

## 【実験】コンデンサー原理と電気容量（実験書・データ）

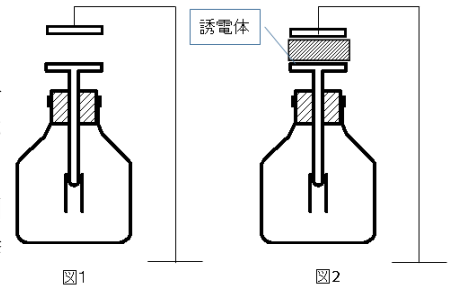
【目的】コンデンサーの原理を理解し、LCR メーターを使って平行板コンデンサーの電気容量を測定する。

【準備物】箔検電器セット、LCR メーター、ラミネーターフィルム A4 2枚、アルミホイル、硬質パステース 2枚、アクリル板（概ね A4 で厚さ 1mm2枚 0.5mm1枚）、アース用コード、結線用コード、アース用コード、方眼紙

### 【実験方法】

#### 1 【実験】コンデンサーの原理

図1のように、箔検電器を正に帯電させて開かせる。金属板Aにアースした金属板Bを近づけると箔は開いた状態から少し【①閉じる】。これは、金属板Bでは【②静電誘導】という現象によって、自由電子が金属板Bに集まったのと同じ、金属板Aの表面に現れた正電荷が【③増加】したためである。このように金属板を向い合わせに置くと電荷を集中させることができる。つぎに、図2のように、金属板の間に誘電体を入れると、誘電体は【④誘電分極】という現象によって誘電体の表面に電荷が現れ、金属板に現れる電荷量は【⑤増加】する。



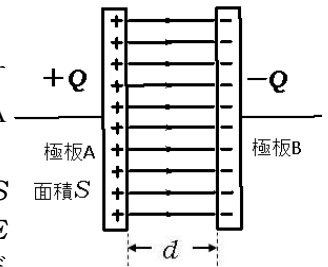
#### 2 【実験】平行板コンデンサーの電気容量

##### (1) 実験装置

①方眼紙を 17cm × 27cm に切り、その上に 15cm × 25cm のアルミホイルを乗せてラミネーターで封入する。その際アルミホイルの一部を接点用に出しておく。硬質パステースにいれ、接点を外に出し極板 A（負の極板）とする。同様に、方眼紙を封入せずに、極板 B（正の極板）を作る。

##### (2) 電気容量の測定

【理論】右図のような電気容量  $C$  の平行板コンデンサーに電圧  $V$  を加え、電気量  $Q$  を蓄えたとする。クーロンの法則の比例定数を  $k_0$  [ $N \cdot m^2/C$ ] とすると、極板 A、極板 B 周囲の電気力線の本数は【⑥  $4\pi k_0 Q$ 】本である。極板 A の右側に出ている【⑦  $2\pi k_0 Q$ 】本と極板 B の左側から入る本数が同数だから、極板間の電界  $E$  は、単位面積あたりの電気力線の本数、すなわち、極板の面積  $S$  として、【⑧  $4\pi k_0 Q/S$ 】となる。ここで、極板間隔を  $d$  とすると、電界（電場） $E =$  【⑨  $V/d$ 】と表せるので、 $Q =$  【⑩  $SV/4\pi k_0 d$ 】と表される。コンデンサーの電荷  $Q$  を  $Q = CV$  と表すと、真空誘電率  $\epsilon_0 = 1/4\pi k_0$  を用いて、 $C =$  【⑪  $\epsilon_0 S/d$ 】となり、電気容量  $C$  は、極板面積に【⑫ 比例】し、極板間隔に【⑬ 反比例】することになる。なお、極板間に誘電体を挿入した場合、誘電体の誘電率  $\epsilon = \epsilon_r \cdot \epsilon_0$  と置き変える。



##### 【実験】 極板面積 $S$ および極板間隔 $d$ と電気容量 $C$ の関係

(7) 実験 1 ①極板 A、極板 B のアルミホイルをぴったりと向かい合わせにする。極板 A にアース用コードをつなぎ、アースを取る（水道の蛇口等につなげば良い）。

