

# 先急ぎ運転の得失分析システムの開発と一分析

林 政喜<sup>1,a)</sup> 隅田 康明<sup>2</sup> 合志 和晃<sup>1</sup> 松永 勝也<sup>3</sup>

受付日 2013年4月8日, 採録日 2013年10月9日

**概要:** 自動車運行における衝突事故は、当該車両の停止距離よりも進行方向の障害物までの距離（進行方向空間距離、または車間距離）が短い場合に発生する。衝突事故防止のためには、それぞれの車両の運転者は停止距離よりも長い車間距離を保持して走行することが必要である。ところが、現実には多くの運転者が停止距離よりも短い車間距離で走行している。多くの運転者が短い車間距離で走行している要因の1つとして、運転者が無意識的あるいは意識的にできる限り早く目的地に到着するようにできるだけ高い速度走行しようとするような先急ぎ運転をしていることが考えられる。これは、運転者が先急ぎ運転による旅行時間の短縮という利益を優先し、不安全的な先急ぎ運転を選択した結果とも考えられる。先急ぎ運転による事故防止のためには、運転者に先急ぎ運転による利益よりも不利益の方が大であることを理解させ、平素の運転において十分な車間距離を保持した運転を繰り返し訓練していくことが有効であると考えられる。そこで、運転時の移動効率（旅行時間）とその運転における安全度（危険度）を記録・分析できるシステムの開発を行った。また、公道上のコースを走行する実験を行い、運転行動の記録、評価、詳細分析を行った。その結果、先急ぎ運転で得られる時間的利便性は平均 6.6%であったが統計的に有意な差ではなかった。これに対して、先急ぎ運転による運転時の不安全感は平均 37.1 ポイント増加し、また、主観調査によって先急ぎ運転の方が大きな危険感、疲労感、緊張感を感じていたことを明らかにした。本システムによって、平素の運転の危険度を提示することで、日々の運転を通して自然に安全運転習慣の形成が可能であると考えられる。

キーワード：先急ぎ運転, 安全運転理論, 運転者教育, ITS, 分析

## A Design of the Advantage-and-Disadvantage Analysis System of Hasty Driving and Analysis

MASAKI HAYASHI<sup>1,a)</sup> YASUAKI SUMIDA<sup>2</sup> KAZUAKI GOSHI<sup>1</sup> KATSUYA MATSUNAGA<sup>3</sup>

Received: April 8, 2013, Accepted: October 9, 2013

**Abstract:** The rear-end collision occurs when the vehicle's headway distance is shorter than the stopping distance. It is required to prevent a rear-end collision that the distance between two cars is longer than the stopping distance of a car. However, many drivers have not taken the distance between two cars greater than stopping distance. The reason is that they have chosen driving way to arrive at the destination earlier than safe driving. If hasty driving would bring about disadvantage, drivers would be educated to do safe driving position. We developed the system for the analysis of advantage and disadvantage of the hasty driving. Moreover, we had investigated experimentally whether the hasty driving could shorten the travelling time or not. As the results of experiment, the hasty driving could shorten travelling time by around 6.6% which is not significant statistically. On the other hand, the hasty driving made unsafe situation and increased stress more. We could educate the disadvantage of the hasty driving by using this system.

**Keywords:** hasty driving, safe driving theory, driver education, ITS, analysis

<sup>1</sup> 九州産業大学  
Kyushu Sangyo University, Fukuoka 813-0004, Japan

<sup>2</sup> 九州大学大学院システム情報科学府  
Graduate School and Faculty of Information Science and  
Electrical Engineering, Kyushu University, Fukuoka 819-  
0395, Japan

<sup>3</sup> 九州大学  
Kyushu University, Fukuoka 819-0395, Japan

a) masaki@is.kyusan-u.ac.jp

## 1. はじめに

自動車は人の輸送の約 74% (人数比), 物の輸送の約 90% (重量比) を担っており, 我々の生活を支えている (平成 22 年) [1]. しかし, その一方で, 自動車による交通事故による経済損失は 3 兆 2,108 億円 (人的損失額: 1 兆 4,684 億円, 物的損失額: 1 兆 7,424 億) と推定されており [2], 多くの人命の損失と身体的, 物質的な損傷をもたらしている. 今後も物や人の輸送における自動車の分担率は高い割合を維持していくと考えられ, 自動車事故の防止は現代社会においての大きな課題であるといえる.

平成 24 年中に発生した自動車事故で最も多いのは追突によるもので 231,677 件 (全事故 665,138 件中の約 34.8%) 発生している [3]. この追突事故のうち, 進行中の前方車両に追突する事故は追突事故中の約 9.4% であり, 多くが駐・停車中の車両に対して追突している [3]. よって, 自動車運行における進行方向の物体に対する追突は, 当該車両の停止距離よりも進行方向の人や物などの衝突を防止すべき物体までの距離 (進行方向空間距離, 前方の物体が自動車の場合は車間距離) が短い場合に発生する可能性が生じる (図 1) [4]. すなわち, 追突事故防止のためには, それぞれの車両の運転者は停止距離よりも長い車間距離を保持して走行することが必要であると考えられる. ところが, 現実には多くの運転者が停止距離よりも短い車間距離で走行している. 中島らの調査では [5], 東名高速道路の追い越し車線では車間時間約 1 秒で走行している車両が最も多かったことが報告されている. この調査時の車両速度は時速 90 km が最も多く, 時速 90 km の場合の停止距離は約 83.1 m となり (運転者の反応時間: 1.5 秒, 路面の摩擦係数: 0.7 車輪固定条件で計算), この条件での安全車間時間 (停止時間より車間時間の長い状態) は約 3.4 秒以上となる. このことから, 多くの運転者は停止距離よりも短い車間距離で走行しているといえる.

多くの人が停止距離よりも短い車間距離で走行しているが, 実際に交通事故が発生することは稀である. それは, 走行中においては前方の車両がその場で停止しない限り, 実質的な停止距離は前方の車両が停止するまでの距離を加えたものとなるためである. それゆえに, ほとんどの運転者は停止距離よりも車間距離が短い状況での走行に衝突の危険性があるということに気付かない. 前方の車両が他の物体に衝突するなどしてその場で停止するような状況が発生した場合には, 車間距離が停止距離より短い走行をしている車両は衝突を回避できない場合が発生する. 追突事故の約 90% は停止状態の自動車への追突であることから [3], 前方車両がその場で停止する可能性は無視できないものと考えられる. このようなことから, 衝突事故を防止するためには停止距離以上の車間距離を保持しての走行習慣が重要である.

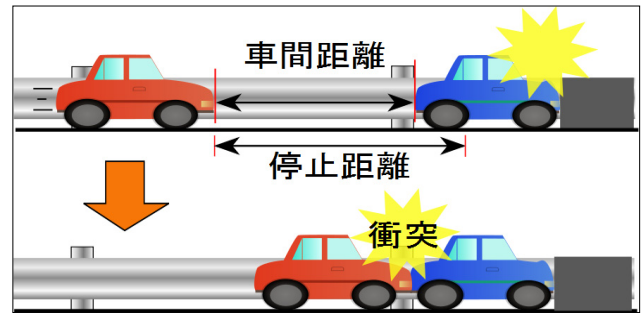


図 1 衝突条件

Fig. 1 Condition of the collision.

