

キムワイプ卓球におけるキムワイプ各面の特性と打法

石室屋 正人（無所属） ishimuroya.masato@gmail.com

概要

キムワイプ卓球におけるキムワイプケースの特徴について分析したうえで、その特徴を活かしたグリップと打球方法について提案する。

背景と本研究の位置づけ

キムワイプ卓球はサイエンティフィック・スポーツの一種であり、本来、卓球とは似て非なるスポーツであるが、共通点も多い。共通点としては、複数人で樹脂製のボールと木製の台を用いて行われる点や、台上で1バウンドしたボールを打ち返すという点が挙げられる。一方で異なる点として、卓球ラケット/キムワイプを用いる点や、目的として、相手を打ち負かす競技である/両者の返球技術の習熟度を調べる実験であるという点が挙げられる。キムワイプ卓球のこれらの性質から、従来のキムワイプ卓球に関する研究は主に3つのカテゴリーに分類される。

- 1) キムワイプの普及に関する研究[1][2]
- 2) キムワイプ卓球やサイエンティフィック・スポーツのルールに関する研究[3][4]
- 3) キムワイプ卓球の技術に関する研究[5]

本研究は3)に属するものであり、従来研究[5]の内容を補完するものである。上述の返球技術の向上のために、キムワイプケース各種の、各面における特徴を分析したうえで、それらの特徴に合った打法を考察する。

アプローチ（予定）

キムワイプ製品各種のケースにおいて、静止状態でボールを落下させた場合の反発係数及び、ケースを持った打球時における反発係数について分析する。反発係数の高い面を「弾く」面、反対に反発係数の低い面を「球持ちの良い」面と定義する。これらの弾く面・球持ちの良い面それぞれに対して、[5]で提案したペンホルダー型・シェークハンド型・パーム型のそれぞれのグリップ法を用いて打球し、打球の強さと安定性について考察する。

またキムワイプ卓球の熟練者に対してヒアリング調査を実施し、各自の打法およびその打法に至った過程について聞き取りを行う。最後に各種打法とプレースタイルの関係について考察を行う方針である。



図：キムワイプケースのグリップ法。左からそれぞれシェークハンド型(左手)、ペンホルダー型、パーム型。

参照

1. 野木壮一郎. キムワイプと潜在意識. 第1回キムワイプ卓球研究会予稿集. p. 1.
2. Ishimuroya, M. Stealth Marketing Fluids. Scientific Sports. 2017. vol. 2, no. 1, p. 1-8.
3. Iwatsuki, K. Laws of Kimwipe Table Tennis. Scientific Sports. 2016. vol. 1, no. 1, p. 1-4.
4. 前田健登. キムワイプ卓球における得点の複素数への拡張. 第1回キムワイプ卓球研究会予稿集. p. 2-3.
5. 石室屋正人. キムワイプ卓球におけるルール改定の提案及びケース特性を考慮した打法. 第1回キムワイプ卓球研究会資料.

キムワイブの輸入方法

森 啓洋

東京理科大学キムワイブ卓球会

2317119@ed.tus.ac.jp

1 はじめに

この世はグローバル化している。海外のウェブサイトから物品を買うことが容易になった。特に今日では Amazon というウェブサービスが台頭している。今回はその Amazon を用いて海外からキムワイブを輸入する方法を述べていきたい。

2. 手法

- i. Amazon.com のウェブサイトに行き、アカウントを作る。
- ii. 日本に配送可能である、物品を探す。
- iii. カートに入れ、クレジットカード情報を登録する。
- iv. しばらく経つと、追跡番号がわかるため、追跡をしながら気長に待つ。
- v. 日本の税関に到着した後は、佐川グローバルサービスで追跡を行う。
- vi. 以上である。

