

# 聴覚刺激と模擬運転操作の相互作用\*

## - 発話による影響の検討 -

原田 灯 葉山涼一 宮園博光<sup>†</sup> 苜木禎史 宇佐川毅 江端 正直<sup>‡</sup>

(熊本大学 <sup>†</sup>熊本県立大学 <sup>‡</sup>熊本電波高専)

### 1. はじめに

近年、車両運行中の携帯電話使用による交通事故が多発し、平成 11 年 11 月より道路交通法による法規制が開始された<sup>[1]</sup>。しかし、統計資料のみから事故が解析されており、会話などによる注意の欠落と、片手運転などの運動系による影響とが必ずしも定量的な評価を受けていないのが現実である。車両運行時に携帯電話を使用した場合においての、注意の分割及び、視覚・聴覚の両情報の受容力の低下について実験的に定量化できれば、視聴覚刺激の車両運行への影響を検討するための基礎資料が提供できる可能性がある。

注意の分割という側面からの注意のモデルでは、人間が情報処理を行うためには何らかの注意資源が必要であるとされている。その注意資源の容量は有限であり、ある限界が存在している。人間は、この限界の範囲内で種々の処理にうまく注意容量を配分しながら認知活動を遂行していると考えられている。

この考え方をを用いて、車両運転を模擬した視覚作業と携帯電話の使用を模擬した聴覚作業を同時に行う状況下での、注意の分割及び、視覚・聴覚の両情報に対する受容力の低下について検討されている<sup>[2]</sup>。その結果、視覚作業と聴覚作業が互いに干渉するために、両作業のパフォーマンスが低下することが確認された。また、記憶や思考が必要とされる聴覚作業の場合には、視覚作業のパフォーマンスが大きく低下することも確認された。これらは、視覚情報、聴

覚情報と応答に対する注意の分割の影響であると考えられる。特に、聴覚情報に対する応答時に視覚作業のパフォーマンスが大きく低下し、車両運行時における携帯電話の操作に対する危険性が指摘されている。

しかし、実際の携帯電話での会話を想定した場合には、音声の聴取のみならず発話動作も行っている。そこで、本研究では、車両運行中に携帯電話を使用した状況にさらに近づけるために、これまでの実験の聴覚作業に、携帯電話での会話の状況を模擬した発話という課題を加え、発話による視覚作業及び、聴覚作業への影響を報告する。

### 2. 実験方法

#### 2.1 実験手法

本実験は、車両を模擬した視覚作業と、携帯電話を模擬した聴覚作業とからなっている。聴覚作業の応答には、ハンドル型コントローラのパドルで応答する場合と、口頭で応答する場合(発話)を設けた。視覚作業のみを実行する場合を Single Task - Visual only 条件(以下 ST-V 条件)、パドル及び発話の両方で応答する聴覚作業のみを実行する場合を Single Task - Auditory only 条件(以下 ST-A 条件)、また、視覚作業とパドルのみで応答する聴覚作業を同時に実行する場合を Dual Task - responding by Motion only 条件(以下 DT-M 条件)、視覚作業とパドル及び発話の両方で応答する聴覚作業を同時に実行する場合を Dual Task - responding by Motion and Speech 条件(以下 DT-MS 条件)として、各々について実験を行い、各条

\* Interaction between the auditory stimulus and the simulated driver performance - Discussion about the effect of the speech

By Akari HARADA, Ryoichi HAYAMA, Hiromitsu MIYAZONO<sup>†</sup>, Yoshifumi CHISAKI, Tsuyoshi USAGAWA and Masanao EBATA<sup>‡</sup> (Kumamoto University, <sup>†</sup>Prefectural University of Kumamoto, <sup>‡</sup>Kumamoto National College of Technology)



図 1. 実験風景

件を比較検討する。

本実験の被験者は、正常な聴力を有する 21 歳～25 歳までの大学生 10 名である。男女比は 6:4 であり、内 9 名が運転免許を持っている。被験者には、事前に運転と車両運行中の携帯電話の使用状況に関するアンケートを行ってもらった。また、実験は図 1 に示すように簡易無響室内で行った。

