

分析建屋内における冷却水循環装置の発煙について

1. 事象経緯

平成19年6月3日(日)20時15分、再処理工場 分析建屋2階 第21分析室において火災警報が発報し、直ちに消防署へ通報を行った。

当社分析員が現場を確認したところ、室内に煙が充満していた。さらに入室して確認したところ、室内に設置している冷却水循環装置（質量分析計用の冷却装置）に焦げた跡を発見した。発煙は既に停止しているように見えたが、安全のために当該装置の供給電源を停止した。

21時10分に六ヶ所消防署により鎮火が確認された。

本事象による作業員等の負傷や放射線被ばくはなく、周辺環境への放射能の影響もなかった。

また、本事象発生時の消防署への対応及び自衛消防隊の活動に関しては、管理区域内への消防隊の誘導等、社内規定類に基づき実施した。

なお、消防署及び当社自衛消防隊は同時に現場を確認したが、発煙は停止していたことから、消火作業は実施しなかった。

(添付資料－1, 2, 3 参照)

[時系列]

平成19年6月3日(日)

20時15分 中央制御室にて分析建屋第21分析室の火災警報 発報  
六ヶ所消防署へ火災警報発報を通報

20時20分 統括当直長が分析当直長から第21分析室内に煙が充満している旨の報告を受け、発煙を確認

20時25分 国、県、村に第1報FAX発信

(添付資料－4 参照)

2. 設備概要

第21分析室には冷却水循環装置が3台設置されており、それぞれ質量分析計に接続されている。本装置は質量分析計内の真空ポンプ等の冷却のために冷却水を供給する装置であり、冷却水を循環させるためのポンプ／モータ、冷媒を圧縮するためのコンプレッサ、冷却ファン、冷媒と冷却水の熱交換を行う冷却器及び電源を供給、制御するための電源／温度制御ユニット等で構成されている。

今回発煙した冷却水循環装置（以下、「当該品」という。）は、3台の質量分析計のうち、中央に配置されたものに冷却水を供給するために設置されたものである。他の2台の冷却水循環装置のうち、1台は当該品と同一型式のもの（以下、「健全品」という。）である。残りの1台は、同等の性能を持つ他メーカーのものである。

質量分析計は、原子核の質量差を利用して特定の同位体の定量を行うための計器であり、測定対象となる試料を採取するため分析用グローブボックスに接続されてい

る。グローブボックスとの間は気密を保持できる構造としており、また、測定されたデータを管理するため測定用計算機が設置されている。

(添付資料－ 5, 6 参照)

### 3. 本事象による施設等への影響

冷却水循環装置はグローブボックスに接続されておらず、放射性物質を取り扱っていない。

第 2 1 分析室内のダストモニタのろ紙を回収し、空気汚染のないことを確認するとともに、当該品、当該品の周辺及びグローブボックス周辺のサーベイを行い、放射性物質による汚染のないことを確認した。排気モニタの測定結果に異常はなく、環境への影響はなかった。

また、発煙発生時には室内に作業者はおらず、作業者への影響はなかった。

当該品は、安全上重要な施設に該当せず、グローブボックスの閉じ込め機能など周辺装置の機能喪失はなかった。また、発煙による建屋換気フィルタ等への影響はなく、建屋内の負圧は保たれていたことを確認した。

以上により、施設の安全上の問題はなかった。

### 4. 原因調査

焼損個所の特定及び焼損原因究明のために、当該品、健全品及び他メーカーのものに取替えたときに不用となった当該品と同一型式のもの（以下、「保管品」という。）の計 3 台について現地と工場にて調査を行った。

調査は、冷却水循環装置電源系統図及び冷却水循環装置系統図を用いて要因分析を行い、その結果に基づき、次の項目について実施した。

- (1) 当該品の現地調査
- (2) 健全品の現地調査
- (3) 保管品の電源／温度制御ユニットの現地調査
- (4) 保管品の電源／温度制御ユニットの工場調査

(添付資料－ 7, 8, 9 参照)

### 5. 推定原因

当該品の現地調査の結果、電源／温度制御ユニット直上のケースカバーに多量のススが付着していること及び、電源／温度制御ユニット近傍のコンプレッサ表面やケースカバーが熱変色していることが確認されたことから、電源／温度制御ユニットが最初に発火し、続いて電源ケーブル、コンデンサ、コンプレッサ端子部、冷却水チューブ等に延焼したものと推定された。電源／温度制御ユニットが発火した原因について要因分析を行った結果、内部端子もしくは、主電源ケーブル端子の接触不良や端子の緩みによる接点抵抗の増大、又はサーモスタットの経年劣化による接点抵抗値の増大による過熱により、電源／温度制御ユニット内部が過熱し、発火に至ったと推定している。

