

2012年日本選手権における男子110mハードル走の時間分析

Analysis of Racing Patterns in Men's 110m Hurdles in National Championship

苧部 俊二 (法政大学)
Shunji Karube

I. 緒言

2012年イギリス・ロンドンで第30回オリンピック競技大会が開催された。陸上競技の日本選手団は39名(男子25名、女子14名)をロンドンに派遣した。しかしその中に残念ながら男子110mハードルの日本代表選手は選出されなかった。ロンドンオリンピック参加標準記録である13秒60(B標準記録)を参加資格期間内に誰一人突破できなかったのである。2008年前回の北京オリンピックでは、1名の派遣があったが、今大会は派遣なしとなってしまった。日本の男子110mハードルのレベルが世界のトップと差ができてしまったとも受け取れる。

男子110mハードルで初めて12秒台を記録したのは、1981年レナルド・ニアマイア選手(アメリカ)で、12秒93の記録であった。世界が12秒台に突入して30年以上が経過しているが、日本記録は未だ13秒39に留まっている。今年9月には世界記録がマークされた。記録したのはアメリカのアリエス・メリット選手で記録は12秒80。日本と世界の差は開く一方である。とはいえ、ニアマイア選手が世界初となる12秒台を記録してから30年以上が経過しているにもかかわらず、現在の世界記録は12秒80と、30年変わらずに0秒13の記録更新でしかない。また、12秒台を記録したハードラーも2012年現在までにわずか14名しかいないのである。100mで9秒台を記録したのは世界で80名を超える。100mではジャマイカのウサイン・ボルト選手が2008年から急激に記録を短縮している。2007年9秒74であった世界記録は2008年ボルト選手によって9秒69に引き上げられ翌年2009年には9秒58にまで記録を更新した。1968年、ジム・ハインズ選手の9秒95を高地記録とすると、カルビン・スミス選手がマークした1983年の9秒93から26年間で0秒35記録を短縮していることになる。これが大きいかは判断しかねるが、少なくとも110mハードルよりは記録の伸びは大きい。この110mハードルの記録向上が頭打ちになっている原因は、ハードリング技術がある程度の完成形を迎えているということが挙げられる。世界トップ選手のハードリングにかかる時間を調査した報告(森田ら、1994;柴山ら、2010)でも、ハードリングにかかる時間は0秒33から0秒34程度で頭打ちであり、ハードリングタイムとレースタイムとの相関は低く、世界トップ選手ともなると記録はインターバルランタイムに依存する(柴

山ら、2010)、しかし、インターバルランタイムにおいても革新的な向上は困難である。なぜなら、110mハードルという種目は、ハードルの台数は10台、高さが106.7cm、インターバル9.14mは決められており、長身でスピードのある競技者は、インターバルが詰まってしまうことが予想され、必ずしも高身長が良い結果をもたらすとは限らない。谷川(2006)は男子110mハードルの世界10傑と、日本10傑の身体特性を調査し、日本人選手では185cm、世界一流選手では180~190cmの身長でスプリント能力のある選手が有利と報告している。9.14mという距離が決められているということはある程度ストライドは決められている。ボルト選手は身長196cmであるが、ボルト選手のような高身長選手はトップスピード時のストライドが2m80cm近くあり(松尾ら、2010)、9.14mのインターバル距離を3歩でこなすためには、ストライドは本来のストライドとはならず、小さく調整しなければならない。したがって、ストライドが限定されることから、インターバルのタイムを短縮するにはピッチを上げていくしかない。ピッチについても際限なく上がるものではなく、110mハードルで飛躍的に記録が向上するということは、よほどの技術革新がない限り難しいと思われる。今年のメリット選手の世界記録は12秒87から12秒80へとわずか0秒07という向上ではあるが、専門家には大きな記録短縮と評価されている。なぜなら、ニアマイア選手の1981年に記録された13秒93から12秒87(ロブレス 2008年)へのわずか0秒06の記録向上に27年を費やしていたからである。

