

世界と日本の一流短距離選手のスタートダッシュ動作に関する
バイオメカニクス分析
—特にキック脚動作に着目して—

貴嶋孝太¹⁾ 福田厚治¹⁾ 伊藤 章¹⁾ 堀 尚¹⁾ 末松大喜²⁾ 大宮真一²⁾ 川端浩一¹⁾
山田 彩¹⁾ 村木有也¹⁾ 淵本隆文¹⁾ 田邊 智³⁾
1) 大阪体育大学 2) 筑波大学大学院 3) 大阪産業大学

I. はじめに

1991年に東京で開催された第3回世界陸上選手権大会以来、日本で2回目の開催となる第11回大会が2007年夏、大阪で開催された。短距離種目では、男子100mの現世界記録保持者であるA.パウエル選手（ジャマイカ）と2007年シーズン急成長のT.ゲイ選手（アメリカ）の対決が注目を集めた。結果はゲイ選手が9秒85（-0.5）で優勝した。パウエル選手は今大会では3位であったが、大会直後の競技会（リエティ・グランプリ）で9秒74の世界新記録を樹立した。

本研究では、第11回世界陸上競技選手権大会（大阪、2007）の男子100mに出場した世界の一流短距離選手と日本代表選手のスタートダッシュ動作の速

度増加にともなう変化について報告する。

II. 方法

1. 調査対象選手

第11回世界陸上競技選手権大会（2007、大阪）の男子100m優勝者の T.ゲイ選手と3位で現世界記録保持者のA.パウエル選手、および日本代表の朝原宣治選手と塚原直貴選手の4名であった（表1）。

2. ビデオ撮影

ゲイ選手とパウエル選手については決勝（それぞれ、9秒85と9秒96）、朝原選手と塚原選手は第一次予選（それぞれ、10秒14と10秒20）におけるスタート動作と中間疾走動作（60m付近）を、観客席最上

表1. 研究対象者

競技会名	氏名	身長(m)	体質量(kg)	測定時記録(秒)
第11回世界陸上 (大阪, 2007)	T.ゲイ	1.83	73	9.85
	A.パウエル	1.90	88	9.96
	朝原宣治	1.79	75	10.14
	塚原直貴	1.80	75	10.20
第3回世界陸上 (東京, 1991) 引用: 伊藤ほか(1994)	C.ルイス	1.88	80	9.86
	L.パレル	1.80	82	9.88
	井上悟	1.68	65	10.47
	杉本龍勇	1.83	77	10.61
	山下徹也	1.74	65	10.55
第12回アジア大会 (広島, 1994) 引用: 斉藤ほか(1997)	マンスール	1.80	75	10.18
	サビン	1.78	90	10.29
	チェン	1.78	65	10.38
	井上悟	1.69	65	10.41
	伊藤喜剛	1.80	63	10.53

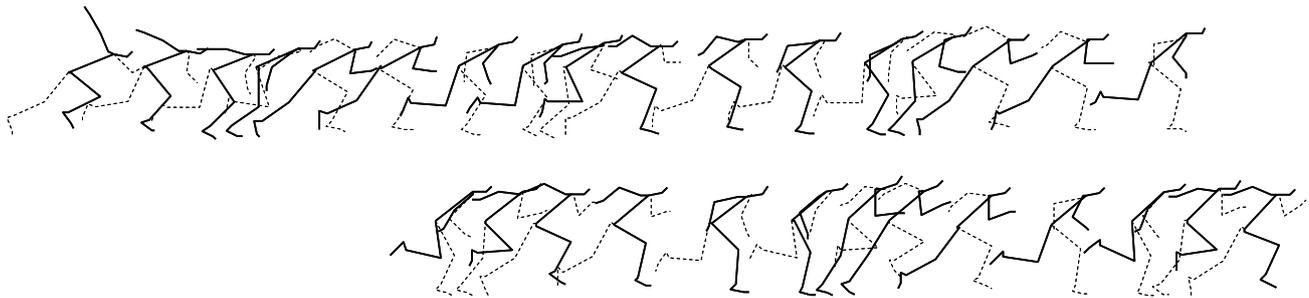
段に設置したそれぞれ2台ずつのハイスピードカメラ（Vision Research社製：Phantom V4.3）によって撮影した（200Hz）。

3. 動作分析

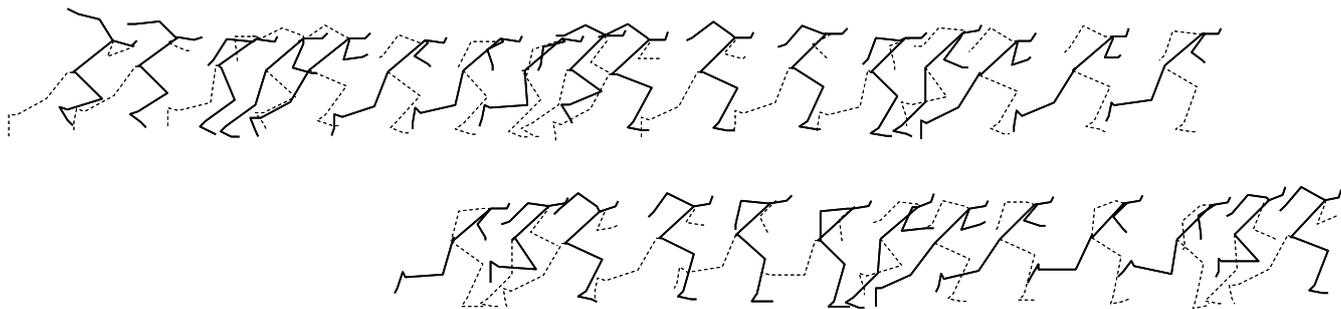
撮影した映像を基に，身体各部23点の座標値をデジタイズし（100Hz），DLT法を用いて3次元動作分析を行った。なお，本研究におけるスタート動作

の分析範囲は，スタートの合図後，どちらかの手が離地する直前からスタート後6歩目までとし，この間を次のように分けて分析した。すなわち，①1歩目；両足がスターティングブロックを離れてから1歩目の離地まで，②2歩目；1歩目の離地から2歩目の離地まで，とし，3歩目以降も同様に定義した。また，中間疾走のデータは，1サイクル（連続する2歩）の平均値から求めた。

