

### 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22回施設定期検査の終了日翌日（平成29年7月5日）から評価時点となる第23回施設定期検査終了日（平成30年12月7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、自然現象そのものを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の特定安全ガイド No.SSG-25 を参考に選定する。

###### 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あるような、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  
(平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 1306195 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  
(平成 19 年 12 月 27 日)
- c. 発電用火力設備の技術基準の解釈  
(平成 25 年 5 月 17 日 20130507 商局第 2 号)  
(改正 平成 29 年 3 月 31 日 20170323 商局第 3 号)
- d. JIS A 4201-1992 建築物等の避雷設備 (避雷針)
- e. 原子力発電所の火災防護規程  
(JEAC4626-2010)
- f. 原子力発電所の火災防護指針  
(JEAG4607-2010)
- g. 原子力発電所の内部火災影響評価ガイド  
(平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 13061914 号)  
(改正 平成 29 年 7 月 19 日原規技発第 1707195 号)
- h. 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  
(平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 1306194 号)  
(改正 平成 30 年 1 月 24 日原規技発第 1801246 号)
- i. 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  
(平成 17 年 12 月 15 日原院第 5 号)  
(改正 平成 23 年 9 月 9 日原院第 2 号)
- j. 建築基準法  
(昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号)  
(改正 平成 30 年 6 月 27 日号外法律第 67 号)

- k. 建築基準法施行令
  - (昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号)
  - (改正 平成 30 年 9 月 12 日政令第 255 号)
- l. 高压ガス保安法
  - (昭和 26 年 6 月 7 日法律第 204 号)
  - (改正 平成 29 年 6 月 2 日号外法律第 42 号)
- m. 高压ガス保安法施行令
  - (平成 9 年 2 月 19 日政令第 20 号)
  - (改正 平成 29 年 7 月 20 日政令第 198 号)
- n. 消防法
  - (昭和 23 年 7 月 24 日法律第 186 号)
  - (改正 平成 30 年 6 月 27 日号外法律第 67 号)
- o. 消防法施行令
  - (昭和 36 年 3 月 25 日政令第 37 号)
  - (改正 平成 30 年 3 月 28 日政令第 69 号)
- p. 消防法施行規則
  - (昭和 36 年 4 月 1 日自治省令第 6 号)
  - (改正 平成 30 年 6 月 1 日号外総務省令第 34 号)
- q. 危険物の規制に関する政令
  - (昭和 34 年 9 月 26 日政令第 306 号)
  - (改正 平成 29 年 9 月 1 日政令第 232 号)
- r. 平成 12 年建設省告示第 1400 号
  - (平成 16 年 9 月 29 日国土交通省告示第 1178 号による改定)
- s. 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
  - (平成 2 年 8 月 30 日原子力安全委員会決定、平成 21 年 3 月 9 日 一部改訂)
- t. 発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針
  - (平成 2 年 8 月 30 日原子力安全委員会決定、平成 13 年 3

月 29 日 一部改訂)

- u. JIS L 1091-1999 繊維製品の燃焼性試験方法
- v. 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))
- w. 原子力発電所耐震設計技術指針  
(JEAG4601-1987 ((社) 日本電気協会))
- x. 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))
- y. JSME S NB1-2007 発電用原子力設備規格 溶接規格
- z. JSME S NC1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格
- aa. JSME S NC1-2012 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
- ad. IEEE Std 383-1974 垂直トレイ燃焼試験
- 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)

(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、(1) 項の規格・基準に新たに反映すべき知見はなく、(2) 項のとおり、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。評価時点において、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及び同解釈の改正に伴い、内部溢水による管理区域外への漏えいの防止に関連する記載事項の一部を規則の条文と整合した記載に変更する設置変更許可を申請中である。

上記規則及び同解釈を除く適用規格及び適用基準については、設置変更許可の内容を変更する必要があるような、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位置、構造及び設備の基準に関する規則

(平成 25 年 6 月 28 日原子力規制委員会規則第 5 号)

(改正 平成 30 年 6 月 8 日原子力規制委員会規則第 6 号)

b. 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

(平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 1306193 号)

(改正 平成 30 年 1 月 24 日原規技発第 1801246 号)

c. 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド

(平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 13061913 号)

