

短報

## 健常高齢者におけるTimed Up and Go Testの移動軌跡の分析 Analysis of the Trajectory of Human in Healthy Older Adults during Timed Up and Go Test.

黒澤 千尋、島津 尚子

神奈川県立保健福祉大学保健福祉学部リハビリテーション学科理学療法学専攻

Chihiro Kurosawa, Naoko Shimadu

Physical Therapy Major, School of Rehabilitation, Faculty of Health and Social Services,  
Kanagawa University of Human Services.

### 抄 録

高齢者における方向転換動作の特徴を詳細に分析するため、三次元動作解析装置を用いて健常高齢者のTimed Up and Go Test (以下、TUG) を計測し、移動軌跡の分析を行った。対象者は健常高齢者20名と、対照群として健常若年成人10名とし、最大努力歩行下のTUGを行った。TUGは、起立、往路、方向転換、復路、着座の5区間に分類し、各区間の所要時間、総軌跡長、歩行速度、ステップ数、曲率半径を算出した。高齢者群・若年者群の比較を対応のないt検定、各群におけるTUG所要時間と曲率半径の相関を分析した。結果、高齢者群の特徴として、方向転換区間の総軌跡長、曲率半径の増加に伴う大回りの方向転換があげられた。この特徴は、TUG所要時間の長い高齢者ほど顕著にみられることが分かり、日常生活に支障のない健常高齢者の中でも移動能力の段階づけが出来る可能性が示唆された。

キーワード：Timed Up and Go Test、健常高齢者、移動軌跡

Key words：Timed Up and Go Test, Healthy older Adults, trajectory

### はじめに

高齢者の転倒は要介護に陥る主要な原因であり、転倒リスクの早期発見が課題である。近年、わが国の高齢化に伴い、高齢者の要介護状態の発生や要介護状態の軽減を目指すことを目的として、介護予防マニュアル<sup>1)</sup>が作成され、各地域で積極的に介護予防事業が行われている。

高齢者の転倒予防に関する評価法としてTimed Up and Go Test (以下、TUG) があり、この評価法は簡便に計測が可能なことから現場でも広く使用されている。しかし、転倒リスク評価の基準となる

のは全体の所要時間のみであり、TUGの所要時間だけでは介護予防事業の効果判定やスクリーニングの指標として応用しにくい現状がある。

SalarianらはTUGを独自に改変したものをiTUGと名付け、立ち上がり、往路歩行、方向転換、復路歩行、着座の区間に分け、健常高齢者と早期のパーキンソン病患者 (以下、PD) の動作分析を行った<sup>2)</sup>。この結果、TUGの所要時間は明らかな差を示さなかったものの、iTUGは、早期のPDと健常高齢者のケイデンス、上肢の振りの角速度、方向転換時間、着座の所要時間が両群で明らかに異なることを示した。また、Thigpenらは若年者、健常高齢者、虚弱高齢者の3群に分け、TUGのターン動作を分析した<sup>3)</sup>。その結果、若年者群・健常高齢者群に比べ、虚弱高齢者群はターン中により多くのステップを要し、ターンを完了するまでにより時間を要し、ス

著者連絡先：神奈川県立保健福祉大学リハビリテーション学科  
〒238-8522 神奈川県横須賀市平成町1-10-1  
(受付 2015. 9. 18 / 受理 2016. 1. 4)

テップの戦略にも違いがみられることが明らかとなった。このことから、健常高齢者のTUGを詳細に分析することにより、所用時間以外の健常高齢者の身体能力を評価する指標を見出すことができるのではないかと考えている。

そのための基礎的な研究として、今回、三次元動作解析装置を用いて高齢者のTUGを計測し、方向転換時の移動軌跡から高齢者の特徴を分析したので報告する。

## 対象

対象者は健常高齢者（以下、高齢者）20名（男性7名、女性13名）と、対照群として健常若年成人（以下、若年者）10名（男性1名、女性9名）とした。高齢者の選定基準は、年齢が65歳以上90歳未満で日常生活に支障がなく自立生活が可能であることとし、若年者・高齢者ともに歩行・方向転換動作に支障をきたすような整形外科疾患や中枢神経疾患、耳鼻科疾患の既往歴・現病歴がない者とした。高齢者と若年者は身長、体重に有意な差が認められなかった（表1）。

