

1964

## ホッケー諸動作の光学的解析

財団法人 日 本 体 育 協 会  
東京オリンピック選手強化対策本部  
スポーツ科学研究委員会



# ホッケー諸動作の光学的解析

ホッケー・トレーニングドクター, 航空医学実験隊 横堀 栄  
共同研究者 航空医学実験隊 芹沢 清介  
" 外川 勝己

## 1. はじめに

日本では作業研究 Motion Study の実施はほとんど目視にたよっていた。目視方法には限界がある。そこで客観的にとらえるためには写真のフィルムに写し出す方式や電子回路を利用して記録する方法がある。後者の Electronics の応用による方式は、テレメーターの開発や筋電図、心電図をとることにより、また光電管を利用したスピードの調査など考えられるが、今後の発達にまつところも多い。

フィルムを利用することは、産業界では1958年に生産性本部の招待により、1958年創始者の Mundel がきて紹介して非常な反響をよんだが、日本ではあまり普及していない。それは本方式が、アメリカにおいて考案されたために、すべて16ミリ・シネを基準として考えられ撮影機、映写機などがほとんど輸入品であるので、価格が高いこともある。

作業をフィルムに撮る場合には、普通写真にとる方法と映画をとる方法がある。映画にとる方法は撮影速度によって、次のような4種類の方式に分けることができる。

- (1) 高速度映画：64~10000コマ/秒
- (2) 普通速度：16コマ/秒
- (3) メモーション映画  
1コマ/秒 (60コマ/分)  
1コマ (0.6秒) (100コマ/分)
- (4) コマ撮り映画：1コマ/分, 1コマ/時  
われわれは、ホッケー選手の動作を撮影し、フィルムによって、トレーニング時における状態を

再現し詳細に観察を行ないコーチならびに選手の分析反省資料とするとともに、フィルムコマ数、像の形態、移動状況、速度など定量的な計測を行なったので、その結果について報告したい。

## 2. 実験条件

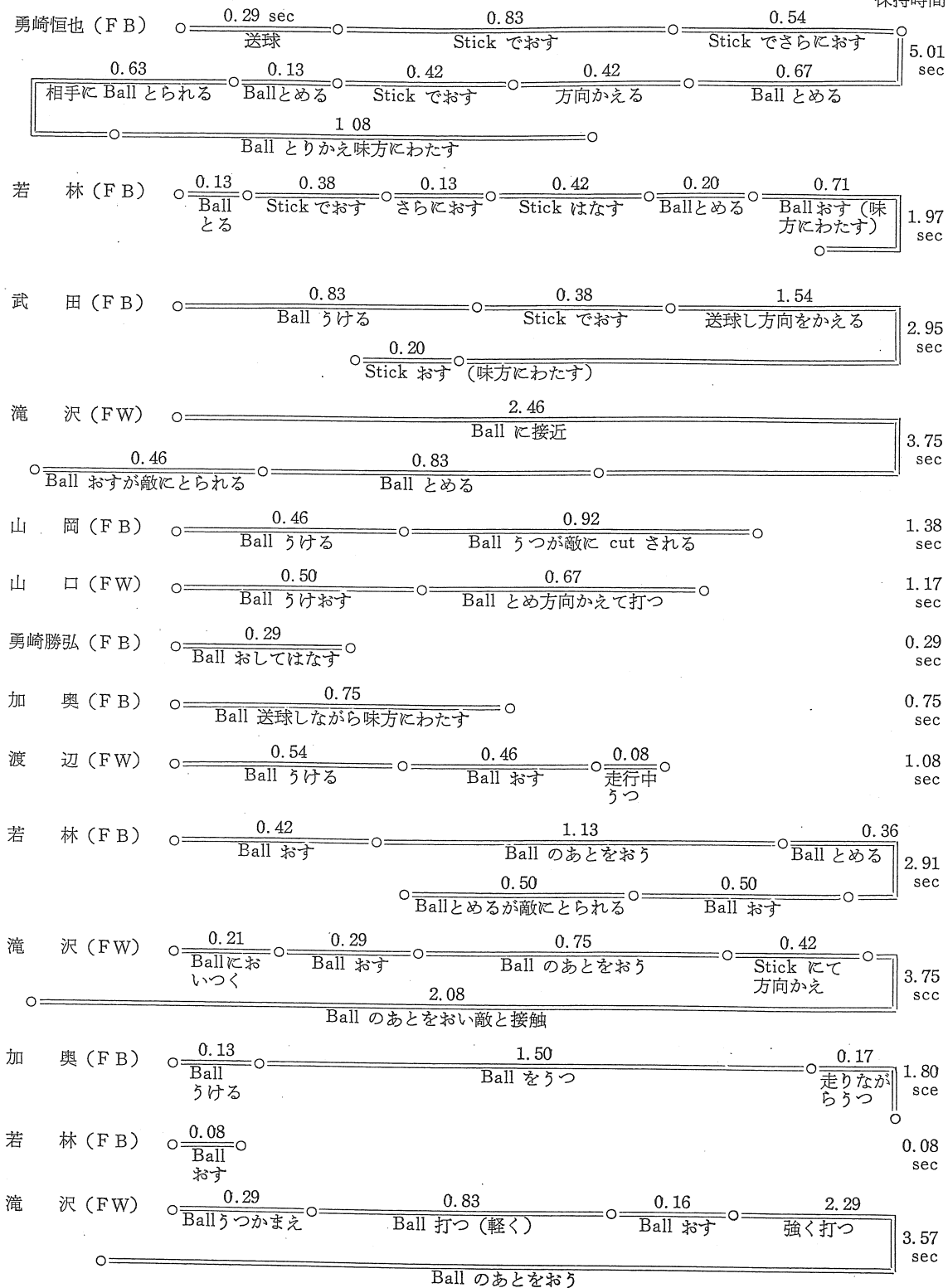
- (1) 調査実施期日  
39年5月27日 (水) および28日 (木) であった。
- (2) 調査場所  
東京都杉並区富士銀行済美山グラウンド
- (3) 被調査者  
ホッケーオリンピック候補選手の練習試合でメンバーは次のようであった。

