東海大学紀要情報通信学部
vol.7,No2,2014,pp.37-43

論文

会話が視覚情報認知に与える影響
ー自動車運転中のハンズフリー使用を想定した検討ー

髙野 暁秀[*1]，今関 みさと[*2]，西口 宏美[*3]，辛島 光彦[*4]

Interference of Conversation to Cognition of Visual Information
- Discussion about Cell Phone Conversation with Hands-free Devices while Driving -

by

Akihide TAKANO[*1] , Misato IMAZEKI[*2], Hiromi NISHIGUCHI[*3],
and Mitsuhiko KARASHIMA[*4]

(received on Sep.22, 2014 & accepted on Jan.13, 2015)

Abstract

Hands-free devices do not shift the line of vision from the road to a cell phone and limit the person driving. So, the use of hands-free devices while driving is safe and law permits it. However, it is conceivable that even the interaction with auditory information interferes with cognition of the visual information because of the limited capacities of attention resources. In previous researches, it was suggested that cognition of the visual information is interfered by the interaction with auditory information. However, the research is not able to confirm whether or not the difference of cognition of the visual information by the interaction with auditory information is whether or not using long-term memory. Thus, this research discusses it. In this research, the dual task method was carried out. A primary task is a signal detection task, and secondary tasks are addition task as not using long-term memory task and the Japanese word chain game task as using long-term memory task. This research indicated that a delay in reaction to signals by the secondary task and the Japanese word chain game task is slower reaction to signals than addition task. Thus, it was suggested that cognition of visual information was disturbed by the auditory information interaction and the influence is stronger when the auditory information interaction uses long-term memory. However, there was no significant difference in mistake of reaction. So, although cognition of the visual information is delay when cognitive load increases by the auditory information interaction, it was suggested that the visual information is able to recognize correctly. Moreover, it was indicated that people do not have ability to recognize correctly cognitive load from relation performance of the primary task and subjective evaluation by the NASA-TLX.

Keywords: *Cognitive Processing, Cognitive load, Working Memory, Attention*
キーワード:認知処理，認知負荷，作業記憶，注意

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，様々な場所，状況で役立つようになったが，利用が禁止されている場所や状況も存在する．例えば，自動車を運転している際の携帯電話，スマートフォンの使用である．

現在，運転中に携帯電話やスマートフォンを手に持って使用することは法律により禁止されている国がある[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．とりわけ「わき見運転」は，視覚情報に基づき様々な意思決定を行う自動車運転にとって大きな障害となり得る視覚情報の欠落が考えられ，重大な事故に繋がる可能性があることから危険な行為である．

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．これは音声情報のやり取りのみで，通話を受けたり発信したりすることはもちろん，端末の操作も行う事ができる機能である．したがって，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，端末を手に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David L.ら[2)]によると，携帯電話による

*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
School of Information and Telecommunication Engineering, Department of Management Systems Engineering
*3 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
*4 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

会話とハンズフリー機能を使った会話の両会話ともに，前方に対する反応時間の遅延や誤反応が生じる要因となることを指摘している．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，信号などに対する反応の遅れや見落としなどが生じることから，会話そのものが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．同様に他の従来研究でもハンズフリー機能の使用を伴った会話は十分な視覚情報認知の遂行を制限する傾向が認められている[3)6)7)8)9)]．しかしながら，これらの研究で設けられている会話課題は，計算課題，指定された議題について議論する課題や質問課題といった課題であり，長期記憶の使用の有無によって，視覚情報認知の遂行に違いが見られるか否かについて検討した研究は見られない．

そこで本研究では，音声的な情報によって提示する課題を，長期記憶を使用する課題と長期記憶を使用しない課題の2つの副次課題を設け，長期記憶使用の有無によって視覚情報認知に違いが見られるかを検討することを目的とする．

2. 従来研究

David L.ら[2)]は，携帯電話を実際に手に持ちながら行った会話とハンズフリー機能を使った会話の 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課し，視覚情報認知の特性に変化が見られるか実験を行った．その結果いずれの場合も，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確認された．これは，通話に対して注意が払われるため，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により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[3)]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「視界に入っていても見えていない」と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処認知の遂行に影響を与えているとされている．

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，認知処理には量的な限界があるとされている[4)5)]．したがって，視空間的な情報の認知処理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十分な注意が足りず，円滑な認知処理が行われない可能性が考えられる．Oron-Gilad ら[6)]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確認しており，し空間的な情報の認知処理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．

