

# 故障の典型的な症例と修理法 2 (プリント基板のパターン切れとリード線断線)

2016. 09. 26

トミー・マック

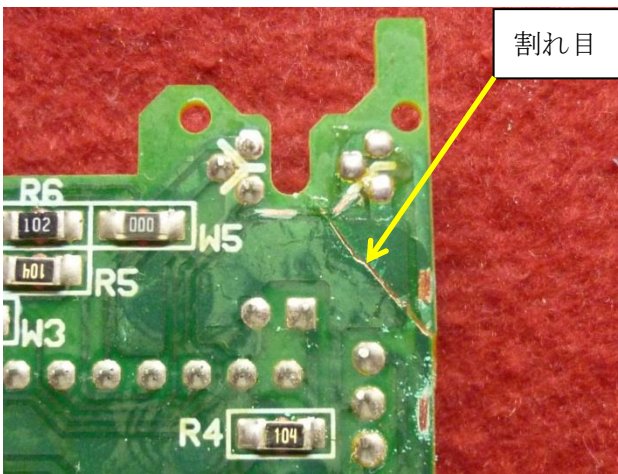
## 1. はじめに

**プリント基板** (以下基板と略します) について詳しくは、最後の「3. あとがき」で説明します。銅箔パターンは以下パターンと略します。

## 2. 症状・原因 (推定)・検査法・修理法 (対処法)

### (1) プリント基板のパターン切れ

ところが、写真のように**割れている**と、**以下の様な症状**になります。



(これは極端で分かり易い例で、眼で見ても分かり難いクラックもあります。)

### 症状 パターン切れで動作不良

パターンが切れている**箇所により、症状が異なります**。電源のパターンが切れていれば全く動きません、鍵盤のパターンであれば音が鳴りません、入力スイッチのパターンであれば入力されません、マイコン IC に繋がるパターンであれば、症状はもっと複雑です。

### 原因 (推定) 打撃・衝撃、衝突・落下

#### ...(a)... 打撃や衝撃による割れ

**電子ピアノ・オルガンなどの楽器や音付き絵本**は、鍵盤を強く弾いたり、ボタンを強く押したりして、**基板に打撃や衝撃**を与え、基板の支え構造の弱さも相まって、基板が割れて**パターン切れ**になることがあります。



#### ...(b)... 衝突や落下

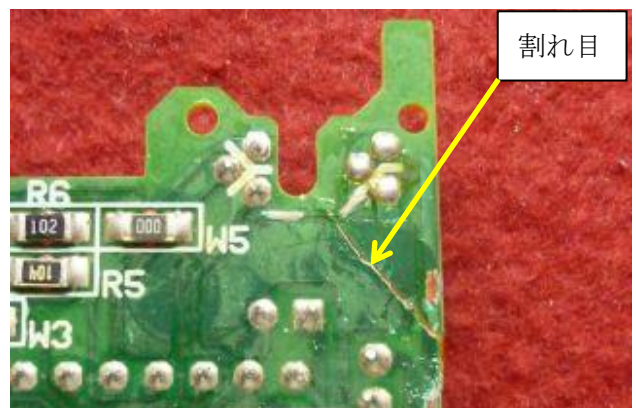
遊び方の性質上、**無線操縦のスポーツカーやヘリコプター**は、**衝突や落下**することがあり、また、手荒く扱われる**おもちゃ携帯電話やリモコン**は、**落とされたり投げられたり**して、基板が割れ、**パターン切れ**になることがあります。



