

平成 22 年 5 月 20 日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）

研究期間：2008～2009

課題番号：20810033

研究課題名（和文） リスク知覚遅れの診断・教育装置の実用化に関する研究

研究課題名（英文） Development of System for Diagnosing Hazard Detection Delay with Touch Panel

研究代表者

島崎 敢（SHIMAZAKI Kan）

早稲田大学・人間科学学術院・助手

研究者番号：70508358

研究成果の概要（和文）: アイカメラを用いた先行研究によれば、事故反復者はハザードの発見が遅いことが明らかとなっている。しかし、より多くのドライバーの診断を行うためには、より低コストの方法の開発が必要である。本研究ではアイカメラを用いずに同様の結果を導きだすことを試みた。汎用コンピュータとタッチパネルディスプレイ、専用ソフトウェアを用いてハザード発見遅れ診断装置を開発した。30枚の交通環境の写真を乗用車運転席付近から撮影し、刺激画像とした。25名のタクシードライバーに、タッチパネルディスプレイ上に表示される刺激の中ハザードをタッチするよう求めた。その結果、事故反復者は最初のタッチが遅いこと、刺激提示から2秒までにタッチした潜在ハザードが少ないこと、いくつかのハザードに対するタッチが遅いことが明らかとなり、先行研究を支持する結果となった。

研究成果の概要（英文）: In a previous study that used eye tracking devices, accident repeaters exhibited significantly delayed detection of hazards. However, it is necessary to develop a more low-cost method to diagnose more drivers. In this study, we tried to obtain the same result as in the previous study without using eye tracking device. We developed a system for diagnosing hazard detection delays using a general-purpose computer, touch-panel display, and dedicated software. Thirty photos of traffic scenes acquired from near the driver's seat were used as stimuli. Twenty-five taxi drivers were required to touch the hazards in photos displayed on a touch panel. The result revealed that first touch of accident repeaters was significantly delayed relative to that of safe drivers. Accident repeaters touched significantly fewer potential hazards than safe drivers within two seconds from start to display stimulus than did safe drivers, but the number of obvious hazards was the same. Touch timing of accident repeaters for a few hazards was significantly slower than that of safe drivers. These results were almost the same as in the previous study that used eye tracking devices.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,190,000	357,000	1,547,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
総計	1,990,000	597,000	2,587,000

研究分野：視覚情報処理，認知心理学，実験心理学，人間工学

科研費の分科・細目：認知心理学，実験心理学

キーワード：ハザード知覚，タッチパネル，発見遅れ，事故反復者，タクシードライバー

1. 研究開始当初の背景

従来の多くの研究では、運転者はまずハザード（危険な対象）を知覚し、ハザード知覚と運転スキルの自己評価に基づいてリスク（危険度）を算出し、ここで知覚されたリスクが自分の許容できるリスクよりも大きい場合にはリスクを下げるような行動を取り、小さい場合にはリスクを上げる行動を取るとされている（例えば Näätänen, & Summala, 1974; Summala, 1988; Wilde, 1982 など）。ここで、ハザードの検出に失敗したり、運転スキルの自己評価が不当に高かったりすると、実際のリスクよりも運転者が知覚するリスクが低くなり、不適切な運転行動が選択される。これらのモデルは十分に納得のできるものであり、確かにハザード検出の失敗やそれに伴う不適切なリスク知覚は事故可能性を高めていることは間違いない。一方、必要なハザードを検出し、正しい運転能力の自己評価に基づいて、客観的リスクに近い値のリスクを知覚したからといって、事故を回避できるとは限らない。運転は短時間に情報の取得から意思決定、操作までを繰り返す連続的タスクであり、ハザードを検出できたとしても、検出のタイミングが遅ければ、回避が間に合わず事故に発展してしまう。従来の研究では、リスク知覚の量的な適切さについては論じられてきたが、時間的な適切さについてはあまり論じられてこなかった。例えば、若年男性ドライバーの高すぎる運転能力の自己評価とリスク知覚の関係については様々な研究が行われているが（例えば, Matthews, & Moran, 1986; Dejoy, 1989; Groeger, & Brown, 1989 など）リスク知覚の時間的な適切さに関しては問題にされていない。ハザード知覚についても同様で、注視行動からドライバーが何を見ているのかを明らかにした研究は数多くなされているが（例えば, Mourant & Rockwell, 1972; 永田・栗山, 1981; 島崎・高橋・神田・石田, 2005）、ハザードをどのタイミングで見たかについてはあまり問題にされてこなかった。これに対し、近年、リスク知覚に関するいくつかの研究では時間的適切さが注目されるようになってきた（例えば Pelz & Krupat 1974; Summala 1987; Kokubun, Konishi, Higuchi, Kurahashi, Umemura, & Nishi, 2004; 島崎・石田, 2007 など）が、注視行動からハザードの発見タイミングを直接的に計測した研究は島崎・石田(2009a)の他に見当たらない。

