

# 系列的な問題解決学習過程時の最大血圧の変動： 手がかり利用および年齢差の検討

## Variation of Systolic Blood Pressure in the Process of Serial Problem Solving Learning: Effect of Aid Utilization and Aging

大門 貴之<sup>†</sup>, 原田 悦子<sup>†</sup>, 須藤 智<sup>‡</sup>  
Takayuki Daimon, Etsuko T. Harada, Satoru Suto

<sup>†</sup>筑波大学, <sup>‡</sup>静岡大学  
University of Tsukuba, Shizuoka University  
takdaimon@gmail.com

### Abstract

Learning process to use ICT equipment and aging effects on them are not clear yet, so we don't know what kind of supports on ICT design are essential and beneficial for older adults. To investigate those programs, we used the Groton Maze Learning Test (GMLT), in which participants were asked to search 10 x 10 matrix maze and find the hidden correct route by trial-and-error. We looked into effects of embedded aids, which were deterministic and easy to find, on GMLT correct route finding. We compared younger and older adults (each n=24), randomly assigned to with/ without-aids group, and measured physiological indices (SBP, DBP, & HR) in addition to usual measures in the GMLT, to know participants' attitudes in performing in GMLT. As a result, we found that SBP were differently associated to the existence of the embedded aids in GMLT, between younger and older adults: i.e., younger adults showed lower SBP with aids in GMLT than without aids, while older adults showed much higher SBP when they were facing the GMLT with aids than without aids. These results showed that easy-to-find aids had differential effects on age groups, maybe reflecting the relations between task performance and positivity effect of aging for the task.

**Keywords** — serial problem solving learning, aid utilization, systolic blood pressure

### 問題と目的

近年の日本社会における高齢化および情報化の進展により、高性能な機能を備えた ICT (information communication technology) 機器が広く浸透し、高齢者が機器に接する機会が増えている。しかしながら、ATM や券売機などが適切に利用できないなどといった ICT 機器の普及による弊害も同時に生じている。そのため、高齢者が ICT 機器を使いやすいと感じるデザインを考える

必要がある。

本研究では使いやすい機器のデザインを考える上で、特に機器利用の学習に注目する。例えば複合機の利用操作の学習では、原稿のスキャン・編集・印刷という一連の操作手順がある。このように人と機器の間に生じる相互作用の中で多様な可能性の中から自分に今必要な操作を取捨選択する、という一連の意思決定とそれへの試行錯誤のなかで機器操作の学習が生じている。すなわち、機器利用には系列的な問題解決という要素が含まれており、問題解決行動を通して学習がなされている。

また、機器利用の問題解決学習には年齢差があることも報告されている<sup>[1]</sup>。著者らは食事支援の IT 機器において4つの異なる画面デザインにおける学習過程を比較し、その結果、若年成人では容易にかつ急速に利用の学習がなされるのに対し、高齢者は学習に時間を要し、また多くのエラーが引き起こされること、しかし、高齢者でもほんの少しのデザイン変更、すなわち情報呈示の方法の変更により、学習が促進することも示された。しかし、一般的に、若年成人、高齢者とも機器を適切に利用するために用いる知識をどのように学習され、獲得されているかについてはいまだ明らかにはなっていない。したがって、人が人工物、とくに機器を利用しているときに何をどのように学習しているか、認知的加齢が学習にどのように関わっているかを明らかにする必要がある。特に ICT 機器のデザインの中に表現されている「使い方の情報」という手がかりがユーザによってどのように抽出され、学習されているのか、詳細な研

究が必要である<sup>[2]</sup>.

そこで、ICT 機器利用に類似した問題解決行動を観察できる課題として GMLT (Groton Maze Learning Test) を用いた実験室研究を行っている。GMLT はコンピュータ上で行う神経心理学的課題で<sup>[3]</sup>、加齢によって空間学習やエラーモニタリングの低下を明らかにしている<sup>[4]</sup>.

