

世界トップレベルにおける男子 400m 走競技のレースパターンについて

持田 尚^{1) 2)} 杉田正明^{1) 3)} 松尾彰文^{1) 4)}
広川龍太郎^{1) 5)} 柳谷登志雄^{1) 6)} 阿江通良^{1) 7)}

1) 日本陸上競技連盟科学委員会 2) 横浜市スポーツ医科学センター 3) 三重大学
4) 国立スポーツ科学センター 5) 北海道東海大学 6) 順天堂大学 7) 筑波大学

1. 目的

2007年に行われた、第11回IAAF世界陸上競技選手権大阪大会(以下WC大阪とする)の男子400m走決勝レース中の走スピードの変化と、1991年に行われた、第3回IAAF世界陸上競技選手権東京大会(以下、WC東京とする)の男子400m走決勝レース中の走スピードの変化を比較分析し、本邦における男子400m走競技のレベル向上につながる資料の一つとしたい。

2. 方法

2. 1. 対象選手(表1)

WC東京は、1位(44秒57)のA.ペティグルー(USA)、2位(44秒62)のR.ブラック(UK)、3位(44秒63)のD.エバレット(USA)のデータを用いた。WC大阪は、1位(43秒45)のJ.WARINER(USA)、2位(43秒96)のL.MERRITT(USA)、3位(44秒32)のA.TAYLOR(USA)を分析対象とした。

2. 2. 区間平均走スピードの求め方

WC大阪のレーススピードは、Overlay方式で分析した。Overlay方式とは、対象とする400m走レースのVTR映像と、校正用に撮影した400mハードルの映像を、ソフトウェア上で合成表示させながら、各ハードル位置(図1)を走者が通過する時刻を読み取る方法である(持田ら、2007b)。そして、WC東京のレーススピードのデータは、沼澤ら(1994)が報告しているデータを用いた。なお、WC東京のデータは100m毎の平均スピードであるため、両者を比較できるように、Overlay方式で分析された35m

毎(ただし、スタートからは45m区間、360m地点からゴールまでは40m区間である)の通過タイムから、100m、200m、300mの通過タイムをその地点を挟む2点の回帰から内挿し求めることで、100m毎の区間平均スピードを算出した(持田ら、2007b)。

2. 3. レースパターンについて

レースパターンは、400m走の平均走スピードに対する区間平均スピードの割合の変化で示した。金丸選手(2005スーパー陸上:45秒47)、堀籠選手(2006スーパー陸上:45秒77)、山口選手(2007大阪GP:45秒91)ら日本トップレベル3名のレースパターンは類似していることが報告されている(持田、2007a)。よって本研究では、先行研究(杉田ら、2006;持田ら、2007bc;持田、2007a)から、現在活躍する3名のデータを区間ごとに加算平均した値を、日本トップ選手のレースパターンとした。

そして、世界トップレベルのレースパターンと、日本トップ選手、高野選手(WC東京7位:45秒39)とを比較した。

3. 結果と考察

3. 1 世界トップレベルのレースパターン

図2に、Overlay方式によって分析したWC大阪における男子400mレースの走スピード変化を示した。その分析結果を元に100m毎の平均走スピードに換算したものと、WC東京の100m毎の平均スピード変化(沼澤ら、1994)を表2に示した。

決勝レース上位3名の記録の平均値は、WC大阪(43.91±0.44sec)のほうがWC東京(44.61±0.03sec)に比べて0.7秒速かった(表2)。はじめの100m区間において、WC大阪のスピード(9.24

表1 対象選手

年	大会名	略式名称	走者	レースタイム
1991年	第3回IAAF世界陸上競技選手権東京大会	WC東京	A.ペティグラー(USA)	44秒57
			R.ブラック(UK)	44秒62
			D.エバレット(USA)	44秒63
			高野 進(東海大AC)	45秒63
2007年	第11回IAAF世界陸上競技選手権大阪大会	WC大阪	J.WARINER(USA)	43秒45
			L.MERRITT(USA)	43秒96
			A.TAYLOR(USA)	44秒32

