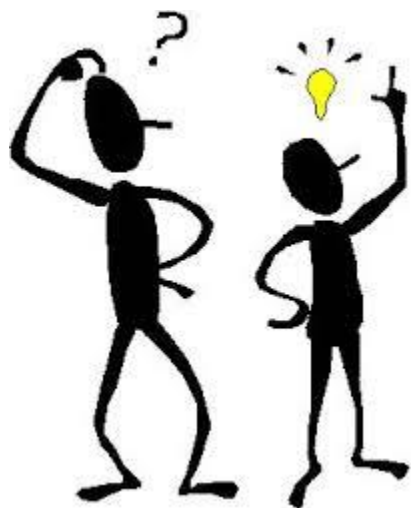


テニスとゲーム理論

中京大学 内田俊博ゼミ

加藤 優香
蔵角 希望

鎌田 隼輔
福中 優流





目次

I. 研究の導入

- > ゲーム理論について
- > 先行研究について

II. 研究の動機

III. 研究の対象

- > 対象データ
- > ゲーム説明
- > 集計方法
- > 分析方法

IV. 関係性

- > 研究結果・数値

V. 結論

VI. 参考文献

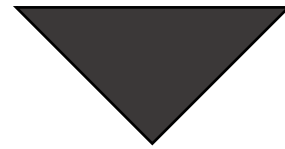
人間は本当に

ゲーム理論に基づいて行動している

と思いますか？

そもそもゲーム理論とは？

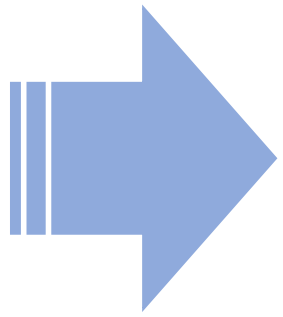
現実のさまざまな問題を「**ゲーム**」としてとらえ、そこに登場する者を「**プレイヤー**」とみなすことで、各プレイヤーがどのような行動をとるのかを**数理的に分析する理論**のこと



現実世界の問題は思ったように定量化できるものばかりではなく、プレイヤーや戦略も不確かであることも多いため、ゲーム理論による検証は難しい

しかし・・・

人工的で明確な戦略があり、プレイヤーも決まっている
スポーツであればゲームを定量化することができ、現実
の世界で人間がゲーム理論に基づいて行動しているのか
検証することができる



