

タスク周辺への視覚刺激を用いた PC上タスクに対する集中度向上手法の検討

桑原樹蘭¹ 南里英幸¹ 中村聡史¹

概要：論文やレポート作成，プログラミングなど，我々の生活の中でPCを用いたタスクを行うことは多い。ここでタスクを効率よく行うためにはそのタスクに対して集中することが大事であるが，実際にタスクに集中しようとしても長く続かないという人は少なくない。我々はこうした問題に着目し，周辺視野領域に視覚刺激を提示することによって集中を促す手法を検討してきた。しかし，これまでの研究では視線が動くようなタスクには適用できなかった。そこで本研究では，PC上のタスクに対して視覚刺激を提示することで集中度を向上する手法を検討する。具体的には，視線の移動を促す点つなぎタスクを用意し，その周りを視覚刺激で囲むことでタスクに対する集中度向上できるのではないかと仮説をたて，無刺激の場合と視覚刺激を提示した実験を実施した。1つ目の実験では数字刺激などが無刺激に比べパフォーマンスが高かったが，2つ目の実験では差がなくなっており，実験を再設計しさらなる実験を行う必要性が明らかとなった。また，文字刺激はその文字列が邪魔になっていることも示唆された。

キーワード：集中，視覚刺激，視線移動

1. はじめに

我々は日々，色々なタスクを抱えていることが多い。ここで，タスクを効率よく行うためには，そのタスクに集中することが重要である。しかし，誰もが「集中しよう」と思ってタスクや仕事を始めて，集中を続けられるというわけではないため，集中促進について様々な研究がなされている[5][6][7]。

2020年には新型コロナウイルスの影響で，学校や企業などでは自宅などでリモートワークを行うことが増え，それに伴ってPCで作業することが多くなった。ここでリモートワークでは周囲の目が少ない分，対面で行う作業よりも集中することが難しいと感じる人が多い。実際にBiz Hitsが実施したリモートワークを行っている全国の男女961人に対して『リモートワークの悩みに関する意識調査』によると，困ることや不便に感じることの選択肢の中で，134人が「集中力が続かない/やる気が出ない」を選んでいる[1]。このことから，より集中を意識する必要がある場面が多くなっていると考えられる。

集中度を定量化する方法については，眼球運動[2]や脳波，心拍数[3]などの指標を用いる研究がなされており，傾きやがん電位のセンサなどから集中度を測定するメガネ型デバイスのJINS MEME[4]などの商品も販売されている。また，集中をコントロールする手法としては，聴覚刺激[5]や聴覚刺激[6]を用いたものがあり，その有用性が明らかになっている。しかし，これらの刺激は周りの環境音や周囲の匂いの影響を受けてしまったり，提示のために専用の器具が必要になったりする。様々な状況で対象者の集中度をコントロール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と考えられる。

これまで我々は，こうした問題に着目し，画面内のタス

クの周辺視野範囲に視覚刺激を提示することで集中を促す手法の検討を行ってきた[11]。また単純な視覚刺激数種類を提示し，刺激を提示していない場合（無刺激）と比較する実験を行った結果，数字刺激（周辺視野範囲を0~9の数字が無作為に変化し提示される）と境界膨張刺激（周辺視野と中心視野の境界線が一定間隔で膨張する）において，タスクのパフォーマンスが無刺激より良い結果が出ており，集中向上に効果がある可能性が示唆された。しかしこの実験は，視覚刺激の提示の有無による差を比較することを考慮した結果，タスク提示が狭い範囲でしか行えておらず，実際に日常で行うタスクとはかけ離れたものになってしまっていた。また，無刺激より効果があると思われた刺激も，使用したタスクの時間が短かったため大きな差は出ていなかった。

