

7月30日 一日大学生

「ガウス加速器とファラデーモーター」を受講して

とても不思議なガウス加速器

戸田市立美女木小学校 6年

高橋 侑大

ID A16-001012

1. 研究のきっかけ

埼玉大学科学者の芽育成プログラム一日大学生講座で「ガウス加速器とファラデーモーター」という講座を見つけた。ガウス加速器はまったく知らない言葉だったので、どんな実験なのかとても興味を持った。そこでこの講座に参加することにした。

2. 研究のテーマ

- ☆ ガウス加速器って何だろう？
- ☆ どんなものなのだろう？
- ☆ どんなしくみなのだろうか？
- ☆ 何が起きるのだろうか？

3. 実験の進め方と結果

☆はじめに☆

～ガウス加速器とは～

ガウス加速器とは、ネオジム磁石の強力な磁力を利用して、鉄球を打ち出す装置である。磁力に引かれて衝突した鉄球が、その前に並んでいた鉄球を大きな速度で打ち出す、まるで運動量保存則を無視しているかのように振る舞う現象である。鉄球、磁石の質量はほぼ等しくする。

(引用：愛知県総合教育センター愛知エースネットより

<http://www.aichi-c.ed.jp/contents/rika/koutou/buturi/bu12/gauss/gauss.html>)

～ネオジム磁石とは～

ネオジム磁石とは、ネオジム、鉄、ホウ素を主成分とする希土類磁石（レアアース磁石）の一つ。永久磁石のうちでは最も強力とされている。1984年にアメリカのゼネラルモーターズ及び日本の住友特殊金属（現、日立金属）の佐川真人(en)らによって発明された。

(引用：ウィキペディアより <https://ja.wikipedia.org/wiki/ネオジム磁石>)

1. まずはネオジム磁石があるのとないのではどのように動きが変化するかを調べるために、ネオジム磁石を使わずに、鉄球だけで衝突実験を試してみた。

～準備するもの～

1. 鉄球（直径 10mm）5～10 個くらい
2. 断面が凹形（1辺 10mm）のアルミ棒レール 1 本（長さ 1 m 位、カーテンレールが便利）

- (ア) 鉄球を 3 つ使用。レール上に鉄球 2 つをくっつけて配置。もう 1 つの鉄球を並んでいる 2 つの鉄球にぶつけてみる。



「結果」

一番右の鉄球 1 つだけ が 進入速度と同じ速度 で右へ移動した。



- (イ) 鉄球を 4 つ使用。レール上に鉄球 3 つをくっつけて配置。もう 1 つの鉄球を並んでいる 3 つの鉄球にぶつけてみる。



「結果」

(ア) と同じように一番右の鉄球 1 つだけ が 進入速度と同じ速度 で右へ移動した。



鉄球を並べた数を 5 つ、6 つと増やしても、鉄球を 1 つぶつけると 進入速度と同じ速度 で、端の 1 つだけ が右へはじき出された。

- (ウ) 次にぶつける鉄球を2つに増やして、上記と同じように衝突実験をする。
鉄球を2つまとめてぶつける。レール上に配置する鉄球は3つ。



「結果」

一番右と右から2番目の鉄球が、2つまとめて、進入速度と同じ速度で右に移動した。



- (エ) (ウ)と同じように鉄球を2つまとめてぶつける。レール上に配置する鉄球は4つ。



「結果」

一番右と右から2番目の鉄球が、2つまとめて、進入速度と同じ速度で右に移動した。



鉄球を並べた数を5つ、6つと増やしても、鉄球を2つぶつけると
進入速度と同じ速度で、端の2つだけが右へはじき出された。

分かったこと

ぶつける鉄球とはじき出される鉄球の数は、並べた鉄球の数に関係なくいつも同じだった。
はじき出される鉄球の速度は、進入速度と同じだった。

あるものの重さ（質量）と速度（スピード）をかけた量を「運動量」という。あるものから別の物へ運動量が伝わったとき、伝わる前の運動量と伝わった後の運動量は、同じになる（運動量が保存される）という法則がある。この実験ではぶつかった鉄球の運動量と、並べた鉄球からはじき出された鉄球の運動量は同じになるから、鉄球がすべて同じ重さなら、同じ数のはじきだされることになる。はじき出された鉄球が止まってしまうのは、鉄球とレールとの間に摩擦が働いて、運動とは別のエネルギーに変わるためだ。

（参考にした本：小学生の自由研究（出版社記録忘れ）より）

2. 次に、鉄球にネオジム磁石を加え、同じように衝突実験を行う。(ガウス加速器)

～準備するもの～

1. 鉄球 (直径 10mm) 5~10 個くらい
2. 断面が凹形 (1 辺 10mm) のアルミ棒レール 1 本 (長さ 1 m 位、カーテンレールが便利)
3. 球型のネオジム磁石 (直径 10mm) 1 個

