

カットサーブの物理学的分析

著者 石原圭祐 伊藤勇梧 今井琳久
群馬県立高崎高等学校

要旨

ソフトテニス特有のサーブ、カットサーブのほとんど跳ねない挙動（以下、跳ねないの挙動）にはどのような要素がどのように働いているのか実験によって調べた。その結果、縦回転の要素が働いている可能性が高いことがわかった。

1. はじめに

1.1 研究の背景

本校のソフトテニス部員がカットサーブの挙動に以前から疑問を持っていて、その真相を解き明かし、より効果的なカットサーブの打ち方を知りたいと思っていた。

1.2 研究の目的

より相手を取りづらい（跳ねない挙動がより著しい）カットサーブを打つためにはどうしたら良いのかを詳しく知るために、まず跳ねない挙動に関する要素を調べ、ひいては跳ねない挙動を著しく出すための打ち方を解明する。

1.2 仮説

カットサーブをよく見るとボールが回転による遠心力によって潰れているので回転数を上げたとき、ボールが潰れることにより、バウンドしにくくなる。

2. 実験1

2.1 実験道具

- ・ソフトテニスボール
- ・モーター
- ・プラスチック製タイヤ
- ・薄いスポンジ
- ・ベニヤ板
- ・釘
- ・固定用L字金属板
- ・電力装置
- ・スタンド

2.2 方法

実験装置(図1)を開発し、モーターに加える電圧を変えて、ボールの回転量を変化させながらバウンド高*を計測する。ボールの回転量については、ボールを4色に塗り分けて、回転の様子をハイスピードカメラで撮影することで、計算した。

*ワンバウンドしたあとのボールの最高点

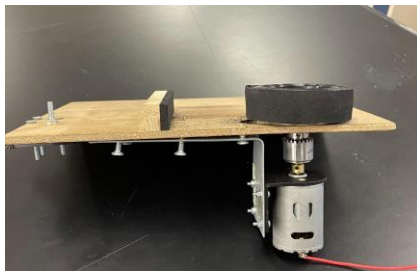
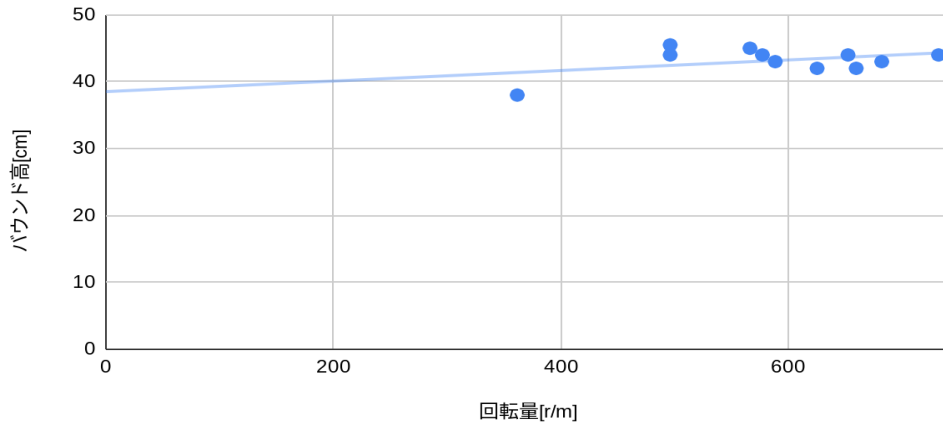


図1 実験の様子

2.3結果

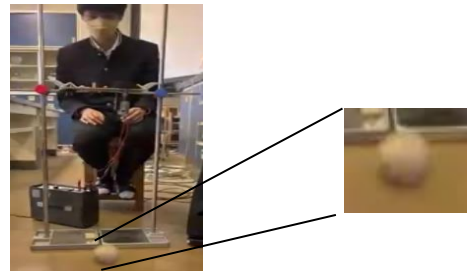
バウンド高[cm] と 回転量[r/m]