なお、同一型式の他装置（健全品及び保管品）における調査の結果、焼損につな

がる可能性のある異常は認められなかった。

## 6. 再発防止対策

### (1) 同一型式の冷却水循環装置について

今回発煙した装置に関しては、他設備での使用実績を有する冷却水循環装置の中から、5. 推定原因で述べた原因に関して十分な信頼性を有する装置を選定し、所定の仕様を満足した冷却水循環装置と交換する。

今回発煙した冷却水循環装置と同じ製造メーカーの冷却水循環装置について、同様の対策を行う。

### (2) その他の類似の装置について

今回の冷却水循環装置及びその他の類似の装置については、装置ごとに要求される点検を実施していたが、本事象に鑑み、今後は、使用環境（使用期間、作動頻度等）に応じて点検を実施し、その結果を踏まえ、点検頻度及び点検項目を検討していく。

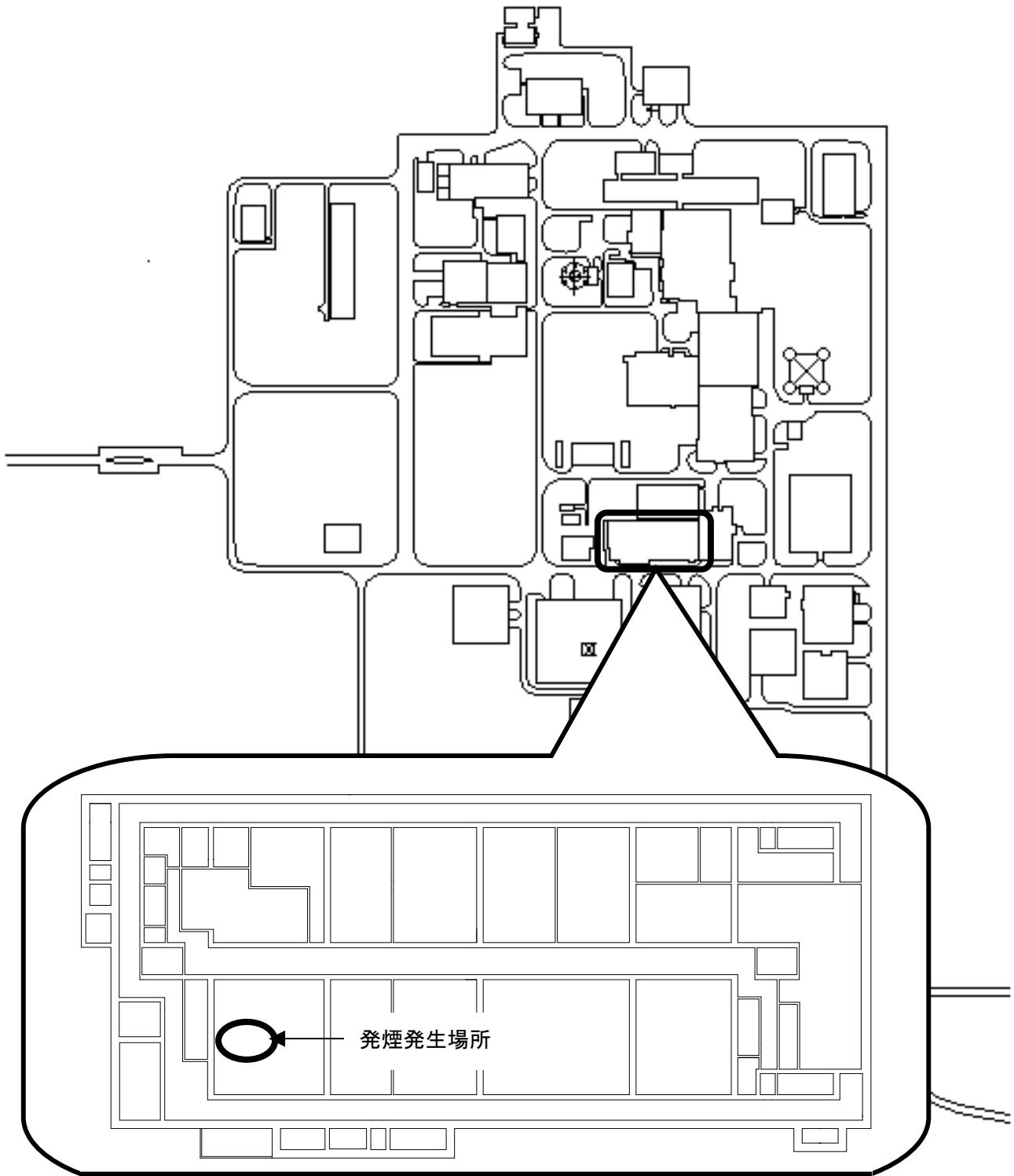
