

# 3号機 S/C内滞留ガスパーシジ作業の状況について

2024年4月26日



東京電力ホールディングス株式会社

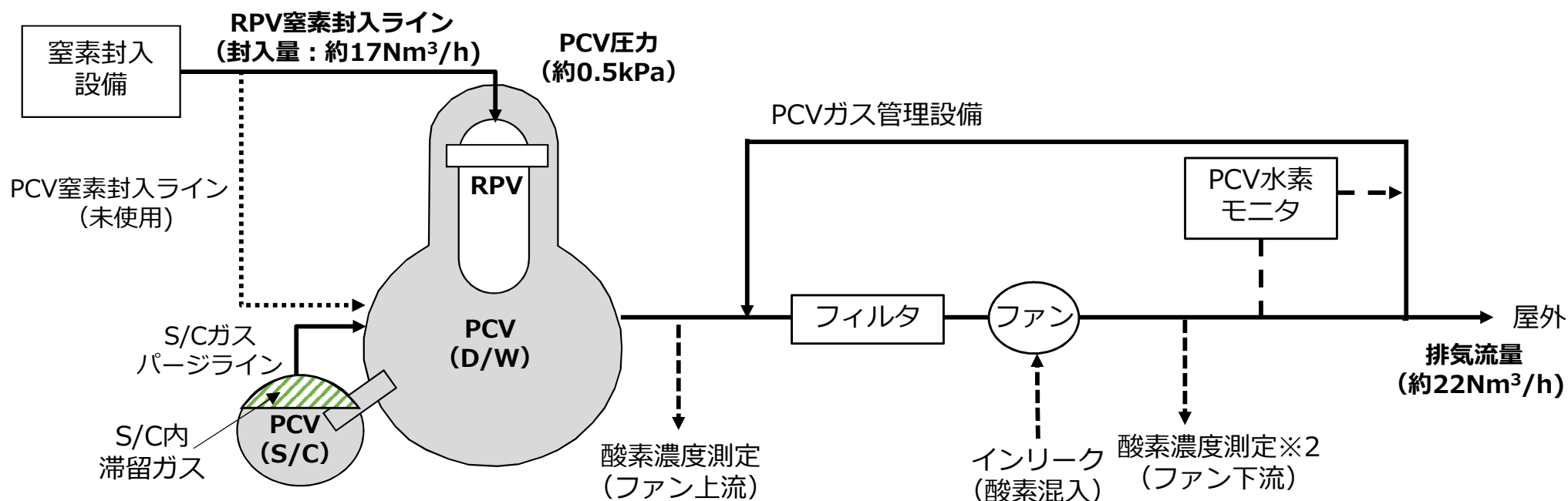
# 0. 目次

- 
1. 3号機PCV内雰囲気管理について
  2. S/C内滞留ガスパーシ作業の実施状況
  3. S/C内滞留ガスによる現状のリスクと対策
  4. S/C内滞留ガスパーシ作業によるリスクと対策
  5. S/C内滞留ガスパーシ作業における課題と対策
  6. 今後の予定

# 1. 3号機PCV内雰囲気管理について

- PCV内は、原子炉圧力容器（RPV）頂部から窒素を封入することで不活性（水素濃度を可燃限界未満）にするとともに、PCVガス管理設備にてPCVから抽気して、モニタリングしながら屋外に送気している。
- S/Cには、事故時に発生したガスが滞留していることを確認しており、ガスパーズ作業を行っているところ。ガスパーズ作業においては、S/C内滞留ガスをD/W内に送気※1しており、ガスはD/W内で拡散してからPCVガス管理設備にて屋外に放出されている状況。

※1：D/W内への送気箇所は、PCVガス管理システムの抽気箇所の真反対にある。



※2：酸素濃度（ファン下流）は、D/W内の水素濃度管理値を評価することを目的に定期的に測定している。

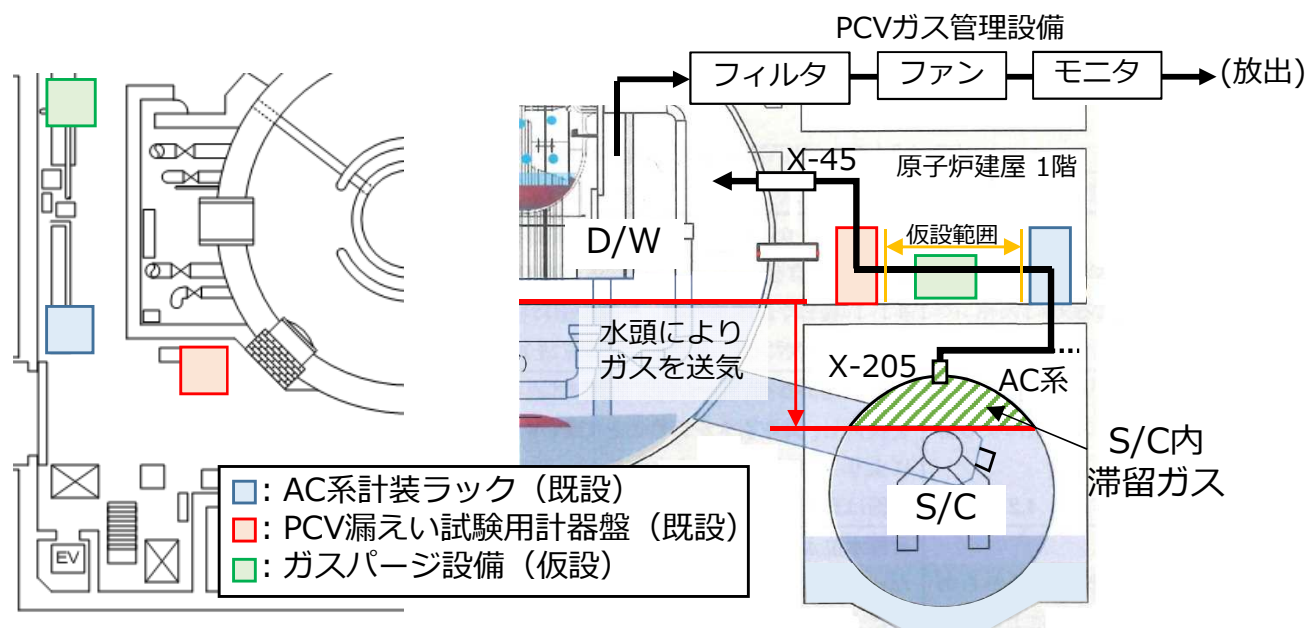
## 2. S/C内滞留ガスパーシ作業の実施状況

### <S/C内滞留ガスの性状等>

- S/C内滞留ガスの性状確認を行った結果、水素濃度は約75%、酸素濃度は約1%、体積は約1600Nm<sup>3</sup>（参考1）。2023年12月19日よりパーシ作業を開始、これまで約160Nm<sup>3</sup>（2024年4月25日時点）をパーシしている。

### <パーシ作業の実施状況>

- パーシ作業は、既設のAC系計装ラック（S/C頂部に接続）とPCV漏えい試験計器盤（D/W気相部に接続）をガスパーシ設備（仮設）を介して接続（参考2）。
- D/WとS/Cの水位差を利用しS/C内滞留ガスをD/W内に送気し、PCVガス管理設備により外気に放出（参考3）。



パーシ作業で使用する設備の配置（3号機R/B 1階西側）

- ガスパージ設備にて濃度測定（水素，酸素，硫化水素）※<sup>1</sup>およびガス採取・分析（Kr-85）※<sup>2</sup>し，S/C内滞留ガスの性状について下記結果が得られた。

| 分析項目  | 分析結果※ <sup>3</sup>                      |
|-------|---|
| 水素    | 約75%                                    |
| 酸素    | 約1%                                     |
| 硫化水素  | O.S.※ <sup>4</sup>                      |
| Kr-85 | 約 $1.46 \times 10^4$ Bq/cm <sup>3</sup> |

採取日：2023年11月9日

- ※<sup>1</sup>：ポータブル式の濃度計をガスパージ設備に取り付け測定。測定は，パージ開始前に実施（頻度は濃度推移により適宜見直し）。
- ※<sup>2</sup>：ガスパージ設備に取り付けたシリンジにてS/C内滞留ガスを採取し，1 F 構内の分析施設にて分析。分析は，月1回程度を目安に実施。
- ※<sup>3</sup>：現状の測定・分析結果は，水素が大半を占め，その他ガスとして窒素が想定されるが（事故前，PCV不活性維持のため窒素封入していたため），パージ作業の進捗に応じて濃度傾向を確認するため，適宜，濃度測定を実施。
- ※<sup>4</sup>：O.S.(オーバースケール)。測定上限は30ppm(=百万分の30)以上であるが，計器の特性上，水素濃度の影響を受け，O.S.となった可能性あり。そのため至近は，被ばく低減のため測定を中止（水素濃度の低下が確認された場合，再計測を予定）。

- 滞留ガスの測定・分析の結果，Kr-85が検出されたことから，事故時に発生したガスがS/C内に滞留していたものと推定。本結果は，今後，事故調査に活用していく。

## <S/C内滞留ガスの濃度測定>

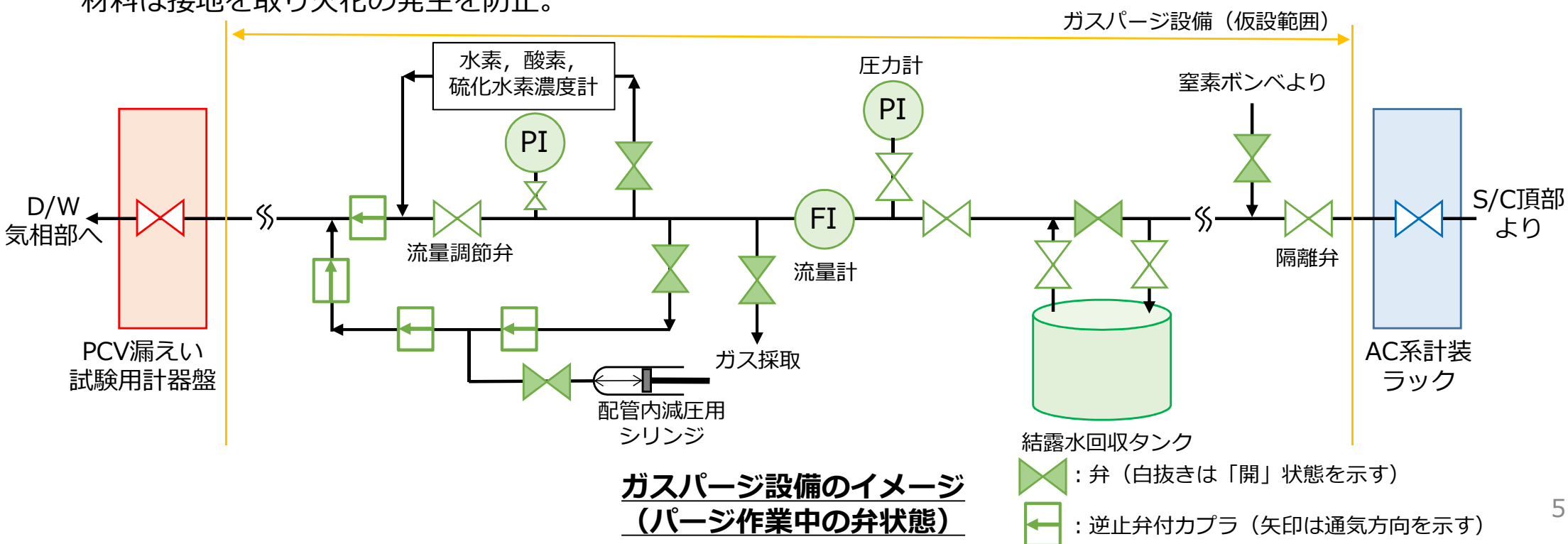
- D/WとS/Cの水位差にて送気されるS/C内滞留ガスは、ガスパージ設備にて濃度測定（水素、酸素、硫化水素）およびガスの採取（Kr-85分析）を実施。

## <安全対策>

- PCV不活性維持（PCV水素濃度を可燃限界未満）のため、S/C内滞留ガスの送気流量を調整。現状は、不活性維持に影響無いことを確認した上で最大流量（約2Nm<sup>3</sup>/h）にてパージを実施。
- ガスパージ設備の漏えい対策としては、現場据付前に漏えい確認を実施。
- 水素燃焼対策は、可燃ガス用の機器（ホース、弁、カプラ）の使用、金属材料は接地を取り火花の発生を防止。



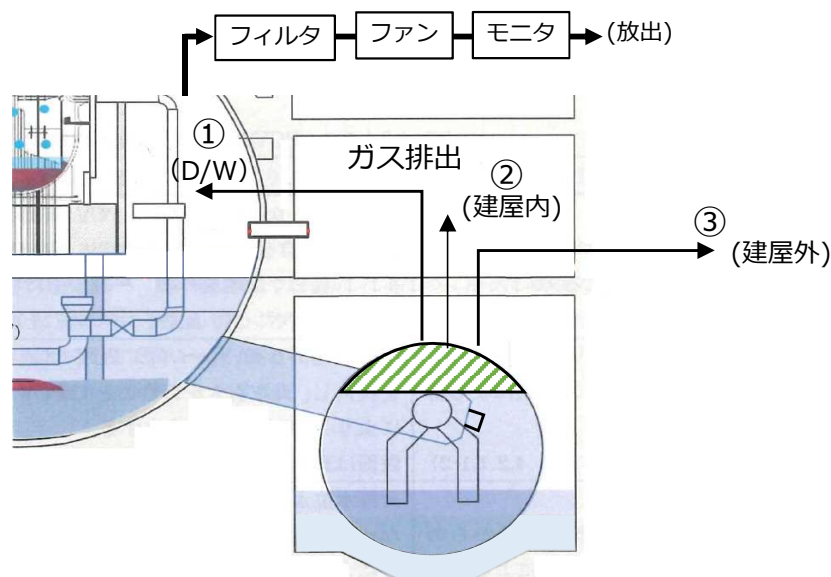
ガスパージ設備（モックアップ用）の写真



## 参考3-1. S/C内滞留ガスのパーズ方法の比較 (1/2)

- S/C内滞留ガスのパーズ先について、その体積を考慮した場合、原子炉建屋内にパーズすると建屋内に水素滞留するリスクがあること、S/Cから大気へ直接パーズする既設配管が無いことから、D/WおよびPCVガス管理設備を経由して大気へ放出している。

| S/C内滞留ガスのパーズ先 | 状況・課題  | 評価                            |
|---------------|--|-------------------------------|
| ①PCV (D/W)    | D/W内の窒素により希釈し、PCVガス管理設備により、水素濃度・希ガス濃度を監視しながら放出。  | ○：モニタリングしながら放出可能              |
| ②建屋内          | 建屋内で水素ガスが可燃限界未滿に速やかに拡散・希釈可能な大気の流入がないため、可能性は低いですが水素燃焼のリスクが残る。<br>同様に、希ガスや硫化水素の局所的な滞留による作業員への被ばく等の影響を否定できない。<br>窒素による希釈が必要な場合、高線量エリアでの設備構築や作業となる。      | ×：水素燃焼のリスクが残る<br>作業員の安全確保の実現難 |
| ③建屋外          | S/Cから屋外に送気できる既設設備（ダクト・配管）はないため、屋外へ繋がる経路を新たに構築する必要がある。<br>屋外では大気による拡散により、屋外では滞留しないと考えられるが、S/C内滞留ガスは高濃度の水素・硫化水素・希ガスであるため、作業員の安全確保の観点で、状況に応じ窒素による希釈が必要。 | △：設備構築(希釈, 放出)に時間を要する         |



