

PC 作業時の集中力向上のための作業用壁紙

橋 卓見[†] 岡部 浩之[†] 佐藤 未知^{†,‡}
福嶋 政期^{†,‡} 梶本 裕之^{†,††}

PC での作業時に、周囲に頻繁に気を取られてしまう状況では作業に集中できないことがある。集中が低下した際、典型的にはユーザの視線が作業領域外へ頻繁に移動する現象が観察される。このことから、必ずしも因果関係は明確ではないものの、視線の制御によって逆に集中を持続させる可能性がある。この可能性に基づき、本研究では集中力向上のために視線を PC ディスプレイ上の作業エリアに誘導する視覚刺激を用いることを提案する。本稿では 5 種類の視覚刺激パターンがユーザの集中力に及ぼす影響を観察した。その結果、内向きに向かう縞模様の視覚刺激が、集中力向上に有効であると認められた。この視覚刺激を用い、実際の作業での使用を想定したアプリケーションの概要について示す。

Visual Stimulation for Improving Concentration while Working with Computers

TAKUMI TACHIBANA[†] HIROYUKI OKABE[†] MICHI SATO^{†,‡}
SHOGO FUKUSHIMA^{†,‡} HIROYUKI KAJIMOTO^{†,††}

We often can-not concentrate on the work with PC when we are distracted by the surrounding. We thought that one of the reason why we are distracted by the surrounding is because we frequently turn our gaze outside the work area, and we employed visual stimuli that guides our gaze to the work area on the PC display. In this paper, we explored the influences of the stimulus pattern of the user's concentration by presenting five visual stimuli. In addition, we also present the application to the use in real work employing the visual stimulus found that is effective for improving concentration.

1. はじめに

PC での作業時、周囲に頻繁に気を取られることで作業に集中できないことがある。本研究はこの問題に対し、視覚刺激を用いた集中力向上手法を提案する。

周囲に気を取られる原因が、ユーザの視線が周囲に逸れるためであると仮定するならば、PC ディスプレイ上の作業エリアにユーザの視線を誘導させることで、作業への集中力が向上するはずである。先行研究からも、具体的に見つめるものがある課題の方が集中し易い、ということが示されており¹⁾、注視により集中力が向上する可能性が考えられる。また人の視線を誘導することに、特定の視覚刺激が有効であることは示されていることから^{2,3)}、本研究も視線誘導のため視覚刺激を用いる。この視覚刺激によってユーザの視線が作業エリア外に外れることを予防し、その結果として

PC 作業時における集中力の向上が期待できる。

従来の集中力の向上手法には、香り提示⁴⁾や BGM 提示⁵⁾などが挙げられる。しかし、香りや BGM 提示では 1 人の対象者の集中力の向上を目的としており、人が多い室内での PC 作業を想定した場合に対象者のみに香りや BGM を提示するのは困難である。これに対し、視覚刺激ならば少なくとも PC ディスプレイ前の人にのみ刺激提示ができ、周りの人の作業の妨げにならない。

本稿では、5 種類の視覚刺激の提示と同時に、作業課題として計算問題を課し、ユーザの集中力向上に有効である視覚刺激を調査した。また、それらの視覚刺激を用いたアプリケーションを提案する。

なお、以降の実験の章では図 1 のように、作業課題エリアを PC 画面内中央の作業課題が表示されている領域、視覚刺激エリアをそれ以外の視覚刺激が表示される領域と定義する。

[†] 電気通信大学

University of Electro-Communications

[‡] 日本学術振興会特別研究員

Japan Society for the Promotion of Science

^{††} 科学技術振興機構さきがけ

Japan Science and Technology Agency

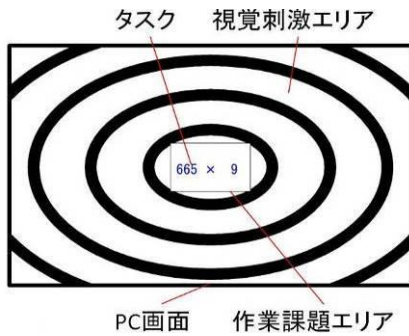


図1 作業課題エリアと視覚刺激エリアの関係

2. 集中

2.1 集中の定義

集中という言葉について統一的な定義はなく、先行研究でも様々な意味で使われている。本研究は心理学で「外部からの刺激を選択的に処理する働き」という意味である「注意」⁶⁾という言葉を用いて定義する。この注意が向けられている対象は人間の意識に上るが、そうでない場合はたとえ視界に入っている意識されることはない。

