

<別 添>

再処理事業所構内にあるモニタリングポストの
電源基板の一部焼損痕の発見について

目 次

1. 件 名	1
2. 発生日時	1
3. 発生場所	1
4. 発生事象の概要	1
5. 主な時系列	2
6. 設備の概要	3
7. 現場確認時の状況	3
8. 原因調査	3
9. 推定原因	5
10. 今後の対応	5

添付資料－1	再処理事業所 構内配置図（概略図）
添付資料－2	空間放射線測定器（低レンジモニタ）概要図
添付資料－3	低圧電源モジュール内部の状況
添付資料－4	フィルムコンデンサ焼損の要因分析と調査結果

1. 件名

再処理事業所構内にあるモニタリングポストの電源基板の一部焼損痕の発見について

2. 発生日時

平成21年1月21日（水） 18時45分頃

3. 発生場所

再処理事業所 モニタリングポスト No. 2局舎（添付資料-1参照）

4. 発生事象の概要

1月21日（水）18時45分頃に、再処理施設 周辺監視区域境界付近の屋外モニタリング設備として設置されているモニタリングポストのうち、モニタリングポストNo. 2（以下「MP-2」という。）の故障警報が発報した。

当社社員が直ちにMP-2局舎内を確認した結果、空間放射線測定器（低レンジモニタ）（以下「低レンジモニタ」という。）の測定が停止し、低レンジモニタ計測部の低圧電源モジュールの電源（ヒューズ）が断となっていることを確認した。

復旧に向け低圧電源モジュールを予備品と交換するために、ラックから引き抜いて調査した結果、当該モジュール上面にススの付着及び当該モジュール内部のプリント基板表面に焼損痕を確認した。

20時15分に六ヶ所消防署へ連絡し、現場確認を受けた。

その後、22時04分に六ヶ所消防署より火災と判断したこと、鎮火確認は20時41分であるとの連絡を受けた。

本事象に伴いMP-2による低レンジモニタの測定が、18時44分～23時57分まで欠測したが、主排気筒モニタ及びMP-2を除くモニタリングポストNo. 1～9の測定ポイントでの測定結果は通常の変動範囲内であった。また、MP-2局舎近傍でも18時58分から代替測定を実施しており、この測定結果も通常の変動範囲内であった。

当該モジュールは予備品との交換を実施し、23時57分にMP-2低レンジモニタの測定を再開した。

なお、確認された焼損痕以外の損傷は認められず、本事象に伴う他設備への影響及び環境や人への影響はなかった。

5. 主な時系列

1月21日（水）

- 18時45分頃 中央制御室 環境監視盤において、MP-2の「MP低レンジモニタ故障」警報発報
- 18時56分 当社社員が現場（MP-2局舎）に到着し、空間γ線量率監視盤の低レンジモニタの状態を確認した結果、低圧電源モジュールの電源断（ヒューズ断）を確認
- 18時58分 MP-2局舎近傍において、モニタリングカー等による代替測定を開始
- 19時37分 低圧電源モジュールを予備品と交換するため空間γ線量率監視盤から取外したところ、当該モジュールの上面にススの付着を確認
- 19時42分 基板の一部に焼損痕を確認
- 20時15分 六ヶ所消防署へ通報
- 20時30分 六ヶ所消防署による現場確認開始
- 20時34分 第1報を国・県・村へFAX発信
- 21時12分 六ヶ所消防署による現場確認終了
- 22時04分 六ヶ所消防署より火災と判断したとの連絡を受信
合わせて、鎮火確認時刻は20時41分であったとの連絡を受信
- 23時57分 低圧電源モジュールの交換を実施し、測定再開

1月22日（木）

- 00時08分 社外へのデータ伝送再開

6. 設備の概要

モニタリングポストは、低レンジモニタ、空間放射線測定器（高レンジモニタ）（以下、「高レンジモニタ」という。）、ダストモニタ、伝送装置等から構成される設備であり、再処理施設の周辺監視区域境界付近における空間放射線の連続監視、空气中粒子状放射性物質の測定等を目的に、周辺監視区域境界付近の9箇所を設置されている。

