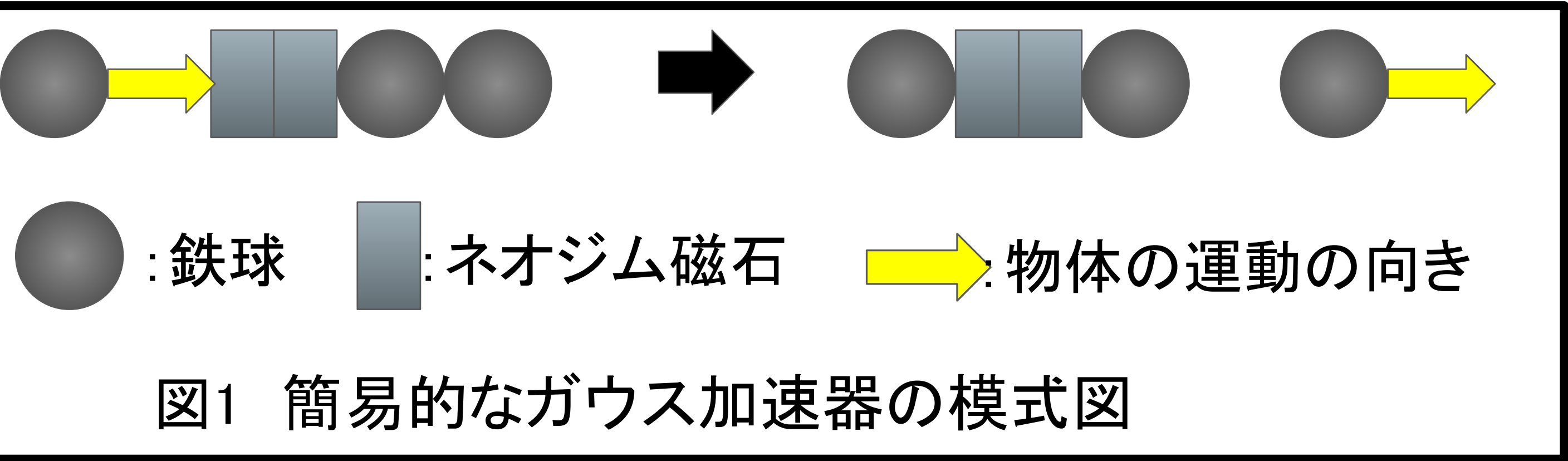


ガウス加速器による摩擦の変化

大阪府立いちりつ高校 物理4班

予備知識

ガウス加速器とは



磁石を利用した加速器の一種。ネオジム磁石を用いて物体に大きな運動エネルギーを与えることができる。射出物体が非磁性体の場合、与えられる運動エネルギーは**大きくなる**。

研究背景・目的

学校では摩擦力について**荷重に比例する**と習う。これは**アモントンの法則**と呼ばれており、広い範囲で成り立つことがわかっているが、この法則が成り立たない場合もある。球体状の物体が高速で動くときにこの法則が成り立つのかを調べ速度と摩擦の関係性を証明することで、日常の摩擦に関する現象の証明にも役立つと考え、今回の実験を行った。

実験方法

ガウス加速器が磁性体と非磁性体で与える運動エネルギーが異なるため、磁性体である**鉄球**(質量4.08g,半径5mm)と非磁性体である**アクリル樹脂ビーズ**(質量0.52g,半径5mm)をそれぞれ用いて以下の実験を行う。

実験1: 基準としてガウス加速器を使用せずに**速度**を計測(図2)

- 鉄球及びアクリル樹脂ビーズを高さ50cmから初速0で滑らせる
- 二つの速度計測器で計測した速度を記録
- ①→②を計100回行う

実験2: ガウス加速器を用いて計測(図3)

- 鉄球を高さ50cmから初速0で滑らせる
- 二つの速度計測器で計測した速度を記録
- ①→②を計100回行う
- 打ち出された球をアクリル樹脂ビーズに置き換え、①→②を計100回行う

計算: 得られた速度から**力学的エネルギーの差**を求め、摩擦力を求める。

$$\text{力学的エネルギー } E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{2}{5}mr^2\right)\left(\frac{v}{r}\right)^2$$