運転は認知 - 判断 - 操作のフィードバックループであると言われており(Rockwell, 1972), 自動車運転時に利用される外界情報

の 90%は視覚から得られると言われている(Hartman, 1970)。従って、視覚による情報入力に失敗すると、その後の判断や操作がいかにも適切であっても、事故リスクを高めてしまう。人間の視力は網膜の中心の度数の範囲を除いてそれほど高くないので、適切に外界情報を認知するためには、複雑な交通状況の中から重要な対象を選択し、中心視をそこに向けた必要がある。従って適切な注視行動は極めて重要であり、他のドライバーに比べて事故の多いドライバー（事故反復者）や初心運転者などの注視行動の特徴を明らかにすることは、事故削減するための重要な課題であると考えられる。

注視行動を計測する代表的な機材がアイカメラであり、島崎・石田(2009a)もアイカメラを用いて事故反復者のハザード発見が遅いことを明らかにしているが、アイカメラは高額な上に調整や分析に専門技術が必要である。従って多くのドライバーに対してハザード発見遅れの診断や教育を行うには不向きである。アイカメラを用いずに注視行動を計測することは困難であるが、島崎・石田(2009b)の研究によって、画面上のハザードに対するマウスクリックのタイミングとハザード発見のタイミングの間には高い相関があることが明らかとなっている。また, Whelan, Senserrick, Groeger, Triggs, & Hosking (2004)によれば、熟練ドライバーほどハザードに対するクリックが早いことが示されている。そこで、事故反復者と優良運転者の比較も行う必要があるが、マウスクリックを用いた先行研究はいずれも若い実験参加者を対象として行われており、マウス操作に慣れていない実験参加者を対象にした場合、ハザードに対する反応の遅れが、認知の遅延によるものなのか、操作の遅延によるものなのかが曖昧になる可能性がある。

2. 研究の目的

本研究ではより簡単な方法で事故反復者のハザード発見遅れを診断する装置を開発することを目的とし、ポインティングデバイスの中では比較的熟練度に影響されないと考えられるタッチパネル式の装置を試作した。この装置を用いて事故反復者と優良運転者のハザード発見タイミングの比較を行い、装置の評価を行うとともに、事故反復者の視覚情報処理特性を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 刺激画像

刺激画像は自動車のダッシュボードに固

定したデジタルカメラで撮影した。撮影時の焦点距離は35mmフィルム換算で50mmになるように調整した。撮影された画像の中から、住宅街や幹線道路、高速道路など様々な交通環境を網羅するように場面を選定した。選定された刺激画像中の交通他者や障害物、死角、ミラー、標識などのハザードの座標領域をハザード領域として登録した。後述の実験用ソフトウェアは、このハザード領域の座標情報をもとに、実験参加者が何をタッチしたのかを判別するように作成した。刺激画像の数は練習試行用10枚、本試行用30枚とし、刺激の提示サイズは、ディスプレイ上で幅約31cm、高さ約23cmであった。

(2) 実験システム

実験システムはノート型PCと実験専用開発したソフトウェア、タッチパネル一体型の外部ディスプレイ（ニッポンテクト製 NT-7106, 17インチ）およびタッチペンで構成されている。実験用のソフトウェアは、実験参加者がどのハザードをタッチしたかと、刺激画像提示開始からタッチまでの時間を記録した。また、タッチのフィードバックを“ピッ”という音によって行った。最初の練習ブロック以外では1場面あたりの提示時間を7秒間とし、練習ブロックの間は現在タッチしているハザード名をテキストで画面上部に提示した。刺激提示後は画面中央にスタートボタンを配置し、次の試行の開始タイミングは疲労状態などを考慮して実験参加者が自由に調整できるようにした。

