

第17回世界陸上競技選手権大会における跳躍種目のパフォーマンス分析 ～男子棒高跳, 男子走幅跳, 男女三段跳について～

小山宏之¹⁾ 荊山靖²⁾ 広川龍太郎³⁾

1) 京都教育大学 2) 山梨学院大学 3) 東海大学

1. はじめに

9月27日から10月6日までカタール・ドーハで開催された第17回世界陸上競技選手権大会において、日本陸連科学委員会の跳躍担当では、3名体制で跳躍各種目のサポートおよび測定による情報収集を行った。棒高跳では観客の入らない正面スタンド二階席を利用することができたが、その他の種目は観客と重なる席での活動となり、国内と同様の条件で撮影をすることが難しい場面も多くあった。そのような状況ではあったが、①助走スピードの測定、②ストライド分析用の映像撮影、③フィードバックを兼ねた動作の撮影を各種目で進め、棒高跳、走幅跳、三段跳については国内で測定しているデータと同様のデータも収集できた。そこで、本報告では①および②について各種目の決勝進出者を中心に、さらに過去の国際大会の分析結果も合わせて示しながら、選手のパフォーマンスに関する基礎的な情報を報告する。

2. 方法

2.1 助走スピードの測定

棒高跳、走幅跳、三段跳の予選および決勝において助走路の後方スタンド席にレーザー式速度測定装置(JENOPTIK製, LDM301C)を設置し、対象者の助走中の1/100秒毎の位置情報を測定し、助走スピードを算出した。予選では日本選手を中心に測定し、決勝では全選手の測定を実施した。なお、走幅跳および三段跳について、国内競技会では助走路前方に機器を設置しているが、今大会では助走路前方スタンド前に大型カメラが固定されていたため、助走路後方スタンドより行うこととした。

2.2 三段跳の各歩の距離

男女三段跳ではホップ、ステップおよびジャンプの各歩の距離を算出するために、助走路側方に1台のビデオカメラ(Panasonic社, HX-VX980M)を設置し、踏切板から砂場側の助走路端までを撮影範囲として毎秒120コマで固定撮影し、分析した。

表1 2019世界選手権男子棒高跳における分析対象者の分析試技記録と助走最高スピード

選手	PB (m)	記録 (m)	分析試技 (m)	助走最高スピード (m/s)	身長 (m)	体重 (kg)
1 Kendricks (USA)	6.06	5.97	5.87	9.55	1.85	77.0
2 Duplantis (SWE)	6.05	5.97	5.97	9.80	1.81	79.0
3 Lisek (POL)	6.00	5.87	5.87	9.10	1.94	94.0
4 Baehre (GER)	5.72	5.70	5.70	9.41	1.93	89.0
5 Braz (BRA)	6.03	5.70	5.70	9.56	1.83	75.0
6 Holzdeppe (GER)	5.94	5.70	5.55	9.72	1.81	79.0
6 Lavillenie (FRA)	5.82	5.70	5.55	9.51	1.71	-
9 Huang (CHN)	5.75	5.55	5.55	9.16	1.90	78.0
予選						
- 山本聖途 (JPN)	5.75	5.60	5.60	9.48	1.78	70.0
- 澤野大地 (JPN)	5.83	5.45	5.45	9.27	1.83	74.0
- 江島雅紀 (JPN)	5.71	5.45	5.30	9.02	1.90	79.0

注) 分析試技はいずれも成功試技を対象としている

3. 結果および考察

3.1 男子棒高跳

表1は決勝に進出し成功試技が測定できた選手および日本選手の予選における成功試技の助走最高速度を示している。また、図1は跳躍記録と19年世界選手権における男子棒高跳選手の助走最高速度の関係を示している。決勝進出者の中で最も助走最高速度が高かったのは、2位のDuplantis (SWE) 選手であり、5.97mの成功試技で9.80m/sの最高速度であった。優勝したKendricks (USA) 選手は5.97 mの成功試技の測定が適切にできなかったため、5.87mの成功試技を示しているが(最高速度、9.55m/s)、5.97mおよび6.02mの失敗試技の助走最高速度は9.63-9.73m/sの範囲であり、結果で示した試技以上の速度が出ている試技も複数見られている。日本選手については、山本選手は5.60mの成功試技で9.48m/s、澤野選手は5.45mの成功試技で9.27m/s、江島選手は5.30mの成功試技で9.02m/sであった。江島選手は5.45mの成功試技の測定が適切にできなかったが、5.45mおよび5.60mの他の試技では、9.10-9.33m/sの範囲で速度がでていた。図1に示した選手全体(11名)の傾向を見ると、跳躍記録が高かった選手ほど助走最高速度は高かった傾向が見られているが、3位のLisek (POL) 選手のように助走最高速度が低い選手もいたため、有意な関係ではなかった。

