

会話が有効視野の範囲に与える影響に関する研究

高野 暁秀^{*1}, 西口 宏美^{*2}, 辛島 光彦^{*3}

The Effects of Conversation on the Functional Field of View

by

Akihide TAKANO^{*1}, Hiromi NISHIGUCHI^{*2}, and Mitsuhiko KARASHIMA^{*3}

(received on Mar.30, 2015 & accepted on Jun.25, 2015)

あらまし

運転中の視線移動や身体的拘束が生じないハンズフリー機能を用いた通話は安全とされているが、人間が処理できる情報量には上限があるため、会話そのものが認知負荷となり十分な視覚情報の認知処理を制限すると考えられている。とりわけ有効視野の範囲は注意量により変動するため、会話によって有効視野は狭まると推測される。本研究では、長期記憶を使用しない会話が有効視野を縮小させるか否かを明らかにする事を目的として研究を行った。その結果、認知負荷が高まった際に有効視野の縮小が認められた。よって、会話によって十分な視覚情報の認知処理を妨げる可能性が示されたため、会話によって安全な運転を妨げる可能性が示唆された。

Abstract

This research discusses that whether the functional field of view is reduced or not by conversation with the disuse of long-term memory. It is indicated that the cognition of visual information is limited by it. Because, Attention resources cannot be supplied to the cognition of visual information, because it is deprived from the cognition of visual information to conversation. Besides, reaction time was delay when cognitive load was low level and high level, and the functional field of view is reduced when cognitive load was only high level. Moreover, the more subject concentrated at conversation, the more it was reduced.

キーワード: 有効視野, 認知処理, 認知負荷, 作業記憶, 注意

Keywords: The functional field of view, Cognitive Processing, Cognitive load, Working Memory, Attention

1. はじめに

近年の高度な情報通信技術の発達により、多くの人が携帯電話、スマートフォンといった情報端末を所有するようになった。これらの情報端末は、様々な状況で利用されるが、自動車運転時の携帯電話やスマートフォンの使用など、利用が禁止されている状況も存在する。また、複数の国では運転中に携帯電話やスマートフォンを手を持って使用することは法律により禁止されている¹⁾。これは、運転中に端末を操作することにより視線が前方から端末の画面へ移動し、いわゆる「わき見運転」という状況になることや、端末の操作による身体的な拘束を防ぐためである。運転中に利用する情報のおよそ9割は視覚情報とされており²⁾、「わき見運転」は視覚情報の欠落

が考えられるため、自動車運転にとって重大な事故に繋がる可能性がある危険な行為であるといえる。

ところで、近年の携帯電話やスマートフォンは、運転中に通話や操作をする場合にハンズフリー機能を使用することができる。ハンズフリー機能を使用することで、端末を操作する際に視線を携帯電話の画面へ移動させることが不要になり、視線を前方に維持できる。さらに、端末を手を持って操作することが無くなることから、身体的な拘束もなくなる。したがって、ハンズフリーを用いた携帯電話やスマートフォンによる通話や操作は安全とされている。

しかしながら従来研究^{3)~8)}によると、会話そのものが前方に対する反応の遅延や誤反応が生じる要因となることが指摘されている。これは人間が処理できる情報量には上限があるためであり⁹⁾、視線移動や身体的拘束が生じないハンズフリー機能を使用した会話であっても会話そのものが認知的な負荷となり、十分な視覚情報認知の遂行を制限すると考えられている。さらに、長期記憶を使用する認知負荷の高い会話課題だけでなく、長期記憶を使用しない計算課題でさえ、十分な視覚情報認知の遂行を妨げることが示されている。

とりわけ有効視野の範囲については、注意量により大きく変動する事が確認されている¹⁰⁾。つまり、視覚情報処理に向けられた注意量が多い時は有効視野が広く保たれ、少ない時は有効視野が狭まる。自

*1 情報通信学研究科 情報通信学専攻 修士課程
Graduate School of Information and
Telecommunication Engineering, Course of
Information and Telecommunication Engineering,
Master's Program

*2 情報通信学部 経営システム工学科 准教授
School of Information and Telecommunication
Engineering, Department of Management Systems
Engineering, Associate Professor

*3 情報通信学部 経営システム工学科 教授
School of Information and Telecommunication
Engineering, Department of Management Systems
Engineering, Professor

自動車の運転は視覚情報処理が中心であるため、有効視野が狭まる事は危険であると言える。上述した通り、ハンズフリー機能を使用した会話は認知的負荷となり得るため、会話を行っている際の有効視野は狭まると推測される。

会話が有効視野を縮小させるか否かについて、従来研究^{11)~14)}でも議論されており、いずれの研究においても会話が有効視野を縮小させることが確認されている。これらの研究では会話課題として、質問課題や、しりとり課題、質問課題と計算課題の混合課題が用いられている。質問課題やしりとり課題は長期記憶を使用する課題であり、混合課題は長期記憶の使用有無が混合している課題である。長期記憶使用時より認知負荷が軽いと考えられる長期記憶を使用しない課題だけを会話課題として用いた研究は見当たらない。

そこで本研究では、質問課題やしりとり課題のように長期記憶を使用する課題ではなく、長期記憶を使用する課題に比べて認知負荷が軽いと考えられる「長期記憶を使用しない計算課題を用いて会話を表現することで、長期記憶を使用しない会話が有効視野を縮小させるか否かを明らかにする事を目的」とする。

