

玄海原子力発電所における気体廃棄物の放出量算定値の誤りに係る原因と対策について

1. はじめに

当社は、2020年4月9日、玄海原子力発電所内に設置している雑固体焼却設備（以下「雑固体焼却炉」という。）及び燃焼式雑固体廃棄物減容処理設備（以下「高温焼却炉」という。）の各排気筒から放出している気体廃棄物の放出量を誤って算定しており、1983年からこれまでの間、国及び関係自治体へ定期的に報告してきたトリチウム放出量の値に誤りがあることを確認した。

今回、雑固体焼却炉及び高温焼却炉設置当時の設計資料等を確認し、放出量を誤って算定した原因と再発防止対策等について以下にまとめた。

2. 経緯

- 2020年3月以降、2019年度報告書の作成準備を開始。
- 他電力の報告値の誤り事案を受け、気体廃棄物の放出量等を自動算定する放射線管理システムの設計方針等、設計当時まで遡っての算定プロセスの確認や2018年度報告値の手計算も含めて、報告値が適切であるかどうかの確認を実施。
- 2020年4月9日、雑固体焼却炉及び高温焼却炉の出口ファンのみ放射線管理システムに登録していたことから、報告値の算定プロセス及び報告値に誤りがあることを確認（別添1参照）。

3. 調査結果

放出量の算定にあたっては、放射線管理システムを使用しており、当時の設計資料等の調査を行い、以下のことを確認した。

[玄海原子力発電所 放射線管理システム]

- 排気筒からの気体廃棄物の放出量の算定は、次式で行っていた。
気体廃棄物の放出量 (Bq) = 排気筒での測定濃度 (Bq/cm³) × 排気量 (cm³)
- 雑固体焼却炉が設置されている雑固体焼却炉建屋及び高温焼却炉が設置されている廃棄物処理建屋には、各々焼却炉排気系と換気空調系の2系統（別添2参照）があり、系統毎に設置した排気筒から排気を行っているが、今回の誤りは焼却炉排気系に関するものであった。
- 排気量はファン容量の合計であるが、焼却炉排気の放射性物質を除去するフィルタを有する系統に設置されたファンのみ放射線管理システムに登録しており、その他のファンは登録していなかった（別添1参照）。
- 原子炉設置変更許可申請書の気体廃棄物処理系統説明図には、焼却炉排気の放射性物質を除去するフィルタを有する系統に設置されたファンを記載しており、放射線管理システムに登録しているファンと一致していた。
- 放射線管理システムへの高温焼却炉のファンの登録にあたっては、当時、本店で運用管理を行っていた原子力管理部の放射線管理担当、及び設備設計を行っていた原子力建設部が関与しており、実際の運用を行う玄海原子力発電所をレビューの体制に含めていなかった。
なお、雑固体焼却炉については、放射線管理システムへの登録に係る資料が保存されていなかった。

- 2003年度の品質マネジメントシステム（以下「QMS」という。）導入後、2008年度に運転を開始した雑固体溶融処理設備については、設備設置工事の体制に、本店の原子力管理部及び原子力建設部に加え、実際の運用を行う玄海原子力発電所も含めていた。
- 今回誤りが確認された雑固体焼却炉と高温焼却炉以外については、玄海原子力発電所及び川内原子力発電所における、気体及び液体廃棄物の放出に係る設備の運転開始以降の算定方法に誤りは無かった。

なお、別添3に示すとおり、玄海原子力発電所に関する関係自治体と締結している各協定書に基づき定期的に報告している値、川内原子力発電所に関する関係自治体と締結している各協定書に基づき定期的に報告している値及び法令に基づき国へ定期的に報告、記録している値のうち、計測値に対して補正処理を実施するもの及び複数の計測値を用いて計算処理するものについて、計算方法の確認等により、値に誤りがなく妥当であることを確認した。

4. 誤りを見逃ごしていた原因

「3. 調査結果」から、焼却炉排気筒からの気体廃棄物の放出量を放射線管理システムで算定するにあたり、排気量を求めるために焼却炉の出口ファン（放射性物質が流れ得る流路のファン）のみを登録したことを見逃ごしていた原因は、同システムの設計を担当していた本店の原子力管理部や原子力建設部、運用を行う発電所の間で相互にチェックする機能が働かなかったことであると考えられる。

