

# パフォーマンステストを用いた認知機能評価法 “Trail Making Peg test” の総合的検討

阿部 巧

体育学専攻  
指導教員 大藏 倫博

Comprehensive research of “Trail Making Peg” test as a performance measurement for evaluating the cognitive function  
Takumi ABE

The main purpose of this study was to investigate the validity, reliability and usability of a novel performance test, called “Trail Making Peg” (TMP) test, for evaluating the cognitive function. TMP test was combined peg moving task and trail making test part A or B, which required dexterity in addition to cognitive task. The purpose of this study fell into four difference parts: 1) validity and reliability of TMP-A, 2) cutoff point to discriminate between non-cognitive decline and cognitive decline, 3) validity and reliability of TMP-B, 4) detection of change in cognitive function. The TMP-A and cognitive function showed a significant correlation ( $r = -0.63$ ). The correlation coefficient of the TMP-A was 0.80. When cut-off point was set at 81.0 seconds, the TMP-A indicated sensitivity of 0.85 and specificity of 0.69 in screening cognitive decline. The TMP-B correlated with cognitive function ( $P < 0.05$ ,  $r = 0.56$ ), and correlation coefficient of test-retest was 0.55 ( $P < 0.05$ ). TMP-A and TMP-B showed evidence of change in cognitive function with exercise intervention. These results suggest that TMP is an effective method for evaluation of cognitive function.

## 【緒言】

本邦においては、認知症高齢者数が年々増加しており、今後もその数は増加していくことが見込まれている<sup>1)</sup>。このことから、認知症予防は現代社会における喫緊の課題であるといえる。

認知症予防を目的とした介入をおこなう場合、より効果を得るためには認知機能の低下が軽度の時点で介入をおこなうことが望ましいとされている<sup>2),3)</sup>。すなわち、効果的な介入をおこなうためには、軽度の認知機能低下を把握する必要がある。その役割を担うのが地域における認知機能評価であり、地域での認知機能評価には簡便性と有効性が求められている<sup>4),5)</sup>。しかし、これまでの認知機能評価法は時間がかかることや専門性が高いことから、地域での活用に適しているとは言い難い。

認知機能と身体機能の関連について報告されており、歩行速度やバランスなど様々な機能が認知機能と関連すると報告されているが、包括的に検討をおこなうと巧緻性が最も認知機能と関連するとされている<sup>6)</sup>。身体機能の評価するためのパフォーマンステストは簡便であるため、パフォーマンステストを応用して認知機能評価法を開発することができれば、地域での活用に適した認知機能評価法となり得ると考えられる。

そこで、巧緻性を評価するパフォーマンステストであるペグ移動テストと、認知機能を反映する

とされている trail making test (TMT)<sup>7),8)</sup>の要素を組み合わせた Trail Making Peg (TMP) test を開発した。本研究の目的は、新たに開発したパフォーマンステストを用いた認知機能評価法である TMP について、認知機能評価法としての妥当性および信頼性を確認し、有用性を検討することとした。本研究では地域での活用を意図した以下の課題設定をおこなった。

- 1) TMP-A の妥当性および信頼性の検討
- 2) TMP-A の有用性（認知機能低下者スクリーニング法としての有用性）の検討
- 3) TMP-B の妥当性および信頼性の検討
- 4) TMP (A および B) は認知機能の変化を反映するか否かの検討

## 【方法】

### 1. 対象者

課題 1 の妥当性検討および課題 2 においては 2009 年から 2012 年にかけて茨城県笠間市の住民基本台帳から無作為抽出した地域在住高齢者を対象に開催した健診事業に参加した 632 名 (73.3 ± 5.2 歳) とした。課題 1 の信頼性検討は 2009 年から 2012 年の間に 2 年続けて健診事業に参加した高齢者 319 名 (73.1 ± 5.2 歳) とした。課題 3 は 2014 年に開催した健診事業に参加した 145 名 (75.2 ± 4.5 歳) とした。課題 4 は介護予防事業に参加した高齢者を対象とした (TMP-A, 74

