

# 6Z-01 人体のスポーツ学的実測及び床荷重の測定に基づく 下投げ動作のアニメーション化\*

日下部 学 加藤 光 大越 孝道 上田 穰  
会津大学†

## 1 はじめに

本研究はモーションキャプチャシステムと圧力板、サイバークローブの3つの装置を連動させ、スポーツ学分野で利用される動作測定データの可視化を目指している。これらの装置により人体の運動に関する情報は幅広く集められ、より現実的なアニメーションを生成することが可能になった。ここでは、以前の実験の延長として単純なボールの下投げ動作を例に取り上げた。ボールの下投げ動作を通して、人体の反復による学習を測定した。以前の実験ではモーションキャプチャと圧力板のみの測定により、人体の全体的な動きは把握できたものの、下投げ動作に関しては、体(腕)の動きよりも手(指)の動きの重要性が指摘された。そのため、今回の実験ではサイバークローブを加えて、手の動きに重点をおきデータを解析した。[1][2]

## 2 実験と測定方法

ボールは2.5 m先の目標点に向けて投射される。4人の被験者に左手で10回ボールを投げてもらい、その後20回練習を繰り返し、再度10回測定する。今回は反復動作による人体(手)の学習に焦点を絞ったため、目標点に当たったかどうかは考慮に入れなかった。本研究では以下の3つの装置を連動させ測定した。

### 2.1 光学的モーションキャプチャ

人体の連続的な姿勢の変化の測定には、光学的モーションキャプチャVicon 370を利用した。被験者に16個のマーカを取付け、サンプリングレート60にて6台のカメラで座標値を測定した。Vicon用に付けた手首の2つのマーカとサイバークローブの手首のデータを一致させることにより同期を取った。またocclusionにより欠如したデータに関しては前後のデータから補間した。[3]

\*3D Under Throw Animation Model Based on Human Actual Survey

†Manabu Kusakabe, Kou Katou, Takamichi Ookoshi, Minoru Ueda: The University of Aizu

## 2.2 圧力板

床荷重の測定には圧力板を利用した。被験者に左右それぞれの足で別々の圧力板の上に立ってもらい、各足から床にかかる荷重と力の向き、トルクをサンプリングレート20で測定した。

## 2.3 サイバークローブ

微妙な手の動きにはサイバークローブ(ソリッドレイ研究所製)を用いた。手首を原点として、各指の関節の位置データから投射時の形状ならび捻りをサンプリングレート30にて測定した。

## 3 サイバークローブ

### 3.1 データ解析

サイバークローブで採取した手のデータの解析は、人体の学習を測るという面で、指のばらつき(座標値の分散)に注目した。図1は手首を原点(0.0)として表された、1人の被験者の各指先端の座標値(Y,Z)である。練習の後のデータは練習前と比べて、ばらつきが少なく収束していることが伺われる。

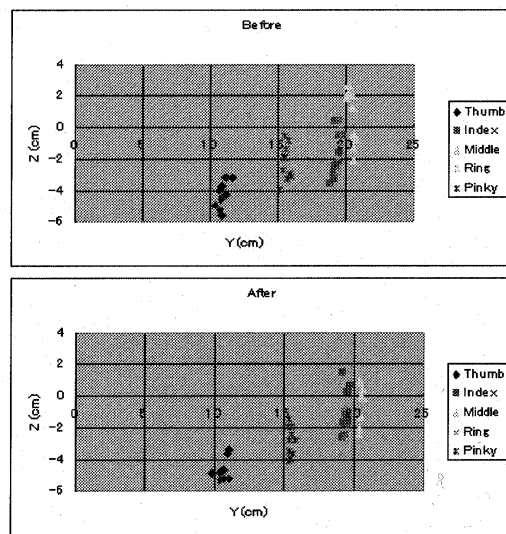


図1: 各指の先端の座標分布: Before=練習前 After=練習後

更に4人の被験者の各指における練習前後のデータを標本として分散率を求めたところ、図2の結果が得られた。グレイに塗られている数値は練習前と比較して分散率が少なく収束している部分を表している。

