

BALL-POPPIN の修理法（ボールが浮かない）

2020.11.05

トミー・マック

1. 外 観

ブランド名が「Playskool」のおもちゃ名が「BALL-POPPIN' TOY」です。Basbro Inc 製の並行輸入品で 2010 年に USA で発売です。



2. 特 徴

渦巻状のトラックの上にボールを落とすと、ボールはトラックを転がってトンネルに入り、底に落ちて見えなくなりますが、ファンでボールを押し出し渦巻状トラックの中心の穴から浮き上がります。

次のボールを落とすと、同じように転がり渦巻状トラックの中心の穴から浮かび上がり、上にあるボールを突き上げ落とします。この繰り返しでボールがトラックを走り回ります。

8つの活発な音楽と楽しい効果音で、5つのカラーボールで楽しめます。

3. 故 障

シロッコファンが連続で回り、強い風でボールを吹き飛ばしますので、乾電池の消耗が激しいです。使っていて電池が消耗すると、モータの回転が落ちて風が弱くなり、さらに消耗すると制御回路の電源電圧も落ち、制御が利かなくなっておもちゃが止まることもあります。（今回の修理で分かった事）

今回は、スタートボタンを押すとファンの回転が弱々しく、ボールの浮きが少なく、音楽も音が歪んでいる故障です、さらにそのまま繰り返すとモータや音楽が止まる故障です。

4. 原 因

結論から書くと、良くある**電池の消耗による動作不良**でした。

最初に電池の確認が不十分、良品の単1電池の持ち合わせがない、外部電源でのモータ電流確認でモータ不良と誤判断、回路構成の理解不十分などで、修理に迷走したものです。

ですからこの修理法では、**してはいけないこと**の反省と、**しなくて良い分解**が書かれています。

分解と修理過程で分かったことは、

- モータ（シロッコファン付き）に DCDC インバータ電源で DC6V を印加、モータ電流が 1227mA 流れたので、不良と思いモータの分解に入りました。→ **結果としてモータ不良ではありません。**
- **外部電源**で解析すると**判断を誤ることがある**。（後で解説）

BALL-POPPIN の修理法（ボールが浮かない）

- ・モータの突入電流で回路上のポリスイッチ（過電流が流れると電流を制限する）が働いているのでは
と思い、保持電流 1.35A から 3A に変えましたが状況は変わりません。→ **ポリスイッチでない。**
- ・比較的新しい電池で動かすと問題なく動きます。 → 結局、**電池消耗が原因。**

対応は、結局新しい電池に交換しました。

新しい単 1 電池の持ち合わせがなく、古い電池や単 1 に変換した単 2 電池を使って原因追及していたので、電池の内部抵抗の影響でモータと制御回路にかかる電圧が下がり、動作不良なることを見逃していました。

ポイント 大電流が流れるモータを使ったおもちゃは、検討に外部電源を使わず**電池で行うこと。**
(電池の**内部抵抗が動作および故障症状に影響**を与える。)

5. 修理

最初の電池の検査で電池消耗として判断していれば、以下の**修理はしなくて良い顛末記**です。

(1) ケースの分解

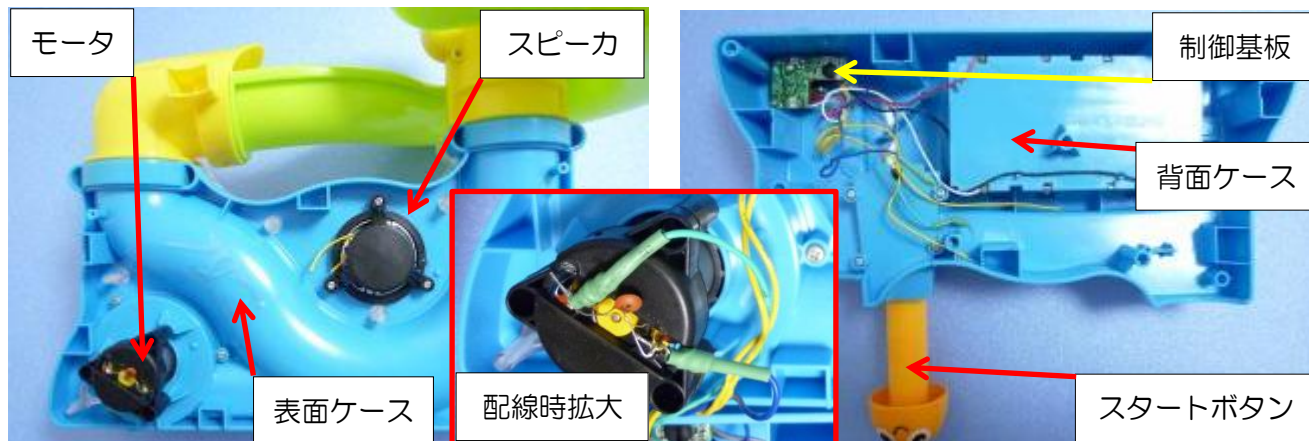
電池ケースふたを外し、○印のネジ（タッピング 3.0X18）8本と△印のネジ（タッピング 3.0X10）2本を外します。



