

トーナメント実験結果資料

目次

実験概要	．．．	1
戦略一覧	．．．	4
実験結果	．．．	8
対戦全体の平均・分散	．．．	8
使用する文字・言葉の定義	．．．	9
対戦結果	．．．	11
各グラフ	．．．	12
順位表	．．．	14
追加実験 1	．．．	15
追加実験 1 の概要	．．．	15
対戦結果	．．．	16
順位表	．．．	17

神取ゼミ実験資料

【概要】

- ・ Imperfect private monitoring の下、二人プレイヤーの繰り返し囚人のジレンマを行う。
- ・ 各プレイヤーが総利得を最大化するような戦略を考えて提出し、総当たり戦を行う。
- ・ 総当たり戦 1 回を 1 セットとし、合計 1000 回セットを行う。

【ルール】

①利得

- ・ 各ステージゲームの利得は表 1 のように定める

表. 1 ステージゲームの利得表

1/2	C	D
C	4, 4	0, 5
D	5, 0	2, 2

②ゲームの終了確率と割引因子

- ・ 毎期末、次のステージゲームに進むか、終了するかを決定する。

$$\delta = 0.97$$

→ 確率 97% でゲームを継続、確率 3% でゲームを終了する。

③シグナル

- ・ 各ステージゲーム終了後、その期に相手がどちらの行動を選んだかは観測できない。
- ・ その代わりにプレイヤーは、その期に相手がどちらの行動を選んだかに関するシグナル (GOOD or BAD) を受け取る。
- ・ 自分がどのシグナルを受け取ったかは、相手には見られない。
- ・ シグナルの出方は次のように設定されている。
 - 両者が正しく相手の手を見る確率 0.9
Ex. 「相手が行動 C を選んだ時に、シグナル G を見る」ことがお互いに起こる
 - 1 のみが見間違える確率 = 2 のみが見間違える確率 = 0.02
Ex. 片方は「相手が行動 C を選んだ時に、シグナル G を見る」。もう片方は、「相手が行動 C を選んだ時に、シグナル B を見る」。
 - 両者ともに相手の手を見間違える確率 = 0.06
Ex. 「相手が行動 C を選んだ時に、シグナル B を見る」ことがお互いに起こる

1
が
受
け
取
る
シ
グ
ナ
ル

2 が受け取るシグナル

1/2	G	B
G	確率	確率
B	確率	確率

(C, C) を取った時に見るシグナルの確率

1/2	G	B
G	0.9	0.02
B	0.02	0.06

(D, C) を取った時に見るシグナルの確率

1/2	G	B
G	0.02	0.9
B	0.06	0.02

(C, D) を取った時に見るシグナルの確率

1/2	G	B
G	0.02	0.06
B	0.9	0.02

(D, D) を取った時に見るシグナルの確率

1/2	G	B
G	0.06	0.02
B	0.02	0.9

※見間違いは独立ではなく、間違えるときは二人同時に見間違える可能性が高い。

→自分が見間違えているときに、相手も見間違えている確率は、

$$\frac{0.06}{0.02 + 0.06} = \frac{3}{4}$$

となる。

【実験の流れ】

①戦略の提出

- ・ 今回の被験者神取ゼミ生 23 名と神取先生は、自分が総利得を最大化すると予想した戦略をそれぞれ 1 つずつ紙に書いて提出する。
- ・ 実験担当者の 2 名が提出された戦略をプログラミング (Java) で打ち込む。
- ・ 以下に従って総当たり戦を行う。

②セット

- ・ 対戦する二人のプレーヤーのうち、一方を A、もう一方を B とする。
- ・ 各セット別に、A と B のシグナルの見間違いパターンと終了回数をランダムに決定する。

例. A と B のシグナルの見間違いパターンと終了回数 (例では終了回数を 33 とした)

	1	2	3	...	32	33
A	○	○	×	...	×	○
B	○	×	×	...	×	○

※○は正しいシグナルを観測、×は見間違いとする

- ・ A, B に全員を当てはめて、自分以外との総当たり戦を行う。
- ・ 一組二者が対戦するときに、それぞれが A, B 両方を行うように、一組につき二回の対戦が行われる。