そこで本研究では，以上の問題点を踏まえ，PCタスクに対する集中度を向上するための手法の検討を行う。まずタスクとして広い範囲を用いて，ある程度の時間を要する点つなぎタスクを選定する。また，視覚刺激でPC上のタスク周辺を囲むことによってタスクの存在を強調し，ユーザの意識をタスクから逸れにくくすることでタスクに対する集中度を向上できるという仮説をたて，実験により検証を行う。また，前回良い結果を出した刺激とその派生を用いることで，より有効な刺激の調査も行う。

2. 関連研究

集中に関連した研究として，小濱ら[2]は人間の眼球の固視微動の一成分である，マイクロサ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おり，実験の結果その有用性が示唆された。また長田らの研究[3]では，4~5歳の子どもに対して，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おり，実験の結果これらの指標が集中に相互に関連していることが

¹ 明治大学
Meiji University

わかった。本研究の目的は、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。

集中のコントロールを目的とした研究としては、阪野ら[5]の嗅覚刺激を提示するものや阿部ら[6]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。これらの刺激は実験によって有用性が示唆されているが、個人への提示のために専用の機材が必要であることや、外部の刺激の影響を受けやすく安定した刺激提示が困難であるといった問題があると考えられる。本研究で用いるような視覚刺激では、他の刺激の影響を受けずに提示ができることが利点である。

橘ら[7]の研究では、画面全体に一定の速度で画面中央に向かう内向きの縞模様を壁紙として提示することが集中度向上に効果的であることを明らかにしている。この手法では内向きの刺激による視線誘導によって集中度を向上させることを目的としており、本研究と似たアプローチになっているが、この刺激だとタスクを提示する範囲が中心だけで狭すぎるといった問題がある。本研究では日常でタスクを行うのに近い、広い範囲を用いたタスクにも対応できる視覚刺激提示を考える。鎌田ら[8]の研究では、タスク時にディスプレイ外を何かを通り過ぎる場面を想定した実験を行い、集中と妨害の関連性を調査した。この研究の結果、画像がタスクの周辺視野を横切る視覚妨害刺激は集中の阻害に効果があることを示唆された。本研究では、集中向上のためにあえて刺激を配置する手法を用いており、刺激としてタスク範囲外に位置固定で文字や数字などを配置している。

集中時の視覚狭窄する感覚を再現することで集中にアプローチする研究もいくつか存在する。高橋ら[9]の研究では、周辺視野に徐々に減衰する視覚刺激を提示することで集中にアプローチできる可能性が示唆された。また、山浦ら[10]の研究では、ディスプレイ上の視線情報取得し、周辺視野にぼかしエフェクトを付与することによって集中時に有効視野が狭窄する感覚を再現することで集中力や記憶力に良い影響を及ぼすことがわかっている。本研究では周辺視野の特性は考慮せず、また視線を取得できる環境でなくとも使える手法を検討する。

3. 実験

本研究では、タスクに集中するという事はタスクから意識が逸れていない状態が長く続くということと定義する。そのため本手法では、タスクから意識が逸れにくくするための視覚刺激提示を提案する。ここで仮説として、タスクの周辺を視覚刺激で囲むことで、タスクの存在が強調され、またタスクから視線が逸れにくくなり、集中度が向上すると考えた。