5. 再発防止対策

（1）調査結果に関する考察と対策（現在の仕組みで、既に対策が取られている事項）

現在は、2003年度よりQMSを導入しており、設備設計を行う場合は、社内規定の設計管理要領において設備導入の計画の中で必要となる業務、責任箇所である主担当及び関係箇所等を明確にすることを定め、設計時に各々の目的を持った関係者を設計、レビュー、検証に参加させることで多様な視点でのチェック及び十分なコミュニケーションを行うこととしており、今後徹底して取り組んでいく。

	調査結果に関する考察	対 策（現在の仕組み）
1	設計資料等の概略系統図と放射線管理システムに登録したファンが整合していることから、考慮すべき系統として焼却炉排気の放射性物質を除去するフィルタを有する系統で十分であると判断した可能性がある。	「設計管理要領」において、レビューの目的を明確にしたうえで、関係する部門の様々な視点でレビューし、設計を行った者以外が検証を実施する。 （現在のQMSでは、社内規定で設計段階でのレビューの目的を明確にしており、関係する部門の様々な視点でレビューし、設計を行った者以外が検証する仕組みとなっている。）
2	原子力管理部と原子力建設部のコミュニケーションが十分でなく、また関係者による多様な視点でのチェックが不十分であった可能性がある。	「設計管理要領」において、設計に先立ち、設計から工事完了までの「設備導入の計画」を策定する。この中で設計、レビュー、検証に参加させる部門を予め定め、それに基づき設計を進めることで、具体的な設備情報を共有する。 （現在のQMSでは、設計に先立ち、設計・開発の計画を策定し、その中で設計・開発に関する組織及び要員の責任及び権限、各段階に適したレビュー、検証の妥当性確認方法を定め、それに基づき設計を進めることで、具体的な設備情報を共有する仕組みとなっている。）

	調査結果に関する考察	対 策（現在の仕組み）
3	放出量の算定に係る放射線管理システムの設計条件が明確でなかった可能性がある。	「設計管理要領」において、設計開発のインプットを明確にする。また、社内規定の「調達管理要領」に従い、設計に必要な条件を調達先に提示する。 〔現在のQMSでは、設計・開発へのインプットは、業務や設備に対する法令・規制等の要求事項を含めて明確にする仕組みとなっている。〕

（２）更なる改善事項

本年４月から導入された新検査制度に伴い、様々な気づきを多様な視点で評価し改善につなげていく改善措置活動（以下「CAP」という。）及び設備やシステムの実物と設計情報との整合を確認するコンフィギュレーション管理（以下「CM」という。）の確実な運用により、保安活動の更なる改善を図る。

- 社内関係者の様々な視点を活用して自社、他社で発生した事案を確認し、CAPの確実な運用を行うことにより、設計管理を含めた保安活動について自主的、継続的な改善を徹底する。
- CMを確実に運用することにより、設備やシステムについて、設計で要求したとおりの機能が設計要件を含めて維持されていることの確認を徹底する。

（３）教育等

社内関係者に本事案について、以下の観点から教育を行う。

- 放射線の評価値に直接関係しない値を取扱う場合でも、その値の根拠及び間接的に関係する値を十分に理解・確認して業務を行うよう周知徹底を図る。
- 関係者間相互のコミュニケーションの重要性について周知徹底を図るとともに、国や関係自治体へ報告する放射線等の値が、地域の皆さまの安心に直結していることの重要性についても、再認識を図る。
- 原子力発電所の安全性及び信頼性向上において、本店、玄海及び川内原子力発電所間のコミュニケーションは重要な礎であり、更に強固なコミュニケーションの醸成について継続的に取り組んでいく。

以 上

(用語説明)

- ・放射線管理システム

放射線業務従事者の被ばく管理や放射性廃棄物の管理を行うシステムである。
今回の焼却炉からの気体廃棄物の放出管理については、必要なファンの運転データをオンラインで取り込み、放出量の算定等を行っている。

- ・雑固体焼却炉

原子力発電所の運転に伴い放射線管理区域内で発生した紙、布等の可燃物を焼却して減容する設備であり、1981年（昭和56年）から運用している。

- ・高温焼却炉

原子力発電所の運転に伴い放射線管理区域内で発生した紙、布に加えガラス、保温材等を高温にて焼却して減容処理する設備であり、1993年（平成5年）から運用している。

- ・品質マネジメントシステム（QMS：Quality Management System）

品質（原子力安全）に影響を与える活動を体系的に実施するために、管理方法を定め、品質に影響を与えるすべてのプロセスについて、計画、実施、評価、改善するというPDCAサイクルを回すことにより、原子力安全を達成、維持、向上させる仕組み。

