

< 別 添 >

2014年11月15日に発生した再処理工場 使用済燃料受入れ・
貯蔵管理建屋内（管理区域外）における火災について

目 次

1. 件 名	1
2. 確認日時	1
3. 発生場所	1
4. 発生事象の概要	1
5. 主な時系列	1
6. 火災発生時の状況	2
7. 原因調査	3
8. 原因	14
9. 再発防止対策	15
10. 水平展開	15

添付資料－1 再処理事業所 構内配置図（概略図）

添付資料－2 火災発見時の概略図

添付資料－3 要因分析

添付資料－4 当該の延長コード 詳細状況観察結果

添付資料－5 当該の延長コード X線透視画像での観察結果

添付資料－6 使用資機材の確認結果

添付資料－7 要因分析から原因を絞り込むための確認試験結果

添付資料－8 三叉コンセント部の観察結果

1. 件名

2014年11月15日に発生した再処理工場 使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋内（管理区域外）における火災について

2. 確認日時

2014年11月15日（土） 10時30分頃

3. 発生場所

再処理工場 使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋 地下1階南北第2廊下（管理区域外）（添付資料－1）

4. 発生事象の概要

2014年11月15日10時30分頃、使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋（以下、「FB建屋」という。）地下1階南北第2廊下（管理区域外）（以下、「当該廊下」という。）にて、床面の清掃作業（床面洗浄およびワックス清掃）を行う委託員が建屋コンセントに延長コードで接続した清掃用具^{*1}（以下、「ポリッシャー」という。）で清掃作業を実施したところ、延長コード（以下、「当該の延長コード」という。）から発煙および発火が発生し、それを確認した委託員が、当該の延長コードを引き抜き、火元を絶ち、延焼防止を図った。10時32分に自動火災報知設備での火災警報（以下「火報」という。）の発報を受け、当社社員が公設消防へ通報するとともに関係機関へ通報を実施した。公設消防による現場確認の結果、11時19分に火災と判断され、同時刻に鎮火が確認された。

※1：床面洗浄に用いる回転式清掃器具

5. 主な時系列

【2014年11月15日】

- 8:00 FB建屋で委託員による清掃作業開始(2班に分かれ、別の場所で作業)
- 10:20頃 当該廊下の清掃の準備作業を開始
- 10:30頃 委託員2名はポリッシャーに当該の延長コードを接続する等の準備を完了後、ポリッシャー操作を担当していた委託員がスイッチを入れたところ、コード捌きを担当していた委託員が、当該の延長コードからの発煙を確認。
ポリッシャー操作を担当していた委託員は、ただちに当該の延長コードに駆け寄り、建屋コンセント接続部付近のコード部から発煙と発火を確認し、建屋コンセントから当該の延長コードのプラグの引き抜き、延長コードの火災発生箇所を踏むことで、火元を絶ち延焼防止を図った。
- 10:32 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設(以下「F施設」という)制御室にて、F施設当直長が当該廊下の火報の発報を確認（1箇所目）
- 10:33 F施設当直長が当該廊下の火報の発報を確認（2箇所目）

- 10:35 F 施設当直長から公設消防へ火報発報を通報
- 11:05 第1報の発信 (11:14修正、11:53更新を発信)
- 11:05 公設消防 FB建屋の現場到着
- 11:19 公設消防による鎮火確認
- 12:20 第2報 (最終報) の発信 (12:59 と 13:13 に訂正報を発信)

6. 火災発生時の状況

- ・ 火災発生時、委託員はポリッシャーでの清掃作業を行うため、ポリッシャー本体コード(20m)、過電流遮断器、延長コードB (10m)、当該の延長コード(10m)の並びで接続し、建屋コンセントに接続していた。(添付資料-2参照、使用していた機材の仕様は表-1参照)
- ・ この状態でポリッシャーの起動スイッチを入れたところ、当該の延長コードのみ発煙・発火した。
- ・ 当該の延長コードは、建屋コンセント接続部近傍(プラグ部近傍)が特に激しく燃焼した。
- ・ 現場の延焼範囲は当該の延長コード全長に渡り、コードと床面が接していたと思われる部分が約5cm間隔で焦げるとともに被覆が熱により変形していた(当該の延長コードの総焦げ面積：約400cm²)。
- ・ 延長コードBなどの他の清掃用の機材に損傷はなかった。
- ・ 建屋コンセントのブレーカーは動作しなかった。

表-1 火災発生時に使用していた機材の仕様一覧

	当該の延長コード	延長コードB	ポリッシャー	過電流遮断器
定格電圧	125V	125V	100V	—
定格電流	15A	15A	14A	—
定格電力	1500W	1500W	1300W	1500W以下
コード長さ	10m	約10m	20m(機器付属)	—
コード仕様 (注1)	VCT 2芯 1.25mm ²	VCTF 2芯 1.25mm ²	特殊VCTF 2芯 2.7mm ²	—
<PS>E(注2) (認定機関)	<PS>E (JET)	旧甲種電気用品(旧 電気用品取締法)	<PS>E (JCT)	<PS>E (JET)
写真	 写真は新品			

(注1)VCT、VCTFはいずれも絶縁を塩化ビニル樹脂(ビニル)で施したもので、適用できる電圧が異なる。また特殊としているものは芯線の断面積が規格より大きいためである。

VCT：600V ビニル絶縁キャブタイヤケーブル(適用できる電圧は600V以下)

VCTF：ビニルキャブタイヤ丸形コード(適用できる電圧は300V以下)

(注2)<PS>Eマークについて

電気用品安全法の技術上の基準に適合し、第三者機関の適合性検査が義務付けられている「特定電気用品」であり、法律に基づく手続きを行った証の表示である。認定機関の略称は以下の通り。

JET：(財)電気安全環境研究所

JCT：(社)電線総合技術センター

7. 原因調査

(1) 要因分析

火災発生時の

- 発煙、発火タイミング及び範囲
 - ポリッシャーへ通電した直後に事象が発生したこと
 - 動力線である当該の延長コードのみでの事象発生であること
- 当該の延長コードの損傷状況
 - 延焼範囲は、当該の延長コード全長に渡っていたこと

以上から、過電流が起因であることが明らかであり、過電流が発生する事象について要因分析を行い想定される要因を抽出した（添付資料－3）。抽出した要因に対して、委託員への聞取調査、現品調査（添付資料－4、5及び6）、確認試験（添付資料－7）を実施して、原因を特定するための絞込みを行った。

① 電氣的要因

a. 入力電圧異常

【想定される要因】

当該の延長コードが接続していた建屋コンセントの電圧が低下したことから、消費電流の増加による発熱で絶縁体が損傷し、短絡が発生したため過電流が発生した。

【調査により確認された事実】

- ・火災発生時にF施設で異常が確認されていない（F施設の監視制御盤にて給電設備および機器の運転に係わる異常警報発報せず）。
- ・当該の延長コードが接続されていた建屋コンセントの電圧測定を行った結果、正常（測定値104.0V～104.3V：判定値100V±10%）であった。

【原因の可能性】

建屋コンセントの電圧低下を示す事実が確認されず、入力電圧異常が確認されなかったことから、今回の原因である可能性は低い。

b. 延長コード複数本の使用による電圧降下

【想定される要因】

2本の延長コードおよび過電流遮断器を使用したことにより電圧降下が発生し消費電流が増加、それにより当該の延長コードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した。

【調査により確認された事実】

- ・火災発生時の延長コード等の機材の接続状態（2本の延長コードを連結）を再現した試験（添付資料－7① 接続状態の再現試験）を行った結果、入力電圧は約101V、ポリッシャー運転時の電流値は約6.8A、電圧降下は約5.5Vであり、延長コードの温度はほとんど変化しないことを確認した。

【原因の可能性】

2本の延長コードを連結した再現試験を実施したが延長コードの温度変化は確認されず、延長コードの連結使用は今回の原因である可能性は低い。

c. 経年劣化

【想定される要因】

当該の延長コードの長期間の使用、屋外での過酷な使用環境、不適切な保管(屋外や高温環境等)により絶縁性能が低下し、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した。

