

サッカーにおけるインステップ キックの動作分析

大藪 由 夫・高 橋 邦 郎

阿 部 信 悦・佐 藤 宣 紘

I 緒 言

近年、サッカーは、技術的にも理論的にも、著しい進歩を遂げ、発展の一途をたどっている。特に、近代サッカーは、スピーディーにゲームが展開され、フォワード、バックスともに、適確なボールコントロールと、正確で速く、飛距離のあるパスが要求される。その意味からも、インステップキックは、極めて重要であり、試合をするにあたっては、必ず身につけなければならない技術の一つといえよう。

サッカーのインステップキックは、足の甲でのキックであり、ボールを最も速く、かつ最も遠くへ飛ばすことのできるキックである。しかし、初心者にとっては、地面を蹴ってしまいそうな恐怖感や、足の甲でインパクトしたはずのボールに横向きのスピンのかかり、正確に蹴るのが困難なキックの1つでもある。

これまで、インステップキックに関する研究は、様々な面から行なわれてきており、戸町・浅見ら^{1),9),10),11)}は、キネシオロジー的側面から、ボール速度と脚のスイング速度や足の甲との接触時間、脚の伸展パワー等との相互関係について研究を行なっている。また、行元・天野ら^{3),4)}や難波・峯村⁶⁾は、キックの正確性、フォーム分析等からの研究を行ない、高木・風井ら^{7),8)}は、キックにおける筋の作用機序について分析している。しかし、これらの研究は、インステップキック動作と助走速度の関係については考察を行なっておらず、わずかに深倉ら²⁾の熟練者を対象とした研究を見るにとどまっている。そこで本研究は、助走速度がインステップキックされたボールの速度に及ぼす影響について着目し、助走速度と運動成果としてのボール速度の関係について考察するとともに、キックフォームについても分析・検討を試みた。

II 研究方法

1) 対象

熟練者群には、大学サッカー部員10名を、未熟練者群には、サッカーを専門的に行っていない男子学生10名、女子学生10名の計20名を選定した。

表1 被検者の体格と運動歴

Subj.		年齢 (才)	身長 (cm)	体重 (kg)	運 動 歴	
サ ッ カ ー 部 員	Y・K	19	175	75	サ ッ カ ー	5年
	T・Y	19	174	63	〃	8年
	M・N	19	177	80	〃	8年
	J・K	19	168	63	〃	5年
	M・S	20	172	63	〃	3年
	H・I	20	174	66	〃	8年
	A・H	20	166	58	〃	5年
	A・K	20	172	60	〃	2年
	T・S	20	178	64	〃	9年
	K・S	21	171	65	〃	5年
一 般 男 子 学 生	K・K	19	164	54	バスケット	7年
	M・T	19	167	59	陸 上	5年
	K・S	20	171	66	剣 道	3年
	To・S	21	165	59	陸 上	6年
	Y・S	22	170	68	野 球	10年
	S・K	22	172	66	軟式テニス	10年
	Tsu・S	22	163	63	体 操	10年
	S・A	23	166	54	ス キ ー	3年
	N・K	23	170	63	水 泳	12年
	Ta・S	23	176	70	バレーボール	4年
一 般 女 子 学 生	R・K	19	159	55	バスケット	7年
	A・T	19	157	51	バレーボール	4年
	K・S	19	155	48	卓 球	7年
	Y・K	19	157	68	登 山	3年
	M・M	19	165	60	バレーボール	4年
	K・K	19	163	58	バレーボール	7年
	N・K	19	155	52	バスケット	7年
	Yo・S	21	163	58	陸 上	10年
	Yu・S	21	163	52	〃	4年
	Y・H	22	165	50	バスケット	3年

2) 測定方法

ア) 助走速度の測定

サッカーにおけるインステップキックの動作分析

助走路に光電管セルを設置し、キック地点から後方 0.8m の位置と、そこから 2 m の間隔をおいた位置の、2 地点間の通過に要する時間をオシログラフによって記録し、助走速度を求めた。なお、助走距離は、0 m、3 m、8 m、15m、20m の 5 種類とし、被検者には、各助走距離からのキックをそれぞれ 2 回ずつ、合計 10 回の試技を行なわせた。

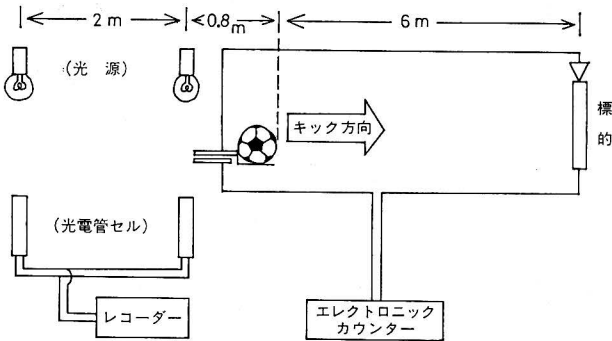


図1 実験場面略図

イ) ボール速度の測定

キック地点から 6 m 離れた位置に標的を設置し、インパクトからボールが標的に到達するまでの所要時間をエレクトロニックカウンター (1/1000 秒単位) によって測定し、ボール速度を求めた。なお、標的の大きさは、縦 1 m、横 0.9 m とした。

ウ) 蹴り足膝関節の動作角変化の測定

各助走距離でのキック時の蹴り足膝関節の動作角変化を測定するために、エレクトロゴニオメーターを装着した。ゴニオメーターの取り付け部位は、下胫骨 (大転子—膝関節側部—距骨) を通る線に固定した。

なお、インパクト時についても、同時記録した。

エ) 16mm 高速度カメラによるフォーム撮影

16mm 高速度カメラを使用し、100 f/sec のコマ数でインステップキック動作を撮影した。なお、分析は、Nac フィルムモーションアナライザーを使用した。その際、被検者には、大転子、膝関節側部、距骨、足先の各箇所マークを付けた。

