

交通事故につながる運転者の注意機能の特定に関する研究

Identification of driver's attention functions responsible for traffic accidents.

東北大学大学院 情報科学研究科

鈴木 大輔

Graduate School of Information Sciences, Tohoku University.

Daisuke Suzuki

近年、交通事故による死者数は減少傾向が見られるものの、事故発生件数は依然として高水準を維持している。このような事故の主要な原因として、認知ミス、判断エラー、操作ミスといったヒューマンエラーがあげられ、人間の注意力に起因するといわれている。自動車やバイクを運転するような交通場面では、次から次へと環境がめまぐるしく変化するため、注意を次々と切り替えたり、信号や対向車、歩行者に対して同時に注意を払ったりと複数の注意機能が必要となる。ヒューマンエラーを引き起こす注意機能には個人差があると考えられているが、これまでの研究では複数機能する注意機能のうちいかなる注意機能が交通事故につながるヒューマンエラーと関連するのかほとんど検討されていない。本研究では、質問紙法と実験心理学的手法を用いて交通場面における事故につながる運転者の注意機能の特定を行った。その結果、事故傾向を予測する変数として、多動性傾向、切り替え、長期的な注意努力、持続的な注意が機能する優勢反応の抑制（SARTのエラー率）、視野特性を反映したフランカー課題のような干渉抑制（フランカー干渉量、遠隔条件）、先延ばし傾向などの注意機能や、人生満足度などの情動的な個人特性も有意に影響することがわかった。

Although the number of people who died in traffic accidents has shown trends of decreasing in recent years, the traffic accidents have occurred large number with high frequency. The main accident causes are human errors, such as cognitive mistake, judgment error, operational error, and they related to human attention abilities. In traffic scene such as driving a car or a motorcycle, their drivers are required many aspects of attention functions which they divide attentions simultaneously to traffic lights, pedestrians, traffic lights, oncoming car and vehicle, and switch their attention to them. In this study, we examined how attention functions affect human error responsible for traffic accidents and identified driver's attentions, using experimental design and questionnaires method. Attention tasks which we performed were dual task, switching task, Reading Span Task (RST), Sustained Attention to Response Test (SART), vigilance task, spatial attention task, and Stroop Color Word Test. Questionnaires were consisted of Cognitive Failures Questionnaires (CFQ) measuring tendency of human error, attention abilities scales, personality's inventory and life satisfaction items. As a result, we found that attention functions such as hyperactive tendency, switching attention, inhibition of prepotent, and procrastination significantly affected human error. Moreover, individual difference in life satisfaction significantly affects it.

研究目的

近年、交通事故による死者数は1992年以降減少傾向が見られるものの、事故発生件数は過去最高を記録した2004年以降高水準を維持している。このような事故の主な原因として認知ミス、判断エラー、操作ミスといった人間のエラー（ヒューマンエラー）が挙げられており、人間の注意力（attention）に起因するといわれている。

自動車やバイクを運転するような交通場面では、次から次へと環境がめまぐるしく変化するため注意を次々と切り替えたり、信号や対向車、

歩行者に対して同時に注意を払ったりと複数の注意機能が必要となる。そのためいかなる注意機能が交通事故につながるヒューマンエラーと関連するのかについて、注意関連課題の行動指標との関連から検討されつつある。注意に関わる機能として、情報の取得や注意の切り替えに関わる選択と集中・維持や執行機能としてのワーキングメモリ容量などが挙げられている。これまで事故傾向は、注意関連課題の行動指標との関連からそれがいかなる注意機能を予測するのか検討されてきたが、依然特定には至っていない。そこで本研究では、事故傾向を測定する

尺度として有効性が指摘されているヒューマンエラーや認知的失敗行動傾向を測定するCognitive Failures Questionnaires (CFQ, Broadbent et al., 1982) に注目した。

CFQはこれまで様々な注意関連課題の行動指標との関連からいかなる注意機能による失敗を予測するのか検討されてきた。鈴木・岩崎(2008)はCFQの注意機能についてパーソナリティ特性、注意関連課題の行動指標との関連から検討を行った。その結果、CFQの注意機能には注意の干渉と関わるような注意集中の欠如 (lack of concentration) , 不注意 (absent-mindedness) に関する項目が含まれていることが明らかになり、双方ともに注意の干渉や注意の切り替えと関連することがわかった。これらの結果は、先行研究においてもいくつか示されてきているものの、関連の因果関係については明らかにされていなかった。しかし、神経症傾向と注意の切り替えや固執性 (perseveration) との関連や、主観的幸福度、ポジティブ・ネガティブ気分、不安といった情動特性と注意の切り替えとの関連から、CFQは情動特性からも少なからず影響を受けている可能性が示唆されている。