(2) ケース内の部品

確認や修理に便利のように、表面ケース上のスピーカ用リード線を切断（あるいは半田外し）し、モータ用リード線の半田を外します。

モータ用リード線は極性を間違わないように、写真を撮り画像を残します。

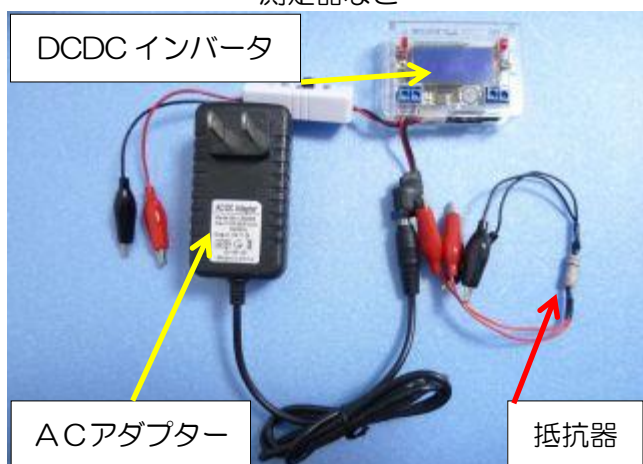


(3) モータ電流の測定（結果として、電源にDCDCインバータを使うのは**適しない**）

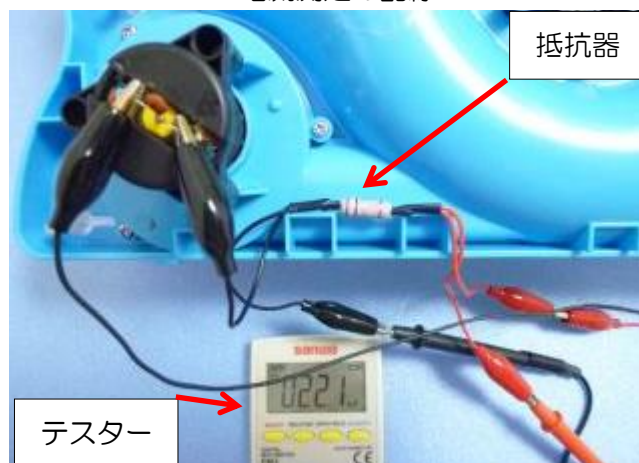
DCDC インバータと AC アダプター、電流測定用の 0.1Ω 抵抗器を用意し、テスターで抵抗器の両端 DC 電圧を測定して、読み値を 10mA/mV で換算します。

BALL-POPPIN の修理法 (ボールが浮かない)

測定器など



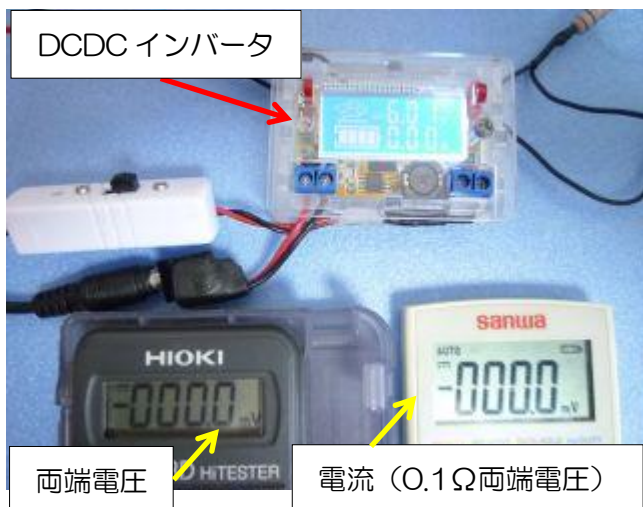
電流測定のための配線



(測定結果)