### (補足)S/C内滞留ガスの窒素の希釈について

現状は約75%の水素濃度を、窒素により、可燃限界である4%未滿に希釈する場合、S/C内滞留ガスの約19倍の窒素体積が必要になるため、パーズが完了するまでの期間が長期化すると考えられる。



# 参考3-1. S/C内滞留ガスのパーズ方法の比較 (2/2)

- S/C内滞留ガスのパーズ方法について、D/WおよびPCVガス管理設備を経由して大気へ放出する方法として、下記4パターンを想定。
- ②は、D/W水素濃度の管理が困難であり、③-1は、使用可能な窒素封入配管が無い、③-2はパーズ期間が①より長期になることから、①（**現在の方法**）が**最適**であると評価。ただし、**速やかなリスク低減が必要であるため、現在のパーズ方法のさらなる期間短縮が必要な状況**。

|           | ①頂部配管からガス排出<br>(現在のパーズ方法)     | ②接続配管から窒素封入<br>真空破壊弁からガス排出   | ③-1 接続配管から窒素封入<br>頂部配管からガス排出 | ③-2 頂部配管から窒素封入<br>およびガス排出   |
|-----------|-------------------------------|--|------------------------------|-----------------------------|
| 排出イメージ    |                               |  |                              |                             |
| ライン構築     | ○ (現在使用中のAC系)                 | ○ (現在使用中のAC系)  | × (窒素封入用の配管調査が必要※1)          | ○ (現在使用中のAC系)               |
| ガスの希釈     | × (できない)                      | × (可燃限界未満まで希釈不可: S/Cに封入できる窒素体積は、S/C赤道付近の真空破壊弁までのため(真空破壊弁からD/Wに放出されるため)、希釈後の濃度は約50%と試算) |                              |                             |
| D/W水素濃度管理 | ○ (排出量調整にて可能)                 | × (成り行きで排出するため不可)  | ○ (排出量調整にて可能)                | ○ (排出量調整にて可能)               |
| 全量パーズの期間  | △ (当初は約3年を見込んだが、短縮策にて1年程度を目標) | - (D/W水素濃度管理ができず評価対象外)   | × (窒素封入検討および準備に時間を要する見込み)    | × (同一配管で封入排出するため①の数倍要する見込み) |
| 総合評価      | ○ (期間が最も短く、D/W水素濃度管理が可能)      | × (D/W水素濃度管理が不可、ガスを抜き切れず)  | × (使用可能な窒素封入配管が無い可能性がある)     | △ (パーズ期間が案①より長い)            |

※1: S/Cに接続する配管として、1/2号機同様にPCV酸素分析配管が候補となるが、当該配管の電磁弁(トラス室設置)は、開操作が必要であるが、電気的な劣化(絶縁抵抗の低下)を確認しており、遠隔での開操作が困難。



## 参考3-2. S/C頂部（気相部）のガス抽出箇所と比較

- S/C頂部（気相部）のガス抽出箇所については、以下の4カ所があるが、使用可能なのはX-205のみと判断。

| S/C内滞留ガスの抽出箇所 |                                | 状況  | 評価 |
|---------------|--------------------------------|---|----|
| X-205         | AC系貫通部<br>(S/Cへの窒素封入ライン)       | S/C頂部のAC系母管（口径500mm）につながる計装配管がR/B1階まで敷設。現在、パージ作業にて使用中。                                  | ○  |
| X-220         | AC系貫通部<br>(事故時に使用するのS/Cベントライン) | ライン途中の隔離弁(トーラス室設置)は閉であり、開操作には電磁弁の操作が必要である。ただし、トーラス室に設置の他系統の電磁弁は、劣化し使用不可であることを過去に確認している。 | ×  |
| X-213A        | 建設時使用の貫通部<br>(現状は閉止状態)         | 現状は閉止状態のため使用不可（トーラス室へのアクセスは線量が高く困難）。  | ×  |
| X-213B        |                                |   |    |

### 3. S/C内滞留ガスによる現状のリスクと対策

- S/C内滞留ガスの水素が燃焼するリスクとして、以下のケースが考えられ、それぞれに検知等の対応策を実施。

- ①S/C内で燃焼， ②S/Cから建屋へ漏えいし燃焼， ③S/CからD/Wへ移行し燃焼

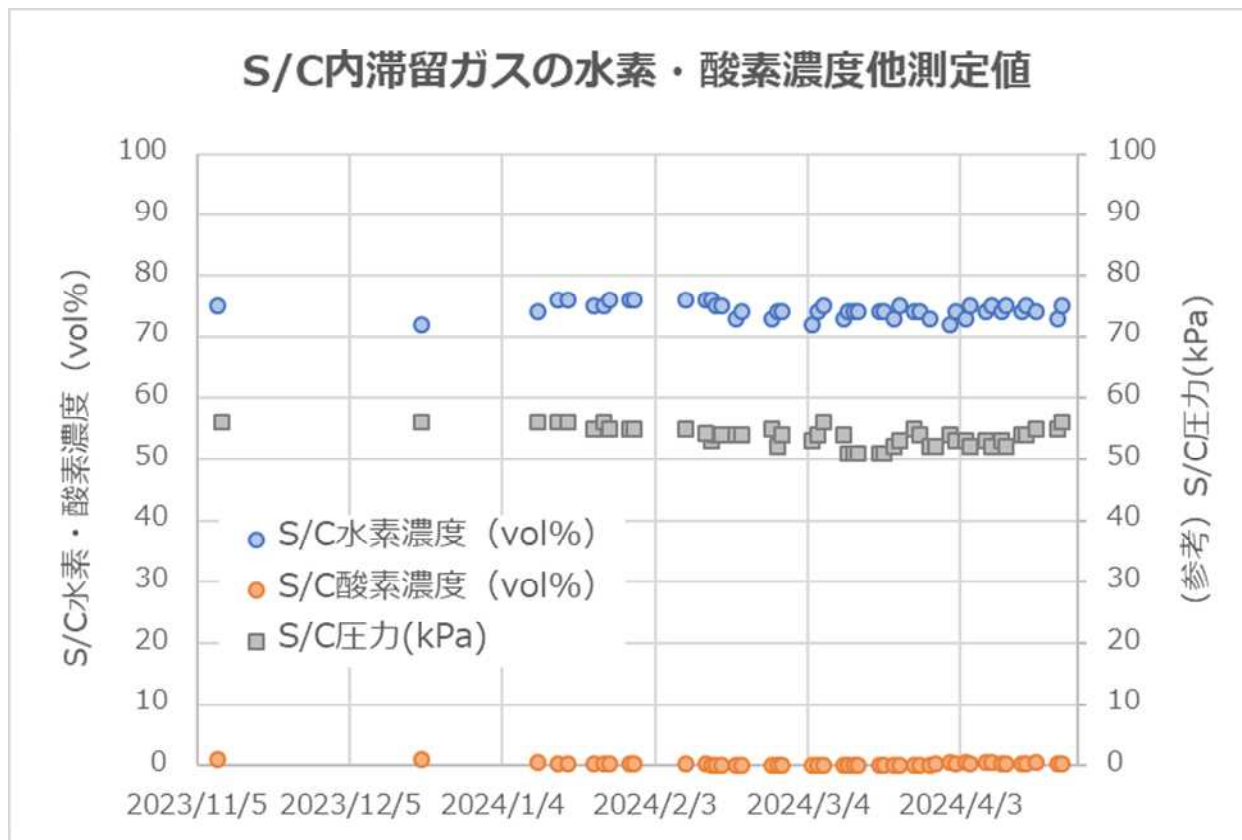
| リスク             |                                      | 評価・処置   | 対応策(検知)   |
|-----------------|--------------------------------------|---|---|
| ①S/C内で燃焼        | S/C内滞留ガスの酸素濃度上昇による燃焼。                | <ul style="list-style-type: none"> <li>・水素濃度約75%であるが、酸素濃度が1%以下の可燃限界未満であり、現状では燃焼リスクは低いと想定。なお、これまでのパージ作業において、S/C内滞留ガスの濃度に有意な変化が無いことから、S/C水素・酸素濃度は一様であると想定（参考4）。</li> <li>・酸素濃度が低いため、放射線分解による酸素発生量も1号RCW熱交換器と比較して少ないと想定しており（参考4のCs-137濃度参照）、酸素濃度の更なる増加は考え難い。</li> <li>・S/C内の滞留水より湿潤環境となっているため、着火リスクは低い。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>－（今後もS/C内にて可燃限界以上の酸素濃度になる可能性は低いと想定）</li> </ul>                                   |
| ②S/Cから建屋へ漏えいし燃焼 | 地震によりS/C気相部の配管が損傷、建屋へ漏えいし燃焼。         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・2022年の地震（震度6弱）において、漏えいは確認されていない。</li> <li>・建屋の気密性が低いため、長期間、水素が滞留する可能性は低いと想定。</li> <li>・地震後に漏えいが確認された場合は、建屋内の作業を規制（作業等で使用する動的機器を停止）。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・地震発生後は、PCVパラメータの確認（D/W水位の低下やPCV圧力の変動が無いか）。その後、建屋内の水素ガスの漏えいが無ことを確認。</li> </ul>   |
|                 | 機器の経年劣化により建屋へ漏えいし燃焼。                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・建屋の気密性が低いため、長期間、水素が滞留する可能性は低いと想定。</li> <li>・漏えいが確認された場合は、建屋内の作業を規制（動的機器を停止）。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・R/B1階床穴付近の水素濃度を定期的に測定。</li> <li>・パージ作業におけるS/C気相部の圧力確認で異常な低下が無いことを確認。</li> </ul> |
| ③S/CからD/Wへ移行し燃焼 | D/W水位低下によりS/C内の水封が無くなり、水素がD/Wへ流入し燃焼。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・PCV水位の低下を防ぐため、原子炉注水量の増加による水位維持によりS/C上部の水素ガスの水封を維持。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・PCV水位の監視を継続。</li> </ul>   |

- 以下の理由から、S/C内滞留ガスの水素・酸素濃度はほぼ一様であると想定。
  - 現在までに約160Nm<sup>3</sup>以上のガスをパージしているため、S/C頂部の付属配管内のガス※1は全てパージされ、S/C本体のガスをパージしている状況。これまで実施した水素・酸素濃度測定の結果、有意な濃度比の変化は確認されていない。 ※1：S/C頂部の付属配管であるAC系配管の容積は、最大10m<sup>3</sup>程度であるため、十分パージされている。
  - 震災時はプラント運転中であり、S/C内部に窒素が封入されていたため、滞留ガスの組成としては、実測された約76%（水素約75%、酸素約1%）以外の約24%は窒素と考えられる。S/C上部に分子量が水素より大きい窒素、酸素、Kr-85が存在していることを踏まえると、気相部の濃度分布は一様である可能性が高いと考えられる。
  - また、高濃度の汚染水が確認された1号機RCW熱交換器の入口ヘッダ配管の滞留ガスの成分は、水素濃度約72%、酸素濃度約18%であったが、配管からのパージ作業において、酸素濃度の上昇は確認されず、水素濃度に比例して酸素濃度も低下したため、滞留していた当初のガス濃度は一様であったと考えられる。
- S/C内滞留ガスの濃度は一様で、燃焼リスクは低いと想定しているが、S/C内滞留ガスの酸素濃度の計測を継続。

|                            | 1号機                    | 3号機                   |                       |
|----------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                            | RCW熱交換器<br>入口ヘッダ配管     | RHR熱交換器 (A)           | S/C                   |
| 水素(%)                      | 約72                    | 約20                   | 約75                   |
| 酸素(%)                      | 約18                    | 約0                    | 約1                    |
| 硫化水素(ppm)                  | 約28                    | 約20                   | O.S.                  |
| Kr-85(Bq/cm <sup>3</sup> ) | 約4                     | 約2.64×10 <sup>3</sup> | 約1.46×10 <sup>4</sup> |
| Cs-137(Bq/L)               | RCW熱交換器(C)<br>3.20E+10 | 5.23E+05              | S/C内包水<br>2.04E+08    |

## 参考4-2. S/C内滞留ガスの濃度推移

- S/C内滞留ガスの水素・酸素濃度は、パージ着手前に確認した濃度（水素：約75%，酸素：約1%）から有意な変化は確認されていないため、**S/C内滞留ガスの酸素濃度は可燃限界未満であり、パージを継続しても今後も同様**と考えられる。



