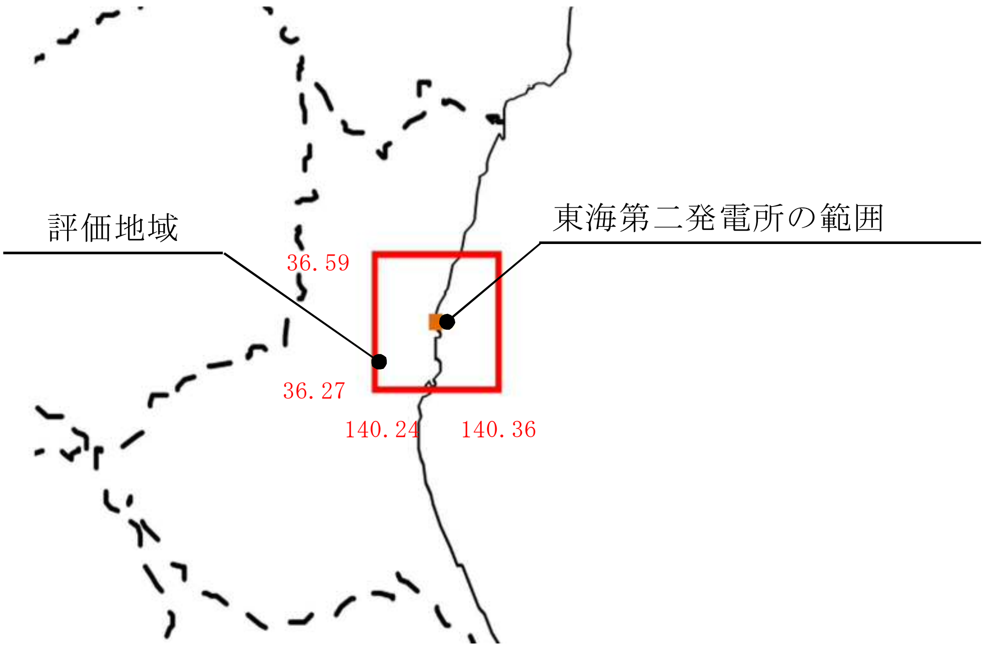
東海第二発電所排気筒への年超過確率による雷撃電流評価

1.　発電所構内への年超過確率による雷撃電流計算

JEAG4608（2007）「原子力発電所の耐雷指針」[1]に基づくIEC/TS 61662（1995）「Assessment of the risk of damage due to lightning」[2]の計算手法により排気筒への想定落雷数を算出し，発電所構内への年超過確率による雷撃電流計算を実施した。

2.　計算手法

東海第二発電所を中心とした評価地域900km^{2}の範囲で観測された落雷観測データ（1998年8月21日から2013年3月31日の期間）を基に東海第二発電所の範囲における雷撃数からIEC/TS 61662（1995）による排気筒への想定落雷数Nd回／年を算出後，排気筒への年超過頻度10^{-4}件／年・炉となる雷撃電流値を算出する。



第7−1−1図　評価地域及び標的面積

3.　雷撃対象と想定落雷数

①　雷撃対象

等価受雷面積[※]が最大となり，安全上重要な設備を内包する建屋（原子炉建屋など）の等価受雷面積を包絡する排気筒を代表建物として想定し，雷撃頻度を評価する。

※等価受雷面積…落雷の収集面積。構造物の高さを3倍とした水平離隔距離の領域を等価な受雷面積としている。

1)　評価対象：東海第二発電所排気筒

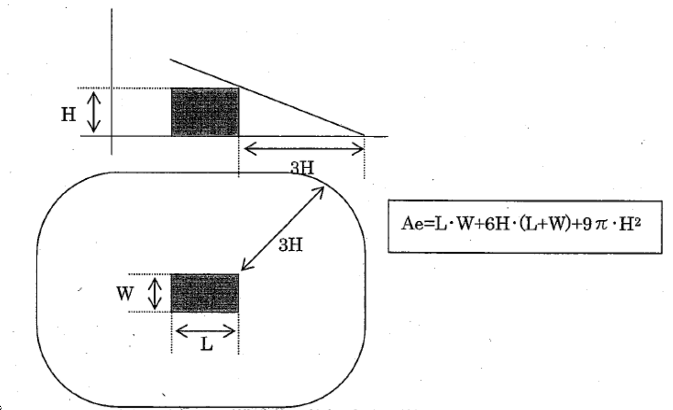


図　要素Ae（構造物の等価受雷面積）

（JEAG 4608(2007)「原子力発電所の耐雷指針」）

第7－1－3図　東海第二発電所における等価受雷面積

② 想定落雷数

東海第二発電所を中心とした標的面積 4km^2 への 1998 年 8 月 21 日から 2013 年 3 月 31 日の期間における雷撃数は，東海第二発電所落雷観測結果に基づけば，164 件である。

よって，1998 年 8 月 21 日から 2013 年 3 月 31 日の期間における標的面積 1km^2 あたりの落雷密度 Ng 回／km^2・年を算出すると，落雷密度は，

$$Ng = \frac{164\text{回}}{4\mathrm{km}^2} \cdot \frac{1}{14.6\text{年}} = 2.8\ （回／年・\mathrm{km}^2）$$

となる。

排気筒の等価受雷面積 Aekm^2 を算出する。（図 2－1，2－2 参照）

排気筒：28m（L）×28m（W）×140m（H）

$$Ae = L \cdot W + 6H \cdot (L + W) + 9\pi \cdot H^2 = 28 \cdot 28 + 6 \cdot 140 \cdot (28 + 28) + 9 \cdot \pi \cdot 140^2$$

$$= 610000(\mathrm{m}^2) = 0.61\ （\mathrm{km}^2）$$

となる。

構造物の設置された環境条件により定まる環境係数 Ce は，第 7－1－1 表より 1.0 とする。

環境条件	Ce の値
同じ様な高さ，または塔や森林の様に高い建設群や樹木のある広い範囲に位置する建物	0.2
小さな建物群に囲まれた建物	0.5
建物の高さの 3 倍の範囲に建物がない独立した建物	1.0
丘の上や塚の上に位置する建物	2.0

第 7－1－1 表　環境係数 Ce

（JEAG 4608(2007)「原子力発電所の耐雷指針」）

以上より，想定落雷数 Nd 回／年を算出する。

$$Nd = Ng \cdot Ae \cdot Ce = 2.8 \cdot 0.61 \cdot 1.0 = 1.71\ （回／年）$$

上記より，排気筒への年間雷撃数は 1.71 回／年と算出される。

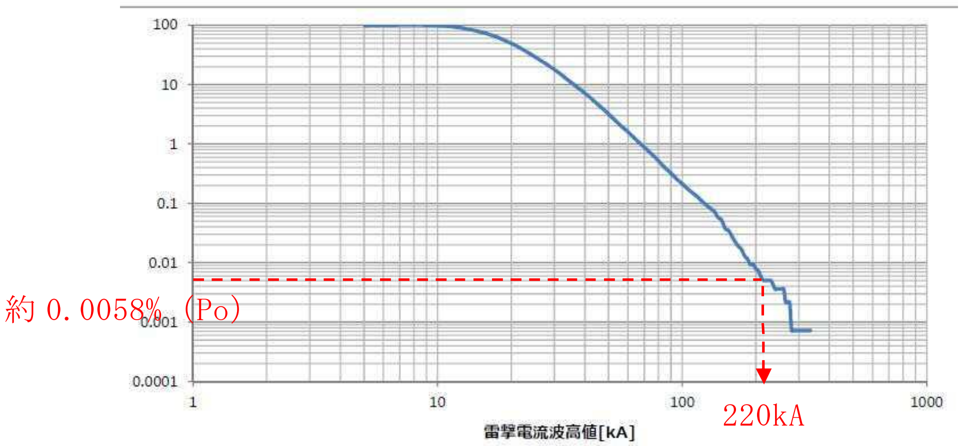
以上を考慮すると，再現期間を y として排気筒への雷撃数 Nt は以下のようになる。

$$Nt = Nd \cdot y$$

これらの雷撃について，発生する電流最大値を雷撃電流分布での確率 P＝1／(Nt)の点で評価する。雷撃電流分布に関しては，株式会社フランクリンジャパンの運用する全国雷観測ネットワーク（JLDN）により観測された落雷データに基づき評価する（第 7－1－4 図）。なお，再現期間は 10^4 年とする。

$$Nt = 1.71 \cdot 10^4 = 17100 \text{ 回}$$

確率 Po＝1／(17100)に対する電流値は 220kA となる。



第 7－1－4 図　全国雷観測ネットワーク（JLDN）観測の電流分布

4.　まとめ

東海第二発電所排気筒に対する，10^{-4} 回／炉・年の頻度となる想定最大雷撃電流の算出結果は，220kA となった。

5.　参考文献

（１）　日本電気協会（2007）：原子力発電所の耐雷指針，電気技術指針，JEAG4608

（２）　International Electrotechnical Commission（1995）：Assessment of the risk of damage due to lightning, IEC／TS 61662

別紙 2

建屋内重要設備の雷リスク評価

1.　評価概要

設備の落雷に対する耐力の定量的な評価方法については，既往の文献等や最新の知見を踏まえ可能な限り現実的かつ網羅的な評価を実施する。

2.　雷サージ評価対象設備

排気筒へ落雷し，大地に安全に雷電流が逃された場合でも，大地電位上昇により接地系間に生じる電位差や，雷電流の拡散による誘導電流により計装・制御ケーブル等に生じる誘導雷サージによって，機器が絶縁破壊に至る可能性が有る。

そこで，重要安全施設に発生する雷サージ電圧により，重要安全施設が損傷するリスクを評価する。

なお，重要安全施設以外の安全施設については，クラス間で分離がなされており，落雷による損傷があったとしても重要安全施設に波及することは無く，重要安全施設の機能は維持されることから本評価対象から除外した。

3.　建屋内重要設備の雷リスク評価

3.1　評価方針

3.1.1　想定する落雷

想定する落雷は，設計基準として設定した，排気筒への 220kA の雷撃電流とする。

3.1.2　評価方法

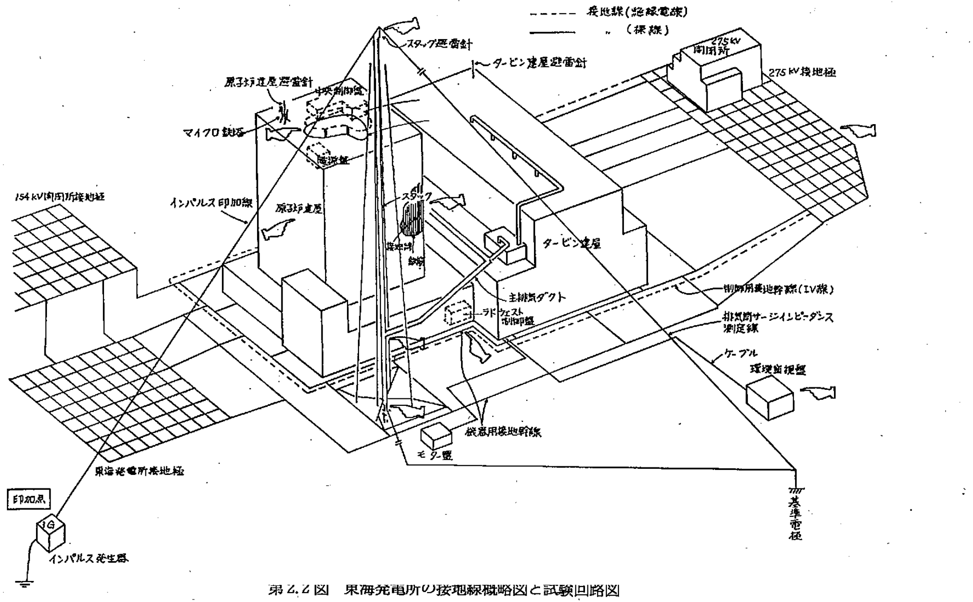
落雷時に重要安全施設に加わる雷サージ電圧を推定する際に，過去に東海

第二発電所において実施した雷インパルス試験の結果[1]を使用する。

雷インパルス試験では，雷電流波形を模擬した電流を排気筒に雷インパルス発生装置（以下 IG）を用いて印加し，計装制御回路の過電圧の測定を行った。図 2－1 に東海第二発電所エリアの構内配置，IG 設置位置のイメージ及び，試験に用いた雷インパルスの発生回路図を示す。

表 2－1 に雷インパルス試験および，220kA 落雷時の換算値を示す。雷サージ電圧の換算値は雷インパルス試験の結果を保守的に比例関係にあるとして外挿し算出した。実際には雷撃電流値が大きくなるほど，土中放電効果（雷サージ電圧が低下する）の影響が大きくなるため，これは保守的な評価となる。この結果と，機器の雷サージ耐電圧値を比較し落雷による影響がないことを確認する。

また，落雷による施設への影響として，雷サージ以外にもノイズの影響が考えられるが，ノイズにより設備自体が損傷することは無く，重要安全施設の機能は維持されることから本評価対象から除外した。



第2.2図　東海発電所の接地線概略図と試験回路図

第 7－2－1 図　雷インパルス試験

第7−2−1表　雷インパルス測定試験結果

<table>
<tr><td rowspan="2">測定点</td><td rowspan="2">ケーブル種類</td><td colspan="2">誘導電圧測定値（V）</td><td colspan="2">220kA換算値（V）</td></tr>
<tr><td>発点側</td><td>着点側</td><td>発点側</td><td>着点側</td></tr>
<tr><td>非常用ディーゼル発電機2D制御盤</td><td>電源</td><td>0.5</td><td>-</td><td>440</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="6">上記以外重要安全施設への誘導サージの発生は認められなかった。(3)(4)</td></tr>
</table>

3.1.3　雷サージ耐電圧値

(1)　電源回路・制御回路

JIC210（1981）「低圧制御回路絶縁試験法・試験電圧標準」（2）において重要安全施設に要求される電源回路・制御回路の雷インパルス試験電圧の4,000Vを用いる。

(2)　計装回路

個別機器に対して耐電圧値を明確に定めた基準は無いが，型式試験等により確認された値の下限値500Vを用いる。

3.2　評価結果

3.2.1　影響評価

(1)　電源回路・制御回路

220kA落雷時サージ電圧として，表2−2の最大値である440Vを用いる，3.1.3より電源回路・制御回路の耐電圧は4,000Vであるため，重要安全施設の機能が損なわれることはない。

(2)　計装回路

誘導サージの発生が認められなかった。そのため，220kA落雷時を考慮

しても重要安全施設の機能が損なわれることはない。

第7－2－2表　評価結果

評価対象設備		雷サージ電圧（V）	雷サージ耐電圧（V）	評価
電源回路・制御回路	原子炉建屋内	440	4,000	影響なし
計装回路	原子炉建屋内	－（測定されず）	500	影響なし

3.3　まとめ

以上の結果から，設計基準雷撃電流値220kAの落雷に対して，東海第二発電所における重要安全施設の機能が損なわれないことを確認した。

4.　参考文献

（１）　電力中央研究所（1985）：東海第二発電所接地特性サージ試験結果，電力中央研究所報告，昭和60年4月

（２）　電気学会（1981）：低圧制御回路絶縁試験法・試験電圧標準，JEC-0210，電気規格調査会標準規格

（３）　日本原子力発電株式会社（1984）：東海第二発電所落雷事故について，昭和59年5月

（４）　電気事業連合会東海第二発電所落雷事故検討会（1984）：東海第二発電所 落雷事故検討報告書，昭和59年5月

8.　地滑り影響評価について

1.　基本方針

安全施設のうち外部事象に対し必要な構築物，系統及び機器は斜面からの離隔距離を確保し地滑りのおそれのない位置に設置することにより安全機能を損なわれないよう設計する。

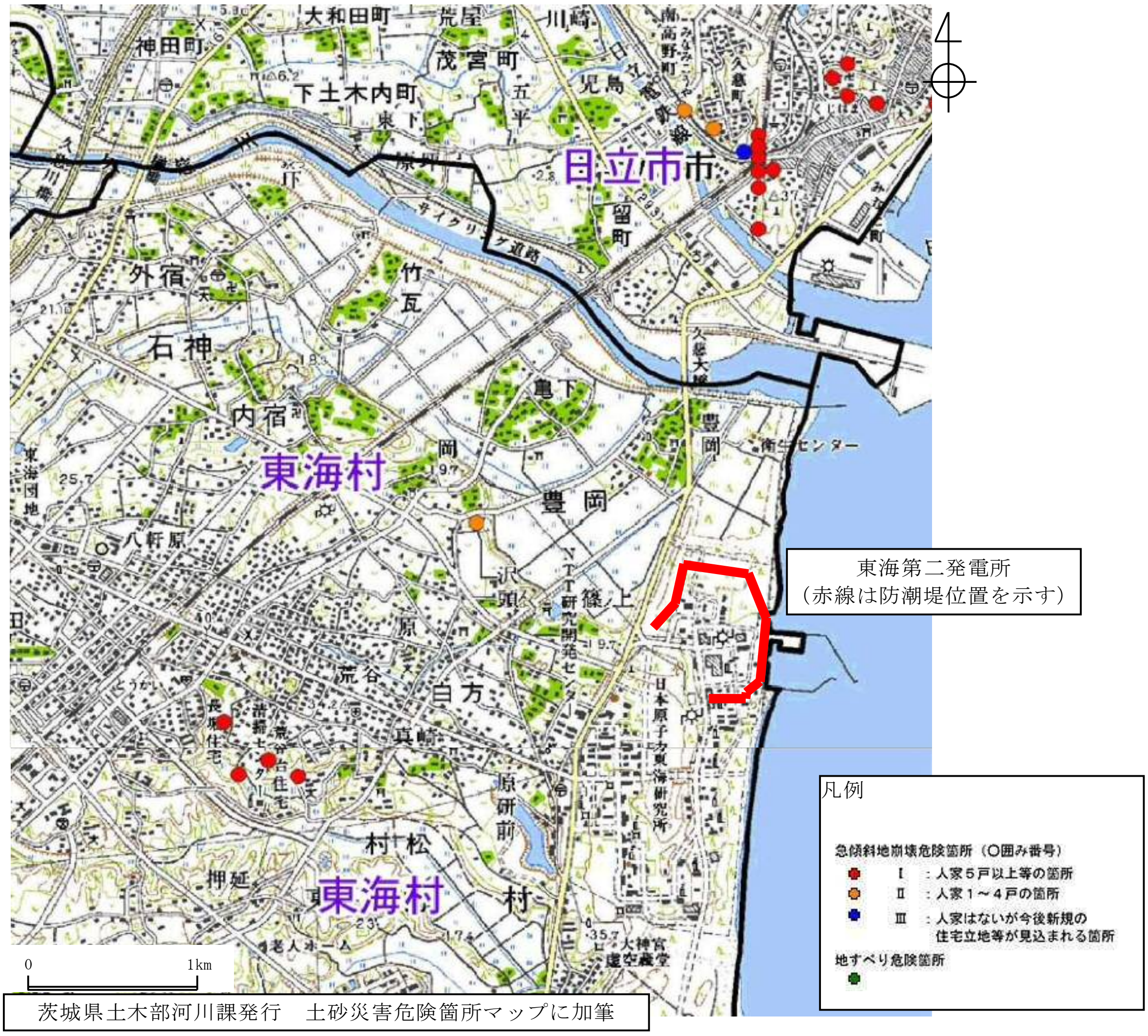
2.　周辺斜面評価

土砂災害危険箇所図（茨城県土木部河川課発行）によると，東海第二発電所の敷地及びその近傍には土砂災害を起こすような急傾斜地崩壊危険箇所は存在しないため，東海第二発電所の安全施設に影響が及ぶことはない。（第8－1図参照）

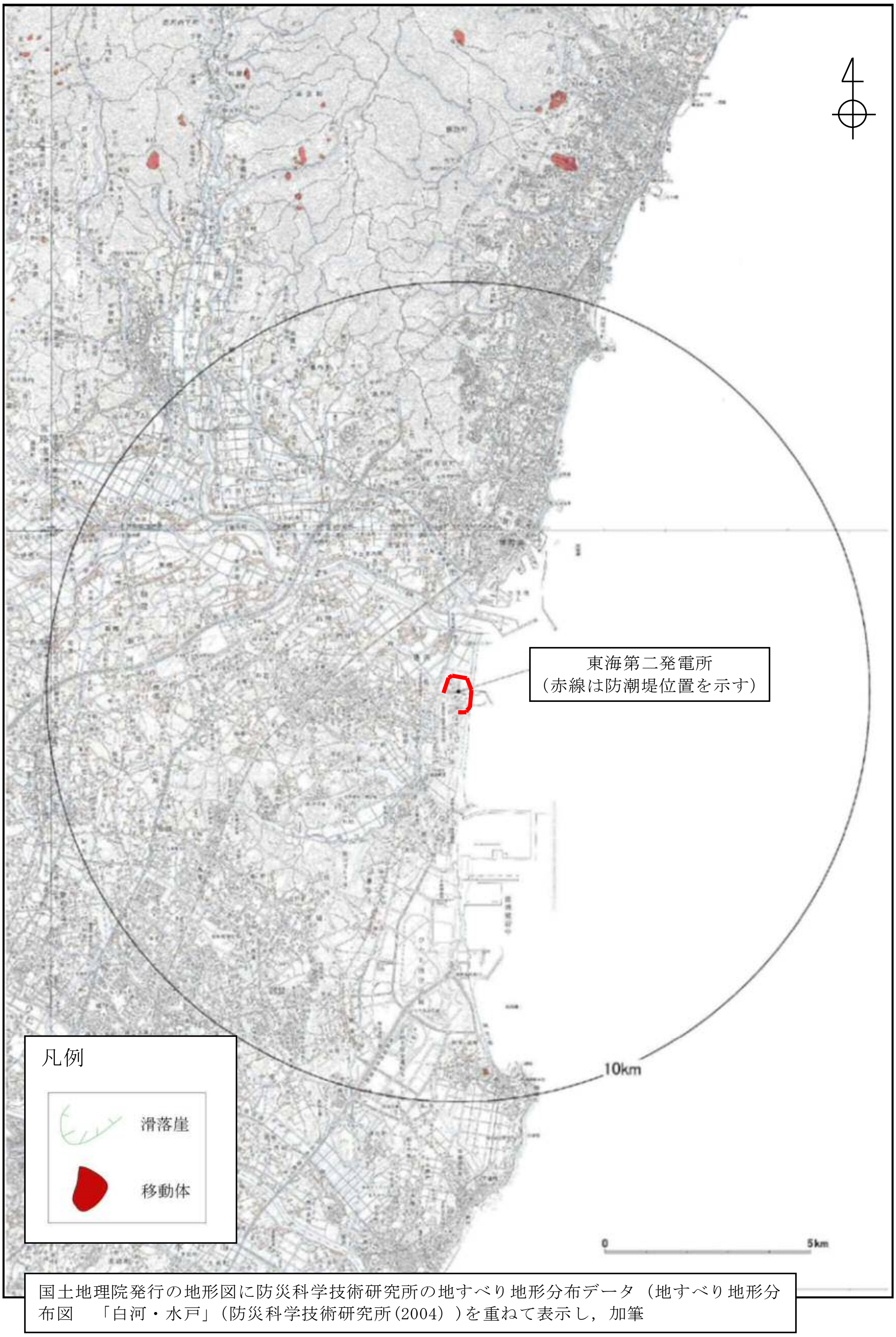
3.　地滑り地形分布

地すべり地形分布図（独立行政法人防災科学技術研究所発行）によると，東海第二発電所及びその近傍には地滑りを起こすような地形は存在しない，東海第二発電所の安全施設に影響が及ぶことはない。

