

夜間の生活道路事故の傾向と運転者の眼球運動特性に関する一考察*

Consideration of Traffic Accident Characteristics and Driver's Eye movements during Nighttime *

三村泰広**・稲垣具志**

By Yasuhiro MIMURA**・Tomoyuki INAGAKI**

1. はじめに

夜間は死亡事故などの重度事故の発生率が高いことが知られており、有効な夜間事故対策の必要性が望まれている。一般に夜間は、外部環境として照度が大きく低下するとともに、その均斉度も低下することで、明・暗順応に影響があること、物体の輝度対比が低下するため物体を識別することが難しくなることなど、運転時に重要とされる視覚情報獲得の能力低下が生じることが知られている。このため、補助幹線道路以上においては照度を確保するための「道路照明設置基準」が定められているが、生活道路においては特に明確な基準がないなどの課題もある。さらに基準以外にも生活道路は交通量などの少なさから、照明設置による費用対効果の面でも課題があり、柔軟な対策が求められているといえよう。その際、当該空間における事故の傾向、さらには運転者の視覚的情報の獲得方法を踏まえつつ、適切な形で対策を整備していく必要があると考えられる。

本研究は、上記のような問題意識を踏まえ、生活道路における夜間事故の特徴について把握し、さらにアイマークレコーダを用いた実験の一部を活用し、眼球運動の特徴を考察することで、夜間の生活道路の交通安全対策に資する基礎資料を提供することを目的とする。

2. 生活道路における夜間事故の特徴

(1) 方法

生活道路の夜間事故の特徴を把握するため、本研究では、平成16～18年、20年中頃に愛知県豊田市で発生した交通事故データを分析する。本データは愛知県警の協力により得られた交通事故の発生日月、時刻、当事者属性、事故類型などが整理されている。

ここで、夜間について本研究では、日暮後から夜明前までの時刻を夜と定義した。よってそれぞれの月の1日目の夜明、日暮を国立天文台が提供するシステム¹⁾を用いて夜間の事故を算出している。

*キーワードズ：交通安全、交通行動分析

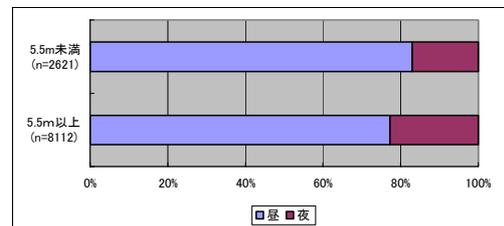
**正会員、博（工）、（公財）豊田市交通研究所
〒471-0026 豊田市若宮町1-1)

次に、本研究における生活道路の定義について、以下のように考える。橋本ら²⁾によれば、道路利用者が生活道路を認識する基準として車道中央線の有無や道路幅員が影響するとしている。これを踏まえ本研究では、車道幅員設置の基準である「道路標識、区画線及び道路標示に関する命令（昭和三十五年十二月十七日総理府・建設省令第三号）」を参考に車道幅員5.5m未満を生活道路、それ以上の車道幅員をもつ道路を幹線道路とする。

以上の方法を用いて、それぞれの幅員別、昼夜別の事故の傾向を整理する。

(2) 結果

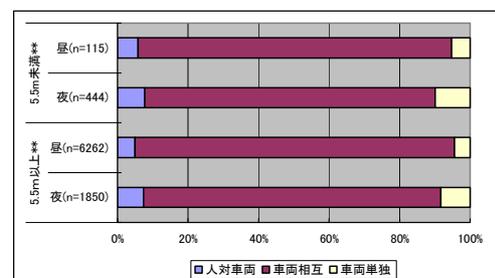
図1は車道幅員別の昼夜の事故割合を示している。生活道路の方が幹線道路に比べて夜間の事故割合が有意に少ないことがわかる。



※ χ^2 検定1%有意

図1 車道幅員別の昼夜の事故割合

図2は車道幅員別昼夜別の事故類型の傾向を示している。車道幅員に関わらず、昼にくらべて夜の人対車両、車両単独が有意に増加していることが確認できる。なお、本データは自転車は車両として扱っており、あり方も含めて、今後それら適切に扱った分析が必要である。