### (3) その他

今回の管理区域での消防活動における入退域等に関しては、社内規定に基づき実施したが、今回の対応状況を整理し、改善が必要な事項については、社内規定等に反映していくこととする。

以上

## 添付資料リスト

添付資料－ 1	再処理工場分析建屋 地上 2 階 第 2 1 分析室
添付資料－ 2	事象発生前後の冷却水循環装置
添付資料－ 3	事象発生前後の冷却水循環装置（カバー開放）
添付資料－ 4	時系列
添付資料－ 5	第 2 1 分析室 質量分析計 冷却水循環装置配置図
添付資料－ 6	冷却水循環装置概要図
添付資料－ 7	冷却水循環装置焼損の要因分析図
添付資料－ 8	電源／温度制御ユニット焼損の要因分析図
添付資料－ 9	原因調査結果

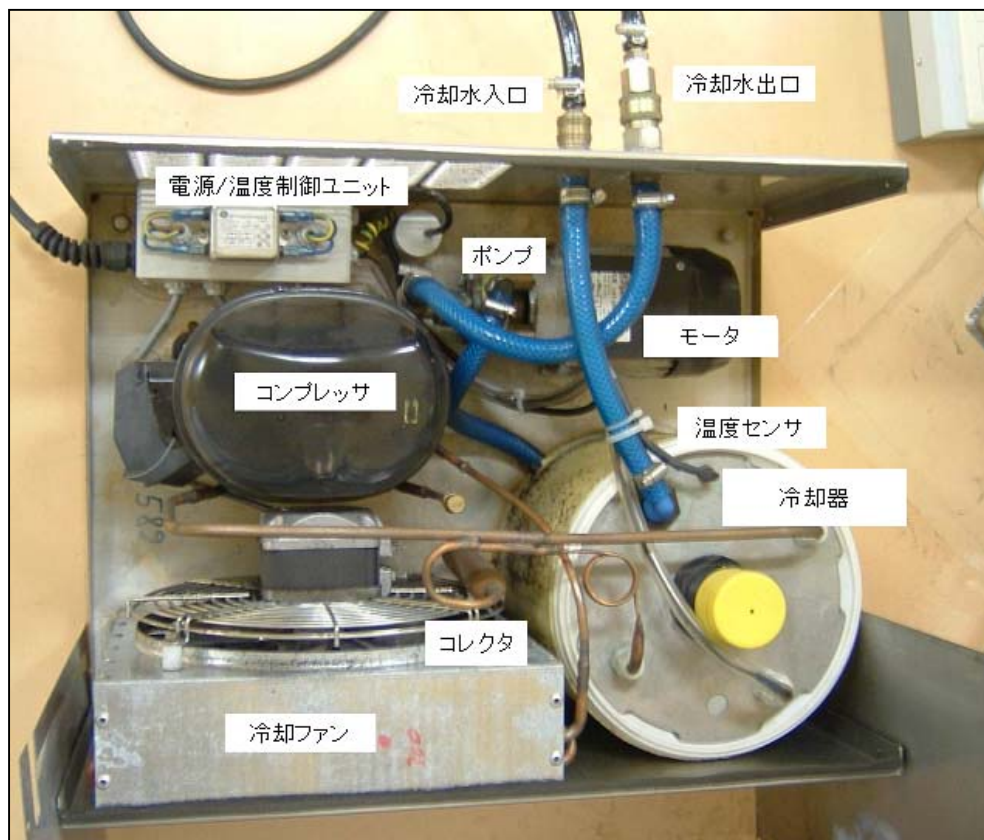


再処理工場分析建屋 地上2階 第21分析室



事象発生前後の冷却水循環装置





健全品 (カバー開放)



当該品 (カバー開放)

事象発生前後の冷却水循環装置 (カバー開放)

