

機関番号： 57102  
 研究種目： 基盤研究(C)  
 研究期間： 2008～2010  
 課題番号： 20500499  
 研究課題名(和文)  
 安全性を考慮した高齢者健康支援のための体力計測技術の開発に関する研究  
 研究課題名(英文)  
 Development of safety physical-performance-measuring technology for old age people  
 研究代表者  
 柳原 聖 (KIYOSHI YANAGIHARA)  
 有明工業高等専門学校・機械工学科・准教授  
 研究者番号： 90313113

## 研究成果の概要(和文)：

これまで筋力の測定においては機器の取り扱いやすさなどからバネばかりの原理を利用したものが広く利用されてきた。たとえばスメドレー式握力計や背筋力計などがあげられる。このようなフックの法則に依存した測定機器は、機器の構造上、被験者が力を込めるような動作(努責動作)が生じ易い。著者らの調査によると高齢の被験者によっては血圧の上昇などの悪影響が明らかになっている。そこで、本研究においては小型の発電機を利用した筋力計測法の提案を行っている。測定器に従来のばねに変えて発電機を用いることで、簡易な機構で高齢者に身体的な負担を少なくしながら筋力が測定できるだけでなく、筋パワーの動的な変化を観察できることや、さらには発電時の回生抵抗を利用したトレーニングなども可能になることが明らかにされている。

## 研究成果の概要(英文)：

New measuring and training method of muscle power for senior age, that utilizes small 'electric generator' instead of 'spring force', are developed. Our study clarified that this method can measure not only the muscle power, but also the reflection time and the muscle strength without any physical stress on senior aged subject. Meanwhile, another advantage of employing electric generator is that generator can electrically produce regeneration resistance as the load for rehabilitation. This study also describes whether the developed system can be applied for physical training. With a view of physiotherapist, various investigations were executed. The evidences show the efficiency of the developed training method and the developed system.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	700,000	210,000	910,000
2009年度	1500,000	450,000	1950,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2900,000	870,000	3770,000

## 研究分野： 総合領域

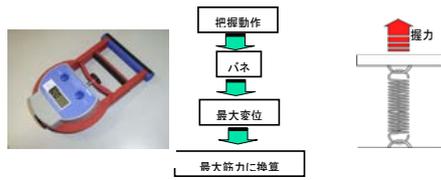
科研費の分科・細目： 人間医工学 ・ リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード： 計測工学, 生物・生体工学, リハビリテーション, 設計工学, エージング

## 1. 研究開始当初の背景

著者が所属する有明高専は福岡県大牟田市にある。大牟田市は高齢化率が27%を超え

ており全国でも有数の高齢社会を迎えている。したがって高齢者の健やかな生活を支援することは地域の大きな課題となっている。



高齢者では握力計測後に最高血圧に悪影響が見られた。

高齢者には低い負荷で安全にかつ手軽に運動能力の計測ができる機器が必要である

図 1 体力測定機器の原理と問題点

ところで、個人の健康を示す指標としては現在体力測定がある。この体力測定においては筋力や筋持久力を計測し健康の度合いを定量的に評価している。これら筋力や筋持久力の測定においては、従来からバネを利用した計測器が広く用いられてきた。たとえば、握力計や、背筋力計が挙げられる。これらの測定器は基本的にはバネばかりと同じ構造になっており、バネを引っ張ったときの最大変位からバネ定数に応じて筋力を同定していた。(図 1)

ところが、このような装置を高齢者の体力測定に適用しようとする、機器の構造上最大発揮力を発揮しようとすればするほど、極度の筋緊張が必要になる。このため、被験者である高齢者によっては健康でありたいがために必要以上に力んでしまう。図 2 に 80 歳男性被験者の例を示すが、握力測定後に血圧が上昇している。この被験者は、上昇した血圧が少なくとも数分間持続してしまっていた。

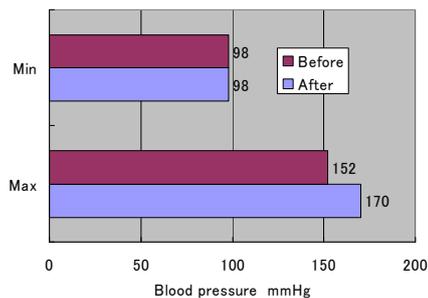


図 2 握力測定後の血圧上昇 (80 歳男性)

