

陸上競技におけるピーキング力の種目間比較法に関する研究

西野 愛梨*1・繁田 進*2・持田 尚*1・高田 由基*1・横山 巧機*2

運動学分野

(2018年6月29日受理)

NISHINO, A., SHIGETA, S., MOCHIDA, T., TAKADA, Y. and YOKOYAMA, K.: The study on the inter-athletic event comparison method of athletes' peaking abilities. Bull. Tokyo Gakugei Univ. Division of Arts and Sports Sciences., 70: 163-175. (2018) ISSN 1880-4349

Abstract

The purposes of this study were to clarify how far did world top athletes demonstrate their abilities in the World Championships in Athletics and obtain data that could contribute to develop the evaluation for achievement used in the field of sports education by developing a standard that could evaluate the athletes' peaking abilities at a world level. Subjects were all athletes who participated in the past three World Championships in Athletics. In this study, we calculated the achievement rates against their season best records (SB records) and personal best records (PB records), and then compared and examined them after revising the numeral difference of each event by logarithm. This study clarified these below:

- ① Of all participants in The World Athletic Championships, 7% of them set their PB records and 14% of them set their SB records. The ratio of distribution also suggested that it was difficult to set their best records in world championships.
- ② When the prizewinners' record achievement rates were compared to those of defeated athletes, the prizewinners set their PB records in 29 events (70.7%) and their SB records in 36 events (87.8%) out of men's and women's 41 events and it was significantly high ($p < 0.05$). On a whole, the record achievement rates became higher as the athletes' levels were higher and it was considered that their peaking abilities were high.
- ③ As a result of examination whether there was a difference between their peaking abilities for each event using the comparison method of inter-athletic event, the achievement rates of middle and long distance, road events and long jump (only for men's PB records) were significantly low ($p < 0.05$). When other athletic events were compared, there was little difference between each event's achievement rate. Therefore, it was clear that there was no difference caused by the characteristic of each event to demonstrate their abilities except for middle and long distance, road events and long jump (only for men's PB records). In this way, it was possible to compare and analyze data without considering the meaning of numeral difference in each event and weighing.

Keywords: event comparison method, peaking abilities

Department of Exercise Studies, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184-8501, Japan

*1 帝京科学大学 (120-0045 足立区千住桜木 2-2-1)

*2 東京学芸大学 健康・スポーツ科学講座 運動学分野 (184-8501 小金井市貫井北町 4-1-1)

要旨: 本研究では、世界トップ選手が、世界大会でどのくらいの水準でパフォーマンスを発揮しているのか実態を明らかにし、世界水準からみたピーキング力を評価できる基準を開発することで、日本選手の競技力向上のみならず、スポーツ教育における到達度評価に資する資料を得ることを目的とした。世界陸上競技選手権（以下、世界陸上）の過去3大会に出場した全選手を対象に、シーズン最高記録（以下、SB記録）並びに自己最高記録（以下、PB記録）に対する記録達成率を求め、対数を用いて種目間に生じる数値的差を補正したのち比較、検討を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

- ① 世界大会出場者でPB記録を更新した者は全体の7%、SB記録を更新したもので全体の14%であった。分布の割合からみても、世界大会で自己記録を更新することは難しいといえた。
- ② 入賞者と落選者の記録達成率を比較したところ、男女41種目中PB記録では29種目（70.7%）、SB記録では36種目（87.8%）において入賞者の記録達成率が有意に高い結果となった（ $p<0.05$ ）。全体としてみると、競技レベルが高いほうが記録達成率も高く、ピーキング力が高いということが考えられる。
- ③ 種目間比較法を用いて、種目の違いでピーキング力に差が認められるかを検討した結果、中距離・長距離・ロード種目、走幅跳（男子PB記録のみ）は他のトラック、フィールド種目より達成率が有意に低い結果となった（ $p<0.05$ ）。それ以外の種目間ではほとんど差がないことから、中距離、長距離、ロード種目、走幅跳（男子PB記録のみ）を除き、実力を発揮するにあたって種目特性による差はないということが明らかとなった。このように、種目間比較法を用いることで、種目間における数値の意味の違い、重みづけを取り除いた上で比較、分析することができた。

1. 序論

陸上競技における高いパフォーマンスとは、目標としている大会において、シーズン最高記録（以下、SB記録）SB記録や自己最高記録（以下、PB記録）PB記録を更新、もしくはそれに近い記録を出すことでありとされる。このことから、本研究では、目標とする競技会において自分の持っている力を最大限に発揮する力を「ピーキング力」と定義した。近年では、陸上競技の普及・強化策、競技会システムの整備、トレーニング方法の開発や、施設・用具的要因、新技術の開発における技術的要因が影響し、全種目を通して記録は増加し続けている（杉林, 2009）。このことから、時代とともに良い記録を出すための環境は整ってきたことが考えられるが、選手たちがどのくらい目標としている大会にピークを合わせられているのかは疑問である。

野球やサッカー、バスケットボールのようなボール・ゲーム種目に対し、陸上や競泳、体操競技などの客観的計測競技は、競技力の評価として競技記録が大きな評価基準になる。先述した通り、陸上競技における高いパフォーマンスとはSB記録やPB記録を更新、もしくはそれに近い記録を出すことでありとされる。SB記録やPB記録などの参考記録に対して何パーセントにあたる記録を出したかを求めたものを記録達成率といい、記録達成率を求めることで、目標としている大会において選手がどのくらい実力を発揮できた

のかを明らかにすることができる。そのことはその大会を評価する際の1データとなり、多くの研究で記録達成率を用いた報告がなされている（岡野, 2004, 2005, 2008）。また、記録達成率は競技達成率や、実力発揮度、パフォーマンス達成度などといった表現もなされており、それらについての研究も多くなされている（杉林, 2009；渡部, 2009；伊藤ら, 2001；岡野, 2001；村木, 1989；青山, 2008, 2009a, 2010；青山ら, 2009b, 2009c, 2013）。しかし、それらのほとんどがPB記録に対する達成率をもとに評価しており、SB記録に対する記録達成率についての研究はあまりなされていない。国際大会等に出場するレベルの選手は、競技パフォーマンスが高度に高められた段階にあるため、自己記録の更新そのものが非常に困難である（杉林, 2009）。このことから、多くの選手は主要大会において今出せる力を発揮する、つまりSB記録を更新することが最低限の目標なのではないかと考えられる。したがって、SB記録に対する記録達成率も評価の1つとして加える必要があると考えられる。

本研究では世界のトップ選手が、世界大会でどのくらいの水準でパフォーマンスを発揮しているのか実態を明らかにし、世界水準からみたピーキング力を評価できる基準を開発することで、日本選手の競技力向上のみならず、スポーツ教育における到達度評価に資する資料を得ることを目的とした。

2. 方法

2. 1 分析対象

(1) 対象大会

2011年・第13回世界陸上競技選手権・大邱大会(韓国)

2013年・第14回世界陸上競技選手権・モスクワ大会(ロシア)

2015年・第15回世界陸上競技選手権・北京大会(中国)

(2) 対象種目 トラック競技は短距離走(100m・200m・400m), 中距離走(800m・1500m), 長距離走(5000m・10000m・3000m障害(以下, 3000mSCとする)), ハードル走(100mハードル(以下, 100mHとする)・110mハードル(以下, 110mHとする)・400mハードル(以下, 400mHとする)), そしてリレー競技(4×100mリレー・4×400mリレー)を対象とした。

