

アメリカン ファイヤー ファイター消防車の修理法（前後進できない）

2017.09.05/2022.07.04 改訂

トミー・マック

1. 外 観

おもちゃの名前は、トイザラスのオリジナルブランドの「ファーストレーン(FAST LANE)」の、「アメリカンファイヤーファイター消防車」です。



2. 特 徴

ケーブルで繋がったコントローラーに、「前後進」、「左右旋回」のレバーと、「はしご傾斜Up」、「はしご傾斜Down」、「はしご右旋回」、「はしご左旋回」、「サイレン」ボタンがあります。

また、後部タンクに水を入れ、「放水」のボタンではしごの先端のホースから放水します。

3. 故 障

消防車の車両とコントローラーがケーブルで繋がり、コントローラーで車両を引っ張ったり、逆に車両でコントローラーを引っ張ることがあり、さらに本体やコントローラーのケーブルの付け根の屈曲が頻繁に繰り返されることにより、ケーブルの一部のリード線が断線することがあります。

また、ホースで水を飛ばすことができるので、その水がコントローラーにかかって内部に侵入し、レバーやボタンの接触不良になることがあります。

今回は、コントローラーの「前後進」レバーと、「サイレン」が利かない故障です。

4. 修 理

（1）コントローラーのケースのネジ外し

裏側ケースの○印のネジ（タッピング2.6×8）4本を外します。しかし、ケースが開けません。

表ケースの「前後進」、「左右旋回」のレバーの頭が、表ケースの穴より大きいのでつかえています。



最初、レバーの頭の外し方が分からず、仕方がないので「ピラニア鋸」で切断しました。中心に金属らしきものがあり、「しまった」と思った時は、すでに遅しでした。

後で確認すると、レバーの頭にネジ隠しの成形品がありました。

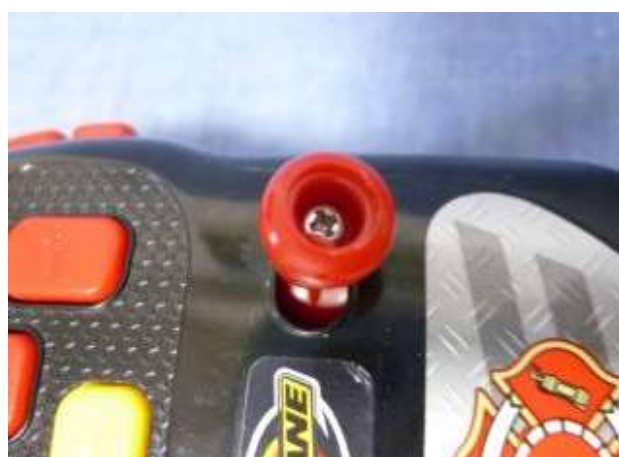
