

2023年度

筑波大学情報学群情報科学類

卒業研究論文

題目

落ち着く色をAR用HMDが提示することによる
ストレス緩和手法

主専攻 ソフトウェアサイエンス主専攻

著者 芦沢 優介

指導教員 志築 文太郎, 川口 一画

要 旨

本研究では、我々は、落ち着く色をAR用HMDが提示することによるストレス緩和手法を実装した。本手法は、HMD内部のアイトラッカを用いることにより、ユーザの視線を取得する。取得した視線から、ユーザの中心視野および周辺視野に対応する領域を特定する。その後、ユーザの周辺視野のみに落ち着く色を提示する。

本手法は、従来のストレス緩和手法における、以下の3つの課題を解決できる可能性がある。1つ目の課題は、ユーザは、ストレスを緩和するための行動を能動的に行う必要があることである。2つ目の課題は、ユーザは、このような手法を用いるための時間を確保する必要があることである。3つ目の課題は、ユーザは、このような手法を用いることが面倒であると感じることである。また、本手法は、日常生活を送るユーザのストレスを、ユーザの邪魔をすることなく緩和できる可能性がある。

本研究では、我々は、本手法がストレス緩和に貢献するかを調査するための実験を、5人の参加者に対して行った。実験では、緑色を、落ち着く色として用いた。また、参加者に提示する色の範囲および明度の違いがストレス緩和に与える影響を調査するために、緑色の提示範囲および明度が異なる、以下の5つの条件を比較した。1つ目の条件は、HMDを装着した状態において、参加者の視野に緑色を提示しない条件である。2つ目の条件は、HMDを装着した状態において、参加者の視野全体に、RGB値が(0, 255, 0)の緑色（以降、濃い緑色）を提示する条件である。3つ目の条件は、HMDを装着した状態において、参加者の視野全体に、RGB値が(0, 127, 0)の緑色（以降、薄い緑色）を提示する条件である。4つ目の条件は、HMDを装着した状態において、参加者の周辺視野のみに、濃い緑色を提示する条件である。5つ目の条件は、HMDを装着した状態において、参加者の周辺視野のみに、薄い緑色を提示する条件である。

実験の結果、以下の2つの可能性があることが分かった。1つ目の可能性は、周辺視野への、薄い緑色の提示はストレス緩和に貢献する可能性である。2つ目の可能性は、ユーザの周辺視野のみに提示する緑色は、ユーザの視野全体に提示する緑色と同じく、ユーザの邪魔となる可能性である。

目次

第1章 序論	1
1.1 背景	1
1.2 目的およびアプローチ	2
1.3 貢献	2
1.4 本論文の構成	2
第2章 関連研究	4
2.1 色の提示によるストレス緩和効果	4
2.2 周辺視野への刺激提示	4
第3章 実装	6
3.1 環境	6
3.2 周辺視野への色提示	6
第4章 評価実験	8
4.1 参加者	8
4.2 比較条件	8
4.3 デバイスおよび環境	10
4.4 タスク	12
4.5 手順	13
4.6 評価指標	16
4.7 分析方法	19
第5章 実験結果	21
5.1 脳血流	21
5.2 心拍数	23
5.3 PANAS	24
5.4 VAS	25
5.5 SSQのうち、眼精疲労に関する7項目	28
5.6 提示された色による違和感および邪魔の程度	28
5.7 文字の読みにくさ	30
5.8 タスク後に落ち着いたと感じた条件の順位およびタスク実施中に邪魔に感じた条件の順位	31

第 6 章	考察	34
6.1	ストレス緩和効果	34
6.2	作業への影響	36
第 7 章	制約および今後の課題	37
7.1	デバイスおよび利用環境	37
7.2	提示する色の種類	38
7.3	中心視野の大きさおよび中心視野の移動方法	38
7.4	タスク実施時間, 休憩時間, および心拍数の取得時間ならびに実験において用 いるタスク	39
第 8 章	結論	41
	謝辞	42
	業績リスト	43
	参考文献	44
付録 A	評価実験において用いた各種書類	49
A.1	説明書	50
A.2	実験前アンケート	62
A.3	タスク実施前アンケート	64
	A.3.1 PANAS	64
	A.3.2 VAS	68
A.4	タスク実施後アンケート	69
	A.4.1 PANAS	69
	A.4.2 VAS	73
	A.4.3 SSQ のうち, 眼精疲労に関する 7 項目	74
	A.4.4 その他の質問項目	76
A.5	実験後アンケート	78

目次

3.1	周辺視野に落ち着く色（この図では、緑色）が提示されたユーザの視野. . .	7
4.1	各条件における参加者の視野. 上段左：NoColor 条件. 上段中央：All255 条件. 上段右：All127 条件. 下段左：Peripheral255 条件. 下段右：Peripheral127 条件.	9
4.2	フル遮光ブロッカーおよび Meta Quest Pro を装着したユーザ. 左側：フル遮光ブロッカー. 右側：Meta Quest Pro を装着したユーザ. フル遮光ブロッカーは、赤枠において囲まれた領域内にある.	11
4.3	脳血流測定用の HOT-2000-VR.	11
4.4	心拍数測定用の Fitbit Sense 2.	12
4.5	タスク開始直後の画面.	13
4.6	タスク実施中の画面. 上：Part A. 下：Part B.	14
4.7	評価実験の手順.	15
4.8	評価実験において用いた PC 上のマウスカーソル. マウスカーソルは赤枠の内部にある. 左：初期状態. 右：タスク実施時.	15
4.9	タスク実施中の参加者.	16
5.1	左前頭部の HbT の変化量の平均. エラーバーは標準誤差を示す.	22
5.2	右前頭部の HbT の変化量の平均. エラーバーは標準誤差を示す.	22
5.3	BPM の平均. エラーバーは標準誤差を示す.	23
5.4	PA の平均得点. エラーバーは標準誤差を示す.	24
5.5	NA の平均得点. エラーバーは標準誤差を示す.	25
5.6	ストレス度に対する VAS の平均得点. エラーバーは標準誤差を示す.	26
5.7	落ち着き度に対する VAS の平均得点. エラーバーは標準誤差を示す.	27
5.8	疲労度に対する VAS の平均得点. エラーバーは標準誤差を示す.	27
5.9	集中度に対する VAS の平均得点. エラーバーは標準誤差を示す.	28
5.10	SSQ のうち、眼精疲労に関する 7 項目の平均得点. エラーバーは標準誤差を示す.	29
5.11	「提示された色に違和感を感じることはありましたか？」の平均得点. エラーバーは標準誤差を示す.	29
5.12	「提示された色が邪魔だと感じることはありましたか？」の平均得点. エラーバーは標準誤差を示す.	30

5.13 「文字が読みにくいと感じることはありましたか？」の平均得点. エラーバー は標準誤差を示す.	31
5.14 タスク後に落ち着いたと感じた条件の順位.	32
5.15 タスク実施中に邪魔と感じた条件の順位.	33

表目次

4.1	評価実験の各参加者の属性.	8
4.2	評価実験の比較条件.	9
4.3	PANAS の質問項目.	18
5.1	各参加者の, タスク後に落ち着いたと感じた条件の順位.	32
5.2	各参加者の, タスク実施中に邪魔と感じた条件の順位.	33

第1章 序論

本章では，本研究の背景，本研究の目的およびアプローチ，本研究の貢献，ならびに本論文の構成を示す。

1.1 背景

日常生活において，人々はストレスに悩まされている．厚生労働省が行った調査によると，仕事および職業生活において，強い不安またはストレスを感じる事柄がある労働者の割合は53.3%である [R3]．また，日常生活において，悩みまたはストレスがある12歳以上の人の割合は47.9%である [R1]．このようなストレスは，友達，家族，および地域とのつながりの減少，睡眠パターンの乱れ，ならびに不健康な食事の増加などを人々にもたらす [Str]．また，このようなストレスは，人々の健康を阻害し，かつ病気の原因となる [津田01]．

このようなストレスを緩和するための手法が複数研究されている．Dingら [DC22]は，仮想現実（以降，VR: Virtual Reality）用ヘッドマウントディスプレイ（以降，HMD: Head Mounted Display）を装着したユーザの視野全体に，自然の風景を提示する手法を示した．この手法は，VR用HMDを装着したユーザにリラックス効果を与え，かつそのユーザのストレスを緩和した．また，Jiangら [JDM⁺23]は，親密な関係にあるユーザ同士が，お互いのストレスデータをディスプレイ上に共有する手法を示した．この手法では，ストレスを感じているユーザに，その他のユーザはメッセージを送信できる．送信されたメッセージを読むことにより，ストレスを感じているユーザは，送信元のユーザからの支援，共感，および励ましを受けることができる．しかし，これらのような，従来のストレス緩和手法には，ユーザにとって，以下の3つの課題がある．

- ストレスを緩和するために能動的に行動する必要がある
- これらのような手法を用いるための時間を確保する必要がある
- これらのような手法を用いることが面倒であると感じる

また，神田 [神田13]は，心拍変動フィードバックによる色彩環境構築システムを示した．このシステムは，作業中のユーザの心拍間隔のゆらぎをリアルタイムに取得する．取得した心拍間隔のゆらぎから，ユーザのストレス度合いを推定する．推定したユーザのストレス度合いに合わせて，部屋の照明の色をリアルタイムに変更する．このシステムを用いることにより，ユーザの作業効率が向上した．しかし，このシステムは，ユーザの視野全体に色を提

示す。また、このシステムを評価するための実験では、神田 [神田 13] は、このシステムが提示する色と同じ色のコピー用紙を用いるタスクを用いた。そのため、このような制約のない日常生活では、ユーザに提示する色がユーザの邪魔になり、かつユーザのストレスの原因となる可能性がある。

1.2 目的およびアプローチ

本研究の目的は以下の2つである。

- 第 1.1 節に示した3つの課題を解決すること
- 日常生活を送るユーザのストレスを、ユーザの邪魔をすることなく緩和すること

これらの目的を達成するために、我々は、拡張現実（以降、AR：Augmented Reality）用 HMD を装着したユーザの周辺視野に落ち着く色を提示する手法（以降、本手法）を実装した。人間の視野には、ものを詳細に認識できる領域である中心視野およびものをぼんやり認識できる領域である周辺視野がある。これら2つの領域のうち、周辺視野は光の知覚に優れている [倩穎 12, 福田 78, 高橋 18]。そのため、ユーザの周辺視野に落ち着く色を提示することにより、ユーザのストレスを、ユーザの邪魔をすることなく緩和できると考えられる。

1.3 貢献

本研究の貢献を以下に示す。

- AR 用 HMD を装着したユーザの周辺視野に落ち着く色を提示する手法を実装した
- 本手法がストレス緩和に貢献するかを調査するための実験（以降、評価実験）を行った
- 実験の結果、以下の2つの可能性があることが分かった
 - 周辺視野への、薄い緑色の提示はストレス緩和に貢献する可能性
 - ユーザの周辺視野のみに提示する緑色は、ユーザの視野全体に提示する緑色と同じく、ユーザの邪魔となる可能性

