

### 3. 安全性の向上のため自主的に講じた措置の調査及び分析

#### 3.1 安全性向上に係る活動の実施状況の評価

##### 3.1.1 内部事象及び外部事象に係る評価

###### 3.1.1.1 概要

評価の実施時点における最新の文献及び調査等から得られた科学的知見及び技術的知見に基づき、安全評価の前提となっている内部事象及び外部事象の評価を行う。

なお、今回の安全性向上評価では、第26回定期事業者検査の終了日翌日（2022年9月27日）から評価時点となる第27回定期事業者検査終了日（2024年2月14日）までに得られた科学的知見及び技術的知見に基づいて、安全評価の前提となっている内部事象及び外部事象を評価した。

###### 3.1.1.2 確認方法

安全評価の前提となる原子炉施設に対しては、自然現象そのものがもたらす環境条件及びその結果として施設で生じ得る環境条件においても、安全機能を損なうことがない設計としている。

その際に前提となっている内部事象及び外部事象として、設置変更許可申請書添付資料八において記載の設計上考慮している自然現象、外部人為事象、溢水及び火災を対象として、評価を実施した。これ以外に対象とする事象については、今後予定している「3.2 安全性向上に係る活動の実施状況に関する中長期的な評価」を実施する際に、IAEA安全ガイド「Periodic Safety Review for Nuclear Power Plants」(No.SSG-25)と同等の規格である日本原子力学会標準「原子力発電所の安全性向上のための定期的な評価に関する指針：2015」(AESJ-SC-S006:2015)を参考に評価を行う予定としている。

###### 3.1.1.3 確認結果

以下に内部事象及び外部事象に係る確認結果を示す。

### 3.1.1.3.1 内部事象に係る評価

#### 3.1.1.3.1.1 内部火災

##### (1) 適用規格及び適用基準

以下に内部火災に関する適用規格及び適用基準を示す。これらについては、設置変更許可の内容を変更する必要が生じるような、火災発生防止、感知・消火、影響軽減に係る改正がないことを確認した。

- a. 実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準  
(2013年6月19日原規技発第1306195号)  
(改正 2020年3月31日原規規発第20033110号)
- b. 発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針  
(2007年12月27日原子力安全委員会決定)
- c. 発電用火力設備の技術基準の解釈  
(2013年5月17日20130507商局第2号)  
(改正 2022年12月14日20221206保局第1号)
- d. JIS A 4201-1992 建築物等の避雷設備（避雷針）
- e. JIS A 4201-2003 建築物等の雷保護
- f. 原子力発電所の火災防護規程  
(JEAC4626-2021)
- g. 原子力発電所の火災防護指針  
(JEAG4607-2021)
- h. 原子力発電所の内部火災影響評価ガイド  
(2013年6月19日原規技発第13061914号)  
(2019年9月6日原規技発第1909069号)
- i. 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  
(2013年6月19日原規技発第1306194号)  
(改正 2023年10月11日原規技発第2310116号)

- j. 発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈  
(2005年12月15日原院第5号)  
(改正 2011年9月9日原院第2号)
- k. 建築基準法  
(1950年5月24日法律第201号)  
(改正 2023年6月16日号外法律第63号)
- l. 建築基準法施行令  
(1950年11月16日政令第338号)  
(改正 2022年12月23日号外政令第393号)
- m. 高圧ガス保安法  
(1951年6月7日法律第204号)  
(改正 2022年6月22日号外法律第74号)
- n. 高圧ガス保安法施行令  
(1997年2月19日政令第20号)  
(改正 2023年9月6日号外政令第276号)
- o. 消防法  
(1948年7月24日法律第186号)  
(改正 2022年6月17日号外法律第68号)
- p. 消防法施行令  
(1961年3月25日政令第37号)  
(改正 2022年9月14日号外政令第305号)
- q. 消防法施行規則  
(1961年4月1日自治省令第6号)  
(改正 2023年5月31日号外総務省令第48号)
- r. 危険物の規制に関する政令  
(1959年9月26日政令第306号)  
(改正 2023年12月6日号外政令第348号)
- s. 2000年建設省告示第1400号  
(2004年9月29日国土交通省告示第1178号による改定)

- t. 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  
(1990年8月30日原子力安全委員会決定、2009年3月9日一部改訂)
- u. 発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針  
(1990年8月30日原子力安全委員会決定、2001年3月29日一部改訂)
- v. JIS L 1091・1999 繊維製品の燃焼性試験方法
- w. 原子力発電所耐震設計技術指針重要度分類・許容応力編  
(JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会))
- x. 原子力発電所耐震設計技術指針  
(JEAG4601・1987 ((社)日本電気協会))
- y. 原子力発電所耐震設計技術指針  
(JEAG4601・1991 追補版 ((社)日本電気協会))
- z. JSME S NB1・2007 発電用原子力設備規格 溶接規格
  - aa. JSME S NC1・2005/2007/2012 発電用原子力設備規格 設計・建設規格
  - ab. "Fire Dynamics Tools (FDTS) : Quantitative Fire Hazard Analysis Methods for the U.S. Nuclear Regulatory Commission Fire Protection Inspection Program,"  
(NUREG-1805, December 2004)
  - ac. IEEE Std 1202・1991 垂直トレイ燃焼試験  
(改正 IEEE Std 1202・2006)
  - ad. IEEE Std 383・1974 垂直トレイ燃焼試験  
(改正 IEEE Std 383・2015)
- ae. UL1581 (Fourth Edition) 1080.VW-1 垂直燃焼試験, 2006
- af. 公益社団法人 日本空気清浄協会 「空気清浄装置用ろ材燃焼性試験方法指針」  
(JACA No.11A・2003)

- ag. 工場電気設備防爆委員会「工場電気設備防爆指針」  
(ガス蒸気防爆 2006)
- ah. 社団法人電池工業会「蓄電池室に関する設計指針」  
(SBA G 0603-2001)
- ai. 社団法人電池工業会「蓄電池室－蓄電池室に関する設計指針」  
(SBA G 0603-2012)
- aj. UL2775 Fixed Condensed Aerosol Extinguishing System Units, 2014
- ak. IEEE Std 848-1996 IEEE Standard Procedure for the Determination of the Ampacity Derating of Fire-Protected Cables
- al. JIS C 3005-2012 ゴム・プラスチック絶縁電線試験方法
- am. JIS C 3342-2012 600V ビニル絶縁ビニルシースケーブル
- an. JIS C 3605-2002 600V ポリエチレンケーブル
- ao. JIS K 5600-6-1-1999 塗料－一般試験方法－第6部：塗膜の化学的性質－第1節：耐液体性（一般的方法）
- ap. JIS K 5600-6-1-1999 塗料－一般試験方法－第6部：塗膜の化学的性質－第2節：耐液体性（水浸せき法）
- aq. JIS K 6833-1-2008 接着剤－一般試験方法－第1部：基本特性の求め方
- ar. JIS R 3414-2012 ガラスクロス
- as. JIS Z 7302-2-2009 廃棄物固化化燃料－第2部：発熱量試験方法
- at. 電気学会技術報告Ⅱ部第139号（原子力発電所電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼試験方法に関する推奨案）
- au. 電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究（1995～1998）」

## (2) 内部火災影響評価の確認

設備改造又は資機材の持込みにより火災評価条件に見直しがある場合には、火災区域・火災区画毎の火災荷重の合計の管理及び内部火災影響評価への影響の確認を行い、火災防護情報の管理、必要に応じて火災の影響軽減対策を行うこととしている。

## (3) 確認結果

評価の実施時点において、「3.1.1.3.1.1(1) 適用規格及び適用基準」に示すとおり、規格・基準に新たに反映すべき知見はなく、「3.1.1.3.1.1(2) 内部火災影響評価の確認」に示すとおり、火災区域・火災区画毎の火災荷重の合計の管理及び内部火災影響評価への影響の確認を行っていることから、安全評価の前提となっている内部火災に係る設置変更許可の内容を見直しする必要はない。

### 3.1.1.3.1.2 内部溢水

#### (1) 適用規格及び適用基準

以下に内部溢水に関する適用規格及び適用基準を示す。これらについては、設置変更許可の内容を変更する必要が生じるような、溢水源及び溢水量の設定、溢水評価区画及び溢水経路の設定等に係る改正の有無を確認した。

##### a. 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド

(2013年6月19日原規技発第13061913号)

(改正 2020年3月31日原規規発第20033110号)

##### b. 原子力発電所の竜巻影響評価ガイド

(改正 2014年9月17日原規技発第1409172号)

(改定 2019年9月6日原規技発第1909069号)

##### c. 耐震設計に係る設工認審査ガイド

(2013年6月19日原規技発第1306195号)

(改正 2021年6月23日原規技発第2106233号)

- d. 基準津波及び耐津波方針に係る審査ガイド  
(2013年6月19日原規技発第1306193号)  
(改正 2021年6月23日原規技発第2106233号)
- e. 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  
(2013年6月19日原規技発第1306194号)  
(改正 2023年10月11日原規技発第2310116号)
- f. 建築基準法  
(1950年5月24日法律第201号)  
(改正 2023年6月16日号外法律第63号)
- g. 建築基準法施行令  
(1950年11月16日政令第338号)  
(改正 2022年12月23日政令第393号)
- h. 建設省告示第1454号  
(平成12年5月31日制定)
- i. 消防法  
(1948年7月24日法律第186号)  
(改正 2022年6月17日号外法律第68号)
- j. 消防法施行令  
(1961年3月25日政令第37号)  
(改正 2022年9月14日号外政令第305号)
- k. 発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針  
(1990年8月30日原子力安全委員会決定、2009年3月9日一部改訂)
- l. 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  
(1990年8月30日原子力安全委員会決定、2001年3月29日一部改訂)
- m. JIS G 4105・1979 クロムモリブデン鋼鋼材
- n. JIS G 4303・2012 ステンレス鋼棒

- o. JIS G 3101-2010 一般構造用圧延鋼材
- p. JIS G 4317-2013 熱間成形ステンレス鋼形鋼
- q. 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編  
(JEAG4601・補 - 1984)
- r. 原子力発電所耐震設計技術指針  
(JEAG4601-1987)
- s. 原子力発電所耐震設計技術指針  
(JEAG4601-1991 追補版)
- t. 原子力発電所の火災防護指針  
(JEAG4607-2010)
- u. 原子力発電所配管破損防護設計技術指針  
(JEAG4613-1998)
- v. JSME S NC1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格
- w. JSME S NC1-2012 発電用原子力設備規格 設計・建設規格
- x. 土木学会 2002 年コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕
- y. 日本建築学会 1991 年鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説
- z. 日本建築学会 1999 年鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－
  - aa. 日本建築学会 2004 年建築物荷重指針・同解説
  - ab. 日本建築学会 2005 年鋼構造設計規準－許容応力度設計法－
  - ac. 日本建築学会 2010 年各種合成構造設計指針・同解説  
(改訂 2015 年 1 月 14 日)
  - ad. 日本道路協会 昭和 14 年 3 月 道路橋示方書 (I 共通編・IV下部構造編)・同解説  
(改訂 2012 年 3 月 26 日)

ae. ステンレス構造建築協会 2001 年ステンレス建築構造設計基準・同解説【第 2 版】

af. 水門鉄管協会 2007 年 9 月改訂発行 水門鉄管技術基準

ag. 日本港湾協会 2007 年 7 月 港湾の施設の技術上の基準・同解説

(改訂 2014 年 6 月 27 日)

ah. 日本水道協会 2009 年 9 月 水道施設耐震工法指針・解説

## (2) 溢水影響評価の確認

設備改造又は資機材の持込みにより溢水評価条件に見直しがある場合には、溢水評価への影響の確認及び溢水評価上の管理値について更新管理を行い、内部溢水に関する運用、管理を行うこととしている。

