

当社敷地内（港門付近のロードヒータ制御盤内）における
焦げ痕の発見について（原因と対策）

1. 事象概要

2013年2月19日（火）14時50分頃、「専用道路照明設備他電気設備定期点検」における点検作業中に、協力会社作業員が当社敷地内の第2専用道路照明用第2キュービクル*（図-1 参照）脇に設置している「ロードヒータ制御盤」（図-2 参照）内のリレーの側部に焦げ痕を発見したため、14時52分に公設消防へ通報した。

公設消防による現場確認の結果、15時28分に火災と判断され、同時刻に鎮火確認がされた。

※キュービクル：電気を変圧する受電設備を収めた金属製の箱

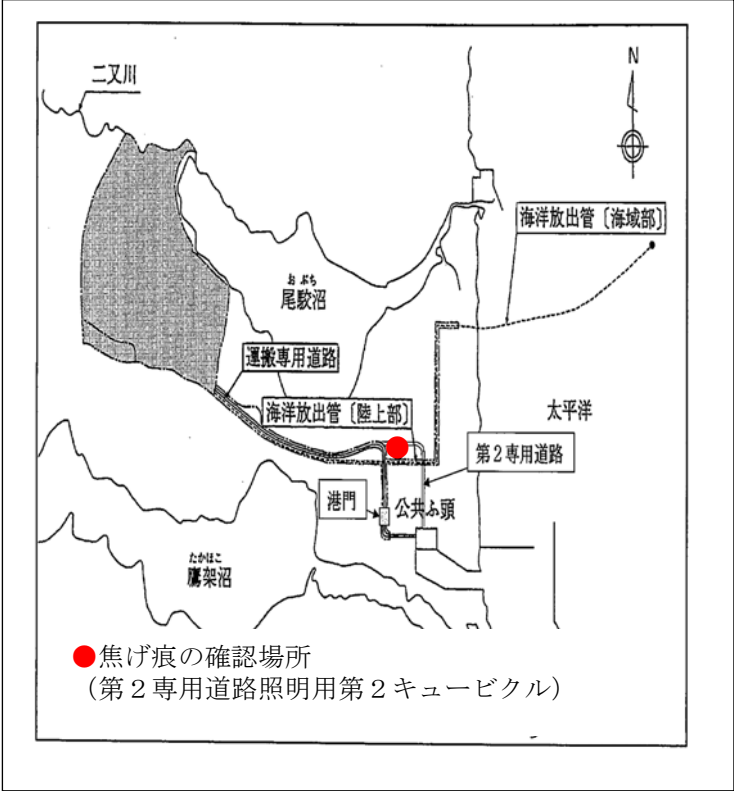


図-1 当社敷地内配置図

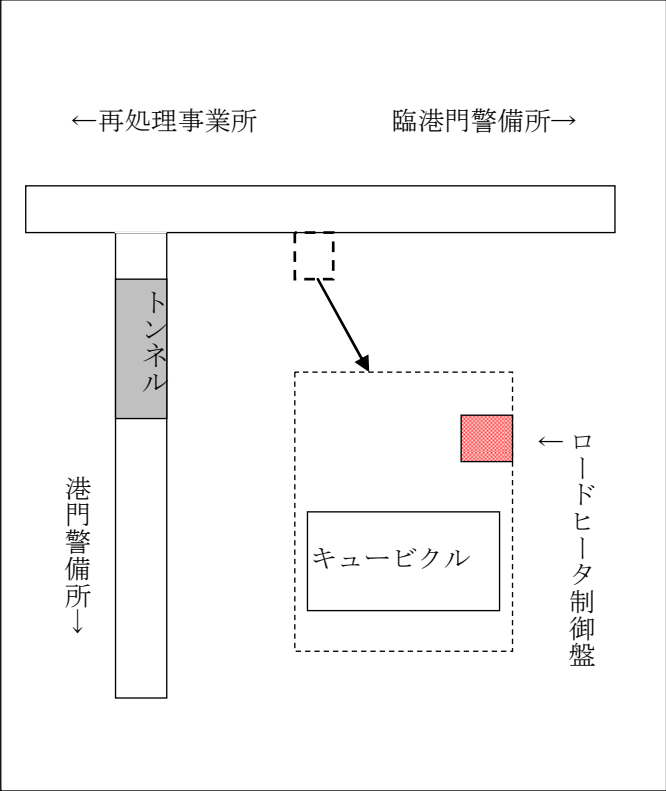


図-2 ロードヒータ制御盤位置図

2. 時系列

本事象に係る通報連絡を含む主な時系列は以下のとおり。

- 2月12日 週例点検実施（第3週目）（点検結果：異常なし）
- 2月19日 14：45 週例点検実施（第4週目）現場作業開始
- 14：50頃 協力会社作業員が第2専用道路照明用第2キュービクル脇のロードヒータ制御盤内のリレーの側部に焦げ痕を発見
- 14：52 社員より公設消防へ通報
- 14：54 社員より所属長（施設建物管理課長）へ連絡

- 15:04 第1報発信（A情報）
- 15:16 社員より統括当直長補佐へ連絡
- 15:21 公設消防 現場到着
- 15:28 公設消防 火災と判断、同時刻に鎮火を確認
- 16:06 第2報発信（A情報：最終報 16:35訂正版発信）

3. 発見時の状況

