

# 小型高圧電源装置の製作

神奈川県立湘南台高等学校・山本明利@YPC（横浜物理サークル）

## 0：はじめに

従来、静電高圧実験や各種放電実験には高圧電源として、誘導コイルやバンデグラーフあるいはウィムズハースト起電器が用いられてきました。いずれもかなり高価な上、取り扱い上も若干の技術を要する装置でした。しかし、ここでご紹介する小型高電圧電源装置によれば、極めて安価かつ手軽にこれらの実験を行うことができます。

ここで使用する高圧電源モジュールは石川県教育委員会事務局学校指導課の竹中功先生が秋葉原のジャンクショップで発掘したものです。それを神奈川県立城郷高校の右近修治先生がYPCの例会で紹介し、コンデンサーのモデル実験や静電界観察そうによる電気力線の観察などの静電気実験<sup>1)</sup>、さらには電気共振実験<sup>2)</sup>への応用の可能性を示しました。

ここではこの電源をより安全に使うための小型高圧電源装置の工作方法を解説します。

## 1：パーツリスト

工作に必要なパーツは以下の通りです。（YPC特製キットは以下のパーツがセットになっています。）

高圧電源モジュール×1  
シャーシ×1  
トグルスイッチ×1  
ジャンパージャック 赤×1  
黒×1

006P積層乾電池×2  
バッテリースナップ×2  
出力コード 赤 2.2cm×1  
黒 1.4cm×1  
絶縁用熱収縮チューブ  
太3cm×2  
太1.5cm×2  
太1cm×1  
細1cm×3

このほかに工具として、はんだごて(30W)、ヤニ入り糸はんだ少量、ニッパ、ペンチなどが必要です。

## 2：スイッチつまみの絶縁

熱収縮チューブ（細1cm）をトグルスイッチのつまみにかぶせ、写真のように弱火に設定したライターの炎であぶります。チューブが縮んでスイッチつまみを被覆します。

高電圧が漏れてスイッチを通じて感電するのを防止する効果があります。熱収縮チューブの取り扱いの練習も兼ねています。



### 3：電源モジュールまわりの配線

組み立てに先立って、高圧電源モジュール周辺のはんだ付け配線をしておきます。まず、高圧電源モジュールの電源側コード（赤と黒の細い線）は長すぎるので、10cmぐらいを残して切断します。それぞれのコードの先端はニッパで3mmぐらい被覆をむいて、あらかじめはんだをのせておきます。ジャンパージャックやトグルスイッチの端子にも前もってはんだをのせておきます。

配線は右の写真のとおりです。まず、スイッチの一方の端子に高圧電源モジュールの黒い電源コードを、スイッチの残りの端子にバッテリースナップの黒いコード一本をはんだ付けします。この際、下の写真のように熱収縮チューブ（太1cm）を通しておくのを忘れないようにします。はんだ付け終了後、前の作業と同じようにライターで熱して熱収縮させ、端子を保護します。

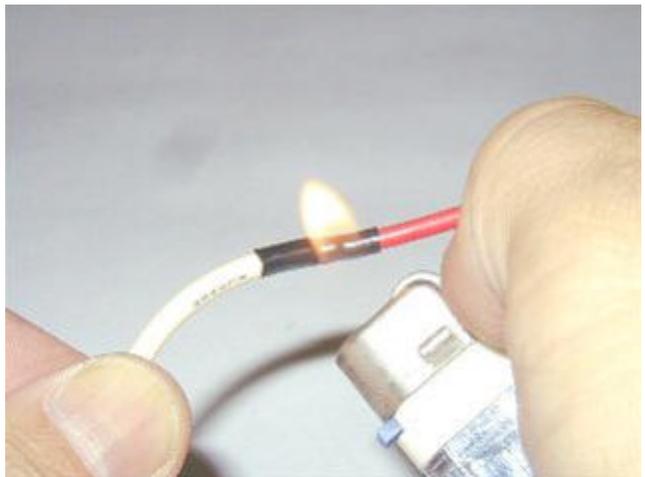
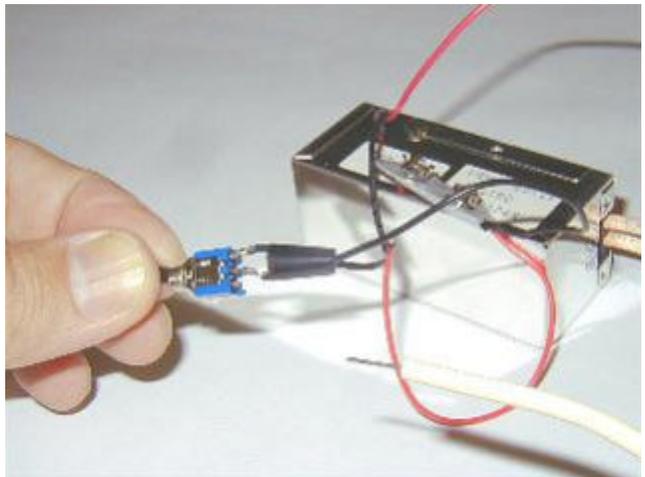
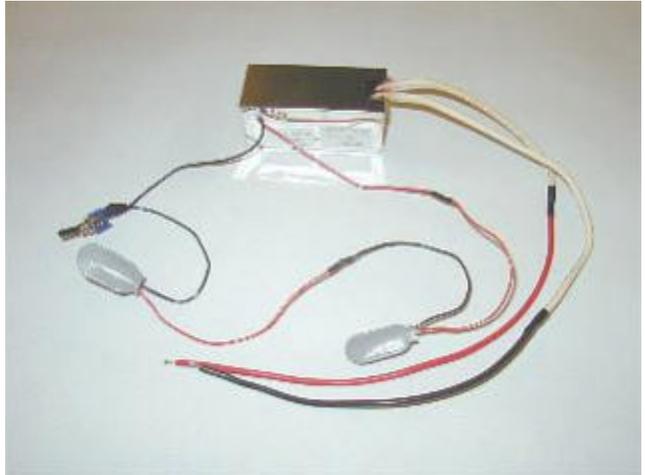
この絶縁被覆はスイッチの二つの端子に高圧電源モジュール本体の金属容器や006P乾電池の外装の金属が触れて短絡し、不用意に電源が入るのを防ぐ目的で行います

