

一点注視型タスクにおける周辺視野への視覚刺激提示が集中度に及ぼす影響

桑原樹蘭 高橋拓 中村聡史†

概要：タスクの作業効率をあげるには集中することが重要であるが、集中を制御する手法は確立されていない。我々はこれまでに、周辺視野へ視覚刺激を提示し、その刺激量を徐々に減衰させることで集中が増加するのではないかとする仮定のもとに実験を行ってきた。しかし、これまでの研究ではタスクにおける視線移動があったために、周辺視野への視覚刺激提示の影響が十分に計測できていなかった。また、実験の結果から、刺激の減衰に関わらず集中力向上に有効な視覚刺激は個人によって異なる可能性が示唆された。そこで本稿では、タスクを一点注視型のものへと変更し、PCでのタスク作業時の周辺視野に数パターンの単純な視覚刺激を提示し、それぞれの刺激が集中に及ぼす影響を実験した。実験により、数字刺激や境界膨張刺激が、集中度向上に寄与する可能性が示唆された。

キーワード：周辺視野，集中，一点注視型タスク，視覚刺激

1. はじめに

仕事や課題などのタスクを効率的に行うためには、タスクに対して集中することが重要である。つまり、タスクに対する集中度を自在にコントロールすることができれば、作業効率を向上させることができると期待される。

ここで、集中度を定量化する方法については、これまでも眼球運動[1]や脳波、心拍数[2]といった指標を用いるなどの研究がなされており、JINS MEME[3]などの商品も販売されている。また、集中度をコントロールする手法として、嗅覚刺激[4]や聴覚刺激[5]を用いたものも提案されており、その有用性についても明らかになっている。しかし、聴覚や嗅覚を刺激するものは、環境音や周囲の匂いなどの外部刺激の影響を受けやすく、限られた環境でしか効果を再現できないことや、日常生活におけるタスクへの応用が困難であるなどの問題がある。様々な状況で対象者の集中度をコントロール可能とする手法を確立するには、こうした環境による制約を排除する必要がある。

さて、人間の視野には中心視野と周辺視野の2つの領域が存在する。中心視野は解像度が高く細部まで認識することを得意としており、周辺視野は対象物の全体像を瞬時に知覚することを得意とする視野範囲である[6]。また、周辺視野の中には有効視野と呼ばれ、特に認知に寄与しているとされている領域が存在する。この領域は、取り組む課題の種類や年齢、外的刺激などの様々な影響でその範囲が変化することが明らかにされており、複雑な運動課題時には有効視野が狭窄することが分かっている[8]。この結果は、複雑な課題に認知のリソースを割くことで、それ以外の情報の認知に疎くなるという、人がもつ集中的注意に由来するものであると考えられる。つまり、有効視野の狭窄という現象はタスクへの集中を原因とした現象であると考えられる。

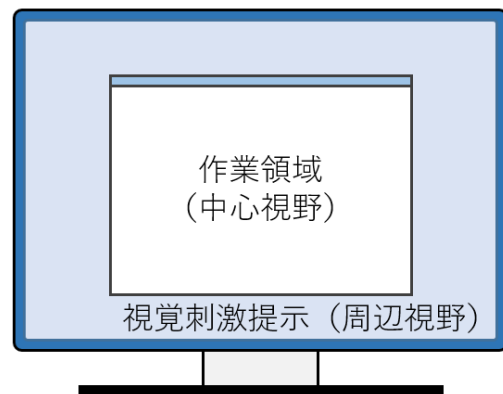


図1 提案手法イメージ図

以上の背景より、我々は作業に取り組むユーザの中心視野を邪魔することなく、周辺視野（有効視野）に視覚刺激を提示することによって、そのユーザの集中度を制御する手法を提案し、検討を行ってきた（図1）。また、これまでの研究[9]では、この有効視野の狭窄を疑似的に再現し、集中時の感覚を引き起こすことで集中のコントロールが可能になるといった仮説を立て、時間経過とともに刺激量を徐々に減少させる減衰型の視覚刺激を周辺視野に提示し、計算タスクをこなす実験を行ってきた。しかし、仮説に基づくプロトタイプシステムの実装と実験の実施では、仮説の立証にはいたらなかった。この理由は、提示した視覚刺激が強すぎたために実験協力者の疲労感が想定していた感覚変化を上回ってしまったことや、課したタスクの難易度が一定ではなかったこと、また画面中央に計算タスクを提示していたものの、その計算において視線が上下左右に動いてしまうことから、周辺視野として設定している領域に視線が入ってしまったことなどが考えられる。なお、実験では刺激量が一定の視覚刺激提示によってタスクへのパフォーマンスの向上が見られた実験協力者がいたことから、