1.4 本論文の構成

本論文の構成を示す。第1章では、本研究の背景、本研究の目的およびアプローチ、本研究の貢献、ならびに本論文の構成を示した。第2章では、本研究の関連研究として、色の提示によるストレス緩和効果および周辺視野への刺激提示の研究を示す。第3章では、本手法の実装環境および本手法における周辺視野への色提示の詳細を示す。第4章では、評価実験の

参加者，評価実験において用いたデバイスおよび環境，評価実験の比較条件，評価実験において用いたタスク，評価実験の手順，ならびに評価実験において用いた評価指標を示す．第5章では，評価実験の結果を示す．第6章では，評価実験の考察を示す．第7章では，本研究の制約および今後の課題を示す．第8章では，本研究の結論を示す．

第2章 関連研究

本章では、本研究の関連研究として、色の提示によるストレス緩和効果および周辺視野への刺激提示の研究を示す。

2.1 色の提示によるストレス緩和効果

色の提示によるストレス緩和効果を示す研究が複数存在する。松井ら [松井 12] は、医療現場におけるストレス緩和のための照明環境を検討するために、緑色のセロハンにより覆われた蛍光灯の照明が、その照明下の実験参加者に与える影響を調査した。その結果、この照明は、リラックス効果、不安および緊張の緩和、ならびに疲労の緩和を実験参加者にもたらすことを示した。Lubos [Lub12] は、色がストレス緩和に与える影響を調査するために、青色およびピンク色が、それらの色が提示された実験参加者に与える影響を調査した。その結果、これらの色を提示された実験参加者のストレスレベルが有意に減少したことおよびこれらの色を提示されなかった実験参加者のストレスレベルと比べて、彼らのストレスレベルが有意に低くなったことを示した。深澤ら [深澤 09] は、アイボリー、ピンク、白、赤、および青色が生理的指標および心理的指標に与える影響を調査した。その結果、心身ともに落ち着きを与える色彩環境には、アイボリーが最も好ましいことを示した。これらの研究は、緑 [松井 12, 小田 17, 木戸 00, 斎藤 06], 青 [Lub12, 斎藤 06], およびアイボリー [深澤 09] などの色にはストレス緩和効果があることを示している。本手法は、これらのような落ち着く色を提示することによるストレス緩和を目的とする。

2.2 周辺視野への刺激提示

周辺視野に刺激を提示する手法が複数研究されている。山浦ら [山浦 19] は、PC を用いた作業を行うユーザに対して、PC のディスプレイ上の、ユーザの周辺視野に対応する部分にぼかしのエフェクトを重畳する手法を示した。藤田ら [藤田 21] は、VR 空間上に表示された資料を読む作業を行うユーザの周辺視野に、ぼかしのエフェクトおよび波紋のエフェクトを提示する手法を示した。松井ら [松井 15] は、パソコン上に表示された動画コンテンツの周辺にエフェクトをかけたカメラ映像を提示する手法を示した。Jones ら [JBOW13] は、テレビゲームのユーザ体験を向上させるために、テレビ上に表示される画面を、テレビの周辺に投影する手法を示した。これらの手法は、ユーザの周辺視野への刺激提示による、ユーザの集中力および作業効率、ユーザの動画の視聴体験、ならびにテレビゲームのユーザ体験の向上を目

的としている。しかし、ユーザのストレスを緩和するために、ユーザの周辺視野へ刺激を提示する手法は存在しない。本手法は、ユーザの周辺視野に落ち着く色を提示することにより、ユーザのストレスを、ユーザの邪魔をすることなく緩和することを目的とする。

第3章 実装

本章では、本手法の実装環境および本手法における周辺視野への色提示の詳細を示す。

3.1 環境

本手法の実装環境を以下に示す。

- PC : iiyama STYLE-15FX160-i7-RASX
 - OS : Windows 11 Home
 - CPU : 11th Gen Intel(R) Core(TM) i7-11800H 2.30 GHz
 - GPU : GeForce RTX 3060 6GB GDDR6
 - RAM : 16.0 GB
- エディタ : Visual Studio 2022
- エンジン : Unity 2021.3.15f1
- アセット : Oculus Integration 54.1
- 開発言語 : C#

3.2 周辺視野への色提示

本手法は、HMD内部のイトラッカを用いることにより、ユーザの視線を取得する。取得した視線から、ユーザの中心視野に対応する領域（以降、中心視野領域）および周辺視野に対応する領域（以降、周辺視野領域）を特定する。その後、ユーザの周辺視野領域のみに落ち着く色を提示する。この時のユーザの視野を図3.1に示す。なお、本手法における、ユーザの中心視野領域の大きさは上下左右8.5度 [JSB13] である。

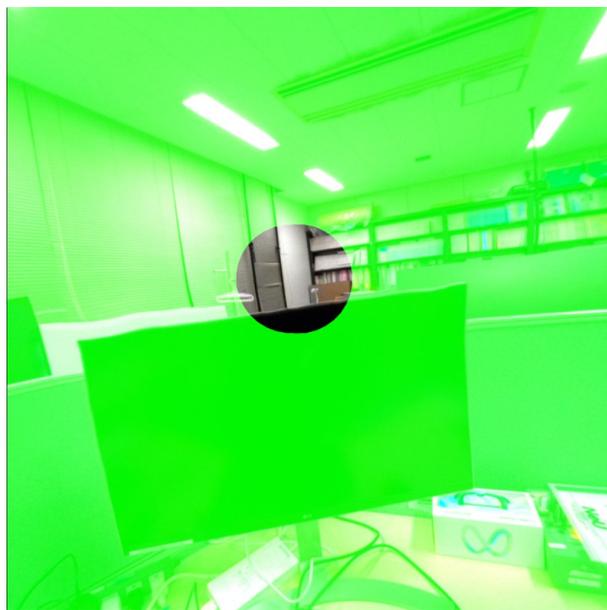


図 3.1: 周辺視野に落ち着く色（この図では，緑色）が提示されたユーザの視野.

第4章 評価実験

本章では、評価実験の参加者、評価実験の比較条件、評価実験において用いたデバイスおよび環境、評価実験において用いたタスク、評価実験の手順、ならびに評価実験において用いた評価指標を示す。

4.1 参加者

評価実験の参加者（以降、参加者）は、著者と同じ研究室に所属する学生5名（以降、P1–P5）であった。参加者のうち、4名が男性、1名が女性であった。また、参加者の平均年齢は23.0歳（ $SD = 0.32$ 歳）であった。実験参加時の視力矯正を問うアンケートに対して、2名は裸眼、1名は眼鏡、2名はコンタクトレンズと回答した。「全く使わない」、「ほとんど使わない」、「たまに使う」、「よく使う」、および「いつも使う」の5段階のリッカート尺度による、VR/AR/MRの使用経験を問うアンケートに対して、1名は全く使わない、2名はほとんど使わない、2名はたまに使うと回答した。VR/AR/MRの使用経験を問うアンケートと同一の5段階のリッカート尺度による、HMDの使用経験を問うアンケートに対して、1名は全く使わない、2名はほとんど使わない、2名はたまに使うと回答した。「嫌い」、「どちらかと言えば嫌い」、「どちらでもない」、「どちらかと言えば好き」、および「好き」の5段階のリッカート尺度による、緑色が好きかを問うアンケートに対して、1名はどちらでもない、1名はどちらかと言えば好き、3名は好きと回答した。なお、各参加者の属性は表4.1のとおりである。

4.2 比較条件

評価実験の比較条件は以下の5つである。

表 4.1: 評価実験の各参加者の属性。

参加者	年齢	性別	実験参加時の視力矯正	VR/AR/MRの使用経験	HMDの使用経験	緑色は好きか？
P1	22	男性	裸眼	たまに使う	たまに使う	好き
P2	23	男性	眼鏡	全く使わない	全く使わない	好き
P3	24	男性	コンタクトレンズ	たまに使う	たまに使う	どちらかと言えば好き
P4	23	男性	裸眼	ほとんど使わない	ほとんど使わない	どちらでもない
P5	23	女性	コンタクトレンズ	ほとんど使わない	ほとんど使わない	好き

表 4.2: 評価実験の比較条件.

条件	説明
NoColor 条件	HMD を装着した状態において、参加者の視野に色を提示しない
All255 条件	HMD を装着した状態において、参加者の視野全体に、RGB 値が (0, 255, 0) の緑色を提示する
All127 条件	HMD を装着した状態において、参加者の視野全体に、RGB 値が (0, 127, 0) の緑色を提示する
Peripheral255 条件	HMD を装着した状態において、参加者の周辺視野のみに、RGB 値が (0, 255, 0) の緑色を提示する
Peripheral127 条件	HMD を装着した状態において、参加者の周辺視野のみに、RGB 値が (0, 127, 0) の緑色を提示する

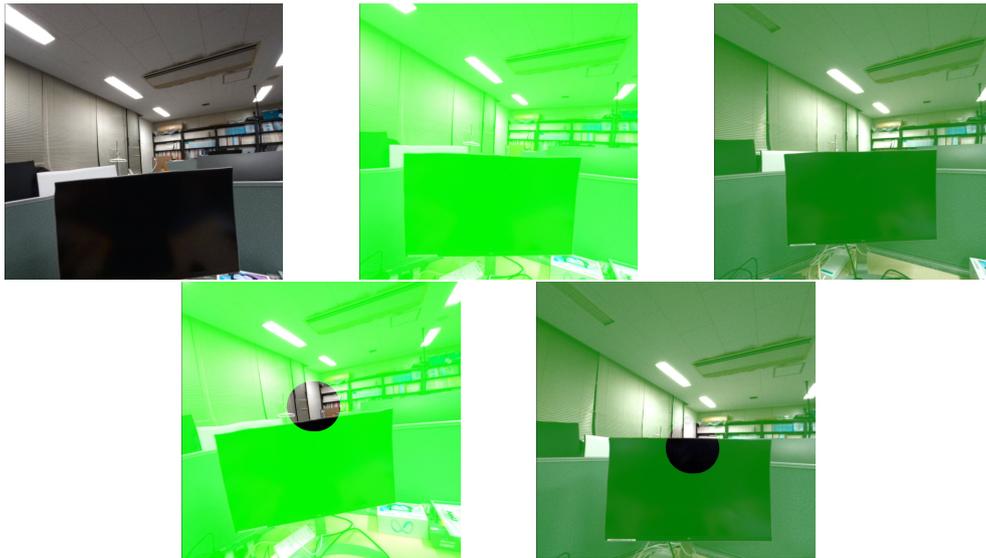


図 4.1: 各条件における参加者の視野. 上段左: NoColor 条件. 上段中央: All255 条件. 上段右: All127 条件. 下段左: Peripheral255 条件. 下段右: Peripheral127 条件.

