

平成22年5月24日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19500598  
 研究課題名（和文） 高齢者在宅運動指導と遠隔リハビリのための動画画像簡易計測システムの開発と運用

研究課題名（英文） A method for supporting at-home fitness exercise guidance and at-home nursing care for the elders. - Video-based simple measurement system -

## 研究代表者

東 照正 (HIGASHI TERUMASA)  
 千里金蘭大学・看護学部・教授  
 研究者番号：80116087

研究成果の概要（和文）：ビデオ動画画像は客観的な全体像を映し出し、記録として保管でき、一見して全体像が理解できる優れたメディアである。そこで、関節可動角度、体力測定の数値、ある動作に要する時間、動きの滑らかさの指標などを、撮影後の動画画像で計測できる簡易型の動画画像計測システムを開発した。高齢者の家庭で撮影された動画を解析拠点に送信し、このシステムによる計測結果を返信することで、体力の向上やリハビリテーションの成果を理解しやすくなる。

研究成果の概要（英文）： Penetration of the Internet has paved the way for the interactive video communication at home. For that reason, we developed the simple video-based measurement system so that joint motion angles, numerical values of physical fitness measurement, time required to make certain motions, and indexes for motion smoothness can be measured using recorded videos. When videos shot at individual homes are sent to an analysis center for the measurement by this measurement system, the outcomes provided as feedback give clear views about physical strength improvement and effects of rehabilitation.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
2009年度	400,000	120,000	520,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康スポーツ科学・加齢老化

キーワード：ビデオ動画、遠隔リハビリ、高齢者在宅運動指導、出前運動教室、運動の家庭教師、テレビ電話、動画画像編集ソフト、関節可動域計測

## 科学研究費補助金研究成果報告書

## 1. 研究開始当初の背景

日本は高齢者（65歳以上）の人口比率が20%という超高齢化社会を迎えた。高齢者が健康的に自立した生活を継続し、要介護状態に陥らないことが社会的な重要課題となっている。高齢者の健康状態を運動指導の観点から見ると、自ら進んでフィットネスセンターなどに通う「元気グループ」、すでに自立が困難な状態にある「介護保険適用グループ」、両者の中間のグループの、3様態がある。高齢者のかなりの部分を占める3番目のグループは、元気でもないが、さりとて介護が必要なわけでもない「非健康・非介護グループ」と呼べる。「元気グループ」に対しては健康日本21の健康推進事業など、種々の健康サービスが提供され、「介護保険適用グループ」については介護予防プログラムが実施されている。しかし、「非健康・非介護グループ」はこれらのサービスや制度の谷間で見過ごされている。もし在宅のままできる健康増進プログラムがあれば、かれらは「元気グループ」へ変化するかもしれない。少なくとも、かれらが「介護保険適用グループ」へ入る時期を遅らせることが可能であろう。

在宅のままできる健康増進プログラムで運動習慣をつけてもらうにあたっては、やみくもに自己流の運動をするのではなく、個人の体力に即して正しい筋力の使い方を指導してもらい、その結果を見届ける社会的サポートを受けることが不可欠である。また、本人が目標を持ってプログラムをこなす、セルフモニタリングすることも重要である。

われわれは以上の観点から、日本の兵庫県宝塚市が実施した逆瀬川地域再生モデル調査事業の一環として、高齢者在宅運動指導プログラムによる「出前運動教室（運動の家庭教師）」を試みた。これは、閉じこもりがちな高齢者に気軽に運動を始めてもらうために、自宅（あるいは地区公民館）へ運動指導士を派遣する、運動支援プロジェクトである。結果は大変好評で、日本の読売新聞（2005年11月2日朝刊）でも紹介された。

## 2. 研究の目的

現在、日本の各地で高齢者の体力作りを目的とした在宅健康運動指導や在宅リハビリテーションが盛んに行われている。このような活動の中で、高齢者の十分な体力回復を図るには、運動指導士による受動的な運動と、在宅での高齢者自身による能動的な運動の両方を効果的に実施する必要がある。しかし、在宅健康運動指導や在宅リハビリテーシ