モータ**通電前** (供給電圧 DC 6.01V、
両端電圧 DC 0V、電流 0mA)

モータ**通電時** (供給電圧 DC 5.45V
両端電圧 DC 4.36V、電流 1227mA)



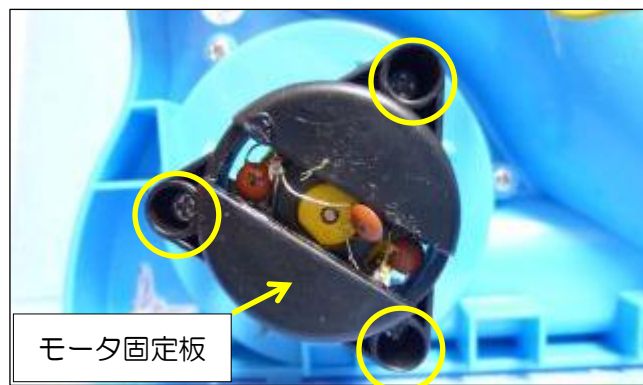
モータ電流が 1227mA も流れているので、モータ不良と推定した。
(測定時の電源が適切でないため、**判断は間違い**でした。)



分解解析へ。

(4) モータの分解と検討

モータ固定板をO印のネジ (タッピング 3.0X10) 3本で外し、

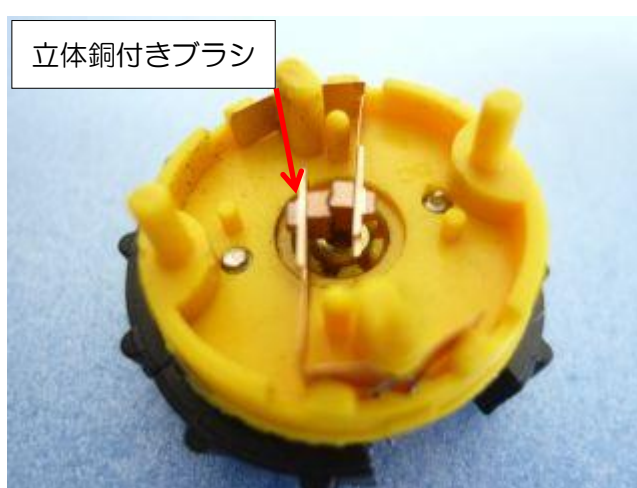
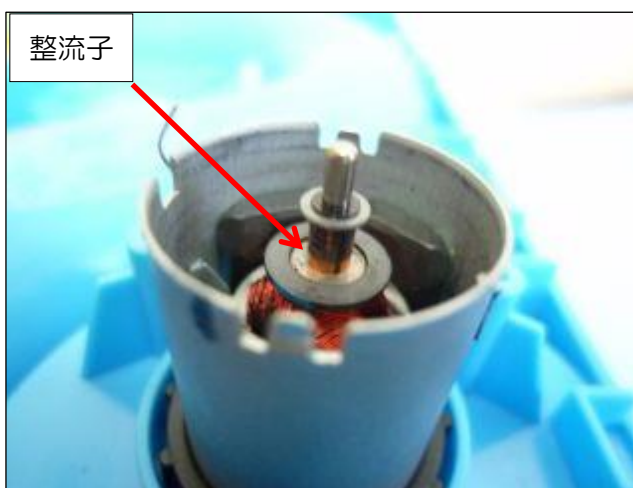


BALL-POPPIN の修理法（ボールが浮かない）

精密ドライバーで爪を2か所起こします。金属ケースには戻し位置の目印をマーキングします。



整流子もブラシの汚れは少ないです。 ⇨ （結果）問題なし。



元に戻しますが、

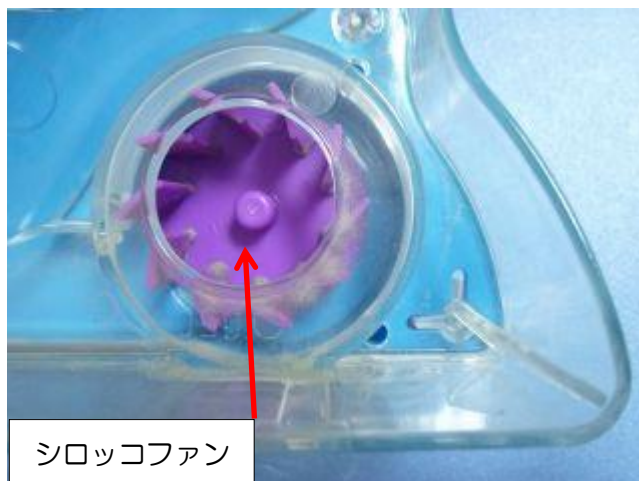
ブラシの先端に銅立方体が付いているので、自然な状態では整流子の端面鍔に当たり入りません。そこで、端子カバーに開いている2個の孔から木綿糸を通し、ブラシの先端に引っ掛け、糸を引っ張ってブラシの間隔を空け、整流子の鍔を乗り越えさせて組立てます。