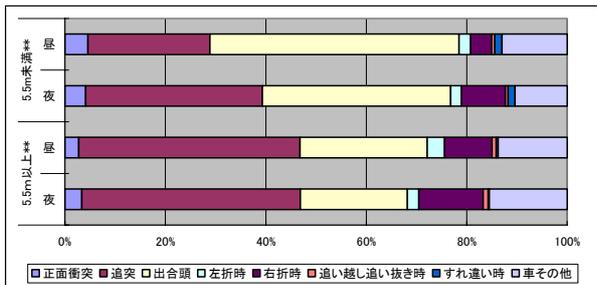


**： χ^2 検定1%有意

図2 車道幅員別昼夜別の事故類型の傾向

図3は車道幅員別昼夜別の車両相互事故類型の傾向を示している。夜間において車道幅員に関わらず有意に増えるのは、右折時の事故である。また、5.5m未満に着目すると、追突が大きく増えている点が特徴的であるといえよう。

以上のように、生活道路における夜間事故は幹線道路に比べ構成割合は低くなるものの、事故類型でみると、人対車両、単独事故が増加すること、さらに車両相互事故に着目すれば追突や右折時の事故が顕著増加することがわかる。



** : χ^2 検定1%有意

図3 車道幅員別昼夜別の車両相互事故類型の傾向

3. 運転者の夜間眼球運動特性

(1) 方法

本研究では眼球運動を計測するために、アイマークレコーダ (N社製 EMR-8) を使用している。アイマークレコーダは、人の注視する点をビデオ映像上に録画する装置であり、アイマーク検出ユニットで検出されたアイマーク (注視点) 座標を、視野ヘッドカメラによって撮影された被験者の視野に相当するビデオ映像上に合成させることで、被験者の両眼の注視点算出する。本システムでは人の眼の動きを測定する方法の一つとして、角膜反射方式を採用している。なお、アイマーク座標の取得間隔は1/60秒と設定している。

調査は表1の日程で実施した。被験者は2名であった。調査はそれぞれの被験者が用意した運転になった車両を用いて実施した。車両には被験者、記録調査員および走行ルート指示員の3名が乗車した。調査は図1に示す全長約3,300m、1回20分程度の特定期間を指示員に従って走行してもらう方法で行った。調査は昼夜それぞれ2回ずつ実施した。

筆者らの先行研究³⁾から眼球運動は車両の走行状態によってその特徴が異なることがわかっている。よって分析は図4に示す同一走行状態 (直進中) が確保される調査区間で行った。

区間1、3は同一区間の方向別である (写真1)。当該区間は車道中央線がなく車道幅員は箇所によって差はあるものの、4.2~4.3m程度である。沿道は主に住宅が

整備されている。

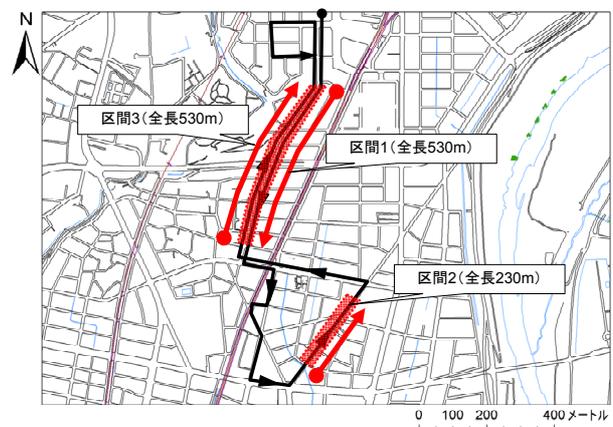
区間2は一方通行区間でコミュニティ道路整備が行われている (写真2)。車道中央線はなく、車道幅員は約2.3~2.4mである。区間1、3同様、沿道は住宅利用がなされている。

ここで、分析を実施するにあたり、結果に大きく影響を与えると想定される各調査区間における被験者のアイマークデータの精度を確認した。本研究で用いたアイマークレコーダは両眼の眼球運動を捉えることができる。そこで、両眼のアイマーク座標の取得率を確認したところ、いずれの被験者とも右目の取得率が高い傾向が見受けられた (昼夜、1回目、2回目とも欠測などのエラー値のないアイマーク座標の取得率がすべての区間で90%以上)。以上より、本研究では右目のみのデータを用いて分析を行うこととした²⁾。

