

ヒヤリハット遭遇時における運転者特性と身体情報の分析 Analysis of Driver Body Information and Driving Style with Near-miss Events

佐藤 和人* 加藤 大輝* 勝又 健太郎* 伊藤 桃代** 間所 洋和* 門脇 さくら***
Kazuhiro Sato Daiki Kato Kentaro Katumata Momoyo Ito Hirokazu Madokoro Sakura Kadowaki

1. まえがき

日本国内の交通事故による死亡者数が最も多いのは歩行者事故であり、平成22年度は、死亡事故全体の32.5%を占めている¹⁾。また、自転車事故は死亡に至る割合は低いものの、年間15万人以上が死傷しており、死傷者全体の20.9%を占めている²⁾。最近の調査結果でも死傷者数は減少傾向にはあるが、依然として深刻な状況が続いている³⁾。交通事故のほとんどがヒューマンエラー(人的事故要因)によるものではあるが、科学的なデータに基づいて、どのような場面で、どのような過程で、どのようにヒューマンエラーが発生し、事故に結びついているかの議論は比較的少ない。加えて、これまで検討が進められている交通事故を未然に防ぐ予防安全システムの機能や性能は、平均的なドライバには対応可能であるものの、個々のドライバの運転状態に即して、適応的に対応することができていない。

一方、ドライバが急ブレーキや急ハンドルといった回避操作を取った時の加速度をトリガとして、トリガ発生前後の車両前方映像、ドライバ映像、車速や加速度等の運転操作情報はヒヤリハットデータとして記録され、事故及び事故一步手前の事例としてデータベース化が進んでいる。その中でも自動車技術会では、約4万件に及ぶ世界最大規模のヒヤリハットデータベース(HHDB)を構築している⁴⁾。更に興味深い点は、ヒヤリハットとドライバ行動特性の関連付けが行なわれ、ヒヤリハット遭遇時のドライバの心身状態として「焦り・イライラ」と「注意力低下(注意散漫)」が注目されている。

本研究では、見通しの悪い無信号交差点におけるヒヤリハットと安全確認行動に着目する。交差点進入時に遭遇する自転車の飛び出しと、ドライバの身体情報の中でも顔向きと視線の動きに焦点をあて、ヒヤリハット遭遇前後における安全確認行動の特徴的動きと運転スタイルや負担感受性との因果関係の分析を試みる。

2. 関連研究

事故統計によると、出会い頭事故が多く発生する無信号交差点では、出会い頭事故におけるヒューマンエラーの約3/4が認知性の注意散漫状態による安全不確認であることが指摘されている。ドライバの事故要因と検出指標を図1に示す。歩行者が死亡に至る事故要因の35%は漫然運転で、ドライバの覚醒程度により「注意散漫状態」と「疲労状態」に分類され、注意散漫状態の検出指標は、生理情報と身体情報の一部に限定される。ドライバの

疲労状態の推定技術として、車載カメラで捉えた顔向きや瞼の状態(瞬き・瞼開度)から注意力や覚醒度を検出する手法⁵⁾⁶⁾、車両挙動からドライバの覚醒度低下を検出する手法⁷⁾がそれぞれ実用化されつつある。最近では、わき見運転や注意散漫状態の予兆検出に向けて視線の動きを検知・利用する研究開発も精力的に進められている⁸⁾⁹⁾。また、運転時の表情変化を扱った研究事例としては、ドライバの疲労計測の試みの中で、疲労度と第三者による顔表情評定値との関係性を扱った研究¹⁰⁾¹¹⁾が報告されており、それぞれ顔表情評定との相関が高くなるような工学的工夫が試みられている。

認知性の注意散漫は、ドライバの内部状態に起因するため外部からの観測が困難で、その推定方法は未だ確立されていない。注意散漫の検出手法は数多く提案されており¹²⁾、計測するモダリティに基づいて4種類に分類される¹³⁾。ドライバの「主観評価」と「生理情報」は、ドライバの負担を考慮すると実際の運転状況への適用は現実的ではない。また、危険に直接的に関与するハンドルやブレーキ操作などの「操作情報」は、注意散漫状態を検出した後にドライバに通知しても、危険回避に間に合わない可能性を有する。本研究で扱う注意散漫状態とは、注意資源が分散している「考え事状態」、「ぼんやり状態」、時間的制約下の運転タスクによる「焦り・イライラ状態」である。考え事状態については阿部ら¹⁴⁾が、ぼんやり状態については本間ら¹⁵⁾が、それぞれの状態における実験的検証を進めており、周囲状況の変化の見落としや発見遅れが発生し易い特徴的な場面の存在を確認している。

以上の点を踏まえ、本研究では、ドライバへの負担が少ない「身体情報」の指標を採用し、非接触・非拘束的な計測手段で取得可能な身体情報(頭部姿勢・顔向き・表情・視線)の中でも顔向きと視線に着目する。交差点進入時に遭遇するヒヤリハットとドライバの運転状態の関係性を解明するために、ヒヤリハット遭遇前後における顔向きと視線に着目した安全確認行動と運転スタイルや負担感受性の分析を通して、集中状態と注意散漫状態における安全確認行動の特性を解析する。

3. 実験手法

3.1 実験システム

人間の運転行動は多くの人が毎日行っているが、実環境における道路上での実際の行動から、個人の運転行動特性を明らかにするためには多くの困難が伴う。例えば、運転行動はその時の道路環境や交通状況によって変化するものであり、実際の道路上では、その環境条件や交通状況を一定に保ち再現することができない。そのため、例え行動がばらついていても、それが交通状況の違いによるばらつきなの