図2は過去の国際大会の測定結果も含めて、跳躍記録と助走最高速度の関係を示したものである。なお、過去の国際大会は2014および2018年U20世界選手権(ユージーンおよびタンペレ)、2015年世界選手権(北京)の3大会であり、いずれも日本陸連科学委員会の活動で測定したものである。この結果を見ると、跳躍記録と助走最高速度には強い正の相関関係があり、助走において高い速度を獲得して踏切に移行していくことが記録を高めていく1つのポイントになると考えられる。また、2019世界選手権3位のLisek選手は図に示した以外の成功試技においても助走最高速度は高くない傾向にあることから(5.70m, 9.19m/s; 5.80m, 9.34m/s)、助走速度の観点から見た場合は特異的な選手であることが推察される。

3.2 男子走幅跳

表2は男子走幅跳決勝における分析対象者および日本選手の予選における助走最高速度を示して

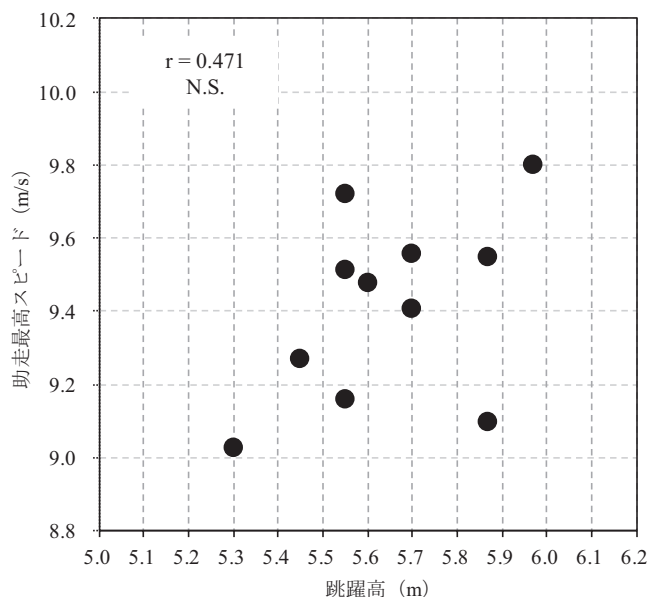


図1 2019世界選手権男子棒高跳における跳躍高と助走最高速度の関係

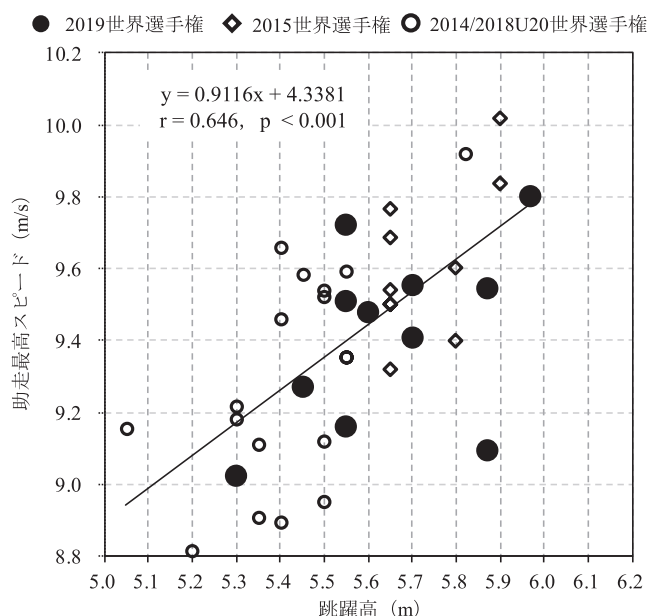


図2 過去の国際大会における跳躍高と助走最高速度の関係
(2015および2019世界選手権, 2014および2018U20世界選手権)

いる。また、図3は決勝における各選手の競技記録と助走最高速度の関係を示している。なお、ジャマイカ(JAM)のユニフォームがレーザーの反射に影響を及ぼしているようであり測定が失敗することが多く、Gayle選手(JAM)の優勝試技の8.69mは分析することができなかった。結果を見ると、NMであった1名を除いた11名の跳躍記録と助走最高速度には強い正の相関関係があり、特に上位3選手の最高速度は4位以下の選手と比べて非常

