

## 特殊相対論 No.10

因果律, 光速不変の原理

1.  $K$  系において,  $A$  点  $(w_A, x_A) = (6, 2)$  で放たれた矢が,  $B$  点  $(w_B, x_B) = (9, 8)$  でリングに命中する場合を考えよう.

(a) 時空図を描き, 2 点  $A, B$  を書き込みなさい.

(b) 静止系  $K$  でこの現象を見ると, 放たれた矢がリングに命中するまでの時間差  $w_B - w_A$  はいくらか. このとき因果律は満たされているか.

$$w_B - w_A = 9 - 6 = 3$$

(c)  $V = 0.5c$  で動く  $K'$  系でこの現象を見ると, 放たれた矢がリングに命中するまでの時間差  $w'_B - w'_A$  はいくらか. このとき因果律は満たされているか.

$$w'_B - w'_A = 0 \rightarrow \text{同時!}$$

(d)  $V = 0.8c$  で走る  $K''$  系でこの現象を見ると, 放たれた矢がリングに命中するまでの時間差  $w''_B - w''_A$  はいくらか. このとき因果律は満たされているか.

$$\alpha = \sqrt{\frac{1+0.8^2}{1-0.8^2}} = \sqrt{\frac{1+0.64}{1-0.64}} = \sqrt{\frac{41}{9}} = \frac{\sqrt{369}}{9} = 2.13$$

$$w''_B - w''_A = \frac{-6.40}{2.13} = -3.00 < 0 \Rightarrow w''_B < w''_A \quad \text{矢が放たれる前にリングに命中している。}$$

(e)  $B$  点の  $x_B = 8$  を変更しないで因果律を満たすためには,  $w_B$  をいくつ以上にすればよいか.

$$w_B \geq 12 \text{ とすればよい。}$$

(f) 光速不変の原理と因果律について考察しなさい.

2. 長さ5 mの電車が、 $V = \frac{c}{2}$ の速さで走っている。K系からみて $w = 0$ のとき、電車の後端 $x_A = 0$ 、前端 $x_B = 5$ であった。

K系から見て $(w, x) = (5, 5)$ で電車の前方と後方に向けて光が発射された。

(a) 時空図を描きなさい。

(b) 電車の中にいる観測者(K'系)が、光が電車の前と後ろに到達したと観測する時刻 $w'_A$ と $w'_B$ を求めなさい。

$$w'_B = w'_A = \frac{7.52}{\alpha_r} = \frac{7.52}{1.29} = 5.83$$

(c) 地上にいる観測者(K系)が、光が電車の前と後ろに到達したと観測する時刻 $w_A$ と $w_B$ を求めなさい。

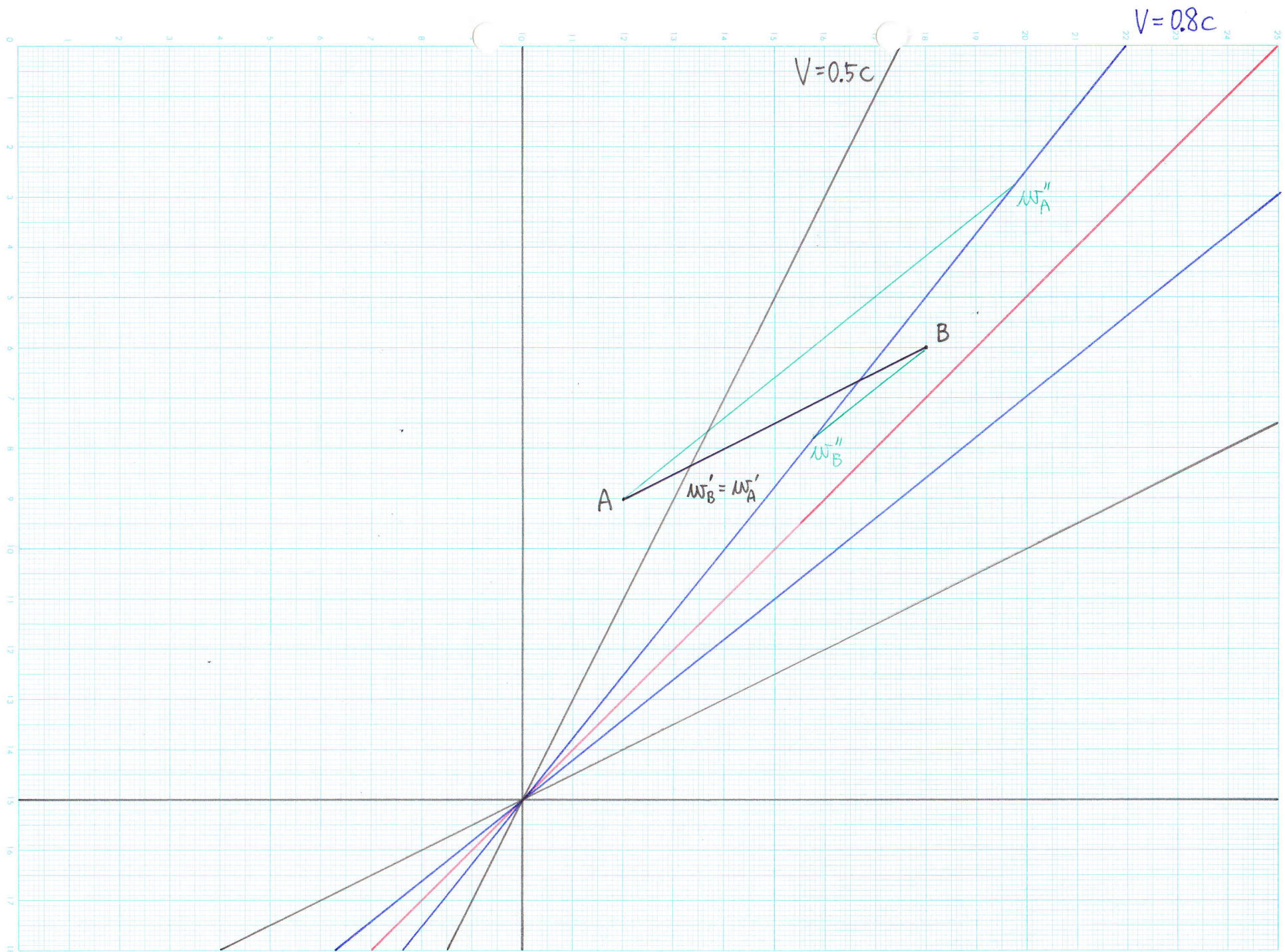
$$w_B = 10.00$$

$$w_A = 6.70$$

すなわち、A点に先に到着す。

(d) 観測者と因果律について考察しなさい。

3. 今日の講義でわかったこと・わからなかったこと・感想などを書きなさい。(自由記載)





2

