

反射後の運動する球の軌道の性質

～The nature of orbits of moving balls after rebounding～

県立船橋高校理数科 2 年 守友功成・石倉光太郎

2016 年 1 月 26 日

Abstract

We rolled a ball to the wall and observed a trajectory. After rebounding from the wall, the trajectory is curved in some cases. We wondered at this phenomenon. So we showed a trajectory to a chart and investigate time dependence on the ball direction.

Eventually, trajectories tend to be straight after curve except for angle of incidence 0° .

はじめに

ボールをまっすぐ転がしたときに、壁に当てて跳ね返った後の軌道が一直線でないことに疑問を持った。そこで、この現象について詳しく調べることにした。

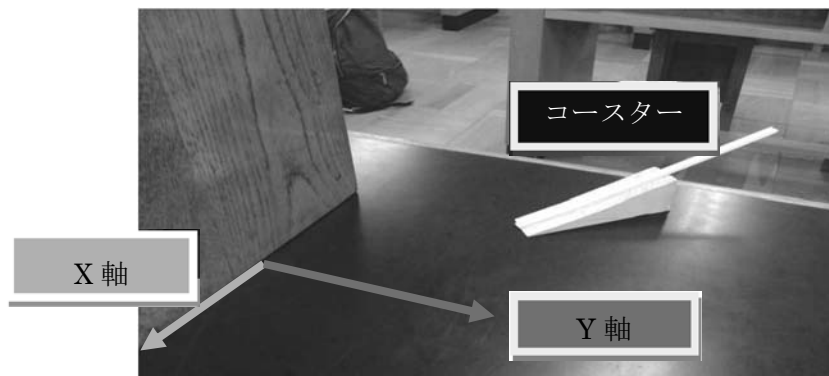
研究目的

壁との衝突後、球の軌道と壁とのなす角はどのように変化するかを明らかにする。球が跳ね返った後に直進しないのはなぜかを明らかにする。

研究方法

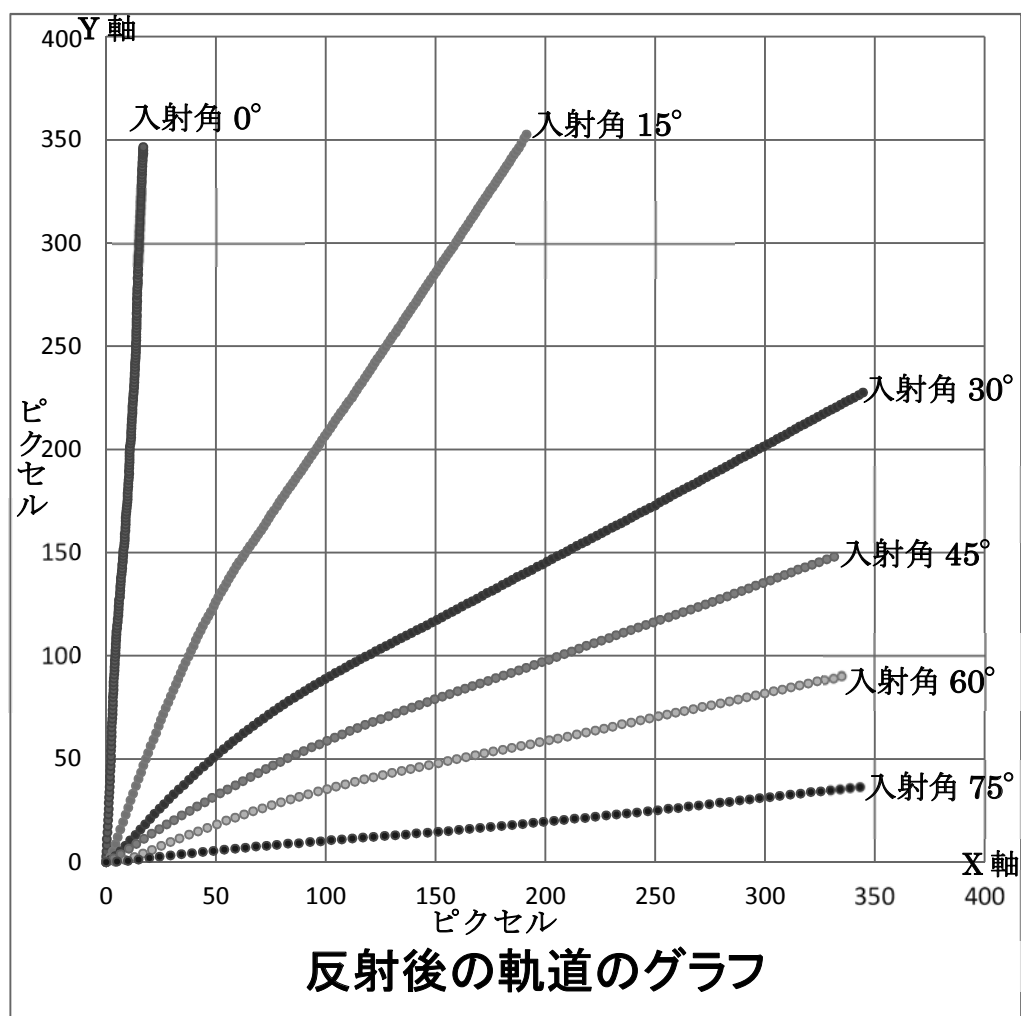
まず、軌道のグラフがどのようなものであるかを確認するために以下のような実験を行った。

