

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2006年6月15日 (15.06.2006)

PCT

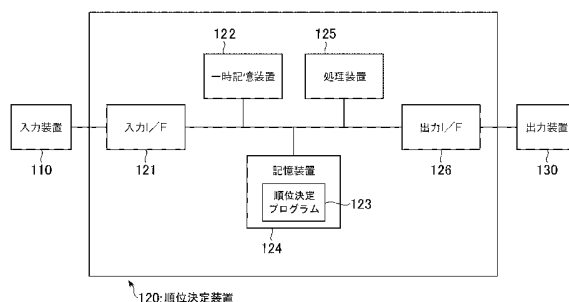
(10) 国際公開番号
WO 2006/062154 A1

- (51) 国際特許分類:
A63B 71/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/022543
- (22) 国際出願日: 2005年12月8日 (08.12.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2004-358672
2004年12月10日 (10.12.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立
行政法人科学技術振興機構 (JAPAN SCIENCE AND
- TECHNOLOGY AGENCY) [JP/JP]; 〒3320012 埼玉県
川口市本町四丁目1番8号 Saitama (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 飯田弘之 (IIDA,
Hiroyuki) [JP/JP]; 〒4300906 静岡県浜松市住吉5-
22-44-506 Shizuoka (JP). 河合孝尚 (KAWAI,
Takanao) [JP/JP]; 〒4418023 愛知県豊橋市八通町
148-1 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 加古進 (KAKO, Susumu); 〒1700013 東京都
豊島区東池袋三丁目1番4号 メゾンサンシャイン
902 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

/ 続葉有 /

(54) Title: RANKING DETERMINING SYSTEM

(54) 発明の名称: 順位決定システム



- 120: 順位決定装置
- 110 INPUT UNIT
121 INPUT I/F
122 TEMPORARY STORAGE UNIT
125 PROCESSING UNIT
124 STORAGE UNIT
123 RANKING DETERMINING PROGRAM
126 OUTPUT I/F
130 OUTPUT UNIT

(57) Abstract: [PROBLEMS] To provide a ranking determining system in which the abilities of the entrants can be adequately evaluated in a competition of match-up type in which two entrants plays in each game. [MEANS FOR SOLVING PROBLEMS] In a ranking determining system, the following ranking determination is performed by a ranking determining program (123). From the data on the game results (the opponents of the entrants and the wins and losses), the total (SB value) of the winning points of all the opponents defeated in the games of each entrant and the total (Sorokov value) of the winning points of all the opponents are determined, and rankings of the entrants in order of quotient of division of the SB value by Sorokov value are determined. In such a way, ranking is determined in consideration of which opponents each entrant plays, and consequently, ranking determination more appropriately reflecting the true ability of each entrant can be made.

(57) 要約: [課題] 複数の参加者を2者ずつ互いに対戦させる対戦型の競技会等の場合において、競技者の実力を正當に評価できる順位決定システムの提供。[解決手段] 本発明の順位決定システムでは、順位決定プログラム123により次のように順位決定処理を行なう。すなわち、対戦結果(各参加者の対戦相手および勝敗)のデータから、各参加者について対戦して負かした相手全員の勝ち点の合計(SB値)および対戦相手全員の勝ち点の合計(ソルコフ値)を求め、SB値をソルコフ値で除した値が高い順に参加者の順位付けを行なう。このように、ど

/ 続葉有 /



ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

順位決定システム

技術分野

[0001] 本発明は、競技会等における順位決定システムに関するものである。

背景技術

[0002] オリンピックのような肉体的競技会からチェスのような知的競技会まで、様々な種類かつ規模の競技会が世界各地で多数開催されている。競技参加者の順位付け(例えば、メダル受賞者の選抜およびその基準など)に関する問題は、競技者の実力を正当かつ公平に評価するという観点から実に重要な課題である。

従来はこのような課題に対して、(1)ペアリング(対戦組み合わせ方式)および(2)その結果(勝敗のスコア)に基づく順位付けを実施することで対処してきた。

(1)のペアリングでは、総当りリーグ方式、ノックアウト方式(日本ではトーナメントと呼ばれる)、スイス方式がよく知られる方式である。

総当りリーグ方式では、全競技者が他の全競技者と対戦する。現在、参加競技者全員に順位をつけなければならない競技会で、最も公平な競技方式は総当りリーグ戦方式だと考えられている。しかし、競技者数が多いと膨大な時間を要するので、数多くの競技者の順序付けをある期間内に決定しなければならない場合など、現実的には実行不可能であることも多い。そこで、実際にはノックアウト方式やスイス方式等の限定ラウンド方式がよく用いられる。また、これらの限定ラウンド方式の公平性を評価する際、総当りリーグ戦の結果にどれほど近いかで、公平性を比較・評価することができる。

[0003] スイス方式は、囲碁、将棋、連珠、チェスの大会などで利用されている変則リーグ戦方式である。ノックアウト方式では、ブロックによる勝敗が大きな要素を占めてしまう。敗者復活方式やシード方式を導入することもあるが、それでも実力が正確には反映され難い。スイス方式はその欠陥を補うために考え出された方式であり、従来、限定ラウンドの試合回数を実施せざるを得ない場合、スイス方式が伝統的に信頼される方式として用いられてきた。

この方式では、競技会進行プロセスにおいて、同じもしくは近いスコアの競技者同士を対戦させる。ただし、同一競技者との対戦は一度限りとする。たくさんの参加競技者がいるとき、少ない試合ラウンド数で、かつ、各競技者とも同じラウンド数の試合を行なう。主な特徴を以下に列挙する。

- (a) その時点で同じか、できるだけ近いスコアの競技者と対戦する。
- (b) スコアに関わらず全競技者が同じラウンド数の試合に参加する。
- (c) 競技会途中での棄権は認めない。
- (d) 順位逆転の余地がある。
- (e) 対戦の組み合わせが非常に煩雑である。

また、近年、発明者らはスイス方式を改善する方式(ランダムスイス混合組み合わせ方式)を考案した(特許文献1)。この方式では、複数の参加チームを2チームずつ互いに対戦させる対戦型の競技会等の場合において、対戦の組み合わせによっては弱いチームが強いチームよりも上の順位になってしまうという従来の問題を解決し、公平性および順位の妥当性を確保しているものである。

[0004] 一方、(2)の順位付けでは、従来よく使われる方法は、勝ち点の多い競技者から順に順位付けすることである。ここで、同率順位をなくすために、FIDE(世界チェス連盟)が採用している順位決定法が従来よく知られている。この方法では、競技会の対戦組み合わせ方式としてスイス方式が用いられている場合、同率順位をなくすタイブレークのための指標として、勝敗スコアから以下の4つの指標を用いる。

- (a) 勝ち点
- (b) ソルコフ方式による値(対戦相手全員の勝ち点の合計)
- (c) SB方式による値(対戦して負かした相手全員の勝ち点の合計)
- (d) ミディアム方式による値(負かした相手の勝ち点が最高と最低の2人を除いた相手の勝ち点の合計)

そして、(a)の勝ち点と同じ(同順位の)競技者が複数いる場合、(b)ソルコフ値の高い競技者、(c)SB値の高い競技者、(d)ミディアム方式による値が高い競技者、という優先順序で順位付けを行なう。

特許文献1:特願2003-091750号

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上述のFIDEが採用する順位付け方式(以降「FIDE方式」と呼ぶ)は、必ずしも、競技者の実力を正當に評価しないという問題点が発生する。これは、限定ラウンドの競技会、つまり、都合により総当りリーグ戦ができない場合に、対戦の偏り等により生じる問題である。従来のFIDE方式では、まず勝ち点の多い競技者から順に順位付けを行ない、対戦の偏り等については考慮していない。そのため、例えば、弱い競技者たちから勝ち星を多く集めたそれほど強くない競技者が、強い競技者ばかりと対戦して勝ち星に恵まれなかった競技者より上位になってしまう現象がある。

このような問題は、(1)のペアリングの改善によってある程度緩和される(例えば、特許文献1のランダムスイス方式の結果は総当り方式の結果に近くなる)が、(2)の順位付けのプロセスも同様に重要であるといえる。

本発明の課題は、(2)の順位付けのプロセスにおいて、上記の問題点を解決することである。

課題を解決するための手段

[0006] 上記の課題を解決するために、本発明は、複数の参加者を限定ラウンド方式で2者ずつ互いに対戦させる競技会等において前記参加者の順位付けを行なう順位決定システムであって、各参加者の対戦相手および勝敗を記憶している対戦結果記憶手段と、該対戦結果記憶手段に、前記限定ラウンド方式の対戦結果を入力する入力手段と、前記対戦結果記憶手段から各参加者の対戦結果を読み出して、対戦して負かした相手全員の勝ち点の合計を対戦相手全員の勝ち点の合計で除して指標を求める指標作成手段と、該指標を値の高い順に並べて前記参加者の順位付けを行なう順位決定手段と、前記順位決定手段からの順位を出力する順位出力手段とを備えることを特徴とする順位決定システムである。

