

## [セッション3]

### 一般発表

# 充電中の携帯電話からの出火が疑われた火災調査事例について

東京消防庁狛江消防署

石田晴義

## 1. はじめに

総務省消防庁の発表によると、平成23年中に発生した製品火災は自動車、電気用品、燃烧機器等に係る火災のうち「製品の不具合により発生したと判断される火災」が176件、「原因を特定できない火災」が766件、全体で942件発生している。

今回は製品（携帯電話）からの出火が疑われる火災において、充電中のリチウムイオン電池の内部短絡と外部要因による出火について、実験により客観的かつ科学的に分析し、製品火災ではないことを立証した事例を紹介する。

## 2. 火災の概要

出火日時 2011年6月5時頃  
出火場所 東京都狛江市  
出火建物 防火造3階建て住宅2階居室  
焼損程度 敷布団2、携帯電話1、充電器1、床板若干（建物ぼや火災）

## 3. 出火時の状況

関係者は、息苦しさで住宅用火災警報器の音で目が覚め、枕元で充電していた携帯電話が燃えているのを発見した。

自分で消火した後には布団を屋外へ搬出し、同日、携帯電話会社に携帯電話が燃えたことを伝えたため、A携帯電話会社より消防機関に火災通報がされたものである。

## 4. 現場見分状況

### 4.1 建物状況

出火した建物は、防火造3階建ての住宅で、出火室は2階玄関脇の建物西南に位置する6畳

の居室である。

### 4.2 見分状況

消防隊到着時、2階玄関前の土間には、焼損した布団が丸められ隅に置かれているのが見分される。

玄関より室内を見分するも焼損は見分されない。南西側居室は南壁面東南角から1間の引き違い窓と南西角部にフィックス窓とカーテンが見分されるが焼損は見分されない。

南西角部のフィックス窓下部にはテレビ台及びテレビ、テーブル上に飲料水の空きペットボトル、吸い殻の入った一辺が10cmの正三角形のクリスタル製灰皿が置かれているのが見分されるが焼損は見分されない。（写真1、2参照）



写真1 出火室の状況



写真2 テーブル上の灰皿の状況

居室内の床面には、中央から東側に南北に掛布団が敷かれ南側に枕が置かれており、掛布団の南西側の一部が東側に寄せられ、フローリングの床面に南北に幅 10 cm×長さ 30 cmの焦げが見分される。(写真3 参照)

フローリング床部に携帯電話の充電器と焼損し溶融した携帯電話機本体及びゲーム機用コントローラーが見分される。立会者の説明によると、朝方携帯電話と布団が燃えたので水道水で消火し、敷布団を玄関先に出したとのことで現場を復元する。

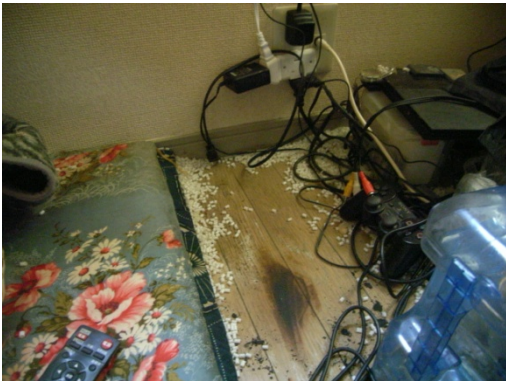


写真3 出火室床面の状況

#### 4.3 現場等の復元

玄関先にある焼損した布団2枚を屋外で復元し見分すると、敷布団は上から綿（包布あり）、羊毛と化繊の混毛の2枚であり、上の敷布団（綿）は焼け抜け、下の敷布団にまで焼損が達し微小火源による焼損と思われる焼損状況が見分される。

出火室内において復元するとフローリング

床面の焼損箇所と敷布団の焼損箇所が一致する。  
(写真4、5 参照)



