

音圧レベルが有効視野に与える影響に関する研究

山田 香那^{*1}, 高野 暁秀^{*2}, 西口 宏美^{*3}

The Influence of Sound Pressure on the Functional Field of View

by

Kana YAMADA^{*1}, Akihide TAKANO^{*2} and Hiromi NISHIGUCHI^{*3}

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

あらまし

有効視野の範囲は常に一定ではなく、注意量により変化する。従来研究では、運転時の会話は認知的負荷となり、注意量が減少し、有効視野の縮小が生じることが示唆されている。一方、無意味な音楽を流した場合は認知的負荷とならないため、有効視野の縮小は認められない。しかし、音圧レベルの違いにより有効視野の範囲が変化する可能性を検討した研究は見られない。よって、本研究では音楽の音圧レベルを変化させ、有効視野の範囲に与える影響を研究した。その結果、無意味な音楽により有効視野は縮小することが認められ、さらに音圧レベルが高い時は、有効視野のより一層の縮小が認められた。

Abstract

In previous researches, it was suggested that conversation while driving might be cognitive load. The conversation decreases attention resources and it also reduces the areas of the functional field of view. In this research, the functional field of view was observed with playing instrumental music that has low and high sound pressure conditions. As a result, it was indicated that the functional field of view was reduced by playing instrumental music. Besides, it was indicated that the functional field of view was reduced more when sound pressure was high level.

キーワード: 有効視野, 音圧レベル, 注意量

Keywords: the functional field of view, sound pressure, attention resources

1. はじめに

平成24年の交通事故発生件数をみると、約67万件であり¹⁾、平成16年の約95万件と比べると28万件減少しているが、件数から見ると依然として交通事故は多く発生していることが分かる。

自動車運転時の一連の運転プロセスとして、最初に行われるのが状況認知である。状況認知では、現在の状況の各要素の知覚をすること、現在の状況を理解すること、そして未来の状況予測をするという行為を指す²⁾。また、特にドライバーが運転の際に獲得する情報のうち90%以上は視覚情報であると言われている³⁾。よって、視覚情報の認知段階でミスが発生すると自動車の操作にも影響がおよび交通事故に結びついてしまう可能性がある。したがって、自動車の運転にとっ

て視覚情報の欠落や十分な認知処理が遂行できない場合は危険であるといえる。

ドライバーは、有効視野の中から取得できる情報を手掛かりにして次に注視するべき対象を検出し、注視点の移動を行っている⁴⁾。また、有効視野の大きさは常に一定ではなく、注意量によって大きさが変化する⁵⁾。したがって、運転時の有効視野はドライバーの注意量に大きく影響される。つまり、運転時は、有効視野を出来るだけ縮小させず、一定に保つことが交通事故の要因となる認知段階のミスを減少させるために大変重要であると考えられる。

David L.ら^{6),7)}の研究によると、運転時に会話を行うことで会話そのものが視覚情報の認知処理の遂行に影響を与えることが確認されている。人間には処理できる情報量に上限があるため⁸⁾、会話に注意が奪われてしまうと視覚情報の認知処理に対して供給される注意量が減少し、円滑な視覚情報認知の遂行が拒まれると指摘されている。そして、注意量が減少することで、有効視野の縮小が生じる。

一方で、阿山ら⁹⁾の研究によると不快感を与えないような環境音楽と音声情報なしの実験では、両条件ともに有効視野の縮小は認められなかったため、認知的処理の観点から不快感を与えないような環境音楽は認知負荷とはならないと考えられている。しかし、音圧レベルを変化させた場合に有効視野の縮小が起きるか否かの研究は見当たらない。そこで本研究におい

*1 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

*2 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

*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

ては、認知的処理の観点から音圧レベルが高い音楽が負担となり有効視野が縮小すると仮定し、音圧レベルの違いによって有効視野の変化が見られるかを検討することを目的としている。

2. 従来研究

2.1 認知負荷と有効視野について

David L.⁶⁾は、携帯電話を手を持ちながら行う会話とハンズフリー機能を使う会話の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を検討するための実験を行った。その結果、携帯電話を手を持ちながら行った会話、ハンズフリー機能を用いた会話の両条件において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と報告している。したがって、携帯電話を操作するために生じる視線移動や身体拘束以外にも、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。