テニスを使って、テニスプレイヤーの行動が、
ゲーム理論の予測に従って行動しているのか。

テニスのファーストサーブを打つ方向を決める ⇒ **混合戦略**

試合に勝つために最善の選択をとろうとする ⇒ **ナッシュ均衡**



混合戦略ナッシュ均衡を用いるのが適切

混合戦略ナッシュ均衡とは？

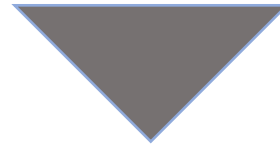
混合戦略

複数の戦略を確率的に
行動を選択する戦略



ナッシュ均衡

相手の戦略のもとで自分の利益を最大化するように
行動しているとき成立する均衡状態



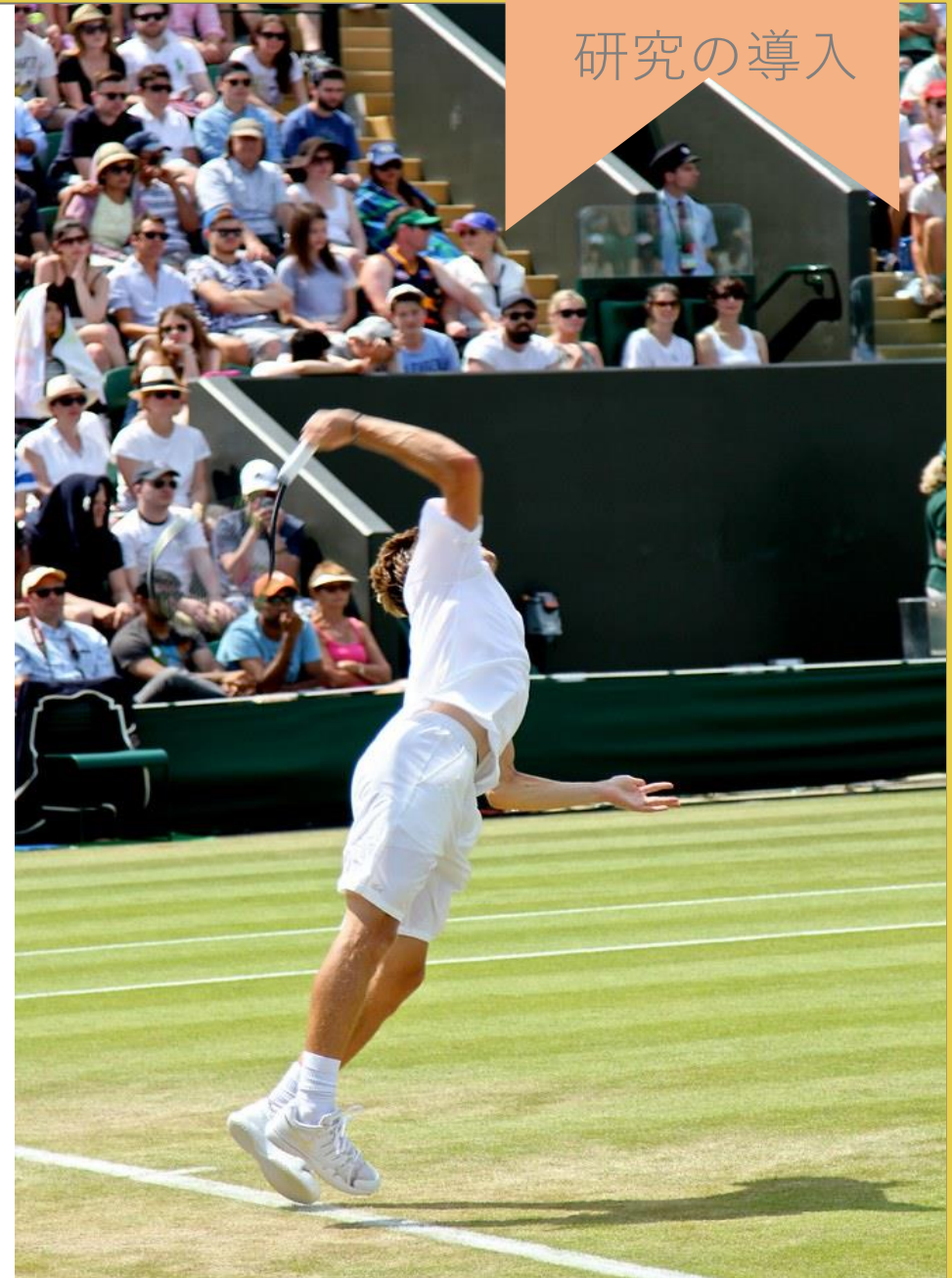
すべてのプレイヤーが最適な戦略を
選ぶあう戦略の組み合わせのこと

先行研究について

研究名：Minimax play at Wimbledon
(2001)

研究者：マーク・ウォーカー
ジョン・ウッダーズ

概要：テニスという「ゲーム」を用いて実際にプレイヤーが「混合戦略ナッシュ均衡」に基づいてプレーをしているかを検証

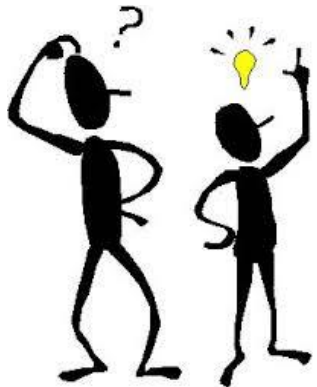


先行研究について

◎研究方法

- ・ グランドスラム（4 大大会）等の決勝戦
→ 勝とうとするインセンティブが非常に強い
- ・ ランキングの高い有名選手の試合
→ 互いに以前の行動を知っている状態
- ・ ファーストサーブのみを抽出

× 10試合



混合戦略ナッシュ均衡に基づいていたら
サーバーがファーストサーブをどの方向に打っても
得点する確率は同じになるのでは？

先行研究について

なぜサーブに注目するのか？

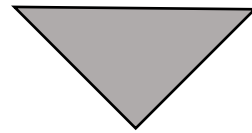
戦略をファーストサーブを右に打つか左に打つのかに単純化することでパターン化した

混合戦略ナッシュ均衡に沿っているか
分析することが出来る

先行研究について

◎研究結果

サーバーがどちらのコースにサーブを打っても
得点する確率は同じであった



**ファーストサーブのコースの決定の違いはゲーム理論
の混合戦略ナッシュ均衡に基づいて決定されていた！**



目次

I. 研究の導入

- > ゲーム理論について
- > 先行研究について

II. 研究の動機

III. 研究の対象

- > 対象データ
- > ゲーム説明
- > 集計方法
- > 分析方法

IV. 関係性

- > 研究結果・数値

V. 結論

VI. 参考文献

プロって遠い存在だから
少し身近に感じづらい・・・



大学生プレイヤーにも同じ結果が

見られればより多くの人にも

当てはまるといえるのではないか？



プロと大学生の違い

勝利へのこだわり

プロプレイヤーの勝利への姿勢

- ▷ 生活がかかっているため、とにかく勝利にこだわる

大学生プレイヤーの勝利への姿勢

- ▷ 確かに勝利にこだわるが、プロほど強いものではない

プロと大学生の違い

プレイに対する姿勢の違い

プロプレイヤーの姿勢

- ▶ 興行として行っているため、パフォーマンスとして派手なプレイをすることもある。

大学生プレイヤーの姿勢

- ▶ ただ目の前の試合に全力で打ち込む



勝とうとするインセンティブが高く、
アマチュアの中でもプロと近い技術力を持つ
大学生プレイヤーであれば、
プロプレイヤーと同じように
混合戦略ナッシュ均衡に基づいた
行動をしているのではないか？



目次

I. 研究の導入

- > ゲーム理論について
- > 先行研究について

II. 研究の動機

III. 研究の対象

- > 対象データ
- > ゲーム説明
- > 集計方法
- > 分析方法

IV. 関係性

- > 研究結果・数値

V. 結論

VI. 参考文献

対象データ

【全日本学生テニス選手権大会】

男子シングルス 決勝・準決勝 × 10試合
(2019~2022)

