

志賀原子力発電所2号機 漏えい燃料範囲特定作業の実施結果について

平成21年4月28日
北陸電力株式会社

当社は、「志賀原子力発電所2号機における漏えい燃料範囲の特定作業の実施結果」について、本日(4月28日)、安全協定に基づき石川県および志賀町に報告するとともに原子力安全・保安院にお知らせしました。

これは、4月12日の事象発生から定格電気出力復帰後までの下記内容を取りまとめたものです。

< 内容 >

- ・ 事象発生の状況
- ・ 漏えい燃料範囲の特定作業
- ・ 定格電気出力運転への復帰
- ・ 環境への影響
- ・ 今後の対応

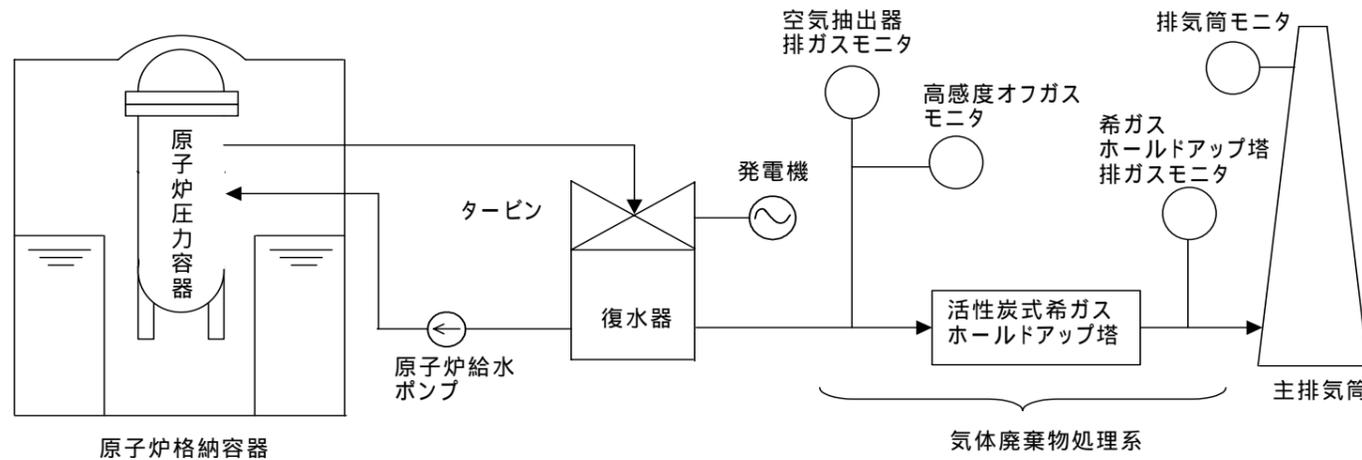
添付資料：志賀原子力発電所2号機における
漏えい燃料範囲の特定作業の実施結果（概要）

以 上

志賀原子力発電所2号機における漏えい燃料範囲の特定作業の実施結果（概要）

1. 事象発生状況

- ・ 定格電気出力（1,206MW）で運転中の平成21年4月12日18時31分、高感度オフガスモニタの希ガス-キセノン133の指示値が、監視レベルの3cps（通常は0.1~0.7cps程度、通常時の平均値（通常値）は0.34cps）に到達。
- ・ 燃料集合体からの微小な漏えいによる可能性が考えられるため、関連パラメータの監視強化を行っていたところ、4月13日16時28分に高感度オフガスモニタの指示値に有意な上昇が認められたため、プラント出力を降下させ、漏えい燃料範囲を特定する作業の実施を決定。
- ・ 4月14日17時44分から出力約780MW（約65%出力）の状態での漏えい燃料範囲を特定する作業を開始。

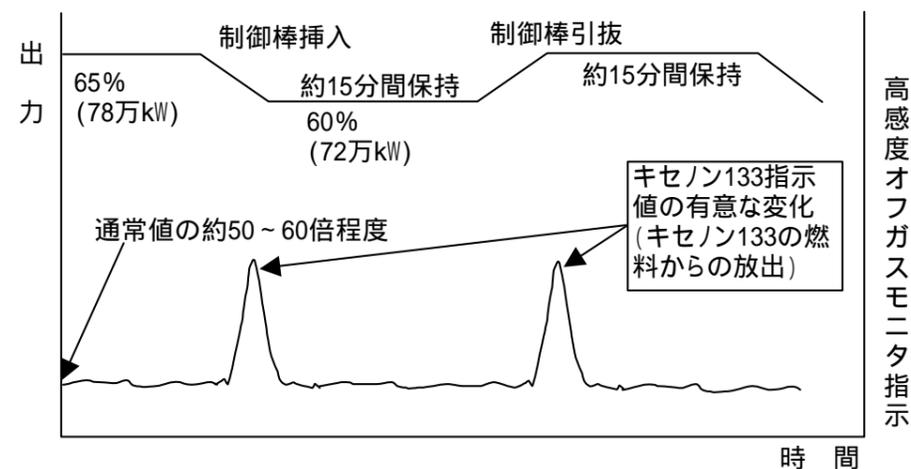


志賀原子力発電所2号機 系統概要図

2. 漏えい燃料範囲の特定作業

(1) 実施手順

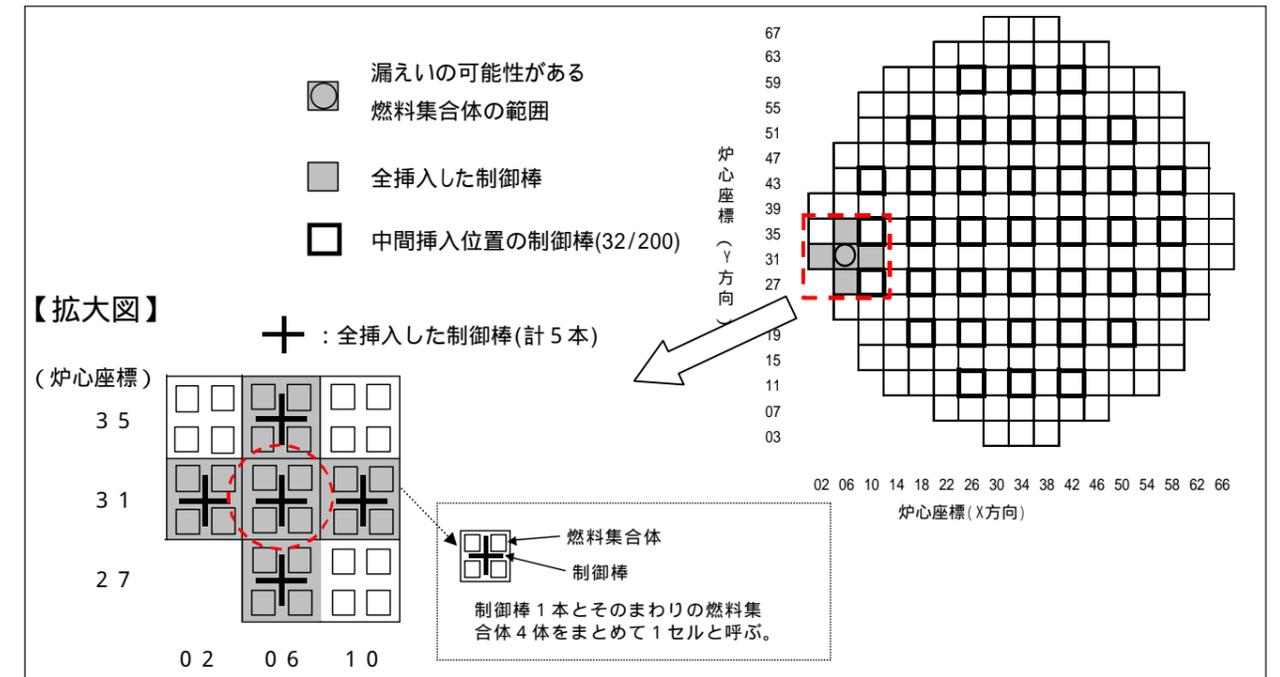
- ・ 全制御棒について、制御棒の挿入及び引抜きにより、燃料集合体からの希ガス漏えい量を変化させる。
- ・ 高感度オフガスモニタの指示値の変化から漏えい燃料範囲を特定する。



制御棒操作時の高感度オフガスモニタの指示の変化（イメージ）

(2) 実施結果

- ・ 制御棒06-31の近傍にある燃料集合体4体を漏えい燃料範囲と特定。
- ・ 漏えい燃料の熱出力を抑制し、漏えいの拡大防止を図るため、制御棒座標06-31の制御棒に加え、周辺の制御棒4本を全挿入した。（計5本の制御棒を全挿入）



3. 定格電気出力運転への復帰

- ・ 平成21年4月22日10時に関連パラメータの監視を行いながら、プラント出力を上昇させ、定格電気出力運転に復帰。
- ・ 燃料漏えい拡大の兆候はなし。
 - 高感度オフガスモニタ（希ガス-キセノン133）の指示値は、約2~8cps程度（平均値約5.3cps）で低下傾向。これは、通常値の約15倍、事象発生時の最大値（271cps）の約1/50に相当。

