

2022年シーズンにおける七種競技選手のパフォーマンス分析

松林 武生¹⁾ 小山 宏之²⁾ 貴嶋 孝太³⁾ 笠井 信一⁴⁾ 高橋 直己⁵⁾ 大西 克広³⁾
眞鍋 芳明⁶⁾

1) 国立スポーツ科学センター 2) 京都教育大学 3) 大阪体育大学 4) 愛知淑徳大学
5) 東京学芸大学大学院 6) 中京大学

1. はじめに

日本陸上競技連盟科学委員会では、強化指定選手の競技力向上に活用する情報収集活動として、主要競技会におけるパフォーマンス分析を実施している。本稿では、2022年シーズンにおける七種競技選手の100mハードル、200m、走幅跳でのパフォーマンス分析結果について報告する。

2. 方法

2-1. 分析対象

第9回木南道孝記念陸上競技大会（2022年4月30日-5月1日）および第106回日本陸上競技選手権大会・混成競技（2022年6月4-5日）の七種競技に出場した強化指定選手4名（ヘンプヒル恵選手、山崎有紀選手、大玉華鈴選手、利藤野乃花選手）を分析対象とした。

2-2. 100mハードルにおける分析

100mハードルでは、各ハードルのタッチダウンタイム、区間タイム、インターバルランタイム、ハードリングタイム、および区間走速度を分析した。3台のハイスピードカメラ（Lumix DC-GH5S、Panasonic社製、239.76fps）を用いて、2、5、8台目ハードル側方の観客スタンドからレースを撮影した。得られた映像において、スタート信号の閃光を基準（ $t=0.00s$ ）として、各ハードルを越える前の踏切脚が接地した時間と、超えた後のリード脚接地（タッチダウン）の時間を確認した。各ハードルの踏切脚接地からタッチダウンまでの所要時間をハードリングタイム、リード脚接地から次ハードル踏切脚接地までをインターバルランタイムと定義した。また、インターバルランタイムとその直後のハー

ドリングタイムとの合計を区間タイムとした。さらには、スタート信号から1台目ハードル後タッチダウンまでをアプローチ区間、10台目ハードル後タッチダウンからフィニッシュまでをランイン区間とし、それぞれの所要時間についても同様に算出した。各区間の平均走速度を、区間距離を区間タイムで除することによって算出した。このとき、各ハードル間の区間距離はそのまま8.50mとしたが、アプローチ区間については1台目ハードルまでの距離13.00mにハードルを越えた後の接地までの距離（谷川ら（2010）の報告を参考に1.00mと仮定）を加えた14.00m、ランイン区間は10台目ハードルからフィニッシュラインまでの距離10.50mから同距離を減じた9.50mとした。なお、100mハードルにおける最高走速度の検討は、アプローチ区間およびランイン区間を除く、各ハードル間の区間のみで行った（貴嶋ら、2015）。

2-3. 200mにおける分析

200mでは、レース中の走速度の推移、特に最高走速度およびレース終盤での走速度低下率を分析した。3台のハイスピードカメラ（Lumix GH5S、Panasonic社製、239.76fps）を用いてレースを撮影した。カメラの設置位置は、第1曲走路の中央付近、バックストレート中央付近、およびホームストレートのフィニッシュライン手前の観客席とした。スタート信号の閃光から選手のトルソーが分析地点（20m、55m、80m、100m、121.5m、149.42m、181m；ハードル設置位置を示すマークなどから位置確認）を通過するまでの経過フレームに基づき、各地点の通過タイムおよび区間走速度を算出した。また、この走速度の最高値に対する、181-200m区間での走速度の低下率を算出した（高橋ら2015）。

2-4. 走幅跳の分析方法

走幅跳では、助走時の最高走速度を分析した。選手後方の観客スタンドにレーザードップラー式距離・走速度測定装置 (Laveg、100Hz、JENOPTIK 社製) を設置し、選手の腰背部へ不可視レーザーを照射することで、助走時の時間-距離情報を取得した。これを遮断周波数 0.5Hz のローパスフィルタで処理した後に微分して走速度に変換し、そのピーク値を助走中の最高走速度とした (小山ら 2007)。

