

## ラグビーにおけるパントの動作分析

高森 秀蔵・江田 昌佑\*・伊與田康雄\*  
鈴木 文夫・川島 淳夫\*

## A Cinematographical Analysis of Punting Motion in Rugby

Hidezo TAKAMORI, Masasuke EDA, Yasuo IYODA,  
Fumio SUZUKI and Atsuo KAWASHIMA

## Abstract

The purpose of this study was to elucidate the motion characteristics of long-punt and high-punt in Rugby Football by a 3D-cinematography based on Direct Linear Transformation method (DLT method).

The punting motion was filmed by two 16mm cine cameras, and two-dimensional coordinates of the marks of the body segments were converted to real 3D-coordinates by DLT method.

Five subjects (two skilled, two intermediate and one beginner players of punting) were selected from The University of Tsukuba Rugby Football Club.

The results were summerized as follows;

1. The last step was taken shorter in high-punt than in long-punt.
2. The height of ball impact was higher in high-punt than in long-punt.
3. The right knee was much extended at the start of the leg swing and much flexed at the impact in high-punt than in long-punt.
4. It was suggested from the analysis of punting motion that keeping right position of the ball release and fixing the eyes on the ball during punting motion were important to perform accurate punting.

Key words : Rugby, Punt, 3D-cinematography, DLT method

## I 緒 言

ラグビーフットボールは、ハンドリングスキルを特色として、サッカーとは異なる競技として発展している。しかし、近年のラグビーにおいては、相手プレーヤーからのプレッシャーが強烈な上に、ルール上からもハンド

リングによる攻撃は非常に困難である。したがって、相手プレーヤーからのプレッシャーを和らげたり、地域を前進させたり、ボール再獲得を意図する戦術的キックは不可欠である。

ラグビーにおいて多用される戦術的キック

\* 筑波大学体育科学系

は、ロングパントとハイパントである。1試合平均で、ロングパントは高校生の試合で15.1回、大学生・社会人の試合で18.2回、ハイパントは高校生の試合で5.4回、大学生・社会人の試合で14回使用されている<sup>1)2)</sup>。これらは1試合中の総攻撃機会数の19.1% (高校生の試合), 24.6% (大学生・社会人の試合)に当たる。

アイルランドの代表選手であったオリィ・キャンベル(S.O. Campbell)は「勝敗が重要視される国際試合では、クラブの試合よりもキックを多用せざるを得ない<sup>3)</sup>。」と述べている。

技術解説書では、ロングパントとハイパントの区別なく、パントとして技術の要点を記したものと<sup>4)5)6)7)</sup>、異質なパントとして区別して解説されたものがある<sup>8)9)10)11)12)</sup>。2次元での運動解析であるが、ロングパントとハイパント間には、踏み込む距離、インパクト位置、重心の移動等に差異が見られ、まったく異質なパントとして定義している研究<sup>13)</sup>もある。

スポーツ技術の動作を詳しく解析するには、3次元解析が望ましく、3次元解析の方法として Direct Linear Transformation Method (以下 DLT 法)<sup>14)</sup>があり、この方法を用いて、ラグビーのプレースキックの動作分析を行ったものがある<sup>15)</sup>。

本研究の目的は、ラグビーにおけるロングパントとハイパントの2種類のパントを3次元の撮影法によって動作分析を行ない、それぞれのキックの特性を解析し、指導上の示唆を得ることにある。

## II 研究方法

### 1 被験者及び試技条件

(1)被験者;被験者には、筑波大学ラグビー部員の中から、上級者2名、中級者2名、初級者1名が選ばれた。被験者プロフィールは表1に示した。

表1 被験者のプロフィール

	被験者	身長(cm)	体重(kg)	年齢	経験	ポジション
上級	S. T	167	65	21	11	スクラム
	T. S	177	71	21	6	スクラム
中級	K. T	172	76	20	5	センター
	H. O	171	76	20	5	センター
初級	T. A	170	66	20	2	ウイング

(2)試技条件;使用球はセプター SP-2(空気圧0.67kg/cm<sup>2</sup>)を用いた。ロングパントは40m離れたゴールポストに向かい、出来るだけ遠くへキックするよう指示した。ハイパントは、20m前方に描いた直径10mのサークル内に落ちるような、高い、滞空時間のあるキックを指示した。各キック2回ずつ、計4回行なわせた。

### 2 実験装置

キック動作を撮影し得る任意の地点に、2台の16mmカメラを設置した。用いたカメラと撮影スピードは次のようであった。

カメラA;フォトソニック IPL(100f.p.s.)  
カメラB;ミリケン DBM-5D(128f.p.s.)

