

# 物理学概論 A レポート問題 3 (阪上)

2017 年 6 月 28 日

特殊相対論についての以下のレポート課題に答えなさい。講義で話した内容についてはそのまま説明すればよいです。

## [1] ローレンツ逆変換

慣性系  $S (ct, x, y, z)$  と、それに対して速度  $v$  で  $x$  方向に運動している慣性系  $S' (ct', x', y', z')$  を考える。講義で解説したように、光速不変の原理より、2 つ座標系の間には

$$x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2 - c^2 t'^2$$

という関係が満たされなければならない。この条件を満たす座標変換が

$$ct' = \gamma(ct - \beta x), \quad (1)$$

$$x' = \gamma(x - \beta ct), \quad (2)$$

で与えられるローレンツ変換である。ただし、

$$\beta = \frac{v}{c}, \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

である。この変換の逆変換を求めなさい。

## [2] 時空図の目盛り

$S$  系に対して  $x$  方向  $v = c/2$  すなわち  $\beta = 1/2$  で運動している人の座標系  $S'$  を考える。このレポート課題の最後のページに  $S$  系の時空図に、 $S'$  系の座標軸を描いたグラフを用意している。 $x'$  軸に  $(x' = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)$  の目盛りを入れなさい。目盛りを入れる手順も説明しなさい。

## [3] Lorentz 収縮

Lorentz 変換を用いて、運動している物体の長さが縮む Lorentz 収縮という現象を時空図を画いて説明しなさい。

#### [4] 魚のパラドクス

止まっているときの魚の体長が  $L_0$  であったとする．魚があなたに対して運動していれば Lorentz 収縮するので，体長  $L_0$  よりも短い網（長さ  $L < L_0$ ）であなたは魚を捕まえることができる．しかしこの事象を魚から見れば，逆に網が Lorentz 収縮するので，長さが  $L$  よりさらに短い網に捉えられることを意味する．時空図を画いて，このパラドクスがどのように解消される説明しなさい．

レポート課題4のパラドクスが解消できない人は，”降参です ”と宣言した上で，”私の相対論 ”という題のレポート用紙1枚程度のエッセイを書きなさい．そこでは相対性理論についてのあなたのイメージや考え，あるいは物理学概論Aで行った相対性理論の講義についての感想などを書きなさい．