＜水素ガスの可燃範囲＞  
 水素濃度：4～75vol%  
 酸素濃度：5vol%以上

### ＜参考＞

- Kr-85濃度は、月1回を目安にガス採取・分析しており、これまで有意な変化は確認されていない。

| ガス採取日      | Kr-85分析結果                               |
|------------|---|
| 2023年11月9日 | 約 $1.46 \times 10^4$ Bq/cm <sup>3</sup> |
| 2024年1月30日 | 約 $8.39 \times 10^3$ Bq/cm <sup>3</sup> |
| 2024年2月28日 | 約 $1.09 \times 10^4$ Bq/cm <sup>3</sup> |
| 2024年3月29日 | 約 $1.05 \times 10^4$ Bq/cm <sup>3</sup> |

## 4. S/C内滞留ガスパーズ作業によるリスクと対策 (1/4)

- パーズ作業により、D/W水素濃度やS/C水位上昇等の変化が生じるため、これらの変化を踏まえたリスク評価を設備毎に実施。

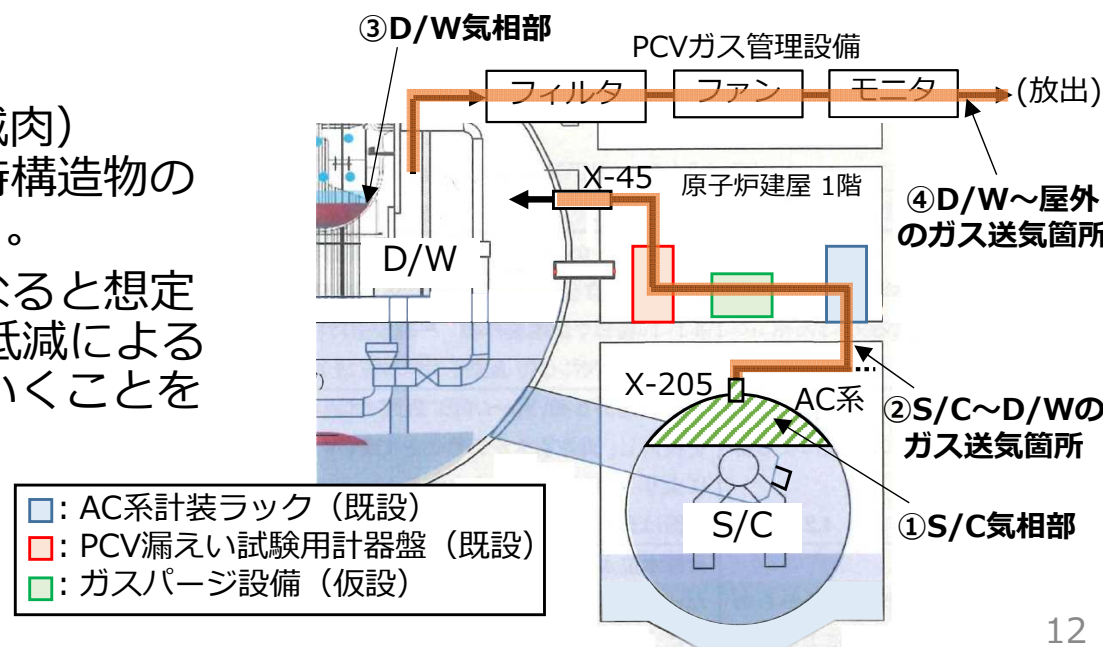
### ①S/C気相部 (水素を含むガスが滞留)

<S/C内滞留ガスの燃焼リスク>

- S/C内滞留ガスは、可燃限界未満 (水素：約75%，酸素：約1%) であることを確認している。

<S/C水位上昇によるS/C耐震性>

- ガスパージに伴いS/C水位が上昇し、S/C重量が増加するため、耐震の観点で検討が必要。
- S/C内を満水とした場合の耐震評価は、
  - ・旧基準地震動Ss (600gal)
  - ・震災後20年 (2031年) の劣化 (腐食減肉)を考慮しても、最も荷重を受けるS/Cの支持構造物の機能が維持されることを確認済み (参考5)。
- また、パーズ完了時は、S/Cが満水状態になると想定しており、その後は速やかに原子炉注水量低減によるPCV (D/WおよびS/C) 水位低下を進めていくことを計画している。





特定原子力施設監視・評価検討会  
(第75回)  
資料1-1

## 3号機サプレッションチェンバの耐震性及びPCV水位に関わる対応について

2019年10月21日

### 東京電力ホールディングス株式会社

2019年10月21日 特定原子力施設監視・評価検討会(第75回) 資料1-1(抜粋)

### 1. 3号機S/C耐震性に関わる対応について

- 震災前, S/Cを満水状態で維持することはなく, PCV水位が高い現状の3号機S/Cについて、震災後の機器の劣化も考慮して耐震性を評価することが必要。
- S/Cは汚染水を内包しており、また、周辺環境(原子炉建屋)は高線量であることから、耐震性を向上するに際し、慎重かつ計画的な対応が必要。

震災後20年(2031年まで)の劣化(腐食減肉)を考慮し、基準地震動Ss(600Gal)に対する耐震評価を実施

S/C内部の状態変化  
(震災前/後)

S/C: 満水を想定  
建屋滞留水

→ S/Cシェル、サポート部等の劣化を考慮

1

2019年10月21日 特定原子力施設監視・評価検討会(第75回) 資料1-1(抜粋)

### 2. 3号機PCV (S/C) の耐震評価条件及び方法

**【評価条件】**

- ・基準地震動Ss(600Gal)に対する評価を実施。
- ・震災後20年(2031年)の劣化(腐食減肉)を考慮。
- ・S/C周囲の建屋滞留水はないものとして評価。

**【評価方法】**

- ・現状の実力を評価する観点で、規程や規格(注)に準拠しつつ、以下の手法で実施。
- ①耐震評価が厳しい部位についてS/C支持機能の維持を確認するため、コラムサポート、耐震サポートのFEMモデルを構築し、弾塑性特性及び限界変位量を算定。
- ②当該部の弾塑性特性を系全体のモデルに反映し、地震波を直接入力して時刻歴応答解析を実施し、最大変位量と限界変位量を比較して耐震性を評価。

S/Cサポート部

・サポート部に弾塑性特性を組み込み  
・腐食減肉量(20年)を部材剛性に反映

弾塑性解析モデル(局所FEMモデル)

基準地震動における床面の加速度時刻歴(上記は水平方向)

2

2019年10月21日 特定原子力施設監視・評価検討会(第75回) 資料1-1(抜粋)

### 3. 3号機PCV (S/C) の耐震評価結果

- 最も厳しい対象部位の最大変位量が、限界変位量(許容量)を超えない(S/Cの支持機能が維持される)ことを確認。

| 対象部位               | ①限界変位量<br>(許容値) | ②最大変位量 | 余裕<br>(①/②) |
|--------------------|-----------------|--------|-------------|
| コラムサポート<br>(クレビス)  | 2.06mm          | 1.94mm | 1.06        |
| 耐震サポート<br>(ラグプレート) | 3.68mm          | 2.59mm | 1.42        |

3号機PCV (S/C) 耐震評価結果

震災後20年(2031年)までに実施可能な耐震性向上を図る

主要変形箇所拡大イメージ

クレビス  
変位方向(鉛直)

主要変形箇所: ピン周辺

ラグプレート変位方向  
(水平 S/C円周方向)

主要変形箇所: シアピン周辺

3

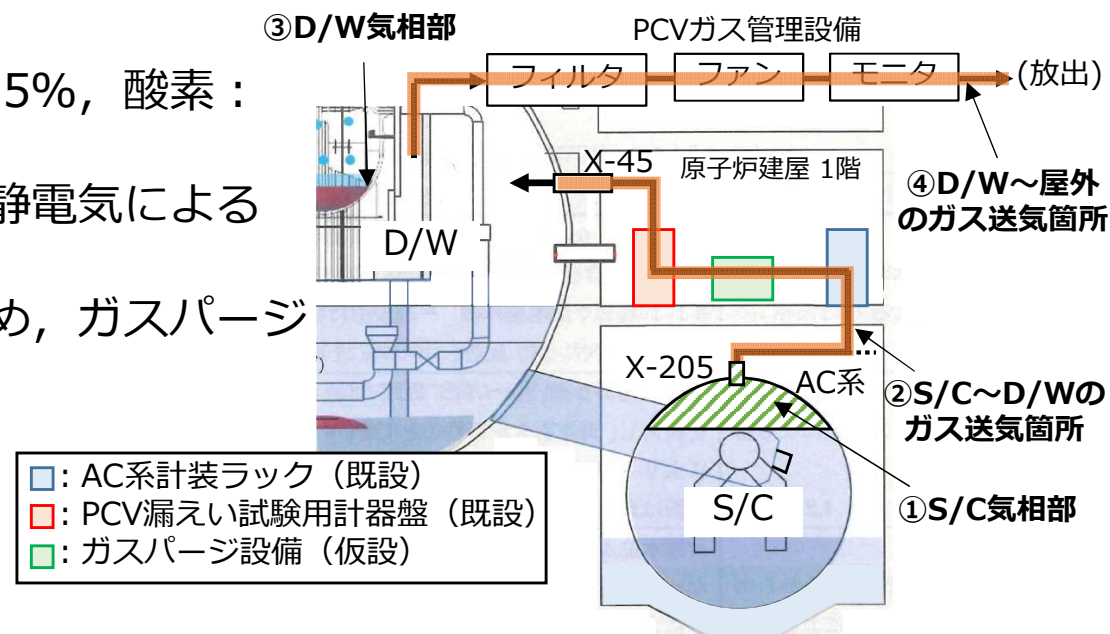


## 4. S/C内滞留ガスパーシ作業によるリスクと対策 (2/4)

### ② S/C～D/Wのガス送気箇所 (AC系配管・ガスパーシ設備・PCV漏えい試験用配管)

#### <S/C内滞留ガスの燃焼リスク>

- 送気されているS/C内滞留ガス (水素：約75%，酸素：約1%) は、可燃限界未満である。
- パーシ作業で扱う設備に動的機器は無く、静電気による火花が発生しないよう接地している。
- ガスパーシ設備からの漏えいを防止するため、ガスパーシ設備の漏えい確認を定期的を実施。



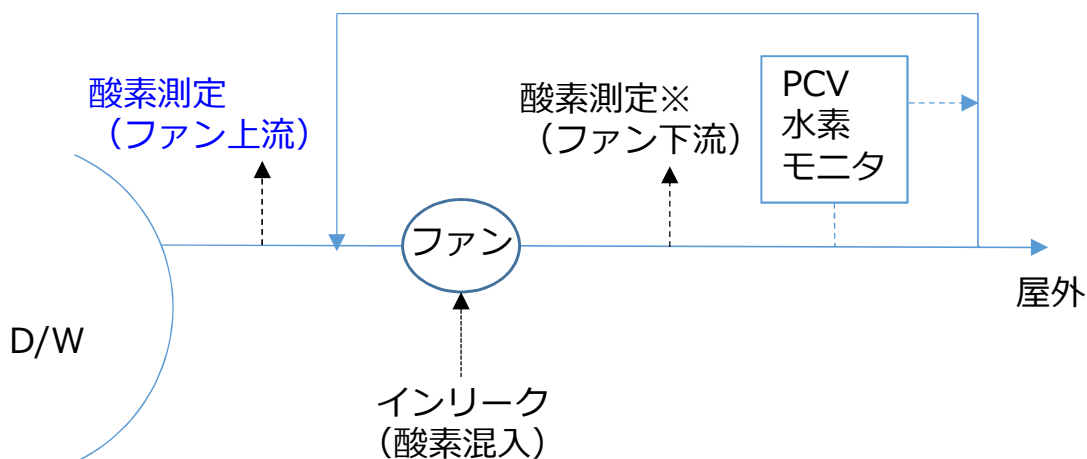
### ③ D/W気相部

#### <D/W内での燃焼リスク>

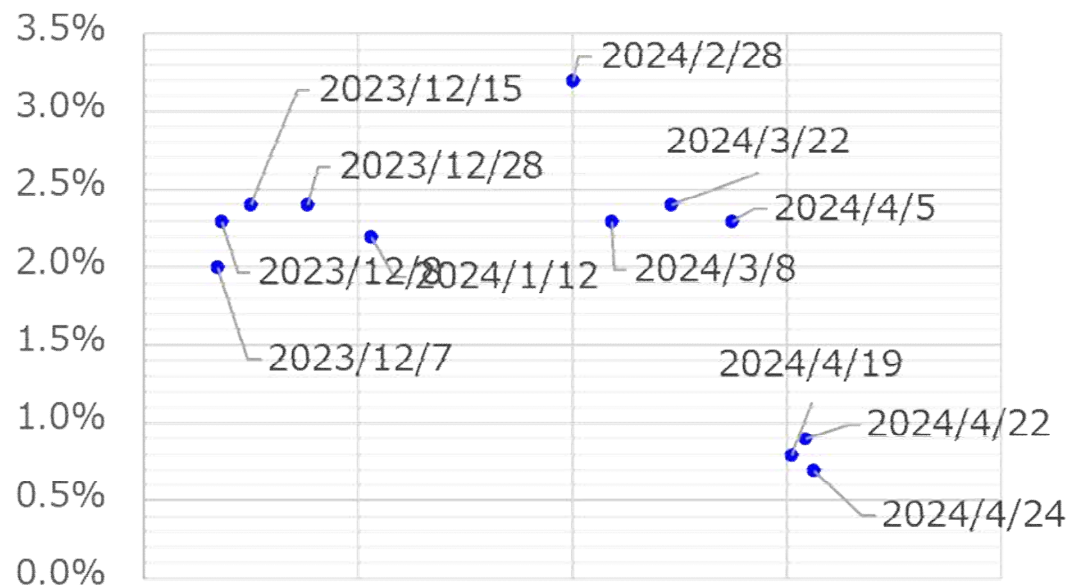
- D/Wに送気したS/C内滞留ガスは、D/W内で拡散する。D/W内のガスは、PCVガス管理設備の水素モニタでの監視により、可燃限界未満になるようパーシ量を管理。
- 局所的なガス滞留についても、PCVインリーク箇所と考えられる主蒸気配管 (東側) とD/Wのガス送気箇所 (南西側) が離れているため、水素・酸素が同時に同じ場所で可燃限界を超える可能性は低いと考えられる。また、D/W液相部と気相部には温度差があり (液相部が高い)、対流によりD/W気相部は攪拌され、局所的なガス滞留の可能性はより低いと考えられる。
- また、D/W内部は湿潤環境であり着火源が生じるとは考え難く、燃焼リスクは低いと想定。
- なお、PCVガス管理設備のファン上流(D/W側)にて、酸素濃度が約2～3%であることを確認しており、今後、濃度低減のため窒素封入量を増加する予定。また、パーシ量の増加等、作業に変化が生じる前後では、ファン上流の酸素濃度測定を実施 (参考6)。

