

3オドボール課題における不快情動語の注意の捕捉

ERPを用いた注意バイアスの評価

石田 光男*¹⁾ 赤嶺 亜紀*²⁾ 金田 宗久*³⁾ 榊原 雅人*¹⁾

本研究は、事象関連電位 (event-related potential; ERP) を用いて、脅威情報に対する注意バイアス (感受性) の評価を試みた。我々は小さい菱形の標準刺激 (66.7%), 大きい菱形の標的刺激 (16.7%), 漢字による逸脱単語刺激 (16.7%) から構成される3オドボール課題を使用した。さらに、逸脱単語の半分は不快情動語 (破壊, 悲鳴など) であり, 他の半分は中性語 (構造, 範囲など) であった。参加者 (2名) には標的刺激の出現後にボタンを押し, その他の刺激は無視するよう教示した。脳波は3部位 (Fz, Cz, Pz) から記録し, 各刺激オンセット時を基点として加算平均した。その結果, 単語の逸脱刺激に対するP3波はPzよりもCzで大きく, また中性語に比べ, 不快語に対するP3の振幅が増大していた。以上の結果は, 単語刺激に対して増大した振幅はdeviant P3であるとみなされ, この振幅増大は前注意的過程における脅威情報に対する資源配分の違いを反映していることを示唆している。本研究は脅威情報に対する注意バイアスの評価においてERPを用いることの有用性について議論した。

キーワード: attentional bias; negative emotional word; three oddball task; ERP; deviant P3

1. はじめに

「落胆」, 「悲鳴」のような不快な感情価をもつ単語に対する感受性は, 時々の感情状態や性格特性などによって影響を受けることが知られている。例えば, 単語を瞬間的に呈示すると, 中性的な単語に比べ否定的な単語が知覚されやすく¹⁾, 不安障害者や高不安者では脅威情報と直面することによって生じる認知的または行動的变化が増大すること²⁾が報告されている。不快な情報に対する感受性の問題は, 従来, 注意バイアスとして議論され, 特に, 高不安者では脅威情報に対する注意過程の偏向が生じやすいことが指摘されてきた²⁾。

注意バイアスの問題は様々な認知課題によって検討されている。例えば, 色づけされた脅威語もしくは中性語の色命名を求める情動ストループ課題を用いた研究は, 高不安者が脅威語の色命名の遅延を示すことを報告している³⁾。これはストループ課題に関わる認知

処理過程が脅威語の意味に自動的に干渉を受けると解釈されている。また, 脅威情報の空間的注意の特性を検査するプローブ検出課題では, 高不安者は提示された脅威情報と同位置のプローブ検出が早くなることが報告され⁴⁾, 脅威情報が存在する位置に注意が捕捉されることが指摘されている。これらの知見は, 脅威情報に対する感受性が高まることによって, 後続する認知処理が影響を受けたことを示している。

このような脅威情報への感受性の高まりは, 刺激入力後の初期段階で自動的に生じることが示唆されている。Anderson & Phelps⁵⁾ は, 注意バイアスの時間的特性について注意の瞬き課題を利用して検討している。注意の瞬きとは, 高速で連続的に視覚呈示 (rapid serial visual presentation; RSVP) される妨害刺激系列中に2つの標的を呈示し, その標的の回答を実験参加者に求めると, 先行する標的の刺激 (T1) と後続する標的の刺激 (T2) の時間間隔が短い時 (約500ms以下) にはT2の検出率が低下する現象である。この際, T2に脅威語を配置するとその検出率は上昇し,

* 1) 愛知学院大学心身科学部心理学科

* 2) 名古屋学芸大学ヒューマンケア学部子どもケア学科

* 3) 愛知学院大学大学院心身科学研究科心理学専攻 (研究員)

(連絡先) 石田 光男 〒470-0195 愛知県日進市岩崎町阿良池12 E-mail: mitsu-da@dpc.agu.ac.jp

注意の瞬きが抑制されることが報告されている。これは本来、注意が配分されにくいタイミングにも関わらず、脅威語に対しては自動的に注意を向けてしまうことを示している。漢字二字熟語を用いた RSVP においても、同様の結果が報告されている⁶⁾。