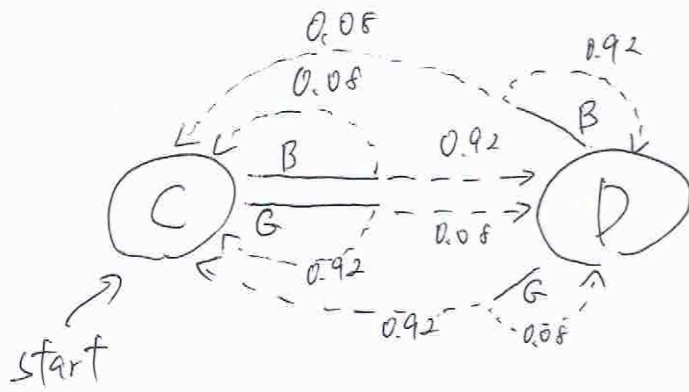
表. 総当たり戦

		B					
A		1	2	3	...	23	24
	1	—					
	2		—				
	3			—			
	...				—		
	23					—	
	24						—

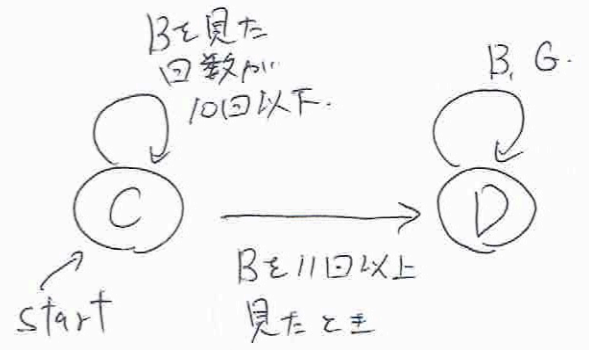
③セットの繰り返し

- ・ 上記のセットを 1000 回繰り返す。

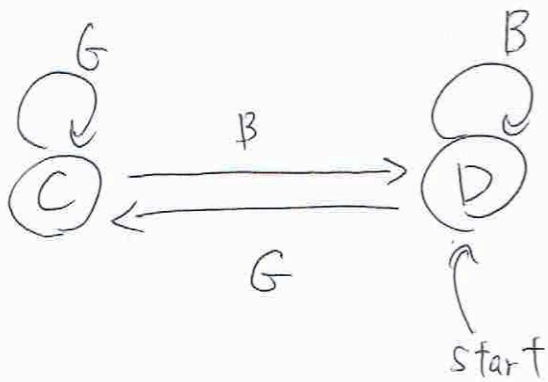
7.



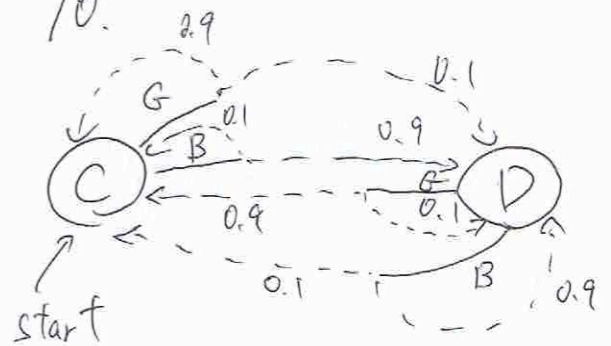
8



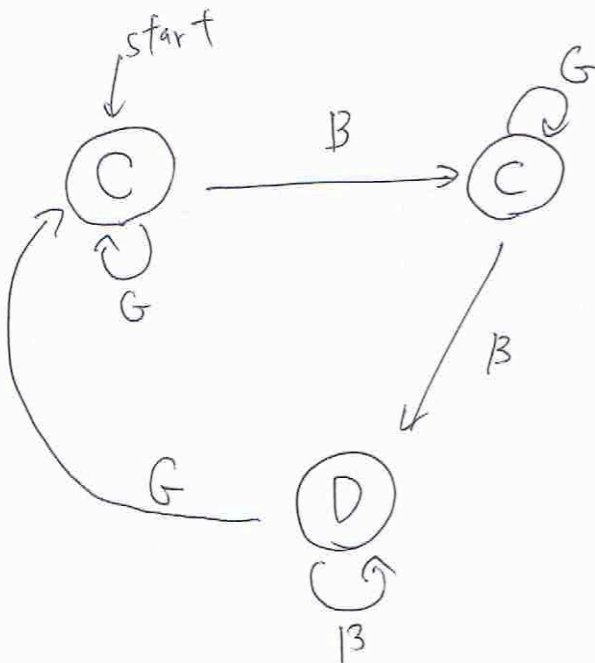
9.



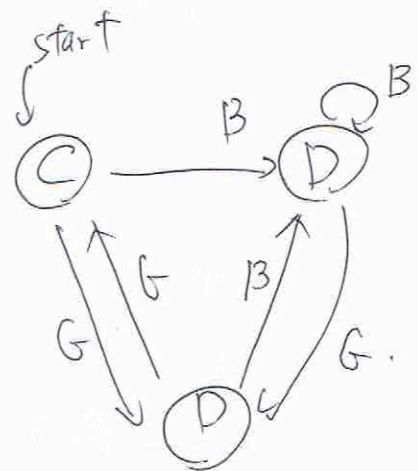
10.