また、この順位決定システムにおいて、前記指標作成手段は、さらに各参加者の指標を勝ち点に対するべき乗とした値を求め、この値を指標とすることを特徴とすることもできる。

上記に記載の順位決定システムの機能をコンピュータ・システムに実現させるためのプログラムも、本発明である。

発明の効果

- [0007] 本発明は、ソルコフ値とSB値に基づく新しい指標を用いて、スイス方式などの限定ラウンド方式の対戦結果から、信頼性の高い(すなわち、より総当り方式の結果に近い)順位付けを行なうことができる。本発明の方法によれば、限定ラウンド方式による対戦の偏りを考慮することで、従来のFIDE方式の問題点を解決している。

発明を実施するための最良の形態

- [0008] 以降、本発明の順位決定システムの実施形態を詳細に説明する。

なお、上述したように、本実施形態においては、(2)の順位付けのプロセスに焦点を当て、あるペアリングを用いて対戦組み合わせを実施し、各競技者のスコア(例えば、x勝y敗z引き分け)が得られた後の順位付け、すなわち、それぞれのスコアからどのように競技者の順位を決定するのが公平であるかを論じる。従って、(1)のペアリング方式は特に限定しない。

まず、本実施形態の順位決定システムで用いる、ソルコフ値とSB値に基づく新しい指標を用いた順位付け方法について説明する。次に、本実施形態の順位決定システムのシステム構成の一例を説明し、最後に、本実施形態の順位決定システムを用いてシミュレーションを行ない、本実施形態を用いた順位付けの効果を示す。

- [0009] <1. 本実施形態で提案する新しい順位付け方法>

あるペアリングを用いて対戦組み合わせを実施した場合において、従来のように、勝ち点(対戦して勝った数)が多い競技者ほど高い順位とする場合、対戦相手の強さは考慮されていない。したがって、勝ち点による順位は「競技者の見かけ上の強さ」を表していると考えることができる。

これに対し、ソルコフ値およびSB値は次のような特徴を有する。

ソルコフ値とは、上述したように対戦相手全員の勝ち点の合計である。すなわちソルコフ値は「対戦相手の見かけ上の強さ」を表していると考えことができ、強い(勝ち点の多い)対戦相手と組み合った競技者のソルコフ値は高く、弱い(勝ち点の少ない)対戦相手と組み合った競技者のソルコフ値は低くなる。

また、SB値とは、上述したように対戦して負かした相手全員の勝ち点の合計である。したがって、自分より強い対戦相手に勝った競技者のSB値は高くなり、自分より弱い対戦相手に負けた競技者のSB値は低くなる。すなわちSB値は、「競技者のスコアの偶然性」、もっと広義には「競技会での番狂わせ」を表すものと考えられる。

[0010] 上述したように、従来のFIDE方式では、勝ち点が同じ(同順位の)競技者が複数いる場合に、ソルコフ値の高い競技者、SB値の高い競技者、という優先順序で順位付けを行なう。これに対し、本実施形態では、次の指標Xを用いた順位付け方法を提案する。

(式1)

$$X = SB / SOL \quad \cdots (1)$$

なお、SOLはソルコフ値(対戦相手全員の勝ち点の合計)、SBはSB値(対戦して負かした相手全員の勝ち点の合計)である。

そして、指標Xが高い順に上位から順位付けする。なお、競技者のXが最も高くなるのは、その競技者が対戦に全勝した場合であり、その値は1となる。

この式(1)による指標は、ある競技者が、どのような相手と試合をして、どのように勝ち点を獲得したかを示している。従って、この方法により順位付けを行なえば、対戦の偏りに影響されることなく、より競技者の真の実力を測ることができるといえる。

[0011] また、次式(2)に示すように、勝ち点(win)に上式(1)の値をべき指数として掛けた指標を用いても、同様の効果が得られる。

(式2)

$$X = \text{win}^{\wedge} (SB / SOL) \quad \cdots (2)$$

式(2)においても、指標Xが高い順に、上位から順位付けする。

なお、これらの式(1)および式(2)の新しい指標の具体的な効果については、後述のシミュレーションの結果にて示す。

[0012] <2. 本実施形態のシステム構成>

次に、上述の新しい指標(1)、(2)を用いて対戦結果から順位付けを行なう順位決定システムの構成を、一例をあげて説明する。

図1は、本実施形態の順位決定システムの構成例を示した図である。なお、ここで

は一例として、通常のパソコン等を用いて順位決定システムを実現している場合を想定して説明するが、他の装置を用いてもよい。

図1において、入力装置110は、対戦結果のデータを入力する装置である。対戦結果のデータとは、各競技者がどの競技者と対戦したか、およびその結果(勝敗)のデータである。入力装置110は、例えば、パソコンのキーボードやマークシートの読み取り機など、システムの用途により必要な入力装置を用意するとよい。順位決定装置120は、入力装置110から入力されたデータにより順位決定処理を行なう装置であり、例えば、パソコンの本体などである。順位決定装置120は、入力I/F121、入出力するデータや処理中に生成されたデータを一時的に格納する一時記憶装置122、順位付けを行なうための順位決定プログラム123を格納した記憶装置124、順位決定プログラム123の処理を行なう処理装置125(例えばCPU)、出力I/F126の各装置から構成される。また、出力装置130は例えばディスプレイやプリンタなど、順位決定装置120の処理結果を出力する装置である。

[0013] 順位決定装置120は、図2のフローチャートに示す手順で、順位決定処理を行なう。なお、この処理手順は一例である。また、上記の本実施形態の指標のうち(1)、(2)のどちらを用いるかは、システムであらかじめ決めてもよいし、システムの利用者が自由に選択できるようにしてもよい。

まず、入力装置110からの対戦結果データ(対戦相手および結果)が順位決定装置120の入力I/F121を介して順位決定装置120に入力され(S210)、一時記憶装置122に格納される。

次に、処理装置125は一時記憶装置122に格納された入力データを順位決定プログラム123に従って処理し、競技者の順位付けを行なう。なお、各処理中に生成されたデータおよび最終的な処理結果のデータは、一時記憶装置122に格納される。

まず、S210で入力された対戦結果データから各競技者のソルコフ値およびSB値を求める(S220)。順位付けに上記の指標(2)を用いる場合には、勝ち点も求めておく。次に、S220で求めたソルコフ値、SB値(および勝ち点)から、各競技者の指標、すなわち、 SB/SOL (または $\text{win}^{\wedge}(SB/SOL)$)を求める(S230)。次に、S230で求めた指標の高い順に順位付けして、出力I/F126を介して出力装置130に出力

する(S240)。なお、値の高い順に並べ替えを行なうこと自体は従来技術である。出力方法は、例えば従来技術を用いて帳票(順位表など)やグラフなどを生成してディスプレイやプリンタに出力することなどが考えられる。

[0014] <3. シミュレーション>

最後に、本実施形態の順位決定システムを用いて2つのシミュレーションを行ない、本実施形態の評価を行った。

第1のシミュレーションは、まず、参加チーム数を20として、総当り方式とスイス方式の2つの対戦組み合わせ方式を用いて行なう。スイス方式については、試合ラウンド数を9回戦とした。なお、ここでは限定ラウンド方式の一例としてスイス方式を用いたが、他の方式を用いてもよい。また、シミュレーションの前提として、各チーム(Team00~Team19)に強さ(レーティング)を与える。ここでは、Team00~Team19の順に、正規分布により図3に示すようなレーティングを与えている。

そして、総当り方式とスイス方式の2つの対戦結果を入力データとして、

(a) 勝ち点による順位付け

(b) 従来のFIDE方式による順位付け

(c) 本実施形態で提案するSB/SOLによる順位付け

(d) 本実施形態で提案するwin[^](SB/SOL)による順位付け

の4つの方法で順位付けを行なった。

[0015] まず、上述の図3に示す、各チームに与えたレーティングを用いて総当たり方式による対戦およびスイス方式(試合ラウンド数:9)による対戦を行なう。勝ち負けの判定には、従来の方法であるELO-RATINGという公式

$$W = 1 - 1 / (3^{(r/200)} + 1)$$

(r:Rating Difference)

を用いたが、他の方法により勝敗を判定してもよい。

総当り方式およびスイス方式による対戦結果を図4~図6に示す。このシミュレーションでは、勝ち点は、勝ちを2ポイント、負けを0ポイントとして計算した。なお、上述の公式ELO-RATINGには引き分けという概念が考慮されていないため、ここでは引き分けはないものとして説明する。なお、引き分けがある場合については後で説明す

