

平成20年度 卒業研究論文

自動車運転時における
危険示唆表示法の提案

指導教員

舟橋健司 准教授

名古屋工業大学 工学部 情報工学科

平成17年度入学 17115093 番

辻 高士

目次

第1章	はじめに	1
第2章	車社会の現状	3
2.1	交通事故の現状	3
2.2	運転支援システムに関する意見	5
2.3	既存の未然防止システム	6
第3章	危険示唆システム	9
3.1	危険示唆システムの役割	9
3.2	理想の危険示唆システム	10
3.3	企業が提案する危険示唆システム	13
3.4	表示法の提案	14
第4章	実験	15
4.1	実験システム	15
4.2	実験方法	17
4.3	実験の様子	20
第5章	結果及び考察	25
5.1	発見時間	25
5.2	被験者の感想	28
5.3	考察	30
第6章	むすび	32
	謝辞	34
	参考文献	35

第1章 はじめに

自動車が大衆に広く普及し、生活必需品化することをモータリゼーション (motorization) という。道路特定財源制度等を使った高速道路の拡張や舗装道路の増加等の道路整備、一般大衆にも購入可能な価格の大衆車の出現、オイルショック後の自動車燃料となる石油低価格化などによって、自動車が利用しやすい環境になったことでモータリゼーションは加速し、現代人の生活必需品となっている。しかし、便利さの反面、交通事故が大きな問題となった。戦争でもないのに膨大な人数が犠牲となることを比喩して「交通戦争」とも呼ばれるようになった。車両側の走行能力向上や、安全装置（シートベルト、エアバッグ）、救急医療の向上により、死者数は減少したものの、事故件数は年々増加傾向にある（図 1.1）[1]。

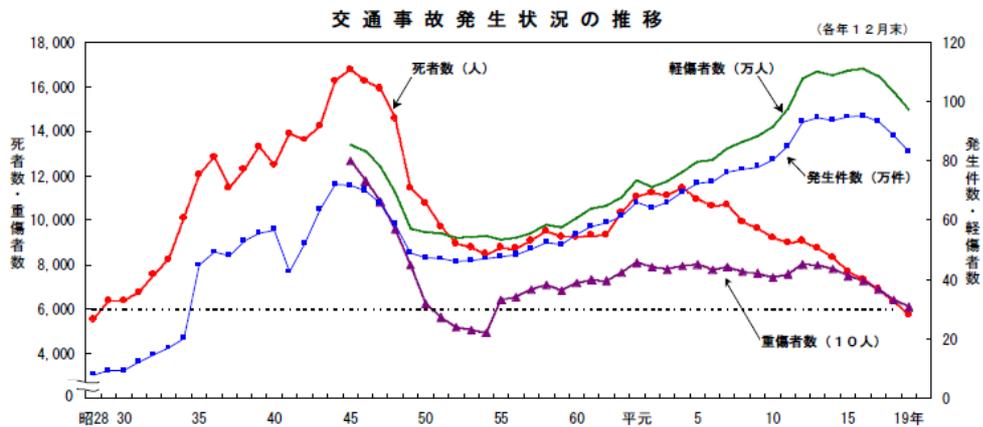


図 1.1: 交通事故件数等の推移

そこで、近年ではより一層の安全を目指し、「未然防止」や「危険回避」を支援するシステム開発が進められている。交通事故といってもさまざまな原因によって起こりうるものであるが、本研究ではその中でも事故件数の最も多い、「前方不注意」による事故を減らすことを目的とする。さらに、前方不注意の中でも、最も死者数の多い、注意散漫な状態で運転をする「漫然運転」による事故を減らすことに重点をおいている。

事故の未然防止を目的とするシステムとしては、車載カメラで入手した歩行者・移動車の情報をセンサーやGPSで共有し、ヘッドアップディスプレイ (HUD) を用いてドライバー

に情報を伝えることが理想である。デンソー（株）では危険物体を長方形で囲み、追跡することで、注意を喚起する表示法が研究されている。しかし、この表示法はHUDで表示するには難しく、カーナビのようなディスプレイにしか表示できていない。また、システム全体の計算量が多く、高価になってしまうことが問題となっている。詳しくは3章で述べる。

そこで本研究では計算量が少なく、安価なシステムの開発を可能とする危険示唆の表示法を提案し、その考え方が有効であることを実験により確認する。

本論文の構成は以下の通りである。

第2章において、車社会の現状、特に交通事故、既存の運転支援システムについて述べる。第3章において、本研究で目指している最終的なシステムにおいて必要な技術、システム構成について述べる。第4章において、実験の環境や方法について述べる。第5章において、実験の結果及び考察を述べる。最後に第6章において、本研究のまとめ、及び今後の課題について述べる。

第2章 車社会の現状

2.1 交通事故の現状

警察庁の調べによると平成 19 年中の交通事故による死者数は 5,744 人で、7 年連続の減少となるとともに、昭和 28 年以来 54 年振りに 5 千人台となった。また、平成 16 年に過去最悪を記録した交通事故発生件数及び負傷者数も、3 年連続で減少している。しかしながら、負傷者数は 9 年連続で 100 万人を超えるなど、依然として憂慮すべき交通情勢にある。過去 10 年間の推移をみると、死者数及び重傷者数は減少傾向にある一方で、交通事故発生件数は平成 9 年の 1.07 倍、また、死傷者数の 9 割以上（構成率 93.6 %）を占める軽傷者は同 1.10 倍であり、依然高水準にある [1]。よって、近年では被害軽減以上に、未然防止を支援するシステムが注目を浴びている。

また、交通事故件数を昼夜別にみると、昼間の事故は、交通事故全体に占める割合が 7 割を占めている（図 2.1）[1]。このことから、昼間に有効な事故防止システムを開発すれば、事故件数を大幅に減らすことが可能であると考えられる。

交通事故件数を法令違反別にみると、安全不確認が約 3 割を占め最も多く、次いで脇見運転、動静不注意の順に多く、安全運転義務違反が全体の 4 分の 3 を占めている。また、漫然運転は 5 番目となっているが、死亡者数では 1 番となっている（図 2.2 図 2.3）[1]。これらは全て前方不注意に含まれるのであるが、本研究ではこれらが原因で起こる事故を未然防止することを目的としている。



