

車載機器の通知を模した刺激の呈示による注意の妨害

Attentional distraction by presenting stimuli that imitate notifications from in-vehicle devices

川島 朋也

(大阪大学大学院人間科学研究科)

木村 司

(大阪大学産業科学研究所)

紀ノ定 保礼

(静岡理科大学)

篠原 一光

(大阪大学大学院人間科学研究科)

背景

交通死亡事故の多くは不注意が原因となって発生する。近年、運転者がスマートフォンなどを車載機器として運転席近傍に置いて利用する例が増えている。この場合、デバイスへの通知によって運転に関係する車外の情報の検出が阻害される可能性がある。そこで本研究では、車内の車載機器を模したデバイスからの刺激呈示が注意を捕捉する過程を検証した。車載機器を模したデバイスならびに刺激として、実験1ではLEDによる光を、実験2ではスマートフォンによる通知画面と音を用いた。

実験1

方法

実験計画 一致性（一致/不一致）、SOA（50/150/350/550ミリ秒）の2要因からなる参加者内計画で実験を行った。

参加者 20名が実験に参加した（平均22.6歳、女性15名）。本研究の実施にあたり、大阪大学大学院人間科学研究科行動学系研究倫理委員会の承認を受けた（HB021-080）。

刺激と装置 車外を模した情報として、背面から撮影した自動車の画像を大阪大学人間科学部の駐車場を背景とした写真に合成し用いた。自動車は視角にして横3.6度、縦2.9度の大きさで31.5インチモニタに呈示した。自動車間の距離は視角5.2度だった。ブレーキランプの輝度は、消灯時は34.0 cd/m²で点灯時は116.3 cd/m²だった。

参加者の頭部は画面から220 cm離れた位置で固定された。参加者からモニタ方向に64 cm離れた位置に透明のアクリル板（幅300 mm、高さ400 mm、厚さ5 mm）を2枚設置した。参加者とモニタ中央を結ぶ線に対して左右24 cm、机上から垂直方向に30 cmの位置にLED（Super Flux Pure White LED）を貼付した。実験はPsychoPy（v2020.1; Peirce et al., 2019）で作成した。LEDの点灯はデジタル信号入出力装置（LabJack U3-HV）を介してPsychoPyによって制御した。

実験手続き 実験手続きはSall et al. (2014) のパラダイムを改変したものを用いた。画面中央に注視点が500ミリ秒間呈示された後、自動車が3台並ぶ画像が呈示された。その後、左右いずれかの自動車のブレーキランプが点灯した。参加者は、ブレーキランプの点灯を検出しスペースキーをなるべく早く押すことが求められた。ブレーキランプは参加者がキーを押すまで点灯し続けた。全体の半数の試行（160試行：SOA[4]×一致性[2]×20試行）では、ブレーキランプ点灯の直前にLEDが点灯した。LED点灯からブレーキランプ点灯までのSOAを操作した

（50/150/350/550ミリ秒）。また、ブレーキランプが点灯する自動車の位置とLED点灯位置の一致性が操作された（一致/不一致）。残り半数の試行ではLEDは点灯しなかった。参加者は32試行からなる練習試行の後、320試行からなる本試行を行った。参加者は32試行ごとに休憩を取ることができた。

結果・考察

反応時間が100ミリ秒以下および1000ミリ秒以上の試行は分析から除外した（参加者ごとに平均2.6試行除外：Min = 0, Max = 8）。図1に条件ごとの平均反応時間を示す。一致性×SOAの2要因分散分析を行った結果、一致性の主効果は有意ではなかった（ $F(1, 19) = 1.09, p = .309, \eta_p^2 = .05$ ）。SOAの主効果が有意だった（ $F(2.13, 40.41) = 4.92, p = .011, \eta_p^2 = .21$ ）。SOAと一致性の交互作用は有意水準に達しなかったもの（ $F(2.11, 40.16) = 2.58, p = .086, \eta_p^2 = .12$ ）、単純主効果検定の結果、SOAが550ミリ秒の条件で一致試行の方が不一致試行よりも反応時間が長かった（ $F(1, 19) = 7.39, p = .014, \eta_p^2 = .28$ ）。その他のSOA条件では一致試行と不一致試行の反応時間の差は有意ではなかった（all $p > .112$ ）。LED点灯直後に反応が遅延したこと、ならびにSOAが長い場合に一致試行の方が不一致試行よりも反応が遅延する復帰抑制が認められたことから、車載機器の課題非関連な視覚情報によって注意が空間的に捕捉され、車外空間の視覚情報検出が遅延する可能性が示唆された。

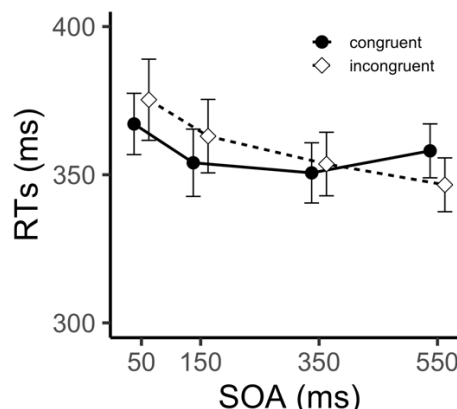


図1 条件ごとの平均反応時間（エラーバーは標準誤差）

実験2

実験2では、生態学的妥当性を高めて実験1の結果を再検証した。具体的には、車内機器を模したデバイスとしてLEDの代わりに5インチのモニタを設置し、スマートフォンの画像を呈示した。またLED点灯の代わりにバナー通知と通知音を呈示した。