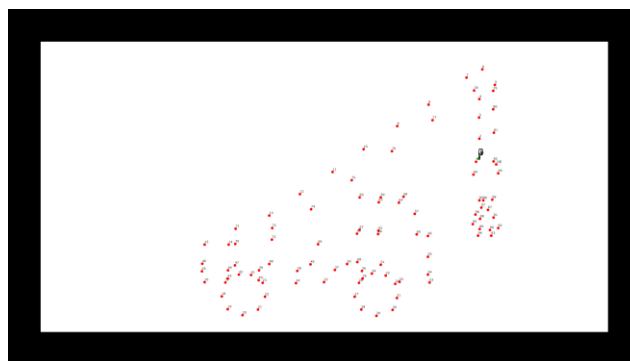


図1 タスク開始時点の画面

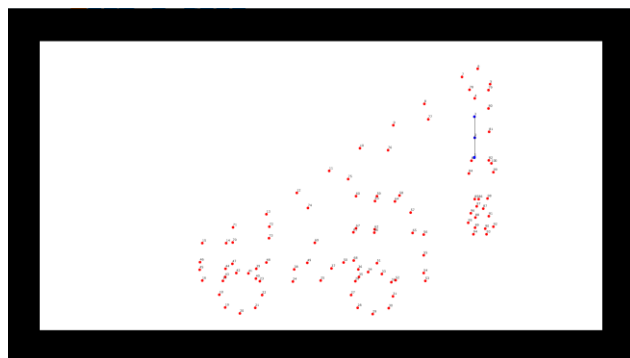


図2 タスク中の画面

本研究では実験によりこの仮説の検証を行う。また、視覚刺激の有無でタスクのパフォーマンスを比較することで、より集中に効果があるものを検証する。

3.1 タスク設計

今回の実験では、前回の実験[11]の問題点を踏まえ、より日常で行うタスクに近い状況になるように広い範囲を用いること、1 試行にかかる時間が前回よりも長く、ある程度かかるもの、また計算タスクのように実験協力者の個人差が出やすいものと考え、点つなぎタスクを用いた。点つなぎの点の数は100~240個で絵ごとに異なり、点に振られた番号の順にクリックしていき、すべての点をクリックした時点でタスク終了とした。なお、予備実験として事前に動作確認をしたところ、クリックの判定が点と同じサイズの設定ではやや厳しいと思われたため、クリックの正解判定は点のサイズよりやや大きく設定した。また1番目の点は見つけやすいように目印をつけ、色を変えるようにした。

