

原 著

高齢者作業能力測定装置の開発

田口豊郁¹⁾ 緒方正名¹⁾ 末光 茂¹⁾ 江草安彦¹⁾
大崎紘一²⁾ 梶原康博²⁾ 武下浩史²⁾

川崎医療福祉大学 医療福祉学部 医療福祉学科¹⁾
岡山大学工学部機械工学科²⁾

(平成 8 年 5 月 22 日受理)

Development of the Measuring Instrument for Working Ability of the Aged

**Toyohiro TAGUCHI¹⁾, Msana OGATA¹⁾, Shigeru SUEMITSU¹⁾,
Yasuhiko EGUSA¹⁾ Hirokazu OSAKI²⁾,
Yasuhiro KAJIHARA²⁾ and Hiroshi TAKESITA²⁾**

¹⁾*Department of Medical Social Work
Faculty of Medical Welfare
Kawasaki University of Medical Welfare
Kurashiki, 701-01, Japan*

²⁾*Faculty of Engineering
Okayama University
Okayama, 700, Japan*

(Accepted May 22, 1996)

Key words : person of advanced age, working ability, ability of daily life

Abstract

The evaluation of physical ability of the aged is needed not only to support himself in his daily life, but also to make and improve the working condition in companies, because Japan goes into society of the aged rapidly. So we have developed the measuring instrument for working ability of the aged that can measure the ability of daily life and labor life easily. Measuring contents of this instrument are back strength (① lifting strength), alacrity (② moving arm right and left, ③ moving range), strength of hand and fingers (④ push strength of thumb, ⑤ angle of grasp and turn), raising hand (⑥ distance of raising hand from the shoulder with weight load), working posture (⑦ anteflexion angle of the waist, ⑧ squat down angle of the knee) and walking ability (⑨ walking

speed). For assessment of the measuring value, we proposed the methods that were applied MODAPTS (Modular Arrangement of Predetermined Time Standard) and MTM (Methods Time Measurement) methods, and examined the propriety of the methods.

要 旨

高齢者の身体的能力を評価することは、日常生活を支援するためだけでなく、労働環境条件を改善するためにも必要である。そこで、日常生活能力および労働能力を簡便に定量化することができる高齢者作業能力測定装置を開発した。本装置は、背筋力(①持ち上げ力)、敏捷性(②腕の左右運動、③可動範囲)、手指の力(④親指の押す力、⑤持って回す角度)、手を上げる(⑥重量負荷での肩からの拳手距離)、作業姿勢(⑦腰の前屈角度、⑧膝のしゃがみ角度)および脚力(⑨歩行速度)を測定することができた。測定結果を評価するために、MODAPTS (Modular Arrangement of Predetermined Time Standard) 法および MTM (Methods Time Measurement) 法を応用して基準値を設定する方法を提案し、その妥当性を検討した。

はじめに

急速な高齢化社会を迎えたわが国では、高齢者自身が自立した日常生活を営むための指標の確立が急務であり、そのためには、高齢者の体力を具体的に測定し、評価することが重要である。また、労働現場での高齢者の役割が重要視される今日、社会資源としての人的活用を計る上からも極めて重要な課題といえる。高齢者の能力を十分に把握した作業設計は、若年労働人口の減少を補完するうえできわめて重要な課題である。

自動車メーカーでは、若年労働者のみならず中高年者までも含めて、心身機能としての視力、取扱重量、作業姿勢、敏捷性、握力、脚力に関して、作業者の負担を軽減するための作業設計・改善のための評価法を提案し、実施している¹⁾。

そこで、本研究では、高齢者の日常生活能力、および作業分担を的確に行うための作業能力—高齢者がどの程度の可能性を有しているか—を把握する目的で作業能力測定装置の開発を行った。

方 法

(1) 測定項目の決定

自動車メーカーでの作業負担の軽減や中高年者への配慮は、心身機能と作業姿勢からの取り組みが中心である。各自動車メーカーが提案

している内容を改良し、主として加齢によるしんどさに関するものを測定項目(9項目)に決定した。

(2) 高齢者用作業能力測定装置の開発

上記の測定項目を計るための装置は、コンパクトで操作が簡単、データ処理ができることを考慮して開発した。

(3) 日常生活での付加重量

高齢者が日常生活をする上で必要とする持ち上げる、回す、押す、引く動作に必要とする力を求め、工場内作業との対比から測定装置の測定限界を設定する必要がある。すなわち、高齢者作業能力測定装置の各測定項目の評価のための基準値の設定と装置の測定範囲を決定するために、我々が普段生活するのに一体どれくらいの力が必要なのかを調べた。日常生活を送る上での基本動作—食事の準備、部屋への出入り、寝るための準備、買い物、料理等—を取り上げ、各々の付加重量を測定した。

