

質問：二重同心導体球の静電容量は、一方を接地する場合としない場合で違うのですか？

答：違います

第4回目の講義の[例題 4.2]の外側を接地した二重同心導体球の電圧は、

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) Q \quad (1)$$

[例題 4.3]の接地していない3重同心導体球の電圧の中の2つの球の電圧は

$$\begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \begin{pmatrix} \frac{1}{a_1} & \frac{1}{a_2} \\ \frac{1}{a_2} & \frac{1}{a_2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 \\ Q_2 \end{pmatrix} \quad (2)$$

でした。例えば、(2)において $Q_1=Q$ 、 $Q_2=0$ にし、 V_1-V_2 を考えると、

$$V_1 - V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_2} \right) Q \quad (3)$$

となり、電位差は(1)と矛盾なく求めることができます。しかし静電容量に限っていうと、外球を設置した場合の内球の静電容量は外球の電位をゼロとして定義されるのに対し、外球を接地しない場合の内球の静電容量は無限遠の電位をゼロとして定義されます。外球を接地しないで内球に電荷 Q を与える場合は外球の存在は無視することになり、(2)式は

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{a_1} Q \quad (4)$$

となり、(1)とは違う式となります。これは孤立した1つの導体球の例[例題 4.1]と同じです。これらから静電容量を求めると定義の違いにより静電容量は違いますという答えになります。

物理現象としては、外球を接地して内球に電荷 Q を与えれば、アースから電荷 $-Q$ が上ってきて外球にたまります。しかし、外球を接地しない場合は、内球に電荷 Q を与えても、外球の電荷はゼロです。電荷分布が違えば電位分布も違います。具体的には内球から出た電気力線が前者では外球で止まりますが、後者では突き抜けます。

ただし、外球を接地しない場合でも、外球に $-Q$ を与えれば、接地した場合と電荷分布は全く同じとなり、電位分布も全く同じになります。