アメリカン ファイヤー ファイター消防車の修理法（前後進できない）



レバーのねじ隠し成型品を千枚通しで取ろうとしましたが、傷がつくだけで硬くて外せません。

結局φ1.5mmのドリル刃で孔を開け、呼び径2のタッピングネジをねじ込んで引っ張り出します。

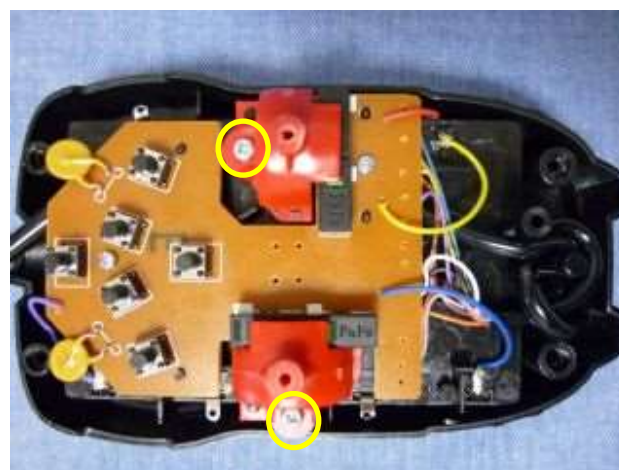
中にネジ（タッピング2.6×8）1本があり、外します。



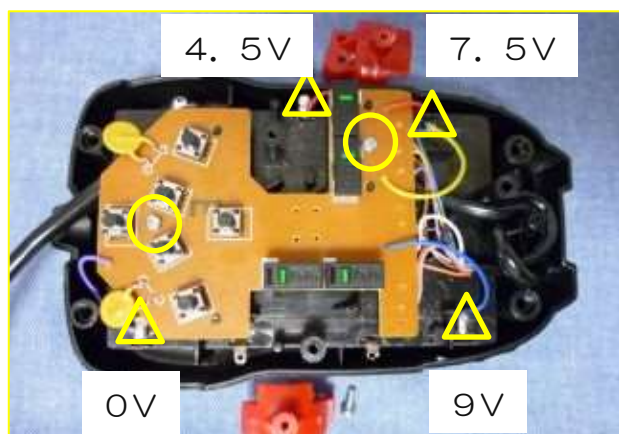
表ケースを開けると、

(2) プリント基板の取り外し

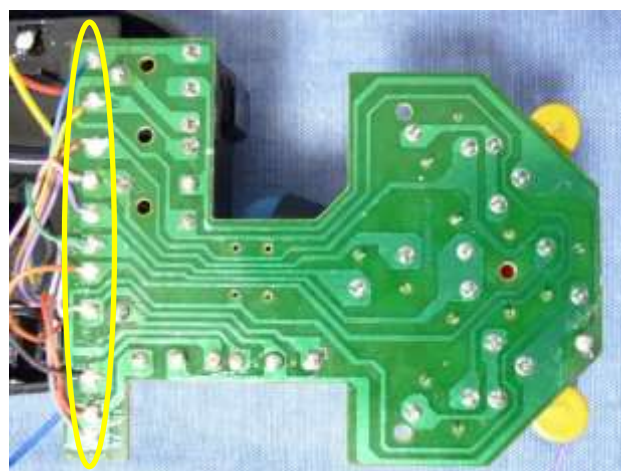
2ヶ所のレバー支持部を、ネジ（タッピング2.6×5）1本ずつ外します。



アメリカン ファイヤー ファイター消防車の修理法（前後進できない）



○印のネジ（タッピング2.0×5）2本と、△印の電池端子のリード線の半田を外します。

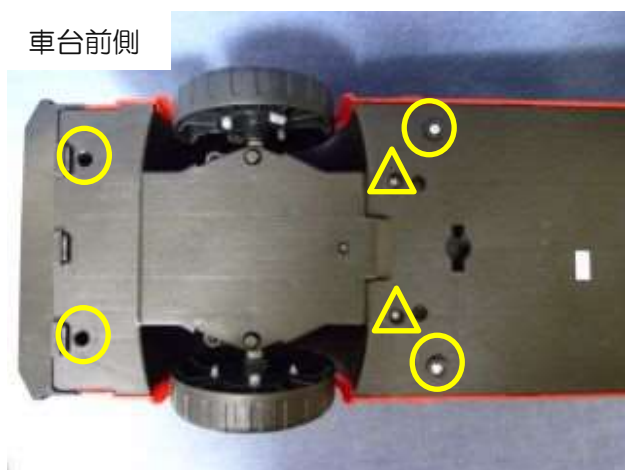


プリント基板をひっくり返し、プリント基板半田面の左端のケーブル（11芯）半田部の半田部番号とリード線の色を書き留めます。

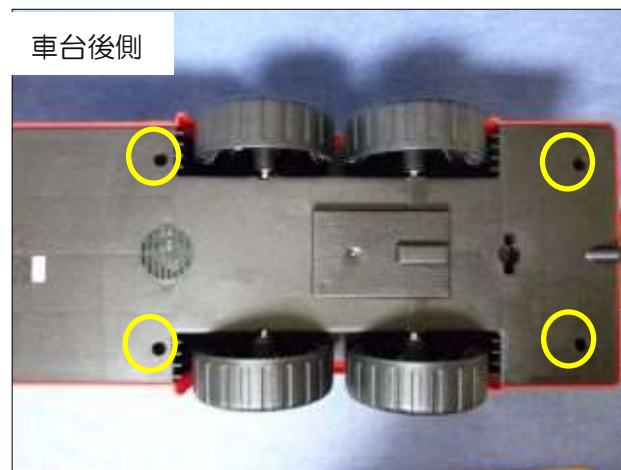
（3）車台の取り外し

△印のネジ（タッピング2.6×8）2本と、○印のネジ（タッピング3×5）8本を外します。

車台前側



車台後側



車体を外してひっくり返す時、はしごが下らない様に、PP紐で結んでいた方が好いです。



アメリカン ファイヤー ファイター消防車の修理法（前後進できない）

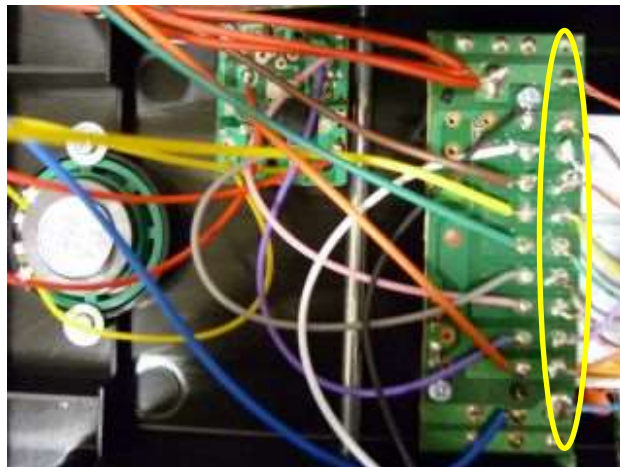
（4）プリント基板端子台のケーブルの色調べ

車台上にある、プリント基板端子台のケーブル側のリード線の色を調べます。