そこで本研究では、質問紙法と実験心理学的手法を用いて人間が自動車やバイクを運転するような交通場面における事故につながる運転者の注意機能の特定を行うことを目的とした。具体的には、事故傾向を測定する尺度として有効性が指摘されている (Wallace, 2003) ヒューマンエラーや認知的失敗行動傾向を測定するCFQを事故傾向の指標として用いたほか、注意機能を反映した尺度や注意機能と関連が示唆されている性格特性、主観的幸福度、人生および生活満足度を測定する尺度をそれぞれ実施した。さらに複数の注意関連課題をあわせて実施し、多変量解析によって事故傾向と関連する注意機能の特定を行った。

研究経過および成果

本研究では、105名の大学生および大学院生 (男性57名、女性48名) を対象とした。実験参加者には、複数の尺度から構成される質問紙と注意関連課題を2日に分けて実施した。

質問紙の構成 質問紙は以下の13尺度から構成された。

1) CFQ (Cognitive Failures Questionnaires)

認知的失敗行動傾向、ヒューマンエラー傾向、事故傾向を測定。

2) AFS (Attention Function Scale) 注意機能尺度。日常生活に機能する注意機能を測定。

3) AEF (Attentional Effort Scale) 注意努力尺度。注意の切り替えなどを含むような困難な課題を遂行する際に機能する注意努力 (課題遂行に対するモチベーションや課題に取り組む意欲などが関わる能力) を測定。

4) BIS-11 (Barratt Impulsiveness Scale-11) 衝動性傾向を測定。

5) TOQ (Thought Occurrence Questionnaires) 課題遂行中に生起する思考を測定。

6) BPS (Boredom Proneness Scale) 退屈志向を測定。

7) DPS (Decision Procrastination Scale) 意思決定の先延ばし傾向を測定。

8) GPS (General Procrastination Scale) 日本語版先延ばし尺度。先延ばし傾向を測定。

9) NEO-FFI 性格特性 (Big Five) を測定。

10) SHS (Subjective Happiness Scale) 日本語版主観的幸福感尺度。

11) SWLS (Satisfaction with Life Scale) 人生満足度尺度。

12) 人生満足度に関する項目

13) LSIA (Life Satisfaction Index A) 日本版生活満足度尺度。

注意関連課題 以下の8つの注意関連課題を実施した。

1) **二重課題 (Dual task)** 画面の中央に赤もしくは緑で描画された一桁の数字が系列提示され、提示された数字系列を弁別する主課題の“数課題”と、提示された数字の描画色の系列を弁別する副課題の“色課題”から構成された。数課題と色課題を同時並行に行う二重課題と、副課題の色課題のみを行う単独課題のそれぞれを行った。単独課題と二重課題のエラー率との差分を干渉量として算出し、副課題による干渉量の行動指標とした。

2) **切り替え課題 (Switching Task)** 画面の中央に‘数’もしくは‘色’という漢字のいずれかが提示された後 (手がかり刺激) , 赤もしくは緑で描画された一桁の数字が提示された。参加者には、‘数’と提示された場合、提示された数字が偶数か奇数か素早く弁別するよう求められ、‘色’

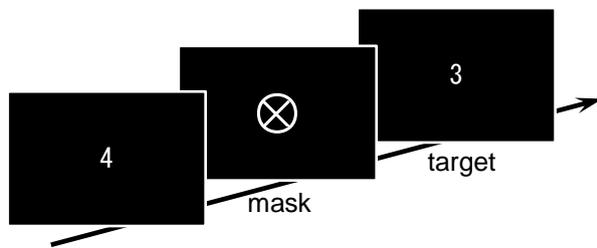


図1 SARTの画面の例 実験参加者は、'3'以外の数字が提示された場合にできるだけ素早くキー押すよう求められた。

と提示された場合、提示された数字の描画色が赤か緑が素早く弁別するよう求めた。ランダムに切り替えが求められる“ランダム条件”と、切り替え回数が数回ずつ固定されている“固定条件”を設定し、ランダム条件と固定条件との反応時間（以下RT）およびエラー率との差分を切り替えコストとしてそれぞれ算出し、切り替え能力の悪さの行動指標とした。