図 2.1: 昼夜別交通事故件数

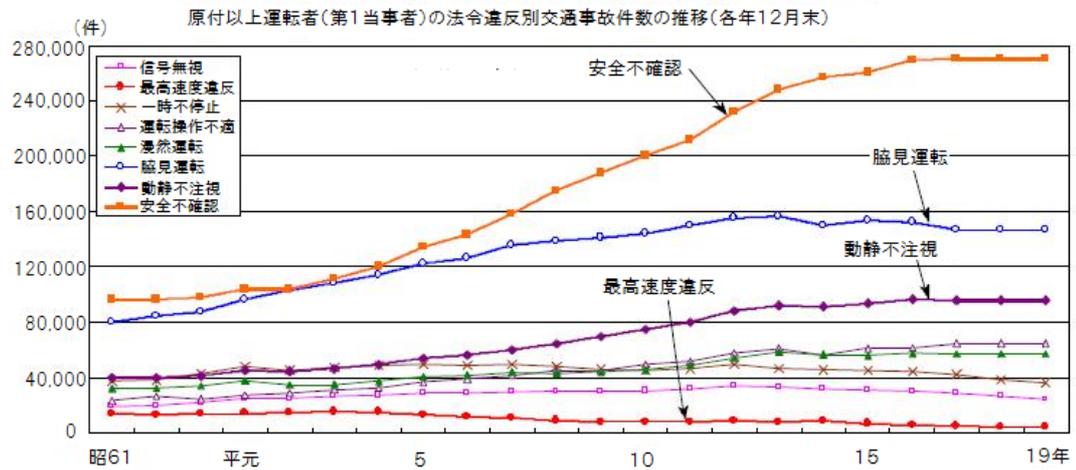


図 2.2: 法令違反別交通事故件数等の推移

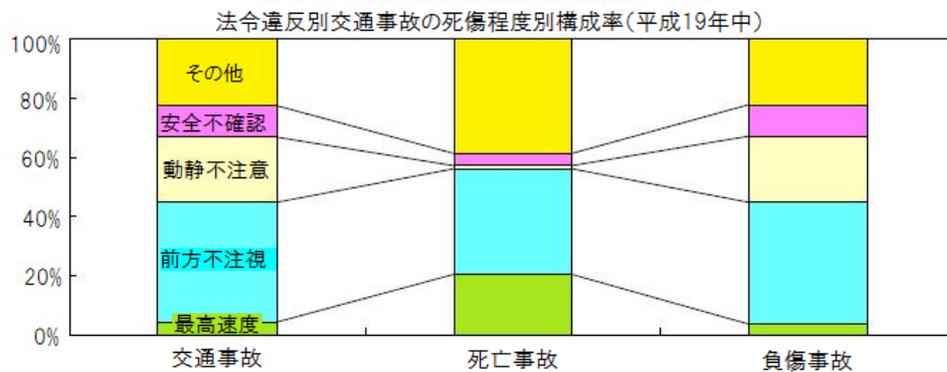


図 2.3: 死傷程度別構成率

2.2 運転支援システムに関する意見

交通事故を減らすために、未然防止を目的として様々な研究が行われているが、運転制御や危険示唆システムなどが必要であると考えられる理由を、社会法人日本自動車連盟が今後実際に利用するであろうドライバー約1000人にアンケートをとった(複数回答可)[2]。結果のグラフは図2.4の通りである。運転支援の技術によって、もらい事故、自分のミスによる事故を防げることを期待している人が多いことがわかる。しかしながら、3つめの警告、運転補助に関して、36.9%と、低いことがわかる。この理由として、運転はなるべく自分の思い通りにしたい、緊急の際でも機械に頼るのは不安であるという意見もあがっている。その他、肯定的な意見としては、「危険な運転をする人が増えている。」「知らない道での不安解消できる。」「事故防止の可能性が少しでもあれば積極的に取り入れるべき。」などがある。それに対して、否定的な意見として、「頼りすぎて運転技量の低下、慢心を懸念。」「画面注視による事故が増える。」「誤作動が心配。」など、機械に頼る不安や、システムに気をとられるのを心配する意見が多い。また、その他の意見として、「飛び出しを知らせて欲しい。」「簡単・単純で効率よく、安価で。」など、システムに対する要望などの意見もあった。

以上のことから、運転システムの需要としては、運転操作はドライバーを主体とし、過度に注意をひきつけない表示、前方から視線をそらさないシステム、さらに単純かつ安価であるシステムが必要とされていることがわかる。

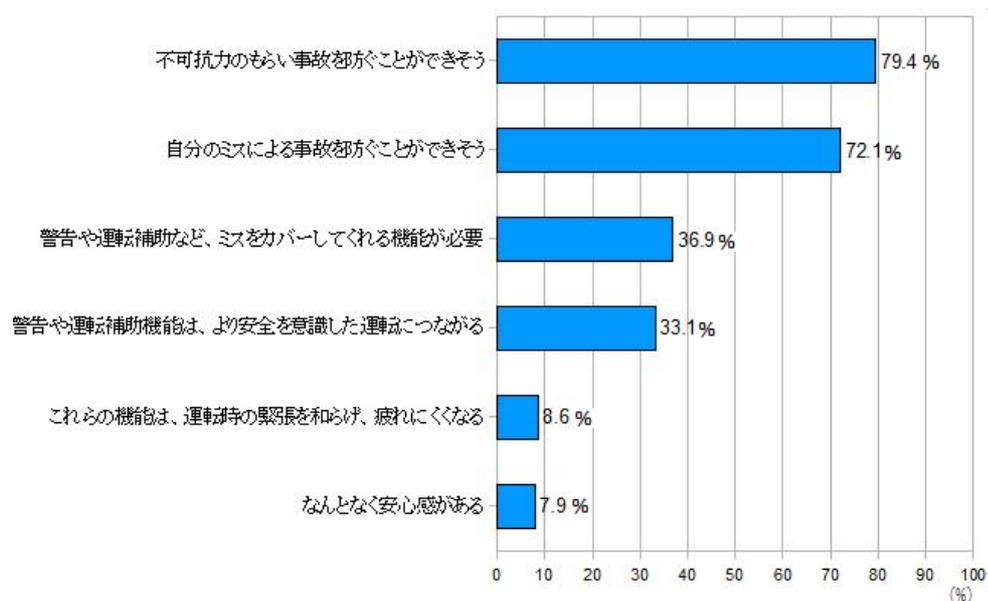


図 2.4: 運転支援システムに関するアンケート

2.3 既存の未然防止システム

未然防止システムの高性能化は、レーダやカメラのセンサ技術開発と、車両の電子制御化が大きく寄与している（図2.5）。例えば、自動車に搭載されたセンサが周囲をセンシングし、必要に応じドライバーへ警告等を発し、場合によっては挙動の制御支援を果たすものや、ドライバーの死角を補い視界確保を支援するシステムなどが実用化に至っている [3]。

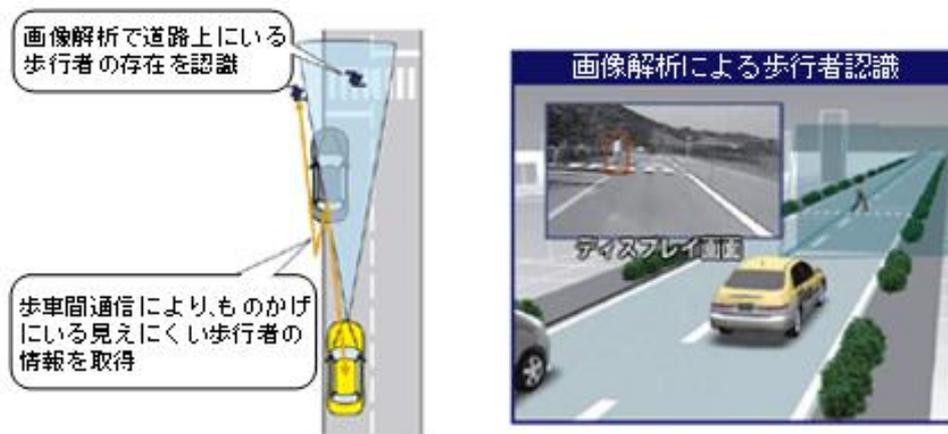


図 2.5: センサーによる情報交換

代表的なものとしては、以下のものが挙げられる [4]。

- アダプティブクルーズコントロール（以下、ACC）：レーダ等のセンサにより先行車両を検知し、自動的に走行速度・車間距離を制御し、ドライバーが自らペダルを踏むことなく車の加速・減速がおこなわれる運転支援システム（図2.6）。
- 衝突被害軽減ブレーキ：センサにより先行車・障害物・歩行者等を検知し、ブレーキ等による制動制御を行い衝突の回避や軽減を図るシステム（図2.7）。
- レーンキープアシスト（以下、LKA）：車線を検知し、レーン内での走行を支援するシステム（図2.8）。