## 2. 研究の目的

そこで本研究では高齢の被験者に負担を与えずにその運動能力を計測できる機器を検討する。具体的には、自動車等の動力計測に用いられるシャシーダイナモメータの計測原理を筋力計測に応用する。シャシーダイナモ計測においては、既知の慣性モーメントを自動車の車軸などで加速させその加速度

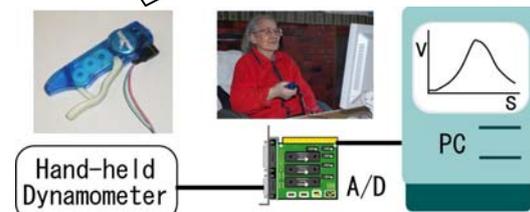
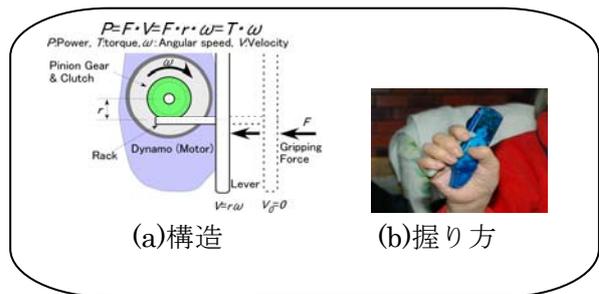
の変化からエンジンの動力性能を把握している。この原理を適用し、筋力計測においては、比較的軽い慣性モーメントを有する小型の発電機 (ダイナモメータ) を開発し、これを筋力で加速させて電力を生じさせ、筋力×速度、すなわち筋パワーを動的に計測できる装置を開発する。そして、この装置を利用した高齢者向けの筋力計測手法を、安全性や娯楽性を加味しながら確立する。

## 3. 研究の方法

本研究においては全身の筋力が握力に比例することからまず筋力測定の中でも握力測定において発電機構の適用を図ることにした。そこで次のような内容で研究を実施した。(1)小型の発電機を利用した機構を利用して、体力の基本である「物を把握するときの筋パワー」を計測できるシステムを試作する。(2)(1)で開発した計測システムによって、発電電力と動的な筋力、および静的な筋力との相関を調査する。(3)従来の筋力計測器との比較を行いながら動力計測における長所の見極めを行う。このとき、筋力計測時における血圧等のバイタルサインへの影響も調査しながら高齢被験者への安全性や装置の長所を明確化する。

## 4. 研究成果

(1) 市販のハンドヘルドダイナモメータという手のひらの把握動作で電機を起こす装置を改造し、パソコンと接続した計測システムを構築した。(図 3) この装置を利用して、ハンドヘルドダイナモメータレバー操作で生じる出力電圧 (筋パワー) を計測すると図 4



(c) measuring system

図 3 小型発電機を利用した筋力計測システム

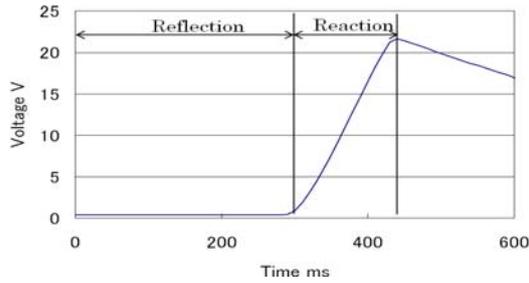


図4 得られた出力波形の一例 (75歳女性)

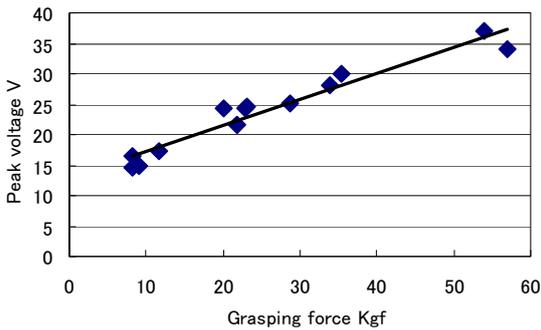


図5 ダイナモメータ出力電圧と握力の相関

に示すような起電力波形を記録できる。このときの最大起電力と被験者の筋力（握力）について相関を調べたところ、図5のように良好な相関が得られた。よって、ハンドヘルドダイナモメータの出力電圧（筋パワー）から被験者の筋力（握力）が推定できることが明らかになった。

