

[原著論文]

## 画像伝送装置を利用した多標点位置計測による 動作解析の試み

藤田智香子<sup>1)</sup> 岩月宏泰<sup>1)</sup>

### An experiment of motion analysis by multiple marker position measurement using image transmitting equipment

Chikako Fujita<sup>1)</sup> Hiroyasu Iwatsuki<sup>1)</sup>

#### Abstract

An Experiment was carried out on a method to transmit a motion image photographed at a remote place to a university in Aomori City as an e-mail attachment through the Internet. This was followed by an analysis of the motion by multiple marker position measurement using a three-dimensional motion analyzer owned by the university. The result showed that it was possible to collect and record the objective data by two-dimensional motion analysis. This is a useful method capable of improving the present state of inconvenient clinical sites, by effectively facilitating the use of a high-precision three-dimensional motion analyzer.

The analyzed objective data can be utilized as the measurement data for deciding a suitable program of physical therapy, visual information for patients, reference date for discussion and information exchange between clinical sites and other facilities, as well as basic data for researchers. Although problems such as the capacity of telephones line and measurement accuracy exist, step-by-step improvement can be expected following the realization of a high-precision information transmission network society.

(J.Aomori Univ.Health Welf.3(2):147-150, 2001)

キーワード：画像伝送装置、動作解析、理学療法

image transmitting equipment, motion analysis, physical therapy

#### I. はじめに

適切な理学療法を施行するために行われる評価の中でも、対象者の立ち上がりや歩行などの動作分析は最も重要であり、日常的に必要とされている。一般的には肉眼の観察によるが、近年客観的な評価測定機器としての三次元動作解析装置が、解析ソフトを含めてめざましい進歩を成し遂げている。観察による動作分析は手軽にできるというメリットはあるが、観察者の主観が入りやすく、熟練を必要とする。一方動作解析装置を用いた場合は、高額な費用を必要とするが、得られる高精度の客観的なデータは、他者へ情報を提供する際も視覚的にわかりやすく伝達できて説得力があり、目に見えない動作のメカニズムを解明するのに非常に有用である。但し前述したように高額であり、なかなか手軽に利用できる現状で

はない。そこで本研究では、遠隔地で撮影した動作画像をインターネットを介してメールの添付ファイルとして当大学へ送信し、大学所有の三次元動作解析装置を利用して、多標点位置計測による動作解析を試みたので、その方法と結果を報告し、検討を加える。

#### II. 方法

##### 1. 画像伝送装置および計測用カメラの設置

この研究への協力依頼に承諾を得た青森県内の2施設と本大学にI S Nネット64ライト回線を敷設し、同時双方向の音声および画像による情報交換が可能な画像伝送システムを設置した。図1にシステムの概略を、表1に画像伝送装置の概要を示す。

1) 青森県立保健大学健康科学部理学療法学科

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Aomori University of Health and Welfare