* 秋田県立大学, Akita Prefectural University

** 徳島大学, The University of Tokushima

*** Smart Design株式会社, Smart design Corp.

Cause of pedestrian fatal accidents /Detection index		Vehicle behavior	Operating information of driver	Physiological information of driver	Physical information of driver
Careless driving 35%	Distraction (Poor allocation of attentional resource) • Thinking-state • Blankly-state • Frustrated-state				
	Fatigue (Reduced state of arousal level) • Drowsiness • Snooze	Following distance Lane deviation Wobble	Brake Accelerator Handle	Pulse Heart rate EEG	Blink Eyelid opening Face orientation Head pose Facial expression
Inattentive driving 35%					Eye-gaze movements

Fig. 1 Detection metrics and factors of vehicle accidents.

か、個人の中でのばらつきなのかを明確に区別することはできない。本研究では、運転行動に影響を与える道路環境や交通状況を自由に設定して、それに対する運転行動を計測可能なドライビングシミュレータ(Driving Simulator: 以後 DS と略記する)を用いる。図 2 に実験システムの構成を示す。実験で用いた DS は、普通車と同程度の操作機器を具備したコンパクトで 6 軸モーション対応のプラットフォーム (SUBARU 型) で、キャビン前方にカラー液晶モニター 3 画面を有し、水平視野角を自由に設定可能な疑似運転環境が再現できる機能を有する。また、図 2 に示すように、ドライバの身体を拘束せずに頭部・顔向き・視線を計測するために、キャビン前方中央の液晶モニターの左右にカメラヘッドを、キャビン前方計測器の上部に赤外線ポッドを設置した。ここで、左右のカメラヘッドと赤外線ポッドは、頭部・視線追跡装置 (FaceLAB) の入力系センサーである。なお、複数の被験者による予備試験走行を通して、ステレオカメラヘッド及び赤外線ポッドの設置が運転時の視認性の妨げにならないことを確認している。さらに、ドライバの表情を撮影するために、キャビン前方中央の液晶モニターの上部に USB カメラ (Xtion pro Live) を設置した。

3.2 実験プロトコル

本研究における実験プロトコルの詳細を図 3 に示す。初めに、各被験者の個人特性として、運転に取り組む態度、志向、考え方を運転スタイルチェックシート¹⁶⁾、どのような種類の運転負担を強く感じるかを運転負担感受性チェックシート¹⁷⁾を用いて質問紙方式の検査を実施する。1 回の走行実験は、生体情報として心拍計 (RS800CX) を被験者に装着し、事前に平常時における 1 分間の瞬時心拍数を計測する。次に、被験者の顔向きと視線の計測精度を向上させるために頭部・視線追跡装置 (FaceLAB) のカメラ校正を行なう。なお、被験者の表情を撮影するための USB カメラ (Xtion pro Live) で運転時の顔動画を同時に記録する。これら事前準備の後、各計測装置の時間軸を同期させて、3.3 で後述する走行シナリオに沿ってコースを 3 周する。最後に、交差点で発生する事象に着目した問診表を用いて、ヒヤリハットに遭遇した際の主観評価 (4 段階評価) も実施した。なお、全ての被験者に対して、研究倫理規定に基づき事前に実験内容を十分説明し、被験者の自由意志により書面により実



Fig. 2 Experimental system for measuring driver's behaviors.

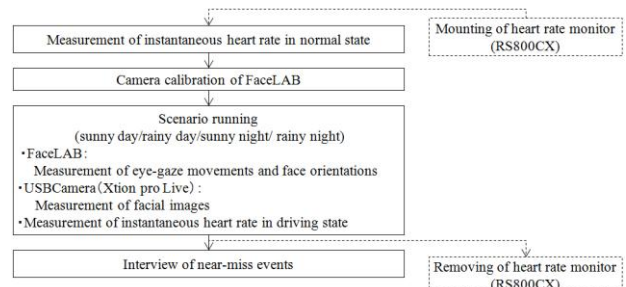


Fig. 3 Outline of experimental protocols.

験参加の同意を得た。さらに、特定の被験者からは、実験参加の同意と併せて顔画像掲載の許諾に関する同意も得ている。

3.3 ヒヤリハットと走行シナリオ

走行ルートと自転車の飛び出しを想定したヒヤリハットの定義を図 4 に示す。走行ルートは、共同研究を実施している徳島大学常三島キャンパス周辺の無信号交差点を模擬した周回コースを作成し、図中の交差点 1 及び交差点 2 を対象に、2 種類の自転車の飛び出しルートを設定した。交差点 1 では、自転車が自車の前方右側から出現し、左側へ横断するルート (以後ルート 1 と定義する) に設定した。交差点 2 では、自転車が自車の前方左側から出現し、自車の進路を妨害するように右側へ横断するルート (以後ルート 2 と定義する) に設定した。走行ルートは、キャンパス正門をスタートに交差点 1 から交差点 5 の順に走行する。なお、交差点 1 及び交差点 2 は、見通しの悪い無信号交差点である。

