

令和元年5月14日現在

機関番号：27301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01033

研究課題名(和文)高齢者のモバイル端末操作に及ぼす認知負荷とワーキングメモリ容量個人差の影響

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

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) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：モバイル端末は、高齢者にとって生涯学習のツールとして、また加齢に伴う認知機能の衰えを補償する有効なツールとしての可能性を持ったICT機器である。本研究は、高齢者のワーキングメモリ容量個人差がモバイル端末操作に及ぼす影響について検討し、高齢者用モバイルラーニングシステムの開発と運用において認知負荷を考慮したシステムとするための知見を得ることを目的とした。研究の結果、高齢者のワーキングメモリ容量個人差とワーキングメモリの処理成分がモバイル端末操作に影響を及ぼし、その影響は端末の操作方法(マウス、タッチ、タッチペン)によって異なることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、高齢者がモバイル端末を利用するうえで、ワーキングメモリ容量の個人差と操作装置の間に交互作用があること、ワーキングメモリ容量の個人差によって有効な操作方法は異なることを実証した。シングルタップというもっとも基本的なタッチインタフェースにおいても、その認知負荷がワーキングメモリ容量個人差によって異なるため、今後高齢者用のモバイルシステムをデザインする際にはワーキングメモリ容量個人差を考慮することで、より認知負荷の少ない高齢者用モバイルシステムの開発が可能となることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：The human interface of mobile devices imposes a high cognitive load on older adults when they operate such devices, owing to cognitive ageing. When developing such mobile systems for older adults, we need to consider the cognitive load. The purpose of this study was to examine the effects of the working memory capacity (WMC) and cognitive load on mobile device interface of older adults. I suggest that the cognitive load imposed by touch interfaces differs according to the WMC of older adults. Therefore, it is important to consider the cognitive load and the individual differences in WMC when developing mobile systems for older adults.

研究分野：教育工学 認知心理学 ワーキングメモリ 認知負荷理論

キーワード：高齢者 ワーキングメモリ モバイル機器 タッチインタフェース 認知負荷 シングルタップ 共分散構造分析

1. 研究開始当初の背景

高齢者が日常生活において携帯電話、スマートフォン、タブレットといったモバイル端末をスムーズに操作し活用できるようになることは、高齢者の学びやQOLに大きなメリットを及ぼす。モバイル端末は高齢者にとって生涯学習のツールとして、また加齢に伴う認知機能の衰えを補償する有効なツールとしても大きな可能性がある。しかし、一般に若年者に比べ高齢者はこのようなモバイル端末の利用に対する抵抗感は強く、その操作に困難を伴うことが報告されている。したがって、高齢者がモバイル端末を操作する際の阻害要因を究明し、高齢者にも操作しやすいモバイル端末について検討することが、高齢者向けの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も必要とされている。

モバイル端末操作時には、小型タッチパネルディスプレイ上に表示された多くの言語的情報、あるいはアイコンやボタンといった視空間的情報の中から適切に情報を取捨選択し、必要な操作を行うことが必要となる。若年者に比べ高齢者にとってこのようなモバイル端末の操作は、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認知負荷の大きい課題である。

例えば、モバイル端末を操作して情報検索を行う場合、操作者は検索したい事項を保持しつつキーワードを複数準備してタッチパネルを操作し、検索結果に妥当なものがなかった場合キーワードを別のものに変更し再検索する、といった一連の認知処理を並列的に行っている。このような課題の解決のために一時的に必須の情報を保持しつつ、その情報を利用して課題を解決するという情報の処理と保持の並列的なプロセスはワーキングメモリ（作動記憶）が担っている。そこで、本研究では高齢者のモバイル端末操作時の内的認知要因としてワーキングメモリをとりあげる。

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、認知領域共通の資源と言語的領域及び視空間的領域固有の資源を持ち、一般的な知能と相関がある。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、高齢者によるモバイル端末操作について検討する際にも内的認知要因の個人差を考慮することが必要であり、本研究では高齢者のワーキングメモリ容量個人差に焦点をあてる。

2. 研究の目的

図1は、上記の背景をもとにモバイル端末利用時の認知負荷を端末操作とコンテンツ利用に分けて示し、ワーキングメモリ容量個人差との関係を図示したものである。例えば、ワーキングメモリ容量大の高齢者は処理資源に余裕がありコンテンツの活用が促進する。一方、ワーキングメモリ容量小の高齢者は資源に余裕がなく、コンテンツの活用に至るまで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、高齢者のモバイル端末操作の正確性や操作スピード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、本研究では研究期間内に高齢実験参加者を対象に、モバイル端末操作課題とワーキングメモリ容量の測定課題を実施する。実験結果の分析に際しては、高齢実験参加者の日常のPC、モバイル端末の利用状況についても査定しておく必要があるため、これらの点について自己評価式のアンケート調査も実施する。本研究計画では、以上の実験結果及びアンケート調査結果をもとに以下の2点について明らかにすることを目的とする。

