

## 陸上競技会におけるパフォーマンス評価方法の提案

長野, 史尚  
九州共立大学経済学部

三原, 徹治  
九州共立大学経済学部

杉山, 佳生  
九州大学大学院人間環境学研究院

磯貝, 浩久  
九州産業大学人間科学部

<https://doi.org/10.15017/2230693>

---

出版情報：健康科学. 41, pp.41-49, 2019-03-20. 九州大学健康科学編集委員会  
バージョン：  
権利関係：

—原 著—

## 陸上競技会におけるパフォーマンス評価方法の提案

長野史尚<sup>1)</sup>, 三原徹治<sup>1)</sup>, 杉山佳生<sup>2)</sup>, 磯貝浩久<sup>3)</sup>

### A suggestion for evaluation method of the athlete's performance at track and field meet

Fumihisa NAGANO<sup>1)</sup>, Tetsuji MIHARA<sup>1)</sup>, Yoshio SUGIYAMA<sup>2)</sup>,  
and Hirohisa ISOGAI<sup>3)</sup>

#### Abstract

In this research, we believed that in order for athletes to demonstrate "better performance", it is necessary to have a competition evaluation based on the athlete's performance, and the purpose of this research is to first clarify the evaluation method of the athlete's performance factor at competitions. At that time, we came up with a method to handle track events and field events with one formula. In addition, in order to see the performance of all the athletes entered in the competition for each event, we calculated the median (Me) and the interquartile range (IQR).

Secondly, we aimed to grasp trends such as the characteristics of each competition and the characteristics each event from the Me and IQR of the obtained performance factor (PF).

**Key words:** athletes, performance factor

(Journal of Health Science, Kyushu University, 41: 41-49, 2019)

---

1 九州共立大学経済学部, Faculty of Economics, Kyushu Kyoritsu University, Japan.

2 九州大学大学院人間環境学研究院, Faculty of Human-Environment Studies, Kyushu University, Japan.

3 九州産業大学人間科学部, Faculty of Human Science, Kyushu Sangyo University, Japan.

\*連絡先: 九州共立大学経済学部 〒807-8585 福岡県北九州市八幡西区自由ヶ丘 1-8 Tel & Fax : 093-693-3021

\*Correspondence to: Faculty of Economics, Kyushu Kyoritsu University, 1-8, Jiyugaoka, Yahatanishi-ku, Kitakyushu-shi, Fukuoka, 807-8585 Japan.  
Tel & Fax: +81-93-693-3021 E-mail: fn@kyukyuo-u.ac.jp

## I. 緒言

陸上競技に限らずスポーツでは、日頃の練習の成果を競技会において発揮することが、競技をする目的のひとつとなっている。つまり「より良いパフォーマンス」を発揮し、対戦相手や自己の記録に勝つために競技を行っている。

競技会を主催ならびに運営する組織・団体にとっては、競技者がいかに「より良いパフォーマンス」を発揮できる環境を創れるかが重要となる。

競技会運営の在り方に関する研究は、陸上競技会運営の問題点における問題の検討を行った研究(石井・森田・永井・関岡,1992)があり、競技者、審判員ともに、理想的には「競技会の主体は競技者にあるべき」であり、「競技会で最も重要なことは競技者ができるだけ良い条件で競技を行うことである」という結果を得ている。また、競技者や競技役員、補助員を対象として競技会に対する満足度および改善度を調査した研究(阿保ら,2008a,2008b,2008c,2010a,2010b,2011a,2011b,2012a,2012c)では、競技会の運営に対してそれぞれの立場から評価されており、競技運営への提言がなされている。さらに Joseph L. Rogers(2004)は競技会を成功させる上で大切なことの一つとして、「競技会をスケジュール通りに運営すること」を挙げている。

近年、スポーツ界では「アスリート・ファースト」という言葉がキーワードとして取り上げられている。競技会運営においては競技者が「より良いパフォーマンス」を発揮できる「より良い競技会」を開催することが「アスリート・ファースト」に繋がると考えることができる。これらの先行研究から本研究における「より良い競技会」とは、「円滑に運営され、競技者がパフォーマンス発揮できる条件が整った競技会」と定義する。

しかしながら、これまで競技会運営において競技者がパフォーマンス発揮できたかどうかについては、「結果論」としての意味合いが大きく、競技者が競技会までにどれだけの調整をしてきたかということに留められている。つまり、競技会