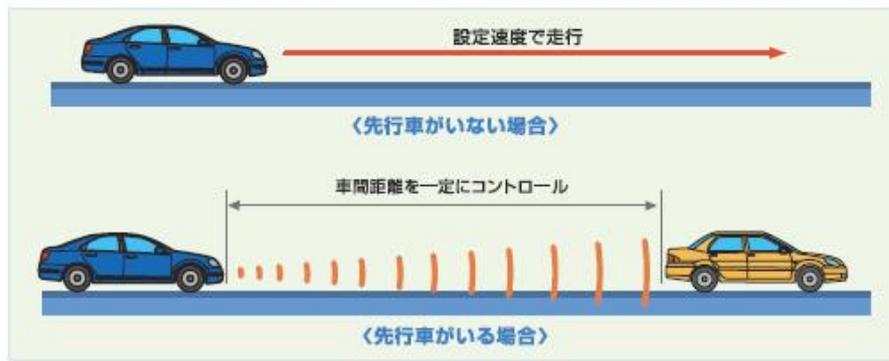


図 2.6: アダプティブクルーズコントロール

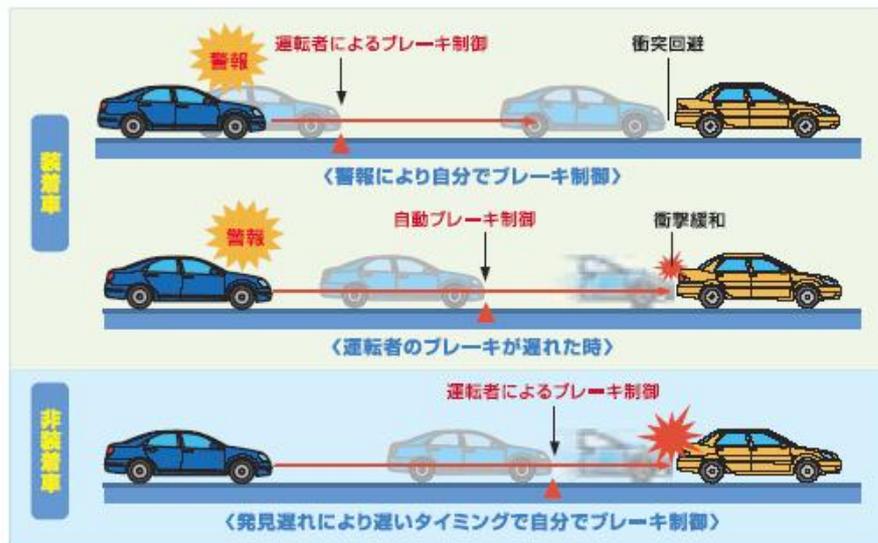


図 2.7: 衝突被害軽減ブレーキ

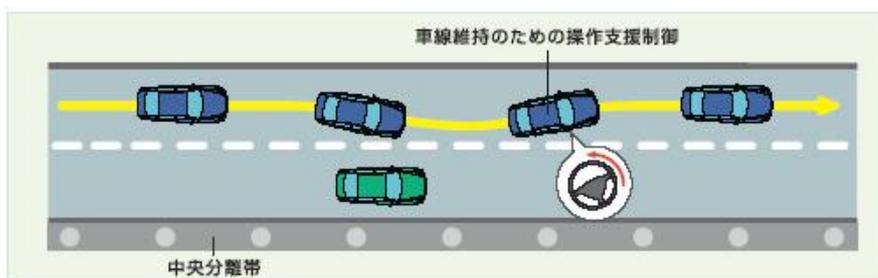


図 2.8: レーンキープアシスト

これらのシステムの「安全性」に対する貢献度は言うまでもなく、長時間の高速道路での走行や、渋滞時などの運転負荷を軽減する役割も果たし、ドライバーに「快適性」も与えている。ただし、これらはレーダやカメラセンサを必要とし、大規模な装置が必要となり、高価なため、高級車から搭載が進んでいる [5]。

上記3つはいずれも運転操作を直接制御するものであるが、一方でドライバーの操作を主体とするシステム開発も進んでいる。システムは何らかの方法でドライバーに危険を知らせ、実際の操作はドライバーに委ねるといったものである。以下、ACCなどの操作を制御するシステムを運転制御システム、ドライバーを主体とするシステムを危険示唆システムと呼ぶこととする。本研究は後者の危険示唆システムに関する研究である。危険示唆システムに関して、詳しくは第3章にて述べる。

第3章 危険示唆システム

3.1 危険示唆システムの役割

前方不注意などによる衝突事故を未然に防ぐ手段は運転制御の他に2つ考えられる。一つはブレーキングの制度を高めること、もう一つはドライバーが危険に早く気づき、ブレーキを早く踏むことである。このうち、後者は危険示唆システムを用いることで可能になると考えられる。

例えば急に子供が飛び出してきたとき、ドライバーが危険を察知して自動車を急停止させるまでの時間や距離にはいくつかの名称がある(図3.1)。制動距離はブレーキの性能に大きく左右され、空走距離はドライバーの運転能力に左右される。そして、「危険物出現から危険物認知までの距離」が危険示唆システムによって抑えることのできる距離である。本論文ではこれを発見距離と呼ぶこととする。図3.1を見てわかる通り、発見距離というのは発見時間によって決まる。つまり、危険示唆システムとはドライバーに注意を喚起し、危険物の発見を早めることで事故を未然に防ぐシステムである。



図 3.1: クルマの停止距離について

3.2 理想の危険示唆システム

危険示唆システムとしては、システムがドライバーよりも先に歩行者や移動車などの危険因子を検出し、ドライバーに的確に注意を喚起するシステムが理想である。このようなシステムを実現させるには複数の技術を用いることが必要となる。

危険示唆システムの役割は大きく2つに分けることが出来る。

- 危険であるという情報を手に入れること。
- ドライバーに危険を知らせること。

である。この2つの役割を果たすために必要な技術を分けて説明する。

まず、危険情報を手に入れるために必要な技術を紹介する。危険情報を入手するには、2.3で述べたようなセンサーやGPSを用いて、交差点に設置されたカメラや車載カメラからの情報を交換することが理想である。現在は各自動車の車載カメラで危険因子を発見するのが主流となっている。危険因子を発見するといっても何をもって危険因子と判断するのは困難であり、現在は移動車両や歩行者全てを危険因子と考えている。そこで拡張焦点を用いた検出[6]や、レーザレーダによる検出[7]、遠赤外線カメラによる検出[8]など、画像解析で移動車両や歩行者の検出を行い、危険示唆システムに応用することが多い。歩行者・対向車の向きや動きから危険度を推測する研究も進められている[9]。

次にどのような表示方法でドライバーに危険を知らせるかである。ドライバーの視線移動を最小限に抑え、ドライバーが瞬時に情報を読み取ることが安全運転につながると考えられる。そこで、ヘッドアップディスプレイ(HUD)を用いるのが理想的であると考えられる。HUDとは元々は戦闘機などに用いられていたシステムで、ドライバーに必要な情報が実際の前方の映像と重ね合わさって表示されるシステムのことである(図3.2)。スピードメータを表示するものなどはすでに存在する(図3.3)。しかし、歩行者や対向車を追跡するような危険示唆システムに応用するには未完全である。スピードメータのような固定表示でない場合、HUDは視点を検出する技術を必要とする。例えば歩行者を追跡する危険示唆システムに応用した場合、歩行者の動きだけでなく、ドライバーが運転姿勢や頭の位置を変えることで視点が移動すると、危険物と視点を結ぶ線とフロントガラスの交点は変化するため、交点も頻繁に移動することになる(図3.4, 図3.5)。そのため、ドライバーに的確に危険を知らせるのは現在の技術力では困難である。HUDが固定表示されるメータには利用できて、危険示唆システムに利用されていないのはこのためである。