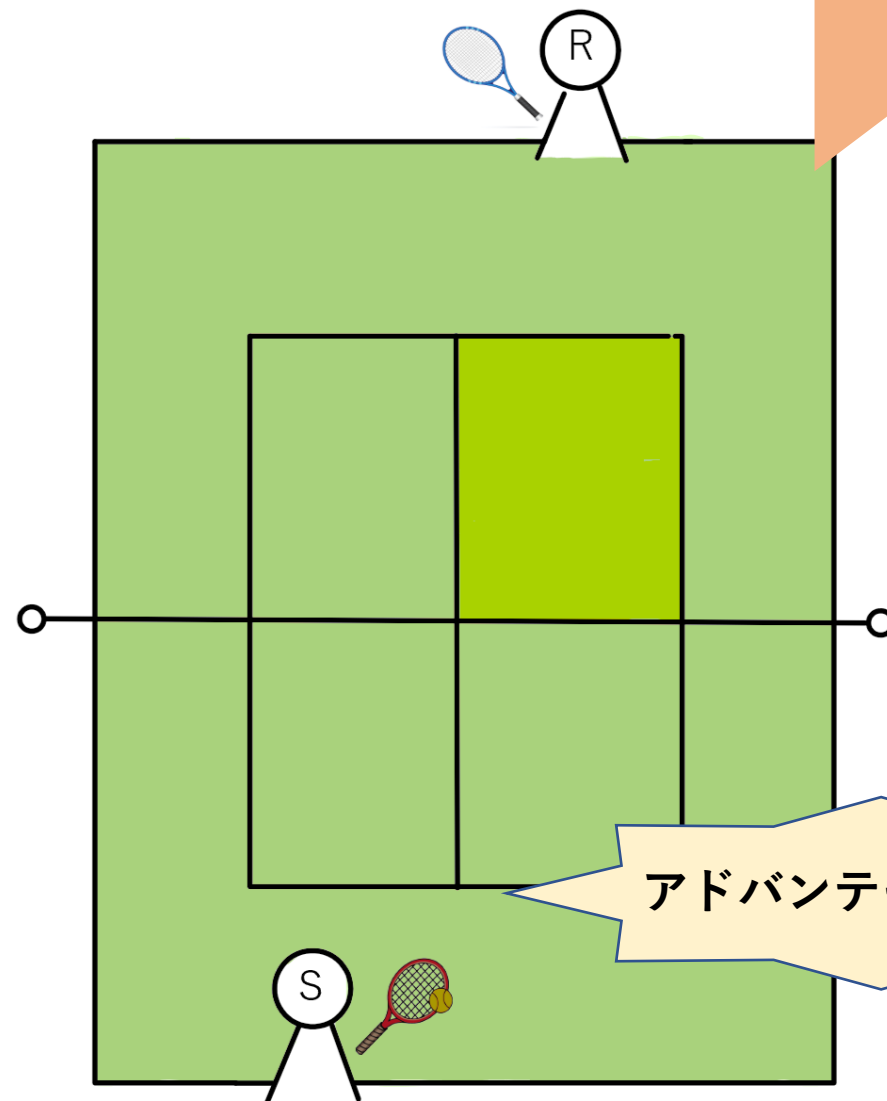
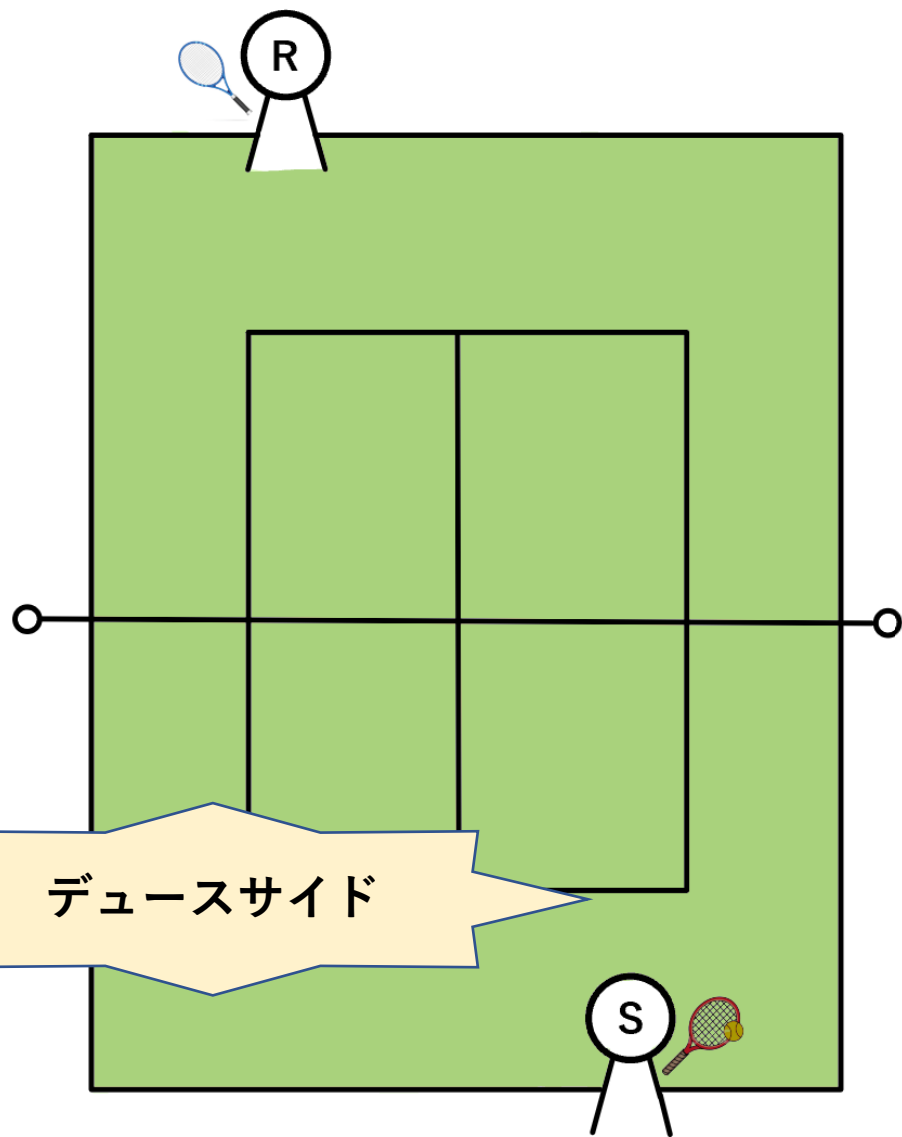
- ▷いわゆる「**インカレ**」であり、
勝とうとするインセンティブが非常に高い
- ▷双方アマチュアであるが互いのことをやや知っている状態

