

2016 U20 世界選手権における男女三段跳の分析

小山宏之¹⁾ 柴田篤志¹⁾ 柳谷登志雄²⁾ 安藤格之助²⁾ 渡辺圭佑³⁾ 山元康平⁴⁾ 高松潤二⁵⁾
 1) 京都教育大学 2) 順天堂大学 3) 岐阜県スポーツ科学センター 4) 筑波大学大学院
 5) 流通経済大学

1. はじめに

日本陸上競技連盟科学委員会の跳躍班は、2016年にポーランドのビドゴシチで開催されたU20世界選手権において、男女の三段跳に出場した選手の各歩の跳躍距離を分析する映像を収集できた。これまで、三段跳の海外ジュニア選手の測定を行う機会がなかったこと、海外ジュニア選手の跳躍距離データに関する報告はないことから、日本と海外のジュニア選手の比較を十分に行えていないのが現状である。そこで本報告では、2016 U20 世界選手権に出場した男女三段跳選手の各歩の跳躍距離を報告するとともに、日本ジュニアトップ選手の測定データと比較を行うことを目的とする。

2. 方法

三段跳のホップ、ステップおよびジャンプの各歩の跳躍距離を分析するために、助走路側方で踏切板から砂場間のスタンド上方にビデオカメラ (DMC-Fz2000, Panasonic 社製) を固定した後、踏切板から砂場の助走路側の端までが入る画角に設定し、毎秒120コマで固定撮影した (図1)。撮影は決勝ラウンドのみ行った。撮影した映像を用いて、踏切板のファールラインの両端 (2点) および砂場と助走路の交点2点の計4点を基準点とし、各歩のつま先位置の座標を推定した。その際、助走 (跳躍) 進行

方向を y 方向、進行方向に対し右方向を x 方向とした。踏切での損失距離 (ファールラインとホップの踏切のつま先間の y 方向距離) とファールラインからステップの接地までの y 方向距離の合計をホップ距離、ステップの接地からジャンプの接地までの y 方向距離をステップ距離、ジャンプの接地から公式記録による着地位置までの y 方向距離をジャンプ距離とし、各歩の跳躍距離を算出した。

表1は男子選手、表2は女子選手の分析対象者の競技記録と大会前のパーソナルベスト (PB) を示している。

また、日本選手については、2016岡山インターハイ、2016岩手国体、2016日本ジュニア選手権における跳躍を同様の設定で撮影した。

表1 2016 U20 世界選手権男子三段跳における分析対象者

選手	年齢	記録 (m)	身長 (m)	PB (m)
Martinez (CUB)	19	17.06 (-1.1)	1.92	17.24
Napoles (CUB)	18	16.62 (-0.6)	-	16.92
Raffin (FRA)	18	16.37 (-2.4)	1.83	16.47
Kronsteiner (AUT)	19	16.25 (-0.3)	1.84	16.19
Sung (KOR)	19	16.11 (-0.7)	-	16.21
Scott (JAM)	19	16.01 (+0.2)	-	16.01
Liu (CHN)	19	16.01 (+0.2)	-	16.18
Van Assen (SUR)	19	15.75 (-1.9)	-	16.37
Bezins (UKR)	19	15.70 (-0.1)	2.00	16.55
Brown Jr (USA)	19	15.60 (-1.7)	-	16.35
Du (CHN)	17	15.41 (-1.0)	-	16.02
Wallance (USA)	19	15.10 (-0.3)	-	16.37



図1 撮影映像例 (2016 U20 世界選手権男子三段跳決勝)

表2 2016 U20 世界選手権女子三段跳における分析対象者

選手	年齢	記録 (m)	身長 (m)	PB (m)
Chen (CHN)	19	13.85 (+1.4)	-	13.77
Romeou (GRE)	19	13.55 (+0.7)	1.74	13.39
Anitei (ROU)	17	13.49 (+1.7)	1.56	13.60
Matthews (USA)	19	13.49 (+2.1)	-	13.73
Moretic (CHI)	18	13.40 (+1.8)	-	13.35
Xu (CHN)	19	13.23 (+1.6)	-	13.42
Mihai (ROU)	19	13.21 (+1.7)	-	13.23
Ovchinnikova (KAZ)	18	13.17 (+1.2)	-	13.60
Guillaume (FRA)	18	12.99 (+1.3)	-	13.37
David (FRA)	19	12.97 (+0.6)	-	13.65
Wright (JAM)	19	12.91 (+1.8)	-	13.02
Velazco (CUB)	17	12.83 (+1.4)	-	14.08

3. 結果および考察

3.1 男子三段跳

表3は各選手の跳躍距離に関する基礎的データを示している。示したデータはPBに対して97%以上の記録であった跳躍のものであり、97%以上の試技がなかった選手は最も記録の良かった試技の結果を示している。また、表4には日本ジュニア選手の岡

山インターハイ、岩手国体、日本ジュニア選手権における各選手の最も良かった試技の結果を示した。

表3からわかるように、実測距離で17.00m以上の選手が1名、16.50m以上の選手が2名、16.00m以上の選手が4名と、向かい風が強い中(表1)にも関わらず非常にレベルの高い試合であった(参考:日本ジュニア記録16.29m、ジュニアで16.00m以上は歴代で10人)。また、中国選手が2名、韓国選手が1名決勝に残りアジア選手の活躍が顕著であった。