運営の善し悪しが、直接アスリートのパフォーマンスに何らかの影響があることは、体験的には分かっているが、そのことについて検証されることは少なく、次大会以降の競技会運営に反映されることもほとんどない。また競技会を評価する際にも、新記録がいくつ出たかという点や、優勝記録および入賞者(TOP8)の競技結果を基に、良い競技会であったかを判断することが多かった。

競技者が「より良いパフォーマンス」を発揮できる競技会を運営するためには、競技者のパフォーマンスをベースとして、競技会を評価し、経験的なものに加えて客観的なデータを手がかりに科学的に競技会を分析することが重要である。

これまでの陸上競技のパフォーマンスに関する研究では村木(1989,1894)がソウルオリンピック大会の陸上競技各種目の全出場者に関して、大会での「競技達成度」=選手個々の大会までの自己最高記録(又は大会出場資格要件となる当該期間での最高記録)を100とした際の大会での競技記録の相対値(%)を用い、1)種目間並びに競技間の平均競技達成度の比較や、2)決勝進出者と落選者間の平均競技達成度の比較、3)平均競技達成度の主要な国別/体制別比較、4)平均競技達成度と入賞確率の年齢別比較を行い、トレーニング論的考察を行っている。この研究では、トレーニング論的な観点から、詳細な考察が行われているが、「競技達成度」について平均値で比較をしているために、種目ごとの出場競技者の「競技達成度」の"ばらつき"を見ることができないという課題が残る。

岡野(2008)は、「実力発揮度」の裏付けとなる「記録達成率(%)」=「大会時最高記録÷自己最高記録」(トラック種目は「分子」と「分母」が逆となる)を算出し、主に日本代表選手・団と各種目優勝者の年齢、身長、体重、BMI値、世界陸上出場回数の平均値と標準偏差などから比較し、パフォーマンスを評価している。この研究では、競技者の自己最高記録が分母となっているため、生涯記録に対する「記録達成率」を見ることが可能となっているが、その反面、シーズンの中で、どの程度

パフォーマンス発揮ができていないかを見ることは難しいと言える。

そこで、本研究では競技会において出場競技者がどのくらいのパフォーマンスを発揮できているか、種目ごとのパフォーマンス発揮にどのくらいばらつきがあるかを明らかにする方法を検討することを目的とする。そのために、パフォーマンス発揮度を評価する式を定義する。また、パフォーマンス発揮のばらつきを明らかにするための方法について検討する。

## II. 方法

### 1. 対象

対象競技会については、第 73 回(2004)～第 86 回(2017)日本学生陸上競技対校選手権大会 (以下、日本 IC) とした (表 1)。第 73 回・第 74 回は 7 月の 1 週目に開催され、第 75 回・第 76 回は 6 月の 2 週目、第 77 回以降は 9 月の 1 週目または 2 週目に開催されていることがわかる。また、競技場については一番開催されているのが国立競技場の 8 回、次いで熊谷が 2 回、横浜、KKWING (熊本)、長居 (大阪)、福井の 1 回となっている。

陸上競技の競技特性として、記録の競争と順位競争の 2 つがあり、とりわけ日本 IC は対校得点という順位競争の意味合いが強い競技会の性質を持っているが、学生最高峰の競技会であることから、また本研究が、どのような競技会でも競技者のパフォーマンスを評価できる方法を提案する内容であるため、日本 IC を対象競技会として選定した。

表1. 日本ICの第73回大会から第86回大会の開催日程と開催場所

回	第73回	第74回	第75回	第76回	第77回	第78回	第79回
年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
日付	7/2-4	7/1-3	6/9-11	6/8-10	9/12-14	9/4-6	9/10-12
場所	国立	国立	横浜	国立	国立	国立	国立

回	第80回	第81回	第82回	第83回	第84回	第85回	第86回
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
日付	9/9-12	9/9-12	9/6-8	9/5-7	9/11-13	9/2-4	9/8-10
場所	KKWING	国立	国立	熊谷	長居	熊谷	福井

データについては、当該競技会のプログラムおよび競技結果(主催者発表のもの)を用いた。対象種目については、男女 100m 予選・男女 1500m 予

選・男女走幅跳決勝とした。本研究においては、より良い競技会運営のため、またできるだけ多くの競技者がパフォーマンス発揮できる競技会の基礎資料を得るという目的から、トラック競技においては予選ラウンドを対象とした。またフィールド競技については、出場者数の多い走幅跳決勝(予選ラウンドがないため)を対象とした。本研究では、一つの計算式で、全ての種目のパフォーマンスを評価できる式を提案する目的から、どの種目にも対応できる妥当性を見るためにそれぞれ特徴の異なる 3 種目を選定した。100m については、短距離の中でも 0.1 秒を競う種目である。1500m は、トラック競技の中でもレース中の駆け引きがある種目特性があり、とりわけ予選では、タイムよりも順位が重要視されることが予測される。走幅跳は、トラック競技とは異なり、記録が大きくなるほど良いパフォーマンスであるという、フィールド競技の種目特性の代表として選択した。表 2 に各種目の有効データ数を示した。出場者の中で、記録のなかった競技者(途中棄権または記録なし)については対象から除外した。