る。

図4は、総当り方式による対戦結果表であり、Team00～Team19の各チームの対戦結果(1行目の00～19は、対戦相手のチーム名である)を、勝ちを「○」、負けを「×」で示している。

図5は、スイス方式(試合ラウンド数:9)による対戦表である。1行目の00～19は、対戦相手のチーム名であり、数字は対戦した順番を示している。また、「－」は対戦していないことを示している。また、図6は図5に示した対戦の結果表であり、スイス方式によるTeam00～Team19の各チームの対戦結果を、勝ちを「○」、負けを「×」(「－」は対戦なし)で示している。

- [0016] 次に、図4～図6に示した対戦結果から、総当り方式およびスイス方式における各チームのソルコフ値(対戦相手全員の勝ち点の合計)、SB値(対戦して負かした相手全員の勝ち点の合計)をそれぞれ求める。図7(a)、(b)は、それぞれ(a)は総当り方式、(b)はスイス方式による対戦における、Team00～Team19の各チームの勝ち点、ソルコフ値、SB値の一覧である。

また、図7に示す勝ち点、ソルコフ値、SB値より、各チームの SB/SOL および $win^{\wedge}(SB/SOL)$ を求める。図8は、各チームの SB/SOL を示した表である。また、図9は各チームの $win^{\wedge}(SB/SOL)$ を示した表である。

- [0017] 次に、図7～図9に示した各チーム(Team00～Team19)の勝ち点、ソルコフ値、SB値、 SB/SOL 、 $win^{\wedge}(SB/SOL)$ を用いて、上述した(a)勝ち点による順位付け、(b)従来のFIDE方式による順位付け、(c) SB/SOL による順位付け、(d) $win^{\wedge}(SB/SOL)$ による順位付けの各方法により順位付けを行なう。

図10は、各チームの総当り方式およびスイス方式での(a)勝ち点による順位を示したグラフである。同様に、図11は各チームの総当り方式およびスイス方式での(c) SB/SOL による順位を、図12は(d) $win^{\wedge}(SB/SOL)$ による順位を示したグラフである。

図10～図12のグラフから、本実施形態の新指標(c) SB/SOL および(d) $win^{\wedge}(SB/SOL)$ による順位決定方法を用いることにより、スイス方式の順位が総当り方式の順位に近い結果を出していることがわかる。ここで、従来の(a)勝ち点、および(b)FI

DE方式による順位決定方法では、限定ラウンド方式による対戦の偏りが考慮されないが、本実施形態の新指標である(c)や(d)を用いれば、スイス方式のような限定ラウンド方式による対戦の場合にどのような相手と戦ったかを考慮することにより、総当り方式に近い(信頼性の高い)結果を得られることがわかる。

[0018] 一方、図13は、上記(a)により順位付けした総当り方式の順位と、上記(b)～(d)によるスイス方式の順位を示したグラフである。なお、このシミュレーションにおいては、上述したように、チーム名(Team00～Team19)の順に、正規分布により図3に示すレーティングを与えている。

図13のグラフから、総当り方式の結果が最もレーティングに近いといえるが、スイス方式の結果を順位付けする場合には、(a)の順位決定方法を用いるよりも、本実施形態の新指標である(c)や(d)を用いるほうが、よりレーティング(本来の強さ)を反映した結果を得られることがわかる。

[0019] 上記の第1のシミュレーションにおいては、引き分けが存在しないものとしてシミュレーションを行なった。しかしながら、実際には、チェスなど引き分けの多い競技は多数存在する。そこで、引き分けを考慮した第2のシミュレーションも行なって、同様に本実施形態の効果を示す。

第2のシミュレーションでは、参加チーム数を24として、第1のシミュレーションと同様、総当り方式とスイス方式の2つの対戦組み合わせ方式を用い、スイス方式の試合ラウンド数を9回戦とした。なお、ここでは限定ラウンド方式の一例としてスイス方式を用いたが、他の方式を用いてもよい。また、シミュレーションの前提として、各チーム(Team00～Team23)に、Team00～Team23の順に、正規分布により図14に示すようなレーティングを与える。

そして、総当り方式とスイス方式の2つの対戦結果を入力データとして、

(b) 従来のFIDE方式による順位付け

(c) 本実施形態で提案するSB/SOLによる順位付け

(d) 本実施形態で提案する $\hat{\text{win}}$ (SB/SOL)による順位付け

の3つの方法で順位付けを行なった。

なお、(b)～(d)の記号は、上述の第1のシミュレーションに対応させたものである。

[0020] まず、上述の図14に示す、各チームに与えたレーティングを用いて総当たり方式による対戦を行ない、勝敗引き分けの結果を出す。勝敗の決定には、上述の第1のシミュレーションと同じくELO-RATINGを用いる。ここで、ELO-RATINGだけでは引き分けを求められないので、以下の手順で勝敗引き分けを決定する。

(1) 先手の勝率を計算

(2) 乱数を発生

(3) 引き分け率を計算して乱数と比較

ここで、引き分け率を求めるには従来技術である

[数1]

$$P_{\frac{1}{2}} = \sqrt{P_{ij}(1 - P_{ij})}$$

の式を用いる。ここで、 P_{ij} は、プレイヤーiがプレイヤーjに勝つ確率である。なお、この引き分け率の算出方法については、例えばSandra de Blecourt著「The Legacy of Arpad Elo」に詳しい。

(4) 上記(3)の結果が引き分けの場合はその対戦結果を引き分けとし、引き分けではない場合は、再び乱数を発生させ、ELO-RATINGを用いて勝敗の決定を行なう。

[0021] 次に、1チームあたり9回戦のスイス方式で対戦を行なう。その際の勝敗引き分けについては、上記の総当たり戦で求めた勝敗引き分けの結果をそのまま用いるものとする。

総当たり方式およびスイス方式による対戦結果を図15(a), (b)に示す。(a)は総当たり方式の対戦結果(各チームの勝ち、負け、引き分けの数)の一覧表である。また、(b)はスイス方式の対戦結果(各チームの勝ち、負け、引き分けの数)の一覧表である。

次に、上記の対戦結果から、総当たり方式およびスイス方式における各チームのソルコフ値(対戦相手全員の勝ち点の合計)、SB値(対戦して負かした相手全員の勝ち点の合計)をそれぞれ求める。なお、このシミュレーションでは、勝ち点は、勝ちを1ポイント、負けを0ポイント、引き分けを0.5ポイントとして計算した。

次に、勝ち点、ソルコフ値、SB値より、各チームの(b)従来のFIDE方式、(c)本実施形態で提案するSB/SOL、(d)本実施形態で提案するwin[^](SB/SOL)

の値をそれぞれ求める。図16は、各チームのSB/SOLを示した表である。また、図17は各チームの $\text{win}^{\wedge}(\text{SB/SOL})$ を示した表である。

最後に、各チーム(Team00~Team23)の勝ち点、ソルコフ値、SB値、SB/SOL、 $\text{win}^{\wedge}(\text{SB/SOL})$ を用いて、上述の(b)従来のFIDE方式による順位付け、(c)SB/SOLによる順位付け、(d) $\text{win}^{\wedge}(\text{SB/SOL})$ による順位付けの各方法により順位付けを行ない、結果を比較する。

[0022] 図18, 図19は、それぞれ各チームの総当り方式およびスイス方式での(c)SB/SOL, (d) $\text{win}^{\wedge}(\text{SB/SOL})$ の値をグラフに示したものである。これらのグラフから、引き分けがある場合でも、上述の第1のシミュレーションの引き分けを考えない場合と同様に、スイス方式の対戦結果から求めたSB/SOL, および $\text{win}^{\wedge}(\text{SB/SOL})$ は、それぞれ総当り方式の対戦結果から求めた値に近くなることがわかる。

図20は、(b)FIDE方式により順位付けした総当り方式の順位と、上記(b)~(d)によるスイス方式の順位を示したグラフである。なお、このシミュレーションにおいては、上述したように、チーム名(Team00~Team23)の順に、正規分布により図14に示すレーティングを与えている。

従来のFIDE方式では、まず勝ち点の多い順に順位付けを行ない、もし同じ勝ち点の者がいたら勝ち点、ソルコフ値、SB値の高い順に順位付けを行なう。この方法では、上述したように対戦の偏り等を考慮しないことによる問題(例えば、弱い競技者たちから勝ち星を多く集めたそれほど強くない競技者が、強い競技者ばかりと対戦して勝ち星に恵まれなかった競技者より上位になってしまう)が発生しうる。

一方、本実施形態で提案する新指標である(c)SB/SOLおよび(d) $\text{win}^{\wedge}(\text{SB/SOL})$ による順位付けでは、どのような相手と戦ったかにより順位付けを行なうため、より信頼性の高い順位付けを行なうことができる。