図1にタスク開始時の画面を、図2に点つなぎタスク中の画面を示す。すべての点をつなぎ終わったらタスクが終了となる。

3.2 集中のための視覚刺激設計

提示する視覚刺激は、無刺激（黒色の領域となる）のほかに、前回の実験の結果が良かった数字刺激とその派生の

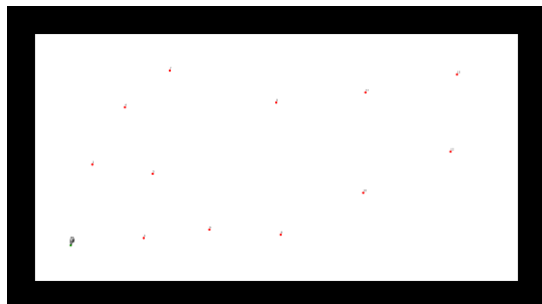


図3 実験画面（無刺激）

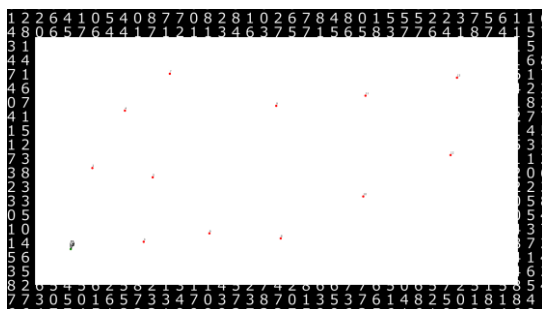


図4 実験画面（数字刺激）

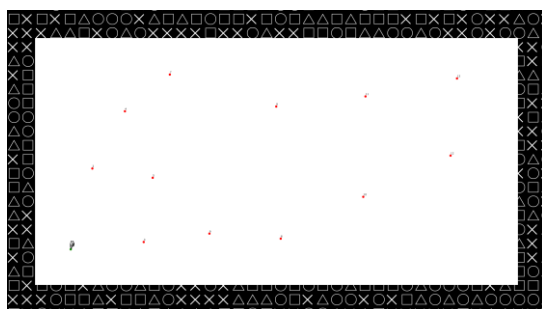


図5 実験画面（図形刺激）

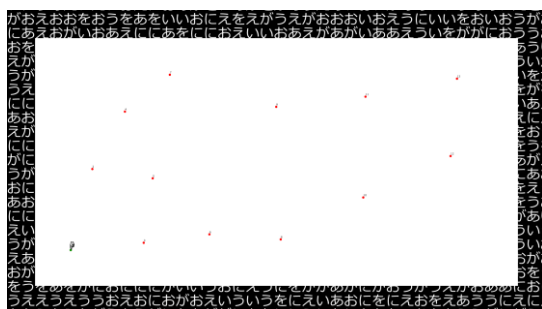


図6 実験画面（文字刺激）

図形刺激，文字刺激2つの刺激を用意した（図3～6）。

ここで数字刺激は刺激提示範囲全体に位置固定で0~9の数字が無作為に入れ替わって表示される刺激である。また，この派生として，数字の代わりに“あ”，“い”，“う”，“え”，“お”，“が”，“に”，“を”の8種類の文字を無作為に提示する文字刺激，“○”，“△”，“□”，“×”の4種類の

図形を無作為に提示する図形刺激を用いた。これらの刺激間でデータを比較することでより集中に効果的な刺激を調査する。

3.3 実験手順

実験協力者には，各々が普段使っているPC，もしくはモニターを用いて実験を行ってもらった。画面の解像度をプログラム設計時と同じ1920×1080に設定してもらようにし，できない場合はそれに一番近い設定にってもらった。なお，画面サイズが多少異なる場合でもタスク範囲から点つなぎがはみ出ることはないことを確認してもらい，タスク範囲を視覚刺激で囲んでいた。

実験協力者には実験前に練習用データで点つなぎの操作を体感してから本番を行ってもらった。また，実験内で行うタスクに用いる点つなぎのデータと刺激の種類は実験協力者ごとにランダムに指定するものとした。

実験では，実験プログラム内でクリックするごとに，それまでのクリック数と正解クリック数，タスク開始からの経過時間とクリックした座標を記録した。また，1試行ごとに主観集中度に関する1項目と，SSQ(Simulation Sickness Questionnaire)から引用した眼球疲労に関する7項目の計8種類について，主観集中度は5段階，SSQは4段階で回答してもらった。

4. 実験結果

本実験の実験協力者は，20代の大学生，大学院生16人（男性5人，女性11人）であった。

実験では，無刺激での点つなぎ練習タスクの後，一人につき各刺激を用いたタスクを2回ずつ，8試行行ってもらった。試行ごとに慣れが生じることが無いように点つなぎに用いる絵は毎回違うものを用いた。また，各刺激と用いる絵（実験番号）の順番は実験協力者ごとに無作為に指定した。

図7は全実験協力者の次のクリックまでの時間がどの程度かかったかという点について分布を示したものである。実験番号ごとに点つなぎタスクの難易度が異なり，点と点を繋ぐまでの時間が極端に長くなっている部分があった。ここで，次の点を見つけてクリックするまで10秒以上かかっている105個のデータは外れ値として分析の際に除外し

