

◆ 特集：安全・快適な道路交通環境をめざして ◆

交差点・カーブにおける高齢ドライバーの運転特性

若月 健* 森 望** 高宮 進***

1. 高齢ドライバー

高齢社会の進展に応じて、65歳以上の高齢者の人口は2000年に総人口の17.4%¹⁾に達しています。2015年には26.0% (中位推計)²⁾になると予測され、国民の4人に1人が高齢者という社会が到来します。また、国民皆免許時代といわれて久しく、高齢社会の進展とともに、高齢者の運転免許保有者が増加しており、今後も確実に増加していくと考えられています³⁾。さらに、少子化の流れ、核家族化の進行等から、生活の足を自らが運転する自動車などに頼る高齢者は、今後も増加していくものと考えられます。

高齢者は、個人差はあるものの、全体として、視覚・聴覚機能が低下するため、道路やその周辺の情報を認知する能力が低くなり、また、処理判断機能が低下するため、認知した情報に対して瞬時に判断を行う能力が低くなり、さらに、運動機能が低下し、瞬時に運転行動を起こすことが難しくなると考えられます。つまり、高齢者は、特に短時間で、認知・判断・行動を繰り返す交通場面において自動車運転能力が低下していると考えられます。よって、このような交通場面における高齢者の運転特性や、それを踏まえた道路・交通環境側での改善点を把握しておくことは、高齢社会に対応した交通安全対策を推進していく上で重要となります。

このような点に鑑み、当研究室では、短時間に認知・判断・行動を繰り返す交通場面において、高齢ドライバーの運転特性に関する研究を行っています。本稿では、交差点での右折やカーブを取り上げて行った実験により把握した高齢ドライバーの運転特性について報告します。

2. 交差点での右折時判断特性に関する実験^{4),5)}

幹線系道路の交差点で右折する場合、対向車はある程度の走行速度で流れている場合が多く、右折するドライバーは、短時間にその対向車の間を右折するかどうかを判断し、発進・加速してその間を通り抜けなければなりません。実験はこのような場面を想定し、所内試験走路に2車線道路での右折、4車線道路での右折を想定した実験コースを設けて行いました。

実験では、右折位置に被験者自身の自動車を止め、対向する方向から2台の普通車が、設定した車頭時間(連続した2台の車両の先端がある地点を通過する時の時間間隔)を保ちながら接近するものとししました。被験者は、対向車の1台目が通り過ぎた直後に、右折するか否かの判断を行いました。なお、危険防止のため、実際には右折を行っていません。

対向車の車頭時間は2、4、6秒に設定し、走行速度は40、60、80km/hの3通りとししました。また、各条件につき3回の繰り返しの行いました。

被験者は、普段から車を運転している高齢者20名、非高齢者20名とししました(表-1)。なお、実験を行った結果から高齢者18名、非高齢者19名のデータを有効なデータとし、以下の解析に用いています。

2.1 高齢ドライバーは、対向車の速度よりも距離から右折の判断をしている可能性が高い

図-1、2に2車線道路での右折における高齢者と非高齢者の車頭時間の選択率(ある車頭時間に表-1 被験者の構成

| | 高齢者 | | | | 非高齢者 | | | | |
|----|-----|-------|-------|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| | 年齢 | 65-69 | 70-74 | 75- | 計 | 20-29 | 30-39 | 40-49 | 50-59 |
| 人数 | 15 | 4 | 1 | 20 | 6 | 3 | 2 | 9 | 20 |

