

得点分析にもとづく女子七種競技者のアセスメントのための基準値の作成

村山 凌一¹⁾ 伊藤 明子¹⁾ 山元 康平²⁾ 大山 卞 圭悟²⁾ 木越 清信²⁾ 尾縣 貢²⁾

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科 2) 筑波大学体育系

Development of performance indicator for heptathletes in the structural analysis.

Ryoichi Murayama¹⁾ Akiko Ito¹⁾ Kohei Yamamoto²⁾ Keigo Byun Ohyama²⁾ Kiyonobu Kigoshi²⁾
Mitsugi Ogata²⁾

1) University of Tsukuba, Graduate School of Comprehensive Human Sciences

2) University of Tsukuba, Faculty of Health and Sports Sciences

1. 緒言

女子七種競技は、日本陸上競技連盟の強化方針では、国際競技会への出場を目指すワールドチャレンジ種目にカテゴリーされている。2018年現在の女子七種競技の日本記録は、2004年に中田有紀選手が記録した5962点であり、15年近く更新されていないとともに、この記録は、近年の五輪および世界選手権の参加標準記録（2019年ドーハ世界選手権：6300点）を下回っている。そのため、同じ混成競技の男子十種競技が、世界選手権・五輪への複数出場やアジア大会における金メダルを達成しているにも関わらず、女子七種競技は、世界選手権や五輪への参加から遠ざかって久しい。一方で近年、ヘンブヒル恵選手（5907点、2017年、日本歴代2位）、山崎有紀選手（5873点、2018年、日本歴代3位）、宇都宮絵莉選手（5821点、2018年、日本歴代4位）らが、日本歴代上位の記録を達成しており、国内の競技レベルは向上傾向にあるといえ、今後は国際レベルでの活躍が期待される。

我が国の男子十種競技に関する研究では、世界トップレベル競技者の得点分析により、十種競技者のアセスメントおよび目標設定を行うための基準が提示され、強化に利用されている（持田ほか、2010）。一方、女子七種競技に関する研究は、種目毎の技術分析に関する研究（繁田・有吉、2010；松林ほか、2012）、競技者の体力特性に関する研究（高島ほか、2011；高本・尾縣、2005；上野ほか、2002）、数理モデルや統計手法を用いた得点分

析研究（Careau and Wilson, 2017；Gassmann et al, 2016；繁田ほか、2012）、トレーニングに関する研究（浅見、2002；上野ほか、2003；渡邊ほか、2000）などが行われているが、幅広い競技レベルの競技者のデータから、アセスメントや目標設定のための基準の作成を行った研究は、我々の知る限りないようである。スポーツパフォーマンスを向上させるためには、競技者の現状のアセスメントにより、適切なトレーニング課題を設定することが重要になる（凶子、2014）。複数の種目のトレーニングが必要な混成競技において、個々の競技者の得意種目や不得意種目を適切にアセスメントするとともに、目標とする七種競技記録を達成するために必要な各種目の記録レベルを把握することは、トレーニング計画を立案する上で重要であると考えられる。これに関連し尾縣（1991）は、混成競技の長期的な強化モデルとして、得意種目や不得意種目を把握した上での計画的な強化が重要であることを指摘している。また、持田ほか（2010）は、十種競技において、得点分析をもとに作成した評価基準および競技レベル別の下限値を手掛かりに、日本人競技者が達成すべき各種目記録の具体的な数値目標を提示している。このような競技者の得意種目や不得意種目を把握するためのアセスメントや、具体的なトレーニング目標の設定のためには、実際の競技者の記録から、アセスメントおよび目標設定に利用可能な基準値を作成することが必要不可欠である。

これらのことから、本研究では、世界トップレベルから日本一般レベルの七種競技者を対象に、七種

競技総合得点と各種目の記録との関係について検討し、七種競技者のアセスメントおよび目標設定に利用可能な基準値の作成を試みた。

2. 方法

(1) データの収集

世界トップレベルから日本一般レベルの女子七種競技者を対象に、七種競技記録（以下、総合得点とする）および各種目（100 mハードル [100 mH]、走高跳 [High jump : HJ]、砲丸投 [Shot put : SP]、200 m走、走幅跳 [Long jump : LJ]、やり投 [Javelin throw : JT]、800 m走）の記録について調査を行った。調査対象は、やり投の規格変更が行われた1999年以降における総合得点4500点以上の競技者とした。対象者は、総合得点500点毎に50名以上のデータが収集できるよう無作為に抽出した（ただし、6500点以上の競技者は世界歴代でも50名に満たなかったため、可能な限りのデータの収集を行った）。データの収集は国際陸連（IAAF, online）および国内のランキングwebサイト（陸上競技マガジン記録編集部, online）において行った。可能な限り、近年の日本人競技者を中心にデータの収集を行った。収集したデータは、女子七種競技者281名（七種競技記録：5566 ± 695点, 7032 - 4511点）分であった。同一の競技者のデータが重複することがないようにした。対象者は、総合得点500点毎に群分けし、6500点以上をA群（n = 41, 6671 ± 143点）、6500点未満6000点以上をB群（n = 50, 6164 ± 124点）、6000点未満5500点以上をC群（n = 54, 5753 ± 140点）、5500点未満5000点以上をD群（n = 62, 5191 ± 140点）、5000点未満4500点以上をE群（n = 74, 4728 ± 126点）とした。D群およびE群は、全て日本人競技者であった。

(2) データ処理

① 総合得点に対する各種目の記録の標準値

総合得点を独立変数、各種目の記録を従属変数とする単回帰分析を行い、総合得点に対する各種目の記録の標準値を推定する回帰式の作成を行った。回帰式の決定係数（ R^2 ）および推定の標準誤差（SEE）を求めた。得られた回帰式をもとに、総合得点100点毎の各種目の記録の標準値を求め、早見表を作成した。

② 総合得点に対する各種目の記録の下限値

男子十種競技の得点分析を行なった持田ほか（2010）の方法を参考に、総合得点100点毎（7000点台、6900点台、6800点台…4500点台）に、当該記録範囲内での各種目の最も低い記録（下限記録とする）を求めた。そして、①と同様に、総合得点を独立変数、各種目の下限記録を従属変数とする単回帰分析を行い、総合得点に対する各種目の記録の下限値を推定する回帰式の作成を行った。 R^2 およびSEEを求めた。得られた回帰式をもとに、総合得点100点毎の各種目の記録の下限値を求め、早見表を作成した。

