◇火災原因調査シリーズ（93）・病院火災

# 医療機器（吸入器）から出火した火災事例

広島市消防局　予防部予防課調査係

## １　はじめに

本火災は、吸入器（呼吸器疾患の患者に、酸素吸入や気管支拡張剤を投与する医療機器）から出火したもので、総務省消防庁消防大学校消防研究センター（以下、「消防研究センター」という。）の技術支援を受け、出火原因を究明し、販売業者等と連携して類似火災の予防対策を実施した事例である。

## ２　火災概要

本火災は、総合病院の小児病棟において、吸入器の一部を焼損したものである。

入院患者の付添人が、ベッド横に設置された吸入器から立ち上がる炎を発見し、ナースコールで連絡を受けた看護師が、初期消火を行った。

写真１　出火箇所の状況

吸入器は使用中であったが、発見及び初期消火が早く、幸い死傷者は発生していない。（写真１参照）

## ３　吸入器

### ⑴　概要

吸入器は、種々のものがあるが、大別すると、加温加湿器とネブライザーの２種類に分けることができ、本火災で焼損した吸入器は後者に該当する。

加温加湿器は、吸入ガスの加温と加湿が目的であるが、ネブライザーは、さらに微粒子化したミストを同時に吸入できる。

単に、呼吸器系の湿潤だけではなく、容器内に気管支拡張剤を入れれば、喘息治療にも効果を発揮する。

### ⑵　構造

吸入液を入れる容器、吸入液を加温するヒーター及び酸素フローメーター等で構成されている。

容器内には最大で400ml の吸入液が入り、ヒーター使用時の最低水位は150ml である。最低水位以下で３分間ヒーターを使用した場合、ヒーター内部の熱電対が温度検知し電源の供給を停止する。（図１参照）

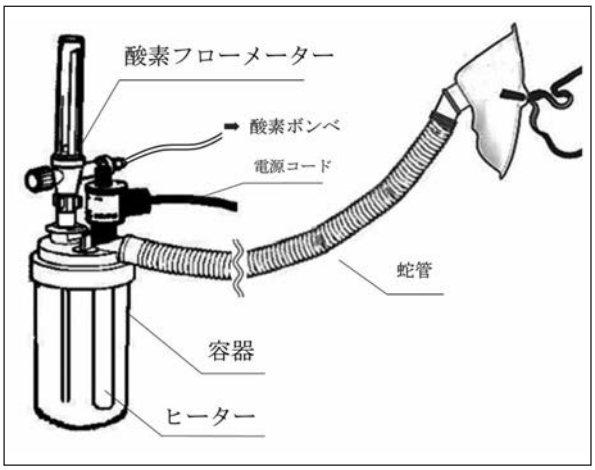


図１　ネブライザーの構造

⑶　ヒーター

ヒーターの全長は216mm で、上部には温度調節ダイヤルを形成する樹脂部（以下、「上部形成樹脂」という。）、下部には円筒形をした金属（ニッケル）製のロッドが設けられている。

ロッド内は２つに大別され、上部に基板、下部に発熱部が設けられている。また、水分の侵入を防ぐため最上部を厚さ10mm のシリコンで封止している。さらに、基板表面には部分的にシリコンを充填しており、その周囲に酸化マグネシウムを注入しロッド内の放熱効果を高めている。（図２参照）