(3) 注視とタッチの一致度検証実験

本研究では注視行動の代用として、タッチパネル式ディスプレイに対するタッチを実験参加者の反応として用いるが、厳密な意味で注視とタッチが等質であるかどうかは、慎重な検討が必要であると考えられる。注視とマウスクリックの相関の高さを示した島崎・石田（2009b）の研究でも、ハザードをクリックするという課題を課した時の注視行動とクリックの関係を示したに過ぎず、厳密には何の課題もない状態の注視行動との比較を行うべきであると考えられる。そこで、運転免許を持つ学生4名を対象に注視とタッチの一致度検証実験を行った。アイカメラを装着し、運転しているつもりになって刺激映像を見る課題（注視課題）と、タッチパネルディスプレイに表示される刺激映像の中で運転しているときに見る箇所をタッチする課題（タッチ課題）を行い、注視した対象とタッチした対象の一致度を確認した。用いた刺激映像は本実験で用いるものの中からランダムに抜粋した6場面とした。注視課題とタッチ課題の順序は被験者ごとにカウンタバランスとした。いずれの課題も本実験同様十分な練習を行い、実験参加者が課題に慣れた状態で行った。なお、タッチ課題の教示は

後述の本実験と同文を用いて行った。

(4) 実験参加者

本実験の参加者は男性タクシードライバー25名（平均年齢55.4歳、標準偏差9.7歳、範囲33~73歳）である。タクシーの運転に必要な2種免許取得には最低3年の運転経験が必要なため、初心運転者が含まれる可能性が低いこと、タクシードライバーは毎日一定以上の距離を運転しており、交通環境に対する暴露度にばらつきが少ないこと、過去の事故データが得やすいことなどを考慮して、実験参加者をタクシードライバーとした。従業員数約800名の協力タクシー会社の運行管理者に、事故反復者、優良運転者を同数ずつ選出するように依頼した。同社内で記録されている事故件数には、縁石にホイールを軽く接触させただけと言ったような軽微な事故や、第二当事者となった事故が含まれているため、事故件数だけではなく、事故の重大度や過失割合などを考慮して実験参加者を選出するよう求めた。その結果、事故反復者12名、優良運転者13名が選出された。両群のプロフィールをTable 1に示す。免許取得後年数やタクシー経験年数などのプロフィールを示す数字には、両群の間に有意差はない。

Table 1 実験参加者のプロフィール

プロフィール 項目	単位	事故反復者		優良運転者	
		平均	SD	平均	SD
事故件数/3年	件	8.4	6.38	1.9	1.28
年齢	才	58.0	9.79	53.0	9.41
一種免許取得年齢	才	21.8	5.65	20.2	3.41
二種免許取得年齢	才	45.0	11.4	42.1	11.6
タクシー経験年数	年	9.6	8.33	8.5	5.44

(5) 手順

本実験は反応課題、練習試行前半、練習試行後半、本試行の4つのブロックに分けて行った。最初のブロックでは、実験参加者がタッチパネルに慣れることと、実験参加者の反応時間を計測することを目的とした簡単な反応課題を行った。反応課題では交通場面を用いずに、画面上に連続して現れる円形図形をタッチする課題を課した。円形図形はタッチした瞬間に消え、その場所から等距離（300ピクセル）離れたランダムな位置に再び出現する。円形図形は画面上で直径は13mm、赤色（FF0000）で塗りつぶした。背景はWindowsのメニューバーなどに用いられているグレー（D4D0C8）とした。円形図形の提示からタッチまでを反応時間として記録し、タッチされた座標が円形図形から逸脱していたかどうかも記録した。試行回数は30試行とし、平均反応時間が1秒を超えた1名の実験参加者にはさらに15試行を追加して行った。

練習試行前半は主として実験参加者の理解を促すために行った。実験参加者には前方

のディスプレイに提示された交通画像の中で注意して見るところをタッチペンでタッチするように求めた。教示では、運転しているつもりで画面を見ること、普段運転するときに注意して見るポイントをタッチすること、正解や不正解はないので自分の判断でタッチすること、歩行者や自動車などの見えているものだけでなく、死角やミラーなども必要に応じてタッチすること、同じ対象を複数回タッチしても問題がないことを伝えた。練習試行前半は刺激提示時間に制限を設けずに行った。実験参加者がこれ以上タッチする対象がないと判断し、画面右下にある「次へ」ボタン（練習試行前半のみ表示）をタッチするまで刺激を提示した。

