

スマートフォンによるカーナビゲーション機能の安全性に関する研究

萩田賢司¹・木平真²・横関俊也³・中野公彦⁴・鄭仁成⁵

¹正会員 科学警察研究所 交通科学部交通科学第一研究室(〒277-0882 千葉県柏市柏の葉6-3-1)
E-mail: hagita@nrrips.go.jp

²非会員 科学警察研究所 交通科学部交通科学第二研究室(〒277-0882 千葉県柏市柏の葉6-3-1)
E-mail: kihira@nrrips.go.jp

³正会員 科学警察研究所 交通科学部交通科学第一研究室(〒277-0882 千葉県柏市柏の葉6-3-1)
E-mail: yokozeki@nrrips.go.jp

⁴非会員 東京大学 生産技術研究所(〒153-8505 東京都目黒区駒場4丁目6番1号)
E-mail: knakano@iis.u-tokyo.ac.jp

⁵非会員 東京大学 生産技術研究所(〒153-8505 東京都目黒区駒場4丁目6番1号)
E-mail: topzrc@iis.u-tokyo.ac.jp

スマートフォンがカーナビとして活用されつつある。本研究は、スマートフォンがカーナビとして活用されることの安全性について検討した。カーナビや携帯電話が原因となった事故を分析したところ、これらの事故は、比較的走行速度が高く、追突事故が多いことが示された。この結果を基に、33名の被験者に対して、3種類のスマートフォンカーナビと純正カーナビを経路誘導に活用し、実車実験を実施した。スマートフォンカーナビの取付位置は、運転席左右の合計3箇所とした。注視というのは、概ね2秒以上とされているため、カーナビの種類や設置位置別に注視回数を比較したところ、スマートフォンが純正カーナビと同じ位置に設置されている場合には、あまり差がなく、スマートフォンが右側に設置されていると、注視回数が増えることが示された。

Key Words : traffic safety, car navigation, smartphone, gaze

1. はじめに

自動車運転時に目的地への経路誘導を行うカーナビゲーション（以下、カーナビと略す）装置は広く普及しており、自動車運転時にカーナビを活用することは当然のこととなっている。また、近年はスマートフォンが爆発的に普及し、(株)MM 総研の調査¹⁾によると、2014年12月にはスマートフォン契約数は6,544万件に達し、携帯電話端末契約数の52.3%を占めている。このスマートフォンには、ナビゲーションソフトをインストールすることもでき、カーナビとして手軽に活用することもできるようになってきている。

一方で、スマートフォンの問題点としては、経路誘導情報を表示する画面が小さいことや、カーナビ専用機を想定した既存の研究では考慮されていない使われ方が可能となることから、果たして安全に使用されるのかという疑問も生じる。そのため、本研究では、最初にカーナビ

や携帯電話の利用が原因となって発生した交通事故を分析した。この交通事故分析結果を基に、複数の設置位置を想定したスマートフォンによるカーナビと、既存の自動車に内蔵されているカーナビを使用して、経路誘導を受けながら走行を行う公道実車実験を実施し、各カーナビの画面から情報を読み取る行為が運転にどのような影響を及ぼすかについて、検討を行った。

2. カーナビに関する各種の規制とスマートフォンによるカーナビ機能の活用

カーナビゲーションに対する各種規制としては、道路交通法、国家公安委員会による“交通情報の提供に関する指針”、(社)日本自動車工業会による“画像表示装置の取り扱いについて”が存在し、以下のとおりとなっている。

道路交通法では、自動車等の運転者の遵守事項として、

以下のようなことが定められている。

- ・自動車等を運転する場合には、手で保持しなければ送受信ができない携帯電話等を通話のために使用し、又は自動車等内の画像表示用装置の画像を注視しないこと。

国家公安委員会は、交通情報提供事業者に対する“交通情報の提供に関する指針”²⁾を告示しており、以下のような基準が定められている。

- ・交通情報の収集方法
- ・交通情報の作成方法
正確性の担保、正確性の検証方法、記録保存義務、交通情報の定義、案内禁止道路
- ・交通情報の提供方法
分かりやすいもの、操作性、視認性(見えやすい位置への設置、注視(約2秒)しなくてもよい情報)