次に各作業の具体的な内容を示す。

## 2.2 視覚作業

視覚作業としては、17 インチのディスプレイ上をランダムに動く円 A (半径 = 100[dot]) に対し、円 B (半径 = 70[dot]) を円 A の内側に常に表示させるように被験者に操作させた。操作にはハンドル型コントローラ (Microsoft SIDEWINDER) を用い、円 B は、ハンドルで左右に、アクセルペダルで上に、ブレーキペダルで下に動くようにした。円 B が円 A の内側に完全にしている状態を IN 状態 (正常運転)、円 B が円 A に触れる、または少しでも出た状態を OUT 状態 (接触) として、200ms 毎にその状態を判定し、作業成績 [%] (IN 状態である割合) を算出する。図 2 にその様子を示す。さらに、被験者に運転時と同じような緊張感を持たせるために、円 B が円 A から大きく離れた場合は、その場で実験中止 (事故) とし再実験とした。また、円 A の移動速度を 30, 50, 70[dot/s] に設定し難易度を 3 種類に設定した。それぞれの移動速度は、約 0.7, 1.1, 1.5 degree/s の視野角に相当する。

## 2.3 聴覚作業

聴覚作業は、ヘッドホンから提示された 3 つの連続した音声 (数字) を聞き取り、その 3 数を足し 4 番目に提示された数と比較し、

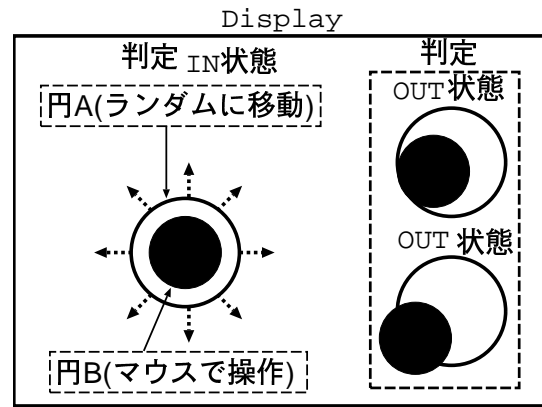


図 2. 視覚作業の判定条件

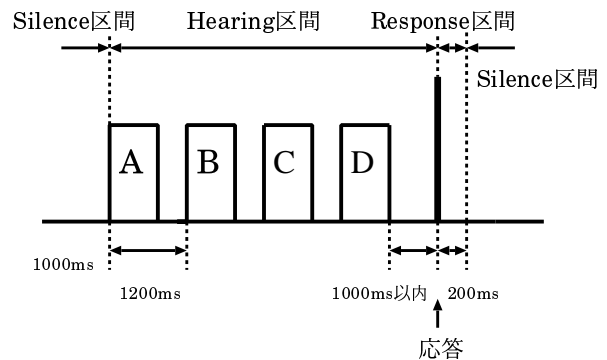


図 3. 聴覚刺激

大小関係を答えるものである。提示した聴覚刺激は、音声による数字であり、図 3 に示すように、最初の 3 数 (A ~ C) は独立にランダムに選ばれた 1 桁の数、4 番目 (D) は 3 数の合計に  $\pm 1$  したものである。刺激音の聴取レベルは、ピーク値が 70dB になるように設定し、ヘッドホン (STAX-Pro) を通じて被験者に提示した。応答には、ハンドル型コントローラのパドルのみによる応答を要求した場合と、パドルでの応答に加え、「大きい」「小さい」という発話による応答を要求した場合の 2 種類がある。各数字の音声の提示時間には、無音区間を含め 1200ms 設けた。被験者には、できるだけ速い応答を要求し、応答時間については、制限時間を 4 番目の数字が提示されてから 1000ms とし、制限時間を越えたら、その問題は不正解と見なし、自動的に次の問題に移るように設定した。4 つの数字の提示から応答まで (Hearing 区間) を 1 問とし、被験者の応答を基準にその直後の 200ms の区間 (Response 区間) から、次の数字が提示されるまでに 1000ms の無音区間 (Silence 区間) を設けた。図 3 の聴覚刺激を合計 30 問を行い、正答率 [%] を算出した。

