

スマートフォンを用いた軽 度認知障害のスクリーニ ングについて

中高齢者において**加齢関連認知低下** (aging-associated cognitive decline: **AACD**) や**軽度認知障害** (mild cognitive impairment: **MCI**) と判定された場合、**認知症へ移行するリスクが高い**ことが認められている。

AACDやMCIの早期発見は認知症への移行を予防するうえでたいへん重要である。

一般的には認知症を判断するために、
Mini-Mental State Examination (MMSE) が
用いられている。

- ➡ MMSEを実施する場合、医師の立ち会いが必要とされ、拘束時間も長いことから気軽に実施できるとは言い難い (神谷ら, 生体医工学, 49, 952-956, 2011)

一般的には認知症を判断するために、
Mini-Mental State Examination (MMSE) が
用いられている。

- ➡ MCI患者がMMSEを実施した場合、満点近くをとることも稀ではないことから、MMSEはMCIを判定する方法としては**最適とは言えない**。

近年、**MCI**のスクリーニングとして、**Timed up and go**テストの動作を詳細に分析する方法の有効性について提唱されている。

● Timed up and goテストとは

👉 **機能的移動能力**を簡便に評価するテスト方法

として開発された方法 (Mathias et al., Arch Phys Med Rehabil, 67(6), 387-389, 1986)

👉 椅子から立ち上がって歩き, 3 m (10フィート) 先の目標物をターンしてから再び座るまでのタイムを計測する.

- Weiss et al. (PLoS One, 8(7), e68885, 2013)

高齢者432名を対象に，手段的日常生活動作能力 (Instrumental Activity of Daily Living; IADL) が Timed up and go test に及ぼす影響を検討するため，加速度計を用いて分析を行った。

● Weiss et al. (PLoS One, 8(7), e68885, 2013)

項目	IADL障害群 (n = 52)	健常群 (n = 177)
Timed up & go (秒)	13.59 ± 4.21*	10.88 ± 2.51
全歩行時間 (秒)	7.51 ± 2.97*	5.88 ± 1.63
方向転換時間 (秒)	2.31 ± 0.57*	1.99 ± 0.46
着席前方向転換時間 (秒)	2.33 ± 0.70*	1.91 ± 0.46

* $P < 0.05$ vs 健常群

- Mirelman et al. (J Am Geriatr Soc, 62(4), 673–678, 2014)

高齢者347名を対象に軽度認知障害が機能的移動能力を示すTimed up and go testに及ぼす影響を検討するため、加速度計を用いて分析を行った。

● Mirelman et al. (J Am Geriatr Soc, 62(4), 673–678, 2014)

項目	MCI(n = 67)	NCI(n = 280)
Timed up & go(秒)	8.43 ± 3.72	7.61 ± 3.78
歩行時間(秒)	4.98 ± 1.84	4.50 ± 2.06
立ち上り時間(秒)	1.04 ± 0.74	0.96 ± 0.80
方向転換時間(秒)	2.41 ± 0.67*	2.23 ± 0.61
着席転回・着席時間(秒)	2.19 ± 0.54	2.17 ± 0.64

MCI: mild cognitive impairment, NCI: no cognitive impairment. * $P < 0.05$ vs NCI

認知機能の低下が、**方向転換から歩き始めるまで時間を要する**といった特徴を誘起する可能性があることが示唆された。

- ☞ スマートフォンには**加速度センサー**が内蔵されているため、スマートフォンをベルト等で身体に固定してTimed up and go testを行うと、加速度計を用いた動作分析と同じ分析が可能になる。
- ☞ **クラウドサーバー**を使用すると**一斉に測定**をすることができ、且つ測定データを**一元管理**することも可能となる。

スマートフォンを使用すれば、MCIに特異的な動作を、時と場所を選ばずに測定することが可能となる。



将来的にはクラウドサーバーで保管されたデータをビッグデータとして活用することでテスト結果の分析精度を高めることができることから、**MCIを早期に発見**することができる可能性がある。