データの収集方法

1. サーバーの名前とサイドを記録
2. サービスボックスに入ったファーストサーブの位置を記録
3. そのポイントの勝者を記録

データの収集方法

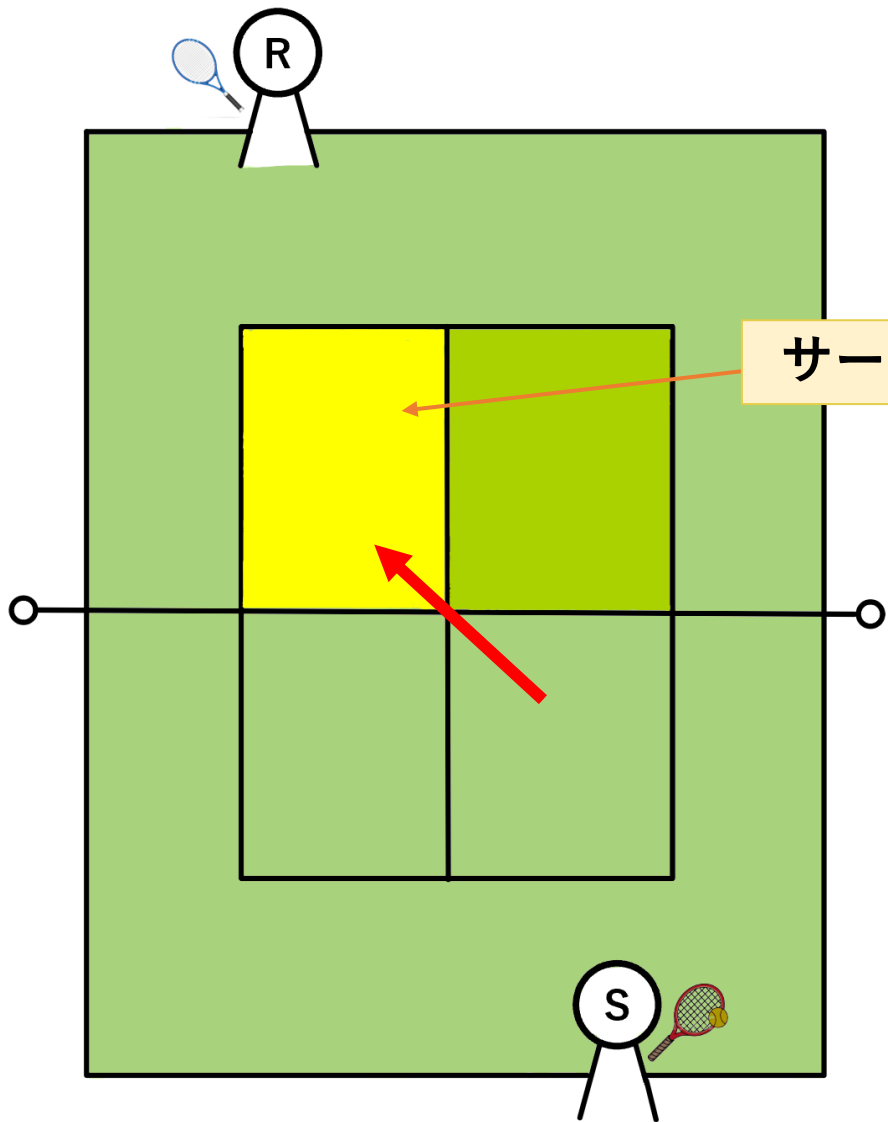
- 1. サーバーの名前とサイドを記録**
2. サービスボックスに入ったファーストサーブの位置を記録
3. そのポイントの勝者を記録



