

○堆積物量の推定

原子炉格納容器内で撮影された写真より、M-4の堆積物は制御棒クラスタのスパイダ頭部の上から三山目より下の領域に堆積しており、スパイダ頭部の三山目より下の容積である約20cc相当の堆積物があったと推定される。(図-4)

なお、スパイダ頭部内に堆積物があったとしても、駆動軸接手廻りには隙間があるため、駆動軸がスパイダ頭部内の堆積物を押しのけてスパイダ頭部に挿入される。また、駆動軸と制御棒クラスタの結合作業にあたっては、駆動軸取り外し工具の指示管(インジケータロッド)が完全に下降していることを確認したうえで、重量確認と位置確認により確実に結合していることを確認している。(図-5)

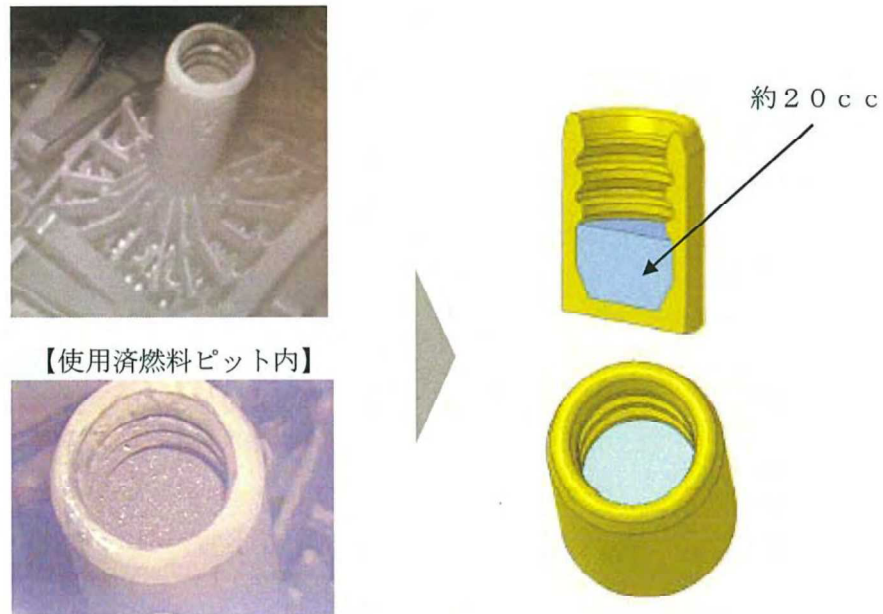


図-4 スパイダ頭部内の堆積物の状況

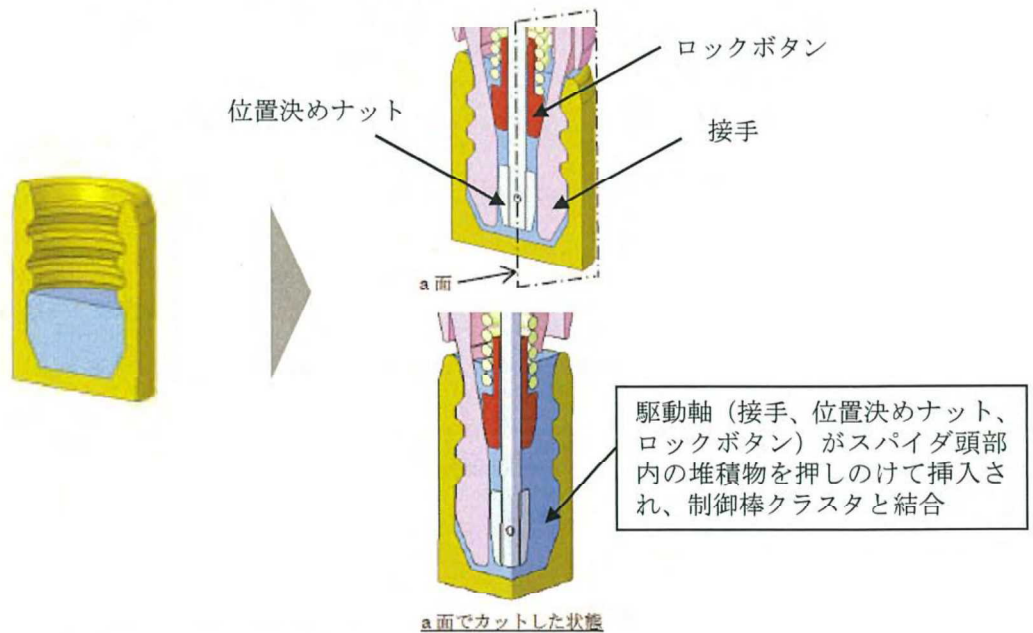

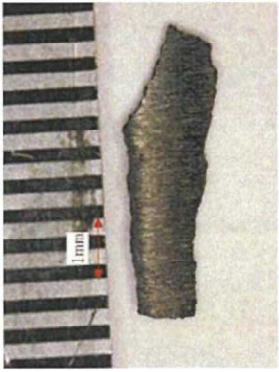
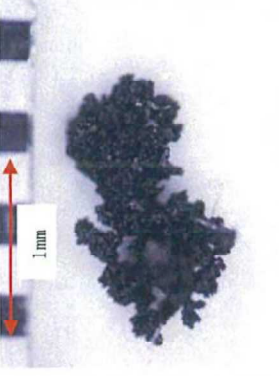
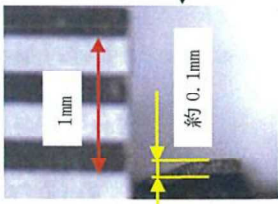
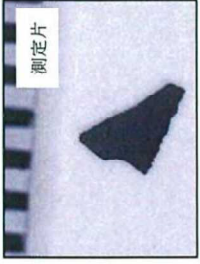
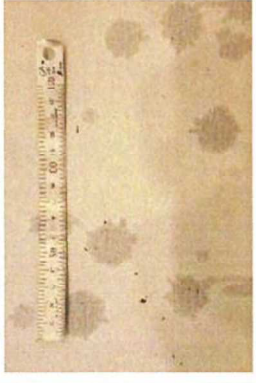


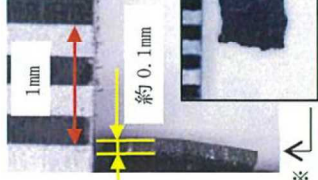
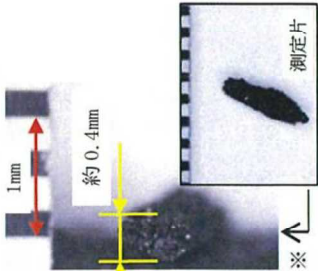