3.結果

日本の Amazon で買う際と何ら手順は変わらない。また、在外邦人が経営している輸入サービス業者を使う手もあるが、手数料等で少し高くなる場合がある。

応用例としては海外でしか売っていないような

服や、ゲーム、おもちゃも買えるであろう。しかし、食品や薬品などでは日本では禁止されていたり、薬事法に関わることもあり得るため、気をつける必要もある。

4.考察

特段英語が上手くなくても、中学レベルの英語能力があれば、海外から商品を輸入できることがわかった。

5.おわりに

このように 2,3 週間程度で海外のウェブサイトから物品を買うことが出来る。注意することはクレジットカードの明細を確認して不正な引き落としがないかどうかなどをしっかり見守る必要なこともあり得るであろう。

3人以上のキムワイプ卓球の得点計算に関する考察

小嶋明

東京大学 理科一類 一年

a.kojima8924@gmail.com

1 概要

研究会では、 n 人で行うキムワイプ卓球の得点について、 $n \geq 3$ の場合の得点の算出方法を $n = 2$ における得点の算出方法の拡張となるように定めることを目標とする。

その方法として、現実のキムワイプ卓球にいくつかの仮定を与え、数学的に扱い易い理想的なキムワイプ卓球を考える。

まず現実の2人でのキムワイプ卓球の得点算出方法を定め、理想的なキムワイプ卓球として考察し、理想的な3人以上でのキムワイプ卓球の得点が満たすべき条件を決定する。その条件を満たすような現実のキムワイプ卓球の得点算出方法について考察する。

特に記述がない場合、本稿における a, b, k, l, m, n 等は自然数を表す。

2.1 キムワイプ卓球

n を2以上の整数とする。 $1, 2, \dots, n$ の番号が設定された n 人の実験者がいる。実験開始時、 n 人の実験者のいずれかがキム場の生成に責任を負う。 k 番の実験者がキム場の生成の責任を負い、キム場の生成に成功すると、 k 番の実験者の責任は消滅し、 $k+1$ 番の実験者にキム場の維持の責任が与えられる。 l 番の実験者がキム場の維持の責任を負い、キム場の維持に成功すると、 l 番の実験者の責任は消滅し、 $l+1$ 番の実験者にキム場の維持の責任が与えられる。ただし、 $n+1$ 番の実験者は1番の実験者と見做すこととする。

既存のルール(Iwatsuki, 2016)によると、ある実験者がキム場の生成または維持

に失敗したとき、1回の実験が終了し、その実験者を除く $n-1$ 人の実験者に得点1が与えられる。

2.2 理想的なキムワイプ卓球

1人の実験者がキム場の生成または維持の責任を負ってから、生成・維持に成功または失敗するまでを1回の過程と呼ぶことにする。

k 番の実験者を E_k と表記する。 E_k がある過程において失敗する確率を $P(k)$ とする。さらに、 $S(k)$ を E_k の実験者としての能力の高さを表す実数値とし、 $P(k) = 1$ のとき $S(k) = 1$ を満たす。

理想的なキムワイプ卓球とは、以下の条件を満たすキムワイプ卓球である。

条件1 特定の E_k に対し、 $P(k), S(k)$ は常に同じ値をとる。

条件2 全ての実験が終わった時点で各実験者が責任を負った過程の数は全て等しい。

条件3 全ての実験が終わった時点での実験者 E_a, E_b の得点をそれぞれ T_a, T_b とすると、 $T_a : T_b = S(a) : S(b)$ が成り立つ。

3.1 現実の2人でのキムワイプ卓球

E_1, E_2 がキムワイプ卓球を行い、全ての実験が終わるまでの失敗の回数がそれぞれ L_1, L_2 であったとする。Iwatsukiのルールに従うならば、 E_1, E_2 の得点はそれぞれ L_2, L_1 である。これを2人でのキムワイプ卓球の得点の算出方法とする。これは一般的な卓球と同様である。