本研究では「1つの事物に継続的に注意を向けている」状態を集中している状態と定義し、集中の度合いを集中力とする。つまり継続的にその事物を意識していることが重要であり、単に見続けていても集中しているとは言えない。

2.2 集中力の測定指標

本稿では集中力の測定指標として、**実験1**では被験者の瞬目頻度と音に対する反応時間、**実験2**では瞬目頻度と作業課題の正答率、アンケートによる被験者の主観評価を用いた。

瞬目頻度とは一定時間あたりの瞬目回数であるが、心理学の分野において注意や集中の測定指標として用いられ⁷⁾、集中力の定量化のために瞬目頻度を用いた先行研究も存在する⁸⁾⁹⁾。これらの先行研究では、瞬目頻度は集中力が高いほど少なくなり、低いほど多くなるとされている。本稿でもこれに倣うこととする。

音に対する反応時間とは、実験の途中で被験者が装着しているヘッドフォンから音を流し、その音に被験者が気付くまでの時間である。この音は徐々に音量が上がるもので、いずれは確実に被験者が気付かくなるようにした。ここでは作業課題への集中力が高いほど、作業課題以外の刺激である音に気付かなくなり、この反応時間が長くなると仮定した。

また、作業課題の正答率とは、被験者に課した計算問題の正答率を指す。ここでは作業課題への集中力が高いほど正答率も高く、低いほど正答率も低くなると

仮定した。今回用いた作業課題は3桁と1桁の数の乗算で、正答率が集中力によって変化する負荷として予備実験的に求めた。

アンケートについては、被験者にどれくらい集中できたかを1つの視覚刺激につき、0から100点の間で主観的に評価させた。その際、0が「全く集中出来なかった」、100が「非常に集中できた」に相当すると教示した。

3. 視覚刺激ごとの集中力の測定

5種類の視覚刺激を提示した際の集中力の変化を測定する実験を行った。

3.1 実験1

我々は前報¹⁰⁾において、5種の視覚刺激を提示し、瞬目頻度と音に対する反応時間から被験者の集中力に及ぼす影響を観察したが、結果としてこの2つの測定指標の視覚刺激ごとの差異は見られなかった。

そこで本実験では、前報での作業課題（1桁同士の数の四則演算）の難易度が低すぎたという考察を踏まえて、用いた作業課題を3桁と1桁の数の乗算に変更し、再び瞬目頻度と音に対する反応時間から被験者の集中力に及ぼす影響を観察した。

なお作業課題以外の実験環境・手順は前報と同様である。

3.1.1 実験環境

実験環境を図2に、実験時の様子を図3に示す。顔からディスプレイまでの距離が40cmになるように顎台を机に設置し、被験者には顎台に顔を固定させヘッドフォンを装着させた。ディスプレイのサイズは1680×1050ピクセルで、視野角換算で水平方向60.6deg、垂直方向41.2degであった。顎台からディスプレイを見たときの照度・輝度はそれぞれ253.5±0.5lux、210.5±0.5cd/m²であった。



