

機能面から見た注意と運転挙動との関連性の把握

Understanding the Relationship between Attention in Terms of Its Functionalities and Driving Behaviors

飯田 克弘¹, 中田 渡月²

Katsuhiro IIDA¹ and Kiku NAKADA²

本研究では交通事故の削減に向け、注意の持つ機能に着目し、各機能と運転挙動との関連性を分析した。ドライビング・シミュレータを用いた室内走行実験から車両・運転者挙動に関するデータを収集し、走行後に行った注意検査から注意に関するデータを収集した。得られたデータを用い相関分析を行った結果、一定時間集中して作業を継続する機能が低いほど走行位置を維持できないという関連性を得た。また不要な刺激を抑制し本来の標的に意識を向ける機能が低いほど標識の視認が遅れるという関連性を得た。さらに複数の作業を同時に実施する機能が低いほど前方注視率が低くなるという関連性を得た。上記の結果に加え、各機能が相対的に低い被験者が一定割合存在することを踏まえ、標識・情報板のデザインおよび配置を見直す必要性を示唆した。

Keywords: 注意, 運転挙動, ドライビング・シミュレータ

1. はじめに

令和5年版交通安全白書¹⁾によれば、「法令違反別(第1当事者)交通死亡事故発生件数(令和4年)」において、交通死亡事故は総計2550件であり、そのうち漫然運転が336件、脇見運転が233件、安全不確認が257件を占めている。これらの漫然運転、脇見運転、安全不確認は不注意が原因とされており²⁾、事故発生件数を合計すると交通死亡事故の約32%を占めていることがわかる。ここで、漫然運転は「考え事や会話などによる意識の低下による危険発見の遅れ³⁾」、脇見運転は「注意すべき対象以外を注視していたことによる発見の遅れ³⁾」、安全不確認は「危険がないと判断して必要な安全確認をしなかったことや不十分だったことによる発見の遅れ³⁾」とそれぞれ定義されている。つまり、漫然運転、脇見運転、安全不確認には発生過程に違いがあると考えられるにも関わらず、いずれも原因は「不注意」と表現されており、このままでは、具体的な広報、アドバイスには繋がりにくいと考えられる。したがって、運転者の注意の実態について理解を深め、その上で注意と運転行動との関連性を把握することが交通事故の削減に寄与すると考えられる。

注意とは、認知機能の幅広い領域を含むため、その定義が研究者間で一致していないことが先行研究⁴⁾で指摘されている。たとえば「必要な情報の選択と行為の選択的プログラムの保証、さらにそれらの経過に対して恒常的なコントロールを保持すること⁵⁾」、「意識的に1つの対象や複雑な体験の1つのコンポーネントに精神的エネルギーを集中し、他の感情的内容や思考的内容を排除す

ること⁵⁾」などの定義が存在する。

これらに対し認知リハビリテーション分野では、注意を複数の機能を持つものとして捉えている。多くの研究者は、注意が3要因または4要因から構成されると捉えているが、中でもSohlbergらの分類⁶⁾を参考にした先行研究⁹⁾¹⁰⁾は多く、各機能に対し標準化された検査方法の開発が進んでいる。Sohlbergらは注意がSustained attention(一定時間集中して作業を継続する機能)、Selective attention(不要な刺激を抑制し本来の標的に意識を向ける機能)、Alternating attention(複数の作業を交互に実施する機能)、Divided attention(複数の作業を同時に実施する機能)といった4つの機能を持つとする概念を提案している。これに基づけば、1つの概念を用いて注意の持つ様々な機能を表現することが可能になると考えられる。

注意の機能と運転挙動との関連性を扱った先行研究として、殿村ら¹¹⁾は被験者に課題に取り組んでもらい、その間の注視位置を視線計測装置によって計測した。課題とはランダムに配置された1~25までの数字を昇順に繋いでいくものである。この課題取り組み時の視線移動パターンに基づくと、Sustained attentionやDivided attentionが低い人は、運転時に注意を向けなければならない方向へ正しく向けられない可能性があるとして述べた。しかしこの研究においては走行データに基づいた分析を行っていないため注意と運転挙動との関連性の推測にとどまり、検証には至っていない。また角力山ら¹²⁾は、被験者にドライビング・シミュレータ(以下、DS)を運転しながら文章問題や音声課題に回答するよう求めた。これは

1 正会員, 博士(工学), 大阪大学大学院工学研究科

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 e-mail: iida@civil.eng.osaka-u.ac.jp Phone: 06-6879-7611

2 非会員, 修士(工学), パナソニックコネクタ株式会社

Divided attention の働きが強く求められる状況と言える。このような状況において課題の難易度に関わらず走行速度の維持が困難になることを明らかにした。しかしこの研究においては注意の機能が定量化されておらず、また、文章問題や音声課題への対応で得られた結果は交通安全対策へのフィードバックが難しいと考えられる。

