

運転中の携帯電話使用に伴う認知的エラーの実験的分析

金 光 義 弘^{*1}

要 約

この研究の目的は、自動車を運転中のドライバーが携帯電話を使用することによって生じるであろうと思われる危険要因を、特に認知的側面から実験的に分析することにあった。そこで本学の56名の学生を被験者として、自動車運転作業に類する一次課題としてダイナミック・ビジランス・チェック（DVC）を課し、同時に二次課題として携帯電話による通話を求めた。

その主な結果は、第1に一次課題であるDVCにおけるシグナル・ターゲットの検出が、二次作業である携帯電話の通話によって阻害され、重大情報の見落としが顕著に認められた。第2に、二次作業の負荷によって、一次作業におけるシグナルとノイズの弁別判断や出力反応に要する時間の大幅な遅延が確認された。

これらの動体認知作業におけるエラー要素は、携帯電話作業という二重課題による妨害作用に起因するものと考えられ、注意の分割、覚醒の混乱、そして処理資源などの概念に基づいて議論された。

はじめに

約1年前、自動車運転時における携帯電話使用規制の法制化を前にして、運転中の電話使用の危険性を指摘する調査研究がなされたが、その多くは警察関係者による事故分析に基づくものであった。すなわち、携帯電話の加入台数と事故発生件数との相関や、事故発生時の携帯電話の使用状態、さらには携帯電話使用時の事故形態などに関する調査である¹⁻³⁾。それらの結果によると、数年前には運転時の携帯電話使用者は増加の一途をたどる一方、追突事故を筆頭に運転者の安全運転義務違反に起因する事故が多発していたことがわかる。その中でも注目すべきは、事故発生時の携帯電話の使用状態に関する調査結果である。武藤¹⁾によると、携帯電話使用に伴う事故の発生割合の高い場合は、運転中に呼び出し音を聞いて電話を手取る「受信操作」状態が約30%、電話をかけるためにボタン操作する「発信操作」状態が約20%で、ほぼ半数の事故は運転者が電話機の操作と運転操作との競合状態の際に発生していることになる。因みに運転者の身体的拘束のない「通話中」状態での事故発生はわずか12%に過ぎず、運転者がハンズフリーで電話する場合には危険性が低いという主張の根拠を与えるものであった。しかし武藤⁴⁾のアンケート調査では、運転中のセカンダ

リ・タスク（二次作業）の中でも、電話による通話状態は最も危険度が高いと評価されており、事故分析結果と必ずしも一致しない。かくして運転中の携帯電話の使用は、電話機の操作に伴う身体的拘束や物理的視点移動による自動車の空走状態の他に、通話行為に伴う認知的障害や反応遅延などに起因する危険要因が誘発され、安全確認等の怠慢が事故発生原因になりうることの実証が望まれる。

そこで本研究では、ある特定の認知課題（一次作業）を遂行中に、電話による他者との会話（二次作業）がもたらす認知的障害や反応遅延等の妨害現象を明らかにしたい。杉本・鳥谷部⁵⁾らによると、トラッキング・スキル課題と視覚情報の認知課題とが、聴覚的聞き取り課題（二次作業）によって受ける妨害効果を検討した結果、スキル成績や反応時間よりも視覚情報の見落としという認知レベルの低下が顕著に認められた。その他の同類の実験においても、運転者の限られた情報処理資源が同時的二重課題によって分割され、注意配分の不足に伴う見落としエラーや判断・反応遅延が認められており⁶⁾、携帯電話の使用はスキルベース作業よりもむしろ、コグニティブ・ベース作業との競合によるヒューマン・エラーを生起させる可能性が示唆されるものであった。加えて本研究では、実際の自動車運転場面との整合性を重視し、一次作業である認知課題が運転者に求

*1 川崎医療福祉大学 医療福祉学部 臨床心理学科
(連絡先) 金光義弘 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学

められる視覚機能を包含する必要性から、「動体認知課題」⁷⁻⁹⁾を採用することにした。つまり「動体認知課題」とは、運転者の視野内で不規則かつ動的に展開する刺激変化事態において、ノイズ (noise) の中からシグナル (signal) を検出する作業を課す課題 (vigilance) を意味する。したがって、もしこの動体認知に関する一次作業中に、携帯電話による会話行為が二次作業として負荷された場合、後者が一次作業に及ぼす妨害的影響は、シグナルの見落とし (miss) やノイズに対する誤反応 (false alarm), あるいは判断や反応の遅延 (delayed response) などの遂行レベル低下に反映されるであろう。特に携帯電話による会話内容がコグニティブ・ベースの依存度が高いほど、動体認知遂行は妨害されると推測される。

