

2018年シーズンにおける男子100mのレース分析結果

小林海¹⁾ 高橋恭平²⁾ 山中亮³⁾ 渡辺圭祐⁴⁾ 大沼勇人⁵⁾ 松林武生⁵⁾
広川龍太郎⁶⁾ 松尾彰文⁷⁾

1) 東京経済大学 2) 熊本高等専門学校 3) 新潟食料農業大学 4) 日本スポーツ振興センター
5) 国立スポーツ科学センター 6) 東海大学 7) 鹿屋体育大学

1. はじめに

2年後の東京オリンピックを控え、国内の短距離走への関心が高まる中、山縣亮太選手(セイコー)が2018年8月にジャカルタで行われた第18回アジア競技大会(アジア大会)男子100m決勝の大舞台で自己ベストタイ(日本歴代2位タイ)となる10.00秒で銅メダルを獲得した。一方、アジア大会で優勝した中国の蘇炳添選手(Su選手)は決勝で9.92秒の記録を樹立しており、世界のファイナリストを目指す日本人にとって、強力なライバルであることを再確認させられたレースでもあった。また、国内の大会においては、5月に大阪で行われたセイコーゴールデングラプリ陸上2018大阪(大阪GGP)決勝において、Gatlin選手(USA)が向い風0.7m/sの条件下で10.06秒を記録しており、世界トップレベルの実力を示す結果となった。同レースでは山縣選手が日本人トップの10.13秒を記録しており、6月に行われた日本選手権決勝では、ケンブリッジ飛鳥選手(ナイキ, ケンブリッジ選手)が10.14秒(風:0.6m/s)を記録している。

(公財)日本陸上競技連盟科学委員会では、これまで国内外の主要大会において100mレースにおける走速度やピッチ、ストライドに関するデータ測定を行っており、これらの結果は同強化委員会を通じてコーチや選手にもフィードバックされてきた。本研究では、2018年に科学委員会が測定を実施した国内外の対象競技会における100mのレース分析結果について検討した。

2. 方法

2-1. 分析対象レース

2018年シーズンに科学委員会が測定、分析を实

施した国内6大会およびアジア大会であった。分析対象レースは以下の通りである。

- ・第52回織田幹雄記念国際陸上競技大会(織田記念)予選, A決勝, B決勝
- ・大阪GGP
- ・布勢スプリント2018(布勢スプリント)予選, A決勝, B決勝
- ・第102回日本陸上競技選手権大会(日本選手権)予選, 準決勝, 決勝
- ・アジア大会 予選, 準決勝, 決勝
- ・第66回全日本実業団対抗陸上競技選手権大会(全日本実業団)予選, 準決勝, 決勝
- ・第73回国民体育大会(福井国体)予選, 準決勝, 決勝

2-2. 測定方法

100m走の撮影には6台のハイスピードデジタルビデオカメラ(Lumix DMC-FZ300, Panasonic, JAPAN)を用い、スタンドから各校正点(110mハードル1台目, 100mハードル1, 3, 5, 7, 9台目のグラウンドマーク)の延長線上に測定者を配置し、各校正点が画角に収まるように配慮した(図1)。すべてのカメラは撮影のサンプリングレートを239.76fps(≒240fps)に設定し、測定はスタート時のスターターの閃光を撮影した後、全選手がフィニッシュラインを通過するまでパニング方式でレース映像を撮影した。閃光が明確でない映像は、近しい地点の映像における選手の接地の瞬間で時間を同期し、同期に際しては少なくとも3箇所の接地地点の分析を行った。

