

# 大規模遊技場のバランススクーターからの出火事案について

京都市消防局予防部予防課

## 1 はじめに

本事案は、大規模遊技場で使用されているバランススクーターの一部が焼損したもので、同種遊具に内蔵されているリチウムイオン電池の不具合によるものと推定されたが、鑑識調査を行った結果、制御盤基板から発火したものであることが判明した。

また、近年は電動キックボードを始めとする同種遊具の普及が進んでおり、製造業者から遊技場へ届くまで複雑な流通経路であることもあり、本事案を紹介する。

## 2 火災の概要

### (1) 発生日時

令和元年12月 午前6時台（営業時間外）

### (2) 発生場所

京都市内 大規模遊技場

### (3) 被害状況

耐火構造6階建て延べ12,776㎡の6階廊下に置かれていたバランススクーターの一部焼損。

人的被害はなし。

## 3 現場状況と調査結果

- (1) 火災当日状況：出火時は営業時間外（午前6時～午前10時）で、建物内は施錠のため、関係者以外出入りできない。
- (2) 初発見状況：初発見者は開店準備中の従業員（清掃員）で、6階廊下で煙が漂っているのを確認している。
- (3) 通報状況：通報は警備会社の警備員で、自動火災報知設備の移報受信→火災の有無を確認するため、遊技場に電話を掛けたが応答がなかった。

同警備員は火災の可能性があると判断し、119番通報を実施した。

- (4) 初期消火状況：初発見者が初期消火を実施。

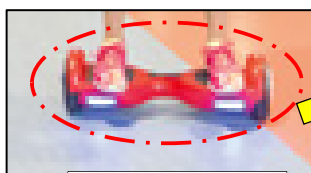
6階廊下のバランススクーター収納庫内のバランススクーター1台から黒煙が上がっているのを発見後、充電コードを抜き、同収納庫を解錠し、廊下に設置の消火器で初期消火し、鎮火させた。



#### 4 バランススクーターについて

バランススクーターとは写真の製品で、近い製品では電動立ち乗り二輪車がある。

足を乗せて重心を掛けると重心を掛けた方向に進んだり、旋回する乗り物である。



使用時の状況



焼損品と同等品

#### 5 現場での焼き状況の確認

- (1) フレームの可動部分を中心として、片側のみの焼きが認められた。
- (2) 鉄製の収納庫に収納されていたが、庫内に焼きは認められなかった。
- (3) ACアダプタ、充電コード及びコンセントプラグ部分にも焼きは認められなかった。



