

Basketball In Parabola

熊本県立大津高等学校

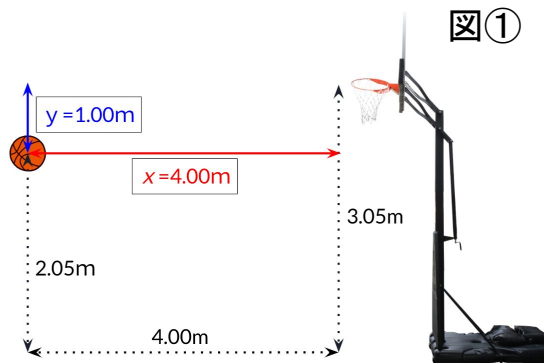
1. 研究の動機

私たちは身近なところにどのような放物線があるかについて考えた。そのときバスケットボールのシュートについて考え、フリースローについて考察することとした。

2. 条件の仮定

i 座標の定義

- 投点を原点とする
- x成分について、リングの位置は4.00
- y成分について、リングの位置は1.00



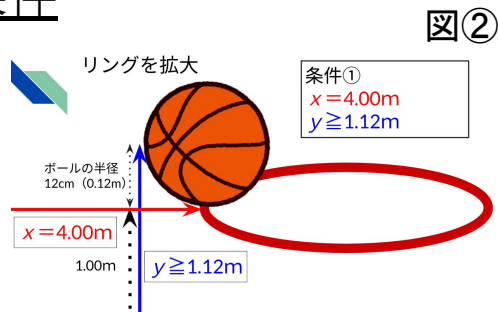
ii リングを超える時の条件

ボールの半径 $\Rightarrow 0.12m$
 ボールの高さ $\Rightarrow 1.12m$

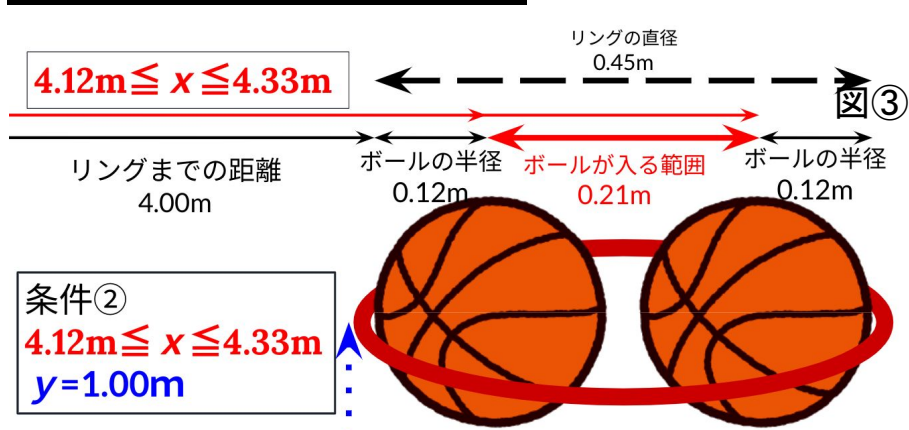
条件①

$$x = 4.00m$$

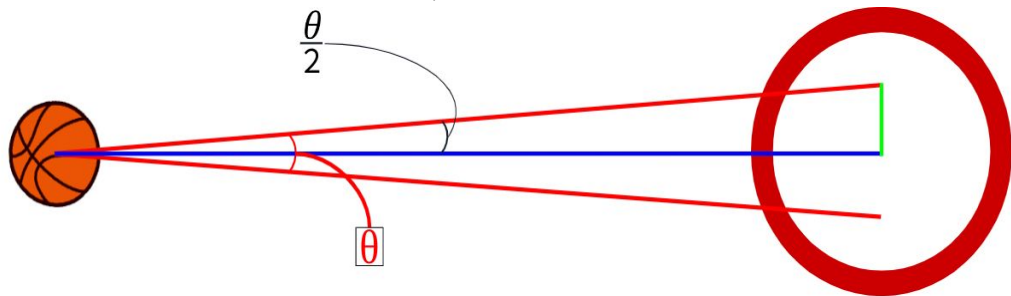
$$y \geq 1.12m$$



iii リングに入るときの条件



3. 左右のブレの許容範囲



上図のように θ をおく。また $\theta/2$ について考える。まず、ボールが入る範囲は
 (リングの直径) - (ボールの直径)
 $= 0.45m - 0.24m = 0.21m$