2-5. 専門選手との比較

各種目の専門選手のデータを、過去の科学委員会研究報告等から収集し、比較対象とした。

3. 結果および考察

表 1 に 100m ハードルの分析結果を示す。本研究のなかで最も優れた 100m ハードル記録を示したのはヘンプヒル選手であり、その記録は 13.45 秒であった。図 1 に、100m ハードルにおける最高区間走速度と記録の関係を示す。最高区間走速度と記録の間には強い相関関係が認められている (貴嶋ら 2015)。本研究の対象者についても全員がこの回帰直線に沿ってプロットされ、100m ハードル記録の短縮には最高区間走速度の向上が不可欠であることが再確認された。13 秒 50 以内の記録を達成するためには 8.2m/s、13 秒 20 以内の記録を達成するためには 8.4m/s 程度の最高区間走速度が目安となり、これはハードル間の区間タイムとしてそれぞれ 1.037 秒、1.012 秒に相当する。図 2 にインターバルタイムと記録の関係、図 3 にハードリングタイムと記録の関係を示す。比較対象データ数が少ないものの、100m ハードルの記録はインターバルタイムとハードリングタイムの双方に関連する傾向が見受けられる。ただし、各選手のプロットを詳細に見てみると、どちらのタイムに課題が大きいかは選手ごとに異なっているようにも見受けられる。このような個人の特徴を把握して、記録向上への方策を検討していく必要がある。

表 2 に 200m の分析結果を示す。本研究のなかで最も優れた 200m 記録を示したのは山崎選手であり、その記録は 24.99 秒であった。図 4 に、200m における最高走速度と記録の関係を示す。最高走速度と記録の間には相関関係が認められており (高橋ら 2015)、200m 記録の短縮には最高走速度の向上がひとつの鍵となると考えられる。図 5 に、200m における走速度低下率と記録の関係を示す。走速度低下

率と記録との間には明確な関係性は認められず、七種競技選手と 200m 専門選手との間にも走速度低下率の大きな差は認められない。ただし、本研究の対象者に関しては、比較対象の平均よりも走速度低下率が大きい傾向にあった。最高走速度と走速度低下率との関係を選者個々に把握しながら、最適なレース展開を検討していく必要がある。

表 3 に走幅跳の分析結果を示す。本研究のなかで最も優れた走幅跳記録を示したのはヘンプヒル選手であり、その記録は 5m81 であった。図 6 に、走幅跳助走における最高走速度と跳躍距離との関係を示す。助走速度と跳躍距離の間には相関関係が認められている (小山ら 2007、松林ら 2012)。本研究の対象者も概ねこの回帰直線の中央付近にプロットされた。回帰直線からは、6m00 を超える記録を達成するためには 8.9m/s 程度の最高走速度を助走で発揮する必要があると推察される。走幅跳記録の向上のためには助走速度の向上が必要であると考えられるが、助走速度が向上すれば踏切技術にも向上が必要になることも予想される。これらの関係性も踏まえながら、個々の選手に適した助走速度を検討していく必要がある。

4. 参考文献

- 1) 貴嶋孝太, 山元康平, 柴山一仁, 杉本和那美, 櫻井健一, 千葉佳裕, 森丘保典 (2015) 日本一流男子 110m ハードル選手および女子 100m ハードル選手のレース分析 —2015 年度主要競技会の分析結果について— 陸上競技研究紀要 11: 106-114.
- 2) 小山宏之, 村木有也, 武田理, 大島雄治, 阿江通良 (2007) 競技会における一流男女棒高跳、走幅跳、および三段跳選手の助走速度分析. 陸上競技研究紀要 3: 104-122.
- 3) 高橋恭平, 広川龍太郎, 松林武生, 小林海, 松尾彰文, 柳谷登志雄, 山元康平 (2015) 2015 年における日本および世界一流 200m 選手のレース分析. 陸上競技研究紀要 11: 115-127.
- 4) 谷川聡, 柴山一仁 (2010) 2007 年世界陸上競技選手権大阪大会における男子 110m ハードル走および女子 100m ハードル走レースの動作分析. 第 11 回世界陸上競技選手権大阪大会 日本陸上競技連盟バイオメカニクス研究班報告書 世界一流陸上競技者のパフォーマンスと技術, 日本陸上競技連盟, 86-95.
- 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.