Joanne L.ら[7)]は，被験者に対して計算課題を会話課題として設定し，この会話課題を行いながら実際に自動車の運転する課題を課した．この研究によれば，認知負荷が高まると，急減速が増加する事が分かり，これは運転者の注意が前方の状況から会話課題に移ってしまい，その結果前方の状況に対する反応が遅れるため急減速が必要になったとされている．また Jan ら[8)]は，会話課題にしりとり課題を設定し，AVF タスク（短時間だけ画面上に表示される刺激の場所を回答する課題）と同時に会話課題を行う実験を行った結果，単に AVF タスクを遂行した時と比較すると約 900ms 程度も反応時間が遅延する事が認められた．Melina A.ら[9)]は，会話課題として指定された話題について議論する課題を設定し，会話課題と MOT タスク（複数ある動的な刺激が画面上に表示され，それらの刺激の中で数個の刺激を追従するようにあらかじめ指示される．一定時間経過後に指定された刺激の場所を回答する課題）を同時に課す実験を行った．その結果，指定された話題について議論する課題と MOT タスクを同時に課された場合，単に MOT タスクを課された場合を比較すると，約 200ms も反応時間が遅くなっていた．60mph で走行していた自動車の場合，約 200ms の時間があれば約 18.5ft もの距離を進むことが出来るため，会話によって事故の危険性が高まっていると指摘されている．

指定された議題について議論する課題やしりとり課題を会話課題として設定した場合，これらの課題は長期記憶を使用すると考えられことから長期記憶を使用しない計算課題と比較すると認知負荷が高いと考えられるため，長期記憶を使用した会話の方が円滑な視覚情報認知を制限する傾向が見られると考えられる．しかしながら，長期記憶の使用の有無により視覚情報認知のパフォーマンスに違いが見られるかを直接比較した研究は見られない．

3. 実験方法

本実験では，二重課題法を用いて視覚情報認知の特性を明らかにする．二重課題法とは主課題と副次課題の 2 つの課題を設定し，それらの課題を同時に遂行させる実験方法である．本研究では，主課題は Visual Basic を用いて自作したシグナル検知タスク，副次課題は会話を想定し，暗算課題，ならびにしりとり課題を課した．暗算課題は長期記憶を使用しない認知処理を行わせる課題であり，しりとり課題は長期記憶を使用する認知処理を行わせる課題であるため，実際の会話時の認知処理に近いと考えられる．

なお，被験者には各条件終了時に NASA-TLX[10)]を用いて精神的負荷などに関する主観評価行ってもらった．

3.1 被験者

色覚障害と聴覚障害のない 21 歳から 23 歳までの男子学生 8 名，女子学生 4 名を被験者とした．

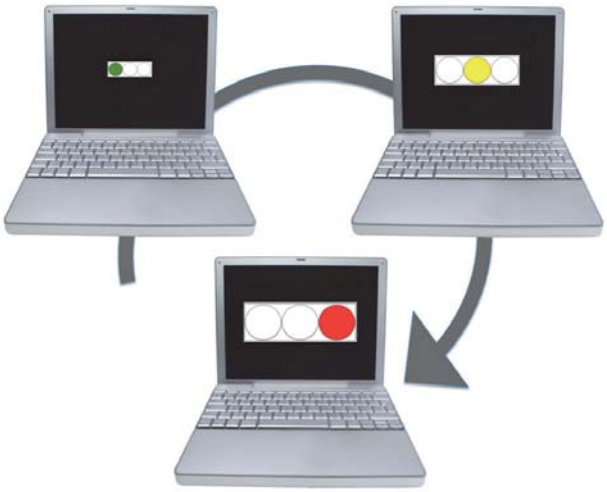

Fig.1　Signal Detection Task

3.2 実験条件

主課題のみの条件を統制条件，主課題と暗算課題の両方を課す条件を暗算条件，主課題としりとり課題の両方を課す条件を会話条件とした．

3.2.1 主課題

シグナル検知タスクは，Fig.1 のように信号機をイメージして作成した．ディスプレイ上に信号機をイメージしたシグナルをランダムなタイミングで表示させる．このシグナルは，Fig.1 のように一定時間の間隔で大きさが 3 段階変化する．自動車が信号機に近づいてゆく状況をイメージし，シグナルの大きさが小，中，大（3 段階）と変化するようにした．一番小さな信号のシグナルの色はランダマイズされているため，被験者は何色のシグナルが表示されるかは予測できない仕組みになっている．