フィールド競技は, 跳躍競技(走高跳・棒高跳・走幅跳・三段跳), 投てき競技(砲丸投・円盤投・ハンマー投・やり投)を対象とした。

ロード競技ではマラソンと, 20km競歩(以下, 20kmWとする), 50km競歩(以下, 50kmWとする)を対象とした。

(3) 対象者および記録 上記の種目全出場者の性別, 国, 大会時記録, 大会シーズン最高記録(以下, SB記録とする), 自己最高記録(以下, PB記録とする)のデータを国際陸上競技連盟(以下, IAAFとする)公式ホームページのデータベースを用いて検索し抽出した(SB記録: 4087人, PB記録: 4262人)。PB記録については, 大会前のものを用いた。また大会時記録について, 準決勝や決勝に進出した選手に関しては, 予選のデータを含めず, 最終ラウンドの結果を個人の代表記録として分析した(伊藤ら, 2001)。尚, 本研究で取り扱う対象データは競技結果(記録)のみであり, その時のコンディション(天候・風速など)や, 各競技者側の要素(トレーニング内容など)など内外的要因については考慮していない(krüger, A., 1973)。

2. 2 分析方法と分析項目

2. 2. 1 記録達成率の算出方法と分析項目

記録達成率はPB記録あるいはSB記録と大会時記録の比率で示した。表示は百分率(パーセント: %)とした。

尚, トラック・ロード競技では記録が時間であるため除数を大会時記録とし, フィールド競技では記録が距離であるため除数をPB記録あるいはSB記録とし

た。式は下記の通りである。

【記録が時間の競技】

$$\text{トラック・ロード競技: 記録達成率 (\%)} = \text{PB 記録 (SB 記録)} / \text{大会時記録} \times 100$$

【記録が距離の競技】

$$\text{フィールド競技: 記録達成率 (\%)} = \text{大会時記録} / \text{PB 記録 (SB 記録)} \times 100$$

記録達成率を用いて, 次の項目について分析を行った。なお, (2)~(5)の項目については, 補正した記録達成率を使用している。

- (1) 各大会の記録達成率の人数分布
- (2) 記録達成率の性別比較
- (3) 記録達成率の種目別入賞者落選者間比較
- (4) 記録達成率の種目間比較
- (5) 各大会上位5カ国と日本の記録達成率の比較

2. 2. 2 記録達成率の種目間比較補正の方法

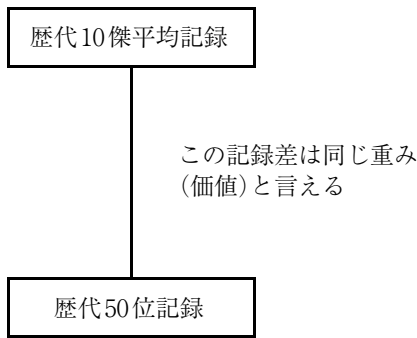
本研究での「記録達成率」はSB記録・PB記録と大会時記録の比率で示したものである。これを用いて記録達成度, つまり達成率の高い, 低いを比較評価する場合, 同類種目, 例えば100m走と200m走であれば妥当であろう。しかしながら, 時間と距離といった数値の意味, または単位量あたりの重みづけが異なる他の種目, 例えば100mとやり投, あるいは100mとマラソンなどとの比較評価には注意が必要である(野口, 1994)。100m10秒00の1%は0.10秒, やり投80mの1%は80cm, どちらも1%であるが, 100mの0.1秒とやり投の80cmでは全く重みづけが異なる。そこで, 記録達成率での種目特性の有無, 国別の比較検討はピーキング力を検討するには重要な観点であり意義高い項目であるため, 両者を比較できる方法を検討した。

各種目について世界歴代50位記録と世界歴代10傑平均記録との比率を求め(MATTHEWS, 2015), 最も比率の高い種目の値を基準とし, 各種目とどのくらいの差があるか対数を用いて比較し, 種目間における数値の意味の違い, 重みづけを取り除いた。

2015年現在の記録を元に短距離を例に挙げ, 計算方法を示す。

100m 歴代10傑平均記録	9秒75
100m 歴代50位の記録	9秒94
200m 歴代10傑平均記録	19秒52
200m 歴代50位の記録	19秒98
400m 歴代10傑平均記録	43秒64

400m歴代50位の記録 44秒43



以上より、歴代10傑平均記録と歴代50位の記録比率を求めると、100mが98.07%，200mが97.72%，400mが98.22%であった。よって、短距離の平均記録比率は98.00%。同様な方法での各種目の平均記録比率を求め、最も高い比率の種目（以下、Maxとする）との対数を求め、短距離を基準とした各種目との差を求めた。

$$\text{対数 (Maxとの差)} = \text{LOG (短距離平均, Max)}$$

これによって求められた対数（差）を短距離の平均記録の比に累乗し、各種目について補正を行った。

$$\text{短距離の補正值} = (\text{短距離の平均記録比率} / 100) \wedge (1 / \text{短距離とMaxとの差}) \times 100$$

2. 3 統計処理

本研究で得られた記録達成率の結果については、Microsoft-Excel 2007の統計関数を用いてT検定を行い、有意水準をp<0.05, p<0.01, p<0.001とし、入賞者群と落選者群間の有意差を検定した。

記録達成率の種目間比較については、統計解析ソフトIBM SPSS Statistics 21を用いて一元配置分散分析（対応のない要因）を行い判定した。

3. 結果と考察

3. 1 各大会の記録達成率の分布

どれくらいの選手が主要大会にピークを合わせることができたかを明らかにするために、各大会における全選手のSB記録およびPB記録に対する記録達成率を求め、分布図にまとめた。なお、分布図に使用した記録達成率については補正を行っていない。

3. 1. 1 3大会平均

表1は、3大会の平均記録達成率の分布を示したものである。SB記録については、記録達成率が98.01%～100%の選手が最も多く、全体の34%にあたる462人であった（図1参照）。PB記録については、記録達成率が96.01%～98%の選手が最も多く、全体の29%にあたる410人であった（図2参照）。また、記録達成率100.01%以上でSB記録を出した選手は全体の14%にあたる191人、PB記録を出した選手は全体の6%にあたる89人であった。

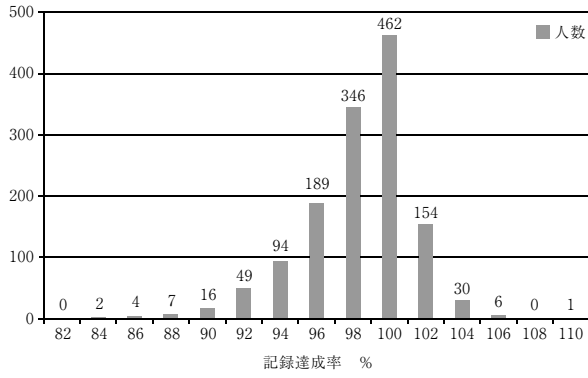
表1 3大会の平均記録達成率の分布

達成率 (%)	人数 (%)	
	SB記録	PB記録
～ 80	1 (0%)	2 (0%)
80.01 ～ 82	0 (0%)	1 (0%)
82.01 ～ 84	2 (0%)	4 (0%)
84.01 ～ 86	4 (0%)	9 (1%)
86.01 ～ 88	7 (1%)	17 (1%)
88.01 ～ 90	16 (1%)	36 (2%)
90.01 ～ 92	49 (4%)	75 (5%)
92.01 ～ 94	94 (7%)	135 (9%)
94.01 ～ 96	189 (14%)	237 (17%)
96.01 ～ 98	346 (25%)	410 (29%)
98.01 ～ 100	462 (34%)	406 (29%)
100.01 ～ 102	154 (11%)	79 (6%)
102.01 ～ 104	30 (2%)	8 (1%)
104.01 ～ 106	6 (1%)	2 (0%)
106.01 ～ 108	0 (0%)	1 (0%)
108.01 ～ 110	1 (0%)	0 (0%)