3.2 理想的な2人でのキムワイプ卓球

E_a, E_b が理想的なキムワイプ卓球を行う。条件1より、各実験者が責任を負った過程の回数が等しく m 回であるとする。 m が十分大きいとき、条件2より全ての過程において $P(a), P(b)$ は不変であるので、 E_a, E_b の全ての実験の終了までの失敗の回数の合計は、それぞれ $mP(a), mP(b)$ であると見做せる。よって2人でのキムワイプ卓球の得点の算出方法に従って、 E_1, E_2 の得点は $mP(b), mP(a)$ である。さらに、条件3を用いると

$$S(a):S(b) = mP(b):mP(a) = \frac{1}{P(a)}:\frac{1}{P(b)}$$

ここで $P(b) = 1$ とすると、 $S(b) = 1$ であるので、

$$S(a):1 = \frac{1}{P(a)}:1$$

よって、一般の自然数 k で、

$$S(k)P(k) = 1 \cdots (*)$$

が成り立つ。理想的な3人以上でのキムワイプ卓球においても、 $(*)$ が成り立つものとする。

4.1 理想的な3人以上でのキムワイプ卓球

E_1, E_2, \dots, E_n が理想的なキムワイプ卓球を行う。責任を負った過程の回数がそれぞれ m 回であるとする。 m が十分大きいとき、 E_1, E_2, \dots, E_n の全ての実験の終了までの失敗の回数の合計は、それぞれ

$$mP(1), mP(2), \dots, mP(n)$$

と見做せる。ここで E_1, E_2, \dots, E_n の得点を T_1, T_2, \dots, T_n とすると、条件3と $(*)$ より、

$$\begin{aligned} T_1:T_2:\dots:T_n &= S_1:S_2:\dots:S_n \\ &= \frac{1}{P(1)}:\frac{1}{P(2)}:\dots:\frac{1}{P(n)} \\ &= \frac{1}{mP(1)}:\frac{1}{mP(2)}:\dots:\frac{1}{mP(n)} \end{aligned}$$

よって、3人以上でのキムワイプ卓球の得点の比は失敗の回数の合計の逆数の比で

あるのが妥当だと考えられる。

4.2 現実の3人以上でのキムワイプ卓球

現実のキムワイプ卓球において得られるデータは、各実験者の全ての実験の終了までの失敗の回数の合計である。

E_1, E_2, \dots, E_n の失敗の回数の合計を L_1, L_2, \dots, L_n 得点を T_1, T_2, \dots, T_n とする。全実験者の得点の合計 T を定めた上で、

$$T = \sum_{i=1}^n T_i$$

を満たすように4.1で述べた得点の比から $T_k (k = 1, 2, \dots, n)$ を計算すると、

$$T_k = \frac{T}{L_k \sum_{i=1}^n \frac{1}{L_i}}$$

となる。これは確かに、

$$T = \sum_{i=1}^n T_i$$

$$T_1:T_2:\dots:T_n = \frac{1}{L_1}:\frac{1}{L_2}:\dots:\frac{1}{L_n}$$

を満たす。

T の値は正の実数であればどのような値でも構わないが、実験の回数と同じ値に設定すると、2人でのキムワイプ卓球の得点の算出方法との整合性がある。その他に、

$$T = 100[\%], \prod_{i=1}^n L_i^2$$

のように設定すると、得点を割合や整数にすることができる。

この算出方法では、全体の実験者の人数に影響を受けず、特定の2人の実験者の得点の比が2人の実験者の能力の比を表す。これはIwatsukiのルールが持たない性質である。一方、失敗の回数が0回であるときに得点の計算中に発生するゼロ除算を回避するために、全ての実験の終了条件に「全ての実験者が少なくとも1回失敗している」といった条件を加える必要がある。