脅威情報に対する注意の偏向(感受性)に関しては、事象関連電位(event-related potentials: ERP)を記録し、脅威語入力後の皮質活動の時間的変化を検討した報告もある。Thomas & Gonsalvez⁷⁾は、脅威語(abuse, punishmentなど)を用いて単語の色命名もしくは単語の意味を読み上げる課題におけるERPを記録したところ、命名時に反応時間の遅延は生じなかったものの、色命名条件で脅威語に対する潜時200ms前後のP2振幅が中性語よりも増大することを示した。その一方で、単語命名時においては、潜時400ms以降に生起する陽性波(P3)が増大することを報告している。これらの結果は行動反応の表出に至らなくても、脅威語に注意が惹きつけられることが皮質活動レベルで生じることを示唆している。特に、このようなP2振幅の増大は意味処理を要しない低次な知覚的属性の弁別に関連して生じることから⁸⁾、脅威情報に対する注意は意図的ではなく自動的に捕捉されている可能性が高いといえる。

以上のことから、脅威情報に対する認知処理の偏向(注意バイアス)は、反応時間などの行動指標だけでなく皮質活動を反映するERPに表出される可能性が高い。そこで本研究では、脅威語に関わる注意バイアスをERPの記録によって評価することを目的とした。ERPを用いた研究では、注意反応を効率よく検出する目的でオドボール課題が用いられることが多い。ERPの測定において、同じ刺激Aが繰り返し呈示される系列中にしばしば異なった刺激B(オドボールとは“変わり者”の意味)が挿入されると、P3(刺激呈示後、300ms付近に現れる陽性波)が顕著となる。さらに、3オドボール課題では標的(刺激B)と非標的(刺激A)に加え、出現頻度が低い(15%程度以下)逸脱刺激を用いると、前頭-頭頂付近(Cz)に潜時300ms前後の顕著な波(deviant P3)が観察されることが知られている⁹⁾。この成分は、予期していない刺激に対して増大すること¹⁰⁾、また注意の捕捉といった注意の受動的な側面を反映している¹¹⁾と考えられている。すなわち、deviant P3は、脅威語への自動的な注意の捕捉を評価する指標となることが期待できる。本研究は、標準および標的刺激には幾何学図形を、逸脱刺激には不快語もしくは中性語のいずれかを

設定し、これらの逸脱単語刺激に対する deviant P3 を観察することにより、脅威情報へ注意バイアスが評価できるかどうか検討する。

II. 方法

1. 実験参加者

健常成人2名(女性24歳, 男性32歳)が実験に参加した。本研究は愛知学院大学心身科学部心理学科研究倫理委員会の承認を受けた(No.16-03)。また、開示すべきCOI関係にある企業等はないことも明記する。

2. 不快語および中性語の選定

実験で用いる刺激語は、漢字二字熟語の感情価および情動的覚醒を調査した樋上ら¹²⁾のリストから選定した。そこで、心理学を専門とする成人4名(男性3名, 女性1名, 平均42.8歳±7.3)により、中性語と不快語が選定された。中性語として感情価の評定値(1「非常に快」から7「非常に不快」の7段階)が3.88~4.13(中性)の範囲にある28語を抽出した。一方、不快語として評定値が4.63~6.72の範囲にある119語の中から、2名以上が刺激語として適切と判断した語を抽出した。ただし、「焼死」「殺人」「死刑」など、情動的覚醒が強く実験参加者に対する倫理的な配慮に欠けるように思われる単語は除外し、最終的に28の不快語を採用した(Appendix)。

