

携帯電話を利用した会話が自動車運転者に及ぼす影響について

Effects of Talking through Cellular Telephone while Driving

徳永 ロベルト アブラハム* 萩原 亨** 加賀屋 誠一** 小野寺 雄輝**

By R. A. Tokunaga *, T. Hagiwara **, S. Kagaya ** Y. Onodera **

1. はじめ

著者¹⁾らは、平成9年度に道央自動車道において、ハンズフリーシステムを用いた携帯電話による会話が運転に与える影響について検討した。この調査の結果は、会話による影響はあるが、場面によっては対応可能であることを示していた。しかし、会話の内容が異なることによってドライバーにどの程度の影響を及ぼすかは不明と言えた。

よって、著者らは本研究において会話内容の違いによるドライバーの反応時間及び主観的メンタルワークロード^{2, 3, 4, 5)}から試みることにした。具体的には、道央自動車道において追従運転時にハンズフリーシステムを用いた携帯電話を通して簡単な会話と難しい会話による実験を行った。

2. 実験方法

(1) 実験車両

実車実験には、以下の車両2台を用いた。

(a) 先行車両：隊列の先頭を走行した。実験者は、これに乗車し被験者にタスクの指示を行った。

(b) 追従車両：この車両には、被験者のみが乗車した。車内のダッシュボード(ハンドルの左付近)には、ハンズフリーシステムを用いた携帯電話が設置された。また、デジタルビデオカメラ及び計測機器を後部座席に設置し、運転挙動の計測記録を行った。

(2) 携帯電話

図1に、ハンズフリーシステムを用いた携帯電話の状態を示す。電源は常時つけておき、受信時は受信ボタ



図1 追従車両の運転席

ンのみ及び会話を解除する場合はホールドボタンのみで操作できる状態にし、携帯電話の操作を最も簡単にできるような環境とした。電話使用の指示は、先行車両に乗車している実験者が行った。

携帯電話を通して行った会話の内容は、以下の2種類である。

(a) 普通会話：車間距離の調整、車両及び道路環境に慣れたか、電話はよく通じているか、どのインターで降りるかというような具体的で簡単なものとした(会話時間：約2分)。

(b) 暗算課題：普通会話と異なって、困難度を高めることを目的として被験者に足し算及び引き算の組み合わせ問題を計算してもらった(例：「 $7+1+1-1+1$ は...?」)。2つ目の問題を答えた後、被験者に一番目と二番目の回答を思い出すように伝え、2つの回答を続けて言ってもらった。次に、問題を3つに増やし同じ作業をもう一度繰り返した(会話時間：約2分)。

(3) 反応時間の測定

本実験では、先行車両がルーフのパトロールランプを点灯させた時点から、追従車両に乗車している被験者がハンドルに設置した押しボタンを押すまでの経過時

Key Words: 交通情報、交通安全、ITS

*学生員 **正会員、北海道大学 大学院 工学研究科

(〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目、Tel: 011-706-6214、

Fax: 011-726-2296、E-mail: roberto@eng.hokudai.ac.jp)

間を反応時間として定義した。図 1 に、押ボタンの設置位置を示す。

被験者の反応時間測定は、追従車両に設置した計測機器及びデジタルビデオカメラによって行われた。計測機器は、時刻、移動距離、車間距離及びアクセル開度を収録した。これらのセンサーによって得られたデータは、1/20 秒のサンプリングで、パソコンにより記録収集した。また、後部座席に設置されたデジタルビデオカメラは先行車両のパトロールランプ、被験者の様子、移動距離を示すカウンター外部ディスプレイを撮影した。パソコン及びデジタルビデオカメラの同期は、ビデオ映像から得たカウンター値とパソコンから出力されたカウンター値の比較によって一致させた。

(4) 主観的メンタルワークロードの測定

メンタルワークロードは、精神的作業による生体負荷 (Mental Stress) を示す場合のほか、精神的作業による生体負担 (Mental Strain) をも含めている。Mental Stress は、外部から人間に対して及ぼし、かつ精神的に作用する影響の全体である。また、Mental Strain は Mental Stress によって個人の内部に直ちに起こる影響である。