- NoColor 条件
- All255 条件
- All127 条件
- Peripheral255 条件
- Peripheral127 条件

各条件の説明を表 4.2 に示す. また, 各条件における参加者の視野を図 4.1 に示す. なお, 評価実験では, 参加者に提示する色として, 緑色を用いた. 緑色には, ストレス緩和効果があることが示されている [松井 12, 小田 17, 木戸 00, 斎藤 06]. また, 以降の文章において, RGB 値が (0, 255, 0) の緑色を濃い緑色, RGB 値が (0, 127, 0) の緑色を薄い緑色と表現する. 図 4.1 のとおり, 濃い緑色は All255 条件および Peripheral255 条件において提示され, かつ薄い緑色は All127 条件および Peripheral127 条件において提示される.

評価実験では、すべての条件において、参加者はHMDを装着した。これは、HMDの重さが、参加者のストレスに与える影響を除外するためである。また、参加者に提示する色の範囲および明度の違いがストレス緩和に与える影響を調査するために、緑色の提示範囲および明度が異なる条件を比較した。

4.3 デバイスおよび環境

評価実験において用いたデバイスを以下に示す。

- HMD：フル遮光ブロッカー [Metb] 付きの Meta Quest Pro [Meta]（以降、Meta Quest Pro）
 - 解像度：1800 × 1920
- 脳血流測定用の HOT-2000-VR [HOTa]
- 心拍数測定用の Fitbit Sense 2 [Fita, Fitc]
- 第 3.1 節に示した PC
- HOT-2000-VR が取得したデータの保存用のスマートフォン：Google Pixel 4
 - OS：Android 13
 - CPU：Qualcomm Snapdragon 855 2.84 GHz + 1.78 GHz
 - GPU：Adreno 640
 - RAM：6.0 GB

フル遮光ブロッカーを図 4.2 の左側に示す。また、Meta Quest Pro を装着したユーザを図 4.2 の右側に示す。ユーザが Meta Quest Pro を装着することにより、本手法はユーザの視野全体を覆うことができる。そのため、本手法は、周辺視野に落ち着く色を提示できる。また、現実世界からの視覚刺激を遮断できるため、この刺激がユーザに与える影響を小さくできる。

HOT-2000-VR は、VR 用 HMD を装着している状態のユーザの全額部の脳血流を測定するための携帯型脳活動計測デバイスである [HOTa, HOTb]。HOT-2000-VR を図 4.3 に示す。HOT-2000-VR を用いることにより、我々は、脳内の血液中の総ヘモグロビン（以降、HbT：Total-Hemoglobin）の変化量を、100 ms ごとに取得できる [HOTa]。HbT は、脳における、精神的なストレスへの応答の指標として用いられている [齊藤 11]。また、Fitbit Sense 2 は、ストレス管理、睡眠改善、および心臓の健康指標を支援するスマートウォッチである [Fita]。Fitbit Sense 2 を図 4.4 に示す。Fitbit Sense 2 を用いることにより、我々は、1 分あたりの心拍数（以降、BPM：Beat Per Minutes）を取得できる [Fitb]。

評価実験では、我々が所属する大学内のセミナー室（以降、実験室）を用いた。また、実験室の窓に取り付けてあるブラインドをすべて閉じた状態かつ実験室の廊下側において、参加者にタスクを行ってもらうことにより、日光をできる限り遮断した。日光を遮断する必要がある理由は以下の 2 つである。



図 4.2: フル遮光ブロッカーおよび Meta Quest Pro を装着したユーザ。左側：フル遮光ブロッカー。右側：Meta Quest Pro を装着したユーザ。フル遮光ブロッカーは、赤枠において囲まれた領域内にある。



図 4.3: 脳血流測定用の H0T-2000-VR.



図 4.4: 心拍数測定用の Fitbit Sense 2.

- 現実世界からの刺激が参加者に与える影響を小さくするため
- Meta Quest Pro に直射日光が当たると、Meta Quest Pro 内部のレンズおよびディスプレイが損傷を受けることにより、Meta Quest Pro を用いることができなくなる可能性がある [Metc] ため

4.4 タスク

評価実験において用いたタスクはトレイルメイキングテスト (新版) [Tra] (以降, 評価実験タスク) である. この評価実験タスクは, ストレス負荷試験として, 関連研究 [小堀 23] において用いられた. 我々は, Web 上の ZIP ファイル [Tra] 内にある実行ファイルである TMT02003.exe を実行することにより, 評価実験タスクを行うことができる. 評価実験タスクにおいて, 参加者は, PC およびマウスを用いた.

評価実験タスクの詳細を以下に示す. 評価実験タスクには, Part A および Part B がある. 評価実験タスクを開始すると, Part A および Part B のいずれの場合にも, 図 4.5 のように, 白枠の円が 24 個, 1 が中心にある白枠の円 (以降, 初期の円) が 1 個, PC 画面に出現する. この時, これらの円はランダムに配置される. 次に, 図 4.5 の状態において, 初期の円を選択する. その後, Part A の場合には, 図 4.6 の上側の図のように, 2 から 25 までの数字が白枠の円の中心に表示されるため, 2, 3, ..., 25 の順に円を選択する. Part B の場合には, 図 4.6 の

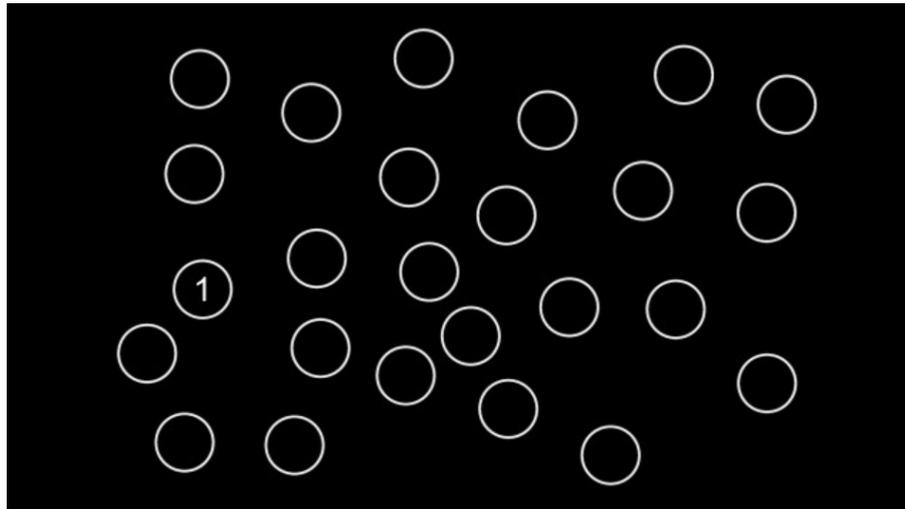


図 4.5: タスク開始直後の画面.

下側の図のように、2 から 13 までの数字および「あ」から「し」までのひらがなが白枠の円の中心に表示されるため、2, あ, 3, い, ..., し, 13 の順に数字とひらがなを交互に選択する。この時、参加者は、できる限り速くかつ正確に選択することを求められる。さらに、参加者が過去に選択した白枠の円は黄色の直線を用いて結ばれる。また、枠が緑色になることにより、直前に選択した白枠の円は強調される。

4.5 手順

評価実験の手順を図 4.7 に示す。評価実験では、まず、比較条件および評価実験の手順を参加者に説明した。この時、付録 A.1 の説明書を用いた。説明終了後、参加者は、脳血流測定用の HOT-2000-VR および心拍数測定用の Fitbit Sense 2 を装着した。この時、利き腕とは反対の腕に、Fitbit Sense 2 を装着するように指示された。HOT-2000-VR および Fitbit Sense 2 の装着後、参加者は、付録 A.2 の実験前アンケートに回答した。実験前アンケートへの回答後、参加者は、PC 上のマウスカーソルの大きさを、図 4.8 の左側のマウスカーソルの大きさから、図 4.8 の右側のマウスカーソルの大きさに変更した。これは、マウスカーソルが小さいことにより、タスク実施時のターゲットの選択が困難になり、かつ参加者のストレスの原因となることを防ぐためである。マウスカーソルの大きさの変更後、HMD を装着した状態において、参加者は、参加者が PC 上の文字を最も読みやすくなるように、PC の明るさを調節した。これにより、PC の明るさが文字の読みにくさに与える影響を小さくした。PC の明るさの調整後、参加者は、第 4.4 節に示したタスクの説明を受けた。タスクの説明を受けた後、参加者はタスクの練習を行った。この時、タスクに慣れたと感じるまで、参加者はタスクの練習を行った。これにより、参加者の習熟度が参加者のストレスに与える影響を小さくした。タスクの練習後、参加者は、タスクセッションを行った。タスクセッションの詳細は、次の

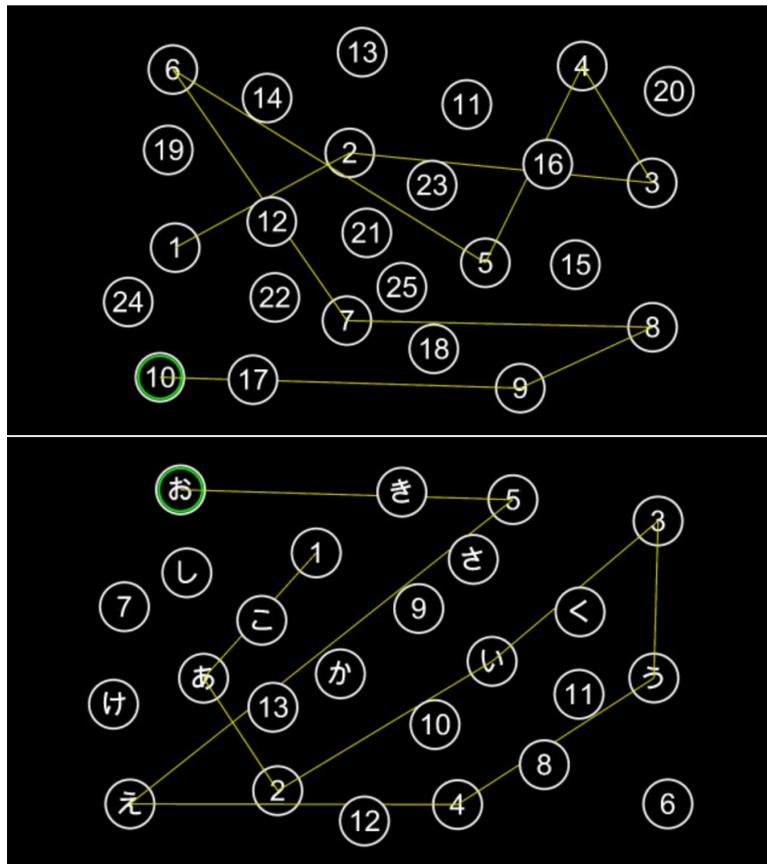


図 4.6: タスク実施中の画面. 上: Part A. 下: Part B.