### 3 分析方法

#### (1)3次元座標の算出法

撮影範囲の6ヶ所に、測定点の3次元座標が既知の較正器を置いて撮影した。そして、較正器の測定点のフィルム面上における、2次元座標と実際の3次元座標との関係を表わす、11個のカメラ定数をカメラごとに求めた。これらの定数をもとに、DLT法により、必要な各身体部位の3次元位置座標を得た。

#### (2)分析

正確度の指標として、ロングパントはゴールポストからの左右方向へのずれ、ハイパントはサークルからのずれを測定した。なおハイパントの滞空時間はストップウォッチで測定した。

各キック動作のキック脚の着地から、インパクト後15コマ迄、動作分析に必要な身体各部位(23点)及びボールの2次元位置座標を、フィルムデジタイザーより求め、DLT法により3次元位置座標を算出した。ついで、これらのデータをもとに、各部位及び各部分の重心点の位置、速度、各関節角度、ボールスピード等を算出した。

### Ⅲ 結果と考察

#### 1 ロングパントとハイパントの正確度

表2 試技の結果

	ロングパント			ハイパント		
	飛距離 (xi)	正確度 (ti)		滞空時間 (si)	正確度 (ti)	
上級	S. T1	31	0	S. T1	4.4	後1
	2	36	0	2	4.3	右3
	T. S1	37	0	T. S1	4.0	後2
	2	34	0	2	4.2	0
	平均値	34.5	0	平均値	4.2	1.5
中級	K. T1	27.5	0	K. T1	3.6	右7
	2	32	0	2	3.8	前8
	H. O1	31	右9	H. O1	4.0	0
	2	37	右3	2	3.6	左7
	平均値	31.9	3.0	平均値	3.8	5.5
初級	T. A1	33	左3	T. A1	3.1	後18
	2	27.5	右10	2	3.8	右2
	平均値	30.3	6.5	平均値	3.5	10.0
	全体の平均値	32.6	2.5	全体の平均値	3.1	4.6

表2はロングパントの飛距離と正確度、ハイパントの滞空時間と正確度を表わしたものである。

ロングパントにおける平均飛距離は、上級者34.5m、中級者31.9m、初級者30.2mであった。正確度の指標であるゴールポストからの左右方向へのずれの平均は、上級者0m、中級者3m、初級者6.5mであった。

ハイパントの滞空時間の平均は、上級者4.23秒、中級者3.73秒、初級者3.30秒であった。正確度の指標である直径10mのサークルからのずれの平均は、上級者1.5m、中級者

5.5m、初級者10mであった。

以上の結果から、戦術的キックに求められる飛距離、滞空時間、正確度はともに上級者、中級者、初級者の順ですぐれていた。被験者の技能のクラス分けが正しかったことを示していた。

2 助走速度、スイング速度、ボールの初速、キック効率について

表3 ロングパントの助走速度、スイング速度、ボール初速

	助走速度 (m/s)	スイング速度 (m/s)	ボール初速 (m/s)	ボール初速、スイング速度	
上級	S. T1	1.6	11.3	29.7	2.63
	2	3.1	11.9	27.4	2.30
	T. S1	2.0	11.7	26.6	2.27
	2	2.8	12.7	26.2	2.06
	平均値	2.4	11.9	27.5	2.32
中級	K. T1	1.4	11.2	23.7	2.12
	2	1.0	11.4	23.9	2.10
	H. O1	1.8	12.8	22.5	1.76
	2	5.3	12.8	25.5	1.99
	平均値	2.4	12.1	23.9	1.99
初級	T. A1	2.0	11.4	21.0	1.84
	2	2.7	12.2	21.4	1.75
	平均値	2.4	11.8	21.2	1.80
	全体の平均値	2.4	11.9	24.8	2.08

表3はロングパントでの助走速度、キック脚のスイング速度、ボールの初速、キック効率を表わしたものである。助走速度、スイング速度、ボールの初速は次のように定義した。助走速度は、支持足爪先のキック方向(XZ座標面)への着地直前のスピード。スイング速度は、キック足爪先のキック方向へのインパクト直前のスピード。ボールの初速は、インパクト後5コマ迄のキック方向への最高スピードとした。