②極板 A、極板 B の間に厚さ 1mm のアクリル板を挟むようにして極板 B を上に乗せる。極板 A、極板 B に LCR メーターをつなぎ、極板どうしの重なりを 25cm から 5cm ずつ減らしながら、電気容量  $C$  [pF] を測定する。測定の際、一度、LCR メーターの電源を切り、極板を測定したい位置に動かしたあと電源を入れて測定する。



(7) 実験 2 ①極板 A、極板 B の間にアクリル板を入れ、枚数を増やしながら実験 1 と同様に電気容量を測定する。何も入れない場合、1枚の極板 B の厚さをマイクロメーターまたはノギスで測定し、 $d_0$  とする。②つぎにアクリル板を挿入し、測定する。極板間隔は  $d_0$  にアクリル板の厚さを加える。

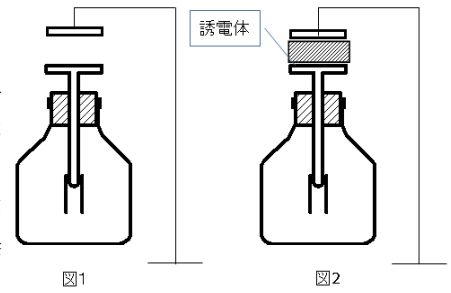
講座 ( ) ( ) 年 ( ) 組 ( ) 席 名前	共同実験者
( ) 月 ( ) 日 ( ) 曜 ( ) 限 気温 ( ) °C 気圧 ( ) hPa 湿度 ( ) %	

## 【実験】コンデンサー原理と電気容量（レポート）

【目的】コンデンサーの原理を理解し、平行板コンデンサーの電気容量を測定する。

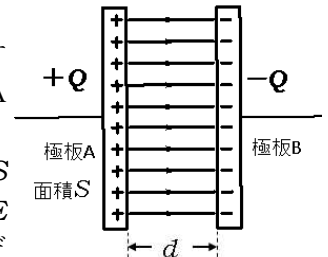
### 1 【実験】コンデンサーの原理

図1のように、箔検電器を正に帯電させて開かせる。金属板Aにアースした金属板Bを近づけると箔は開いた状態から少し【①閉じる】。これは、金属板Bでは【②静電誘導】という現象によって、自由電子が金属板Bに集まったのと同時に、金属板Aの表面に現れた正電荷が【③増加】したためである。このように金属板を向い合わせに置くと電荷を集中させることができる。つぎに、図2のように、金属板の間に誘電体を入れると、誘電体は【④誘電分極】という現象によって誘電体の表面に電荷が現れ、金属板に現れる電荷量は【⑤増加】する。



### 2 【実験】平行板コンデンサーの電気容量

【理論】右図のような電気容量  $C$  の平行板コンデンサーに電圧  $V$  を加え、電気量  $Q$  を蓄えたとする。クーロンの法則の比例定数を  $k_0$  [ $N \cdot m^2/C$ ] とすると、極板 A、極板 B 周囲の電気力線の本数は〔⑥  $4\pi k_0 Q$ 〕本である。極板 A の右側に出ている〔⑦  $2\pi k_0 Q$ 〕本と極板 B の左側から入る本数が同数だから、極板間の電界  $E$  は、単位面積あたりの電気力線の本数、すなわち、極板の面積  $S$  として、〔⑧  $4\pi k_0 Q/S$ 〕となる。ここで、極板間隔を  $d$  とすると、電界（電場） $E =$ 〔⑨  $V/d$ 〕と表せるので、 $Q =$ 〔⑩  $SV/4\pi k_0 d$ 〕と表される。コンデンサーの電荷  $Q$  を  $Q = CV$  と表すと、真空誘電率  $\epsilon_0 = 1/4\pi k_0$  を用いて、 $C =$ 〔⑪  $\epsilon_0 S/d$ 〕となり、電気容量  $C$  は、極板面積に〔⑫ 比例〕し、極板間隔に〔⑬ 反比例〕することになる。なお、極板間に誘電体を挿入した場合、誘電体の誘電率  $\epsilon = \epsilon_r \cdot \epsilon_0$  と置き変える。

