

3) 陸上の科学

大西章(慶応高) まとめby鈴木

大西さんが、陸上部の先生からコピーさせてもらったということで、「Coaching Clinic」という雑誌を紹介してくれました。スポーツもかなり科学的な研究が進んでいるようで、「とにかく走り込め」というような精神主義ではだめだということが言われはじめています。物理の立場から興味深い文章と数値の表を転載しましょう。それらの数字のうち、トルク(つまり力のモーメント)やホッピングでのパワーの数字などは一つの例として授業で使えそうです。

表2 バルセロナ五輪において有望とされている選手の体力状況(日本陸連科学部)

項目	選手名 測定年度 年齢(歳)	高野 進		井上 悟		杉本 龍勇		山下 徹也		奥山 義行	
		1990年 28	1990年 18	1991年 19	1990年 19	1991年 20	1991年① 23	1991年② 23	1990年 19	1991年 20	
記録		44秒90	10秒38	10秒20	10秒37	10秒30	10秒47	10秒22	20秒80	20秒74	
形態	身長	178.0	166.3	166.4	181.0	179.4	173.7	173.8	168.0	166.9	
	体質	69.7	63.9	67.3	82.4	84.6	69.3	70.4	61.3	62.2	
	%fat	8.8	11.1	13.2	10.1	10.2	9.5	9.5	9.5	9.7	
筋力 CYBEX 60d/s (膝関節)	伸屈力	253	270		298	298	273	293	235	200	
	屈曲力	173	163		220	224	166	166	172	161	
	伸/Wt	3.6	4.2		3.6	3.5	3.9	4.2	3.8	3.2	
	屈/Wt	2.5	2.6		2.7	2.6	2.4	2.4	2.8	2.6	
	屈/伸比	68.4	60.0		73.8	75.2	60.8	56.7	73.2	80.5	
単発パワー	垂直跳	45	58	65	57	59	62	64	55	60	
	ホッピング	34.7	35.5	61.1	38	46.6	63.9	61.9	34.1	35	
連続パワー	自転車	1250	1143		1340	1341	1261	1232	1314	1226	
	パワー	17.9	17.9		16.2	15.8	18.2	17.5	21.4	19.7	

選手強化の具体例について

短距離走の動作分析を下肢関節のトルクの貢献度について詳細に検討してみると、さらに次のことが明らかになっている。

- ①スタートダッシュの2歩目程度までは、支持脚の下肢3関節(股関節・膝関節・足関節)の伸展が貢献している
- ②その後のダッシュでは、支持脚の股関節と足関節の貢献が大きな割合を示す
- ③中間疾走では、股関節と足関節が極めて重要な役割を持っている

この研究結果に基づいて、股関節の伸展トルクを有力選手について測定した結果は、次のようである(1990年測定値)。

単位は、Nm(ニュートンメートル)($kg \times L(m) \times 9.8$:ただしLは、回転の中心軸から力点までの距離、9.8は重力加速度を表す)。Nm/kgは、体重1kg当たりの回転トルクを示す。

杉本龍勇選手 6.52Nm/kg
高野 進選手 6.21Nm/kg
奥山義行選手 5.97Nm/kg
青戸慎司選手 5.54Nm/kg

杉本龍勇選手の値が最も大きく、高野進選手の値も大きい。高野進選手の体力的特徴は、この股関節伸展トルクが大きいということであり、これが最も重要である。

股関節伸展の主動筋は、ハムストリングスで、これは膝関節の屈曲筋でもある。また大臀筋も重要な役割をしている。奥山義行、青戸慎司の両選手の課題はハムストリングスと大臀筋の筋力アップである。

下に示す足関節の底屈パワーは、フォースプレートの上で「その場連続跳躍(両足ホッピング)」を行うことによって評価する。単位はW/kg(ワット/体重)。

山下徹也選手 63.9W/kg
井上 悟選手 61.1W/kg
中道貴之選手 56.5W/kg

今年活躍した、山下徹也、井上悟の両選手の特徴は、足関節パワーの大きさにあるといえよう。

表2に、バルセロナ五輪において出場が有望とされている選手の体力状況について示した。表をもとに以下、各選手についてコメントすれば、次の内容となろう。

高野 進選手

足関節パワーをもう少しアップすることにより、さらに楽なスピードアップが可能となろう。(以下略)

また、Y P C 報告のNo. 4 2で大西さんから紹介のあった91年世界陸上の100m決勝でのC. ルイスやL. バレルのデータに関して詳しい表がありました。(他の選手のデータも。)V-Tグラフを書かせたりするときの例として使えるのではないのでしょうか。以下、その分析の文章と表です。

