

7月17日の講義解説

本日は講義解説を書かないつもりだったが、聞こえづらかったという声があったので、講義解説を書く。

174 ページ、

マクスウェルの方程式群は波動方程式を含んでいる。それを見るために電磁誘導の法則と、アンペールマクスウェルの法則の二つの法則を具体的に書き出して、 $\vec{B}=(0, B_y, 0), \vec{E}=(0, 0, E_z)$ また電流は流れていない($\vec{I}=0$)を仮定する。すると、175 ページの一番上に書いた2つの式だけが生き残る。

175 ページ

偏微分と、微分ができれば、微分の順番を交換しても良いとの性質を使って、ここでは、 B_y を消去すると、次の偏微分方程式が得られた。

$$\frac{\partial^2 E_z}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 E_z}{\partial t^2}$$

となる。ただし、 $c=1/\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$ 。(176 ページ)

176 ページ

この解は、 $E_z=f(x \pm ct)$ と書けるが、この意味は、 x の関数と言う意味で書いた $f(x)$ に、 x の代わりに $x-ct$ を代入したもので、この関数は、二階微分ができればどんな関数でも構わない。もちろん、これまでも波動を表現するために使っていた、 \sin, \cos でも良いが、ここは説明のために $x=0$ に頂点をもつ関数を選んだ。

177 ページ

ct の前の符合を“-”にとり、その値を-10、-8、..10 と変化させながら、この関数を-10< x <10の範囲でグラフに示す。ここでは、 ct の値を次第に大きくとったものを並べてアニメにした。ダウンロードしたファイルではアニメが動かないので、[7月17日アニメ](#)の中の進行波を見て欲しい。波形が左から右 (x が大きくなる方向) へ動くことが見て取れる。

178 ページ

ct の前の符合を“+”にとり、その値を-10、-8、..10 と変化させながら、この関数を-10< x <10の範囲でグラフに示す。ここでは、 ct の値を次第に大きくとったものを並べてアニメにした。ダウンロードしたファイルではアニメが動かないので、[7月17日アニメ](#)の中の後退波を見て欲しい。波形が右から左 (x が小さくなる方向) へ動くことが見て取れる。

179 ページ

ct の前の符合が+のときと-の時両方を頂点に注目してアニメを作った。[7月17日アニメ](#)の頂点の移動を見て欲しい。縦軸は177、178 ページで横軸にとった x であることに注意。

180 ページ

波動方程式から頂点の移動までまとめた。マクスウェルは、この波動の進行速度が当時知られていた光の速度と実験精度の範囲で一致するのを見て、光はマクスウェルの方程式が示唆する電磁波（電場と磁場の波動）であると結論した。

181 ページ

波動を取り扱うのに重要な概念、波長、周期、振動数、さらに波数、角振動数を用いた波動の表現方法。関数としては、**sin**、**cos** が良く用いられる。どれも、176 ページで示した波動関数の解になっていることに注意する。

182-184 ページ

電位の概念の拡張、電位から電磁場ポテンシャルへ。ここは、基礎電磁気学からは少しはみ出しているが、電場、磁場を直接用いるより基本的な概念とする考えもあるので、目を通しておいて欲しい。