表2. 各種目の有効データ数

	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
男子100m	44	39	39	38	56	42	39
女子100m	51	47	47	51	72	53	46
男子1500m	27	39	29	25	26	32	31
女子1500m	32	36	42	27	25	29	32
男子走幅跳	25	23	26	28	31	30	26
女子走幅跳	30	26	23	27	24	23	31

	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
男子100m	37	39	43	39	50	50	57
女子100m	46	46	47	37	48	51	49
男子1500m	23	26	32	31	37	37	49
女子1500m	31	30	37	30	29	31	28
男子走幅跳	20	24	24	25	33	35	24
女子走幅跳	30	25	26	23	29	27	22

### 2. パフォーマンス評価方法の視点

陸上競技は客観的に記録を計測する競技であり、記録は数値として表すことができる。そこで、陸上競技会運営での客観的な数値である記録をもとに評価方法を検討することとした。

### 3. 各種目における競技会ごとの比較

2. で算出したパフォーマンス発揮度(Performance Factor ,PF)を基に、種目ごと PF の傾向を明らかにし、検討を加えた。また、他の種目

との比較やパフォーマンス発揮できている競技者の傾向についても明らかにした。

### Ⅲ. 結果と考察

#### 1. PF の定義と要約統計量

評価方法を検討する方針として次の2つの点について配慮した。1つ目としては、陸上競技の記録の特徴として、トラック競技(タイムを競う種目)においては数値が小さくなるほど「良いパフォーマンス」となり、フィールド種目においては数値が大きくなるほど「良いパフォーマンス」となることから、トラック競技・フィールド競技の全種目に対応できる評価方法を設定することを目指した。2つ目としては、本研究の最終的な目的が現場に活用可能な形でフィードバックすることにあることから、できるだけ簡易に評価する方法を検討し、次の式を提案する。

##### 1-1. PF の定義

競技会の競技記録(パフォーマンス)を数値データ化するため Performance Factor (PF) を次のように定義した。

$$PF = (-1)^n \cdot (BR - R) / BR \quad (1)$$

ここに、

BR = 基準とする記録: 資格記録、シーズンベスト、パーソナルベストなど、

R = その競技会における記録、

n = 競技種別による定数 = 0 or 1 : n = 0 for 走競技、  
n = 1 for 走競技以外の競技。

BR は基準とする記録であり、資格記録やシーズンベスト、パーソナルベストを用いることができる。本研究では BR に『資格記録』(該当競技会エントリー時に提出する、有効期限内の公認記録)を採用した。その理由としては、パーソナルベストについては、記録を出した競技会から時間が経っている場合もあり、競技者によって出現時期が異なることが予想されるので、有効期限内(日本 IC の場合、前年の1月1日から競技会のおおよそ1ヶ月前まで)の公認記録を BR とすることで、そのシーズンのパフォーマンス発揮を算出でき

ると考えたからである。R はその競技会における結果(記録)であり、その結果を基準とする記録で割ったものが PF となる。走競技については、値が小さくなるほど良いパフォーマンスとなり、それ以外の種目については、値が大きくなるほど良いパフォーマンスとなるため、競技種別による定数を n とし、0 乗または 1 乗とする計算式とした。

#### 1-2. PF の分布に関する検討に用いる要約統計量

1 変量の要約で標準的に利用される要約統計量は、平均値(データの中心を表す)と標準偏差(平均値に対するデータの散らばりを意味する)であるが、観測データが正規分布にしたがうことが前提である。観測データが正規分布から大きく逸脱している場合や外れ値が含まれる場合には、統計学的により頑強な順序から求められる要約統計量が用いられる。順序から求められる要約統計量では、中央値(median, Me)を中心傾向の代表値とした。中央値はデータを並び替えてちょうど中央に位置する値(50パーセンタイル値)であり統計学的により頑強で、外れ値や極端に広い裾野の影響を受けにくい。この場合の散らばりの統計量として利用されるのが、四分位範囲(inter quartile range, IQR)、四分位偏差(quartile deviation, QD)である。

$$IQR = Q3 - Q1 \quad (2)$$

$$QD = IQR / 2 \quad (3)$$

ここに、

Q3 = 第3四分位数(75パーセンタイル値)、

Q1 = 第1四分位数(25パーセンタイル値)。

本研究では、式(1)で求められる PF の観測データ分布が正規分布と見做すことが必ずしも適切でない分布であることから、中心傾向の代表値に Me を用い、"ばらつき"の統計量に IQR を用いることとした。

