

右折時の間隔受け入れ判断に両眼網膜非対応が及ぼす影響

鈴木 雅洋・金子 寛彦

東京工業大学大学院 理工学研究科 附属像情報工学研究施設
〒 226-8503 横浜市緑区長津田町 4259 R2-60

1. はじめに

間隔受け入れ判断 (gap acceptance) とはある行動を遂行するためにある間隔 (時間, 空間) を受け入れるか否かを判断することをいう¹⁻⁵⁾。右折^{*1} においては対向車までの間隔を受け入れるか否かを判断しなければならない (図1左)。また, 対向車が複数台の事態において先頭車までの間隔を受け入れなかった場合には後続車間の間隔を受け入れるか否かを判断しなければならない (図1右)。右折時の間隔受け入れ判断に関しては (他の運転行動と同様に) ドライビングシミュレータ (以下, DS とする) を用いた実験によってその特性やメカニズムを検討することがある⁶⁻¹⁰⁾。DS においては自車は実車であることが多く, 周囲の交通環境は大型スクリーンに映像を呈示して再現する (図2参照)。映像の呈示には両眼網膜非対応 (binocular retinal disparity) を与える方法と与えない方法とがある。このような映像呈示方法の違いが右折時の間隔受け入れ判断に影響するか否かを検討することが本研究の目的である。

両眼網膜非対応を与えて映像を提示する方法とは厳密には DS において模擬した場面に応じた両眼網膜非対応を映像中の対象に与える方法である。両眼網膜非対応と他の奥行き情報との矛盾が少ないなど, 実環境に近いことから, 単純に DS としては望ましいであろう。しかし, 左眼用の映像と右眼用の映像とを作成し, 両眼分離呈示が必要になるなど, DS のシステムの構

成としては複雑になる。

両眼網膜非対応を与えずに映像を呈示する方法には単眼のみに映像を呈示する方法, 映像中の全対象がスクリーンと同じ奥行きに位置する両眼網膜非対応を与えずに映像を呈示する方法がある。厳密には, 両眼網膜非対応を与えずに映像を呈示するためには単眼のみに映像を呈示しなければならない。しかし, 単眼視によって視野が狭まる点を見無視することはできず, DS として不自然であることは否めないであろう。一方, 映像中の全対象がスクリーンと同じ奥行きに位置する両眼網膜非対応を与える方法は両眼視野を確保することができる。一つの観察点からの映像を両眼に呈示するのみであり, DS のシステムの構成を単純化

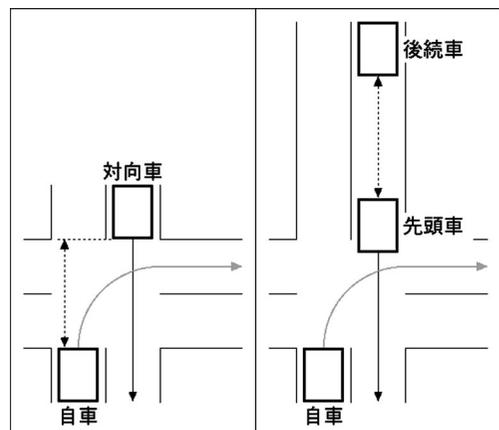


図1 右折時の間隔受け入れ判断。対向車が1台の場合 (左) と対向車が複数台の事態において先頭車までの間隔を受け入れなかった場合 (右)。

*1 本研究は日本の道路交通を念頭に左側通行を前提としている。左側通行の右折は右側通行においては左折に当たる。両者に本質的な違いは見当たらない。

する側面において優れているといえる。

DSにおいてどちらの映像呈示方法を用いるべきかは映像呈示方法の違いが運転行動に影響するか否かによるであろう。影響する場合には実環境に近い方法を用いるべきである。影響しない場合にはDSのシステムの構成を単純化すべきである。そこで、DSにおいて模擬した場面に応じた両眼網膜非対応を映像中の対象に与える方法（以下、disparity-simulation法とする）、映像中の全対象がスクリーンと同じ奥行きに位置する両眼網膜非対応を与える方法（以下、zero-disparity法とする）を用いて右折時の間隔受け入れ判断の閾値（以下、受け入れ閾値とする）を測定し、比較する。

2. 方法

2.1 装置

装置の略図を図2に示す。DSはVDC Display Systems製三管式プロジェクタ（Marquee 8500）と後方投影式大型スクリーン（縦185cm、横246cm）、乗用車のカットボディからなった。映像はアップルコンピュータ製パーソナルコンピュータ（Power Mac G4）によって生成したコンピュータグラフィックスアニメーションであった。映像には左眼用と右眼用とがあり、それぞれを120Hzの時間周波数によって交互にスクリーンに投影、StereoGraphics製液晶シャッター眼鏡（CrystalEyes Workstation for Mac）によって左眼用を左眼のみに、右眼用を右眼のみに与えた。被験者は乗用車のカットボディの運転席に座り、頭部からスクリーンまでの距離は135cmであった。