本研究では、先行研究の課題を踏まえ、まず注意の各機能の定義と運転行動との関連性を推察した。ふらつきを生じず、つまり走行位置を維持しながら走行し続けることは **Sustained attention** と関連性があると推察した。運転中、標識の存在に気づき、目的地に到達するための情報を標識から探し出す行動は **Selective attention** と関連性があると推察した。突然の障害物の出現などに備え前方を見つつ、周囲を確認するには複数の作業を同時に実施する必要がある。ここで先行研究¹³⁾では、前方を見つつ周囲を確認できているか評価する指標として前方注視率を用いている。よって前方注視率は **Divided attention** と関連性があると推察した。

上記の関連性を定量的に分析した先行研究は存在しないため、室内走行実験を実施し、模擬走行やヒアリング、注意検査により取得したデータを用いて検証を行う。これにより注意と運転挙動との関連性を理解するとともに、交通安全対策への示唆を得ることを本研究の目的とした。

2. 室内走行実験

2.1 実験概要

本研究では、2022年12月1日、同2日、同6日、同8日、同9日、同13日、同15日、同16日の計8日間で、30名の被験者に対し実験を行った。被験者として、普通自動車免許を所有している30～50代の男性30名を一般募集し、DSを用いた模擬走行を実施した。また走行後に自身の走行に関するレビューに基づくヒアリングと注意検査を行った。

2.2 実験で用いたDS

本実験で用いるDSは、PCおよび液晶プロジェクタ、多画面スクリーン、模擬運転台、音響装置から構成されている（図1）。多画面スクリーンは、正面が120inchi、左右が150inchiのスクリーンから構成されており、対応するプロジェクタから前景、左景、右景の映像が投影される。さらに模擬運転台には、左右サイドミラーおよびルームミラーの役割を果たす液晶ディスプレイが設置されており、後方風景の映像が映し出される。

ドライバーの操作、すなわちハンドルおよびアクセル、ブレーキの使用量は、運転台により分解能1°（ハンドルは左右それぞれ160°、アクセル・ブレーキは22°が最大値）で検出され、1/66秒のフレームレートでPCへと送

信される。このアクセル・ブレーキの使用量に基づき計算される加速度に、車両の走行地点における縦断勾配や空気抵抗、コーナリング抵抗による加速度を加えることにより、車両の加速度が算出される。

そして、これらの入力情報から、車両の速度、位置、進行方向が計算される。また、これに応じた映像が映し出され、模擬運転台のスピーカーより走行音が再生される。このDSを用いた先行研究では、明かり部～トンネル進入部での走行速度推移や心拍数、注視率の再現性が高い¹⁴⁾こと、-3.2%から+3.7%の勾配変化のサグ部を含む区間において追従挙動を良好に再現する¹⁵⁾ことなど、走行結果の現況再現性が確認されている。なお、本実験では、車両は普通乗用車を想定し、運転者の視点高さを路面から1.15mとしている。

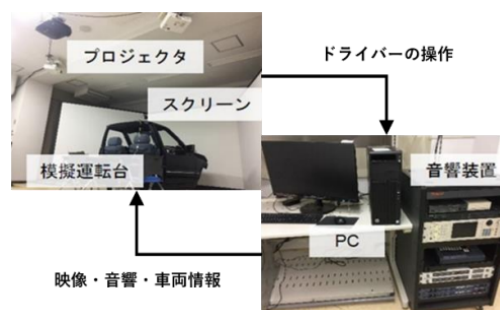


図1 DSの機器構成

2.3 実験で用いた道路モデル

本実験では、注意と運転挙動との関連性を把握するためのデータを取得することを目的として、5つの道路モデルを選定した。

(1)中央道モデル

中央自動車道（改良前）、山陽自動車道、高松自動車道の3つの区間を、道路構造令・高速道路設計要領に準拠して設計した調整区間で結合した全長約12kmの道路モデルである（図2）。比較的長距離のモデルであり、走行位置の維持と **Sustained attention** との関連性を確認できるのではないかと考え、選定した。

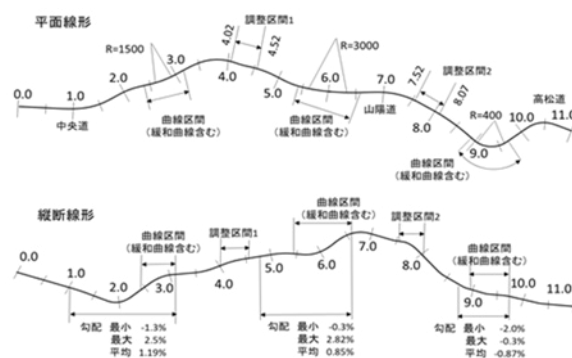


図2 中央道モデルの線形図

(2)新東名モデル

新東名高速道路下り線の新清水IC付近から新清水JCT付近を再現した全長約11kmの道路モデルである(図3)．91.060kp地点に図3に示す標識が存在しており、標識の視認・判読に関するデータを取得できると考え、選定した．なお、情報の量について若林ら¹⁶⁾の定義した「chunk(情報のグループ数)」を用い定量化する．板面に存在する単語を1個のchunkとし、矢印は方向ごとに分けてそれぞれ1個のchunkとする．また、地名の日本語表記と英語表記をまとめて1個のchunkとするため、この標識のchunkは10個と算出できる．