同時に、

(2) この小型発電機を利用した計測法の場合は、フックの法則に依存した従来の方法と比較して長い時間努責動作をともなわないので高齢者への身体的負担がないことも明らかになった。

また、

(3) 図4からもわかるように、提案した測定計で、筋力のみならず筋パワーの動的な変化を把握することができるので、とっさのときに被験者が周囲のものをどの程度のパワーでつかめるかも把握できるようになった。

(4) 発電機の利用は、計測システムに新たな可能性を付与できる。それは、発電機に電流を流せばアクチュエータになり、たとえばレバー操作時に負荷を生じさせることが可能であるからだ。そこで図6のようにハンドヘルドダイナモメータに可変抵抗を接続して、レバー操作時の負荷を測定した。すると、

回生抵抗を変化させることが可能であり、被験者の筋の能力に応じてレバー操作負荷を生じさせられるようになった。

(5) このような回生抵抗による負荷を利用して、高齢被験者に継続的なトレーニングを行ったところ、図7のように筋断面積の増加とともに被験者の筋力の向上が認められた。

(6) これらの成果を基に高齢者向けの把握動作のための筋力診断とトレーニングが行える装置を試作した。(図8) この装置では、楽

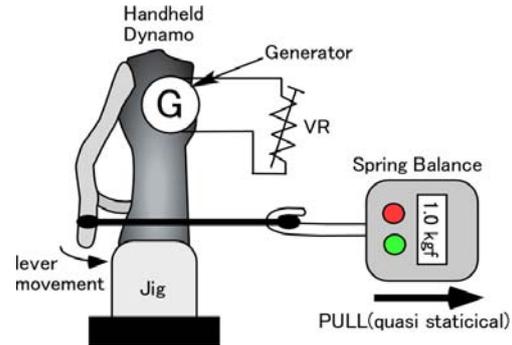
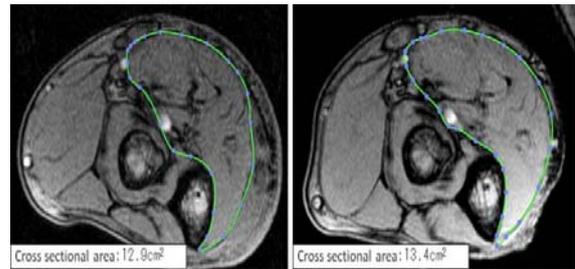
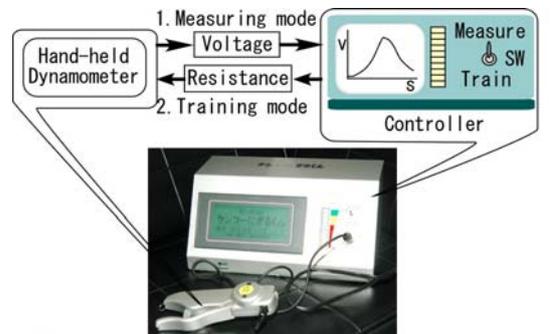


図6 回生抵抗負荷の測定



(a) トレーニング前 (b) 2ヶ月経過後

図7 MRI 筋断面計測 によるトレーニング効果の検証



System provides  
1. Measuring mode and 2. Training mode.  
Mode 1: Measure voltage to measure muscle power  
Mode 2: Set regenerative resistance to train muscle

図8 試作された高齢者向け筋力診断&トレーニング装置

しみながら日々の筋力測定とトレーニングが継続できるように、統計データを利用した年齢診断機能などのアミューズメント機能を付与している。

以上の研究成果から従来の筋力測定機器に利用されていたばね計りの機構を発電機構に置き換えることによって、高齢者に身体的な負担の少ない計測が行えることが示された。また発電機構の利用といったメカトロニクス技術の応用によって、従来は計測という一つの機能しかなかった体力計測機器や健康診断装置に、トレーニング機能といった新たな機能コンパクトな筐体で実現できることを示した。

#### 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 6 件)

①柳原 聖、龍 勝之、三原徳馬、土屋健介、発電機構を利用した高齢者向け筋力測定およびトレーニング装置の開発、日本機械学会論文集 C 編、査読有、Vol. 77, No. 776 (2011), pp.1404-141.

②江郷功起・柳原 聖・阪本一平・近藤直史・末藤隆夫、高齢者に安全な筋力測定機器の開発-発電機を利用した血圧変動の少ない機器開発-、第 45 回日本理学療法士学会講演論文集、査読有、p.1924.