図2は世界選手のPBの97%以上の試技、日本選手の各試合でのベスト試技において、実測記録とホップ距離の関係を示している。世界選手ではホップ距離と実測距離の間に有意な正の相関関係があり($r=0.596$, $p<0.01$)、最も記録の良かったMartinez (CUB) 選手のホップ距離は6.60mと非常に大きかった。一方で、Martinez選手を除くと有意な相関関係はなくなり($r=0.312$, N.S.), 16m台の跳躍の大部分では実測距離に関わらず6.00~6.20m程度のホップ距離であった。なお、16m台でホップ距離が6.00mに満たなかったのは、Sung選手(KOR)の4

表3 U20 世界陸上競技選手権大会における男子三段跳の跳躍距離に関するデータ

選手名	試技	公式記録 (m)	実測距離 (m)	踏切損失 (m)	ホップ距離 (m)	ステップ距離 (m)	ジャンプ距離 (m)	ステップまでの距離 (m)	ホップ比率 (%)	ステップ比率 (%)	ジャンプ比率 (%)	ホップステップ比 (%)
Martinez (CUB)	1st	16.59	16.97	0.38	6.32	4.85	5.80	11.17	37.2	28.6	34.2	76.7
	3rd	17.06	17.10	0.04	6.60	4.95	5.55	11.55	38.6	28.9	32.5	75.0
Napoles (CUB)	1st	16.50	16.66	0.16	6.07	5.22	5.37	11.29	36.4	31.3	32.2	86.0
	3rd	16.41	16.50	0.09	6.10	4.85	5.55	10.95	37.0	29.4	33.6	79.5
	4th	16.62	16.76	0.14	6.17	5.26	5.33	11.43	36.8	31.4	31.8	85.3
Raffin (FRA)	1st	16.37	16.52	0.15	6.01	5.24	5.27	11.25	36.4	31.7	31.9	87.2
Kronsteiner (AUT)	1st	16.11	16.33	0.22	6.07	4.60	5.66	10.67	37.2	28.2	34.7	75.8
	2nd	16.20	16.44	0.24	6.12	4.74	5.58	10.86	37.2	28.8	33.9	77.5
	3rd	16.25	16.46	0.21	5.83	5.13	5.50	10.96	35.4	31.2	33.4	88.0
	4th	16.10	16.36	0.26	6.26	4.78	5.32	11.04	38.3	29.2	32.5	76.4
Sung (KOR)	1st	15.87	15.92	0.05	6.05	4.55	5.32	10.60	38.0	28.6	33.4	75.2
	2nd	15.71	15.75	0.04	5.81	4.30	5.64	10.11	36.9	27.3	35.8	74.0
	3rd	16.11	16.21	0.10	6.15	4.47	5.59	10.62	37.9	27.6	34.5	72.7
	4th	16.09	16.20	0.11	5.84	4.57	5.81	10.41	36.0	28.2	35.9	78.3
Scott (JAM)	3rd	16.01	16.16	0.15	6.08	4.59	5.49	10.67	37.6	28.4	34.0	75.5
	4th	15.69	15.82	0.13	6.24	4.62	4.96	10.86	39.4	29.2	31.4	74.0
Liu (CHN)	1st	16.01	16.05	0.04	6.22	4.18	5.65	10.40	38.8	26.0	35.2	67.2
Van Assen (SUR)	3rd	15.70	15.99	0.29	5.72	4.57	5.70	10.29	35.8	28.6	35.6	79.9
Bezins (UKR)	3rd	15.70	15.98	0.28	5.83	4.50	5.65	10.33	36.5	28.2	35.4	77.2
Brown Jr (USA)	2nd	15.57	15.78	0.21	5.14	4.89	5.75	10.03	32.6	31.0	36.4	95.1
Du (CHN)	1st	15.41	15.62	0.21	5.86	4.00	5.76	9.86	37.5	25.6	36.9	68.3
Wallance (USA)	2nd	15.10	15.21	0.11	5.40	5.30	4.51	10.70	35.5	34.8	29.7	98.1