須藤・原田 (2012)<sup>[5]</sup> は GMLT において埋め込み形の手がかりが潜在正解経路の学習を支援しているのかを明らかにするため、確率的な手がかりを埋め込む実験を行った。このガイドでは、50%は正解経路上にあり、三角形のガイドが指し示す方向が進行方向とは逆向きであるという配置ルールを持っていた (すなわち、正解系路上に三角ガイドがあれば、その矢印の逆方向に進めば正解となる)。その結果、若年成人には一部、明示的にガイドの意味を獲得した参加者がいたが全員ではなく、また高齢者にはほとんどそうした結果の意味がみられなかった。しかし、このガイドは視覚的な情報として表示意味を抽出することが難しく、またガイドの配置ルールが確率性を伴っているための複雑さもあり、そこでの結果は限定的なものであると思われた。そこで本研究では、GMLT の「正解経路上のすべての曲がり角のマスに色を付ける」(それ以外には着色されたマスは存在しない) という、単純で確定的な手がかりを埋め込み、手がかりの表示している意味に気づきやすく手がかり場合、配置ルールの潜在表示をわかりやすいものに設定して検討した。

こうした学習において、問題解決における対処の姿勢は重要と考えられるが、そうした要素について、生理学的に捉えることができるとする先行研究が存在する。たとえば Obrist (1981)<sup>[6]</sup> は、人が問題状況に対していかに対処しているかを血行力学的反応パターンから検討している。そこでは人の問題状況への対処には、能動的対処と受動的対処の 2 種類があるとして、前者では心臓優位な反応で心拍数 (HR) の増加や最大血圧 (SBP) の増加が見られ、後者では末梢血管優位な反応で心拍数の減少や最低血圧 (DBP) の増加が見られ

ると仮説された。修正版 Stenberg 課題を用いた実験では、課題の難易度が上がるにつれて SBP の反応性が上昇したが、課題が極度に難しい場合は反応性が低下するということが報告されている<sup>[6]</sup>。そこで本研究では ICT 機器での学習過程を模した GMLT において、経路に埋め込まれた手がかり情報に対し参加者がどのように対処するか、そこに年齢群間差があるか否かを生理指標を用いて検討した。

## 方法

### 参加者

大学生 24 名 (男性 12 名, 女性 12 名), 高齢者 24 名 (男性 12 名, 女性 12 名) であった。大学生のうち 12 名 (男性 6 名, 女性 6 名) を手がかりあり群 ( $20.25 \pm 2.31$  歳), 残り 12 名を手がかりなし群 ( $20.42 \pm 1.66$  歳) とした。高齢者も同様に 12 名 (男性 6 名, 女性 6 名) を手がかりあり群 ( $70.83 \pm 5.18$  歳), 12 名を手がかりなし群 ( $68.83 \pm 4.36$  歳) とした。高齢者は全員、筑波大学みんなの使いやすさラボの DB 登録者であった。DB 登録時に全員に対して、Mini-Mental State Examination<sup>[7]</sup> (MMSE) を実施しており、今回の実験参加者の MMSE 得点は最低得点が 27 点、平均では  $29.46 \pm 0.865$ , であったので、実験参加者全員が健康な認知機能であると判断された<sup>[8]</sup>。また、特に前頭葉機能と概日リズムの関係に関する研究<sup>[9]</sup>から、各年齢群にとって前頭葉機能課題では成績が高いとされる時間帯、高齢者は午前 (9 時から 12 時)、若年成人は午後の時間帯 (15 時から 18 時半) に実験が実施された。

### The Groton Maze Learning Test (GMLT)

10×10 のマスの GMLT がタッチパネル型のコンピュータ画面上に呈示され、隠された経路の探索が行われた。左上のマスを開始、右下にある赤色の二重丸のマスがゴールであった。マスはスタートからゴールまでに隠された正解経路があり、本番試行と転移試行では正解経路上には 29 のマスと 11 の曲がり角があった。ゴール以外の