実験で使ったネオジム磁石は、同じ大きさの鉄球を 8 つ持ち上げられるほど磁力が強い。

- (ア) 磁石 1 つと鉄球 2 つを下の図のようにレール上に並べ、1 つ鉄球をぶつけた。
(磁石は塗りつぶされていない球。それ以外は普通の鉄球)



「結果」

一番右の鉄球 1 つだけ が 進入速度よりもかなり早い速度 で右へはじき出された。



- (イ) 磁石 1 つと鉄球 3 つを下の図のようにレールに並べ、1 つ鉄球をぶつけた。



「結果」

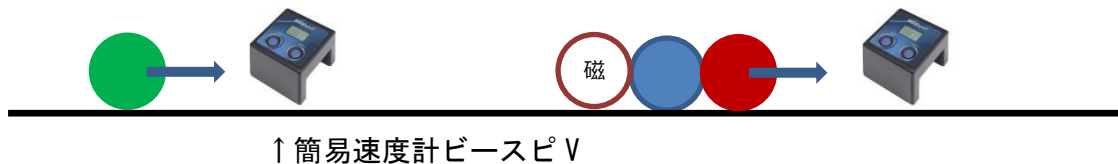
(ア) と同じく、一番右の鉄球 1 つだけ が 進入速度よりもかなり早い速度 で右へはじき出された。



鉄球を並べた数を 5 つ、6 つと増やしても、鉄球を 1 つぶつけると
進入速度よりずっとずっと速い速度で、端の 1 つだけが右へはじき出された

☆先生に簡易速度機をお借りしたので、鉄球の速度を測ってみた☆

鉄球とネオジム磁石の配置は、上の「(ア)」のパターンで、測ってみた。



	ぶつける速度	はじき出された速度	加速
1 回目	16.2cm/s	188.5cm/s	約 11.64 倍
2 回目	12.6cm/s	154.4cm/s	約 12.25 倍
3 回目	8.8cm/s	182.7cm/s	約 20.76 倍

上の結果から、ぶつける鉄球の速度が遅いほど、はじき出された鉄球の速度が、早くなることが分かった。

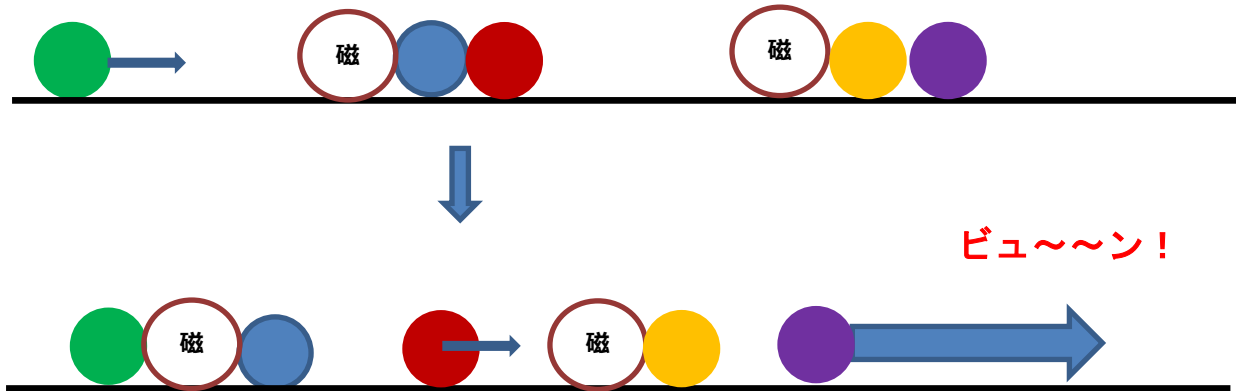
どうしてそうなるのか。

～僕の推測～

鉄球の進入速度が遅い方が、ネオジム磁石で加速出来る時間が長いから早いのだと思った。

3. 鉄球をもっと加速してみよう！

鉄球がはじき出されるスピードがもっともっと速くなるように工夫してみた。



ネオジム磁石 1つだけの時よりも、ものすごく早くなった。

1回だけ、速度を測っていた。

進入速度 9.1 cm/s → はじき出された速度 243.4 cm/s。 約 26.7 倍に加速！

4. 研究のまとめと感想

鉄球だけの時

- ① 鉄球をぶつけた数と同じ数、鉄球がはじき出された。
- ② 進入速度と同じスピードで鉄球がはじき出された。

ネオジム磁石を加えると

- ① 鉄球をぶつけた数と同じ数、鉄球がはじき出された。
- ② 進入速度よりはじき出されたスピードの方が、びっくりするほど速くなった。
- ③ ゆっくり鉄球をぶつけたほうが、より速くはじき出された。
- ④ 加速器は磁石が先頭がないと、鉄球どうしがくっついてしまう。
- ⑤ レール上にガウス加速器を多く配置するほど鉄球が速くなる。

ガウス加速器でぶつける鉄球を2つや3つに増やすと、どうなるのか実験してみたいと思った。