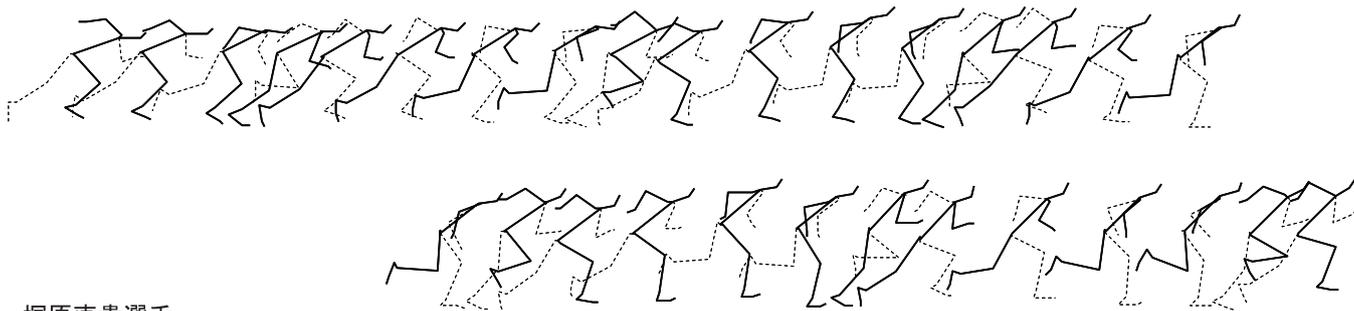
T.ゲイ選手



A.パウエル選手



朝原宣治選手



塚原直貴選手

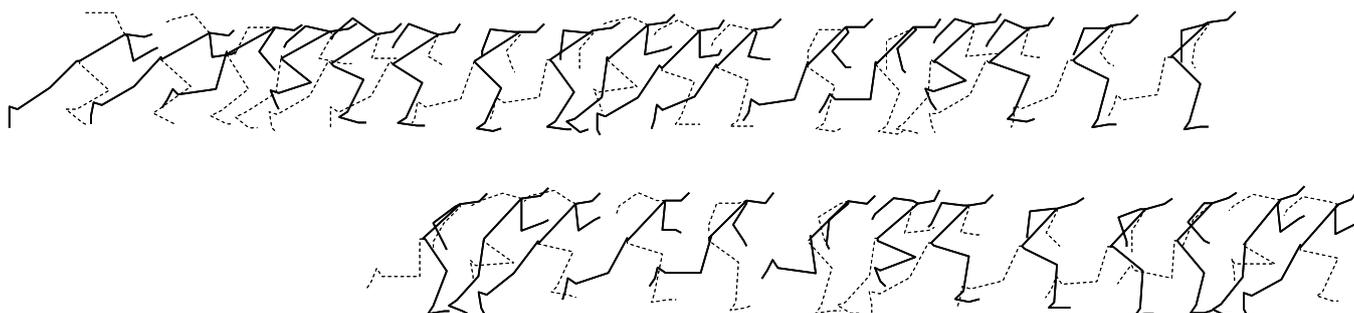


図1. スタートダッシュのスティックピクチャー

表2. 疾走速度

単位:m/秒

氏名	1歩目	2歩目	3歩目	4歩目	5歩目	6歩目	中間疾走
T.ゲイ	4.20	5.21	6.29	6.80	7.46	8.05	11.81
A.パウエル	4.26	5.22	6.29	6.89	7.68	8.08	11.88
朝原宣治	4.17	5.06	6.04	6.70	7.31	7.86	11.50
塚原直貴	3.92	5.14	5.98	6.79	7.41	7.99	11.30
C.ルイス	4.28	5.10	5.96	6.52			11.82
L.バレル	4.30	5.50	6.24	6.74			11.77
井上悟	3.70	4.81	5.69	6.54			11.10
杉本龍勇		5.16	6.07	6.85			10.75
山下徹也	3.66	4.93	5.67	6.48			10.90
マンズール	4.09	5.12	6.12	6.87			11.09
サビン	3.94	5.23	6.05	6.89			11.16
チェン	3.86	4.93	5.84	6.62			10.94
井上悟	4.13	5.07	5.94	6.63			10.93
伊藤喜剛	4.14	5.26	6.26	6.96			10.82

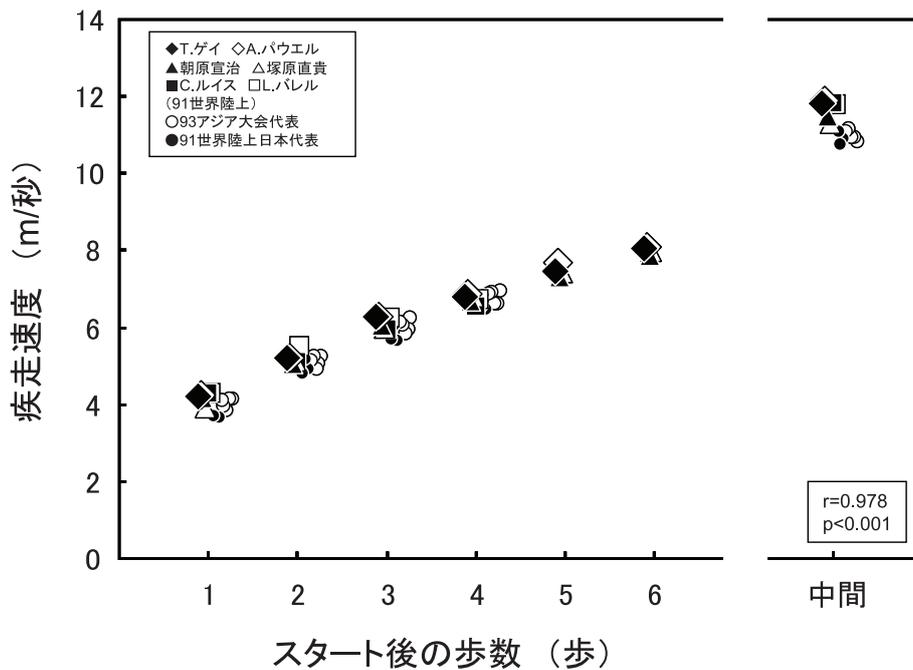


図2. スタート後の歩数と疾走速度の変化

表3. ストライド

単位:m/歩

氏名	1歩目	2歩目	3歩目	4歩目	5歩目	6歩目	中間疾走
T.ゲイ	0.54	1.25	1.28	1.50	1.52	1.64	2.43
A.パウエル	0.73	1.07	1.29	1.35	1.64	1.63	2.46
朝原宣治	0.49	1.10	1.18	1.39	1.46	1.61	2.43
塚原直貴	0.56	1.09	1.31	1.34	1.55	1.53	2.26
C.ルイス	0.72	1.21	1.34	1.53			2.53
L.バレル	0.64	1.32	1.42	1.56			2.59
井上悟	0.55	1.05	1.24	1.39			2.31
杉本龍勇		1.19	1.37	1.54			2.31
山下徹也	0.47	1.05	1.16	1.36			2.22
マンズール	0.45	1.14	1.33	1.49			2.46
サビン	0.78	1.12	1.35	1.46			2.31
チェン	0.39	0.95	1.13	1.29			2.17
井上悟	0.56	1.11	1.25	1.34			2.21
伊藤喜剛	0.71	1.24	1.45	1.59			2.37