(4) 基準値の設定

9項目の高齢者に対する基準を以下のように決定した。

[持ち上げる力] および [腕の左右運動] は、作業動作・時間の代表的な研究手法である MODAPTS (Modular Arrangement of Predetermined Time Standard) 法²⁾により基準値を求めた。MODAPTS 法は、産業界の作業分析、動作分析だけでなく、身体障害者等の作

業能力評価のための検査器具による作業適応、訓練成果にも適用することができる。[親指の押す力] および [持って回す角度] は、日常生活での動作から基準値を判断した。[拳手距離] および [前屈角度・しゃがみ角度] は、日本人の標準体形³⁾を基準にして判断した。[歩行速度] は、MTM (Methods Time Measurement)⁴⁾により基準値を求めた。これらの基準値を満足できれば通常の作業は問題なく行える(日常生活の問題がない)と判断できる。

(5) 高齢者作業能力測定装置と基準値の妥当性の検討

基準値の妥当性を知るために、高齢者作業能力測定装置を用いて岡山市の農村地帯の高齢者の作業能力を測定し、成年の結果と比較した。対象者は、岡山市内にある養護老人ホームの居住者および在宅の70歳以上の高齢者51人(男性：17人、女性：34人)である。また、対照群として、男性大学生(15人)、男性事務職員(9人、30-50歳)に同様の実験を行った。

高齢者作業能力測定装置および結果

(1) 測定項目

高齢者の心身機能を測定するための測定項目として、自動車工業会が作成した心身機能と評価項目を改良して、背筋力(持ち上げ力)、敏捷性(腕の左右運動および可動範囲)、手指の力(親指の押す力および持って回す力)、手を上げる(重量負荷での肩から上への距離)、作業姿勢(腰の前屈角度および膝のしゃがみ角度)、脚力(歩行速度)の9項目を選定した(表1)。

(1)背筋力：片手で対象物を持ち上げる能力を最大持ち上げ力(最大7kg)と、一定の負荷(2~7kg)で指定した時間内に何回(総持ち上げ量)できるかを測定する。

(2)敏捷性：設定負荷(1~7kg)、設定時間(0~2分)、設定した前腕の動く範囲(0~100cm)で何回片腕を左右に動かせるかを測定する。また、左右に腕を動かせる最大範囲を3回の動作回数平均として測定する。

(3)手指の力：①指で押す力を直径20mmφのノブを押すことにより、0~9.9kgの間で0.1kg単位で測定する。②握って回す力を直径50mmφのノブを

設定した負荷(1~7kg)した場合の最大回し角度と所要時間を測定する。

(4)手を上げる：肩から上方に手を上げられる距離を、設定負荷(1~7kg)の下で測定する。

(5)作業姿勢：①前屈角度として、腰が曲がる角度をゴニオメーターにより0~180°で測定する。②しゃがみ角度として、膝の角度をゴニオメーターにより0~180°で測定する。

(6)脚力：歩行速度を5m間隔でセットした検出ポール間を直進して歩く所要時間から測定する。

(2) 高齢者作業能力測定装置の概要

測定装置の外観を図1に示す。測定項目は、押しボタンスイッチで任意に選択できる。付加重量は、ボリュームボタンで設定でき、デジタル表示される。時間設定は、押しボタンスイッチで増減できる。集計部は、9項目をすべて統括しており、さらに、RS232Cでマイクロコンピュータと連結して測定順序の制御と結果の整理を行うことができる。