	白組	赤組
FD	滝沢, 加奥, 渡辺, 岡部, 木原	植中, 山口, 高木, 吉村, 橋本
HB	勇崎(勝), 若林, 山岡	三浦, 岩崎, 武田
FB	谷 (高島), 金沢	勇崎 (恒), 森川
GK	三輪	松本

- (4) 撮影者 High Speed Camera 係3名  
Memomotion Camera 係 1名  
普通撮影機係 1名
- (5) 調査用撮影機
  - ① High Speed Camera (200コマ/sec)  
日立 High Speed camera 16-M  
Film コダック ハイスピード トライ X
  - ② Memomotion Camera) (2コマ/1sec)  
Camera Bolex 16mm

図1 個人別のボール保持動作分析 (24コマ/sec 高速カメラによる)

ボール  
保持時間



Memomotion equipment

③ 普通撮影機

アリフレックス 16mm (24コマ/1sec)

3. 調査成績

調査成績は次のようである。

(1) 個人別のボール保持動作分析

各個人別にボールを味方にパスするか、相手にとられるまでの動作を分析例示してみると図1のようである。

フィルムで追跡した被検者には重複した者もあるが、保持時間は最短0.08秒から5.01秒である。

この分析からみて短時間中に多くの動作のみられた選手たとえば、滝沢選手は軽快な変化の多い

動作をとっていることがわかる。

撮影したフィルムコマ数(1秒間に24コマ)から25人の各選手について、1回のボール保持時間を計算すると、表1のようである。最長時間は1名が6.42秒、次が5.58秒であり、その他は3秒以下である。最も短かい者は0.25秒、次が0.29秒で平均1.73秒である。試合中における各選手のボール保持時間は作戦に直接関係がある。各国選手に比較し、日本人の体格は小さくリーチも短かいため、日本人独自の作戦が必要である。

man to man 方式から、さらに相手1人に対し、2人または3人でリレー方式により戦うことが必要である。平均一人のボール保持時間は平均

写真 2

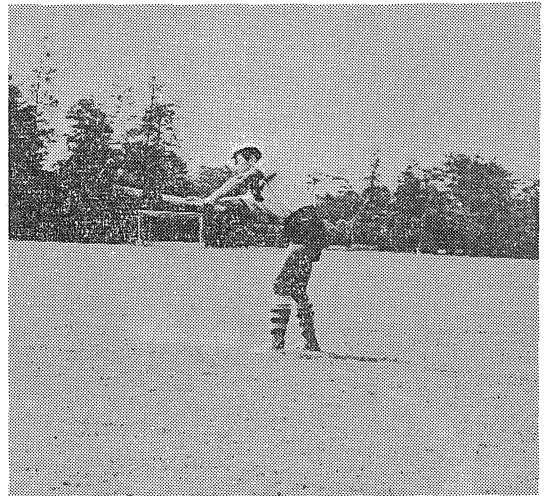


表 1 試合中における各選手のボール保持時間

選手別	フィルムコマ数 (1sec/24)	保持時間
1	17	0.71
2	34	1.42
3	17	0.71
4	44	1.83
5	134	5.58
6	17	0.71
7	29	1.21
8	66	2.75
9	154	6.42
10	6	0.25
11	25	1.04
12	36	1.50
13	27	1.13
14	9	0.38
15	53	2.21
16	52	2.17
17	36	1.50
18	42	1.75
19	47	1.96
20	14	0.58
21	48	2.00
22	69	2.88
23	7	0.29
24	23	0.96
25	29	1.21