専用道路照明設備他電気設備定期点検において、キュービクル据付エリア内の融雪のために設置している「ロードヒータ制御盤」の扉を開け、ヒータ制御盤内の目視点検を実施した際に、リレー側部に焦げ痕を発見した。（図-3参照）

このため、通電状態であった「ロードヒータ制御盤」の主電源の“切”操作を行った（16時40分）。



図-3 制御盤内の目視点検時の状況

なお、当該のリレーは週1回の日常点検（目視点検）を行っており、前回点検時（2/12）は、異常はなかった。

ロードヒータは2001年に設置しており、これまで、当該のリレーにおい

て、異常が発生していないことから交換等を行っていない。

また、再処理事業所、濃縮・埋設事業所内に設置されている「ロードヒータ制御盤」(盤面：168面、リレー：246個)に設置されているリレーについて、焦げ痕、端子緩み、異音、異臭の有無について点検を実施し、異常が無いことを確認した。

4. 原因

4.1 原因調査

当該事象の発生原因を調査するため、当該のリレーに対して、以下の確認を行った。

- ①外観目視による状態確認
- ②電気的特性確認(絶縁抵抗測定等)
- ③分解による内部状態確認
- ④当該のリレーの使用環境の確認
- ⑤当該リレーと同じ「ロードヒータ制御盤」に設置されたリレーの調査

以下の各調査の結果を示す。

①外観目視による状態確認

「ロードヒータ制御盤」から当該のリレーを取り外して外観目視確認を行った。

その結果、「ロードヒータ制御盤」に設置されている状況で見られた焦げ痕部分以外に異常は確認されなかった。(図-4 参照)

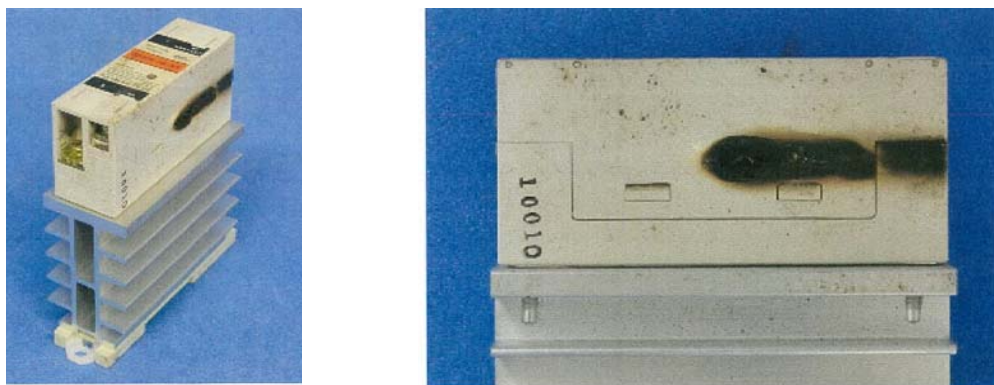


図-4 外観目視による状態確認の結果

②電気的特性確認(絶縁抵抗測定等)

当該のリレーの電気的特性を確認するため、主回路の端子とベース間の絶縁抵抗を測定した。(測定部位は図-5 参照)

