

右折時のドライバーの挙動とそれに及ぼす対向車の 灯火器の影響

The Effects of Supplementary Lights of Oncoming Car on the Behavior of Drivers
during Right Turns

梶 沢 明* 岡 本 豊* 小 林 武 史* 岩 部 竜 男*
Akira KABASAWA Yutaka OKAMOTO Takeshi KOBAYASHI Tatsuo IWABE

要 旨

交差点における右折は、運轉行動の中でも交通環境の認知および適切な判断が難しいもののひとつである。さらに夜間では視覚情報が減少し、認知の誤りを犯し易くなることから事故が多くなる原因と考えられる。そこで、右折時の余裕の度合いを定量化できる評価方法を工夫し、車両に装着した補助灯火器の右折判断への影響を測定した。その結果、補助灯火器の光度が大きい程、右折時の余裕は増加することがわかり、補助灯火器を設置した場合、一定の条件下ではあるが、運轉者の右折判断を安全側に変化させる可能性があることを確認した。

ABSTRACT

Right turn, in the left-hand traffic as in Japan, at the intersection is one of the most difficult conditions for the drivers to recognize and deal with correct judgement. It is in the night time traffic that accidents occur most, presumably because of diminishing amount of visible information. This paper reports on the evaluation method investigated for quantifying the degree of easiness of judgement for safely making a turn. Measurements were made of the effects of supplementary lights mounted on the oncoming car on the judgement of the driver in starting to turn right. The results show that the higher its luminosity, the more safety margin in judgement the driver is given. The supplementary lights are thus shown to have a potential for increasing the level of the safety in the behavior of the driver making a right turn in real-world conditions.

1. まえがき

最近の事故統計によると、交差点内で起きた事故のうち右折車対直進車の事故が約20%を占めており、そのうちの約半数は夜間に発生している¹⁾。これらの原因の多くはドライバーの認知の誤りによるものと考えられておりその原因について、数多くの研究がおこなわれている^{2)~10)}。しかし、その対策を具体的に示した例は少ない。そこで、人間が奥行知覚を生ずる要因のひとつである「網膜像の大きさに応じて見かけの距離が決定される」という仮説¹¹⁾¹²⁾に着目し、右折車両のドライバーが、直進車両との相対距離を認知する精度をより正確にする手段として補助灯火器を設置し、その効果を実際の状況に近い条件で定量化する手法を考案し実験を行った。

本報告ではその評価指標、実験方法の概要、実験結果について紹介する。

2. 評価指標

ドライバーの不適切な右折判断の最悪の結果は直進車両との接触であり、これは直進車両と右折車両が、交差点内の同一地点に、同一時刻に到達する場合と考えることができる。しかし、普段我々が運轉している時は、直進車両と右折車両の間には時間差が存在するように行動しており、この時間差が大きいほど安全な右折判断であるといえる。

そこでこの時間差を余裕時間と定義し、評価指標とした。余裕時間 T_m (Time Margin) は式(1)および(2)により求められる

$$T_m = (T_a - T_r) \dots \dots \dots (1)$$

$$T_a = D_a / V \dots \dots \dots (2)$$

ここで、

T_a : 右折断念時間 (Abort Time)

* 栃木研究所

T_r : 右折所要時間 (Right Turn Time)

D_a : 右折断念距離 (Abort Distance)

V : 直進車両速度 (Oncoming Vehicle Speed)

右折断念距離 D_a は被験者が右折を不可能と判断した時点での、直進車両の前端と右折車両の前端の距離と定義する。また右折所要時間 T_r (Right Turn Time) は右折車両の右折開始から右折完了までの所要時間を表わす。

さらに、補助灯火器点灯時と非点灯時の余裕時間の同一被験者の差を効果時間 T_b (Benefit Time) とし、補助灯火器を用いる効果の指標とした。

さらに、補助灯火器の光度についても、効果の比較を行った。例えば 15cd の補助灯火器を用いた場合、効果時間は式 (3) により求められる。

$$T_b = T_{a15} - T_{an} \dots \dots \dots (3)$$

ここで、

T_{a15} : 補助灯火器の光度が 15cd のときの右折断念時間 (Abort Time with 15cd Supplemental Light Luminosity)

T_{an} : 補助灯火器が非点灯のときの右折断念時間 (Abort Time without Supplemental Light)