マスは灰色であるが、正解経路上の 11 の曲がり角のマスは黄色に色づけされた(手がかり有群)。練習の段階で手がかりの意図に気づかせないようにするため、練習試行では正解経路に手がかりを加えなかった。また、参加者には黄色いマスが手がかりであるとは教示されなかった。

ルールとして進める方向は上下左右の 4 方向であり、実験参加者が選んだマスが正解であれば緑色のチェックマーク、不正解であれば赤色のバツマークが表示された。バツマークが表示されたら 1 つ前のマスに戻って別の経路を探さなければならない。触れたマスは青く表示され、実験参加者が今いるマスの位置を確認することができた。3 回連続して間違えた場合には、最後に押した正解マスが赤く表示された。練習試行では 6×6 のマスを 3 試行実施し、本番試行と転移試行では 10×10 のマスを使用し本番試行を 5 試行、転移試行を 3 試行実施した。また、1 試行終えるごとに隠された経路をできるだけはやく探索することを促す教示文が呈示された。

#### 生理指標の測定

GMLT の練習試行、本番試行、転移試行が行われていた間、連続指血圧測定装置 (PORTAPRES MODEL-2, Finapres Medical Systems 社製) を用いて動脈圧波形を記録し、専用解析ソフト beat scope で心拍および血圧を抽出した。実験参加者は椅子に腰かけた姿勢で連続指血圧測定装置のカフを非利き手側の人差し指あるいは中指に装着し毎秒の心拍と血圧を測定した。GMLT 遂行時に実験参加者には発話思考が求められた。発話自体が生理的反応に変化を及ぼすことがあるため<sup>[10]</sup>、発話した状態の baseline を測定として反対語課題を実施した。この課題はコンピュータ画面上に呈示される単語の反対の意味を声に出して答えるというものであった。

#### 実験状況

実験参加者はタッチパネル型ノートパソコン (Panasonic CF-C1AEADR) の前に楽な姿勢で

椅子に座った。タッチパネル型ノートパソコンは画面だけが実験参加者に見えるように回転させ、キーボードは実験参加者に見えないようにした。CBT が行われるときのみ外付けキーボードが使用され、それ以外のときはノートパソコンの後方に置かれた。コンピュータ画面上の課題の様子を記録するため、ビデオカメラを実験参加者の左後方と左後ろ上方に 1 台ずつ設置された。実験参加者の左後方に設置されたビデオカメラには実験状況を正しく記録できているか確認するためのモニターと接続された。このモニターは実験者のみが見ることができる位置に設置された。

#### 実験手続き

最初に実験全体の説明が行われ、ビデオカメラで撮影することへの説明および同意がなされた。そして生理指標の測定のため、連続血圧計測定装置のカフを装着した。その後、最初の実験課題である反対語課題が行われ、続けて GMLT 実施時に行われる発話思考の練習のために四字熟語課題が行われた。この課題は 80 個の漢字の中から四文字選択し四字熟語を完成させるというものであり、実験者が最初に発話思考の例を見せた後に参加者は 3 個の四文字熟語を発話思考しながら完成させた。続いて GMLT に移り、GMLT のルールの説明が行われた後、6×6 のマスで練習が 3 試行行われた。その後、本番試行が 5 試行、転移試行が 3 試行行われた。本番試行と転移試行ではそれぞれ最終試行が終わった後、紙面上で経路の偶発再生課題が行われた。この課題では、両年齢群とも手がかり有群に対して偶発再生課題で用いられた紙面上には手がかりが記されていない、10×10 のマスのみが記されていた。転移試行での経路の偶発再生が終わると CBT に移り、CBT のルールの説明とスパンサイズ 2 の練習試行が行われた後、本番試行が行われた。その後、最後の実験課題である O-span のルールの説明と練習が行われ本番が実施された。実験の最後に内省報告が行われ、GMLT で呈示されていた黄色いマスの意図に気付いたかどうかの確認が行われた。