3. 刺激と課題

本実験の刺激呈示には視覚3刺激のオドボール課題を用いた。刺激は菱形からなる標準刺激(標的に対して小さい菱形)および標的刺激(標準に対して大きな菱形)と、上述の漢字二字熟語からなる逸脱単語刺激を準備した。さらに逸脱単語刺激の半分を中性語(逸脱中性語)と残り半分を不快語(逸脱不快語)を割り当てた。全ての刺激の背景はやや明るい灰色(RGB = 194: 194: 194)とし、菱形および文字色は緑色(RGB = 0: 128: 64)にて描画した。標準刺激の菱形は視角が縦5.38°×横5.38°、標的刺激は標準刺激より大きい縦7.97°×横7.97°となる菱形を用いた。単語の逸脱刺激は、上記の手続きによって選定した漢字二文字を横書きのゴシック体で表示し、縦4.87°×横10.23°のサイズに呈示した。

これらの刺激制御にはAVタキストスコープ(岩通アイセック IS-703)を用いて、実験参加者の前方

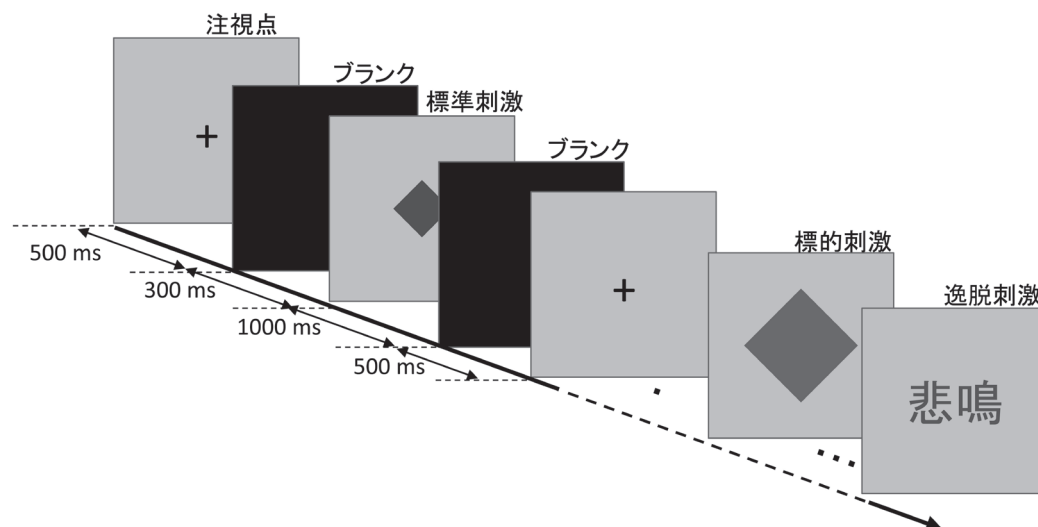


図1 オドボール課題における刺激系列の例。試行間隔は2300msとし、刺激の呈示順序はランダムとした。参加者は標的刺激が提示された場合にボタンを押し、他の刺激は無視するよう指示された。

100 cm のディスプレイにランダムな順序で呈示した。はじめにディスプレイの中央に注視点を 500 ms 呈示し、注視点消失後に 300 ms のブランク画面を挟んで、刺激を 1000 ms 呈示した。刺激消失後 500 ms のブランク画面を挿入し、再び次試行の注視点を呈示した (図 1)。実験参加者は、これらの刺激系列において標的刺激が提示された場合にボタンを押し、その他の刺激は無視をするよう指示された。

4. 手続き

測定は温度 (約 25°C) が一定に保たれた室内にて実施した。実験参加者には、実験参加の意思を確認し同意を得た上で脳波電極の装着を行った。装着後、環境に対する馴化のための時間を約 10 分設けた。この間、別の検討目的で使用する心電図データを 5 分間取得した。この後、実験課題の説明を行った。実験参加者には、ディスプレイを注視し、大きい菱形パターン (標的刺激) に対して、できるだけ速く正確に右手の人差し指でボタンを押すように指示した。課題は 1 セッションあたり 60 試行とし、全ての参加者が練習試行を実施した後、5 セッション (300 試行) 実施した。セッション内の刺激の呈示回数は、標的刺激 10 回 (16.7%)、標準刺激 40 回 (66.7%)、逸脱刺激 10 回 (16.7%) であった。なお逸脱刺激は不快語と中性語を半数ずつ割り当てた (5 回/セッション, 8.3%)。