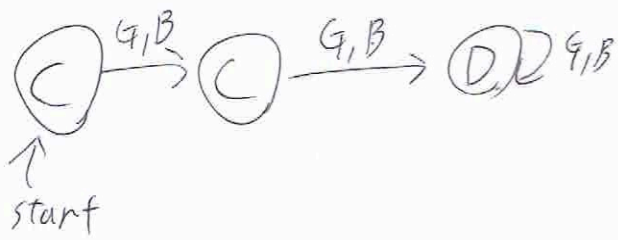
11



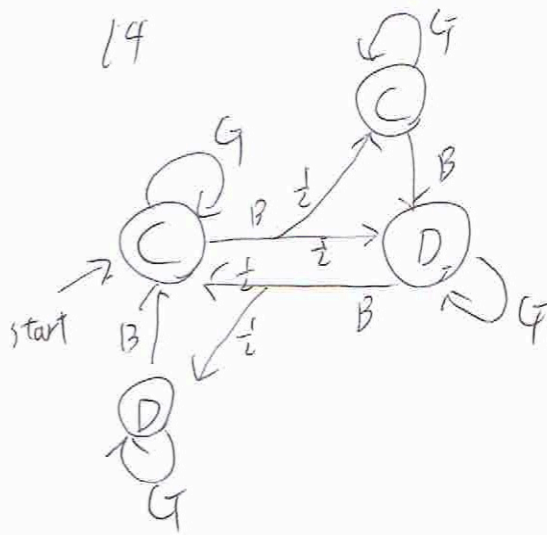
12



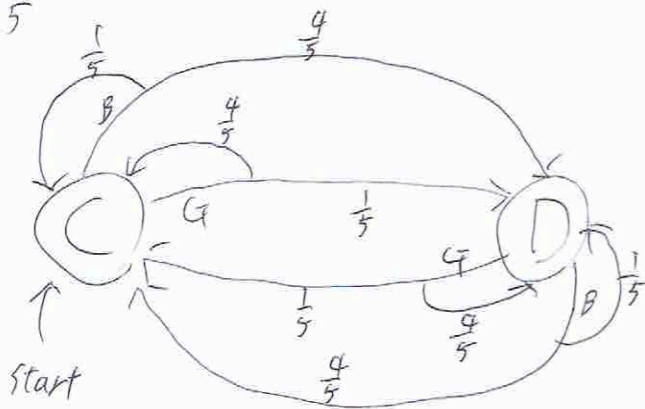
13



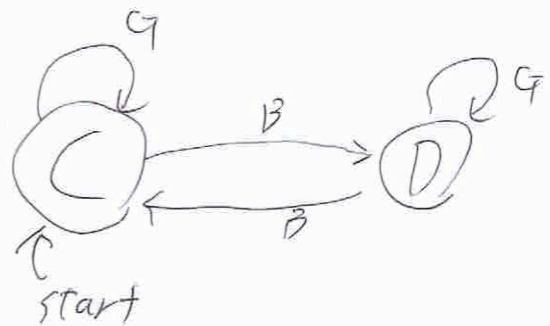
14



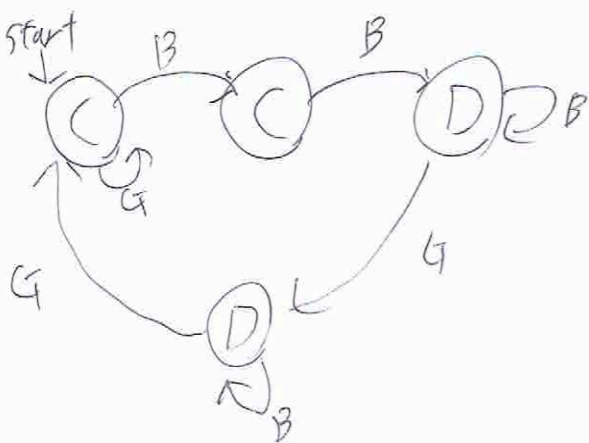
15



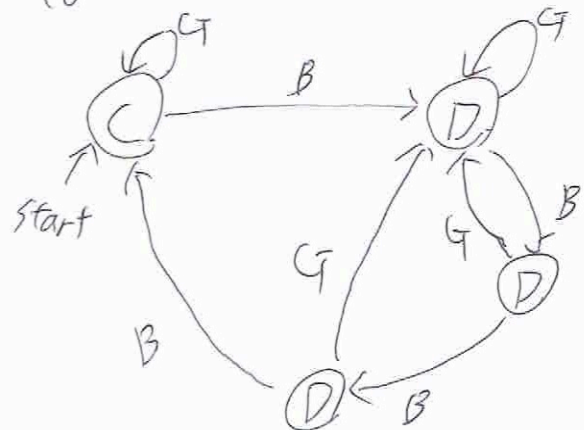
16



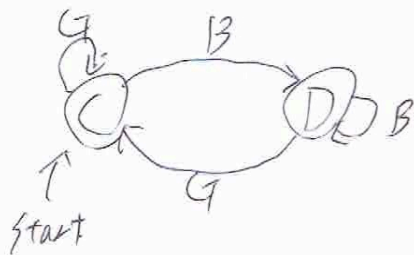
17



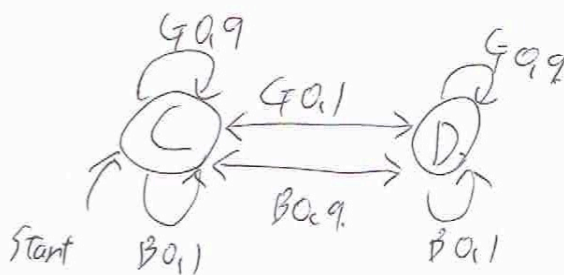
18



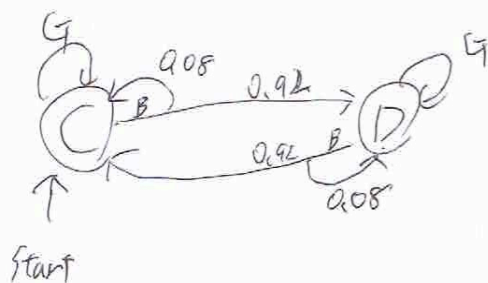
19



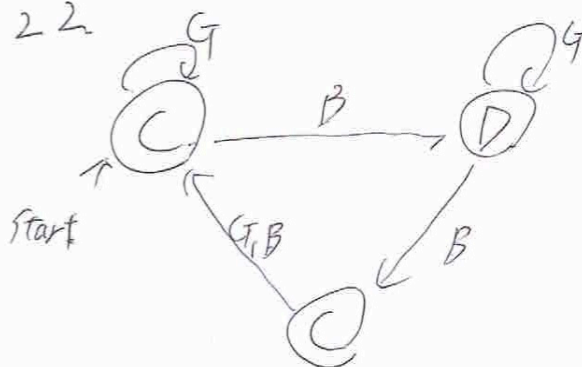
20



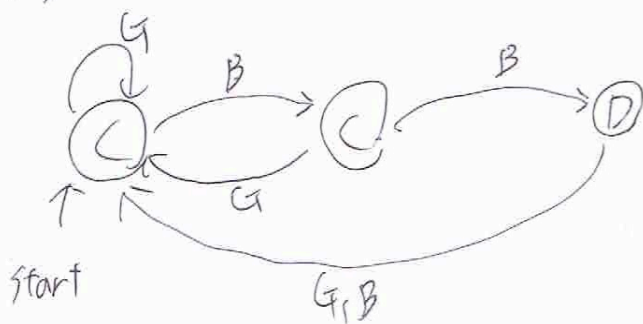
21



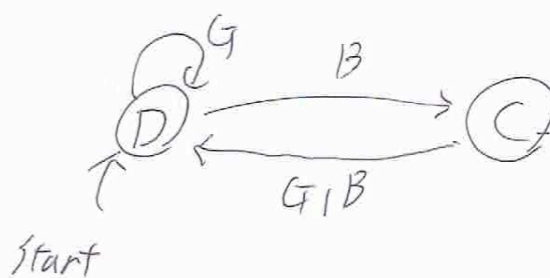
22



23