表1 100m ハードルにおける各種タイム、走速度の推移、および最高区間走速度

選手名	大会	記録 [s]	ハードル：												平均値	最高区間走速度 [m/s]	出現区間
			タッチダウンタイム [s]	1st app.	2nd 1-2	3rd 2-3	4th 3-4	5th 4-5	6th 5-6	7th 6-7	8th 7-8	9th 8-9	10th 9-10	run-in			
ヘンプヒル恵	本南記念 2022/4/30	13.76 (-0.6)	タッチダウンタイム [s]	2.75	3.85	4.92	5.97	7.03	8.08	9.15	10.23	11.34	12.47	13.76			
			区間タイム [s]	2.75	1.09	1.07	1.05	1.06	1.05	1.07	1.09	1.11	1.13	1.29			
			インターバルタイム [s]		0.64	0.65	0.63	0.65	0.63	0.64	0.66	0.66	0.67	0.65			
			ハードリングタイム [s]		0.43	0.45	0.43	0.42	0.41	0.42	0.43	0.43	0.44	0.47	0.43		
			区間走速度 [m/s]		5.08	7.79	7.91	8.09	8.02	8.10	7.96	7.82	7.69	7.51	7.37		8.10
山崎有紀	本南記念 2022/4/30	14.26 (+1.0)	タッチダウンタイム [s]	2.78	3.91	5.03	6.13	7.23	8.35	9.48	10.63	11.80	12.99	14.26			
			区間タイム [s]	2.78	1.14	1.12	1.10	1.10	1.12	1.13	1.15	1.17	1.19	1.27			
			インターバルタイム [s]		0.69	0.66	0.65	0.64	0.66	0.66	0.68	0.69	0.71	0.67			
			ハードリングタイム [s]		0.45	0.45	0.46	0.45	0.45	0.46	0.47	0.47	0.48	0.49	0.46		
			区間走速度 [m/s]		5.04	7.48	7.60	7.72	7.73	7.60	7.53	7.38	7.27	7.13	7.49		7.73
ヘンプヒル恵	日本選手権混成 2022/6/4	13.45 (+0.4)	タッチダウンタイム [s]	2.72	3.79	4.83	5.87	6.92	7.96	9.00	10.06	11.13	12.21	13.45			
			区間タイム [s]	2.72	1.07	1.04	1.04	1.05	1.04	1.04	1.06	1.07	1.08	1.24			
			インターバルタイム [s]		0.65	0.63	0.62	0.62	0.62	0.62	0.63	0.64	0.64	0.63			
			ハードリングタイム [s]		0.42	0.42	0.41	0.42	0.43	0.42	0.42	0.43	0.43	0.44	0.42		
			区間走速度 [m/s]		5.15	7.95	8.17	8.17	8.12	8.15	8.14	8.02	7.98	7.84	7.69		8.17
山崎有紀	日本選手権混成 2022/6/4	13.86 (+0.4)	タッチダウンタイム [s]	2.74	3.85	4.93	6.00	7.12	8.20	9.28	10.39	11.50	12.62	13.86			
			区間タイム [s]	2.74	1.11	1.08	1.08	1.11	1.08	1.08	1.11	1.11	1.13	1.24			
			インターバルタイム [s]		0.67	0.66	0.66	0.67	0.65	0.65	0.67	0.67	0.68	0.66			
			ハードリングタイム [s]		0.44	0.44	0.42	0.42	0.44	0.43	0.43	0.44	0.44	0.45	0.44		
			区間走速度 [m/s]		5.11	7.66	7.90	7.88	7.65	7.84	7.87	7.69	7.65	7.55	7.68		7.90
大玉華鈴	日本選手権混成 2022/6/4	13.85 (+0.4)	タッチダウンタイム [s]	2.77	3.85	4.93	6.02	7.09	8.18	9.26	10.37	11.47	12.60	13.85			
			区間タイム [s]	2.77	1.08	1.08	1.08	1.08	1.09	1.08	1.11	1.10	1.13	1.25			
			インターバルタイム [s]		0.67	0.67	0.66	0.65	0.65	0.66	0.68	0.67	0.69	0.67			
			ハードリングタイム [s]		0.43	0.42	0.42	0.43	0.43	0.42	0.42	0.43	0.43	0.44	0.43		
			区間走速度 [m/s]		5.06	7.84	7.85	7.84	7.90	7.82	7.88	7.66	7.75	7.49	7.60		7.90
利藤野乃花	日本選手権混成 2022/6/4	14.49 (+0.4)	タッチダウンタイム [s]	2.77	3.90	5.03	6.18	7.30	8.46	9.61	10.76	11.94	13.16	14.49			
			区間タイム [s]	2.77	1.13	1.12	1.15	1.12	1.16	1.15	1.14	1.18	1.22	1.33			
			インターバルタイム [s]		0.66	0.67	0.69	0.66	0.68	0.68	0.67	0.71	0.69	0.68			
			ハードリングタイム [s]		0.47	0.47	0.45	0.47	0.46	0.48	0.48	0.47	0.47	0.53	0.48		
			区間走速度 [m/s]		5.06	7.49	7.58	7.37	7.59	7.30	7.38	7.44	7.19	6.97	7.14		7.59