③ 七種競技の競技レベル別評価基準

持田ほか（2010）の方法を参考に、対象者全体および群毎に、各種目の5段階評価基準の作成を行なった。各種目の平均値および標準偏差（SD）をもとに、対象者全体および群毎に各種目の平均値 + 1.5SD, + 0.5SD, - 0.5SD, - 1.5SDに相当する記録を求め、それぞれ平均値 + 1.5SD以上を+2（優れる）、平均値 + 1.5SD ~ + 0.5SDを+1（やや優れる）、平均値 ± 0.5SDを0（標準）、平均値 - 0.5SD ~ - 1.5SDを-1（やや劣る）、平均値 - 1.5SD以下を-2（劣る）評価とした。表1は、評価基準の概要を示したものである。

(3) 統計処理

各項目の平均値および標準偏差（SD）を算出した。項目間の関係を検討するために、Pearsonの積率相関係数を算出した。群間の有意差検定には、一元配置の分散分析を行い、F値が有意であった項目についてはTukey法により多重比較を行った。

統計処理はいずれも、統計処理ソフト（IBM社製、SPSS Statistics 25.0 for MacOS X）を用いて行い、有意性は危険率5%未満で判定した。

表1 5段階評価による評価基準表

評価	記録の範囲
+2	優れる 平均値+1.5SD以上
+1	やや優れる 平均値+0.5SD~+1.5SD
0	標準 平均値±0.5SD
-1	やや劣る 平均値-0.5SD~-1.5SD
-2	劣る 平均値-1.5SD未満

SD: 標準偏差

表 2 各群の七種競技の各種目の記録

群	n	総合得点 (点)	100 mH (秒)	HJ (m)	SP (m)	200 m走 (秒)	LJ (m)	JT (m)	800 m走 (秒) 注
ALL	281	5566 ± 695	14.23 ± 0.76	1.67 ± 0.13	11.77 ± 1.89	25.33 ± 1.11	5.81 ± 0.49	40.61 ± 6.34	21.13 ± 7.72
		12.5	5.3	7.6	16.1	4.4	8.5	15.6	5.5
		7032 - 4511	12.54 - 17.08	1.98 - 1.37	17.31 - 7.55	22.35 - 28.15	6.88 - 4.66	59.32 - 24.79	2.06 - 45.81
A	41	6671 ± 143	13.31 ± 0.35	1.83 ± 0.06	14.32 ± 0.90	23.87 ± 0.59	6.51 ± 0.22	47.51 ± 5.19	12.02 ± 4.29
		2.1	2.6	3.5	6.3	2.5	3.4	10.9	3.2
		7032 - 6500	12.54 - 14.21	1.98 - 1.69	17.31 - 12.61	22.35 - 25.43	6.88 - 5.98	59.32 - 37.21	2.06 - 20.87
B	50	6164 ± 124	13.72 ± 0.37	1.78 ± 0.06	13.25 ± 0.92	24.54 ± 0.64	6.16 ± 0.19	43.46 ± 5.83	16.17 ± 4.26
		2.0	2.7	3.6	7.0	2.6	3.1	13.4	3.1
		6466 - 6000	12.96 - 14.61	1.83 - 1.64	14.35 - 11.32	23.60 - 25.75	6.59 - 5.52	49.53 - 32.03	8.74 - 26.31
C	54	5753 ± 140	13.93 ± 0.39	1.71 ± 0.06	12.27 ± 1.06	25.01 ± 0.68	5.99 ± 0.23	39.26 ± 4.99	19.83 ± 6.06
		2.4	2.8	3.2	8.7	2.7	3.9	12.7	4.3
		5995 - 5504	12.96 - 15.19	1.83 - 1.59	14.35 - 9.73	23.60 - 27.00	6.59 - 5.50	49.53 - 25.36	8.74 - 34.91
D	62	5191 ± 140	14.47 ± 0.36	1.61 ± 0.07	10.75 ± 1.02	25.89 ± 0.54	5.56 ± 0.20	39.89 ± 4.72	25.02 ± 5.82
		2.7	2.5	4.1	9.5	2.1	3.5	11.8	4.0
		5491 - 5011	13.94 - 15.35	1.75 - 1.46	13.61 - 8.35	24.35 - 27.07	6.06 - 5.08	52.85 - 27.65	15.48 - 45.81
E	74	4728 ± 126	15.12 ± 0.50	1.54 ± 0.07	9.83 ± 0.98	26.45 ± 0.67	5.25 ± 0.20	36.45 ± 5.17	27.24 ± 5.89
		2.7	3.3	4.8	9.9	2.5	3.8	14.2	4.0
		4966 - 4511	14.23 - 17.08	1.73 - 1.37	12.36 - 7.55	24.76 - 28.15	5.61 - 4.66	51.39 - 24.79	13.37 - 44.16
分散分析		*	*	*	*	*	*	*	
多重比較		A>B>C>D>E	A<B,C<D<E	A>B>C>D>E	A>B>C>D>E	A<B<C<D<E	A>B>C>D>E	A>B>C,D>E	A<B<C<D,E

A群：> 6500 B群：6499 - 6000 C群：5999 - 5500 D群：5499 - 5000 E群：4999 - 4500

注：「2」を省略した秒以下の値 変動係数は2分=120秒を加算した値をもとに算出

上行：平均値±SD 中行：変動係数 (SD/平均値・100, %) 下行：最大値-最小値

*, >, <, p<0.05

表 3 七種競技記録と各種目記録との回帰式

種目	回帰式	R ²	SEE
100 mH (秒)	Y = -0.000923 x + 19.37	0.715	0.41
HJ (m)	Y = 0.000159 x + 0.79	0.755	0.06
SP (m)	Y = 0.002333 x - 1.22	0.732	0.98
200 m走 (秒)	Y = -0.001336 x + 32.77	0.695	0.62
LJ (m)	Y = 0.000652 x + 2.18	0.849	0.19
JT (m)	Y = 0.005247 x + 11.41	0.329	5.20
800 m走 (秒) 注	Y = -0.007991 x + 65.61	0.516	5.38