- (改正 平成 26 年 8 月 6 日原規技発第 1408064 号)
- d. 耐津波設計に係る工認審査ガイド  
(平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 1306196 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  
(平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 1306194 号)  
(改正 平成 30 年 1 月 24 日原規技発第 1801246 号)
- f. 建築基準法  
(昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号)  
(改正 平成 30 年 6 月 27 日号外法律第 67 号)
- g. 建築基準法施行令  
(昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号)  
(改正 平成 30 年 9 月 12 日政令第 255 号)
- h. 高圧ガス保安法  
(昭和 26 年 6 月 7 日法律第 204 号)  
(改正 平成 29 年 6 月 2 日号外法律第 42 号)
- i. 消防法  
(昭和 23 年 7 月 24 日法律第 186 号)  
(改正 平成 30 年 6 月 27 日号外法律第 67 号)
- j. 消防法施行令  
(昭和 36 年 3 月 25 日政令第 37 号)  
(改正 平成 30 年 3 月 28 日政令第 69 号)
- k. 防波堤の耐津波設計ガイドライン  
(国土交通省港湾局、平成 25 年 9 月)  
(改訂 平成 27 年 12 月)
- l. 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  
(平成 25 年 6 月 19 日原技発第 1306195 号)
- m. 発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針  
(平成 2 年 8 月 30 日原子力安全委員会決定、平成 21 年 3

月 9 日 一部改訂)

n. 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

(平成 2 年 8 月 30 日原子力安全委員会決定、平成 13 年 3  
月 29 日 一部改訂)

o. JIS A 5525-2009 鋼管ぐい

p. JIS B 0205-2001 一般用メートルねじ

q. JIS G 3136-2012 建設構造用圧延鋼材

r. JIS G 3192-2008 熱間圧延型鋼の形状，寸法，質量及びそ  
の許容差

s. JIS G 3192-2012 熱間圧延型鋼の形状，寸法，質量及びそ  
の許容差

t. JIS G 4105-1979 クロムモリブデン鋼鋼材

u. JIS G 4303-2012 ステンレス鋼棒

v. JIS G 4304-2005 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯

w. JIS G 4304-2010 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯

x. JIS G 4317-2005 熱間成形ステンレス鋼形鋼

y. JIS G 4317-2012 熱間成形ステンレス鋼形鋼

z. JIS G 4317-2013 熱間成形ステンレス鋼形鋼

aa. 乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造  
の設計に関する技術規程 (JEAC4616-2009)

ab. 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)

ac. 原子力発電所耐震設計技術指針  
(JEAG4601-1987)

ad. 原子力発電所耐震設計技術指針  
(JEAG4601-1991 追補版)

ae. 原子力発電所の火災防護指針  
(JEAG4607-2010)

af. 原子力発電所配管破損防護設計技術指針

(JEAG4613-1998)

- ag. JSME S NB1-2007 発電用原子力設備規格 溶接規格
- ah. JSME S NC1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格
- ai. JSME S NC1-2012 発電用原子力設備規格 設計・建設規格
- aj. 土木学会 2002 年コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕
- ak. 日本建築学会 1991 年鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説
- al. 日本建築学会 1999 年鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説－許容応力度設計法－
- am. 日本建築学会 2001年改定鉄骨鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説－許容応力度設計と保有水平耐力－
- an. 日本建築学会 2005 年 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説
- ao. 日本建築学会 2004 年 建築物荷重指針・同解説
- ap. 日本建築学会 2005 年鋼構造設計規準－許容応力度設計法－
- aq. 日本建築学会 2010 年各種合成構造設計指針・同解説  
(改訂 平成 27 年 1 月 14 日)
- ar. 日本道路協会 平成 14 年 3 月 道路橋示方書(I共通編・III  
コンクリート橋編)・同解説  
(改訂 平成 24 年 3 月 26 日)
- as. 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 平成 24 年 3 月 26 日)
- at. 日本道路協会 平成 14 年 3 月 道路橋示方書 (V 耐震設計編)・同解説
- au. 日本道路協会 平成 18 年度改訂版 杭基礎設計便覧
- av. アルミニウム合金製水門設計製作指針案



(社団法人軽金属協会 昭和 54 年 3 月)

aw. 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】

ax. ダム・堰施設技術協会 平成 23 年 7 月 ダム堰施設技術  
基準(案)

ay. 水門鉄管協会 平成 19 年 9 月改訂発行 水門鉄管技術基  
準

az. 津波漂流物対策施設設計ガイドライン

((財) 沿岸技術研究センター 寒地港湾技術研究センター  
平成 26 年 3 月)

ba. 東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津  
波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針

