世界コンピュータ将棋選手権における
対戦組み合わせシステムの有効性(3)

瀧澤武信[1], 柿木義一[2]
[1]早稲田大学, [2]将棋プログラマ

コンピュータ将棋協会では1990年からコンピュータ将棋選手権を主催してきている. 第14回世界コンピュータ将棋選手権は2004年5月2日から4日まで行われ, 43チームの参加があった. この選手権では, 2段階の予選と, 決勝で順位が決定される. 第2著者は1995年からスイス式, 変形スイス式のプログラムを開発し, そのプログラムがコンピュータ将棋選手権で利用されてきた. 第1著者は2001年からその開発に加わり, 一部対戦アルゴリズムを変更した. 2004年の選手権の1次予選. 2次予選では2002年, 2003年の予選のプログラムのアルゴリズムを修正した版が利用された.

ここでは, シードされた16チームと1次予選からの進出8チームのうち5チームが決勝に進出する2次予選において用いられる対戦組み合わせシステムについて, スイス式システムの様々なアルゴリズムの評価を行ったので, 評価方法を含めてそれを報告する.

A Pairing System and Its Effectiveness in the World Computer Shogi Championships

Takenobu TAKIZAWA[1] and Yoshikazu KAKINOKI[2]
[1]Waseda University, [2]Shogi Programmer

The Computer Shogi Association has managed the computer shogi championships since 1990. It has used Swiss pairing system from the third championship. From the sixth championship, it has used the preliminary-and-final style, and from the eighth, the preliminary contest divided into two.

In the 14th World Computer Shogi Championship the preliminary stage was divided into two. The top 8 teams of the first preliminary contest joined the second preliminary contest. There were two groups of each almost pre-ordered, 16 seeds and 8 qualified teams and 9 Swiss style games in the second preliminary contest. The top 5 teams proceeded to the final. The purpose of the second preliminary contest is to select good teams that might win or be a runner-up in the final.

The CSA used accelerated Swiss rather than ordinary Swiss from the 7th championship because of the restricted time limits of the event. The second author has written the original version of Swiss paring program since 1995 and the program was used from the 6th championship. The first author has been the director of the championship since the 4th championship. He joined the modification of the program in 2001 and the modified one was used in the 12th and 13th World Computer Shogi Championships. He changed the pairing algorithm in 2004 and the new one was used in the 14th Championship.

In this paper, the authors discuss the Swiss pairing algorithms and how to evaluate a pairing method.

0. はじめに

第14回世界コンピュータ将棋選手権は決勝シード3, 2次予選シード16で行われた. シード以外が参加する1次予選から8チームが2次予選に進出し, 2次予選シードと進出の8チームで決勝進出の5チームが決定される. 決勝は8チームの総当たり戦である. この2次予選は, 変形スイス式9回戦で行われたが, そのアルゴリズムにはいくつかの変種がある.

ここでは，予めほぼ強さの順に並んでいる2つのグループからなる集団の中から上位チームを決定する方法に関して，いくつかの仮定に基づき，様々なアルゴリズムによるスイス式の対戦シミュレーションを行って実験したので，それらについて報告する.

なお，順位の求め方は，次の通りとする. これは，第12回～第14回世界コンピュータ将棋選手権で用いられているものである. また，変動順アルゴリズムを用いる場合の（途中の）順位も，これを用いる：

次の1)から6)をこの順に適用していく

1)勝数の多いもの	引分を0. 5勝とする
2)ソルコフ方式	すべての対戦相手の勝数の合計の多い方
3)SB方式	負かした相手の勝数の合計の多い方
4)ミディアム方式	負かした相手の勝数が最高と最低の2人を除いた相手の勝数の合計の多い方
5)DH方式	1)から4)で同順位のもの同士の対戦のみについて，(勝ちの数ー負けの数)で決める。
6)対戦表の順位	上位を優先する

No.	Program Name
1	A
2	B
3	C
4	D
5	E
6	F
7	G
8	H
9	I
10	J
11	K
12	L

表１－１　初期の並びと１回戦組み合わせ

1. (後)A	対	12. (先)L	
2. (後)B	対	11. (先)K	
3. (先)C	対	10. (後)J	
4. (後)D	対	9. (先)I	
5. (後)E	対	8. (先)H	
6. (後)F	対	7. (先)G	

****

Assume that the higher-ranked players win:

****

No.	Program Name	1	Pt	SOS	SB	MD
1	A	12+	1.0	0.0	0.0	0.0
2	B	11+	1.0	0.0	0.0	0.0
3	C	10+	1.0	0.0	0.0	0.0
4	D	9+	1.0	0.0	0.0	0.0
5	E	8+	1.0	0.0	0.0	0.0
6	F	7+	1.0	0.0	0.0	0.0
7	G	6-	0.0	1.0	0.0	0.0
8	H	5-	0.0	1.0	0.0	0.0
9	I	4-	0.0	1.0	0.0	0.0
10	J	3-	0.0	1.0	0.0	0.0
11	K	2-	0.0	1.0	0.0	0.0
12	L	1-	0.0	1.0	0.0	0.0

表１－２　１回戦の仮定と２回戦組み合わせ

1.	(後)A	対	6.	(先)F
2.	(後)B	対	5.	(先)E
3.	(後)C	対	4.	(先)D
7.	(先)G	対	12.	(後)L
8.	(後)H	対	11.	(先)K
9.	(後)I	対	10.	(先)J

1. 各種アルゴリズムと，実験および評価の方法

今回報告するものを含め，いくつかの対戦アルゴリズム，実験で用いた並び順，およびそれらの評価方法について述べる.

1.1 アルゴリズムの類別

```
**************************************************
Assume that all games are draw:
**************************************************
No. Program Name  1    2    Pt   SOS  SB   MD
1   A             12+  4=   1.5  2.0  0.5  0
2   C             11+  3=   1.5  2.0  0.5  0
3   D             10+  2=   1.5  2.0  0.5  0
4   F             9+   1=   1.5  2.0  0.5  0
5   E             8+   7=   1.5  1.0  0.5  0
6   K             7+   8=   1.5  1.0  0.5  0
7   B             6-   5=   0.5  3.0  0.0  0
8   H             5-   6=   0.5  3.0  0.0  0
9   G             4-   12=  0.5  2.0  0.0  0
10  I             3-   11=  0.5  2.0  0.0  0
11  J             2-   10=  0.5  2.0  0.0  0
12  L             1-   9=   0.5  2.0  0.0  0
```

表1－3　2回戦の仮定と3回戦組み合わせ

```
1.    (先)A   対   6.    (後)K
2.    (後)C   対   5.    (先)E
3.    (後)D   対   4.    (先)F
7.    (先)B   対   12.   (後)L
8.    (先)H   対   11.   (後)J
9.    (後)G   対   10.   (先)I
```

```
******************************************************
Assume that all games are draw:
******************************************************
No. ProgramName  1    2    3    Pt   SOS  SB   MD
1   A            11+  4+   5=   2.5  3.5  2    0
2   D            7+   3=   4=   2.0  5.0  1.5  0
3   C            12+  2=   6=   2.0  4.0  0.5  0
4   F            10+  1-   2=   1.5  6.0  1.5  0
5   K            8+   9-   1=   1.5  5.5  1.5  0
6   E            9+   8-   3=   1.5  5.0  1.5  0
7   I            2-   12+  10=  1.5  4.0  0.5  0
8   B            5-   6+   11=  1.5  3.5  1.5  0
9   H            6-   5+   12=  1.5  3.5  1.5  0
10  G            4-   11+  7=   1.5  3.5  0.5  0
11  L            1-   10-  8=   0.5  5.5  0    0
12  J            3-   7-   9=   0.5  5.0  0    0
```

表1－4　3回戦の仮定と4回戦組み合わせ

```
1.    (後)A   対   3.    (先)C
2.    (先)D   対   10.   (後)G
4.    (先)F   対   9.    (後)H
5.    (後)K   対   6.    (先)E
7.    (先)I   対   8.    (後)B
11.   (後)L   対   12.   (先)J
```

アルゴリズムをいくつかの視点から分類する．(α)同勝ち点のものの中の順序付けで，(F)表の並び順を用いる場合(固定順)と，(V)その時点での順位を用いる場合(変動順)がある．(β)同勝ち点の場合の対戦方法で，(A)半分に分けた後，上半分の上位と下半分の上位をそれぞれ優先的に対戦させる方式と，(B)入れ子式，すなわち残ったものの最上位と最下位からを優先的に対戦させる方式がある．(γ)例えば同勝ち点のものが奇数である場合など，同勝ち点内だけでは対戦が組めない場合にはどれかを除いて組み合わせなければならないが，なるべく同勝ち点内での対戦が多くなるように組むことを優先することにする．このとき，下位のものと対戦させるものとして，(U)上位の上位から順に下位のものと対戦させる方式，(M)上位の中位から下位のものと対戦させる方式，(L)上位の下位から順に下位のものと対戦させる方式があり，さらに，その場合，上位の側から見て(C)対象のものをすぐ下の勝ち点の上位のものから優先的に対戦させる方式と(D)対象のものをすぐ下の勝ち点の下位のものから優先的に対戦させる方式と，(E)対象のものが上位の上半分の場合

