

タスクに無関係な刺激への反応に関する研究

A study on reaction to task-irrelevant stimulation

キーワード: ASSR、停止信号タスク、タスクパフォーマンス、性格特性

人間生活工学研究室 14TM1105 石黒恵子

■ Abstract: The purpose of this study is to investigate the relationship between task performance and reaction to task-irrelevant stimulation. As a result, equilateral correlation was seen between ASSR and a task error rate, and this shows that the better performer shows a smaller reaction. In addition, this tendency was remarkable in subjects who have low agreeableness score. In those subjects, it may be possible that inhibition of reaction to stimulation is strongly caused when the activity demand level to a task is high.

■背景

何かに集中していて他のことに気が付けないということや、不必要なことに気が散って、やりたいことに集中できないという状況は一般的である。日常生活では、膨大な刺激からいくつかを選択し、限られた認知資源を配分して同時にいくつかのこなしている。同時に二つのタスクを行った実験において、タスクパフォーマンスの低下が示されている¹⁾。このような注意の分散によるパフォーマンスの減少が、注意を向けられないような刺激への反応においても生じるかは明らかではない。タスク中、タスクに無関係な一定の刺激に対する反応の大きさを調べることにより、この関係性を調査することができる。

本研究では、タスクとは無関係の注意を向けられない刺激への反応として ASSR を測定した。ASSR (Auditory Steady-State Response) は短時間で繰り返される聴覚刺激に同期して誘発される脳の誘発電位である。ASSR は刺激に対して注意を向けた際の増加や、無関係なタスクを行っているときの減少が報告されており、聴覚刺激と同時に進行するタスクへの注意を反映することが示唆されている^{2,3)}。体動や瞬目のノイズと区別しやすく、刺激量が常に一定で、短時間の記録からでも測定できるため、タスクを行いながらの計測や時間変化の調査に適している。

■目的

本研究の目的は、タスクに無関係な刺激と注意の程度との関係性を調査することであった。タスクへの注意が集中し、パフォーマンスが高いほど、無関係な刺激としての ASSR 反応が小さいと予想した。さらに、無関係刺激への反応によって示される注意の分配についての個人差を性格特性の観点から調査し、考察を深めた。

■方法

被験者・実験環境

被験者は健康な若年成人 9 名であった。男性 5 名、女性 4 名であった。平均年齢は 25 歳であり、年齢幅は 23 歳から 30 歳であった。実験は全て千葉大学工学部 2 号棟実験室内シールドルームで行った(図 1)。

タスク

停止信号タスクと 2-back タスクを組み合わせたタスクを用い、パフォーマンスを測定した。タスクは被験者の前にある PC の画面上に呈示された。各試行において、はじめに注視点が表示され、その後白い画面をはさみ、右か左の矢印で示される GO 刺激が呈示された。被験者は、2 つ前の試行における GO 刺激の矢印と同じ向きのキーボード上矢印キーを、できるだけ早く回答した (GO 試行)。ただし、GO 刺激の直後に STOP 刺激が呈示された場合、反応を止めなければならなかった (STOP 試行)(図 2)。

1 ブロックにつき GO 試行と STOP 試行をそれぞれ 50 回行い、主観評価をはさんで 3 ブロック行った。タスク全体にかかった時間はおよそ 45 分であった。主観評価は主観的覚醒度、主観的集中度の 2 項目であり、1 から 5 の 5 段階でキーボード入力により回答した。

聴覚刺激

タスク中は常に、定常聴覚刺激を呈示した。音程 2 kHz、13 ms の正弦波聴覚刺激と 13 ms の無音を組み合わせ、呈示頻度 38.46 Hz の定常聴覚刺激を作成した。刺激は被験者の前方にあるスピーカーから 60 dB で呈示した。

実験手順

被験者が実験室に入室した後、タスクの説明および練習を行った。その後電極を貼付し、タスクを行った。実験にかかった時間は全体で 90 分程度であった。

測定項目・データ処理

タスク中の脳波を記録した。国際 10-20 法に従い、Fz、Cz、Pz の三点を探查電極、左耳朶を基準電極とした。サンプリングレートは 1000 Hz とした。またタスク中の反応の有無、左右の回答および GO 刺激呈示から反応までの時間を記録した。