今回故障警報が発報した低レンジモニタ計測部は、低圧電源モジュール、その他のモジュール等で構成され、このうち焼損痕のあった当該モジュールは、交流100Vを直流12V及び24Vに変換し、低レンジモニタ計測部の各モジュール等に電力を供給する役割の機器である。（添付資料－2参照）

7. 現場確認時の状況

- ① 低圧電源モジュールの交流100V電源のヒューズが切れていた。
- ② 低圧電源モジュール上面にススの付着及び当該モジュール内部のプリント基板表面に焼損痕（約5cm四方）があった。（添付資料－3参照）
- ③ プリント基板を詳細に確認した結果、ノイズフィルタ用として2つあるフィルムコンデンサ（約7（縦）×約17（横）×約4（幅）mm）（*）のうち、1つが焼損していた。

* ; 当該のフィルムコンデンサは、ポリエステルフィルム（誘電体）に亜鉛（導体）を蒸着したものである。一般に、フィルムコンデンサは、電解コンデンサとは異なり寿命が長く、定期的な交換は行われていない。（焼損したフィルムコンデンサの設計上の故障率は6fit（例えば、1万個のコンデンサについて、10万時間（≒11.4年）の動作で、6個の故障が発生する確率に相当）である。）

8. 原因調査

焼損原因を究明するため、焼損痕が確認されたプリント基板、及び溶断した電源ヒューズの調査を行うとともに、要因分析により、以下のとおり調査を実施した。

(1) 焼損痕が確認されたプリント基板、及び電源ヒューズの調査

焼損痕が確認されたプリント基板のX線透過分析、蛍光X線分析を実施し、焼損状況について調査した結果、焼損したフィルムコンデンサは中心部から破損していること、及びフィルムコンデンサ内部の導体である亜鉛の飛散が焼損部位以外には見られないことを確認した。

また、溶断した電源ヒューズのヒューズエレメントの状況を観察した結果、当該ヒューズエレメントが全体的に溶断しているのではなく、部分的に溶断している状況であったことから、短絡電流による溶断ではなく、定格の数倍程度の過電流が流れていたと推定した。

以上の調査結果から、今回の焼損事象は、コンデンサ内部の絶縁低下により過電流が流れ、焼損に至ったものと推定される。

(2) フィルムコンデンサ内部で絶縁低下が発生した要因分析（添付資料－4参照）

1) 要因分析に基づく調査－使用方法及び外的要因について

MP-2 低レンジモニタ計測部の低圧電源モジュールの使用方法及び外的要因について、以下の項目を調査した。

① 過電圧印加の有無

MP-2 低レンジモニタ計測部の低圧電源モジュールの入力電源を測定した結果、定格内であった。また、定期点検の項目を確認した結果、当該モジュールに過電圧が印加される点検項目はなかった。

② コンデンサの周囲温度

MP-2 低レンジモニタ計測部の予備品と交換した低圧電源モジュール内部の温度を測定した結果、フィルムコンデンサの使用温度範囲内であった。

③ コンデンサの吸湿による影響の有無

焼損した当該フィルムコンデンサ以外のMP-2 で使用されていたフィルムコンデンサの絶縁抵抗値を測定した結果、絶縁の低下は見られなかった。

④ サージ電圧（*）の影響の有無

低レンジモニタ、及び高レンジモニタ計測部の低圧電源モジュールへの入力電源は、全局舎共、サージ電圧が抑制される系統になっている。また、焼損した当該フィルムコンデンサ以外のMP-2 で使用されていたフィルムコンデンサの絶縁抵抗値を測定した結果、絶縁の低下は見られなかった。

* ; 雷や静電気などによって、電気回路や電気系統に瞬間的に発生する異常に高い電圧。

⑤ 電源高調波によるフィルムコンデンサ内部発熱の有無

低レンジモニタ、及び高レンジモニタ計測部の低圧電源モジュールの入力電源は、全局舎共、高調波成分が抑制される系統になっている。また、MP-2 低レンジモニタ計測部の予備品と交換したモジュールのフィルムコンデンサの表面温度を測定した結果、フィルムコンデンサの使用温度範囲内であった。

⑥ オゾンによる外装の劣化とその影響の有無

焼損した当該フィルムコンデンサ以外のMP-2 で使用されていたフィルムコンデンサの外装を確認した結果、異常は見られなかった。また、フィルムコンデンサの絶縁抵抗値を測定した結果、絶縁の低下は見られなかった。