Timed up & goテストと認知機能との関連性が認められている。

- ➡ 軽度認知障害を持つ高齢者において、Timed up & goテストのタイムに、Trail-making test-Bおよびストループ干渉テストが関与していることが示唆された (McGough et al., Phys Ther, 91(8), 1198-1207, 2011)

Timed up & goテストと認知機能との関連性が認められている。

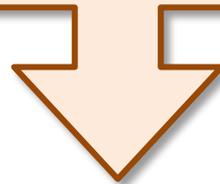
- ➡ 軽度認知障害を有する高齢者において、Timed up & goテスト遂行時の歩行(ステップ)の規則性と認知速度、また方向転換時の回転加速度と認知速度および視空間認知能力と関連性があることが認められている (Mirelman et al., J Am Geriatr Soc, 62(4), 673-678, 2014)

Timed up & goテスト遂行時の動作において、認知機能だけではなく体力・運動能力の関与も推測されるが、明らかにされていない。

スマートフォンを用いたTimed up & goテストの動作の分析結果と認知機能および体力・運動能力との関連性について検討を行うことを目的とした。

● 被験者

要支援1から要介護3までの介護認定を受けている高齢者34名（男性：15名，76.4 ± 10.0歳，女性：19名，82.8 ± 4.6歳）

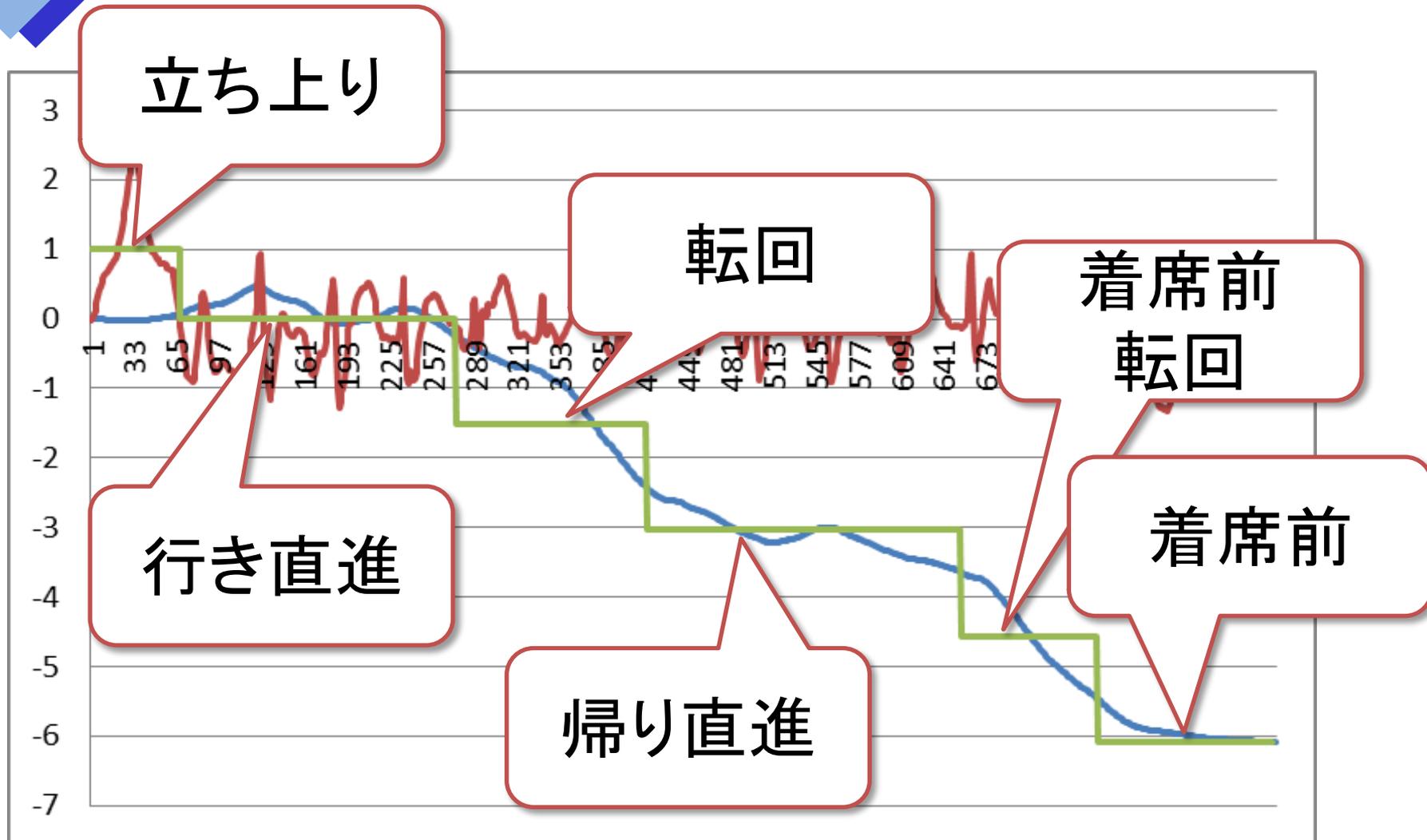


ファイブコグテストの結果から，**健常 (Normal: N) 群**，**加齢関連認知低下 (AACD: A) 群**，**認知症疑い (Dementia: D) 群**に群分けした。

- スマートフォンを用いたTimed up & goの分析

☞ Timed up & goテスト(通常歩行, 全力歩行)実施中に得られた加速度のデータから下記の通り動作を分け, 動作に要した時間を計測した.

➤ 立ち上がり, 行き直進, 転回, 帰り直進, 着席前転回, 着席



- スマートフォンを用いた体力・運動能力の測定
