

令和 6 年 4 月 24 日現在

機関番号：27301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K03034

研究課題名（和文）高齢者のワーキングメモリ容量個人差がタッチインタフェースの認知負荷に及ぼす影響

研究課題名（英文）Effects of individual differences in working memory capacity of older adults on cognitive load for touch interface

研究代表者

大塚 一徳 (Otsuka, Kazunori)

長崎県立大学・看護栄養学部・教授

研究者番号：70259688

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、タッチインタフェース操作時の認知負荷は高齢者のワーキングメモリ容量個人差に応じてどう異なるのか、という「問い」について、実験的に検証した。高齢者のワーキングメモリを信頼性妥当性のある方法で査定するために高齢者用のワーキングメモリ査定課題を開発した。また高齢者のタッチインタフェース操作時間を査定するためにタッチインタフェース課題を開発した。高齢者のワーキングメモリ査定課題とタッチインタフェース課題を用いた実験から、高齢者のワーキングメモリ容量個人差によってタッチインタフェースの認知負荷が異なることが実証された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、スマートフォン、タブレットといったモバイル端末の操作はタッチインタフェースが主流である。一方、高齢者にとってタッチインタフェース操作は、加齢に伴う認知機能の低下や感覚運動機能の衰えのため、若年者に比べ認知負荷の大きい課題である。本研究は高齢者がタッチインタフェースを操作する際の認知負荷の大きさを、ワーキングメモリ容量個人差という心的機能から実証した研究である。本研究成果は、高齢者にとって使いやすいタッチインタフェースについてワーキングメモリ容量個人差という個人内要因を考慮する必要性を示した。

研究成果の概要（英文）：In this study, I experimentally tested the "question" of how cognitive load during touch interface operation varies with individual differences in working memory capacity among older adults. I developed a working memory assessment task for older adults in order to assess their working memory in a reliable and valid manner. I also developed a touch interface task to assess touch interface operation time for older adults. Experiments using the working memory assessment task and the touch interface task for the older adults demonstrated that the cognitive load of the touch interface differs depending on the individual differences in the working memory capacity of the older adults.

研究分野：教育認知心理学

キーワード：ワーキングメモリ 認知負荷 高齢者 タッチインタフェース モバイル端末

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

現在、スマートフォン、タブレットといったモバイル端末の操作はタッチインタフェースが主流であり、シングルタップ、フリック、スワイプ、ピンチアウト等といったタッチインタフェースを駆使することが必要である。高齢者にとってタッチインタフェース操作は、加齢に伴う認知機能の低下や感覚運動機能の衰えのため、若年者に比べ認知負荷の大きい課題である。高齢者がタッチインタフェースを操作する際の認知負荷の大きさといったモバイル端末利用の阻害要因を究明することは、高齢者にとって使いやすいモバイルラーニングシステムやモバイル端末を利用した日常生活の支援システムを開発するうえで必要とされる重要な課題である。

高齢者は、それまでの長期に及ぶ職業経験、社会経験、家庭生活等の影響により、知識量や情報処理能力といった内的認知要因に大きな個人差が存在する。したがって、高齢者によるタッチインタフェース操作時の認知負荷について検討する際には、内的認知要因の個人差を考慮することが必要である。本研究では、内的認知要因として認知課題の遂行に必須の情報の一時的保持と処理の機能であるワーキングメモリに焦点をあてる。ワーキングメモリは容量の制限と個人差がある認知的な処理資源であり、認知的加齢の影響をもっとも受け、その機能が減衰する(Otsuka & Miyatani, 2017)。タッチインタフェース操作時の認知負荷は、高齢者のワーキングメモリ容量個人差によってその影響は異なることが予想される。

