

ヨーヨーのメカニズム

石川県立小松高等学校



1. 研究の背景・動機

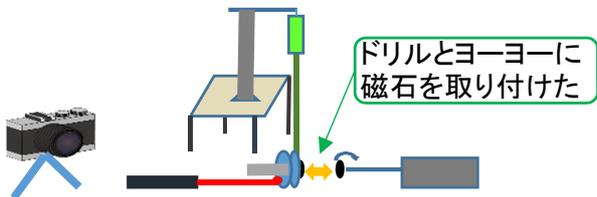
スリープ状態(ヨーヨーが最下点で回り続けている状態)のヨーヨーがなぜ手を引くと戻ってくるのか不思議に感じ、物理的手法を用いてメカニズムを解明できるのではないかと考えた。

2. 目的

ヨーヨーがなぜ手元に戻ってくるのかを調べる。

3. 方法

ばねばかりに取り付けたヨーヨーをドリルで回し、スリープ状態を作る。同時にハンディタコメータで周速度を測定、ハイスピードカメラで撮影し、解析した。予備実験により、ヨーヨーを引く力は5N(ヨーヨーが手元に戻ってくる最低の張力)にした。



【上昇運動の有無の解明】

実験①(張力の測定)装置に力センサを取り付け、上昇運動前後の張力のグラフから、上昇の有無についての関係を分析する。

実験②(周速度の測定)ハンディタコメータで上昇運動前後の周速度を測定し、空転数と上昇運動の関係性を調べる。

【運動の大きさの解明】

実験③(運動の大きさ)糸に5cm間隔の印をつけ、周速度ごとにどの印まで上昇したか調べる。

4. 結果

結果①(図1)

スリープ中に鉛直上向きに力を加えたときに瞬間的にヨーヨーに大きな張力が働くと、上昇運動した。

結果②(図2)

周速度	空転数	ヨーヨーの運動
2000m/min以上	3.5~5回	上昇運動した。
2000m/min未満	3回	一度絡みついて停止した後下降
	2回	停止せずに重力によって下降

結果③(図3)

周速度が大きいほどヨーヨーの上昇度が大きかった。

5. 考察

- ・ベアリングが巻き付いた糸により動かなくなることでヨーヨーが上昇すると考えられる。
- ・糸がヨーヨーに絡みつくとには1800m/min,ヨーヨーが上昇するには2000m/minの周速度が必要であると考えられる。

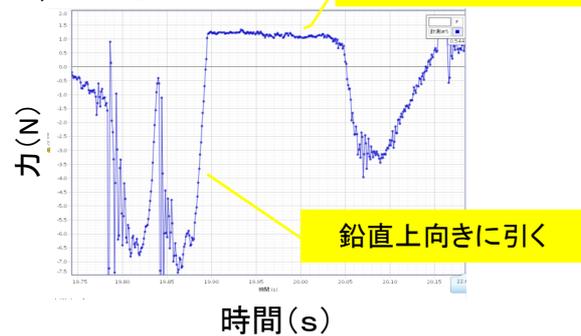
【予備実験】

3N~5Nまで0.5Nごとに引く力を変えて実験を行った。このとき、周速度は4500m/minに固定した。

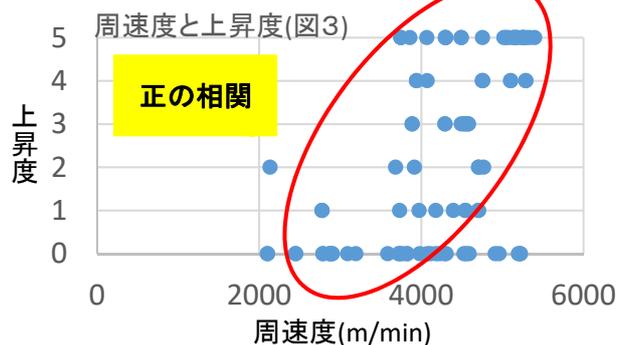
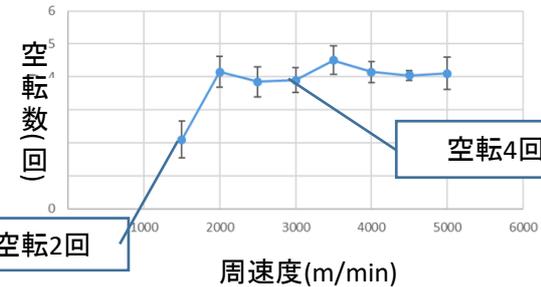
【結果】