## 参考6. PCVガス管理設備のファン上流側（D/W側）の酸素濃度

- PCVガス管理設備ファン軸封部のインリーク（酸素混入）の影響を受けない、ファン上流側（D/W側）で酸素濃度を測定した結果を下図に示す。
- PCVガス管理設備ファン上流側（D/W側）酸素濃度は、可燃限界未満の約2～3%以下である。



PCVガス管理設備 (概略図)



3号機 PCVガス管理設備のファン上流側（D/W側）の酸素濃度

※酸素濃度（ファン下流）は、D/W内の水素濃度管理値を評価することを目的に定期的に測定している。

### ③D/W気相部 (つづき)

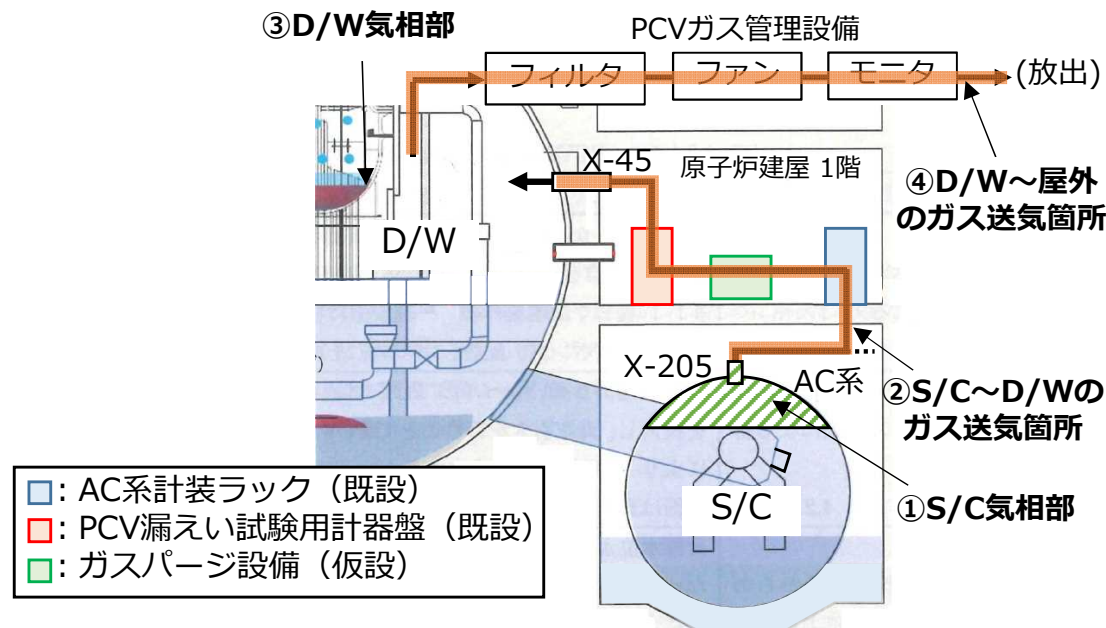
＜PCV冷却設備停止時の対応＞

- PCV冷却設備（窒素封入設備・PCVガス管理設備・原子炉注水設備）が停止した場合は、ガスパーシ作業を中止（設備停止後、1時間以内）することで、D/W内での水素濃度上昇が継続しないよう管理。

### ④D/W～屋外のガス送気箇所（PCVガス管理設備）

＜PCVガス管理設備内での燃焼リスク＞

- PCVガス管理設備内の水素濃度は、可燃限界未満になるようPCVガス管理設備の水素モニタで管理しており、動的機器（ファン）を有するが燃焼リスクは低いと考えられる。



- パーシ作業におけるリスク評価を踏まえて、S/C内滞留ガス（水素、放射性希ガスを含む）のパーシ作業では以下の安全管理を実施。

### ①水素燃焼の防止

- D/W水素濃度は、運転上の制限の範囲内（2.5%以下）で管理するため、PCV水素モニタを監視。
- パーシ作業で操作する設備には、帯電防止の接地を行い、着火源となる火花を発生させない。
- PCV冷却設備（窒素封入設備・PCVガス管理設備・原子炉注水設備）が停止した場合は、ガスパーシ作業を速やかに中止（参考7）。

### ②S/C内滞留ガスの漏えい防止

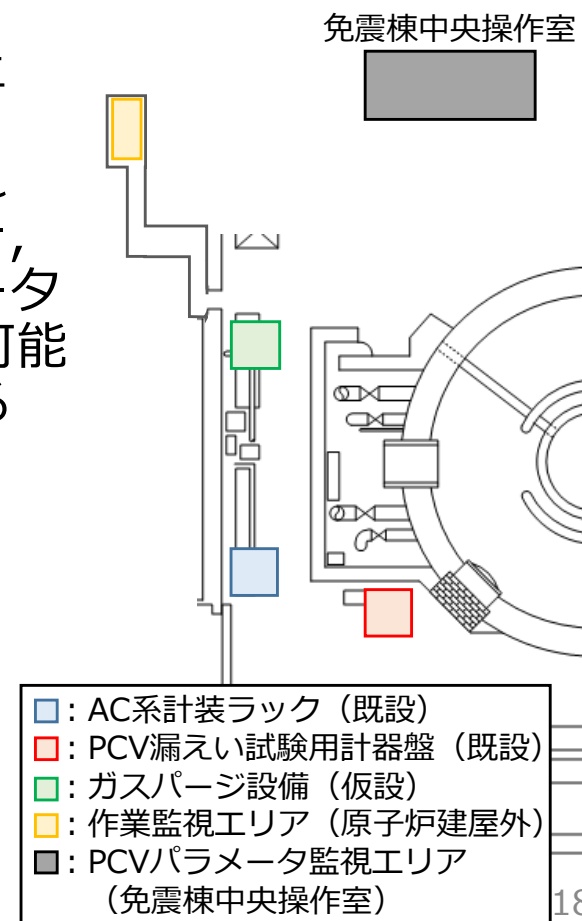
- ガスパーシ設備からの漏えいを防止するため、ガスパーシ設備の漏えい確認を定期的（2ヶ月に1回を目安）に実施。

### ③放射性希ガス（kr-85）による被ばく防止

- Kr-85による敷地境界における被ばく線量の評価を行った結果、周辺公衆に与える放射線被ばくのリスクは小さいことを確認（参考8）。
- 発電所構内の作業者に対する被ばく防止のため、パーシ作業エリアおよびPCVガス管理設備の排気口近辺において、希ガス滞留の有無が無いことを確認（参考9）。

## 参考7. ガスパージ作業の監視状況

- S/C内滞留ガスの送気中は，原子炉建屋近傍の作業監視エリアにてガスパージ設備のパラメータ（流量計等）を遠隔監視。
- また，PCV関連パラメータについては，免震棟内の中央操作室にて遠隔監視。
- PCV冷却設備（窒素封入設備・PCVガス管理設備・原子炉注水設備）に異常があった場合は，中央操作室にて検知可能であり，その場合は，作業監視エリアの作業員に連絡し，パージ作業を中止する（ガスパージ設備の弁を全て閉める）。
- また，パージ作業中に地震が発生した場合は，パージ作業を中止する（ガスパージ設備の弁を全て閉じる）。  
なお，パージ設備は，転倒防止の観点で付近の構造物に固縛されており，地震による損傷の可能性は低いと考えられるが，万が一，破損が生じS/C内滞留ガスが漏えいした場合でも，PCVパラメータ（D/W水位の低下）の確認や建屋内の水素濃度測定により検知可能であり，数分以内にS/Cに至る大元の弁（AC系計装弁）を閉じることが可能。





- ガスパージ設備にてガス採取・分析した結果、Kr-85を約 $1.46 \times 10^4 \text{Bq/cm}^3$ 検出<sup>※1</sup>したことから、Kr-85放出による敷地境界における被ばく影響の評価を実施。
- 今回確認したKr-85濃度およびS/C内滞留ガスの体積（約 $1600 \text{Nm}^3$ ）<sup>※2</sup>を考慮し敷地境界における実効線量を評価した結果、低い値（約 $3.8 \times 10^{-4} \text{mSv}$ ）に留まることを確認。
- 当該値は、「1～4号機原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果<sup>※3</sup>」にて示す評価値（ $4 \times 10^{-5} \text{mSv/年}$ ）よりは大きいですが、「年間 $1 \text{mSv}$ を満足する気体放出による評価値（ $3 \times 10^{-2} \text{mSv/年}$ ）」よりは十分小さいため、周辺公衆に与える放射線被ばくのリスクは小さいと考えている。

### <補足>

「1～4号機原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果」は毎月公表しているが、今後、パージ作業の進捗に合わせて評価値が若干増加する可能性があるが、作業実績を踏まえ当該評価に適宜反映していく。

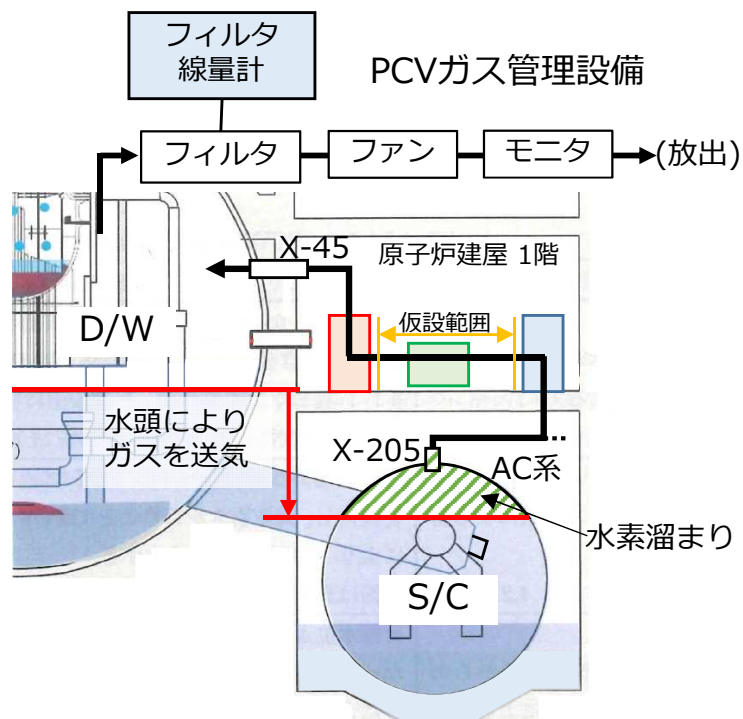
※1：今回、採取・分析したガスはAC系配管を含むS/C頂部のガスの一部であるため、パージ作業の進捗に応じてKr-85濃度の傾向を確認するため適宜、分析を実施。

※2：S/C気相部圧力をガスパージ設備にて計測し、PCV水頭を算出。PCV（D/W）水位と水頭からS/C内部の水位を推定し、S/C内滞留ガス体積を算出。当該体積は、PCV（D/W）水位の測定計器の誤差等による不確かさを有するが、「年間 $1 \text{mSv}$ を満足する気体放出による評価値（ $3 \times 10^{-2} \text{mSv/年}$ ）」と比べ十分に小さいことから、被ばく評価への影響は小さいと考える。

※3：2023月11月28日公表



- Kr-85を含むガスをPCVガス管理設備を経由して放出することから、当該設備近傍における過剰被ばくを防止するため、当該設備フィルタに設置された線量計をパージ作業中は監視し、有意な変動を確認した場合は、作業を中止。
- パージ作業中は建屋内の気体採取およびKr-85濃度の分析を行い、S/C内滞留ガスが原子炉建屋等に滞留していないことを確認。



