

山形中央高等学校化学部

可搬型レールガンへの挑戦

2年 鎌水 峻介 1年 中川 由宇斗

2013年12月18日(水)

よろしくお願ひします

研究の動機

- ・最近SF作品などでレールガンという単語を耳にした。
- ・調べると、現代の技術でも製作可能と聞く。
- ・そこで、部活レベルでどこまで効率のよいレールガンが作れるのか試してみた
- ・しかし、大型なレールガンはお金も手間もかかるため、持ち運びサイズの小型なものと目標した。

研究の動機です

(クリック) 最近SF作品などで「レールガン」という言葉を耳にしました。(クリック) 調べてみると、ある程度の威力なら個人でも制作可能だということです。現に、YouTubeなどの動画サイトで制作動画を何件も見かけます。(クリック)

そこで、部活レベルでどこまで効率のよいものが作れるか試してみました。(クリック)

なお、大型のレールガンはお金も手間もかかるため、持ち運び出来るような小型のものを目標としました。

レールガンの仕組み

○レールガンの仕組み

- ・ 2本のレールにアルミパイプを乗せ、直流電流を流すと、右ネジの法則
- ・ とフレミング左手の法則によりアルミパイプが回転し始める。
- ・ また、このとき電流と垂直方向に磁場をかけると回転しやすくなる。

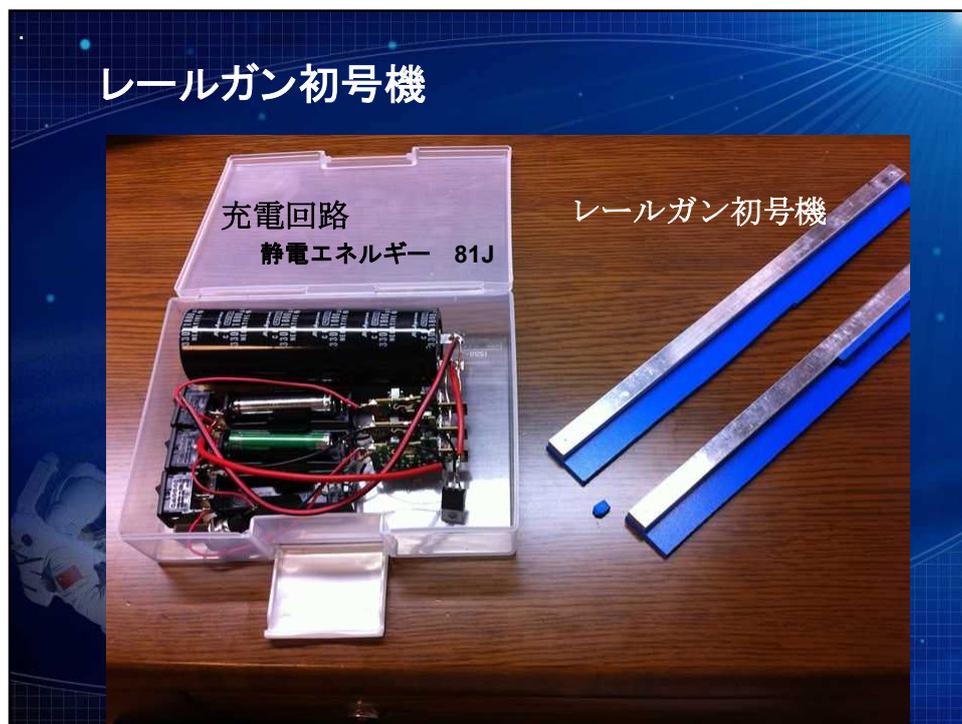


以上、これが大まかなレールガンの仕組みとなる

画像引用<http://www.max.hi-ho.ne.jp/lylle/mondai/mondai15.html>

まず、レールガンの仕組みを説明します。
中学校でこのような実験はしませんでしたか？(2
クリック)
二本のレールにアルミパイプを乗せ、磁石を置き、
レールに直流電流を流す実験です。
このとき、レールとアルミパイプに発生した磁場で
右ネジの法則とフレミング左手の法則により
レールが加速されます。
これが大まかなレールガンの原理です。
今回のレールガンでは、アクリルの弾をスチール
ウールの低温プラズマと共にこの原理に乗っ
取って発射します。