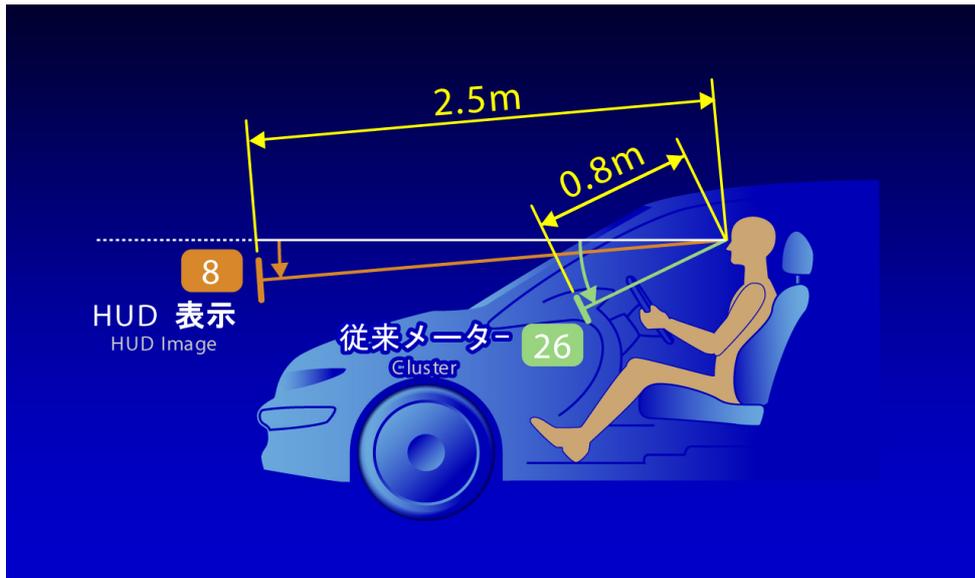


図 3.2: HUD と従来の比較



図 3.3: HUD

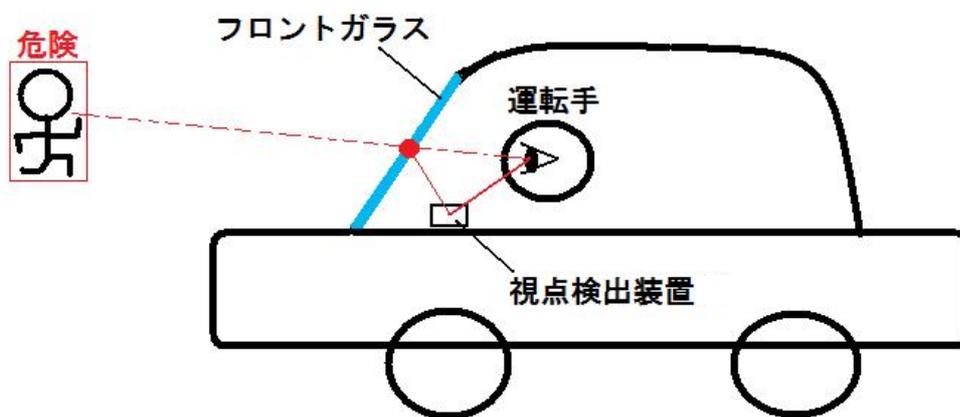


図 3.4: 視点検出を用いた場合 1

車内から

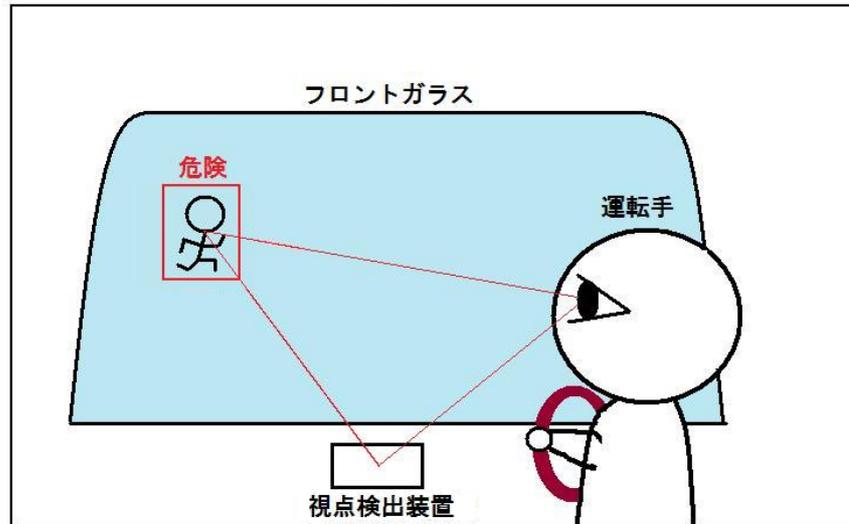


図 3.5: 視点検出を用いた場合 2

HUDと同じ役割を果たすものとして、ヘッドマウントディスプレイ（HMD）がある（図 3.6）。ゴーグルやヘルメットの形状で、装着すると眼前にモニタがあり、そこに情報が映し出される。モニタに対する相対的な視点位置は固定されるため、視点検出の必要はないが、提示する画像の解像度が低いことや、視野角が狭いこと、使用者の視力が影響することなどが問題となっている。また、装着型であることから、ドライバーへの負担も大きくなり、運転の疲労が増すことも考えられることから、理想的とは言えない。



図 3.6: HMD

以上のことから、車載カメラで歩行者・対向車の情報を入手し、センサーやGPSで情報交換、ドライバーに情報を伝える手段としては、HUDを用いたシステムが理想的であると考えられる。危険示唆の表示に関しては、ドライバーが細心の注意を払うことを目的とするのであれば、全ての歩行者・対向車を枠で囲うなどして、追跡することが理想であるが、「景

観を損ねる」「逆に注意散漫になる」「マンネリ化する」などの意見もあり、実用的であるかどうかは賛否両論である。危険度に応じた表示が理想的である。

3.3 企業が提案する危険示唆システム

ホンダ(株)ではフロントガラス近傍のインスツルパネル上に放射状方向の発光体を配置し、危険な方向が発光するシステムが提案されている。これはカーナビのようなディスプレイに単に矢印で危険な方向を表示するシステムよりも、計算量が少なく、且つ運転手の視線の移動が少ないことが特徴である(図3.7)[11]。

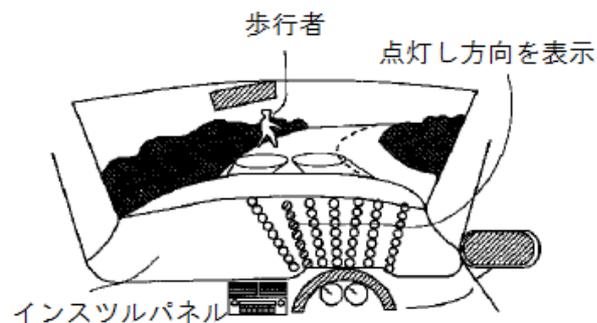


図 3.7: ホンダ特許システム

デンソー(株)では歩行者・対向車を追跡し、四角で囲い、注意を促すものが開発されている。現段階ではカーナビのようなディスプレイ上に表示されるようになっており、視線移動が大きいため、将来的にはHUDで表示できるよう研究が進められている(図3.8)[12]。



図 3.8: デンソー・ウィンドシールドディスプレイ(将来的イメージ)

3.4 表示法の提案

3.2で理想の危険示唆システムを述べたが、システムの性能を上げようとすればするほど費用がかかり、高級車から搭載が広まり、一般車にまでなかなか普及しないのが現状である。そこで、車載カメラによる危険因子の検出と、現在可能なHUDの技術のみを用いて、危険示唆を可能とする表示部を提案する。視点検出を行わないため、計算量が少なく、安価な危険示唆システムを開発することが出来るのではないかと考えた。

本研究で提案する表示法について説明する。前述の通り、車載カメラで歩行者・移動車の検出を行い、HUDを用いてフロントガラスに映し出すことを前提としている。平常時はフロントガラス中央下部に常に小さな赤丸ポインタを表示する。色は半透明の赤とする。信号機の停止の色が赤であるように、赤には人の注意を喚起する心理作用とともに、赤は進出色の代表的なものであり、物体が接近した場合、実際よりも迫っているようにみえる進出効果があるからである。システムが車載カメラで危険物体を発見すると、左右のみを判断し、赤丸ポインタは拡大しながらおおよその危険方向に移動し、危険を示唆する。おおよそというのは、計算量を減らすため、ポインタの動きが左右一定の方向に決まっているからである。HUDの技術が未完全であることも、動きを一定方向にした理由である。ポインタの動きが一定であるため、危険方向とポインタ中心にズレが発生するが、ポインタを除々に拡大することで示唆範囲を広くし、ズレを補っている。HUDの技術が未完全であること、計算量を減らすこと、過度な注意喚起を避けることを理由に、本研究では追跡を行わない。あとはドライバーが主体的に危険物を認識することを期待している。一定時間経つと平常時の状態に戻る。イメージを図3.9に示す。