## (3) 確認結果

評価の実施時点において、「3.1.1.3.1.2(1) 適用規格及び適用基準」に示すとおり、規格・基準に新たに反映すべき知見はなく、「3.1.1.3.1.2(2) 溢水影響評価の確認」に示すとおり、溢水評価への影響の確認及び溢水評価上の管理値について更新管理を行っていることから、安全評価の前提となっている内部溢水に係る設置変更許可の内容を見直しする必要はない。

## 3.1.1.3.2 外部事象に係る評価

### 3.1.1.3.2.1 自然現象

#### (1) 地震

「2.2.2.2(1)f. 国際機関及び国内外の学会等の情報（自然現象に関する情報）」に示すとおり、評価期間において、自然現象に関する反映が必要な新知見情報には、地震に関するものではなく、設計上考慮している地震について見直しをする必要がないことを確認した。

## (2) 津波

「2.2.2.2(1)f. 国際機関及び国内外の学会等の情報（自然現象に関する情報）」に示すとおり、評価期間において、自然現象に関する反映が必要な新知見情報には、津波に関するものではなく、設計上考慮している津波について見直しをする必要がないことを確認した。

## (3) 風（台風）

最寄の気象官署（敦賀特別地域気象観測所）の観測記録に基づき、敷地付近で観測された最大瞬間風速を確認した。第3.1.1.1図に最大瞬間風速の時間的な推移について確認した結果を示す。観測された最大瞬間風速は、47.9m/s（2018年9月4日）であり、設置許可申請書に記載の竜巻影響評価において、最大風速100m/sまで考慮しており影響は含まれ、設置変更許可の内容を見直す必要がないことを確認した。

## (4) 竜巻

「2.2.2.2(1)f. 国際機関及び国内外の学会等の情報（自然現象に関する情報）」に示すとおり、評価期間において、自然現象に関する反映が必要な新知見情報には、竜巻に関するものではなく、設計上考慮している竜巻について見直しをする必要がないことを確認した。

## (5) 凍結

最寄の気象官署（敦賀特別地域気象観測所）の観測記録に基づき、敷地付近で観測された最低気温を確認した。第3.1.1.2図に最低気温の時間的な推移について確認した結果を示す。評価期間における最低気温は、設置変更許可申請書に記載の一10.9°C（1904年1月27日）を下まわらなかったことから、設置変更許可の内容を見直す必要がないことを確認した。

## (6) 降水

最寄の気象官署（敦賀特別地域気象観測所）の観測記録に基づき、敷地付近で観測された日最大1時間降水量を確認した。

第 3.1.1.3 図に日最大 1 時間降水量の時間的な推移について確認した結果を示す。観測された日最大 1 時間降水量は、58.5mm/h（2014 年 6 月 12 日）であり、観測記録を上回る降雨強度 86mm/h を設定し、敷地内に構内排水施設を設けて海域に排水する設計としていることから、設置変更許可の内容を見直す必要がないことを確認した。

#### (7) 積雪

最寄の気象官署（敦賀特別地域気象観測所）の観測記録に基づき、敷地付近で観測された積雪深さの月最大値を確認した。

第 3.1.1.4 図に積雪深さの月最大値の時間的な推移について確認した結果を示す。評価期間における積雪深さの月最大値は、設置変更許可申請書に記載の 196cm（1981 年 1 月 15 日）を超えたことから、設置変更許可の内容を変更する必要がないことを確認した。

#### (8) 地滑り

想定される地滑りの設定根拠となっている文献を以下に示す。これらについては、変更がなく、設置変更許可の内容を変更する必要がないことを確認した。

- a. 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）
- b. 土砂災害危険箇所図（国土交通省国土政策局発行）

#### (9) 火山の影響

「2.2.2.2(1)f. 国際機関及び国内外の学会等の情報（自然現象に関する情報）」に示すとおり、評価期間において、自然現象に関する反映が必要な新知見情報には、火山に関するものではなく、設計上考慮している火山について見直しをする必要がないことを確認した。

#### (10) 生物学的事象

評価期間において、発電所の運転や安全性に影響を与えるような事象はなく、海生生物の来襲の想定に変更がないことから、

設計上考慮している生物学的事象について、評価条件及び評価方針等の見直しをする必要がないことを確認した。

(11) 森林火災

防火帯外周の植生調査の結果、評価期間において、森林火災の解析に必要な入力データに変更がないことを確認した。

(12) 高潮

最寄の検潮所（敦賀検潮所）の観測記録により、評価期間における最高潮位は、最新の設置変更許可申請書添付六に記載のT.P.（東京湾平均海面）+0.95m（1998年9月22日）を超えたことから、設置変更許可の内容を変更する必要がないことを確認した。

(13) 安全解析に使用する気象条件

安全解析は、敷地において観測した2011年4月から2012年3月までの1年間の気象資料を用いて実施していることから、安全解析に使用した気象資料が最近の気象状態と比較して特に異常でないかどうかの検討を行った。

風向出現頻度及び風速出現頻度について、敷地内観測点Aの標高約81mにおける10年間（2010年4月～2011年3月、2012年4月～2021年3月）の資料により検定を行った。検定法は、不良標本の棄却に関するF分布検定の手順に従った。

その結果、有意水準5%で棄却された項目はなく、安全解析に使用した気象資料は最近の気象状態と比較して同等と判断できることから、気象条件の見直しをする必要がないことを確認した。

### 3.1.1.3.2.2 外部人為事象

(1) 飛来物（航空機落下）

「航空路誌」（2023年3月23日国土交通省航空局）、「航空機落下事故に関するデータ」（2023年3月原子力規制委員会）及び「航空輸送統計年報」（2022年6月国土交通省総合政策局）を

確認した結果、評価時点において、航空機落下確率評価の前提となっている航空路、航空機落下事故データ及び飛行距離データのうち、航空機落下事故データを更新した。航空機落下確率を再評価した結果、別紙 3.1.1.3.2.2-1 のとおり既評価及び判断基準値を下回ることを確認した。

## (2) 爆発

発電所敷地外 10km 以内の範囲において、石油コンビナート施設及び石油コンビナート施設に相当する産業施設が建設されていないことから、評価期間において、防護対象施設への影響を再評価する必要がないことを確認した。

## (3) 近隣工場等の火災

### a. 石油コンビナート等の施設の火災

発電所敷地外 10km 以内の範囲において、石油コンビナート施設及び石油コンビナート施設に相当する産業施設が建設されていないことから、評価期間において、防護対象施設への影響を再評価する必要がないことを確認した。

### b. 発電所敷地内に存在する危険物タンクの火災

発電所敷地内に存在する危険物タンクの新設、仕様変更及び移設がなかったことから、評価期間において、防護対象施設への影響を再評価する必要がないことを確認した。

### c. 航空機墜落による火災

「航空機落下事故に関するデータ」及び対象となる航空路を確認した結果、航空機落下確率が既評価から変更があることを確認した。そこで、更新後の航空機落下確率を用いて再評価を実施し、航空機墜落による火災における防護施設の許容温度を満足していることを確認した。

### d. 船舶火災

発電所港湾内に入港する船舶の最大燃料積載量に変更がなかったことから、評価期間において、防護対象施設への影響を再評価する必要がないことを確認した。

e. 二次的影響（ばい煙等）

仕様変更および設備の新設等により、設置変更許可申請書に記載の評価対象設備変更がなかったことから、評価期間において、火災に伴う二次的影響（ばい煙等）を再評価する必要がないことを確認した。

(4) 有毒ガス

発電所周辺の幹線道路、鉄道路線、船舶航路及び石油コンビナート施設に変更がなく、危険物を搭載した車両及び船舶を含む事故による火災の二次的影響（有毒ガス）が防護対象施設へ及ぼす影響に変更がないことを確認した。

(5) 船舶の衝突

発電所周辺の船舶航路等に変更がないことから、評価期間において、船舶の衝突の影響について再評価する必要がないことを確認した。

(6) 電磁的障害

電磁的障害に関する適用規格及び適用基準を以下に示す。これらについては、サージ・ノイズの侵入を防止するために設置するラインフィルタや絶縁回路、電磁波の侵入を防止するためには設置する鋼製筐体や金属シールド付ケーブルに関する改正はなく、電磁的障害にかかる基本設計方針を変更する必要がないことを確認した。

a. 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

(2013年6月28日原子力規制委員会規則第6号)

(改正 2022年9月26日号外原子力規制委員会規則第4号)

b. 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

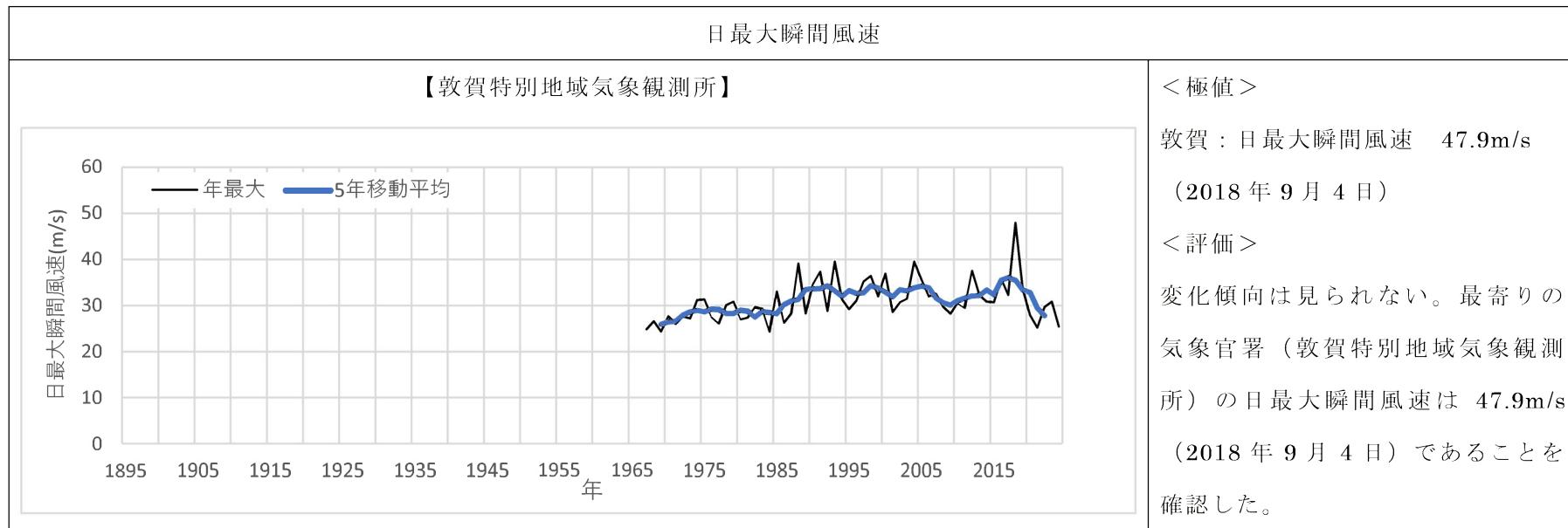
(2013年6月19日原規技発第1306194号)