4. 環境への影響

高感度オフガスモニタのキセノン133の最大値は、通常値の約800倍（特定作業中、作業に伴い一時的に通常値の約3,600倍を指示）となったが、排気筒モニタの指示値に変動はなく、外部への放射能の影響はなかった。（別紙参照）

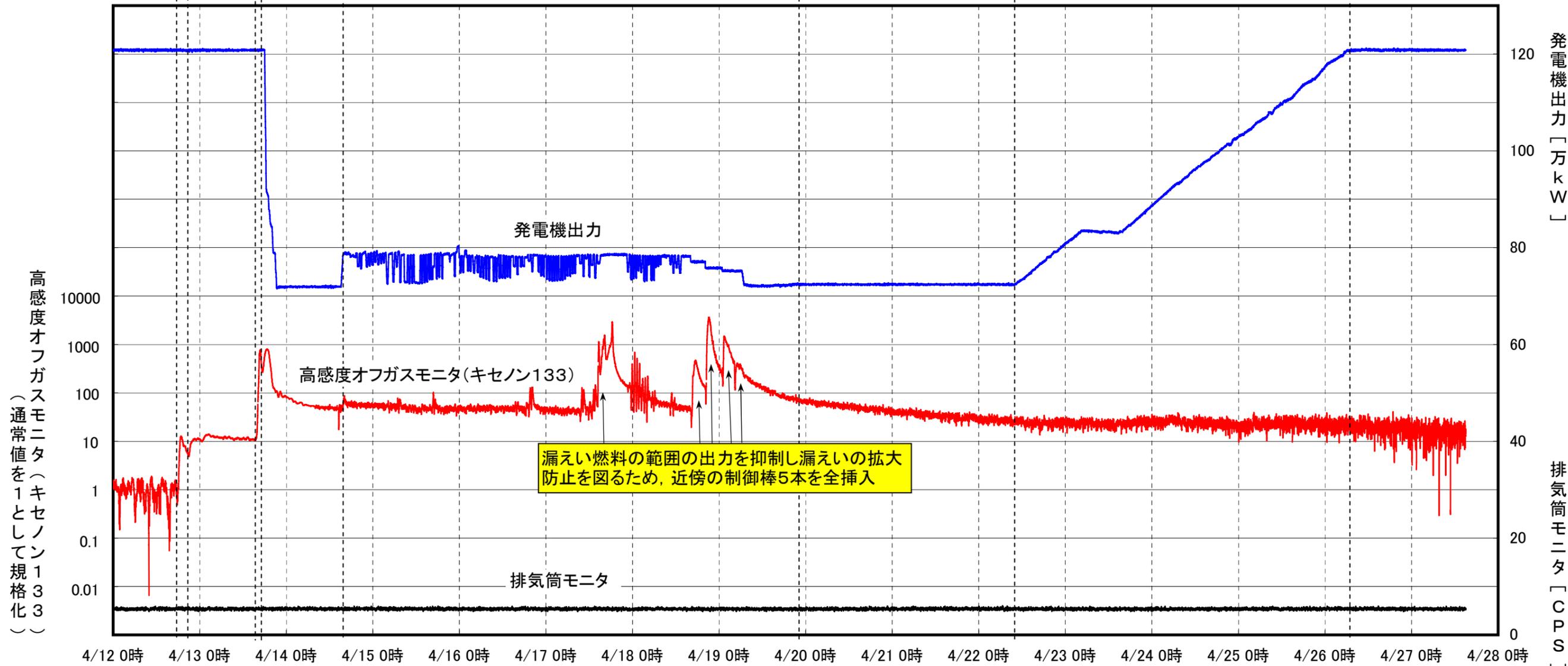
（参考）キセノン133等の希ガスは、気体廃棄物処理系による十分な減衰と排気筒における希釈の効果により、通常値の約10,000倍程度までは排気筒モニタの指示に有意な変動はない。

5. 今後の対応

- ・ 次回定期検査において、範囲を特定した漏えい燃料について、漏えい検査を実施し、漏えいを確認した燃料集合体を新燃料に取り替える予定。
- ・ 漏えいを確認した燃料集合体については、外観検査等を行う。

志賀原子力発電所2号機 漏えい燃料範囲の特定作業時のパラメータ変化

- (主要な時系列)
- ▼ 事象発生 (4/12 18:31)
 - ▼ 監視強化 (4/12 22:15)
 - ▼ 有意な上昇を確認 (4/13 16:28)
 - ▼ 出力降下開始 (4/13 18:00)
 - ▼ 漏えい燃料範囲の特定作業開始 (4/14 17:44)
 - ▼ 漏えい燃料範囲の特定作業終了 (4/19 23:15)
 - ▼ 出力上昇開始 (4/22 10:00)
 - ▼ 定格電気出力運転復帰 (4/26 6:00)



志賀原子力発電所 2 号機における
漏えい燃料範囲の特定作業の実施結果について

平成 2 1 年 4 月
北陸電力株式会社

目次

はじめに

1. 件名	1
2. 事象発生の日時	1
3. 事象発生設備	1
4. 事象発生時の運転状況	1
5. 事象発生時の状況	1
6. 漏えい燃料範囲の特定作業	3
7. 定格電気出力運転への復帰	5
8. 環境への影響	7
9. 今後の対応	7

はじめに

志賀原子力発電所2号機の気体廃棄物処理系に設置した高感度オフガスモニタ指示値の上昇については、燃料集合体から放射性希ガスが微小に漏えいしている可能性が考えられるため、プラント出力を低下させ、放射性希ガスが漏えいしている燃料集合体（以下「漏えい燃料」という。）の範囲を特定する作業を実施しました。作業の結果、漏えい燃料範囲が特定できたことから当該燃料の熱出力を抑制し、漏えいの拡大防止を図りました。この結果を踏まえ、監視強化を行いながらプラント出力を上昇し、定格電気出力運転に復帰しました。なお、本事象による外部への放射能の影響はありませんでした。

その内容を以下のとおり取りまとめましたのでご報告いたします。

1. 件名

志賀原子力発電所2号機における漏えい燃料範囲の特定作業の実施結果について

2. 事象発生の日時

平成21年4月12日（日）18時31分

（高感度オフガスモニタの指示値が注意して監視するレベル（以下「監視レベル」という。）に達した日時）

3. 事象発生の設備

燃料集合体

4. 事象発生時の運転状況

定格電気出力運転中（定格電気出力 1, 206 MW）

5. 事象発生の状況

志賀原子力発電所2号機（改良型沸騰水型、定格電気出力1, 206 MW）は、定格電気出力で運転中のところ、平成21年4月12日18時31分、気体廃棄物処理系^{*1}の入口側に設置した放射線レベルを補助的に監視している高感度オフガスモニタ^{*2}の値があらかじめ定めた監視レベルに達した。【監視レベルは希ガス-キセノン133^{*3}の指示値で3cps（通常は0.1~0.7cps程度、通常時の平均値（通常値）は0.34cps）】

このため、気体廃棄物処理系の排ガスをサンプリングし、希ガスの濃度を分析した結果、希ガス-キセノン133の値が上昇（通常値の約10倍）していることを確認した。当該指示値の上昇は、燃料集合体から放射性希ガスが微小に漏えいしている可能性が考えられるため、関連するモニタの常時監視および希ガス濃度の分析頻度増加など、関連パラメータの監視強化^{*4}を行うこととした。

監視強化を行いながら運転を継続していたが、平成 21 年 4 月 13 日 16 時 28 分に高感度オフガスモニタの指示値に有意な上昇【希ガス-キセノン 133 の指示値で 67.1cps（通常値の約 200 倍）】が認められた。

このため、これまで十分実績がある漏えい燃料範囲の特定作業（プラント出力を降下させて安定した状態で制御棒の挿入および引き抜き操作を行い、高感度オフガスモニタの指示値の変化から漏えい燃料範囲を特定し、その近傍の制御棒を挿入することにより、当該燃料の熱出力を抑制する作業）を適用することが可能と判断し、その実施を同日 16 時 30 分に決定した。

同日 18 時 00 分から出力降下を開始し、出力約 7 2 0 MW（約 6 0 %出力）まで降下させた後、漏えい燃料範囲の特定作業時に制御棒挿入により出力が低下することを考慮し、5 %程度出力を上昇した状態（約 7 8 0 MW（約 6 5 %出力））で翌 4 月 14 日 17 時 44 分から漏えい燃料範囲を特定する作業を開始した。【出力降下の過程で高感度オフガスモニタの希ガス-キセノン 133 の指示値が最大 271cps（通常値の約 800 倍）まで上昇】

この間、原子炉冷却材中のよう素 ^{131}I の濃度は、通常値（約 3×10^{-2} Bq/g）に対して、4 月 13 日のサンプリング分析において一時的に最大 3.8×10^{-2} Bq/g まで上昇したが、その後は低下傾向にあり、原子炉施設保安規定に定める運転上の制限値（ 1.3×10^3 Bq/g）を十分下回っていることを確認した。