3. 2 世界レベルからみた記録達成率について

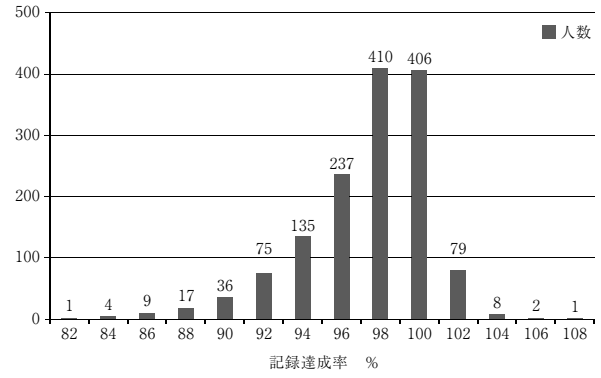
3. 2. 1 種目間比較法について

先に述べたように、種目間で比較をする際、種目間における記録達成率の時間と距離の数値特性を明らかにした上で、記録を補正し、比較する必要がある。表2は、世界歴代50位記録の世界歴代10傑平均記録に対する達成率と、最も平均記録達成率の高かった中距離と各競技との差（乗）を示したものである。その結果、中距離に対し、短距離は1.41乗、長距離は1.05乗、ハードルは1.39乗、ロードは1.33乗、跳躍は2.09乗、投擲は3.73乗となっていることが明らかとなった。したがって、本研究では、種目間を比較するにあたって、これらの結果を踏まえて、各競技の記録達成率を補正し、分析した。なお、表3は、種目間比較法の活用例として、3大会平均の男女SB記録に対する記録達成率の補正前と補正後の値および用いた補正值を示したものである。



(注) 80%以下については少数のため非表示

図1 3大会の平均記録達成率の分布 (SB記録)



(注) 80%以下については少数のため非表示

図2 3大会の平均記録達成率の分布 (PB記録)

表2 世界歴代50位記録の10傑平均記録に対する達成率と中距離との差 (補正值)

種目	歴代10傑平均記録	歴代50位記録	達成率 (%)	中距離との差 (乗)
100m	9.75	9.94	98.07	
200m	19.52	19.98	97.72	
400m	43.64	44.43	98.22	
		<u>短距離平均</u>	<u>98.00</u>	1.41
800m	1.41.89	1.43.33	98.61	
1500m	3.27.87	3.30.92	98.56	
		<u>中距離平均</u>	<u>98.58</u>	-
3000mSC	7.55.70	8.08.14	97.45	
5000m	12.24.24	12.25.53	99.83	
10000m	26.31.48	26.59.88	98.25	
		<u>長距離平均</u>	<u>98.51</u>	1.05
110mH	12.91	13.17	97.99	
400mH	47.14	48.06	98.08	
		<u>ハードル平均</u>	<u>98.04</u>	1.39
20kmW	1.17.23	1.18.37	98.42	
50kmW	3.35.34	3.41.09	97.48	
マラソン	2.03.53	2.05.49	98.46	
		<u>ロード平均</u>	<u>98.12</u>	1.33
走高跳	2.42	2.36	97.64	
棒高跳	6.06	5.90	97.36	
走幅跳	8.80	8.40	95.51	
三段跳	17.99	17.58	97.73	
		<u>跳躍平均</u>	<u>97.06</u>	2.09
砲丸投	22.76	21.63	95.04	
円盤投	72.21	68.33	94.63	
ハンマー投	84.84	81.35	95.88	
やり投	92.51	86.67	93.69	
		<u>投擲平均</u>	<u>94.81</u>	3.73

3. 2. 2 記録達成率の種目別入賞者落選者間比較

本研究で作成した種目間比較法を用いて、記録達成率を補正した上で比較を行い、種目別で入賞者と落選者間の差を明らかにした。なお、記録達成率の補正に

ついては、元のデータに短距離は1.41乗、長距離は1.05乗、ハードルは1.39乗、ロードは1.33乗、跳躍は2.09乗、投擲は3.73乗して求めた。

表3 3大会平均の男女SB記録に対する記録達成率の補正前後とその補正值

種目	落選者				入賞者				補正值
	男		女		男		女		
	補正前	補正後	補正前	補正後	補正前	補正後	補正前	補正後	
100m	98.11	98.65	98.58	98.99	98.69	99.07	98.98	99.28	1.41
200m	98.27	98.77	98.62	99.02	100.21	100.14	100.03	100.02	1.41
400m	98.74	99.10	98.84	99.17	100.08	100.06	99.39	99.57	1.41
100mH	—	—	97.41	98.06	—	—	98.42	98.82	1.39
110mH	98.19	98.69	—	—	98.88	99.19	—	—	1.39
400mH	98.56	98.96	98.00	98.53	99.78	99.84	99.35	99.53	1.39
800m	98.11	98.11	98.36	98.36	98.61	98.61	100.55	100.55	—
1500m	96.82	96.82	97.11	97.11	98.18	98.18	97.27	97.27	—
5000m	96.22	96.40	97.17	97.30	96.19	96.37	98.21	98.29	1.05
3000mSC	97.26	97.38	97.91	98.01	98.60	98.67	99.91	99.92	1.05
10000m	97.88	97.98	98.16	98.25	100.02	100.02	100.26	100.25	1.05
20kmW	96.56	97.39	97.86	98.38	99.27	99.45	98.94	99.20	1.33
50kmW	98.98	99.23	—	—	100.38	100.28	—	—	1.33
マラソン	94.93	96.15	94.84	96.08	97.58	98.17	96.43	97.30	1.33
走高跳	97.04	98.57	96.66	98.38	98.79	99.41	99.37	99.69	2.09
棒高跳	96.53	98.32	96.22	98.17	99.39	99.71	99.49	99.75	2.09
走幅跳	94.89	97.51	94.24	97.19	99.19	99.61	98.40	99.22	2.09
三段跳	96.28	98.19	95.96	98.04	99.70	99.85	99.38	99.70	2.09
砲丸投	94.14	98.39	95.09	98.65	98.11	99.48	99.05	99.74	3.73
円盤投	92.89	98.03	93.02	98.06	97.92	99.44	98.65	99.63	3.73
ハンマー投	93.55	98.22	94.62	98.52	98.69	99.64	99.63	99.89	3.73
やり投	92.90	98.03	93.91	98.32	98.81	99.67	99.25	99.79	3.73

