

自動車運転中のスマートフォン利用実態把握と テキスト入力運転挙動に及ぼす影響の定量的分析

リスク工学グループ演習 第9班
佐藤祥路 中川紗菜美 山本智基
アドバイザー教員 伊藤誠

1. はじめに

近年、スマートフォン（多機能型携帯電話）の普及に伴い、その利便性により画面を注視しすぎてしまい、追突事故を起こす可能性が懸念されている。

タッチパネルによる操作は従来の携帯電話より画面を注視する時間が長くなる傾向があるとされている[1]。また、従来の携帯電話と比較して、通話やテキスト送信機能に加え、簡易なメッセージ送信機能やルートナビゲーション機能などをはじめとするアプリケーションの搭載による自動車運転時のスマートフォン利用機会増加など、スマートフォンを原因とした自動車事故発生の可能性は今後増々高まることが予想される。

法整備においては、2004年に道路交通法が改正され自動車運転中の携帯電話利用規制が強化されたものの、停車中やハンズフリーまたは車載ホルダーへの固定による使用であれば可能であるなど、その基準は曖昧であり、スマートフォンへの適用が後手に回っていると言える。

こうした問題を背景に車載情報システムとスマートフォンの連携を図る動きがある。実際、音楽や地図情報、アプリ、検索機能などスマートフォンが持つコンテンツを、車載情報システムに接続し、利用可能にするシステムを、自動車メーカーおよびカーナビメーカーが導入し始めている[2]。しかし、乗用車の平均使用年数は12.9年であり[3]、このような高性能車が普及するまでに時間を要すると考えられるため、現状のスマートフォン使用によって自動車運転者に及ぼす影響と運転挙動の変化について定量的に評価し、その危険性と今後の対策について考える必要がある。

2. 既往研究

自動車運転中の携帯電話利用実態調査については米国連邦運輸省の内局である道路交通安全

局（NHTSA）が、アメリカ全州のドライバーを対象に運転中の携帯電話の使用実態や使用に対する意識についてのアンケート調査[4]を実施している。また、自動車安全運転センターの調査[5]によると、運転中の携帯電話利用時の視線移動回数やブレーキ反応速度遅くなる傾向にあることが明らかとなっている。

しかしながら、日本における運転中のスマートフォン利用実態を細かに調査した文献はみられず、スマートフォン利用が運転に及ぼす影響について定量的に評価した研究はあまり実施されていない。

3. 研究目的

本研究では、運転中のスマートフォン利用実態および危機意識に関わる調査から自動車運転中のスマートフォンの利用目的や要因を明らかにし、また仮想空間における道路環境下でスマートフォン利用時と通常運転時運転挙動およびドライバー観察結果を定量化し、比較検証することで運転時のスマートフォン利用の危険性について明らかにすることを旨とする。

4. 研究手法

まず運転中のスマートフォン利用実態を明らかにするため Web 上でアンケート調査を実施する。アンケート調査の結果を踏まえ、利用頻度の高い機能を抽出し、走行時に及ぼす影響について分析を行う。しかしながら実際の道路上でスマートフォンを使用した比較実験を行うことは困難であるため、本研究では図1に示すようなフォーラムエイト社開発のドライビングシミュレーター「UC/Win-road8.0」を用いて試行実験を行った。被験者には通常運転とスマートフォンを利用しながらの走行を行ってもらい、それらの結果の比較・評価を実施する。



図1 シミュレーション画面

5. 運転中のスマートフォン利用実態調査

自動車運転中のスマートフォン利用に関する実態・意識を把握するために Google フォームを用いて Web アンケートを作成した。アンケートの概要は表 1 に示すとおりである。質問内容は主に、回答者の基本情報（年齢・性別）、スマートフォンの所持・利用年数、自転車および自動車の運転頻度・運転中のスマートフォン操作に関わる危機意識、運転中のスマートフォン利用実態、スマートフォン操作に関わる事故遭遇状況、運転中のスマートフォン利用抑制方法および対策案についてである。