2) 要因分析に基づく調査ーフィルムコンデンサ単体について

今回、焼損していたフィルムコンデンサが使用されている低圧電源モジュールと同型のモジュールは、モニタリングポストNo. 1～9に各2台ずつ、合計18台設置されている。

モニタリングポストNo. 1～9は使用環境、使用期間が同等であることから、フィルムコンデンサの劣化傾向の有無を確認するため、MP-2の当該モジュールを除く17台のモジュール内部のプリント基板からフィルムコンデンサ（モジュール当たり2個）を取外して、特性調査のため、静電容量、絶縁抵抗及び誘電正接（*）を測定した。また、一部のフィルムコンデンサについて解体調査を行った。

* ; コンデンサ内で電気エネルギーの損失度合いを示す数値。

① 製造不良の有無

フィルムコンデンサ出荷時に全数検査（静電容量、絶縁抵抗、及び誘電正接の測定）していることを製造メーカより確認した。

② 経年劣化の有無

フィルムコンデンサの静電容量、絶縁抵抗及び誘電正接を測定した結果、有意な劣化傾向は見られなかった。また、一部フィルムコンデンサの解体調査においても有意な劣化は確認されなかった。

③ 偶発的な絶縁低下の有無

同型のモジュールにおける今回の事象の発生率（*）は、当該部品の設計上の故障率（6 fit）と同等レベルであった。

* ; モニタリングポストで使用している低圧電源モジュールと同型のモジュールは、1985年から2001年までに約600台（使用されているフィルムコンデンサ数は1台あたり2個）が出荷されていること、フィルムコンデンサの焼損の報告は今回が初めてであることを製造メーカから聴取した。