5. 脳波の記録と分析

脳波は国際 10-20 法に基づき、両耳朶連結を基準として Fz, Cz, Pz から単極導出した (時定数 3 秒, 高域遮断周波数 30Hz, サンプリング周波数 1.5 k Hz)。また、右眼窩下部約 1 cm から眼電図を記録した。これらの生理反応は生体電気用アンプ (MA1000, デジテックス研究所) で増幅し、刺激呈示のトリガ信号とともにデータレコーダ (LX-10, TEAC) に記録した。

標的刺激 (大きい菱形) に正しく反応した試行について、反応時間の平均を算出した。この際、平均から $2SD$ 以上のデータは分析から除いた。ERP は刺激呈示前 200ms から呈示後 1000ms の区間について参加者、刺激 (標準, 標的, 逸脱中性語, 逸脱不快語)、部位ごとに加算平均した。脳波に瞬きや体動などのアーティファクトが混入した試行は除外した。また、標的刺激については誤反応の試行を加算の対象から除外した。

III. 結果と考察

1. 反応時間

セッション毎の反応時間の推移を示した (表 1)。参加者 A の反応時間の総平均は 325.0 ms, B は 448.7 ms であり、個体間では 100ms 以上の違いがある。しかしセッション間の個人内変動に着目すると、各セッションの平均反応時間は $\pm 1SD$ の範囲内である。このことから、いずれの参加者共に全セッションを通して適切に課題を遂行していたことが伺える。

表1 標的刺激に対する反応時間の推移

(単位: ms)

参加者	セッション					総平均
	1	2	3	4	5	
A	299.5 (30.2)	327.3 (31.9)	330.5 (39.9)	335.3 (37.0)	333.4 (22.8)	325.0 (34.1)
B	445.7 (22.0)	430.3 (51.1)	470.0 (50.7)	460.7 (28.0)	438.1 (39.6)	448.7 (40.9)

注: 括弧内は標準偏差を示す.