（第8－2図参照）



第８－１図　土砂災害危険箇所図



第８－２図　地すべり地形分布図

9.　生物学的事象に対する考慮について

(1)　はじめに

東海第二発電所において想定される生物学的事象は，海生生物等の襲来や小動物の侵入等が挙げられるが，原子炉施設の安全性に影響を与える可能性があるものとして，海生生物等の襲来による海水ポンプの取水機能の低下が考えられる。

本資料では，海生生物等の襲来に対する防護対策の状況を示す。

なお，小動物については，屋外設置の端子箱内へのケーブル貫通部等のシールにより侵入を防止しており，また侵入を想定してもトレン分離された安全機能が同時に機能喪失することはない。

(2)　海生生物等の襲来による施設への影響

発電所の取水口付近の海生生物等は，海水ポンプの取水に伴う海水の流れにより，取水口へ流入し，海水ポンプへの塵芥流入を防止するための除塵装置で捕獲される。

除塵能力を超える多量の海生生物等が除塵装置に流入した場合，スクリーン前後の水位差が大きくなり，海水ポンプの取水機能への影響が懸念される。

(過去の事例)

東海第二発電所においては，海藻の襲来による発電機の出力を抑制した事例はあったが，プラント停止に至った事例，海水ポンプの取水機能に影響を及ぼした事例は発生していない。

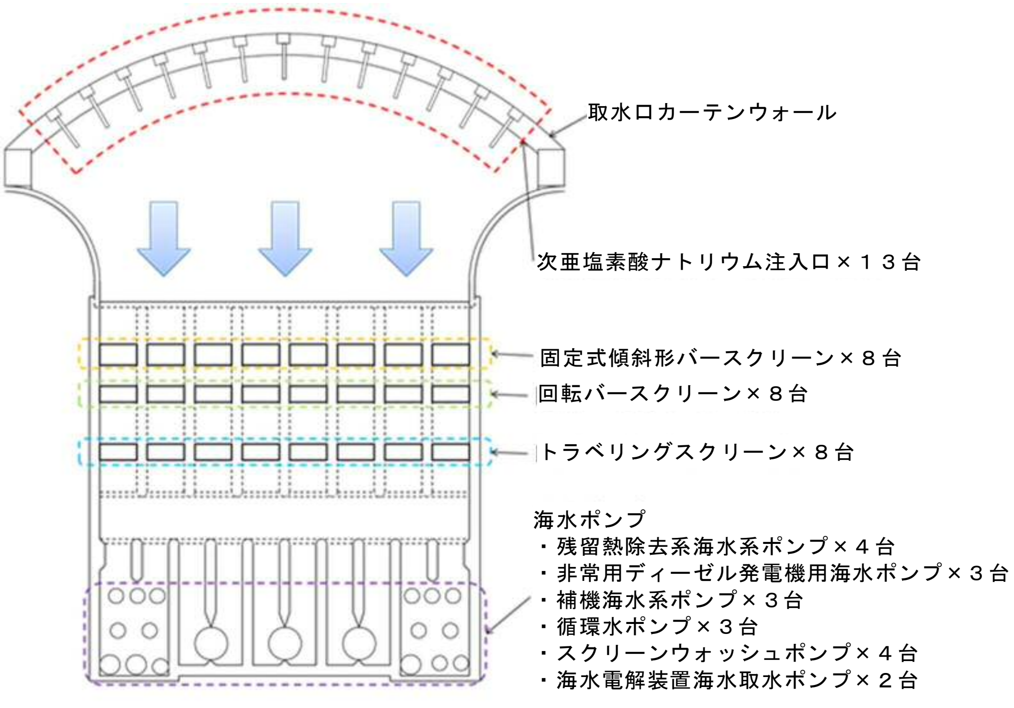
○　対策の概要

東海第二発電所では固定式傾斜形バースクリーン，回転バースクリーン，トラベリングスクリーンによる流入した海生生物等の捕獲及び除去を実施している。

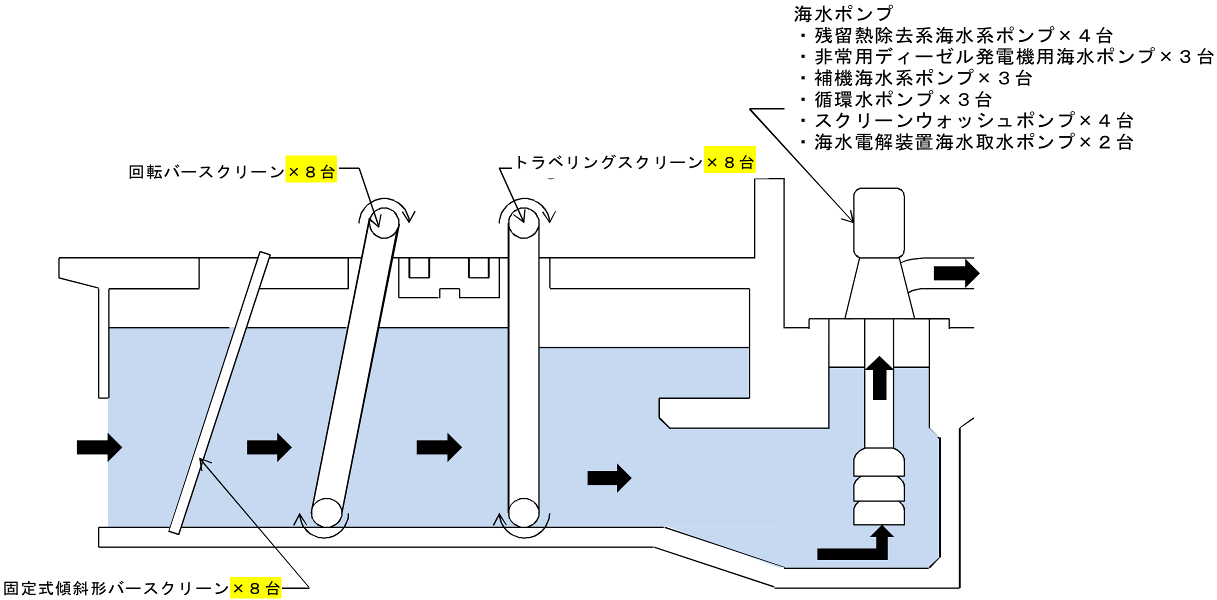
運転手順として，海生生物等の襲来により海水ポンプの取水機能へ影響が生じるおそれがある場合は，必要に応じ循環水ポンプのインペラ開度調整，発電機出力の抑制，及びプラント停止等の手順を整備している。

(3)　設備対策

a．概略配置図（平面図）（イメージ）



b． 概略配置図（断面図）（イメージ）

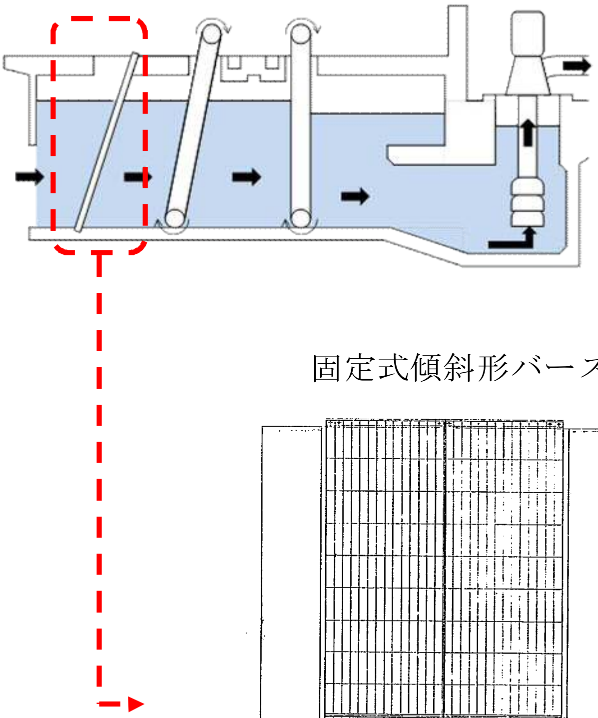


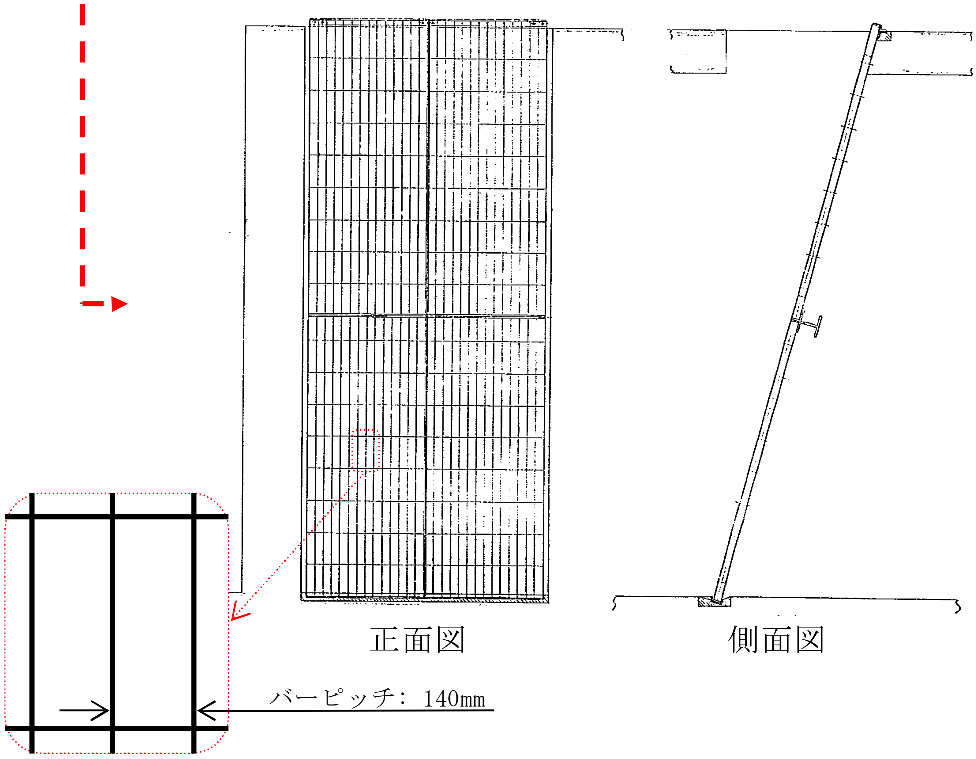
c． 固定式傾斜形バースクリーン

［目的］大きな塵芥を除去する。

［仕様］バーピッチ：140㎜

［運用］巡視点検で目視確認している。





固定式傾斜形バースクリーン構造図

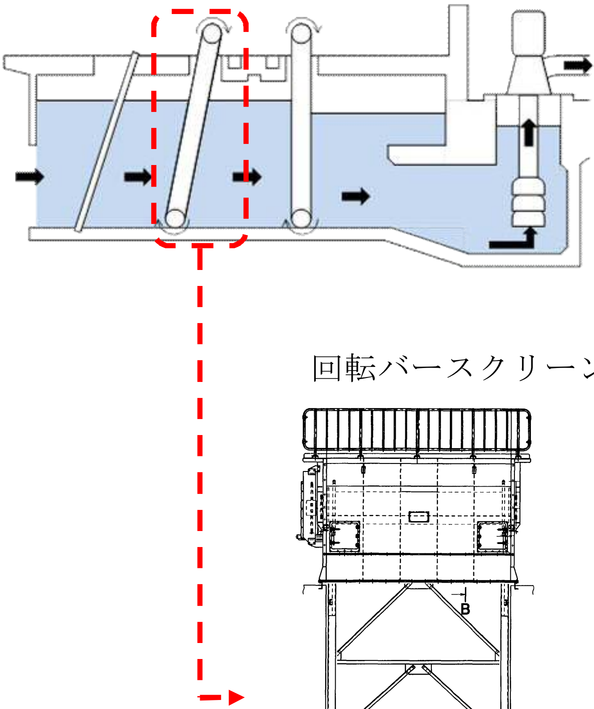
d．回転バースクリーン

［目的］固定式傾斜形バースクリーンを通過した海生生物等を捕獲し，回収する。

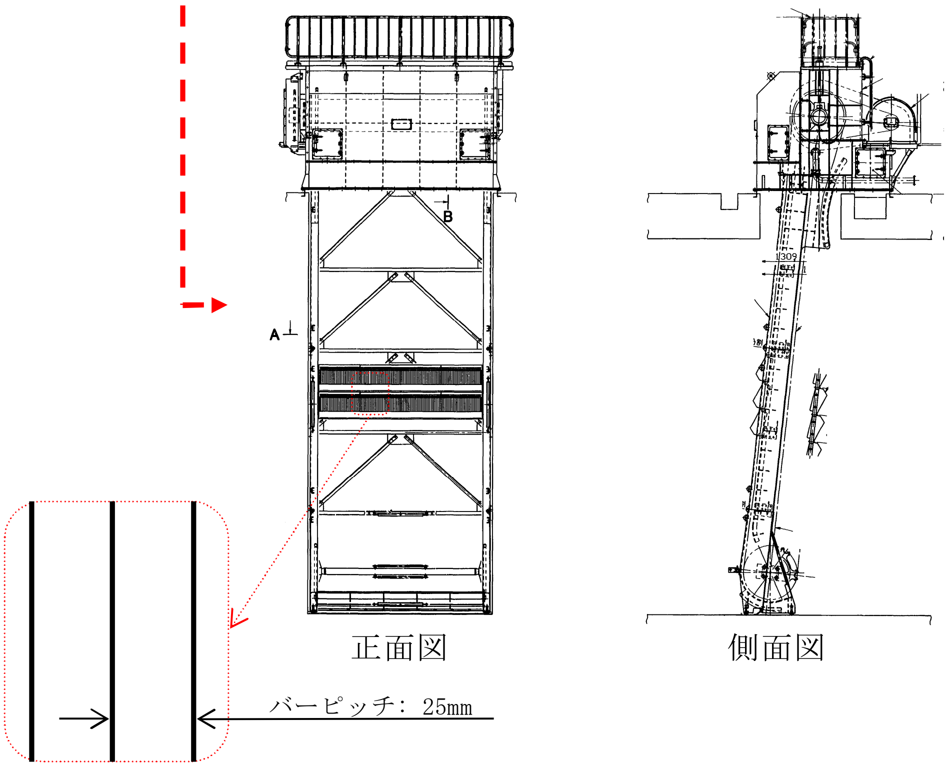
［仕様］バーピッチ：25mm 除塵能力：60ｔ／h 設置台数：8 台

キャリングチェーンシャーピン破断：392kN 以上

［機能］固定式傾斜形バースクリーンを通過した比較的大きい異物を回収，除去する。



回転バースクリーン構造図



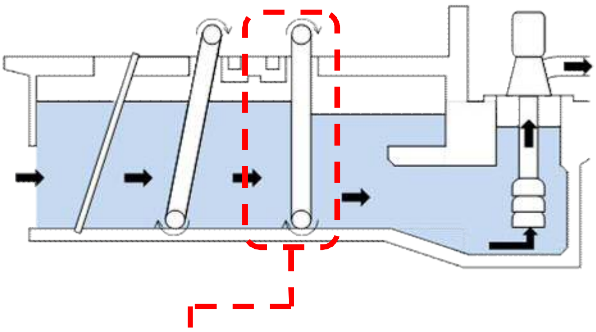
e．トラベリングスクリーン

［目的］固定式傾斜形バースクリーン，回転バースクリーンを通過した海生生物等を捕獲し，回収する。

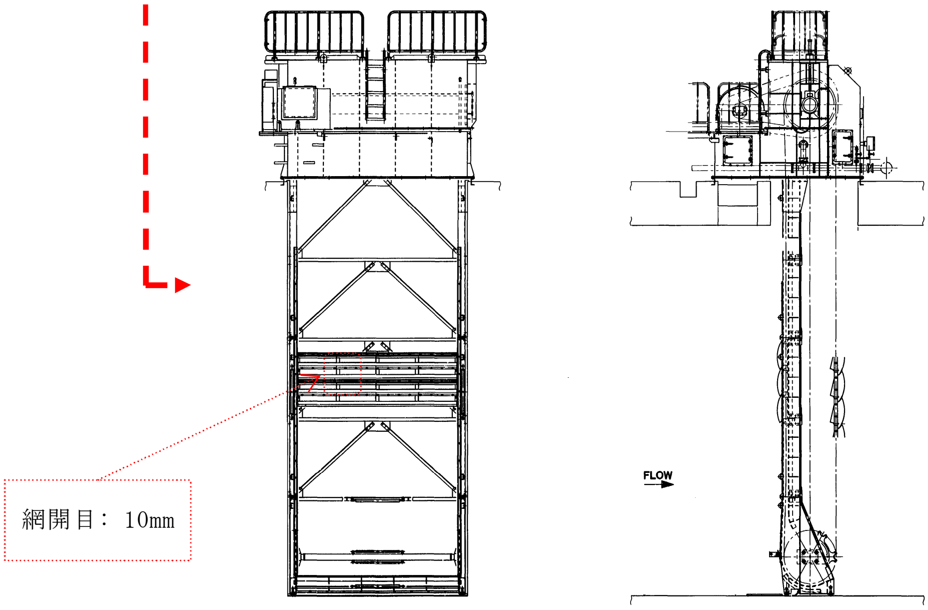
［仕様］網開目：10mm 除塵能力：20t／h 設置台数：8 台

キャリングチェーンシャーピン破断：392kN 以上

［機能］スクリーン前後の水位差が 300mm になると自動起動し，捕獲された海生生物等を除去する。固定式傾斜形バースクリーン及び回転バースクリーンを通過した異物を回収，除去する。



トラベリングスクリーン構造図



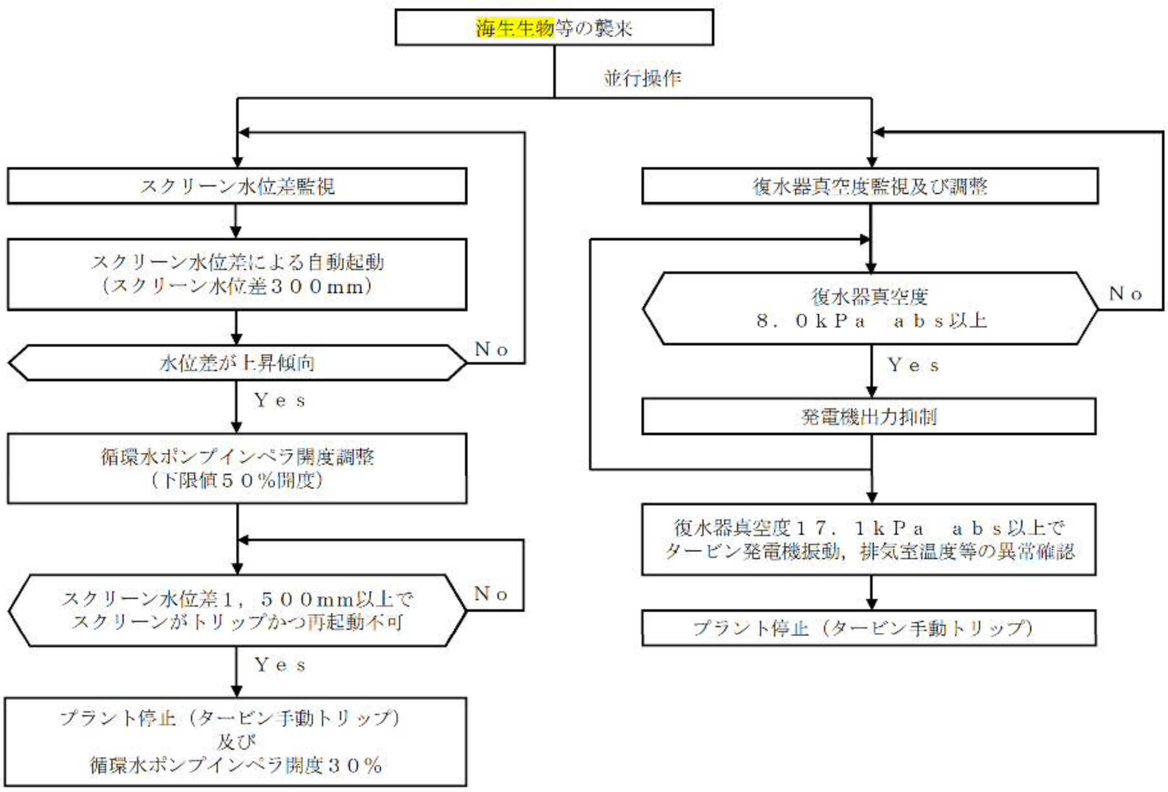
正面図 側面図

(4)　運転操作

海生生物等襲来時の運転操作については，以下の内容を，運転手順に定め運用している。

○　海生生物等の襲来により，除塵装置のスクリーン前後の水位差がスクリーンの自動起動水位差となれば，スクリーンの起動状況を確認する。

○　除塵装置のスクリーン前後の水位差がさらに大きくなれば循環水ポンプのインペラ開度による取水量の調整を行う。それに伴い，復水器真空度が基準値を上回らないよう，必要に応じて発電機出力を抑制する。スクリーン前後の水位差が回復困難な場合又は復水器真空度の悪化が継続し，主タービンパラメータに異常な変化が確認された場合，プラントを停止し，循環水ポンプのインペラ開度を 30％開度にする。

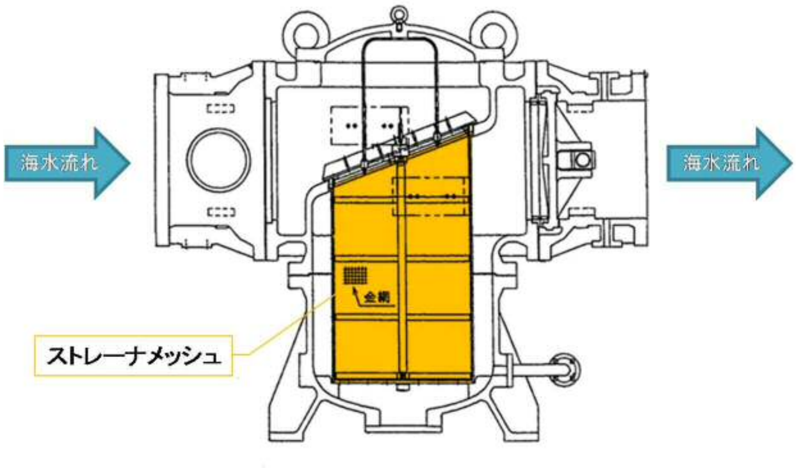


(5)　貝等の海生生物について

除塵装置では捕獲，除去できない貝等の海生生物についても，以下の対策により施設への影響を防止している。

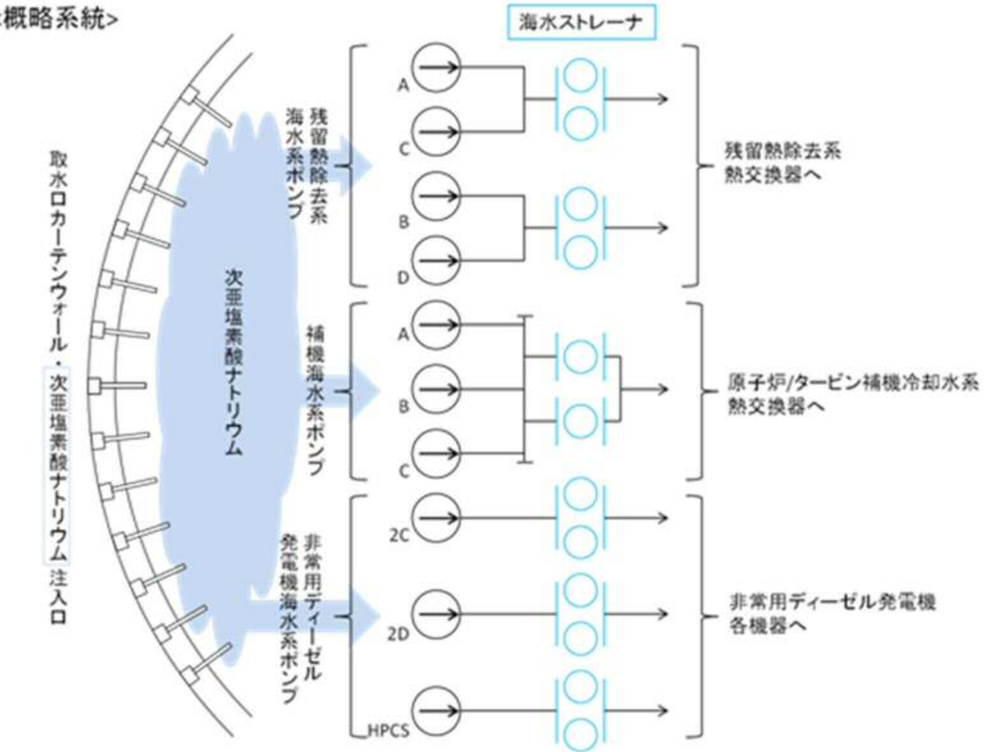
① 海水ポンプで取水された海水中の海生生物については，海水ストレーナにより捕獲することで，残留熱除去系熱交換器等への海生生物の侵入を防止している。また，海水電解装置により海生生物の付着，繁殖を防止している。また，海水を冷却水として用いている各熱交換器等は定期的に開放点検，清掃を実施し，性能維持を図っている。