3) RST (Reading Span Test) 日本語版リーディングスパンテスト。各スパン条件の再生数に基づきスパン得点を算出し、ワーキングメモリの指標とした。

4) ヴィジランス課題 (Vigilance Task)

画面の四隅に環('○')が配置された画面(ターゲット画面)と複数の環がランダムに配置された画面(ディストラクター画面)とが交互に500msで提示された。参加者には、ターゲット画面で提示される四隅に配置された環のうち一箇所でもランドル環のように切れている環が提示された場合、できるだけ素早くキー押すよう求めた。課題は10分間続き、各参加者のターゲットの検出感度を示すA'とその変動係数(CV)をそれぞれ算出し、持続的な注意維持の行動指標とした。

5) SART (Sustained Attention to Response Test) マスク刺激を伴った一桁のランダムな数字が提示された(図1参照)。参加者には提示された一桁のランダムな数字のうち'3'以外の数字が提示された場合、できるだけ素早くキー押すよう求め、'3'が提示された場合のみキー押ししないよう求めた。'3'が提示された場合に誤ってキー押ししてしまった割合をエラー率、'3'以外の数字が提示された場合にキー押ししなかった割合をフォールス・アラーム率としてそれぞれ算出し、抑制機能の行動指標とした。

6) ストループ・カラーワード・テスト (Stroop Color Word Test) 参加者には、色を示す漢字



図2 フランカー課題のターゲット画面の例 実験参加者は、3桁の数字のうち真ん中の数字をターゲット刺激として偶数か奇数かできるだけ素早く弁別するよう求められた。両脇の数字の提示位置とターゲット刺激の距離を操作した。

に色が描画された刺激が提示され、漢字に引きずられないように描画色を素早く報告するよう求めた。課題は、記号に色が描画されている“ニュートラル条件”，色の意味する漢字に異なる色が描画される“不一致条件”，色の意味する漢字に同じ色が描画されている“一致条件”をランダムに提示し、刺激提示から描画色を報告するまでの時間を音声反応から測定した。不一致条件と一致条件、不一致条件とニュートラル条件の反応時間の差分をとり、ストループ干渉量として算出し、抑制機能の行動指標とした。

7) フランカー課題 (Flanker Task) 画面に3桁の数字が提示され、参加者は真ん中の数字をターゲット刺激として偶数か奇数かできるだけ素早く弁別するよう求められた(図2参照)。両脇の数字がターゲット刺激の判断と一致する“一致条件”，両脇の数字がターゲット刺激の判断と一致しない“不一致条件”を設定し、さらに両脇の数字の提示位置とターゲット刺激の距離を操作し“近距離条件”，“中距離条件”，“遠距離条件”のそれぞれを設定した。一致条件と不一致条件の反応時間の差をフランカー干渉量として算出し、視野特性を反映した抑制機能の行動指標とした。

8) 空間的注意課題 (Spatial Attention Task) 画面の左右に四角の枠が提示され、いずれか一方の枠が光った後に(手がかり刺激)いずれかの枠の中にドットを提示された。参加者にはドットが出たらできるだけ早くボタンを押すよう教示した。枠が光ってからドットが出るまでの時間(以下SOAと略)を操作し、枠が光った位置にドットが提示される“一致条件”と異なった位置に提示される“不一致条件”をそれぞれ設定した。先行研究では、SOAが300ms以上の時に一致条件のRTに遅延が生じる復帰抑制(Inhibition of Return)と、SOAが150ms以下の時に不一致条件の手がかり刺激に引きずられ、ドット検出に