(社)日本自動車工業会は、自動車メーカーと代理店に対して、“画像表示装置の取り扱いについて”を定め、以下のような基本的考え方を示している。

- ・安全運転に対する悪影響を最小限にする
- ・装置の取付け位置は、運転操作を妨げたり、前方の交通状況の把握を妨害しないようにする
- ・表示情報は、運転者の注意力を散漫にしないようにする
- ・画像表示部の視認をともなう操作は運転業務に悪影響を与えないようにする

スマートフォンによるカーナビ機能の活用については、スマートフォンを固定してカーナビとして活用する場合には、法的な問題はないといえる。

3. 交通事故分析結果

平成19年の交通事故統計原票から、車両運転者のカーナビや携帯電話の使用状況が記録されており、カーナビや携帯電話が事故要因となった人身事故が記録されている。カーナビの事故要因については、“注視中”、“操作中等”、“要因なし”の3種類となっており、携帯電話の事故要因については“通話目的”、“画像目的”、“ハンズフリー”、“その他”、“要因なし”の5種類となっている。ここで、“画像目的”は、携帯電話の画像表示部位を注視していたとき及び同目的でボタン操作をしていたときなどをいう。ただし、この交通事故統計では、スマートフォンがカーナビとして活用されているかどうかを判断することは不可能である。本研究で対象としているのは、スマートフォンが固定されてカーナビとして使用される場合であり、スマートフォンを運転中に手持ちで操作しているような違法状態を対象としているわけではない。そのため、カーナビが事故要因である

事故は、全てを評価対象とするが、携帯電話が要因である事故は、画像目的を評価対象とした。

平成19～26年の交通事故統計に記録されている交通事故の中で、第一当事者のカーナビや携帯電話が原因となっている交通事故を抽出し、運転者属性や道路交通環境や運転行動などの観点から、それ以外の事故と比較した。運転者属性については年齢と性別を比較し、道路交通環境や運転行動については、走行路線、第一当事者の危険認知速度、事故類型を用いて比較した。

カーナビと携帯電話が事故要因となった交通事故を第一当事者の運転者属性別に集計したものが図1と図2である。この結果を見ると明らかであるが、カーナビが事故要因となった交通事故は、65歳未満の非高齢の男性の割合が非常に高いことが示された。一方で、携帯電話が事故要因となった交通事故の中で画像目的のものは、24歳以下の若年者の割合が高くなっていることが示された。

これらの交通事故を路線別に集計したものが図3と図4である。カーナビが事故要因であるものと携帯電話の画像目的が事故要因であるものは、それ以外の事故と比較して、国道、主要地方道、一般都道府県道の規格が高い路線で発生している割合が高いことが示された。これらの交通事故を危険認知速度別に集計したものが図5と図6である。カーナビが事故要因であるものと携帯電話の画像目的が事故要因であるものは、それ以外の事故と比較して、危険認知速度が高いことが示された。これらの交通事故を事故類型別に集計したものが図7と図8である。カーナビが事故要因であるものと携帯電話の画像目的が事故要因であるものは、その他と比較して、追突事故の割合が非常に高いことが示された。

以上のようなカーナビや携帯電話が事故要因となった交通事故を分析した。その結果として、運転者属性をカーナビや携帯電話が事故要因となっていない事故と比較すると、カーナビ事故は非高齢の男性の割合が高く、携帯電話事故(画像目的)は、24歳以下の若年者の割合が高くなっていることが示された。これは、運転者の利用特性を反映しているのではないかと考えられる。

一方で、道路交通環境や運転行動についての比較は、カーナビ事故と携帯電話事故(画像目的)は、同様な傾向を示していた。すなわち、幹線道路の割合が高いこと、第一当事者の危険認知速度が高いこと、追突事故の割合が非常に高いことが挙げられる。このように、幹線道路を比較的高い速度で走行しているときに、カーナビや携帯電話や注視、操作することにより追突事故が発生しているといえる。