本研究では、このメンタルワークロードに着目し、欧米諸国で最も一般的に使用されている NASA Task Load Index (以下、TLX) を指標として用いた。TLX は、飛行士の主観的メンタルワークロード評価を目的として作成された多次元の格付け手法である。TLX の主観的メンタルワークロードは、精神的要求 (Mental Demand)、身体的要求 (Physical Demand)、忙しさ (Temporal Demand)、努力 (Effort)、達成度 (Own Performance) 及び不満度 (Frustration) の 6 項目から構成されている。本研究では、この手法を一般ドライバーにもわかりやすくするため、三宅らが翻訳 (直訳) した 6 項目の説明を更に改善し、簡易化及び具体化した。表 1 に、本実験で採用した TLX6 項目の説明内容を示す。

被験者は、質問用紙において与えられた特定のタスクに対して尺度の「小さい/大きい」、「低い/高い」または「良い/悪い」の両極を持つ項目の線分上に、評定尺度によって○印をつける。被験者が位置付した○印は、分析時において 0~10 の数値に変換し、被験者の主観的な評価を数値化する。

TLX は、6 項目の評価値から総合値 (平均値) を算出し、

表 1 本実験に採用した TLX6 項目の説明

本研究に用いた TLX の 6 項目及び説明		
項目名	端点	説明
精神的要求	小・大	課題を実行中に、道路を見る、指示・質問を聞く、会話内容を記憶する、考える等どれくらいの知覚的活動が必要だったと感じましたか。
身体的要求	小・大	ハンドルのボタンを押す、ハンドルを回す、動き回る、制御する等どれくらいの身体的活動が必要だったと感じましたか。
忙しさ	小・大	課題の頻度または速度から感じた時間的圧力はどの程度だったと思いますか。
努力	少ない・多い	課題の維持・達成にどの程度がんばったと思っていますか。
達成度	良い・悪い	課題目標についてどの程度成功したと思っていますか。
不満度	低い・高い	作業中に、いらいら、不安、落胆、ストレス、悩み等をどの程度感じましたか (作業がうまくできなかったという思い)。

表 2 被験者構成

若年者	年齢(才)	運転歴(年)	年間走行距離(Km)
平均値	23.95	5.11	12211
標準偏差	2.78	3.07	6630
平均値 + SD	26.73	8.18	18840
平均値 - SD	21.17	2.03	5581
サンプル数	19	19	19

高齢者	年齢(才)	運転歴(年)	年間走行距離(Km)
平均値	62.75	39.17	12750
標準偏差	2.26	3.86	5941
平均値 + SD	65.01	43.02	18691
平均値 - SD	60.49	35.31	6809
サンプル数	12	12	12

タスクを遂行したドライバーのメンタルワークロードを提供するといった特徴を持っている。このメンタルワークロードの総合値は、Hart 及び三宅らが提案している対比較法又は順位付け法によって求められた重み付け係数を用いて算出される。しかし、上記に述べた重み付け係数の算出法には様々な問題点や指摘がなされており、本研究でも、その改善を検討中である。よって、本報告では TLX の 6 項目から算出した単純平均のみを用いたドライバーのメンタルワークロードを紹介する。

(5) 実験内容

独立変数として、運転のみ (以下、追従運転)、運転中に電話を受ける (以下、電話操作)、運転中に実験者と事務的会話をする (以下、普通会話) 及び運転中に実験者の暗算問題に答える (以下、暗算課題) という 4 つのタスクと若年ドライバー (以下、若年者) 及び高齢ドライバー (以下、高齢者) の 2 つのグループを考えた。携帯電話を用いた会話内容の違いによる影響を評価する従属変数として、被験者の反応時間及び主観的メ

ンタルワークロードの変化を考えた。

実験には、若年者 19 名(男性 16 名・女性 3 名)及び高齢者 12 名(全員男性)計 31 名が参加した。表 2 に、年齢構成、運転歴及び年間走行距離を示す。

実験走行は、本年の 5 月 31 日から 6 月 12 日にかけて直線が多く勾配が少ない道央自動車道の江別西インターから岩見沢インターの往復区間(50.6 km)で行った。