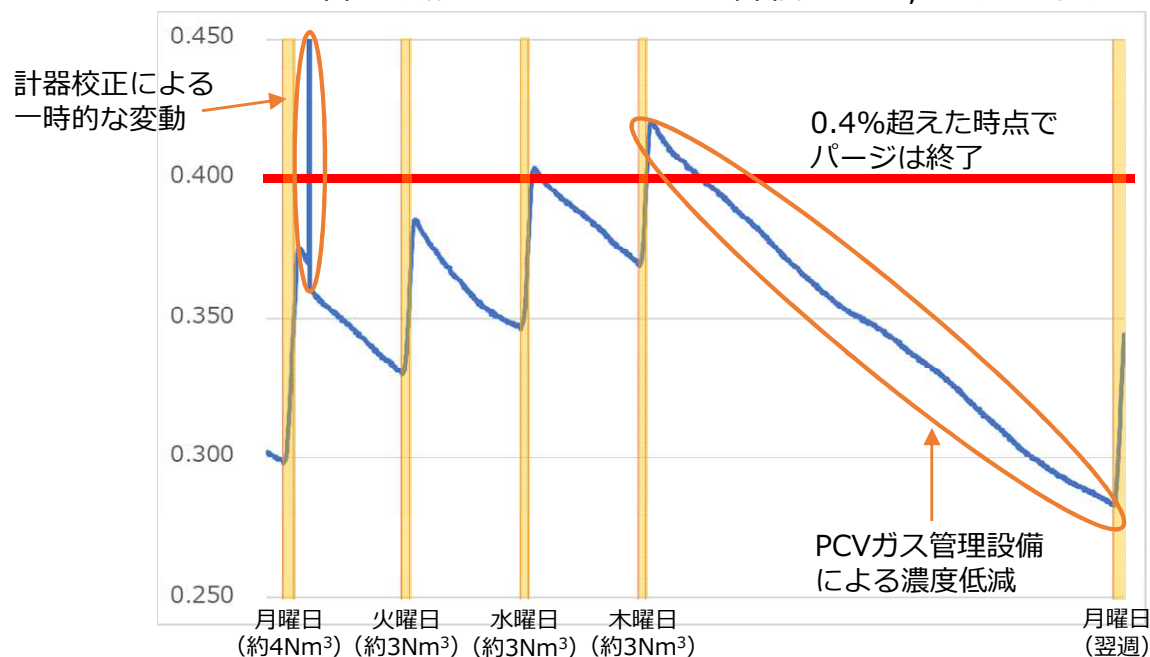
PCVガス管理設備線量計設置イメージ

## 5. S/C内滞留ガスパーズ作業における課題と対策 (1/4)

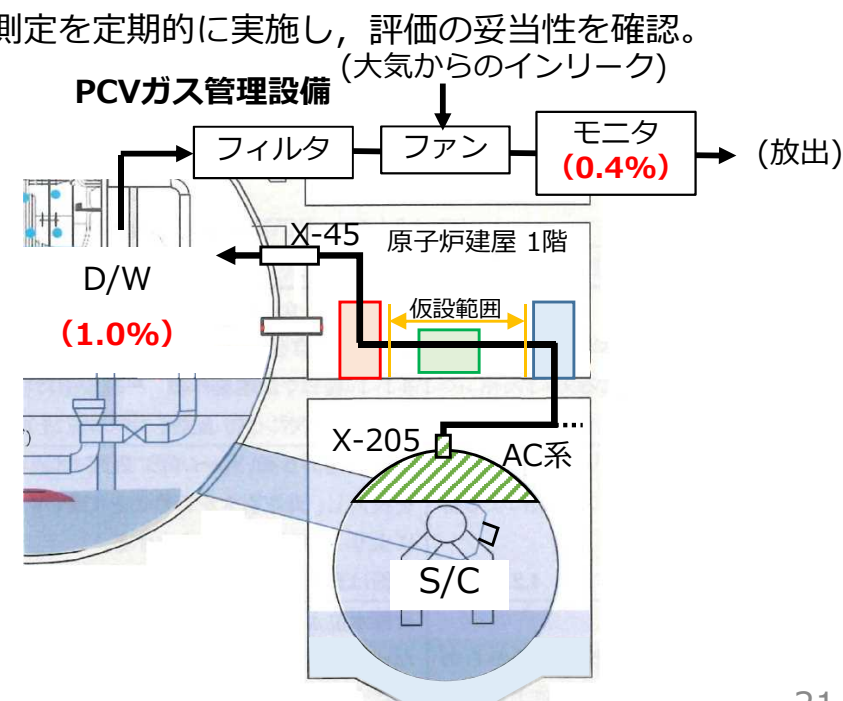
- パーズ作業は、運転上の制限 (2.5%以下) より低い社内運用 (警報設定1.5%) を考慮し、**D/W水素濃度※1が1.0% (PCVガス管理設備水素モニタ濃度0.4%) 以下になるよう管理**している。この場合、1週間あたりのパーズ可能量は約13Nm<sup>3</sup>であるため (参考10) , **約1600Nm<sup>3</sup>のS/C内滞留ガスのパーズ完了までは31ヶ月を要すると評価**。
- パーズが完了するまでの期間を短縮するため、D/W水素濃度の管理値および警報設定値の見直しを検討。なお、管理値等の見直しについては、**運転上の制限2.5%以内の範囲で行うため、パーズ作業により運転上の制限を越えることは無い**。

### <D/W水素濃度に関する補足>

- PCVガス管理設備の水素モニタは、ファン吸い込みの負圧影響を受けない、ファン下流に設置しているが、ファンは軸封部からインリークがあり、水素濃度の監視に用いるモニタ値は、実際のD/W水素濃度より低くなるため、D/W水素濃度はモニタ値の2.5倍で管理。
- PCVガス管理設備へのインリーク量評価のため、ファン下流での酸素濃度測定を定期的の実施し、評価の妥当性を確認。



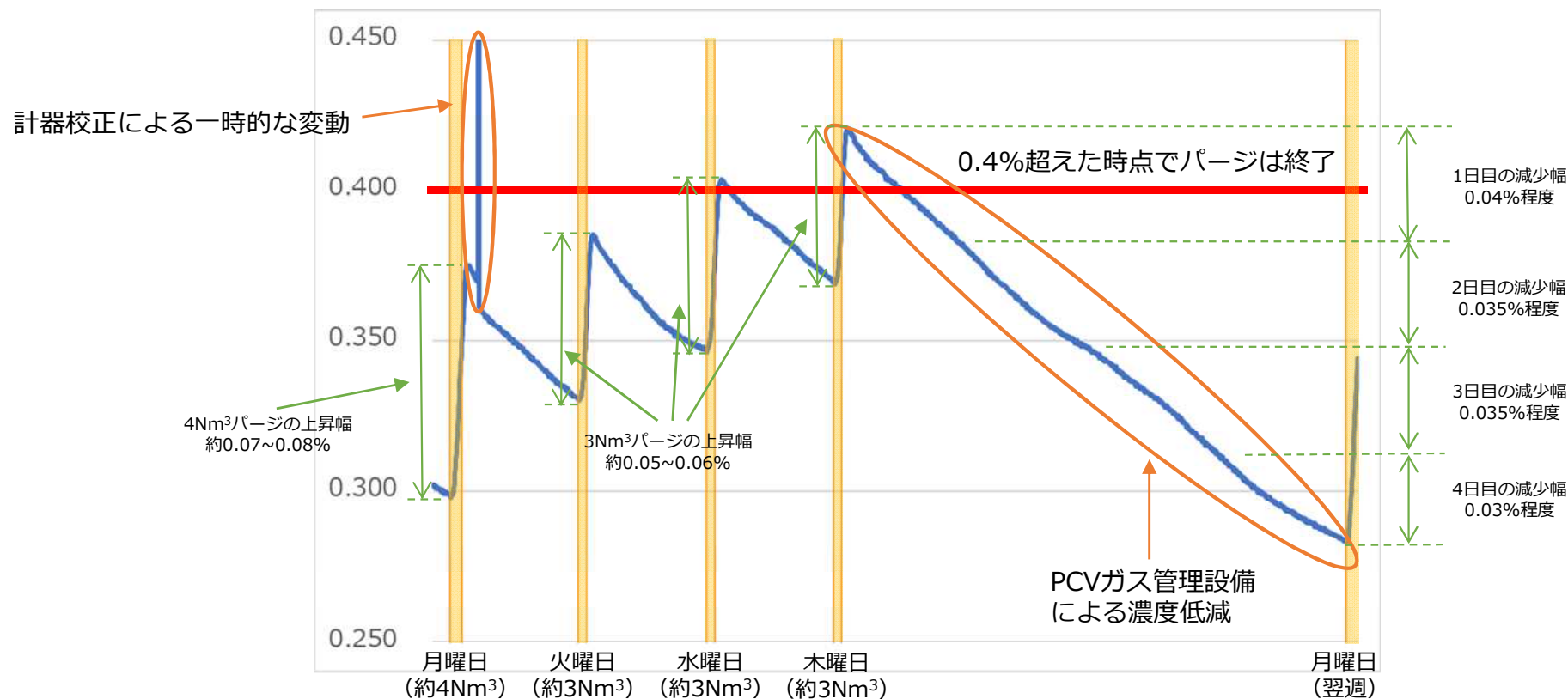
1週間のパーズ作業によるPCV水素モニタの指示変動



D/WとPCVガス管理設備モニタの水素濃度の関係

# 参考10. パージ作業によるPCV水素モニタの変動状況

- S/C内滞留ガスのD/Wへのパージは、1週間のうち4日程度パージ（1日あたり約1～3時間パージ），約13Nm<sup>3</sup>/週をパージ中。
- 日々のパージ作業は、PCVガス管理設備水素モニタの指示値が0.4%を超えた時点で中止。その後は、PCV水素モニタでの水素濃度低減を確認後、パージを再開する。
- PCV水素モニタの変動傾向は、下記の通り想定しており、1週間当たりのパージ可能量の試算に活用。
  - パージによる濃度上昇幅は、パージ量に応じて概ね一定。
  - パージ終了からの濃度上昇幅（オーバーシュート）は、パージ量によらず概ね一定（約0.02～0.03%）。
  - パージ作業終了後、PCVガス管理設備による濃度減少幅は、水素濃度が高い程、大きくなる傾向あり。



1週間のパージ作業によるPCV水素モニタの指示変動

## 5. S/C内滞留ガスパーシ作業における課題と対策（2/4）

- パーシが完了するまでの期間を短縮するため、段階的にパーシ量増加する方策を実施。

### 対策①：D/W水素濃度管理値の増加

- 現状の崩壊熱における水の放射線分解による水素発生量を考慮しても、運転上の制限2.5%を満足できる範囲として、警報設定を1.5%から2.0%に見直し（参考11）。
- パーシ作業におけるD/W水素濃度管理値は、警報発報しない範囲である1.75%に見直し（参考11）。
- 見直しによるパーシ期間の短縮効果は、これまでのパーシ実績等を踏まえて下表の通り。なお、期間の試算は、現状のPCV水頭および水素濃度（S/C内滞留ガス）による最大パーシ流量（約2Nm<sup>3</sup>/h）を前提とする（次頁の期間試算も同様）。

| D/W水素濃度管理値<br>(括弧内はモニタ濃度) | 1週間あたりの<br>パーシ可能量 (推定)  | パーシ期間<br>(試算) | 備考                |
|---------------------------|-------------------------|---------------|-------------------|
| 1.0% (0.4%)               | 約13Nm <sup>3</sup> /週※2 | 約31ヶ月         | 現状の管理方法           |
| 1.5% (0.6%)               | 約20Nm <sup>3</sup> /週   | 約20ヶ月         | 現在検討しているパーシ中の管理値  |
| 1.75% (0.7%)              | 約21Nm <sup>3</sup> /週   | 約19ヶ月         |                   |
| 2.0% (0.8%)               | 約24Nm <sup>3</sup> /週   | 約17ヶ月         | 現在見直しを検討している警報設定  |
| 2.5% (1.0%)               | 約30Nm <sup>3</sup> /週   | 約13ヶ月         | 「運転上の制限」と同等       |
| 4.0% (1.6%)               | 約45Nm <sup>3</sup> /週   | 約9ヶ月          | 水素可燃限界（保安規定の変更必要） |

※2：パーシ実績を踏まえ見直し（12→13Nm<sup>3</sup>）。

# 参考11. 運転上の制限および警報設定の考え方

## <運転上の制限の設定の考え方>

- 水の放射線分解での水素発生（2012年5月時点の崩壊熱を考慮）により、PCV水素濃度が可燃限界4%に達しないようにする上で、窒素封入設備の停止から再起動までに必要な32時間を考慮し、運転上の制限を2.5%に設定。

## <警報設定の考え方>

- 運転上の制限の考え方と同様に、水の放射線分解での水素発生により、運転上の制限2.5%（モニタ濃度1.0%）に達しないよう警報設定を1.5%（モニタ濃度0.6%）に設定。
- 現状の崩壊熱（2024年4月時点）を考慮すると、見直しする警報設定2.0%（モニタ濃度0.8%）から運転上の制限2.5%（モニタ濃度1.0%）までの到達時間は79時間と試算していることから、窒素封入設備の停止から再起動までに対して余裕がある。

## <パーシ作業による運転上の制限逸脱の可能性>

- パーシ作業は、警報設定2.0%（モニタ濃度0.8%）よりも低い1.75%（モニタ濃度0.7%）にてパーシを終了するため、終了後のオーバーシュート（モニタ濃度が+0.03程度）を考慮しても、**パーシ作業により警報設定2.0%（モニタ濃度0.8%）および運転上の制限2.5%（モニタ濃度1.0%）に到達しない。**

|                                | 2012年7月   | 現状   | 変更後（予定）  |
|--------------------------------|---|--|--|
| 警報設定値<br>（括弧内はモニタ濃度）           | 運転上の制限：2.5%（1.3%）<br>↑ 約13時間<br>警報設定：1.9%（1.0%） | 運転上の制限：2.5%（1.0%）<br>↑ 約158時間<br>警報設定：1.5%（0.6%） | 運転上の制限：2.5%（1.0%）<br>↑ 約79時間<br>警報設定：2.0%（0.8%）  |
| 警報設定から「運転上の制限」の到達時間            | 約13時間   | 約158時間   | 約79時間  |
| （参考）パーシ中のPCV水素濃度管理値（括弧内はモニタ濃度） | —   | 1.0%（0.4%）                                       | 1.75%（0.7%）<br>⇒PCVパラメータの変動状況を確認し、1.75%まで段階的に増加。 |



### 対策②：PCVガス管理設備排気量の増加

- パーシ完了までの期間短縮のため、**PCVガス管理設備排気量（PCV窒素封入量）の増加も併せて検討**しており、それに伴うパーシ期間の短縮効果（推定）は、これまでのパーシ実績等を踏まえて下表の通り。

| D/W水素濃度管理値<br>(括弧内はモニタ濃度) | PCVガス管理設備<br>排気流量     | 1週間あたりの<br>パーシ可能量（推定） | パーシ期間<br>(試算) | 備考                      |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------------|
| 1.0% (0.4%)               | 約22Nm <sup>3</sup> /h | 約13Nm <sup>3</sup> /週 | 約31ヶ月         | 現状の管理方法                 |
| 1.5% (0.6%)               | 約22Nm <sup>3</sup> /h | 約20Nm <sup>3</sup> /週 | 約20ヶ月         | 現状のPCV排気流量              |
|                           | 約27Nm <sup>3</sup> /h | 約25Nm <sup>3</sup> /週 | 約16ヶ月         | 実績のあるPCV排気流量            |
|                           | 約32Nm <sup>3</sup> /h | 約30Nm <sup>3</sup> /週 | 約13ヶ月         | PCV排気流量が設備上対応可能<br>か確認中 |
|                           | 約37Nm <sup>3</sup> /h | 約34Nm <sup>3</sup> /週 | 約12ヶ月         |                         |
| 1.75% (0.7%)              | 約22Nm <sup>3</sup> /h | 約21Nm <sup>3</sup> /週 | 約19ヶ月         | 現状のPCV排気流量              |
|                           | 約27Nm <sup>3</sup> /h | 約27Nm <sup>3</sup> /週 | 約15ヶ月         | 実績のあるPCV排気流量            |
|                           | 約32Nm <sup>3</sup> /h | 約32Nm <sup>3</sup> /週 | 約13ヶ月         | PCV排気流量が設備上対応可能<br>か確認中 |
|                           | 約37Nm <sup>3</sup> /h | 約38Nm <sup>3</sup> /週 | 約11ヶ月         |                         |