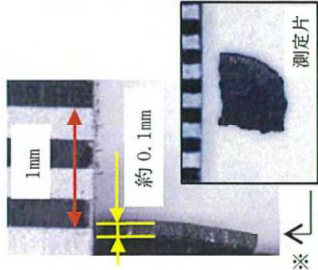
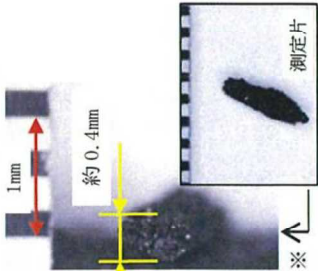
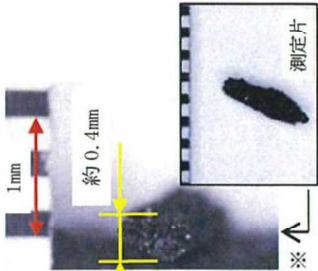
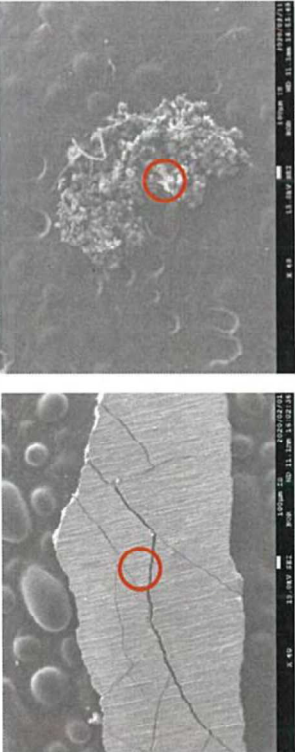
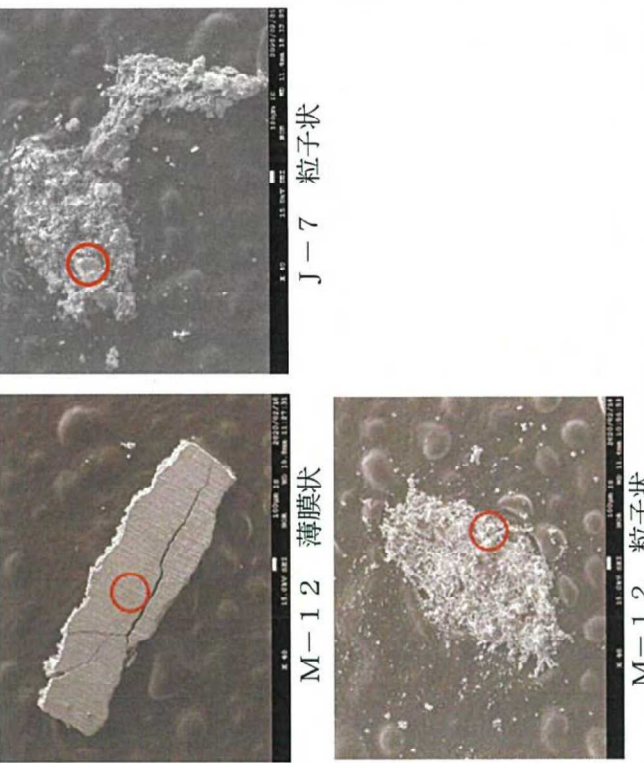


図-5 駆動軸と制御棒クラスタの結合状況

(2) 堆積物のサイズ、形状の確認結果

調査項目	M-4 の調査結果	比較対象アドレスの調査結果	
<p>堆積物</p> <p>サイズ・形状</p>	<p>✓ 粒子状：黒色</p> <p>✓ 薄膜状：黒色、数 mm 程度の大きさ</p> <p>【回収した堆積物（一部）】</p>  <p>【実体顕微鏡写真（一部）】</p>  <p>M-4 薄膜状</p>  <p>M-4 粒子状</p>  <p>約 0.1mm</p>  <p>測定片</p> <p>※ 測定片を立てて 厚さ方向を計測</p> <p>M-4 薄膜状（厚さ）</p>	<p>✓ 粒子状：黒色</p> <p>✓ 薄膜状：黒色、数 mm 程度の大きさ（M-1 2のみ）</p> <p>【回収した堆積物（一部）】</p>  <p>M-1 2</p> <p>【実体顕微鏡写真（一部）】</p>  <p>M-1 2 薄膜状</p>  <p>約 0.1mm</p>  <p>約 0.4mm</p>  <p>測定片</p> <p>※ 測定片を立てて 厚さ方向を計測</p> <p>M-1 2 薄膜状（厚さ）</p> <p>J-7</p>  <p>J-7</p> <p>【実体顕微鏡写真（一部）】</p>  <p>J-7 粒子状</p>  <p>約 0.1mm</p>  <p>約 0.4mm</p>  <p>測定片</p> <p>※ 測定片を立てて 厚さ方向を計測</p> <p>J-7 粒子状（厚さ）</p>	<p>・ M-4 のスペース ダ頭部内から回収した堆積物は 黒色の粒子状および 薄膜状であり、薄膜 状の堆積物は数 mm 程度の大きさ で厚さは 0.1mm 程度</p> <p>・ 堆積物のサイズ 形状については、M-4 と M-1 2 で差なし</p> <p>・ J-7 は粒子状 のみ回収された</p>

(3) 堆積物の分析結果

調査項目	M-4 の調査結果	比較対象アドレスの調査結果																																																																																																									
SEM画像	 <p>M-4 薄膜状</p> <p>M-4 粒子状</p> <p>○ :測定点</p>	 <p>M-12 薄膜状</p> <p>J-7 粒子状</p> <p>M-12 粒子状</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 薄膜状の堆積物には、ひび割れが認められることとから脆いと推定される ・ なお、ひび割れは回収および分析の過程で付いた可能性もある ・ 粒子状の堆積物は数十～数百μmの粒子が集まって形成されている 																																																																																																								
組成分析・X線回折	<table border="1" data-bbox="957 481 1364 1870"> <thead> <tr> <th colspan="13">組成分析 (単位: atom%)</th> <th rowspan="2">X線回折</th> </tr> <tr> <th>試料名</th> <th>元素名</th> <th>B</th> <th>C[※]</th> <th>O</th> <th>Al</th> <th>Si</th> <th>P</th> <th>Cl</th> <th>Ca</th> <th>Cr</th> <th>Fe</th> <th>Ni</th> <th>Zn</th> <th>主成分</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M-4</td> <td>薄膜状</td> <td>6.1</td> <td>2.7</td> <td>55.1</td> <td>-</td> <td><1</td> <td><1</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>1.3</td> <td>31.0</td> <td>1.8</td> <td><1</td> <td>Fe₃O₄</td> </tr> <tr> <td>M-4</td> <td>粒子状</td> <td>-</td> <td>14.5</td> <td>52.2</td> <td><1</td> <td><1</td> <td>-</td> <td><1</td> <td><1</td> <td><1</td> <td>30.7</td> <td><1</td> <td>-</td> <td>Fe₃O₄</td> </tr> <tr> <td>M-12</td> <td>薄膜状</td> <td>6.2</td> <td>4.2</td> <td>53.8</td> <td>-</td> <td><1</td> <td><1</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>1.1</td> <td>33.1</td> <td>1.1</td> <td>-</td> <td>Fe₃O₄</td> </tr> <tr> <td>M-12</td> <td>粒子状</td> <td>3.1</td> <td>5.8</td> <td>60.6</td> <td>-</td> <td><1</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td><1</td> <td>29.2</td> <td><1</td> <td>-</td> <td>Fe₃O₄</td> </tr> <tr> <td>J-7</td> <td>粒子状</td> <td>6.7</td> <td>5.1</td> <td>53.0</td> <td>-</td> <td><1</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td><1</td> <td>33.5</td> <td><1</td> <td>-</td> <td>Fe₃O₄</td> </tr> </tbody> </table> <p>※.測定バックグラウンドの影響によるCも検出されていると考えられる。</p>			組成分析 (単位: atom%)													X線回折	試料名	元素名	B	C [※]	O	Al	Si	P	Cl	Ca	Cr	Fe	Ni	Zn	主成分	M-4	薄膜状	6.1	2.7	55.1	-	<1	<1	-	-	1.3	31.0	1.8	<1	Fe ₃ O ₄	M-4	粒子状	-	14.5	52.2	<1	<1	-	<1	<1	<1	30.7	<1	-	Fe ₃ O ₄	M-12	薄膜状	6.2	4.2	53.8	-	<1	<1	-	-	1.1	33.1	1.1	-	Fe ₃ O ₄	M-12	粒子状	3.1	5.8	60.6	-	<1	-	-	-	<1	29.2	<1	-	Fe ₃ O ₄	J-7	粒子状	6.7	5.1	53.0	-	<1	-	-	-	<1	33.5	<1	-	Fe ₃ O ₄
組成分析 (単位: atom%)													X線回折																																																																																														
試料名	元素名	B	C [※]	O	Al	Si	P	Cl	Ca	Cr	Fe	Ni		Zn	主成分																																																																																												
M-4	薄膜状	6.1	2.7	55.1	-	<1	<1	-	-	1.3	31.0	1.8	<1	Fe ₃ O ₄																																																																																													
M-4	粒子状	-	14.5	52.2	<1	<1	-	<1	<1	<1	30.7	<1	-	Fe ₃ O ₄																																																																																													
M-12	薄膜状	6.2	4.2	53.8	-	<1	<1	-	-	1.1	33.1	1.1	-	Fe ₃ O ₄																																																																																													
M-12	粒子状	3.1	5.8	60.6	-	<1	-	-	-	<1	29.2	<1	-	Fe ₃ O ₄																																																																																													
J-7	粒子状	6.7	5.1	53.0	-	<1	-	-	-	<1	33.5	<1	-	Fe ₃ O ₄																																																																																													
堆積物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 主成分はFeとOであった ・ 堆積物はFe₃O₄(マグネタイト)であった 																																																																																																										