なお被検者は、各対象群からそれぞれ 1 名ずつ選定し、助走距離は、3 m とフリー (Free) の 2 種類の助走から、それぞれ 2 回の試技を行なわせた。

III 結 果

1) 助走速度

各対象群の助走速度の平均値は、表2に示すようである。

表2 各助走距離における助走速度とボール速度

項 目 Subj.		助走距離		0 m		3 m		8 m		15m		20m	
		ボール速度		助走速度		ボール速度		助走速度		ボール速度		助走速度	
サッカー部員	M・S	22.9	3.6	33.7	7.0	40.5	8.5	38.5	8.9	41.7			
	J・K	22.6	2.8	30.3	4.8	29.6	5.7	30.8	6.4	40.5			
	K・S	20.1	3.9	29.3	5.8	31.4	6.4	33.7	7.4	39.5			
	M・N	29.9	2.5	38.0	5.4	36.6	6.6	38.5	6.4	36.8			
	Y・K	30.0	3.1	30.2	5.6	35.3	6.5	33.3	6.9	37.5			
	T・Y	21.9	3.5	29.3	6.9	35.1	8.9	36.1	8.2	32.8			
	A・H	22.4	2.7	26.0	5.4	35.7	7.3	30.6	7.7	34.3			
	T・S	26.5	2.6	31.1	5.1	33.7	7.0	34.5	7.9	33.3			
	H・I	20.6	4.0	28.2	6.3	33.7	7.6	32.1	8.3	32.6			
	A・K	18.9	3.2	25.4	4.9	26.0	6.1	28.4	5.9	28.0			
M±S.D		23.6 ±3.7	3.2 ±0.5	30.2 ±3.5	5.7 ±0.7	33.8 ±3.8	7.1 ±1.0	33.7 ±3.2	7.4 ±0.9	35.7 ±4.0			
一般男子学生	Tsr・S	19.2	2.5	26.3	5.2	29.9	6.1	29.4	6.4	34.8			
	Ta・S	24.2	3.0	28.7	6.0	33.9	6.5	30.6	7.0	31.1			
	S・A	20.0	3.2	25.9	6.1	33.0	7.2	26.4	6.9	26.1			
	Y・S	16.2	2.9	22.8	5.5	30.9	6.3	32.8	6.3	26.2			
	To・S	15.2	2.5	19.2	5.1	27.5	6.3	24.6	7.0	23.5			
	M・T	16.8	1.7	22.2	4.3	24.8	5.9	27.0	5.7	24.4			
	K・S	19.5	3.4	23.5	5.5	24.4	5.7	25.8	6.0	26.8			
	S・K	17.0	3.2	22.6	4.7	19.9	5.9	25.9	7.1	24.4			
	K・K	18.2	3.4	25.3	7.2	25.6	7.9	20.2	8.0	21.4			
	N・K	19.5	2.5	19.4	5.1	25.2	5.7	20.3	6.0	24.4			
M±S.D		18.6 ±2.4	2.8 ±0.5	23.6 ±2.9	5.5 ±0.8	27.5 ±4.1	6.4 ±0.7	26.3 ±4.0	6.6 ±0.6	26.3 ±3.7			
一般女子学生	K・S	10.7	2.0	15.9	4.5	26.4	5.8	25.0	5.2	20.8			
	Yo・S	12.7	2.7	18.6	4.5	22.0	5.3	24.6	6.5	20.0			
	R・K	18.5	2.4	23.3	4.3	14.7	5.0	16.7	4.5	15.9			
	K・K	13.6	2.3	16.9	5.1	19.4	6.0	19.4	6.1	22.7			
	Yu・S	15.2	2.1	18.3	4.3	20.1	5.0	15.2	5.7	15.7			
	Y・H	11.7	2.6	16.0	4.3	20.1	4.2	14.5	4.3	17.0			
	Y・K	14.3	2.2	16.8	4.7	12.5	5.7	19.2	5.7	12.9			
	A・T	12.4	2.4	12.0	4.2	17.4	5.7	17.1	5.9	15.7			
	N・K	12.4	2.5	14.9	4.5	17.1	4.2	17.3	4.8	16.1			
	M・M	13.1	2.3	13.5	4.2	14.8	5.1	16.4	5.0	16.5			
M±S.D		13.5 ±2.1	2.4 ±0.2	16.6 ±2.9	4.5 ±0.3	18.5 ±3.8	5.2 ±0.6	18.5 ±3.6	5.4 ±0.7	17.3 ±2.8			

(単位: m/sec)

サッカーにおけるインステップキックの動作分析

助走距離 3 m の場合は、サッカー部員 (3.2m/sec)、一般男子学生 (2.8m/sec)、一般女子学生 (2.4m/sec) であった。

助走距離 8 m の場合は、サッカー部員 (5.7m/sec)、一般男子学生 (5.5m/sec)、一般女子学生 (4.5m/sec) であった。

助走距離 15m の場合は、サッカー部員 (7.1m/sec)、一般男子学生 (6.4m/sec)、一般女子学生 (5.2m/sec) であった。

助走距離 20m の場合は、サッカー部員 (7.4m/sec)、一般男子学生 (6.6m/sec)、一般女子学生 (5.4m/sec) であった。

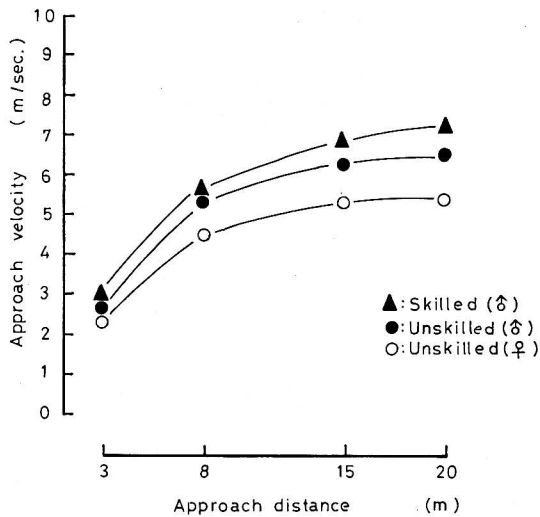


図2 各助走距離における助走速度 (平均値)

すべての助走距離において、その助走速度は、①サッカー部員、②一般男子学生、③一般女子学生の順に優れた値を示した。また、全対象群において、助走距離が長くなるにしたがって、助走速度が速くなる傾向を認めた。

各助走距離における、対象群間の助走速度の差は図3に示すようである。

サッカー部員と一般女子学生との差は、助走距離 3 m のとき 0.8m/sec、助走距離 8 m のとき 1.2m/sec、助走距離 15m のとき 1.9m/sec、助走距離 20m のとき 2.0 m/sec であった。

一般男子学生と一般女子学生との差は、助走距離 3 m のとき 0.4m/sec、助走距離 8 m のとき 1.0m/sec、助走距離 15m のとき 1.2m/sec、助走距離 20m のとき 1.2 m/sec であった。