また、David L.⁷⁾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処理が行えず、会話によって「視界に入っていない」という状態が生じていると述べており、やはり会話そのものが視覚情報認知処理の遂行に影響を与えていることが確認されている。

また、Oron-Gilad¹⁰⁾によれば、認知負荷が高まると運転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においてはワーキングメモリの注意量が深く関わっていると考えられている。

有効視野において、三浦¹¹⁾は有効視野が縮小するのは、有効視野における処理の深さと広さの間にトレード・オフの関係あると示唆している。処理の深さとは鮮明な視覚情報処理のことであり、処理の広さとは視覚情報処理を行う範囲のことである。つまり、注意量が減少し、広範囲の視覚情報認知を行おうとすると、鮮明な視覚情報処理が困難になるため、必然的に有効視野が縮小すると考えられている。

Williams⁵⁾は、有効視野を注視点の周りで視覚的情報を貯蔵したり、読み取ったりすることが可能な範囲であると定義している。したがって中心視ほど鮮明ではないが、周辺視野の範囲でも有効視野と同等の機能を有する部分が存在すると考えられる。中心視野と周辺視野にはそれぞれ特徴があり、中心視野は解像度が高く、大別すると周辺視野は刺激の変化には敏感であるということがあげられる¹²⁾。

2.2 音楽と有効視野について

ここまで会話による有効視野に関する研究を挙げたが、阿山⁹⁾は音楽を流して有効視野が縮小するかな否かを検討している。音声情報を呈示しない条件、刺激映像呈示時にBGM条件(BGMは不快感を与えないような環境音楽を使用)、刺激映像呈示時に会話を流して実験後に会話理解を求める条件、刺激映像呈示時に会話を行う条件の4条件を設定している。実験の結果、

有効視野の縮小は会話的課題を行う条件の際に起こり、BGMを聞かせる条件では有効視野の縮小は認められなかった。

以上のように、従来研究からは会話が有効視野に与える影響を検討した結果、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が示唆されている。しかし、音楽を流しながらの運転時の有効視野の縮小に関する従来研究は少なく、音圧レベルを変化させた場合に有効視野の縮小が起きるか否かの研究は見当たらない。

3. 実験方法

3.1 被験者

視力、色覚、ならびに聴覚機能に異常のない21歳から24歳までの男子学生6名、女子学生6名、計12名を被験者とした。

3.2 主課題

本実験では、Fig.1に示すように画面中心に呈示される黒い点を被験者に注視してもらいランダムに呈示される刺激を口頭で回答してもらった。刺激はひらがな(あ、か、さ、た、な、は、ま、や)であり、白色の画面の上に黒色で呈示した。なお刺激の大きさは視角で3度であった。刺激は1秒間呈示されると消えて、間隔をあけてまた異なる位置に刺激が呈示するように設定した。刺激が全て異なる位置に70文字呈示されるまで続き、終了すると画面全体が黒に変化した。

本実験課題はMicrosoft Visual Basic 2012を用いて作成し、20インチTFTモニターを用いて実施した。被験者と画面までの距離は40cm、画面の大きさは横60度、縦35度であった。

呈示された刺激と被験者が口頭で回答した刺激が一致した場合は、刺激を正しく認知処理できたと判断した。また、呈示された刺激と被験者が口頭で回答した刺激が異なる場合や刺激が呈示されているにもかかわらず口頭による回答が無かった場合は、刺激を正しく認知処理できていないのでミスと判定した。

また、主課題ではアイカメラによって被験者の視線を計測した。被験者には画面中央の黒い点を見ながらランダムに呈示される刺激を認識することを求めたが、万が一視線を動かして呈示される刺激を認識した場合、そのデータは解析の際に取り除いた。