また、排気筒に設置している排気筒モニタ^{*6}および発電所の敷地境界付近に設置しているモニタリングポスト^{*7}の指示値に変動はなく、外部への放射能の影響がないことを確認した。

（添付資料－ 1， 2， 3， 4-(1)(2)）

※ 1 気体廃棄物処理系

- ・復水器内の真空維持のため、復水器内で凝縮できなかった放射性ガスを抽出して減衰処理し、排気筒から放出するための系統。

※ 2 高感度オフガスモニタ

- ・燃料からの放射性希ガスの微小漏えいを早期に発見し漏えいの拡大を防止することを目的に、当社が自主的に設置したもので、従来のモニタの 1/100 の漏えいを検知することが可能。
- ・通常時は検出系統に設置している減衰管でガスの通過を約 60 分遅らせることにより、ガス中に含まれる半減期の短い放射性ガス【窒素 13（半減期約 10 分）：燃料漏えいにより発生するものではなく、原子炉冷却材中の酸素が放射化したもので運転中は常時ガス中に含まれる。】の影響を低減させ、比較的半減期の長い放射性希ガスを高感度で検知する。
- ・漏えい燃料範囲の特定作業時は、制御棒操作に伴う放射性希ガス漏えい量の変化を時間遅れなく速やかに検知するため、減衰管をバイパスする。この時点では、減衰管をバイパスしても希ガス漏えい量が十分検知できるレベルにある。（通常の気体廃棄物処理系の監視は、これとは別に設置されている空気抽出器排ガスモニタおよび希ガスホールドアップ塔排ガスモニタにより実施。）

（添付資料－ 5）

※3 希ガス-キセノン 133

- ・燃料から漏えいする割合が大きい放射性ガスであり、半減期（約5日）が比較的長いので、燃料漏えいの監視指標となる。（他の希ガスとして、キセノン 135、キセノン 138、クリプトン 85、クリプトン 87、クリプトン 88 などがある。）

※4 関連パラメータの監視強化

- ・高感度オフガスモニタ、空気抽出器排ガスモニタおよび希ガスホールドアップ塔排ガスモニタ指示値を1回/時間程度から常時監視にするとともに、気体廃棄物処理系の希ガス濃度および原子炉冷却材中のよう素 131 濃度の分析を1回/週から1回/日以上実施。

※5 よう素 131

- ・原子炉冷却材中（液体）に含まれる放射性物質であり、燃料漏えいの監視指標となる。

※6 排気筒モニタ

- ・排気筒から環境へ放出される排気中の放射線を測定する装置。

※7 モニタリングポスト

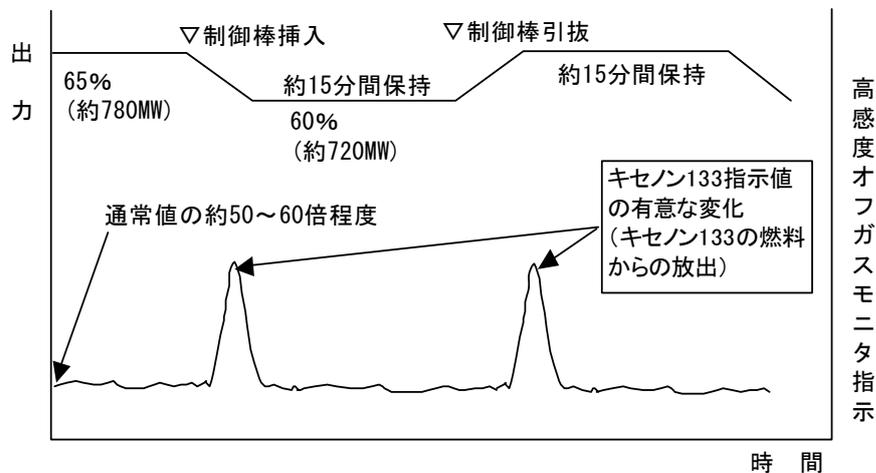
- ・発電所敷地境界付近の空間の放射線を測定する装置。

6. 漏えい燃料範囲の特定作業

漏えい燃料範囲の特定は、出力抑制法^{※8}により実施した。

※8 出力抑制法

- ・制御棒の挿入および引抜きにより、燃料集合体からの希ガス漏えい量を変化させ、高感度オフガスモニタの指示値の変化から「漏えい燃料範囲」を特定し、その近傍の制御棒を挿入することにより、当該燃料の熱出力を抑制する方法。この方法により、漏えい燃料の核分裂を抑制し希ガス漏えいを抑制するとともに二次的な破損を防止する。



制御棒操作時の高感度オフガスモニタの指示値の変化(イメージ)

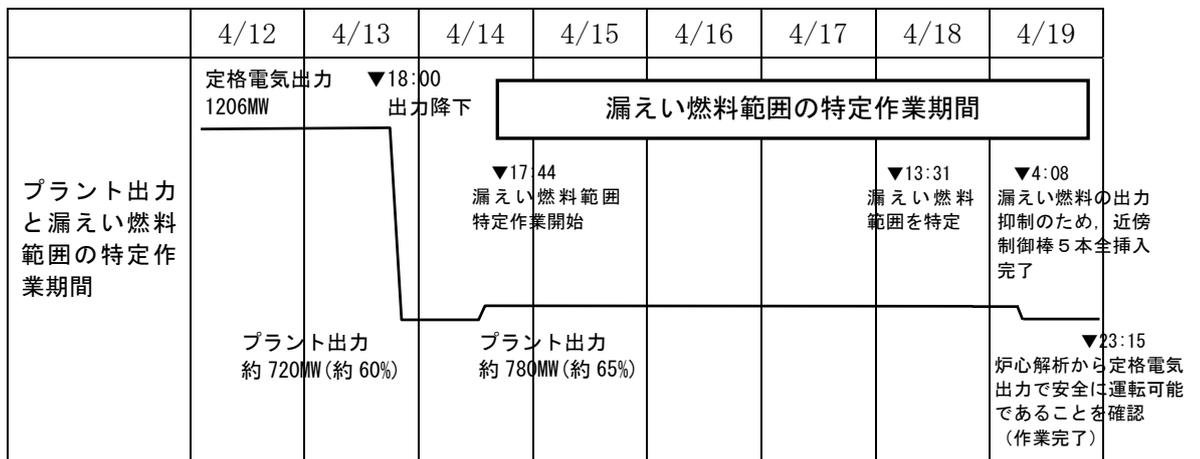
(1) 実施手順

- a. 高感度オフガスモニタの検出系統に設置している減衰管をバイパスする。
- b. 全制御棒(205本)について、制御棒の挿入および引抜き操作を実施する。
- c. 制御棒の挿入および引抜き操作を1本ずつ順次実施し、燃料集合体からの希ガス漏えい量を変化させて、その際の高感度オフガスモニタの指示値を確認する。
- d. 高感度オフガスモニタの指示値に有意な変化を確認した場合、漏えい燃料集合体の絞り込みのため、周辺の制御棒の挿入および引抜き操作を実施し、高感度オフガスモニタの指示値の変化から、漏えい燃料範囲を特定する。
- e. 漏えい燃料範囲の近傍にある制御棒を挿入し、当該燃料の熱出力を抑制する。

(2) 実施結果

a. 作業期間

平成 21 年 4 月 14 日(火)17 時 44 分 ~ 4 月 19 日(日)23 時 15 分



b. 漏えい燃料範囲の特定と熱出力抑制

高感度オフガスモニタの指示値の変化から、制御棒座標 06-31 の近傍にある燃料集合体 4 体の範囲に漏えい燃料が存在することを特定した。

漏えい燃料の熱出力を抑制し、漏えいの拡大防止を図るため、制御棒座標 06-31 の制御棒に加え、周辺の制御棒 4 本【06-35, 10-31, 06-27, 02-31】を全挿入した。(計 5 本の制御棒を全挿入)

(添付資料-6)

漏えい燃料範囲の特定作業を実施するにあたり、過去に他社で発生した同様の事象内容を確認するとともに燃料メーカーの知見も踏まえ、希ガス漏えい量の推移を予測しつつ、慎重に作業を実施した。作業を実施する過程では高感度オフガスモニタの指示値が一時的に上昇する場合がありますが、今回は、最大 1,238cps (通常約 3,600 倍) まで上昇したが、排気筒モニタおよびモニタリングポストの指示値に変動はないことから、外部への放射能の影響がないことを確認した。

高感度オフガスモニタの指示値が一時的に上昇したのは、以下の現象によるものと考えている。

- ① 制御棒の挿入により、漏えい燃料の熱出力が低下し、燃料ペレットの温度が低下するため、燃料ペレットが収縮する。
- ② 燃料ペレットが収縮すると、燃料ペレットと被覆管との隙間が広がり、希ガスの流れる通路ができるため、燃料棒の中に溜まっていた希ガスが燃料の漏えい孔から一時的に外に放出される。
- ③ 漏えい燃料の近傍にある制御棒を全挿入した際に上記①、②の現象が発生しやすくなる。