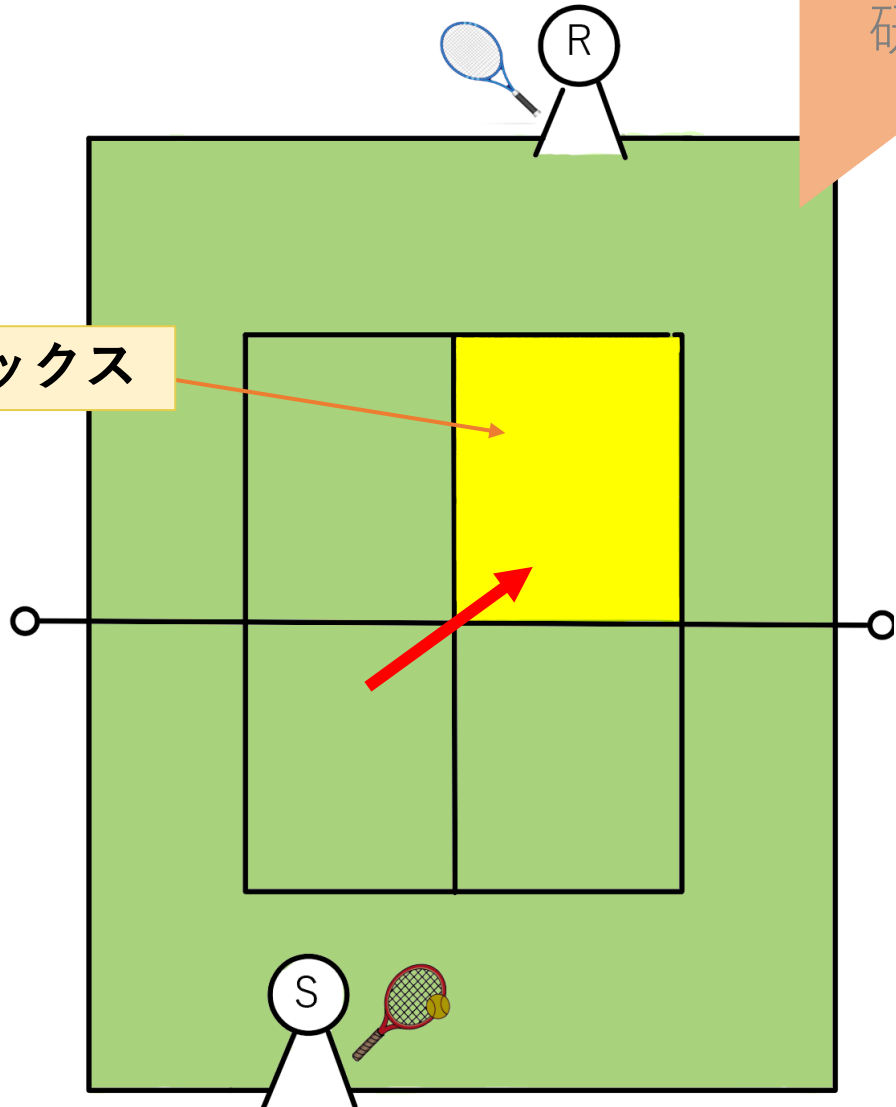
データの収集方法

1. サーバーの名前とサイドを記録
- 2. サービスボックスに入ったファーストサーブの位置を記録**
3. そのポイントの勝者を記録

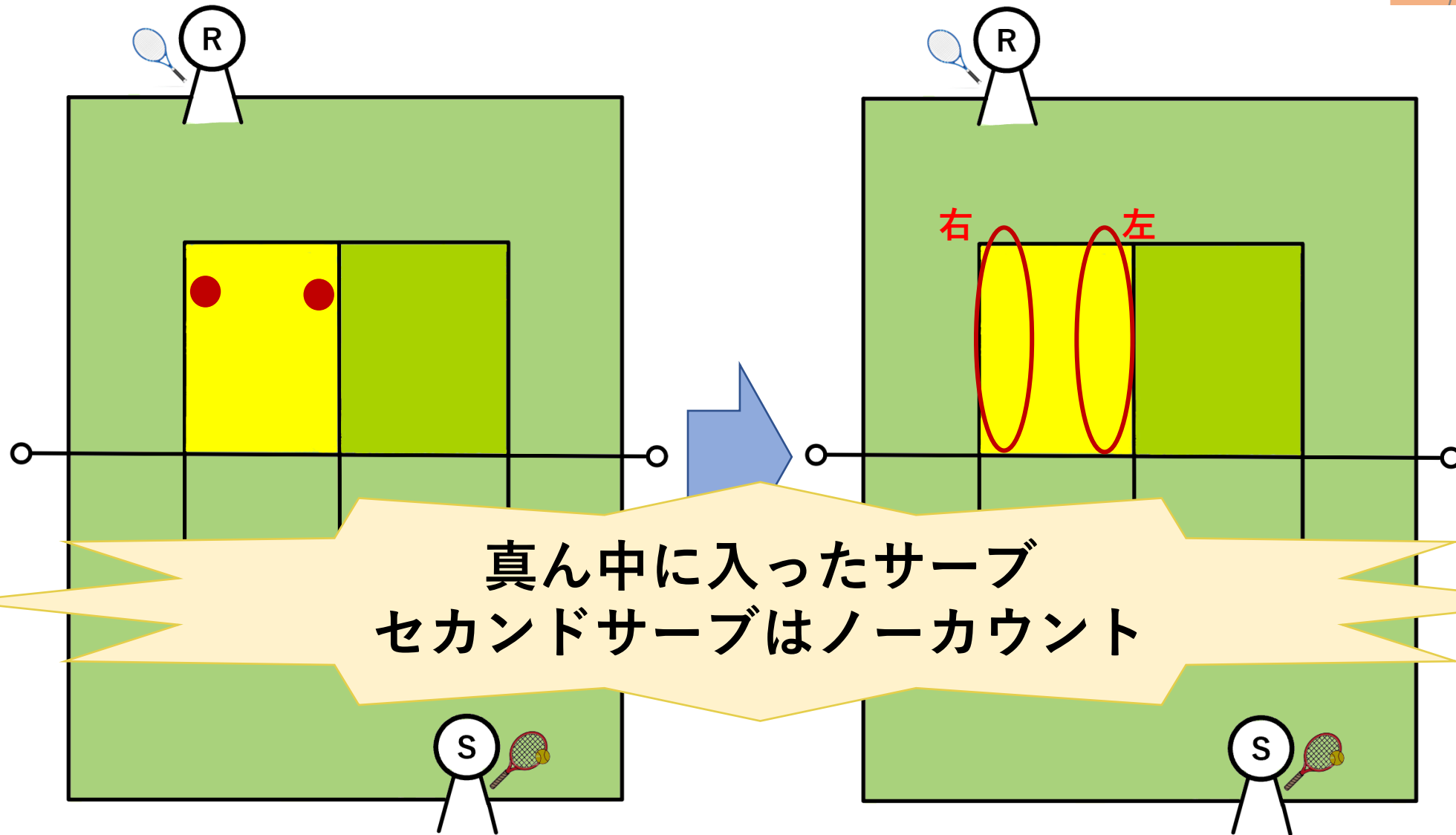
研究の導入



デューズサイド



アドバンテージサイド

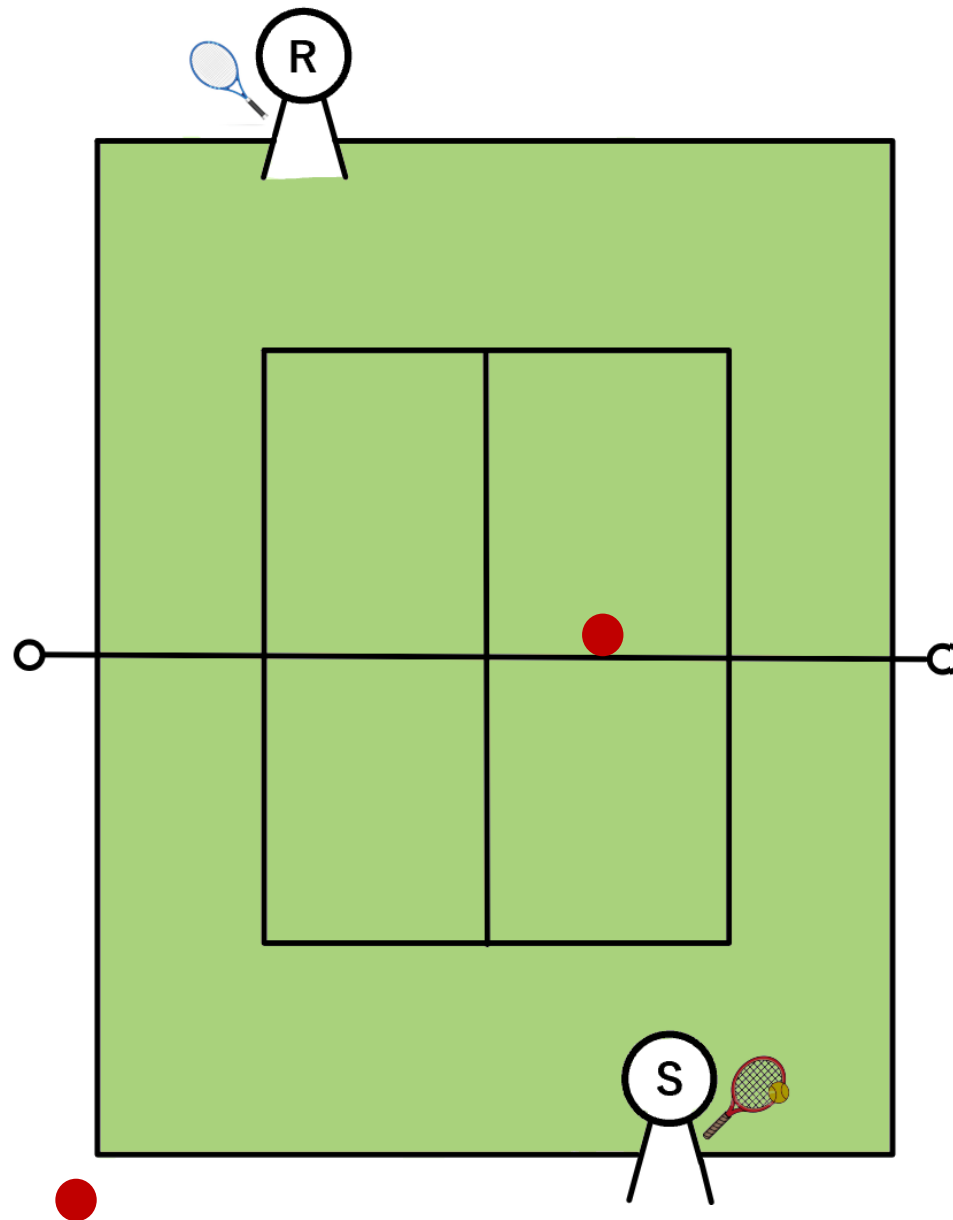


真ん中に入ったサーブ
セカンドサーブはノーカウント

デュースサイド

データの収集方法

1. サーバーの名前とサイドを記録
2. サービスボックスに入ったファーストサーブの位置を記録
- 3. そのポイントの勝者を記録**



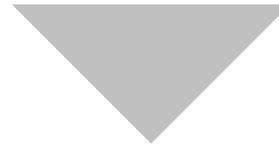
データの集計方法

- 1 試合 4 種類のゲームから成り立つので、合計40のゲームデータを記録する。
2. プレイヤーごとにデータを以下のように分類する。

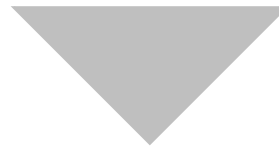
サーバー	サイド	コース	得点総本数	総本数
Aさん	Deuce	右	8	1 5
		左	4	9
	Advantage	右	8	1 3
		左	1 3	2 0

