

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：37604

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2017

課題番号：26560295

研究課題名(和文) ヒト情動視覚路のサブリミナル・プライミング効果：曖昧恐怖顔と脳電磁場反応

研究課題名(英文) Subliminal priming effects for subcortical emotional pathway

研究代表者

田中 睦英 (Mutsuhide, Tanaka)

九州保健福祉大学・保健科学部・講師

研究者番号：20412835

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：識閾下で処理された恐怖顔が直後に出現する標的顔(中立顔・曖昧顔・恐怖顔)処理に及ぼす情動サブリミナル・プライミング効果(SAPEs)について、128ch高密度脳波計(EEG)を用いて検討した。顔特異的事象関連電位(ERP)であるN170は、女性被験者では識閾下恐怖顔呈示後の中立顔刺激で振幅が増強したのに対し、男性被験者では識閾下中立顔呈示後の恐怖顔刺激で振幅が増強するという、情動不一致効果の性差を認めた。自閉症スペクトラム障害者では標的顔刺激に対する後期陽性成分の増強傾向を認めた。性別と精神神経学的障害は識閾下情動顔刺激の神経処理に影響し、多彩なSAPEsのパターンを示すことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：We investigated subliminal affective priming effects (SAPEs), the phenomenon by which subliminal processing of fearful faces affects neural processing of subsequent supraliminal target faces (neutral, ambiguous and fearful), using 128-ch electroencephalography. We found gender-related emotionally incongruent effects in face-specific event-related potential (N170) amplitude. Female participants exhibited enhanced N170 amplitude for emotionally neutral faces primed by fearful faces, whereas male participants showed larger N170 amplitude for fearful target faces primed by neutral faces. Furthermore, one participant with autism spectrum disorder showed and enhanced late positive potential for all target faces. These findings suggest that gender and neuropsychiatric disorders affect the neural processing of subliminal emotional faces and these differences in neural processing induce various patterns of SAPEs.

研究分野：神経科学

キーワード：情動処理 顔認知 脳波 事象関連電位 社会的認知機能

1. 研究開始当初の背景

他者の顔の表情認知とその表情に対する適切な情動反応は、社会的コミュニケーションにおいて欠かざるものである。アルツハイマー型認知症(AD)高齢者や統合失調症(SC)患者、自閉症スペクトラム障害(ASD)児・者ではしばしば社会的コミュニケーション障害が問題となるが、特にSCやASDでは社会的認知機能の障害が指摘されている。これらの精神神経学的疾患では相貌認知や表情認知の基盤となる神経基盤の活動異常が特徴であり、結果として他者の情動理解とコミュニケーションの失敗に帰結することが報告されている(Harms et al., *Neuropsychology Review*, 20(3), 290-322, 2010)。顔の視覚情報は後頭葉顔領域(OFA) 紡錘状回(FFA) 上側頭溝(STS)で処理されることが知られているが、脳波の事象関連電位(ERP)を用いた研究では、顔呈示後約170msecで誘起されるFFAとSTSが信号源と推測される陰性成分(N170)が発見され、顔以外の刺激との弁別や(Bentin et al., *J Cogn Neurosci*, 8(6):551-565, 1996)、情動表情弁別の初期処理にも関与していることが示唆されている(Hinojosa et al., *Neurosci Biobehav Rev*. 55:498-509, 2015)。

社会的重要性を鑑みると、顔の情動情報は迅速かつ自動的に処理される必要がある。顔情報の自動処理には扁桃体(AMG)を中心とする皮質下情動経路が関与していることが知られており、AMGは顔特異的脳領域であるFFA・STSとの皮質間ネットワークを構築することで、他者の相貌(特に恐怖や怒りなどの脅威関連情報)を迅速に処理し、脅威回避行動を可能にしていると考えられる(Pessoa et al., *PNAS*. 99(17):11458-11463, 2002)。識域下(サブリミナル)で呈示された短時間の脅威関連刺激(怒り・恐怖)でも右のAMGが80-130msecという超短潜時で反応し(Bayle et al., *PLoS One*. 4(12), e8207, 2009) OFAを信号源とするERP成分であるP1についても知覚できないサブリミナル顔刺激で誘起されることから(Mitsudo et al., *Clin Neurophysiol*. 122(4), 708-18, 2010) サブリミナル顔情動刺激はAMG顔関連領域の皮質間ネットワークを変調すると推測される。