図2 実験環境



図3 実験時の様子

視覚刺激として用いたのは以下の 5 種である (図 4)。

- ①白地
- ②黒地
- ③内向きに向かう縞
- ④外向きに向かう縞
- ⑤ランダムな位置に表示されるドット

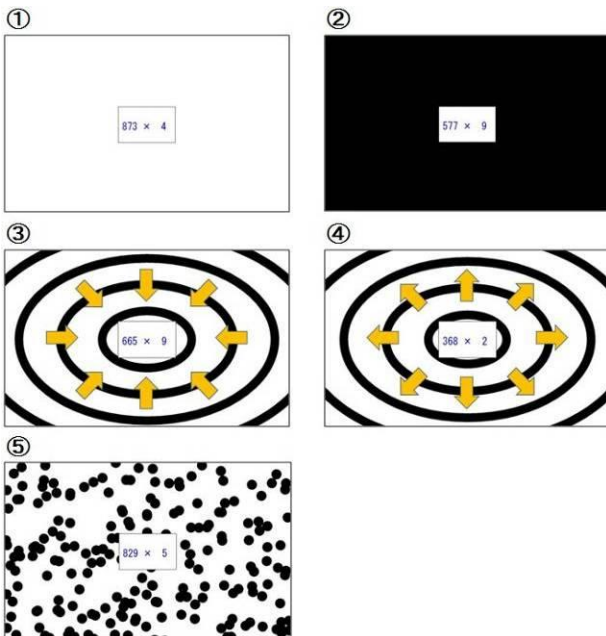


図4 用いた視覚刺激

③④の縞模様は、白地に黒い縞が流れていくものである。黒い縞は楕円形であり、その縦幅・横幅の比はディスプレイサイズに合わせた。黒い縞の幅と隣り合う黒い縞の間隔はそれぞれ 3.3 deg, 4.1 deg, 縞の流れる速度は 7.5 deg/s に設定した。⑤のランダムドットについては、1 つの黒玉の直径は 3.3 deg であり、画面内の 100 個のドットすべての位置が 0.5 秒ごとにランダムに変わるようにした。これらの視覚刺激を背景として中央の作業課題エリアに表示される計算問題を被験者に解かせた。このとき、作業課題のサイズは水平方向 13.6 deg, 垂直方向 8.4 deg であった。被験者には実験前に以下のことを指示した。

- ・計算問題の解答を口頭で答える。

- ・実験中、ヘッドフォンからの音に気付いたら手元に用意したマウスをクリックする

音の特徴として、周波数 1 kHz の正弦波、音量は鳴り始めが 30 dB, 以降は 1 秒ごとに 1 dB ずつ上がるように設計した。

3.1.2 実験条件

被験者は 21~23 歳の 4 名 (男性 4 名, 平均年齢 22 歳) を対象に実験を行った。1 つの視覚刺激につき 1 分間の計算を解く作業課題時間と、その後の 1 分間の休憩時間を設けた。1 つの視覚刺激が終了すると次の視覚刺激が開始され、これを 5 刺激分行うことを 1 試行とし、それぞれの被験者に 3 試行を行った。作業課題である計算問題は 10 秒ごとに次の問題が表示され、1 分間で計 6 問出題されるように設計した。

実験中提示した音は 1 分間の作業課題時間中に 2 回鳴るように設計した。鳴り始めるタイミングは 1 回目が作業課題開始から 10~20 秒の間, 2 回目が 35~45 秒の間でランダムに鳴り始めるようにし、被験者が鳴り始めのタイミングを予測できないようにした。また、この音は被験者によるマウスクリックで鳴り止め、音が鳴り続けることで被験者の集中力が阻害されることを防ぐようにした。

計算問題の内容と、提示する視覚刺激の順番はすべてランダムに提示した。

実験中の被験者の顔面部をビデオカメラで撮影し、実験後に瞬目頻度を目視で測定した。音に対する反応時間は、音が鳴り始めてから被験者が音に気づいてマウスをクリックするまでの時間を記録した。

3.1.3 実験結果

図 5, 図 6 に、被験者全員の結果をまとめたものを示す。エラーバーは標準偏差を表し、横軸の白・黒・内・外・玉はそれぞれ、白地・黒地・内向き縞・外向き縞・ランダムドットの視覚刺激を示している。瞬目頻度とは、白地背景提示時の瞬目頻度を基準の 1 としたときの、他視覚刺激の瞬目頻度を正規化したものである。音に対する反応時間についても同様である。図 5 より、白地背景提示時の瞬目頻度より内向き縞・外向き縞・ランダムドットの、それぞれの刺激提示時の瞬目頻度のほうが少ないことがわかる。分散分析の結果からも有意な差が確認された。しかし、内向き縞・外向き縞・ランダムドットの 3 つの刺激の中では、有意な差は確認されなかった。

図 6 より、音に対する反応時間についてはどの刺激でもほぼ同じであることがわかる。また、分散分析した結果からも有意な差は確認されなかった。

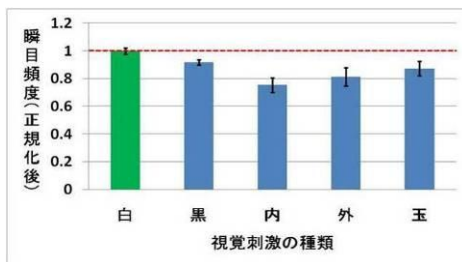


図5 各刺激における瞬目頻度 (実験 1)