近年では, ITS によって安全運転を支援しようとする研究がさかんである. たとえば, 一定車間距離保持の支援を行うようなシステムの実装 [6], 無信号交差点などにおいて運転者に対して接近車両ありの情報を与えるといった安全運転を支援するシステムの開発 [7] などが行われている. しかしながら, これらは運転者の運転操作や認知支援を行う機能であり, 運転者の意図的な不安全運転そのものを防止することはできない. かつては, 時速 100 km を超えると警告音を与える装置の装着が自動車には義務づけられていたが [8], 多くの人が警告音を鳴らしながら走行していたという事実がある. このようなことから, ITS による安全運転支援システムが適切に利用されるようにするにも, 運転者自身が安全運転を積極的に行おうとする意識を持ち, また, それを実行する必要がある.

## 2. 先急ぎ運転の防止教育方法

### 2.1 運転者の得失換算

多くの人ができるだけ速度を高めた運転や前方の車両を追い抜く運転によって, できる限り早く目的地に到着しようとしていると考えられる (以降, このような運転のことを先急ぎ運転と呼ぶ) [4], [9]. これは, 先急ぎ運転を行うことで目的地により早く到着できるものと運転者が考え, 到着時間 (旅行時間) と事故の危険性の得失換算を行った結果, 旅行時間の短縮を優先し交通事故の危険性を軽視した運転を選択するためであると考えられる (図 2). これは, 人の持つ他よりも先行しようとする衝動 (以降, 先急ぎ衝動と呼ぶ) のためであると考えられる [14].

先急ぎ衝動を持った運転者は, 目的地へのより早い到着のためにできるだけ速度を高めた運転や前方の車両を追い抜く先急ぎ運転を行おうとする場合が多いと考えられる. 先急ぎ運転では, 車間距離が短くなりやすく, 追突事故が発生する可能性も高くなると考えられる. 事故を引き起こした人に対する調査によると, 事故直前は急いでいたと回答した人が約 50% いたとのことから [15], 先急ぎ運転は自動車事故発生 の 1 要因であるといえよう. しかしながら, 先急ぎ衝動は人の本能と考えられるために, 無意識的に発現することが多い. これを防止するためには, まず,

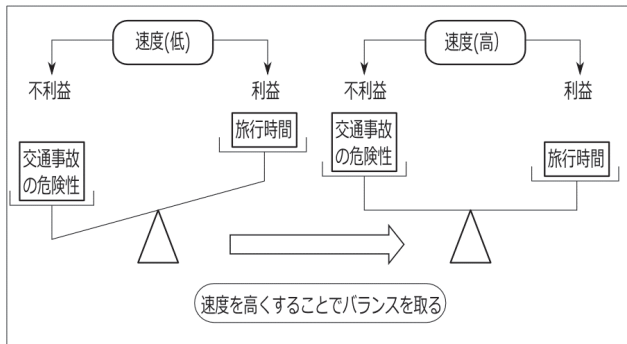


図 2 運転者の得失換算モデル

Fig. 2 Model of advantages-and-disadvantages conversion.

先急ぎ運転は利益が小であり不利益が大である事実を運転者に知らせ、平素からの訓練によって、同じく無意識的に長い車間距離を保持する習慣の形成が必要となる。

### 2.2 教育方法

先急ぎ運転の防止に関わる先行研究としては、松木らによる安全運転と先急ぎ運転における得失を比較体験可能なシミュレータを用いた教育実験があり、シミュレータ体験後に車間時間が延長する効果があることが示されている [16]。また、実車による安全運転教育を行えるシステムとしては、合志らによって開発されている安全運転管理教育システム ASSIST がある [17]。ASSIST では、車載システムによって運転行動を記録し、リアルタイムに運転者への指示や警告を行うことが可能なシステムである。ASSIST を用いた実車実験では、運転中の実時間で教育によって交差点での一時停止挙動の改善に効果があることが示されている。しかし、先急ぎ運転防止教育については具体的な方法は示されておらず、先急ぎ運転か否かの判断指標についても走行速度のみであり、先急ぎ運転による事故の危険度増加については考慮されていない。先急ぎ運転の検出手法については、堀田ら [18] や Raksincharoensak ら [19] によるものがあり、これら手法を用いることで実車での運転中に先急ぎ運転の検出を行える可能性が示されている。しかしながら、先急ぎ運転をシステムが検出し警告などを出したとしても、運転者自身が先急ぎ運転の非効率性を理解していなければ、システムは有効に利用されないと考えられる。

これらのことから、先急ぎ運転による追突事故防止のためには、運転者の得失換算において先急ぎ運転による利益よりも不利益の方が大であることを示し、その後、実車での運転中に実時間で教育を行うことが有効であると考えられる。

### 2.3 先急ぎ運転による利益と不利益

先急ぎ運転と安全運転における旅行時間、追い越し回数、急制動回数、および、燃料消費量の比較のための実験について Cohen らの報告があり [10]、走行距離 1,740 mile (2,800 km) における旅行時間、平均速度、追越車両数、

表 1 Cohen らの調査結果 [10]

Table 1 The survey results by Cohen et al.

	安全運転	先急ぎ運転	差
走行時間	47 時間 53 分	45 時間 5 分	2 時間 48 分
平均速度	36mile/h	38mile/h	2mile/h
追越車両数	534 台	898 台	364 台
急ブレーキ回数	7 回	184 回	177 回
燃料消費量	222.7L	277.2L	54.5L
タイヤ摩耗度	約 1mm	約 2mm	約 1mm

急ブレーキ回数、燃料消費量、タイヤ摩耗度を調査している (表 1)。この実験では、旅行時間については先急ぎ運転の方が安全運転の場合よりも 2 時間 48 分早く到着しているが (安全運転 47 時間 53 分、先急ぎ運転 45 時間 5 分、約 5.8%の差)、急ブレーキ回数は先急ぎ運転の方が 177 回多くなり、燃料消費量とタイヤ摩耗度についても先急ぎ運転の方が多くなっている。この実験結果では、先急ぎ運転によって約 5.8%の時間的利益を得た代わりに、多くの急ブレーキを必要とする危険な運転となり、燃料やタイヤを多く消費する経済的な損失が生じていることが示されている。しかしながら、この実験は 1968 年に行われたものであり、交通環境や運転者の運転意識が現代と大きく異なる可能性がある。また、日本の道路環境で教育を行うためには、日本の道路環境での移動効率や危険度を明らかにする必要性がある。さらに、この実験では複数の運転者が運転と休憩を交代しながら行ったものであり、運転者の疲労度については調べられていない。そして、両走行条件での車間距離の違いに関しての報告もない。