そこで、近年は1台目までの歩数を主流であった8歩から7歩に1歩減少させるハードラーが出てきた。男子110mハードルは、1台目までが8歩、残りをインターバル3歩、10台目を越えてから6歩から7歩、合計51歩から52歩で走破する。ほとんどのハードラーが同じ歩数でゴールを迎えるという特殊な種目である。したがって、1歩減るということは単純に1歩分の記録短縮が望めるのである。ただし、1台目にオーバーストライドになってしまう傾向やピッチが十分に上がらないなど技術的な課題、改善点は残されている。2012年のメリット選手の記録向上は、1台目を8歩から7歩に減らしたこととに依存していることが考えられることから、1台目までの歩数の変化を考慮しないと、よほどの革新的なハードリングの技術向上がない限り、世界的に見ても110mハードルにおける飛躍的な記録の向上

は、今のところ期待できない。よって、日本人ハードラーにも世界との差を縮め、記録の短縮のチャンスがあるのではないかと思われるが、世界と同じように日本の記録も2004年から足踏みしてしまっている。

ハードル走の実際のレースにおける時間的な分析は、いくつかの報告がある。日本陸上競技連盟のバイオメカニクス班による1991年東京世界陸上(森田ら、1994)、2007年大阪世界選手権におけるレース分析(柴山ら、2010)では、全出場者の全レースを分析、記録上位群、中位群、下位群に分けそれぞれの群についての特徴を明らかにしている。

そこで、本研究は、本年の日本最高峰の大会である日本選手権決勝レースの時間的な分析を行い、日本のトップ選手のレースパターンの特徴を明らかにすることで日本人ハードラーの特徴、課題について検討する。また、森田ら(1994)の1991年東京世界陸上、柴山ら(2010)の2007年大阪世界選手権におけるレース分析、モデルタッチダウンタイム(宮下、1993a、1993b)との比較によって、日本人ハードラーが世界レベルに到達するための課題について検討することを目的とする。

II. 方法

対象となるレースは2012年6月10日(日)に開催された日本陸上競技選手権大会男子110mハードル決勝レースで、300コマ/秒録画の可能なビデオカメラ(Victor製GC-PX)を使用し、側方からパンニング撮影した。用語の定義は図1に示す通り、インターバルを、前ハードルの着地脚着地瞬間からハードリングを経て次ハードルの着地脚着地瞬間まで、ハードリングランタイムをハードリングの着地脚着地瞬間から踏切脚離地瞬間まで、ハードリングタイムを踏切脚離地瞬間から着地脚着地瞬間までとした。

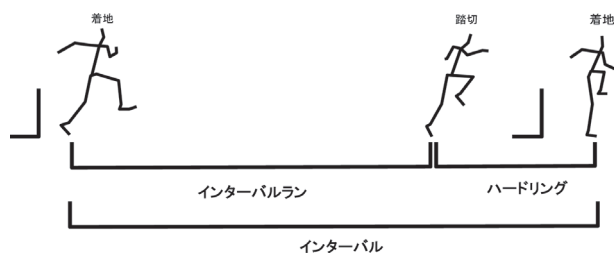


図1 ハードルインターバルの局面定義

測定項目は、各区間のインターバルタイム、ハードリングタイム、インターバルランタイムで、全被験者の中で最も良いインターバルタイムを記録した区間が多い区間については、その区間の前のハードルの踏切脚着地瞬間から次のハードルの着地脚離地までの踏切にかかった接地時間、着地にかかった接地時間およびインターバルにおける接地時間と接地滞空比を算出した。また全被験者の中で最も悪いインターバルタイムを記録した区間が多い区間についても同様の分析を行った。

また、ハードリングにおいて、踏切接地時間とハードリングタイムの接地滞空比を算出した。

区間平均速度の算出は尾縣(1999)の方法を用い算出し、モデルタッチダウンは宮下(1993a、1993b)の式を使用した。なお被験者の属性は表1に示した。

表1 被験者属性

	年齢	身長	体重	自己記録
A	30.9	185	79	13.58
B	27.6	175	74	13.66
C	24.9	176	63	13.80
D	20.7	177	70	13.83
E	20.6	186	73	13.85
F	21.8	182	71	13.62
G	33.7	185	80	13.55
平均	25.74	180.86	72.86	13.70
SD	5.19	4.74	5.76	0.13