 - ☞ 立ち上がり速度, はずみ運動, 重心バランス
- スマートフォンを用いた認知機能の測定
 - ☞ リアクションタイム, 注意, 記憶, 視空間(時計描画), 視空間(迷路), 言語(手書き), 言語(音声)

● 統計処理

- ➡ 3群間の差異については、一元配置分散分析を用い検討を行い、有意な差異が認められた場合はScheffeによって多重比較を行った。

● 統計処理

- 👉 測定項目間の関連性を明らかにするため、相関係数を算出した。
- 👉 すべての統計量は、平均 ± 標準偏差で示した。
- 👉 有意水準は5%未満とした。

● Timed up and goテストの結果

項目	N群 (n = 13)	A群 (n = 11)	D群 (n = 10)
TUG(通常)(秒)	10.37 ± 1.95	12.52 ± 2.97	11.35 ± 2.13
TUG(全力)(秒)	7.91 ± 1.80	9.45 ± 1.96	8.88 ± 2.67

N: normal, A: aging-associated cognitive decline, D: dementia, TUG: Timed up & go.

● Timed up and go テスト(通常歩行)の各動作

項目	N群 (n = 13)	A群 (n = 11)	D群 (n = 10)
立ち上がり(秒)	0.71 ± 0.07	0.82 ± 0.20	0.71 ± 0.14
行き直進(秒)	2.87 ± 0.80	3.70 ± 1.00	3.20 ± 0.75
転回(秒)	1.54 ± 0.31	1.84 ± 0.59	1.99 ± 0.79
帰り直進(秒)	2.89 ± 0.61	3.35 ± 1.46	2.67 ± 0.43
着席前転回(秒)	1.00 ± 0.32	1.22 ± 0.49	1.21 ± 0.43
着席(秒)	1.41 ± 0.41	1.58 ± 0.43	1.56 ± 0.42

N: normal, A: aging-associated cognitive decline, D: dementia, TUG: Timed up & go.