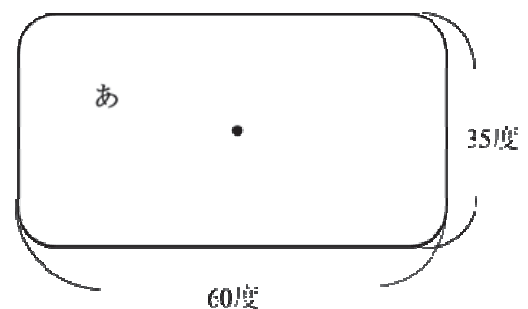


Fig.1 The Primary Task

3.3 実験条件

主課題のみの条件を統制条件、主課題と音圧レベル値が低いコンテキストを持たない無意味な音楽を聞かせる条件を低音圧条件、主課題と音圧レベル値が高いコンテキストを持たない無意味な音楽を聞かせる条件を高音圧条件とした。低音圧条件と高音圧条件で利用する音楽は同じ楽曲を利用した。なお、実験で利用した楽曲は、「放課後の音楽室／ゴンチチ」、「ローズ／ジェームズ・ホナー」である。

3.4 実験手順

まず被験者には、実験の練習を十分行わせた。その後、統制条件、低音圧条件、高音圧条件を各6分ずつ実施した。各条件とも終了後には10分の休憩を入れ、疲労による影響を排除した。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するように実験を行った。

3.5 実験環境

照度1,068lx（高さ70cmの水平面上で測定）、室温25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。実験で流す楽曲の音圧レベルは、低音圧条件で68dBA、高音圧条件では74dBAとした。なお楽曲の音圧レベルは常に一定ではなく、継時的変化が認められる。したがって、本研究では騒音計によって測定された音圧レベルの中央値を音圧レベルとした。

なお、被験者の実験遂行状態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

データの解析に際しては、1人の被験者においてアイカメラで正常にデータを取れなかったため、解析の際はこのデータは利用しなかった。

4.1 認知個数

認知個数について、3水準の一元配置分散分析を行った結果、有意差が認められた($F(2,20)=6.01, P<0.01$)。また、Holmの方法を用いて多重比較を行った結果、Fig.2に示す通り統制条件と低音圧条件での有意差、統

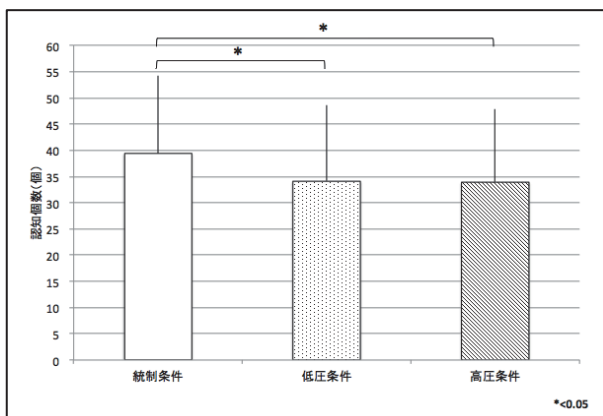


Fig.2 The Number of Cognition

制条件と高音圧条件での有意差が認められ、音を流すことによって正確に認知できる文字数は減少したことが示された。

4.2 認知率

統制条件と低音圧条件、高音圧条件で提示する位置ごとに認知率を求めた。

また、認知率が90%以上になっている範囲をそれぞれの条件ごとFig.3, Fig.4, Fig.5に示した。条件が異なると90%以上認知できる範囲が縮小していることがわかる。

しかしながら統計的に有効視野が縮小しているとは言及できていないことから、統計的に有効視野が縮小しているか否かを示すため内側、中側、外側と設定して分析を行うことにした。Fig.6に示すように、右上がりの斜線の部分を内側、水玉模様の部分を中側とした。内側の設定は、横10度、縦7度の範囲、中側の設定は、横30度、縦15度とする。内側の設定は、統制条件で被験者の認知率が90%以上の範囲と数文字の語の認知限界を参考にして決定した。また、中側は統制条件の際、認知率が90%以上の範囲を参考にして決定した。