コースターを用いて金属球を初速 1.0m/s で紙面上に転がして木の材質の壁に当て、反射させる。運動の様子を上からハイスピードカメラを用いて撮影した。撮影した動画を ImageJ というソフトウェアを用いて軌道を解析した。なお、金属球の質量は 17g で、入射時の球の運動方向と壁とのなす角度を 0° 、 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° に変えてそれぞれ 5 回ずつ実験を行った。

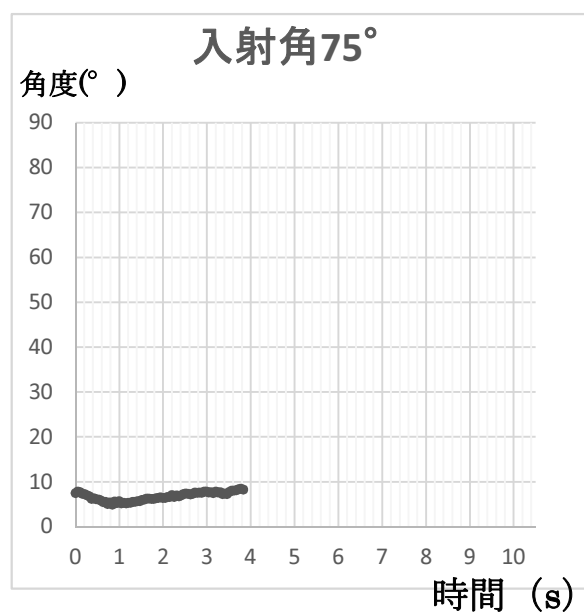
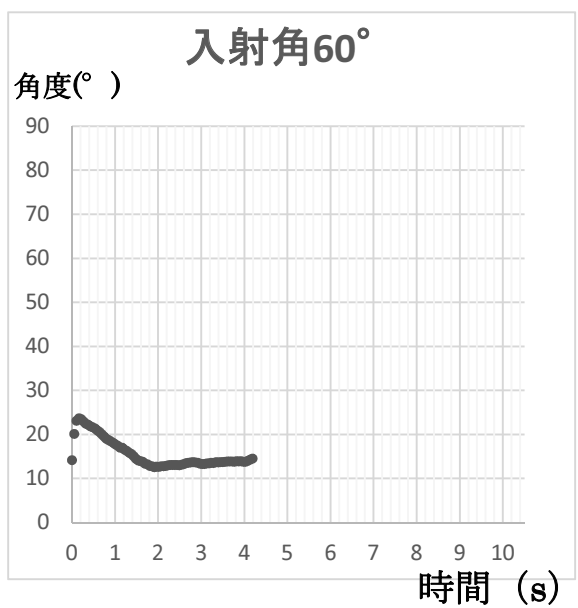
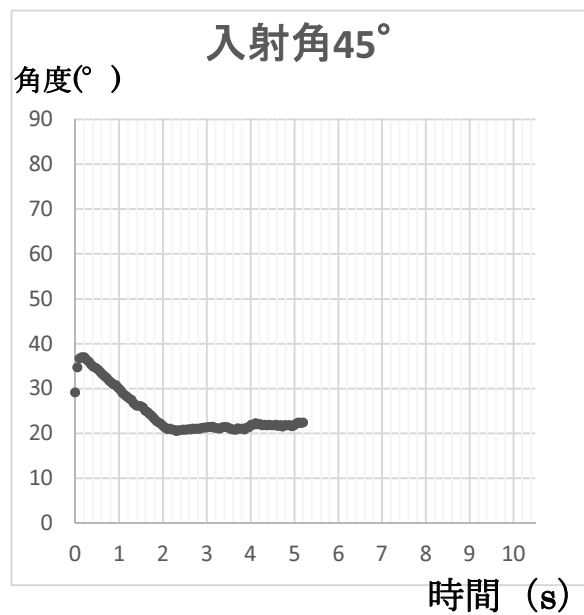
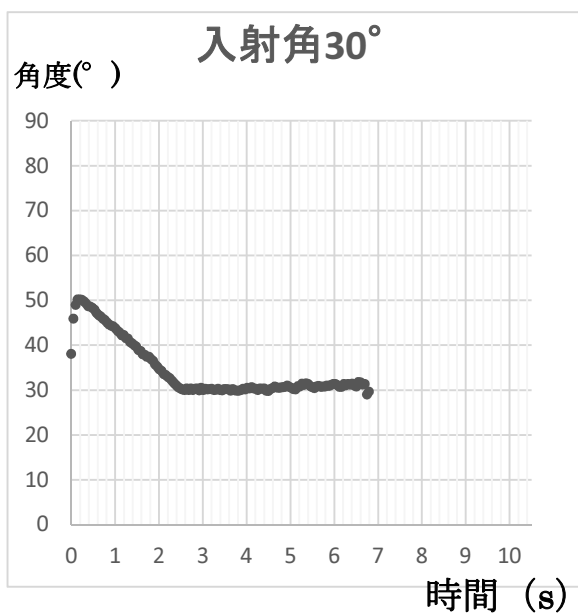
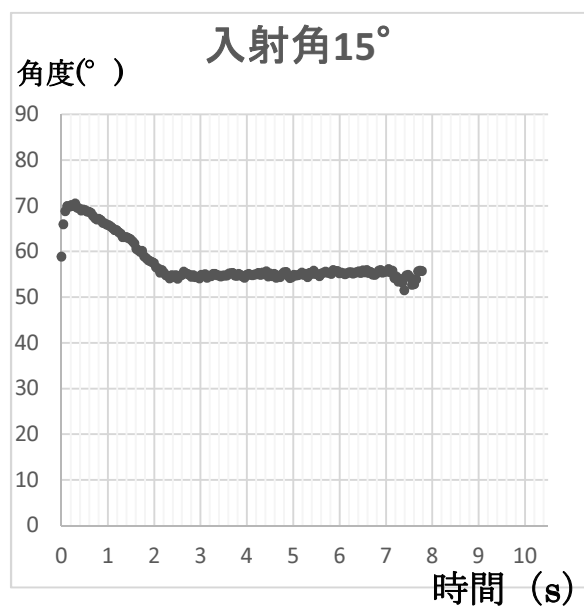
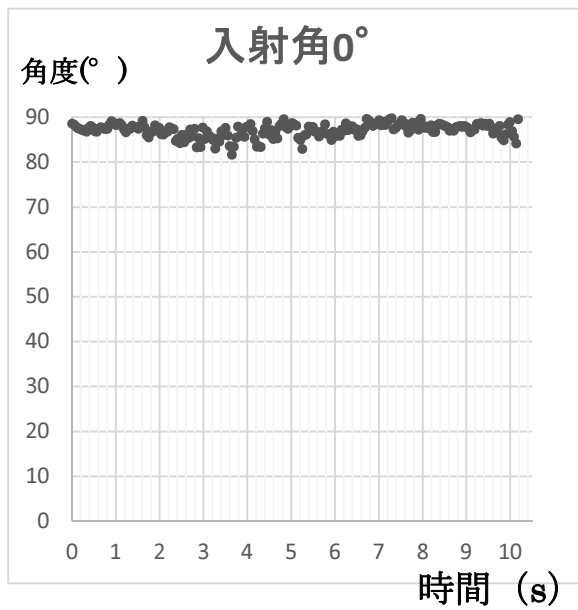