一番大きいシグナルが Fig.1 のように赤色である時，ブレーキとしている「PageDown Key」を押すように求めた．一番大きいシグナルは一定時間経過するとディスプレイ上から消える仕組みになっており，シグナルがディスプレイ上から消えたことが確認できたら，アクセルと見立てている「PageUp Key」を押すように求めた．したがって，シグナルの大きさが小や中の時や，大の時にシグナルの色が黄色，青色の時は，Key 操作は不要である．

なお，被験者には，シグナルを認識したらできるだけ早く反応するように教示した．

3.2.2 副次課題

副次課題は実験者と被験者の会話とし，暗算課題としりとり課題の 2 種類を課した．

暗算課題では，事前に 1 桁の乱数を発生させておき，実験者が 1 つずつ一定間隔で数字を読み上げる．被験者は実験者が読み上げた数字を 2 つ聞いたら，その 2 つの数字を足し合わせた数を発話する．万が一，被験者が発話した数字が正しくなくても，やり直す事無く，そのまま次の加算暗算課題に取り組むように指示した．

しりとり課題では，一般的なルール（同じ単語の使用，句の使用は禁止など）により実験者と被験者がしりとりを実施した．なお，被験者がしりとりをできなかった場合，実験者から再び始めることとした．

3.3 実験手順

まず被験者には主課題の練習を十分に行わせた．その後，統制条件，暗算条件，会話条件のそれぞれを，各条件 10 分間ずつ実施した．各条件とも終了後には 10 分間の休憩を入れ，疲労による影響を排除した．なお，各条件とも終了時に NASA-TLX を用いて精神的負荷に関する主観評価を行った．なお，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．

3.4 測定項目

3.4.1 主課題のパフォーマンス

主課題のシグナル検知タスクについて以下の 3 項目を測定した．

（1）反応時間

一番大きいシグナルの時に赤色であるとき，そのシグナルが表示されてから「PageDown Key」が押されるまでの時間と，シグナルがディスプレイ上から消えた時に「PageUp Key」を押す必要がある状況の時はシグナルが消えてから「PageUp Key」が押されるまでの時間のそれぞれを反応時間として取得した．

（2）誤反応

求められた key 操作と異なる key 操作が行われた場合など正しい key 操作が行われていない時や，key 操作が不要な条件の時に key 操作が行われた場合を誤反応として判断した．

（3）シグナルの無反応

一番大きいシグナルの時に赤色が表示されているのにも関わらず「PageDown Key」を押されずに 2,000 ミリ秒以上経過した場合など，Key 操作による反応が求められている状況で key 操作による反応が行われずに 2,000 ミリ秒以上経過した場合を，無反応と判定した．

3.4.2 主観評価

NASA-TLX は，Table 1 に示すような 6 つの尺度項目について被験者が主観的に感じた印象を，低いまたは高い（良いまたは悪い）を両極にもつ数直線上（Fig.2 参照）に印をつけ回答させるアンケートである [11]．

Table 1　NASA-TLX Rating Scale

項目	項目の内容
精神的要求	どの程度，精神的かつ知覚的活動が要求されましたか(例．思考，意思決定，計算，記憶，観察，検索など)．作業は容易でしたか，それとも困難でしたか．単純でしたか，それとも複雑でしたか．苛酷でしたか，それとも寛大でしたか．
身体的要求	どの程度身体的活動が必要でしたか(例．押す，引く，回す，操作，活動するなど)．作業は容易でしたか，それとも困難でしたか．ゆっくりしていましたか，それともきびきびしていましたか．ゆるやかでしたか，それとも努力を要するものでしたか．落ち着いたものでしたか，それとも骨の折れるものでしたか．
時間的圧迫	作業や要素作業の頻度や速さにどの程度，時間的圧迫感を感じましたか．作業ペースはゆっくりしていて暇でしたか，それとも急速で大変でしたか．
作業達成度	実験者によって設定された作業の達成目標の遂行について，どの程度成功したと思いますか．この目標達成における作業成績にどのくらい満足していますか．
努力	あなたの作業達成レベルに到達するのにどのくらい一生懸命(精神的および身体的に)作業を行わなければなりませんでしたか．
不満度	作業中，どのくらい不安，落胆，イライラ，ストレス，不快感，あるいは安心感，喜び，満足，リラックス，自己満足感を感じましたか．