【調査により確認された事実】

委託員への聞取調査を行った結果、以下を確認した。

- ・当該の延長コードの購入は2013年7月、使用頻度は平均月1～2回程度、使用は屋内に限られ、長期間の使用はなく、また過酷な環境での作業には使用されていない。
- ・保管は事務本館の機材庫に円形(直径約30cm)に丸めた状態で送風機のラック上に置かれていた。
- ・当該の延長コードの外観に異常は見られなかった。

【原因の可能性】

使用状況、保管環境等から経年劣化を発生させる要因が確認されなかったことから、今回の原因である可能性は低い。

d. 製造不良

【想定される要因】

当該の延長コード製造時の不具合により絶縁性能が低下し、短絡が発生したため、当該の延長コードに過電流が発生した。

【調査により確認された事実】

- ・委託員への聞取調査の結果、前回使用時まで異常なく使用していたことを確認した。
- ・同一製造会社の同製品(新品)の導通/絶縁確認により、製造不良は確認できなかった(添付資料-6)。

【原因の可能性】

当該の延長コードを購入してから、複数回異常なく使用できていたため、製造不良が今回の原因である可能性は低い。

e. 内部損傷

【想定される要因】

当該の延長コードの内部が損傷、素線切れによる発熱で絶縁体が損傷し短絡、または、線間短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した。

【調査により確認された事実】

- ・当該の延長コードの全体観察では、内部損傷による要因の痕跡は確認できなかった（添付資料－４）。
- ・各部位のX線透視画像の観察では当該の延長コードの三叉コンセント根元部に素線切れが確認された（添付資料－５）。
- ・同一製造会社の同製品（新品）を導通・絶縁試験により確認したが、内部損傷は確認できなかった（添付資料－６）。
- ・ポリッシャー起動中に短絡を模擬する試験（添付資料－７② 短絡試験）を実施したところ、短絡部分のみの発火が確認された。また、この際分電盤ブレーカーがトリップしポリッシャーが停止することを確認した。
- ・素線切れを想定した試験（添付資料－７③ 素線断線試験）を行った結果、断線部分のみの発熱や発火が確認された。

【原因の可能性】

当該の延長コードの三叉コンセント根元部に素線切れが確認され、素線切れを想定した試験では素線切れ部分のみ発熱や発火が確認されたが、火災発生時の状況で確認されたコード全長に渡る延焼は再現されず、素線切れが今回の原因である可能性は低い。

f. 当該の延長コードのプラグ・三叉コンセントでの異常

【想定される要因】

当該の延長コードのプラグ・三叉コンセントでの異常による短絡で過電流が発生した。

【調査により確認された事実】

- ・当該の延長コードのプラグの外観観察では、プラグのコード側表面の一部に黒色の変色が見られたが、電極には変色は見られなかった。（添付資料－４）
- ・当該の延長コードの三叉コンセントの外観観察では、有意な変形や破損は確認されなかった。なお、表面に変色は確認されなかったが、光沢のある乾燥した汚れが確認された。（添付資料－４）
- ・当該の延長コードのプラグ・三叉コンセントのX線透視画像の観察では、どちらも芯線同士の接触はなく、新品と比較して内部の芯線の接続状態に違いはないことを確認した。（添付資料－５）
- ・当該の延長コードの三叉コンセント部の断面を観察したところ焦げ痕は確認されなかったが、端子台に白い痕跡を確認した。（添付資料－８）

【原因の可能性】

調査の結果、当該の延長コードのプラグについては異常に繋がる痕跡は確認されなかった。一方、当該の延長コードの三叉コンセントについては、断面に焦げ痕がなく、内部での発火がなかったことを確認したが、当該の延長コードの三叉コンセント内部の端子台に白い痕跡を確認しており、その白い痕跡が原因で当該の延長コードの三叉コンセント内において短絡した可能性は否定できない。

また、一般的には「短絡した地点から上流側（電源側）へ過電流が発生する」ことから、当該の延長コードの三叉コンセント内の短絡によりプラグ側へ過電流が発生し延焼した可能性がある。

よって、当該の延長コードの三叉コンセント内部の端子台において、この白い痕跡を原因とした短絡の可能性を考慮し、当該の延長コードの三叉コンセントでの異常を想定した延長コード全体の延焼に繋がる試験を行った。（後述 7.（2））

g. 他の接続コードの不具合

【想定される要因】

延長コード B もしくは過電流遮断器の絶縁性能が低下し短絡を起こし、過電流が発生、それにより当該の延長コードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した。

【調査により確認された事実】

- ・導通／絶縁性能確認を行った結果、延長コード B の絶縁性能および過電流遮断器の導通状態等に問題がないことを確認した（添付資料－6）
- ・火災発生時の延長コード等の機材の接続状態を再現した試験（添付資料－7① 接続状態の再現試験）にて、火災発生時に使用していた機材（当該の延長コードを除き）を使用したか、温度変化は確認されなかった。

【原因の可能性】

他の機材の不具合は確認されなかったことから、今回の原因である可能性は低い。

h. ポリッシャー内部の短絡

【想定される要因】

経年劣化等によりポリッシャー内部で短絡が発生し過電流が発生、それにより当該の延長コードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した。

【調査により確認された事実】

- ・導通／絶縁性能確認を行った結果、ポリッシャーの絶縁性能等に問題がないことを確認した（添付資料－6）
- ・火災発生時の延長コード等の機材の接続状態を再現した試験（添付資料－7① 接続状態の再現試験）にて、火災発生時に使用していたポリッシャーを使用したか、温度変化は確認されなかった。

【原因の可能性】

ポリッシャー内部の短絡は確認されなかったことから、今回の原因である可能性は低い。

i. ポリッシャーの漏電

【想定される要因】

ポリッシャー内部で漏電したため消費電流が増加、それにより当該の延長コードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した。

【調査により確認された事実】

導通／絶縁性能確認を行い、ポリッシャーの絶縁性能等に問題がないことを確認した。(添付資料－6)

【原因の可能性】

ポリッシャーの漏電は確認されなかったことから、今回の原因である可能性は低い。

j. 芯線の太さの違った延長コードの使用

【想定される要因】

ポリッシャー本体コード（芯線断面積 2.7mm^2 ）に比較して芯線の細い当該の延長コード（同 1.25mm^2 ）の使用により当該の延長コードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した。

【調査により確認された事実】

芯線の太さの違いによる発熱の影響を確認するために実施した長時間の負荷試験(添付資料－7④ 芯線の太さの違いによる長時間負荷試験)の結果、当該の延長コードは約 2°C の温度上昇を確認した。

【原因の可能性】

当該温度は、被覆の溶融に至るような温度上昇ではないことから、芯線の太さの違いが今回の原因である可能性は低い。

② 機械的要因

a. ポリッシャーの不具合

【想定される要因】

経年劣化、または使用中の衝撃等によりポリッシャー内部の回転部等に機械的な不具合が発生し、モータに過負荷がかかったため過電流が発生し、当該の延長コードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した。

【調査により確認された事実】

- ・ポリッシャーの外観および機械的不具合（ガタ、異音等）について目視および手回しを行い、問題ないことを確認した。(添付資料－6)
- ・事象発生時の動作状況について、委託員への聞取調査により、起動から停止までのポリッシャーの動作に問題はなかったことを確認した。

【原因の可能性】

ポリッシャーの不具合は確認されなかったことから、今回の原因である可能性は低い。

b. ポリッシャーの性能低下

【想定される要因】

ポリッシャーの性能（モータ出力）低下に伴い消費電流が増加、それにより当該の延長コードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した。

【調査により確認された事実】

- ・導通／絶縁性能確認を行い、ポリッシャーの絶縁性能等に問題がないことを確認した。（添付資料－6）
- ・火災発生時の延長コード等の機材の接続状態を再現した試験（添付資料－7① 接続状態の再現試験）にて、火災発生時に使用していたポリッシャーを使用したか、温度変化は確認されなかった。

【原因の可能性】

ポリッシャーの性能低下は確認されなかったことから、今回の原因である可能性は低い。

③ 人的要因

a. 不適切な使用、取扱い（ポリッシャー）

【想定される要因】

洗浄剤等がかかったことでポリッシャー内部に水分等が浸入し、絶縁性能が低下、短絡を起こし過電流が発生、それにより当該の延長コードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した。