(国土交通省住宅局及び国土技術政策総合研究所 平成 23  
年 11 月)

bb. 日本港湾協会 平成 19 年 7 月 港湾の施設の技術上の基  
準・同解説

(改訂 平成 26 年 6 月 27 日)

bc. 日本水道協会 2009 年 9 月 水道施設耐震工法指針・解説

bd. JEM 1423-2008 原子力発電所用バルブの検査

## (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、(1)項の規格・基準の改正により、内部溢水に関連する設置許可変更を 1 件申請中であるが、その他に新たに反映すべき知見はなく、(2)項のとおり、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（舞鶴特別地域気象観測所）の観測記録により、評価期間における最大瞬間風速は、設置変更許可申請書に記載の 51.9m/s（2004年10月20日）を越えてい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のうち、竜巻に関するものは気象庁の竜巻に関する情報の精度向上についてのもののみであり、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（舞鶴特別地域気象観測所）の観測記録によ

り、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 $-8.8^{\circ}\text{C}$ （1977年2月16日）を下まわらないことを確認した。

(6) 降水

最寄の気象官署（舞鶴特別地域気象観測所）の観測記録により、評価期間における日最大1時間降水量は、設置変更許可申請書に記載の80.2mm（1957年7月16日）を超えていないことを確認した。

(7) 積雪

最寄の気象官署（舞鶴特別地域気象観測所）の観測記録により、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87cm（2012年2月2日）を超えてい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。

また、設備変更等により、防火帯の位置が変更されているが、変更に伴う火炎輻射発散度については、設置許可に記載している値以下となっていることを確認した。

#### (12) 高潮

最寄の検潮所（舞鶴検潮所）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）+0.93m（1992年9月22日）を超えてい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」（平成30年12月6日国土交通省航空局）、「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）及び「航空輸送統計年報」（平成25年7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について、既評価の見直しをする必要がないことを確認した。

#### (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、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。

d. 二次的影響（ばい煙等）

上記 b,c に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  
(平成 25 年 6 月 28 日原子力規制委員会規則第 6 号)  
(改正平成 30 年 6 月 8 日号外原子力規制委員会規則第 6 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  
(平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 1306194 号)  
(改正平成 30 年 1 月 24 日原規技発第 1801246 号)
- c. 試験及び測定技術－電氣的ファストトランジェント／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。

### 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（平成30年1月10日付け関原発第362号、平成30年9月26日付け関原発第290号にて一部補正）（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。

### 3.1.3 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（平成 30 年 1 月 10 日付け関原発第 362 号、平成 30 年 9 月 26 日付け関原発第 290 号にて一部補正）（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、深層防護の観点から、その効果を示すとともに、クリフエッジ・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。

安全裕度評価については、高浜3号機第1回安全性向上評価届出書（平成30年1月10日付け関原発第362号）（以下、「高浜3号機第1回届出書」という。）の評価時点以降、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、高浜3号機第1回届出書の記載内容から大きな変更はない。

ただし、高浜4号機第1回安全性向上評価届出書（平成31年3月29日付け関原発第587号）（以下、「高浜4号機第1回届出書」という。）における「3.1.4.4 号機間相互影響評価」において、高浜3号機への影響があることが明らかとなったため、高浜3号機側に着目し、その影響について次項以降に示す。

#### 3.1.4.1 号機間相互影響評価

高浜発電所においては、4基の原子炉が設置されている。そのうち長期停止中の高浜1号機及び高浜2号機を除いた高浜3号機及び高浜4号機について、高浜3号機第1回届出書及び高浜4号機第1回届出書における評価結果を基に、同時発災を想定した場合に号機間での相互影響について評価を実施する。

##### 3.1.4.1.1 耐性を考慮した相互影響

###### (1) 評価の方針

評価対象とする号機（以下「評価対象号機」という。）単独の耐性よりも、他号機の格納容器損傷防止対策又は使用済燃料ピット燃料損傷防止対策の耐性が低い場合、他号機の格納容器損傷又は使用済燃料ピット燃料損傷により敷地内の放射線量が高くなり、緩和操作が制限されることで、クリフエッジよりも低い地震加速度又は津波高さで評価対象号機が燃料損傷や格納容器損傷に至る可能性がある。

そこで、本評価では地震、津波及び地震と津波の重畳の事象に対して、評価対象号機単独における炉心損傷防止対策（出力運転時、運転停止時）、格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピット燃料損傷防止対策の各クリフエッジ地震加速度及びクリフエッジ津波高さ、他号機における格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピット燃料損傷防止対策のクリフエッジ地震加速度及びクリフエッジ津波高さを比較し、号機間の耐性の違いが単独号機でのクリフエッジシナリオの緩和操作に対して与える影響の観点から評価する。