### 検査法 1 目視確認 (割れ目探し)

基板が見えるまで分解し、直接あるいはルーペで**目視確認**します。

もし、基板が割れているようでしたら、割れ目を横切るパターンに、パターン切れが見つかる可能性があります。

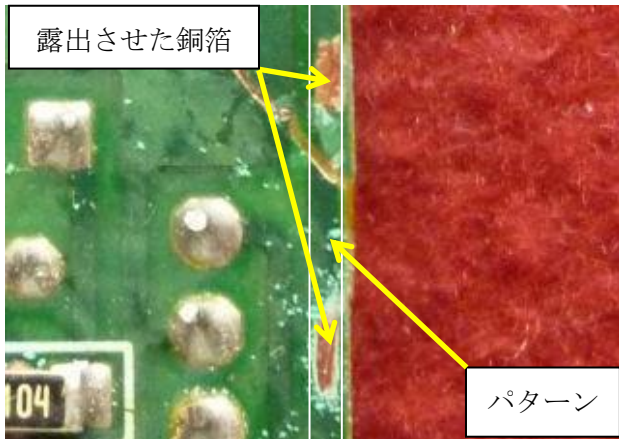


**目で見つけ難く**、基板の亀裂やクラック (ひび割れ) が予想されれば、**検査法 2**でパターンのクラックを探します。

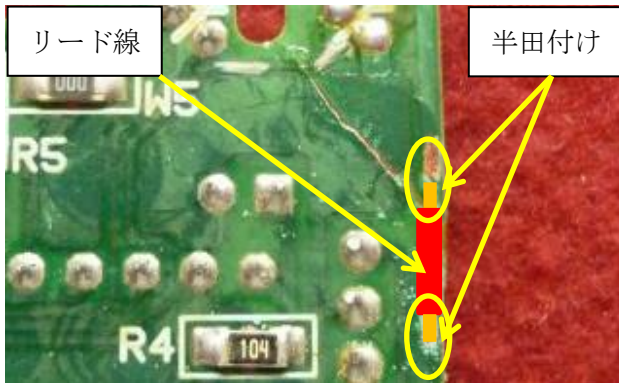
# 故障の典型的な症例と修理法 2 (プリント基板のパターン切れとリード線断線)

## 修理法 1 リード線で繋ぐ

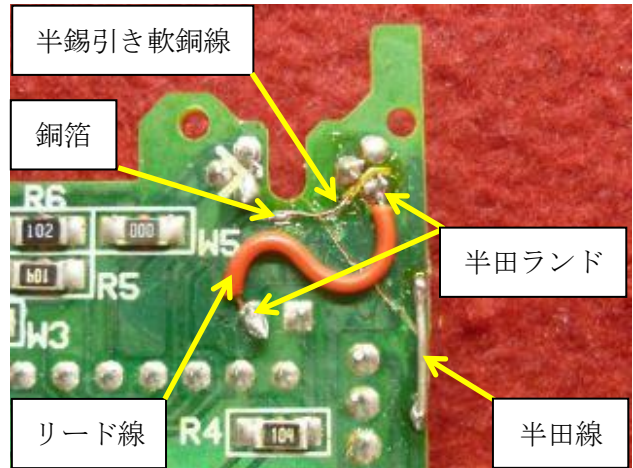
- ・基板の割れ目を横切るパターンを探します。
- ・割れ目を横切るパターンの上下数 cm 離れた位置の 2ヶ所に、長さ約 5 mm でソルダーレジスト (緑色) をカッターの脊で削り、銅箔を露出させます。



- ・その二つの露出させた銅箔間に、半田できる長さのリード線 (断面積 0.3 mm<sup>2</sup> 位) を、両端の被覆を剥離して置き、半田付けして繋がります。



- ・他にも切れたパターンがあれば、パターンの両端の半田ランド間をリード線で半田付けするとか、半田ランドとソルダーレジスト (緑色) を削って露出させた銅箔間に、錫引き軟銅線を半田付けする方法もあります。またリード線の代わりに半田線でも繋がりました。



- ・もし、基板に取付けたリード線が、ケースの突起に当たるようであれば、出っ張らない様にウレタン電線やリード線の芯銅線あるいは錫引き軟銅線などを、パターンに流れる電流を考慮し、太さを選んで、両端を半田付けして繋がります。

