

2015 シーズンと記録別にみた男女100mのレース分析について

松尾彰文¹⁾ 広川龍太郎²⁾ 柳谷登志雄³⁾ 松林武生⁴⁾ 高橋恭平⁵⁾ 小林海⁶⁾ 杉田正明⁷⁾
1) 鹿屋体育大学 2) 東海大学 3) 順天堂大学 4) 国立スポーツ科学センター
5) 熊本高等専門学校 6) 日本スポーツ振興センター 7) 三重大学

国際大会や日本のトップスプリンターが出場するような競技会（主に織田記念、ゴールデングランプリ、日本選手権、国体、世界選手権）における短距離男女100mにおいて、海外選手や日本選手を対象としたレース分析として加速過程、最高スピードとスピード低下について記録（100mのフィニッシュタイム）との関連性を検討し、記録ともっとも密接な関係にあるのが、レース中の最高スピードであり、次いで加速過程の指標としての30m通過タイムであるが、フィニッシュ直前のスピード低下率の影響が少ないことを報告してきた（松尾ら、2014、2013、2010、2009）。さらに、レース中のピッチやストライドを分析した結果から、レース中の最高スピードの直前にピッチが最高値に達していたことや、記録別に統計処理でみると日本選手と海外選手ではピッチでは明らかな差がないことなどを報告してきた（松尾ら、2014、2011）。また、ピッチとストライド分析例が多数ある選手について記録との関係を見ると、ピッチに影響される場合、ストライドに影響される場合、両方に影響される場合と、傾向がない場合という4つのタイプがあることが分かった（松尾ら、2014）。このことは、選手個人の記録、ピッチやストライドの特性を把握したうえで、記録を向上させるための方策を企画する必要性があることを示唆していると考えられる。レース展開全体での方策を検討するためには、ピッチやストライドだけではなく、スタートからの加速過程、最高スピード、スピードの持久性の各指標を巨視的な視点からだけではなく、微小な記録別に分けて、その中での相互関連を検討する必要がある。

そこで、この報告書では、2015年シーズンの男女100mレース分析結果の報告とともに、レース分析指標である、30mラップタイム、最高スピードおよびスピード減率の関係を記録別に統計処理を行い、レース展開における目標設定のための参考資料

を提供しようとした。

方法

1. 2015シーズンの分析

織田記念、ゴールデングランプリ（GGP）、日本選手権においてレーザ方式疾走スピード測定装置（ラベック）により選手の後方から疾走スピードを測定した。織田記念では男子26例、女子27例、GGPでは男女ともに6例づつ、日本選手権では男子37例、女子32例、合計で男子69例、女子65例のデータ収集ができた。

疾走スピード分析は、10m区間ごとの通過タイム、区間ごとの通過タイムを求めたのち、区間平均スピードを算出した（松尾ら、2008）。また、レース中のスピードの最高値を最高スピード、それが出現した区間を出現区間、およびその区間の中間時点を出現時間とした。最高スピードから90mと100mの区間スピードへの低下率をスピード減率とした。

2. 記録別の集計

科学委員会の100mレース分析のデータベース全体（松尾ら、2014）の計測結果（男子829例、女子751例）を100mの記録を基準として、0.1秒ごとにグループ分けした。男子では9秒台のグループを90とし、10.0秒台を100、10.1秒台を101、そのあとを0.1秒ごとに分けたが、10.9以降は109とした。女子では10秒台を100として、12.3秒以降を一つのグループとして123とした。グループごとに記録、30m通過時間、50m通過時間、最高スピード、スピード減率の平均値、標準偏差、最大値および最小値を求めた。さらに加速過程の評価指標として30m通過時間、最高スピード、スピード減率で、相互の関連性を相関分析した。この統計処理において、相関係数の有意性は5%以下とした。

結果と考察

1. 2015 シーズンの測定結果

表 1 および表 2 に、2015 シーズンの測定結果を男女別に示した。測定した記録の上位 20 位までは 10 m ごとの分析結果を表示した。男子についてみると 2015 の日本選手権までに計測してもっともよい記録はゴールデングランプリの Koffi 選手 (1 位) と高瀬選手 (2 位) の 10.09 秒 (-0.1m/s) で、レース中の最高スピードは Koffi 選手の 11.56m/s であった。女子ではもっとも記録がよかったのはゴールデングランプリでの Bartoletta 選手の 11.26 秒 (11.2m/s) で、最高スピードは同じく 10.05m/s であった。

