Japanese Journal of Applied Psychology
2008, Vol. 33, No. 2, 73-83

原　著

# 視覚・聴覚の二重課題における注意の偏りについての研究

櫻井美由紀*・岩 崎 祥 一*

# Attentional Bias during Auditory-Visual Dual Task

Miyuki SAKURAI* and Syoichi IWASAKI*

The present study explored the effect of dual-task on the top-down control of visual attention in the use of cellular phone during driving. When drivers use cellular-phone behind the wheels, it has been shown that conversation in addition to the manipulation of the phone interferes with the control of visual attention. In this study, a dual-task was used to explore the distribution of visual attention when combined with an auditory question-and-answer task that emulated cellular phone use. In the dual task, a special probe task, which was designed to minimize the effect of attentional capture, was combined with the question-and-answer task. The results showed that 1) there was greater dual-task interference when participants had to answer questions than when they could ignore them. 2) Although there was no lateralized shift of visual attention caused by the lateralized auditory input, left-ear input had a larger dual-task detrimental effect on the visual probe detection, especially when the effect of bottom-up attentional capture was made minimal by attenuating attention-capture effect of the probe.

**key words:** dual task, distribution of visual attention, laterality

自動車運転中の携帯電話の使用に関するこれまでの議論は，自動車運転中の携帯電話の使用が事故の危険性を増加させることの立証を目指した研究が中心であった (Redelmeier & Tibshirani, 1997)。航空機のパイロットと管制官の会話のように，会話内容と外部の視覚情報とに対応関係がある場合は別として，会話の生起タイミングや会話内容が運転行動と関連しない自動車運転中の携帯電話の使用は，二つの課題を同時に遂行する事態と見なせ，これは注意が運転と会話にどのように配分されるかという二重課題の問題として捉えることができる。このような二重課題の干渉についての研究は，以前より自動車運転中の携帯電話使用と結び付けられてきた (e.g., Brown, Tickner, & Simmonds, 1969; 川野・西田・橋本・森脇，1998; Spence & Read, 2003)。携帯電話を使用しながら運転をする場合に事故が起こる前提条件として，注意容量の不足があり，これはそれぞれの課題の注意容量の要求の程度とそれらに注意を分配する優先権に依存して決まってくる。

これまでの先行研究では，自動車運転中の携帯電話の使用が，運転行動にマイナスの影響を与える原因を検討しているものが多い。例えば driving simulators を用いた car-following situation（前の車の後に続いて運転する状況）での携帯電話使用の実験において，運転中の非常に高い認知的負荷が，交通場面において事故の危険性を増加させたとする研究 (Alm & Nilsson, 1995) やチェンジブラインドネス (change blindness) での，flicker パラダイムを用いた変化の検出課題において，hands-free の携帯電話での会話が，変化の検出の妨げになると

* 東北大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

したもの (McCarley, Vais, Pringle, Kramer, Irwin, & Strayer, 2004)，あるいは，会話を行うことで視覚の注意の範囲または機能的な視野を制限することを示したもの (Atchley & Dressel, 2004)，もしくは携帯電話での会話そのものが運転に必要な情報に向けられるべき視覚的注意を減らし，中心視の視覚情報による運転の能力を制限するため，結果として動作制御にとって重要な情報の欠落をもたらすといったように (Strayer & Johnston, 2001; Strayer, Drews, & Johnston, 2003)，発話の課題を同時に行ったときの，運転に付するマイナスの影響に関してさまざまな知見が得られている。

以上のように，運転場面での会話のもたらす認知的な干渉について検討が行われてきているものの，これまでの自動車運転中の携帯電話の使用による運転行動への影響に関する先行研究からは，会話することそれ自身に要求される高次の認知処理について吟味した研究はまだ数が少ない。本研究の結果は，直接この証拠を提供するものではないが，会話と平行して発生する運転操作に必要な視覚情報処理へ向けられた注意の減少について，その仕組みの一端を明らかにすることを目的としている。

会話をすることによる高次の処理で従来，全く考慮されてこなかった点は，大脳半球の側性化である。脳には2つの大脳半球がありその心理学的な機能が異なっているという説は，大脳半球の側性化，もしくはラテラリティと呼ばれており，一般に右利きの人では言語に関しては左半球優位とされている。この左右の非対称性について Kinsbourne (1970) は，損傷を受けていない脳では，注意の定位は半球活性化に付随して非対称に偏り，一つの半球が活性化されると，注意がその半球の反対側の視野に向けられるという半球活性化によるバイアスモデルを提案している (Kinsbourne, 1974)。

そこで本研究では，会話という聴覚情報の言語的な処理に伴って，視覚の注意に偏りが生じるのではないかと考えた。以下に詳述するように，先の Kinsbourne の注意のモデルから予測されることは，言語に対する左半球の機能特化に伴い言語情報を処理する際には左半球が活性化され，注意が左半球とは反対の視野に向けられること，あるいは，言語的な聴覚情報を右耳もしくは左耳の一方の方向から聞かせることによって一方の半球が活性化されると処理される材料によらず，注意がその半球の反対側に向けられることの二つの可能性が考えられる。これらを考慮し，本研究では以下の二つを目的とした。

目的の一つ目は，会話をすることそのものが，運転中の視覚の注意に影響を及ぼすのかどうかを検証することにある。会話をすることは，「聞く」という情報の入力だけでなく，情報を処理し（考える），適切に返答する（言葉を産出する，話す）という高次の処理が必要とされることから，言語課題が単に聞こえてくるだけよりも，聴覚課題に対して答えさせたときの方が視覚課題のパフォーマンスをより低下させると予測できる。二重課題を行う場合，一方の課題で必要とされる注意資源が容量の限界に近づくと，同じ資源をめぐって他の課題との間で相互に競合が生じ，その課題自体の遂行に，例えば反応時間が遅くなったりエラーが多くなるといった支障が生じてくることが知られている。ここでは，主となる課題（主課題）とそれとは独立した別の課題（副次課題）とを同時に行った場合 (dual task) の副課題の成績と，副課題を単独で行った場合 (single task) の成績との差分を，主課題の注意容量への要求度とする。

