

聴覚刺激の視覚・運動連携に対する 抑制効果に関する研究

◎橋口智典 永田雄一 熊丸康一 宮園博光† 宇佐川毅 江端 正直
(熊本大学 †熊本県立大学)

1. はじめに

最近、運転中の携帯電話使用による交通事故が多発し、法的規制が開始された。しかし、現実的には統計資料としてのみ事故が解析されており、音声会話などによる注意欠落の影響と、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。そこで、このような車両運航時に音声等の聴覚刺激と視覚刺激が同時に与えられた場合での注意の配分及び、両情報の受容力の低下について実験的に定量化することができれば、現在明確になっていない視聴覚刺激の車両運航への影響を検討するための基礎資料が提供できる。

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何らかの注意資源 (attentional resources) が必要であるとされ、その注意資源の容量 (capacity) には一定の限界が存在し、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。したがって、複数の作業が競合するような場合、これらの作業がどの程度注意資源を必要とするかによって、そのパフォーマンスは異なり、場合によっては複数の作業を同時に行うことは可能である (Kahneman, 1973)。このような観点から、被験者に2つの課題を同時に遂行させる二重課題 (Dual

task) の実験は注意の分割と密接な関連がある。

過去の聴覚実験で、共に比較的低次レベルの情報処理と考えられる検出作業と弁別作業を用いて複数作業の注意の配分を検討し、弁別作業が相対的に検出作業よりも困難であることが示唆された。そこで本研究では、聴覚刺激及び視覚刺激が同時に与えられ、さらに作業を要求される状況を想定し、このような状況での注意の分割と作業パフォーマンスの関係について検討する。

2. 実験方法

2.1 実験手法

本実験は視覚作業と聴覚作業の2種類からなり、各作業の一方を実行する場合 (Control 条件) と、視覚作業と聴覚作業を同時に実行する場合 (Dual Attention 条件) の三つの状況を各々の組合せで行い比較検討する。各状況において被験者の作業パフォーマンスを測定し検討を行う。

実験は各作業 (視覚, 聴覚) で練習セッションを数回行い、本測定は各作業に対して5セッションの測定を行った。実験は簡易無響室内で行い、刺激音はヘッドホン (STAR-Pro) を通じて被験者に提示した。

次に各作業の具体的な内容について示す。

2.2 視覚作業

視覚作業には Notebook PC (VAIO PCG-505) を用い、ランダムに動く円 A に対して

* The effect of repression which auditory stimulus exerts on the visual, motor system

By Tomonori HASHIGUCHI, Yuichi NAGATA, Kouichi KUMAMARU, Hiromitsu MIYAZONO†, Tsuyoshi USAGAWA and Masanao EBATA (Kumamoto University, †Prefectural University of Kumamoto)

もう一方の円 B を円 A の内側に常に表示させるようにマウスで操作する。またマウスの操作は右手で行う。200ms 毎に状態の判定を行い成功率 [%] を算出する。また円 A の動く速度を変化させ、作業の難易度を約 70, 120, 140 [dot/s] の 3 段階で設定した。

2.3 聴覚作業

聴覚作業には信号検出、レベル弁別の 2 種類を行った。信号検出作業における刺激のタイムパターンを Fig.1 に示す。信号は 1000Hz の純音であり継続時間は 140ms である。実験は二区間強制選択法により行い各 350ms の二つの観測区間を設定し、それぞれ妨害音によって区間同定を可能にした。妨害音は広帯域ノイズ (100Hz~5000Hz) で 60dB SPL で提示する。信号音は妨害音の中心に提示し、また二つの観測区間のどちらか一方にだけランダムに提示する。被験者はどちらの区間に信号音が聞こえたかを応答する。

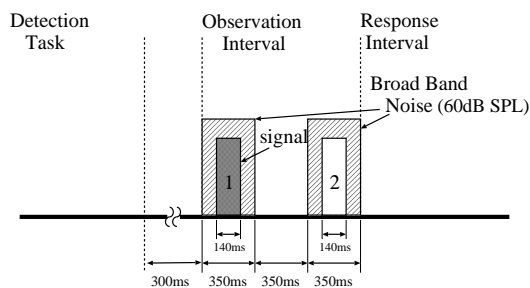


図 1. Time paradigm used in the detection task.

レベル弁別作業における刺激のタイムパターンを Fig.2 に示す。信号は 1000Hz 純音で 140ms で提示する。標準音は各試行常に 60dB 一定で提示され、比較音の音圧レベルを変化させる。二つの信号の提示順序は、試行ごとにランダムに変化させる。被験者はどちらがより強く聞こえたかを応答する。信号検出閾値とレベル弁別閾を適応法である 3-down 1-up 法で求める。

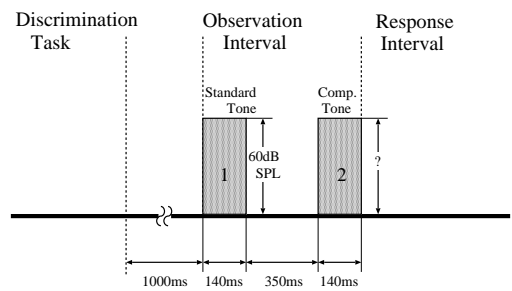


図 2. Time paradigm used in the discrimination.