※ 調査の結果、火災は本体充電中に発生したことが判明。

原因は本体の内部で何らかの異常が発生し、出火したものと推定され、焼き物を収去し後日、鑑識を実施することにした。

#### 6 製品情報

- (1) 製品名：バランススクーター
- (2) 年式：2017年製（2019年5月に電池交換を実施）
- (3) 流通経緯及び保有状況  
右図のとおり

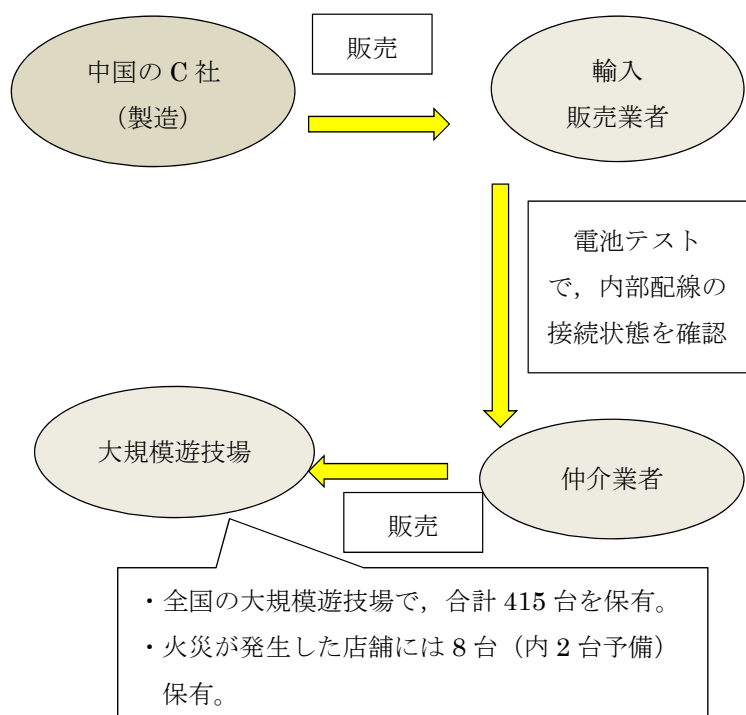
#### (4) 使用回数

遊技場では、バランススクーター1台当たりの貸し出し状況は1回20分で、1箇月間に約160回使用（1日約5回）されている。

降雨では使用されないが、雨が上がった濡れた路面上で使用することはある。

#### (5) リコールについて

当製品はリコール対象にはなっていない。



## 7 鑑識結果

### (1) 構造

動態平衡原理を利用し、前進、後退、旋回及び停止をコントロールできる立ち乗り式電動二輪車である。

平行に配置された2つの車輪があり、その間にプレートが繋がっている。

プレートの上には足踏みボードがあり、ボードに乗って重心を掛けると、重心を掛ける方向により前後左右に動作するものである。

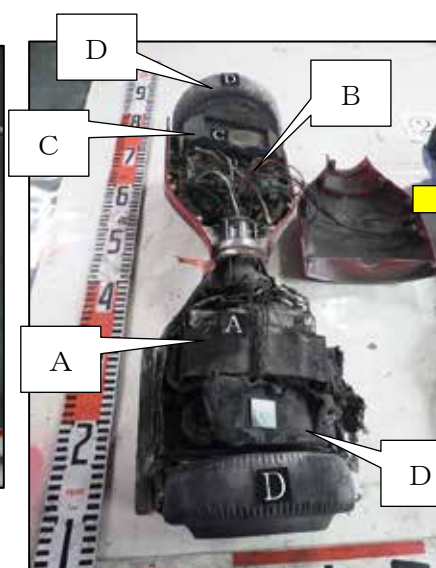


焼損品(左)と同等品(右)を照らし合わせたもの

### (2) 内部構造



バランススクーターの裏側本体カバーを取り外したもの。



A	電池パック
B	メイン基板
C	サブ基板
D	タイヤ内 モーター

(サブ基板は水平感知機能を有している。)

### (3) 焼き状況

#### 本体

フレームの中央可動部分を中心として、電池側のみに焼きが認められた(メイン基板側に焼きは認めず)。

電池側の表面タイヤホイールの内側に焼きが認められた。

#### バッテリーパック

リチウムイオン電池セル20本(10直2列36V)から構成。(充電時は42V)

リチウムイオン電池セルが破裂し、3本に熱暴走が認められた。

樹脂製セパレータ及びアルミ箔が焼失。銅箔のみが残存(外側部分が焼失、残存部も分解時に粉々になった。)

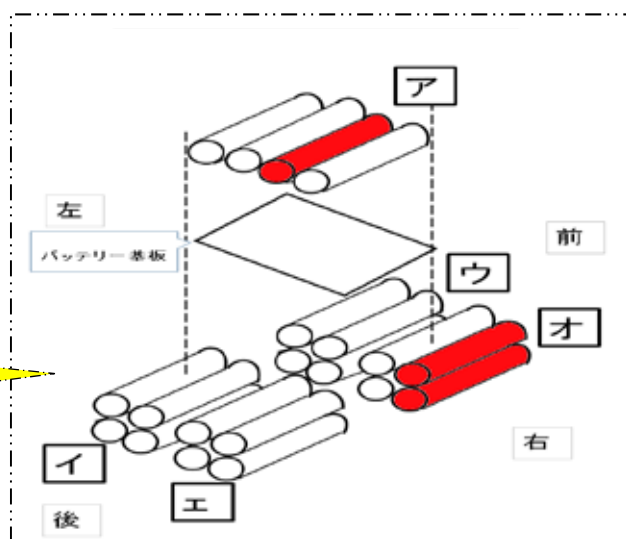
熱暴走とは、不測の発熱が更なる発熱を招き、温度の制御が出来なくなり、機器が破損してしまう現象をいう。