この事象の発生率は、フィルムコンデンサの個数を1200、平均使用期間を15年として算定すると6.4 fitとなる。

9. 推定原因

焼損痕が確認されたプリント基板、及び溶断した電源ヒューズの調査結果から、フィルムコンデンサ内部の絶縁低下により過電流が発生し、焼損に至ったものと推定される。

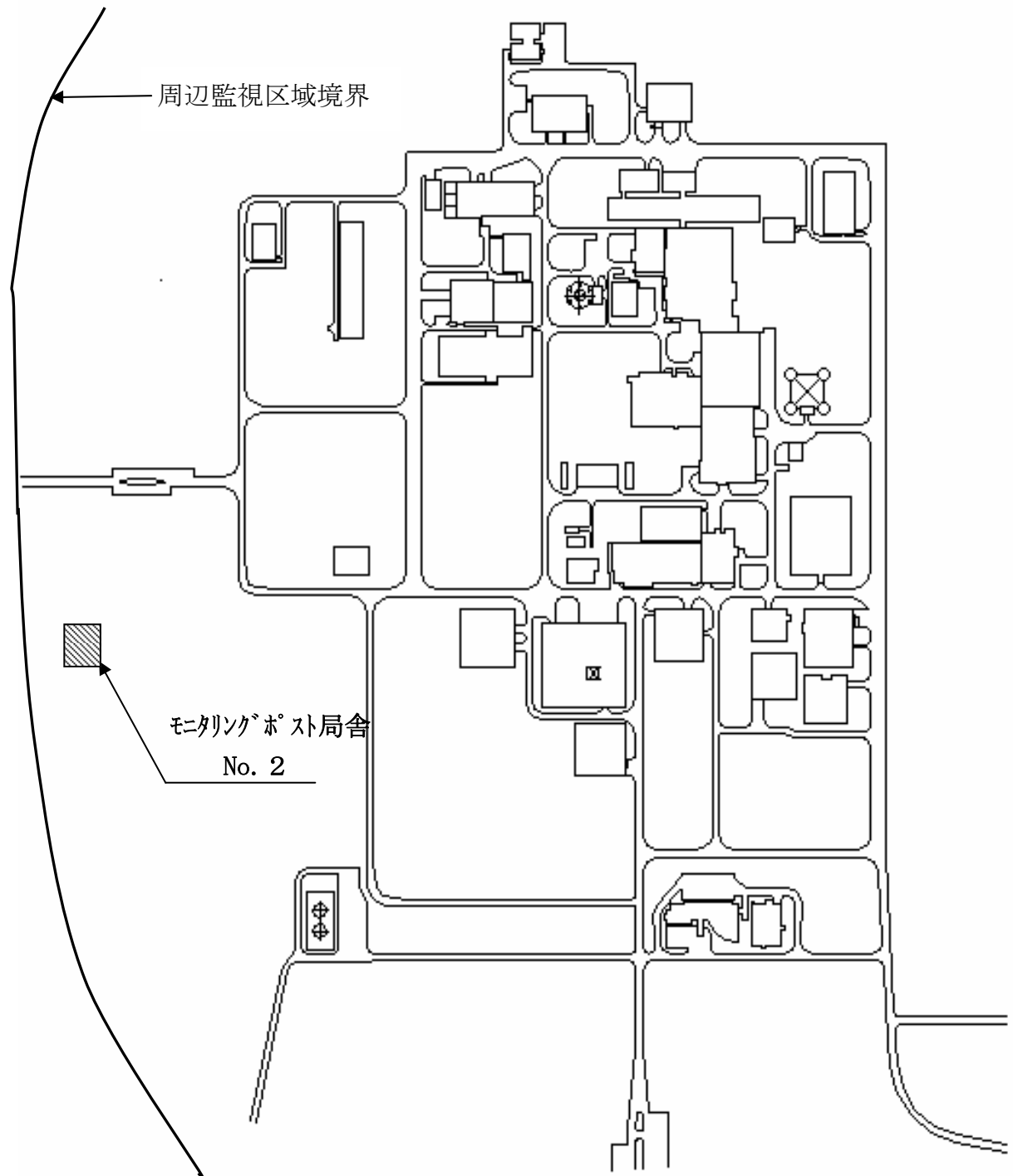
フィルムコンデンサ内部で絶縁低下が発生した要因分析に基づき、使用方法、外的要因について調査を行った結果、フィルムコンデンサの絶縁低下に至る要因は確認されず、また、モニタリングポストNo. 1～9で使用されている低圧電源モジュールから取外したフィルムコンデンサ（MP-2の当該モジュールを除く）単体の特性調査等においても製造不良や経年劣化を示す有意な結果は確認されなかった。