写真4 復元した布団の状況

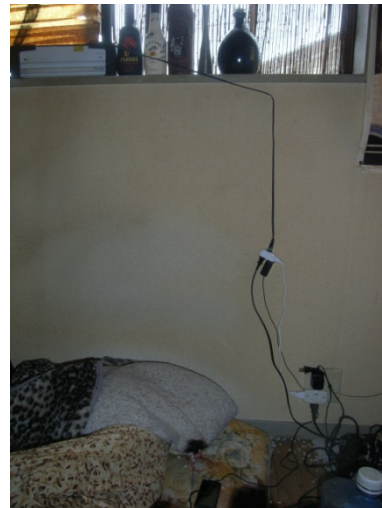


写真5 室内で布団を復元

#### 4.4 焼損した携帯電話機の見分状況

携帯電話はA社B製のスライドタイプの携帯電話で、携帯電話正面、左右側面に焼損、破損、溶融等が見られないのに対し、背面下部電池パック収納箇所に溶融した樹脂の付着及び変形が見分される。

電池パックはアルミ製の外装缶部分が膨らんだ状態にあり、外装に樹脂の溶融物や炭化物の付着が見分される。(写真6 参照)

携帯電話充電器はC社製の純正充電器で、電気コードにコネクタ側より5cmから14cm部分のコード被覆に溶融が認められる。(写真7 参照)  
細部にあつては、鑑識見分を行う。



写真6 携帯電話背面の状況



写真7 充電器コード被覆の熔融状況

## 5. 鑑識見分

### 5.1 鑑識見分状況

メーカー、関係者立会いのもと鑑識を実施する。

A社B製のスライドタイプの携帯電話はメーカー担当者に説明によると、バッテリーはリチウムイオン電池（以下「充電電池」という。）で、定格電圧3.7V、充電器を介してAC100Vから充電される。充電電池は国内製（D社製）で、メーカーの資料によると2008年10月～2009年7月に製造されたスライドタイプの携帯電話に搭載され、これまでに発火事故などはないとのことである。

充電電池は、メーカー担当者によると、累計約1,070万個を製造し、これまでに発火事故などはないとのことである。構造は、電圧等を制御する制御基板（IC及びFETなどで構成）、アルミ製の密閉式外装缶、安全弁付き封口板となっており、正極タブ（アルミ製）を+極、負極タブ（ニッケル製）を-極として、外装缶内部に正極、負極、それらを隔てるセパレータ、有機溶剤の電解液等で構成される。

焼損した充電電池を見分すると、安全弁付きの封口板及び外装缶に膨らみとロット印字面のへ

こみ、樹脂の溶融物や炭化物の付着が見分される。X線透過装置を使用し、CT映像により確認すると、内部電極体や負極タブにゆがみが認められ、ゆがみの近傍は黒色が濃い状態であるのが見分される。（写真8、9参照）

焼損品（本体及び充電器）と同型品の充電電池を用いて通電試験を行うと、携帯電話本体は正常に動作し、充電器も正常な充電電圧で充電できる状態にあり、また本体に著しい外力による変形はない。

このことから、充電電池内部のセパレータや電極の状況分析、異種金属、異物の混入の有無等について、D社製造工場において走査型電子顕微鏡にエネルギー分散型X線分析装置を用い、更に仔細に鑑識見分を実施する。



写真8 充電電池外観の状況

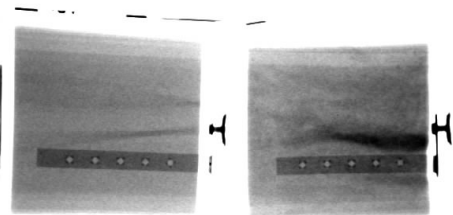


写真9 充電電池前面のX線撮影

### 5.2 充電電池 D社製造工場鑑識状況

密閉式の外装缶の形状が保たれており、破損や破れは見分されない。（写真10、11参照）



写真10 充電電池外観同型新品と比較



写真 11 充電電池封口板の状況

封口板及び外装缶を外し、内部を見分すると、正極タブ側のアルミ箔、負極タブ側の銅箔、セパレータによるロール状の電極構造となっている。

正極タブ側のアルミ箔、負極タブ側の銅箔を展開し見分すると、正極負極の双方に短絡箇所は見分されない（写真 12～15 参照）。正極タブ側アルミ箔の一部断裂した箇所を走査型電子顕微鏡にエネルギー分散型X線分析装置を用いて、異種金属、異物等を確認するも、充電電池内部への異種金属、異物の混入は見分されない。