3. 実験車両概要

実験に使用した車両と補助灯火器を Fig. 1 に示す。車両は小型乗用車で、設置した補助灯火器は光源に 21W の白熱球を、また発光色および発光部面積はそれぞれ橙色、3500mm² とし前面ガラスの左右両端の上部へ設置した。

補助灯火器の光度は、電流値を変える事により光度を 2 通りに変化させた。その値は、車幅灯 (21W) の実測値



Fig. 1 Test Vehicle and Supplementary Lights

Table 1 Age and Sex Distinction of Subject

Subject	Sex	Age
A	Male	29
B	Male	29
C	Male	30
D	Male	28
E	Male	43
F	Female	20
G	Male	43
H	Male	36
I	Male	42
J	Female	24
K	Female	24
L	Male	47
M	Male	35

(31.2cd/13.5V) に基づき最大光度を 30cd と中間値として 15cd を設定した。

4. 実験方法

4.1. 右折所要時間の計測

(1) 実験概要

測定に使用したテストコースを Fig. 2 に示す。運転者が右折を開始する位置である Line A から発進し、直進車が走行に使用する車線の最外縁の延長線である Line B を通過するまでの所要時間を計測した。

(2) 計測方法

測定はすべて晴天時の夜間に行い、その時の路面照度は 0.1lx 以下である。被験者は Table 1 に示すように、20 歳から 47 歳までの計 13 名である。

測定は交差点中央付近 (Fig. 2 Point C) から目視によりストップウォッチで行い、右折開始の合図は口頭で測定者から被験者へ行った。また測定にあたり被験者へ与えた指示は、Point C の外側を走行することのみとした。測定は計 3 回行い、その平均値を右折所要時間 T_r とした。

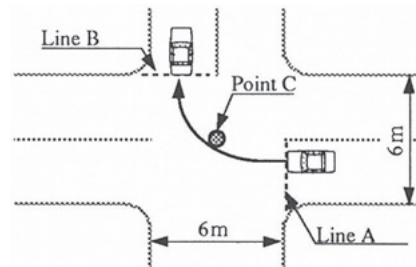


Fig. 2 Configuration of the Intersection where Turn Right Time is Measured

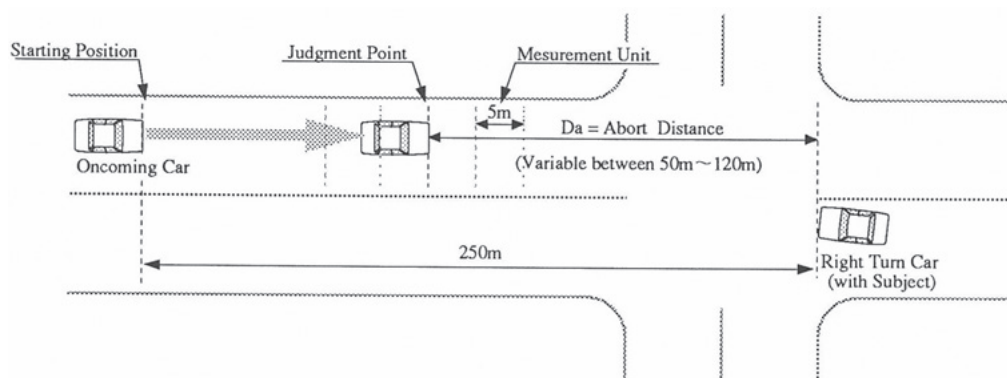


Fig. 3 Test Course Configuration where Abort Distance is Measured

4.2. 右折断念距離の計測

(1) 実験概要

被験者が、右折を行うべきではないと判断した時点での直進車両の前端と右折車両の前端の距離を測定した。

(2) 測定条件

テストコース上に Fig. 3 に示すような交差点を作り測定を行った。被験者は停止状態にある右折車に乗車し、一定速度 (40km/h、50km/h、60km/h) 接近する直進車両を見るものとした。また、被験者へ右折判断を行うきっかけを与えるために、直進車両がある地点を通過した時点で、右折車両のダッシュボード上に設置したランプが赤から青に変化するようにした。この地点の設定は、毎回 5m 単位で不規則に変更した。その他の測定条件は 4.1. と同様とした。