Y：各種目の記録 x：七種競技記録(点) R²：決定係数 SEE：推定の標準誤差

注：「2」を省略した秒以下の値

3. 結果

表 2 は、各群の総合得点および各種目の記録を示したものである。800 m 走の記録は、対象者全員が 2 分台の記録であったため、「2 分」を省略した秒以下の値を示しており、以下全ての図表で同様である。表には、各群について、上行に平均値±SD、中行に変動係数 (SD/平均値・100, %)、下行に最大値および最小値を示している。総合得点および全ての種目において、群間に有意な差が認められ (p < 0.05)、いずれの項目も上位の群が高い記録を示した。総合得点、HJ、SP、200 m および LJ では、全ての群間に有意な差が認められた。100 mH では、B 群と C 群との間に、有意な差は認められなかった。JT では、C 群と D 群との間に、有意な差は認められ

なかった。800 m 走では、D 群と E 群との間に、有意な差は認められなかった。変動係数は、SP および JT において高い傾向が見られた。

図 1 は、総合得点と各種目の記録との関係を示したものである。また表 3 は、総合得点と各種目の記録との回帰式、R² および SEE を示したものである。全ての種目において、総合得点との間に有意な相関関係が認められ、(r = ± 0.5 - 0.9)、有意な回帰式が得られた。回帰式の当てはまりの高さを示す R² は、JT 以外では 0.5 以上の値を示した。JT の R² は 0.329 であった。表 4 は、表 3 の回帰式を用いて、総合得点 100 点毎の各種目の記録の標準値を示したものである。

表 5 は、種目間の相関係数を示したものである。全ての種目間に有意な相関関係が認められたが、相

表 4 七種競技記録毎の各種目の記録の標準値

総合得点 (点)	100mH (秒)	HJ (m)	SP (m)	200m (秒)	LJ (m)	JT (m)	800m (秒) 注
7000	12.91	1.90	15.11	23.42	6.74	48.14	9.67
6900	13.00	1.89	14.88	23.55	6.68	47.61	10.47
6800	13.09	1.87	14.64	23.69	6.61	47.09	11.27
6700	13.19	1.86	14.41	23.82	6.55	46.56	12.07
6600	13.28	1.84	14.18	23.95	6.48	46.04	12.87
6500	13.37	1.82	13.94	24.09	6.42	45.52	13.67
6400	13.46	1.81	13.71	24.22	6.35	44.99	14.47
6300	13.56	1.79	13.48	24.35	6.29	44.47	15.27
6200	13.65	1.78	13.24	24.49	6.22	43.94	16.07
6100	13.74	1.76	13.01	24.62	6.16	43.42	16.86
6000	13.83	1.74	12.78	24.75	6.09	42.89	17.66
5900	13.92	1.73	12.54	24.89	6.03	42.37	18.46
5800	14.02	1.71	12.31	25.02	5.96	41.84	19.26
5700	14.11	1.70	12.08	25.15	5.90	41.32	20.06
5600	14.20	1.68	11.84	25.29	5.83	40.79	20.86
5500	14.29	1.66	11.61	25.42	5.77	40.27	21.66
5400	14.39	1.65	11.38	25.56	5.70	39.74	22.46
5300	14.48	1.63	11.14	25.69	5.64	39.22	23.26
5200	14.57	1.62	10.91	25.82	5.57	38.69	24.06
5100	14.66	1.60	10.68	25.96	5.51	38.17	24.86
5000	14.76	1.59	10.45	26.09	5.44	37.65	25.66
4900	14.85	1.57	10.21	26.22	5.37	37.12	26.45
4800	14.94	1.55	9.98	26.36	5.31	36.60	27.25
4700	15.03	1.54	9.75	26.49	5.24	36.07	28.05
4600	15.12	1.52	9.51	26.62	5.18	35.55	28.85
4500	15.22	1.51	9.28	26.76	5.11	35.02	29.65
SSE	0.41	0.06	0.98	0.62	0.19	5.20	5.38

注：「2」を省略した秒以下の値 SSE：推定の標準誤差

関係数の大きさは種目間によって大きく異なった ($r = \pm 0.18 - 0.81$)。

図 2 は、総合得点 100 点毎に求めた各種目の下限記録と総合得点との関係を示したものである。また、表 6 は、総合得点と下限記録との回帰式、 R^2 および SEE を示したものである。全ての種目の下限記録と、総合得点との間に有意な相関関係が認められ ($r = \pm 0.7 - 0.9$)、有意な回帰式が得られた。回帰式の当てはまりの高さを示す R^2 は、全ての種目で 0.5 以上の値を示した。表 7 は、表 6 の回帰式を用いて、総合得点 100 点毎の各種目の下限記録を示したものである。

表 8 は、対象者全体および競技レベル別の各種目の評価基準を示したものである。また表 9 は、日本歴代上位競技者 (W, X, Y, Z 選手) および世界選手権出場レベルに相当する 6300 点相当の競技者 (o, p, q 選手) の総合得点および各種目の記録を、表 8 の評価基準 (5999 - 5500 点および 6499 - 6000 点基準) および表 7 の総合得点別下限記録を用いて評

価したものである。世界レベル競技者は、世界歴代ランキングから、当該記録に該当する競技者を無作為に抽出した。W, X, Y, Z 選手は、5999-5500 点基準で見ると、- 2 評価は見られず、- 1 評価も競技者によって 1 - 2 種目見られる程度であったが、6499 - 6000 点基準では、- 2 および - 1 評価が多数見られたとともに、+ 1 評価もそれぞれ 1 種目であった。一方、o, p, q 選手は、6499 - 6000 点基準でも、- 2 評価の種目はなく、- 1 評価も競技者によって 1 - 2 種目程度であり、+ 1 評価も 2 種目以上見られた。

4. 考察

本研究では、世界トップレベルから日本一般レベルの七種競技者を対象に、総合得点と各種目の記録との関係について検討し、七種競技者のアセスメントおよび目標設定に利用可能な基準値の作成を試みた。七種競技者 281 名 (総合得点：5566 ± 695 点、