平均保持時間 1.73秒

1.73秒で短かい。パキスタン、インドのような個人プレーの多いチームに比較して短かく、また日本チーム独特のものと思われる。

(2) スティックでボールを打つ動作の解析

フリーヒットの動作は写真1のようである。

フリーヒットにおいてスティックをふり上げ、ボールを打つまでの時間は個人により、また個人でも打つ場の精神状態(たとえば、思いなおしてうちなおす場合)により、打球時間がちがってくる。表2のようである。

① スティックにボールをあわせふりあげ、ボールをうち、うち終るまでの動作は12回平均で0.88秒、最もはやいのは0.42秒、最も遅い1.83秒であった。

表 2 スティックでボールを打つ動作の解析 (24コマ/1sec 高速カメラによる)

選手名	フィルム コマ数	換算時間	動 作	選手名	フィルム コマ数	換算時間	動 作
橋 本	0	sec	Stick Ball に合わせる	高 島	0	sec	Stick 振り上げ止める
	13	0.54sec	Stick を振り上げる		4	0.17sec	打球動作
	16	0.60sec	Ball に当る		5	0.31sec	Ball 離れる
	28	1.77sec	打ち終る		15	0.63sec	打ち終る
	39	1.63sec	次の姿勢に変る		24	1.00sec	次の姿勢になる
若 林	0	sec	走りながら Stick Ball に 合わせる	滝 沢	0	sec	Stick 構える
	2	0.08sec	振り上げる		6	0.25sec	上にあげ振り下す
	10	0.42sec	目標に対し Stick かま えなおし		9	0.38sec	Ball にあてる
	17	0.70sec	再び Stick を振り上げる		11	0.46sec	打ち終る
	20	0.83sec	最上部で止める		17	0.71sec	次の姿勢になる
	23	0.96sec	Ball に当る	滝 沢	0	sec	Stick 構える
	24	1.00sec	Ball, Stick より離れる		6	0.25sec	上にあげ振り下す
	25	1.04sec	打ち終る		8	0.33sec	Ball にあてる
30	1.25sec	次の姿勢に変る	9		0.38sec	Ball 離れる	
勇崎(勝)	0	sec	Stick 振り上げる		20	0.83sec	打ち終り
	6	0.25sec	一度止める	29	1.21sec	次の姿勢になる	
	8	0.33sec	更に振りあげる	三 輪	0	sec	Stick 構え Ball に付ける
	12	0.50sec	最上部で止める		11	0.46sec	振り上げ止める
	15	0.63sec	Ball に当る		15	0.53sec	Ball を打つ
	16	0.67sec	Ball, Stick より離れる		16	0.67sec	Ball 離れる
	26	1.08sec	打ち終る		23	0.96sec	打ち終る
33	1.38sec	次の姿勢になる	30	1.25sec	次の姿勢になる		
松 本	0	sec	膝の高さで構える	三 輪	0	sec	Stick 構え Ball に付ける
	9	0.38sec	Stick と Ball を合わせる		6	0.25sec	振り上げ止める
	11	0.46sec	Ball 離す		8	0.30sec	Ball を打つ
	23	0.76sec	Stick 振りあげ止める		9	0.38sec	Ball 離れる
	28	1.07sec	Ball にあたる		11	0.46sec	打ち終る
	29	1.21sec	Ball, Stick より離れる	15	0.63sec	次の姿勢になる	
	44	1.83sec	打ち終る	山 口	0	sec	Stick 構え Ball に付ける
加 奥	0	sec	Stick 振りあげる		10	0.32sec	振り上げ止める
	5	0.21sec	最上部で止める		13	0.44sec	Ball を打つ
	9	0.38sec	Stick, Ball にあたる	14	0.58sec	Ball 離れる	
	10	0.42sec	Ball 離れる	20	0.83sec	打ち終る	
山 岡	0	sec	Stick 構え Ball に合わせる	27	1.13sec	次の姿勢にうつる	
	3	0.13sec	打つ	高 島	0	sec	Stick 振り上げる
高 島	5	0.21sec	最上部に振り上げる		5	0.21sec	最上部に振り上げる
	14	0.58sec	途中までおろすが途中で 振り上げる		14	0.58sec	途中までおろすが途中で 振り上げる
	18	0.75sec	最上部に振り上げる		18	0.75sec	最上部に振り上げる
	21	0.88sec	振りおろしBallに当たる		21	0.88sec	振りおろしBallに当たる
	22	0.92sec	Ball が離れる		22	0.92sec	Ball が離れる
	29	1.21sec	打ち終る		29	1.21sec	打ち終る
	89	1.63sec	次の姿勢になる		89	1.63sec	次の姿勢になる