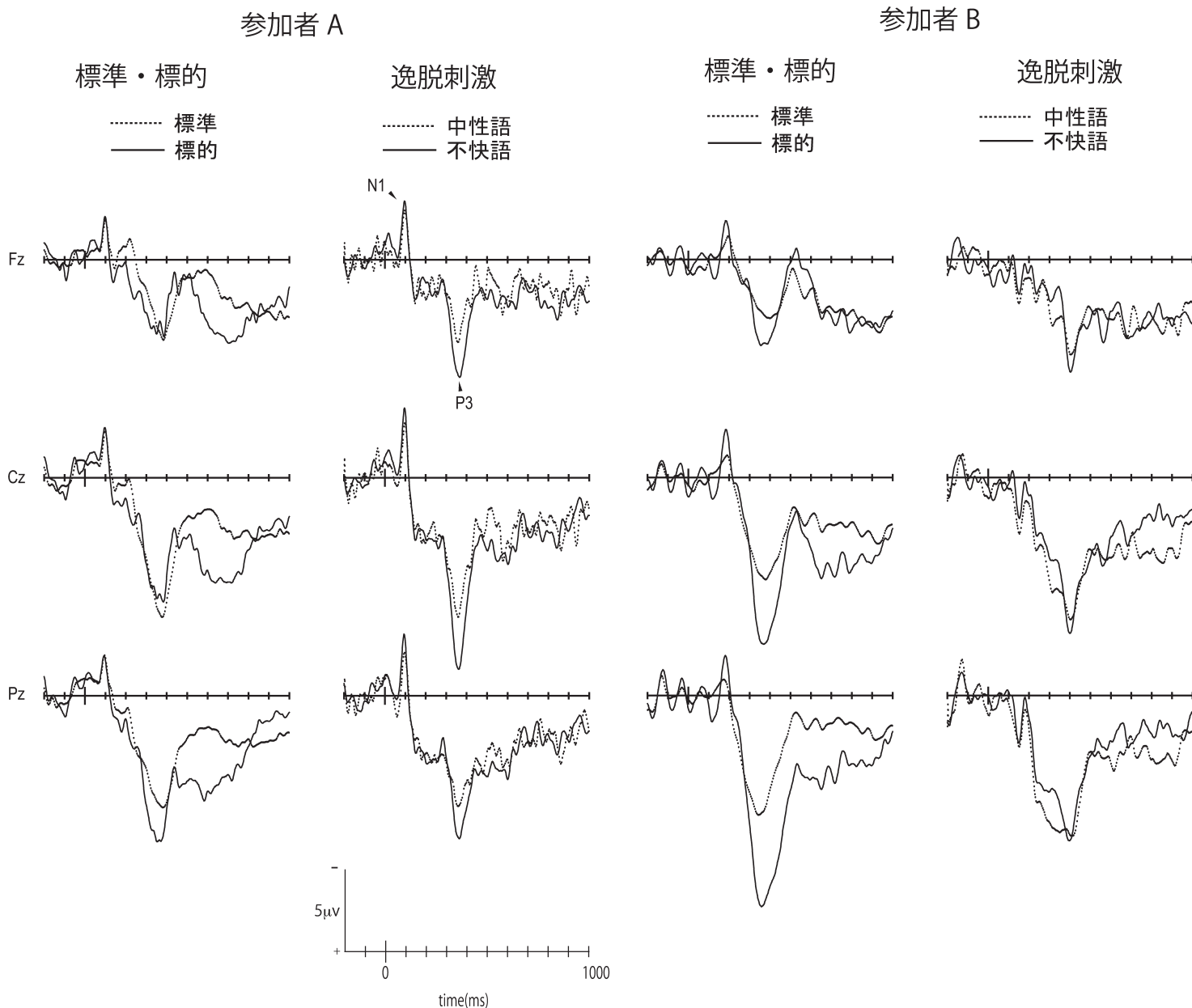


図2 各刺激および3部位 (Fz, Cz, Pz) から抽出したERP波形. 左パネルは参加者A, 右パネルは参加者Bの波形を示す.

2. オドボール刺激に対する ERP

参加者 A の ERP 波形を図 2 左側に示した。標的および標準刺激に対して潜時 100ms の陰性波 (N1)、潜時 150 ms の陽性波 (P2)、潜時 350 ms の陽性波 (P3) が観察できる。Pz においては標準刺激に比べ標的刺激の P3 振幅の増大が見られる。これらの振幅変化は、通常、運動反応を求められる課題において生じる振幅増大である。一方、逸脱刺激においては、中性語と不快語共に頂点潜時が 350ms 程度の陽性波が観察された。この波は頭頂領域 (Pz) よりも前頭-頭頂領域 (Fz, Cz) に顕著に振幅増大が生じていることから、deviant P3 であると考えられる。さらに不快語と中性語を比較すると、不快語に対する N1 波と P3 波の振幅が、中性語に比べて増大していることがわかる。このような差異は、Fz, Cz に顕著に表出している。この N1 波や P3 波の増大は、逸脱不快語に対して惹起される処理活動を反映したものであるといえる。

参加者 B の波形を図 2 右側に示した。標的刺激に対する P3 波の振幅増大が見られ、特に Pz にて顕著である。一方、逸脱刺激においては、両単語ともに P3 の増大が観察でき、そのような変化は Fz, Cz で顕著である。さらに参加者 A と同様に、逸脱不快語において、より大きな振幅が生じていた。しかし N1 波には単語の感情価の差異は反映されなかった。

以上、2 名の参加者の ERP 波形から、単語の逸脱刺激に対して顕著な deviant P3 が生じ、かつ、不快語に対してはその振幅がさらに増大することが観察された。これは不快語に対して注意が自動的に惹きつけられたことを示唆している。しかし N1 波については共通した変化は観察されないこと、また先行研究⁷⁾に報告された P2 振幅の変化も本研究では観察されなかった。これらの成分の増減は脅威情報の認知様式の個性特性、または課題特性を反映したものであるかもしれない。