4. 調査結果まとめ

(1) 堆積物の確認

制御棒クラスタのスパイダ頭部内で確認された堆積物量に関し、原子炉容器内の水中カメラ（白黒）確認では、M-4、M-12、J-7共にスパイダ底部の機械加工模様が堆積物で覆われていた。その後の使用済燃料ピット内の水中カメラ（カラー）確認では、堆積物の偏り傾向を確認した。堆積物の偏りは燃料移送中の制御棒クラスタの横倒しに影響したと考えられる。原子炉容器内で撮影された写真より、M-4の堆積物は制御棒クラスタのスパイダ頭部の上から三山目より下の領域に堆積しており、スパイダ頭部の三山目より下の容積である約20cc相当の堆積物があったと推定される。

(2) 堆積物のサイズ・形状

堆積物のサイズ、形状については、黒色の粒子状および薄膜状の形状であり、M-4で回収された薄膜状の堆積物は数mm程度の大きさであり厚さは0.1mm程度であった。また、M-4とM-12で堆積物のサイズ、形状に差はなく、J-7では粒子状の堆積物のみ回収された。

(3) 堆積物の分析

堆積物のSEM画像を確認した結果、M-4とM-12で回収された薄膜状の堆積物は一体構造であるがひび割れが認められることから脆い物質と推定される。一方、M-4、M-12、J-7で回収された粒子状の堆積物は数十～数百 μm の粒子が集まって形成されていることが確認された。また、EPMAによる組成分析およびX線回折による形態分析を実施した結果、薄膜状の堆積物はマグネタイト (Fe_3O_4) であった。粒子状の堆積物も同様にマグネタイト (Fe_3O_4) であった。

(4) まとめ

以上から、制御棒クラスタ（M-4、M-12、J-7）のスパイダ頭部内で確認された堆積物は硬くて脆い性質であるマグネタイトであり、1次冷却材中に一般的に存在する鉄の酸化物の一種である。

堆積物の生成過程については次項で考察するが、プラント起動初期段階の高溶存酸素環境において駆動軸内表面で生成した鉄酸化物が、運転時間の経過に伴いマグネタイトに変態したもの、または1次冷却系統内の機器から1次冷却材中に溶出した鉄イオンが、機器・部品表面に付着してマグネタイトとなり、それが剥離し堆積したもの（スラッジ）と推定される。

また、制御棒クラスタ48体のうち、上記3体以外の制御棒クラスタ45体についても使用済燃料ピット内で外観確認を実施したところ、上記の3体と同様に堆積物があり、過去の定検でも確認されている。

5. スパイダ頭部の堆積物（スラッジ）生成過程について

スパイダ頭部にスラッジが堆積する現象には次の2つのケースが考えられる。

- ① 駆動軸内表面で生成したマグネタイトが剥離、落下、堆積
- ② 1次冷却系統内で生成したマグネタイトが当該部に侵入、堆積

(1) 駆動軸内表面で生成

a. プラント起動初期段階

ケース①のマグネタイト生成には2つの可能性が考えられる。1つは「プラント起動初期段階の高溶存酸素環境における生成」である。原子炉容器上蓋上の制御棒クラスタ駆動装置（CRDM）圧力ハウジングは、その構造上、1次冷却系統水張時に空気が残留する。そのため、プラント起動初期段階のCRDM圧力ハウジング内には加圧された空気が残留し、CRDM圧力ハウジング内部は溶存酸素が有意に高くなる期間が存在する（図-6参照）。

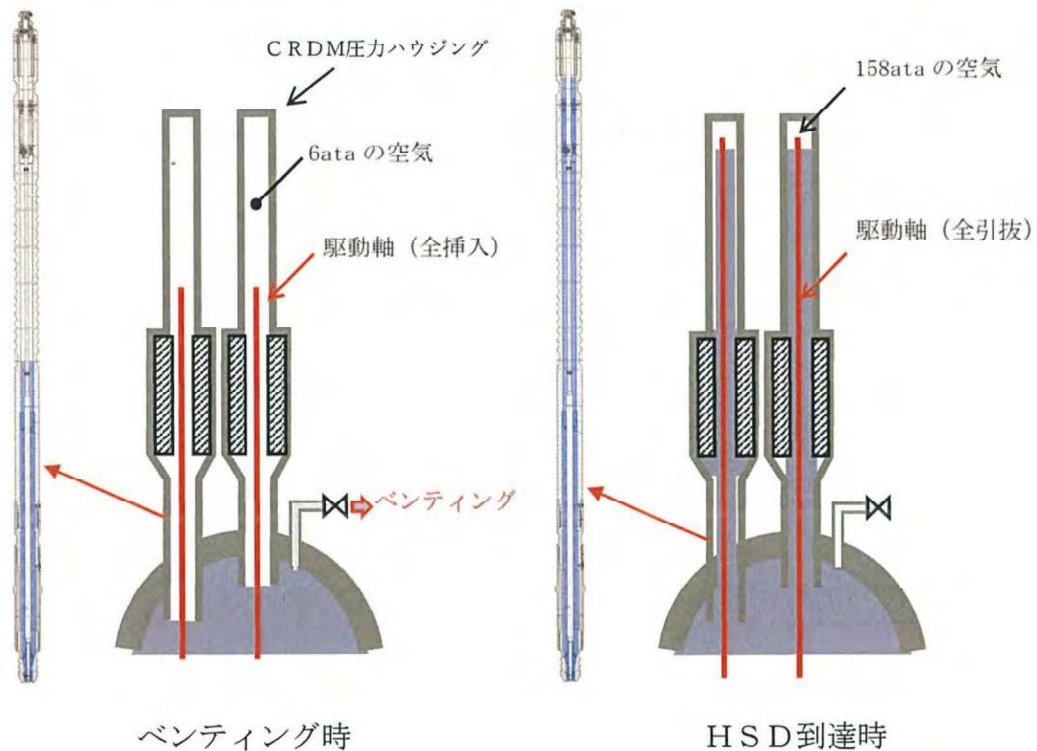


図-6 プラント起動初期のCRDM圧力ハウジング内部の環境

プラント起動初期の駆動軸は全引抜状態にあり（制御バンクDは除く）、この際、駆動軸内側は全長にわたり高溶存酸素・高温環境に置かれ、SUS410製駆動軸内表面では鉄酸化物が生成する。運転時間の経過に伴って、生成した鉄酸化物はマグネタイトに変態するため、駆動軸内面のマグネタイト生成量にはプラント起動段階の高溶存酸素環境における鉄酸化物量が関与する。