$$\text{摩擦力 } F = \frac{E_1 - E_2}{x}$$

I : 球の慣性モーメント ω : 球の角速度

r : 球の半径 x : 速度計測器間の距離

v : 球が回転する速度

E_1 : v_1, v'_1 を用いたときの力学的エネルギー

E_2 : v_2, v'_2 を用いたときの力学的エネルギー

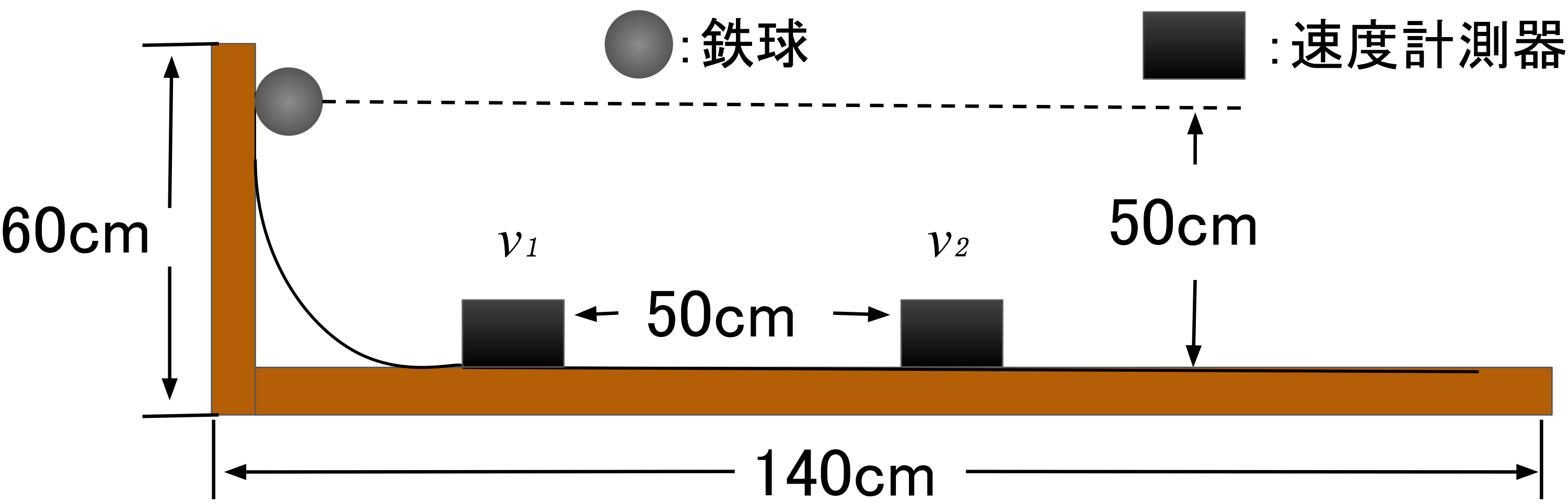
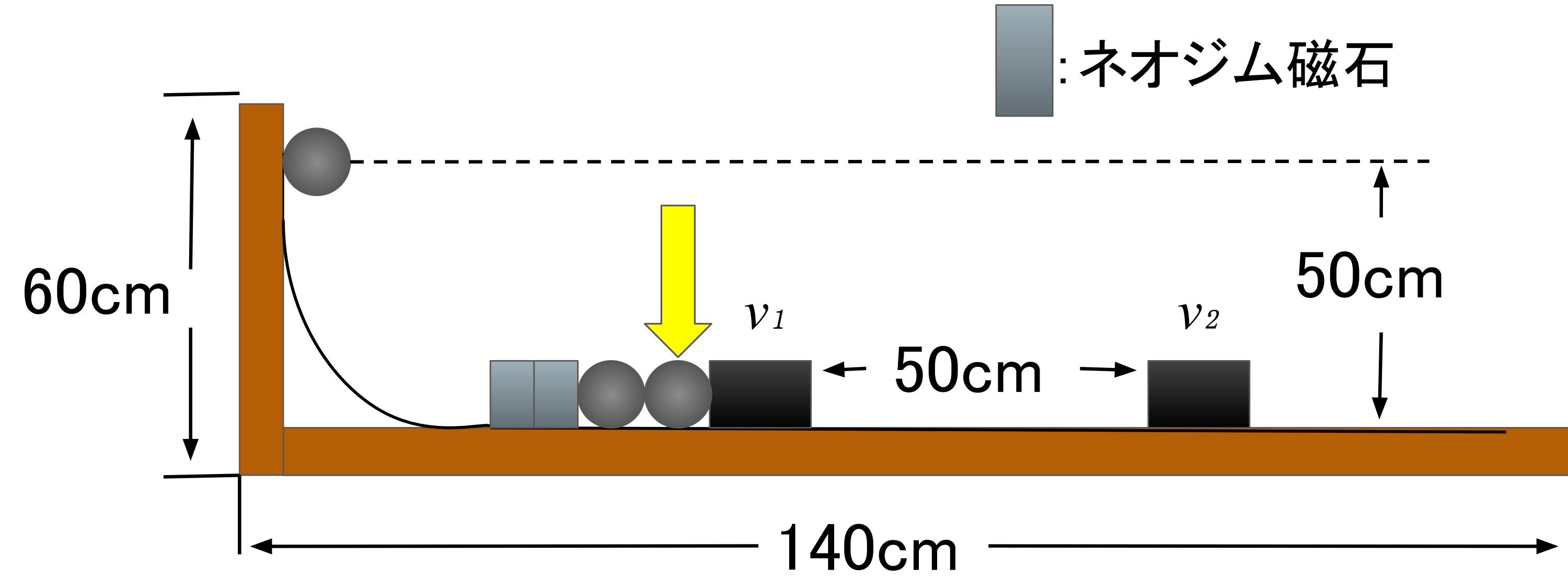


図2 ガウス加速器を使用しない実験装置



※**黄色の矢印**で示された球の速度を計測する

図3 ガウス加速器を使用した実験装置

結果・考察

次のような測定結果が得られた。

表1 v_1 の平均化した測定結果

	加速器無し	加速器有り
鉄球	2.29m/s	2.2m/s
ビーズ	2.4m/s	3.85m/s

表2 v_2 の平均化した測定結果

	加速器無し	加速器有り
鉄球	2.15m/s	1.86m/s
ビーズ	2.21m/s	3.49m/s

しかし、今回の実験方法では**速度を測る物体が小さい**ために、回転速度を求める具体的な方法について考察が及ばず、計算する過程までたどり着くことができなかった。

今後の展望

物体の回転速度を求める方法について思案し、その結果から摩擦と速度の関係について考察する。

参考文献

・三重大学研究基盤推進機構
ガウス加速器における仕事とエネルギーの測定
https://www.crc.mie-u.ac.jp/seeds/pdf/20100108-133115_kenkyu1.pdf

・秋田工業高等専門学校 抵抗力と回転運動
<https://www2.akita-nct.ac.jp/take/note/cs5e/pdf/cs05.pdf>

・アモントンの法則の系統的破れ
<http://www.phys.aoyama.ac.jp/~w3-matsu/News130325/kkaisetsu.html>