図20のグラフからは、引き分けを考慮した場合であっても同様に、本実施形態の新指標(c)SB/SOLおよび(d) $\text{win}^{\wedge}(\text{SB/SOL})$ による順位決定方法によれば、スイス方式の順位が総当り方式の順位に近い結果となることがわかる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本実施形態の順位決定システムのシステム構成の一例を示した図である。

[図2]順位決定処理の手順の一例を示すフローチャートである。

[図3]第1のシミュレーションの前提として各チームに与えたレーティングの一覧表である。

[図4]第1のシミュレーションで行なった総当たり方式の対戦結果表である。

[図5]第1のシミュレーションで行なったスイス方式の対戦表である。

[図6]第1のシミュレーションで行なったスイス方式の対戦結果表である。

[図7]第1のシミュレーションによる(a)総当たり方式、および(b)スイス方式による対戦における各チームの勝ち点、ソルコフ値、SB値の一覧表である。

[図8]第1のシミュレーションによる総当たり方式およびスイス方式の対戦結果から求めた各チームのSB/SOLの一覧表である。

[図9]第1のシミュレーションによる総当たり方式およびスイス方式の対戦結果から求めた各チームの $\text{win}^{\wedge}(\text{SB}/\text{SOL})$ の一覧表である。

[図10]第1のシミュレーションによる総当たり方式とスイス方式の対戦結果を、勝ち点による順位で示したグラフである。

[図11]第1のシミュレーションによる総当たり方式とスイス方式の対戦結果を、本発明の指標であるSB/SOLによる順位で示したグラフである。

[図12]第1のシミュレーションによる総当たり方式とスイス方式の対戦結果を、本発明の指標である $\text{win}^{\wedge}(\text{SB}/\text{SOL})$ による順位で示したグラフである。

[図13]第1のシミュレーションによる総当たり方式の勝ち点による順位と、スイス方式の各指標による順位とを示したグラフである。

[図14]第2のシミュレーションの前提として各チームに与えたレーティングの一覧表である。

[図15]第2のシミュレーションによる(a)総当たり方式、および(b)スイス方式による対戦における対戦結果(各チームの勝ち、負け、引き分けの数)の一覧表である。

[図16]第2のシミュレーションによる総当たり方式およびスイス方式の対戦結果から求めた各チームのSB/SOLの一覧表である。

[図17]第2のシミュレーションによる総当たり方式およびスイス方式の対戦結果から求めた各チームの $\text{win}^{\wedge}(\text{SB}/\text{SOL})$ の一覧表である。

[図18]第2のシミュレーションによる各チームの総当り方式およびスイス方式でのSB／SOLの値を示したグラフである。

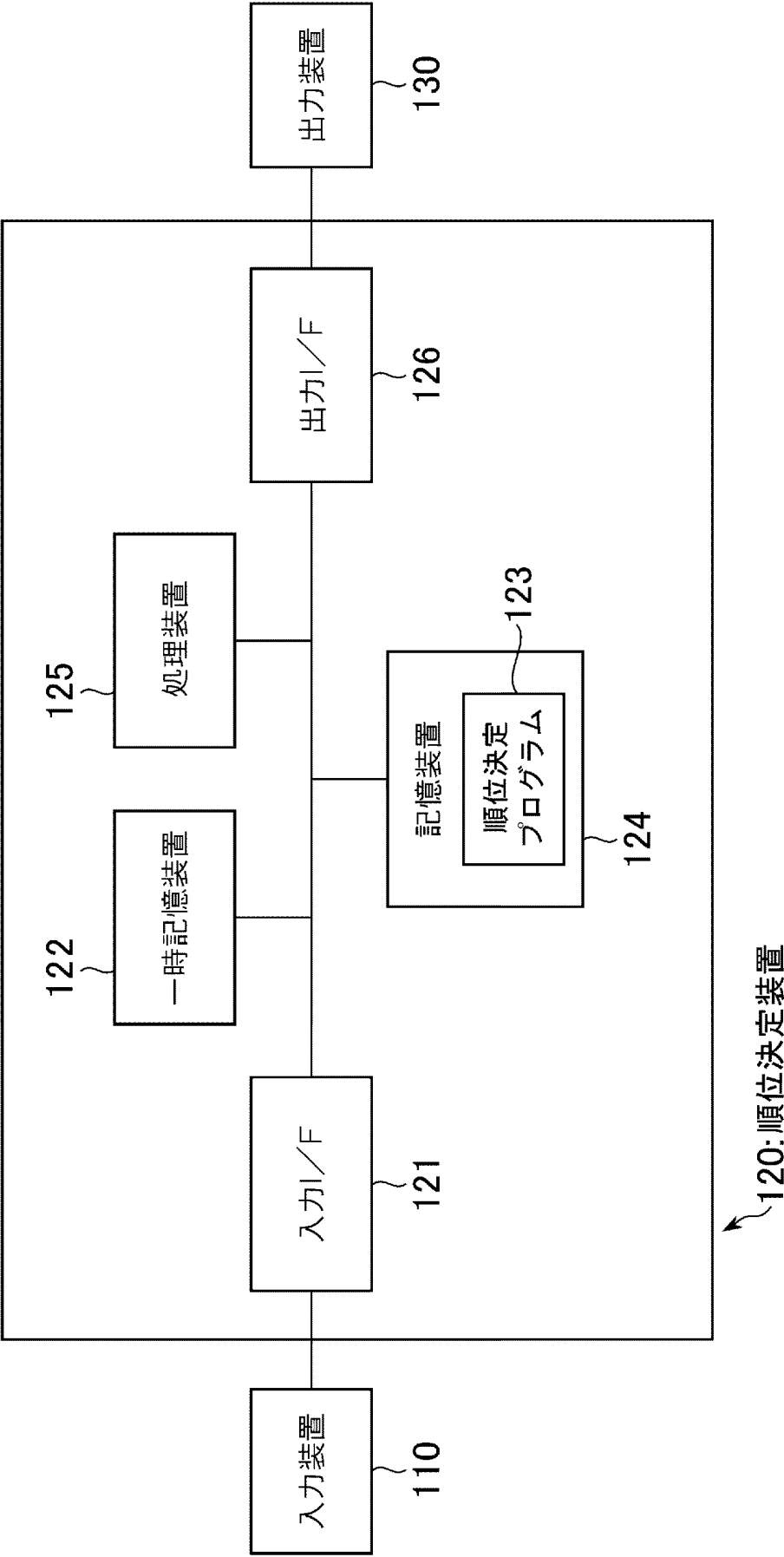
[図19]第2のシミュレーションによる各チームの総当り方式およびスイス方式でのwin⁺(SB／SOL)の値を示したグラフである。