3. 結果と検討

4 人の被験者において個人差は見られたものの、同様の傾向を示した。

はじめに信号検出作業との競合の全被験者の平均の視覚作業のパフォーマンスと検出閾値を Tab.1, 2 に示し、続いてレベル弁別作業との競合のある被験者の視覚作業のパフォーマンスと弁別閾値を Tab. 3, 4 に示す。

3.1 信号検出作業との競合

まず視覚作業における結果を各難易度ごとに Control 条件, D.A. 条件, その差分を順に示す。次に信号検出閾値を同様に示す。

Tab.1 に示されるように、全ての難易度において、視覚作業の 2 つの状況間での正答率の差に高度な有意差が認められた ($F(1,8)=7.5;p<.01$, $F(1,8)=9.1;p<.01$, $F(1,8)=16.9;p<.01$)。一方、Tab.2 の信号検出作業においては 2 つの状況間における検出閾値の差に有意差は認められなかった。今回の実験での信号検出作業と視覚作業において信号検出作業は視覚作業からの影響を受けることはなかったが、視覚作業は検出作業から干渉を受け、そのパフォーマンスを低下させるということが示唆された。

3.2 レベル弁別作業との競合

まず視覚作業における結果を各難易度ごとに Control 条件, D.A. 条件, その差分を順に示す。次にレベル弁別閾値を同様に示す。

Tab.3 に示されるように、最も低い難易度において、視覚作業の2つの状況間での正答率の差に有意差は認められなかったが、難易度が上がる程、高度に有意差が認められた ($F(1,8)=17.4:p<.01$, $F(1,8)=17.3:p<.01$). しかし、Tab.4 のレベル弁別作業においては、2つの状況間における弁別閾の差に有意差は認められなかった。つまり視覚作業は難易度が高い時にはレベル弁別作業を同時に実行することで影響を受けたが、弁別作業はほとんど影響を受けることなく実行することができた。これは信号検出作業と視覚作業が競合した場合と同様の傾向である。また、視覚作業の難易度が高いほどその能力の低下は大きくなる傾向を示した。この結果より、聴覚作業と視覚作業を同時に実行する場合、視覚作業は注意の分割の影響を受けることが示唆された。

表 1. The rate of correct response in the visual task.

	Difficulty of the visual task [dot/s]		
	70	120	140
Control	98.96 %	72.14 %	61.04 %
D.A.	98.23 %	69.30 %	55.88 %
Diff	-0.73 %	-2.84 %	-5.16 %
	**	**	**

** p<.01
Control: 視覚作業だけを実行
D.A. : 視覚と検出作業を同時に実行

表 2. The threshold in the detection task.

	Difficulty of the visual task [dot/s]		
	70	120	140
Control	45.4 dB	45.7 dB	45.4 dB
D.A.	45.6 dB	45.6 dB	45.1 dB
Diff	+0.2 dB	-0.1 dB	-0.3 dB

Control: 検出作業だけを実行
D.A. : 視覚と検出作業を同時に実行

表 3. The rate of response in the visual task.

	Difficulty of the visual task [dot/s]		
	70	120	140
Control	98.66 %	70.78 %	56.36 %
D.A.	98.26 %	64.25 %	49.65 %
diff	-0.40 %	-6.53 %	-6.71 %
		**	**

* p<.05 ** p<.01
Control: 視覚作業だけを実行
D.A. : 視覚と弁別作業を同時に実行

表 4. The threshold in the discrimination task.

	Difficulty of the visual task [dot/s]		
	70	120	140
Control	2.0 dB	2.3 dB	1.8 dB
D.A.	2.5 dB	2.7 dB	2.0 dB
diff	+0.5 dB	+0.4 dB	+0.2 dB

Control: 弁別作業だけを実行
D.A. : 視覚と弁別作業を同時に実行

3.3 検討

次に全被験者の Control 条件から競合した場合との差を平均したデータを Fig.3, 4, 5 に示す。Fig.3, Fig.4 には聴覚作業の信号検出作業とレベル弁別作業の結果を示す。横軸は視覚作業の難易度、縦軸は各閾値の差を示している。検出実験では視覚作業の各難易度においてほとんど差は認められず、レベル弁別においてもその差について有意差は認められなかった。今回の実験では検出作業と弁別作業とで競合の影響の違いは見られず、これらの聴覚作業は視覚作業との注意分割の影響は見られなかった。この理由としては、これらの2つの聴覚作業が比較的低位レベルの処理だったために作業の負荷が軽く視覚作業との競合でほとんど干渉を受けなかったのではないかとということが考えられる。

