

## 三次元動作解析装置の精度についての検討

宮原 洋八

### I. はじめに

生活機能の改善を目的としているリハビリテーションにおいて、姿勢・動作分析は臨床における症例の評価あるいは治療の効果判定に重要である。従来の分析はセラピストの経験と能力に依存されることが多い。一方、客観的動作分析を行う機器には三次元動作解析装置や電気角度計、最近では三軸加速度計などがあげられる。我々は下肢機能障害者や高齢者にとって難度の高い動作である段昇降を運動学的に分析するためにカメラ4台を有する三次元動作解析装置(VICON 370<sup>®</sup>)を導入した。

今回は三次元動作解析装置で得られるデータの精度を検討することを目的として、反射マーカーによって成す距離、静止位置や角度計や杖に取り付けた反射マーカーによって成す角度や動的距離を計測した。

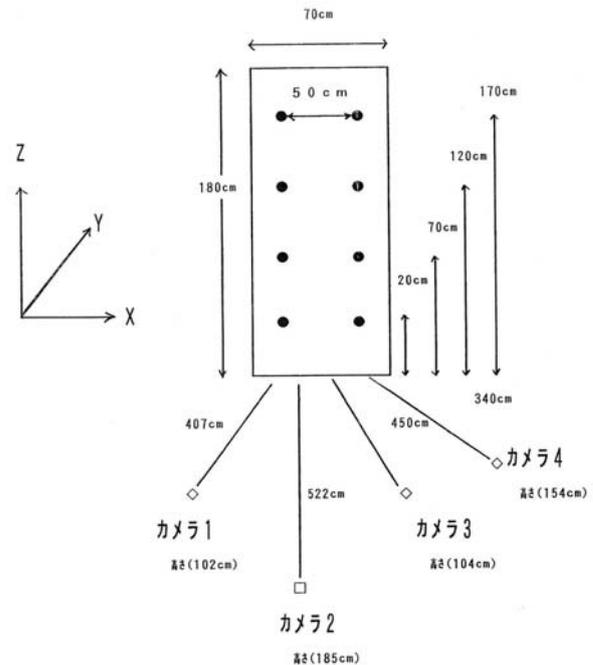
### II. 方法

#### 1. 測定機器

測定機器は、VICON 370 (Oxford Metrics 社製)、遠赤外線カメラ4台、キャリブレーションユニット1台、DIFF 変換ソフトウェアを使用した。

#### 2. 計測手順

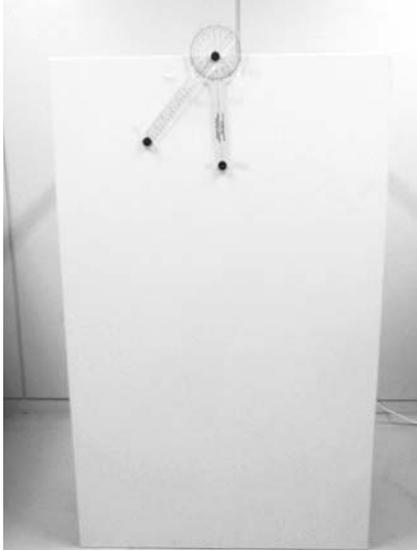
始めに、高さ180cm、幅70cmのボードに反射マーカー(直径2.5cm)を床より20cm、70cm、120cm、170cmの位置に幅50cm間隔で2個ずつ計8個取り付けた。反射マーカーの高さの違いが2点間距離の誤差に影響を与えるか計測した(図)。次に対象物が静止した位置でのばらつきをみるために計測した。また、長さ48cmのゴニオメーターを高さ106cmのボードの上縁中央に取り付けた。反射マーカーをゴニオメーターの中心と各アームの先端に1個ずつ付けた(写真)。反射マーカーにより作られた角度(30度~330度)の違い



図

反射マーカー(直径2.5cm)を床より20cm、70cm、120cm、170cmの位置に幅50cm間隔で2個ずつ計8個取り付け、遠赤外線カメラ4台で計測

による誤差の影響を与えるか計測した。最後に T-cane に幅50cm間隔で2個の反射マーカーを取り付けた。T-cane を下から上へ動かした時の2点間距離の誤差の影響を見るために計測した。三次元動作解析装置による計測回数はすべて3回行い、計測時間は5秒間、サンプリング周波数は120Hzとした。



写真

幅48cm 高さ106cmのボード上にゴニオメータを取り付けた反射マーカをゴニオメータの中心と各アームの先端に1個ずつ付けた

### 3. データ処理

測定データはDIFF変換ソフトウェアにて出力し、反射マーカ間距離、位置、角度の平均値、標準偏差、誤差の絶対値の平均値 (Ave. Abs) を求めた。

## Ⅲ. 結果

### 1. 静的2点間距離の検定

ボードに貼り付けた2点間距離の実測値と三次元動作解析装置で計測した値のAve. Absは0.01~0.64cmであった(表1)。

### 2. ばらつきの検定

ボードに貼り付けた8カ所の反射マーカの位置を三次元動作解析装置で計測した結果、左右方向0.01~

表1 前額面での2点間距離(50cm)