<海水ストレーナ概要>



○海水ストレーナ
- 海水中に含まれる海生生物等の固形物を除去する。
- 海水系供給母管に各系統２基，並列で設置している。（１基で 100%通水容量を有している。）
- ストレーナの差圧が許容値以上になれば，ストレーナの切替え，清掃を実施し，捕獲した海生生物を除去する。
- ストレーナメッシュ
  - 残留熱除去系海水系：6.57mm
  - 非常用ディーゼル発電機海水系：6.57mm
  - 補機海水系：6.57mm
- 伝熱管内径
  - 残留熱除去系熱交換器：20.4mm
  - 原子炉/タービン補機冷却系熱交換器：19.74mm
  - 高圧/低炉心スプレイ系ポンプ室空調機：13.1mm
  - 原子炉隔離時冷却系ポンプ室空調機：13.1mm
  - 残留熱除去系ポンプ A/B/C 室空調機：13.1mm
  - 非常用ディーゼル発電機
    - 空気冷却器　：9mm
    - 清水冷却器　：13.6mm
    - 潤滑油冷却器：13.6mm
    - 燃料弁冷却油冷却器：13.6mm

<概略系統>



○海水電解装置

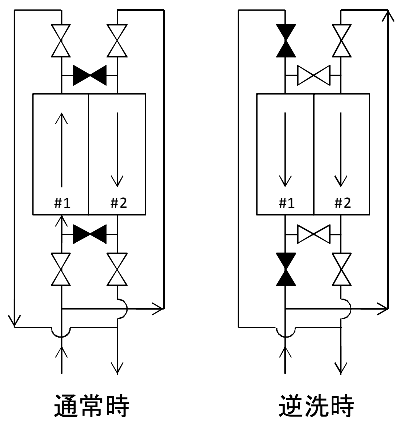
・海水を電気分解し殺菌力のある次亜塩素酸ナトリウムを発生させ，取水口カーテンウォールに設置された注入口より注入し，復水器及び熱交換器伝熱管への海生生物の付着，繁殖を防止する。

$\mathrm{NaCl}+\mathrm{H_2O}\rightarrow\underline{\mathrm{NaClO}}+\mathrm{H_2}$

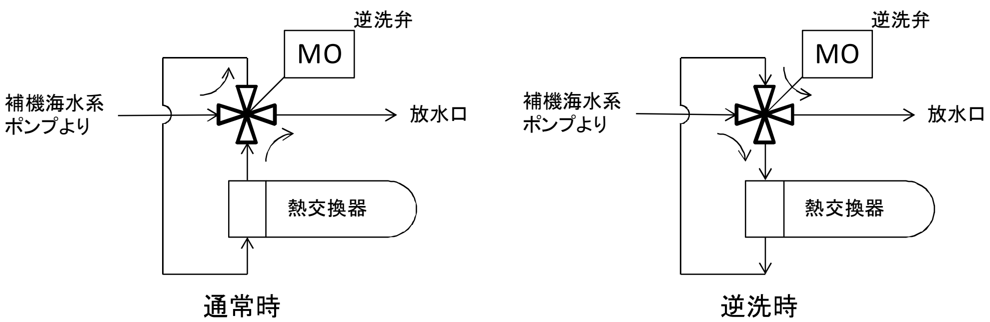
次亜塩素酸ナトリウム

② 循環水ポンプで取水された海水中の海生生物については，運転中に復水器内の流れ方向を変えて逆洗を実施し，復水器内面への海生生物の付着を防止している。また，復水器を定期的に開放点検，清掃を実施し機能維持を図っている。補機海水系ポンプにおいて取水された海水中の海生生物についても，熱交換器の逆洗を実施し，内面への海生生物の付着を防止している。

<循環水系逆洗時系統概要>



<補機海水系逆洗時系統概要>



(6)　まとめ

○　東海第二発電所において，安全施設へ影響を考慮すべき生物学的影響として，海生生物等の襲来による海水ポンプの取水機能への影響が挙げられる。

○　海生生物等の襲来に対して，以下の設備対策，運転手順を整備し，発電所の安全確保を図っている。

（設備対策）

・固定式傾斜形バースクリーン，回転バースクリーン，トラベリングスクリーンにより海生生物等を捕獲，除去することで，海水ポンプの取水機能を維持する。

（運転操作）

・海生生物等の襲来により，除塵装置のスクリーン前後の水位差がスクリーンの自動起動水位差となれば，スクリーンの起動状況を確認する。

・除塵装置のスクリーン前後の水位差がさらに大きくなれば循環水ポンプのインペラ開度による取水量の調整を行う。それに伴い，復水器真空度が基準値を上回らないよう，必要に応じて発電機出力を抑制する。スクリーン前後の水位差が回復困難な場合又は復水器真空度の悪化が継続し，主タービンパラメータに異常な変化が確認された場合，プラントを停止し，循環水ポンプのインペラ開度を 30％開度にする。

○　除塵装置を通過する貝等の海生生物についても，海水ストレーナにより残留熱除去系熱交換器等への影響を防止し，また復水器及び熱交換器逆洗操作により，復水器及び原子炉／タービン補機冷却系熱交換器への影響を防止している。

10.　航空機落下確率評価について

「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」に基づく評価結果について

東海第二発電所の原子炉施設への航空機落下確率は，以下に示すとおり 10^{-7}（回／炉・年）を超えていないため，「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」に定められた判断基準を満足する。

発電所名称	落下確率（回／炉・年）
東海第二発電所	5.7×10^{-8}

以 上

評価対象事故及び評価に用いた数値について

1. 評価対象事故

発電所名称	1）計器飛行方式民間航空機の落下事故		2）有視界飛行方式民間航空機の落下事故	3）自衛隊機又は米軍機の落下事故	
	①飛行場での離着陸時における落下事故	②航空路を巡航中の落下事故		①訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故	②基地－訓練空域間往復時の落下事故
東海第二発電所	○※1	○※2	○	○※3 （訓練空域外を飛行中の落下事故）	○※3

○：対象，×：対象外

※１：茨城空港の最大離着陸地点までの直線距離（以下「最大離着陸距離」という。）を半径とし，滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域内に発電所が存在するため，評価対象とした。

（添付資料 1）

※２：発電所周辺に存在する航空路と発電所との距離が，それぞれの航空路の幅より短い場合は，当該航空路を評価対象とした。

（添付資料 2）

※３：発電所上空には自衛隊機又は米軍機の訓練空域はないため，訓練空域外を飛行中の落下事故を評価対象とした。
また，東海第二発電所周辺の太平洋沖上空に自衛隊機の訓練空域があり，発電所は自衛隊の百里基地と訓練空域間の想定飛行範囲内に位置することから，自衛隊機の基地－訓練空域間を往復時の落下事故を評価対象とした。

（添付資料 2）

2. 評価に用いた数値

(1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故（飛行場での離着陸時における落下事故）

$P_{d,a}=f_{d,a}\cdot N_{d,a}\cdot A\cdot \Phi_{d,a}(r,\theta)$

$P_{d,a}$：対象施設への離着陸時の航空機落下確率（回／年）

$f_{d,a}=D_{d,a}/E_{d,a}$：対象航空機の国内での離着陸時事故率（回／離着陸回）

$D_{d,a}$：国内での離着陸時事故件数（回）

$E_{d,a}$：国内での離着陸回数（離着陸回）

$N_{d,a}$：当該飛行場での対象航空機の年間離着陸回数（離着陸回／年）

A：原子炉施設の標的面積（km^2）

$\Phi_{d,a}(r,\theta)$：離着陸時の事故における落下地点確率分布関数（／km^2）

パラメータ ＼ 発電所名称	東海第二発電所
飛行場	茨城空港
$f_{d,a}$※1	約1.43×10^{-7} （＝4/27,887,158）
$N_{d,a}$※2	4,210
A	約0.0168
$\Phi_{d,a}(r,\theta)$※3	約2.98×10^{-4}
発電所からの距離	約36km
滑走路方向に対する角度※4	約9.60°
最大離着陸距離※5	約56km（30nm）
$P_{d,a}$	約2.81×10^{-9}

※１：離着陸時の事故件数は，「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年

6月　原子力規制委員会）より，平成5年～平成24年において離陸時に1件，着陸時に3件。

（添付資料3）

離着陸回数は，平成5年～平成24年の「航空輸送統計年報　第１表　総括表　1.輸送実績」における運航回数の国内の値及び国際の値の合計値。

（添付資料4）

※２：「数字でみる航空2014」にある平成24年飛行場別着陸回数と同数を離陸回数とし，その和を飛行場別離着陸回数とした。

※３：別紙のとおり。

（添付資料5）

※４：別紙のとおり。

（添付資料1）

※５：ＡＩＰを参照した。

（添付資料6）

(2)　計器飛行方式民間航空機の落下事故（航空路を巡航中の落下事故）

Pc＝fc・Nc・A／W

Pc：対象施設への巡航中の航空機落下確率（回／年）

fc＝Gc／Hc：単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率（回／（飛行回・km））

Gc：巡航中事故件数（回）

Hc：延べ飛行距離（飛行回・km）

Nc：評価対象とする航空路等の年間飛行回数（飛行回／年）

A：原子炉施設の標的面積（km^2）

W：航空路幅（km）

発電所名称 / パラメータ	東海第二発電所	
対象航空路※1	直行経路： IWAKI(IXE)－SWAMP IWAKI(IXE)－KISARAZU(KZE)	広域航法経路： Y30（LOTUS－SWAMP）
fc※2	約2.34×10^{-11}（＝0.2275/9,740,013,768）	
Nc※3	365 （H24年データ）	1095 （H24年データ）
A	0.01	
W※4	14.816	18.52
Pc	約1.96×10^{-11}	

※１：別紙のとおり。

（添付資料2）

※２：延べ飛行距離は，平成5年～平成24年の「航空輸送統計年報　第１表 総括表　1.輸送実績」における運航キロメートルの国内の合計値。

（添付資料4）

巡航中の事故件数は，「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月　原子力規制委員会）より，平成5年～平成24年において0件であるため，落下事故率の算出にはχ二乗分布を用いた方法を使用した。

（添付資料1，7）

※３：国土交通省航空局への問い合わせ結果（ピークデイの値）を365倍した値。

※４：直行経路については「航空路等設定基準」を参照した。広域航法経路については，航法精度を航空路の幅とみなして用いた。（1nm＝1.852kmとして換算した。）

(3)　有視界飛行方式民間航空機の落下事故

$Pv=(fv/Sv)\cdot A\cdot\alpha$

Pv：対象施設への航空機落下確率（回／年）

fv：単位年当たりの落下事故率（回／年）

Sv：全国土面積（km^2）

A：原子炉施設の標的面積（km^2）

α：対象航空機の種類による係数

パラメータ ＼ 発電所名称	東海第二発電所
fv※1	大型固定翼機　約0.0114（＝0.2275／20） 大型回転翼機　0.05（＝1／20） 小型固定翼機　1.75（＝35／20） 小型回転翼機　1.20（＝24／20）
Sv※2	37.2万
A	0.01
α※3	1
Pv	約9.58×10^{-9}

※１：「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月　原子力規制委員会）による。なお，大型固定翼機の事故件数は平成5年～平成24年において0件であるため，落下事故率の算出にはχ二乗分布を用いた方法を使用した。

（添付資料7，9）

※２：「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月　原子力規制委員会）による。

※３：「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（内規）」による。

(4)　自衛隊機又は米軍機の落下事故（訓練空域外を飛行中の落下事故）

Pso＝fso・A／So

Pso：訓練空域外での対象施設への航空機落下確率（回／年）

fso：単位年当たりの訓練空域外落下事故率（回／年）

A：原子炉施設の標的面積（km^2）

So：全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積（km^2）

パラメータ ＼ 発電所名称	東海第二発電所
fso※1	自衛隊機　0.35（＝7／20） 米軍機　0.25（＝5／20）
So※1	自衛隊機　29.5万（＝37.2万－7.72万） 米軍機　37.2万（＝37.2万－0.05万）
A	0.01
Pso	約1.86×10^{-8}

※１：「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月　原子力規制委員会）による。

（添付資料10）

(5)　自衛隊機又は米軍機の落下事故（基地－訓練空域間往復時の落下事故）

Pse＝fse・A／Sse

Pse：対象施設への航空機落下確率（回／年）

fse：基地と訓練空域間を往復中の落下事故率（回／年）

A：原子炉施設の標的面積（km^2）

Sse：想定飛行範囲の面積（km^2）

発電所名称 パラメータ	東海第二発電所 （自衛隊機の評価）※3
fse※1	約0.0114（＝0.2275／20）
A	0.01
Sse※2	4,540
Pse	約2.51×10^{-8}

※１：「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月原子力規制委員会）により，当該想定飛行範囲内で自衛隊機の移動時の事故件数は平成5年～平成24年の20年間に0件であるため，落下事故率の算出にはχ二乗分布を用いた方法を使用した。

（添付資料7）

※２：百里基地（飛行場）と自衛隊機の訓練空域（Area1，E1，E2，E3，E4の全域）境界間を直線で結んだ想定飛行範囲の面積。なお，自衛隊機の訓練空域（E1，E2）については，ＡＩＰに”Excluding R-121”と記載があることから，米軍機の訓練空域（R-121）を除いた領域を自衛隊機の訓練空域としている。

（添付資料2）

3.　落下確率値の合計値

単位：回／炉・年

発電所名称	1)計器飛行方式民間航空機の落下事故		2)有視界飛行方式民間航空機の落下事故	3)自衛隊機又は米軍機の落下事故		合　計
	①飛行場での離着陸時における落下事故	②航空路を巡航中の落下事故		①訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中	②基地－訓練空域間往復時の落下事故	
東海第二発電所	約 2.81×10^{-9}	約 1.96×10^{-11}	約 9.58×10^{-9}	約 1.86×10^{-8}	約 2.51×10^{-8}	約 5.7×10^{-8}

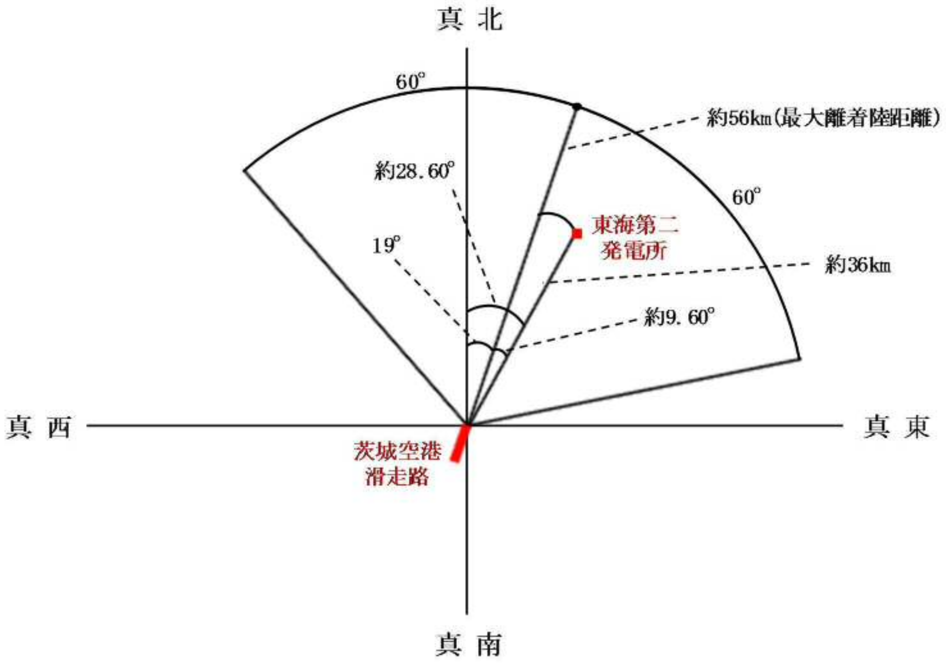
茨城空港の滑走路方向に対する茨城空港―東海第二発電所の

角度について

茨城空港の滑走路の方位は，19°（真方位）（ＡＩＰ記載のデータ）である。

また，茨城空港－東海第二発電所の方位は，約 28.60°（真方位）（茨城空港と東海第二発電所の緯度，経度より計測した。）である。

したがって，茨城空港の滑走路方向に対する茨城空港－東海第二発電所の角度は，約 9.60°となる。



添付資料 2

各施設周辺における航空路と各航空路の幅について

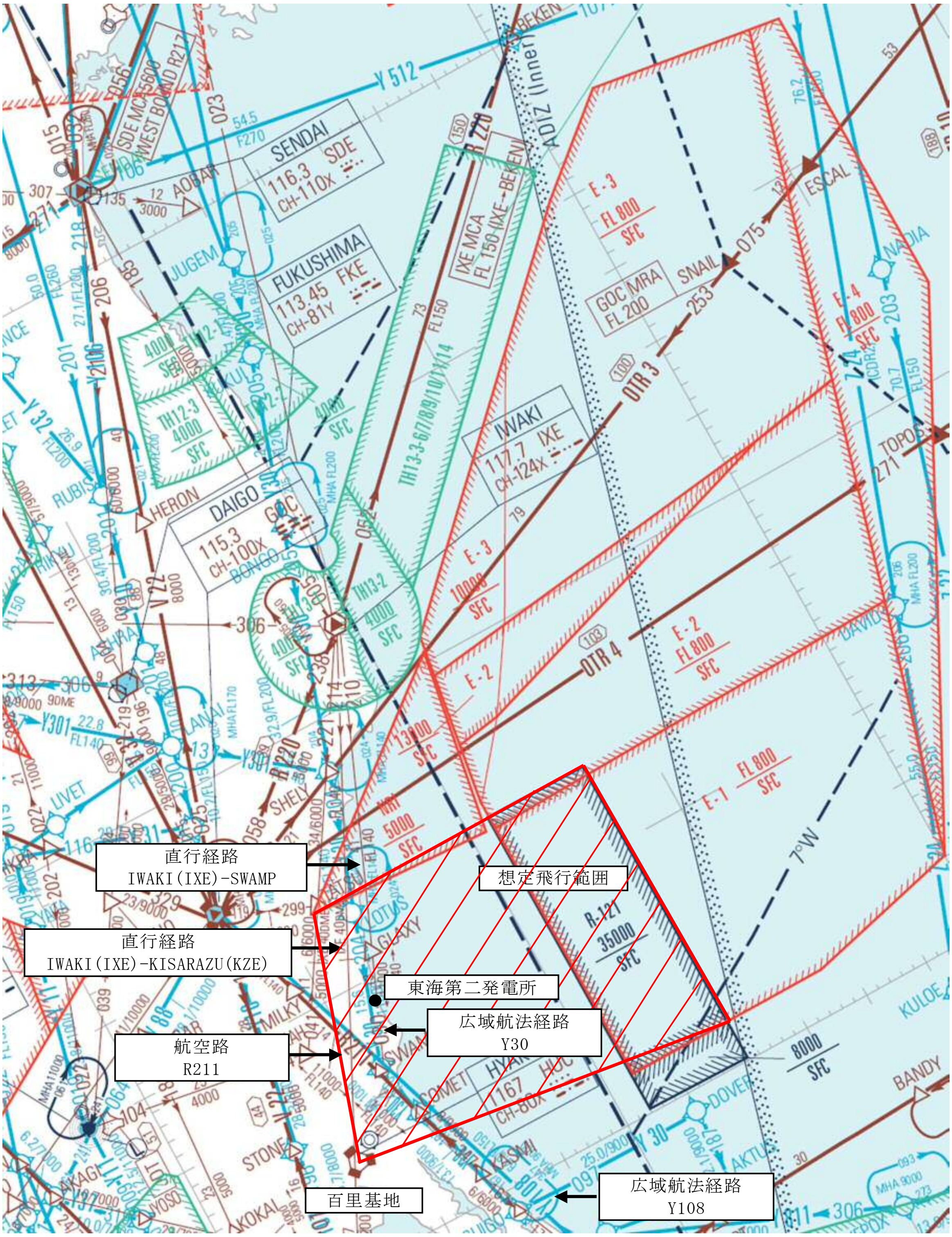
周辺の航空路の名称	航空路の中心線と発電所間の最小距離※1	片側の航空路幅※2	判定
航空路　R211 (DAIGO(GOC)－SWAMP)	約 11.36km	7km	×
直行経路 (IWAKI(IXE)－SWAMP)	約 0.68km	約 7.41km (4nm)	○
直行経路 (IWAKI(IXE)－KISARAZU(KZE))	約 4.13km	約 7.41km (4nm)	○
広域航法経路　Y30 (LOTUS－SWAMP)	約 1.18km	約 9.26km (5nm)	○
広域航法経路　Y108 (DAIGO(GOC)－CHOSHI(CVC))	約 11.44km	約 9.26km (5nm)	×

○：評価対象　×：評価対象外

※１：施設と航空路の緯度及び経度より計測した。

※２：航空路 R211 については，「航空路の指定に関する告示」に記載の値とした。直行経路については，「航空路等設定基準」を参照した。RNAV 経路については，航法精度を航空路幅とみなして用いた。(1nm＝1.852km として換算した。)

エンルートチャート（東海第二発電所付近）



出典：ENROUTE CHART（2014年3月6日改定）

添付資料 3

計器飛行方式民間航空機　大破事故概要

（平成 5 年～平成 24 年）

離着陸時の大破事故

（離陸時）

発生年月日	場 所	機 種	機体の損傷	運航形態
平成 8 年 6 月 13 日	福岡空港	ダグラス DC-10-30 型	大破	離陸

（着陸時）

発生年月日	場 所	機 種	機体の損傷	運航形態
平成 5 年 4 月 18 日	花巻空港	ダグラス DC-9-41 型	大破	着陸
平成 6 年 4 月 26 日	名古屋空港	エアバス・インダストリー A300B4-622R 型	大破	着陸
平成 21 年 3 月 23 日	成田国際空港 滑走路上	ダグラス MD-11F 型	大破	着陸