先急ぎ運転による疲労度については、たとえば、1 日 (16 時間乗務) に 250 km 程度の距離を走行するタクシの運転者を対象とした研究がある [4], [11]。これによると、日常的に先急ぎ運転を行う運転者は疲労が蓄積しやすく、そのために休憩時間が長く、収入が少なくなる傾向があることが指摘されている。

先急ぎ運転と安全運転の移動効率と事故の危険性の比較については、松木ら [12] と渡邊ら [13] による報告がある。松木らは最高速度を 40 km/h, 50 km/h, 60 km/h, 70 km/h に設定したドライビングシミュレータによる実験によって、先急ぎ先急ぎ運転による時間短縮は大きくなく、先急ぎ運転時には事故に遭遇する危険性が高くなる傾向があるとしている。しかしながら、この実験では、7.5 km の距離の走行において最高速度 40 km/h 以外の運転では平均 0.5 回以上の衝突事故が発生しており、シミュレータ環境による緊張感の欠如のために現実の運転と異なっていたと考えられる。これに対して渡邊らは、実車によって最高速度を 40 km/h, 50 km/h, 60 km/h に制限した運転での移動効率と衝突事故の危険性について分析し、速度を上げても移動効率は上がらず、衝突事故の危険性は高くなるとしている。

しかしながら、この実験は1台の車両によるものであり、安全運転時と先急ぎ運転時の交通環境を等しくする配慮はされていない。そのために、安全運転と先急ぎ運転で移動効率や衝突の危険性に差があったとしても、その差が運転方法によるものなのか、交通環境によるものなのかについては不明である。

このようなことから、現実の道路において交通環境ができるだけ等しくなる状況での先急ぎ運転と安全運転の移動効率、衝突事故の危険性および疲労度について分析し、先急ぎ運転の非優位性を明らかにする必要がある。また、Cohenら、松木ら、渡邊らの研究では、先急ぎ運転の非優位性を示しているが、その分析結果を運転者にフィードバックし先急ぎ運転を防止する方法については述べられていない。

そこで、このような安全運転教育を実現するために、運転時の移動効率(旅行時間)とその運転における安全度(危険度)を記録・分析できるシステムの開発を行った。運転者の平素の運転行動を記録データに基づいて分析し、それに基づいた運転の改善を行い、さらに、自身の運転の見直しを繰り返し行うことで、安全運転の習慣を形成することが可能となると考えられる。さらに、今後の研究によって実時間での先急ぎ運転検出が可能になることで、実時間での先急ぎ運転防止教育を行うことができると考えられる。

### 3. 先急ぎ運転の得失分析システム

市街地の道路において制限速度よりも高い速度で走行しても、停止信号や前方を走行する車両などの影響によって停止せざるをえない場合が発生する。そのために、部分的に高い速度で走行しても旅行時間の短縮はもたらされないとも考えられる。その一方で、高い速度での走行は車間距離の短縮を招き、事故発生の可能性を高くする。このような事実があれば、このことを運転者に対して実測データを基にして知らしめることにより、客観的に自身の運転を見直させることができる。そして、平素の運転の危険度を提示することによって、日々の運転を通して自然に安全運転の習慣づけを行うことができると考えられる。そこで、運転行動を記録し、先急ぎ運転の得失評価を提示するシステムを開発した。

#### 3.1 先急ぎ運転の得失評価条件

先に述べたように、運転者は運転時に目的地に早く到着するという利益と、高い速度での走行による疲労や事故の危険性という不利益を比較し、自身にとって最も利益になるような運転を選択しているものと考えられる。運転者に安全運転を選択させるためには、先急ぎ運転によって得られる時間的な利益が小であり、事故の危険性という不利益が大であることを知らしめることが重要である。そのために、先急ぎ運転による得失の評価要素として、移動効率(時

間的な利益)と安全条件(事故による損失の可能性)とし、これらを数量的に評価することとした。

##### 3.1.1 移動効率

停止信号などで前方により停止車両がある、あるいは、交差方向の道路を走行する車両があった場合には、停止せざるをえない。それまで高い速度で走行していた車両が停止信号などで停止している間に、道路交通法を守って走行しているいわゆる安全運転車が追いついてくることも考えられる。すなわち、必要以上に高い速度での運転では、遵法速度での車間距離を十分保持した安全運転に比べて停止信号などでの停止時間が長くなり、これにともない旅行時間も長くなると予想される。この考えから、移動効率を評価する指標として、走行全体に要した時間(旅行時間)と走行中に停止していた時間(停止時間)によって評価することとした。また、停止時間は旅行時間に対する割合として評価することが適当であると考えられるので、旅行時間( $T_{\text{travel}}$ )に対する停止時間( $T_{\text{stop}}$ )の割合(停止割合:式(1))も移動効率の評価指標の1つとした。

$$\text{停止割合 (\%)} = \frac{T_{\text{stop}}}{T_{\text{travel}}} \cdot 100 \quad (1)$$

##### 3.1.2 安全条件

追突事故は当該車両の停止距離( $D_{\text{stopping}}$ )より車間距離( $D_{\text{headway}}$ )が短い場合に発生する可能性が生じる。前述のように追突事故の約90%は停止状態の自動車への追突であることから、前方車両がその場で停止する可能性は無視できないものと考えられる。このために、衝突防止のためには、走行中であっても停止距離以上の車間距離保持が必要となる。このように、追突事故を防止するためには、停止距離以上の車間距離を保持することが重要であるといえる。停止距離は式(2)で求めることが可能である。本論文では、反応時間( $T_r$ )を1.5秒、摩擦係数( $\mu$ )を0.65と設定した。このことから、追突事故についての安全条件を式(3)によって評価することとした。この式(3)で求められる値(CPI)を衝突可能性指数(Collision Prone Index)と呼ぶこととする[20]。車間距離が停止距離よりも短いときに、このCPIは1よりも大きい値をとり、衝突の可能性を有すると判断する。また、走行全体の安全性(不安全性)については不安全割合と呼ぶ指標によって評価した式(4)。この式は、全走行時間( $T_{\text{driving}}$ )に対しての車間距離が停止距離よりも短い時間( $T_{\text{cpi}>1}$ )の割合を表している。この不安全割合により各走行での衝突に関わる安全度(不安全度)の評価を行うこととした。

$$D_{\text{stopping}} = T_r v + \frac{v^2}{2\mu g} \quad (2)$$

$$CPI = \frac{D_{\text{stopping}}}{D_{\text{headway}}} \quad (3)$$

$$\text{不安全割合 (\%)} = \frac{T_{\text{cpi}>1}}{T_{\text{driving}}} \cdot 100 \quad (4)$$

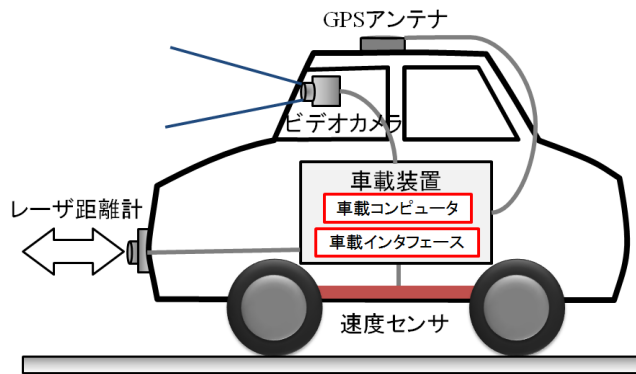


図 3 車載システムの構成

Fig. 3 Overview of the system installed in vehicle.