2-3. 分析方法

映像分析には動画再生および編集ソフト(QuickTimePro7, Apple, USA)を用い、いずれの

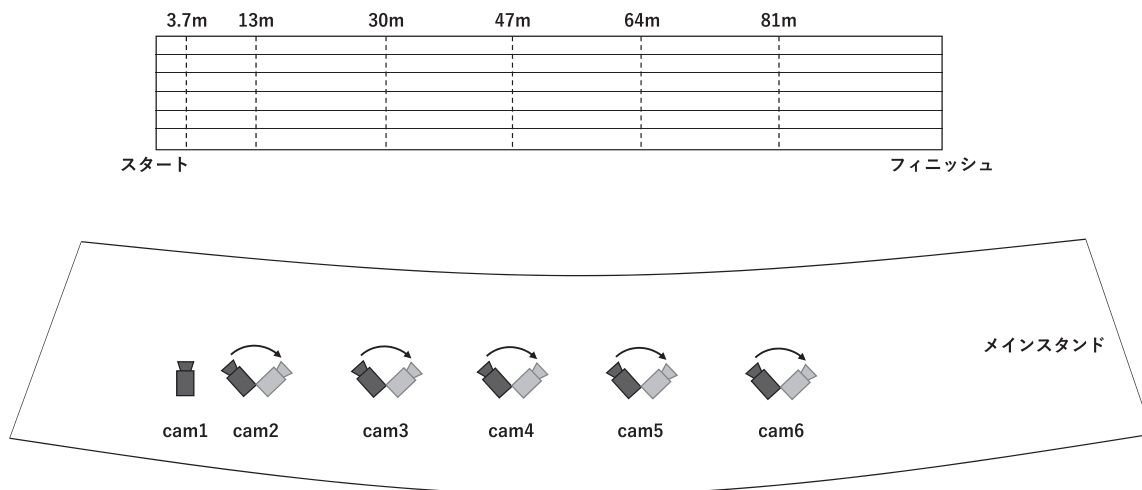


図1 100 m 走の測定レイアウト

レースにおいてもスターターの閃光をゼロとして、各校正点をトルソーが通過したトルソーが通過したフレーム数とカメラのサンプリングレートの逆数との積から走速度を求めた。その後、先行研究（小林ら 2017, 松尾ら 2011）をもとに、各地点の通過時間をスプライン補間によって内挿することで、レース全体の時間 - 距離情報を取得し、求めた通過時間と通過地点との比から 10 m 区間ごとの走速度、最高走速度とその発現区間、および走速度低下率（最高走速度と 90-100 m 区間の走速度との比率）を算出した。また、通過フレーム数を求めた映像から、4 ステップごとの接地時のフレーム数を求め、4 ステップに要した時間の逆数により、4 ステップごとのピッチを算出した。上記で算出した走速度をピッチで除すことで、ストライドを算出した。

本研究では、記録と最高走速度および走速度の低下率との相関関係についてそれぞれ検討した。相関関係の有意差にはピアソンの積率相関係数を用い、有意水準を 5% 未満とした。

3. 結果および考察

近年、国内の男子 100 m の記録水準は向上しており、10.10 秒よりも良い記録を持つ現役選手は 6 名（桐生祥秀選手 [日本生命]、山縣選手、サニブラウンハキーム選手 [フロリダ大]、多田修平選手 [関西学院大]、飯塚翔太選手 [ミズノ]、ケンブリッジ選手) いる。2018 年シーズンの成績をみると、山縣選手がアジア大会決勝を含む 3 レースで 10.0 秒台を記録しており（表 1）、1 年を通して安定した好記録を維持できたことがアジア大会の銅メダルにつながったといえる。

2018 年シーズンにおける男子 100 m の記録と最

高走速度の関係を見ると、これまでの報告（松尾ら 2017 など）と同様に、両者の間には有意な負の相関関係が認められた（図 2）。最高走速度とその発現区間は走加速度の大きさとその継続時間に依存するため、好記録を樹立するためには、スタートから高い走加速度を獲得し続ける必要がある。2018 年シーズンの記録と最高走速度との関係を参考にすると、2019 年の世界選手権の標準記録（10.12 秒）を上回るためには、11.45 m/秒以上の最高走速度が求められることになり、そのために必要な走加速度を最高走速度に到達する 50-60 m 付近までいかに獲得し続けられるかが重要となる。

これまでの研究結果によると、国際大会（オリンピックや世界選手権）の決勝では 60 m 以降に最高走速度が発現する選手も多いことが報告されており（Hommel 2012, 松尾ら 2016, Watts et al. 2011 など）、彼らは 100 m のレース中盤においても走加速度を獲得していることがわかる。したがって、日本人選手の 9 秒台を見据えた更なる記録向上を目指