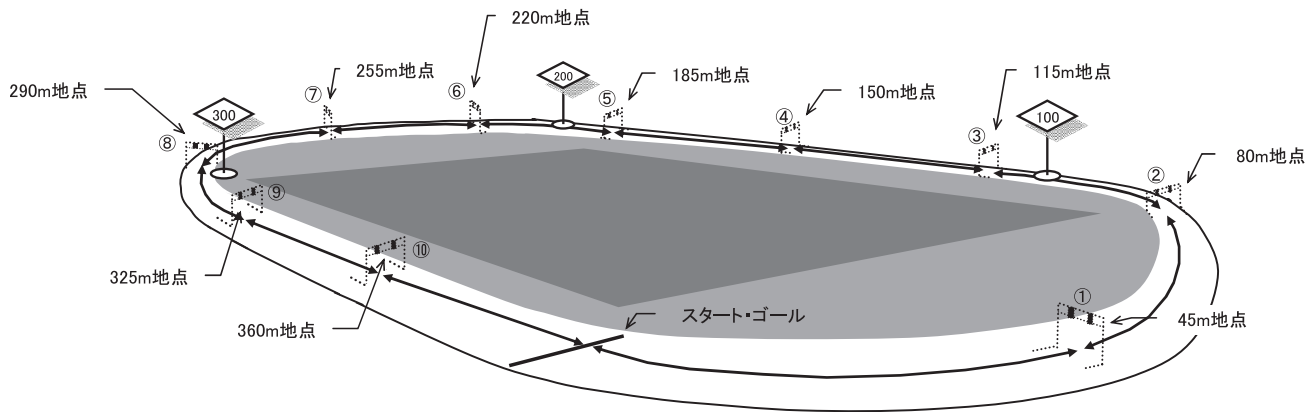


図1 400mハードルを基準とした通過位置と区間の定義

±0.08m/sec) は, WC東京 (8.95±0.14m/sec) に比べて0.29 (m/sec) 速く, その後, 100-200m区間と200-300m区間においては, 両レースともほぼ類似した走スピードレベルでレースを展開している. レース終盤300-400m区間においては, WC大阪 (8.22±0.20m/sec) のほうがWC東京 (8.07±0.09m/sec) に比べて0.15 (m/sec) 速いスピードでレースを締めくくっている. この結果から, 両レースのタイム差は, レース序盤 (スタート-100m) と終盤 (300-400m) のスピード差によるものであった.

レースパターンをみるために求めた『400m平

均走スピードに対する各区間平均走スピードの比率』を表3上段に示した. 個人間のばらつきも考慮しながらみていくと, WC大阪のほうが, はじめの100mを若干速く走る傾向にあったように見受けられる (WC大阪: 101.4% ±0.8, WC東京: 99.8% ±1.6). しかしながら, 諸条件 (風向・風速, レース日程, ライバルのレーン配置など) によるレースパターンへの影響を鑑みると, 異なる条件下のレース比較において, 両レース間にレース全体を通して, 著しいパターンの違いがあるとは言いがたく, 両レースパターン (WC大阪: 101.4%±0.8→108.5%±1.9→101.7%±0.5→90.2%±1.3, WC東京: 99.8%±

表2. WC大阪とWC東京上位3名における400m走レース中の区間平均走スピード

		タイム(秒)	S-100m(m/sec)	100-200m(m/sec)	200-300m(m/sec)	300-400m(m/sec)
WC大阪1位	J.WARINER	43.45	9.26	9.84	9.40	8.44
WC大阪2位	L.MERRITT	43.96	9.30	9.84	9.26	8.17
WC大阪3位	A.TAYLOR	44.32	9.15	9.98	9.13	8.05
WC大阪平均±標準偏差		43.91±0.44	9.24±0.08	9.89±0.08	9.26±0.14	8.22±0.20
WC東京1位	A.ペティグラー	44.57	8.81	9.96	9.23	8.10
WC東京2位	R.ブラック	44.62	8.99	9.85	9.17	7.96
WC東京3位	D.エバレット	44.63	8.94	9.67	9.25	8.14
WC東京平均±標準偏差		44.61±0.03	8.95±0.14	9.83±0.15	9.21±0.04	8.07±0.09