2. 従来研究と本研究の意義

2.1 会話と視覚情報認知

David L.ら³⁾は、携帯電話を手に持ちながら行った会話とハンズフリー機能を用いた会話の2種類の会話条件を設定し、それらの課題をトラッキングタスクと同時に遂行させ、視覚情報認知の特性に変化が見られるか実験を行った。その結果、携帯電話を手に持ちながら行った会話はもちろん、ハンズフリー機能を用いた会話においてもトラッキングタスクに対する反応の遅延や誤反応が認められたため、携帯電話を操作するために生じる視線移動や身体的拘束以外にも、会話そのものによって十分な視覚情報認知が遂行できないことが示された。会話が十分な視覚情報認知の遂行を妨げる理由として、会話に対して注意が払われることによりトラッキングタスクに対して十分に注意が向けられないことで視覚情報認知が円滑に行われないことが指摘されている。

またDavid L.ら⁴⁾は、人間の注意がトラッキングタスクから会話に移行してしまうことで十分な視覚情報認知が行えず、会話によって「視界に入っていない状態が生じている」と指摘しており、やはり会話そのものが視覚情報認知の遂行に影響を与えていることが確認されている。

会話のような音声的な情報の認知処理や、トラッキングタスクのような視空間的な情報の認知処理には作業記憶(Working Memory)が関わっており、前述した通り、認知処理には量的な限界があるとされている⁹⁾。したがって、視覚情報認知が中心になる自動車の運転に加え、音声的な情報の認知処理が必要となる会話を同時に行うと認知負荷が高まるため、これらの認知処理に必要な十分な注意が足りず、円滑

な認知処理が行われなくなる可能性がある。またOron-Giladら⁵⁾によれば、認知負荷が高まると運転のパフォーマンスが悪化する傾向を示しており、視覚情報認知が中心となる自動車の運転と作業記憶の注意量が深く関わっていると考えられている。

2.2 認知負荷と有効視野

ところでWilliams¹⁵⁾によれば、認知負荷が高まった際は有効視野が縮小し、さらに、認知負荷が高まれば高まる程その影響はより強くなるとされている。

Mackworth¹⁶⁾は有効視野を、注視点の周辺で情報を検出、分別、処理、貯蔵可能な範囲と定義している。したがって、中心視ほど明瞭に対象物を認識することはできないが中心視の周辺で認知処理できる範囲が有効視野ということであるが、自動車の運転にとって有効視野で捉えられる情報は、自動車の制御や交通状況の認識などのため重要な情報であるとされる^{17)~20)}。しかしながら複数の研究により、会話によって自動車の運転にとって重要とされる有効視野が縮小する傾向が示されている。

たとえばMaplesら¹¹⁾の研究では、主課題として、大小の2種類のターゲットを中心視の周辺に表示させ、認識した際にボタンを押すことで有効視野を測定する課題を与え、副次課題として簡単な質問(名前、メールアドレスなどを答えさせる質問)と計算問題を混合させた会話課題を設け、会話が有効視野に与える影響を検討した。その結果、ターゲットサイズによらず、会話をするだけで有効視野が縮小することが示された。加えてSoniaら¹²⁾は、Maplesらと同様に簡単な質問と計算課題を混合させた会話課題として、同乗者との会話と電話による会話の2つの会話条件を設定し、また会話課題は2種類の難易度を設けて、これらの会話が有効視野に与える影響を検討した。その結果、どちらの会話条件も有効視野の縮小が確認され、また会話の難易度が上がるにつれ認知負荷が高まるので有効視野がより縮小すると結論づけている。

Yanivら¹³⁾は、質問を聞くのみの課題と質問に回答する課題の2つを副次課題とし、これらの副次課題が有効視野に与える影響を検討した。その結果、単に質問を聞く課題よりも質問に回答する課題の方が認識率の低下が著しく、有効視野がより縮小することが示唆された。さらに、刺激に対する反応が遅延する傾向が示された。またPaulら¹⁴⁾は、しりとりを会話課題として会話が有効視野に与える影響を検討した結果、やはり有効視野が縮小することが確認された。

上述した会話が有効視野に与える影響を検討した従来研究は、いずれの場合も会話によって認知負荷が高まり、視覚情報認知に配分される注意量が減少することにより有効視野が縮小することが示唆されている。

2.3 本研究の意義

上述した従来研究は、MaplesらやSoinaらの会話課題のように長期記憶の使用した場合と長期記憶を使用しない場合が混合された課題や、YanivらやPaulら

のように長期記憶を使用した場合の課題を会話課題として設定した際の有効視野の影響を検討している。またYanivらは単に質問を聞くという課題を設定しているが、これは会話課題とはいえない。したがって、長期記憶を使用した際よりも認知負荷が軽いと考えられる長期記憶を使用しない課題のみを会話課題として設定し、その会話が有効視野に影響を与えるかを明らかにした研究は見られない。

3. 実験方法

本研究では、二重課題法 (Dual-Task Method) を用いた実験を行った。二重課題法とは、被験者に対して主課題と副次課題の2つの課題を課し、それらの課題を同時に遂行してもらう実験方法である。主課題はMicrosoft社のVisual Basic 2008を用いて自作した有効視野を測定するシステムを用い、副次課題は加算課題を課した。