名, 70.8 ± 4.4 歳; TMP-B, 14 名, 71.3 ± 5.2 歳)。

## 2. 評価項目

### 1) TMP (課題 1~4)

TMP は手腕作業検査器 (竹井機器社製) の近位盤上に TMT と同様の課題を印字したシートを取り付けた機器を使用する。TMT-A を印字したシートを使用した場合が TMP-A, TMT-B を印字したシートを使用した場合が TMP-B である。両評価とも遠位盤のペグはどこから取ってもよい。

TMP-A は, 遠位盤のペグを片手で 1 本ずつ取り, シート上の数字の順に (1→2→3…24→25) 差し込む測定である (図 1)。25 本全てを入れ終わるまでの時間を計測し, その時間によって認知機能を評価する。始めに, 測定方法を理解する目的で 1~9 までの数字が特定の位置に配置された練習用のシートで練習をおこなう。その後, 本番用の 1~25 までのシートを用いて測定をおこなうという手順である。

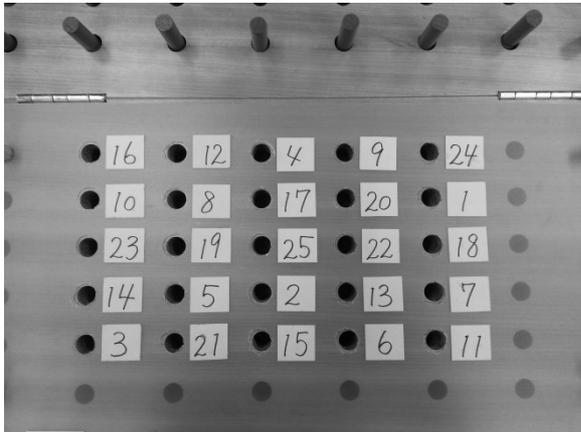


図 1 Trail Making Peg test-A

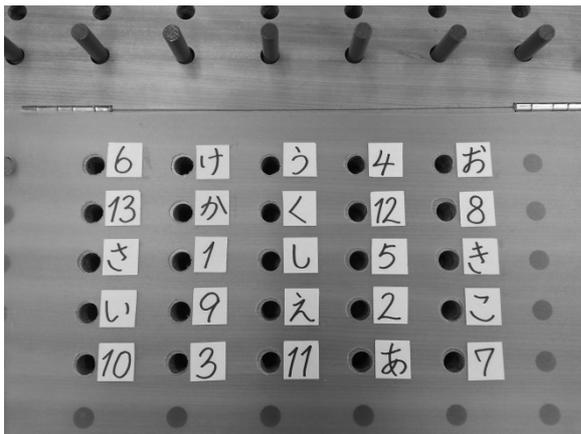


図 2 Trail Making Peg test-B

TMP-B は, 遠位盤のペグを片手で 1 本ずつ取り, シート上の数字とひらがなを交互に (1→あ→2→い→3→う…し→13) 差し込む測定である (図 2)。TMP-B は 60 秒間で何本差し込めるかによって認知機能を評価する。TMP-B についても 1 度練習をおこない, 被験者が課題を理解したことを確

認した後, 本番の測定をおこなう。

なお, TMP-A および B いずれも, 数字を飛ばすなど誤りが見られた場合は, 正答を示さない声掛けの仕方ですぐに誤りを指摘し, 修正を求めた。

### 2) TMT (課題 3)

TMT は注意機能や実行機能の評価として用いられており, 紙と鉛筆を使用する。TMT は part A と part B の 2 種類がある。

TMT-A の用紙には 1~25 までの数字が特定の位置に記載してあり, 鉛筆を紙から離すことなく数字の順に線で結んでいく課題である。一方, TMT-B の用紙には 1~13 までの数字と, あ~しまでのひらがなが特定の位置に記載されており, 数字とひらがなを交互 (1→あ→2→い→3→う…し→13) に線で結んでいく。

TMT-A および TMT-B ともに, 最後の数字 (TMT-A は 25, TMT-B は 13) まで線を結び終えた時間を 100 分の 1 秒単位で記録を記載した。

