

# 講演 1. 歩行者認知支援システムがドライバの 運転に与える影響に関する研究

自動車研究部

※後閑 雅人

田中 信壽

安本 まこと

## 1. まえがき

政府は、中央交通安全対策会議（平成 28 年 3 月）において「第 10 次交通安全基本計画」を策定し、2020 年までに国内における交通事故死者数を 2,500 人以下とし、世界一安全な道路交通を実現することを目標としている。また、近年減少傾向にあるものの平成 28 年の交通事故死者数が 3,904 人（前年比：213 人減）となっており、2,500 人以下という目標を達成するには様々な事故対策を実施することが必要である。交通事故を状態別に分類すると歩行者が歩行中に死亡する交通事故の割合が最も高く 34.9% (1,361 人) を占めており<sup>1)</sup>、第 10 次交通安全基本計画の目標を達成するためには、歩行者が歩行中に死亡する交通事故を削減することが必須な状況にあるといえる。歩行者は車両に比べ、検知対象が小さく動きが予測しにくいという特性がある。よって車載センサを用いた歩行者検知対応の被害軽減ブレーキだけでなく、携帯端末の通信を利用した歩行者の位置情報をドライバに提供する運転支援の検討が必要である。先進安全自動車推進検討会では、平成 28 年 3 月に「通信利用歩行者事故防止支援システム基本設計書（以下、基本設計書）<sup>2)</sup>」を策定し、通信を利用した運転支援システムについて備えるべき技術的要件や配慮すべき事項等について検討されている。基本設計書では、通信を利用した運転支援システムは、自立検知型や路車間通信システムによって防ぐことができない歩行者の飛び出し等による交通事故防止に効果的であるとされている。

本研究では、通信を利用した運転支援システムの一つである歩車間通信を利用した歩行者の接近情報をドライバに提示するシステム（以下、歩行者情報提示システム）に着目し、歩行者情報提示システムがドライバの運転行動に及ぼす影響を明らかにするために被験者実験を実施した。本実験では、歩道から車道へ進入しようとする模擬歩行者と、この模擬歩行者の接近を音と画像でドライバへ注意喚起することができ

る歩行者情報提示システムを準備し、歩行者情報提示システムの支援の有無による被験者の運転行動を比較検証することとした。

## 2. システムの支援レベル

通信利用型運転支援システム基本設計書<sup>3)</sup>では、支援を行った際にドライバに期待する行動別に支援レベルを定義している。表 1 に支援レベルの定義を示す。また、基本設計書では、支援レベルが「注意喚起」以上の支援を行うとドライバの受容性が得られないと想定し、支援レベルは「情報提供」を設定している。

しかしながら、今後の技術進歩等により歩行者の検知精度が向上することによって、精度の高い確実な「注意喚起」を行うことが可能になると想定される。本研究では、歩行者情報提示システムが誤情報無く確実な「注意喚起」を行うことを仮定し、被験者実験を実施した。

表 1 支援レベルの定義

支援レベル	定義	運転者に期待する行動
情報提供	運転者がシステムから提供された情報により安全運転を行うための客観情報を伝える。	通常運転時の行動で対応
注意喚起	特定のタイミング、特定の場所、運転者による特定の操作または特定の状況が生じたときに注意を喚起する。	やや急いだ行動で対応
警報	検知した情報からの事故の可能性を予測し、運転者に対して即座に適切な行動・操作を促す。	素早い行動で対応

### 3. 歩行者情報提示システム

図 1 に本研究で検証した歩行者情報提示システムの概要を示す。本システムは、車両運転席横のコンソールパネル上部に設置したモニタに任意の画像を、実験区間開始地点を起点とする任意のタイミングでドライバに提示することが可能である。また、音声についても任意の音声を同起点からの任意のタイミングでドライバに提示することが可能である。