目的の二つ目は，会話をすることに伴う半球活性による注意の偏りの有無を検討することにある。具体的には，自動車運転中の携帯電話での会話において，携帯電話を右耳にあてた場合と左耳にあてた場合で視覚的注意配分に影響が見られるか，また影響があるとしたら，そのあり方はどのようであるかを検証することであった。

本実験の主課題は，運転中の携帯電話使用を模して，ヘッドフォンの片側からのみ聞こえてくる問題に口頭で答えてもらう聴覚による言語課題とした。刺激は一方の耳のみに単独に与え，もう片方の耳は外部からの音をなるべく遮断するようにした。

実験の副次課題は視覚探索課題とした。視覚探索課題は選択的注意課題として，運転場面の実験でしばしば用いられている (e.g., Atchley & Dressel, 2004)。本実験では，ディスプレイ画面に配置されたいくつかの刺激の中からあらかじめ教示された，他と異なる属性を持つ対象（probe 刺激）を見つけだし，素早く反応するもので，その探索時間から probe 刺激検出に伴う視覚的注意のあり方（空間的

注意配分）を推測した。

本研究で留意した点は，突然現れた視覚刺激が自動的に注意を奪う，注意の自動的捕捉の要因である。従来，注意容量の指標として用いられたprobe刺激に対する反応時間測定法では，probe刺激そのものが刺激駆動的に注意を捕捉する可能性が考慮されてこなかった。注意を捕捉する要因としては二つあり，一つは突然の刺激の出現(abrupt onset)による注意の捕捉であり，もう一方は一つだけ特徴の違うもの(singleton)が現れることによる注意の捕捉である(Yantis, 1996)。これまでのこの分野の研究では，実験において用いられたprobe刺激そのものが注意をどの程度奪うかが検討されておらず，注意配分での能動的(top-down)の要因と自動的(bottom-up)の要因に関して厳密な統制がなされていなかった。そこで本研究では，実験で用いたprobe刺激そのものの出現が，自動的注意の捕捉を起こしにくくする工夫をした上で会話が能動的注意配分に及ぼす影響を検証することにした。実験では，あらかじめ実験参加者が，視覚的注意を向ける位置を，画面中の6カ所（実験2では3カ所）に配置したリング(○)により指定した。注意の捕捉を抑制したことで，実験参加者は意図的に注意をしかるべき位置に移動する必要性が高くなり，能動的な注意制御に頼ってprobe検出を行うと考えられる。実験では，probe刺激の出現そのものが注意を自動的に捕捉しにくくするように，実験に用いた視覚課題の全試行でチェンジブラインドネス現象を利用し，突然の刺激の出現による注意の捕捉を抑えた。チェンジブラインドネスとは局所的な注意捕捉を抑制すると人々はしばしば視覚場面での顕著な変化にさえ気がつかないという現象を言う(Simons & Ambinder, 2005)。

一方singletonによる注意の捕捉を抑えるために，画面の6カ所に配置したリングの周辺に，probe刺激（本実験では星型‘☆’）と同形の星型の刺激を視覚ノイズとして定常的に配置した画面を作成した。同形の背景ノイズ刺激がある中でprobeを検出するには焦点化された注意がprobeの位置に向けられる必要がある。ただし，このノイズについては，probe刺激そのものの知覚を妨害するものではなく，注意がprobe位置に向いていれば明瞭にそれを検出できるようにターゲット位置とのスペース等を設定した。

本研究で検討される仮説としては，

1，二重課題において，聴覚による言語課題がただ聞こえてくるだけ(single task)よりも，聴覚課題に答えさせたとき(dual task)のほうが注意の容量をより多く要求するのであれば，single taskよりも，dual taskのほうが視覚探索課題における反応時間は遅くなるであろう。

2a，今，聴覚情報の入力方向によって，視覚の注意に偏りが生ずると仮定すると，Kinsbourne (1970)の注意のモデルにより，二つの予測が立つ。一つ目は半球間に存在していると考えられる能力の差異に関係なく，情報を最初に受け取った半球によってまず処理されると仮定し，例えば右耳から情報を入力した場合には左半球が活性化することで右視野の反応がよくなることが予測される。また，左耳から情報を入力した場合はその反対になり，右視野に比べて左視野の反応がよくなることが予測される。この仮説では，入力耳と同側のprobe検出反応時間が反対側よりも速くなると予想する。

2b，一方，言語情報のやり取りを行うことによって左半球が活性化し注意が偏るとすると，言語処理を行っている脳の左半球の反対側である右視野の反応がよくなることが予測される。したがって左視野に比べて注意の向いている右視野の変化には気づきやすくなり，右視野の反応検出時間は早くなるであろう。この場合，聴覚情報の入力が左右のどちら側かいうこととは関係なしに，注意は言語情報の処理に伴って，右視野に偏ることが予測される。

3，最後に，注意の捕捉を抑えるために視覚課題のターゲットの周りにノイズを配置した条件（視覚ノイズあり）と，ノイズを配置しない条件（視覚ノイズなし）では，probe刺激の検出時間に差が出てくることが予測される。singletonによる注意の捕捉を抑えることで注意の受動的な制御が抑えられたとすると，それが抑えられていないときに比べて，視覚ターゲットの検出時間は遅れるであろうと予測される。