自動車運転中におけるスマートフォンの用途と使用頻度について調査を実施したところ、従来の携帯電話でも備えていた通話およびメッセージ機能は依然として利用頻度は高いことが明らかとなった。これは、マップやナビ機能、音楽動画機能も同様に使用されており、スマートフォンによる携帯電話の利便性の高まりが利用方法の多様化に繋がっているためだと考えられる。意外にも SNS 閲覧やゲームといった機能の利用は少ないことも調査結果から明らかとなっている（図 2）。

また、その利用要因について調査を行ったところ、最も大きな理由として、送信されたメッセージの内容が重要であるため、またルート検索などで情報が必要だったためなど、緊急性を要する際に利用されること多い（図 3）。

運転中のスマートフォン利用方法については約 70% もの人々が手に持って操作を行うことが明らかになった。一方でホルダーに固定して利用する運転者は 17% に留まった（図 4）。

アンケート結果をまとめると、スマートフォンの利用用途としては通話やメール・メッセージ、地図機能が多く、またその利用方法については手に持って操作することが多いということが明らかとなった。これらの結果を踏まえ、ドライビングシミュレータにおけるタスクやコース設定を実施する。

表 1 アンケート実施概要

| | |
|------|--------------------------------------|
| 実施日 | 2014/6/17（月）～26（木） |
| 実施方法 | Google フォームによる調査 (Facebook による周知) |
| 項目数 | 47 問 |
| 回答件数 | 239 名 (男性 183 名, 女性 56 名) |

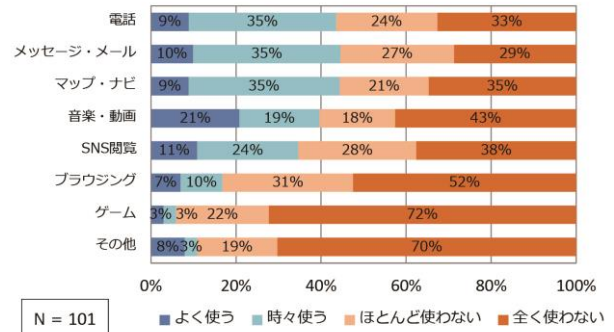


図 2 自動車運転中におけるスマートフォンの用途と使用頻度

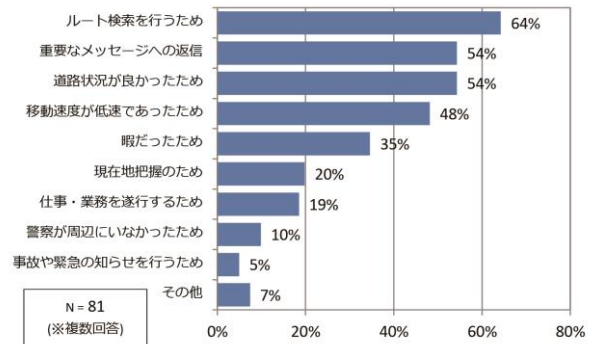


図 3 自動車運転中にスマートフォンを利用する(した)理由

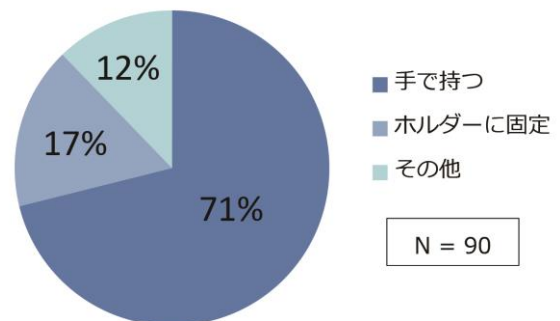


図 4 自動車運転中におけるスマートフォン使用方法

6. 実験内容

本実験では運転免許を持つ 13 人の筑波大学生に対して実験協力を依頼した。その他の実験概要についても表 2 に纏めて示す。

表 2 実験概要

| | |
|-------|---------------------------|
| 実施日 | 2014/9/15 (月) ~ 10/12 (日) |
| 調査対象 | 筑波大学の学生 |
| 年齢 | 20 代 |
| サンプル数 | 13 名 (男性 12 名, 女性 1 名) |
| 実験時間 | 約 50 分 |