サッカー部員と一般男子学生との差は、助走距離 3 m のとき 0.4m/sec、助走距離

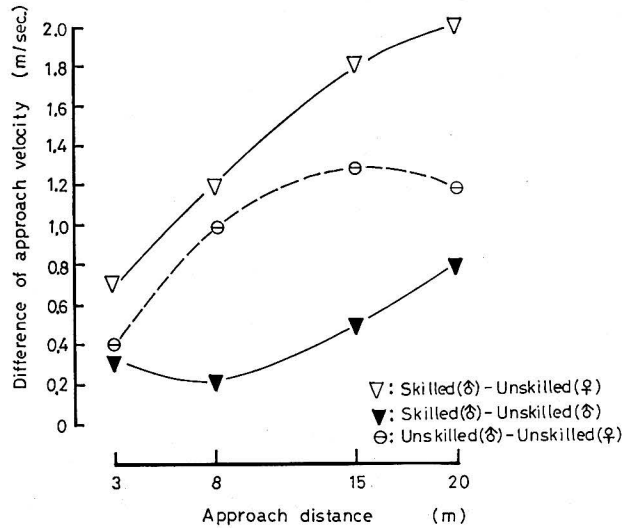


図3 各助走距離におけるグループ間の助走速度差

8 m のとき 0.2m/sec、助走距離 15m のとき 0.7m/sec、助走距離 20m のとき 0.8m/sec であった。

すなわち、助走距離が長くなるにしたがって、熟練度差や男女差が大きくなる傾向が認められた。

2) ボール速度

全被検者のボール速度は、表2に示すようである。

助走距離 0 m の場合では、サッカー部員 (23.6m/sec)、一般男子学生 (18.6m/sec) 一般女子学生 (13.5m/sec) であった。

助走距離 3 m の場合では、サッカー部員 (30.2m/sec)、一般男子学生 (23.6m/sec) 一般女子学生 (16.6m/sec) であった。

助走距離 8 m の場合では、サッカー部員 (33.8m/sec)、一般男子学生 (27.5m/sec) 一般女子学生 (18.5m/sec) であった。

助走距離 15m の場合では、サッカー部員 (33.7m/sec)、一般男子学生 (26.3m/sec) 一般女子学生 (18.5m/sec) であった。

助走距離 20m の場合では、サッカー部員 (35.7m/sec)、一般男子学生 (26.3m/sec) 一般女子学生 (17.3m/sec) であった。

いずれの助走距離においても、ボール速度は、①サッカー部員、②一般男子学生、③一般女子学生の順に優れた値を示した。

さらに、サッカー部員は、助走距離が長くなるにしたがってボール速度も速くなる

サッカーにおけるインステップキックの動作分析

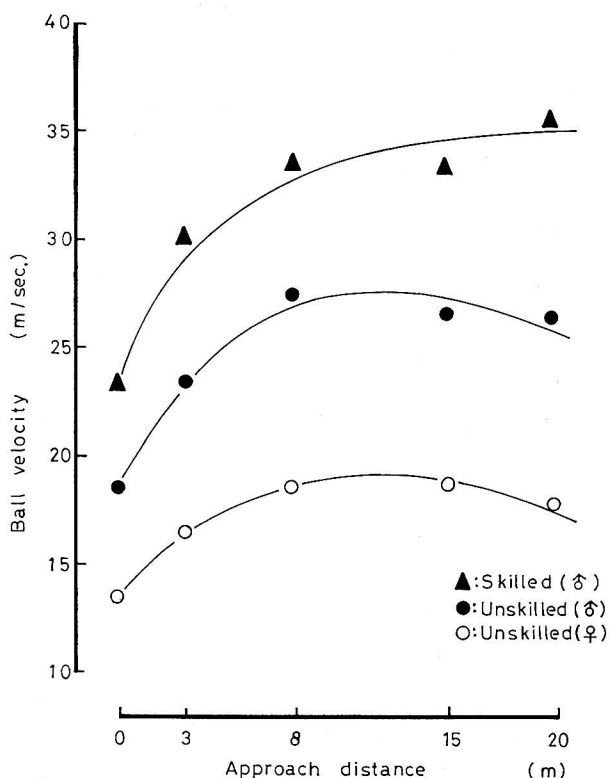


図4 各助走距離におけるボール速度 (平均値)

傾向を示したが、一般男子学生では、助走距離 8 m のときに 27.5m/sec と最高速度に達し、更に助走距離が 15m、20m と長くなるにしたがって下降する傾向を示した。一般女子学生においても類似した傾向を示し、この場合は、助走距離が 8 m と 15m のときに 18.5m/sec と最高速度に達した。

各助走距離における、グループ間のボール速度の差を示したのが図 5 である。

サッカー部員と一般女子学生との差は、助走距離 0 m のとき 10.1m/sec、助走距離 3 m のとき 13.6m/sec、助走距離 8 m のとき 15.3m/sec、助走距離 15m のとき 15.2 m/sec、助走距離 20m のとき 18.4m/sec であった。

サッカー部員と一般男子学生との差は、助走距離 0 m のとき 5.0m/sec、助走距離 3 m のとき 6.6m/sec、助走距離 8 m のとき 6.3m/sec、助走距離 15m のとき 7.4m/sec、助走距離 20m のとき 9.4m/sec であり、助走距離が長くなるにしたがって、ボール速度の差も大きくなる傾向を示した。

一般男子学生と一般女子学生の比較では、助走距離 0 m のとき 5.1m/sec、助走距離 3 m のとき 7.0m/sec、助走距離 8 m のとき 9.0m/sec、助走距離 15m のとき 7.8