III. 結果と考察

1. インターバルタイムによる分析

表2に決勝レースのインターバルタイムを、表3に平均インターバルタイムを示した。日本選手権決勝のレース展開は、大外8レーンのA選手が前半から飛び出し、そのままトップでゴールした。2番手には7レーンのB選手が入った。A選手の特徴は、ハードリングタイムの短さにあり、最小ハードリングタイムは0秒32(2台目)で、平均は0秒33と最も小さい値を示した。平均ハードリングランタイムは全選手中最も悪い0秒74であるが、平均インターバルタイムは1秒07で最も速く、ハードリングタイムの短さに大きな特徴のある選手である。2着に入ったB選手はA選手と対照的な選手である。最小ハードリングタイムは0秒39(2台目、8台目)であり、平均ハードリングタイムも0秒40で決勝進出選手中最も遅いタイムであった。しかしながら、ハードリングランタイムとなると決勝進出選手中最も速い0秒66を3台目、4台目に記録しており、平均ハードリングタイムも0秒68で決勝進出選手中最も速い。平均インターバルタイムは、A選手に続いて2番目のタイム(1秒08)である。A選手の身長は185cm、B選手は175cmで身長も関係してくると思われるが、A選手はハードリングタイムに依存するハードリングタイム型、B選手はハードリングランタイムに依存するインターバルランタイム型といえる。3着に入ったC選手、4着に入ったD選手もB選手と同じく、平均ハードリングタイムが0秒40を超えるが平均インターバルランタイムが0秒70を切っており、B選手と似たタイプのインターバルランタイム型の選手である。E選手、F選手、G選手はハードリングタイムが0秒40を切り、インターバルランタイムを0秒70前後で走る。ハードリングタイム型、インターバルランタイム型の中間的な選手である。平均タイムでいうと、G選手は大きく失速している

ためインターバルランタイムが下がってしまっているが、失速する前までは 0 秒 71 から 0 秒 74 あたりを推移しており、中間的な特徴を持つといえる。E 選手は、ハードリングタイムが 0 秒 36 から 0 秒 40 と、ばらつきが大きく、ハードリング技術が安定していないとも推察できる。特に前半のハードリングタイムが安定していない。前半のハードリン

グ技術に課題があるといえよう。まだ若い選手であり、経験の浅さも影響があるかもしれない。A 選手のようなハードリングタイム型の選手は他には見られなかった。世界陸上のレースにおいても、ハードリングタイム型、インターバルランタイム型、中間型がみられる。