充電電池の制御基板には保護回路が組み込まれ、過充電、過放電及び過電流を防止している。焼損した充電電池は保護回路が働く状態で残っており、その作動を確認すると、過充電及び過放電保護作動電圧[V]、過電流保護作動及び消費電流[ $\mu$ A]のいずれも規格値の範囲内であることが確認される。（数値にあつては表 1 参照）



写真 12 外装缶を取り外した状況



写真 13 充電電池内部の状況



写真 14 充電電池展開状況

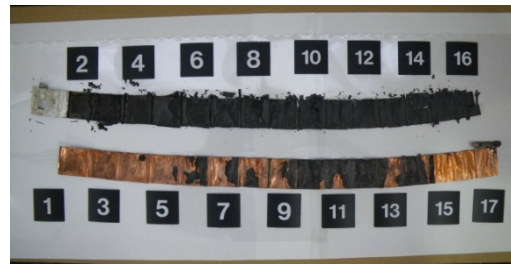


写真 15 充電電池内正極負極の状況

表 1 電池の保護回路の作動状況

	規格値	焼損した充電電池
過充電保護作動 [V]	4. 2 5 ~ 4. 3 0	4. 2 8
過放電保護作動 [V]	2. 2 4 ~ 2. 3 6	2. 2 9
過電流保護作動	作動する	作動確認
消費電流[ $\mu$ A]	6 以下	2. 4 6

## 6. 燃焼実験

東京消防庁消防技術安全所燃焼実験室において、無風状態で再現実験、検証実験を行う。

布団の燃焼状況を見分するため、羊毛と化繊の混紡製敷布団の上に、綿 100%の敷布団カバーを掛けた綿製敷布団を重ね 2 枚を合板上に静

置し、充電電池を過充電した場合と火の着いたたばこを静置した場合の2種類の燃焼の継続性を検証する。

### 6.1 充電器の不具合を想定した場合の充電電池による布団の焼損状況

敷布団上に制御基板を取り外した充電電池から直接正極タブ負極タブを露出させ、各々にワニクリップで電源装置を直結し、800mAの電流を継続的に通電して観察を実施する。（写真16参照）



写真16 過電流による充電電池の実験設定状況

約40%の充電状態から開始した実験により、充電電池は約1時間50分後に温度上昇により安全弁が開き、電解液が漏液、炎と白煙を噴出した。敷布団は、携帯電話リアカバー、充電電池に接した部分が焼損したのみで、携帯電話、敷布団ともに燃焼は継続せず、敷布団に焼け込み等は見分されない。（写真17～19参照）



写真17 過充電による充電電池の焼損状況



写真18 敷布団の焼損状況



写真19 布団の焼損状況

### 6.2 たばこによる布団の焼損状況

充電電池を取り付けた携帯電話を敷布団上に静置し、その脇に火の着いたたばこを置いてその後の燃焼の継続性及び外熱による携帯電話の燃焼状況を観察する。火の着いたたばこを置いたときの敷布団の燃焼状況は、無炎燃焼が継続して約65分後には充電電池から白煙が噴出し、混紡製の下の敷布団まで深い焼け込みができるのが見分される。（写真20～23参照）



写真20 火の着いたたばこの静置による燃焼実験



写真 21 外熱により受熱し白煙を噴出



写真 22 敷布団の焼損状況



写真 23 敷布団の焼き抜けの状況

### 6.3 出火原因別の焼損状況の比較

充電電池の過充電による焼損の場合、携帯電話背面下部充電電池収納箇所に見られ、充電電池は膨張し、溶融物と炭化物の付着が見分される。外装缶を展開し、各電極の焼損状況を確認すると、正極側のアルミ箔は焼失しており、負極側の銅箔は溶融、断裂部分が多く、原形を留めていないのが見分される。(写真 24、25 参照)



