大学将棋の団体戦における戦略

1210550　六車　隆志

高知工科大学　経済・マネジメント学群

1.　概要

昨今、多種多様な競技において団体戦という複数プレイヤーから成るチーム同士で勝敗を競い合うことがある。この団体戦でそれぞれのチームが各々戦略を用いて勝負に挑んでいるが、最適な戦略についてはよく分かっていない。本研究では、ゲーム理論を用いて、大学将棋の団体戦における戦略を示した。他の競技で見られる戦略である「最初や最後に強いプレイヤーを用いる」、大学将棋で見られる戦略である「真ん中に強いプレイヤーを用いる」あるいは、その他の戦略が用いられているかどうかを検証する。その結果、「強豪チームが弱小チームの戦略を真似ると強豪チームが勝ちやすい。」「弱小チームは、出場プレイヤー内で最弱プレイヤーを強豪チームの最強プレイヤーと対戦させることで弱小チームが勝ちやすくなる。」という現実でも見られる戦略が確認できた。

2.　背景

団体戦とは、複数プレイヤーから成るチーム同士が対戦し勝敗を決める競技である。この団体戦には、個々のプレイヤーの勝敗だけがチームに影響するパターンと、個々のプレイヤーの記録の積み重ねがチームに影響するパターンの 2 つがある。それぞれの例として、前者は剣道、柔道、テニス、卓球など、後者は体操競技、学級対抗リレー、駅伝など多くの競技が挙げられる。ちなみに、本研究で扱う大学将棋の団体戦は前者である。

これらのような団体戦においては、プレイヤーの選出及び順番を決める必要がある。チームによってそれぞれ戦力差があり、強豪チームが弱小チームに対して勝つことが多くみられる一方、逆の現象が起こることも度々見られる。原因はいくつか考えられるが、その要因の一つとして、プレイヤーの選出及び順番が大きく影響していると筆者は考える。それでは、実際にどのような選出及び順番にすると良いのでしょうか。

現実の団体戦の選出及び順番を見てみると、多くの競技で最初や最後に強い、チームで頼りになるプレイヤーを配置することが多いように感じる。恐らく、多くの人が最初や最後の位置が重要だと認識をした上で、上記のような戦略や裏をかくような戦略を練っていると思われる。

しかし、大学将棋の団体戦ではこのような考えが使われていないように感じる。「大将」、「副将」と名称的な序列はあるものの、オーダーは実力順である必要はない。そのため、普通の団体戦と比較して戦略的幅が大きいことが感じられる。私は高知工科大学将棋同好会に所属しており、中国・四国大学将棋大会に参加するにあたり、団体戦のルールが他の競技と比較して特殊だと感じた。大学将棋の団体戦のルールについては後に記述する。複雑なりにも、何か最適な戦略があるのではないかと感じ、調べてみたいと思い、卒論のテーマとさせていただいた。

本論文の残りの構成は以下のとおりである。3 章の団体戦のルールでは、本研究で扱う大学将棋の団体戦のルール、ゲームの流れについて記述する。4 章の研究方法では、本研究における手法や計算方法、組み合わせの数について記述する。5 章の仮説では、本研究における筆者の考えを記述する。6 章の結果では、4 章の研究方法で得た結果を記述する。7 章の考察では、6 章で得た結果から得られた考えを記述する。8 章の終わりにでは、本研究における反省、思うこと、今後同じような題材を研究として取り組む人へ向けてのコメントを記述する。9 章では、謝辞、10 章では、参考文献を記述する。

3.　団体戦のルール

大学将棋の団体戦は、「大将」から「七将」までの 7 人で対

局し、各大学との総当たり戦で勝ち点を競う。それに先立ち、各大学は出場の可能性があるプレイヤーを「オーダー表」に登録する。なお、プレイヤーは 14 人まで登録が可能でオーダー表提出後は変更不可である。各大学は、各対局前に、相手校の「オーダー表」を確認した上で、その試合で出場させる 7 名を選出する。ここで選んだ 7 名のうち、「オーダー表」の最も上に登録されているプレイヤーが「大将」として出場する。以下、番号の若い順に「副将」、「三将」、…「七将」と出場させる（図 1)。つまり、最初に決めた並びを変えることなくプレイヤーを選出しなくてはならないことから、プレイヤーの並び、選出が非常に重要視されている。なお、このような団体戦のルールが用いられているのを確認できるのは大学将棋だけであった。何故、このようなルールが用いられているのか、何故、大学だけでこの手法が扱われているのかは分からなかった。