次に、走行シナリオの概要を以下に示す。基本の走行

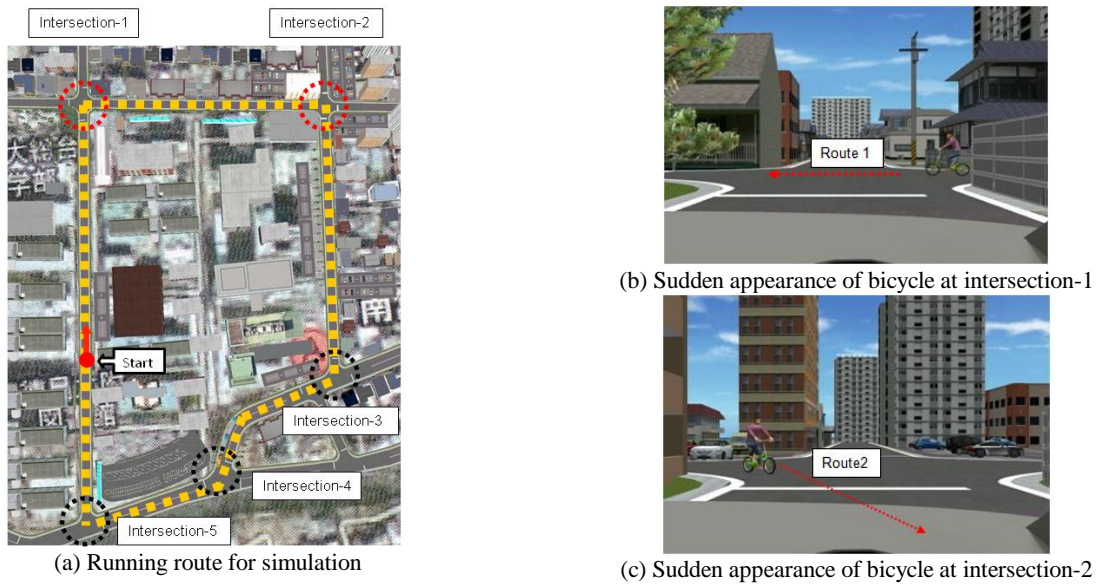


Fig. 4 Simulation course with near-miss events of two types (Route-1/Route-2).

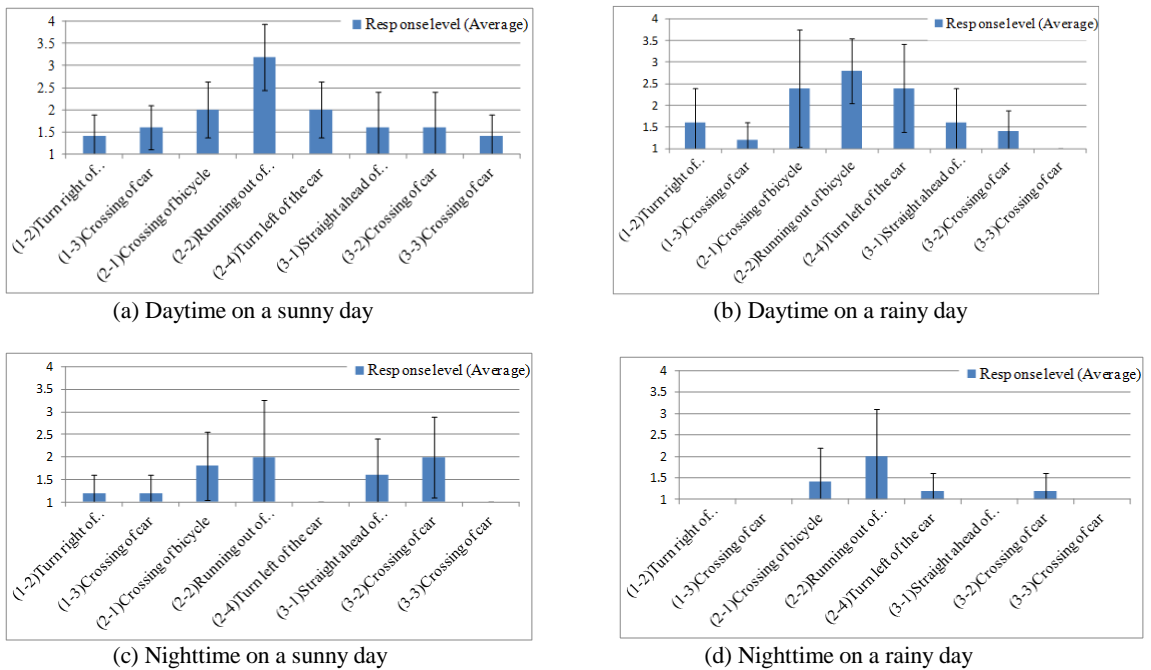


Fig. 5 Interview results of the traffic events at intersections (1, 2, and 3).

シナリオは、前述した走行ルートに3周するもので、1周目はヒヤリハット無し、2周目は交差点1でルート1の自転車の飛び出しが発生し、3周目は交差点2でルート2の自転車の飛び出しが発生するようにヒヤリハットの制御を行った。その他の交通流として、交差点1で対向車の直進と右折、交差点2と交差点3では自転車前方を自動車に横断するように交通流を制御した。前述の基本走行シナリオをベースに、天候(晴れ/雨)と時間帯(昼/夜)を変化させ、晴れ昼/雨昼/晴れ夜/雨夜の4種類の走行環境を用意した。

4. 実験結果と考察

本研究では、3.3で記述した走行シナリオをベースに、天候と時間帯を変化させた4種類の走行環境について、1つの走行環境で同じ走行ルートを3周する実験を行った。また、走行環境は、晴れ昼/雨昼/晴れ夜/雨夜の順に変更し、すべての被験者に対して同一とした。被験者は、すべて普通自動車第一種運転免許を有する本学の学生で、その内訳は、男子学生5名(A, B, C, D, E)、女子学生1名(F)である。なお、走行実験に際しては、一時停止など道路交通法に基づく交通ルールと制限速度を守っ