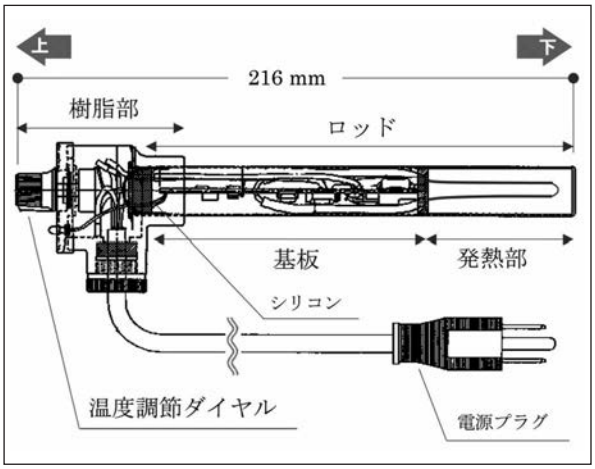


図２　ヒーターの構造

## ４　出火前の使用状況（病院関係者の供述）

⑴　小児喘息患者に、喘息治療の吸入液を吸入させていた。

⑵　吸入液は、気管支拡張剤を生理食塩水に溶解させたものである。

⑶　出火の約１時間前に吸入液を補充しており、空焚きはない。

## ５　Ｘ線透過装置での撮影状況

鑑識を実施するにあたり、消防研究センターに、Ｘ線透過装置による撮影を依頼した。

焼損品及び同型品の画像を見分すると、同型品には存在する構成部品が焼損品の数箇所で認められない。また、焼損品の基板の一部には、顆粒状の影が点在している箇所が認められる。（写真２参照）

写真２　ヒーター内部の状況

## ６　鑑識見分（第１回）

同型品と比較しながら、焼損品について見分する。

容器は、樹脂製の蓋及び容器上部が溶融変形しているのに対し、容器下部は煤の付着にとどまっている。

蛇管は、蓋との接続部側が煤けているが、マスク側へ向かうにしたがい原色をとどめている。

酸素フローメーターは、表面が煤けているが、破損は認められない。（写真３、図１参照）

**写真３　焼損品の状況**

同型品のヒーターの発熱部と基板部の境に矢印を付し、焼損品と比較すると、焼損品の容器は、ヒーターの発熱部より下部に焼損は認められないが、発熱部より上部は溶融している。（写真４、図１・２参照）

**写真４　容器の状況**

容器内の配管は、容器と同様に上部が焼損しているが、下部に焼損は認められない。（写真５、図１参照）

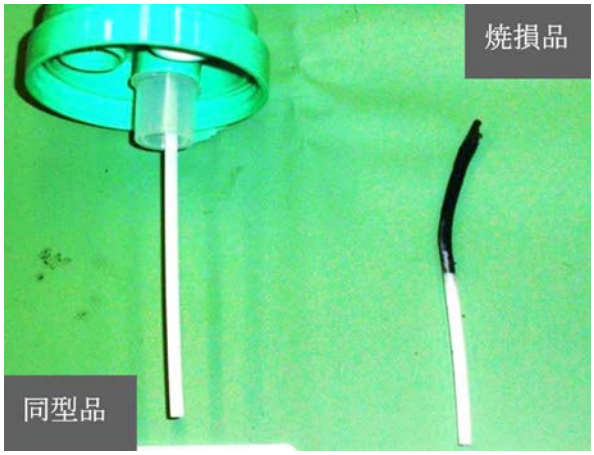


**写真５　配管の状況**

ヒーターを見分すると、電源コード及び電源プラグに焼損は認められず、焼損箇所は上部形成樹脂付近のみである。

上部形成樹脂は、周囲表面が煤け、ロッドとの境界付近には、別の炭化した樹脂が固着している。また、ロッド表面も、上部に炭化した樹脂が部分的に固着しているが、焼損はなく、変形、破損及びクラック箇所も認められない。（写真６、図２参照）

**写真６　ヒーターの状況**

上部形成樹脂の上面を見分すると、１から７までの温度設定が記載されたシール表面が煤により汚損しているのみで、焼損は認められず、温度調節ダイヤルは「１」に設定されている。

なお、温度調節ダイヤルの設定は収去時のまま

である。（写真７、図２参照）

写真７　温度調節ダイヤルの状況

ロッド上部に固着した樹脂を除去し見分すると、上部形成樹脂表面は黒く変色しており、ロッド上部には円筒状の白色の樹脂が認められる。白色の樹脂について、販売業者社員（以下、「立会人」という。）に説明を求めると、「ヒーターを装着する際に用いるヒーターアダプターです。ヒーターアダプターを装着しないと、ヒーターが不安定な状態になります。」とのことである。（写真８、図２参照）