表 2 2012 年日本選手権準決勝インターバル時間分析

	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	Run innA13.72												
A 13.72	-0.6	2.28	0.34	0.74	0.32	0.73	0.33	0.71	0.34	0.72	0.33	0.73	0.33	0.73	0.34	0.74	0.33	0.75	0.33	0.78	0.34	1.49	
1 着		2.61		1.06		1.07		1.05		1.04		1.06		1.07		1.07		1.08		1.12		1.12	13.72
				3.67		4.74		5.79		6.84		7.90		8.96		10.03		11.11		12.23		13.72	
B 13.85	-0.6	2.28	0.40	0.69	0.39	0.66	0.40	0.66	0.41	0.67	0.40	0.68	0.40	0.67	0.42	0.69	0.39	0.70	0.40	0.71	0.41	1.44	
2 着		2.68		1.08		1.06		1.07		1.07		1.07		1.09		1.08		1.10		1.12		1.44	
				3.76		4.82		5.89		6.95		8.03		9.11		10.20		11.29		12.41		13.85	
C 13.87	-0.6	2.25	0.41	0.68	0.40	0.67	0.39	0.69	0.40	0.67	0.41	0.68	0.38	0.68	0.40	0.70	0.39	0.70	0.40	0.71	0.42	1.43	
3 着		2.67		1.08		1.06		1.09		1.08		1.06		1.08		1.09		1.10		1.13		1.43	
				3.75		4.81		5.90		6.98		8.04		9.12		10.22		11.32		12.44		13.87	
D 13.92	-0.6	2.28	0.39	0.71	0.39	0.69	0.40	0.67	0.40	0.68	0.40	0.69	0.39	0.68	0.40	0.69	0.40	0.70	0.40	0.71	0.39	1.46	
4 着		2.67		1.10		1.09		1.08		1.07		1.08		1.09		1.09		1.11		1.09		1.46	
				3.77		4.86		5.93		7.01		8.09		9.17		10.26		11.37		12.46		13.92	
E 13.92	-0.6	2.27	0.40	0.71	0.40	0.69	0.39	0.71	0.37	0.72	0.37	0.69	0.37	0.71	0.38	0.73	0.36	0.72	0.39	0.73	0.36	1.46	
5 着		2.67		1.10		1.08		1.07		1.09		1.07		1.09		1.09		1.11		1.09		1.46	
				3.77		4.86		5.93		7.02		8.09		9.17		10.26		11.37		12.46		13.92	
F 13.99	-0.6	2.24	0.36	0.76	0.37	0.73	0.38	0.71	0.38	0.71	0.36	0.73	0.36	0.72	0.38	0.74	0.35	0.74	0.38	0.76	0.38	1.47	
6 着		2.60		1.13		1.10		1.08		1.07		1.08		1.10		1.09		1.11		1.14		1.47	
				3.73		4.83		5.92		6.99		8.07		9.17		10.26		11.38		12.52		13.99	
G 15.45	-0.6	2.25	0.36	0.76	0.40	0.71	0.37	0.72	0.37	0.74	0.37	0.73	0.39	0.78	0.39	0.84	0.41	0.90	0.42	0.96	0.40	2.15	
7 着		2.61		1.16		1.09		1.09		1.11		1.12		1.18		1.25		1.33		1.36		2.15	
				3.77		4.86		5.95		7.06		8.18		9.35		10.61		11.93		13.30		15.45	

表 3 各被験者の平均インターバルタイム

	平均 R	平均 H	平均 Int
A	0.737	0.332	1.069
B	0.680	0.401	1.081
C	0.688	0.400	1.086
D	0.692	0.395	1.088
E	0.711	0.378	1.087
F	0.731	0.370	1.102
G	0.796	0.389	1.187

ハードリングスタイルの分類については、谷川 (2007) はレベルの高い選手を身長とスプリント能力によってハードリングスタイルを 3 つに分類した Wild の報告を紹介している。その分類は、スイングスタイル、ランニングスタイル、キックスタイルである。また谷川 (2006) も、12 秒台の選手の身長からハードリングの型を 3 つに分類している。その分類は、Speed 型、Griffe 型、Tall-Power 型である。Wild、谷川の分類ともに本研究の選手に当てはめることを検討したが、12 秒台の選手にまで競技レベルが上がるとうハードリングスタイルがはっきり表れてくると述べられているように (谷川、2007)、本研究の選手にはうまく当てはめることはできなかった。したがって、本研究の分類では、ハードリングタイム型、インターバルランタイム型、中間型とする。2 着から 4 着までの選手は、いずれもインターバルタイム型の選手に分類されたが、3 選手の身長が 175cm