表 2 2019 世界選手権男子走幅跳における分析対象者の分析試技記録と助走最高スピード

	選手		PB (m)	記録 (m)	分析試技 (m)	助走 最高スピード (m/s)	身長 (m)	体重 (kg)
1	Cayle	(JAM)	8.69	8.69	8.46	10.97	1.85	75.0
2	Henderson	(USA)	8.52	8.39	8.39	10.82	1.83	81.0
3	Echevarria	(CUB)	8.68	8.34	8.34	10.74	1.86	72.0
4	Manyonga	(RSA)	8.65	8.28	8.28	10.43	1.89	82.0
5	Samaai	(RSA)	8.49	8.23	8.23	10.50	1.85	75.0
6	Wang	(CHN)	8.47	8.20	8.20	10.52	1.80	75.0
7	Caceres	(ESP)	8.37	8.01	8.01	10.53	1.74	69.0
8	橋岡優輝	(JPN)	8.32	7.97	7.97	10.38	1.83	76.0
9	Montler	(SWE)	8.22	7.96	7.96	10.56	1.87	72.0
10	Tentoglou	(GRE)	8.32	7.79	7.79	10.49	1.85	75.0
11	城山正太郎	(JPN)	8.40	7.77	7.77	10.27	1.78	65.0
予選								
-	橋岡優輝	(JPN)	8.32	8.07	8.07	10.47	1.83	76.0
-	城山正太郎	(JPN)	8.40	7.94	7.94	10.52	1.78	65.0
-	津波響樹	(JPN)	8.23	7.72	7.56	10.54	1.68	65.0

に高く、0.20-0.40m/s 以上の差が見られた。決勝に進出した橋岡選手と城山選手は予選から記録をやや落としたが、助走最高スピードで見た場合も若干低いスピードであった。なお、橋岡選手は同じスタジアムで2019年4月に開催された第27回アジア選手権において8.22mで優勝したが、その試技での助走最高スピードは10.56m/sであった。

図4は過去の国際大会の測定結果も含めて、跳躍記録と助走最高スピードの関係を示したものである。なお、過去の国際大会は2007, 2011 および2015年世界選手権(大阪, 大邱および北京)の3大会であり、いずれも日本陸連科学委員会の活動で測定したものである。過去の大会を加えた場合も今大会のみと同様に跳躍記録と助走最高スピードには強い正の相関関係が見られている。図に示した4大

会において大会会場の状況は異なると考えられるが、記録の大きい変化はなく入賞ラインやメダルの獲得ラインも変わっていないこともあり、全体の傾向は大きく変化していない。各大会において8.30m以上の跳躍をできていたことがメダル獲得の一つの目安になるが、8.30m以上の選手の中で最も助走最高スピードが低かったのは2011大邱世界選手権におけるワット選手(AUS)で10.63m/s(記録8.33m)であり、それ以外の選手の跳躍における最高スピードは10.66~11.08m/sの範囲であった。城山選手と橋岡選手の日本記録時はいずれも10.60m/s台の最高スピードであったことから、メダル獲得にはこの程度の助走最高スピードをどのような条件の中

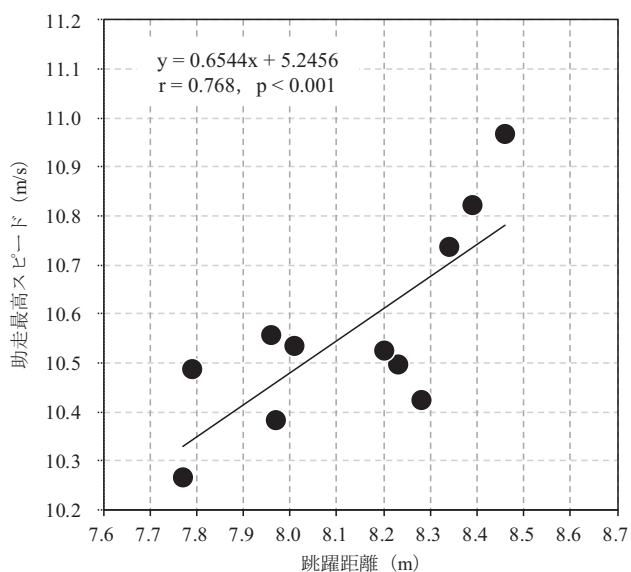


図 3 2019 世界選手権男子走幅跳における跳躍距離と助走最高スピードの関係

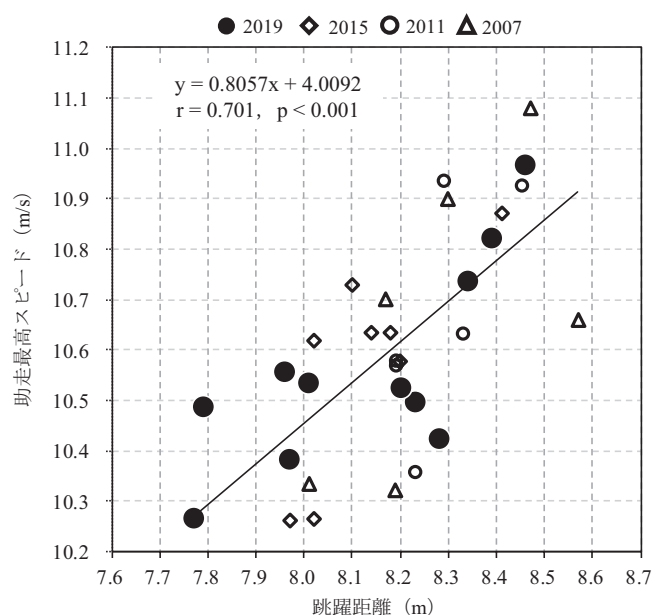


図 4 過去の国際大会男子走幅跳における跳躍距離と助走最高スピードの関係 (2007, 2011, 2015 および 2019 世界選手権)