表4. ピッチ

単位:歩/秒

氏名	1歩目	2歩目	3歩目	4歩目	5歩目	6歩目	中間疾走
T.ゲイ	3.94	4.16	4.90	4.53	4.90	4.92	4.87
A.パウエル	3.77	4.89	4.86	5.11	4.69	4.94	4.83
朝原宣治	4.28	4.59	5.14	4.82	5.01	4.89	4.74
塚原直貴	3.69	4.72	4.57	5.06	4.77	5.21	5.00
C.ルイス	3.59	4.22	4.43	4.26			4.67
L.バレル	3.71	4.18	4.39	4.34			4.56
井上悟	3.58	4.58	4.60	4.66			4.80
杉本龍勇		4.35	4.43	4.44			4.65
山下徹也	3.62	4.69	4.90	4.75			4.92
マンズール	4.20	4.51	4.60	4.60			4.51
サビン	3.09	4.68	4.23	4.71			4.83
チェン	4.36	5.19	5.16	5.13			5.04
井上悟	4.31	4.55	4.77	4.93			4.95
伊藤喜剛	3.88	4.22	4.32	4.38			4.56

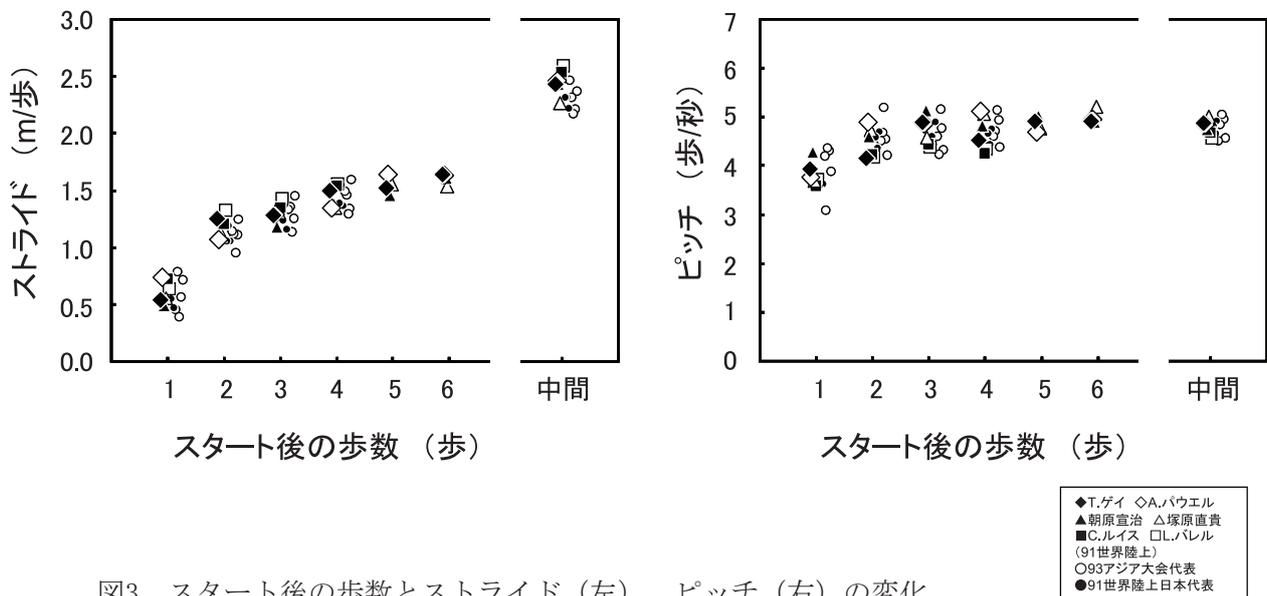


図3. スタート後の歩数とストライド (左) , ピッチ (右) の変化

表5. 歩隔

単位:m

氏名	1-2歩	2-3歩	3-4歩	4-5歩	5-6歩	中間疾走
T.ゲイ	0.45	0.32	0.34	0.33	0.28	0.14
A.パウエル	0.36	0.30	0.26	0.30	0.36	0.10
朝原宣治	0.41	0.44	0.36	0.27	0.27	0.19
塚原直貴	0.25	0.28	0.33	0.20	0.28	0.10
C.ルイス	0.54	0.45	0.31			
L.バレル	0.59	0.37	0.61			
井上悟	0.36	0.24	0.26			
杉本龍勇	0.38	0.41	0.44			
山下徹也	0.53	0.37	0.45			

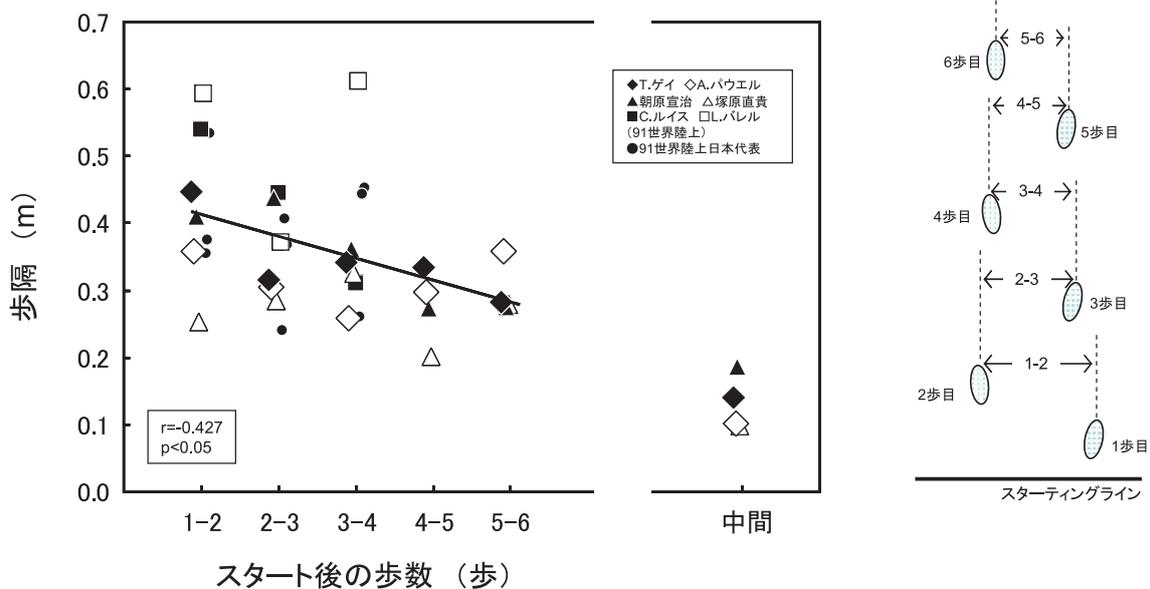


図4. スタート後の歩数と歩隔の変化

4. 分析項目

1歩ごとの疾走速度、ストライド、ピッチ、および歩隔（連続する歩数における接地の瞬間の爪先の左右間隔）の変化、およびキック脚の下肢関節角度、角速度と疾走速度との関係を調べた。