から 177cm の選手であり、低身長選手がこの型に分類された。ハードリングタイム型は、182cm が最も選手であり、本研究の分類も身長によって分類できそうだ。

2. レースパターンによる分析

各選手のレースのペースについて、表 4 に平均区間速度を示し、速度経過を図 2 に示した。レースは、1 着から 3 着までの選手が前半から高いスピードを保ち、後半多少の失速があったもののそのまま逃げ切った形である。4 着 D 選手、5 着 E 選手は後半までインターバルタイム 1 秒 0 台をキープしており、後半追いつけた形だが届かなかった。1 着でゴールした A 選手とモデルタッチダウンタイムとの比較を速度経過として図 3 に示した。ゴールタイムは 13 秒 72 とし比較したが、多少の前後はあるが、1 台目の記録が A 選手の方が少し速いほどで特筆することは特にみられない。世界大会でのレースとの比較では、森田ら (1994) の 1991 年東京世界陸上、柴山ら (2010) の 2007 年大阪世界選手権におけるレース分析ともに最高速度区間の発現は第 3 区間、第 4 区間、つまり 3-4 台目区間、4-5 台目区間であったが、本研究においても、第 3 区間に最高速度発現区間がみられたのが 1 名、第 4 区間での最高速度発現区間が第 4 区間である選手が優勝した A 選手を始め 3 名であった。第 2 区間で発現した選手は 2 名いた。柴山ら (2010) の 2007 年大阪世界選手権の分析では 12 秒 95 で優勝した劉翔選手

のレースは第2区間で0秒98と1秒を切るインターバルタイムを記録しており、そこから第3区間で1秒0台に落ちるが、第4区間に再び0秒97の最高速度を記録している。

レースパターンとしては多少波のあるパターンではあるがインターバルタイムが最終10台目を迎える第9区間でも1秒03と高い速度を保っている。

表4 インターバル区間の速度 (m/sec)

	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	Run in
A	5.48	8.62	8.57	8.68	8.76	8.62	8.57	8.54	8.46	8.19	8.34
B	5.35	8.46	8.62	8.54	8.57	8.52	8.41	8.44	8.33	8.19	8.63
C	5.37	8.44	8.60	8.39	8.49	8.60	8.46	8.36	8.31	8.11	8.71
D	5.37	8.31	8.39	8.49	8.52	8.46	8.41	8.41	8.26	8.36	8.51
E	5.36	8.28	8.44	8.52	8.39	8.57	8.41	8.41	8.23	8.41	8.49
F	5.51	8.09	8.28	8.44	8.54	8.44	8.28	8.39	8.21	8.02	8.43
G	5.48	7.88	8.41	8.39	8.26	8.16	7.77	7.29	6.89	6.70	5.77

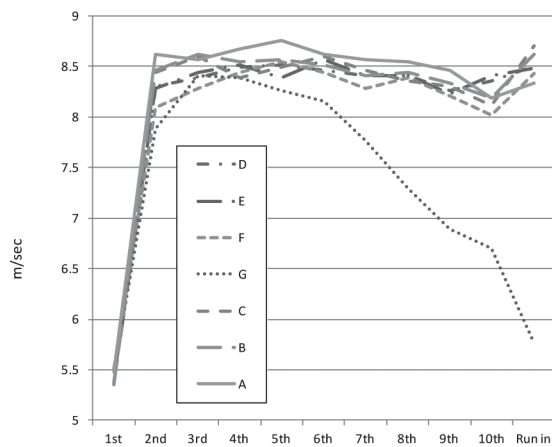


図2 各被験者のレースの速度経過

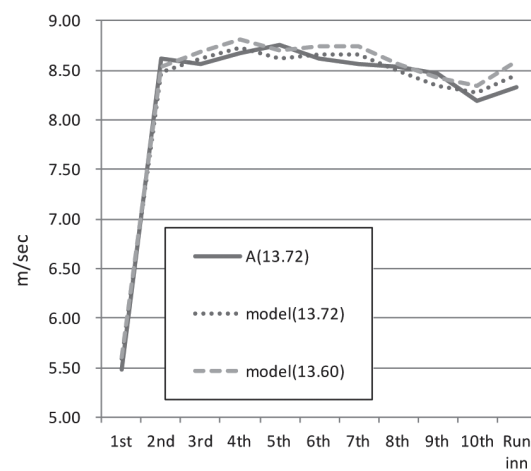


図3 被験者 A とモデルタッチダウンの速度経過

3. 前後半の区間の比較

最も速いインターバルタイムが出た選手の多かった区間である4台目から5台目の区間、逆に遅いインターバルタイムが出た選手の多かった区間である9台目から10台目について踏切時間と着地時間、インターバル区間での接地時間、ハードリングタイムから踏切時間との滞空比について4台目から5台目の区間については表5に、9台目から10台目について表6に示した。さらにそれらの低下率を表7に示した。先行研究(柴山ら、2010)にあるように110mハードルレースの速度逓減はハードリングタイムとの間には相関がないとされているが、本調査においても4台目から5台目、9台目から10台目のハードリングタイムに目立った低下は見られず、速度逓減とハードリングタイムによる影響はほとんどないと思われる。接地時間においても目立っ