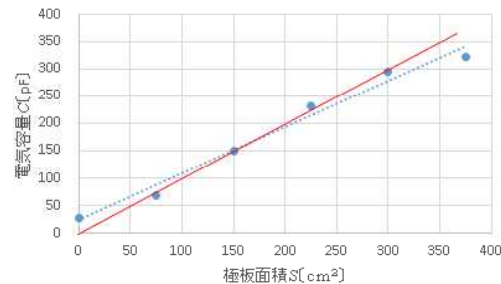


### 【実験結果】

実験1 極板の面積と電気容量

重ねた長さ L[cm]	極板面積 S[cm <sup>2</sup> ]	電気容量 C[pF]
25	375	321.0
20	300	295.0
15	225	231.0
10	150	150.0
5	75	69.1
0	0	28.4

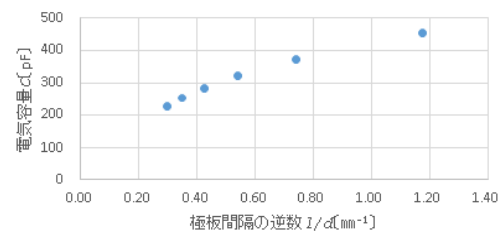
電気容量Cと極板面積Sの関係



実験2 極板間隔の逆数と電気容量

アクリル厚さ D[mm]	極板間隔 d[mm]	逆数 1/d[mm <sup>-1</sup> ]	電気容量 C[pF]
0.0	0.85	1.18	453
0.5	1.35	0.74	371
1.0	1.85	0.54	321
1.5	2.35	0.43	283
2.0	2.85	0.35	254
2.5	3.35	0.30	228

電気容量Cと極板間隔の逆数1/dの関係



### 【考察と感想】

《実験1》・重ねた面積が0であっても、アクリル板、硬質ケースが極板間の外にも広がっており、電荷を蓄える機能が残っていると考えられる。

・全面重ねた場合、電荷が蓄えられにくくなるのは飽和することが考えられる。

《実験》・電気容量と極板間の逆数は正比例関係が得られなかった。（極板間が遠くなれば電気容量が小さくなる傾向にはあるが）

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】コンデンサー原理と電気容量（実験書）

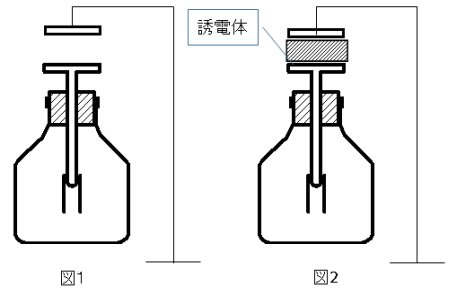
【目的】コンデンサーの原理を理解し、平行板コンデンサーの電気容量を測定する。

【準備物】箱検電器セット、LCR メーター、ラミネーターフィルム A4 2枚、アルミホイル、硬質パステース 2枚、アクリル板（概ね A4 で厚さ 1mm2 枚 0.5 mm1 枚）、アース用コード、結線用コード、アース用コード、方眼紙

### 【実験の方法】

#### 1 【実験】コンデンサーの原理

図1のように、箱検電器を正に帯電させて開かせる。金属板Aにアースした金属板Bを近づけると箔は開いた状態から少し【①】。これは、金属板Bでは【②】という現象によって、自由電子が金属板Bに集まったのと同時に、金属板Aの表面に現れた正電荷が【③】したためである。このように金属板を向い合わせに置くと電荷を集中させることができる。つぎに、図2のように、金属板の間に誘電体を入れると、誘電体は【④】という現象によって誘電体の表面に電荷が現れ、金属板に現れる電荷量は【⑤】する。



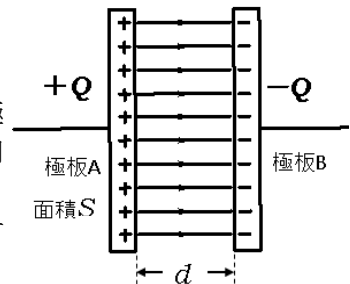
#### 2 【実験】平行板コンデンサーの電気容量

##### (1) 実験装置

①方眼紙を 17cm × 27cm に切り、その上に 15cm × 25cm のアルミホイルを乗せてラミネーターで封入する。その際アルミホイルの一部を接点用に出しておく。硬質パステースにいれ、接点を外に出し極板 A（負の極板）とする。同様に、方眼紙を封入せずに、極板 B（正の極板）を作る。

