

【実験】電磁誘導；磁石の速さと誘導起電力（実験書）

【目的】 コイルに磁石を近づける速さとコイルに生じる誘導起電力の関係を調べる。

【準備】 直径 $10 \sim 11\text{mm}$ × 長さ $60 \sim 90\text{cm}$ のアクリルパイプ、被覆導線（30 回程度巻く長さ）、ネオジウム磁石（直径 $8 \sim 9\text{mm}$ 円筒形）、長さ $60 \sim 90\text{cm}$ の幅 $6 \sim 7.5\text{cm}$ 程度の板、アクリルパイプを固定する部品（磁石につかないもの）と真鍮のビス、鉄製の釘、輪ゴム、測定器具としてオシロスコープ、速度測定器、ものさし。

【実験方法】

1 実験装置

(1) 理論

磁石の磁力線がソレノイドに近いことから、コイル中を棒磁石が通過するのと静止したソレノイドの外側を円形コイルが通過するときの起電力が類似していると考えられる。

ファラデーの法則により、誘導起電力の理論値 V_t は次式で表される。

$$V = - \frac{d\Phi(x)}{dt} = - S \frac{dB(x)}{dt} = - S \left(\frac{dB(x)}{dx} \right) \cdot \left(\frac{dx}{dt} \right) = - S v \left(\frac{dB(x)}{dx} \right)$$
ソレノイドのまわりの磁束密度は、座標に関する関数であり、 $\frac{dB(x)}{dx}$ の大きい場所は磁石において決まっているので、コイルに対してその位置が通過したとき最大の起電力が現れる。したがって、最大の起電力と速度 v の関係を調べる。

(2) 装置の製作

- ① アクリルパイプを真鍮ビスと固定部品で木材に固定する。このとき、被覆導線を巻くために 10cm 程度ずらして固定するか板の間に切り込みを入れる。
- ② アクリルパイプの先に被覆導線を巻き、導線の両端の被覆を剥ぐ。（30 回巻き程度 0.3V 程度の起電力が出る）
- ③ コイルの中心から、アクリルの長さを測定し、 10cm ごとに木材に印をつけるか、粘着紙付きのメジャーを貼る。
- ④ スタンドを利用してアクリルパイプを鉛直に立てる。

2 実験

- ① ネオジウム磁石の落下距離 $h[\text{cm}]$ とオシロスコープの波形のピーク値（最も高いところの値） $V[\text{mV}]$ を記録する。
- ② 速度測定器はコイルの真上の位置に固定し、ネオジウム磁石の速さ $v[\text{m/s}]$ を測定する。

3 結果（整理）

ネオジウム磁石の速さと誘導起電力の最大値（正負のピーク）を記録する。

- ① オシロスコープの鉛直方向の目盛 [0.1] V/cm
- ② オシロスコープの鉛直方向の目盛 [0.005] s/cm

高さ h [cm]	速さ v [m/s]	起電力（オシロスコープ の目盛の読み）[cm]	
		V +ピーク	V -ピーク
50	2.99	0.288	-0.222
45	2.84	0.217	-0.210
40	2.67	0.203	-0.198
35	2.52	0.193	-0.188
30	2.32	0.180	-0.175
25	2.14	0.165	-0.161
20	1.91	0.149	-0.147
15	1.64	0.128	-0.129
10	1.34	0.105	-0.109
5	0.94	0.080	-0.081

4 考察

- ① 速さと起電力の関係をグラフにする。
- ② 速さと起電力はどのような関係にあるか。
- ③ 波形に関してどのように考察ができるか。

講座 () () 年 () 組 () 席 名前	共同実験者
() 月 () 日 () 曜 () 限 気温 () $^{\circ}\text{C}$ 気圧 () hPa 湿度 () %	