IV. まとめ

本研究では 3 オドボール課題を用い、不快語および中性語を逸脱刺激として呈示した際の deviant P3 を観察した。本研究は 2 名の実験参加者を対象に試験的に実施したが、単語の逸脱刺激に対して顕著な deviant P3 波が観察された。さらに、不快語に対してはより振幅が増大したことから、脅威情報への感受性の高まりを反映する指標として利用できる可能性を

示している。

これまで脅威情報への注意バイアスを検討した研究では、様々な認知課題を用いて検討されてきた。しかしながら、方法論的理由からいくつかの問題点を含んでいたことも事実である。例えば、情動ストロープ課題における反応遅延は、運動への抑制的に作用する反応バイアスによる影響も指摘されている¹³⁾。また脅威情報への注意は前注意的もしくは自動的選択であると予測されているが¹⁴⁾、閾下条件における情動ストロープ課題では、顕著な反応遅延は示さないなど¹⁵⁾の否定的な報告もある。このように行動測定による評価には限界があることが指摘されてきた。

それに対し、本研究で示されたように 3 オドボール課題における ERP の適用は新たな知見を提供することが期待できるかもしれない。具体的に、潜時 400ms 以下の電位変動を観察することにより、脅威情報への注意バイアスの自動的処理の側面を評価できる可能性がある。今後はこの利点を活かし、脅威情報に対する感受性の高まりや注意の捕捉に関するメカニズムを明らかにし、感情障害者の認知様式や発生要因の理解を深めていくことを目標とする。

引用文献

- 1) Kitayama, S. 1990 Interaction between affect and cognition in word perception. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58, 209-217.
- 2) Wells, A. & Matthews, G. 1994 *Attention and emotion: A clinical perspective*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.
- 3) Mogg, K., Matthews, A., & Weinman, J. 1989 Selective processing of threat cues in anxiety states: A replication. *Behaviour Research and Therapy*, 27, 317-323.
- 4) MacLeod, C., & Matthews, A., 1988 Anxiety and the allocation of attention to threat. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology*, 40, 653-670
- 5) Anderson, A. K., & Phelps, E. A. 2001 Lesions of the human amygdala impair enhanced perception of emotionally salient events. *Nature*. 411, 305-309.
- 6) 松本 圭・塩谷 亨・伊丸岡俊秀・沢田晴彦・近江政雄 2009 脅威語に対する注意の瞬きに状態、特性、および社会不安が与える影響 *行動療法研究* 35, 23-39.
- 7) Thomas, S. J., Johnstone, S. J., & Gonsalvez, C. J. 2007 Event-related potentials during an emotional Stroop task. *International Journal of Psychophysiology*, 63, 221-231.

- 8) Crowley, K.E., & Colrain, I.M., 2004 A review of the evidence for P2 being an independent component process: age, sleep and modality. *Clinical Neurophysiology*, 115, 732-744.
- 9) Katayama, J., & Polich, J. 1998 Stimulus context determines P3a and P3b. *Psychophysiology*, 35, 23-33.
- 10) 入野 宏 2003 事象関連電位 (ERP) と認知活動: 工学心理学での利用を例に *行動科学* 42, 25-35.
- 11) Sawaki, R., & Katayama, J. 2008 Distractor P3 is associated with attentional capture by stimulus deviance. *Clinical Neurophysiology*, 119, 1300-1309.
- 12) 樋上巧洋・藤田知加子・兼子 唯・巢山晴菜・伊藤理紗・佐藤秀樹・松元智美・鈴木伸一 2015 漢字二字熟語における感情価および情動性の調査 *南山大学紀要『アカデミア』人文・自然科学編* 10, 195-204.
- 13) Cloitre, M., Heimberg, R. G., Holt, C. S., & Liebowitz, M. R. 1992 Reaction time to threat stimuli in panic disorder and social phobia. *Behaviour Research and Therapy*, 30, 609-617.
- 14) Williams, J. M. G., Watts, F. N., MacLeod, C., & Mathews, A. 1988 *Cognitive psychology and emotional disorders*. Chichester: John Wiley.
- 15) MacLeod, C., & Rutherford, E.M. 1992 Anxiety and the selective processing of emotional information: Mediating roles of awareness, trait and state variables, and personal relevance of stimulus materials. *Behaviour Research and Therapy*. 30, 479-491.