##### (2) 電気容量の測定

【理論】右図のような電気容量  $C$  の平行板コンデンサーに電圧  $V$  を加え、電気量  $Q$  を蓄えたとする。クーロンの法則の比例定数を  $k_0$  [ $N \cdot m^2/C$ ] とすると、極板 A、極板 B 周囲の電気力線の本数は【⑥】本である。極板 A の右側に出ている【⑦】本と極板 B の左側から入る本数が同数だから、極板間の電界  $E$  は、単位面積あたりの電気力線の本数、すなわち、極板の面積  $S$  として、【⑧】となる。ここで、極板間隔を  $d$  とすると、電界（電場） $E =$ 【⑨】と表せるので、 $Q =$ 【⑩】

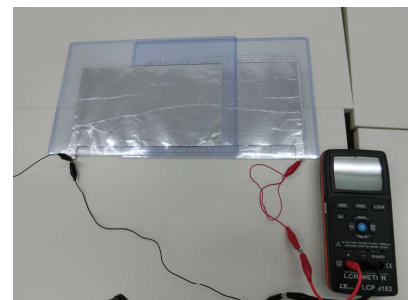


と表される。コンデンサーの電荷  $Q$  を  $Q = CV$  と表すと、真空誘電率  $\epsilon_0 = 1/4\pi k_0$  を用いて、 $C =$ 【⑪】となり、電気容量  $C$  は、極板面積に【⑫】し、極板間隔に【⑬】することになる。なお、極板間に誘電体を挿入した場合、誘電体の誘電率  $\epsilon = \epsilon_r \cdot \epsilon_0$  と置き変える。

#### 【実験】極板面積 $S$ および極板間隔 $d$ と電気容量 $C$ の関係

(7) 実験 1 ①極板 A、極板 B のアルミホイルをぴったりと向かい合わせにする。極板 A にアース用コードをつなぎ、アースを取る（水道の蛇口当につなげば良い）。

②極板 A、極板 B の間に厚さ 1mm のアクリル板を挟むようにして極板 B を上に乗せる。極板 A、極板 B に LCR メーターをつなぎ、極板どうしの重なりを 25cm から 5cm ずつ減らしながら、電気容量  $C$  [pF] を測定する。測定の際、一度、LCR メーターの電源を切り、極板を測定したい位置に動かしたあと電源を入れて測定する。



(4) 実験 2 ①極板 A、極板 B の間にアクリル板を入れ、枚数を増やしながら実験 1 と同様に電気容量を測定する。何も入れない場合、1 枚の極板 B の厚さをマイクロメーターまたはノギスで測定し、 $d_0$  とする。②つぎにアクリル板を挿入し、測定する。極板間隔は  $d_0$  にアクリル板の厚さを加える。

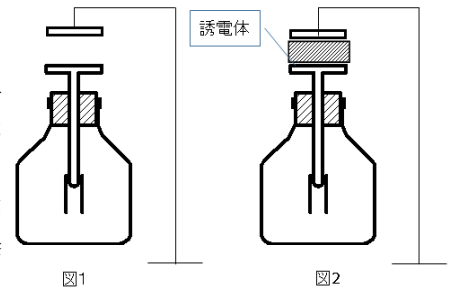
講座 ( ) ( ) 年 ( ) 組 ( ) 席 名前	共同実験者
( ) 月 ( ) 日 ( ) 曜 ( ) 限 気温 ( ) °C	気圧 ( ) hPa 湿度 ( ) %