レールガン初号機



これが今回の研究で使用した充電回路とレールガン初号機です。

充電回路は使い捨てカメラの昇圧回路を利用し、静電エネルギー81Jのコンデンサーに電力をためます。

また、回路を二個並列に接続することで、充電時間が短縮されています。

レールガン本体は、アルミレール、プラスチック材で制作しました。

しかし、明らかに剛性が足りず、気密性も低いいため、ただ火花が散っただけで撃つことはできませんでした。

レールガン二号機



そこで二号機を制作しました。
アクリル板でアルミレールを挟み、ボルトで固定します。こうすることで剛性、気密性共に向上することができました。
さらに、画像はありませんが、真ん中のボルトでレール中の磁場を強化するコイルを上下に設置しました。(クリック)

発射実験1 (二号機)



こちらが2号機の発射実験の瞬間です。
弾は発射されましたが、あまり威力はありません。
ダンボールの底に当たって数cm跳ね返っただけ
でした。
それと、(クリック)弾の進行方向が奥に対し、手前
と横からプラズマ漏れが確認されました。
このプラズマ漏れを改善する必要があります。(ク
リック)

二号機の改修



コイルに電力が消費され、スチールウールのエネルギー不足



ネオジム磁石を設置し、レール中の磁場を強化しつつ
全エネルギーをレールへ集中させる

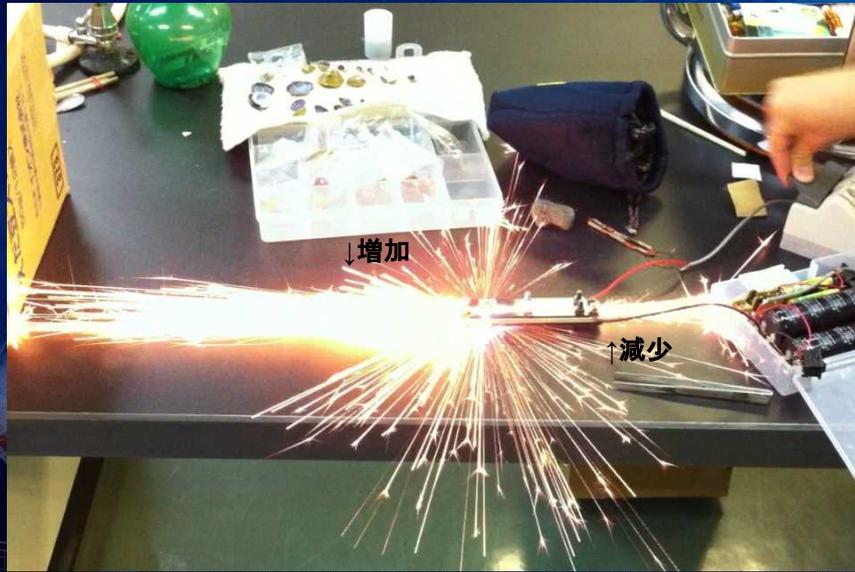
画像引用<http://www.max.hi-ho.ne.jp/lylle/mondai/mondai15.html>

そこで、二号機の改修を行いました。

(クリック)先ほどの実験では図の磁石の代わりにコイルを設置していましたが、このコイルに原因があると思われます。このコイルで電力が消費されるとスチールウールにエネルギーが掛からなくなるため、(クリック)プラズマ生成率が下がるからです。そのため、外部から磁力をかけた方がよいと考えました。

そこで、(クリック)コイルの代わりにネオジム磁石を設置し、磁場強化と共にレールへのエネルギー集中を図りました。

発射実験2（二号機改修ver）



改修後の発射実験です。(クリック)
後方のプラズマ漏れが減少し、前方が増加しているのが見られます。
また、弾の威力も向上し、左のダンボールに当たって机から落ち、1m程転がりました。

二号機Ver2.0の課題

二号機Ver2.0の特徴



○・ネオジム磁石によって
威力向上

×・気密性にまだ問題あり
・加速距離が僅か



レールを短縮し、ボルトを増やす。

(クリック)ネオジム磁石の搭載によって威力の向上が見られましたが、(クリック)まだ気密性の問題が残っていました。

先ほどの実験でも横からプラズマ漏れが見られます。それに加え加速距離が短く、レールの長さが無駄になっていました。(クリック)そこで、レールを短くし、ボルトを増やします。(クリック)