No.	Program Name	1	2	3	4	Pt	SOS	SB	MD
1	A	11+	5+	9+	4+	4.0	6	6	3
2	D	10+	4=	5+	7+	3.5	7.5	5	2
3	B	9-	6+	11+	10+	3.0	4.5	3.5	1
4	C	12+	2=	6+	1-	2.5	10	2.5	0
5	F	7+	1-	2-	8+	2.0	11.5	4	0
6	E	8+	3-	4-	9+	2.0	8.5	3	0
7	G	5-	11+	10+	2-	2.0	7	1.5	0
8	H	6-	9+	12+	5-	2.0	5.5	1.5	0
9	K	3+	8-	1-	6-	1.0	11	3	0
10	I	2-	12+	7-	3-	1.0	9	0.5	0
11	L	1-	7-	3-	12=	0.5	9.5	0	0
12	J	4-	10-	8-	11=	0.5	6	0	0

BACKTRACK begins
BACKTRACK ends

表1－5　4回戦までの対戦結果と5回戦組み合わせ

1.	(先)A	対	2.	(後)D
3.	(後)B	対	4.	(先)C
5.	(先)F	対	6.	(後)E
7.	(後)G	対	8.	(先)H
9.	(先)K	対	12.	(後)J
10.	(先)I	対	11.	(後)L

は下位の下から，上位の下半分の場合は下位の上から優先的に対戦させる方式がある．この場合，上位の中央の場合はどちらでもよいが，例えば下位の下から対戦させることとする．

(δ)また，スイス式の運用方法として，(S)通常スイス式を用いる場合と(M―S)変形スイス式を用いる場合がある．

前回のGPWまでに上の(F)，(V)のそれぞれに対して，(A)方式および(B)方式で(M)(C)を用いて，(S)と(M－S)の実験結果を報告した．今回は，主に(U)(E)方式の実験結果について報告する．なお，第12回，第13回世界コンピュータ将棋選手権では，(F)，(A)，(M)，(C)，(M－S)，第14回では(V)，(B)，(U)，(E)，(M－S)であった．

1．2 対戦組み合わせの例

(V)，(B)，(U)，(E)，(M－S)方式による対戦組み合わせの例によりアルゴリズムを説明する．12チームで，5回戦の変形スイス式対戦を行うとし，表の「初期の並び」のように，仮の順序がついているとする．

はじめは，全チームが 0 ポイントで並んでいるので，1回戦は，1－12, 2－11, . . . と組み合わせる(表1－1)．また，1回戦ではすべて上位勝ちと仮定して，2回戦を組み合わせる．1.0ポイントのチームが6であるから，なるべくその中で，かつなるべく，上位と下位を組み合わせると，1－6, 2－5, 3－4となる．次の順位のグループも同様に組み合わせる(表1－2)．

次に，実際の1回戦の結果を入力した後，2回戦はすべて引き分けと仮定して3回戦を組み合わせる(表1－3)ここで，B対Kでのみ結果が仮定と異なっていたとすると，2回戦の対戦相手の関係でSOSに変動が起こり，順位が微妙に変化することに注意する．この場合は，1.5ポイントのチーム内で，上位と下位の組み合わせがうまく出来，3回戦は1－6, 2－5, 3－4で組み合わせる．また，同様に，2回戦が終了後，実際の2回戦の結果を入力し3回戦をすべて引き分けと仮定して4回戦を組み合わせる(表1－4)2回戦では，C対Dのみが引分で，残りは，A, I, B, H, Gが勝ったとする．すると，4回戦を組み合わせる段階では，次のようにグループ分けがなされている：

第1グループ：A(1チーム)
第2グループ：D, C(2チーム)
第3グループ：F, K, E, I, B, H, G(7チーム)

第4グループ:L, J(2チーム)

まず, 第1グループのAを第2グループ下位のCと当てる. これは, 可能である. 次に, 残った第2グループのDを第3グループの下位のGと当てる. これも可能である. 残りの第3グループは, なるべくこの中で当てていく. F対Hは可能である. K対Bは対戦済のためK対Iを対戦させようとすると可能であるが, E対Bが対戦済のため, K対Iの対戦を崩し, K対Eを対戦させようとするとこれは可能である. また, I対Bも可能であるので, そのように当てることにする. 最後に第4グループのL対Jが対戦可能なため, これですべての対戦が組まれたことになる.