(改正 2022年9月14日原規技発第2209146号)

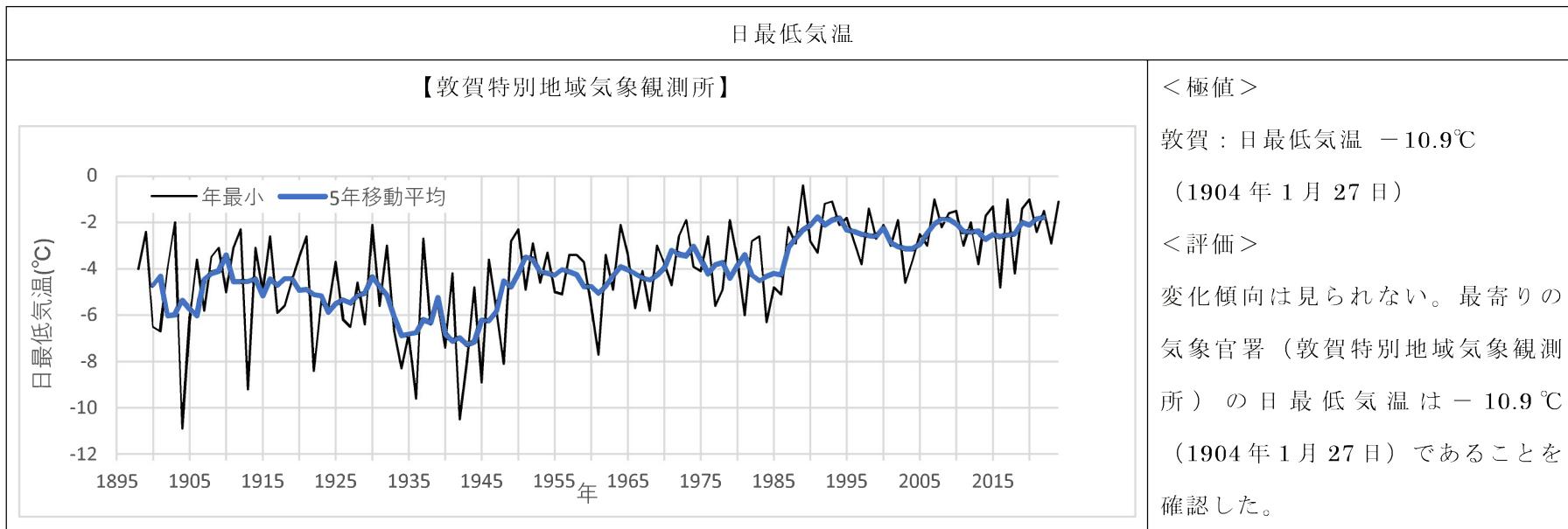
- c. 試験及び測定技術－電気的ファストトランジエント／バーストイミュニティ試験(JIS C 61000-4-4)

#### 3.1.1.3.3 まとめ

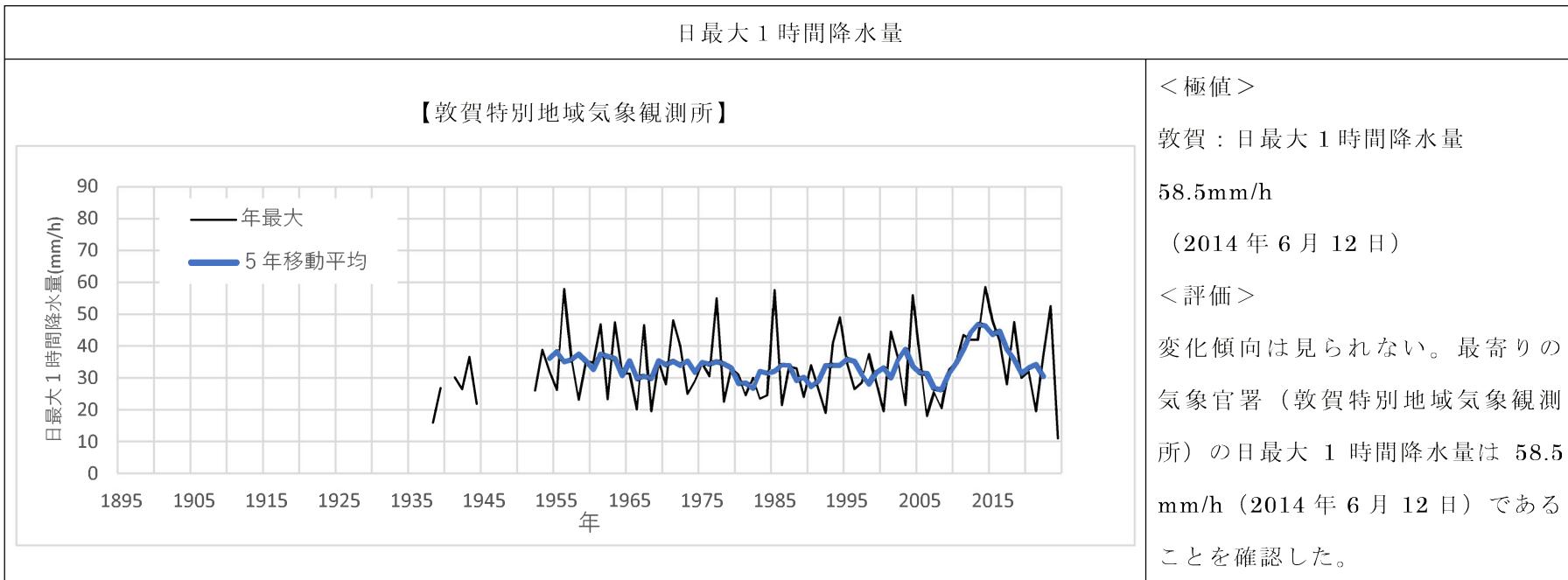
最新の文献及び調査等から得られた科学的知見及び技術的知見に基づき、安全評価の前提となっている内部事象及び外部事象の評価について、見直しの要否を確認した結果、評価期間において新たに見直しをする必要はない。



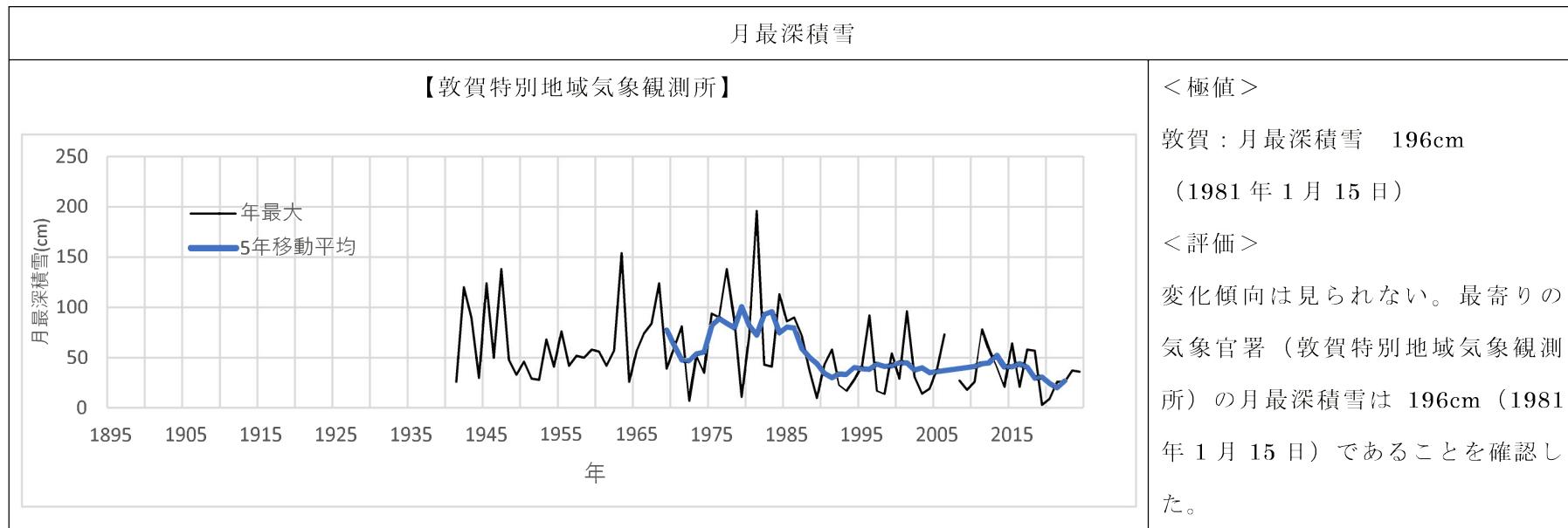
第 3.1.1.1 図 敷地付近で観測された最大瞬間風速の時間的な推移



第 3.1.1.2 図 敷地付近で観測された最低気温の時間的な推移



第 3.1.1.3 図 敷地付近で観測された日最大 1 時間降水量の時間的な推移



第 3.1.1.4 図 敷地付近で観測された積雪深さの月最大値の時間的な推移

### 航空機落下確率の再評価について

美浜発電所 3 号機の航空機落下確率について、「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」（平成 21・06・25 原院第 1 号）に基づき再評価を行ったところ、結果は約  $1.9 \times 10^{-8}$  回／炉・年となり、判断基準値である  $1.0 \times 10^{-7}$  回／炉・年及び設置変更許可申請書記載値である約  $3.9 \times 10^{-8}$  回／炉・年を下回ることを確認した。

評価対象事故、評価に用いた数値及び評価結果について、以下に示す。

#### 1. 評価対象事故

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－訓練空域間を往復時の落下事故
× <sup>注 1</sup>	× <sup>注 2</sup>	○	○ <sup>注 3</sup>	× <sup>注 4</sup>

