

眼球角度が道路空間における視覚認知に与える影響分析

愛媛大学 学生会員 ○林信吾 愛媛大学 正会員 白柳洋俊

1. はじめに

平成 29 年において歩行者対車両の事故は 51,192 件発生しており、同事故の約 8 割は歩行者の道路横断中に発生している¹⁾。歩行者対車両の事故のさらなる減少を実現する有効な対策を講じるためには、歩行者対車両事故の発生要因を解明することが重要である。これまで、歩行者対車両事故の発生要因はドライバーの状況認知の機能不全が主な要因であるとし、同要因を分析した研究が蓄積されてきた。しかし、依然として歩行者対車両の事故が少なくない現状を鑑みると、歩行者の道路横断時における状況認知の機能不全要因を明らかにし、歩行者の安全な道路横断を実現する有効な対策を講じることもまた重要だと考える。

人間は網膜の中心部 2° 程度の限られた領域である中心窩に投影された像により視覚対象を認知している²⁾。そのため、眼球運動及び頭部運動を通じて周囲の環境を中心窩に投影することで状況認知を図っている。ここで塩入ら³⁾は、頭部の方向と眼球の方向の角度差である眼球角度が増加すると、状況認知能力が低下することを報告している。これを踏まえると、道路横断時において歩行者が安全確認をする際に生じる眼球角度が状況認知能力の低下を招いている可能性がある。そこで本研究では、眼球角度が道路空間の視覚認知に与える影響を室内実験により検証する。

2. 実験概要

(1) 実験参加者

実験参加者は、16名（男性13名、女性3名、21.7±1.6歳）であった。

(2) 道路画像

SketchUp (Trimble Navigation Limited) を用いて道路CGを作成し、同CGの1/4の範囲に英字を配置した道路画像を配置した。英字は、標的刺激とした「T」を1個、妨害刺激とした「L」を15個（いずれも白色、視角1.3° × 1.3°）により構成され、位置及び向きをランダムに配置した。道路画像は、10種類の道路CG、4種類の英字配置位置、4種類の標的刺激の位置を組み合わせ、計160画像作成した。提示した道路画像の一例を図-1に示す。道路画像は縦139cm×356cmのスクリーンに提示し、Tobii Pro Lab (Tobii AR社) により提示を制御した。



図-1 道路画像の一例

(3) 手続き

実験参加者はスクリーンの前に直立し、キーボードの「→」と「←」のキーに指を置き、反応するように要請された。1試行は以下の手順に従い実施した。まず、凝視点を提示し、凝視点の消失後すぐに道路画像を提示した。実験参加者の課題は道路画像内にある標的刺激の「T」を検出し、可能な限り素早く「T」の傾きをキー

押しにて（右に90°傾いていれば「→」、左に90°傾いていれば「←」）回答することであり、標的刺激を検出した時刻を記録するとともに、ジャイロセンサー（加速度ロガー、ユーティリティ社）により頭部の方向、アイトラッカー（Tobii Pro nano, Tobii AR社）により眼球の方向を計測した。

(4) 分析

本研究では、実験参加者が外界より有効に視覚情報を得られる有効視野内に標的刺激が参入した時刻以降を分析対象とし、実験参加者が標的刺激を認知するのに要した「認知時間」を視覚認知の指標とし、式(1)にてモデル化することで、眼球角度が視覚認知に与える影響を明らかにする。ここで、標的刺激の認知の開始は視線速度の減少開始時刻と仮定のもと分析対象内の最大視線速度を記録した時刻を認知開始時刻、実験参加者がキーを押した時刻からキーを押すのに要した時間を差し引いた時刻を認知終了時刻とし、認知開始時刻から終了時刻までを認知時間とした。眼球角度は、認知開始時刻の眼球角度及び認知時間内の眼球角度の標準偏差とした。

$$d_{ij} = \beta_0 + \beta_1 a_{sij} + \beta_2 \sqrt{\frac{\sum_{k \in A_j} (a_{kj} - \bar{a}_{ij})^2}{n}} \quad (1)$$

d_{ij} : 実験参加者*i*の試行*j*の認知時間(秒)

a_{sij} : 実験参加者*i*の試行*j*の認知開始時刻の眼球角度(°)

\bar{a}_{ij} : 実験参加者*i*の試行*j*の認知時間の平均眼球角度(°)

A_j : 試行*j*の認知時間内の眼球角度の集合

$\beta_0 \sim \beta_2$: 未知パラメータ

3. 結果と考察

分析結果を表-1に示す。認知開始時刻の眼球角度及びは認知時間内の標準偏差がいずれも認知時間に有意な影響を与えることを確認した。パラメータの符号は正であり、眼球角度が大きくなると、また認知時間内の眼球角度のばらつきが大きくなると認知時間が増加することを示す。

表-1 重回帰分析の結果

説明変数	偏回帰係数	t値
認知開始時刻の眼球角度(°)	0.0031	3.43**
認知時間内の眼球角度の標準偏差(°)	0.0026	4.76**
定数項(秒)	0.43	30.3**
データ数	3416	
R2	0.020	

** : p<0.01

4. おわりに

本研究では、眼球角度が道路空間内における視覚認知に与える影響を室内実験により検討した。実験の結果、眼球角度の増加及び眼球角度のばらつきの増加が道路空間における視覚認知に影響を与えることを示した。以上のことは、道路横断時に頭部の方向と視線の方向を一致させ安全確認をするように指導することで交通事故減少につながる可能性を示していると考えられる。

参考文献

- 1) 警視庁交通局：平成29年中の交通事故の発生状況，https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/jiko/H30kamihanki_3set.pdf, 2018. (2020年3月5日現在)
- 2) 三浦利章：運転時の視覚的注意と安全性，映像情報メディア学会誌，Vol.61, No.12, pp.1689-1692, 2007.
- 3) Ryoichi Nakashima and Satoshi Shioiri: Why Do We Move Our Head to Look at an Object in Our Peripheral Region? Lateral Viewing Interferes with Attentive Search, *PLOS ONE*, Vol.9, Issue3, e92284, 2014.