図 3.9: 表示部イメージ

第4章 実験

4.1 実験システム

シミュレーションドライブを行うにあたって、外部デバイスとして、42インチプラズマモニタ、ステアリング型入力装置として Logitech 社製の GT FORCE Pro(型番:LPRC-11500)(図 4.1, 図 4.2)を用いる。ステアリングコントローラのボタンは、本実験では「 Δ 、 \square 、 \times 、L1、R1 ボタン」のみ使用する。

実験装置の全体像を図 4.3 に示す。



(a) 表側

(b) 裏側

図 4.1: ステアリング・コントローラ



図 4.2: アクセル・ブレーキペダル



図 4.3: 全体像

また、被験者に走行してもらおうドライビング環境は以下の通りである。

- 3車線からなる直線道路を走る。対向車線は存在しない。
- 速度は 40km/h を想定。
- 両側は高速道路のような灰色の壁とする。
- 情景は昼間の高速道路に近いもの。
- 途中、車1台分の幅の緑色のゲートを設ける。それぞれ上部に「 \square 」, 「 \circ 」, 「 \times 」の4つのボタンのいずれかひとつが記されている。ゲートをくぐる時に被験者に押しってもらうこととする。
- 危険因子を飛び出してきた子供とする。出現する子供のデザインは実際に飛び出し 注意の看板に利用されているデザインを統一して使用（図 4.4）。
- 実験開始、実験終了時には画面下部に黄色で指示文が表示される。



図 4.4: 子供画像

4.2 実験方法

実験の詳細を以下に記述する。被験者にはあらかじめ「被験者のしおり」を渡し、実験がスムーズに行われるようにした。

- 被験者は20代男性10名。運転免許所持者である。
- 1回の走行時間はおよそ15分間である。
- 4.1で述べた直線道路を走ってもらう。
- 開始直後、最高速（想定40km/h）になるまでアクセルを踏んでもらう。
- 開始直後から4.1で述べたゲートが現れるので、すべてのゲートをくぐってもらう。
- また、ゲートをくぐると同時にゲート上部に書かれているボタンを押してもらう。
- ゲートはランダムで出現するようになっている。
- ゲート上部に示されているボタンのパターンもランダムである。
- 危険因子を飛び出してきた子供とし、左右の壁から飛び出してくるものとする。
- 1回の実験において子供の飛び出し回数は5回。約3分おきに出現する。
- 被験者にはしおりを渡し、それに従ってもらう。
- 被験者は子供が右から飛び出してきたことを確認出来ればハンドルコントローラの「R1ボタン」を、左から飛び出してきたことを確認出来れば「L1ボタン」を押し、ゲートをくぐる動作よりも子供発見、回避を優先する。
- 子供の出現パターンは乱数により作成する。
- 同時に複数の子供の飛び出しはないものとする。
- 回避不可能なほどの近距離の子供の飛び出しはないものとする。
- 走行中の車の約20m前方で子供が飛び出してくるといった状況を想定する。

被験者のしおりは以下の通りである。

< 被験者用実験のしおり >

- ・ 走行中に感想を3つ以上考えてください。
- ・ 走行開始後、アクセルを踏み、最高速で走ってください。
- ・ ブレーキは踏まないでください。
- ・ 走行中は音楽を聴いてください。
- ・ 道路に緑色のゲートが存在します。全てのゲートをくぐってください。
- ・ それぞれのゲートに「、、、x」が表示されています。ゲートを通過すると同時にゲート上部に表示されているボタンを押してください。
- ・ 途中、子供が飛び出してきます。発見次第、飛び出してきた方向(左右)を判断し、右ならば「R1 ボタン」を、左ならば「L1 ボタン」を押してください。
- ・ 走行は1回およそ15分間です。
- ・ 1回目はサポートなし、2回目はサポートありで走行してもらいます。
- ・ 子供の飛び出しパターン、及びゲートに表示されたボタンはランダムになっています。
- ・ ゲート付近で子供が飛び出してきた場合、ゲートをくぐるよりも子供発見、ボタン操作、子供回避を優先してください。
- ・ 両側が壁の直線道路を走ってもらいます。片側3車線で、対向車線は存在しません。
- ・ 1回目の走行から2回目の走行までのインターバルは5分とします。
- ・ インターバル終了後、危険示唆システムのデモをシステムに慣れるまで見てもらいます。

実験手順としては、上記の環境のもと、まず危険示唆システムなしの状態、音楽プレイヤーで音楽を聴きながら走行してもらおう。さらに、走行中に感想を3つ以上考えてもらおう。これらは運転意識を薄れさせるために行ってもらおう。走行終了後、5分間のインターバルを

