



複合現実技術を用いた PC 作業における 周囲環境と集中力に関する考察

山口翼¹⁾, 遊橋裕泰²⁾

1) 静岡大学大学院 総合科学技術研究科 情報学専攻

(〒432-8011 静岡県浜松市中央区城北 3-5-1, yamaguchi.tsubasa.19@shizuoka.ac.jp)

2) 静岡大学大学院 総合科学技術研究科 情報学専攻

(〒432-8011 静岡県浜松市中央区城北 3-5-1, yuhashi-h@inf.shizuoka.ac.jp)

概要: 近年、社会環境に大きな変化があった。この変化は作業環境においても同様である。職場や自宅以外での作業時間が増加したが、PC 作業を実施する際の周囲環境や集中力に関して調査が行われている例は多くない。本研究では、スマートグラスを用いた MR 空間上で、PC を使った計算、認知、瞬発力に関する課題を実施する。実験で得られた課題成績、バイタルデータ、アンケート結果を基に快適な学習環境構築を目指す。

キーワード: 拡張・複合現実、行動・認知、視覚、ウェアラブル

1. 本研究の意義と目的

現代社会におけるテクノロジーの飛躍的進展は、日常生活のあらゆる側面に不可逆的な変化をもたらしており、従前には顕在化しなかった新たな課題を提起している。かかる新たな課題の一つとして、若年層を中心に深刻化しているのが、スマートフォン依存症(以下: スマホ依存症)である。HMD 研究所の調査において、スマホ依存の自覚は、全体で 23.4%、男性 10 代 39.9%、女性 33.6%となっていることや、令和 6 年の総務省の調査において、主なメディアの平均利用時間調査でネット利用時間が 181.8 分となり、テレビ(リアルタイム)視聴時間を上回っていることから、スマホをはじめとしたデジタルデバイスの利用及び依存が進んでいる様子が伺える。しかしながら、このような課題が顕在化する一方で、テクノロジーは人間の認知・注意力の向上や多様な産業分野への応用といった、計り知れない可能性を秘めていることも事実である。例えば、2005 年に発表され現在では多くの車種に搭載されているトヨタ自動車のよそ見検知システムや日産自動車の MR 技術活用による技術習得の変容である。このような先端技術の産業分野での実用化と普及は、私たちの日常生活にさらなる技術の一般化をもたらしている。視線に関する研究は JINS MEME 等に、MR 技術は Meta Quest3 等により一般に普及した。こうした技術の進化は、テクノロジーが引き起こしたとされる課題、特にデジタルデバイスへの依存や認知・注意力の分散といった問題に対して、異なる視点からのア

プローチを提供する可能性を秘めている。こうした技術の進化は、テクノロジーが引き起こしたとされる課題、特にデジタルデバイスへの依存や認知・注意力の分散といった問題に対して、異なる視点からのアプローチを提供する可能性を秘めている。このような背景から、次世代の作業環境として期待される MR 技術が、人間の認知や行動に及ぼす影響を詳細に分析することは、今後のテクノロジーと社会のあり方を考察する上で極めて重要である。本研究は、MR 技術を用いた作業環境で PC 作業を行い、周囲環境によって人の行動や認知がどのように変化するかを観察し、テクノロジーを用いた新たな作業環境に関する考察を目的とする。視覚刺激を用いた研究は多数存在している。高橋、福地他 [1]は、人間の有効視野は集中することで狭まり、周辺視野から受け取る情報量が減少していくという特性を使用した実験を行い、効果検証を実施した。実験時には、妨害刺激無しの場合や背景色より輝度を高く設定した縞模様のエフェクトの輝度値を時間経過とともに低下させ、最終的にエフェクト部分が背景と同色にする減衰型妨害刺激を含む 3 条件を間違い探し、1~100 の数字を 1 から順にクリックする 100 マスタスクの 2 つで実験を実施した。その結果、妨害刺激により疲労度が上がったものの、集中度がアップし、減衰型妨害が 3 条件の中で最も深い集中への導入が可能であると分かった。しかしながら、PC 画面内に妨害刺激を提示する為作業スペースが狭くなるという

問題点があった。また、桑原、中村[2]の研究では、PC画面上に数字が常時変化する数字の提示や画面の背景を白と黒で交互に塗りつぶし続ける暗転明転刺激で、矢印が向いている方向と同じ方向キーを押すという単純課題を用いて実験を行っていた。しかし、単純課題のみでの検証だった為、暗転明転刺激が様々な課題で有効か結論付けることは出来なかった。