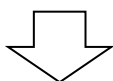
（5）ケーブルの断線の確認

ケーブルのリード線の両端になる、コントローラのプリント基板のリード線半田付け部と、車台上のプリント基板端子台のリード線半田付け部をテスターの導通確認機能を使って調べます。

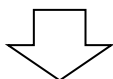
2つの半田付け部を目で追って導通を調べるので、導通を抵抗値で目で見るより、音で判定できる機能の方が分かり易いです。



(確認結果)



ケーブルの白色と紫色のリード線が断線しています。



(断線部探索方法)

全長約180cmのケーブルの内部リード線の断線箇所を見つけるのは難しいです。

車台やコントローラの付け根が疑わしいです。あるいはケーブル途中の目立ったふくらみ部ややせ細り部、傷の箇所も疑われますが、外観からは分かりません

試みとして、先輩ドクターから聞いた、「2分探索」を使います。本来の「2分探索」はソフトウェアでのデータ検索のアルゴリズムの一種です。

難しいことは置いといて、考え方を応用し、

白色一本が断線しているケーブルの左端を起点として、長さの半分の地点までのリード線の導通を調べます。

- もし断線であれば左の部分に
- 導通であれば右に断線があるということです。

今回は導通ありとして、

右半分の長さの半分の地点までのリード線の導通を調べます。

- もし断線であれば左の部分に
- 導通であれば右に断線があります。

導通なしとして、

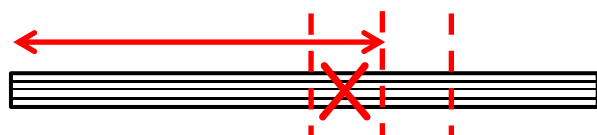
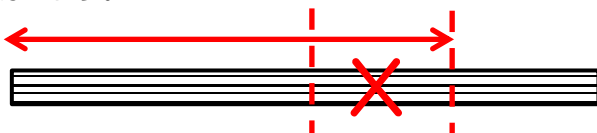
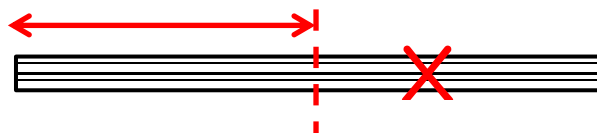
右半分の右半分のさらに長さの半分の地点までのリード線の導通を調べます。