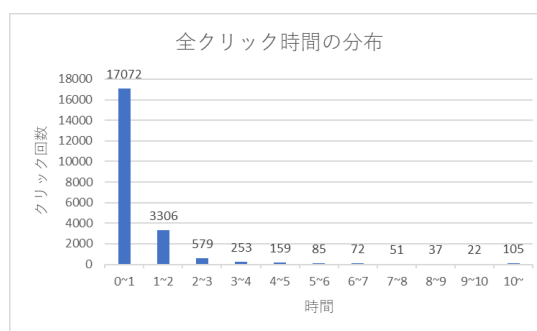


図7 全実験協力者のクリック時間の分布

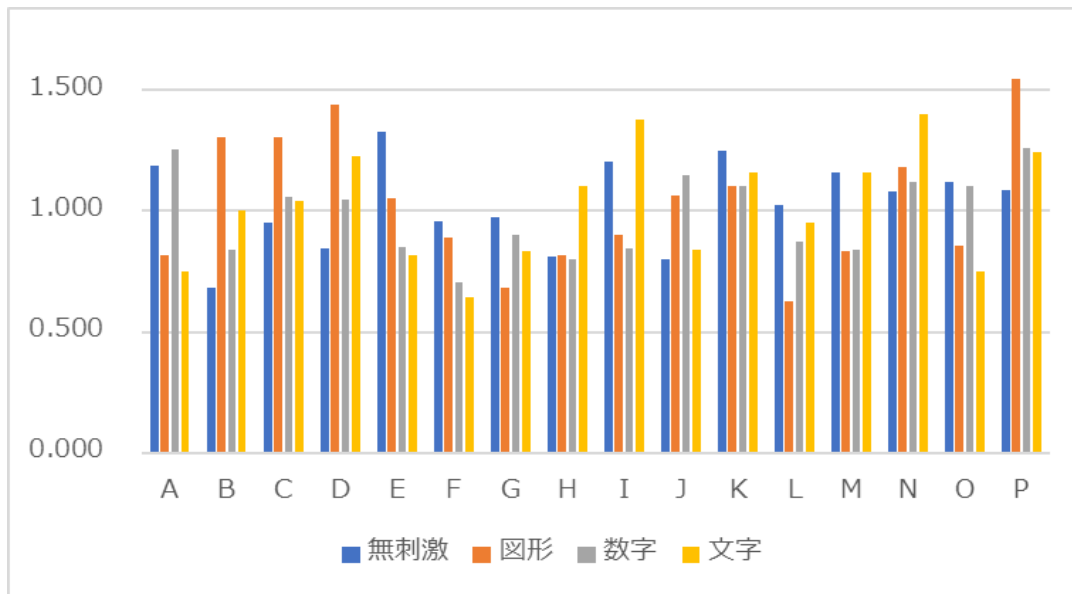


図8 実験協力者 (A~P) ごとのクリック時間平均

た。

クリック速度は実験協力者の慎重度合いにより違いがあったため、実験協力者ごとに全ての刺激パターンにおいてある点のクリックから次の点のクリックまでの時間の平均の正規化後の平均をとったものが表1である。

表1 次の点までのクリック時間の平均 (正規化後)

	無刺激	図形	数字	文字
平均	1.004	0.986	0.954	0.982
標準偏差	0.172	0.186	0.126	0.156

この結果より、数字刺激の時間が一番短く、無刺激が一番時間がかかっており、無刺激に比べて刺激を提示した方が全体としての速度は向上している。なお、無刺激および図形刺激については標準偏差が大きく、実験協力者によるぶれも大きいことがわかる。

図8は、実験協力者A~Pごとの次の点をクリックするまでのそれぞれの時間の平均を表したものである。図の横軸は実験協力者を、縦軸は各クリックの平均所要時間を示している。この結果より、実験協力者によってどの手法が

良いのかに違いが生じていることがわかる。

表2はアンケートで5段階で回答してもらった主観集中度の数値の平均を実験協力者(A~P)と刺激ごとに出したものである。ここで、値が高いほど主観的に集中できているという結果になっている。全体の平均では無刺激の主観集中度が一番高く、数字刺激が次に高かった。無刺激以上の値を出した延べ人数は図形刺激が7人、数字刺激が11人、文字刺激が5人いた。

表2 主観集中度の平均(0~5)

	無刺激	図形	数字	文字
A	5.00	4.00	4.00	2.50
B	4.00	3.00	3.50	2.50
C	5.00	4.00	5.00	4.50
D	5.00	5.00	4.00	4.00
E	4.50	5.00	4.50	4.00
F	3.50	3.00	4.00	2.50
G	4.50	4.00	4.50	4.00
H	4.50	5.00	4.50	4.00
I	3.50	4.00	3.50	3.00
J	3.50	1.50	2.00	1.50
K	5.00	4.00	4.00	4.50
L	1.50	2.50	2.50	2.00
M	4.00	4.50	5.00	5.00
N	4.00	4.00	4.50	4.50
O	3.00	2.00	3.50	3.50
P	4.00	3.50	4.00	5.00
平均	4.03	3.69	3.94	3.56