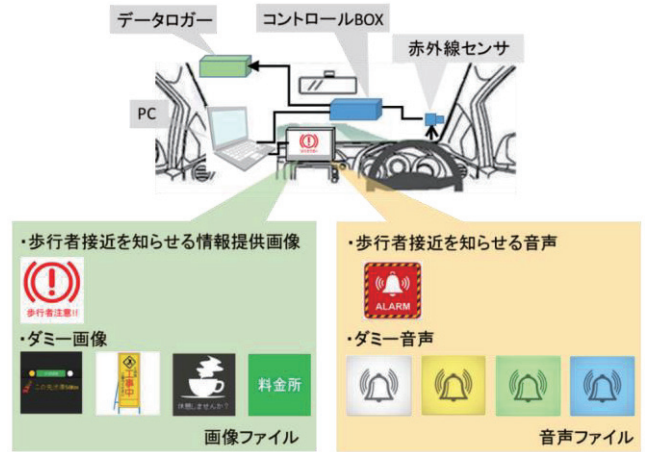


図 1 歩行者情報提示システムの概要

### 4. 歩行者情報提示システムの効果評価実験

#### 4. 1. 実験環境

図 2 に、歩行者を模擬した人形（以下、模擬歩行者）とドライバが運転する車両（以下、評価車両）との位置関係を示す。事前に予備実験を実施し、その結果から模擬歩行者の待機位置が視認しづらい場所に駐車車両を配置した。模擬歩行者は、対向車線左端に駐車している車両の後方を車線に対して直角に進入させる。但し、模擬歩行者は、走行車線内には進入しないものとした。なお、このような位置関係の実験環境が一か所であった場合、その場所で常にドライバが警戒し、普段の運転行動が現れない可能性がある。そこで、図 2 に示す位置関係で駐車車両と模擬歩行者を提示する装置（以下、模擬歩行者提示装置）を 50m 間隔に 5 箇所設置し、ドライバの実験区間に対する警戒意識の低下を図った。5 箇所のうち、3 箇所の模擬歩行者提示装置が実際に模擬歩行者を飛び出させることができる。模擬歩行者提示装置は、評価車両が模擬歩行者の 50m 前を通過後に任意の模擬歩行者（2 台目、4 台目及び 5 台目）を任意のタイミングで飛び出させることができる。本実験では、模擬歩行者が飛び出しを開始したタイミングで注意音と共に「歩行者注意」という警告画像を提示し、被験者へ歩行者の接近を注意喚起した。模擬歩行者は、歩行者の横向き姿を象った板とし、全高が 180cm となるようにした。着衣の配色は、上半身が黒、下半身を青とした。

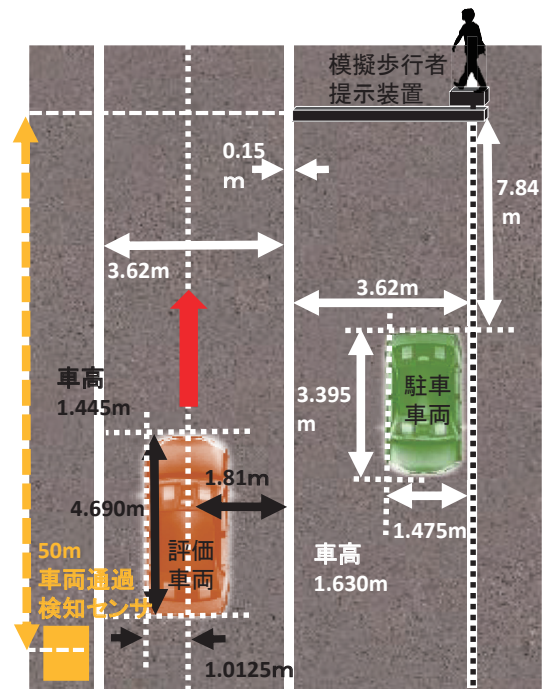


図 2 試験車両と実験装置の位置関係

#### 4. 2. 被験者

実験に参加した被験者は 11 名（男性 1 名、女性 10 名）で、平均年齢 44.9 歳（標準偏差 7.88）、最高年齢 60 歳、最低年齢 35 歳であった。被験者の免許保有年数は全員 10 年以上であり、主として買い物などで週に数回運転している。また、本実験は当研究所における「人間を対象とする実験に関する倫理規定」に基づいて事前に審査が行われ、当研究所所長の承認のもとに実施した。実験にあたっては、事前に実験内容を説明した後、インフォームド・コンセントを得た。

次に、日没前の明るい状況で、被験者に歩行者情報提示システムを搭載した評価車両を 30 分程度運転させコースを周回させた後、歩行者情報提示システムと模擬歩行者提示装置を体感させた。

歩行者情報提示システムが期待されている効果には、ドライバの歩行者に対する視認性の向上が挙げられる。そこで、本研究では、歩行者情報提示システムの効果を検証する環境としてドライバの歩行者に対する視認性が低下する夜間が適切であると考え、日没後 30 分以降の時間帯における効果を検証することとした。また、本実験を実施したテストコースには街路灯等の光源は設置されていない。

### 4. 3. 模擬歩行者視認実験

本研究では、まず歩行者情報提示システムが模擬歩行者視認時間に与える影響を評価するための実験（以下、模擬歩行者視認実験）を実施した。模擬歩行者視認時間とは、模擬歩行者の作動からドライバが模擬歩行者を認知し、スイッチを操作するまでの時間と定義した（図3）。