5 団体戦

これまで用いてきた $P(a)$ とは、 E_a という1人の実験者が1回の過程において失敗する確率である。これを一般化し、 k 人の実験者が l 回の過程において失敗する確率を考えることによって団体戦の得点について考察する。

k 人の実験者、 E_1, E_2, \dots, E_k が l 回の過程において失敗する確率は以下のように計算できる。

$$1 - \prod_{i=1}^k (1 - P(i))^{r_i}$$

$$\text{ただし、} \sum_{i=1}^k r_i = l$$

r_i は l 回の過程のうちで、 E_i が担当する過程の回数を意味する。また、全体の実験者の人数を $n (\geq k)$ 、全ての実験が終わるまでの過程の合計の回数を M 、 E_1, E_2, \dots, E_k の失敗の回数の合計を L_1, L_2, \dots, L_k とすると、

$$P(i) \doteq \frac{L_i n}{M}$$

と計算できる。

個人戦と同様に、全チームの得点の合計を T とし、 i 番のチームが失敗する確率を $P(i)$ とすると、 i 番のチームの得点 T_i は、

$$T_i = \frac{T}{P(i) \sum \frac{1}{P(k)}}$$

である。

また、全実験者 E_1, E_2, \dots, E_n を一つのチームと見做し、

$$\left(1 - \prod_{k=1}^n (1 - P(k))^{r_k}\right)^{-1}$$

を実験者全体の得点とすることによって、実験者が競い合うのではなく、実験者が同じ目的を持って協力することが可能になる。

6 参考文献

Iwatsuki, Kenichi (2016). Laws of Kimwipe Table Tennis, Scientific Sports Vol 1 No 1

キムワイブ卓球は 11 点制で良いのか

岩月憲一

東京大学キムワイブ卓球会

国際キムワイブ卓球協会

iwatsuki@iktta.org

1 はじめに

2016年に提案されたキムワイブ卓球のルール[1]では、どのように実験を行うかが定式化された一方で、実験者の評価については、卓球を参考にする 것도できず、未解決となっている。

しかしながら、キムワイブ卓球における評価法が定まらないため、勝敗を決定することが難しく、サイエンティフィック・スポーツの普及の障壁となっている。

キムワイブ卓球における勝敗は、実験者の実験能力の高低によって定められるべきである[1]。この実験能力は観測できないため、キムワイブ卓球の得点から推定する必要がある。

本稿では、Bradley-Terry モデル (BT モデル) [2]に基づいて、得点から実験能力を求めることとし、その前提に基づいて、キムワイブ卓球の勝敗を決する手法について論じる。

2 関連研究

卓球が 21 点制から 11 点制になったことにより、勝敗の予測が若干しづらくなり[3]、また試合時間が短縮されるためテレビでの放映がなされやすくなるという利点が生じた。しかし、キムワイブ卓球においては何ら利点にならず、卓球における 11 点制をそのまま採用することができていない[1]。

スポーツ科学では、競技力の比較を行うために、いくつかの指標が作られてきた[4]。その代表的なものに、BT モデル[2]がある。その他のモデルについては[4]に詳しい。潜在的な変数である競技力を、

勝敗数によって推定するのが主流であるが、卓球においては、勝敗ではなく得点によって推定する手法が提案されている[5]。この研究では、得点に重みを掛けることによって、重要な得点と重要ではない得点を区別している。

また、N 点制の卓球において、選手の能力が明らかである場合に、1 セットの勝敗が決まるために計何点必要であるかが計算されている[6]。

3 実験能力の推定

3.1 モデル

実験者の実験力を π_i とし、実験者 i が j に対して点数を取れる確率を

$$p_{ij} = \frac{\pi_i}{\pi_i + \pi_j}$$

と置く (BT モデル)。

i は j に対して n 点取っているとすると、 p_{ij} は二項分布に従うとして、

$$P = \prod \binom{n_{ij} + n_{ji}}{n_{ij}} \left(\frac{\pi_i}{\pi_i + \pi_j} \right)^{n_{ij}} \left(\frac{\pi_j}{\pi_i + \pi_j} \right)^{n_{ji}}$$

となる。最尤推定によってこれを最大化する π_i を求めれば良い。

$$\begin{aligned} \log P = & \sum \log \binom{n_{ij} + n_{ji}}{n_{ij}} \\ & + \sum n_{ij} \log \pi_i - \sum n_{ij} \log(\pi_i + \pi_j) \\ & + \sum n_{ji} \log \pi_j - \sum n_{ji} \log(\pi_i + \pi_j) \end{aligned}$$