研究結果

壁に衝突した点を原点とする、撮影した画面の座標平面に軌道を点で表すと以下のようになった。



この結果より、 15° 、 30° 、 45° 、 60° の入射角で転がしたボールの軌道が反射後に曲がっていることを確認した。そこで、ボールの軌道の傾きの変化を時間経過とともに調べることにした。時間を x とし、軌道と X 軸のなす角を y としてグラフにした。すると、以下のようになった。



考察

結果のグラフから軌道と X 軸のなす角が時間の経過とともに徐々に小さくなっていき、その後、ほぼ一定の角度を保ちながら、球が運動している。よって、球は反射後に曲がった後、直進していることが分かった。入射角 0° で転がしたときは X 軸方向の運動はない。よって、この時は球の軌道が曲がることはない。ここで、実験での入射角 0° の軌道を表したグラフにおいては軌道が Y 軸からずれているが、これは実験の過程で出てしまった誤差といえる。

結論

軌道と X 軸のなす角の変化のグラフは入射角 0° のときをのぞいて、一定時間の経過と同時に一定量ずつ角度が小さくなった後に一定の角度になる。したがって、グラフはそれぞれ一次関数であると分かった。

反省・感想

私たちの研究班は研究テーマを決定するまでに3ヶ月かかってしまったので、実験を始めるまでに大幅におくれをとってしまい、内容をあまり深くつきつめることができなかった。また、それにより研究を続けるモチベーションを維持できなかった。テーマを決定するにあたり、大切なことは具体的な研究内容を決めてすぐにとりかかろうとすることはしてはならないということと、ひごろから気になったことや、疑問に思ったことに目を向けて研究を始めることだと感じた。また、知識や情報が豊富であることが、研究を進める上で有利だと思った。