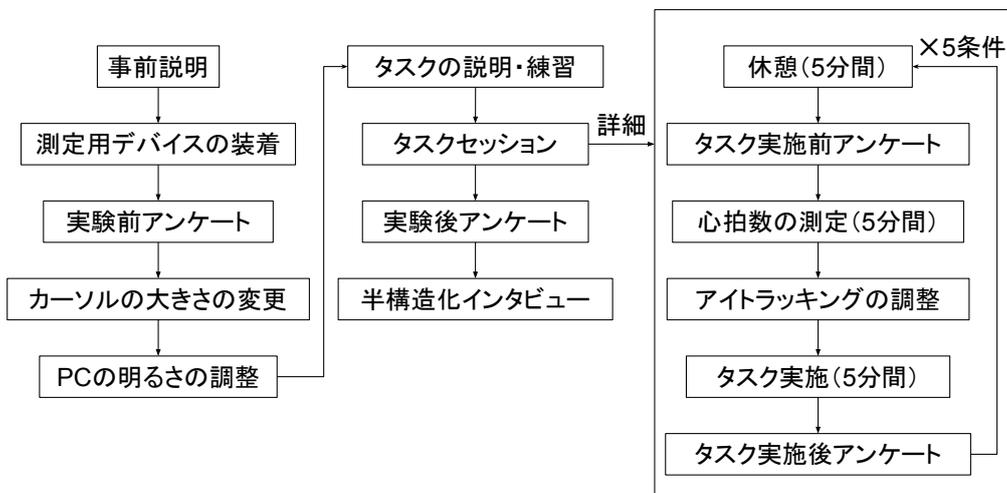


図 4.7: 評価実験の手順.



図 4.8: 評価実験において用いた PC 上のマウスカーソル。マウスカーソルは赤枠の内部にある。左：初期状態。右：タスク実施時。

段落に示されている。タスクセッション終了後、参加者は実験後アンケートを行った。実験後アンケート終了後、参加者は半構造化インタビューを受けた。なお、順序効果の影響を排除するために、各参加者の条件の順序を決める時には、我々はラテン方格法を用いた。また、実験全体の所要時間は、参加者 1 人あたり約 160 分であった。

タスクセッションでは、第 4.2 節に示した各条件において、参加者は以下のことを行った。まず、参加者は 5 分間休憩した。休憩中、参加者は、PC およびスマートフォンの使用を控えるように指示された。これは、タスク実施前の参加者のストレスをできる限り取り除くためである。休憩後、参加者はタスク実施前アンケートに回答した。タスク実施前アンケートへの回答後、タスク実施前の参加者の心拍数を測定するために、座位状態において、5 分間安静にするように指示された。心拍数の測定終了後、Peripheral255 条件および Peripheral127 条件の時のみ、参加者はアイトラッキングの調整を行った。Peripheral255 条件および Peripheral127



図 4.9: タスク実施中の参加者.

条件の時のみ行った理由は以下の2つである.

- Peripheral255 条件および Peripheral127 条件では, 中心視野領域および周辺視野領域を決めるために, HMD のアイトラッキングが必要であることに対して, NoColor 条件, All255 条件, および All127 条件では, その機能は不要であるため
- 実験全体の所要時間が短くなるため

心拍数の測定終了後またはアイトラッキングの調整終了後, 参加者はタスクを行った. この時, 図 4.5 の状態において, タスクを開始した. また, そのタスクを, Part A, Part B の順に交互に, かつ 5 分間連続して行った. その時の参加者を図 4.9 に示す. タスク実施後, 参加者はタスク実施後アンケートに回答した. なお, 心拍数の測定およびタスク実施では, 参加者は, 頭をできる限り動かさないように指示された. これは, 頭が大きく動いてしまうと, HOT-2000-VR が脳血流を正しく計測できないためである.

4.6 評価指標

評価実験において用いた評価指標を以下に示す.

- 脳血流
- 心拍数
- 日本語版 Positive and Negative Affect Schedule (以降, PANAS) [佐藤 01]
- Visual Analog Scale (以降, VAS)
- Simulator Sickness Questionnaire (以降, SSQ) [KLBL93] のうち, 眼精疲労に関する 7 項目

- 以下の各項目
 - 提示された色に違和感を感じることはありましたか？
 - 提示された色が邪魔だと感じることはありましたか？
 - 文字が読みにくいと感じることはありましたか？
- タスク後に落ち着いたと感じた条件の順位
- タスク実施中に邪魔に感じた条件の順位

評価指標のうち、PANAS は、感情を測定する簡易尺度として用いられているものである [小堀 23, WRZ+23]。PANAS の質問項目を表 4.3 に示す。表 4.3 のとおり、PANAS の質問項目は、ポジティブな感情（以降、PA: Positive Affect）を表す 10 個の形容詞およびネガティブな感情（以降、NA: Negative Affect）を表す 10 個の形容詞から構成される。また、PANAS では、表 4.3 の各質問項目に対して、「全く当てはまらない」、「当てはまらない」、「どちらかといえば当てはまらない」、「どちらかといえば当てはまる」、「当てはまる」および「非常によく当てはまる」の 6 段階のリッカート尺度 [佐藤 01] を用いることにより、参加者は現在の感情を回答した。なお、感情の状況変化を測定するために、参加者は、タスク実施前およびタスク実施後に PANAS を行った。PANAS を行う時に用いたアンケートを付録 A.3.1 および付録 A.4.1 に示す。

VAS は、主観的な症状を、数値を用いて評価する時に用いられているものである [小田 17, 三栖 18]。VAS を行う時には、参加者は、各評価項目に対応するスライダのつまみを移動させる。このスライダの幅は 100 mm であり、かつ目盛りのない直線上にある。スライダのつまみを左端に近い部分に移動させた時には、参加者は左端に書かれている項目を強く感じている。また、スライダのつまみを右端に近い部分に移動させた時には、参加者は右端に書かれている項目を強く感じている。評価実験において、VAS を用いた理由は、タスク実施前アンケートおよびタスク実施後アンケートにおいて、精神的疲労および主観的な作業効率に関連する以下の項目を評価するためである。

- タスク実施前アンケート
 - ストレス度
 - 落ち着き度
 - 疲労度
- タスク実施後アンケート
 - ストレス度
 - 落ち着き度
 - 疲労度
 - タスク実施中の集中度

表 4.3: PANAS の質問項目.

No	質問項目	PA または NA
1	神経質な	NA
2	活気のある	PA
3	おびえた	NA
4	誇らしい	PA
5	うろたえた	NA
6	恐れた	NA
7	強気な	PA
8	興奮した	PA
9	ピリピリした	NA
10	決心した	PA
11	苦悩した	NA
12	やる気がわいた	PA
13	機敏な	PA
14	熱狂した	PA
15	恥ずかしい	NA
16	イライラした	NA
17	興味のある	PA
18	うしろめたい	NA
19	敵意をもった	NA
20	注意深い	PA

VAS を行う時に用いたアンケートを付録 A.3.2 および付録 A.4.2 に示す。

SSQ では、SSQ に本来含まれている項目のうち、眼精疲労に関する 7 項目を用いた [高橋 17]。この各項目に対して、「全くない」、「少しある」、「中程度にある」、および「大いにある」の 4 段階のリッカート尺度 [平柳 06] を用いることにより、参加者は目の疲労度を回答した。SSQ を行う時に用いたアンケートを付録 A.4.3 に示す。

「提示された色に違和感を感じることはありましたか?」、「提示された色が邪魔だと感じることはありましたか?」、および「文字が読みにくいと感じることはありましたか?」の回答には、参加者は、各項目に対して、「全く当てはまらない」から「非常に当てはまる」までの 5 段階のリッカート尺度を用いた。この時に用いたアンケートを付録 A.4.4 に示す。

タスク後に落ち着いたと感じた条件の順位およびタスク実施中に邪魔に感じた条件の順位を回答する時には、参加者は、第 4.2 節に示した 5 つの条件を、各条件が別の順位となるように順位付けした。この時に用いたアンケートを付録 A.5 に示す。

半構造化インタビューでは、以下の項目を参加者に質問した。

- タスク実施時に違和感を感じることはありましたか? あったとしたら、どのような時にそう感じましたか?
- タスク実施時に提示された色が邪魔だと感じることはありましたか? あったとしたら、どのような時にそう感じましたか?
- 実験全体を通しての感想
- 実験全体を通して、気になったこと

4.7 分析方法

第 4.6 節に示した評価指標の分析方法を示す。第 4.3 節に示したように、HOT-2000-VR を用いることにより、脳内の血液中の HbT の変化量を、100 ms ごとに取得できる [HOTa]。脳血流の分析では、タスク実施直前の 10 秒間における HbT の変化量の平均に対する、タスク実施中の 5 分間における HbT の変化量の平均（以降、HbT の変化量の平均）を用いた [大籠 21]。この時、参加者が頭を大きく動かしたことにより、HOT-2000-VR が脳血流を正しく測定できなかった時の HbT の変化量を除いた。なお、HbT の変化量の平均が正である時には、HbT が増加していることから、ヘモグロビンに結びつく酸素の量が多くなり、かつ脳に負荷がかかっている状態となると考えられる。そのため、HbT の変化量の平均が正の値である時には、参加者にストレス負荷がかかっていると考えられる [大籠 21, GTM⁺07, 近藤 16, 大塚 22]。

さらに、第 4.3 節に示したように、Fitbit Sense 2 を用いることにより、BPM を取得できる [Fitb]。心拍数の分析では、タスク実施前の 5 分間およびタスク実施中の 5 分間における、参加者の BPM の平均を用いた [BGM⁺22]。なお、タスク実施前およびタスク実施中の BPM を分析において用いる理由は、タスク実施中の BPM のみを分析において用いた場合には、タスク実施前の BPM が高かったことにより、タスク実施中の BPM が高くなった時にも、参加

者にストレス負荷が強かかったと判断してしまう可能性があるからである。HOT-2000-VRを用いることにより取得可能なデータはHbTの変化量であることに對して、Fitbit Sense 2を用いることにより取得可能なデータはBPMそのものである。そのため、タスク実施中のBPMが高かった時に、タスク実施前のBPMが高かった場合には、タスク実施前の時に、ストレス負荷が参加者に強くかかっていたと考えられる。

PANASの分析では、PAおよびNAに分けた状態において行った。また、タスク実施前およびタスク実施後における、それぞれに對する質問項目の得点の合計を用いた。これにより、ポジティブな感情への影響およびネガティブな感情への影響をそれぞれ確認できる。具体的には、PAに對する質問項目の合計得点が高い時には、ポジティブな感情が増加している。また、NAに對する質問項目の合計得点が高い時には、ネガティブな感情が増加している。なお、6段階のリッカート尺度において、「全く当てはまらない」を1点、「当てはまらない」を2点、「どちらかといえば当てはまらない」を3点、「どちらかといえば当てはまる」を4点、「当てはまる」を5点、「非常によく当てはまる」を6点とした [小堀 23]。