### 3) 認知機能 (課題 1~4)

認知機能評価の妥当基準として, ファイブ・コグ検査を使用した<sup>9)</sup>。集団を対象とした認知機能検査として開発されたファイブ・コグ検査は, 映像と音声を用いて高齢者の認知機能を評価する。一回の評価に要する時間は約 45 分である。ファイブ・コグ検査は文字位置照合課題, 手がかり再生課題, 時計描画課題, 動物名想起課題, 類似課題から構成されており, それぞれ注意, 記憶, 視空間認知, 言語, 思考の 5 つの要素について評価可能である。本研究では, それら 5 つの要素を合計したスコアを 5 要素合計得点 (認知機能スコア) として分析時に使用した。

### 3. 運動教室 (課題 4)

TMP-A の検討における介入は週 1 回, 全 11 回おこなわれ, 認知機能向上の効果も報告されている Square-Stepping Exercise (SSE)<sup>10)</sup>を中心としておこなわれた。プログラムは, 準備運動, SSE, レクリエーション, 整理運動, 健康に関する講話から構成された。

TMP-B の検討における介入も同様に週 1 回, 全 11 回おこなわれたが, 一部プログラムが異なっており, 準備運動, dual task training (有酸素運動+認知課題), SSE, レクリエーション, ダンベル体操 (レジスタンストレーニング), 整理運動から構成された。

### 4. 統計処理

TMP-A および TMP-B の妥当性および信頼性の検討には Pearson の積率相関係数を用いた (課題 1 および 3)。TMP-A の測定結果における性差の有無を検討するため, 年齢, 認知機能スコアで調整した共分散分析をおこなった。TMP-A の有用性を検討するため, receiver operating

characteristic analysis (ROC 解析) を用いて認知機能低下者をスクリーニングするためのカットオフ値を算出した(課題2)。介入前後の認知機能スコアおよびTMP-AおよびTMP-Bの変化の検討には対応のある  $t$  検定を用いた。本研究における認知機能低下者は632名の地域在住高齢者を対象に調査した認知機能スコアを基に、平均-1標準偏差以下の者とした。統計的有意水準は5%未満とした(課題4)。

## 【結果】

### 課題1：TMP-Aの妥当性および信頼性

TMP-Aの測定結果は平均80.0±20.0秒であった。図2にファイブ・コグ検査の各要素およびTMP-Aとの相関係数を示した。全般的な認知機能を指す認知機能スコアと有意な関連がみとめられた( $r = -0.63$ )。また、信頼性(再現性)を検討した結果、相関係数は0.80であった。共分散分析の結果、性差はみとめられなかった。

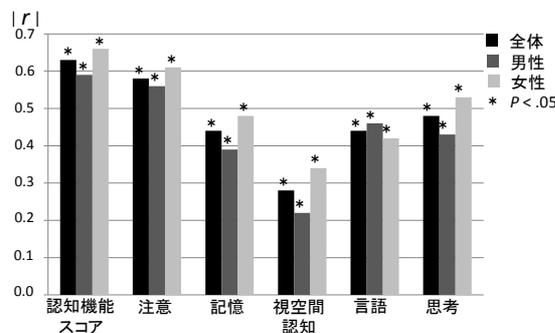


図3 TMP-Aとファイブ・コグ検査の相関係数

### 課題2：TMP-Aの有用性

ROC解析の結果、area under the curve (AUC)は0.855であった。認知機能低下者をスクリーニングするためのカットオフ値を81.0秒とした場合、感度85%、特異度69%であった(図3)。