表3 主観疲労度の平均(0~4)

	無刺激	図形	数字	文字
A	3.29	3.14	2.29	2.64
B	3.64	3.50	3.71	3.21
C	3.57	3.07	3.00	3.14
D	3.50	3.21	3.50	2.93
E	3.64	3.64	3.79	3.86
F	3.07	3.21	3.50	3.07
G	3.14	2.57	2.43	2.86
H	3.71	3.64	3.71	3.14
I	3.50	3.36	3.21	3.14
J	3.86	3.57	3.29	3.36
K	4.00	3.29	3.36	3.71
L	3.43	3.36	3.43	3.29
M	3.64	3.43	3.43	2.71
N	3.93	3.57	3.57	3.50
O	3.29	3.50	3.07	3.29
P	3.64	3.64	3.79	3.43
平均	3.55	3.36	3.32	3.21

表3はアンケートで4段階で回答してもらった主観疲労度に関する7項目の回答を数値に変換した値の平均を実験協力者ごとに出したものであり、高いほど疲れにくい結果となっている。この結果より、全体の平均では無刺激が一番疲れにくく、数字刺激が次に疲れにくいことがわかる。

ここで、実験で利用した点つなぎタスクは、100~240個とばらつきがあったため、タスクの継続によってどのような変化が生じたのかといったことを評価することが難しかった。そこで追実験としてタスクとして提示する点つなぎをできるだけ揃え、難易度の偏りをできるだけ少なくした上で実験を行う。

5. 追実験

点つなぎタスクにおいて、刺激の種類で集中度合いがどのように変化したのかについて評価を行うため、タスクの内容の偏りを少なくした(点つなぎの点は203~267個)。またこのタスクを用い追実験を行った。実験協力者は大学生15名(男9名、女6名)であった。図8は全被験者のクリック数の分布である。ここでも、4章の実験同様、次の点をクリックするまでに10秒以上かかっているものを事前に除外した。また、15名中1名は時間が大幅にかかっており外れ値となっていたため分析からは除外した。

ある点をクリックしてから次の点をクリックするまでの時間の平均を求め、その値で割ることによって正規化を行った。その正規化後の平均をとったものが表4である。この結果より、文字刺激がやや悪いものの、4章の結果と

表4 追実験における次の点までのクリック時間の平均(正規化後)

	無刺激	図形	数字	文字
平均	0.991	0.998	0.992	1.019
標準偏差	0.095	0.066	0.074	0.103

は異なり無刺激・図形刺激・数字刺激の間には差がないことがわかる。

図9は200個目の点をつなぎまでの、40個ずつ点を繋ぐのにかかる時間の平均の推移を表したものである(なお、10秒以上かかっている点については分析対象から除外しているため、例えばタスクでの1個目から40個目までの内、18個目をクリックした後19個目までに10秒以上かかっている場合は、この19個目のものを除外し、タスクにおける41個目までの合計40個を利用している)。図の横軸はタスク開始から40個刻みでいくつまで行ったかを、縦軸に40個をクリックするまでにかかった時間をプロットしたものである。また図の縦軸は20秒から30秒の部分を示している。

この結果から、無刺激・数字刺激・文字刺激との間にはそれほど差がないが、文字刺激においては、他の刺激と比べると全体を通して時間がかかっており、集中を促せていないことが見受けられる。

