

# ガウス加速器

高槻 大貴

## 要約

ガウス加速器とは、磁石を使った加速装置の一種である。磁石をあいだにはさみ、鉄球を一行に2つ以上ならべて反対側から鉄球を衝突させると、反対側の鉄球が磁力によって加速して飛び出すという装置である。私は、その装置を見て、どのような原理で加速されているのか、どのようにしたらもっと加速されるのかを考え、調べてみたいと思ったので、本研究を行った。そのために、実際にガウス加速器を作り、各条件を設定し、速くなったときの条件を調べた。条件とは、「加速装置を増やしてみる」「鉄球の初速度を速くしてみる」「固定している鉄球を増やしてみる」の3つの条件だ。実験の結果、これらの条件を加えることで鉄球をより速くすることに成功し、さらに、速くなった条件を組み合わせることで、1つの条件を加えたものよりも、より速い加速器を作ることに成功した。だが、さらに速くすることはできないかと考え、考察を行った。追加の実験として、ガウス加速器を使って鉄球の斜方投射実験を行い、一番遠くへ飛ぶ角度は何度なのかも確認した。

## 1. 序論

物理に関わる本を読んでいたときに、このガウス加速器の装置を見て、興味を持ったことが今回のテーマに出会ったきっかけである。

本研究の目的は、上記の3つの条件の中で速くなる条件を調べることと、射方投射をさせ一番遠くまで飛ぶ角度を求めることである。

本研究では、最初にガウス加速器の原理を調べ、上記の3つの条件を用いて実験して、さらにはその速くなった条件を組み合わせることで一番速く発射する装置を作った。その後、ガウス加速器を用いて射方投射の実験を行うことで、一番遠くへ飛ぶ角度を測った。