バッテリーパック内のバッテリー基板の配置  
右図はバッテリーの配置図で、赤で塗られたものが破裂したセルになる。

イ、ウの8本とアの2本、エ、オの8本とアの2本がそれぞれバッテリー基板を挟んでつながり、10直2列の構成になっている。

赤で塗られたセル（3本）は、破裂したセル（内部暴走している。）



(4) 破裂したりチウムイオン電池のセルを展開



赤矢印：外側に飛び出したリチウムイオン電池（3本）



破損したセルを展開



銅箔のみが残存（外側部分が焼失）  
↓  
外部から受熱？



(5) バッテリー基板

プリント基板の回路パターンが露出。

バッテリー基板の一部に炭化（グラファイト化）が認められ、電気的な異常の可能性が考えられる。

(6) 充電時の状況

充電時には2 Aの電流が発生している。（通常作動時は1 A）

安全装置に過電流保護機能が付加されている。前日の午後6時頃から充電を開始。（当日午前10時に離脱予定）



充電コードに短絡，断線及び焼きは認められず，コンセントプラグ及びコンセント部分にも異常や焼きは認められなかった。



## 8 考察

(1) バッテリー

リチウムイオン電池セル3本の破裂を確認。

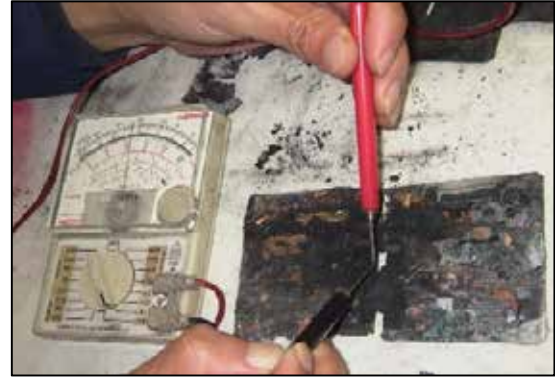
内部短絡等のバッテリーセル内の異常により発生した可能性があるが、銅箔については外側の焼きが強く、基板の発炎による外部受熱により熱暴走が発生した可能性もあるため、どちらかの判断はできなかった。

(2) 基板

バッテリー基板の一部の炭化部分にグラファイト化（ $25\Omega$ ）が認められ、同箇所付近に約1 Aを約1 cm 間隔で通電したところ発炎した。基板の局所的なグラファイト化は、通常の火災熱では発生しにくいことから、基板上で何らかの電氣的異常があったと考えられる。