分析の視点は先行研究³⁾を踏まえ静止する対象物を見るときに注視を移す跳躍運動であるサッカードの特徴に着目する。サッカードが生じるということは、その空間において様々な対象を注視しようとする生理的もしくは意識的反応が生じているということであり、言い換えれば、サッカードの特徴からその空間における注意反応を捉えることができるものと考えられる。ここでは、注意反応の多さをみるサッカードの発生頻度、注意箇所への反応速度を示すサッカード時の角速度、注意の範囲をみるサッカード時の注視位置から眼球運動の特性を整理する。なお、本研究では既往文献を参考にサッカードを100~500度/秒としている。

表1 調査概要

<p>■被験者：2名 (男性) 被験者A：20歳代、男性、ステーションワゴン型車両 被験者B：30歳代、男性、ミニバン型車両 ■調査日時 (いずれも2008年、平日、天候晴) 被験者A 昼：1回目 (A-1) 7月30日 10:00~、2回目 (A-2) 9月26日 16:00~ 夜：1回目 (A-3) 7月31日 20:00~、2回目 (A-4) 9月26日 19:00~ 被験者B 昼：1回目 (B-1) 7月31日 16:00~、2回目 (B-2) 9月04日 11:00~ 夜：1回目 (B-3) 7月31日 20:00~、2回目 (B-4) 9月09日 19:00~</p>
--



※黒矢印：走行経路、赤矢印：調査区間

図4 調査対象経路



写真1 区間1, 3の状況 写真2 区間2の状況

(2) 結果

a) サッカーの発生頻度

表2~3は区間別・被験者別でサッカーの発生頻度の統計値を示している。1回目と2回目の発生頻度をみると、昼夜とも1回目の平均値の値が高い場合が多いことがわかる。次に1回目、2回目で見えた場合に昼夜の発生頻度の差をみると、夜間において発生頻度が少ない区間が多いことがわかる。

1回目の発生頻度の多さは運転による慣れの影響が大きい可能性があるが、全体的に夜間にはサッカーの発生頻度が低下する傾向が窺える。なお、被験者Bの昼の1回目(B-1)は、値が突出して大きいことが判明したため、以降、B-1については言及しない。

表2 サッカーの発生頻度 (区間1)

	昼		夜		昼		夜	
	A-1	A-2	A-3	A-4	B-1	B-2	B-3	B-4
平均値(回/0.5秒)	1.16	1.03	0.93	0.85	2.21	1.18	1.14	1.02
標準偏差(回/0.5秒)	1.17	1.08	1.02	0.98	2.17	1.29	1.01	0.90
変動係数	1.01	1.05	1.10	1.16	0.98	1.10	0.89	0.89

表3 サッカーの発生頻度 (区間2)

	昼		夜		昼		夜	
	A-1	A-2	A-3	A-4	B-1	B-2	B-3	B-4
平均値(回/0.5秒)	1.75	0.94	0.92	0.98	2.82	1.70	1.42	1.42
標準偏差(回/0.5秒)	1.45	0.84	1.05	1.03	2.15	1.41	0.89	1.23
変動係数	0.83	0.89	1.14	1.05	0.76	0.83	0.63	0.87

表4 サッカーの発生頻度 (区間3)

	昼		夜		昼		夜	
	A-1	A-2	A-3	A-4	B-1	B-2	B-3	B-4
平均値(回/0.5秒)	1.65	1.05	1.42	1.12	2.77	1.36	1.36	0.88
標準偏差(回/0.5秒)	1.41	0.97	1.13	1.02	2.17	1.55	1.13	0.91
変動係数	0.85	0.92	0.79	0.91	0.78	1.14	0.83	1.04

b) サッカーの角速度

図5~6は区間1, 2における角速度別でみたサッカーの発生頻度を示している。全体的に角速度が上がるに従い、その発生頻度が減少している。昼夜で見えた場合に、被験者Bにおいてやや角速度が低いものの頻度が上昇する傾向があるが、特徴的といえる傾向は見受けられない。なお、紙面の関係上省いたが、区間3についても上記と同様の傾向を示している。

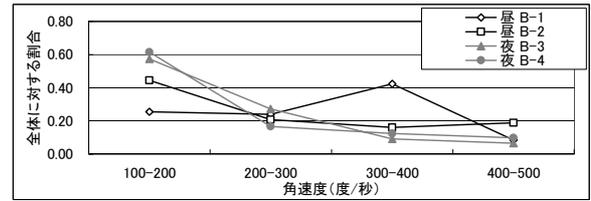
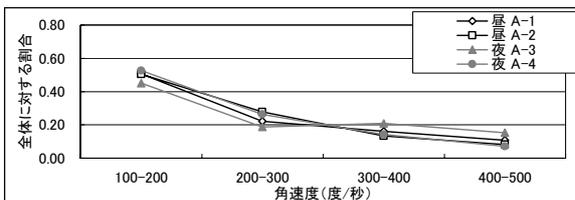