2. 研究の目的

本研究では、タッチインタフェース操作時の認知負荷は高齢者のワーキングメモリ容量個人差に応じてどう異なるのか、という「問い」について、実験的に検証する。

図1は、タッチインタフェース部分の認知負荷を大・小に分けて示し、ワーキングメモリ容量個人差(大・小)との関係を図示したものである。容量小の高齢者は認知負荷大の場合、タッチインタフェースの認知負荷のみに処理資源を費やしてしまい、その他の部分に含まれるコンテンツの活用にあたり処理資源の余裕がない状態になってしまう。このように、高齢者のワーキングメモリ容量個人差によって、タッチインタフェース操作時の認知負荷の大きさは相対的に異なってくる。したがって、高齢者のタッチインタフェース操作時の正確性や操作速度を検討するためには、ワーキングメモリ容量個人差に応じた検討が必要である。そこで、本研究計画では高齢実験参加者のワーキングメモリ査定結果をもとにワーキングメモリがタッチインタフェース課題の遂行結果にどの程度影響力を持つのかについてパス解析をもとに分析を行う。

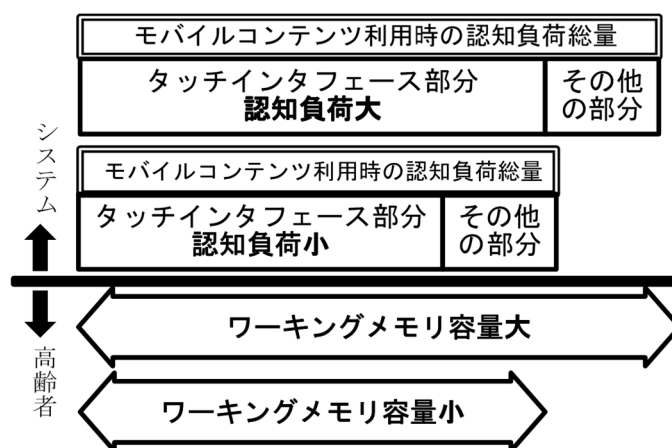


図1. モバイルコンテンツ利用時におけるタッチインタフェースの認知負荷とワーキングメモリ容量個人差

3. 研究の方法

高齢実験参加者に対し、リーディングスパン、オペレーションスパン、シンメトリスパンの3種類のコンプレックススパン課題を実施し、参加者の言語的、数的、視空間的認知領域におけるワーキングメモリの査定を行った。図2は開発したオペレーションスパンを例示したものである。また、すべての高齢実験参加者に長谷川式認知検査を実施し日常のモバイル機器利用状況を調査した。次に、実験参加者に対し、シングルタップ、ダブルタップ、ロングタップ、ドラッグ、フリック、スワイプ、ピンチ、ローテートの8種類のタッチインタフェース課題を実施した。

4. 研究成果

本研究では高齢実験参加者のワーキングメモリを3種類のコンプレックススパンテストによって査定することが必要である。従来コンプレックススパンテストは若年者に対して実施されてきたため、まず若年者と高齢者のワーキングメモリ因子の不変性について検討を行った。この若年者と高齢者のワーキングメモリ因子不変性に関する検討は