5Nが一番安定して上昇した
⇒周速度と上昇運動の相関を調べるために、引く力は5Nに固定した。

(図1) 上昇運動前後の張力



(図2) 周速度と空転数



6. 結果

【ヨーヨーの上昇運動のメカニズム】

ヨーヨーをスリープさせる→手を上に引く→ヨーヨーが鉛直上向きに投げ上げられる→ヨーヨーは慣性で回り続ける→たゆんだ糸が絡みつくと運動エネルギーを持っている→ヨーヨーが上昇する

・5Nで引くとき、2000m/minの周速度と4回の空転が必要であり、周速度が速いほど高く上昇する。

7. 今後の展望

糸の摩擦によって上昇しない場合があったので糸に着目した実験を行いたい。また、ヨーヨーの内部のギザギザとした部分とヨーヨーの運動の関係についても調べたい。

ヨーヨーのメカニズム

抄録

スリープ(落下後に空転)するヨーヨーでも手を引くと上昇運動を行う。本研究はそのメカニズムを解明するために張力と周速度に着目して実験を行い、張力は引く力を伝えるために必要であり、2000m/min以上の周速度は上昇運動を行う際に糸を巻き付けるエネルギーを持つことが分かった。

1. 研究の背景と目的

スリープ状態のヨーヨーがなぜ手を引くと戻ってくるのか不思議に感じ、物理的手法を用いてメカニズムを解明できるのではないかと考えた。ヨーヨーの上昇運動における張力と周速度、それぞれの関係を明らかにすることが本研究の目的である。

2. 方法

ヨーヨーの上昇運動をハイスピードカメラで撮影して解析した後、上昇運動の有無に影響を及ぼす要因に着目して以下の実験を行った。ヨーヨーを引く力は5Nに固定した。

実験①(張力の測定) 装置に力センサを取り付け、上昇運動前後のヨーヨーが戻るとき糸の張力のグラフから上昇の有無についての関係を分析する。

実験②(周速度の測定) ハンディタコメータで上昇運動前後の周速度を測定し、空転数と上昇運動の関係性を調べる。

3. 結果

結果①スリープ中に鉛直上向きに力を加えたときに瞬間的にヨーヨーに大きな張力が働くと、上昇運動した。(図1)

結果②(図2)

周速度	空転数	ヨーヨーの運動
2000m/min 以上	3.5~5 回	上昇運動した
2000m/min 未満	3 回	一度糸が絡みついて停止した後重力によって下降
	2 回	停止せずに重力によって下降した

4. 考察

結果②より、1800m/minは糸がヨーヨーに巻き付いてヨーヨーが固定されるために必要な回転数であり、2000m/minは上昇運動を行えるエネルギーを持つと考えられる。急激な張力が働くのはヨーヨー内部のベアリングが、巻き付いた糸により動かなくなることで、糸が張り、重力に引っ張られるからであると考えられる。

5. 結論

ヨーヨーの上昇運動は、手を引くことによりヨーヨー本体が鉛直に投げ上げられ、たゆんだ糸が絡みついて一瞬で上向きの力が働くことによっておこる。引く力を5Nに固定すると、周速度は2000m/min必要で、空転は約4回以上行われる。

6. 参考文献

<https://www.youtube.com/watch?v=yQymQV0Dc8c>

7. キーワード

ヨーヨー 周速度(m/min) 張力 スリープ