ASDやSCと異なり、AD高齢者は曖昧表情の判別が困難なものの、表情と結びついた情動記憶は残存しやすい。この現象はサブリミナルで呈示された先行刺激の情動情報が影響し、その直後の標的刺激の心理的評定が先行刺激の情動情報と一致するサブリミナル情動プライミング効果(SAPEs)(Fazio et al., *Cogn emot*. 15(2):115-141, 2001, Murphy & Zajonc, *J Pers Soc Psychol*. 64(5):723-739, 1993)に関連している可能性がある。我々は、サブリミナル呈示された情動刺激は皮質下情動経路 AMG 顔関連領域間の皮質間ネットワークを自動的に活性化し、その後の行動に反映できるよう、直後の刺激(特に情動的に曖昧な表情)に対する顔関連ERPの情動反応の感度を高めるといふ仮説を立てた。

化し、その後の行動に反映できるよう、直後の刺激(特に情動的に曖昧な表情)に対する顔関連ERPの情動反応の感度を高めるといふ仮説を立てた。

2. 研究の目的

健常成人を対象に情動視覚刺激によるSAPEsの脳内情動経路に与える影響について、モルフィング曖昧恐怖顔刺激に対する反応を128ch高密度脳波計により解析し、その神経基盤を明らかにすることを目的とした。またASD成人のデータと比較することで、ヒトの社会活動に重要な無意識的情動処理に関する神経活動の解明を目的とした。

3. 研究の方法

被験者は健常成人46名(男性24名、女性22名、平均年齢23.1±3.3歳)とした。顔画像はATR顔データベースから男女各2名の恐怖顔と中立顔を選択した。我々は情動的に曖昧な表情でSAPEsが得られやすいと考え、顔データベースより選択した恐怖顔と中立顔を画像合成ソフトを用い25%単位で合成し、独自に曖昧顔を作成した。脳波実験に先立ち、各被験者の曖昧顔を定義するため心理評定を実施し、3種の曖昧顔(25%恐怖顔・50%恐怖顔・75%恐怖顔)から任意の1種を被験者毎に選択した(図1A)。被験者は薄暗い部屋の安楽椅子に座り、前方のモニター画面の中心を固視するよう指示した。画面中央にプライム顔刺激(中立顔・恐怖顔、全8種)を17msランダムに出現させた後、刺激間隔300msでランダムに標的顔刺激(中立・曖昧・恐怖顔)を800ms呈示した(図1B)。被験者にはボタン押しによる標的顔刺激の表情判断強制二者択一課題(恐怖バイアスまたは中立バイアス)を指示し、標的刺激を恐怖顔と判定した確率(恐怖判定率)と反応時間を計測した。実験中は128ch EEGで脳波を計測した。また今回はASD成人1名(男性、22歳)の協力を得て、同様の手順で脳波実験を実施した。

得られた誘発脳波データはプライミング

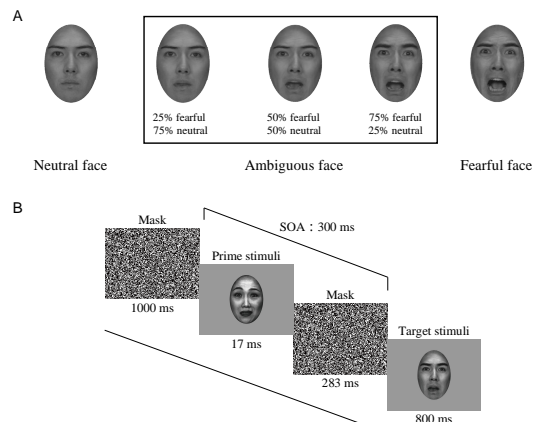


図1. 顔刺激画像例(A)と刺激呈示手順(B)

条件と標的刺激の表情カテゴリの組み合わせ毎に加算平均を行い、標的刺激に対する後頭葉視覚野 (O1・Oz・O2) の ERP 成分である P1、P2 と紡錘状回顔領域 (T5・T6) の N170 の潜時と振幅について各プライム 標的刺激の組み合わせ毎に解析した。また表情判断課題の行動データと各 ERP の振幅・潜時の関係について重回帰分析を用いて解析した。データ解析には Net station EEG software と Matlab を利用した。