② 単にスティックをふりあげ、ボールにあたるまでの時間をとると最も早いものは0.06秒、最も遅いものでも0.14秒であり平均0.12秒であった。

(3) FBの試合中の動きと走行距離

表3は1名のフルバックの試合中の動きをモーションカメラにより撮影し、これを5分間連続動作分析したものである。身長より換算した5分間に移動した距離は585ヤードで、さきに報告した1962年日米親善ホッケー試合における70分間のフルバックの動きは5215ヤードであった。5分間では372ヤードで、現在の選手の方がはるかに

表3 FBの試合中の動きと歩行距離  
(24コマ/1sec 高速カメラによる)

フィルム コマ数	時間 (1sec/ 2コマ)	本人の身長より 換算した歩 行距離 (m)	行 動 (ゴールに向 っての位置)			
			右	左	前	後
1	0.5	3.60				
2	1.0	3.60				
5	2.5	2.60			↑	
10	5.0	3.00			↑	
15	7.5	2.60	→			
20	10.0	1.10				↓
25	12.5	2.70				↓
30	15.0	3.20				↓
35	17.5	3.40				↓
40	20.0	3.40				↓
45	22.5	1.90			↑	↓
50	25.0	8.90		←		
55	27.5	5.60				
60	30.0	4.30				
65	32.5	2.60				
70	35.0	3.70				
75	37.5	5.00				↓
80	40.0	4.20				↓
85	42.5	1.00	→		↑	↓
90	45.0	6.30			↑	
95	47.5	9.30	→		↑	
100	50.0	7.80	→		↑	
105	52.5	5.50			↑	
110	55.0	6.20			↑	
115	57.5	10.50			↑	
120	60.0	5.40		ゴール真横		
125	62.5	4.10				↓
130	65.0	3.80				↓
135	67.5	3.80				↓

140	70.0	3.70					↓
145	72.5	3.90					↓
150	75.0	4.20					↓
155	77.5	6.90					↓
160	80.0	5.90					↓
165	82.5	3.80					↓
170	85.0	3.30					↓
175	87.5	2.30	→				
180	90.0	2.40	→				
185	92.5	2.20				↑	
190	95.0	5.30				↑	
195	97.5	4.90				↑	
200	100.0	7.20				↑	
205	102.5	5.90	→				
210	105.0	1.90				↑	
215	107.5	1.90	→				
220	110.0	2.10	→			↑	
225	112.5	0.50	→			↑	
230	115.0	1.20	→				
235	117.5	8.40				↑	
240	120.0	2.60				ゴール真横	
245	122.5	2.30					↓
250	125.0	3.20	→				
255	127.5	3.00		←			↓
260	130.0	3.20					↓
265	132.5	3.40	→				↓
270	135.0	3.40	→				↓
275	137.5	2.60					↓
280	140.0	4.00					↓
285	142.5	3.00					↓
290	145.0	2.20					↓
295	147.5	1.30	→				↓
300	150.0	0					
305	152.5	0.80	→				
310	155.0	0.80	→				
315	157.5	1.30					↓
320	160.0	0.50					↓
325	162.5	1.40					↓
330	165.0	2.50					↓
335	167.5	1.40	→				
340	170.0	2.30				↑	
345	172.5	1.70		←		↑	
350	175.0	4.10		←		↑	
355	177.5	12.00		←		↑	
360	180.0	5.00				↑	↓
365	182.5	4.00		←			↓
370	185.0	12.00		←			↓
375	187.5	3.50					↓
380	190.0	2.40					↓
385	192.5	2.70					↓