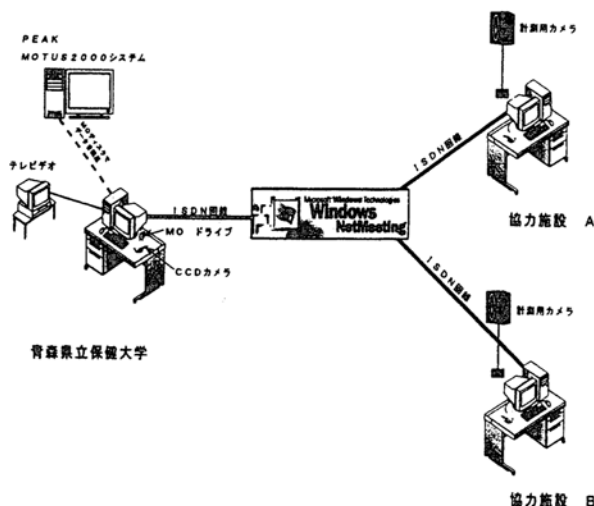


図1 システムの概略

表1 画像伝送装置の概要

協力施設側	パーソナル・コンピュータ	Gateway Performance800
	ビデオキャプチャーボード	1.0データー GV-MPEG2/PC1
	多機能デジタルカメラ	1.0データー VBWCGOP
	超広角レンズ	Panasonic WV-LA210C3
	カラーCCD テレレックカメラ	Panasonic WV-CP110
	テレレックカメラ駆動ユニット	Panasonic WV-PS11B
	カメラ用三脚およびライト	
	パソコンディスク	
大学側	パーソナル・コンピュータ	Gateway Performance1000
	ビデオキャプチャーボード	1.0データー GV-MPEG2/PC1
	多機能デジタルカメラ	1.0データー VBWCGOP
	TVコンバータ	1.0データー TVC-XGA
	MOドライブ	1.0データー MOA-i1300/USB
	フラットテレビデオ	Sharp VT-21FF1-S

なお機器の選定に際しては、テレビ会議システムとして市販されている高額なものを購入するのではなく、できるだけコストを抑えるために身近な機器でシステムを構築した。実際のコストは、3か所の総額で約150万（ISNネット64ライト敷設工事費も含む）であった。

## 2. 手順

- 1) 協力施設に通所または入院している対象者に対して、本研究の目的等を説明し、同意を得た。
- 2) 対象者の動作画像を撮影する前に、三次元動作解析装置（Peak社製 Motus2000）での身体位置に関するデータを正確に収集するため、規定のキャリブレーションを行った。また撮影時は、外界からの光をできるだけ遮断して、自然光が雑音光とならないよう配慮して行った。
- 3) 対象者の動作をデジタルカメラで側面（矢状面）より撮影し、画像をパソコンに取り込んで記録した。撮影時には、三次元動作解析装置による身体位置データの収集を容易にするため、対象者の身体の骨突出部5か所（肩甲骨肩峰、大転子、膝関節外側、腓骨外果、第5中足骨頭）に標点（マーカー）を張りつけた。

- 4) パソコンで取り込んだ動作画像の一部（たとえば一歩行周期分）を切り取り、圧縮後動作解析のためのデータとしてファイルを作成した。
- 5) インターネットを介して上記ファイルをメールに添付し、協力施設から大学側のパソコンへ送信した。
- 6) 大学側のパソコンでメールの添付ファイルを開き、MOおよびビデオテープの記録媒体に記録させた。
- 7) ビデオテープから送信されたデータを三次元動作解析装置で読み込み、通常の処理を加えて動作解析を実行した。

## III. 結果

遠隔地で撮影した動作画像をインターネットを介して本大学へ送信することにより、本大学所有の三次元動作解析装置を利用した多標点位置計測での二次元動作解析ができ、客観的なデータの収集・記録が可能であった。図2は上記の方法で健康人の歩行運動を解析した結果である。上図は経時的な標点（マーカー）の動きを線でつないで表したスティックピクチャーであり、下図は同様に左下肢の股・膝・足の各関節の角度変化を表したものである。