###### (2) 評価結果

###### a. 地震

高浜3号機及び高浜4号機における各評価のクリフエッジ地震加速度を第3.1.4.1.1.1表に示す。

第3.1.4.1.1.1表の通り、高浜3号機、高浜4号機とも炉心損傷防止対策（出力運転時、運転停止時）、格納容器損傷防止対策

及び使用済燃料ピット燃料損傷防止対策のクリフエッジ地震加速度よりも、他号機における格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピット燃料損傷防止対策のクリフエッジ地震加速度が大きい又は同一のため、他号機から格納容器損傷及び使用済燃料ピット燃料損傷による放射線の影響を受けることはない。

以上より、地震評価において、高浜 3 号機及び高浜 4 号機の号機間の耐性の違いによる相互影響を及ぼすことはない。

#### b. 津波

高浜 3 号機及び高浜 4 号機における各評価のクリフエッジ津波高さを第 3.1.4.1.1.2 表に示す。

第 3.1.4.1.1.2 表の通り、高浜 3 号機、高浜 4 号機とも炉心損傷防止対策（出力運転時、運転停止時）、格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピット燃料損傷防止対策のクリフエッジ津波高さと、他号機における格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピット燃料損傷防止対策のクリフエッジ津波高さが同一のため、他号機から格納容器損傷及び使用済燃料ピット燃料損傷による放射線の影響を受けることはない。

以上より、津波評価において、高浜 3 号機及び高浜 4 号機の号機間の耐性の違いによる相互影響を及ぼすことはない。

#### c. 地震と津波の重畳

高浜 3 号機及び高浜 4 号機における各評価のクリフエッジ地震加速度、クリフエッジ津波高さを第 3.1.4.1.1.3 表に示す。

第 3.1.4.1.1.3 表より、高浜 4 号機については、炉心損傷防止対策（出力運転時、運転停止時）、格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピット燃料損傷防止対策のクリフエッジ地震加速度及びクリフエッジ津波高さよりも、他号機における格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピット燃料損傷防止対策のクリフエッジ地震加速度及びクリフエッジ津波高さが大きい又は同一のため、他号機から格納容器損傷及び使用済燃料ピット燃料損傷による放射線の影響を受けることはない。

また、高浜 3 号機における出力運転時の炉心損傷防止対策については、そのクリフェッジ地震加速度及びクリフェッジ津波高さよりも、他号機における格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピット燃料損傷防止対策のクリフェッジ地震加速度及びクリフェッジ津波高さが大きい又は同一のため、他号機から格納容器損傷及び使用済燃料ピット燃料損傷による放射線の影響を受けることはない。

一方、高浜 3 号機における運転停止時の炉心損傷防止対策、格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピット燃料損傷防止対策については、そのクリフェッジ地震加速度及びクリフェッジ津波高さよりも、他号機における格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピット燃料損傷防止対策のクリフェッジ地震加速度及びクリフェッジ津波高さが低い領域が存在するため、他号機から格納容器損傷及び使用済燃料ピット燃料損傷による放射線の影響を受ける可能性がある。

ここで、運転停止時の炉心損傷防止対策については、地震と津波の重畳におけるクリフェッジの収束シナリオは高浜 3 号機第 1 回届出書における別紙 3.1.4.2.3(1)-3 の収束シナリオ②及び別紙 3.1.4.2.3(1)-4 の収束シナリオ②となる。これらの収束シナリオのうち大容量ポンプによる補機冷却機能については、屋外作業を要するため他号機から格納容器損傷及び使用済燃料ピット燃料損傷による放射線の影響を受けることとなる。よって、高浜 3 号機における運転停止時の炉心損傷防止対策のクリフェッジは、高浜 4 号機との相互影響を考慮すると第 3.1.4.1.1.1 図のクリフェッジへと変化する。

格納容器損傷防止対策については、地震と津波の重畳におけるクリフェッジの収束シナリオは高浜 3 号機第 1 回届出書における別紙 3.1.4.2.3(1)-5 の収束シナリオ①となる。この収束シナリオで必要な緩和機能のうち可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ機能等については、屋外作業を要するため他

号機から格納容器損傷及び使用済燃料ピット燃料損傷による放射線の影響を受けることとなる。よって、高浜 3 号機における格納容器損傷防止対策のクリフエッジは、高浜 4 号機との相互影響を考慮すると第 3.1.4.1.1.2 図のクリフエッジへと変化する。

使用済燃料ピット燃料損傷防止対策については、地震と津波の重畳におけるクリフエッジの収束シナリオは高浜 3 号機第 1 回届出書における別紙 3.1.4.2.3(1)-6 の収束シナリオ③及び別紙 3.1.4.2.3(1)-7 の収束シナリオ③となる。この収束シナリオで必要な緩和機能のうち消防ポンプによる海水注水機能については、屋外作業を要するため他号機から格納容器損傷及び使用済燃料ピット燃料損傷による放射線の影響を受けることとなる。よって、高浜 3 号機における使用済燃料ピット燃料損傷防止対策のクリフエッジは、高浜 4 号機との相互影響を考慮すると第 3.1.4.1.1.3 図のクリフエッジへと変化する。