方 法

(1) 被験者

19歳～24歳 (平均21.1歳, SD; 3.7) の大学生56名 (男子17名, 女子39名) を用いた。運転免許保有率は約7割であった。

(2) 実験装置および手続き

一次作業としての動体認知課題として、「ダイナミック・ビジランス・チェッカー (Dynamic Vigilance Checker; DVC)」(マイクロメイト岡山社製)⁷⁾を用いた (図1)。この装置はコンピュータ・ディスプレイ画面上で変化・移動するターゲット刺激を、主に滑動性眼球運動によって検出する「追跡課題」と、

主として衝動性眼球運動によって検出する「突発課題」とを提示することができる。被験者はシグナル・ターゲットの発見と同時に右手でプッシュボタンを押すことが求められる。両課題の順序はカウンタバランスされ、連続して提示された課題別の遂行結果は、動体認知率、正反応率、見落とし率、誤反応率、遅延反応率が算出され、DVC 従属指標として採用された。

次に二次作業として、携帯電話を用いた質疑応答の会話を課した。被験者は左手の携帯電話により実験者からの質問を受け、それに対して応答することが求められた。被験者に対する質問項目は一定しており、1) フェイス質問 (氏名, 年齢, 住所, 趣味), 2) 暗算問題 (1桁数字の加算), 3) 連想問題 (ユング連想表), 4) 類名詞連唱 (動物, 魚, 乗り物, 色彩) であった。

(3) 実験計画

被験者内1要因 (2水準) 計画法に基づいた。ただし、追跡と突発の課題要因は従属指標の算出式が異なるため、要因に加えることなく、課題別に比較処理を行うことにした。すなわち、同一被験者が携帯電話を使用せず一次作業である2種類の動体認知課題のみを行う統制条件と、一次作業と同時に携帯電話による二次作業が課せられる実験条件とを連続して経験するものであった。なお被験者を半数ずつ2群に分け、両条件の順序をカウンタバランスすることによって順序効果は相殺された。

結 果

二次作業を伴う実験条件 (携帯条件とよぶ) における動体認知課題の DVC 従属指標を、統制条件のそれらと比較するために、各指標の平均値間の差を検討した。表1は追跡課題および突発課題別に、5種類の DVC 指標の各平均値と条件間の t 検定結果をまとめたものである。

表1の結果より、全ての DVC 指標において条件差が認められた。各指標における条件間の有意差の方向性を不等号により示したところ、携帯条件での動体認知機能の低下が明らかになった。そこで特に重要な指標について図示しながら検討することにした。まず全体的な動体認知率 (図2) についてみると、統制条件では若者特有の天井効果傾向を示すが、携帯条件ではほとんどの者が数ポイント低下し、特に突発課題での落込みが著しかった。次に、シグナル・ターゲットを検出して適切な対処が求められる、いわば動体認知率を左右する重要な下位指標である正反応率についてみると、2種類の課題ともに携帯条件の成績悪化が著しいことがわかる。その裏返

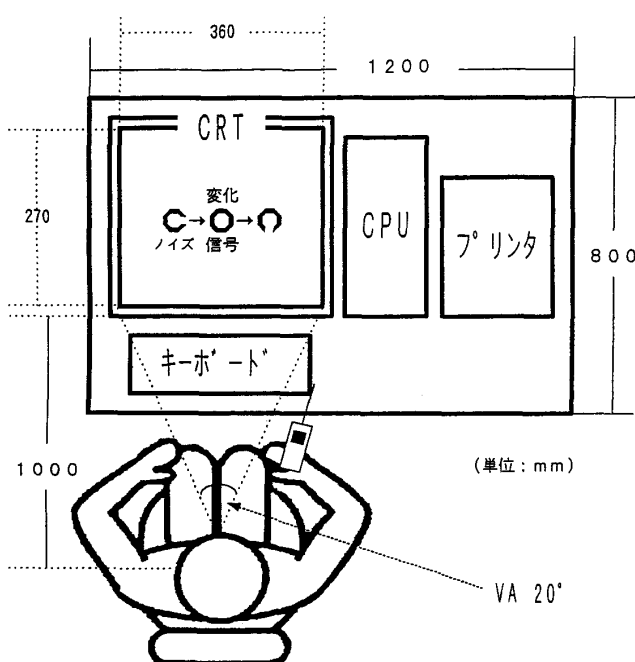


図1 動体認知測定装置 (DVC) の設置条件 (単位 m/m)
(注1) 被験者は利き手にプッシュボタンを持って、信号を認知したら押す。
(注2) 携帯条件の場合、被験者は非利手に携帯電話を持って、耳にあてながら会話をする。