[図20]第2のシミュレーションによる総当り方式のFIDE方式による順位と、スイス方式の各指標による順位とを示したグラフである。

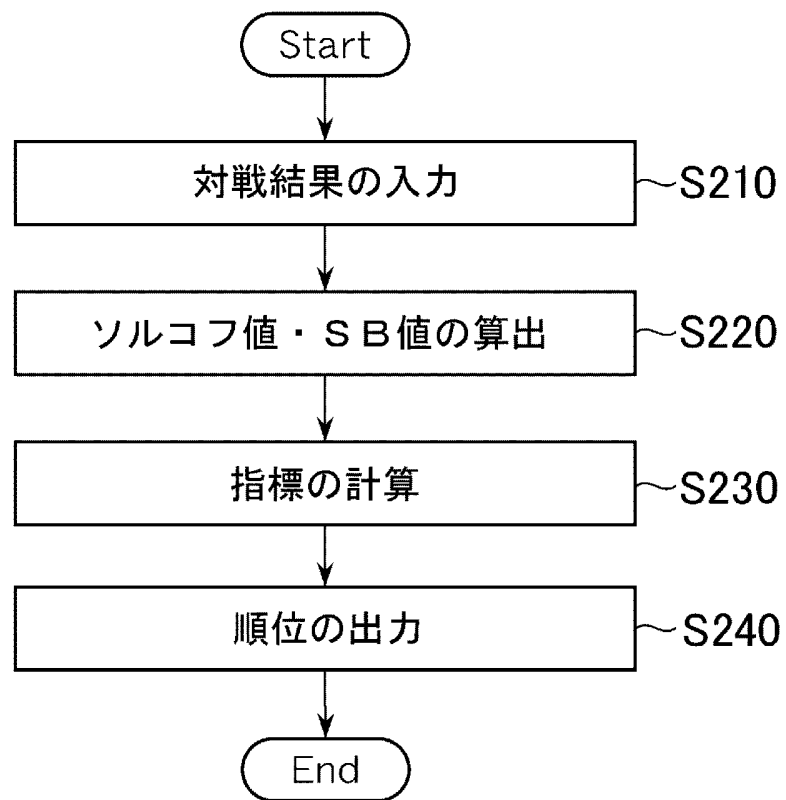
請求の範囲

- [1] 複数の参加者を限定ラウンド方式で2者ずつ互いに対戦させる競技会等において前記参加者の順位付けを行なう順位決定システムであって、
- 各参加者の対戦相手および勝敗を記憶している対戦結果記憶手段と、
- 該対戦結果記憶手段に、前記限定ラウンド方式の対戦結果を入力する入力手段と、
- 、
- 前記対戦結果記憶手段から各参加者の対戦結果を読み出して、対戦して負かした相手全員の勝ち点の合計を対戦相手全員の勝ち点の合計で除して指標を求める指標作成手段と、
- 該指標を値の高い順に並べて前記参加者の順位付けを行なう順位決定手段と、
- 前記順位決定手段からの順位を出力する順位出力手段と
- を備えることを特徴とする順位決定システム。
- [2] 請求項1に記載の順位決定システムにおいて、
- 前記指標作成手段は、さらに各参加者の指標を勝ち点に対するべき乗とした値を求め、この値を指標とする
- ことを特徴とする順位決定システム。
- [3] 請求項1又は2に記載の順位決定システムの機能をコンピュータ・システムに実現させるためのプログラム。

[図1]



[図2]



[図3]

チーム名	レーティング
Team00	2552
Team01	2237
Team02	1968
Team03	1947
Team04	1920
Team05	1667
Team06	1503
Team07	1464
Team08	1314
Team09	1294
Team10	1289
Team11	1254
Team12	1181
Team13	1177
Team14	1164
Team15	906
Team16	858
Team17	655
Team18	591
Team19	-952

総当たり方式による対戦結果表

[illegible]

[図5]

スイス方式による対戦表

チーム名	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Team00	*	2	6	1	5	7	4	9	-	-	-	8	-	-	3	-	-	-	-	-
Team01	2	*	8	4	3	-	9	-	5	1	-	-	-	6	7	-	-	-	-	-
Team02	6	8	*	2	7	9	1	5	-	-	-	-	4	-	-	3	-	-	-	-
Team03	1	4	2	*	8	-	7	-	-	-	9	3	5	-	6	-	-	-	-	-
Team04	5	3	7	8	*	2	6	-	1	-	-	9	-	4	-	-	-	-	-	-
Team05	7	-	9	-	2	*	8	3	-	4	1	6	-	5	-	-	-	-	-	-
Team06	4	9	1	7	6	8	*	2	-	-	-	-	-	3	5	-	-	-	-	-
Team07	9	-	5	-	-	3	2	*	-	-	6	1	7	-	4	-	8	-	-	-
Team08	-	5	-	-	1	-	-	-	*	2	3	-	-	-	-	8	9	6	7	4
Team09	-	1	-	-	-	4	-	-	2	*	5	7	-	9	-	-	-	8	3	6
Team10	-	-	-	9	-	1	-	6	3	5	*	2	-	-	8	7	-	4	-	-
Team11	8	-	-	3	9	6	-	1	-	7	2	*	-	-	-	-	5	-	4	-
Team12	-	-	4	5	-	-	-	7	-	-	-	-	*	2	-	6	3	9	8	1
Team13	-	6	-	-	4	5	3	-	-	9	-	-	2	*	-	-	-	7	1	8
Team14	3	7	-	6	-	-	5	4	-	-	8	-	-	-	*	1	2	-	-	9
Team15	-	-	3	-	-	-	-	-	8	-	7	-	6	-	1	*	4	2	9	5
Team16	-	-	-	-	-	-	-	8	9	-	-	5	3	-	2	4	*	1	6	7
Team17	-	-	-	-	-	-	-	-	6	8	4	-	9	7	-	2	1	*	5	3
Team18	-	-	-	-	-	-	-	-	7	3	-	4	8	1	-	9	6	5	*	2
Team19	-	-	-	-	-	-	-	-	4	6	-	-	1	8	9	5	7	3	2	*

[図6]

スイス方式による対戦表

チーム名	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Team00	*	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-
Team01	x	*	○	x	x	○	○	-	○	○	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-
Team02	x	x	*	○	x	○	x	○	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	-	-
Team03	x	○	x	*	○	-	○	-	-	-	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-
Team04	x	○	○	x	*	○	○	-	○	-	-	○	-	○	-	-	-	-	-	-
Team05	x	-	x	-	x	*	x	x	-	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-
Team06	x	x	○	x	x	○	*	○	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-
Team07	x	-	x	-	-	○	x	*	-	-	○	○	○	-	x	-	○	-	-	-
Team08	-	x	-	-	x	-	-	-	*	x	x	-	-	-	-	x	○	○	x	○
Team09	-	x	-	-	-	x	-	-	○	*	x	x	-	x	-	-	-	○	○	○
Team10	-	-	-	x	-	x	-	x	○	○	*	x	-	-	○	○	-	○	-	-
Team11	x	-	-	x	x	x	-	x	-	○	○	*	-	-	-	-	○	-	○	-
Team12	-	-	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-	*	x	-	○	○	○	○	○
Team13	-	x	-	-	x	x	x	-	-	○	-	-	○	*	-	-	-	-	-	○
Team14	x	x	-	x	-	-	x	○	-	-	x	-	-	-	*	○	○	○	○	○
Team15	-	-	x	-	-	-	-	-	○	-	x	-	x	-	x	*	x	○	○	○
Team16	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	x	x	-	x	○	*	○	○	○
Team17	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	-	x	x	-	x	x	*	x	○
Team18	-	-	-	-	-	-	-	-	○	x	-	x	x	x	-	x	x	○	*	○
Team19	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	x	x	x	x	x	x	x	*

[図7]

チーム名	勝ち点	ソルコフ値	SB値
Team00	18	94	94
Team01	12	98	52
Team02	10	104	50
Team03	14	100	72
Team04	14	96	64
Team05	8	98	36
Team06	10	104	46
Team07	10	90	44
Team08	6	68	10
Team09	8	62	14
Team10	10	72	32
Team11	8	96	32
Team12	10	68	24
Team13	10	70	26
Team14	8	90	26
Team15	8	60	14
Team16	8	58	16
Team17	2	66	0
Team18	6	60	8
Team19	0	66	0

(b) スイス方式

チーム名	勝ち点	ソルコフ値	SB値
Team00	38	342	342
Team01	32	348	242
Team02	30	350	222
Team03	34	346	278
Team04	34	346	274
Team05	24	356	140
Team06	24	356	176
Team07	24	356	152
Team08	14	366	82
Team09	18	362	92
Team10	20	360	104
Team11	16	364	76
Team12	16	364	68
Team13	18	362	88
Team14	12	368	50
Team15	8	372	22
Team16	10	370	40
Team17	2	378	0
Team18	6	374	16
Team19	0	380	0

(a) 総当り方式

[図8]