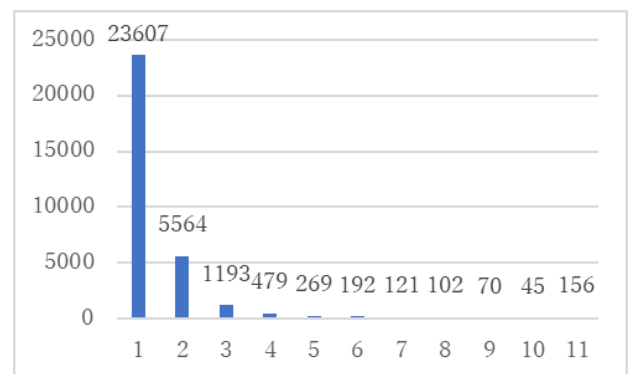


図9 クリック数の分布(追実験)

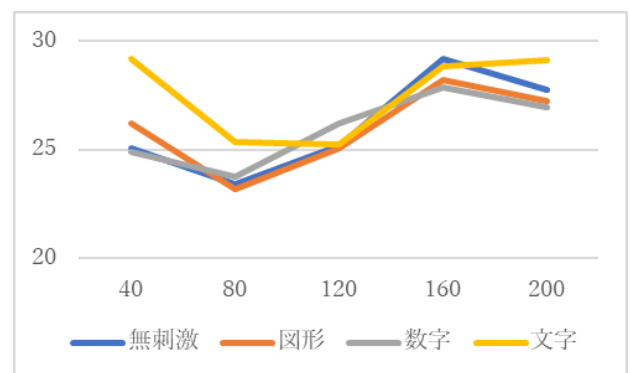


図10 40問ごとの時間の推移の比較

表5 実験協力者の主観集中度平均（追実験）

	無刺激	図形	数字	文字
A	3.50	3.50	4.50	4.00
B	3.50	4.50	2.50	5.00
C	4.00	4.50	5.00	4.00
D	4.50	3.00	4.50	2.50
E	5.00	5.00	4.50	4.50
F	3.00	4.00	4.50	4.00
G	3.50	3.50	4.50	4.50
H	3.50	4.00	4.00	4.00
I	4.00	3.50	4.50	4.50
J	5.00	4.50	4.00	5.00
K	4.00	3.00	3.00	2.00
L	3.50	4.50	4.50	3.50
M	2.50	3.00	3.00	3.00
N	4.00	4.00	4.00	4.00
O	5.00	3.00	2.50	1.50
平均	3.90	3.83	3.97	3.73

表6 実験協力者の主観疲労度平均（追実験）

	無刺激	図形	数字	文字
A	3.64	2.79	3.43	3.29
B	3.57	3.57	3.43	3.50
C	3.43	3.36	3.07	3.29
D	3.57	3.07	3.50	3.43
E	3.86	3.71	3.64	3.86
F	3.79	3.71	3.50	3.71
G	3.57	3.50	3.57	3.71
H	3.50	3.50	3.71	3.64
I	3.64	3.36	3.29	3.50
J	3.64	3.50	3.07	3.64
K	3.14	2.71	2.79	2.43
L	3.29	3.00	2.93	3.07
M	3.21	3.07	3.21	2.86
N	3.43	2.64	3.00	2.93
O	3.79	3.64	3.57	3.86
P	2.57	3.29	3.00	2.00
平均	3.48	3.28	3.29	3.29

表5は追実験における実験協力者の主観集中度の平均、表6は追実験における実験協力者の主観疲労度の平均を求めたものである。なお主観集中度は数値が高いほど集中できていることを、主観疲労度は数値が高いほど披露が少ないことを示している。この結果より、無刺激に比べ主観疲労度は図形刺激・数字刺激・文字刺激ともに低いことがわかる。

6. 考察

1つ目の実験では、クリックの所用時間については無刺激よりも数字刺激や図形刺激、文字刺激などが短い結果となっていたが、2つ目の実験ではその差はなく、むしろ文字刺激は悪い結果となっていた。我々の過去の研究[11]では数字刺激において処理速度が上がっていたのに対し、今回差がなかったのは、点つなぎにおける視線の移動により中心視野に数字や図形などの刺激が入ってしまったためにパフォーマンスが低下したものと考えられる。しかし、今回の実験設計では、点つなぎ自体の難しさがあること、また実験協力者によって刺激番号と刺激の組み合わせが違い、同じ条件下のデータが少なかつたため、結果として議論するには不十分であるとも考えられる。そこで今後は視線を動かしつつ統制可能な実験を設計し、再実験を行っていく予定である。