レールガン三号機



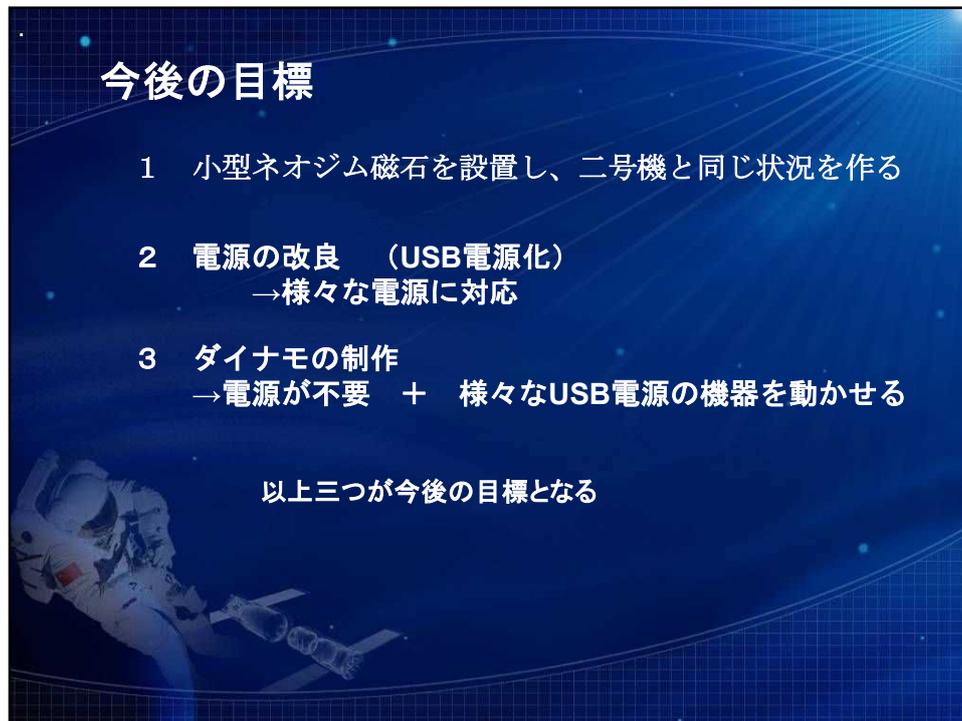
そして完成したのがこのレールガン三号機です。本体の長さはおよそ6.0cmで二号機の1/2、初号機の1/4になり、そしてボルトを増えています。もうボルトだらけです。

ボルトの密度をあげたせいで、ネオジム磁石が設置できなくなってしまいましたが、気密性は格段に向上しました。

発射実験3（三号機）



三号機の発射実験です。
磁石がないため、後方からはまたプラズマ漏れが確認されますが、(クリック)横からは全く漏れていません。ボルト増設は効果があったようです。



今後の目標です。

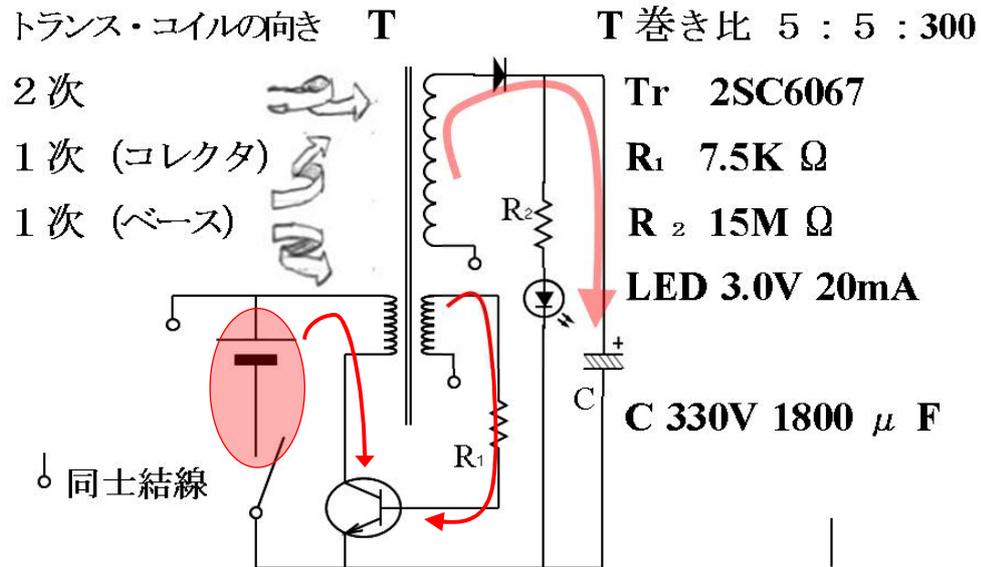
一つ目は、(クリック)ネオジム磁石の設置です。三号機では、二号機のネオジム磁石は設置できませんでしたが、ボルトのすきまに入るような磁石を探し、設置します。