### 余談

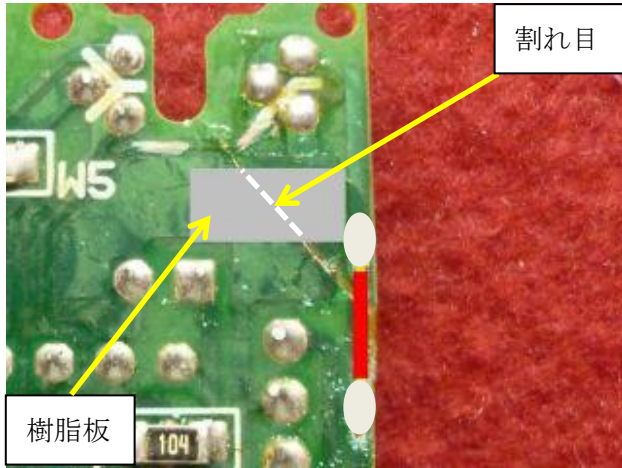
このように、切れたパターンを繋ぐ線材には色々あります、半田付けする場所も銅箔や半田ランドや部品の足など、その現物により最適な方法を選んでください。

この中で、DC 5 V 小型リレーのコイルや小型フィルターコイルに使われているウレタン電線は、細い銅線の表面に薄くウレタン樹脂を塗布した電線です。この電線は先端を半田ごてで温めれば、意外と簡単に溶け銅線が露出します。

また、被膜のウレタン樹脂は絶縁物なので、遠く離れた箇所を繋ぐのに、銅線を両端に露出させ、半田ランドなどに半田付けすれば、万一この電線が他の半田部に触れても、電線表面のウレタン樹脂が絶縁してくれますので、安心して使えます。

- ・基板の割れ目を繋ぐ方法の一例として、樹脂板などの絶縁物を、接着剤で貼付けて固定できます。

## 故障の典型的な症例と修理法 2 (プリント基板のパターン切れとリード線断線)



### 余談

他に**基板の割れ目を繋ぐ方法**として、割れ目をホットメルトで固定する、2液性エポキシ接着剤で固めるなど、その基板の割れ方・割れ位置・割れ大きさ・基板のケースへの留め方などにより、様々な方法が考えられますので、その現物を見て**知恵を絞ってください**。

### 余談

従来、裁縫用のまち針をワニ口クリップで掴んでテスターに繋いでいましたが、毎回取付け・取外しに手間がかかっていました。そこで裁縫用の縫い針にリード線を半田付けし、ゴルフスコア鉛筆の先端に差し込み、収縮チューブで固定した探針プローブを自作しました。

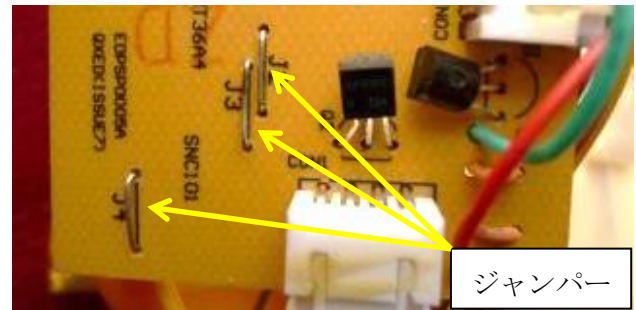


ところが基板は、配線がパターンだけで繋がっている訳でなく、どうしても他の**パターンと交差する必要がある場合**、それを飛び越えるためジャンパーあるいはカーボンジャンパーを使います。

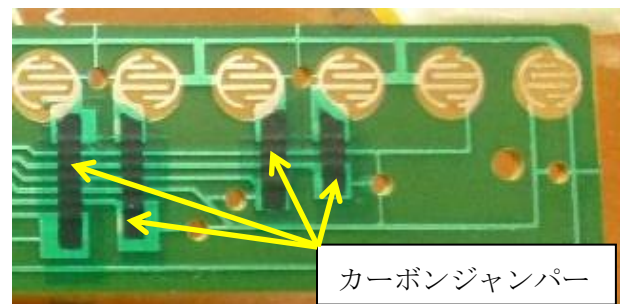
通常は、**錫引き軟銅線のジャンパー**を使います。

### 検査法 2 探索プローブ確認 (クラック探し)

基板が見えるまで分解し、目視しても基板の割れ箇所を見つけられなければ、故障の症状からクラックが予想されるパターンを探し、そのパターンの両端に、**探針プローブ (自作)** をソルダーレジスト (緑色) の上からパターンに刺し、探針プローブの繋いだテスターで**導通を診ます**。