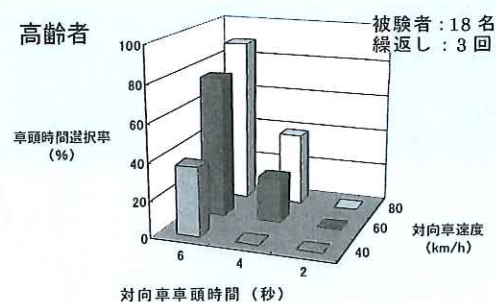


図-1 高齢者の車頭時間選択率

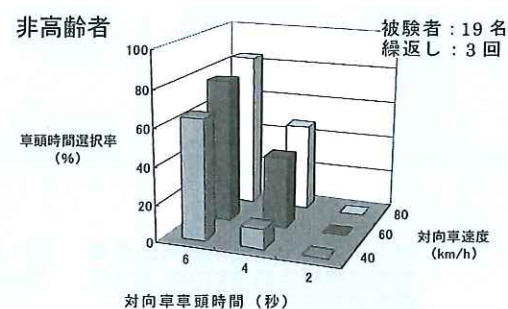


図-2 非高齢者の車頭時間選択率

Driving Characteristics of Elderly Drivers at Intersections and Curves of Roads

において「右折する」と回答した率)を示します。

図によれば、高齢者は非高齢者に比べ「右折する」と回答する割合が低く、慎重な判断を行っているようです。ところが設定車頭時間6秒で対向車速度40km/hと80km/hの車頭時間選択率を見ると、非高齢者では20ポイント程度の差であるのに対し、高齢者では約50ポイントもの差が見られます。速度が変わっても6秒後に2台目の対向車が通行するという条件は同じであるにもかかわらず、高齢者では判断に大きな差が生じていることとなります。同一の車頭時間であれば速度が高くなるほど2台目の対向車は遠くに見えます。よって、もし高齢者が、「対向車が遠い位置にいるから右折できる」と判断しているのであれば、これは非常に危険な判断であるといえます。この傾向は4車線道路での右折でも同様でした。

2.2 高齢ドライバーは右折ミスの割合が高い

次に、被験者が右折すると回答した条件について、車間時間(先行する車両の後端と後続する車両の先端がある地点を通過する時の時間間隔)と右折所要時間とを比較します。被験者の右折所要時間は、同じ実験コースにおいて測定しています。測定では、対向する方向から1台の普通車を60km/hで走行させ、被験者には対向車が通り過ぎた直後に、実際に右折を行ってもらいました。この右折所要時間を対向車の車間時間から引いた値がプラスであれば、被験者は対向車の間を右折することができますが、マイナスであれば対向車と接触する危険性があることとなります。このマイナスとなったときを右折ミスとし、車頭時間の選択件数に占める割合を整理した結果を表-2に示します。

表から車頭時間4秒、対向車速度60km/h、80km/hと比較すると、高齢者の右折ミスの割合は非高齢者の2~4倍と高くなっています。また、4車線道路での右折の右折ミスの割合は高齢者、非高齢者

表-2 右折ミスの割合

| | | 2車線道路での右折 | | | 4車線道路での右折 | | |
|------|--------|-----------|-------|------|-----------|-------|-------|
| | | 2秒 | 4秒 | 6秒 | 2秒 | 4秒 | 6秒 |
| 高齢者 | 40km/h | 0 | 0 | 5% | 0 | 0 | 27.3% |
| | | 0/0 | 0/0 | 1/20 | 0/0 | 0/0 | 6/22 |
| | 60km/h | 0 | 23.1% | 0% | 0 | 57.1% | 5.1% |
| | | 0/0 | 3/13 | 0/41 | 0/0 | 4/7 | 2/39 |
| | 80km/h | 0 | 19.0% | 0% | | 41.2% | 0% |
| | | 0/0 | 4/21 | 0/48 | 0/0 | 7/17 | 0/46 |
| 非高齢者 | 40km/h | 0 | 16.7% | 0% | 100% | 100% | 0% |
| | | 0/0 | 1/6 | 0/37 | 1/1 | 3/3 | 0/43 |
| | 60km/h | 0 | 13.6% | 0% | 100% | 27.8% | 0% |
| | | 0/0 | 3/22 | 0/44 | 1/1 | 5/18 | 0/49 |
| | 80km/h | 0 | 11.1% | 0% | 0 | 11.5% | 0% |
| | | 0/0 | 3/27 | 0/48 | 0/0 | 3/26 | 0/53 |

上段：右折選択件数にエラー件数が占める割合
下段：エラー件数/右折選択件数

高齢者ともに2車線道路での右折よりも高く、高齢者ではいずれも2倍以上となっています。このことから、高齢者は非高齢者に比べ危険な右折行動を行っており、また、4車線道路での右折でもより危険な状況にあることがうかがえます。