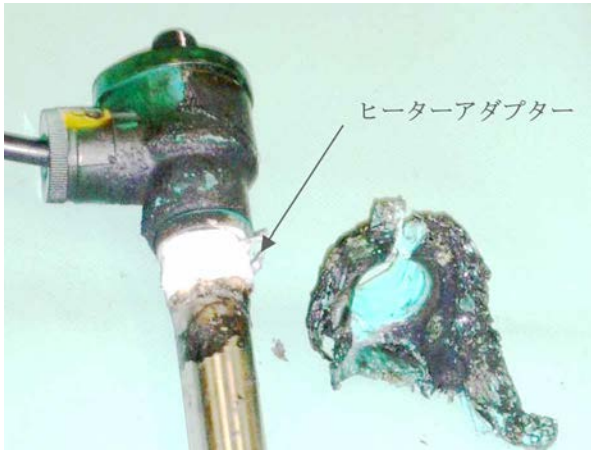


写真８　ヒーター上部の状況

ヒーターアダプターは全体的に表面が溶融しているが原形をとどめており、取り外した後のロッド表面にも焼損は認められない。

（写真９、図２参照）

写真９　ヒーターアダプターの状況

温度調節ダイヤル及び温度設定が記載されたシールを取り外し、上部形成樹脂の上面を見分すると、焼損は認められない。また、外周部に設けられた７本のネジに緩みは認められない。（写真10、図２参照）

写真10　上部形成樹脂の状況

上部形成樹脂の上面のネジを取り外して、上部形成樹脂内部を見分すると、煤の付着が認められ、一部の配線被覆が炭化している。

（写真11、図２参照）

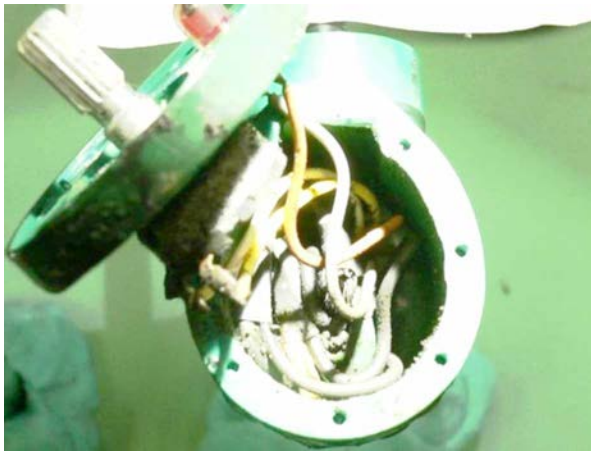

写真11　上部形成樹脂内の配線の状況

上部形成樹脂を取り外し、ロッド最頂部を見分すると、黒色の被覆の配線のみ、一部被覆が焼失し素線が露出しているが、電気痕は認められない。

封止用のシリコンは、表面が煤けているのが認められる。（写真12、図２参照）

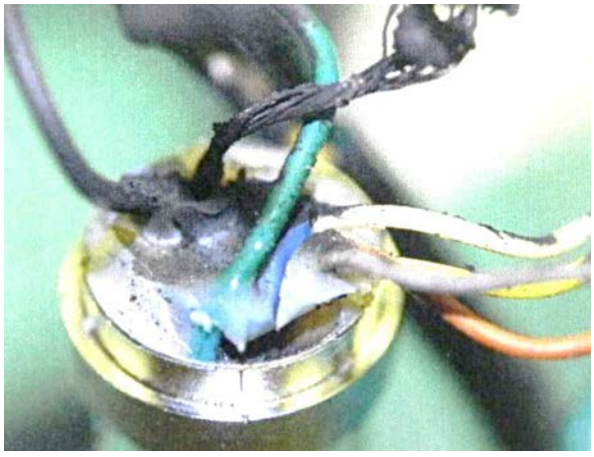

写真12　ロッド最頂部の状況

黒色の被覆の配線は、透明チューブ内を通過していることから、立会人に説明を求めると、「この配線はヒーター発熱部に接続される配線で、周囲への熱伝導を防止するため、耐熱チューブ内を通過させています。」とのことである。（写真13、図２参照）