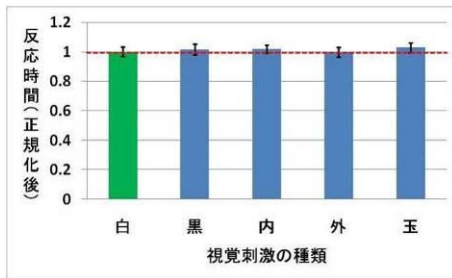


図6 各刺激における音に対する反応時間

3.1.4 考察

瞬目頻度の結果では、内向き縞・外向き縞・ランダムドットの3刺激において有意な減少が見られた。このことからこの3刺激を提示したときは、他の2刺激（白地・黒地）を提示した時よりも被験者の集中力が増したと言える。

音に対する反応時間の結果からは、有意な差が見られなかった。このことについて、内観報告で「音が鳴ることを待ち構えてしまった」という報告を得られた。このことから、被験者が音に備えることで即座に反応できたため、それぞれの刺激で差が出なかったと考えられる。またこれは、作業課題への集中が阻害されることで、音に対する反応時間では集中力を測定できない可能性を表しているため、次節の**実験 2**では音を鳴らす課題は行わなかった。

3.2 実験 2

実験 1より、内向き縞・外向き縞・ランダムドットの3つの視覚刺激が集中力向上に有効であることが示唆された。**実験 2**ではその3刺激の中で、特にどの刺激が有効であるかをさらに詳細に検討した。実験1では刺激提示時間が1分と短く、その間だけ集中するというスキルをみにつけてしまう可能性がある。また1分では将来的な目的である長時間の作業での有効性が検証できない。このため刺激を**実験 1**より長い時間提示し、さらに集中力の測定指標に作業課題正答率とアンケートによる被験者の主観評価を加えて観察した。

3.2.1 実験環境

実験環境は**実験 1**と同様である。

3.2.2 実験条件

被験者は21~22歳の5名（男性4名、平均年齢21.6歳）を対象に実験を行った。1つの視覚刺激につき、作業課題時間を8分間、休憩時間を3分間設けた。3刺激分を1試行とし、それぞれの被験者に1試行を行った。また、計算問題は10秒ごとに次の問題が表示されること、計算問題の内容と提示する視覚刺激の順番はすべてランダムであること、瞬目頻度の測定方法は**実験 1**と同様である。計算問題は8分間で計48問出題されるように設計し、正答率を記録した。なお問題が表示される10秒間の間に被験者が回答できなかった場合は誤答扱いとした。

3.2.3 実験結果

図7、図8、図9に、**実験 1**と同様に被験者の全員の結果をまとめたものを示す。図の見方も**実験 1**と同様であるが、図7、図8では内向き縞提示時の瞬目頻度を基準にしている。

図7より、内向き縞提示時の瞬目頻度が他の2刺激よりも少ないことがわかる。分散分析の結果から、内向き縞提示時と他の2刺激提示時に有意な差があることが確認され、外向き縞提示時とランダムドット提示時の間では有意な差は確認されなかった。

図8より、内向き縞提示時の正答率が他の2刺激よりも高いことがわかる。分散分析の結果から内向き縞提示時と他の2刺激提示時の間に有意な差があることが確認され、外向き縞提示時とランダムドット提示時の間では有意な差は確認されなかった。

図9より、内向き縞の被験者によるアンケート点数が、他の2刺激よりも高いことがわかる。分散分析の結果から内向き縞提示時とランダムドット提示時の間に有意な差があることが確認され、内向き縞提示時と外向き縞提示時、外向き縞提示時とランダムドット提示時の間では有意な差は確認されなかった。

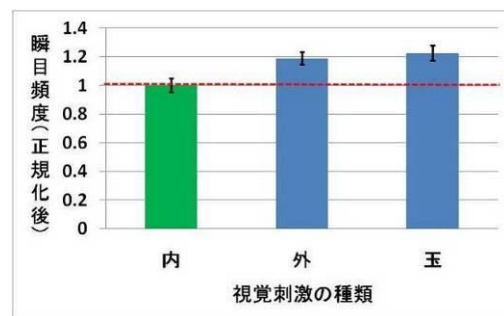


図7 各刺激における瞬目頻度 (実験 2)