ョンの客観的な効果判定の手段が少ないことから、運動指導士らが高齢者の運動機能の改善程度を十分に把握できているとはいえない。また、高齢者自身で行う能動的な運動に関しても、ガイドブックやDVDなど数多く出版されているが、必ずしもその運動が個々の運動レベルに応じた運動とは限らない。

そこで、われわれは、在宅高齢者の健康管理や退院後在宅リハビリを支援するために、動画像を付加した「マルチメディア健康運動カルテ」の開発を最終目標とする。

ビデオ（動画像）は客観的な全体像を映し出し、記録として保管でき、一見して全体像が理解できるすぐれたメディアである。さらに、関節可動角度、体力測定の数値、ある動作に要する時間、動きの滑らかさの指標などを、撮影後に計測できれば、体力の向上やリハビリの成果を評価する手段となり、動画通信による遠隔リハビリにおいて利用すれば、自宅でのリハビリ効果判定にも有用であろう。また、ビデオ撮影によって過去と現在の映像を比較し、そこから各種の数値情報を取り出すことができれば、本人も納得する効果測定が可能となり、動機づけや意欲向上につながるであろうと考えた。

この「マルチメディア健康運動カルテ」を完成させることで、送られてきた動画から各種の人体計測を行い、数値による記録、写真（静止画）による記録、動画による記録を一元管理することができ、かつそのデータをもとに個人に適した運動メニュー（能動的および受動的運動）の提供が可能となろう。

本研究では、送信されてきた動画像から任意の静止画を抽出して、各種計測を行うソフトを示す。また、実際の高齢者在宅運動指導での運用を実現する。

## 3. 研究の方法

## (1) システムの開発

Delphi®(Borland)にて、以下の機能を持ち、Windows XP上で作動する動画像編集ソフトの開発を行った。

①できるだけ簡易に記録ができること：従来のビデオカメラ撮影による人体計測は、被験者に照度マーカーなどを貼り付けて身体各部位の位置確定を行っていた。このような煩雑な前準備を行わずに、簡易に撮影したものをオリジナルデータとした。撮影にはVGAサイズ（640×480ピクセル）、MPEG形式、フレーム数30コマ/秒の普及型ビデオカメラとVGAサイズ（640×480ピクセル）、AVI形式、フレーム数30コマ/秒の普及型デジタルカメ

ラを使った。テレビ電話やカメラ機能付き携帯電話の動画にも対応させた。

②得られた動画から簡便に静止画の抽出、処理、合成ができること：再生中の動画からストップウォッチ、ラップタイム記録の感覚で任意の静止画を抽出できるようにした。また、コマ送り、逆転再生、スロー再生に連動させた時間経過を記録できるようにした。抽出された静止画像に各種の画像処理を行い、複数の静止画像を1枚にまとめる機能を持たせた。

③静止画像で簡単に各計測値が算出できること：得られた静止画像にコンパスや定規をあてる感覚で、各測定地点間の距離や角度を計測する機能を持たせた。いずれの操作もマウスを用いた簡便な計測である。

④すべての情報を一元的に管理し、データベース化できること：これらの情報を健康カルテとして時系列に一元的に保管し、過去のデータと現在のデータを容易に比較できるようにデータベース化した。得られた計測値（時間、距離、角度など）をオリジナルの動画像と対応させて保存する機能を持たせた。マルチメディア健康運動カルテの基本的構成を整えた。

#### (2) システムの使用例

開発した動画像簡易計測システムの実用性を検証した。57歳の男性に対して、約2ヶ月間の出張運動指導を2度実施した。健康運動指導士が57歳の男性の自宅に出張して、柔軟性の増加と関節可動域の拡大を目的とした受動的運動指導を行った。運動指導は、一度目の2カ月間は1回1時間で合計16回、2度目は1回1時間半で週2回のペースで合計20回行い、その間に26回（前半6回、後半20回）、動画記録のための能動的運動を行ってもらった。2種類の立位体前屈の姿を側面から記録し、座位開脚の姿を上方から記録した。動画から最大努力時の静止画像を抽出し、各姿勢の角度計測を行った。