巡航中の大破事故

発生年月日	場 所	機 種	機体の損傷	運航形態
該当なし	―	―	―	―

添付資料４

日本国機の運航回数及び運航距離

・計算に用いる数値は，「航空輸送統計年報　第１表　総括表」の次の値とする。

①日本国機の運航回数は，国内便，国際便ともに定期便＋不定期便の値。

②日本国機の運航距離は，国内便のみの定期便＋不定期便の値。

・日本国機の国際便は，日本から海外までの距離が記載されているが，日本国内での運航距離ではないため，保守的に考慮しない。

・日本に乗り入れている外国機は，運航距離について実績の公開記録がないため，保守的に考慮しない。

・ただし，日本国機の国際便及び外国機の落下事故が，日本国内で落下した場合は評価対象とする。

	日本国機の運航回数 （運航回）			日本国機の運航距離 （飛行回・km）
	国内便	国際便	計	国内便
平成 5 年	466,787	57,451	524,238	326,899,203
平成 6 年	484,426	60,038	544,464	343,785,576
平成 7 年	531,508	67,908	599,416	380,948,123
平成 8 年	543,238	72,425	615,663	397,146,610
平成 9 年	562,574	77,134	639,708	420,920,228
平成 10 年	587,308	83,070	670,378	449,784,623
平成 11 年	594,957	85,804	680,761	459,973,069
平成 12 年	660,979	87,977	748,956	480,718,878
平成 13 年	671,618	86,824	758,442	489,803,107
平成 14 年	683,929	93,062	776,991	498,685,881
平成 15 年	700,184	92,381	792,565	519,701,117
平成 16 年	698,960	101,659	800,619	517,485,172
平成 17 年	709,377	106,078	815,455	527,370,038
平成 18 年	740,741	104,798	845,539	555,543,154
平成 19 年	741,949	112,605	854,554	559,797,874
平成 20 年	733,979	118,503	852,482	554,681,669
平成 21 年	716,640	110,234	826,874	544,824,157
平成 22 年	716,538	101,721	818,259	548,585,258
平成 23 年	717,100	96,292	813,392	555,144,327
平成 24 年	770,262	105,086	875,348	608,215,704
合計	13,033,054	1,821,050	14,854,104	9,740,013,768

※：離着陸回数は，国内便の場合は離陸回数＝着陸回数＝運航回数とし，国際便の場合は，離陸回数＝着陸回数＝1／2 運航回数とする。
（離着陸回数＝離陸回数＋着陸回数＝国内便運航回数×2＋国際便運航回数＝13,033,054×2+1,821,050＝27,887,158）

計器飛行方式民間航空機の飛行場を離着陸時における落下事故の確率分布関数について

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率に対する評価基準について（内規）」に基づき，計器飛行方式民間航空機の「①飛行場（茨城空港）での離着陸時」における落下事故の確率分布関数には，滑走路端から最大離着陸地点までの直線距離（r_0）内の内円で滑走路方向両側に対し±60°以内の扇型に一様な分布又は周方向で正規分布を仮定し，評価結果が厳しい方を用いる。下式にて評価した結果，今回の評価では，下表に示すとおり厳しい方である正規分布を仮定した方法を用いることとする。

（一様分布）

$$\Phi(r_0,\theta)=\frac{1}{A_{d,a}}\quad（／km^2）$$

$$A_{d,a}=\frac{2}{3}\pi r_0^2\quad（km^2）$$

（正規分布）

$$\Phi(r_0,\theta)=\frac{1}{A_{d,a}}f(x)\quad（／km^2）$$

$$A_{d,a}=\frac{2}{3}\pi r_0^2\quad（km^2）$$

$$f(x)=\frac{A}{\sqrt{2\pi}\sigma}\exp(-\frac{x^2}{2\sigma^2})\cong 2.1\times\exp(\frac{-30.42x^2}{\pi^2 r_P^2})$$

$$A = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = \int_{-\pi r/3}^{\pi r/3} Pdx = \frac{2}{3}\pi r_P$$

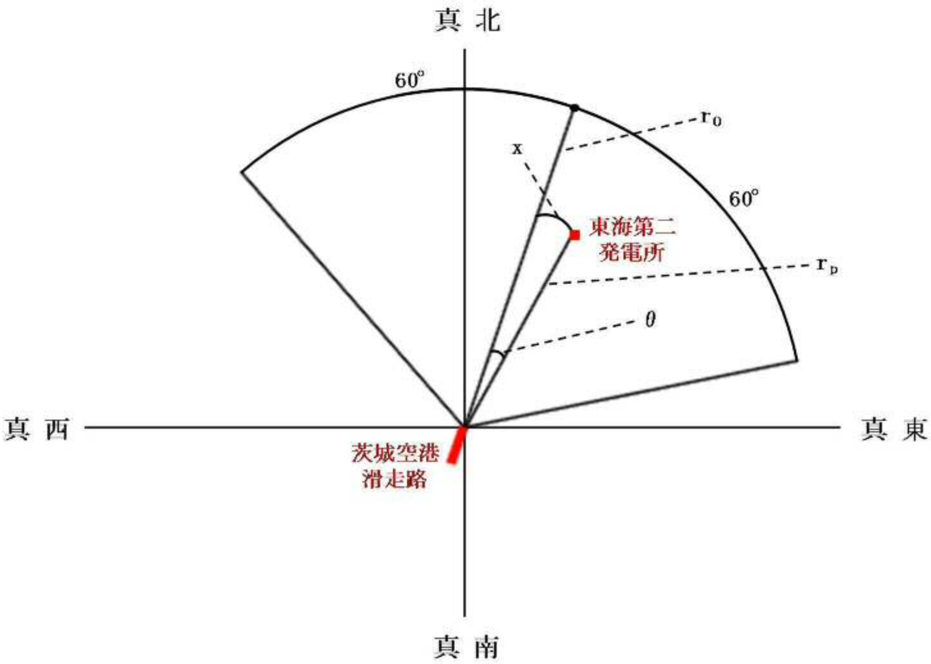
$$\sigma = \frac{\pi r}{3 \times 2.6}$$

r_P：滑走路端から原子炉施設までの距離（径方向）（km）

x：滑走路軸上から原子炉施設までの距離（周方向）（km）

$x = r_p \times \theta$

θ：滑走路方向に対する空港－原子炉施設の角度（rad）



項　　目	確率密度（／km^2）
一様分布	約 1.55×10^{-4}
正規分布	約 2.98×10^{-4}

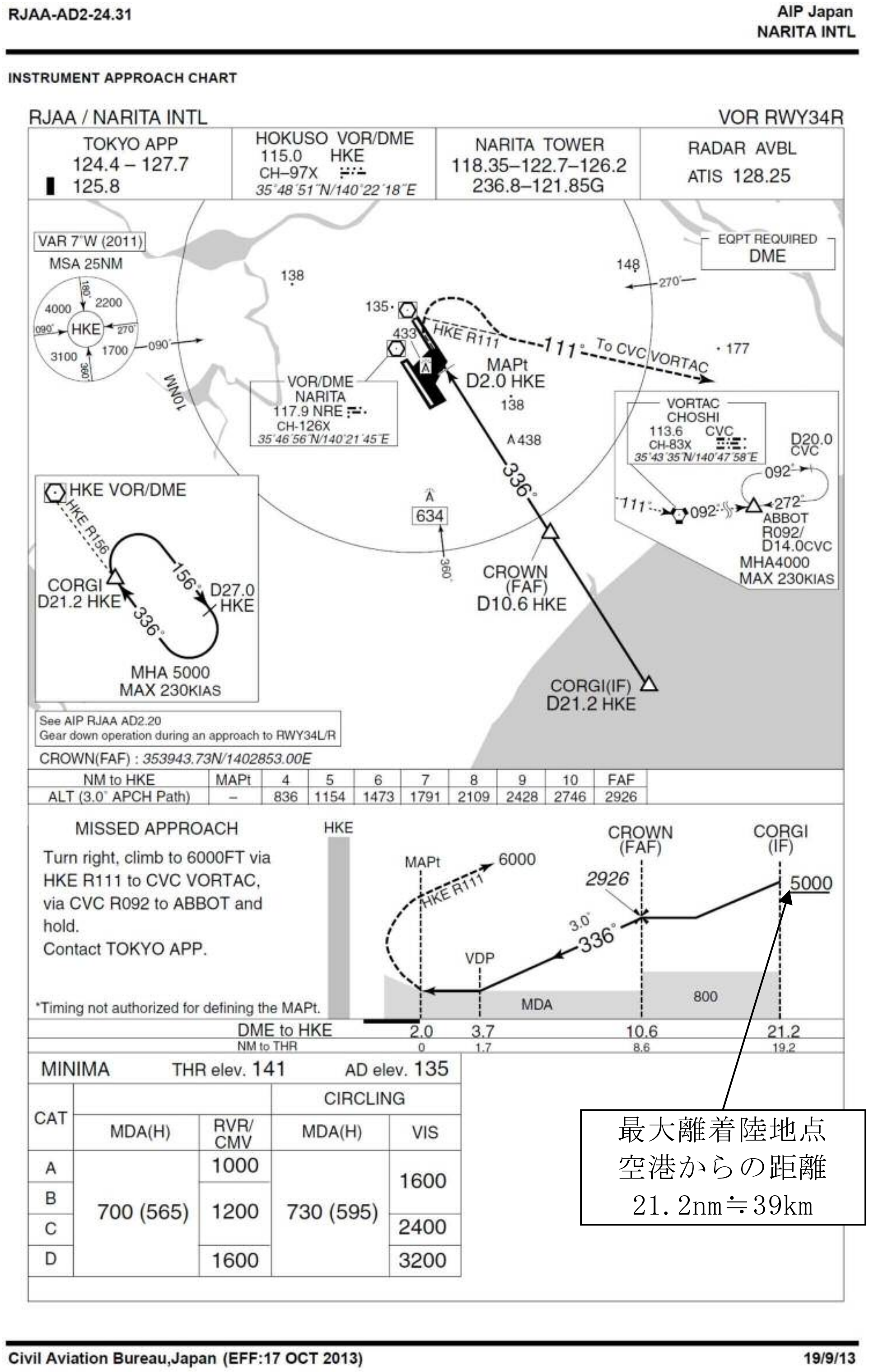
各施設付近の空港と施設との距離について

発電所 名称	空港名	施設と空港 の距離※1	最大離着陸 距離※2	判　定
東海第二 発電所	成田空港	約 80km	約 39km (21.2nm)	×
	茨城空港	約 36km	約 56km (30nm)	○

※１：施設と空港の緯度，経度より計測した。
※２：ＡＩＰを参照した。

成田空港の最大離着陸地点までの距離

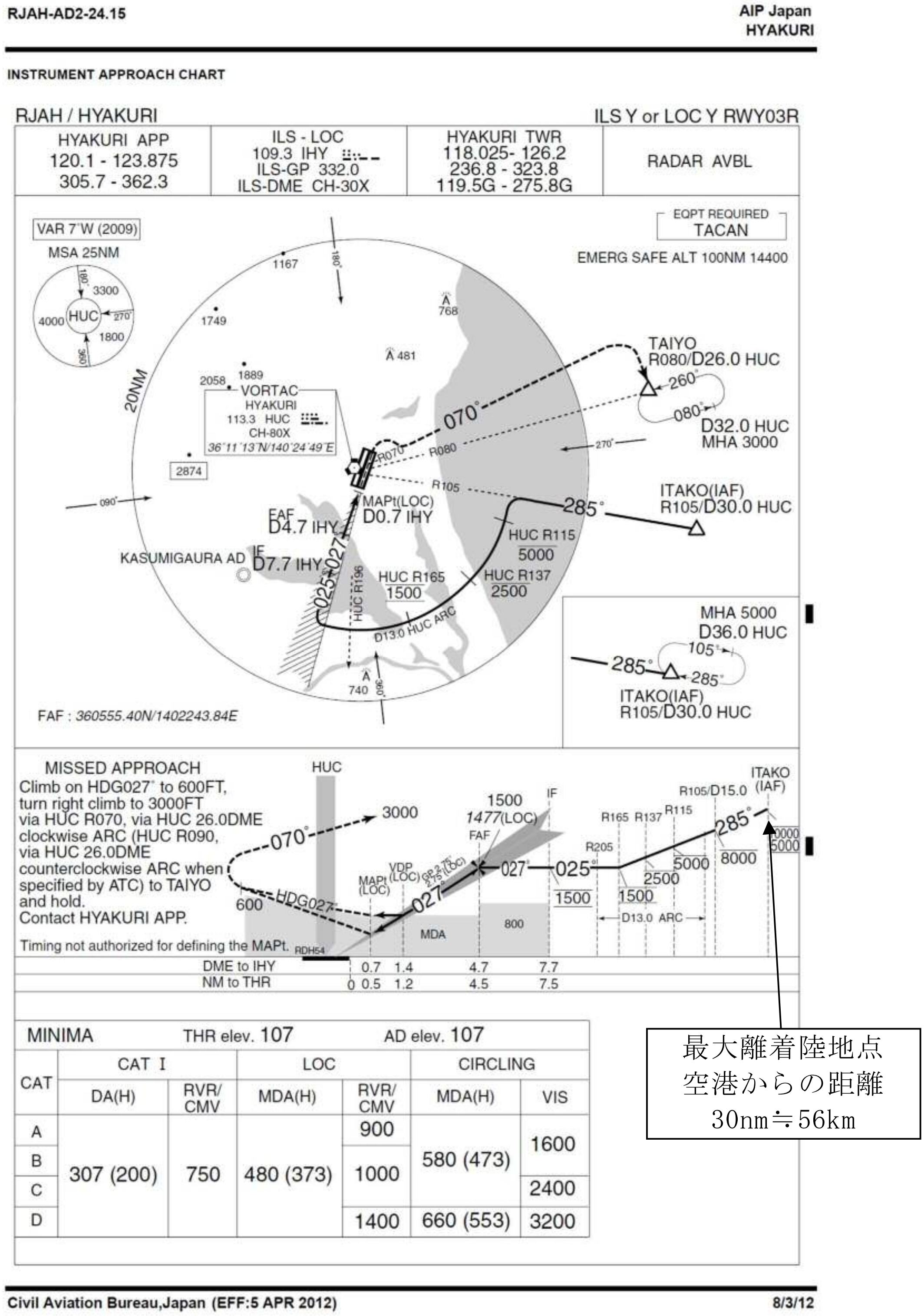
（成田空港～東海第二発電所の距離：約 80km）



出典：ＡＩＰ

茨城空港の最大離着陸地点までの距離

（茨城空港～東海第二発電所の距離：約 36km）



MINIMA	THR elev. 107		AD elev. 107			
CAT	CAT Ⅰ DA(H)	CAT Ⅰ RVR/CMV	LOC MDA(H)	LOC RVR/CMV	CIRCLING MDA(H)	CIRCLING VIS
A	307 (200)	750	480 (373)	900	580 (473)	1600
B	307 (200)	750	480 (373)	1000	580 (473)	1600
C	307 (200)	750	480 (373)	1000	580 (473)	2400
D	307 (200)	750	480 (373)	1400	660 (553)	3200

出典：ＡＩＰ

添付資料7

評価対象期間において落下事故実績がないカテゴリの航空機落下確率について

1. 落下事故実績がないカテゴリの航空機落下確率推定方法について

航空機落下確率評価では，過去 20 年間における落下事故件数の統計データに基づき航空機落下確率を算出しているが，平成 5 年～24 年において，以下のカテゴリについては落下事故が発生していない。

(1)計器飛行方式民間航空機の「②航空路を巡航中」の落下事故

(2)有視界飛行方式民間航空機の「③大型機」の落下事故（大型固定翼機）

(3)自衛隊機又は米軍機の「⑤訓練空域外を飛行中」の「⑤-1 空中給油機等，高高度での巡航が想定される大型固定翼機」の落下事故

(4)自衛隊機又は米軍機の「⑥基地－訓練空域間往復時」の落下事故

そこで，上記カテゴリに対する航空機落下確率の推定には，「原子力発電所の出力運転状態を対象とした確率論的リスク評価に関する実施基準（レベル 1PRA 編）: 2013」（一般社団法人　日本原子力学会）（以下「学会標準」という。）において，過去発生していない起因事象に対する起因事象発生頻度の算出方法として使用が認められている，以下のχ二乗分布を用いた方法を使用した。

$F=\chi^{2}(1,\ 0.5)/2T=0.2275/T$（回／（飛行回・km）又は回／年）

T：延べ飛行距離（=9,740,013,768km）又は対象期間（=20 年）

2. 航空機落下確率評価へのχ二乗分布を用いた方法の適用性

学会標準の参考文献として引用されている NUREG/CR-4407“Pipe Break Frequency Estimation for Nuclear Power Plants”によると，事象発生頻

度の推定方法として，χ二乗分布を用いた方法を適用するためには，事象発生頻度がポアソン分布に従っていることが条件となる。

ポアソン分布は，一般的に確率が極めて小さい事象（例えば，交通事故による１日の死亡数）の発生頻度を処理する確率モデルとして使われるが，航空機の年間の落下事故率がポアソン分布に従うかどうかを判断するために，国内における昭和 58 年～平成 23 年の 29 年間の民間航空機及び自衛隊機の落下事故率を対象に，母集団の分布形の検定に使用されるχ二乗分布を用いた適合度検定（χ二乗検定）を実施した。本検定は，観測度数と理論度数の差が有意かどうかについて，χ二乗分布を用いて検定する統計的手法である。

適合度検定の結果を下表に示す。

民間航空機のχ二乗検定

落下事故件数 x［件］	落下事故件数に対する実年数 f［年］	ポアソン分布 P(f)※1	ポアソン分布から推定した理論年数 e※2［年］	χ^2 ※3
0～1	3	約 0.0713	約 2.07	約 0.420
2～3	9	約 0.304	約 8.82	約 0.00386
4～5	9	約 0.360	約 10.4	約 0.196
6～7	6	約 0.193	約 5.60	約 0.0279
8 以上	2	約 0.0718	約 2.08	約 0.00323
合　計	29	1.00	29.0	**約 0.651**

自衛隊機のχ二乗検定

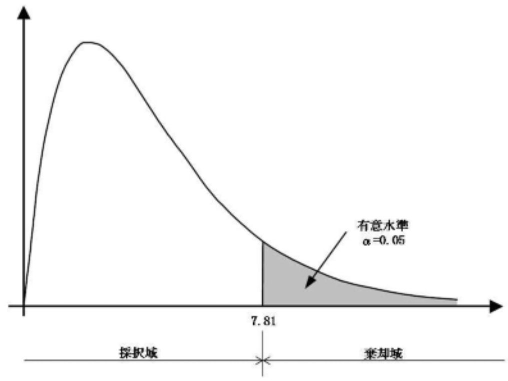
落下事故件数 x［件］	落下事故件数に対する実年数 f［年］	ポアソン分布 P(f) ※1	ポアソン分布から推定した理論年数 e※2［年］	χ^2 ※3
0	2	約 0.103	約 2.98	約 0.321
1	8	約 0.234	約 6.78	約 0.220
2	6	約 0.266	約 7.71	約 0.381
3	8	約 0.202	約 5.85	約 0.789
4 以上	5	約 0.196	約 5.68	約 0.0808
合　計	29	1.00	29.0	**約 1.79**

※１ ： $P(x) = \frac{\exp(-m)\cdot m^x}{x!}$

m：落下事故件数標本平均（民間航空機：約 4.31 件，自衛隊機：約 2.28 件）

x：落下事故件数
※２：P(f)×29[年]
※３：(f－e) ²／e

検定統計量であるχ二乗分布の自由度は３（＝（組分けの数５）－１－推定される母数の数１）であり，一般的に用いられる有意水準α＝0.05 を用いると，検定の判定点はχ二乗分布表より 7.81（＝χ^2（3，0.05））で与えられる。



χ二乗分布表

自由度	上側有意確率										
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.9	0.5	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.00004	0.00016	0.00098	0.0039	0.0158	0.455	2.710	3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.01003	0.02010	0.0506	0.1026	0.211	1.386	4.61	5.99	7.38	9.21	10.6
3	0.07172	0.1148	0.2158	0.352	0.584	2.37	6.25	$\boxed{7.81}$	9.35	11.3	12.8
4	0.2070	0.2971	0.484	0.711	1.06	3.36	7.78	9.49	11.1	13.3	14.9
5	0.4117	0.554	0.831	1.15	1.61	4.35	9.24	11.07	12.8	15.1	16.8

民間航空機及び自衛隊機のχ二乗値はそれぞれ約 0.651，約 1.79 であり，判定点より小さいことから，観測度数（ここでは，実年数）と理論度数（ここでは，理論年数）の差は有意であるとは言えない。

したがって，国内の民間航空機及び自衛隊機の落下事故率にポアソン分布を当てはめることは可能であり，航空機落下確率評価にχ二乗分布を用いた方法を適用することが可能であると判断した。

3.　東海第二発電所における落下事故率推定方法の保守性について

3.1　χ二乗分布を用いた方法の保守性について

全体の航空機落下確率のうち占める割合が大きい「⑥基地（百里基地）－訓練空域間往復時」の落下事故について，χ二乗分布を用いた方法により求めた航空機落下確率と，全国の基地－訓練空域間を往復時の落下事故件数及び全国の基地の想定飛行範囲の面積を用いた全国平均の航空機落下確率は下表のとおりである。下表より，全国データを用いた方法により求めた航空機落下確率よりも，χ二乗分布を用いた方法により求めた航空機落下確率の方がより高い確率値となり，χ二乗分布を用いた方法が保守的に設定されていることを確認している。

なお，全国平均の航空機落下確率は，評価の母集団を大きくすることにより，百里基地－訓練空域間では0件であった落下事故件数を実績値（5件）に基づき評価していること，基地－訓練空域間を往復時の落下確率が基地毎に大きく異なることは考えにくいことを考慮すると，全国データを用いた方法により求めた航空機落下確率は信頼性があると考える。

項　　目	航空機落下確率（回／炉・年）
χ二乗分布を用いた方法	約 2.51×10^{-8} （$=0.2275$件/20年/4,540km^2×0.01km^2）
全国データを用いた方法	約 1.42×10^{-8} （$=5$件/20年/175,720km^2×0.01km^2）

3.2　想定飛行範囲の面積を用いた評価式の保守性について

全体の航空機落下確率のうち占める割合が大きい「⑥基地（百里基地）－訓練空域間往復時」の航空機落下確率は，下式のとおり評価している。

$$P_{se}=f_{se}\cdot A/S_{se} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (A)$$