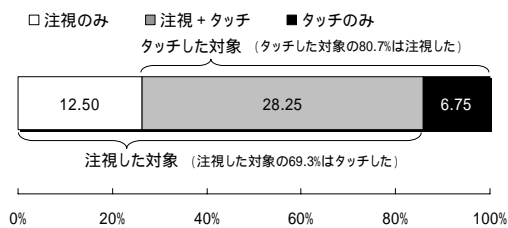
練習試行後半では、本試行と同様に1刺激あたり7秒間の制限時間を設けた。実験参加者には、課題内容は練習試行前半と同じだが、今度は制限時間があるので、なるべく早く対象をタッチするよう教示した。練習試行は前半後半とも、タッチしている対象物をテキストで画面上部に表示した。提示場面は練習前半後半とも共通の10場面である。

続いて本試行30場面を行った。手順は練習の後半ブロックと同様であるが、本試行ではタッチしているハザードのテキスト表示は行っていない。練習、本試行ともに刺激画像の提示順は順序効果を避けるために実験参加者ごとにランダムとした。

4. 研究成果

(1) 結果

はじめに注視（133mm以上の停留）とタッチの一致度検証実験の結果を分析した。その結果、実験参加者は注視した対象のうち平均69.3%の対象をタッチしており、タッチした対象のうち平均80.7%の対象を注視していることがわかった(Fig.1)。



数字は6場場合計の平均値

Fig.1 注視とタッチの一致度

本実験の反応課題について、実験参加者のタッチが円形図形を逸脱した試行をエラーとし、エラー率を両群で比較したが有意差は見られなかった(事故反復者平均.050, 標準偏差.056, 優良運転者平均.031, 標準偏差.037, $t(23)=1.02$, n.s.). 反応時間は課題の前半部分に学習が起こっている可能性があるため、後半の15試行を対象に分析を

行った。逸脱のあった試行と個人内平均反応時間のプラスマイナス2×標準偏差の範囲から外れる値を除外した上で平均反応時間を算出し、 t 検定を用いて両群を比較した。その結果有意差が見られ、事故反復者の平均反応時間は優良運転者に比べて遅いことが明らかとなった(事故反復者平均704ms, 標準偏差82ms, 優良運転者平均624ms, 標準偏差59ms, $t(23)=2.88$, $p<.01$)。

本試行の結果について、ハザードの内容に関わらず、刺激提示後に初めて何らかのハザードにタッチするまでの時間(初回タッチ時間)を算出し、その平均時間を従属変数、群を独立変数として t 検定を行った。その結果事故反復者の初回タッチ時間が有意に遅かった(事故反復者平均2018ms, 標準偏差334ms, 優良運転者平均1646ms, 標準偏差432ms, $t(23)=2.39$, $p<.05$)。なお、Fig.2は反応課題と初回タッチそれぞれの反応時間を示したものである。

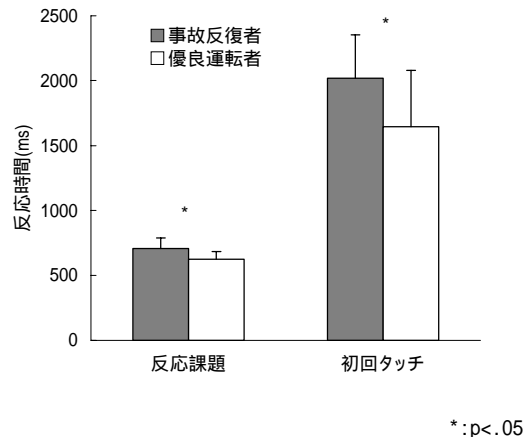


Fig.2 反応課題と初回タッチの反応時間

次にハザードの内容を考慮した分析を行った。まず、実験参加者がタッチしたハザードを、潜在ハザード、自動車、自転車、歩行者、その他に分類した。潜在ハザードは交差点や建物の出入口などの死角やカーブミラーなど、対象そのものが危険であるというより、その対象の背後に隠れている対象に対する警戒と考えられるものとした。その他には道路標識、交通他者以外の障害物などが含まれた。なお、実験者があらかじめハザードとして指定した座標領域以外の領域に対するタッチが約1割あったが、これらは記録された座標と刺激画像を重ねて手作業で対象を特定した。

実験参加者が刺激提示開始後2秒までにタッチしたハザードの数を全場面で合計し、ハザードの種類と群を要因とした分散分析を行った結果、有意な交互作用が見られた($F(4, 92)=2.51$, $p<.05$)。群別の多重比較を行ったところ、潜在ハザードのタッチ数だけに有意