ロングパントでは、上、中、初級者とも助走速度の平均値は2.4m/secであった。キッ

ク脚のスイング速度にも有意な差は認められなかった。しかし、ボールの初速においては、上級者の平均は27.5m/sec, 中級者の平均は23.9m/sec, 初級者の平均は21.2m/secと差が生じた。これに伴い、キック効率の平均は、上級者2.32倍, 中級者1.99倍, 初級者1.80倍となった。これはインパクト時での足首の剛体化や、ボールをヒットする地点等の違いによるボールコンタクトのスキルの差と思われる。プレースキックのキック効率は、最高の値でトウ・キックの1.68倍であると報告されている<sup>15)</sup>。これと比べると本実験でのロングパントは効率の良いキックであるとみられる。

表4 ハイパントの助走速度, スイング速度, ボール初速

	助走速度 (m/s)	スイング速度 (m/s)	ボール初速 (m/s)	ボール初速 / スイング速度	
上級	S. T1	4.0	11.0	25.8	2.35
	2	2.0	10.7	25.8	2.41
	T. S1	1.9	10.9	22.7	2.08
中級	2	3.3	10.6	23.8	2.25
	平均値	2.8	10.8	24.5	2.27
	中級	K. T1	1.7	11.1	23.1
2		2.4	10.8	21.1	1.95
H. O1		1.6	12.1	23.7	1.96
初級	2	1.7	12.6	24.4	1.94
	平均値	1.9	11.7	23.1	1.98
	初級	T. A1	1.3	12.5	24.4
2		2.6	10.7	21.3	1.99
平均値		2.0	11.6	22.9	1.97
全体の平均値	2.3	11.3	23.6	2.10	

表4はハイパントでの助走速度, キック脚のスイング速度, ボールの初速, キック効率をロングパントの場合と同様な方法で求めたものである。キック脚のスイング速度は, 中級・初級・上級者の順に大きな値であった。ボールの初速の平均は, 上級者24.5m/sec, 中級者23.1m/sec, 初級者22.9m/secであっ

た。キック効率でも, 中級・初級者に比べて上級者は高い値を示した。これはロングパントと同様にボールコンタクトのスキルの差によるものと思われる。

ロングパントとハイパントの結果を比較すると, 助走速度は各被験者とも試技間に差があつて断定できないが, 上級者はハイパントの方が速く, 中級・初級者はロングパントの方が速かった。キック脚のスイング速度は, 上級・中級・初級者ともにロングパントの方が速かった。ボールの初速は, 初級者を除いて, ロングパントの方が速かった。

### 3 ステップの長さ

表5 ステップの長さ

	ロングパント(cm)	ハイパント(cm)	
上級	S. T1	136.5	104.8
	2	130.1	110.6
	T. S1	141.3	132.2
	2	134.4	128.1
	平均値	135.6	118.9
中級	K. T1	131.3	122.9
	2	128.9	121.9
	H. O1	136.3	123.8
	2	133.0	127.5
	平均値	132.4	124.0
初級	T. A1	149.1	141.8
	2	159.2	150.4
	平均値	154.2	146.1
全体の平均値	138.0 ***	126.4 ***	

\*\*\* 1%水準

表5はキック動作の最後のステップの長さを表わしたものである。

ロングパントとハイパント間での最後の1歩の長さには, 1%水準で有意な差が認められた。上級・中級・初級者ともにロングパントの方が長いステップであった。その差は上級者の平均で16.7cm, 中級者で8.4cm, 初級者で8.1cmであった。上級者の差が特に大き

い結果であった。このことは、前述の助走速度の結果と合わせて考えると、上級者のハイパントは、ロングパントに比べて、最後のステップを速く、短かく踏み込んで、キック脚の上方へのスイング動作に結びつけているものと思われる。