† 明治大学
Meiji University

刺激の減衰に関わらず集中力向上に有効な視覚刺激は個人によって異なる可能性が示唆された。

以上を踏まえ、本研究では視線移動が少なく、難易度が一定なタスクを設計し、刺激量が一定の強すぎない視覚刺激を提示したときの集中力の変化を調査する。また、実験結果より集中の促進に有効である視覚刺激や、集中の阻害に有効である視覚刺激の特徴などを分析する。

2. 関連研究

集中に関連した研究として、小濱ら[1]は人間の眼球の固視微動の成分である、マイクロサッカードと視覚的注意の関係から視覚的注意の定量的測定を提案している。また長田ら[2]は、テレビ番組へのコマーシャル挿入タイミングが子供の心的状態に与える影響を検討するために4~5才の子どもに対し、脳活動、心拍、呼吸、瞬目、皮膚電位活動から集中度を計測する手法を提案している。本研究は、これらの注意や集中度の測定を行う研究とは異なり、集中の向上を目的としたものである。

集中度のコントロールを目的とした研究としては、阪野ら[4]の嗅覚提示によるものや、阿部ら[5]のBGMのテンポの違いが作業効率に与える影響を計測したものなどが挙げられる。これらの刺激は外部刺激の影響を受けやすいため、安定した刺激提示を行うことが困難であると考えられるが、本研究は視覚刺激を用いて集中度のコントロールを行うため、外部に影響されずに安定した刺激提示を行えると期待される。

人間の視野特性に関する研究はこれまでも多くなされている。福田ら[6]は、臨界フリッカー周波数(CFF)を指標にした際のちらつき光に対する中心視野と周辺視野の感度分析を行い、周辺視野においてCFFの値がより高くなることを明らかにした。これは、周辺視野が中心視野に比べ輝度の変化の認知に優れていることを示している。また、運動知覚における中心視野と周辺視野の機能差を分析し、周辺視野が中心視野よりも運動に対して過敏に反応することを明らかにした。本研究では、こうした周辺視野がもつ視野特性を考慮したうえで、ディスプレイ上に視覚刺激を提示し、ユーザの集中度を向上させることを目指している。

一方、橘ら[10]は画面全体に一定の速度で画面中央に向かう内向き縞刺激を壁紙として提示することが集中力向上に有効であることを明らかにしている。しかし、提案されている手法は内向きの刺激によって画面中央へ視線を誘導し、その結果としてタスクへの集中度を向上させることを主目的としているものであり、本研究は視線誘導ではなく、周辺視野範囲にのみ単純に刺激を与えることで集中度の変化を狙うものである。

3. 実験

本実験の目的は、中心視野用の新たなタスクを選定し、周辺視に提示する視覚刺激を検討することによって、その有用性について検討することである。また、周辺視野に視覚刺激を提示することによるタスク推進に対する効果や疲労度を検証するとともに、効果的な視覚刺激について検討を行う。

そこで本実験では、タスクの周辺に刺激を提示しないパターンと、視覚刺激を提示するパターンを用意し、実験協力者のタスクパフォーマンスがどのように変化するかの実験を行うことによって、パターンごとの比較を行う。

3.1 中心視野用のタスク設計

中心視野用のタスクについては、橘ら[10]は比較的小さな領域でのキーボード入力による計算タスクを、我々は間違い探しや100マスタスク[8]、また比較的大きな領域でのマウス入力による計算タスク[9]をユーザの周辺視野に視覚刺激を提示し、それによってタスクを行うユーザの集中にどう影響を与えるのかについて調査を行ってきた。まず、間違い探しはその難易度に大きな違いがあるために、タスクとしてのパフォーマンス測定には適していなかった。また、100マスタスクについては、そのタスクをこなすという点において個人差があまりに大きすぎるためユーザ間の評価には適していなかった。さらに、計算タスクについては個人差があること、そして小さな領域のものはキーボード入力が必要であり、目線を画面からそらしてキーボードを見てしまうという問題があり、大きな領域のものは視線が上下左右に多少動くことになるため、視覚刺激を提示する領域に中心視野が入ってしまうという問題があった。