## 結果

実験の最後に内省報告を行い、手がかり有群では参加者に手がかりの意味に気づいたかどうかを尋ねた。すべての若年成人および 21 名の高齢者は手がかりの意味に気づいたが、3 名の高齢者は手がかりの意味に気づかなかった。GMLT の課題成績<sup>[12]</sup>、ならびに事後の偶発記憶課題成績<sup>[11]</sup>については他に報告をする。

また、測定装置の不備などで若年成人 3 名、高齢者 4 名は生理指標の測定ができなかった。これらの参加者を除いた若年成人 21 名、高齢者 17 名を対象に、GMLT 実施時の生理指標の分析を行った。分析対象の生理指標は最高血圧 (systolic blood pressure; SBP)、最低血圧 (diastolic blood pressure; DBP)、心拍 (heart rate; HR) であり、標的課題実施時の測定値からベースライン (参加者ごとの平均測定値) を引いたものを分析の対象とした。すべての生理指標に対して、年齢群 (若年成人/高齢者) × 手がかり (あり/なし) × 試行 (5 試行, 参加者内要因) の 3 要因混合計画を実施した。

### SBP (最高血圧)

条件ごとの平均値を図 1 に示す。分散分析の結果、年齢、手がかり、試行のいずれの主効果 (年齢:  $F(1,34)=1.93$ ,  $p=.174$ , 手がかり:  $F(1,34)=.044$ ,  $p=.851$ , 試行:  $F(1,34)=1.16$ ,  $p=.331$ ) も有意でなかったが、年齢と手がかりの交互作用が有意であった ( $F(1,34)=4.30$ ,  $p=.05$ )。下位検定の結果、手がかりありなし両条件において年齢の単純主効果がみられ、両年齢群とも手がかりの単純主効果がみられた。また、年齢×手がかり×試行の 2 次の交互作用が有意ではなかった ( $F(4,148)=1.51$ ,  $p=.201$ )。

### DBP (最低血圧)

条件ごとの平均値を図 2 に示す。分散分析の結果、年齢および手がかりの主効果はみられなかったが (年齢:  $F(1,34)=.027$ ,  $p=.606$ , 手がかり:

$F(1,34)=.201$ ,  $p=.657$ )、試行の主効果はみられた ( $F(4,148)=4.30$ ,  $p=.003$ )。また、すべての交互作用で有意差がみられなかった。

### HR (心拍)

条件ごとの平均値を図 3 に示す。分散分析の結果、年齢、手がかり、試行すべてに主効果がみられなかった (年齢:  $F(1,34)=1.85$ ,  $p=.183$ , 手がかり:  $F(1,34)=.048$ ,  $p=.828$ , 試行:  $F(4,136)=1.84$ ,  $p=.125$ )。また、すべての交互作用で有意差がみられなかった。

