

## 【実験】コイルの自己インダクタンス（実験書・データ）

【目的】 コイルを作り，インダクタンスと巻き数や断面積の関係を調べる。

【準備】 LCR メーター，アクリルケース\*<sup>1</sup>（同じ直径のものを 4～5 種類，異なる直径のものを 4～5 種類） 被覆銅線(0.4 mm) （※1 スチロール容器；大澤ワックス株式会社），ノギス

### 【実験方法】

1 試料の作成 アクリルケースに間隔が密になるように被覆銅線を巻き，次の①，②のコイルを作る。直径（コイルの外径），巻き数，コイルの長さを記録する。

①巻き数を同じ（50～100回）にして，直径を変えたコイル，4～5種類。

②直径を同じにして，巻き数をかえた(20,40,60,80回巻き程度)コイル，4～5種類

### 2 理論

単位長さあたりの巻き数が  $n$  の細くて長いソレノイドに，電流  $I$  が流れているとき，中心付近の磁界  $H$  は， $H = [① \ nI]$  である。ソレノイドが空気中にあるとき，中心付近の磁束  $\Phi$  は，磁束密度  $B$ ，ソレノイドの断面積を  $S$ ，空気の透磁率を  $\mu$  として， $\Phi = BS = \mu HS = [② \ \mu nSI]$  である。このソレノイドの電流が  $\Delta t$  時間に  $\Delta I$  だけ変化すると，ソレノイドに生じる誘導起電力の大きさ  $V$  は，全巻き数を  $N$  として， $V = [③ \ N\Delta I / \Delta t] = [④ \ \mu nNS\Delta I / \Delta t]$  となる。よって，単位長さあたりの巻き数  $n$  が変わらないように，密に巻かれたコイルのインダクタンス  $L$  は， $V = [⑤ \ L\Delta I / \Delta t] = [⑥ \ \mu nNS\Delta I / \Delta t]$  より， $L = [⑦ \ \mu nNS]$  となり，全巻き数  $N$  と断面積  $S$  に [⑧ 比例] する。

【実験】 コイルのインダクタンス  $L$  を測定する。

作成した各コイル（《実験1》コイル①、《実験2》コイル②）について LCR メーターの測定周波数を 1000Hz にして，インダクタンスを測定する。

### 【結果】

測定結果をコイルの形状（直径，巻き数，長さ）とともに表に記録し，単位長さあたりの巻き数を計算する。

【測定結果】《実験1》巻き数  $N = (50)$  回

直径 $a$ [mm]	巻き 数 $N$ [回]	長さ $l$ [mm]	単位巻 数 $n$ [回 /m]	断面積 $S$ [cm <sup>2</sup> ]	インダク タンス $L$ [ $\mu$ H]
27.99	50	22.48	2224	6.2	62.3
38.75	50	21.51	2325	11.8	89.2
44.27	50	22.60	2212	15.4	125.1
53.29	50	22.11	2261	22.3	159.1
63.32	50	22.69	2204	31.5	199.2

断面積は直径から 0.4mm 引いて計算した。

【測定結果】《実験2》直径  $a = (\text{約 } 28\text{mm})$

直径 $a$ [mm]	巻き 数 $N$ [回]	長さ $l$ [mm]	単位巻 数 $n$ [回 /m]	断面積 $S$ [cm <sup>2</sup> ]	インダク タンス $L$ [ $\mu$ H]
28.25	20	9.31	2148	6.3	15.2
28.22	35	16.12	2171	6.3	36.9
27.99	50	22.48	2224	6.2	62.3
27.29	72	32.89	2189	5.9	97.1
27.44	86	40.59	2118	5.9	119.9

### 【考察】

- (1) 《実験1》 断面積  $S$  とインダクタンス  $L$  の関係をグラフにし，その関係を考察する。
- (2) 《実験2》 巻き数  $N$  とインダクタンス  $L$  の関係をグラフにし，その関係を考察する。