3.1 主課題

主課題は自作した有効視野におけるシグナルの刺激に対する反応時間とシグナル刺激の見落とし率を測定するシステムを用いた。このシステムは、20インチの画面の中心に常時注視点が示されており (Fig.1)、被験者は注視点を見続けながら注視点以外の1つずつランダムに点灯するシグナルが認識できた時にボタンを押すよう求めた。

シグナルは黒色のシグナル1 (Fig.2) と黒色の中が白く切り抜かれたシグナル2 (Fig.3) の2種類があり、それぞれ指定されたボタンで反応するように求めた。シグナルの大きさや表示角度については、Fig.1に示す通りである。表示角度は、人間が色、輝度の変化が認識できる最大角度を参考にして設定し、この範囲内に7行×10列分のシグナルを設けた。

この課題は、全てのシグナルを1回ずつ点灯させ、全てのシグナルが点灯されたら終了とした。また被験者が注視点を見た状態で反応をしているかを判断するため、アイトラッキング装置にて眼球運動を測定した。

3.2 副次課題

副次課題には長期記憶を使用しない課題として、加算課題を設定した。また、難易度を2種類用意し、1桁同士の加算と2桁同士の加算をそれぞれ易課題、難課題とした。加算課題は、聞く、考える、答えるという一連の認知処理が必要と考えられるため、長期記憶を使用しない会話課題として適していると考えられる。加算課題の出題方法は、視覚的な提示ではなく数字の読み上げによる音声的な情報によって一定の間隔で出題した。

3.3 実験条件

本研究では3つの条件を設定し、どの条件においても、副次課題を伴わず主課題だけを課した「主課題のみ」、主課題と副次課題である易しい計算問題の両

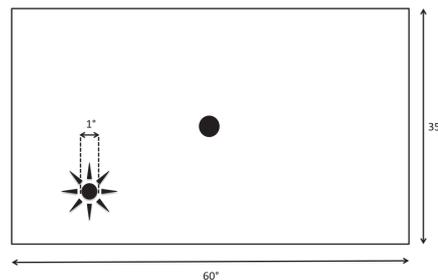


Fig.1 The Image of Presented Detection Signal



Fig.2 Signal 1



Fig.3 Signal 2

課題を同時に課した「易+主課題」、主課題と副次課題である難しい計算問題の両課題を同時に課した「難+主課題」の3種類の実験を行った。

設定した3条件は、

- ・ 統制条件
 - ・ 主課題に対してインセンティブを与えた条件
 - ・ 副次課題に対してインセンティブを与えた条件
- である。なお本論では、主課題に対してインセンティブを与えた条件を「インセンティブ (主)」、副次課題に対してインセンティブを与えた条件を「インセンティブ (副)」と表記することとする。

3.4 被験者

視力機能、色覚機能と聴覚機能に障害を持たない20歳から24歳までの男子学生15名、女子学生3名の計18名を被験者とした。

3.5 実験手順

3条件ともに実験の手順は同じである。実験開始前に、被験者には主課題の練習を十分に行わせた。その後、3種類の課題である、主課題のみ、易+主課題、難+主課題のそれぞれを実施した。各課題とも終了後には10分間の休憩を入れ、疲労による影響を排除した。なお、3種類の課題はカウンターバランスをとり、順序効果による影響を排除した。

3.6 実験環境

照度1285lx (高さ70cmの水平面上で測定)、室温24度の下、実験を行った。加算課題を出題する際は実験室に備え付けられているスピーカーを用い、加算課題を回答する際は同様に実験室に備え付けられているマイクを用いた。なお、被験者の実験遂行状況は実験室に備え付けられているビデオカメラを用いて記録した。

3.7 測定項目

主課題のパフォーマンスとして以下の項目を測定した。本実験では、アイトラッキング装置にて眼球運動を測定しており、視線を動かして認知したシグナルについては、測定項目の対象外とした。

(1) 反応時間

シグナルが表示されてから指定されたボタンが押されるまでの時間を反応時間として取得した。

(2) 誤反応

求められたボタンと異なるボタンが押された場合、誤反応として集計した。

(3) 見落とし

シグナルの表示時間内に反応できなかった場合とシグナルが表示されているにもかかわらず見えなかった場合、見落としと判定した。

(4) 座標

上記の測定項目である反応時間、誤反応、見落としのいずれもシグナルの座標を取得し、正しく認知処理できる範囲である有効視野を測定した。

3.8 倫理的配慮

本研究において実施する調査は、東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の審査を経て承認されたものであり、研究を進める上で被験者に対する倫理的配慮を十分に行った。

4. 実験結果

4.1 統制条件

4.1.1 全体分析

反応時間について、3水準（「主課題のみ」、「易+主課題」、「難+主課題」）の一元配置分散分析を行った結果、有意差が認められた ($F(2,10)=20.78, P<0.01$)。またBonferroniの方法を用いて多重比較を行った結果、Fig.4に示す通り有意差が認められ、会話課題が難しくなるほど反応時間が遅延することが示された。

また誤反応について、同様に3水準の一元配置分散分析を行った。その結果、有意差は認められなかった ($F(2,10)=0.69, P>0.10$)。一方で、見落としについては有意差が認められた ($F(2,10)=4.67, P<0.01$)。Bonferroniの方法を用いて多重比較を行った結果、Fig.5に示す通り「主課題のみ」と「難+主課題」の間で有意差が認められた。よって、認知負荷が高まると認識できるシグナルの個数が少なくなることが示された。