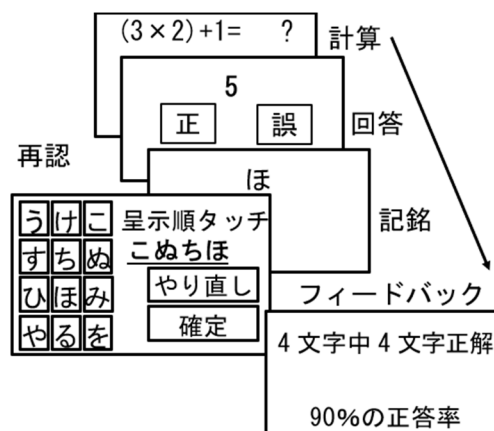


図2 オペレーションスパン課題の例

Otsuka and Miyatani(2022)において査読論文として発表した。分析の結果、図3に示す通り

若年者と高齢者間のワーキングメモリ因子の不変性が確認された。

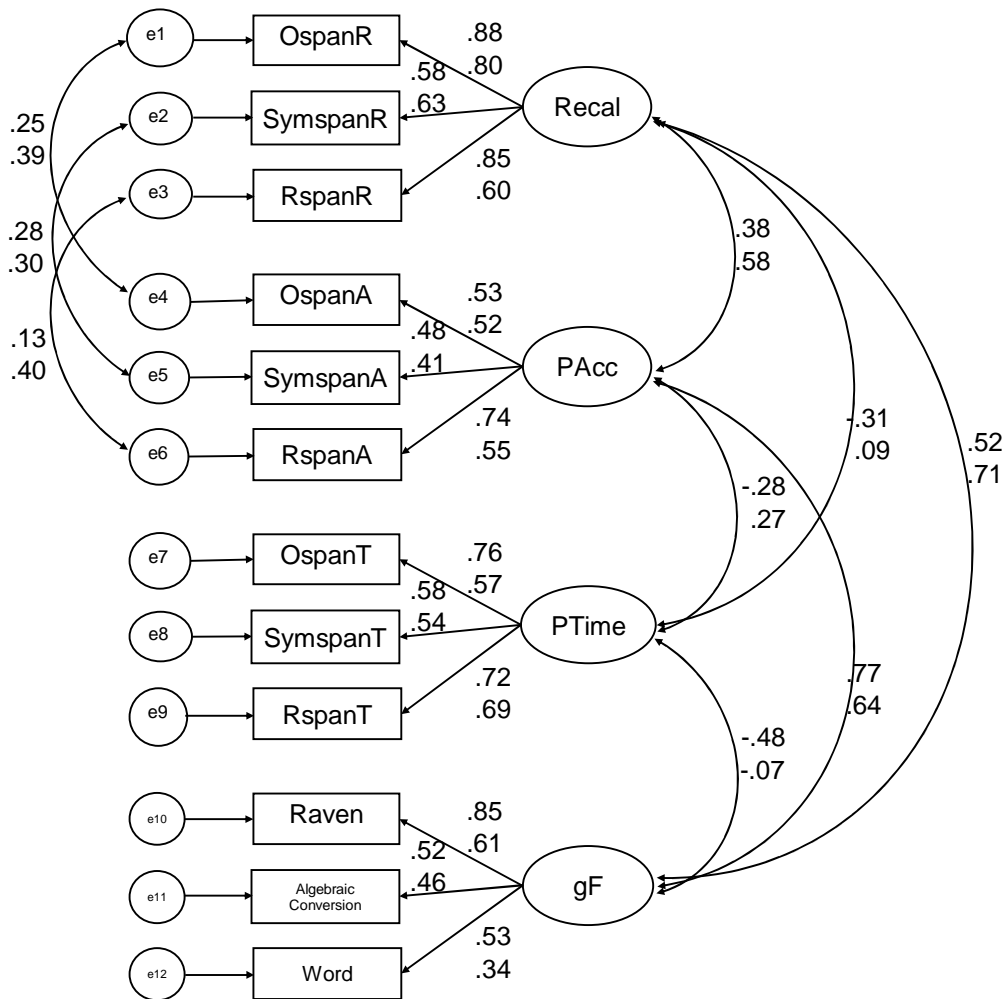


図3. Configural invariance model of Multiple-Group Confirmatory Factor Analysis for Recall, Processing Accuracy(PAcc), Processing Time(PTime), and general Fluid intelligence(gF). The upper numbers represent coefficient of older adults. The lower numbers represent coefficient of younger adults. All coefficients between factors without correlations between gF and PTime, Recall and PTime in younger adults are significant at the $p < .01$ level.