図 1　オーダー表の例

	氏名	学年	1 回戦	2 回戦	3 回戦	4 回戦	5 回戦	勝敗
			B大学	C大学	D大学	E大学	F大学	
1	谷川	3	大将戦	大将戦				
2	加藤	4		副将戦		大将戦		
3	大山	5	副将戦		大将戦	副将戦		
4	羽生	3	三将戦	三将戦	副将戦	三将戦	大将戦	
5	渡辺	2	四将戦	四将戦		四将戦	副将戦	
6	豊島	2	五将戦	五将戦	三将戦		三将戦	
7	藤井	1	六将戦	六将戦	四将戦	五将戦	四将戦	
8	森内	3	七将戦		五将戦	六将戦	五将戦	
9	米長	4		七将戦	六将戦	七将戦	六将戦	
10	佐藤	3			七将戦		七将戦	
成績								

また、ゲームの流れとしては、

（ア）プレイヤーを「オーダー表」に登録する。

（イ）対局前に対戦校の「オーダー表」を確認する。

（ウ）出場プレイヤーを決める。

（エ）対戦する。

以下、対戦校が変わる度に、（イ）～（エ）の繰り返しである。

このように本研究では、意思決定が同時ではなく順番に行うことから、展開形ゲームであることが分かる。

4.　研究方法

本研究では、A チームと B チームの 2 チームをモデルとして設定し対戦させる。なお、プレイヤー同士の対戦によりそれぞれ勝率を用いるべきと考えたことから、各プレイヤーにそれぞれ戦力値を定める。A チームと B チームを比較したときに B チームのプレイヤーの戦力値が大きいようにすることから、A チームのプレイヤーの戦力値は 100、300、500…、B チームのプレイヤーの戦力値は 200、400、600…とする。これは本研究において、最適な戦略を使用することで A（弱小）チームでも B（強豪）チームに勝つことができるということを調べたいと考えたことから、このように決めた。

プレイヤー同士の対戦による勝率は、

$$\frac{自分の戦力}{自分の戦力 + 相手の戦力}$$

と定義する。

例として、戦力 a のプレイヤーと戦力 b のプレイヤーが対戦し、戦力 a のプレイヤーが勝つ確率は、

$$\frac{a}{a+b}$$

となる。

そして、自チームのプレイヤーの勝率を足し合わせたものを、チームの利得と定義する。

例として、A チーム（a、c）と B チーム（b、d）の試合で a と b、c と d が対戦する時の A チームの利得は、

$$\frac{a}{a+b} + \frac{c}{c+d} \quad \cdots \quad ①$$

となる。

本研究における組み合わせの数について記述しておく。自チーム最大 m 人のプレイヤーを登録できること。そこから n 人のプレイヤーを選出させることから

$$m! \times {}_mC_n$$

となる。（ただし、m ＞ n）

これが自チームの戦略数になる。また、相手チームの戦略も考えることから

$$(m! \times {}_mC_n)^2 \quad \cdots \quad ②$$

となる。（ただし、m ＞ n）

実際の大会では、14 人のプレイヤーを登録し、7 人のプレイヤーを選出させることから、m = 14、n = 7 になるが、この組み合わせの数が膨大なため、ある程度簡略化したモデルを使用していくことにした。

理論研究 1

3 人のプレイヤーを登録して 2 人のプレイヤーを選出するモデルについて考察する。この数値に決めた理由は、一番シンプルな数字かつ、大学将棋の団体戦における最低限の体裁を保っていると判断したからである。

以下、m = 3、n = 2 におけるモデルを理論研究 1 とする。②に m = 3、n = 2 を代入すると、理論研究 1 は 324 通りと分かる。

理論研究 1 での自チーム、相手チームの並び方の数は、

1. A チーム（100、300、500）
   B チーム（200、400、600）のとき
2. A チーム（100、300、500）
   B チーム（200、600、400）のとき
3. A チーム（100、300、500）
   B チーム（400、200、600）のとき

・

・

・

34. A チーム（500、300、100）
    B チーム（400、600、200）のとき
35. A チーム（500、300、100）
    B チーム（600、200、400）のとき
36. A チーム（500、300、100）
    B チーム（600、400、200）のとき