であるから、

$$\frac{\partial \log P}{\partial \pi_i} = \sum_j \frac{n_{ij}}{\pi_i} - \sum_j \frac{(n_{ij} + n_{ji})}{\pi_i + \pi_j} = 0$$

を解くことで π_i を推定する。ここで、 $\sum \pi_i = 1$ などと定めておく。

3.2 実験

適当な初期値を定めて、尤度が収束するまで計算を繰り返す（EM アルゴリズム[7]を用いた）。

$$\hat{\pi}_i = \frac{\sum n_{ij}}{\sum \frac{n_{ij} + n_{ji}}{\pi_i + \pi_j}}$$

本稿では、4人の実験者を想定した（表1）。実験能力は、実験者1>実験者2>実験者3>実験者4となるように得点を与えた。

36回のイテレーションで収束し、値は表2のようになった。

表1 今回の実験で用いた点数の分布。例えば、実験者1は実験者2から22点を得ている。

	1	2	3	4
1		22	18	20
2	15		16	18
3	5	9		14
4	2	4	7	

表2 π_i の値

実験者1	0.488
実験者2	0.301
実験者3	0.146
実験者4	0.0653

4 必要な実験回数

実験を繰り返す度に実験能力が再計算されるが、この値が実験の度に大きく異なっているうちは、能力の比較ができない。そこで、十分に値が収束するまで、実験を繰り返すことを提案する。そもそも、11点制などと定数で定めると、実験能力の差が小さい者同士の実験能力を算出するには不十分であり、能力差が大きい者同士では、過剰であるため、

これらの能力値を一律に比較するのは好ましくない。

また、例えば、2名で行う実験を、参加者10名で競う場合に、点数 n_{ij} は随時加算されていくため、実験者1が実験者2とずっと実験を繰り返すよりも、実験者3、実験者4、...と代わる代わる実験を行うべきである。仮に実験者が実験者2と十分に実験を行おうとしても、その後実験者2が他の実験者と実験を行えば得点が増えるため、何点まで行えば十分であるか分からないためである。

5 おわりに

キムワイブ卓球は、実験能力という潜在変数を得点から計算することで実験者間の能力を比較する。この目的に立ったとき、11点制はもちろん、定数で実験を終了する点数を定めることに合理性がない。

他方で、能力を比較できるだけ十分に推定するには何点必要なのかを算出しなければならないが、これは今後の課題である。

本稿では、generator についての考慮をしていないが、必要があればモデルに加えることができる[6]。

参考文献

- [1] Iwatsuki, K. (2016). Laws of Kimwipe Table Tennis. *Scientific Sports*, 1(1), 1–4.
- [2] Bradley, R., & Terry, M. (1952). Rank Analysis of Incomplete Block Designs: I. The Method of Paired Comparisons. *Biometrika*, 39(3/4), 324–345.
- [3] Noubary, R. (2007). Probabilistic Analysis of a Table Tennis Game. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 3(1).
- [4] 稲垣敦 (2000). 競技力評価のための攻撃力—守備力モデル. *体育学研究*, 45, 719–738.
- [5] Ley, C., Dominicy, Y., & Bruneel, Y. (2017).

Mutual point-winning probabilities (MPW): a new performance measure for table tennis. *Journal of Sports Sciences*.

[6] Dominicy, Y., Ley, C., & Swan, Y. (2013). A stochastic analysis of table tennis. *Brazilian Journal of Probability and Statistics*, 27(4), 467–486.

[7] Dempster, A., Laird, N., & Rubin, D. (1977). Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 39(1), 1-38.