表4 2016年岡山インターハイ，岩手国体，日本ジュニア選手権大会における男子三段跳の跳躍距離に関するデータ

選手名	試技	公式記録 (m)	実測距離 (m)	踏切損失 (m)	ホップ距離 (m)	ステップ距離 (m)	ジャンプ距離 (m)	ステップまでの距離 (m)	ホップ比率 (%)	ステップ比率 (%)	ジャンプ比率 (%)	ホップステップ比 (%)
岡山インターハイ												
水谷 司	6th	15.60	15.65	0.05	6.28	3.74	5.63	10.02	39.9	24.0	36.1	59.6
竹之内 優汰	3rd	15.39	15.51	0.12	5.63	4.40	5.48	10.03	35.8	28.6	35.6	78.2
長塚 柊真	6th	15.03	15.06	0.03	5.43	4.78	4.85	10.21	36.1	31.7	32.2	88.0
横森 友朗	3rd	15.00	15.15	0.15	5.71	4.22	5.22	9.93	37.1	28.1	34.8	73.9
岡本 健	4th	14.93	14.96	0.03	5.53	4.49	4.94	10.02	36.8	30.1	33.1	81.2
河出 壱貴	3rd	14.85	15.04	0.19	5.63	4.33	5.08	9.96	36.6	29.2	34.2	76.9
一戸 和成	6th	14.83	14.83	0.00	5.43	4.35	5.05	9.78	36.6	29.3	34.1	80.1
吉田 智也	1st	14.79	14.81	0.02	5.62	4.25	4.94	9.87	37.8	28.7	33.4	75.6
岩手国体												
水谷 司	1st	15.48	15.57	0.09	5.94	3.99	5.64	9.93	38.2	25.6	36.2	67.2
西村 恒太	1st	15.35	15.47	0.12	5.97	4.00	5.50	9.97	38.6	25.9	35.6	67.0
横森 友朗	4th	15.29	15.43	0.14	5.87	4.24	5.32	10.11	38.0	27.5	34.5	72.2
竹之内 優汰	5th	15.10	15.26	0.16	5.49	4.05	5.72	9.54	36.0	26.5	37.5	73.8
一戸 和成	6th	15.01	15.08	0.07	5.59	3.99	5.50	9.58	37.1	26.5	36.5	71.4
岡本 健	1st	15.00	15.08	0.08	5.54	4.32	5.22	9.86	36.7	28.6	34.6	78.0
長塚 柊真	2nd	14.97	15.10	0.13	5.94	4.26	4.90	10.20	39.3	28.2	32.5	71.7
河出 壱貴	6th	14.71	14.81	0.10	5.68	4.22	4.91	9.90	38.4	28.5	33.2	74.3
日本ジュニア選手権												
平松 祐司	6th	15.71	15.95	0.24	5.72	4.80	5.43	10.52	35.9	30.1	34.0	83.9
田中 駿平	6th	15.15	15.27	0.12	5.72	4.58	4.97	10.30	37.5	30.0	32.5	80.1
柏倉 康平	2nd	15.03	15.11	0.08	5.82	4.25	5.04	10.07	38.5	28.1	33.4	73.0
一戸 和成	6th	14.84	14.96	0.12	5.35	4.32	5.29	9.67	35.8	28.9	35.4	80.7
瀧谷 京輔	3rd	14.74	14.82	0.08	5.37	3.92	5.53	9.29	36.2	26.5	37.3	73.0