## 2. 本論

### (1) ガウス加速器の原理

磁石に衝突させる球は、衝突直前に磁石によってひきつけられ加速して衝突する。そして、運動量保存の法則によって、加速された速さで反対側の鉄球が飛び出す。

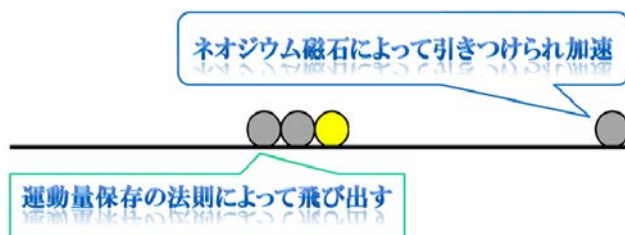


図1. ガウス加速器の原理

### ※運動量保存の法則

・球Aが球Bに衝突したとき、球Bに球Aの運動量が加わり、球Bが動き出す。

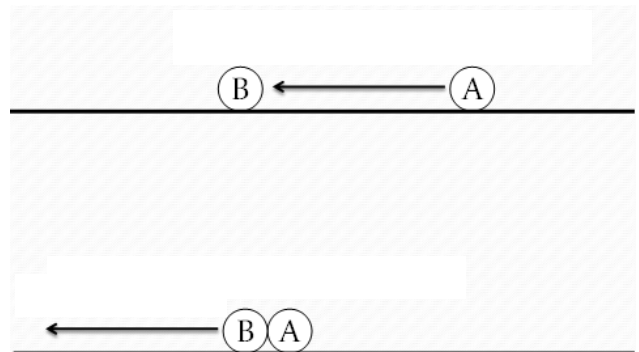


図2. 運動量保存の法則

ただし、このとき衝突の前と後でA、Bそれぞれがもっている運動量（質量×速度）の合計は、一定に保たれる。

### (2) 実験

以下の材料を用いて、要約で述べた3つの条件を変えながら、実験を行った。また、速くなる条件を組み合わせ、最も速い条件を探った。

<実験材料>

鉄球×13個



ネオジウム磁石×3個



レール



速度計測器



その他、スタンド、分度器、カーボン紙なども用いた。

<実験方法>

下図のような実験装置（標準装置）を作り、条件を変えながら速度計測器で、初速度と加速後の速度を測定した。

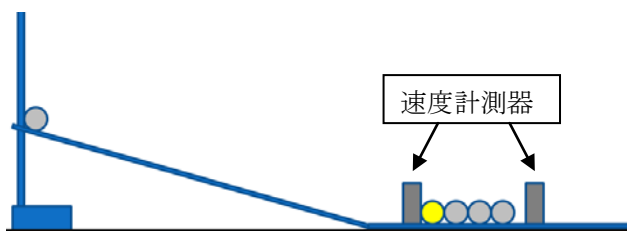


図3. 実験装置（標準装置）

<実験の条件>

条件①：装置を増やす

条件②：初速度を変える

条件③：固定した鉄球の数を増やす

条件①

・装置をふやしてみる



条件②

・当てる鉄球の速さを変える



条件③

・固定された鉄球の数を増やしてみる

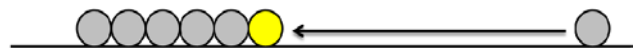


図4. 変化させた3つの条件

<予想される結果>

条件①・・・初めの Gauss 加速器によって速くなった鉄球が次の加速器によってさらに速まる。

条件②・・・条件①と同様に当てる球の初速度が速くなるので、飛び出す鉄球は速くなる。

条件③・・・固定された鉄球の数が増えれば、磁石からの距離が遠くなり、磁石による後方への引力が弱まるので、より速くなる。

<実験結果>

実験①（装置を増やす）

・装置2つのとき

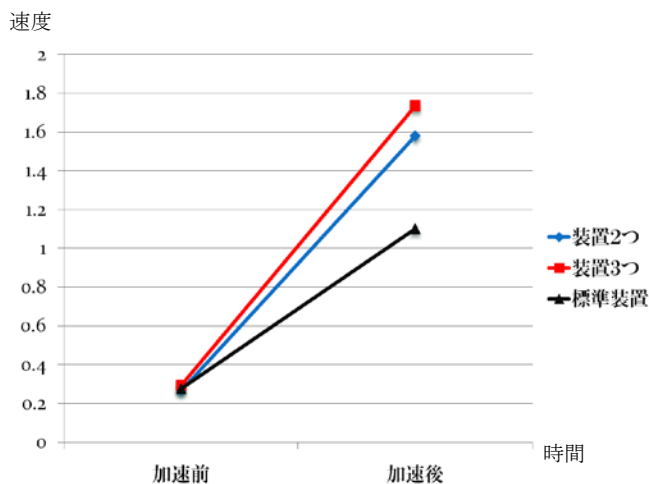
初速度 0.266 [m/s] → 加速後 1.580 [m/s]

・装置3つのとき

初速度 0.293 [m/s] → 加速後 1.736 [m/s]

実験①のグラフ

(m/s)



### 実験② (初速度を変える)

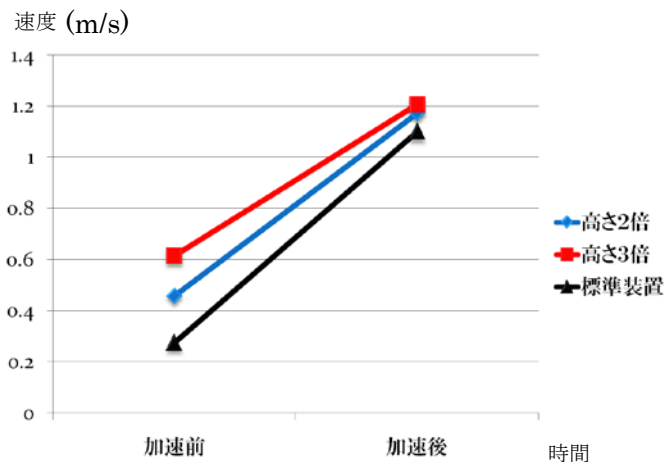
- ・鉄球の高さを元の2倍

初速度 0.460 [m/s] → 加速後 1.173 [m/s]

- ・鉄球の高さを元の3倍

初速度 0.616 [m/s] → 加速後 1.206 [m/s]

### 実験②のグラフ



### 実験③ (固定された鉄球の数を増やす)

- ・鉄球3個 (標準装置) のとき

初速度 0.276 [m/s] → 加速後 1.100 [m/s]

- ・鉄球4個のとき

初速度 0.276 [m/s] → 加速後 1.223 [m/s]

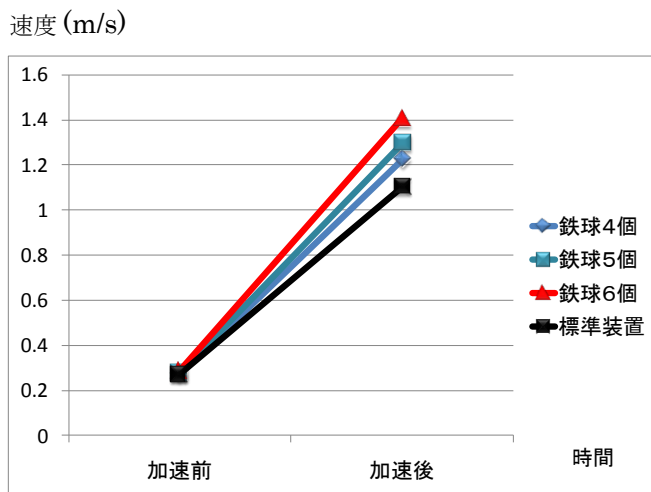
- ・鉄球5個のとき

初速度 0.280 [m/s] → 加速後 1.296 [m/s]

- ・鉄球6個のとき

加速後 0.290 [m/s] → 加速後 1.406 [m/s]

### 実験③のグラフ



### <実験結果のまとめ>

実験①・・・装置を増やした方が発射された鉄球は速くなった。

実験②・・・初速度がより速い方が発射された鉄球は速くなった。

実験③・・・固定された鉄球が増えるほど発射された鉄球は速くなった。

実験①～③の結果より、最も速く発射するためには、装置を増やし、初速度を上げ、固定された鉄球を増やせばよいと考えられる。

上記の実験結果を受けて、条件を組み合わせるガウス加速器を作って実験を行った。(ただし、鉄球の数は、衝突させる鉄球も含めて13個と限りあり)