③三原徳馬・柳原 聖・阪本一平・江郷功起・土屋健介、高齢者用把握動作機能訓練システムの開発-リハビリテーションへの応用-、日本機械学会 2010 年度年次大会講演論文集、査読無、pp.357-358,2010.

④柳原 聖、三原徳馬、柿原隆宏、阪本一平、土屋健介、高齢者用把握動作機能維持訓練システムの開発-転倒回避能力の評価に関する一考察-、2010 年度精密工学会春季学術講演会講演論文集、査読無、pp.608-609,2010.

⑤江郷功起・西辻一成・柳原 聖・阪本一平・近藤直史、産官学連携による把握力測定・筋力強化機器の開発-シングルケーススタディによる筋力増強運動効果の検討-、第 49 回全国自治体病院学会講演論文集、査読無、CD-ROM,2010 年.

⑥三原徳馬、柳原聖、龍勝之、阪本一平、川寄義則、土屋健介、高齢者健康支援のための把握力計測システムの開発-回生利用によるトレーニング効果の検証-、2009 年度精密工学会春季学術講演会講演論文集、査読無、2009、

p.p.223-224.

[学会発表] (計 12 件)

①三原徳馬、柳原 聖、阪本一平、江郷功起、土屋健介、発電機構を利用した高齢者向け筋力測定およびトレーニング装置の開発、日本機械学会 2010 年度年次大会、2010/9/6、名古屋.

②江郷功起、西辻 一成、柳原 聖、阪本 一平、近藤 直史、産官学連携による把握力測定・筋力強化機器の開発-シングルケーススタディによる筋力増強運動効果の検討-、第 49 回全国自治体病院学会、2010/10/14、秋田.

③柳原 聖、反射と動的握力から評価する高齢者の転倒回避能力評価法、イノベーションジャパン 2010-大学見本市、2010/10/1、東京.

④江郷功起、柳原 聖、阪本一平、近藤直史、末藤隆生、高齢者に安全な握力測定機器の開発-発電機を利用した血圧変動の少ない機器の開発-、第 45 回日本理学療法学会論文集、2010/5/29、岐阜.

⑤柳原 聖、三原徳馬、柿原隆宏、阪本一平、土屋健介、高齢者用把握動作機能維持訓練システムの開発-転倒回避能力の評価に関する一考察-、2010 年度精密工学会春季学術講演会、2010/3/18、さいたま.

⑥柳原 聖、高齢者に身体的負担の少ない筋力診断・訓練装置の提案、水素エネルギー先端技術展 2009、2009/10/21-23、北九州.

⑦柳原 聖、高齢者に身体的負担の少ない筋力診断・訓練装置の提案、イノベーションジャパン 2009-大学見本市、2009/9/16-18、東京.

⑧三原徳馬、柳原 聖、龍勝之、阪本一平、川寄義則、土屋健介、高齢者用把握動作機能維持訓練システムの開発-回生利用によるトレーニング効果の検証-、2009 年度精密工学会春季学術講演会、2009/9/12、神戸.

⑨柳原 聖、高齢者に負担の少ない筋力測定器具の提案" 水素エネルギー先端技術展 2008、20081022-20081023)、福岡.

⑩龍 勝之、柳原 聖、高齢者に負担の少ない筋力測定法の提案、イノベーションジャパン-大学見本市、2008/9/16-2008/9/18、東京.

⑪龍 勝之、柳原 聖、"高齢者に負担の少ない筋力測定器具の提案" 九州ものづくり技術の伝承と創成に関する研究会、2008/8/4、福岡

⑫龍 勝之, 柳原 聖, 阪本一平, 寺本要一, 川寄義則, 土屋健介, 高齢者健康支援のための把握力計測システムの開発-回生を利用したトレーニング機能の可能性について-, 日本機械学会九州支部講演論文集, 2008/3/18, 福岡.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
出願年月日 :  
国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
取得年月日 :  
国内外の別 :

[その他]

ホームページ等

研究室 HP

[http://mame.me.ariake-nct.ac.jp/blog\\_k/  
blog.cgi](http://mame.me.ariake-nct.ac.jp/blog_k/blog.cgi)

個人 HP

<http://gon.me.ariake-nct.ac.jp/~kiyoshi>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

柳原 聖 (Kiyoshi Yanagiahra)

研究者番号 :

**90313113**

### (2) 研究分担者 なし

### (3) 連携研究者

なし