- もし断線であれば左の部分に
- 導通であれば右に断線があります。

導通なしなので、

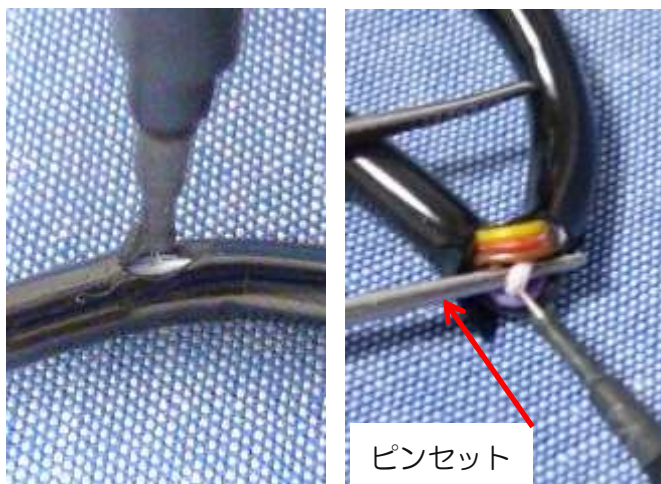
という具合に追い込んでいきます。

「暗闇で鉄砲」よりは、少ない測定で断線箇所を特定できます。

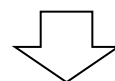


アメリカン ファイヤー ファイター消防車の修理法（前後進できない）

具体的には、測定点のケーブル途中の外被を慎重にリード線を切らない様に剥き、被測定のリード線を探し、そのリード線の外被に縫製針で作った探索針を刺して、他方の測定点との導通をテスターで測定します。



写真左の様に運良く、探していたリード線が表面にあれば良いですが、奥に隠れた時は大変です。



(探索結果)

白色のリード線の断線は、車台の付け根の近辺で、プリント基板端子台から18cmで見つかりました。

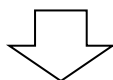
紫色のリード線の断線は、車台の付け根から90から112cmのほぼ真ん中で断線していることが分かりました。

(修理方法)

新しいケーブルを入れ替えれば良いのですが、11芯のケーブルは中々手に入りませんし、高価です。

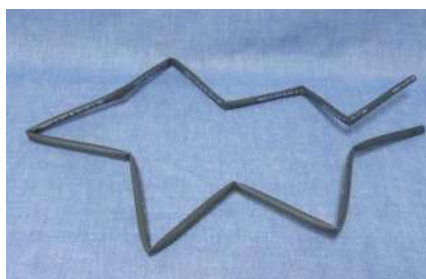
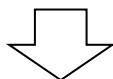
出来る限り現物を使って修理しますが、断線している箇所が、車台やコントローラーの付け根近くであれば、そこでケーブルを切断し、コントローラーのプリント基板のリード線半田付け部、または車台上のプリント基板端子台に半田付けをしても、多少短くなるだけで遊びに影響ありません。

真ん中位になると途中でリード線同志を繋ぐしかありません。



(修理 失敗1)

今回は止むを得ず、1.8cm短くし。ケーブルの外に1本の単線リード線を添わせ、収縮チューブで被うことにしました。



ケーブル外径がφ4.3mmで単線リード線がφ1.2mmなので、収縮チューブφ5を使用しました。収縮チューブが、つずら折りになっていたので、

収縮チューブ通しの導線として、外径がφ4.0mmのカーテンワイヤーを使います。

右のようにケーブルをカーテンワイヤーにポリエステルテープで固定し、



アメリカン ファイヤー ファイター消防車の修理法（前後進できない）

収縮チューブにカーテンワイヤーの先端を入れて引っ張り込みます。

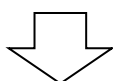


長さが短ければ難なく入るのですが、**数10 cm**を超えると摩擦が大きくて入れ辛いです。

引っ張って、収縮チューブケーブルと1本のリード線を通します。

念のため収縮する前に、ケーブル内のリード線の両端の導通を確認すると、**新たに1本が断線**していました。どうやら**無理に引っ張ったために断線**したようです。

収縮チューブの径を少なくともφ6あるいは φ8にすべきでした。



（修理 失敗2）

2分探索での断線部探して穴が開き、リード線の引っ張り強度が弱まったようですので、ケーブルの外に単線リード線を添わせるのを止めます。

新たな方法として、**ケーブル外被を全長すべて剥がし、導通を1本ずつ確認しまとめて収縮チューブに挿入**します。

今度は**引張り強度補強に、0.75sq.の電源電線を中心**に入れました。

収縮チューブをφ6にし、ロール状を使ったのでリード線などの挿入は楽でした。



収縮チューブ通しの導線との接続部、



収縮チューブ通しの後。

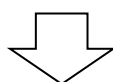


収縮前と後で、ケーブル内のリード線の両端の導通を確認してから、ケーブルをリモコンのプリント基板のリード線半田付け部と車台上のプリント基板端子台に半田付しました。

動作チェックすると**誤動作**です。

現象はケーブル内に電線間の短絡でした。

リード線相互間の絶縁を確認していなかったことも原因の一つですが、良く調べると、元々の**ケーブルの電線は被覆厚みが薄く、かつ熱に弱い**ようで、収縮作業をガスコンロで行ったのが原因でした。