以上のことから、当該フィルムコンデンサ単体に偶発的な絶縁低下が発生し、本事象に至ったものと推定した。

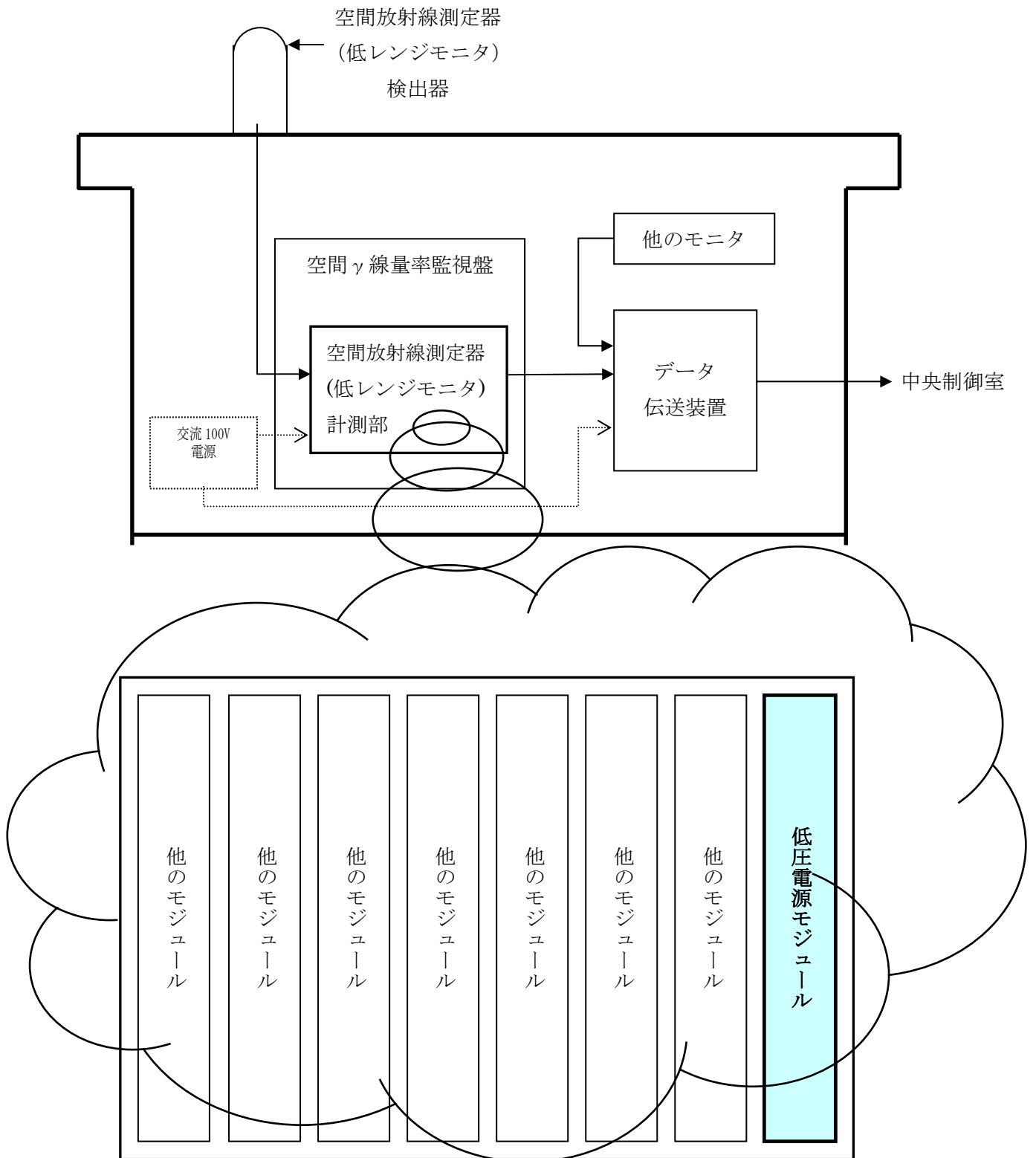
10. 今後の対応

今回の事象においては、故障警報が発報後速やかに現場確認を実施し、故障部位を特定した後に予備品と交換して復旧した。また、復旧までの間は代替測定を実施し、環境への影響がないことを確認しており、今後も引き続き保全体制に万全を期すこととする。