### 4. 研究成果

#### (1) システムの開発

ビデオカメラは一般に普及しているタイプのものを使用した。画像ページ上で、動画ファイルの再生、静止画像の動画からの抜き出し、ラップタイム計測、静止画像の合成、画像上での距離や角度の計測を、マウス操作で行うことができるようにした。

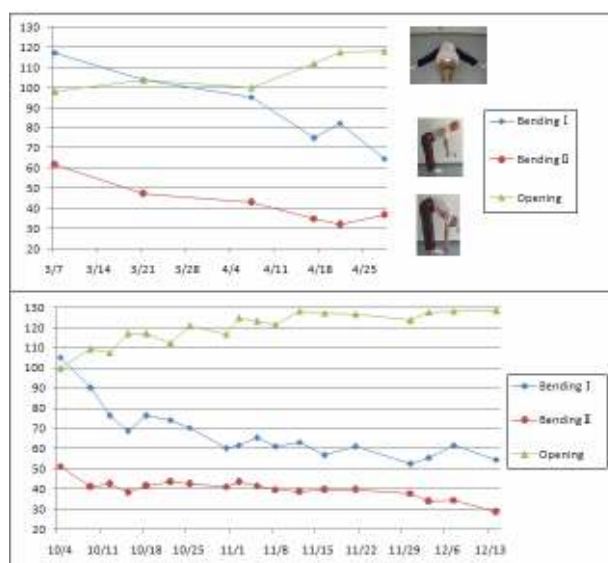
#### (2) システムの使用例

開発した動画像簡易計測システムの実用性を検証するために、健康運動指導士が57歳の男性に2ヶ月にわたって受動的運動指導

を2度実施した。その間に26回（前半6回、後半20回）、能動的運動を行っている姿をビデオ撮影した。2種類の立位体前屈の姿を側面から記録し、座位開脚の姿を上方から記録した。動画から最大努力時の静止画像を抽出し、各姿勢の角度計測を行った。静止画像を時系列に並べることで、運動指導の効果が視覚的に示された（図1）。この静止画像で、2種類の立位体前屈と座位開脚の最大努力時の姿勢における角度を計測した。運動指導期間中に、立位体前屈では角度が小さくなり、座位開脚では角度が大きくなった（図2）。



図1 時系列に配置した静止画像  
2種類の立位体前屈の姿を側面から記録し、座位開脚の姿を上方から記録した。動画から最大努力時の静止画像を抽出し、各姿勢の角度計測を行った。静止画像を時系列に並べた。運動指導の効果が視覚的に示された。



## 図2 計測結果

2種類の立位体前屈と座位開脚の最大努力時の姿勢で、角度を計測した。運動指導期間中に、立位体前屈では角度が小さくなり、座位開脚では角度が大きくなった。

### (3) 考察

日本をはじめ、高齢化社会を向かえるアジアの諸国では、高齢者の介護に要する社会的な負担が問題となる。「Introduction」で述べたとおり、高齢者を「元気グループ」、「要介護グループ」、「非健康・非介護グループ」の3グループに分けることができる。中でも高齢者のかなりの部分を占める3番目のグループは、元気でもないが、さりとて介護が必要なわけでもない状態にある。この「非健康・非介護グループ」は、自宅に閉じこもりがちで、積極的に介護予防プログラムのサービスを受けようとしなない。

現に、われわれは高齢者に歩数計を持ってもらうことで運動習慣の形成を試みた。これは、Kingらの提唱した運動形成の指導指針に基づくものであった。しかし、この運動の動機付けは失敗に終わった。この目的を達するには、積極的かつ継続的な運動指導など、強力な社会的支援が必要であるとの結論に達した。つまり、もし在宅のままできる健康増進プログラムがあれば、よりスムーズにサービスを受け入れることができよう。「非健康・非介護グループ」は「元気グループ」へ変化するかもしれないし、少なくとも、「介護保険適用グループ」へ入る時期を遅らせることが可能であろう。