そこで本稿では、中心に表示される4方向を指す矢印の向きと同じ向きの方向キーを、順に100個入力していくというシンプルなタスクを新たに選定した(図2)。このタスクを選定した理由は、個人差が出にくく、また、中央の矢印の向きだけを注視していればよいため、視線移動も少なく済み、周辺視野範囲に限定した視覚刺激の提示が容易になるためである。

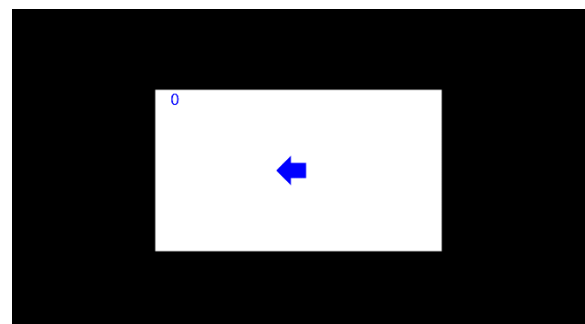


図2 無刺激

3.2 周辺視野用の視覚刺激設計

周辺視野に提示する視覚刺激についても様々なパターンが想定される。これまで橋ら[9]は楕円形の縞模様(波紋)が外から内へと移動するものを、我々は波紋が内から外へと移動するものや、波紋がランダムに動くもの、単純なノイズを周辺視野用の視覚刺激として検討し、集中度について検討を行っている[8][9]。また集中促進を目的とはしていないが、松井ら[12]は周辺視野で回転する円を提示して、その速度変化により時間感覚を制御しようとしている。

そこで本稿では、周辺視野への視覚刺激提示について、あえて周辺視野に膨大な情報提示を行うことでその情報を遮断するように仕向けるような刺激や、周辺視野内でパターンが大きく変化することで周辺視野内での動きが気になってしまうような刺激、中心視野と周辺視野の境界をあいまいにするような刺激を合計 20 個設計し、それぞれプロトタイプとして実装した。また、予備調査として著者らによる主観的な集中度およびタスクへのパフォーマンスをベースとした検討を行い、その中でも特徴的だったものを本実験用に選定した。なお、周辺視野は、色彩の認知は難しいが、輝度の認知には長けているという特性が明らかになっている[12]うえ、予備調査において色彩を変化させるものは、グレースケールのものと差がなかったため、まずはグレースケールで描写した視覚刺激について選定を行った。選定した刺激は、以下の 7 種である。

- **無刺激**： 刺激を表示しないパターンであり、タスクの周辺に黒背景を表示するもの(図 2)
- **数字刺激**： タスクの周辺に 0 から 9 までの数字を、位置固定で無作為に入れ替えるもの(図 3)
- **輝度変化刺激**： タスクの周辺に○と△と□の組み合わせ図形の輝度値を変化させつつ表示するもの(図 4)
- **境界膨張刺激**： 中心視野と周辺視野の境界(タスクと周辺視野刺激の境界)が、膨張するような刺激を提示するもの(図 5)
- **図形上昇刺激**： 一列に並んだ白い丸が画面の下から上へ移動し、画面外に出るとまた下から出現するもの(図 6)
- **暗転明転刺激**： 画面が左から右へ黒と白で交互に塗りつぶされ、それを繰り返すもの(図 7)
- **瞬間的円形刺激**： 周辺に無作為な位置と大きさの円を瞬間的に出現させるもの(図 8)

3.3 実験手順

実験協力者には、着席した状態で、周辺視野に視覚刺激を提示しながら、ディスプレイに提示されるタスクを行ってもらい。外部からの聴覚刺激を減らすため、実験協力者にはノイズキャンセリング機能の付いたヘッドホンを装着してもらい(ただし、音楽は流さず無音とした)、株式会社

JINS のセンシング・アイウェア「JINS MEME」[3]を装着した状態で実験を行ってもらい、瞬目数や顔の動きなどを常時計測した。

実験では、実験協力者が実験システム(Processing でプロトタイプシステムを実装)を起動すると、まずディスプレイ上に待機画面が表示される。この待機画面が提示されている時にエンターキーを押すことで、ディスプレイ上にタスクと視覚刺激が提示され、実験が開始される。実験協力者は、随時提示される矢印の方向に応じて、キーボードの上下左右キーを押していくことになる。ユーザはエンターと上下左右のキーのみの操作でよいため、画面から目を離す必要がない。なお実験では、実験協力者が実験を開始してから回答の正誤に関わらず、方向キーを押すたびにその時点での経過時間とエラー(矢印の提示方向と異なる方向指示)の数を記録した。