男子100mのレース中の速度変化

日本陸連バイオメカニクス研究特別班の測定による男子100mの決勝レース中の10mごとの速度変化を示したものが表1(P30)である。

C. ルイス選手のリアクションタイム(号砲の瞬間から足がスターティングブロックを離れるまでの時間)は、0.140秒でD. ミッチェル選手、R. スチュワート選手、L. バレル選手、L. クリステイ選手に続いて5番目である。30mの通過タイムは、R. スチュワート選手が3秒79でトップ、2位はL. バレル選手とD. ミッチェル選手で3秒80。C. ルイス選手は3秒88と第7位である。

50mの通過タイムは、R. スチュワート選手が1位(5秒54)、2位L. バレル選手と、D. ミッチェル選手(5秒55)と30mのときと変わらないが、C. ルイス選手は5秒61で6位を走っている。

L. バレル選手は、60m地点でR. スチュワートを捕らえ、80m地点で単独トップに立った(8秒12)。C. ルイス選手は70mの5位から80mにかけて一気に2位に上昇し、80m地点では8秒13とL. バレル選手に肉迫している。90m地点では、C. ルイス選手が9秒00でトップに立ち、L. バレル選手は9秒01、D. ミッチェル選手は9秒02となり、100m決勝地点で、1位C. ルイス選手9秒

86、2位L. バレル選手9秒88、3位D. ミッチェル選手9秒91という結果となった。

C. ルイス選手は、70mから80mにかけての追い込みにおいてトップスピードが出ており、この区間10mの平均速度は12.05m/秒で、全選手中で最高値である。90mから100mの最後10mの平均速度も11.63m/秒と他の選手を圧倒している。

L. バレル選手の最高速度は70~80m区間で11.90m/秒、D. ミッチェル選手の最高速度は、60~70m区間、及び70~80m区間の2区間で得られ、11.63m/秒であった。

最高速度とそれが得られた区間を、他の選手について見てみると、次のようである。

4位 L. クリステイ選手(9秒92)：40~50m区間、及び70~80m区間、11.76m/秒

5位 F. フレデリクス選手(9秒95)：70~80m区間、11.76m/秒

6位 R. スチュワート選手(9秒96)：40~50m区間、11.63m/秒

7位 R. ダシルバ選手(10秒12)：70~80m区間、11.49m/秒

8位 B. スリン選手(10秒14)：70~80m区間、11.49m/秒

このように見ていくと、男子100mでは最高速度は70~80m付近で得られている場合が多い。このことが、最新のスプリント情報として最も大切な事実であるといえよう。

従来の100mでは、スタート後に速

やかな加速段階をへて、40~50mといったレースの比較的早い時期に最高速度に達し、あとはその速度を維持するスピード持久性が大切であるといわれている。

しかし、こうした古典的な考え方は、そろそろ改めるべき時期にきているということがいえよう。

今回の'91世界陸上100mに出場した日本の杉本龍勇、井上悟、山下徹也の3選手の速度曲線を示したものが図1である。

最高速度は、井上悟選手の場合は50~60m区間で得られた11.32m/秒であり、山下徹也選手の場合は60~70m区間で得られた11.07m/秒、杉本龍勇選手の場合は60~70m区間で得られた10.75m/秒であった。

世界のトップスプリンターが最も速い速度で疾走する70~80m区間において、日本選手はもうすでに速度は頂点に達した後であり、下降状態なのである。これでは世界の^{ウツ}舞台で活躍できるとはいえない。