2. 最高スピード、30 m 通過タイム、およびスピード低減率との関係

図 1 および図 2 に、男女それぞれで、レース中の最高スピードと記録、30m 通過タイムと記録、およびスピード低減率と記録との関係を示した。図中の太い線は、データベース全体を分析して得られた回帰直線である。細い線は、2015 年に得られたものである。2015 年度をみると、最高スピードと記録とは統計的に有意な負の比例関係 (男子; $n=69$, $r=-0.961$, $p<0.001$ 、女子; $n=65$, $r=-0.976$, $p<0.001$) にあり、スピードと記録が非常に強い関係にあった。30m 通過タイムとは正の相関関係 (男子; $r=0.792$, $p<0.001$ 、女子; $r=0.822$, $p<0.001$) があり、30m 通過タイムがよいほど記録もよい傾向にあった。スピード低減率とも正の相関関係 ($r=0.276$, $p<0.05$ 、女; $r=0.280$, $p>0.05$) が認められ、低減率が低いほど記録は高い傾向を示した。どの指標をみても男女共にデータベース全体の統計処理結果の傾向とほぼ一致していた。

3. 記録別のグループごとにみた統計値

表 3 には、0.1 秒ごとの記録別グループでみた記録、最高スピード、30 m 通過タイム、50 m 通過タイムおよびスピード低減率の平均値、標準偏差、最小値および最大値、30 m 通過タイム、最高スピードとスピード低減率の相互の相関係数を示した。上段が男子、下段が女子であり、それぞれの最下段には、全体の統計値を示した。グループの人数をみると、9 秒台が 19 例、10.4 秒台が最も多く 158 例であった。女子では 10 秒台が 4 例、11.7 秒台が最も多く 106 例であった。相関係数では、30m 通過タイムを t30、最高スピードを Vf、スピード低減率を低減率、記録を time として項目タイトルにした。相関

係数をみると、全体では、男子の t30-Vf、Vf-低減率、Vf-time で有意な負の相関関係が、女子の t30-Vf、t30-低減率、Vf-time で有意な負の相関関係がみられた。グループ別に見ると、t30-Vf および Vf-低減率では多くのグループ正の相関関係が認められた。全体で見た場合と、0.1 秒内でみた場合には逆の相関関係であることが分かった。また、Vf-time では、負の有意な相関関係が認められており、0.1 秒の範囲内でも最高スピードと記録とは反比例する傾向にあることを示す結果であった。

図 3 では、記録別のグループごとの最高スピードの平均値、標準偏差、最大値および最小値を記録の平均値との関係で示した (上段; 男子、下段; 女子)。男女ともに平均値でみても、最高スピードとフィニッシュタイムはほぼ反比例関係が強いことがわかる。しかしながら、それぞれの両端のグループを除いて、記録別グループごとにみる最高スピードの標準偏差は約 0.08m/s であり、最大値と最小値の差の範囲は、おおむね 0.4m/s であった。

グループ別に見た統計値から、90 グループの特徴を例としてみよう。最高スピードの最大値 12.35m/s はボルトの 9.58 秒時の値である。このグループの最小値 11.63m/s は 10 秒の壁を突破するための条件のひとつともいえる。100 の最高値が 11.76m/s、101 では 11.63m/s であり、9 秒台の条件を満たしている。9 秒台の最高スピードに達していても 10.1 秒の記録例があることは、最高スピードと記録とが密接な関係であるものの、微小範囲で見ると多少のばらつきがあることを示している。さらに、30m 通過で見ると、90 のもっとも遅いタイムは 3.92 秒であり、このタイムは 106 の最速タイム 3.93 秒と 0.01 秒差であった。50m 通過でみると 90 の最も遅い値は 5.66 秒であり、このタイムは 103 の最速タイムに等しい。スピード低減率をみると、90 の最低値は 8.89% で、どのグループでも 90 の最低値が含まれている。このように 9 秒台の最も遅い値をみていくと、30m 通過では 10.6 秒台の最速値に、50m 通過では 10.3 秒台の最速値に、さらに、最高スピードでは 10.1 秒台の最速値にほぼ等しかった。この例のように、最低条件だけをみて、目標値にできるのだろうか。