b. プラント運転中

もう1つは「プラント運転中の1次冷却材環境における生成」である。プラント運転中の駆動軸接手と制御棒クラスタのスパイダ頭部は図-7に示す結合状態にあり、図-7の緑色の経路（駆動軸の保護筒下端と制御棒クラスタのスパイダ頭部の隙間）を経て鉄イオンを含む1次冷却材が駆動軸内部に浸入する。

運転中の駆動軸近傍は下端が300℃前後、上端が[]℃前後の条件にあると推定され、駆動軸内部では温度差（密度差）を駆動源とする1次冷却材の自然循環流が生じている可能性が考えられる。（図-8参照）

一般的に、1次冷却材中の鉄イオン溶解度は温度の関数であることから、駆動軸内部を循環する過程の温度変化に伴って溶解度が変化し、析出した鉄イオンが駆動軸内表面でマグネタイトを形成する可能性が考えられる。

上記のa. 項、b. 項を考え合わせると、駆動軸内面では高溶存酸素環境で生成した初期マグネタイトと1次冷却材環境で生成したマグネタイトが重畳し、時間の経過とともに成長する。そして、ある時期に剥離、脱落して制御棒クラスタのスパイダ頭部内に堆積する可能性が考えられる。堆積物調査で確認された数mmの大きさの薄膜状の堆積物がこれに該当している可能性が高く、また、脱落の過程で粒子状に変化することもあると考えられる。

(2) 1次冷却系統内で生成

ケース②は駆動軸外部で生成したマグネタイトが図-7の黄色の経路（駆動軸の保護筒下端と制御棒クラスタのスパイダ頭部の隙間）を経てスパイダ頭部と駆動軸接手の隙間部に侵入し堆積することになる。粒子状のスラッジの一部がこれに該当すると考えられる。

駆動軸の保護筒下端と制御棒クラスタのスパイダ頭部の隙間は数mm程度と狭いことから、今回、スパイダ頭部内で確認された堆積物は、ケース①の駆動軸内表面で生成したマグネタイトが剥離、落下、堆積したもののほうが比較的多いと推定される。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