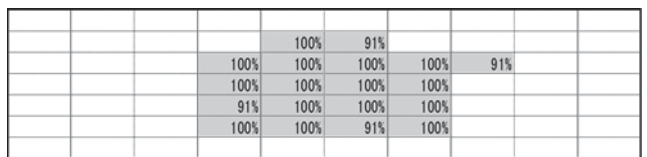


Fig.3 The Rate of Cognition on the Control Condition

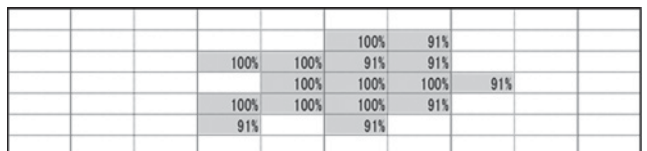


Fig.4 The Rate of Cognition
on the Low Sound Pressure Condition

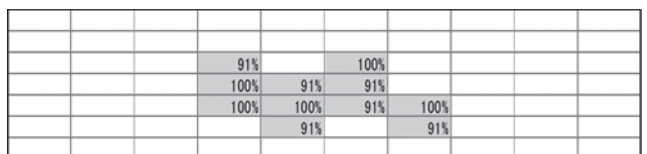


Fig.5 The Rate of Cognition
on the High Sound Pressure Condition

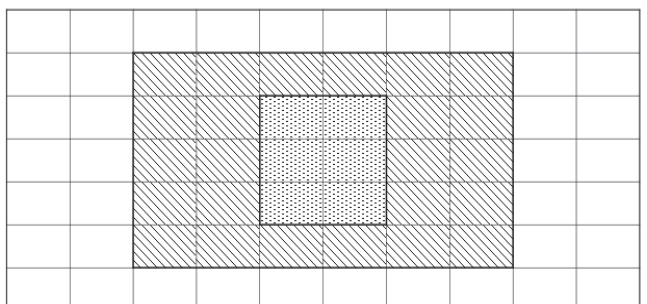


Fig.6 The Definition of Analysis Areas

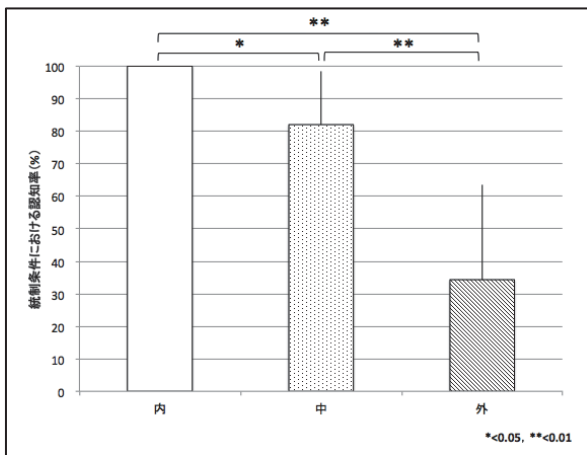


Fig.7 The Rate of Cognition on the Control Condition

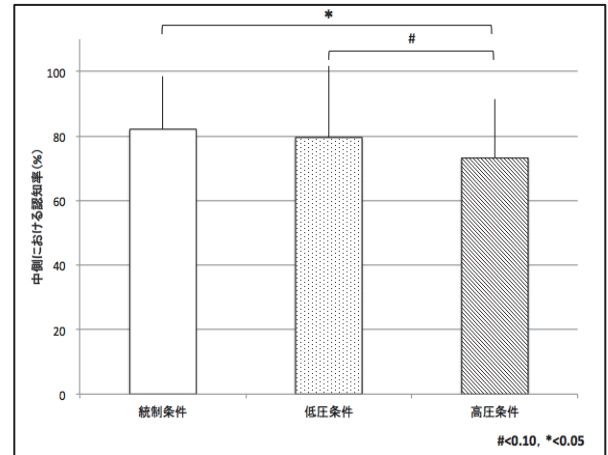


Fig.9 The Rate of Cognition at the Middle

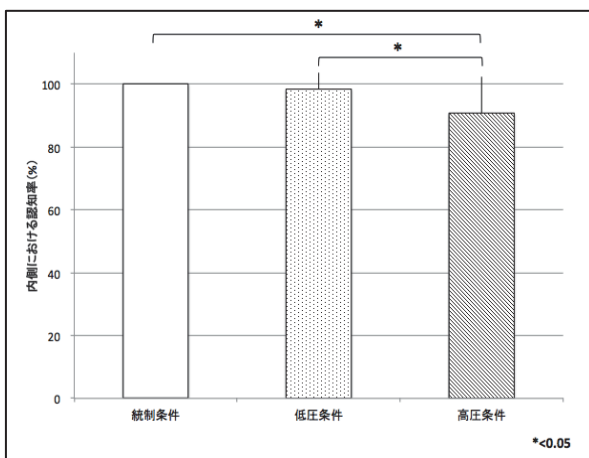


Fig.8 The Rate of Cognition at the Inside

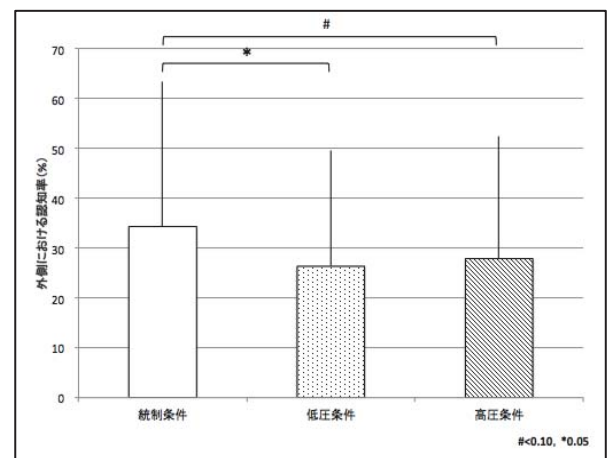


Fig.10 The Rate of Cognition at the Outside

4.2.1 統制条件における認知率

統制条件における認知率について、3水準の一元配置分散分析を行った結果、有意差が認められた ($F(2,20)=50.68$, $P<0.01$)。また、Holmの方法を用いて多重比較を行った結果、Fig.7に示す通り内側と中側で有意差が見られ、内側と外側、中側と外側では高度に有意差が認められた。従って、この内側、中側、外側で認知率の差があることが示された。また、音声情報がない状態でも外側は内側、中側に比べると認知がしにくいことが示された。

4.2.2 内側における認知率

内側の認知率について、3水準の一元配置分散分析を行った結果、有意差が認められた ($F(2,20)=5.51$, $P<0.05$)。また、Holmの方法を用いて多重比較を行った結果、Fig.8に示す通り統制条件と高音圧条件において、低音圧条件と高音圧条件において有意差が見られた。この結果より、音圧レベルが大きくなると、認知率が高かった内側でさえ認知率が低下することが示された。