【調査により確認された事実】

- ・委託員への聞取調査の結果、ポリッシャー内部に洗浄剤をかける等の内部の電気品に影響させるようなことは実施していないことを確認した。
- ・導通／絶縁性能確認を行い、ポリッシャーの絶縁性能等に問題がないことを確認した。（添付資料－6）
- ・火災発生時の延長コード等の機材の接続状態を再現した試験（添付資料－7① 接続状態の再現試験）にて、火災発生時に使用していたポリッシャーを使用したか、温度変化は確認されなかった。

【原因の可能性】

委託員への聞取調査の結果、ポリッシャーに対する不適切な使用、取扱いの要因は確認されなかったことおよび現品調査の結果、ポリッシャーに異常がなかったことから、今回の原因である可能性は低い。

b. 不適切な使用、取扱い（延長コード類、過電流遮断器）

【想定される要因】

当該の延長コード、延長コードB、過電流遮断器の使用時の取扱いが不適切（過度の曲げ、無理な引き抜き等）であったため、絶縁体の損傷、または素線切れにより発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の

延長コードに過電流が発生した。

【調査により確認された事実】

- ・委託員への聞取調査により、当該の延長コード、延長コードB、過電流遮断器ともに、コンセントからプラグを取り外す際は根元をもって引き抜いていること、作業中に踏みつける等も行っていないことを確認した。
- ・素線切れを想定した試験(添付資料-7③ 素線断線試験)を行った結果、断線部分のみの発熱や発火が確認された。
- ・当該の延長コードを無意識のうちに引っ張る、曲げる等の力を加えたことを想定したダメージを与えた試験(添付資料-7⑤ ダメージコード過電流試験)を行った結果、定格の3倍の電流(45A)を流したところ、延長コードの一部に発火を確認した。

【原因の可能性】

委託員への聞取調査の結果、延長コードの不適切な取扱いが確認されなかったこと、また、素線切れやダメージを与える試験を実施した結果、延長コードの一部に発火を確認したが、火災発生時の状況で確認されたコード全長に渡る延焼は再現されず、延長コード類の不適切な使用は今回の原因である可能性は低い。

c. 確認不足

【想定される要因】

使用機器およびコードの容量超過の状態で使用したことでコードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した。

【調査により確認された事実】

- ・現品調査の結果、延長コード2本は、共に15A、1500Wのものを使用、過電流遮断器についても1500Wのものを使用していたことから、いずれも許容される仕様であることを確認した。(表-1)

【原因の可能性】

機材の組み合わせは適切な仕様であることを確認したことから、確認不足が今回の原因である可能性は低い。

(2) 当該の延長コードの三叉コンセントでの異常を想定した過電流発生模擬試験

(1)の要因分析の結果に基づき、当該の延長コードの三叉コンセントでの異常を想定した延長コード全体の延焼に繋がる試験として、当該の延長コードの三叉コンセントでの短絡による過電流発生を模擬した試験を実施した。

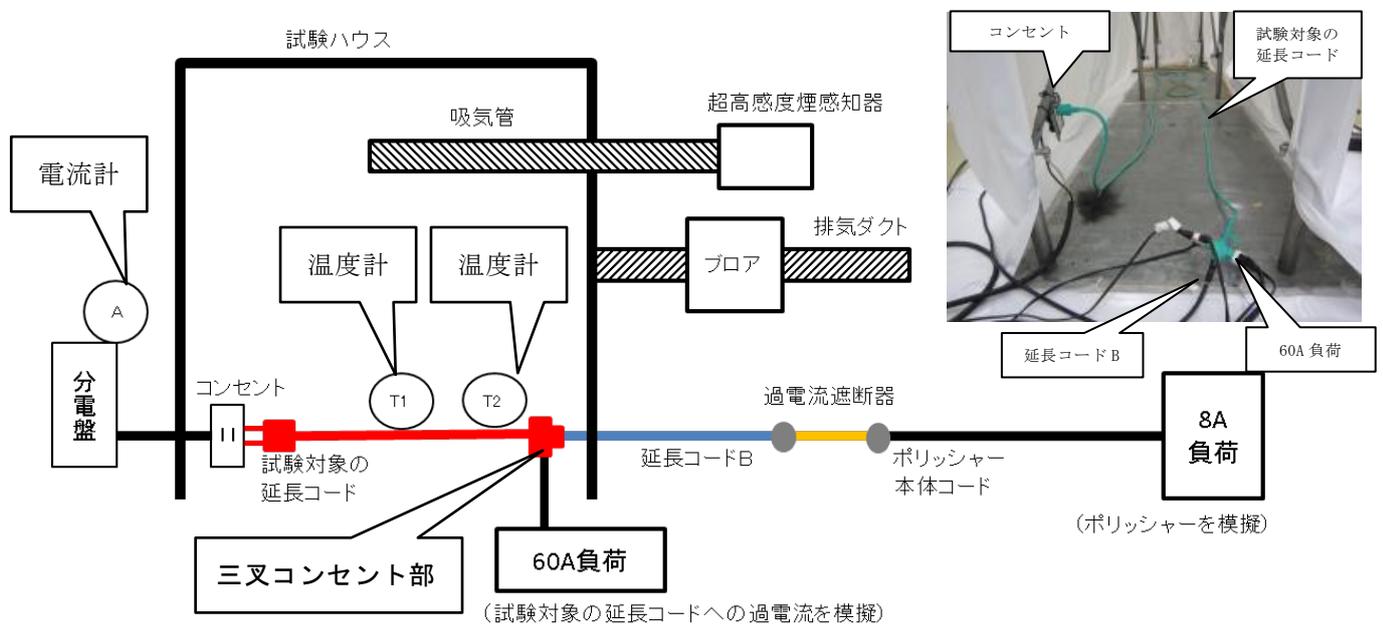
試験において発生させる過電流は、要因分析の調査において確認した以下のことから完全短絡は生じなかったと推定し、完全短絡未満の導通を模擬することとした。

- ・芯線同士の短絡(完全短絡)を模擬した試験において、過電流が大きすぎて

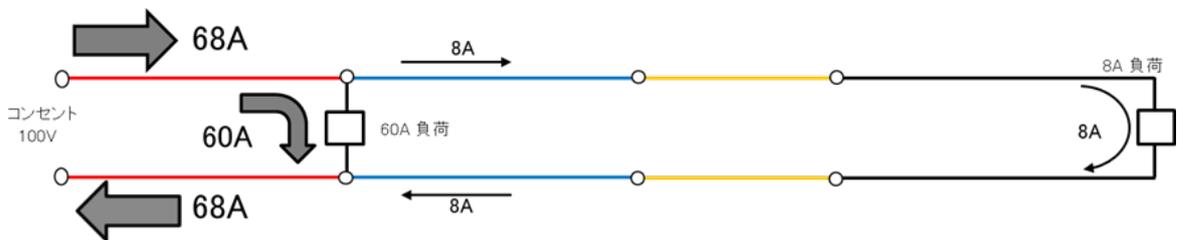
- ブレーカーがトリップした。
- ・当該の事象発生時において、建屋コンセントのブレーカーは動作しなかった。
 - ・当該の延長コードの三叉コンセント内部のX線透視画像解析では芯線同士の接触はなかった。

① 試験方法

当該の延長コードの三叉コンセント部における完全短絡未満の導通の条件を再現するため、当該の延長コードの三叉コンセント部に完全短絡未満の導通を想定した負荷（約 60A）（試験設備の許容範囲内で最大電流値）とポリッシャーの実運転時の電流相当を模擬した負荷（約 8A）とした試験回路を構成した。試験では分電盤のブレーカーを投入し、各延長コードの外観および温度変化を確認した。



< 上記試験回路 (電流の流れ) >



② 試験結果

発煙・発火までの時間は下表のとおりである。全体的に発煙が広がり、延長コードのプラグ部近傍から火花が飛んだ後、発火した。延長コード B、過電流遮断器、ポリッシャー本体コードの外観に変化はなかった。

時間	電流値 (A)	温度 (°C)		状況	写真
	A	T1	T2		
開始	61	17.6	18.0	通電開始	—
3分後	55	110	120	発煙開始(3分20秒後)	写真1
7分後	55	204	183	発火	写真2