表 1 . Hearing 区間の視覚作業成績

	円 A の移動速度 [dot/s]		
	30	50	70
DT-M	99.7%	94.3%	82.0%
DT-MS	99.9%	94.9%	81.8%
差分	-0.2%	-0.6%	0.2%
F(1,18)	2.71	0.056	0.001

表 2 . Response 区間の視覚作業成績

	円 A の移動速度 [dot/s]		
	30	50	70
DT-M	99.3%	89.7%	74.9%
DT-MS	99.8%	91.3%	75.3%
差分	-0.5%	-1.6%	-0.4%
F(1,18)	2.43	0.13	0.003

表 3 . Silence 区間の視覚作業成績

	円 A の移動速度 [dot/s]		
	30	50	70
DT-M	99.3%	91.2%	79.1%
DT-MS	99.9%	93.3%	78.9%
差分	-0.6%	-2.1%	0.2%
F(1,18)	4.73	0.31	0.001
	p<0.05		

### 3. 実験結果及び検討

視覚作業及び聴覚作業に分けて実験結果についての比較検討を行い、最後に全体を通しての検討を行う。

#### 3.1 視覚作業

表 1～表 3 は、Hearing 区間、Response 区間、Silence 区間の 3 区間における、視覚作業のパフォーマンスを各難易度ごとに、DT-M 条件・DT-MS 条件での全被験者の作業成績の平均と、それらの差分とその差分についての分散分析の結果を示したものである。Hearing 区間においては、3 区間の中で最も DT-M 条件と DT-MS 条件との差が小さく、分散分析の結果においても有意性は確認できなかった。Response 区間の分散分析の結果においても有意性は確認できなかった。Silence 区間においては、円 A の移動速度が 30[dot/s] の場合のみ、有意水準 5% にお

表 4 . ST-V 条件での被験者のグループ分け

グループ	被験者	視覚作業成績 [%]		
		30[dot/s]	50[dot/s]	70[dot/s]
A	T	99.9	99.3	94.4
	N	100	99.9	97.4
	Y	100	99.8	94.3
B	E	100	94.6	91.3
	W	99.5	98.0	89.6
	U	100	95.3	86.5
	S	100	97.8	85.7
C	R	97.2	80.5	65.9
	C	100	88.3	67.6
	A	100	89.9	61.0

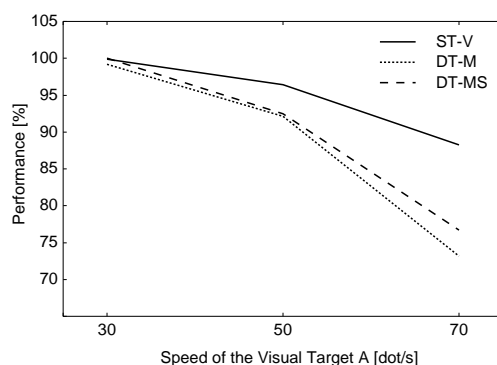


図 4 . グループ B の作業成績 - Response 区間において有意であるとされたが、他の区間においては、有意性は確認できなかった。全体的に、発話を加えた場合には作業成績に若干の上昇が見られた。しかし、すべての区間の難易度において、その差に有意性がほとんど確認できなかったことから、これは誤差の範囲内とみなせる。この結果より、被験者全体においては、視覚作業への発話による大きな影響はなかったと考えられる。

次に、さらに具体的に検討を行うために、被験者を ST-V 条件の難易度別の作業成績によって、A～C の 3 つのグループに分けた。ST-V 条件においての難易度別の作業成績が 94% 以上、80%以上 94%未満、80%未満と 3 つの基準を設けて、成績が良い順にグループ分けを行った。グループ A は 3 名、グループ B は 4 名、グループ C は 3 名であった。その結果を表 4 に示す。各グループごとに各条件間での比較検討を行った。その結果、グループ B は他のグループに比べ作業成績の変動が大きく、特に Response 区間においては、ST-V 条件に比べ、DT 両条件の作業成