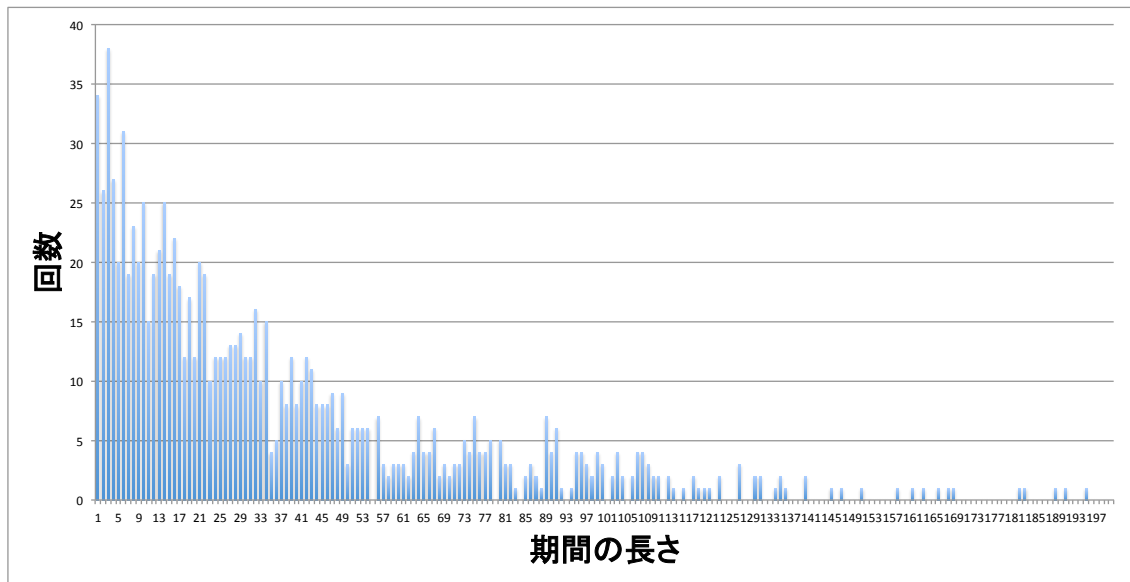


24



【実験結果】

セットの期間の頻度分布、平均、分散は以下のようになった



平均	35.51
分散	1205.3059

以下のような 3 つの値を比較した。

まず、

$V_{i,j,t}$: 第 t セットにおいて戦略 i と戦略 j の対戦で、戦略 i が得た利得を 2 で割ったもの
 (i は j と A の役割、B の役割でそれぞれ 1 回ずつ戦っているため)

T_t : 第 t セットの期間

N : 行ったセット数

とおく。次に

$$u_{i,j} \equiv \frac{\frac{\sum_t (V_{i,j,t})}{N}}{\frac{\sum_t T_t}{N}} = \frac{\sum_t (V_{i,j,t})}{\sum_t T_t} \quad \dots (1.1)$$

$$v_{i,j} \equiv (1-\delta) \frac{\sum_t (V_{i,j,t})}{N} \quad \dots (1.2)$$

$$w_{i,j} \equiv \frac{1}{N} \cdot \sum_t \left(\frac{V_{i,j,t}}{T_t} \right) \quad \dots (1.3)$$