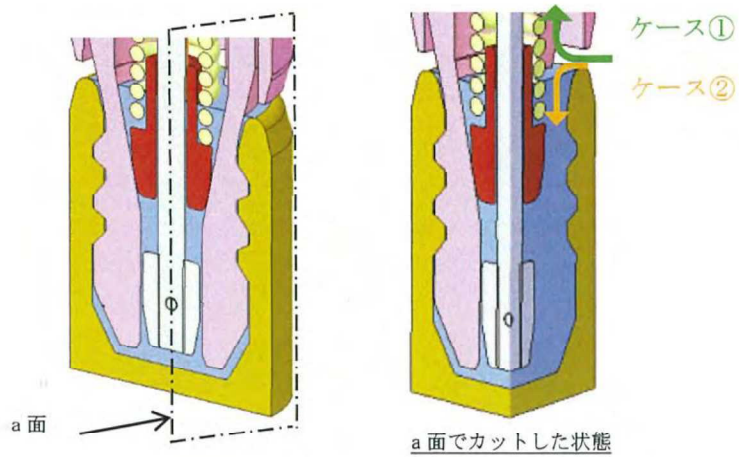


図-7 スパイダ頭部内への侵入経路

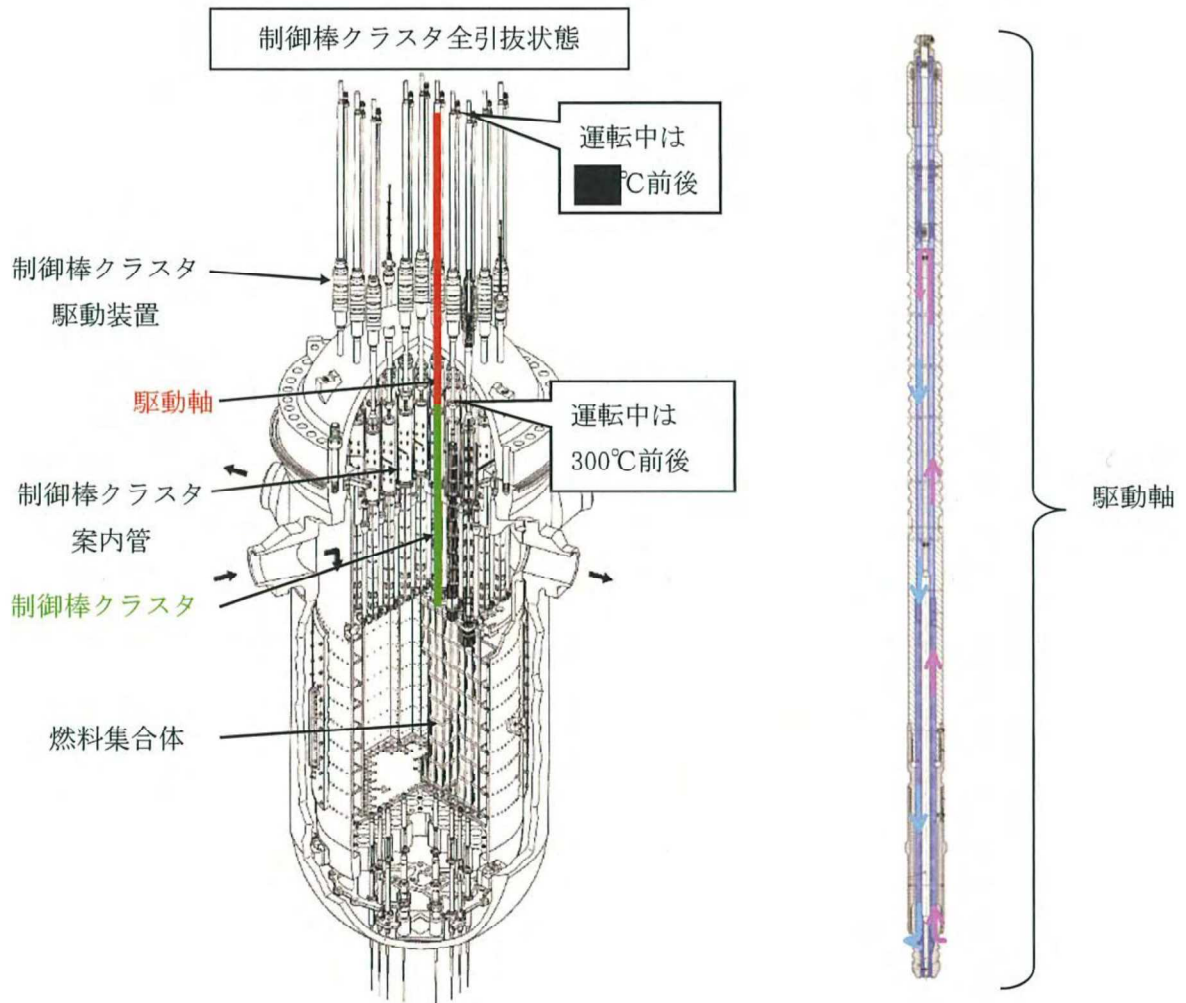


図-8 運転中の駆動軸・制御棒クラスタ位置と駆動軸内部の自然循環流

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

6. 1次冷却材中の堆積物（スラッジ）の挙動

1次冷却材中のスラッジ（今回、スパイダ頭部内で確認されたスラッジも一部含む）については、1次冷却材系統や化学体積制御系統などを循環、対流する間に細かく微粒子状になり、冷却材フィルタ等で捕捉される。

プラント停止操作に伴う脱ガス運転時、1次冷却材系統において、水質分析用フィルタで回収されたスラッジの性状を表-1に示す。

また、化学体積制御系統に設置された冷却材フィルタ等の配置を示す系統図を図-9に、過去の冷却材フィルタ等の交換実績を表-2に示す。冷却材フィルタ等は主に定検時に取り替え、固体廃棄物処理設備にて処理を行う。冷却材フィルタ等の取替頻度は、長期停止の影響により3-13運転サイクルで多いものの、運転サイクル期間で比較した場合はいずれの運転サイクルも同程度の取替頻度であった。

鉄の酸化物の一種であるマグネタイトは従来から1次冷却系統内に存在するものであり、これまでこれが原因で燃料集合体等に損傷を与えるような事象は発生していないことから、原子炉施設の安全性に影響を与えるものではない。

また、制御棒クラスタのスパイダ頭部内で確認された堆積物（スラッジ）は、粒子状もしくは脆い薄膜状のマグネタイトであることが確認されており、切粉などの金属片ではないことから、仮に一次冷却材中に流出したとしても、フレットィング※¹により燃料棒を摩耗させることはなく、燃料健全性に影響はない。

※1 切粉などの金属片が燃料集合体の支持格子と燃料棒の間にはさまり、1次冷却材の流体振動により燃料棒を摩耗させ、燃料棒に微小孔（ピンホール）が発生する現象

表-1 1次冷却材系統で回収されたスラッジの性状

実態顕微鏡写真	SEM画像	
 <p>○：SEM画像取得箇所</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・数μmの粒子で構成された黒色の微粒子状のスラッジが認められるが、スパイダ頭部内で確認されたような粒子状および薄膜状の堆積物（スラッジ）はない
<p>✓ 水質分析用フィルタ</p> 	<p>採取場所：ループB（高温側） 採取方法：0.45μmのフィルタでろ過 採取量：5L</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・通常運転中の採取であればフィルタに着色はないが、採取量が多いと左記のように黒色の着色が見られる

表-2 冷却材フィルタ等の取替実績

運転 サイクル	期 間	脱塩塔入口 フィルタ※1	冷却材 フィルタ※2	備 考
3-11	平成20年9月 ～ 平成22年1月	2回	0回	
3-12	平成22年1月 ～ 平成23年4月	1回	2回	
3-13	平成23年4月 ～ 平成29年10月	12回	3回	長期停止の影響
3-14	平成29年10月 ～ 令和元年12月	4回	2回	
3-15	令和元年12月 ～	0回	0回	2月末現在

※1 脱塩塔入口フィルタ (メッシュサイズ : $0.45\mu\text{m}$ 、取替基準 : フィルタ差圧)

※2 冷却材フィルタ (メッシュサイズ : $1\mu\text{m}$ 、取替基準 : フィルタ差圧)

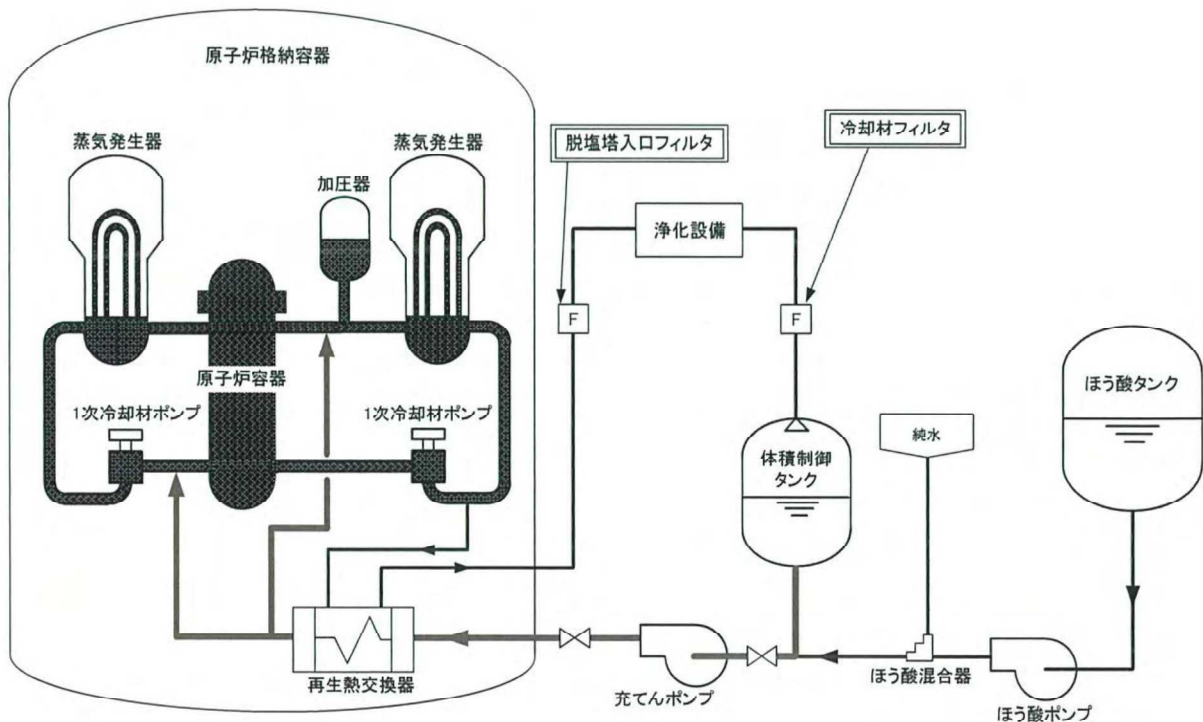
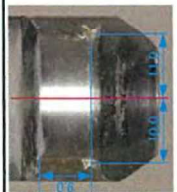


図-9 冷却材フィルタ等の配置を示す系統図

接触痕および堆積物まとめ (1 / 2)

①、②、③、④ 接手外面直線部



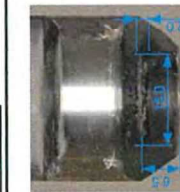
個数: 4
計測値(mm)
長さ: 約1.32~2.50
幅: 約1.16~3.20
深さ: 約0.04~0.12