● Timed up and go テスト(全力歩行)の各動作

項目	N群 (n = 13)	A群 (n = 11)	D群 (n = 10)
立ち上がり(秒)	0.66 ± 0.09	0.75 ± 0.15	0.60 ± 0.05*
行き直進(秒)	2.05 ± 0.60	2.64 ± 0.78	2.45 ± 0.86
転回(秒)	1.31 ± 0.34	1.65 ± 0.48	1.61 ± 0.70
帰り直進(秒)	1.75 ± 0.79	2.15 ± 0.93	1.87 ± 0.69
着席前転回(秒)	0.86 ± 0.29	1.06 ± 0.51	0.90 ± 0.39
着席(秒)	1.29 ± 0.47	1.22 ± 0.26	1.44 ± 0.52

N: normal, A: aging-associated cognitive decline, D: dementia, TUG: Timed up & go.

* $P < 0.05$ vs N群

● 体力・運動能力の結果

項目	N群 (n = 13)	A群 (n = 11)	D群 (n = 10)
立ち上り速度	1.07 ± 0.22	0.87 ± 0.22	0.98 ± 0.26
はずみ運動	19.8 ± 4.3	16.1 ± 8.2	19.9 ± 7.4
重心バランス	45.9 ± 23.0	42.4 ± 17.7	54.1 ± 23.8

N: normal, A: aging-associated cognitive decline, D: dementia.

● 認知機能の結果

項目	N群 (n = 13)	A群 (n = 11)	D群 (n = 10)
リアクションタイム	10.2 ± 3.8	10.0 ± 2.3	9.5 ± 3.8
注意	152.9 ± 84.8	184.8 ± 79.5	217.2 ± 74.7
記憶	5.2 ± 0.8	4.5 ± 1.6	4.4 ± 1.1
時計	6.4 ± 2.0	6.4 ± 1.9	6.2 ± 1.8
迷路	45.9 ± 23.0	42.4 ± 17.7	54.1 ± 23.8

N: normal, A: aging-associated cognitive decline, D: dementia.

● 認知機能の結果

項目	N群 (n = 13)	A群 (n = 11)	D群 (n = 10)
言語(手書き)	5.2 ± 2.6	2.5 ± 1.6*	2.8 ± 1.3*
言語(声)	8.1 ± 3.7	6.1 ± 3.1	3.9 ± 2.4*

N: normal, A: aging-associated cognitive decline, D: dementia.

* $P < 0.05$ vs N群

● 体力・運動能力とTUG動作(通常)の相関係数

項目	立ち上がり速度	はずみ運動	重心バランス
立ち上がり	-0.492*	-0.401*	-0.146
行き直進	-0.458*	-0.307	0.094
転回	-0.365*	-0.224	-0.026
帰り直進	-0.255	-0.212	-0.153
着席前転回	-0.367*	-0.256	0.060
着席	-0.379*	-0.174	0.061

TUG: timed up and go. * $P < 0.05$

● 体力・運動能力とTUG動作(全力)の相関係数

項目	立ち上がり速度	はずみ運動	重心バランス
立ち上がり	-0.305	-0.236	-0.180
行き直進	-0.443*	-0.365*	0.122
転回	-0.403*	-0.285	-0.009
帰り直進	-0.508*	-0.346*	0.054
着席前転回	-0.241	-0.256	-0.057
着席	-0.487*	-0.157	0.344*

TUG: timed up and go. * $P < 0.05$

● 認知機能とTUG動作（通常）の相関係数

項目	リアクション	注意	記憶	時計	迷路	手書き	音声
立ち上がり	-0.132	0.019	-0.306	-0.006	0.086	-0.196	-0.227
行き直進	0.051	0.274	-0.156	0.222	0.342*	-0.305	-0.216
転回	-0.118	0.183	-0.397*	0.061	0.182	-0.347*	-0.430*
帰り直進	0.024	0.181	-0.190	0.123	0.524*	-0.146	0.034
着席前転回	-0.021	0.264	-0.372*	-0.049	-0.010	-0.281	-0.359*
着席	0.080	-0.059	-0.103	0.311	-0.034	-0.124	-0.448*