Pse：対象施設への航空機落下確率（回／年）

fse：基地と訓練空域間を往復中の落下事故率（回／年）

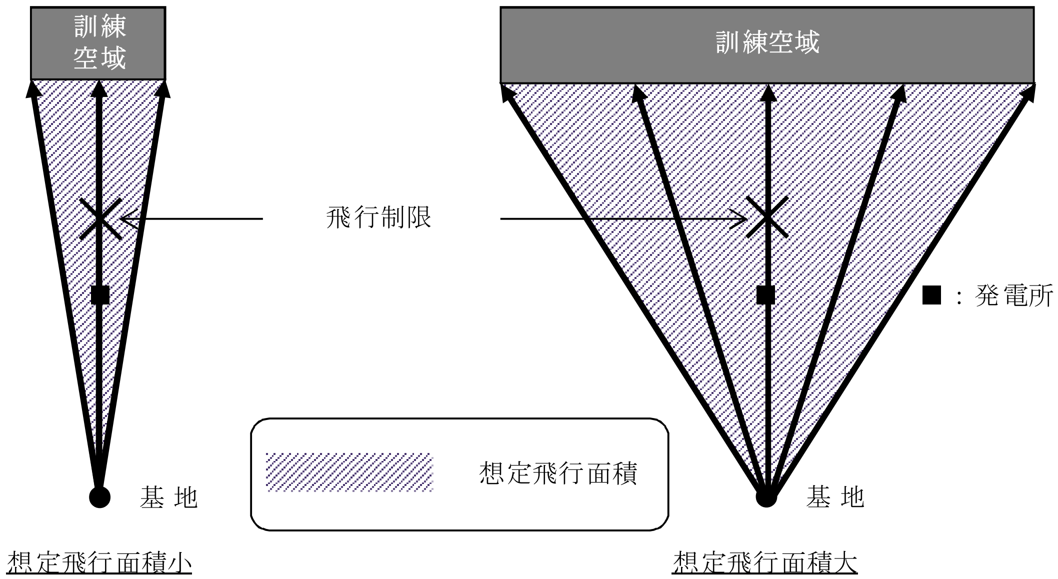
A：原子炉施設の標的面積（km^2）

Sse：想定飛行範囲の面積（km^2）

(A)式によると，想定飛行範囲の面積（Sse）が小さいほど，大きな落下確率となる。これは，基地－訓練空域間を簡易的に一様に飛行すると仮定しているためである。

しかし，参考１に示すとおり，実際には原子力関連施設上空の飛行を原則行わないよう制限されているため，発電所上空を含めて基地－訓練空域間を一様に飛行することはない。

このため，想定飛行範囲の面積が小さくなるほど，より保守的な落下確率を与えることとなる。（下図参照）



想定飛行面積と航空機落下確率の関係（概略図）

また，新規制基準に係る適合性の審査の申請をしている発電所のうち，自衛隊機の「⑥基地－訓練空域間往復時」の航空機落下確率を(A)式により評価しているプラントは，東海第二発電所を含めて６つあり，これらのプラン

トにおける想定飛行範囲の面積は下表のとおりである。

発電所名称	想定飛行範囲の面積（km^2）
東海第二発電所	4,540
川内原子力発電所１，２号炉	19,400
玄海原子力発電所３，４号炉	10,200
伊方発電所３号炉	40,080

上述のとおり，原子力関連施設上空の飛行を原則行わないよう制限されていることを踏まえると，東海第二発電所では，他プラントに比べて想定飛行範囲の面積が小さいため，他プラントの落下確率に比べてより大きな保守性を含んでいると考える。

4. 落下事故実績がないその他のカテゴリの評価方法について

上記 3.では，『(4)自衛隊機又は米軍機の「⑥基地－訓練空域間往復時」の落下事故』のカテゴリについて述べたが，評価の一貫性の観点から，その他の(1)～(3)のカテゴリについても，(4)のカテゴリと同様に「χ二乗分布を用いる方法」を使用した。

5. 確率論的リスク評価における扱いについて

航空機落下確率評価では，2.のとおりχ二乗分布を用いた方法の適用性及び3.1のとおりχ二乗分布を用いた方法の保守性を確認した上でこれを使用した。さらに，外部火災影響評価では以下のように評価全体の中で保守性を確保している。

・航空機落下確率評価手法の保守性

原子力施設付近の上空の飛行はできる限り避けるよう指導等がなされているが，これを考慮していない。

・離隔距離評価上の保守性

各施設間の距離が短い場合（原子炉建屋と復水貯蔵タンク等），落下確率 10^{-7}（回／炉・年）に相当する範囲が重なるが，当該範囲の面積を重複してカウントしている。

・コンクリート許容温度の判断基準の保守性

コンクリート圧縮強度が維持される温度を 200℃として，余裕を持たせた許容温度としている。

一方，今回の申請における確率論的リスク評価の起因事象発生頻度の評価では，発生実績がない起因事象に対して発生件数を 0.5 件と仮定して発生頻度を算出している（以下「0.5 件を用いる方法」という。）。学会標準では，発生実績がない起因事象の発生頻度を評価する方法として，0.5 件を用いる方法，χ 二乗分布を使用する方法等が認められているが，今回の確率論的リスク評価の目的が事故シーケンス選定であることを踏まえ，発生実績のない起因事象であっても炉心損傷頻度の観点から重要な事故シーケンスがあれば抽出する必要があることから，χ 二乗分布を用いた方法よりも保守的な 0.5 件を用いる方法を使用した。

原子力関連施設上空の飛行制限について（通達）

昭和44年２月６日
陸幕航第59号

改正　平成10年３月23日陸幕運第145号　平成19年１月９日陸幕法第１号
平成19年３月28日陸幕法第61号　平成21年２月３日陸幕法第10号

各方面総監
中央即応集団司令官　殿
中央管制気象隊長
航空学校長

陸上幕僚長の命により
総務課長

（例規99）
原子力関連施設上空の飛行制限について（通達）
標記について、さきに防衛事務次官の指示に基づきその実施について通達したところであるが、その後さらに細部について示されたので、今後下記により実施されたい。
なお、陸幕航第583号（43．９．２）は廃止する。

記

1　原子力関連施設上空の飛行は、原則として行わないものとする。
2　管制機関の指示又は原子力関連施設の位置等の関係から、やむを得ずその上空を飛行する必要がある場合には、動力装置の停止等緊急事態が発生してもこれらの施設に危害を及ぼさないような高度及び経路で飛行するものとする。
3　原子力関連施設は航空路図誌（防衛省監修）に記載され、その設置・廃止等の状況は逐次追録されるので、関係者に当該施設の位置を周知徹底させるものとする。

評価対象となる航空路等の飛行回数

評価対象となる航空路等	ピークデイの飛行回数[※1]	年間飛行回数[※2]
直行経路 （IWAKI(IXE)－SWAMP）	H24年上半期：0（6月8日） H24年下半期：0（9月19日）	182.5
直行経路 （IWAKI(IXE)－KISARAZU(KZE)）	H24年上半期：0（6月8日） H24年下半期：0（9月19日）	182.5
広域航法経路　Y30 （LOTUS－SWAMP）	H24年上半期：0（6月8日） H24年下半期：3（9月19日）	1,095

※１：国土交通省航空局に問合せ入手したデータ。ここで，ピークデイとは，東京航空交通管制部が全体として取り扱った交通量が半年間で最も多かった日のこと。

※２：ピークデイの飛行回数（0回の場合は，0.5回とした。）を365倍した値。

添付資料 9

有視界飛行方式民間航空機　大破事故概要

（平成 5 年～平成 24 年）

（大型固定翼機）

発生年月日	場　所	型　式
該当なし	－	－

（大型回転翼機）

発生年月日	場　所	型　式
平成 13 年 5 月 19 日	三重県桑名市播磨付近	ｱｴﾛｽﾊﾟｼｱﾙ式 AS332L1

（小型固定翼機）

発生年月日	場　所	型　式
平成 6 年 4 月 6 日	広島県佐伯郡	セスナ式 208B
平成 6 年 5 月 7 日	高知県吾川郡池川町	セスナ式 172P
平成 7 年 7 月 29 日	北海道赤平市	パイパー式 PA-28-140
平成 7 年 10 月 9 日	北海道中川郡豊頃町	ピッツ式 S-2B
平成 8 年 2 月 9 日	長崎県東彼杵群川棚町	ﾌﾞﾘﾃﾝﾉｰﾏﾝ式 BN-2B-20
平成 8 年 11 月 20 日	静岡県伊東市	セスナ式 172K
平成 9 年 8 月 21 日	茨城県竜ケ崎市	パイパー式 PA-28-140
平成 9 年 10 月 26 日	鹿児島県垂水市	セスナ式 152
平成 9 年 11 月 2 日	熊本県八代郡	セスナ式 172N
平成 10 年 3 月 21 日	高知県室戸市	ﾋﾞｰﾁｸﾗﾌﾄ式 A36TC
平成 10 年 4 月 20 日	滋賀県琵琶湖	セスナ式 177RG
平成 10 年 8 月 25 日	岐阜県大野郡荘川村	パイパー式 PA-28-161
平成 10 年 9 月 23 日	大阪府高槻市	セスナ式 P210N
平成 10 年 9 月 24 日	茨城県霞ケ浦	ソカタ式 TB10
平成 11 年 3 月 24 日	大分県大分郡野津原町	セスナ式 172M
平成 11 年 8 月 1 日	大分県大分郡庄内町	富士重工式 FA-200-180
平成 11 年 8 月 13 日	長野県斑尾山	セスナ式 172P
平成 13 年 3 月 25 日	香川県小豆群上庄町豊島	パイパー式 PA-28-181
平成 13 年 5 月 19 日	三重県桑名市播磨付近	セスナ式 172P
平成 13 年 8 月 16 日	岡山県久米郡柵原町	セスナ式 172NAT
平成 14 年 1 月 4 日	熊本県琢磨群琢磨村	セスナ式 172P
平成 14 年 3 月 1 日	北海道帯広市美栄町	ｽﾘﾝｸﾞｽﾋﾞｰ式 T67MMKⅡ
平成 14 年 6 月 23 日	山梨県南巨摩群南部町	ソカタ式 TB21
平成 15 年 3 月 24 日	茨城県那珂郡緒川町	ｶﾞﾙﾌｽﾄﾘｰﾑｺﾏﾝﾀﾞｰ式 695
平成 15 年 7 月 11 日	宮崎県宮崎市	ﾋﾞｰﾁｸﾗﾌﾄ式 A36
平成 16 年 1 月 22 日	山梨県甲府市	セスナ式 172P
平成 16 年 9 月 11 日	兵庫県養父市	セスナ式 172M
平成 16 年 9 月 20 日	兵庫県三原郡南淡町	ソカタ式 TB10
平成 17 年 3 月 2 日	大阪市平野区瓜破	ﾋﾞｰﾁｸﾗﾌﾄ式 E33
平成 19 年 9 月 1 日	宮崎空港南東約 1nm の海上	ﾋﾞｰﾁｸﾗﾌﾄ式 A36

発生年月日	場　所	型　式
平成 19 年 11 月 15 日	岐阜県中津川惠郡山山頂付近	セスナ式 404
平成 22 年 7 月 28 日	北海道松前郡福島町岩部岳東方の山中	セスナ式 TU206G
平成 23 年 1 月 3 日	熊本空港から北東約 14km の矢護山南南東斜面	パイパー式 PA-46-350P
平成 23 年 7 月 26 日	静岡市清水区の興津川河口から富士川河口沖の駿河湾	ｴｸｽﾄﾗ式 EA300/200 型
平成 23 年 7 月 28 日	北海道河西郡芽室町剣山山中	ﾋﾞｰﾁｸﾗﾌﾄ式 A36 型

（小型回転翼機）

発生年月日	場　所	型　式
平成 5 年 7 月 27 日	福島県双葉郡大熊町	ベル式 206B
平成 5 年 12 月 23 日	岐阜県郡山郡八幡町	ロビンソン式 R22Beta
平成 6 年 10 月 18 日	大阪府泉佐野市	ｱｴﾛｽﾊﾟｼｱﾙ式 AS355F1
平成 6 年 11 月 13 日	鹿児島県大島郡笠利町	ベル式 206B
平成 8 年 4 月 27 日	長野県長野市篠ノ井	ｱｴﾛｽﾊﾟｼｱﾙ式 AS355F1
平成 8 年 6 月 10 日	鹿児島県鹿児島市岡之原町	ロビンソン式 R22Beta
平成 9 年 1 月 24 日	愛知県岡崎市	ｱｴﾛｽﾊﾟｼｱﾙ式 AS365N2
平成 9 年 5 月 21 日	長野県茅野市	ｱｴﾛｽﾊﾟｼｱﾙ式 SA315B ｱﾙｳｪｯﾄⅢ
平成 9 年 7 月 3 日	三重県名張市	ｱｴﾛｽﾊﾟｼｱﾙ式 SA315B ｱﾙｳｪｯﾄⅢ
平成 10 年 5 月 3 日	神奈川県横須賀市津久井浜	ｱｴﾛｽﾊﾟｼｱﾙ式 AS350B
平成 12 年 4 月 24 日	三重県長島町木曽川左岸の河原	ヒューズ式 269C
平成 12 年 11 月 9 日	岐阜県郡上郡高鷲村	ロビンソン式 R22Beta
平成 14 年 5 月 5 日	愛媛県松山空港の西南西 16km 付近海上	ロビンソン式 R44
平成 14 年 6 月 12 日	新潟県東蒲原郡上川村	ベル式 206L-4
平成 16 年 3 月 7 日	長野県木曽郡南木曽町	ｱｴﾛｽﾊﾟｼｱﾙ式 AS355F1
平成 16 年 12 月 24 日	佐賀県有明海海上	ロビンソン式 R44
平成 17 年 5 月 3 日	静岡県静岡市清水区草薙	アグスタ式 A109K2
平成 19 年 6 月 2 日	岐阜県中津川市岐阜中津川場外離着陸場の北約 1.3km 付近	ベル式 412
平成 19 年 10 月 27 日	大阪府堺市堺区遠里小野町 3 丁目	ロビンソン式 R22BETA
平成 19 年 12 月 9 日	静岡県静岡市葵区南沼上 988	ﾕｰﾛｺﾌﾟﾀｰ式 EC135T2
平成 20 年 7 月 6 日	青森県下北部大間町大間崎沖の海面	ｱｴﾛｽﾊﾟｼｱﾙ式 AS350B
平成 21 年 2 月 10 日	群馬県利根郡みなかみ町	ベル式 206L-3
平成 21 年 7 月 20 日	但馬飛行場の南東約 15km	ロビンソン式 R44Ⅱ

発生年月日	場　所	型　式
平成 22 年 8 月 18 日	香川県沖多度郡多度津町佐柳島沖	ベル式 412EP

添付資料 10

自衛隊機及び米軍機　大破事故概要

（平成 5 年～平成 24 年）

（訓練空域外を飛行中）

・自衛隊機

発生年月日	場 所	型 式
平成 9 年 1 月 13 日	宇都宮市坂戸町の鬼怒川河川敷	OH-6D
平成 13 年 2 月 14 日	千葉県市原市天羽田	AH1S,OH-6D
平成 14 年 3 月 7 日	大分県万年山山頂南東 2km	OH-6D
平成 16 年 2 月 23 日	三重県鳥羽市と磯部町の境にある青峰山の南東約 1km	AH1S
平成 17 年 4 月 14 日	新潟県阿賀町の御神楽岳斜面	MU-2
平成 17 年 9 月 18 日	長崎県佐世保市大潟町の陸上自衛隊相浦駐屯地内	AH1S
平成 19 年 3 月 30 日	徳之島天城岳山頂付近	CH-47JA

・米軍機

発生年月日	場 所	型 式
平成 6 年 10 月 14 日	高知県土佐郡吉野川	A-6
平成 11 年 1 月 21 日	岩手県釜石市橋野町山林	F-16
平成 16 年 8 月 10 日	東京都小笠原諸島北硫黄島	S-3 バイキング
平成 16 年 8 月 13 日	沖縄県宣野湾市の沖縄国際大学構内	CH-53D シースタリオン
平成 20 年 10 月 24 日	沖縄県名護市真喜屋のサトウキビ畑	セスナ機

（基地－訓練空域間往復時）

・自衛隊機

発生年月日	離陸場所（所属）	場 所	型 式
平成 9 年 8 月 21 日	木更津駐屯地（陸自）	茨城県竜ケ崎市	OH-6D
平成 11 年 11 月 22 日	入間基地（空自）	埼玉県狭山市入間川河川敷	T-33A
平成 12 年 3 月 22 日	松島基地（空自）	宮城県女川町指ヶ浜山林	T-2
平成 12 年 7 月 4 日	松島基地（空自）	宮城県牡鹿町山中	T-4
平成 13 年 9 月 14 日	小月航空基地（海自）	山口県下関市楠乃霊鷲山西側斜面	T-5

11.　ダムの崩壊影響評価について

(1)　基本方針

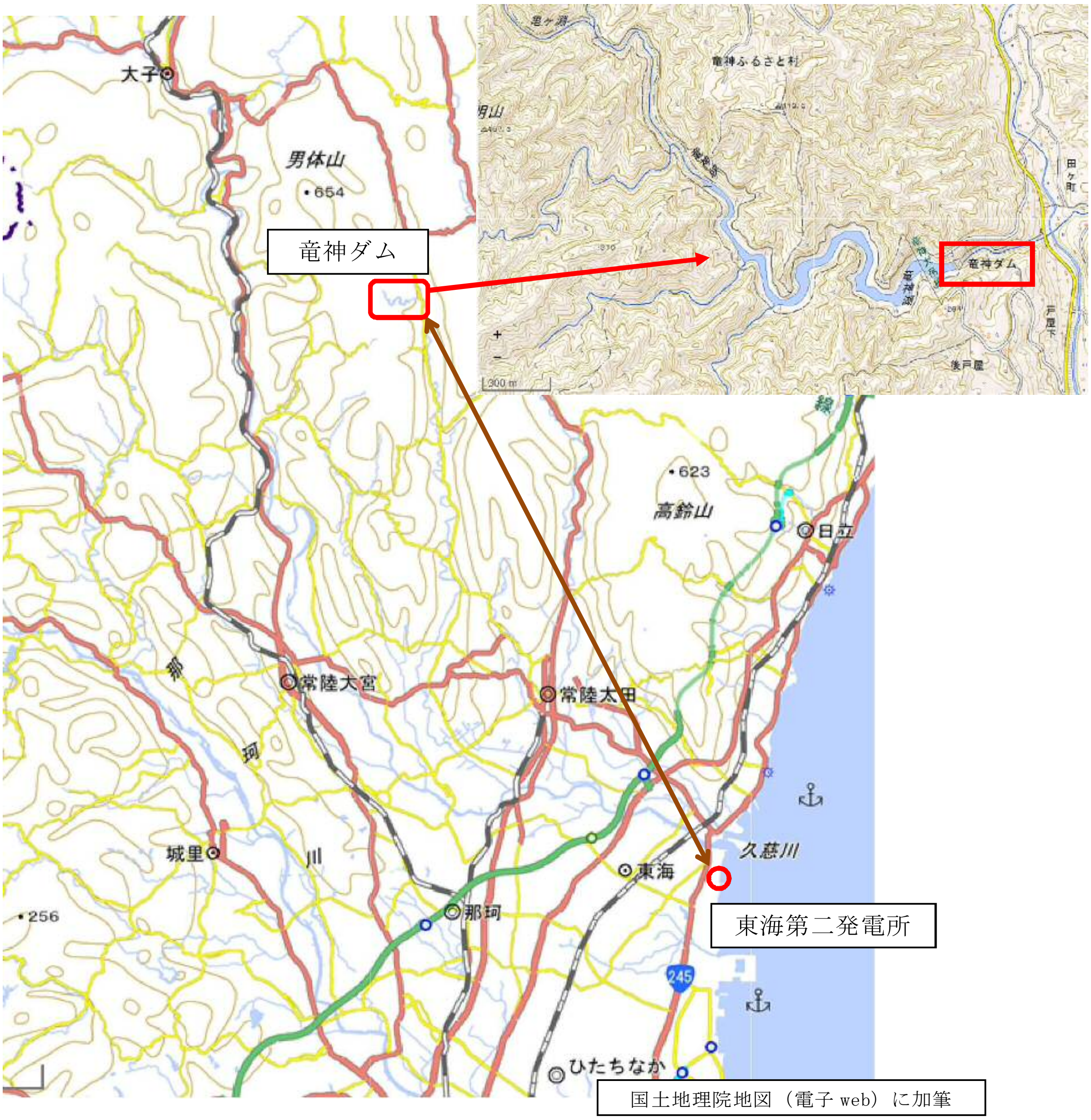
安全施設のうち外部事象に対し必要な構築物，系統及び機器はダムの崩壊により安全施設の安全機能が損なわれないよう設計する。

(2)　周辺敷地評価及び確認結果

東海第二発電所の敷地周辺にある，ダムの崩壊により発電所に影響を及ぼす可能性のある河川としては，敷地の北方約 2km に久慈川が位置している。久慈川水系には支川の山田川に竜神ダムが，敷地の北方約 30km に位置している。（第 11－1 図及び第　11－1 表参照）

ダムの崩壊に伴う流出水は，周辺敷地状況より，久慈川は敷地の北方を太平洋に向かい東進していること，久慈川から発電所に向かって上り勾配（標高 3m～21m）となっていることから，発電所が影響を受けることはない。

以上のことより，ダムの崩壊により発電所が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 11－1 図　敷地周辺のダム

第 11－1 表　竜神ダム諸元

河　　　川	久慈川水系山田川支川竜神川
目　　　的	洪水調整，農業用水，上水道
型　　　式	重力式コンクリートダム
堤　　　高	４５m
堤　頂　長	９０m
総貯水容量	３，０００，０００㎥
有効貯水容量	２，７００，０００㎥

茨城県土木部　水戸土木事務所ホームページより抜粋

12.　有毒ガス影響評価について

1.　評価概要

有毒ガスの毒性が人に与える影響に着目し，中央制御室等の居住性評価を実施する。有毒ガスの発生源から，以下(a)～(c)に大別し影響を評価する。

(a)　原子力発電所敷地外からの影響

(b)　原子力発電所敷地内の固定施設（屋外設備）からの影響

(c)　原子力発電所敷地内の屋内設備からの影響

2.　原子力発電所敷地外からの影響

2.1　評価対象

敷地外からの有毒ガスの発生源は，石油化学コンビナート等の固定施設の流出事故，及びタンクローリや海上を航海するケミカルタンカー等の可動施設の輸送事故が想定される。第12－1表に，評価対象に選定した事故の種類を示す。

第12－1表　評価対象事故（原子力発電所敷地外）

原子力発電所敷地外	固定施設	石油化学コンビナート等の固定施設の流出事故
	可動施設	陸上トラックの輸送事故
		鉄道車両の輸送事故
		海上船舶の輸送事故

2.2　敷地外固定施設の流出事故の影響

石油化学コンビナート等の固定施設については，石油コンビナート等災害防止法に基づき，災害の発生のおそれ及び災害による影響について科学的知見に基づく調査，予測及び評価や対策の実施が求められており，当該施設の

敷地外へは影響がないことが確認されている。

また，東海第二発電所の周辺の，石油化学コンビナート等の大規模な有毒物質を貯蔵する固定施設は，最も近いものでも 50km 以上離れているため影響を及ぼすことはない(第 12－1 図)。

第 12－1 図　東海第二発電所周辺の石油コンビナート等特別防災区域

2.3　敷地外可動施設からの流出の影響

全国的に生産量および輸送量が特に多く，専用の大型輸送容器が使用されている毒性物質の中で，特に毒性の強い物質として塩素（輸送時の性状は液化塩素）を代表として想定する。塩素専用の大型輸送容器による輸送は，陸上輸送ではタンクローリや鉄道のタンク貨車，海上輸送では塩素を専用でばら積み輸送するケミカルタンカーにて行われる。