表1 DVC 従属指標における動体認知課題別の携帯条件と統制条件の比較

課題	追跡課題				突発課題			
実験条件	統制条件		携帯条件		統制条件		携帯条件	
DVC 指標／ t	平均%(SD)		t		平均%(SD)		t	
動体認知率	98.63	> 95.71	6.76***		99.27	> 95.90	8.34***	
	(1.7)	(2.7)			(1.2)	(2.7)		
正反応率	98.32	> 89.24	7.08***		99.51	> 93.48	6.18***	
	(2.1)	(4.1)			(1.1)	(3.0)		
見落とし率	1.68	< 10.76	- 7.08***		0.49	< 6.54	- 6.18***	
	(2.1)	(4.1)			(1.1)	(3.0)		
誤反応率	1.18	< 2.18	- 3.89**		0.67	< 2.38	-8.24***	
	(1.1)	(1.7)			(0.9)	(1.5)		
遅延反応率	6.64	< 20.27	- 8.49***		2.71	< 12.19	-9.38***	
	(7.4)	(12.9)			(4.5)	(8.4)		
中心視正反応率	—	—	—		99.90	> 97.90	2.23*	
					(1.3)	(4.2)		

* : $p<.05$, ** : $p<.01$, *** : $p<.001$, $n=56$, $df=55$

(注1) 動体認知率は、全試行数に対する正反応数と正否反応（ノイズに対する無反応）数の比率を示す。

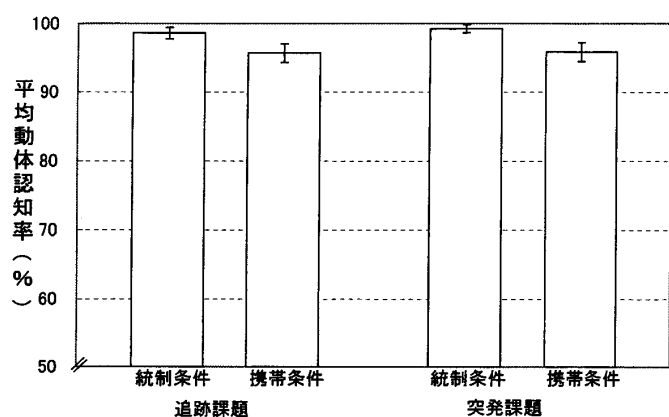
(注2) 中心視反応率は、突発課題においてディスプレイを9分割（ 3×3 ）した際の中央部分における正反応率を示す。したがって眼球運動や注視点の安定性を反映する指標である。

図2 平均動体認知率

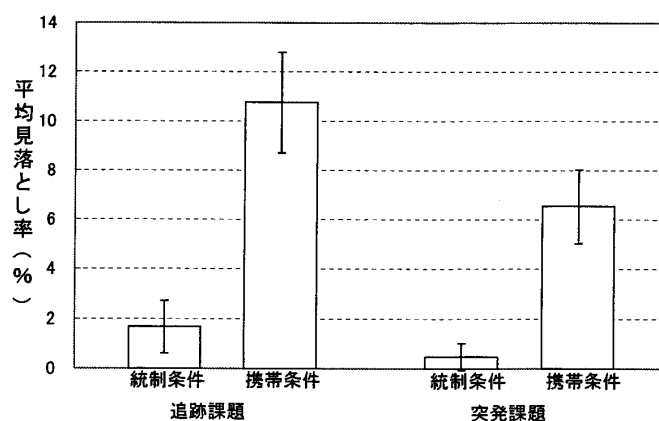


図3 平均見落とし率

しの指標が見落とし率（図3）であるが、携帯条件での認知的障害が重要情報の見落としに基づいていることがわかる。もう一つの認知的障害としてノイズをシグナルと誤認する場合があります、いわゆる誤反応率（図4）に見ることができる。この発生率は極めて低いものの、2種類の課題のうち特に突発課題における携帯条件の失敗傾向は著しい。これと関連して、二次作業に伴う衝動性眼球運動の制御不足を示唆するデータとして中心視正反応率がある。衝動