これは競技会運営の視点から、できるだけ多くの出場競技者にパフォーマンス発揮してもらいたいという視点から四分位範囲(IQR)を算出する

ことで、競技種目ごとにばらつきを見ている。ばらつきが大きいほどパフォーマンス発揮できた競技者とそうでない競技者に分かれているという傾向が分かり、ばらつきが小さいほどパフォーマンス発揮の傾向が類似していると見ることができる。

## 2. 各種目ごとの PF と IQR

横軸に開催年、縦軸に PF をとった。×印は全有効データを表した。エントリー時点での資格記録を BR としているため  $PF \geq 0$  がシーズンベスト記録と考えることができる。IQR の幅が大きいほど、パフォーマンス発揮度にばらつきがあり、小さいほどパフォーマンス発揮度が類似している。フィニッシュはしているものの怪我などにより著しく記録が悪いデータ、男女 100m、1500m については  $PF < -0.10$ 、男女走幅跳については  $PF < -0.15$  は除外した。

### 2-1. 男女 100m

図 1 の男子 100m の PF で Me の値が最も大きかったのは 2017 年の 0.001899 であり、2004 年～2017 年の中で唯一 Me が  $PF \geq 0$  であった。Me の値が最も小さかったのは 2006 年の -0.03039 であった。IQR の値が最も小さかったのは 2011 年の 0.0126112 であり、最も大きかったのは 2004 年の 0.024626 であった。

図 2 の女子 100m で Me の値が最も大きかったのは 2017 年の -0.00253 であり、最も小さかったのは 2005 年の -0.0299 であった。IQR の値が最も小さかったのは 2015 年の 0.017662 であり、最も大きかったのは 2005 年の 0.027284 であった。

### 2-2. 男女 1500m

図 3 を見ると、男子 1500m の PF で Me が最も大きかったのは 2008 年の 0.001608 で 2004 年～2017 年の中で唯一 Me が  $PF \geq 0$  であった。最も小さかったのは 2006 年の -0.04588 であった。IQR の値が最も小さかったのは 2005 年の 0.016736 であり、最も大きかったのは 2010 年の 0.037824 であった。