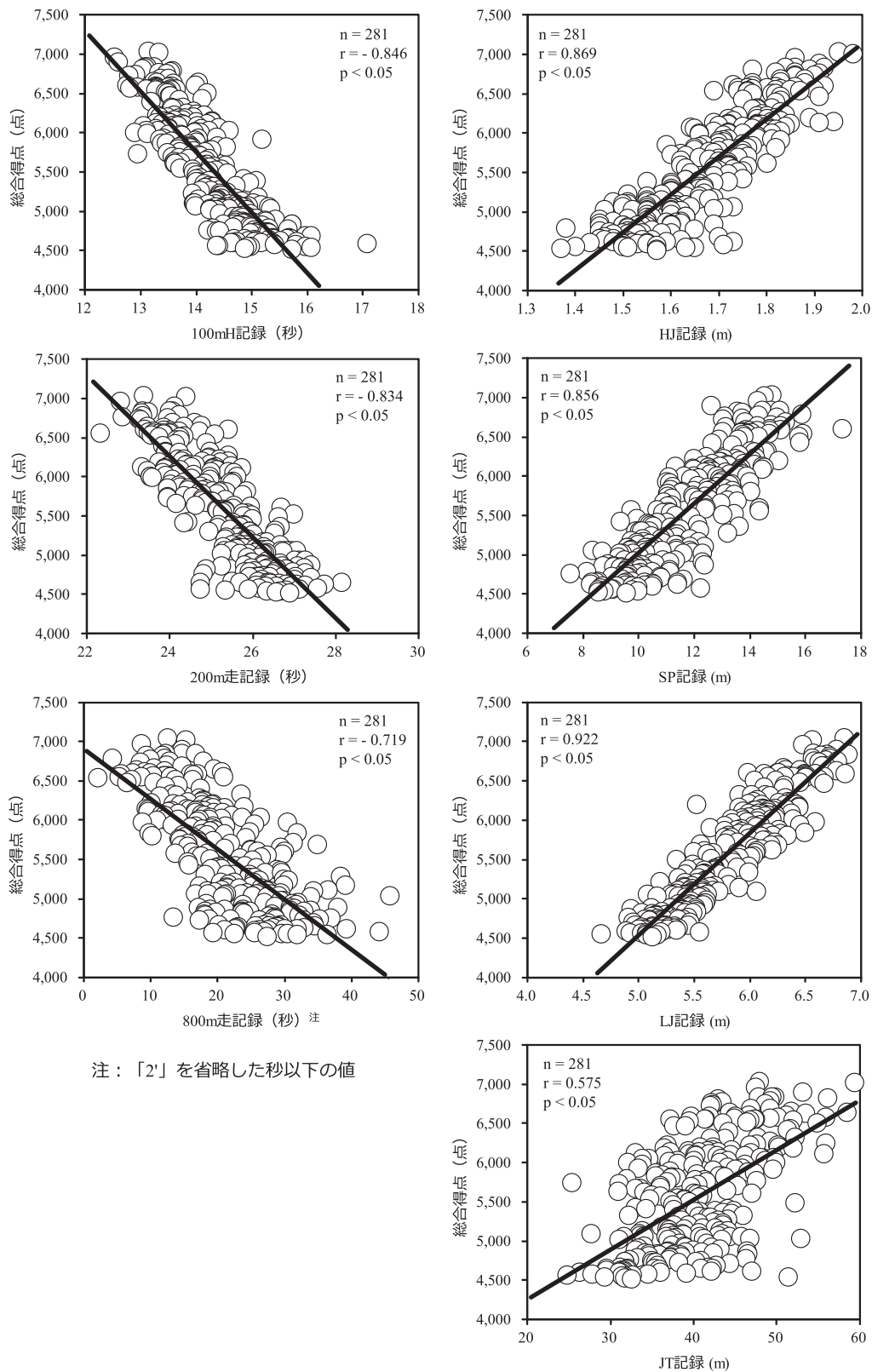


図1 七種競技総合得点と各種目の記録との関係

7032 - 4511 点) の総合得点および各種目の記録を調査し、総合得点と各種目の記録との関係から、総合得点に対する各種目の記録の標準値および下限記録を推定する回帰式の作成を行うとともに、競技レベル別にみた各種目の記録の評価基準の作成を行った。以下では、(1) 総合得点と各種目の記録と

の関係および種目間の関係、(2) 本研究で作成した女子七種競技におけるアセスメントおよび目標設定のための基準値の特徴、(3) 評価基準および下限記録を用いた七種競技者のアセスメント、について考察を行う。

表5 七種競技における種目間の相関係数

	100mH	HJ	SP	200m	LJ	JT
HJ	-0.664					
SP	-0.638	0.712				
200m	0.813	-0.618	-0.631			
LJ	-0.800	0.806	0.736	-0.779		
JT	-0.321	0.419	0.591	-0.258	0.404	
800m	0.609	-0.578	-0.464	0.698	-0.630	-0.182
n=281	$p < 0.05$	$r > 0.5, r < -0.5$				

表6 七種競技総合得点と各種目下限記録との回帰式

種目	回帰式	R ²	SEE
100 mH (秒)	Y = -0.001151 x + 21.26	0.812	0.42
HJ (m)	Y = 0.000192 x + 0.49	0.929	0.04
SP (m)	Y = 0.002499 x - 3.58	0.934	0.51
200 m走 (秒)	Y = -0.001592 x + 35.30	0.904	0.40
LJ (m)	Y = 0.000698 x + 1.58	0.926	0.15
JT (m)	Y = 0.006414 x - 1.73	0.615	3.81
800 m走 (秒) ^注	Y = -0.011890 x + 97.25	0.826	4.12

Y: 各種目の下限記録 x: 七種競技記録 (点) R²: 決定係数 SEE: 推定の標準誤差

注: 「2」を省略した秒以下の値

(1) 総合得点と各種目の記録との関係および種目間の関係

七種競技の競技レベルの異なる群間の各種目の記録を比較すると (表2), 全ての種目で群間に有意な差が認められ, いずれの種目も, 上位の群が高い記録を示した。また, 総合得点と各種目の記録との間にも, 全ての種目において強い相関関係が認められた (図1)。これらのことは, 本研究で対象とした日本一般レベルから世界トップレベルまでという範囲では, 高い七種競技記録を達成するためには, 全ての種目において高い記録が必要になることを示すものである。また, 相関係数の大きさに着目すると, 総合得点とLJとの相関係数が最も大きかった ($r = 0.922$, 図1)。さらに, LJは, 100 mHや200 m走, HJという他のスプリントおよび跳躍種目との関係が比較的強い傾向が見られた (表5)。これらの種目は, パフォーマンス構造として, スプリント能力, 水平および鉛直方向への跳躍能力という基礎的な因子が共通しており, これらの基礎的な能力に優れる競技者は, LJのみならず3種目全てにおいて高い記録を達成でき, 必然的に高得点を獲得できる傾向にあるため, 総合得点との関係が強い傾向が認められたと考えられる。一方, SPおよびJTは,