- ・改善措置活動（CAP：Corrective Action Program）

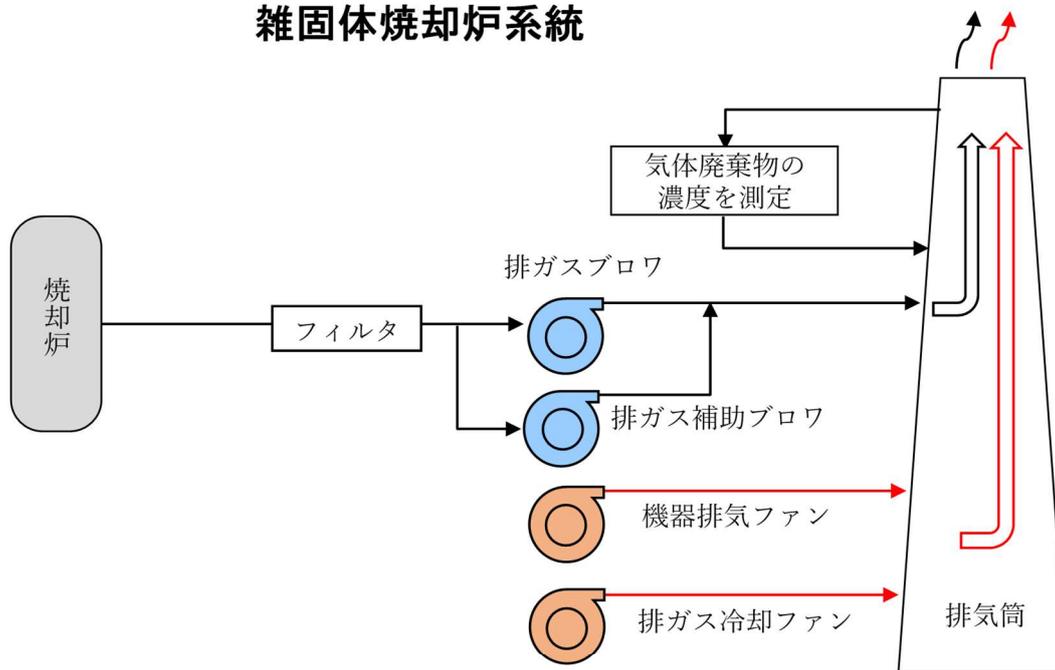
発見した問題についての、安全上の重要性の評価、対応の優先順位付け、解決までを多様な視点で管理していく活動。

- ・コンフィギュレーション管理（CM：Configuration Management）

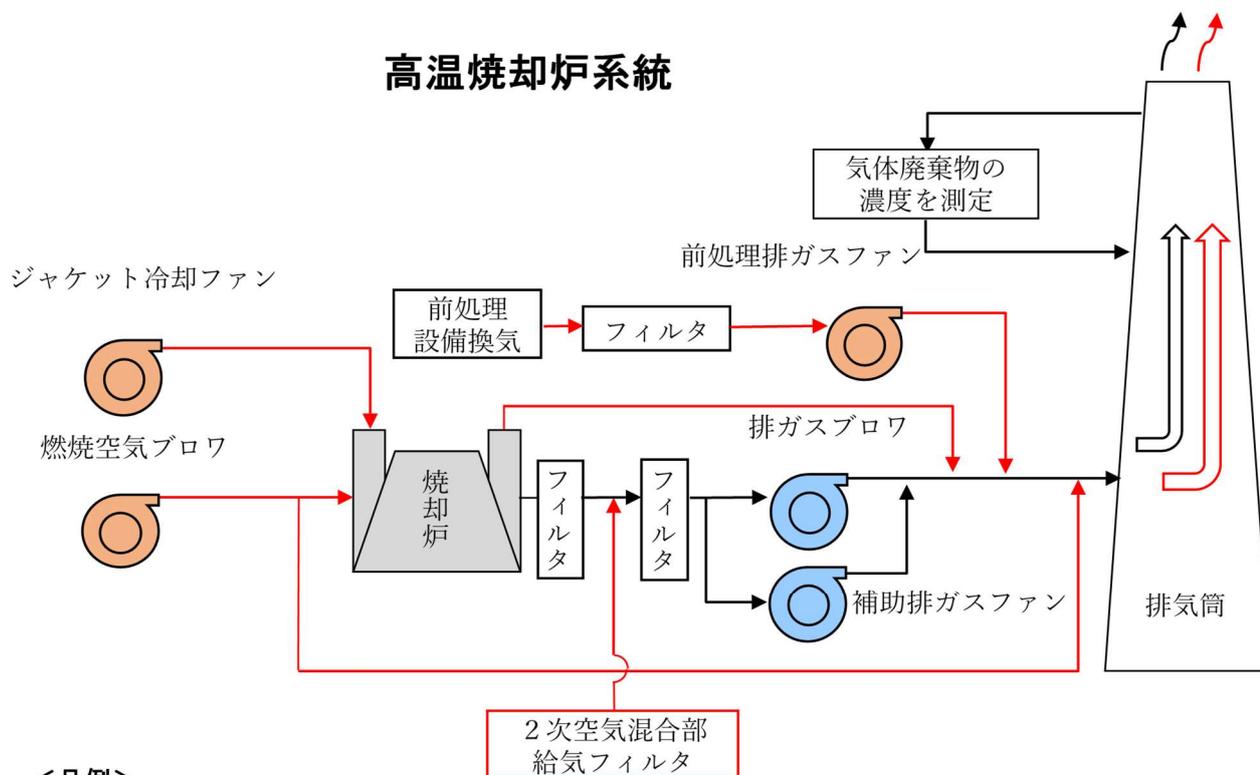
設備やシステムが設計で要求したとおり機能を維持するために、設備やシステムの実物と設計情報の整合を図る仕組み。