すなわち、100m走というものに対する走りのイメージを根本的に改造する必要があるといえよう。

表1 '91世界陸上の男子100m決勝のときの各選手の速度変化

誤差±0.02秒

順位	通過タイム(秒)			リアクションタイム	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m
	区間タイム(秒)	平均スピード(m/秒)												
1	C.ルイス	0.140	6 1.00 1.00 5.31	7 2.96 1.00 9.26	7 3.00 0.92 10.07	6 4.77 0.09 11.24	6 5.61 0.04 11.90	5 6.46 0.05 11.76	5 7.30 0.01 11.90	2 0.13 0.03 12.05	1 9.00 0.07 11.49	1 9.06 0.06 11.63		
2	L.バレル	0.120	3 1.03 1.03 5.46	3 2.89 1.06 9.43	2 3.00 0.91 10.99	1 4.60 0.00 11.36	2 5.55 0.07 11.49	1 6.41 0.06 11.63	1 7.20 0.07 11.49	1 0.12 0.04 11.90	2 9.01 0.09 11.24	2 9.00 0.07 11.49		
3	D.ミッチェル	0.090	1 1.00 1.00 5.56	1 2.87 1.07 9.35	2 3.00 0.93 10.75	1 4.60 0.00 11.36	2 5.55 0.07 11.49	3 6.42 0.07 11.49	1 7.20 0.06 11.63	3 0.14 0.06 11.63	3 9.02 0.00 11.36	3 9.91 0.09 11.24		
4	L.クリスティ	0.126	4 1.05 1.05 5.41	4 2.91 1.06 9.47	4 3.83 0.92 10.07	4 4.72 0.09 11.24	4 5.57 0.05 11.76	4 6.43 0.06 11.63	3 7.29 0.06 11.63	3 0.14 0.05 11.76	4 9.04 0.90 11.11	4 9.92 0.00 11.36		
5	F.フレデリクス	0.151	5 1.06 1.06 5.30	5 2.92 1.06 9.43	5 3.04 0.92 10.07	5 4.73 0.09 11.24	5 5.60 0.07 11.49	6 6.47 0.07 11.49	6 7.33 0.06 11.63	6 0.10 0.05 11.76	6 9.07 0.09 11.24	5 9.95 0.00 11.36		
6	P.スチュワート	0.114	2 1.01 1.01 5.52	2 2.00 1.07 9.35	1 3.79 0.91 10.99	1 4.60 0.09 11.24	1 5.54 0.06 11.63	1 6.41 0.07 11.49	3 7.29 0.00 11.36	5 0.16 0.07 11.49	5 9.06 0.90 11.11	6 9.96 0.90 11.11		
7	R.ダシルバ	0.172	8 1.91 1.91 5.24	8 2.97 1.06 9.43	8 3.90 0.93 10.75	8 4.79 0.09 11.24	8 5.67 0.00 11.36	7 6.56 0.09 11.24	0 7.45 0.09 11.24	8 0.32 0.07 11.49	7 9.22 0.90 11.11	7 10.12 0.90 11.11		
8	B.スリン	0.148	6 1.00 1.00 5.31	6 2.95 1.07 9.35	6 3.87 0.92 10.07	6 4.77 0.90 11.11	7 5.66 0.09 11.24	7 6.56 0.00 11.11	7 7.44 0.00 11.36	7 0.31 0.07 11.49	7 9.22 0.91 10.99	8 10.14 0.92 10.07		
1	'87ローマ大会 C.ルイス	0.196	1.74 1.74 5.75	2.96 1.22 8.20	3.91 0.95 10.53	4.70 0.00 11.36	5.64 0.06 11.63	6.50 0.06 11.63	7.36 0.06 11.63	8.22 0.06 11.63	9.07 0.05 11.76	9.93 0.06 11.63		
1	'80ソウル大会 C.ルイス	0.136	1.09 1.09 5.29	2.96 1.07 9.35	3.90 0.94 10.64	4.79 0.09 11.24	5.65 0.06 11.63	6.40 0.03 12.05	7.33 0.05 11.76	8.10 0.05 11.76	9.01 0.06 11.63	9.92 0.00 11.36		

日本陸連バイオメカニクス研究特別班

◆以下のIAAF規則に御留意ください

規則122.1 スターターは、…レーススタートのいかなる事実に関しても唯一の審判員であるものとする。

規則12.1回のもとに行われる競技における規則162.10…スターティングブロックは、スターターを補助するフライング判定装置に連結されているものとする。本判定装置は、スターターが聞き取れる音信号を発するもので、読み取れる反応時間は常に1000分の100秒以下である。スターターは、フライングがあったと決定する場合には、どの競技者にフライングがあったかを確認するためにフライング判定装置の反応時間を考慮に入らなければならない

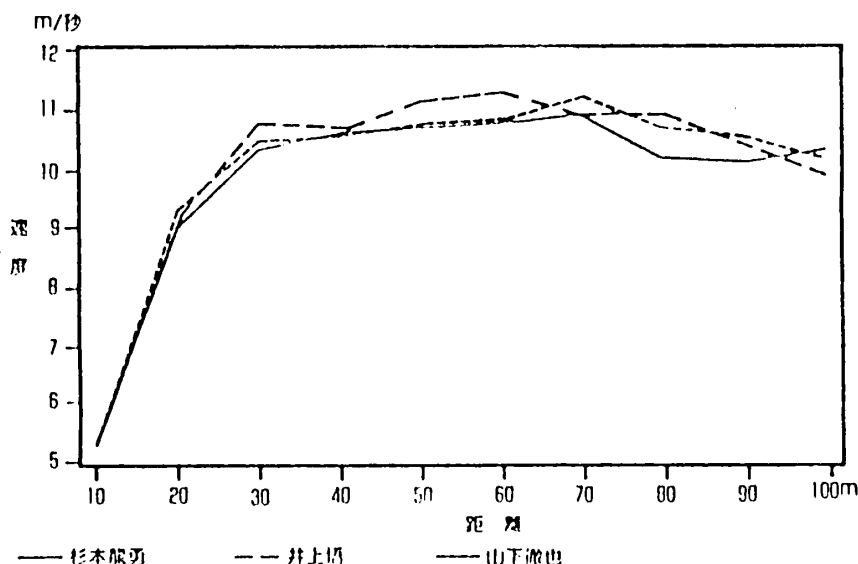


図1 '91世界陸上男子100mの日本選手の走速の変化 (日本陸連バイオメカニクス研究特別班)