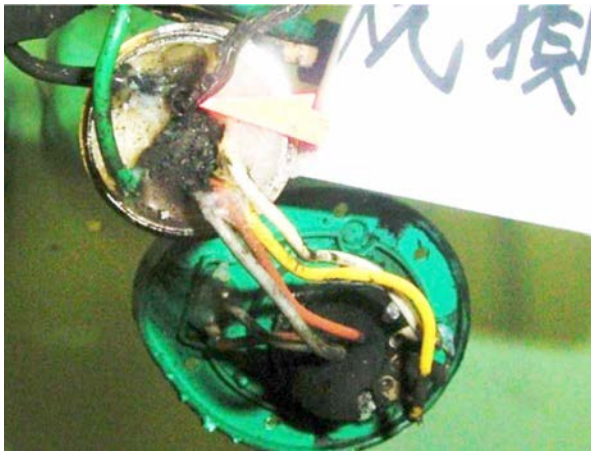

写真13　ロッド最頂部の状況

充填されたシリコンを除去し、ロッド内部の酸化マグネシウムを取り出したところ、同型品は乾燥しているのに対し、焼損品は水分を含み濡れている。（写真14参照）

写真14　酸化マグネシウムの状況

ロッド内の基板を見分すると、表面及び裏面とも部分的に炭化箇所が認められる。

また、シリコン及び酸化マグネシウムの除去を行うが、基板に対して強固に固着している酸化マグネシウムが点在しており、容易に除去できない。（写真15、図２参照）

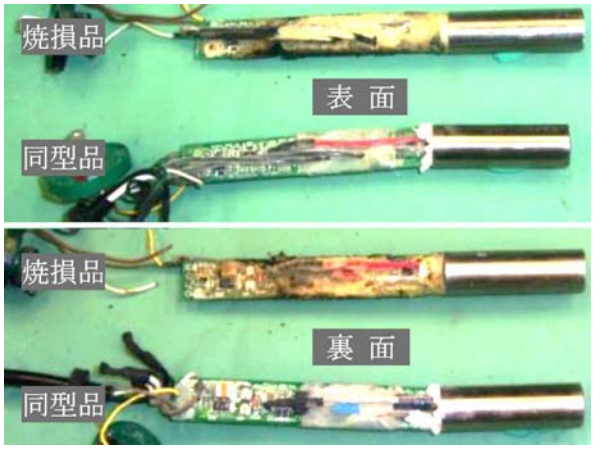


写真15　ロッド内の状況

固着した酸化マグネシウムを取り除き見分すると、基板に面して、表面が炭化した酸化マグネシウムが複数個所で認められる。

また、酸化マグネシウム表面の炭化と同様に、基板表面にも炭化が認められる。

（写真16、図２参照）

写真16　基板の状況

基板回路の安全装置である温度ヒューズ及び過電流保護ヒューズを取り外し、テスターで導通状況を確認すると、温度ヒューズはＯＬを示し、過電流保護ヒューズは102.6k Ωを計測する。（写真17参照）

写真17　ヒューズの導通測定の状況

シリコン及び酸化マグネシウムを全て除去し、基板表面を見分すると、発熱部寄りの中央付近に欠損箇所が認められる。また、当該箇所と同位置にある実装品の端子に溶断が認められる。この実装品について、立会人に説明を求めると、「トライアックです。」とのことである。（写真18・19、図２参照）