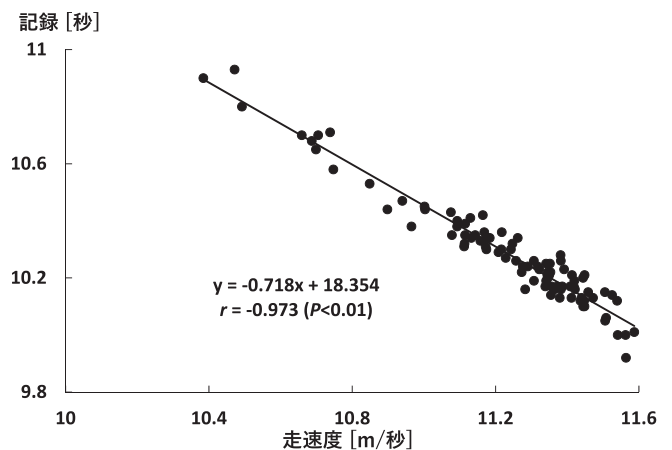


図2 2018 年シーズンにおける男子 100 m の記録と最高走速度の相関関係

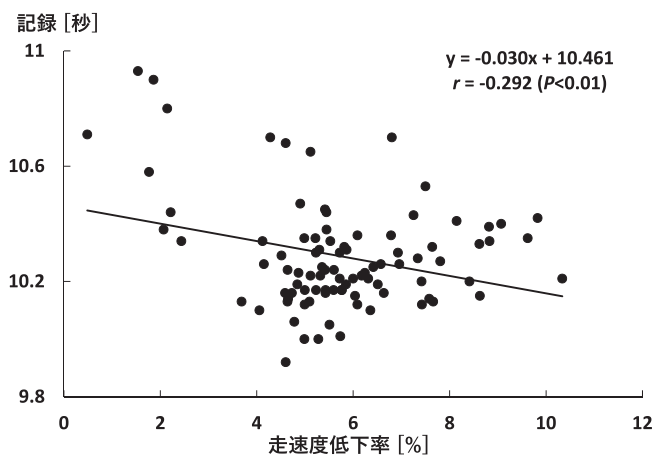


図3 2018年シーズンにおける男子100mの記録と走速度低下率の相関関係

す上では、100mのレース展開を様々な観点から熟思する必要があるが、レース中盤まで走加速度を獲得し続けることもその一助となるであろう。

一方、100mの記録と走速度の低下率の間にも有意な負の相関関係が認められたが(図3)、この結果はこれまでの報告と異なるものであった。その要因の1つとして、10月に行われた福井国体の記録が影響したと考えられる。福井国体では強い向い風の条件下でのレースを強いられたため(表1)、各選手の最高走速度が他のレースと比較して低かった分、走速度の低下率も小さかったと推察される。福井国体の結果を除外すると、両者の相関は負から正となり、有意な相関関係は認められなかった($r = 0.128$ [n.s.])。また、織田記念のA決勝(FI-A)では、ケンブリッジ選手や宮本大輔選手(東洋大)の最高走速度が90-100m区間で発現しており、これらの結果も記録と走速度の低下率との関係が先行研究と異なる要因の1つになったと考えられる。これらのことから、走速度の低下率はレース中の風向きの影響を受けることもあるが、100mの記録を短縮させる上では走速度の低下率を最小限に抑える必要があることも考慮に入れておかななくてはならない。

図4は2018年シーズンに科学委員会が測定したデータの中で最も良い記録をマークしたSu選手と、アジア大会男子100mで日本代表に選出された山縣選手およびケンブリッジ選手のレースパターンを比較したものである。100mの記録ではSu選手が山縣・ケンブリッジ両選手を上回っていたにも関わらず、3選手の最高走速度には大きな差異はみられなかった。先述の通り、100mの記録と最高走速度の間には有意な負の相関関係が認められたが、10秒前後で走る選手間では一概に最高走速度の高低だけが記録を左右するものではないことがわかる。Su選