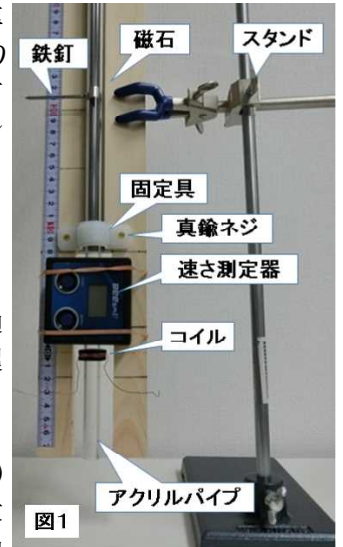


図1

【実験】電磁誘導；磁石の速さと誘導起電力（レポート・データ）

【目的】 コイルに磁石を近づける速さとコイルに生じる誘導起電力の関係を調べる。

【実験方法】

(1) 実験装置

右図のような実験装置を作成する。

(2) 理論

磁石の磁力線がソレノイドに近いことから、コイル中を棒磁石が通過すると静止したソレノイドの外側を円形コイルが通過するときの起電力が類似していると考ええる。

ファラデーの法則により、誘導起電力の理論値 V_t は次式で表される。

$$V = -d\Phi(x)/dt = -SdB(x)/dt = -S(dB(x)/dx) \cdot (dx/dt) = -Su(dB(x)/dx)$$

ソレノイドのまわりの磁束密度は、座標に関する関数であり、 $dB(x)/dx$ の大きい場所は磁石において決まっているので、コイルに対してその位置が通過したとき最大の起電力が現れる。したがって、最大の起電力と速度 v の関係を調べる。

【実験】

①ネオジム磁石の落下距離 h [cm] とオシロスコープの波形のピーク値（最も高いところの値） V [mV] を記録する。

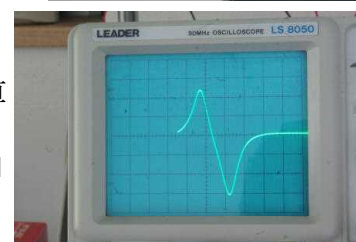
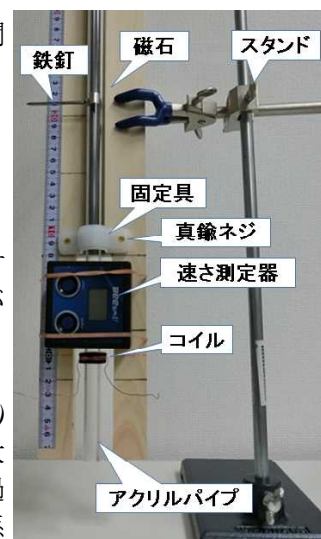
②速度測定器はコイルの真上の位置に固定し、ネオジム磁石の速さ v [m/s] を測定する。

【結果（整理）】

ネオジム磁石の速さと誘導起電力の最大値（正負のピーク）を記録する。

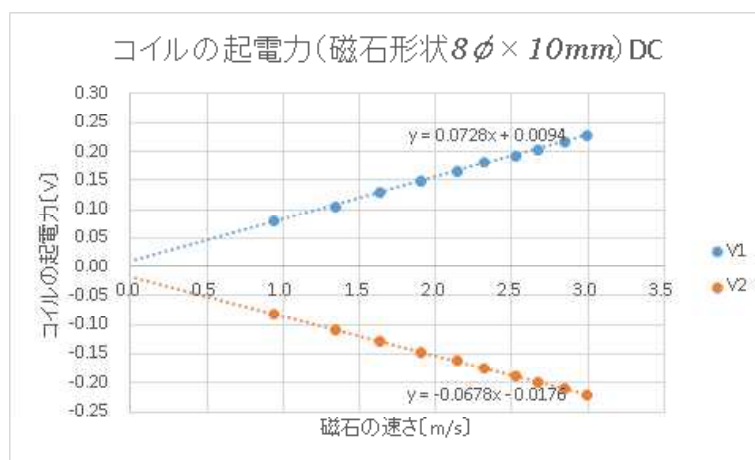
①オシロスコープの鉛直方向の目盛 [] V/cm

②オシロスコープの鉛直方向の目盛 [] s/cm



高さ[cm]	速さ[m/s]	起電力[V]	
		初め V_1	あと V_2
50	2.99	0.228	-0.222
45	2.84	0.217	-0.210
40	2.67	0.203	-0.198
35	2.52	0.193	-0.188
30	2.32	0.180	-0.175
25	2.14	0.165	-0.161
20	1.91	0.149	-0.147
15	1.64	0.128	-0.129
10	1.34	0.105	-0.109
5	0.94	0.080	-0.081