本研究では、これらの先行研究をもとに視野及び作業環境に着目し、視野の変化や作業環境の変化によって、課題成績や、身体の状態がどう変化するかの実験を行い、視野が制限されると複雑な課題ほど成績があがるという仮説を検証する。

2. 実験手順と分析方法

2.1 実験方法

本研究は、本格的な研究に先立つ予備実験として実施した。本予備実験は、本研究の課題設定の妥当性および実験環境の適切性を検討することを目的とした。実験では、スマートグラスを使用し、特定の刺激に対する反応を求める課題と、アナグラムと計算を組み合わせたマルチタスク課題を実施した。さらに、アンケート調査およびインタビュー調査を行い、実験参加者から行動データおよび主観的フィードバックを収集する体制を構築した。

2.1.1 実験条件

本予備実験は、2025年7月3日から7月9日にわたり実施した。実験参加者は6名(男性4名、女性2名)で、いずれも大学生及び大学院生である。また、実験参加者の平均年齢は、23.5歳である。使用したスマートグラスはXREAL社のNeal lightである。重量は106g、視野角は52度であり、レンズの色はカラーレンズの濃度85%相当の色が入っているものである。Neal lightで実験を実施する理由は、値段が安価であること、開発用のSDKがあり気軽にアプリ開発や実装ができる為である。実験に使用したPCはASUS社のVivobook 16Xであり、モニターの大きさは16インチ、リフレッシュレートは120Hzである。OSはWindows 11 Home、CPUはIntel Core i5-12450H、RAMは16GBである。実験にはマウスを利用し、心拍数を図るために、任意の腕にFitbit Inspire 3を装着している。

実験場所は大学構内の個別学習スペースを利用した。この場所は、横95cm、奥行き60cmの机の前方及び左右を120cmのパーティションで区切っている空間であり、座った状態では、上方を見なければ周囲の環境を把握できない場所である。椅子はキャスター付きの回転椅子である。実験時の気温は30度ほどである。

実験時条件は以下の三条件である。条件 α :スマートグラス着用無し、条件 β :スマートグラス着用あり、視覚妨害映像無し、条件 γ :スマートグラス着用あり、視覚妨害映像あり。条件 γ で用いる視覚妨害映像は、実験で用いるPC画面の範囲外に仮想空間上で白い壁を四方に作り、外部環境の視認性を阻害するものであり、他の表現をするの

であれば、MR技術を用いて仮想空間上に本実験の実験場所を再現したものである。

2.1.2 実験課題

実験参加者には、以下の課題を遂行していただいた。課題1:反応時間課題 2種:画面中央に一つの円を提示し、その円が指定した色のみをクリックする課題100試行(以下:課題1-1)と、円の提示を2種類に増やし120試行実施する課題(以下:課題1-2)

課題2:マルチタスク課題 画面内に同時に二つの課題、5文字のアナグラム課題及び二桁+二桁及び二桁一二桁の整数で繰り上がり繰り下がりがあるものをそれぞれ10題回答する課題

尚、課題時間は各課題につき8分を想定し作成した。

実験中の進行に関しては、実験手順を記したウェブアプリを作成し、実験参加者のペースで実験を進行、休息を入れてもらった。

2.1.3 アンケート項目

実験開始前、実験中の各課題終了時に参加者には以下の項目を含むアンケートに回答していただいた。課題に頭をたくさん使ったか、情報量は適切だったか、MR環境を違和感なく受け入れられたかといった項目を含む17題と、実験機器に対する慣れやデジタル機器全般に対する抵抗感を聞く設問を設けた。

先に述べた実験環境三種類を実験参加者ごとに入れ替えて実施した。課題実施及びアンケート回答に1時間10分、インタビューに10分を設け、実験は計1時間半実施した。

2.2 分析方法

本予備実験のアンケートは、本実験を実施した際に因子分析を行えるよう設計を実施したが、今回はサンプルサイズが小さい為、因子分析を行わず、フリードマン検定を用いて検定を実施した。使用した統計ソフトウェアはRである。また、インタビュー結果をもとに定性的調査も実施した。

3. 実験及びアンケート結果

3.1 実験結果

3.1.1 反応時間課題の結果

反応時間課題では、指定した刺激が出現してからクリックするまでの反応時間の記録を実施した。以下は、指定刺激が出てからクリックするまでの時間を全参加者条件ごとに平均値を出したものである。速度の単位はミリ秒で、課題1-1と課題1-2で分けて記載している。