表3 2019世界選手権男子三段跳における分析対象者の分析試技記録と助走最高スピード

選手			PB (m)	記録 (m)	分析試技 (m)	助走 最高スピード (m/s)	身長 (m)	体重 (kg)
1	Taylor	(USA)	18.21	17.92	17.92	10.58	1.88	79.0
2	Claye	(USA)	18.14	17.74	17.74	10.24	1.80	73.0
3	Zango	(BUR)	17.66	17.66	17.66	10.36	1.80	78.0
4	Pichardo	(POR)	18.08	17.62	17.62	10.07	1.83	68.0
5	Napoles	(CUB)	17.38	17.38	17.38	10.25	1.81	80.0
6	Scott	(USA)	17.43	17.17	17.17	9.94	1.91	-
7	Copello*	(AZE)	17.68	17.10	17.38	-	1.85	80.0
8	Diaz**	(CUB)	17.49	17.06	16.86	9.95	-	-

*助走スピードの測定ができなかったため、各歩の距離のみ提示する

**最も記録の良い試技の助走スピードが測定できなかったため、測定試技で最も記録の良い試技を示している。なお、各歩の距離は17.06mの試技の結果を提示する

でも出しながら跳躍を行っていくことが求められる可能性が考えられる。

3.3 男子三段跳

表3は男子三段跳決勝における分析対象者の助走最高スピードを示している。また、図5は決勝における各選手の競技記録と助走最高スピードの関係を示し、図6は過去の国際大会の測定結果も含めて、跳躍記録と助走最高スピードの関係を示したものである。なお、過去の国際大会は2011および2015年世界選手権（大邱および北京）の2大会であり、いずれも日本陸連科学委員会の活動で測定したものである。この結果から、国際大会の決勝において跳躍距離と助走最高スピードには走幅跳と同様に強い正の相関関係が見られている。なお、図6に示した今大会も含めた3大会の22跳躍の中で、10.40m/s以上の最高スピードが出ているのは6跳躍で、そ

の内の3跳躍はTaylor選手（USA）であり、そのスピードは2011大邱（10.42m/s, 17.96m）、2015北京（10.53m/s, 18.21m）、2019ドーハ（10.58m/s, 17.92m）であった。その点を踏まえると、国際大会入賞者の大部分の助走最高スピードは10.0-10.4m/sの間に含まれていたと言えるであろう。

表4は今大会の分析対象者のホップ、ステップ、ジャンプなどの各歩の距離に関するデータを、図7は図6と同様の国際大会の発表データ（Korean Society of Sport Biomechanics, 2011; IAAF, 2015）を含めた跳躍距離と各歩の距離の関係を示している。なお、基本的には助走最高スピードで提示した試技の結果を示しているが、一部分析の都合上異なる試技となっている選手もいる。また、図7の跳躍距離およびホップの距離は踏切でのロス（踏切時のつま先とフェールラインの水平距離）を加えた実測距離で示している。過去の国際大会も含めた

