

トラッキング現象を模擬的に 演示する実験装置の開発

26 Aug. 2018

◦ 武藤浩二 境 えみ

長崎大学 教育学部

Outline

- 研究の背景と目的
- トラッキング現象
- トラッキングの作為
- 模擬演示装置
- 結論と今後の課題

研究の背景と目的

⌋ エネルギー変換（電気）での保守点検

- 現行学習指導要領：保守点検と事故防止ができること
- 新学習指導要領：保守点検の必要性について理解すること

実践的・体験的な活動を通して指導

⌋ 電気事故

- 過熱，短絡，漏電・感電，トラッキング現象
 - 過熱（過電流），短絡：**実験装置による現示**（武藤，2014）
 - **トラッキング現象**：(独) 製品評価技術基盤機構の**映像資料等**
 - ◆ 画面の向こうの世界，リアリティに乏しい

目的：トラッキング現象の現示装置開発

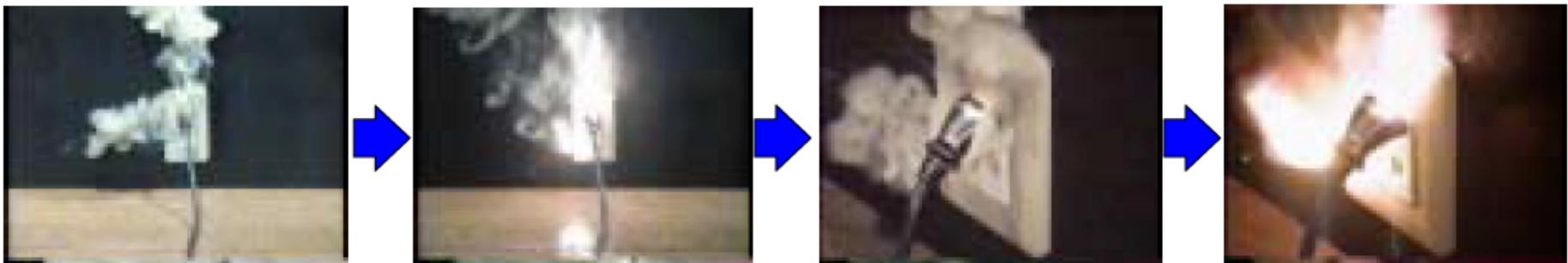
トラッキング現象

発生過程

1. プラグとコンセントの間のわずかな隙間に埃が堆積
2. 堆積した埃が湿気を吸収. 栓刃間で埃を介して電流が流れる
3. 上記 1.~2. の繰返し ⇒ 栓刃間の絶縁樹脂表面が炭化・通電
4. 炭化の進行 ⇒ 表面電流値が増加 ⇒ さらに炭化が進行
5. 栓刃間で絶縁破壊・短絡発火

（独）製品評価技術基盤機構の再現実験例：電解液による作為

プラグの刃の間に電解液を滴下してトラックをつくったプラグにAC100Vを加えた再現実験



<http://www.nite.go.jp/data/000004222.pdf>

トラッキングの作為 (1)

条件

- 成功率 100% であること
- 特殊な {材料, 部品} を必要としないこと
- 安全に現示できること

電解液による作為

- 塩化アンモニウム (NITE 映像資料での作為)
 - 加熱・発火時に発生するガス (アンモニア) の処置
 - 付着残留物 (HCl) の処分
- 食塩水：綿に含ませる
 - 適切な濃度及び量が見出だせない
 - 栓刃間樹脂にトラックは形成できない
 - 綿 (埃の代用) にナトリウムが析出することはある

トラッキングの作為 (1)

条件

- 成功率 100% であること
- 特殊な {材料, 部品} を必要としないこと
- 安全に現示できること

電解液による作為

- 塩化アンモニウム (NITE 映像資料での作為)
 - 加熱・発火時に発生するガス (アンモニア) の処置
 - 付着: **電解液による作為を断念**
- 食塩水: 綿に含ませる
 - 適切な濃度及び量が見出だせない
 - 栓刃間樹脂にトラックは形成できない
 - 綿 (埃の代用) にナトリウムが析出することはある

トラッキングの作為 (2)