キムワイプ卓球と量子力学の対応付け

前田 健登[†]

[†] 東京大学キムワイプ卓球会

festina-lente@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

概要

キムワイプ卓球の特徴の一つに環境依存性があげられる。環境依存性とは、キムワイプ卓球を行う際、どのような環境で行うかの自由度が高く、環境の選択が実験の過程や結果に強く影響することを指す。

本発表では、環境依存性がもたらすキムワイプ卓球に特有の現象を分析する。これに量子力学的なアナロジーを適用することで、キム場で生起する多様な現象に対する統一的な理解を得ることを目標とする。

1. トンネル効果

キムワイプ卓球では、台を分割する線は明示される必要があるものの、必ずしもその線上に「ネット」を設置する必要はない(Iwatsuki, 2016)。特に、ネットを点線状に設置することも可能となる。この場合、球がネットとネットの間を通過する現象が生じうる。この現象は、球が隙間を通り抜けることから「トンネル効果」と呼ばれ、これを実験的に発生させるテクニックは盛んに研究されてきた。

量子力学におけるトンネル効果は、ポテンシャルが高いために古典的には乗り越えられない障壁を粒子が通り抜ける、というものである。キムワイプ卓球におけるトンネル効果は、逆にポテンシャルの低い領域を通過することから、これをトンネル効果と呼ぶのは不適切ではないかという意見もある。しかし、「通常の卓球ではあり得ないルートを通してピン球が反対側へ至る」現象だと解釈すれば、これを「トンネル効果」と呼ぶことは十分適切だといえると考えている。

2. 複素ベクトルによる表示

このように、「トンネル効果」の議論を通して、キムワイプ卓球と量子力学のアナロジーが得られた。そこで、環境依存性は、量子力学の不確定性のように、より基礎的な概念から導出できるものなのではないかと考えた。

昨年、私はキムワイプ卓球の得点を複素数に拡張する方法を発表した。これを用いて、キムワイプ卓球系の状態を、複素数化された点数 p_1, p_2, \dots, p_n の組 (p_1, p_2, \dots, p_n) で指定することを

考える。これは、複素ベクトル(ケット) $|p_1, p_2, \dots, p_n\rangle$ によって系を指定するということである。この考え方では、1人のプレイヤーが1点を得ている状況 $|1, 0, \dots, 0\rangle$, $|0, 1, \dots, 0\rangle, \dots, |0, 0, \dots, 1\rangle$ がヒルベルト空間の基底を張る。

キム場が生じていない間は系の状態は確定しており、系も得点に関する固有状態にある。

キム場が維持されている間の状態ベクトルは、得点の固有状態の線型結合でかけてほしい。また、キム場が維持されている間の時間発展を記述する”ハミルトニアン”、すなわち得点の演算子、もあってほしいが、時間発展のうまい定式化は思いつかない。キム場の壊れが”観測”されると、得点が観測されたことになり、系は得点演算子の固有状態になって一つの得点が定まる。

3.課題と展望

このように、キムワイプ卓球と量子力学がつながるのではないかと考え、キムワイプ卓球を量子力学の用語を使って記述することを試みたものの、十分な成功は得られなかった。

そもそも、量子力学は古典力学を包含する体系だが、キムワイプ卓球は普通の卓球の単純な拡張にはなっていない(分かりやすい例として、キムワイ

プ卓球のラケットはキムワイプのみであり、卓球のラケットは認められない)。従って、環境依存性によりある種の「ゆらぎ」が生じるにしても、そこにエーレンフェストの定理のような関係を見出すことは期待できそうもない。キムワイプ卓球に量子力学のアナロジーを適用するのは、完全に的外れである(そして、この意味で、「トンネル効果」の呼称が不適切と結論づけられる)可能性もある。一連の議論の更なる発展のために、このアイデアを研究会の場で発表することで、キムワイパー諸氏の意見を伺いたいと考えている。

なお、キムワイプ卓球の環境依存性については、量子力学とのアナロジーの観点ではなく、ギブソンが提唱した「アフォーダンス」の概念を用いて、生態心理学の観点から分析するという案も浮かんだ。こちらのアイデアも、機会があれば検討してみたい。

参考文献

Iwatsuki, Kenichi (2016). Laws of Kimwipe Table Tennis, *Scientific Sports*, 1(1), 1-4.