● バウンド高[cm] — 「バウンド高[cm]」のトレンドライン $R^2 = 0.165$



2.4考察

回転数が上がるほどバウンド高は大きくなっているが、左写真のように潰れるほどボールは回転していないので、仮説はまだ否定されないと判断した。



3. 実験2

3.1実験道具

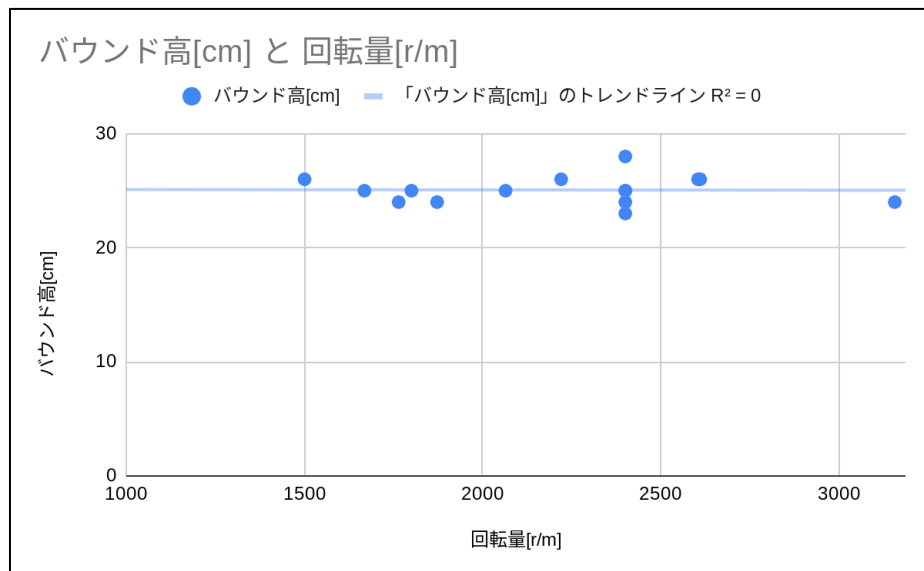
- ・上図1の実験装置
- ・卓球ボール
- ・電力装置
- ・スタンド

3.2方法

実験①において、ソフトテニスのボールの代わりに質量が比較的小さいのでソフトボールよりも回転のかかりやすい卓球のボールを用いて実験1と同じように実験を行う。

*卓球ボールはほとんど形状変化しないので、回転量とバウンド高の関係を調べる。

3.3結果



3.4 考察

3.4 考察

回転量が変わっても、バウンド高はほとんど変わっていないため、回転量とバウンドは関係がないように思える。

4. 実験 3

4.1 実験道具

- ・ソフトテニスボール
- ・モーター
- ・ラップ
- ・養生テープ
- ・チャッカマン
- ・電力装置

4.2 方法

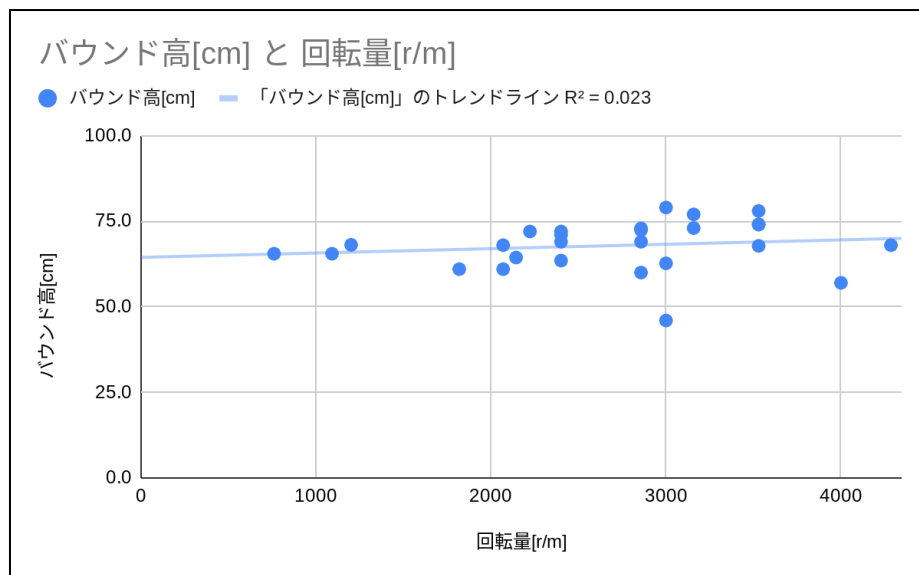
実験1, 実験2ではボールに十分な回転*がかけられていないので、モーターの回転をそのまま伝えるためにモーターにボールをラップと養生テープで固定し、回転量を増した上でラップをチャッカマンで焼き切って実験1と同じように回転量とバウンド高を測定する。

*実際のカットサーブの回転量は3000~4000r/mと言われている。

実験装置



4.3 結果



4.4 考察

形状変化とバウンド高にはほとんど関係が見られない。また、回転量が上がるとバウンドは少し高くなる。カットサーブは地面に対して斜めに回転しているが、横回転成分はバウンド高に影響がないことが分かった。そこで、縦回転成分がバウンド高を低くしているのではないかと考えた。実際、ボールを傾けて発射するとバウンド高は低くなった。

5. まとめ

5.1 結論

ボールの横回転数と潰れは関係ない。

5.2 今後の展望

角度を固定してボールを発射できなかったので、縦回転のみをボールにかけたり、傾ける角度を固定して実験が行えるようにする。そして、傾ける角度を変えてバウンド高を見る。

5.3 謝辞

研究にご協力してくださった岡田直之先生，井田翔琉君に感謝申し上げます。

参考文献

- ・ソフトテニス・アンダーカットサービスのキネマティクスの分析（国立情報学研究所）
- ・バウンド時のボールの回転の変化について 富山県立富山東高校 科学部