しかし基板によっては、それに代わるものとして、導電塗料を塗布して作る**カーボンジャンパー**を使うこともあります。



## 故障の典型的な症例と修理法 2 (プリント基板のパターン切れとリード線断線)

このようなジャンパーあるいはカーボンジャンパーを介したパターンは導通の判定では注意が必要です。

通常の錫引き軟銅線のジャンパーは、抵抗値がほぼ  $0 \Omega$  ですが、カーボンジャンパーは数  $100 \Omega$  あります。

従って、カーボンジャンパーを介するパターンをデジタルテスターの導通ブザー機能で検査すると、導通のブザーは鳴りません。

抵抗測定機能で数  $100 \Omega$  を測って導通と判定し、パターンを追いかけます。

### 余談

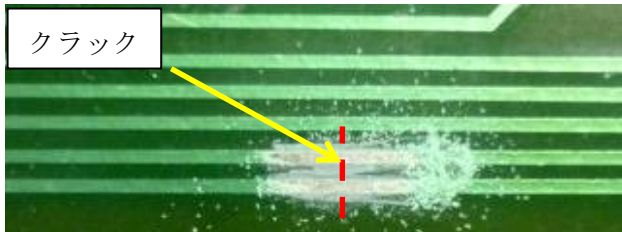
デジタルテスターの導通ブザー機能は、検知抵抗値が約  $10$  から  $20 \Omega$  以下でブザーが鳴るようになっているからです。

一方、アナログテスターは導通ブザー機能がないので、抵抗測定機能で数  $100 \Omega$  を測って導通と判定し、パターンを追います。

— — — — —

### 修理法 2 半田を付ける

- ・基板の割れでなく、クラック (ひび割れ) の場合、目視では、パターン切れを見つけ難いです。
- ・まず、探針プローブで導通のないパターンを見つけ、探針プローブの刺す間隔を段々狭めて行き、切れた部分に追い込んで探します。
- ・その切れた部分を、直接あるいはルーペで目視確認します。
- ・パターンの切れ目の前後を長さ約  $5 \text{ mm}$  で、ソルダーレジスト (緑色) をカッターの脊で削り、銅箔を露出させます。



- ・露出した銅箔に、半田を付けて繋がります。



### 余談

この場合も、切れたパターンを繋ぐ線材として、リード線やウレタン電線、リード線の芯銅線あるいは錫引き軟銅線など。半田付けする場所も銅箔や半田ランドや部品の足など。

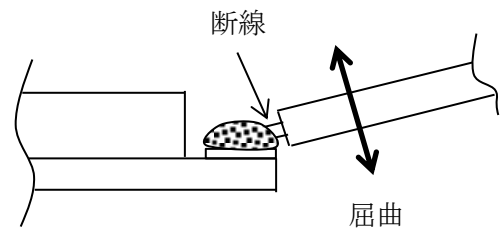
どれを選ぶかは現物次第です。

### (2) リード線 (半田付け部) の断線

リード線は、細い銅線を数本撚り、塩ビ (PVC) 樹脂で被って作られています。スピーカーやプリント基板に半田すると、半田された細い撚り銅線は半田で固まりますが、半田の付いていない部分は撚り銅線のままです。ですからリード線を上下に曲げると、半田付け根元で撚り銅線が屈曲します。

