

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500323

研究課題名(和文)人工物利用における「背後にある潜在論理構造」の学習：認知的加齢の影響の検討

研究課題名(英文) Learning process of the implicit structure in consecutive problem solving: Effects of ageing and embedded aids

研究代表者

原田 悦子 (HARADA, Etsuko)

筑波大学・人間系・教授

研究者番号：90217498

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：高齢者のICT機器利用がなぜ難しいのか、利用時の問題解決に伴う学習に原因があると考え、系列的な問題解決学習過程を観るGMLT (Groton迷路学習課題)を用い、一連の実験で年齢群比較を行った。隠された正解経路の試行錯誤的な探索学習では、探索方略、及びエピソード記憶の明瞭な想起可能性が大きく影響していた。次に正解を示唆する「埋め込み手がかり」の意味獲得過程の検討では、確率的な複雑な手がかりでは若年群のみ意味獲得がみられたが、単純で決定論的な手掛りでは高齢者も問題解決学習が促進された。しかし、転移課題、経路再生課題では手掛りの効果が群間で異なり、手掛り利用にも加齢効果の存在可能性が示された。

研究成果の概要(英文)：Why is it so difficult to use ICT equipment for older adults? With the hypothesis that the main resource of those difficulties are in the learning process of equipment use, we executed a series of experiments with GMLT, Groton Maze Learning Test. With the original task, younger adults showed the power of rather consistent strategy using, and clear recollection of the last trials, comparing with older adults. When adding embedded aids for the correct route, only younger adults could abstract the meaning of aids, when aids were probabilistic and complex. With simple and deterministic aids, even older adults could show the advantage; however, they also showed different patterns of effects of aids on the transfer task and the route recall task, which implied that the using ways of the aids were not equivalent between younger- and older adults.

研究分野：認知心理学

科研費の分科・細目：情報学，認知科学

キーワード：認知的加齢 認知工学 学習過程 GMLT迷路学習課題 エピソード記憶/潜在記憶 エラーレス学習/エラーフル学習 方略の一貫性 手がかり検出

1. 研究開始当初の背景

一般に、高齢者は ICT 機器利用が苦手であり、「使えない」と言われる。しかし、高齢者と若年成人を比較した様々な機器のユーザビリティテストの結果から、デザインの良否については年齢群による差はなく、ユニバーサルデザインの原理が成立しているが、若年成人では自力で乗り越えられるデザイン上の問題が、高齢ユーザでは利用上のトラブルとして顕在化していることが示された。すなわち、使いやすさにおける加齢効果は、人工物利用の学習の相違から生じていると考えられる(原田, 2009)。そこで本研究では、人工物利用の学習過程を詳細に検討し、そこでの加齢の効果を知ることにより、加齢による機器利用困難化のメカニズムが明らかになると考えた。

現実には、人工物の多様性や利用状況の多面性もあり、「一般的な」人工物の「一般的な」学習過程をとらえることは難しい。しかし、特に高齢者の ICT 機器利用については、共通の相互作用上の特徴が多々報告されていることから、少なくとも ICT 機器利用については、一定以上の一般性をもつ人工物利用環境の特性を同定し、その特性について構造的等価性を持つ実験課題を構成することが可能と考えられる。

そこで本研究では、「高齢者の学習に影響を与えている」ICT 機器に共通する要因として(原田・須藤・山口, 2013)。

a) 本来の達成目標とは別の(下位の)次元で、問題解決が必要であり、その問題解決ルールは任意性が高く、自明ではない(自分が望む結果を得るためには、入れ子になった問題解決をする必要があり、そのために複数の操作をするなど条件を満たす必要がある;かつそれらの条件は求める結果とは直接的・論理的な必然性・関係性がない)

b) 一つの問題解決がいくつものステップを経て実施されるが、そのステップごとになんらかの選択(意思決定)をすることが求められる(例:ある段階で、ルート A とルート B の複数の解決候補がある、あるいはその問題解決には繋がらない操作可能性が見えている)。