TUG: timed up and go. * $P < 0.05$

● 認知機能とTUG動作(全力)の相関係数

項目	リアクション	注意	記憶	時計	迷路	手書き	音声
立ち上がり	-0.161	-0.186	0.019	0.271	0.110	-0.052	0.151
行き直進	0.131	0.162	-0.168	0.315	0.173	-0.263	-0.273
転回	-0.081	0.194	-0.366*	0.009	-0.003	-0.328	-0.455*
帰り直進	-0.038	0.047	-0.266	0.360*	0.316	-0.089	-0.157
着席前転回	-0.015	0.153	-0.275	-0.210	-0.137	-0.343*	-0.422*
着席	-0.062	0.043	-0.093	0.175	-0.096	-0.274	-0.524*

TUG: timed up and go. * $P < 0.05$

● 認知機能間の相関係数

	リアクション	注意	記憶	時計	迷路	手書き	音声
リアクション	—						
注意	-0.286	—					
記憶	0.353*	-0.501*	—				
時計	0.158	-0.244	0.352*	—			
迷路	-0.369*	0.294	-0.325*	-0.220	—		
手書き	0.157	-0.523*	0.397*	0.025	-0.001	—	
音声	0.038	-0.219	0.395*	0.073	0.062	0.560*	—

* $P < 0.05$

- 👉 Timed up and goテストおよび各動作について、3群間に有意な差異はほぼ認められなかった。
- 👉 体力・運動能力では3群間に有意な差異は認められなかったが、認知機能では言語（手書き）および言語（音声）において有意な差異があることが認められた。

- 👉 Timed up and goテストの各動作と立ち上り速度との間に有意な相関が多く認められた.
- 👉 Timed up and goテストの各動作と認知機能の相関について、転回および着席前転回といった方向転換動作において有意な相関が多く認められた.

- 👉 Timed up and goテストおよび各動作について、3群間に有意な差異はほぼ認められなかった。
- 👉 体力・運動能力では3群間に有意な差異は認められなかったが、認知機能では言語（手書き）および言語（音声）において有意な差異があることが認められた。

- 👉 Timed up and goテストおよび各動作について、3群間に有意な差異はほぼ認められなかった。
- 👉 体力・運動能力では3群間に有意な差異は認められなかったが、認知機能では言語（手書き）および言語（音声）において有意な差異があることが認められた。

● 3群における性別別年齢

項目	N群 (n = 13)	A群 (n = 11)	D群 (n = 10)
全体	84.2 ± 3.6	77.5 ± 10.2	77.4 ± 8.7
男性	83.5 ± 3.1 (n = 4)	71.3 ± 15.5 (n = 4)	75.3 ± 8.4 (n = 7)
女性	84.4 ± 4.0 (n = 9)	81.0 ± 3.7 (n = 7)	82.3 ± 8.6 (n = 3)

N: normal, A: aging-associated cognitive decline, D: dementia.

● 3群における性別別TUG(全力)

項目	N群 (n = 13)	A群 (n = 11)	D群 (n = 10)
全体	7.91 ± 1.80	9.45 ± 1.96	8.88 ± 2.67
男性	7.73 ± 0.68 (n = 4)	8.69 ± 2.13 (n = 4)	8.66 ± 2.97 (n = 7)
女性	7.99 ± 2.16 (n = 9)	9.88 ± 1.89 (n = 7)	9.39 ± 2.27 (n = 3)

TUG: timed up & go, N: normal, A: aging-associated cognitive decline, D: dementia.

