

21. 誘電緩和

電場中に物質をおくと、電気双極子を持つ分子やイオンは、電場との相互作用によってその配向や位置を変え、物質中で正・負両電荷が分離する。その挙動は電気容量や電気伝導性として観測される。さらに、交流電場中においては、電気容量（誘電率）、電気伝導性（伝導度）は印加電場の周波数に依存して変化し、その挙動を解析することによって、試料を構成する分子、イオンの電気極性にかかわる構造と運動状態に関する情報を、試料の内部構造を破壊することなく得ることが出来る。

この実験では、抵抗 R とコンデンサー C を用いた RC 直列回路における直流、交流での緩和時間の検討を通して、直流、交流それぞれの測定において誘電緩和現象がどのように観測されるのかを理解する。そして、氷の交流誘電率の測定を行い、誘電緩和現象の温度変化を追跡することで、氷の中での水分子のダイナミクスを明らかにしていく。

1. 解説

1.1. 誘電率の基礎概念

図1に示す電極面積 S 、電極の間隔 d の平行板コンデンサーにおいて、右極板から単位面積当たり Q の静電気量を取り出して左極板に移すと、電気量は右極板では $-QS$ 、左極板では $+QS$ となる。このとき左極板は高圧で右極板が低圧となる電圧 V が発生し、 V は QS に比例すると考えられる。したがって $QS = CV$ となり、この比例定数 C を電気容量という。また、平行板コンデンサー内に物質があるときの電気容量 C と物質のない真空の時の電気容量 C_0 との比を誘電率 ϵ といい、 $\epsilon = C/C_0$ である。

$$C_0 = \epsilon_v \frac{S}{d}$$

であることから、

$$C = \epsilon_v \epsilon \frac{S}{d}$$

であり、ここに真空の誘電率（物理定数）

$\epsilon_v = 0.088542 \text{ pFcm}^{-1}$ である。

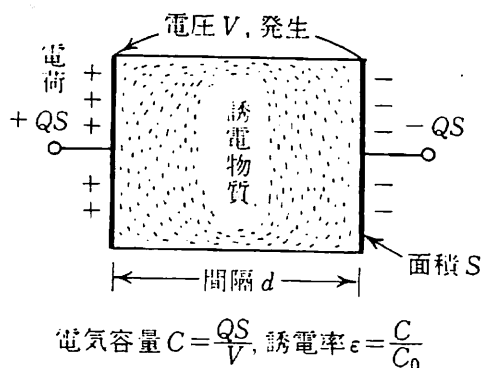


図1. 電気容量 C 、誘電率 ϵ の説明