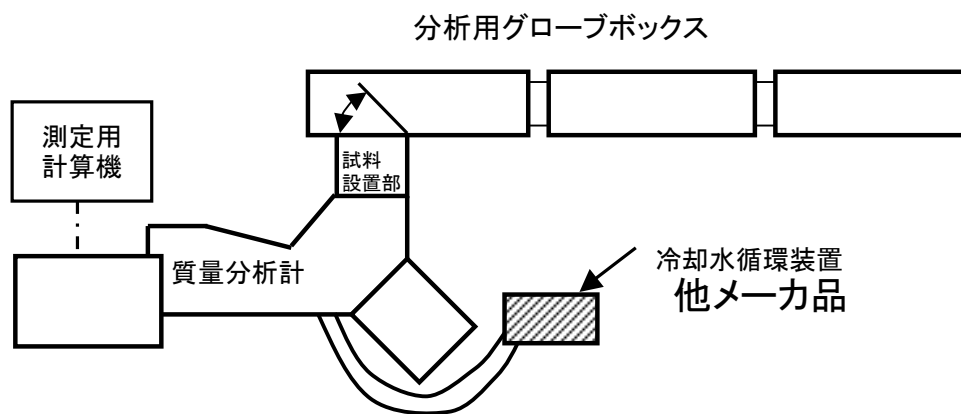
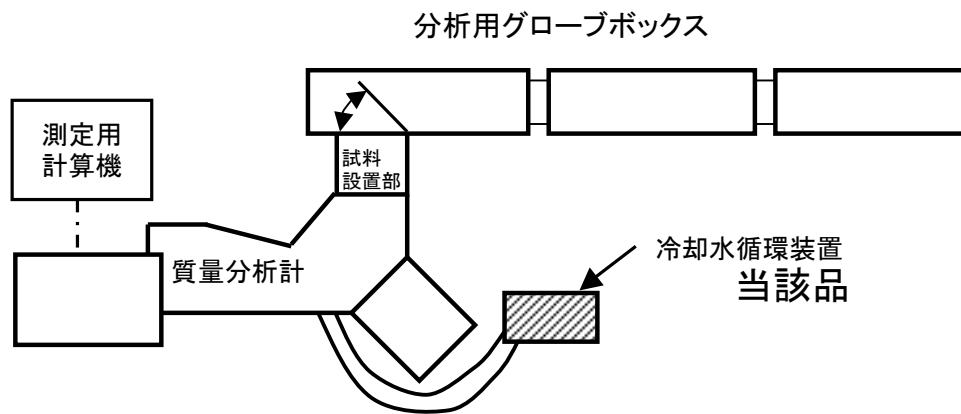
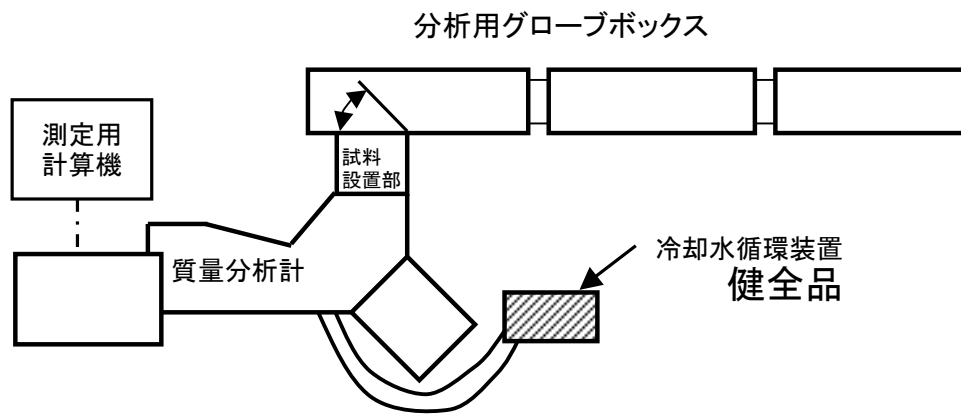
## 時系列