以上

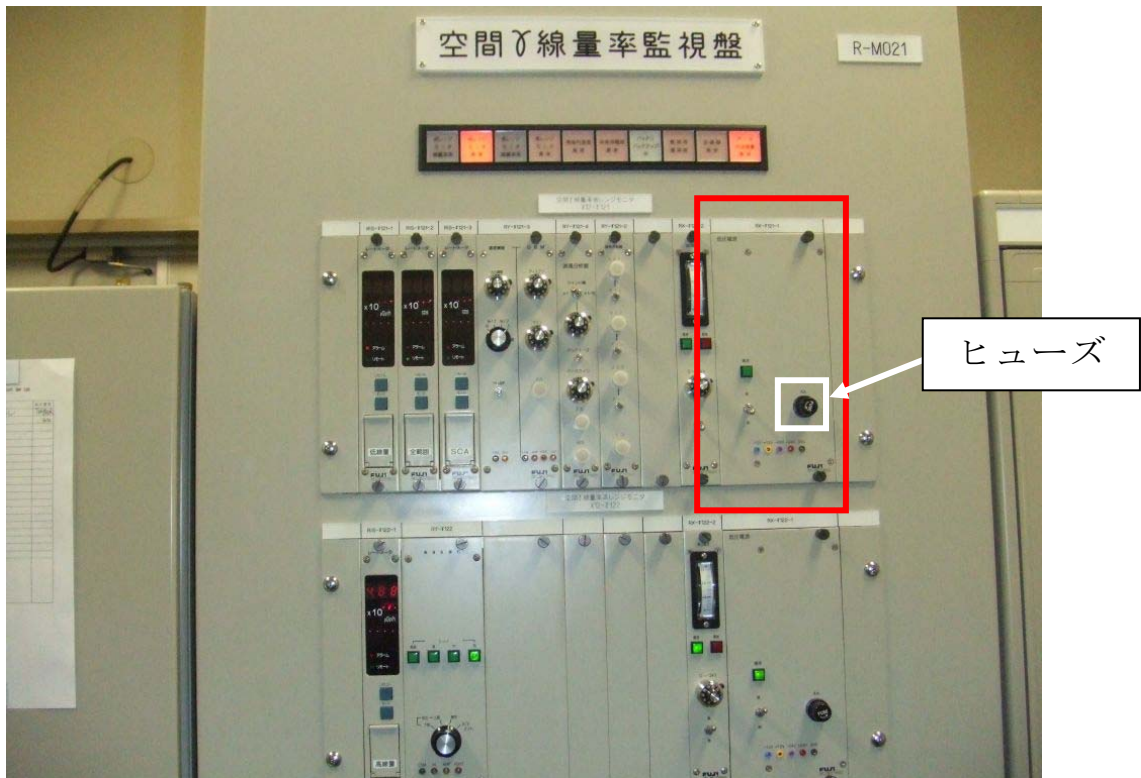


再処理事業所 構内配置図 (概略図)

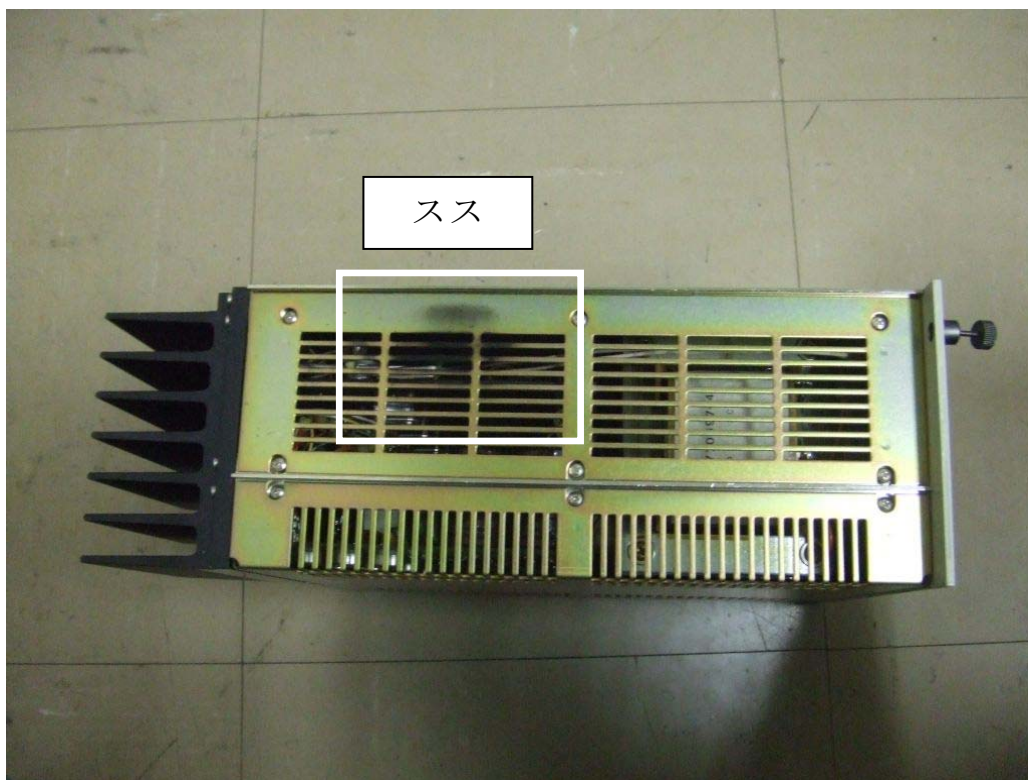


空間放射線測定器(低レンジモニタ)概要図

低圧電源モジュール内部の状況 (1 / 2)