4.2.3 中側における認知率

中側の認知率について、3水準の一元配置分散分析を行った結果、有意差が認められた ($F(2,20)=4.70$,

$P<0.01$)。また、Holmの方法を用いて多重比較を行った結果、Fig.9に示す通り統制条件と高音圧条件において有意差が見られ、低音圧条件と高音圧条件において統計上、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。この結果から、中側の認知率は音圧によって低下した可能性があることが示された。

4.2.4 外側における認知率

外側の認知率について、3水準の一元配置分散分析を行った結果、有意差が認められた ($F(2,20)=4.37$, $P<0.05$)。また、Holmの方法を用いて多重比較を行った結果、Fig.10に示す通り統制条件と低音圧条件において有意差が見られ、統制条件と高音圧条件において統計上、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。音を流すことによって外側の範囲において、認知率が低下するという傾向が示された。

5. 考察

5.1 音圧レベルの違いが有効視野に与える影響

本研究では、音圧レベルを変化させ、コンテキストを持たない音楽を流し有効視野の範囲に変化は見ら

れないか実験を行ない検討した。その結果、Fig.8, Fig.9が示す通り、中側と内側において、統制条件と高圧条件、低圧条件と高圧条件との間において有意差が認められ、音圧レベルの違いにより有効視野が縮小することが示唆された。

島井ら¹³⁾の研究によると高音圧条件では、刺激の音圧レベルが高くなるほど不快さが増加することが示され、低音圧条件でも高音圧条件ほど顕著ではないが音圧レベルが高い時に不快さが増加することが示されている。また、川田ら¹⁴⁾の研究によるとBGMや環境音において音の種類で不快、うるさいと感じるレベルの違いはあるものの、音圧レベルが高くなるにつれて不快と感じるという結果は同様に得られている。したがって、両研究に共通していることは、「音圧レベルが高くなると不快に感じる」ということである。また、斉藤¹⁵⁾は音圧レベルがどの程度上昇すると人間が不快に感じるかを検討した結果、聴覚障害のない正常者については、個人差は非常に大きいがおおむね80dBA程度で不快を感じる事が分かっている。