微小な記録区間 (0.1 秒ごと) にわけて、それぞれのグループ内で、加速過程、最高スピード、スピード低下に関連する項目に対して相互の関係をみた。図 4 では男子 104、図 5 では女子 117 を例として、3 つの相互の関連を示した。男女ともに 30 m 通過タイムと最高スピード、および最高スピードと

スピード逓減率においてそれぞれで統計的に正の相関関係が、また、30 m通過タイムとスピード逓減率では統計的に有意な負の相関関係にあることが示されている。最高スピードと記録との関係は、どのグループでも負の相関関係にあり、最高スピードが高いほど記録がよい傾向が認められた。これらのことは、30 m通過が速いほど最高スピードが低く、最高スピードが高いほどスピード逓減率も高い傾向にあることと、30 m通過タイムが速いほどスピード逓減率も高いことを示している。このような傾向は、他のグループでみられている。以上のことから、目標タイムを設定する際に、30m 通過を遅いタイムに設定した場合には、最高スピードは速い値にすることと、スピード低下が起りやすい傾向あることへの留意が必要である。逆に、30m 通過タイムを速く設定した場合には、最高スピードは低い値にしておいてもスピード低下は起りにくい傾向にあるが、30m 通過タイムが速いとスピード低下が起りやすい傾向があることにも留意が必要である。このようなフィニッシュ手前のスピード低下には、どのようなレースでも留意が必要であることを示唆していると考えることができる。

具体的な目標設定の例を考えてみよう。男子で10.3 秒台を目標にする場合、30m 通過の目標タイムを遅い方の4.0 秒とした場合には、最高スピードは速い方の11.46m/s を目標値とすることが望ましいが、スピード低下が起りやすいことになる。逆に最高スピードを遅い方に10.99m/s とした場合には、30m 通過は速い方の3.84 秒に設定することが望ましいであろうが、ここでも30m 通過タイムと逓減率の関係配慮するとスピードが低下しないようにすることにも留意が必要であろう。女子では11.5 秒台を目標とした場合、30m 通過を遅い方の4.37 秒とした場合には最高スピードは速い方の10.04m/s に、最高スピードを遅い方の9.66m/s とした場合には30m 通過は速い方の4.18 秒とし、スピード低減を少なくするような目標設定が望まれる。ここでは、グループごとの両極の値を例とした場合について述べたが、中間の値すなわち、平均値、標準偏差で検討することも可能である。どのような目標に設定するかは、選手のレース展開の傾向や身体的な特性などと合わせて総合的に検討していくことが必要であろう。

まとめ

2015 年度のシーズンの織田記念、ゴールデング

ランプリおよび日本選手権においてレーザー方式のスピード計測装置で、男女100m レース中の選手の疾走スピードを分析、加速課程の評価指標として30m 通過タイム、最高スピードの指標として10m 区間の最高スピード値およびスピードの持続性の指標としてフィニッシュ手前10m 区間のスピード逓減率を分析した。また、従来より測定値をデータベースをもとに、0.1 秒ごとのグループに分け、グループごとに、レース分析項目ごとの関係を検討した。その結果、次のようなことが明らかとなった。

1. 男子についてみると2015 の日本選手権までに計測してもっともよい記録はゴールデングランプリの Koffi 選手と高瀬選手の10.09 秒(-0.1m/s) で、レース中の最高スピードは同じく11.56m/s であった。女子ではもっとも記録がよかったのはゴールデングランプでの Bartoletta 選手の11.26 秒(11.2m/s) で、最高スピードは同じく10.05m/s であった。
2. 100m の記録との関連性をみると 最高スピードと記録とは統計的に有意な負の比例関係(男子; n=69, $r=-0.961$, $p<0.001$ 、女子; n=65, $r=-0.976$, $p<0.001$) にあり、スピードが速いほど記録が非常に強い関係にあった。30m 通過タイムとは正の相関関係(男子; $r=0.792$, $p<0.001$ 、女子; $r=0.822$, $p<0.001$) があり、記録がよいほど30m 通過タイムがよいほど記録もよい傾向にあった。スピード逓減率とも正の相関関係($r=0.276$, $p<0.05$ 、女; $r=0.280$, $p>0.05$) が認められ、逓減率が低いほど記録は高い傾向を示した。
3. 微小な0.1 秒ごとの記録別グループごとに、最高スピードとスピード逓減率の相互の相関係数について検討した結果、多くのグループで、男女ともに30 m通過タイムと最高スピード、および最高スピードとスピード逓減率においてそれぞれで統計的に正の相関関係が認められた。また、30 m通過タイムとスピード逓減率では統計的に有意な負の相関関係にあった。これらのことは30 m通過が速いほど最高スピードが低く、最高スピードが高いほどスピード逓減率も高い傾向にあることと、30 m通過タイムが速いほどスピード逓減率も高いことを示している。このような結果をもとに、目標タイムを設定する場合の留意点について考察した。