6.1. 実験手順

実験には 13 名の被験者が参加した。実験の手順を図 5 に示す。被験者をシミュレータ環境に慣れさせるため、本実験前にテストコースでの約 5 分間の習熟運転を実施した (E1)。本実験においては、被験者には速度 60km/h を保ち 2 車線左側中央を維持するよう指示を与え、以下の実験条件 E2, E3, E4 の順で実験を行った。タスク T1, T2 については、次節で述べる。

実験条件

- E1:** テストコースでフリー走行
- E2:** T1 のみを行いながら、実験コースを完走
- E3:** T1+T2 を行いながら、実験コースを走行
- E4:** T1 のみを行いながら、実験コースを完走

| 2min | 5min | 2min | 15min | 2min | 5-10min | 2min | 15min |
|------|------|-----------|-------|-----------|---------|------|-------|
| 実験説明 | E1 | 実験説明 (休憩) | E2 | 実験説明 (休憩) | E3 | (休憩) | E4 |

図 5 実験手順

6.2. タスク設定

アンケート結果から、通話やメール・メッセージ、地図機能の利用が多いことが明らかとなった。しかし、スマートフォンの地図におけるルート検索機能やナビゲーション機能は実際の道路上を移動するわけではないため、ドライビングシミュレータへの反映が困難である。そこで、今回は自動車運転中に早急に應對しなければならないメールを受信し、被験者には返信のためにテキスト入力を行ってもらうこととした。その際の自動車運転挙動およびドライバーの視線移動に及ぼす影響について分析を行う。

行うタスクは、通常走行時は T1 を行い、スマ

ートフォンを操作しながらの操作を行う際は、T1 と T2 を同時に試行してもらう。

T1: 速度を一定 (60km/h) に保ち、左車線の中央を走行する。

T2: 発車時から常に片手にスマートフォンを持ちながら運転を実施。スタート地点を過ぎたらメールに返信する。

T2 について、被験者へ送信したメールおよび被験者から受信したメール内容については図 6 に例を示す。

早急に返信を行わなければならないメールに対し、被験者は最低限送らなければならない文言 (宛先, 挨拶, 自身の名前, 出席不可理由など) を記載し、メールを送るよう指示を行った。

6.3. コース設定

シミュレータのコース上に、スマートフォン以外の外的要因を取り除けるような道路空間を設計した (図 7)。

総延長約 11km の 2 車線双方向道路で交通流や障害物などの外的要因は発生しないものとする。また、被験者にハンドル操作を課すため、R=200 のカーブを左右 5 回ずつ設置している。

| 被験者への送信メール例 | 被験者からの受信メール例 |
|---------------------------------|--|
| 宛先: [] > 隠す 差出人: > | 差出人: [] > 隠す 宛先: > |
| ゼミのお知らせ [] [] くん | 件名なし [] [] 先生 |
| 本日個人ゼミを行います。 30分後研究室に来てください。 | お世話になってます [] です 今所用でつくばにいないためゼミには参加できません。 よろしくお願いたします。 |

図 6 メール送受信文面例

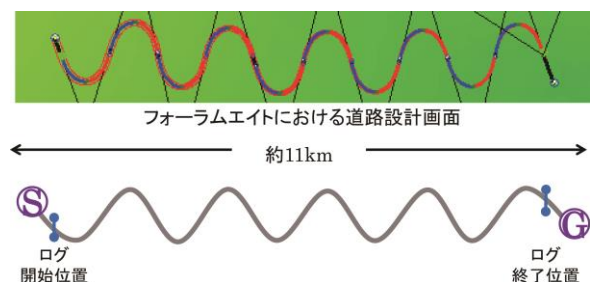


図 7 道路空間設定

また、前方に1台、ハンドル脇に1台のカメラを設置し、ドライバーのスマートフォン操作中の視線移動を記録する。

図8は実験の様子である。ドライバーの注意を引かないために、実験中は被験者の視界に入らず、また実験の説明者によってタスクの捉え方がバラつかないように文言の統一を行うなど、細心の注意を払いながら実験を行った。



