

## 日本一流男子 110m ハードル選手のレース分析 ー 2011 年から 2013 年までのレース分析結果についてー

貴嶋孝太<sup>1)</sup> 谷川 聡<sup>2)</sup> 櫻井健一<sup>3)</sup> 安井年文<sup>4)</sup> 浅見公博<sup>5)</sup> 荻部俊二<sup>6)</sup>  
青戸慎司<sup>7)</sup> 綿谷貴志<sup>8)</sup> 柴山一仁<sup>9)</sup> 森丘保典<sup>10)</sup>

1) 国立スポーツ科学センター 2) 筑波大学 3) 国際武道大学 4) 青山学院大学 5) 立命館大学  
6) 法政大学 7) 中京大学 8) 鹿屋体育大学 9) 仙台大学 10) 日本体育協会

### 1. はじめに

男子 110m ハードル（以下、「110mH」とする）種目に関して、これまでにレース中の走速度の変化やインターバルランタイム、ハードリングタイムの変化を中心としたレース分析が多く行われてきた（Susanka et al., 1988；宮下, 1993；森田ほか, 1994；谷川, 2007；柴山ほか, 2010）。これらは世界トップレベルの選手たちの分析結果や、記録のいい選手とそうでない選手とを比較することによって、110mH レース記録に影響する要因を検討している。

日本陸上競技連盟科学委員会と国立スポーツ科学センターでは、これらの知見を参考にしながら国内の男子 110mH 選手を対象に、競技会におけるレース分析を行ってきた。その分析結果は、選手やコーチが各レースの出来ばえを評価したり、課題点の抽出やそれまでに取り組んできたことが改善されたか否かを判断したりするための資料のひとつとしてフィードバックされている。

本稿では、2011 年 4 月から 2013 年 6 月までに国内で開催された競技会における、男子 110mH のレース分析結果について、実際に選手たちにフィードバックした内容を含めて報告する。また、国内の一流選手を対象として、彼らの 3 年間（または 2 年間）のレース記録の変化と、レース内容（レース中の走速度や各種タイム）の変化を検討しようとした。

### 2. 方法

#### 2-1. 対象選手、および対象競技会

分析の対象は、国内男子 110mH 選手とした。氏名

と所属を以下に示すが、大室秀樹選手（筑波大→筑波大院）、佐藤大志選手（青学大→日立化成）、三田恭平選手（立命館大）、矢澤航選手（法政大）、和戸達哉選手（中京大→和歌山陸協）の 5 名（50 音順）である。これらの選手たちが出場した 2011 年から 2013 年に国内で開催された 11 競技会で測定を実施し、のべ 58 レース（映像の関係や、選手がハードルに強く接触して通常の走行が遂行できなかったレースを除く）を分析の対象とした（表 1）。

#### 2-2. 測定方法、および分析項目

レース分析のためのビデオ撮影は、110mH の 3 台目と 7 台目の側方にあたる観客席スタンドに設置した 2 台のデジタルビデオカメラ（Exilim EX-F1, CASIO）を用いて、299.7fps で行った。スタートピストルの閃光を映した後、各選手のハードリングの踏切脚とハードリング後の最初の着地（以下、「タッチダウン」とする）が確認できるよう、追従撮影した。

撮影した映像を基に、スタートピストルの閃光からハードルの踏切、およびタッチダウンの時間を読み取り、各測定区間に要した時間を求めた。

110mH における測定区間は以下のように定義した。すなわち、アプローチとはスタートから 1 台目のタッチダウンまでとした。1-2 区間は 1 台目のタッチダウンから 2 台目のタッチダウンまで、2-3 区間は 2 台目のタッチダウンから 3 台目のタッチダウンとして、以降 9-10 区間まで同様に定義した。ランインは 10 台目のタッチダウンからフィニッシュまでとした。各区間の平均疾走速度（以下、「走速度」とする）は、各区間距離を区間の時間で除すことにより求めた。また、ハードリングタイムは、各ハードリングの踏切脚が接地した瞬間からハードリング後のリード脚が接地する瞬間までの時間とした。イ

表 1. 測定競技会, 対象選手

期日	競技会名	会場	測定対象選手
2011.5.3	第45回織田幹雄記念陸上	広島広域, 広島	大室, 佐藤, 矢澤, 和戸
2011.6.10-11	第95回日本陸上競技選手権大会	熊谷, 埼玉	大室, 佐藤, 矢澤, 和戸
2011.7.10	第19回アジア陸上競技選手権大会	神戸ユニバー, 兵庫	矢澤
2012.4.29	第46回織田幹雄記念陸上	広島広域, 広島	大室, 佐藤, 三田, 矢澤, 和戸
2012.5.4	水戸招待陸上	水戸市営, 茨城	大室, 佐藤, 和戸
2012.5.6	セイコーゴールドデングランプリ(GGP)陸上	等々力, 神奈川	佐藤, 和戸
2012.6.9-10	第96回日本陸上競技選手権大会	長居, 大阪	佐藤, 三田, 和戸, 矢澤
2013.4.29	第47回織田幹雄記念陸上	広島広域, 広島	大室, 佐藤, 三田, 矢澤, 和戸
2013.5.4	水戸招待陸上	ケーズデンキスタジアム, 茨城	和戸, 矢澤
2013.5.5	セイコーゴールドデングランプリ(GGP)陸上	国立, 東京	大室, 佐藤
2013.6.8-9	第97回日本陸上競技選手権大会	味の素スタジアム, 東京	大室, 佐藤, 三田, 矢澤, 和戸

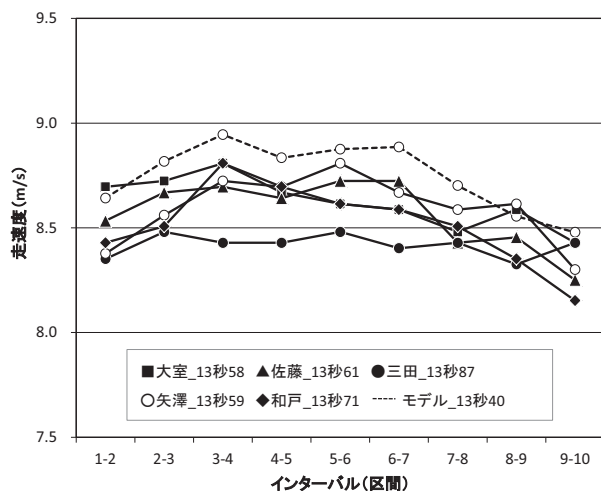


図 1. インターバル区間の走速度の変化

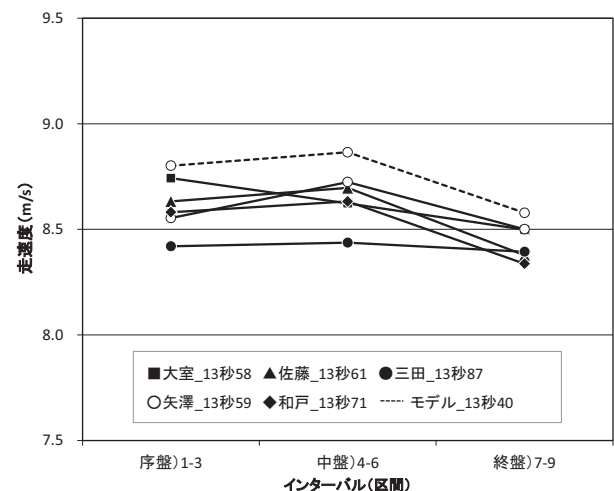


図 2. 3 区間の走速度 (平均) の変化

ンターバルランタイムは、タッチダウンから次のハードリング踏切脚が接地する瞬間までの時間とした。

相関分析はピアソンの積率相関分析を用い、有意水準は 5% 未満とした。

なお、本稿ではアプローチとランインを除いた区間の結果を中心に報告する。

### 2-3. 引用データについて

対象選手たちのレースパターンやレース中の走速度を俯瞰的に比較・検討するために、110mH のモデルタッチダウタイム (宮下, 2012) を引用した。本稿では、このモデルタッチダウタイムを基に、2013 年世界陸上モスクワ大会の男子 110mH 参加標準 A 記録 (13 秒 40) をモデルレースに設定した。

## 3. 結果

### 3-1. 男子 110mH レース中の走速度変化と最高走速度

各選手のレース分析結果を表 2 から表 6 に示した。このうち、各選手の最も記録のよかったレースにおける走速度の変化を図 1 に示した。また図 2 には、10 台のハードルを基準にしてレースを序盤、中盤、終盤の 3 つの区間に分け、各区間の平均走速度の変化を示した。