VASの分析では、タスク実施前およびタスク実施後における、各項目に對するスライダの左端から、参加者が移動させたスライダのつまみまでの長さ（以降、つまみまでの長さ）を得点として用いた。つまみまでの長さが小さい時には、参加者は左端に書かれている項目を強く感じている。一方、つまみまでの長さが大きい時には、参加者は右端に書かれている項目を強く感じている。この時、各スライダの長さは100 mmであるため、つまみまでの長さは0 mmから100 mmの間である [小田 17]。そのため、VASの得点は、0から100の間の値である。

SSQのうち、眼精疲労に関する7項目の分析では、タスク実施後における、各項目の平均得点を用いた。この平均得点が高い時には、参加者は目の疲労を強く感じている。なお、4段階のリッカート尺度において、「全くない」を0点、「少しある」を1点、「中程度にある」を2点、「大いにある」を3点とした [平柳 06]。

「提示された色に違和感を感じることはありましたか?」、「提示された色が邪魔だと感じることはありましたか?」、および「文字が読みにくいと感じることはありましたか?」の分析では、タスク実施後における、各項目の得点を用いた。各項目の得点が高い時には、参加者は各項目を強く感じている。なお、5段階のリッカート尺度において、「全く当てはまらない」を1点、「非常に当てはまる」を5点とした。

タスク後に落ち着いたと感じた条件の順位およびタスク実施中に邪魔に感じた条件の順位の分析では、実験後における、各条件の順位を用いた。

第5章 実験結果

本章では、第4章に示した評価実験の結果を示す。なお、正規性の検定を行う時には、Shapiro-Wilk 検定を用いた。また、検定において用いた有意水準は5%である。そのため、 p 値が0.05未満であることが統計的に有意であるとした。

5.1 脳血流

左前頭部の HbT の変化量の平均を図 5.1 に示す。左前頭部の HbT の変化量の平均に対して、Wilcoxon の符号付き順位和検定を各条件に行った結果、すべての条件において、有意差はなかった (NoColor 条件: $p = 0.063$, All255 条件: $p = 0.438$, All127 条件: $p = 0.813$, Peripheral255 条件: $p = 0.438$, Peripheral127 条件: $p = 0.713$)。また、左前頭部の HbT の変化量の平均に対して、Wilcoxon の符号付き順位和検定を各条件間に行った結果、すべての条件間において、有意差はなかった (NoColor 条件および All255 条件間: $p = 0.438$, NoColor 条件および All127 条件間: $p = 0.313$, NoColor 条件および Peripheral255 条件間: $p = 0.813$, NoColor 条件および Peripheral127 条件間: $p = 0.063$, All255 条件および All127 条件間: $p = 0.438$, All255 条件および Peripheral255 条件間: $p = 1.0$, All255 条件および Peripheral127 条件間: $p = 0.125$, All127 条件および Peripheral255 条件: $p = 0.313$, All127 条件および Peripheral127 条件: $p = 1.0$, Peripheral255 条件および Peripheral127 条件: $p = 0.313$)。

右前頭部の HbT の変化量の平均を図 5.2 に示す。右前頭部の HbT の変化量の平均に対して、Wilcoxon の符号付き順位和検定を各条件に行った結果、すべての条件において、有意差はなかった (NoColor 条件: $p = 0.313$, All255 条件: $p = 0.063$, All127 条件: $p = 0.438$, Peripheral255 条件: $p = 1.0$, Peripheral127 条件: $p = 0.438$)。また、右前頭部の HbT の変化量の平均に対して、Wilcoxon の符号付き順位和検定を各条件間に行った結果、すべての条件間において、有意差はなかった (NoColor 条件および All255 条件間: $p = 0.063$, NoColor 条件および All127 条件間: $p = 0.438$, NoColor 条件および Peripheral255 条件間: $p = 0.813$, NoColor 条件および Peripheral127 条件間: $p = 1.0$, All255 条件および All127 条件間: $p = 0.438$, All255 条件および Peripheral255 条件間: $p = 0.188$, All255 条件および Peripheral127 条件間: $p = 0.313$, All127 条件および Peripheral255 条件: $p = 0.313$, All127 条件および Peripheral127 条件: $p = 0.313$, Peripheral255 条件および Peripheral127 条件: $p = 0.438$)。

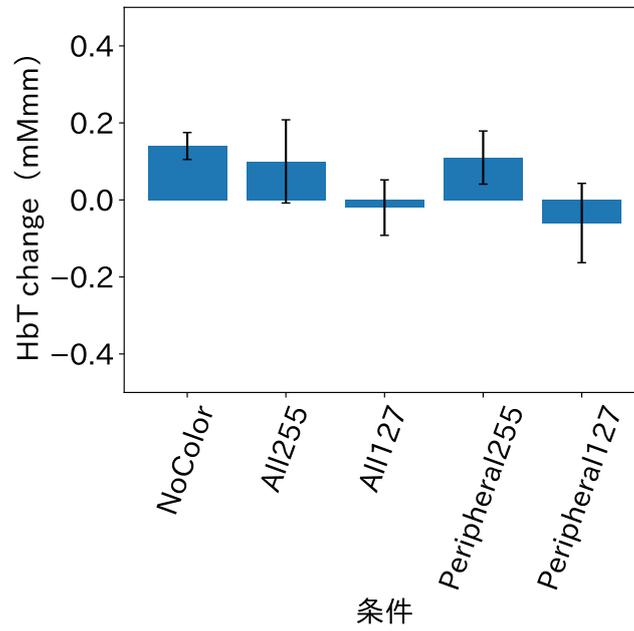


図 5.1: 左前頭部の HbT の変化量の平均. エラーバーは標準誤差を示す.

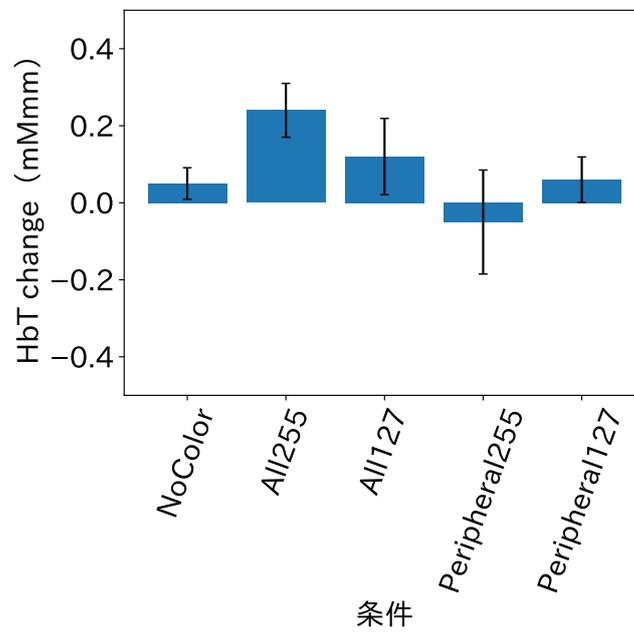


図 5.2: 右前頭部の HbT の変化量の平均. エラーバーは標準誤差を示す.

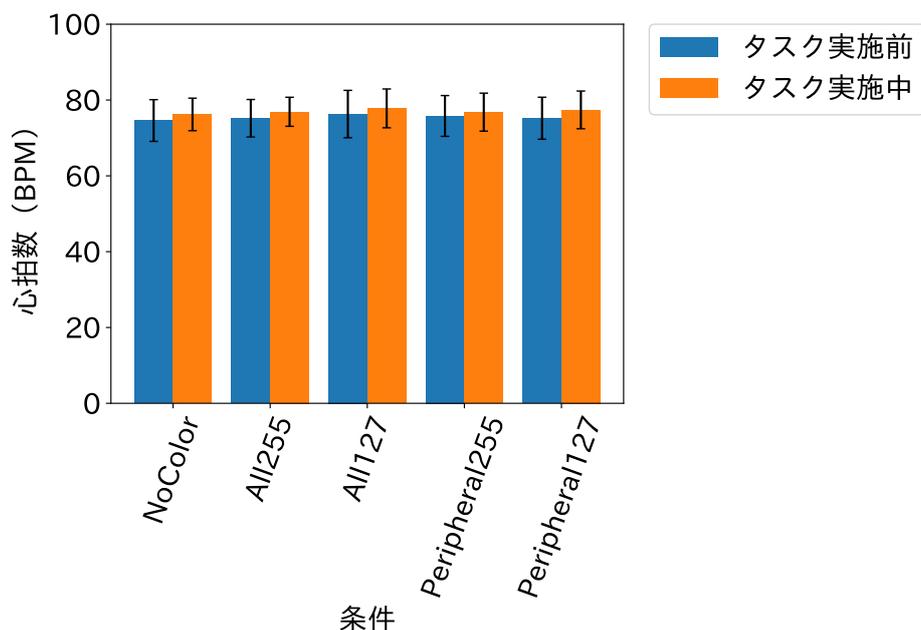


図 5.3: BPM の平均. エラーバーは標準誤差を示す.

5.2 心拍数

タスク実施前の 5 分間およびタスク実施中の 5 分間における BPM の平均 (以降, BPM の平均) を図 5.3 に示す. BPM の平均に対して, Wilcoxon の符号順位検定を各条件に行った結果, すべての条件において, 有意差はなかった (NoColor 条件: $p = 0.438$, All255 条件: $p = 0.625$, All127 条件: $p = 0.625$, Peripheral255 条件: $p = 0.813$, Peripheral127 条件: $p = 0.438$). また, BPM の平均に対して, Wilcoxon の符号付き順位検定を各条件間に行った結果, すべての条件間において, 有意差はなかった (タスク実施前の NoColor 条件および All255 条件間: $p = 0.813$, タスク実施前の NoColor 条件および All127 条件間: $p = 0.465$, タスク実施前の NoColor 条件および Peripheral255 条件間: $p = 0.813$, タスク実施前の NoColor 条件および Peripheral127 条件間: $p = 0.715$, タスク実施前の All255 条件および All127 条件間: $p = 0.625$, タスク実施前の All255 条件および Peripheral255 条件間: $p = 0.465$, タスク実施前の All255 条件および Peripheral127 条件間: $p = 1.0$, タスク実施前の All127 条件および Peripheral255 条件: $p = 1.0$, タスク実施前の All127 条件および Peripheral127 条件: $p = 1.0$, タスク実施前の Peripheral255 条件および Peripheral127 条件: $p = 0.813$, タスク実施中の NoColor 条件および All255 条件間: $p = 0.625$, タスク実施中の NoColor 条件および All127 条件間: $p = 0.188$, タスク実施中の NoColor 条件および Peripheral255 条件間: $p = 1.0$, タスク実施中の NoColor 条件および Peripheral127 条件間: $p = 0.813$, タスク実施中の All255 条件および All127 条件間: $p = 0.438$, タスク実施中の All255 条件および Peripheral255 条件間: $p = 0.625$, タスク実施中の All255 条件および Peripheral127 条件間: $p = 1.0$, タスク実施中の All127 条件および