対象者全体および各群での変動係数が大きく (表2), 個人差が大きい種目であると考えられる。さらに, これら2種目は, 他種目との相関関係が比較的弱く (表5), 要求される技術および体力の特異性が高い種目であると考えられる。そのため, 競技レベルに近い場合でも, 記録レベルの個人差が大きく, 総合得点との関係が比較的弱かったと考えられる。これらの傾向は, 指導現場での経験的な認識や先行研究の結果と概ね一致していた (Gassmann et al, 2016; 尾縣, 1991; 繁田ほか, 2012)。

これらのことから, 七種競技において高いパフォーマンスを達成するためには, 全ての種目において高い記録を達成することが重要であることを前提とした上で, 中でも, LJを中心に, スプリントおよび跳躍系種目のパフォーマンスを向上させることが重要であると考えられる。

(2) 本研究で作成した女子七種競技におけるアセスメントおよび目標設定のための基準値の特徴

競技者の現状を適切にアセスメントし, トレーニング課題と目標を設定することは, スポーツ・トレーニングの根幹である (図子, 2014)。そして, 適切なアセスメントおよび目標設定のためには, 具

表7 七種競技記録毎の各種目の記録の下限値

総合得点 (点)	100mH (秒)	HJ (m)	SP (m)	200m (秒)	LJ (m)	JT (m)	800m (秒) ^注
7000	13.20	1.83	13.91	24.16	6.47	43.17	14.02
6900	13.32	1.81	13.66	24.32	6.40	42.53	15.21
6800	13.43	1.80	13.41	24.47	6.33	41.89	16.40
6700	13.55	1.78	13.16	24.63	6.26	41.24	17.59
6600	13.66	1.76	12.91	24.79	6.19	40.60	18.78
6500	13.78	1.74	12.66	24.95	6.12	39.96	19.97
6400	13.89	1.72	12.41	25.11	6.05	39.32	21.15
6300	14.01	1.70	12.16	25.27	5.98	38.68	22.34
6200	14.12	1.68	11.91	25.43	5.91	38.04	23.53
6100	14.24	1.66	11.66	25.59	5.84	37.40	24.72
6000	14.35	1.64	11.41	25.75	5.77	36.75	25.91
5900	14.47	1.62	11.16	25.91	5.70	36.11	27.10
5800	14.58	1.60	10.91	26.07	5.63	35.47	28.29
5700	14.70	1.58	10.66	26.23	5.56	34.83	29.48
5600	14.81	1.57	10.41	26.38	5.49	34.19	30.67
5500	14.93	1.55	10.16	26.54	5.42	33.55	31.86
5400	15.04	1.53	9.91	26.70	5.35	32.91	33.04
5300	15.16	1.51	9.66	26.86	5.28	32.26	34.23
5200	15.27	1.49	9.41	27.02	5.21	31.62	35.42
5100	15.39	1.47	9.16	27.18	5.14	30.98	36.61
5000	15.51	1.45	8.92	27.34	5.07	30.34	37.80
4900	15.62	1.43	8.67	27.50	5.00	29.70	38.99
4800	15.74	1.41	8.42	27.66	4.93	29.06	40.18
4700	15.85	1.39	8.17	27.82	4.86	28.42	41.37
4600	15.97	1.37	7.92	27.98	4.79	27.77	42.56
4500	16.08	1.35	7.67	28.14	4.72	27.13	43.75
SSE	0.42	0.04	0.51	0.40	0.15	3.81	4.12