フィルム コマ数	時間 (1sec/ 2コマ)	本人の身長よ り換算した歩 行距離 (m)	行 動 (ゴールに向 っての位置)			
			右	左	前	後
390	195.5	3.20		←	↑	↓
395	197.5	22.00		←		↓
400	200.0	8.60		←	↑	↓
405	202.5	14.70		←		↓
410	205.0	11.30		←		↓
415	207.5	10.60		←		↓
420	210.0	11.30		←		↓
425	212.5	7.80				
430	215.0	6.50				
435	217.5	2.60				↓
440	220.0	3.20			↑	↓
445	222.5	9.00			↑	
450	225.0	6.40	→		↑	
455	227.5	2.60	→		↑	
460	230.0	4.80	→		↑	
465	232.5	0.50				↓
470	235.0	16.50				↓
475	237.5	3.00				↓
480	240.0	3.40	→			↓
485	242.5	3.20				↓
490	245.0	2.60				↓
495	247.5	2.50	→			
500	250.0	1.10			↑	
505	252.5	5.40				↓
510	255.0	3.80				↓
515	257.5	5.30	←			↓
520	260.0	6.80	←			↓
525	262.5	1.70	→			↓
530	265.0	2.50				↓
535	267.5	7.20	←		↑	
540	270.0	16.30	←		↑	
545	272.5	2.80	→		↑	
550	275.0	1.00	→			↓
555	277.5	2.30				↓
560	280.0	2.60				↓
565	282.5	3.00				↓
570	285.0	4.10				↓
575	287.5	4.30				↓
580	290.0	4.40				↓
585	292.5	3.80				↓
590	295.0	3.50				↓
595	297.5	3.20				↓
600	300.0	3.00				↓
合計 600	5 min	538.6m				

運動量が多くなっている。

ゴールに向かって左右前後の動きをみると、左に動いている頻度は6回、右に動いている頻度は14回、ゴールに向かって動いているのは13回、ゴールを背にして動いている時は11回であった。

#### (4) ホッケー諸動作中の身体諸点の動き

図2によりホッケー諸動作中フィルム上にあらわれた身体諸点すなわち頭頂点、傾点、左右肩峰点、左右橈骨点、左右茎突点、左右脛骨の移動状況から分析してみた。図3、4、は身長絶対値ではなく、各点とも地面に対する相対変化比からみた。かなり変化がみられることがわかる。

座高が大きく下肢長の短い日本選手は地面に対し低い姿勢で送球するときは相手より有利である。

とくに低い姿勢ではターニング（ボールの周囲をまわりながら体で妨害する場合の反則）とか、インターフェア（スティック、体、手などで相手を妨害する反則）に近い反則にならない攻撃を行なえる。

また打球による姿勢は体軸に対し上半身の傾斜角が50～60度になるときのようである。

## 4. 考 察

横堀はさきに方眼紙にグラウンドの略図をかき、選手の行動をトレースし、この曲線の上をギルビメーターで測定して、グラウンドの大きさに換算して選手の動いた距離を測定した。

この結果、昭和36年3月、日米親善ホッケー試合や全日本ブロック別ホッケー試合において測定した結果では一試合70分にFWは8000ヤード、HB7000ヤード、FB5000ヤード、GKは1500ヤード前後の動きであった。

またCFの動きではダッシュを含む急速疾走は3分間たらずであり、かなりはやく走る動作は12分22秒、緩走は51分、停止している時間は3分たらずであった。

今回は高速カメラを利用して、ホッケー選手の動作を分析した。1秒間100、200コマの速度で撮影した場合は解析がむづかしいことがわかった。次の機会に解析機を利用したい。