試験ハウス
全体に煙が
充滿(奥の支
柱が曇って
見えている)

写真1 発煙の状況

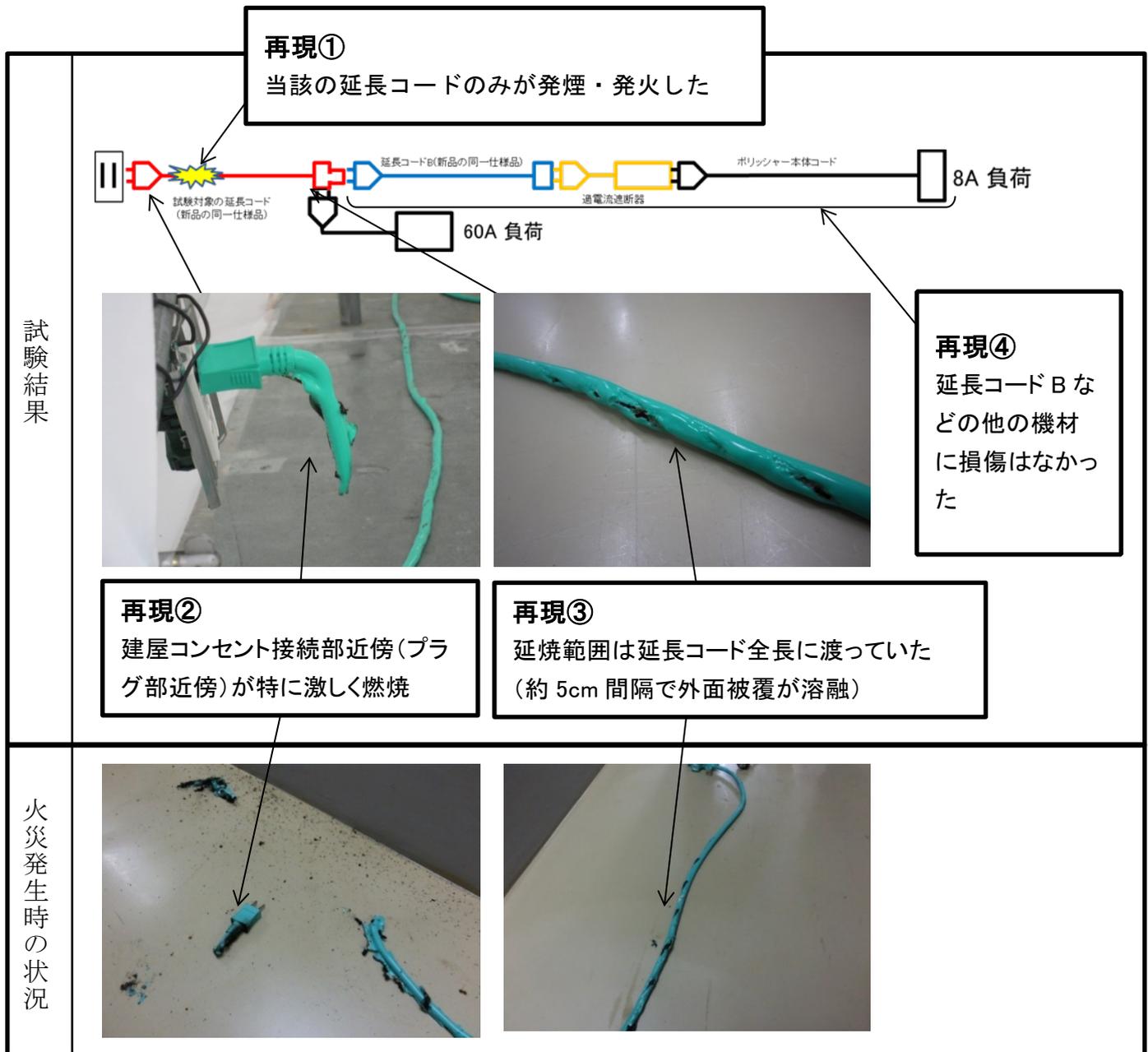


発火した部分が溶
断し、2つに切れ
た状態

写真2 発火の状況

③ 延焼状況の再現結果

延焼状況の再現結果は以下のとおりであり、今回の事象の延焼状況と同様の状況を再現できた。



この試験の結果、延焼の状況を再現できたことから、今回の火災は延長コードの三叉コンセント内部で短絡（完全短絡未満の導通）が生じたと推定され、これによる過電流の発生が起因となったと推定する。

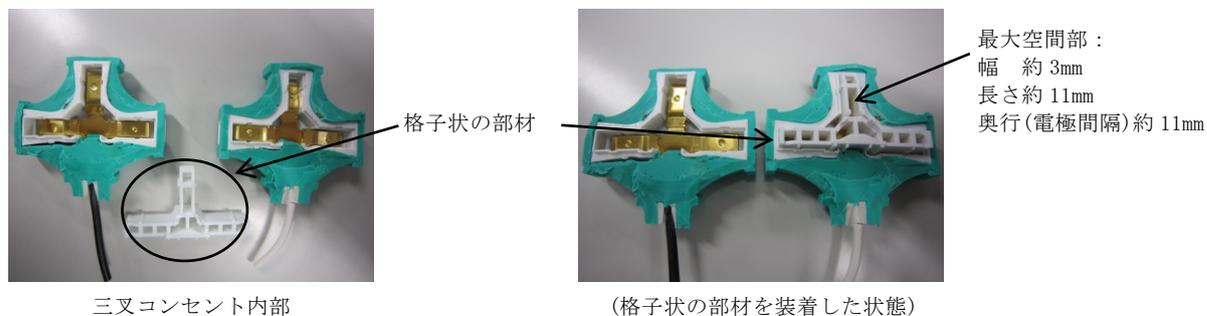
(3) 完全短絡未満の導通が生じた原因

要因分析での現品調査において当該の延長コードの三叉コンセントを確認した結果、断面観察において「端子台に白い痕跡」が確認されており、その白い痕跡が完全短絡未満の導通を引き起こした原因と想定し、白い痕跡の発生源について

検討した。

① 延長コードの三叉コンセント内部の構造

延長コードの三叉コンセント内部には、内部品として電極間に格子状の部材(プラスチック)が挟まれており、電極周りは強度のあるプラスチック部材で覆われている。電線部と一体化した密閉構造である。



② 汚れや白い痕跡の発生源

a. 製造時の異物の混入

新品との比較で電極周りの構造、内部品(格子状の部材)の有無に違いがないことを確認した。また製造不良については、要因分析での聞取調査の結果、当該の延長コード購入後複数回異常なく使用していたことを確認しており、製造時の異物混入が火災の原因となった可能性は低い。よって、製造時の異物が白い痕跡の発生源である可能性は低い。

b. 埃の堆積

構造上、差込み口より小さな埃の侵入は可能である。埃が堆積すると端子間で導通し、トラッキング現象が起き、堆積した埃が燃焼するが、内部に焦げ痕がないことを確認している。よって、埃の堆積が白い痕跡の発生源である可能性は低い。

c. 金属片の侵入

格子状の部材の最大空間部は約 3mm×約 11mm、コンセント差込み口から格子の中に入りこめる隙間は 1mm 以下であり、最大で(幅 3mm×長さ 11mm×厚さ 1mm 以下)の金属片の侵入が可能であるが、電極間隔も約 11mm であり、さらに中央差込み口に限られることから、金属片の侵入において短絡する可能性は低い。また、製造メーカーにて断面加工する際に、内部に金属の残留物はなかったことを口頭にて確認しており、このことから金属片の侵入の可能性は低い。よって、金属片が白い痕跡の発生源である可能性は低い。

d. 洗浄剤やワックスの浸入

火災発生時の現場の状況は廊下が濡れていなかったことを確認しており、その作業時に洗浄剤やワックスが当該の延長コードの三叉コンセント内に入

ったとは考え難いが、清掃作業において洗剤やワックスを扱うことから、端子台の白い痕跡はそれらであると推定し、新品の延長コードの三叉コンセント部のコンセント差込み口から洗剤とワックスを入れ乾燥後にコンセント部表面状況等を確認した。その結果、当該の延長コードの三叉コンセントで確認された状況とほぼ同様な状況（外観の汚れと端子台に白い痕跡）を確認した（添付資料－８）。よって、これら洗剤やワックスが白い痕跡の発生源である可能性が高い。