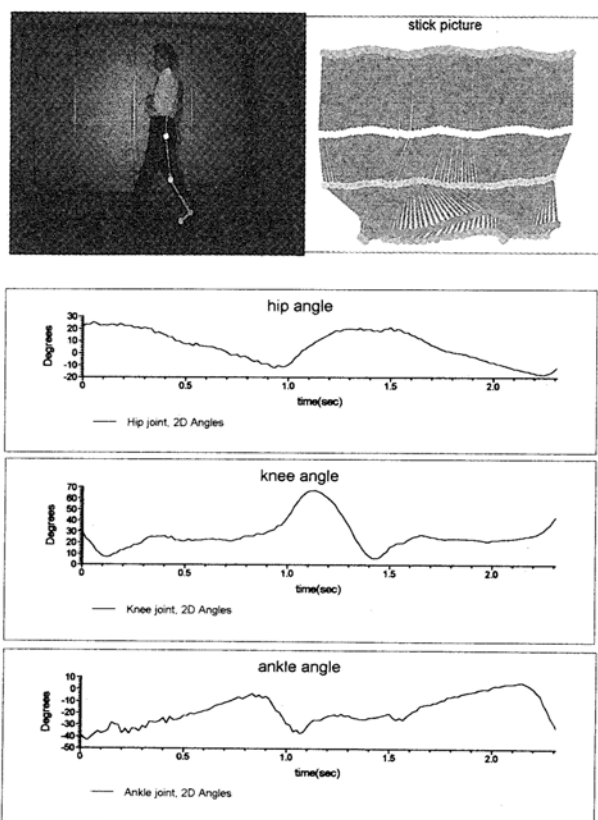


図2 歩行運動の解析

#### IV. 考 察

##### 1. 画像伝送装置を利用した動作解析の利点

###### 1) 臨床現場での活用

伝送された多標点位置計測での画像に基づいた二次元動作解析により、客観的なデータの収集・記録が可能であった。この方法は、非常に高額な三次元動作解析装置を有効に活用し、なかなか手軽に利用できない臨床現場の実状を変えることのできる有用な手段である。得られる高精度の客観的なデータは、理学療法の評価や動作メカニズムの解明などのための検討資料としてはもちろん、他者への情報提供や伝達の際にも大変役立つと考えられる。

たとえば人の動きをスティックピクチャーで表わすことで、運動のイメージを視覚的にとらえることが可能となる。対象者の歩行練習を指導する際に、理学療法前の歩容をこのレポートを用いて説明すれば、説得力も増すと思われる。また理学療法後の歩行を同様に分析すれば、理学療法担当者および対象者双方共に有用な情報を得ることができる。さらに、各マーカーの変位から関節角度・関節モーメントなどの要因まで含めて解析すれば、疾患にみられる特有な歩行分析や個々人に適応した下肢装具の開発など研究の基礎となる情報が多数得られるなど様々な活用が考えられる。

さらに得られた客観的なデータを基にして、臨床現場と研究施設を含む他施設間で、対象者の理学療法に関するディスカッションも可能となる。このような専門的な意見交換や情報収集は、お互いにより刺激となり、かつより適切な理学療法を検討する貴重な機会となり得ると考えられる。

###### 2) 機器の選定およびコスト面

近年のITブームもあり、画像伝送に関わる新しい機器が次々と開発・販売されている。価格は以前に比較すれば安くなる傾向ではあるが、システム全体ではやはり高額となる。本研究ではコスト面にも留意し、市販の高額なシステムを購入するのではなく、できるだけ身近な機器でシステムを構築した。もしすでにインターネットができる環境の施設であれば、あとはそれなりの画像が撮影できるカメラと画像処理ソフトを使用し、三次元動作解析装置のある施設へデータを送信することで動作解析が可能となる。このことはこの方法の汎化性を意味し、動作解析装置のない施設の対象者に関しても、動作解析が可能になることを証明した。また三次元動作解析装置は大変高額であり、青森県内では理学療法士の勤務する約100ヶ所の施設のうち1施設にもなく、当大学以外では他大学に1ヶ所あるのみである。従って有効活用という意味でも、意義のある結果が得られたと考える。

##### 2. 画像伝送装置を利用した動作解析の課題と展望

###### 1) 電話回線の容量

すでに一部の都市部では、光ファイバーやCATV回線による大容量の高速通信が可能になっているが、県内ではまだほとんど普及しておらず、特に町村地域ではISN回線の使用が現実的に一番回線容量の大きい通信方法である。当初音声と画像の同時双方向のやりとりが可能な画像伝送装置を利用して、その画像をそのまま取り込む方法も考えられた。しかし、現在のISNネットの回線速度は64kbit/sであり、画像伝送に関して容量的にかなりきびしく、1秒間に15コマが限界である。この点で実際の動作の再現性に関して、滑らかさに欠け、また動作解析装置による分析データとしては不十分なものであった。そこで今回の方法のようにデジタルビデオカメラで撮影した画像を取り込み、圧縮してインターネットを介して送信する方法が採られた。その分やや手順が煩雑となったが、撮影された画像は十分解析に耐えうるものとなった。今後大容量の通信回線の普及が促進されていくと予想され、この問題に関しては漸次改善が図られるものと予測される。