○：対象、×：対象外

注 1：美浜発電所付近の空港の最大離着陸地点までの距離は、当該発電所と空港の距離よりも短いため、評価対象外とした。

注 2：美浜発電所周辺に存在する航空路と当該発電所との距離は、それぞれの航空路の幅よりも長いため、評価対象外とした。

注 3：美浜発電所は、自衛隊の訓練空域が存在する。

注 4：美浜発電所は、基地－訓練空域間の往復の想定飛行範囲内にない。

## 2. 評価に用いた数値

### (1) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故

$$P_V = (f_V / S_V) \cdot A \cdot \alpha$$

$P_V$  : 対象施設への航空機落下確率 (回／年)

$f_V$  : 単位年当たりの落下事故率 (回／年)

$S_V$  : 全国土面積(km<sup>2</sup>)

$A$  : 原子炉施設の標的面積(km<sup>2</sup>)

$\alpha$  : 対象航空機の種類による係数

	美浜発電所 3号機	
$f_V^{\text{注}1}$	大型固定翼機	0.5/20=0.025
	小型固定翼機	22/20=1.100
	大型回転翼機	1/20=0.050
	小型回転翼機	17/20=0.850
$S_V^{\text{注}2}$	37.2 万	
$A$	0.01	
$\alpha^{\text{注}3}$	大型固定翼機、大型回転翼機 : 1 小型固定翼機、小型回転翼機 : 0.1	
$P_V$	$7.26 \times 10^{-9}$	

注 1 : 「航空機落下事故に関するデータ（2001年～2020年）」（2023年3月 原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ）の有視界飛行方式民間航空機の事故件数を用いて算出した。なお、2001年～2020年の大型固定翼機の事故件数は0件であるが、保守的に0.5件として評価した。

注 2 : 「航空機落下事故に関するデータ（2001年～2020年）」（2023年3月 原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ）の値を用いた。

注 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）」の値を用いた。

(2) 自衛隊機又は米軍機の落下事故（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）

$$Psi = fsi \cdot A / Si$$

$Psi$  : 訓練空域内での対象施設への航空機落下確率（回／年）

$fsi$  : 単位年当たりの訓練空域内落下事故率（回／年）

$Si$  : 全国の陸上の訓練空域の面積(km<sup>2</sup>)

$A$  : 原子炉施設の標的面積(km<sup>2</sup>)

$$Pso = fso \cdot A / So$$

$Pso$  : 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）

$So$  : 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<sup>2</sup>)

$A$  : 原子炉施設の標的面積(km<sup>2</sup>)

	美浜発電所 3号機	
$fsi, fso$ <sup>注1</sup>	自衛隊機( $fsi$ )	$1/20=0.050$
	米軍機( $fso$ )	$4/20=0.200$
$Si, So$ <sup>注2</sup>	自衛隊機( $Si$ )	7.80 万
	米軍機( $So$ )	37.2 万
$A$		0.01
$Psi + Pso$		$1.18 \times 10^{-8}$

注1：「航空機落下事故に関するデータ（2001年～2020年）」（2023年3月 原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ）の自衛隊機又は米軍機の事故件数を用いて算出した。

注2：「航空機落下事故に関するデータ（2001年～2020年）」（2023年3月 原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ）の値を用いた。

### 3. 落下確率値の合計値

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の落下事故	②基地－訓練空域間を往復時の落下事故	
—	—	7.26 × 10⁻⁹	1.18 × 10⁻⁸	—	約 1.9 × 10⁻⁸

### 3.1.2 決定論的安全評価

決定論的安全評価は、第1回安全性向上評価届出書（2023年3月28日付け関原発第636号）（以下「第1回届出書」という。）の評価時点以後、評価結果が変わるような大規模な工事等を行っていないため、改めて調査、分析又は評定をする必要がなく、第1回届出書の記載内容から大きな変更はない。

### 3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価（P R A）

内部事象及び外部事象に係る P R A については、第 1 回安全性向上評価届出書（2023 年 3 月 28 日付け関原発第 636 号）（以下、「第 1 回届出書」という。）の評価時点以降、評価結果が変わらるような大規模な工事等を行っていないため、改めて調査、分析又は評定をする必要がなく、第 1 回届出書の記載内容から変更はない。

### 3.1.4 安全裕度評価

設計上の想定を超える事象の発生を仮定し、評価対象の発電用原子炉施設が、どの程度の事象まで燃料体又は使用済燃料（以下「燃料体等」という。）の著しい損傷を発生させることなく、また、格納容器機能喪失及び放射性物質の異常放出をさせることなく耐えることができるか、安全裕度を評価する。また、燃料体等の著しい損傷並びに格納容器機能喪失及び放射性物質の異常放出を防止するための措置について、深層防護(defense in depth)の観点から、その効果を示すとともに、クリフェッジ・エフェクト（例えば、設計時の想定を超える地震及び津波により機器類の損傷、浸水等が生じ、燃料損傷等を引き起こす安全上重要な機器等の一連の機能喪失が生じること。）を特定して、設備の潜在的な脆弱性を明らかにする。これにより、発電用原子炉施設について、設計上の想定を超える外部事象に対する頑健性に関して、総合的に評価する。

#### 3.1.4.1 評価項目

本届出書では第1回安全性向上評価届出書（2023年3月28日付け関原発第636号）（以下「第1回届出書」という。）で実施した安全裕度評価に対して、新たに「その他自然現象に対するリスク評価」について評価を実施する。

また、地震、津波及び地震と津波の重畠事象の随伴事象評価、事象進展と時間評価に関する評価並びに追加措置の抽出については次回届出時に実施する。

### 3.1.4.2 その他自然現象に対するリスク評価

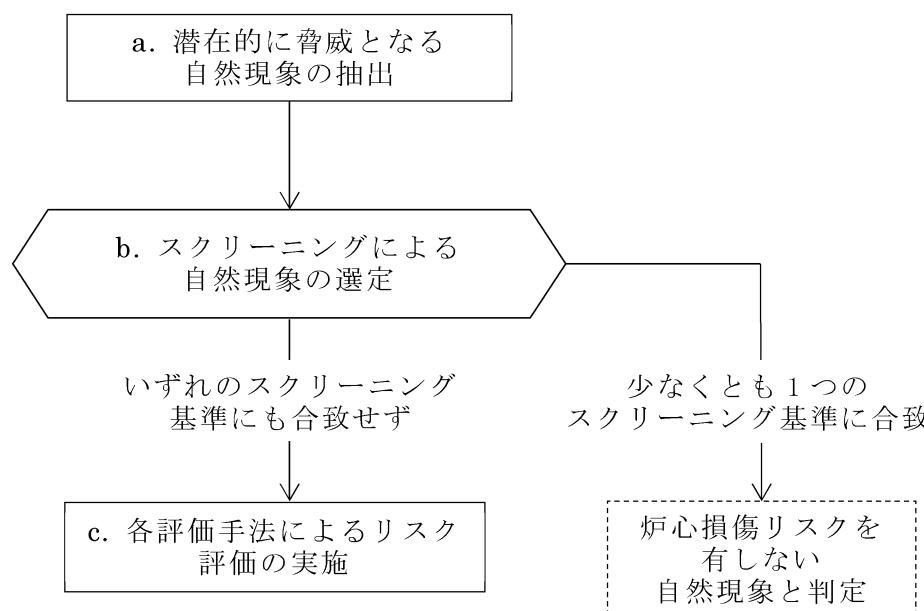
#### 3.1.4.2.1 その他自然現象に対する単独評価

##### (1) 評価方針

地震、津波以外のその他自然現象に対する単独評価では、地震、津波の評価と同様に必ずしもクリフエッジを求めるような安全裕度評価を行うのではなく、各自然現象の特性に応じた評価手法によりリスク評価を実施する。具体的には日本原子力学会標準「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」（以下「学会標準」という。）を参考に評価を行う。

##### (2) 評価方法

その他自然現象のリスク評価を実施するにあたり、第3.1.4.2.1.1図のフローに従い各自然現象に対する評価を行った。



第3.1.4.2.1.1図 その他自然現象の評価に係るフロー図

##### a. 潜在的に脅威となる自然現象の抽出

プラントに潜在的な脅威を与える自然現象として、原子炉設置（変更）許可申請（以下「設置許可」という。）において、スクリーニングアウトされず評価対象となっている自然現象及びIAEA特定安全ガイド No.SSG-25「原子力発電所の定期安全

レビュー」(以下「No.SSG-25」という。)に記載されている自然現象を抽出した。選定結果を第3.1.4.2.1.1表に示す。

第3.1.4.2.1.1表 プラントに潜在的な脅威を与える自然現象

No.	自然現象	引用元	備考
1	竜巻	設置許可	
2	火山	設置許可	
3	生物学的事象	設置許可	
4	森林火災	設置許可	
5	地滑り	設置許可	
6	風(台風)	設置許可	
7	凍結	設置許可	
8	降水	設置許可	
9	積雪	設置許可	
10	落雷	設置許可	
11	洪水	設置許可	
12	高潮	設置許可	
-	津波を含む洪水	No. SSG-25	津波は第1回届出書の「3.1.4.2.2 津波」にて評価を実施し、洪水はNo. 11と同じ
13	竜巻を含む強風	No. SSG-25	
14	火災	No. SSG-25	
15	気象(降雨)	No. SSG-25	
16	気象(高温)	No. SSG-25	
17	気象(低温)	No. SSG-25	
18	気象(霧・もや)	No. SSG-25	
19	気象(かんばつ)	No. SSG-25	
20	気象(降雪)	No. SSG-25	
21	太陽風	No. SSG-25	
22	有毒・腐食性物質(火山灰)	No. SSG-25	
23	水理学的ハザード	No. SSG-25	
-	地震ハザード	No. SSG-25	第1回届出書の「3.1.4.2.1 地震」にて評価実施
-	火山ハザード	No. SSG-25	No. 2と同じ
-	生物学的汚染	No. SSG-25	No. 3と同じ
-	落雷	No. SSG-25	No. 10と同じ

b. スクリーニングによる自然現象の選定

a. 項で抽出した潜在的に脅威となる自然現象に対し、学会標準を参考とした 5 つの基準（第 3.1.4.2.1.2 表）によりスクリーニングを行い、炉心損傷リスクを有する可能性のある自然現象を以下のとおりに選定した。また、その結果の詳細を別紙 3.1.4.2.1(2)b に示す。

＜炉心損傷リスクを有する可能性のある自然現象＞

- ・竜巻を含む強風
- ・火山
- ・生物学的事象
- ・積雪
- ・落雷

第 3.1.4.2.1.2 表 スクリーニング基準

スクリーニング基準		詳細
基準1	頻度	ハザードの発生頻度が極めて小さいことが明確である。
基準2	場所	ハザードがプラントに影響を与えるほど近傍で発生しない。
基準3	タイムスケール	ハザードが進展するタイムスケールがプラントの対処時間に比べて十分に長い。
基準4	起因事象	ハザードがプラントに到達したと仮定しても、炉心損傷につながる起因事象を引き起こさないことが明らかである。
基準5	包含	ハザードが他のハザードに包含される。

c. 評価手法の選定

b 項で選定した炉心損傷リスクを有する可能性のある自然現象に対し、それぞれの特性に応じて学会標準で定められている 5 つの評価手法（第 3.1.4.2.1.3 表）の中からリスク評価を実施した。

