

ジェンガの勝率を上げる

3631 藤原健大朗 3504 伊藤大智 3625 西川啓悟 3637 渡邊凱士

理論的にジェンガタワーが倒れる条件を導き、倒れる条件を満たさないようにゲームを進めれば勝率を上げる事ができると考えた。2年次はブロックの残数とタワーの倒れ方に注目して実験を行った。タワーはブロックの残数が多い方向、つまり重心が偏っている方向に倒れやすいことを明らかにした。3年次にはブロックの高さとブロックを引き抜く角度に注目し実験を行った。タワーの下部のブロックほど引き抜きにくいことや角度をつけることでブロックが引き抜きやすくなることを明らかにし、ジェンガにおける新たな戦略の考案に繋げた。

【キーワード】 モーメント、重心、ブロックの残数、静止摩擦力

1. 目的・動機

「ジェンガの勝率を上げる」

身近な遊びであるジェンガにおいて、理論的に勝つための戦略を、物理の知識を用いて考えることに興味を持ったためにこの研究を始めた。

2. 器具・材料

- ・ブロック 18段×2
- ・ジェンガ用記録用紙（自作）
- ・スマートフォン（撮影に用いた）
- ・下敷き×2 ・ばねばかり
- ・ビーカースタンド×4

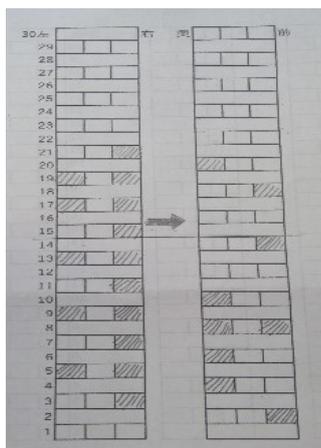


図1 ジェンガ用記録用紙



図2 ジェンガ

3. 実験1

3-1. 仮説1

タワーはブロックの残数が少ない方向に倒れやすい。

3-2. 方法1

- (i) 正確に重心計算するため、質量が近いブロックを集めてタワーを作った。
- (ii) タワーが倒れるまで左右、前奥から無作為にブロックを抜き、タワーの上に積んだ。
- (iii) 試行(ii)を繰り返した。
- (iv) タワーの倒れ方や、倒れた時のブロックの位置関係を撮影した。
- (v) ジェンガタワーを上から見た時の右奥、左奥、右前、左前の四方向で抜けているブロックの数を記録した。

3-3. 結果1

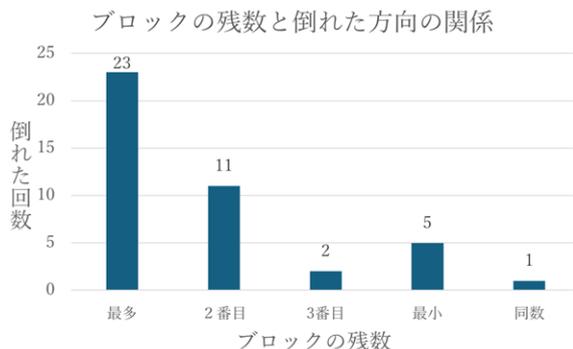


図3 ブロックの残数と倒れた方向の関係

3-4. 考察1

モーメントの軸をタワーの中心(図4)に設定し、力のモーメントの公式を用いると、公式 $M=FL$ より、ブロックの残数が多い方向ほど重力 F が大きくなりその方向へタワーを回転させようとする力が大きくなるため、タワーがブロックの残数が多い方向へ倒れる確率が高くなったと考える。