###### 2) 計測精度

本研究では、一方向からの多標点位置計測による二次元の動作解析を試みた。一般家屋内での撮影であり、カメラと歩行路の距離も十分とは言えないため、実験室のような整った環境での計測と比較した場合、当然精度は落ちるだろう。その点で厳密な研究データとしての信頼性は不十分であるとしても、理学療法上のアプローチを検討するための動作分析としては十分であった。肉眼での観察と比較して定量的に記録でき、対象者の視覚にも訴えることができる結果を得られることは非常に有用であると考えられる。

他方すでに実験室以外の場所でのビデオによる撮影結果の三次元動作解析に関して、市販されているシステムがある。三次元での動作解析には最低2台のカメラが必要だが、現実的に両側を計測するには最低3台のカメラが必要で、さらに死角の問題から4台が標準となっている。撮影にあたっては、それらすべてを同期させ、取り込んだデータを処理するソフトが必要なことなどから、やはりシステムとしてはかなり高額となる。最低条件である同期したカメラ2台で撮影して、本研究の手順と同様に添付ファイルとして送信すれば、三次元の動作解析も可能ではある。但し、ファイルの容量が膨大となるため、送信にかなり時間がかかり、従って電話代も高くつくだろう。これらの点から、現状では三次元の動作解析に関して、可能性はあるにしてもやや困難と考えられる。但し前記したように、電話回線等環境の変化や機器の開発はめざましく、将来的には目的に応じて必要なデータ

をやりとりすることが可能となるかも知れない。

## V. まとめ

遠隔地で撮影した動作画像をインターネットを介してメールの添付ファイルとして当大学へ送信し、大学所有の三次元動作解析装置を利用した多標点位置計測による動作解析を試みた。その結果、二次元の動作解析による客観的なデータの収集・記録が可能であった。この方法は、非常に高額な三次元動作解析装置を有効に活用し、なかなか手軽に利用できない臨床現場の実状を変えることができる有用な手段である。得られる客観的なデータは、適切な理学療法プログラムを決定するための検討材料や対象者への視覚的情報として、また臨床現場と他施設間での情報や意見の交換、さらに研究の基礎データとして活用することができる。今後の課題として電話回線の容量や計測精度の問題もあるが、IT革命による高度情報通信ネットワーク社会の実現に伴い、徐々に改善が期待される。

(受理日：平成13年11月6日)

## 文 献

1. 柴喜崇：動作分析支援のためのマルチメディア．理学療法，18：301-305，2001．
2. 浅海岩生：遠隔医療での理学療法実施のためのIT活用の展望．理学療法，18：326-329，2001．
3. 岩月宏泰・藤田智香子・對馬均他：訪問看護ステーションに遠隔医療システムを導入するに当たっての諸問題．青森県立保健大学紀要，2：149-156，2001．
4. 對馬均・岩月宏泰・藤田智香子他：青森県において遠隔医療システム導入は訪問看護ステーションの経営を改善させるか．平成11年度青森県産学官共同推進事業（シーズ熟成事業）研究成果報告書，2000．
5. 臨床歩行分析研究会：関節モーメントによる歩行分析．医歯薬出版，1997．

## 謝 辞

今回の調査にご協力頂いた今別町デイサービスセンター「ひより」の生活相談員山田基氏・看護婦小山由紀氏他職員の方々および利用者の皆様に深謝致します。またこの調査は、平成12年度青森県立保健大学健康科学特別研究として研究費の助成を受けたものであり、本学関係諸氏に深謝致します。