被験者は、この時点での状況において右折を行うかどうかを考え、同乗している測定者へ口頭により報告させるようにした。測定値は、その時の報告が、「行う」から「行わない」に変化したときの設定距離を右折断念距離とした。さらに右折判断にはバラツキがあることを考慮するため、一連の測定を繰り返して実施し、同じ回答が 2 度得られたものを最終的な右折断念距離 D_a とした。

5. 実験結果

5.1. 右折所要時間

Fig. 4 に全被験者の右折所要時間およびその平均値を示す。結果は最大値で 6.6 秒、また最小値は 3.6 秒であり、その差は 3.0 秒となった。

また、Fig. 5 にデータを 3 つの年齢層に分類し、それぞれの平均値を示す。

20~24 歳では 6.2 秒、28~36 歳では 5.2 秒、42~47 歳では 5.3 秒と若年層に対し中高年齢者はやや短いという結果を得た。これは、Table 1 で示したように若年層はすべて女性であり、女子の判断時間は年長者に比べ長くなる傾向があつて¹³⁾ 今回の危険側の結果が得られたものと思われる。

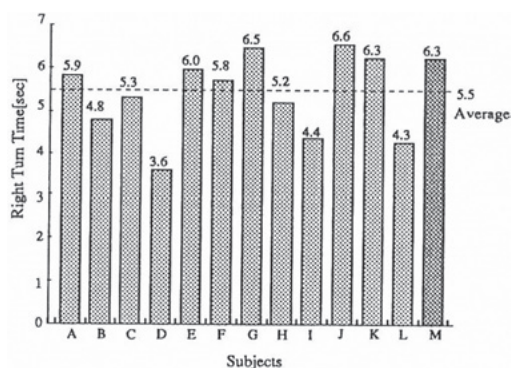


Fig. 4 Right Turn Time

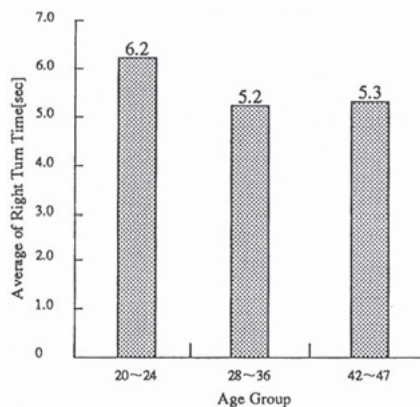


Fig. 5 Relation Between Average of Right Turn Time and Age Group

5.2. 右折断念距離および右折断念時間

Fig. 6 に右折断念距離の平均と直進車両の速度との関係を、Fig. 7 に右折断念時間の平均と直進車両の速度との関係を示す。ここでの平均とは、全被験者の右折断念距離および時間を灯火器光度別に平均したものを指す。さらに Fig. 8 に補助灯火器を点灯した時の、非点灯に対する右折断念時間の増加率と直進車両の速度との関係を示す。

■ 全被験者平均で見た場合、補助灯火器を 15cd および 30cd で点灯した時の右折断念距離は、非点灯時と比較し、直進車両の速度が 40km/h の場合では約 5m、50km/h では約 5m~10m、60km/h では約 7m 増加している。また、その時の右折断念時間の増加は、直進車両の速度が 40km/h の場合ではおよそ 0.5sec、50km/h では 0.4~0.6sec、60km/h では 0.4sec であった。

■ 補助灯火器を点灯した時の、非点灯時に対する右折断念時間の増加率は、直進車両速度が 40km/h の場合で、6.3%(15cd)~6.8%(30cd)、50km/h の場合で 5.9%(15cd)~8.8%(30cd)、60km/h の場合 7.5%(15cd)~6.7%(30cd) であり、増加率は高速時の方がやや高いという結果が得られた。

以上の結果から、補助灯火器の点灯時、非点灯時に関わらず、直進車両の速度が増加した場合は、右折断念距離は増加し、右折断念時間は減少していることがわかる。これらより、運転者は直進車両の速度の増加に対して右折断念距離を増加させ、右折時の余裕の度合いを調整しているが、事故時の危険度がより高い高速で接近する直進車両に対しては、これらが交差点に到達する時刻の予測が正確ではなく、右折時の余裕の度合いが低下する傾向にあることがわかる。