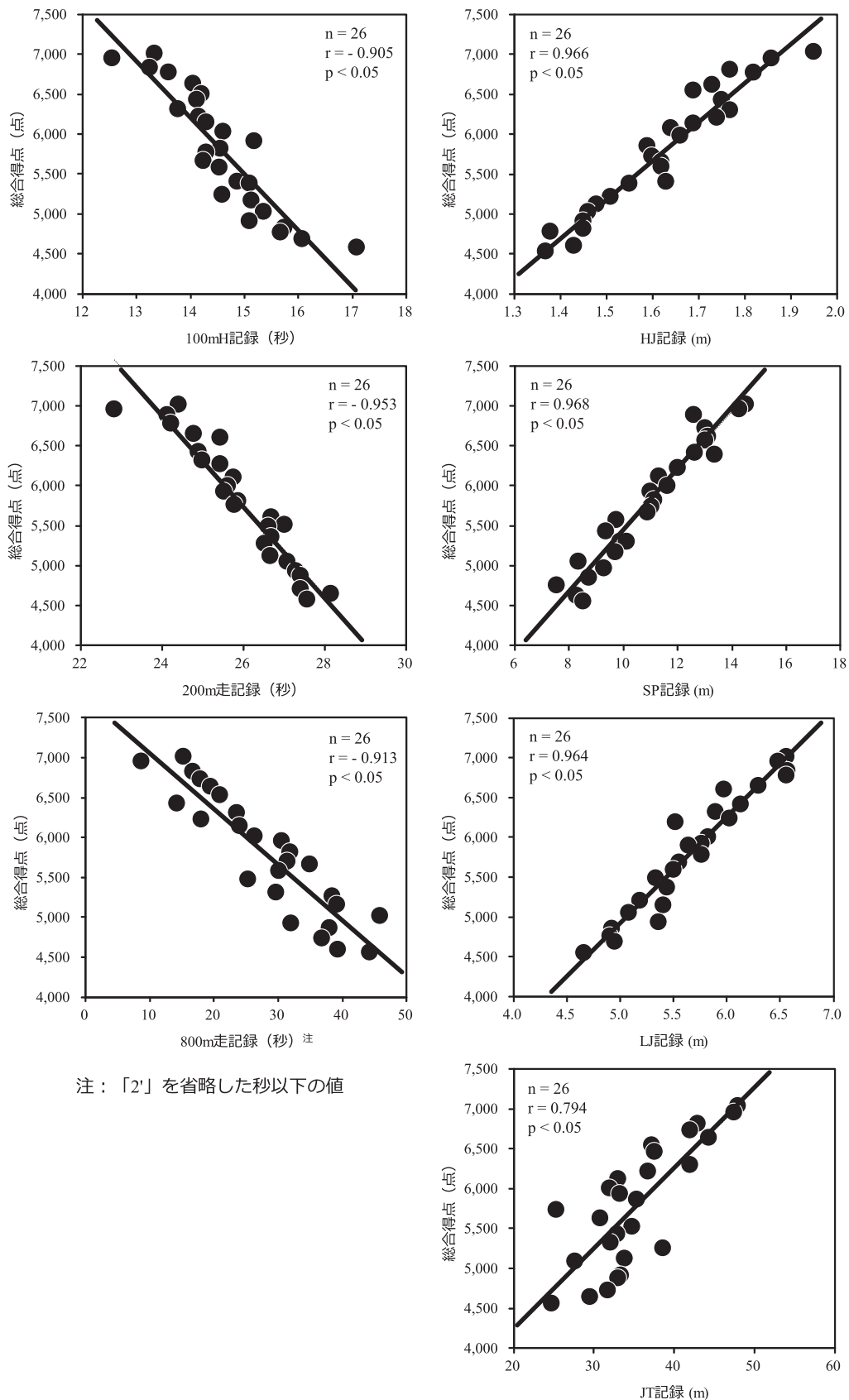
注：「2」を省略した秒以下の値 SSE：推定の標準誤差

体的な基準が必要になる。本研究では、男子十種競技において得点分析をもとに競技レベル別の記録下限値や評価基準を作成した持田ほか（2010）の報告を参考に、総合得点と各種目の記録との関係から、目標とする総合得点を達成するための各種目の標準値および下限記録、評価基準を作成した。

総合得点を独立変数、各種目の記録または競技レベル別の下限記録を従属変数とした回帰式の決定係数は概ね高い値を示し(表3および表7. $R^2 > 0.5$)、これらの回帰式を用いることで、目標とする総合得点を達成するための各種目の記録の標準値および下限値を求めることができる。表3および表6には、回帰式の推定の標準誤差（SEE）も併せて示しているが、SEEは、推定式の精度の高さの指標であると同時に、総合得点に対する各種目の記録の個人差の程度を示すものと捉えることができる。例えば、標準値の回帰式において、決定係数が最も大きかったLJのSEEは0.19（m）であり、決定係数が最も小さかったJTのSEEは5.20（m）である。これらの値は、

競技レベルの異なる各群のSDとほぼ同等の値であり（表2）、このことから、同じ総合得点に対して、LJでは±0.2m程度、JTでは±5m程度の個人差が存在するものであると解釈することができる。回帰式を用いて記録の標準値および下限値を求める場合は、このような個人差の程度も考慮して利用することが必要である。

七種競技は、各種目の記録を得点化しその合計得点を競う競技であるため、当然、競技者によって得意な種目、不得意な種目があり、得点パターンは競技者によって様々である。その中で、回帰式によって求められる記録の標準値は、ある総合得点を達成するための最も標準的な値を示すものである。実際には、競技者によって得点パターンは異なるため、例え不得意な種目があっても、得意な種目で高得点を獲得することによって、総合得点を高めることも可能である。一方で、本研究で求めた下限記録は(表6, 7, 図2)、そのように無数の得点パターンがある中で、ある競技レベルに対して、当該種目におい



注：「2」を省略した秒以下の値

図2 七種競技記録 100点毎の総合得点と各種目の下限記録との関係

てその記録以下を記録する競技者が極めて稀である記録を示しており、ある競技レベルに到達するために最低限クリアすべき記録レベルであるといえる。これらのことから、表7に示したこれら各種目の記

録の下限値は、目標となる総合得点を達成するために最低限クリアすべき記録目標を設定する上で目安になると考えられる。さらに、下限記録にもSEEが存在するため、SEEの範囲も考慮した下限レベルを

表 8 競技レベル別の七種競技種目別評価基準

(全体) > 4500								C群 : 5999 - 5500							
100 mH (秒)	HJ (m)	SP (m)	200 m走 (秒)	LJ (m)	JT (m)	800 m走 (秒)注	評価	100 mH (秒)	HJ (m)	SP (m)	200 m走 (秒)	LJ (m)	JT (m)	800 m走 (秒)注	評価
13.10	1.86	14.60	23.67	6.54	50.11	9.56	+2 優れる	13.34	1.79	13.86	23.99	6.34	46.74	10.73	+2 優れる
13.86	1.74	12.71	24.78	6.05	43.78	17.28	+1 やや優れる	13.73	1.74	12.80	24.67	6.10	41.75	16.80	+1 やや優れる
14.61	1.61	10.82	25.89	5.56	37.44	24.99	±0 標準	14.12	1.68	11.74	25.35	5.87	36.76	22.86	±0 標準
15.37	1.48	8.93	27.00	5.07	31.11	32.71	-1 やや劣る	14.51	1.63	10.67	26.02	5.64	31.77	28.92	-1 やや劣る
							-2 劣る								-2 劣る
A群 : > 6500								D群 : 5499 - 5000							
100 mH (秒)	HJ (m)	SP (m)	200 m走 (秒)	LJ (m)	JT (m)	800 m走 (秒)注	評価	100 mH (秒)	HJ (m)	SP (m)	200 m走 (秒)	LJ (m)	JT (m)	800 m走 (秒)注	評価
12.79	1.93	15.68	22.98	6.85	55.30	5.59	+2 優れる	13.94	1.71	12.28	25.08	5.85	46.97	16.29	+2 優れる
13.14	1.87	14.77	23.57	6.63	50.10	9.87	+1 やや優れる	14.29	1.64	11.26	25.62	5.66	42.25	22.11	+1 やや優れる
13.49	1.80	13.87	24.16	6.40	44.91	14.16	±0 標準	14.65	1.58	10.24	26.16	5.46	37.53	27.93	±0 標準
13.83	1.74	12.97	24.76	6.18	39.71	18.45	-1 やや劣る	15.01	1.51	9.22	26.70	5.26	32.82	33.75	-1 やや劣る
							-2 劣る								-2 劣る
B群 : 6499 - 6000								E群 : 4999 - 4500							
100 mH (秒)	HJ (m)	SP (m)	200 m走 (秒)	LJ (m)	JT (m)	800 m走 (秒)注	評価	100 mH (秒)	HJ (m)	SP (m)	200 m走 (秒)	LJ (m)	JT (m)	800 m走 (秒)注	評価
13.17	1.88	14.64	23.59	6.45	52.21	9.78	+2 優れる	14.37	1.65	11.30	25.44	5.55	44.20	18.41	+2 優れる
13.54	1.82	13.71	24.23	6.26	46.38	14.04	+1 やや優れる	14.87	1.57	10.32	26.11	5.35	39.03	24.30	+1 やや優れる
13.90	1.75	12.79	24.86	6.06	40.55	18.30	±0 標準	15.37	1.50	9.34	26.79	5.15	33.86	30.18	±0 標準
14.27	1.69	11.87	25.50	5.87	34.71	22.56	-1 やや劣る	15.87	1.43	8.36	27.46	4.95	28.69	36.07	-1 やや劣る
							-2 劣る								-2 劣る