## 測定方法

### 1. TUGの計測

#### i) 課題動作

計測課題はTUGとし、方向転換は右回り・左回りのうち、各対象者の行きやすい方向を5回計測した。計測中の歩行速度は最大努力歩行とした。課題で用いる目印には高さ43cmのソフトコーンを使用した。なお、計測前には数回練習を行った。

#### ii) 計測機器

課題動作は三次元動作分析装置（VICON612：赤外線カメラ10台）にて計測した。赤外線反射マーカーは、骨盤帯の移動軌跡を算出するために左右上後腸骨棘、左右の足部セグメントを定義するために左右第一中足骨頭、左右第五中足骨頭、左右踵骨隆起に貼付した。また、TUGの目印となるソフトコーンの頂点にも赤外線反射マーカーを貼付した（図1）。TUGの開始・終了はトリガーボックスを用いて外部信号を入力した。三次元動作分析装置のデータをサンプリング周波数120HzでPCに取り込み、左右上後腸骨棘の midpoint（以下、CPSI）、左右の足部セグメントの位置座標データを算出した。

## 2. 地域高齢者の歩行能力評価

対象となる地域在住高齢者の歩行能力評価として、「高齢者のイキイキとした地域生活づくりを支援するアセスメントキット」（日本理学療法士協会作；以下、E-SAS）を使用した。E-SASは、生活のひろがり（Life Space Assessment；以下、LSA）、転ばない自信（自己効力感）、入浴動作（自立度）、歩くチカラ（TUG）、休まず歩ける距離、人とのつながり（地域や人との関係性評価）の6項目からなる。このテストは各項目を点数化して評価することが可能であり（図2）、TUGの所要時間から対象者の歩行能力レベルを判定するために使用した。

## 分析方法

TUGは、区間Ⅰ）課題開始の合図～任意座標通過（起立）、区間Ⅱ）任意座標通過～目印位置通過まで（往路）、区間Ⅲ）目印位置通過～方向転換～目印位置通過まで（方向転換）、区間Ⅳ）目印位置

表1 対象者情報

	健常高齢者 (n=20)	健常若年者 (n=10)	p 値
性別	男性 7 名、女性 13 名	男性 1 名、女性 9 名	
年齢(歳)	71.5±5.3	20.6±1.1	
身長(cm)	158.8±7.3	158.3±5.4	n.s.
体重(kg)	56.3±10.1	53.6±5.5	n.s.

平均値±標準偏差. n.s ; 有意差なし.  
身長、体重は対応のない t 検定を用いて比較.