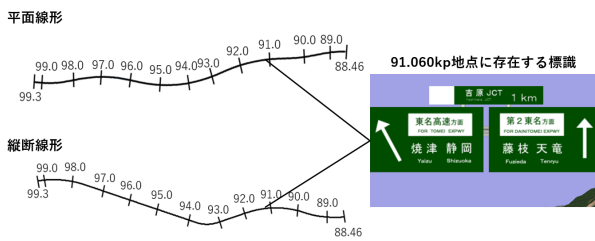


図3 新東名モデルの線形図

(3)山陽道モデル

山陽自動車道下り線の播磨JCT周辺を再現した全長約7kmの道路モデルである(図4)．25.16kp地点に図4に示す標識が存在しており、新東名モデルと同様に標識の視認・判読に関するデータを取得できると考え、選定した．なお、この標識のchunkは15個である．

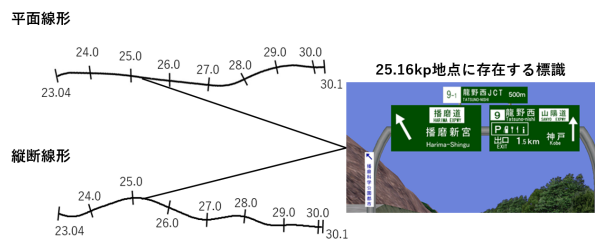


図4 山陽道モデルの線形図

(4)東京外環モデル基本形

東京外かく環状道路(以下、東京外環)の中央JCTのFランプ(東京外環本線北行きから中央自動車下り線へ向かうランプ)周辺を再現した道路モデルである(以下、外環基本)(図5)．このモデルは先行研究¹⁷⁾でも使用されている．4.05~4.90kpを本線、5.10~0.00kpを分岐1、0.00~0.45kpをランプ1、0.60~0.80kpを分岐2、0.80~0.95kpをランプ2とした．分岐部で正しい方向へ進めるよう標識や路面標示を確認する必要があるため、周囲の確認が求められる状況における注視パターンに関するデータを取得できると考え、選定した．

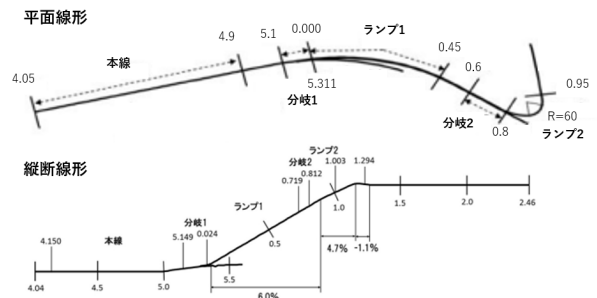


図5 東京外環モデル基本形の線形図

(5)東京外環モデル対策形

東京外環モデル基本形にカラー連携標示を導入した道路モデルである(以下、外環対策)．ここでのカラー連携標示とは、行き先ごとに異なる色で標識、路面およびトンネル壁面を着色する案内方策のことである(表1)．このモデルも先行研究¹⁷⁾で使用されている．外環基本と同様に、周囲の確認が求められる状況における注視パターンに関するデータを取得する．

表1 カラー連携標示を導入した案内標識の一例

	4.27kp付近の標識	5.20kp付近の標識
外環基本		
外環対策		

2.4 走行条件

(1)走行順

被験者1人に5回走行を行ってもらった．走行回数による注意の低下が特定のコースに偏らないよう、以下のように走行順を設定した(表2)．

表2 走行順一覧

1走行目	2走行目	3走行目	4走行目	5走行目	人数【人】
外環基本	外環対策	中央道	新東名	山陽道	8
外環基本	外環対策	中央道	山陽道	新東名	7
外環対策	外環基本	中央道	新東名	山陽道	7
外環対策	外環基本	中央道	山陽道	新東名	8

(2)周辺車両条件

外環基本・外環対策においては、本線に自律走行する周辺車両を配置し、運転中衝突しないように求めた．こ

れにより前方を見ながらも周囲を確認しなければならない状況を作った。具体的には追い越し車線に 90km/h で走行し車間距離が 80m となる車列を配置した。第2走行車線では自車両前方に 85km/h で走行し車間距離が 100m となる車列を配置した。走行開始時の自車両と同一車線前方の車両の車間は 100m とした。さらに第2走行車線の自車両から 150m 後方には、自車両と衝突しないように、速度が自車両と同じになるように設定した車両を配置した（図6）。