平成 19 年 6 月 3 日（日）

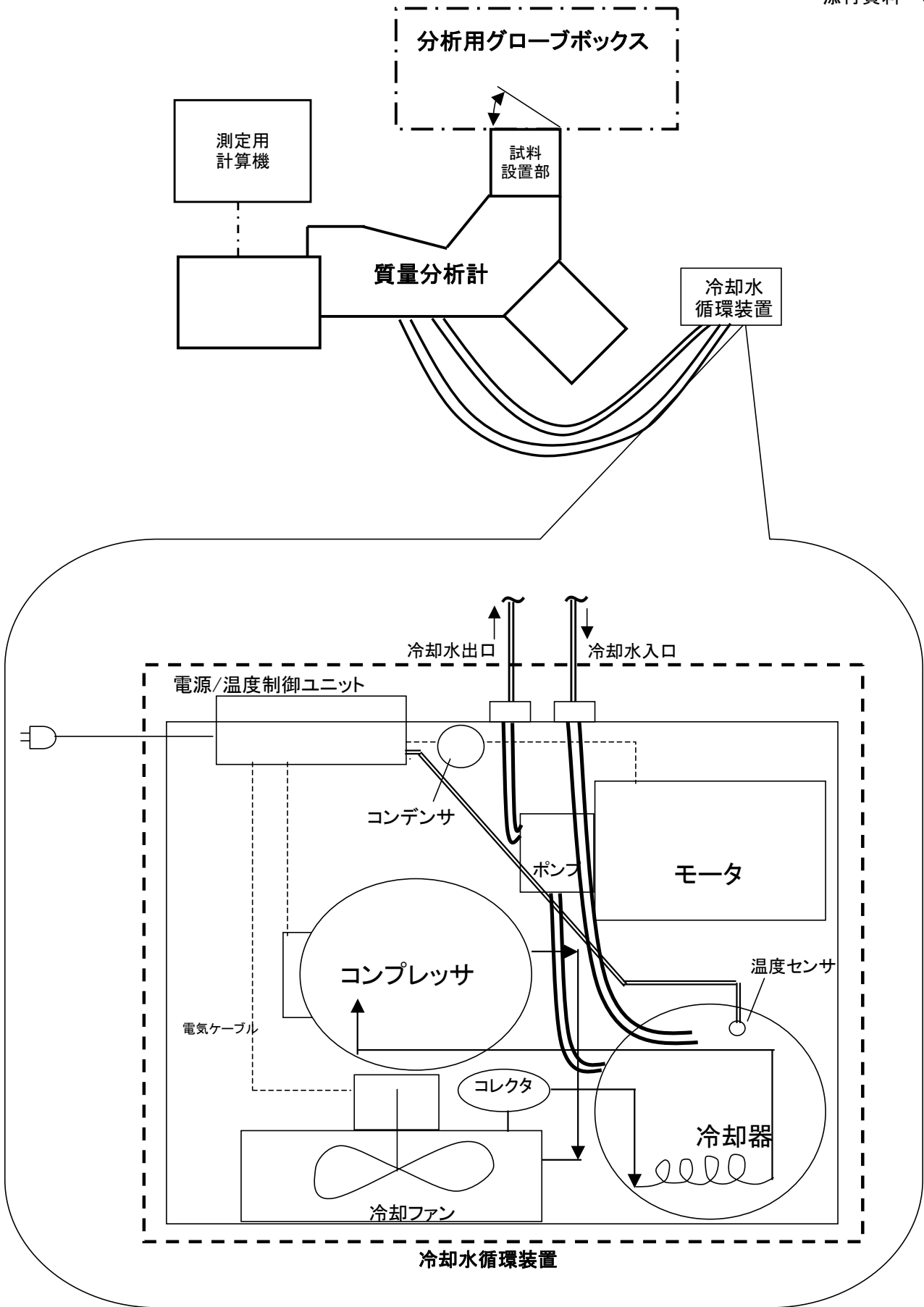
- 20 : 08 中央制御室にて第 21 分析室の火災注意報 発報
- 20 : 09 分析当直長から統括当直長へ火災注意報発報の連絡
- 20 : 10 分析当直長が当社分析員に現場確認を指示
- 20 : 15 中央制御室にて第 21 分析室の火災警報 発報  
分析当直長が六ヶ所消防へ火災警報発報を通報
- 20 : 16 統括当直長より当社自衛消防隊に待機指示
- 20 : 17 現場確認した当社分析員より分析当直長へ第 21 分析室内に煙が充満している旨の報告
- 20 : 20 統括当直長が分析当直長から第 21 分析室内に煙が充満している旨の報告を受け、発煙を確認、あわせて統括当直長より当社自衛消防隊への出動要請
- 20 : 22 分析当直長が消防に発煙の旨通報
- 20 : 25 第 1 報 F A X 発信
- 20 : 30 当社分析員が第 21 分析室に入室して現場確認した結果、冷却水循環装置が焦げていること及び煙の発生が停止していることを確認
- 20 : 42 安全のため当該装置供給電源を停止した
- 20 : 43 現場確認のため六ヶ所消防署員及び当社自衛消防隊員が第 21 分析室に入室
- 20 : 51 放射線管理員がダストモニタのろ紙を測定した結果、第 21 分析室の室内空気に放射線物質による汚染がないことを確認
- 20 : 51 六ヶ所対応会議立ち上げ
- 21 : 10 六ヶ所消防が火災であったことを確認するとともに鎮火を確認
- 21 : 19 放射線管理員が排気モニタの値が平常値であることおよびモニタリングポストの値が平常値であることを確認
- 21 : 25 第 2 報 F A X 発信
- 22 : 10 放射線管理員が第 21 分析室内床等に汚染のないことを確認
- 22 : 25 第 3 報 F A X 発信
- 23 : 55 第 4 報 F A X 発信（最終報）