本研究では、高音圧レベル条件で流したコンテキストを持たない無意味な音楽が被験者にとって不快に感じたかについて心理的印象調査を行っていない為、この点については明確に言及できないが、高音圧レベル条件において設定した音圧レベルは74dBAであり、上記より被験者はおおむね不快に感じていると示唆される。不快な情動の研究に、佐藤ら¹⁶⁾は悲しみ導入時つまりネガティブな気分の時には、認知的パフォーマンスは下がり、快-不快双方の情動喚起刺激は中立刺激よりも強い賦活を示し、ワーキングメモリー課題中はより不快な刺激に対し強い賦活を示すという。したがって、適度なポジティブ気分導入下ではワーキングメモリーの課題の成績が向上し、逆にネガティブ気分導入下では成績が低下すると示唆している。また、同様の研究で、大上ら¹⁷⁾は不快な情動の喚起により、有効視野が縮小することを示唆している。その理由として、情動喚起時においては平静時に比べ、外的刺激の処理へ配分される注意量は減少すると考えられている。これらのことから、本研究の結果は、音圧レベルを上げることにより被験者は不快に感じ、外的刺激の処理へ配分される注意量は減少したためであると考えられる。

また、有効視野において、前述に述べたとおり、有効視野における処理の深さと広さの間にトレード・オフの関係があると示唆されている¹¹⁾。つまり、注意量が減少し、広範囲の視覚情報認知を行おうと試みると、鮮明な視覚情報処理が困難になるため、必然的に有効視野が縮小すると考えられている。本研究では、音圧レベルを高くすることによりおおむね被験者は不快に感じたことと予想されることから、注意量を減少させる要因となり、有効視野におけるトレード・オフの関係より有効視野が狭くなったと考えられる。高音圧レベルの条件では、注視している部分から近い内側、中側にも悪影響を与えていることから、より有効視野を縮小させている要因になっていると考えられる。

5.2 音楽が有効視野に与える影響

Fig.2に示す通り、認知個数は音が流れることにより統制条件と低圧条件で有意差が認められ、統制条件と高圧条件でも有意差が認められた。また、外側認知率においてもFig.10に示す通り、統制条件と低圧条件において、統制条件と高圧条件において有意差が認められた。この結果より、人間は音が流れることにより、認知できる個数が少なくなり、外側においては音を流すだけで認知率の低下が起こることが示された。Helenら¹⁸⁾によると、「音楽に歌声が含まれる有意意味な音楽でも、音楽に歌声が含まれず無意味な音楽でも音楽がない時に比べ認知のパフォーマンスが低下する」と指摘している。しかし、阿山ら⁹⁾の研究では、音声情報でBGMを流す実験において認知処理の観点からは認知負荷にはならないという報告がある。これは、Helenらの研究結果と異なる。本研究では、認知個数、外側認知率において音圧レベルの影響を受けて有意差は認められなかったものの、音楽が流れることにより認知処理の負荷となり、注意量が減少したと予測され、有効視野の縮小に影響を与えることが確認できた。

6. まとめと今後の課題

本研究の目的は、音圧レベルの違いにより有効視野の変化がみとめられるかを検討する事であり、2種類の音圧レベルを持つコンテキストの無意味な音楽を流し実験を行った。その結果、音圧レベルを変化させることで、中側・内側の範囲において統制条件と高圧条件、低圧条件と高圧条件で有意差が認められた。また、高圧条件では、音楽が被験者にとって不快と感じたと予測され、不快に感じたことにより、外的刺激の処理へ分配される注意量は減少したと考えられる。前述したように有効視野には処理の深さと広さの間にトレード・オフの関係があることから、注意量が減少した際に広範囲の視覚情報認知を行おうと試みると、鮮明な視覚情報処理が困難になり必然的に有効視野の縮小につながったと示唆される。