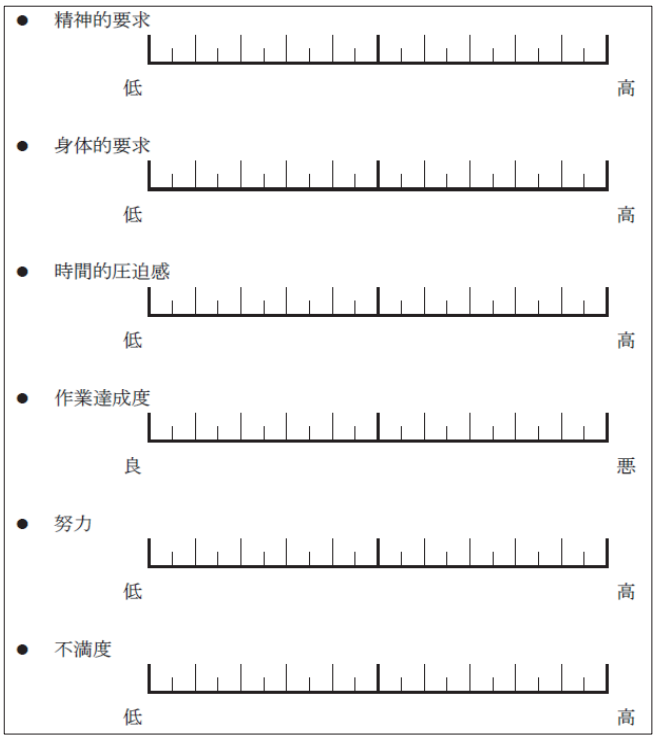

Fig.2　Rating Sheet

通常，NASA-TLX はアンケートを実施する前に 6 つの尺度項目について一対比較法を用い，どの尺度項目がメンタルワークロードへの寄与が高いかを判断させ，その情報に基づきそれぞれの尺度項目について重み付けする．そして，アンケート実施後に重みづけされた各尺度項目の得点を合計し，その合計値を 15 で割り，総合値を算出することで重み付けされた総合値（weighted workload:WWL）を得る．しかし，6 つの尺度項目の単純平均（raw TLX:RTLX）を使用しても WWL との相関係数が 0.971 と非常に高いことが認められている [12]．そこで，本研究では RTLX を使用した．

3.5 実験環境

照度 1845lx（高さ 70cm の水平面上で測定），室温 26 度の下，実験を行った．実験者と被験者のやり取りには，実験室に設けられているマイクとスピーカーを用いた．

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．

4. 実験結果

4.1 反応時間

反応時間について，3 水準の分散分析を行った．その結果，Fig.3 に示す通りとなり，有意差が認められた（$F(2,22)=18.39$，$P<0.01$）．暗算課題やしりとり課題によってシグナル検知タスクのシグナルに対する反応時間の遅延が発生することが示された．また Bonferroni を用いて多重比較を行った結果，Fig.3 に示す通り全ての要因間で有意差が認められ，長期記憶を使用する会話条件の反応時間が最も遅延することが示された．

4.2 誤反応

シグナルに対する誤反応について，3 水準の分散分析を行った．その結果，Fig.4 に示す通り，有意差は見られなかった（$F(2,22)=2.18$，$P>0.10$）．

4.3 シグナルの無反応

シグナルの無反応について，3 水準の分散分析を行った．その結果，Fig.5 に示す通り，統計上，危険水準 5%では有意差が認められなかったが，ある程度の差が観察された（$F(2,22)=2.60$，$P<0.10$）．また Bonferroni を用いて多重比較を行った結果，統制条件と会話条件の間で有意差が見られ，しりとり課題によって，シグナル検知タスクのシグナルに対して，反応すべき時に反応できていない状況が生じる傾向が示された．

4.4 主観評価

主観評価について，3 水準の分散分析を行った．その結果，Fig.6 に示す通り，有意差が認められた（$F(2,22)=9.60$，$P<0.01$）．また Bonferroni を用いて