3. 2. 2. 1 3大会平均

表4は、3大会のSB記録に対する記録達成率について、種目別で入賞者と落選者間を比較した結果を示したものである。まず男子について、記録達成率が最も高かった種目は入賞者の50kmWで、 100.28 ± 1.36 であった。それに対し、最も低い値を示したのは落選者のマラソンで、 96.15 ± 2.93 であった。また、入賞者群と落選者群で有意差検定をした結果、110mH、50kmWにおいては5%水準、200m、400m、400mH、1500m、3000mSC、10000m、20kmW、マラソン、走高跳、棒高跳、走幅跳、三段跳、砲丸投、円盤投、ハンマー投、やり投げにおいては0.1%水準で有意な差が認められた(図3参照)。

女子については、記録達成率が最も高かった種目は入賞者の800mで、 100.55 ± 1.09 であった。それに対し、最も低い値を示したのは落選者のマラソンで、 96.08 ± 3.32 であった。また、入賞者群と落選者群で有意差検定をした結果、400mH、5000m、20kmWにおいては5%水準、10000m、マラソンにおいては1%水準、200m、800m、3000mSC、走高跳、棒高跳、走幅跳、三段跳、砲丸投、円盤投、ハンマー投、やり投げにおいては0.1%水準で有意な差が認められた(図4参照)。

表5は、3大会のPB記録に対する記録達成率について、種目別で入賞者と落選者間を比較した結果を示

したものである。まず男子について、記録達成率が最も高かった種目は入賞者の50kmWで、 99.59 ± 1.33 であった。なお、1%差で入賞者の400mも、 99.58 ± 0.69 と高い値を示した。それに対し、最も低い値を示したのは落選者のマラソンで、 95.02 ± 3.02 であった。また、入賞者群と落選者群で有意差検定をした結果、400mHにおいては5%水準、50kmWにおいては1%水準、200m、400m、1500m、3000mSC、マラソン、10000m、20kmW、走高跳、棒高跳、走幅跳、三段跳においては0.1%水準で有意な差が認められた(図5参照)。

女子については、記録達成率が最も高かった種目は入賞者の800mで、 99.81 ± 1.01 であった。それに対し、最も低い値を示したのは落選者のマラソンで、 95.23 ± 3.42 であった。また、入賞者群と落選者群で有意差検定をした結果、200m、400mHにおいては5%水準、10000m、20kmW、棒高跳においては1%水準、800m、3000mSC、5000m、マラソン、走高跳、走幅跳、三段跳、砲丸投、円盤投、ハンマー投、やり投げにおいては0.1%水準で有意な差が認められた(図6参照)。

なお、表6は3大会平均の男女SB記録およびPB記録に対する達成率について、入賞者と落選者間でT検定をかけた結果を示したものである。

表4 3大会の種目別入賞者落選者間比較 (SB記録)

SB記録	男子						女子					
	入賞者			落選者			入賞者			落選者		
	人数	Av	SD	人数	Av	SD	人数	Av	SD	人数	Av	SD
100m	23	99.07	1.48	136	98.65	1.01	24	99.28	0.90	127	98.99	0.92
200m	23	100.14***	0.84	131	98.77	1.19	23	100.02***	0.89	106	99.02	1.47
400m	24	100.06***	1.05	87	99.10	1.26	24	99.57	1.11	84	99.17	1.03
100mH							23	98.82	4.56	86	98.06	5.41
110mH	22	99.19*	0.94	78	98.69	1.06						
400mH	24	99.84***	1.02	84	98.96	1.12	24	99.53*	1.09	79	98.53	3.15
800m	24	98.61	1.15	108	98.11	2.16	24	100.55***	1.09	84	98.36	2.63
1500m	24	98.18***	1.00	83	96.82	2.02	24	97.27	1.91	81	97.11	2.22
5000m	24	96.37	1.37	65	96.40	2.01	24	98.29*	1.34	40	97.30	2.45
3000mSC	24	98.67***	1.35	83	97.38	2.05	24	99.92***	1.25	77	98.01	1.83
10000m	21	100.02***	1.90	36	97.98	2.51	22	100.25**	2.60	29	98.25	1.84
20kmW	23	99.45***	1.09	111	97.39	2.72	24	99.20*	1.51	112	98.38	2.35
50kmW	17	100.28*	1.36	52	99.23	2.20						
マラソン	21	98.17***	1.68	86	96.15	2.93	20	97.30**	0.90	83	96.08	3.32
走高跳	25	99.41***	0.83	78	98.57	0.87	25	99.69***	0.76	59	98.38	0.87
棒高跳	24	99.71***	0.68	67	98.32	1.12	25	99.75***	0.98	50	98.17	1.21
走幅跳	24	99.61***	0.87	63	97.51	1.34	24	99.22***	1.20	68	97.19	1.41
三段跳	24	99.85***	0.67	50	98.19	1.12	24	99.70***	0.79	58	98.04	1.04
砲丸投	24	99.48***	0.69	58	98.39	0.64	24	99.74***	0.60	55	98.65	0.76
円盤投	24	99.44***	0.51	67	98.03	0.79	24	99.63***	0.49	56	98.06	1.20
ハンマー投	24	99.64***	0.74	66	98.22	0.87	24	99.89***	0.73	62	98.52	0.85
やり投	24	99.67***	0.73	76	98.03	1.02	24	99.79***	0.92	61	98.32	0.88

*** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05 (達成率が高い方に表示) Av: 平均 SD: 標準偏差
 (注) 有意差がないものについては表示していない

表5 3大会の種目別入賞者落選者間比較 (PB記録)

PB記録	男子						女子					
	入賞者			落選者			入賞者			落選者		
	人数	Av	SD	人数	Av	SD	人数	Av	SD	人数	Av	SD
100m	22	98.40	1.53	139	98.29	1.01	24	98.81	0.92	129	98.60	1.07
200m	23	99.34***	0.91	136	98.43	1.21	23	99.25*	1.18	108	98.65	1.49
400m	24	99.58	0.69	88	98.83	1.19	24	99.07	1.27	87	98.75	1.43
100mH							23	98.40	4.46	87	97.63	5.34
110mH	22	98.73	0.97	79	98.39	1.20						
400mH	22	99.17*	1.39	84	98.45	1.20	24	99.00*	1.19	79	98.08	3.16
800m	24	98.00	1.24	112	97.72	2.23	24	99.81***	1.01	85	97.82	2.85
1500m	24	97.79***	1.08	87	96.25	2.26	24	96.74	1.76	81	96.54	2.13
5000m	24	95.56	1.70	66	96.00	2.10	24	97.80***	1.24	44	96.37	1.83
3000mSC	24	97.99***	1.33	83	96.59	2.38	24	99.02***	0.93	77	97.46	1.91
10000m	24	98.73***	0.82	39	97.09	1.63	24	98.67**	1.86	34	97.40	1.79
20kmW	24	98.65***	0.95	116	96.17	2.26	24	98.19**	1.29	114	97.16	2.49
50kmW	23	99.59**	1.33	85	98.48	2.42						
マラソン	24	97.34***	1.38	119	95.02	3.02	24	96.76***	1.01	120	95.23	3.42
走高跳	24	98.95***	0.73	78	98.18	0.89	25	99.12***	0.70	59	97.83	1.07
棒高跳	24	99.37***	0.85	67	97.77	1.24	25	98.94**	1.06	50	97.85	1.21
走幅跳	24	98.65***	1.34	63	96.96	1.36	24	98.75***	1.29	69	96.65	1.53
三段跳	24	99.09***	1.11	50	97.57	1.05	24	98.96***	0.94	58	97.56	1.02
砲丸投	24	98.19	2.61	58	98.13	0.63	24	99.25***	0.96	55	98.05	0.82
円盤投	24	97.61	2.91	67	97.63	0.84	24	99.13***	0.66	56	97.57	1.28
ハンマー投	24	98.47	1.72	66	97.99	0.83	24	99.37***	0.70	62	98.15	0.92
やり投	24	98.24	2.09	77	97.51	1.08	24	99.15***	1.06	62	97.76	1.12

*** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05 (達成率が高い方に表示) Av: 平均 SD: 標準偏差
 (注) 有意差がないものについては表示していない

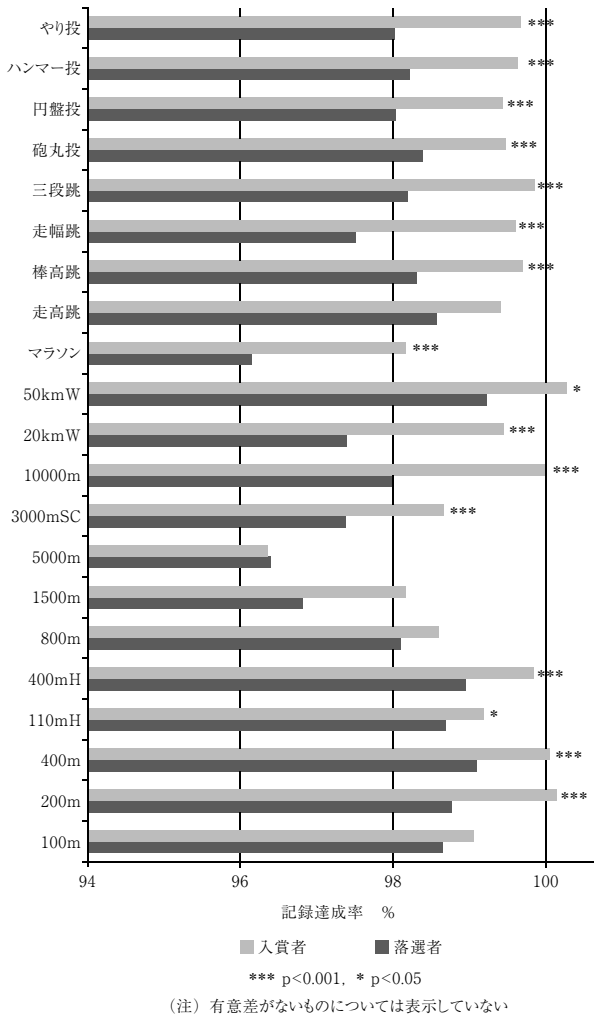


図3 3大会の種目別入賞者落選者間比較 (男子SB記録)

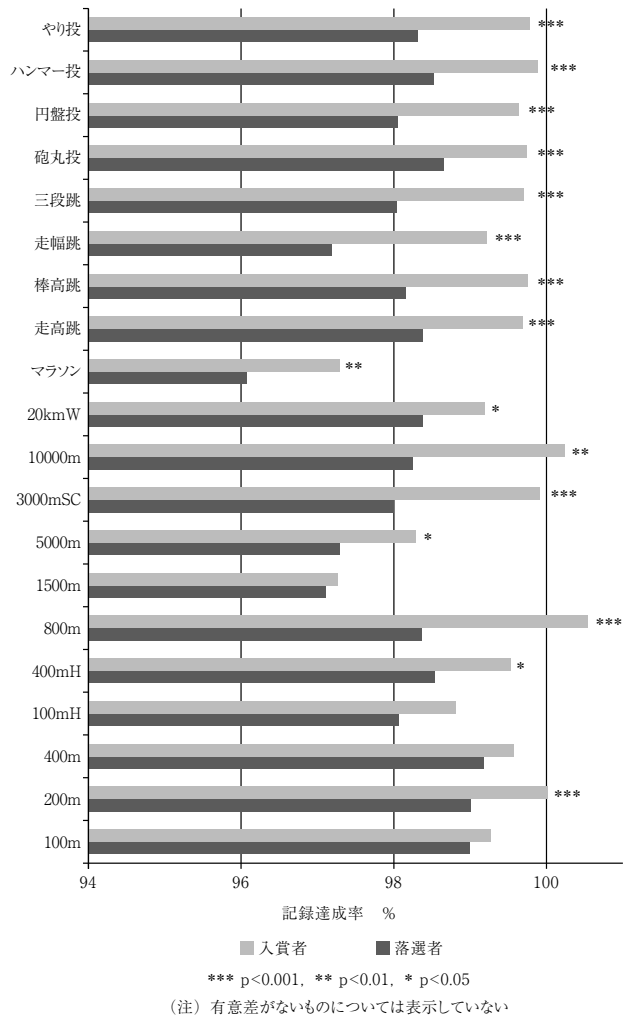


図4 3大会の種目別入賞者落選者間比較 (女子SB記録)

表6 入賞者と落選者間の有意性検定結果 (種目別)

	男子		女子	
	SB 記録	PB 記録	SB 記録	PB 記録
100m	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
200m	○	○	○	○
400m	○	N.S.	N.S.	N.S.
100mH	—	—	N.S.	N.S.
110mH	○	N.S.	—	—
400mH	○	○	○	○
800m	○	N.S.	○	○
1500m	○	○	○	○
5000m	N.S.	N.S.	○	○
3000mSC	○	○	○	○
10000m	○	○	○	○
20kmW	○	○	○	○
50kmW	○	○	—	—
マラソン	○	○	○	○
走高跳	○	○	○	○
棒高跳	○	○	○	○
走幅跳	○	○	○	○
三段跳	○	○	○	○
砲丸投	○	N.S.	○	○
円盤投	○	N.S.	○	○
ハンマー投	○	N.S.	○	○
やり投	○	N.S.	○	○

N.S.: 有意差なし ○: p<0.05

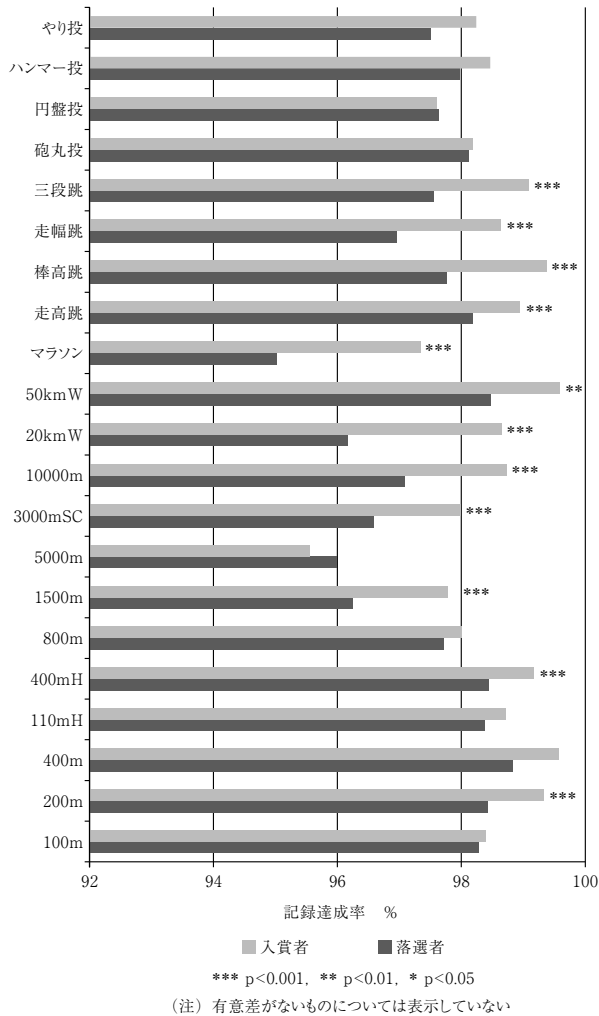


図5 3大会の種目別入賞者落選者間比較 (男子PB記録)