- ・漏えい燃料範囲の制御棒座標 06-31 の制御棒を全挿入した際に高感度オフガスモニタの指示値が 996cps まで上昇。
- ・熱出力抑制のため周辺の制御棒 4 本を全挿入する過程で制御棒座標 10-31 の制御棒を全挿入した際に高感度オフガスモニタの指示値が 1,238cps まで上昇。

(添付資料-4-(1))

7. 定格電気出力運転への復帰

「6. 漏えい燃料範囲の特定作業」により、漏えい燃料範囲を特定し、その近傍の制御棒 5 本を全挿入することにより、当該燃料の熱出力を抑制した。

この状態で関連パラメータの監視を行いながら、平成 21 年 4 月 22 日 10 時 00 分よりプラント出力を上昇させ、平成 21 年 4 月 26 日 6 時 00 分に定格電気出力運転に復帰した。

定格電気出力復帰後の関連パラメータの主な監視状況は、平成 21 年 4 月 27 日 15 時の時点で以下のとおりであり、燃料漏えい拡大の兆候がないことを確認した。また、外部への放射能の影響がないことを確認した。

(添付資料-4-(1), (2))

(1) モニタ指示値

a. 高感度オフガスモニタ (希ガス-キセノン 133) の指示値

約 2~8cps 程度(平均値 約 5.3cps)で低下傾向にある。

- ・通常値の約 15 倍、事象発生時に上昇した最大値(271cps)の約 1/50 に相当。

- b. 希ガスホールドアップ塔排ガスモニタ
通常値 約 6.2cps で安定している。

(参考) 希ガスホールドアップ塔は、活性炭の吸着作用により放射性希ガスを保持し放射能を減衰させる機能を有している。このため、同設備の下流に設置している希ガスホールドアップ塔排ガスモニタでは、燃料からの漏えい時点より、クリプトン 85 では約 3 日、キセノン 133 では約 55 日の時間遅れをもって指示値が変動する。

- c. 空気抽出器排ガスモニタ
約 8.3×10^{-11} A で安定している。
・通常値 約 7.7×10^{-11} A に対して約 8% 程度上昇して安定。

- d. 排気筒モニタ
通常値 約 5.3cps であり、事象発生前後で変動はない。

- e. モニタリングポスト
通常値 約 20~40 nGy/h であり、事象発生前後で変動はない。
(降雨による変動除く)

(2) サンプル分析値

- a. 希ガス—キセノン, クリプトン (サンプリング箇所: 空気抽出器出口)

(a) キセノン 133

約 8.2 Bq/cm^3 で低下傾向にある。

- ・通常値 (約 $6.5 \times 10^{-1} \text{ Bq/cm}^3$) の約 10 倍, 事象発生時に上昇した最大値 (約 $3 \times 10^2 \text{ Bq/cm}^3$) の約 1/40 に相当。

(b) その他 (キセノン 135, 135m, 138/クリプトン 85m, 87, 88)

- ・通常値の約 2~6 倍の濃度で安定。

- b. 原子炉冷却材中のよう素 131 濃度

通常値 約 $3 \times 10^{-2} \text{ Bq/g}$ で安定している。

- ・事象発生時, 一時的に最大値 ($3.8 \times 10^{-2} \text{ Bq/g}$) まで上昇したがその後, 通常値で安定。保安規定に定める運転上の制限値 ($1.3 \times 10^3 \text{ Bq/g}$) の約 1/40,000 に相当。

8. 環境への影響

本事象発生から定格電気出力運転に復帰するまでの間において、高感度オフガスモニタの希ガス—キセノン 133 の指示値は、通常値の約 800 倍（漏えい燃料範囲の特定作業中においては、作業に伴い一時的に通常値の約 3,600 倍）となったが、排気筒モニタおよびモニタリングポストの指示値に変動はないことから、外部への放射能の影響はなかった。

（参考）キセノン 133 等の希ガスは、気体廃棄物処理系による十分な減衰と排気筒における希釈の効果により、通常値の約 10,000 倍程度までは排気筒モニタの指示に有意な変動はない。

9. 今後の対応

今後は、次回定期検査において、範囲を特定した漏えい燃料について、漏えい検査^{*9}を実施し、漏えいを確認した燃料を新燃料に取り替える予定である。漏えいを確認した燃料については、有意な変形、傷、腐食等の有無を調査するため、外観検査等を行う。

※9 燃料の漏えい検査

- ・燃料を炉内の装荷位置から上昇させると水圧が低下するため、燃料に漏えいがある場合は、放射性希ガスが水中に放出される。この炉水を採取し放射性希ガスの量を測定することにより漏えい燃料を特定する検査。