4. 研究成果

(1) 表情判断の行動課題の結果

行動データの結果、曖昧顔に特異的な SAPEs は認められなかったものの、恐怖顔プライミング条件の恐怖判定率は中立顔プライミング条件に比して有意に高かった ($43.2 \pm 1.5\%$ vs. $42.5 \pm 1.4\%$, $p = 0.041$)。

(2) 脳波 ERP に対する SAPEs

各 ERP 成分の振幅・潜時について実験条件間で比較した結果、期待された曖昧顔に対する SAPEs は認められなかったが、右後頭部の N170 振幅で SAPEs の性差を認めた。男性被験者では、中立顔プライム条件における恐怖顔標的刺激の N170 振幅は恐怖顔プライム条件に比して有意に増強したのに対し、女性被験者では恐怖顔プライム条件における中立顔標的刺激の N170 振幅が中立顔プライム条件に比して有意に増強するという逆転現象を認めた (図 2、3)。

また男性被験者のみ、表情判断のボタン押し反応時間と N170 振幅・潜時に有意な正の相関を認めた。

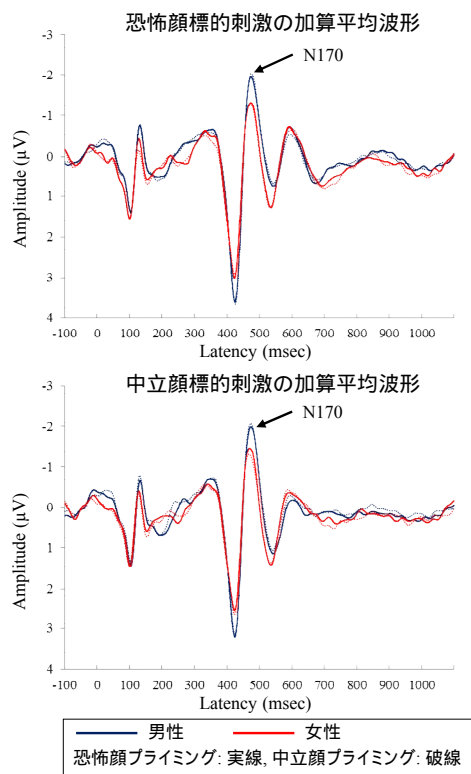


図2. 右後頭部関心領域の加算平均波形

(3) ASD 被験者の表情判断と ERP

健常成人と表情判断の差はなかったが、ボタン押しの反応時間は大きく遅延していた (健常男性平均: 521.0 ± 13.7 msec, ASD 被験者: 1028.1 ± 269.0 msec)。ERP では刺激の認知的判断を反映するとされる標的顔刺激呈示後約 300 msec の後期陽性成分 (Late positive potential; LPP) が右後頭部関心領域で陽性方向に大きくシフトしていた (図 4)。

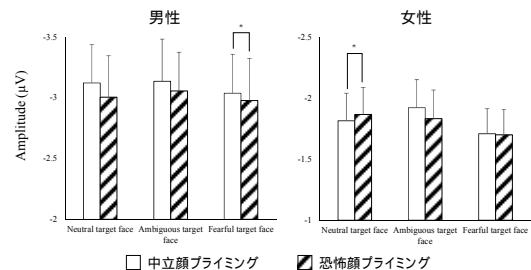


図3. 右関心領域のN170振幅の比較

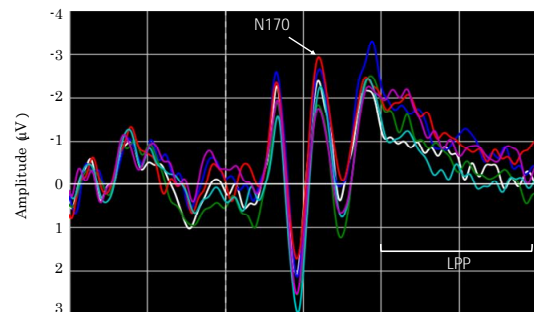


図4. ASD被験者の右後頭部関心領域の加算平均波形

(4) 研究成果のまとめ

サブリミナル呈示された恐怖顔は情動判断の困難な曖昧顔に SAPEs を示し、行動データ・ERP 双方に影響すると考えたが、その仮説を証明することはできなかった。しかし N170 振幅に対してプライム刺激と標的刺激の情動不一致効果の性差が明らかとなったことから、サブリミナル情動顔の神経処理の性差が男女で異なる SAPEs を促進することが示唆され、先行研究でも報告されていない新たな知見を得ることができた。また ASD 被験者の表情判断の反応時間の遅延と LPP の増強から、ASD 者の表情弁別は認知的な判断に依存していると考えられ、皮質下情動経路 AMG 顔関連領域間の皮質間ネットワークにおける即時的な情動情報処理の異常を示唆する結果であった。