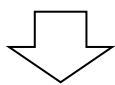


アメリカン ファイヤー ファイター消防車の修理法（前後進できない）

（修理 今度こそ）

11本の単線リード線をまとめ、収縮チューブに挿入します。

引張り強度と熱に強いリード線として、塩ビ被覆のUL 1007のAWG 28（外形1.2mm）を使用しました。収縮チューブは余裕を持ったφ8、しかも挿入しやすい直状の1Mものを、大阪の日本橋で入手しました。

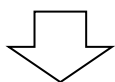


今度は、収縮前後の断線なし、挿入作業も楽でした。動作確認も問題ありません。

但し、収縮したのでリード線が密着しケーブルの屈曲性が悪くなりました。

今回のおもちゃの車両は大きくて重いので、少々ケーブルが固くても、ケーブルで車両を動かすことができます。

軽い車両のおもちゃは、ケーブルで車両が動かされるので良くありません。



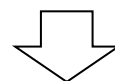
（修理 さらに改善）

いっそのこと、収縮しないチューブの方がリード線に遊びができ、可とう性が増します。

塩ビ被覆のUL 1007のAWG 28（外形1.2mm）の11本を使うのであれば、同心上にまとめれば計算上φ4.4、9mmですが、途中で捻れるのでφ6.0mmは必要です。

（反省点）

- チューブは、ケーブル挿入時に無理な力がかからない内径を選ぶ。
 - 挿入時の摩擦改善に、シリコンオイルやシリコンスプレーを使うのも良いでしょう。
 - 熱に弱いリード線を使い、収縮チューブを収縮する場合は、熱源から遠くし、収縮作業に時間をかけて行う。
 - 収縮チューブは折り癖や巻き癖のない、直状が使い易いです。
 - ただ収縮チューブは収縮後固くなるので、多少使い難くなります。
- シリコン収縮チューブは柔らかいですが高価。