得られた脳波データについて、ブロックごとに窓長 2¹⁸ サンプル、窓数 5、50% オーバーラップのウェルチ法により FFT を行い、パワー値を算出した。聴覚刺激の呈示頻度周辺の周波数で最も突出している振幅について、周辺周波数の平均振幅で割った値を ASSR 振幅指標とした。各ブロックの平均 ASSR 振幅指標および標準偏差を算出した。統計解析には、ASSR が最も顕著にみられた Fz におけるデータを用いた。

各ブロックにおける GO 試行の平均反応時間、左右誤答率、STOP 試行における STOP 失敗率、抑制反応時間を算出した。抑制反応時間は、STOP 失敗率が 50% になるような GO 刺激から STOP 刺激までの呈示時間をロジスティック回帰分析にて算出し、平均反応時間から引いた値とした。

タスクを行った後、性格特性項目として主要五因子検査(外向性、協調性、勤勉性、情緒安定性、知性)、特性不安、東大式エゴグラムを質問紙により得、各因子得点を算出した。

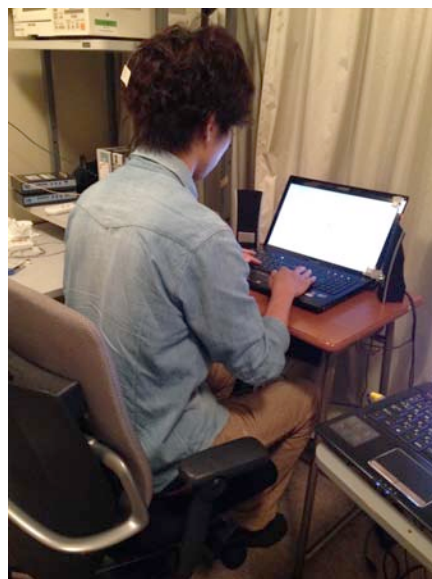


図 1 実験風景

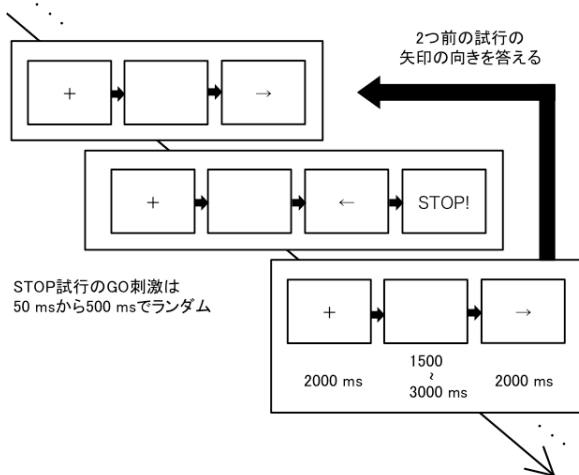


図2 タスクの流れ

統計解析

ASSR 振幅指標、各パフォーマンスについてブロックを要因とした一元配置分散分析を行った。ブロックの主効果が認められた場合、ボンフェローニの多重比較検定を行った。また、ASSR 振幅指標と各パフォーマンスおよび性格特性因子得点の相関分析を行った。有意水準はすべて5%とした。

■結果

ASSR 振幅指標について、ブロックの主効果は有意傾向であった($p=0.066$)。ブロックの進行につれて ASSR 振幅指標は減少したが、ブロック間の有意な差は認められなかった(図3 左上)。

主観的集中度について、ブロックの主効果は有意であった($p=0.016$)。ブロック3ではブロック1と比べ、主観的集中度が有意に低下していた($p=0.049$)。

各パフォーマンスおよび主観的覚醒度について、ブロックの有意な主効果は認められなかった。左右誤答率は増加したが、ブロック間の有意な差は認められなかった(図3 右上)。

ブロック2および3について、ASSR 振幅指標と左右誤答率に有意な正の相関が認められた($r=0.94$; $p<0.01$, $r=0.83$; $p<0.01$)。その他のパフォーマンスの間に相関は認められなかった。

ブロック3について、ASSR 振幅指標と協調性得点の間に有意な相関がみられた($r=0.67$; $p=0.047$)。その他の因子得点との間に有意な相関は認められなかった。