た特徴は4台目から5台目区間、9台目から10台目区間ではみられない。したがって、先行研究(柴山ら、2010)と同じくインターバルランタイムに速度逓減と深い関係があることが示された。速度はピッチとストライドで表される。110mハードルはインターバルが9.14mと決められていることから、ストライドは個人内でほぼ変化しないと考えられる。したがって速度逓減の原因はピッチの低下ということになる。ピッチの低下はすべての選手で見られた。後半レースを諦めてしまったG選手を除くと、1着A選手のピッチは4台目から5台目区間4.84歩/秒から9台目から10台目区間4.39歩/秒と10%ほどの低下がみられる。2着、3着、6着の選手は5%から6%ほど、後半追い込んだD選手、E選手は2%から3%の低下であった。

表 5 4-5 台目ハードリング時間分析

	4 台目				5 台目					
	踏切	Hタイム	滞空比 (%)	着地	1 歩目	2 歩目	踏切	Hタイム	滞空比 (%)	着地
A	0.12	0.34	278.38	0.10	0.13	0.14	0.13	0.33	251.28	0.09
B	0.11	0.41	372.73	0.08	0.13	0.12	0.11	0.40	363.64	0.08
C	0.12	0.40	330.56	0.07	0.11	0.12	0.13	0.41	321.05	0.08
D	0.12	0.40	336.11	0.09	0.13	0.12	0.11	0.40	350.00	0.10
E	0.15	0.37	250.00	0.11	0.12	0.13	0.14	0.37	261.90	0.10
F	0.11	0.38	332.35	0.09	0.12	0.11	0.15	0.36	247.73	0.10
G	0.13	0.37	292.11	0.09	0.13	0.12	0.13	0.37	289.47	0.10

表 6 9-10 台目のハードリング時間分析

	9 台目				10 台目					
	踏切	Hタイム	滞空比 (%)	着地	1 歩目	2 歩目	踏切	Hタイム	滞空比 (%)	着地
A	0.13	0.33	250.00	0.10	0.13	0.14	0.13	0.34	265.79	0.11
B	0.12	0.40	342.86	0.09	0.13	0.12	0.12	0.41	338.89	0.09
C	0.13	0.40	297.50	0.08	0.13	0.13	0.13	0.42	312.50	0.08
D	0.12	0.40	345.71	0.10	0.13	0.12	0.11	0.39	341.18	0.11
E	0.13	0.39	305.26	0.10	0.14	0.15	0.14	0.36	257.14	0.12
F	0.12	0.38	313.89	0.10	0.13	0.13	0.14	0.38	278.05	0.11
G	0.14	0.42	295.35	0.13	0.18	0.16	0.18	0.40	226.42	-

表 7 4-5 台目、9-10 台目のピッチとピッチ低下率

	4-5 台目(歩/秒)	9-10 台目(歩/秒)	ピッチ低下率 (%)
A	4.84	4.39	90.73
B	5.08	4.81	94.65
C	5.03	4.74	94.21
D	5.08	4.95	97.25
E	4.86	4.79	98.40
F	4.84	4.57	94.42
G	4.62	3.60	78.00

2007 年大阪世界陸上での劉翔選手の分析(柴山ら、2010)では、ハードリングタイムは 0 秒 35 から 0 秒 40 で推移している。これは、本研究の選手とそれほど変わらない。優勝した A 選手が 0 秒 32 を記録しており、むしろ日本人選手のほうが速いくらいである。しかし、劉選手のインターバルランタイムは 0 秒 61 から 0 秒 66 で推移している。本研究のレースで最も速いインターバルランタイムが B 選手の 0 秒 66 である。劉選手の最も遅い区間のインターバルランタイムが本研究の最も速いインターバルランタイムと等しいということである。劉選手との決定的な違いはインターバルランタイムの速さであるといえる。