玄海原子力発電所 雑固体焼却炉及び高温焼却炉における放射線管理システムへのファンの登録状況

雑固体焼却炉系統



高温焼却炉系統



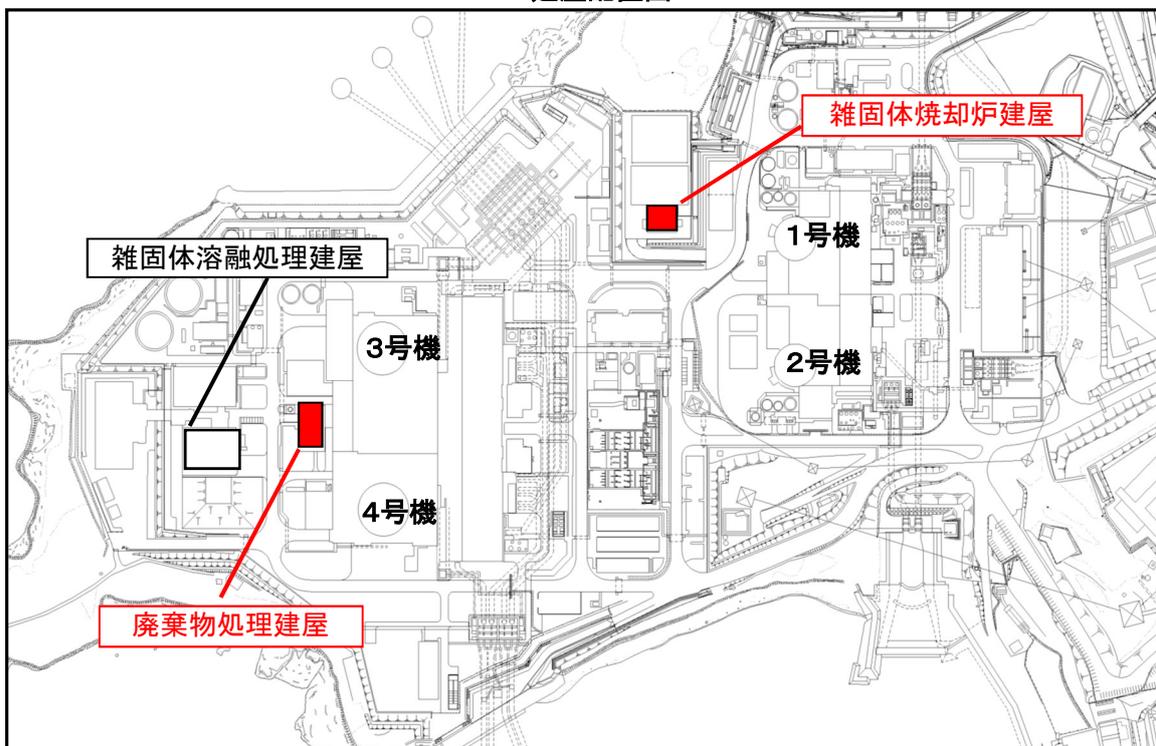
<凡例>

 :評価に含めているファン(放射線管理システムに登録していたファン)

