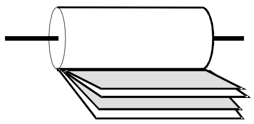
コンデンサー入門　（　　）組（　　）番　氏名（　　　　　　　　）

コンデンサーとは　→　電気を蓄える機能を持つ電気部品である。金属板を平行に２枚を向かい合わせに並べてそれぞれに正と負の電荷を蓄えるようになっている。実際のコンデンサーでは外形を小さくまとめるために金属は薄膜にして電気を通さない絶縁膜を間にはさんで、筒状に巻きつけたり、折りたたんで小さくした直方体の形をしている。



電気容量　コンデンサーの電気を蓄える能力を示す物理量。変数名に $C$ を使い、単位は [F]（ファラド）である。

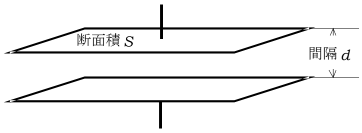
電気容量の定義　→　単位名 [　　　　　　　]

定義 [　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　]

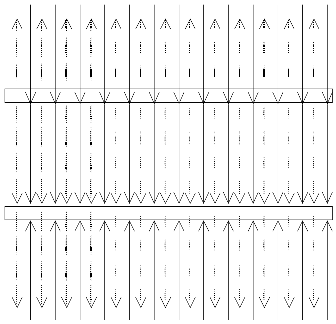
コンデンサーの電気容量の公式　電気容量 $C$ [F] のコンデンサーに電圧 $V$ [V] の電圧を加えるとコンデンサーのそれぞれの極板に ±$Q$ [C] の電気量の電荷が蓄えられるとすると

## コンデンサーの公式　→ [　　　　　　　　　　　　　　]

平行板コンデンサー　→　面積 $S$ [m$^2$] の金属板を間隔 $d$ [m] に向かい合わせに平行に並べたコンデンサーの基本形である。




上の極板の＋$Q$ [C] から出る電気力線は点線の [　　　　] 本である。上向きと下向きに出るため、それぞれ [　　　　] 本である。



同様にして、下の極板の電気量－$Q$ [C] から出る電気力線は実線で示す下向きと上向きにそれぞれ [　　　　] 本である。コンデンサーの極板外の電気力線は向きが点線、実線では逆向き（電界が逆）なので打ち消しあうので、電気力線はなくなる（電界がゼロになる）。 しかし、極板内では点線、実線で示す伝記力線は同じ向きなので和になるから、[　　　　] 本になる。

「電界の強さは電気力線の密度になる」ことから、電気力線の数を極板の面積 $S$ [m$^2$] で割ると極板間の電界の強さ $E$ [N/C] に等しくなる。したがって、平行板コンデンサー極板間の電界の強さは $E$ = [　　　　] [N/C] である。

微小電荷 $q$ [C] を電極内に置くときに受ける電気力は $f$ = [　　　　] [N] である。この電荷を電極間で動かすときの仕事は $W$ = [　　　　　] [J] である。

極板の間の電位差（電圧）を $V$ [V] とするとき、電位に逆らってする仕事は公式より $W=qV$ [J] となる。したがって、[　　　　　　] の関係が成立する。したがって、コンデンサーの極板間の電位差は [　　　　] になる。 コンデンサーの公式と比較すると、平行板コンデンサーの電気容量は $C$ = [　　　　　] （ただし、真空の誘電率 $\varepsilon_0=\dfrac{1}{4\pi k}=\dfrac{1}{4\times3.14\times9\times10^9}=8.85\times10^{-12}$ [F/m] と呼ぶ）となる。

## コンデンサー入門（解説）　　　　（　）組（　）番　氏名（　　　　　　　　　　）

コンデンサーとは　→ 電気を蓄える機能を持つ電気部品である。金属板を平行に２枚並べてそれぞれに正と負の電荷を蓄えるようになっている。実用に使われているコンデンサーでは外形を小さくまとめるため、電極は金属膜にして間に絶縁膜をはさみ、筒状に巻きつけたり、何層にも重ねて積み上げたりしいる。したがって、円筒形や直方体の形になっている。小さなものはゴマ粒くらいから大きなものはバケツくらいの大きさまでさまざまである。