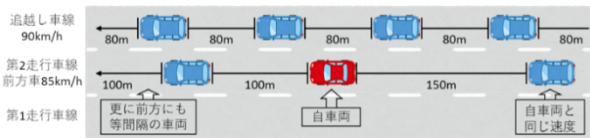


図6 実験開始時の周辺車両配置

中央道モデルにおいては、被験者が周辺車両の存在により走行位置を調整するなど、走行位置に影響が及ぶ可能性を考え、周辺車両は配置しない。

また、新東名モデルと山陽道モデルにおいては、被験者の意識が周辺車両に向けられ標識の視認・判読に影響が及ぶ可能性を考え、周辺車両は配置しない。

2.6 実験手順

被験者には、まず実験上の注意事項や個人情報の取り扱いなどの重要事項を説明した。この重要事項への了承を確認後、実験参加への同意書に記名、押印をもらった。その後、DSの操作方法や実験の流れについて説明を行った。

次に、DSの運転方法に慣れてもらうため、筆者らが過去に制作した、実験走行で使用しない道路モデルを用いて練習走行を3回行った。1回目の練習走行は伊勢湾自動車道上り線のみえ朝日IC（18.472kp）からみえ川越IC周辺（11.620kp）を再現した道路モデルを用いた。走行中に車線変更やブレーキ・アクセルワークの指示を出し、それに従って走行してもらった。またこのとき普段運転している車両と比較して、走行音量に違和感があれば調整した。その後、カーブでの運転操作や感覚に慣れてもらうため、名神高速道路上り線から高槻JCTで分岐し、新名神高速道路下り線に向かうランプ周辺を再現した道路モデルを用いて、2回目の練習走行を行った。さらに案内標識や路面標示から進むべき方向を判断することに慣れてもらうため、阪和自動車道下り線の松原方面（1.163kp）から美原JCT周辺（9.080kp）を再現した道路モデルを用いて3回目の練習走行を行った。走行前に進むべき方向の名称のみを伝え、具体的な進行方向は案内標識や路面標示から、被験者自身に判断してもらう旨を伝えた。練習走行終了後、換気を兼ねた休憩を約10分と

った。その際、被験者にはDS運転座席から離れてもらった。

休憩終了後、視線計測装置（Tobii Pro グラス 3. 以下、アイトラッカー）を装着し、表2の走行順に従い走行を5回実施した。外環基本・外環対策走行前に、「中央道甲府」と書かれたフリップを提示し、向かってもらうように教示した。方面に関しては案内標識や路面標示を参考にでき、道を間違えてしまった場合は走行をやり直す場合があることを教示した。また、走行速度の目安として本線は制限速度が80km/hとなっていること、壁や周辺車両に接触した場合は走行をやり直すことを教示し、これら以外は普段通りの運転を心がけることを教示した。中央道モデル走行前には、普段通りの運転を心がけることだけ教示した。中央道モデル走行終了後、約5分休憩してもらった。新東名モデル・山陽道モデル走行前には、走行速度を80km/hに保つように教示した（理由は2.7(2)で後述）。また新東名モデル走行前には「第二東名天竜方面」と書かれたフリップ、山陽道モデル走行前には「山陽道神戸方面」と書かれたフリップを提示し、向かってもらうように教示した。5回の実験走行が終了した後、アイトラッカーを外してもらった。そして、アイトラッカーで撮影した新東名モデル・山陽道モデルでの視線映像を被験者に見てもらい、標識の視認・判読に関するヒアリングを行った（2.7(2)で後述）。その後、注意検査を受けてもらった。

2.7 取得データ

(1)車両挙動データ

走行開始からの経過時間[s]、走行地点(kp) [km]、速度[km/h]、車線中心からのずれ[m]（正值：進行方向右向き、負値：進行方向左向き）をDSによって1/66秒ごとに記録した。分析の際は、線形補完により0.001kpごとのデータに変換した。

(2)運転者挙動データ

アイトラッカーにより取得した視線座標データを用いて注視対象物や、その注視時間を算出した。なお、先行研究¹⁸⁾¹⁹⁾を参考にして、注視とは視線停留時間0.060s以上、眼球移動速度30deg/s以下とした。

実験走行終了後、アイトラッカーで撮影した新東名モデル・山陽道モデルでの視線映像を見てもらい、「標識の存在に気づいたタイミング」、「いずれかの文字が見えたタイミング」、「行き先を理解したタイミング」を思い出して答えてもらった。標識の存在に気づいたタイミングにおける車両の位置から標識の位置までの距離を求めることで「視認点から標識までの距離」を算出し、文字が見えたタイミングから行き先を理解したタイミングまでに経過した時間を「判読に要した時間」とした（図7）。ここで、車両の速度によって標識の見え方が変わり、標