また実験において文字刺激が特に悪い結果だったのは、提示される文字列の変化で何らかの興味を引く単語が目に入り、注意が向けられてしまったことが考えられる。また数字刺激が思ったよりよい結果とならなかったのは、点つなぎタスクにおいて数字を探していくが、この数字と周辺の数字が競合し、邪魔となってしまった可能性がある。そこで今後は視線を計測し、その動きや提示されたものなどを分析することでこの特性を明らかにしていく予定である。

今回の実験より、刺激に集中向上の効果がある可能はあるが、データをもっと集めて検討する必要がある。例えば、同じ刺激内でも、実験番号が違い、行った点つなぎの次の点が見つからずに疲労を感じてしまった、ミスクリックが増えてしまい途中で集中が途切れてしまった、点つなぎの絵が何なのかが気になって集中度が下がった気がしたなどの意見があった。また、刺激有りの1回目では慣れていないために疲労度が高くなっているといったこともあった。そのため、適切に休憩を取りつつ実験を行う必要があるとも考えられる。

7. おわりに

本研究では、PC上でタスクを行う際の集中力を向上させるため数字刺激や図形刺激などを提示する手法を用意し、実験タスクとして点つなぎを指定したうえで、2つの実験を行った。実験の結果、1つ目の実験では無刺激に比べ刺激ありにおいてパフォーマンスが高かったが、2つ目の実験では差がないことがわかった。また、数字刺激や図形刺激などは無刺激に比べ疲労しやすいことなどが明らかになるなど、今回の実験においては効果的でないことなどが明らかになった。

今後は広い範囲を用いるタスクで、個人差のにくいも

のとして、ランダムな位置に出現するターゲットをクリックしていくタスクなどを用いることを考えている。また今回の実験は新型コロナウイルスの影響で人を集めることが難しかったため、実験協力者に実験環境を事前に聞いたあとでプログラムを配布して行ってもらったため、普段用いるモニターのサイズの差が結果にも表れてしまった可能性がある。そこで今後は、統制環境下で実験を行う予定である。また、その際に今回は取れなかったタスク中の視線情報や客観集中度なども計測する予定である。

参考文献

- [1] “リモートワークの悩み1位は「家族がいて集中できない」”, マイナビニュース(最終閲覧日 2021-2-18)
<https://news.mynavi.jp/article/20200713-1139175/>
- [2] 小濱剛, 新開憲, 臼井支朗. マイクロサッカー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.
- [3] 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.
- [4] JINS MEME | TURN IT ON – 見るから、知るへ (最終閲覧日 2021-2-18) <https://jins-meme.com/ja/>
- [5] 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.
- [6] 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. 日本認知科学大会発表論文集(27), 2010, pp. 3-47.
- [7] 橋本卓見, 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 インタラクシオン 2012, pp.843-849.
- [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オン (HCI), Vol.2017-HCI-175, No.7, pp.1-8, 2017.
- [9] 山浦 祐明, 中村 聡史. 周辺視野に対するぼかしエフェクトが作業時の集中力に及ぼす影響の調査, 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オン (HCI), Vol.2019-HCI-184, No.10, pp.1-8, 2019.
- [10] 鎌田安住, 金田大輔, 中村聡史. デスクワーク時の集中を阻害する周辺視野領域での視覚妨害刺激の基礎検討. 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オン (HCI), Vol.2021-HCI-192, No.19, pp.1-8, 2021.
- [11] 桑原樹蘭, 高橋拓, 中村聡史. 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. 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オン (HCI), Vol.2018-HCI-180, No.13, pp.1-7, 2018.