4. 選手の課題

インターバルタイム、レースパターン、前後半区間の比較から各選手の課題を考えていく。ハードリングタイム型の A 選手は、インターバルランタイムを上げることと後半のピッチの低下を以下に抑えるかが課題である。インターバルランタイム型である B 選手、C 選手、D 選手は、ハードリングタイムを上げたいところであるが、ハードリングタイムは身長が関わってくるため、簡単にはそのタイムを短

縮することは難しいと思われる。3 名とも身長は 180cm に達していないためハードリングに時間を要してしまっている可能性がある。安易にハードリングタイムだけを短縮することは身体的に困難と推察できる。したがって、よりスピードを上げていくことや後半の速度逡減を抑えるためのピッチの維持を意識していくことが大事であろう。ハードリングについては中間型であった E 選手は、前半のハードリングタイムの短縮が必要と思われる。また、インターバルタイムのばらつきが、ハードリングタイムによって左右されていることを考えると、ハードリングの動作自体に安定さを欠いていると考えられる。安定したハードリング技術によって安定したハードリングタイムの獲得、同じくインターバルタイムを獲得できれば、上位が見えてくると思われる。F 選手と G 選手は最後まで力を発揮できているレースではないので分析は困難であるが、両者ともバランスの良い選手であり、ハードリングタイム、インターバルランタイムともに向上を目指していくのが良いであろう。特に F 選手は 1 台目でハードルと接触してしまい、バランスを崩してしまった。この修正に時間がかかり、本来彼の持つスピードを活かすことが出来なかった。動画からは踏切距離が近かったと推察されるが、1 台目までの距離はハードルインターバルと同じく決まっている。ストライドは制限されることとなり、小さな感覚のずれが踏切のずれを生じさせてしまう。上位に食い込む能力は既にあり、彼もまだ若い選手であること、スピードという武器を持っていることからさらに経験を積むことで世界を目指せる選手となるであろう。

IV. まとめ

本研究は、2012年日本陸上競技選手権男子110mハードルレースの分析を行った。分析の結果、ハードルレースのスタイルはハードリングタイムに依存するハードリングタイム型、インターバルランタイムに依存するインターバルランタイム型、そして、その中間型に分類された。この3分類は身長が関係し、ハードリングタイム型、中間型は180cm以上の選手、インターバルランタイム型は180cm以下の選手に分けられた。また、日本人選手が世界を目指すにあたっての課題は個々の選手で異なるが、世界レベルの選手とのインターバルランタイムの速度差は明らかであり、ある程度ハードリングタイムが固定化されたハードラーは、インターバルタイムを如何に速くするか重点を置くことが重要であろう。

V. 参考文献

- ・ 松尾彰文、持田 尚、法元康二、小山宏之、阿江通良 (2010) 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、陸上競技紀要 6、56-62
- ・ 宮下憲 (1993a) 110mハードルレースにおけるモデルタッチダウンタイムについて、陸上競技マガジン 5月号、202-205
- ・ 宮下憲 (1993b) 110mハードルレースにお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
- ・ 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、佐々木秀幸ほか監修日本陸上競技連盟強化本部バイオメカニクス研究班編世界一流陸上競技者の技術、ベースボールマガジン社、東京、66-87
- ・ 尾縣 貢 (1999) T&Fサイエンス講座 ハードルレース中のスピード変化、陸上競技マガジン 12月号、196-197
- ・ 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、76-95
- ・ 谷川 聡 (2006) 世界トップレベルからみた110mハードル競走の競技特性、スプリント研究 16、24-40
- ・ 谷川 聡 (2007) 世界トップレベルの男子110mおよび100mハードル競走の競技特性、陸上競技学会誌 6、46-54