以上より、当該の延長コードの三叉コンセント部の外観の汚れや内部の端子台の白い痕跡の発生源は清掃作業に用いる洗剤やワックスの混入によるものである可能性が考えられ、この洗剤やワックスを介して完全短絡未満の導通が生じた可能性は否定できない。

8. 原因

「7. 原因調査」における完全短絡未満の導通の条件を再現した試験において、当該の延長コードの延焼の状況を再現できたことから、当該事象は、

- ・当該の延長コードの三叉コンセント内部での完全短絡未満の導通により、当該の延長コードに過電流が発生したことで、コード全長の発熱により火災に至った

ものと推定した。

また、完全短絡未満の導通を引き起こした原因は、断面観察において確認された当該の延長コードの三叉コンセント内部の端子台に付着していた白い痕跡であると想定され、白い痕跡の発生源は清掃作業に用いる洗剤やワックスの混入によるものである可能性が高いと推定した。

9. 再発防止対策

(1) 延長コードのコンセント内部への異物浸入防止措置

当該の清掃作業においては、延長コードを使用する場合は、延長コードのコンセント部の口に異物浸入防止措置(防滴仕様のもの、テープ養生等)を施すこととし、作業時に異物浸入防止措置が行われていることを委託員が確認することとした作業手順(2014年度 再処理設備本体建物清掃委託 業務要領書)を改正した(1月23日実施済)。

	
<p>(延長コードの例) コンセントの差込口をテープで養生する</p>	<p>(電工ドラムの例) コンセントの差込口をテープで養生する</p>

浸入防止措置の例

(2) 今後行う作業での発生防止対策

今後行う作業での対策を確実にするために、再処理事業部の共通ルールに浸入防止対策を行うことを以下のとおり規定した(1月23日実施済)。

「再処理事業部 作業要領(手順)書・報告書作成および運用マニュアル」に、「延長コード(電工ドラム含む)と液体が接触する可能性がある場合は、延長コードコンセント部の口に浸入防止措置がなされていることを確認する手順が作業要領(手順)書に明記されていること」をルールとして追加したことで、今後行う作業の作業要領(手順)書へその旨反映することができる対策を講じた。

10. 水平展開

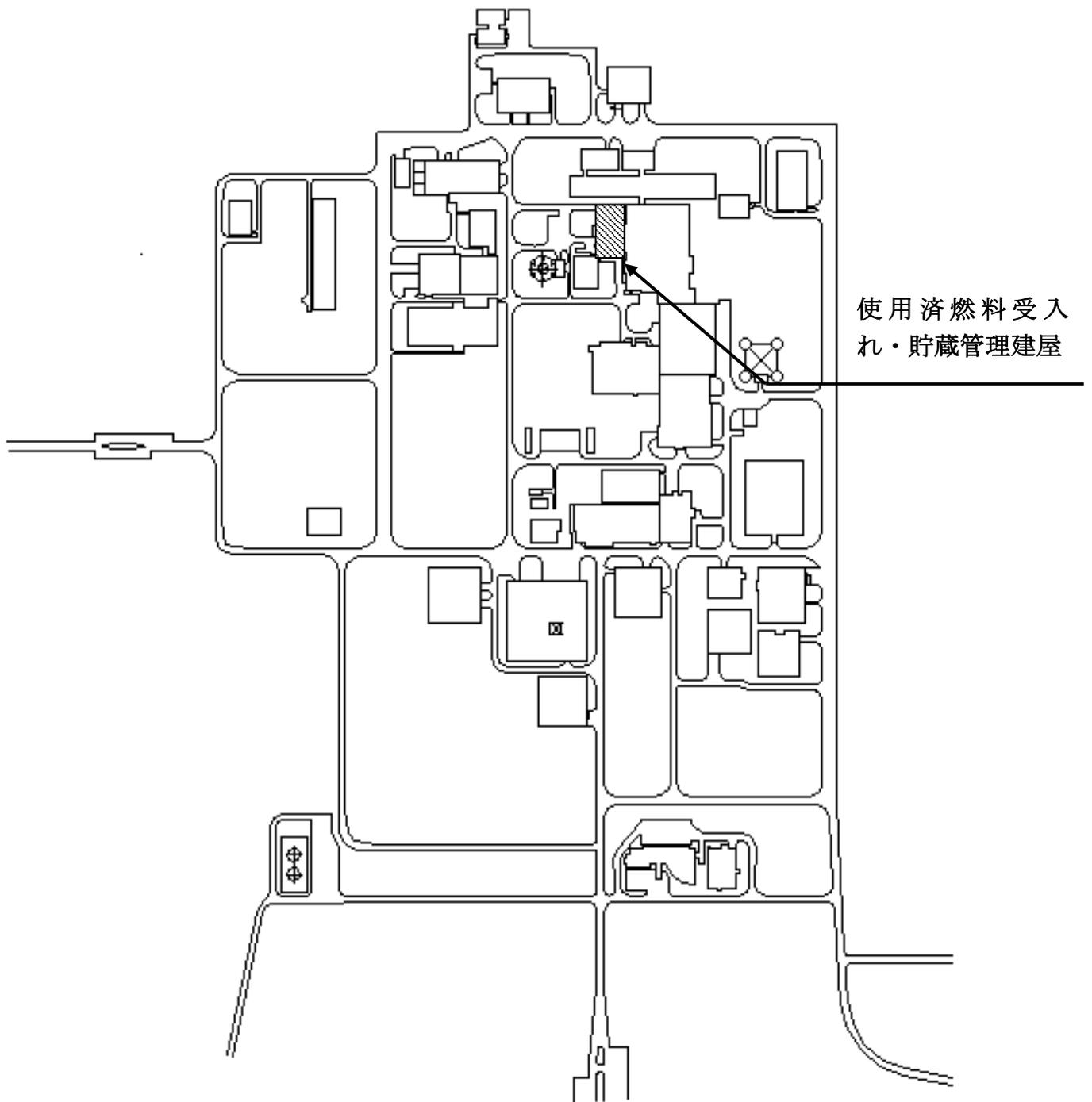
再処理事業部、濃縮施設および埋設施設等の他事業部、および全社共通部門に対して水平展開を行い、全社大での再発防止対策を行う。

- (1) 現在、再処理事業部内で行われている全ての作業に対して、液体が接触する可能性のある作業を抽出した結果、1件が該当したことから、それら作業に対して、「9. 再発防止対策」で示した浸入防止対策と作業手順への反映を実施した(2月3日実施済)。
- (2) 再処理事業所での今後行う作業については、「9. 再発防止対策(2)」で示した共通ルールに反映したことで対策を講じることができ、事象の概要と今回の対策の周知として説明会を実施した(1月22日実施済)。
- (3) 濃縮施設、埋設施設等の他事業部に対する水平展開として、「事業部・室間水平展開検討会」を通じて今回の事象に対する再処理事業部での各対応(ルー