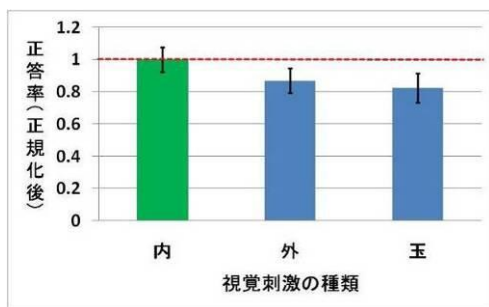


図8 各刺激における作業課題正答率

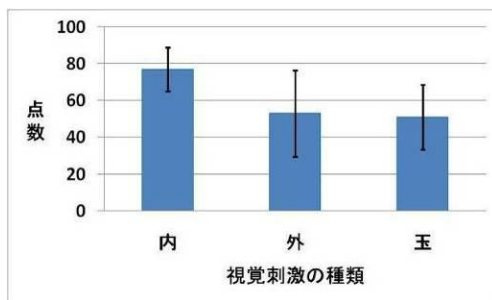


図9 各刺激におけるアンケートの点数

3.2.4 考察

瞬目頻度では生理指標という観点から、作業課題正答率では作業効率という観点から、アンケートによる主観評価ではユーザの印象という観点から集中力を評価し、これらの結果から外向き縞・ランダムドットよりも、内向き縞が集中力向上に有効であると示された。

実験 1・実験 2 を通して内向き縞に最も集中力向上の働きが見られた。

3.3 実験 3

これまでの実験によって、確かに視覚的な運動提示によって集中力が向上することが確認できた。一方で当初の予想は、運動提示によって視線が誘導され、その結果として集中力が向上するというものであったが、視線の誘導が生じているかどうかについてはこれまで検討していなかった。

そこで本実験では視線計測を行い、5種類の視覚刺激の視線誘導における効果(誘目性)を観察した。

3.3.1 実験環境

実験環境は実験 1 と同様である。

3.3.2 実験手順

本実験では視線計測を、Web カメラと赤外光を用いた強膜反射法によって行った。

被験者は 21~22 歳の 2 名(男性 2 名、平均年齢 21.5 歳)を対象に実験を行った。この他の実験手順は全て実験 1 と同様であるが、この実験では被験者の視線計測が目的であるため、音に対する反応時間と瞬

目頻度は測定しなかった。

PC 画面の中心を原点として、原点にどれぐらい被験者の視線が寄っていたかによって誘目性を評価した。原点を(0,0)として被験者の視線位置(x,y)を 30 ms ごとに計測し、1 分間で計 2000 点計測した。なお実験後に、画面上に表示される 25 点を注視してもらい、誤差を計測した。その結果、計測誤差は 35.6 pixel であった。

3.3.3 実験結果

図 10 に結果の例を示す。これは被験者 1 名の、1 試行目の外向き縞を提示した時の視線の動きである。横軸・縦軸共に単位は pixel である。

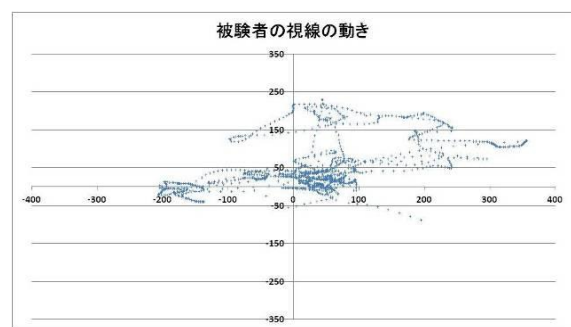


図10 視線計測の結果例

全体の結果を図 11 に示す。エラーバーは標準偏差、横軸は視覚刺激の種類、縦軸は視線半径を表している。視線半径とは各刺激で計測された 2000 点の、それぞれの原点からの距離を計算し、その全被験者の全試行での平均である。また、視線半径の単位は pixel である。視線半径が小さいほど誘目性が高いことを示している。

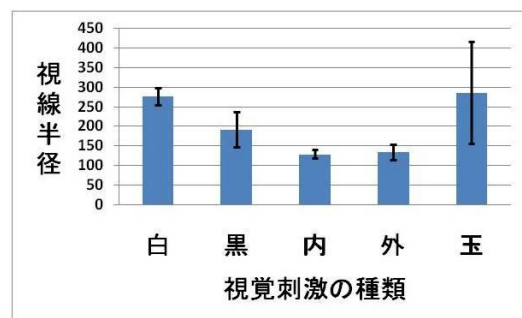


図11 各刺激における視線半径

図 11 より、内向き縞が最も誘目性が高いことが示された。

4. アプリケーションへの応用.

