



サッカーのPKと ゲーム理論

中京大学 内田俊博ゼミ

小森章葵 上坂一粹 肥田育己
山田海音 宮下大河 原田誠也



目次

I. 導入

- ゲーム理論とは
- 先行研究について

II. 研究の動機

III. 研究対象

- 対象データ
- ゲームの説明
- 集計方法
- 分析方法

IV. 分析結果、考察

V. 結論

VI. 参考文献

はじめに

PKゲームは

ゲーム理論に基づいて行動している

と思いますか？

ゲーム理論とは

ゲーム理論とは

両者が相互に影響を与えながら意思決定を行う状況进行分析する理論

現実の様々な問題を「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



目次

I. 導入

→ゲーム理論とは

→先行研究について

II. 研究の動機

III. 研究対象

→対象データ

→ゲームの説明

→集計方法

→分析方法

IV. 分析結果、考察

V. 結論

VI. 参考文献

研究の動機



人々がゲーム理論が示唆する内容に
一致して行動しているのか

という**素朴な疑問**

プレイヤーの選択の傾向が分かれば

ゲームを有利に進められるのでは？





目次

I. 導入

→ゲーム理論とは

→先行研究について

II. 研究の動機

III. 研究対象

→対象データ

→ゲームの説明

→集計方法

→分析方法

IV. 分析結果、考察

V. 結論

VI. 参考文献

先行研究

PK戦は重要な得点源であるため決めようとする
インセンティブが高く、
プロのサッカー選手は試合にて
混合戦略ナッシュ均衡に沿って行動しているのでは？

混合戦略ナッシュ均衡

複数の戦略を確率的に
行動を選択する戦略



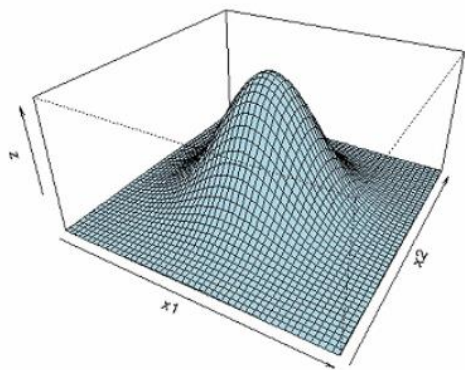
相手の戦略のもとで
自分の利益を最大化するように
行動しているとき成立する均衡状態

混合戦略ナッシュ均衡

先行研究

仮定

- ・キッカーが蹴るコースは左上、真中上、右上、左下、真中下、右下である
- ・キッカーは6つのコースの中心を狙って蹴る
- ・キッカーの蹴るボールは2変量正規分布によってばらつく



先行研究について

先行研究では**プロ**はゲーム理論に基づいて行動していると結論付けた



素人のデータでもゲーム理論が適応できるのかが分かれば
ゲーム理論の適用範囲の理解を深めることに繋がる

研究テーマと仮説

- 先行研究を経て私たちの研究テーマは
「**サッカーのPK戦におけるゲーム理論の有効性**」
- 仮説として**帰無仮説**を挙げる



今回の帰無仮説は「**左右の選択と得点率には関係がない**」

データの収集方法

操作方法

キッカー

1. 蹴る方向（左・右）を決める
2. ゴールに向かってスライドする



キーパー

1. 飛ぶ方向（左・右）を決める
2. 飛ぶ方向に向かってスライドする

30回ずつ行い、
キッカーとキーパー交代



データの収集方法

収集するうえでのルール

- ・ 操作中は互いの画面を見ない
- ・ 蹴る方向は右か左の2択で、方向が同じなら必ず止めるものとする
(方向が同じでもアプリ上では稀に入ることがあるため)