タスク中は周辺視野への刺激は固定とし、100 問当たった時点でプログラムが終了するまでを 1 試行とする。各タスクにつき 3 回、順序効果を考慮して無作為の順番で行った。周辺視野へ提示する視覚刺激は合計 7 種類のため、実験協力者は 21 回タスクに取り組むこととなる。

また、実験協力者の主観的な集中度と視覚刺激提示に伴う疲労度について調査を行うため、1 試行ごとに実験協力者にアンケートを実施した。アンケートは主観集中度に関する 1 項目と、SSQ (Simulator Sickness Questionnaire) [14] から引用した眼球疲労に関する 7 項目の計 8 項目であり、主観集中は 5 段階、SSQ は 4 段階で回答してもらった。

4. 実験結果

4.1 実験結果

本実験の実験協力者は、20 代の大学生 10 人(男性 6 人、女性 4 人)であった。

実験では、周辺視野への視覚刺激毎に 3 回タスクに取り組んでもらったが、このうち 1 回目のものは慣れるためのものとして分析対象から除外した(実際に、1 回目のタスクは、2 回目、3 回目のタスクに比べ余計に時間がかかっていた)。また、タスクによってエラー(指示方向ミス)のばらつきはあったものの、そのエラーは矢印が提示されてから 200 ミリ秒以下のものが 90%以上を占めており、その大半は 100 ミリ秒以下であった。本タスクを、Card らの Model Human Processor[15]で解釈すると、矢印を視覚的に知覚し(知覚プロセッサ)、方向を判断し(認知プロセッサ)、上下左右いずれのキーを押すべきかを判断し(認知プロセッサ)、該当のキーを押す(運動プロセッサ)というステップに少なくとも分解することができるため、平均で少なくとも 310 ミリ秒かかると予想される。また、実際の操作では平均 420 ミリ秒であったことから、200 ミリ秒以下の操作は 2 回連続してキーを押してしまったなどの操作ミスであ

