ネガティブ感情が視覚的ワーキングメモリ処理に及ぼす影響 — 事象関連脳電位と行動成績を指標として —

○真田原行^{1,2}・三好純太郎³・片山順一^{2,3}

(¹関西学院大学大学院 文学研究科・²同大学 応用心理科学研究センター・³同大学 文学部)

キーワード：感情・ワーキングメモリ・事象関連脳電位

Influence of negative emotion on visual working memory processing: ERPs and behavioral study.

Motoyuki SANADA^{1,2}, Juntaro MIYOSHI³ and Jun'ichi KATAYAMA^{2,3}

(¹Graduate School of Psychological Science, ²Center for Applied Psychological Science, ³School of Humanities, Kwansei Gakuin Univ.)

Key Words: Emotion, Working Memory, and Event Related Brain Potential

目 的

近年、ネガティブ感情が視覚的ワーキングメモリ (WM) 表象の精度を向上することが報告された (Spachtholz et al., 2014; Xie & Zhang, 2016)。これらの研究は行動成績、つまり WM 処理終了後の結果を指標としたが、WM 処理は複数の過程 (記銘・保持・検索) から構成されるためネガティブ感情がどの過程で WM 表象の精度を向上するか不明である。

そこで本研究は、ネガティブ感情が WM 処理のどの過程で表象の精度を向上するのか解明するため、実験参加者の感情状態を操作 (ネガティブ・ニュートラル条件) して視覚的 WM 課題を課し、課題遂行中の事象関連脳電位 (ERP) を測定した。対象とした ERP 成分は視覚的 WM の記銘・保持を反映する CDA と検索を反映する SPCN である。CDA は WM 表象が高精度の時に振幅が増大する (Machizawa et al., 2012)。一方 SPCN に関して WM 表象精度の影響は未知だが、WM 課題成績の向上に伴い振幅が増大することが知られている (Sanada et al., 2013)。

本研究の予測は、(1) もしネガティブ感情が WM の記銘過程から WM 表象の精度を向上するならば、CDA 振幅は記銘から保持終了まで増幅し続ける。一方 (2) ニュートラル感情時には忘却により次第に表象精度が減衰するのに対し、ネガティブ感情時には精度が維持されるならば、CDA 振幅は特に保持後期でニュートラル条件よりネガティブ条件で大きくなる。またもし (3) ネガティブ感情が検索過程で精度を向上するならば、SPCN 振幅はニュートラル条件よりもネガティブ条件で増大する可能性がある。

方 法

27 名の大学生が参加した。データに不備のあった者、アーチファクトが多い者を除いた 17 名のデータを分析対象とした。視覚的 WM 課題では、空間 Cue (200 ms)・記憶刺激 (200 ms)・検索 Cue (1000 ms)・色相環 (回答まで) を順に提示した。記憶刺激と検索 Cue の SOA は 1100 ms とした。実験参加者には空間 Cue が指示した視野にある 4 つの色を記憶し、検索 Cue が指示する場所にあった色を色相環から選ぶよう求めた。24 試行を 1 ブロックとし、20 ブロック (全 480 試行) 行った。感情操作のため各ブロックの最初に画像 10 枚 (各 3 秒) を連続提示し、ブロック終了まで音楽を提示した。感情状態はネガティブ・ニュートラル 2 条件をブロック間で操作した。また各ブロック内で全画像提示後に VAS により感情状態・覚醒度の報告を求めた。行動成績の分析には、MATLAB (MathWorks 社) と MemToolbox (Suchow et al., 2013) を用い、WM 表象の精度 (SD) を算出した。SD 値が小さいほど精度が高いことを示す。

頭皮上 30 箇所から脳波を記録し、水平・垂直眼電図も記録した (オンラインフィルタ: 0.01-100 Hz, サンプリング周波数: 1000 Hz, 参照電極: 鼻突, グランド電極: AFz)。脳波分析では両耳染平均値に再参照化後、30 Hz ローパスフィルタをかけ、記憶刺激提示前後 (-200-300 ms) に目が動いた試行を排除、独立成分分析により瞬き成分を除去した。WM の記銘・保持 (記憶刺激提示-200-1100 ms)、検索過程 (検索 Cue 提示-200-1000 ms) に対応する各エポックを切り出し、共に刺激提示前 200 ms をベースラインとして PO7・8 電極のデータから CDA・SPCN 成分を算出した。

結 果

主観指標 ニュートラル条件よりネガティブ条件で有意にネガティブな感情状態が報告された ($t(16) = 5.34, p < .001$)。
行動成績 WM 表象の精度 (SD) に感情条件間の有意な差はなかった ($p > .1$; Figure 1a)。

ERP 成分 CDA では、記憶刺激提示後 300-700 ms・700-1100 ms の各平均振幅に感情条件間の有意差はなかった ($ps > .1$; Figure 1b)。一方 SPCN では、検索 Cue 提示後 300-1000 ms の平均振幅は、ネガティブ条件でニュートラル条件より有意に減衰した ($t(16) = 3.01, p < .001$; Figure 1c)。

Figure 1. (a) Quality of WM representation. (b) CDA. (c) SPCN. Gray bars in (b)(c) show time windows for measuring amplitudes.

考 察

まず行動成績では感情条件間で WM 表象精度に有意差が見られず、先行研究を追試できなかった。また ERP 成分では、CDA 振幅に感情条件間の有意差はなく、一方 SPCN 振幅はネガティブ感情時に有意に減少した。これらの結果は本研究のどの予測とも合致しない。また SPCN の結果は、ネガティブ感情時に視覚的 WM 課題の検索機能が低下することを示すが、これは行動成績の結果と一致しない。以上から、ネガティブ感情は行動成績に現れない形で視覚的 WM の検索過程になんらかの影響を及ぼしていたと考えられる。

ただし感情操作が弱かった可能性や、また ERP 算出にアーチファクトを除いた全試行を用いた点など問題点も残り、これらを解消した上で再検討する必要がある。