

G-029

三つの視覚刺激を有するオッドボール課題における

事象関連電位早期成分の検討

Early ERP components from a 3 visual stimulus paradigm

西平 幸史¹ 沖田 善光² 高橋 勲² 平田 寿³ 杉浦 敏文³
 Koji Nishihira Yoshimitsu Okita Isao Takahashi Hisashi Hirata Toshifumi Sugiura

1. 目的

近年視覚情報処理過程の解明が進み、運動知覚の処理は後頭から頭頂部へ (where pathway)、色や形の処理は側頭部へ (what pathway) の流れに沿って行われていることが明らかになって来た¹⁾。しかしながら色と形の情報処理過程の時間的側面 (数ミリ秒) に関してはまだ良く分かっていない。我々は色と形の違いを有する簡単な 2 stimulus oddball 課題を行い、事象関連電位 (Event-Related Potential, ERP) の早期成分における違いに関して報告してきた²⁾。本研究では infrequent 刺激を増やした 3 stimulus oddball 課題における ERP を測定し、従来の結果と比較・検討した。

2. 対象と方法

被験者は健康な男子大学生 4 名 (22~24 歳、平均年齢 23.3±0.96 歳) である。

Fig.1 に本研究で用いた oddball 課題を示す。白丸を frequent 刺激、白三角と赤丸を infrequent 刺激として、4:1:1 の割合でそれぞれランダムに呈示した。形の違いを調べる課題として白三角が呈示されたときにマウスをクリックする形 target 課題、色の違いを調べる課題として赤丸が呈示されたときにマウスをクリックする色 target 課題を行った。刺激の呈示順序による影響を考え、形、色の target 課題それぞれ 300 回ずつを 1task ごとに休憩をはさんで、形→色→色→形の順で行った。

被験者には出来る限り瞬きを控えるよう指示をするとともに target 刺激が提示された際にマウスをクリックする作業を課し、その反応時間を測定した。サンプリング周波数は 1 kHz、呈示刺激の視野角は 4.42° である。また、呈示される刺激の輝度は 1.35 lx に揃えた。

被験者 4 名に対し、課題呈示中の脳波を国際式 10-20 電極法 (Fig.2) に基づいた 19 部位 (Oz を除く) において、前頭部を GND、両耳朶連結を基準電極とした単極誘導により導出した。

画面中央への高頻度、低頻度刺激描画に先立って画面左上に描画される明点によってタイミングトリガを出し、刺激前 500 msec、刺激後 1000 msec の脳波を解析区間とした。脳波に関しては目視検査によりまばたき、眼球運動等のノイズの混入したデータを除き、それぞれ 25 回分を加算平均して刺激呈示後 500 msec 以内の ERP を解析

対象とした。

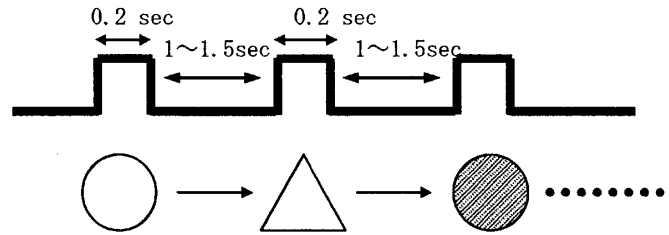


Fig.1 実験パラダイム

白丸を frequent 刺激、白三角と赤丸を infrequent 刺激として、それぞれ 4:1:1 の割合でランダムに呈示した。

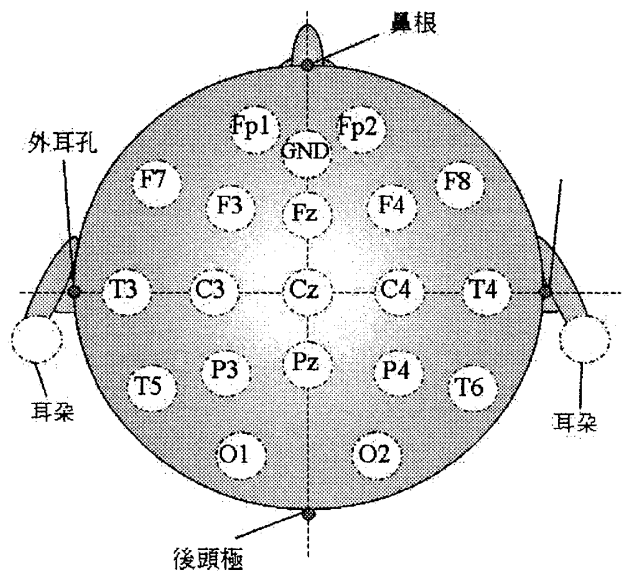


Fig.2 10-20 電極法

3. 結果

Fig.3 に色 target と形 target それぞれの課題の target 刺激により得られた ERP 波形 (Pz) の一例を比較して示す。縦軸が電圧 (μV)、横軸 (ms) が時間となっており、縦軸は下を正にして表示してある。ERP の負の成分を N100、N200、正の成分を P200、P300 とした。各成分の出現する時間 (潜時) は、N100、P200、N200、P300 すべてにおいて形 target 課題よりも色 target 課題の方が ERP の立ち上がり、頂点潜時ともに早く、振幅も大きくなっている。

この被験者の P300 の振幅は色と形のどちらにおいても

1 静岡大学大学院工学研究科

2 静岡大学創造科学技術大学院

3 静岡大学電子工学研究所

Pz で最も大きくなった。また P300 の頂点潜時は色と形刺激共に反応時間よりも後であり、形に比べて色の反応時間が 10 数 ms 早くなっていた。また、他の被験者においても N100、P200、N200、P300 に関して色 target 課題による ERP の方が立ち上がりは早く、振幅も大きいという結果となった。