4.1.2 エリア別分析

4.1.1に示す通り、認知負荷が高まった際は見落としが有意に増加することが示されたわけであるが、有効視野が縮小しているかまでは言及できていない。そこでFig.6に示すように、白色部を内側、斜線部を外側とし、エリアを2つに別けて分析することにした。内側部は、「主課題のみ」において認知率が97%（誤反応が4つのみ）であり、どの被験者もシグナルの見落としが発生しなかったため、比較的明瞭にシグナルを認知できるエリアといえる。

さて、設定した2つのエリア別に、認知負荷が高まることで誤反応や見落としが増加するかどうかを検討するため、3水準の一元配置分散分析を行った。その結果、外側の見落としに有意差が認められた ($F(2,10)=6.67, P<0.05$)。またBonferroniの方法を用い

て多重比較を行った結果、Fig.7に示す通り「主課題のみ」と「難+主課題」の間で有意差が認められた。したがって、認知負荷が高まると、外側のシグナルの見落としが有意に増加するため、会話によって有効視野が縮小することが示されたと言える。

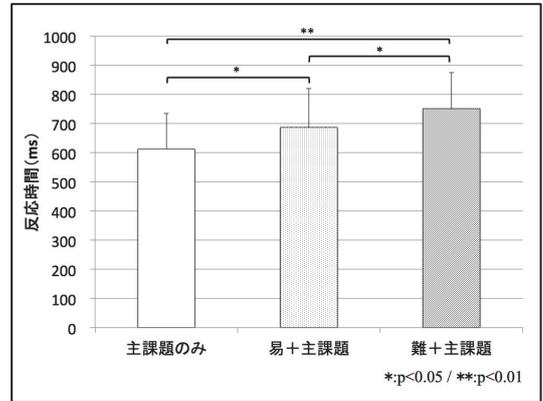


Fig.4 Reaction Time on the Control Condition

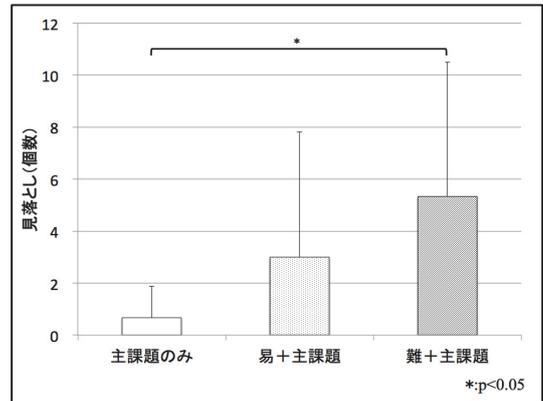


Fig.5 The number of No Reaction on the Control Condition

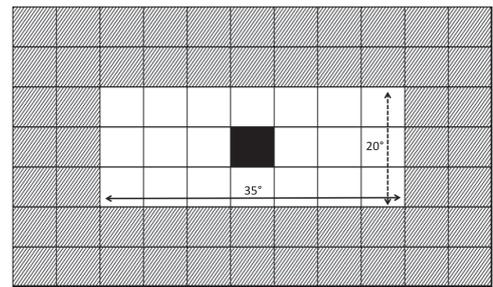


Fig.6 The Definition of Analysis Areas

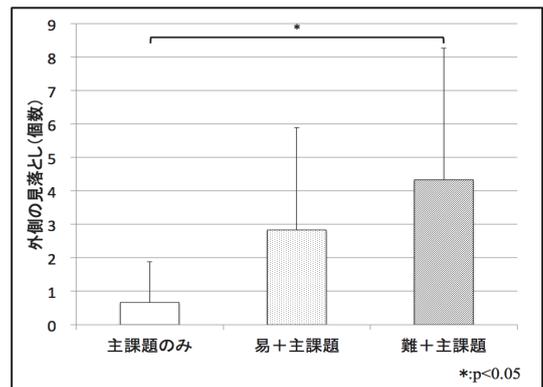


Fig.7 The number of No Reaction at the Outside on the Control Condition

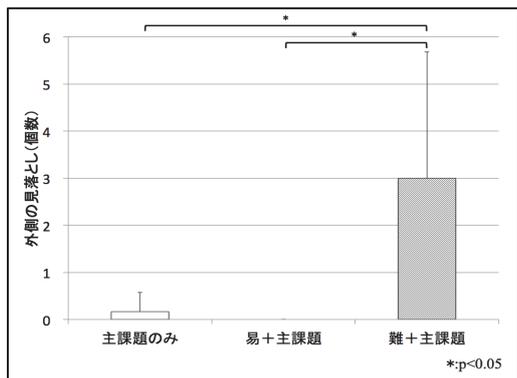


Fig.8 The Number of No Reaction at the Outside on the Incentive to the Primary Task Condition

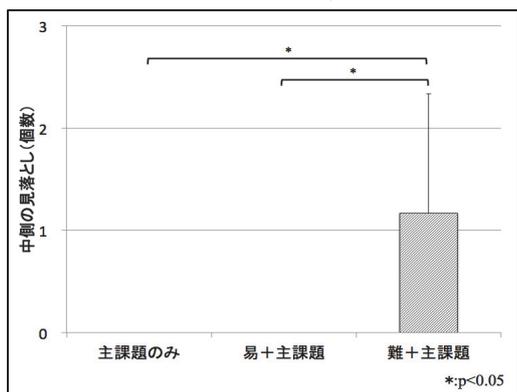


Fig.9 The Number of No Reaction at the Inside on the Incentive to the Primary Task Condition