※WC東京データ(沼澤ら, 1994)

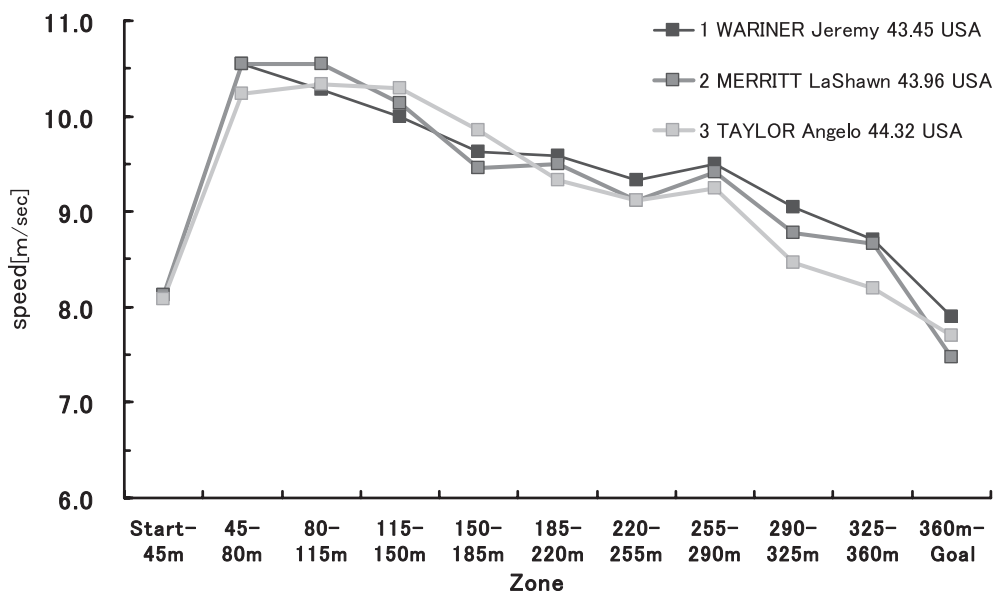


図2 Overlay方式によって分析されたWC大阪における男子400mレースの走スピード変化

1.6→109.6±1.6→102.8±0.5→90.0±1.0) はほぼ類似しており, 100m毎の区間平均からみると, スタートからゴールまで, 両者を合わせたものを世界トップレベルのレースパターンと見なすことができるだろう。

3. 2. 日本トップ選手のレースパターン

表3下段と図3は, 世界トップレベル (WC大阪とWC東京のレースを加算平均したもの) と日本トップ選手, そして高野選手のレースパターンを比較

したものである。はじめの100m区間においては, 3者間には差がなく (世界トップ: 100.6±1.5, 日本トップ選手: 100.6±0.7, 高野選手: 100.3%), ほぼ400m平均スピードレベルでこの区間を走っていた。次の100-200m区間では, 3者間に大きな差がみられた。高野選手 (112.4%) は, 世界トップレベル (109.1±1.7) よりも3.3%高い比率でこの区間を走っているが, 逆に日本トップ選手 (106.2±0.3) は, 2.9%低いスピードで走っていた。200-300m区間においては, 3者間に大きな差がみられな