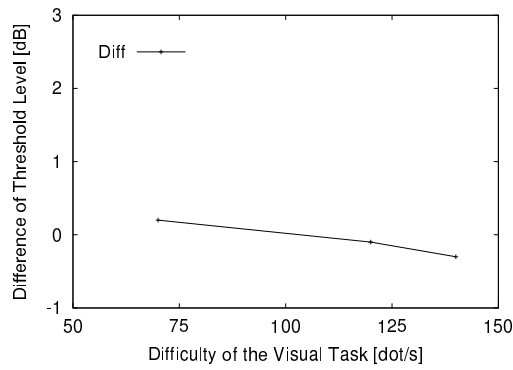


図 3. Difference of threshold level in the detection task.

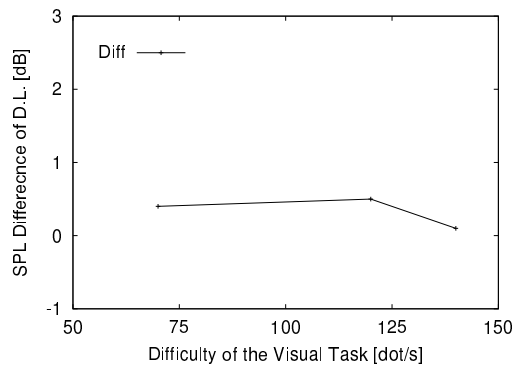


図 4. Difference of threshold level in the discrimination task.

Fig.5 に視覚作業の検出, 弁別とそれぞれ競合した場合の Control 条件からの差の結果を示す. 横軸は視覚作業の難易度, 縦軸はそのパフォーマンスの差を示している. また, 実線は検出との競合, 破線を弁別との競合の結果を示す.

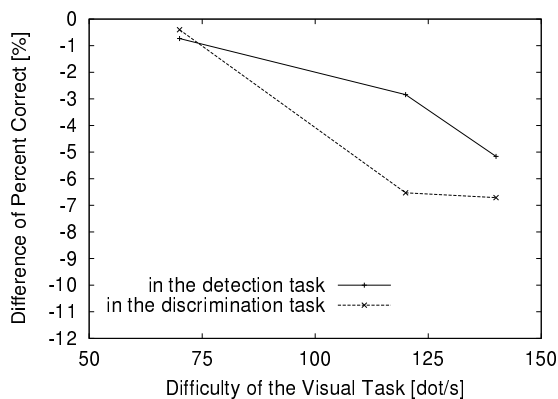


図 5. Difference of percent correct in the visual task.

互いに作業の難易度が高くなるにつれて差が大きくなっており, また高度な有意差も認められた. 信号検出作業とレベル弁別作業

の視覚作業に与える影響を比較すると, レベル弁別作業と競合した時のほうがより強い影響を与えていることが確認できる. 聴覚作業は視覚作業に注意分割の影響を与えることが示唆された.

4. まとめ

本研究では視覚刺激と聴覚刺激が同時に与えられ, さらに作業を要求される状況を想定し, 注意の分割と作業パフォーマンスの関係について検討した. 結論として得られた結果を3つにまとめる.

- 視覚作業は難易度が高くなるにつれて同時に実行する聴覚作業の影響を受け, そのパフォーマンスが低下する.
- 聴覚刺激の弁別作業の方が視覚作業により強い影響を与える.
- 聴覚作業 (検出・レベル弁別) には視覚作業の影響が確認されなかった.

そこで今後は, 聴覚作業にも難易度を設定することで, より注意が必要な場合も想定し実験を行う必要があると考えられる.

参考文献

- [1] M.Ebata, T.Sone and T.Nimura, "Improvement of Hearing Ability by Directional Information", J. Acoust. Soc. Am. 43, 289-297, 1968
- [2] B.Scharf, S.Quigley, C.Aoki, N.Peachey and A.Reeves, "Focused auditory attention and frequency selectivity.", Percept. Psychophys. 42, 215-223, 1987
- [3] B.Scharf, "Spectral specificity in auditory detection: The effect of listening on hearing.", J. Acoust. Soc.Jpn. (E)10, 309-319, 1989
- [4] 江端正直, 鈴木真一, 園田公一, 田尻浩章, 宇佐川毅, "信号検出における選択聴取の効果", 日本音響学会 48, 4 224-228, 1992
- [5] 上野頼信, "信号検出に及ぼす周波数変化 Cue 音の効果", 平成 11 年度熊本大学修士論文