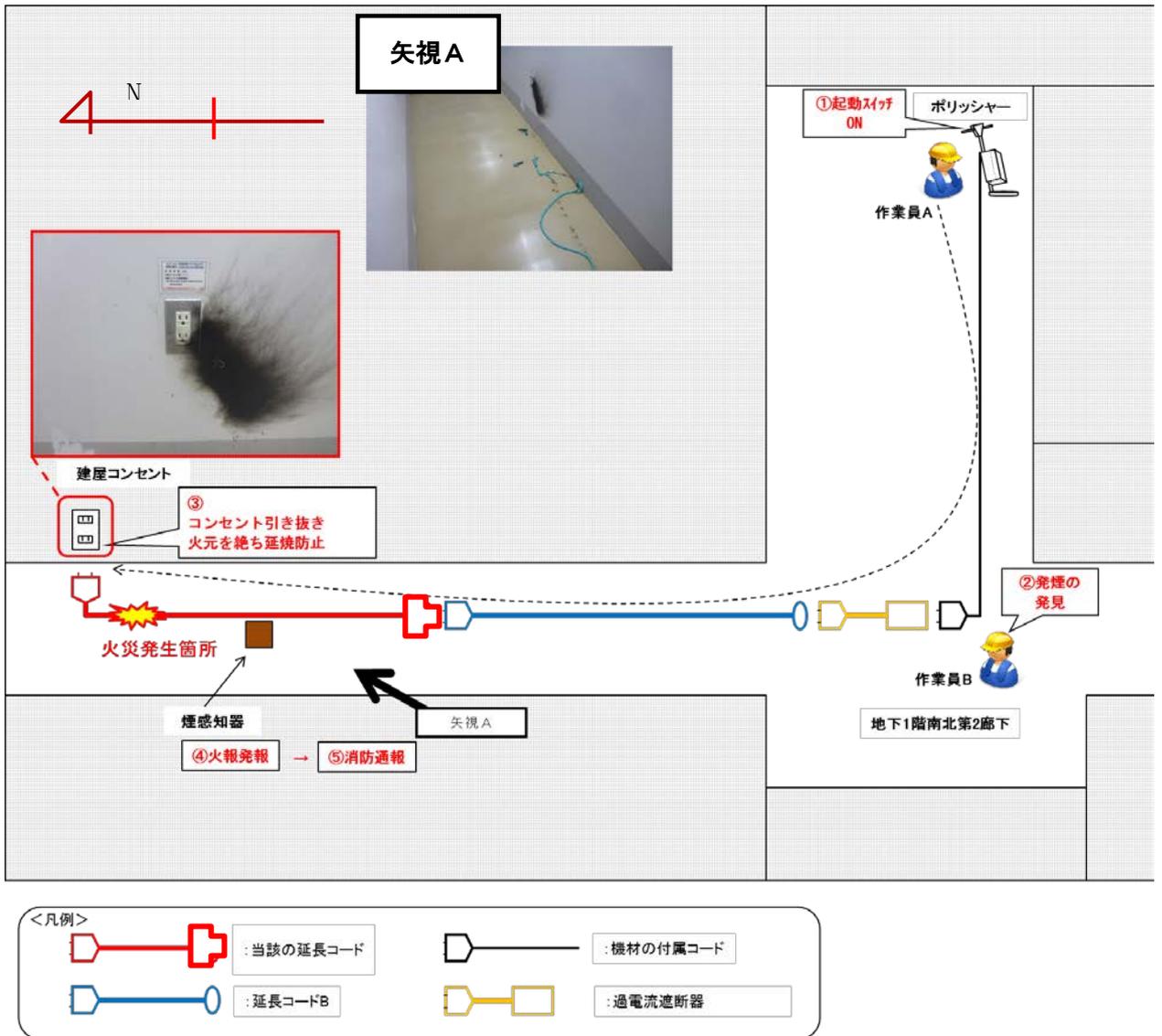
ルの変更、水平展開の考え方)を説明し、同様の対応を依頼した(1月23日実施済)。

- (4) 全社共通部門(事務所、食堂、トイレ等での作業)に対する水平展開として、経営本部、業務本部に対し上記(2)と同様の説明を行い、対応を依頼した(1月23日および1月26日実施済)。

以 上



再処理事業所 構内配置図（概略図）



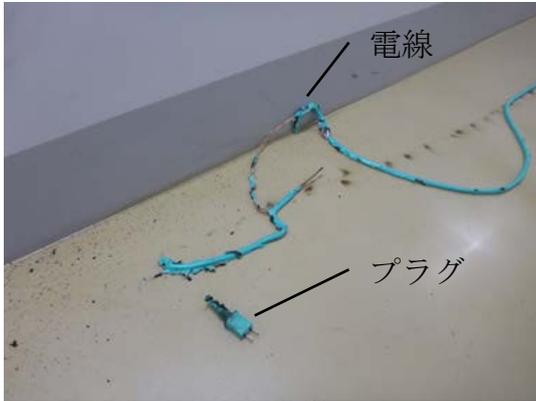
火災発見時の概略図

要因分析

過電流の 起因	過電流が発生する想定事象	今回の 原因
①電氣的要因		
a. 入力電圧異常	建屋コンセントの電圧が低下したことから、消費電流の増加による発熱で絶縁体が損傷し、短絡が発生したため過電流が発生した可能性	×
b. 延長コード複数本の使用による電圧降下	2本の延長コードおよび過電流遮断器を使用したことにより電圧降下が発生し消費電流が増加、それにより当該の延長コードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該延長コードに過電流が発生した可能性	×
c. 経年劣化	当該の延長コードの長期間の使用、屋外での過酷な使用環境、不適切な保管(屋外や高温環境等)により絶縁性能が低下し、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した可能性	×
d. 製造不良	当該の延長コード製造時の不具合により絶縁性能が低下し、短絡が発生したため、当該の延長コードに過電流が発生した可能性	×
e. 内部損傷	当該の延長コードの内部が損傷、素線切れによる発熱で絶縁体が損傷し短絡、または、線間短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した可能性	×
f. 当該の延長コードのプラグ・三叉コンセントでの異常	当該の延長コードのプラグ・三叉コンセントでの異常による短絡で過電流が発生した可能性	△ 可能性あり
g. 他の接続コードの不具合	延長コードBもしくは過電流遮断器の絶縁性能が低下し短絡を起こし、過電流が発生、それにより当該の延長コードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した可能性	×
h. ポリッシャー内部の短絡	経年劣化等によりポリッシャー内部で短絡が発生し過電流が発生、それにより当該の延長コードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した可能性	×
i. ポリッシャーの漏電	ポリッシャー内部で漏電したため消費電流が増加、それにより当該の延長コードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した可能性	×
j. 芯線の太さの違った延長コードの使用	ポリッシャー本体コード(芯線断面積2.7mm ²)に比較して芯線の細い当該の延長コード(同1.25mm ²)の使用により当該の延長コードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した可能性	×
②機械的要因		
a. ポリッシャーの不具合	経年劣化、または使用中の衝撃等によりポリッシャー内部の回転部等に機械的な不具合が発生し、モータに過負荷がかかったため過電流が発生し、当該の延長コードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した可能性	×
b. ポリッシャーの性能低下	ポリッシャーの性能(モータ出力)低下に伴い消費電流が増加、それにより当該の延長コードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した可能性	×
③人的要因		
a. 不適切な使用、取扱い(ポリッシャー)	洗剤等がかかったことでポリッシャー内部に水分等が浸入し、絶縁性能が低下、短絡を起こし過電流が発生、それにより当該の延長コードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した可能性	×
b. 不適切な使用、取扱い(延長コード類、過電流遮断器)	当該の延長コード、延長コードB、過電流遮断器の使用時の取扱が不適切(過度の曲げ、無理な引き抜き等)であったため、絶縁皮膜の損傷、または素線切れにより発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した可能性	×
c. 確認不足	使用機器およびコードの容量超過の状態で使用したことでコードが発熱し絶縁体が損傷、短絡が発生したため当該の延長コードに過電流が発生した可能性	×

当該の延長コード 詳細状況観察結果

1. 各部位の名称



2. 詳細調査結果

(1) プラグ

- ・プラグが取れていた。協力会社から聞き取った結果、火災発生箇所を踏むことによる初期消火活動の際にプラグが取れたことを確認した。
- ・コード側表面の一部に黒色の変色が見られたが電極に変色は見られなかった。熱影響はなかったものと考えられる。（写真1）
- ・プラグ付近の電線が約5cmに渡って焦げており、電線の表面が炭化していた。（写真1）
- ・プラグ付近の電線の内部を確認したところ、絶縁体（白）がなく炭化していた。絶縁体（黒）は残っていたものの、その断面形状は円状ではなく変形していた。また、絶縁体（黒）の中に芯線は見られなかった。（写真2）新品について確認したところ、絶縁体（黒）の中に芯線が確認された。（写真3）