実験より、用いた視覚刺激の中で PC 作業における

集中力向上に最も有効であるのは内向き縞だと認められた。この刺激を提示することで集中力が向上し作業の効率が改善すると考えられる。

そこで本章ではこの刺激を用いた、実際の PC での作業で使用できるアプリケーションを提案する。

図 12 のように、この刺激を PC ディスプレイ上のユーザが見ている部分（作業エリア）の周りに重畳させ、作業エリアと視覚刺激のみを見えるようにする。こうすることで、ユーザが作業エリアにのみ集中でき、作業効率が増すと考えられる。視覚刺激の中央のある程度の範囲は、作業エリアが十分に見えるために切り取る必要があるが、この範囲はユーザが任意に決められるように設計する。

また、ユーザの視線の計測をリアルタイムで行うことで、図 13 のようにユーザが現在見ている点を、刺激の中心が追従してゆくようにする。



図12 概要図

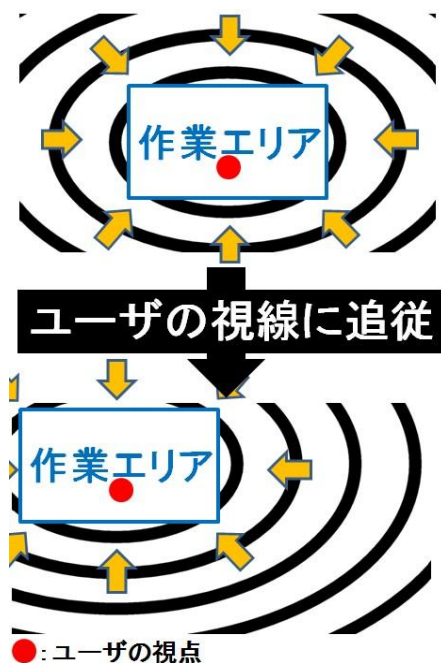


図13 視線に追従し移動する縞の中心が変わる様子

5. おわりに

本稿は PC での作業時の集中力向上を目的とし、瞬目頻度・音に対する反応時間・作業課題正答率・アンケートによる主観評価・誘目性により視覚刺激を評価した。

実験より、内向き縞刺激が集中力向上に有効であるという結果を得た。今後は、内向き縞刺激の縞の幅や移動速度などのパラメータ選定を行い、より集中力向上効果の高い視覚刺激を作成、視線計測との連動を図り、アプリケーションへの応用を目指していく。

参 考 文 献

- 1) 河野貴美子, 山本幹男, 平沢雅彦, 小久保秀之, 安田仲宏: 子供における課題集中時の脳波解析, *Journal of International Society of Life Information Science* 15(1), 109-114, 1997-03-01
- 2) 緒方康匡, 内川恵二: 第一サッカドを誘導するための視覚刺激条件, *映像情報メディア学会技術報告*, 33(17), pp.57-60, 2009.
- 3) 安田清, 今井友太, 桑原教彰, 森本一成: 画面から外界への視線誘導: 認知症向けトイレ動作支援システムに向けて, *人工知能学会全国大会論文集*, 2009.
- 4) 阪野貴弘: 香りが運動パフォーマンスと精神集中に及ぼす影響, *愛知教育大学保健体育講座研究紀要*, No.33, pp. 95-99, 2009.
- 5) Tomas Chamorro-Premuzic, Viren Swami, Avegayle Terrado & Adrian Furnham: The Effects of Background Auditory Interference and Extraversion on Creative and Cognitive Task Performance, *International Journal of Psychological Studies* Vol.1, No.2, December 2009.
- 6) 石口彰: キーワード心理学シリーズ 1 視覚, 新曜社, p.124, 2006.
- 7) 田多英興, 福田恭介, 山田富美雄: まばたきの心理学 瞬目行動の研究を総括する, 北大路書房, pp.48-49.1991.
- 8) 長田典子, 和氣早苗, 大須賀美恵子, 井口征士: TV コマーシャルの挿入タイミングが注意集中に与える影響, *電子情報通信学会技術研究報告*, Vol.103, No.113, pp. 25-28, 2003.
- 9) 山北真実, 山田啓一, 山本修身, 山本新: 顔表情変化による携帯通話時の意識集中状態の検知-個人差に配慮した検知-, *電子情報通信学会技術研究報告*, Vol.106, No.74, pp. 37-42, 2006.
- 10) 橘, 岡部, 佐藤, 福嶋, 梶本: 注意領域への集中力向上を目的とした領域外における視覚刺激, *第 16 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集*, 2011