第21分析室内



第21分析室 質量分析計冷却水循環装置配置図



冷却水循環装置概要図

事象	要因1	要因2	要因3	推定原因	確認対象機器		評価結果	
					確認方法	当該品 健全品		
冷却水循環装置焼損	環境(要因)	ほこり	—	ほこりによる配線絶縁不良	目視確認	○	× 当該品と同時期に設置した健全品にて顕著なほこりの堆積がなかったことを確認したため、発火要因ではない	
			過電圧	—	分電盤の電圧変動	分電盤電圧測定	○	× 分電盤電圧はそれぞれR-S:205.6V,S-T:207.3V,R-T:206.6Vであり、規定値200V±10%以内であった。発火要因ではない
		漏水	—	チューブ劣化に起因した漏水による回路の短絡	目視確認	○	× 当該品と同時期に設置した健全品について、チューブの変色等はなく、劣化がなかったため、発火要因ではない	
				チューブ劣化に起因した漏水による電子部品の絶縁不良	目視確認	○	× 当該品と同時期に設置した健全品について、漏洩の跡がなかったため、発火要因ではない	
			—	配管継手腐食に起因した漏水による回路の短絡	目視確認	○	× 当該品と同時期に設置した健全品について、配管継手に変色等はなく、腐食していないため漏水はなく、発火要因ではない	
				配管継手腐食に起因した漏水による電子部品の絶縁不良	目視確認	○	× 当該品と同時期に設置した健全品について、配管継手に変色等はなく、腐食していないため漏水はなく、発火要因ではない	
		結露	—	結露による回路の短絡	目視確認	○	× 健全品の底板に結露による発錆が確認されたものの、内部構成部品は防滴処理されており、発火要因ではない	
				結露による電子部品の絶縁不良	目視確認	○	× 健全品の底板に結露による発錆が確認されたものの、内部構成部品は防滴処理されており、発火要因ではない	
		振動	—	振動による部品の破損	触診確認	○	× 有意な振動は確認されなかった。但し、端子の緩みについては設備(発火元)の部品劣化における評価に含む	
		設備(発火元)	過熱	—	運転中の局所的な過熱	運転中の各部温度測定	○	× 最大負荷運転状態において、最高温度は57度程度であり、発火に至る温度ではないため、発火要因ではない
	過負荷		—	冷却水循環装置の過負荷	電流値測定	○	× 最大負荷運転状態においても、入力電流値は最大値3.82A(定格:5A)であったため、発火要因ではない	
	保護回路		—	保護回路の故障	導通確認	○	× 当該品電源ラインの回路保護用ヒューズは導通確認の結果溶断していたため、保護回路は正常に働いており、発火要因ではない	
	部品劣化		コンデンサ	—	破裂	目視確認	○	× コンデンサは溶解しており破裂はしていなかったため、発火要因ではない
			コンプレッサ端子部	—	スイッチの劣化による接点不良	目視確認	○	× 焼損状況から、一部焼損していたが、焼損範囲は全体に至っていないため、発火要因ではない
		コンプレッサ	—	潤滑による起動不良	目視確認	○	× 焼損状況から、一部焼損していたが、焼損範囲は全体に至っていないため、発火要因ではない	
—			モーターコイル破損	導通確認	○	× 絶縁抵抗測定及び導通確認より、モーターコイルの破損が認められないため、発火要因ではない		
冷却ファン		—	潤滑による起動不良	触診確認	○	× 手で潤滑が無いことを確認したため、発火要因ではない		
		—	モーターコイル破損	導通確認	○	× 絶縁抵抗測定及び導通確認より、モーターコイルの破損が認められないため、発火要因ではない		
冷却水ポンプ		—	潤滑による起動不良	触診確認	○	× 手で潤滑が無いことを確認したため、発火要因ではない		
—	モーターコイル破損	導通確認	○	× 絶縁抵抗測定及び導通確認より、モーターコイルの破損が認められないため、発火要因ではない				
ノイズフィルタ	—	劣化による絶縁不良	導通確認	○	× 導通確認により、ノイズフィルタの破損が認められないため、発火要因ではない			
電源/温度制御ユニット	—	接続部抵抗値増大	目視確認	○	△ 焼損大により接続部確認不可能。直上のケースカバーに多量のススが付着しており、電源/温度制御ユニット側のコンプレッサ表面及びケースカバーが熱変色していたことから、最初に発火したものと推定			
	電源/温度制御ユニットから離れた位置にあるケーブル	接続部抵抗値増大	目視確認	○	× 焼損状況から、電源/温度制御ユニットから離れた位置にあるケーブルの焼損が少ないことを確認したため、発火要因ではない			
		地絡	導通確認	○	× 地絡が発生すれば回路保護用ヒューズが溶断し回路がしゃ断されるため、電源の供給がなくなる。当該品のヒューズは溶断していたため、発火要因ではない			
	主電源ケーブル(電源/温度制御ユニット接続部を除く)	—	被服の損傷による地絡	導通確認	○	× 地絡が発生すれば回路保護用ヒューズが溶断し回路がしゃ断されるため、電源の供給がなくなる。当該品のヒューズは溶断していたため、発火要因ではない		
保守(要因)	点検	—	点検不良	点検記録確認	○	○ × 点検記録により異常がないことを確認した		
人為的(要因)	製造	—	製造不良	点検記録確認	○	○ × 点検記録により異常がないことを確認した		
	据付調整	—	据付調整不良	点検記録確認	○	○ × 点検記録により異常がないことを確認した		