と定義して、

$$u_i \equiv \frac{\sum_j u_{i,j}}{\sum_j 1}, \quad v_i \equiv \frac{\sum_j v_{i,j}}{\sum_j 1}, \quad w_i \equiv \frac{\sum_j w_{i,j}}{\sum_j 1}$$

と定義する。

また、これらを用いて以下のように用語を定義する。

第 t セットでの i の j に対する総利得

$$V_{i,j,t}$$

第 t セットでの i の総利得

$$V_{i,t} \equiv \frac{\sum_j V_{i,j,t}}{\sum_j 1}$$

第 t セットまでの i の総利得の平均

$$\bar{V}_{i,t} \equiv \frac{\sum_t \sum_j V_{i,j,t}}{\sum_t 1 \cdot \sum_j 1}$$

第 t セットまでの i の総利得の分散

$$Var(V_{i,j}) \equiv \frac{1}{t} \cdot \sum_t (V_{i,j,t} - \overline{V_{i,j}})^2$$

対戦全体での i の j に対する i の平均総利得

$$V_{i,j} \equiv \frac{\sum_t (V_{i,j,t})}{N}$$

対戦全体での i の平均総利得

$$V_i \equiv \frac{\sum_j (V_{i,j})}{\sum_j 1}$$

本実験のデータから、以下のような値が求められた。

なお、

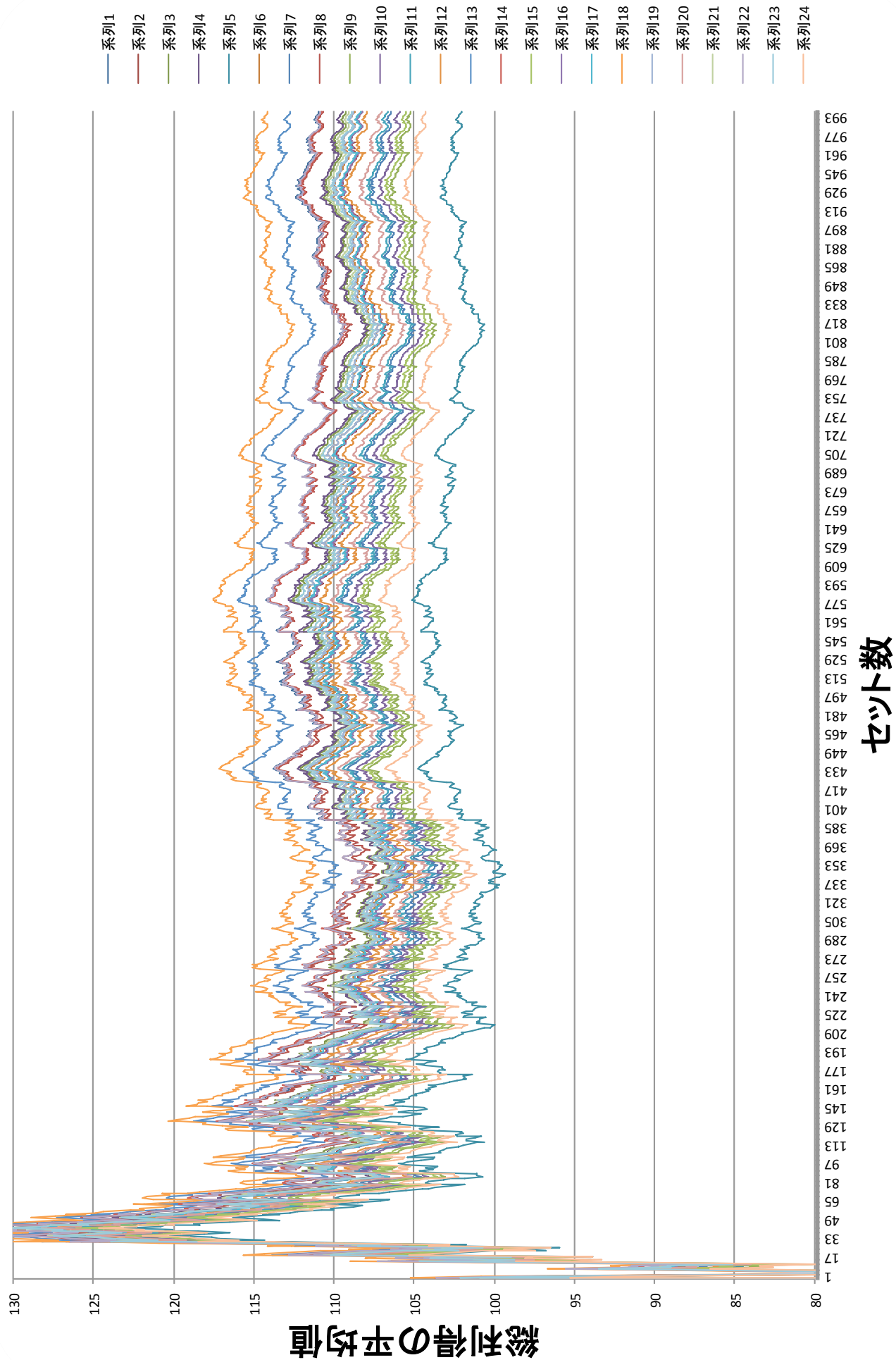
	1	2	...	j	...	24
1	—		
2		—	
...
i			...	$V_{i,j}$...	
...
24			—