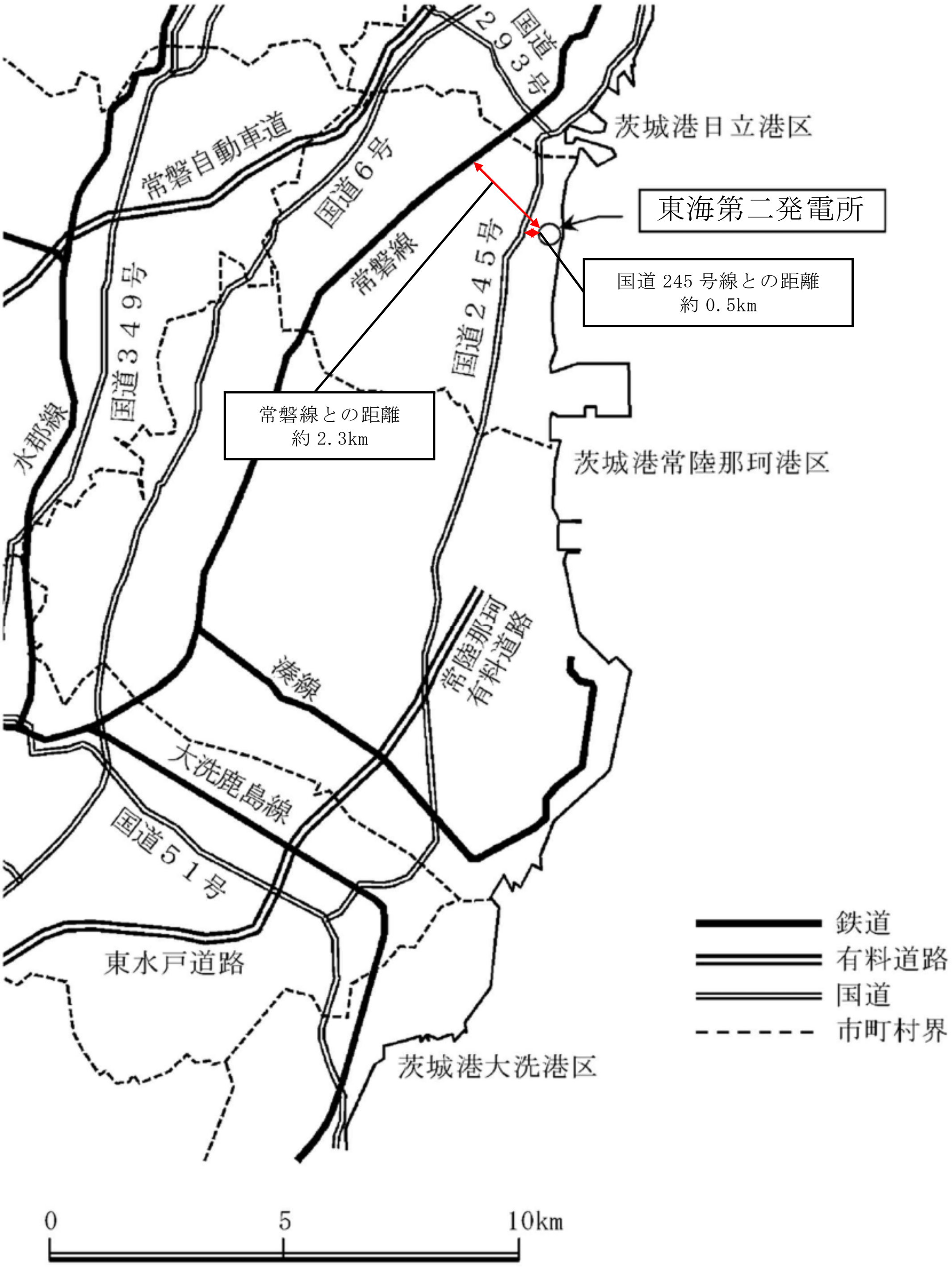
液化塩素を積載するタンクローリは，高圧ガス保安法や，毒物及び劇物取締法によって容器の設計，製造，取扱いの規制を受ける。事故等の衝撃により弁等の突出部が破損しガスが漏えいすることを防ぐための保護枠の設置や,

ガス容器が二重構造であることから信頼性が高く，交通事故等が発生した場合であっても流出に至りにくい。また，万一流出に至った場合の対応に必要な，中和剤（消石灰，苛性ソーダ）や呼吸器，防護具などを積載している。このため，タンクローリの輸送事故による中央制御室への影響はない。なお，主要な道路としては，敷地境界付近に国道 245 号線があり，中央制御室から最短距離は約 0.5km である(第 12－2 図)。

本発電所に近い鉄道路線には東日本旅客鉄道株式会社常磐線があるが，中央制御室から最短距離は約 2.3km である（第 12－2 図)。有毒ガスを積載した鉄道車両（タンク貨車）についても高圧ガス保安法や，毒物及び劇物取締法によりタンクローリと同様の規制を受けており流出に至りにくい構造であることから，事故等による有毒ガスの中央制御室への影響はない。

航路に関して調査したところ，最も距離の近い航路は発電所沖合を航行するものであり，中央制御室との離隔距離は約 80km であることを確認した（第 12－3 図)。したがって，航路上の船舶の輸送事故による有毒ガスが中央制御室に影響を与えることはない。

また，航路からの離隔距離があることから，漂流した船舶が発電所周辺まで流れてくる可能性は低い。さらに，漏えい時には自動で作動する緊急遮断弁や二重構造等による特殊な船体構造を有しており，万一船舶がプラント内に進入し，座礁，転覆した場合においても，積荷が漏えいすることは考えにくい。また流出が生じても中和剤（苛性ソーダ）を介してから海上に放出される構造となっている。このため，有毒ガスを積載した船舶の事故等による有毒ガスの中央制御室への影響はない。



第12－2図　東海第二発電所周辺の鉄道路線及び幹線道路

第 12－3 図　発電所敷地周辺図（船舶航路）

3.　発電所敷地内の固定施設（屋外設備）からの影響

3.1　評価の概要

敷地内の建屋外に設置されている有毒物質を貯蔵する容器が損傷することによる有毒ガスの影響を評価する。判断基準としては IDLH※に加え，窒息性ガスについても考慮し，酸素濃度が許容濃度限界を下回らないことを基準とする。

※ IDLH…急性の毒性限界濃度（30 分曝露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える曝露レベルの濃度限度値）

3.2　評価対象物質及び固定施設

東海第二発電所の屋外設備に貯蔵されている化学物質について，米国国立労働安全衛生研究所（NIOSH）による IDLH の一覧表を参考に調査したところ，炭酸ガス，アンモニア，硫酸，苛性ソーダ及びポリ塩化アルミニウムなどの物質が貯蔵されている（第 12－2 表，第 12－3 表）。IDLH の低さと蒸発のしやすさの観点から比較すると最も評価が厳しい物質はアンモニアであるため（第 12－2 表），当該物質の水溶液である水酸化アンモニアが貯蔵されている廃棄物処理建屋を評価の対象とする。アンモニア以外の有毒ガスについては，個別設備間の距離を踏まえても，以下の理由からアンモニアに比べ中央制御室等の居住性への影響は小さい。

・炭酸ガスは，各ボンベ庫に貯蔵されているボンベの容量が 30kg と小さく，IDLH がアンモニア（300ppm）に対して 40,000ppm と非常に大きいことから，アンモニアに比べ影響は小さい。なお，中央制御室換気系給気口までの最短の離隔距離は 90m（O_2 注入系ボンベ庫炭酸ガスボンベ）である。

・硫酸は，IDLH の値が 15mg／m^{3}と小さいが，不揮発性であることから中央制御室等の居住性に影響しない。なお，中央制御室換気系給気口まで

の最短の離隔距離は65m（廃棄物処理設備屋外硫酸タンク）である。

・苛性ソーダは，IDLH の値が 10mg／m^{3}と小さいが，不揮発性であることから中央制御室等の居住性に影響しない。なお，中央制御室換気系給気口までの最短の離隔距離は 104m（復水脱塩装置薬品エリア苛性ソーダ貯蔵タンク）である。

・ポリ塩化アルミニウムは，IDLH が設定されておらず，有害性が極めて小さいことから，影響はない。なお，中央制御室換気系給気口までの最短の離隔距離は132m（給水処理設備 PAC 貯槽）である。

また，窒息性を有するガスとしては，敷地内での貯蔵量が多く，影響が大きいと考えられることから，原子炉格納容器内注入などに用いられる窒素ガスを供給する液体窒素貯蔵タンクを対象とする。窒素が漏えいし中央制御室及び緊急時対策所（以下「中央制御室等」という。）換気系給気口に侵入した場合，酸素との置換により酸欠状態になることが想定されるため，仮に全量漏えいした場合にガスが中央制御室等に影響を及ぼすか否かを評価する。

第 12－4 表に評価対象物質及び施設名を，第 12－4 図に敷地内の配置図を示す。

第 12－2 表　発電所敷地内有毒物質の IDLH 及び沸点

薬品の種類	IDLH	沸点[℃]
炭酸ガス	40,000 [ppm]	-78.5（昇華点）
硫酸	15 [mg/m^3]	327
苛性ソーダ（水酸化ナトリウム）	10 [mg/m^3]	138
ポリ塩化アルミニウム(PAC)	2 [mg/m^3]※	102
アンモニア	300 [ppm]	37.7

※TLV-TWA（Threshold Limit Value-Time Weighted Average）
ACGIH(米国産業衛生専門家会議)で定められた値
毎日繰り返し暴露したときほとんどの労働者に悪影響がみられないような大気中の物質濃度の時間荷重平均値で，通常，労働時間が 8 時間/日及び 40 時間/週での値

第 12－3 表　発電所敷地内の有毒物質

名称	内容物	容量	離隔距離※[m]	
			中央制御室	緊急時対策所
復水脱塩装置薬品エリア 硫酸貯蔵タンク	硫酸	50.0 [m^3]	112	319
復水脱塩装置薬品エリア 苛性ソーダ貯蔵タンク	苛性ソーダ	50.0 [m^3]	104	319
廃棄物処理設備 屋外硫酸タンク	硫酸	0.6 [m^3]	65	391
給水処理設備薬品タンク 硫酸貯槽	硫酸	3.0 [m^3]	135	185
給水処理設備薬品タンク 苛性ソーダ貯槽	苛性ソーダ	10.0 [m^3]	135	186
給水処理設備薬品タンク PAC 貯槽	ポリ塩化アルミニウム	6.0 [m^3]	132	189
溶融炉 アンモニアタンク	アンモニア	1.0 [m^3]	120	420
溶融炉 苛性ソーダタンク	苛性ソーダ	3.0 [m^3]	117	420
取水口 硫酸第一鉄注入タンク	硫酸	7.0 [m^3]	289	604
液体窒素貯蔵タンク	液体窒素	50.0 [m^3]	35	350
02 注入系ボンベ庫 炭酸ガスボンベ	炭酸ガス	30[kg]×12 本	90	290
主発電機ボンベ庫 炭酸ガスボンベ	炭酸ガス	30[kg]×40 本	100	370
主発電機予備ボンベ庫 炭酸ガスボンベ	炭酸ガス	30[kg]×30 本	130	410

※　各発出源と換気系給気口までの距離。また，中央制御室換気系給気口は 2 箇所のうち，放出源に近い給気口までの距離を記載

第 12－4 表　評価対象物質及び固定施設名

評価対象物質	固定施設名
アンモニア	廃棄物処理建屋
液体窒素	原子炉建屋

第 12－4 図　固定施設（屋外設備）の配置図

3.3　評価方法

3.3.1　有毒ガス影響評価（アンモニア）

3.3.1.1　評価の概要

影響評価については次の(1)～(3)を考慮し，貯蔵施設から放出された有毒ガスの中央制御室等換気系給気口における濃度（IDLH）を評価する。概要について第12－5図に示す。

(1)　貯蔵施設から流出した有毒物質の大気への放出率

敷地内の固定施設は一定水準の強度を確保して設計されていることから，現実的には損傷容器の損傷孔サイズはそれほど大きいものではなく，有毒物質水溶液の液溜りが広がるには時間を要するものと考えられる。しかし，本評価においては,保守的に貯蔵施設から流出した有毒物質水溶液の液溜まりが瞬時に堰底面全体に広がった状態を想定して評価を行う。

液溜りから大気中への有毒物質の放出率は，有毒物質水溶液の液溜りが堰底面積全面に広がった状態で，液溜りからの蒸発，および堰内での上方への濃度拡散が最終的な定常状態にあるとして，拡散方程式に基づき評価する。

(2)　大気へ放出した有毒物質の大気拡散

有毒物質の濃度評価に用いる相対濃度（χ／Q）は，「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」の大気拡散の評価にしたがい，年間について小さい方から順に並べた累積出現頻度97％に当たる値を用いた。

(3)　中央制御室等における有毒物質の濃度評価について

中央制御室等における濃度については，有毒物質の大気への放出率及び大気拡散の評価により，中央制御室等換気系給気口における有毒物質の最大濃度を評価し，判断基準と比較する。

3.3.1.2　大気放出率の算出方法

堰内での拡散による濃度分布は次式の拡散方程式を用いて計算できる。

$$\frac{\partial C}{\partial t}+w\frac{\partial C}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial z}\left(D\frac{\partial C}{\partial z}\right)+q$$

ここで，

$q = Q/(Adz)$ 但し，$q = 0$ for $z \neq 0$

C：濃度[kg/m^3]

w：上向きの流れ[m/s]

D：分子拡散係数[m^2/s]

z：液面からの高さ[m]

q：蒸発による付加項[s^{-1}]

Q：蒸発流量[m^3/s]

A：液溜り面積[m^2]

定常状態では堰上端部付近での有毒ガスの濃度勾配に応じて単位時間あたり大気へ放出されることになるため，次式にて大気放出率を計算できる。

$$F=-D\frac{\partial C}{\partial z}A$$

F：堰上端部からの大気放出率[kg/s]

D：分子拡散係数[m^2/s]

C：濃度[kg/m^3]

z：液面からの高さ[m]

A：液溜り面積[m^2]

また定常状態において堰上端部で濃度ゼロとなる濃度勾配は，液面からの高さに比例して減少する。

そこで評価においては，液溜りが堰底面全面に広がった状態で，水溶液面

直上での濃度が保守的に有毒ガスの飽和蒸気圧に相当する濃度であるとして，液溜りからの蒸発が定常状態になったときの大気放出率を以下のように計算する。

$$F = D\frac{C_{p_s}}{z_0}A_0$$

$$C_{p_s} = \frac{MP_s}{1000RT}$$

F　：堰上端部からの大気放出率[kg/s]

D　：分子拡散係数[m^2/s]

C_{Ps}：水溶液面直上での濃度[kg/m^3]

z_0　：堰高さ[m]

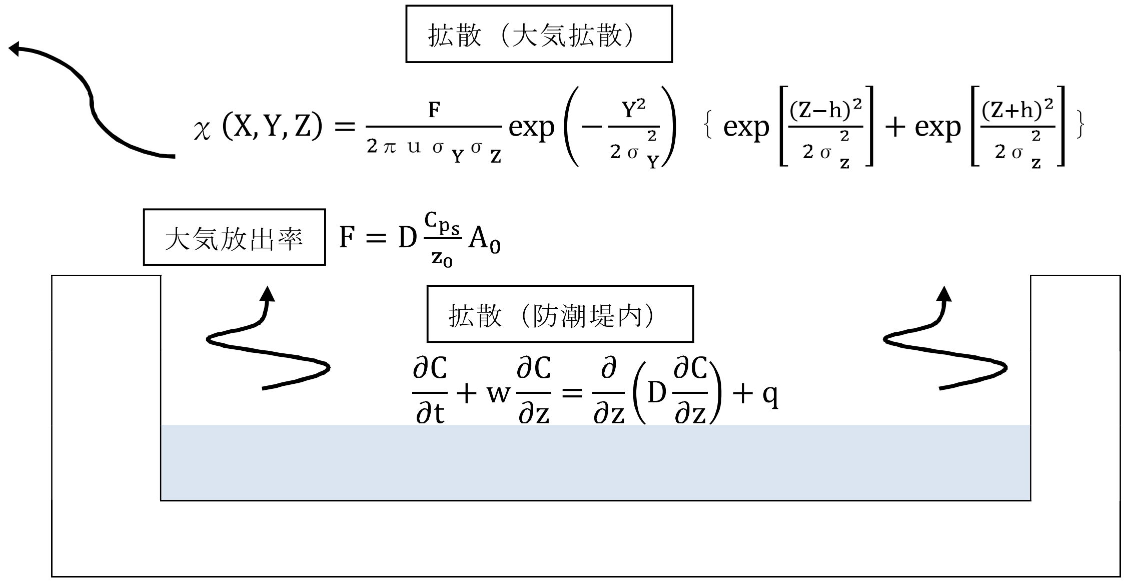
A_0　：堰底面積[m^2]

M　：分子量[g/mol]

P_s　：飽和蒸気圧[Pa]

R　：気体定数[8.314 m^2 kg/(s^2 K mol)]

T　：絶対温度[303 K]



χ(X, Y, Z)：評価点（X, Y, Z）の有毒ガスの濃度（kg/m^3）
u：風速(m/s)
σ_Y：Y 方向（水平方向）の濃度の拡がりのパラメータ(m)
σ_Z：Z 方向（鉛直方向）の濃度の拡がりのパラメータ(m)
h：発生源の地上からの高さ(m)

第 12－5 図　有毒ガス大気放出の考え方

3.3.1.3　評価条件

放出率の評価条件を第 12－5 表，大気拡散評価の条件を第 12－6 表に示す。

第 12－5 表　放出率評価条件（アンモニア）

評価点	中央制御室換気系給気口	緊急時対策所換気系給気口
離隔距離[m]	120※	420
タンク貯蔵量[m^3]	1.0	
判断基準[ppm]（IDLH：アンモニア）	300	

※中央制御室換気系吸気口 2 箇所のうち，最短距離のものを記載

第 12－6 表　大気拡散条件（アンモニア）

項目	評価条件	選定理由
大気拡散評価モデル	ガウスプルームモデル	審査ガイド※1 に示されたとおり設定
気象データ	東海第二発電所における 1 年間の１時間ごとの気象データ（2005 年 4 月～2006 年 3 月）	建屋影響を受ける大気拡散評価を行うため地上風（地上高 10m）の気象データを使用 審査ガイドに示されたとおり，発電所において観測された 1 年間の気象データを使用
実効放出継続時間	1 時間	保守的に短期間である 1 時間と設定
放出源及び放出源高さ	放出源：廃棄物処理建屋 放出高さ：地上 0m	審査ガイドに示されたとおり設定 ただし，放出エネルギーによる影響は未考慮
累積出現頻度	小さい方から累積して 97%	審査ガイドに示されたとおり設定
建屋巻き込み	考慮する	放出点から近距離の建屋の影響を受けるため，建屋による巻き込み現象を考慮
巻き込みを生じる代表建屋	廃棄物処理建屋	巻き込みの影響が最も大きい建屋として設定
濃度の評価点	中央制御室 緊急時対策所	審査ガイドに示されたとおり設定
着目方位	中央制御室：4 方位 (W, WNW, NW, NNW) 緊急時対策所：2 方位 (W, WNW)	審査ガイドに示された評価方法に基づき設定
建屋投影面積	1400 m^2	審査ガイドに示されたとおり設定
形状係数	1/2	内規※2 に示された通り設定

※１：実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド

※２：原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）

3.3.1.4　評価結果

アンモニアの漏えいを想定した場合の，中央制御室等換気系給気口における濃度の評価結果を第 12－7 表に示す。結果より，有毒ガスの濃度が IDLH 以下であり問題ないことを確認した。

第 12－7 表　中央制御室等換気系給気口における有毒物質濃度（アンモニア）

評価点	中央制御室 換気系給気口	緊急時対策所 換気系給気口
タンク貯蔵量[m^3]	1.0	
大気放出率[g/s]	2.68	
離隔距離[m]	120※	420
相対濃度[s/m^2]	7.44×10^{-4}	9.54×10^{-5}
換気系給気口濃度[ppm]	2.62×10^{0}	3.36×10^{-1}
判断基準［ppm］ （IDLH：アンモニア）	300	
評価結果	影響なし	影響なし

※中央制御室換気系吸気口２箇所のうち，最短距離のものを記載

3.3.2　窒素ガス影響評価（液体窒素）

3.3.2.1　評価概要

空気中濃度の計算には，以下の考え方で行う。

$$K_n = K_0 + M/V$$

K_n：室内ガス濃度[Vol%]

K_0：外気中のガス濃度[Vol%]

M：ガス放出量[m^3]

V：空間体積[m^3]

酸素欠乏等防止規則によると，酸素欠乏の定義を「空気中の酸素濃度が18%未満の状態」としており，この値を下回ると吐き気やめまい，呼吸困難等の症状が現れることから，空気中のアルゴン等の組成 1%を考慮し，居住空間内での窒素濃度限界を 81.0Vol%とする。

また，初期状態における外気中の窒素ガス濃度を 78.0Vol%とする。評価の前提条件として，対象とする設備の窒素ガス放出量から窒素限界濃度に至る体積及びガス放出源からの距離を算出し，それが中央制御室等換気系給気口までの離隔距離未満であることを確認する。

液体窒素の場合，常温大気中に放出された窒素は急速に沸騰，膨張し，それに伴い体積も数百倍程度に増加する。また，空気中に元々約 78%存在する窒素に対しては，蒸発により屋外で濃度差無く均一に拡散する挙動を示すことから，本評価においては，窒素ガスが半球状に一様に膨張すると仮定した。

液体窒素貯蔵タンクは，原子炉建屋近傍に設置している。貯蔵量は 50m^3である。評価条件を第 12－8 表に示す。

第 12－8 表　評価条件（窒素ガス）

項目	数値
K_n:室内ガス濃度[Vol%]	81.0
K_0:外気中のガス濃度[Vol%]	78.0
液体窒素貯蔵タンク貯蔵量[m^3]	50.0

3.3.2.2　評価結果

評価結果を第 12－9 表，酸欠雰囲気となる範囲を第 12－6 図に示す。液体窒素貯蔵タンクから液体窒素全量が漏えいした場合，窒素の体積は $3.5\times10^4 m^3$ となる。これが気体のフラッシュにより瞬時全量揮発したモデルとして半球上の領域に均一に拡散したと仮定すると，酸欠雰囲気（酸素分圧 18%以下）となる領域半径は約 82m となる。液体窒素貯蔵タンクから中央制御室換気系給気口までの離隔距離は約 35m であるが，中央制御室換気系の換気率（1 時間あたり 92%循環，8%入替）から，瞬時に酸欠には至ることはない。

また，本評価では無風状態を想定している。風が吹いている場合を想定しても，風により拡散が促進され窒息雰囲気の濃度はより小さくなること，中央制御室換気系給気口に到達した場合であっても，長時間中央制御室換気系給気口前面に留まる事はなく，中央制御室の空調バウンダリ内が窒息濃度となることは考え難い。

第 12－9 表　評価結果（窒素ガス）

評価点	中央制御室 換気系給気口	緊急時対策所 換気系給気口
M　：　ガス放出量[m³]（25℃，1atm）	3.5×10⁴	
危険距離[m]	82	
離隔距離（液体窒素貯蔵タンク）［m］	35※1	350
評価結果	影響なし※2	影響なし

※１：中央制御室換気系吸気口２箇所のうち，最短距離のものを記載

※２：中央制御室換気系の換気率（1 時間あたり 92％循環，8％入替）から，瞬時に酸欠に至ることはなく，風による拡散効果から，中央制御室の空調バウンダリ内が窒息雰囲気になることは考え難い。

第 12－6 図　評価結果（窒素ガス）

3.3.2.3　大気拡散を考慮した評価

3.3.2.2 においては，中央制御室等に窒素ガスが影響を与えないということを評価した。ここでは，中央制御室等の窒素ガス濃度について詳細に評価を行った。以下(1)～(3)に評価概要を示す。

(1)　液体窒素貯蔵タンクから流出した窒素ガスの大気への放出率

液体窒素貯蔵タンクに接続されている液相配管に設置された安全弁（20A）の開固着を想定する。窒素ガスの流出速度を算出する流出面積としては，保守的に最大径の配管から 65A とし，またフラッシュ率（瞬時気化率）を保守的に 1 と設定し，漏えいした液体窒素は瞬時に気化するとした。窒素ガスの流出速度は「石油コンビナートの防災アセスメント指針」（消防庁特殊災害室，平成 25 年 3 月）に示される液体流出の式において，m^3／s から kg／s への換算のため液密度を乗じた下式であらわされる。

$$Q_L = c\rho s\sqrt{2gh + \frac{2(p - p_0)}{\rho}}$$

Q_L：窒素ガス流出速度[kg/s]

c ：流出係数[-]