図8 実験の様子

7. 実験結果

得られた走行ログデータとビデオデータの分析を行った。走行ログデータは、まず E3 において走行した区間のデータを E2, E4 から抽出し、その後、ログ取得開始後2秒間、ログ記録終了前2秒間を除いたものを分析対象のデータとした。これは実験都合上のログデータ取得に関する被験者ごとの差を考慮したためである。なお、走行ログデータには、約 0.03sec 毎の運転車両に関する 53 項目のデータが記録されている。

7.1. 速度変化

被験者ごとに各実験条件での平均速度と標準

偏差をそれぞれ求めた(図9)。得られた標準偏差について、分散分析(1要因3水準対応あり)を行ったところ、実験条件間での速度の標準偏差に関して、有意差(p値=0.309)は見られなかった。

普段の走行習慣や経験、個人性格さらには道路状況や走行環境など多くの要因が起因するものと考えられ、一概にスマートフォン利用による影響とは言えない。しかしながらシミュレーションを行う中で、被験者によってはスマートフォンを使用する差に車速を落として慎重に運転する様子が見られた。

7.2. 横挙動

横挙動の変化については左車線中心からの横方向へのずれを表す指標である「オフセット」に関し、分析を実施した。7.1と同様、被験者ごとに平均速度と標準偏差(図10)をそれぞれ求め、実験条件ごとの標準偏差の差について Turkey 法による検定を行った。結果として、E1 と E2 (p値=0.0001)、E2 と E3 (p値=0.0001) において有意差が見られたが、E1 と E3 (p値=0.9909) では有意差が見られなかった。

また、ある被験者のオフセットの変化を図11に示す。縦軸がオフセット(+:右方向, -:左方向)、横軸が車両の走行位置(スタート地点からの道路距離)を表している。図11からE2およびE4について、左車線中心からの大きなブレはなく、E3について、E2, E4と比較すると、オフセットの幅が明らかに大きいことが分かる。よって図10の検定結果および図11の結果から、E2, E4と比較し、E3において車両の横ブレが大きくなっていることは明らかである。