5. 引用データについて

本研究では、分析した4名の選手の特徴を比較検討するために、第3回世界陸上競技選手権大会（東

京、1991）の報告（伊藤ほか、1994）、および第12回アジア大会（広島、1994）の報告（斉藤ほか、1997）のデータを引用し、表と図にあわせて示した。

Ⅲ. 結果と考察

1. スティック・ピクチャー

スタート6歩目までの疾走動作の全体像を知るた

めに、まずスティック・ピクチャー（図1）を求め、以下の分析を進めた。

2. 疾走速度、ストライド、ピッチ、歩隔

スタート後1歩毎の疾走速度は、歩数がすすむにつれて有意に増加した（ $p < 0.001$ 、表2、図2）。また、ゲイ選手、パウエル選手はともにスタート1歩目から中間疾走まで他の選手より比較的高い疾走速度で走っていた。ゲイ選手とパウエル選手を比較するとほぼ同じ値であり、両選手が60m付近までほとんど差がなかったことが確認された。一方、日本代表選手はゲイ、パウエル選手に比べ、スタート直後からすでに速度が低かった。

ストライドとピッチは、どの選手も同じような変化傾向を示した。すなわち、ストライドはスタート1歩目から2歩目に急激に大きくなり、その後も中間疾走にかけて大きくなる傾向を示した（表3、図3左）。ピッチは1歩目から3歩目あたりまで増加し、その後は中間疾走までほぼ同様の値であった（表4、図3右）。今回分析した4選手のうち、朝原選手は、スタートにおいて比較的ストライドが小さく、ピッチがやや高い特徴が観察された。

歩隔は選手間のばらつきが見られたが、スタート後の歩数とともに有意に減少した（ $p < 0.05$ 、表5、図4）。この歩隔の変化傾向は、前回の世界陸上競技選手権大会（2005、ヘルシンキ）における100mレースの報告（伊藤と貴嶋、2006）とほぼ一致していた。特徴的であったのは、塚原選手で、スタートでの歩隔が他の選手より著しく小さかった。

3. スタート後の疾走速度とキック脚動作の関係

1) 下肢関節角度および角度変位

①股関節

キック中、股関節は伸展動作だけが行われ、スタートにおける接地の瞬間の股関節角度は疾走速度の増加にともなう大きな変化は見られなかった（表6、図5左上）。今回分析した4選手の値は、これまで報告されている他の選手と比べてやや小さかった。

一方、中間疾走時にはスタートよりも高い値を示し、選手間での違いは見られなかった。離地の瞬間の股関節角度は、疾走速度の増加にともない有意に増加した（ $p < 0.05$ ；表6、図5右上）。接地期の股関節伸展角変位はばらつきが大きかったが、ゲイ選手はスタートでは減少していく傾向が見られたのに対し、パウエル選手は増加していく傾向がみられた（表7、図5下）。

②膝関節

接地の瞬間の膝関節角度と接地期の最小角度は、スタート後の疾走速度の増加にともない有意に増加した（接地時、最小値ともに $p < 0.001$ ；表8、図6左上と中）。パウエル選手は他の選手と比較して小さい値であった。離地の瞬間の角度はスタートから中間疾走まで統計的に有意ではなかったがやや減少した（表8、図6右上）。その結果、スタートダッシュにおいては全ての選手において接地期前半に膝関節の屈曲角変位がほとんどみられないことがわかった（表9、図6左下）。接地期後半の伸展角変位は、スタートから中間疾走まで有意に減少した（ $p < 0.001$ ；表10、図6右下）。全選手の中で、パウエル選手のスタートにおける接地期後半の膝関節の伸展角変位は他の選手と比べてやや大きい値であったが、中間疾走では伸展動作は見られず、ゲイ選手と同様にむしろ屈曲していた。

③足関節

スタートにおける足関節角度は、接地の瞬間とその後の最小値、離地の瞬間のいずれも疾走速度の増加にともなう変化は見られず、ほぼ一定の値を示した（表11、図7上）。全選手中でゲイ選手は平均的な値を示したが、パウエル選手、朝原選手、塚原選手は接地の瞬間の値、およびその後の最小値が他の選手よりも小さい傾向が見られた。接地期前半の屈曲角変位（表12、図7左下）と伸展角変位（表13、図7右下）は、全ての選手においてスタートから中間疾走までほとんど変化しなかった。

2) 下肢関節の最大伸展速度

①股関節

股関節最大伸展速度はスタートから中間疾走にかけて疾走速度の増加にともない有意に増加した（ $p < 0.001$ ；表14、図8左上）。ゲイ選手は平均的な変化傾向を示したが、パウエル選手はスタート2歩目で、すでに中間疾走時と同じ程度の股関節伸展速度を発揮していた。

②膝関節

膝関節の伸展速度はスタート後、疾走速度の増加にともない有意に減少した（ $p < 0.001$ ；表15、図8右上）が中間疾走ではスタートよりも著しく低かった。スタートにおいて、ゲイ選手とパウエル選手は他の選手よりやや高い値を示したが、中間疾走ではむしろ膝関節を屈曲する速度が観察された。これは両選手が膝を屈曲しながら推進力を発揮するキック動作をしていたことを示している。