以上より、地震と津波の重畳評価において、高浜 3 号機における運転停止時の炉心損傷防止対策、格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピット燃料損傷防止対策については、号機間の耐性の違いによる相互影響を受けることによってクリフエッジ地震加速度及びクリフエッジ津波高さが変化することとなる。

第 3.1.4.1.1.1 表 高浜 3、4 号機の地震に対する裕度評価結果  
(クリフエッジ地震加速度)

	出力運転時 炉心損傷	運転停止時 炉心損傷	格納容器損傷	使用済燃料ピット 燃料損傷
高浜 3号機	1.18G (蓄圧タンク)	1.19G (バッテリー)	1.26G (代表弁等)	1.26G (格納容器損傷)
高浜 4号機	1.18G (蓄圧タンク)	1.19G (バッテリー)	1.26G (代表弁等)	1.26G (格納容器損傷)

※本表は随件事象を考慮した評価結果である。

第 3.1.4.1.1.2 表 高浜 3、4 号機の津波に対する裕度評価結果  
(クリフエッジ津波高さ)

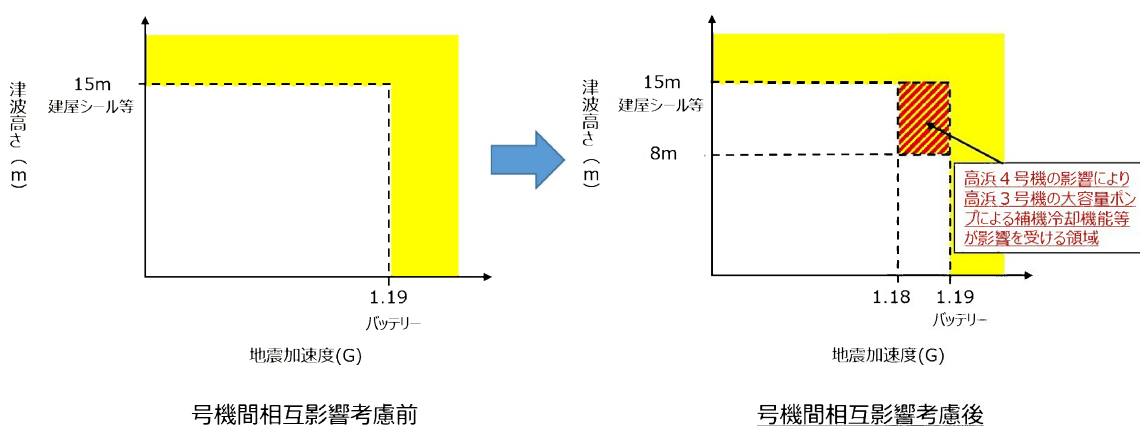
	出力運転時 炉心損傷	運転停止時 炉心損傷	格納容器損傷	使用済燃料ピット 燃料損傷
高浜 3号機	15m (建屋シール等)	15m (建屋シール等)	15m (建屋シール等)	15m (格納容器損傷)
高浜 4号機	15m (建屋シール等)	15m (建屋シール等)	15m (建屋シール等)	15m (格納容器損傷)

※本表は随件事象を考慮した評価結果である。

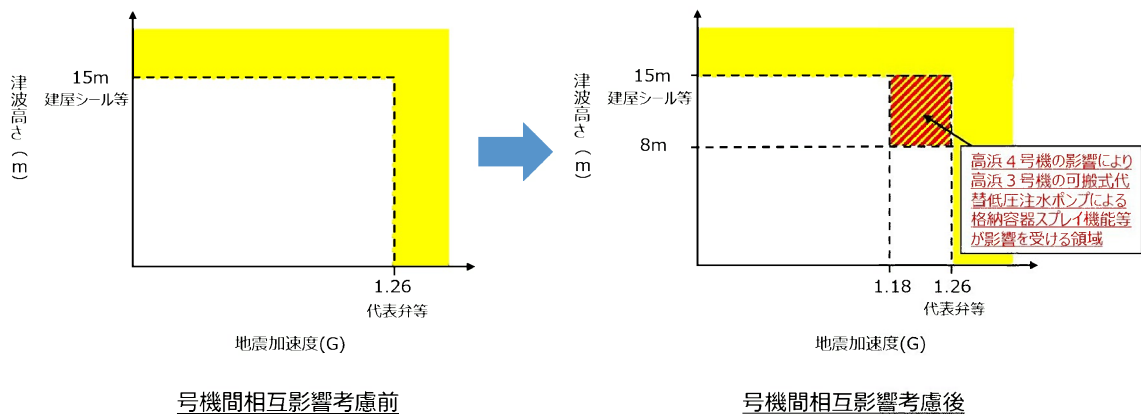
第 3.1.4.1.1.3 表 高浜 3、4 号機の地震と津波の重畳に対する裕度評価結果  
(クリフエッジ地震加速度及びクリフエッジ津波高さ)