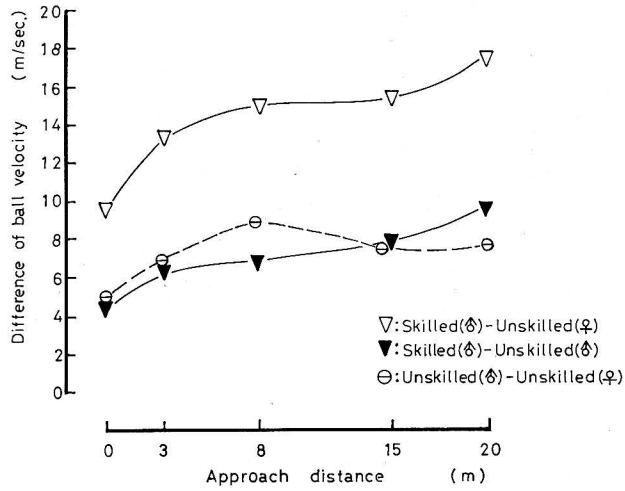


図5 各助走距離におけるグループ間のボール速度差

m/sec、助走距離 20m のとき 9.0m/sec であり、助走距離 8 m以後は、その差がプラトーの状態を示した。

3) 助走速度とボール速度の関係

全被検者の各助走距離からの全試技について助走速度とボール速度の関係は、図6-

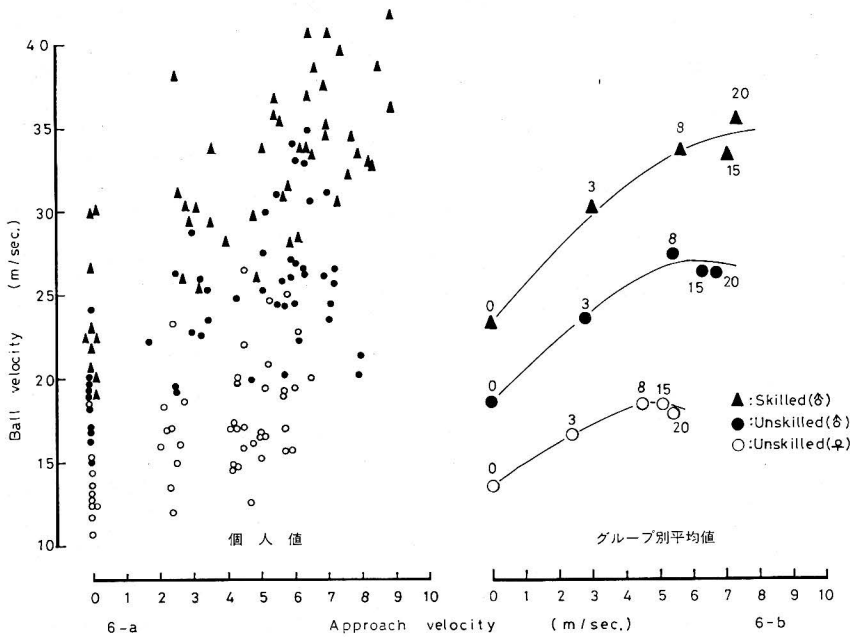


図6 助走速度とボール速度の関係

サッカーにおけるインステップキックの動作分析

(a)に示すようであり、各グループ別の助走速度とボール速度の関係は、図6-(b)に示すようである。

サッカー部員では、助走速度の増加にしたがってボール速度も速くなる傾向を示した。

一般男子学生では、助走速度が 5.5m/sec (助走距離 8 m) のときに最高ボール速度 (27.5m/sec) を示した。

一般女子学生においても、助走速度 5.2m/sec (助走距離 15m) のときにボール速度が最高値 (18.5m/sec) を示し、ボール速度と助走速度の間には、必ずしも直線関係を示さなかった。

さらに、全被検者の最高ボール速度と、そのときの助走速度は、図 7 に示すようであり、相関係数は、 $r=0.7185$ ($P<0.001$)、回帰直線は、 $Y=3.968X+5.6$ であった。

表 3 各被検者の最高ボール速度 (m/sec)

グループ 被検者	サ ッ カ ー 部 員	一 般 男 子 学 生	一 般 女 子 学 生
1	41.7 (8.9)	34.8 (6.4)	26.4 (4.5)
2	40.5 (6.4)	33.9 (6.0)	24.6 (5.3)
3	39.5 (7.4)	33.0 (6.1)	23.3 (2.4)
4	38.5 (6.6)	32.8 (6.3)	22.7 (6.1)
5	37.5 (6.9)	27.5 (5.1)	20.1 (4.3)
6	36.1 (8.9)	27.0 (5.9)	20.1 (4.3)
7	35.7 (5.4)	26.8 (6.0)	19.2 (5.7)
8	34.5 (7.0)	25.9 (5.9)	17.4 (4.2)
9	33.7 (6.3)	25.6 (7.2)	17.3 (4.2)
10	28.4 (6.1)	25.2 (5.1)	16.5 (5.0)
M±S.D	36.6±3.7(7.0±1.1)	29.3±3.7(6.0±0.6)	20.8±3.7(4.6±1.0)

() 内は助走速度

表 4 蹴り足の膝関節角度 (°)

助走距離	項 目	サ ッ カ ー 部 員	一 般 男 子 学 生	一 般 女 子 学 生
0 m	最大屈曲時 インパクト	61.5±16.3 125.7±14.3	63.5±14.2 135.9±20.5	68.3±14.8 130.2±14.5
3 m	最大屈曲時 インパクト	53.7±16.2 108.6±24.5	57.4± 7.1 106.9±11.1	68.9±14.6 109.1±15.5
8 m	最大屈曲時 インパクト	52.4±15.7 113.0±10.4	57.8±11.5 118.5±14.4	68.6±18.6 117.2±21.2
15m	最大屈曲時 インパクト	49.0±14.5 110.1± 9.6	54.8±14.7 112.1± 7.6	68.6±15.1 113.2±18.0
20m	最大屈曲時 インパクト	53.3±16.6 113.5±18.5	54.0± 5.5 110.7±18.1	67.7±17.1 127.5±19.4

(M±S.D)

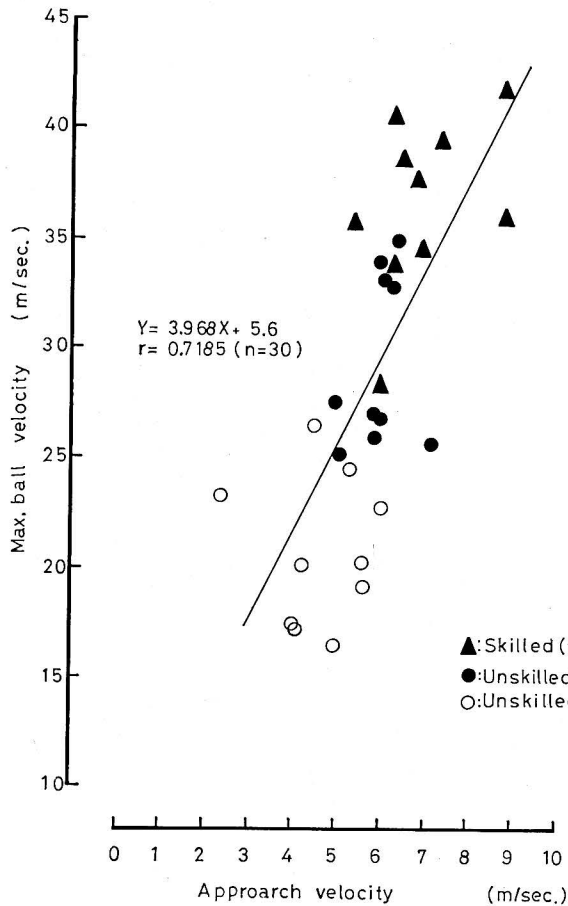


図7 各個人の最大ボール速度と助走速度の関係

4) 蹴り足膝関節の動作角

それぞれの助走距離における蹴り足膝関節の動作角は、表4に示すようである。

最大屈曲時の角度は、サッカー部員の場合、61.5度（助走0 m）、53.7度（助走3 m）、52.4度（助走8 m）、49.0度（助走15m）、53.3度（助走20m）であった。

一般男子学生の場合は、それぞれ、63.5度（助走0 m）、57.4度（助走3 m）、57.8度（助走8 m）、54.8度（助走15m）、54.0度（助走20m）であった。

一般女子学生の場合は、68.3度（助走0 m）、68.9度（助走3 m）、68.6度（助走8 m）、68.6度（助走15m）、67.7度（助走20m）であった。

いずれの対象群においても助走距離が変化しても、蹴り足膝関節の最大屈曲角度には、顕著な変化は認められず、ほぼ一定の値を示した。

さらに、各対象群間の比較では、いずれの助走距離においても、サッカー部員が最も深い屈曲を示しており、一般女子学生は、いずれの助走距離においても最も屈曲が浅い傾向が認められた。

それぞれの助走距離におけるインパクト時の膝関節角度については、サッカー部員の場合、125.7度（助走0 m）、108.6度（助走3 m）、113.0度（助走8 m）、110.1度（助走15m）、113.5度（助走20m）であった。

一般男子学生の場合は、135.9度（助走0 m）、106.9度（助走3 m）、118.5度（助走8 m）、112.1度（助走15m）、110.7度（助走20m）であった。