5.3. 効果時間および余裕時間

Fig. 9 に灯火器光度別に見た効果時間の平均と直進車両の速度との関係を、Fig. 10 に灯火器光度別に見た余裕時間の平均と直進車両の速度との関係を示す。

■ 効果時間は直進車両速度が 50km/h (30cd) の時、0.6 秒で最大であり、また最小の場合でも 0.4 秒 (60km/h、15cd) と、各速度域において、補助灯火器を点灯することによって、右折断念時間が長くなる効果が得られていることがわかる。

■ Fig. 10 において、余裕時間は補助灯火器の点灯、非点灯に関わらず、直進車両速度が 40km/h の場合、2.5 秒

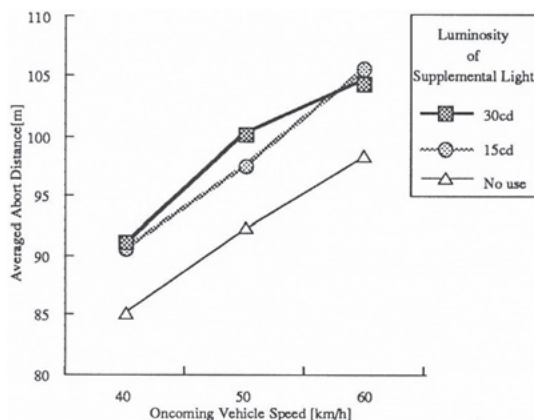


Fig. 6 Relation Between Average Abort Distance and Oncoming Vehicle Speed

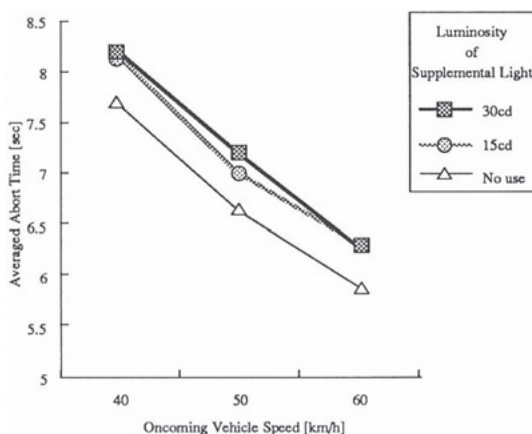


Fig. 7 Relation Between Average Abort Time of Right Turn and Oncoming Vehicle Speed

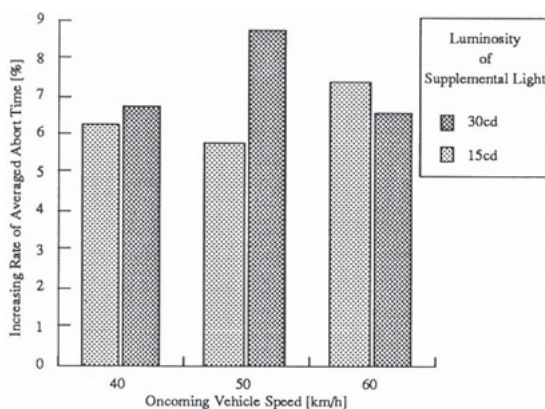


Fig. 8 Relation between Increasing Rate of Averaged Abort Time and Oncoming Vehicle Speed

以上ある。しかし、60km/h ではいずれも 1 秒以下であり、直進車両の速度が増加することにより余裕時間は減少傾向にあることがわかる。

補助灯火器を点灯した場合の効果時間は増加傾向にあり、点灯した時の運転者の右折を断念する判断はより遠くで行われるようになっていく。さらに、補助灯火器を点灯した場合の余裕時間も増加傾向を示していることから、右折所要時間を含めた実際の運転状況に近い場合においても、右折車両と直進車両の間隔は広がる傾向にあることがわかる。