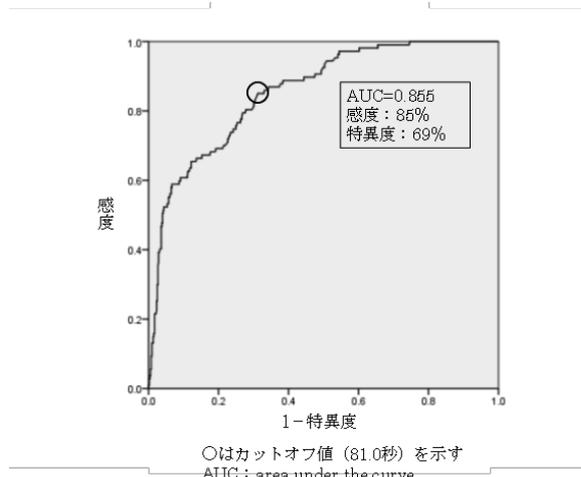


図4 ROC曲線

### 課題3：TMP-Bの妥当性および信頼性

TMP-Bは平均13.7±4.1本であった。TMP-Bにおいても認知機能スコアと有意な関連がみとめられた( $r = 0.56$ )。信頼性(再現性)を検討した結果、相関係数は0.55であった。認知機能低下者を除外した場合には、TMP-Bと認知機能スコアとの相関係数は0.52であったのに対し、TMP-Aと認知機能スコアとの相関係数は-0.37であった。

### 課題4：TMPは認知機能の変化を反映するか

TMP-Aの検討における介入において、認知機能スコアは介入前後で有意に向上した。同様にTMP-Aの結果も有意に向上した。TMP-Bの検討における介入においても、認知機能スコアは介入前後で有意に向上し、併せてTMP-Bの結果も有意に向上した。

## 【考察】

### 1. TMP-AおよびTMP-Bの認知機能評価法としての妥当性および信頼性

TMP-Aを構成する要素の一つであるTMTは、数字を探す際に注意力を必要とするため前頭前野機能を要する評価法である<sup>11)</sup>。また、TMP-Aは数字を探す動作からペグを入れる動作へ切り替える力や、集中力が求められるため、前頭前野の働きと関連すると言える<sup>12)</sup>。これらのことから、TMP-Aは認知機能を反映すると考えられる。TMP-Bにおいても探す動作からペグを入れる動作への切り替える力や集中力が必要となる。これらの点はTMP-Aと同様である。それだけではなく、TMP-Bは数字に加え、ひらがなも含まれているため、数字を探している時にも次に探すひらがなは何かを覚えておく必要がある。これは実行機能の中でもワーキングメモリと呼ばれる機能である。実行機能は前頭前野が関係する機能であり、前頭前野は認知機能との関連が強いと報告されている<sup>13)</sup>。このことから、TMP-Bは認知機能を反映すると考えられる。

認知機能評価法において信頼性は重要な要素の一つとされており、TMP-Aは0.80、TMP-Bは0.55であった。特にTMP-Aは信頼性が高いといえる。

### 2. TMP-Aの認知機能低下スクリーニング法としての有用性

ROC解析の結果、AUCが0.855であった。AUCは0.70以上で十分あるとされていることから<sup>14)</sup>、TMPは認知機能低下者を把握するための評価法として有用であることが示唆された。さらに、感度と特異度に注目すると、ROC解析を使用した場合の感度は80%以上、特異度は60%以上が望ましいとされている<sup>15)</sup>。TMP-Aは感度85%、特異度69%と、この基準を上回っており、認知機能低下者をスクリーニングするための評価法として機能する可能性が高いと考えられる。

### 3. 認知機能の変化と TMP (A および B) の結果の変化について

介入に伴う認知機能スコアの有意な向上に伴い、TMP-A および TMP-B の結果も有意に改善した。このことから、TMP-A および B は認知機能の変化を捉えることが可能な評価法であることが示唆された。介入に伴い注意機能や記憶力を含む認知機能が向上したことが、TMP-A および TMP-B の結果に向上に寄与したと考えられる。

#### 【結論】

巧緻性の評価法であるペグ移動時間と注意機能や実行機能などの評価として用いられる trail making test を組み合わせた認知機能評価法 “Trail Making Peg test” (TMP) について検討した。4 つの検討課題の結果から、TMP-A が認知機能評価法としての妥当性と信頼性を有すること、および認知機能低下者をスクリーニングする方法として有用であることが確認された<sup>16)</sup>。また、TMP-B についても認知機能評価法としての妥当性と信頼性を有することが確認された。さらに、TMP-A と TMP-B はどちらも認知機能の変化を捉えられることが示唆された。