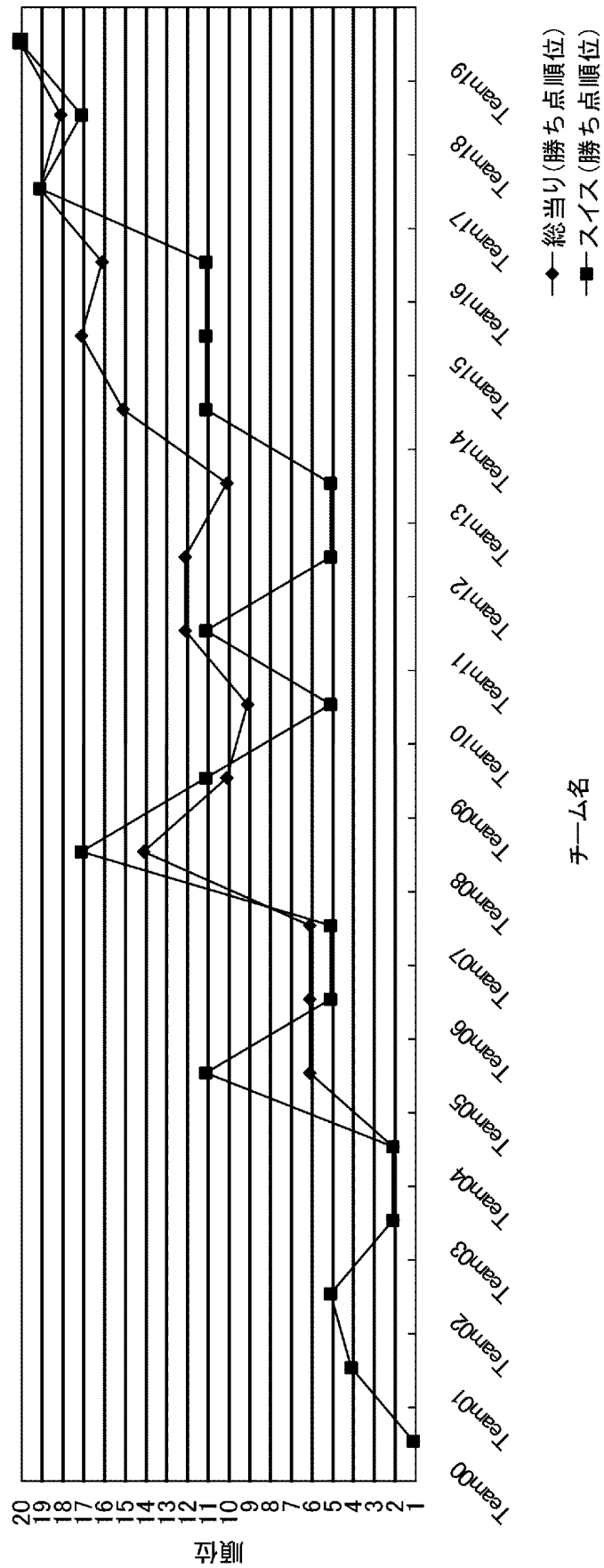
チーム名	総当り(SB/SOL)	スイス(SB/SOL)
Team00	1	1
Team01	0.695402	0.530612
Team02	0.634286	0.480769
Team03	0.803468	0.72
Team04	0.791907	0.666667
Team05	0.393258	0.367347
Team06	0.494382	0.442308
Team07	0.426966	0.488889
Team08	0.224044	0.147059
Team09	0.254144	0.225806
Team10	0.288889	0.444444
Team11	0.208791	0.333333
Team12	0.186813	0.352941
Team13	0.243094	0.371429
Team14	0.13587	0.288889
Team15	0.05914	0.233333
Team16	0.108108	0.275862
Team17	0	0
Team18	0.042781	0.133333
Team19	0	0

[図9]

チーム名	総当り (win [^] SB/SOL)	スイス (win [^] SB/SOL)
Team00	38	18
Team01	11.13484832	3.737890023
Team02	8.648032881	3.02530385
Team03	17.00177649	6.686705339
Team04	16.32258259	5.808790843
Team05	3.489627836	2.146581576
Team06	4.812287817	2.768904646
Team07	3.884215107	3.082400028
Team08	1.806271833	1.301469949
Team09	2.084586762	1.59927496
Team10	2.376037302	2.782556555
Team11	1.784059832	1.999998614
Team12	1.678592454	2.253932989
Team13	2.019059951	2.351954956
Team14	1.401613771	1.823445398
Team15	1.130859737	1.624503667
Team16	1.282649511	1.774713325
Team17	1	1
Team18	1.07966765	1.26985239
Team19	0	0

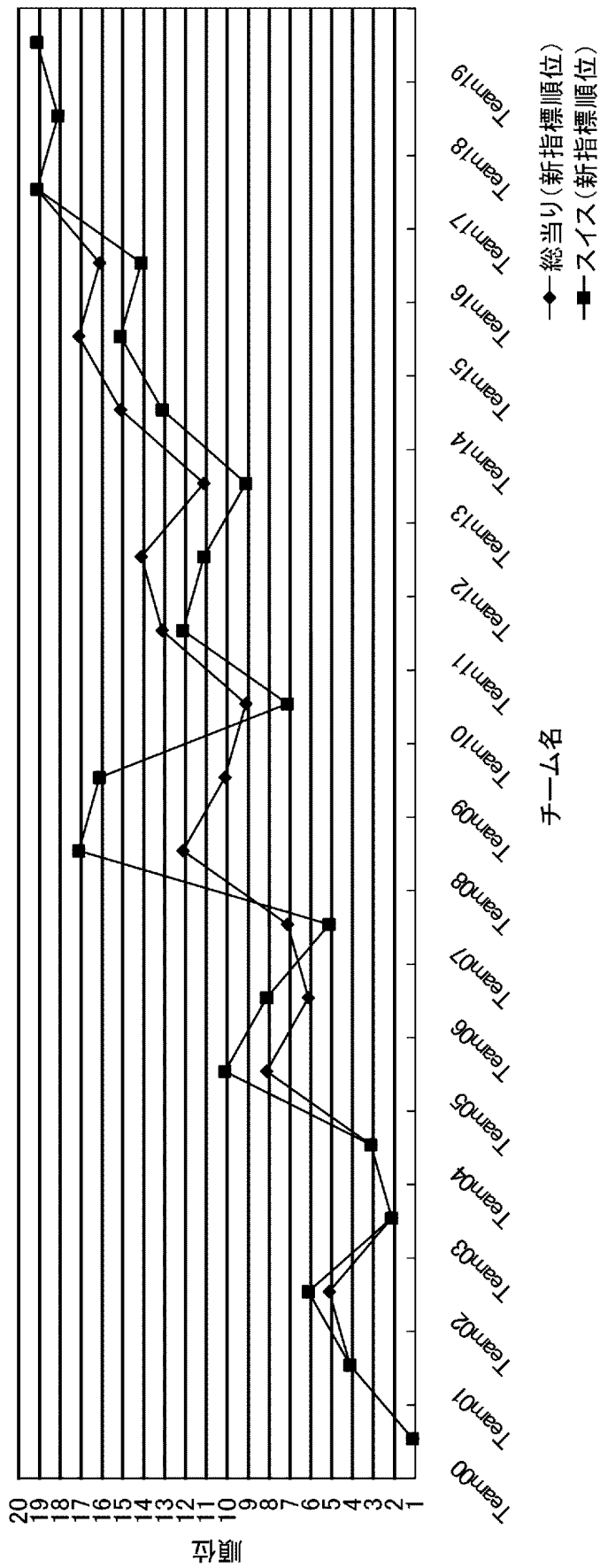
[図10]

総当り方式とスイス方式の勝ち点での順位比較



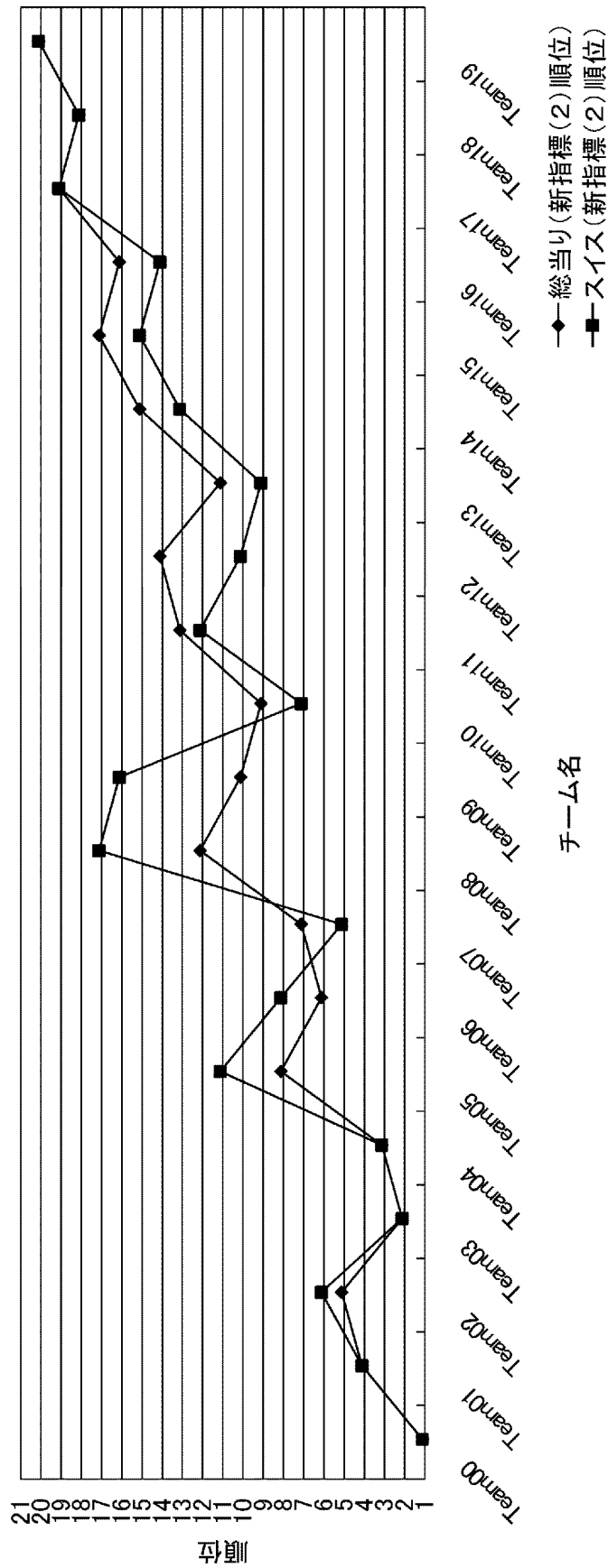
[図11]

