

# 安全性向上評価届出書 第3章 (3.1.1項) 「内部事象及び外部事象に係る評価」について

2023年7月14日

九州電力株式会社

1. 内部事象及び外部事象に係る評価の概要
2. 内部事象に係る評価結果
3. 外部事象に係る評価結果

(本内容は、玄海3号機第3回届出を例として記載)

## ○概要

評価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、内部事象及び外部事象の評価を行い、設計や安全評価の前提への影響を確認する。

## ○評価対象の内部事象及び外部事象

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」に記載の内部事象及び外部事象のリストを参考に、当該敷地の立地条件を踏まえ、玄海原子力発電所において確認すべきと考えられるものを対象とした。

### 内部事象（8項目）

- a. 内部火災
- b. 内部溢水
- c. 配管ホィップ
- d. 内部ミサイル
- e. 重量物落下
- f. 蒸気放出
- g. 爆発
- h. 振動

### 外部事象（14項目）

- a. 敷地特性
- b. 気象
- c. 水理
- d. 生物
- e. 社会環境
- f. 天文
- g. 電磁的障害
- h. 地盤
- i. 地震
- j. 原子炉建屋基礎地盤及び周辺斜面の安定性
- k. 津波
- l. 竜巻
- m. 火山
- n. 外部火災

## ○情報収集範囲

発電用原子炉設置変更許可申請で適用している法令・内規、基準・規格の改正、発行された情報及び評価で必要となる情報（気象情報、文献による情報等）を対象とした。

### a. 内部火災

以下については、評価時点において設計や安全評価の前提に変更はないが、現在審査中の事項であり、今後変更の有無を確認する。

- ・「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」の改正  
(平成31年2月13日付) に伴い、火災感知設備の設置要件に関して審査中である。

上記以外については、火災発生防止、感知・消火、影響軽減に関して、設計や安全評価の前提に影響を与える知見はなかった。

#### (確認した情報の例)

- ・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
- ・発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針
- ・原子力発電所の内部火災影響評価ガイド
- ・発電用火力設備の技術基準の解釈
- ・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
- ・原子力発電所の火災防護規程 (JEAC4626-2010)
- ・原子力発電所の火災防護指針 (JEAG4607-2010)
- ・建築物等の避雷設備 (避雷針) (JIS A 4201-1992)
- ・建築物等の雷保護 (JIS A 4201-2003) 等

### b. 内部溢水

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に関して設計や安全評価の前提に影響を与える知見はなかった。

#### (確認した情報の例)

- ・原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド
- ・耐津波設計に係る工認審査ガイド
- ・発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針
- ・コンクリート標準示方書〔設計編〕2013年
- ・各種合成構造設計指針・同解説2010年
- ・港湾の施設の技術上の基準・同解説H26年
- ・防波堤の耐津波設計ガイドライン2015年
- ・電気機械器具の外郭による保護等級 (IPコード) JIS C 0920-2003
- ・ステンレス鋼棒 JIS G 4303-2012
- ・建築構造用炭素鋼鋼管  
JIS G 3475-2014  
JIS G 3475-2016追補1  
JIS G 3475-2016追補2

### c. 配管ホィップ\*

内部発生エネルギーの高い流体を内蔵する配管の材料選定、強度設計、配管破損を想定した動的影響を踏まえた発電用原子炉施設の機能喪失を防止するための配置上の考慮に関して設計や安全評価の前提に影響を与える知見はなかった。

(\*解説；配管の瞬時破断により破断口から流体が放出されることで生じる配管の首振り運動のこと。)

(確認した情報の例)

- ・原子力発電所配管破損防護設計技術指針JEAG4613-1998

### d. 内部ミサイル\*

高速回転機器の損壊により飛散物とならないよう保護装置を設ける等オーバースピードとならない設計や定格回転速度が非常に高速である設備において仮想的に損壊することを想定した影響評価に関して設計や安全評価の前提に影響を与える知見はなかった。

(\*解説；高速の回転設備が破損し、破損した飛散物がミサイルのように飛び出す現象)

