

5. 電流が磁界から受ける力

1. 目的

磁界中に置かれた導体に電流を流すと、導体は、磁界から力を受ける。この力と電流の大きさ、磁界中の導体の長さ、磁束密度の大きさを調べる。

2. 準備

電流計、アルカリ蓄電池、すべり抵抗器、磁束計、銅線、竹ヒゴ、強力アルニコ磁石、U字形磁石、バネ（定数2.8N/m）、ものさし、糸、ビニールテープ、スタンド、滑車

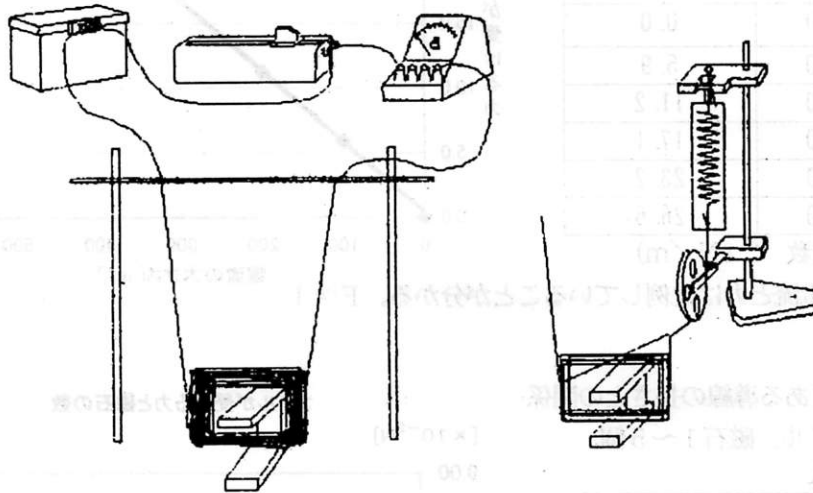


図 1

3. 方法

(1) 力と電流との関係

銅線で150回巻のコイルを用意する。

強力アルニコ磁石とコイルを図1のように配置し、すべり抵抗器で電流を0.1Aごとに換え、バネののびを調べる。

コイルが受けた力の大きさ F と電流の大きさ I の値を表に記入し、そのグラフをかく。

(2) 力と磁界中にある導線の長さとの関係

U字形磁石を5個用意する。はじめに磁石1個を用い、図1のように設置する。(用いるコイルは150回巻) すべり抵抗器で電流を400mAに調節し、この時に受ける力の大きさを測定する。次に磁石を2個ならべ上記と同様に測定を行う(電流は変えない)。このようにして磁石を次々に増やし、それぞれの力の大きさを測定し、グラフを書く。

(3) 力と磁束密度との関係

あらかじめ、磁石の磁束密度を磁束計で測定しておく。図1のように設置し（電流 500mA）
磁束密度の異なる磁石を用いて力を求めグラフをかく。

4. 結果と考察

(1) 力と電流の関係

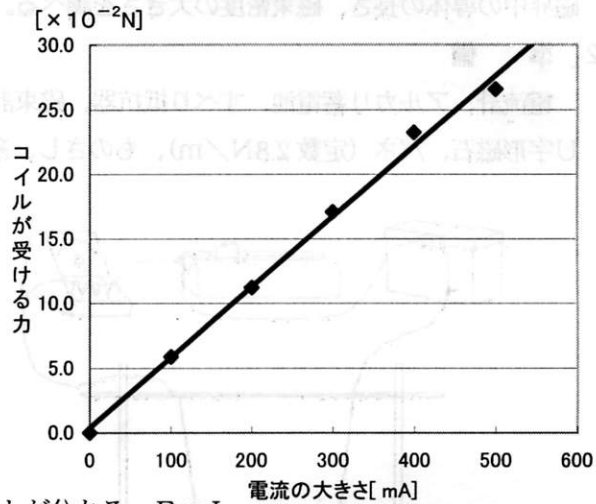
150 回巻コイル、
磁石 1 個 ($B=0.022\text{Wb/m}^2$)

| 電流の大きさ [mA] | パネの伸び [cm] | コイルが受ける力 [$\times 10^{-2}\text{N}$] |
|-------------|------------|---------------------------------------|
| 0 | 0.00 | 0.0 |
| 100 | 2.10 | 5.9 |
| 200 | 4.00 | 11.2 |
| 300 | 6.10 | 17.1 |
| 400 | 8.30 | 23.2 |
| 500 | 9.50 | 26.6 |

(バネ定数 2.8N/m)