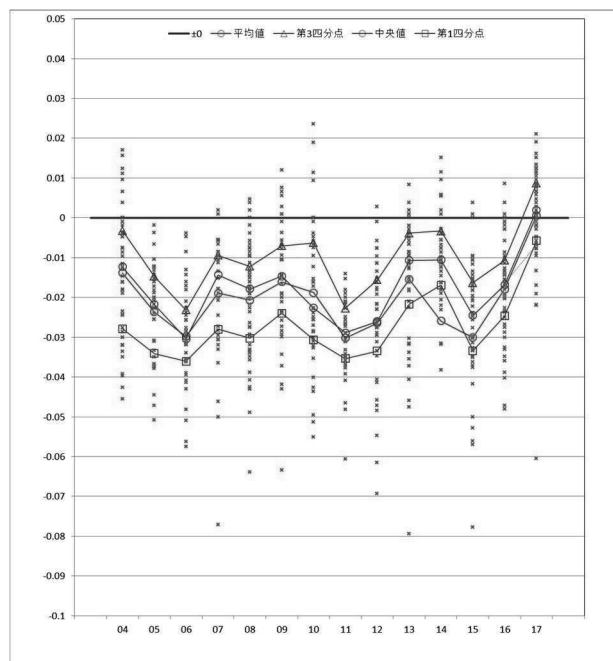


図 1. 男子 100m の PF と IQR

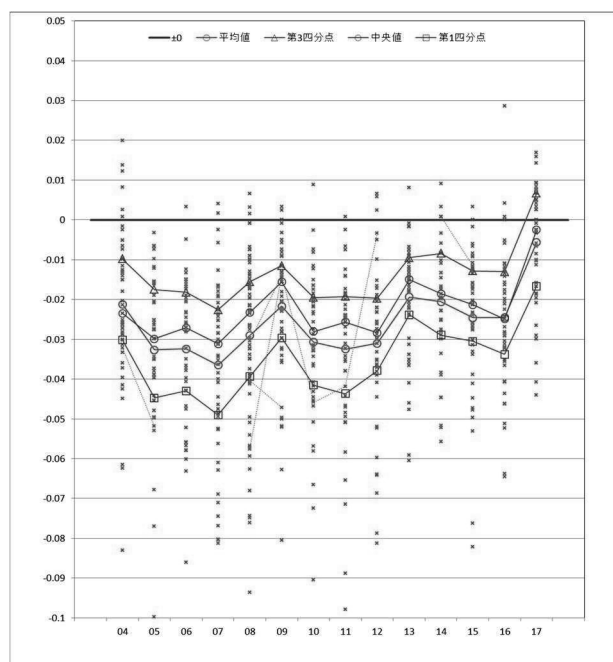


図 2. 女子 100m の PF と IQR

図 4 の女子 1500m で Me の値が最も大きかったのは 2005 年の -0.00907 で、最も小さかったのは 2014 年の -0.03415 であった。IQR が最も小さかったのは、2007 年の 0.013739 で、最も大きかったのは 2005 年の 0.044532 であった。

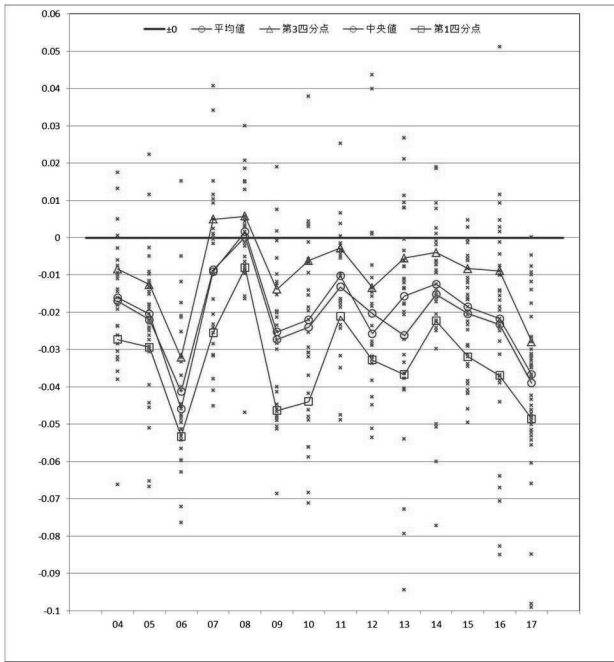


図3. 男子1500mのPFとIQR

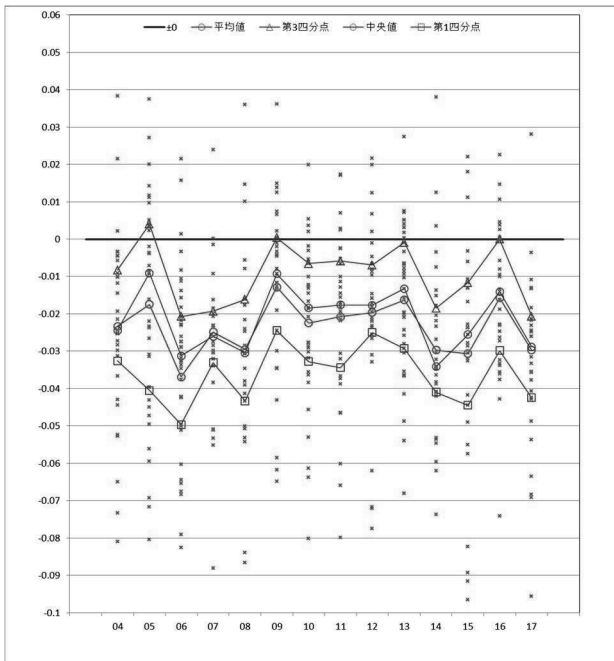


図4. 女子1500mのPFとIQR

2-3. 男女走幅跳

図5の男子走幅跳のPFでMeが最も大きかったのは、2011年の-0.01506で、Meが最も小さかったのは、2009年の-0.4443であった。IQRの値が最も小さかったのは2010年の0.022637で最も大きかったのは2004年の0.046862であった。