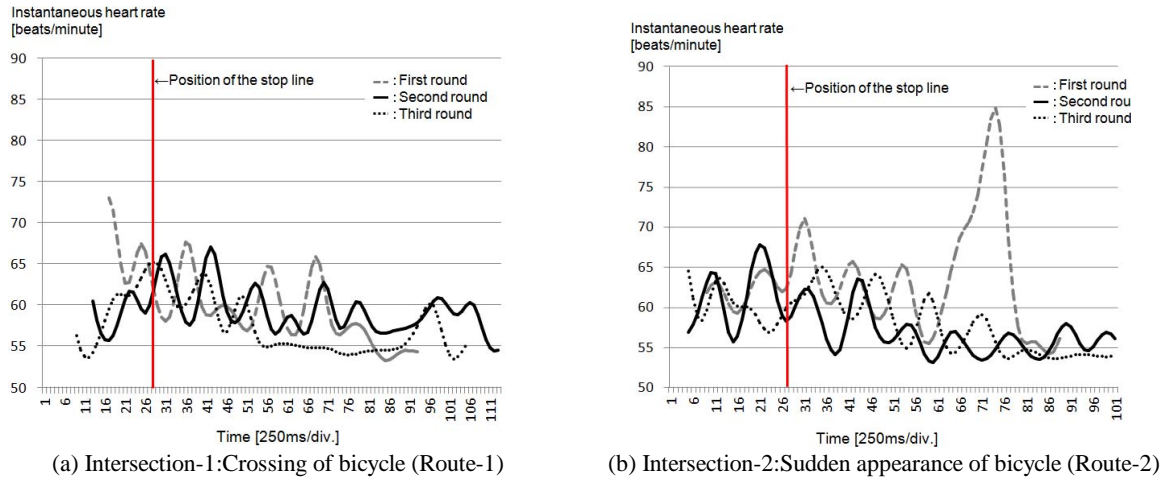


Fig. 6 Trend graphs of instantaneous heart rate (Subject C: daytime on a sunny day).

て運転するよう指示を与えた。

4.1 ヒヤリハットの問診結果

走行ルート中に存在する無信号交差点 1, 2, 3 を対象に、各交差点で発生する交通流の事象に対する驚きの程度 (4 件法) の問診結果を図 5 に示す。図 5 の(a)は「晴れ昼」の走行環境、(b)は「雨昼」、(c)は「晴れ夜」、(d)は「雨夜」の結果を示している。(a)から(d)の横軸は、注目する交差点で発生する交通流の事象を時系列に表記したものである。例えば、左端の「(1-2) 対向車の右折」は 1 周目の交差点 2 で発生した対向車の右折を、右端の「(3-3) 自動車の横断」は 3 周目の交差点 3 で発生した自動車の横断を表わしている。また、縦軸は被験者 6 名の驚き程度の平均と分散を示している。

ヒヤリハットとして定義した自転車の飛び出しに注目すると、(a)の「晴れ昼」では、ルート 1 として定義した「(2-1) 自転車の横断」に対する驚きの程度は低いが、ルート 2 として定義した「(2-2) 自転車の飛び出し」に対する驚きの程度は高い値を示している。ルート 1 の結果は、交差点に進入し右折しようとする自転車と自動車の横断するタイミングの微妙なズレが影響しているものと考えられる。すなわち、右折行動に入る前に自転車の横断を視認できているため、驚きの程度が低くなったものと考えられる。一方、ルート 2 の結果は、交差点に進入し右折しようとする自転車の進路を妨害する形態で自転車の飛び出しが発生するため、各被験者共に驚きの程度が高い値を示したものと考えられる。また、(a)の「晴れ昼」と(b)の「雨昼」の結果を比較すると、雨による視認性の低下によりルート 1 の「(2-1) 自転車の横断」に対する驚きの程度が上昇している。雨の走行環境では、自転車の横断を確認する時間コストが影響しているものと推察する。(c)の「晴れ夜」と(d)の「雨夜」の全体的な傾向として、ヒヤリハットを含む殆どどの交通流の事象で驚きの程度が低下している。これらの結果は、走行環境を変えて実験を進めていく中で、各被験者が交差点で発生する交通流の事象を予測しているためと推察される。

4.2 心拍変動の分析

正常時における心拍間隔 (RRI: R-R Interval) は周期的に変動していることが知られており、様々な生体のフィードバックメカニズムが関係している。これまでの研究

で、心拍変動と自律神経機能の間に強い関係性の存在を確認してはいるものの、一般性を持って定量的に示されているとは言いがたい。ここでは、無信号交差点で遭遇するヒヤリハットが、ドライバの心理状態にどのように影響しているかを RRI の観点から定量的に分析する。すなわち、3.3 で定義した 2 つのルートの自転車の飛び出しが、ドライバの緊張状態を反映している自律神経系 (心臓交感・副交感神経) の活動バランスに対して、どのように影響を与えているかを解析する。