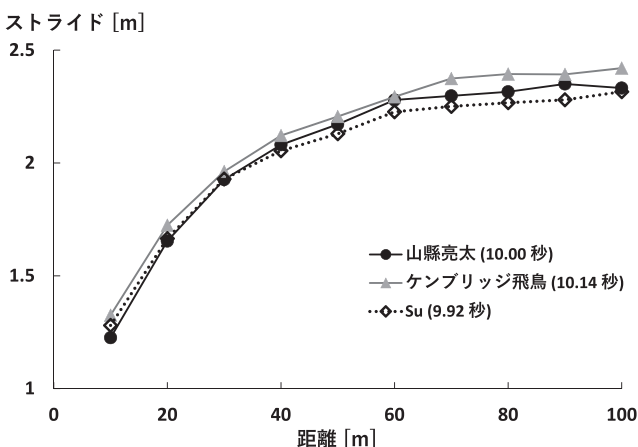
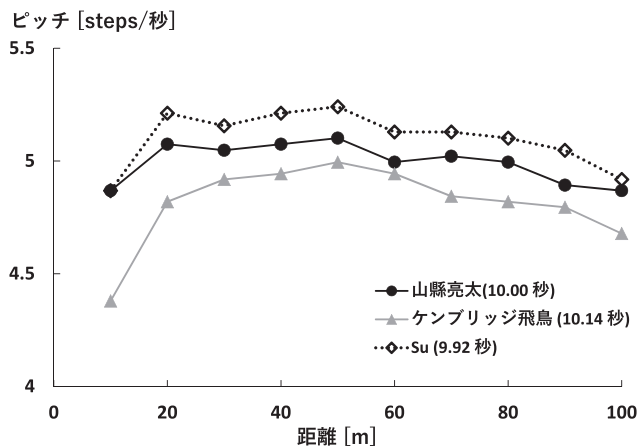
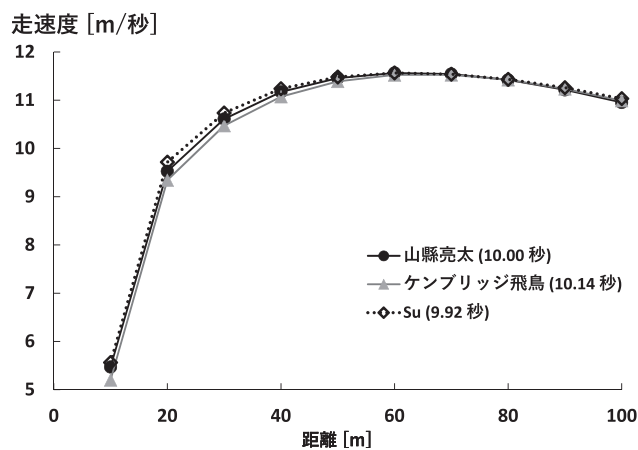


図4 2018年シーズンの男子100mにおける山縣選手、ケンブリッジ選手およびSu選手の走速度(上図)、ピッチ(中図)、およびストライド(下図)の比較

手はスタート後の10-20mから最高走速度が発現した50-60mまでの走速度が山縣・ケンブリッジ両選手よりも高く、このことがアジア大会における9.92秒という記録の樹立と金メダル獲得につながったと考えられる。

走速度を決める2要因となるピッチとストライドのレース中の変化パターンについて、3選手のピッチとストライドの変化パターンも同一ではなく、50-60mの最高走速度発現区間では、ピッチはSu