③足関節

足関節の伸展速度はどの選手も大きな違いはな

表6. 股関節角度

単位:度

氏名	1歩目		2歩目		3歩目		4歩目		5歩目		6歩目		中間疾走	
	接地時	離地時												
T.ゲイ	78.45	155.94	79.64	154.35	89.29	156.89	98.15	158.22	100.88	167.99	102.24	160.04	151.33	210.32
A.パウエル	100.11	160.94	98.40	163.76	88.98	164.63	77.88	163.23	87.44	166.68	86.36	165.46	142.62	194.57
朝原宣治	89.34	155.88	82.45	150.73	97.10	167.50	88.97	154.72	97.66	172.75	96.24	161.52	147.27	202.27
塚原直貴	85.35	149.77	86.02	167.70	88.98	155.35	96.75	167.73	95.75	160.69	96.43	168.00	137.68	191.98
C.ルイス	110.31	170.71	127.74	162.19	112.56	156.95	129.27	169.74					127.29	198.67
L.バレル	117.18	170.25	100.83	168.15	121.21	165.57	109.76	171.89					133.58	192.83
井上悟	97.06	154.24	115.40	159.86	127.36	163.11	121.61	169.22					140.47	188.55
杉本龍勇			115.81	149.13	117.33	164.97	135.35	165.22					137.10	201.84
山下徹也	112.76	158.71	133.74	161.10	144.96	171.35	136.16	168.98					144.18	195.51
マンズール	106.86	155.15	94.29	148.16	102.42	158.12	92.92	149.25					128.80	198.16
サビン	94.01	163.30	105.38	163.16	112.31	168.74	112.85	170.15					139.77	198.00
チェン	102.90	164.70	108.67	157.95	102.44	162.13	104.43	161.17					151.29	196.49
井上悟	102.66	166.88	117.95	160.78	105.47	171.10	129.53	163.22					142.39	196.62
伊藤喜剛	88.94	174.73	105.00	163.29	88.84	175.20	114.34	169.74					134.01	201.66

表7. 股関節角変位

単位:度

氏名	1歩目	2歩目	3歩目	4歩目	5歩目	6歩目	中間疾走
T.ゲイ	77.49	74.71	67.60	60.08	67.11	57.80	58.99
A.パウエル	60.83	65.36	75.65	85.35	79.25	79.11	51.95
朝原宣治	66.54	68.28	70.40	65.75	75.10	65.28	55.00
塚原直貴	64.42	81.68	66.38	70.99	64.94	71.57	54.30
C.ルイス	60.40	34.45	44.39	40.47			71.38
L.バレル	53.07	67.32	44.36	62.13			59.25
井上悟	57.18	44.46	35.75	47.61			48.08
杉本龍勇	0.00	33.32	47.64	29.87			64.74
山下徹也	45.95	27.36	26.39	32.82			51.33
マンズール	48.29	53.87	55.70	56.33			69.36
サビン	69.29	57.78	56.43	57.30			58.23
チェン	61.80	49.28	59.69	56.74			45.20
井上悟	64.22	42.83	65.63	33.69			54.23
伊藤喜剛	85.79	58.29	86.36	55.40			67.65

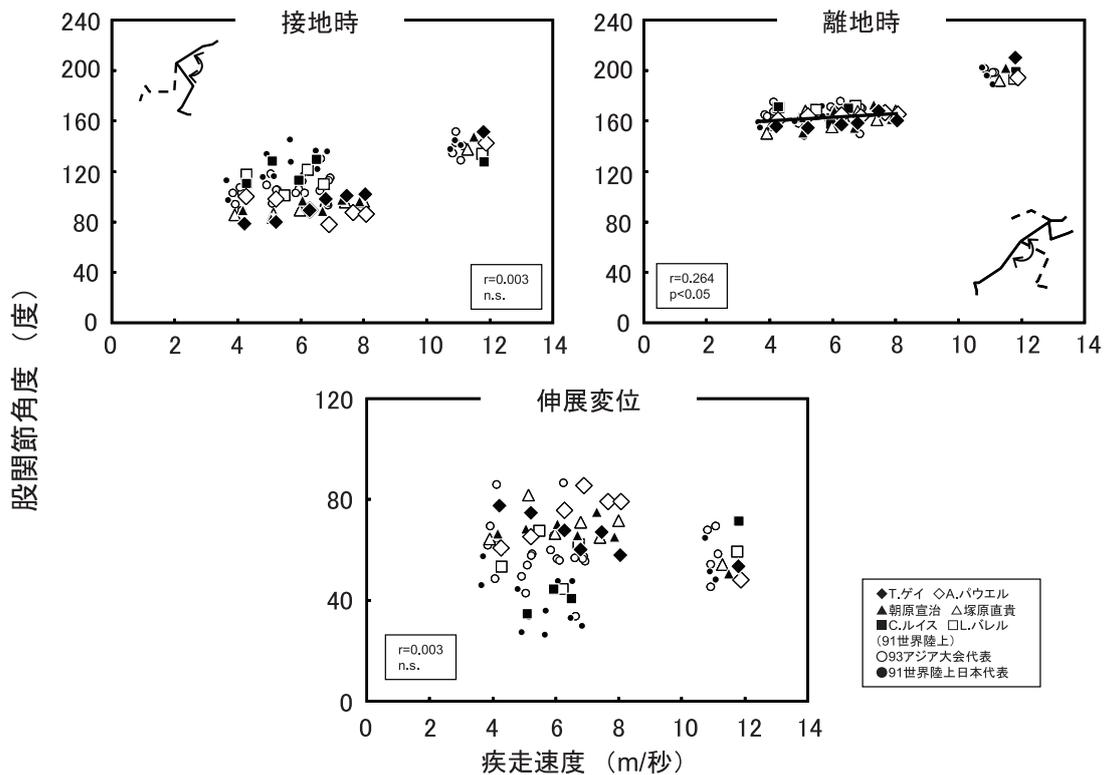


図5. スタート後の疾走速度と股関節動作との関係

表8. 膝関節角度

氏名	1歩目			2歩目			3歩目			4歩目			5歩目			6歩目			中間疾走		
	接地時	最小値	離地時																		
T.ゲイ	102.15	102.15	167.08	107.03	107.03	149.96	119.17	119.17	159.68	127.86	127.86	159.30	137.42	137.42	172.26	133.41	133.41	150.93	164.16	162.53	159.72
A.パウエル	103.00	103.00	153.64	104.52	104.52	147.71	105.01	105.01	151.88	102.71	102.71	146.10	117.84	117.84	151.73	115.17	115.17	146.67	151.94	144.46	143.09
朝原宣治	105.75	105.75	159.31	103.94	103.94	149.72	119.38	119.38	166.98	121.16	121.16	157.00	133.76	133.76	161.86	132.18	132.18	151.53	157.40	148.96	150.15
塚原直貴	94.03	94.03	149.78	110.85	110.85	155.23	114.65	114.65	149.00	123.54	123.54	156.50	127.70	127.70	146.38	128.67	128.67	149.49	149.29	140.96	144.52
C.ルイス	105.94		168.55	124.81		160.35	121.62		150.34	138.74		161.74						148.19	138.68	144.86	
L.バレル	108.46		158.37	100.64		154.64	131.86		152.25	125.10		157.02						140.93	139.53	145.80	
井上悟	106.82		153.66	130.70		163.18	127.36		163.11	121.61		169.22						166.83	143.10	143.10	
杉本龍勇				126.32		145.76	130.82		156.89	142.34		156.18						149.74	149.54	153.92	
山下徹也	130.26		169.74	150.01		172.67	133.93		163.24	150.29		167.20						164.80	149.79	149.79	
マンスール	105.80		149.79	105.01		150.52	119.05		147.67	117.59		146.56						153.71		156.24	
サビン	114.86		163.30	116.08		163.16	127.50		168.74	128.25		170.15						160.34		142.24	
チェン	101.78		157.59	105.54		151.50	113.50		146.53	115.83		145.59						147.86		144.64	
井上悟	105.54		165.97	125.18		161.93	119.17		155.93	135.02		156.55						149.80		144.72	
伊藤喜剛	130.01		177.35	123.77		176.92	121.51		159.93	137.40		165.84						155.66		149.85	