3回戦, 4回戦の対戦の結果を入力後最終の5回戦の組み合わせを行う(表1－5). 5回戦を組み合わせる段階では, 次のようにグループ分けがなされている:

第1グループ:A(1チーム)
第2グループ:D(Ｉチーム)
第3グループ:B(Ｉチーム)
第4グループ:C(Ｉチーム)
第5グループ:F, E, G, H(4チーム)
第6グループ:K, I(2チーム)
第7グループ:L, J(2チーム)

第1グループから第5グループまでは, あまり問題なく組むことが出来る. 第6グループのK対Iは対戦可能であるが, すると, 第7グループのLとJは対戦済のため, 組み合わせが完了しない. この場合, 「バックトラック」状態となり, 一つ前のグループの組み合わせを一旦崩し, 二つのグループを一緒にしてやり直す. すると, K対J, I対Lの組み合わせが可能であり, すべての対戦が組まれたことになる.

No.	Program Name	1	2	3	4	5	Pt	SOS	SB	MD
1	A	12+	7+	10+	6+	3+	5	10	10	6
2	B	10-	4+	12+	9+	6+	4	9.5	8	4.5
3	D	9+	6=	7+	8+	1-	3.5	13.5	6	2
4	E	5+	2-	6-	10+	7+	3	13	6.5	2
5	H	4-	10+	11+	7-	8+	3	9.5	4.5	1.5
6	C	11+	3=	4+	1-	2-	2.5	16.5	4	0
7	F	8+	1-	3-	5+	4-	2	16.5	5	0
8	G	7-	12+	9+	3-	5-	2	11	2.5	0
9	I	3-	11+	8-	2-	12+	2	11	1.5	0
10	K	2+	5-	1-	4-	11=	1.5	16	4	0
11	J	6-	9-	5-	12=	10=	1	9.5	0	0
12	L	1-	8-	2-	11=	9-	0.5	14	0	0

表１－６　５回戦（最終戦）までの対戦結果

すべての対戦結果を入力したものを表1－6に示す. 1－4位までは問題ないように見える. 一方, 5－7位の順序には, 偶然性が入っているように見える.

1. 3 アルゴリズムの評価方法

それぞれのアルゴリズムの有効性を比較するために, まず, 総当り対戦表を作成し, 全ての対戦に対し, 勝敗(引分を含む)を決定し, 総当り対戦した場合の順位を求める. 次に, 各アルゴリズムによる対戦結果の順位を求め, 全体, 全体の半分, 上位5位のそれぞれの関係を調べることとした.

1. 4 実験

今回の実験は, (B)(U)(E)方式のアルゴリズムで, (F)と(V), (S)と(M—S)のそれぞれの組み合わせ(4通り)について行った. また, 勝敗表の作り方についても, 何通りか方法が考えられるが, 今回は, 以下の(1), (2)の場合について行った:

ex-a						top-bottom				top-bottom-skip			
	RR	sf	sv	msf	msv	sf	sv	msf	msv	sf	sv	msf	msv
a1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
a2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
a3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
a4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	6	5
a5	5	5	4	5	6	5	6	7	5	5	5	4	4
a6	6	7	12	8	8	7	5	8	7	6	6	5	7
a7	7	6	13	6	5	6	7	5	6	7	8	7	6
a8	8	8	6	7	7	8	11	6	12	8	7	11	12
a9	9	9	7	11	9	10	8	10	10	10	12	9	9
a10	10	12	11	10	11	9	9	11	11	9	10	12	10
a11	11	10	10	15	10	14	12	9	9	14	11	8	8
a12	12	13	16	12	12	13	10	12	8	13	9	10	11
a13	13	11	8	9	13	12	14	15	14	12	15	16	17
a14	14	15	9	13	14	11	16	18	18	11	14	17	16
a15	15	14	14	14	15	15	13	13	13	15	16	13	14
a16	16	16	15	16	16	18	17	14	17	16	17	15	15
b1	17	18	17	17	17	17	20	16	16	17	13	14	13
b2	18	17	19	20	18	16	15	17	15	18	18	19	18
b3	19	19	20	18	19	19	18	19	19	19	19	20	20
b4	20	20	18	19	20	20	19	20	20	20	20	18	19
b5	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
b6	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
b7	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
b8	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24