総当り方式とスイス方式の新しい指標での順位比較



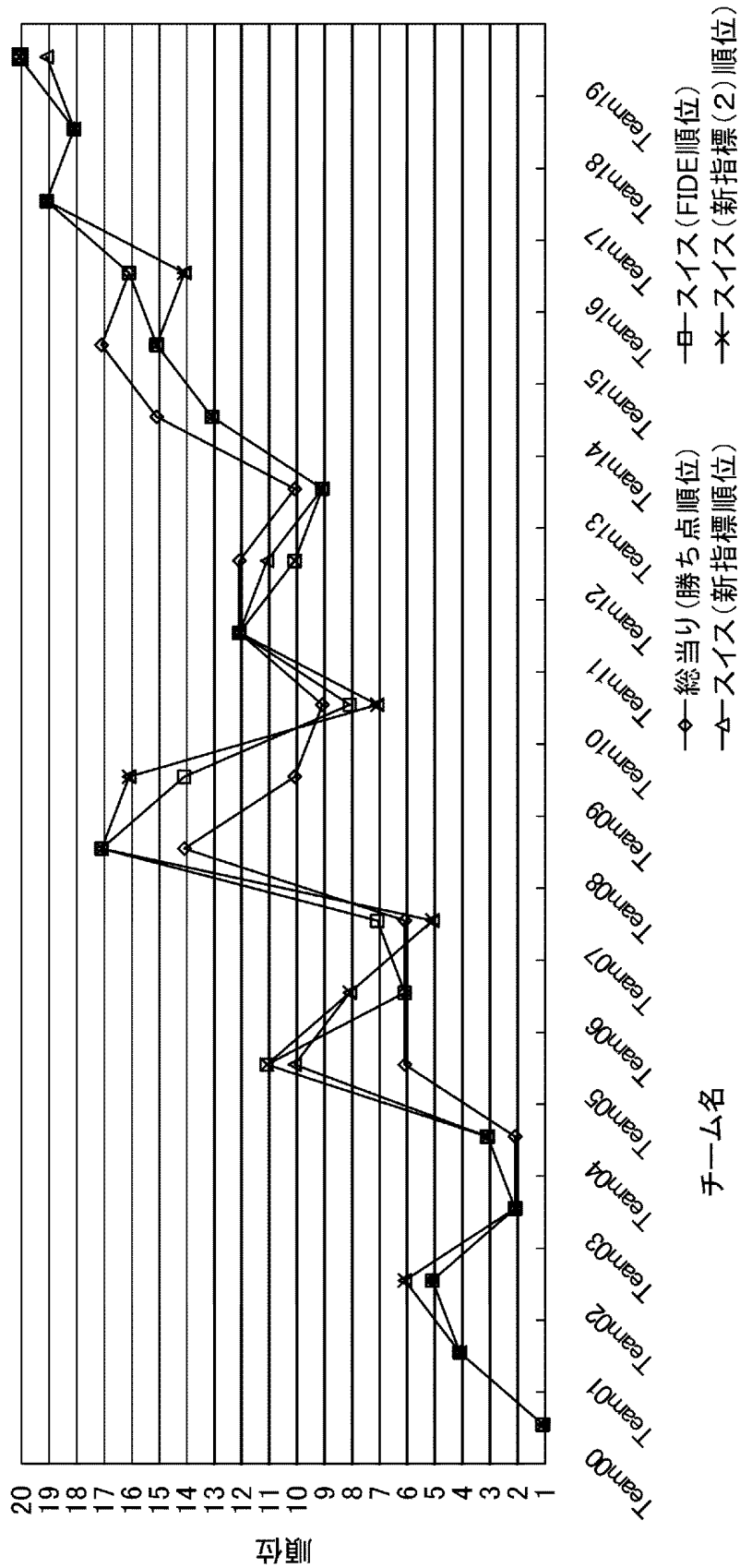
[図12]

総当り方式とスイス方式の新しい指標(2)での順位比較



[図13]

総当り方式とスイス方式(それぞれの指標)の順位比較



[図14]

チーム名	レーティング
Team00	1809
Team01	1669
Team02	1599
Team03	1563
Team04	1536
Team05	1490
Team06	1464
Team07	1459
Team08	1446
Team09	1383
Team10	1370
Team11	1351
Team12	1331
Team13	1320
Team14	1312
Team15	1255
Team16	1249
Team17	1211
Team18	1205
Team19	1165
Team20	1155
Team21	1139
Team22	1098
Team23	1048

[図15]

(a)

チーム名	総当り(勝ち)	総当り(負け)	総当り(引き分け)
Team00	12	2	10
Team01	11	5	8
Team02	11	3	10
Team03	9	4	11
Team04	10	5	9
Team05	7	4	13
Team06	6	5	13
Team07	6	6	12
Team08	7	7	10
Team09	5	5	14
Team10	6	7	11
Team11	5	9	10
Team12	8	6	10
Team13	6	9	9
Team14	8	5	11
Team15	5	8	11
Team16	4	8	12
Team17	6	10	8
Team18	2	13	9
Team19	3	14	7
Team20	4	13	7
Team21	1	9	14
Team22	4	8	12
Team23	4	9	11

(b)

チーム名	スイス(勝ち)	スイス(負け)	スイス(引き分け)
Team00	5	0	4
Team01	4	2	3
Team02	5	0	4
Team03	4	1	4
Team04	4	0	5
Team05	3	0	6
Team06	2	2	5
Team07	2	3	4
Team08	2	4	3
Team09	3	3	3
Team10	2	2	5
Team11	1	3	5
Team12	3	2	4
Team13	2	3	4
Team14	3	3	3
Team15	2	4	3
Team16	2	3	4
Team17	3	3	3
Team18	1	5	3
Team19	1	6	2
Team20	2	4	3
Team21	1	1	7
Team22	2	4	3
Team23	1	2	6

[図16]

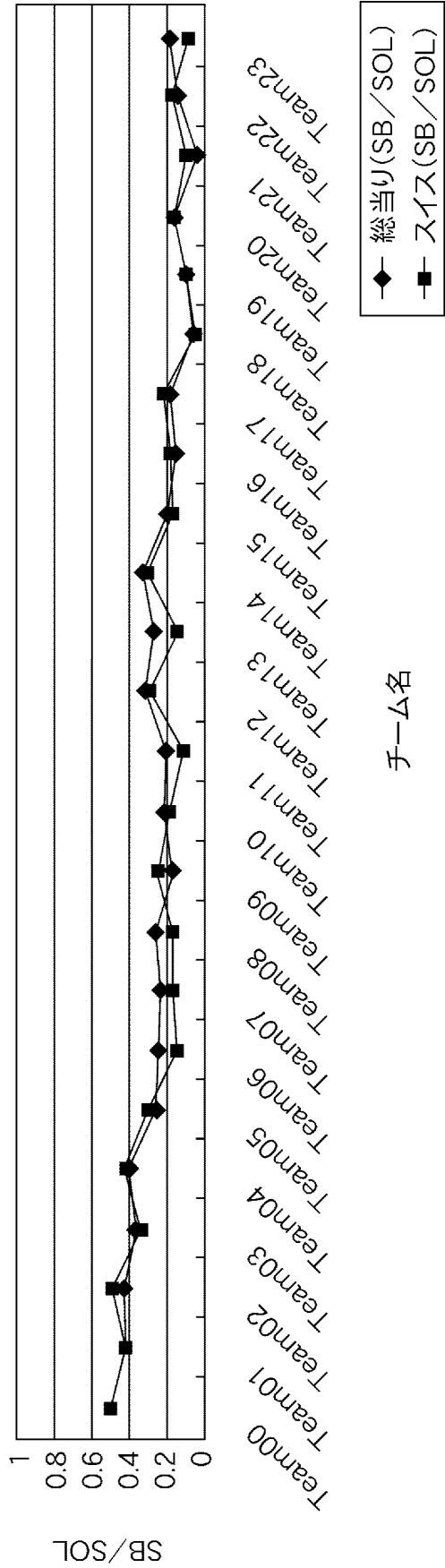
チーム名	総当り(SB／SOL)	スイス(SB／SOL)
Team00	0.496139	0.5
Team01	0.421456	0.414634
Team02	0.430769	0.482353
Team03	0.361377	0.337349
Team04	0.409178	0.423529
Team05	0.270476	0.305556
Team06	0.240987	0.150685
Team07	0.219697	0.168421
Team08	0.24053	0.168539
Team09	0.17803	0.258427
Team10	0.215501	0.191011
Team11	0.208647	0.114286
Team12	0.342205	0.294872
Team13	0.254237	0.148148
Team14	0.329524	0.306818
Team15	0.210923	0.166667
Team16	0.146617	0.182796
Team17	0.18985	0.216216
Team18	0.061224	0.049383
Team19	0.096475	0.098592
Team20	0.148976	0.15
Team21	0.027985	0.092105
Team22	0.135338	0.166667
Team23	0.172608	0.078125