識に気づきにくくなる可能性がある。また標識の判読に要する時間は車両の速度に依存していると考えられる。よって車両の速度による影響を排除するため、新東名モデル・山陽道モデル走行前に走行速度を 80km/h に保つように教示した。

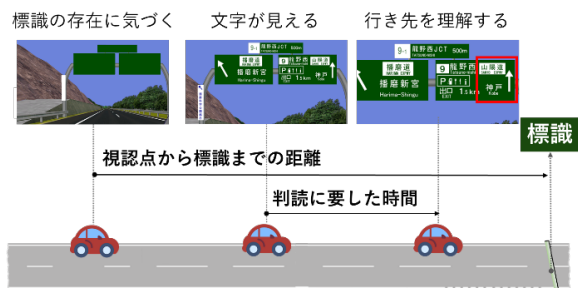


図7 視認点から標識までの距離・判読に要した時間の算出方法

2.8 注意検査

三村ら²⁰⁾は日本高次脳機能障害学会が作成した標準注意検査法²¹⁾ (Clinical Assessment for Attention. 以下, CAT) を用いて, Sustained attention, Selective attention, Divided attention を評価することができるかと述べている。本研究では CAT に含まれる課題を用いて, Sustained attention, Selective attention, Divided attention を評価した。

(1) 反応時間課題, X 課題

反応時間課題では, PC の画面上に数字の「7」が 1~2 秒の間のランダムな間隔で 80 回呈示される。被験者は「7」が出現する度にできるだけ速く PC のキーを押すことを求められる。正答率[%] (ターゲットの総出現回数に対する正反応数の割合) や正反応の平均反応時間[ms] (「7」が出現してからキーを押すまでにかかる時間の平均値) といった測定値は PC により自動算出される。X 課題では, PC 上に「1」~「9」までの数字が 400 回ランダムに呈示される。呈示間隔は反応時間課題と同様である。「7」は 80 回出現するように設定されており, 被験者は「7」が出現する度にできるだけ速くキーを押すことを求められる。測定する項目は反応時間課題と同様である。文献²¹⁾に従い, 反応時間課題・X 課題の正答率[%]・平均反応時間[ms]を Sustained attention の指標として用いた。

(2) 視覚性抹消課題

複数の数字または平仮名の列の中からターゲットとなる数字または平仮名をできるだけ速く見落としのないようにチェックする課題である。1 つ目の課題のターゲットは「3」, 2 つ目の課題のターゲットは「か」である。各課題とも A3 の用紙に数字または平仮名が 6 行 52 列で配置されていて, 1 行に 19 個のターゲットが含まれている。ターゲットの総数は 114 個である。数字と平仮名の課題の用紙を 1 枚ずつ被験者に呈示し, 1 行目の左端から右

方向へ, 続いてその下の行へ順次進んでもらい, 開始から終了までの所要時間[s]をストップウォッチで計測する。また課題終了後, 正答率[%] (ターゲットの総数に対する正答数の割合) を算出する。文献²¹⁾に従い, 所要時間[s]と正答率[%]を Selective attention の指標として用いた。

(3) Symbol Digit Modalities, Paced Auditory Serial Addition Test

Symbol Digit Modalities (以下, SDMT) は, 9 つの記号と数字が記載された対応表をもとに, 記号に対応する数字を記入していく課題である。問題総数は 110 個であり, 制限時間 90 秒以内にできるだけ多く記入してもらう。課題終了後, 達成率[%] (問題総数に対する正答数の割合) を算出する。Paced Auditory Serial Addition Test (以下, PASAT) は, CD で連続的に聴覚呈示される 1 桁の数字に対し, 前後の数字を順次暗算で足し算していく課題である。呈示間隔が 2 秒のものとは 1 秒のものとの 2 種類が存在する。課題終了後, 正答率[%] (問題数に対する正答数の割合) を算出する。文献²¹⁾に従い, SDMT の達成率[%]と PASAT2 秒条件・1 秒条件の正答率[%]を Divided attention の指標として用いた。

3. 注意と運転挙動との関連性

3.1 Sustained attention と走行位置の維持との関連性

分析対象とした道路モデルは中央道モデルである。なお, 曲率半径が小さい区間では進行方向を見通そうとし走行位置が変化してしまう可能性がある。本分析の目的は注意と走行位置との関連性を把握することであるため, そのような区間を含まず注意以外の要因を可能な限り排除できる 6.5~8.5kp を分析区間とする。

走行位置の維持は, 走行位置のばらつき, つまり標準偏差で評価することとし, 0.001kp ごとの車線中心と車中心間の距離の標準偏差[m]を算出した。この走行位置の標準偏差と, 被験者ごとの反応時間課題・X 課題の正答率および平均反応時間を用い, Pearson の積率相関係数を算出した。