	出力運転時 炉心損傷	運転停止時 炉心損傷	格納容器損傷	使用済燃料ピット 燃料損傷
高浜 3号機	1.18G (蓄圧タンク)	1.19G (バッテリー)	1.26G (代表弁等)	1.26G (格納容器損傷)
	15m (建屋シール等)	15m (建屋シール等)	15m (建屋シール等)	15m (格納容器損傷)
高浜 4号機	1.18G (蓄圧タンク)	1.19G (バッテリー)	1.26G (代表弁等)	1.26G (格納容器損傷)
			15m (建屋シール等)	15m (格納容器損傷)
	15m (建屋シール等)	15m (建屋シール等)	1.18G と 8m の重畳 (可搬式代替低圧注 水ポンプ等)	1.18G と 8m の重畳 (格納容器損傷)

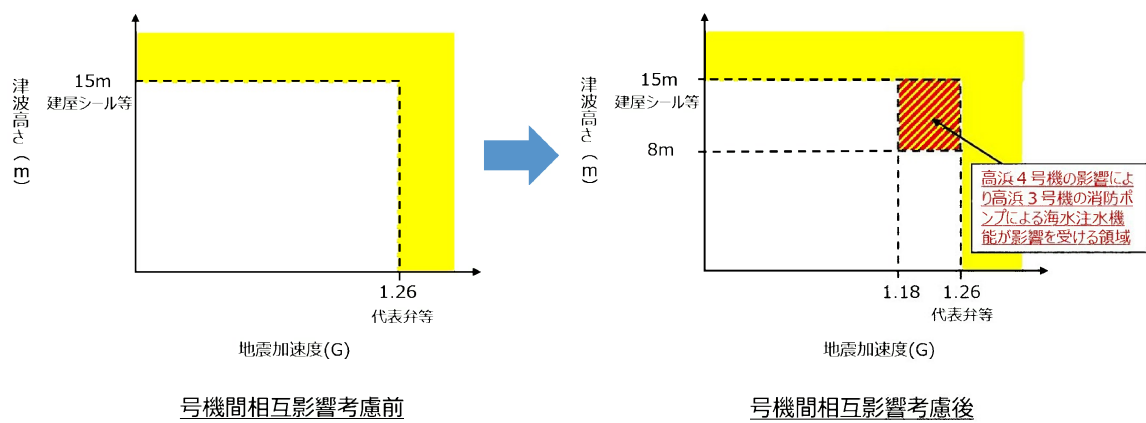
※本表は随伴事象を考慮した評価結果である。



第 3.1.4.1.1.1 図 高浜 4 号機からの影響を考慮した高浜 3 号機の地震と津波  
の重畳に関するクリフエッジ評価結果 (運転停止時炉心)



第 3.1.4.1.1.2 図 高浜 4 号機からの影響を考慮した高浜 3 号機の地震と津波の重畳に関するクリフエッジ評価結果（格納容器損傷）



第 3.1.4.1.1.3 図 高浜 4 号機からの影響を考慮した高浜 3 号機の地震と津波の重畳に関するクリフエッジ評価結果（使用済燃料ピット燃料損傷）



### 3.1.4.1.2 事象進展を考慮した相互影響

#### (1) 評価の方針

他号機の事象進展の過程を考慮すると、評価対象号機における緩和操作に影響を与える可能性がある。

具体的には、高浜3号機及び高浜4号機の同時発災を想定した場合、高浜3号機第1回届出書における「3.1.4.3.1 余裕時間に関する評価」において、それぞれの準備時間に影響を与えることにより余裕時間が減少するおそれがある。また、高浜3号機第1回届出書における「3.1.4.3.2 緩和機能の継続を必要とする時間の評価」においても、高浜3号機の燃料消費量と高浜4号機の合計の燃料消費量を考慮すると、高浜発電所内の備蓄量を上回ることでより必要な継続時間を満足できないおそれがある。