● 3群における性別別TUG(全力)の評価

項目	N群 (n = 13)	A群 (n = 11)	D群 (n = 10)
男性	7.73 ± 0.68 (n = 4)	8.69 ± 2.13 (n = 4)	8.66 ± 2.97 (n = 7)
女性	7.99 ± 2.16 (n = 9)	9.88 ± 1.89 (n = 7)	9.39 ± 2.27 (n = 3)

TUG: timed up & go, N: normal, A: aging-associated cognitive decline, D: dementia.

中谷ら(日本運動生理学雑誌, 15(1), 1-10, 2008)を参照

● 3群における性別別TUG(全力)の評価

項目	N群 (n = 13)	A群 (n = 11)	D群 (n = 10)
男性	2点 (n = 4)	1点 (n = 4)	1点 (n = 7)
女性	2点 (n = 9)	1点 (n = 7)	1点 (n = 3)

TUG: timed up & go, N: normal, A: aging-associated cognitive decline, D: dementia.

中谷ら(日本運動生理学雑誌, 15(1), 1-10, 2008)を参照

各群における男女の比率や平均年齢の差が、結果に影響を及ぼした可能性がある。

- ☞ Timed up and goテストの各動作と立ち上り速度との間に有意な相関が多く認められた。
- ☞ Timed up and goテストの各動作と認知機能の相関について、転回および着席前転回といった方向転換動作において有意な相関が多く認められた。

● TUG(通常)と各動作の相関係数

項目	相関係数
立ち上がり	0.539*
行き直進	0.905*
転回	0.726*
帰り直進	0.793*

項目	相関係数
着席前転回	0.588*
着席	0.353*

* $P < 0.05$

● TUG(全力)と各動作の相関係数

項目	相関係数
立ち上がり	0.208
行き直進	0.915*
転回	0.762*
帰り直進	0.804*

項目	相関係数
着席前転回	0.521*
着席	0.478*

* $P < 0.05$

方向転換時間は総時間と有意な相関が認められたことから、方向転換に着目して検討を進めることは、たいへん有意義なことである。

● 方向転換時間について

	N群 (n = 13)	A群 (n = 11)	D群 (n = 10)
TUG(全力)	1.31 ± 0.34	1.65 ± 0.48	1.61 ± 0.70
TUG(通常)	1.54 ± 0.31	1.84 ± 0.59	1.99 ± 0.79

	健常群 (n = 177)	IADL障害群 (n = 52)
Weiss et al.	1.99 ± 0.46	2.31 ± 0.57*

	NCI (n = 280)	MCI (n = 67)
Mirelman et al.	2.23 ± 0.61	2.41 ± 0.67*

● 方向転換と体力・運動能力および認知機能との相関

項目	転回 (通常)	転回 (全力)
立ち上がり速度	-0.365*	-0.403*
はずみ運動	-0.224	-0.285
重心バランス	-0.026	-0.009

● 方向転換と体力・運動能力および認知機能との相関

項目	転回 (通常)	転回 (全力)
リアクションタイム	-0.118	-0.081
注 意	0.183	0.194
記 憶	-0.397*	-0.366*
時 計	0.061	0.009

項目	転回 (通常)	転回 (全力)
迷路	0.182	-0.003
言語(手書)	-0.347*	-0.328
言語(音声)	-0.430*	-0.455*

- 方向転換と体力・運動能力および認知機能との相関
 - ☞ 体力・運動能力では**立ち上がり速度**，認知機能では**記憶**，**言語(手書き)**，**言語(音声)**との間に有意な相関があることが認められた。

- 方向転換と体力・運動能力および認知機能との相関
 - ☞ 方向転換において体力・運動能力だけでなく、**認知機能も重要な役割を果たしている**ことを示唆している。

本研究と同様の方法を用いて、より多くの被験者を対象に測定を実施する予定である。

- ➡ 被験者数を増やし、3群間の年齢の差がなくなると、もっと測定結果における群間の差が顕著になる可能性がある。

本研究は、

株式会社デジタル・スタンダード

サニーリハトレセンター

S.M.A.R.T. Strength

の協力を得て実施した。