差が見られ、事故反復者は2秒までにタッチした潜在ハザードが少ないことが明らかとなった(事故反復者平均3.42個、標準偏差3.75個、優良運転者平均8.38個、標準偏差6.32個、Fig. 3)。同様の分析を刺激提示開始から終了までのすべてのハザードタッチ数について行ったところ、有意な群の主効果や交互作用は見られず(群: $F(1, 23)=.04$, n.s.; 交互作用: $F(4, 92)=.37$, n.s.)、潜在ハザードに対する両群の反応数は同程度であった(事故反復者平均37.25個、標準偏差13.93個、優良運転者平均37.23個、標準偏差11.55個)。

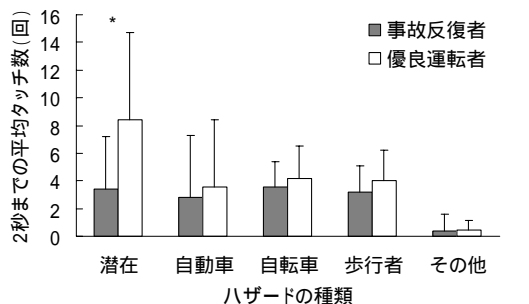


Fig. 3 最初の2秒間の種類別タッチ回数 * : $p < .05$

次に、個々のハザードについて分析を行った。少なくとも1人以上がタッチしたハザードは381個あったが、少人数しかタッチしていないハザードは、それほど危険な対象ではないと考えられる。そこで、両群とも少なくとも5名以上がタッチしたハザードを抽出したところ117のハザードが残った。刺激画像の提示開始から各実験参加者がこれらのハザードをタッチするまでの時間を従属変数、群を独立変数として t 検定を行った。その結果、9個のハザードに有意差が見られ、そのうち7個は事故反復者の反応が遅かった。事故反復者の反応が遅れたハザードのうち6個は潜在ハザードであり、顕在的なハザードである自転車は1つしかなかった。一方、優良運転者の反応が遅れていた2つのハザードはいずれも顕在的なハザードであった。

(2) 考察

事故反復者は反応課題の反応時間も、初回タッチの時間も優良運転者に比べて有意に遅かったが、反応課題の時間差は82ミリ秒と小さかったのに対し、初回タッチの時間差は372ミリ秒であり、約4.5倍の開きがあった。このことから、事故反復者の反応遅れの主原因は、単なる反応時間の遅さではなく、背景の中からハザードを検出する情報処理時間の遅さであると考えられる。

刺激提示開始から2秒までに反応したハザード数を分類別に見てみると、事故反復者は潜在的ハザードに対する反応が少なかった。

顕在的ハザードである他のハザードでは有意差が見られていないことから、見えているハザードに対するハザード知覚能力には事故反復者も優良運転者も差がないと考えられる。また、刺激提示終了までの7秒間で同様の分析をすると、群の主効果や交互作用が見られないことから、十分な時間を与えられれば、事故反復者でも潜在的ハザードを発見できていたと考えられる。

個別のハザードに対する反応時間では、合計刺激提示時間210秒間に117個中9個のハザードに有意差が見られた。有意差が見られたハザードは全数から見れば少数であるが、単位時間あたりの出現頻度は比較的高いと考えられる。有意差の見られた9ハザードのうち7ハザードは事故反復者の刺激提示から反応までの時間が遅く、さらにそのうち6ハザードは潜在的ハザードであった。また、この時間差は平均値で1秒を上回るものも多く、走行速度次第ではこの時間差が事故原因になり得ると考えられる。

事故反復者が潜在ハザードに対する反応が遅い理由としては、潜在ハザードがハザードであることを知覚するのに時間がかかっている可能性と、潜在ハザードよりも顕在ハザードを優先させている可能性が考えられるが、後者が原因であるとすれば、刺激提示開始後2秒間までに顕在ハザードにタッチした数は事故反復者の方が多はずである。しかし、そのような結果は見られていないことから、前者の可能性が支持され、事故反復者の潜在ハザードに対する反応の遅れは、優先順位の問題というよりは、処理時間の問題であると考えられる。

注視とタッチの一致度検証実験では、注視したものの約7割をタッチしており、タッチしたものの約8割は注視しているという結果が得られた。注視とタッチは完全に一致していたわけではないが、比較的低コストの代替方法としては概ね良好な結果であると考えられる。また、ある対象を注視したからといって、必ずしもその対象を認知したとは言えないが、タッチは注視に比べれば意図的に行っている可能性が高く、ある対象を認知していたかどうかを探る方法論としては、注視行動を計測するよりも有利な側面もあると考えられる。