バッテリースナップは使用目的に応じて2個または1個とりつけます。より高い出力電圧（約12000V）を得たい場合は2個直列（上の写真の例）、安全を期して約半分出力電圧に抑えるなら1個だけ接続します。いずれの場合も高圧電源モジュールの赤い電源コードとバッテリースナップの赤いコードをはんだ付けします。

接続部は熱収縮チューブ（細1cm）で被覆します。はんだ付け前にチューブを通しておくのを忘れないようにしましょう。

最後に出力側の配線をします。高圧電源モジュールから出ている2本の白いコードのうち+側（短い方）に太いコード（赤22cm）を、-側（長い方）に太いコード（黒14cm）をはんだ付けします。

接続部は右の写真のように、熱収縮チューブ（太1.5cm）で被覆しておきます。ジャンパージャックはここではまだはんだ付けしません。



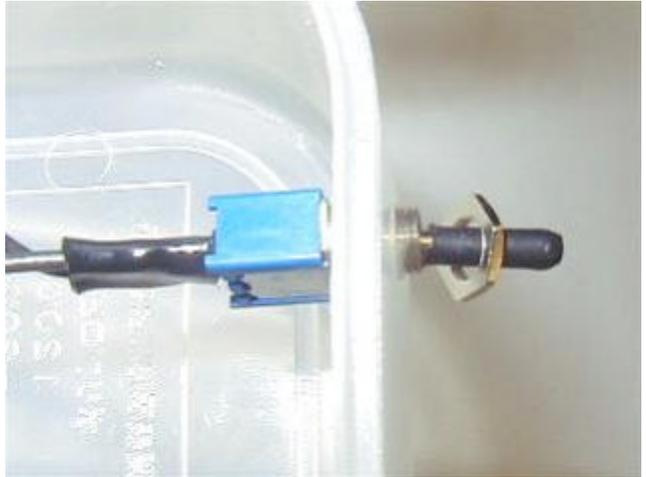
## 4：シャーシにスイッチを取りつける

配線の終わった回路をシャーシに組み込みます。手始めにトグルスイッチを取りつけます。

トグルスイッチのナットとワッシャを一度はずします。最後のナット1個だけは残し、時計回りにねじって一番奥までねじ込んでおきます。その後ギザギザのスプリングワッシャを通しておきます。

次に、右の写真のようにシャーシの穴に通し、外側からナットで固定します。ナットの締め付けにはペンチを使います。

この際、スイッチの上下に注意します。コードがはんだ付けしてある端子が下に来るように固定すれば、ノブを上にしたときにスイッチオンとなります。逆にすると感電事故の元になりますので気をつけましょう。



## 5：回路をシャーシに組み込む

回路を写真のようにシャーシに組み込みます。高圧電源モジュールから出ている出力コードをシャーシの側面の二つの穴からそれぞれ引き出します。高圧電源モジュールは両面テープなどでシャーシの底面に固定するとよいでしょう。