その結果、絶縁不良が生じていることが確認された。

また、主回路の端子間の抵抗を測定した結果、短絡※していることが確認された。(測定部位は図-5 参照)

※短絡：絶縁の不良により電気回路からほかの電気回路に異常な電気が流れること。

③分解による内部状態確認

当該のリレーを分解し、内部状態を確認した。その結果、内部基板上面からは部分的にすずがある状態であり、内部基板下面は全体にすずに覆われている状態が確認された。(図-5 参照)

内部基板下面のすずを取り除いて状態を確認したところ、基板の一部が炭化している状態が確認された。(図-5 参照)

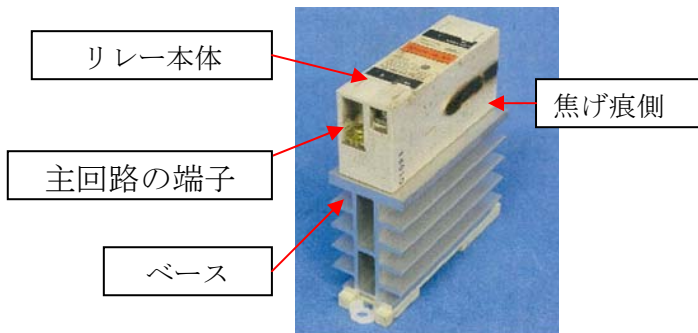


図-5-1 リレー全体図

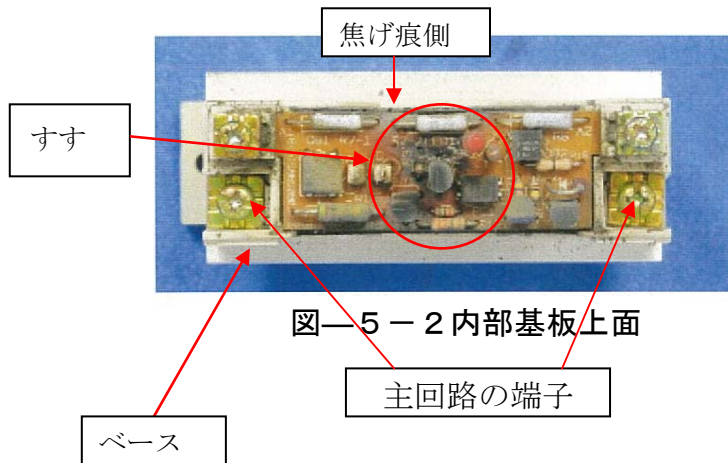


図-5-2 内部基板上面

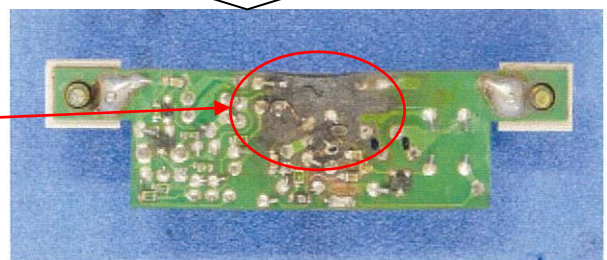


図-5 分解による内部状態確認の結果

さらに、当該のリレー内部の主回路の状態を確認した結果、一部樹脂が溶融し、穴が開いた状態であった。(図-6 参照)

主回路の損傷部分の状態を確認するためX線装置で観察したところ、半導体素子部が損傷している状況が確認された。(図-7 参照)

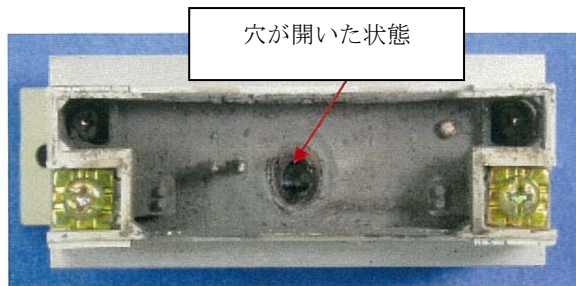


図-6 主回路観察結果

(図-5-2から内部基板を取り外した状態)