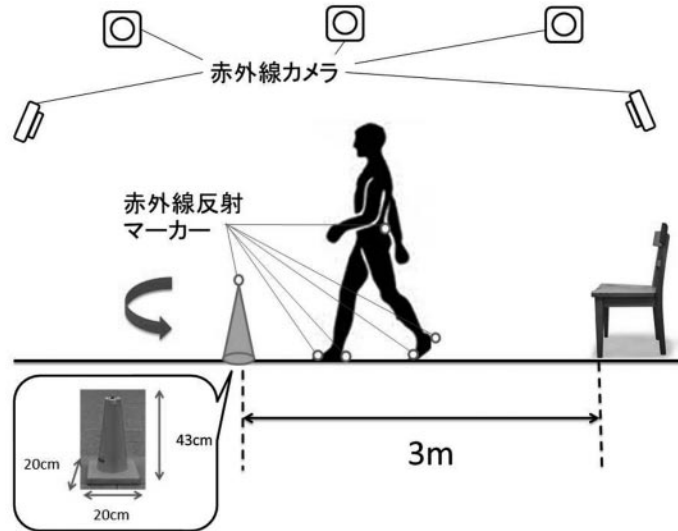


図1 計測条件

介護度	レーダーチャート得点	生活のひろがり (点)	ころばない自信 (点)	入浴動作 (点)	歩くチカラ (秒)	休まず歩ける距離 (カテゴリ)	人とのつながり (点)
最高点	100	120	40	10	~ 3.1	6	30
	95	111 ~	39 ~		~ 4.4		26 ~
	90	102 ~	38 ~		~ 5.6		23 ~
	85	93 ~	37 ~		~ 6.9		19 ~
一般高齢者	80	84 ~	36 ~	9	~ 8.1	5	15
	75	80 ~	35 ~		~ 8.7		
	70	77 ~	34 ~		~ 9.2		14
	65	73 ~	33 ~		~ 9.8		
特定高齢者	60	69 ~	33 ~	8	~ 10.3	4	13
	55	64 ~	32 ~		~ 11.5		
	50	60 ~	32 ~		~ 12.7		
	45	56 ~	31 ~		~ 14.0		
要支援1	40	51 ~	31 ~	7	~ 15.2	3	12
	35	49 ~	30 ~		~ 16.2		
	30	47 ~	30 ~		~ 17.1		
	25	45 ~	29 ~		~ 18.1		
要支援2	20	43 ~	28 ~	6	~ 19.1	2	11
	15	33 ~	24 ~	5	~ 56.8		8 ~
	10	22 ~	20 ~	3, 4	~ 94.5	1	5 ~
	5	11 ~	15 ~	1, 2	~ 132.3		3 ~
最低点	0	0 ~	10 ~	0	~ 170.0		0 ~

(社) 日本理学療法士協会

図2 E-SAS基準値

通過～任意座標通過まで（復路）、区間Ⅴ）任意座標通過～着席（着座）までの5区間に分類し（図3）、各区間の所要時間を算出した。区間Ⅲ・Ⅳ・Ⅴについては総軌跡長、歩行速度、ステップ数を算出した。また、区間Ⅲにおいて、水平面上における目印とCPSIの距離を方向転換時の曲率半径として算出した。統計処理はSPSS statistics20 (IBM) を用い、高齢者群・若年者群の比較は対応のないt検定（母集団の正規性が確保されない場合はWelchの方法）を行った。また、高齢者におけるTUG所要時間と曲率半径の相関を分析するため、ピアソンの相関係

数を算出した。なお、どちらの統計処理も有意水準は5%とした。

### 倫理的配慮

本研究は神奈川県立保健福祉大学倫理審査委員会の承認（保大第7-36）を得て実施し、対象者には事前に研究に関する説明を十分に行い、同意の得られた者を対象とした。

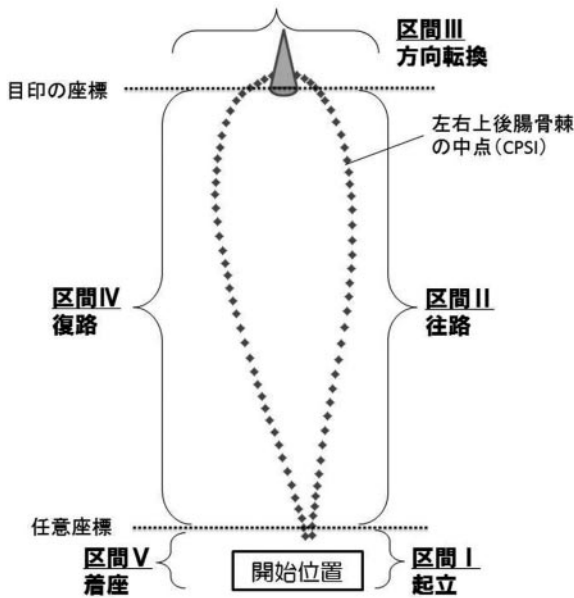


図3 分析区間の設定（水平面上）

区間Ⅰ) 課題開始の合図～任意座標通過（起立）、区間Ⅱ) 任意座標通過～目印位置通過まで（往路）、区間Ⅲ) 目印位置通過～方向転換～目印位置通過まで（方向転換）、区間Ⅳ) 目印位置通過～任意座標通過まで（復路）、区間Ⅴ) 任意座標通過～着席（着座）までの5区間に分類した。