なお、各図と表にはモデルレースにおける推定走速度を併記した。

13 秒 40 の記録を想定したモデルレースにおいて、走速度はレース序盤から急激に高まり、レース中盤で最高速度に達する。その後、終盤にかけて低下するような変化を示した。このモデルレースにおける最高走速度は 8.94m/s と推定された。

大室選手のレースでは、序盤から比較的高い走速度で疾走し、3-4 区間で 8.81m/s の最高走速度がみられた。その後、レース中盤から終盤にかけて走速

度が低下していくような変化を示した。

佐藤選手の走速度はレース序盤から中盤にかけて増加した。5-6 区間に 8.72m/s の最高走速度が出現し、その走速度を次の 6-7 区間まで持続していた。その後は走速度が低下していくような変化を示した。

三田選手の走速度はレース全体を通して大きな変化を示さず、序盤から終盤までほぼ一定の速度で疾走した。レース中の最高走速度は 3-4 区間と 5-6 区間に出現したが 8.48m/s であった。

矢澤選手のレースは、序盤から中盤にかけて大きく走速度が増加し、5-6 区間に 8.81m/s の最高走速度が出現した。中盤から終盤にかけて走速度は低下していくものの、比較的緩やかであった。

和戸選手はレース序盤の走速度が高く、3-4 区間に 8.81m/s の最高走速度がみられた。その後はレース終盤にかけて低下するような変化を示した。

### 3-2. レース中の最高走速度と 110mH レース記録との関係

図 3 には、測定したのべ 58 レースにおける、レース中の最高走速度とレース記録との関係を示した。レース中の最高走速度とレース記録との間には有意な負の相関関係がみられ ( $r=-0.865$ ,  $p<0.001$ )、最

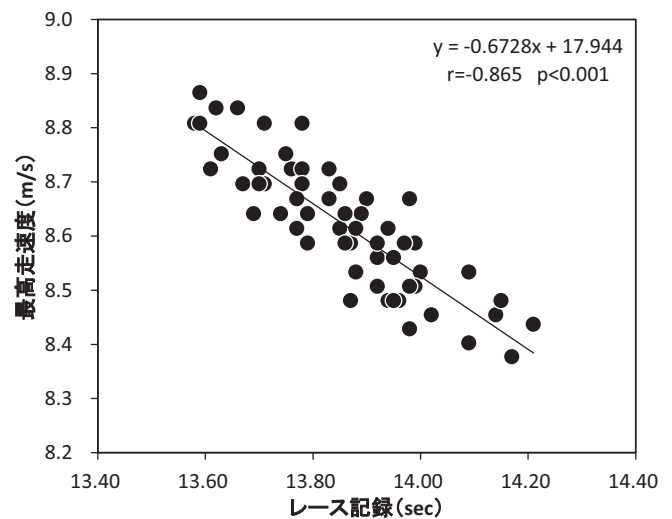


図 3. レース記録と最高走速度との関係

高走速度が高いほどレース記録がいいことを示した。これまで、レース中の最高走速度はレース記録に大きく影響することが報告されているが (森田ほか, 1994 ; 柴山ほか, 2010), 本測定の結果はそれらを支持するものであった。

次に、レース序盤、中盤、終盤の 3 区間の平均タイムとレース記録との関係を図 4 に示した。この 3 区間の平均タイムとレース記録の間には、いずれも有意な正の相関関係がみられた (それぞれ、

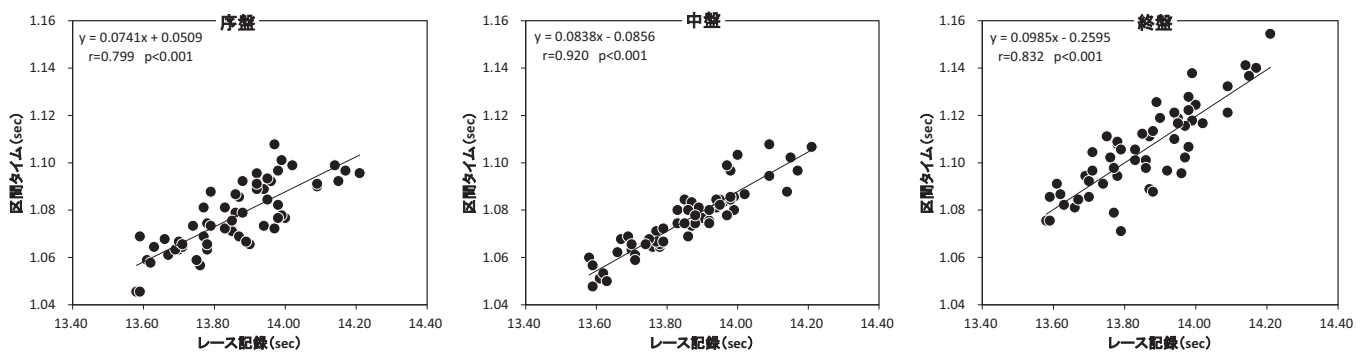


図 4. レース記録と区間タイムとの関係. (左 ; 序盤, 中 ; 中盤, 右 ; 終盤)

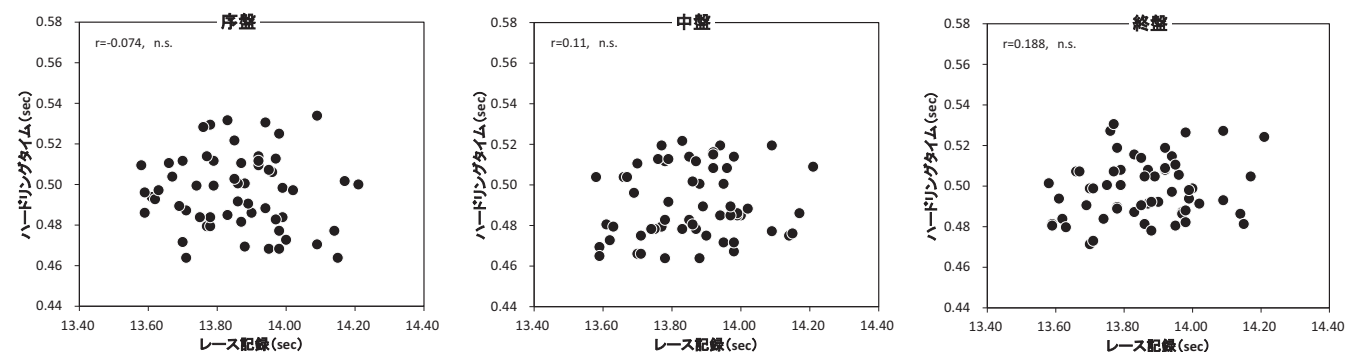


図 5. レース記録とハードリングタイムとの関係. (左 ; 序盤, 中 ; 中盤, 右 ; 終盤)

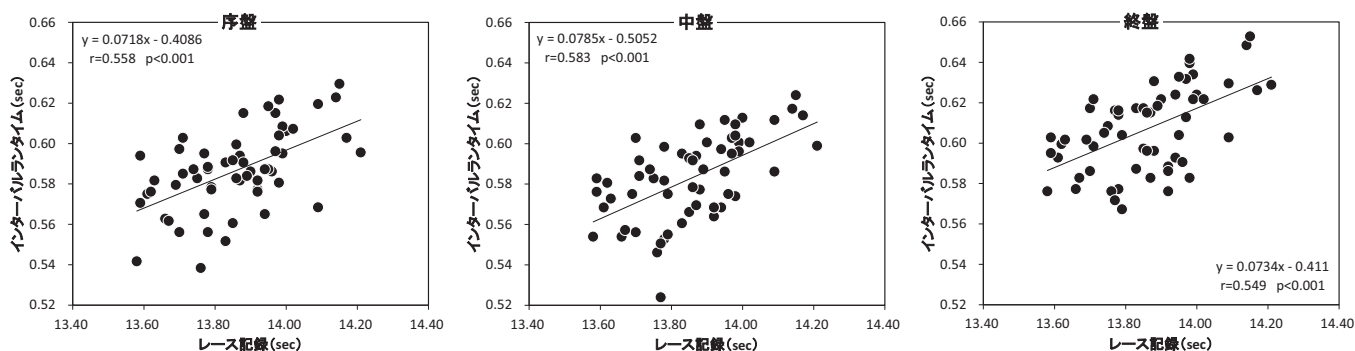


図 6. レース記録とインターバルランタイムとの関係. (左；序盤，中；中盤，右；終盤)

$r = 0.799$ ,  $p < 0.001$ ;  $r = 0.920$ ,  $p < 0.001$ ;  $r = 0.832$ ,  $p < 0.001$ ).