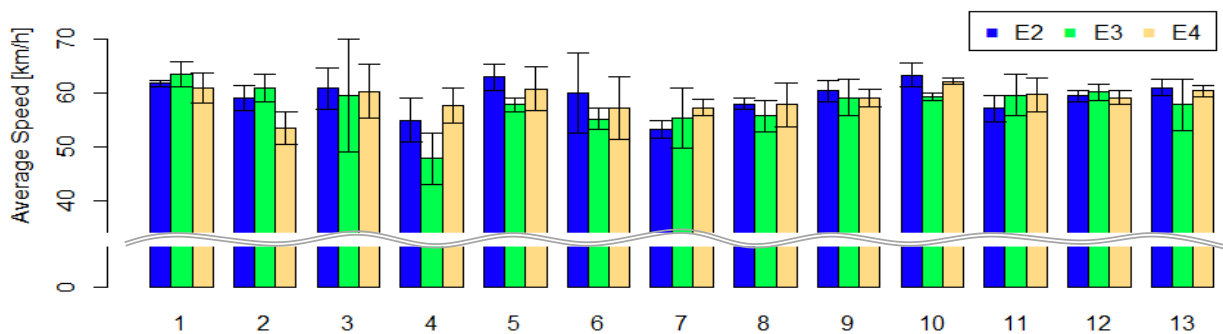


図9 被験者ごとの平均速度と標準偏差

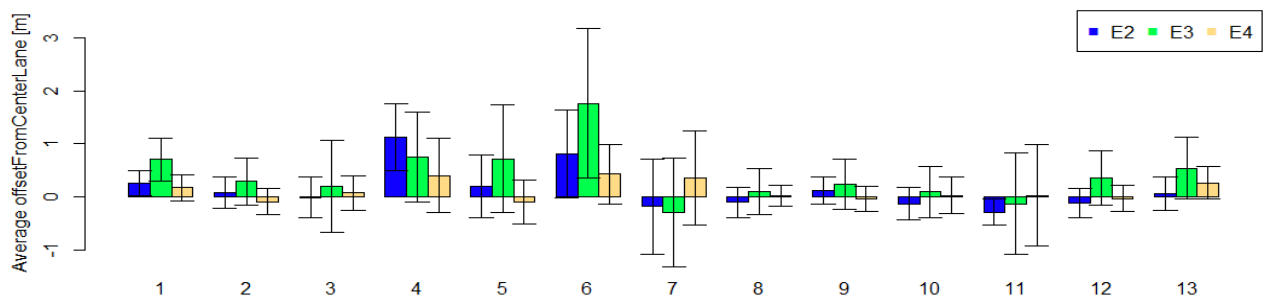


図 10 被験者ごとの平均オフセットと標準偏差

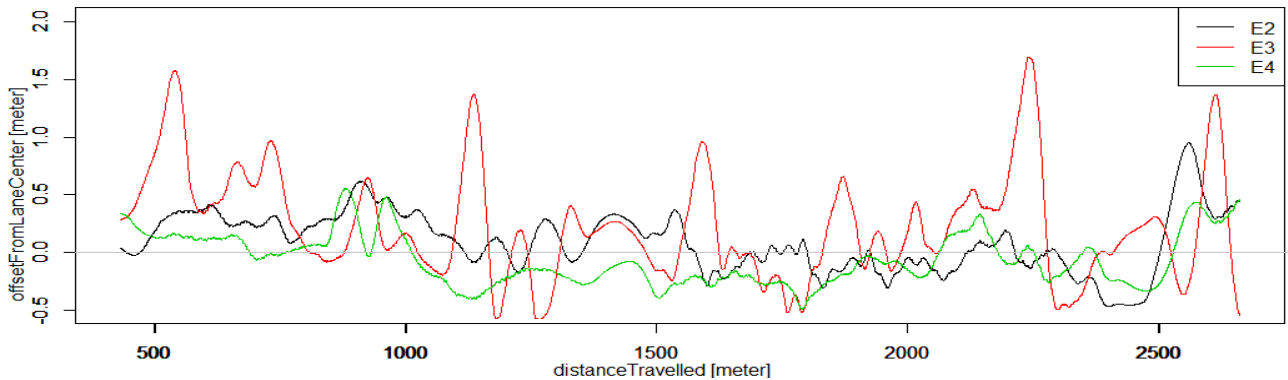


図 11 ある被験者のオフセットの挙動

しかしながら、このオフセットの振れ幅がスマートフォンの操作に起因するものかについては視線移動を含めた議論を行う必要がある。そのため、次節では視線移動の計測と被験者毎の傾向について示す。

7.3. 視線移動

視線移動の測定方法と定義について記述する。

事前に被験者の了承を得て、前方とハンドル脇にカメラを設置し、録画を行うことで被験者の視線移動を記録した。走行ログデータ取得開始と同時に撮影をはじめ、実験終了と同時に停止させた。カメラに記録された映像については図 12 にその例を示す。