一般女子学生の場合は、130.2度（助走0 m）、109.1度（助走3 m）、117.2度（助走距離8 m）、113.2度（助走15m）、127.5度（助走20m）であった。

このように各対象群とも、助走距離が0 mのときに、最も膝関節が伸展している傾向を示した。しかし、助走を伴ったキックでは、最大屈曲角と同様に、顕著な変化は、認められなかった。

最大屈曲からインパクトまでの膝関節の角度変化幅については、サッカー部員の場合、64.2度（助走0 m）、54.9度（助走3 m）、60.6度（助走8 m）、61.1度（助走15 m）、60.2度（助走20m）であった。

一般男子学生では、72.4度（助走0 m）、49.5度（助走3 m）、60.7度（助走8 m）、57.3度（助走15m）、56.7度（助走20m）であった。

一般女子学生の場合は、61.9度（助走0 m）、40.2度（助走3 m）、48.6度（助走8 m）、44.6度（助走15m）、59.8度（助走20m）であった。

いずれの対象群においても、助走を行わないときが、最も大きな値を示し、助走を行なった場合には、40～60度の値を示し、顕著な変化は、認められなかった。

最大屈曲からインパクトまでの角速度については、サッカー部員の場合、15.6rad/sec（助走0 m）、19.0rad/sec（助走3 m）、19.5rad/sec（助走8 m）、19.9rad/sec（助走15m）、18.8rad/sec（助走20m）であった。

同様に、一般男子学生では、16.1rad/sec（助走0 m）、15.5rad/sec（助走3 m）、17.5rad/sec（助走8 m）、15.7rad/sec（助走15m）、15.2rad/sec（助走20m）であり、一般女子学生の場合は、14.5rad/sec（助走0 m）、13.1rad/sec（助走3 m）、14.3rad/

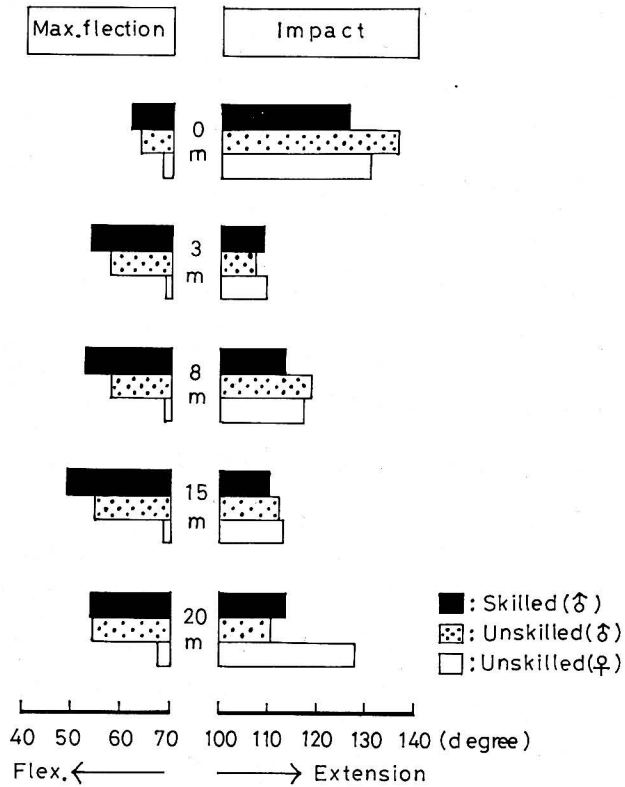


図8 各助走距離における膝関節の角度 (平均値)

表5 各助走距離における膝関節の角速度 (平均値)

Subj. 助走距離	サッカー部員	一般男子学生	一般女子学生
0 m	15.6	16.1	14.5
3 m	19.0	15.5	13.1
8 m	19.5	17.5	14.3
15m	19.9	15.7	14.3
20m	18.8	15.2	15.8

(rad/sec)

sec (助走8 m)、14.3rad/sec (助走15m)、15.8rad/sec (助走20m) であった。

2例を除いた他の助走距離においては、①サッカー部員、②一般男子学生、③一般女子学生の順に優れた値を示した。

サッカーにおけるインステップキックの動作分析

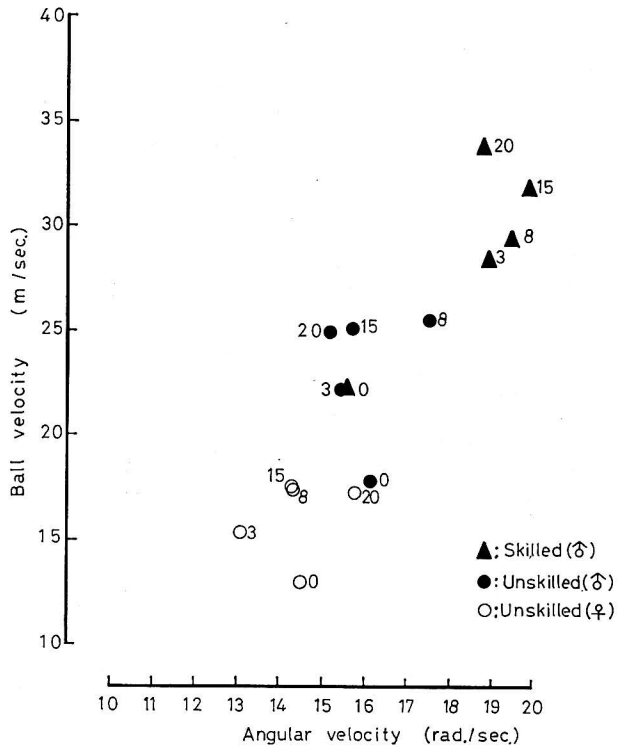


図9 ボール速度と角速度の関係 (平均値)

ボール速度と角速度の関係は、図9に示すようであり、両者の間には、正比例の傾向が認められた。

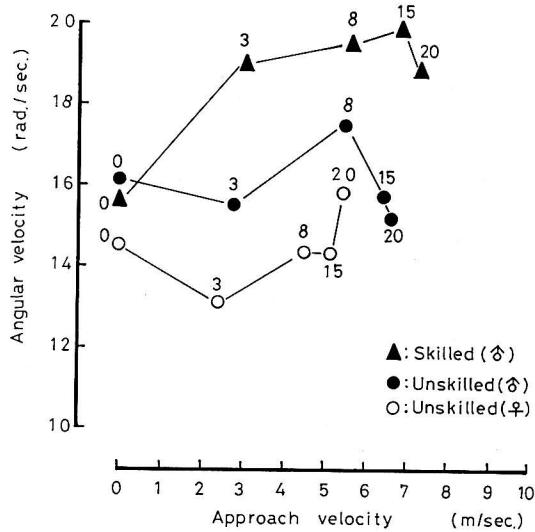


図10 助走速度と角速度の関係 (平均値)

また、助走速度と角速度の関係は、図10に示すようであり、サッカー部員では、助走速度の増加に伴って角速度も増加する傾向を認めたが、一般学生では、男女とも比例関係を示さなかった。