(平成28年12月27日受理)

Appendix 本研究のオドボール課題に用いた逸脱刺激の単語リスト

	不快語		中性語		
	感情価	情動的覚醒	感情価	情動的覚醒	
絶望	6.46	4.45	信号	3.96	1.56
最悪	6.38	4.05	構造	3.96	1.62
深刻	5.96	4.26	路線	3.96	1.67
非難	5.88	3.72	国語	3.96	1.88
不調	5.75	3.33	分野	3.96	1.96
不満	5.69	3.88	状況	3.96	2.08
失望	5.68	4.32	同点	3.96	2.48
不安	5.60	3.56	対象	3.96	1.80
失脚	6.20	3.52	問屋	4.00	1.24
不振	6.13	3.26	道路	4.00	1.48
脅威	6.00	3.84	印鑑	4.00	1.60
悪化	6.00	3.68	荷台	4.00	1.64
迷惑	5.88	3.64	地域	4.00	1.68
欠損	5.80	3.12	台本	4.00	1.86
否定	5.71	3.80	持参	4.00	2.00
疲労	5.67	3.40	景気	4.00	2.48
恐怖	5.60	3.84	男女	4.00	2.60
不運	5.40	3.56	選択	4.00	3.08
悲鳴	6.28	3.76	人員	4.04	1.76
破壊	6.25	4.43	各地	4.04	1.84
墮落	6.15	4.04	住所	4.04	1.36
悲劇	6.13	3.68	範囲	4.04	1.57
腐敗	6.08	3.52	今度	4.08	2.08
非行	6.00	3.52	係員	4.12	1.64
病人	6.00	3.41	文章	4.12	1.68
* 悪口	5.92	4.24	* 本書	4.12	1.76
* 差別	5.88	4.40	* 真夏	4.12	4.16
* 損害	5.88	3.72	* 面積	4.12	1.56
<i>M</i>	5.94	3.78		4.02	1.93
<i>SD</i>	0.25	0.36		0.06	0.58

注1: 感情価および情動的覚醒の評定値は樋上ら(2015)から引用した。

注2: *印は練習セッションにて使用した。

Negative emotional words' attentional capture in an oddball task: Estimating attentional bias using event-related brain potentials

Mitsuo ISHIDA, Aki AKAMINE, Munehisa KANEDA, Masahito SAKAKIBARA

Abstract

This study attempted to estimate the attentional bias (sensitization) for threat information using event-related brain potentials (ERPs). We used a three-stimulus visual oddball paradigm, which comprised a small diamond standard stimulus (66.7%), large diamond target stimulus (16.7%), and deviant words stimuli (16.7%) that were all written using Chinese characters. Further, half of the deviant words were negative emotional words (e.g., destruction or scream) and the other half were neutral words (e.g., structure or range). Two participants were instructed to ignore the other stimuli and press the button after the target appeared. The EEGs were recorded from the three sites (Fz, Cz, Pz) and the average of the EEGs that time-locked to the stimuli onset was calculated. The results indicated that the P3 amplitude to deviant words at Cz was larger than those at Pz and that the P3 amplitude for negative words increased in comparison with those for neutral words. These results suggested that increased amplitudes to word stimuli are regarded as deviant P3 and the changes reflect the allocation of resources to threat information in the pre-attentive processes. Implications for the availability of ERPs in estimating the attentional bias to threat information were discussed.

Key words: attentional bias; negative emotional word; three oddball task; ERP; deviant P3