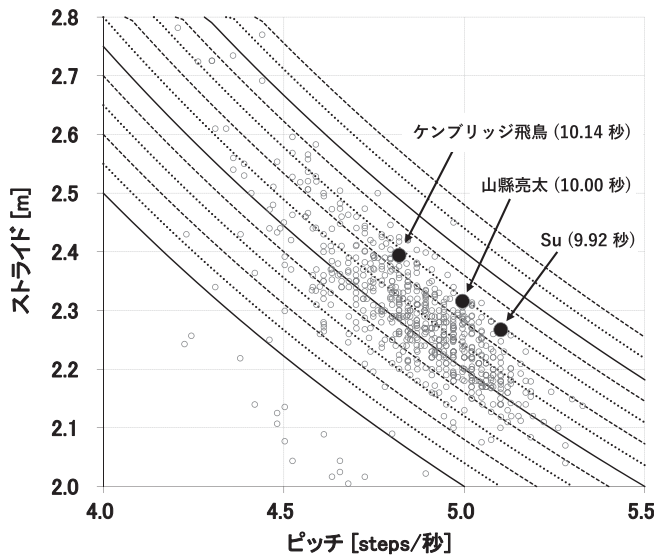


図5 2018年シーズンの男子100mにおける山縣選手、ケンブリッジ選手およびSu選手のピッチとストライドの関係（これまでに科学委員会が測定した分析結果を含む）

選手が、ストライドはケンブリッジ選手が最も大きかった（図4と図5）。これらの結果は、高い走速度を得るためのピッチとストライドの大きさは、各選手の身体特性や筋力を最大限生かした走り方に依存することを意味するものであり、トップレベルの選手では画一的な走り方が記録の向上に直結するものではないことを示すものである。特に、筋の収縮速度や脚の筋力を考えると、Su選手の高いピッチ走法は容易に真似ができるものではないが、レース前半における高い走速度の獲得にはピッチの増加が重要であり、身体特性の近い日本人にとっては参考にすべき点も多い走り方といえるかもしれない。しかしながら、レース後半の走速度の低下は主にピッチの減少による（遠藤ら 2008）ことを考慮すると、レース前半で過度にピッチを高めすぎることはレース後半の走速度の低下率を増加させる可能性を含むため、レース全体を見据えたレースプランの中で、ピッチを高める必要があることも留意しなくてはならない。

4. まとめ

2018シーズンに（公財）日本陸上競技連盟科学委員会が測定を実施した国内外の主要大会における男子100mのレース分析結果から、以下のことが明らかになった。

- 山縣亮太選手が10.00秒でアジア大会の銅メダルを獲得できた要因の1つとして、1年を通して安

定した好記録を維持できたことが挙げられる。

- 男子100mの記録と最高走速度との間には有意な負の相関関係が認められたことから、スタートから高い走加速度を獲得し続けることが重要であることが改めて示された。今後、日本人選手の9秒台を見据えた更なる記録向上を目指す上では、レース中盤まで大きな走加速度を獲得し続けることも重要になるであろう。
- 一方、100mの記録と走速度の低下率の間にも有意な負の相関関係が認められたが、福井国体では強い向い風の条件下であったことを考慮すると、走速度の低下率はレース中の風向きの影響を受けることもあるが、100mの記録を短縮させる上では走速度の低下率を最小限に抑える必要があることも考慮すべきである。
- Su、山縣、ケンブリッジの3選手のレースパターンを比較した結果、100mの記録ではSu選手が山縣・ケンブリッジ両選手を上回っていたにも関わらず、3選手の最高走速度には大きな差異はみられなかった。また、3選手のピッチとストライドの変化パターンも同一ではなかったことから、高い走速度を得るためのピッチとストライドの大きさは、各選手の身体特性や筋力を最大限生かした走り方に依存し、トップレベルの選手では画一的な走り方が記録の向上に直結するものではないことが明らかになった。

参考文献

遠藤俊典，宮下憲，尾縣貢（2008）100m走後半の速度低下に対する下肢関節のキネティクスの要因の影響．*体育学研究*，53：477-490.

小林海，大沼勇人，高橋恭平，松林武生，広川龍太郎，松尾彰文，杉田正明，土江寛裕（2017）桐生祥秀選手が10秒の壁を突破するまでの100mレースパターンの変遷．*陸上競技研究紀要*，13：109-114.

Hommel H. (Ed.) (2012) Scientific research project biomechanical analyses at the Berlin 2009. Available at: www.iaaf.org; accessed on 10.02, 3-6.

松尾彰文，広川龍太郎，柳谷登志雄，松林武生，高橋恭平，小林海，杉田正明（2017）2017シーズンにおける男女100mのレース分析および瞬間速度と瞬間加速度．*陸上競技研究紀要*，13：154-164.

松尾彰文，広川龍太郎，柳谷登志雄，松林武生，高

橋恭平, 小林海, 杉田正明 (2016) 2016 シーズンおよび全シーズンでみた男女 100m の速度分析とピッチ・ストライド分析について. 陸上競技研究紀要, 12 : 74-83.

松尾彰文, 広川龍太郎, 柳谷登志雄, 持田尚, 杉田正明, 松林武生, 貴嶋孝太, 川崎知美, 苅部俊二, 土江寛裕, 清田浩伸, 麻場一徳, 中村宏之 (2011) 100m レースにおける 4 ステップごとにみたスピード, ピッチおよびストライドの変化. 陸上競技研究紀要, 7 : 21-29.