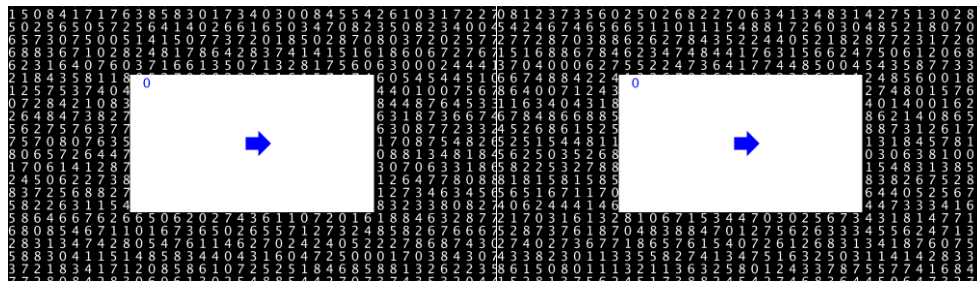


図3 数字刺激

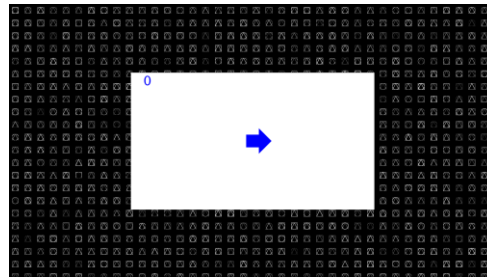


図4 輝度変化刺激

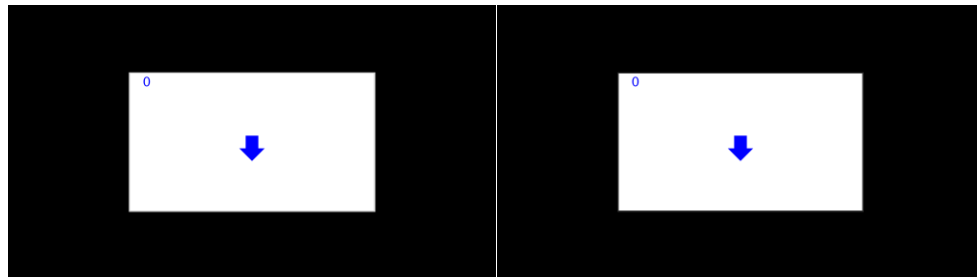


図5 境界膨張刺激

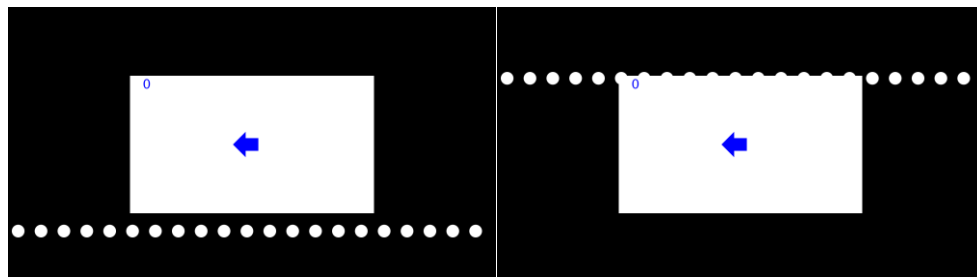


図6 図形上昇刺激

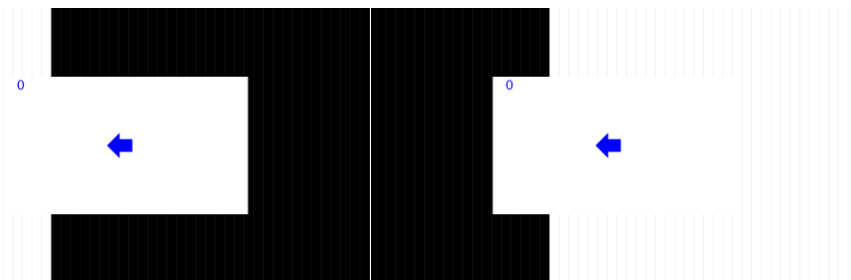


図7 暗転明転刺激



図8 瞬間的凹形刺激

ると考えられる。そこで、本実験ではエラーについては分析対象とはせず、100問の方向指示に対する正しい操作のみを分析対象とする。また、正しい方向指示についても200ミリ秒を下回るものがあるタスクについては分析から除外した。

表1は、実験協力者全体の各刺激におけるタスクの達成時間、主観集中度、主観疲労度のそれぞれの平均値を表にまとめたものである。表中の「数字」「輝度」「境界」「上昇」「暗転」「円形」は、それぞれ数字刺激、輝度変化刺激、境界膨張刺激、図形上昇刺激、暗転明転刺激、瞬間的円形刺激を表している。また、主観集中度については1から5までの5段階、主観疲労度は0から3までの4段階の評価値の平均を算出した。

表1より、タスクの所要時間については、数字刺激、境界膨張刺激、図形上昇刺激、暗転明転刺激が無刺激より短くなっていることがわかる。一方、主観集中度については、

表1 刺激ごとの各項目の平均値

	無刺激	数字	輝度	境界	上昇	暗転	円形
時間(秒)	41.93	41.08	44.47	41.43	41.75	41.88	44.37
主観集中度	4.05	3.45	3.30	3.90	2.95	3.30	2.75
主観疲労度	0.19	0.49	0.42	0.24	0.56	0.54	0.50

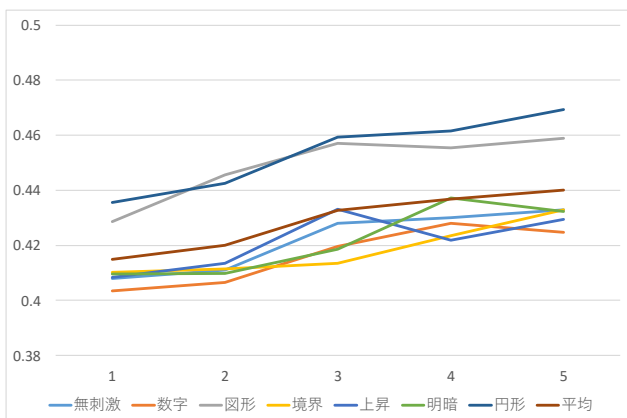


図9 1問ごとの回答時間の推移(縦軸は秒)