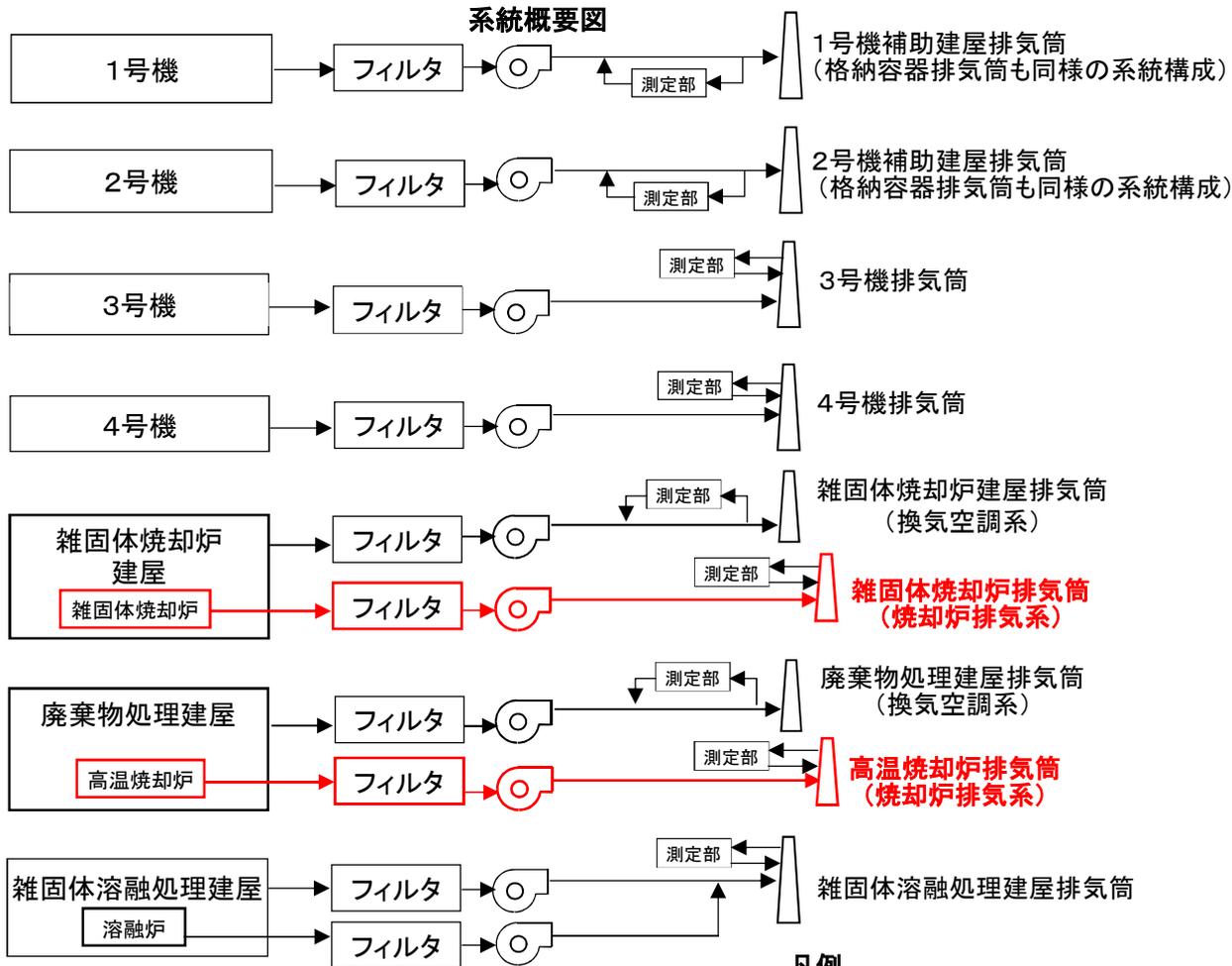
 :評価に含まれていないファン(放射線管理システムに登録していなかったファン)

玄海原子力発電所 雑固体焼却炉及び高温焼却炉の排気系統等について

建屋配置図



系統概要図



凡例

→ : 今回誤りのあった系統

計測値に対して補正処理及び複数の計測値を用いて計算処理を実施した報告値の妥当性確認結果

1. はじめに

玄海原子力発電所に関する関係自治体と締結している各協定書に基づき定期的に報告している値、川内原子力発電所に関する関係自治体と締結している各協定書に基づき定期的に報告している値及び法令に基づき国へ定期的に報告、記録している値のうち、計測値に対して補正処理を実施するもの及び複数の計測値を用いて計算処理を実施するものについて、値に誤りがなく妥当であることを確認した。