グラフより、電流と力は比例していることが分かる。 $F \propto I$

コイルが受ける力と電流の大きさ



(2) 力と磁界中にある導線の長さとの関係

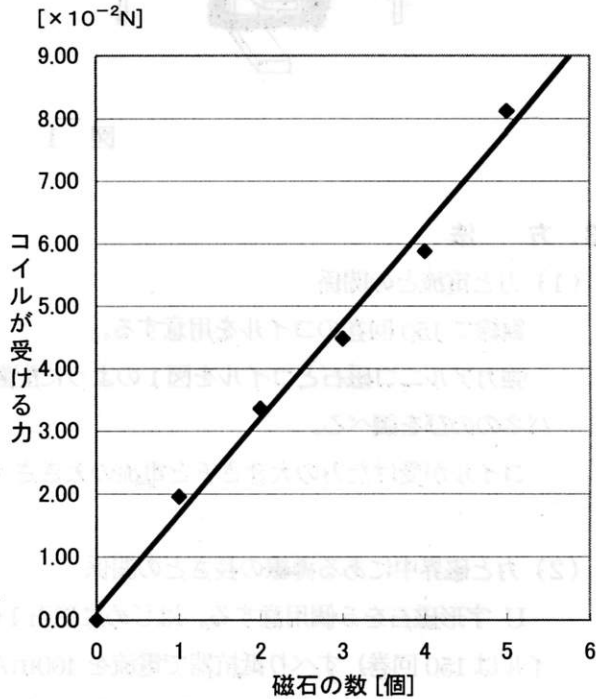
150 巻コイル、磁石 1 ~ 5 個、
電流 400mA

| 磁石の数 [個] | パネの伸び [cm] | コイルが受ける力 [$\times 10^{-2}\text{N}$] |
|----------|------------|---------------------------------------|
| 0 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 1.20 | 1.96 |
| 2 | 1.20 | 3.36 |
| 3 | 1.60 | 4.48 |
| 4 | 2.10 | 5.88 |
| 5 | 2.90 | 8.12 |

(バネ定数 2.8N/m)

グラフより、磁石の個数にほぼ比例して力も大きくなっている。磁石の個数は磁界中の導線の長さに相当するので、力は磁界中の導線の長さに比例する。 $F \propto L$

コイルが受ける力と磁石の数

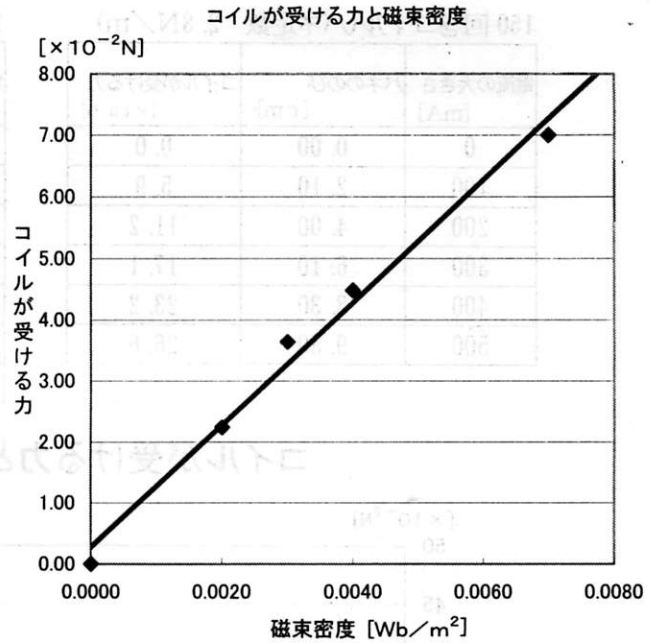


(3)力と磁束密度との関係

150回巻コイル、電流500mA

| 磁束密度 [Wb/m ²] | バネののび [cm] | コイルが受ける力 [×10 ⁻² N] |
|------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| 0.0000 | 0.00 | 0.00 |
| 0.0020 | 0.80 | 2.24 |
| 0.0030 | 1.30 | 3.64 |
| 0.0040 | 1.60 | 4.48 |
| 0.0070 | 2.50 | 7.00 |

(バネ定数 2.8N/m)



グラフより、磁束密度に比例して力も大きくなっている。F∝B

まとめ

(1)、(2)、(3)より電流Iが磁界より受ける力Fと導線の磁界中の長さLと磁束密度Bの関係は $F \propto I \cdot B \cdot L$ といえる。

5. 発 展

50,100,150,200回巻のコイルを用意し、コイルの巻き数とコイルが磁界から受ける力の関係を調べる。

すべり抵抗器で電流を0.1Aずつ上げて(200回巻では、50mAずつ)力の大きさを測定する。

50回巻コイル(バネ定数 2.8N/m)

| 電流の大きさ [mA] | バネののび [cm] | コイルが受ける力 [×10 ⁻² N] |
|----------------|---------------|-----------------------------------|
| 0 | 0.00 | 0.0 |
| 100 | 1.10 | 3.1 |
| 200 | 1.65 | 4.5 |
| 300 | 2.25 | 6.3 |
| 400 | 2.90 | 8.1 |
| 500 | 3.85 | 10.8 |
| 600 | | |