### 3.2 運転行動記録装置

不安全割合 (式 (4)) 算出のために車両速度と車間距離, 旅行時間, 停止割合算出に運転時間の計測が必要である. また, 詳細な分析を行うための付加情報として前方画像および位置情報を記録することとした. そこで, 3.1 節であげた項目について評価するための情報を取得し記録可能な車載システムを, 安全運転管理教育システム ASSIST を参考として開発した. 運転行動情報を取得するための車載システムは, 車両速度計測のために速度センサ, 車間距離計測のための LIDAR (日産ディーゼル: トラフィックアイ), 前方画像撮影用のビデオカメラ, 位置計測用に GPS (GPS 15xH-W), これらのセンサ情報記録のための組込み PC (PC Engines: ALIX.3D3) から構成した (図 3). 車載システムの組込み PC には各センサ情報 (運転行動データ) を記録するために記録ソフトウェアを組み込んだ. 記録ソフトウェアは, 1 秒ごとに半導体記憶装置 (Intel SSD) に運転行動データの記録を行うこととした.

### 3.3 運転行動分析ソフトウェアの開発

走行後に記録された運転行動データを取り出し, 運転行動の観察, 分析を行う運転行動分析ソフトウェアを開発した (図 4). 開発には Delphi6 Personal を使用し Windows7 上で開発を行った.

まず, 走行状況を時系列上で確認できるようにするために, 前方画像表示時点前後 5 秒間分の速度, 車間距離, CPI を線グラフとして描画した. また, 現在位置は電子地図 (電子国土: 国土交通省) を利用して表示し, 走行軌跡についても電子地図上に描画した. これらの情報を連続して再生することで, 走行時の状況を動画のように確認できる. 走行の安全度評価は次の項目を自動的に集計することで, 任意の走行に対する評価を確認できるようにした. 安全度評価のための不安全割合, 移動効率評価のための旅行時間と停止回数, 付加情報として走行距離, 走行速度 (停止時間含まない平均速度), 旅行速度 (停止時間を含む平均速度), 停止回数 (10 秒間以上の停止), 強めのブレーキ回



図 4 運転行動分析ソフトウェア

Fig. 4 The software to display the driving behavior by gotten by analyzing the recorded data.

数を分析項目とした. 強めのブレーキ回数については, 国土交通省自動車交通局の調査報告書 [21] を参考とし, 1 秒間あたり 10 km/h (0.28 G) 以上の減速を含む制動を強めのブレーキと定義して分析した.

## 4. 実車による先急ぎ運転に関する実験

### 4.1 目的

本システムでは, 平素の運転行動データを記録し, そのデータを分析することで実測値に基づいた先急ぎ運転の得失評価を行い, 分析結果を運転者に提示することで先急ぎ運転を防止することを目的としている. 実際の運転において先急ぎ運転を行った場合, 短い車間距離での走行や他車を追い越す運転を行うことで事故の危険性が増すと考えられるが, それに見合う到着時間の短縮は得られないと考えられる. これが事実であれば, 本システムの使用によって先急ぎ運転によって得られる不利益が大きいことを運転者に理解させることができると考えられる. そこで, 他の車両に短い車間距離で追従や可能な限り追い越しを行う運転 (先急ぎ運転) と車間距離を十分保持した運転 (安全運転) における旅行時間と安全度に関して, 公道での実験を行った.

### 4.2 実験方法

安全運転条件と先急ぎ運転条件での交通環境をできるだけ等しくするために, 前述の運転行動測定装置を搭載した車両を 2 台用意し, 1 台を先急ぎ運転条件, もう 1 台を安全運転条件で出発させた (先急ぎ運転条件が先に出発). 3 秒以上の車間距離を保持し, 一時停止規制交差点や踏切では 4 秒以上の停止状態で安全確認を行う運転を安全運転, できるだけ高い速度 (法定速度以内) で走行し, 可能であれば追い越し, 追い抜きを行う運転を先急ぎ運転と説明し, 各運転者にそれぞれ走行させた. 自動車の運転は, 公道での実車実験における安全面への考慮と, 運転者の運転技量による差を少なくするために, 一定以上の運転技量を持



図 5 実験コース

Fig. 5 The test course.

表 2 移動効率実験コース状況

Table 2 Situation of the test course.

コース	全長	信号	交差点	踏切
コース 1	11.5km	29 箇所	5 箇所	1 箇所
コース 2	9.8km	26 箇所	3 箇所	1 箇所

つ自動車学校の指導員 6 名が行った。コース 1 の目的地点に到着した後に、両車両をコース 2 の出発地点に移動させ、同様の手順で出発させた。このとき、コース 1 で安全運転を行った運転者はコース 2 では先急ぎ運転を、コース 1 で先急ぎの運転を行った運転者はコース 2 では安全運転を行うように指示した。走行終了後に、運転行動分析ソフトウェアを用いて、記録データから不安全割合、停止割合、走行距離、旅行時間、旅行速度、停止回数、強めのブレーキ回数の算出を行った。また、走行終了後に運転者に対して疲労感や早着感に関する質問紙による調査を実施した。

### 4.3 実験コース

実験コースの地図を図 5 に、コース中の踏切や信号などの道路状況を表 2 に示す。

コース 1 は全長 11.5km で、信号は 29 カ所、一時停止規制交差点は 5 カ所、踏切が 1 カ所あった。その詳細は、出発地点から A 地点まで片側 1 車線であり踏切が 1 カ所、A 地点から B 地点は中央線のない道路であり一時停止規制交差点が 3 カ所、B 地点から C 地点は片側 2 車線、C 地点で左折を行い D 地点までは片側 1 車線であり途中一時停止規制交差点が 2 カ所、D 地点から F 地点までは片側 2 車線(国道 3 号線、昼間 12 時間交通量 32,946 台 [22])、F 地点から目的地点までも片側 2 車線のコースであった。

コース 2 は全長 9.8km で信号は 26 カ所、一時停止規制交差点は 3 カ所、踏切が 1 カ所あった。その詳細は、出発地点から H 地点までは片側 2 車線、H 地点から J 地点までは片側 2 車線(国道 3 号線、昼間 12 時間交通量 32,946 台)、J 地点では左折を行い、それから K 地点までは片側 1 車線であり、一時停止規制交差点が 3 カ所、K 地点から国道三号線に戻り、L 地点で右折、L 地点から M 地点まで

表 3 コース 1 実験結果

Table 3 Results of the experiment at the course 1.