表2－1　様々な対戦方式による順位　線形順序, 完全上位勝ち, a)並び

(1)線形順序, 完全上位勝ち
(2)第12回選手権の2次予選で実際に現れた勝敗表に基づいたもの
(1)では並び順による影響も考えられるので, 次の3通りの並び順について実験した:
a)上位より　　A1,A2,...,A16,B1,B2,...,B8
b)上位より　　A1,A2,...,A8,B1,B2,...,B8,A9,A10,...,A16
c) 上位より　　A1,A2,A3,A4,B1,A5,B2,A6,B3,A7,B4,A8,
A9,B5,A10,B6,A11,B7,A12,B8,A13,A14,A15,A16

(2)では, 実際に対戦が行われたものはその対戦の結果を用い, 対戦が行なわれなかった場合は, 次の2通りの仮定の一方を用いた:
d)選手権で対戦が行われなかった場合は, 引分と仮定する
e)選手権で対戦が行われなかった場合,
勝ち点に差があれば, 勝ち点の大きいほうの勝ちと仮定し,
勝ち点が同じ場合は引分と仮定する.

1．4　実験結果

様々な対戦方式による順位の変化の一部を表2－1, 表2－2に, 総当りに対する相関係数表を表3－1, 表3－2に示す. 係数の値そのものにはあまり意味がないと思われるが, 相対的な評価には使えると思われる.

表3－1が(1)のa), b), c), 表3－2が(2)のd), e)のデータに基づくものの結果である. それぞれの上から最初の4行がA方式, その他はB方式である. また, B方式の内, 上の4行は

(M)(C)方式，下の4行は(U)(E)方式である．各4行のそれぞれ上2行が(S)スイス式，下2行が(M－S)変形スイス式，またその各2行の上が(F)固定並び順，下が(V)変動並び順によるものである．

12-e							top-bottom				top-bottom-skip			
		RR	sf	sv	msf	msv	sf	sv	msf	msv	sf	sv	msf	msv
a3	kakinoki	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
a1	gekisashi	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
a6	shotest	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
a9	eisei	4	5	6	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4
a2	YSS	5	4	4	4	4	4	4	5	7	7	5	5	7
a10	KFEnd	6	12	13	6	7	7	7	9	4	4	9	7	6
b8	isobe	7	6	5	7	10	6	8	10	12	8	10	8	10
a4	hyper	8	7	9	9	8	10	6	7	8	9	8	6	5
a8	ryu-no	9	8	8	8	6	8	9	6	9	6	7	9	8
b3	shoo	10	10	7	10	9	12	12	13	6	12	6	13	11
b1	daizin	11	13	10	12	13	9	13	11	10	10	12	10	9
a14	usapyon	12	9	14	11	12	11	10	8	11	13	11	12	12
a5	tancho	13	14	11	13	16	13	19	12	13	11	13	11	13
b6	nara	14	17	16	14	11	14	11	14	14	18	14	20	14
b4	aoi	15	11	12	15	14	15	14	16	15	16	15	16	15
a7	yano	16	15	15	16	19	16	16	15	16	15	20	14	16
a15	sekita	17	19	19	18	15	20	15	17	18	14	18	17	17
a11	spear	18	18	17	17	18	19	20	18	17	17	16	15	19
b5	sakura	19	20	18	20	20	18	17	20	20	20	17	19	20
b2	oojiro	20	16	20	19	17	17	18	19	19	19	19	18	18
b7	toshizo	21	24	24	23	22	24	24	24	24	22	24	24	24
a12	takada	22	22	22	22	24	21	21	21	21	21	23	23	21
a13	suzu-no	23	21	21	21	21	22	22	23	22	23	22	22	22
a16	nazoteki	24	23	23	24	23	23	23	22	23	24	21	21	23

