

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 4 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23700315

研究課題名(和文) 過剰な情報呈示による記憶不全メカニズムの解明

研究課題名(英文) Memory deficit induced by overload

研究代表者

松吉 大輔 (Matsuyoshi, Daisuke)

東京大学・先端科学技術研究センター・特任助教

研究者番号：70547017

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円、(間接経費) 990,000円

研究成果の概要(和文)：これまでの視覚的ワーキングメモリ研究は、ヒトは常に3-4個の物体を保持できると仮定してきた。しかし、申請者の研究は、その仮定が必ずしも正しくない事を明らかにした。具体的には、従来3個程度の物体を保持できていた人であっても、大量の物体を呈示された場合には2個程度しか保持できなくなることを見出した。また、高齢者においてはそれがより顕著であり、通常は2個の物体が保持できるにもかかわらず、大量の物体が呈示されると、1個しか保持できなくなることが明らかになった。そして、この記憶不全は、頭頂葉ではなく後頭葉の活動低下により媒介され、頭頂葉から後頭葉への信号伝達の失敗に起因している可能性を示した。

研究成果の概要(英文)：We investigated visual working memory (VWM) deficit induced by overload, and found wide variability in VWM capacity across memory set sizes, age, and individuals. A marked decrease in the number of objects held in VWM was observed in both younger and older adults with low memory capacity, but not among high-capacity individuals, when set size went well beyond the limits of VWM capacity. In addition, this deficit was alleviated among low-capacity younger adults, but not among low-capacity older adults, by increasing VWM encoding time. Thus, low-capacity individuals are likely to show decreases in VWM capacity induced by overload, and aging exacerbates this deficit such that it cannot be recovered by simply increasing encoding time. Our findings challenge the prevailing assumption that VWM capacity is fixed and stable, encouraging a revision to the strict view that VWM capacity is constrained by a fixed number of distinct slots in which high-resolution object representations are stored.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・認知科学

キーワード：記憶不全 視覚的短期記憶 視覚認知 物体認識 認知神経科学 個人差

1. 研究開始当初の背景

我々の脳が一度に記憶できる(視覚的ワーキングメモリに一度に保持できる)情報量には制約があり、その量は物体3~4つ程度である事が知られている。しかしながら、申請者が当時開始した研究により、個々人の容量限界を超える、過剰な数の物体が提示された場合には、思い出す事のできる物体数が減少する(記憶不全)可能性が示された。

2. 研究の目的

本研究の目的は、過剰な情報提示によって生じる記憶不全のメカニズムを明らかにする事にある。これまでの研究では、容量限界の個数までの物体を(諸条件によらず)コンスタントに保持できると仮定されてきたが、その事を示す直接的証拠は存在しなかった。そこで本研究では、情報過負荷時におけるヒトの記憶パフォーマンスを調べ、これまでの仮定が本当に妥当なものであるかどうかを検討する。もし、過負荷による記憶不全が生じているのであれば、その認知・脳メカニズムを明らかにし、記憶不全の回避に必要な条件に関する示唆を得ることは、科学的意義のみならず、広く社会的意義のある知見を得ることになる。

3. 研究の方法

本研究では、実験参加者は間を置いて提示される2つの画面の間に、色や形の変化があったかどうかを答えるという、変化検出課題を行う(図1)。これまでの研究では、このような課題において、ヒトは3-4つ程度の視覚物体を記憶できる(変化を検出できる)ことが示されてきた。本研究では、特にこの変化検出課題において提示物体個数を増やし、過剰な情報負荷を与える状況下において、ヒトは何個の物体を保持できるか行動実験にて検討した。さらに、機能的磁気共鳴画像法(functional magnetic resonance imaging: fMRI)を用いて、このような過剰情報を保持している時の神経基盤を検討した。

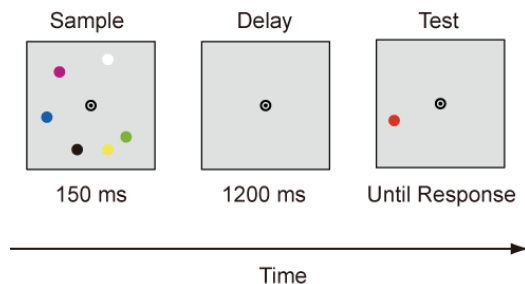


図1. 変化検出課題の基本的な流れ. 参加者は、間において提示される2つの画面に、色や形等の変化があったかどうかを答える.