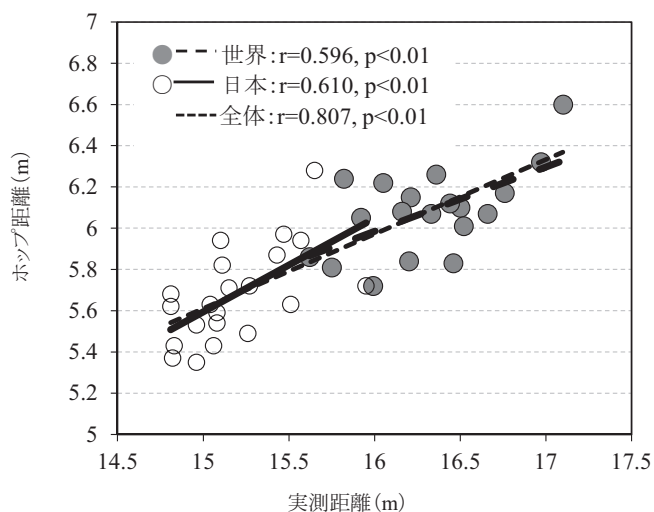


図2 U20世界選手権男子三段跳決勝進出者および日本ジュニアトップ選手の実測距離とホップ距離の関係

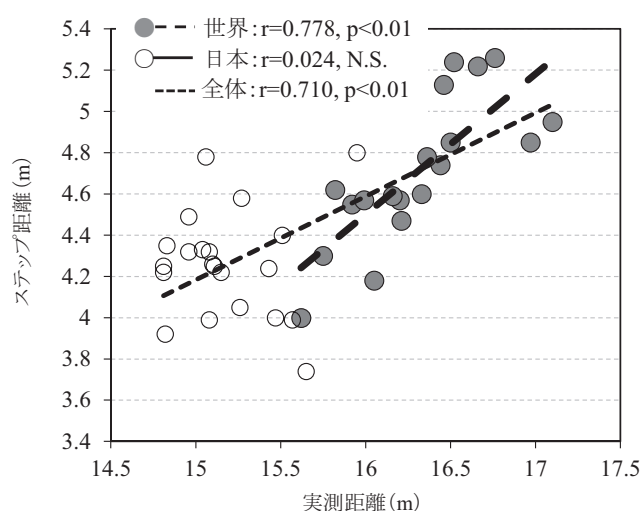


図3 U20世界選手権男子三段跳決勝進出者および日本ジュニアトップ選手の実測距離とステップ距離の関係

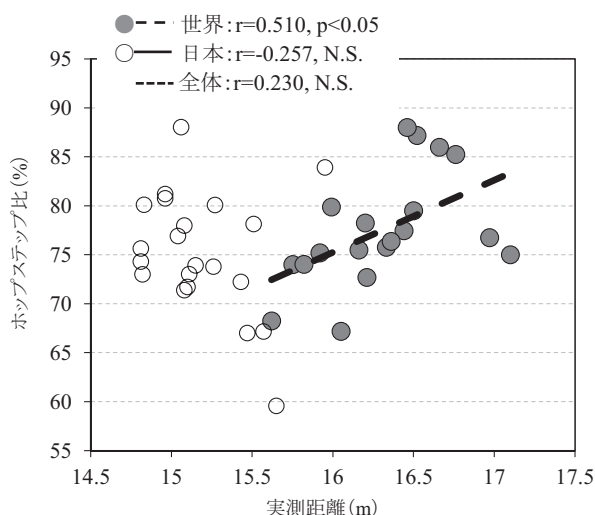


図4 U20世界選手権男子三段跳決勝進出者および日本ジュニアトップ選手のホップステップ比

本目とKronsteiner (AUT) 選手の3本目であったが、両選手ともにその他の16.00m以上の試技では、6.00mを超えるホップを行っていた。

日本選手を見ると世界選手と同様に有意な正の相関関係が見られ ($r=0.610$, $p<0.01$)、記録の良い跳躍ほどホップ距離を獲得していた。15m中盤の跳躍を行っていた水谷選手、西村選手、横森選手の跳躍のホップ距離は5.80～6.00m程度であり、世界選手の大部分と比べると0.20m程度小さかった。また、日本選手の15m前後の跳躍の大部分のホップ距離は5.40～5.60m台の範囲であり、世界選手に比べて0.50m程度小さいものであった。

図3は同様に実測記録とステップ距離との関係を示している。世界選手ではステップ距離と実測距離の間に強い正の相関関係が見られた ($r=0.778$, $p<0.01$)。図4にステップ距離をホップ距離で除したホップステップ比と実測距離の関係を示したが、ホップステップ比が大きく、同程度のホップに対してステップでより距離を獲得できていた跳躍が全体の跳躍距離を獲得している特徴が見られた ($r=0.510$, $p<0.05$)。なお、16m台前半の跳躍のステップ距離は4.60m前後、16m中盤から後半の跳躍のステップ距離は4.80mから大きい選手で5.20mの距離であった。

日本選手では世界選手とは異なり有意な相関関係は見られなかった ($r=0.024$, N.S.)。すなわち、日本選手は全体の距離を獲得している跳躍ほどステップ距離が大きいという傾向はなかった。逆に、実測15.95mの平松選手の跳躍を除くと、全体の距離を獲得していた跳躍ほどホップ距離に対するステップ距離の比率が低くなる傾向にあった (図4, $r=-$

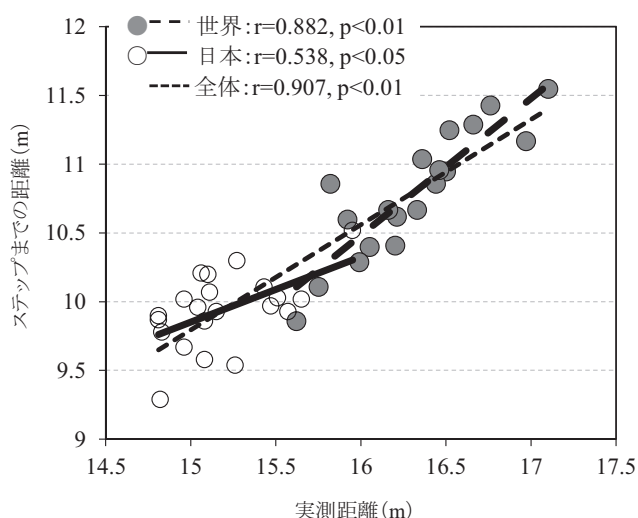


図5 U20世界選手権男子三段跳決勝進出者および日本ジュニアトップ選手の実測距離とステップまでの距離の関係

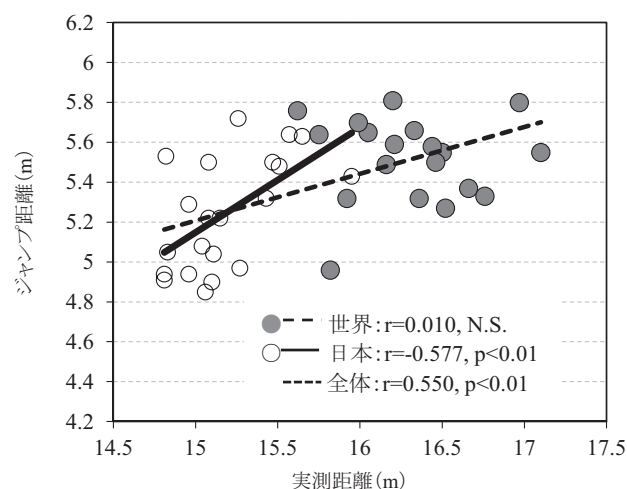


図6 U20世界選手権男子三段跳決勝進出者および日本ジュニアトップ選手の実測距離とジャンプ距離の関係

0.544, $p<0.01$)。なお、これまでの国際大会における決勝進出者のべ77試技 (16.52～18.32m) のホップステップ比の平均は $82.3 \pm 6.5\%$ であったことから (小山, 未発表資料)、日本および世界のジュニア選手の大部分はシニアの世界選手に比べるとホップステップ比が小さい、すなわちホップの比率が大きい跳躍をしていると考えられる。

図5は実測距離とステップまでの距離 (ホップ距離とステップ距離の合計) との関係を示している。世界選手ではステップまでの距離と実測距離の間に非常に強い正の相関関係が見られ ($r=0.882$, $p<0.01$)、16m前後の跳躍では10.50m前後、16m中盤の跳躍では11m前後の距離をステップまでに獲得していた。一方、日本選手では有意な正の相関関係