表2－2 様々な対戦方式による順位 第12回, e)の仮定

	example-a			example-b			example-c			
	1-24	1-12	1-5	1-24	1-12	1-5	1-24	1-12	1-5	
swiss-f	0.93	0.81	0.90	0.98	0.95	1.00	0.97	0.85	0.99	swiss-f
swiss-v	0.98	0.91	1.00	0.95	0.87	0.82	0.97	0.92	0.90	swiss-v
m-swiss-f	0.99	0.98	0.99	0.96	0.85	0.85	0.98	0.94	0.82	m-swiss-f
m-swiss-v	0.98	0.93	1.00	0.98	0.99	1.00	0.96	0.86	1.00	m-swiss-v
tb-sf	0.97	0.88	0.99	0.98	0.95	1.00	0.92	0.83	0.99	tb-sf
tb-sv	0.98	0.96	0.96	0.97	0.92	1.00	0.95	0.88	0.90	tb-sv
tb-msf	0.97	0.86	1.00	0.93	0.88	0.91	0.95	0.88	0.99	tb-msf
tb-msv	0.98	0.92	1.00	0.98	0.96	1.00	0.94	0.77	0.99	tb-msv
tb-skip-sf	0.96	0.89	1.00	0.96	0.94	0.99	0.96	0.91	0.90	tb-skip-sf
tb-skip-sv	0.96	0.90	0.82	0.96	0.93	1.00	0.95	0.82	0.90	tb-skip-sv
tb-skip-msf	0.89	0.98	0.90	0.93	0.96	0.91	0.94	1.00	1.00	tb-skip-msf
tb-skip-msv	0.96	0.96	0.98	0.96	0.92	0.98	0.96	0.90	0.98	tb-skip-msv

表3－1 様々な対戦方式の総当りに対する相関係数表(1)線形順序，完全上位勝ち

	12-d			12-e			
	1-24	1-12	1-5	1-24	1-12	1-5	
swiss-f	0.92	0.67	0.91	0.95	0.83	0.90	swiss-f
swiss-v	0.94	0.58	0.66	0.95	0.78	0.74	swiss-v
m-swiss-f	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.90	m-swiss-f
m-swiss-v	0.82	0.75	0.86	0.97	0.92	0.90	m-swiss-v
tb-sf	0.75	0.40	0.26	0.98	0.94	0.90	tb-sf
tb-sv	0.50	0.24	-0.18	0.96	0.94	0.90	tb-sv
tb-msf	0.46	0.63	0.00	0.97	0.82	1.00	tb-msf
tb-msv	0.68	0.52	-0.22	0.97	0.82	0.98	tb-msv
tb-skip-sf	0.56	0.36	-0.47	0.97	0.92	0.98	tb-skip-sf
tb-skip-sv	0.52	0.47	0.34	0.96	0.86	1.00	tb-skip-sv
tb-skip-msf	0.44	-0.66	-0.55	0.94	1.00	1.00	tb-skip-msf
tb-skip-msv	0.68	0.46	-0.24	0.98	0.90	0.96	tb-skip-msv

表3－2 様々な対戦方式の総当りに対する相関係数表(2)第12回選手権

また，データごとに3列で表わされているが，それぞれ左から全体の，1－12位の，1－5位のものの相関係数である．

この表から，次のことがわかる：

(1)d)並びについて，特に(B)方式では，近似が劣るようである．これは，実際に対戦がなかった組み合わせは「引分」と扱ったために起こったと考えられる．d)並びを除くと，どの対戦方式でも，大きな差はないようであるが，1－5位を決める場合はd)を除き(B)方式のほうがよさそうである．

(2)同じ対戦回数だけ行なう場合，特に線形順序，完全上位勝ちのときは，スイス式のほうが変形スイス式よりよく近似されているようであるが，その差は小さいようである．

(3)(2)と同様な場合，固定順序と変動順序で大きな差はないようである．

2. おわりに

スイス式の各種アルゴリズムによる結果の順位について考察した．9回戦行うことにすれば，各種スイス式でも総当り式と大差なく決定される．

最後になるが，対戦方式について有益な示唆をいただいた R.Grimbergen 氏をはじめ，コンピュータ将棋選手権参加者の皆様，CSA会員の皆様に感謝する．

参考文献

[1]瀧澤，柿木：「世界コンピュータ将棋選手権における対戦組み合わせシステムの有効性」(1)(2)，ゲームプログラミング・ワークショップ論文集 Vol.7,Vol.8,情報処理学会，2002, 2003.

[2]コンピュータ将棋協会：「第12回世界コンピュータ将棋選手権プログラム」，「第13回世界コンピュータ将棋選手権プログラム」，「第14回世界コンピュータ将棋選手権プログラム」，コンピュータ将棋協会，2002.5, 2003.5, 2004.5.

[3]瀧澤武信："Contemporary Computer Shogi (May, 2002)"，「コンピュータ将棋の現状 2003年 春」，「コンピュータ将棋の現状 2004年 春」，情報処理学会ゲーム情報学研究会報告 8-3, 10-9, 12-3, 2002.7, 2003.8, 2004.6.