そこで、本評価では、余裕時間評価及び継続時間評価において、他号機の事象進展が評価対象号機へ与える影響を評価する。

#### (2) 評価結果

##### a. 余裕時間評価

高浜4号機第1回届出書における「3.1.4.3.1 余裕時間に関する評価」では高浜3号機及び高浜4号機の同時発災を想定した評価を実施している。

具体的には、高浜4号機第1回届出書における第3.1.4.3.1.3図及び第3.1.4.3.1.7図により、高浜3号機と高浜4号機それぞれ独立した要員を割り当てた作業を想定しており、双方が干渉しないため、余裕時間に影響を与えないことが確認できる。

以上より、余裕時間評価において、高浜3号機、高浜4号機とも他号機の事象進展による相互影響を及ぼすことはない。

##### b. 継続時間評価

高浜4号機第1回届出書における「3.1.4.3.2 緩和機能の継続を必要とする時間の評価」では高浜3号機及び高浜4号機の同時発災を想定した燃料消費量の評価を実施しており、それによ

り高浜3号機と高浜4号機を合計した7日間の総消費量が備蓄量を下回ることを確認している。

以上より、継続時間評価において、高浜3号機、高浜4号機とも他号機の事象進展による相互影響を及ぼすことはない。

### 3.1.4.2 安全裕度評価より抽出された追加措置

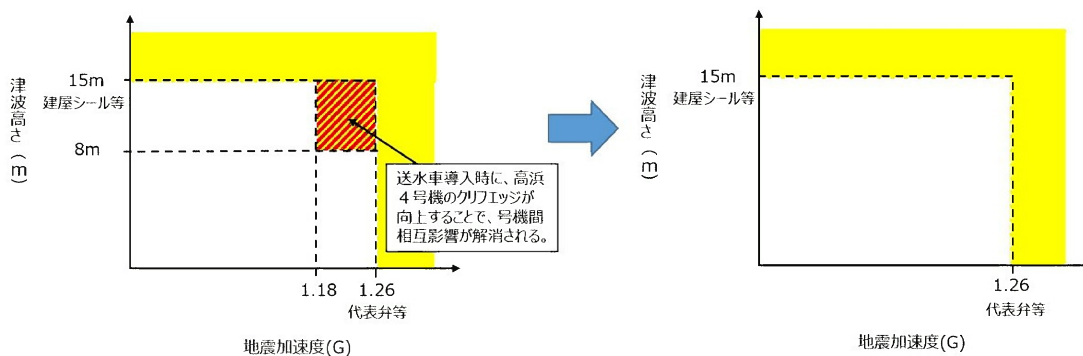
安全裕度評価により抽出された追加措置及び期待される効果について以下に示す。

#### (1) 送水車導入によるクリフエッジの向上

「3.1.4.1.1. 耐性を考慮した相互影響」の評価により、地震と津波の重畳における高浜3号機の運転停止時の炉心損傷防止対策、格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピット燃料損傷防止対策については、そのクリフエッジよりも高浜4号機における格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピット燃料損傷防止対策のクリフエッジが低い領域が存在するために、号機間相互影響を受けることを確認した。しかし、高浜4号機第1回届出書における「3.1.4.5 (1) 送水車導入によるクリフエッジの向上」の記載の通り、高浜4号機における格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピット燃料損傷防止対策のクリフエッジが向上することで、高浜3号機における運転停止時の炉心損傷防止対策、格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピット燃料損傷防止対策のクリフエッジを上回る又は同一となることから、号機間相互影響が解消され、クリフエッジを向上させることができる。

(第 3.1.4.2.1 図)

従って、新たに取り組むべきものではないが、「送水車導入によるクリフエッジの向上」を追加措置として抽出する。



第 3.1.4.2.1 図 送水車導入によるクリフエッジ向上のイメージ

### 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

I A E A 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+指針」という。）に基づき評価を行うことを検討する。

#### 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+指針では、安全因子（14因子：IAEA安全ガイドを参照して策定されたもの）のレビューと総合評価を実施し、安全性向上措置を抽出し、その実行により発電所の安全性向上を図る。

##### (1) 安全因子レビューについて

安全因子として挙げられる以下の14項目に対し、PSR+指針に沿った評価を実施する。具体的には、安全因子毎の評価を行い、その評価結果を“好ましい所見”と“好ましくない所見”に分類した上で、それぞれに対して安全性向上措置候補の検討を行う。

- ①プラント設計
- ②安全上重要なSSC（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) 総合評価について

総合評価として、安全因子間の相関関係を分析し、(1)で評価した安全因子毎の評価結果及び安全性向上措置候補から実行可能な安全性向上措置を抽出する。さらに、将来のプラント運用の安全性を確認するとともに、安全性向上措置実行計画を策定する。