90° 側

例) スパイダ内面
接手
直線部が接触
点接触
接手外面直線部での接触

・M-4の接手外面直線部に金属光沢を有する接触痕が確認された。金属光沢を有しており、比較対象には確認されていないことから、今回生じた可能性がある。
・接触痕は、比較対象(M-12)と比べて有意に深かった。
・接触痕は、スパイダ頭部の内面と4点で取り合う箇所に対応し、通常着座位置とは異なる位置で生じた可能性がある。

⑤ 接手外面テーパ部



個数: 2
計測値(mm)
長さ: 約1.5~2.0
幅: 約12.5~15.0
深さ: 測定下限値以下 (0.02mm以下)

90° 側

例) スパイダ内面
接手
テーパ部が接触
通常の着座状態位置での接触

・M-4の接手外面テーパ部に周方向の接触痕(金属光沢なし)が確認された。比較対象でも同様であり、切り離し操作後の駆動軸仮置きでスパイダ頭部の内面と線状に取り合う箇所に相当し、通常の着座状態で生じたと考えられる。

⑧ 制御棒クラスタのスパイダ頭部



・スパイダ頭部の円環部上面に接触痕(色調の変化)が確認された。比較対象(M-12)でも確認されたが、M-4の方が広範囲であった。
・スパイダ頭部の内部テーパ面に接触痕(色調の変化)が確認された。比較対象(M-12)でも同程度であった。
・使用期間が短いJ-7ではスパイダ頭部の円環部上面の接触痕は確認されなかつた。

⑥、⑦ 接手内面直線部と位置決めナット直線部



個数: 1
計測値(mm)
長さ: 約6.5
幅: 約2.0
深さ: 約0.08

内面エッジ(破線)から約3.0mm

・M-4の接手内面直線部に金属光沢を有する線状の接触痕が確認された。金属光沢を有しており、比較対象にないことから今回生じた可能性がある。
・接触痕は、位置決めナット/ロックボタンが摺動する部位に相当する。

⑦ 位置決めナット直線部



個数: 1
計測値(mm)
長さ: 約4.5
幅: 約1.5
深さ: 約0.08

ナット先端から約8.3mm

・M-4の位置決めナット直線部に線状の接触痕が確認された。比較対象にないことから今回生じた可能性がある。

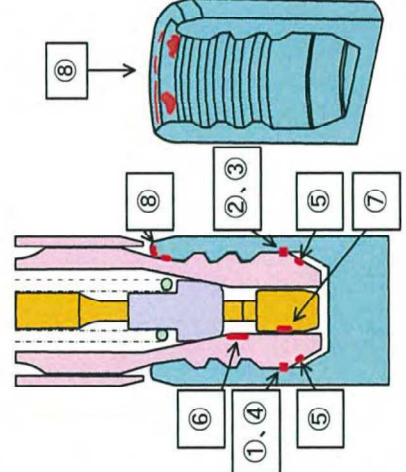
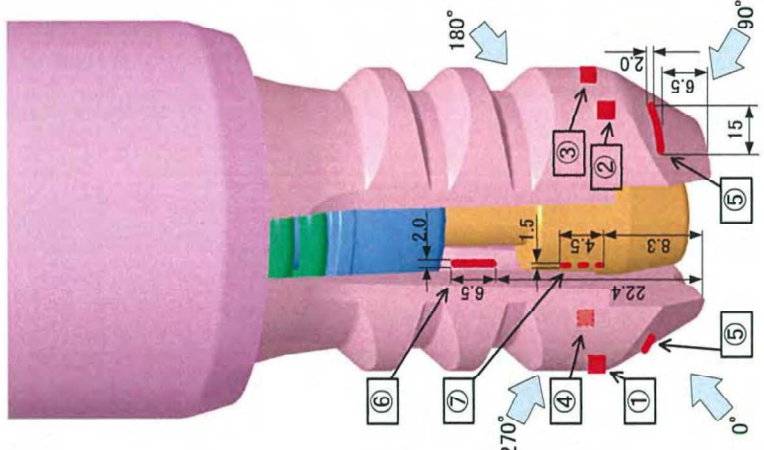
⑥、⑦ 接手内面と位置決めナットの重ね合わせ



赤茶色: 隙間
濃灰色: 隙間
小豆色: 位置決めナット
灰色: 接手
位置決めナット接触痕
接手接触痕

接手内面と位置決めナット接触痕の重ね合わせ結果

・接触痕は、接手内面直線部と位置決めナット直線部が接触する取り合いであり、位置決めナットの上下降時に生じた可能性がある。
・幾何学的に接触痕発生には介在物が関与した可能性が高く、接触痕の大きさから、介在物は約1mm程度の大きさのものが存在していた可能性がある。



接触痕および堆積物まとめ (2/2)

① 堆積物の確認結果

【原子炉格納容器内】



【使用済燃料ピット内】

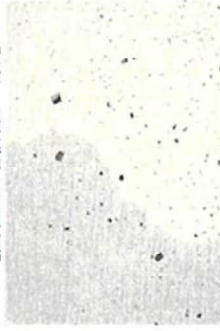


<制御棒クラスタ>

- ・スパイダ頭部内(M-4, M-12, J-7)に堆積物が確認された。
- ・M-4の堆積物はスパイダ頭部の三山目より下の容積である約20cc相当の堆積物があつたと推定される。

② 堆積物のサイズ・形状

【回収した堆積物(一部)】



【実体顕微鏡写真(一部)】

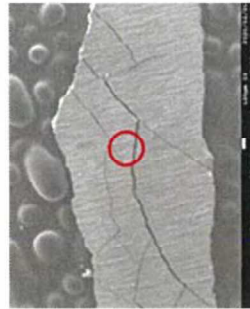


M-4 薄膜状

M-4 粒子状



③ SEM画像、組成分析、X線回折



M-4 薄膜状



M-4 粒子状

○ : 組成分析・X線回折測定点

<組成分析>

- ・M-4, M-12, J-7の薄膜状および粒子状の堆積物ともに、主成分はFeとOであった。

<X線回折>

- ・M-4, M-12, J-7の薄膜状および粒子状の堆積物ともに、 Fe_3O_4 (マグネサイト)であった。

<SEM画像>

- ・薄膜状の堆積物は、ひび割れが認められることから脆いと推定される。
- ・粒子状の堆積物は数十〜数百 μm の粒子が集まって形成されている。

<サイズ・形状>

- ・M-4のスパイダ頭部内から回収した堆積物は黒色の粒子状または薄膜状の形状であり、薄膜状の堆積物は数mm程度の大きさで厚さは0.1mm程度。
- ・堆積物のサイズ形状については、M-4とM-12で差なし。
- ・J-7は粒子状のみ回収された。

製造履歴等調査結果

製造履歴調査結果

○駆動軸

・材料調査

部品名称	材料	記録確認結果
接手	SUS403 (JIS G 4303)	材料成績書記載値が、規格値を満足していることを確認した。
保護筒	SUS410 (JIS G 4303)	同上
ロックボタン	コバルト合金	同上
位置決めナット	SUS304 (JIS G 4303)	同上
取り外しボタン	SUS410 (JIS G 4303)	同上
ロックばね、軸用ばね	NCF750 相当 (JIS G 4901)	同上

・寸法調査

部品名称	記録確認結果
駆動軸	全体組立寸法記録により、設計どおりの寸法で製作されていることを確認した。
ロックばね、軸用ばね	ばね試験成績書により、設計どおりの寸法で製作されていることを確認した。