次に高齢実験参加者のワーキングメモリとタッチインタフェース操作時間についてワーキングメモリ容量、年齢との3変数間の相関分析を行った、その結果フリック、ローテート課題の操作時間はワーキングメモリ容量、年齢と有意な中程度の相関があった。また、年齢を統制したうえでフリック及びローテート課題の操作時間とワーキングメモリ容量の間に中程度の有意な偏相関があった。このような相関分析をもとに、フリック課題操作時間、ローテート課題操作時間、年齢、ワーキングメモリ容量という外生変数間にパスを設定するパス解析を行った。その結果、年齢はローテート課題操作時間のみに有意なパスがあり、ワーキングメモリ容量はフリック課題、ローテート課題操作時間ともに有意なパスがあった。本研究結果からワーキングメモリ容量個人差によってフリック、ローテートというタッチインタフェースの認知負荷の大きさが異なり操作時間に影響を及ぼす事が示された。本研究結果から、タッチインタフェースに及ぼすワーキングメモリ容量個人差の影響が示唆され、高齢者のワーキングメモリ容量を考慮したタッチインタフェースのデザインの必要性が示唆された。

引用文献

- Otsuka (2024). Working memory span and touch interface operation in older adults, Proceedings of the 2024 Annual Spring Conference of JSET (44th), 467-468.
- Otsuka, K., & Miyatani, M. (2022). Measurement Invariance of Working Memory Factors across Younger and Older Adults. Japanese Psychological Research, <http://doi.org/10.1111/jpr.12435>
- Otsuka, K., & Miyatani, M. (2017). Effects of individual differences in working memory capacity and pointing methods on single tapping times of older adults. Educational Technology Research, 40, 13-21. <https://doi.org/10.15077/etr.41040>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 2件）

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 Otsuka, K., & Miyatani, M. | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Measurement Invariance of Working Memory Factors across Younger and Older Adults. | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Japanese Psychological Research | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/jpr.12435 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |

| | |
|---|-------------------|
| 1. 著者名 Otsuka, K., & Miyatani, M. | 4. 巻 42 |
| 2. 論文標題 Memory Classes and Group Working Memory Span Tasks Change Memory Self-efficacy of Older Adults | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Educational Technology Research | 6. 最初と最後の頁 1-9 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.15077/etr.43108 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 該当する |

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件/うち国際学会 3件）

| |
|--|
| 1. 発表者名 Otsuka Kazunori |
| 2. 発表標題 Individual differences in working memory capacity and the use of external memory aids in daily life of the older adults |
| 3. 学会等名 2021 Taiwanese Psychological Association annual conference (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Otsuka Kazunori |
| 2. 発表標題 Factorial Invariance of Working Memory in Younger and Older Adults |
| 3. 学会等名 The Canadian Association on Gerontology 50th Annual Scientific and Educational Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 大塚一徳・宮谷真人 |
| 2. 発表標題 若年者と高齢者間におけるワーキングメモリを構成する因子の不変性 |
| 3. 学会等名 第18回日本ワーキングメモリ学会大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Otsuka Kazunori |
| 2. 発表標題 Effects of processing and recall factor in working memory on single tapping of older adult |
| 3. 学会等名 The Canadian Association on Gerontology 48th Annual Scientific and Educational Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Otsuka Kazunori |
| 2. 発表標題 Working memory span and touch interface operation in older adults |
| 3. 学会等名 Proceedings of the 2024 Annual Spring Conference of JSET (44th), 467-468. |
| 4. 発表年 2024年 |

〔図書〕 計1件

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 大塚一徳 他 14名 | 4. 発行年 2019年 |
| 2. 出版社 長崎文献社 | 5. 総ページ数 166 |
| 3. 書名 認知的加齢とワーキングメモリ 看護栄養学部編集委員会(編) 長崎県立大学シリーズ大学と地域3 健やかな生のために[看護と栄養] | |

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | | | |
|--|---------------------------|-----------------------|----|
| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|--|---------------------------|-----------------------|----|

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| | |
|---------|---------|
| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|