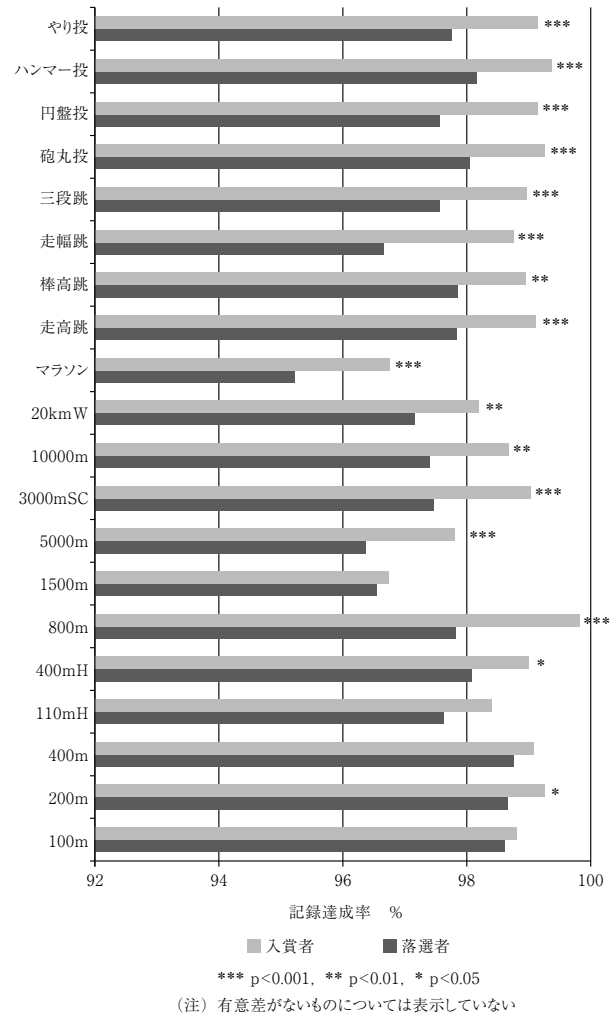


図6 3大会の種目別入賞者落選者間比較 (女子PB記録)

3. 3 世界大会における記録達成率の実態について

3. 3. 1 全体の傾向について

本研究の結果から、世界大会出場者でPB記録を更新した者は全体の7% (表1)、SB記録を更新したもので全体の14% (表1)であった。これは偏差値のTスコアでいえば60~70に相当するレベルであり、世界大会で自己記録を更新する競技者はハイレベルなピーキング力を発揮したと言える。世界大会等に出場する選手は、競技パフォーマンスが高度に高められた段階にあるため、自己記録更新そのものが難しいということ、また高いパフォーマンス (記録) を持っていて、トレーニングや調整がうまくいっても、目標としている競技会において、精神や情緒の乱れ、意欲の消失が起こってしまえば、競技者は実力を発揮できない (マトヴェイエフ, 1985; 杉林, 2009)。世界大会へのピーキングは困難なことと言える。

PB記録に対して96.01%以上98.00%以下の競技者が全体の29%、98.01%以上100.00%以下の記録であった

競技者も29%であった (表1)。いっぽうSB記録に対しては98.01%以上100.00%以下が最も多く、全体の34%であった。よって、世界大会においてPB記録の96%、SB記録に対しては98%が大よそのピーキング成否の分かれ目の目安となるだろう。

3. 3. 2 性別比較

SB記録並びにPB記録に対する達成率について、男子入賞者群・落選者群と女子入賞者群・落選者群を比較した結果、各大会において有意差は認められなかった。しかし、3大会平均においては、SB記録に対する達成率において、落選者女子が落選者男子より有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。PB記録においては、入賞者女子が入賞者男子より有意に高い値を示した ($p < 0.01$)。数値的にはわずかな差であったものの、性差がみられたのは、明確な理由には至っていないが、世界大会における女子競技者参加の歴史の浅さが影響している可能性を考えることが出来る。男子は第1回近代オリン

表7 種目別記録達成率および種目間分散分析 (男子SB記録)

種目	Av	SD	種目間分散分析
50kmW	99.49	2.08	>5000m***, マラソン***, 1500m***, 3000mSC***, 20kmW***
400m	99.31	1.28	>5000m***, マラソン***, 1500m***, 3000mSC***, 20kmW***
400mH	99.15	1.16	>5000m***, マラソン***, 1500m***, 3000mSC**, 20kmW**
200m	98.97	1.24	>5000m***, マラソン***, 1500m***, 3000mSC**, 20kmW**
110mH	98.80	1.05	>5000m***, マラソン***, 1500m***
走高跳	98.78	0.93	>5000m***, マラソン***, 1500m***
三段跳	98.73	1.26	>5000m***, マラソン***, 1500m**
10000m	98.73	2.51	>5000m***, マラソン***, 1500m*
100m	98.71	1.10	>5000m***, マラソン***, 1500m***
砲丸投	98.71	0.82	>5000m***, マラソン***, 1500m**
棒高跳	98.68	1.19	>5000m***, マラソン***, 1500m**
ハンマー投	98.60	1.05	>5000m***, マラソン***, 1500m**
やり投	98.42	1.18	>5000m***, マラソン***, 1500m**
円盤投	98.40	0.96	>5000m***, マラソン***
800m	98.20	2.02	>5000m***, マラソン***
走幅跳	98.09	1.55	>5000m**, マラソン**
20kmW	97.74	2.63	>5000m*
3000mSC	97.67	1.99	—
1500m	97.12	1.93	—
マラソン	96.55	2.84	—
5000m	96.41	1.82	—

*** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05

Av.: 平均 SD.: 標準偏差

表8 種目別記録達成率および種目間分散分析 (男子PB記録)

