

ボウリングでストライクになる条件

兵庫県立神戸高等学校総合理学科 2年
佐伯凌央 宮寄匠平 八幡祥太郎 横山享汰 李定樹

研究の動機と目的

ボウリングでストライクを取る上で一般的なストライク理論は存在しているが、論証されたものは無かった。そこで、unityを利用して実際のボウリングを再現し、実証実験と比較し、実証性を確かめることでどのような条件の場合にストライクが起こるか調べることにした。

予備実験(パラメーターの測定)



ピンとピンの間の反発係数とピンとボールの間の反発係数を測定した。図1のように、それぞれを糸につるし、片方の物体をある高さから落として衝突させる。衝突後に上昇した高さから衝突直後の二物体の速度を求めることで反発係数を求めた。結果は、ピンとピン、ボールとピンの反発係数はそれぞれ0.76、0.80となった。

またボールと床の間の動摩擦係数、ピンと床の間の静止摩擦係数を測定し、その結果はそれぞれ0.010、0.33となった。

図1；反発係数の測定装置

本実験 I (unityでのシミュレーション)

本実験 I では、ピンを並べ、ボールがピンに当たる位置と角度を変化させ、どのような値でストライクになるかを調べる。

・初めに代入した値

ボールの質量を6.35kg、直径の大きさを21.8cm、ピンの質量を1.59kg、ピンとピンの間の距離を0.305mとしてunity内にその値を代入した。次に、予備実験で求めた反発係数、動摩擦係数、静止摩擦係数の値をそれぞれ代入した。

・スクリプト

unityに入っていないプログラムをC#スクリプトというソフトを用いて書いた。また、初速度を与えるスクリプトと重心の位置を与えるスクリプトを書いた。

・モデリング

図2のように、Blenderを用いてピン、ボール、壁、床のモデリングを行った。

・当たり判定のつけ方

当たり判定とは、unityのシミュレーションで二物体が衝突したかどうか判定するものであり、物体の形状を決定するものである。この実験では図3のように、Capsule Colliderという当たり判定を組み合わせることによってつけた。



図2；モデリングの様子

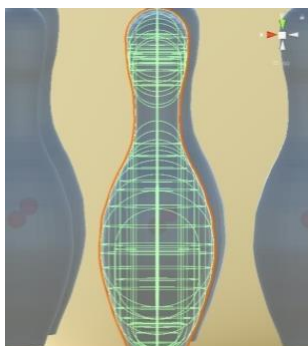


図3；モデリングの様子

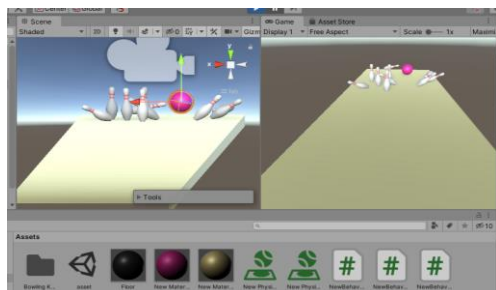


図4；unityにおけるシミュレーションの様子

本実験 I の結果

unity内でボールがピンに当たる位置を、1ピンの真ん中から1mmずつずらしていき、シミュレーションを行った。この時ボールの初速度は26km/hで一定にした。このシミュレーションを入射角を0度、3度、6度と変えて行い、1cmごとの区間でのストライク確率を求めた。その結果を図8に示す。

概して0cm~3cmの区間でのストライク率は低く、4cm~10cmの区間ではストライク率が高いことがわかる。また、入射角が0度の時よりも3度、6度の時の方がストライクが出やすいことが分かる。

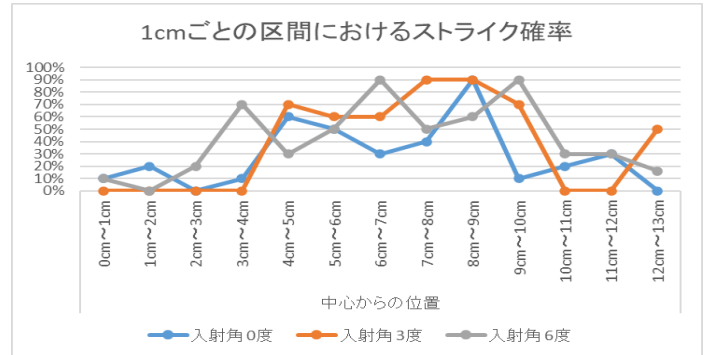


図8；1cmごとの区間におけるストライク確率

本実験 II (実証実験) とその結果



図5；実証実験の様子

ピンに当たる様子をカメラで撮影し、2ピンと3ピンが飛んだ角度を測定した。

次に測定した初速度とボールがピンに当たった位置をunity内に代入し、シミュレーションを行い、unity内でピンが飛んだ角度を測定した。その結果を図6、7に示した。この表からunityと実証実験の結果には合致性があるといえる。

本実験 II では、unityにおける実証性を確かめるために実証実験を行った。スロープを固定してコースを作り、そのコース上にボールを転がした。最初は1ピンの真ん中に当て、その後1cmずつずらして同様の実験を行う。ボールが

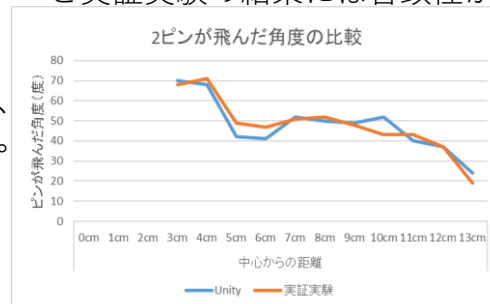


図6；2ピンが飛んだ角度の比較

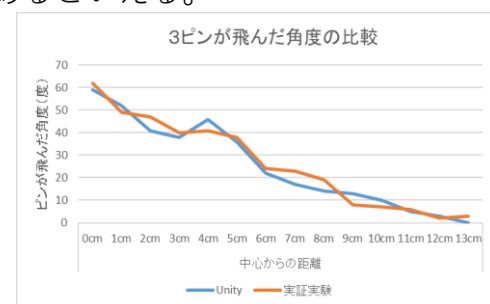


図7；3ピンが飛んだ角度の比較

結論

3つの入射角において中心から4cm~10cm離れているところでボールを転がすと、ストライクになりやすいといえる。また入射角0度の時よりも3度、6度の時の方がストライクになる確率が高かったため、ボールを投げる際は3度~6度の角度をもって投げる必要があるといえる。よって、この研究から初期位置が4cm~10cmの位置で3度~6度の角度で入射させたとき、ストライクを高確率で取れることが分かる。

展望

この研究を通して、ストライクになる条件を論証しすることができ、unityの実証性を確かめることができた。今後は、それぞれの角度においてどのような位置にボールを当てるべきかを調べていきたい。