プレイヤー

上表のように、次ページの表の i 行 j 列での数字は対戦全体での i の j に対する i の平均総利得を表している。

対戦結果（総利得）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	–	129.9	125.6	126.1	139.1	138.7	97.4	120.4	86.0	98.0	112.3	65.6	50.4	127.3	113.7	130.0	104.6	79.6	98.6	119.0	129.2	134.2	142.8	82.0
2	112.6	–	129.6	118.3	128.8	139.1	102.1	100.1	94.2	101.6	123.3	47.4	41.1	130.0	108.4	133.6	107.1	67.3	105.8	119.4	132.8	134.2	140.8	71.9
3	112.7	133.3	–	119.5	130.0	139.3	101.4	100.5	91.9	101.2	121.6	50.2	44.7	129.8	110.1	133.3	106.0	76.9	104.0	119.4	132.5	134.7	141.0	78.1
4	92.6	104.2	103.0	–	125.6	128.9	118.6	139.1	122.9	116.6	136.9	62.0	50.2	119.0	90.9	104.2	130.4	108.2	127.4	96.4	108.8	121.8	141.3	68.2
5	57.8	110.8	104.2	145.2	–	127.1	114.4	121.0	116.5	112.9	133.6	60.6	27.8	110.4	92.8	110.8	121.9	40.0	119.9	101.0	110.5	113.0	144.4	50.8
6	88.2	126.9	122.5	138.1	127.5	–	114.6	110.3	120.8	113.1	133.3	61.6	29.7	126.3	98.7	126.9	120.0	56.3	124.8	110.0	126.5	128.2	141.2	54.5
7	83.0	103.1	100.1	140.8	132.7	130.9	–	127.3	95.3	101.1	126.3	66.5	63.9	117.3	100.1	102.8	109.8	86.9	102.9	101.2	106.8	127.7	141.6	79.3
8	98.0	109.5	105.7	141.0	129.4	126.9	114.8	–	119.8	112.7	133.6	70.0	56.1	113.3	103.0	109.5	126.9	88.6	124.8	105.3	110.0	117.1	141.4	87.8
9	77.9	95.9	92.2	139.9	130.7	135.8	97.8	133.2	–	98.6	123.5	69.6	69.1	120.6	98.5	95.9	110.1	79.1	96.7	97.6	102.3	130.4	140.9	82.6
10	81.6	102.7	99.9	141.0	133.6	129.9	101.3	125.2	95.4	–	126.2	65.9	62.9	115.9	99.9	102.6	109.3	86.1	101.8	101.0	106.3	126.2	141.8	79.0
11	95.5	98.6	95.7	142.3	124.8	132.6	113.6	136.5	113.8	112.1	–	64.4	62.3	118.8	91.8	98.6	122.0	83.6	119.8	93.5	104.2	127.7	139.7	60.8
12	90.2	118.4	113.5	137.0	139.6	115.9	90.7	108.8	80.7	92.2	109.4	–	73.9	110.0	115.8	118.4	88.3	94.1	84.9	116.4	116.4	113.0	139.6	114.6
13	111.6	125.5	120.1	112.1	145.7	142.9	91.1	103.3	81.1	92.6	93.9	74.1	–	126.1	124.4	125.5	86.8	99.1	85.1	125.1	125.4	140.7	145.7	115.0
14	100.9	129.6	125.6	132.1	129.8	138.5	109.2	104.0	111.0	107.5	128.4	59.0	40.8	–	106.1	129.6	115.0	72.2	117.5	114.9	129.2	131.9	141.4	73.5
15	88.7	124.8	117.6	124.1	136.0	135.5	100.6	95.1	95.7	100.4	121.9	53.1	41.6	119.3	–	124.7	102.8	57.8	101.6	115.3	123.6	128.2	141.5	75.9
16	112.9	133.6	129.9	118.3	128.8	139.1	101.8	100.1	94.2	101.6	123.3	47.4	41.1	130.1	108.5	–	107.1	67.3	105.8	119.3	132.9	134.2	140.8	71.9
17	98.1	105.9	103.6	140.3	127.8	124.7	107.7	134.2	105.6	106.9	126.2	72.4	67.1	117.1	99.4	105.9	–	92.1	111.9	101.2	109.4	115.2	141.0	78.8
18	110.7	127.9	124.1	135.2	142.3	141.9	97.8	102.1	85.2	98.4	112.8	61.7	58.7	128.9	121.4	127.9	99.9	–	98.2	123.8	128.1	139.9	144.3	113.5
19	91.7	106.3	103.4	139.6	128.9	134.8	102.5	133.9	93.9	101.2	126.3	69.6	68.1	123.7	100.2	106.3	112.9	92.0	–	101.5	110.7	133.8	139.7	80.1
20	102.5	130.0	124.2	120.8	132.9	137.9	101.6	96.3	95.5	100.9	122.0	50.6	41.3	124.2	108.5	130.2	104.4	59.6	102.6	–	128.8	131.6	141.4	74.1
21	110.1	132.8	129.0	122.9	129.1	138.9	104.2	100.9	98.5	103.4	124.8	50.2	41.2	129.6	107.8	132.8	109.7	68.0	108.8	118.3	–	133.7	140.9	72.3
22	107.8	132.8	127.5	135.8	128.5	138.7	113.6	95.9	117.3	111.3	131.6	61.1	31.0	126.3	105.7	132.8	113.0	54.4	124.1	117.5	131.6	–	140.8	69.7
23	75.2	124.4	120.2	141.6	125.6	134.0	119.2	137.2	123.7	116.7	136.6	60.6	27.8	124.1	92.7	124.4	130.8	54.8	127.6	105.3	124.2	125.7	–	50.7
24	105.4	127.4	115.5	104.8	144.3	140.9	91.6	78.9	85.5	92.5	112.4	46.2	45.1	114.7	117.2	127.4	90.0	49.8	88.5	122.3	124.4	129.1	144.4	–