測定装置は、9項目の内、6項目は図1に示す測定部に集約している。作業姿勢の前屈、しゃがみ角度の2項目及び歩行速度は各々別の測定部となっている。

(1) 測定部

①背筋力と手を上げることの測定機構部は同一であり、負荷を電氣的に調整できるパウダーブレーキにワイヤーを介して握り手が付けられている。

背筋力測定では、前かがみになり膝を曲げて

表1 高齢者用作業能力測定装置の測定項目、測定範囲及び基準値

心身機能	評価項目	測定範囲	評価の基準値
背筋力	①持ち上げ力(片手)	7kg/回, 回/分	4.7回
敏捷性	②腕の左右運動(並行)	時間/回	4.3回
	③可動範囲	100cm(最大)	95cm
手指の力	④親指の押す力	0~9kg	4kg
	⑤持って回す角度	1~7kg	135度
手を上げる	⑥重量負荷での肩から上への距離	1~7kg(負荷) 0~100cm(距離)	男:55cm 女:50cm
作業姿勢	⑦前屈角度(腰)	0~180度	115度
	⑧しゃがみ角度(膝)	0~180度	130度
脚力	⑨歩行速度	時間/5m	95m/分

握り手を掴み引き上げ動作を行う。[手を上げる]の測定では、握り手を肩の位置まで引き上げておき、肘を伸ばして握り手を引き上げる。

②敏捷性測定機構部は、高さを70～130cmの間で任意に設定できる。そして、負荷は①と同様のシステムで調整でき、左右の動きは、平行移動可能な握り手Aを持って腕を動かせる。

③[手指の力]を測定する測定機構部は、70～130cmの高さで任意の位置に測定できる。

④作業姿勢は、腰と肘に各々ゴニオメーターをバンドで装着する。そして、各々の曲げの最大角度を測定する。

(2) 集計部

①測定項目選択：9項目各々を押しボタンスイッチにより、任意に選定することができる。そして、押されているスイッチの項目を測定する。

②設定値：a) 負荷荷重はボリュームで設定し、設定値はデジタル表示される。b) 時間の設定は、デジタル押しボタンスイッチにより上昇、下降させることによりできる。

③測定の開始、終了：以上の測定項目の選定、設定値の設定の下で測定を開始、終了の必要なものについては、開始、終了ボタンを押す。

(3) 日常生活での付加重量

日常生活での代表的な動作とその時の負荷重量の測定結果を表2に示した。負荷重量は、自転車の10kg以外はすべて7kg以下であり、高齢者用測定装置の背筋力の評価基準（後述）を満たしていた。

料理における切る回数は、1秒/回であり、敏捷性の2秒/回を下限とみなせば限界値の設定が可能であった。ドアを開けるためのノブを回す力は、2～3kgで、手指の力（1～9kg）の評価基準以内であった。すなわち、この評価基準を満足できれば、日常生活は問題ないと判断できた。

(4) 基準値の設定

①持ち上げる力：MODAPTS法²⁾により基準値を求めた。持ち上げるために膝の曲げのばしがあるので{体を曲げて再び起こす動作（B17）}の半分、{前腕の曲げのばし（2M3）}で、その際4kgの負荷をかけているので負荷係数が(2M1)となる。1単位の作業(1MOD)は、1MOD =

0.129秒であるので、

$$(17/2 + 2 \times 3 + 2 \times 1) \times 0.129 = 2.129 \text{ [秒/回]}$$

$$10/2.129 = 4.7 \text{ [回/10秒]}$$

すなわち、1回の動作は2.129秒となり、よって、10秒間では4.7回となった。

②腕の左右運動：{腕を左右へ往復して動かす動作}は（2M7）であるので、

$$(2 \times 7) \times 0.129 = 1.806 \text{ [秒/回]}$$

$$10/1.806 = 5.5 \text{ [回/10秒]}$$

すなわち、1回の動作が1.806秒であり、10秒間

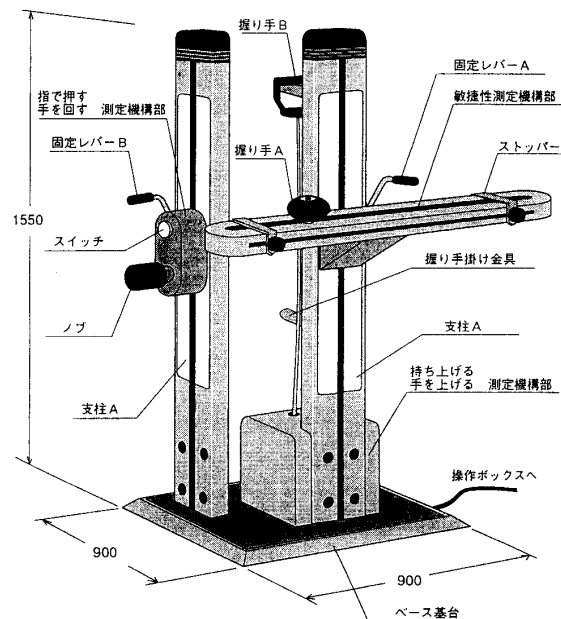


図1-1 高齢者用作業能力測定装置の外観(本体)