表5 U20 世界陸上競技選手権大会における女子三段跳の跳躍距離に関するデータ

選手名	試技	公式記録 (m)	実測距離 (m)	踏切損失 (m)	ホップ距離 (m)	ステップ距離 (m)	ジャンプ距離 (m)	ステップまでの距離 (m)	ホップ比率 (%)	ステップ比率 (%)	ジャンプ比率 (%)	ホップステップ比 (%)
Chen(CHN)	1st	13.67	13.80	0.13	5.06	3.45	5.29	8.51	36.7	25.0	38.3	68.2
	2nd	13.85	13.90	0.05	5.09	3.82	4.99	8.91	36.6	27.5	35.9	75.0
	4th	13.41	13.66	0.25	5.06	3.45	5.15	8.51	37.0	25.3	37.7	68.2
Romeou(GRE)	1st	13.55	13.69	0.14	5.03	4.00	4.66	9.03	36.7	29.2	34.0	79.5
Anitei (ROU)	2nd	13.49	13.62	0.13	5.15	3.73	4.74	8.88	37.8	27.4	34.8	72.4
	3rd	13.07	13.20	0.13	5.19	3.56	4.45	8.75	39.3	27.0	33.7	68.6
	4th	13.40	13.58	0.18	4.94	3.89	4.75	8.83	36.4	28.6	35.0	78.7
Matthews (USA)	3rd	13.21	13.38	0.17	5.12	3.81	4.46	8.92	38.3	28.4	33.3	74.4
	4th	13.49	13.59	0.10	5.03	4.14	4.43	9.17	37.0	30.5	32.6	82.3
Moretic (CHI)	1st	13.40	13.54	0.14	4.63	3.97	4.94	8.60	34.2	29.3	36.5	85.7
	2nd	13.23	13.35	0.12	4.91	3.67	4.77	8.58	36.8	27.5	35.7	74.7
	4th	13.22	13.32	0.10	4.62	4.22	4.48	8.84	34.7	31.7	33.6	91.3
Xu (CHN)	2nd	13.23	13.27	0.04	5.04	3.67	4.56	8.71	38.0	27.7	34.4	72.8
	3rd	12.96	13.07	0.11	5.04	3.98	4.05	9.02	38.6	30.5	31.0	79.0
Mihai (ROU)	3rd	13.21	13.32	0.11	5.08	3.80	4.44	8.88	38.1	28.5	33.3	74.8
Ovchinnikova (KAZ)	1st	13.17	13.34	0.17	4.94	3.72	4.68	8.66	37.0	27.9	35.1	75.3
	2nd	13.13	13.30	0.17	4.68	4.14	4.48	8.82	35.2	31.1	33.7	88.5
Guillaume (FRA)	2nd	12.99	13.18	0.19	5.05	3.45	4.68	8.50	38.3	26.2	35.5	68.3
	3rd	12.66	12.93	0.27	5.00	3.28	4.65	8.28	38.7	25.4	36.0	65.6
David (FRA)	2nd	12.97	13.05	0.08	4.80	3.95	4.30	8.75	36.8	30.3	33.0	82.3
Wright (JAM)	2nd	12.69	12.84	0.15	5.12	3.12	4.60	8.24	39.9	24.3	35.8	60.9
	3rd	12.91	13.02	0.11	5.14	3.39	4.49	8.53	39.5	26.0	34.5	66.0
Velazco (CUB)	1st	12.83	13.18	0.35	4.76	4.12	4.30	8.88	36.1	31.3	32.6	86.6

は見られたものの ($r=0.538$, $p<0.05$), 平松選手 (15.95m) を除くとその関係はなくなり, 15m 前後と 15m 中盤の跳躍でステップまでの距離には大きな差は見られない跳躍が多かった。

図6は同様に実測記録とジャンプ距離との関係を示している。世界選手ではジャンプ距離と実測距離の間に相関関係は見られず ($r=0.010$, N.S), 16m 前後と 17m 前後の跳躍ではいずれも 5.60m 前後のジャンプ距離であり, 逆に 16m 台中盤の跳躍では 5.40m 程度と短いジャンプ距離であった。

日本選手ではジャンプ距離と実測距離に有意な正の相関関係があり ($r=0.577$, $p<0.01$), 実測距離の大きい跳躍ほどジャンプ距離が大きい傾向にあった。また, 15m 中盤の跳躍のジャンプ距離は 5.40 ~ 5.60m 程度であり, 世界選手のジャンプ距離と同程度であった。一方, 15m 前後の跳躍の大部分のジャンプ距離は 5.00m 前後であった。

以上のことから, 2016 U20 世界選手権の決勝に出場した男子選手の跳躍では, 特にステップで距離を獲得することでステップまでの距離が大きいこと

が記録に貢献し, ジャンプの距離の影響は小さかったことが明らかとなった。つまり, 今大会の上位選手はジャンプでの距離を伸ばすためにスピードを維持しておくというよりも, ホップを押さえ, ステップでしっかり距離を獲得していくという跳躍を行っていた可能性が考えられる。