第 3.1.4.2.1.3 表 各自然現象に対する評価手法

評価手法	評価の方法
①ハザード影響分析	当該外部ハザードのプラントへの影響を保守的に仮定したとしても、プラントにおける炉心損傷に繋がる起因事象の発生及び安全機能を有する構築物、系統及び機器（S S C）が損なわれないことを、決定論的評価により確認する。
②ハザード頻度分析	プラントに影響を与える可能性のあるハザードレベル（設計基準を有する外部ハザードにおいては設計基準が該当する）を設定し、それを超過する外部ハザードの発生頻度を、保守的な解析により定量的に評価する。 なお、本評価では、発生頻度 $10^{-6}/\text{年}$ のハザードレベルと、プラントに影響を与える可能性のあるハザードレベルを比較することで、上記の評価を実施する。
③裕度評価	多数の事故シナリオを対象として、炉心損傷に繋がる起因事象の発生や安全機能を有するS S Cの機能喪失に対するハザードの影響を決定論的に設定することにより、炉心損傷リスクが必ず起こるハザードレベル及び支配的な事故シナリオを導出する。 ここで導出されるハザードレベルとプラントに影響を与える可能性のあるハザードレベルとの比を当該ハザードの炉心損傷に対する裕度として算出する。
④決定論的なCDF評価	炉心損傷につながる支配的な事故シナリオを対象として、炉心損傷につながる起因事象の発生や安全機能を有するS S Cの機能喪失に対するハザードの影響を決定論的に設定することにより、ハザードにより引き起こされるプラントの条件付き炉心損傷確率（CCDP）を定量的に評価し、ここで算出されたCCDPに、プラントに影響を与える可能性のあるハザードレベルを超過する外部ハザード発生頻度を乗じることによりCDFを評価する。
⑤PRA等の詳細なリスク評価	炉心損傷リスクを有すると判断される外部ハザードに対しては、確率論的リスク評価（PRA）を適用する詳細なリスク評価を行う。

### (3) リスク評価

#### a. 竜巻を含む強風

##### (a) 竜巻を含む強風に対する設計

安全施設は、最大風速100m/sの竜巻が発生した場合においても、竜巻による風圧力による荷重、気圧差による荷重及び飛来物の衝撃荷重を組合せた荷重等に対して安全機能を損なわないために、飛来物の発生防止対策及び竜巻防護対策を行う。

##### i 飛来物の発生防止対策

竜巻により発電所構内の資機材等が飛来物となり、竜巻防護施設が安全機能を損なわないために、以下の対策を行う。

- ・飛来物となる可能性のあるものを固縛、建屋内収納又は撤去する。

- ・車両の入構の制限、竜巻の襲来が予想される場合の車両の退避又は固縛を行う。

## ii 竜巻防護対策

固縛等による飛来物の発生防止対策ができないものが飛来し、安全施設が安全機能を損なわないために、以下の対策を行う。

- ・竜巻防護施設を内包する施設及び竜巻飛来物防護対策設備により、竜巻防護施設を防護し構造健全性を維持し安全機能を損なうことのない設計とする。
- ・竜巻防護施設の構造健全性が維持できない場合には、代替設備又は予備品の確保、損傷した場合の取替又は補修が可能な設計と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。

竜巻の発生に伴い、雹の発生が考えられるが、雹による影響は竜巻防護設計にて想定している設計飛来物の影響に包絡される。

さらに、竜巻の発生に伴い、雷の発生も考えられるが、雷は電気的影響を及ぼす一方、竜巻は機械的影響を及ぼすものであり、竜巻と雷が同時に発生するとしても個別に考えられる影響と変わらないことから、各々の事象に対して安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。

なお、強風（台風含む）に対する影響については、敷地付近で観測された最大瞬間風速は、敦賀特別地域気象観測所での観測記録（1909年～2012年）によれば、41.9m/s（1961年9月16日）であることから、竜巻の評価で想定している風荷重による影響及び飛来物による影響の対策に包含される。

### (b) 竜巻を含む強風に対するリスク評価（ハザード頻度分析）

本評価では、ハザード発生頻度を定量的に判断することにより当該自然現象がプラントに対して有意な炉心損傷リスク

をもたらし得ないと判断できることから、ハザード頻度分析を以下のとおり実施した。

設置許可における竜巻のハザード曲線により算出した年超過確率  $10^{-6}$  値は、風速  $87\text{m/s}$  である。この値は設計値である風速  $100\text{m/s}$  を下回っていることから、竜巻を含む強風はプラントに対して有意なリスクはない評価する。

#### b. 火山

##### (a) 火山に対する設計

火山灰による荷重は、敷地周辺の地質調査結果に文献調査結果等も参考にして、堆積厚さ  $22\text{cm}$  として荷重を設定し、それに対し機械的強度を有する構造とすることで、安全施設の安全機能を損なうことのない設計としている。また、仮に設計を超える火山灰の堆積が発生したとしても、除灰による緩和措置をとることが可能であることから、安全施設の安全機能を損なうおそれはない。加えて、火山灰により、換気空調設備及びディーゼル発電機のフィルタの閉塞が考えられるが、フィルタの取替・清掃による緩和措置をとることが可能であることから、安全施設の安全機能を損なうおそれはない。

##### (b) 火山に対するリスク評価（裕度評価）

本評価では、除灰等による緩和措置を実施可能であることと、評価対象（建屋）が明確かつ耐力の評価が可能であることから、裕度評価を以下のとおり実施した。

安全上重要な建屋における許容降灰厚さを第 3.1.4.2.1.4 表に示す。

第 3.1.4.2.1.4 表 安全上重要な建屋の火山灰の許容降灰層厚さ

建屋	許容層厚※(cm)
外部しゃへい建屋	100 以上
原子炉補助建屋	78
燃料取扱建屋	32
中間建屋	100 以上
ディーゼル建屋	100 以上
制御建屋	74

※応力度による評価。

第 3.1.4.2.1.4 表のとおり、安全上重要な建屋のうち、最も許容降灰層厚さが低いものは燃料取扱建屋の 32cm となる。この値は設計基準の値に対して大きな値であり、仮に 32cm を超える火山灰の堆積が発生したとしても、当該事象の進展は緩慢であり、また、事前に当該事象の予測が可能であることから、除灰等による緩和措置を実施することができる。

なお、火山灰による絶縁不良により起因事象として「外部電源喪失」が発生する可能性があるが、上記のとおり、安全上重要な建屋の許容降灰層厚さは十分大きく、除灰による緩和措置も実施可能であることから、「外部電源喪失」の収束シナリオのとおり対応可能である。よって、火山による降灰はプラントに対して有意なリスクはないと評価する。

### c. 生物学的事象

#### (a) 生物学的事象に対する設計

生物学的事象に対して、クラゲ等の海生生物の発生、小動物の侵入を考慮する。

安全施設は、クラゲ等の海生生物の発生に対して、原子炉補機冷却海水設備に除塵装置を設け、また、小動物の侵入に対して、屋外装置の端子箱貫通部等に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。

除塵装置を通過する貝等の海生生物については、海水ストレーナや復水器細管洗浄装置により、1次系冷却水クーラや復水器等への影響を防止する。さらに、定期的に開放点検、清掃ができるよう点検口等を設ける設計とする。

(b) 生物学的事象に対するリスク評価（ハザード影響分析）

本評価では、プラントに対する影響を保守的に仮定したとしても当該自然現象がプラントに対して有意な炉心損傷リスクをもたらし得ないと判断できるため、ハザード影響分析を以下のとおり実施した。

小動物の侵入に対しては、(a)項で記載したとおり屋外装置の端子箱貫通部等にシールを行っていることから、プラントに対する影響を保守的に仮定したとしても安全機能に対して影響はない。

クラゲ等の海生生物の発生に対しては、(a)項で記載したとおり除塵装置を設けることによって、安全機能を損なうことのない設計としている。保守的な仮定として、取水路の閉塞等により原子炉補機冷却海水設備に影響を与え、起因事象として「原子炉補機冷却海水系の全喪失」が発生したとしても、別紙 3.1.4.2.1(3)-1 及び、別紙 3.1.4.2.1(3)-2 における「原子炉補機冷却海水系の全喪失」の収束シナリオのとおり対応可能である。

以上より、生物学的事象はプラントに対して有意なリスクはないとの評価する。

d. 積雪

(a) 積雪に対する設計

敷地付近で観測された積雪の深さの月最大値は、敦賀特別地域気象観測所での観測記録（1897～2012 年）によれば、196cm（1981 年 1 月 15 日）である。積雪荷重は、建築基準法に基づき、積雪量 100cm として積雪荷重を設定し、それに對し機械的強度を有する構造とすることで、安全施設の安全

機能を損なうことのない設計としている。

また、仮に設計を超える積雪が発生したとしても、除雪による緩和措置をとることが可能であることから、安全施設の安全機能を損なうおそれはない。

(b) 積雪に対するリスク評価（裕度評価）

本評価では、除雪等による緩和措置を実施可能であることと、評価対象（建屋）が明確かつ耐力の評価が可能であることから、裕度評価を以下のとおり実施した。

安全上重要な建屋における許容積雪厚さを第 3.1.4.2.1.5 表に示す。

第 3.1.4.2.1.5 表 安全上重要な建屋の許容積雪厚さ

建屋	許容積雪荷重(N/m <sup>2</sup> )	許容積雪厚さ*(cm)
外部しゃへい建屋	7,795	259
原子炉補助建屋	6,030	201
燃料取扱建屋	6,030	201
中間建屋	7,795	259
ディーゼル建屋	6,030	201
制御建屋	6,130	204

※：積雪の単位荷重は 1cm 当たり 30N/m<sup>2</sup> とする。

第 3.1.4.2.1.5 表のとおり、安全上重要な建屋のうち、最も許容積雪厚さが低いものは原子炉補助建屋、燃料取扱建屋およびディーゼル建屋の 201cm となる。この値は設計基準の値に対して大きな値であり、仮に 201cm を超える積雪が発生したとしても、当該事象の進展は緩慢であり、また、事前に当該事象の予測が可能であることから、除雪等による緩和措置を実施することができる。