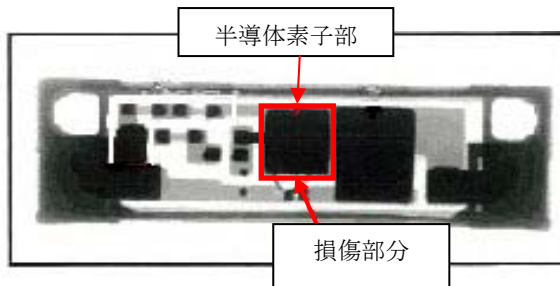


図-7 主回路のX線装置観察結果

(図-6のX線写真)

半導体素子部が損傷する要因について製造メーカーが提示しているものとしては、

- ・稼働時の繰り返し熱負荷によるはんだ接合部の劣化
- ・使用周辺温度の温度上昇
- ・ヒータ側の配線経路内での地絡※、短絡 (図-8 参照)

がある。

当該のリレーは、2001年に設置しており、使用期間がメーカー推奨交換目安10年を超えて長期稼働していること、当該のリレーの型式はリレー本体に放熱用のフィンが付いており、作動することによって発熱する仕組みのものであることから、稼働時の繰り返し熱負荷によるはんだ接合部の劣化が発生した可能性が考えられる。

※ 地絡：電気回路から大地に電気が流れること。

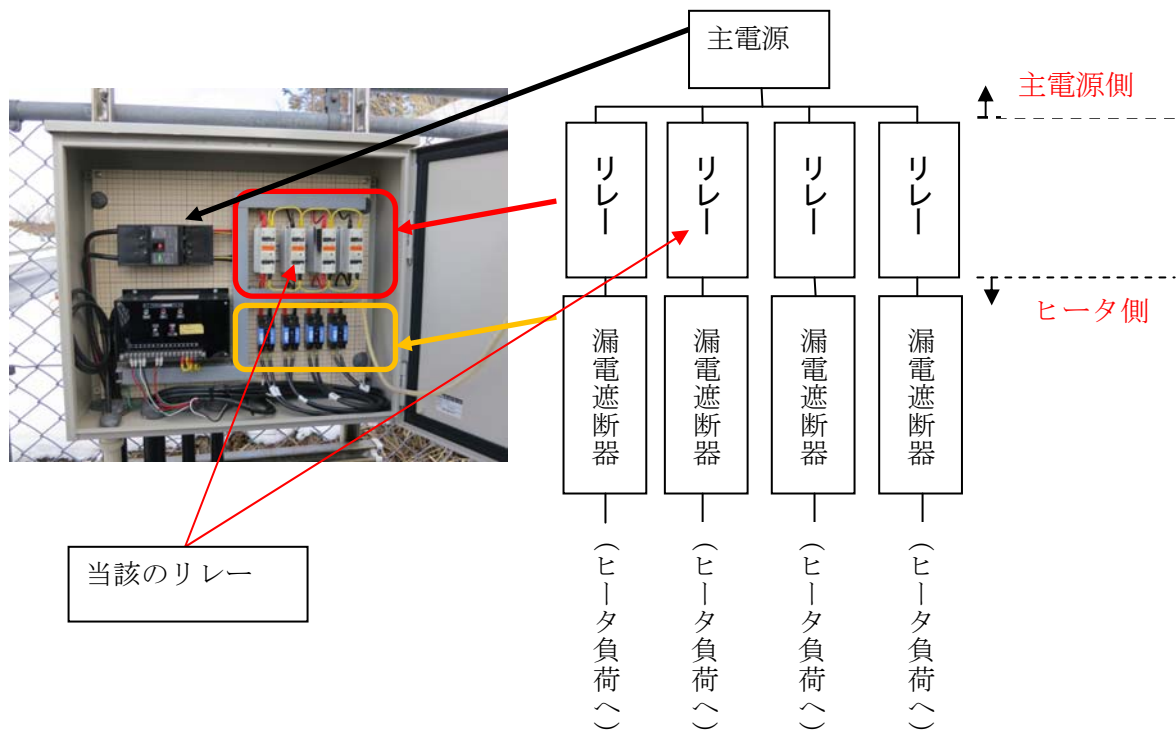


図-8 「ロードヒータ制御盤」概要図

④当該リレーの使用環境の確認

③に示した半導体素子部が損傷する要因のうち、使用環境（設置場所周辺の温度上昇、ヒータ側の配線経路内での地絡、短絡）があるが、当該リレーの使用環境は、以下のとおりであり、半導体素子部損傷の要因となる状況は確認されなかった。