#### 4 リリースとインパクト時のボールの高さ

表6 リリースとインパクトのボールの高さ

	ロングパント			ハイパント				
	リリース (cm)	インパクト (cm)	差 (cm)	リリース (cm)	インパクト (cm)	差 (cm)		
上級	S. T1	76.2	48.9	27.3	S. T1	87.4	63.5	23.9
	2	76.2	52.3	30.7	2	87.6	62.8	24.8
	T. S1	70.9	50.5	20.4	T. S1	81.2	71.6	19.6
	2	73.6	56.2	17.4	2	81.0	59.6	21.4
	平均値	74.2	52.0	24.0	平均値	84.3	64.4	22.4
中級	K. T1	82.0	55.4	26.6	K. T1	98.6	73.3	25.3
	2	90.0	53.7	36.3	2	103.8	72.1	31.8
	H. O1	92.5	79.9	13.6	H. O1	89.7	66.2	23.5
	2	89.8	59.1	30.7	2	96.8	76.0	20.8
	平均値	88.6	62.0	26.8	平均値	97.3	71.9	25.4
初級	T. A1	79.1	60.5	18.6	T. A1	80.7	57.1	23.6
	2	79.2	51.7	27.5	2	81.9	66.7	15.2
	平均値	79.1	56.1	23.1	平均値	81.3	61.9	19.4
	全体の平均値	81.0	56.8	24.2	全体の平均値	88.9	66.9	22.9

表6はボールリリースの高さとボールインパクトの高さと、その差を表わしたものである。

ロングパントとハイパントの場合を比較すると、ハイパントの場合のリリース位置、インパクト位置はともに高かった。しかし、その差はロングパントの場合の5人の平均が24.2cm、ハイパントの場合は22.9cmであった。両者に有意な差が認められなかった事は、前述のスイング速度と合わせて考えると、キック動作中のリリースとインパクトの時間的なズレが少なく、ロングパントとハイパントのリリースからインパクトはほぼ同様なタイミングでなされている事を示している。

上級・中級・初級者間を比較すると、上級

者の方がリリース・インパクトとも試技間に差が少なかった。特に被験者S.Tはリリース位置が安定していて、インパクト位置も差が少なかった。以上の結果より、リリース位置とインパクト位置の安定は、正確なボールコンタクトに結びつき、良いキックに結びつく重要な要因と思われる。

#### 5 身体の角度変化

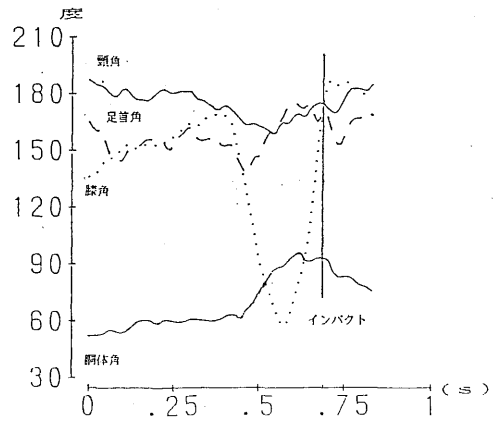
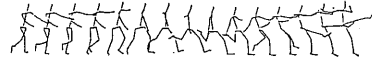


図1-1 S. Tの身体の角度変化(ロングパント)

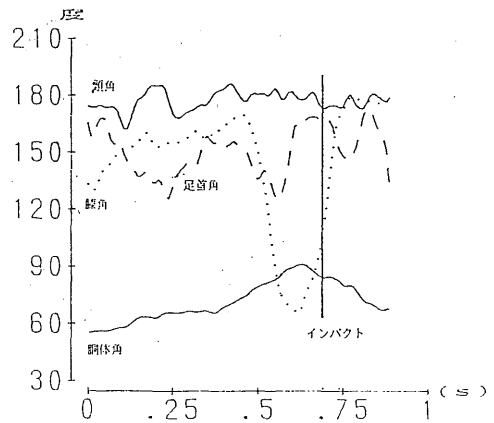


図1-2 S. Tの身体の角度変化(ハイパント)

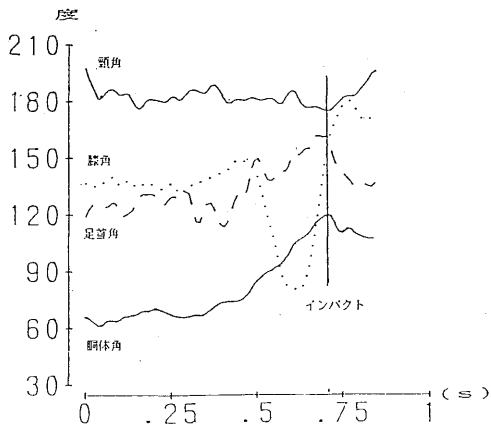
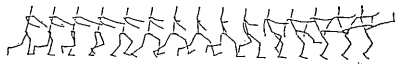