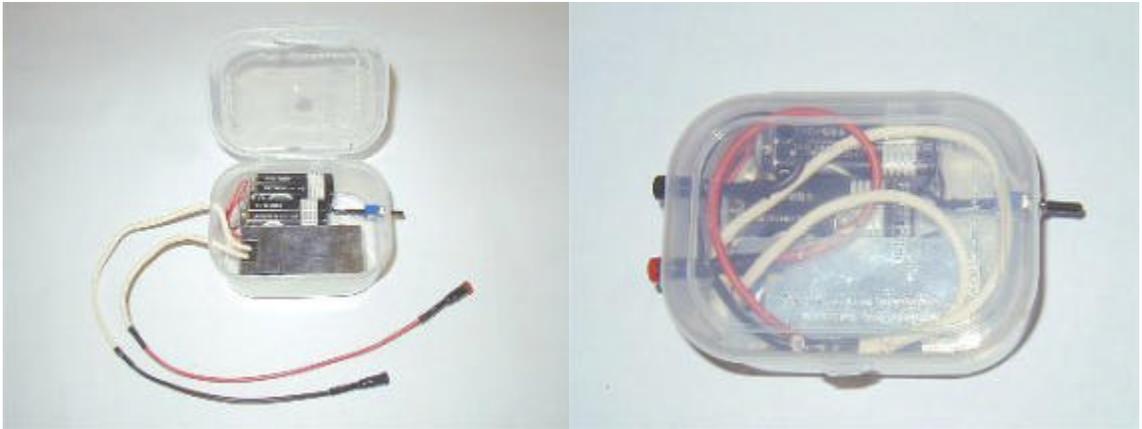
穴から引き出した出力コードを熱収縮チューブ（太3cm）に通し、先端に同じ色のジャンパージャックをそれぞれはんだ付けします。ジャンパージャックのナットは使いませんのであらかじめ取り外しておきます。

はんだが冷えたら熱収縮チューブをジャンパージャックの首の部分までかぶせ、ライターで軽くあぶって接続部を被覆します。チューブが長くて太いので、コードをひねりながら、むらのないようまんべんなく加熱してください。

最後に、もう一度配線を点検し、スイッチがオフになっているのを確認した上で、バッテリースナップに電池をとりつけます。工作が完全に終了するまで、電池は絶対に取りつけてはいけません。

以上で装置の組み立ては完了しましたが、スイッチを入れる前に必ず以下の注意をお読みください。





完成した小型高圧電源装置

出力コードを本体内に収納することができる

## 6：小型高圧電源装置の使用上の注意

本機に使用した高圧電源モジュールが発生する電圧はバンデグラーフに比べれば低く、供給される電流も誘導コイルほどではないので、むやみに恐れることはありませんが、1万Vの高電圧を扱うので、感電に対する対策は十分に行うべきです。

どんな静電高圧実験でも同じですが、このぐらいの電圧になると電極に直接接触しなくても火花放電によって電撃が飛んできます。出力電極の1cm以内には指を近づけないように注意します。電源モジュールの金属シャーシはマイナス側に接続されていますから、マイナス側の出力コードを手で操作するように実験を組み立てれば感電を避けることができます。電源を入れたままプラス側の出力から配線作業を行うのは危険です。

スイッチを切っても内部のコンデンサーには電荷が残っていて、もう一発放電できるだけのエネルギーを蓄えています。電源を切ったら必ず出力電極を金属に押しつけてコンデンサーを放電する習慣をつけましょう。輸送時も含め、使用しないときは電池をすべてはずしておきます。

出力電圧は約1万Vの高圧ですが、蓄えられる電気量がわずかなので仮に感電しても命にかかわることはありません。しかし、この出力を外部のコンデンサー（ライデン瓶など）に導いて電荷を蓄えることは禁物です。出力にこれ以上の改造を施してはいけません。

電源モジュールの入力電圧の定格は12Vですから006P電池1個（9V）が適当ですが、006P 2個直列（18V）で長時間使用しても特に過熱や性能劣化は見られませんでした。この場合の出力電圧は三門正吾先生の測定では12000Vになっているとのことです。

最後に、すべての静電気実験がそうであるように心臓ペースメーカー装着者など身体的に特別の事情のある人への配慮を忘れてはいけません。また、感電の危険を理解できない子供には決して高電圧の操作をさせるべきではありません。

## 7：免責事項

この解説は、ジャンク品を用いての工作の可能性を示したにすぎず、著者および著者が所属する神奈川県とYPCは、装置の製作過程ならびに完成した装置の使用時に生じたいかなる事故に対しても責任を負うことはありません。装置の製作・使用はあくまでも製作者個人の責任において行なってください。上記のとおり危険もあることを理解した上で、安全に十分配慮しながら、くれぐれも事故のないように製作・使用されるよう希望します。

### 【参考文献】

- 1) 右近修治「高電圧電源を用いた静電気実験」YPCニュースNo.133('99/4)
- 2) 右近修治「ロジックの電気振動実験」物理教育通信No.98, pp.19-22('99/11)
- 3) 山本明利「ミニ真空放電」YPCニュースNo.144('00/3)