- ・当該のリレーが設置されていた「ロードヒータ制御盤」は、屋外に設置されているため、外気と同程度の温度であり、当該のリレー以外に発熱するものはないことから、設置場所周辺の温度上昇はない。
- ・当該リレーに焦げ痕を確認した際に、「ロードヒータ制御盤」は通電状態であり、盤内に設置してある当該リレーのヒータ側にある漏電遮断器が作動していない状態であった。この漏電遮断器はヒータ側の配線経路内で地絡、短絡を検知するために設置されており、漏電遮断器が作動していないことから、ヒータ側は正常であった。

⑤当該リレーと同じ「ロードヒータ制御盤」に設置されたりレーの調査

「ロードヒータ制御盤」に設置されている当該リレーと同型式の3個のリレーについては、使用環境が同様であるため、同じ環境で使用した場合の稼働時の繰り返し熱負荷によるはんだ接合部の劣化について以下に示す内容の調査を行った。（3個のうち1個は調査の方法の検討のために分解したことから、以下の調査の対象外とした。）

a) リレー機能確認調査

リレーの機能を確認するために以下の項目の調査を実施した。

- ・外観状態確認
- ・電気的特性確認（主回路端子とベース間の絶縁抵抗測定、主回路のON/OFF動作確認）

b) リレー分解調査

リレーの内部の状態を確認するためリレーを分解し絶縁体を除去したのち以下の項目の調査を実施した。

- ・内部状態確認
- ・電気的特性確認（半導体素子の特性測定）

リレー機能確認調査の結果、調査対象の2個のリレーとも以下のことが確認された。

- ・外観状態確認：異常は観察されなかった。
- ・電気的特性確認：異常は認められなかった。

また、リレー分解調査の結果、調査対象の2個のリレーとも以下のことが確認された。

- ・内部状態確認：はんだの一部が外れている状況が観察された。（図－9、図－10 参照）

- ・電気的特性確認：半導体素子へ通電して状態を観察し、半導体素子に通電がなかった。

以上の調査の結果から、同型の2個のリレーについても、当該リレーと同様に稼働時の繰り返し熱負荷によるはんだ接合部の劣化が発生した可能性が考えられる。

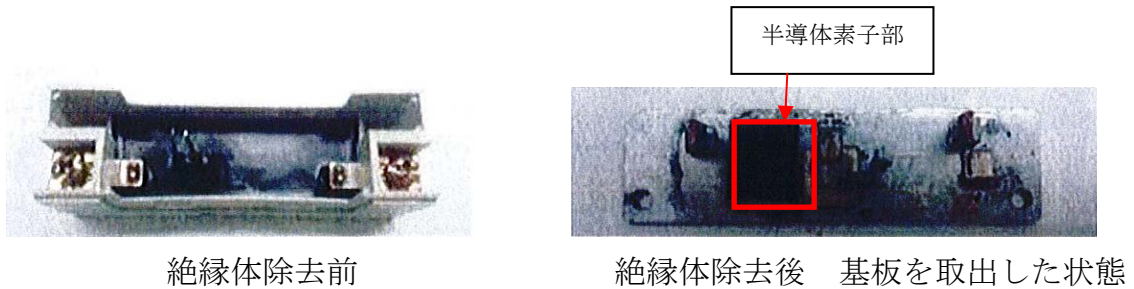


図-9 当該リレー以外のリレー状態図

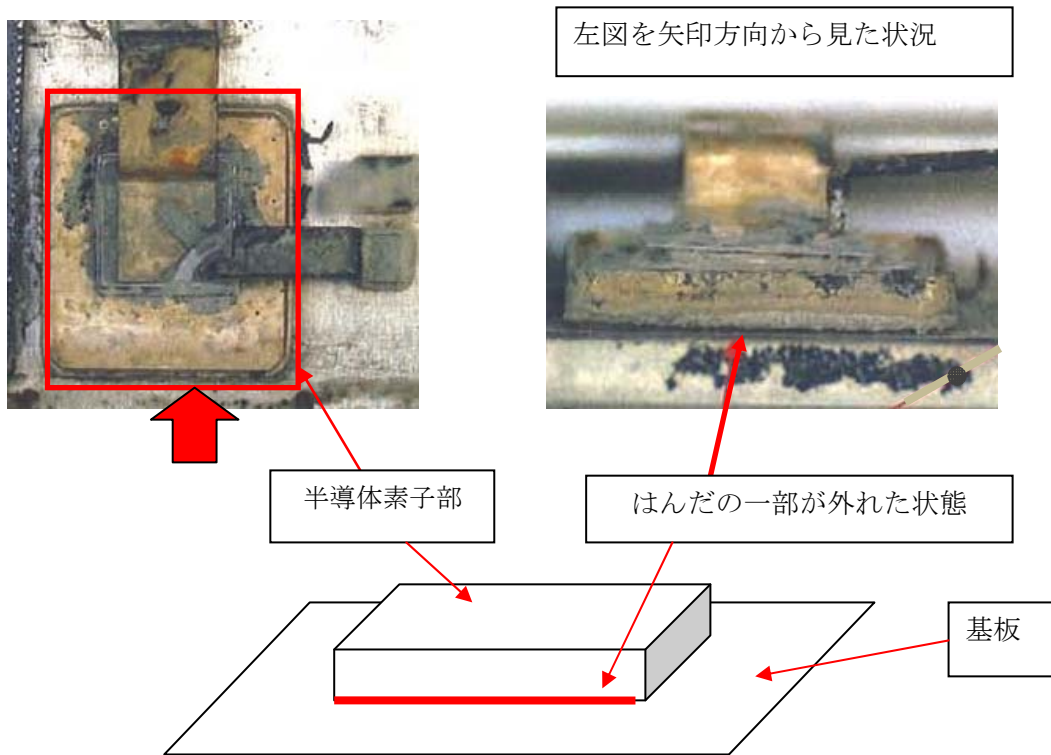