電気容量　コンデンサーの電気を蓄える能力を示す物理量。変数名に $C$ を使い、単位は [F]（ファラド）である。

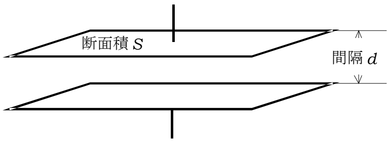
電気容量の定義と単位　コンデンサーに電圧 1 [V] をかけると、それぞれの電極に電気量 ±1 [C] の電荷が蓄えられるとき、コンデンサーの電気容量が 1 [F]（ファラド）であるという。

# コンデンサーの電気容量の公式を導く（重要）

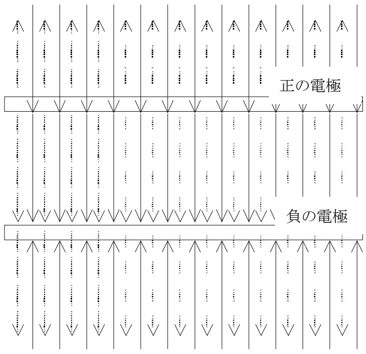
電気容量 $C$ [F] のコンデンサーに電圧 $V$ [V] の電圧を加えるとコンデンサーのそれぞれの極板に $\pm Q$ [C] の電気量の電荷が蓄えられるとすると　$Q = CV$　の関係が成立する。

重要定義［電気力線の定義］ **+Q [C]** から出る電気力線は点線で示す $4\pi kQ$ 本である。

平行板コンデンサー　→ 面積 $S$ [m²] の金属板を間隔 $d$ [m] に平行に並べたコンデンサーの基本形である。このコンデンサーの電気容量を電気力線と電界の関係（「電気力線の密度が電界の強さに等しい」）から求めてみよう。




上の極板の $+Q$ [C] から出る電気力線は点線で示す $4\pi kQ$ 本である。上向きと下向きに出るため、それぞれ $2\pi kQ$ 本（右図の点線）である。




同様にして、下の極板の電気量 $-Q$ [C]に入る電気力線は実線で示す下向きと上向きにそれぞれ $2\pi kQ$ 本（右図の実線）である。

コンデンサーの極板外の電気力線は向きが点線、実線では逆向き（電界が逆）になっている。両者は打ち消しあい電気力線はなくなる（電界がゼロになる）。しかし、極板間内では点線、実線で示す電気力線は同じ向きなので、電気力線数は和になるから、極板間での電気力線の総数は $4\pi kQ$ 本になる。

定義「電界の強さは電気力線の密度になる」ことから、電気力線の数 $4\pi kQ$ 本を極板の面積 $S$ [m²] で割ると極板間の電界の強さ $E$ [N/C] に等しくなる。

したがって、平行板コンデンサー極板間の電界の強さは $E = \dfrac{4\pi kQ}{S}$ [N/C] である。

微小電荷 $q$ [C] を電極内に置くときに受ける電気力は　$f = qE = \dfrac{4\pi kQq}{S}$ [N] である。

よって、この電荷 $q$ [C] を極板間で動かすときの仕事は　$W = fd = \dfrac{4\pi kQqd}{S}$ [J]・・・① になる。

別の見方で仕事を考えてみよう。極板の間の電位差（電圧）が $V$ [V] であるとき、電位に逆らって極板間を運ぶのだから、このときの仕事は電位の定義の公式より　$W = qV$　[J]・・・② だ。①、②の仕事は等しくなるはずだから、$\dfrac{4\pi kQqd}{S} = qV$ の関係が成立する。したがって、コンデンサーの極板間の電位差は $V = \dfrac{4\pi kQd}{S}$ だ。コンデンサーの電気容量の公式 $Q = CV$ の形に変形すると、$Q = \dfrac{S}{4\pi kd} \cdot V$ となる。

**コンデンサーの公式**　$C = \dfrac{\varepsilon_0 S}{d}$　ただし、$\varepsilon_0 = \dfrac{1}{4\pi k} = \dfrac{1}{4 \times 3.14 \times 9 \times 10^9} = 8.85 \times 10^{-12}$ [F/m]）