○:可能性無し  
○:確認対象機器  
△:可能性有り

添付資料-8にてさらに要因分析を行う

事象

電源／温度制御ユニット焼損

事象	部位	要因1	推定原因	確認方法	確認対象機器			評価結果
					当該品	健全品	保管品	
電源スイッチ		接点不良による 接点抵抗値増大	スイッチ操作による損傷	入切操作頻度の確認	○	○	○	× 電源スイッチは点検時に切る以外は通常入となっているため、入切操作頻度は低い
			繰り返し使用による接点摩耗	入切操作頻度の確認	○	○	○	× 電源スイッチは点検時に切る以外は通常入となっているため、入切操作頻度は低い
サーモスタット		回路の損傷	過電流	工場試験にて確認			○	× 回路保護用ヒューズ定格(10A)以上の電流を流しても温度上昇値に異常が無く、過電流による回路損傷はない
			経年劣化による 接点抵抗値増大	リレーの頻繁な動作による接点摩耗	動作頻度の確認 分解目視確認	○	○	○
ユニット内配線		損傷	無理な曲げ、引張り応力	目視確認			○	× ユニット内部はスペースがあり、配線に無理な応力がかかる構造ではなかった。なお、通常はユニットを開放することはないため、配線を損傷する恐れはない
警告ランプ		過熱	連続点灯による過熱	運転時確認	○	○	○	× 警告ランプ(水位低)は、冷却水の水位が低になると点灯するが、運転時に水位低になることは少なく、点灯頻度が低い
棒端子		接触不良	端子の緩みによる抵抗値増大	工場試験にて確認			○	△ 棒端子部に不良を模擬して、過大な電流を流した状態で再現性試験を行ったところ、200℃を超える温度上昇が確認された。振動により端子の緩みが発生する可能性がある。
端子部(棒端子を除く)		接触不良	端子の緩みによる抵抗値増大	目視確認	○		○	△ 当該品の端子に緩みや外れはなかったものの、端子が熱変形もしくは融着している可能性を考慮すると、発火の可能性は否定できない。なお、保管品の端子に緩みは確認されなかった。但し、振動により端子の緩みが発生する可能性がある。
			短絡	絶縁不良による短絡	目視確認			○
端子部(棒端子を除く)		短絡	結露による短絡	目視確認			○	× 配線貫通部は防滴処置が施されており、内部への水浸入の恐れは無いため、短絡の可能性はない
			主電源ケーブル	接触不良	端子の緩みによる抵抗値増大	目視確認	○	○
共通項目		燃えやすい材料の使用	燃えやすい材料の発火	材料成分分析調査			○	× 材料判定、含有元素分析、発煙点温度測定を行った結果、燃えにくい材料が使用されていた