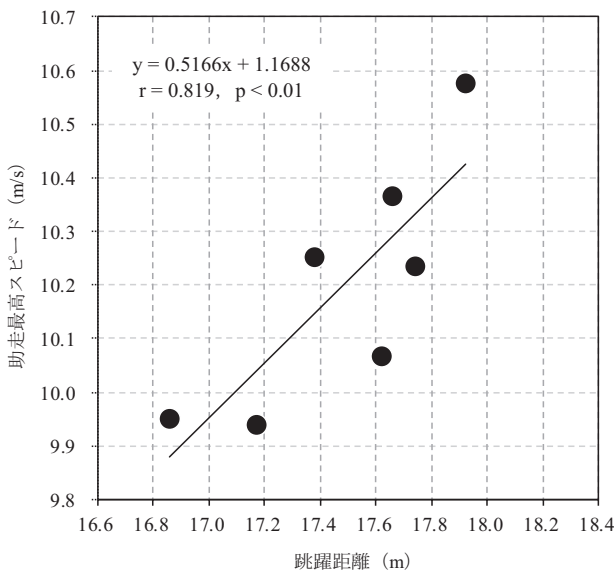


図5 2019世界選手権男子三段跳における跳躍距離と助走最高スピードの関係

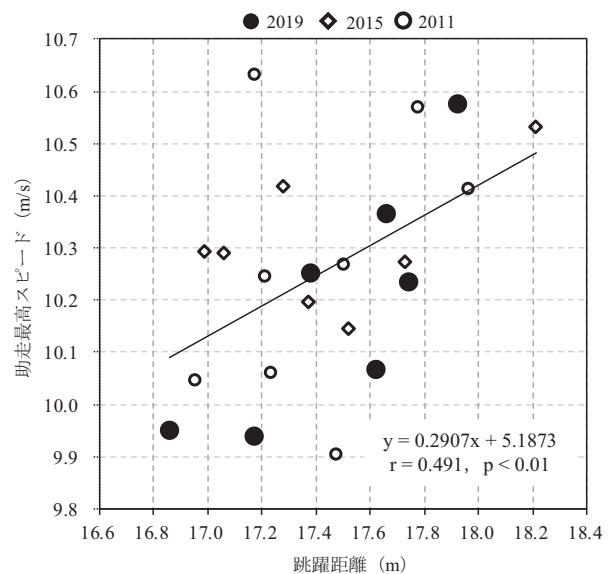


図6 過去の国際大会男子三段跳における跳躍距離と助走最高スピードの関係（2011、2015および2019世界選手権）

表4 2019世界選手権男子三段跳における分析対象者の各歩の距離に関するデータ

選手	記録(m)	実測*(m)	跳躍距離(m)				ステップまでの距離(m)**
			ホップ	実測ホップ**	ステップ	ジャンプ	
Taylor	17.92	17.98	6.44	6.50	5.16	6.32	11.66
Claye	17.74	17.84	6.32	6.43	5.28	6.13	11.71
Zango	17.66	17.83	6.27	6.44	5.29	6.10	11.72
Pichardo	17.62	17.67	6.41	6.46	5.15	6.07	11.61
Napoles	17.38	17.40	6.55	6.57	5.34	5.48	11.92
Scott	17.17	17.19	6.23	6.25	5.05	5.89	11.30
Copello	17.10	17.25	6.13	6.28	5.40	5.57	11.68
Diaz	17.06	17.07	6.14	6.15	5.09	5.83	11.25