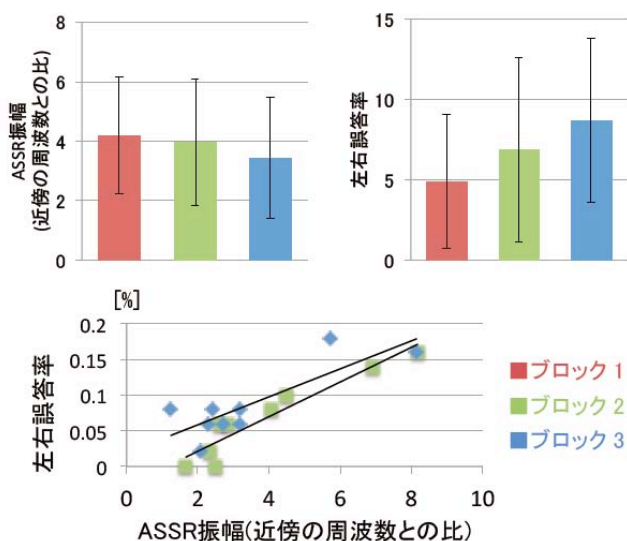


図3 各ブロックの実験結果(左上: 左右誤答率、右上: 各ブロックのASSR ブロック、下: 2,3 における ASSR と左右誤答率)

ブロック3について、左右誤答率と協調性得点の間に有意な相関がみられた($r=0.68$; $p=0.044$)(図3 下)。その他のパフォーマンスとの間に有意な相関は認められなかった。

■考察

ASSR 振幅指標では左右誤答率のみで相関がみられ、平均反応時間、STOP 失敗率、抑制反応時間について相関はみられなかった。相関がみられなかった指標では、刺激への反応および反応抑制のような単純な即時反応のパフォーマンスを反映するものであった。一方左右誤答率は、短期的な記憶保持という高負荷作業のパフォーマンスを反映していた。

先行研究²⁾において、刺激に対する注意の増加による ASSR 増加はみられず、刺激と無関係なタスクを行った際の ASSR 減少がみられた。このことから、ASSR は刺激への注意を反映しているのではなく、タスクへの活動要求の増加による、感覚に関わる皮質活動の抑制を反映していると考えられた。今回単純な即時反応ではなく高負荷のパフォーマンス指標と ASSR に相関がみられたことは、活動要求のより大きいタスクの結果を ASSR が反映していることから、先行研究の考察を支持していると考えられる。

ASSR 振幅指標はブロック進行により減少した。一方で主観的集中度および左右誤答率の低下から、ブロック進行による疲労の影響があったと考えられる。ASSR の減少は、疲労により認知資源が低下したことで、相対的にタスクパフォーマンスを維持するための認知資源配分の要求が上がり、刺激への反応の抑制が引き起こされた結果である可能性がある。

ASSR 振幅指標と協調性得点の正の相関、また左右誤答率と協調性得点の正の相関から、協調性得点が高い被験者において ASSR が低く、左右誤答率が低かったことが示された。

協調性得点が高い人で特徴的に示されると考えられる感情移入や同情は、先行研究⁴⁾において短期記憶保持タスクと同じ資源を要することが示唆されている。そのため、タスクの負荷が大きい時、または疲労時であってもタスクに無関係な聴覚刺激に対して知覚抑制が起こらず、敏感である可能性がある。

■まとめ

本研究では、タスクに無関係な刺激に対する反応である ASSR が、パフォーマンスによって示される注意の程度とどのように関係しているかを調査することを目的とした。ASSR とタスク誤答率との間に正の相関がみられ、タスクのパフォーマンスがより良い被験者においてタスクに無関係な刺激への反応がより小さいことが示された。また、この傾向は協調性因子得点の低い被験者で顕著であった。協調性因子得点が高い被験者において特に、タスクへの活動要求レベルが高い場合に刺激への反応抑制が強行われている可能性を示す。

■参考文献

- 1) 田中秀明, 正木宏明, 高澤則美, 山崎勝男 (2002) "エラー処理の注意資源分配とエラー関連陰性電位", 生理心理 Vol.20 No.1 29-37
- 2) Inga Griskova-Bulanova, Osvaldas Ruksenas, Kastytis Dapsys, Valentinas Maciulis, Sidse M.H. Arnfred (2011) "Distraction task rather than focal attention modulates gamma activity associated with auditory steady-state responses", Clinical Neurophysiology Vol.122 1541-1548
- 3) 鶴原亜紀, 荒毛将史, 小川隆明, 相羽裕子, 冨塚有次 (2015) "フライトシミュレータによる飛行課題遂行時のワークロード評価", 人間工学 Vol.51 342-343
- 4) 石澤亜弥乃, 島田英明 (2014) "ワーキングメモリの負荷が共感的反応に及ぼす影響 -二重過程理論に基づく検討-", Cognitive Studies, Vol.21 No.2 145-153