横軸：セット数(t)、縦軸：第 t セットまでの i の総利得の平均($\overline{V}_{i,t}$)

総利得の分散

13000

12500

12000

11500

11000

10500

10000

9500

9000

8500

8000

系列1

系列2

系列3

系列4

系列5

系列6

系列7

系列8

系列9

系列10

系列11

系列12

系列13

系列14

系列15

系列16

系列17

系列18

系列19

系列20

系列21

系列22

系列23

系列24

セット数

1 17 33 49 65 81 97 113 129 145 161 177 193 209 225 241 257 273 289 305 321 337 353 369 385 401 417 433 449 465 481 497 513 529 545 561 577 593 609 625 641 657 673 689 705 721 737 753 769 785 801 817 833 849 865 881 897 913 929 945 961 977 993

横軸：セット数(t)、第 t セットまでの i の総利得の分散 ($Var(V_{i,t})$)

[順位表]

順位	戦略番号	u_i	v_i		順位	戦略番号	w_i
1 位	18	3.214	3.423		1 位	18	3.345
2 位	13	3.174	3.382		2 位	13	3.320
3 位	1	3.123	3.327		3 位	22	3.254
4 位	22	3.121	3.325		4 位	14	3.250
5 位	14	3.119	3.323		5 位	1	3.243
6 位	8	3.116	3.320		6 位	3	3.228
7 位	4	3.082	3.283		7 位	21	3.221
8 位	3	3.076	3.277		8 位	19	3.209
9 位	21	3.070	3.271		9 位	16	3.207
10 位	23	3.065	3.265		10 位	2	3.206
11 位	19	3.062	3.262		11 位	17	3.201
12 位	6	3.061	3.261		12 位	6	3.193
13 位	17	3.051	3.251		13 位	20	3.183
14 位	16	3.049	3.248		14 位	23	3.181
15 位	2	3.048	3.247		15 位	4	3.181
16 位	12	3.038	3.237		16 位	12	3.181
17 位	20	3.014	3.211		17 位	7	3.158
18 位	11	3.003	3.199		18 位	24	3.153
19 位	7	2.997	3.192		19 位	11	3.149
20 位	10	2.982	3.176		20 位	15	3.145
21 位	15	2.970	3.164		21 位	10	3.142
22 位	9	2.962	3.155		22 位	8	3.117
23 位	24	2.936	3.128		23 位	9	3.086
24 位	5	2.874	3.062		24 位	5	3.046

【追加実験 1】

以下のような設定で追加実験を行った。

戦略 25 に每期 D を行う戦略を追加

自分の戦略同士の対戦も行う (例 : 戦略 1vs 戦略 1 も行う)