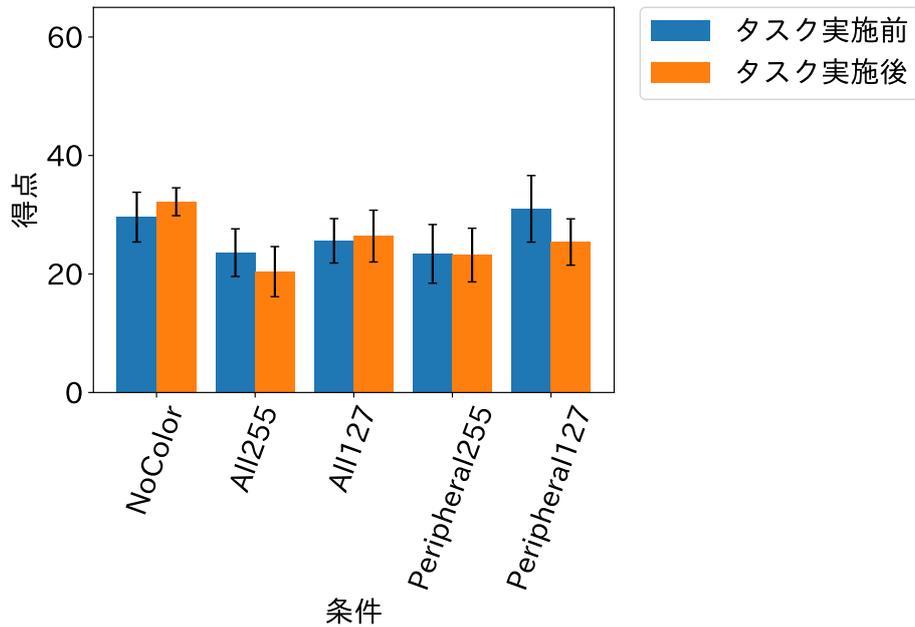


図 5.4: PA の平均得点. エラーバーは標準誤差を示す.

Peripheral255 条件: $p = 1.0$, タスク実施中の All127 条件および Peripheral127 条件: $p = 1.0$, タスク実施中の Peripheral255 条件および Peripheral127 条件: $p = 0.813$).

5.3 PANAS

タスク実施前およびタスク実施後における PA の平均得点 (以降, PA の平均得点) を図 5.4 に示す. PA の平均得点に対して, 正規性の検定を行った結果, 正規性はなかった ($p = 4.9 \times 10^{-3} < 0.05$). そのため, 整列ランク変換 (以降, ART: Aligned Rank Transform) [WFGH11] を行った後に, タスク実施前およびタスク実施後 (以降, PANAS の測定時点) \times 5 つの条件 (以降, 条件の種類) の二元配置反復測定分散分析を行った. その結果, PA の測定時点の主効果 ($F(1, 4) = 2.840$, $p = 0.167$, $\eta_p^2 = 0.415$), 条件の種類の主効果 ($F(4, 16) = 2.437$, $p = 0.143$, $\eta_p^2 = 0.379$), およびこれらの交互作用 ($F(4, 16) = 1.050$, $p = 0.378$, $\eta_p^2 = 0.208$) に有意差はなかった.

タスク実施前およびタスク実施後における NA の平均得点 (以降, NA の平均得点) を図 5.5 に示す. NA の平均得点に対して, 正規性の検定を行った結果, 正規性はなかった ($p = 1.9 \times 10^{-3} < 0.05$). そのため, ART を行った後に, PANAS の測定時点 \times 条件の種類 の二元配置反復測定分散分析を行った. その結果, NA の測定時点の主効果 ($F(1, 4) = 7.383$, $p = 0.053$, $\eta_p^2 = 0.649$), 条件の種類的主効果 ($F(4, 16) = 0.986$, $p = 0.413$, $\eta_p^2 = 0.198$), およびこれらの交互作用 ($F(4, 16) = 1.637$, $p = 0.254$, $\eta_p^2 = 0.290$) に有意差はなかった.

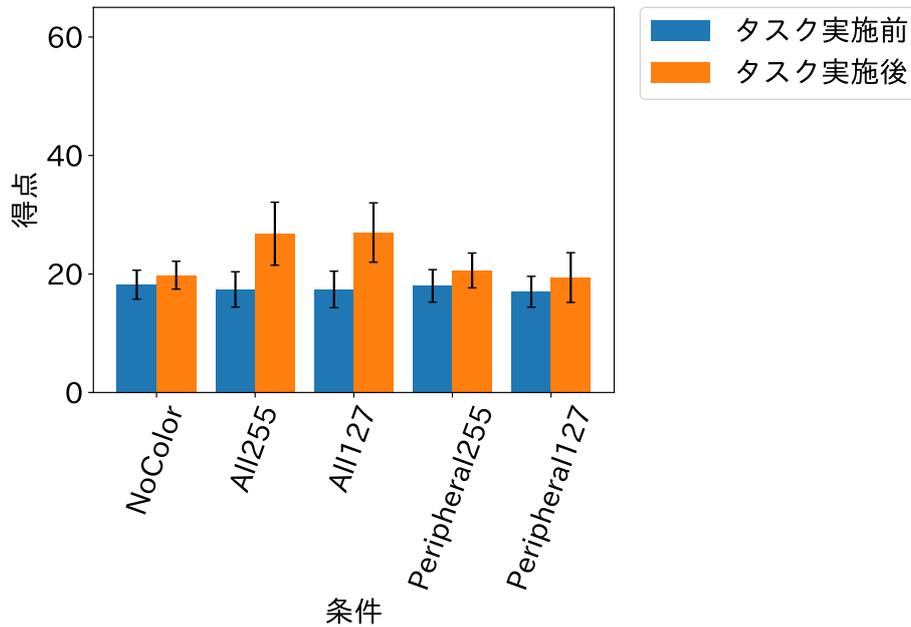


図 5.5: NA の平均得点. エラーバーは標準誤差を示す.

5.4 VAS

タスク実施前およびタスク実施後における、ストレス度に対する VAS の平均得点（以降、ストレス度に対する VAS の平均得点）を図 5.6 に示す。ストレス度に対する VAS の平均得点に対して、正規性の検定を行った結果、正規性があった ($p = 0.06 > 0.05$)。そのため、タスク実施前およびタスク実施後（以降、ストレス度に対する VAS の測定時点）×条件の種類の変数配置反復測定分散分析を行った。その結果、ストレス度に対する VAS の測定時点の主効果 ($F(1, 4) = 7.631$, $p = 0.051$, $\eta_p^2 = 0.656$)、条件の種類的主効果 ($F(4, 16) = 0.949$, $p = 0.433$, $\eta_p^2 = 0.192$)、およびこれらの交互作用 ($F(4, 16) = 0.584$, $p = 0.598$, $\eta_p^2 = 0.127$) に有意差はなかった。

タスク実施前およびタスク実施後における、落ち着き度に対する VAS の平均得点（以降、落ち着き度に対する VAS の平均得点）を図 5.7 に示す。落ち着き度に対する VAS の平均得点に対して、正規性の検定を行った結果、正規性はなかった ($p = 7.6 \times 10^{-3} < 0.05$)。そのため、ART を行った後に、タスク実施前およびタスク実施後（以降、落ち着き度に対する VAS の測定時点）×条件の種類の変数配置反復測定分散分析を行った。その結果、落ち着き度に対する VAS の測定時点の主効果に有意差があった ($F(1, 4) = 9.718$, $p = 0.036 < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.708$)。一方、条件の種類的主効果 ($F(4, 16) = 1.271$, $p = 0.331$, $\eta_p^2 = 0.241$) およびこれらの交互作用 ($F(4, 16) = 0.553$, $p = 0.619$, $\eta_p^2 = 0.121$) に有意差はなかった。落ち着き度に対する VAS の測定時点の主効果に有意差があったため、Bonferroni 法を用いた多重比較を行った。その結果、タスク実施前と比べて、タスク実施後では、落ち着き度に対する

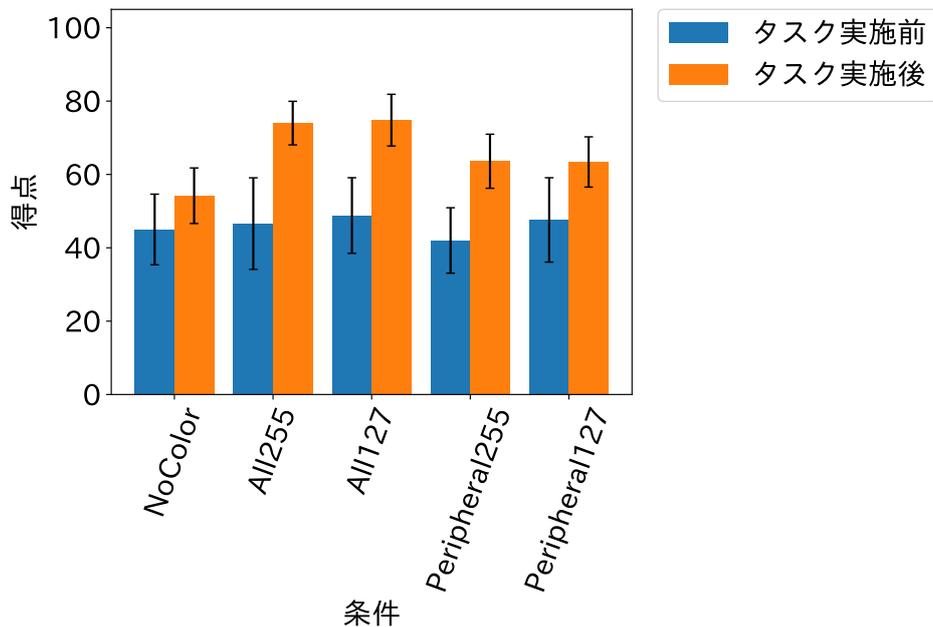


図 5.6: ストレス度に対する VAS の平均得点. エラーバーは標準誤差を示す.

VAS の平均得点が有意に低かった ($p = 0.036 < 0.05$).