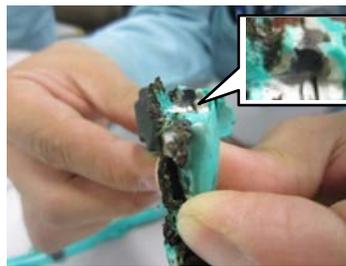
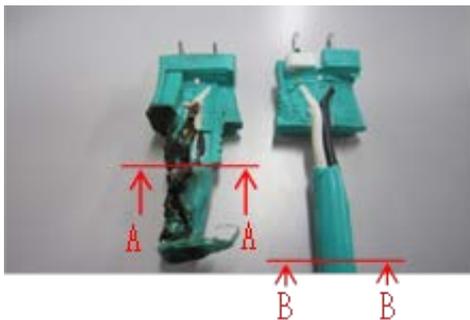


写真1

左：当該の延長コード
右：新品の延長コード

写真2 矢視A

写真3 矢視B

(2) 三叉コンセント

- ・三叉コンセントの外観には有意な変形や破損は確認されなかった。また変色は見られなかったことから熱影響はなかったものと考えられる。表面に光沢のある乾燥した汚れが確認された。（写真4）

- ・絶縁体（黒）および絶縁体（白）の中には芯線があった。
- ・絶縁体（黒）について、芯線が中心を通過していないことを確認した。（写真5）
- ・絶縁体（白）について、新品（写真6）と比べて絶縁体の厚みがないことを確認した。絶縁体（白）はもろくなっていたことから、熱影響により溶けたあるいは崩壊した可能性がある。（写真5）



写真4
当該の延長コード表面

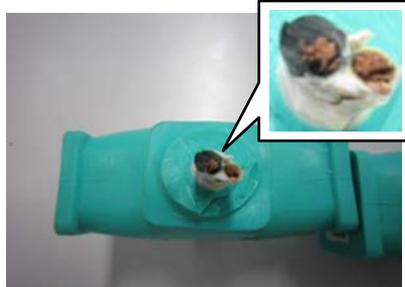


写真5
当該の延長コード



写真6
新品の延長コード

(3) 電線部

- ・電線の全長にわたり表面が溶けたように変形しており、また、床面に接していたと思われる部分が約5cm間隔で焦げて炭化していた。（写真7）
- ・三叉コンセント付近の電線の断面を確認したところ、絶縁体が焦げて炭化していた。また芯線が一つの絶縁体の中に2本入っているように見えた。（写真8）
- ・プラグ側の電線については、約30cmに渡り芯線が露出しており、溶けた被覆や炭化物が付着していた。また、露出した芯線を覆っていた被覆もあり、溶けたように変形しているとともに、所々焦げて炭化していた。（写真9）
- ・プラグ側の芯線の切れた端部が球状になっていた。（写真10）

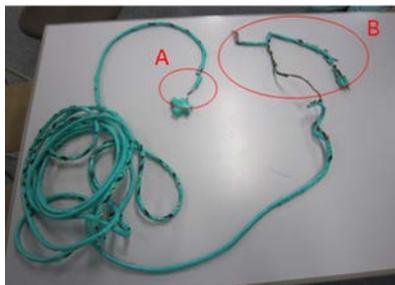


写真7 全景

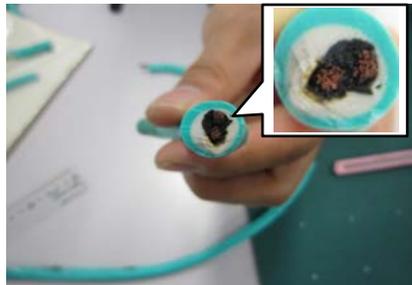


写真8 焼損箇所A



写真9 焼損箇所B



写真10 プラグ側の芯線

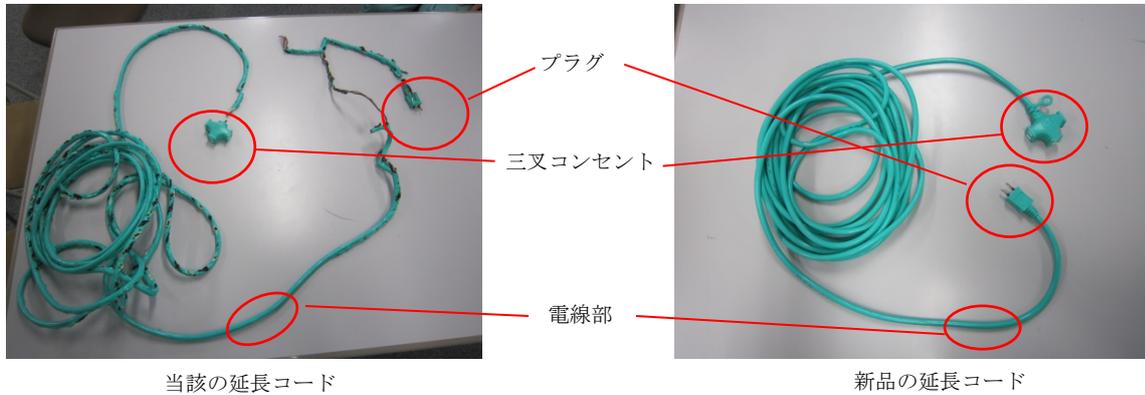
3. まとめ

当該の延長コードはコード全長に損傷が見られ、損傷が激しいことから、各部位(プラグ、三叉コンセント、電線部)の観察では内部損傷による要因の痕跡は確認できなかった。

当該の延長コード X線透視画像での観察結果

1. 観察部位

延長コードのプラグ、三叉コンセント、電線部の露出していない部分について、X線透視画像にて延焼した当該の延長コードと新品とを比較観察した。



2. 調査結果

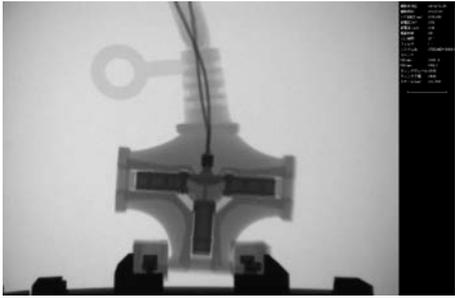
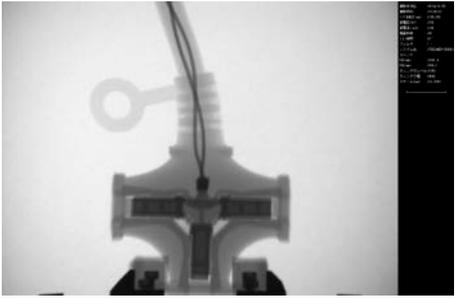
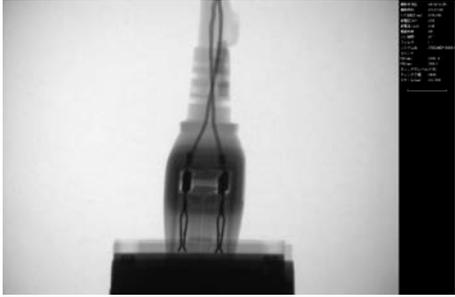
(1) プラグ

プラグ内部で芯線が重なり短絡している箇所は確認されなかった(芯線はらせん状になっていることから、画像の方向によっては重なっているように見えるが実際には重なっていない)。また新品と比較してプラグ端子と芯線の接続状態に違いは見られなかった。

	当該の延長コード	新品の延長コード
正面		
側面		

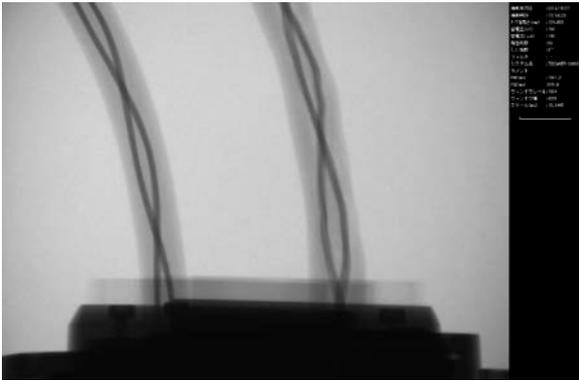
(2) 三叉コンセント

- ・芯線同士の接触はなく短絡している箇所は見られなかった。また新品と比較して内部の芯線の接続状態に違いは見られなかった。
- ・当該の延長コードの芯線は全体的に損傷を受けている。特に根元部は素線の切れが見られた。これらの損傷が電氣的影響(短絡等)によるものか、熱影響によるものかまでは判別できなかった。