*実測は公式記録に踏切ロス（踏切時のつま先とファールラインの水平距離）を加えたものである。

**実測ホップはファールラインからステップ接地中のつま先までの水平距離に踏切ロスを加えたものである。

***ステップまでの距離は実測ホップの距離とステップの距離の合計である。

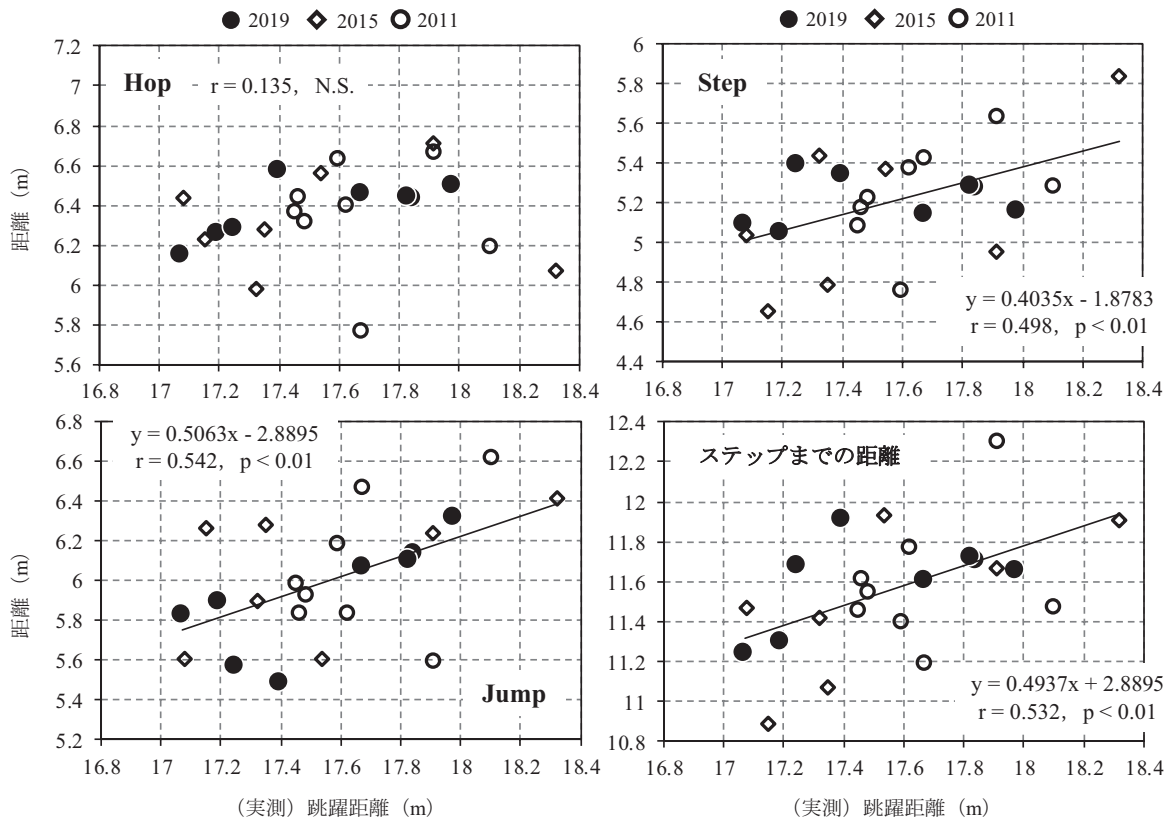


図7 過去の国際大会男子三段跳における跳躍距離と（実測）ホップ（左上）、ステップ（右上）、ジャンプ（左下）およびステップまでの距離（右下）との関係（2011、2015および2019世界選手権）

*2011および2015世界選手権のデータは、Korea Society of Sport Biomechanics (2011), IAAF (2015)より引用

23跳躍（各歩の距離のみ分析できた選手がいるので、助走スピードのデータから人数が増えている）のデータで跳躍記録と有意な正の相関関係が見られたのは、ステップ、ジャンプ、そしてホップとステップの距離を合計したステップまでの距離（以下、ホップステップ距離）であった。なお、この23跳躍の記録上位3跳躍はいずれもTaylor選手（USA）であり、Taylor選手を除いて同様の関係を見ると、跳躍距離との有意な相関関係が見られるのは、ホップ

およびホップステップ距離となり、ステップおよびジャンプの距離は跳躍距離との関係性がなくなることには注意が必要である。

3.4 女子三段跳

表5は女子三段跳決勝における分析対象者の助走最高スピードを示している。また、図8は決勝における各選手の競技記録と助走最高スピードの関係を示し、図9は過去の国際大会の測定結果も含めて、

表 5 2019 世界選手権女子三段跳における分析対象者の分析試技記録と助走最高スピード

	選手		PB (m)	記録 (m)	分析試技 (m)	助走 最高スピード (m/s)	身長 (m)	体重 (kg)
1	Rojas	(VEN)	15.41	15.37	15.37	9.53	1.92	72.0
2	Rickett	(JAM)	14.93	14.92	14.92	9.25	1.80	64.0
3	Ibarguen	(COL)	15.31	14.73	14.73	9.00	1.81	65.0
4	Williams	(JAM)	14.64	14.64	14.64	9.34	1.70	61.0
5	Saladukha	(UKR)	14.99	14.52	14.52	8.99	1.76	58.0
6	Peleteiro	(ESP)	14.59	14.47	14.47	9.25	1.71	-
7	Orji	(USA)	14.72	14.46	14.46	9.26	1.66	-
8	Mamona	(POR)	14.65	14.40	14.40	9.00	1.66	61.0
9	Franklin	(USA)	14.84	14.09	14.08	8.86	1.73	55.0
10	Diallo	(FRA)	14.31	14.08	14.08	9.00	1.68	53.0
11	Panturoiu	(ROU)	14.47	14.07	14.07	9.02	1.70	57.0