図2-1 H.Oの身体の角度変化(ロングパント)

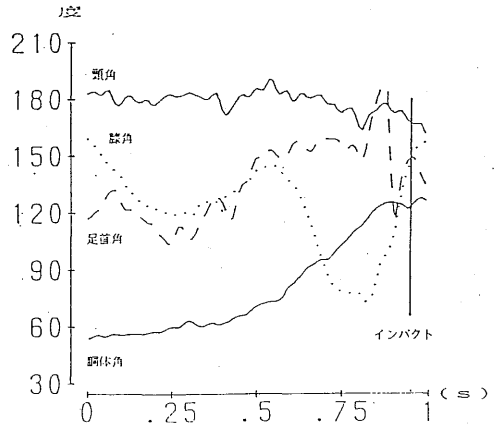
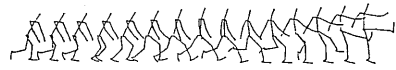


図3-1 T.Aの身体の角度変化(ロングパント)

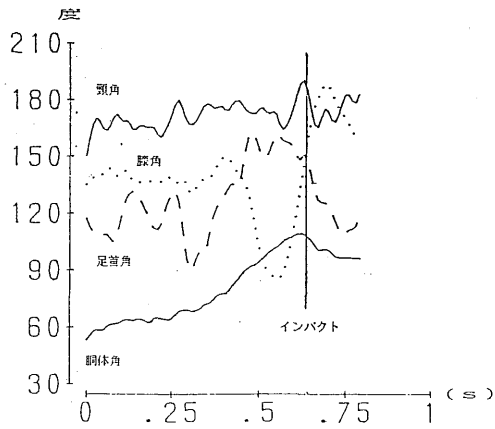
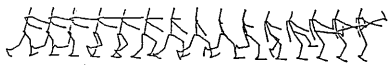


図2-2 H.Oの身体の角度変化(ハイパント)

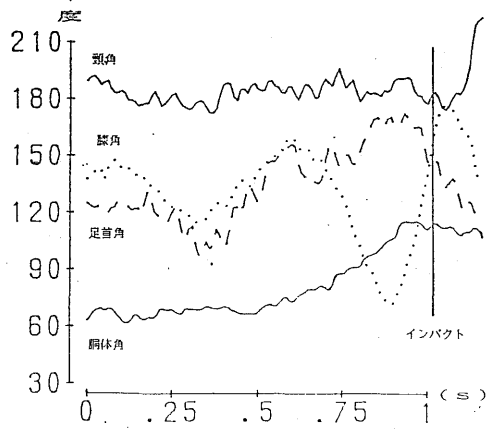
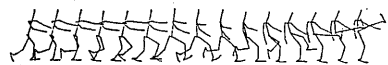


図3-2 T.Aの身体の角度変化(ハイパント)

図1はS.T(上級者), 図2はH.O(中級者), 図3はT.A(初級者)のキック動作中の頸・膝・足首・腰の各関節におけるキック方向の真横(XZ軸面)から見た角度変化を表わしたものである。それぞれの角度は以下のようである。

- 頸 角; 頭が胴体となす角度
- 右足首角; キック脚の足関節角度

- 右 膝 角; キック脚の膝関節角度
- 胴 体 角; 上体と大転子を通る水平面となす角度

身体の関節で角度変化の違いが見られたのは, 上記の4つの角度であった。ロングパントとハイパント間に違いが見られたのは, 右膝角と胴体角であった。右膝角はステックピクチャーで明らかな様に, 大腿が垂直になっ

た時に最大の屈曲を示し、そこから一種のムチ運動として振り出されている。最大屈曲はS.Tではロングパントで57.4度、ハイパントで70.5度。H.Oではロングパントで79.5度、ハイパントで85.3度。T.Aではロングパントで73.0度、ハイパントで72.4度であった。T.Aが初級者であることを考慮すると、ロングパントの方がハイパントより、より右膝が屈曲してから振り出される。またインパクト時での右膝角はS.Tではロングパントで162.8度、ハイパントで118.7度。H.Oではロングパントで151.2度、ハイパントで144.2度。T.Aではロングパントで152度、ハイパントで152.7度であった。なお資料としては示していないが上級者T.Sは21.2度、中級者K.Tは13.7度、ロングパントの右膝角がハイパントの右膝角より、角度が大きかった。これを考慮するとハイパントはロングパントより、やや膝を屈曲してインパクトする。このことは表5に示したステップの長さ合わせて考えると、ロングパントはハイパントに比べて、支持足着地から、インパクト迄のスイングアークが大きいことを示している。