区間タイムは、ハードリングタイムとインターバルランタイムで構成されるが、これらについてもレース記録との関係について検討した (図 5). 今回の対象選手のハードリングタイムはレース序盤、中盤、終盤のどの区間も記録との間に相関関係はみられなかった (それぞれ,  $r = -0.074$ ,  $r = 0.11$ ,  $r = 0.188$  図 5).

図 6 には、各区間のインターバルランタイムとレース記録との関係を示した. レース序盤、中盤、終盤ともに、インターバルランニングタイムとレース記録との間に有意な正の相関関係がみられた (それぞれ,  $r = 0.558$ ,  $p < 0.01$ ;  $r = 0.583$ ,  $p < 0.01$ ;  $r = 0.549$ ,  $p < 0.01$ ).

以上の結果から、区間タイムにはハードリングタイムよりも、インターバルランニングタイムのほうが影響するものと考えられた. また、レース序盤、中盤、終盤のどの区間のタイムもレース記録に影響をすることが示された.

### 3-3. 国内男子 110mH 選手のレース分析結果

これまでに測定したレースのうち対象選手の各年で最もよかったレースを取り上げ、各選手のレース記録の年次変化と、走速度、ハードリングタイム、インターバルランニングがどのように変化したのかについてその結果を記す.

#### 3-3-1. 大室選手

レース記録は 2011 年が 13 秒 98 (日本選手権, 6/11), 2012 年は 13 秒 78 (水戸招待, 5/4), 2013 年は 13 秒 58 (日本選手権, 6/9) であった (表 2).

図 7 にはこの 3 レースにおける走速度の変化と、レースを 3 区間 (序盤・中盤・終盤) に分けた各区間の平均走速度の変化を示した. 2011 年はレース序盤から中盤にかけて同じような走速度 (平均

8.34m/s) で疾走し、その後は終盤にかけてわずかに低下した. このレースでの最高走速度は 3-4 区間と 5-6 区間に出現したが 8.43m/s であった. 2012 年のレースは序盤から中盤にかけて走速度が増加し、中盤から終盤にかけてはわずかに走速度が減少した. このレースでは 4-5 区間に 8.81m/s の最高走速度がみられた. 2013 年のレースでは序盤に最も高い値 (平均 8.74m/s) の速度で疾走し、レースが進むにしたがって徐々に低下するように変化した. このレースでの最高走速度は 8.81m/s であった. レース中盤と終盤の平均走速度はそれぞれ 8.62m/s と 8.50m/s であったが、過去 2 年間のレースよりも高い値を示した.

ハードリングタイムは、2011 年と 2012 年のいずれもレース序盤から中盤にかけてわずかに減少し (時間が短くなる)、その後はやや低下する (時間が長くなる) ように変化した (図 8). 2013 年は序盤から終盤まで大きな変化を示さず、ほぼ一定の値であった. 年ごとの平均ハードリングタイムは、2013 年が他のレースよりもわずかに短かった (図 8 下).

図 9 にはインターバルランタイムを示した. 2011 年と 2012 年は、レース序盤から中盤にかけてやや減少 (時間が短縮) し、その後増加する (時間が長くなる) ような変化を示した (図 9 上). 最もレース記録のよかった 2013 年のレースでは、レース序盤のインターバルランタイムが最も短く、その後中盤、終盤にかけて長くなるように変化した. 特に、レース序盤のインターバルランタイムは、2011 年が 0.58 秒であったが、2012 年が 0.56 秒、2013 年は 0.54 秒であり、年ごとに短縮した (図 9 下).

#### 3-3-2. 佐藤選手

測定したレースのうち各年で最もよかった記録は、2011 年が 14 秒 00 (織田記念陸上, 4/29), 2012 年が 13 秒 78 (日本選手権, 6/9), 2013 年は自己新記録の 13 秒 61 (日本選手権, 6/9) であった.

た(表3)。

佐藤選手の年ごとの走速度変化を図10(上)に示し、各区間の平均走速度の変化を図10(下)にそれぞれ示した。2011年ではレース序盤の平均走速度が最も高く(8.49m/s)、その後は中盤、終盤と低下していく変化を示した。2012年のレースでは、序盤と中盤は同じような走速度がみられ、終盤に低下した。2013年におけるレース序盤の走速度は8.63m/sで2012年とほぼ同じであったが、続く中盤の走速度は8.70m/sと増加した。その後レース終盤にはわずかに低下した。この2013年のレースの区間平均走速度は、どの区間も3年間で最も高かった。

各年のハードリングタイムと、区間平均ハードリングタイムの結果を図11(上・下)にそれぞれ示した。2011年は序盤のタイムが短く、中盤、終盤へと進むにつれて低下する(時間が長くなっていく)ように変化した。2012年のレースでは序盤から中盤にかけてはほぼ同じようなタイムであり、終盤にわずかに長くなるような変化であった。2013年では、序盤から中盤にかけて短くなり、中盤から終盤にかけてわずかに長くなるような変化であった(図11上)。区間ハードリングタイムを年ごとに比較すると、レース序盤のタイムが2011年0.48秒から2013年の0.49秒へとわずかに変化した。中盤と終盤は序盤ほどの差はみられなかった(図11下)。

インターバルランタイムを図12(上)に示し、各区間の平均インターバルランタイムを図12(下)に示した。2011年の平均タイムはレース序盤に0.61秒で、その後は徐々に増加した(時間が長くなった)。2012年と2013年はレース序盤から中盤は同じ程度のタイムであり、中盤から終盤にはそのタイムが低下した。また、3区間のすべてにおいて2011年から2013年に向上(時間が短縮)した。

### 3-3-3 三田選手

三田選手は2012年の13秒87(織田記念陸上, 4/29)と2013年の13秒88(日本選手権, 6/9)の2レースの結果を報告する。

この2レースの走速度の変化を図13に示した。走速度はいずれのレースも序盤から中盤にかけてわずかに増加し、中盤から終盤にかけて減少するように変化した(図13上)。また、2012年と2013年のレース中盤にみられた最高走速度(区間平均値)はそれぞれ8.44m/sと8.51m/sであった(図13下)。

ハードリングタイムは、いずれのレースにおいても大きな変化を示さず、ほぼ一定の値であった(図

14)。3区間の平均ハードリングタイムは2レースともに0.49秒から0.51秒の範囲であり、大きな違いはみられなかった(図14下)。

2レースのインターバルランタイムについては、2レースともに序盤から中盤にかけてわずかに短縮し、中盤から終盤にかけて低下した(時間が長くなった)。2レースでの平均インターバルランタイムは0.57秒から0.60秒の範囲であり、大きな差はみられなかった(図15)。

### 3-3-4 矢澤選手

2011年は13秒86(日本選手権, 6/11)、2012年は13秒75(日本選手権, 6/10)、2013年は13秒59(日本選手権, 6/9)の3レース分析結果である。なお、2013年の記録は自己記録である(表5)。

図16(上)に3レースの走速度の変化を示した。2011年はレース序盤から中盤にかけてほぼ同じような走速度がみられ、終盤に低下した。2012年のレースは序盤の走速度が最も高く、その後は徐々に低下するように変化した。2013年のレースは序盤から中盤にかけて走速度が高まり、中盤から終盤にかけて低下するパターンを示した。

3区間の平均疾走速度を年ごとに比較すると、レース序盤では2012年が8.63m/sで他の2レースよりも高かった。中盤および終盤の走速度は2013年が中盤に8.72m/s、終盤には8.50m/sで疾走しており、他の2レースよりも高い値を示した(図16下)。

ハードリングタイムの変化を図17に示した。また、この結果から3区間の平均ハードリングタイム(図17下)をみると、2011年はレース中に大きな変化は示さず、ほぼ同じようなタイムであった。2012年はレース序盤と中盤は同じようなタイムであり、中盤から終盤にかけてわずかに低下する(時間が長くなる)ように変化をした。しかし、2013年は序盤から中盤にかけて短縮し、中盤から終盤にかけてわずかに長くなった。2013年のレースの中盤と終盤の平均タイムはそれぞれ0.46秒と0.48秒であったが、これは他の2レースよりも短かった。

一方、インターバルランタイムは、どのレースも序盤から中盤にかけてやや短縮し、中盤から終盤にわずかに長くなるように変化した(図18)。平均インターバルランタイムについて図18(下)に示したが、3区間ともに年ごとのインターバルランタイムには大きな違いはみられなかった。

### 3-3-5 和戸選手

2011年の記録は13秒95(日本選手権, 6/11)、

2012 年が 13 秒 71（ゴールドングランプリ川崎, 5/6), 2013 年が 14 秒 14（水戸招待, 5/4）であった。なお, 2012 年の 13 秒 71 は自己記録である（表 6）。