(確認した情報の例)

- ・発電用火力設備に関する技術基準を定める省令
- ・発電用火力設備の技術基準の解釈
- ・タービンミサイル評価について（原子力安全委員会原子炉安全専門審査会報告会）

### e. 重量物落下

燃料体等の落下防止機能（二重ワイヤ、駆動源喪失時の保持機能等）及び燃料体等・重量物の落下時における防護対策（ステンレス鋼内張り厚さの確保等）に関して設計や安全評価の前提に影響を与える知見はなかった。

#### （確認した情報）

個別の適用法令・適用規格等はなく、内部事象の共通的な適用法令の確認を行った。

- ・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
- ・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

### f. 蒸気放出

蒸気影響評価、蒸気影響を緩和する設備の設置（蒸気漏えい早期検知システム等）に関して設計や安全評価の前提に影響を与える知見はなかった。

#### （確認した情報の例）

- ・原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド

### g. 爆発

水素爆発による原子炉建屋等の損傷防止対策（水素濃度低減機能、水素濃度監視機能等）に関して設計や安全評価の前提に影響を与える知見はなかった。

#### (確認した情報)

個別の適用法令・適用規格等はなく、内部事象の共通的な適用法令の確認を行った。

- ・ 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
- ・ 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

### h. 振動

1次冷却材又は2次冷却材の循環、沸騰その他の挙動により生ずる流体振動若しくは温度差のある流体の混合その他の挙動により生ずる温度変動により損傷を受けない設計とする上で考慮するための配管内円柱状構造物の流体振動評価、配管高サイクル熱疲労に関する評価に関して設計や安全評価の前提に影響を与える知見はなかった。

#### (確認した情報の例)

- ・ 配管内円柱状構造物の流力振動評価指針 (JSME S 012-1998)
- ・ 配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針 (JSME S 017-2003)



#### ○外部事象に係る評価について

外部事象に関する情報（地形情報、気象情報 等）及び安全性向上評価届出書 第2章「国内外の最新の科学的知見及び技術的知見」から、設計や安全評価の前提に変更がないことを確認する。

#### ○外部事象に係る評価結果

##### a. 敷地特性

##### (a) 敷地の概況、敷地周辺の地形

評価の実施時点における発電所敷地の概況、敷地周辺の地形について、国土地理院の地図を確認した結果、敷地レベルの大きな変更がないこと、敷地周辺の地形、発電所周辺区域のダム、貯水池、河川に影響を及ぼすような変更がないことを確認した。

##### (b) 敷地周辺における地滑り地形他の分布、浸水想定区域

洪水・土砂災害ハザードマップ（玄海町HP）確認した結果、玄海原子力発電所に影響を及ぼすような地滑りの素因となる地形が存在しないこと、発電所周辺の地形図及び浸水想定区域に大きな変更がないことを確認した。

## b. 気象

## (a) 各気象の評価結果

各気象項目の最新記録を確認した結果、過去の観測記録を上回っていないことを確認した。

項目	第1回安全性向上評価	第3回安全性向上評価
最大瞬間風速	53.2m/s (1951年～2019年)	42.8m/s (2019年～2021年)
最高気温	— (第3回から評価実施)	35.1℃ (1940年～2021年)
最低気温	-5.8℃ (1951年～2019年)	-2.7℃ (2019年～2021年)
日最大1時間 降水量	125.5mm (1951年～2019年)	86.0mm (2019年～2021年)
日最深積雪	12cm (1951年～2019年)	2cm (2019年～2021年)

#### b. 気象

##### (a)各気象の評価結果 (つづき)

項目	第1回安全性向上評価	第3回安全性向上評価
高潮	1.84m (1951年*、1972年～2018年)	1.75m (2019年～2022年)
落雷	— (第3回から評価実施)	109kA (2012年～2022年)

(\*「唐津港験潮場」による既往最高潮位記録は1951年の1.84mであり、現在当該験潮場は観測を行っていない。  
1972年以降は、最寄りの「仮屋験潮場」で観測しており、1.84mを超えた記録はなし。)