これに関連して、

c) 常時、完全同一の状況に対し、同一の解を出すのではなく、揺らぎがありうるため、何らかの抽象的なモデルの獲得が必要となる(例:ルート A でもルート B でも同じ結果、すなわちひとつの要件を満たすことが可能であり、それが何故なのかを理解するためには下位の問題解決が何を目標しているのかを理解する必要がある)

をとりあげ、そうした要件を持つ心理学的な実験課題での検討を試みた。

2. 研究の目的

本研究では、人が ICT 機器を利用する際の学習について、「自分が本来実施したい問題

解決を図る」ために「何らかの意思決定を行いながら(試行錯誤を含む)」特定の事象を習得・熟達化する過程」と定義し、その環境要因を操作しながら、学習過程を観察できる課題として、Groton 迷路学習課題(Groton Maze Learning Test, 以下 GMLT と略記)を取り上げた。

すなわち、本研究では、人の機器利用学習の過程を明らかにするために、GMLT での正解経路学習をターゲットとして、高齢者と若年成人の学習過程を明らかにし、その相違から現象としての学習の背後にある認知的過程とそこへの認知的加齢の効果を明らかにし、さらに各種の要因を「課題のデザイン変更」として導入・操作することによって、学習過程の解明と、特に高齢者に対する学習支援の可能性を検討することを目的として、一連の実験研究を行った。

3. 研究の方法

GMLT (CogState Research Inc.) は前頭葉機能を測定するための神経心理学的テストバッテリーの一課題として開発されたものである。10×10 のマスに隠された一つの正解経路(左上隅から右下隅まで)を一つずつマスにタッチしながら探索することが求められる(Fig. 1 参照)。進行できるのは現位置に接した上下左右のマスに限られ、斜めに進むことはできない、タッチしたマスの正否は直後にフィードバックされ、不正解時には「ひとつ前の正しいマスに戻って再度正解経路を探す」というルールが設けられていた。課題では、同じ正解経路をたどる試行が 5 回繰り返されるため、継時的な問題解決をしながらその解を学習していく様子を観察することが可能となる。

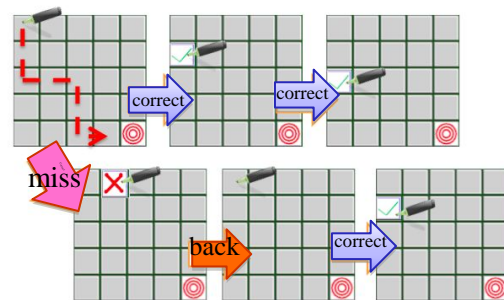


Fig.1 The procedure of GMLT

学習過程の指標として、1 試行を単位として、経路探索時間、ルールに則ったエラー、ルール破りのエラーを取り、さらに、オリジナルな指標として、連続正答数(Consecutive Correct Responses; CCR と略記; 連続正答したマス数/連続正答したチャンク数)ならびに絶対座標の不一致率(Error Disparity Rate; ERD と略記; それまでの試行で犯さなかったエラー数/単位試行あたりのエラー数)等を算出した。

一連の実験では、年齢(参加者間要因: 若

年成人 vs. 高齢者)と本課題の試行数(参加者内要因: 5 試行)を要因とする混合実験を基本としている。一つの実験条件では、実験参加者は、若年成人については大学生(男女半数), 高齢者については65歳以上, MMSE26以上の健康な高齢者(男女半数; シルバー人材センター, あるいは筑波大学 CUAR みんなラボへの登録者によるボランティア参加)がそれぞれ12-24名が参加した。また認知的制御の要因を検討できるように、いずれの要因の組合せにおいても半数の参加者は午前中(9:00から11:30), 半数は午後(13:30から16:00)に実験を行った。実験はすべて個別に行った。

GMLT 課題は、スライドを提示しながらの教示の後、6×6マス、3試行での練習を行って課題のルールが理解・学習されたことを確認した後に本試行を始めた(本試行は10×10マスでの5試行)。課題前に発話思考法の説明と練習を行い、「できるだけ頭の中で起きていることをぶつぶつと実況中継しながら」実施するように求め、また練習試行ならび本試行を通して、必要に応じて中性的な発話プロンプトを行った。また、認知的機能との関係性を検討するため、GMLT 課題実施後に、言語性作動記憶テスト(o-Span 課題)、視覚的短期記憶テスト(Corsi Block 課題; CBT)を実施した。