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】コイルのインダクタンス（レポート）

【目的】 コイルを作り、インダクタンスと巻き数や断面積の関係を調べる。

【理論】 単位長さあたりの巻き数が  $n$  の細くて長いソレノイドに、電流  $I$  が流れているとき、中心付近の磁界  $H$  は、 $H = [① \ nI]$  である。ソレノイドが空気中にあるとき、中心付近の磁束  $\Phi$  は、磁束密度  $B$ 、ソレノイドの断面積を  $S$ 、空気の透磁率を  $\mu$  として、 $\Phi = BS = \mu HS = [② \ \mu nSI]$  である。このソレノイドの電流が  $\Delta t$  時間に  $\Delta I$  だけ変化すると、ソレノイドに生じる誘導起電力の大きさ  $V$  は、全巻き数を  $N$  として、 $V = [③ \ N\Delta I / \Delta t] = [④ \ \mu nNS\Delta I / \Delta t]$  となる。よって、単位長さあたりの巻き数  $n$  が変わらないように、密に巻かれたコイルのインダクタンス  $L$  は、 $V = [⑤ \ L\Delta I / \Delta t] = [⑥ \ \mu nNS\Delta I / \Delta t]$  より、 $L = [⑦ \ \mu nNS]$  となり、全巻き数  $N$  と断面積  $S$  に  $[⑧ \ 比例]$  する。

### 【結果】

測定結果をコイルの形状（直径、巻き数、長さ）とともに表に記録し、単位長さあたりの巻き数を計算する。

【測定結果】《実験1》巻き数  $N = (50)$  回

直径 $a$ [mm]	巻き数 $N$ [回]	長さ $l$ [mm]	単位巻数 $n$ [回/m]	断面積 $S$ [cm <sup>2</sup> ]	インダクタンス $L$ [ $\mu$ H]
27.99	50	22.48	2224	6.2	62.3
38.75	50	21.51	2325	11.8	89.2
44.27	50	22.60	2212	15.4	125.1
53.29	50	22.11	2261	22.3	159.1
63.32	50	22.69	2204	31.5	199.2

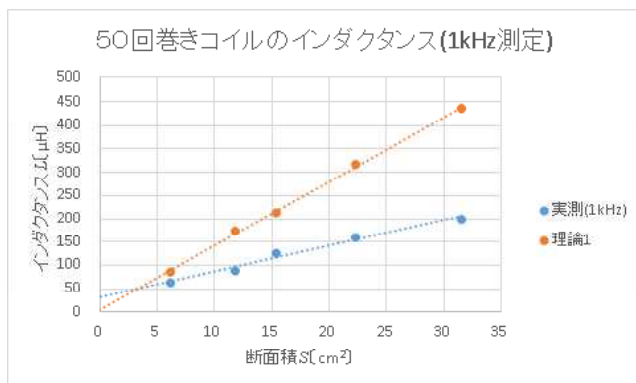
断面積は直径から 0.4mm 引いて計算した。

【測定結果】《実験2》直径  $a = (\text{約 } 28\text{mm})$

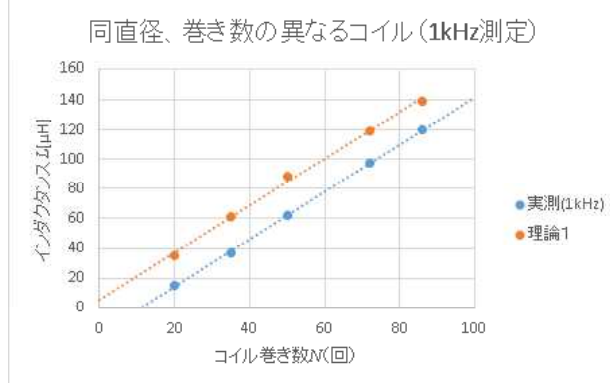
直径 $a$ [mm]	巻き数 $N$ [回]	長さ $l$ [mm]	単位巻数 $n$ [回/m]	断面積 $S$ [cm <sup>2</sup> ]	インダクタンス $L$ [ $\mu$ H]
28.25	20	9.31	2148	6.3	15.2
28.22	35	16.12	2171	6.3	36.9
27.99	50	22.48	2224	6.2	62.3
27.29	72	32.89	2189	5.9	97.1
27.44	86	40.59	2118	5.9	119.9