		1回目	2回目	3回目
170cm	平均値	50.64	50.64	50.63
	標準偏差	0.06	0.05	0.05
	Ave. Abs.	0.64	0.64	0.63
120		50.03	50.04	50.05
		0.05	0.05	0.08
		0.05	0.04	0.01
70		49.89	49.90	49.90
		0.03	0.03	0.04
		0.11	0.03	0.10
20		50.12	50.12	50.12
		0.03	0.03	0.03
		0.12	0.03	0.12

表2 ばらつきの検定

1回目	左マーカ			右マーカ		
	左右	進行	上下	左右	進行	上下
170	0.03	0.07	0.35	0.03	0.07	0.35
	0.05	0.11	0.22	0.05	0.11	0.22
	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02
2回目	0.03	0.14	0.3	0.04	0.05	0.02
	0.03	0.08	0.14	0.05	0.08	0.25
	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.02
	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.05
3回目	0.03	0.10	0.34	0.04	0.07	0.01
	0.06	0.09	0.13	0.05	0.10	0.24
	0.01	0.01	0.01	0.04	0.04	0.02
	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.05

数値の単位はcm

表3 角度の検定

		1回目	2回目	3回目
30°	平均値	29.00	28.94	28.89
	標準偏差	0.27	0.25	0.22
	Ave. Abs.	1.00	1.06	1.11
60°		59.00	59.01	58.59
		0.41	0.41	0.24
		1.00	0.99	1.41
90°		89.32	89.33	89.27
		0.56	0.61	0.63
		0.80	0.80	0.86
120°		119.92	119.90	119.70
		0.40	0.10	0.11
		0.35	0.29	0.30
150°		149.49	149.51	149.55
		0.08	0.08	0.08
		0.51	0.49	0.45
180°		180.19	180.26	180.21
		0.18	0.13	0.20
		0.22	0.27	0.24
210°		210.39	210.50	211.47
		0.58	0.70	0.58
		0.51	0.60	1.47
240°		240.65	240.67	240.68
		0.16	0.17	0.17
		0.65	0.67	0.68
270°		271.14	270.99	270.99
		0.39	0.33	0.33
		1.14	0.99	0.99
300°		300.34	300.26	300.32
		0.28	0.18	0.25
		0.34	0.26	0.32
330°		330.27	330.25	330.28
		0.09	0.09	0.08
		0.27	0.25	0.28

数値の単位はdeg.

0.06cm, 進行方向0.01~0.14cm, 上下方向0.01~0.35cmであった(表2)。

### 3. 角度の検定

ゴニオメーターに取り付けた反射マーカの成す角度の実測値と三次元動作解析装置で計測した値の差の絶対値の Ave. Abs は0.22~1.14度であった(表3)。

### 4. 動的2点間距離の検定

T-cane に2点間距離の実測値と三次元動作解析装置で計測した値の Ave. Abs は0.38~0.58cmであった(表4)。

表4 動的2点間距離の検定

動的2点間距離(前額面)上方へ

50cm	1回目	2回目	3回目
平均値	49.59	49.59	49.60
標準偏差	0.07	0.07	0.07
Ave. Abs.	0.41	0.41	0.40

動的2点間距離(矢状面)上方へ

50cm	1回目	2回目	3回目
平均値	49.65	49.44	49.42
標準偏差	0.28	0.15	0.17
Ave. Abs.	0.38	0.56	0.58

動的2点間距離(矢状面)前方へ

50cm	1回目	2回目	3回目
平均値	49.50	49.94	49.94
標準偏差	0.15	0.17	0.16
Ave. Abs.	0.50	0.50	0.50

数値の単位はcm。

## IV. 考察

今回我々は静的・動的2点間距離や角度における実測値と三次元動作解析装置で計測した値の誤差の検定をした。

Vander DW<sup>1)</sup>は、対象物の動くスピードが、測定値におよぼす影響を検討した結果、対象物が静止しているほうが動いている場合より正確であると指摘している。今回我々の計測した静的2点間距離の Ave. Abs は動的2点間距離の Ave. Abs よりも小さかった。

これまで三次元動作解析装置の精度の検討は、2台のカメラを使って行われているが、Everaert DG<sup>2)</sup>は、4台のカメラを用いて精度の検討を行った結果、2台のカメラを用いた精度よりも良かったと述べている。我々の計測した静的・動的距離の Ave. Abs も小さかったのは4台のカメラを用いたことにより精度が上がったことが考えられる。

反射マーカの成す角度の実測値と三次元動作解析装置で計測した値の差の絶対値の Ave. Abs は最大

1.14度であった。この値は、先行研究<sup>3)</sup>と比較して0.3度小さかった。臨床的に関節角度を測定する際の誤差は5度以下とされていることから、VICON 370にて計測した角度測定は精度が高かった。

今後はVICON 370を用いて下肢機能障害者や高齢者における段昇降を運動学的に分析する予定である。

## 引用文献

- 1) Vander DW, Carlson SJ, Hubbard R. : Reproducibility and accuracy of angle measurements obtained under static conditions with the motion analysis video system. Phys Ther, 1992, 72(4), 300-305.
- 2) Everaert DG, Spaepen AJ, Wouters MJ, et al. : Measuring small linear displacements with a three-dimensional video motion analysis system. Arch Phys Med Rehabil, 1999, 80, 1082-1089.
- 3) Klein JP, Dehaven JJ : Accuracy of three-dimensional linear and angular estimates obtained with the ariel performance analysis system. Arch Phys Med Rehabil 76, 183-189, 1995.