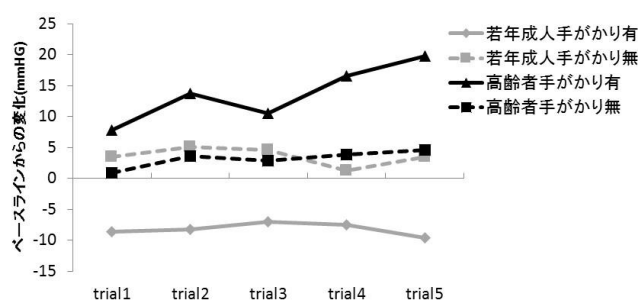


図 1 SBP のベースラインからの変化

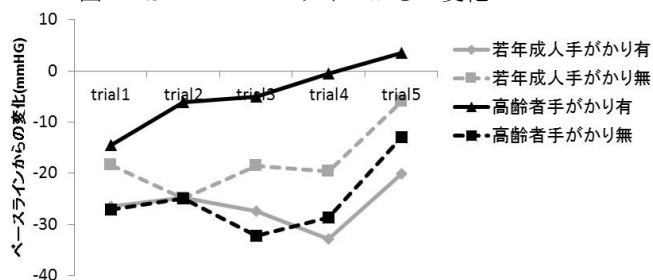


図 2 DBP のベースラインからの変化

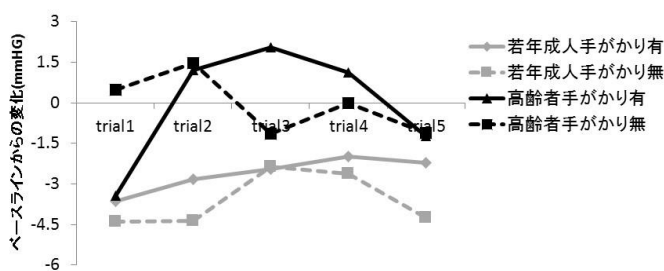


図 3 HR のベースラインからの変化

## 考察

### SBP

若年成人の手がかりなし条件における SBP は 5 試行を通じて正の反応性がみられたので、GMLT に対してベースラインとなった反対語課題に比べ、能動的に対処していたことが伺える。一方、手が

かりあり条件の場合, SBP は 5 試行を通じてベースラインに比べて負の反応性. これは容易な課題であっても SBP は正の反応性がみられるという先行研究[6]とは一致しない結果となった. ベースラインとの差分を対象としていることから固定的な考察をすることはできないが, 特徴的な結果といえよう.

複雑な実行機能を要する GMLT では, 系列的な問題解決に加え記憶(正解/不正解の記憶を保持し続けること)の要素も強く存在する. そこに利用容易な手がかり情報が与えられた場合, いずれの要素も必要としないことになる. 本実験では単純かつ確定的な手がかりを用いたので, 若年成人は手がかりとその意味に短時間で気づくことでできた結果, 課題状況が一変し, その結果として SBP の反応性がベースラインよりも低い値となり, これは受動的な活動を示す可能性があると考えられる.

一方, 高齢者は手がかりの有無に関わらず正の反応性が見られ, 同じ課題の中での反応と考えられるが, 手がかりあり群の反応性が大きく, 手がかりなし群の反応性が小さかった. これは, 高齢者では手がかりがない状況では「課題難易度が高すぎた」のに対して, 手がかりが与えられることによって, 課題が「自分で解決できる」難易度の範囲内になり, より主体的に取り組んだ可能性が考えられる. これらの結果から, 課題に対して感じる難易度と課題への取り組み具合には年齢群間差があると考えられ, こうした年齢群間差をも含めた説明のために, 「主観的に感じられる」課題の難易度に対するパフォーマンスの逆U字カーブを考える必要がある.

同時に, 課題に対して能動的/受動的に取り組むことは動機づけと関連しており, 特に感情を生起させる記憶課題に対して, 高齢者ネガティブな内容の刺激よりもポジティブな内容の刺激の再生成績がよくなることが報告されている<sup>[14]</sup>. 高齢者におけるこのポジティブ効果はポジティブな情報獲得を促進させるという認知制御に感情調整が関係していることを示しており<sup>[15]</sup>, この点についても血行力学的観点から高齢者のポジティブ効果および感情調整

を検討していく必要がある.

## DBPとHR

SBP以外の生理指標であるDBPとHRでは年齢や手がかりの効果がみられないという結果であった. これは先行研究<sup>[13]</sup>と一致している. DBPはSBPとともに心筋の収縮性の影響を受けるが, SBPに比べてDBPは末梢血管抵抗の変化で不安定になりやすいとされ, また, HRは交感/副交感神経の覚醒に依存しており, 交感神経の影響が大きいと課題に対して積極的に取り組むが, この結果は一貫していないことが報告されている<sup>[5][15]</sup>. 以上より, SBPが課題に対してどのように取り組むか同定するための指標として適切であることが支持されたといえよう.