タスク実施前およびタスク実施後における、疲労度に対する VAS の平均得点 (以降、疲労度に対する VAS の平均得点) を図 5.8 に示す. 疲労度に対する VAS の平均得点に対して、正規性の検定を行った結果、正規性はなかった ($p = 5.6 \times 10^{-4} < 0.05$). そのため、ART を行った後に、タスク実施前およびタスク実施後 (以降、疲労度に対する VAS の測定時点) \times 条件の種類 の二元配置反復測定分散分析を行った. その結果、疲労度に対する VAS の測定時点の主効果に有意差があった ($F(1, 4) = 7.956, p = 0.048 < 0.05, \eta_p^2 = 0.665$). 一方、条件の種類的主効果 ($F(4, 16) = 0.424, p = 0.683, \eta_p^2 = 0.096$) およびこれらの交互作用 ($F(4, 16) = 1.529, p = 0.278, \eta_p^2 = 0.277$) に有意差はなかった. 疲労度に対する VAS の平均得点の測定時点の主効果に有意差があったため、Bonferroni 法を用いた多重比較を行った. その結果、タスク実施前と比べて、タスク実施後では、疲労度に対する VAS の平均得点が有意に高かった ($p = 0.048 < 0.05$).

タスク実施中の集中度に対する VAS の平均得点 (以降、集中度に対する VAS の平均得点) を図 5.8 に示す. 集中度に対する VAS の平均得点に対して、正規性の検定を行った結果、正規性はなかった ($p = 0.014 < 0.05$). そのため、集中度に対する VAS の平均得点に対して、Friedman 検定を行った. その結果、有意差はなかった ($p = 0.099$).

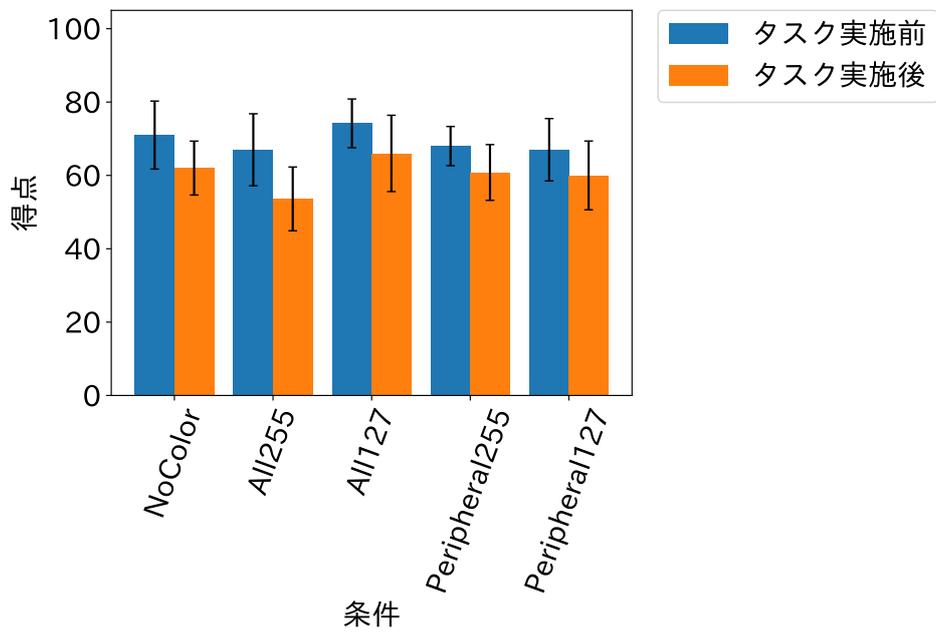


図 5.7: 落ち着き度に対する VAS の平均得点. エラーバーは標準誤差を示す.

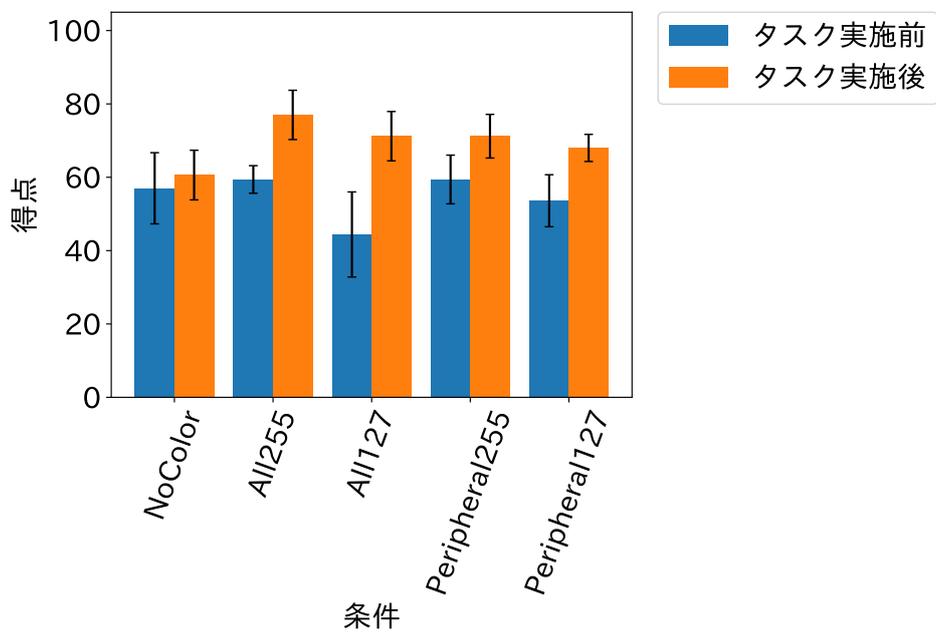


図 5.8: 疲労度に対する VAS の平均得点. エラーバーは標準誤差を示す.

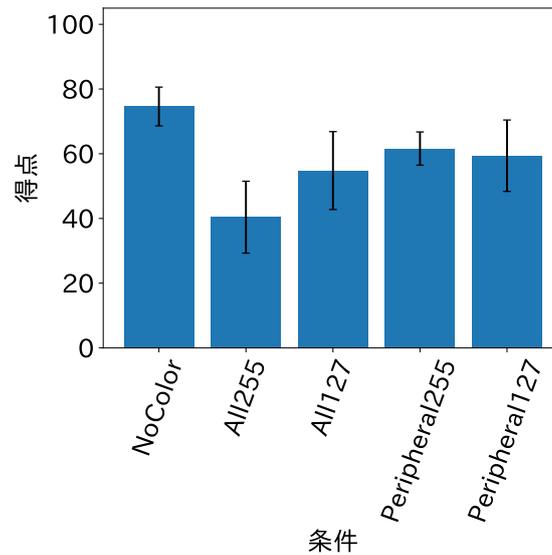


図 5.9: 集中度に対する VAS の平均得点. エラーバーは標準誤差を示す.

5.5 SSQのうち、眼精疲労に関する7項目

タスク実施後における、SSQのうち、眼精疲労に関する7項目の平均得点（以降、SSQのうち、眼精疲労に関する7項目の平均得点）を図 5.10 に示す. SSQのうち、眼精疲労に関する7項目の平均得点に対して、正規性の検定を行った結果、正規性はなかった ($p = 0.016 < 0.05$). そのため、SSQのうち、眼精疲労に関する7項目の平均得点に対して、Friedman 検定を行った. その結果、有意差はなかった ($p = 0.066$).

5.6 提示された色による違和感および邪魔の程度

「提示された色に違和感を感じることはありましたか?」の平均得点を図 5.11 に示す. 「提示された色に違和感を感じることはありましたか?」の平均得点に対して、正規性の検定を行った結果、正規性はなかった ($p = 7.4 \times 10^{-4} < 0.05$). そのため、「提示された色に違和感を感じることはありましたか?」の平均得点に対して、Friedman 検定を行った. その結果、有意差があった ($p = 0.006 < 0.05$) ため、条件間において、Wilcoxon の符号付き順位和検定を行った. しかし、すべての条件間において、有意差はなかった (NoColor 条件および All255 条件間: $p = 0.063$, NoColor 条件および All127 条件間: $p = 0.109$, NoColor 条件および Peripheral255 条件間: $p = 0.066$, NoColor 条件および Peripheral127 条件間: $p = 0.102$, All255 条件および All127 条件間: $p = 0.063$, All255 条件および Peripheral255 条件間: $p = 0.063$, All255 条件および Peripheral127 条件間: $p = 0.063$, All127 条件および Peripheral255 条件: $p = 1.0$, All127 条件および Peripheral127 条件: $p = 0.564$, Peripheral255 条件および Peripheral127 条件: $p = 0.564$).

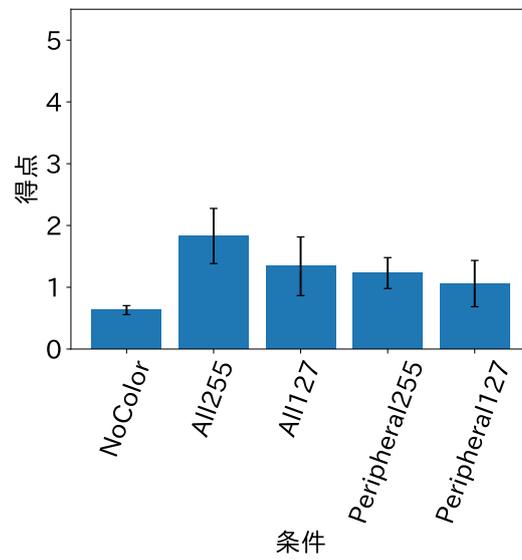


図 5.10: SSQ のうち、眼精疲労に関する 7 項目の平均得点。エラーバーは標準誤差を示す。

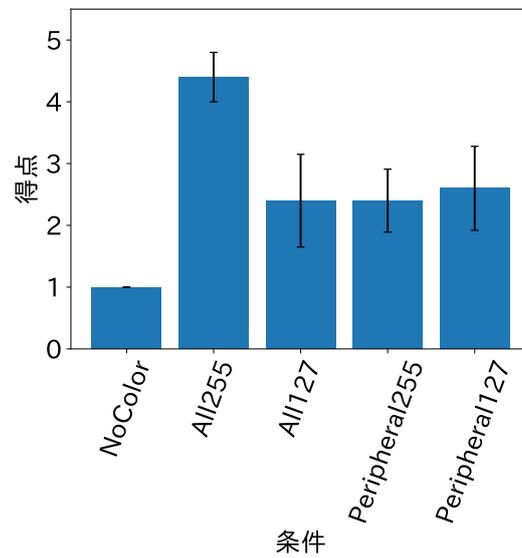


図 5.11: 「提示された色に違和感を感じることはありましたか？」の平均得点。エラーバーは標準誤差を示す。

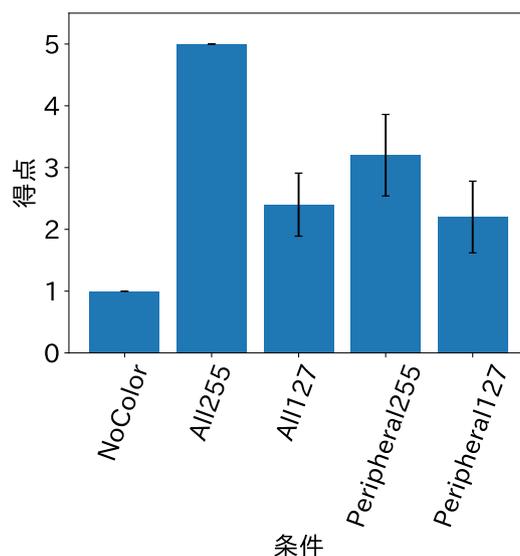


図 5.12: 「提示された色が邪魔だと感じることはありましたか?」の平均得点. エラーバーは標準誤差を示す.