## 実　験　1

### 方　法

**実験参加者**　18歳から40歳の大学生，大学院生（平均年齢21.9歳）計30名（男性26名，女性4

名）が実験に参加した。実験参加者は全員右利きであり，各実験参加者に対して実験の趣旨を事前に説明し，インフォームドコンセントを得た。

**刺　激**

**(a) 視覚課題**　試行の開始とともに画面の中心に十字形(+)が注視点として表示された。音声は，注視点の提示後500 msからスタートした。注視点の表示から，1,500 ms後に注視点を挟んだ6カ所にリング(○)が提示された。リングの位置は注視点を中心として，その左右に三つずつ表示された。リングの大きさは直径が1 cm (0.64°)，手がかり刺激間の距離はリングの中央から隣のリングの中央まですべて9 cm (5.7°)の等間隔だった。ここでは便宜上，画面の左端のリングからそれぞれ1〜6の番号で呼ぶことにした。画面までの距離は90 cm，注視点から隣に表示されたリングまでの視角は2.85°であり，注視点から画面の端までの視角は14.3°，画面の左端から右端までは28.6°であった。刺激布置の表示時間は1サイクル当たり500 ms (300 ms on, 200 ms off)とした。1サイクルごとに200 msのブランク画面が挿入されているため，画面は明滅して見えた。刺激提示開始から3〜7サイクルで星形(★)のprobe刺激が6カ所の位置のいずれかに表示された。probe刺激が表示されるタイミングと位置については，試行ごとにランダムに設定した。probe刺激が表示されてから4,000 ms過ぎると反応がなくても画面からすべての表示が消え，1試行終了とした。また，音声提示開始から10.5秒後に次の試行が自動的に開始されるようにプログラムを作成した。

画面には二つのパターンがあり，一つはsingletonの注意の捕捉を抑える目的で，6カ所の位置に表示されているリングの周りにprobe刺激と同形の‘★’を視覚ノイズとして‘●’に加えて提示したものであった。この画面のことをここでは「視覚ノイズあり」と呼ぶことにした。もう一方は，リングの周りに‘●’のみを提示した。この画面はsingletonによる注意の捕捉の影響を測定するための統制条件として利用し，「視覚ノイズなし」と呼ぶことにした。実験画面の模式図を図1(a), (b)に示す。

さらに，先に述べたように，change blindness現象を利用しabrupt onsetによる注意の捕捉を抑えた上で，視覚ノイズあり条件と，視覚ノイズなし条件に分けてsingletonによる注意捕捉の影響を検証

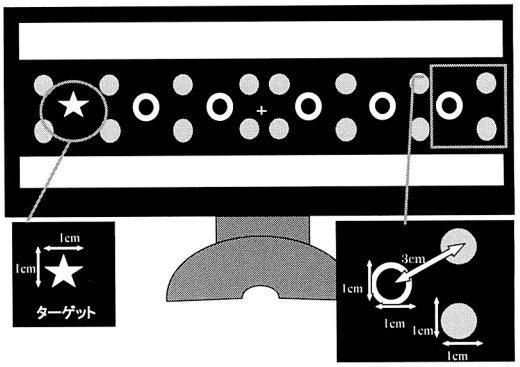


**図1(a)**　実験画面　視覚ノイズなし（円で囲まれた星印はターゲット）

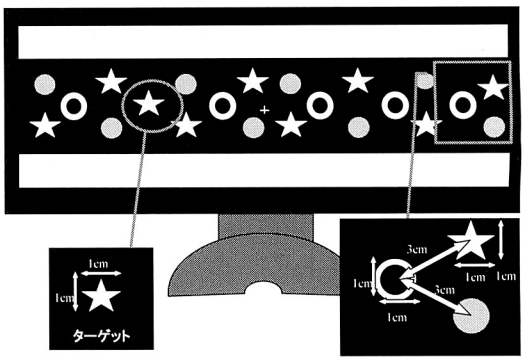


**図1(b)**　実験画面　視覚ノイズあり（円で囲まれた星印はターゲット）

ができるようにした。なお，「視覚ノイズあり」画面と「視覚ノイズなし」画面の提示確率は50%であった。

**(b) 聴覚課題**　言語課題の作成　実験に用いた聴覚用言語課題は，独自に作成したクイズ問題であった。クイズ問題は感情喚起を伴わない一般常識問題とし，解答は選択肢が「正解」か「不正解」かを判断し「マル」か「バツ」か口頭で答えるものとした。1問の長さは，視覚課題の時間と同期をさせるため最短で3秒，最長でも6秒となるように設定した。問題の作成に当たって最も留意した点は，実験参加者の問題に対する興味・関心の度合いと難易度である。実験参加者に幅広く対応するために，難易度を小学校卒業程度，高校卒業程度，大学卒業程度，一般常識問題の4段階に設定し，内容もさまざまなジャンルのもの（例えば，ことわざ，生物，地理，歴史，時事問題，通信，スポーツなど）を含むよう

にし，実験に必要な576問のすべてを作成した後に全体を均等に四つに分けた（問題例：「オーロラは通常，南極や北極のような「極」の近くの空に現れる」）。それらをすべて実験者がICレコーダに録音した後，パーソナルコンピューターに音声データ（WAVファイル）として転送・保存した。

**質問紙**　本研究では実験によって得られた結果と，鈴木(2002)；鈴木・和田・岩崎(2005)によって開発された注意機能尺度およびBroadbent, Cooper, Fitzgerald, & Parkers (1982)によって開発された，個人の失敗行動傾向を測定するCognitive Failure Questionnaires（以下CFQと略す）の2種類の質問紙との関連を分析することで，注意の個人差や失敗行動傾向との関わりを検証した。注意機能尺度は「分割因子」，「多動性因子」と「切り替え不全因子」と命名された三つの下位尺度を含む計21項目からなる質問紙である。

**装置**　実験では，視覚課題提示および実験全体を制御するためにパーソナルコンピューター1台が用いられた。また，視覚課題の提示には画面の大きさが縦320 mm，横565 mmの26型液晶マルチメディアモニター(SHARP: IT-26M1)が用いられた。聴覚課題の提示は，上記パソコンからの信号で制御されたノート型パソコン(SAMSUNG: P10)により，密閉型ヘッドフォン(audio-technica: ATH-AD 700)を使用して行った。

ディスプレイまでの距離を一定に保つためにあご台を用いた。また，実験参加者の注視点が始めから右，もしくは左に偏っていないことを確認するために，液晶モニターの中央下部にビデオカメラを設置し，実験参加者の許可を得て目の動きを撮影した。