このような交通事故分析結果を基に、本研究では運転者のスマートフォンの注視時間についての実験を実施した。

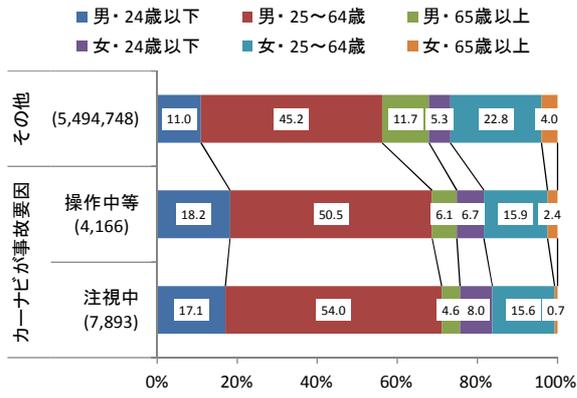


図 1 カーナビ要因事故の運転者属性別発生割合 (H19~26)

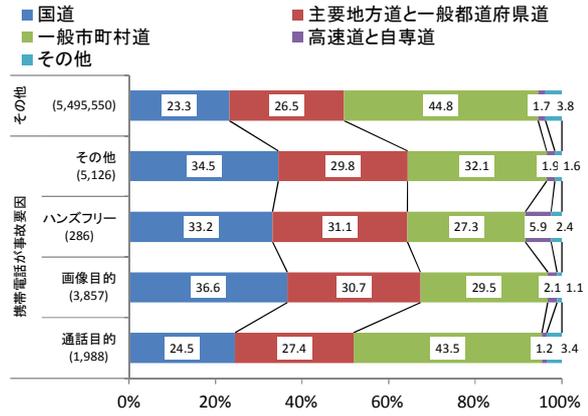


図 4 携帯電話要因事故の路線別発生割合 (H19~26)

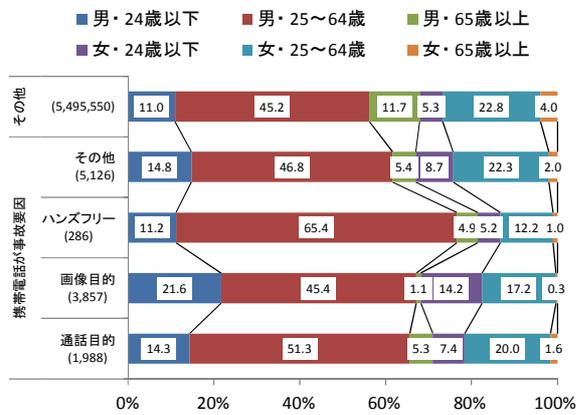


図 2 携帯電話要因事故の運転者属性別発生割合 (H19~26)

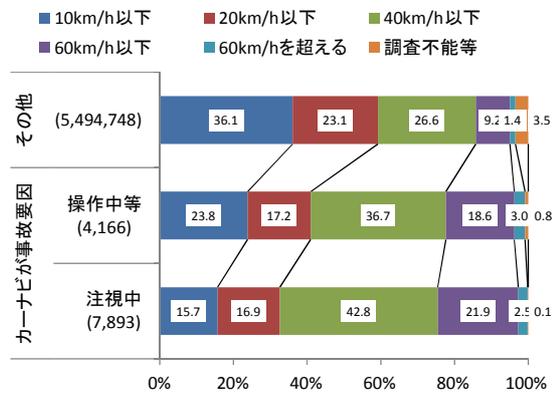


図 5 カーナビ要因事故の危険認知速度別発生割合 (H19~26)

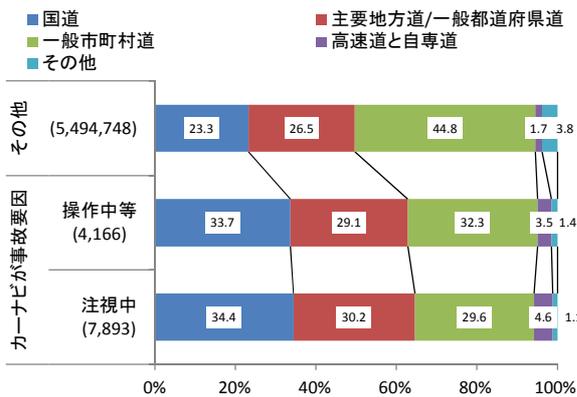


図 3 カーナビ要因事故の路線別発生割合 (H19~26)