- むしろ、収縮しないで使うか、収縮しないチューブ（塩ビチューブ）を使う方が、ケーブルの可とう性が増します。 ⇒ **これがお勧め。**

6) 元に戻す

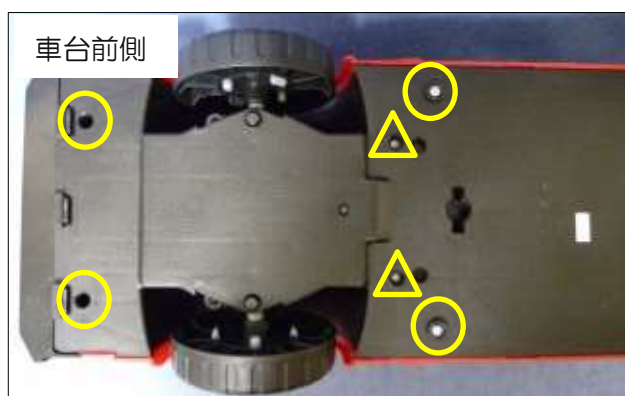
（a）ケーブルの両端を半田付け

ケーブルの片側をコントローラーのプリント基板のリード線半田付け部に半田し、他方を車台上のプリント基板端子台に半田付けします。

アメリカン ファイヤー ファイター消防車の修理法（前後進できない）

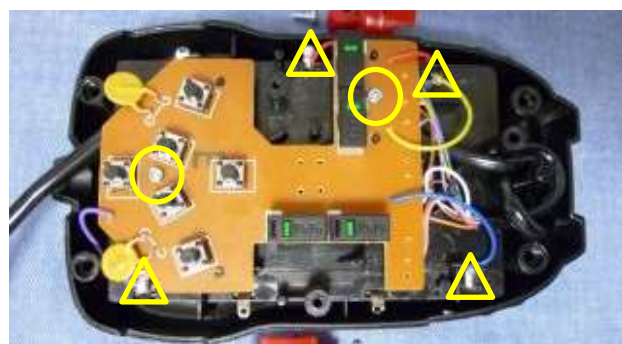
（b）車台の取り付け

△印のネジ（タッピング2. 6×8）2本と、○印のネジ（タッピング3×5）8本で留めます。

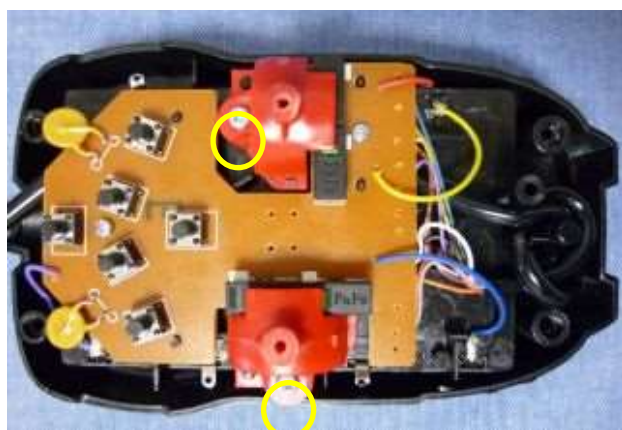


（c）コントローラーのプリント基板の取り付け

○印のネジ（タッピング2. 0×5）2本で留めます。△印の電池端子のリード線の半田付けします。



（d）レバー支持台の取り付け



2ヶ所のレバー支持部を、ネジ（タッピング2. 6×5）1本ずつ留めます。

（e）表ケースの取り付け