図 1: 反応時間課題における反応速度(単位:ms)

条件	α	β	γ	α	β	γ
	課題 1-1	課題 1-1	課題 1-1	課題 1-2	課題 1-2	課題 1-2
A	394.12	498.32	496.38	518.7	516.52	499.56
B	353.36	353.6	368.04	455.32	479.58	472.54
C	418.42	408.69	460.44	468.46	506.64	498.12
D	418.48	400	403.24	439.24	444.67	475.96
E	376.2	435.32	393.24	500	489.72	419.44
F	408.54	435.92	396.75	455.96	496.48	479.07

3.1.2 マルチタスク課題の結果

マルチタスク課題では、アナグラム及び計算問題を 10 題解き終わった瞬間の秒数で比較を実施した。一部アナグラム一問に対し 100 秒ほど時間を使ったデータも存在しているが、今回そのような外れ値に関して特に対応を行っていない。回答時間の単位は秒である。

図 2: マルチタスク課題における回答時間(単位:s)

条件	α	β	γ
A	182.44	301.55	117.47
B	230.08	134.93	104.47
C	177.62	347.29	266.36
D	93.15	285.33	410.25
E	193.5	170.37	344.89
F	102.09	197.57	72.57

3.2 アンケート・インタビューの結果

3.2.1 アンケートの結果

アンケートの結果の解釈に関して、本アンケートは 7 段階のリッカート尺度を用いて実施した。ここではその 7 段階をダミー変数に置き換え、全参加者の結果を平均化した数値データを示す。ダミー変数化は、1.非常にそう思う、2.かなりそう思う、3.ややそう思う、4.どちらでもない、5.ややそう思わない、6.あまりそう思わない、7.全くそう思わないである。また、スペースの関係上問いかけ文を意味を損なわない程度に一部変更している。

図 3: 反応時間課題のアンケート結果

反応時間課題(課題 1-1、課題 1-2)	α	β	γ
情報多く処理追いつかないと感じた	5.2	4.3	3.7
課題中、精神的に疲労を感じた	3.5	2.3	2.2
効率的に課題を遂行できたと感じる	3.3	5.2	5
この環境は、私の課題遂行を助けた	4.2	5.2	4.8
すぐにこの環境に慣れた	3.3	5.5	4.3
予期せぬものに気づかなくなった	4.5	2.5	3
視野遮断は課題への集中力を高めた	3.5	4.3	4.3
他のことに気が散ることはなかった	4.2	5.3	5.2
より早く課題を完了できたと感じる	3.5	4.7	2.2

図 4: マルチタスク課題のアンケート結果

マルチタスク課題(課題 2)	α	β	γ
情報多く処理追いつかないと感じた	4	4.7	2.8
課題中、精神的に疲労を感じた	4.3	3	2.3
効率的に課題を遂行できたと感じる	2.7	4.5	4.7
この環境は、私の課題遂行を助けた	3.7	5.2	5.2
すぐにこの環境に慣れた	2.3	3.8	3
予期せぬものに気づかなくなった	3.8	4	3
視野遮断は課題への集中力を高めた	2.7	4.3	5
他のことに気が散ることはなかった	2.8	4.8	4.5
より早く課題を完了できたと感じる	2.8	4.7	5

3.2.2 インタビューの結果

条件 γ に関する各参加者の感想は以下の通りである。

- ・A スマートグラスによって画面が「浮き出た感じ」の感覚が得られ、没入感があった。
- ・B: 情報量が多すぎて、視覚的に大きな疲労を感じた。これまでに見たことのない視界だった。
- ・D: スマートグラスの重さや違和感により、装着に不快感を覚えた。
- ・E: 画面のみに集中することができ、課題を進めやすかった。

4. 周囲環境及び被験者別の周辺視野領域の遮断の効力

4.1 実験結果に関する考察

本研究での仮説は、視野が制限されると複雑な課題ほど成績があがるというものであった。この仮説を踏まえ、実験結果の考察を実施する。

はじめに、反応時間課題(課題 1-1、課題 1-2)である。図 1 より、課題 1-1 及び課題 1-2 では、条件 α のスマートグラス着用なしの状態を実施した実験が一番反応速度速い人が多いという結果になった。この結果が生まれた要因としては、反応時間課題は、画面中央を見つめ続ける必要があるタスクであり、どんな場合においても、よそ見をするタイミングが無かったことが原因として考えられる。また、課題 1-2 において、条件 γ で 2 名が一番反応速度が速く、3 名が二番目に反応速度が速くなっていることから、課題が複雑化するにつれて、気を紛らわす為やりフレッシュする為に、視線を外す行為を抑制していることでこの結果が出ている可能性も示唆された。