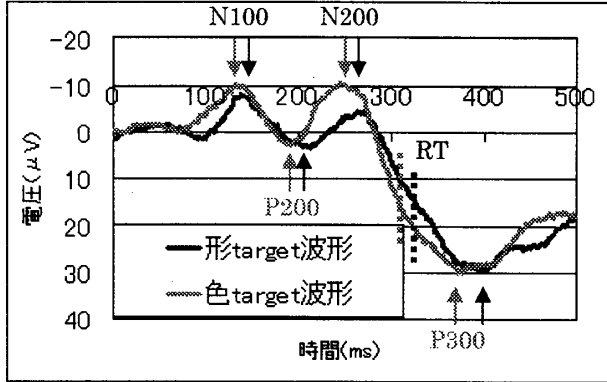


Fig.3 ERP figures

被験者 A の 3 stimulus oddball 課題を用いた Pz 部位の target 波形。矢印はそれぞれの成分の頂点、点線は反応時間 (RT) を示している。

Table.1 に本研究で得られた各被験者の Pz における色 target 課題と形 target 課題の ERP 各成分の頂点潜時と振幅の平均値を示す。すべての潜時において形 target 課題よりも色 target 課題の頂点潜時のほうが早く、また振幅については P300 成分で色 target のほうが大きくなる傾向が見られた。

Table.1 潜時と振幅の比較 (Pz)

		潜時(ms)	振幅(μV)
N100	形	140.75 ± 5.68	-5.24 ± 3.41
	色	127.25 ± 12.31	-4.08 ± 4.15
P200	形	213.00 ± 9.83	5.38 ± 2.75
	色	196.25 ± 10.05	4.48 ± 1.86
N200	形	277.75 ± 10.24	0.01 ± 4.20
	色	245.00 ± 10.42	-3.08 ± 5.51
P300	形	410.50 ± 34.03	20.99 ± 7.19
	色	368.50 ± 13.08	22.18 ± 6.32

4. 考察

佐藤らによって報告された 2 stimulus oddball 課題では N100、P200 の早期成分では色よりも形のほうが頂点潜時が短く、N200、P300 等の成分では形よりも色のほうが頂点潜時が短かった。しかしながら本研究の 3 stimulus oddball 課題ではすべての成分において形よりも色のほうが頂点潜時が早くなるという結果が出た。これは理由はまだ良く分からないが、infrequent 刺激を増やしたことによって実験の複雑さが増し、同じ色で形の違う白三角よりも、色から明らかに違いの分かる赤丸のほうが判断が容易だったためではないかと考えられる。また赤色はかなりインパクトの強い色であり、それも判断を容易にすることが出来る一つの要因だと考えられる。

反応時間は佐藤等の結果と同じで色 target 課題のほうが早かった。また P300 成分よりも前の 320ms 付近でマウ

クリックが行われていた。判断からボタンを押すという命令が実際に実行されるまでの時間を ms 程度と考えると、この課題に対しては P200 から N200 あたりの成分で判断している可能性が示唆された。

Fig.4 に frequent、non-target、target 刺激により得られた ERP 波形 (Pz) を示す。Target 刺激で最も大きな P300 成分を誘発しており、non-target 刺激では target 刺激よりも小さな振幅で P300 成分を誘発していた。Katayama 等³⁾によって報告された結果と同じ結果が得られた。

また頂点潜時については、片山らは target P300 と non-target P300 に違いは無いと報告しているが、本研究の被験者 A に関しては Pfefferbaum 等⁴⁾と同様に non-target P300 の方が頂点潜時が長いという結果が得られた。これは Katayama 等が指摘するように non-target 刺激が誘発する P3b 成分を反映しているのかもしれない。

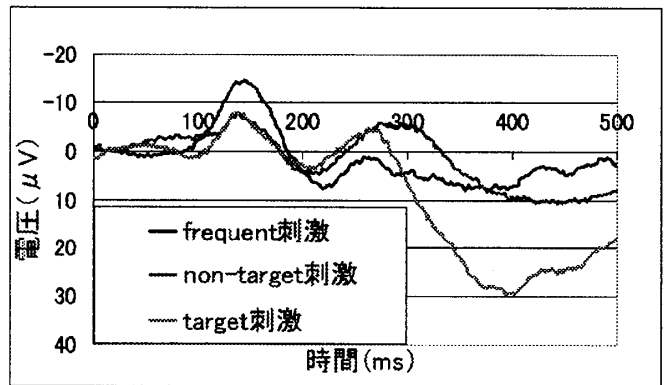


Fig.4 ERP figures

被験者 A の 3 stimulus oddball 課題を用いた Pz 部位の frequent、non-target、target 波形。

5. まとめ

この実験で以下のことが得られた。

- (1) N100、P200、N200、P300 すべての成分において形 target 課題よりも色 target 課題のほうが頂点潜時が短かく、立ち上がりも早かった。
- (2) 反応時間は色 target 課題のほうが早く、どちらの反応時間も P300 成分の頂点潜時よりも前にある。
- (3) 認識から識別の最終的な判断は反応時間の 100ms 程度前の P200 から N200 あたりの成分で行われている可能性がある。

今後は例数を増やすとともに異なる色や形についても検討していきたい。

6. 参考文献

- [1] Shaun and Vecera, *Neuropsychologia*, vol.40, 187-204, 2002.
- [2] 佐藤剛美他、平成 17 年度電気関連学会東海支部連合大会論文集、P-065 2005
- [3] Katayama J. et al., *Clinical Neurophysiology*, vol.110, 463-468, 1999
- [4] Pfefferbaum et al., *Electroenceph Clin Neurophysiol*, vol.59, 85-103, 1984.