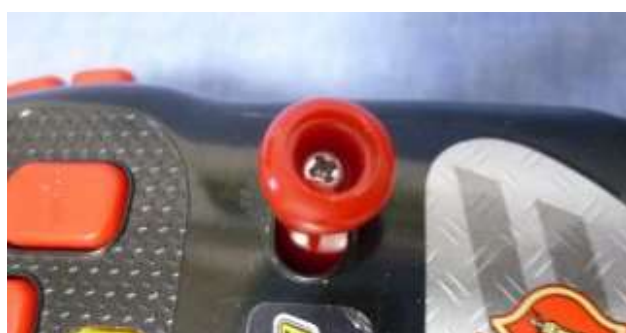


裏側ケースの○印のネジ（タッピング2. 6×8）4本で留めます。

（f）レバーつまみの取り付け

ネジ（タッピング2. 6×8）1本で留めます。

ネジ隠しを嵌めます。



アメリカン ファイヤー ファイター消防車の修理法（前後進できない）

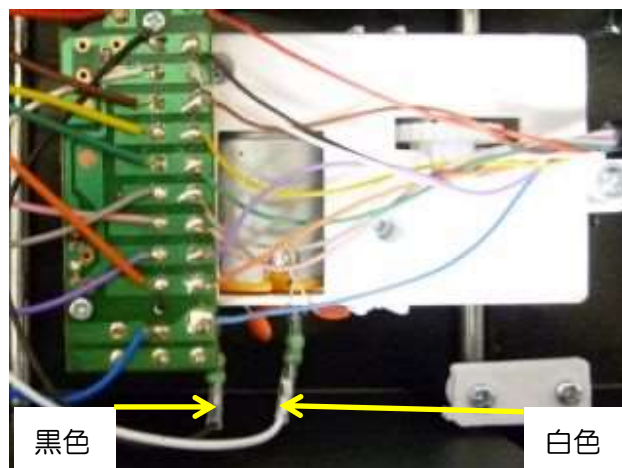
完 成

5. 補 足

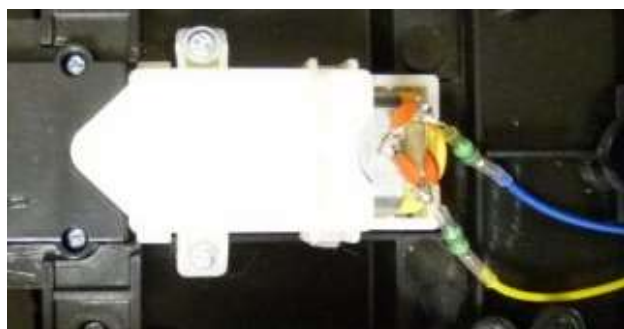
他の故障に対応できるように、各部品へのリード線の色と配線を調べました。

最後に配線図があります。

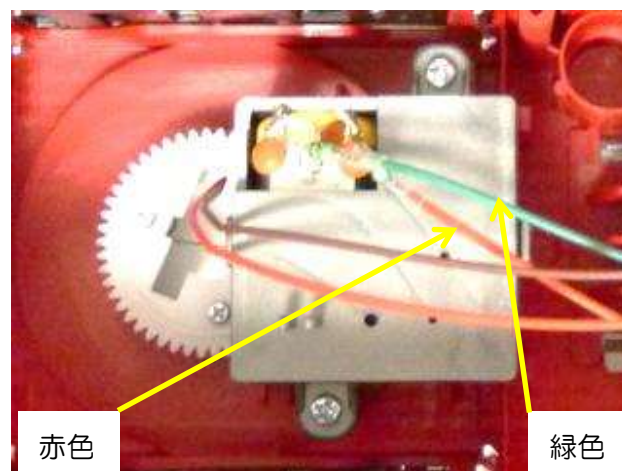
.....(a) 前後進モータの配線



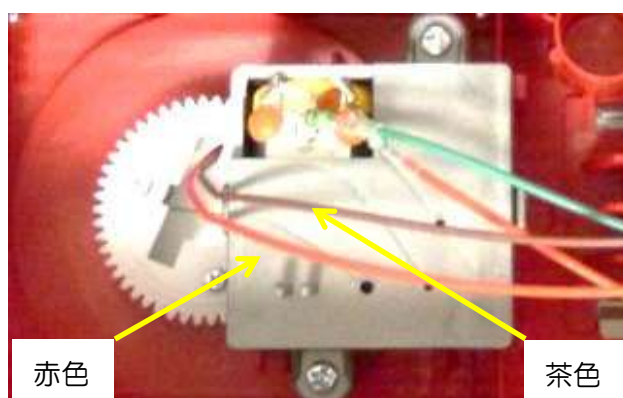
.....(b) 左右旋回モータの配線



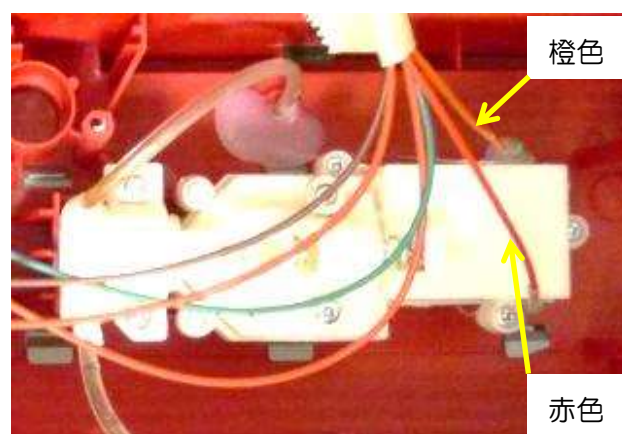
.....(c) はしご左右回転の配線