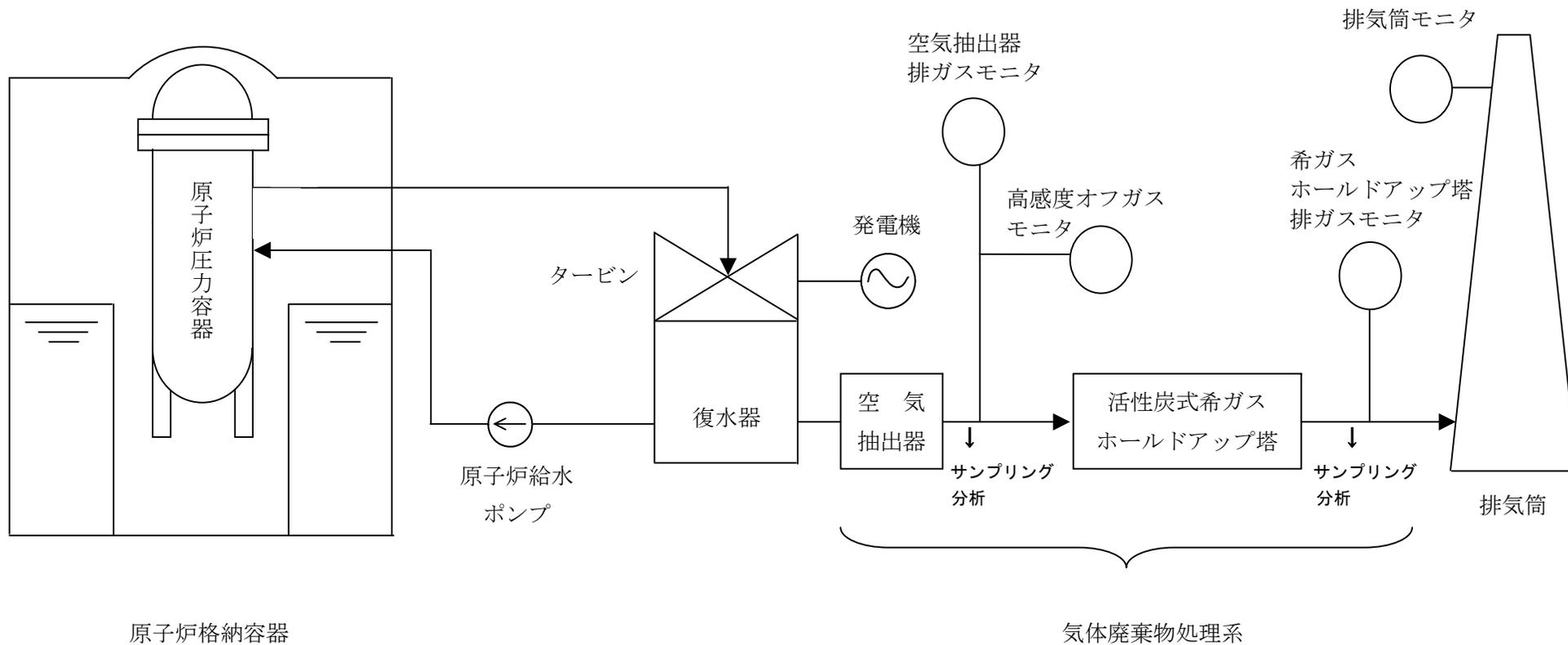
以上

添付資料 目次

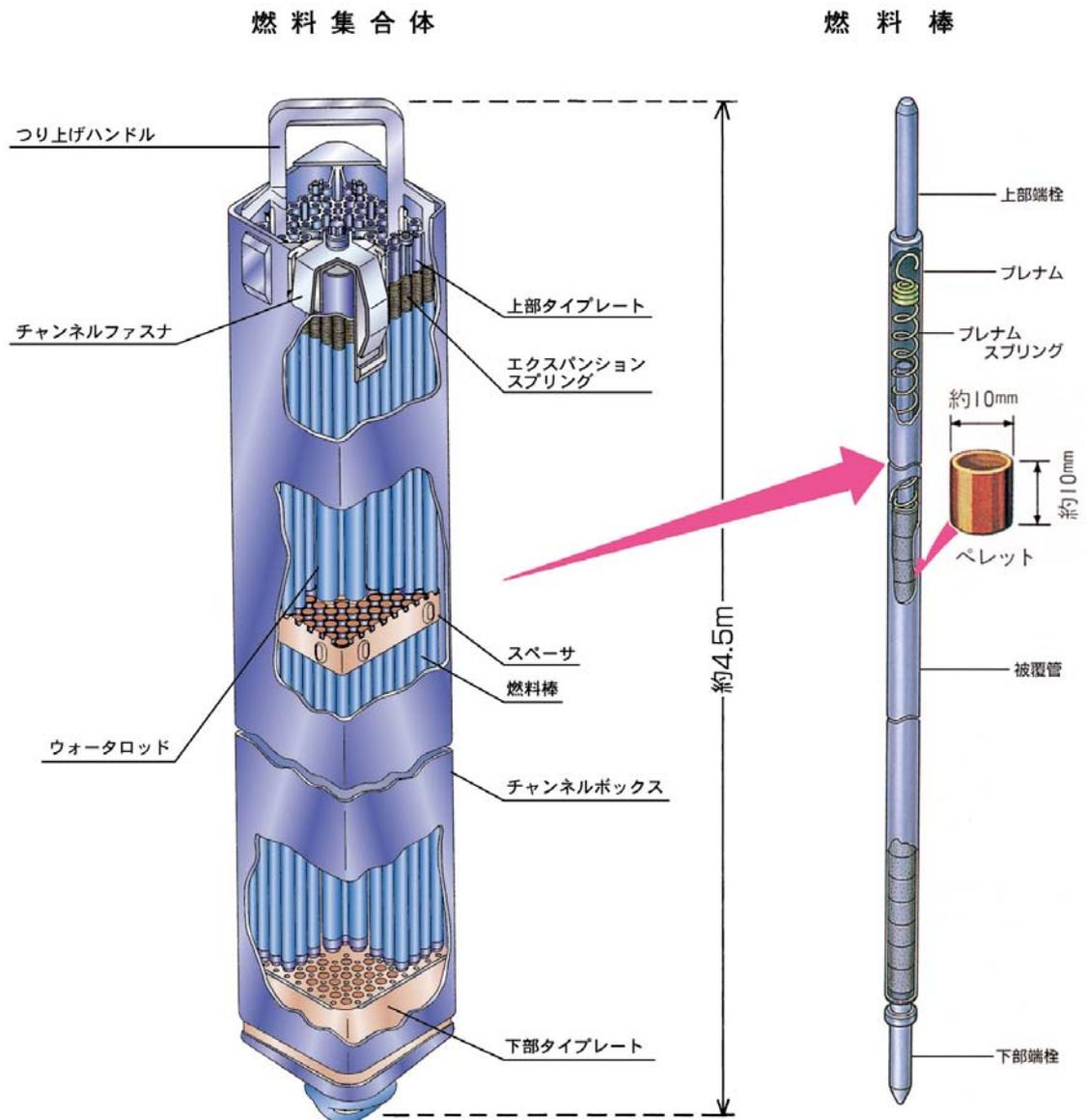
添付資料－1	主要時系列
添付資料－2	志賀原子力発電所2号機 系統概要図
添付資料－3	燃料集合体外観図
添付資料－4	漏えい燃料範囲の特定作業に係る監視パラメータの推移 - (1) モニタ指示値の推移 - (2) サンプル分析値の推移
添付資料－5	高感度オフガスモニタの概要
添付資料－6	漏えい燃料範囲の特定と熱出力抑制のために全挿入した制御棒位置

主要時系列

日 時	主 要 経 緯
平成 21 年 4 月 12 日 (日) 18 時 31 分	高感度オフガスモニタの指示値が監視レベルまで上昇。 (監視レベルはキセノン 1 3 3 の指示値で 3 cps 【通常値：0. 1～0. 7 cps, 平均値：0. 3 4 cps】)
18 時 47 分	高感度オフガスモニタの値が最大で 4. 3 cps まで上昇 気体廃棄物処理系の排ガスの分析結果でキセノン 1 3 3 の濃度値が (通常時の約 1 0 倍) に上昇
22 時 15 分	監視強化開始
平成 21 年 4 月 13 日 (月) 16 時 28 分	高感度オフガスモニタのキセノン 1 3 3 の指示値が 6 7. 1 cps まで上昇 (通常値の約 2 0 0 倍)
16 時 30 分	プラントの出力を一旦降下させ, 漏えい燃料の範囲を特定する作業の実施を決定
16 時 55 分	高感度オフガスモニタ指示値 最大 2 6 3 cps まで上昇 (通常値の約 8 0 0 倍)
18 時 00 分	プラント出力降下開始
18 時 42 分	高感度オフガスモニタ指示値 最大 2 7 1 cps まで上昇 (通常値の約 8 0 0 倍)
21 時 16 分	プラント出力 7 2 0 MW 到達
平成 21 年 4 月 14 日 (火) 14 時 36 分	高感度オフガスモニタ検出系統の減衰管をバイパス
17 時 44 分	漏えい燃料範囲特定のための制御棒操作開始 (プラント出力約 7 8 0 MW)
平成 21 年 4 月 18 日 (土) 13 時 31 分	漏えい燃料範囲を特定 (制御棒 0 6 - 3 1 は, この過程で全挿入)
16 時 4 分	漏えい燃料範囲に存在する燃料の熱出力抑制のため, 周辺の制御棒挿入開始
21 時 15 分	高感度オフガスモニタ指示値 最大 1 2 3 8 cps まで上昇 (通常値の約 3 6 0 0 倍)
平成 21 年 4 月 19 日 (日) 4 時 8 分	漏えい燃料範囲に存在する燃料の熱出力抑制のための制御棒全挿入完了 (計 5 本)
23 時 15 分	炉心解析から定格電気出力で安全に運転可能であることを確認し, 漏えい燃料範囲の特定作業を終了 定格電気出力までプラント出力を上昇するための制御棒引抜き操作手順等を策定
平成 21 年 4 月 22 日 (水) 10 時 00 分	プラント出力上昇開始
平成 21 年 4 月 26 日 (日) 6 時 00 分	定格電気出力へ復帰