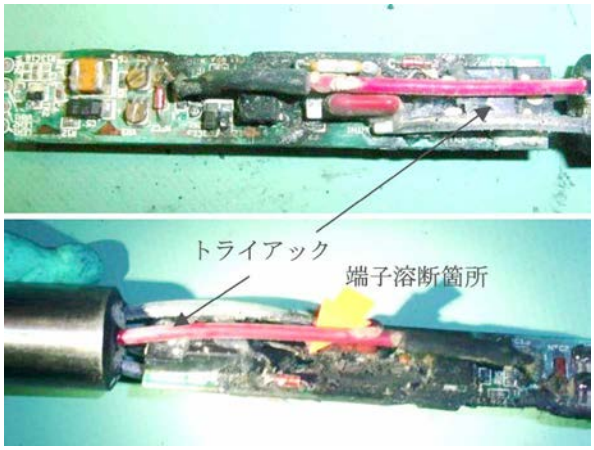


写真18　基板の状況

写真19　欠損箇所の状況

トライアック（双方向に電流を流せる３端子の半導体素子）各端子の基板裏面接続部を見分すると、Ｔ１端子及びG（ゲート）端子は基板に接続されているが、Ｔ２端子は認められず、当該端子の接続部を中心として周囲の基板が欠損している。

なお、当該トライアックは、ヒーター線に直結され、温度過昇時にヒーター内の熱電対が220℃を超えると、数箇所の回路を経由後、最終的にトライアックへのゲート波形を遮断してヒーターの温度制御を行うものである。（写真20参照）

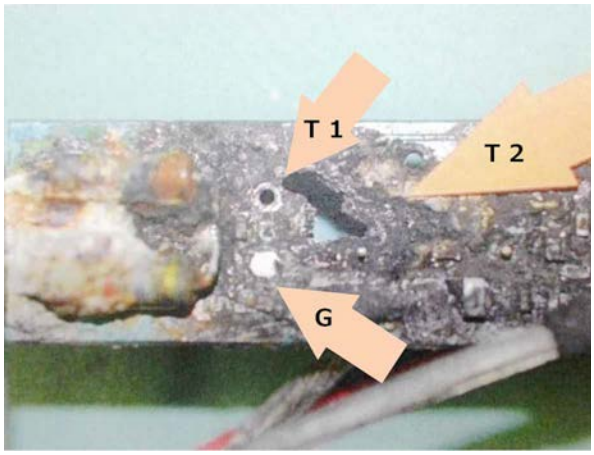


写真20　基板裏面の状況

基板からトライアックを取り外し見分すると、本体は原形をとどめている。

デジタルマイクロスコープで各端子を見分すると、Ｔ１端子及びG（ゲート）端子に特異な焼損は認められないが、Ｔ２端子の先端は、丸みを帯びて溶断しているのが認められる。（写真21・22参照）