なお、積雪では絶縁不良により起因事象として「外部電源喪失」が発生する可能性があるが、上記のとおり、安全上重

要な建屋の許容積雪厚さは十分大きく、除雪による緩和措置も実施可能であることから、「外部電源喪失」の収束シナリオのとおり対応可能である。よって、積雪はプラントに対して有意なリスクはないと評価する。

e. 落雷

(a) 落雷に対する設計

雷害防止対策として、建築基準法に基づき高さ 20m を超える原子炉格納施設等へ日本産業規格（J I S）に準拠した避雷設備を設置するとともに、構内接地網と連接することにより、接地抵抗の低減や雷撃に伴う構内接地系の電位分布の平坦化を図っている。さらに、安全保護回路への雷サージ電流抑制を図る回路設計としていることから、安全施設の安全機能を損なうことのない設計としている。

(b) 落雷に対するリスク評価（ハザード影響分析）

本評価では、プラントに対する影響を保守的に仮定したとしても当該自然現象がプラントに対して有意な炉心損傷リスクをもたらし得ないと判断できるため、ハザード影響分析を以下のとおり実施した。

i 評価の前提条件

落雷により影響を受けると考えられる設備は、それぞれ分散されていることから、落雷により同時損傷する可能性は非常に小さいと考えられるが、本評価では保守的に複数設備の同時損傷を考慮している。また、直撃雷の最大電撃電流値及び誘導雷サージの雷サージ電圧値に関わらず、対象とする設備が保守的に必ず損傷するものとして、以下の前提条件のもと評価を行う。また、以下の前提条件のイメージを別紙 3.1.4.2.1(3)e-1 に示す。

① 直撃雷による設備損傷

屋外設備への直撃雷により、直撃雷を受けた設備の機能喪失を想定する。ただし、連続して複数の屋外設備に

直撃雷は生じないものとする。

## ② 誘導雷サージによる設備損傷

落雷により周囲の屋外ケーブル（金属材料が使われていない光ケーブルを除く）に大規模な誘導雷サージが発生し、それにより当該ケーブルに接続された設備にサージ電流が流れることで機能喪失に至ることを想定する。

誘導雷サージによる機能喪失範囲としては、屋外ケーブルで常時接続されている屋外機器及び屋内機器の接続部位まで持つ機能が同時に全て喪失することとする。ただし、連続して大規模な誘導雷サージが発生するような落雷は生じないものとする。

また、建屋内機器の接続部位がしゃ断器等で開放又は引出位置で縁切りされている場合には、接続されている屋外機器のみが誘導雷サージの影響を受け、機能喪失することとする。

## ③ 誘導雷サージによる誤信号の発信

設計想定以上の雷サージにより機器が誤動作する可能性があるが、機器の誤動作が生じたとしても、落雷による瞬間的な誤信号であれば、運転員による適切な評価がなされることから、影響はないとする。

## ④ 建屋内のみで構成される機器

建屋内のみで構成される機器については、建屋が鉄筋コンクリート造であり、かつ、十分に接地されており、また、その鉄筋量は一般建屋よりも多く緻密な格子状の空間遮蔽が形成されていることから、耐雷サージ性の高いファラデーゲージになっており、建屋内部の過度電位分布が平坦化されることから、影響はないとする。

### ii 評価の結果

送電線は架空地線で直撃雷の低減対策を実施しており、また、安全系母線は複数の送電線系から受電可能のため、

直撃雷により「外部電源喪失」に至る可能性は極めて低いと考えられるが、複数設備の同時損傷を考慮し、保守的に「外部電源喪失」の発生を想定する。

海水ポンプは、防護壁及び防護竜巻ネットで構成される対雷サージ性の高いファラデーゲージ内に接地されており、直撃雷により機能喪失することは考えられない。また、しや断器の保護継電器により、誘導雷サージによるサージ電流が発生したとしてもしや断器が開放することで機器の損傷を回避する設計となっている。さらに、海水ポンプは複数機存在するため、全てが誘導雷サージにより同時に損傷する可能性は極めて低いと考えられるが、設計基準を超えた落雷を受けることから、保守的に誘導雷サージにより海水ポンプの機能喪失が喪失することとし、「原子炉補機冷却海水系の全喪失」の発生を想定する。

上記により、落雷により「外部電源喪失」及び「原子炉補機冷却海水系の全喪失」の起因事象が発生する。当該起因事象発生時のイベントツリーを別紙 3.1.4.2.1(3)-1 及び別紙 3.1.4.2.1(3)-2 に示す。また、当該起因事象発生時の緩和機能に必要な設備のうち、誘導雷サージにより損傷する可能性のある屋外設備を第 3.1.4.2.1.6 表に示す。

第 3.1.4.2.1.6 表 緩和機能に必要な屋外設備

設備	取り合うケーブルの通常時の接続状態 ●：常時接続 －：常時切り離し	取り合うケーブルの金属材料の有無 ●：金属あり －：金属なし
空冷式非常用発電装置信号処理盤	●	－(光ケーブル)
空冷式非常用発電装置	●*	●
復水タンク出口弁 (タービン動補助給水ポンプ側)	●	●
タンクローリー	－	
送水車	－	
大容量ポンプ	－	

\*…通常時、しゃ断器は開放状態

第 3.1.4.2.1.6 表のとおり、緩和機能に必要な設備のうち、金属材料のケーブルが常時接続されている設備は空冷式非常用発電装置および復水タンク出口弁（タービン動補助給水ポンプ側）であり、当該設備は誘導雷サージの影響を受ける可能性がある。

しかし、空冷式非常用発電装置は通常時はしゃ断器が開放状態であり、それにより縁切りされているため、誘導雷サージの影響は受けない。

復水タンク出口弁（タービン動補助給水ポンプ側）については、通常時は開状態であり、緩和操作時に必要な状態も開状態であることから操作は不要であり、機能喪失したとしても影響はない。仮に、誘導雷サージによる誤信号により閉止したとしても、運転員による手動操作により対応可能である。

以上より、落雷により「外部電源喪失」、「原子炉補機冷却海水系の全喪失」の起因事象が発生したとしても、緩和

機能に必要な設備は落雷の影響を受けないことから炉心損傷を回避することができる。よって、落雷はプラントに対して有意なリスクはないと評価する。

### 3.1.4.2.2 地震又は津波に対するその他の自然現象の重畠

クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に加え、地震又は津波とは独立なその他の自然現象の重畠が生じた場合に、クリフエッジに大きな影響を及ぼす可能性がある場合には、それを考慮したクリフエッジを特定する必要がある。

ここでは、美浜発電所の立地条件を踏まえて、クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に加え、その他の自然現象が重畠して発生する可能性を十分に考慮し、クリフエッジの発生を防止するために必要な設備（以下「防護対象設備」という。）の機能維持、作業性及び接近性の観点から、その他の自然現象の重畠による影響を評価する。

なお、その他の自然現象の規模について、美浜発電所の敷地付近における観測データの最大規模等を考慮して設定することとし、具体的には美浜発電所3号機について、設置許可における想定と同等とする。

#### (1) その他の自然現象の重畠を考慮する自然現象の特定

美浜発電所の立地条件を踏まえて、クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に加えて、重畠して発生する可能性があると考えられるその他の自然現象を特定するにあたり、設計上考慮されている自然現象（地震と津波を除く。）として、設置（変更）許可で整理された以下の12事象を対象に検討した。

- ・風（台風）
- ・火山
- ・降水
- ・凍結
- ・積雪

- ・落雷
- ・竜巻
- ・生物学的事象
- ・森林火災
- ・洪水
- ・高潮
- ・地滑り

ここで、火山については、設置許可での想定と同様に、地震、津波とは独立事象として扱い、クリフエッジとなる地震及び津波と、設計基準想定の火山の噴火の各頻度が十分小さいことから、クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に加えて、重畠して発生することは考慮しない。

竜巻については、地震、津波とは独立事象であり、クリフエッジとなる地震及び津波と、設計基準想定の竜巻の各頻度が十分小さいことから、クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に加えて、重畠して発生することは考慮しない。

洪水については、河川は美浜発電所と入り江を挟んだ対岸に落合川があるが、距離は約 1.5km 離れており、敷地の地形及び表流水の状況から重畠の影響を考慮する必要はない。

高潮については、第 1 回届出書の「3.1.4.2.3 地震と津波の重畠事象」の評価に包含されるため、重畠の影響を考慮する必要はない。

また、地滑りについては、主な誘因として地震と大雨があるが、地震に起因する地滑りについては、次回届出時において、クリフエッジ地震動に対して斜面崩壊によりクリフエッジシナリオに必要な緩和機器に影響を与えないことを確認する。また、大雨に起因する地滑りについては、急傾斜地崩壊危険箇所の安定性を確保していることから、重畠の影響を考慮する必要はない。

以上より、美浜発電所の立地条件を踏まえて、クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に加えて、重畠して発生する可

能性があると考えられるその他の自然現象を以下のとおり特定した。

- ・風（台風）
- ・降水
- ・凍結
- ・積雪
- ・落雷
- ・生物学的影響
- ・森林火災

## (2) その他の自然現象の重畠の影響評価

### a. 機能維持

クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に加え、前項にて特定したその他の自然現象が重畠して発生した場合を想定し、防護対象設備に対して、機能維持の観点から、その他の自然現象の重畠による影響を評価した。

ここで、その他の自然現象の重畠による影響が生じる場合は、地震と津波がプラントに及ぼす影響と同等の影響を有する場合（例えば地震による荷重に加えて、その他自然現象による荷重が重なる場合等）であり、プラントに及ぼす影響が異なる自然現象を、地震と津波に組合せたとしても（例えば地震による荷重に、落雷による電気的影響が加わる場合等）、各々の個別評価と変わることはない。

設置許可においては、各自然現象がプラントに及ぼす影響について別紙 3.1.4.2.2(2)a-1 のとおり整理されており、機能維持の観点でプラントに及ぼす影響としては荷重、温度、閉塞、浸水、電気的影響、腐食及び磨耗が該当するところ、これらのうち、地震と津波がプラントに及ぼす影響である荷重と浸水と同じ影響を有する自然現象を特定した結果、荷重に関しては風（台風）、及び積雪、また浸水に関しては降水が特定された。

このうち、荷重の観点では、まず風（台風）の重畠について、

設計及び工事計画認可（2020年3月31日以前は工事計画認可）での整理と同様に、屋外の防護対象設備については風による受圧面積が相対的に小さいこと、また屋内の防護対象設備についてはコンクリート構造物等の自重が大きい建屋等内に設置されていること等から、風荷重の影響は小さいと考えられるため、重畠の影響を考慮する必要は無い。

また、積雪との重畠については、大雪が予想される場合には事前に除雪体制を整えるとともに、大雪が発生した場合には防護対象設備の除雪を行うこととしているため、重畠の影響を考慮する必要は無い。

浸水の観点では、降水の影響は津波に包絡されるため、重畠の影響を考慮する必要は無い。

以上より、クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に対し、防護対象設備の機能維持の観点で、その他自然現象の重畠が影響を及ぼすことはない。

