

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

Effects of Cellular Telephone on Driver's Mental Workload and Performance under Car Following Condition

徳永ロベルト* 野並 克弘* 萩原 亨** 加賀屋 誠一** 下條 晃裕***

By R. Tokunaga *, K. Nonami *, T. Hagiwara **, S. Kagaya **, A. Shimojo ***

1. はじめに

本研究では、自動車運転中（一次タスク）の携帯電話使用における操作・会話（二次タスク）が交通問題を誘発させる一つの要因¹⁾として考え、ドライバーの反応時間及び精神作業負担²⁾（以下、メンタルワークロード）について検討した。具体的には、高速道路上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使用するという実験を行なった。

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・かける（以下、電話操作）及び運転中に実験者と会話する（以下、電話会話（という 3 つのタスクと運転中の携帯電話使用経験者（以下、経験者）及び携帯電話使用未経験者（以下、未経験者）の 2 つのグループを考えた。

携帯電話使用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メンタルワークロードの変化を考えた。

2. 実験手法

(1) 実験車両

実車実験には、以下の車両 3 台を用いた。

(a) 先行車両：隊列の先頭を走行した。実験者は、

これに乗りし被験者にタスクの指示を行った。ビデオカメラ及び計測機器を車内に設置し、運転挙動の測定を行った。

(b) 追従車両：この車両には、被験者のみが乗車した。先行車両と同様に、ビデオカメラ及び計測機器を車内に設置した。

(c) 後尾警戒車両：先行車両・追従車両を援護しながら隊列の後方を走行した。

(2) 携帯電話

ハンズフリーシステムを用いた携帯電話の状態について説明する。電源は常時つけておき、受信時は受信ボタンのみ、送信時は送信ボタンとリダイヤルボタンの 2 つのボタン操作、また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。リダイヤル機能の電話番号は、先行車両の携帯電話につながるようになっていた。電話の送信・受信の指示は、先行車両に乗りしている実験者から行った。携帯電話を通して行った会話の内容は、車両間距離の調整、電話送信の指示、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。被験者は、その内容を記憶し、実験後に質問用紙に記入した。

(3) 反応時間の測定

本実験では、先行車両の速度変化（ブレーキランプ点灯・減速）に対する被験者の反応時間を測定するために、実験車両及び追従車両にいくつかの装置を取り付けた。先行車両に設置された計測機器及びビデオカメラは、ブレーキランプの点灯及び速度変化を記録した。同じく、追従車両に取り付けた計測機器及びビデオカメラも、車両間距離、アクセル開度、ブレーキ踏力、先行車両のブレーキランプ点灯

Key Words: 交通情報、交通安全、ITS

*学生員 **正会員、工博、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)

***正会員、北海道開発局 開発土木研究所 交通研究室

(〒062-0931 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目、Tel: 011-841-1111, Fax: 011-841-9747 E-mail: shimojo@ceni.go.jp)

等を記録した。計測データのサンプリングレートは、1/20 とした。

先行車両が減速（ブレーキランプ点灯）した時点から追従車両に乗車している被験者がアクセルペダルを放すまでの経過時間を反応時間として考えた。

(4) メンタルワークロードの測定

メンタルワークロード³⁾とは、特定のタスクによる負荷が被験者に対していかなる要請や生態負担を課しているかを検討するための指標である。

本研究では、欧米諸国で最も一般的に採用されている NASA-Task Load Index^{4,5,6,7)}（以下、NASA-TLX）を用いた。NASA-TLX は、主観的観点から見たメンタルワークロードの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。NASA-TLX のメンタルワークロードは、6 項目から構成されており、次の 3 つのグループに分ける事ができる。

(a) タスクによる要求：

- ・精神的負担：タスクを遂行した際に、考察、計算、記憶、見る、捜す等にどれくらいの知覚的活動が要求されたと思うか。
- ・身体的負担：タスクを遂行した際に、押す、引く、回す、制御、作動等にどれくらいの身体的活動が要求されたと思うか。
- ・忙しさ：タスクを遂行した際に、頻度または速度による時間的圧力はどの程度であったと思うか。

(b) タスクに対する反応：

- ・努力：タスクを遂行した際に、どの程度の努力が必要だと感じたか。

(c) 実行したタスクの自己評価：

- ・達成度：実行したタスクについて、どの程度にまで成功したと思うか。
- ・ストレス（不満度）：タスクを遂行した際にどの程度の不安定、落胆、いらいら等を感じたか。

被験者は、与えられた特定のタスクから生じた負担に対して、尺度の低い・高いまたは良い・悪いの両極を持つ線分上に、評定尺度によって○印をつける。このような線分上に印された位置を、1 から 10 の数値として読み取る。NASA-TLX は、これら 6 項目の評価値から総合値（重み付けされた平均値）を算出し、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。