3.2.2 評価実施予定（計画）について

P S R + 指針において、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は、プラントの運転が開始されてから定期的を実施し、時間経過に伴い顕在化するプラント及び環境の諸変化について、プラントの安全性へ及ぼす累積的影響の評価を可能とするため実施間隔が極端に短期にならないよう留意することとされ、安全上重要な問題の発見の遅れや評価の連続性が喪失する可能性を考慮し、10年を超えない期間で実施することが望ましいとされている。

14の安全因子については、今回の届出書においても調査が行われている事項が存在する。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を第3.2.1表に示す。

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

1 4 の安全因子	本届出書にて安全因子のレビュー項目に関連する箇所
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SSC（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 保守管理、 「高浜 3 号機高経年化技術評価報告書」（平成 26 年 1 月（平成 27 年 10 月 一部変更） （平成 27 年 11 月 一部変更）、関西電力）
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（PRA）
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 安全裕度評価の地震・津波
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成果の利用	2.2.1.7 緊急時の措置、 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 緊急時の措置
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

ただ、安全性向上評価において「安全性向上に係る活動の実施状況に関する中長期評価」を実施するにあたり、以下の課題があると考えており、現時点でPSR+指針に沿った総合評価を行うことは難しいと考えている。

評価実施に向けて、以下に示す課題について、解決に取り組み、課題解決に向けた進捗状況を見極めた上で、総合評価を実施する。

### (1) 安全因子の傾向把握

安全因子のうち、新規規制基準の導入後の再稼動に伴って安全因子に係る管理方法などが大きく変化し、中長期的な傾向を把握できるまでの実績がないため、安全因子毎の評価が難しいものがある。そのため、中長期の傾向把握するため実績を重ねる必要がある。

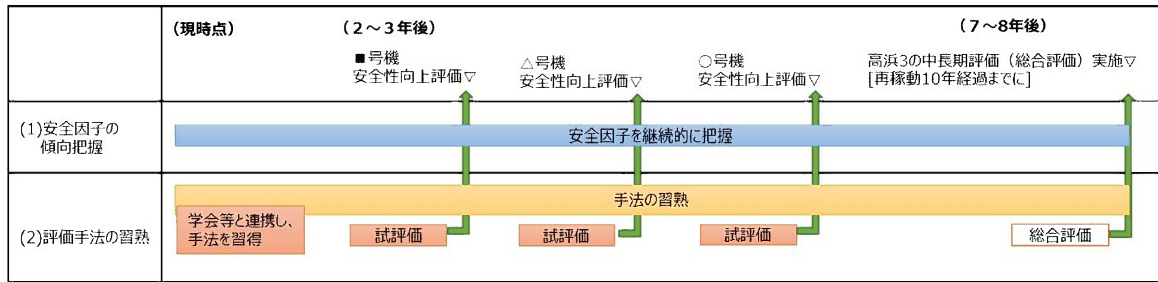
(例) ⑪手順、⑬緊急時計画 等

### (2) 評価手法の習熟

総合評価として、安全因子間の相関関係を分析し、安全因子毎の評価結果及び安全性向上措置候補から実行可能な安全性向上措置を抽出するが、原子力発電所の活動は、安全因子が複雑に関連し成り立っていることを踏まえて、総合評価の実施に向けて、安全因子間の相関関係の分析や安全因子毎の評価等の総合評価に至る一部分の評価を取り出して試評価を行い、評価手法の習熟に努める。

なお、高浜3号機第1回安全性向上評価においても、確率論的リスク評価の結果から安全性向上に寄与する対策を検討したプロセスは、6番目の安全因子である「確率論的リスク評価」、2番目の安全因子である「安全上重要なSSC（構築物・系統・機器）の現状」、11番目の安全因子である「手順」の相関関係を分析したものであり、部分的な評価に相当するものと考えられる。

現在、評価手法の習熟に向けてPSR+指針に関する技術レポートを作成中であり、技術レポートの中で安全因子レビュー及び総合評価に関してPSR+指針が要求する事項の理解の助けとなるような補足説明を「解説」としてまとめ、その実施サンプルを例示する予定である。技術レポートが完成した後、PSR+指針と技術レポートを組み合わせ活用することで、上記に示すようなPSR+指針に沿った部分的な評価を他の安全因子への拡大などに取り組み、総合評価の時期とされている再稼動から10年後の時期に縛られることなく、当社の各ユニットにおける安全性向上評価の機会を活用して適時試評価を行い、その結果を届出書に記載し、公表していく。今後の具体的な進め方について、第3.2.1図に示す。



第 3.2.1 図 評価手法の習熟に向けた具体的な進め方