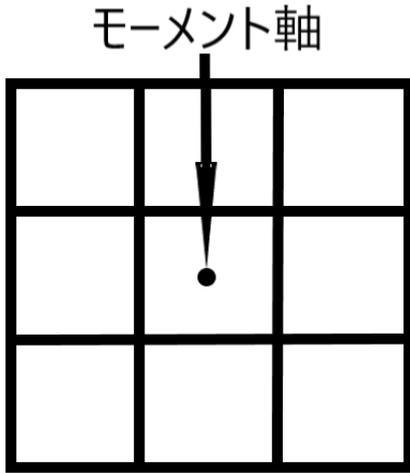


図4 タワーを上から見た時のモーメント軸

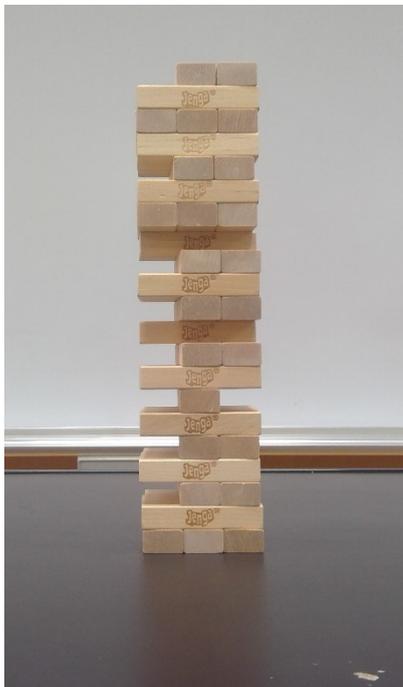


図5 ジェンガブロックの配置の例

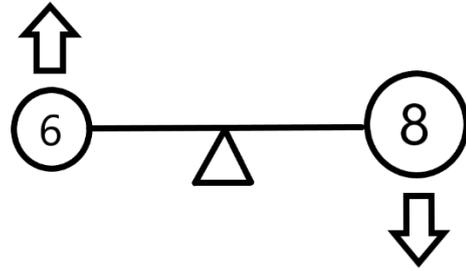


図6 図5のブロック残数を簡易的に表したもの

例えば図5では、右方向のブロックの残数が多くなっているため、図5のように時計回りにタワーを回転させようとする力が大きくなり、タワーは右方向に倒れやすくなっている。

4. 実験2

4-1. 仮説2

重心が偏っている方向にタワーは倒れやすい。

4-2. 験方法2

- (i) それぞれの段の重心位置を図7のように段の状態を6パターンに分け、記録した。
- (ii) (i)を図8のようにタワーの段数分の重心位置を合わせ、それをタワー全体の水平方向の重心として記録した。

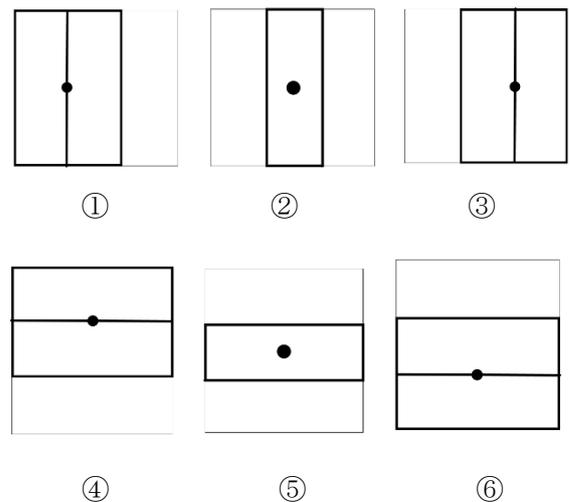
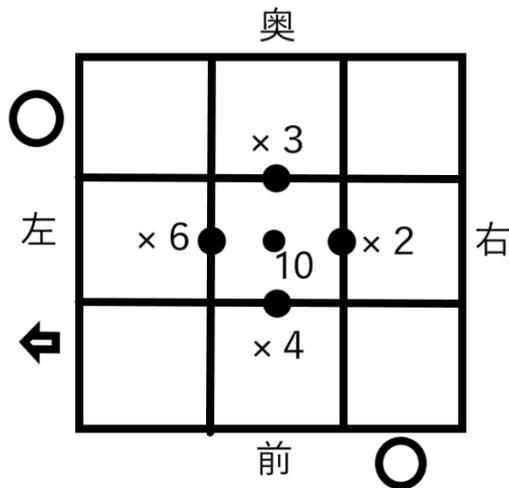


図7 段の重心位置



※○は重心が寄っている方向
⇒はタワーが倒れた方向

図8 タワーの水平方向の重心(実験より)

4-3. 結果2

表1 重心の偏りと倒れた方向の関係

タワーの重心	その方向へ倒れた回数	その方向へ倒れた確率
偏りがある方向	19	66%
偏りと逆の方向	9	31%
偏りがない	1	3%

4-4. 考察2

表1より、タワーは重心が寄っている方向に倒れやすいことが分かる。また、実験方法2より、タワーの重心はブロックの残数が多い方向に必然的に寄るため、このことからタワーはブロックの残数が多い方向へ倒れやすいことが分かる。

5. 実験3

5-1. 仮説3

下部のブロックほど引き抜きにくい。

→静止摩擦力の公式 $F = \mu N$ よりブロックの静止摩擦力の大きさはブロックに働く重力につりあう垂直抗力 N に比例するため。

5-2. 方法3

- (i) 14.45, 14.50, 14.55mm のブロックを集め、タワーをつくる。
- (ii) 下敷き、ビーカースタンドを用いて台を作り高さを各段に調節する。