**手続き**

実験は実験参加者ごとに個別に行った。各試行の開始とともに，まず画面中央に注視点が現れた。実験参加者には注視点を見ながら，左右両側に3カ所ずつ表示されているリング(◯)のうちのどれか一つが星印(★)に変わるので，これを確認したら素早くキーボードのスペースキーを右手で押すように教示した。

実験中は実験参加者にはヘッドフォンをつけてもらい，片方の耳からクイズ問題を聞かせた。その際，single task条件では，ヘッドフォンを通じて流れるクイズ問題を無視するように教示し，dual task条件ではクイズ問題に対して口頭で回答させた。クイズ問題の内容が正しければ「まる」，間違いだと思ったら「ばつ」と，はっきり答えるように教示した。報告された回答は実験者がその場で聞き取り，後で採点をした。

視覚課題の提示開始後500 msで聴覚刺激が始まるよう実験制御に用いられたコンピュータによりタイミングを調節し，聴覚刺激の提示と回答に要する時間はprobe刺激が出現し検出反応が生ずるのに十分と思われる時間となるよう，3秒から6秒とした。実験参加者は画面のprobe刺激に反応してから聴覚課題に答えた。聴覚課題の入力方向およびクイズ問題，dual-singleの課題の順番は実験参加者によってカウンターバランスした。また，クイズ問題に答えさせたとき(dual task)の，実験参加者全員のクイズの平均得点を算出し，平均から大幅に逸脱した実験参加者は課題の負荷が適切ではなかったと判断して，結果から除くことにした。

全体的な実験デザインは，実験の説明と教示の後，実験に用いた視覚課題と練習用に用意した聴覚課題を使用して練習試行を十分に行った。その後，single taskかdual taskのどちらかを行い，1ブロックが終わると休憩を挟んで2ブロック目（single taskかdual taskのまだ行われていない方）の課題を行った。この休憩時に注意機能尺度とCFQの質問紙に記入してもらい，その場で回収した。

実験参加者が1回のブロックで行う試行数は144試行で，これをdual taskのブロックとsingle taskのブロックとで2ブロックの合計288試行行った。1ブロック内の試行の内訳は，「視覚ノイズあり条件と視覚ノイズなし条件」の2条件×「ターゲットの出る位置」の6条件の計12試行からなり，これを12セット繰り返し，全部で144試行とした。

実験の所要時間は質問紙の記入時間を含めて約80分程度であった。

**要因計画**　2（聴覚情報の入力方向：右，左）×2（課題：dual, single）×2（視覚ノイズの有無）×6（probeの提示位置）の4要因計画。聴覚情報の入力方向（右耳，左耳）は，被験者間要因であり，その他は被験者内要因であった。

**表 1**　聴覚 (verbal) 課題の得点の平均点と標準偏差（144 問の全問正解を 100 として算出）

| 聴覚 (verbal) 課題 | 平均値 (range) | 標準偏差 |
|---|---|---|
| 右耳入力群 | 75.2 (80–64) | 4.78 |
| 左耳入力群 | 75.6 (84–69) | 4.17 |

## 結　　果

今回の課題では，200 ms 以下を除外した上で，probe の検出反応時間のばらつきを考慮して，代表値として中央値を採用した。さらに全体の度数分布に基づき反応時間が 2,000 ms 以上の試行は事故が起こる危険性の高い「見逃し」と見なしてその頻度を数え，別途分析を行った。

なお，聴覚 (verbal) 課題（クイズ問題）の得点の平均値を表 1 に示す。今回の実験では聴覚課題の得点によりデータから除外された実験参加者はいなかった。

### 反応時間

尚早反応として 200 ms 以下を除外し，2,000 ms 以上反応に時間がかかった「見逃し」の試行も含めて中央値を求め，分析を行った結果，課題 (dual/single) ($F(1, 28)=31.329, p<.001$)，ノイズ（有/無）($F(1, 28)=57.211, p<.001$)，probe の出た位置 (1〜6) ($F(5, 140)=42.619, p<.001$) の主効果が有意であり，課題×probe の出た位置 ($F(5, 140)=2.817, p<.05$)，ならびに視覚ノイズ×probe の出た位置 ($F(5, 140)=15.362, p<.001$) の交互作用が有意であった。課題×probe の出た位置の交互作用が有意となったことから，probe の出た位置ごとの課題の単純効果の検定の結果，probe の出た 1〜6 のすべての位置において有意な効果が得られた（位置の 1 と 6 は $p<.001$，その他の位置は $p<.05$）。このことから probe がどの位置に出現しても single task よりも，dual task のほうが視覚探索課題における反応時間が遅くなることが示され，聴覚による言語課題が聞こえてくるだけのとき (single task) よりも，聴覚課題に答えさせたとき (dual task) のほうが注意の容量をより大きく要求し，単純効果の検定を考慮すると画面の両端の位置でその差が顕著なことが明らかとなった。

またノイズの主効果が有意であったことから，singleton による注意の捕捉の影響が周辺に配したノイズにより抑制されることが示され，本実験の刺激布置が従来のものと比べて，能動的な注意配分により依存していたことが確認された。視覚ノイズ×probe の出た位置の単純効果の検定の結果，画面の中央付近の 3 と 4 の位置では有意ではなく，その他の画面の周辺の 1, 6 の位置 ($p<.001$)，5 の位置 ($p<.01$)，2 の位置 ($p<.05$) でのみノイズの有無の効果が見られた。つまり，視覚ノイズの効果は画面の周辺部において顕著に現れたことになり，注意が主に向けられていたと思われる中央部では視覚ノイズは probe 検出に影響を及ぼさないことが確認された。