結果

1. 健常高齢者のTUGにおけるE-SASレベル

(図4)

今回の計測で対象となった高齢者のTUGをE-

SASを用いて評価した結果を図3に示す。

一般高齢者レベルに該当したのは17名、特定高齢者レベルに該当したのは1名、どちらにも該当しなかったのが2名であった。

2. 高齢者群と若年者群の比較（表2）

TUGの所要時間は、高齢者群は若年者群に比べ時間を要した ( $p < 0.01$ )。

起立区間では、高齢者群と若年者群で起立時間に差は認められなかった。

往路区間では、高齢者群と若年者群において総軌跡長に差は認められなかったが、歩行時間、ステップ数の増加 ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ )、歩行速度の遅延 ( $p < 0.01$ ) が高齢者でみられた。

方向転換区間では、高齢者群と若年者群において歩行時間、歩行速度、ステップ数では差が認められなかったが、総軌跡長、曲率半径の増加 (各  $p < 0.05$ ) が高齢者群でみられた。

復路区間では、高齢者群と若年者群において総軌跡長に差は認められなかったが、歩行時間、ステップ数の増加 ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ )、歩行速度の遅延 ( $p < 0.01$ ) が高齢者群でみられた。

着座区間では高齢者群と若年者群で着座時間に差が認められた ( $p < 0.01$ )。

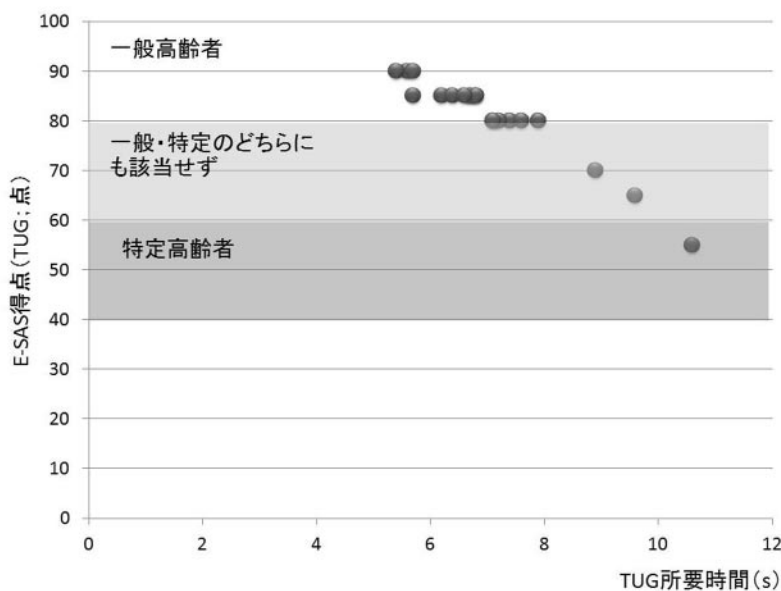


図4 高齢者群のE-SAS分布

各高齢者におけるTUG所要時間とE-SAS得点の分布を示す。

表2 高齢者群と若年者群の比較

	健常高齢者 (n=20)	健常若年者 (n=10)	p 値
TUG (s)	7.09±1.33	5.70±0.37	**
区間Ⅰ)起立			
起立時間 (s)	1.19±0.20	1.07±0.16	n.s.
区間Ⅱ)往路			
歩行時間 (s)	1.78±0.26	1.47±0.10	**
総軌跡長 (m)	2.65±0.05	2.62±0.03	n.s.
歩行速度 (m/s)	1.52±0.20	1.78±0.11	**
ステップ数 (歩)	4.87±1.25	4.02±0.43	*
区間Ⅲ)方向転換			
歩行時間 (s)	0.81±0.29	0.68±0.34	n.s.
総軌跡長 (m)	0.78±0.22	0.60±0.10	*
歩行速度 (m/s)	1.00±0.13	1.03±0.12	n.s.