4.3 実験の様子

図 4.6 は実際に実験を行っているところである。



図 4.6: 実験中の様子

次に、シュミレーションドライブの映像を示す。走行開始時、終了時に画面下に指示が表示される（図 4.7～図 4.9）。



図 4.7: 走行開始 1



図 4.8: 走行開始 2



図 4.9: 走行終了

本実験で検証されたサポートシステムの動作は図 4.10～図 4.14 の通りである。
通常時は画面中央下部に半透明・赤色のポインタが表示されている。

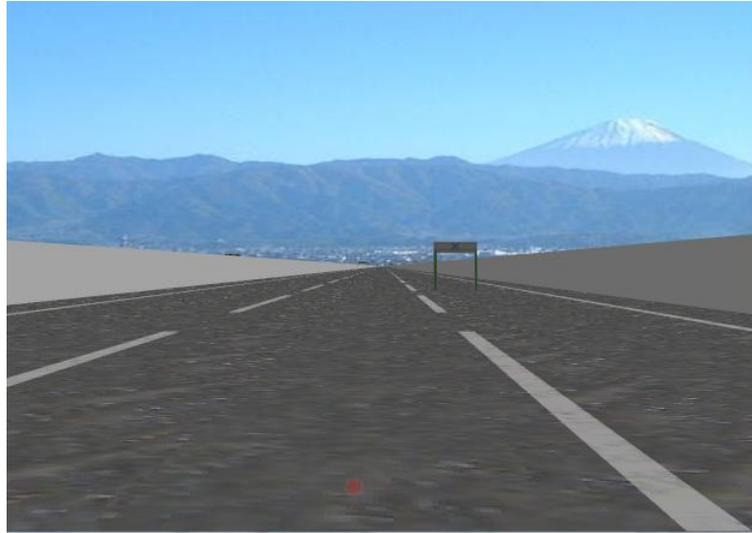


図 4.10: 通常時

システムが危険（子どもの飛び出し）を発見すると、ポインタが大きくなりながら危険な方向へ動き、ドライバーに危険を知らせる。



図 4.11: ポインタ移動 1

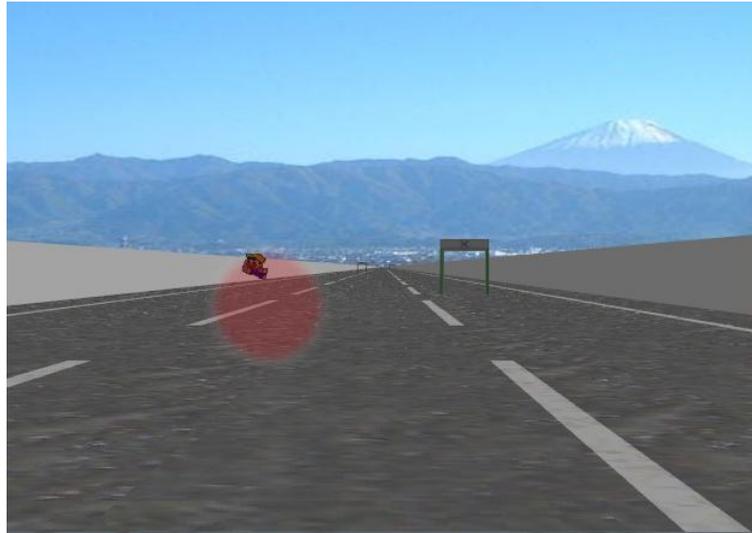


図 4.12: ポインタ移動 2

ポインタを拡大することで中心からのズレを補っている。より注意をひきつけやすくするという効果もある。

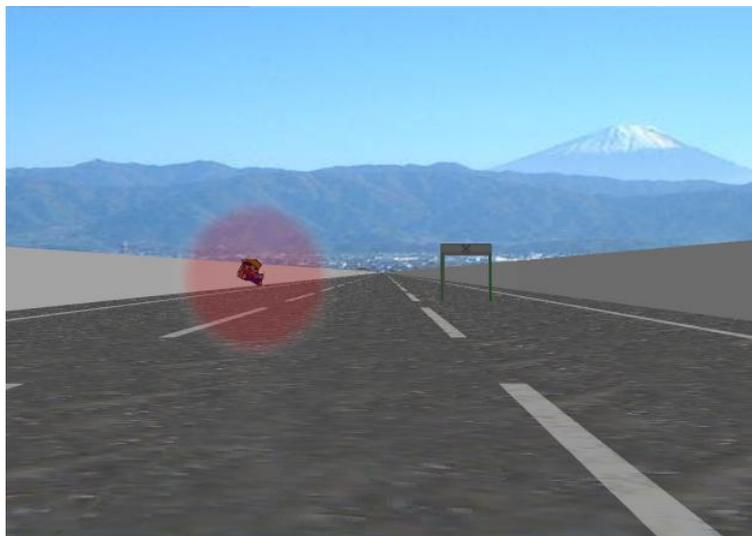


図 4.13: ポインタ移動 3

ポインタは動き出してから約 1.5 秒で元に戻る。人の反応時間から考えて十分な時間であると言える。

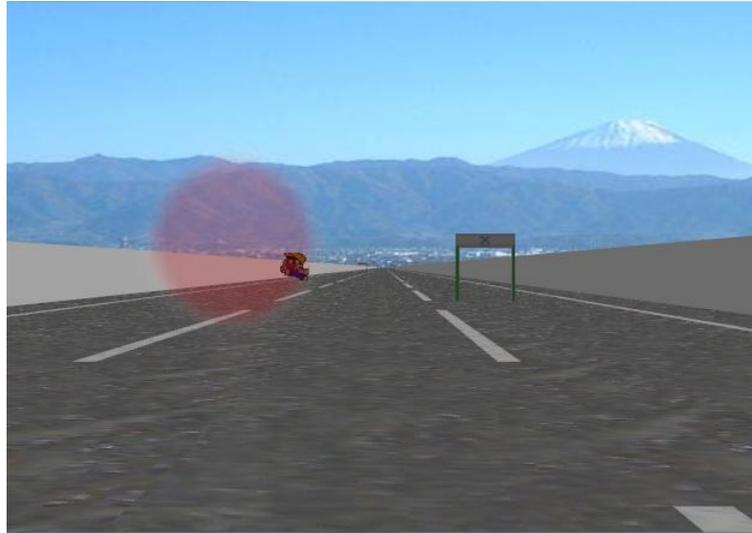


図 4.14: ポインタ移動 4

第5章 結果及び考察

5.1 発見時間

サポート（危険示唆）なし、ありで走行した場合の、子供が飛び出してから各被験者が発見し、指定のボタンを押すまでの時間をまとめたグラフを図 5.1、図 5.2 に示す。