聴覚情報の入力方向（右耳/左耳）の有意な主効果は得られなかったが ($F(1, 28)=.313, p=.580$)，これと関連する交互作用は，聴覚の入力方向×画面の位置 ($F(5, 140)=2.020, p=.079$) が有意傾向であり，また，聴覚の入力方向×課題×視覚ノイズ×probe の提示位置の 4 要因の交互作用が有意傾向となった ($F(5, 140)=2.275, p=.0503$)。

視覚ノイズの主効果が有意で，かつ probe 位置との交互作用も見られたので視覚ノイズあり条件単独で，聴覚の入力方向，課題，probe の出た位置の 3 要因の分析を行ったところ，課題 ($F(1, 28)=12.088, p<.005$) および probe の出た位置 ($F(5, 140)=33.066, p<.001$) の主効果が見られた。しかし，聴覚入力方向×課題×probe の出た位置の交互作用は見られなかった ($F(5, 140)=1.884, p=.1009$)。probe の出た位置間の多重比較では，1 の位置（一番左側）は 6 の位置（一番右側）を除くすべての位

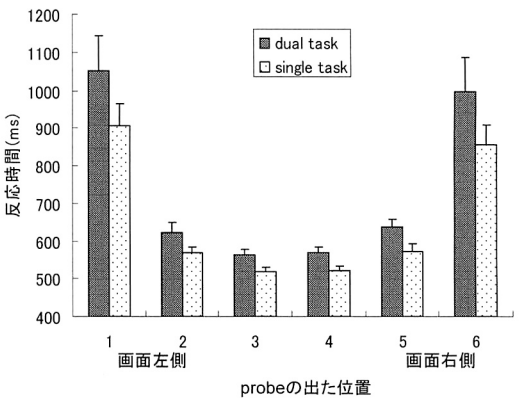


**図 2**　実験 1 視覚ノイズあり条件での反応時間（エラーバーは標準誤差を示す）

置との間で有意であり ($p<.001$)，また 6 の位置は 1 の位置を除くすべての位置と有意差 ($p<.001$) が得られたが，そのほかの位置では有意な効果が得られなかったことから，画面の両端（1 と 6）でのみ反応時間が遅くなり，その両端同士（1 と 6）で比較すると，画面の左右では反応時間に差がなかったことがわかる。さらに視覚ノイズあり条件単独で左右両端（1 と 6）のみを取り出して分析した結果，課題の主効果が見られ ($F(1, 28)=5.057, p<.05$)，視覚ノイズあり条件下において dual task のときのほうが，single task のときよりも，probe の検出に時間がかかることが示された。

**見逃し**

反応時間が 2,000 ms 以上の見逃しの個数をアークサイン変換後に反応時間と同様の 4 要因の分散分析を行った結果，視覚ノイズの有無 ($F(1, 28)=15.356$, $p<.001$)，probe の出た位置 ($F(5, 140)=6.505, p<.001$) の主効果が見られた。probe の出た位置の主効果における多重比較の結果，画面の一番左側が，画面の一番右側を除くすべての位置との間で有意差が見られたのに対し，画面の一番右側（6 の位置）では，その他のどの probe の出た位置とも，有意差は見られず，このことから画面の左側のみがその他の位置に比べて，遅延反応が多くなっていることが判明した。また，視覚ノイズの有無×probe の出た位置 ($F(5, 140)=6.808$, $p<.001$)，聴覚入力の方向×課題×probe の出た位置 ($F(5, 140)=3.234, p<.01$)，聴覚入力の方向×課題×視覚ノイズの有無 ($F(1, 28)=7.037, p<.05$)，聴覚入力の方向×課題×視覚ノイズの有無×probe の出た位置 ($F(5, 140)=2.415$, $p<.05$) の 4 交互作用において有意差が得られた。

視覚ノイズの有無×probe の出た位置の交互作用を分析するために視覚ノイズのある条件とない条件を個別に分析したところ，視覚ノイズがある場合にのみ probe 位置の効果が有意であり ($F(5, 140)=7.488, p<.001$)，個別に比較を行ったところ，probe の出た位置は，画面の 1 の位置（一番左側）と 2, 3, 4, 5 の位置，もしくは画面の 6 の位置（一番右側）と 2, 3, 4, 5 の位置でのみ有意であった ($p<.001$)。このことから，視覚ノイズがない場合と比較して視覚ノイズがある場合に，画面の周辺において見逃しが多くなるが，画面の左右で見逃しの割合に有意な差は見られないことがわかる。

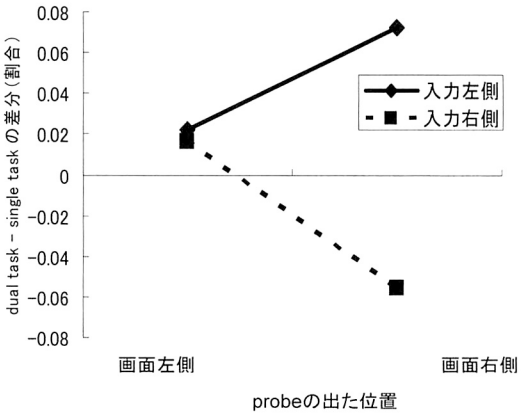


**図 3**　実験 1 視覚ノイズあり条件での見逃し（2,000 ms 以上の遅延反応）の割合

さらに詳しく検討するため，視覚ノイズあり条件下での 1 と 6 の位置のみを取り出して分析した結果，聴覚入力の方向×課題×probe の出た位置の交互作用が見られたので ($F(1, 28)=4.505, p<.05$)，この視覚ノイズありの条件下において 1 と 6 の位置での dual task から single task の値を引いた差分を計算し，その結果について分析した結果，聴覚入力の方向の主効果が得られ ($F(1, 28)=5.326$, $p<.05$)，聴覚情報を右側から入力したときよりも左側から入力したときのほうが，probe の出た位置の左右に関係なく全体的に見逃しが多くなることが示された。一方視覚ノイズなしの条件下では，すべての要因において有意な効果は見られなかった。