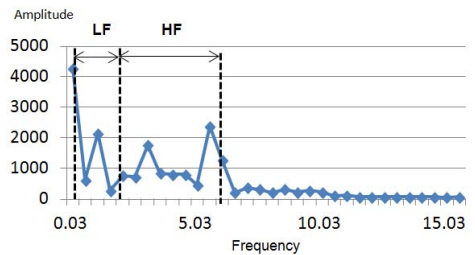
被験者 C が走行ルートを 3 周した際、「交差点進入から右折完了までの区間」における瞬時心拍数のトレンドグラフを、交差点 1 の結果を図 6 の(a)、交差点 2 の結果を図 6 の(b)に示す。なお、各交差点における一時停止位置を基準に、一時停止標識の通過から右折完了までの区間を 3 周分抽出しているため、交差点進入時の自転車速度や安全確認行動の違いにより、抽出区間の先頭と終了にバラツキが有る。2 周目と 3 周目に比べて 1 周目の抽出区間が短いのは、交差点進入時と右折時の自転車速度が比較的速いためと考える。2 周目の交差点 1 と 2 で、それぞれ自転車の横断と飛び出しのヒヤリハットに遭遇しているにもかかわらず、瞬時心拍数のトレンドグラフに目立った変化が見られない。対象区間における瞬時心拍数の平均値は、交差点 1 の 1 周目が 60.1, 2 周目が 57.5, 3 周目が 59.4 で、交差点 2 の 1 周目が 63.4, 2 周目が 58.8, 3 周目が 57.7 [beats/minute] である。図 6 の(b)において、交差点 2 の 1 周目の右折完了間際、瞬時心拍数が 85 [beats/minute] まで急激に上昇している。この理由としては、右折後に遭遇する左前方を併走する自転車を視認したことによる驚きと緊張感が考えられる。

次に、対象区間における RRI 時系列を周波数解析したパワースペクトルについて、交差点 1 の結果を図 7、交差点 2 の結果を図 8 に示す。心臓交感・副交感神経の活動バランスの分析観点から 0.15~0.40[Hz] の高周波成分 (HF: High Frequency) と 0.04~0.15[Hz] の低周波成分 (LF: Low Frequency) に着目する。副交感神経活動の指標として多くの研究で利用されている HF 値は、1 周目に比べて、ヒヤリハット遭遇時の 2 周目の値が交差点 1 及び交差点 2 共に減少傾向が見られる。これは緊張感が高まると副交感神経を反映する HF の値が減少する報告¹⁸⁾と一致する。すなわち、ヒヤリハットとして定義した自

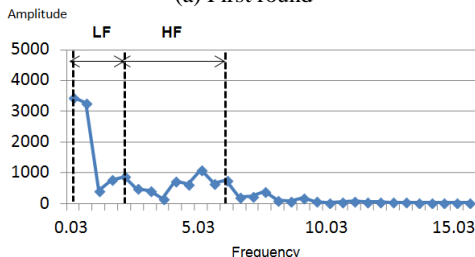
Table 1 Frequency analysis and coefficient of variation of RRI (Subject C : daytime on a sunny day).

	Intersection-1			Intersection-2		
	First round	Second round	Third round	First round	Second round	Third round
CV-RRI	0.058	0.057	0.043	0.096	0.060	0.058
HF (ms ²)	10,667	7,040	8,782	16,908	8,440	8,815
LF (ms ²)	138,548	143,688	137,144	139,233	141,548	141,791
LF/HF	12.99	20.41	15.62	8.23	16.27	16.09

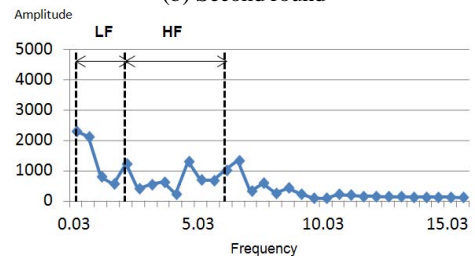
HF (High Frequency) : 0.15~0.40 [Hz]
 LF (Low Frequency) : 0.04 ~ 0.15[Hz]
 CV-RRI (Coefficient of variation - RRI)



(a) First round

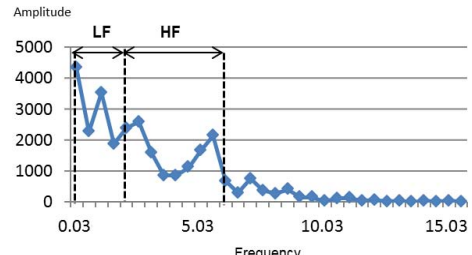


(b) Second round

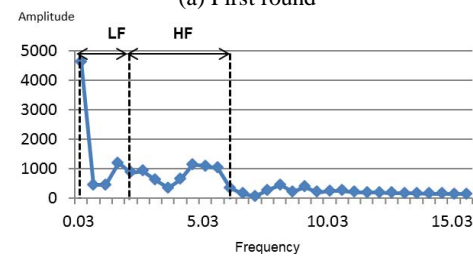


(c) Third round

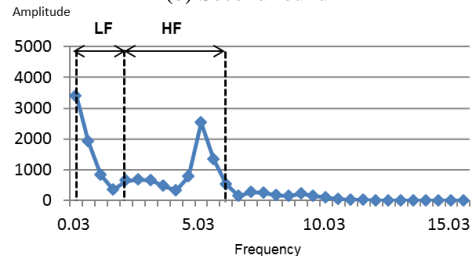
Fig. 7 Frequency analysis of RRI during intersection-1 (Subject C: daytime on a sunny day).



(a) First round



(b) Second round



(c) Third round

Fig. 8 Frequency analysis of RRI during intersection-2 (Subject C: daytime on a sunny day).