被験者には、評価車両に搭載された Adaptive Cruise Control の定速走行機能を使用し、図2で示す走行車線を矢印の方向に 30km/h の一定速度で走行させた。その際、模擬歩行者の接近に気づいた時点でハンドルに備え付けたスイッチを押すこと、実験区間ではブレーキ操作を行わないことを指示した。

模擬歩行者は、図2に示した位置から移動を開始し、評価車両が走行する車線の中心で評価車両と衝突するタイミングで移動を開始させた。模擬歩行者の移動速度は 4km/h とした。本実験は、歩行者情報提示システムの支援有無の条件で被験者一人につき各 3 回ずつ行った。

なお、本実験では、実験の繰り返しによって被験者が注意音に対して反射的にブレーキ操作を行うことを避けるために模擬歩行者を飛び出させない実験区間で注意音と共にダミー画像（「この先工事中」、「休憩をとみましょう」等）を提示する試行を適時行い、被験者には常に注意喚起の意味を理解させるように心掛けた。計測項目は模擬歩行者視認時間である。

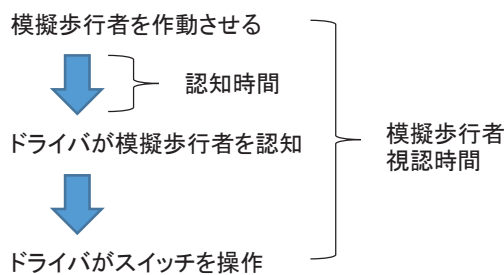


図3 模擬歩行者視認時間の定義

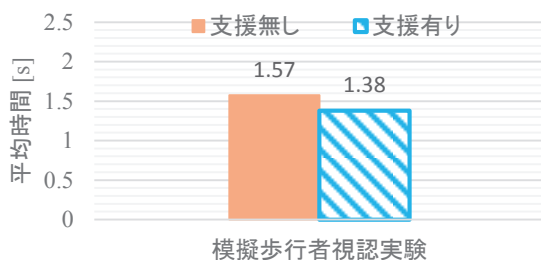


図4 模擬歩行者視認時間

### 4. 4. 模擬歩行者視認実験の結果

模擬歩行者視認実験の結果、図4に示す通り、歩行者情報提示システムの支援無しの場合、模擬歩行者視認時間の平均値が 1.57sec となった。一方、歩行者情報提示システムの支援有りの場合、模擬歩行者視認時間の平均値が 1.38sec となった。なお、平均値は 11 名×3 回分のデータから算出した。この結果から、歩行者情報提示システムによって模擬歩行者視認時間が平均 0.20sec 短縮されることが確認された。

### 4. 5. 模擬歩行者ブレーキ実験

次に、歩行者情報提示システムが模擬歩行者ブレーキ反応時間に与える影響を評価するための実験（以下、模擬歩行者ブレーキ実験）を実施した。模擬歩行者ブレーキ反応時間とは、模擬歩行者の作動からドライバが模擬歩行者を認知し、アクセルペダルからブレーキペダルに踏みかえブレーキを操作するまでの時間と定義した（図5）。

被験者には、評価車両に搭載された Adaptive Cruise Control の定速走行機能を使用し、図2で示す走行車線を矢印の方向に 30km/h の一定速度で走行させた。その際、被験者には、模擬歩行者の接近に合わせて、模擬歩行者との衝突を回避するようにブレーキを踏むように指示した。

模擬歩行者は、図2に示した位置から移動を開始し、評価車両が走行する車線の中心で評価車両と衝突するタイミングで移動を開始させた。模擬歩行者の移動速度は 6km/h とした。本実験は、歩行者情報提示システムの支援有無の条件で被験者一人につき各 3 回ずつ行った。計測項目は模擬歩行者ブレーキ反応時間である。