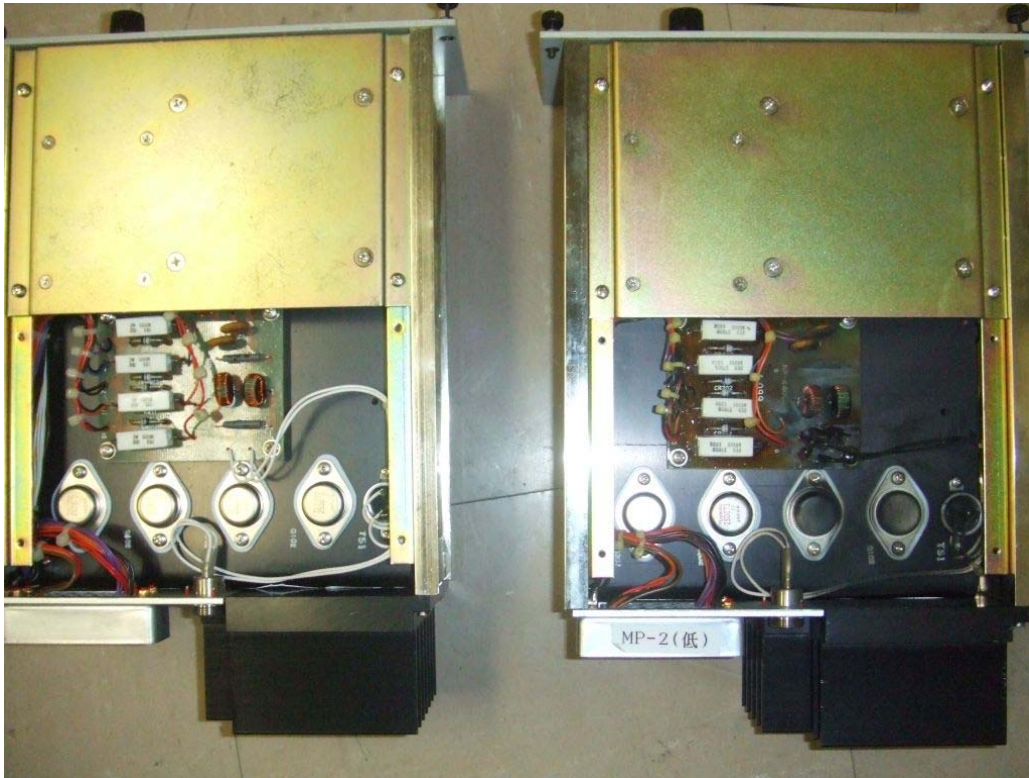


空間γ線量率監視盤 (赤枠が低圧電源モジュール)