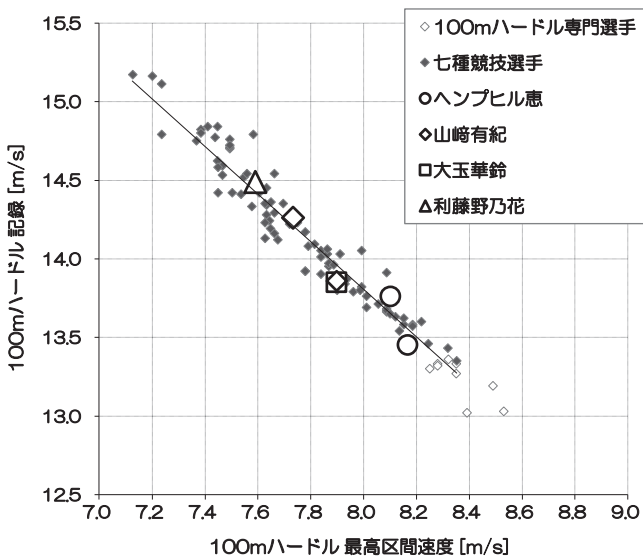


図1 100m ハードルにおける最高区間走速度と記録の関係

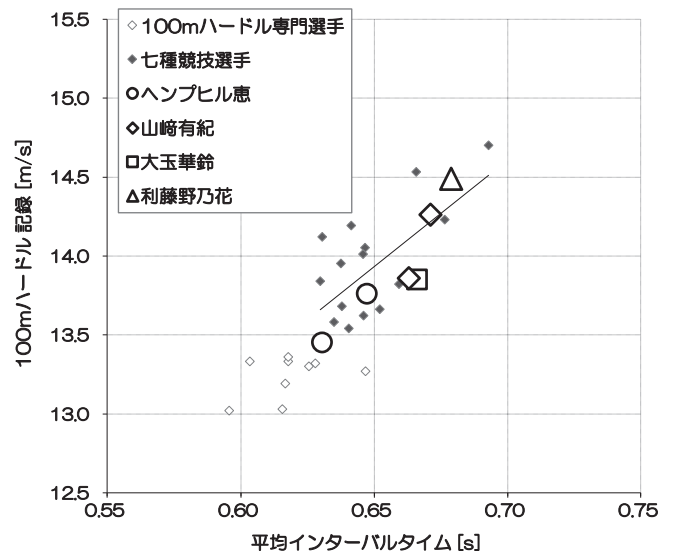


図2 100m ハードルにおけるインターバルタイムと記録の関係

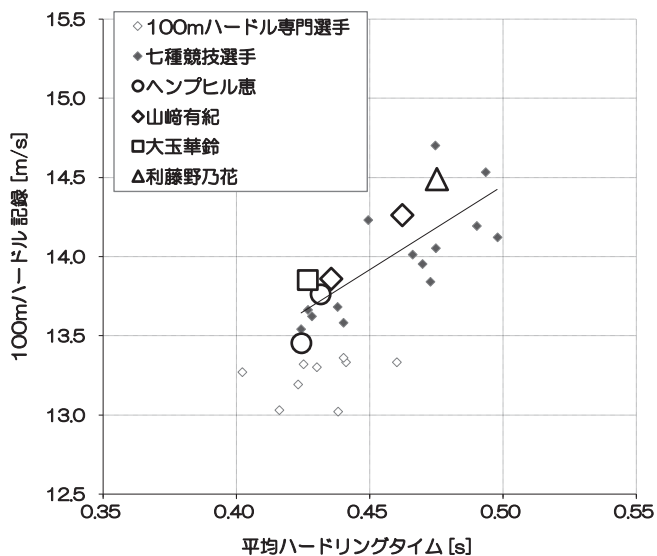


図3 100mハードルにおけるハードリングタイムと記録の関係

表2 200mにおける走速度の推移、最高走速度、および走速度低下率

選手名	大会	記録 [s]	上段：通過タイム [s]			下段：区間走速度 [m/s]					最高走速度 [m/s]	出現区間 [m]	走速度低下率 [%]
			20m	55m	80m	100m	121.5m	149.42m	181m	200m			
ヒンプヒル恵	木南記念	25.10	3.42	7.28	10.00	12.28	14.81	18.25	22.43	25.10	9.20	80-100	22.75
	2022/4/30	(-1.5)	5.84	9.08	9.20	8.75	8.51	8.12	7.71	7.11			
山崎有紀	木南記念	24.99	3.40	7.31	10.05	12.34	14.88	18.28	22.38	24.99	9.12	80-100	20.06
	2022/4/30	(-1.5)	5.88	8.97	9.12	8.74	8.46	8.20	7.70	7.29			
ヒンプヒル恵	日本選手権混成	25.21	3.51	7.50	10.33	12.66	15.22	18.60	22.62	25.21	8.85	80-100	17.06
	2022/6/4	(+0.9)	5.70	8.76	8.85	8.56	8.41	8.25	7.85	7.34			
山崎有紀	日本選手権混成	25.42	3.45	7.44	10.26	12.56	15.12	18.57	22.73	25.42	8.85	80-100	20.13
	2022/6/4	(+0.9)	5.81	8.77	8.85	8.69	8.40	8.09	7.74	7.07			
大玉華鈴	日本選手権混成	26.06	3.56	7.67	10.55	12.90	15.51	19.05	23.30	26.06	8.67	80-100	20.69
	2022/6/4	(+0.9)	5.61	8.53	8.67	8.51	8.23	7.90	7.58	6.88			