### 実験④ (高さ10倍・装置3つ・鉄球4個)

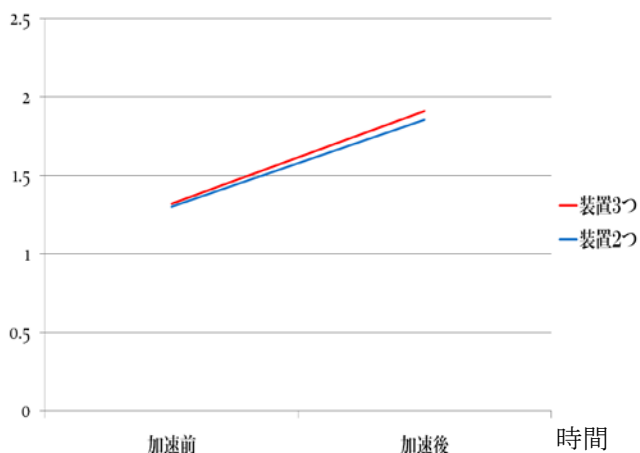
初速度 1.320 [m/s] → 加速後 1.910 [m/s]

### 実験⑤ (高さ10倍・装置2つ・鉄球6個)

初速度 1.300 [m/s] → 加速後 1.856 [m/s]

#### 実験④と実験⑤のグラフ

速度 (m/s)

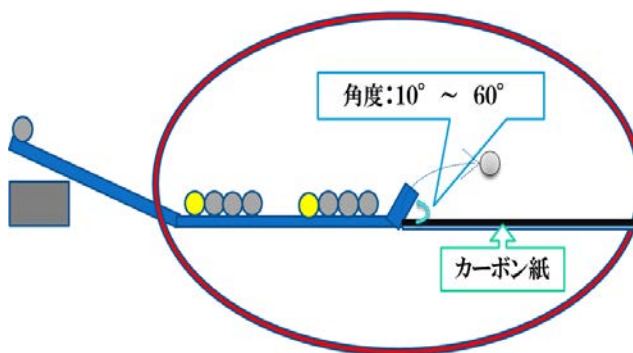


#### <結果のまとめ>

この実験結果により、固定する鉄球の数を増やす（装置2つ・鉄球6個）より、装置を増やした方（装置3つ・鉄球4個）が、発射速度が上がる事が分かった。これにより、今回の実験の中で一番速いガウス加速器は、高さを10倍にし、固定する鉄球を4個にし、装置を3つの組み合わせで作ったものであることが分かった。

#### <斜方投射の実験>

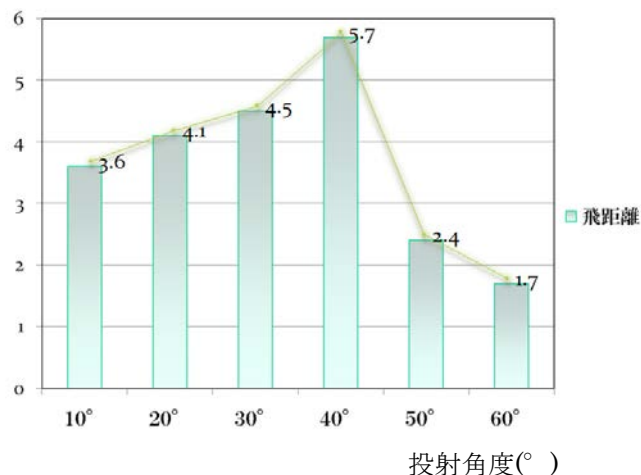
今回、このガウス加速器を使って、鉄球を斜面上をすべらせると、何度の角度で最も遠くまで飛ぶか興味をもったので、実験を行った。



#### <結果>

実験結果のグラフ

飛距離 (cm)



#### <実験結果のまとめ>

グラフより、一番遠くへ飛ぶ角度は40°付近だと考えられる。50°や60°で劇的に飛距離が下がっているのは、角度を作っているレールに衝突したとき減速しているからだと考えられる。

### 3. 結論

ガウス加速器の実験では、鉄球を速く発射するために、装置を増やし・初速度を速くし・固定された鉄球を増やすという条件を加えれば速くなり、これらを組み合わせ、装置を3つ作り、固定された鉄球を4個のとき、本実験の条件（鉄球13個）の下では、一番速く発射されることが分かった。斜方投射の実験では、40°付近が一番遠くまで飛ぶ。理論計算では、45°が最も飛距離が出ることから、妥当な実験結果が得られたと考える。

### 4. 謝辞

ご指導いただきました戸田先生、TAの船江先生、立案当初からのご指導・ご協力たいへんお世話になり、ありがとうございました。

### 5. 参考文献

<http://www.eneene.com/omoshiro/23g/>