2. 確認対象

今回、以下に示す帳票に記録・報告している値のうち、計測値に対して補正処理を実施するもの及び複数の計測値を用いて計算処理を実施するもの（定期事業者検査にて定期的に妥当性を確認している計測値・算出値を除く。）について、妥当性確認を実施した。確認対象の詳細は、添付資料1に示す。

- (1) 玄海原子力発電所に関する各協定書に基づき関係自治体へ定期的に報告している帳票
- (2) 川内原子力発電所に関する各協定書に基づき関係自治体へ定期的に報告している帳票
- (3) 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（以下、「実用炉規則」という。）第67条に基づき記録・保管している帳票
- (4) 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下、「炉規制法」という。）及び実用炉規則に基づき国へ定期的に報告している帳票

なお、雑固体焼却炉及び高温焼却炉の各排気筒から放出している気体廃棄物の放出量については、今回の事案で確認しているため対象外とした。

3. 確認方法

妥当性確認の主な方法は以下のとおり。

【主な妥当性確認方法】

- ・システム仕様書、取扱説明書等に記載されている計算方法が、本来計算すべき計算方法であること
- ・至近の報告値を手計算した値と比較し、妥当性を確認

4. 確認結果

玄海原子力発電所に関する関係自治体と締結している各協定書に基づき定期的に報告している値、川内原子力発電所に関する関係自治体と締結している各協定書に基づき定期的に報告している値及び法令に基づき国へ定期的に報告、記録している値のうち、計測値に対して補正処理を実施するもの及び複数の計測値を用いて計算処理するものについて、妥当であることを確認した。確認結果の詳細は、添付資料2に示す。

5. 添付資料

添付資料1：妥当性確認の対象とした帳票

添付資料2：妥当性確認結果

妥当性確認の対象とした帳票

- (1) 玄海原子力発電所に関する各協定書に基づき関係自治体へ定期的に報告している帳票
- ・「放射線管理の状況（四半期報）」^{*1}のうち「放射性廃棄物の廃棄の状況（気体状及び液体状の放射性廃棄物に含まれる放射性物質の放出量）」
 - ・「放射線管理の状況（期報）」^{*2}のうち「放射性廃棄物の廃棄の状況（気体状及び液体状の放射性廃棄物に含まれる放射性物質の放出量及び濃度）」、「放射線業務従事者の線量分布」
 - ・核燃料物質の消費状況（月報）
 - ・核燃料物質の管理状況（期報）
 - ・〔参考資料〕核燃料物質の消費状況（受入量、払出量）（月報）
 - ・〔参考資料〕核燃料物質の管理状況（明細表）（期報）
 - ・放射性廃棄物の管理状況（月報）
 - ・〔参考資料〕気体廃棄物放出内訳表（月報）
- (2) 川内原子力発電所に関する各協定書に基づき関係自治体へ定期的に報告している帳票
- ・「放射線管理の状況（期報）」^{*2}のうち「放射性廃棄物の廃棄の状況（気体状及び液体状の放射性廃棄物に含まれる放射性物質の放出量及び濃度）」、「放射線業務従事者の線量分布」
 - ・核燃料物質の消費状況（月報）
 - ・〔参考資料〕核燃料物質の消費状況（四半期報・年報）
 - ・〔参考資料〕核燃料物質の消費状況（受入量、払出量）（月報）
 - ・核燃料物質の管理状況（期報）
 - ・〔参考資料〕核燃料物質の管理状況（明細表）（期報）
 - ・放射性廃棄物の管理状況（月報）
 - ・〔参考資料〕放射性廃棄物の管理状況（四半期報・年報）
- (3) 実用炉規則第 67 条に基づき記録・保管している帳票
- ・使用済燃料の払出し時における放射能の量
 - ・放射性廃棄物の排気口又は排気監視設備及び排水口又は排水監視設備における放射性物質の 1 日間及び 3 月間についての平均濃度
 - ・放射線業務従事者の 4 月 1 日を始期とする 1 年間の線量、女子の放射線業務従事者の 4 月 1 日、7 月 1 日、10 月 1 日及び 1 月 1 日を始期とする各 3 月間の線量並びに本人の申出等により妊娠の事実を知ることとなった女子の放射線業務従事者にあつては出産までの間毎月 1 日を始期とする 1 月間の線量
 - ・4 月 1 日を始期とする 1 年間の線量が 20 ミリシーベルトを超えた放射線業務従事者の当該 1 年間を含む原子力規制委員会が定める 5 年間の線量
 - ・放射線業務従事者が緊急作業に従事した期間の始期及び終期並びに放射線業務従事者の当該期間の線量
 - ・廃棄施設に廃棄した放射性廃棄物の種類、当該放射性廃棄物に含まれる放射性物質の数量、当該放射性廃棄物を容器に封入し、又は容器と一体的に固型化した場合には当該容器の数量及び比重並びにその廃棄の日、場所及び方法