なお，注意機能尺度の質問紙および，CFQ の結果については，別途詳細を述べることとし，ここでは省略する。

## 考　　察

実験では課題 (dual/single) の効果が見られたことから，話を聞くのみよりも，話に返答したときの方が，probe 検出の成績を悪くすることが確認された。しかし聴覚情報入力の方向と probe の出た位置の交互作用が見られなかったため，反応時間については，聴覚情報の入力方向による視覚の左右での注意の偏りは確認できなかった。

視覚ノイズの効果が有意であり，視覚ノイズあり条件の場合に，ノイズなし条件に比べ，特に周辺部において probe の検出が遅延することが示された。

この結果から，singleton による注意の捕捉の影響を極力抑えることで，能動的な注意配分により依存した実験状況が作られたと言える。

また，聴覚情報の入力方向の違いによる影響は，反応時間が 2,000 ms 以上の遅延反応でも見られなかった。ただし，聴覚情報が左耳から入力された場合に，右耳から入力した場合と比較して全体として見逃しが多くなった。このことは，左耳から入力があると probe に気づきにくくなることを示唆しており，左半球での言語処理と関係していることも考えられる。

## 実　験　2

### 目　的

実験 1 では実際に会話を行うことが運転に必要な注意を減らし，認知的な干渉が生じるという結果が導き出されたが，聴覚情報の入力方向が視覚の左右への注意配分に影響を及ぼすか否かは確認できなかった。しかしビデオカメラで撮影した実験参加者の目の動きをチェックしたところ，実験参加者の注視点は始めから右，もしくは左に偏ってはいなかったものの，モニターの中心からほとんど動いていないことがわかった。このため，注視点を与えたことで注意が左右いずれの側にも十分移動しなかった可能性も考えられる。さらに，実験 1 の結果より，視覚ノイズの有無の効果が画面の中央付近でみられなかったことから，実験参加者がモニターの中央により注意を向けていたことが考えられる。また，聴覚入力の方向については，被験者間要因となっていたため，個人差が影響した可能性がある。これらのことを考慮し，実験 2 では注視点の表示をなくし，視覚課題の probe 刺激の出る位置数を 6 カ所から 3 カ所に減らすことによって，実験参加者一人当たりの所要時間，要因数と probe の提示位置当たりの試行数を変えずに，聴覚情報入力の方向を被験者内要因として，再び probe 検出と聴覚の言語課題との二重課題実験を行った。

### 方　法

**実験参加者**　実験 1 とは別の 18 歳から 22 歳（平均年齢 19.4 歳）の大学生 15 名（男性 6 名，女性 9 名）が実験に参加した。また実験の参加者は全員右利きだった。実験 1 と同様に，各実験参加者に対して実験の趣旨を事前に説明し，インフォームドコンセントを得た。

**刺激および手続き**　刺激布置等は実験 1 とほぼ同様であったが，視覚課題の probe の出る位置を，画面左，中央，右の 3 カ所にした。ここでは便宜上，画面の左端のリングから 1〜3 の番号をつけて呼ぶことにした。また聴覚課題は実験 1 と同様の言語課題を使用したが，1 題当たりの出題時間の長さを全て 6 秒程度に揃えた。

装置と手続きは実験 1 と同様であった。実験参加者が 1 回のブロックで行う試行数（出題数）は 72 試行，これを dual task のブロックと single task のブロックとで 2 ブロック，聴覚の入力方向が右耳から聞かせるブロックと左耳から聞かせるブロックとで 2 ブロックの合計 4 ブロック行った。1 ブロック内の試行の内訳は，「視覚ノイズの有無」の 2 条件×「ターゲットの出る位置」の 3 条件，これを 12 セット繰り返し，全部で 72 試行とした。72 試行を 4 ブロック行ったため，合計で 288 試行となり，実験の所要時間は，質問紙の記入時間を含めて約 90 分程度であった。

聴覚情報の入力方向（右，左）を被験者内要因とし，聴覚の入力方向および課題の順番は被験者間で相殺された。

**質問紙**　実験 1 で用いた注意機能尺度，CFQ に加えて，日本版アイゼンク性格検査（Eysenck Personality Inventory; 岸本，1987），日本版 STAI（State Trait Anxiety Inventory; 水口・下仲・中里，1991），発話傾向尺度（岩男，1995; 岩男・堀，1996）の 5 種類の質問紙を使用した。

**要因計画**　2（聴覚情報の入力方向：右，左）×2（課題：dual, single）×2（視覚ノイズの有無）×3（probe の提示位置）の 4 要因計画。すべて被験者内要因であった。

## 結　　果

反応時間の尚早反応として 200 ms 以下を除外し，「見逃し」とした遅延反応の試行も含めて中央値を求め，4 要因の分散分析を行った。実験 1 では反応に 2,000 ms 以上時間がかかった遅延反応試行が全体の 1.90%，視覚ノイズありの試行において 3.00%であったのに対して実験 2 の場合は 2,000 ms 以上時間がかかった試行が全体の 0.86%，視覚ノイズありの試行において 1.06%と少なかったた

**表 2**　聴覚 (verbal) 課題の得点の平均点と標準偏差（72 問×dual task 2 ブロックの全問正解を 100 として算出）

| 聴覚 (verbal) 課題 | 平均値 (range) | 標準偏差 |
|---|---|---|
| 右耳入力 | 73.2 (81-60) | 5.82 |
| 左耳入力 | 75.5 (84-66) | 4.93 |

め，実験 2 では遅延反応の基準として 1,500 ms 以上（試行の全体においては 1.69%，視覚ノイズありの試行において 2.08%）を用いた。

なお，聴覚 (verbal) 課題（クイズ問題）の得点の平均値を表 2 に示す。今回の実験では聴覚課題の得点によりデータから除外した実験参加者はいなかった。

**反応時間**

反応時間の 4 要因の分散分析の結果，課題 ($F(1, 14)=21.177$, $p<.001$)，ノイズの有無 ($F(1, 14)=15.650$, $p<.005$) および probe 位置 ($F(2, 28)=33.292$, $p<.001$) の主効果が有意であった。probe 位置の主効果における多重比較の結果，画面の左側 (1) と右側 (3) の組み合わせ以外は有意であり ($p<.05$)，両端が中央に比べ反応が遅れたものの，画面の左右で反応時間に差は見られなかった。これらの結果は，先の実験 1 の結果と類似している。しかし，これらと関連する交互作用はすべて有意ではなかった。

