

101. 平行板コンデンサー

(1)

電気容量の公式をガウスの法則から導く

コンデンサーの両極板 (片面の面積 S) に蓄えられた電荷をそれぞれ $+Q$, $-Q$ とすると,
 $+Q$ がつくる電界の強さ

$+Q$ は極板表面に分布するから, 極板の厚さを無視すると, 分布面積は $2S$ である。

このことと電気力線は極板 (等電位面) に垂直に出ることから,

ガウスの法則より電気力線の密度, すなわち電界の強さ $E_+ = \frac{1}{2} \frac{Q}{\epsilon \cdot S}$

$-Q$ がつくる電界の強さ

同様に, $E_- = \frac{1}{2} \frac{Q}{\epsilon \cdot S}$

極板間の電界の向きは, いずれも $-Q$ の電荷をもつ極板に垂直の向きだから,

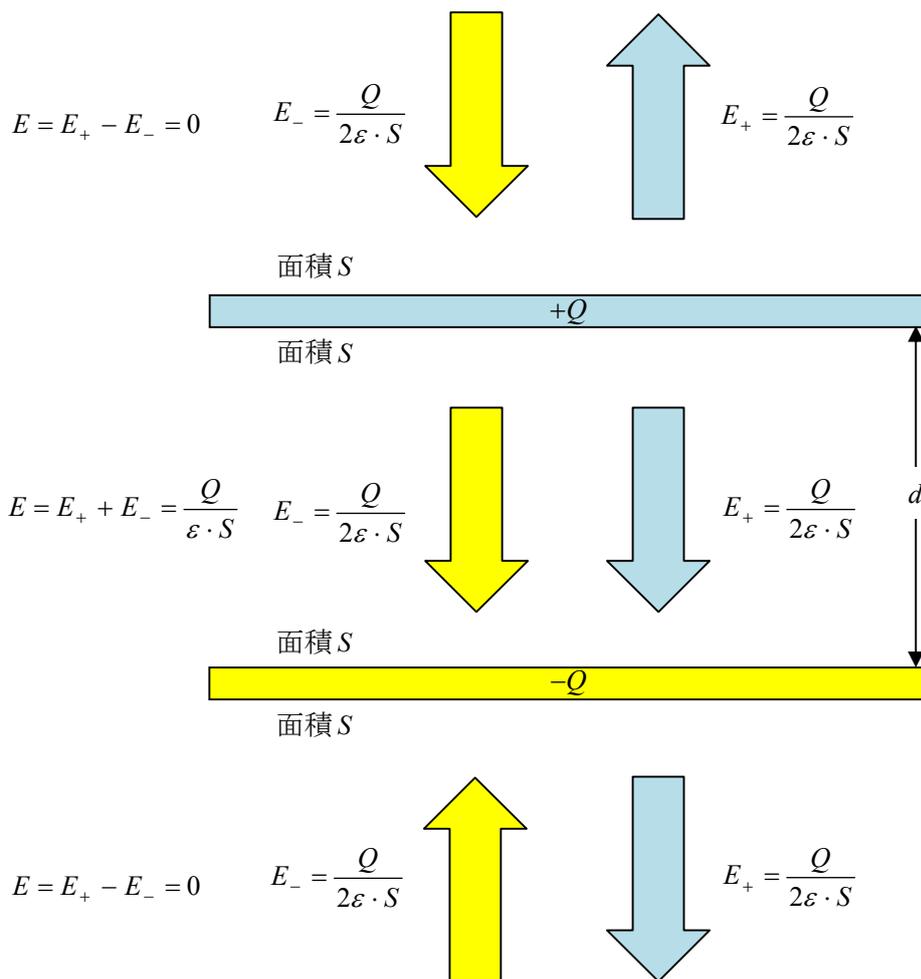
極板間の電界の強さ $E = E_+ + E_- = \frac{1}{2} \frac{Q}{\epsilon \cdot S} + \frac{1}{2} \frac{Q}{\epsilon \cdot S} = \frac{Q}{\epsilon \cdot S}$. . . ①

また, このときの極板間の距離を d とすると,

極板間の電圧 $V = Ed$. . . ②

①, ②より, $\frac{V}{d} = \frac{Q}{\epsilon \cdot S}$ $\therefore Q = \frac{\epsilon \cdot S}{d} V$

電気容量を C とすると, その定義 $C = \frac{Q}{V}$ より, $C = \frac{\epsilon \cdot S}{d}$



極板間の電界の強さは $\frac{Q}{\epsilon \cdot S}$ だが、

極板間の外側では、両極板がつくる電界が打ち消しあうため 0 である。

(4)

静電エネルギーの式の求め方

+ Q に帯電した極板と- Q に帯電した極板が限りなく接近している状態から
- Q に帯電した極板を極板間の距離が d になるまで離すとき、
極板間の静電気力とつり合いの関係にある外力のした仕事が
極板間の静電気力の位置エネルギー、すなわち静電エネルギーとして蓄えられる。

+ Q がつくる電界の強さ $E_+ = \frac{1}{2}E$ より、

- Q に帯電した極板が+ Q に帯電した極板から受ける静電気力の大きさ $= Q \cdot \frac{1}{2}E = \frac{1}{2}QE$

よって、つり合いの外力の大きさも $\frac{1}{2}QE$

つり合いの外力と極板の移動の向きは同じだから、

つり合いの外力がした仕事 $= \frac{1}{2}QEd = \frac{1}{2}QV$

よって、蓄えられた静電エネルギー $U = \frac{1}{2}QV$



$\frac{1}{2}QEd = \frac{1}{2}QV$ の仕事が位置エネルギー、
すなわち静電エネルギーになる。