自転車の横断（ルート 1）や飛び出し（ルート 2）がドライバーに対して有効に作用したものと考えられる。ヒヤリハットによる副交感神経からの刺激がすばやく心拍に応答している様子が窺える。

最後に、RRI から得られる複数の指標である HF 値、LF 値、LF/HF 値、及び RRI の変動係数（CV : Coefficient Variation）値に関して、交差点毎に纏めたものを表 1 に示す。RRI の変動係数である CV-RRI は、ストレスや緊張感が高まると値が小さくなる研究が報告されている¹⁹⁾。交差点 1 の自転車の横断（ルート 1）では、1 周目の CV-RRI 値が 0.058、2 周目の CV-RRI 値が 0.057 と変化が確認できない。一方、交差点 2 の自転車の飛び出し（ルート 2）では、1 周目の CV-RRI 値が 0.096、2 周目の CV-RRI 値

が 0.060 と僅かではあるが減少が認められる。4.1 のヒヤリハット問診結果で示した「(2-1) 自転車の横断」に対する驚きの程度は低い、「(2-2) 自転車の飛び出し」に対する驚きの程度は高い値を示す分析結果を支持していると考えられる。更に、交感神経活動を反映する指標として一般的な LF/HF 値に着目すると、交差点 1 では 1 周目が 12.99、2 周目が 20.41、交差点 2 では 1 周目が 8.23、2 周目が 16.27 であり、交差点 1 及び交差点 2 共にヒヤリハット遭遇前後で明確な上昇が確認できる。LF/HF 値は、一般的にストレスや緊張感が高まると値が増加することが報告されている研究¹⁸⁾と、一方で、違いは認められるものの個人差が大きいため利用には慎重な対応が必要であるとの報告も有る²⁰⁾。しかしながら、これらの先行研究



Fig. 9 Sudden appearance of bicycle at intersection-1, crossing right to left
(subject C : daytime on a sunny day).



Fig. 10 Sudden appearance of bicycle at intersection-2, interfering with the vehicle path
(subject C : daytime on a sunny day).

を支持する分析結果が得られたことから、DS によるヒヤリハット事象は有効に作用したものと考える。

4.3 顔向き・視線の分析

見通しの悪い無信号交差点 1 及び 2 で発生するヒヤリハットを対象に、「交差点進入から一時停止までの区間：区間 1 と定義」と「一時停止から安全確認し右折完了までの区間：区間 2 と定義」に分類し、頭部・視線追跡装置 (FaceLAB) で計測したドライバーの顔向きと視線の位置情報を散布図として、交差点 1 の結果を図 9、交差点 2 の結果を図 10 に示す。散布図の位置情報は、キャビン前方に設置したカラー液晶モニタ 3 画面を 1 つのスクリーンとした 2 次元座標系 (X, Y) で表現されており、スクリーンの中央を原点 (0, 0) にメートル単位で表示している。図 9 及び図 10 は、被験者 C の走行環境が「晴れ

昼」の結果を示している。図 9 及び図 10 の(a)は区間 1 の視線、(b)は区間 1 の顔向き、(c)は区間 2 の視線、(d)は区間 2 の顔向きの結果を示している。

図 9 の交差点 1 におけるルート 1 の自転車の飛び出しに着目すると、区間 1 では自転車の進路前方を注視し、交差点の停止位置を意識している様子が、(a)の視線と(b)の顔向きの散布図がスクリーン中央に集中している形態から読み取れる。一方、区間 2 では、一時停止後の安全確認で視認した自転車の横断を追跡する様子が、(c)の視線と(d)の顔向きの散布図が左右に分散している形態から読み取れる。この結果は、ヒヤリハットのルート 1 として定義した「自転車が自車の前方右側から出現し、左側へ横断する事象」に対する安全確認行動を定量的に支持するものとする。

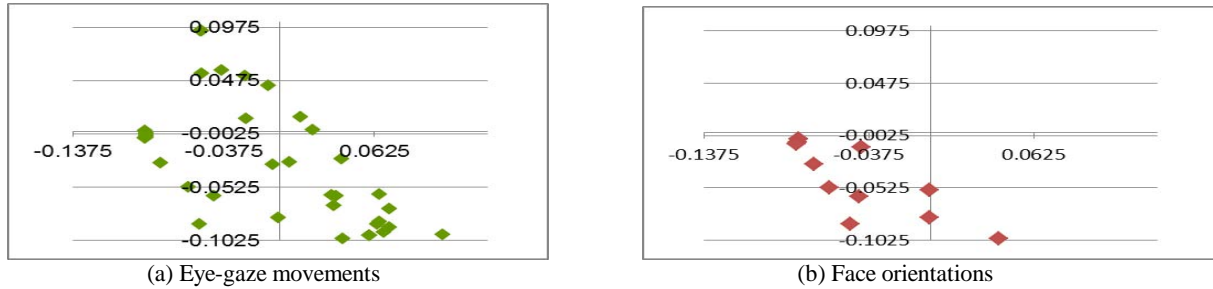


Fig. 11 Scatter diagram of the section ranging from detection to gaze-tracking of sudden appearance of bicycle.