写真 24 過充電実験の携帯背面焼損状況



写真 25 充電電池内負極側銅箔の焼損状況

たばこによる焼損の場合、携帯電話背面全体に溶融が見られ、充電電池は膨張し、溶融物と炭化物の付着が見分される。外装缶を展開し、各電極の焼損状況を確認すると、正極側のアルミ箔に一部断裂箇所が見られるが、負極側の銅箔に溶融、断裂はなく、原形を留めているのが見分される。(写真 26、27 参照)



写真 26 たばこ静置実験の携帯背面焼損状況

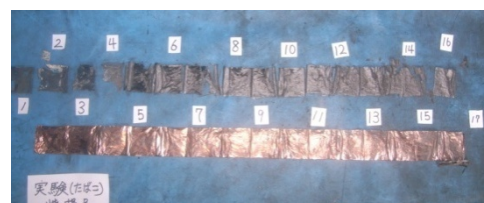


写真 27 充電電池内負極側銅箔の焼損状況

## 7. 結論

焼損品（本体及び充電器）と同型品（充電池）を用いて通電試験を行った結果、本体は正常に動作したこと。

展開した充電池の正極・負極の双方に短絡箇所は見分されず、正極の一部断裂箇所を走査型電子顕微鏡にエネルギー分散型X線分析装置を用い異種金属、異物等の痕跡を調査するも、異種金属、異物等の混入は認められないこと。

制御基板は特性試験を実施した結果、過充電、過放電、過電流のいずれも保護機能が正常範囲で作動したことから、充電池内部からの出火の可能性は低いこと。

敷布団は2枚重ねられ、上に綿製（包布あり）、下に羊毛と化繊の混紡製と敷かれた布団は、上の敷布団は焼け抜け、下の敷布団にまで焼損が達していること。

燃焼実験（携帯電話の過充電、たばこの静置）から、いずれも充電池は膨張するが内部の状況は異なり、過充電は正極・負極で短絡して溶融したのに対し、火の着いたたばこの静置による実験における焼損状況は、本火災の焼損品と似た焼損を呈したこと。布団の焼け込みは、たばこでなければ下の敷布団にまで到達しないこと。

以上のとおり、携帯電話、充電器及び充電池の通電状態、制御基板の状況から過充電による出火の可能性は否定され、充電池内部の正極・負極の状態から内部での短絡、異種金属、異物の混入も否定できる。

よって本火災は、敷布団上で充電中の携帯電話近くにたばこの火種が落下し、無炎燃焼を継続した後に出火して携帯電話、充電器及び充電池等が焼損したものと判定した。

## 8. おわりに

本火災は当初、布団の焼損状況が微小火源によるものと考えられた。所有者が携帯電話からの発煙を訴えたため、所有者及びメーカー同席による鑑識を実施したもので、充電器等他の周辺機器に異常がないこと及び内部の短絡等により出火した場合と外部からの燃焼により出火した場合とでは焼損状況が異なることを実験により客観的かつ科学的に比較立証し、製品に起因する火災でないことを判定した事例である。

今回の火災原因調査にあたっては、東京消防庁調査課の支援を受けるとともに、関係メーカーの協力を受けることができ鑑識見分は支障なく実施できた。

火災原因調査のため消防機関に付与されている権限のうち、質問権は「関係のある者」（関係を有する者一切）に対して付与されているのに対して、資料提出命令権、報告徴収権は「関係者」（所有者、管理者、占有者）に限られている。今般、消防法の一部を改正する法律（平成24年6月27日法律第38号）が公布され、火災の調査に関する制度が整備（平成25年4月1日施行）された。本改正により製品の製造業者又は輸入業者に対して、資料提出等を命ずることができることとされ、今後は拡大された火災の調査権限により、消防機関に対する製造物火災に関わる原因究明に一層の期待がかかってくる。

本事例が全国の火災原因調査に携わる消防職員の参考になることを願うものである。

（石田晴義 〒100-8119 東京都千代田区大手町 1-3-5  
東京消防庁予防部調査課 TEL: 03-3212-2111）