助走速度をほぼ一定 (5.4~5.7m/sec) に限定したときの、ボール速度と角速度の関係は、図11に示すようである。

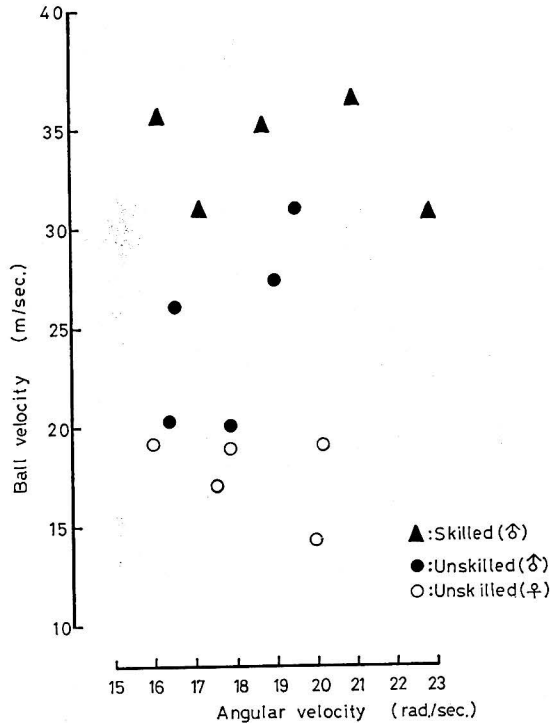


図11 同一助走速度におけるボール速度と角速度の関係 (個人値)

いずれの対象群においても両者の間には、比例関係は、認められなかった。

5) インステップキックのフォーム

インステップキックの足先の軌跡は、図12に示すようである。

支持足の着地時において、蹴り足の足先の床面からの高さは、サッカー部員 (subj. M・S) の場合、助走距離の3mときは44cmであり、フリー助走では55cmであった。

一般男子学生 (subj. K・S) の場合、助走距離3mのときは35cmであり、フリー助走では42cmであった。

また、一般女子学生 (subj. A・T) の場合、助走距離3mのときは、25cmであり、

サッカーにおけるインステップキックの動作分析

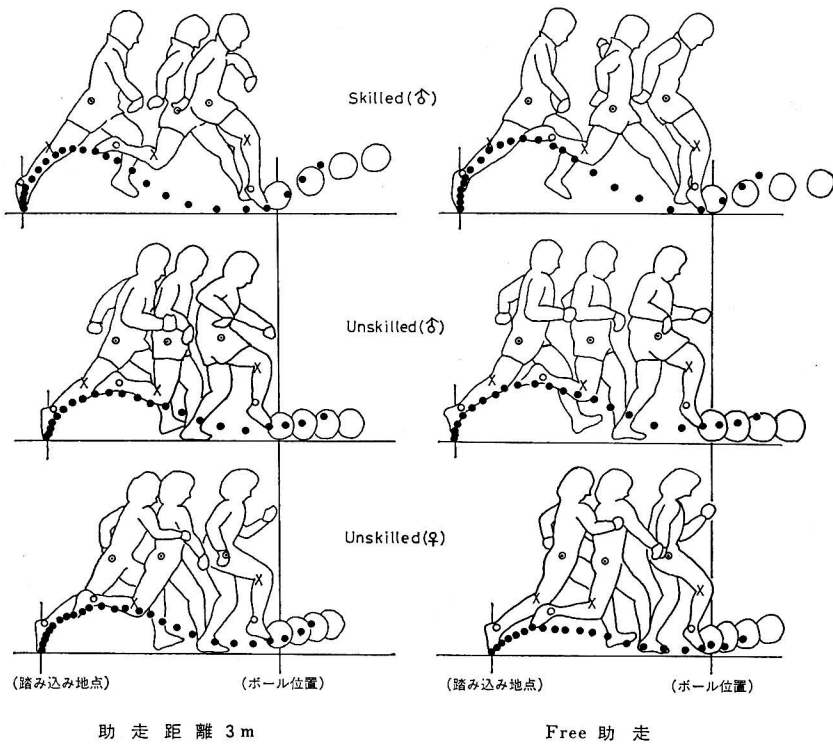


図12 インステップキックにおける足先の軌跡

フリー助走では、20cm であった。

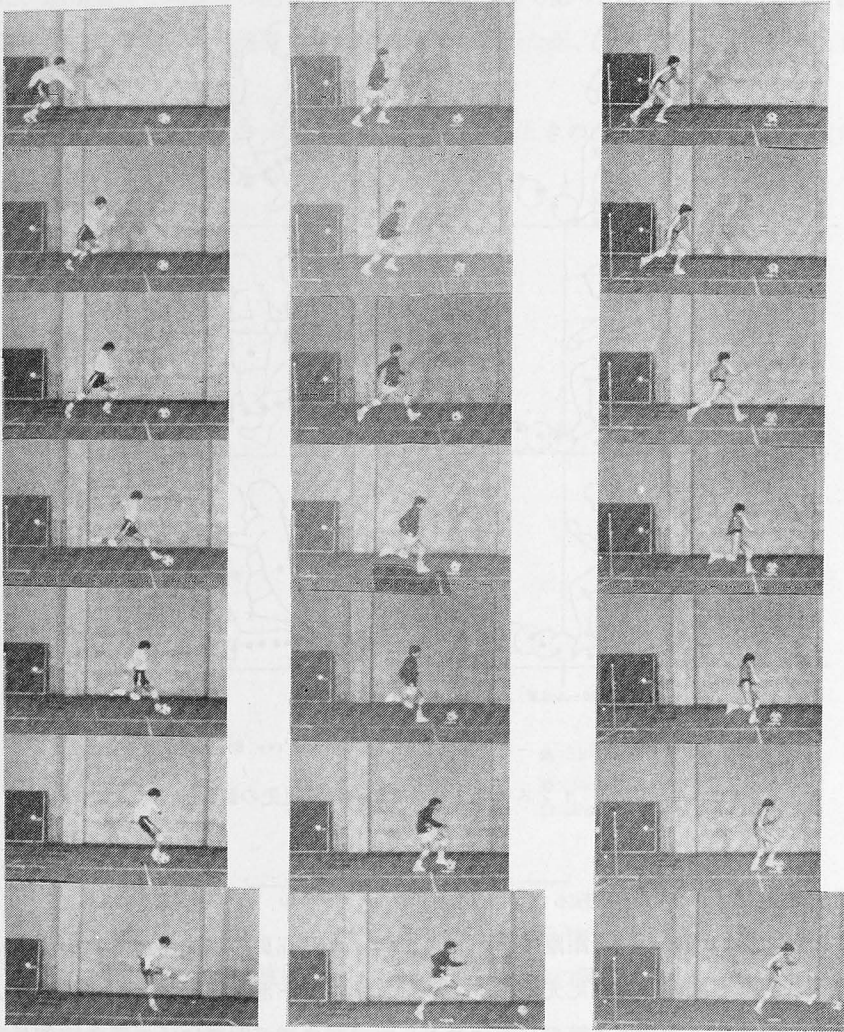
すなわち、いずれの助走距離においても、サッカー部員の足先が最も高い位置にあり、インパクト直前の蹴り足先のスイングも、サッカー部員 (M・S) が最も速い。