参考文献

1. 松尾彰文、広川龍太郎、柳谷登志雄、杉田正明、2008年男女100m, 110mハードルおよび100mハードルのレース分析、陸上競技研究紀要、5、50-62、2009
2. 松尾彰文、広川龍太郎、柳谷登志雄、杉田正明、2009年シーズンにおける直走路種目のスピードとストライドの分析、陸上競技研究紀要、6、63-69、2010
3. 松尾彰文、持田尚、法元康二、小山宏之、阿江通良、世界トップスプリンターのストライド頻度とストライド長の変化、陸上競技研究紀要、6、56-62、2010
4. 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、荻部俊二、土江寛裕、清田浩伸、麻場一徳、中村宏之、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、2011
5. 松尾彰文、広川龍太郎、柳谷登志雄、小林海、松林武生、貴嶋孝太、山本真帆、綿谷貴志、渡辺圭佑、杉田正明、2012年および2013年の100mレースにおけるスピード変化と最高スピード出現区間について、陸上競技研究紀要、9、50-55、2013
6. 松尾彰文、広川龍太郎、柳谷登志雄、松林武生、山本真帆、高橋恭平、小林海、杉田正明、男女100mレースにおける記録と、スピード、ピッチおよびストライドの関係について、陸上競技研究紀要、10、64-74、2014

表1 2015年度 男子100mレース分析結果表(記録順)

大会名	氏名	ラウンド	記録		風		最高スピード		出現区間		出現時間		スピード 低下率 %
			m/s	s	m/s	s	m	s	m	s			
15GGP	KOFFI Hua Wilfried	FI	-0.1	10.09	11.56	50m-60m	6.13	3.3	1.88	3.01	0.93	1.01	10.09
15GGP	高瀬 慧	FI	-0.1	10.09	11.51	40m-50m	5.19	5.2	1.89	2.93	0.93	1.04	10.09
15GGP	SU Bingham	FI	-0.1	10.10	11.43	40m-50m	5.18	4.1	1.89	2.92	0.93	1.04	10.10
15GGP	ADAMS Harry	FI	-0.1	10.22	11.33	40m-50m	5.27	5.8	1.92	2.96	0.93	1.06	10.22
15GGP	ZHANG Peiming	FI	0.2	10.24	11.30	60m-70m	7.06	5.0	1.93	2.98	0.93	1.06	10.24
15日本選手権	高瀬 慧	FI	-0.9	10.28	11.20	50m-60m	6.16	5.6	1.93	2.97	0.93	1.04	10.28
15日本選手権	小谷 優介	RI	0.2	10.31	11.08	40m-50m	5.25	5.4	1.89	2.94	0.93	1.05	10.31
15日本選手権	ケンブリッジ 飛鳥	RI	0.5	10.33	11.26	50m-60m	6.24	5.4	1.96	3.02	0.93	1.06	10.33
15日本選手権	塚原 直貴	RI	0.2	10.35	11.08	50m-60m	6.19	5.2	1.91	2.97	0.93	1.06	10.35
15日本選手権	桐生 祥秀	RI	-0.5	10.36	11.10	50m-60m	6.21	6.1	1.91	2.97	0.93	1.06	10.36
15日本選手権	ケンブリッジ 飛鳥	RI	0.2	10.37	11.20	50m-60m	6.21	7.7	1.95	3.00	0.93	1.04	10.37
15日本選手権	ケンブリッジ 飛鳥	FA	-0.2	10.37	11.15	50m-60m	6.24	4.8	1.95	2.97	0.93	1.06	10.37
15日本選手権	塚原 直貴	RI	0.6	10.37	11.06	60m-70m	7.15	3.9	1.91	2.97	0.93	1.06	10.37
15日本選手権	女部田 祐	RI	0.7	10.39	11.12	50m-60m	6.24	5.9	1.92	2.99	0.93	1.07	10.39
15日本選手権	川面 聡大	RI	0.2	10.39	11.05	50m-60m	6.20	5.8	1.91	2.97	0.93	1.06	10.39
15日本選手権	サニブラウン アブドゥ	FI	-0.9	10.40	11.07	40m-50m	5.31	5.5	1.87	2.98	0.93	1.05	10.40
15日本選手権	桐生 祥秀	FA	-0.2	10.40	11.09	40m-50m	5.30	7.2	1.92	2.97	0.93	1.06	10.40
15日本選手権	川面 聡大	FI	-0.9	10.40	10.97	50m-60m	6.22	4.7	1.89	2.96	0.93	1.06	10.40
15日本選手権	塚原 直貴	FA	-0.2	10.40	11.03	50m-60m	6.22	3.8	1.90	2.97	0.93	1.06	10.40
15日本選手権	高瀬 慧	RI	-0.7	10.40	11.10	40m-50m	5.33	6.0	1.96	3.01	0.93	1.05	10.40