[図17]

チーム名	総当り(win ^ SB / SOL)	スイス(win ^ SB / SOL)
Team00	3.431025	2.236068
Team01	2.747269	1.776784
Team02	2.809312	2.173453
Team03	2.212285	1.596263
Team04	2.565534	1.79883
Team05	1.692696	1.398901
Team06	1.540012	1.110096
Team07	1.482373	1.123828
Team08	1.596878	1.12392
Team09	1.331796	1.328315
Team10	1.47127	1.141564
Team11	1.399064	1
Team12	2.03724	1.382578
Team13	1.577012	1.108146
Team14	1.984219	1.400843
Team15	1.404199	1.122462
Team16	1.225383	1.135081
Team17	1.405179	1.268123
Team18	1.043351	1
Team19	1.111809	1
Team20	1.229398	1.109569
Team21	1	1
Team22	1.206374	1.122462
Team23	1.270341	1

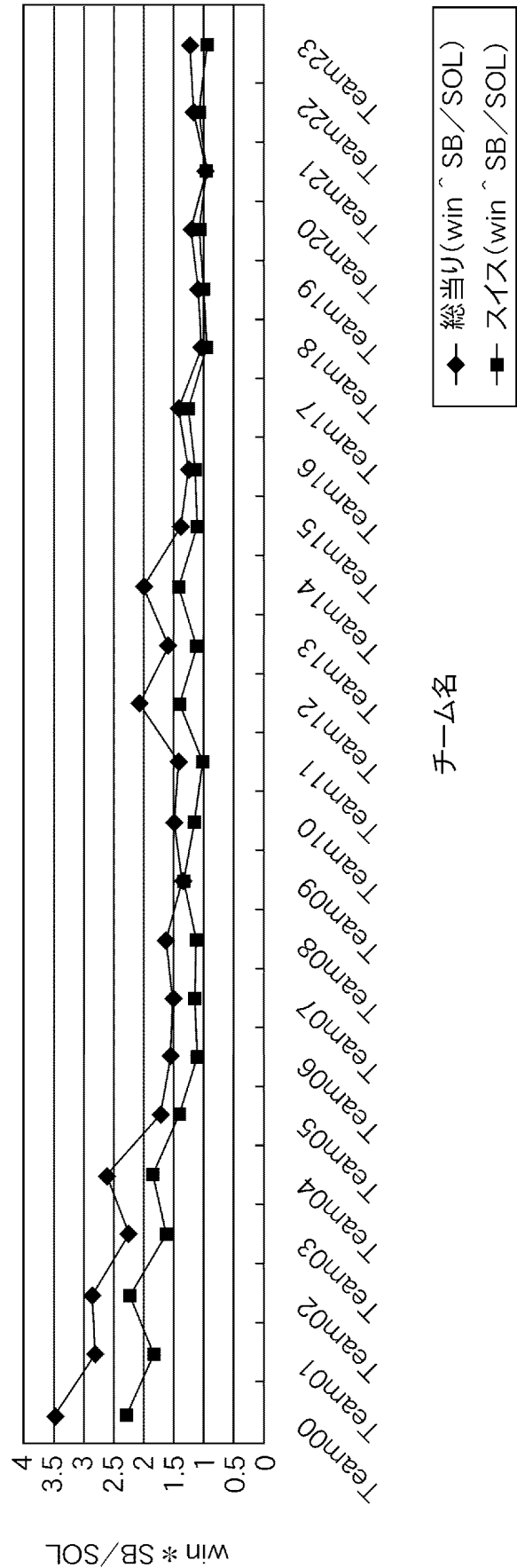
[図18]

総当り方式とスイス方式(新しい指標での比較)



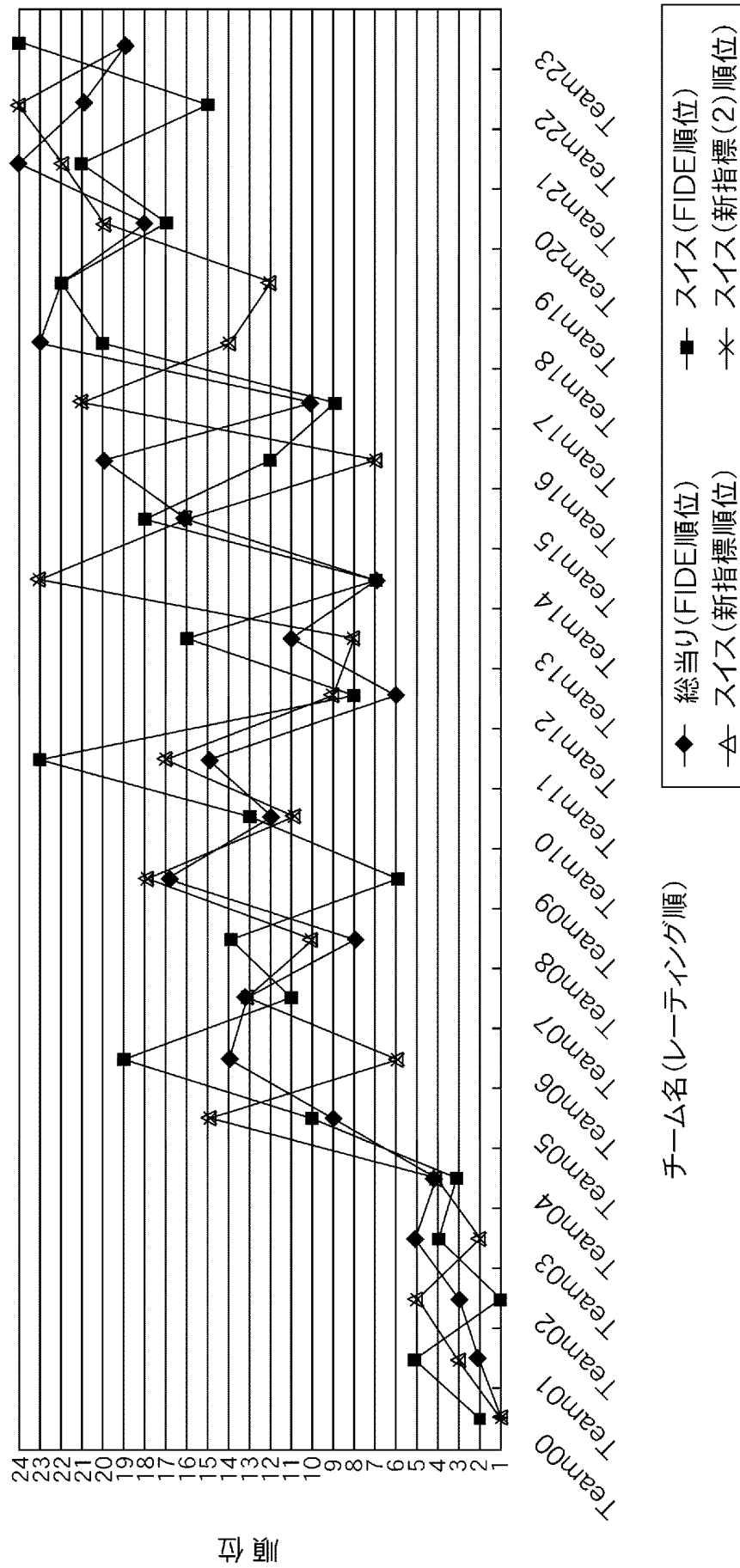
[図19]

総当り方式とスイス方式(新しい指標(2)での比較)



[図20]

総当り方式とそれぞれの方式の順位比較



チーム名 (レーティング順)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/022543

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A63B71/06 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A63B71/06 (2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 10-143590 A (Kabushiki Kaisha NKB), 29 May, 1998 (29.05.98), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 January, 2006 (05.01.06)

Date of mailing of the international search report
17 January, 2006 (17.01.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A63B71/06(2006.01)		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A63B71/06(2006.01)		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2006年 日本国実用新案登録公報 1996-2006年 日本国登録実用新案公報 1994-2006年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 10-143590 A (株式会社エヌケービー) 1998.05.29, 全文, 第1-7図 (ファミリーなし)	1-3
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 05.01.2006	国際調査報告の発送日 17.01.2006	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 瀬津 太郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3277	2N 3500