基板の焼欠部分はバッテリーセルの底面に位置し、熱暴走時の火炎が噴出する安全弁側でないため、強い火炎によるグラファイト化の可能性は低い。





大規模遊技場では、バランススクーターを濡れた路面で使うことがあるとのこと。



水分混入の可能性あり



本体内部に水分が混入するとどうなる？

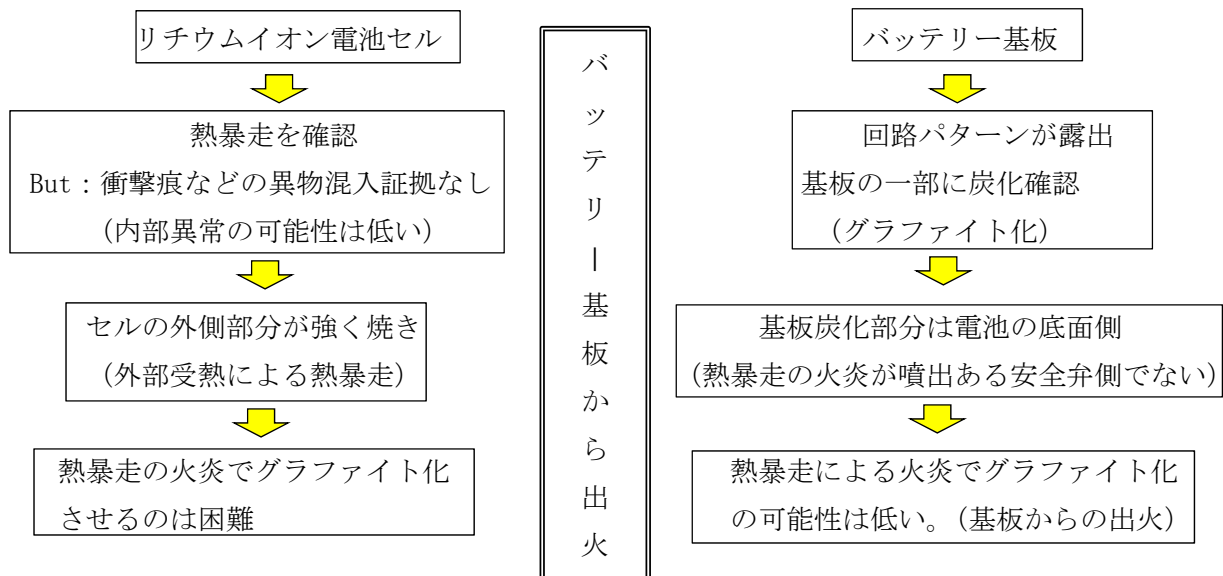


本体内部の基板（メイン基板、バッテリー基板等）に水分が混入した場合、通電を繰り返す

と、絶縁状態である基板が局所的に炭化し、導体状態になる（グラファイトが発生）

(3) 出火原因の究明

出火原因は？



(4) 出火原因

バランススクーターを濡れた路面で使用→バッテリーパックの内部に水分の混入→基板がグラファイト化し、通電した際に出火→基板に接していたリチウムイオン電池が、基板の燃焼で受熱→外側部分から内部のセパレーターを溶融させて内部短絡を誘発し、熱暴走を開始し拡大したものと推定。

(5) 関係機関等との連携及び指導事項

- ア 本事案の調査は、大規模遊技場本部職員、仲介業者、輸入販売店及び独立行政法人製品評価技術基盤機構（N I T E）と合同で実施。本調査を進めていくうえで、今後の対策や、提案などが上がった。
- イ 大規模遊技場本部職員等に電気機器の出火の危険性を認識してもらうために、グラファイトの生成実験を展示した。



**グラファイトの生成実験**  
 合成樹脂上に食塩水を垂らし、1Aの電流を流し、グラファイトを生成（実際にグラファイトが生成される前兆である臭いや煙の発生を展示した。）

(6) 調査後の改善事項等

内 容	改 善 前	改 善 後
充電状況	店舗が無人状態でも充電 閉店後に充電していた	営業時間中に充電 充電時は必ず従業員を配置する
点検（1箇月毎）	表面カバーを外し外観点検	通電試験による発熱，発煙の確認の追加
防水及び振動対策 （樹脂ポッティング）	実施されていない	今回は改善を見送るが、今後の発生状況等により対策を検討する

9 最後に

今回の出火事案は原因の推定に至るまでに時間を要したが、仲介業者や大規模遊技場本部の職員と合同で鑑識を実施することで、広く関係者に出

火の危険性を認識させることができた。

また、今後の改善にまで結び付けることができたことは成果の一つであり、火災調査や鑑識は火災予防上重要な業務だと再確認した。