志賀原子力発電所2号機 系統概要図

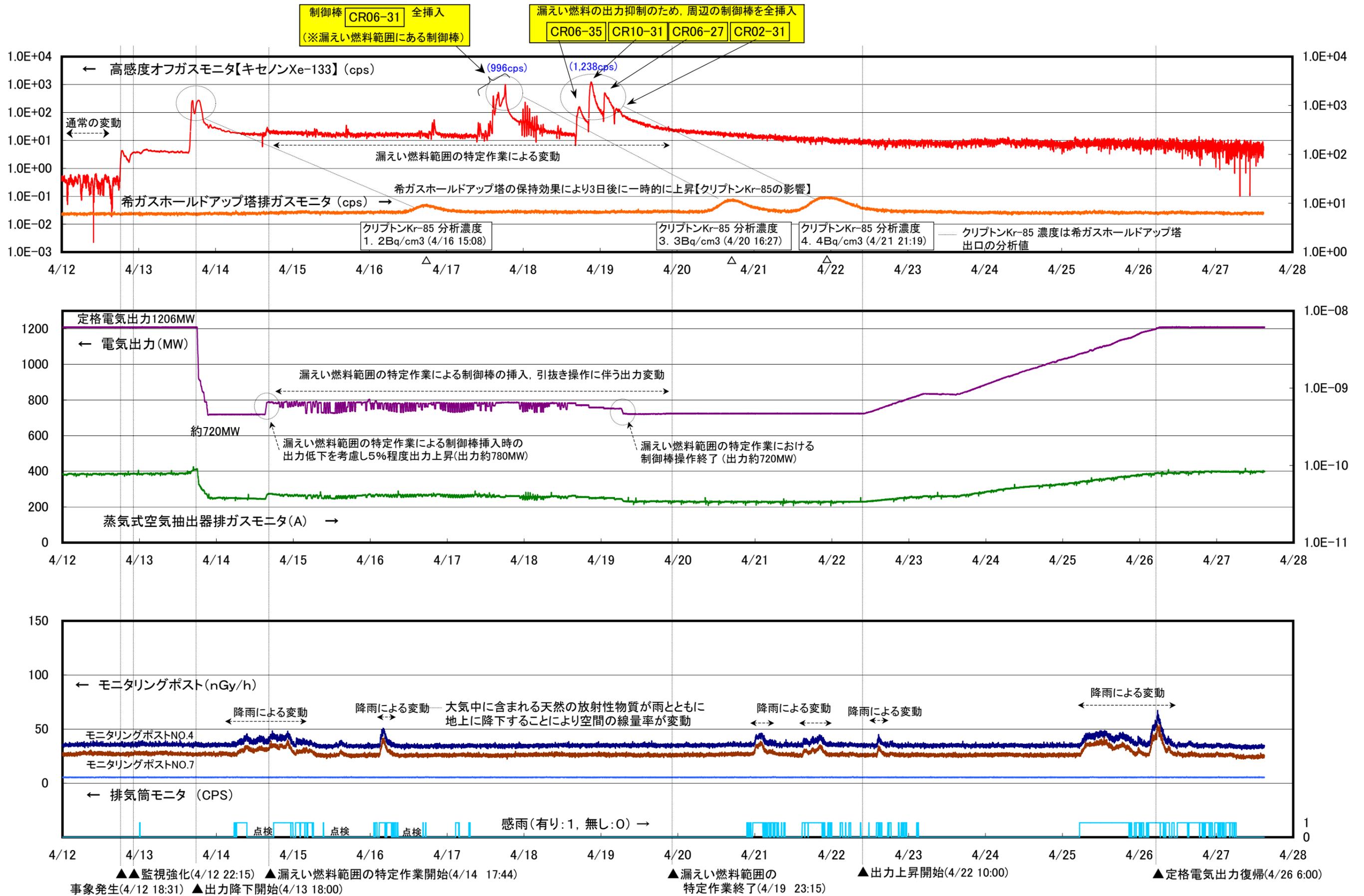


設備概要

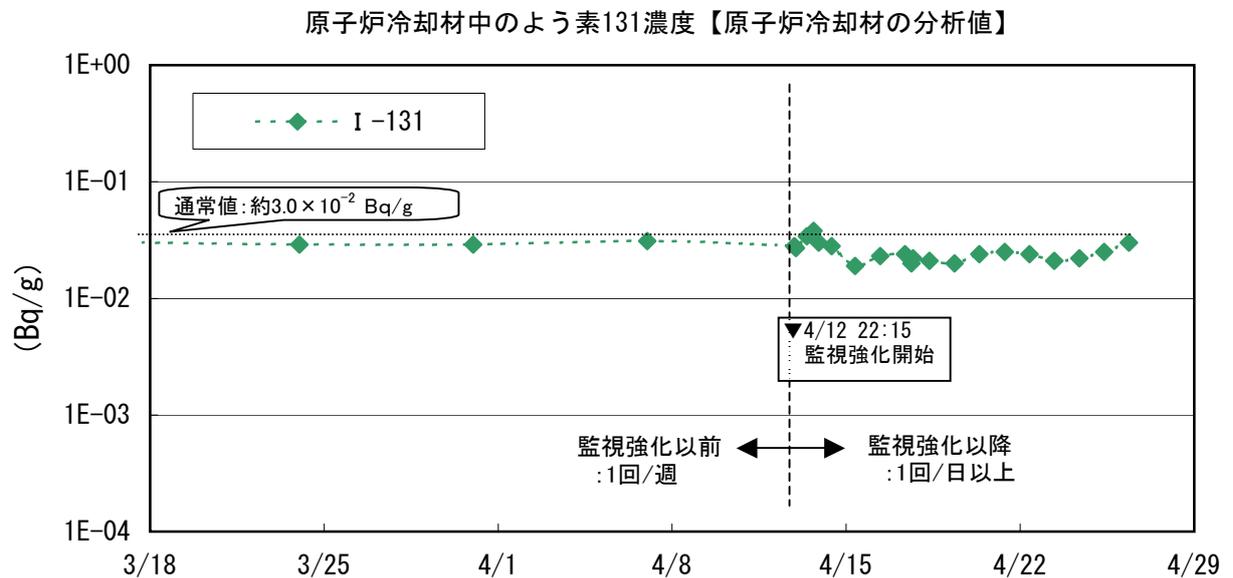
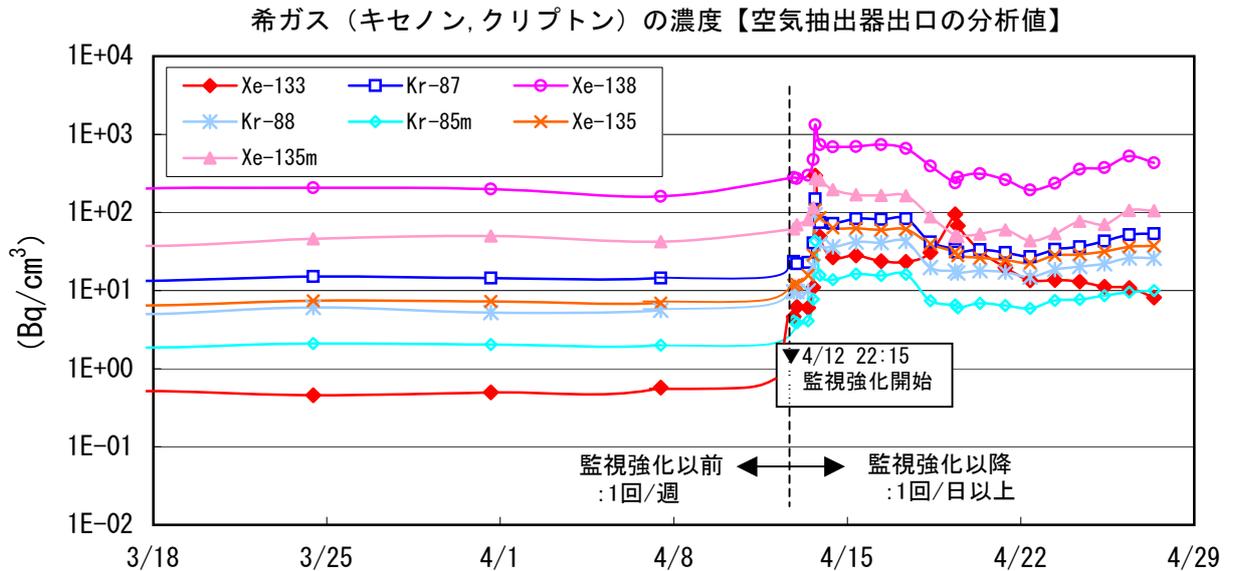
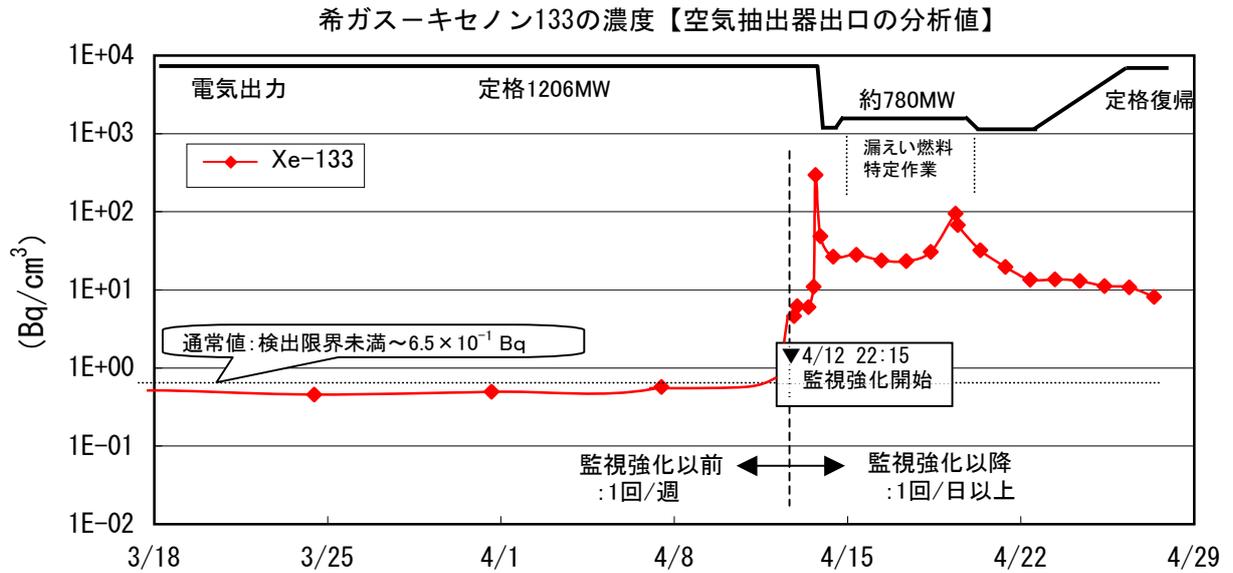
種類	低濃縮二酸化ウラン
平均濃縮度	約4%
体数	872体

燃料集合体 外観図

漏えい燃料範囲の特定作業に係る監視パラメータの推移【モニタ指示値】（H21.4.12 0:00 ~ H21.4.27 15:00） 添付資料-4-(1)