(4) 炉規制法及び実用炉規則に基づき国へ定期的に報告している帳票

- ・「放射線管理等報告書（実用炉規則 136 条）」^{※3}のうち「放射性廃棄物の廃棄の状況（気体状及び液体状の放射性廃棄物に含まれる放射性物質の放出量及び濃度）」、「放射線業務従事者の線量分布」
- ・「運転計画届出（実用炉規則 64 条）」のうち「熱消費計画」、「核燃料物質使用計画」
- ・核燃料物質在庫変動・受払間差異・リバッチング報告書（炉規制法 67 条）
- ・核燃料物質在庫変動等供給当事国別明細報告書（1）（炉規制法 67 条）
- ・核燃料物質実在庫量明細報告書（炉規制法 67 条）
- ・核燃料物質実在庫量供給当事国別明細報告書（1）（炉規制法 67 条）
- ・核燃料物質収支報告書（炉規制法 67 条）

- ※1 「放射線業務従事者線量等の状況（四半期報）」の報告内容については、2019 年度第 2 四半期分の報告（2019 年 11 月）から、「放射線管理の状況（四半期報）」の報告内容に統合
- ※2 「放射線業務従事者線量等の状況（年報）」の報告内容については、2019 年度分の報告（2020 年 5 月予定）から、「放射線管理の状況（期報）」の報告内容に統合
- ※3 国の通達に基づく「放射線業務従事者線量等報告書」の報告内容については、2019 年度分の報告（2020 年 5 月予定）から、「放射線管理等報告書（実用炉規則 136 条）」の報告内容に統合

妥当性確認結果

(1) 玄海原子力発電所に関する各協定書に基づき関係自治体へ定期的に報告している帳票

帳票名	妥当性確認内容	確認結果
<ul style="list-style-type: none"> ・「放射線管理の状況（四半期報）」のうち「放射性廃棄物の廃棄の状況（気体状及び液体状の放射性廃棄物に含まれる放射性物質の放出量）」 ・「放射線管理の状況（期報）」のうち「放射性廃棄物の廃棄の状況（気体状及び液体状の放射性廃棄物に含まれる放射性物質の放出量及び濃度）」、「放射線業務従事者の線量分布」 	<ul style="list-style-type: none"> ・システム仕様書に記載されている計算方法及び集計内容の妥当性を確認 ・至近の報告値を手計算した値と比較し、妥当性を確認 	良
<ul style="list-style-type: none"> ・核燃料物質の消費状況（月報） ・核燃料物質の管理状況（期報） ・〔参考資料〕核燃料物質の消費状況（受入量、払出量）（月報） ・〔参考資料〕核燃料物質の管理状況（明細表）（期報） 	<ul style="list-style-type: none"> ・システム仕様書等に記載されている計算方法の妥当性を確認 ・至近の報告値を手計算した値と比較し、妥当性を確認 	良
放射性廃棄物の管理状況（月報）	<ul style="list-style-type: none"> ・システム仕様書に記載されている計算方法の妥当性を確認 ・至近の報告値を手計算した値と比較し、妥当性を確認 	良
〔参考資料〕気体廃棄物放出内訳表（月報）	<ul style="list-style-type: none"> ・システム仕様書に記載されている計算方法の妥当性を確認 ・至近の報告値を手計算した値と比較し、妥当性を確認 	良