種目	Av	SD	種目間分散分析
400m	98.99	1.15	>マラソン***, 5000m***, 1500m***, 20kmW***, 3000mSC***, 走幅跳**
50kmW	98.71	2.28	>マラソン***, 5000m***, 1500m***, 20kmW***, 3000mSC***
400mH	98.60	1.27	>マラソン***, 5000m***, 1500m***, 20kmW***, 3000mSC***
200m	98.57	1.21	>マラソン***, 5000m***, 1500m***, 20kmW***, 3000mSC***
110mH	98.46	1.16	>マラソン***, 5000m***, 1500m***, 20kmW***, 3000mSC**
走高跳	98.36	0.92	>マラソン***, 5000m***, 1500m***, 20kmW***, 3000mSC*
100m	98.31	1.10	>マラソン***, 5000m***, 1500m***, 20kmW***, 3000mSC**
棒高跳	98.19	1.35	>マラソン***, 5000m***, 1500m**, 20kmW**
砲丸投	98.14	1.51	>マラソン***, 5000m***, 1500m*, 20kmW**
ハンマー投	98.11	1.16	>マラソン***, 5000m***, 1500m*, 20kmW**
三段跳	98.06	1.29	>マラソン***, 5000m***, 20kmW**
800m	97.77	2.10	>マラソン***, 5000m***
10000m	97.71	1.59	>マラソン***, 5000m***
やり投	97.68	1.42	>マラソン***, 5000m**
円盤投	97.63	1.66	>マラソン***, 5000m**
走幅跳	97.42	1.55	>マラソン***, 5000m*
3000mSC	96.90	2.26	>マラソン**
20kmW	96.59	2.29	>マラソン*
1500m	96.58	2.16	—
5000m	95.91	1.98	—
マラソン	95.41	2.94	—

*** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05

Av.: 平均 SD.: 標準偏差

ピック・アテネ大会 (1896年) から競技しているいっぽうで、女子選手が初めて参加したのはそれから32年遅れた1928年の第9回オリンピック・アムステルダム大会からであった。女子種目のほうが歴史的観点から男子選手より記録が更新しやすい状況にまだあるのかもしれない。

3. 3. 3 競技レベルとピーキング力について

入賞者 (決勝8位まで) と落選者の記録達成率を比較したところ、男女41種目中PB記録では29種目 (70.7%), SB記録では36種目 (87.8%) において入賞者の記録達成率が有意 ($p<0.05$) に高く、全体としてみると競技レベルが高いほうの記録達成率が高くピーキング力が高いと考えられた。

表9 種目別記録達成率および種目間分散分析 (女子SB記録)

種目	Av	SD	種目間分散分析
400m	99.26	1.06	>マラソン***, 1500m***
200m	99.19	1.44	>マラソン***, 1500m***
10000m	99.11	2.42	>マラソン***
100m	99.04	0.92	>マラソン***, 1500m***
砲丸投	98.98	0.88	>マラソン***, 1500m*
ハンマー投	98.90	1.02	>マラソン***, 1500m*
800m	98.85	2.54	>マラソン***, 1500m*
走高跳	98.77	1.03	>マラソン***
400mH	98.76	2.84	>マラソン***
やり投	98.73	1.11	>マラソン***
棒高跳	98.70	1.36	>マラソン***
円盤投	98.53	1.26	>マラソン**
三段跳	98.53	1.23	>マラソン***
20kmW	98.52	2.24	>マラソン***
3000mSC	98.46	1.89	>マラソン***
100mH	98.22	5.25	>マラソン**
走幅跳	97.72	1.63	—
5000m	97.67	2.15	—
1500m	97.14	2.16	—
マラソン	96.32	3.05	—

*** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05 Av.: 平均 SD.: 標準偏差

表10 種目別記録達成率および種目間分散分析 (女子PB記録)

種目	Av	SD	種目間分散分析
400m	98.82	1.40	>マラソン***, 1500m***, 5000m*
200m	98.76	1.46	>マラソン***, 1500m***, 5000m*
100m	98.64	1.05	>マラソン***, 1500m***
ハンマー投	98.49	1.03	>マラソン***, 1500m*
砲丸投	98.41	1.03	>マラソン***, 1500m*
400mH	98.30	2.86	>マラソン***, 1500m*
800m	98.26	2.69	>マラソン***, 1500m*
棒高跳	98.22	1.27	>マラソン***
走高跳	98.21	1.13	>マラソン***
やり投	98.14	1.27	>マラソン***
円盤投	98.04	1.34	>マラソン***
三段跳	97.97	1.18	>マラソン***
10000m	97.92	1.92	>マラソン***
3000mSC	97.83	1.85	>マラソン***
100mH	97.79	5.18	>マラソン***
20kmW	97.34	2.36	>マラソン***
走幅跳	97.19	1.74	>マラソン***
5000m	96.88	1.78	—
1500m	96.58	2.05	—
マラソン	95.48	3.20	—

*** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05 Av.: 平均 SD.: 標準偏差

しかしながら、100m走のみ男女とも、またPB記録、SB記録のいずれにおいても競技レベルと記録達成率に関係性が認められなかった。これは他の種目に比べて短時間で勝敗が決まる種目であること(松田, 1979)、直走路であり、心理的面からもパフォーマンスを阻害する要因が少ないことなどの理由から、他の種目と異なり競技レベルで差が認められなかったのではないかと考えられた。

3. 4 記録達成率の種目間比較

3大会平均記録達成率をもとに、種目間比較法を用いて記録達成率を補正した上で、種目間での分散分析を行った結果、以下のような結果を得ることができた。

表7は、3大会平均の男子SB記録に対する記録達成率について、種目間で分散分析を行った結果を示したものである。男子SB記録において、最も達成率が高かった種目は50kmW (99.49 ± 2.08%) で、最も低かった種目は5000m (96.41 ± 1.82%) であった。また、種目間で分散分析を行った結果、主に1500m以上の長距離種目・50kmWを除くロード競技とその他の種目間で有意差が認められ (p<0.001 ~ 0.05)、他の種目よりも達成率が有意に低いということが明らかとなった。なお、その他の種目間での有意差は認められなかった。

表8は、3大会平均の男子PB記録に対する記録達成率について、種目間で分散分析を行った結果を示したものである。男子SB記録において、最も達成率が

高かった種目は400m (98.99 ± 1.15%) で、最も低かった種目はマラソン (95.41 ± 2.94%) であった。また、種目間で分散分析を行った結果、SB記録同様、主に1500m以上の長距離種目と50kmWを除くロード競技が、他の種目よりも有意に低い達成率であるということが明らかとなった (p<0.001 ~ 0.05)。それに加え、400mと走幅跳においても0.1%水準で有意な差が認められ、走幅跳よりも400mのほうが有意に達成率が高いことが明らかとなった。なお、その他の種目間での有意差は認められなかった。

表9は、3大会平均の女子SB記録に対する記録達成率について、種目間で分散分析を行った結果を示したものである。女子SB記録において、最も達成率が高かった種目は400m (99.26 ± 1.06%) で、最も低かった種目はマラソン (96.32 ± 3.05%) であった。また、種目間で分散分析を行った結果、主に1500m・マラソンと他種目間に有意な差が認められ (p<0.001 ~ 0.05)、他の種目と比較して達成率が有意に低いということが明らかとなった。なお、その他の種目間での有意差は認められなかった。

表10は、3大会平均の女子PB記録に対する記録達成率について、種目間で分散分析を行った結果を示したものである。女子PB記録において、最も達成率が高かった種目は400m (98.82 ± 1.40%) で、最も低かった種目はマラソン (95.48 ± 3.20%) であった。また、種目間で分散分析を行った結果、主に1500m・5000m・マラソンと他種目の間に有意な差が認められ

($p < 0.001 \sim 0.05$), 他の種目と比較して達成率が有意に低いということが明らかとなった。なお, その他の種目間での有意差は認められなかった。