グラフは横軸を子供の飛び出し回数（回目）、縦軸を飛び出しから発見までの時間（ms）で表している。図中の太い横線は被験者それぞれの平均線を表す。

図 5.3 は総データをまとめたものであり、太い横線はサポートあり・なしの総合平均を表している。

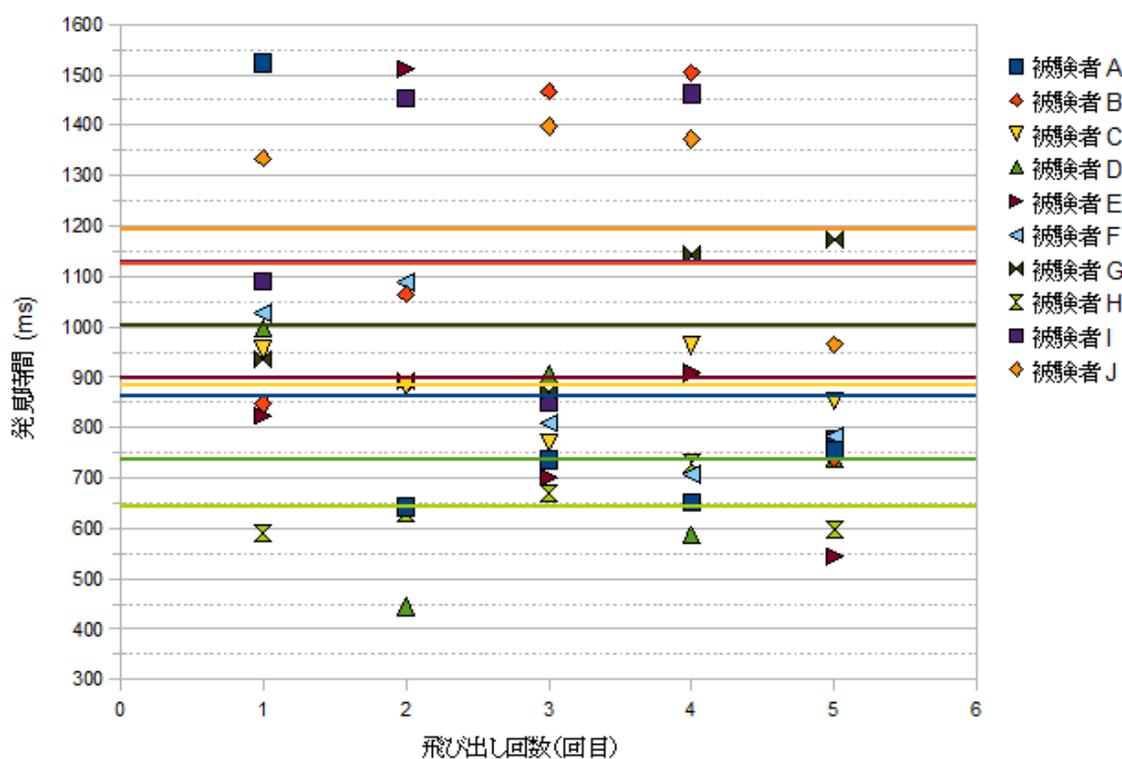


図 5.1: サポートなし

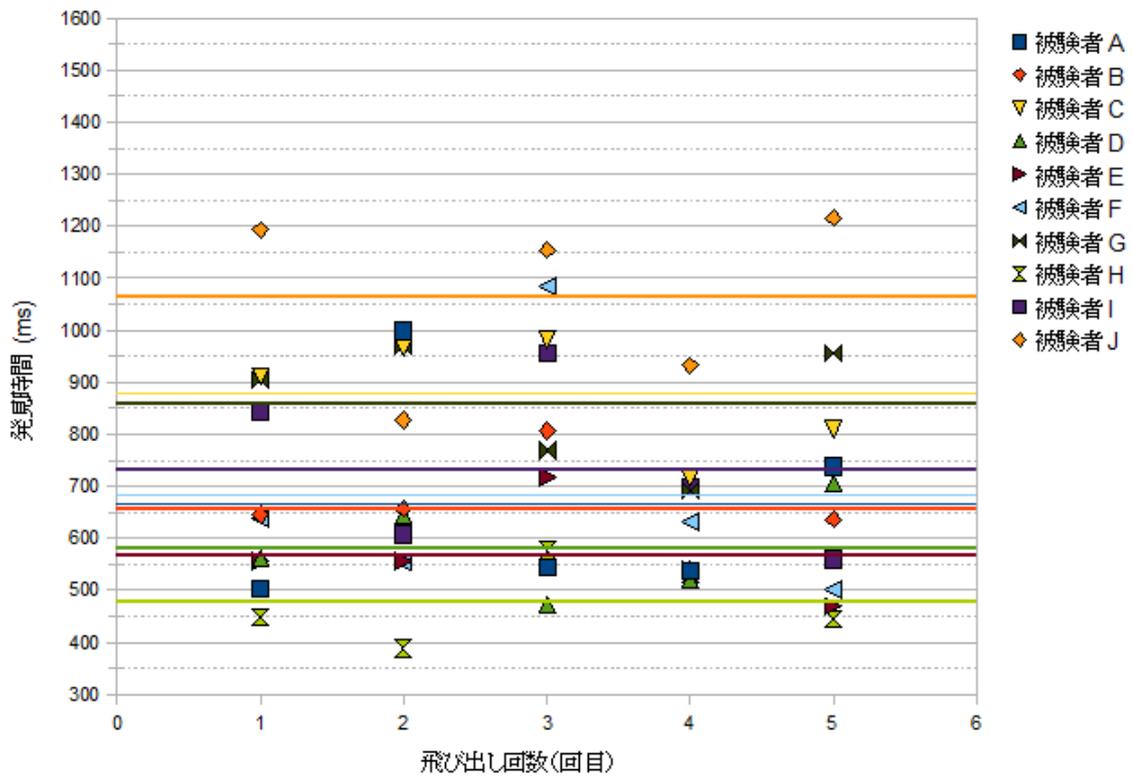


図 5.2: サポートあり

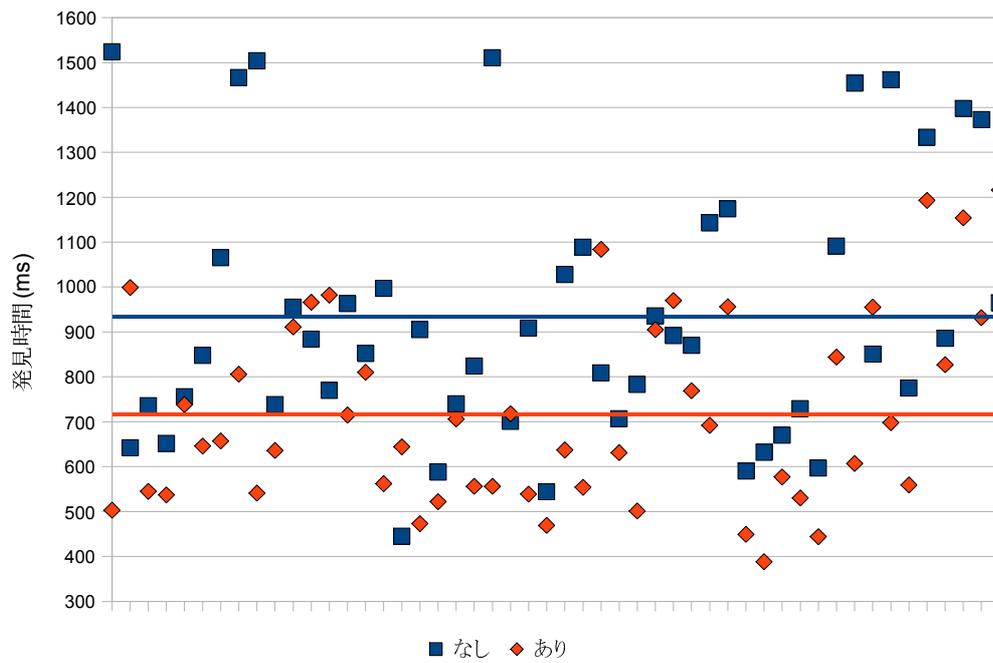


図 5.3: 平均比較

まず、図 5.1 を見てみる。平均がおよそ 650(ms) から 1200(ms) にあることがわかる。一般に人の知覚反応速度は 700(ms) から 1000(ms) とされており、この数値は交通事故の過失調査にも用いられる。本実験のサポートなしの場合においてもその数値にあてはまっていることから、信頼性のある数値が得られたことがわかる。また、5人の被験者が発見時間が 1300(ms) 以上かかった回がある。このことに関しては、ゲートをくぐり、ボタンを押すという単調な動きにより、注意力が欠けていたのではないかと考えられる。

図 5.1 と図 5.2 を比較すると、図 5.2 のほうが全体的に被験者の数値が下がっていることがわかる。とくに 1000(ms) 以上のデータ数を比較すると、図 5.1(サポートなし) ではデータの半数近くが 1000(ms) をこえているのに対し、図 5.2(サポートあり) ではほとんどのデータが 1000(ms) 以下である。各被験者の平均線の順番が多少変化したことから、サポートの効果は個人差があると考えられるが、全体的に効果があるといえる。

図 5.3 を見ると被験者をまとめてサポート使用者としてサポートの有効性を見ることができ。サポートなしのデータは、やはり、ばらつきが目立つが、サポートありのデータをみると、平均線は 700 弱を示しているものの、実際には 600 付近のデータ数が多いことがわかる。つまり、平均の数値でいえば 700 弱であるが、実際には平均を下回っている人が多いことがわかった。

サポートなし、ありの発見時間の平均値および各平均値における 40km/h、60km/h、80km/h、100km/h の場合の発見距離、及び時間差、距離差を表 5.1 に示す。

表 5.1: 平均時間、それぞれの速度での発見距離の比較

	平均 (ms)	40km/h	60km/h	80km/h	100km/h
サポートなし	935	10.4m	15.6m	20.8m	26.0m
サポートあり	716	7.96m	11.9m	15.9m	19.9m
時間差・距離差	219	2.43m	3.65m	4.87m	6.08m

表 5.1 より、サポートありの走行の方が、サポートなしの走行よりも平均して 219(ms) 早く、60km/h の場合は発見距離が 3.65m も違うことがわかる。また、40km/h はおおよそ市街での走行速度であるが、2.43m の差が表れている。歩行者の多い市街でも本危険示唆システムは有効であると考えられる。道路設計によって横断歩道の横幅は 3m、横断歩道から停

止線までの幅も3mとなっていることから、本実験の数値はかなり有効であると言える。

また、時速と発見距離に着目すると、80km/hのサポートありの距離が、60km/hのサポートなしの距離とほぼ同じであるように、システムがあることで、速度を約20km/h落とした場合の距離と同じくらいになることがわかる。

被験者の中でシステムの効果が最大だった者は0.46秒、距離にすると60km/hで約7.7mの違いがあらわれた。それとは反対にほとんど効果がない者もいた。走行中の注意力が結果に影響したと考えられる。

さらに、本実験ではサポートなしの場合、被験者10人・合計50回の飛び出しのうち3回も飛び出し方向を間違えているのに対し、サポートありの場合では0回であった。実際の運転と違い、左右の判断はボタン操作であったため、断定はできないが、障害物が左右どちらから出現したのかを判断するのにも有効だと考えることができる。

本実験において、被験者の運転中の集中力についてアンケートをとった。結果は図5.4の通りである。

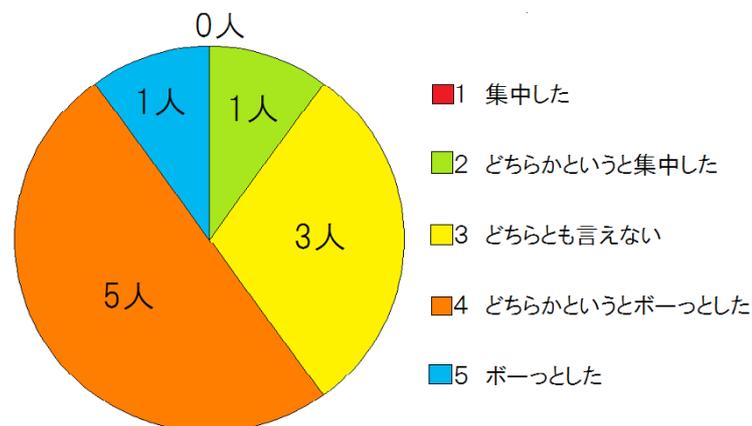


図 5.4: 運転時の集中力

図 5.4 からは本実験において、ほぼ全員が運転に対して集中力を欠いた、漫然な状態で走行したということが言える。実験状態としては意図した通りになった。

5.2 被験者の感想

実験後に被験者全員にサポートの必要性についてアンケートをとった。

結果は図 5.5 の通りである。



図 5.5: サポートの必要性

図 5.5 からは、システムに関して前向きな意見が 8 割を占め、被験者にとってサポートシステムが有効であり、ドライバーがサポートの必要性を感じたといえる。

被験者に走行中考えてもらった感想を表 5.2 にまとめる。多くの感想を得ることが出来たが、その中でも興味深いものをいくつか挙げた。ドライビングに関する感想とサポートシステムに関する感想に分類した。