- PCVガス管理設備排気流量は、増加実績がある27Nm<sup>3</sup>/hまでは段階的に増加させる方針。
- また、27Nm<sup>3</sup>/h以上の増加が必要になる場合に備え、設備上の対応や監視方法については検討中。



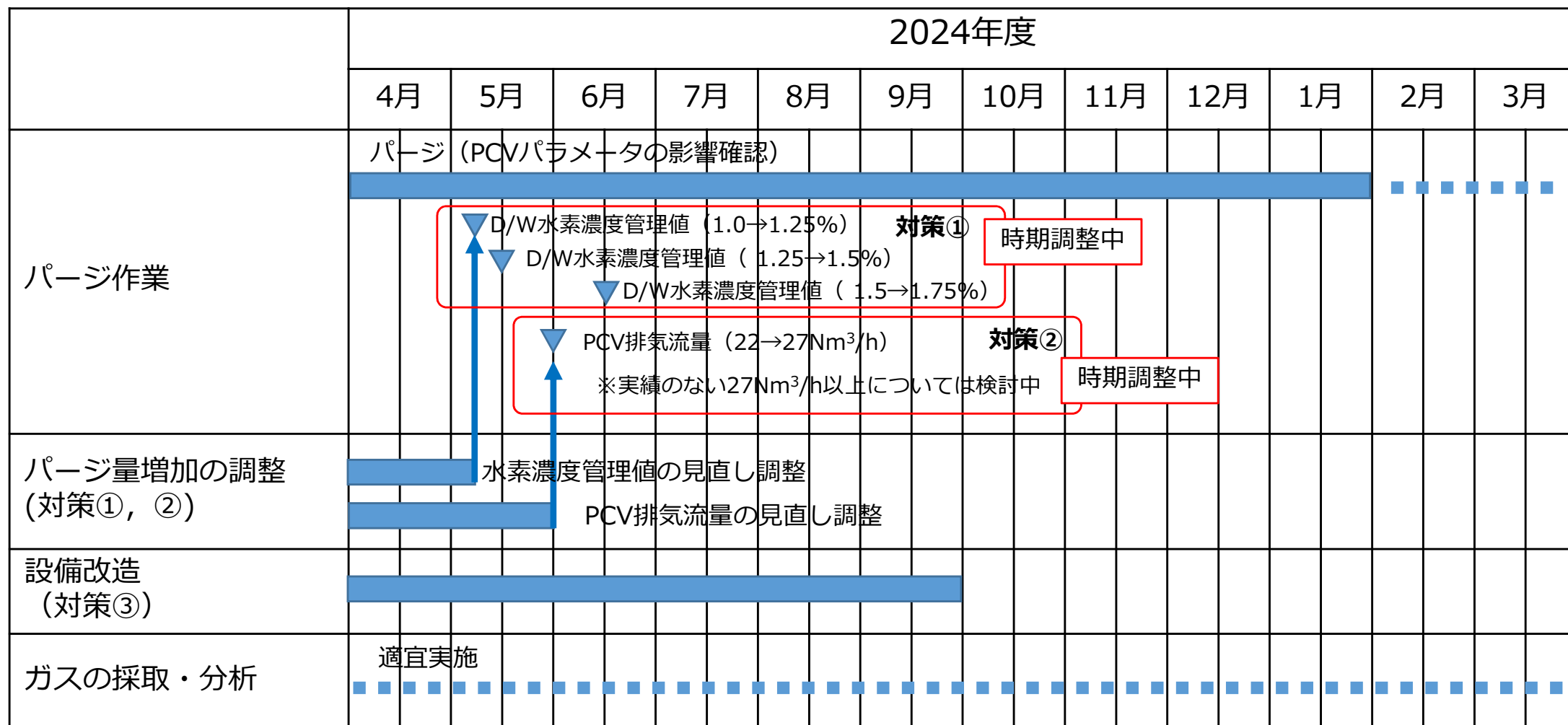
## 対策③：設備改造によるパーシ流量の増加（検討中）

■ PCV水頭の減少等により最大パーシ流量が低下した場合に備えて、パーシ流量の増加策を検討。

|               | ①ダイヤフラム式の流量増加設備設置   | ②PCV (D/W) 水位上昇による水頭の増加   |
|---------------|---|---|
| パーシ流量増加策のイメージ |   |   |
| 方策            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ガスパーシ設備にダイヤフラム式真空ポンプ（水素ガス対応）を設置し、ガスパーシを実施。</li> <li>・PCV水頭によらず最大約3Nm<sup>3</sup>/h程度での送気を想定。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ガスパーシに伴うS/C水位上昇により減少するPCV水頭を維持するため、原子炉注水量を増加しD/W水位を上昇。</li> <li>・水位上昇幅は、現状のS/C水面とS/C頂部までの高さに相当する2m程度を想定。</li> </ul> |
| 課題            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・可燃ガス（水素）対応のポンプ選定が必要であり、選定・調達に時間を要する見込み。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・増加分の原子炉注水（水源）の確保が必要。</li> </ul>   |

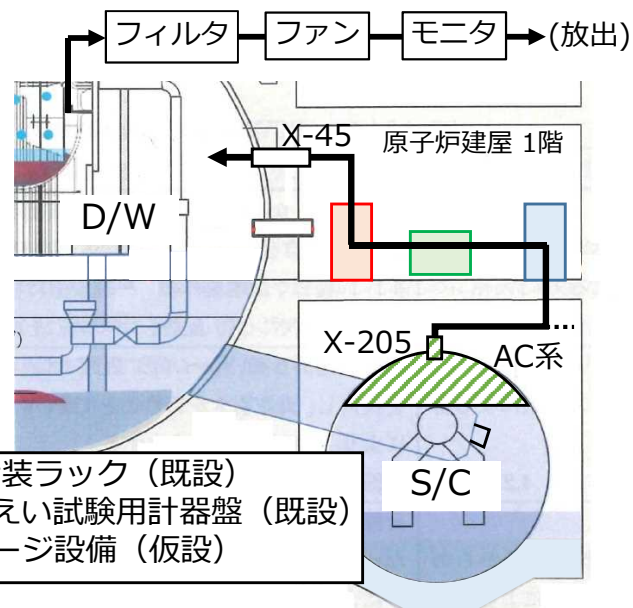
## 6. 今後の予定

- 対策①は、5月上旬以降、D/W水素濃度管理値を1.0%から1.75%に段階的に上昇させる予定。
- 対策②は、6月上旬以降、実績がある27Nm<sup>3</sup>/hまで段階的に増加予定。それ以上の増加は検討中。
- 対策③は、対策①②の実施状況を踏まえ検討継続。



- パージ作業により、D/Wへ水素を含む滞留ガスを送気するが、PCVガス管理設備を経由することで、**PCVパラメータ（水素・希ガス・ダスト濃度）を監視しながら放出可能。**
- 同様にS/C内滞留ガスのパージにより、S/C気相部へPCV保有水が移行し、PCV水位が低下する可能性があるため、必要に応じて**パージ作業前に原子炉注水量を調整。**
- ガスパージ設備にて水素濃度の確認やパージ流量の調整が可能であるため、**PCVパラメータ（水素・希ガス・ダスト濃度、水位）に影響を与えないよう慎重に作業を実施。**
- パージ作業は、PCV保有水の水頭によりS/C内滞留ガスをD/Wへパージし、**ガスパージ設備の水素濃度が可燃限界（4%）未満になるまで実施。**系統内に水素が残留する場合は、必要に応じて系統内に窒素を封入する予定。

PCVガス管理設備



パージ作業中のS/C内滞留ガスの流れ

パージ作業におけるPCVパラメータの管理方針

| 管理パラメータ       | 管理方針                           | 管理方針から逸脱する場合                 |
|---------------|--------------------------------|------------------------------|
| PCV水素濃度       | 運転上の制限2.5%以下を満足するよう管理。         | ガスパージ作業を中止し、濃度が低減することを確認。    |
| PCV希ガス濃度      | 現状の希ガス濃度から有意な変動が無いよう管理。        | ガスパージ作業を中止し、濃度が低減することを確認。    |
| PCVダスト濃度      | 現状のダスト濃度から有意な変動が無いよう管理。        | ガスパージ作業を中止し、濃度が低減することを確認。    |
| PCV水位         | PCV水位・温度計の最下位(L1)が気中露出しないよう管理。 | ガスパージ作業を中止し、必要に応じて原子炉注水量を増加。 |
| ガス管理設備フィルタ線量計 | 現状の線量率から有意な変動が無いよう管理。          | ガスパージ作業を中止し、線量率が低減することを確認。   |

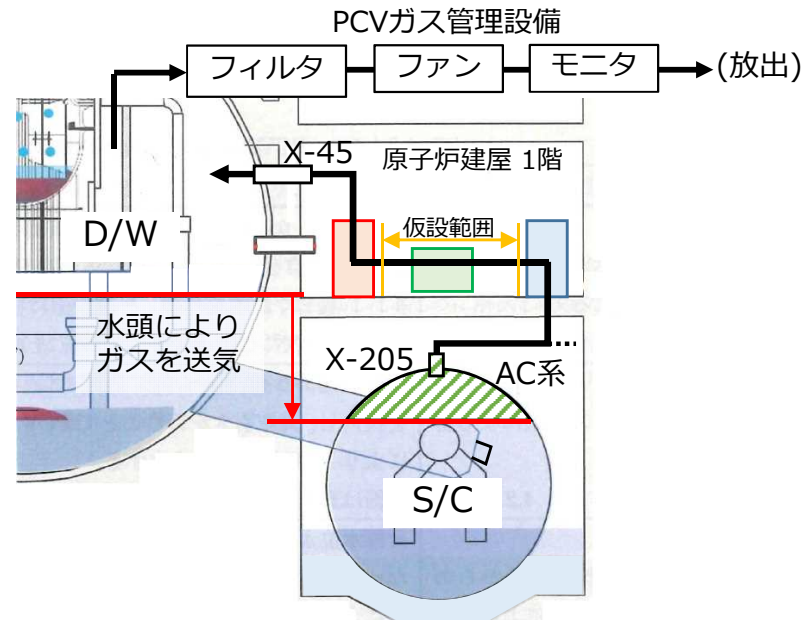
<希ガス（Kr-85, Xe-135）濃度の変動>

- 希ガス（Kr-85, Xe-135）はパージ作業中も検出限界未満であったが、今後パージ量を増加すると変動する可能性あり。
- S/C内滞留ガスに含まれる希ガスはKr-85であるが、希ガスモニタの特性上、Kr-85によりXe-135の指示値（未臨界監視に使用）が変動する可能性があるため、引き続きパラメータの変動状況を確認。

<PCV水位の変動>

- これまでのパージでは、PCV水位の変動は確認されていない※1が、パージ量増加によりPCV水位が低下する場合は、原子炉注水量の増加を検討。

※1：S/C内滞留ガスのパージ量が原子炉注水量と比較して相対的に小さく、水位が維持されていると想定。  
 なお、パージ量は、ガスパージ設備の流量計にて指示を確認し、大きな変動が無いことを確認。



- S/C内滞留ガスの体積が多く、パーシ作業は時間を要す見込みであるため、適宜、S/C内滞留ガスの性状確認を実施中。
- これまでのパーシ作業において、有意な変動は確認していないが、万が一、変動があった場合は、下記対応を実施。

### <Kr-85>

- 他系統にて確認されたKr-85濃度を踏まえると、オーダーが上がるような濃度変動の可能性は低いと想定するが、そのような変化を確認した場合は、敷地境界における被ばく評価を再実施。

### <水素>

- 濃度上昇を確認した場合は、PCVパラメータの変動状況を確認し、必要に応じてパーシ量を調整。
- 濃度低下を確認した場合は、高濃度水素の影響によりオーバースケールしていると想定される硫化水素の測定再開を検討。

### <酸素>

- 現状は、1%以下で推移するが、仮に酸素濃度が上昇したとしても、当初計画の通り、パーシ作業による水素燃焼を防止するため、静電気による火花発生を防止を図っており、その対応を継続。

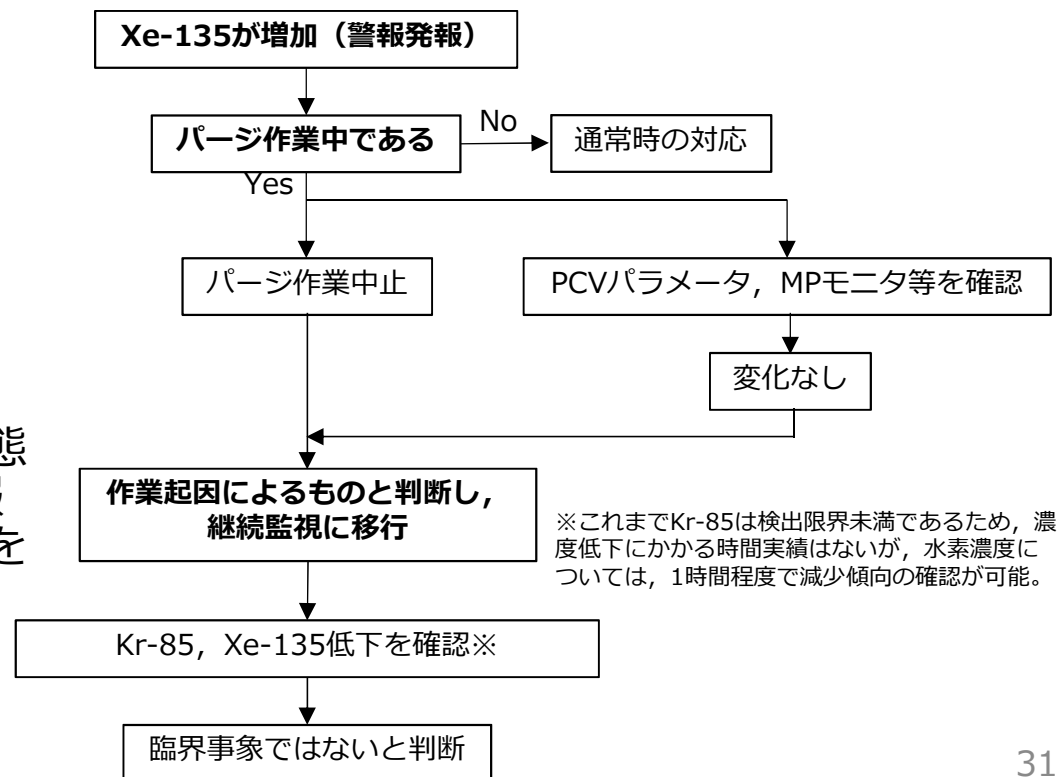
## <3号機PCVガス管理設備の希ガスモニタ>

- 現在の3号機PCVガス管理設備希ガスモニタでは、検出器にNaI (TI) シンチレータを用いており、測定原理・特性のためにKr-85増加に伴い、Xe-135の測定値に以下のような影響がある。

| 要因         | Xe-135測定への影響  |
|------------|---|
| Kr-85光電ピーク | Kr-85のピークが大きくなると、Xe-135のエネルギー領域に重なるようになり、Xe-135の測定値が増加する（反応する）。 |
| Kr-85の散乱成分 | Kr-85が増加によりXe-135のBG成分が増加すると、Xe-135の検出限界濃度が増加する。                |