メモーション・スタデイの場合は撮影速度が



図 2

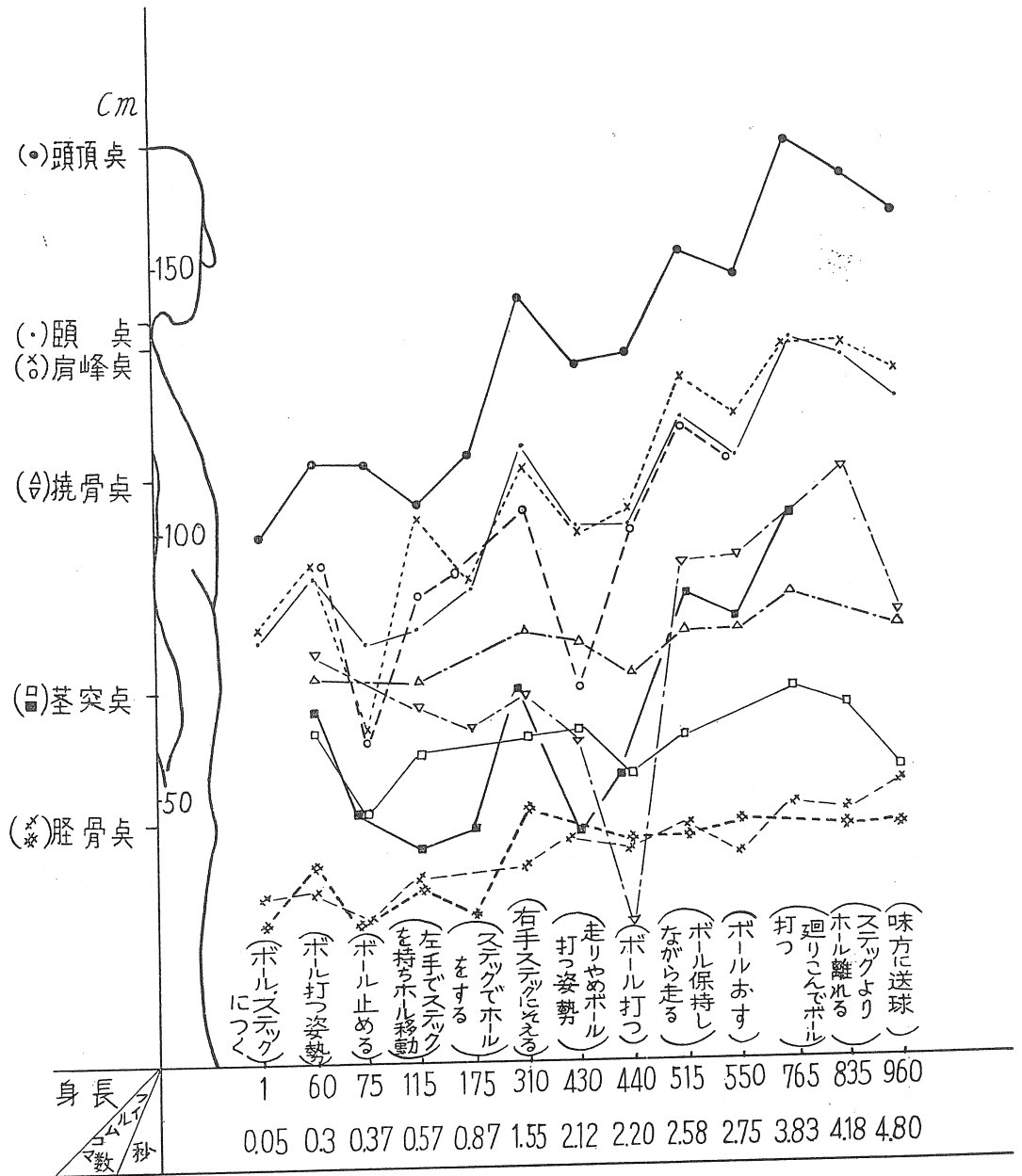


図 3

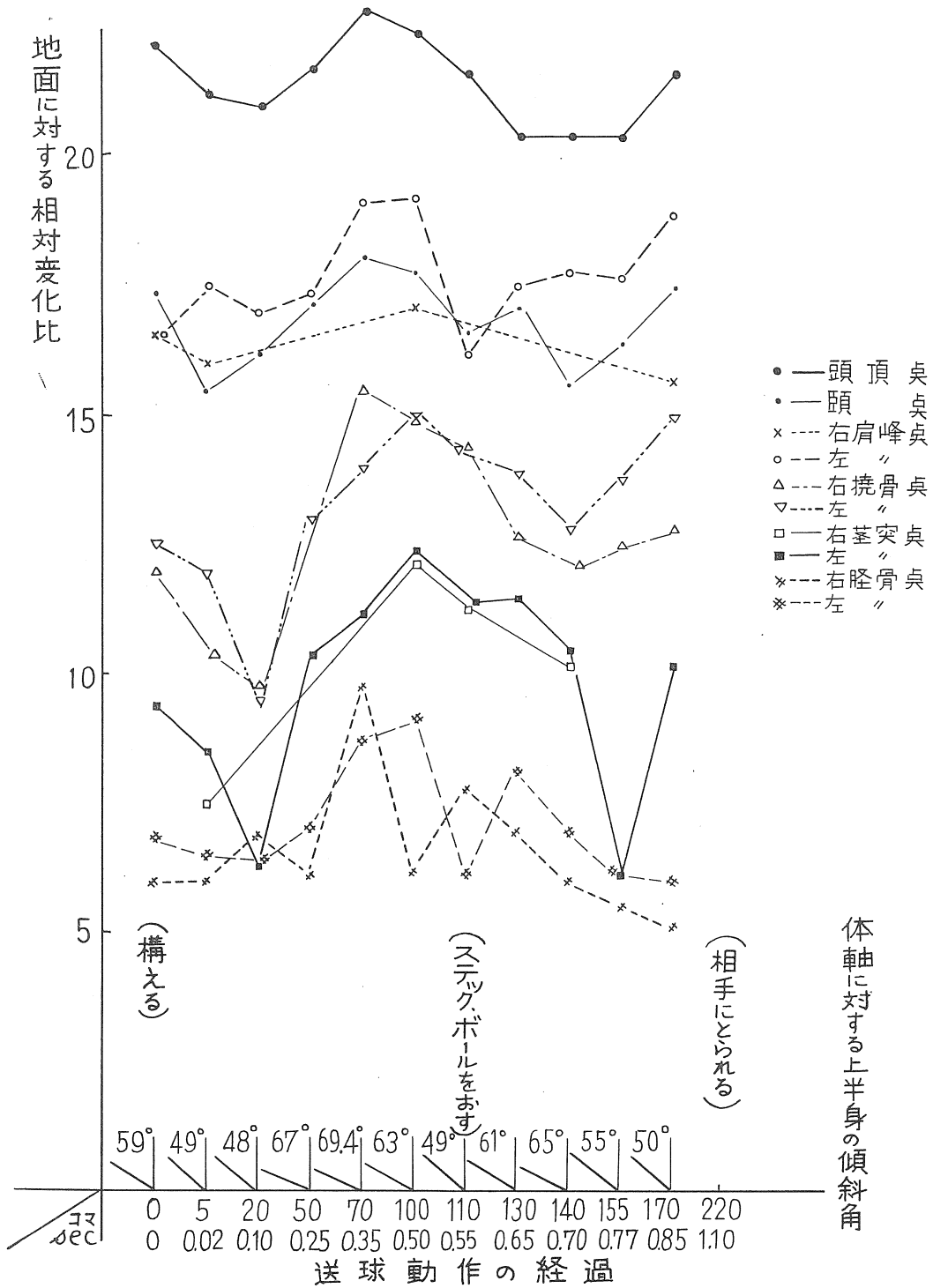