この 3 レースの走速度の変化を図 19 に示した。3 区間の平均走速度はいずれのレースも序盤から中盤にかけて高まり、中盤から終盤にかけて低下するレースパターンを示した（図 19 下）。自己記録を樹立した 2012 年のレースでは、序盤、中盤、終盤の走速度はそれぞれ 8.58m/s, 8.63m/s, 8.34m/s であり、いずれも他の年のレースよりも高かった。

ハードリングタイムの変化を図 20 に示した。この 3 レースではレース序盤から中盤にかけてほぼ一定のタイムを示し、中盤から終盤にかけてわずかに低下する（時間が長くなる）ように変化をすることがうかがえた。年ごとの平均ハードリングタイムは 3 レースで大きな違いはみられなかった（図 20 下）。

インターバルランタイムに関して、2011 年と 2012 年は序盤から中盤にかけて短縮し、中盤から終盤にかけて低下（時間が長くなる）ように変化した（図 21 上）。2013 は序盤と中盤はほぼ同じタイムで、終盤に低下するように変化した。3 レースの中で最もレース記録のよかった 2012 年のレースにおける平均インターバルランタイムは、序盤が 0.60 秒、中盤が 0.59 秒、終盤が 0.62 秒であり、すべての区間において他のレースよりも短いタイムであった（図 21 下）。

#### 4. まとめ

2011 年 4 月から 2013 年 6 月までに国内で開催された男子 110mH レースについて、国内一流男子選手 5 名を対象にタイム分析を実施した。その結果を、モデルタッチダウンタイムを基にして推定されたレース（ここでは、2013 年世界選手権参加標準記録の 13 秒 40 とした）のレースパターン、および走速度と比較した。また、各選手のレース記録の年次変化に対して、走速度やハードリングおよびインターバルランタイムがどのように変化したのかを検討しようとした。それらの結果を以下にまとめる。

- ・13 秒 40 を想定したモデルレースの走速度は、序盤から中盤にかけて高まり、その後は徐々に低下するような変化を示した。対象選手の多くの選手のレースパターンはこのモデルレースの変化と似ていた。
- ・レース中の最高走速度は、レース記録に大きく影響する。また、レースを 3 つ（序盤・中盤・終盤）に分けたそれぞれの区間平均タイムも、レース記

録に影響する。各区間タイムは、ハードリングタイムよりもインターバルランタイムの影響が大きいと考えられる。

- ・今回対象とした国内男子 110mH 選手の年次記録の変化には、インターバルランタイムの変化が寄与したことを示す選手が多かった。しかし、ハードリングタイムの変化（短縮）がレース記録の変化（短縮）を示す選手もみられた。

#### 参考文献

- 宮下 憲（1993）110m ハードルレースに於けるモデルタッチダウンタイムに関する研究，陸上競技研究，14：10-20。
- 宮下 憲（2012）スプリント&ハードル，陸上競技社：東京。
- 森田正利，伊藤 章，沼澤秀雄，小木曾一之，安井年文（1994）スプリントハードル（110mH・100mH）および男女 400mH のレース分析，世界一流陸上競技者の技術—第 3 回世界陸上競技選手権大会バイオメカニクス研究班報告書一，ベースボール・マガジン社：東京。66-91。
- 柴山一仁，川上小百合，谷川 聡（2010）2007 年世界陸上競技選手権大会における男子 110m ハードル走および女子 100m ハードル走レースの時間分析，世界一流陸上競技者のパフォーマンスと技術—第 11 回世界陸上競技選手権大会日本陸上競技連盟バイオメカニクス研究班報告書一，日本陸上競技連盟：東京。76-85。
- Susanka P., Miskos G., Millerova V., Dostal E., Barac Frantisek. (1988) Time analysis of the sprint hurdle events at the II world Championships in Athletics. New Studies in Athletics, 2: 51-74.
- 谷川 聡（2007）世界トップレベルの男子 110m および女子 100m ハードル競走の競技特性，陸上競技学会誌，6：46-54。