また、リングの中心までの距離は
 (リングまでの距離) + (リングの半径)
 $= 4.00 + 0.225 = 4.225m$

$$\tan \theta/2 = 0.21 / 4.225 = 0.0249$$

$$\theta/2 = 1.42^\circ$$

よって

$$\theta = 2.85^\circ$$

4. 運動の考察

重力以外の外力は無いものとする。投げたから t 秒後のボールの水平方向の速度 $v_x(t)$ は

$$v_x(t) = v_0 \cos \theta$$

鉛直方向の速度 $v_y(t)$ は

$$v_y(t) = v_0 \sin \theta - gt$$

投げたから t 秒後のボールの水平方向の位置 x は

$$x = v_0 \cos \theta \cdot t \quad \dots \text{①}$$

鉛直方向の位置 y は

$$y = v_0 \sin \theta \cdot t - gt^2 / 2 \quad \dots \text{②}$$

軌道について考察するため $y=f(x)$ にする。

①、②から

$$y = \tan \theta \cdot x - gx^2 / 2v_0 \cos^2 \theta \quad \text{となる。}$$

5. v_0 の範囲

リングに達する時刻 t_1 は、①式より

$$t_1 = 4 / v_0 \cos \theta$$

②式と条件①より計算すると、

$$v_0 \geq \sqrt{\{8g(1 + \tan^2 \theta) / 4 \tan \theta - 1.12\}} \quad \text{となる。}$$

リングをくぐる時刻 t_2 は、②式より

$$t_2 = \{v_0 \sin \theta + \sqrt{(v_0^2 \sin^2 \theta - 2g)}\} / g$$

①式と条件②より計算すると、

$$v_0 \geq \sqrt{\{8.4872g / \cos \theta (4.12 \sin \theta - \cos \theta)\}}$$

$$v_0 \leq \sqrt{\{9.3745g / \cos \theta (4.33 \sin \theta - \cos \theta)\}}$$

これらに $g=9.8$ を代入して

$$v_0 \geq \sqrt{\{78.4(1 + \tan^2 \theta) / 4 \tan \theta - 1.12\}}$$

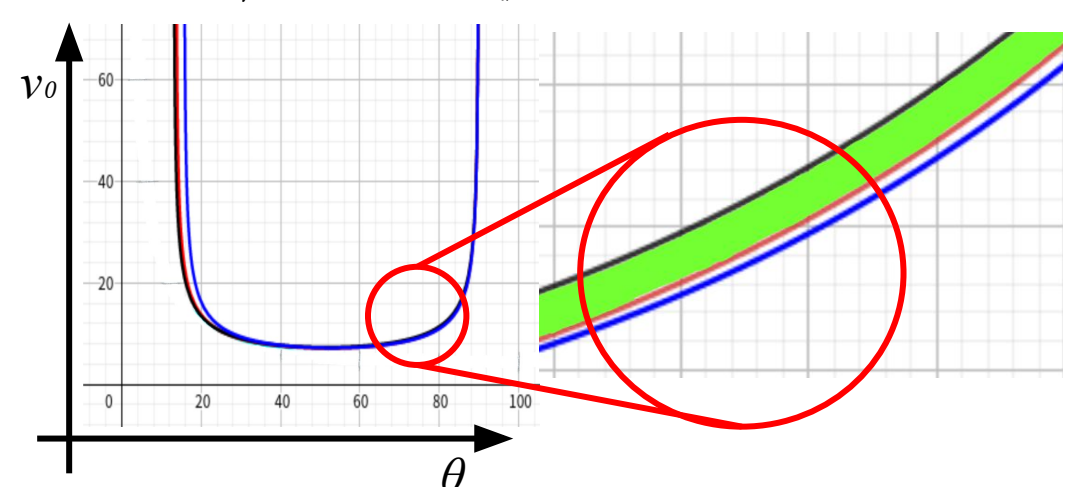
$$v_0 \geq \sqrt{\{83.2 / \cos \theta (4.12 \sin \theta - \cos \theta)\}}$$

$$v_0 \leq \sqrt{\{91.9 / \cos \theta (4.33 \sin \theta - \cos \theta)\}}$$

6. BIP の具体化

グラフ化した

拡大した



$\theta=45^\circ$ の時 $\pm 0.025m/s$ (7.379~7.429m/s)

$\theta=60^\circ$ の時 $\pm 0.078m/s$ (7.365~7.520m/s)

$\theta=70^\circ$ の時 $\pm 0.095m/s$ (8.302~8.491m/s)

7. 参考文献

<https://clutchtime.jp/archives/5576>