

水面と加速度

岩倉 邦明 大谷 直斗 清水 康孝

【概要】

私たちは、乗り物に乗っているときに速度が大きくなり、加速度が大きくなるにつれて大きくなる体の傾きについて考えた。体の傾きを角度として捉えるために、自転車のタイヤの円運動を利用し、角度は、自転車のタイヤの上に、あらかじめ製作しておいた水槽を設置し、水を入れ、その水面の傾きを利用して表した。

We thought about the inclination of the body that grew as the speed grew when we took the vehicle. We used the circular motion of bicycle tires to catch the inclination of the body as an angle. We set up the water tank that we produced beforehand on the bicycle, and showed the angle by the inclination of the surface of the water.

【研究の目的】

中学生の頃から私たちは物理の授業を受けてきて、物体の運動について、与えられた理想的な状況下での問題を扱ってきた。肌で感じるような身近な物体の運動を測定し計算を行って見たら面白いのではないかと思い、自分たちでやってみようと思実験を始めた。

【仮説】

1. 円運動する速度が大きくなればなるほど、水面の傾き（傾く角度）が大きくなるので、角度が 1° 大きくなれば1大きくなり、 20° 大きくなれば20大きくなるというように、一定の値に対応してある規則通りに値が大きくなっていく比例の関係が成り立っていると思われる。
2. 角度の増加に伴って、加速度の大きさの変化の仕方が次第に小さくなっていき、前文の仮説と異なり、グラフの傾きが次第に小さくなっていくと思われる。

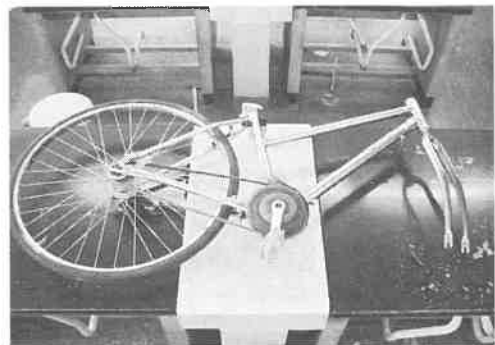
【実験器具・装置】

自転車1台、アクリル板×3、絵の具（青色）、水道水、セロハンテープ、ユニカルビーカー、ピペット、セロハンテープ、カメラ、

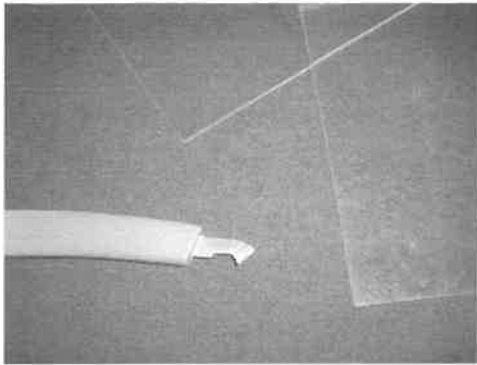
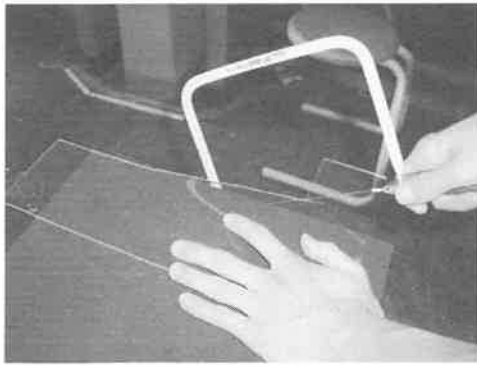
スピードメーター、ドライバー、パソコン、アクリル用のボンド、アクリルカッター、さし、はさみ、マジック、弓ノコ

【実験方法】

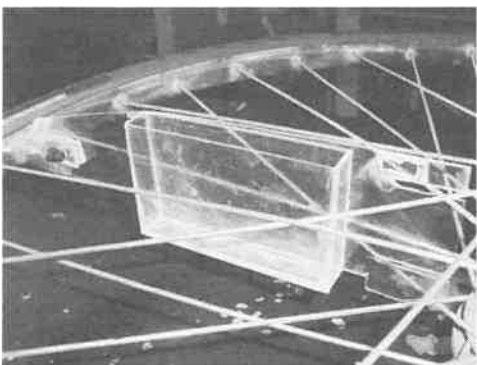
1. 【装置の作成】使わなくなった自転車の不要な部分を取り除いていく。



2. 水の傾きを調べるための水槽とそれを設置するための板を、アクリル板を使って作成する。

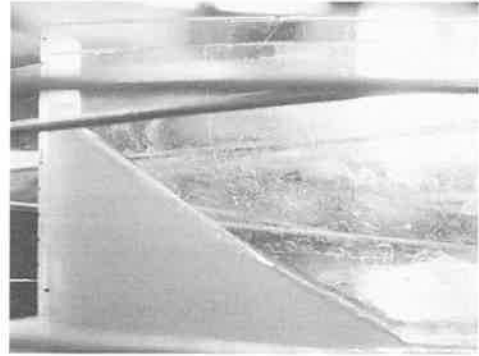


3. 【装置の設置】自転車のタイヤに対して水平になるように水槽を設置し、スピードメーターも取り付ける。



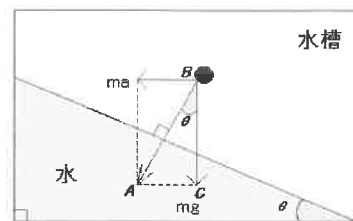
4. 【実験開始】タイヤを回転させてスピードメーターで自転車のタイヤの速度を測定しながら、タイヤの内側にとりつけた水槽の水面を、同様に取り付けたデジタルカメラを使って撮影し、それぞれの速