- (1) 高齢実験参加者をワーキングメモリ容量個人差によって容量大・小群に分類しGP分析を行い、高齢者のワーキングメモリ容量個人差によってモバイル端末操作時の操作の正確性、操作スピードは各実験条件においてどのように異なるのかについて明らかにする。
- (2) ワーキングメモリスパン課題の実験結果をもとに確認的因子分析によってワーキングメモリの処理機能因子及び保持機能因子の抽出を行い、それらの因子とモバイル端末操作課題実験結果との因果関係を共分散構造分析によってモデル化し、高齢者のモバイル端末操作に影響を及ぼすワーキングメモリ機能因子の影響力を明らかにする。

3. 研究の方法

本研究では、高齢者のワーキングメモリ容量個人差がモバイル端末操作に及ぼす影響について、以下の(1)の実験手順のもとに研究を実施し、(2)の方法によって実験結果を分析・検討を行った。

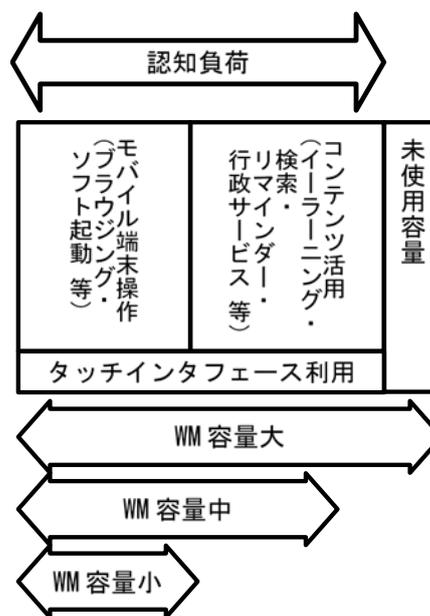


図1. モバイル端末利用時の認知負荷とワーキングメモリ(WM)容量個人差

- (1) 高齢実験参加者を募集し、モバイル端末操作課題とワーキングメモリスパン課題を個別に実施する。実験参加者内要因として入力デバイス、入力方法及び時間制限といった実験条件でモバイル端末操作課題を実施し、実験参加者間要因としてワーキングメモリスパン課題を実施する。
- (2) モバイル端末操作課題実験結果に対してワーキングメモリ容量大・小群間のGP分析を行い、ワーキングメモリ容量個人差がモバイル端末操作のスピードや操作エラーに及ぼす影響について明らかにする。次に、共分散構造分析によってワーキングメモリの処理機能因子と保持機能因子がモバイル端末操作に及ぼす影響について因果関係をモデル化する。

4. 研究成果

研究の成果は、大塚・宮谷(2016)及びOtsuka & Miyatani(2018)において査読論文として発表した。本研究によって、高齢者のワーキングメモリ容量個人差によってモバイル端末のシングルタップ時間が異なる事、タッチペンが高齢者にとって有効なシングルタップツールであることが明らかになった。Figure 3は、Otsuka & Miyatani(2018)で示された高齢者のシングルタップ方法毎のシングルタップ時間をワーキングメモリ容量個人差ごとに図示したものである。Figure 4は、Otsuka & Miyatani(2018)で示されたワーキングメモリの処理機能因子及び保持機能因子がシングルタップデバイス毎のシングルタップ時間に及ぼす影響力を共分散構造分析で求めパス図として示したものである。

本研究によって、高齢者のモバイル端末操作においては、タッチペンの利用が有効であること、また、ワーキングメモリの処理機能因子の影響が大きいこと、指やマウスの利用はタッチペンに比べ有効ではないことが明らかになった。

本研究で示された高齢者のシングルタップ時のタッチペンの有効性は、高齢者向けモバイルシステムをデザインする場合にワーキングメモリ容量個人差を考慮したデザインとして留意すべき点として重要である。一方、多くのモバイルシステムでは多くの指によるタッチインタフェースが主流であり、指によるタッチインタフェースとワーキングメモリ容量個人差との関連については、今後の課題である。

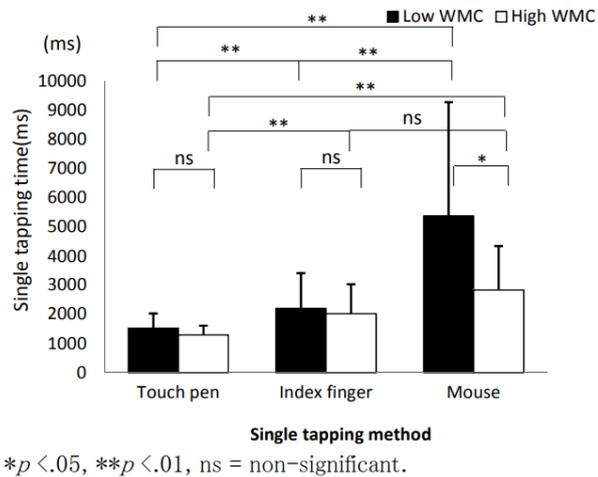


Figure 3. Means of single tapping time(ms) in high ($n = 50$) and low WMC ($n = 50$) group for each single tapping method. Error bars represent standard deviations.