##### (b)安全解析に使用する気象条件

安全解析に使用した1981年1月から1981年12月までの1年間の気象資料について、最近10年間の気象（風向及び風速）と比較すると、同等と判断できなかつたが、相対濃度<sup>(注1)</sup>の平均値に対する偏差の比が、気象指針<sup>(注2)</sup>に示される範囲（30%以内）に収まっていることから、気象資料の更新は不要であると判断した。

(注1)：放出量あたりの評価点における放射性物質の濃度

(注2)：発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針

#### c.水理

##### (a)海水温度

発電所の取水口海水温度観測記録より、海水温度の年間平均温度は最大19.5℃であり、原子炉補機冷却設備の設計の想定内であることを確認した。

また、収集期間における海水温度の最大値（瞬時値）として、29.5℃を観測しているが、安全解析では海水温度を30℃として解析を実施していることから、海水温度が安全解析の結果に影響を及ぼさないことを確認した。

##### (b)潮位

長期的な潮位変化を把握するために、「仮屋」の1972年～2022年における年間平均潮位の推移について、10年移動平均より線形近似を実施し潮位の変化量を算定した結果、データの分析を行った51年間で+9cmであり、長期的な潮位変化に変更がないことを確認した。

#### d. 生物

##### (a) 海生生物

発電所周辺の生物の調査結果を確認し、海生生物（プランクトン、潮間帯生物）の出現種類数が過去の調査結果の変動の範囲内であることを確認した。

また、クラゲ等の来襲により安全施設の安全機能に影響を与えた知見はなく、海水取水機能が喪失するような規模の海生生物の来襲の想定に変更がないことを確認した。

##### (b) 植生

発電所周辺の樹種の植生の状況について、現地調査、目視確認等の結果、外部火災影響評価に影響を与えるような変更がないことを確認した。

#### e. 社会環境

##### (a) 産業活動

発電所敷地外10kmの範囲において、石油コンビナート施設が設置されていない等、外部火災として影響を及ぼす変更がないことを確認した。

##### (b) 交通運輸

玄海原子力発電所周辺地域の幹線道路、鉄道路線に変更がないこと及び発電所港湾内に入港する船舶の状況に変更がないことを確認した。

また、「航空路誌」（2021年12月2日 国土交通省航空局）及び「航空機落下事故に関するデータ」（令和4年3月 原子力規制委員会）を確認し、航空機落下確率を再評価した結果、航空機落下による防護設計の要否判断の基準である $10^{-7}$ 回/炉・年を下回ることを確認した。

なお、定期的に発電所周辺の航空路状況を確認しており、「航空路誌」（2022年12月29日 国土交通省航空局）にて確認した発電所周辺の航空路状況については、今後の再評価時に使用する。

#### f. 天文

##### (a) 隕石

アメリカ航空宇宙局隕石データに基づき、隕石が玄海原子力発電所に衝突する確率の概略計算では、 $1.7 \times 10^{-10}$ であり、事象の発生頻度が非常に低く、設置変更許可時の確率と同様 $10^{-9}$ 以下であることを確認した。

##### (b) 太陽フレア、磁気嵐

原子力施設の太陽フレア、磁気嵐に係る新たな科学的・技術的知見の収集及び対策要否検討の結果、評価 期間において、既評価を見直すような知見がないことを確認した。

なお、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く、その影響は欧米に比べて無視しうる程度である。

#### g. 電磁的障害

電磁的障害に関する適用基準及び適用規格の改正内容とその影響を確認した結果、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して設計や安全評価の前提に影響を与える知見はなかった。

#### h.地盤

評価期間において、大規模な地殻変動を伴うような地震の発生はなく、敷地及び敷地周辺の調査の結果に変更がないことから、安全評価の前提となっている地盤について見直しをする必要はないことを確認した。