聴覚情報の入力方向（右耳/左耳）の有意な主効果は得られなかったが ($F(1, 14)=0.043$, $p=.839$)，これと関連する交互作用は，聴覚の入力方向×課題×視覚ノイズが有意傾向であった ($p=.0569$)。

視覚ノイズの主効果が有意であり，かつ 2 次の交互作用が有意傾向であったので，視覚ノイズあり条件単独で，聴覚の入力方向，課題，probe の出た位置の 3 要因の分析を行ったところ，課題 ($F(1, 14)=13.140$, $p<.005$)，および probe の出た位置 ($F(2, 28)=28.303$, $p<.001$) の主効果が有意であった。probe の出た位置の主効果における多重比較の結果，画面の左側 (1) と画面の右側 (3) の組み合わせ以外は有意であり ($p<.05$)，このことより視覚ノイズあり条件下でも画面の左右両端で反応時間には違いがなかったことが確認された。また，視覚ノイズあり条件において聴覚入力の方向×課題の交互作用が有意であり ($F(1, 14)=4.643$, $p<.05$)，この交互作用における単純効果の検定の結果，聴覚入力の方向が左側のときは有意差が見られたが ($F(1, 14)=14.699$, $p<.005$)，聴覚入力の方向が右側のときは有意差が見られなかった ($F(1, 14)=0.765$, $p=.3966$)。一方視覚ノイズなしの条件下では，課題 ($F(1, 14)=13.567$, $p<.005$)，および probe の出た位置 ($F(2, 28)=23.668$, $p<.001$) の主効果が有意であったものの，聴覚入力の方向が関与する有意な効果は見られず，これらのことから，注意を能動的に配分する必要性が高いノイズあり条件でのみ聴覚入力の方向が影響している可能性が示されたといえる。

**見逃し**

反応時間が 1,500 ms 以上の見逃しの個数をアークサイン変換後に反応時間と同様の 4 要因の分散分析を行った結果，視覚ノイズの有無の主効果 ($F(1, 14)=7.300$, $p<.05$) および聴覚の入力方向×課題×視覚ノイズの有無×probe の出た位置の 4 要因間の交互作用が有意であった ($F(2, 28)=4.212$, $p<.05$)。また，視覚ノイズあり条件単独で 3 要因の分析を行ったところ，聴覚情報の入力方向×課題×probe の出た位置の交互作用が見られ ($F(2, 28)=5.982$, $p<.01$)，この視覚ノイズありの条件で，1 と 3 の位置での dual task から single task の値を引いた差分について分析した結果，聴覚入力の方向に有意傾向が見られ ($F(1, 14)=3.595$, $p=.0788$)，聴覚情報を右側から入力したときよりも，左側から入力したときのほうが，probe の出た位置の左右に関係なく全体的に見逃しが多くなる傾向があることが示された。

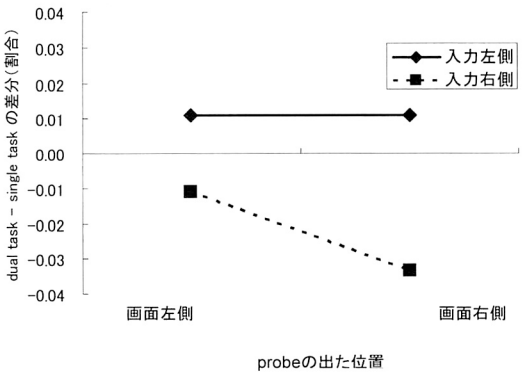


**図 4**　実験 2 視覚ノイズあり条件での見逃し（1,500 ms 以上の遅延反応）の割合

携帯電話を普段，利き手側（本実験では右側）か，もしくは利き手と反対側（本実験では左側）の耳に当てるのかを，本実験の参加者15人に対して聞き取り調査をしたところ，2人が左耳に，残りの13人が右耳に電話をあてると回答した。右耳にあてる人が大部分で，左右の耳別の分析が困難だったため，今回は分析の対象としなかった。

また，注意機能尺度，CFQ，日本版アイゼンク性格検査，日本版STAI，発話傾向尺度の5種類の質問紙の結果については，実験1と同様に，詳細を別途述べることとし，ここでは省略する。

## 考　　察

実験では課題(dual/single)の効果が見られたことから，二重課題法のverbal（言語）課題の効果が示され，話を聞き流すよりも，話に答えさせたときのほうが，probe検出の成績を悪くすることが確認された。また，視覚ノイズあり条件と，視覚ノイズなし条件ではprobe刺激の検出時間に有意な差があり，視覚ノイズあり条件の場合に視覚ターゲットの検出時間が遅くなった。このことから視覚ノイズあり条件では，注意の自動的な働きが極力抑えられたと見なせる。これらの結果は実験1と一致した。

この視覚ノイズあり条件下では，聴覚入力方向と課題の交互作用が有意であったことからsingletonによる注意の捕捉を抑制すると，聴覚入力方向が左側のときに有意にprobe検出が遅くなることが示された。同様に，遅延反応の頻度からも，聴覚情報を右側から入力したときより，左側から入力したときのほうが，probeの出た位置の左右に関係なく全体的に見逃しが多くなる傾向があることが示された。

## 総 合 考 察

本研究の目的は，自動車の運転中において携帯電話を用いて会話をする際に会話そのものが運転中の視覚性注意にどのように影響するのか，また聴覚情報の入力方向が視覚的注意配分に影響を及ぼすのか，ということについて検証することであった。