われわれは以上の観点から、日本の兵庫県宝塚市が実施した逆瀬川地域再生モデル調査事業の一環として、高齢者在宅運動指導プログラムによる「出前運動教室（運動の家庭教師）」を試みた。これは、閉じこもりがちの高齢者に気軽に運動を始めてもらうために、自宅（あるいは地区公民館）へ運動指導士を派遣する、運動支援プロジェクトである。運動習慣がなかった人への運動の動機づけには、やみくもに自己流の運動をさせるのではなく、運動指導士が個人の体力に即した指導を行う、社会的サポートが必要であった。しかし、それ以上に運動の動機づけに大切なのは、セルフモニタリングの機会を与えることであった。つまり、本人に「これじゃいかん」と自ら思い知ってもらうことが効果的であった。体力テストの点数（数値）は、他者との比較に一喜一憂してしまいがちで、セルフモニタリングの材料としては役に立たなかった。最も効果的であったのは、ビデオ撮影であった。ビデオに映し出された自分の動

作をみて、「これじゃいかん」と気づく人が圧倒的に多かった。

ビデオは客観的な全体像を映し出し、記録として保管でき、一見して全体像が理解できる優れたメディアである。そこで、ビデオ撮影によって過去と現在の自分の映像を比較し、本人が「こんなによくなった」などという実感を得ることができれば、意欲向上につながるであろうと考えた。そこから各種の数値情報を取り出すことができれば、さらに有用である。つまり、関節可動角度、体力測定の数値、ある動作に要する時間、動きの滑らかさの指標などを、撮影後に計測できれば、体力の向上やリハビリの成果を評価する手段となり得る。これを動画通信による遠隔リハビリにおいて利用すれば、自宅でのリハビリ効果判定にも利用できるであろう。また、動画像から高齢者の運動機能を評価することができれば、個々に適した能動的な運動メニューの提案・提供が可能となり、動画像によりこれを実現させることで、インターネットなどの通信技術を用いて遠隔地の高齢者にも効果的な運動指導が可能となるだろう。

そこで、送信されてきた動画像から任意の静止画を抽出して、各種計測を行うソフトを開発した。

従来のビデオカメラ撮影による計測では、被験者に照度マーカーを貼り付けて身体各部位の位置確定を行っていたが、前準備が煩雑であった。また、測定のための特別な機器が必要であるため、検査機器が設置されている施設へわざわざ出向いていく必要があった。一般に普及したビデオカメラで記録されたビデオ画像から、簡便に各種の人体計測ができれば、動画像計測システムの用途が広がると考えた。本法では、双方向動画通信機器（テレビ電話やカメラ付き携帯電話）で得た動画像でも計測が可能であり、在宅での使用が容易である。開発した動画像簡易計測システムでは、パソコン画像ページ上で、動画ファイルの再生、静止画像の動画からの抜き出し、ラップタイム計測、静止画像の合成、画像上での距離や角度の計測を、マウス操作で行うことができる。

実際の高齢者在宅運動指導で使用したところ、満足な結果を得た。測定結果を示すパソコン画像ページ（図1、2）は、本人から「これじゃいかん」や「こんなによくなった」という実感を引き出すのに十分なものであった。立位体前屈の姿や座位開脚の角度・長さを正確に計測するには、ビデオ撮影を丁寧に行う必要がある。撮影は、正確に真横や真上から行わなければならない。また、記録対象

者の服装は、画像上で計測基準点を得やすい服装が好ましい。従来の動画画像計測法に準じて、計測基準点にシールを貼ると、より正確に計測することができよう。

簡単なビデオ記録でも、動画による運動機能の効果判定が十分に可能であることが分かった。

動画像により、高齢者の運動機能を十分に効果判定することができれば、運動指導は個人が自宅で取り組むべき効果的な運動メニュー（能動的運動）の提供が可能となる。さらに、この運動メニューを一連の動画像（例えばDVDのようなもの）として提供することで、高齢者はテレビ等の画面を見ながら手軽に運動に取り組むことができるだろう。またインターネットなどの動画通信を用いれば、運動指導士が高齢者の自宅に訪問する必要がなく遠隔地にいる高齢者への運動メニューの提供が可能となり、運動指導士や看護師の負担を軽減させることができると考える。

今後は、0脚、姿勢、起き上がり動作などで、計測を試み、リウマチ患者や人工関節手術を受けた患者を対象に運動機能の効果判定を行い、さらに動画像による運動メニューの提供を可能とするソフトの開発を目指す。