一部抜粋

混合戦略ナッシュ均衡が成立



左右どちらに打っても
得点率は変わらない



左右の選択肢と得点率には関係がない

分析方法

独立性カイ 2 乗検定

二つの変数に関連が言えるのか否かを判断するためのもの

帰無仮説： $P_L^i = P_R^i$ (左右の選択と得点率に関連なし)

対立仮説： $P_L^i \neq P_R^i$ (左右の選択と得点率に関連あり)

◎PはL または R を選んだ時に得点する確率, i ($i = 1, \dots, 40$)は 40 のゲームを示す。



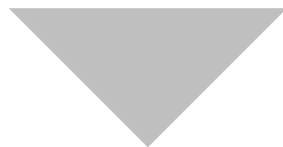
P値が有意水準 (5%) 以下になれば・・・

帰無仮説を棄却し、対立仮説を採択

帰無仮説が棄却できない



左右の選択肢と得点率には関係がない



**サーバーがどちらを選択しても
得点する確率は同じである**



目次

I. 研究の導入

- > ゲーム理論について
- > 先行研究について

II. 研究の動機

III. 研究の対象

- > 対象データ
- > ゲーム説明
- > 集計方法
- > 分析方法

IV. 関係性

- > 研究結果・数値

V. 結論

VI. 参考文献

関係性

Match	Server	Court	Servers			Mixture		Point Won		Win Rates		Pearson	p-value
			Left	Right	Total	Left	Right	Left	Right	Left	Right	statistic	
1	1 Ad		7	5	12	0.58	0.42	4	2	0.57	0.40	0.34	0.558
	1 Deuce		4	9	13	0.31	0.69	2	3	0.50	0.33	0.33	0.569
	2 Ad		6	6	12	0.50	0.50	5	3	0.83	0.50	1.5	0.211
	2 Deuce		6	11	17	0.35	0.65	3	6	0.50	0.55	0.03	0.858
2	2 Ad		11	15	26	0.42	0.58	6	10	0.55	0.67	0.39	0.53
	2 Deuce		9	17	26	0.35	0.65	7	13	0.78	0.76	0.01	0.94
	3 Ad		14	11	25	0.56	0.44	7	2	0.50	0.18	2.71	0.1
	3 Deuce		27	14	41	0.66	0.34	19	12	0.70	0.86	1.18	0.278
3	1 Ad		14	14	28	0.50	0.50	10	11	0.71	0.79	0.19	0.663
	1 Deuce		11	9	20	0.55	0.45	7	5	0.64	0.56	0.13	0.714
	4 Ad		7	12	19	0.37	0.63	5	6	0.71	0.50	0.83	0.361
	4 Deuce		11	6	17	0.65	0.35	9	6	0.82	1.00	1.24	0.266
4	5 Ad		24	15	39	0.62	0.38	7	7	0.29	0.47	1.23	0.268
	5 Deuce		13	33	46	0.28	0.72	7	19	0.54	0.58	0.05	0.818
	6 Ad		15	26	41	0.37	0.63	7	13	0.47	0.50	0.04	0.837
	6 Deuce		17	28	45	0.38	0.62	9	14	0.53	0.50	0.04	0.848
5	7 Ad		16	15	31	0.52	0.48	9	11	0.56	0.73	0.99	0.32
	7 Deuce		14	8	22	0.64	0.36	11	7	0.79	0.88	0.27	0.601
	5 Ad		13	17	30	0.43	0.57	8	11	0.62	0.65	0.03	0.858
	5 Deuce		10	13	23	0.43	0.57	8	11	0.80	0.85	0.08	0.772
6	4 Ad		16	30	46	0.35	0.65	6	14	0.38	0.47	0.36	0.55
	4 Deuce		26	10	36	0.72	0.28	14	6	0.54	0.60	0.11	0.739
	6 Ad		9	20	29	0.31	0.69	5	15	0.56	0.75	1.1	0.295
	6 Deuce		8	20	28	0.29	0.71	5	13	0.63	0.65	0.02	0.901
7	8 Ad		9	15	24	0.38	0.63	4	8	0.44	0.53	0.18	0.673
	8 Deuce		20	13	33	0.61	0.39	13	8	0.65	0.62	0.04	0.84
	9 Ad		13	22	35	0.37	0.63	7	13	0.54	0.59	0.09	0.762
	9 Deuce		18	11	29	0.62	0.38	13	5	0.72	0.45	2.08	0.149
8	8 Ad		8	10	18	0.44	0.56	2	7	0.25	0.70	3.6	0.058
	8 Deuce		6	13	19	0.32	0.68	4	5	0.67	0.38	1.31	0.252
	7 Ad		6	7	13	0.46	0.54	5	5	0.83	0.71	0.26	0.612
	7 Deuce		8	12	20	0.40	0.60	6	9	0.75	0.75	0	1
9	10 Ad		11	6	17	0.65	0.35	7	3	0.64	0.50	0.3	0.585
	10 Deuce		9	5	14	0.64	0.36	3	4	0.33	0.80	2.8	0.094
	7 Ad		6	16	22	0.27	0.73	3	11	0.50	0.69	3.89	0.049
	7 Deuce		12	6	18	0.67	0.33	6	6	0.50	1.00	4.5	0.034
10	11 Ad		11	9	20	0.55	0.45	4	7	0.36	0.78	3.43	0.064
	11 Deuce		6	14	20	0.30	0.70	1	7	0.17	0.50	1.94	0.163
	3 Ad		7	4	11	0.64	0.36	6	4	0.86	1.00	0.63	0.428
	3 Deuce		11	5	16	0.69	0.31	9	4	0.82	0.80	0.01	0.931
		total	469	532	1001	0.48	0.52	273	326	0.59	0.64	38.26	0.451