繰り返し屈曲すると、撚り銅線が断線し、全部の撚り銅線が断線すると、リード線が断線します。

これがリード線の半田付け部での断線のメカニズムです。



### 症状 半田付け部の断線

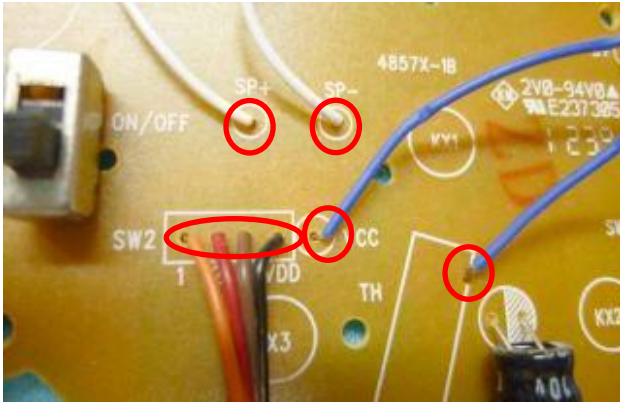
断線する箇所により、症状が異なります。

これもプリント基板の割れによるパターン切れと同じ症状です。

発生箇所は、

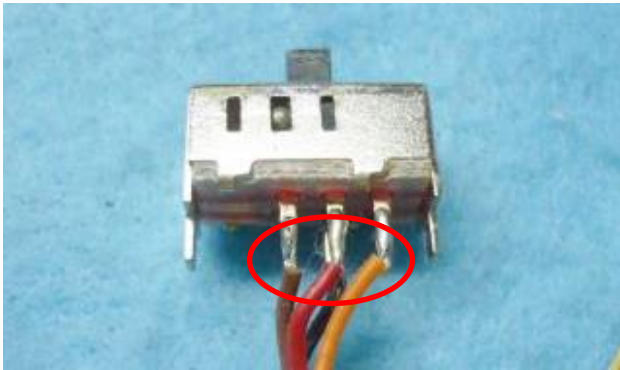
- ・基板穴へ通したリード線やリボン線 (フラットケーブル) の根元

## 故障の典型的な症例と修理法 2 (プリント基板のパターン切れとリード線断線)

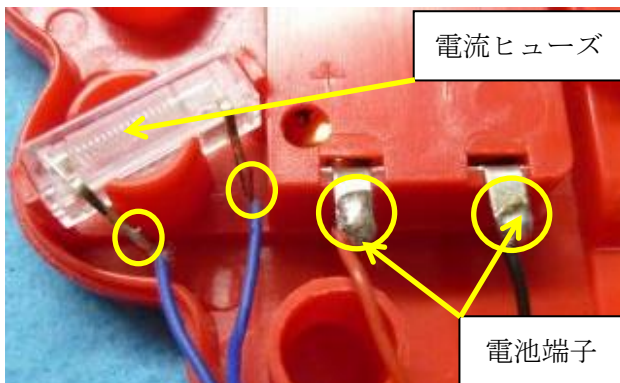


基板上以外にも、

- ・電源スイッチ



- ・電池端子や電流ヒューズなど外付け電気部品



### 余談

電源スイッチや電池端子(裏ケースに多い)は、基板とは別の場所にあることが多く、修理する際ケースを開けると、電源スイッチや電池端子が基板から離れ、リード線で繋がっています。

そのリード線が短いとリード線に力が加わり、さらに基板の取付けや取外しを繰り返すと、半田

付け部のリード線根元が、繰り返えし屈曲され、切れてしまいます。

ですから、修理に夢中になると、いつの間にかリード線が切れていて、慌てることになります。

そうならないように、リード線が多い時は、リード線の色・半田付け部の場所・本数が、後々分かるようにメモをするか、カメラで記録することが大切です。

さら短いリード線は、あらかじめ長めのリード線に付け替えておくと、切れる心配は少ないです。

### 原因(推定) 1 打撃・衝撃、衝突・落下

基板割れの原因と同じで、おもちゃに強い打撃や衝撃の繰り返えし、おもちゃの手荒い扱いでの衝突や落下の影響で、リード線の半田付け部の根元の撚り銅線が断線することがあります。