また、マルチメディア健康カルテを作成し、ネットワークに対応した専用ビューアの開発を行う。送られてきた動画から各種の人体計測を行い、数値による記録、写真（静止画）による記録、動画による記録を一元管理するデータベースが完成する。これによって、在宅高齢者の健康管理や退院後在宅看護を支援することができれば幸いである。

## 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計5件）

- ① N. Ashida, T. Takemura, S. Suto: Ubiquitous Technology and an Idea of Life Log. Journal of eHealth Technology and Application, 査読有, Vol.7, 2009, pp. 24-27
- ② Y. Nasu, N. Ashida, M. Yamakawa, K. Makimoto, T. Teshima, M. Tsuji: Simple measurement of snoring sound for a home screening test. Asia Pacific Association for Medical Informatics, 査読有, 2009, pp.138-141

- ③ H. Kanzaki, Z. Xiaochun, A. Nishigami, M. Nozawa, M. Azuma, T. Katayama, A. Yamamoto, N. Ashida: Effects of the support by the web-based disaster nursing care information provision at the Chengdu earthquake in China. Journal of eHealth Technology and Application, 査読有, 2009, pp.127-131

- ④ S. Suto, N. Ashida, T. Higashi, H. Takemura, K. Kurimoto, S. Yorifuji: Attempt to apply TFIDF to extracting category-specific keywords from obstetric and gynecologic hospital BBS message data. Journal of eHealth Technology and Application, 査読有, Vol.5, 2007, pp.56-60

- ⑤ T. Higashi, T. Hirai, S. Takayama, S. Sagawa, Y. Ohashi, N. Ashida: Video-based simple measurement system to support at-home fitness exercise guidance and at-home nursing care for the elders. Journal of eHealth Technology and Application, 査読有, Vol.5, 2007, pp.164-168

〔学会発表〕（計6件）

- ① N. Ashida, Y. Nasu, M. Yamakawa, K. Makimoto, T. Teshima, T. Higashi: Trial of Measurement of Sleep Apnea Syndrome with Sound Monitoring and SpO2 at home. IEEE Healthcom 2009, December 14-16, 2009, Sydney, Australia
- ② R. Ayase, T. Higashi, S. Takayama, S. Sagawa, N. Ashida: A method for supporting at-home fitness exercise guidance and at-home nursing care for the elders, video-based simple measurement system. IEEE Healthcom 2008, July 7-9, 2008, Singapore
- ③ N. Ashida, R. Ayase, M. Watanabe, S. Takayama, S. Sagawa, H. Kanzaki, T. Higashi, Tailor made fitness with DVD-video for elder people. The fourth south Asian regional conference in community based rehabilitation, October 4-6, 2007, Kathmandu, Nepal
- ④ N. Ashida, M. Watanabe, S. Takayama, S. Sagawa, S. Yoshimura, T. Higashi:

Video-based simple measurement system to support tele-rehabilitation. The fourth south Asian regional conference in community based rehabilitation, October 4-6, 2007, Kathmandu, Nepal

⑤ T. Higashi, T. Hirai, S. Takayama, S. Sagawa, Y. Ohashi, N. Ashida: Video-based simple measurement system to support at-home fitness exercise guidance and at-home nursing care for the elders. 21<sup>st</sup> Pacific Science Congress, June 12-18, 2007, Okinawa

⑥ S. Suto, N. Ashida, T. Higashi, H. Takemura, K. Kurimoto, S. Yorifuji: Attempt to apply TFIDF to extracting category-specific keywords from obstetric and gynecologic hospital BBS message data. 21<sup>st</sup> Pacific Science Congress, June 12-18, 2007, Okinawa

[図書] (計1件)

① 高山さとる、芦田信之、東 照正：関西ヘルスケア研究所、高山式高齢者自宅運動プログラム筋力トレーニング編ストレッチ編、2008、66

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

東 照正 (HIGASHI TERUMASA)  
千里金蘭大学・看護学部・教授  
研究者番号：80116087

### (2) 研究分担者

芦田信之 (ASHIDA NOBUYUKI)  
甲子園大学・現代経営学部・教授  
研究者番号：50184164