漏えい燃料範囲の特定作業に係る監視パラメータの推移【サンプリング分析値】



サンプリング分析値データ

○ 希ガス（キセノン、クリプトン）の濃度【空気抽出器出口の分析値】

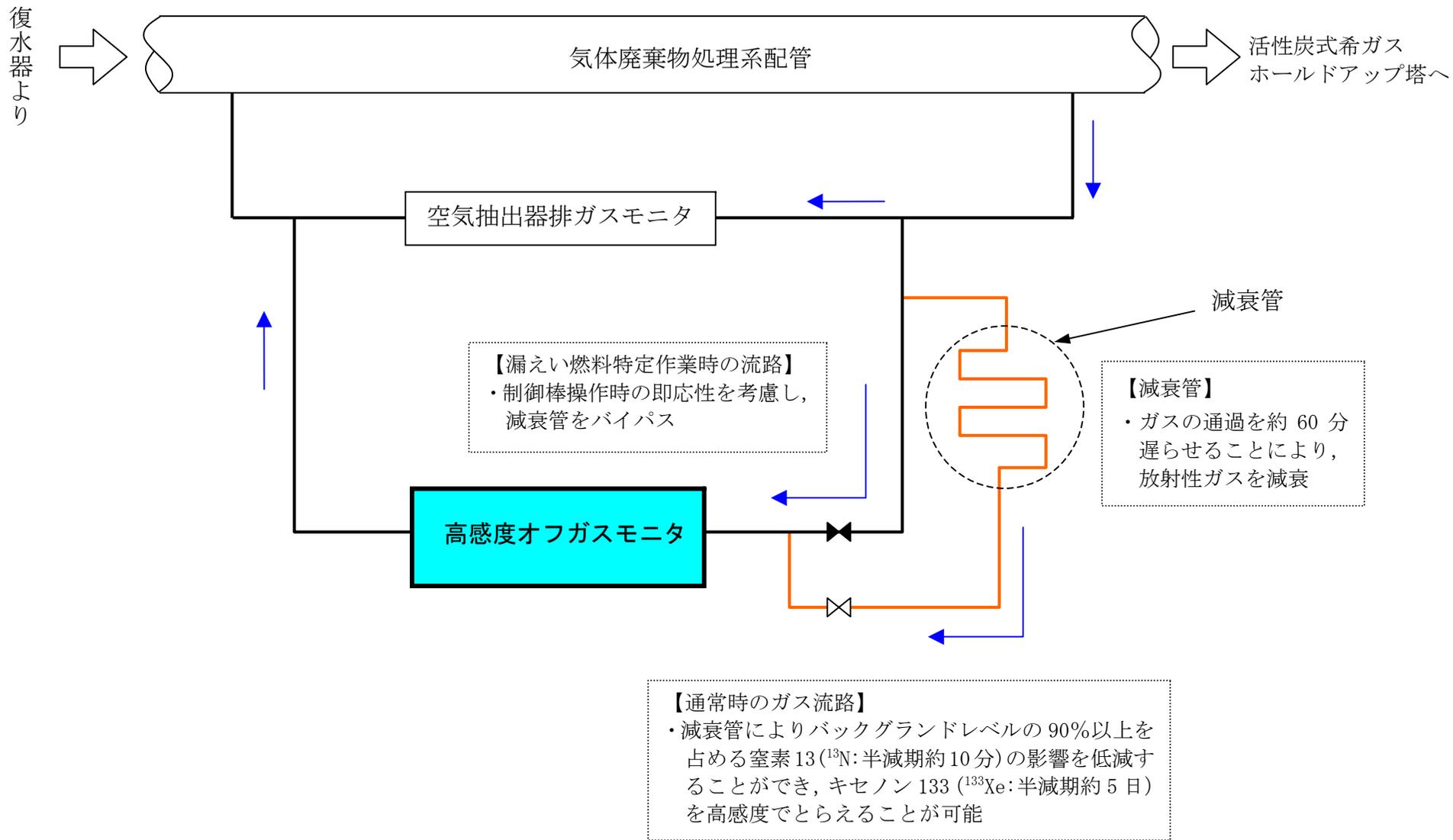
【単位：Bq/cm ³ 】	4/12 18:31 事象発生 ▽				4/12 22:15 監視強化開始 ▽				4/13 18:00 出力降下開始 ▽				4/14 17:44 漏えい燃料範囲の 特定作業開始 ▽				4/19 4:08 漏えい燃料の出力抑制のため 制御棒全挿入完了（計5本） ▽				4/22 10:00 出力上昇開始 ▽				4/26 6:00 定格出力へ復帰 ▽	
	3/17 11:41	3/24 11:00	3/31 15:00	4/7 11:31	4/12 20:02	4/12 23:12	4/13 10:00	4/13 15:00	4/13 16:50	4/13 21:40	4/14 10:00	4/15 8:30	4/16 8:45	4/17 8:45	4/18 8:30	4/19 8:30	4/19 10:53	4/20 8:30	4/21 9:00	4/22 9:00	4/23 9:00	4/24 9:00	4/25 9:00	4/26 9:00	4/27 9:00	
Xe-133	5.1E-01	4.6E-01	5.0E-01	5.7E-01	4.6E+00	6.2E+00	6.0E+00	1.1E+01	3.0E+02	4.9E+01	2.7E+01	2.8E+01	2.4E+01	2.3E+01	3.1E+01	9.5E+01	6.7E+01	3.2E+01	2.0E+01	1.4E+01	1.4E+01	1.3E+01	1.1E+01	1.1E+01	8.2E+00	
Xe-135	6.4E+00	7.4E+00	7.3E+00	6.9E+00	1.2E+01	1.2E+01	1.6E+01	2.8E+01	1.1E+02	8.6E+01	6.3E+01	6.3E+01	6.0E+01	6.1E+01	4.0E+01	3.1E+01	2.8E+01	2.6E+01	2.5E+01	2.2E+01	2.8E+01	2.9E+01	3.2E+01	3.6E+01	3.7E+01	
Xe-135m	3.7E+01	4.6E+01	5.0E+01	4.2E+01	6.2E+01	6.9E+01	8.1E+01	1.1E+02	2.7E+02	2.6E+02	1.9E+02	1.7E+02	1.6E+02	1.6E+02	8.8E+01	5.0E+01	4.9E+01	5.3E+01	6.0E+01	4.3E+01	5.3E+01	7.7E+01	7.0E+01	1.1E+02	1.1E+02	
Xe-138	2.0E+02	2.1E+02	2.0E+02	1.6E+02	2.8E+02	2.7E+02	3.0E+02	4.7E+02	1.3E+03	7.4E+02	6.9E+02	7.0E+02	7.4E+02	6.6E+02	3.9E+02	2.4E+02	2.8E+02	3.1E+02	2.6E+02	1.9E+02	2.4E+02	3.6E+02	3.8E+02	5.2E+02	4.3E+02	
Kr-85m	1.8E+00	2.1E+00	2.0E+00	2.0E+00	4.1E+00	3.9E+00	4.1E+00	7.8E+00	4.3E+01	1.6E+01	1.4E+01	1.6E+01	1.6E+01	1.6E+01	7.4E+00	6.6E+00	6.0E+00	6.8E+00	6.4E+00	5.9E+00	7.5E+00	7.7E+00	8.6E+00	9.6E+00	1.0E+01	
Kr-87	1.3E+01	1.5E+01	1.4E+01	1.4E+01	2.4E+01	2.2E+01	2.3E+01	4.1E+01	1.5E+02	7.5E+01	7.2E+01	8.3E+01	8.2E+01	8.3E+01	4.2E+01	3.4E+01	3.1E+01	3.3E+01	3.1E+01	2.7E+01	3.4E+01	3.6E+01	4.3E+01	5.2E+01	5.4E+01	
Kr-88	5.0E+00	6.1E+00	5.2E+00	5.6E+00	9.7E+00	9.7E+00	9.9E+00	2.0E+01	9.4E+01	3.9E+01	3.6E+01	4.2E+01	4.1E+01	4.2E+01	2.0E+01	1.8E+01	1.7E+01	1.8E+01	1.7E+01	1.5E+01	1.9E+01	2.0E+01	2.2E+01	2.6E+01	2.6E+01	

注) Xe-135mの記号「m」について：同じXe-135でもエネルギー準位が異なる場合があり、エネルギー準位の高い方に記号「m」（メタステーブル）を付けて区別する。

○ 原子炉冷却材中のよう素131濃度【原子炉冷却材の分析値】

【単位：Bq/g】	4/12 18:31 事象発生 ▽				4/12 22:15 監視強化開始 ▽				4/13 18:00 出力降下開始 ▽				4/14 17:44 漏えい燃料範囲の 特定作業開始 ▽				4/19 4:08 漏えい燃料の出力抑制のため 制御棒全挿入完了（計5本） ▽				4/22 10:00 出力上昇開始 ▽				4/26 6:00 定格出力へ復帰 ▽	
	3/17 9:20	3/24 9:30	3/31 10:00	4/7 9:20	4/12 21:50	4/12 23:30	4/13 10:00	4/13 15:00	4/13 16:27	4/13 21:35	4/14 10:00	4/15 8:30	4/16 8:45	4/17 8:45	4/17 14:55	4/18 16:35	4/18 8:30	4/19 8:30	4/20 8:30	4/21 9:00	4/22 9:00	4/23 9:00	4/24 9:00	4/25 9:00	4/26 9:00	
I-131	3.0E-02	2.9E-02	2.9E-02	3.1E-02	2.8E-02	2.7E-02	3.4E-02	3.5E-02	3.8E-02	3.0E-02	2.8E-02	1.9E-02	2.3E-02	2.4E-02	2.0E-02	2.2E-02	2.1E-02	2.0E-02	2.4E-02	2.5E-02	2.4E-02	2.1E-02	2.2E-02	2.5E-02	3.0E-02	