2.2 刺激

DSにおいて模擬した場面の略図を図3に示す。交差点は直交した対向2車線（幅3.5m）の道路からなった。被験者の乗用車は交差点の中心から2.5m手前の位置において右折待機、同一の速度によって走行する乗用車2台が正面から接近、通過した。2台は同時に出現し、先頭車両最前部が交差点の中心に達するまでの時間は1秒であった。2台の速度には20、60、

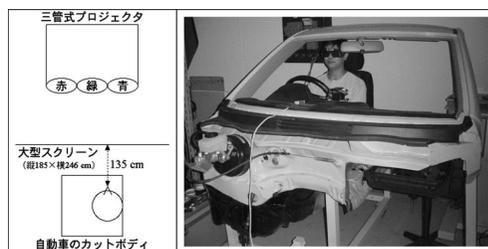


図2 装置の略図（左）と乗用車のカットボディの写真（右）。

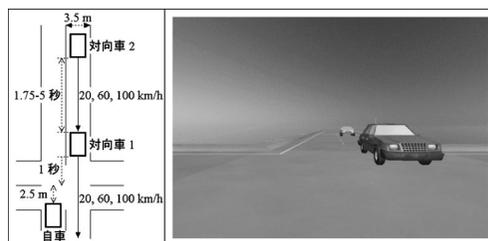


図3 CG動画において模擬した場面の略図（左）とCGの例（右）。

100 km/hの3条件を設けた。2台の間隔には1.75-5秒の範囲においてステップサイズ0.5、あるいは0.25秒の3-5条件を、速度、映像呈示方法（disparity-simulation法、zero-disparity法）、被験者に応じて設けた。なお、zero-disparity法においてはdisparity-simulation法の左眼用の映像を両眼に与えた。

2.3 被験者

普通運転免許を所有するH.K., K.F., I.N.が参加した。H.K.は40歳代の大学教員、筆者の一人であった。通勤のために乗用車をほぼ毎日運転していた（運転時間：約30時間/月）。K.F.とI.N.は20歳代の学生であった。月に数回の頻度において定期的に乗用車を運転していた（運転時間：約10時間/月）。

2.4 手続き

被験者は対向車の出現から通過までを観察した後、(A)実際に運転していたとすれば2台の間隔において右折するか否か、(B)実際には右折しなかったとしても安全を無視して無理をすれば右折できるか否かを判断した（以下、それぞれ右折実行判断、右折可能判断とする）。各

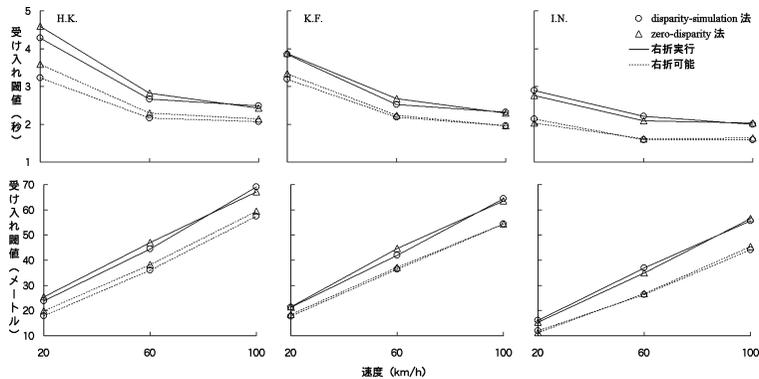


図4 対向車の速度の関数としての受け入れ閾値.

被験者は速度，間隔，映像提示方法を組み合わせた各条件をランダムに10回繰り返した。

3. 結果と考察

対向車の間隔の関数としての受け入れ率（右折実行判断においては右折する，右折可能判断においては右折できると判断した割合）を各被験者の各条件において求め，プロビット分析を適用して（適用できなかった場合は直線補完法を適用して）受け入れ率が50%となる間隔を算出し，受け入れ閾値とした。対向車の速度の関数としての受け入れ閾値を図4に示す。被験者や判断，映像提示方法が異なっても傾向に大きな違いはなく，受け入れ閾値は対向車の速度の増加に従って時間的に減少（図4上），空間的には増加したが，対向車の速度の増加に対して十分ではなかった（図4下）。このような結果はこれまでの報告と同様であり^{1,8-12)}，右折時の間隔受け入れ判断に関する二段階モデル^{9-10,13)}によって説明することができるであろう。

Disparity-simulation法とzero-disparity法との違いに関してはわずかな違いが全被験者においてあったが，大きな違いはなかった。わずかな違いに関しては全被験者に共通の傾向を述べることは難しい。強いて述べると，わずかな違いは右折可能判断よりも右折実行判断に多く，100 km/h条件よりも20, 60 km/h条件に多かった。わずかな違いの方向に関してはH.K., K.F.においてはdisparity-simulation法がzero-disparity