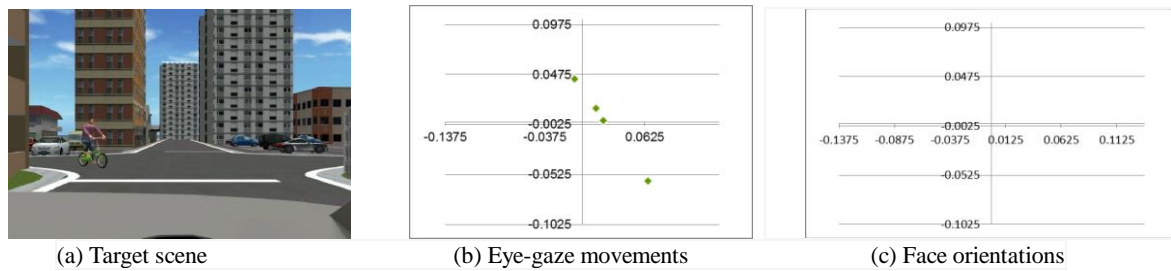


Fig. 12 Detection case of sudden appearance of bicycle for the first time.

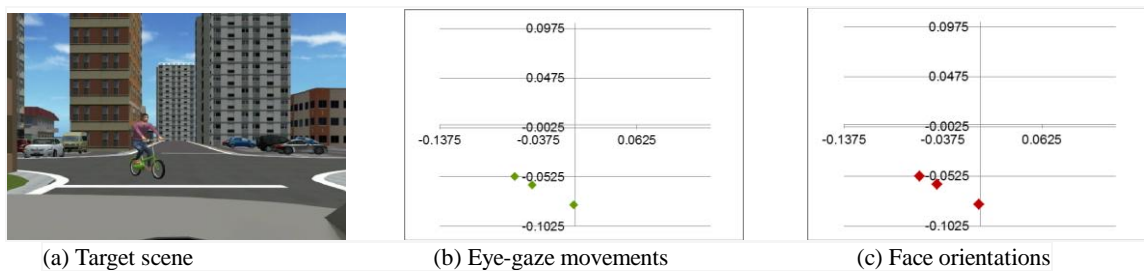


Fig. 13 Case in which eye movements and face orientations were plotted concurrently.

次に、図 10 の交差点 2 におけるルート 2 の自転車の飛び出しに着目する。区間 1 では自転車の進路前方左側から飛び出した自転車を視認し、その後自転車の進路を追跡する様子が、(a)の視線と(b)の顔向き散布図がスクリーン中央から右側に連続した軌跡を形成している点から読み取れる。一方、区間 2 では、一時停止後の安全確認行動が自転車の飛び出しが発生した交差点の左側に集中している様子が、(d)の顔向き散布図がスクリーン中央に集中しつつ左側に連続した軌跡を形成している点から読み取れる。この結果は、ヒヤリハットのルート 2 として定義した「自転車が自車の前方左側から出現し、自車の進路を妨害するように右側へ横断する事象」に対する安全確認行動を定量的に支持するものと考えられる。

ルート 2 の自転車の飛び出しに関する時間軸をミクロ的観点から絞り込み、飛び出しの視認開始から追跡終了までの視線と顔向きの時間的関係性を分析する。視認開始から追跡終了までの視線と顔向きの散布図を図 11 に示す。顔向きの散布図に比べて視線の散布図が広範囲に点在しており、顔向きに先行して視線を制御し注視対象を探索する様子が窺える。そこで、視認開始から追跡終了までの時間軸を細分化し、視線と顔向きが散布図にプロットされるタイミングに着目して分析した。視線のみが先に散布図上に現れた結果を図 12 に、視線と顔向きが同

時に現れた結果を図 13 に示す。なお、図中(a)は自転車の飛び出しシーンの映像、(b)は対象シーンにおける視線の散布図、(c)は顔向きの散布図である。図 12 から理解できるように、自転車の飛び出しが最初に視認されたと考えられるタイミングでは、顔向きの散布図に変化が見られない。その後、図 13 では、視線と顔向きが一致した散布図が確認されており、このタイミングで初めて自転車の飛び出しに注視し追跡しているものと考えられる。

4.4 運転スタイルと負担感受性の影響

被験者 C の運転に取り組む個人特性として、運転スタイルチェックシートの結果を図 14 に、運転負担感受性チェックシートの結果を図 15 に示す。図 14 から理解できることは、被験者 C の運転スタイルとして、「心配性の傾向」、「虚偽発見尺度」と「運転に対する消極性」に平均的なドライバーより強い傾向が見受けられる。また、図 15 から理解できることは、運転負担感受性の傾向として、「運転への集中阻害」と「経路把握や探索」に平均的なドライバーより強く負担を感じ易く、「運転ペース阻害」に若干影響され易い特性を有する。

4.3 で述べた顔向きと視線の分析結果が示すように、被験者 C は、交差点 1 及び 2 で発生するヒヤリハットに対して、自転車の飛び出しルート (ルート 1, ルート 2) に適応した慎重な運転行動を選択している。特に、被験者

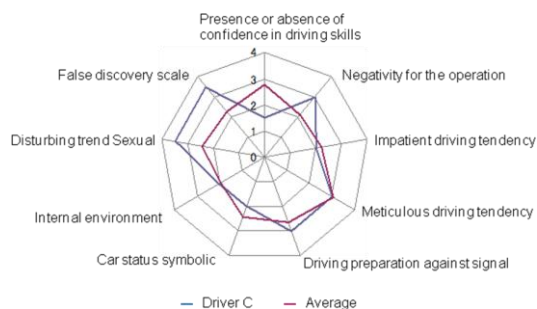


Fig. 14 Driving style of subject C.