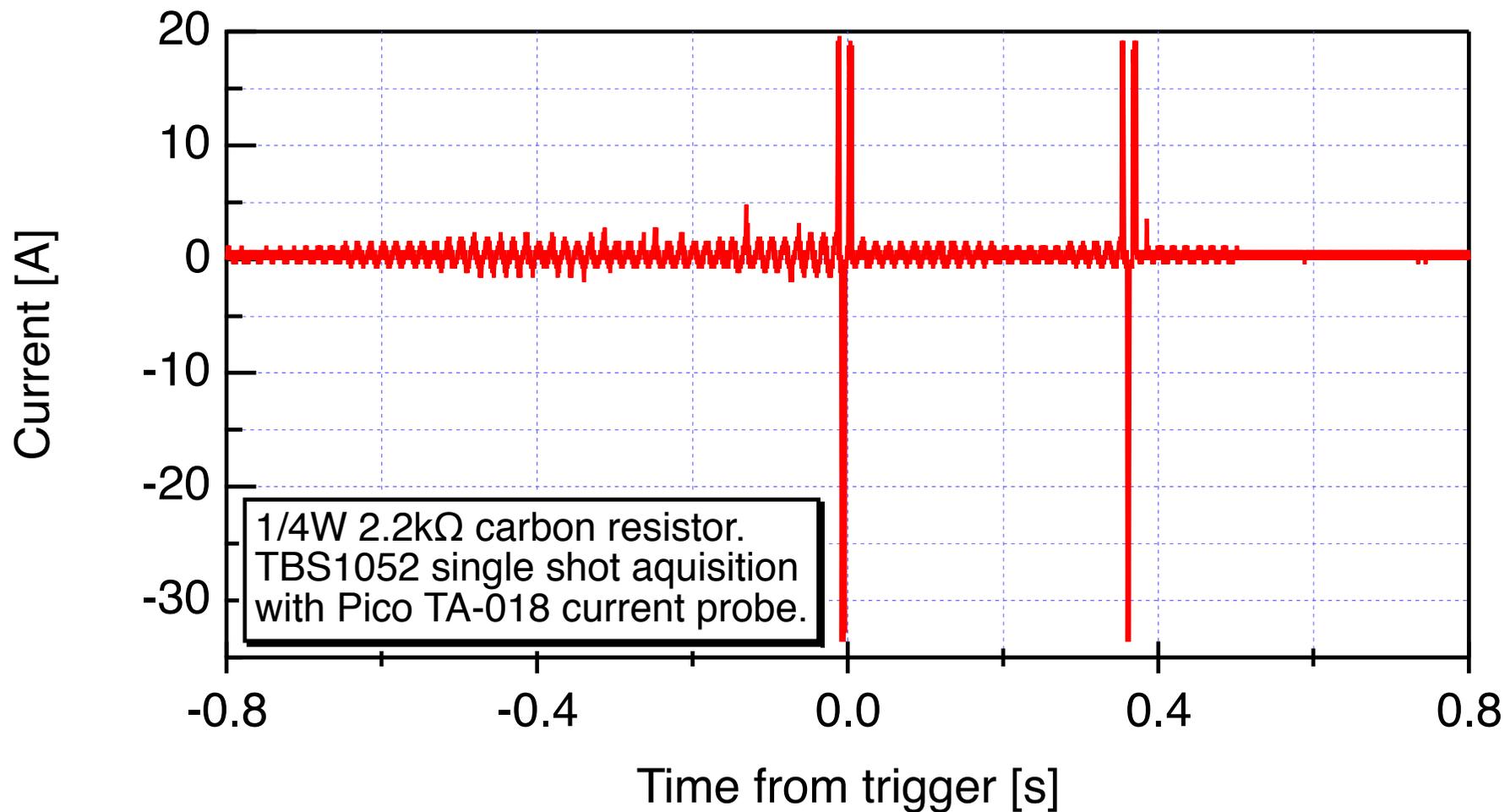
¶ 炭素皮膜抵抗器による作為

- 抵抗に過大電圧を連続印加した際の焼損過程
 - 1/4W, 40k Ω 以下の抵抗に商用電源 (100V) を印加
 - ◆ 炭素皮膜抵抗体が当初のトラック (電流経路)
 - ◆ 定格電力を超過
 - ⇒ 発熱により外装塗料炭化
 - ⇒ トラック拡大
 - ⇒ 電流増大 ⇒ 炭化増大 ⇒ 電流増大 ⇒ ...
 - ⇒ 絶縁破壊・短絡発火

抵抗器でトラッキング現象を発現

トラッキングの作為 (3)

🔊 1/4W 2.2kΩ 炭素皮膜抵抗に商用電源を印加した時の電流波形例



トラッキングの作為 (4)

