

リングキャッチャーが誰でも成功する条件を探る

物理

SATテクノロジー・ショーケース2021

■ はじめに

リングキャッチャーとは紐を手の甲にかけて、下からリングを通してリングを指で持つ。その状態でリングから指を離して、ある条件下であれば、指から離れたリングが紐にうまく絡まる。よって、リングが下に落ちないというものである。この研究において、リングを落としてリングが落ちない場合を成功とする。

私達はそのリングキャッチャーを試しているうちにリングの角度等によってリングキャッチャーの成功のしやすさが違うように感じたため、リングキャッチャーの成功する条件を知りたいと思って、本研究を行うこととした。

本研究以前にはリングやひもの条件によって成功確率がどのように変わるか研究してきた。しかし、条件は無数に存在しており実際の実験で全ての条件を調べるのに限界を感じ、理論計算による研究にシフトすることとした。

リングキャッチャーの理論計算を行って実験結果と比較して、修正し、最終的には理論上のリングキャッチャーの成功する条件を探ることを目的とする。

■ 活動内容

1. 実験

110cmの毛糸、直径4cm線径3mmのカードリング、自作の実験装置を用いてリングキャッチャーを100回行い、それぞれをハイスピードカメラで撮影した。分析の結果、表1, 2のように、リングが実験装置から完全に離れる時の角度が0.67rad, リングが最下端に達するまでの落下時間は0.36秒となった。

2. 考察①

リングキャッチャーが成功する条件として重要になるのは、リングが最下端まで落ちた時のリングの回転角度である。そこで、まずひもの影響を加味せずにリングの回転角度を表1の結果から推測した値は5.3radとなった。

実際のリングは約90度回転してひもに引っかかるため、この推測値は約3.4倍となり、ひもの影響が大きいと分かった。そのため、ひもからのリングの回転角度への影響も考慮して計算することとした。

3. 考察②

リングがひもに接触するまでのリングの回転を考察①と同様に計算した。

リングがひもに接触してからのリングの回転角度を求めするために、リングの落下中にリングとひもが接触した時にリングを滑車として考える。また、リングの下端とそれより下のひもが同時に動いていると仮定して、ある時刻 t [s]にお

るひもからのリングに働くトルクの総和を計算した。そして、時計回りを正として、リングが落ち始める時刻 $t = 0$ sのときのリングの角度を0 radとし、リングが落下したときの時刻 t [s]とリングの回転角度 θ [s]の関係式を求めた。

この式を高精度計算サイト2階常微分方程式ルンゲクッタ法4次に代入して図3のグラフの結果が得られた。

これはリングがひもに接触した後のリングの回転のグラフであるため、回転角度の初期値はひもとリングが接触するときの回転角度であり、横軸が時間[s], 縦軸が回転角度[rad]である。

最後に急激にグラフが下がっているのは有効数字の誤差と考えると、そこを除いた最終的な角度は1.73 rad となっており、ほぼ実測値と等しい。しかし、その値に至るまでのリングの角度がスローモーションと異なっていた。これはリングとひもの運動が一致していると考えたが、実際にはひもは連続体であるからリングからひもにかかる左向きの力によって波が発生するためにリングの角度の波が相殺されているからだと考えられる。

■ 参考文献等

<https://keisan.casio.jp/exec/system/1548123555>
理論値計算に用いたサイト

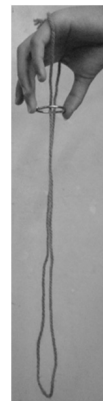


図1 リングキャッチャーの様子

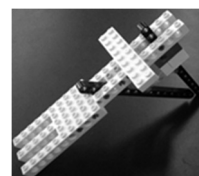


図2 実験装置

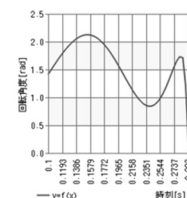


図3 グラフ

表1 落下時角

	落下時角度(°)
平均	38.24
標準偏差	3.66
最大値	47.00
最小値	28.00

表2 落下時間

	落下時間(S)
平均	0.362
標準偏差	0.487
最大値	0.452
最小値	0.313

代表発表者
所属
問合せ先

北野 志(きたの こころ)
茨城県立並木中等教育学校 科学研究部
〒305-0044 茨城県つくば市並木4-5-1
TEL:029-851-1346 FAX:029-852-5030

■キーワード: (1)リングキャッチャー

■共同研究者: 角野 亮(すみの りょう)

所属 茨城県立並木中等教育学校

科学研究部