被験者は、高速道路上で先行車両と一定の車間距離(約 50m)を維持しながら走行(約 90km/h)するという課題で、追従運転、電話操作、普通会話及び暗算課題の 4 つのタスクを行った。各被験者の実験走行は、1 往復のみ(練習走行なし)とした。携帯電話を用いた普通会話及び暗算課題は、往路及び復路のどちらかに一回ずつランダムに振り分けられた。

電話操作(往路・復路)の時を除いて、追従運転(往路・復路)、普通会話及び暗算課題を実行中に先行車両のパトロールランプの点灯がそれぞれに一回ずつ設けられた。

(6) 実験手順

被験者は、追従車両に乗車し、安全確認を行った。次に、被験者は本実験の目的、追従走行、車間距離、及び注意事項について説明を受けた。連絡用の携帯電話の位置とハンズフリーシステムの機能・操作方法について説明を受け、電話操作及び会話の練習を行った。江別西インターから中間地点の岩見沢インターまで走行した被験者は、実験者の説明・指示に従って TLX 用紙に記入した。休憩を終えた後、被験者は前半と同じ要領で岩見沢インターから江別西インターまでの区間を走行した。江別西インターに到着し、実験を終えた被験者は、再び TLX 用紙及びアンケートに記入した。

3. 実験結果

(1) 反応時間

本実験では、被験者 31 名中 29 名から反応時間を得ることができた。残り 2 名の反応時間は、計測機器の故障による原因から測定が不可能となった。被験者のグループ構成は、若年者 19 名及び高齢者 10 名となった。反応時間は、追従運転(往路)、追従運転(復路)、普通会話及び暗算課題の 4 つのタスクから測定した。

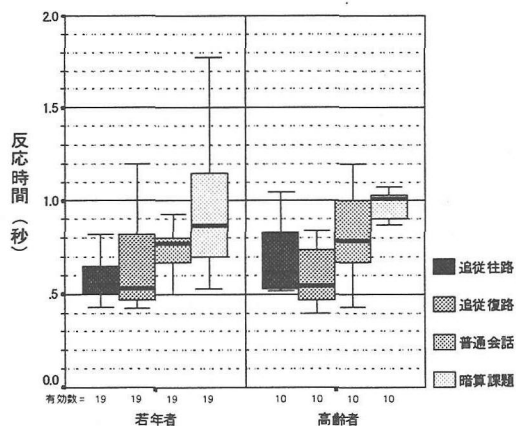


図 2 反応時間

追従運転(往路・復路)における両者の反応時間の平均値(標準偏差)は、若年者が 0.63 秒(0.20)及び 0.66 秒(0.26)となり、高齢者が 0.76 秒(0.32)及び 0.61 秒(0.16)となった。

一方、普通会話における反応時間は、若年者が 0.85 秒(0.40)秒及び高齢者が 0.82 秒(0.22)秒と追従運転時に比べて長くなっていた。また、暗算課題の反応時間においても、若年者が 0.97 秒(0.35)秒及び高齢者が 0.99 秒(0.08)秒と更に長くなっていた。図 2 に示す箱型図は、追従運転(往路・復路)、普通会話及び暗算課題における被験者の反応時間をパーセンタイルで示したものである。

分散分析を行った結果、タスク及び若年者・高齢者との間で交互作用は認められなかった。Turkey の HSD による多重比較でも、追従運転(往路・復路)、追従運転(往路)・普通会話及び普通会話・暗算課題の間では反応時間に統計的有意な差は見られなかった。しかし、追従運転(復路)・普通会話及び追従運転(往路・復路)・暗算課題の間では反応時間が有意に増加した。

(2) 主観的メンタルワークロード

被験者構成は、若年者 19 名及び高齢者 12 名(計 31 名)となった。被験者は、追従運転(往路)、追従運転(復路)、電話操作(往路)、電話操作(復路)、普通会話及び暗算課題の 6 つのタスクにおいて主観的メンタルワークロードの評価を行った。