ステップ数 (歩)	1.98±0.60	1.76±0.37	n.s.
曲率半径 (m)	0.24±0.07	0.18±0.03	*
区間Ⅳ)復路			
歩行時間 (s)	1.97±0.32	1.55±0.08	**
総軌跡長 (m)	2.63±0.19	2.57±0.11	n.s.
歩行速度 (m/s)	1.36±0.23	1.67±0.11	**
ステップ数 (歩)	5.65±1.14	4.68±0.69	*
区間Ⅴ)着座			
着座時間 (s)	1.34±0.43	1.03±0.15	**

TUG ; Timed Up and Go Test 所要時間.

平均値±標準偏差. n.s.;有意差なし.\*p<0.05\*, \* p<0.01.

対応のない t 検定を用いて比較.

### 3. 各群内での所要時間と曲率半径の関係

高齢者群におけるTUG所要時間と曲率半径に正の相関 (r=0.81, p<0.01) がみられた (図5)。若年者群においてはTUG所要時間と曲率半径に相関関係はみられなかった。

#### 考察

今回、健常若年者を対照として健常高齢者のTUG課題を詳細に分析した。

計測した20名の高齢者のうち、17名はE-SAS評価で一般高齢者に分類され、全体として歩行能力の高い高齢者群であったが、TUGの所要時間、各区間の所要時間をもみても若年者群に比べ高齢者群の方が時間を要していた。

今回の結果から、高齢者のTUG課題の特徴とし

て、往路・復路区間の歩行速度低下に伴う歩行時間増加、方向転換区間の総軌跡長、曲率半径の増加に伴う大回りの方向転換 (図6) があげられた。特に、方向転換区間で高齢者は、若年者と変わらない速度で方向転換しており、高齢者では方向転換区間に十分な減速が困難であった結果、総軌跡長、曲率半径が増大したのではないかと考える。加えて、この特徴は、TUG所要時間の長い高齢者ほど顕著にみられることが分かった。

本研究では、健常高齢者のTUG課題を詳細に分析することにより、健常高齢者の特徴をいくつか見出すことが出来た。また、高齢者の中でも、TUG所要時間と曲率半径については相関がみられ、健常高齢者内の傾向を見出すことが出来た。これにより、日常生活に支障のない健常高齢者の中でも移動能力の段階づけが出来る可能性が示唆された。今後は、

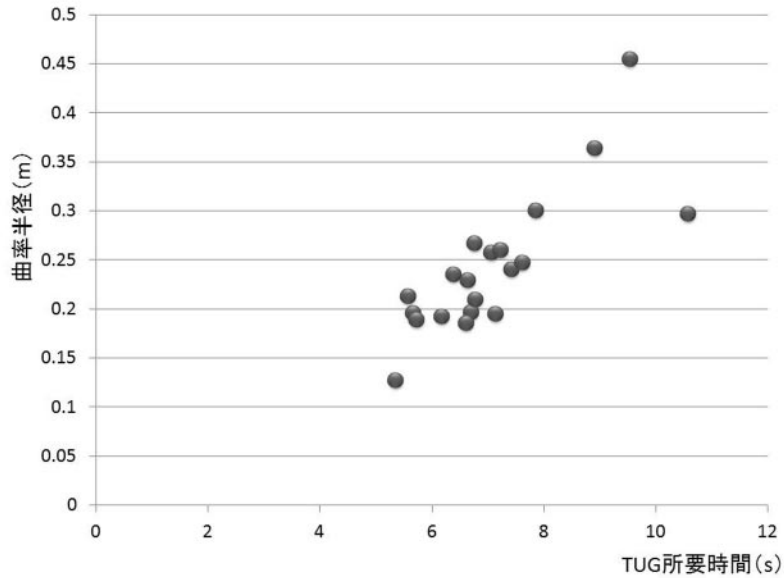


図5 高齢者群におけるTUG所要時間と曲率半径の関係

ピアソンの相関係数 $r=0.81$ ,  $p<0.01$ .