Watts A.S., Coleman I., Nevill A.M. (2011) The changing shape characteristics associated with success in world-class sprinters. J Sports Sci, 30 (11) : 1085-1095.

表 1 2018 年シーズンにおける男子 100 m のレース分析結果 (記録上位 30 位) 一覧

選手 No.	氏名 (所属・国名)	ラウンド	風 (m/s)	記録 (秒)	最高 差速度 (m/s)	最高 出現区間 (m)	最高速度 (m/s)										レース全体		最高差速度時		最大値						
							10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m	ピッチ (steps/s)	ストライド (m)	ピッチ (steps/s)	ストライド (m)	出現区間 (m)	ストライド (m)					
1	Su (CHN)	アジア大会	0.8	9.92	11.56	50-60	6.38	7.75	8.13	9.01	9.32	10.74	11.48	11.56	11.54	11.43	11.26	11.03	4.87	2.07	5.10	2.77	5.74	30-40	233	80-90	
2	Chen (CHN)	アジア大会	0.8	10.00	11.54	50-60	6.46	7.83	8.20	9.09	10.00	10.56	11.42	11.54	11.53	11.42	11.23	10.97	4.45	2.24	4.72	2.44	5.74	20-30	248	70-80	
3	Onizuka (JPN)	アジア大会	0.8	10.01	11.59	50-60	6.46	7.33	8.70	9.09	10.01	10.58	11.47	11.59	11.43	11.20	10.92	4.82	2.07	5.02	2.31	5.16	20-30	238	70-80		
4	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	0.6	10.05	11.51	50-60	6.48	7.95	8.23	9.13	10.05	11.15	11.42	11.51	11.47	11.24	11.13	10.87	4.83	2.06	5.02	2.29	5.16	30-40	233	80-90
5	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	-0.7	10.06	11.51	50-60	6.51	7.38	8.25	9.15	10.06	10.57	11.42	11.51	11.49	11.38	11.20	10.96	4.47	2.24	4.57	2.29	4.75	20-30	233	70-80
6	Carlton (USA)	世界選手権	FI	0.0	10.06	11.51	50-60	6.46	7.38	8.25	9.15	10.06	10.57	11.42	11.51	11.49	11.38	11.20	10.96	4.47	2.24	4.57	2.29	4.75	20-30	233	70-80
7	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	0.0	10.06	11.51	50-60	6.46	7.38	8.25	9.15	10.06	10.57	11.42	11.51	11.49	11.38	11.20	10.96	4.47	2.24	4.57	2.29	4.75	20-30	233	70-80
8	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	-0.7	10.12	11.44	50-60	6.55	7.40	8.28	9.19	10.12	11.44	11.32	11.44	11.28	11.05	10.74	4.80	2.14	5.01	2.28	5.17	20-30	231	60-70	
9	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	-0.7	10.13	11.38	50-60	6.52	7.40	8.30	9.20	10.13	11.38	11.32	11.38	11.33	11.20	11.01	10.80	4.81	2.05	5.00	2.28	5.18	30-40	231	60-70
10	Young (USA)	GP	FI	-0.7	10.13	11.41	50-60	6.52	7.42	8.31	9.21	10.13	11.41	11.32	11.41	11.37	11.24	11.02	10.75	4.85	2.03	5.02	2.27	5.24	20-30	229	90-100
11	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	0.6	10.14	11.53	60-70	6.60	7.48	8.34	9.23	10.14	11.39	11.52	11.52	11.41	11.28	11.10	10.88	4.83	2.07	5.00	2.29	5.13	20-30	233	70-80
12	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	0.6	10.14	11.53	60-70	6.60	7.48	8.34	9.23	10.14	11.39	11.52	11.52	11.41	11.28	11.10	10.88	4.83	2.07	5.00	2.29	5.13	20-30	233	70-80
13	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	1.3	10.17	11.36	50-60	6.57	7.44	8.33	9.24	10.17	11.36	11.28	11.36	11.32	11.19	10.99	10.76	4.80	2.01	5.02	2.26	5.18	20-30	232	60-70
14	Kim GUYONG (KOR)	韓国実業団	FI-B	2.7	10.17	11.41	50-60	6.59	7.44	8.33	9.24	10.17	11.36	11.41	11.37	11.24	11.02	10.75	4.83	2.03	5.02	2.27	5.24	20-30	229	90-100	