表3. 400m平均スピードに対する区間平均スピードの比率

<上段:WC大阪とWC東京>

大会・順位	選手名	S-100m(%)	100-200m(%)	200-300m(%)	300-400m(%)
WC大阪1位	J.WARINER(43秒45)	100.5	106.9	102.1	91.7
WC大阪2位	L.MERRITT(43秒96)	102.2	108.2	101.7	89.8
WC大阪3位	A.TAYLOR(44秒32)	101.4	110.6	101.2	89.2
WC大阪平均±SD		101.4±0.8	108.5±1.9	101.7±0.5	90.2±1.3
WC東京1位	A.ペティグラー(44秒57)	98.2	111.0	102.8	90.3
WC東京2位	R.ブラック(44秒62)	101.4	109.9	102.2	88.8
WC東京3位	D.エバレット(44秒63)	99.7	107.9	103.2	90.8
WC東京平均±SD		99.8±1.6	109.6±1.6	102.8±0.5	90.0±1.0

※WC東京データ(沼澤ら, 1994)

<下段:世界トップレベル, 日本トップ選手, 高野選手の比較>

大会(データ元)	選手名	S-100m(%)	100-200m(%)	200-300m(%)	300-400m(%)
2005スーパー陸上(杉田ら, 2006)	金丸選手(45秒47)	100.3	106.3	101.4	92.9
2006スーパー陸上(持田ら, 2007bc)	堀籠選手(45秒77)	101.4	105.9	102.1	91.8
2007年大阪GP(持田, 2007a)	山口選手(45秒91)	100.0	106.3	101.9	91.7
WC東京(沼澤ら, 1994)	日本トップ選手	100.6±0.7	106.2±0.3	101.8±0.4	92.1±0.6
	高野選手(45秒39)	100.3	112.4	103.5	87.2
	世界トップレベル*	100.6±1.5	109.1±1.7	102.2±0.7	90.1±1.1

平均値±標準偏差

※WC大阪とWC東京各上位3名のデータを加算平均したもの

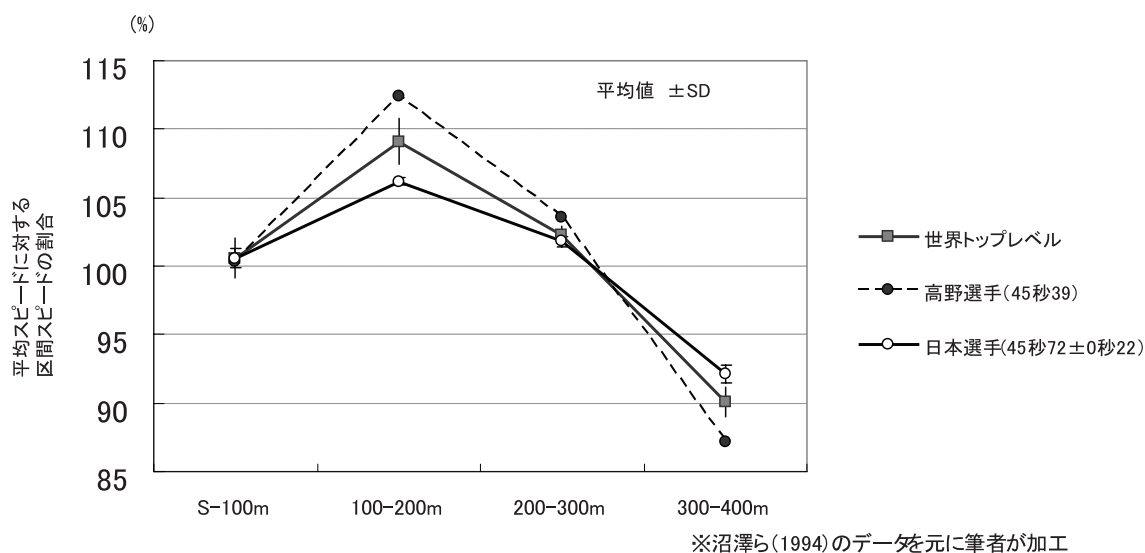


図3 レースパターンの比較

かったが、300-400m区間においては、高野選手が平均スピードの87.2%と世界トップレベル (90.1% ± 1.1) に比べて2.9%、さらに日本トップ選手 (92.1% ± 0.6) よりも4.9%も低い速度比率であった。