(iii) ばねばかりと連結させてブロックを引き抜き、ブロックが動いた瞬間のばねばかりの値を記録する。

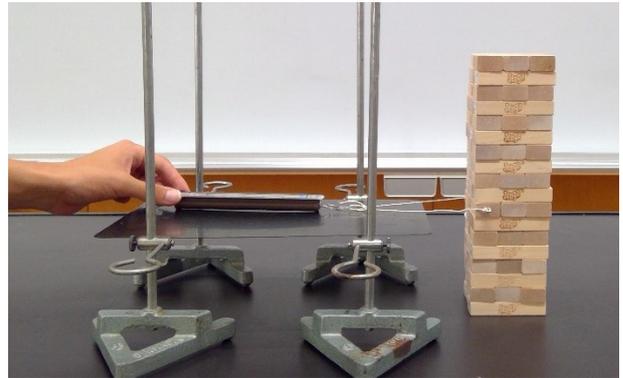


図9 実験方法3の様子

5-3. 結果3

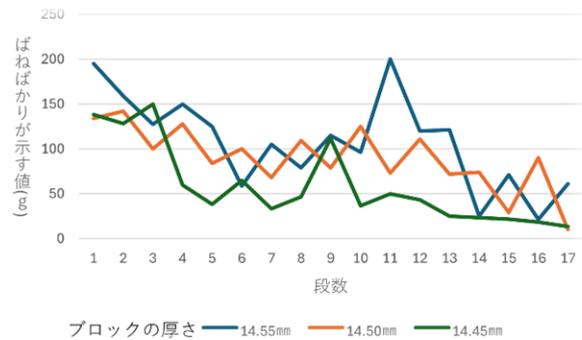


図10 引き抜く高さとの力の大きさの関係

5-4. 考察3

下部のブロックほどブロックに働く重力が大きい分、 $F = \mu N$ の垂直抗力 N が大きくなり、静止摩擦力が大きくなるため、図10のように下部のブロックほど引き抜きにくくなる。

6. 実験4

6-1. 仮説4

角度をつけて引き抜くとタワーは倒れにくい。
→角度をつけて引くほど接地面が小さくなり、ブロック間の摩擦力が小さくなるため。

6-2. 方法4

- (i) 角度を0度, 15度, 30度, 45度, 60度, 75度にしてブロックを引く。
- (ii) ブロックが動いた瞬間のばねばかりの値を記録する。

(iii)鉛直方向,水平方向,静止摩擦力の大きさを求める。

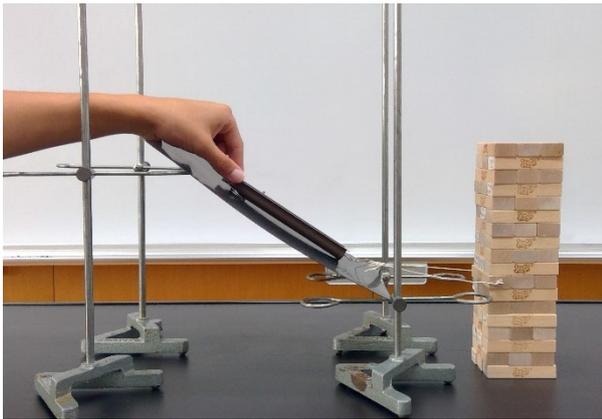


図 11 実験方法 4 の様子

6-3. 結果 4

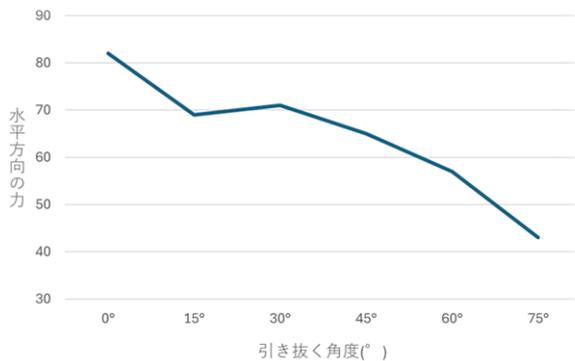


図 12 引き抜く角度と力の大きさの関係

6-4. 考察 4

図 13 より角度をつけて引くほど鉛直上方向に働く力が大きくなり,引き抜くブロックに働く垂直抗力が小さくなるため,ブロックどうし間の摩擦力が小さくなる。

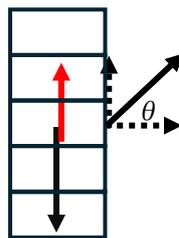


図 13

7. 結論

「ジェンガの勝率を上げる」ための,理論的・物理的な戦略を以下のように考えた。

- ① 上部は残数が多い,下部は残数が少ない方向のブロックを引き抜く。
- ② ブロックは少し角度をつけて引き抜く。

実際に,この方法に則ってゲームを行い,結果は15戦13勝2敗となった。

以上から,本研究で検証したゲームの進行方法は,ジェンガの勝率を上げることができると考えて良い。

8. 展望

ブロックを引き抜く速さとタワーの倒れ方の関係を調査する。また,研究の内容を用いて実際に勝率を上げることができると検証する。

9. 謝辞

助言をいただいた物理科の佐々木俊哉先生に感謝を申し上げます。

10. 参考文献

なし