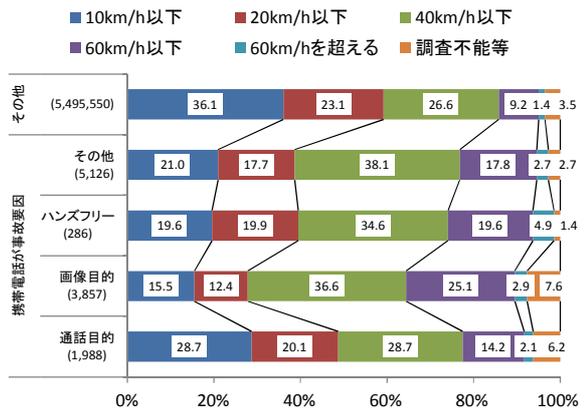


図 6 携帯電話要因事故の危険認知速度別発生割合 (H19~26)

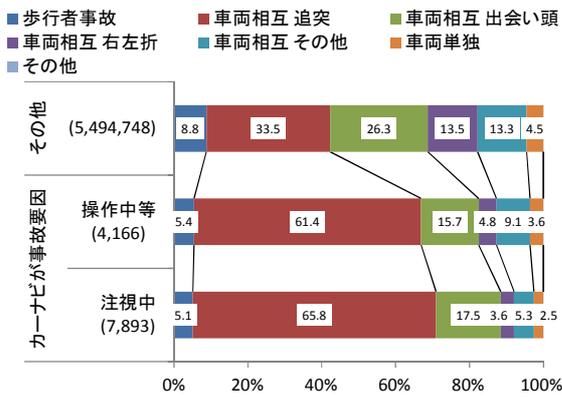


図7 カーナビ要因事故の事故類型別発生割合(H19~26)

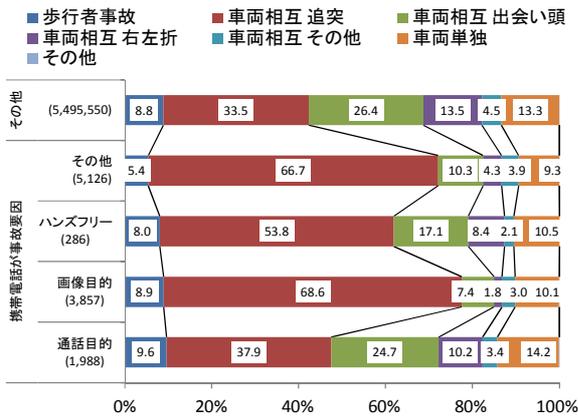


図8 携帯電話要因事故の事故類型別発生割合(H19~26)



図9 スマートアイのカメラ設置位置

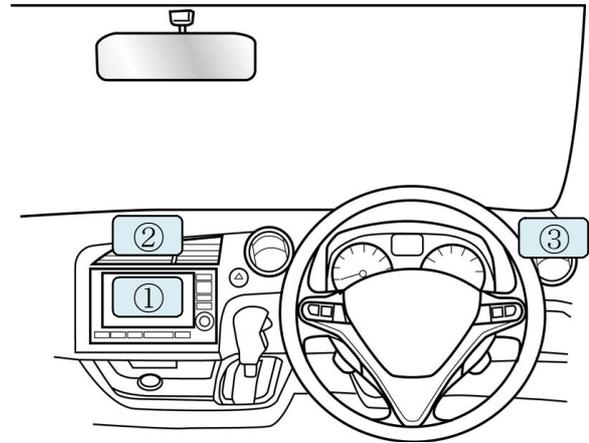


図10 スマートフォンの設置位置

表1 スマートフォンの諸元

	機種 A	機種 B	機種 C
画面サイズ	4.0インチ	4.7インチ	5.2インチ
解像度	1,136x640	1,280x720	1,920x1,080
OS	iOS 7	Android 4.1	Android 4.2

