

自転車の荷物を置く位置と速さ、安全性との関係

前西翔太（兵庫県立北摂三田高等学校人間科学類型）

序論

①リサーチクエスションの内容

自転車の荷物はどこに置けば、一番楽、安全なのか。

先行研究と仮説

①先行研究・先行事例

- ・国際基督教大学の文系学生によれば、荷台が安定。
- ・理論スポーツ：パフォーマンスを伸ばす運動理論では重心がボトムブラケットに来ると速い
- ・自動車の重心の求め方

②研究に取り組む意義

・自転車の荷物と自転車での走行の関係を見つけ出し、多くの人が自転車を利用する際に参考にできるようにする。

③仮説

- ・安全なのは荷台に乗せた時で、速く運転できるのはリュックに背負ったときである。

仮説の根拠／研究手法・結果考察 ①

研究手法

1. アンケート→主観的な面から答えを出す
2. 実際に実験する→主観的、客観的な面から答えを出す
3. 計算をして求める

実験方法(2)

※荷物をリュックまたは袋またはかばんに入れ、計6.0kgになるようにして、それを前かごに入れる、背負う、荷台にくくる、の組み合わせ計7通りを二回ずつ検証する

i 速さの測定について。

※のそれぞれにおいて時間を計測して平均をとる。

ii 安全性について

※のそれぞれにおいて、アプリで自転車の揺れを計測。

- ・上記の実験において荷物の位置以外には変えない。
- ・また、安全に配慮して行う。

実験方法(3)

先行研究を用いて自転車の重心を求めた後、重心の公式を用いる。

その後実測した数値を代入する。

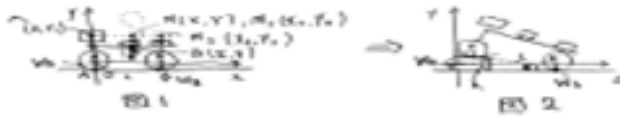


図1、2のように図1の状態から自転車の前傾角をθとしたときに、Y-X座標を求める。

①まず、図1の状態から自転車の重心の位置を求める。
 荷物の重心は、自転車の重心から、 W_h , W_c の重心位置が分かる。Aの重心は、自転車の重心から、 W_h , W_c の重心位置が分かる。
 次に、重心の位置を求める。重心の位置は、 W_h , W_c の重心位置から求める。

ここで、図1の状態の重心を $G(x_c, y_c)$ とする。重心の位置は、 W_h , W_c の重心位置から求める。

図1の状態の重心を $G(x_c, y_c)$ とする。重心の位置は、 W_h , W_c の重心位置から求める。

$$(W_h + W_c)x_c = W_h x_h + W_c x_c \quad \text{よって} \quad x_c = \frac{W_h x_h + W_c x_c}{W_h + W_c} \quad \dots (1)$$

図2の状態の重心を $G(x_c, y_c)$ とする。重心の位置は、 W_h , W_c の重心位置から求める。

$$(W_h + W_c)y_c = W_h y_h + W_c y_c \quad \text{よって} \quad y_c = \frac{W_h y_h + W_c y_c}{W_h + W_c} \quad \dots (2)$$

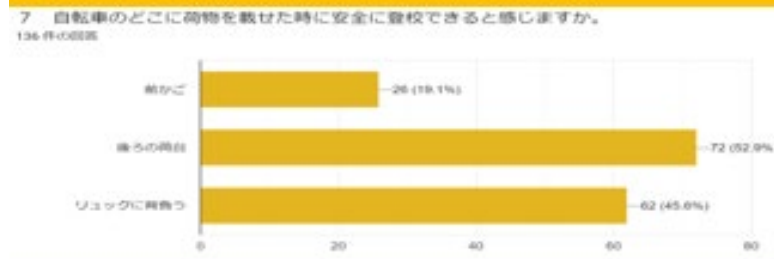
ここで、図2の状態の重心を $G(x_c, y_c)$ とする。重心の位置は、 W_h , W_c の重心位置から求める。

$$(W_h + W_c)x_c = W_h x_h + W_c x_c \quad \text{よって} \quad x_c = \frac{W_h x_h + W_c x_c}{W_h + W_c} \quad \dots (3)$$

$$(W_h + W_c)y_c = W_h y_h + W_c y_c \quad \text{よって} \quad y_c = \frac{W_h y_h + W_c y_c}{W_h + W_c} \quad \dots (4)$$

$$(1), (2) \text{ から 自転車の重心の位置は } \left(\frac{W_h x_h + W_c x_c}{W_h + W_c}, \frac{W_h y_h + W_c y_c}{W_h + W_c} \right) \quad \dots (5)$$

仮説の根拠／研究手法・結果考察 ②



場所	前かご	リュック	荷台	荷台 前かご	前かご リュック	リュック 荷台	全部
時間	39.12	38.345	37.25	37.58	38.695	37.445	41.25