実験1･2ともに，single taskよりもdual taskのほうが視覚探索課題における反応時間が遅くなることが示され，このことから聴覚による言語課題が単に聞こえてくる(single task)よりも，聴覚課題に答えさせたとき(dual task)のほうが注意の容量をより大きく要求し，probe検出の成績を悪くすることが確認された。この結果はStrayer & Johnston (2001)らの知見と一致し，携帯電話による会話それ自体が，運転行動に向けられる視覚的注意を減少させることを実証したと言える。

本研究のもう一つの目的である，聴覚情報の入力方向（右耳から聞かせるか，左耳から聞かせるか）の違いによる注意の偏りに関しては，左右の位置による違いが見られなかったことから，情報の入力方向に応じて注意が一方に偏るとは言えないことになる。ただし，入力が左耳の時に「見逃し」が増える傾向が見られたことから，左からの言語情報入力があると左右半球間で干渉が生じることにより注意容量が低下する可能性がうかがえた。

また，本研究ではprobe刺激が自動的な注意の捕捉を起こしにくくするように工夫した上で，会話が能動的注意配分に及ぼす効果を検証した。実験の結果，視覚ノイズの効果が見られたことから，singletonにより注意が捕捉されることがprobe検出を容易にすることが確認できた。abrupt onsetとsingletonによる注意の捕捉をともに抑えることで，より注意の能動的制御が必要とされる条件で主課題による注意配分への影響が検討できたといえる。

また，聴覚情報入力の方向が視覚的注意配分に及ぼす影響として，実験1および2の両方から，聴覚情報が左耳から入力された場合に，右耳から入力した場合と比較して反応時間が遅延する（実験2）とともに遅延反応が画面（視覚）の左右にかかわらず全体的に多くなることが示され，左耳から入力があると注意容量が低下することが示唆された。さらにこの影響が見られたのは視覚ノイズあり条件下であり，自動的な注意が働きやすい条件で聴覚情報の入力方向に関する影響は見られず，注意の制御がより能動的なときに入力方向の影響が現れることが示された。

本研究では，実験によって会話をするといった高次な認知処理が視覚の注意配分に影響するという結果が導き出された。このことは，運転場面を考慮すると，携帯電話の形態が，handheldか，もしくはhands-freeか，ということにかかわらず，会話自身が事故を引き起こす要因となりうること，特に右耳よりも左耳で使用したときに，子供の飛び出しのよ

うな外界の意味のある事象への気づきが悪くなる可能性が示唆された。

## 引用文献


Alm, H. & Nilsson, L. 1995 The effects of a mobile telephone task on driver behavior in a car following situation. *Accident Analysis & Prevention*, **27**, 707–715.

Atchley, P. & Dressel, J. 2004 Conversation limits the functional field of view. *Human Factors*, **46**, 664–673.

Broadbent, D. E., Cooper, P. F., Fitzgerald, P., & Parkers, K. R. 1982 The cognitive failures questionnaire (CFQ) and its correlates. *British Journal of Clinical Psychology*, **21**, 1–16.

Brown, I. D., Tickner, A. H., & Simmonds, D. C. 1969 Interference between concurrent tasks of driving and telephoning. *Journal of Applied Psychology*, **53**, 419–424.

岩男征樹 1995 発話傾向についての自己報告に基づく個人の分類，教育心理学研究，**43**, 220–227.

岩男征樹・堀　洋道 1996 発話傾向尺度の作成及び信頼性と妥当性の検討―社会的発話傾向に注目して―，筑波大学心理学研究，**18**, 147–155.

川野常夫・西田修三・橋本正治・森脇俊道 1998 自動車運転と携帯電話の同時行為における運転・会話特性と衝突回避反応に関する研究．交通科学，**28**, 66–70.

Kinsbourne, M. 1970 The cerebral basis of asymmetries in attention. *Acta Psychologica, Amsterdam*, **33**, 193–210.

Kinsbourne, M. 1974 Mechanisms of hemispheric interaction in man. In Kinsbourne, M. & Smith, W. L. (Eds.), *Hemispheric disconnection and cerebral function*. pp. 260–285. Oxford, England: Charles C Thomas.

岸本陽一 1987 日本版アイゼンク性格検査 (EPI) の信頼性に関する研究，近畿大学教養部研究紀要，**18**, 1–12.

McCarley, J. S., Vais, M. J., Pringle, H., Kramer, A. F., Irwin, D. E., & Strayer, D. L. 2004 Conversation disrupts change detection in complex traffic scenes. *Human Factors*, **46**, 424–436.

水口公信・下仲順子・中里克治 1991 日本版 STAI 状態・特性不安検査　三京房.

Redelmeier, D. A. & Tibshirani, R. J. 1997 Association between cellular-telephone cells and motor vehicle collisions. *The New England Journal of Medicine*, **336**, 453–458.

Simons, D. J. & Ambinder, M. S. 2005 Change blindness: Theory and consequences. *Current Directions in Psychological Science*, **14**, 44–48.

Spence, C. & Read, L. 2003 Speech shadowing while driving: On the difficulty of splitting attention between eye and ear. *Psychological Science*, **14**, 251–256.

Strayer, D. L., Drews, F. A., & Johnston, W. A. 2003 Cell phone-induced failures of visual attention during simulated driving. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, **9**, 23–32.

Strayer, D. L. & Johnston, W. A. 2001 Dual-task studies of simulated driving and conversing on a cellular telephone. *Psychological Science*, **12**, 462–466.

鈴木大輔 2002 注意機能尺度作成に関する研究　東北大学大学院情報科学研究科修士学位論文（未公刊）.

鈴木大輔・和田裕一・岩崎祥一 2005 注意機能尺度の作成の試み (8)　日本応用心理学会第 72 回大会発表論文集，53.

Yantis, S. 1996 Attentional capture in vision. In Kramer, A. F., Coles, M. G. H., & Logan, G. D. (Eds.), *Converging operations in the study of visual selective attention*. pp. 45–76. Washington, DC: American Psychological Association.


（受稿：2007. 10. 3，受理：2008. 4. 21）