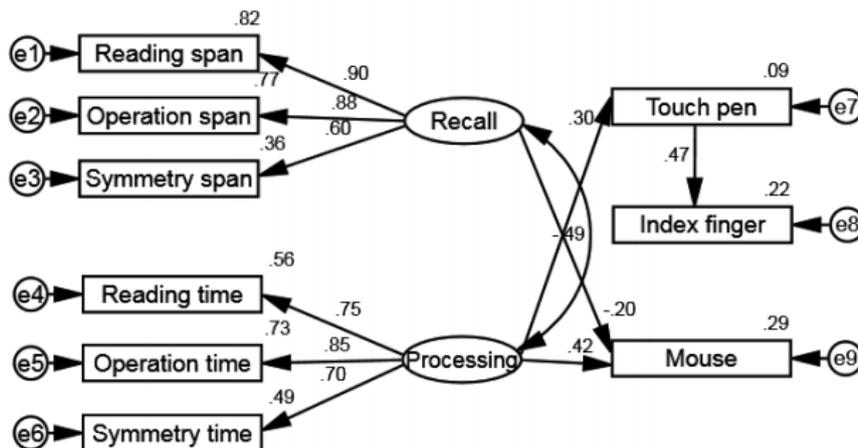


Figure 4. Path model for the structural equation analysis of the relationship among working memory factors (Recall and Processing) and single tapping time for three methods (touch pen, finger, mouse). All paths and loadings were significant at the .01 confidence level.
 $\chi^2(25) = 31.933$, $p = .160$, GFI = .965, AGFI = .937, CFI = .989, RMSEA = .038.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計2件)

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>

大塚一徳・宮谷真人 (2016). 高齢者のシングルタップ時間に及ぼすワーキングメモリ容量個人差と操作方法の影響, 日本教育工学会論文誌, Suppl. 40, 89-92. <https://doi.org/10.15077/jjet.S40058>

[学会発表] (計10件)

Otsuka Kazunori, 2018.10.20, Memory self-efficacy shifts of older adults in group short-term memory tests, The Canadian Association on Gerontology 47th Annual Scientific and Educational Meeting, The Sheraton Vancouver Wall Centre, Vancouver, Canada

Otsuka Kazunori, 2018.9.28, Changes in memory self-efficacy of older adults through assessment of working memory in a class for people with dementia, Proceedings of the 34th annual conference of JSET, Tohoku University, Sendai, Japan

Otsuka Kazunori, 2018.5.6, Multiple-group confirmatory factor analysis of working memory in younger and older adults, Cognitive aging conference 2018, JW Marriott Atlanta Buckhead hotel, Atlanta, GA

Otsuka Kazunori, 2017.11.9, Is there a different relationship among working memory factors and general fluid intelligence between younger and older adults?, Psychonomic Society 58th Annual Meeting, Vancouver Convention Centre West, Vancouver, Canada

Otsuka Kazunori, 2016.9.29, Effects of tapping devices and ageing on older adults' single tapping speed, 2016 International conference on frontiers of educational technologies, Nanyang executive centre in Nanyang technology university, Singapore

Otsuka Kazunori, 2016.9.17, Effects of individual differences in working memory capacity on single tapping for older adults, Proceedings of the 32nd annual conference of JSET, 1019-1020, Osaka University, Osaka, Japan

Otsuka Kazunori, 2016.7.28, Effects of working memory components of older adults on single tapping, 31st International congress of psychology, PACIFICO Yokohama, Yokohama, Japan

Otsuka Kazunori, 2016.4.16, Effects of tapping devices and working memory component of older adults on single tapping, Cognitive aging conference 2016, Westin Buckhead Atlanta hotel, Atlanta, GA

Otsuka Kazunori, 2015.7.23, Individual differences in older adults' working memory capacity and speed of using touch interfaces, The 37th annual meeting of the Cognitive Science Society, Pasadena Convention Center, CA

Otsuka, K. & Miyatani, M. , 2015.7.5, Individual differences in working memory capacity of older adults on use of touch interfaces, The 13th annual convention of the Japanese society for cognitive psychology, The university of Tokyo, Tokyo

[図書] (計2件)

大塚一徳, 2018.7.10, ワーキングメモリ 松尾太加志(編) 認知と思考の心理学, サイエンス社, 25-47.

大塚一徳・宮谷真人, 2015.10.20, 熟達者のワーキングメモリ: 伝統的なワーキングメモリ概念

との質的な相違 湯澤正通・湯澤美紀(監訳) ワーキングメモリと日常, 北大路書房, 101-125.

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<https://sites.google.com/a/sun.ac.jp/otsuka/home?authuser=0>

6. 研究組織

研究代表者

大塚 一徳 (Kazunori Otsuka)

長崎県立大学 看護栄養学部 教授

研究者番号 : 70259688