4. 実車実験方法と分析結果

(1) 実車実験の方法

a) 実車実験車両と視線行動計測機器

実車実験に用いる車両は、運転時の速度、加速度、車間距離等が計測可能となる装置を搭載したホンダストリーム（2007 年式）を利用した。この実験車両には、被験者の眼球の動きを計測する視認行動計測装置も搭載した。

視認行動計測機器は、眼球の動きを映像で計測する非接触式視線計測システムのスマートアイを使用した。スマートアイは、図9に示されているようなカメラを用いて、眼球の動きを計測するものである。眼球の動きを捉えるために最大8つまでカメラが設置可能であるが、今回の実験では、実験車内に3台のカメラを設置し、複数のカメラが眼球の動きを捉えて、被験者の視線方向を計測した。このように得られた被験者の視線方向のデータを映像解析して、被験者が見ているものを特定した。

b) カーナビの種類と設置位置

実験車両に装着するカーナビは、3種類のスマートフォンと実験車両に搭載されたメーカー純正の7 インチのカーナビを使用した。3種類のスマートフォンの諸元は、表1に示すとおりであり、このスマートフォンにMapfanをインストールしてカーナビとして用いた。

スマートフォンや純正カーナビのルートガイド実施にあたっては、画面表示サイズはディスプレイの大きさに依存するが、画面表示の縮尺サイズを50mとし、実験中の画面表示サイズは変更ができないように設定した。また、ルートガイド音声は走行中でも十分聞こえる通常の音量に設定した。この音声は、スマートフォンの本体か車載純正スピーカーから発せられる。

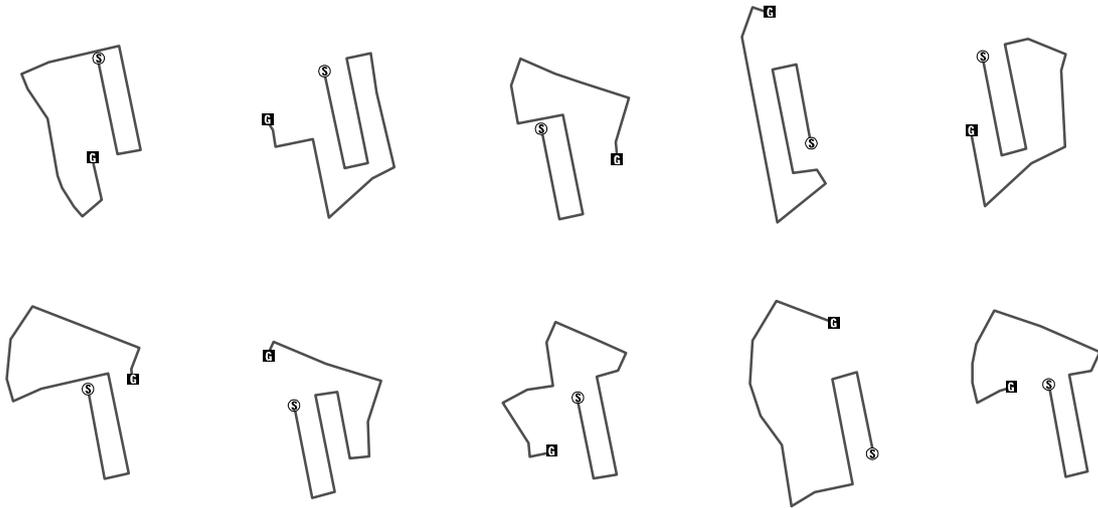


図 11 走行コースに設定した 10 通りのコース形状 (S) : スタート地点 (G) : ゴール地点

3種類のスマートフォンの設置位置は、各サイズとも図10に示すような、①～③の3箇所とした。純正のカーナビの設置位置は、①の位置のみの1箇所とし、カーナビの種類と設置位置の組み合わせは、合計で10通りとなった。

c) 実車実験の走行コースと被験者

乗用車の運転免許を取得してから1年以上経過し、平均して週1回程度以上運転をしているという条件で、20～59歳の非高齢者21名、60歳以上の高齢者12名の33名の被験者を一般から募集した。被験者に対して、インフォームドコンセントの取得とアンケートを行った後、公道走行の実車実験を実施した。