本研究は最終的にはハザードの発見遅れのフィードバックによる教育・訓練を行うことを目指している。従ってタッチ課題を繰り返すことが注視行動に影響を与え、注視行動を変容できるのであれば、タッチパネル式ディスプレイは単なる計測方法を越えたツールである可能性がある。

本研究で得られた結果は、事故反復者が潜在ハザードの発見が遅いとした島崎・石田(2009a)の研究結果とよく一致していた。

従って、アイカメラを用いないタッチパネル式の簡便な装置でも、事故反復者のハザード発見遅れを検出できることが示された。

文献

- Dejoy, D. M. (1989). The Optimism Bias & Traffic Accident Risk Perception. *Accident Analysis and Prevention*, **21**, 4, 333-340
- Groeger, J. A. & Brown I. D. (1989). Assessing One's Own and Others Driving Ability: Influences of Sex, Age, and Experience. *Accident Analysis and Prevention*, **21**, 2, 155-168
- Hartman, E. (1970). Driver Vision Requirements. *SAE Paper*, **700392**, 629-630.
- Kokubun, M., Konishi, H., Higuchi, K., Kurahashi, T., Umemura, Y., & Nishi, H. (2004). Assessment of drivers' risk perception using a simulator. *R&D Review of Toyota CRDL*, **39**, 9-15.
- Matthews, M. L. & Moran, A. R. (1986). Age Differences in Male Drivers' Perception of Accident Risk. *Accident Analysis and Prevention*, **18**, 4, 299-313
- Mourant, R. R. & Rockwell, T. H. (1972). Strategies of Visual Search by Novice and Experienced Drivers, *Human Factors*, **14**, 4, 325-335
- Näätänen R. and Summala, H. (1974). A model for the role of motivational factors in drivers' decision-making. *Accident Analysis and Prevention*, **6**, 243-261.
- 永田雅美・栗山洋四 (1981). 自動車運転初心者の注視行動に関する研究 自動車技術会論文集 **23**, 85-90
- Pelz, D. C., & Krupat, E. (1974). Caution profile and driving record of undergraduate males. *Accident Analysis and Prevention*, **6**, 45-58.
- Rockwell, T. (1972). Skills, Judgment, and Information Acquisition in Driving. In T. W. Forbes (Ed.): *Human Factors in Highway Traffic Safety Research*, 133-164.
- 島崎敢・高橋明子・神田直弥・石田敏郎 (2005). 職業運転者の事故傾向と注視特性 交通心理学研究, **21**, 19-27.
- 島崎敢・石田敏郎 (2007). 職業運転者の事故傾向とリスクの連続的評価 交通心理学研究, **23**, 12-19
- 島崎敢・石田敏郎 (2009a). 事故反復者のハザードの発見とリスク知覚の時系列分析 応用心理学研究, **34**, 1-9
- 島崎敢・石田敏郎 (2009b). ハザードに対する注視とマウスクリックの一致度 日本

- 交通心理学会第 74 回大会論文集, 3-4
- Summala, H. (1987). Young driver accidents: Risk taking or failure of skills? *Alcohol, Drugs and driving*, **3**, 79-91
- Summala, H. (1988). Risk control is not risk adjustment: The zero-risk theory of driver behaviour and its implications. *Ergonomics*, **31**, 491-506.
- Whelan, M., Senserrick, T., Groeger, J., Triggs, T., & Hosking, S. (2004). *Learner experience project*. (Report 221). Cryton, Australia: Monash University.
- Wilde, G. J. S. (1982). The theory of risk homeostasis: implications for safety and health. *Risk Analysis*, **2**, 209-225.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

島崎敢・石田敏郎 2009 タッチパネルを用いたハザード発見遅れ診断装置の開発, 交通心理学研究, 査読あり, **25**, 13-19.

〔学会発表〕(計2件)

島崎敢・石田敏郎 2009 タッチパネルを用いたハザード発見遅れの診断装置の開発, 日本人間工学会関東支部大会講演集, 武蔵野大学(東京都), **39**, 174-175.

島崎敢・石田敏郎 2009 ハザードに対する注視とマウスクリックの一致度, 日本交通心理学会第 74 回大会論文集, 琉球大学(沖縄県), **74**, 3-4.

6. 研究組織

(1)研究代表者

島崎 敢 (SHIMAZAKI Kan)

早稲田大学・人間科学学術院・助手

研究者番号: 70508358