ρ：窒素物質密度[kg/m^3]

s ：流出面積[m^2]

g ：重力加速度[m/s^2]

h ：水位[m]

p_0：大気圧[Pa]

p ：容器内圧力[Pa]

(2)　大気へ放出した窒素ガスの大気拡散

窒素物質の濃度評価に用いる相対濃度（χ／Q）は，3.3.1 と同様に「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」の大気拡散の評価にしたがい，年間について小さい方から順に並べた累積出現頻度 97%に当たる値を用いた。

(3)　中央制御室等における窒素ガスの濃度評価について

中央制御室等の外側の窒素ガスの濃度は，大気への放出率及び大気拡散の評価により，中央制御室等給気口における窒素ガスの最大濃度を評価した結果，換気系給気口における窒素濃度は，判定基準である 81.0%を下回ることを確認した。

評価条件を第 12－10 表に，大気拡散条件を第 12－11 表に，評価結果を第 12－12 表に示す。

第 12－10 表　評価条件（窒素ガス）

項目	数値
K_n:室内ガス濃度[Vol%]	81.0
K_0:外気中のガス濃度[Vol%]	78.0
液体窒素貯蔵タンク貯蔵量[m^3]	50.0
液体窒素漏えい面積[m^2]	φ18.7（安全弁） φ72.3（最大径の配管）

第12－11表　大気拡散条件（窒素ガス）

項目	評価条件	選定理由
大気拡散評価モデル	ガウスプルームモデル	審査ガイド※1に示されたとおり設定
気象データ	東海第二発電所における1年間の１時間ごとの気象データ(2005年4月～2006年3月)	建屋影響を受ける大気拡散評価を行うため地上風（地上高10m）の気象データを使用 審査ガイドに示されたとおり，発電所において観測された1年間の気象データを使用
実効放出継続時間	1時間	保守的に短期間である1時間と設定
放出源及び放出源高さ	放出源：液体窒素貯蔵タンク 放出高さ：地上0m	審査ガイドに示されたとおり設定 ただし，放出エネルギーによる影響は未考慮
累積出現頻度	小さい方から累積して97%	審査ガイドに示されたとおり設定
建屋巻き込み	考慮する	放出点から近距離の建屋の影響を受けるため，建屋による巻き込み現象を考慮
巻き込みを生じる代表建屋	原子炉建屋	放出源であり，巻き込みの影響が最も大きい建屋として設定
濃度の評価点	中央制御室 緊急時対策所	審査ガイドに示されたとおり設定
着目方位	中央制御室：9方位 (NE,NNE,N,NNW,NW,WNW,W,WSW,SW) 緊急時対策所：2方位 (WSW,W)	審査ガイドに示された評価方法に基づき設定
建屋投影面積	3000 m^2	審査ガイドに基づき，風向に垂直な投影面積のうち最も小さいもの（2706m^2）に対し保守的に設定
形状係数	1/2	内規※2に示された通り設定

※1：実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド

※2：原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）

第 12－12 表　中央制御室等換気系給気口における窒素ガス濃度

放出点	液体窒素貯蔵タンク	
評価点	中央制御室 換気系給気口	緊急時対策所 換気系給気口
貯蔵量[m^3]	50.0	
大気放出率[kg/s]	37.7	
離隔距離[m]	35※	350
相対濃度[s/m^2]	7.38×10^{-4}	1.17×10^{-4}
換気系給気口濃度[vol%]	78.4	78.1
室内最大濃度[vol%]	78.4	78.1
判断基準[vol%]	81.0	
評価結果	影響なし	影響なし

※　中央制御室換気系吸気口２箇所のうち，最短距離のものを記載

4.　発電所敷地内の屋内設備からの影響

発電所の建屋内で貯蔵している有毒物質等については，SRV 駆動用窒素ガス及び消火用二酸化炭素ガスや，復水脱塩装置や廃液中和処理等で使用の硫酸等が挙げられる。

屋内貯蔵施設については，屋外設備と異なり外的衝撃力による損傷が想定しにくく，さらに国内の法規に従い貯蔵・管理されるとともに，万一漏えいが生じた場合でも各建屋の換気空調系により十分に換気希釈されるため，建屋外の固定施設からの流出事故に包含されるものとして，対象から除外する。

また，分析等に使用する試薬については，その種類は多いものの，使用場所が限定されておりかつ適切に保管，換気されていること，貯蔵量，使用量が少ないことから，中央制御室等への影響は無い。

13.　船舶の衝突影響評価について

1.　基本方針

発電所近傍で船舶が漂流した場合でも，敷地前面の防波堤に衝突して止まるものと考えられるため，取水性に影響はない。万が一，カーテンウォール前面に小型船舶が到達した場合であっても，呑み口は広く，取水口が閉塞される可能性は低く，安全施設が安全機能を損なうことはない。

船舶の座礁により重油流出事故が発生した場合に，カーテンウォールにより低層から取水することによって，残留熱除去系海水系及び非常用ディーゼル発電機海水系（以下「非常用海水系」という。）の取水性に影響はない。また，必要に応じてオイルフェンスを設置する措置を講じる。

なお，津波発生時の漂流船舶による影響については，第５条（津波による損傷の防止）において取り扱う。

2.　敷地前面の航路について

発電所周辺の海上交通としては，発電所の北方約 3km に茨城港日立港区，南方約 6km に茨城港常陸那珂港区，南方約 18km に茨城港大洗港区があり，それぞれ日立－釧路間，常陸那珂－苫小牧間，常陸那珂－北九州間，大洗－苫小牧間等の定期航路があるが，航路は発電所から十分な離隔距離が確保されている。最も近い航路として，茨城港日立港区－茨城港常陸那珂港区間の航路とは，約 1.4km 離れているが，発電所から十分な離隔距離が確保されており，航路を通行する船舶が漂流した場合であっても，敷地に到達する可能性は低く，安全施設が安全機能を損なうことはない。（第 13－1 図及び第 13－2 図参照）

3.　船舶の衝突による影響

航路外の船舶として，発電所周辺の船舶の影響評価を実施する。評価対象の船舶としては，第５条（津波による損傷の防止）において抽出した船舶とする。

第５条（津波による損傷の防止）における漂流物の影響評価対象は，発電所周辺で漂流する可能性のある構内（港湾内）の船舶として，使用済燃料輸送船，低レベル放射性廃棄物運搬船（以下「燃料等輸送船」という。），浚渫作業用台船（以下「作業台船」という。）を，構外（港湾外）の船舶として，茨城県日立港区に寄港する運搬船等及び常陸那珂火力発電所に寄港する石炭船等（以下「運搬船等」という。），発電所沖合で操業する漁船等である。本条においても同様に，これらを発電所周辺で漂流する可能性のある船舶とし，船舶の衝突についての影響評価を実施する。

構内の船舶については，港湾内で事故が発生した場合でも，カーテンウォールにより阻害されること，取水口は呑み口が広い（幅約 42m）ため，取水口が閉塞する可能性は低い。なお，異常気象・海象時，荒天が予想される場合には，必要に応じて，入港の中止，緊急退避等の措置を取ることとしている。

構外の船舶については，荒天等により漂流に至るような場合であっても，投錨等の対応をとることが可能であると考えられるため，取水口に到達することはない。また，運搬船等の喫水は 11.5m であるが，発電所周辺では沖合 900m で水深 11m となり，取水口に到達することはない。喫水の浅い小型船舶の漂流を仮定した場合であっても，防波堤に衝突し止まることで，取水口に到達することはない。（第 13－3 図参照）

万が一防波堤を通過し，カーテンウォール前面に漁船等の小型船舶（全長が約 20m×全幅約 5m，満水時の喫水の船舶）が到達した場合でも，カーテン

ウォールにより阻害されること，呑み口は広いため，小型船舶により取水口が閉塞される可能性は低い。(第 13－4 図及び第 13－5 図参照)

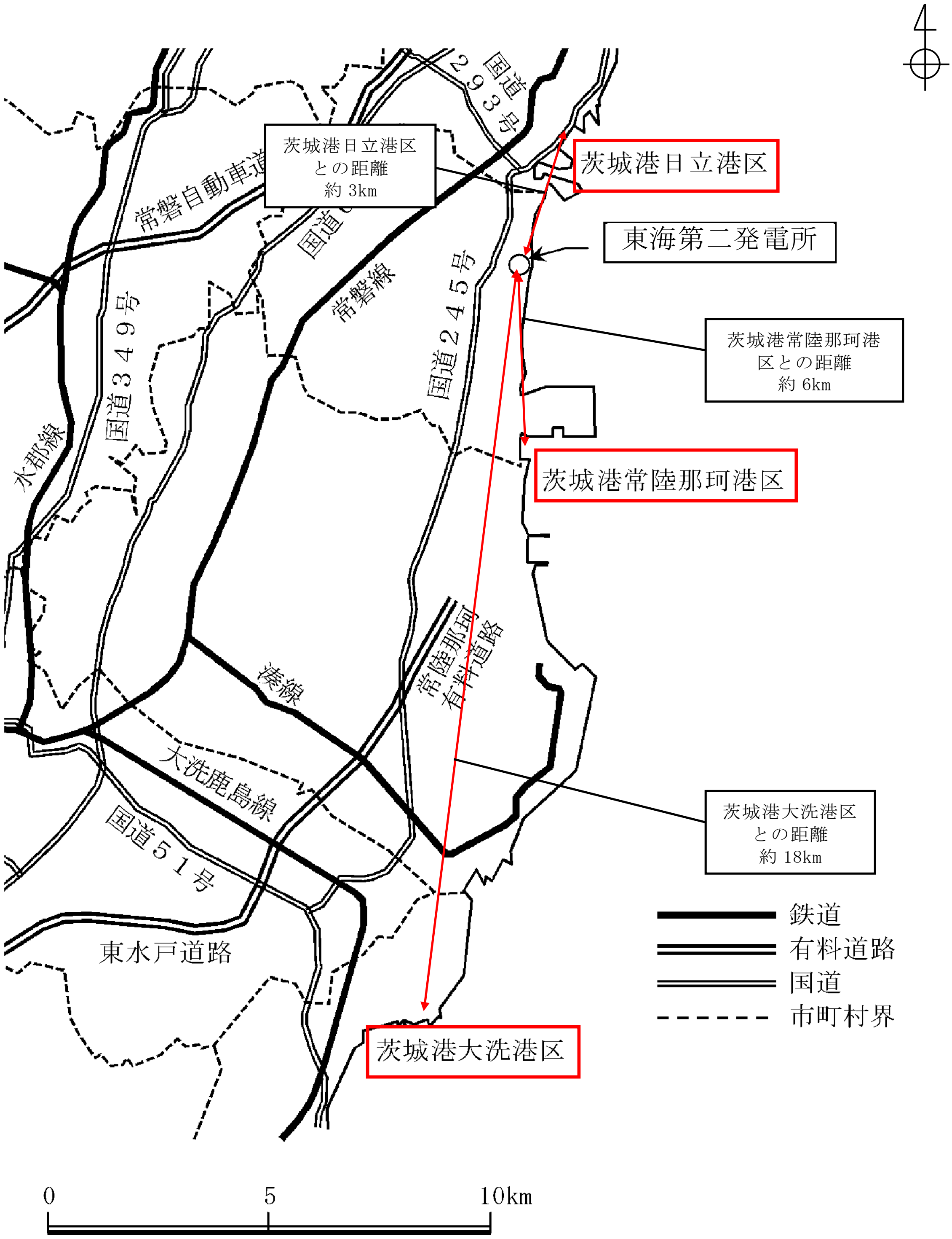
以上のことから，船舶の衝突により取水性に影響を及ぼすことはなく，安全施設が安全機能を損なうことはない。

4.　重油の流出による影響

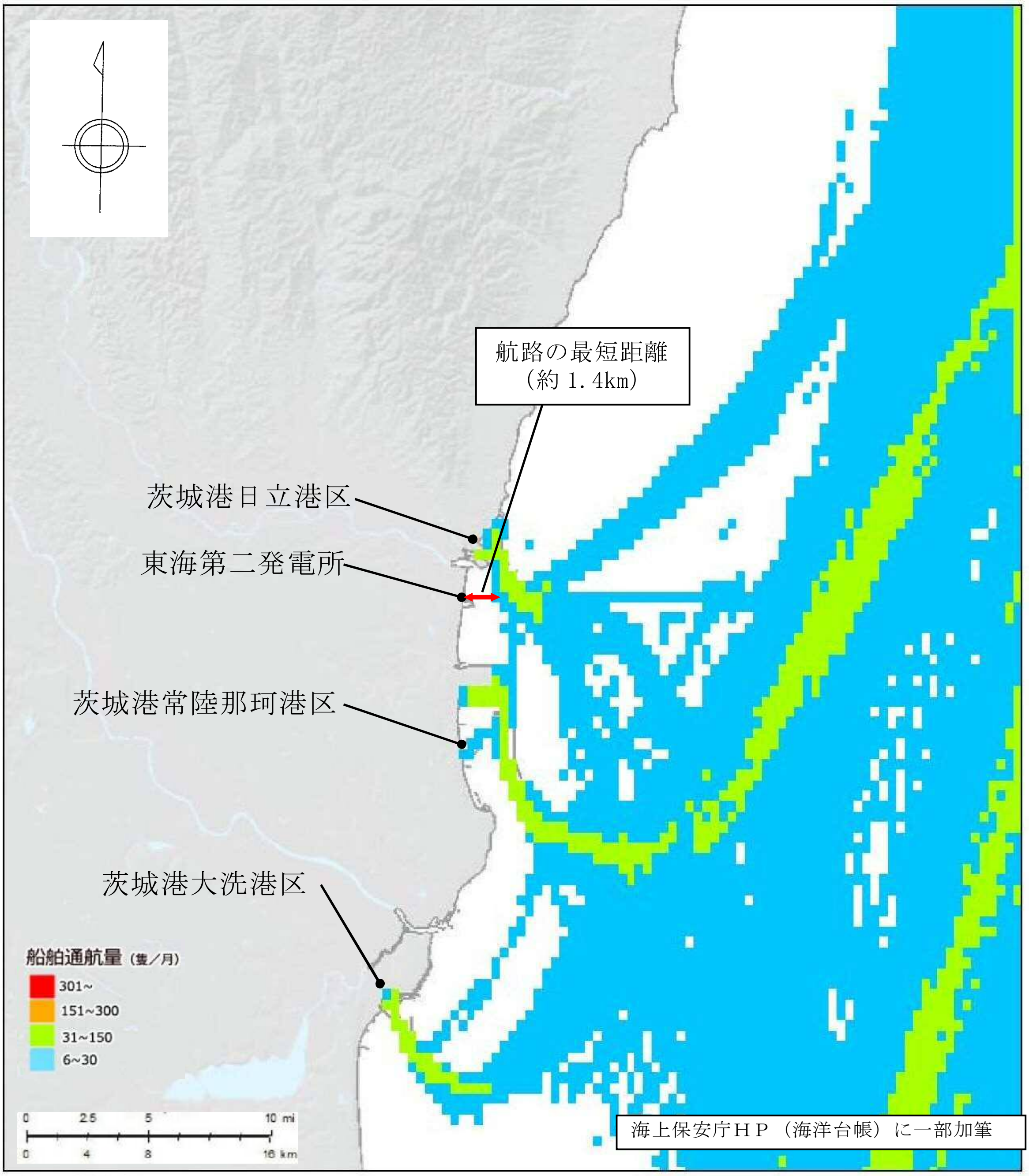
船舶の座礁により重油流出事故が発生した場合において，海水取水はカーテンウォールが設置されていることにより，取水口の低層から取水されるため，取水への油の混入の可能性は低く，非常用海水系の取水性に影響はない。また，必要に応じてオイルフェンスを設置する措置を講じる。

なお，外部火災影響評価では，漂流船舶の重油漏えいに対する検討として，発電所港湾内で漂流船舶が出火し油が流出したとしても，港湾内の取水口にはカーテンウォールが設置されており，深層取水していることから原子炉施設（海水ポンプ）への影響はない。なお，発電所港湾外で船舶の油が流出した場合は，油の流出を確認し次第，速やかにオイルフェンスを設置し，原子炉施設への影響がないよう対応するとしている。