走行コースは、東京都新宿区の都庁周辺の道路が縦横に整然と並ぶ区画を中心とするエリアに、距離約3kmに5回程度の右左折を含むよう、走行毎に異なる経路を設定し(図11)、事前には教えずにカーナビで誘導した。各走行は概ね10分程度である。

それぞれの被験者には、カーナビの条件の異なる10回の走行を、ランダムな順序で行わせた。各被験者の10回の走行コースの順番はすべての被験者で同一とし、カーナビ条件と走行コースの組み合わせもできる限りランダムにするように設定した。

このような非常に時間のかかる実験のため、被験者が全ての走行ができなくなることもあり、計画上は合計で330回の走行がなされるべきであるが、走行回数は253回に留まった。カーナビの種類と設置位置の組み合わせは10通りであるが、各組み合わせ毎の走行回数は、22～28回の範囲内に収まっている。

d) 走行中のカーナビの2秒以上の注視回数について

交通事故実態や各種規制の観点からすると、スマートフォンがカーナビとして活用されることに対して、交通安全上の問題がありそうなのは、画面の継続視認時間が長くなることではないかと考えられる。“交通情報の提供に関する指針”²⁾では、注視というのは概ね2秒とされており、本分析においても2秒以上の注視回数を集計して比較した。

このような条件で実車実験を実施した結果、1走行あたりの走行中の注視回数を比較したものが図12である。1走行あたりのカーナビの注視回数は、0.34(回/1走行)であり、さほど多くないといえる。純正カーナビとスマートフォンカーナビを比較すると、スマホカーナビが0.35(回/1走行)に対して、純正カーナビが0.21(回/1走行)となっており、スマホカーナビがやや多くな

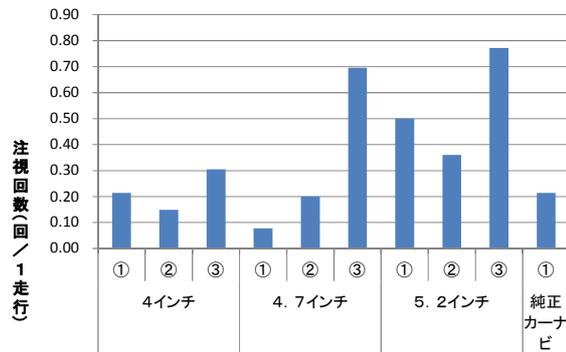


図 12 2 秒以上の注視回数(回/1 走行)

っている。しかし、スマホカーナビに着目すると、画面が小さいほど注視回数が少ないといった傾向もみられる。小さい仮面ほど見にくいために、さほど意識して注視されておらず、リスク補償行動ということも考えられる。また、③の位置すなわち被験者から見て右側に設置されている場合に、注視回数が多くなっており、運転者の慣れの問題であることも考えられる。

e) 実車実験後のアンケート調査結果

実車実験が終了した後に、33名の被験者に対してアンケート調査を実施した。アンケートの内容については、純正カーナビとスマートフォンカーナビの主観的評価を質問した。

図13はルートガイドの分かりやすさを質問したものであるが、純正カーナビは半数近くの被験者が“とても分かりやすかった”と回答しており、“ややわかりにくかった”と回答したものは存在しなかった。スマートフォンカーナビは“とても分かりやすかった”と回答しているものはおらず、30%が“ややわかりにくかった”と回答していた。

図14はルートガイドの使用時の不安感を質問したものであるが、スマートフォンカーナビは半数以上が被験者が不安感を“やや感じた”と回答しており、純正カーナビと比較して、その割合が非常に高くなっていることが示された。