図6の女子走幅跳でMeが最も大きかったのは2017年の-0.0206で、最も小さかったのは2013年

の-0.05498であった。IQRの値が最も小さかったのは2013年の0.02296で最も大きかったのは2016年の0.052227であった。

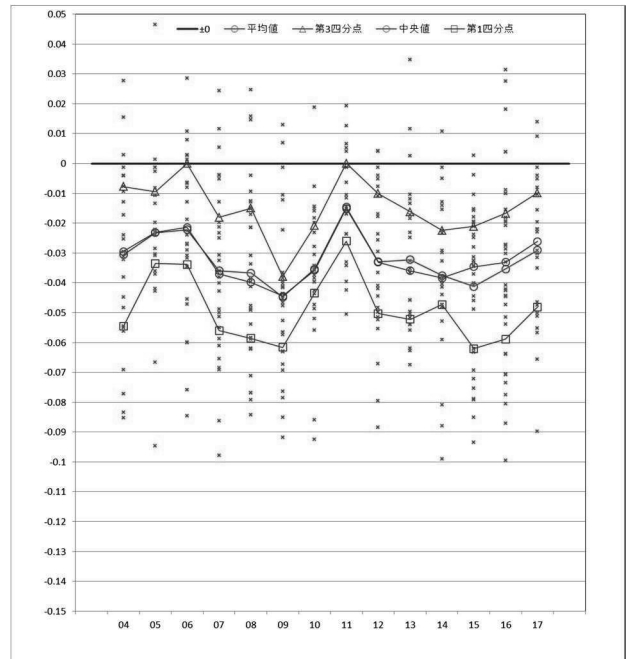


図5. 男子走幅跳のPFとIQR

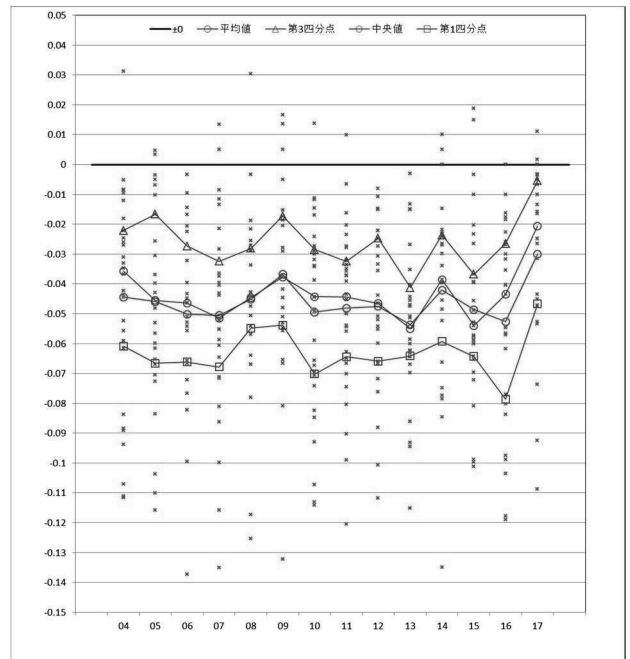


図6. 女子走幅跳のPFとIQR

3. PFの要約統計量にMe, IQRを用いる妥当性の検証

第73回～第86回の日本IC男子走幅跳・女子走幅跳の競技記録を対象とし、式(1)で定義したPFを算出し、大会ごとの平均値、Me、標準偏差およ

び IQR を算定した。そのうえで、平均値～Me および標準偏差～IQR の相関を検討した。

図 7、9 より、決定係数がそれぞれ 0.9009 と 0.7597 であり、平均値と中央値には、かなり高い相関が認められる。

しかし、図 8、10 から、決定係数がそれぞれ 0.4115 と 0.287 であり、標準偏差と四分位範囲には、相関が認められない。このことは、PF 分布のばらつきを標準偏差で表すことが妥当ではないことを意味しており、統計学的により頑強な「順序から求められる要約統計量」を用いる妥当性が、実データからも検証された。