3. カーブでの操作、挙動特性に関する実験⁶⁾

次に、カーブにおいて、実験を行った結果、把握した高齢ドライバーの特徴について報告します。

カーブでは、高齢者であるが故に、連続する事象への認知・判断・行動が後手後手になり、カーブの外側に膨らんだり、その結果あわててハンドルを大きく切って、車線を逸脱したりすることも考えられます。実験では、高齢者のこのような特徴を把握するため、実験区間を被験者に、指定した速度で走行してもらい、ハンドル角の測定や、走行軌跡の測定などを行いました。

実験区間は、表-3に示す設計速度40km/hの区間、設計速度60km/hの区間を設定し、各々別々に実験を行いました。実験区間の前後には、緩和区間を設けてあります。ただし、設計速度40km/hの実験区間では、実験場の制約により緩和区間長を15mとしてあります。

被験者に指定した走行速度は、各実験区間の設計速度どおりの速度、設計速度+10km/h、自由速度の3種類とし、被験者は右カーブと左カーブの両方を体験しました。

被験者は普段から自動車の運転を行っている高齢者16名、非高齢者15名としました(表-4)。

3.1 高齢ドライバーはハンドル操作を開始するのが遅い

図-3に、設計速度40km/hの実験区間を40km/hで走行した時のハンドル操作状況の一例を示します。また、図-4、5には、設計速度40km/hの実験区間の40km/h走行時における、ハンドル操作開始時刻(図-3のa点)と実験区間入口付近でのハンドル操作速度(図-3のa~b点間の角速度)との関係を示します。

図-4、5から、高齢者、非高齢者ともに、ハン

表-3 実験区間

| 実験区間 | 曲線半径 | 曲線長 | 車線幅員 |
|------------|-------------------|------|-------|
| 設計速度40km/h | 100m [※] | 110m | 3.00m |
| 設計速度60km/h | 220m [※] | 120m | 3.25m |

※ 片勾配を付さない場合の最小曲線半径

表-4 被験者の構成

| 年齢 人数 | 高齢者 | | | | 非高齢者 | |
|----------|-------|-------|-----|----|-------|-------|
| | 65-69 | 70-74 | 75- | 計 | 30-39 | 40-49 |
| | 9 | 3 | 4 | 16 | 11 | 4 |
| | | | | | | 15 |

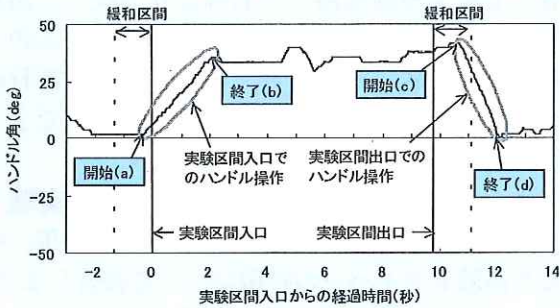


図-3 ハンドル操作状況の一例

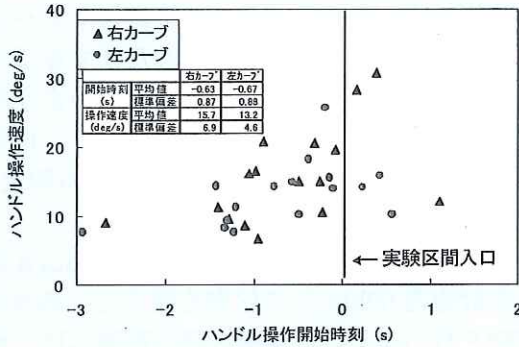


図-4 高齢者の実験区間入口付近でのハンドル操作

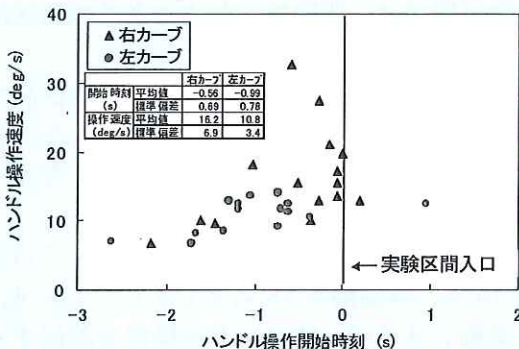


図-5 非高齢者の実験区間入口付近でのハンドル操作
 ドル操作開始時刻が遅くなると、ハンドル操作速度が速くなる傾向がみられます。また、高齢者は非高齢者に比べ、実験区間に進入した後にハンドル操作を開始する(ハンドル操作開始時刻が0秒以降となる)被験者が多く、また、ハンドル操作開始時刻の標準偏差が大きいことから、ハンドル操作開始時刻が個人によってばらついていることがわかります。