## 【実験】コンデンサー原理と電気容量（レポート）

【目的】コンデンサーの原理を理解し、平行板コンデンサーの電気容量を測定する。

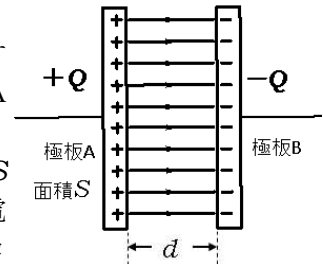
### 1 【実験】コンデンサーの原理

図1のように、箔検電器を正に帯電させて開かせる。金属板Aにアースした金属板Bを近づけると箔は開いた状態から少し【①】。これは、金属板Bでは【②】という現象によって、自由電子が金属板Bに集まったのと同時に、金属板Aの表面に現れた正電荷が【③】したためである。このように金属板を向い合わせに置くと電荷を集中させることができる。つぎに、図2のように、金属板の間に誘電体を入れると、誘電体は【④】という現象によって誘電体の表面に電荷が現れ、金属板に現れる電荷量は【⑤】する。



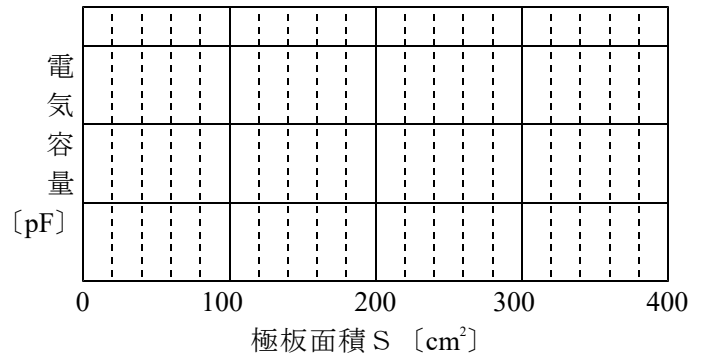
### 2 【実験】平行板コンデンサーの電気容量

【理論】右図のような電気容量  $C$  の平行板コンデンサーに電圧  $V$  を加え、電気量  $Q$  を蓄えたとする。クーロンの法則の比例定数を  $k_0$  [ $\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$ ] とすると、極板 A、極板 B 周囲の電気力線の本数は【⑥】本である。極板 A の右側に出ている【⑦】本と極板 B の左側から入る本数が同数だから、極板間の電界  $E$  は、単位面積あたりの電気力線の本数、すなわち、極板の面積  $S$  として、【⑧】となる。ここで、極板間隔を  $d$  とすると、電界（電場） $E =$ 【⑨】と表せるので、 $Q =$ 【⑩】と表される。コンデンサーの電荷  $Q$  を  $Q = CV$  と表すと、真空誘電率  $\epsilon_0 = 1/4\pi k_0$  を用いて、 $C =$ 【⑪】となり、電気容量  $C$  は、極板面積に【⑫】し、極板間隔に【⑬】することになる。なお、極板間に誘電体を挿入した場合、誘電体の誘電率  $\epsilon = \epsilon_r \cdot \epsilon_0$  と置き変える。



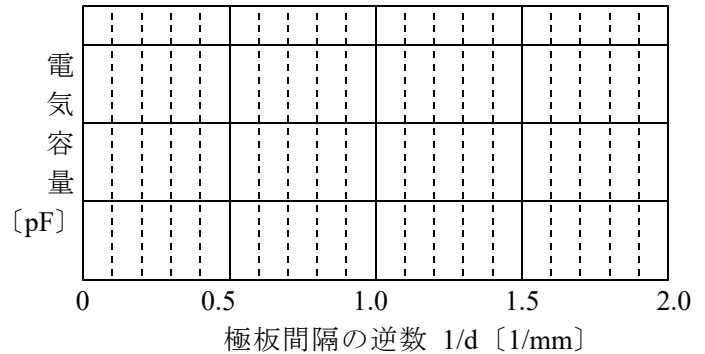
#### 【測定結果】《実験1》

極板の重なり	極板面積 $S$ [ $\text{cm}^2$ ]	電気容量 $C$ [ $\text{pF}$ ]
25cm		
20cm		
15cm		
10cm		
5cm		
0cm		



#### 【測定結果】《実験1》

アクリル板の厚さ	極板間隔 $d$ [ $\text{mm}$ ]	$1/d$	電気容量 $C$ [ $\text{pF}$ ]
0mm			
0.5mm			
1.0mm			
1.5mm			
2.0mm			
2.5mm			



#### 【考察と感想】

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 ( ) %	