・製造時作動試験

部品名称	記録確認結果
駆動軸	駆動軸と模擬制御棒クラスタを組み合わせたのステッピング試験により、両者の嵌合に問題がなかったことを確認した。

・熱処理調査

部品名称	記録確認結果
接手	熱処理記録により、駆動軸接手の熱処理が適切に実施されていることを確認した。

○制御棒クラスタ

・材料調査

部品名称	材料	記録確認結果
スパイダ本体	SUS304 相当 (ASTM A276 304)	材料成績書記載値が、規格値を満足していることを確認した。

・製造時試験検査（寸法調査含む）

部品名称	記録確認結果
制御棒クラスタ	試験検査記録により、設計どおりの寸法で製作されていることを確認した。 また、模擬駆動軸接手による嵌合性に問題がないことを確認した。

○制御棒クラスタ案内管

・製造時拘束力試験

部品名称	記録確認結果
制御棒クラスタ案内管 (上部炉心構造物)	上部炉心構造物に組み込まれた制御棒クラスタ案内管単体に対する拘束力試験で、制御棒クラスタ案内管と制御棒クラスタのインターフェースに問題が無いことを確認した。

点検履歴調査結果

定検回	実施時期※1	駆動軸	制御棒クラスタ
第13回	平成23年4月 ～ 平成28年8月	外観点検	外観点検
		<ul style="list-style-type: none"> 長期停止後の再稼働に向けた点検において、駆動軸48本全数を取り外しての外観点検を実施し、異常がないことを確認した。 (平成28年6月) 	<ul style="list-style-type: none"> 定期事業者検査(制御棒クラスタ検査(I3-107))にて、制御棒クラスタの機能、性能に影響を及ぼす恐れのある損傷、変形がないことを確認した。 (平成23年6月)
第14回	平成29年10月 ～ 平成30年10月	—	外観点検
			<ul style="list-style-type: none"> 定期事業者検査(制御棒クラスタ検査(I3-107))にて、同上的確認を行った。 (平成29年12月)

※1 定検の解列～並列までの期間を記載

運転履歴調査結果

1. サーベランス結果

保安規定第22条において、モード1，2（臨界状態）においては、サーベランスにて、3カ月に1回、全挿入されていない制御棒をバンク毎に動かして、各制御棒位置が変化することにより、制御棒が固着していないことを確認することとなっている。

サーベランスは、出力変動を伴う制御棒制御バンクDと、その他の制御棒で日程を分けて実施している。サーベランスの確認事項としては、各制御棒を実際に操作し、制御棒位置指示装置にて制御棒が挿入、引き抜きされたことを確認することを要求している。3-14サイクル期間中に実施した各サーベランス結果を表-1に示す。

また、3-14サイクル運転履歴から、定格熱出力運転中に制御棒位置が変化した記録および制御棒が落下した記録は確認されておらず、制御棒にスリップが発生していないことを確認した。

サーベランスおよび3-14サイクル運転履歴確認の結果により、期間中において制御棒動作機能について問題ないことを確認した。

表-1. 3-14サイクル制御棒動作試験サーベランス結果

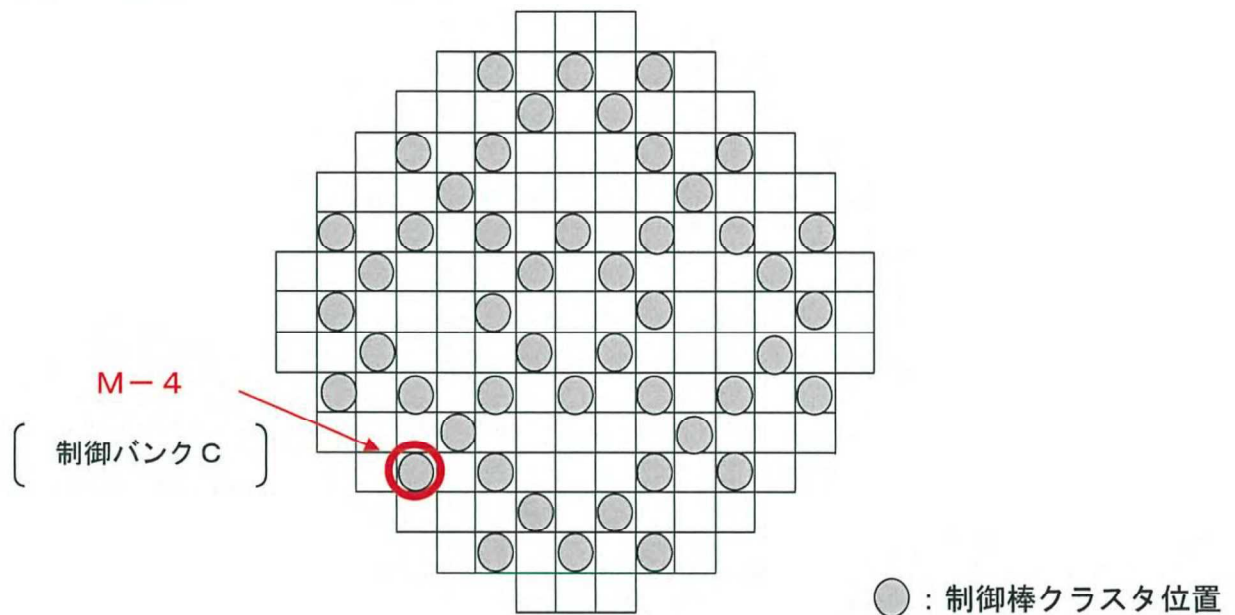
制御バンクD以外		制御バンクD	
サーベランス日時	サーベランス結果	サーベランス日時	サーベランス結果
平成30年11月16日	良	平成30年12月16日	良
平成31年 1月10日	良	平成31年 2月17日	良
平成31年 3月14日	良	平成31年 4月14日	良
令和元年 5月 9日	良	令和元年 6月23日	良
令和元年 7月11日	良	令和元年 8月11日	良
令和元年 9月12日	良	令和元年10月20日	良
令和元年11月 6日	良	令和元年12月15日	良