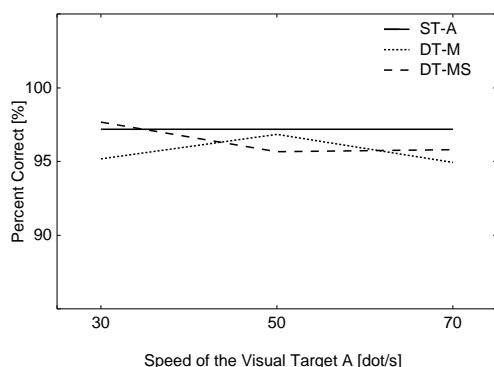


図 5. 聴覚作業の正答率

績のパフォーマンスが大きく低下していた。図 4 にその様子を示す。グループ B の結果に代表されるように、Response 区間や円 A の移動速度が 70[dot/s] の場合において、DT 両条件の作業成績のパフォーマンスが、ST-V 条件から大きく低下する傾向があることが、他のグループにおいても確認された。これらのことから、応答時や作業自体の難易度が高くなると、視覚作業は聴覚作業の影響を受け、パフォーマンスが低下することが考えられる。しかし、DT-M 条件と DT-MS 条件との作業成績のパフォーマンスには、大きな差は見受けられなかった。また図 4 にもあるように、DT-MS 条件の方が作業成績が若干、上昇する場合も確認された。以上のことから、視覚作業は聴覚作業からの影響は受けるものの、発話による大きな影響は受けなかったと考えられる。

### 3.2 聴覚作業

図 5 は、ST-A 条件、DT-M 条件、DT-MS 条件における全被験者の聴覚作業の正答率の平均を示したものである。まず、視覚作業が聴覚作業に及ぼす影響を検討するために、聴覚作業のみである ST-A 条件と、それに視覚作業を伴った DT-MS 条件とを比較検討する。図 5 に示すように、両条件間でパフォーマンスの大きな変化は見られず、視覚作業と同様に、各平均値の差分について分散分析を行ったが、有意性も確認できなかった。これより、聴覚作業は視覚作業の影響を受けていない可能性が考えられる。次に、発話の影響を検討するために、パドルのみで応答する DT-M 条件とパドル及び発

話で応答する DT-MS 条件で検討を行う。両条件間においても、同様に、パフォーマンスの大きな変化は見られず、分散分析により有意性も確認できなかった。これより、聴覚作業への発話の影響はほとんどなかったと考えられる。

個人別に見ても、被験者全体で見た場合とほぼ同じような結果であった。

### 3.3 全体を通しての検討

視覚作業、聴覚作業の比較検討を踏まえて、注意の分割という観点においては、視覚作業は、その難易度が高くなるにつれて聴覚作業から注意の分割の影響を受けやすくなり、その結果パフォーマンスも低下した。一方、聴覚作業においては、視覚作業からの注意の分割の影響を受けにくく、そのパフォーマンスの低下は小さいことが確認された。しかし、視覚・聴覚の両作業とも発話による大きな影響はなかったことから、発話による注意の分割の影響はほとんど受けていない可能性が考えられる。

## 4. まとめ

本研究では、車両運行中に携帯電話を使用した状況を模擬し、発話が視覚作業及び、聴覚作業に与える影響について、比較検討を行った。その結果、被験者全体あるいは個別に見た場合の両方において、視覚作業・聴覚作業ともに発話による大きな影響は確認できなかった。

また、2つの作業を同時に行った場合には、視覚作業のみが影響を受け、難易度があがるにつれてその影響も大きくなるということも確認された。

### 参考文献

- [1] 警察庁交通局, "改正道路交通法", 第 71 条 第 5 号の 5, 第 119 条第 1 項第 9 号の 3(1999)
- [2] 橋口 智典, "音声情報処理と模擬運転動作の相互作用に関する研究", 熊本大学 大学院修士論文 (2003)
- [3] 坂田 年男, 高田 佳和, 百武 弘登, "基礎統計学", 朝倉書店, 1999