#### i.地震

##### (a) 活断層評価

以下については、評価時点において設計や安全評価の前提に変更はないが、現在審査中の事項であり、今後変更の有無を確認する。

- ・2022年3月25日に地震調査研究推進本部（以下「地震本部」という。）による、「日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）－九州地域・中国地域北西沖－」（以下「長期評価（第一版）」という。）による当社の海域活断層評価への影響。

上記以外については、活断層長さ及び規模、敷地内破碎帯に関して設計や安全評価の前提に影響を与える知見はなかった。



#### i.地震(続き)

##### (b) 基準地震動Ss

以下については、評価時点において設計や安全評価の前提に変更はないが、現在審査中の事項であり、今後変更の有無を確認する。

- ・敷地ごとに震源を特定して策定する地震動として、2022年3月25日に地震本部から、「長期評価（第一版）」及び「日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価（第二版）」（以下「長期評価（第二版）」という。）の公表を踏まえ、当社の地震動評価への影響確認を行い、確認結果について、震源を特定せず策定する地震動の基準改正に伴う審査の中で、NRAに説明実施中である。
- ・「震源を特定せず策定する地震動」に、「標準応答スペクトルを考慮した地震動」を追加する基準改正（2021年4月21日施行）について、原子炉設置変更許可申請（2021年8月23日）を行い、NRAとの審査を実施中である。

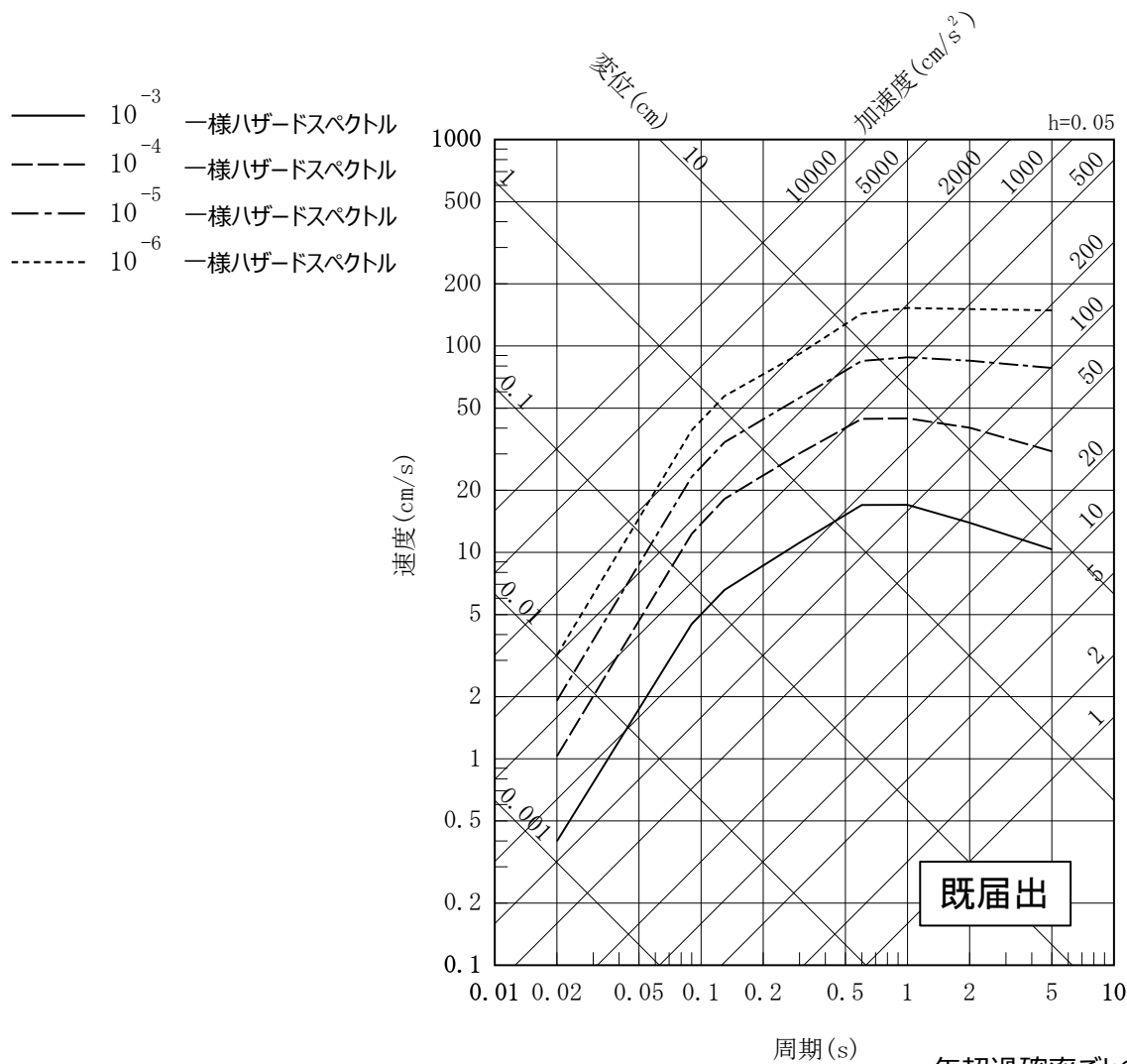
上記以外については、評価期間において地震動規模の見直しや追加に関して設計や安全評価の前提に影響を与える知見はなかった。