## 今後の課題

一方で, これまでの認知的課題分析では血行力学を利用した研究での主たる対象者は大学生であった. とりわけ生理指標については生理的加齢の影響も大きく, 例えば, 動脈壁の厚さの増大, 心筋細胞の減少などの影響も考えられる<sup>[17]</sup>. このため生理指標と課題の関係は, 年齢群によっても変化する可能性があるため, さらにデータを積み重ねつつ, 複数の要素を同時に加味できるモデル化が必要といえよう.

## 引用文献

- [1] Harada, E. T., Mori, K., & Taniue, N. (2010). Cognitive aging and the usability of IT - based equipment: Learning is the key. *Japanese Psychological Research*, *52*(3), 227-243.
- [1] 原田悦子・須藤智・山口一大 (2013). 「使うことの学習」過程を知る: GMLT による実験室的検討による加齢効果の検討 日本認知科学会第 30 回.
- [2] Schroder, M. D., Snyder, P. J., Sielski, I., & Mayes, L. (2004). Impaired performance of children exposed in utero to cocaine on a novel test of visuospatial working memory. *Brain and Cognition*, *55*(2), 409-412.

- [3] Pietrzak, R. H., Cohen, H., & Snyder, P. J. (2007). Spatial learning efficiency and error monitoring in normal aging: An investigation using a novel hidden maze learning test. *Archives of Clinical Neuropsychology*, **22**(2), 235-245.
- [4] 須藤智・原田悦子 (2012). 問題解決型学習課題における非明示型ガイドの効果: 認知的加齢の影響 日本心理学会第 76 回大会
- [5] Obrist, P. A. (1981). *Cardiovascular psychophysiology: A perspective*. New York, NY: Plenum Press.
- [6] Richter, M., Friedrich, A. & Gendolla, G. H. E. (2008). Task difficulty effects on cardiac activity, *Psychophysiology*, **45**, 869-875.
- [7] Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of psychiatric research*, **12**(3), 189-198.
- [8] Mungas, D. (1991). In-office mental status testing: a practical guide *Geriatrics*, **46**(7), 54-58.
- [9] Yoon, C., May, C. P., & Hasher, L. (1999). Aging, circadian arousal patterns, and cognition, N. Schwarz, D. Park, B. Knauper, S. Sudman (Eds.), *Cognition, aging, and self-reports*, Psychological Press, Philadelphia, PA, pp. 117-143
- [10] Daimon, T., Harada, E. T. & Suto, S. (2014). Comparing learning process of young and older adults in the problem solving task: Effect of embedded aid. *Cognitive Ageing Conference 2014*.
- [11] 大門 貴之, 原田悦子, 須藤智 (2014). 系列的問題解決によって形成される概形記憶: 手がかりの効果に関する年齢群間比較 日本認知心理学会第 12 回大会発表論文集.
- [12] Lynch, J. J., Long, J. M., Thomas, S. A., Malinow, K. L., & Katcher, A. H. (1981). The effects of talking on the blood pressure of hypertensive and normotensive individuals. *Psychosomatic Medicine*, **43**(1), 25-33.
- [13] Schwerdtfeger, A. (2004). Predicting autonomic reactivity to public speaking: don't get fixed on self-report data!. *International Journal of Psychophysiology*, **52**(3), 217-224.
- [14] Brownley, K. A., Hurwitz, B. E., & Schneiderman, N. (2000). *Cardiovascular psychophysiology*.
- [15] Oxenham, H., & Sharpe, N. (2003). Cardiovascular aging and heart failure. *European journal of heart failure*, **5**(4), 427-434.
- [16] Charles, S. T., Mather, M., & Carstensen, L. L. (2003). Aging and emotional memory: The forgettable nature of negative images for older adults. *Journal of Experimental Psychology-General*, **132** (2), 310-324.
- [17] Mather, M., & Carstensen, L. L. (2005). Aging and motivated cognition: The positivity effect in attention and memory. *Trends in cognitive sciences*, **9**(10), 496-502.