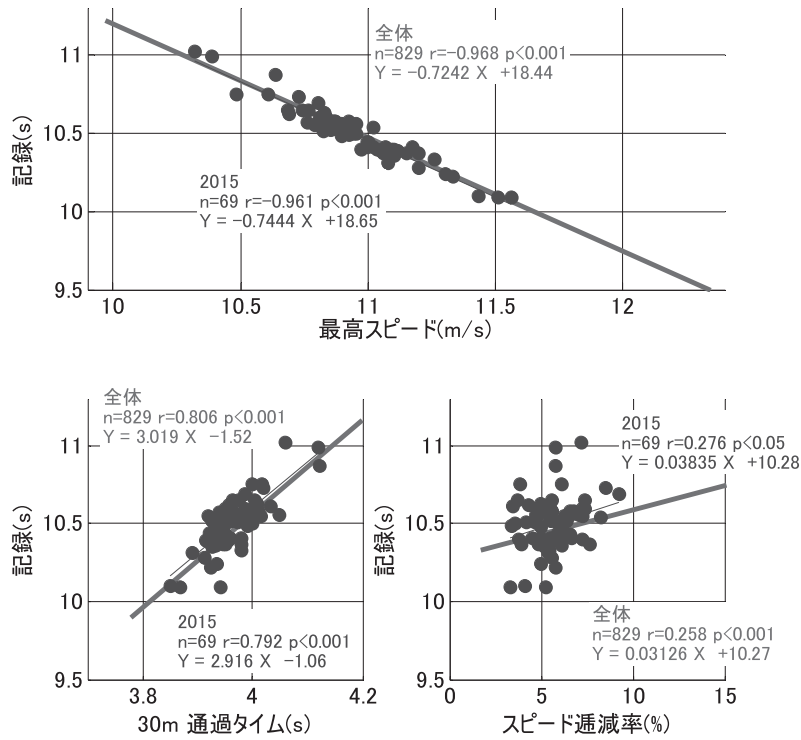


図1 男子における記録、最高スピード、30 m通過タイムおよびスピード逡減率の関係
全体；陸連データベース内の全データ
2015；2015年シーズンのデータ

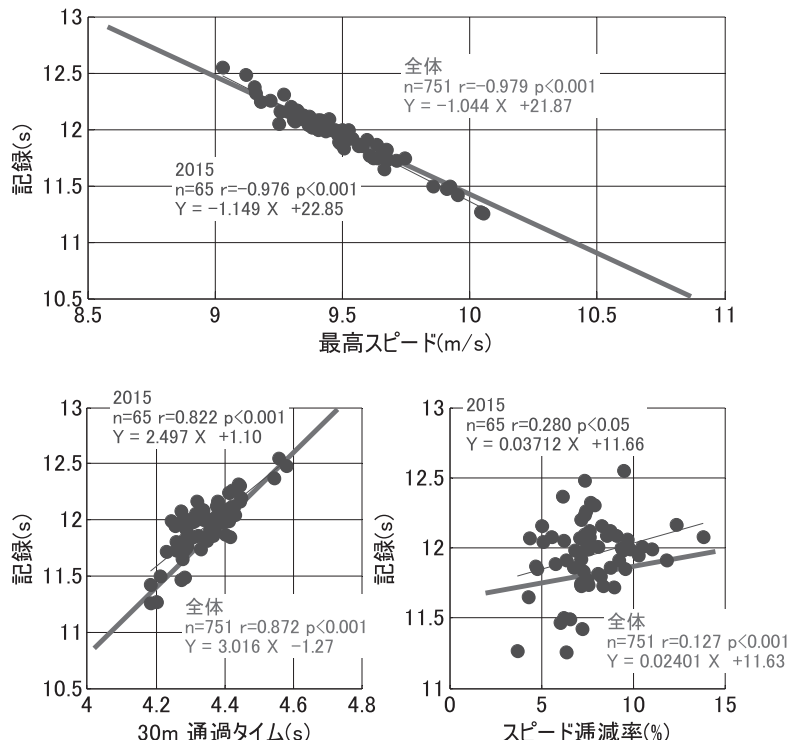


図2 女子における記録、最高スピード、30 m通過タイムおよびスピード逡減率の関係
記号は男子と同じ

表3 グループ別に見た記録、最高速度、30m通過タイム、50m通過タイム、スピード逓減率と相互の相関係数

男子	group	n	記録(秒)				最高スピード(m/s)				30m 通過タイム(秒)				50m 通過タイム(秒)				スピード逓減率(%)				相関係数 *p<0.05, **p<0.001, ***p<0.0001			
			mean	sd	min	max	mean	sd	min	max	mean	sd	min	max	mean	sd	min	max	mean	sd	min	max	t30-Vf	Vf-逓減率	t30-逓減率	vf-time
			90	19	9.87	0.11	9.58	9.99	11.89	0.21	11.63	12.35	3.84	0.04	3.78	3.92	5.58	0.05	5.47	5.66	4.45	2.00	1.86	8.89	-0.159	0.238
total	830	10.45	0.22	9.58	11.18	11.03	0.30	9.97	12.35	3.96	0.06	3.78	4.20	5.80	0.10	5.47	6.14	5.71	1.84	1.73	18.17	-0.689***	-0.145***	0.004	-0.968***	

女子	group	n	記録(秒)				最高スピード(m/s)				30m 通過タイム(秒)				50m 通過タイム(秒)				スピード逓減率(%)				相関係数 *p<0.05, **p<0.001, ***p<0.0001			
			mean	sd	min	max	mean	sd	min	max	mean	sd	min	max	mean	sd	min	max	mean	sd	min	max	t30-Vf	Vf-逓減率	t30-逓減率	vf-time
			100	4	10.84	0.13	10.73	10.99	10.68	0.18	10.44	10.87	4.10	0.05	4.02	4.13	6.00	0.07	5.91	6.06	6.69	1.98	5.10	9.26	-0.338	-0.953*
total	751	11.80	0.35	10.73	13.08	9.64	0.33	8.58	10.87	4.33	0.10	4.02	4.73	6.42	0.16	5.91	7.03	7.14	1.85	1.97	14.51	-0.816***	-0.049	-0.169***	-0.979***	