追従運転(往路・復路)における両者の主観的メン

ルワークロード得点の平均値(標準偏差)は、若年者が 3.86 (1.68) 及び 3.83 (1.84) となり、高齢者が 4.00 (1.32) 及び 3.63 (1.24) となった。電話操作(往路・復路)に対しては、若年者が 5.03 (1.93) 及び 4.74 (2.01) となり、高齢者が 4.72 (1.57) 及び 4.15 (1.50) と各々の追従運転に比べて増加していた。普通会話における主観的メンタルワークロードは、若年者が 5.04 (1.90) 及び高齢者が 4.49 (1.43) となり、後者の場合は電話操作(往路・復路)の結果より低い平均値を示した。一方、暗算課題に対しては、若年者が 6.90 (1.69) 及び高齢者が 5.31 (1.79) となり、それぞれのタスク評価の中で最も高い値となった。

図 3 の箱型図は、若年者・高齢者の追従運転(往路)、追従運転(復路)、電話操作(往路)、電話操作(復路)普通会話及び暗算課題の 6 つのタスクにおける被験者の主観的メンタルワークロードをパーセンタイルで示したものである。

分散分析を行った結果、タスク及び若年者・高齢者との間で交互作用が認められた($F(5,145)=3.254$, $p<.05$)。

Turkey の HSD による多重比較では、追従運転(往路・復路)、電話操作(往路・復路)、追従運転(往路)・電話操作(復路)、電話操作(往路)・普通会話及び電話操作(復路)・普通会話の間では主観的メンタルワークロード得点に有意な差は見られなかった。しかし、他の一対比較においては得点が有意に増加した($\alpha=.05$)。特に、暗算課題の場合は最も有意な差を示した。

4. まとめ

本研究では、実車実験において運転中の携帯電話使用時の会話内容によるドライバーへの影響を反応時間及び主観的評価による主観的メンタルワークロードから調査した。

本実験の結果は、著者らが平成 9 年度に行った実験と同様に電話タスク時における反応時間及び主観的メンタルワークロードが追従運転時に比べて増加していることを示した。

会話内容に関しては、普通会話に比べて記憶及び考察が大きく要求された時の暗算課題時の反応時間が若年者・高齢者とも長くなることがわかった。また、主観的メンタルワークロードでも暗算課題に対する評価が

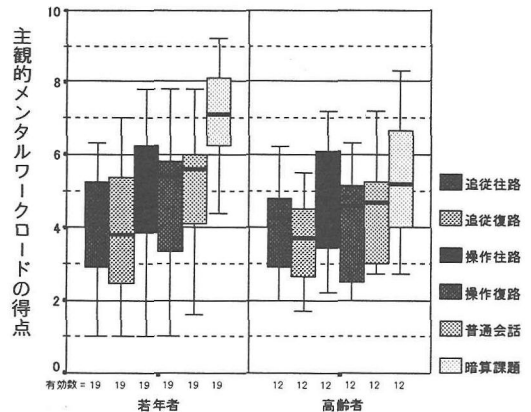


図 3 主観的メンタルワークロードの得点

他のタスクに比べて有意に増加することが明らかとなった。

以上のような結果から、本研究に用いた暗算課題よりも複雑かつ込み入った会話内容を考慮した場合、ドライバーの反応時間や主観的メンタルワークロードが更に上昇することが考えられる。よって、今後もこのような会話条件や場面を考慮し、この研究を更に進めていく必要がある。

謝辞

本研究の調査実施にあたり、ご協力いただいた日本道路公団北海道支社及び関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 徳永他:携帯電話使用が追従運転時の運転者に与える負担に関する研究、土木計画学研究・講演集、No.21(1)、講演番号 129、pp.503-506、1998 年 11 月。
- 2) Schlegel: Driver Mental Workload, Automotive Ergonomics, (Taylor & Francis), pp.259-282, London & Washington D.C. 1993.
- 3) 長澤他:メンタルワークロードに関する雑感、人間工学、Vol. 29、No. 6、pp.336-338、1993 年 12 月。
- 4) Hart & Staveland: Development of NASA-TLX: Results and Theoretical Research, Human Mental Work Load, pp.139-183, Holland 1988.
- 5) 三宅他:メンタルワークロードの主観的評価法、人間工学、Vol. 29、No. 6、pp.399-408、1993 年 12 月。