表3 反応時間課題・X 課題の結果と走行位置の標準偏差との積率相関係数

	反応時間課題		X課題	
	正答率	平均反応時間	正答率	平均反応時間
走行位置の標準偏差	-.469**	.152	-.339†	.218

注) $N=30$; ** $p<.01$, † $p<.10$

その結果, 反応時間課題の正答率と走行位置の標準偏差との間に有意な負の相関 ($r=-.469, p<.01$), X 課題の正答率と走行位置の標準偏差との間に有意傾向のある負の相関 ($r=-.339, p<.10$) が見られた (表3)。よって反

応時間課題・X 課題の正答率が低い、つまり Sustained attention が低いほど走行位置のばらつきが大きいことが示された。

3.2 Selective attention と標識の視認・判読との関連性

分析対象とする道路モデルは新東名モデルと山陽道モデルである。ヒアリングによって取得した視認点から標識までの距離・判読に要した時間と、視覚性抹消課題の正答率および所要時間を用い、Pearson の積率相関係数を算出した。なお実験終了後、ヒアリングで取得したデータを確認すると、ID16, 28 が「文字が見えた」と答えたタイミングでは明らかに標識を通り過ぎていた。被験者が課題を誤解した、もしくは記録ミスの可能性があるので、この2名のデータは分析から除外する。

表4 視覚性抹消課題「3」の結果と視認点から標識までの距離・判読に要した時間との積率相関係数

		正答率	所要時間
新東名モデル	視認点から標識までの距離	-.083	-.481**
	判読に要した時間	-.256	-.314
山陽道モデル	視認点から標識までの距離	-.170	-.439*
	判読に要した時間	-.066	-.400*

注) $N=28$; ** $p<.01$, * $p<.05$

表5 視覚性抹消課題「か」の結果と視認点から標識までの距離・判読に要した時間との積率相関係数

		正答率	所要時間
新東名モデル	視認点から標識までの距離	.138	-.267
	判読に要した時間	.005	-.284
山陽道モデル	視認点から標識までの距離	.219	-.242
	判読に要した時間	.011	-.175

注) $N=28$

相関分析の結果、新東名モデルと山陽道モデルのどちらにおいても、視覚性抹消課題「3」の所要時間と視認点から標識までの距離との間に有意な負の相関（それぞれ $r=-.481, p<.01$; $r=-.439, p<.05$ ）が見られた（表4）。よって視覚性抹消課題「3」の所要時間が長い、つまり Selective attention が低い人ほど視認点から標識までの距離が小さい（視認が遅い）ことが示された。

また山陽道モデルにおいて、視覚性抹消課題「3」の所要時間と判読に要した時間との間に有意な負の相関（ $r=-.400, p<.05$ ）が見られた（表4）。これは Selective attention が低いほど判読に要した時間が短いという関連性を示している。しかし Selective attention の定義を踏まえると、標的に意識を向ける機能が低いほど、標識内の地名などの情報に意識を向けることに時間がかかると考えられる。相関分析の結果はこのことと矛盾している。この原因と

して、Selective attention が低い人は標識の視認が遅れたことにより、判読に十分な時間が確保できなかったことが考えられる。

そこでまず CAT のマニュアル²¹⁾に記載されている視覚性抹消課題「3」の所要時間[s]の年齢別平均値に標準偏差を加えた値を基準値として設定した。そして基準値より課題の所要時間が短い被験者10人と長い被験者18人の群に分け比較を行った。参考にした値は、30代の平均値66.7標準偏差8.8、40代の平均値68.6標準偏差8.7、50代の平均値71.0標準偏差9.4である。課題の所要時間が基準値より長い群は Selective attention が低い群と言い換えることができる。平均値に標準偏差を加えたものを基準値として設定したのは、明らかに Selective attention が低い被験者を抽出し群を作り、そうではない被験者の群と比較することでそれぞれの群の特徴を把握するためである。

それぞれの群において標識の存在に気づいた地点、文字が見えた地点、行き先を理解した地点の平均地点を算出した。その結果、Selective attention が高い群は標識まで約79mの地点で行き先を理解しており、Selective attention が低い群は約62mの地点で行き先を理解していたことがわかった（図8）。