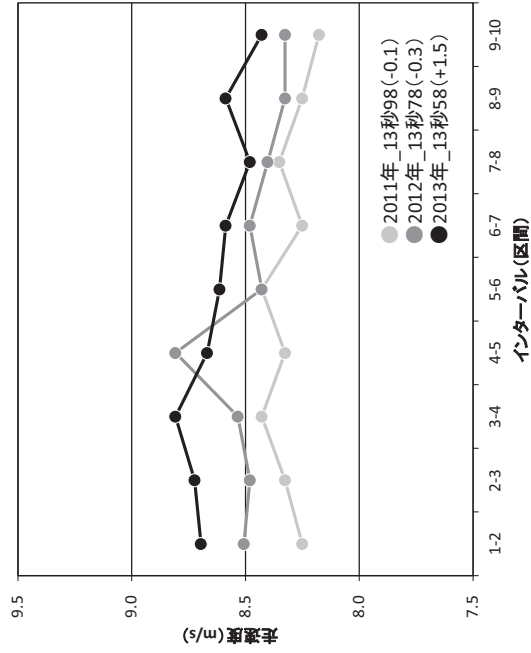


図 7. レース中の走速度の変化 (大室秀樹)  
上 ; 1 区間ごと. 下 ; 3 区間の平均

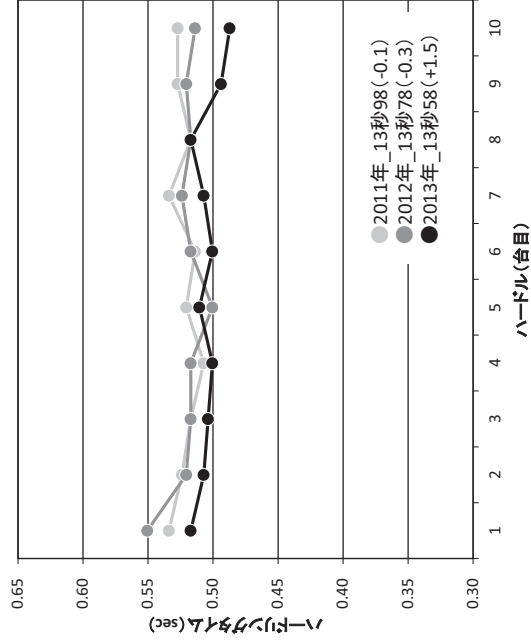


図 8. レース中のハードリングタイムの変化  
(大室秀樹)  
上 ; 1 台ごと. 下 ; 3 区間の平均

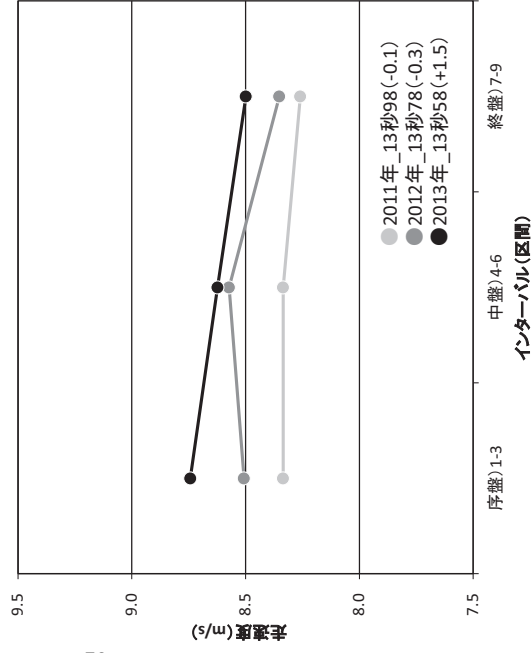


図 7. レース中の走速度の変化 (大室秀樹)  
上 ; 1 区間ごと. 下 ; 3 区間の平均

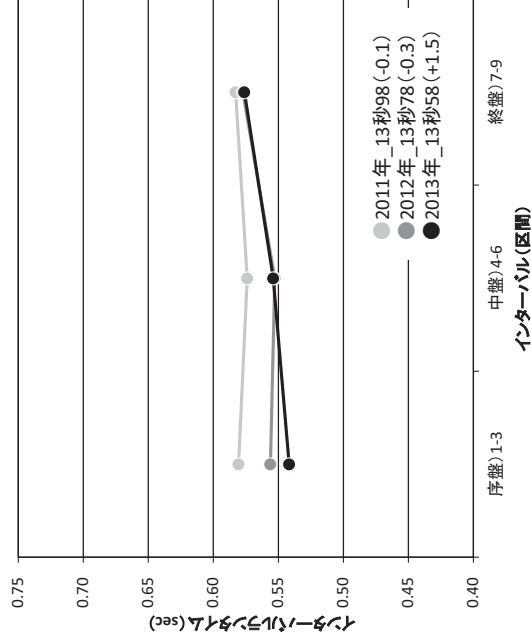


図 9. レース中のインターバルランタイムの変化  
(大室秀樹)  
上 ; 1 区間ごと. 下 ; 3 区間の平均

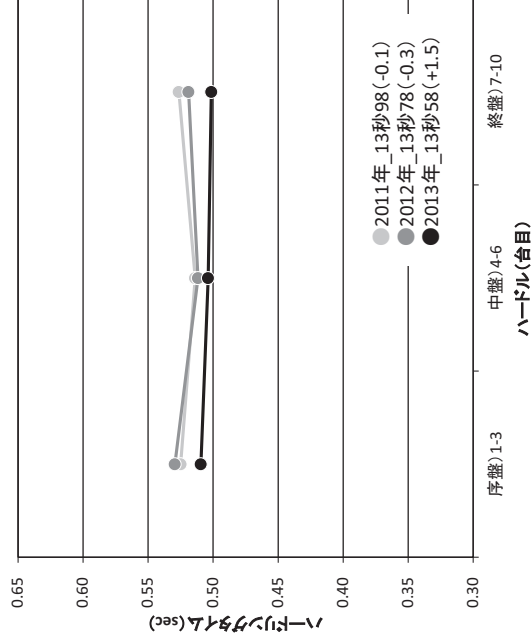


図 8. レース中のハードリングタイムの変化  
(大室秀樹)  
上 ; 1 台ごと. 下 ; 3 区間の平均



表3. レース分析結果一覽 (佐藤大志)

[illegible]

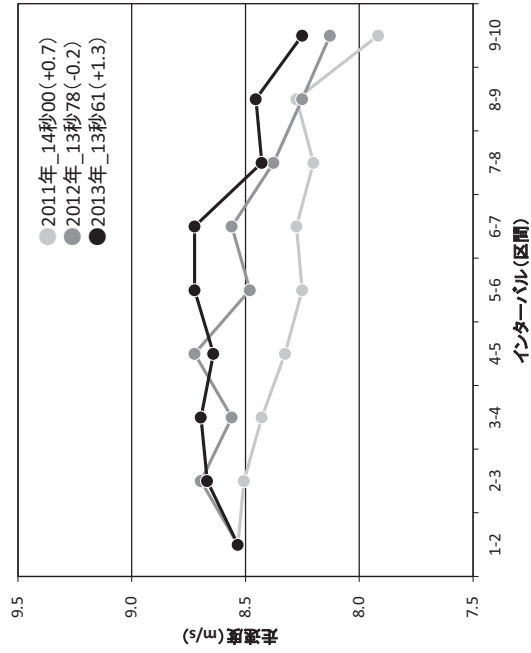


図 10. レース中の走速度の変化 (佐藤大志)  
上 ; 1 区間ごと, 下 ; 3 区間の平均

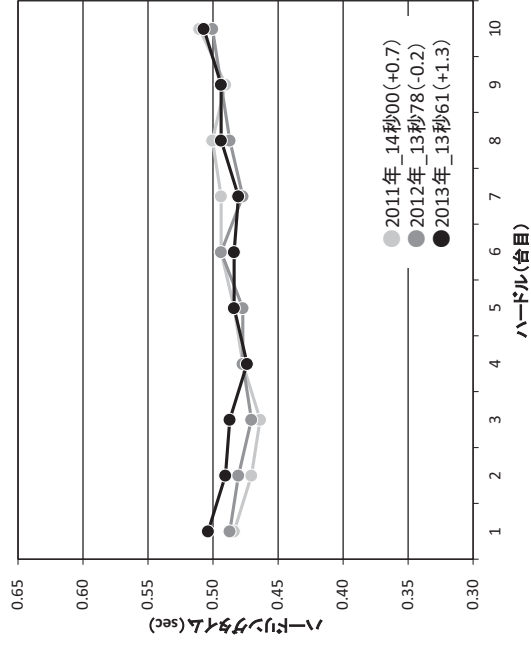
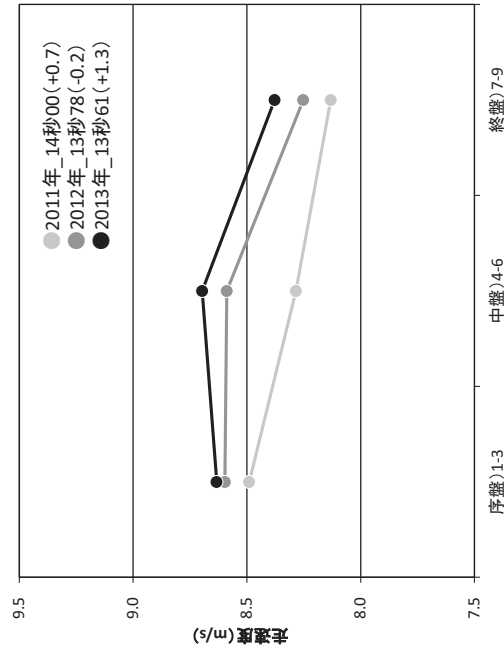


図 11. レース中のハードリングタイムの変化 (佐藤大志)  
上 ; 1 台ごと, 下 ; 3 区間の平均

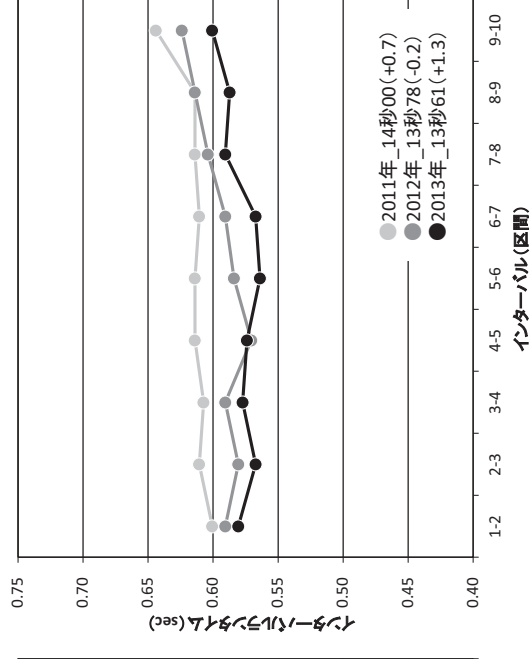
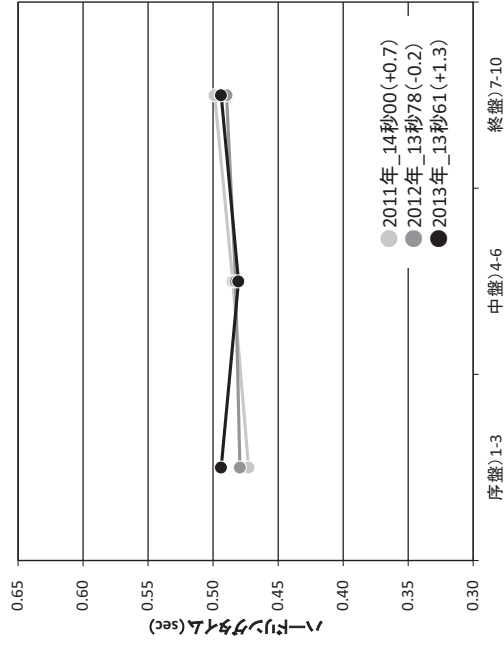


図 12. レース中のインターバルランタイムの変化 (佐藤大志)  
上 ; 1 区間ごと, 下 ; 3 区間の平均

表 4. レース分析結果一覧 (三田恭平)

競技名 期日 モデル 13世界選手権 参加標準A	ラウンド	記録	風	1区間ごと										3区間の平均																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
				1 アプローチャ	2 1-2	3 2-3	4 3-4	5 4-5	6 5-6	7 6-7	8 7-8	9 8-9	10 9-10	ランペン	アプローチャ	序盤)1-3	中盤)4-6	終盤)7-10	ランペン																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
※ 綿田記念_120429	決勝B	13.87	+1.1	2.59	3.65	4.68	5.70	6.74	7.77	8.80	9.85	10.92	11.99	2.59	1.04	1.03	1.15	1.41																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