図 4

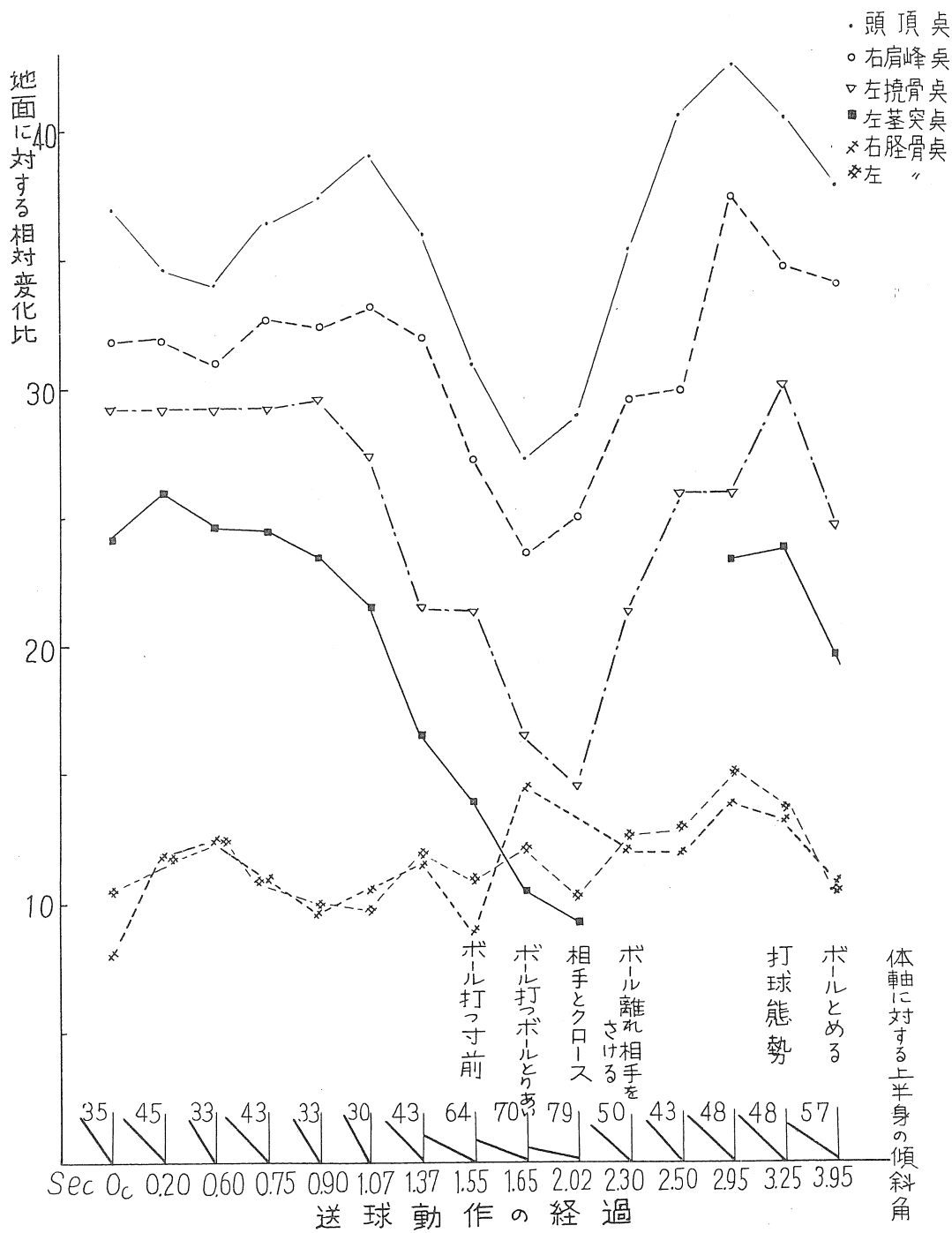
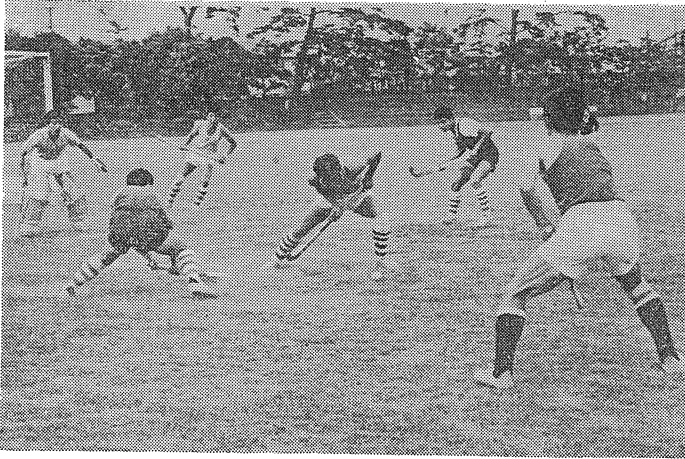