これらより、補助灯火器の点灯は、ドライバーの右折時の危険度を安全側に变化させる可能性を持っていることがわかる。

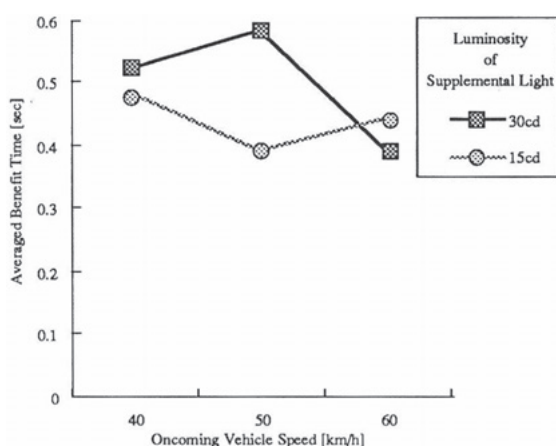


Fig. 9 Relation between Oncoming Vehicle Speed and Averaged Benefit Time

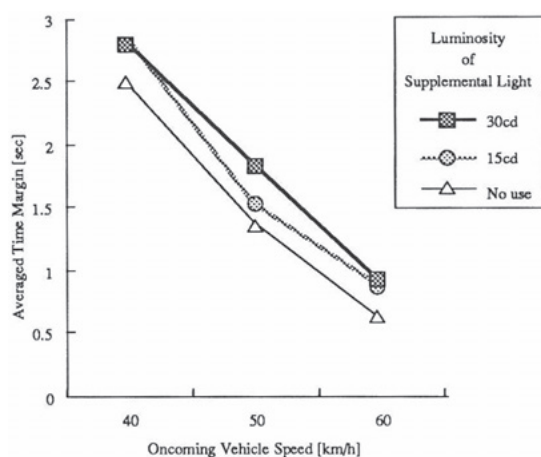


Fig. 10 Relation between Oncoming Vehicle Speed and Averaged Time Margin

6. まとめ

夜間での右折車両対直進車両の事故は、ドライバーの直進車両に対する認知の精度が低下することがその一因であると考えられる。したがって、本研究では認知の精度を向上させる手法として、直進車両へ補助灯火器を設置することによって視覚情報を増加させ、その効果を定量的に把握することを試みた。

その結果、

- (1) 定量化の手法として、交差点を模したテストコースで、右折車両のドライバーが直進車両の接近で右折を断念する距離を計測することで、補助灯火器の効果を定量化できることを確認した。
- (2) 夜間での補助灯火器の点灯は、ドライバーの右折断念距離を増加させることを確認した。

上記の結果から、一般路においても補助灯火器の点灯は、右折しようとするドライバーの挙動をより安全にするものと考えられる。

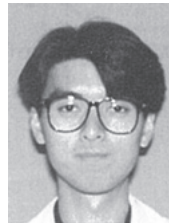
今後は、対向車両の前後に車両が存在する場合や薄暮時など、環境条件が変化した場合の効果を把握し、今回得られた補助灯火器の効果が人間の認知特性に基づくものか心理特性に基づくものであるのかを解明していきたい。

参考文献

- 1) 全日本交通安全協会、平成 5 年度トラフィックグリーンペーパー、P54
- 2) 久家ほか“ドライバーの認知と運転行動のファジーモデルによる事故要因の考察”、自動車技術会 学術講演会前刷集 931、P173~176
- 3) 上野ほか“右折行動に関する行動分析”、自動車技術、Vol.46、No.9、P41~45
- 4) 元木ほか“右折ドライバーの運転行動”、自動車研究、第 16 巻 第 3 号、研究速報、P120~123
- 5) 益子ほか“二輪自動車の被視認性の向上及びその評価方法”、平成 5 年度交通安全公害研究所研究発表会講演概要、P45~48
- 6) 久家ほか“車両との距離・速度に関する認識特性”、日本心理学会第 56 回大会要稿集 (1992) P365 7)
- 7) 小島“信号交差点における右折事故に関連する運転挙動”、科警研報告 交通編 Vol.27、No.1、Jan

- 8) E. Klein, G. Stepens, "Visibility Study-met hodologies and Reconstruction" SAE Paper 921575, 1992
- 9) Olson, Paul L., "Visibility Problems in Nighttime Driving." SAE Paper 870600, 1987
- 10) Baerwald, John E., "Driver Perception Reaction and Judgement Time." Traffic Engineering Handbook, 3rd Edition, 1965
- 11) Gruber, H. E., "The Relation of Perceived Size to Perceived Distance." Amer. J. Psychol., No.67, P411 ~426, 1954
- 12) 池田 "暗黒空間での距離の知覚"、日本心理学会 第21 回発表論文抄録集 (1957)、P67
- 13) 増田ほか "ドライバの障害物間隔の知覚判断"、自動車技術会 学術講演会前刷集 931、P177~180

■著 者■



梶 沢 明



岡 本 豊



小 林 武 史



岩 部 竜 男