※ 太字で示したレースは各年の最も記録のよかったレース(測定したものをのみ)を示す

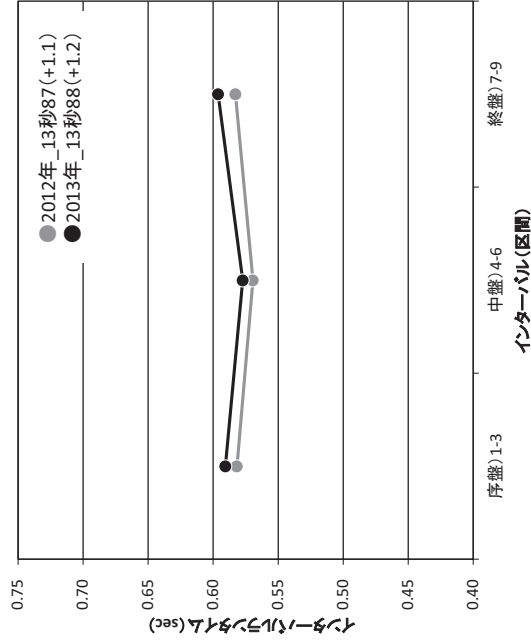
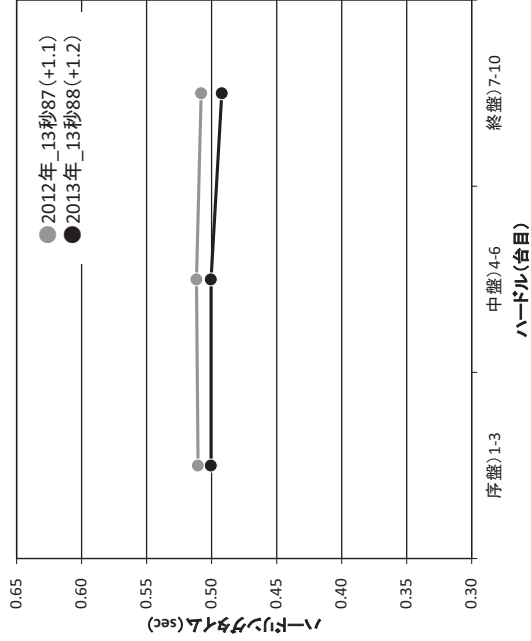
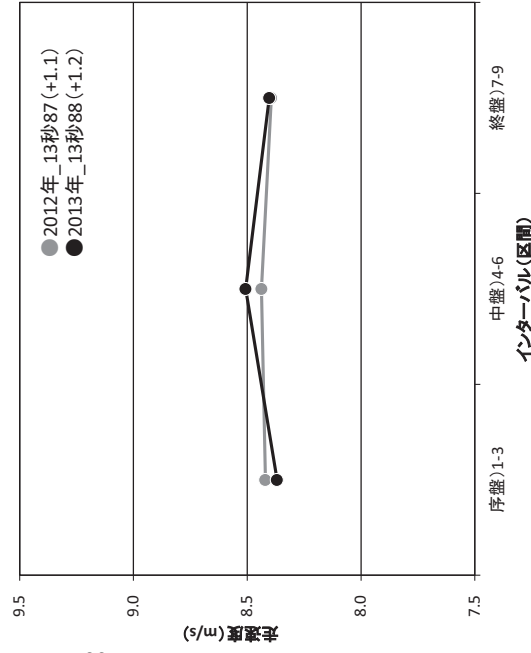
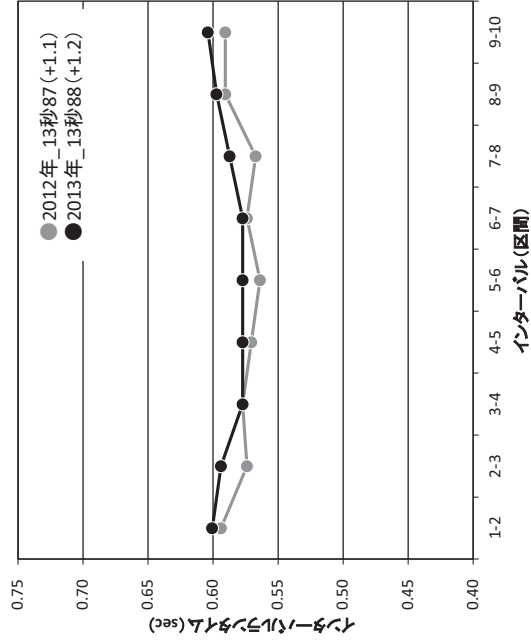
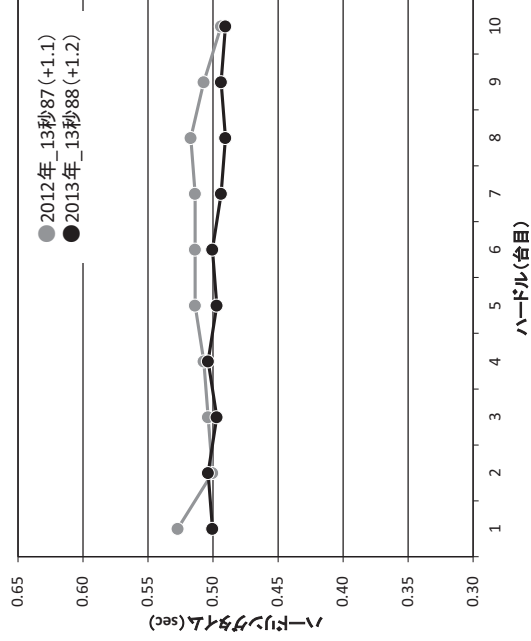
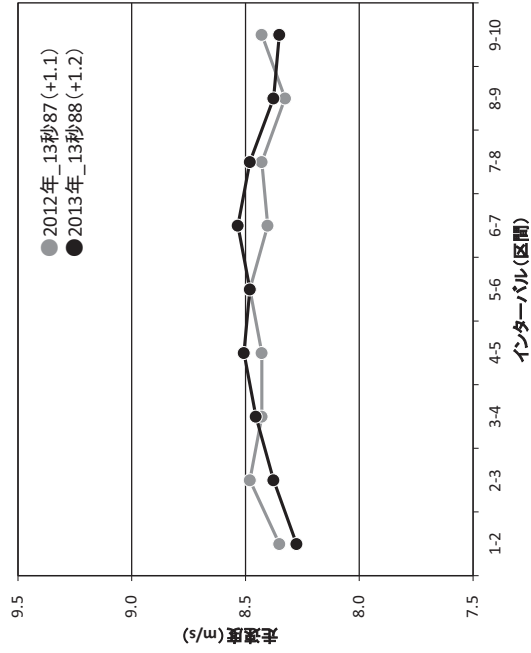