表 1 経験者・未経験者に与えられたタスク

タスク	ブレーキランプ点灯・減速
追従運転	有り・無し
電話操作	無し
電話会話	有り・無し

(5) 実験内容

実験には、成人男性 16 名が参加した。被験者らの年齢構成は 24 から 45 才で、運転歴の平均は 11 年、年間走行距離は平均 13000 km だった。また、このうちの半数が自動車運転中の携帯電話使用経験者だった。

実験走行は、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（以下、江別西）から岩見沢インター（以下、岩見沢）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両間距離（50～70m）を維持しながら走行するという課題で、追従運転、電話操作及び電話会話の 3 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。

電話操作の時を除いて、追従運転及び電話会話には先行車両の「ブレーキランプ点灯・減速（100～80 km/h）」の有無をそれぞれに一回ずつ設けた。

経験者・未経験者の反応時間は、追従運転及び電話会話の 2 つのタスク（2 要因 2 水準）から求め、メンタルワークロードは、追従運転、電話操作及び電話会話の 3 つのタスク（2 要因 3 水準）から求めた。

(6) 実験手順

最初に、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、車両間距離、一般車両による影響及び交通安全に関する注意事項等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、電話の送受信の練習を行った。

江別西から、20 分弱で岩見沢に到着し、数分の休憩を終えた後、前半と同じ要領で岩見沢から江別西までの区間を走行した。江別西に到着し、実験を終えた被験者は、質問用紙において NASA-TLX、会話内容及び感想を記入した。

3. 実験結果

(1) 反応時間

本実験では、被験者 16 人中の 13 人から反応時間を得ることができた。残り 3 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。携帯電話使用経験有無による 2 つのグループ構成は、経験者 8 人及び未経験者 5 人となった。

表 2 は、経験者・未経験者の追従運転及び電話会話における反応時間の平均値及び標準偏差である。追従運転における反応時間の平均値は、経験者が 0.44 秒及び未経験者 0.51 秒であった。電話会話時における反応時間の平均値は、経験者・未経験者とも 0.71 秒であった。携帯電話使用経験の有無に関係なく、両者の電話会話時の反応時間がそれぞれの追従運転に比べて長くなっていた。図 1 に示す箱型図は、経験者・未経験者の追従運転及び電話会話における反応時間をパーセンタイルで示したものである。経験者の反応時間は、追従運転において未経験者と同様な分布を示したが、電話会話では分布のばらつきが大きくなった。

また、経験者・未経験者（被験者間因子 2 水準）及び追従運転、電話会話時の反応時間（被験者内因子 2 水準）の違いを、2 元配置（対応のない因子と対応のある因子）において分散分析（ $\alpha=0.05$ ）した。追従運転及び電話会話の 2 変量における反応時間には有意な差（0.002）が見られたが、経験者と未経験者の間では、反応時間に差があるとは言えない確率（0.563）が示された。

(2) 主観的評価によるメンタルワークロード

表 3 は、経験者・未経験者における追従運転、電話操作及び電話会話の主観的評価の平均値及び標準偏差である。

経験者の主観的評価は、3 つのタスクそれぞれの平均値が近くなった。これらの評価値の中で、電話会話の平均値（4.61）が最も小さい値を示した。一方、未経験者の場合は 3 つのタスクにおいて電話会話の平均値（7.01）が最も大きい値を示した。図 2 の箱型図は、経験者・未経験者の追従運転、電話操作及び電話会話における主観的評価をパーセンタイルで示したものである。経験者の 3 つのタスクに

表 2 反応時間の平均値及び標準偏差

経験者の 反応時間	タスク条件	
	追従運転	電話会話
平均値	0.44	0.71
標準偏差	0.11	0.32
平均値+標準偏差	0.55	1.03
平均値-標準偏差	0.33	0.39
被験者	8	8

未経験者の 反応時間	タスク条件	
	追従運転	電話会話
平均値	0.51	0.71
標準偏差	0.11	0.13
平均値+標準偏差	0.62	0.84
平均値-標準偏差	0.40	0.58
被験者	5	5

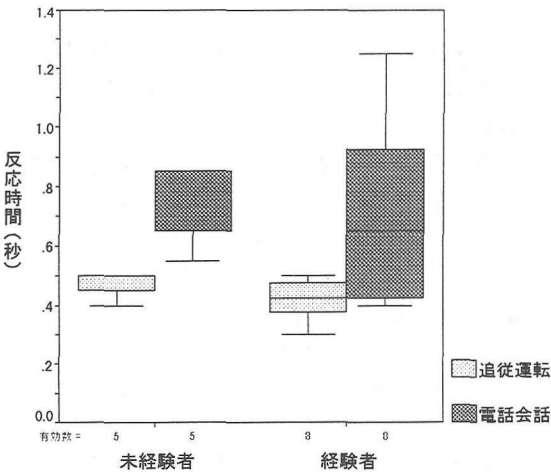


図 1 経験者・未経験者の反応時間

表 3 メンタルワークロードの平均値及び標準偏差

経験者の メンタルワークロード	タスク条件		
	追従運転	電話操作	電話会話
平均値	5.07	5.02	4.61
標準偏差	1.49	1.82	1.82
平均値+標準偏差	6.56	6.84	6.43
平均値-標準偏差	3.58	3.20	2.79
被験者	8	8	8