日本記録 (44秒78) 保持者である高野選手は、WC東京 (45秒39) において、100.3%、112.4%、103.5%、87.2%と、100-200m区間の比率が高く、終盤のスピード低下の大きさをみると、ややその割合は高すぎる感もあるが、レース全体において、100-200m区間を速い速度で走っていくという傾向は日本トップ選手の平均レースパターンとは異なり、世界トップレベル寄りの傾向であった。この結果を踏まえると、100-200m区間をどのように走っておくべきなのか議論しておく必要があるのだろう。スピードを上げる場合には、その技術的方策 (ピッチやストライドなど)、生理学的方策 (Hirovone, J. et al., 1992) など検討しながら行うべきであろう。

4. まとめ

本報告の目的は、国内で行われた2つの世界選手権大会 (1991年東京大会と2007大阪大会) の男子400m走レースのスピード分析から、世界トップレベルのレースパターンについて報告し、そして日本トップ選手の平均レースパターンと比較することで、今後の日本男子400m走競技のレベル向上につながる資料を得ることであった。その結果次のことが明らかとなった。

- 1) 400m平均スピードに対する各100m区間の割合

からレースパターンをみると、世界トップレベルの平均値 (±標準偏差) はスタートからゴールまで、100.6% ± 1.5, 109.1% ± 1.7, 102.2 ± 0.7, 90.1% ± 1.1と推移していた。

2) 日本トップ選手平均 (金丸選手: 45秒47, 堀籠選手: 45秒77, 山口選手: 45秒91) は、100.6% ± 0.7, 106.2% ± 0.3, 101.8% ± 0.4, 92.1 ± 0.6と推移していて、世界トップレベルに比べて、100-200m区間の比率が低いこと、そして逆に300-400m区間の比率が高い傾向にあった。

3) 日本記録 (44秒78) 保持者である高野選手は、WC東京 (45秒39) において、100.3%、112.4%、103.5%、87.2%と、100-200m区間の比率が高く、ややその割合は高すぎる感もあるが、レース全体において、100-200m区間を速い速度で走っていくという傾向は日本トップ選手の平均レースパターンとは異なり、世界トップレベル寄りの傾向であった。

参考文献

- Hirvonen, J., Nummela, A., Rusko, H., Rehunen, S., and Harkonen, M. (1992) Fatigue and changes of ATP, creatine phosphate, and lactate during the 400-m sprint. *Can J Sport Sci*, 17 (2), 141-144.
- 持田 尚 (2007a) 男子400m走, ファイナリストへの道-大阪そして北京へ-, 陸上競技学会誌 6 Supplement 10-13.
- 持田 尚, 松尾彰文, 柳谷登志雄, 矢野隆照, 杉田 正明, 阿江通良 (2007b) Overlay表示技術を用

- いた陸上競技400m走レースの時間分析, 陸上競技研究紀要 3, 9-15.
- 持田 尚, 杉田正明, 広川龍太郎, 高野 進, 川本和久, 柳谷登志雄, 松尾彰文, 阿江通良 (2007c) セイコースーパー陸上2006ヨコハマにおける400m走競技者の疾走スピード変化について-11区間平均疾走スピードの変化から-, 陸上競技紀要 3, 65-69.
- 沼澤秀雄, 杉浦雄策 (1994) 200m, 400mレースの時間分析. 佐々木秀幸, 小林寛道, 阿江通良 (監修) 世界一流陸上競技者の技術, ベースボールマガジン社, 50-56.
- 杉田正明・榎本靖士・高野 進・川本和久・阿江通良 (2006) 2005スーパー陸上の400m走におけるタイム分析について, 陸上競技研究紀要 2, 92-94.