.....(d) はしご傾斜モータの配線

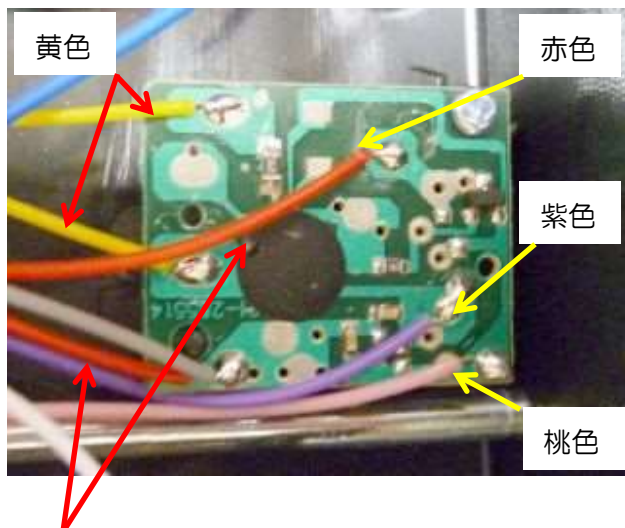


.....(e) ポンプモータの配線



アメリカン ファイヤー ファイター消防車の修理法（前後進できない）

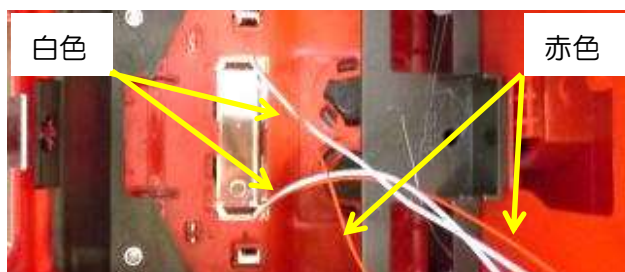
（f）サイレン・LED基板の配線



この赤色のリード線の、途中で上は赤色2本に、下は白色2本に半田付けされ、LEDに繋がっています。

2本の黄色はスピーカに、紫色と桃色はプリント基板端子台に繋がっています。

（g）サイレン灯（LED）の配線



（h）全体の回路（コントローラー含む）

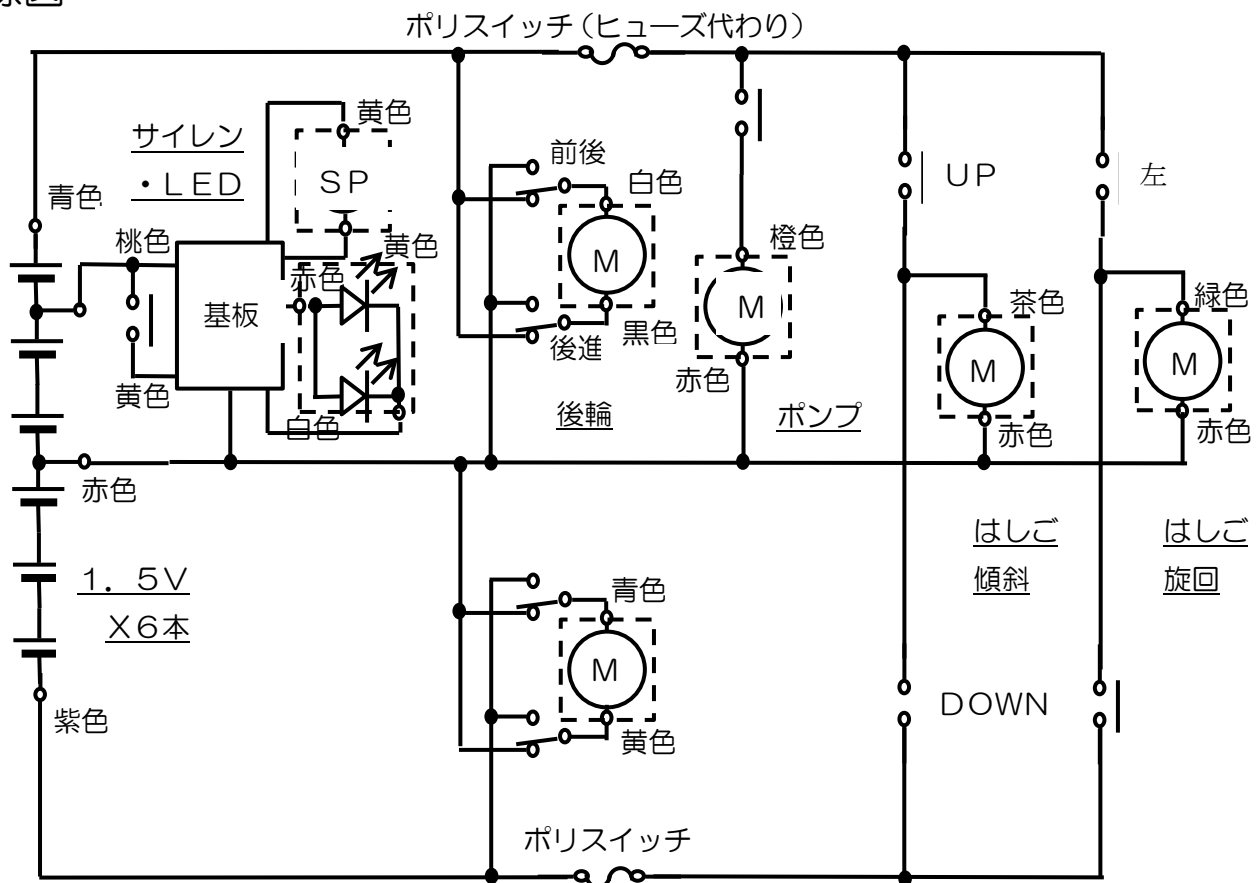
前進や後進、左右旋回のためにモータへの電源供給の極性切替えに、Hブリッジのトランジスタなどやモータの制御にCOBを使っていないアナログな回路です。

ただサイレンやLEDの点灯だけは、小さな専用のCOBを使っています。

次のページに最後に配線図があります。

アメリカン ファイヤー ファイター消防車の修理法（前後進できない）

配線図



終わり