図 13. レース中の走速度的変化 (三田恭平)  
上 ; 1 区間ごと. 下 ; 3 区間の平均

図 14. レース中のハードリングタイムの変化  
(三田恭平)  
上 ; 1 台ごと. 下 ; 3 区間の平均

図 15. レース中のインターバルランタイムの変化  
(三田恭平)  
上 ; 1 区間ごと. 下 ; 3 区間の平均



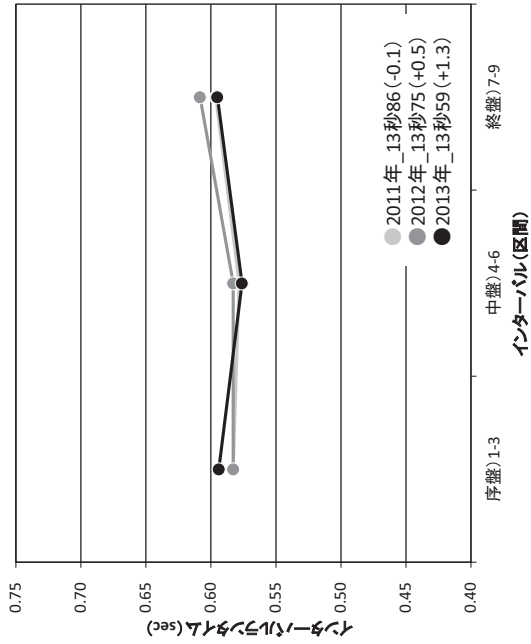
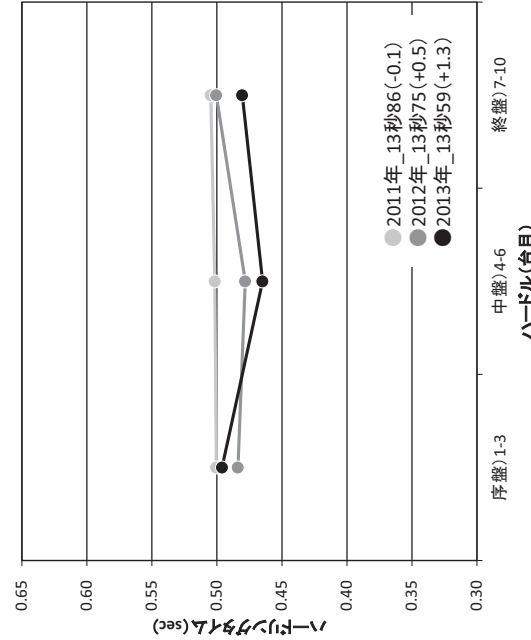
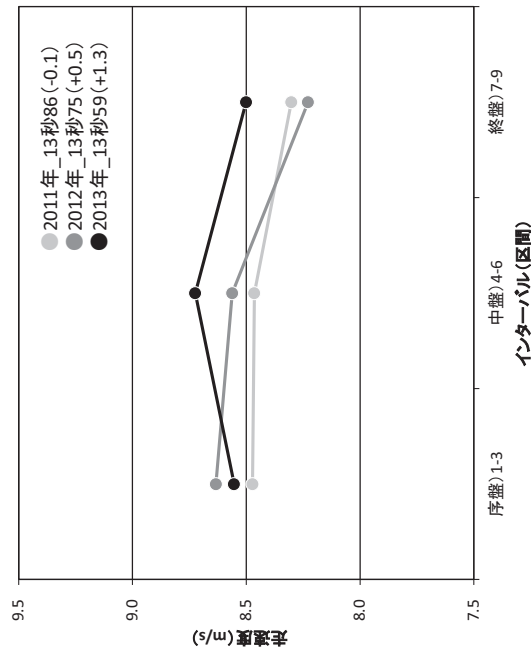
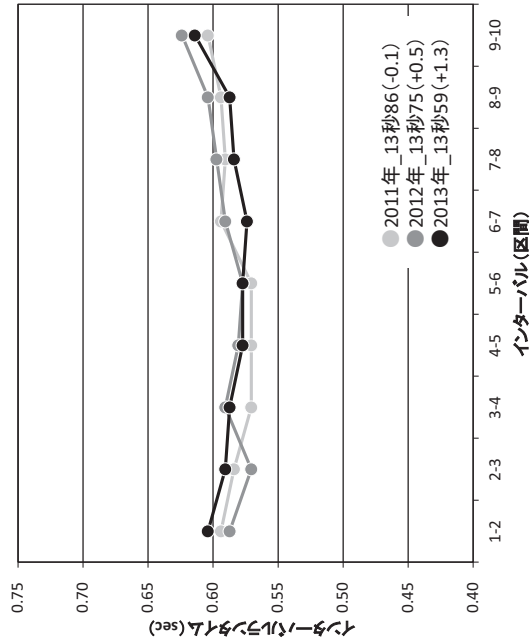
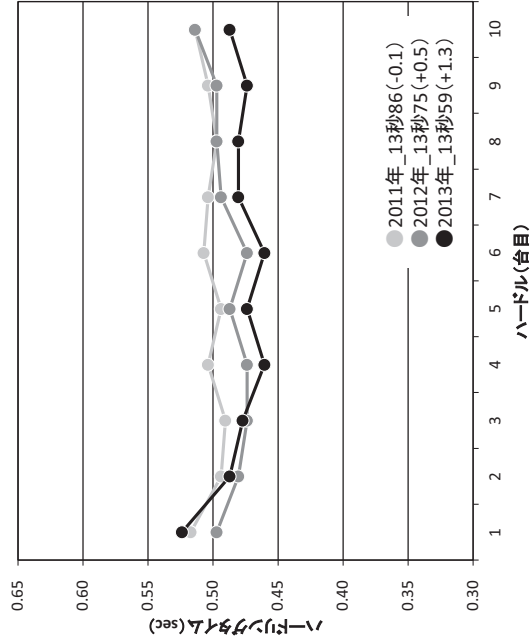
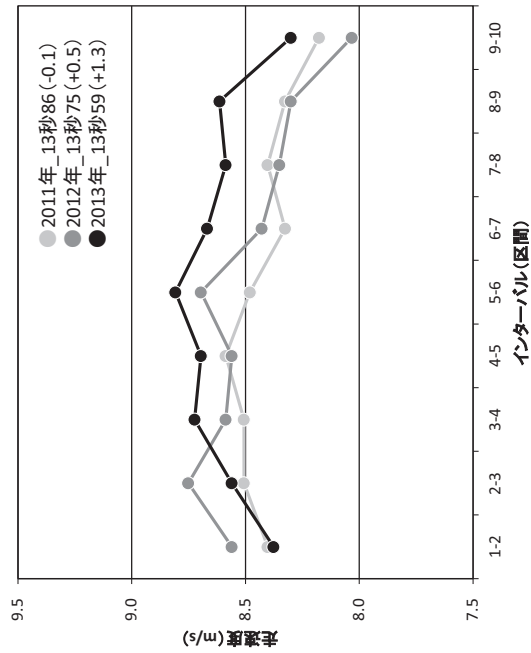


図 16. レース中の走速度的変化 (矢澤航)  
上 ; 1 区間ごと、下 ; 3 区間の平均

図 17. レース中のハードリングタイムの変化 (矢澤航)  
上 ; 1 台ごと、下 ; 3 区間の平均

図 18. レース中のインターバルランタイムの変化 (矢澤航)  
上 ; 1 区間ごと、下 ; 3 区間の平均



表 6. レース分析結果一覧 (和戸達哉)

競技会名 期日				ラウンド	記録(秒)	風	ハードル(台目)→ インターバル(区間)→										1区間ごと										3区間の平均																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
モデル 13世界選手権 参加標準A					13.40		タッチダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) 走速度(m/s)										アブローチ										アブローチ 序盤1-3 中盤4-6 終盤7-9 序盤1-3 中盤4-6 終盤7-10 ランイン																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
織田記念_110503	予選	13.97	+2.4	タッチダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) 走速度(m/s)	2.59	3.65	4.68	5.70	6.74	7.77	8.80	9.85	10.92	11.99	13.40	2.59	3.65	4.68	5.70	6.74	7.77	8.80	9.85	10.92	11.99	13.40	2.59	3.65	4.68	5.70	6.74	7.77	8.80	9.85	10.92	11.99	13.40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					5.30	8.64	8.82	8.94	8.83	8.88	8.89	8.70	8.85	8.48	9.97	5.30	8.64	8.82	8.94	8.83	8.88	8.89	8.70	8.85	8.48	9.97	5.30	8.64	8.82	8.94	8.83	8.88	8.89	8.70	8.85	8.48	9.97																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					2.62	3.70	4.77	5.83	6.95	8.03	9.13	10.22	11.31	12.48	13.97	2.62	3.70	4.77	5.83	6.95	8.03	9.13	10.22	11.31	12.48	13.97	2.62	3.70	4.77	5.83	6.95	8.03	9.13	10.22	11.31	12.48	13.97																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					2.62	1.08	1.07	1.06	1.12	1.08	1.10	1.09	1.10	1.16	1.49	2.62	1.08	1.07	1.06	1.12	1.08	1.10	1.09	1.10	1.16	1.49	2.62	1.08	1.07	1.06	1.12	1.08	1.10	1.09	1.10	1.16	1.49																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
日本選手権_110611	準決勝	14.09	-0.1	タッチダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) 走速度(m/s)	5.24	8.45	8.53	8.59	8.18	8.45	8.33	8.40	8.33	7.87	9.38	5.24	8.45	8.53	8.59	8.18	8.45	8.33	8.40	8.33	7.87	9.38	5.24	8.45	8.53	8.59	8.18	8.45	8.33	8.40	8.33	7.87	9.38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					2.59	3.68	4.75	5.86	6.93	8.03	9.14	10.24	11.36	12.51	14.09	2.59	3.68	4.75	5.86	6.93	8.03	9.14	10.24	11.36	12.51	14.09	2.59	3.68	4.75	5.86	6.93	8.03	9.14	10.24	11.36	12.51	14.09																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					2.59	1.10	1.07	1.10	1.07	1.10	1.11	1.10	1.12	1.14	1.58	2.59	1.10	1.07	1.10	1.07	1.10	1.11	1.10	1.12	1.14	1.58	2.59	1.10	1.07	1.10	1.07	1.10	1.11	1.10	1.12	1.14	1.58																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					0.48	0.47	0.46	0.48	0.47	0.48	0.50	0.48	0.49	0.50		0.48	0.47	0.46	0.48	0.47	0.48	0.50	0.48	0.49	0.50		0.48	0.47	0.46	0.48	0.47	0.48	0.50		0.48	0.49	0.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
※日本選手権_110611	決勝	13.95	-0.1	タッチダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) 走速度(m/s)	5.31	8.33	8.53	8.28	8.51	8.30	8.25	8.33	8.13	8.01	8.85	2.59	3.68	4.77	5.85	6.91	7.99	9.09	10.19	11.29	12.44	13.95	2.59	3.68	4.77	5.85	6.91	7.99	9.09	10.19	11.29	12.44	13.95																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					2.59	1.09	1.09	1.07	1.07	1.08	1.10	1.10	1.10	1.15	1.51	2.59	1.09	1.09	1.07	1.07	1.08	1.10	1.10	1.10	1.15	1.51	2.59	1.09	1.09	1.07	1.07	1.08	1.10	1.10	1.10	1.15	1.51																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					0.48	0.46	0.46	0.47	0.47	0.47	0.47	0.49	0.49	0.50		0.48	0.46	0.46	0.47	0.47	0.47	0.49	0.49	0.50		0.48	0.46	0.46	0.47	0.47	0.47	0.49	0.49	0.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
					5.29	8.38	8.40	8.51	8.56	8.48	8.30	8.33	7.94	9.30	5.29	8.38	8.40	8.51	8.56	8.48	8.30	8.33	7.94	9.30	5.29	8.38	8.40	8.51	8.56	8.48	8.30	8.33	7.94	9.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
織田記念_120429	決勝A	13.70	+2.1	タッチダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) 走速度(m/s)	2.58	3.65	4.73	5.78	6.84	7.92	8.98	10.04	11.15	12.26	13.70	2.58	3.65	4.73	5.78	6.84	7.92	8.98	10.04	11.15	12.26	13.70	2.58	3.65	4.73	5.78	6.84	7.92	8.98	10.04	11.15	12.26	13.70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					2.58	1.07	1.08	1.05	1.05	1.08	1.06	1.06	1.10	1.11	1.44	2.58	1.07	1.08	1.05	1.05	1.08	1.06	1.06	1.10	1.11	1.44	2.58	1.07	1.08	1.05	1.05	1.08	1.06	1.06	1.10	1.11	1.44																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					0.48	0.47	0.47	0.47	0.46	0.47	0.46	0.47	0.46	0.48	0.48	0.48	0.47	0.46	0.47	0.46	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.47	0.46	0.47	0.46	0.47	0.46	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0