図5 区間1の角速度別でみたサッカーの発生頻度 (上被験者A, 下被験者B)

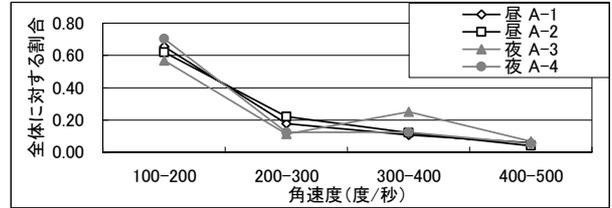


図6 区間2の角速度別でみたサッカーの発生頻度 (上被験者A, 下被験者B)

c) サッカー時の注視位置

図7~10は各区間、被験者別のサッカー時の注視位置を示している。なお、これは使用機器の制約によって映像範囲であるx(横軸)方向(-31~31)、y(縦軸)方向(-23.3~23.3)の座標における注視点をプロットしたものである。各区間、昼夜とも一回目に実施されたものがやや広範囲に注視点が分布しているようにみえるが、昼夜間で特徴的といえる傾向は見受けられない。なお、紙面の関係上省いたが、区間3についても上記と同様の傾向を示している。

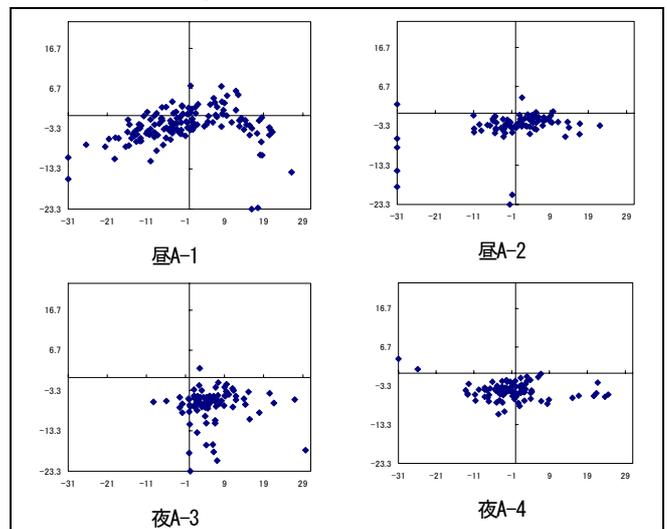


図7 サッカー時の注視位置 (区間1, 被験者A)

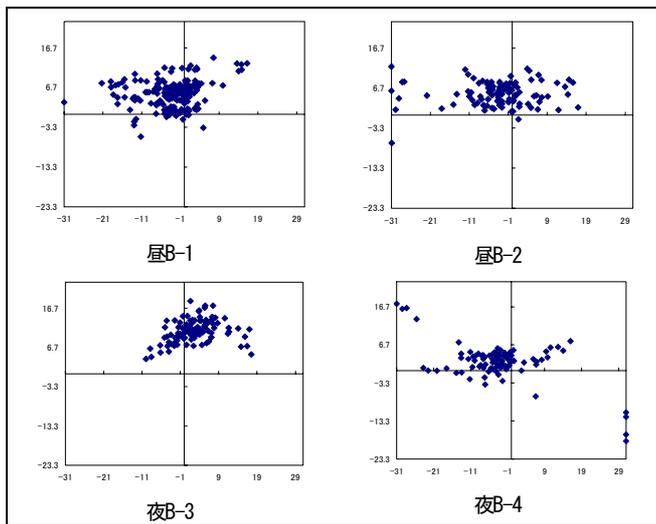


図8 サッカード時の注視位置 (区間1、被験者B)