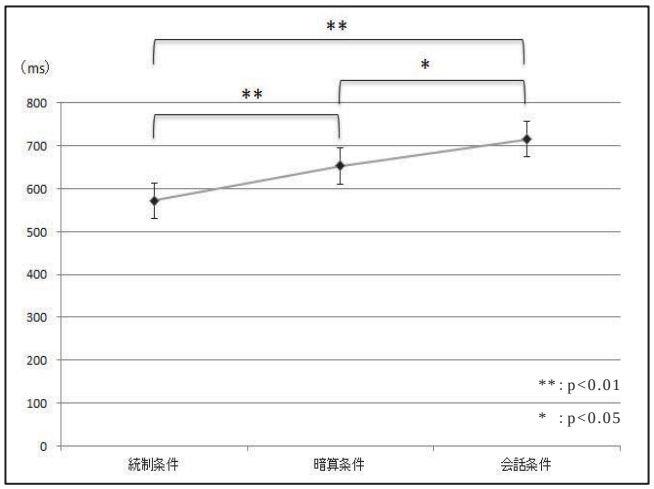

Fig.3　Reaction Time

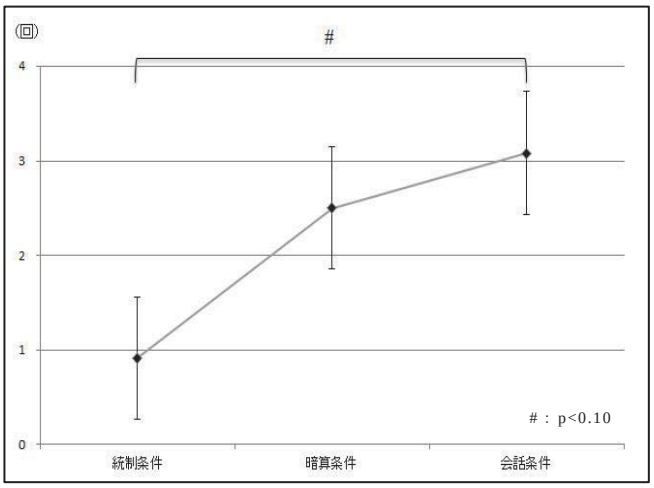

Fig.5　No Reaction of Signals

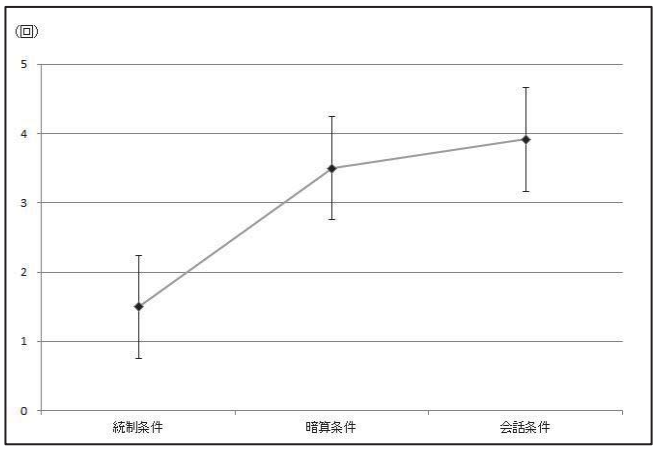

Fig.4　Mistake of Reaction

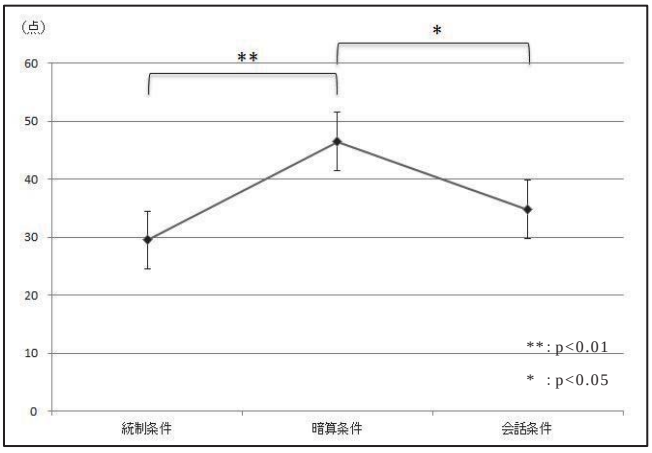

Fig.6　Subjective Evaluation

多重比較を行った結果，統制条件と暗算条件，暗算条件と会話条件のそれぞれの要因間で有意差が見られた．統制条件や会話条件よりも暗算条件の方が NASA-TLX の総合値が優位に高く，反応時間とは異なり，長期記憶を使用しない暗算条件が最もワークロードが高いことが示された．