写真 2



座っている

かがむ

- 2) 自分の体を動かす。
  - a. 場所の移動がない  
立つ, かがむ, 体を右または左にねじる
  - b. 場所の移動あり  
歩く, 走る, ころがる, おきあがる, とびこむ, 身をかわす
- 3) 他のもを動かす。
  - a. スティックを動かす  
押す, 引く, ねじる, さげる, かかえる, さしあげる

極度に遅いので、1巻のフィルムによって、1時間の作業を撮影できる。普通速度で撮影すれば1巻で4分の作業だけしか撮影できないから有利である。

この長所は次のようである。

(1) 長時間の動作を連続的に記録することが容易である。

(2) 撮影が長時間であるために、作業の自然な行動を記録できる。

(3) 不規則なサイクル、リズムの作業の記録に適している。

(4) 映画のコマ数を計算することにより、作業時間を求めることができる。

(5) メモーション速度で撮影したフィルムを普通速度で映写することにより、誇張効果があらわれ、競技の Tactics その他について改善点をみつけ出せる。

(6) この映画をみる人に自己動作の反省、他競技者のすぐれた点、劣っている点を追究できる。この場合、選手の動作を真横からとると便利である。

キネシオロジー的には、いろいろな運動あるいはスポーツ技術をいくつかの類型に分類する。ホッケー競技では次のようなものが考えられる。

1) 平衡を維持する。

立っている

- b. ボールをける(ゴールキーパーのみ), 投げる
- c. 他のもで他のもをうつ  
スティックでボールを打つ
- d. 動いているものをとめる  
スティックでボールをとめる。

これらは、今回の試みで十分解析できた。選手の合宿所でコーチとともに映写したとき、非常な反響があった。体操や100m 疾走動作などはスタートから終りの動作まで完全に撮影できるので便利である。また解析により得るところが多いものと思われる。

## 5. む す び

高速カメラおよびメモーションカメラを使用してホッケー選手の諸動作を分析した。

- 1) 個人別のボール保持動作分析
  - 2) スティックでボールを打つ動作分析
  - 3) 選手の試合中の動きと走行距離
  - 4) ホッケー諸動作中の身体諸点の動き
- 以上の諸点を明らかにすることができた。

ホッケーのような球技では、高速カメラの速度は1秒あたり100コマで十分であり、24コマでもかなり分析ができる。またメモーションカメラは撮影時に人手がいらず、フィルム代も少なくてすみ、有用であることがわかった。