表9. 膝関節屈曲角変位

氏名	1歩目	2歩目	3歩目	4歩目	5歩目	6歩目	中間疾走
T.ゲイ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.63
A.パウエル	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.48
朝原宣治	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.44
塚原直貴	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.33
C.ルイス							-9.51
L.バレル							-1.40
井上悟							-23.73
杉本龍勇							-0.20
山下徹也							-15.01

※マイナスは屈曲を示す

表10. 膝関節伸展角度変位

氏名	1歩目	2歩目	3歩目	4歩目	5歩目	6歩目	中間疾走
T.ゲイ	64.93	42.93	40.51	31.44	34.83	17.52	-2.81
A.パウエル	50.64	43.19	46.87	43.39	33.90	31.50	-1.37
朝原宣治	53.55	45.78	47.61	35.85	28.10	19.35	1.19
塚原直貴	55.75	44.38	34.35	32.96	18.68	20.82	3.56
C.ルイス							6.18
L.バレル							6.27
井上悟							0.00
杉本龍勇							4.38
山下徹也							0.00

※マイナスは屈曲を示す

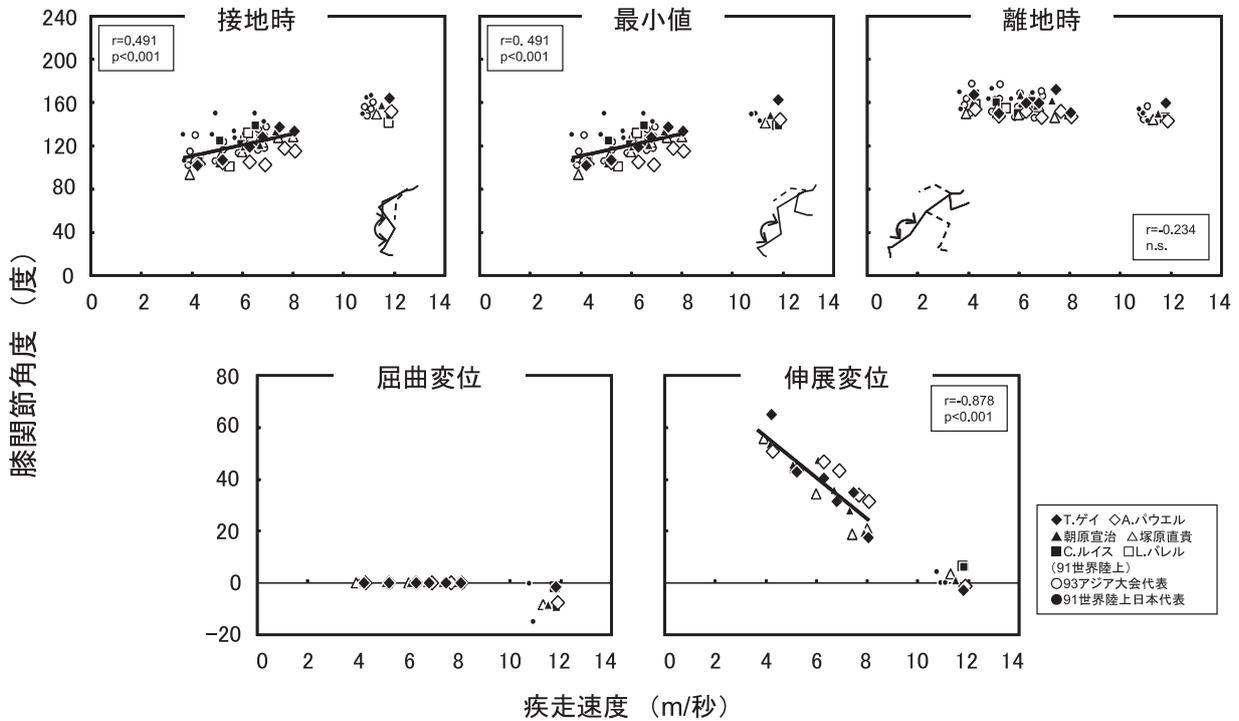


図6. スタート後の疾走速度と膝関節動作との関係

表11. 足関節角度

氏名	1歩目			2歩目			3歩目			4歩目			5歩目			6歩目			中間疾走		
	接地時	最小値	離地時	接地時	最小値	離地時															
T.ゲイ	73.69	62.08	106.99	78.72	71.87	107.78	74.84	63.92	109.91	80.96	76.77	101.98	86.55	80.53	108.41	86.14	80.69	103.18	102.27	82.80	108.89
A.バウエル	67.00	62.36	93.65	66.47	61.46	100.89	69.41	59.26	106.17	70.48	59.84	98.84	73.02	65.86	103.42	67.67	63.57	94.53	87.73	77.30	117.53
朝原宣治	70.23	68.43	104.99	70.12	62.32	113.65	77.65	66.66	99.97	71.92	66.10	102.49	75.70	68.47	105.79	78.34	71.39	100.65	92.78	88.01	131.49
塚原直貴	66.67	63.13	97.89	66.18	61.53	112.56	72.88	64.08	97.50	64.50	64.41	103.64	72.18	69.63	105.46	74.12	66.88	105.39	85.41	76.85	122.89
C.ルイス	78.70		107.61	81.03		93.44	89.60		114.21	84.95		119.40							105.05	83.87	103.92
L.バレル	83.80		119.17	70.08		102.69	72.22		89.94	83.78		108.04							91.77	86.75	117.39
井上悟	67.77		83.04	61.31		109.24	67.56		102.45	74.79		120.62							106.91	94.84	113.39
杉本龍勇				73.25		101.37	83.62		112.93	80.57		102.08							94.31	89.58	123.35
山下徹也	77.69		109.17	70.83		105.39	78.15		119.72	76.16		104.45							97.42	93.32	133.59
マンスール	72.63		106.55	85.79		112.14	72.20		103.84	84.60		96.21							110.09		110.23
サビン	69.46		115.07	70.53		116.85	73.71		114.64	74.89		113.35							101.67		123.36
チェン	76.76		109.71	82.94		111.89	81.11		117.49	77.87		112.35							91.87		122.25
井上悟	80.43		119.76	79.76		113.92	79.97		111.10	82.24		113.36							95.84		114.40
伊藤春剛	81.25		122.85	90.12		129.23	89.62		106.06	93.76		117.12							106.80		136.98