⌘ 焼損後の抵抗の状況



トラッキングによる短絡発火

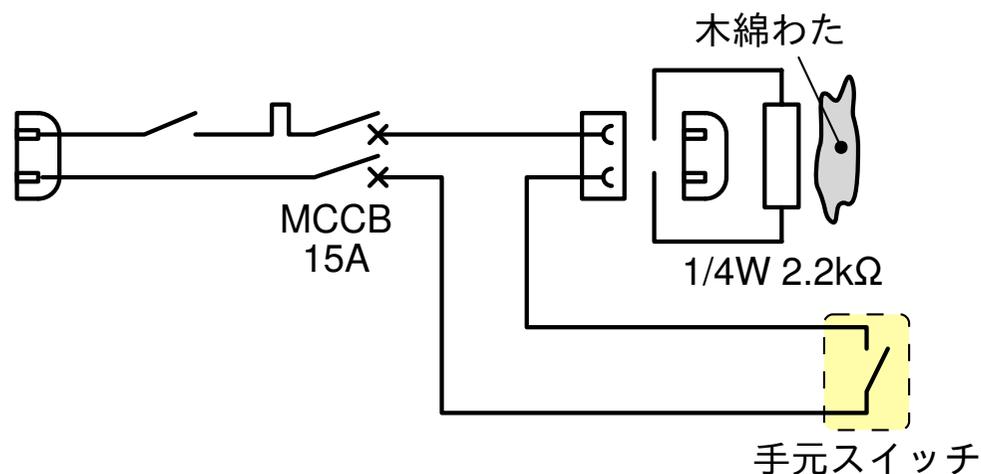
模擬演示装置 (1)

抵抗及び「わた」の選定

- 抵抗
 - 100～10k Ω の抵抗に商用電源印加，状況を観察・比較
 - ◆ 2.2k Ω を選定
 - ◇ 通電から短絡発火に至るまでの時間（15 秒程度）
 - ◇ 発火の規模
- わた
 - 化繊（アクリル，ポリエステル），絹，木綿を比較
 - ◆ 化繊：特有の不愉快燃焼臭，全てがカスとなって漂う
 - ◆ 絹：独特の不愉快燃焼臭
 - ◆ 木綿：燃焼臭はあるが，{化繊，絹} ほどの不愉快さはない
⇒ 入手容易な脱脂綿を利用

模擬演示装置 (2)

回路図および外観



回路図 (改修版)

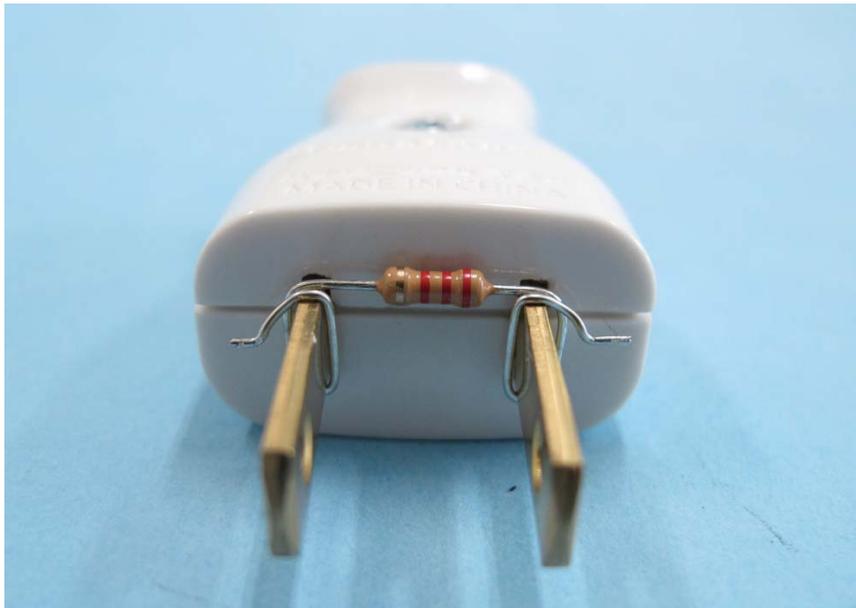


外観

- 安全上の着意事項
 - 難燃性構造材：ソフトセラミック彫刻板 (彩玉ボード)
 - 金属製コンセントプレート
 - 3段階のスイッチ
 - 透明カバー (t2.0 アクリル板) による飛散防止

模擬演示装置 (3)

抵抗の取付け及び演示準備状況



抵抗取付け状況



演示準備状況

- 抵抗はラジオペンチでしっかりと栓刃に巻きつける
- プラグをある程度差し込み、わたを挟んでから奥まで挿入

模擬演示装置 (4)

🔥 発火の瞬間 (動画切出し)



結論と今後の課題

Ⅰ トラッキング現象を現示する装置の開発

- 過大電圧を印加した抵抗の焼損過程＝トラッキング現象
- 抵抗及び「わた」の選定
 - 1/4W 2.2k Ω 炭素皮膜抵抗＋木綿わた（脱脂綿）
- 安全性に配慮した現示装置の製作

Ⅱ 今後の課題

- 授業構成の検討
 - 過電流・過熱，短絡，トラッキングを含む保守点検の内容
- 授業実践及び評価
 - 映像資料のみの授業との比較
- 漏電・感電を現示する装置の開発