踏み込み地点 (支持足着地の一步前) からボールまでの距離は、サッカー部員 (M・S) の場合、助走距離 3 m のとき 1.81m であり、フリー助走では 1.86m であった。

同様、一般男子学生 (K・S) の場合、助走距離 3 m のとき 1.77m であり、フリー助走では 1.90m であった。

また、一般女子学生 (A・T) の場合、助走距離 3 m のとき 1.73m であり、フリー助走では 1.63m であった。

さらに、踏み込み地点から支持足着地点までの距離については、サッカー部員 (M・S) の場合、助走距離 3 m のとき 1.79m であり、フリー助走では 1.85m であり、同様、一般男子学生 (K・S) の場合、助走距離 3 m のとき 1.26m であり、フリー助



サッカー部員

一般男子学生

一般女子学生

写真1 インステップキック時の連続写真

走では1.45mであった。また、一般女子学生（A・T）の場合、助走距離3mのとき1.39mであり、フリー助走では1.35mであった。

このことからわかるように、サッカー部員（M・S）では、支持足がボールのほぼ真横に着地しているのに対し、一般学生では、男女ともボールから30～50cm離れた後方位置に着地している傾向が認められた。

さらにサッカー部員では、足の甲でボールをインパクトしているのに対して、一般

学生では、男女とも幾分、足先に近い部位でインパクトし、いわゆるトーキックの状態にあることが認められた。

IV 考 察

助走速度は、いずれの対象群においても助走が長くなるにしたがって速くなる傾向を示し、さらに、いずれの助走距離においても、①サッカー部員、②一般男子学生、③一般女子学生の順に優れた値を示した。

助走距離が長くなるにしたがって速度が増加するのは、加速の観点からも当然の現象のように思われる。

しかし、助走速度についても、インステップキックの Skill の熟練度差を考慮する必要がある。

助走が単に走運動であるならば、一般男子学生とサッカー部員との差がこれ程顕著ではないように思われる。

すなわち、未熟練者では、助走距離や速度が増加するに伴って、キックのタイミングの取り方が難しくなるため、全力疾走を行なえないことがうかがわれる。

このように、キック時の重心の移動やフォームの合理性、踏み込みからインパクトまでのタイミング等、いわゆるインステップキックの技術が助走速度の増加に伴ってより高度になるものと思われる。

助走速度とボール速度との関係については、これまで述べてきたように、ある範囲内では、正の比例関係が成り立つように思われる。これは、最高ボール速度と助走速度の間に高い相関関係 ($r=0.719$) が認められたことからもうかがえ、助走速度は、ボール速度に影響を及ぼす大きな要因であると言えよう。

しかし、深倉ら²⁾の報告と同様、助走速度とボール速度の直線関係に限界があることについては、本研究からも明らかであった。すなわち、一般学生では、助走速度が最高値に達する前に、最高ボール速度を示し、それ以上の助走速度では、ボール速度は下降、あるいはプラトーの状態を示した。また、サッカー部員においても、助走が高速になると、ボール速度の増加率が小さくなっており、プラトー状態をうかがわせる傾向にあった。

このように、最高のボール速度を生むためには、助走速度の増加に対応したキック動作が重要であり、助走の効果的利用がインステップキックの技術の要因になっているものと思われる。

蹴り足膝関節の動作角については、各対象群間に顕著な差異は認められなかった。

しかし、最大屈曲角は、すべての助走距離において、サッカー部員が最も深い屈曲を示した。これは、サッカー部員のバックスイング（蹴り足の振り上げ）が大きいことによるためである。

最大屈曲からインパクトまでの角度変化幅は、サッカー部員の場合、助走速度が増加しても変動が少なかった。これは、サッカー部員のキック技術が安定しているためであろう。

さらに、ボール速度に及ぼす膝関節角速度の影響は、小さいものと思われる。

すなわち、角速度の増加に伴ってボール速度も速くなる傾向を示したが、助走速度をほぼ一定に限定した場合、ボール速度と角速度の間には、比例関係は認められず、難波ら⁶⁾の報告とは異なった。しかし、サッカー部員と一般学生の間に差異を認めたことから、膝関節角速度は、ボール速度に若干の影響は及ぼすものと思われる。

インステップキックは、助走の最後の一步（支持足の着地）を大きく踏み込むことによって蹴り足が後方へ残り、そこからバックスイングが行なわれる。

サッカー部員では、最も大きなバックスイングが行なわれており、これは、フォースイングを速くするための一助になっているものと思われる。

インパクト時のボールと足の接触部位については、サッカー部員の場合、足の甲でインパクトしているのに対し、一般学生の場合、トー（toe）でキックしているのが高速撮影から認められた。

これは、支持足の着地点とボールまでの距離が、一般学生では離れていることと、足関節が伸展していないためである。

戸刈⁷⁾は、インパクト時における足関節角度とボール速度との間に正の相関関係があることを示唆しているが、足関節の上部にある膝関節角度や腰部を中心とした上体と下肢とのおりなす角度もより密接に関係してくる。さらに、助走速度がボール速度に強く影響してくることは、論をまたない。

すなわち、脚のスイングには、スピードの限界があり、助走速度を上げる以外にボール速度を増す方法はなく、これを有効に活用出来るか否かによって、換言すれば、Skill の差によってボール速度に差異が生じるものと思われる。

しかし、ボール速度に影響を及ぼす要因は、脚のスイングや助走の速度ばかりでなく、浅見ら¹⁾のいうように、当然脚伸展時のパワーが関係している。

このようにインステップの技術を評価することは、極めて難しいが、運動成果としてボール速度をとらえた場合、身体資源としての脚パワー、脚力、あるいは助走速度等が影響してくるのは当然であり、これらを明らかにすることによって、両者を媒介

しているキックの技術的評価が若干なりとも可能になるのではないかとと思われる。

V 総 括

本研究では、サッカーのインステップキックにおいて、助走速度とボール速度の関係を考察するとともに、フォームについても分析検討を行なった。

対象者は、熟練者に大学サッカー部員10名、未熟練者として一般男女学生20名の計30名を選定した。

助走距離は、0 m、3 m、8 m、15m、20mの5種類とし、各助走距離での走速度とボール速度を測定した。

また、インステップキックの動作については、エレクトロゴニオメーターを使用するとともに、高速度カメラ撮影を行なった。

結果は、次に示すとおりである。

1) 助走速度

いずれの助走距離においても、①サッカー部員、②一般男子学生、③一般女子学生の順に優れた値を示した。また、各対象群とも、助走距離が長くなるにしたがって助走速度が速くなる傾向を示した。