4.2 インセンティブ（主）条件

4.1.2で定義した2つのエリアに基づき、認知負荷が高まることで誤反応や見落としが増加するかどうかを3水準（主課題のみ、易+主課題、難+主課題）の一元配置分散分析により検討した。その結果、外側の見落としに有意差が認められた（ $F(2,10)=7.14$, $P<0.05$ ）。

またBonferroniの方法を用いて多重比較を行った結果、Fig.8に示す通り「主課題のみ」と「難+主課題」間、「易+主課題」と「難+主課題」間で有意差が認められた。また内側の見落としについても有意差が認められた（ $F(2,10)=5.98$, $P<0.05$ ）。またBonferroniの方法を用いて多重比較を行った結果、Fig.9に示す通り「主課題のみ」と「難+主課題」間、「易+主課題」と「難+主課題」間で有意差が認められた。

したがって、主課題である視覚情報認知に集中した際、副次課題の認知負荷が低いレベルであれば内側のエリア、外側のエリア共に見落としが有意に増加することはないため、有効視野が縮小しているとは考えられない。しかしながら、副次課題の認知負荷が高いレベルであれば内側のエリア、外側のエリア共に見落としが有意に増加するため、有効視野が縮小していることが示唆される。

4.3 インセンティブ（副）条件

インセンティブ（副）条件は副次課題である会話

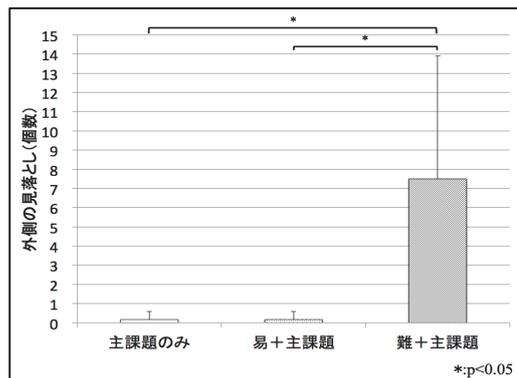


Fig.10 The Number of No Reaction at the Outside on the Incentive to the Secondary Task Condition

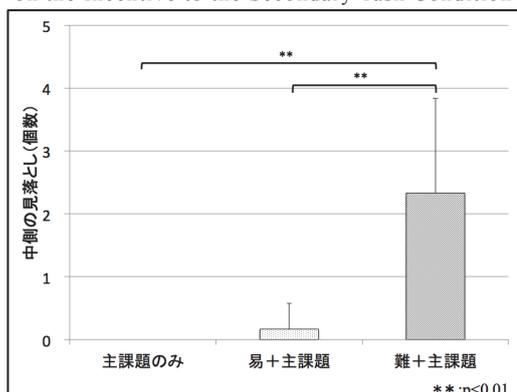


Fig.11 The Number of No Reaction at the Inside on the Incentive to the Secondary Task Condition

に集中した場合、主課題である視覚情報認知がどの程度影響を受けるかを検討するために設けた条件である。よって、「易+主課題」、「難+主課題」の両課題は副次課題に集中すれば良く、「主課題のみ」では副次課題が無いいため、単に主課題に集中すれば良いが、その旨を教示していなかったため、「主課題のみ」の結果は参考データとして取り扱うこととする。

4.1.2で定義した2つのエリアに基づき、認知負荷が高まることで誤反応や見落としが増加するかどうかを3水準の一元配置分散分析により検討した。その結果、外側の見落としに有意差が認められた（ $F(2,10)=8.18$, $P<0.01$ ）。またBonferroniの方法を用いて多重比較を行った結果、Fig.10に示す通り「主課題のみ」と「難+主課題」間、「易+主課題」と「難+主課題」間で有意差が認められた。また内側の見落としについても有意差が認められた（ $F(2,10)=13.26$, $P<0.01$ ）。またBonferroniの方法を用いて多重比較を行った結果、Fig.11に示す通り「主課題のみ」と「難+主課題」間、「易+主課題」と「難+主課題」間で有意差が認められた。

副次課題である会話に集中した場合、副次課題の認知負荷が低いレベルであれば、内側、外側共に十分な視覚情報認知を妨げることは考えられない。ただし認知負荷が高まると、内側、外側共に増加することが認められ、有効視野が縮小していることが示された。

4.4 条件間の比較

本実験では3つの条件を設けたが、それらの条件を用いて条件間でパフォーマンスに違いが見られるか検討をした。その結果、以下に示す項目について有意差が見られることが分かった。

まず外側の誤反応について、認知負荷が低い「易+主課題」時の統制条件とインセンティブ（副）の2水準の一元配置分散分析を行った。その結果、Fig.12に示す通り有意差が確認された（ $F(1,10)=8.64$, $P<0.05$ ）。

また、外側の見落としについて、同じく認知負荷の低い易+主課題時の統制条件とインセンティブ条件（主）の2水準の一元配置分散分析を行った結果、Fig.13に示す通り危険水準5%では有意差が示されな