データの収集方法

プレイ対象者



10人の20代男性

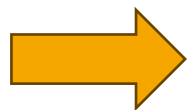


分析方法

独立性カイ2乗検定

帰無仮説： $P_L = P_R$ （左右の選択と得点率に関連が**ない**）

対立仮説： $P_L \neq P_R$ （左右の選択と得点率に関連がある）



**P値が有意水準(5%)以下になれば帰無仮説を棄却し、
対立仮説を採用する**

分析方法

帰無仮説が棄却できない



左右の選択肢と得点率に関係がない



キッカーがどちらを選択しても
得点する確率は同じである

研究結果

player	side	player		total	Mixture		Point		PointRates		P-value
		left	right		left	right	left	right	left	right	
1	kicker	13	17	30	0.43333	0.56667	4	9	0.30769	0.52941	0.2245
1	keeper	15	15	30	0.5	0.5	6	7	0.4	0.46667	0.7125

研究結果

player	side	player			Mixture		Point		PointRates		P-value
		left	right	total	left	right	left	right	left	right	
1	kicker	13	17	30	0.43333	0.56667	4	9	0.30769	0.52941	0.2245
1	keeper	15	15	30	0.5	0.5	6	7	0.4	0.46667	0.7125
2	kicker	15	15	30	0.5	0.5	8	9	0.53333	0.6	0.7125
2	keeper	18	12	30	0.6	0.4	9	8	0.5	0.66667	0.3667
3	kicker	19	11	30	0.63333	0.36667	9	6	0.47368	0.54545	0.7047
3	keeper	19	11	30	0.63333	0.36667	7	6	0.36842	0.54545	0.3457
4	kicker	12	18	30	0.4	0.6	5	12	0.41667	0.66667	0.1758
4	keeper	16	14	30	0.53333	0.46667	10	5	0.625	0.35714	0.1432
5	kicker	16	14	30	0.53333	0.46667	8	6	0.5	0.42857	0.6956
5	keeper	16	14	30	0.53333	0.46667	9	7	0.5625	0.5	0.7321
6	kicker	16	14	30	0.53333	0.46667	7	7	0.4375	0.5	0.7321
6	keeper	14	16	30	0.46667	0.53333	8	8	0.57143	0.5	0.6956
7	kicker	16	14	30	0.53333	0.46667	7	4	0.4375	0.28571	0.3894
7	keeper	12	18	30	0.4	0.6	4	8	0.33333	0.44444	0.5428
8	kicker	13	17	30	0.43333	0.56667	9	9	0.69231	0.52941	0.3667
8	keeper	13	17	30	0.43333	0.56667	9	10	0.69231	0.58824	0.5577
9	kicker	16	14	30	0.53333	0.46667	11	7	0.6875	0.5	0.2956
9	keeper	17	13	30	0.56667	0.43333	6	7	0.35294	0.53846	0.3095
10	kicker	12	18	30	0.4	0.6	6	11	0.5	0.61111	0.5474
10	keeper	12	18	30	0.4	0.6	5	7	0.41667	0.38889	0.879
	total	300	300	600	0.5	0.5	147	153	0.49	0.51	0.6242