日本ジュニア選手の傾向を世界選手と比較した場合, ステップまでに獲得する距離に顕著な差があること, そして, ホップとステップの距離の比率に世界とは逆の傾向があることが明らかとなった。つまり, 日本ジュニア選手の中でより距離を獲得している跳躍の傾向は世界とは逆のパターンであったと考えられる。なお, 今回の日本ジュニア選手のデータは 2016 年の単年度でかつ一部の選手のデータのみであることから, ここで示した傾向が日本ジュニア選手の特徴を適切に表していない可能性も考えられる。したがって, 日本ジュニア選手の特徴と世界選手の特徴を比較しながらジュニア選手が目指していくべき方向性を考えていくために, 今後も継続的にデータを収集していく必要がある。

表6 2016年岩手国体，日本ジュニア選手権大会における女子三段跳の跳躍距離に関するデータ

選手名	試技	公式記録 (m)	実測距離 (m)	踏切損失 (m)	ホップ距離 (m)	ステップ距離 (m)	ジャンプ距離 (m)	ステップまでの距離 (m)	ホップ比率 (%)	ステップ比率 (%)	ジャンプ比率 (%)	ホップステップ比 (%)
岩手国体												
尾崎 サキ	3rd	12.49	12.65	0.16	4.72	3.28	4.65	8.00	37.3	25.9	36.8	69.5
小川 瑞穂	3rd	12.36	12.49	0.13	4.63	3.57	4.29	8.20	37.1	28.6	34.3	77.1
奥村 彩音	1st	12.21	12.28	0.07	4.81	3.48	3.99	8.29	39.2	28.3	32.5	72.3
椎葉 実生	1st	12.23	12.34	0.11	4.66	3.16	4.52	7.82	37.8	25.6	36.6	67.8
森本 知隼	3rd	12.27	12.38	0.11	4.75	3.43	4.20	8.18	38.4	27.7	33.9	72.2
樫木 亜美	6th	12.20	12.38	0.18	4.64	3.16	4.58	7.80	37.5	25.5	37.0	68.1
道中 杏花	6th	12.04	12.14	0.10	4.78	2.89	4.47	7.67	39.4	23.8	36.8	60.5
糟谷 友里	3rd	12.06	12.10	0.04	4.70	3.35	4.05	8.05	38.8	27.7	33.5	71.3
日本ジュニア選手権												
河合 葉奈	4th	12.76	12.78	0.02	4.92	3.70	4.16	8.62	38.5	29.0	32.6	75.2
剣持 クリア	3rd	12.36	12.46	0.10	4.42	3.59	4.45	8.01	35.5	28.8	35.7	81.2
小川 瑞穂	1st	12.28	12.29	0.01	4.48	3.50	4.31	7.98	36.5	28.5	35.1	78.1
高橋 かおり	1st	12.17	12.17	0.00	4.28	3.38	4.51	7.66	35.2	27.8	37.1	79.0
上梨 ライム	3rd	12.14	12.36	0.22	4.34	3.76	4.26	8.10	35.1	30.4	34.5	86.6
奥村 彩音	4th	12.12	12.23	0.11	4.59	3.32	4.32	7.91	37.5	27.1	35.3	72.3
樫木 亜美	3rd	12.10	12.15	0.05	4.28	3.18	4.69	7.46	35.2	26.2	38.6	74.3
福長 ちひろ	6th	12.00	12.10	0.10	4.32	3.55	4.23	7.87	35.7	29.3	35.0	82.2

3.2 女子三段跳

表5は各選手の跳躍距離に関する基礎的データを示している。示したデータはPBに対して97%以上の記録であった跳躍のものであり、97%以上の試技がなかった選手は最も記録の良かった試技の結果を示している。また、表6には日本ジュニア選手の岩手国体，日本ジュニア選手権における各選手の最も良かった試技の結果を示した。

女子三段跳決勝は公認の範囲内で適度な追い風が吹いており(表2)，3名の選手がPBを，その他の選手もPBに近い跳躍を行っていた。男子と同様に中国選手が2名決勝に残り，そのうちChen選手はシニアの日本歴代2位以上の記録で優勝しており，日本のジュニア選手に比べて非常に高いパフォーマンスの跳躍であったといえる。

図7は世界選手のPBの97%以上の試技，日本選手の各試合でのベスト試技において，実測記録とホップ距離の関係を示している。世界選手のホップ距離と実測距離には相関関係が見られず($r=-0.063$, N.S.)，実測距離には約1mの差があったが，その大部分は5.00～5.20mの範囲であった。なお，ホップ距離が5.00m以下の跳躍が6跳躍あったが，そのうち5跳躍はMoretic選手(CHI)とOvchinnikova(KAZ)の2選手のものであった。

日本選手では，最も記録の良かった河合選手の跳

躍(12.78m, 実測)のホップ距離が最も大きく4.92mであり，世界選手のホップに近い距離であった。その他の選手の12m台の跳躍では跳躍記録との関係は見られず，4.20～4.80mの範囲でばらついていた。

図8は実測記録とステップ距離の関係を示している。世界選手を全体で見た場合ではステップ距離と実測距離の間に有意な相関関係は見られなかった($r=0.412$, N.S.)。しかし，優勝したChen選手(CHN)