遅延が生じる注意の捕捉が報告されている。これらの復帰抑制量 (SOA 450ms), 捕捉量 (SOA 150ms) の2つの指標を抑制の行動指標とした。

CFQを予測する要因の特定

本研究では、ストループ・カラーワード・テストの結果を除いた結果を報告する。

解析対象としたデータは70名であった。事故傾向のヒューマンエラーを予測するCFQとその他の尺度や注意関連課題との関連について検討した結果、注意関連課題の行動指標においては、CFQ得点と抑制機能の指標であるSARTのエラー率 ($r=.38, p<.01$), ワーキングメモリの指標であるRSTのспан得点 ($r=.30, p<.01$) との間でそれぞれ有意な相関が見られた。質問紙の尺度においては、CFQと注意機能尺度の多動性(失敗)傾向 ($r=.56, p<.01$), 切り替え能力 ($r=-.50, p<.01$), 衝動性傾向 ($r=.40, p<.01$), 退屈志向性 ($r=.39, p<.01$), 先延ばし傾向 ($r=.40, p<.01$), パーソナリティ特性の神経症傾向 ($r=.38, p<.01$), 誠実性 ($r=-.42, p<.01$), 調和性 ($r=-.36, p<.01$), さらに、人生満足度 ($r=-.38, p<.01$) や生活満足度 ($r=-.30, p<.01$) などと有意な相関が見られた。

次に、CFQ得点を従属変数、各尺度の下位尺度得点、注意関連課題の行動指標を説明変数としてステップワイズ法による重回帰分析を行った。

その結果、CFQ得点を予測する変数として注意機能尺度の多動性(失敗)傾向、切り替え能力、注意努力の長期的努力、先延ばし傾向などが有意であり、注意関連課題においては、抑制機能の指標であるSARTのエラー率や、遠隔条件のフランカー干渉量などの注意指標も有意であった。さらに、人生満足度も有意に影響を及ぼすことがわかった(表1参照。モデルの調整済み $R^2=.63, F(7, 69)=17.7, p<.001$)。多動性傾向の高さ、SARTのエラー率の高さ、先延ばし傾向の高さ、長期的努力の高さがCFQの得点にそれぞれ正の影響を及ぼし、切り替え、人生満足度、遠隔条件におけるフランカー干渉量の高さがCFQの得点にそれぞれ負の影響を及ぼしていることがわかった。

これらの結果より、事故傾向につながるヒューマンエラーを予測する変数として、注意機能においては失敗につながる多動性傾向、切り替え、長期的な注意努力、持続的な注意が機能す

表1 CFQ得点を従属変数とした重回帰分析(ステップワイズ法)の結果

	B	β	t
定数	14.30	—	1.43
AFS: 多動性(失敗)尺度	0.92	0.31***	3.75
AFS: 切り替え尺度	-1.26	-0.26**	-2.97
SART: エラー率	15.40	0.25**	3.21
GPS: 先延ばし傾向	0.66	0.39***	3.83
AE: 長期的努力	1.05	0.28**	2.96
人生満足度に関する項目	-0.43	-0.21*	-2.64
フランカー課題: 干渉量(遠隔条件)	-0.09	-0.17*	-2.26

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

る優勢反応の抑制、視野特性を反映したフランカー課題のような干渉抑制が影響するといえる。さらに、先延ばし傾向や人生満足度なども有意に影響することがわかった。先延ばし傾向は、状態不安や抑うつ傾向との関連、人生満足度は主観的幸福度などポジティブ感情との関連が報告されていることから、情動特性の個人差も事故傾向に少なからず影響を与えているといえる。これらのうち、CFQ得点が多動性傾向、切り替え、抑制、先延ばし傾向などと関連することは先行研究と一致した。注意努力の長期的努力の高さがCFQ得点に正の影響を及ぼし、遠隔条件のフランカー干渉量の高さが負の影響を及ぼすことがわかったが、これらの結果は長期的努力の高さや遠隔条件のフランカー干渉量の低さが事故傾向に影響していることを意味している。長期間の目標維持が妨害的に作用したり、視野特性に関わるような焦点的注意などが影響を及ぼし可能性があるため、今後さらに検討する必要がある。

今後の課題と発展

本研究の結果より、事故傾向につながるヒューマンエラーを予測する変数として、注意機能や情動的側面の個人特性が明らかになった。しかし、本研究で用いたCFQのいかなる下位因子に影響を与えているのか依然不明瞭であり、さらに検討する必要がある。また、CFQの下位因子や本研究で明らかになった変数を含んだモデルを構築することで、事故傾向に影響を与える要因の因果関係を明らかにでき、ヒューマンエラーの低減策を注意機能やその個人差という視点から提案することで、事故防止や安全教育に貢献すると考えられる。