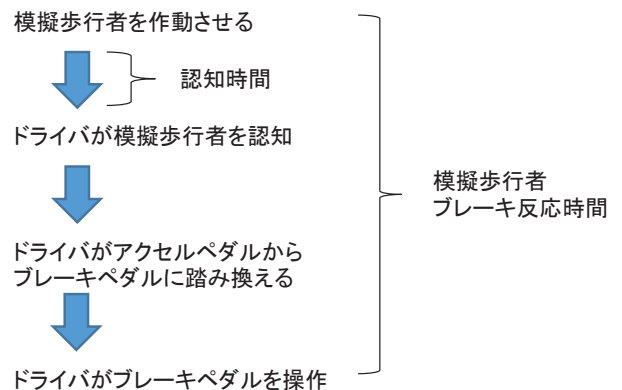


図5 模擬歩行者ブレーキ反応時間の定義

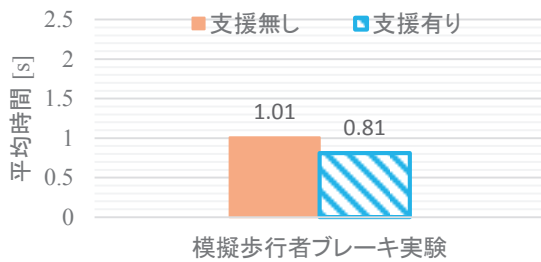


図6 模擬歩行者ブレーキ反応時間

なお、本実験では、実験の繰り返しによって被験者が注意音に対して反射的にブレーキ操作を行うことを避けるために模擬歩行者を飛び出させない実験区間で注意音と共にダミー画像（「この先工事中」、「休憩をとみましょう」等）を提示する試行を適時行い、被験者には常に注意喚起の意味を理解させるように心掛けた。

#### 4. 6. 模擬歩行者ブレーキ実験の結果

模擬歩行者視認実験の結果、図6に示す通り、歩行者情報提示システムの支援無しの場合、模擬歩行者視認時間の平均値が1.01secとなった。一方、歩行者情報提示システムの支援有りの場合、模擬歩行者視認時間の平均値が0.81secとなった。なお、平均値は11名×3回分のデータから算出した。この結果から、歩行者情報提示システムによって模擬歩行者ブレーキ反応時間が平均0.20sec短縮されることが確認された。

#### 5. 考察

模擬歩行者視認実験において計測されたドライバの模擬歩行者視認時間には、スイッチ操作に要した時間が含まれている。よって、歩行者情報提示システムによって短縮された計測時間（0.20 sec）にはドライバが認知に要する時間（以下、認知時間）の短縮に加え、スイッチ操作に要する時間の短縮が含まれている可能性がある。但し、模擬歩行者視認実験では模擬歩行者を4km/hに設定し、模擬歩行者が移動を開始してから評価車両と衝突するまでの時間を約5.0secに設定したこと、加えて、ブレーキ操作を行わない条件としたことから、ドライバが模擬歩行者を認知しスイッチ操作を行うことのみ集中する実験となっている。歩行者情報提示システム支援の有無によってスイッチ操作に要する時間の変化はほとんど無いと考え

られ、模擬歩行者視認実験で計測された歩行者情報提示システムの支援によって短縮された計測時間は、認知時間の短縮によるものと考えられる。

一方、模擬歩行者ブレーキ実験では、模擬歩行者の歩行速度を6km/hに設定し、ドライバは模擬歩行者を視認後、直ちにブレーキを踏まなければ衝突を回避できない状況となっている。模擬歩行者ブレーキ実験では、被験者の認知時間とアクセルペダルからブレーキペダルに踏みかえ、ブレーキ操作を行うまでの時間を計測していることから、歩行者情報支援システムの支援によって短縮された模擬歩行者ブレーキ反応時間の短縮時間（0.20 sec）には、被験者の認知時間の短縮時間とペダルの踏みかえに要する時間の変化が含まれていることとなる。この模擬歩行者ブレーキ反応時間の短縮時間（0.20 sec）が認知時間の短縮時間（0.20 sec）と同程度であるという事は、歩行者情報提示システムはペダルの踏みかえに要する時間にほとんど影響を与えていないと考えられる。

#### 6. まとめ

本研究は、歩行者情報提示システムがドライバの運転行動に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。本実験では、基本設計書において定義されている支援レベル「注意喚起」を想定し、歩行者情報提示システムの支援の有無によってドライバの運転行動に及ぼす影響について被験者実験を実施した。この実験の結果から、ドライバの認知時間を約0.2 sec短縮できることがわかった。よって本実験のように歩行者の接近情報を音と画像で正確に注意喚起することができれば、安全運転支援への効果があることが確認された。

#### 参考文献

- 1) 警察庁交通局，“平成28年における交通死亡事故について”，pp.1-42（2017）
- 2) 国土交通省自動車局先進安全自動車推進検討会，“通信利用歩行者事故防止支援システム基本設計書”先進安全自動車（ASV）推進計画 報告書，資料編，pp.221-283（2016）
- 3) 国土交通省自動車局先進安全自動車推進検討会，“通信利用型運転支援システム基本設計書”先進安全自動車（ASV）推進計画 報告書，資料編，pp.139-207（2016）