全てのゲームにおいて
理論に一致する

研究結果

全体のP値：0.624

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



左右どちらを選択しても得点率は同じである

Player	#Obs.	Mixture		Scoring rates		Pearson statistic	p-value
		L	R	L	R		
Kicker 1	34	0.32	0.68	0.91	0.91	0.000	0.970
Kicker 2	31	0.35	0.65	0.82	0.80	0.020	0.902
Kicker 3	40	0.48	0.52	0.74	0.76	0.030	0.855
Kicker 4	38	0.42	0.58	0.88	0.91	0.114	0.735
Kicker 5	38			0.79	0.84	0.175	0.676
Kicker 6				0.70	0.77	0.185	0.667
Kicker 7				0.75	0.82	0.191	0.662
Kicker 8					0.75	0.199	0.656
Kicker 9					0.92	0.416	0.519
Kicker 10					0.77	0.476	0.490
Kicker 11					0.94	0.521	0.471
Kicker 12					0.94	0.521	0.471
Kicker 13					0.88	0.907	0.341
Kicker 14					0.75	0.938	0.333
Kicker 15	30			0.93	0.93	1.154	0.283
Kicker 16				0.89	0.75	1.287	0.257
Kicker 17	46			0.58	0.85	1.637	0.201
Kicker 18	46	0.44	0.56	0.90	0.77	1.665	0.197
Kicker 19	39	0.48	0.52	0.74	0.90	1.761	0.184
Kicker 20	40	0.35	0.65	0.93	0.69	2.913	0.088*
Kicker 21	40	0.42	0.58	0.65	0.91	4.322	0.038**
Kicker 22	40	0.40	0.60	1.00	0.75	4.706	0.030**
All kickers	808	0.3998	0.6002	0.8111	0.8268		
Goalkeeper 1	37	0.38	0.62	0.21	0.22	0.000	0.982
Goalkeeper 2	38	0.39	0.61	0.20	0.22	0.017	0.898
Goalkeeper 3	30	0.60	0.40	0.28	0.25	0.028	0.866
Goalkeeper 4	50	0.46	0.54	0.17	0.15	0.061	0.804
Goalkeeper 5	36	0.33	0.67	0.25	0.21	0.080	0.777
Goalkeeper 6	34	0.44	0.56	0.27	0.21	0.147	0.702
Goalkeeper 7	37	0.19	0.81	0.14	0.10	0.221	0.638
Goalkeeper 8	37	0.54	0.46	0.25	0.18	0.293	0.588
Goalkeeper 9	32	0.56	0.44	0.22	0.14	0.326	0.568
Goalkeeper 10	40	0.45	0.55	0.11	0.18	0.388	0.533
Goalkeeper 11	33	0.18	0.82	0.17	0.30	0.416	0.519
Goalkeeper 12	30	0.27	0.73	0.25	0.14	0.545	0.460
Goalkeeper 13	34	0.41	0.59	0.14	0.25	0.578	0.447
Goalkeeper 14	40	0.50	0.50	0.15	0.25	0.625	0.429
Goalkeeper 15	44	0.45	0.55	0.10	0.21	0.957	0.328
Goalkeeper 16	36	0.31	0.69	0.09	0.24	1.804	0.298
Goalkeeper 17	42	0.55	0.45	0.30	0.11	2.449	0.118
Goalkeeper 18	42	0.38	0.62	0.13	0.35	2.506	0.113
Goalkeeper 19	42	0.40	0.60	0.35	0.12	3.261	0.071*
Goalkeeper 20	40	0.60	0.40	0.08	0.37	5.104	0.024**
All goalkeepers	754	0.4231	0.5769	0.1943	0.2068		

プロの分析
結果

P-value
0.2245
0.7125
0.7125
0.3667
0.7047
0.3457
0.1758
0.1432
0.6956
0.7321
0.7321
0.6956
0.3894
0.5428
0.3667
0.5577
0.2956
0.3095
0.5474
0.879
0.6242

プロの結果と比較しても
同様に有意水準を超えて
いる



素人のプレイヤーでも
ゲーム理論に基づいて
PKをしている！

考察

キッカーがどちらに蹴っても
得点する確率は同じである



混合戦略ナッシュ均衡に沿った行動をしている

考察

素人でも

ゲーム理論に基づいて行動している

ことが分かった！

さらに研究を深めるなら・・・

- ・ 既存のアプリ上ではなく、実際の試合のデータを集めてより実践的な分析が行うこと
- ・ キッカーがゴールを外す確率を検討すること
- ・ 同じ方向を選択してもゴールが入る場合を検討すること
- ・ プレイヤーの能力差による選択の差異を検討すること

参考文献

[Professionals play minimax.pdf](#)

[サッカーのペナルティキックの最適戦略](#)



ご清聴ありがとうございました