以上のことから，重油流出により取水性に影響を及ぼすことはなく，安全施設が安全機能を損なうことはない。

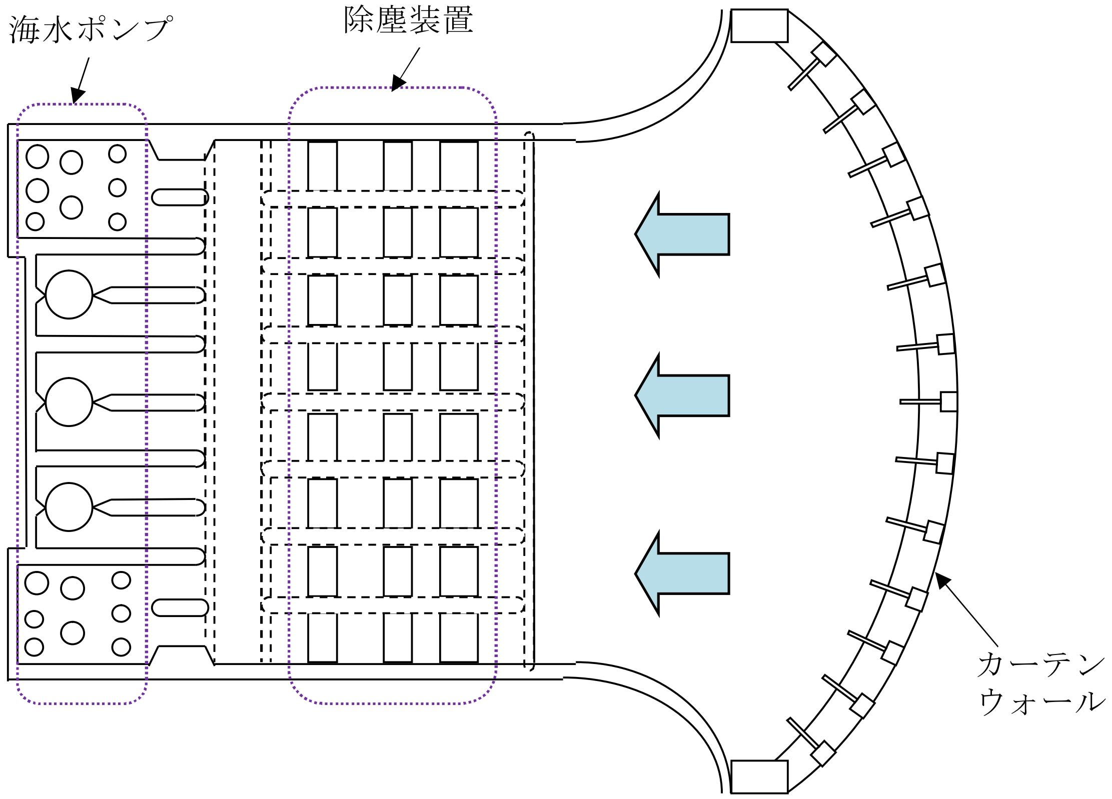


第 13－1 図　東海第二発電所周辺の港湾

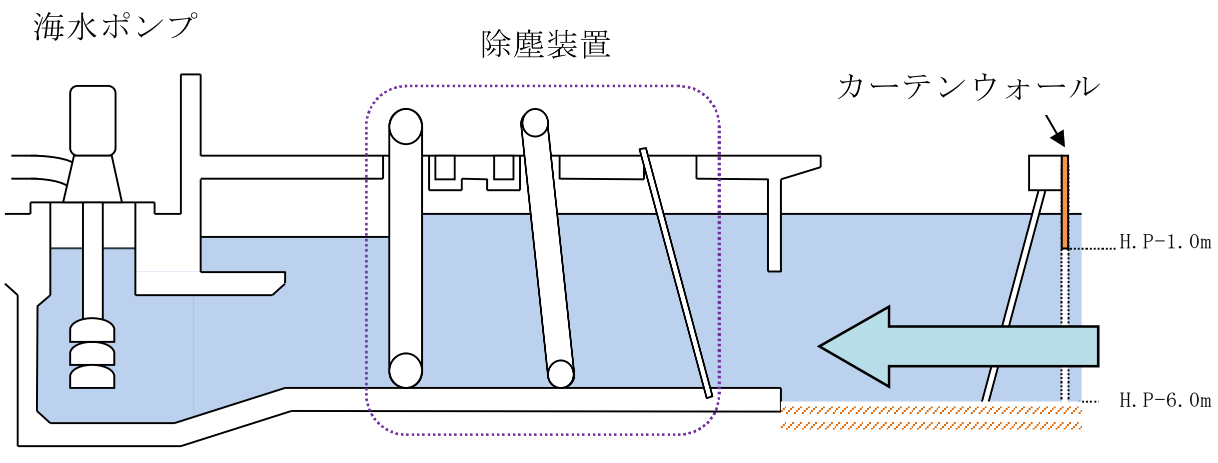


第 13－2 図　発電所周辺の航路

第 13－3 図　取水口及び防波堤の位置



第 13－4 図　取水口～取水ピット平面図



第 13－5 図　取水口～取水ピット断面図

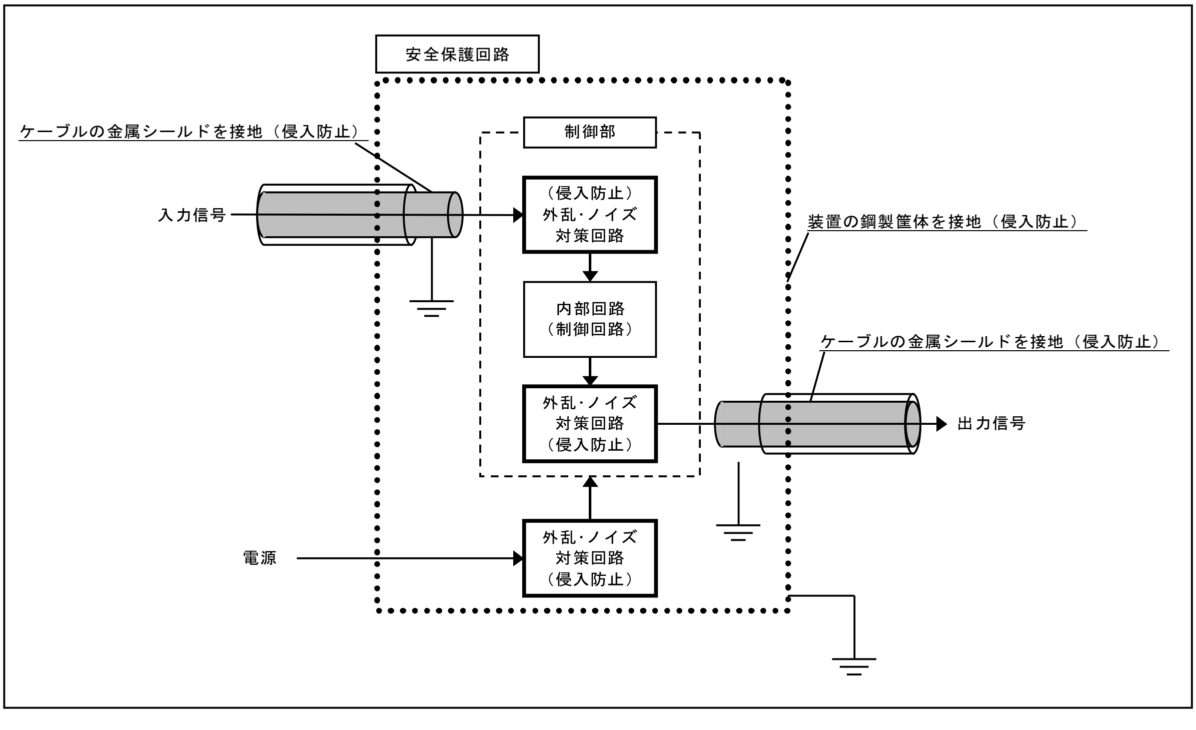
14.　安全保護回路の主な電磁波，サージ・ノイズ対策について

(1)　概要

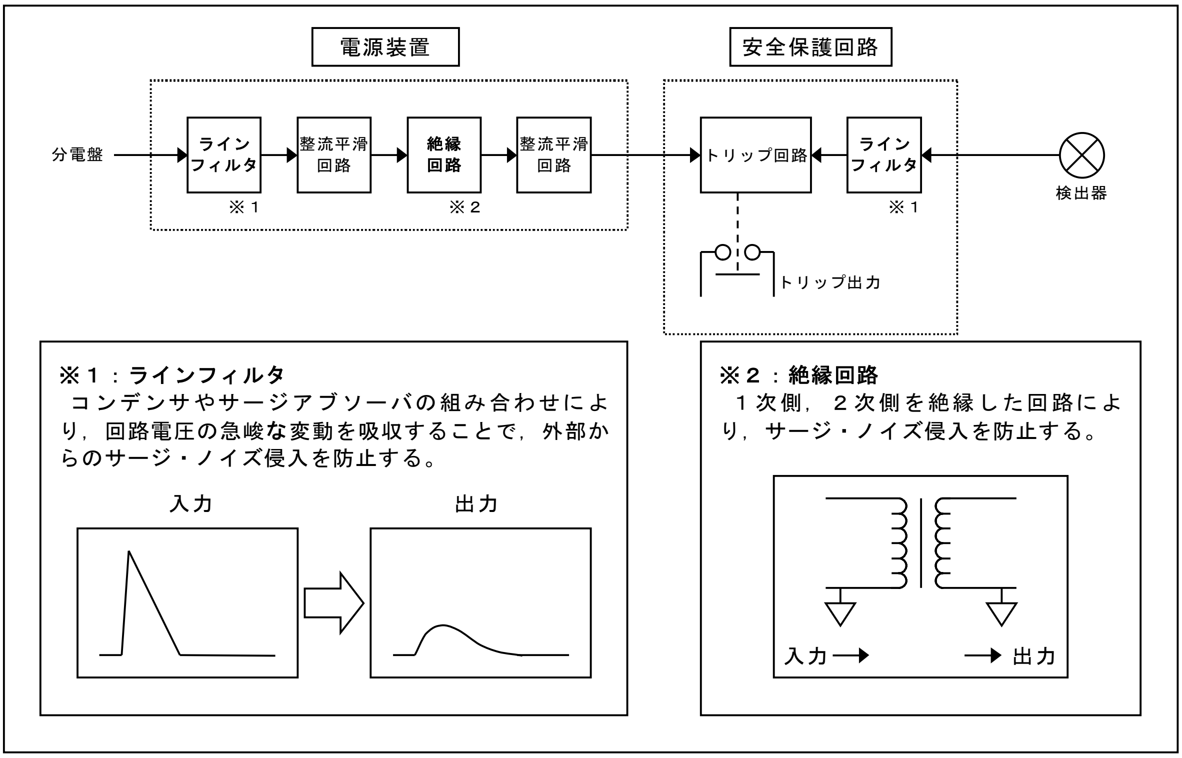
電磁的障害には，電磁波やサージ・ノイズの侵入があり，これらは低電圧の計測制御回路に対して影響を及ぼす恐れがあるため，安全保護回路を構成する計測制御回路は，JEC210-1981（低圧制御回路試験電圧標準）に基づく絶縁耐力を有する設計としている。

また，鋼製筐体や金属シールド付信号ケーブルの適用により電磁波の侵入を防止するとともに，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している。

（第14－1図，第14－2図参照）



第14－1図　安全保護回路に対する電磁波侵入防止策の概要



第 14－2 図　安全保護回路に対するサージ･ノイズ対策の概要

(2)　サージ・ノイズ，電磁波に対する具体策

計測制御回路を構成する計装盤及びケーブルは，原則として以下の設計としている。

ａ．サージ・ノイズ対策

(a)　電源回路

計装盤へ入線する電源受電部にサージ・ノイズ対策回路としてラインフィルタを設置し，外部からのサージ・ノイズの侵入を防止する設計とする。

(b)　信号入出力回路

外部からの信号入出力部に，サージ・ノイズ対策回路としてラインフィルタや絶縁回路を設置し，外部からのサージ・ノイズの侵入を防止する設計としている。

ｂ．電磁波対策

(a)　筐体

計装盤の制御部，演算部は鋼製の筐体に格納し，筐体は接地することで電磁波の侵入を防止する設計としている。

(b)　ケーブル

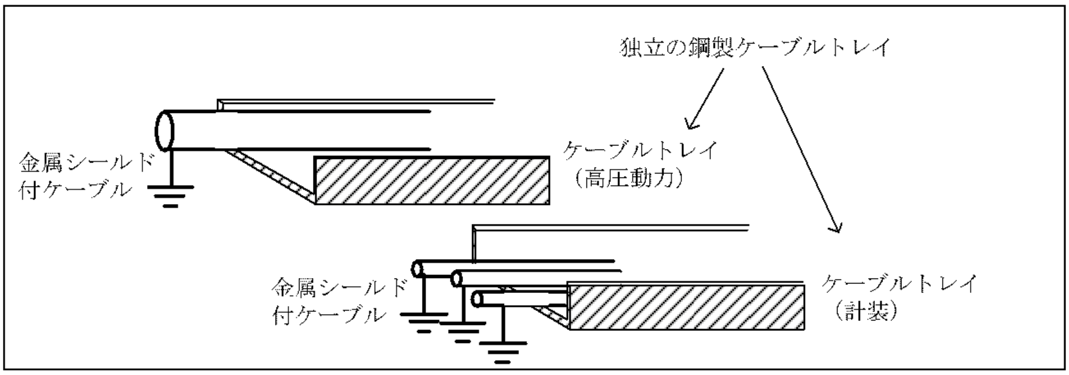
ケーブルは全て金属シールド付ケーブルを使用し，金属シールドは接地して電磁波の侵入を防止する設計とする。

(3)　電磁波等の発生源に対する対策

サージ，ノイズや電磁波に対して，計装盤は侵入を防止する設計としているが，さらに中央制御室や計装盤室では無線機器の使用を制限している。

また，高圧動力ケーブルは金属シールド付とするとともに，計装ケーブルとは別の鋼製ケーブルトレイに布設することで，高圧動力回路に地絡等が生じた場合に計装回路への電磁的影響を及ぼさない設計としている。

（第 14-3 図参照）



第 14－3 図　電磁波等の発生源に対する対策の概要

(4)　安全保護回路の耐ノイズ，耐サージ及び耐電圧性能

安全保護回路の耐ノイズ，耐サージ及び耐電圧性能については，信号入

力部に AC500V 1 分間，電源に 4.5kV インパルス電圧を印加して耐性を確認している。

15.　設計上考慮すべき荷重評価における自然現象の組合せについて

a．組合せを検討する自然現象の抽出

荷重の組合せを検討する事象は，国内外の基準を元に発電所敷地で想定される自然現象 14 事象のうち，荷重により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事象は，地震，積雪，津波，火山（火山活動・降灰），風（台風）及び竜巻の 6 事象である。

b．荷重の性質

地震，積雪，津波，火山（火山活動・降灰），風（台風）及び竜巻による荷重のうち，地震，津波，火山（火山活動・降灰）及び竜巻による設計基準規模事象の荷重は，発生頻度が低い偶発的荷重であり，発生すると荷重が比較的大きいことから，設計用の主荷重として扱う。

これらの主荷重に対し，積雪及び風（台風）については，発生頻度が主荷重と比べ高い変動的荷重であり，荷重は主荷重に比べ小さい※ことから，従荷重として扱う。

主荷重及び従荷重の性質を第15－1表に示す。荷重の大きさについては，主荷重は従荷重と比較して大きく，主荷重が支配的となる。最大荷重の継続時間については，地震，津波，風（台風）及び竜巻は最大荷重の継続時間が短い。これに対し，積雪及び火山（火山活動・降灰）は，一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用するため，最大荷重の継続時間が長い。発生頻度については，主荷重は従荷重と比較して発生頻度が非常に低い。

※　コンクリート構造物等，自重が大きい施設の場合。

第15−1表　荷重の影響モードをもつ自然現象の特徴

荷重の種類		荷重の大きさ	最大荷重の継続時間	発生頻度（/年）
主荷重	基準地震	特大	短（30秒程度）	5.0×10^{-4}
	基準津波	特大	短（15分程度）	2.0×10^{-4}
	設計竜巻	大	短（10分程度）	2.1×10^{-6}
	火山（火山活動・降灰）	大	長（30日程度）	2.2×10^{-5} ※1
従荷重	風（台風）	小	短（10分程度）	2.0×10^{-2} ※2
	積雪	小	長（約1週間）	2.0×10^{-2} ※2

※1：東海第二発電所敷地周辺に降下火砕物の有意な堆積が確認された4万5000年前の赤城山の噴火を考慮

※2：50年再現期待値

以下，主荷重同士の組合せ及び主荷重と従荷重の組合せについて検討する。

c．主荷重同士の組合せ

主荷重同士の組合せ要否について検討を行った。第 15－2 表に主荷重同士の組合せの検討結果を示す。

第 15－2 表　主荷重同士の組合せ

事象	組合せの要否
基準地震と基準津波	・基準地震の検討用地震の震源と基準津波の震源は異なることから，独立事象として扱うことが可能であり，かつ，各々の発生頻度が十分小さく同時に発生する確率は極めて低いことから，組合せを考慮する必要はない。 ・基準地震の検討用地震の震源からの本震と当該本震に伴う津波は，伝搬速度が異なり同時に敷地に到達することはないことから，組合せを考慮する必要はない。 ただし，当該地震に伴う津波と余震は同時に敷地に到達することを想定し，組合せを考慮する。 ・基準津波の波源を震源とする本震と基準津波は，伝搬速度が異なり同時に敷地に到達することはないため，組合せを考慮する必要はない。 ただし，基準津波と基準津波の波源を震源とする余震は，同時に敷地に到達することを想定し，組合せを考慮する。
基準地震と設計竜巻	・基準地震と設計竜巻は独立事象であり，かつ，各々の発生頻度が十分小さく同時に発生する確率は極めて低いことから，組合せを考慮する必要はない。
基準地震と火山（火山活動・降灰）	・降下火砕物以外の火山事象（火山性地震を含む）は東海第二発電所に影響を及ぼさないことを確認しているため，降下火砕物の荷重のみを考慮する。 ・基準地震と火山事象（降下火砕物）は独立事象であり，かつ，各々の発生頻度が十分小さく同時に発生する確率は極めて低い。また，多くの火山では，噴火前に震源の浅い火山性地震の頻度が急増し，火山性微動の活動が始まるため，事前に対策準備を行い，降下火砕物を除去することによって，荷重の影響は排除されることから，組合せを考慮する必要はない。
基準津波と設計竜巻	・基準津波と設計竜巻は独立事象であり，かつ，各々の発生頻度が十分小さく同時に発生する確率は極めて低い。また，設計竜巻により津波防護設備が損傷した場合は，プラントを停止し修復を行うことから，組合せを考慮する必要はない。
基準津波と火山（火山活動・降灰）	・降下火砕物以外の火山事象（火山性地震を含む）は東海第二発電所に影響を及ぼさないことを確認しているため，降下火砕物の荷重のみを考慮する。 ・基準津波と火山事象（降下火砕物）は独立事象であり，かつ，各々の発生頻度が十分小さく同時に発生する確率は極めて低い。また，多くの火山では，噴火前に震源の浅い火山性地震の頻度が急増し，火山性微動の活動が始まるため，事前に対策準備を行い，降下火砕物を除去することによって，荷重の影響は排除されることから，組合せを考慮する必要はない。
設計竜巻と火山（火山活動・降灰）	・降下火砕物以外の火山事象（火山性地震を含む）は東海第二発電所に影響を及ぼさないことを確認しているため，降下火砕物の荷重のみを考慮する。 ・設計竜巻と火山事象（降下火砕物）は独立事象であり，かつ，各々の発生頻度が十分小さく同時に発生する確率は極めて低い。また，多くの火山では，噴火前に震源の浅い火山性地震の頻度が急増し，火山性微動の活動が始まるため，事前に対策準備を行い，降下火砕物を除去することによって，荷重の影響は排除されることから，組合せを考慮する必要はない。

d．主荷重と従荷重の組合せ

主荷重と従荷重の組合せ要否について検討を行った。第 15－3 表に主荷重と従荷重の組合せの検討結果を示す。

第 15－3 表　主荷重と従荷重の組合せ

事象	組合せの要否
基準地震と 風（台風），積雪	・基準地震と風（台風）は，各々の継続時間が短く同時に最大荷重が発生する確率は低いが，風荷重の影響が大きいと考えられるような構造・形状の施設については，組合せを考慮する。 ・基準地震と積雪は，積雪荷重の継続時間が長いため，適切に組合せを考慮する。
基準津波と 風（台風），積雪	・基準津波と風（台風）は，各々の継続時間が短く同時に最大荷重が発生する確率は低いが，風荷重の影響が大きいと考えられるような構造・形状の施設については，組合せを考慮する。 ・基準津波と積雪は，積雪荷重の継続時間が長いため，適切に組合せを考慮する。
設計竜巻と 風（台風），積雪	・設計竜巻と風（台風）は，設計竜巻の風荷重に影響は包含されるため，組合せを考慮する必要はない。 ・設計竜巻と積雪は，設計竜巻による風圧によって積雪荷重が緩和されることから，組合せを考慮する必要はない。
火山（火山活動・降灰）と 風（台風），積雪	・火山（火山活動・降灰）の継続時間は他の主荷重と比較して長いため，降下火砕物に対しては，風（台風）及び積雪の荷重が同時に発生することを想定し，適切に組合せを考慮する。

e．荷重の組合せ検討結果

ｃ．ｄ．の検討結果から，設計基準対象施設及び重大事故等対処施設に対する設計条件を耐震設計，耐津波設計，耐竜巻設計及び耐火山設計に分類し，考慮する荷重の組合せを第 15－4 表のとおり整理した。

設計基準対象施設及び重大事故等対処施設に対する設計においては，第 15－4 表の組合せを適切に考慮する。

第 15－4 表　各設計における荷重の組合せ

○：組合せ要，×：組合せ不要

	主荷重				従荷重	
	地震	津波	竜巻	火山	風（台風）	積雪
耐震設計		×	×	×	○※2	○※3
耐津波設計	○※1		×	×	○※2	○※3
耐竜巻設計	×	×		×	×	×
耐火山設計	×	×	×		○※2	○※3

※1：基準津波と地震の組合せでは，基準津波と基準津波の波源を震源とする余震による地震力を考慮

※2：風荷重の影響が大きいと考えられるような構造や形状の施設について組合せを考慮

※3：施設の形状，配置により適切に考慮

ｆ．設計上考慮する荷重について

荷重の組合せ時に使用する各事象の荷重を第 15－5 表に示す。

各荷重においては施設の形状，構造，配置により適切に組み合わせる。

第 15－5 表　設計上考慮する荷重

	組合せ荷重
耐震設計	基準地震（Ss)による地震力＋風荷重※1＋積雪荷重※2
耐津波設計	基準津波の波力＋漂流物＋基準津波の波源を震源とする余震による地震力＋風荷重※1＋積雪荷重※2
耐火山設計	降下火砕物堆積荷重※3＋風荷重※1＋積雪荷重※2

※1：建設省告示第 1454 号に定められた基準風速 30m／s から算出。

※2：東海村における垂直積雪量 30cm。

但し，建築基準法施行令を準拠する場合は，係数 0.35 を考慮することが可能。

※3：堆積量 40cm，降下火砕物密度 1.5g／cm^{3}から算出。

（参考）建築基準法施行令 抜粋

建築基準法施行令における組合せの荷重の考え方を第 15-6 表に示す。東海第二発電所が立地する東海村は多雪区域外であり，暴風時，地震時に積雪荷重を組み合わせる必要はないが，保守的に多雪区域と同様な荷重の組合せを考慮する。

第 15－6 表　建築基準法施行令による荷重の組合せ

力の種類	荷重及び外力について想定する状態	一般の場合	第 86 条第 2 項ただし書の規定により特定行政庁が指定する多雪区域における場合
長期に生ずる力	常時	G+P	G+P
	積雪時		G+P+0.7*S
短期に生ずる力	積雪時	G+P+S	G+P+S
	暴風時	G+P+W	G+P+0.35S+W
	地震時	G+P+K	G+P+0.35S+K

G：建築基準法施行令第 84 条に規定する固定荷重によって生ずる力
P：建築基準法施行令第 85 条に規定する積載荷重によって生ずる力
S：建築基準法施行令第 86 条に規定する積雪荷重によって生ずる力
W：建築基準法施行令第 87 条に規定する風圧力によって生ずる力
K：建築基準法施行令第 88 条に規定する地震力によって生ずる力

16.　比較的短期での気象変動に対する考慮について

(1)　気象変動に対する考慮

設計基準設定の際には，①規格・基準類からの要求，②観測記録より，地域性を考慮した値としているが，これらは過去の経験データに基づいた設定と言える。

基本的にプラント寿命は，大規模な気候変動の周期よりも短いと考えられるが，各自然現象について将来的な気候変動により厳しい傾向となることは否定できない。そのため，過去の経験データを用いて，将来的なハザードを予測するということについては十分な吟味が必要であり，特にプラント寿命の間に変化が予想される事象については，最新のデータ・知見をもって気候変動の影響に注視し，必要に応じて設計基準の見直し等の配慮を行う必要がある。

一般的に，将来的な気候変動として現時点でも予想されるものとしては地球温暖化が挙げられ，地球温暖化が進行した際には，気温上昇や台風の強度が強まる傾向が考えられる。一方で，東海第二発電所周辺の地域特性が反映された気候変動を把握する観点から，最寄りの気象官署である水戸地方気象台（水戸市）の過去数十年の観測記録を確認し，以下のとおり考察した。

- 降水量は，増加傾向が見受けられるものの，設計基準としての降水量と比較して余裕のあるものである。
- 積雪深は，有意な増加傾向は見受けられない。
- 風速は，最大風速では，有意な増加（又は台風の強度が強まる）傾向は見受けられない。

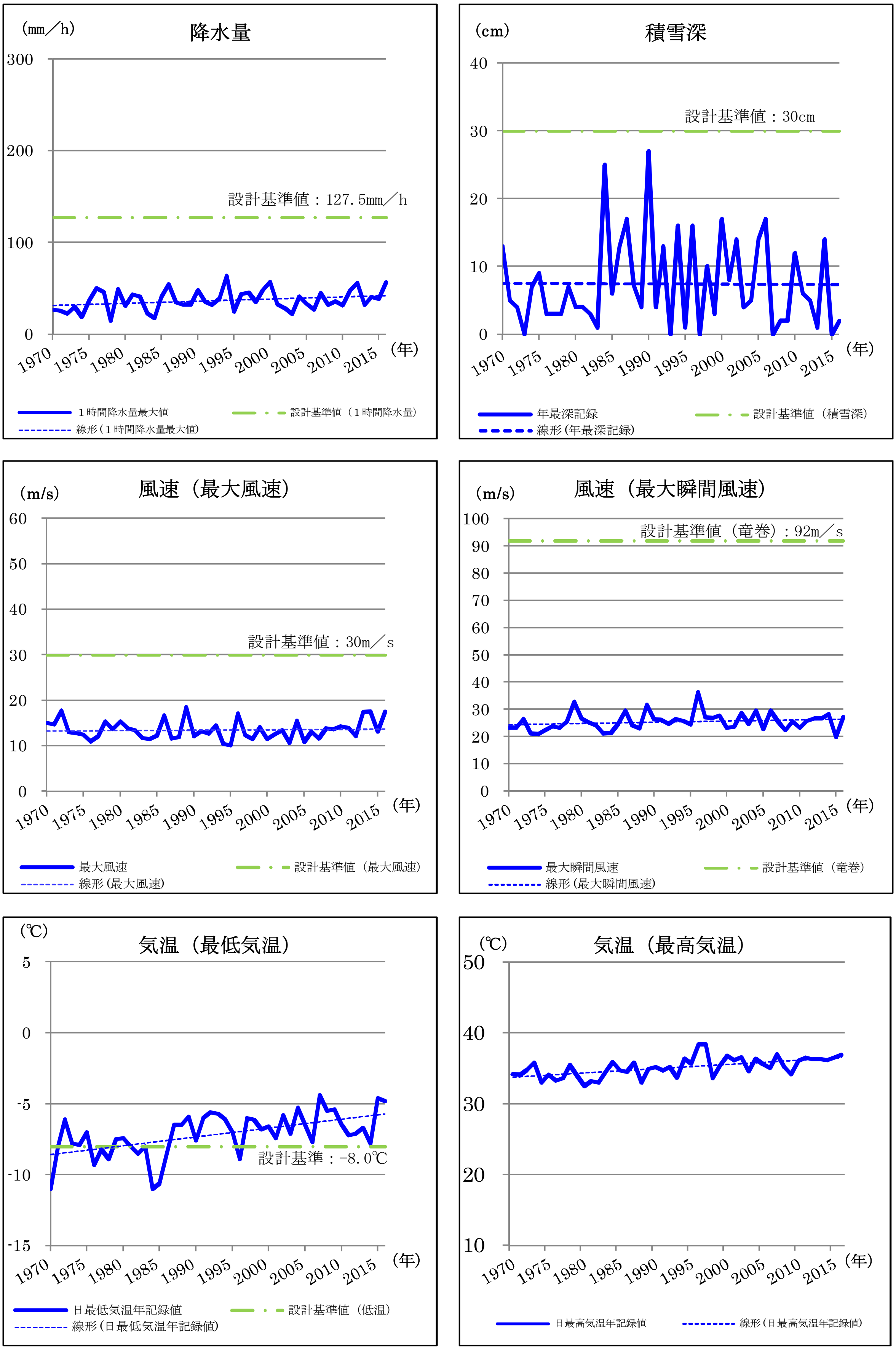
  最大瞬間風速では，増加傾向が見受けられるものの，設計竜巻の最大風速 92m／s を想定しており，観測記録はこれに十分包絡される。

・気温は，最低気温では，上昇傾向が見受けられるものの，設計基準に対して緩やかになる方向である。

最高気温では，若干の上昇傾向が見受けられるものの，設備の機能に悪影響を与えるようなレベルの気温上昇ではなく，安全施設への影響はないと判断した。

これらのことから，過去数十年の東海第二発電所周辺の気候変動の記録からは，降水量，最大瞬間風速及び最高気温・最低気温は増加・上昇の傾向が確認されたものの，安全施設への影響はなく，将来的な気候変動とプラント寿命を考慮しても設計基準の見直し等の対応は不要と考える。（第 16-1 図参照）

ただし，気候変動を完全に予測することは難しいため，今後も最新のデータ・知見をもって気候変動の影響に注視し，必要に応じて設計基準の見直し等を実施していくものとする。



第 16-1 図　気候トレンド（水戸地方気象台観測記録）