

# 磁気エネルギー活用の研究 ～電磁力の強さを体感したい～

駄田井涼太 城倉伸紀 柘植寛人 小松翔悟 宮澤優希 三澤恭佑  
Datai Ryota Jokura Nobuki Tsuge Hiroto Komatsu Togo Miyazawa Yuki Misawa Kyosuke  
駒ヶ根工業高等学校 電気科

あらまし：電磁力(フレミングの左手の法則)を利用して、軍事兵器にも使われているレールガン进行研究し製作した。

## 1. 研究の動機と目標

- (1)電気の授業で学んだ電磁力を応用し電気科らしい課題研究ができないかと考えた。
- (2)単純な原理で電磁力を応用できるレールガンを発見し、自分たちでどこまで強く弾丸を発射できるか実験してみたいと考えた。

## 2. 研究に関する基礎知識

### (1)レールガンの原理

レールガンとは、物体をフレミングの左手の法則により加速して打ち出す装置である。

$$F = B I L [N]$$

F：導体に働く力[N]      B：磁束密度[T]

I：電流[A]      L：導体の長さ[m]

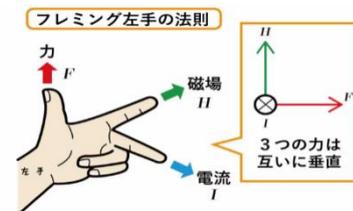


図1 フレミングの左手の法則

### (2)キャパシタについて

2枚の極板を平行に配置し、電荷を蓄える働きを持つ。

蓄えられる電荷  $Q = C V [C]$

蓄えられるエネルギー  $W = \frac{1}{2} C V^2 [J]$

C：静電容量[F]      V：加える電圧[V]

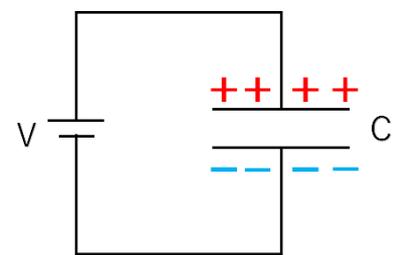


図2 キャパシタ

## 3. 研究内容

### (1)実験機の製作(フレミングの左手の法則実験装置)

導体を実際に動かせるかを確認する実験機を製作した。

20mm球を導体として設計した。その結果レール上のアルミ球を移動させることに成功した。



図3 フレミングの左手の法則実験装置

出力 (8V,10A,0.8Ω)

最高速度 0.18km/h

## (2) 本機の製作

レールガンにおいて強く弾丸を打ち出すための条件

1. 発生する磁界を強める。 → ネオジム磁石によって磁界の補助を行った。
  2. 流れる電流を大きくする。 → 電圧を増やして抵抗を減らす。
    - ①内部抵抗の小さい電解コンデンサを使用した。(63V・10000 $\mu$ F・15.68J)
    - ②電解コンデンサを直列に接続し、電圧を大きくした。
  3. エネルギーを高める。 → ※コンデンサを並列に接続した。  
※コンデンサ (直列：電圧が増加 並列：エネルギーが増加)
  4. 弾丸をできるだけ軽くする。 → 鉄製のものをアルミ製などに変更した。
  5. レールと弾丸の摩擦を減らす。 → 弾丸をレールに挟む形式から乗せる形式に変更した。
- これらの情報をもとに二人ずつ分かれてそれぞれ異なるものを作成した。

### ① 城倉&宮澤班

砲身に比較的導電率の高い銅を使い、磁石をつけて磁力を補助した。球状のものは転がりやすく摩擦を減らすことができるため、弾丸には直径4mmと6mmのアルミボールを採用した。

### ② 駄田井&小松班

摩擦を小さく、確実に通電する構造を模索した結果、弾丸をレールの上に乗せるという構造になった。

### ③ 三澤&柘植班

弾丸を高速で発射するために弾丸を針金にし、高い出力を出すため針金をアルミ棒の上に乗せる構造にしたが、軽すぎてうまく通電しないことが今後の課題である。

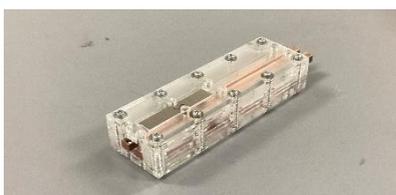
## 4. 研究結果と今後の課題

### (1) 研究結果

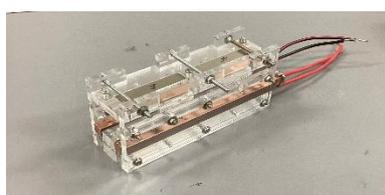
- ・現時点ではコンデンサを2個直列接続したものを、3組並列接続(112V・15000 $\mu$ F・94J)した結果、弾丸を、2~3cmの距離を飛ばすことができた。
- ・レールと弾丸の摩擦を小さくすることにより、回路の接触抵抗が増えてしまった。これらは相反するものであるが、この問題はまだ解決できていない。

### (2) 今後の課題

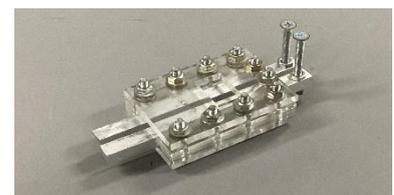
- ・より高い出力で打ち出すために上記の摩擦と接触抵抗のベストのバランスを見つけていきたい。
- ・大電流を流すために導電性の高い素材の金属を使用したい。
- ・より大きな規模で発射するために、高い電圧・電流および大きな電気エネルギーを与えて発射したい。
- ・レールガンの実用性についての研究をしていきたい。
- ・危険を伴う実験だったので安全性も配慮できるレールガンを製作したい。



① 城倉、宮澤班



② 駄田井、小松班



③ 三澤、柘植班

図4 製作したレールガン