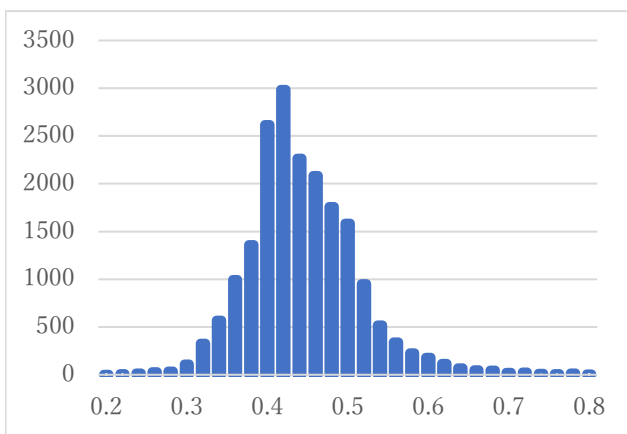


図10 指示回答秒ごとの頻度分布(横軸は秒)

無刺激と境界膨張刺激が高く、瞬間的円形刺激、図形上昇刺激が低かった。主観疲労度については、図形上昇刺激が最も高く、無刺激が最も低かった。

次に、タスクにおける100問を5分割し、1問あたりの回答時間の平均を算出した結果を図9に示す。図9の横軸は、100問を5等分したまとまりで、図の左が序盤、右が終盤を意味している。また、縦軸は1問あたりの指示回答

表2 各実験協力者・各刺激の主観疲労度

	無刺激	数字	輝度	境界	上昇	暗転	円形
A	0.000	0.143	0.143	0.143	0.214	0.286	0.286
B	0.000	0.214	0.000	0.000	0.071	0.071	0.071
C	0.214	0.286	0.500	0.000	1.214	0.500	0.429
D	0.000	0.571	0.571	0.571	0.786	0.429	0.643
E	0.000	0.643	0.286	0.071	0.286	0.000	0.500
F	0.000	0.214	0.143	0.000	0.500	0.929	0.643
G	0.214	0.429	0.357	0.286	0.500	0.643	0.429
H	0.357	1.214	0.571	0.429	0.571	1.357	0.643
I	0.500	0.500	1.071	0.214	0.857	0.500	0.571
J	0.643	0.643	0.571	0.714	0.571	0.714	0.786

表3 各実験協力者・各刺激の回答時間平均
(無刺激で正規化)

	無刺激	数字	輝度	境界	上昇	暗転	円形
A	1.000	0.996	1.090	0.985	0.994	1.014	1.061
B	1.000	0.949	1.039	0.996	0.986	1.032	1.073
C	1.000	0.976	1.095	1.015	1.025	1.010	1.111
D	1.000	1.005	1.069	1.000	1.000	0.990	1.071
E	1.000	0.982	1.073	1.012	0.981	1.032	1.075
F	1.000	0.922	1.024	0.903	0.928	なし	1.028
G	1.000	0.974	1.004	0.972	1.005	1.010	1.011
H	1.000	1.004	1.117	1.033	1.042	1.047	1.102
I	1.000	0.963	1.062	0.964	0.984	0.989	1.102
J	1.000	1.060	1.091	1.001	1.010	0.968	1.101

表4 各実験協力者の各刺激における瞬目数の平均

	無刺激	数字	輝度	境界	上昇	暗転	円形
A	4.0	10.5	4.0	3.0	2.5	6.5	7.5
B	10.5	14.0	11.0	8.5	9.0	10.0	14.5
C	0.5	0.0	2.5	1.5	2.0	1.0	0.0
D	28.0	20.0	15.0	24.0	20.5	22.5	24.0
E	0.5	1.0	3.5	0.5	0.0	0.5	0.5
F	6.0	5.5	5.5	8.0	6.0	7.0	5.0
G	3.5	4.0	5.5	3.0	4.0	1.5	3.0
H	29.0	30.5	20.5	20.0	10.5	16.0	29.0
I	29.5	11.0	37.5	18.5	31.5	29.0	50.0
J	5.5	10.0	9.5	14.5	11.5	11.5	9.5

表5 各刺激の瞬目数の平均(正規化)

	無刺激	数字	輝度	境界	上昇	暗転	円形
瞬目	0.881	0.996	1.377	0.947	0.887	0.900	0.994

時間を秒で示している。なお本タスクの場合、図 10 (横軸が指示の回答時間、縦軸がその頻度) に示すような指示回答分布となっており、0.3 秒以下で指示操作はほとんど行っていない。そこで、表示する縦軸を 0.38 秒以上 0.50 秒以下に制限して提示している。