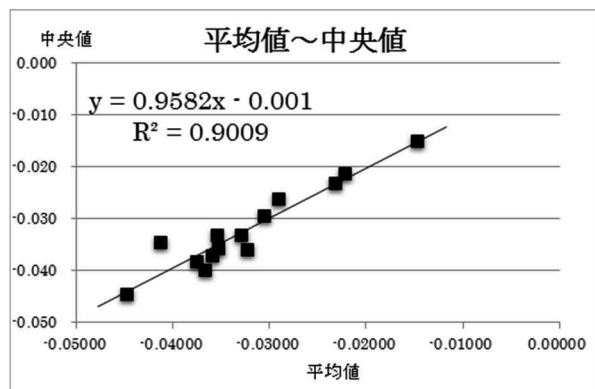


図 7. 男子走幅跳：平均値～中央値関係

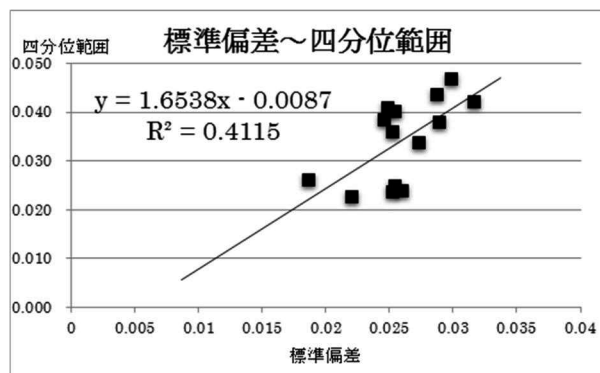


図 8. 男子走幅跳：標準偏差～四分位範囲関係

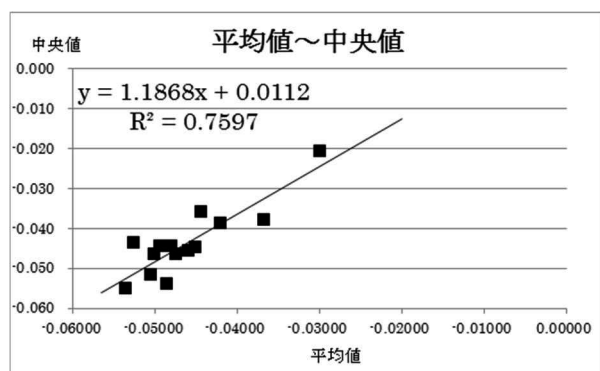


図 9. 女子走幅跳：平均値～中央値関係

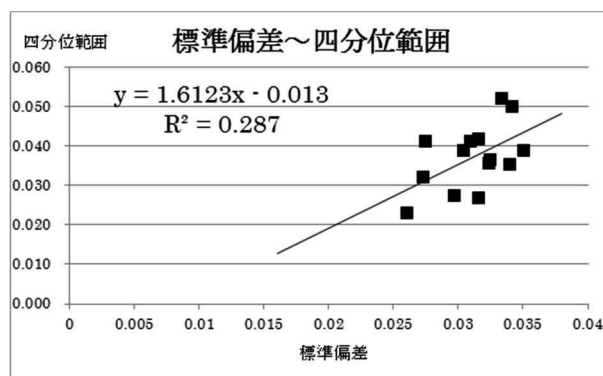


図 10. 女子走幅跳：標準偏差～四分位範囲関係

#### IV. 結言

本研究では、競技者の競技会におけるパフォーマンス発揮度の評価方法について明らかにすることを目的とした。その際に、トラック競技(記録が小さくなるほどパフォーマンスが良い種目)とフィールド競技(記録が大きくなるほどパフォーマンスが良い種目)を1つの計算式で処理する方法を考えた。また、出場競技者のパフォーマンス発揮度をできるだけ可視化するために、中央値(Me)および四分位範囲(IQR)を算出した。

パフォーマンス発揮度(PF)の計算式により、1つの式で種目ごとのパフォーマンス発揮度を明らかにすることができた。

今後の課題としては、今回明らかになったパフォーマンス発揮度(PF)の傾向は、どのような要因で起こったものなのか、さらに細かく検証していく必要がある。例えば、パフォーマンスに影響を与えると考えるものとしては、競技場の状況、サブトラックの状況、天候、気温、湿度、風向、風速、開催期日、競技日程、競技順番、タイムテーブル、招集時間、ルール変更など様々である。これらの中で競技会運営上、調整可能であるものと、そうでないものがある。それらを整理した上で、競技会運営上調整可能なものについては、現場へフィードバックすることが必要である。