##### (c) 確率論的地震ハザード評価の高度化

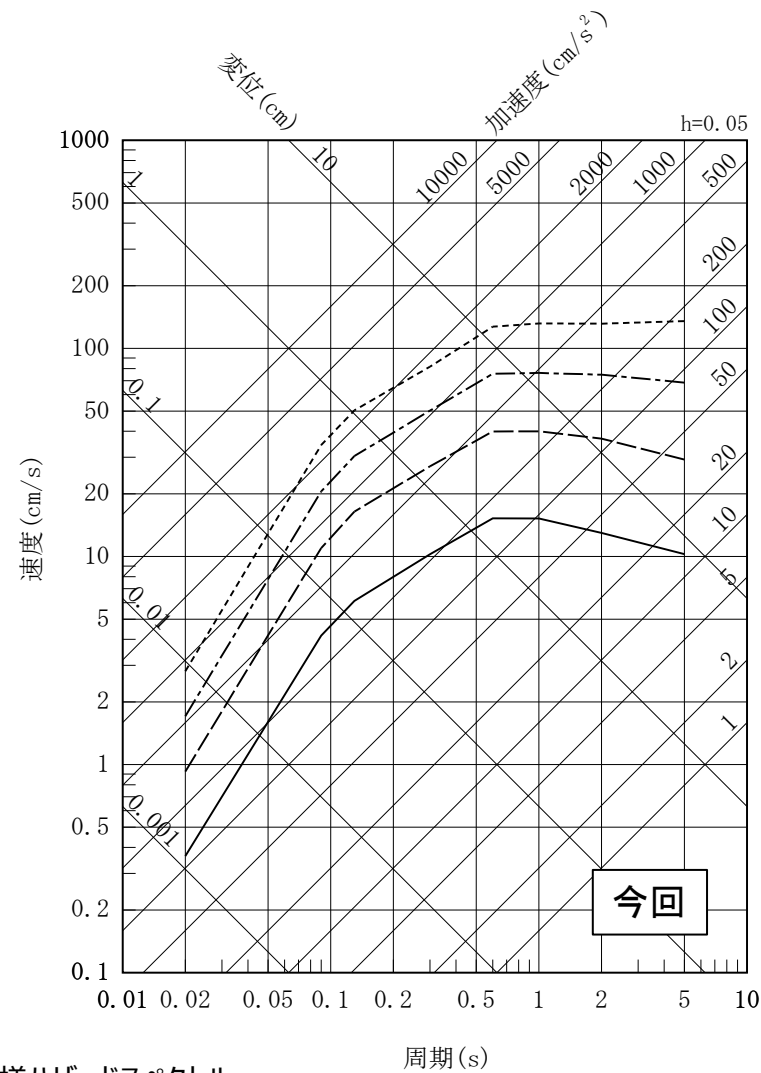
特重施設を考慮する評価に使用している確率論的地震ハザードについて、玄海原子力発電所の設置変更許可申請書（平成25年7月申請、平成29年1月許可）における基準地震動の超過確率を評価した確率論的地震ハザードを基に高度化を図り、より現実的なハザードの設定を行った。（詳細は、次ページ参照）