TMP は地域での活用を目的として開発された認知機能評価法であるため、介護予防事業における活用が望まれる。TMP の結果から認知機能低下が疑われる者には、迅速な対応を取ることで、認知症予防の一助となることが期待される。

#### 【参考文献】

- 1) 厚生労働省：研究代表者 朝田隆 (2013)：厚生労働科学研究費補助金 認知症対策総合研究事業、「都市部における認知症有病率と認知症の生活機能障害への対応」平成 23 年度～平成 24 年度総合研究報告書。
- 2) 山田実 (2014)：身体活動性と認知症の関係について教えてください。Geriatric Medicine；7: 797- 801.
- 3) 阿部巧, 辻大士, 北濃成樹, 村木敏明, 堀田和司, 大藏倫博 (in press)：脳機能賦活運動“スクエアステップ”が地域在住女性高齢者の認知機能に与える影響-介入前の認知機能水準および年齢に着目して-. 日本老年医学会雑誌
- 4) 小長谷陽子, 渡邊智之, 高田和子, 太田壽城 (2008)：新しい認知機能検査, TICS-J による地域在住高齢者のスクリーニング. 日本老年医学会雑誌 45: 532- 8.
- 5) 齊藤潤, 井上仁, 北浦美貴, 谷口美也子, 木村有希, 佐藤智明, 馬詰美保子, 福田由貴子, 山本照恵, 浦上克哉 (2005)：認知症予防教室における対象者の判別法と評価法の検討. Dementia Japan 19: 177- 86.

- 6) 尹智暎, 大藏倫博, 角田憲治, 辻大士, 鴻田良枝, 三ツ石泰大, 長谷川千紗, 金勳 (2010)：高齢者における認知機能と身体機能の関連性の検討. 体力科学 59: 313- 22.
- 7) Reitan RM (1958)：Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. Perceptual and Motor Skills 8: 271-76.
- 8) Alexander NB, Ashton-Miller JA, Giordani B, Guire K, Schultz AB (2010)：Age differences in timed accurate stepping with increasing cognitive and visual demand: a walking trail making test. Journals of gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences 2005; 60: 1558-62.
- 9) 矢富直美 (2010)：集団認知検査ファイブ・コグ. 老年精神医学 21: 215- 20.
- 10) 大藏倫博, 尹智暎, 真田育依, 村木敏明, 重松良祐, 中垣内真樹 (2010)：新転倒・認知症予防プログラムが地域在住高齢者の認知・身体機能に及ぼす影響- 脳機能賦活を意図した「スクエアステップ」エクササイズの検討. 日本認知症ケア 9: 519-530.
- 11) Moll J, de Oliveira-Souza R, Moll FT, Bramati IE, Andreiuolo PA (2002)：The cerebral correlates of set-shifting: an fMRI study of the trail making test. Arquivos de Neuro-Psiquiatria 60: 900-5.
- 12) Logue SF and Gould TJ (2013)：The neural and genetic basis of executive function: Attention, cognitive flexibility, and response inhibition. Pharmacology, Biochemistry, and Behavior.
- 13) Kawashima R, Okita K, Yamazaki R, Tajima N, Yoshida H, Taira M, Iwata K, Sasaki T, Maeyama K, Usui N, Sugimoto K (2005)：Reading aloud and arithmetic calculation improve frontal function of people with dementia. Journals of gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences 60: 380-4.
- 14) Akobeng AK (2007)：Understanding diagnostic tests 3: Receiver operating characteristic curves. Acta Paediatrica 96: 644-7.
- 15) Blake H, McKinney M, Treece K, Lee E, Lincoln NB (2002)：An evaluation of screening measures for cognitive impairment after stroke. Age and Ageing 31: 451-6.
- 16) 阿部巧, 神藤隆志, 相馬優樹, 角田憲治, 北濃成樹, 尹智暎, 大藏倫博 (in press)：パフォーマンステストを用いた認知機能評価法 “Trail Making Peg test” の妥当性と信頼性の検討. 日本老年医学会雑誌.