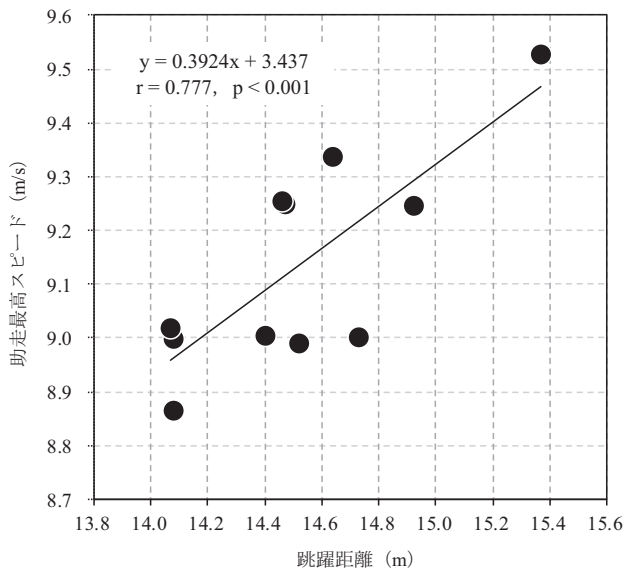


図 8 2019 世界選手権女子三段跳における跳躍距離と助走最高スピードの関係

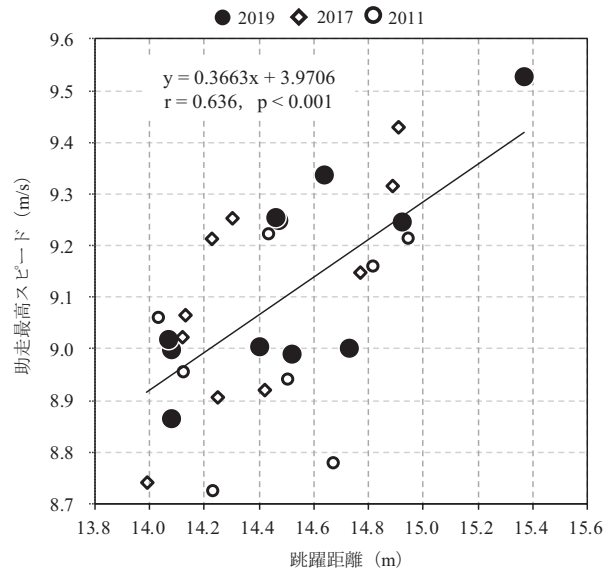


図 9 過去の国際大会女子三段跳における跳躍距離と助走最高スピードの関係 (2011, 2017 および 2019 世界選手権)

跳躍記録と助走最高スピードの関係を示したものである。なお、過去の国際大会は 2011 および 2017 年の世界選手権 (大邱, ロンドン) の 2 大会であり、いずれも日本陸連科学委員会の活動で測定したものである。この結果から、男子三段跳と同様に女子三段跳において、これまでの国際大会の決勝における跳躍では、跳躍記録と助走最高スピードの間に正の相関関係が見られている。一方で、助走スピードが 9.40m/s 以上の極めて大きい 2 跳躍はいずれも Rojas 選手 (VEN) のものであり、2019 ドーハ世界選手権優勝時が 9.53m/s (15.37m)、2015 北京世界選手権優勝時が 9.43m/s (14.91m) であった。なお、Rojas 選手を除いた場合には、9.20m/s 前後の助走最高スピードで 14m 台中盤の跳躍を行っていた選手と、9.00m/s 前後の助走最高スピードで 14m 台前半から中盤の跳躍を行っていた選手の 2 つのグループにおおよそ分かれるようである。

表 6 は今大会の分析対象者のホップ、ステッ

プ、ジャンプなどの各歩距離に関するデータを、図 10 は図 9 と同様の国際大会の発表データ (Korean Society of Sport Biomechanics, 2011) を含めた跳躍距離と各歩の距離の関係を示している。なお、2017 世界選手権 (ロンドン) のデータは日本陸連科学委員会の活動で測定したものである。男子と同様に跳躍距離と各歩の距離の関係をみると、ホップ、ジャンプおよびホップステップ距離で跳躍距離との間に有意な正の相関関係が見られた。女子のデータでは記録の上位 2 試技はいずれも Rojas 選手 (VEN) (2019 および 2017 世界選手権優勝時) であることから、このデータを除いた場合の関係性も見したが、全跳躍で見た場合と同様の結果であった。また、女子では男子の結果と比べて、ホップ (男子では Taylor 選手を除いた場合) とジャンプの相関係数がより大きく、それらの距離の跳躍距離に対する影響は女子の方が強いことが考えられる。なお、助

表6 2019世界選手権女子三段跳における分析対象者の各歩の距離に関するデータ

選手	記録(m)	実測*(m)	跳躍距離(m)				ステップまでの距離(m)**
			ホップ	実測ホップ**	ステップ	ジャンプ	
Rojas	15.37	15.39	5.79	5.81	4.02	5.57	9.83
Ricketts	14.92	14.94	5.63	5.65	4.14	5.16	9.78
Ibarguen	14.73	14.77	5.26	5.30	4.26	5.21	9.56
Williams	14.64	14.67	5.55	5.58	4.03	5.06	9.60
Saladukha	14.52	14.51	5.56	5.54	4.13	4.83	9.67
Peleteiro	14.47	14.47	5.45	5.45	4.15	4.86	9.61
Orji	14.46	14.64	5.35	5.53	3.79	5.31	9.33
Mamona	14.40	14.52	5.16	5.28	4.28	4.96	9.56
Franklin	14.08	14.10	5.14	5.16	4.12	4.82	9.28
Diallo	14.08	14.10	5.23	5.25	4.24	4.61	9.49
Panturoiu	14.07	14.09	5.14	5.16	4.28	4.65	9.44