性眼球運動の停留区域であるディスプレイ中央部の正反応率が、携帯条件で100%を割るということは視覚的認知機能の不調を意味しているものと考えられる。最後に遅延反応率（図5）を見ると、携帯条件において反応の遅れが顕著に認められた。反応時間が設定時間（約0.35秒）を超える反応の内容には、シグナル検出の遅れ、判断の遅れ、反応出力の遅れ、などの要素が混在しており、一概にコグニティブ・ベースのみの障害とは断定できない。しかし、素早

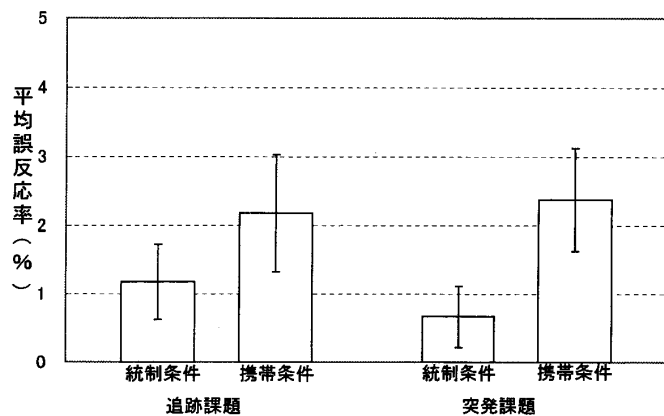


図4 平均誤反応率

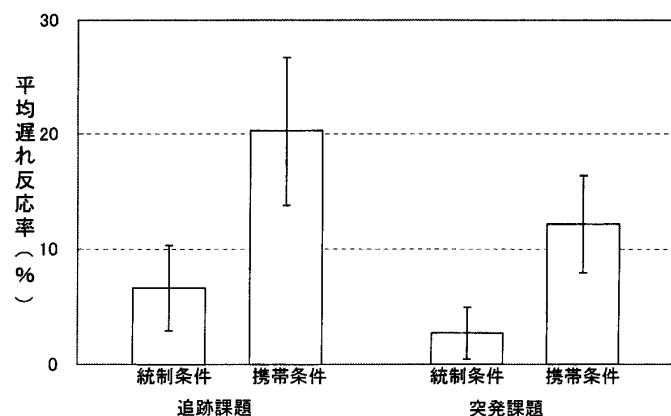


図5 平均遅延反応率

い動きを伴う情報の的確な処理という運転者に求められる機能が、二次作業によって妨害されることを物語る事実であることは間違いない。

考 察

自動車の運転状況を想定した動体認知課題に関する一次作業の遂行が、携帯電話による通話という二次作業によって著しく妨害される事実が明らかになった。当初の予想の通り、妨害的影響はシグナル・ターゲットの見落とし (miss) やノイズに対する誤反応 (false alarm) とともに、判断を含めた反応の遅延 (delayed response) などの遂行レベル低下として認められた。まず見落とし率に関しては、携帯電話による通話状況では統制条件の6倍 (追跡課題) から10数倍 (突発課題) に及び、認知的側面の障害が顕著である事を物語っている。特に、衝動性眼球運動によって時間的かつ空間的に予測不能状態で瞬

間呈示されるシグナルの検出を要求する突発課題において、二次作業に伴う見落とし増加傾向の意味は重大である。携帯条件による中心視正反応率の低下にも見られたように、二次作業は衝動性眼球運動の制御不良とともに、検出機能の低下を来すものと考えられる。追跡課題における追跡性眼球運動と注意レベルとの関連性に関する知見¹⁰⁾をも総合すると、一次作業に求められる注意を含む中枢性の認知機能が、二次作業によって干渉されたり分断されることによって障害を受けることは明らかである。