モータを組立て直し、もう一度モータの電流を測りましたが、電流はほとんど減りません。そこでシロッコファンを外したモータ単体でのモータ電流を測るため、さらに分解を進めます。

(5) モータ単体の検討

○印のネジ（タッピング 3.0X10）3本を外し 表面ケースのファンカバーを外します。この状態でモータを引っ張ってもシロッコファンが抜けません。

BALL-POPPIN の修理法（ボールが浮かない）



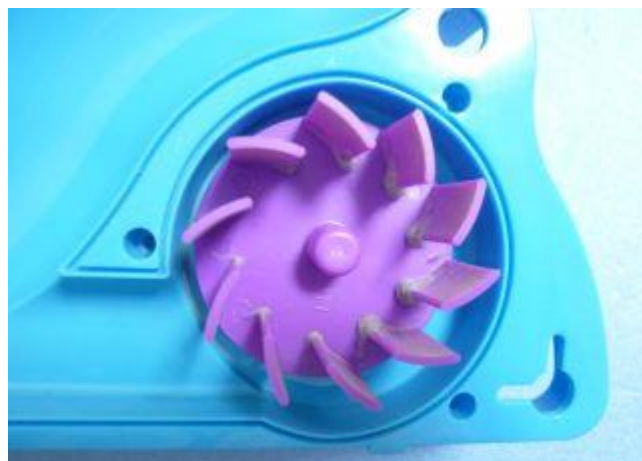
シロッコファン



スライダー

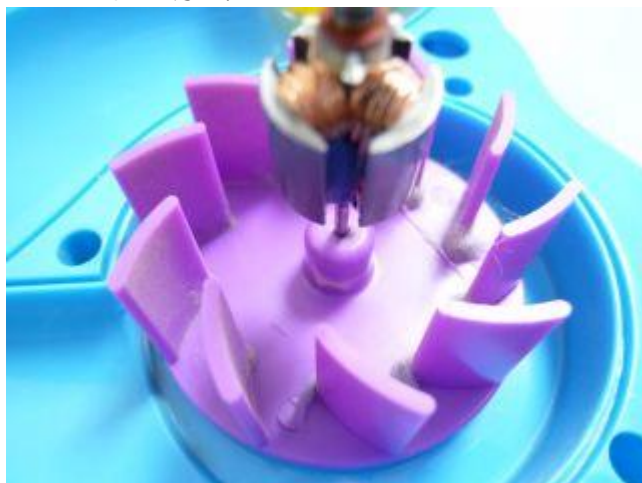
透明カバーを外し、さらに力を入れましたがシロッコファンが抜けません。

さらに力を入れてシロッコファンが外しやすいように、○印のネジ（タッピング 3.0X18）4本と△印のネジ（タッピング 3.0X10）1本を外し、上部のスライダーと表面ケースの透明カバーを外します。