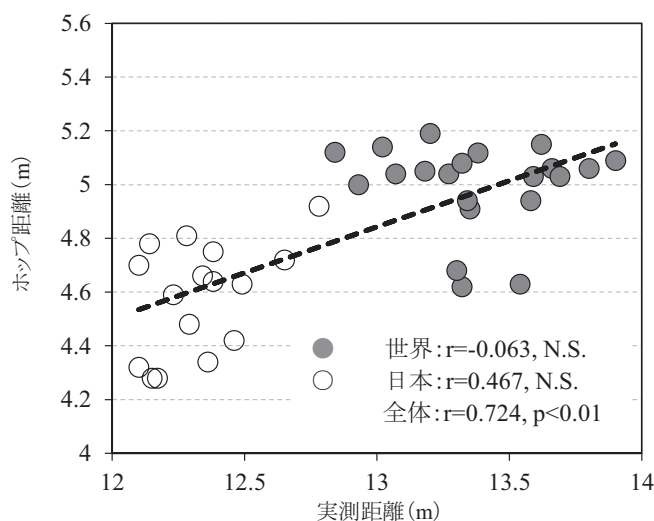


図7 U20世界選手権女子三段跳決勝進出者および日本ジュニアトップ選手の実測距離とホップ距離の関係

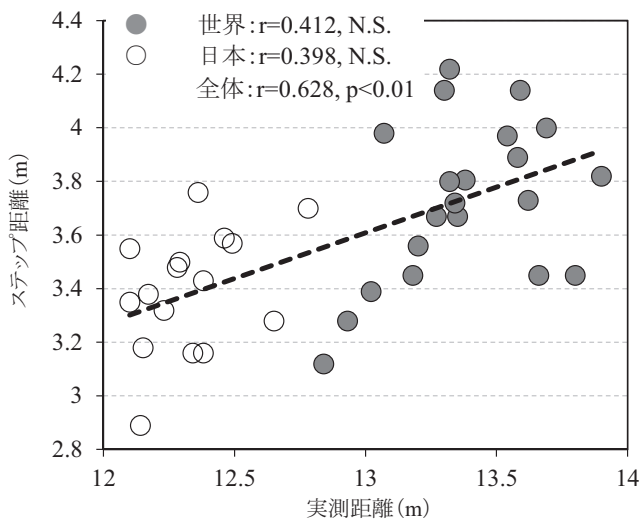


図8 U20世界選手権女子三段跳決勝進出者および日本ジュニアトップ選手の実測距離とステップ距離の関係

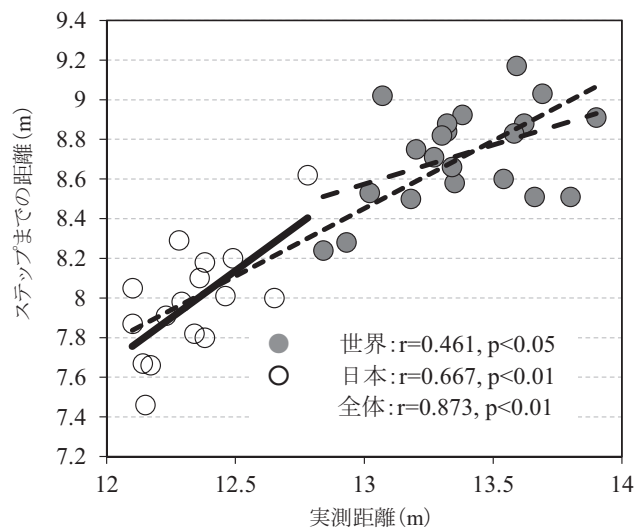


図10 U20世界選手権女子三段跳決勝進出者および日本ジュニアトップ選手の実測距離とステップまでの距離の関係

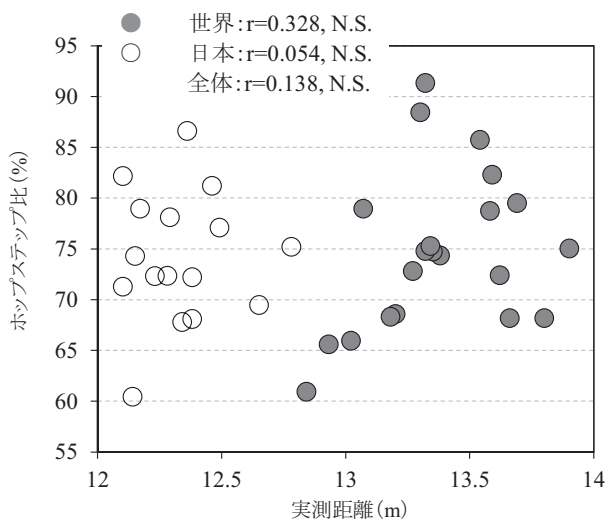


図9 U20世界選手権女子三段跳決勝進出者および日本ジュニアトップ選手のホップステップ比

は記録の良い3跳躍のステップが全体の距離の割にいずれも短い傾向にあり(表5), その跳躍を除くとステップ距離と実測距離に有意な正の相関関係が見られ($r=0.695, p<0.01$), 男子選手と同様にステップ距離が実測距離と関係していた。また, 図9に示したホップステップ比について, Chen選手を除いてホップステップ比と実測距離の関係を見ると, そこには有意な相関関係があり($r=0.597, p<0.01$), 男子と同様に同程度のホップに対してステップでより距離を獲得できていた跳躍が全体の跳躍距離を獲得している特徴が見られた。なお, Chen選手は跳躍記録が大きかった中ではステップの比率が小さいホップ型であったと言える。