5. 考察

従来研究と同様に，本実験でも Fig.3 に示す通り，会話によってシグナル検知タスクに対する反応の遅延が認められた．また多重比較により，長期記憶を使用する会話条件が長期記憶を使用しない暗算条件より反応が遅延する傾向が見られることが示された．

Gugerty ら [13]は，作業記憶の注意の容量と視空間的な情報に対する認知処理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．また Joanne L.ら [7]の研究によると，運転中に会話を行うと注意が会話に奪われてしまうため，視空間的な情報に対して十分な注意が配分されない事により前方に対する反応の遅延が生じる可能性を示唆している．すなわち，会話に注意が奪われると視空間的な情報への注意の配分が不十分になるため，視空間的な情報を円滑に処理するための十分な注意量を確保できなくなる．したがって，視空間的な情報の認知処理が遅くなり，反応時間が長くなったと示唆される．本研究において会話条件が暗算条件より反応時間が長くなったのは，長期記憶を使用する認知処理は認知負荷が高く，認知処理のためにより多くの注意を必要とすることから，暗算条件に比べ視空間的な情報に対する注意が薄れ，認知処理により時間がかかったからであると考えられる．

一方で Fig.4 に示す通り，シグナル検知タスクの誤反応に有意差は示されず，会話によって誤反応が有意に増加することは認められなかった．Jan ら [8]の研究でも同様に会話によって AVF タスクに対する反応時間の遅延は認められたが，反応の正確さが悪化することは認められなかった．この研究では，認知負荷の異なる 2 つの質問課題を会話課題として設定し

て実験を行ったが，認知負荷が高い会話課題を行っても誤反応が有意に増加する事は確認されなかった．したがって，会話の難易度が難しくなり認知負荷が増加すればそれに伴って反応時間も増加するが，誤反応に関しては認知負荷の増減の影響を受けにくいと示唆される．

以上より，会話を行いながら視空間的な情報の認知処理を遂行しようとすると注意が視空間的な情報から会話へ移動することで視空間的な情報を円滑に処理するために十分な注意を確保できなくなることから，視空間的な情報の認知処理の遅延が認められるが，正しく処理されることが示された．

ところで Vavid L.ら [14]の研究では，会話によって認識すべき対象物を見ているにもかかわらず認識されないまま見逃されてしまう状況が発生することが認められた．本研究では，無反応に関して多重比較をした結果，Fig.5 に示す通り統制条件と会話条件との間にある程度の差が示された．本研究では，シグナル検知タスクのシグナルがディスプレイ上に表示されてから指定された反応行動が 2,000 ミリ秒以上行われなかった場合について無反応と定義した．上述の通り，認知負荷が高まると視空間的な情報の認知処理が遅くなるが正しく処理が行われることが示唆されており，無反応における差の傾向はしりとり課題によって認知負荷が高まることで認知処理の速度が遅くなり，2,000 ミリ秒以内に視空間的な情報の認知処理が行えなかったため反応ができなかった可能性が考えられる．

ただし Vavid L.ら [14]の研究や本研究では，眼球運動を測定していないため，シグナルから視線が外れたことにより反応ができなかった可能性について否定することができない．会話によって認識すべき対象物を見ているにもかかわらず認識されないまま見逃されてしまう状況が発生するか否かについては，眼球運動を測定した上で検討が必要だと考えられる．また無反応と定義した理由は，シグナルの見落とし以外にも被験者が赤色シグナルを青色シグナルに見間違えたため反応しなかった場合が考えられるためである．この場合，本来であれば誤反応として識別されるべきであり，この点について識別できるように実験のさらなる検討が必要であると示唆される．

ところで本研究では各条件におけるメンタルワークロードを検討するため，NASA-TLX を用いてアンケートを実施した．多重比較を行った結果，Fig.6 に示すように，統制条件と暗算条件，暗算条件と会話条件のそれぞれの間に有意差が認められた．

上述の通り，会話によって視空間的な情報の認知処理は円滑に行えないことが認められており，認知負荷が高い会話条件ではその傾向が強まっている．しかしながら NASA-TLX の総合値は統制条件と会話条件との間に有意差が認められていないことから，主課題が妨害されるような副次課題であっても，必ずしも主観的な精神的負荷や不満感が高まるとは言えず，認知処理の障害度合いと主観的な精神的負荷の間には相関関係が認められないことが示唆された．