すべての課題はタブレット PC 上で実施され、画面ならびに発話をビデオ録画した。o-Span 課題では口頭で反応し、実験者が記録した。実験時間は若年成人群では約60分、高齢者は約90分であった。

本研究で行った主たる実験は、

- 1) GMLT における学習過程の年齢群間比較
- 2) 第1試行で「次のマス」を随時提示するエラーレス条件がもたらす効果についての年齢群間比較
- 3) GMLT の10×10のマスの盤面上に、一定ルールに基づく「埋め込み手がかり」を配した際の効果に関する年齢群間比較(確率的複雑手がかりを用いた実験3a, ならびに決定論的単純手がかりを用いた実験3b)であった。

4. 研究成果

実験1) GMLT における学習の年齢群間比較:

年齢群×試行の分散分析を行った処、5回の試行における学習において、経路探索時間、ルールに則ったエラー数、連続正答数(CCR)のいずれにおいても、第1試行では年齢間差がなく、第2試行以後に大きな年齢差を示し

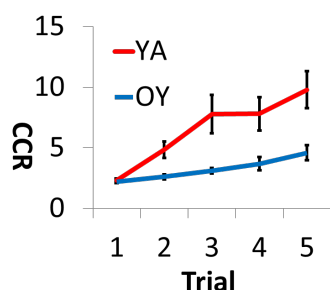


Fig. 2 The change in CCR across trials.

た(Fig.2はCCR). 緩やかではあるが高齢者群においても試行を追って学習が進展していることが示された。

発話の分析から GMLT 解決過程における特徴的な4つの方略が抽出された:

【右下直進方略(SSG)】経路選択で右・下が優先性を持ち、できる限り「前と同じ方向性を選ぼう」とする(例:「とりあえず、まっすぐ行くか」)

【右下非直線方略(NGS)】右・下を優先するが、一つ前の選択とは異なる方向をとろうとする

【想起方略(RS)】以前の試行での正解経路を意図的に思い出そうとする(例:「確かこっちの方だったと思う」)

【一対一対応方略(OCS)】一選択ごとに正解の意味・意図を考え、擬人的反応をする(例:「そう来るなら、こっちだ」)

これらの各方略ごとに各試行での出現頻度をカウントし、参加者数を母数とした出現確率を求めた結果(Table 1), 若年成人では第1試行では「直進する」方略(SSG)が多いがその後で減少し、替わって第2試行以後では直接的なエピソード記憶の想起(RS)に依存する方略が増加することが示された。これに対し、高齢者では明確な試行間の方略変化は示されなかった。

Table 1 年齢群別の方略出現頻度

年齢	#1	#2	#3	#4	#5	若年	#1	#2	#3	#4	#5
SGS	11	9	7	4	3	SGS	17	12	4	4	5
NGS	16	12	12	10	10	NGS	14	2	3	3	1
RS	1	19	20	21	20	RS	0	23	23	23	23
OCS	7	8	6	9	6	OCS	3	5	2	3	1

この方略の分析から、特に GMLT での正解経路のように「任意性が高い」解の学習については、若年群では強く記憶想起に依存しようとし、また実際に記憶想起により学習が促進・達成できていること、これに対し、高齢者でも同様にエピソード記憶的な想起(RS)が言及されているが、「こうだったかな」「そして次は、うーん、何だっけ」といった発話に代表されるように試みに終わっており、また「覚えられない」「思い出せない」などの発話も多く、実際に課題での達成に結びついていないことが示された。

実験2) エラーレス学習環境のもたらす効果に関する年齢群間比較:

GMLT 課題での第1試行において、その時点でのカーソルのあるマスの「次のマス」が黄色く点滅するデザインを用いたとき、学習過程にどのような影響がみられるかを検討した。第1試行目では常時「正解」が提示されることから、エラーレス学習(Baddeley & Willson, 1994; Anderson & Craik, 2006)条件にあたりと考えられた。連続正答数 CCR の結果(Fig.3)から両年齢群においてエラーレ