(2) 川内原子力発電所に関する各協定書に基づき関係自治体へ定期的に報告している帳票

帳票名	妥当性確認内容	確認結果
「放射線管理の状況（期報）」のうち「放射性廃棄物の廃棄の状況（気体状及び液体状の放射性廃棄物に含まれる放射性物質の放出量及び濃度）」、「放射線業務従事者の線量分布」	<ul style="list-style-type: none"> ・システム仕様書に記載されている計算方法及び集計内容の妥当性を確認 ・至近の報告値を手計算した値と比較し、妥当性を確認 	良
<ul style="list-style-type: none"> ・核燃料物質の消費状況（月報） ・〔参考資料〕核燃料物質の消費状況（四半期報・年報） ・〔参考資料〕核燃料物質の消費状況（受入量、払出量）（月報） ・核燃料物質の管理状況（期報） ・〔参考資料〕核燃料物質の管理状況（明細表）（期報） 	<ul style="list-style-type: none"> ・システム仕様書等に記載されている計算方法の妥当性を確認 ・至近の報告値を手計算した値と比較し、妥当性を確認 	良
<ul style="list-style-type: none"> ・放射性廃棄物の管理状況（月報） ・〔参考資料〕放射性廃棄物の管理状況（四半期報・年報） 	<ul style="list-style-type: none"> ・システム仕様書に記載されている計算方法の妥当性を確認 ・至近の報告値を手計算した値と比較し、妥当性を確認 	良

(3) 実用炉規則第 67 条に基づき記録・保管している帳票

帳票名	妥当性確認内容	確認結果
使用済燃料の払出し時における放射能の量	<ul style="list-style-type: none"> ・システム仕様書等に記載されている計算方法の妥当性を確認 ・至近の報告値を手計算した値と比較し、妥当性を確認 	良
放射性廃棄物の排気口又は排気監視設備及び排水口又は排水監視設備における放射性物質の1日間及び3月間についての平均濃度	<ul style="list-style-type: none"> ・システム仕様書に記載されている計算方法の妥当性を確認 ・至近の報告値を手計算した値と比較し、妥当性を確認 	良
放射線業務従事者の4月1日を始期とする1年間の線量、女子の放射線業務従事者の4月1日、7月1日、10月1日及び1月1日を始期とする各3月間の線量並びに本人の申出等により妊娠の事実を知ることとなった女子の放射線業務従事者にあつては出産までの間毎月1日を始期とする1月間の線量	<ul style="list-style-type: none"> ・システム仕様書に記載されている集計内容の妥当性を確認 ・至近の報告値を手計算した値と比較し、妥当性を確認 	良
4月1日を始期とする1年間の線量が20ミリシーベルトを超えた放射線業務従事者の当該1年間を含む原子力規制委員会が定める5年間の線量	<ul style="list-style-type: none"> ・システム仕様書に記載されている集計内容の妥当性を確認 ・至近の報告値を手計算した値と比較し、妥当性を確認 	良
放射線業務従事者が緊急作業に従事した期間の始期及び終期並びに放射線業務従事者の当該期間の線量	<ul style="list-style-type: none"> ・システム仕様書に記載されている集計内容の妥当性を確認 <p>なお、緊急作業の実績はない</p>	良
廃棄施設に廃棄した放射性廃棄物の種類、当該放射性廃棄物に含まれる放射性物質の数量、当該放射性廃棄物を容器に封入し、又は容器と一体的に固型化した場合には当該容器の数量及び比重並びにその廃棄の日、場所及び方法	<ul style="list-style-type: none"> ・システム取扱説明書等に記載されている計算方法の妥当性を確認 ・至近の報告値を手計算した値と比較し、妥当性を確認 	良

(4) 炉規制法及び実用炉規則に基づき国へ定期的に報告している帳票

帳票名	妥当性確認内容	確認結果
<p>「放射線管理等報告書（実用炉規則 136 条）」のうち「放射性廃棄物の廃棄の状況（気体状及び液体状の放射性廃棄物に含まれる放射性物質の放出量及び濃度）」、「放射線業務従事者の線量分布」</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・システム仕様書に記載されている計算方法及び集計内容の妥当性を確認 ・至近の報告値を手計算した値と比較し、妥当性を確認 	<p>良</p>
<p>「運転計画届出（実用炉規則 64 条）」のうち「熱消費計画」、「核燃料物質使用計画」</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・システム仕様書等に記載されている計算方法の妥当性を確認 ・至近の報告値を手計算した値と比較し、妥当性を確認 	<p>良</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・核燃料物質在庫変動・受払間差異・リバッチング報告書（炉規制法 67 条） ・核燃料物質在庫変動等供給当事国別明細報告書（1）（炉規制法 67 条） ・核燃料物質実在庫量明細報告書（炉規制法 67 条） ・核燃料物質実在庫量供給当事国別明細報告書（1）（炉規制法 67 条） ・核燃料物質収支報告書（炉規制法 67 条） 	<ul style="list-style-type: none"> ・システム仕様書等に記載されている計算方法の妥当性を確認 ・至近の報告値を手計算した値と比較し、妥当性を確認 	<p>良</p>