### 検査法 1 目視

完全に断線していれば、外れています。

良く見ると、本来の半田付け部に、リード線の撚り銅線の断線跡形(切れた跡)が見えます。



### 修理法 1 半田し直し

- ・断線した半田付け部を探します。

切れた本数が少なければ、半田付け部のリード線の断線跡形から、場所を特定できます。

切れた本数が多ければ、メモか写真で場所を特定します。

- ・半田付け内部に埋まって残った銅線が大きければ、半田ごてで取り除きます。

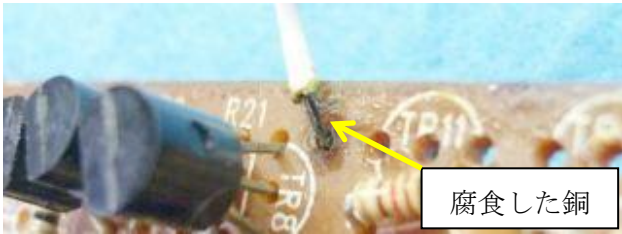
# 故障の典型的な症例と修理法 2 (プリント基板のパターン切れとリード線断線)

- ・断線したリード線から新たに被覆を剥き、銅線を振って予備半田をしてから半田付けします。

## 原因(推定) 2 腐食

基板上のリード線の半田付け根元の撚り銅線が、剥き出しになっており、更に半田作業を助ける役割の半田フラックスが、銅を腐食させる可能性も合わせて持っています。従って長時間に空気中の酸素・二酸化炭素・水分・塩分などと反応し、腐食して緑青と呼ばれる酸化膜(錆)を作ることがあります。

この緑青は銅箔表面にでき、電気抵抗の高い絶縁物ですから電気を通しません。



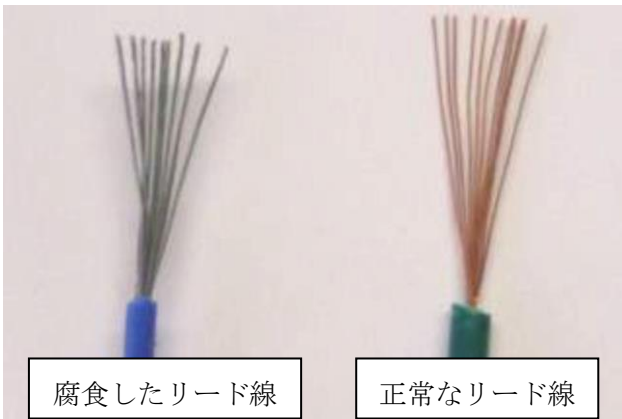
## 検査法 2 目視

目視で腐食を確認し、さらに断線したリード線の被覆を一部剥き、腐食の有無を確認します。

錆びた銅は、表面が緑青色になっています。

### 余談

リード線の撚り銅線の腐食は、思いのほか強く、被覆を剥いて銅の腐食を確かめるも、切っても切っても奥まで浸透しています。



## 修理法 2 錆の剥がしまたは交換

リード線が腐食している場合は、被覆を剥がし、銅の撚り銅線の表面の錆を、カッターなどで削り取ります。その後半田します。

しかし、リード線の撚り銅線の銅の錆は、深くまで(長さ方向に)浸透して錆びていますので、新たなリード線に変えた方が賢明です。

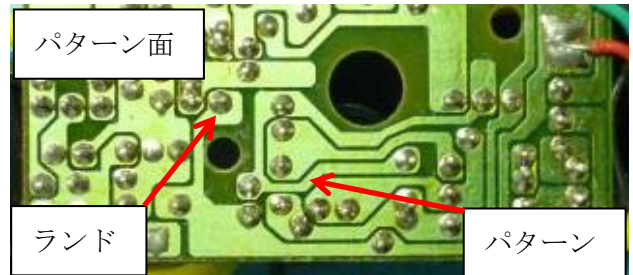
## 3. あとがき

プリント基板とは、樹脂などの絶縁物でできた板状の部品に、電子部品などを配置、それを固定、そしてパターンで配線し、電子回路を構築したものです。

パターン面に、微細な配線のパターンが形成されています。

また、電子部品などを半田付けする際、端子の半田部(ランドと言います)以外のパターンに、半田が付かない様、ソルダーレジストと呼ばれる絶縁塗料(緑色)が印刷されています。

これに電子部品などを配置し、固定した後、半田付けされます。



実装面は、パターンに対応した所定の位置に、電子部品を配置しています。



## 終わり