走行	時間	運転条件	旅行時間[秒]	不安全割合[%]	強めのブレーキ回数[回]	交通状況
走行 I	朝	安全	2005	1.0	1	渋滞なし
		急ぎ	1723	45.4	9	
走行 II	朝	安全	1875	0.7	0	渋滞なし
		急ぎ	1583	34.0	1	
走行 III	夕	安全	2169	1.7	0	地点 D 渋滞
		急ぎ	2021	30.8	1	
走行 IV	朝	安全	1755	2.1	0	渋滞なし
		急ぎ	1596	38.9	2	
走行 V	朝	安全	1560	1.0	0	渋滞なし
		急ぎ	1548	36.1	1	
走行 VI	昼	安全	1849	2.1	0	渋滞なし
		急ぎ	1692	36.2	7	

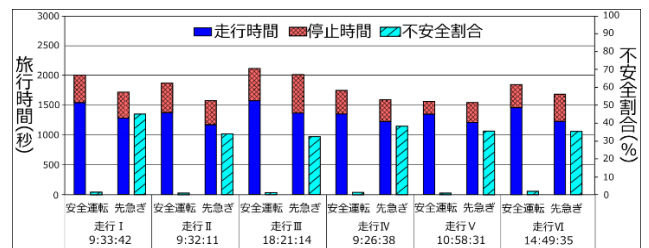


図 6 コース 1 での安全運転と先急ぎ運転の旅行時間と不安全割合

Fig. 6 Travel time and unsafe ratio at safe driving and hasty driving on the course 1.

は片側 2 車線、M 地点で左折を行い片側 1 車線の路地へ入り、踏切を通過後目的地点となっている。

### 4.4 実験結果

測定実験は 2012 年 2 月 13 日から 2 月 18 日にかけて行い、1 コースにつき 6 回、合計 12 回の走行を測定した。まず、コース 1 の出発地点に先急ぎ運転車、安全運転車を待機させ、先急ぎ運転車が出発した数秒後に安全運転車を出発させた。このとき、各車両の速度が 0 より大きくなった時点をもって、各車両の出発時刻とした。

測定実験終了後に、測定した実験データについて、運転行動分析ソフトウェアを用いて詳細分析を行った。

#### 4.4.1 分析結果 (コース 1)

コース 1 における各走行結果を表 3 に、安全運転と先急ぎ運転での旅行時間、停止時間、不安全割合を図 6 に示す。各項目の分析結果については表 4 中コース 1 列に示す。

旅行時間については、安全運転車は平均 1,899 秒(標準偏差: 246, 95%CI: 1702, 2096)であり、先急ぎ運転車は平均 1,694 秒(標準偏差: 174, 95%CI: 1555, 1833)であった。最大の差が生じた走行は、走行 II であり、先急

表 4 分析結果のまとめ  
Table 4 Results of analysis.

分析項目	運転条件	コース 1	コース 2
旅行時間	安全運転	1899 秒	1747 秒
	先急ぎ運転	1694 秒	1667 秒
停止時間	安全運転	426 秒	503 秒
	先急ぎ運転	445 秒	567 秒
停止割合	安全運転	22.1%	28.5%
	先急ぎ運転	26%	34%
不安全割合	安全運転	1.4%	1.5%
	先急ぎ運転	36.9%	40.2%
強めのブレーキ回数	安全運転	0.2 回	0 回
	先急ぎ運転	3.5 回	2.2 回

急ぎ運転の方が 288 秒 (15.4%) 短い結果であった。差が最小となった走行は、走行 V であり、先急ぎ運転車の方が 12 秒 (0.8%) 短い結果であった。停止時間については、安全運転車は平均 426 秒 (標準偏差: 128, 95%CI: 324, 528) (平均停止割合: 22.1%) であり、先急ぎ運転車では 445 秒 (標準偏差: 112, 95%CI: 324, 528) (平均停止割合: 26.0%) であった。不安全割合については、安全運転では平均 1.4% (標準偏差: 0.6, 95%CI: 0.9, 1.9) であり、先急ぎ運転車は平均 36.9% (標準偏差: 4.9, 95%CI: 32.9, 40.9) であった。強めのブレーキ回数については、安全運転車では平均 0.2 回 (標準偏差: 0.4, 95%CI: -0.2, 0.5) であったのに対して先急ぎ運転車では平均 3.5 回 (標準偏差: 3.6, 95%CI: 0.6, 6.4) であった。コース 1 においては、すべての走行で先急ぎ運転車の方が安全運転車よりも旅行時間が短く、すべての走行で先急ぎ運転車の方が安全運転車よりも不安全割合が高かった。

コース 1 の走行における、区間ごとの旅行時間および、信号停止回数を図 7 に示す。旅行時間の差が最大となったのは、走行 II であったが、これを区間ごとに見ると、区間 C-D と区間 F-G で大きな差が生じていた。この区間の走行を確認したところ、区間 C-D 間では国道三号線へ合流する際に、国道三号線の交通量が多かったことから、安全運転車が先急ぎ運転車に比べて長い停止時間を必要とし、127 秒の遅れが生じていた。区間 F-G では、安全運転車が先急ぎ運転車よりも 1 回多く信号停止を行ったことと、右折時の交差車両通過待ち時間が先急ぎ運転車よりも長かったことから、先急ぎ運転車と比べて 123 秒の遅れが生じていた。

4.4.2 分析結果 (コース 2)

コース 2 における各走行結果を表 5 に、安全運転車と先急ぎ運転車での旅行時間、停止時間、不安全割合を図 8 に示す。各項目の分析結果については表 4 中のコース 2 列に示す。

旅行時間については、安全運転は平均 1,747 秒 (標準偏差: 165, 95%CI: 1615, 1879) であり、先急ぎ運転車は平均

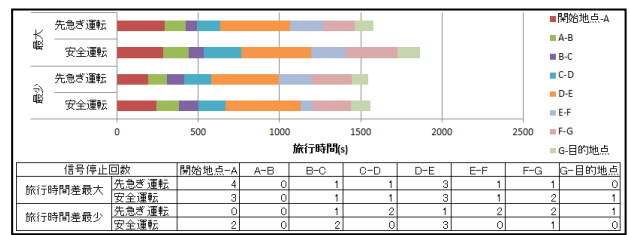


図 7 旅行時間差最大および最少の走行における旅行時間と信号停止回数 (コース 1)

Fig. 7 Travel times and stopping times at each section of the driving course 1 on the drivings at maximum and minimum difference of travel time.

表 5 コース 2 実験結果  
Table 5 Results of the experiment at the course 2.