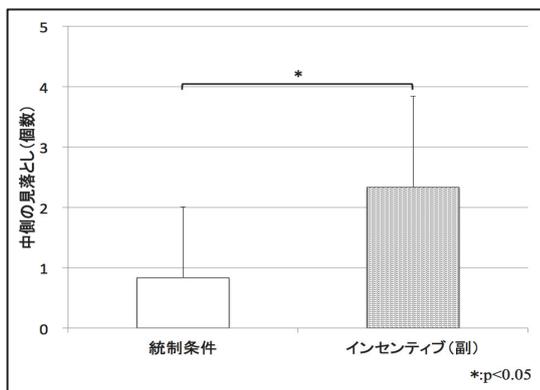


Fig.12 The Number of Mistake at the Outside on the Primary Task and the Easy Secondary Task

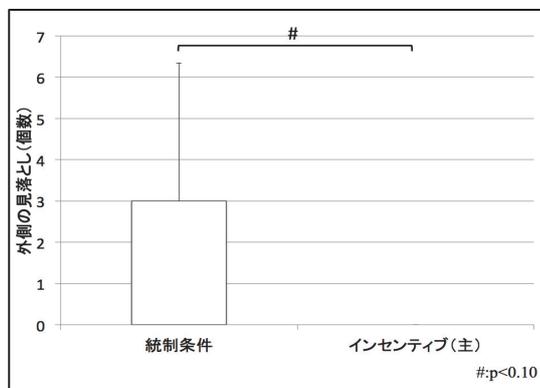


Fig.13 The Number of No Reaction at the Outside on the Primary Task and the Easy Secondary Task

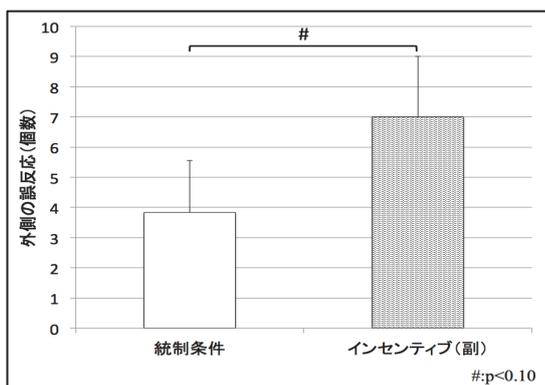


Fig.14 The Number of No Reaction at the Inside on the Primary Task and the Difficult Secondary Task

かったが、ある程度の差が生じる傾向であることが認められた（ $F(1,10)=4.82$, $P<0.10$ ）。

さらに、認知負荷が高い「難+主課題」時の中側の見落としについて、統制条件とインセンティブ（副）の2水準の一元配置分散分析を行った。その結果、Fig.14に示す通り危険水準5%では有意差が示されなかったが、ある程度の差が生じる傾向であることが観察された（ $F(1,10)=3.72$, $P<0.10$ ）。

5. 考察

5.1 認知負荷と反応時間の関係

本実験ではFig.4に示す通り、反応時間について統計的な有意差が認められた。これは、会話課題が難しくなるほど、すなわち認知負荷が高まるほど反応時間が遅延することが示された。これは従来研究と同様の結果が得られたと言える。

Joanne L.ら⁶⁾は、自動車の運転中に会話を行うと上限ある注意量が会話に奪われてしまうため、視覚情報認知に対して十分な注意が配分されない事から円滑な視覚情報認知が困難になり、前方に対する反応の遅延が生じると示唆している。したがって本実験においても、副次課題である会話に注意が奪われてしまい視覚情報認知に対して十分な注意量が供給されなかったため、会話を伴った際の視覚情報認知は時間を要したと考えられる。

Gugertyら²¹⁾は、作業記憶の注意量と視覚情報認知の速度には強い関係性が認められることを指摘している。本研究では、認知負荷が高い「難+主課題」のときに反応時間が最も遅延したが、上述した指摘より、認知処理のため注意量をより必要とする認知負荷の高い会話が伴った際は、視覚情報認知に対して供給される注意量がより減少し、より一層の遅延が生じたと示唆される。

5.2 認知負荷と有効視野の関係

Fig.5, Fig.7に示す通り、見落としについて有意差が認められた。これらの結果により、認知負荷が高まると外側の見落としが有意に増加するため、認知負荷が高まった際は有効視野が縮小すると示唆される。先行研究でもMaplesら¹¹⁾やSoniaら¹²⁾は副次課題である会話課題に、質問課題と計算課題の混合課題を用い、Yanivら¹³⁾は質問課題、Paulら¹⁴⁾はしりとり課題をそれぞれ会話課題とし、会話が有効視野に与える影響を調べたが、会話によって有効視野が縮小することが示されている。これらはいずれも長期記憶の使用が含まれる会話により視覚情報の処理のために供給される注意量が減少するため、注意量と関係が深いとされる有効視野が縮小したと考えられている。反応時間の遅延同様に、有効視野の縮小も視覚情報の処理のために供給される注意量の減少が原因と示唆される。

本研究では、長期記憶を使用する会話に比べ、認知負荷のレベルが低いと考えられる長期記憶を使用しない会話を会話課題として設定した。しかしながら長期記憶を使用しない会話、つまり単に、聞く、

考える、答えるという一連の認知処理をする会話であっても、反応時間については会話が発生した時点で遅延が生じ、有効視野の縮小に関しては1桁同士の足し算のような認知負荷のレベルが低い時ではなく、2桁同士の足し算のように認知負荷のレベルが高い時に引き起こされると考えられる。