古いモータのシャフトを使って、上部をハンマーで叩き、無理やり抜きました。

仕方なくシロッコファンの中心に、φ2.0のドリルの刃で孔を明け、



BALL-POPPIN の修理法（ボールが浮かない）



何と、モータ軸の先端に2つ重ねのナットがしっかり絞め込まれていました。

道理で簡単に抜けないはずですが。

今度はシロッコファンなしのモータ単体でのモータ電流を測定します。



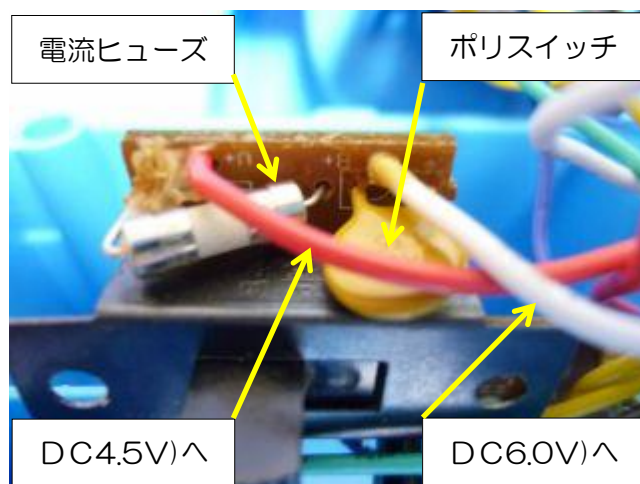
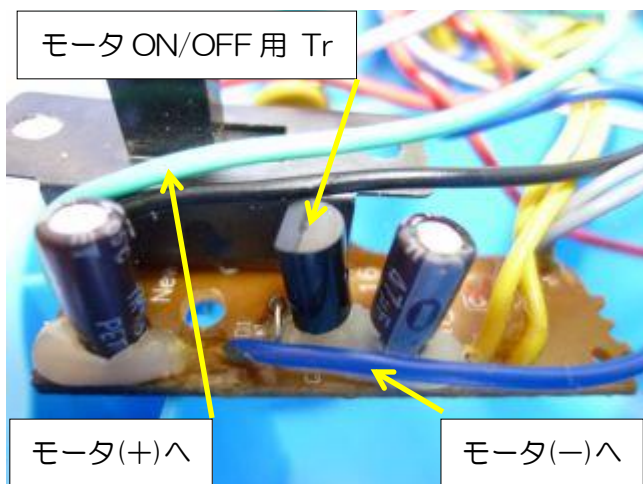
（結果）

DC6Vでモータ電流が0.3Aです。因みにシロッコを差し込んで回すと負荷がかかり 1.2Aになりました。この大きさのモータとしては正常です。 → 原因は他にあります、

（6）制御回路の検討

音楽やモータON/OFFの制御基板の電源は4.5Vで、モータへは6.0Vです。

4.5Vには電流ヒューズ（300mA）、6.0Vにはポリスイッチ（保持電流 1.35A）が接続されています。



モータの突入電流で回路上のポリスイッチ（過電流が流れると電流を制限する）が働いているのではないかと考え、保持電流 1.35A から 3A に変えました。



（結果）

状況は変わりません

BALL-POPPIN の修理法（ボールが浮かない）

(7) 電池の検討

困り果てて相談したNドクターからのアドバイスの、「安定化電源でなく電池で！」にヒントを得、東芝製「バッテリーチェッカ TBC-30」で、比較的新しい単1電池を使い、
無負荷時と測定時（内部負荷）の両端電圧

↓ (結果)	無負荷時	無負荷時	無負荷時	無負荷時
	1.48V	1.47V	1.48V	1.47V
	測定時	測定時	測定時	測定時
	1.36V	1.35V	1.39V	1.34V

正常に働きだしました。

スタート前

モータ両端電圧 DC 5.79V、電流 0mA

スタート後（モータ回転）

モータ両端電圧 DC 4.33V、電流 803mA



(a) 電池4個の右の1個を消耗電池1個と変えると、

モータ両端電圧 DC 2.07V、電流 295mA

モータの回転が落ちますが回ります。

無負荷時
1.51V
測定時
0.51V



(b) さらに、右から2個を消耗電池2個と変えると、

モータ両端電圧 DC 1.45V、電流 195mA

無負荷時	無負荷時
1.51V	1.50V
測定時	測定時
0.51V	0.87V



電源 ON と同時に、スタートボタン押す前に モータが弱弱しく回ります。
制御回路のマイコンが暴走し、自動的にスタート。

BALL-POPPIN の修理法（ボールが浮かない）

(c) さらに電池が消耗すると、制御基板のマイコンの電源が下がって暴走し、モータ ON/OFF 用 Tr が ON にならず、モータが止まります。

以上の電池の消耗具合により、おもちゃの動作が変わることから、今までの検討での不思議な現象が腑に落ちます。

ここで結論、

- 修理の最初に行う電池の消耗確認は、負荷付き電池チェッカーで行うこと。
- おもちゃの動作の確認は、外部電源を使わずに、実際の電池で行うこと。
- おもちゃの動作は電池の消耗具合により動作が変わります。特に電流を消費するおもちゃは単に動かない・鳴らないだけでなく、マイコンが暴走（制御不能）し、予想外の動きをすることがあります。

これで、原因追及が完了。

(8) 元に戻す

今回は省略します。

終わり