

# プラスチックの難燃化手法と 難燃剤によるトラブル事例について

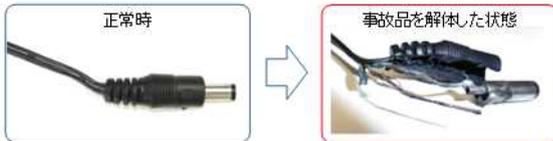
## ACアダプター発熱事故の原因解析

### 背景

ACアダプターの二次側にあるDCプラグ部分が発熱して変形する事故が発生した。

### 解析目的

DCプラグの化学分析によって、事故発生に至ったメカニズムを明確化する。



## 発熱の原因推定

緑色が生成すると電気抵抗が上がるためジュール熱が発生するが、**緑色のある部分は樹脂が溶けていない**。

流れた**はんだが芯線を覆っているだけで、内部の銅は変質していない**。

この部分は、発熱源ではない。

この部分は、発熱源ではない。

「はんだが溶けたため接続が外れたと推定される。」

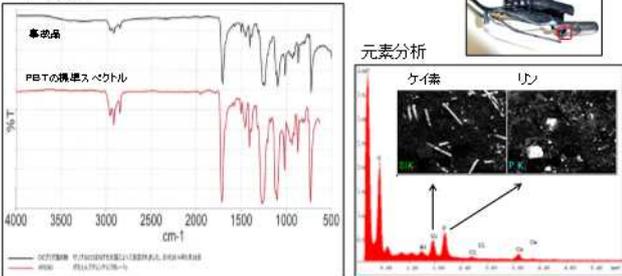
「電極間の絶縁樹脂(PBT)が相当量損失している。」

この部分が大きく発熱したと推定する。

「電極間で絶縁劣化が起こり、電気が流れた。」「はんだが溶けたままの大きなジュール熱が発生し、フッソタが溶けた。」

## 電極間の絶縁樹脂の分析結果

### FT-IR分析

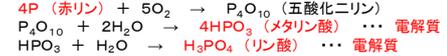


電極間に詰められている樹脂は、ポリブチレンテレフタレート(PBT)と推定される。棒状のケイ素は、ガラス繊維と推定される。→ ガラス繊維で補強されている。塊状のリンは、赤リンと推定される。→ 赤リンで難燃化されている。

## 電極間での絶縁劣化メカニズム

キーワードは、「赤リン」

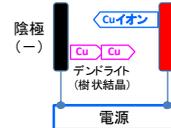
### ①プラスチック中の赤リンに起こる化学反応



赤リンは、空気中の酸素と水分の影響で変質し、プラスチックの絶縁性を低下させる。→ 電気が流れる。

### ②電極で起こる電気化学反応 … イオンマイグレーション

陽極側:  $Cu \rightarrow Cu\text{イオン} + \text{電子}$  銅が銅イオンになり、溶出する。  
陰極側:  $Cu\text{イオン} + \text{電子} \rightarrow Cu$  銅イオンが銅になり、析出する。(デンドライトが成長する。)



デンドライトに電気が流れると、発熱する。↓ 樹脂の変形・発煙・発火。

## リン酸の生成量について

### 狙い

未処理の赤リンと耐水処理された赤リンから発生するリン酸について、発生量にどの程度の差があるかを確認する。

### 実験内容

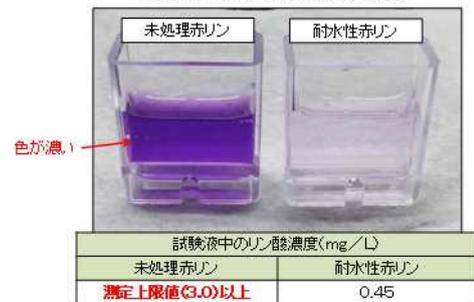
- ①サンプル
- 未処理赤リンを20%添加したPBT樹脂。(赤リンを砕いただけのもの。)
  - 耐水性赤リンを20%添加したPBT樹脂。(赤リンを金属水酸化物で被覆したもの。)
- ②方法
- ガラス瓶に純水を入れ、そこにサンプルを浸漬。
  - 上記を80°Cの恒温槽内で5時間放置。
  - ガラス瓶内の試験液を取り出し、バックテストでリン酸濃度を分析。



バックテストは、(株)共立理化学研究所の市販品(DPM-POD)を使用した。

## バックテスト結果

### リン酸のバックテスト試薬を添加した試験液



未処理赤リンは、耐水性赤リンに比べてリン酸の生成量が著しく多い。

## 物性への影響について

狙い: 赤リン添加PBTを加熱処理した際の強度への影響を確認する。

### サンプル内容

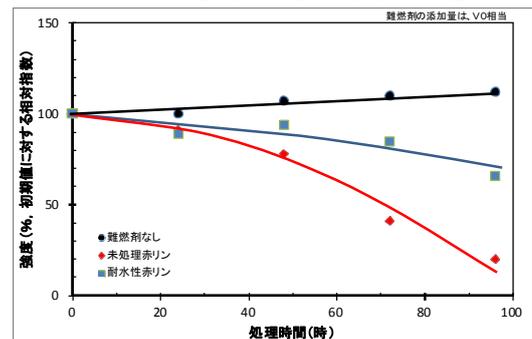
- PBT樹脂ペレットに下記赤リンを添加し、サンプルを成形した。
- 未添加
  - 未処理赤リン。(赤リンを砕いただけのもの。)
  - 耐水性赤リン。(赤リンを金属水酸化物で被覆したもの。)
- 赤リンの添加量は、20重量%(難燃性がV0となる量)とした。

### 実験内容

- (1)長期使用を想定した劣化の加速処理を実施。
- 各サンプルを110°Cで加重(加圧水蒸気)処理。
  - 各サンプルを110°Cの恒温槽で熟処理。110°Cで処理することにより、室温に比べて化学反応が約200倍加速できる。(アレニウス式で計算)
- (2)加速処理したサンプルの引っ張り試験を実施。
- 強度を測定。



## 赤リンの種類と添加されたPBT樹脂の耐湿性



赤リンを添加したPBT樹脂は、水分による強度低下が起こる。未処理赤リンを添加したPBT樹脂は、水分による強度低下が大きい。