図-10 図-9の絶縁体除去後の半導体素子部の拡大図

4. 2 推定原因

当該リレーおよび「ロードヒータ制御盤」に設置された同型のリレーの調査結果から、今回の事象の原因は、当該のリレーの半導体素子部が、長期稼働における繰り返し熱的負荷によるはんだ接合部の劣化により短絡が発生し半導体素子部が損傷した。

この半導体素子部の損傷により、異常な電気が流れ主回路が発熱し、焦げ痕となる状況に至ったと推定した。

5. 再発防止対策

「ロードヒータ制御盤」内のリレー部に焦げ痕が確認された事象に対する再発防止対策として、発熱を生じる半導体素子を使用する型式から発熱量の少ない電磁式のリレーに交換を行うこととする。(2013年8月末までに実施予定)

6. 水平展開

6. 1 同型のリレーの確認

再処理事業所内に設置されている「ロードヒータ制御盤」のリレーについて調査を行った結果、当該のリレーと同型式のリレーは2箇所の車庫の「ロードヒータ制御盤」に設置されているもののみであった(6個)。

この2箇所の車庫に設置されているリレーを確認した結果、異常は認められなかった。

なお、2箇所の車庫に設置されている同型式のリレーは設置後1～2年程度である。

6. 2 長期稼働しているリレーの確認

再処理事業所、濃縮・埋設事業所内に設置されている「ロードヒータ制御盤」のリレー(240個)についても設置時期を調査したところ、ほとんどのものが設置してから10年以上経過している(213個)ことが確認された。

上記のリレーについては、今回の事象の後に点検を実施し、異常(焦げ痕、端子緩み、異音、異臭)がないことは確認している。

7. 今回の事象を踏まえた今後の対応

「ロードヒータ制御盤」のリレーについては、保安上特に管理を必要とする設備や計量管理上重要な計器などに該当せず、故障した場合でも再処理施設の操業や安全性に影響を与えない機器に位置づけられ、このため事後保全機器(定期的に点検はするものの、交換については故障した場合に行う機器)として管理しているものである。

上記のリレーの位置づけを踏まえたうえで、メーカー推奨交換目安を経過したリレーとして、20年以上使用しているリレー99個(当該のリレーとは型式が異なる)について、リスク低減の観点で順次交換を行うこととする。(2013年8月末までに実施予定)

以上