2. プラント停止操作における制御棒動作の確認

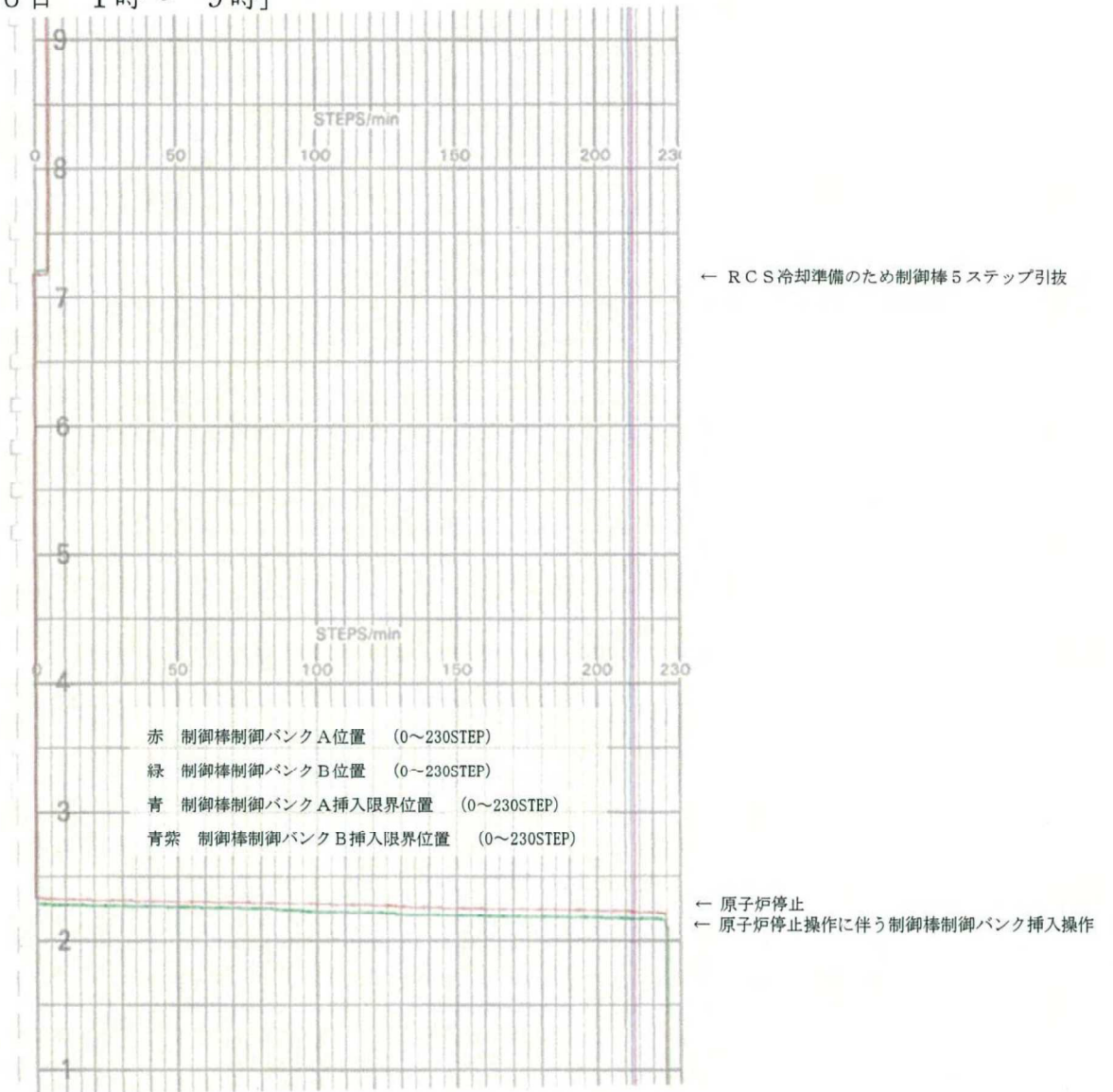
本定検のプラント停止操作における制御棒動作を記録により確認した。なお、今回引き上がり事象のあった制御棒は、制御バンクCのものである。

制御棒に対する制御信号、プラント停止時の警報履歴、および制御棒位置の記録により、制御棒制御信号と制御棒位置に偏差が生じたような記録は確認されておらず、制御棒にスリップが発生していないことを確認したことから、プラント停止操作中における制御棒動作機能について問題ないことを確認した。

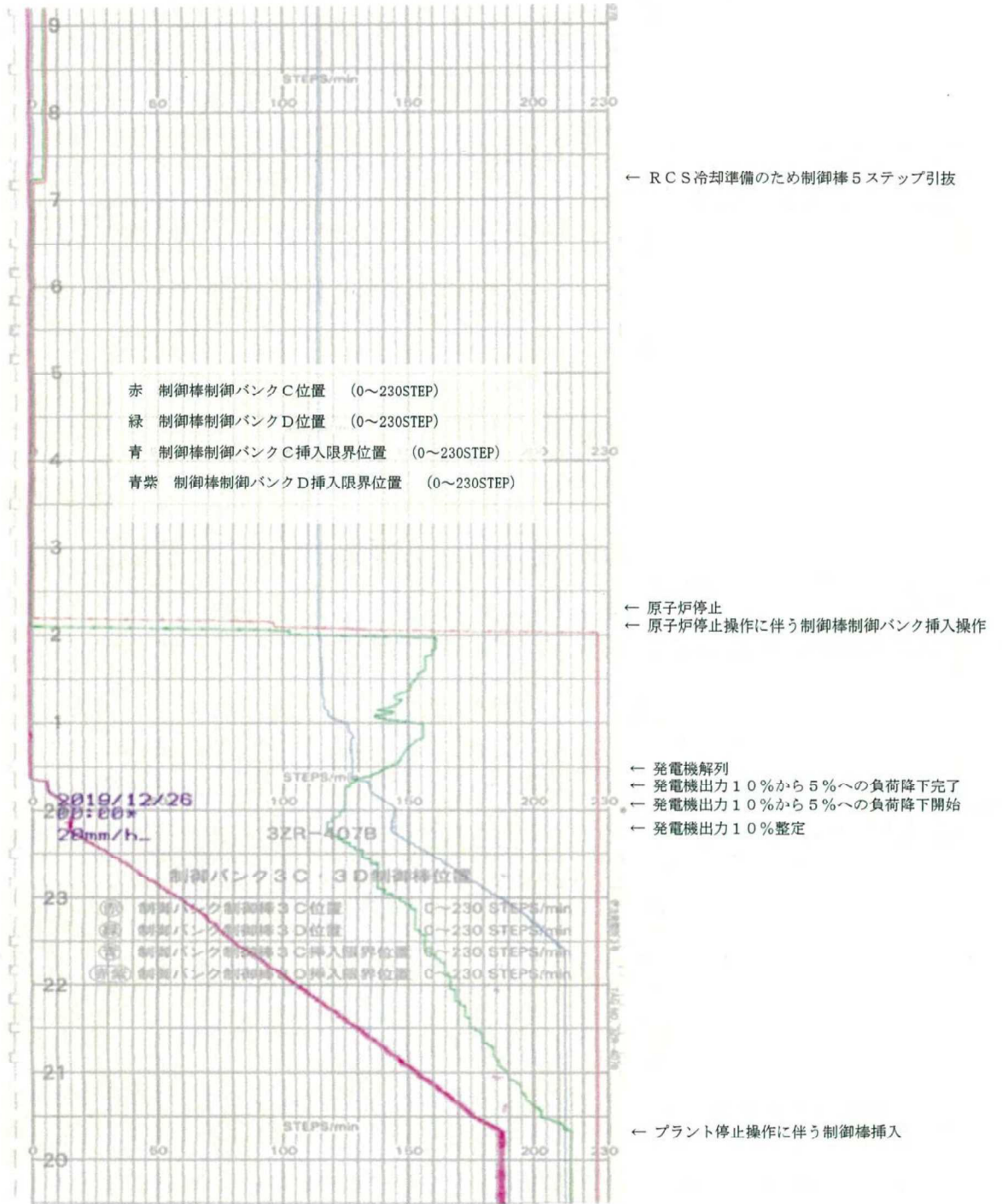
○当該制御棒クラスタのアドレス



○制御棒位置 制御バンク A・B 制御棒位置
 [12月26日 1時～ 9時]



○制御棒位置 制御バンク C・D 制御棒位置
 [12月25日20時~26日 9時]



○制御棒位置 制御バンク A・B・C・D 制御棒位置

[12月25日20時～26日 8時]