度ごとの水槽の水面の傾きを調べる。



5. 測定値をまとめ、公式に当てはめて加速度を計算し、グラフ化する。
6. あとに示す図より、理論上の加速度を求めてグラフ化し、実験から出した加速度の測定値のグラフと比較・対照する。
7. 仮説が正しかったかどうか考察し、検証する。

※理論値の計算について



g : 重力加速度(9.8m/s²) θ : 水と水平面がなす角
 m : 物体の質量(kg) $B\vec{A}$: 見かけ上の重力 a : 向心加速度

加速度が0であるとき水面が水平であることから、水面には重力が一様にかかっているとわかり、さらに、円運動をして加速度がかかっているときには上図のように見かけの重力がかかっていると考えられる。

ここで、直角三角形 ABC において、三角比の定義から、

$$AC/BC = \tan \theta$$

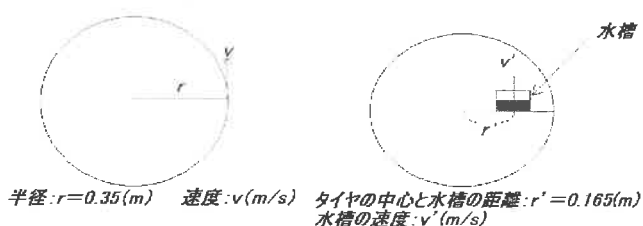
$$\therefore ma/mg = \tan \theta$$

$$\therefore a = g \times \tan \theta$$

となるから、 θ に順番に角度を代入していくことによって、理論的な加速度 a を求めることができる。その値と、実験で測定したそれぞれの速度における加速度 a の値、つまり実

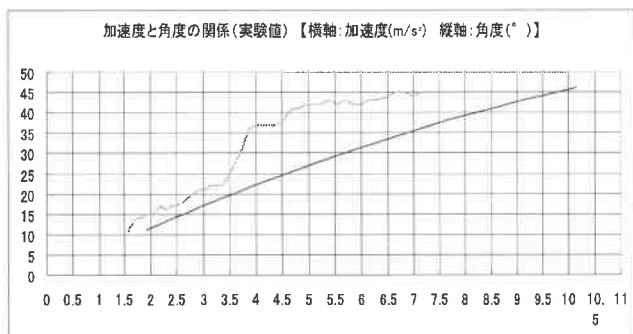
験値とを比較する。

※速度の補正について



左図で $v=r\omega$ により角速度 (ω) を求め、同様に右図から $v'=r'\omega$ により水槽の速度 (v') を求め、 $a=v'^2/r'$ より加速度 (a) を求める。また、タイヤの上の水槽がある位置とタイヤの外側では、どちらも同じ時間で1周するが、中心からの距離がそれぞれ異なり、2つの位置での移動距離、つまり円周が異なるため速さに違いがあるので (v)、(v') の値が異なる。

【実験結果】



【考察】

グラフを見ると、大まかには理論値と実験値は一致しているが、特に後半のほうで値のズレが大きくなっている。原因としては、実験するとき、自転車のペダルを手で回して回転運動を起こしているので、精度の低い測定器では実際の速度との誤差が大きくなってしまふことが考えられる。

仮説では、加速度と角度との間には比例関係が表れると考えた。誤差はあったものの、グラフではある程度の比例関係が確認できた。このことから、仮説1は、正しいとわかり、仮説2は正しくなかったとわかった。さらに、角度が大きくなるほど理論値との誤差が大き

くなるので速度が大きくなるほど誤差が大きくなるとわかる。

【結論】

1. 実際の測定結果をグラフで表し、考察した結果、誤差が大きいながらも、比例のような関係があることが観察された。
2. 仮説1は、グラフが大まかに見て比例の関係であることから正しいと判断された。
3. 仮説2は、グラフに比例関係が見られたことから正しくないと判断された。

【感想】

実験を始めた頃は、板を加工する作業などがうまくはかどらずに、無駄に時間が過ぎることもあった。また、ほとんどの時間を、準備の為の作業に使ったので、実験自体がなかなか始められずに焦っていたが、いざ始めたら、思ったよりスムーズに進められ楽しかった。

そして、この研究を通して私たちは、自分の力で考え、作業することの大切さを実感できたと思う。最終的には時間が不足して、思っていたほど十分な実験は出来なかったもので、また機会があれば、もっと手際よく進めたいと思う。