4. 研究成果

行動実験の結果、平均データでは、刺激提示個数に関わらず、若年成人では3程度を定常的に記憶できたのに対し、高齢者では、

提示個数が少ないと2程度記憶できたのにも関わらず、提示個数が多く情報が過剰である時には1個しか思い出せなくなることが明らかになった。さらに個人差を調べると、若年成人でも記憶容量の低い個人では、このような記憶不全が生じていたのに対し、記憶容量の高い個人では、不全は観察されなかった。しかし、この若年低記憶容量者の記憶不全は、刺激提示時間を増加させることによって消失した一方、高齢低記憶容量者の記憶不全は、刺激提示時間を増やしても消失しなかった。これらの事から、高齢者の記憶不全は若年者よりもより深刻である可能性が示された。

なお、この記憶不全は、統制実験により、刺激個数が増えることによる局所的干渉効果の増大(低次過程)ではなく、また、全部を覚えようとするようなストラテジー(高次過程)によるものではないことを確認しており、物体処理あるいは注意といった中次過程における不全であることが示唆される。

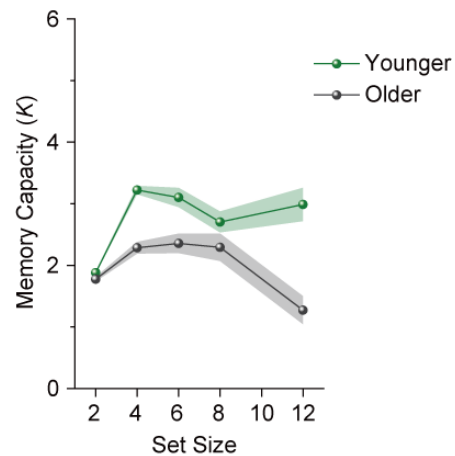


図2. 行動実験の結果. 若年者では、常に一定個数を保持できるが、高齢者は刺激提示個数が多いと、覚えらる個数が低下する.

fMRIを用いた実験では、若年者のみを対象とし、視覚的ワーキングメモリに保持している物体個数と対応して活動が上昇する頭頂葉から後頭葉にかけての領域の活動を指標として、過剰な情報に対処する時の、それぞれの領域の貢献の違いを調べた。

実験の結果、頭頂葉は情報の過剰・非過剰にかかわらず、定常的に活動していたのに対し、後頭葉は過剰情報があり、行動的な記憶個数が減少している場合には、実際に記憶している個数に対応する活動を示していた。この結果は、頭頂葉には視覚環境の情報が3-4つまで保持はされているものの、それを後頭葉にフィードバックする過程で不全が生じていて、後頭葉の活動が低下している可能性を示している。

以上の結果から、1) 過剰情報により、ヒトの記憶に不全が生じており、特に高齢者ではその不全が強く生じていること、2) 不全は視覚の中次過程で生じていること、3) 頭頂葉から後頭葉にかけての脳領域間連絡に

不全が生じている可能性があることが示唆された。

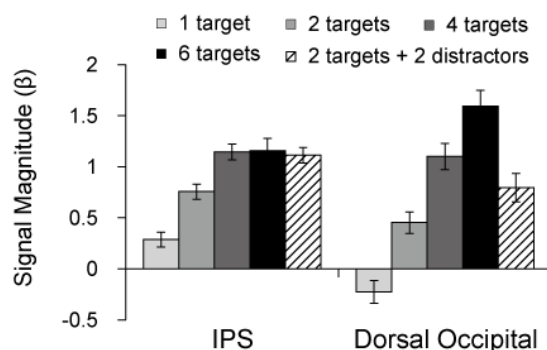


図3. fMRI 実験の結果。頭頂葉(左)では定常的な活動を示すが、後頭葉(右)では過剰情報がある時に活動が低下している。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 4 件)

Matsuyoshi, D., Osaka, M., & Osaka, N. (2014). Age and individual differences in visual working memory deficit induced by overload. *Frontiers in Psychology*, 5, 384. (査読あり)

doi: 10.3389/fpsyg.2014.00384

Matsuyoshi, D., Kuraguchi, K., Tanaka, Y., Uchida, S., Ashida, H., & Watanabe, K. (2014). Individual differences in autistic traits predict the perception of direct gaze for males, but not for females. *Molecular Autism*, 5:12. (査読あり)

doi: 10.1186/2040-2392-5-12

Matsuyoshi, D., Kuraguchi, K., Ashida, H. & Watanabe, K. (2014). Interhemispheric differences in the perception of human gaze direction. *Proceedings of the 2014 6th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST)*, 117-119. (査読あり)

doi: 10.1109/KST.2014.6775406

Matsuyoshi, D., Ikeda, T., Sawamoto, N., Kakigi, R., Fukuyama, H., & Osaka, N. (2012). Differential roles for parietal and occipital cortices in visual working memory. *PLoS ONE*, 7, e38623. (査読あり)

doi: 10.1371/journal.pone.0038623

[学会発表](計 12 件)