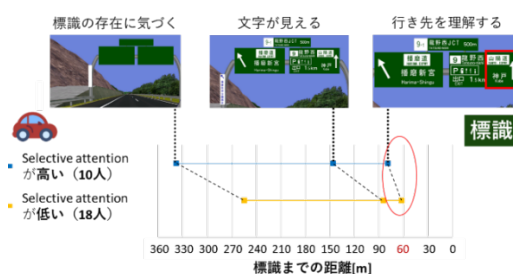


図8 Selective attention が高い群と低い群における各段階での標識からの平均距離

ここで、この実験で対象とした道路情報板の消失距離 l_s ²²⁾を式1によって求めた。

$$l_s = h \times \frac{1}{\tan 7^\circ} \quad (1)$$

ここで、 l_s : 消失距離[m], h : 運転者の目線の位置から道路情報板上端部までの高さ[m]である。

道路情報板上端部の高さは8.3mであることから、消失距離 l_s は59.9[m]と算出できる。Selective attention の低い群は標識まで約62mの地点で行き先を理解していたことも踏まえると、判読に余裕がなかったが、表示が視野から消え始めるため、消失点付近で「行き先を理解した」と回答した可能性がある。このような、標識の視認と判読の傾向を考慮して、ヒアリング方法の改良を行う必要がある。

3.3 Divided attention と前方注視率との関連性

先行研究²³⁾では前方注視率は式2のように定義されている。

$$G = \frac{t_z}{T} \times 100 \quad (2)$$

ここで、 G ：前方注視率[%]、 t_z ：前方を注視していた時間[s]、 T ：全注視時間[s]である。

複数の作業を同時に実施する機能が高い人ほど、周囲を比較的短時間で確認でき、結果として前方を見る時間が長くなり、前方注視率が高くなると考えられる。

前方注視率を算出するにあたり、本研究では注視対象物を「前方」「右前方車両」「ルームミラー」「サイドミラー（左）」「サイドミラー（右）」「路面標示」「路面」「標識」「メーター」の9種類に分け（図9）、前方の注視時間を全対象物の注視時間で除し、前方注視率を算出する。



図9 注視対象物のラベリング

本研究の外環基本と外環対策ではランプ1に進むため、分岐1までの区間において車線変更を行う必要があり、それに付随して周囲の確認が行われることが予想される。よって、走行開始から分岐1までを分析区間とした。外環基本と外環対策のどちらの道路モデルを先に走行するかは被験者によって異なることと走行順やカラー連携標示による影響を排除することを念頭に置き、式3で被験者ごとの前方注視率を算出した。

$$G' = \left[\frac{T_{f1} + T_{f2}}{T_{a1} + T_{a2}} \right] \times 100 \quad (3)$$

ここで、 G' ：本研究での前方注視率[%]、 T_{f1} ：1走行目の前方注視時間[s]、 T_{f2} ：2走行目の前方注視時間[s]、 T_{a1} ：1走行目の全対象物の注視時間[s]、 T_{a2} ：2走行目の全対象物の注視時間[s]である。

この前方注視率とSDMTの達成率、PASATの正答率を用いて、Pearsonの積率相関係数を算出した。なお、視線座標データが計測されていなかったID3、7は分析から除外する。計測ができていなかった原因として、アイトラッカーの不具合またはセッティングミスにより眼球の動きを捉えられていなかった可能性が考えられる。

表6 SDMT・PASATの結果と前方注視率との積率相関係数

	SDMT達成率	PASAT2秒条件 正答率	PASAT1秒条件 正答率
前方注視率	.324 [†]	.515 ^{**}	.435 [*]

注) $N=28$; $**p<.01$, $*p<.05$, $†p<.10$

相関分析の結果、SDMTの達成率、PASAT2秒条件の正答率、PASAT1秒条件の正答率のいずれも前方注視率との間に有意傾向のある正の相関 ($r = .324$, $p < .10$) および有意な正の相関 ($r = .515$, $p < .01$; $r = .435$, $p < .05$) が見られた（表6）。よってSDMTの達成率が低い、またはPASATの正答率が低い、つまりDivided attentionが低いほど前方注視率が低いことが示された。

4. おわりに

本研究ではDSを用いた室内走行実験を実施し、注意の機能と運転挙動との関連性の分析を試みた。以下に本研究で得られた成果を示す。

- 一定時間集中して作業を継続する機能であるSustained attentionが低いほど走行位置のぼらつきが大きいことを示した。
- 不要な刺激を抑制し本来の標的に意識を向ける機能であるSelective attentionが低いほど標識の視認が遅く、消失点直前で行き先を理解していたことを示した。
- 複数の作業を同時に実施する機能であるDivided attentionが低いほど前方注視率が低いことを示した。

3.2で述べた通り、本実験の被験者でSelective attentionが平均と標準偏差を基に設定した基準を下回っていた人は28人中18人であり、6割以上を占めていた。よってSelective attentionが相対的に低い人が一定割合存在することを前提として、標識・情報板のデザインおよび配置を見直す必要性が示唆される。しかし具体的なデザインおよび配置の提案には至っていないため、その検討が今後の課題として挙げられる。

参考文献

- 内閣府：令和5年版交通安全白書、https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/r05kou_haku/pdf/enbun/1-1-1-2.pdf（2023年10月19日閲覧）
- 川島朋也・木村司・篠原一光：車載機器を模したLEDの点灯が前方のブレーキランプの検出に与える影響、交通科学、Vol. 53, No. 1, pp. 51-57, 2023.
- 田久保宣晃：交通事故データによる運転者のヒューマンエラーと心的負荷の一考察、IATSS review, Vol. 30, No. 3, pp. 299-308, 2005.