## i. 地震(続き)

確率論的地震ハザード評価については、主要な活断層について、震源モデルの多様性の考慮、及び地震動予測モデルとして断層モデルによる手法の追加により、より現実的な地震ハザードを設定した。



年超過確率ごとの一様ハザードスペクトル



周期 (s)

#### j. 原子炉格納容器、原子炉周辺建屋等の基礎地盤及び周辺斜面の安定性

大規模な地殻変動を伴う地震、発電所周辺の地形の変更を伴うような大規模な工事はなく、基準地震動による地震力に対して、基礎地盤が十分な安定性を持つこと及び周辺斜面が対象施設の安全機能に重大な影響を与えるような崩壊を起こさないことを確認しており、安全評価の前提となっている原子炉格納容器、原子炉周辺建屋等の基礎地盤及び周辺斜面の安定性について見直しをする必要はないことを確認した。

#### k. 津波

以下については、評価時点において設計や安全評価の前提に変更はないが、現在審査中の事項であり、今後変更の有無を確認する。

地震本部による、「長期評価（第一版）」の公表を踏まえ、「長期評価（第一版）」による当社の津波評価への影響確認を行い、確認結果について、震源を特定せず策定する地震動の基準改正に伴う審査の中で、NRAに説明実施中である。

上記以外については、評価期間において地震動規模の見直しや追加に関して設計や安全評価の前提に影響を与える知見はなかった。

#### l. 竜巻

竜巻の発生実績、発生メカニズム、性状（発達、衰退、風速分布）や地形効果、竜巻と同時に発生する自然現象に関して設計や安全評価の前提に影響を与える知見はなかった。

#### m. 火山

噴火履歴、噴火メカニズム、降下火砕物特性、モニタリング評価手法に関して設計や安全評価の前提に影響を与える知見はなかった。

#### n. 外部火災

(a) ～ (g) に係る新たな科学的・技術的知見の収集及び対策要否検討の結果、評価期間において、設計や安全評価の方法、前提条件などの変更はないことを確認した。

##### (a) 森林火災

森林火災の発生源となる敷地内、敷地外の植生データ（森林の位置、森林資源の現況（樹種、樹齢、材積）等）について、現地調査等を実施し影響がないことを確認した。

##### (b) 敷地内危険物タンク火災

発電所敷地内に存在する危険物タンクの新設、増設及び移設の状況を確認し、火災源からの防護対象施設への熱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

評価条件に使用する発電所における航空機墜落評価の対象航空機の選定及び「航空機墜落の落下確率 $10^{-7}$ 回/炉・年」から算出される離隔距離等に変更がなかったことから、評価期間において、防護対象施設への熱影響を再評価する必要がないことを確認した。

#### n. 外部火災（続き）

##### (d) 敷地内危険物タンク火災と航空機墜落による火災の重畳火災

(b) 項、(c) 項に変更がなかったことから、航空機墜落による火災により危険物タンク等の火災が誘発される重畳火災についても、評価期間において、防護対象施設への熱影響を再評価する必要がないことを確認した。

##### (e) 発電所港湾内に入港する船舶の火災

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いことを確認した。

##### (f) 近隣産業施設の火災、近隣産業施設の爆発による爆風圧・飛来物

唐津市及び松浦市消防本部からの確認結果を基に近隣の産業施設について、外部火災影響評価に影響を与えるような変更がないことを確認した。

##### (g) 有毒ガス

幹線道路、鉄道路線、主要航路及び石油コンビナート施設の状況を確認した結果、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ような変更がないことを確認した。

# END