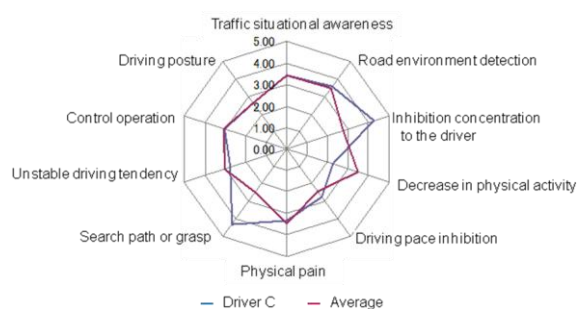


Fig. 15 Driving workload sensitivity of subject C.

Cの運転スタイルに関する特徴の1つとして「心配性的傾向」が、また、運転負担感受性の特徴として「運転への集中阻害」が平均的なドライバより強い傾向があるため、交差点2の進入時に遭遇した自転車の飛び出しに対する印象が残っており、その後の安全確認行動(区間2の顔向き散布図)が飛び出しルートに強く影響されたものとする。

4. まとめ

本研究では、見通しの悪い無信号交差点に焦点を当て、交差点進入時に遭遇する自転車の飛び出しによるヒヤリハットとドライバの運転状態の関係性を可視化するために、ヒヤリハット遭遇前後における顔向きと視線に着目して安全確認行動を解析し、その解析結果とドライバ固有の運転スタイルや運転負担感受性との相関関係について分析を行なった。その結果、以下の点が明らかとなった。

- ・自転車の進路に進入するルートの自転車の飛び出しは、ヒヤリハットとなる確率が高い。
- ・ヒヤリハット遭遇前後におけるドライバの顔向きと視線の特徴的軌跡が運転スタイルや負担感受性と相関関係を有する可能性がある。

今後は、被験者数と走行環境を制御した被験者毎の走行回数を増やし、ヒヤリハットと安全確認行動の因果関係について定量的解析を進める予定である。また、注意散漫状態を引き起こすタスクを意図的に課すことにより、ヒヤリハット遭遇時のドライバの運転状態(集中状態と注意散漫状態)の違いを引き起こす安全確認リスクの解明を目指したい。

参考文献

- (1) 交通事故総合分析センター：イタルダ・インフォメーション No.83, 2010.
- (2) 警視庁：自転車事故関連の状況, http://www.npa.go.jp/koutsuu/kikaku/bicycle/pdf/2_shousai.pdf
- (3) 警察庁交通局:平成 24 年中の交通事故の発生状況, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List/>
- (4) 自動車技術会 他, 交通事故ゼロを目指して新たな取り組みへ-ヒヤリハットデータベースの紹介-, Press Information PR-08020 (2009) <http://www.jsae.or.jp/PR/>
- (5) T. Ranney et al., Determining Driver Visual Attention with One Camera, IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems, Vol.4, No.4, pp.205-218 (2003)
- (6) Y. Dong et al., Driver inattention monitoring system for

intelligent vehicles: a review, IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems, Vol.12, No.2, pp.596-614 (2011)

- (7) 田中他, 車両挙動に基づくドライバの異常状態推定技術の開発, 自動車技術会 学術講演会前刷集, No.95-12 (2012)
- (8) K. Kircher et al., Comparison of Two Eye-gaze based on Real-time Driver Distraction Detection Algorithms in a Small-scale Field Operational Test, Proc. 5th Int. Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design, pp.16-23 (2009)
- (9) R. Yonetani et al., Mental Focus Analysis using the Spatio-temporal Correlation between Visual Saliency and Eye Movements, Journal of Information Proc., Vol.20, No.1, pp.267-276 (2012)
- (10) 土田他, 顔表情からの眠気評定特性を考慮した被験者に依存しないドライバ状態分類, 電子情報通信学会技術研究報告, ITS 111(441), pp.251-256 (2012-02-13)
- (11) 大見拓寛, 運転者の居眠り状態評価の画像センサ, 人工臓器 42 巻 1 号, pp.99-103(2013)
- (12) Y. Dong et al., Driver inattention monitoring system for intelligent vehicles: a review, IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems, Vol.12, No.2, pp.596-614 (2011)
- (13) T. Hirayama, K. Mase, and K. Takeda, Timing Analysis of Driver Gaze under Cognitive Distraction toward Peripheral Vehicle Behavior, The 26th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, pp.1-4 (2012)
- (14) 阿部他, ドライバの視覚的な注意に対する認知負荷の影響, 日本機械学会論文集(C編), Vol.76, No.767, pp.14-20 (2010)
- (15) 本間他, 低覚醒時におけるドライバの視認行動特性, 自動車技術会論文集, Vol.42, No.5, pp.1217-1222 (2011)
- (16) 石橋基範, HQL 式運転スタイルチェックシート解説書 (Driving Style Questionnaire : DSQ) 社団法人人間生活工学研究センター(2003)
- (17) 石橋基範, HQL 式運転負担感受性チェックシート解説書 (Workload Sensitivity Questionnaire : WSQ) 社団法人人間生活工学研究センター(2003)
- (18) 林博史編集, 心拍変動の臨床応用-生理的意義, 病態評価, 予後予測-, 医学書院 (2007)
- (19) 茂吉雅典, 横山清子, 吉岡貴芳, 高速道路の長時間運転における心電図 R-R 間隔時系列の経時変化, 自動車技術会論文集 Vol.27, No.3, pp.107-112 (1996)
- (20) 土川奏, 岩倉成志, 安藤章, 心拍間隔指標を用いた長距離運転時のストレス計測実験と解析-AHS の需要予測に向けて-, 第 26 回土木計画学研究発表会・講演集, No.298 (2002)