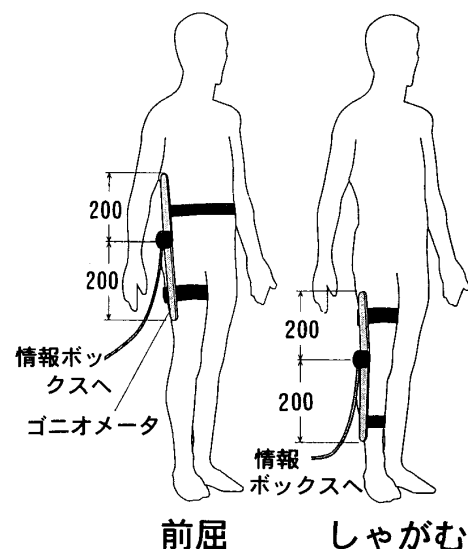


図1-2 高齢者用作業能力測定装置の外観(作業姿勢測定部)

では5.5回となった。

③親指の押す力：日常生活において、指で押すという動作では4 kg以下であれば十分（表2）であると考え基準値とした。

④持って回す角度：負荷2 kgのノブを横から握ったときの親指の位置から掌が上を向いたときの親指の位置までが135度であるので、この値を基準値とした。

⑤挙手距離：日本人の標準体形³⁾を基準にして男性55cm, 女性50cmに設定した。

⑥前屈角度・しゃがみ角度：日本人の標準体形より前屈角度は115度, しゃがみ角度は130度に設定した。

⑦歩行速度：MTM 法⁴⁾では歩行する動作時間は1 mにつき17.4 (TMU) であるので、

$$1 \text{ [TMU]} = 0.00001 \text{ [時間]} = 0.00060 \text{ [分]}$$

$$\text{歩行速度} = 1/17.4 \text{ [m/TMU]}$$

$$= 1/(17.4 \times 0.00060) = 95 \text{ [m/分]}$$

歩行速度の基準値を95 (m/分) とした。

以上の基準値を表1にまとめた。

(5) 高齢者作業能力測定装置と基準値の妥当性の検討

ほとんどの項目で年齢の増加とともに、測定値は減少の傾向を示した。しかし、腕の可動範囲および手・指の力、特に回す力については、高齢になっても能力の減少は見られなかった(基

準値を概ね満足していた)。性別で見ると、力を必要とする項目(持ち上げる、押す、回す)では、男性の方が高齢になっても高い値を示した。逆に、体の柔軟性を必要とする項目(左右の可動範囲、挙手距離、前屈、しゃがみ)に関しては、女性の方が高い値を示した。また、ほとんどすべての項目で、70代と80代の値を比較すると、男性では、低くなる傾向が見られたが、女性の場合ほとんど差がなかった。また、すべての項目で、年代別の測定値の標準偏差は年代と共に大きくなる傾向があった。測定結果の例として、[持ち上げ力]の測定結果を図2に示した。9種類の測定項目を本装置で20~80代の対象者に対して測定することができた。

考 察

ダイハツ工業は、加齢によるしんどさに対する心身機能として、①背筋力、②敏捷性、③握力、④脚力、⑤作業姿勢、そして加齢に対するやりにくさとして、①記憶・判断力、②器用さの7特性を設定している⁵⁾。そして、各機能に対して平均2つの評価項目を設定している(表3)。また、これらの評価項目の内11評価項目については、中高年齢者用しきい値を設定している。さらに、マツダでは、作業を、①腰を曲げる、②手を上げる、③エアツールを使用する、④重量物を取り扱う、⑤手指に力がかかるに分け、各々で該当する作業を抽出し、作業負担度を基

表2 日常生活での負荷重量

動作	対象	重量(kg)
重量物	布団類	1~5.5
	自転車	10
	台所用品	1~2.5
回す	ドアのノブ	0.7~1.5
	ガスのつまみ	2
	瓶のキャップ	1.5~10
押す・引く	ドア	5~5.5
	引き戸(戸車無)	1.5
	ドアのロック	1.5~2
	車椅子	5
	コンセント	2~3
	ファスナー(ズボン)	1
切る	人参・芋(包丁)	1.5~3
	紙(はさみ)	1~2