③ 実際の数値に計算する。スケール体重計(0.0kg刻み)を用いた、有効数字は2桁とする。

① 数値

$$\begin{cases} m_1+m_2+m_3 = 9.0\text{kg} & (\text{荷物の重さが計} 9.0\text{kg}), \\ M = 10\text{kg} & (\text{人の体重が} 10\text{kg}), \\ M' = 20.9\text{kg} & (\text{自転車重が} 20.9\text{kg}) \text{とする。} \\ \text{よって } m_1+m_2+m_3+M+M' = 59.9\text{kg} \\ \text{よって } x_1=0\text{m}, x_2=1\text{m}, x_3=1.3\text{m}, \\ Y_1=Y_2=Y_3=Y_4=0\text{m} \text{ とする。} \end{cases}$$

② 数値

$$\begin{cases} \text{重心の速度を } 9.8\text{ m/s}^2 \text{ とし、} \\ W_A = 8.6 \times 9.8 \text{ (N)}, W_B = 11.2 \times 9.8 \text{ (N)}, W_C = 9.2 \times 9.8 \text{ (N)}, W_D = 13.2 \times 9.8 \text{ (N)}, \\ L = 1.3\text{m}, h = 0.2\text{m} \text{ とする} \end{cases}$$

$$x \approx 1.33\text{m}, y \approx 0.571\text{m}$$

ここで荷物を1つの場所に加えるときはその場所に9.0kg 加え、
2つの場所に加えるときはそれぞれ4.5kg 加え、
3つの場所に加えるときはそれぞれ3.0kg 加えるとする。(7)(8)から
重心の位置は上下のようになる。単位はm。

荷物の場所	前かご	リュック	荷台	前かご	リュック	荷台	前かご	リュック
重心の位置	(0.0, 0.0)	(1.1, 0.0)	(1.1, 0.0)	(0.0, 0.0)	(1.1, 0.0)	(1.0, 0.0)	(1.0, 0.0)	(1.1, 0.0)

先行研究よりペダルに鞍の辺り(原点からx軸方向に1.0m)に重心があると
速く走るが考えられるので、速さの面では

「前かご・リュック」または「荷台・前かご」が良い。

また、低重心であり安定するが考えられるが重心の位置は全て等しいので(重心の位置が)
安定性の面ではどれも同じ。

④ ①の前提とした状態で荷物を加えたときの重心の位置を算出する。
荷物を加えたときの重心を $G'(x', y')$ とし、物体の位置を (x, y) とする。

	質量	位置	注
(1) 前かごの荷物	m_1	(x_1, y_1)	ただし、 (x_1, y_1) の物体は
(2) リュックの荷物	m_2	(x_2, y_2)	重心が一定である。
(3) 荷台の荷物	m_3	(x_3, y_3)	自転車人、荷物全体を1つの物体として
(4) 人	M	(x, y)	考えればその物体の位置で考える

また、自転車全体は①のリュック、自転車人、荷物全体を1つの物体とするとき、
 (x, y) がある位置であると考える。質量は M' とする。

重心 (x_0, y_0) は、質量 m_1, m_2, m_3, \dots の物体の重心
位置 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), \dots$ の位置にあるので

$$x_0 = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots}, \quad y_0 = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots} \quad \text{--- (9)}$$

$$x' = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3 + Mx}{m_1 + m_2 + m_3 + M} \quad y' = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3 + My}{m_1 + m_2 + m_3 + M} \quad \text{--- (10)}$$

ここで④(2) (3), (4) (5), (6) は同じ重心を2つに分けて考えるので

$$y_1 = y_2 = y_3 = y$$

また④(2) (3) (4) は同じ位置にあると考えるので

$$x_2 = x$$

また④(2) (3) (4) (5) (6) の位置は $(0, y)$

これを代入すると、(9), (10) は

$$x' = \frac{(m_2 + M)x_2 + m_3 x_3 + Mx}{m_1 + m_2 + m_3 + M} \quad \text{--- (11)} \quad y' = \frac{(m_1 + m_2 + m_3 + M)y + My}{m_1 + m_2 + m_3 + M} \quad \text{--- (12)}$$

[参考文献]

バイクで最もスピードの出る重心の位置を理解する | 理論スポーツ: パフォーマンスを伸ばす運動理論 (rkyudo-sports.com)

【至急】写真のように車間距離Lの自動車を水平に置いた場合の前輪、後輪部... - Yahoo!知恵袋
力学の問題です。 - 自動車の重心の位置を求めるために、前輪と後輪... - Yahoo!知恵袋

World of Physics (icu.ac.jp) (国際基督教大学 学生)

前後輪重心比5:5 - Takuro Uesaka's Official Website (jimdo.free.com)

重心-高校物理をあきらめる前に | 高校物理をあきらめる前に (yukimura-physics.com)