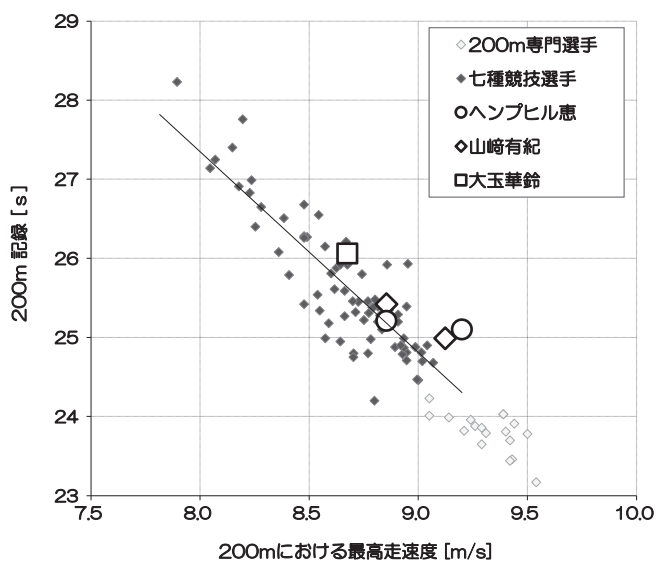


図4 200mにおける最高走速度と記録の関係

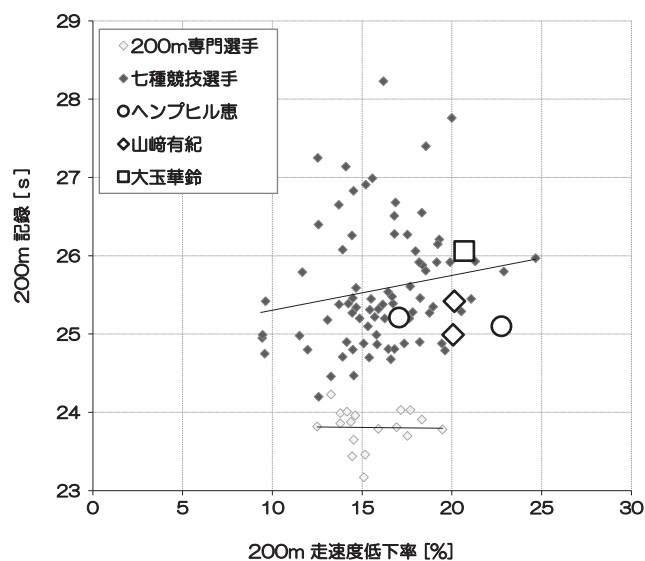


図5 200mにおける走速度低下率と記録の関係

表3 走幅跳の跳躍距離と助走における最高走速度

選手名	大会	上段：跳躍距離 [m]		下段：助走最高走速度 [m/s]
		1跳目	2跳目	3跳目
ヘンプヒル恵	木南記念	F (?)	5m61 (-0.6)	5m65 (+0.0)
	2022/4/30	8.57	8.51	8.46
山崎有紀	木南記念	5m42 (+1.5)	F (-0.7)	5m53 (+0.0)
	2022/4/30	8.55	8.69	8.43
ヘンプヒル恵	日本選手権混成	5m81 (-0.9)	F (-1.3)	5m63 (+1.6)
	2022/6/4	8.75	8.65	8.81
山崎有紀	日本選手権混成	F (-1.4)	5m72 (+1.6)	5m58 (0.0)
	2022/6/4	8.69	8.85	8.83
大玉華鈴	日本選手権混成	5m64 (+0.9)	5m64 (-1.3)	F (+0.9)
	2022/6/4	8.72	-	8.65

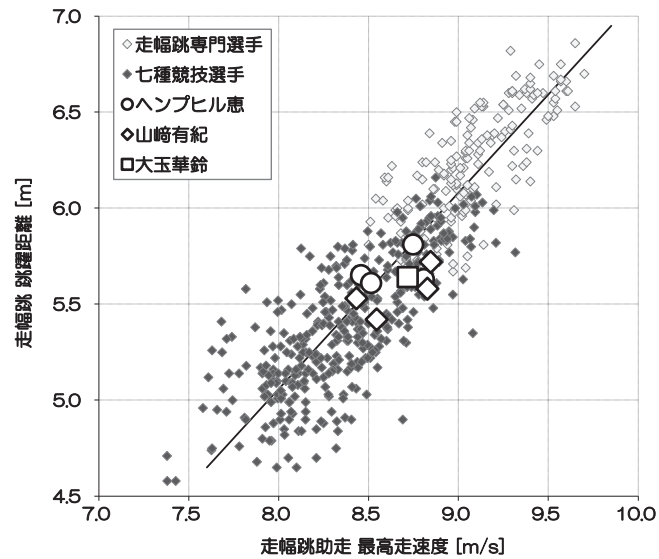


図6 走幅跳助走における最高走速度と跳躍距離の関係