各高さで5回測定し、平均をとった。



【考察】

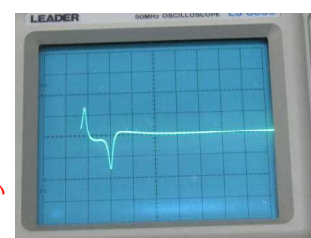
①速さと起電力の関係をグラフにする。

②速さと起電力はどのような関係にあるか。

ほぼ比例していると言える。

③波形に関してどのように考察ができるか。

磁石が入ってくるときと出ていくときは反対向きの起電力が発生している。



<参考>長い磁石を使った場合

講座 () () 年 () 組 () 席 名前	共同実験者
() 月 () 日 () 曜 () 限 気温 () °C 気圧 () hPa 湿度 () %	

実験 電磁誘導；磁石の速さと誘導起電力（レポート）

【目的】 コイルに磁石を近づける速さとコイルに生じる誘導起電力の関係を調べる。

【実験方法】

(1) 実験装置

右図のような実験装置を作成する。

(2) 理論

磁石の磁力線がソレノイドに近いことから、コイル中を棒磁石が通過すると静止したソレノイドの外側を円形コイルが通過するときの起電力が類似していると考ええる。

ファラデーの法則により、誘導起電力の理論値 V_t は次式で表される。

$$V = -d\Phi(x)/dt = -SdB(x)/dt = -S(dB(x)/dx) \cdot (dx/dt) = -Su(dB(x)/dx)$$

ソレノイドのまわりの磁束密度は、座標に関する関数であり、 $dB(x)/dx$ の大きい場所をば磁石ににおいて決まっているので、コイルに対してその位置が通過したとき最大の起電力が現れる。したがって、最大の起電力と速度 v の関係を調べる。

【実験】

①ネオジム磁石の落下距離 h [cm] とオシロスコープの波形のピーク値（最も高いところの値） V [mV] を記録する。

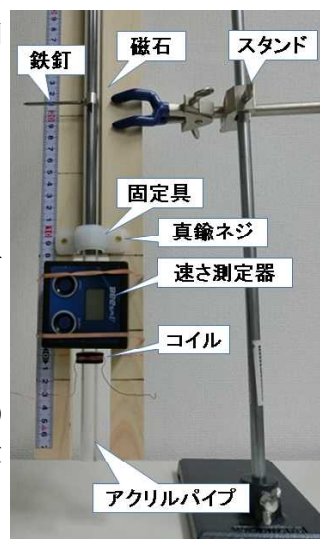
②速度測定器はコイルの真上の位置に固定し、ネオジム磁石の速さ v [m/s] を測定する。

【結果（整理）】

ネオジム磁石の速さと誘導起電力の最大値（正負のピーク）を記録する。

①オシロスコープの鉛直方向の目盛 [] V/cm

②オシロスコープの鉛直方向の目盛 [] s/cm



誘導起電力 V - 速さ v の関係

高さ h [cm]	速さ v [m/s]	V +ピーク		V -ピーク	
		cm	V	cm	V
5.0					
10.0					
15.0					
20.0					
25.0					
30.0					
35.0					
40.0					
45.0					
50.0					

電
圧
[V]

0.2							
0.1							
0							
-0.1							
-0.2							

v [m/s]

【考察】

①速さと起電力の関係をグラフにする。

②速さと起電力の関係。

③波形について。

講座 () () 年 () 組 () 席 名前	共同実験者
() 月 () 日 () 曜 () 限 気温 () °C 気圧 () hPa 湿度 () %	