#	Finger	Before			After		
		X	Y	Z	X'	Y'	Z'
1	Thumb	0.283834	0.067946	0.685248	0.151871	0.424135	1.775139
	Index	0.123184	0.048879	0.922249	0.465173	0.110612	1.458491
	Middle	0.131008	0.238491	2.663544	0.208892	0.08547	1.315417
	Ring	0.483585	0.61003	2.970856	0.188893	0.54823	1.161951
	Pinky	0.582263	0.293703	1.172758	0.19942	0.23634	0.4811
2	Thumb	0.135383	0.133184	0.780928	0.178962	0.147721	0.408467
	Index	0.514106	0.065042	2.27805	0.480487	0.09216	1.873004
	Middle	0.323566	0.040947	2.874202	0.148805	0.009727	1.808725
	Ring	0.638104	0.026092	2.724916	0.66007	0.023072	1.820223
	Pinky	0.625153	0.057764	1.250486	0.467118	0.025965	0.956234
3	Thumb	0.415849	0.307195	3.241187	0.339789	0.31581	2.062809
	Index	0.205271	0.667422	14.2622	0.250172	0.397608	6.786083
	Middle	0.081709	0.360973	20.61074	0.080745	0.071188	13.30713
	Ring	0.087745	0.071188	13.30713	0.589503	0.134516	11.28659
	Pinky	1.609498	1.082751	7.16779	1.115579	0.787619	5.477508
4	Thumb	0.11598	0.042575	0.058652	0.098964	0.037997	0.041188
	Index	0.053309	0.017892	0.702489	0.072659	0.025776	1.058119
	Middle	0.029474	0.035746	1.94203	0.02478	0.01314	1.83111
	Ring	0.105756	0.094735	0.507791	0.108376	0.152215	1.603245
	Pinky	0.082549	0.254965	0.225598	0.115809	0.360124	0.333959

図2: 分散率: #=被験者, Before=練習前, After=練習後

### 4 3次元アニメーション

図3、図4はサイバークローブのデータを基にした手のモデルであり、人体と連動したアニメーションになっている。また図5、図6は圧力板及びモーションキャプチャシステムによって測定したデータをアニメーションに重ね合わせて表示したものである。足底から出ているベクトルは、床荷重を視覚的に表したものであり、人体の重心の移動に基づいて右足から左足に荷重が移動しているのが表されている。

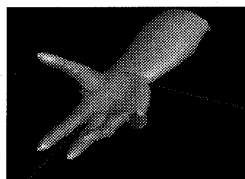


図3: スケルトンモデル

図4: ソリッドモデル

### 5 結論

目標点に近いボールの下投げにおいては、ボールの重力を支え安定させるためにしか手は使わないと思われたが、明らかに人体の学習と思われる結果がでた。つまり練習後では、各指先端の位置にばらつきが少なく安定している。

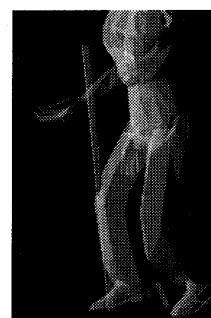
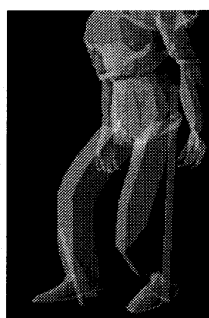


図5: ボールの投射前

図6: ボール投射時

今回の実験では複数の装置を連動させるにあたり、移動可能な空間は  $4 m^2$  と制限があった。この空間は人体の動作に関しては影響は無いのだが、ボールの軌跡と落下点、更に目標点の位置のデータを求めるという点で、目標点を近くに設定しなければいけなかった。

質量の重いボールを遠くの目標点に向けて投射し、更に途中の練習回数を増やせば、より反復動作による人体の学習が表されるであろう。

### 参考文献

- [1] 加藤 光 他: 運動学上の観点から考察したアニメーション, 情報処理学会第回全国大会, 4X-3, 1998年3月
- [2] 加藤 光・大越孝道・上田 穰・白井 靖人: スポーツ学的実測及び床荷重に基づく下手投げ動作のアニメーション化, Visual Computing グラフィクスとCAD 合同シンポジウム'98
- [3] George Maestri, CHARACTER ANIMATION, NEW RIDERS PUBLISHING, pp.196-233, 1996.