15	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	-0.7	10.17	11.34	50-60	6.57	7.44	8.33	9.24	10.17	11.34	11.34	11.29	11.17	10.99	10.77	4.81	2.08	4.97	2.26	5.13	10-20	232	60-70	
16	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	0.6	10.17	11.34	50-60	6.57	7.44	8.33	9.24	10.17	11.34	11.34	11.29	11.17	10.99	10.77	4.81	2.08	4.97	2.26	5.13	10-20	232	60-70	
17	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	0.6	10.17	11.34	50-60	6.57	7.44	8.33	9.24	10.17	11.34	11.34	11.29	11.17	10.99	10.77	4.81	2.08	4.97	2.26	5.13	10-20	232	60-70	
18	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	-0.7	10.19	11.42	50-60	6.65	7.48	8.37	9.27	10.19	11.30	11.42	11.41	11.30	11.11	10.87	4.74	2.11	4.84	2.38	4.97	30-40	238	80-90	
19	Zhang (INA)	アジア大会	FI	0.8	10.20	11.44	50-60	6.68	7.43	8.33	9.25	10.20	11.38	11.44	11.36	11.16	10.87	10.48	4.48	2.39	2.23	4.48	2.55	4.84	30-40	235	50-60
20	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	-0.7	10.21	11.35	50-60	6.60	7.48	8.34	9.23	10.14	11.39	11.35	11.33	11.19	10.87	10.67	4.73	2.12	4.80	2.37	4.86	20-30	240	70-80	
21	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	0.7	10.21	11.34	50-60	6.60	7.48	8.34	9.23	10.14	11.39	11.35	11.33	11.19	10.87	10.67	4.73	2.12	4.80	2.37	4.86	20-30	240	70-80	
22	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	0.7	10.21	11.34	50-60	6.60	7.48	8.34	9.23	10.14	11.39	11.35	11.33	11.19	10.87	10.67	4.73	2.12	4.80	2.37	4.86	20-30	240	70-80	
23	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	0.0	10.22	11.35	50-60	6.61	7.49	8.38	9.29	10.22	11.44	11.35	11.32	11.20	11.01	10.77	4.74	2.11	4.84	2.54	5.02	30-40	233	80-90	
24	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	-0.7	10.24	11.29	50-60	6.42	7.31	8.19	9.10	10.03	10.90	11.18	11.29	11.17	11.15	10.84	10.68	4.95	1.98	5.10	4.72	5.30	40-50	218	50-60
25	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	1.3	10.26	11.26	50-60	6.45	7.34	8.22	9.13	10.06	10.93	11.17	11.26	11.24	11.14	10.99	10.79	4.86	1.98	5.10	4.72	5.30	40-50	218	50-60
26	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	0.3	10.29	11.21	50-60	6.53	7.42	8.31	9.22	10.15	11.38	11.21	11.30	11.17	11.05	10.88	10.70	4.83	2.18	5.04	4.72	5.30	40-50	218	50-60
27	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	-0.9	10.30	11.16	50-60	6.55	7.47	8.30	9.21	10.14	11.38	11.21	11.30	11.17	11.05	10.88	10.70	4.83	2.18	5.04	4.72	5.30	40-50	218	50-60
28	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	0.0	10.33	11.16	40-50	6.62	7.47	8.30	9.21	10.14	11.38	11.21	11.30	11.17	11.05	10.88	10.70	4.83	2.18	5.04	4.72	5.30	40-50	218	50-60
29	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	0.0	10.34	11.18	60-70	6.44	7.32	8.22	9.12	10.04	10.91	11.18	11.18	11.14	11.03	10.81	10.51	4.85	1.95	5.13	2.18	5.27	40-50	221	70-80
30	山藤京太 (佐イコ)	全日本実業団	FI	1.3	10.35	11.08	50-60	6.44	7.32	8.22	9.12	10.04	10.91	11.18	11.18	11.14	11.03	10.81	10.51	4.85	1.95	5.13	2.18	5.27	40-50	221	70-80