Matsuyoshi, D., Kuraguchi, K., Ashida, H., & Watanabe, K. (January 31, 2014). Interhemispheric differences in the perception of human gaze direction. 6th International Conference on Knowledge and Smart Technology, Chonburi, Thailand. [口頭発表]

松吉大輔・苧阪満里子・苧阪直行 (2013年11月30日) 「過負荷による視覚的ワーキングメモリ不全 個人差・年齢差

によるアプローチ」第11回日本ワーキングメモリ学会大会, 京都大学 [口頭発表]

高橋康介・松吉大輔・渡邊克巳 (2013年11月21-22日) 「視覚的形状と社会的立場の共感覚様連合」第五回多感覚研究会, NTT コミュニケーション基礎科学研究所(神奈川県厚木市) [ポスター発表]

池田尊司・松吉大輔・苧阪直行 (2013年9月19-21日) 「二色配色を用いた調和感・不調和感の神経基盤」日本心理学会第77回大会, 札幌コンベンションセンター [ポスター発表]

松吉大輔・守田知代・河内山隆紀・田邊宏樹・定藤規弘・柿木隆介 (2013年8月29日-9月1日) 「顔倒立効果における質的要因と量的要因を担う皮質経路の乖離」平成25年度包括型脳科学研究推進支援ネットワーク・夏のワークショップ, 名古屋国際会議場 [ポスター発表]

Osaka, N., Matsuyoshi, D., Ikeda, T., Osaka, M. (September 2012). Implied gaze direction in Japanese Ukiyo print: An event related fMRI study. European Conference on Visual Perception 2012, Alghero, Sardinia, Italy. [ポスター発表]

松吉大輔 (2012年6月) 「神経美学 美は神経科学にとって特別か?」科学基礎論学会ワークショップ「美は分析できるか? 神経美学のこれまでとこれから」, 一橋大学 [招待講演/口頭発表]

池田尊司・松吉大輔・澤本伸克・福山秀直・苧阪直行 (2012年5月) 「調和配色・不調和配色における脳活動の差異」日本色彩学会第43回全国大会, 京都大学 [口頭発表]

池田尊司・苧阪満里子・松吉大輔・肥後克己・片平建史・遠藤香織 (2012年5月) 「リーディングスパンテスト課題遂行時の事象関連電位変化」第30回日本生理心理学会大会, 北海道大学 [口頭発表]

Matsuyoshi, D. (Mar, 2012). Visual memory and overloading. Bielefeld-Osaka Workshop 2012, Osaka, Japan. [口頭発表]

松吉大輔・苧阪満里子・苧阪直行 (2011年12月) 「符号化の失敗が過負荷による視覚的短期記憶不全を引き起こす」日本基礎心理学会第30回大会, 慶應義塾大学 [ポスター発表]

Matsuyoshi, D. (May, 2011). Neural bottlenecks for conscious visual awareness and visual memory. The 4th Symposium on Cognitive Neuroscience Robotics, Osaka, Japan. [口頭発表]

[図書](計 4 件)

松吉大輔 (2013) 「複数の注意と意識、脳」 苅阪直行(編)『注意をコントロールする脳 神経注意学からみた情報の選択と統合』(社会脳シリーズ・第3巻) 第5章 新曜社

松吉大輔 (2012) 「実行機能」 田中啓治・御子柴克彦(編)脳科学辞典 <http://bsd.neuroinf.jp/wiki/実行機能>

松吉大輔 (2012) 「中央実行系」 田中啓治・御子柴克彦(編)脳科学辞典 <http://bsd.neuroinf.jp/wiki/中央実行系>

松吉大輔 (2012) 「音韻ループ」 田中啓治・御子柴克彦(編)脳科学辞典 <http://bsd.neuroinf.jp/wiki/音韻ループ>

〔その他〕

ホームページ等

http://researchmap.jp/daisuke_matsuyoshi

2013年・第11回日本ワーキングメモリ学会大会・優秀発表賞

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松吉 大輔 (MATSUYOSHI, Daisuke)

東京大学・先端科学技術研究センター・特任助教

研究者番号：70547017