ス学習条件の優位性が示されたが、交互作用は有意ではなく、年齢群での効果の大きさの差は統計的には有意とならなかった。

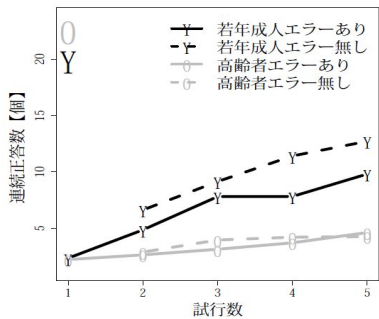


Fig. 3 エラーレス学習条件の有無と連続正答数

一方、ルール破りエラー，すなわち GMLT のルールを無視したエラーについては，エラーレス条件の効果が高齢者群にのみ大きく表れた (Fig.4 参照). 元来，若年成人群では練習試行後にルール破りエラーが生じない．これに対し，高齢群では特に本課題での第 3，4 試行になってからのルール破りエラーが発生することは珍しくなく，なぜそうした現象が起こるのか，依然明らかではない．しかし，第 1 試行のみでのエラーレス環境での学習経験の結果，そうした「課題ルールの消失」現象がなくなることは興味深く，ルール破りエラーの発生機序についてさらに検討していく可能性を示す知見と考えられる．

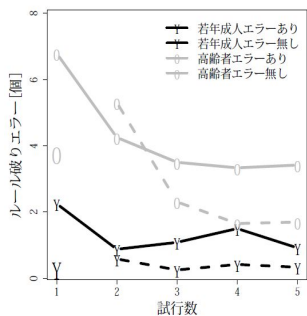


Fig. 4 エラーレス学習条件の有無とルール破りエラー

実験 3a) 「埋め込み手がかり」の効果：確率的複雑手がかりによる検討

ICT 機器については，そこでの下位目標に対する問題解決の方法は「まったくの任意」に設計されている訳ではなく，何らかの「意味のあるルールに基づいて」デザインが組み込むことが意図されている．そうした「一定の背後の論理構造とモデルに基づいた」手がかりを GMLT に埋め込んだ際に，その手がかりの意味の獲得とそれに伴う GMLT 学習がどのように促進されるかを検討するために，Fig. 5a に示すような手がかりを埋め込んだ GMLT を実施した．

この例では，a) 赤い三角形の 50% が正解経路に提示されており，b) その三角形の底辺の接している辺が正解経路の「次のマス」に接

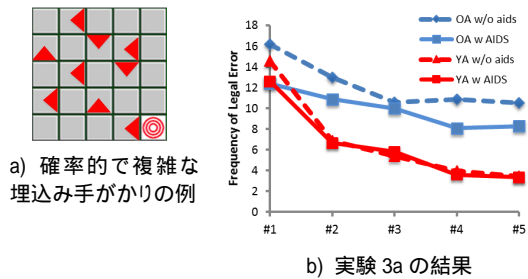


Fig. 5 実験 3a 材料と実験結果(ルールに則ったエラー数)

する構造になっている．このため，手がかりとしては確率的であり，またその意味が複雑になっている．

この埋め込み手がかりを提示した群と統制群との比較した結果，実験後の内省報告で，手がかりの意味があることを意識し，正しくその意味を述べる事ができたのは，若年成人の 3 名 (15 名中) のみであり，ほぼすべての指標において，埋め込み型手がかりの効果を観察することはできなかった．しかし，両年齢群において第 1 試行での「ルールに則ったエラー数」は手がかり提示群で減少しており，視覚的手がかりにより，試行錯誤の際の選択項目に影響が生じていることが示された．また，高齢者群におけるルール違反エラーでは，むしろ手がかり提示群において (統計的には有意ではないものの) エラーが増える傾向がみられた．興味深いことに，3 名の意味発見者を含め，特に若年群の参加者は実験後の内省報告において，「手がかりがあるとむしろ邪魔になって，難しかった」と述べている．