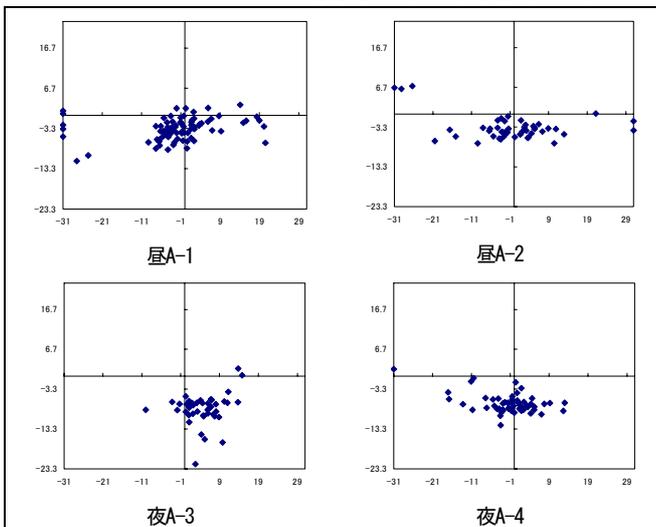


図9 サッカード時の注視位置 (区間2、被験者A)

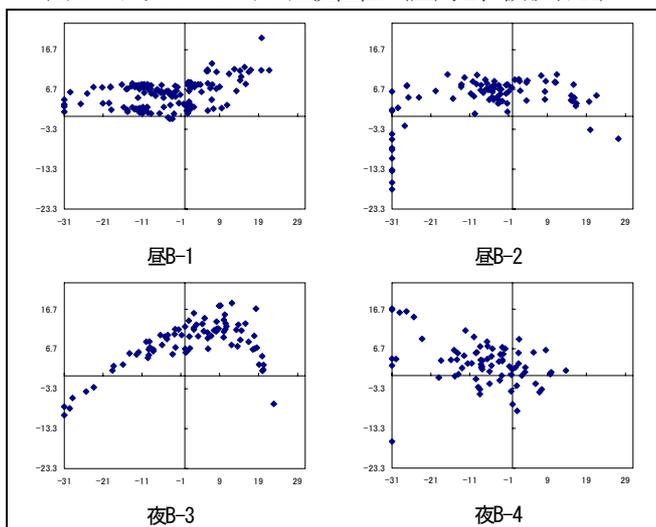


図10 サッカード時の注視位置 (区間2、被験者B)

4. 考察

夜間の事故は歩行者や単独事故が増加する傾向があるが、これは被害者側（歩行者・施設等）は車両のヘッドランプのような輝度対比の高いものがないなどの影響が想定される。また生活道路における追突事故の増加の原因究明には、夜間における生活道路の交通量や走行特性（特に車間距離）などについての追加的な調査の必要性があるといえる。

夜間の眼球運動の特性を把握したところ、サッカー頻度が低下する傾向が窺えた。これはさらなる調査が必要ではあるが、夜間はサッカーを生じさせるような誘目性の高い施設等が限定される、もしくは視力の低下により見えなくなるなどの影響が想定される。

なお、その時の角速度や注視位置には昼夜間での特徴的な傾向は見受けられなかった。本研究はマクロ的に空間を捉え、その傾向を分析したものであるが、上記の点からも、被験者の増強とともにミクロ的視点から道路構造や光源などの空間情報と照らし合わせつつ分析を行っていく必要があると考えられる。

さらに今後は、幹線道路における眼球運動の特徴を整理しつつ、上記生活道路の事故の特徴との関係性についてより詳細な分析を実施していく必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり、豊田工業高等専門学校荻野弘特任教授、野田宏治教授、北島正巳氏ならびに被験者の皆様の多大なる協力を得た。ここに記し感謝の意を表す。

補注

[1]本研究では平成19年中の事故データも入手したが、時刻データが記載されていなかったため、本研究では採用していない。

[2]両眼のアイマークが比較的良好に獲得出来ている区間において、サッカーの発生傾向（同一時刻に発生したか否か）を確認した（被験者A、区間3で実施）ところ、完全に合致はせず、単位時間当たりで見ただけの場合、3%程度の誤差が生じていた。しかしながら、本研究においてはアイマークの取得率を重視し、単眼での分析を行うこととした。

参考文献

- 1) 国立天文台天文情報センター暦計算室,
<http://www.nao.ac.jp/koyomi/> (2010/07/23現在)
- 2) 橋本, 谷口, 吉城: ドライバーの街路空間イメージを利用した通過交通の抑制に関する研究, 都市計画論文集No. 44-3, pp. 67-72, 2009
- 3) 三村, 稲垣, 野田, 荻野: 眼球運動による生活道路の安全性評価指標の構築に関する基礎的研究, 土木計画学研究・講演集, No. 41, CD-ROM, 2010
- 4) 荻阪良二, 中溝幸夫, 古賀一男: 「眼球運動の実験心理学」, 名古屋大学出版会, 1993