注：「注」を省略した秒以下の値

設定することも有効であろう。

また、これら総合得点に対する各種目の記録の標準値および下限値に加えて、各群の各種目の記録の平均値およびSDをもとに、5段階評価の評価基準を作成した(表8)。男子十種競技を対象とした研究では(持田ほか, 2010)、8000点以上の世界トップレベル競技者のデータをもとに評価基準が作成されている。これに関連して谷川・内藤(2014)は、競技者のアセスメントを行う際、高いレベルのデータと比較すると短所ばかりが目立ち、なにが長所なのかを捉えにくいいため、同じパフォーマンスレベルのデータと比較することで、現在の長所や短所などの競技者が持つ個性を把握しやすくなると述べてい

る。本研究では、世界トップレベルから日本一般レベルまで、競技レベル別に評価基準を作成しているため、個々の競技者の競技レベルに応じた評価基準を用いてアセスメントを行うことで、個々の競技者の得意種目や不得意種目を適切に評価することができると考えられる。

(3) 各種目の記録の下限値および評価基準を用いた七種競技者のアセスメント

ここでは、上述したアセスメントおよび目標設定の各種基準値を手掛かりに、世界レベルおよび日本歴代上位競技者の評価を行った結果を例に(表9)、本研究で作成した指標の利用モデルについて示す。

表9 下限記録および評価基準表を用いた世界レベルおよび日本歴代上位競技者の評価

	競技者	総合得点 (点)	100 mH	HJ	SP	200 m走	LJ	JT	800 m走	6000点下限記録 以下の種目数	6300点下限記録 以下の種目数			
			(秒)	(m)	(m)	(秒)	(m)	(m)	(秒)注					
各種目記録	W	5962	13.97	1.75	11.74	25.02	6.41	43.16	19.67	0	1			
	X	5907	13.35	1.71	11.13	24.87	6.06	45.02	19.32	1	1			
	Y	5873	14.02	1.70	12.13	24.75	5.89	46.48	17.75	0	4			
	Z	5821	13.92	1.66	11.15	24.79	5.90	43.12	9.80	1	3			
	o	6319	13.92	1.73	13.83	24.69	6.38	47.47	10.31	0	0			
	p	6302	13.57	1.86	12.42	25.06	6.21	46.14	11.81	0	0			
	q	6300	13.58	1.77	14.18	24.25	6.18	42.02	11.31	0	0			
	競技者		各種目の評価							各評価に該当する種目数				
			100 mH	HJ	SP	200 m走	LJ	JT	800 m走	-2	-1	0	+1	+2
5999-5500点 基準	W		0	+1	0	0	+2	+1	0	0	0	4	2	1
	X		+1	0	-1	0	0	+1	0	0	1	4	2	0
	Y		0	0	0	0	0	+1	0	0	0	6	1	0
	Z		0	-1	-1	0	0	+1	+2	0	2	3	1	1
6499-6000点 基準	W		-1	0	-2	-1	+1	0	-1	1	3	2	1	0
	X		+1	-1	-2	-1	0	0	-1	1	3	2	1	0
	Y		-1	-1	-1	0	-1	+1	0	0	4	2	1	0
	Z		-1	-2	-2	0	-1	0	+1	2	2	2	1	0
	o		-1	-1	+1	0	+1	+1	+1	0	2	1	4	0
	p		0	+1	-1	-1	0	0	+1	0	2	3	2	0
	q		0	0	+1	0	0	0	+1	0	0	5	2	0

注：「2」を省略した秒以下の値

まず、各競技者の各種目について、日本記録の目安である6000点の下限記録(表7)と比較すると、X選手のSP、Z選手のHJは下限記録を下回っていた。また、同様に、世界選手権参加標準記録6300点の下限記録と比較すると、X選手はSP、Y選手は100mH、HJ(タイ)、SPおよびLJ、Z選手はHJ、SPおよびLJが、それぞれ下回っていた。上述したように、下限記録は、ある競技レベルに到達するために最低限クリアすべき記録レベルである。実際に、6300点以上の記録を達成しているo、p、q選手の各種目の記録は、6300点の下限記録を全て上回っている。これらのことから、X、Y、Z選手が6000点および6300点以上の記録を達成するためには、これらの種目において、下限記録を上回るレベルで記録を安定させることが前提になると考えられる。そして、SPは、3選手に共通した下限記録を下回る種目であり、この種目は、日本人トップレベル競技者に共通して課題となる種目であると考えられる。このように、目標とする七種競技記録に対する下限記録を求めることで、競技者毎に克服すべき種目の把握とクリアすべき記録レベルを知ることができる。

次に、競技レベル別の評価基準(表8)をもとに、各競技者の各種目について評価すると、日本人競技者の記録レベルに相当する5999-5500点基準では、X、Y、Z選手の各種目は、0評価が多く、競技者によって-1評価から+2評価まで様々であった。一方、五輪および世界選手権出場から入賞レベルに

相当する6499-6000点基準では、いずれの競技者も、-2および-1評価に該当する種目が多く、+1評価に該当する種目はそれぞれ1種目のみであった。具体的には、-1以下の評価の種目がそれぞれ4種目あり、X選手のSP、Z選手のHJおよびSPは、-2評価であった。さらに、実際に6300点以上の記録を達成している3選手の評価をみると、6499-6000点基準では、-2評価に該当する種目はなく、-1評価に該当する種目も最大で2種目であった。そして、+1以上の評価の種目も2種目以上みられた。これらのことから、日本人競技者が6300点以上の記録を達成するためには、-1以下の評価になる種目が2種目以内になるよう不得意種目の克服を図るとともに、+1以上の評価となる種目が2種目以上になるよう得意種目のパフォーマンスレベルを向上させることが、記録達成のモデルになると考えられる。このように、競技レベル別の評価基準を用いることで、競技者個々人の得意種目、不得意種目を客観的にアセスメントできるとともに、各評価に相当する記録を手掛かりに、達成すべき目標記録レベルを具体的に把握することができる。

このように、本研究で作成した各種目の記録の標準値、下限記録および評価基準を用いることで、個々の競技者を客観的にアセスメントするとともに、具体的な目標設定を行うことができると考えられる。一方で、上述したように、多くの七種競技者には得意種目と不得意種目が存在し、パフォーマンス向上