複雑な手がかり提示が知覚レベルでは影響を与えないものの，「理解できない」状態では GMLT 学習に影響を与えないのみならず，阻害をする可能性も示唆されたと言えよう．

実験 3b) 「埋め込み手がかり」の効果：決定論的単純手がかりを用いたによる検討

実験 3a での埋め込み手がかりが「難易度が高すぎた」可能性が示唆されたことから，実験 3b では，すべての手がかりが正解経路上におかれ (決定論的)，またその手がかり (黄色に着色) は「経路上の曲がり角にあたる」ことを示すという理解容易な手がかりとして実験を行った．

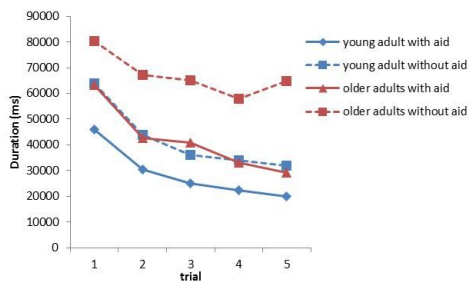


Fig.6 Duration of test phase (Exp. 3b)

実験の結果，高齢者・手がかり提示群の 3 名 (12 名の内) は実験後も手がかりの意味に気づかなかったと報告したが，それ以外の参

加者全員が、第1試行から手がかりの存在とその正解経路との関係性に言及し、それらの参加者については、すべての指標において、埋め込み手がかりの効果が有意であった (Fig.6 参照). その効果には年齢群との交互作用はなく、加齢の効果とは独立に同等な効果を示した。

一方、転移課題(同じ埋め込み手がかりを異なる正解経路での課題で実施;3試行のみ)では、手がかりの効果と年齢群が交互作用を示し、若年群では試行の効果が消失して第1試行から高速で正解経路を選択できるのに対し、高齢 手がかり提示群では、手がかりなし群よりは学習が早い、しかし第1試行から第2試行にかけて有意に成績が向上する学習がみられた (Fig.7 参照). すなわち、高齢者群は転移課題において「当初から手がかりの意味を十全に利用しての課題達成ではなかった」ことが示された。

また逆に、偶発的な正解経路再生課題では、高齢者群が手がかり提示によって成績の向上を示したのに対し、若年群では効果がみられなかったこと、連続血圧の測定から、高齢者群では手がかりの提示により、「より主体的な」課題への取組みを示す指標とされる最高血圧の向上が見られたのに対し、若年成人では手がかり提示により統制時(しりとり課題)よりも最大血圧が低くなるという非対称的な効果も得られた。

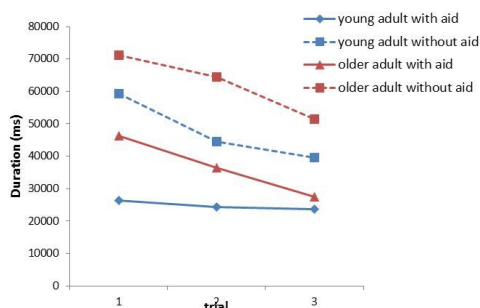


Fig.7 Duration of transfer phase (Exp. 3b)

埋め込み型手がかりというデザイン自体の持つ効果は年齢を越えて等価に表れるが、その処理方法・利用法については加齢による相違があることが示され、こうした過程についてさらに検討していく必要性が示されたと言えよう。また、決定論的・単純な手がかりであっても、25%の高齢者が自発的な手がかり意味を発見できなかったこと(逆に、若年成人群では確率論的・複雑な手がかりでも20%が意味を発見できたこと)についても、そうした個人差の出現要因、メカニズムについて検討を行っていく必要がある。

なお、作動記憶容量など各種の認知機能測定との関係性についても今後、分析を進めていく予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3件)

須藤智・原田悦子・田中伸之輔・安達悠子・日根恭子 (2014). 高齢者によるタブレット型端末の利用学習: 新奇な人工物の利用学習過程に影響を与える内的・外的要因の検討 認知科学, 21(1), 62-82. (査読あり)

安達悠子・原田悦子・須藤智・熊田孝恒・藤原健志 (2014) 認知的加齢と新奇な人工物利用: 高齢参加者データベースに基づくユーザビリティテスト・データの分析. 認知科学, 21(1), 83-99. (査読あり)

原田悦子 (2012). 「みんなラボ, 発達」: 高齢者のための使いやすさ検証実践センターについて. 人間生活工学, 13(1), 71-74. (査読なし)

〔学会発表〕(計 9件)

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 in Atlanta. 2014.04.05 at Atlanta, GA, USA.