方法

実験計画 一致性（一致/不一致）、SOA（100/300/1000ミリ秒）の2要因からなる参加者内計画で実験を行った。

参加者 20名が実験に参加した。1名のデータを技術的なエラーのために除外し、19名のデータを分析に使用した（平均23.4歳、女性14名）。本研究の実施にあたり、大阪大学大学院人間科学研究科行動学系研究倫理委員会の承認を受けた（HB022-029）。

刺激と装置 実験1と同じ刺激を用いた。自動車は視角にして横3.6度、縦5.2度の大きさに42インチモニタに呈示した。自動車間の距離は視角6.5度だった。ブレーキランプの輝度は、消灯時は31.4 cd/m²で点灯時は192.6 cd/m²だった。参加者の頭部は画面から240 cm離れた位置で固定された。参加者からモニタ方向に64 cm、参加者とモニタ中央を結ぶ線に対して左に24 cm、目線から下に10 cmの位置に5インチのディスプレイ（ADTECHNO 55HA）を縦向きで設置した。実験はPsychoPy（v2020.1; Peirce et al., 2019）で作成した。

小型ディスプレイにはiPhone 13 miniの画面を収録した動画ファイルを呈示した。通知刺激にはSlackのバナー通知と通知音を収録した動画ファイルを用いた。画面の輝度は通知なし状態で69.8 cd/m²で、通知あり状態は39.8 cd/m²だった。通知音はスピーカーを通して参加者に呈示され、大きさは64 dBだった。

実験手続き 参加者は、ブレーキランプの点灯を検出しスペースキーをなるべく早く押すことが求められた。ブレーキランプは参加者がキーを押すまで点灯し続けた。全体の20%の試行（120試行：SOA[3]×一致性[2]×20試行）では、ブレーキランプ点灯の直前に参加者近傍に配置した小型ディスプレイに通知が呈示された。通知からブレーキランプ点灯までのSOAを操作した（100/300/1000ミリ秒）。また、小型ディスプレイは参加者の左側に配置したため、ブレーキランプが点灯する自動車が左の場合を一致試行、右の場合を不一致試行とした。残り80%の試行では通知は呈示されなかった。参加者は30試行からなる練習試行の後、600試行からなる本試行を行った。参加者は30試行ごとに休憩を取ることができた。

結果・考察

反応時間を従属変数とし、ex-Gaussian分布を適用した一般化線形混合モデル（GLMM）による分析を行った。一致性とSOAの主効果および交互作用項を固定効果に投入した。切片に参加者による変動を仮定した。推定にはベイズ推定を用い、分析には統計ソフトウェアRのbrmsパッケージを用いた。ベイズ推定では2000サンプルを4つの鎖で発生させ、最初の1000サンプルをウォームアップ期間と見なして破棄した。回帰変数パラメータには無情報事前分布を適用した。

GLMMでは反応時間が100ミリ秒以下の試行を分析から除外した（参加者ごとに平均3.2試行除外：Min=0, Max=10）。推定に用いた全ての変数の \hat{R} は1.00であり、有効サンプルサイズ

の範囲は666から2355だった。95%確信区間に0を含まなかったのはSOA300ミリ秒（推定値：-21.48, 95%CI[-29.98 -12.80]）とSOA1000ミリ秒（推定値：-32.34, 95%CI[-41.05 -23.64]）だった。これらの結果は、SOAが100ミリ秒の条件はSOAが300ミリ秒および1000ミリ秒の条件よりも反応時間が遅いことを示す。

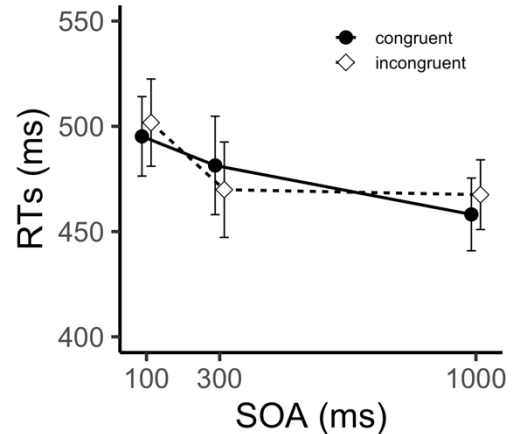


図2 条件ごとの平均反応時間（エラーバーは標準誤差）

実験2では実験1よりも生態学的妥当性の高い状況を設定した。参加者近傍に配置したモニターへのバナー通知と通知音の呈示によって直後のブレーキランプ点灯の検出が遅延するという、実験1の結果と同様の知見が得られた。このことから、運転席近傍に配置したデバイスの通知によって注意が捕捉され、通知直後に発生する車外空間の視覚情報の変化の検出が遅延することがより生態学的妥当性の高い状況下でも示唆された。

両実験結果から、運転に直接関係しないデバイスへの通知が運転中のリスクになる可能性が示唆された。運転者はしばしば設計者が意図していない使用方法を編み出して実行し、それが危険を招く可能性がある。したがって、スマートフォンなどの運転に直接関係しない車内情報が運転中のリスクになる可能性があることを運転者に適切に啓発する必要があるだろう。

付記

本発表は（社）交通科学研究会令和3年度助成研究テーマの研究報告として行うものである。実験1は日本認知心理学会第19回大会（2022年2月）で、実験2は日本認知心理学会第20回大会（2022年10月）でそれぞれ発表した。なお、実験1の内容は「交通科学」53巻1号に掲載が決定している。

謝辞

本研究はJSPS科研費JP20K14274ならびに（社）交通科学研究会の助成を受けた。

参考文献

- Peirce, J. W. et al. (2019). *Behavior Research Methods*, 51, 195-203.
- Sall, R. J. et al. (2014). *Visual Cognition*, 22, 57-73.