のためには、得意種目のパフォーマンスをより向上させることと、不得意種目を克服することがいずれも重要であることは言を俟たない。それらのどちらをどの程度優先するかは、コーチおよび競技者の戦略によって異なると考えられる。この点について尾縣（1991）は、混成競技者が最高業績を収めるまでに最低で10年の年月が必要であるとし、このトレーニング期間を①全種目をオールラウンドに強化していく段階（初期の3 - 5年間）、②得意種目や大きく伸びる可能性のある種目を2 - 3種目集中的に強化する段階（2 - 3年間）、③得意種目のレベルを維持しつつ、残りの種目を強化する段階、に分けられると述べている。また、持田ほか（2010）は、男子十種競技者を対象とした強化の課題として、不得意種目において下限記録を上回るレベルで記録を安定させることの重要性を指摘している。このように、得意種目の強化と不得意種目の克服の優先順位は、競技者の競技的な発達段階によっても異なると考えられる。この点については今後、高いパフォーマンスに到達した競技者の各種目の記録の発達過程について縦断的に検討することで、長期的な競技的発達モデルを示すとともに、各段階において到達すべき記録レベルについても明らかにしていく必要があると考えられる。

5. 要約

本研究では、世界トップレベルから日本一般レベルの七種競技者を対象に、七種競技総合得点と各種目の記録との関係について検討し、七種競技者のアセスメントおよび目標設定に利用可能な基準値の作成を試みた。七種競技者281名（総合得点：5566 ± 695点、7032 - 4511点）の総合得点および各種目の記録について、国際陸連および国内のランキングサイトを利用し調査した。総合得点500点毎に対象者を群分けし（A - E群）、群間の比較を行なった。また、総合得点と各種目の記録との関係から、総合得点に対する各種目の記録の標準値および下限値を推定する回帰式の作成を行った。さらに、対象者全体および群毎に、各種目の記録レベルの評価基準の作成を行なった。

主な結果は、以下の通りである。

- (1) いずれの種目の記録も、競技レベルの異なる群間に有意な差が認められ、上位の群が高い値を示した。
- (2) 総合得点と各種目の記録との間に有意な相関関係が認められ、目標とする総合得点を達成

するための各種目の記録の標準値および下限値を推定できる回帰式を作成した。

- (3) 対象者全体および各群の平均値および標準偏差から、競技レベル毎に七種競技者の各種目の記録レベルを評価できる基準値を作成した。
- (4) 作成した標準値や下限値、評価基準を用いることで、個々の競技者の得意種目や不得意種目、クリアすべき記録レベルを客観的に把握することができる可能性が示された。

これらのことから、本研究で作成した推定式や評価基準を用いることで、様々な競技レベルの七種競技者をアセスメントし、目標設定を行うことができ、七種競技者のトレーニングおよびコーチングに利用できることが期待される。

文献

1. 浅見美弥子（2002）東京女子体育大学陸上競技部跳躍ブロック選手の育成過程について：七種競技の指導事例を中心として。東京女子体育大学紀要，37：85-98.
2. Careau, V. and Wilson, R. S. (2017) Performance trade-offs and ageing in the 'world's greatest athletes'. Proc. R. Soc. B 284：20171048. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2017.1048> 20171048
3. Gassmann, F., Fröhlich, M. and Emrich, E. (2016) Structural Analysis of Women's Heptathlon. Sports (Basel, Switzerland), 4(1), 12. doi:10.3390/sports4010012
4. IAAF (online) RECORD & LISTS HEPTATHLON WOMEN. <https://www.iaaf.org/records/all-time-toplists/combined-events/heptathlon/outdoor/women/senior?regionType=world&windReading=regular&page=1&bestResultsOnly=true&firstDay=1999-01-01&lastDay=2019-01-1> (accessed 2019-1-1).
5. 松林武生・持田 尚・本田 陽・松田克彦（2012）七種競技選手の走幅跳パフォーマンス分析。陸上競技研究紀要，8：73-78.
6. 持田 尚・松林武生・松尾彰文・松田克彦・本田 陽・阿江通良（2010）混成強化部への科学的サポートー得点分析からみた日本十種競技界の現状と課題ー。陸上競技研究紀要，6：122-125.
7. 持田 尚（2007）混成競技の特性。陸上競技学会誌，6：112-117.

8. 尾縣 貢 (1991) 混成競技の指導を考える. 陸上競技紀要, 4 : 24-29
9. 陸上競技マガジン記録編集部 (online) 陸上競技ランキング. <https://rikumaga.com/> (参照日 2019年1月1日)
10. 繁田 進・有吉正博 (2010) 世界一流七種競技者の800m走におけるレースペース分析. 陸上競技学会誌, 8 : 6-11.
11. 繁田 進・有吉正博・小林敬和 (2012) 灰色関連速度分析法による世界と日本の七種競技記録比較. 東京学芸大学紀要 芸術・スポーツ科学系, 64 : 155-161.
12. 高畠瑠衣・本道慎吾・持田 尚・有吉正博・繁田進 (2011) 七種競技における競技成績と体力的要因との関係. 陸上競技研究, 86 : 26-33.
13. 高本恵美・尾縣 貢 (2005) 国内一流女子七種競技者の形態的・体力的特徴に関する事例的研究. 大阪体育大学紀要, 36 : 95-101.
14. 谷川 聡・内藤 景 (2014) スプリント・ハードルトレーニングのためのバイオメカニクス知見の活かし方. バイオメカニクス研究, 18 (3) : 157-169.
15. 上野祐紀子・繁田 進・有吉正博 (2002) コントロールテスト及び脚筋力と七種競技記録との関係. 東京学芸大学紀要 芸術・健康・スポーツ科学, 54 : 103-110.
16. 上野祐紀子・繁田 進・有吉正博・生田目暢子・小林敬和 (2003) 高校七種競技者のトレーニング及び意識に関する調査研究—都道府県大会レベルの場合. 陸上競技紀要, 16 : 85-90.
17. 渡邊信晃・高本恵美・真鍋芳明・久野譜也・尾縣 貢 (2000) 国内一流女子七種競技者におけるトレーニング期前後の下肢筋力と筋横断面積の変化. 陸上競技研究, 41(2) : 4-12.
18. 関子浩二 (2014) コーチングモデルと体育系大学で行うべき一般コーチング学の内容. コーチング学研究, 27 (2) : 149-161.