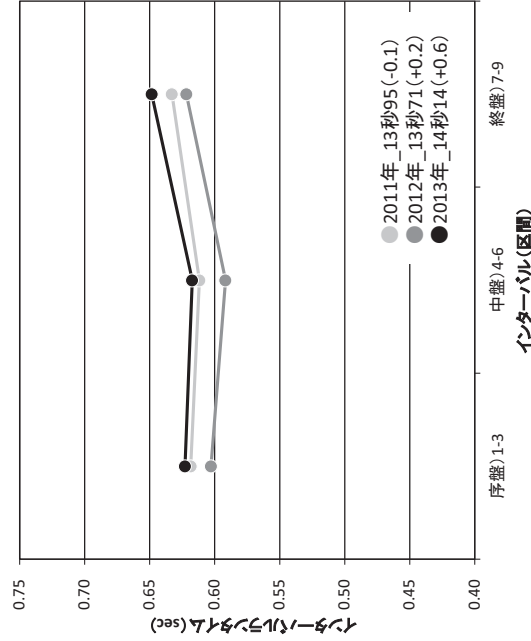
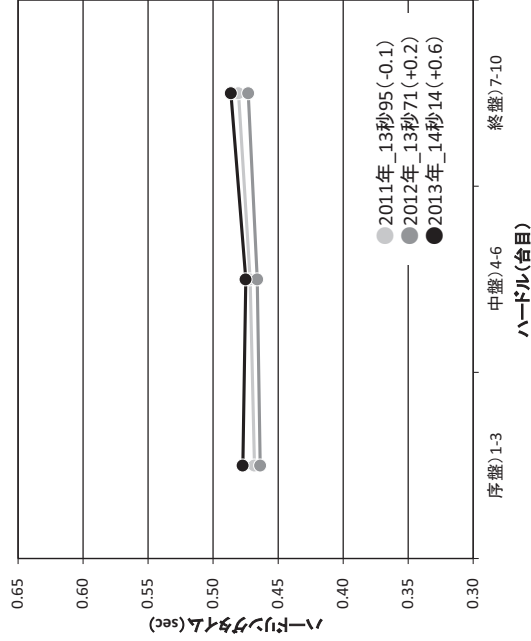
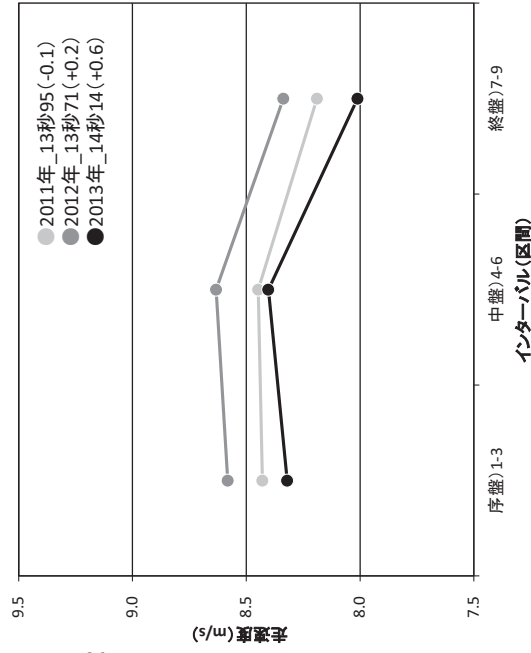
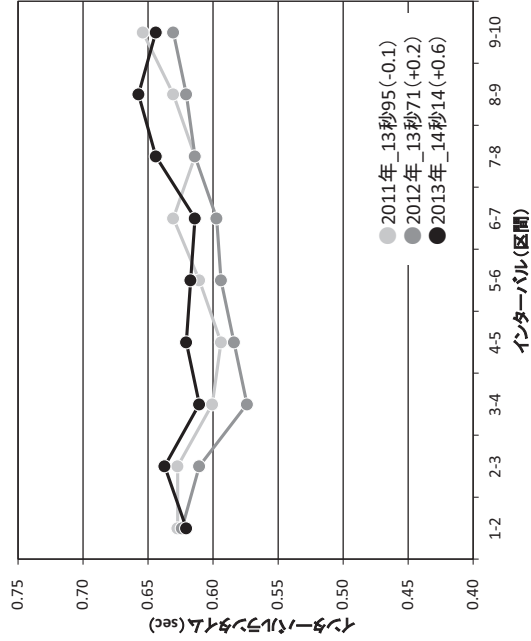
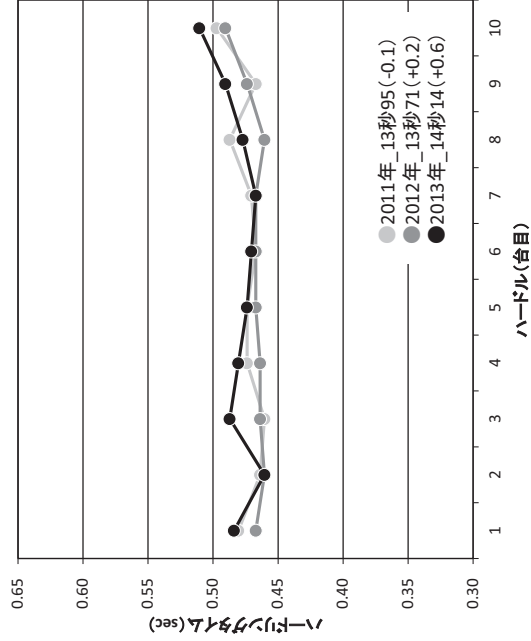
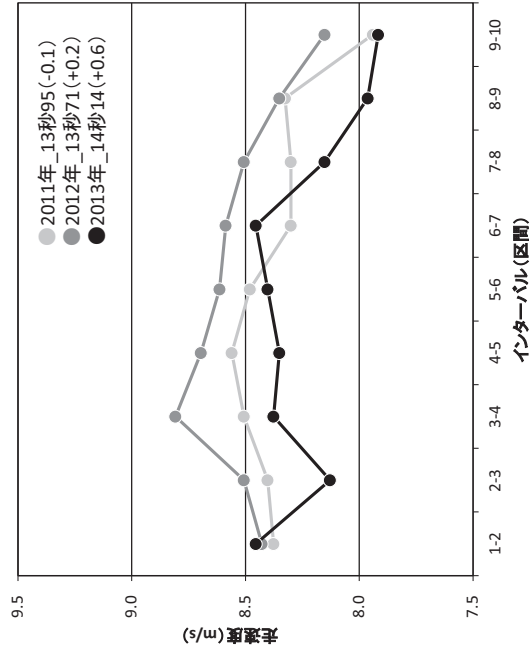


図 19. レース中の走速度的変化 (和戸達哉)  
上 ; 1 区間ごと. 下 ; 3 区間の平均

図 20. レース中のハードリングタイムの変化  
(和戸達哉)  
上 ; 1 台ごと. 下 ; 3 区間の平均

図 21. レース中のインターバルランタイムの変化  
(和戸達哉)  
上 ; 1 区間ごと. 下 ; 3 区間の平均