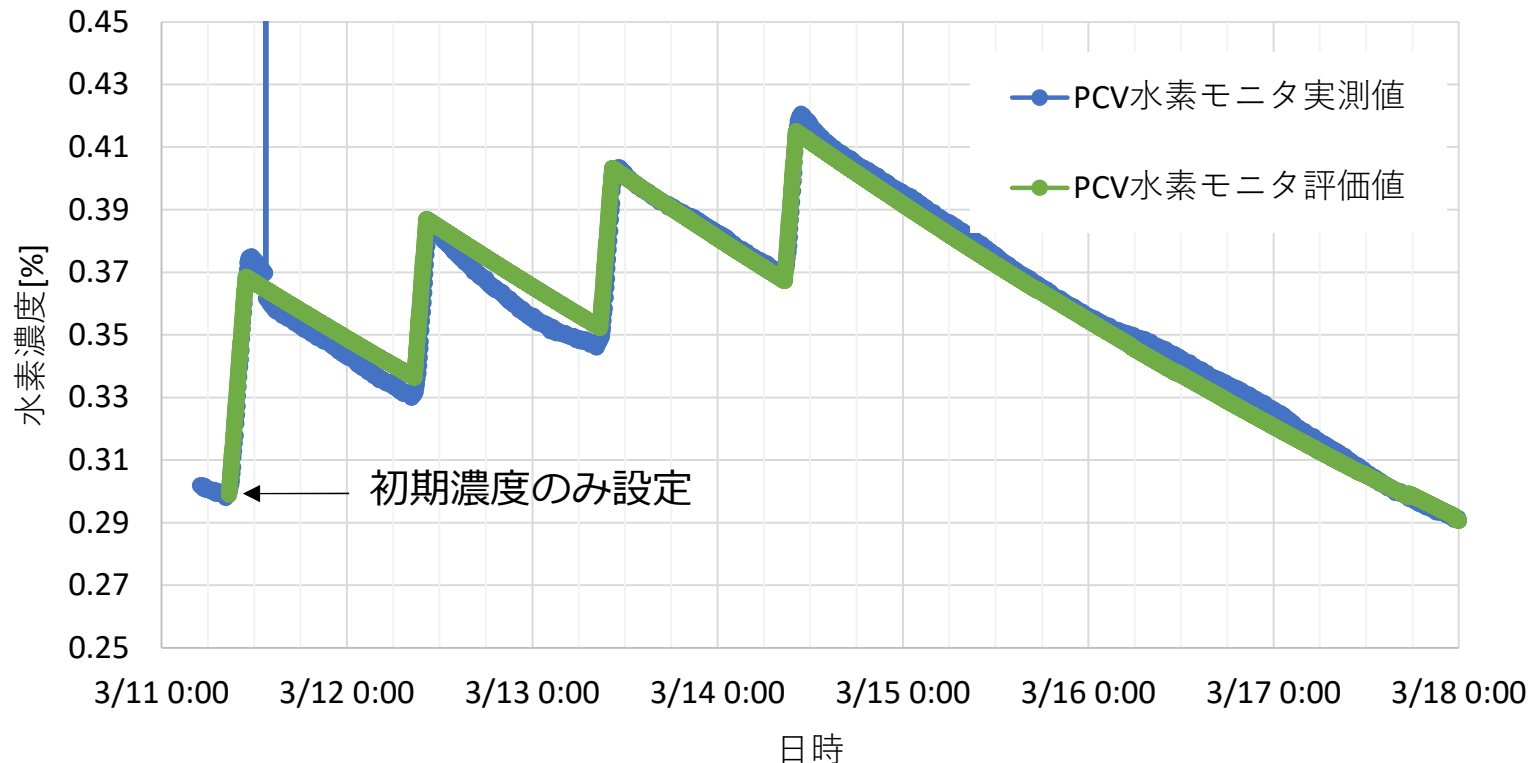
## <ガスパージ作業における対応>

- ガスパージ作業において、計器特性に伴うKr-85増加によるXe-135の変動の可能性について、Kr-85の増加を低い範囲で管理するため、Xe-135濃度の変動可能性は低いと考えられる。
- ガスパージ作業以外を起因としたXe-135上昇は、現状の燃料デブリの状況から臨界は起こり難い状態と考えられるが、万が一、Xe-135上昇による警報発報時には、右図の対応で事象の判別を行うことを検討中。





- D/Wへパージした水素がD/W内で瞬時拡散し、均一濃度となると想定した場合のPCV水素モニタ濃度を評価。
  - ＜想定＞
    - 水素濃度はD/W内で瞬時拡散し、均一
    - 水素はPCVガス管理設備排気（窒素封入）流量に応じて、一定割合でD/Wから排出
- 評価の結果、実測値をよく再現する結果が得られた。このことから、パージされた水素はD/W内で非常に早く拡散しているものと推定。



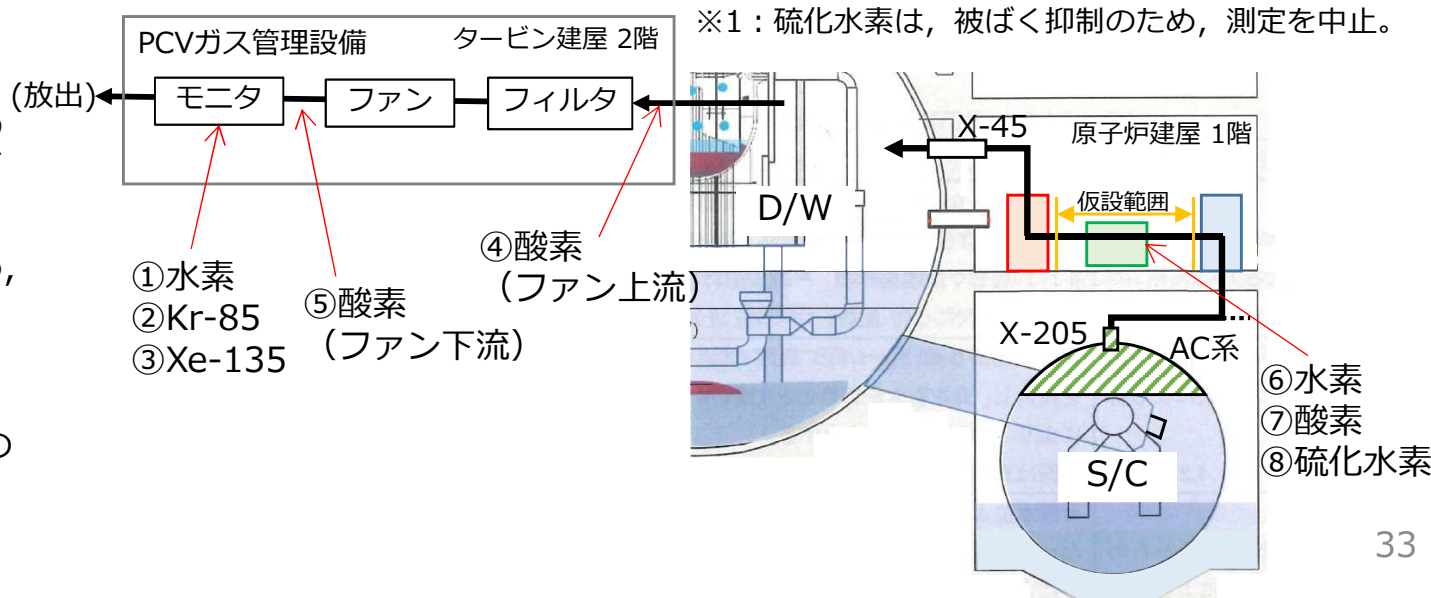
PCV水素モニタ実測値と評価値の比較

# 参考17. パージ作業におけるガス濃度測定状況

|           | 測定項目       | 測定機器     | 濃度確認の方法                  | 監視（測定）頻度   |             |
|-----------|------------|----------|--------------------------|--|-------------|
|           |            |          |                          | 通常時（パージ作業外）  | パージ作業中      |
| PCVガス管理設備 | ①水素        | 本設モニタ    | 中央操作室にて遠隔かつ常時の確認可能       | 6時間毎   | 15分毎        |
|           | ②Kr-85     |          |                          |  |             |
|           | ③Xe-135    |          |                          |  |             |
|           | ④酸素（ファン上流） | ポータブル測定器 | タービン建屋内にて作業員が測定（遠隔確認は不可） | 2週間に1回，上流または下流のどちらか一方にて測定。なお，今後，遠隔かつ常時の確認ができるよう改良予定。 |             |
|           | ⑤酸素（ファン下流） |          |                          |  |             |
| ガスパージ設備   | ⑥水素        | ポータブル測定器 | 原子炉建屋内にて作業員が測定（遠隔確認は不可）  | -  | パージ開始前に測定※1 |
|           | ⑦酸素        |          |                          |  |             |
|           | ⑧硫化水素      |          |                          |  |             |

## <補足（PCVガス管理設備の酸素濃度測定）>

- PCVガス管理設備の酸素濃度測定は，ファンのインリーク量を評価するため，ファン下流にて2週間に1回を目安に実施。
- PCV閉じ込め機能試験に向けた事前確認のため，ファン上流での酸素濃度測定を2023年12月に実施し，約2%の酸素を確認。
- 以後，上流を主に酸素濃度の測定を実施中。なお，2週間に1回の測定は，上流または下流のどちらか一方で実施。



### 水素・酸素濃度の推移

- PCV気相部については、水素燃焼防止および周辺環境への放射性ダスト飛散防止を目的に、N2封入およびガス管理設備を設置・運用している。
- PCV内部の水素濃度は、2011年の事故直後を除き、可燃限界である4%未満を維持している（2012年以降、最大でも0.3%未満）。
- PCV内部の酸素濃度は、N2封入・ガス管理設備の運用開始直後（12%程度）から低下し、現時点では可燃限界(5%) 未満を維持(数%程度)している。

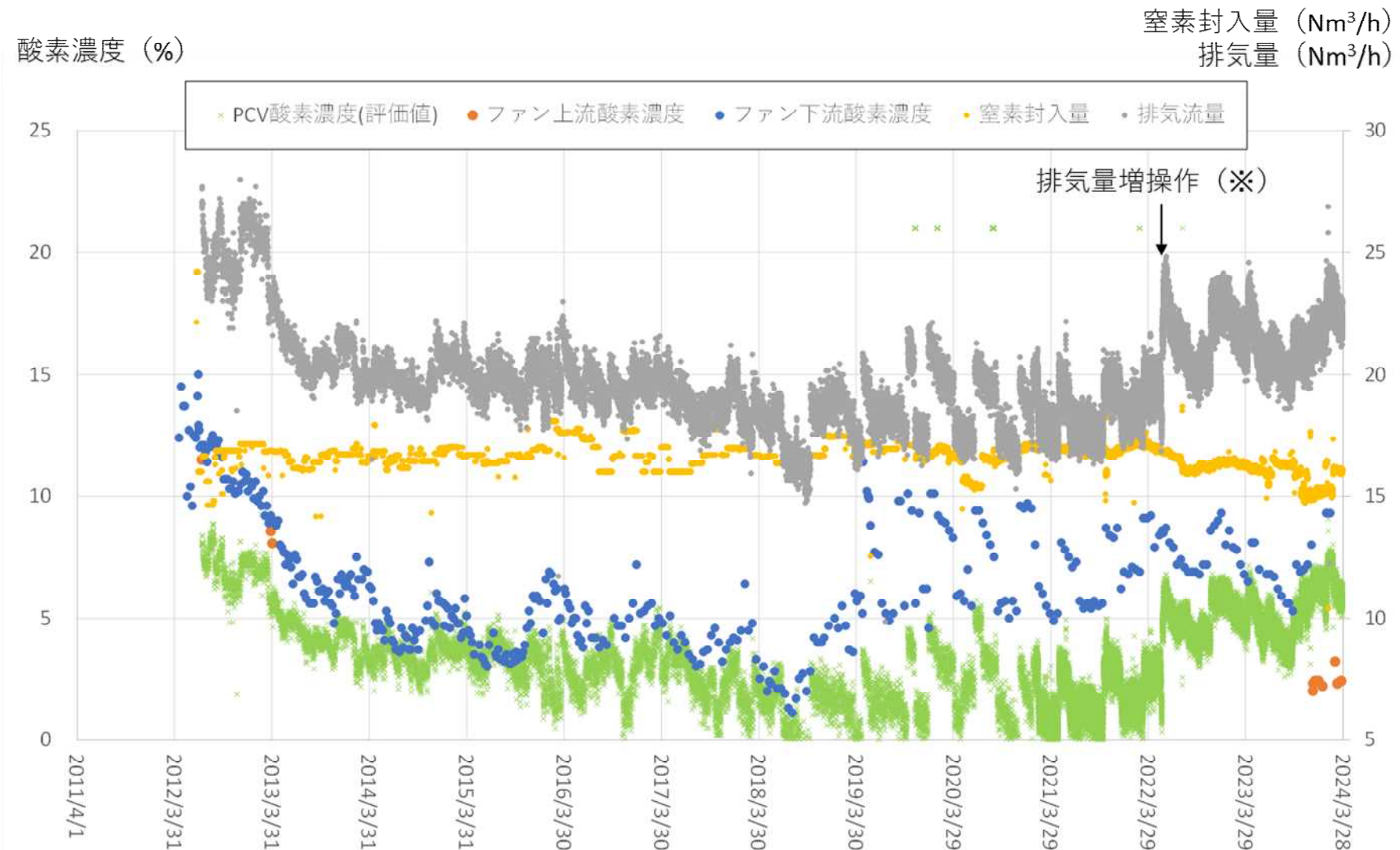
### PCVへの酸素の流入について

- 事故以降、PCVは微正圧を目指して管理してきた。窒素封入量（約17Nm<sup>3</sup>/h）に対しPCVガス管理設備による排気流量は多い状況（約22Nm<sup>3</sup>/h）で運用しており、ファンの軸封部から若干の大気インリークがある状況。
- 2012～2018年頃は、PCVガス管理設備排気ファン下流の酸素濃度が経時的に低下し安定（4%程度）していることから、PCV内酸素濃度も低下し安定しているものと推定。（なお、2012年以降、PCV内部の水素濃度は微量(0.3%未満)であり、水の放射線分解による気体発生は僅かであると推定）
- 2019年以降、PCVガス管理設備の下流の酸素濃度が上昇しているが、至近で計測したPCV内部の酸素濃度が低く乖離が見られることから（上流：3%以下、下流：5～10%）、PCVガス管理設備の排気ファンの軸封部の状態が何らかの要因で変化し、軸封部から大気インリークが増加または変動した可能性が考えられる。