3.2 高齢ドライバーは走行軌跡のぶれが大きい

次に実験区間走行中の走行軌跡について見ます。なお、車両の走行軌跡は、ビデオ撮影により、車線の中心線の5mごとに観測しています。

カーブを走行する車両の走行軌跡は、必ずしも車線中心線に沿って走行するのではなく、例えば、外側寄りから進入し、旋回中は内側に寄って走行する、あるいは進入時から内側寄りを走行し続けるなど、運転者によって様々です。そこで、こ

では被験者ごとに、実際に描いた走行軌跡の回帰分析を行い、近似曲線を求め、5mごとに実際に描いた走行軌跡との残差(図-6)を比較することにより、走行軌跡のぶれを見ることにしました。

表-5には、被験者ごとに残差の標準偏差を求め、条件ごとに平均した値を示します。この値が大きければ、走行軌跡のぶれも大きいと考えることができます。

表からどの条件においても高齢者の値の方が大きく、高齢者は走行軌跡のぶれが大きいことがわかります。特に、設計速度40km/hの実験区間では有意な差が見られます。高齢者は、運転に必要な諸機能が衰えることから、カーブでの車両の状況や速度の状況などを認知し、判断・行動するために時間を要し、結果として、ハンドル操作の修正が大きくなり、走行軌跡にもぶれが生じていると考えることができます。

3.3 高齢ドライバーは走行速度が低い

表-6には、実験区間を自由速度で自由走行した時の、走行速度の平均値を示します。有意な差はありませんでしたが、設計速度40km/hの実験区

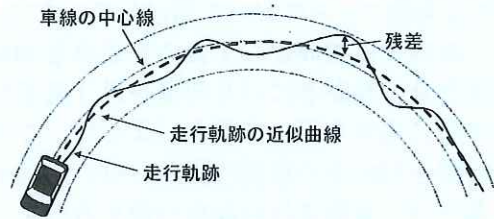


図-6 走行軌跡と近似曲線の残差(イメージ)

表-5 走行軌跡のぶれ (cm)

| | 設計速度40km/hの実験区間 | | | | | |
|-------------------|-----------------|------|--------|------|------|------|
| | 40km/h | | 50km/h | | 自由速度 | |
| | 右カーブ | 左カーブ | 右カーブ | 左カーブ | 右カーブ | 左カーブ |
| 高齢者 | 14.4 | 16.3 | 14.1 | 14.5 | 12.8 | 14.7 |
| 非高齢者 | 11.5 | 11.4 | 11.2 | 11.5 | 11.8 | 11.3 |
| 有意差 ^{※)} | 1% | 1% | 5% | 5% | — | 5% |

| | 設計速度60km/hの実験区間 | | | | | |
|-------------------|-----------------|------|--------|------|------|------|
| | 60km/h | | 70km/h | | 自由速度 | |
| | 右カーブ | 左カーブ | 右カーブ | 左カーブ | 右カーブ | 左カーブ |
| 高齢者 | 8.5 | 6.2 | 7.6 | 6.2 | 6.0 | 6.1 |
| 非高齢者 | 6.6 | 5.2 | 5.8 | 5.4 | 5.6 | 5.2 |
| 有意差 ^{※)} | — | — | — | — | — | — |

※) 1%: 有意水準1%で有意, 5%: 有意水準5%で有意, —: 有意差無し

表-6 走行速度 (km/h)

| | 設計速度40km/h | | 設計速度60km/h | |
|------|------------|----------|------------|-----------|
| | 右カーブ | 左カーブ | 右カーブ | 左カーブ |
| 高齢者 | 平均値 39.4 | 平均値 42.7 | 平均値 51.8 | 平均値 53.0 |
| | 標準偏差 4.7 | 標準偏差 3.9 | 標準偏差 6.1 | 標準偏差 5.9 |
| 非高齢者 | 平均値 41.8 | 平均値 43.8 | 平均値 57.0 | 平均値 58.9 |
| | 標準偏差 6.2 | 標準偏差 6.5 | 標準偏差 10.1 | 標準偏差 10.1 |