走行	時間	運転条件	旅行時間 [秒]	不安全割合 [%]	強めのブレーキ回数 [回]	交通状況
走行 VII	朝	安全	1658	1.1	0	渋滞なし
		急ぎ	1633	47.9	5	
走行 VIII	朝	安全	1541	0.8	0	渋滞なし
		急ぎ	1502	49.9	1	
走行 IX	夕	安全	1946	1.1	0	地点 I~J 交通量大 地点 L~M 交通量大
		急ぎ	1698	24.1	0	
走行 X	朝	安全	1899	1.4	0	渋滞なし
		急ぎ	1810	36.7	3	
走行 XI	昼	安全	1824	1.1	0	渋滞なし
		急ぎ	1733	40.1	1	
走行 XII	昼	安全	1615	3.2	0	地点 H~I
		急ぎ	1624	42.7	3	

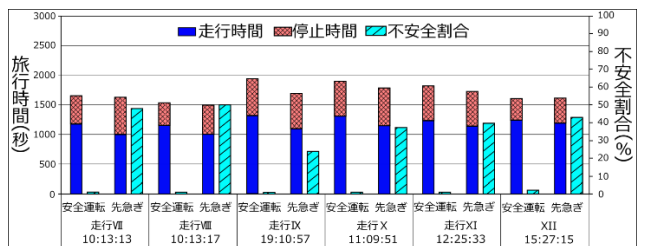


図 8 コース 2 での安全運転と先急ぎ運転の旅行時間と不安全割合  
Fig. 8 Travel time and unsafe ratio at safe driving and hasty driving on the course 2.

1,667 秒 (標準偏差: 106, 95%CI: 1582, 1751) であった。最大の差が生じた走行は、走行 IX であり、先急ぎ運転車の方が 248 秒 (12.7%) 短かった。差が最小となった走行は、走行 XII であり、先急ぎ運転車の方が 9 秒 (0.6%) 短い結果であった。停止時間については、安全運転車は平均 503 秒 (標準偏差: 113, 95%CI: 413, 594) (平均停止割合: 28.5%) であり、先急ぎ運転車は 567 秒 (標準偏差: 87, 95%CI: 497, 637) (平均停止割合: 34.0%) であった。不安全割合については、安全運転車は平均 1.5% (標準偏

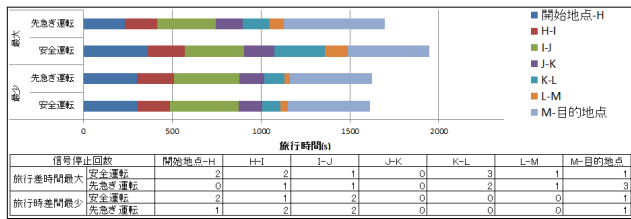


図 9 旅行時間差最大および最少の走行における旅行時間と信号停止回数 (コース 2)

Fig. 9 Travel times and stopping times at each section of the driving course 2 on the drivings at maximum and minimum difference of travel time.

差: 0.9, 95%CI: 0.7, 2.2) であり, 先急ぎ運転車は平均 40.2% (標準偏差: 9.3, 95%CI: 32.8, 47.6) であった. 強めのブレーキ回数については, 安全運転車では 0.0 回 (標準偏差: 0, 95%CI: 0, 0) であったのに対して先急ぎ運転車では平均 2.2 回 (標準偏差: 1.8, 95%CI: 0.7, 3.6) であった. コース 2 においては, 6 走行中 5 走行は先急ぎ運転車の方が安全運転車よりも旅行時間が短かったが, 1 走行については安全運転車の方が短い結果であった. 不安全割合については, コース 1 と同様に, すべての走行で先急ぎ運転車の方が安全運転車よりも高かった.

コース 2 の走行における区間ごとの旅行時間および, 信号停止回数を図 9 に示す. 旅行時間の差が最大となったのは, 走行 IX であったが, これを区間ごとに見ると, 開始地点-H 区間と区間 L-M で大きな差が生じていた. この区間の走行を確認したところ, 開始地点-H 区間では, 先急ぎ運転車が信号停止を必要としなかったのに対して, 安全運転車が 2 回の信号停止を必要としたことから, 先急ぎ運転車と比べて 129 秒の遅れが生じていた. 区間 K-L 間では安全運転車が先急ぎ運転車よりも 1 回多く信号停止を行ったことによって, 先急ぎ運転車と比べて 137 秒の遅れが生じていた.

4.5 移動効率と安全条件についてのまとめ

コース 1 の旅行時間は先急ぎ運転において平均 1,694 秒, 安全運転では平均 1,899 秒であった. また, コース 2 の旅行時間は先急ぎ運転において平均 1,667 秒, 安全運転では平均 1,747 秒であった. 両コースにおいて, 不安全割合は先急ぎ運転で平均 38.6%, 安全運転では平均 1.4% であり, 停止割合は先急ぎ運転において 30.0%, 安全運転では平均 25.5% であった. そこで, 先急ぎ運転と安全運転においてこれらの差が有意であるか検定を行った. まず, 母集団の確率分布が正規分布であるか検定したところすべて正規分布と仮定できた ( $p > .05$ , Kolmogorov-Smirnov test). 次に, コース 1 の旅行時間, コース 2 の旅行時間, 不安全割合, 停止割合において等分散性の検定したところ, 不安全割合のみ等分散と仮定できなかつた ( $p < .05$ , F test). これらのことより不安全割合においては Welch's

表 6 主観評価のための質問内容

Table 6 List of question items for subjective evaluation.

質問内容	回答項番号							
先急ぎ運転での疲労感	1	2	3	4	5	6	7	大変疲れた
先急ぎ運転での危険感	1	2	3	4	5	6	7	危険感は大変大であった
先急ぎ運転での到着感	1	2	3	4	5	6	7	安全運転とほぼ同じ時間がかかったと感じた
安全運転での遅着感	1	2	3	4	5	6	7	到着時間は先急ぎ運転時と同じと感じた
先急ぎ運転での緊張感	1	2	3	4	5	6	7	先急ぎ運転の方が緊張した

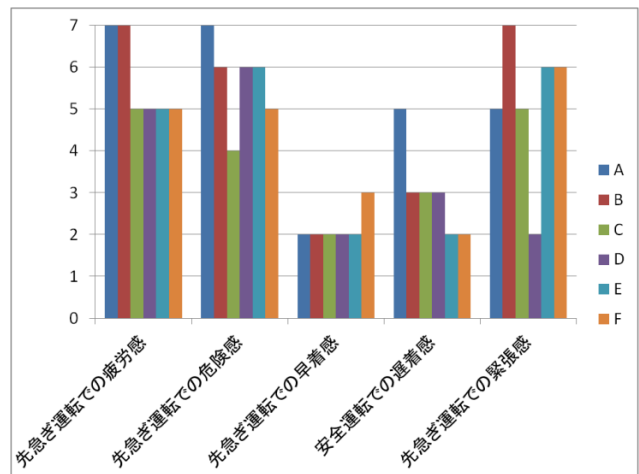


図 10 疲労感や到着感などに関する主観調査結果

Fig. 10 Results of Questionnaire on tiredness, arrival time and others.

t-test, その他は Student's t-test を行った. コース 1 の旅行時間は先急ぎ運転と安全運転において有意差はなかつた ( $t(12) = 1.666, p > .05$ , Student's t-test). また, コース 2 の旅行時間は先急ぎ運転と安全運転において有意差はなかつた ( $t(12) = 1.005, p > .05$ , Student's t-test). 不安全割合においては, 先急ぎ運転の不安全割合が有意に大きかつた ( $t(24) = 16.718, p < .05$ , Welch's t-test). 停止割合においては, 先急ぎ運転の停止割合が有意に大きかつた ( $t(24) = 1.759, p < .05$ , Student's t-test).