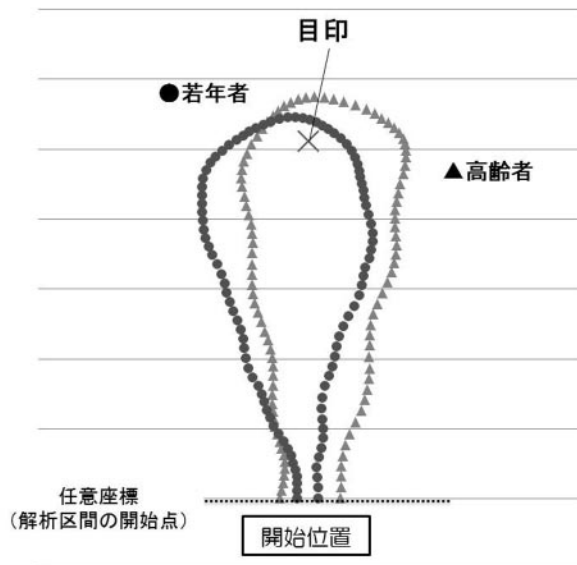


図6 高齢者群と若年者群の代表例における移動軌跡の比較（水平面）

▲；高齢者の移動軌跡，●；若年者の移動軌跡，×；目印の位置座標を示す。  
 高齢者では目印から離れたところで方向転換をしていた。

今回抽出された高齢者の特徴と関連する要因をさらに分析し、TUG所用時間以外の健常高齢者の身体能力を評価する指標を抽出することにより、健常高齢者の移動能力のスクリーニングや健常高齢者に対する介入後の効果判定の指標として、介護予防の現場で活用できるか検証していく必要がある。

### 本研究の限界

被験者に関する本研究の問題として、今回は健常高齢者20名のうち13名、健常若年者10名のうち9名が女性であったことから、性別による違いが生じている可能性がある。今後は性別にも配慮して対象者を増やし、計測結果により信頼性を持たせる必要が

ある。また、地域在住高齢者の移動能力を客観的に評価するため、今回はE-SASを使用した。TUG課題は起立・着座・方向転換などバランス要素も含まれる指標である。高齢者の能力を客観的に示す指標として、他の評価バッテリーも合わせて計測しておく必要があったと考える。

## 結論

健常高齢者のTUGにおける移動軌跡を三次元動作解析装置で計測し、分析した結果、高齢者の特徴として、往路・復路区間の歩行速度低下に伴う歩行時間増加、方向転換区間の総軌跡長、曲率半径の増加に伴う大回りの方向転換があげられた。この特徴は、TUG所要時間の増加した高齢者ほど顕著にみられる傾向があり、日常生活に支障のない健常高齢者の中でも移動能力の段階づけが出来る可能性が示唆された。

## 謝辞

本研究にご協力いただきました、本学近隣にお住いの地域在住高齢者の皆様、清光社の皆様に深く感謝いたします。

なお、本研究は平成26年度神奈川県立保健福祉大学研究助成B（奨励研究）を受けて実施した。

## 文献

- 1) 厚生労働省。介護予防マニュアル（改訂版）について。2012。厚生労働省HP [2014.5.1], URL: <http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/tp0501-1.html>
- 2) Salarian A, Horak FB, Zampieri C, Kuhta-Carlson P, Aminian K. iTUG, a Sensitive and Reliable Measure of Mobility. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2010; 18(3): 303-310.
- 3) Thigpen MT, Light KE, Creel GL, Flynn SM. Turning Difficulty Characteristics of Adults Aged 65 Years or Older. Phys Ther 2000; 80(12): 1174-1187.