先行研究では単純計算による記録達成率の種目間比較により, フィールド種目の記録達成率が低く, それは技術系の種目特性によるものだと報告されていた(杉林, 2009; 村木, 1989)。そこで, 種目間におこる数値の意味の違い, 重みづけを取り除いた補正值での記録達成率を用いて種目間に記録達成率の違いが認められるかどうか多重比較を行い検討した。

その結果, 1500m, 3000mSC (男子のみ), 5000m, 20kmW (男子のみ), マラソンといった中距離, 長距離, ロード種目のみが他種目に比べ有意に低い達成率 ($p < 0.05$) であり, それら以外の種目は達成率に違いはなく種目特性の影響は認められなかった。中距離, 長距離, ロード種目の達成率が低かった原因は, PB記録, SB記録が気象条件の整った環境下でのパフォーマンスであり, 暑熱環境下で行われる世界選手権大会でのパフォーマンスとは明らかに異なっていたことによるものと示唆された。

また, 男子PB記録においては, 400mと走幅跳において統計的に有意な違い ($p < 0.01$) が認められ, 走幅跳の達成率が低かった。これは, 体調だけでなく, 会場の雰囲気や風等の環境的要因や踏み切り板に足が合う合わないといった心理的要因から(松田, 1979), 大会時記録のパフォーマンスが安定しにくくなるということが影響していると考えられる。走幅跳は, 男子のPB記録だけでなく, SB記録や女子の結果においても比較的低い達成率となっていることから, 走幅跳については自己記録を発揮するのが困難な種目といえるかもしれない。

以上のことから, 中距離, 長距離, ロード種目, そして走幅跳を除き, 実力を発揮するにあたって種目特性による差はないということが明らかとなった。先行研究では, フィールド競技の達成率が低いのは種目特性の影響であるといわれてきたが(杉林, 2009; 村木, 1989), それは種目特性による差ではなく, 種目間における時間と距離の数値特性が影響していたということが考えられる。

4. 結論

本研究では, 世界トップ選手が, 世界大会でどのくらいの水準でパフォーマンスを発揮しているのか実態を明らかにし, 世界水準からみたピーキング力を評価できる基準を開発することで, 日本選手の競技力向上

のみならず, スポーツ教育における到達度評価に資する資料を得ることを目的とした。その結果, 以下のことが明らかとなった。

- ① 世界大会出場者でPB記録を更新した者は全体の7%, SB記録を更新したもので全体の14%であった。分布の割合からみても, 世界大会で自己記録を更新することは難しいといえた。
- ② 入賞者と落選者の記録達成率を比較したところ, 男女41種目中PB記録では29種目(70.7%), SB記録では36種目(87.8%)において入賞者の記録達成率が有意に高い結果となった ($p < 0.05$)。全体としてみると, 競技レベルが高いほうが記録達成率も高く, ピーキング力が高いということが考えられる。
- ③ 種目間比較法を用いて, 種目の違いでピーキング力に差が認められるかを検討した結果, 中距離・長距離・ロード種目, 走幅跳(男子PB記録のみ)は他のトラック, フィールド種目より達成率が有意に低い結果となった ($p < 0.05$)。それ以外の種目間ではほとんど差がないことから, 中距離, 長距離, ロード種目, 走幅跳(男子PB記録のみ)を除き, 実力を発揮するにあたって種目特性による差はないということが明らかとなった。このように, 種目間比較法を用いることで, 種目間におこる数値の意味の違い, 重みづけを取り除いた上で比較, 分析することができた。

引用参考文献

- 1) 青山亜紀 (2008) 学生上級競技者の主要試合におけるパフォーマンスの動態に関する研究—陸上競技のスピード・筋力運動系種目における近年の動向から。陸上競技研究 74 (3). pp.11-17.
- 2) 青山亜紀 (2009a) 学生上級競技者の主要競技会におけるパフォーマンス達成に関するスポーツトレーニング学的研究—トラック種目における近年の動向から。陸上競技学会誌 (7). pp.1-7.
- 3) 青山亜紀・石塚浩 (2009b) 学生上級競技者の主要競技会におけるパフォーマンス達成に関するスポーツトレーニング学的研究—跳躍種目における近年の動向から。陸上競技研究 78 (3). pp.10-20.
- 4) 青山亜紀・小山裕三 (2009c) 学生上級競技者の主要競技会におけるパフォーマンス達成に関するスポーツトレーニング学的研究—投てき種目における近年の動向から。陸上競技研究 79 (4). pp.39-50.
- 5) 青山亜紀 (2010) 学生上級競技者の主要競技会におけるパフォーマンス達成に関するスポーツトレーニング学的研

- 究. 陸上競技学会誌 (8). pp.12-21.
- 6) 青山亜紀・澤野大地・本道慎吾 (2013) 短距離走種目の主要競技会でのパフォーマンス達成と競技会配置との関係に関するスポーツトレーニング学的研究—学生競技者の競技力レベルの相違に着目して—. 陸上競技研究92 (1). pp.21-29.
- 7) IAAF世界陸上公式ホームページ
URL: <http://www.iaaf.org/competitions/iaaf-world-championships>
- 8) 伊藤宏・安田陸 (2001) 100mと400mトップスプリンターの試合構成 (試合運び) における実力発揮に関する研究. 陸上競技紀要14. pp.62-71.
- 9) 公益財団法人日本オリンピック委員会
URL: <http://www.joc.or.jp/sports/athletics.html>
- 10) 公益財団法人日本陸上競技連盟公式ホームページ
URL: <http://www.jaaf.or.jp/>
- 11) krüger, A. (1973) Periodization, orpeakingattherighttime. TrackTechnique54. pp.1720-1724.
- 12) 松田岩男 (1979) 陸上競技の心理. 株式会社ベースボール・マガジン社: 東京. pp.48-123.
- 13) マトヴェイエフ: 江上修代訳 (1985) ソビエトスポーツトレーニングの原理. 白帝社: 東京, pp.317.
- 14) 村木征人 (1989) 091P02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論的考察. 日本体育学会大会号 (40B). p.584.
- 15) 野口純正 (1994) 「記録分析からみた世界と日本の陸上競技」. 財団法人日本体育協会公認C級コーチ養成講習会資料.
- 16) 岡野進 (2001) コーチの広場シドニー・オリンピック (陸上競技) における日本代表選手の実力発揮度を考える—日本代表選手と優勝者の「記録達成率」の比較を通して—. 陸上競技マガジン51 (3). pp.128-133.
- 17) 岡野進・濱部浩一 (2004) 「高校総体」(陸上競技) 走幅跳出場者の記録・記録達成率 (実力発揮度) についての分析—2003年・長崎「高校総体」の場合—. 陸上競技紀要17. pp.76-87.
- 18) 岡野進・佐々木秀幸 (2005) アテネ・オリンピック大会における陸上競技日本代表選手団の記録「達成率」ならびに実力発揮度について. 陸上競技研究紀要1. 52-60.
- 19) 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. 陸上競技紀要4. pp.10-25 [含英語文要旨].
- 20) PETER MATTHEWS (2015) ATHLETICS 2015 THE INTERNATIONAL TRACK AND FIELD ANNUAL
- 21) 杉林孝法 (2009) 北京オリンピック・陸上競技の競技達成度 (金沢星陵大学人間科学会学術講演会オリンピックフォーラム). 金沢星陵大学人間科学研究2 (2). pp.8-10.
- 22) 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・スポーツ研究センター紀要. pp.29-31.