#### b. 接近性

接近性の観点は、別紙 3.1.4.2(2)a-1 のアクセス性が該当するところ、屋外アクセスルートに対しては、設置許可、工認において、その他自然現象による影響を想定し、複数のアクセスルートの中から早期に復旧可能なルートを確保するとともに、必要に応じてブルドーザにより障害物を除去し、アクセスルートを確保できることを確認している。

また、屋内アクセスルートに対しては、その他自然現象による影響に対して、外部からの衝撃による損傷の防止が図られた建屋内に確保している。

以上より、クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に対し、防護対象設備への接近性の観点で、その他自然現象の重畠が影響を及ぼすことはない。

#### c. 作業性

作業性の観点では、高線量下、夜間、悪天候及び照明機能喪

失等を考慮する必要があるが、美浜発電所においては、実働訓練においてこれらの悪条件を想定し、必要な防護具や資機材等を活用した訓練を実施している。

以上より、クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に対し、防護対象設備の作業性の観点で、その他自然現象の重畠が影響を及ぼすことはない。

## 自然現象スクリーニング結果詳細

No.	自然現象	引用元	スクリーニング基準*					選定結果	備考
			基準1 (頻度)	基準2 (場所)	基準3 (タイム スケール)	基準4 (起因 事象)	基準5 (包含)		
1	竜巻	設置許可					✓	×	No. 13 竜巻を含む強風に包含される。
2	火山	設置許可						○	評価対象とする。
3	生物学的事象	設置許可						○	評価対象とする。
4	森林火災	設置許可				✓		×	発電所において最も厳しい条件で森林火災の影響評価を行い、評価上必要以上の防火帯を確保していることから、起因事象は発生しない。
5	地滑り	設置許可				✓		×	安全施設の安全機能に影響を及ぼす恐れのある急傾斜地崩壊危険箇所の斜面の安定性を確保することにより、安全施設の安全機能を損なうことのない設計としていることから、起因事象は発生しない。
6	風 (台風)	設置許可					✓	×	No. 13 竜巻を含む強風に包含される。
7	凍結	設置許可				✓		×	安全施設は屋外機器で凍結のおそれのあるものに保温等の凍結防止対策を行うことにより、安全機能を損なうことのない設計としていることから、起因事象は発生しない。
8	降水	設置許可				✓		×	敷地内に構内排水施設を設けて海域に排水することにより、安全機能を損なうことのない設計としていることから、起因事象は発生しない。
9	積雪	設置許可						○	評価対象とする。
10	落雷	設置許可						○	評価対象とする。
11	洪水	設置許可		✓				×	美浜発電所周辺地域における河川としては、美浜発電所敷地東方向約1.5kmに落合川があるが、美浜発電所は落合川とは入り江を挟んだ対岸に立地しており、敷地の地形及び表流水の状況から判断して、敷地が洪水による被害を受けることはない。
12	高潮	設置許可					✓	×	津波評価に包含される。
13	竜巻を含む強風	No. SSG-25						○	評価対象とする。
14	火災	No. SSG-25				✓	✓	×	No. 4 森林火災に包含される。
15	気象 (降雨)	No. SSG-25				✓	✓	×	No. 8 降水に包含される。
16	気象 (高温)	No. SSG-25				✓		×	気温の上昇は緩慢であり、一過性のものである。また、各設備は大きな熱容量を有していることから、気象による高温の影響はなく、起因事象は発生しない。
17	気象 (低温)	No. SSG-25				✓	✓	×	No. 7 凍結に包含される。
18	気象 (霧・もや)	No. SSG-25				✓		×	屋外設備は防滴・防水仕様となっており、高湿度・濃霧等の影響は生じない。また、屋内設備についても空調で管理されていることから、起因事象は発生しない。
19	気象 (旱魃)	No. SSG-25				✓		×	取水源は海水であり、旱魃の影響を受けないことから起因事象は発生しない。
20	気象 (降雪)	No. SSG-25					✓	×	No. 9 積雪に包含される。
21	太陽風	No. SSG-25				✓		×	太陽フレアによる磁気嵐により誘導電流が発生する可能性があるが、日本では、磁気緯度、大地抵抗率の条件から地磁気変動が電力系統に影響を及ぼす可能性は極めて小さい。また太陽フレアによる電磁的障害については、上記の通りわが国における影響は極めて小さいことを鑑みれば、安全保護回路等には、落雷や電磁波対策を行い、鋼製筐体に収納され、遮蔽されていることから、起因事象は発生しない。
22	有毒・腐食性物質 (火山灰)	No. SSG-25					✓	×	No. 2 火山に包含される。
23	水理学的ハザード	No. SSG-25					✓	×	津波評価に包含される。

※：スクリーニング基準は以下の通り。

基準1：ハザードの発生頻度が極めて小さいことが明確である。

基準2：ハザードがプラントに影響を与えるほど近傍で発生しない。

基準3：ハザードが進展するタイムスケールがプラントの対応時間に比べて十分に長い。

基準4：ハザードがプラントに到達したと仮定しても、炉心損傷につながる起因事象を引き起こさないことが明らかである。

基準5：ハザードが他のハザードに包含される。

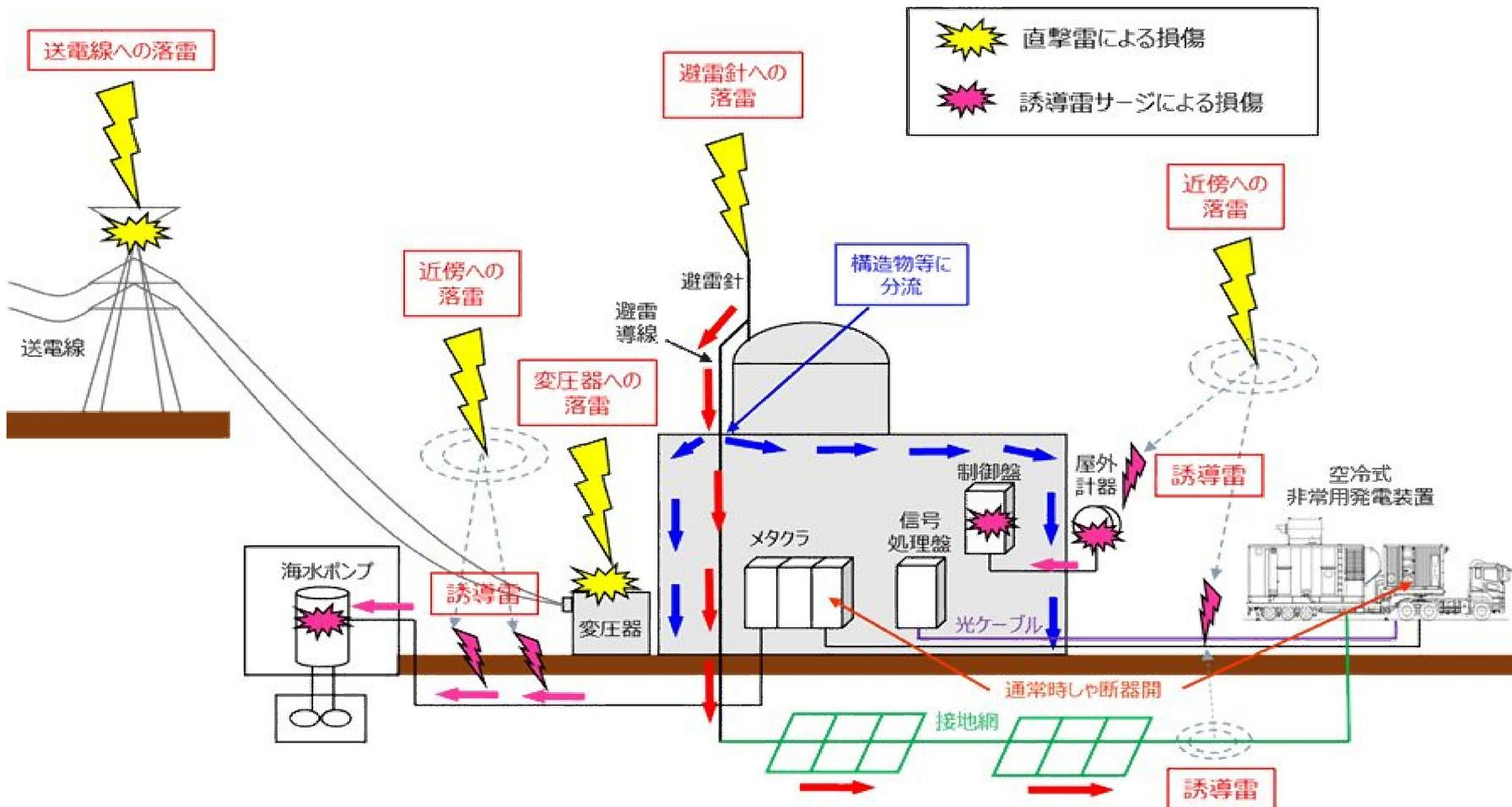
## スクリーニングによる自然現象の選定

参考資料－5に記載する。

第1回届出書における出力運転時炉心損傷防止対策の結果  
起因事象：外部電源喪失及び原子炉補機冷却海水系の全喪失

参考資料－5に記載する。

第1回届出書における運転停止時炉心損傷防止対策の結果  
起因事象：外部電源喪失及び原子炉補機冷却海水系の全喪失



落雷による影響のイメージ

別紙 3.1.4.2.2(2)a-1

	プラントに及ぼす影響								
	機能維持							接近性	視認性
	荷重	温度	閉塞	浸水	電氣的影響	腐食	磨耗		
風 (台風)	○	—	—	—	—	—	—	○	—
降水	—	—	—	○	—	—	—	—	○
凍結	—	○	○	—	—	—	—	○	—
積雪	○	—	—	—	—	—	—	○	○
落雷	—	—	—	—	○	—	—	—	—
生物学的影響	—	—	○	—	○	—	—	—	—
森林火災	—	○	○	—	○	—	○	○	○
地震	○	—	—	—	—	—	—	○	○
津波	○	—	—	○	—	—	—	○	—

美浜発電所において想定される自然現象とプラントに及ぼす影響

### 3.2 安全性向上に係る活動の実施状況に関する中長期的な評価

IAEA 安全ガイド「Periodic Safety Review for Nuclear Power Plants」(No.SSG-25)と同等の規格である日本原子力学会標準「原子力発電所の安全性向上のための定期的な評価に関する指針：2015」(AESJ-SC-S006:2015)（以下「PSR<sup>+</sup>指針」という。）を参考として、将来の安全性を確保する又は向上するための計画を立て、Proactive に実行していく契機とし、より実効的な安全性向上措置を抽出することを目的として、評価を実施する。

なお、「3.2.2 評価実施予定（計画）について」のとおり、美浜 3 号機においては、第 4 回届出時を目途に本評価を行うこととしており、ここでは評価の計画を記載する。