図 9 の結果より、1 問ごとの回答時間は、時間が経過するにつれ伸びている右肩上がりとなっていることがわかる。これは、回答回数が増えていき、結果として疲労が蓄積するにつれて遅くなっているものと考えられる。なお、数字刺激と境界膨張刺激について、全体的に回答時間が短いことがわかる。

表 2 は、実験協力者・刺激ごとの SSQ に基づく主観疲労度を示している。ここで値が小さければ小さいほど主観疲労度は低いといえる。なお、この表では主観疲労度が 0.3 以下のものについて着色している。この結果より、無刺激と境界膨張刺激の疲労度が多くの実験協力者にとって低いものであったことがわかる。

また表 3 は、実験協力者・刺激ごとのタスク回答時間の平均を計算し、無刺激のものを基準として正規化したものである (F の暗転は先述の処理により分析対象外となっている)。この結果より、回答時間が無刺激より短くなっている人数は、数字刺激が最も多く、次いで境界膨張刺激、図形上昇刺激が多いことがわかる。

表 4 は、JINS MEME で計測した各実験協力者の刺激ごとの瞬目数の平均を表しているものである。この結果より、タスク中の瞬目回数には個人差が大きく表れていることがわかる。このデータを実験協力者ごとに平均を求め、正規化したうえで、刺激ごとの瞬目割合を表現したものが表 5 である。この結果より、瞬目回数は無刺激において最も少なく、輝度変化刺激において最も多くなっていることがわかる。

4.2 考察

実験の結果より、数字刺激や境界膨張刺激は無刺激に比べ良い結果となる可能性が示唆される。しかし、現在の 10 人のみの実験結果では、差は十分に明らかになっていない。この点については、今後実験協力者の数を増やした実験を行うことにより、検証を行う予定である。

表 2, 3 より数字刺激については人によって向き不向きがあることがわかった。そこで表 2 でまとめた各実験協力者・各刺激における主観疲労度が 0.3 以下のものを、疲労していない実験協力者であると位置づけ、その値を下回っている実験協力者を対象に、手法毎に回答時間 (平均) をまとめた (図 11)。この結果より、該当手法で疲労を覚えないう実験協力者は、平均回答時間も短くなるといえる。また、図 9 に比べ、序盤から終盤にかけて右肩上がりの度合いがゆるやかであることから、主観のみならず客観的にも疲労していない可能性が示唆される。このことより、タスクの集中度を高めるには、その人ごとの視覚刺激を選定するこ

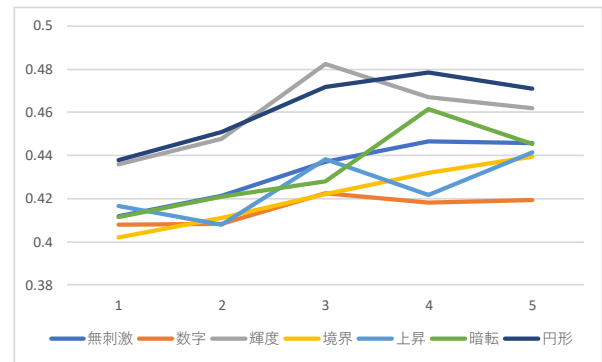


図 11 数字の疲労度が低い協力者の平均時間の推移

とが重要であると考えられる。この人ごとの視覚刺激の適不適については、今後の研究により検証する予定である。

本実験で選定した周辺視野刺激のうち、数字刺激と輝度変化刺激は、場所が固定の似たような刺激でありながら、数字刺激は良い結果となったのに対し、輝度変化刺激は悪い結果となっていた点が興味深い。輝度変化刺激が悪い結果となっていたのは、周辺視野に対する輝度変化刺激が、点がランダムに移動したかのように解釈されたことが理由であると考えられる。一方、数字刺激は、その刺激によりブーストされたかのような印象を受けた実験協力者もいた。これは、変化する数字という膨大な情報を浴びせられつつ無視しているために、脳へのインプット量が多いにも関わらず主たるタスクに集中しており、結果として膨大なタスクをこなしているかのように錯覚したことが原因と考えられる。

境界膨張刺激は数字刺激と同様に良い結果となっていた。これは、境界膨張刺激が中心視野と周辺視野の境界を曖昧にした結果だと考えられるが、その詳細についてはまだ明らかにできていない。今後は、境界を曖昧にする刺激を複数検討することにより、その特性を明らかにしていく予定である。