4.6 質問紙調査結果

実験後に被験者 6 名に対して, 表 6 に示す質問紙調査を実施し, 疲労感や到着感に関する 7 段階評価を行った. その結果を図 10 に示す.



先急ぎ運転の疲労感については、6名が安全運転より大きかったと回答した（平均5.6ポイント）。先急ぎ運転による危険感が安全運転より大であると6名が回答した（平均5.6ポイント）。先急ぎ運転での早着感については、6名が安全運転よりも早く到着したと感じていたと回答した（平均2.1ポイント）。6名中5名が安全運転の方が遅く到着したと感じたとの回答であった（平均3ポイント）。また、6名中5名が先急ぎ運転の方が緊張したとの回答であったが、1名は安全運転の方が緊張したとのことであった（平均5.1ポイント）。

#### 4.7 考察

本実験における先急ぎ運転の得失を考える。目的地までの到着時間（旅行時間）について、先急ぎ運転と安全運転での最大の差は288秒であった。先急ぎ運転をした場合の方が早く到着するケースが多く、その時間短縮度の平均は6.6%であったが、統計的には有意な差ではなかった。しかしながら、走行終了後の質問紙による主観調査では、先急ぎ運転の方が安全運転よりも早く到着したと6名全員が回答しており、先急ぎ運転によって大きな早着感を感じていた。旅行時間に大きな差が生じた場合もあったが、運転行動分析ソフトウェアを用いて詳細に解析した結果、その原因は信号停止と右折時の交差車両通過待ち時間によるものであり、安全運転を行ったことによる遅れではなかった。その一方で、不安全割合は安全運転の場合は平均1.4%であったのに対して、先急ぎ運転を行った場合は平均38.6%に及び、先急ぎ運転によって停止距離よりも短い車間距離で走行する時間が長くなっていたことが分かった。これは主観調査の結果とも一致し、先急ぎ運転によって感じる危険感については、全員が大きな危険感を感じていた。また、先急ぎ運転の方が疲労した、緊張したとの回答であり、先急ぎ運転はより疲労が蓄積しやすい運転であったといえる。

これらのことから、先急ぎ運転は時間的に得となる（早く目的地に着く）とはいえ、逆に損になる（安全運転の方が早く着く）場合もある。自動車運転における目的地までの所要時間は、交通信号や車両密度などの交通環境による影響が大きく、先急ぎ運転を行うことによってほとんどが決定され、運転技能はほとんど反映されないといえる。しかしながら、運転者は先急ぎ運転を行うことによって大きな早着感を得ており、先急ぎ運転の防止には実際の旅行時間を提示して、先急ぎ運転によって得られる時間的利得が思ったほど大きくないことを知らしめる必要があると考えられる。また、先急ぎ運転を行った場合には、不安全割合が大きくなり、追突事故を起こす可能性が高くなる。さらに、緊張状態が長く続くことによって疲労も溜まりやすくなる。このように、先急ぎ運転は利益よりも不利益が大きい運転であるといえる。本実験で明らかにしたように、先急ぎ運転が得とはならず、このことを運転者が認識する

ことで先急ぎ運転を防止し、先急ぎ運転の防止によって追突事故の防止にもつながると考えられる。

#### 5. おわりに

先急ぎ運転による車間距離の短縮にともなう追突事故防止のためには、先急ぎ運転による利益よりも不利益の方が大であると運転者に理解させ、平素の運転において十分な車間距離を保持した運転を繰り返し訓練していくことが有効であると考えた。本論文においては、運転者の平素の運転行動を記録し、運転時の移動効率（旅行時間）、その運転における安全度（危険度）を記録・分析できるシステムの開発を行った。これによって、運転者が先急ぎ運転を行っていた場合には、先急ぎ運転による旅行時間の短縮が少なく、不安全度は増加する事実を示すことによって、運転者は平素の運転から自身の運転行動を見直すことができるようになると思われる。

本システムによって、先急ぎ運転と安全運転の得失を分析し、先急ぎ運転の非優位性を明らかにするために、公道上のコースでの走行実験を行い、走行データの記録、評価、詳細分析を行った。その結果、安全運転と先急ぎ運転での旅行時間に統計的な有意差は認められなかった。その一方で、先急ぎ運転は安全運転に比べて不安全割合は37.1ポイント、停止割合は4.5ポイント増加し、主観調査によっても先急ぎ運転の方が大きな危険感、疲労感、緊張感を感じていたことが分かった。また、運転行動分析ソフトウェア詳細な分析を行った結果、自動車運転における目的地までの所要時間は、交通信号や車両密度などの交通環境による影響が大きく、先急ぎ運転を行うことで旅行時間の有意な短縮が得られるとはいえないことを明らかにした。さらに、安全運転と比べて車間距離が短くなるため衝突事故を起こす可能性が高くなり、より不安全な運転となる。さらに、先急ぎ運転時は高い緊張から疲労しやすくなる。長時間の運転では、疲れが生じると休息が必要となることから、先急ぎ運転ではより長い休憩時間を必要とするようになることも考えられる。このようなことから、先急ぎ運転は必ずしも利益をもたらす運転ではないことを、移動効率、衝突事故の危険性および運転時の疲労度によって明らかにした。このことを、先急ぎ運転を行う運転者に知らしめることにより、運転者の先急ぎ運転に対する意識を改善することができると思われる。さらに、本システムによって平素の運転行動の分析が可能となったことで、短い車間距離で運転する先急ぎ運転を行っている場合には、その非優位性や不安定性を運転者に対して数量的に提示することが可能となった。

本システムを安全運転教育のための支援装置として使用することにより、普段の運転から体験的に先急ぎ運転の非優位性を教育し、理解させることができるようになると思われる。さらに、このような教育を繰り返し行うことで、