の 36 通りである。それぞれの並びにおける部分ゲームを解き、抽出しての繰り返しで理論研究 1 におけるナッシュ均衡を求める。

理論研究 2

4 人のプレイヤーを登録して 3 人のプレイヤーを選出するモデルについて考察する。

以下、m = 4、n = 3 におけるモデルを理論研究 2 とする。②に m = 4、n = 3 を代入すると、理論研究 2 は 9216 通りと分かる。

理論研究 2 での自チーム、相手チームの並べ方の数は、

1. A チーム（100、300、500、700）
   B チーム（200、400、600、800）のとき
2. A チーム（100、300、500、700）
   B チーム（200、400、800、600）のとき
3. A チーム（100、300、500、700）
   B チーム（200、600、400、800）のとき

・

・

・

574. A チーム（700、500、300、100）
     B チーム（800、400、600、200）のとき
575. A チーム（700、500、300、100）
     B チーム（800、600、200、400）のとき
576. A チーム（700、500、300、100）
     B チーム（800、600、400、200）のとき

の 576 通りである。理論研究 1 の時のように、それぞれの並びにおける部分ゲームを解き、抽出しての繰り返しで理論研究 2 におけるナッシュ均衡を求める。

5. 仮説

本研究における仮説として、「オーダー表」の一番真ん中に最強プレイヤーを配置するのが好ましいと推測した。理由として、真ん中に配置することによって、プレイヤー選出時に「大将」から「七将」まで、選出の自由度が他の位置と比較して高いからである。逆に端に配置してしまうと偏った位置での選出しかできなく、対戦相手に容易に対策を立てられやすくなるからである。また、実際の大会で見てみるとこの手法が一番用いられていると感じたことと、この手法が関係者間では最有力な戦略として扱われていることから、上記のように推測した。

6.　結果

理論研究 1

A チーム（100、300、500）

B チーム（200、400、600）のとき

1.　100 と 200 のプレイヤーを出さないとき

300 vs 400

500 vs 600　の対戦形式になる。

①より

A チームの利得

$$\frac{300}{300+400}+\frac{500}{500+600}=\frac{68}{77}=0.88$$

B チームの利得

$$\frac{400}{400+300}+\frac{600}{600+500}=\frac{86}{77}=1.12$$

2.　100 と 400 のプレイヤーを出さないとき

300 vs 200

500 vs 600　の対戦形式になる。

①より

A チームの利得

$$\frac{300}{300+200}+\frac{500}{500+600}=\frac{58}{55}=1.05$$

B チームの利得

$$\frac{200}{200+300}+\frac{600}{600+500}=\frac{52}{55}=0.95$$

3.　100 と 600 のプレイヤーを出さないとき

300 vs 200

500 vs 400　の対戦形式になる。

①より

A チームの利得

$$\frac{300}{300+200}+\frac{500}{500+400}=\frac{52}{45}=1.16$$

B チームの利得

$$\frac{200}{200+300}+\frac{400}{400+500}=\frac{38}{45}=0.84$$

・

・

・

以下、同様の計算を行い、まとめたものが下表である（図 2）。黄色で塗りつぶしている数値は最適反応である。A チームは、戦力値 100 のプレイヤーを、B チームは、戦力値 200 のプレイヤーをそれぞれ除外することが、この並びにおけるナッシュ均衡である。

図 2　利得表 1

		B					
	除外プレイヤー	200		400		600	
A	100	0.88	1.12	1.05	0.95	1.16	0.84
	300	0.65	1.35	0.79	1.21	0.89	1.11
	500	0.53	1.47	0.67	1.33	0.76	1.24

A チーム（100、300、500）

B チーム（200、600、400）のとき

・

・

・

このように、それぞれの並びにおけるナッシュ均衡を求め、抽出したものが下表である（図 3）

図 3　利得表 2

A/B	200,400,600		200,600,400		400,200,600		400,600,200		600,200,400		600,400,200	
100,300,500	0.88	1.12	0.89	1.11	0.88	1.12	0.88	1.12	0.89	1.11	0.89	1.11
100,500,300	0.89	1.11	0.88	1.12	0.89	1.11	0.89	1.11	0.88	1.12	0.88	1.12
300,100,500	0.88	1.12	0.89	1.11	0.88	1.12	0.88	1.12	0.89	1.11	0.89	1.11
300,500,100	0.88	1.12	0.89	1.11	0.88	1.12	0.88	1.12	0.89	1.11	0.89	1.11
500,100,300	0.89	1.11	0.88	1.12	0.89	1.11	0.89	1.11	0.88	1.12	0.88	1.12
500,300,100	0.89	1.11	0.88	1.12	0.89	1.11	0.89	1.11	0.88	1.12	0.88	1.12