注) 濃度分析値の「E-02」表示について：10⁻²を示す。例えば、3.0E-02は、3.0×10⁻²を示す。



高感度オフガスモニタの概要

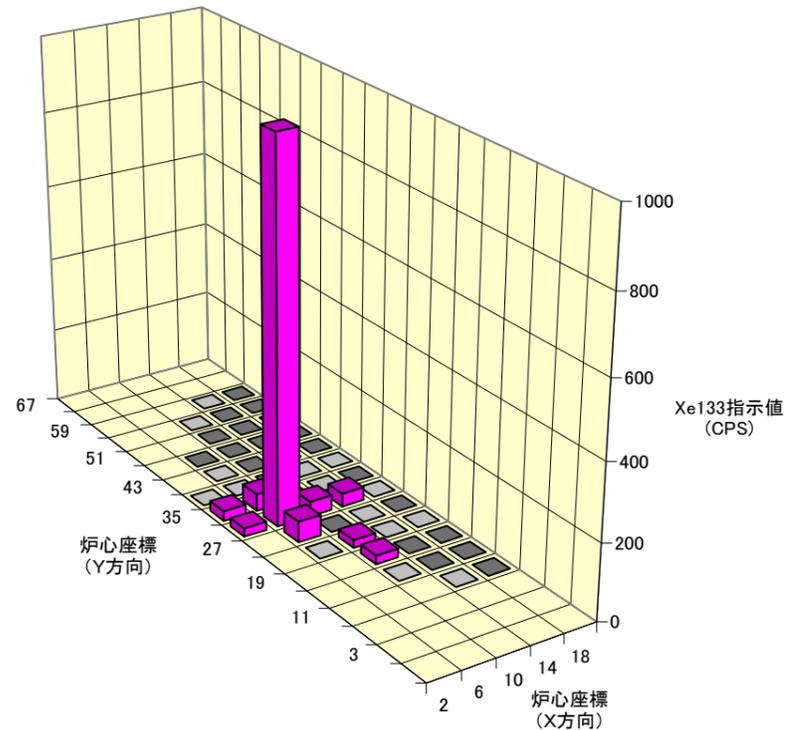
漏えい燃料範囲の特定と熱出力抑制のために全挿入した制御棒位置

図. 漏えいの可能性がある燃料集合体周辺の希ガス発生量(Xe-133の指示値)

1. 漏えい燃料集合体の範囲の特定作業方法
 制御棒の操作(挿入・引抜)により、漏えい燃料集合体からの希ガス(Xe-133キセノン等)漏えい量を変化させ、高感度オフガスモニタの指示値の変化から漏えいの可能性のある燃料集合体の範囲を特定させる。

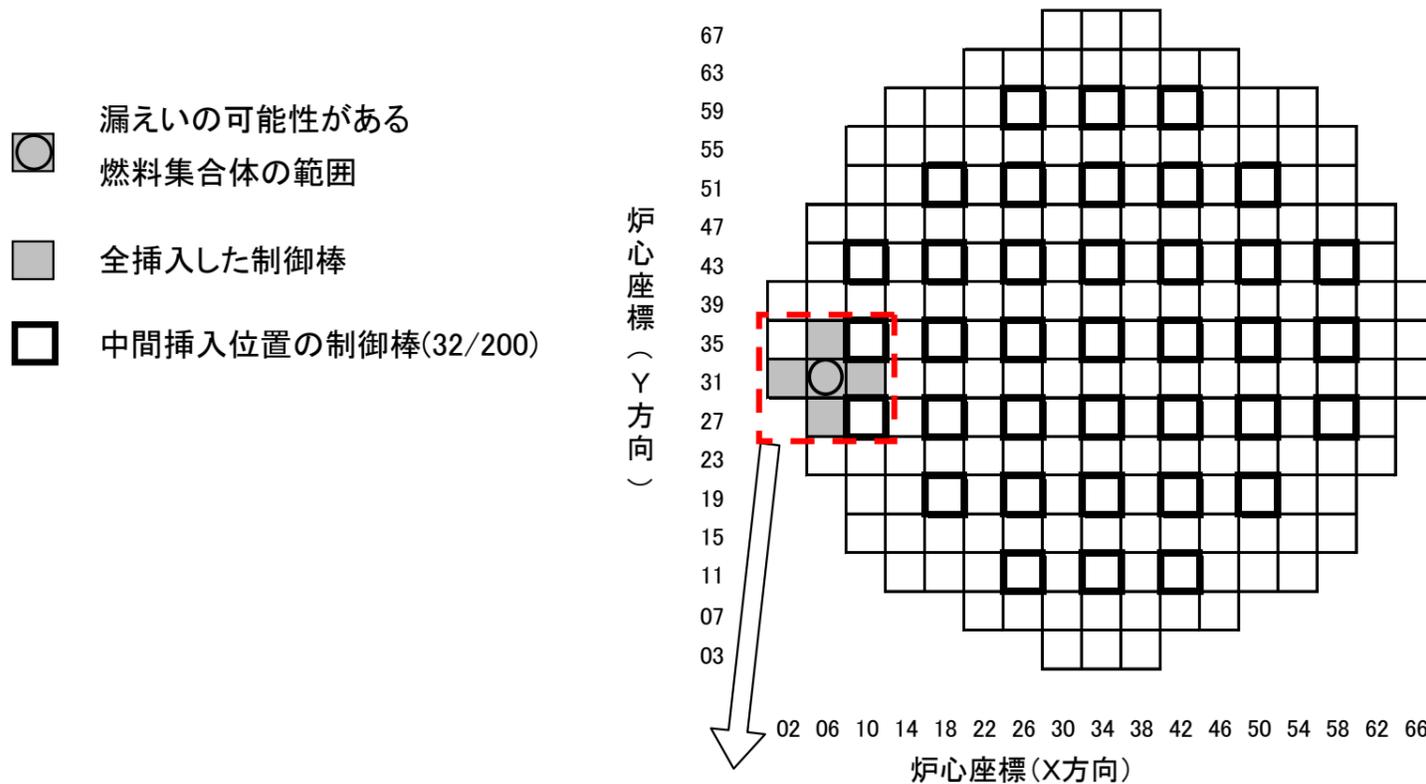
2. 実施結果

- (1) 制御棒「06-31」の操作時に最大の値を確認したことから、制御棒「06-31」のセル内の燃料集合体に漏えいの可能性があるとして特定した。
- (2) 制御棒操作時の希ガス発生量を図に示す。

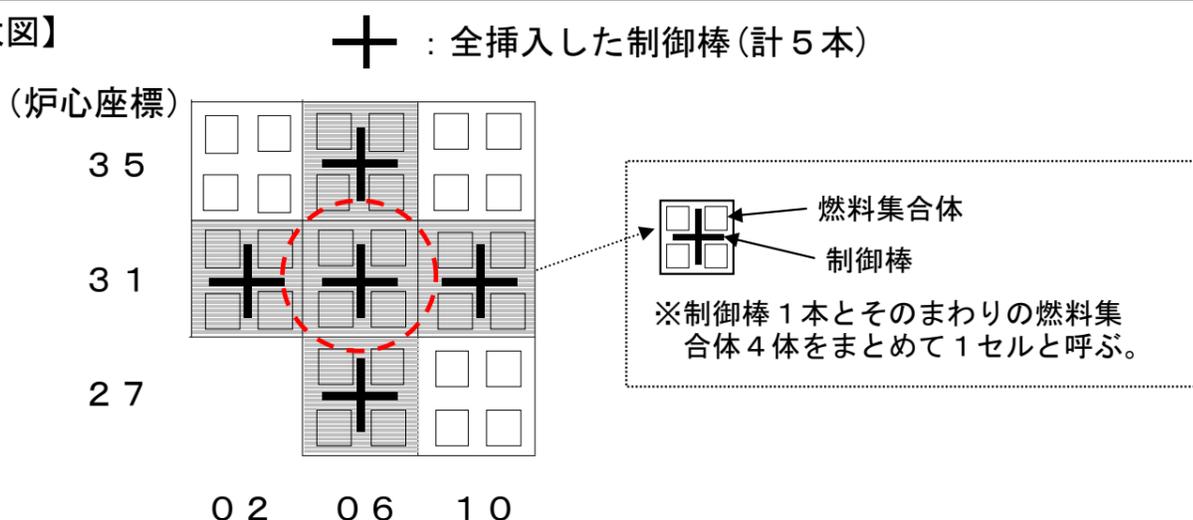


3. 漏えいの可能性がある燃料集合体の出力抑制

漏えいの可能性がある燃料集合体の出力抑制のため、当該燃料集合体があるセル内の制御棒06-31に加え、周辺の制御棒4本(02-31, 06-27, 06-35, 10-31)を全挿入した。(計5本の制御棒を全挿入)



【拡大図】



- ① 制御棒06-31の範囲に漏えいの可能性がある燃料集合体が存在することを特定(点線枠内が漏えいの可能性がある燃料集合体の範囲)
- ② 漏えいの可能性がある燃料集合体の出力を抑制するため、①の制御棒06-31に加え、周辺の制御棒4本(02-31, 06-27, 06-35, 10-31)を全挿入(計5本の制御棒を全挿入)