図 12 カメラ撮影映像例

測定については、ビデオを確認し、視線移動のカウントを実施した。再生ソフトの都合上、1sec 刻みでの記録となっており、視線移動の定義とし

ては 0~2sec 以内の確認であれば瞥見 (1)、2sec 以上継続して見ていれば凝視 (2) として、記録を実施した。

得られた結果として、1 分当たりの画面確認回数は、平均で 16.4 回/min、最大値は 30.0 回/min、最小値は 3.95 回/min、標準偏差は 7.62 回/min と個人によってばらつきが多い大きい。また図 13 に示す通り、1 回あたりの画面を見る時間の傾向も個人によって異なり、画面確認に時間をかけない人もいれば、長い時間画面を確認する人もいた。今回の被験者では 1:1 の割合で画面確認の傾向の違いが見受けられた。

7.4. 横挙動と視線移動の関係性

7.2 でも述べたが、スマートフォンの操作がオフセットに及ぼす影響についての対応関係を確認する必要がある。そこで、画面を確認していた時間とその時のオフセットの関係について、ある被験者の例を図 14 に示した。図 14 では、青いバンドがスマートフォン画面を確認している時間を表し、赤線が E3 でのオフセットを表している。

図 14 より、スマートフォン確認後にオフセットの大きなブレがあることが多く、シミュレーションの様子からも前方を確認していない時間帯に自動車車線中央から左右に振れ、運転操作が