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. 2014.06.28. 仙台市(予定).

大門貴之・原田悦子・須藤智 (2014). 系列的問題解決の学習過程に及ぼす手がかりの効果: 高齢者・若年成人比較を通して 日本心理学会第78回大会. 2014.09. 同志社大学(予定).

大門貴之・原田悦子・須藤智 (2014). 系列的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 日本認知科学会第31回大会. 2014.09. 名古屋大学(予定).

Harada, E.T., Suto, S. & Yamaguchi, K. (2013). Finding an embedded rule is difficult for older adults even though they are effective: Experimental studies of learning through sequential decision making with the Groton Maze Learning Task. The annual meeting of Psychonomic Association. 2013.11.16., Toronto, ONT, Canada.

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. 論文発表集 p.92-98. 2013.09.13. 玉川大学.

Harada, E.T., Yamaguchi, K., & Suto, S. (2012). Exploring Age Differences in

the Learning Process Using Verbal-Behavioral Protocol Analysis With a Maze Learning Task. Cognitive Aging Conference 2012. 2012.04.05 at Atlanta, GA, USA.

S. Suto, K. Yamaguchi, P. Lin, E. T. Harada (2012). Differences in the Learning Process: A Comparison on Maze Solving Between Age, Gender, and Time-of-Day. 2012.04.05 at Atlanta, GA, USA.

須藤 智・山口 一大・小西 なつみ・Lin Polong・原田 悦子(2012). 問題解決型学習過程に対する年齢差・性差・概日リズムの影響 日本認知心理学会第10回大会, 岡山大学. 2012/06/03.

(1) 研究代表者

原田 悦子 (HARADA, Etsuko)

筑波大学・人間系・教授

研究者番号：90217498

(2) 研究分担者

須藤 智 (SUTO, Satoru)

静岡大学・大学教育センター・講師

研究者番号：90548108

〔図書〕(計 8 件)

原田悦子 (2013). 注意と遂行機能 (熊田孝恒と共著), 注意と加齢, 情報社会における記憶・知識 日本認知心理学会 (監修), 認知心理学ハンドブック 有斐閣. 425 (94-97, 108-109, 184-185).

須藤智・原田悦子 (2013). 「注意と記憶」日本認知心理学会 (監修), 認知心理学ハンドブック 有斐閣. 425 (106-107).

原田悦子 (2013). 「日常認知」「プライミング効果」平凡社心理学事典. 870 (569-570, 672-673)

原田悦子 (2013). 【ふれる】感性と認知過程; 認知科学から見る感性のメカニズム 椎塚久雄 (編) 「感性工学ハンドブック」朝倉書店. 607 (84-94).

原田悦子 (2013). 「使いやすさ」を考える: 加齢の影響から見てくるメカニズム 伊東昌子 (編) 「コミュニケーションの認知心理学」ナカニシヤ出版. 233 (67-80).

原田悦子・土橋臣吾(2013). ユビキタス・コンピューティングはどう受容されているか ユーザの意識とその問題 船橋晴俊・壽福 『公共圏と熟議民主主義』法政大学出版局 277 (169-194).

原田悦子 (2013). 生涯にわたる学習: 高齢者のための学習・教育デザイン 茂呂雄二・櫻井茂男(編) 「新 教職教育講座 シリーズ第7巻 発達と学習」協同出版. 235 (181-194)

Harada, E.T., Suto, S., & Asano, A. (2012). Error Repetition phenomena and its relation to cognitive control, memory and ageing: Why does it happen outside the psychology lab? In M. Naveh-Benjamin & N. Ohta (eds.) Memory and Aging: Current Issues and Future Directions. Psychology Press. 427 (49-68).