### 【考察】

《実験1》インダクタンス  $L$  と断面積  $S$  との関係



《実験2》インダクタンス  $L$  と巻き数  $N$  との関係



・コイルのインダクタンスは  $L = \mu nNS$  であることから、巻き数  $N$  や断面積  $S$  に比例することが予想されたが、1次関数的な増加関係は見られるが原点は通らない。

・このことは、(式)  $L = \mu nNS$ 、細くて長い（断面がコイルの長さに比べてきわめて小さい）という条件での式であり、本実験に正確には当てはまらないこと、コイルを巻いた容器の直径が蓋側と底側で少し異なること、容器内は空気であるが、プラスチックの透磁率などが考えられる。

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】コイルの自己インダクタンス（実験書）

**【目的】** コイルを作り，インダクタンスと巻き数や断面積の関係を調べる。  
**【準備】** LCRメーター，アクリルケース※<sup>1</sup>（同じ直径のものを4～5種類，異なる直径のものを4～5種類）被覆銅線（0.4mm）（※1 スチロール容器；大澤ワックス株式会社），ノギス



**【実験方法】**  
**1 試料の作成** アクリルケースに間隔が密になるように被覆銅線を巻き，次の①，②のコイルを作る。直径（コイルの外径），巻き数，コイルの長さを記録する。

- ①巻き数を同じ（50～100回）にして，直径を変えたコイル，4～5種類。
- ②直径を同じにして，巻き数をかえた（20,40,60,80回巻き程度）コイル，4～5種類

### 2 理論

単位長さあたりの巻き数が  $n$  の細くて長いソレノイドに，電流  $I$  が流れているとき，中心付近の磁界  $H$  は， $H = [①]$  である。ソレノイドが空気中にあるとき，中心付近の磁束  $\Phi$  は，磁束密度  $B$ ，ソレノイドの断面積を  $S$ ，空気の透磁率を  $\mu$  として， $\Phi = BS = \mu HS = [②]$  である。このソレノイドの電流が  $\Delta t$  時間に  $\Delta I$  だけ変化すると，ソレノイドに生じる誘導起電力の大きさ  $V$  は，全巻き数を  $N$  として， $V = [③] = [④]$  となる。よって，単位長さあたりの巻き数  $n$  が変わらないように，密に巻かれたコイルのインダクタンス  $L$  は， $V = [⑤] = [⑥]$  より， $L = [⑦]$  となり，全巻き数  $N$  と断面積  $S$  に  $[⑧]$  する。



**【実験】** コイルのインダクタンス  $L$  を測定する。

作成した各コイル（《実験1》コイル①，《実験2》コイル②）について LCRメーターの測定周波数を 1000Hz にして，インダクタンスを測定する。

### 【結果】

測定結果をコイルの形状（直径，巻き数，長さ）とともに表に記録し，単位長さあたりの巻き数を計算する。

**【測定結果】《実験1》** 巻き数  $N = ( )$  回

直径 $a$ [mm]	巻き 数 $N$ [回]	長さ $l$ [mm]	単位巻 数 $n$ [回 /m]	断面積 $S$ [cm <sup>2</sup> ]	インダクタン ス $L$ [ $\mu$ H]

**【測定結果】《実験2》** 直径  $a = ( )$

直径 $a$ [mm]	巻き 数 $N$ [回]	長さ $l$ [mm]	単位巻 数 $n$ [回 /m]	断面積 $S$ [cm <sup>2</sup> ]	インダクタン ス $L$ [ $\mu$ H]

### 【考察】

- (1) 《実験1》 断面積  $S$  とインダクタンス  $L$  の関係をグラフにし，その関係を考察する。
- (2) 《実験2》 巻き数  $N$  とインダクタンス  $L$  の関係をグラフにし，その関係を考察する。