しかしながら、誤反応については有意差が認められなかった。そこで、4.1.2で定めたエリア別で、「主課題のみ」において中側と外側、「易+主課題」において中側と外側、「難+主課題」において中側と外側、それぞれの誤反応の数を比較するため一元配置分散分析を行った。その結果、全てにおいて有意差が認められた ($F(1,5)=78.91, P<0.01 / F(1,5)=9.64, P<0.05 / F(1,5)=41.67, P<0.01$)。よって、誤反応数はいずれの場合でも外側において有意に増加することが確認された。また「主課題のみ」、「易+主課題」、「難+主課題」間にて、それぞれで中側の比較、外側の誤反応数を比較するため、分散分析を行ったが、有意差は認められなかった ($F(2,10)=0.14, P>0.10 / F(2,10)=2.24, P>0.10$)。したがって、エリア別による比較からも認知負荷の増減による影響を受けないことが示唆された。

Janら⁷⁾の研究でも同様に会話によって視覚情報認知の遅延は認められたが、誤反応が悪化することは認められなかった。これは視覚情報認知の誤反応については認知負荷の有無や増減による影響を受けにくいことを示しており、本実験でも先行研究同様に、認知負荷の有無や増減による有意差は生じなかったと示唆される。

なお、誤反応は副次課題が伴わない主課題のみの時でさえ発生するが、上述した通り、誤反応はほぼ外側のエリアで発生している。Miura²²⁾によると有効視野は、注意（認知処理）の深さとトレードオフの関係があることを指摘しており、中心視周辺の認知処理のために注意を多く供給させたため外側エリアの認知処理の精度が低下したと考えられる。しかしこれらは見落としとは異なり、対象物を正しく認知できていないが対象物の存在が認識できている状態であることから、自動車を運転する際には見落としほどネガティブな要素とはならないと考えられる。自動車を運転している際は前方の何らかの対象物なるべく誤反応せずに正しく認知できる方が良いわけであるが、正しく認知できない場合、対象物を見落としするよりは誤反応の方が良いと考える。なぜならば、対象となる目標物が中心視の周辺で認識できていなければ、眼球運動（サッカード）をして目標物を中心視で鮮明に捉えられないためである。

5.3 認知負荷下で視覚情報認知に集中した場合

さて本研究ではインセンティブ（主）条件を設けて、擬似的に主課題に集中させた場合、認知負荷が高まった時にどの程度まで有効視野が保たれるのかを検討した。その結果、Fig.8, Fig.9に示す通り、内側、外側共に認知負荷が高まると有効視野が縮小することが示唆された。これは主課題に集中しようとしても、認知負荷のレベルが高い会話が加わると

話に注意が奪われてしまい、主課題である視覚情報の認知処理に対する注意の供給が減少してしまうことを意味している。一方で、認知負荷のレベルが低い会話課題を課した際の外側の見落とし数については、Fig.13に示す通り統制条件よりも有意に抑えられており、認知負荷が低い会話であれば主課題である視覚情報認知に対して注意が維持できると考えられる。

本研究では、主課題に集中しているにも関わらず認知負荷が高いときに限って主課題に対する注意が減少してしまう理由について言及できない。そのためこの点についての検討は今後の課題と言える。

5.4 会話に集中した際の視覚情報認知への影響

会話に集中した際の有効視野の縮小状況を検討するためにインセンティブ（副）を設けたが、Fig.10, Fig.11に示すように、認知負荷が高まると外側のエリアの見落とし数が有意に増加し、加えて内側のエリアでさえ見落とし数が有意に増加することが示された。

外側の誤反応数について統制条件と比較したが、Fig.12の通り認知負荷が低いレベルの時でさえ有意に増加することが示され、認知負荷が高まっていない時でさえ正しく認知処理できる範囲が狭まっていることが示唆された。さらにFig.14に示す通り、認知負荷が高い時は中側の見落とし数についても統制条件より有意に悪化しており、認知負荷が高い会話に集中してしまうと中側のエリアにまで十分な視覚情報認知が困難になることが示唆された。

これらはいずれも会話に集中することで会話に優先的に注意が供給され、それに伴って視覚情報の認知処理に対して供給される注意量が減ってしまうことで見落としが増加していると示唆され、より有効視野の縮小が強まったと考えられる。

5.5 全体考察

長期記憶を使用しない会話によって会話に注意が奪われてしまうことで視覚情報の認知処理に必要な注意量が供給されず、十分な視覚情報認知が行われなくなることが示唆されたわけであるが、注意量の影響を最も受けるのは反応時間であり、有効視野は認知負荷が高まった時に縮小することが示唆された。さらに、会話に集中した際には認知負荷が低いレベルでも有効視野の縮小が認められ、認知負荷が高まった際は中心視付近のエリアの見落としも発生することが示された。

既に述べた通り、自動車を運転するにあたり有効視野で捉えられる情報は、自動車の制御や交通状況の認識などのため重要な情報であるとされており、有効視野の縮小は安全な自動車の運転の安全性に悪い影響を与える可能性が示唆された。

6. まとめ

本研究では、長期記憶を使用する課題に比べて認

知負荷が軽いと考えられる長期記憶を使用しない計算課題を用いて会話を表現することで、長期記憶を使用しない会話が有効視野を縮小させるか否かを明らかにする事を目的として研究を行った。