表 5.2: 被験者の感想

ドライビングに関して
<ul style="list-style-type: none"> ・ 一直線に走るよりもぼーっとした。運転がどんどん雑になり、蛇行した。ゲートもおろそかになった。 ・ 操作が難しかった。ボタン確認でよそ見してしまった。 ・ 曲によってテンションが違った。 ・ スピードが速く感じた。 ・ 子供の向きがまぎらわしかった。 ・ 2 回目のほうが操作に慣れていたが、集中力が欠けた。
サポートに関して
<ul style="list-style-type: none"> ・ 常に表示されていることに関しては気にならなかった。 ・ サポートがあってよかった。疲れがあってもサポートのおかげで助かった。動的な示唆がよかった。 ・ 指標のズレが気になった。 ・ 子供が赤丸でみにくい。

仮実験として本実験と同様の環境で一直線の道を走行してもらう実験を行ったところ、確

かに被験者の運転に対する意識は低くなったものの、何かが出てきたら反応するという意識が働き、サポートの有意性を調べるにあたって、よい結果は得られなかった。それに対して1つめの意見からもわかる通り、ゲートを設けることによって被験者も走行中、注意力が散漫していたことを自覚するほどの効果を得ることが出来たということである。

反対にいくつかの改善点もあった。まず、操作が難しいという意見があった。ハンドルを切りながらボタンを押す動作が、ボタン配置を十分に把握できてなかった被験者にとって、難しかったようだ。操作練習を十分にとる必要があった。また、音楽によって意識を散乱させる効果は曲、被験者によって異なったようだ。

ドライビング環境に関しては走行中、景色が動かないこと、スピードを指定したことなどが、リアリティがないという意見があった。しかし背景に関しては動かないからボーっとするというプラスの意見もあった。子供の画像を統一したため、向きも同じになり、左右まぎらわしいという意見もあった。また、インターバルが十分でなかったため、2回目の走行のほうが集中力が欠けたという意見もあった。本実験はサポートなしの走行を1回目、サポートありの走行を2回目に行ったが、その中でも前述の結果を得られたことはサポートの効果が大きいと言える。

危険示唆システムに関してもいくつかの意見があげられた。画面中央下部に赤い丸が常時表示されている点に関しては発案時に前方の視界を遮ることが懸念されていたが、走行中も特に気にならないと、前向きな意見を得ることができた。本サポートの特徴としてポイントの動きでドライバーが直観的に危険方向を知ることが出来るといった点があるが、そのことに関しても良い意見を得られた。また、技術・コストの関係で指標が実際の危険方向から多少ズレが生じる事が本サポートのデメリットであるが、それに関して、気になると答えた者は10人中1人だった。表示色に関しては、半透明にしたものの赤色によって危険物が見にくいという意見もあった。

5.3 考察

本実験は危険示唆システムの表示部に関して提案した簡易表示法が有効であるかどうかを確認するために行った。表示法の特徴は、ポイントの動きで危険方向を示唆すること、ポイントの動きが一定であること、それによって生じるポイントの中心と危険物体とのズレを拡大することで補っていることである。この提案する表示法を用いて、シミュレーションドラ

イブを行った。子供が飛び出してからドライバーが子供を発見し、動作するまでの時間を計測したところ、サポートなしの場合と比べて、平均で約0.2秒縮めることができた。これは速度が40km/hの場合、停止するまでの距離を2.4m縮めることと等しく、簡易表示法を用いた危険示唆システムが有効であると考えられる。

第6章 むすび

近年、自動車の普及に伴い交通事故が増加している。その対策として「走行能力の向上」、シートベルトなどの「安全装置」、緊急医療の発達などがあるが、本研究では「未然防止」や「危険回避」に着目した。

事故の未然防止を目的としたシステムとして、運転制御システムと危険示唆システムがあり、本研究では危険示唆システムについて研究を行った。危険示唆システムの理想としては、車載カメラで入手した歩行者・移動車の情報をセンサーやGPSで共有し、ヘッドアップディスプレイ（HUD）を用いてドライバーに情報を伝えることが望ましい。しかし現在の技術ではHUDでドライバーに十分な情報を伝えることは難しいとされている。そこで本研究では現在の技術力でHUDに応用できるような、簡易な表示法を提案し、その表示法が有効であることを実験により確認した。

提案する表示法は、通常時はフロントガラス中央下部に小さな赤丸ポインタを表示しており、システムが危険因子を発見すると左右を判断し、赤丸ポインタが一定方向に拡大しながら移動してドライバーに危険を知らせるといった方法である。このサポートを用いて子供が飛び出してくる事態を想定したシミュレーションドライブを行ったところ、危険示唆によって、平均して約0.2秒発見時間を縮めることができ、40km/hで走行した場合の停止するまでの距離差は2.43mと、サポートの効果が十分得られた結果となった。また、サポートを体験した被験者からもサポートが有効であるという意見を得ることができた。

今後の課題としては、ドライビング環境をさらに複雑にして、よりリアリティのある中で実験を行う必要がある。また、表示方法に関しても、今回は物体（ポインタ）の動きを利用したが、他の動きのパターンや、全く異なる表示法でも実験を行い、効果を比較する必要がある。

また、今回は同時に2つ以上の危険因子が出現しない（1方向からの飛び出しのみ）という設定であったが、危険度に応じて色を変えるなど、様々な状況を仮定して実験を行い、より優れた表示法を見つける必要がある。

将来的には、実走時の映像を利用した（リアリティの高い）実験を行い、さらにはCV技

術による実写からの危険物自動抽出の実装、実車による実験、そして販売にいたることが期待される。

謝辞

本研究を進めるにあたって、日頃から多大な御尽力をいただき、御指導を賜った名古屋工業大学 舟橋健司 准教授に心から感謝致します。

また、本研究に対して御検討、御協力を頂きました名古屋工業大学 伊藤宏隆 助教、山本大介 助教、中部大学 岩堀祐之 教授、名古屋工業大学 中村剛士 准教授、愛知大学 福井真二 講師に心から感謝致します。

最後に、本研究を進めるにあたり多大な協力を頂いた舟橋研究室諸氏に心から感謝致します。

参考文献

- [1] 警察庁 <http://www.npa.go.jp/>
- [2] 社会法人日本自動車連盟 「これからの安全運転支援」に関するアンケート結果 <http://www.jaf.or.jp/safety/>
- [3] HONDA 広報発表 <http://www.honda.co.jp/news/2005/4050902.html>
- [4] 国土交通省 http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/02assessment/car_h18/asv.html
- [5] 業界情報データベース DELTAS <http://www.deltas.jp/view/20080303/index.html>
- [6] 中島雄平，崎本隆志，内村圭一，”車載カメラの運動解析による複数移動物体の検出”，第 17 回熊本県産学官技術交流会講演論文集，pp.22-23，2003．
- [7] 高木聖和，安藤忍，橋本雅文，”レーザレーダによる歩行者認識技術”，デンソーテクニカルレビュー，Vol.12，No.1，pp.35-39，2007．
- [8] 齋藤裕昭，荻原剛志，畑中健一，澤井孝典，”遠赤外線カメラを用いた歩行者検知システムの開発”，SEI テクニカルレビュー，Vol.171，pp.80-85，2007．
- [9] ELECTRO TO AUTO FORUM:Reviews <http://www.e2a.jp/review/080716.shtml>
- [10] 真栄城守芳，大城尚紀，金城寛，”中心窩視覚による画像処理を用いた安全運転支援システムの開発”，電気学会電子，情報・システム部門大会，OS4-4，2007．
- [11] ホンダ技研工業株式会社，”情報表示装置”，公開特許公報：特許出願公開番号（P2000-242897A）．
- [12] （株）デンソー <http://www.denso.co.jp/ja/ad/cm/tvcm.html>