間、設計速度 60km/h 実験区間ともに高齢者の走行速度の方が低く、高齢者は速度を抑えて走行していることがわかります。特に設計速度 60km/h の実験区間では、非高齢者に比べ約 6km/h も速度が低くなっています。

4. 高齢ドライバーへの対策の方向性

本稿では、交差点での右折や、カーブを取り上げて走行実験を行った結果から、高齢ドライバーは、非高齢ドライバーと比べて、以下の(1)~(5)の特徴があることを報告しました。

交差点での右折時

- (1) 対向車の速度よりも対向車との距離から右折の判断をしている可能性がある。
- (2) 右折ミスの割合が高く、4車線道路での右折は2車線道路の右折より危険な状況にある。

カーブでの走行時

- (3) ハンドルの操作を開始するタイミングが遅い。
- (4) 走行軌跡のぶれが大きい。
- (5) 走行速度が低い。

以上のことから、高齢者は、非高齢者に比べ、交差点右折時やカーブ走行時の自動車運転能力が劣るといわざるを得ません。今後も高齢ドライバーが増加していくことを考えれば、高齢ドライバーにも安全で快適な道路交通環境を提供するための対策を講じていく必要があると考えられます。

(1)~(5)から、特に高齢ドライバーの交通事故発生件数が多かったり、高齢ドライバーの利用率高い箇所・区間での、対策の方向性を検討すれば、以下のようなことがあげられます。

(1)~(2)については、交差点や交差点付近の交通量や周辺状況等に応じて、右折現示の時間を確保することなどにより、高齢ドライバーに右折のための時間的ゆとりを提供することが考えられます。

(3)については、余裕を持ってハンドル操作を行えるよう、例えば、カーブの十分手前から視線誘導標や線形誘導標示板等を設置したり、カーブ区間内の舗装をカラー化したりして、十分手前からカーブ

の存在や線形を明示するなどの対策が考えられます。

(4)については、走行軌跡のぶれが大きくならないよう、例えば、緩やかな線形を採用する、急激な線形の変化を避けるなどの対策が考えられます。また、路外への逸脱や対向車線への逸脱を防止する対策として、例えば、前述した対策の他に、凹凸のある中央線・外側線の設置、またはレーン・ディバイダーの設置などの対策が考えられます。

(5)については、例えば、高齢ドライバーのマイペース運転の実現、非高齢ドライバーのイライラ防止、道路のサービスレベル維持等の対策が重要となる地点においては、付加車線を設置するなどの対策が考えられます。

また、道路側の対策のみならず、交通安全教育などを通じて、(1)~(5)の特徴を、高齢者自身及び周囲の道路利用者が理解し、交通事故防止に務めることも必要と考えられます。

5. おわりに

本文中でその一端を紹介した通り、自動車運転能力は、加齢によって衰えていくものと考えられます。当研究室では、今後とも高齢ドライバーのことを考慮し、運転特性や、それを踏まえた道路・交通環境側での改善点を把握するための研究を行っていきます。

参考文献

- 1) 総務省統計局：国勢調査報告(平成12年)
- 2) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の将来推計人口(平成14年1月推計), 2002.4
- 3) 例えば、全日本交通安全協会：安全・円滑・快適な道路交通を目指して-トラフィック・グリーンペーパー-, 2001.10
- 4) 若月健、森望、高宮進：高齢ドライバーの右折時特性に関する実車実験, 土木学会第56回年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), 2001.10
- 5) 若月健、森望、高宮進：実車実験に基づく高齢ドライバーの運転挙動の一考察, 第21回交通工学発表会論文報告集, pp.221-224, 2001.10
- 6) 若月健、森望、高宮進：高齢運転者のカーブ走行時特性に関する一考察, 土木学会第57回年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), 2002.10(発表予定)

若月 健*



国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究部道路空間高度化研究室研究官
Takeshi WAKATSUKI

森 望**

同 道路空間高度化研究室長
Nozomu MORI

高宮 進***



同 道路空間高度化研究室主任
研究官, 学術博
Dr.Susumu TAKAMIYA