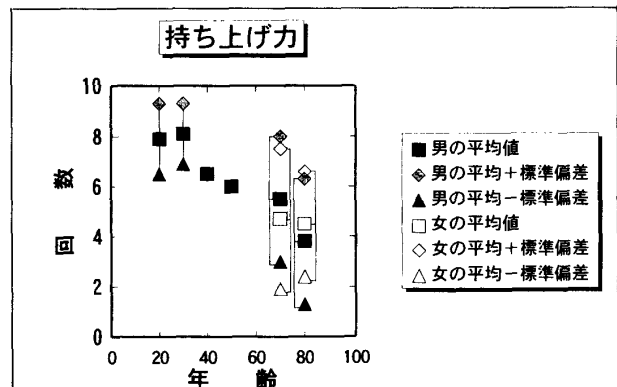


図2 作業能力測定結果(持ち上げ力)

(対象者) 男性: 20代(15人), 30代(5人), 40代(2人), 50代(2人), 70代(9人), 80代(3人).

女性: 70代(19人), 80代(15人).

表3 心身機能と評価項目（自動車業界）

加齢による負担	心身機能	評価項目	評価基準
しんどさ	背筋力	重量物持ち上げ	7 kg 以下
		日当たり総重量	7 t/日 以下
	敏捷性	総取り扱い個数	15,000 個/日 以下
	握力	引き金操作	5,000 回/日 以下
		振動工具使用	2 h/日 以下
		特殊工具使用	1,500 回/日 以下
	脚力	歩行距離	7 kg/日 以下
		歩行速度	4 kg/h 以下
		昇降	30 cm/タクト 以下
作業姿勢	45度以上の前屈 膝曲げ・ひねり 頭上作業の保持	4 秒/タクト 以下	
やりにくさ	記憶・ 判断力	部品選択	4 秒/タクト 以下
		読み取り判断	
	器用性	微小・薄物組付け 巧妙性と力	

準時間の何倍で評価するようにしている¹⁾。また、日産ディーゼル及び日産自動車では作業姿勢を数値化し、作業負担を評価している¹⁾。自動車メーカーは、工場労働者の労働負担を軽減するために作業改善を積極的に実施している。このことは、人が作業負担に合わすのではなく、作業負担を人に合わそうということである。すなわ

ち、作業負担を定量化し、負担の大きな作業や難作業を職場から追放していこうということである。

今回開発した高齢者作業能力測定装置は、日常生活能力および労働能力に密接に関連する基本的な動作9項目を簡便に測定することができる。本装置は、労働能力の測定および生活能力の測定に利用できると考える。

高齢者の基本的な作業能力（生活能力）を簡便にかつ定量的に測定することができる高齢者作業能力測定装置を開発した。PTS法（Predetermined Time Standard）および日本人の標準体型を用いて、装置の測定範囲と評価のための基準値を設定することができた。本装置で20代から80代までの人、特に高齢者について、作業能力9項目を測定できた。測定範囲および基準値は概ね妥当なものと考えられた。今後さらに測定例を増やし、高齢者作業能力測定装置の有用性および評価の基準値の妥当性について検討したい。

本研究は、第23回（平成4年度）三菱財団社会福祉研究助成研究の補助を受けた。

文 献

- 1) 篠原 司 (1991) 高齢化に対応する自動車工場・身体の負担を測り作業を改善. *Nikkei Mechanical*, 12/23号, 60--67.
- 2) 大崎絃一, 赤木文男, 藤原 豊, 菊池 進 (1981) MODAPTS法. 生産システム技法, 共立出版, 東京, pp94-106.
- 3) 野呂影勇 (1990) 図説エルゴノミクス. 日本規格協会, 東京, pp268-268.
- 4) 大崎絃一, 赤木文男, 藤原 豊, 菊池 進 (1981) MTM法. 生産システム技法, 共立出版, 東京, pp107-119.
- 5) 大崎絃一, 梶原康博, 加藤統英, 緒方正名, 田口豊郁, 江草安彦, 菅波 茂, 河原圭子 (1993) 高齢者の作業能力についての研究. 日本人間工学会中国・四国支部第26回大会プログラム予稿集, pp17-18.
- 6) Takesita H, Osaki H, Kajihara Y, Munesawa Y, Ogata M and Taguchi T (1996) Evaluation method of physical abilities of the aged. '96ISIM Proceeding.