胴体角はT.Aを除いては、ハイパントの方がロングパントより、インパクト前より角度が大きくなっていった。T.Aが初級者であることを考慮すると、ロングパントよりハイパントは上体をそらしてインパクトするキックと思われる。

個人的な特徴もしくはスキルレベルでの特性と思われる角度変化は次の角度に見られた。S.TとH.Oの頸角、T.Aの右足首角であった。S.Tの頸角はインパクト前、ロングパントの方がハイパントに比べて角度が小さかった。ロングパントでは、リリースからインパクト点の頸角の角度差は16度であった。これは、表5と表6で示したステップの長さとしてリリースの高さを合わせて考えると、ロングパントではハイパントより低い位置でボールリリースがなされるため、そのボールを注

視しようとした結果と思われる。

H.Oのハイパントでの頸角は、ロングパントに比べて、インパクト時に急激に角度変化していた。このことは、インパクト時にボールの注視が十分になされていないことを窺わせる。

S.TとH.Oの頸角の変化と表2で示した2人の試技結果と合わせて考えると、キック動作中のボールの注視は正確なボールリリースを促し、正確なボールコンタクトに結びつき、良いキックを生み出していると思われる。したがって、キック動作中ボールを注視することは、良いキックの重要な要因と思われる。

T.Aの右足首角は、ロングパントで、インパクト直前急激に変化していた。このことは、足首の剛体化を著しくそこね、表3で示された様に、T.Aのキック効率を低くしている要因と思われる。

#### IV まとめ

本研究では、次のことが明らかになった。

1. ハイパントでは最後のステップの長さを、ロングパントの場合より短く踏み込む。
2. ハイパントでのインパクトの高さは、ロングパントの場合より高い。
3. ハイパントはロングパントより、右膝角はスイング開始時では屈曲は少なく、インパクト時ではより屈曲している。
4. 正確なパントを行うには、リリース位置を安定させ、キック動作中、ボールを注視していることが重要であることが示唆された。

正確なパントには、インパクトでのボールコンタクトが非常に重要であることがうかがえ、そのコンタクトに結びつくボールリリース位置の安定が重要であることが明らかにされた。しかし、どの様な角度でリリースするかは、本研究では明らかに出来なかった。今後の研究課題としたい。

## 参考文献

- 1) 三野耕他：ラグビーにおけるゲーム経過の数量化についての一考察。大阪市立大学保健体育学研究紀要10：55—65, 1975.
- 2) 溝畑寛治他：ラグビーにおけるゲーム経過の数量化についての一考察(第Ⅱ報)。大阪電気通信大学研究論集(人文・社会科学篇)12：77—87, 1976.
- 3) Carwyn James: Forcas on Rugby. Stanley Paul: 87—96, 1983.
- 4) John Dawes: John Dawes Rugby Union. Pelham Books: 17—21, 1975.
- 5) 大西鉄之祐：ラグビー技術。鶴書房：133—135, 1975.
- 6) R.J.P. Marks: Rugby Coaching Manual. Australian Rugby Football Union LTD: 37, 1986
- 7) Rugby Football Union: A Guide for Players. Rugby Football Union: 42—43, 1974.
- 8) 前掲書3)：87—96, 1983.
- 9) D.H. Craven: Craven rugby handbook. A REED BOOK: 109—110, 1975.
- 10) 江田昌佑：図解コーチラグビー, 成美堂:69—70, 1968.
- 11) 日比野弘：ラグビー, ベースボールマガジン社：62—63, 1980.
- 12) Jim Wallace: The Rugby Game. A REED BOOK: 40—42, 1976.
- 13) 江田昌佑：Rugby の Punt に関する動作の分析的研究, 体育学研究11—5：143, 1966.
- 14) Shapiro, R.: Direct Linear Transformation Method for Three-Dimensional Cinematography. Res. Quart 42—2：197—205, 1978.
- 15) 高森秀蔵：ラグビーにおけるプレースキックの動作分析, 大学体育研究7：51—61, 1985.