二つ目は、(クリック)電源の改良です。現在、単3乾電池で使い捨てカメラの昇圧回路を動かしていますが、現在これをUSB電源にする計画が進行中です。USB電源で昇圧回路を作れば(クリック)スマートフォン用のバッテリーからも充電できますし、変換アダプタを使いコンセントからも充電可能です。さらに、乾電池用USB変換アダプタも使えますし、最悪パソコンからも充電できます。

三つ目は(クリック)手回しダイナモで充電することです。自転車などのダイナモを定電圧回路に繋げばレールガンも充電できますし、(クリック)目的がずれませんがスマートフォンなど様々な機器も充電すること可能となります。

以上三つが今後の目標です。これにむかって今後も精進していきたいと思います。

ブロッキング発振回路



13

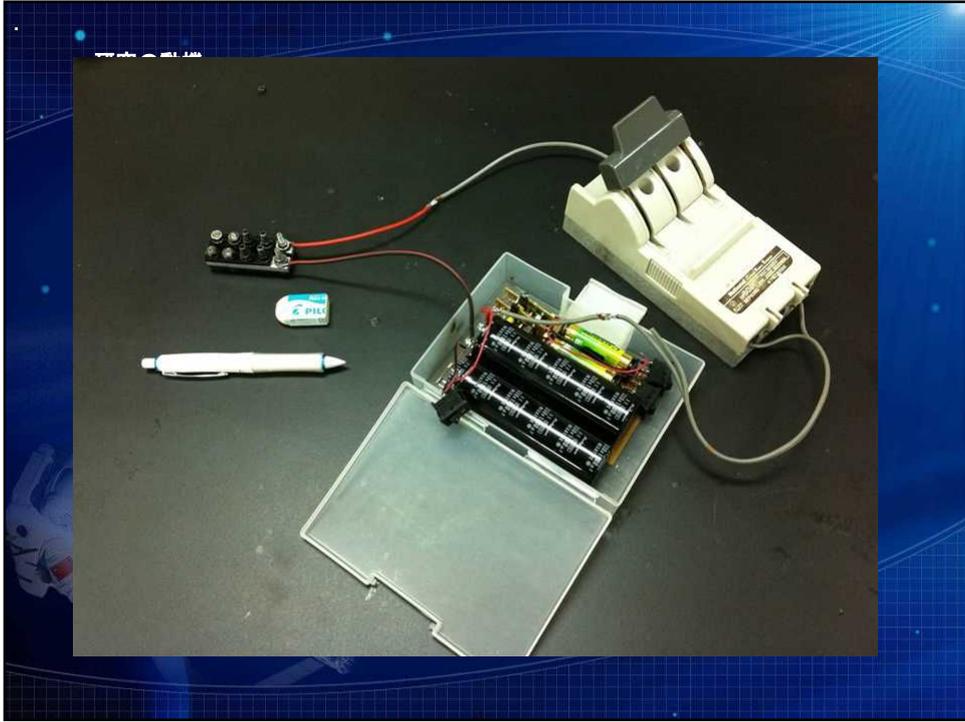
なお、先ほど第二目標に挙げたUSB電源ですが、
 現在、図の回路を製作しています。まず、この回路はUSB 5Vを300Vに昇圧してコンデンサーに充電する回路です。昇圧にはブロッキング発振回路を採用しました。ブロッキング発振回路は「低い電圧の直流を高い電圧の交流に変えるときなどに用いられる「直流を交流にする」回路です。これは、使い捨てカメラの回路を参考にしました。

各部を説明して行きます。(クリック) ここが電源部で、直流5Vです。電圧を上げるにはトランスを用いますが、トランスは目的に合うものが無く、手で蒔いて自作しました。左側のコイルがトランスの1次側で右側と共に5回巻きです。上のコイルは二次側で300回巻きです。(クリック) このトランスではまず、右側のコイルを通じてベース電流が流れます。(クリック) ベース電流が流れることでトランジスタにコイルを通じてコレクタ電流が流れます。このコレクタ電流はベース側のコイルを電磁誘導で止めると同時に、二次側に誘導電流として電圧300Vを発生させます。この発振を(クリック) 一番上にあるダイオードで整流します。なお、R₂とLEDは電圧発生確認用のLEDです。オームの法則を使った計算では2次側の電圧が300Vを超えると点灯します。この電圧を330V 1800μFの電解コンデンサに貯めます。

ブロッキング発振回路は以前製作したことがあるのですがこのトランスが原因で動きませんでした。コイルは、ベース側とコレクタ側が、コレクタ側と二次側が磁界の向きがそれぞれ逆になるように設計しなければなりません。この点に関しては回路の中核となるので前回の二の舞にならないように気をつけて製作していきたいとおもいます。



以上で発表を終わります。ご静聴ありがとうございました。



研究の動機