2) ボール速度

いずれの助走距離においても、①サッカー部員、②一般男子学生、③一般女子学生の順に優れた値を示した。

3) 助走速度とボール速度の関係

サッカー部員では、助走速度が増加するにしたがってボール速度も速くなる傾向を認めたが、一般男女学生では、最高助走速度のとき、ボール速度はむしろ遅くなる傾向を示した。

4) 膝関節の角速度

いずれの助走距離においても、①サッカー部員、②一般男子学生、③一般女子学生の順に優れた値を示した。

5) インステップキックのフォーム

バックスイングは、サッカー部員が最も足先を高く振り上げており、またインパクト前の脚スイングも最高速度を示した。

更に、支持足の着地については、一般学生では、ボールから30～50cm 後方へ離れた位置に着地しているのに対し、サッカー部員の場合は、ボールの真横に着地しているのが認められた。

インパクト時のボールと足の接触部位については、サッカー部員は、足の甲でキックを行っていたが、一般学生では、トーキックの状態にあることが認められた。

これらのことより、ボール速度を速くするためには、身体資源を有効に活用するとともに、助走速度の効果的利用が重要であるように思われる。

参 考 文 献

- 1) 浅見俊雄, 戸刈晴彦, 菊地武道他: サッカーのキックにみられるパワーとパフォーマンスとの関係について『身体運動の科学』147~157, 杏林書院, 1974.
- 2) 深倉和明, 有吉正博, 古谷嘉邦: 助走スピードがインステップキックのフォーム及びボールスピードに及ぼす影響について「日本体育学会第28回大会号」377, 1977.
- 3) 行元博文, 天野彰夫, 町田望: サッカーのインステップキックにおける実験的研究 (1)「日本体育学会第25回大会号」384, 1974.
- 4) 行元博文, 天野彰夫, 町田望: サッカーのインステップキックにおける実験的研究 (2)「日本体育学会第26回大会号」515, 1975.
- 5) 風井訥恭, 熊本水頼, 山下謙智他: サッカーのインステップキックにおける下肢筋群の作用機序について「日本体育学会第25回大会号」535, 1974,
- 6) 難波邦雄, 峯村昭三: インステップキックに関する実験的研究「日本体育学会第29回大会号」470, 1978.
- 7) 高木公三郎, 熊本水頼, 伊藤一生: キックの筋図的研究 (1)「体育学研究」5-3 79-81, 1961,
- 8) 田中和久, 熊本水頼, 風井訥恭: サッカーのインステップキックにおける技術的分析「日本体育学会第13回大会号」534, 1962,
- 9) 戸刈晴彦, 浅見俊雄, 古谷嘉邦: インステップキックのキネシオロジー的研究 (I)「体育学研究」14-5 154, 1963.
- 10) 戸刈晴彦, 浅見俊雄, 菊地武道他: サッカーのキネシオロジー的研究 (II)「体育学研究」15-5 109, 1964.
- 11) 戸刈晴彦, 浅見俊雄, 足立長彦他: サッカーのキネシオロジー的研究 (IV)「日本体育学会第26回大会号」352, 1975,

(おおやぶ よしを 本学講師 保健体育)

(たかはし くにを 本学助教授 “)

(あべ しんえつ 土崎体育館)

(さとう のぶひろ 東海大学)

ANALYSE VON DER BEWEGUNG DES SPANNSTOSSES IN FUSSBALLSPIEL

Yoshio OHYABU

Kunio TAKAHASHI

Shin'etsu ABE

Nobuhiro SATOH

Resümee

In dieser Forschung versuchten wir die Beziehung zwischen der Ansatzgeschwindigkeit und der Ballgeschwindigkeit in Fußballspiel zu betrachten, die Form beim Spiel zu analysieren.

Als Gegenstand des Studiums wurden 30 Studenten und Studentinnen gewählt; 10 in Fußballspiel sehr geschickte Studenten, die zu dem Klub des Fußballspiels an der Universität zugehören, und 20 allgemeine Studenten und Studentinnen, die Fußballspiel nicht so gut spielen können.

Fünf Ansatzabstände von 0m, 3m, 8m, 15m, 20m wurden bestimmt, und bei jedem Ansatzabstand wurden die Laufgeschwindigkeit und die Ballgeschwindigkeit gemessen.

Die Bewegung des Spannstoßes wurde auch mit dem Elektrowinkelmesser und mit der 16mm Kamera mit hoher Geschwindigkeit aufgenommen.

Das Ergebnis der Forschung ist wie folgendes:

1) Über die Ansatzgeschwindigkeit:

Bei jedem Ansatzabstand ist die Reihenfolge der Ansatzgeschwindigkeit gleich; Die zum Fußballspielsklub zugehörten Studenten sind die erste, allgemeine Studenten sind die zweite, und allgemeine Studentinnen sind die dritte. Jede Gruppe zeigte die Tendenz, daß sie je länger den Absatzabstand hat, desto schneller sie läuft.

2) Über die Ballgeschwindigkeit:

Bei jedem Ansatzabstand ist die Reihenfolge der Ballgeschwindigkeit des Spannstoßes gleich; Die schnellste ist die der Studenten des

Fußballklubs, die zweite ist die der allgemeinen Studenten, und die dritte ist die der allgemeinen Studentinnen.

- 3) Über die Beziehung zwischen der Geschwindigkeit des Ansatzabstandes und der Ballgeschwindigkeit des Spannstoßes:

An den Studenten des Fußballklubs; Je schneller sie zum Stoß ansetzen, desto schneller wird die Ballgeschwindigkeit.

An den allgemeinen Studenten und Studentinnen; Ihre schnellste Ballgeschwindigkeit des Spannstoßes ist nicht immer bei ihrer schnellsten Geschwindigkeit des Ansatz gewonnen worden.

- 4) Über die Winkelgeschwindigkeit des Kniegelenks:

Bei jedem Ansatzabstand war die Reihenfolge der Winkelgeschwindigkeit des Kniegelenks gleich; Die erste sind die Studenten, die zum Fußballklub zugehören. Die zweite sind allgemeine Studenten. Die dritte sind allgemeine Studentinnen.

- 5) Über die Form beim Spannstoß:

Der Hinterschwung des Fußes beim Spannstoß war an den Studenten des Fußballklubs am höchsten, und sie zeigte auch beim Beinschwung vor dem Stoß die höchste Geschwindigkeit.

Noch dazu wurde es gemerkt, daß die Achsenbeine der Studenten des Fußballklubs alle in gleicher Weise recht neben den Ball gestellt waren, während die Achsenbeine der allgemeinen Studenten größtenteils von 30cm bis 50cm von dem Ball entfernt waren.

Beim Stoß stießen die Studenten des Fußballklubs mit den Spannen, während die allgemeinen Studenten mit den Zehenspitzen den Ball stießen.

Nach dieser Forschung können wir schließen, es komme darauf an, daß wir, um die Geschwindigkeit des gestoßenen Ball zu erhöhen, alle Teile des Körpers praktisch und erfolgreich gebrauchen und die Ansatzgeschwindigkeit nützlich verwerten sollen.