- 課題：PCV内部は不活性化環境を維持しているが、更なる環境改善として酸素濃度を低減。

- 対策1：PCVへの大気インリークを低減するため、PCVへの窒素封入量を増加する
- 対策2：PCV内部のパラメータ確認箇所について、PCV外部の影響（PCVガス管理設備の排気ファン軸封部インリーク）を受けないようモニタリング箇所を追加変更する。（現状：ガス管理設備下流、変更後：ガス管理設備下流+上流）



※注水停止試験に伴いPCV水位が低下しMSIVラインからの漏洩口が気相に露出する影響で、格納容器内の気体が外部に漏出する影響を低減する目的で実施。

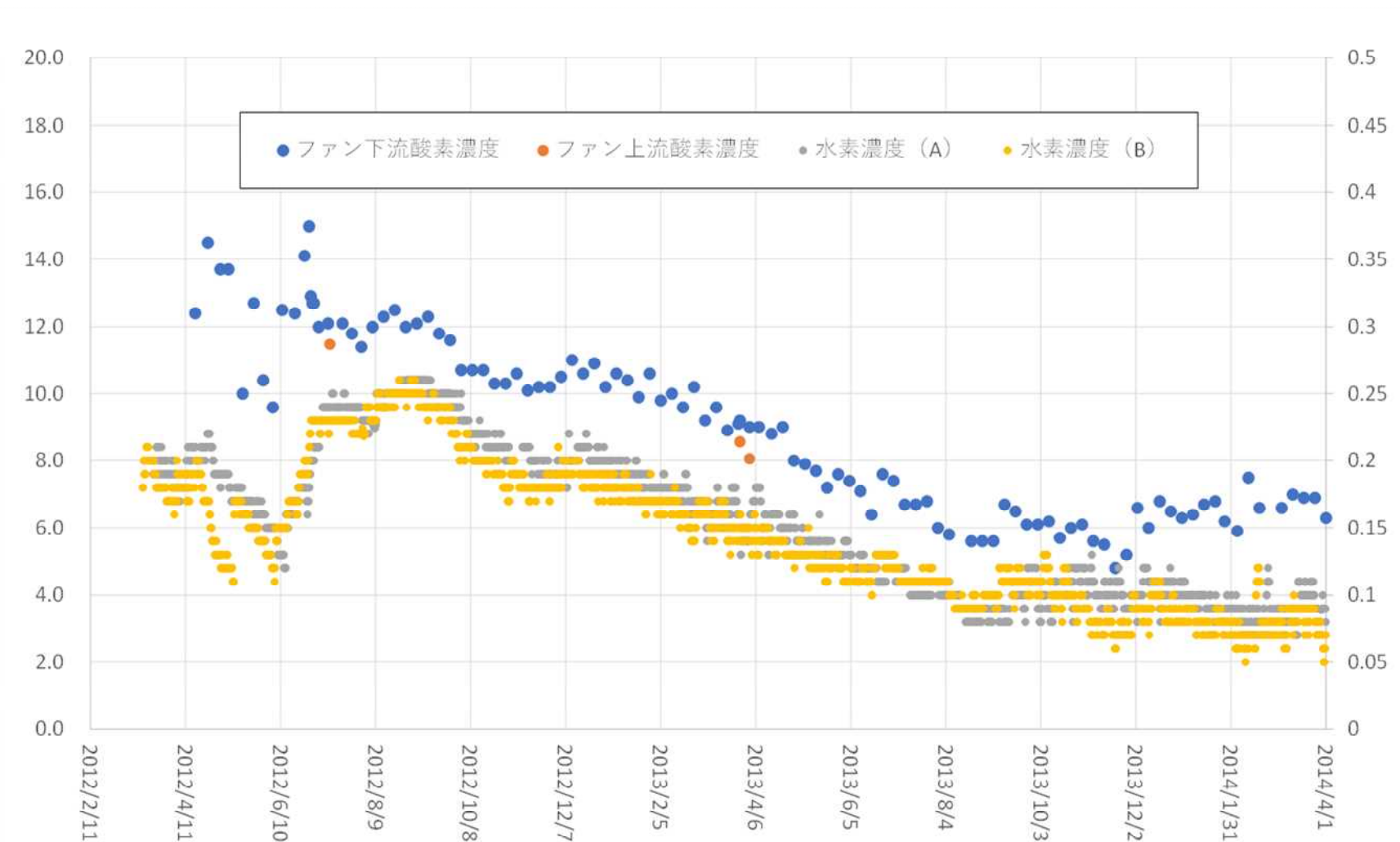
- 酸素濃度の評価値は、ガス管理設備ファン部でインリークがなく、単純に排気量と窒素封入量の差分がPCVの大気インリークによるものとして算出した結果であることから、評価値と実測値の差が大きいほど、ファン部のインリーク等別の要因があるものと推定。



# 参考18-3. 3号機 PCVガス管理設備水素濃度・酸素濃度の関係

酸素濃度 (%)

水素濃度 (%)



- ・グラフに示すように震災後初期においては絶対値に差はあるものの、酸素濃度と水素濃度は連動しておよそ推移。
- ・水素濃度計は、熱伝導式でガス組成の影響を受けるため、大気（酸素）のインリークにより指示値が上昇したものと推定。
- ・水素濃度指示値が全体的に極めて低いこととあわせて考えると、酸素濃度が高いのは水の放射線分解によるものではないと推定。



## 酸素濃度変動の要因

| 事象               | 要因                |                           | 評価   |
|------------------|-------------------|---------------------------|--|
| PCVガス管理設備の酸素濃度変動 | PCVのインリーク変動       | MSラインベローズの損傷個所の変化         | 上下流とも変動増加すると考えられるが、PCV損傷個所(MSライン)は2019年時には水没状態にあり、気相露出は2022年である。そうした水位変動の影響を受けた可能性は否定できないものの、排気流量や下流の酸素濃度の傾向が変わらないため、酸素濃度変動の支配的要因ではないと推定（上流は低位のままと推定）。 |
|                  | PCVガス管理設備のインリーク変動 | 排気ファンの軸封部のインリーク変動         | 軸封部の隙間が経年や点検により広がり、インリーク量が増えたことにより、変動幅が増加。<br>この場合、上流は低位のまま。下流の変動増加。   |
|                  |                   | 放熱器から排気ファンの間にインリークが発生した場合 | 経年や点検により広がり、インリーク量が増えたことにより、変動幅が増加。<br>この場合、上流は低位のまま。下流の変動増加。  |
|                  |                   | 吸込ライン(ダクトホース)からのインリーク変動   | 吸込ライン(ダクトホース)の経年・損傷によりインリークが発生・変動。<br>上下流の酸素濃度とも変動増加の可能性はあるが、至近の測定結果から上流は低位のまま。上流の変動幅に比べ、下流の変動幅が大きいため、吸込ラインの劣化によるインリーク変動の可能性は低い推定。                     |

下流の濃度変動の増加は、PCVガス管理設備（特に排気ファン）によるもので、上流の濃度は現在低位のまま変動していると推定。上流の変動は、下流の排気ファンの流量変動または季節変化の影響を受けてのものと推定。



## 参考19. 過去の類似作業における測定・分析結果

|                            | 1号機                |                      |                      | 3号機                   |                       |
|----------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                            | RCW熱交換器<br>入口ヘッダ配管 | CUW逃がしライン逆止弁         |                      | RHR熱交換器 (A)           | (再掲)S/C               |
|                            |                    | 上流配管                 | 下流配管                 |                       |                       |
| 水素(%)                      | 約72                | 0                    | 約15.5                | 約20                   | 約75                   |
| 酸素(%)                      | 約18                | 約1.0                 | 約19.1                | 約0                    | 約1                    |
| 硫化水素(ppm)                  | 約28                | 約10.2                | 約21.7                | 約20                   | O.S.                  |
| Kr-85(Bq/cm <sup>3</sup> ) | 約4                 | 約1.2×10 <sup>3</sup> | 約1.9×10 <sup>4</sup> | 約2.64×10 <sup>3</sup> | 約1.46×10 <sup>4</sup> |

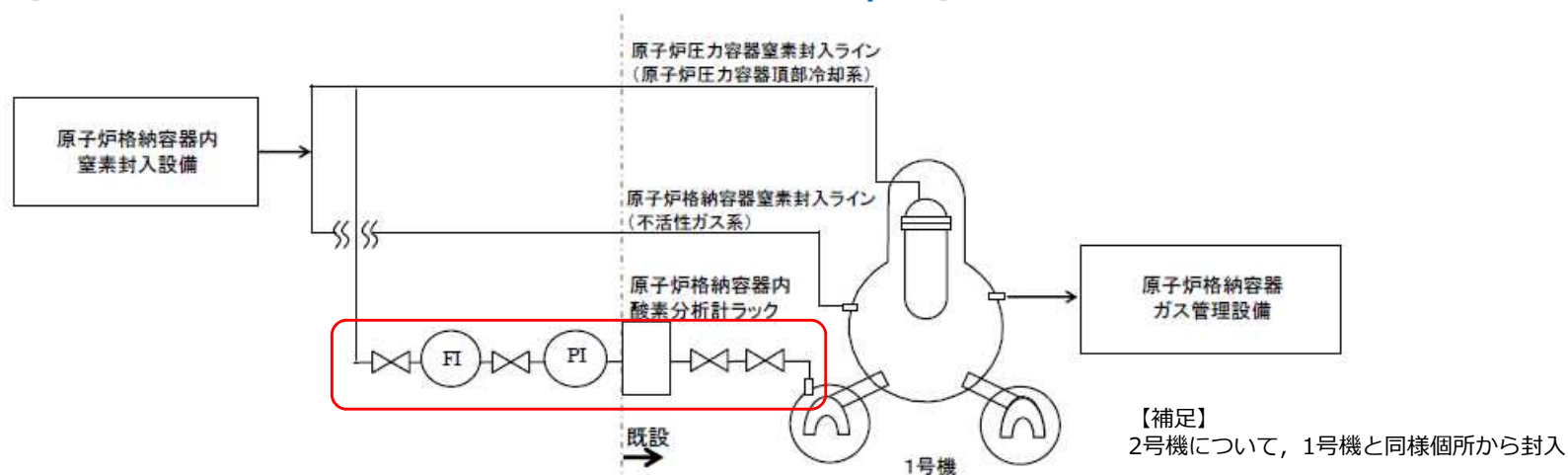
RCW:原子炉補機冷却系  
 CUW:原子炉冷却材浄化系  
 RHR:残留熱除去系

## <1号機> 震災後初期（2012～2013年）の水素濃度上昇の実績

- 2012年，水素濃度の一時的な上昇が見られたため，S/C窒素封入を実施した結果，PCVガス管理設備の水素濃度およびKr85濃度の上昇を確認（S/C内滞留ガスがD/Wを經由し検出されたものと推定）。
- また，複数回，窒素封入・停止を行った結果，窒素の停止期間に応じて水素濃度が上昇したことから，水素が発生している可能性も考慮し，**現在までS/Cの窒素封入を継続実施中。**

## <2号機> 震災後初期（2011～2012年）の水素濃度上昇の実績

- 2011年から2012年にかけて，窒素封入量の減少，または排気流量の増加時に，PCVガス管理設備において，水素濃度およびKr85濃度の上昇を確認。
- このため，1号機同様にS/Cの窒素封入試験を実施。2011～2012年の水素濃度上昇を受けて，S/Cの窒素封入試験（2回）を実施。その結果，PCVガス管理設備において水素濃度の上昇がみられなかったことから，**S/C内からの水素の追加放出は無いと判断，S/C窒素封入は実施しないこととした。**



1号機 S/Cへの窒素封入系統概要図

# 参考21. PCV(S/C)水位低下関連作業の工程（予定）

| 号機  | 2023年度  | 2024年度                            |
|-----|---|-----------------------------------|
| 3号機 | <p>PCV水位計設置<br/>準備</p> <p>水位計設置(2月下旬～)<br/>検証</p> | <p>PCV水位低下<br/>の実施時期は<br/>検討中</p> |
|     | <p>3号機 S/C内滞留ガス対応<br/>準備</p> <p>パージ作業(12月下旬～)</p> |                                   |

【補足】水位計設置作業中は、滞留ガスのパージ作業を中止。