100回巻コイル(バネ定数 2.8N/m)

| 電流の大きさ [mA] | バネののび [cm] | コイルが受ける力 [×10 ⁻² N] |
|----------------|---------------|-----------------------------------|
| 0 | 0.00 | 0.0 |
| 100 | 1.40 | 3.9 |
| 200 | 2.50 | 7.0 |
| 300 | 4.10 | 11.5 |
| 400 | 5.50 | 15.4 |
| 500 | 7.30 | 20.4 |

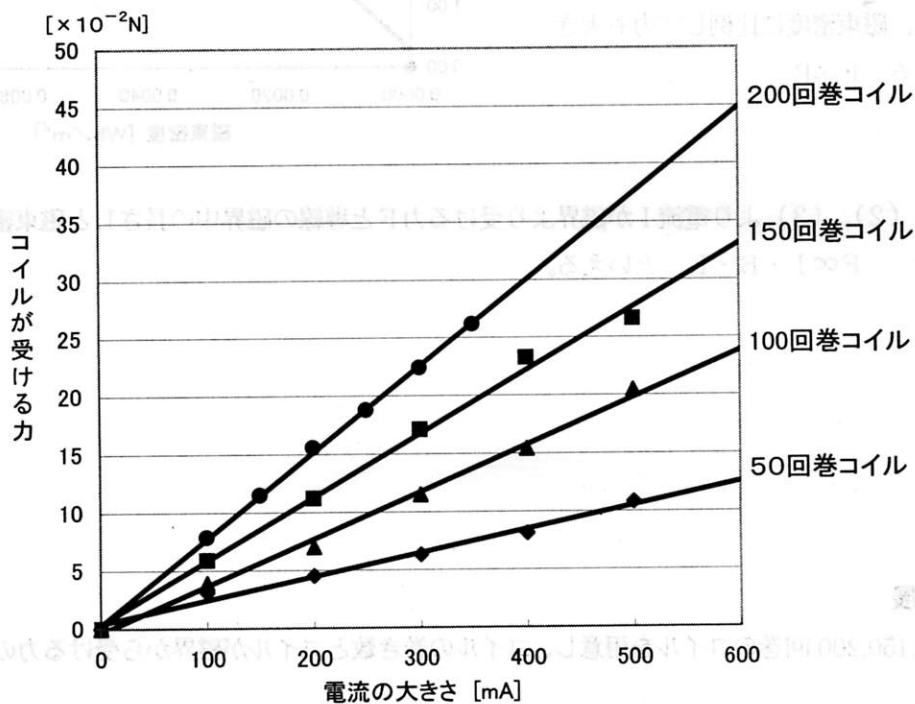
150 回巻コイル(バネ定数 2.8N/m)

| 電流の大きさ [mA] | バネの伸び [cm] | コイルが受ける力 [$\times 10^{-2}$ N] |
|-------------|------------|--------------------------------|
| 0 | 0.00 | 0.0 |
| 100 | 2.10 | 5.9 |
| 200 | 4.00 | 11.2 |
| 300 | 6.10 | 17.1 |
| 400 | 8.30 | 23.2 |
| 500 | 9.50 | 26.6 |

200 回巻コイル(バネ定数 2.8N/m)

| 電流の大きさ [mA] | バネの伸び [cm] | コイルが受ける力 [$\times 10^{-2}$ N] |
|-------------|------------|--------------------------------|
| 0 | 0.00 | 0.0 |
| 100 | 2.80 | 7.8 |
| 150 | 4.10 | 11.5 |
| 200 | 5.55 | 15.5 |
| 250 | 6.70 | 18.8 |
| 300 | 8.00 | 22.4 |
| 350 | 9.35 | 26.2 |

コイルが受ける力と電流の大きさ



グラフ上の適当な2点を取ってコイルの巻き数(磁界中の導線の長さLと考える)と電流の大きさの関係を調べると $F \propto I \cdot L \cdot B$ となる。

| 電流の大きさ [mA] | バネの伸び [cm] | コイルが受ける力 [$\times 10^{-2}$ N] |
|-------------|------------|--------------------------------|
| 0.0 | 0.00 | 0.0 |
| 1.2 | 0.11 | 0.07 |
| 2.4 | 0.22 | 0.14 |
| 3.6 | 0.33 | 0.21 |
| 4.8 | 0.44 | 0.28 |
| 6.0 | 0.55 | 0.35 |
| 7.2 | 0.66 | 0.42 |
| 8.4 | 0.77 | 0.49 |
| 9.6 | 0.88 | 0.56 |