*実測は公式記録に踏切ロス（踏切時のつま先とフェールラインの水平距離）を加えたものである。

**実測ホップはフェールラインからステップ接地中のつま先までの水平距離に踏切ロスを加えたものである。

***ステップまでの距離は実測ホップの距離とステップの距離の合計である。

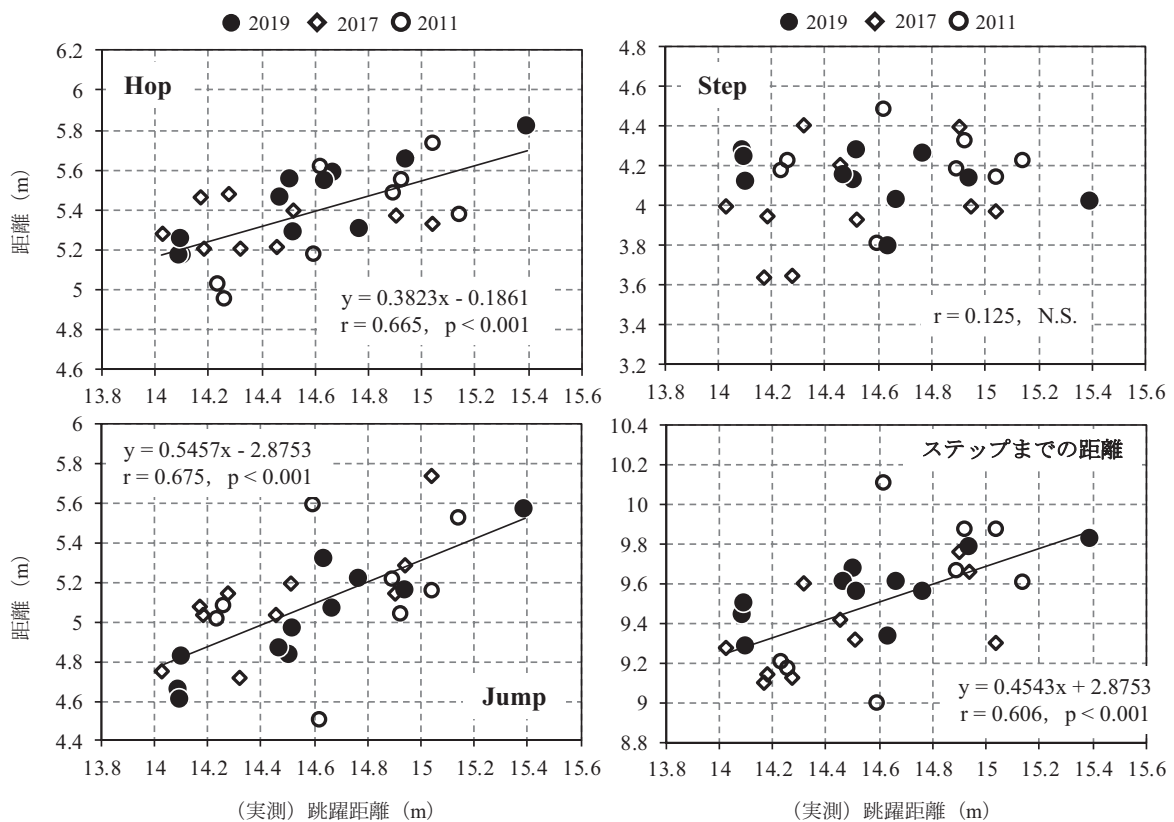


図10 過去の国際大会女子三段跳における跳躍距離と（実測）ホップ（左上）、ステップ（右上）、ジャンプ（左下）およびステップまでの距離（右下）との関係（2011, 2017 および 2019 世界選手権）

*2011世界選手権のデータは、Korea Society of Sport Biomechanics (2011) より引用

走最高スピードで見た場合に（図9），選手が2つのグループに分かれる可能性を示したことから，各歩の距離においてその2グループの比較を試みたが，特筆すべき相違や傾向は見られなかった。

4. まとめ

本報告では，第17回世界陸上競技選手権大会の測定データを中心に，過去の国際大会の結果も交え

ながら世界大会入賞選手のパフォーマンスを検討した。特に，助走スピードのデータを中心に示したが，入賞範囲という限られた選手の中で見た場合も，いずれの種目においても助走の中で高いスピードを獲得していることが記録に対して少なからず影響をしていることが考えられた。本報告のデータは，国際大会入賞レベルの記録獲得につながる助走スピードの大きさの目安になることから，国内選手の強化・育成の目標値の一つのデータとして活用していった

い.

5. 参考文献

- 1) IAAF, 15TH IAAF WORLD CHAMPIONSHIPS, TRIPLE JUMP MEN FINAL, JUMP ANALYSIS, 2015, <https://media.aws.iaaf.org/competitiondocuments/pdf/4875/AT-TJ-M-f----RS5.pdf?v=917066980>
- 2) Korean Society of Sport Biomechanics, Biomechanical Analysis of Triple Jump Men - Final, 81-90, 2011, <http://www.jaaf.or.jp/t-f/pdf/Daegu2011.pdf>