表12. 足関節屈曲角変位

氏名	1歩目	2歩目	3歩目	4歩目	5歩目	6歩目	中間疾走
T.ゲイ	-11.61	-6.85	-10.92	-4.19	-6.01	-5.45	-19.47
A.バウエル	-4.64	-5.01	-10.15	-10.64	-7.16	-4.10	-10.43
朝原宣治	-1.80	-7.80	-11.00	-5.81	-7.23	-6.95	-4.77
塚原直貴	-3.54	-4.64	-8.80	-0.09	-2.55	-7.24	-8.56
C.ルイス							-21.18
L.バレル							-5.02
井上悟							-12.07
杉本龍勇							-4.73
山下徹也							-4.10

※マイナスは屈曲を示す

表13. 足関節伸展角変位

氏名	1歩目	2歩目	3歩目	4歩目	5歩目	6歩目	中間疾走
T.ゲイ	44.91	35.91	45.99	25.21	27.87	22.49	26.09
A.バウエル	31.29	39.44	46.91	39.00	37.56	30.95	40.23
朝原宣治	36.56	51.33	33.31	36.39	37.32	29.26	43.48
塚原直貴	34.76	51.03	33.43	39.22	35.83	38.51	46.04
C.ルイス							20.05
L.バレル							30.64
井上悟							18.55
杉本龍勇							33.77
山下徹也							40.27

※マイナスは屈曲を示す

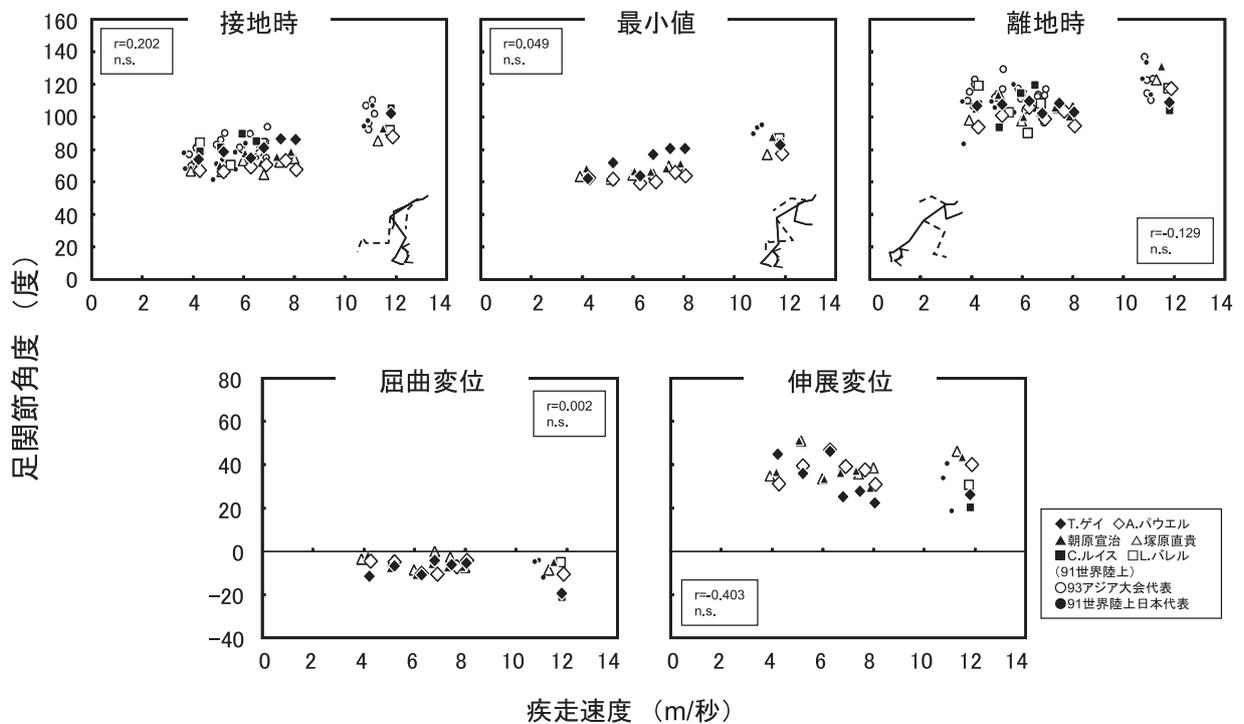


図7. スタート後の疾走速度と足関節動作との関係

表14. 股関節最大伸展速度

氏名	単位:度/秒						
	1歩目	2歩目	3歩目	4歩目	5歩目	6歩目	中間疾走
T.ゲイ	546.01	599.99	590.33	726.23	795.49	658.46	774.52
A.パウエル	616.50	740.73	658.99	660.52	655.81	706.70	693.50
朝原宣治	519.44	590.54	678.51	627.86	795.75	689.15	662.32
塚原直貴	509.03	668.56	603.54	698.35	652.78	711.88	674.12
C.ルイス	509.36	528.27	523.11	556.34			866.38
L.バレル	442.32	658.33	566.66	707.60			794.75
井上悟	479.57	576.97	359.24	473.84			518.57
杉本龍勇		468.68	480.71	433.73			752.30
山下徹也	500.77	427.43	612.49	521.96			584.46
マンズール	413.10	558.06	470.40	625.67			796.50
サビン	663.49	641.14	531.13	687.55			632.00
チェン	627.96	644.58	496.18	660.62			653.80
井上悟	560.35	617.08	605.62	578.11			675.60
伊藤喜剛	705.88	438.31	636.56	536.29			737.50

表15. 膝関節最大伸展速度

氏名	単位:度/秒						
	1歩目	2歩目	3歩目	4歩目	5歩目	6歩目	中間疾走
T.ゲイ	597.21	445.96	478.89	469.25	528.93	261.48	-47.21
A.パウエル	586.81	510.22	469.11	517.48	400.18	334.92	-68.14
朝原宣治	532.63	475.26	557.62	393.73	497.94	285.24	-24.20
塚原直貴	493.42	432.98	404.73	383.40	278.63	299.22	33.92
C.ルイス	515.09	462.38	397.63	386.17			91.68
L.バレル	519.10	709.32	305.96	449.77			114.74
井上悟	394.20	414.82	225.17	350.08			-195.97
杉本龍勇		294.50	303.67	213.14			101.99
山下徹也	491.60	388.47	454.93	317.99			-101.99
マンズール	379.87	587.28	293.93	455.50			212.60
サビン	652.60	478.99	469.25	502.48			45.30
チェン	436.59	538.58	350.08	425.13			47.00
井上悟	526.55	528.27	445.19	768.34			48.70
伊藤喜剛	689.27	507.64	298.51	343.20			130.60