#### 3.2.1 評価の実施について

安全性向上に係る活動の実施状況に関する中長期的な評価を実施するにあたり、PSR<sup>+</sup>指針を参考に、安全因子（14 の因子：IAEA 安全ガイドを参照して策定されたもの）を対象としたレビューを行い、レビュー結果に基づく総合評価を行うことで、将来のプラントの安全性確保又は更なる安全性向上を目的とする安全性向上措置を抽出し、実行計画を策定するという一連の評価プロセスの実行により発電所の安全性向上を図る。

##### (1) 中長期的な評価の対象とする安全因子のリスト

PSR<sup>+</sup>指針に基づく以下の 14 の安全因子についてレビューを行う。

- ① プラント設計
- ② 安全上重要な S S C（構築物・系統・機器）の現状
- ③ 機器の性能保証
- ④ 経年劣化
- ⑤ 決定論的安全解析
- ⑥ 確率論的リスク評価
- ⑦ ハザード解析
- ⑧ 安全実績

- ⑨ 他のプラントでの経験及び研究結果の利用
- ⑩ 組織、マネジメントシステム、及び安全文化
- ⑪ 手順
- ⑫ ヒューマンファクター
- ⑬ 緊急時計画
- ⑭ 放射性物質が環境に与える影響

## (2) 中長期的な評価のプロセス

第 3.2.1 図に、中長期的な評価のプロセスとして安全因子レビュー及び総合評価のプロセスのフローを示す。各プロセスの概要は以下のとおりである。

### [安全因子レビュー]

#### (a) レビューに必要な情報の調査

プラントに関連する文書の収集などによりレビューに必要な情報を調査する。

#### (b) 調査結果の分析・評価

14 の安全因子について、P S R<sup>+</sup>指針に示される各安全因子に対するレビュー項目やレビュー方法に従い、評価時点の状態、及び必要な場合には過去の実績又は時間的な推移から分析・評価し、所見とする。

#### (c) 好ましい所見・改善の余地が見込まれる所見への分類

上記の「調査結果の分析・評価」における所見を以下の 2 種類に分類する。

- 好ましい所見（強み）

現状の活動が、最新の国際的な規格基準等に基づき実施され、良好な実績を収めた経験、事例に対して同等以上のもの。長所であるが、自ら更なる改善の余地を期待するもの。

- 改善の余地が見込まれる所見（弱み）

現状の活動が、最新の国際的な規格基準等に基づき実施され、良好な実績を収めた経験、事例と比較した場合に改善の余地が見込まれるもの。

(d) 改善の余地が見込まれる所見に関するリスクの評価

改善の余地が見込まれる所見に対しては、「工学的判断」による定性的な判断等により関連するリスクを評価する。

(e) 安全性向上措置候補の考案

リスクが想定される改善の余地が見込まれる所見に対して、現状のプラクティスをグッドプラクティスまで引き上げるための安全性向上措置候補を考案する。

[総合評価]

(a) 妥当かつ実行可能な安全性向上措置の抽出

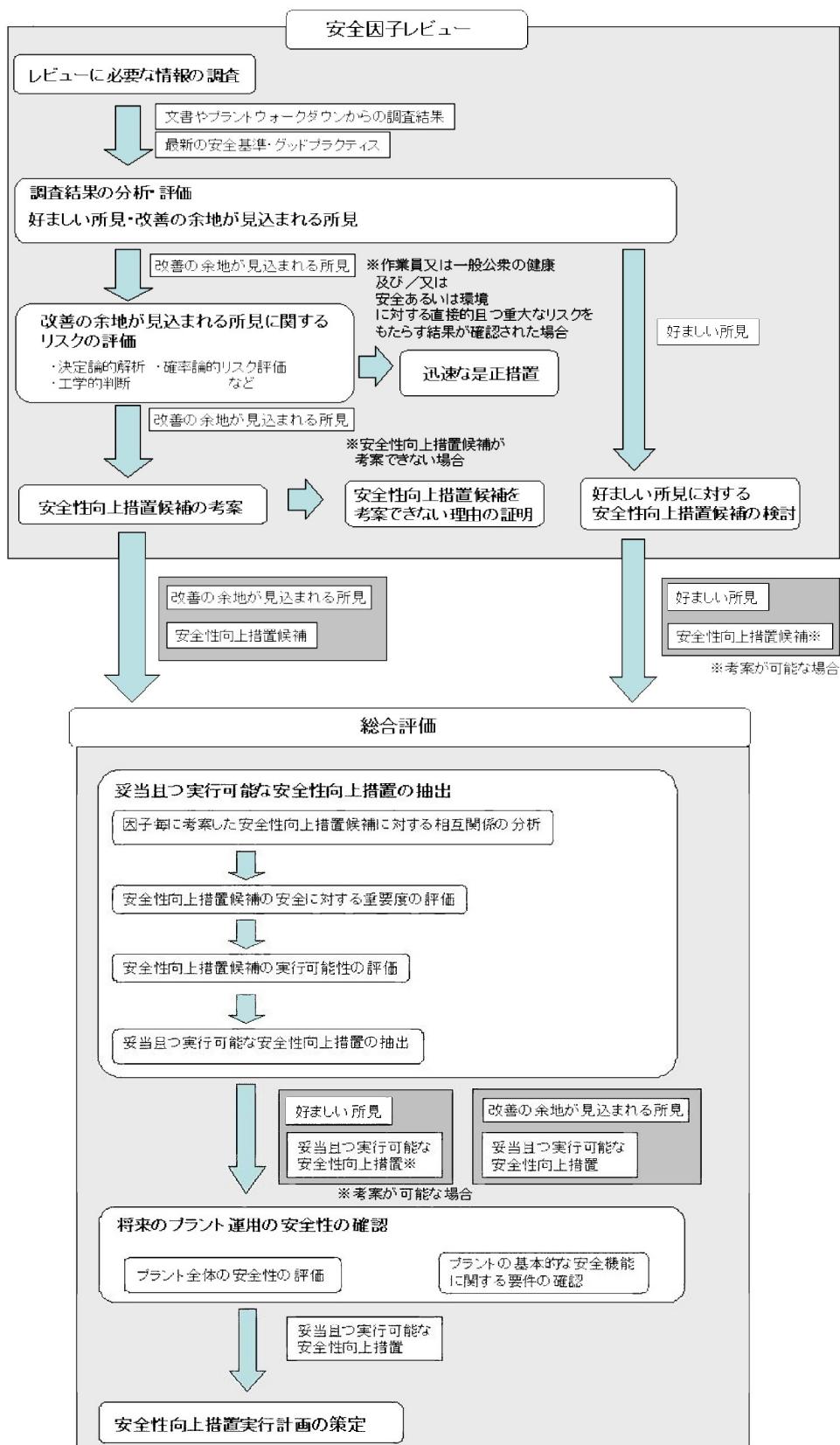
安全因子レビューにて抽出した改善の余地が見込まれる所見に対して考案した安全性向上措置候補と、別の安全因子で得られた安全性措置候補を組み合わせ、プラントの安全性向上への寄与を分析したうえで、妥当かつ実行可能な安全性向上措置を抽出する。

(b) 将来のプラント運用の安全性の確認

抽出された妥当かつ実行可能な安全性向上措置が、リスクの増加要素も含むものである場合、当該措置の妥当性及び実行可能性を再度確認する。

(c) 安全性向上措置実行計画の策定

抽出された安全性向上措置を、妥当かつ実行可能な安全性向上措置として実行計画を策定する。



第 3.2.1 図 中長期的な評価のプロセス

### 3.2.2 評価実施予定（計画）について

P S R<sup>+</sup>指針 附属書 A.2 「長期的な視野におけるレビューの意義について」では、10年が適切な間隔であるとみなされているのは、その間に以下8項目のプラント環境の変化が発生する可能性が高いからとされている。

- ・国内及び国際的な安全基準、運用慣行、技術、基盤となる科学的な知識又は解析技術の変化
- ・プラントの改造が安全性に与える悪影響、又は安全文書の利用可能性及び有用性についての累積的影響の可能性
- ・重要な経年劣化の影響又は傾向の確認
- ・適切な運転経験の蓄積
- ・プラントの運転又は将来の運転の変更
- ・プラント周囲の自然環境、産業環境、又は人口状況の変化
- ・要員配置のレベル又は要員の経験の変化
- ・プラント運転組織のマネジメント（組織）構造及び手順の変化

また、10年を越えて延長すると重大な安全上の問題の確認が遅れ、以前のレビューで得られた知識や経験が失われるとともに連続性が失われる可能性がある。中長期的な評価は、安全性向上措置を考案することに役立つ多くの視点・項目を含んでいる安全因子ごとの関連性を考慮しながら多面的にレビューを行うため、長時間を要することから、逆に短周期で行うことは、プラント環境の変化がない状態で行うこととなり、レビューに時間を要する割には、安全性向上の対応策を考案できる効果は期待できず、安全には繋がらないとの趣旨の解説がある。

これらを踏まえ、美浜3号機においては、プラント環境の変化を把握すること及び評価を実施するために必要なデータの蓄積のため、第4回届出時を目途に評価を実施する事とする。

なお、第3.2.1表に示すとおり、14の安全因子のレビュー項目と本届出書にて関連する箇所の調査・評価が行われている事項が存在する。中長期的な評価を実施するまでは、これらの関連する箇所から得られるプラント環境の変化等を注視することとする。

第 3.2.1 表 安全因子のレビュー項目と本届出書の関連箇所

14 の安全因子	本届出書にて安全因子のレビュー項目に関する箇所
① プラント設計	1.1 発電用原子炉施設概要、 1.2 敷地特性
② 安全上重要な S S C (構築物・系統・機器) の現状	1.3 構築物、系統及び機器
③ 機器の性能保証	1.3 構築物、系統及び機器
④ 経年劣化	2.2.1.3 施設管理
⑤ 決定論的安全解析	1.5 法令への適合性の確認のための安全性評価結果、 3.1.2 決定論的安全評価
⑥ 確率論的リスク評価	3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価 (P R A)
⑦ ハザード解析	1.5 法令への適合性の確認のための安全性評価結果、 3.1.4 安全裕度評価
⑧ 安全実績	2.2.1 保安活動の実施状況の「実績指標」
⑨ 他のプラントでの経験及び研究結果の利用	2.2.1.7 非常時の措置、 2.2.2 国内外の最新の科学的知見及び技術的知見
⑩ 組織、マネジメントシステム、及び安全文化	1.4 保安のための管理体制及び管理事項、 2.2.1 保安活動の実施状況の「組織・体制」、 2.2.1.8 安全文化の醸成活動
⑪ 手順	2.2.1 保安活動の実施状況の「社内マニュアル」
⑫ ヒューマンファクター	1.4 保安のための管理体制及び管理事項
⑬ 緊急時計画	2.2.1.7 非常時の措置
⑭ 放射性物質が環境に与える影響	2.2.1.5 放射線管理及び環境放射線モニタリング、 2.2.1.6 放射性廃棄物管理