○: 確認対象機器

×: 可能性無し

△: 可能性有り

## 原因調査結果

## (1) 当該品の現地調査結果

現地で当該品について以下の点を確認した。

## a. 内部点検

- ・現場における目視調査の結果、電源／温度制御ユニット、電源ケーブル、コンデンサ、冷却水チューブ、コンプレッサ端子部に焼損を確認した。
- ・焼損した部位のうち、電源／温度制御ユニット直上のケースカバーに多量のススが付着していることを確認した。
- ・コンデンサについて、破裂の形跡はなく、熱により溶解したものと推定された。
- ・電源ラインの回路保護用ヒューズが溶断していることを確認した。
- ・コンプレッサ（端子部含む）は一部焼損していたが、焼損範囲は全体には至っていなかった。
- ・電源／温度制御ユニットから離れた位置にあるケーブルについて、焼損が少ないことを確認した。

## b. 電気部品詳細調査

- ・冷却水ポンプ、冷却ファン、コンプレッサの絶縁抵抗測定、コイル導通確認を実施し、モータコイルに破損がないことを確認した。
- ・冷却水ポンプ、冷却ファンについて、手回し確認により、固着がないことを確認した。
- ・コンプレッサの電源／温度制御ユニット近傍の表面が、熱変色していることを確認した。
- ・ノイズフィルタについて、導通確認を行い回路に破損が無いことを確認した。
- ・電源／温度制御ユニット部について、主電源ケーブルと接続する端子部周辺が白く焼損していることを確認した。
- ・電源／温度制御ユニット部の端子に緩みや外れはなかった。

## c. サーモスタット分解調査

- ・サーモスタットの分解調査を行い、内部の焼損状況を目視にて調査した結果、内部は全体的に焼損していた。

## d. 保守の状態に関する調査

- ・製造、据付時、および年次点検等において、問題がなかったことを確認した。

## (2) 健全品の現地調査結果

健全品について以下の点を確認した。

- ・装置を最大負荷運転に相当する状態に模擬し、各部の温度上昇、漏水の有無、入力電流値、電源電圧値について確認した結果、正常の範囲内にあることを確認した。
- ・目視確認により顕著なほこりの堆積はなかったことを確認した。

- ・結露によるものと思われる発錆を装置底板に確認した。また、内部構成部品は防滴処理されていることを確認した。
- ・運転中において、触診により、有意な振動は確認されなかった。

### (3) 保管品の電源／温度制御ユニットの現地調査結果

現地で保管品の電源／温度制御ユニットの内部構造の目視確認を行い、以下の点を確認した。

- ・電源／温度制御ユニットは、サーモスタット、電源スイッチ、警告ランプ、配線、端子部で構成されており、内部を確認した結果、ユニット内部にはスペースがあり、ユニット内配線に無理な応力がかかる構造ではなく、焼損につながる可能性のある異常は認められなかった。なお、通常はユニットを開放することはない。
- ・配線貫通部には防滴処置が施されており、内部への水浸入のおそれのない構造であった。
- ・内部部品のうち、電源スイッチは通常入り状態の運用であり、入切操作の頻度は低い。
- ・警報ランプは冷却水の水位が低になると点灯するが、運転時に水位低になることは少なく、点灯頻度は低い。
- ・電源／温度制御ユニット部の端子に緩みはなかった。

### (4) 保管品の電源／温度制御ユニットの工場調査結果

保管品を工場に持ち込み、以下の調査を実施した。

#### a. 電流耐力試験

- ・電源／温度制御ユニットについて、サーモスタットに回路保護用ヒューズ定格を超える電流を流して電流耐力試験を行い、動作、温度上昇の状態が正常であることを確認した。

#### b. 材料成分分析調査

- ・冷却水循環装置内の樹脂性部材について、材料判定、含有元素分析、発煙点温度測定を行った結果、材料は燃えにくい材料を使用していたことを確認した。

#### c. サーモスタット分解調査

- ・リレー接点、接点付近のケース内面、およびケース周辺の樹脂において、新品と比較して変色が認められたが、電気的特性に有意な変化はなかった。

#### d. 棒端子の接触不良模擬による温度上昇試験

- ・棒端子部に不良を模擬して、過大な電流を流した状態で再現性試験を行ったところ、200℃を超える温度上昇が確認された。