先ほどと同じように黄色で塗りつぶしている数値は最適反応である。理論研究 1 において、純粋戦略の部分ゲーム完全均衡は無いことが分かった。

また、混合戦略ナッシュ均衡を求めると、全ての戦略が

$\frac{1}{6}$　になった。

理論研究 2

A チーム（100、300、500、700）

B チーム（200、400、600、800）のとき

1. 100 と 200 のプレイヤーを出さないとき

   300 vs 400

   500 vs 600

   700 vs 800 の対戦形式になる。

   ① より

   A チームの利得

$$\frac{300}{300+400}+\frac{500}{500+600}+\frac{700}{700+800}=1.350$$

   B チームの利得

$$\frac{400}{400+300}+\frac{600}{600+500}+\frac{800}{800+700}=1.650$$

2. 100 と 400 のプレイヤーを出さないとき

   300 vs 200

   500 vs 600

   700 vs 800　の対戦形式になる。

   ① より

   A チームの利得

$$\frac{300}{300+200}+\frac{500}{500+600}+\frac{700}{700+800}=1.521$$

   B チームの利得

$$\frac{200}{200+300}+\frac{600}{600+500}+\frac{800}{800+700}=1.479$$

3. 100 と 600 のプレイヤーを出さないとき

   300 vs 200

   500 vs 400

   700 vs 800　の対戦形式になる。

   ① より

   A チームの利得

$$\frac{300}{300+200}+\frac{500}{500+400}+\frac{700}{700+800}=1.622$$

   B チームの利得

$$\frac{200}{200+300}+\frac{400}{400+500}+\frac{800}{800+700}=1.378$$

・

・

・

以下、同様の計算を行い、まとめたものが下表である（図 4）。理論研究 1 と同じように黄色で塗りつぶしている数値は最適反応である。A チームは、戦力値 100 のプレイヤーを、B チームは、戦力値 200 のプレイヤーをそれぞれ除外することが、この並びにおけるナッシュ均衡である。

図 4　利得表 3

		B							
	除外プレイヤー	200		400		600		800	
A	100	1.350	1.650	1.521	1.479	1.622	1.378	1.694	1.306
	300	1.121	1.879	1.255	1.745	1.356	1.644	1.427	1.573
	500	1.000	2.000	1.133	1.867	1.229	1.771	1.300	1.700
	700	0.918	2.082	1.051	1.949	1.147	1.853	1.216	1.784

A チーム（100、300、500、700）

B チーム（200、400、800、600）のとき

・

・

・

このように、それぞれの並びにおけるナッシュ均衡を求め、抽出する。抽出した利得表については縦横 24 項目と膨大になるため、付録に利得表 5 として記載する（図 6）。

理論研究 2 において、理論研究 1 と同様、純粋戦略の部分ゲーム完全均衡は無いことが分かった。

7.　考察

理論研究 1 より、どの戦略にしても優位性は見られなかったことから、2 つの要因が考えられる。1 つ目は、どの戦略にしても優位性は無いという正しい解が出たということ。2 つ目は、ゲームのモデルを実際の大会と比較して簡単にしすぎてしまったため、こういう結果が出たということが考えられた。よって、理論研究 1 より複雑なモデルである理論研究 2 を扱うことに決めた。

理論研究 2 より、理論研究 1 同様、どの戦略にしても優位性は見られないように感じた。しかし、A チームは、戦力値 100 のプレイヤーを、B チームは、戦力値 200 のプレイヤーをそれぞれ必ず除外していることから、戦力値が 100 のプレイヤーと 200 のプレイヤーをどこに配置しても結局選出させないことから、この 2 人のプレイヤーを考えなくていいことが分かった。よって、付録の利得表 5 から、戦力値が 100 のプレイヤーと 200 のプレイヤー以外のプレイヤーの並びに注視してまとめたものが下表である（図 5）。