未経験者の メンタルワークロード	タスク条件		
	追従運転	電話操作	電話会話
平均値	5.80	6.87	7.01
標準偏差	0.79	0.71	0.70
平均値+標準偏差	6.59	7.59	7.71
平均値-標準偏差	5.01	6.16	6.31
被験者	8	8	8

対する評価の分布は、未経験者に比べて大きなばらつきを示した。また、未経験者の評価が3つのタスクにおいて経験者の評価を上回った。

経験者・未経験者（被験者間因子 2 水準）及び追従運転、電話操作、電話会話に対する主観的評価（被験者内因子 3 水準）の違いを、2 元配置（対応のない因子と対応のある因子）において分散分析（ $\alpha = 0.05$ ）した。追従運転、電話操作及び電話会話の 3 変量における主観的評価に有意な差（0.240）は認められなかった。しかしながら、経験者と未経験者の間では、3つのタスクの主観的評価で有意（0.032）な差が認められた。

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メンタルワークロードから調査した。

電話会話の時ににおける経験者の反応時間は増加し、未経験者の平均反応時間とほぼ同じとなった。しかし、分布のばらつきは未経験者と異なり大きくなっていた。このばらつきの理由の一つとして、電話タスクに対して、経験者の余裕が影響したものと思える。また、メンタルワークロードでも、3つのタスクの間で差が小さかったことから、電話タスクに対する慣れが反映されていると言える。

未経験者の場合は、電話タスクの時の反応時間及びメンタルワークロードは、運転タスクに比べて増加している。これは、未経験なタスクが与えられたことによって負担意識が働き、メンタルワークロードの増加に直接影響したものと思える。また、未経験者の反応時間の増加に関しては、経験者の反応時間と異なって分布が小さかったことから、不慣れな電話タスクに対する緊張が反映されていると言える。

従って、携帯電話利用に関しては、事前に（自動車教習時等において）電話タスクに慣れることによってメンタルワークロードへの影響を軽減することができると考えられる。しかし、携帯電話使用に慣れているドライバーは、過剰な余裕に伴う反応時間の増加による危険性について注意する必要がある。

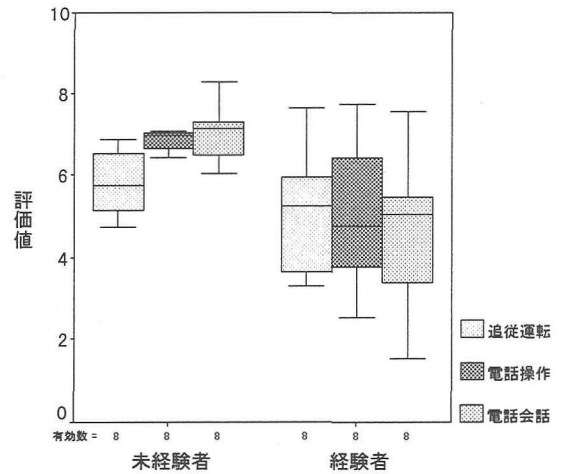


図2 経験者・未経験者のメンタルワークロード

参考文献

- 1) 武藤美紀 (1997) 運転中の携帯電話の使用に関する一考察、科学警察研究所報告、交通編、Vol. 28, No.1, January 1997 (27-38)
- 2) Schlegel R.E.(1993) : Driver Mental Workload, Automotive Ergonomics, (Taylor & Francis) London (259-282)
- 3) 長澤 (1993) : メンタルワークロードに関する雑感、人間工学、Vol. 29, No. 6 (336)
- 4) Hart, S.G. and Staveland L.E. (1988) Development of NASA-TLX (Task Load Index) : Results and Theoretical Research, Human Mental Work Load, Elsevier Science Publishers B.V. (North Holland, Amsterdam)
- 5) 三宅、神代 (1993) 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 ('93)
- 6) Alm, H. and Nilsson, L. (1991) Changes in Driver Behavior as a Function of Handsfree Mobile Telephones, V. T. Isartryck 175, (Sweden)
- 7) Kitamura R., Anwar M., Srinivansan R., Yang C., Jovanis P. (1994) :Simulation Study of Driving Performance with Selected Route Guidance Systems, Transportation Research, Vol. 2, No. 2, 1994 (73-90)