日本選手では, ホップと同様にステップ距離と

実測距離との間に有意な相関関係が見られなかった($r=0.398, N.S.$)。世界選手の13m以上の跳躍で最も短いステップ距離は3.39mであったが(表5), 日本選手の12m台の跳躍の半分はこのステップ距離を超えており, 世界選手の13.20m前後の跳躍と大きな差はないステップ距離であった。逆に言えば, 日本選手は同程度のステップ距離の跳躍であっても全体の跳躍距離では1m近い差がついていた。

図10はステップまでの距離と実測距離の関係を示している。世界選手では有意な正の相関関係があり($r=0.461, p<0.05$), Chen選手を除いた場合はさらに強い相関関係となった($r=0.689, p<0.01$)。また, 日本選手のみ($r=0.667, p<0.01$)および全跳躍($r=0.873, p<0.01$)でも強い正の相関関係が見られた。すなわち, ステップまでに距離を獲得することは非常に重要であり, 世界選手の13m前後の跳躍であれば8.40m以上, 13m中盤の跳躍では8.60~9.00m程度の距離をステップまでに獲得していた。さらに, 世界選手ではホップ距離と実測距離との間に関係がなかったことから, ステップでより距離を獲得できていたことがステップまでの距離の獲得に貢献していたと考えられる。なお, 日本選手では河合選手のステップまでの距離が最も大きく(8.62m), 世界選手の13.20m程度の跳躍と同程度であった。

図11は実測記録とジャンプ距離との関係を示している。世界選手ではジャンプ距離と実測距離の間に有意な正の相関関係が見られたが($r=0.623, p<0.01$), Chen選手のジャンプ距離が極めて大きかったためであった(4.99~5.29m)。そして, そ

の他の選手の跳躍でみるとジャンプ距離と実測距離の間に相関関係はなくなり、跳躍距離に関わらず4.40～4.80mの範囲であった。また、日本選手の12m台の跳躍の約半分においてもジャンプ距離は4.40～4.80mの範囲であり、世界選手と同程度であった。

以上のことから、2016 U20 世界選手権の決勝に出場した選手の跳躍では、優勝したChen選手はステップ距離が小さく、ジャンプ距離を獲得して全体の跳躍距離を大きくするという跳躍であったが、その他の選手は男子選手と同様に、ステップで距離を獲得したことでステップまでの距離が大きいことが記録に貢献し、ジャンプの距離の影響は小さかったことが明らかとなった。

日本ジュニア選手を世界選手と比較した場合、ホップの距離が小さいことでステップまでに獲得する距離に顕著な差があることが明らかとなった。また、日本選手はホップとステップの距離の獲得に一定の傾向がないことから、跳躍距離を伸ばしていくために、例えばホップを大きくしていく、もしくはステップをより伸ばしていくといった、共通する跳躍のスタイルがジュニアの段階では明確でない可能性が考えられた。女子三段跳は次年度よりインターハイで実施される種目となり、競技人口がこれまでより拡大していくことが予想される。したがって、今後も継続的にデータを収集し日本ジュニア選手の特徴と世界選手の特徴を比較しながら目指すべき方向性を考えていくことが必要であろう。

4. まとめ

本報告は2016 U20 世界選手権に出場した男女三段跳選手の各歩の跳躍距離を報告するとともに、日本ジュニアトップ選手の測定データと比較を行うことが目的であった。

約1m程度跳躍距離が大きい世界ジュニア選手の特徴として、男女ともに①日本ジュニア選手よりもホップ距離が大きいこと、②記録の良かった跳躍ほどステップの獲得距離が大きく跳躍距離に影響していること、③ジャンプ距離は日本ジュニア選手とそれほど差がないことが明らかとなった。

今回の調査では、跳躍距離に大きく影響する助走速度を測定できなかったことから、跳躍距離のみでの比較となった。したがって、世界ジュニア選手のホップ距離が大きい要因として、世界選手の方が大きい速度をもってホップに入ったのか、ホップに入る際の助走速度は同程度であるがより距離

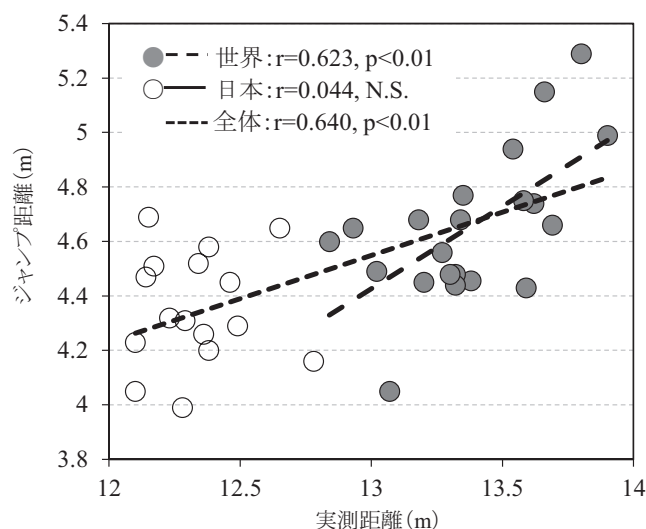


図 11 U20 世界選手権女子三段跳決勝進出者および日本ジュニアトップ選手の実測距離とジャンプ距離の関係

を獲得する踏切を行っていたのか、といった非常に重要な部分の情報を提示することができなかった。

今回の調査をきっかけとし、今後もジュニアの国際大会における測定が可能であれば、助走スピードと跳躍距離の両方を測定することで、日本ジュニア選手の競技力向上とシニアへの成長につながる知見を提示していきたい。