その結果、長期記憶を使用しない会話を行うことにより、上限のある注意量が視覚情報の認知処理から会話へ奪われてしまい、視覚情報の認知処理に必要な十分な注意量が供給されず、十分な視覚情報認知が行われなくなることが示唆された。反応時間は認知負荷の影響を受けやすく、認知負荷が低いレベルでも遅延傾向が見られた。また認知負荷が高まった際は、反応時間のより一層の遅延に加え、有効視野の縮小も認められた。加えて、認知負荷が高い際は、仮に視覚情報処理に集中しようと試みても、困難であること示唆された。さらに会話に集中してしまった場合は、会話により多くの注意が供給されることで視覚情報の認知処理に供給される注意のさらなる減少が生じるため、認知負荷が低い時でさえ有効視野が縮小し、加えて認知負荷が高まると中心視付近の見落としが増加した。

以上より、自動車を運転している際に行う会話がたとえ身体的拘束や視線移動が生じないハンズフリー機能を使用した会話であり、かつ長期記憶を使用しない会話であっても、十分な視覚情報の認知処理を妨げる可能性が示されたため、会話そのものによって視覚情報の認知処理を妨げる可能性が示唆された。

参考文献

- 1) Goodman, M.J., Tijerina, L., Bents, F.D., Wierwille, W.W., Using cellular telephones in vehicles: Safe or unsafe?, *Transportation Human Factors*, Vol.1, pp3-42, 1999
- 2) Hartman, E., Driver vision requirements, *Society of Automotive Engineers, Technical Paper Series 700392*, pp629-630, 1970
- 3) David L. Strayer, William A. Johnston, DRIVEN TO DISTRACTION: Dual-Task Studies of Simulated Driving and Conversing on a Cellular Telephone, *PSYCHOLOGICAL SCIENCE*, Vol.12, No.6, pp462-466, 2001
- 4) David L. Strayer, Frank A. Drews, William A. Johnston, Cell phone induced perceptual during simulated driving, *International Symposium on Human Factors in Driver Assessment*, 2001
- 5) Oron-Gilad, T., Ronen, A., Shinarm, D., Alertness maintain tasks (AMTs) while driving, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.40, No.3, pp851-860, 2008
- 6) Joanne L. Harbluk, Y. Ian Noy, Patricia L. Trbovich, Moshe Eizenman, An on-road assessment of cognitive distraction: Impacts on drivers visual behavior and braking performance, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.39, pp372-379, 2007
- 7) Jan Spence, Andrew Jia, Jing Feng, Jonny Elserafi, Ying Zhao, How Speech Modifies Visual Attention, *Cognitive Psychology*, Vol.27, pp633-643, 2013
- 8) Melina A. Kunar, Randall Carter, Michael Cohen, Todd S. Horowitz, Telephone conversation impairs sustained visual attention via a central bottleneck, *Psychonomic Bulletin & Review*, Vol.15, No.6, pp1135-1140, 2008
- 9) Nelson Cowan, Working-Memory Capacity, *Essays in Cognitive Psychology*, pp155-175, 2005
- 10) Williams, L. J., Cognitive load and the functional field of view, *Human Factors*, Vol.24, pp683-692, 1982
- 11) W.C. Maples, Wes DeRosier, Richard Honens, Rodeney Bendure, Sherl Moore, The effects of cell phone use on peripheral vision, *American Optometric Association*, Vol.79, pp36-42, 2008
- 12) Sonia Amado, Pinar Ulupinar, The effect of conversation on attention and peripheral detection: Is talking with a passenger and talking on the cell phone different?, *Transportation Research Part F*, Vol.8, No.6, pp382-395, 2005
- 13) Yaniv Barkana, David Zadok, Yair Morad, Isaac Avni, Visual Field Attention Is Reduced by Concomitant Hands-free Conversation on a Cellular Telephone, *American Journal of Ophthalmology*, Vol.138, No.3, pp347-353, 2004
- 14) Paul Atchley, Jeff Dressel, Conversation Limits the Functional Filed of View, *Human Factor*, Vol.46, No.4, pp664-673, 2004
- 15) Leonard J. Williams, Cognitive Load and the Functional Filed of View, *Human Factor*, Vol.24, No.6, pp683-692, 1982
- 16) Mackworth N.H., Stimulus density limits the useful field of view, *Eye movement and psychological precess*, pp307-321, 1976
- 17) Summala, H., Nieminen, T., Punto, M., Maintaining lane position with peripheral vision during in-vehicle tasks, *Human Factor*, Vol.38, pp442-451, 1996
- 18) Owens, D.A., Tyrrel, R.A., Effects of luminance, blur, and age on nigttioime visual guidance a test of the selective degradation hypothesis, *Journal of Experimental Psychology*, Vol.5, pp115-128, 1999
- 19) Chapman, P.R., Underwood, G., Visual search of driving situation: danger and experienced, *Perception*, Vol.27, No.8, pp951-964, 1998
- 20) Crundall, D., Underwood, G., Chapman, P.R., Driving experience and the functional field of view, *Perception*, Vol.27, No.9, pp1075-1087, 1999
- 21) Gugerty, L.J., Tirre, W.C., Individual differences in situation awareness, *Situation awareness analysis and measurement*, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2000
- 22) Miura, T., Active function of eye movement and useful field of view in a realistic setting, *From eye to mind: Information acquisition in perception, search, and reading. Studies in visual information processing*, Vol.1, pp119-127, 1990