図 5　利得表 4

A/B	400,600,800		400,800,600		600,400,800		600,800,400		800,400,600		800,600,400	
300,500,700	1.350	1.650	1.352	1.648	1.356	1.644	1.354	1.646	1.367	1.633	1.364	1.636
300,700,500	1.352	1.648	1.350	1.650	1.354	1.646	1.356	1.644	1.364	1.636	1.367	1.633
500,300,700	1.356	1.644	1.367	1.633	1.350	1.650	1.364	1.636	1.352	1.648	1.354	1.646
500,700,300	1.367	1.633	1.356	1.644	1.364	1.636	1.350	1.650	1.354	1.646	1.352	1.648
700,300,500	1.354	1.646	1.364	1.636	1.352	1.648	1.367	1.633	1.350	1.650	1.356	1.644
700,500,300	1.364	1.636	1.354	1.646	1.367	1.633	1.352	1.648	1.356	1.644	1.350	1.650

図 5 より、B チームの利得が規則的に最適反応として表れていることが分かる。B チームのプレイヤーを A チームのような並びにしている時、B チームの利得が最大となる。また、A チームは出場するプレイヤー内で最弱プレイヤー（このモデルだと戦力値 300 のプレイヤー）を B チームの最強プレイヤー（このモデルだと戦力値 800 のプレイヤー）と対戦させるときかつ、残りの 2 戦で勝てる並びにおいて、A チームの利得が最大となる。

したがって、B（強豪）チームが A（弱小）チームの戦略を真似ると、B（強豪）チームの利得が最大になる。一方で、A（弱小）チームは B（強豪）チームに対して「捨て試合」を設け、残りの試合で過半数勝てるようにすれば、A（弱小）チームの利得が最大になる。

8.　終わりに

本研究において、大学将棋の団体戦における戦略について、モデルを作成しゲーム理論で調査した。

5 章の仮説として、一番真ん中に最強プレイヤーを配置すること、最初や最後に最強プレイヤーを配置することの 2 つの仮説は、扱う人数が少ないが故に、はっきりとした解は得られなかった。しかし、強豪チームが弱小チームの戦略を真似ること、弱小チームが強豪チームに対して「捨て試合」を設け、他の要所で勝負に挑むことは、本研究で扱った大学将棋の団体戦だけでなく、多くの競技でも見られる考えではないだろうか。筆者は研究に取り組む前に本研究は、普通の団体戦とは大きく違ったものであると考えていたが、研究を通して、大学将棋の団体戦はルールを複雑にしているが、本質的な考えは同じなのではないかと感じた。

このように、現実の大会で見られるような戦略が分かったことは良かったが、もっと細かい内容、現実で見られる人数（14 人のプレイヤーを並べて 7 人のプレイヤーを選出させる）を扱った時にどのような観測ができるのか見られなかったことは残念である。ちなみに、理論研究 3 として、5 人のプレイヤーから 3 人のプレイヤーを選出させるゲームを取り組もうと考えていたが、Excel 上表示できなかった（データ

数がオーバーした）こと、時間的猶予が足りなかったこともあり、実施しなかった。また、大学将棋において、このような制度を設けた理由やきっかけなど大学将棋における歴史について調査もしたいと考えたが、公的文章などが見つけられなかったことも悔やまれる。恐らく、学生が運営していることから、作成していないのではないかと感じた。

今後、同じような題材を取り組む方が居たら、本研究が何かの参考になれば筆者としては幸いである。また、その方には、更なる調査・研究されることに期待したい。

9. 謝辞

本研究を取り組むに当たり、指導教官の岡野芳隆講師からは多大な助言を賜りました。厚く御礼申し上げるとともに、心から感謝します。また、本研究を通じて多くの知識や示唆を頂いたシステム工学群院生の亀阪亮紀氏、経済・マネジメント学群卒業生の山本航氏にも厚く御礼申し上げます。

10. 参考文献

【1】 中四国学生将棋連盟
https://chushikokusyogigakuseirenmei.web.fc2.com/
2019/12/08

【2】 関東大学将棋連盟
http://kantoshogi.web.fc2.com/kiyaku/naiki.htm
2019/12/08

【3】 中世琢磨「勝ち抜き戦における選手の最適出場のゲーム理論的考察～疲労度を考慮した分析～」（2018）