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】コイルのインダクタンス（レポート）

【目的】 コイルを作り、インダクタンスと巻き数や断面積の関係を調べる。

【理論】 単位長さあたりの巻き数が  $n$  の細くて長いソレノイドに、電流  $I$  が流れているとき、中心付近の磁界  $H$  は、 $H = [①]$  である。ソレノイドが空気中にあるとき、中心付近の磁束  $\Phi$  は、磁束密度  $B$ 、ソレノイドの断面積を  $S$ 、空気の透磁率を  $\mu$  として、 $\Phi = BS = \mu HS = [②]$  である。このソレノイドの電流が  $\Delta t$  時間に  $\Delta I$  だけ変化すると、ソレノイドに生じる誘導起電力の大きさ  $V$  は、全巻き数を  $N$  として、 $V = [③]$   $= [④]$  となる。よって、単位長さあたりの巻き数  $n$  が変わらないように、密に巻かれたコイルのインダクタンス  $L$  は、 $V = [⑤]$   $= [⑥]$  より、 $L = [⑦]$  となり、全巻き数  $N$  と断面積  $S$  に  $[⑧]$  する。

### 【結果】

測定結果をコイルの形状（直径、巻き数、長さ）とともに表に記録し、単位長さあたりの巻き数を計算する。

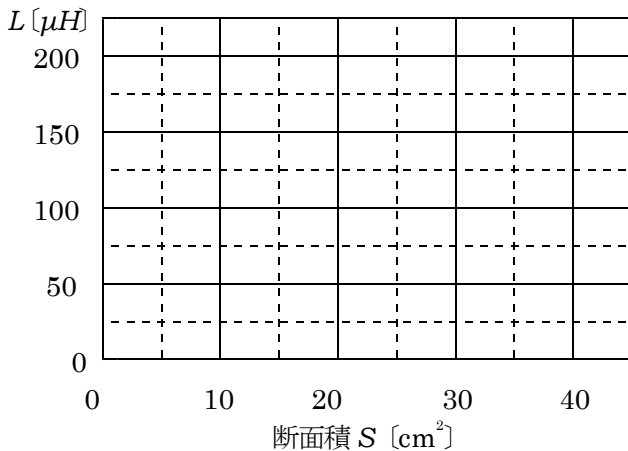
【測定結果】《実験1》巻き数  $N = ( )$  回

直径 $a$ [mm]	巻き数 $N$ [回]	長さ $l$ [mm]	単位巻数 $n$ [回/m]	断面積 $S$ [cm <sup>2</sup> ]	インダクタンス $L$ [ $\mu$ H]

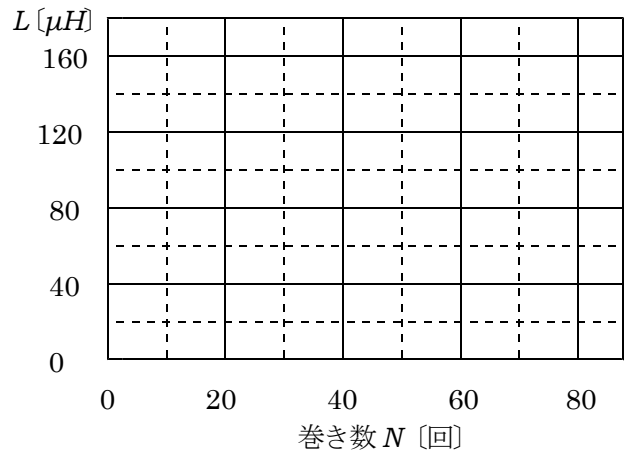
【測定結果】《実験2》直径  $a = ( )$

直径 $a$ [mm]	巻き数 $N$ [回]	長さ $l$ [mm]	単位巻数 $n$ [回/m]	断面積 $S$ [cm <sup>2</sup> ]	インダクタンス $L$ [ $\mu$ H]

《実験1》インダクタンス  $L$  と断面積  $S$  との関係



《実験2》インダクタンス  $L$  と巻き数  $N$  との関係



### 【結果と考察】

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