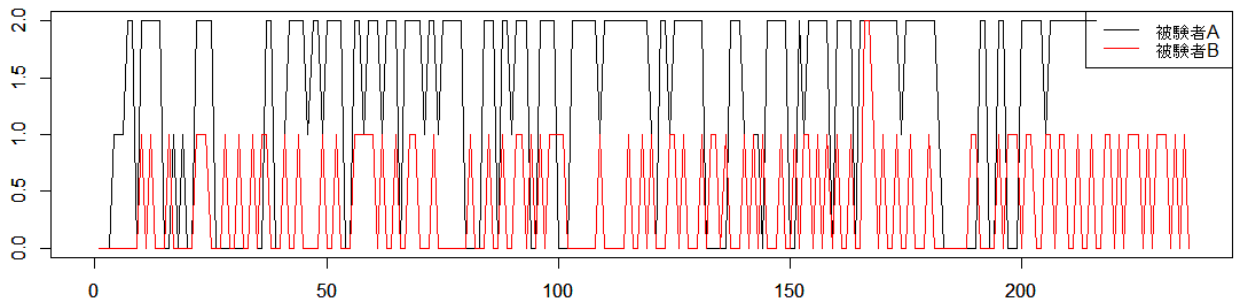


図 13 被験者同士のスマートフォン確認挙動の比較（縦軸 1：0～1sec 以内，2：2sec 以上）

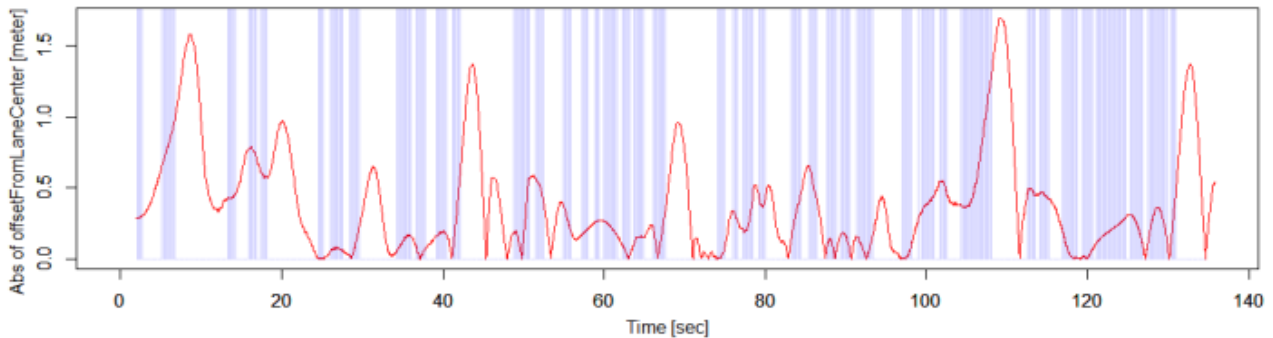


図 14 ある被験者同士のスマートフォン確認挙動の比較（縦軸：オフセットの絶対値）

疎かになる様子も観測された。結果より，スマートフォンのテキスト入力操作と運転挙動の，特に左右へのブレについて，その対応関係について明らかとなった。

8. まとめ

本研究では運転中のスマートフォン利用実態の調査とスマートフォン操作（テキスト入力）が自動車運転に及ぼす影響について，シミュレータを用いて計測・分析を実施した。

結果，スマートフォン操作時の車両の挙動について，その速度変化については，運転経験や道路状況から受ける影響等による個人差があるため，明らかにならなかった。しかし，車両の横方向のオフセットについて，影響の大小があるが，通常時と比較し，横ブレが大きくなることが明らかとなった。また視線移動についても個人差はあるが，スマートフォン注視時間と車両挙動の関係性について明らかな対応関係や，人によりスマートフォンの確認挙動が大きく異なることが確認された。

今後の予定

計測自動制御学会 システム・情報部門学術講演会 2014 においてポスター発表を実施する予定である。

謝辞

AXELA の試乗をご快諾頂いたマツダ(株)の畑秀二様，本アンケートおよび実験にご協力いただいた皆様に感謝いたします。

参考文献

- [1] 徳島新聞：「人身事故増加 後絶たぬ運転中の携帯使用，スマホ普及で追突増」（2014/10/20 閲覧）
http://www.topics.or.jp/localNews/news/2012/12/2012_135667259119.html
- [2] 日経新聞：「米グーグル，スマホ連携の車向けサービス」（2014/10/20 閲覧）
http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK26001_W4A620C1000000/
- [3] 自動車検査登録情報協会：「平成 25 年版 わが国の自動車保有動向」（2014/10/20 閲覧）
http://www.paradise-mall.co.jp/yamasei/siryu/hoyu_H25.pdf
- [4] 自動車安全運転センター：「携帯電話の使用が運転行動に及ぼす影響に関する調査研究」（2014/10/20 閲覧）
http://www.jsdc.or.jp/search/pdf/all/h09_2.pdf
- [5] NHTSA：「National Phone Survey on Distracted Driving Attitudes and Behaviors」（2014/10/20 閲覧）
http://www.distraction.gov/download/research-pdf/8396_DistractedDrivingSurvey-120611-v3.pdf

付録 アンケート調査項目

Web 上で実施した運転中のスマートフォン利用実態および意識調査における文言を以下に記載する。

1. 個人特性

- 1-1. 年齢
- 1-2. 性別

2. スマートフォンの有無

- 2-1. 現在、あなたはスマートフォンを所有していますか？

3. 自転車の基礎事項

- 3-1. 日常生活において、自転車を運転する頻度はどれくらいですか？
- 3-2. 自転車で移動しているとき、スマートフォンを使用した経験はありますか？

4. 自転車関連項目

- 4-1. 自転車を運転している際にスマートフォンを操作する行為は危ないと思いますか？
- 4-2. 自転車を運転している際にスマートフォンを操作することは、運転行為に影響すると思いますか？
- 4-3. あなたが自転車で移動しているとき、スマートフォンの用途と使用頻度は？
- 4-4. あなたが自転車で移動している際に行うスマートフォンの入力精度は、普段のスマートフォンの入力操作に比べ、どうなっていると思いますか？
- 4-5. あなたが自転車で移動している際に行うスマートフォンの入力速度は、普段のスマートフォンの入力操作に比べ、どうなっていると思いますか？
- 4-6. 自転車で移動している際に行うスマートフォンの入力操作でストレスを感じたことはありますか？
- 4-7. あなたが自転車を運転中にスマートフォンを使用する（した）理由はなんですか？（複数回答）