今回は単一被験者であったためプライム刺激と標的刺激の情動効果は不明瞭であったが、ASD 者では表情弁別が困難な曖昧顔でより顕著な SAPEs を示す可能性が高い。今後は性別の影響を考慮しつつ、ASD 者や SC 者のデータを集積し、社会的コミュニケーション障害の神経基盤の解明につなげたい。

<引用文献>

Bayle, D. J., Henaff, M.-A., &

Krolak-Salmon, P. (2009). Unconsciously perceived fear in peripheral vision alerts the limbic system: a MEG study. *PloS One*, 4(12), e8207.

Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, E., & McCarthy, G. (1996). Electrophysiological Studies of Face Perception in Humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8(6), 551–565.

Fazio, R. H. (2001). On the automatic activation of associated evaluations: An overview. *Cognition and Emotion*, 15(2), 115–141.

Harms, M. B., Martin, A., & Wallace, G. L. (2010). Facial emotion recognition in autism spectrum disorders: A review of behavioral and neuroimaging studies. *Neuropsychology Review*, 20(3), 290–322.

Hinojosa, J. A., Mercado, F., & Carretié, L. (2015). N170 sensitivity to facial expression: A meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 55, 498–509.

Mitsudo, T., Kamio, Y., Goto, Y., Nakashima, T., & Tobimatsu, S. (2011). Neural responses in the occipital cortex to unrecognizable faces. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 122(4), 708–18.

Murphy, S. T., & Zajonc, R. B. (1993). Affect, cognition, and awareness: affective priming with optimal and suboptimal stimulus exposures. *Journal of Personality and Social Psychology*, 64(5), 723–739.

Pessoa, L., McKenna, M., Gutierrez, E., & Ungerleider, L. G. (2002). Neural processing of emotional faces requires attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(17), 11458–11463.

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 2 件)

Maekawa T, Souda S, Oyakawa K, Tanaka M, Takao Yamasaki: Resilience in the first episode of major depressive disorder. *Open Journal of Medical Psychology* 6(2):115-125, 2017

Yamada E, Ogata K, Kishimoto J, Tanaka M, Urakawa T, Yamasaki T,

Tobimatsu S: Neural substrates of species-dependent visual processing of faces: Use of morphed faces. *Physiological Reports* 3(5):e12387, 2015

〔学会発表〕(計 4 件)

田中 睦英, 前川 敏彦, 緒方 勝也, 山田 絵美, 高宮 尚美, 飛松 省三: 事象関連電位を用いたサブリミナル顔情動プライミング効果の性差. 第 46 回日本臨床神経生理学学会 (2016.10)

Tanaka M, Maekawa T, Ogata K, Takamiya N, Yamada E, Tobimatsu S: Electrophysiological correlates of subliminal affective face priming. *Society for Neuroscience* (2015.10)

田中 睦英, 前川 敏彦, 緒方 勝也, 山田 絵美, 高宮 尚美, 飛松 省三: 曖昧顔の N170 成分に対するサブリミナル情動プライミング効果の検討. 第 44 回日本臨床神経生理学学会 (2014.10)

Tanaka M, Yoshida T, Fukumoto Y: Imaged Timed Up and Go Test as a tool to assess fall risk for healthy elderly: Association with body and cognitive functions. 16th International congress of the World Federation of Occupational Therapists (2014.06)

〔図書〕(計 0 件)

〔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 なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

田中 睦英 (TANAKA, Mutsuhide)
九州保健福祉大学・保健科学部・講師
研究者番号: 20412835

(2)研究分担者

前川 敏彦 (MAEKAWA, Toshihiko)
九州大学・大学院医学研究院・助教
研究者番号: 40448436

(3)連携研究者

飛松 省三 (TOBIMATSU, Shozo)
九州大学・大学院医学研究院・教授
研究者番号: 40164008