関係性

			Servers			Mixture	
Match	Server	Court	Left	Right	Total	Left	Right
1	1	Ad	7	5	12	0.58	0.42
	1	Deuce	4	9	13	0.31	0.69
	2	Ad	6	6	12	0.50	0.50
	2	Deuce	6	11	17	0.35	0.65

Point Won		Win Rates		Pearson statistic	p-value
Left	Right	Left	Right		
4	2	0.57	0.40	0.34	0.558
2	3	0.50	0.33	0.33	0.569
5	3	0.83	0.50	1.5	0.211
3	6	0.50	0.55	0.03	0.858

Match	Server	p-value	6	4	0.55
1	1	0.558		4	0.739
	1	0.569		6	0.295
	2	0.211		6	0.901
	2	0.858	7	8	0.673
2	2	0.53		8	0.84
	2	0.94		9	0.762
	3	0.1		9	0.149
	3	0.278	8	8	0.058
3	1	0.663		8	0.252
	1	0.714		7	0.612
	4	0.361		7	1
	4	0.266	9	10	0.585
4	5	0.268		10	0.094
	5	0.818		7	0.049
	6	0.837		7	0.034
	6	0.848	10	11	0.064
5	7	0.32		11	0.163
	7	0.601		3	0.428
	5	0.858		3	0.931
	5	0.772	全体		0.451

オレンジの枠線を除く
38のゲームは理論に合致

分析方法

scipy.stats.chi2

カイ2乗値と自由度からP値を導出する関数

カイ2乗値の合計値：38.26

自由度：40



P値：0.451

均衡状態であれば各ゲームは1パターンのみを選択するため

40のゲームからなる今回の自由度は40である



**どのような合理的な有意水準であっても
これを棄却することはできない**

Pearson statistic	p-value
0.063	0.802
0.294	0.588
0.013	0.908
1.499	0.221
0.758	0.384
0.182	0.670
0.226	0.635
0.838	0.360
2.297	0.130
0.167	0.683
0.206	0.650
1.650	0.199
3.052	0.081**
1.042	0.307
0.839	0.360
0.001	0.970
0.359	0.549
0.139	0.710
0.016	0.898
1.983	0.159
0.318	0.573
0.456	0.499
0.022	0.883
0.554	0.457
0.365	0.546
2.045	0.153
0.014	0.907
2.018	0.155
0.626	0.429
0.472	0.492
0.383	0.536
0.589	0.443
1.524	0.217
4.087	0.043*
0.298	0.585
0.023	0.879
0.513	0.474
0.852	0.356
0.007	0.934
0.008	0.929
30.801	0.852

先行研究と比較してみると・・・

プロ

大学生

1

帰無仮説
棄却数

2

0.852

全体のP値

0.451

プロプレイヤーと比較すると・・・
やや精度は劣るがかなり近い値で
ゲーム理論の予測に近いといえる

Pearson statistic	p-value
0.34	0.558
0.33	0.569
1.5	0.211
0.03	0.858
0.39	0.53
0.01	0.94
2.71	0.1
1.18	0.278
0.19	0.663
0.13	0.714
0.83	0.361
1.24	0.266
1.23	0.268
0.05	0.818
0.04	0.837
0.04	0.848
0.99	0.32
0.27	0.601
0.03	0.858
0.08	0.772
0.36	0.55
0.11	0.739
1.1	0.295
0.02	0.901
0.18	0.673
0.04	0.84
0.09	0.762
2.08	0.149
3.6	0.058
1.31	0.252
0.26	0.612
0	1
0.3	0.585
2.8	0.094
3.89	0.049
4.5	0.034
3.43	0.064
1.94	0.163
0.63	0.428
0.01	0.931
38.26	0.451



目次

I. 研究の導入

- > ゲーム理論について
- > 先行研究について

II. 研究の動機

III. 研究の対象

- > 対象データ
- > ゲーム説明
- > 集計方法
- > 分析方法

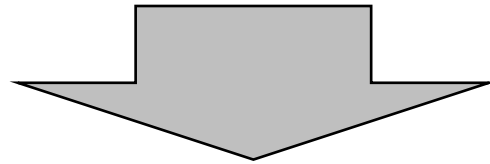
IV. 関係性

- > 研究結果・数値

V. 結論

VI. 参考文献

サーバーがどのコースにサービスを打っても得点する確率が同じである



混合戦略ナッシュ均衡に沿った行動をしている

私たちの身近な大学生も

ゲーム理論の混合戦略ナッシュ均衡に基づいて

行動していた！





目次

I. 研究の導入

- > ゲーム理論について
- > 先行研究について

II. 研究の動機

III. 研究の対象

- > 対象データ
- > ゲーム説明
- > 集計方法
- > 分析方法

IV. 関係性

- > 研究結果・数値

V. 結論

VI. 参考文献

- MARK WALKER and JOHN WOODERS. Minimax Play at Wimbledon.
- The American Economic Review. Dec.2001, Vol. 91, No. 5, pp. 1521-1538.



ご清聴ありがとうございました