セットの期間の平均、分散は以下ようになった。

平均	33.22
分散	1126.8

対戦結果(ずっと入り)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	99.1	121.5	117.8	118.5	130.1	129.6	91.6	114.0	80.7	92.2	106.0	61.9	47.9	119.3	106.1	121.6	99.4	76.0	93.3	111.1	120.8	125.6	133.5	76.5	41.6
2	107.0	124.9	121.5	111.5	120.7	130.1	96.5	96.0	88.3	95.3	115.8	44.6	38.8	121.4	101.4	124.9	101.0	64.2	99.1	112.0	124.2	125.5	131.7	67.0	32.6
3	107.4	124.6	121.1	112.2	121.9	130.3	95.7	96.1	86.3	94.8	114.2	47.5	42.3	121.7	102.7	124.6	99.8	72.0	97.6	112.1	123.9	125.9	131.9	73.0	36.3
4	87.6	98.7	97.2	132.8	117.8	120.6	111.3	130.2	115.2	109.2	128.1	58.1	47.1	111.5	85.3	98.7	121.9	101.0	119.7	90.2	102.2	113.9	132.2	63.1	41.7
5	54.6	103.9	97.4	135.7	124.7	119.2	107.1	116.0	108.4	105.7	125.0	56.7	26.4	103.6	86.6	103.9	114.0	38.4	112.0	94.6	103.6	106.0	135.0	47.4	19.7
6	82.8	118.5	114.2	128.9	119.5	128.7	107.2	105.2	112.5	105.3	124.6	57.7	28.1	118.1	92.7	118.5	112.0	54.4	116.5	102.5	118.4	119.7	132.1	50.8	21.4
7	78.1	97.1	94.8	132.3	124.1	122.6	95.2	120.2	89.3	95.0	118.6	62.3	59.8	110.1	94.1	96.9	103.5	81.4	96.5	94.7	100.5	119.2	132.3	73.9	54.9
8	92.3	102.5	98.8	131.9	120.8	118.7	107.9	130.3	111.8	105.9	125.3	65.3	51.6	106.7	95.5	102.5	118.8	82.9	116.5	97.2	103.1	109.4	132.3	80.2	46.3
9	73.2	90.3	86.8	131.9	122.6	127.0	92.2	125.0	88.9	92.1	115.3	65.1	64.8	112.6	92.0	90.3	102.8	73.6	90.4	91.4	96.2	121.9	131.8	77.2	61.2
10	77.3	96.3	93.9	132.2	125.0	121.8	94.9	119.0	89.1	95.6	118.3	61.7	58.9	109.1	93.7	96.2	102.6	80.7	96.0	95.0	99.5	118.1	132.6	73.9	53.9
11	89.8	93.2	90.3	133.2	117.1	124.1	106.3	128.0	105.8	104.8	124.0	60.4	58.2	111.4	85.6	93.2	114.8	79.7	112.8	87.6	98.4	119.3	130.7	56.8	53.2
12	84.1	110.7	106.0	128.5	130.6	108.8	85.5	104.2	75.8	86.7	102.8	68.9	69.4	103.2	108.1	110.7	83.3	88.2	80.1	108.8	108.8	105.8	130.6	106.7	64.1
13	104.0	117.6	112.3	105.2	136.3	133.8	85.9	98.4	76.1	87.1	88.6	69.5	70.4	118.1	116.4	117.6	81.8	93.0	80.1	116.9	117.6	131.6	136.3	107.2	62.5
14	95.7	121.1	117.2	123.7	121.7	129.5	102.6	100.3	103.7	101.1	120.0	55.3	38.5	119.6	98.8	121.1	107.8	69.3	110.2	107.3	120.7	123.2	132.3	68.4	32.5
15	85.2	117.0	110.4	116.4	127.3	126.8	94.7	91.3	89.3	94.0	113.8	50.1	39.3	111.3	101.0	116.8	97.4	55.4	95.3	107.6	115.6	119.9	132.6	71.1	32.5
16	106.9	124.9	121.1	111.5	120.7	130.1	95.8	96.0	88.3	95.2	115.8	44.6	38.8	121.8	101.9	124.9	101.0	64.2	99.1	111.2	124.2	125.5	131.7	67.0	32.6
17	93.4	99.9	97.5	131.0	119.9	116.4	101.2	125.8	98.4	100.2	118.7	67.8	62.7	110.0	93.6	99.9	108.3	87.2	104.5	94.7	103.0	108.1	131.9	73.9	58.1
18	103.6	119.8	116.1	126.2	133.1	132.7	91.5	97.7	79.5	91.9	106.5	58.0	55.2	120.7	113.4	119.8	94.4	114.2	92.5	115.8	119.9	130.9	134.9	105.7	50.0
19	86.6	99.2	97.0	131.6	120.8	126.2	96.0	125.2	87.7	95.3	119.0	65.1	63.8	115.8	93.7	99.2	105.6	87.0	98.5	95.4	104.3	125.1	130.7	74.9	59.2
20	97.8	121.7	116.1	113.0	124.5	129.1	95.2	93.1	89.0	94.9	114.4	47.8	39.1	116.4	101.5	121.7	97.8	57.3	96.2	110.1	120.6	123.1	132.3	69.2	32.6
21	104.9	124.2	120.6	115.0	121.0	129.9	98.1	97.0	92.2	97.2	117.2	47.4	38.8	121.0	101.1	124.2	103.1	65.2	102.4	110.8	123.4	125.0	131.8	67.4	32.6
22	101.0	124.2	119.0	126.6	120.5	129.8	106.2	92.0	109.1	104.4	123.0	57.0	29.4	118.4	98.6	124.2	105.7	52.2	116.0	109.5	122.9	125.4	131.8	65.0	22.7
23	75.0	116.3	112.4	132.5	117.7	125.3	111.2	128.9	115.1	109.2	127.7	56.7	26.4	116.2	87.7	116.3	122.3	52.8	119.0	98.6	116.2	117.6	132.3	47.3	19.7
24	99.1	119.4	108.1	98.8	134.9	131.8	86.0	76.3	80.0	86.4	105.1	43.7	42.7	107.8	109.6	119.4	84.0	47.1	82.9	114.6	116.8	120.9	134.9	97.1	35.1
25	103.7	117.1	111.7	103.6	136.6	134.0	83.8	96.7	74.3	85.3	86.3	70.0	72.3	117.4	117.3	117.1	79.0	91.2	77.3	117.2	117.3	132.1	136.6	113.5	66.4

[順位表]

	戦略	平均総利得
1位	18	105.0
2位	13	102.6
3位	25	102.3
4位	8	102.2
5位	14	101.7
6位	1	101.4
7位	4	101.4
8位	22	101.4
9位	3	100.6
10位	21	100.5
11位	17	100.2
12位	19	100.1
13位	23	100.0
14位	2	99.8
15位	16	99.8
16位	6	99.6
17位	11	99.2
18位	12	98.4
19位	20	98.2
20位	7	97.9
21位	10	97.4
22位	9	96.7
23位	15	96.5
24位	24	95.3
25位	5	93.8