次に誤反応についてみると、生起率は低いながらもやはり携帯条件において生じやすいことが確認された。このエラーはノイズをシグナルと誤認するものであり、余程の予断やパニック状況でない限り生起しないにもかかわらず、電話の使用によって生じたということは注目に値する。やはり長時間の監視作業や、二次作業の負荷状況での誤反応の生起は、覚醒や注意を含む中枢性の認知機能障害と考えられる¹¹⁾。同様の観測は遅延反応の生起においても可能である。比較的冗長な監視作業である追跡課題における携帯電話条件に見られた約2割の遅延反応は、シグナル検出とともに遂行レベルの遅れを含んでおり、また突発課題における著しい遅延率については衝動性眼球運動の制御不良も加味されている。いずれにしても二次作業に伴う反応の遅延には、覚醒や注意などの情報入力段階から反応の出力段階に至るトータルな認知過程の歪みが反映しているものと思われる。

かくして自動車運転中の携帯電話使用の危険性を、コグニティブ・ベースの側面から検討したところ、電話機操作に伴う身体的拘束などの物理的要因以外にも、会話行為そのものによる認知的機能の顕著な障害が確認された。この知見は、従来の事故分析調査から得られた物理的要因説に基づくハンズフリー電話の安全性の主張に対する再検討を示唆するものである。運転状況とは無縁の者との意思疎通を求める携帯電話による会話行為が、運転者の注意を最も著しく損なうセカンダリ・タスクであることの認識が不可欠であろう。

[付記] 本研究は若林祐子⁹⁾との共同研究である。

文 献

- 1) 武藤美紀 (1997) 携帯電話を使用中に発生した交通事故の特徴. 科学警察研究所報告 交通編, **38**, 20-26.
- 2) 今村 剛 (1997) 携帯電話使用中の交通事故発生状況と対策. 警察公論, **52**, 37-41.
- 3) 阿久津正好 (1998) 運転中の携帯電話使用が運転者に及ぼす影響について. 警察時報, **53**, 44-51.
- 4) 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, **38**, 27-38.

- 5) 杉本富利, 鳥谷部 達 (1997) 携帯電話使用によって起こるドライバーのエラーに関するモデル上での実験的解析. 東洋大学工学部研究報告, **33**, 61-66.
- 6) 金光義弘, 木村喜徒 (1999) 携帯電話使用による動体認知水準の低下. 日本交通心理学会第60回大会発表論文集, **60**, 25-26.
- 7) 金光義弘 (1999) 「動体認知」測定法の開発. —その原理と方法の検討— 川崎医療福祉学会誌, **9**(1), 13-18.
- 8) Kanemitsu Y (1999) The relationship between aging and detection of dynamic movement in drivers' visual functions. *Kawasaki Journal of Medical Welfare*, **5**(2), 55-63.
- 9) 若林裕子 (1999) 携帯電話の使用による動体認知機能の変容. 川崎医療福祉大学医療福祉学部卒業論文, 未刊行 (臨床心理学科保管).
- 10) 海老沢嘉伸, 南谷晴之, 高瀬守一郎 (1992) 注意力と追跡眼球運動特性との関係. —注意レベルの推定— 医用電子と生体工学, **30**, 22-31.
- 11) 岩男真由美, 赤間 洋, 平山高雄 (1992) 単調騒音によるドライバーの注意力低下. 自動車技術, **51**, 34-39.

(平成12年4月28日受理)

An Experimental Analysis of Drivers' Cognitive Errors Caused by Cellular Phone Use

Yoshihiro KANEMITSU

(Accepted Apr. 28, 2000)

Key words : DRIVER'S COGNITIVE ERROR, CELLULAR PHONE, DYNAMIC VIGILANCE CHECKER,
PROCESSING RESOURCE

Abstract

The purpose of this study was to analyze drivers' cognitive errors caused by using cellular phones while driving. Fifty six undergraduate students were checked with a Dynamic Vigilance Checker (DVC) while speaking on a cellular phone. The DVC measured many visual dynamic motions used when driving a car.

The main results were as follows: first, cellular phone use caused more salient cognitive disturbances such as missing signal targets as indicated by the DVC error indices. Second, judgement and response time for DVC was remarkably delayed by cellular phone use.

These results were discussed in terms of divided attention, arousal disturbance, and processing resources.

Correspondence to : Yoshihiro KANEMITSU Department of Clinical Psychology, Faculty of Medical Welfare
Kawasaki University of Medical Welfare
Kurashiki, 701-0193, Japan
(Kawasaki Journal of Medical Welfare Vol.10, No.1, 2000 49-53)