今回の実験では、無刺激に比べ数字刺激、境界膨張刺激の結果が良いものとなっており、回答量が増えていくにつれて遅くなる回答速度も、緩やかになっているように見える。この点については、今後 100 問ではなく、300 問や 500 問といった長めのタスクを選定することや、それ以外の一般的な作業などに適用することによって、その効果を検証していく予定である。また、今回は JINS MEME での計測データにおいて瞬目数のみを集計し、細かな分析は行わなかったが、本来は頭の傾きや視線の動きなどのデータも集計可能である。今後はこれらのデータをもとに、主観と合致する集中度および疲労度算出法を検討し、刺激提示による集中度への影響の分析を行う予定である。

5. おわりに

本研究では、PC 作業時の周辺視野に単純な視覚刺激を提示することでタスクへの集中力にどう影響を及ぼすのかを、一点注視型のタスクを用いて調査を行った。その結果、無刺激を上回る刺激がいくつか観察された。その中でも数字刺激と境界膨張刺激は良い結果となっており、数字刺激や境界膨張刺激により疲労を覚えない人が用いると、作業効率を向上するのに効果があることが分かった。

今後は、特に効果のあった刺激を派生させたものを複数用意し、追加実験を行う予定である。また、長時間のタスクで本手法を用いた場合も効果が得られるのかどうかについても調査する予定である。もし効果があるようであれば、それらのデータをもとに日常生活や仕事の場などへの応用ができるような、ブラウザ上で視覚刺激を提示するシステムを開発する予定である。また、今回収集した JINS MEME によるユーザの情報については分析が行えていない。今後は、こうした客観的な指標による評価も行っていく予定である。

謝辞 本研究の一部は、JST ACCEL (Grant 番号 JPMJAC1602) の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] 小濱剛, 新開憲, 白井支朗. マイクロサッカードの解析に基づく視覚的注意の定量的測定の試み. 映像情報メディア学会誌 00052(00004), 571-576, 1998-04-20.
- [2] S. Yokoi, T. X. Fujisawa, K. Kazai, H. Katayose and N. Nagata, The Effects of the Timing of Commercial Breaks by the Measurement of Brain Activity using fNIRS and Autonomic Nervous Activity. Proc. 13th Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision, Jun, pp. 206-211, Busan, Korea, 2007.
- [3] JINS MEME | TURN IT ON – 見るから、知るへ (最終閲覧日 2018 年 11 月 8 日) <https://jins-meme.com/ja/>
- [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起要 No. 33, 2008.
- [5] 阿部麻美, 新垣紀子. BGM のテンポの違いが作業効率に与える影響. 日本認知科学会大会発表論文集(27), 2010, pp. 3-47.
- [6] 福田忠彦. CFF で示される中心視と周辺視の感度差. テレビジョン学会誌 32(3), 1978, pp. 210-22
- [7] 三浦利章, 視覚的注意と安全性有効視野を中心として. 照明学会誌 82(3), 1998, pp. 180-184.
- [8] 高橋拓, 福地翼, 山浦祐明, 松井啓司, 中村聡史. 周辺視野における妨害刺激の減衰が集中度に及ぼす影響. 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション, 2017.
- [9] 高橋拓, 福地翼, 山浦祐明, 松井啓司, 中村聡史. タスク作業中の周辺視野への視覚刺激提示が集中度に及ぼす影響の調査. 信学技報, vol. 118, no. 49, HCS2018-1, pp. 1-6.
- [10] 橘卓見, 岡部浩之, 佐藤未知, 福嶋政期, 梶本浩之. PC 作業時の集中力向上のための作業用壁紙. 情報処理学会 インタラクション 2012, pp.843-849.
- [11] 倩穎戴, 中村芳樹. 周辺視野における明るさ知覚に関する研究. 2012, 照明学会誌 96(11), pp.739-746.
- [12] 松井啓司, 中村聡史. 周辺視野への視覚刺激提示が時間評価に及ぼす影響. 情報処理学会論文誌 若手研究者特集号(59-3), 2018.
- [13] R. S. Kennedy, N. E. Lane, K. S. Berbaum and M. G. Lilienthal,

Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness, The International Journal of Aviation Psychology, vol.3, pp.203-220, 1993.

- [14] Card, S.K; Moran, T. P; and Newell, A. *The Model Human Processor: An Engineering Model of Human Performance*. In K. R. Boff, L. Kaufman, & J. P. Thomas (Eds.), *Handbook of Perception and Human Performance*. Vol. 2: Cognitive Processes and Performance, 1986, pages 1-35.