

2013年5月11日

より好都合な電磁気の単位系は何か

(土曜講義:5.11)

計算物理研究会 立嶋聖太郎 (30期)

1 これまでの単位系の問題点

- どの単位系を使ってもアンペールの法則に 4π が含まれてしまう。

$$\nabla \times \mathbf{H} = 4\pi \mathbf{J} \quad (\text{CGS} - \text{esu}, -\text{emu}) \quad (1)$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \frac{4\pi}{c} \mathbf{J} \quad (\text{CGS} - \text{Gau\ss}) \quad (2)$$

- **そもそも現実の電磁気現象のスケールに単位の大きさが全く見合っていない(笑)**

2 不格好なマクスウェル方程式

- 電磁気学の基礎方程式であるマクスウェル方程式にまで 4π が含まれる。(e.g. ガウス単位系)

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = 4\pi\rho \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{H} = 0 \quad (4)$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} \quad (5)$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \frac{4\pi}{c} \mathbf{J} + \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \quad (6)$$

3 MKSA 単位系 (1901 年)

- アンペールの法則に数係数が入らない。(これを有理化(rationalization)という)
.....

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} \quad (7)$$

有理化はヘビサイド、フレミングらが発明。

- もう 1 つの数係数を任意に決定する代わりに基本単位 A(アンペア)を採用する。
- 提案者はイタリアの電気工学者ジョルジ。

4 基本単位 A(アンペア)

- 基本単位 A は「無限長の 2 本の導線に 1m につき 2×10^{-7} N の力を及ぼし合う電流が 1A」を定義とする。
- この定義により多くの組立単位が現実の電磁気現象のスケールに見合ったものになる。
- 実用単位系の基本単位 A に由来。
- 基本単位を増やした代償として磁気定数 μ_0 が数値だけでなく次元まで持つことになる。