法よりも小さいことが多く，I.N.においてはdisparity-simulation法がzero-disparity法よりも大きいことが多かった。これらの結果から，右折時の間隔受け入れ判断においては両眼網膜非対応がわずかではあるが多様に影響するが，基本的には両眼網膜非対応以外の情報を用いているといえる。

両眼網膜非対応がわずかながらも影響する要因に関しては映像中の奥行き情報の矛盾を無視することはできないであろう。DSにおいて模擬した場面に応じた両眼網膜非対応を映像中の対象に与えるdisparity-simulation法は両眼網膜非対応と他の奥行き情報との矛盾が少ない。しかし，映像中の全対象がスクリーンと同じ奥行きに位置する両眼網膜非対応を与えるzero-disparity法は両眼網膜非対応と他の奥行き情報との矛盾が多い。このような両眼網膜非対応と他の奥行き情報との矛盾はDSにおいて模擬した場面の奥行きに映像中の対象を位置づけることを妨げる要因となる。

また，DSに特有の要因も関与している可能性がある。前述のとおり，DSにおいては自車は実車であることが多く，本研究においても自車は実車であった。実車である自車にはそれに応じた両眼網膜非対応がある。自車の両眼網膜非対応と比較してdisparity-simulation法，zero-disparity法を考えると，disparity-simulation法はDSにおいて模擬した場面に応じた両眼網膜非対応を映像中の対象に与えており，自

車の両眼網膜非対応と比較して特に問題はない。しかし、zero-disparity法は映像中の全対象がスクリーンと同じ奥行きに位置する両眼網膜非対応を与えており、このような映像の両眼網膜非対応が自車の両眼網膜非対応と比較して際立つと、DSにおいて模擬した場面の奥行きに映像中の対象を位置づけることを妨げる要因となるであろう。

4. おわりに

DSにおける映像の両眼網膜非対応は運転行動に（少なくとも右折時の間隔受け入れ判断には）わずかに影響するが、大きくは影響しない。わずかな影響を重視するか、大きくは影響しない事実を重視するかはDSにおいて求める再現性の高さによるであろう。用途に応じて必要となる再現性の高さを見極め、適切な映像呈示方法を用いることが重要である。

追記

本研究はトヨタ自動車株式会社との共同研究の一環として行いました。また、トヨタ自動車株式会社・佐々木和也さんから貴重な助言を頂きました。記して深く感謝致します。

文 献

- 1) 三浦利章：ギャップ・アクセプタンス行動およびその知覚的要因についての予備的研究。大阪大学人間科学部紀要, 6, 37-77, 1980.
- 2) 長山泰久：人間と交通社会。幻想社, 1989.
- 3) 篠原一光：運転における展望的時間評価。交通科学, 24, 53-60, 1996.
- 4) 篠原一光：自動車運転中の時間評価。松田文子・調枝孝治・甲村和三・神宮英夫・山崎勝之・平伸二（編）：心理的時間—その深くて広い謎—。北大路書房, 303-314, 1996.
- 5) 内山伊知郎：運転者の先急ぎに関する教育における問題—松木論文に対するコメント—。心理学評論, 44, 14-18, 2001.
- 6) 鈴木雅洋, 金子寛彦：右折可能判断における運転者の視覚特性—実際の交通場面を模擬した刺激による検討—。Vision, 16, 197, 2004.
- 7) M. Suzuki and H. Kaneko: Effect of driving experience on driver gap acceptance in turning across opposite lane at intersection. Progress in Biochemistry and Biophysics, 31 (Supplement), 175, 2004.
- 8) 鈴木雅洋, 金子寛彦：交差点右折時における運転者のギャップアクセプタンスに接近車の速度が及ぼす影響—複数車両事態における検討—。電子情報通信学会技術研究報告, HCS2004-42 HIP2004-87, 2005.
- 9) 鈴木雅洋, 金子寛彦：交差点右折時の運転者の間隔受け入れ判断—対向車の速度の影響と最小空間進入時間による分析—。日本心理学会第69回大会発表論文集, 1341, 2005.
- 10) 鈴木雅洋, 金子寛彦：右折時の間隔受け入れ判断に対向車の速度が及ぼす影響と二段階モデル。自動車技術会論文集, 37, 161-166, 2006.
- 11) C. G. Bottom and R. Ashworth: Factors affecting the variability of driver gap-acceptance behaviour. Ergonomics, 21, 721-734, 1978.
- 12) 若月 健, 森 望, 高宮 進：交差点・カーブにおける高齢ドライバーの運転特性。土木技術資料, 44, 34-37, 2002.
- 13) 鈴木雅洋, 金子寛彦：交差点右折時の間隔受け入れ判断に関する二段階モデル。Vision, 17, 255-258, 2005.