安全な車間距離を保持した運転を習慣付けることができると考えられる。さらに、このような教育を行い、先急ぎ運転の非優位性を理解させることで、他の ITS による安全運転支援装置の積極的受け入れにもつながっていくことも期待できる。ただし、多くの人が速度超過を知らせる警告音を鳴らしながら走行していたことから、自己による安全運転管理が行えるのは、安全運転についての正しい知識と積極的に安全運転を行う意識を持った運転者でなくては難しいと考えられる。このことから、本システムは安全運転についての正しい知識を持ち、自己による安全運転管理が行える人が利用した場合に十分な教育効果が望めると考えられ、自己による安全運転管理を行えない人については、安全運転管理者のような運転者に対して安全運転を指導できる者による教育や指導を受けることが必要である。また、旅行時間や不安全割合は交通環境の影響によって変動するため、本システムは通勤路などの繰り返し何度も走行するコースでの利用が適切であり、教育効果の確認をする際にも同じコースでの走行で比較することが望ましい。これらのことから、今後の課題として、運転終了後即座に、本システムによる先急ぎ運転の得失評価を安全運転管理者に通知し、運転者に対して指導することが可能なシステムの開発が必要と考える。また、教育効果の確認をする際には同じコース、同じ時間帯での走行で比較する必要があることから、コースや時間帯ごとの分析結果を抽出する機能の開発も必要と考えられる。

参考文献

[1] 総務省：日本統計年鑑第 12 章（オンライン），入手先（<http://www.stat.go.jp/data/nenkan/12.htm>）（参照 2013-04-08）。

[2] 損害保険協会：自動車保険データにみる交通事故の実態 2010 年 4 月～2011 年 3 月（オンライン），入手先（[http://www.sonpo.or.jp/archive/report/traffic/pdf/0035/book\\_jikojittai2012.pdf](http://www.sonpo.or.jp/archive/report/traffic/pdf/0035/book_jikojittai2012.pdf)）（参照 2013-07-20）。

[3] 総務省統計局：平成 24 年中の交通事故の発生状況（オンライン），入手先（<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001108012>）（参照 2013-04-08）。

[4] 松永勝也：交通事故防止の人間科学，p.38，ナカニシヤ出版（2002）。

[5] 中島源雄，末永一男，鈴木昭弘，船津孝行，堀内 数，松永勝也：動的な環境における視覚特性の特性，国際交通安全学会誌，Vol.9，No.3，pp.162-172（1983）。

[6] Yamamura, Y., Tabe, M., Kanehira, M. and Murakami, T.: Development of an Adaptive Cruise Control System with Stop-and-Go Capability: SAE Technical Paper 2001-01-0798 (online), DOI:10.4271/2001-01-0798 (2001)。

[7] 自動車安全運転センター：運転者の安全運転を支援するための情報提供の在り方に関する調査研究，自動車安全運転センター平成 16 年度調査研究報告書，自動車安全運転センター（2005）。

[8] 運輸省：保安基準第 46 条第 2 項 1974 年 11 月運輸省令第 45 号（1986 年廃止）。

[9] 国土交通省自動車局 自動車運送事業に係わる交通事故要因分析検討会：自動車運送事業に係わる交通事故要因

分析検討会報告書（平成 23 年度）[第 2 分冊]トラックの追突事故を防止するための課題整理と対策検討，pp.9-10（平成 24 年度 3 月）。

[10] Cohen, J. and Preston, B.: *Causes and Prevention of Road Accidents*, p.65, Faber and Faber, London (1968)。

[11] 船津孝行：安全運転管理への新しいアプローチ—予備的な考察，九州大学哲学年報，第 36 輯，pp.1-43（1977）。

[12] 松木裕二，松永勝也，志堂寺和則，合志和晃：移動効率体験用ドライブシミュレータの開発とその効果について，情報処理学会第 55 回全国大会講演論文集，pp.228-229（1997）。

[13] 渡邊 聡，松永勝也，志堂寺和則，松木裕二：運転者の先急ぎ運転と移動効率および危険度との関係，自動車技術会学術講演会前刷集，Vol.31，No.4，pp.19-21（2004）。

[14] 坂 輝彦，小口泰平，澤田東一，春日伸子：ドライバーの先急ぎ衝動が運転に及ぼす影響に関する研究，電子情報通信学会技術研究報告，Vol.104，pp.23-27（2005）。

[15] 丸山康則：ヒヤリハット体験—その原因と対策，安全運転の人間科学 1，日本交通心理学会（編），p.230（1982）。

[16] 松木裕二，松永勝也，志堂寺和則，合志和晃：移動効率体験用ドライブシミュレータの教育効果，情報処理学会第 57 回全国大会講演論文集，pp.185-185（1998）。

[17] 合志和晃，松永勝也，黒木大朗，志堂寺和則，松木裕二：自動車運転事故防止のための ITS—安全運転管理教育システム ASSIST，情報処理学会論文誌，Vol.42，No.7，pp.1754-1761（2001）。

[18] 堀田佳彦，谷田公二：急ぎ運転の特徴とその検出の考察，自動車技術会論文集，Vol.36，No.1，pp.259-264（2005）。

[19] Raksincharoensak, P., 飯島 健，道辻洋平，前田公三，永井正夫：市街地走行データベースに基づく急ぎ運転状態検出アルゴリズム，自動車技術会論文集，Vol.41，No.3，pp.751-758（2010）。

[20] 松木裕二，松永勝也，志堂寺和則：自動車運転における進行方向空間距離特性の研究（1），日本交通心理学会，第 61 回大会論文集，pp.34-35（2000）。

[21] 国土交通省：映像記録型ドライブレコーダーの搭載効果に関する調査報告書（オンライン），入手先（<http://www.mlitt.go.jp/jidosha/anzen/03driverrec/resource/data/dora-houkoku1.pdf>）（参照 2013-07-21）。

[22] 国土交通省：平成 22 年度道路交通センサス（オンライン），入手先（<http://www.mlitt.go.jp/road/census/h22-1/>）（参照 2013-07-21）。



林 政喜（正会員）

2013 年九州産業大学大学院情報科学研究科博士課程修了。博士（情報科学）。現在，九州産業大学情報科学部助手。日本靴医学会，日本自動車技術会各会員。



隅田 康明（学生会員）

2011 年九州産業大学大学院情報科学研究科情報科学専攻博士前期課程修了。現在，九州大学大学院システム情報科学府博士後期課程に在学中。日本靴医学会，日本自動車技術会各会員。



合志 和晃 (正会員)

1970年生。1997年九州大学大学院博士課程修了。博士(情報科学)。同年九州大学助手。1998年英国北アイルランドベルファストクイーンズ大学(The Queen's University of Belfast)にて在外研究。2002年九州産業大学情報科学部助教授(准教授)。2009年同大学教授。高度交通システム(ITS)に関する研究に従事。日本自動車技術会, 日本バーチャルリアリティ学会, 日本交通心理学会, 日本靴医学会各会員。



松永 勝也

1972年九州大学大学院文学研究科博士課程(心理学専攻)退学, 文学博士。九州大学文学部心理学講座助手, 助教授, 教授, 1996年九州大学大学院システム情報科学研究院教授, 2005年定年退職, 九州大学名誉教授, 九州産業大学情報科学部教授, 2012年九州産業大学定年退職。日本人間工学会, 電子情報通信学会, 日本交通心理学会, 日本自動車技術会, 日本心理学会各会員。2011年度まで情報処理学会会員。