また、本研究においては音楽を流すことで外側の認知率が低下し、コンテキストを持たない無意味な音楽を流すだけで認知的負荷となり、有効視野が縮小することが示唆された。

本研究では音圧レベルを上げたことに対し、被験者にうるささの心理的印象については調査しなかったため、被験者が低圧条件と高圧条件下で不快と感じたかどうかは明確に言及できなかった。また、佐伯ら¹⁹⁾、²⁰⁾は、等しい音圧レベルであれば、無意味雑音より有意味雑音の方がうるささの心理的印象の平均値は高いと指摘している。今回はコンテキストを持たない無意味な音楽の音圧レベルを変化させて実験を行ったが今後の課題として同音圧レベルで有意意味雑音と無意味雑音下で研究をし、有効視野について検討する必要がある。

参考文献

- 1) 公益財団法人交通事故総合分析センター, 平成 24 年ー平成 16 年, <http://www.itarda.or.jp/>, 2014.12.30.
- 2) 赤松幹之, 運転中に何を見て, 何を認知しているのかー道路, 交通, 運転特性, そして高齢ドライバーー, 映像情報メディア学会誌, Vol.61, No.12, pp1682-1688, 2007.
- 3) Hartman, E, Driver vision requirements, Society of Automotive Engineers, Technical Paper Series 700392, pp629-630, 1970.
- 4) 三浦利章, 視覚的行動・研究ノート: 注視時間と有効視野を中心として, 大阪大学人間科学部紀要, 8, pp171-206, 1982
- 5) Leonard J.Williams, Cognitive Load and the Functional, HUMAN FACTORS, Vol.24, No.6, pp683-692, 1982.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) Nelson Cowan, Working-Memory Capacity, Essays in Cognitive Psychology, pp155-175, 2005.
- 9) 阿山みよし, 松澤麻記, 目加田慶人, 春日正男, 動的背景上の有効視野に対する音声情報の影響, 照明学会誌, Vol.85, No.2, pp105-110, 2001.
- 10) Oron-Gilad, T., Ronen, A., Shinarm, D., Alertness maintain tasks (AMTs) while driving, Accident Analysis and Prevention, Vol.40, No.3, pp851-860, 2008.
- 11) 三浦利章, 視覚的注意と安全性ー有効視野を中心としてー, 照明学会誌, 第 82 巻, 第 3 号, pp180-184, 1998.
- 12) 石黒祥生, 暦本純一, 拡張現実感環境のための視線計測による周辺視野領域情報提示手法, 情報処理学会論文誌, Vol.53, No.4, pp1328-1337, 2012.
- 13) 島井哲志, 田中正敏, 環境音の快ー不快評価と音圧の関係, 日本音響学会誌, 第 49 巻, 第 4 号, pp243-251, 1993.
- 14) 川田一貴, 石宮眞一郎, スーパーマーケットの売場における音環境に関する意識調査, 社団法人電子情報通信学会, pp79-86, 2001.
- 15) 斎藤瑛, 聴覚の不快レベルに関する臨床的研究, 日本耳鼻咽喉科学会会報, Vol.74, No.1, pp28-46, 1970.
- 16) 佐藤徳, 情動調整の精神機構について, 感情心理学研究, Vol.9, No.1, pp63-71, 2002.
- 17) 大上渉, 箱田祐司, 大沼夏子, 守川伸一, 心理学研究, Vol.72, No.5, pp361-368, 2001.
- 18) Helen J.Crawford, Chehalis M.Strapp, Personality and Individual Difference, Vol.16, Issue 2, pp237-245, 1994.
- 19) 佐伯徹郎, 藤井健生, 山口静馬, 加藤裕一, 外来音響が記憶精神作業者に及ぼす影響(1)ーうるささの心理的印象と疲労感ー, 人間工学, 第 37 巻, 特別号, pp302-303.
- 20) 佐伯徹郎, 藤井健生, 山口静馬, 加藤裕一, 短期記憶作業時における騒音の影響ーうるささの心理的印象と作業成績ー, 日本音響学会誌, 第 59 巻, 第 4 号, pp209-214, 2003.