表16. 足関節最大伸展速度

氏名	単位:度/秒						
	1歩目	2歩目	3歩目	4歩目	5歩目	6歩目	中間疾走
T.ゲイ	687.46	592.89	836.58	597.87	605.42	475.91	664.04
A.パウエル	576.52	686.36	746.70	645.98	577.98	526.56	743.70
朝原宣治	533.71	799.43	662.23	650.61	651.66	598.73	739.40
塚原直貴	615.86	623.95	651.86	565.02	638.25	697.32	831.12
C.ルイス	529.99	512.80	494.46	600.46			647.49
L.バレル	574.68	847.98	700.16	556.34			779.85
井上悟	525.98	603.90	625.10	645.15			346.67
杉本龍勇		598.17	455.50	469.25			599.36
山下徹也	480.14	748.86	631.97	861.16			715.10
マンズール	770.63	555.20	799.28	490.45			553.50
サビン	743.13	782.66	765.47	693.28			595.90
チェン	567.23	541.45	571.81	696.72			689.90
井上悟	556.34	760.89	688.70	768.34			697.90
伊藤喜剛	812.45	813.60	637.70	682.97			898.50

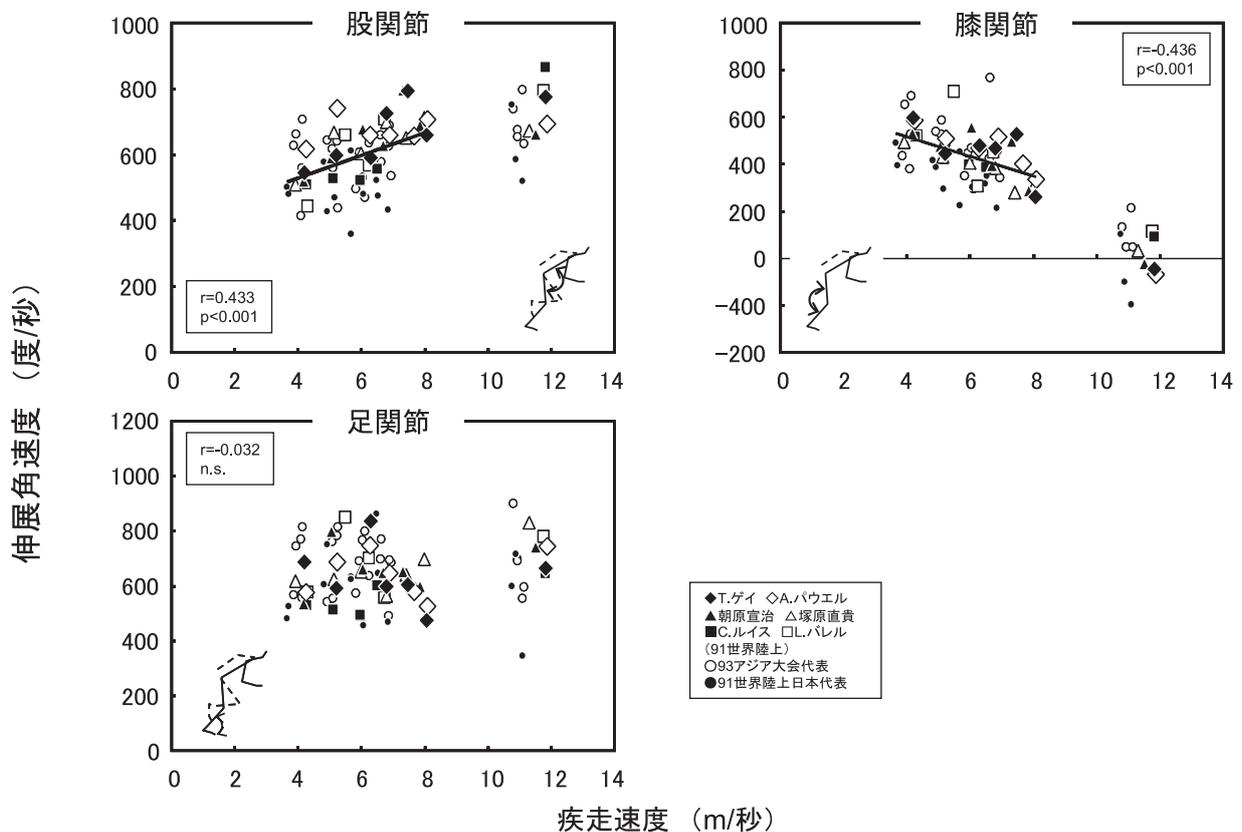


図8. スタート後の疾走速度と下肢関節の最大伸展速度との関係

く、スタートから中間疾走にかけて、疾走速度の増加にともなう変化は見られなかった（表16，図8左下）。

IV. まとめ

本研究では、第11回世界陸上競技選手権大会（大阪，2007）の男子100mに出場した世界と日本の一流短距離選手のスタートダッシュ動作について分析し、以下の点が明らかになった。

1. 全ての選手に見られた平均的な変化傾向は、
 - 1) スタート後の速度増加とともにストライドが増加する。
 - 2) スタート後ピッチは約3歩目まで増加し、その後は一定の値を示す。
 - 3) スタート後の速度増加とともに歩隔は減少する。
 - 4) スタートダッシュでは股関節と膝関節を伸展して加速力を発揮する。
 - 5) 中間疾走では膝関節を伸展せず股関節を伸展して加速力を発揮する。
 - 6) 足関節の伸展角変位と角速度はスタートから中間疾走まで変化しない。
2. ゲイ選手とパウエル選手はスタート直後から日本代表選手より高い疾走速度を発揮していた。
3. 朝原選手は、スタートダッシュにおいて比較的ストライドが小さく、ピッチが高かった。
4. ゲイ選手とパウエル選手は、中間疾走において膝関節を屈曲しながら股関節を伸展して加速力を発揮していた。

参考文献

- 伊藤 章・貴嶋孝太（2006）スタートダッシュから中間疾走までの着地位置の変化—特に歩隔に着目して—。陸上競技研究紀要，2：1-4。
- 伊藤 章・斉藤昌久・佐川和則・加藤謙一・森田正利・小木曾一之（1994）世界一流スプリンターの技術分析。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，pp31-49。
- 斉藤昌久・伊藤 章・佐川和則・伊藤道郎・加藤謙一・市川博啓（1997）アジア・トップスプリンターのスタートダッシュの動作分析。日本陸上競技連盟強化本部バイオメカニクス研究班編 アジア一流陸上競技者の技術。創文企画：東京，pp. 11-31。