また、次ラウンドのある種目については、予選～準決勝～決勝など、各ラウンドおよび全体的なPFについて検討することが必要となる。



## 引用文献

- 1) 阿保雅行,長野史尚,神尾正俊(2006)日本 IC における混成競技の運営に関する満足度・改善度について,陸上競技研究.67:45-49.
- 2) 阿保雅行,長野史尚,神尾正俊,関岡康雄(2007)学生審判養成講習に関する満足度・改善度について,陸上競技研究.69:38-41.
- 3) 阿保雅行,長野史尚,神尾正俊,石井智也,関岡康雄(2008)全日本学生陸上競技チャンピオンシップの競技運営に関する満足度・改善度について—2006年と2007年の大会を中心に—,陸上競技研究.73:34-39.
- 4) 阿保雅行,長野史尚,神尾正俊,石井智也,関岡康雄(2008)日本学生個人選手権大会の競技運営に関する満足度・改善度について—2008年の大会を中心に—,陸上競技研究.74:47-54.
- 5) 阿保雅行,長野史尚,神尾正俊,石井智也,関岡康雄(2008)競技運営に関する競技補助員の満足度・改善度—日本学生陸上競技個人選手権大会2008年を中心に—,陸上競技研究.75:43-48.
- 6) 阿保雅行,長野史尚,神尾正俊,石井智也,関岡康雄(2009)日本学生陸上競技対校選手権大会の競技運営に関する競技者の満足度調査—2008年大会を中心に—,陸上競技研究.78:35-40.
- 7) 阿保雅行,長野史尚,神尾正俊,石井智也,関岡康雄(2009)日本学生陸上競技対校選手権大会の競技運営に関する競技補助員の満足度調査—2008年大会を中心に—,陸上競技研究.79:58-63.
- 8) 阿保雅行,長野史尚,神尾正俊,石井智也,関岡康雄(2010)日本学生陸上競技個人選手権大会の競技運営に関する競技者の満足度調査—2009年大会を中心に—,陸上競技研究.81:43-49.
- 9) 阿保雅行,長野史尚,神尾正俊,関岡康雄(2010)日本学生陸上競技個人選手権大会の競技運営に関する競技役員の満足度調査—2009年大会を中心に—,陸上競技研究.82:42-46.
- 10) 阿保雅行,長野史尚,神尾正俊,関岡康雄(2010)日本学生陸上競技対校選手権大会の競技運営に関する競技者の満足度調査—2009年大会を中心に—,陸上競技研究.83:40-46.
- 11) 阿保雅行,長野史尚,神尾正俊,関岡康雄(2011)日本学生陸上競技対校選手権大会の競技運営に関する競技役員の満足度調査—2009年大会を中心に—,陸上競技研究.84:39-46.
- 12) 阿保雅行,長野史尚,神尾正俊,関岡康雄(2011)日本学生陸上競技個人選手権大会の競技運営に関する競技者の満足度調査—2010年大会を中心に—,陸上競技研究.85:46-52.
- 13) 阿保雅行,長野史尚,神尾正俊,関岡康雄(2011)日本学生陸上競技個人選手権大会の競技運営に関する競技役員の満足度調査—2010年大会を中心に—,陸上競技研究.86:42-50.
- 14) 阿保雅行,長野史尚,神尾正俊,関岡康雄(2011)日本学生陸上競技個人選手権大会の競技運営に関する競技者の満足度調査—2010年大会を中心に—,陸上競技研究.87:34-41.
- 15) 阿保雅行,長野史尚,神尾正俊,関岡康雄(2012)日本学生陸上競技対校選手権大会の競技運営に関する競技者の満足度調査—2010年大会を中心に—,陸上競技研究.88:43-51.
- 16) 阿保雅行,長野史尚,神尾正俊,関岡康雄(2012)日本学生陸上競技個人選手権大会の競技運営に関する競技者の満足度調査—2011年大会を中心に—,陸上競技研究.89:49-56.
- 17) 阿保雅行,長野史尚,神尾正俊,関岡康雄(2012)日本学生陸上競技個人選手権大会の競技運営に関する競技役員の満足度調査—2011年大会を中心に—,陸上競技研究.90:38-45.
- 18) 石井朗生,森田正利,永井 純,関岡康雄(1992)陸上競技会運営における問題の検討,陸上競技研究 8:6-11
- 19) 国土将平,西嶋尚彦,松浦義行(1991)陸上競技選手における競技成績の達成率を用いた競技力特性の評価,体育学研究.36:27-38.
- 20) 村木征人(1989)オリンピック大会(陸上競技)で

- の競技達成に関するトレーニング的考察,日本体育学会第40回大会号,p.584.
- 21) 村木征人(1998)スポーツ・トレーニング理論,ブックハウスHD: pp.84-101.
- 22) 岡野進(2008)「第11回IAAF世界陸上競技選手権大阪大会」における日本代表選手・群(団)ならびに優勝者・群における「記録達成率(実力発揮度)」についての考察,陸上競技研究紀要.4:10-25.
- 23) 澤村博、澤木啓祐、尾縣貢、青山清英 監訳 Joseph L.Rogers 編(2004)USA Track & Field COACHING MANUAL,出版芸術社・陸上競技社: pp.6-9.
- 24) 岡野進(2011)陸上競技のコーチング・指導のための実践的研究,創文企画: pp.165-172.
- 25) 渡部近志(2009)北京オリンピック陸上競技男子100m走における競技達成率,法政大学体育・スポーツセンター紀要.27:29-31.