- 4) 三浦夏帆・石川隆志：脳卒中片麻痺患者における姿勢の違いが注意機能に与える影響-座位，立位の姿勢の違いに着目して-，秋田大学保健学専攻紀要，Vol. 23, No. 2, pp. 99-106, 2015.
- 5) 鹿島晴雄・半田貴士・加藤元一郎・本田哲三・佐久間啓・村松太郎・吉野相英・斎藤寿昭・大江康雄：注意障害と前頭葉損傷，医学書院編「神経研究の進歩」，Vol. 30, No. 5, pp. 847-857, 1986.
- 6) A.ルリヤ著；天野清訳：ルリヤ現代の心理学（下），文一総合出版，1980.
- 7) Campbell, R. J.: Psychiatric Dictionary SIXTH EDITION, Oxford University Press, 1989.
- 8) McKay Moore Sohlberg, Karen A. McLaughlin, Antonella Pavese, Anke Heidrich & Michael I. Posner: Evaluation of Attention Process Training and Brain Injury Education in Persons with Acquired Brain Injury, Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, Vol. 22, No. 5, pp. 656-676, 2000.
- 9) 豊倉穰：注意障害の臨床，高次脳機能研究，Vol. 28, No. 3, pp. 320-328, 2008.
- 10) 豊倉穰：汎性注意障害の評価・診断とリハビリテーション，The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine, Vol. 57, No. 6, pp. 530-537.
- 11) 殿村隆太・松田雅弘・大保武慶・万治淳史・久保田直行：自動車運転再開への新たな指標に関する注意機能評価支援システム，日本交通科学学会誌，Vol.18, No. 2, pp. 3-12, 2019.
- 12) 角力山柊・佐藤智晴・菊池輝・泊尚志：認知的負荷が運転操作等に及ぼす影響，土木学会論文集 D3（土木計画学），Vol. 76, No.5, I_1353-I_1360, 2021.
- 13) 佐藤稔久・長谷川国大・木原健・中原公彦・楊波：自動運転の高度化に則したHMIに関する調査研究，SIP 成果報告書，pp. 144-148, 2022.
- 14) 飯田克弘・森康男・金鍾旻・池田武司・三木隆史：ドライビングシミュレータを用いた室内実験システムによる運転者行動分析-実験データの再現性検討と高速道路トンネル坑口の評価-，土木計画学研究・論文集，No. 17, pp. 93-100, 1999.
- 15) 大口敬・金子哲也・飯田克弘・渡邊亨：ドライビング・シミュレータを用いた道路線形と追従挙動特性に関する研究，土木計画学研究・講演集，No.24(2), pp. 649-652, 2001.
- 16) 若林拓史・川村雄輝・笠置剛：簡易 CG による道路案内標識のチャック数と通過速度に関する室内実験プログラムの開発，土木学会，第 51 回土木計画学研究会，26-05, 2015.
- 17) 飯田克弘・吉村海斗：運転者の状態不安と注意制御が運転挙動に与える影響，第 41 回交通工学研究発表会論文報告集，pp. 341-348 (on CDROM), 2021.
- 18) A. Olsen and R. Matos: Identifying parameter values for an I-VT fixation filter suitable for handling data sampled with various sampling frequencies, in ETRA '12, Santa Barbara, CA, USA.
- 19) Komogortsev, Oleg V., Gobert, Denise, V., Jayarathna, Sampath, Koh, Do Hyong, and Gowda, Sandeep M.: Standardization of Automated Analyses of Oculomotor Fixation and Saccadic Behaviors, Biomedical Engineering, IEEE Transactions on, Vol. 57, No. 11, pp. 2635-2645.
- 20) 三村將・藤田佳男：2.安全運転と認知機能，日本老年医学会雑誌，Vol. 55, No. 2, pp. 191-196, 2020.
- 21) 一般社団法人日本高次脳機能障害学会 Brain Function Test 委員会：標準注意検査法・標準意欲評価法，株式会社新興医学出版社，2006.
- 22) 山谷正人：道路情報板の表示方式の変遷及び視認距離，建設電気技術協会，Vol. 176, 2012.
- 23) 前田公三・水島卓也・綱井秀樹・林隆三・永井正夫・小花麻純・佐々木和也：常時記録型ドライブレコーダを用いた車線変更時の運転行動解析，自動車技術会論文集，Vol. 40, No. 5, pp. 1369-1374, 2009.