- 4-8. あなたが自転車で移動しているとき、スマートフォンが何らかのメール（メッセージ）を受信したことに気が付いた。あなたは普段どうしていますか？
- 4-9. あなたが自転車で移動しているとき、あなたがスマートフォンを使っていた（見ていた）ために、接触などの事故を起こしたことがありますか？
- 4-10. どのような状況でどのような事故が発生しましたか？（記述）
- 4-11. あなたが自転車で移動しているとき、あなたがスマートフォンを使っていた（見ていた）ために、接触などの事故の危険を感じたことはありますか？
- 4-12. どのような状況で危険を感じましたか？（記述）
- 4-13. あなたが自転車で移動しているとき、他人がスマートフォンを使っていた（見ていた）ために、接触などの事故に遭ったことがありますか？（相手の移動手段は問いません。）
- 4-14. どのような状況でどのような事故に巻き込まれましたか？（記述）
- 4-15. あなたが自転車で移動しているとき、他人がスマートフォンを使っていた（見ていた）ために、接触などの事故の危険を感じたことはありますか？（相手の移動手段は問いません。）
- 4-16. どのような状況でどのような危険を感じましたか？（記述）
- 4-17. あなたが自転車で移動しており、移動中にスマートフォンを使用するとき、どうすればより安全にスマートフォンを使用できると思いますか？（記述）

5. 自動車の基礎事項

- 5-1. 日常生活において、自動車を運転する頻度はどれくらいですか？
- 5-2. 自動車で移動しているとき、スマートフォンを使用した経験はありますか？

6. 自動車関連項目

- 6-1. 自動車を運転している際にスマートフォンを操作する行為は危ないと思いますか？
- 6-2. 自動車を運転している際にスマートフォンを操作することは、運転行為に影響すると思いますか？
- 6-3. あなたが自動車で移動しているとき、スマートフォンの用途と使用頻度は？
- 6-4. あなたが自動車で移動している際に行うスマートフォンの入力精度は、普段のスマートフォンの入力操作に比べ、どうなっていると思いますか？
- 6-5. あなたが自動車で移動している際に行うスマートフォンの入力速度は、普段のスマートフォンの入力操作に比べ、どうなっていると思いますか？
- 6-6. 自動車で移動している際に行うスマートフォンの入力操作でストレスを感じたことはありますか？
- 6-7. あなたが自動車を運転中にスマートフォンを使用する（した）理由はなんですか？（複数回答）
- 6-8. あなたが自動車で移動しているとき、スマートフォンが何らかのメール（メッセージ）を受信したことに気が付いた。あなたは普段どうしていますか？
- 6-9. あなたが自動車で移動しているとき、あなたがスマートフォンを使っていた（見ていた）ために、接触などの事故を起こしたことがありますか？
- 6-10. どのような状況でどのような事故が発生しましたか？（記述）
- 6-11. あなたが自動車で移動しているとき、あなたがスマートフォンを使っていた（見ていた）ために、接触などの事故の危険を感じたことはありますか？
- 6-12. どのような状況で危険を感じましたか？（記述）
- 6-13. あなたが自動車で移動しているとき、他人がスマートフォンを使っていた（見ていた）ために、接触などの事故に遭ったことがありますか？（相手の移動手段は問いません.）
- 6-14. どのような状況でどのような事故に巻き込まれましたか？（記述）
- 6-15. あなたが自動車で移動しているとき、他人がスマートフォンを使っていた（見ていた）ために、接触などの事故の危険を感じたことはありますか？（相手の移動手段は問いません.）
- 6-16. どのような状況でどのような危険を感じましたか？（記述）
- 6-17. あなたがよく運転する車にはカーナビゲーションは搭載されていますか？
- 6-18. あなたは自身のスマートフォンに公共（ドライブ）モードの機能が搭載されているか否かを知っていますか？
- 6-19. あなたは自動車を運転中、公共モード、あるいはドライブモードを使ったことはありますか？
- 6-20. あなたが自動車で移動しており、移動中にスマートフォンを使用するとき、どうすればより安全にスマートフォンを使用できると思いますか？（記述）