このように、純正カーナビとスマートフォンカーナビの被験者の主観的な評価を比較したところ、従来カーナビの評価が相対的に高くなっていることが示された。

5. まとめ

本研究では、カーナビや携帯電話が原因となっている交通事故分析を実施し、それを元に実車実験を実施し、被験者のカーナビの注視時間の分析とアンケート調査を実施した。

交通事故分析の結果として、カーナビや携帯電話の画像目的が原因となっている交通事故は、幹線道路で多発しており、走行速度が比較的高く、追突事故が多いことが示された。このようなカーナビや携帯電話の注視や操作により、前方の注意が散漫になり、車両の確認が遅れて追突事故が発生しているといえる。

そのため、カーナビのサイズにより、注視時間に影響があるかどうかを確認するために実車実験を実施したところ、被験者のカーナビの2秒以上の注視回数はさほど多くなく、カーナビのディスプレイのサイズによって大きな差があるような傾向はみられなかった。一方で、実

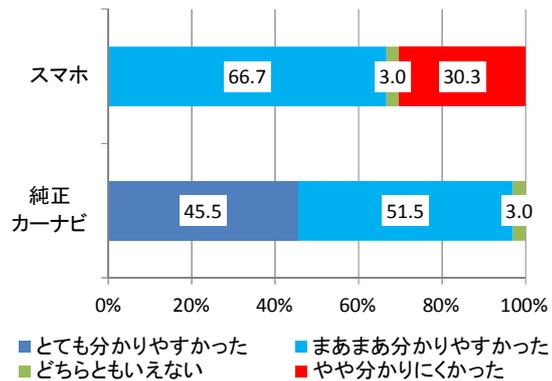


図13 ルートガイドの分かりやすさ(N=33)

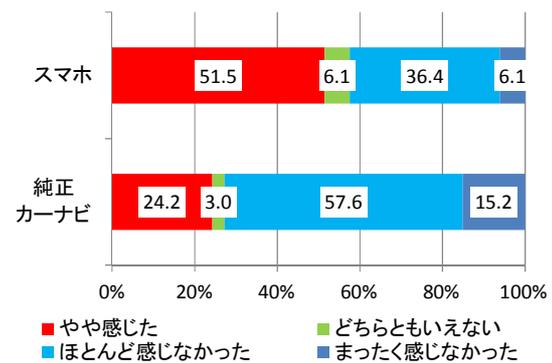


図14 ルートガイド使用時の不安感(N=33)

車実験後、被験者に対して従来のカーナビとスマートフォンのカーナビを比較したところ、主観的な評価は、従来のカーナビの方が高かった。

すなわち、本研究の分析からは、従来のカーナビの方が、被験者の主観的な評価は高い傾向にあるものの、注視時間が極めて長くなるといった安全性を阻害するような傾向はあまり見られなかった。

6. 今後の課題

実車実験の注視時間調査は、詳細なデータが得られているが、安全性に問題があるような観点から更なる検討を進める必要がある。アンケートについての様々な質問をして回答を得ており、追加の分析を実施する必要がある。

今回の分析では、スマートフォンをカーナビとして活用している運転者の注視行動に着目して分析したが、スマートフォンの操作については検討していない。カーナビ使用の交通事故実態を鑑みると、運転中のカーナビ操作も問題であると考えられ、今後の検討課題であるといえる。

参考文献

- 1) (株)MM 総研：2014 年国内携帯電話端末出荷概況，
<http://www.m2ri.jp/newsreleases/main.php?id=010120150203500>，2015.
- 2) 国家公安委員会：交通情報の提供に関する指針，国

- 家公安委員会告示第 12 号，2002.
- 3) (社)日本自動車工業会：画像表示装置の取り扱いについて 改訂第 3.0 版，論文題目，掲載誌名，巻号，開始-終了ページ，2004.

(2015. 7. 31 受付)

A STUDY ON SAFETY TO USE SMARTPHONE AS CAR NAVIGATION

Kenji HAGITA, Makoto KIHIRA, Toshiya YOKOZEKI, Kinihiko NAKANO and
Rencheng ZHENG