	当該の延長コード	新品の延長コード
正面		
側面		
根元部	 <p>素線の切れが見られた</p>	

(3) 電線部

- ・電線内部に芯線の短絡は見られなかった。
- ・当該の延長コードの芯線は、新品に比べて素線に損傷を受けている。特に焼損部は顕著であるが、これらの損傷が電氣的影響(短絡等)によるものか、熱影響によるものかまでは判別できなかった。

芯線の状態	 <p>左：新品 右：当該のコード</p>
-------	---

3. まとめ

各部位のX線透視画像観察では短絡箇所(芯線の接触)は見られなかった。また、内部損傷による要因の痕跡は確認できなかった。

使用資機材の確認結果

1. ポリッシャー

点検項目	判定基準	点検結果	判定
外観	異常ないこと	異常なし	良
導通確認	(参考)	・コード部：0.17Ω/20m ・モータ部：0.41Ω	－
絶縁確認	20MΩ以上 ^{※1}	100MΩ以上 (500V)	良
機械的な作動確認(手動)	引っかかり等なし	異音、引っかかりはなく スムーズに回る	良

2. 延長コードB

点検項目	判定基準	点検結果	判定
外観	異常ないこと	異常なし	良
導通確認	(参考)	2線ともに0.16Ω/10m	－
絶縁確認	0.1MΩ以上 ^{※2}	100MΩ以上 (500V)	良

3. 過電流遮断器

点検項目	判定基準	点検結果	判定
外観	異常ないこと	異常なし	良
導通確認	(参考)	0.0389Ω	－
絶縁確認	－	(内部回路があるため未実施)	－

4. 当該の延長コード(新品)

点検項目	判定基準	点検結果	判定
外観	異常ないこと	異常なし	良
導通確認	(参考)	2線ともに0.18Ω/10m	－
絶縁確認	0.1MΩ以上 ^{※2}	100MΩ以上 (500V)	良

<判定基準>

- ※1： ポリッシャーの健全性を確認する上で必要な項目として製造メーカーに確認
- ※2： 電気設備に関する技術基準を定める省令 第58条(低圧の電路の絶縁性能) 対地電圧が150V以下の場合 より

以上

要因分析から原因を絞り込むための確認試験結果

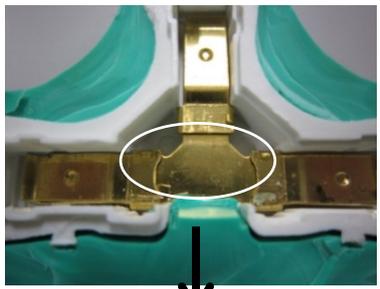
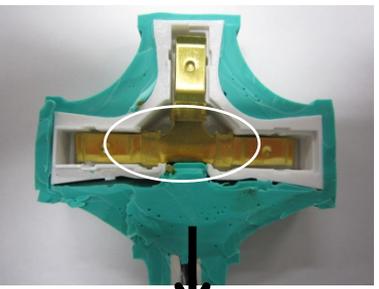
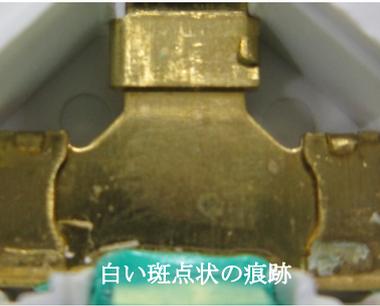
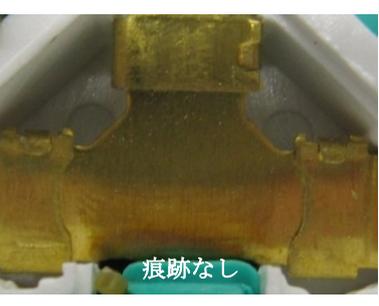
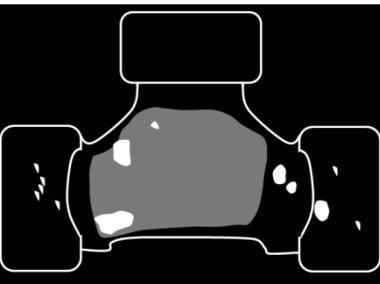
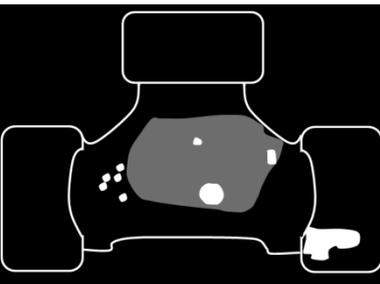
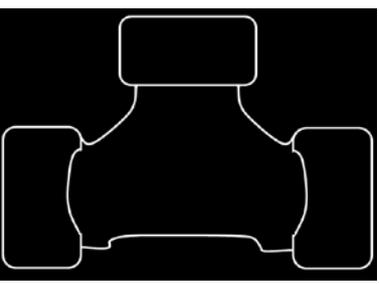
試験	目的・方法	結果
① 接続状態の再現試験	複数本の延長コードと過電流遮断器を組み合わせた接続方法の検証のため、事象発生時の清掃機材のセッティングを再現し、ポリッシャーを起動して、電流、電圧、延長コードの温度変化を確認した。	入力電圧は約101V、ポリッシャー運転時の電流値約6.8A、電圧降下は約5.5Vであり延長コードの温度はほとんど変化しなかった。
② 短絡試験	短絡による影響の検証のため、素線を露出させた試験台を設け、ポリッシャー起動中に試験台にて強制的に短絡させた際のポリッシャー運転状態および延長コードへの影響を確認した。	短絡した際、短絡部のみ発火し、仮設分電盤のブレーカーがトリップして、ポリッシャーが停止した。延長コードに異変はなかった。
③ 素線断線試験	延長コードの素線断線による火災発生の可能性検証のため、プラグ近傍側と三叉コンセント近傍側の芯線を露出させ、それぞれ90%素線断線を模擬(45本切断/50本)し過電流を流し、延長コードの外観を確認した。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 定格電流内では延長コードに変化なかったが、プラグ近傍側で約25A、三叉コンセント近傍側約28Aでそれぞれ熔断した。 ・ 断線部分のみの発熱や発火であり、延長コード全長が熱くなることはなかった。
④ 芯線の太さの違いによる長時間負荷試験	芯線の太さの違いによる発熱の観点で、延長コード接続状態における長時間負荷に対する耐性検証のため、ポリッシャーを過去の作業と同程度の時間起動し、延長コードの温度変化を確認した。	ポリッシャー本体コードの発熱は温度変化として現れないレベルの小さなものであるのに対し、当該の延長コードの発熱は温度変化として現れた(最大で約2℃上昇)が、被覆の熔融に至るような温度上昇ではなかった。
⑤ ダメージコード過電流試験	物理的な経年劣化を想定した延長コードの過電流に対する耐性検証のため、ダメージ(引っ張り、曲げ、踏みつけ)を与えた延長コードに過電流を流し、延長コードの外観を確認した。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 45A(定格の3倍)まで電流を増加させたところ電線部1箇所が発火・発煙したが、延長コード全長の火災事象の再現には至らなかった。 ・ 定格電流以上の耐性を示し、ダメージの影響は確認できなかった。

三叉コンセント部の観察結果

<三叉コンセント部の外観観察>

当該の延長コード	新品の延長コード (ワックスと洗剤を少量流し入れた)	新品の延長コード (何も入れていない)
 <p>乾いたワックスと思われる痕跡</p>	 <p>乾いたワックス痕</p>	
当該の延長コード コンセント差込口	新品の延長コード コンセント差込口 (ワックスと洗剤を少量流し入れた)	新品の延長コード コンセント差込口 (何も入れていない)
 <p>乾いたワックスと思われる痕跡</p>	 <p>乾いたワックス痕</p>	

<三叉コンセント部の断面観察>

当該の延長コード	新品の延長コード (ワックスと洗剤を少量流し入れた)	新品の延長コード (何も入れていない)
		
 <p>白い斑点状の痕跡 (焦げ痕なし)</p>	 <p>白い斑点状の痕跡</p>	 <p>痕跡なし</p>
		

白い部分は斑点状の痕跡、グレー部分は薄く白い膜状の存在が確認される部分を示す