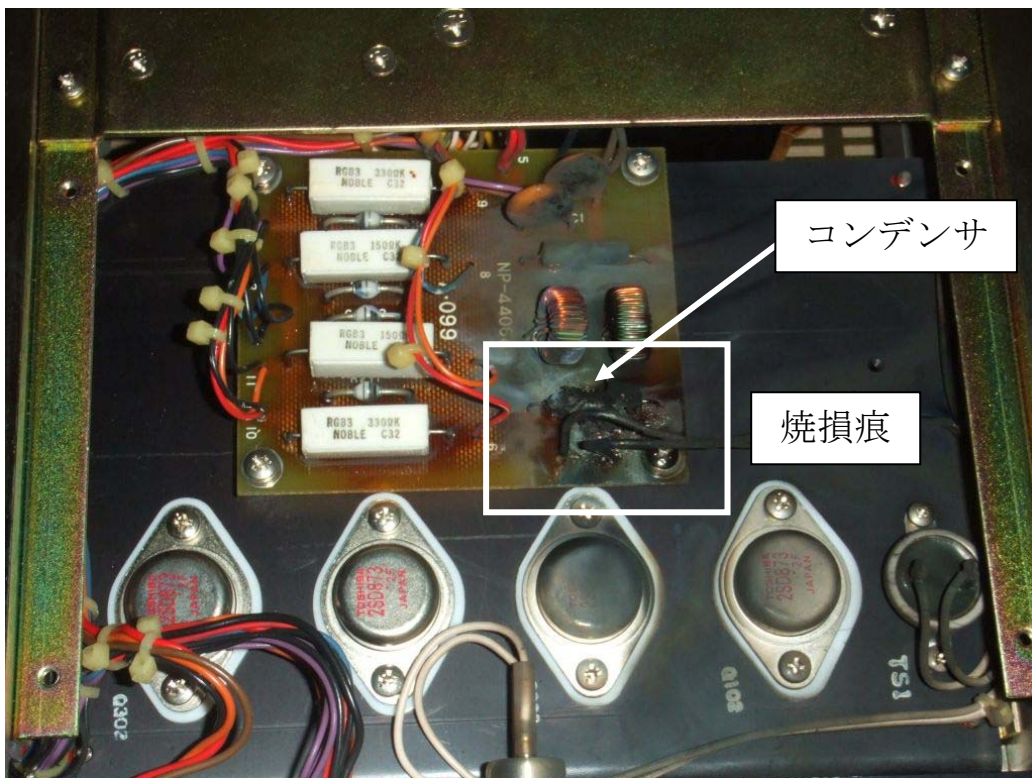


低圧電源モジュールを引き抜き上面から撮影

低圧電源モジュール内部の状況 (2 / 2)



正常品との比較 (左：正常品 右：焼損品)



低圧電源モジュール側面から撮影

フィルムコンデンサ焼損の要因分析と調査結果

事象	項目	要因	要因検討内容	一次判定	調査方法／結果	二次判定
フィルムコンデンサ内部の絶縁低下により過電流が発生し焼損	不適切な使用方法による故障	過電圧	過電圧が長期的に繰り返し印加されると絶縁が低下し、過電流が流れ焼損する可能性がある。	△	低压電源モジュールの入力電源波形を測定した結果、入力電圧がフィルムコンデンサの定格内であること、及び定期点検項目を確認した結果、過電圧が印加される点検項目はなかったことから問題なし。	×
		周囲温度高	フィルムコンデンサの周囲温度が高い場合、絶縁低下により過電流が流れ焼損する可能性がある。	△	局舎内は空調機によりコントロールされ、且つ監視盤内は強制的にファンで換気されていること、及び温度測定の結果、フィルムコンデンサの使用温度範囲内であり、問題なし。	×
		過湿度	フィルムコンデンサが吸湿した場合、絶縁低下により過電流が流れ焼損する可能性がある。	△	取り外したフィルムコンデンサの絶縁抵抗測定の結果、絶縁低下は見られなかったことから、湿度の影響は考え難い。	×
フィルムコンデンサ部品単体不良	外的要因による故障	サージ電圧の印加	雷等の異常サージによる絶縁低下により過電流が流れ焼損する可能性がある。	△	耐雷トランス、ノイズカットトランス、ノイズフィルタ(2段)を介して、サージ電圧を抑制していること、及びMP-2低レンジの同型のフィルムコンデンサ並びに高レンジ側のフィルムコンデンサの特性調査の結果、異常な値は無く、問題なし。	×
		電源高調波	入力電源に高調波成分があり、充放電電流が大きい場合、内部発熱により絶縁低下し過電流が流れ焼損する可能性がある。	△	ノイズカットトランス、ノイズフィルタ(2段)を介して、高調波成分を抑制していること、及び温度測定の結果、フィルムコンデンサの表面温度は使用温度範囲内であり、問題なし。	×
		オゾン	フィルムコンデンサの外装が劣化し、耐湿性が低下して吸湿した場合、絶縁低下により過電流が流れ焼損する可能性がある。	△	MP-2の他のフィルムコンデンサの目視確認から外装に異常は無く、また、絶縁抵抗測定の結果、絶縁低下が見られないことから、オゾンの影響は問題なし。	×
フィルムコンデンサ部品単体不良	製造不良	製造不良	不良品を使用していた可能性がある。	△	製造時、全数試験(絶縁抵抗、静電容量、誘電正接)を実施しているため、不良品は製品として出回ることはない。	×
		経年劣化	長時間使用に伴う絶縁低下により過電流が流れ焼損する可能性がある。	△	取り外したフィルムコンデンサの絶縁抵抗、静電容量、誘電正接を測定した結果、及び、一部のフィルムコンデンサについて解体調査した結果、有意な劣化は確認されなかった。	×
		偶発的な絶縁低下	通常使用状態においても偶発的に絶縁低下し過電流が流れ焼損する可能性がある。	△	上記の要因のいずれにも該当せず、また、フィルムコンデンサの設計上の故障率と実績故障率が同等レベルにあることから偶発的に絶縁低下が発生したと推定した。	○

×：要因とはならない。△：要因となる可能性がある。○：要因となる。