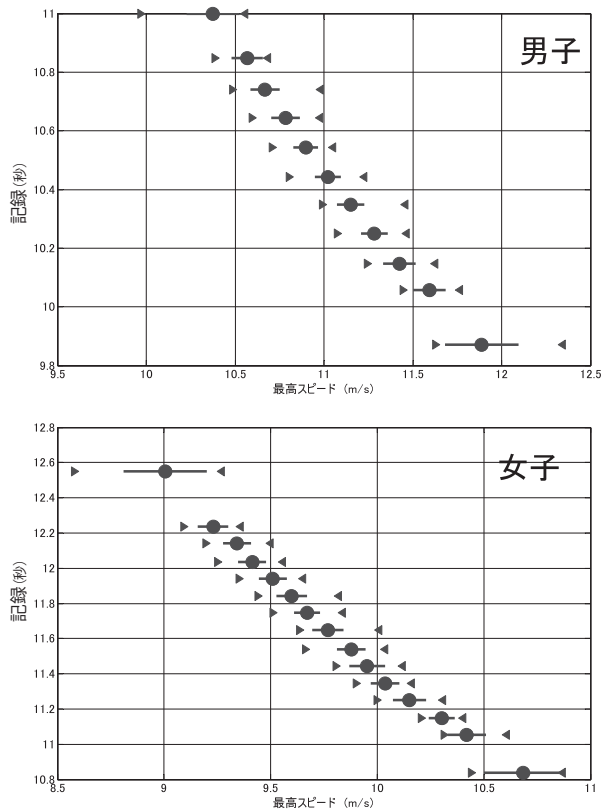


図3. 記録別のグループでみた記録とグループごとの最高スピードの平均値、標準偏差、最大値および最小値

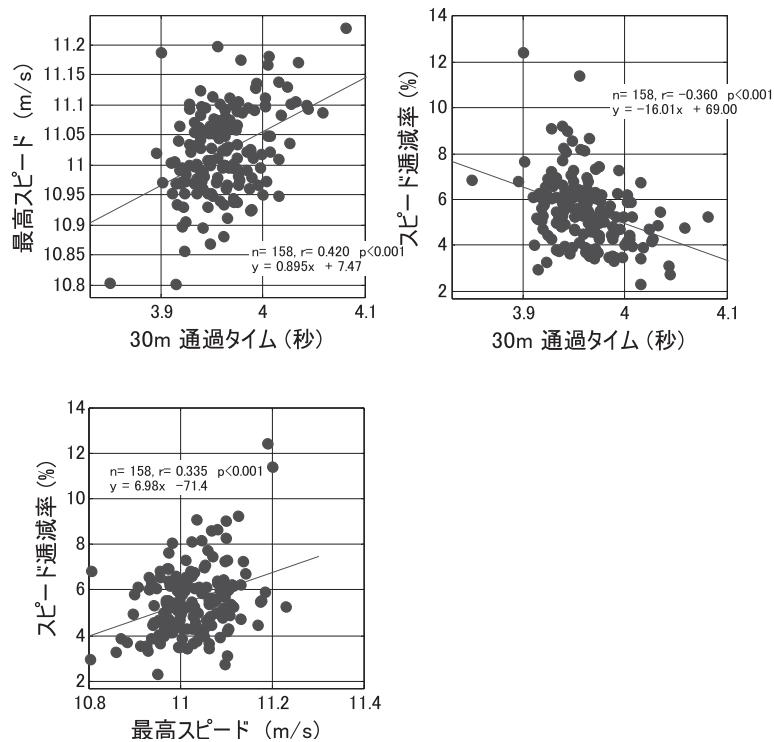


図4 男子104グループの30m通過タイム、最高スピード、スピード通減率の相互関係

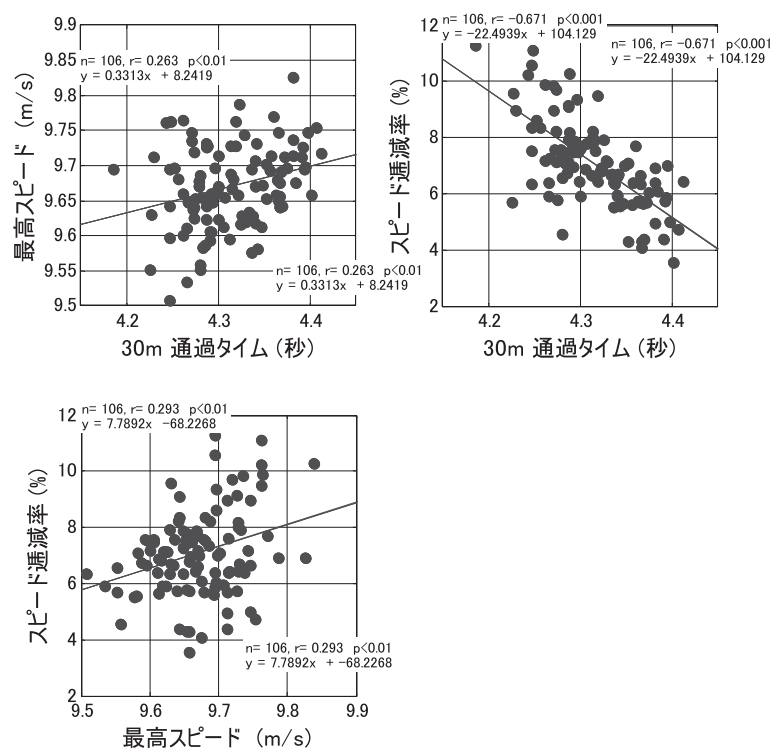


図5 女117グループの30m通過タイム、最高スピード、スピード通減率の相互関係