また，Roland ら [15]は，直接耳にイヤフォンを装着するヘッドセットタイプでの会話と本研究と同様にマイクとスピーカーを用いた会話では，後者の方が NASA-TLX の総合値が有意に高いことが示された．後者の場合，スピーカーから耳が離れているため，周辺のノイズも聴き取れてしまい，会話を聴き取るためより一層の努力を必要としたことを理由として挙げている．したがって，ヘッドセットタイプで会話を行った場合，メンタルワークロードの数値が抑えられた可能性も考えられ，さらなる検討が必要だと示唆される．

6. まとめ

本研究では，音声的な情報によって提示する長期記憶を使用する課題と長期記憶を使用しない課題の 2 つの副次課題を設け，長期記憶使用の有無によって視覚情報認知に違いが見られるかを検討することを目的とした実験的研究を行った．

その結果，会話を行いながら視空間的な情報の認知処理を遂行しようとすると注意が視空間的な情報から会話へ移動することで視空間的な情報を円滑に処理するために十分な注意を確保できなくなるため，視空間的な情報の認知処理の遅延が認められることが分かった．また，長期記憶を使用する認知処理は認知負荷が高く，認知処理のためにより多くの注意を必要とすることから，暗算条件に比べ視空間的な情報に対する注意が薄れ，認知処理により時間がかかった．

長期記憶の使用有無に関わらず，いずれの場合も反応時間の遅延が認められたが，認知負荷により認知処理に時間を要したとしても正しく処理されることが示された．

また，メンタルワークロードに関する主観的な評価と認知処理のパフォーマンスとの間に相関関係は認められず，主観的な精神的負荷や不満などが認められない場合でも認知処理のパフォーマンス低下が認められることあり，人間は実際の認知負荷を正しく認識できない可能性が示唆された．

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っても，視空間的な情報の認知処理が中心となる運転に対し悪影響を与える可能性があると考えられる．さらに通常の会話は長期記憶を使用する可能性もあると考えられるため，より一層危険性が高ま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 Facttors，Vol.1，pp3-42，1999
2) 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
3) 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
4) Alan Baddeley，The episodic buffer: a new component of working memory?，Trends in Cognitive Sciences，Vol.4，No.11，pp417-423，2000
5) Cowan N.，The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity，Behavioral and Brain Sciences，Vol.24，No.1，pp87-114，2001
6) Oron-Gilad, T., Ronen, A., Shinarm, D., Alertness maintain tasks（AMTs）while driving，Accident Analysis and Prevention，Vol.40，No.3，pp851-860，2008
7) Joanne L. Harbluk, Y. Ian Noy, patricia L. Trbovich, Moshe Eizenman，An on-road assessment of cognitive distruction: Impacts on drivers visual behavior and braking performance, Accident Analysis and Prevention, Vol.39, pp372-379, 2007
8) Jan Spence，Andrew Jia，Jing Feng，Jonny Elserafi，Ying Zhao，How Speech Modifies Visual Attention，Cognitive Psychology，Vol.27，pp633-643，2013
9) 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
10) Human Performance Research Group NASA Ames Research Center，NASA TASK LOAD INDEX（TLX） Paper and Pencil Package
11) SG Hart，LE Staveland，Development of NASA-TLX（Task Load Index）: Results of Empirical and Theoretical Research, Advances in Psychology，Vol.52，pp139-183，1988
12) 三宅晋司，神代雅晴，メンタルワークロードの主観的評価法―NASA-TLXとSWATの紹介および簡便法の提案―，人間工学，Vol.29，No.6，pp399-408，1993
13) Gugerty，L. J.，Tirre，W. C.，Individual differences in situation awareness，Situation awareness analysis and measurement，Lawrence Erlbaum Associates Publishers，2000
14) David L. Strayer，Frank A. Drews，Robert W. Albert，William A. Johnston，Cell phone induced failures of visual attention during simulated driving，Journal of Experimental Psychology，Vol.9，No.1，pp23-32，2003
15) Roland Matthews，Stephen Legg，Samuel Charlton，The effect of cell phone type on drivers subjective workload during concurrent driving and conversing，Accident Analysis and Prevention，Vol.35，pp451-457，2003