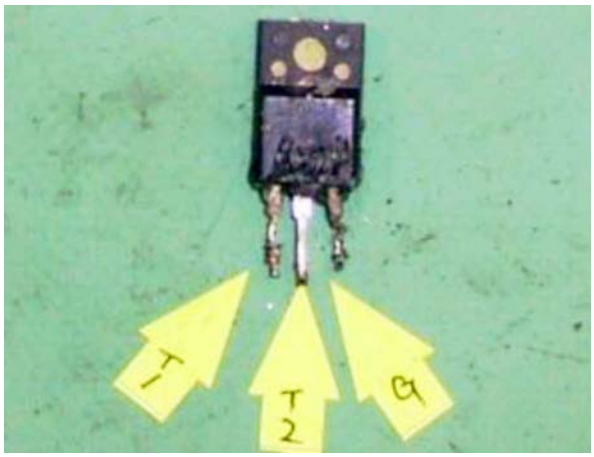


写真21　トライアックの状況

写真22　Ｔ２端子の先端の状況

## ７　鑑識見分（第２回）

ロッド表面を詳細に見分するため、実体顕微鏡を用いて見分する。

倍率20倍でロッド表面を詳細に見分すると、ロッド底部から約30mm 上方の位置に孔食が認められ、その中に貫通孔が２箇所認められる。（写真23、図２参照）

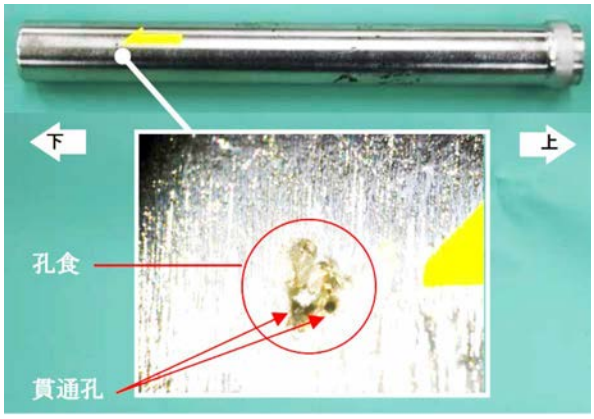


写真23　ロッド表面の状況

## 8　出火原因の判定

### ⑴　結論

吸入器のヒーター内部の基板に実装されたトライアックのＴ２端子接続部において、何らかの電気的な異常が発生し、ヒーターが過熱し続けたため、付近の樹脂部に着火、出火したものと推定した。

### ⑵　理由

ア　吸入器の焼損状況及び関係者の供述等から、吸入器以外からの出火は否定できる。

イ　吸入器は、鑑識見分の結果から、ヒーターからの出火と考えられる。

ウ　ロッド表面に孔食による貫通孔が認められ、ヒーター内部に注入された酸化マグネシウムが水分を含んでいることから、吸入液がヒーター内部に侵入したと考えられる。

エ　ヒーターの内部基板は、トライアックＴ２端子に溶痕が認められ、付近の基板に欠損が認められることから、Ｔ２端子付近においてトラッキングが発生又はＴ２端子と基板の接続部において接触不良が発生した可能性が考えられる。

オ　ロッド表面に、内部から炎が噴出した痕跡が認められないことから、ヒーターが過熱し続けたことで、付近の樹脂部から出火したと考えるのが妥当である。

## 9　問題点

吸入器に使用されていた吸入液は、気管支拡張剤を生理食塩水に溶解させたものであった。

しかし、販売業者によると、ヒーターは、蒸留水を加温するためのもので、生理食塩水を使用する場合は、腐食防止のためヒーターの使用を禁止していた。

このため、ヒーター内部の電気的な異常は、販売業者が禁止する「生理食塩水とヒーターの併用」を行っていたことが原因の１つと考えられた。

また、担当医師によると、「患者の負担軽減等の目的（体温に近い温度にすることで、吸入液を霧状にしやすくし、治療効果を上げる。）で、生理食塩水とヒーターの併用を行っていた。同様の治療を他の医療機関でも行っている可能性がある。」との説明があり、類似火災の発生が懸念された。

## 10　火災予防対策の実施

「生理食塩水とヒーターの併用」について、本市関係部局と連携し、他の医療機関の実態調査を行い、市立病院については、同様の使用実態はないことを確認した。

このことから、「生理食塩水とヒーターの併用」は、稀なケースであると考えられたが、類似火災予防のため、販売業者に再発防止策を要望した。その結果、取扱説明書の改訂及び販売先に対する注意喚起文書の配付が行われ、安全対策が施された。

## 11　おわりに

吸入器は主に医療機関で使用され、支燃性のある酸素を使用するため、火災発生時の延焼拡大及

び人命危険が大きい。

このことから、本件は類似火災の予防が急務であったが、消防研究センターの技術支援を受け、丁寧な鑑識を行ったことで、出火原因を究明でき、さらに、販売業者等と連携して類似火災の予防対策を実施することができた。

類似火災の予防について、関係機関との連携の重要性を再認識した事例であった。