続いてマルチタスク課題(課題 2)である。図 2 より、条件 γ で 3 名が一番回答時間が速く、1 名が二番目に回答時間が速かった。この結果は、アナグラムを解く際に、自分自身の知識から該当する五文字を探す際に、課題ページから目をそらそうという行動が関係していると考えられる。この行動の際、多くの場合情報が少ない上を向き、思考を整理するが、今回の実験環境において一番情報が多いのが上側となる。その為、今回ほかの方向を向いても情報が増えない条件 γ において、回答時間が一番早くなった可能性がある。

る。

4.2 アンケート結果に対する考察

続いてアンケート結果に対して考察を実施する。図3及び図4で示した通り、主観的には条件 γ において一番情報量の多さや精神的疲労を抱えていたことが分かった。また、条件 α において、一番効率的に課題を行い、主観的には効率的かつ他に気を散らすことなく課題を出来たと回答している。これらより、主観的には、条件 α であるスマートグラスを用いない状態が一番課題を遂行しやすかったと回答していることが分かった。

本アンケートの各設問に対しフリードマン検定を実施した結果、多くの項目で統計的に有意な差は検出されなかった。マルチタスク課題の「視野遮断は課題への集中力を高めた」という設問に対してフリードマン検定を実施したところ、条件間に有意な差が認められた ($\chi^2(2)=7.52$, $p=0.023$)。また、この有意差の詳細を明らかにするためネメシーの事後検定を実施したところ、条件 α と条件 γ の間のみ統計的に有意な差が認められた ($p=0.038$)。この結果より、実験参加者は条件 α であるスマートグラス無しの条件が一番集中でき、条件 γ では一番集中できなかったと感じたことが明らかになった。

4.3 インタビュー結果に関する考察

インタビュー結果に関して、条件 γ に触れている部分を抽出して示した。インタビューの結果条件 γ では、スマートグラスで視覚妨害を行っている視界に慣れず違和感を感じる場合と、視界に慣れ、PC画面を強調して表示されている場合に二極化されることが分かった。また、スマートグラス自体の重みに対して違和感を覚え、課題に集中できない場合も散見された。今回の実験及びインタビューでは、この感じ方の差がどんな要素が関連しているかを特定することはできなかった。

以上の結果を踏まえると、主観的にはどちらの課題に関しても、条件 α であるスマートグラス無しが一番課題を遂行しやすかったと感じていたが、結果として、マルチタスク課題においては、条件 γ であるスマートグラスあり、視

覚妨害映像ありの成績が一番良くなった。この結果は違和感や不快感があっても、視覚を妨害することによって、よそ見等を防ぐことができ、課題回答速度が上がったものと推察される。

5. まとめ

本研究では、予備実験を通して、視野が制限されると複雑な課題ほど成績があがるという仮説の検証を実施した。結果として、複雑な課題ほど成績が上がる可能性は示唆されたが、結論付けることはできなかった。

また、本予備実験においては、いくつかの改善点もあった。一つは、気温的要因である。前述のとおり本実験は実験場所の都合で気温 30 度の場所で実験を実施した。その結果、参加者より、暑さが気になり課題に集中できなかったり、スマートグラスの装着感が悪いと言った意見も出ていた。本実験では、実験条件を再考し実験参加者が不快感を覚えず実験に参加できる環境に変更する。また、本実験では今回の結果を参考にスマートグラスによる視覚妨害映像にバリエーションを設け、より快適に作業できる環境作りを行っていく。

今後、本実験を実施したうえで複合現実技術を用いた PC 作業に最適な課題や視覚妨害映像の開発を勧めていく。

参考文献

- [1] 高橋拓,福地翼,山浦裕明,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(HCI),Vol.2017-UBI-56, Issue.7, pp.1 - 8, 2017.
- [2] 桑原樹蘭,中村聡史:タスク周辺への視覚刺激提示時の刺激の種類がタスクおよび視線に及ぼす影響,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 (HCI) ,Vol.2022-HCI-197, No.16, pp.1-7, 2022.