「提示された色が邪魔だと感じることはありましたか?」の平均得点を図 5.12 に示す. 「提示された色が邪魔だと感じることはありましたか?」の平均得点に対して, 正規性の検定を行った結果, 正規性はなかった ($p = 6.5 \times 10^{-4} < 0.05$). そのため, 「提示された色が邪魔だと感じることはありましたか?」の平均得点に対して, Friedman 検定を行った. その結果, 有意差があった ($p = 0.003 < 0.05$) ため, 条件間において, Wilcoxon の符号付き順位和検定を行った. しかし, すべての条件間において, 有意差はなかった (NoColor 条件および All255 条件間: $p = 0.063$, NoColor 条件および All127 条件間: $p = 0.066$, NoColor 条件および Peripheral255 条件間: $p = 0.066$, NoColor 条件および Peripheral127 条件間: $p = 0.109$, All255 条件および All127 条件間: $p = 0.063$, All255 条件および Peripheral255 条件間: $p = 0.066$, All255 条件および Peripheral127 条件間: $p = 0.063$, All127 条件および Peripheral255 条件: $p = 0.285$, All127 条件および Peripheral127 条件: $p = 0.785$, Peripheral255 条件および Peripheral127 条件: $p = 0.102$).

5.7 文字の読みにくさ

「文字が読みにくいと感じることはありましたか?」の平均得点を図 5.13 に示す. 「文字が読みにくいと感じることはありましたか?」の平均得点に対して, 正規性の検定を行った結果, 正規性はなかった ($p = 1.4 \times 10^{-3} < 0.05$). そのため, 「文字が読みにくいと感じることはありましたか?」の平均得点に対して, Friedman 検定を行った. その結果, 有意差があった ($p = 0.027 < 0.05$) ため, 条件間において, Wilcoxon の符号付き順位和検定を行った. しかし, すべての条件間において, 有意差はなかった (NoColor 条件および All255 条件間:

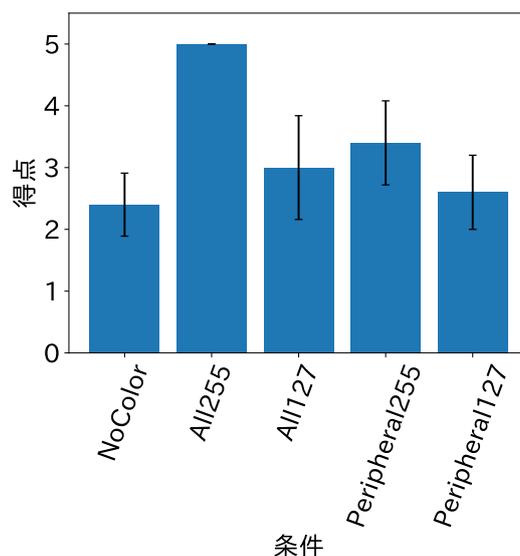


図 5.13: 「文字が読みにくいと感じることはありましたか?」の平均得点. エラーバーは標準誤差を示す.

$p = 0.063$, NoColor 条件および All127 条件間: $p = 0.276$, NoColor 条件および Peripheral255 条件間: $p = 0.188$, NoColor 条件および Peripheral127 条件間: $p = 0.854$, All255 条件および All127 条件間: $p = 0.063$, All255 条件および Peripheral255 条件間: $p = 0.066$, All255 条件および Peripheral127 条件間: $p = 0.063$, All127 条件および Peripheral255 条件: $p = 0.705$, All127 条件および Peripheral127 条件: $p = 0.713$, Peripheral255 条件および Peripheral127 条件: $p = 0.180$).

5.8 タスク後に落ち着いたと感じた条件の順位およびタスク実施中に邪魔に感じた条件の順位

タスク後に落ち着いたと感じた条件の順位を図 5.14 に示す. タスク後に落ち着いたと感じた条件の順位に対して, Friedman 検定を行った結果, 有意差があった ($p = 0.009 < 0.05$). そのため, 条件間において, Wilcoxon の符号付き順位和検定を行った. しかし, すべての条件間において, 有意差はなかった (NoColor 条件および All255 条件間: $p = 0.063$, NoColor 条件および All127 条件間: $p = 0.063$, NoColor 条件および Peripheral255 条件間: $p = 0.063$, NoColor 条件および Peripheral127 条件間: $p = 0.188$, All255 条件および All127 条件間: $p = 0.063$, All255 条件および Peripheral255 条件間: $p = 0.063$, All255 条件および Peripheral127 条件間: $p = 0.125$, All127 条件および Peripheral255 条件: $p = 1.0$, All127 条件および Peripheral127 条件: $p = 0.813$, Peripheral255 条件および Peripheral127 条件: $p = 0.438$). なお, 各参加者の, タスク後に落ち着いたと感じた条件の順位は表 5.1 のとおりである.

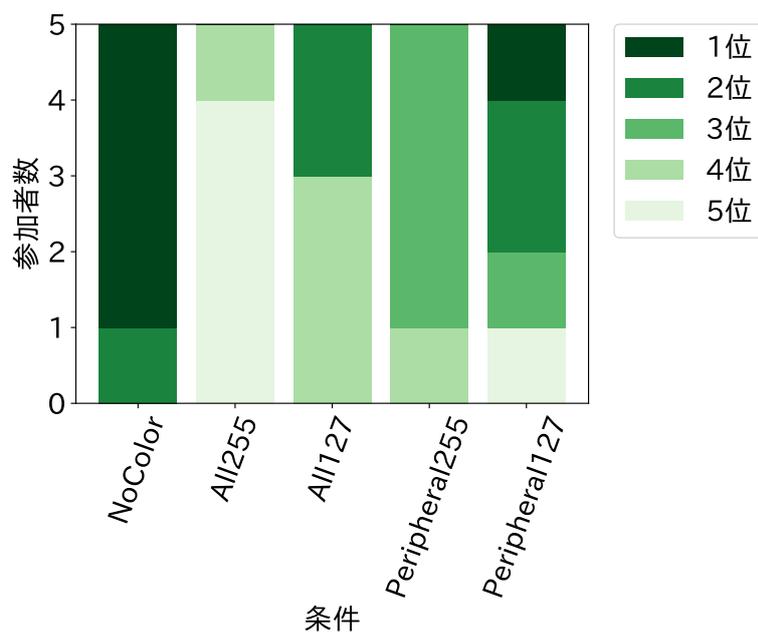


図 5.14: タスク後に落ち着いたと感じた条件の順位.

表 5.1: 各参加者の、タスク後に落ち着いたと感じた条件の順位.

参加者	1つ目の条件	2つ目の条件	3つ目の条件	4つ目の条件	5つ目の条件
P1	NoColor 条件	Peripheral127 条件	Peripheral255 条件	All127 条件	All255 条件
P2	NoColor 条件	All127 条件	Peripheral255 条件	All255 条件	Peripheral127 条件
P3	NoColor 条件	All127 条件	Peripheral127 条件	Peripheral255 条件	All255 条件
P4	Peripheral127 条件	NoColor 条件	Peripheral255 条件	All127 条件	All255 条件
P5	NoColor 条件	Peripheral127 条件	Peripheral255 条件	All127 条件	All255 条件

タスク実施中に邪魔に感じた条件の順位を図 5.15 に示す。タスク実施中に邪魔に感じた条件の順位に対して、Friedman 検定を行った結果、有意差はなかった ($p = 0.275$)。なお、各参加者の、タスク実施中に邪魔に感じた条件の順位は表 5.2 のとおりである。

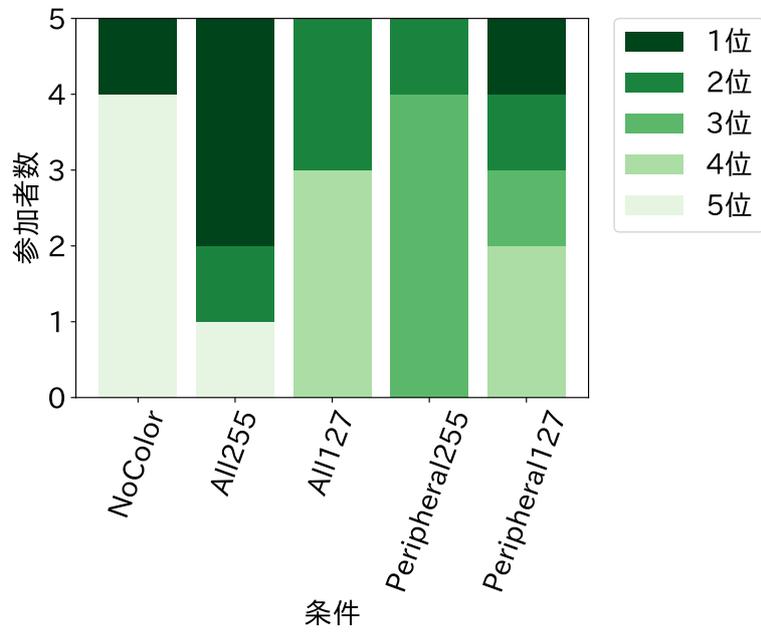


図 5.15: タスク実施中に邪魔に感じた条件の順位.

表 5.2: 各参加者の、タスク実施中に邪魔に感じた条件の順位.

参加者	1つ目の条件	2つ目の条件	3つ目の条件	4つ目の条件	5つ目の条件
P1	All255 条件	All127 条件	Peripheral255 条件	Peripheral127 条件	NoColor 条件
P2	Peripheral127 条件	All255 条件	Peripheral255 条件	All127 条件	NoColor 条件
P3	All255 条件	Peripheral255 条件	Peripheral127 条件	All127 条件	NoColor 条件
P4	NoColor 条件	Peripheral127 条件	Peripheral255 条件	All127 条件	All255 条件
P5	All255 条件	All127 条件	Peripheral255 条件	Peripheral127 条件	NoColor 条件

第6章 考察

第5章に示した実験結果より，以下の2つの可能性があることが分かった．

- 周辺視野への，薄い緑色の提示はストレス緩和に貢献する可能性
- ユーザの周辺視野のみに提示する緑色は，ユーザの視野全体に提示する緑色と同じく，ユーザの邪魔となる可能性

本章では，これらの2つの可能性があることを，ストレス緩和効果および作業への影響に分けて，詳細に示す．

6.1 ストレス緩和効果

第5.1節より，ユーザに濃い緑色が提示された時と比べて，ユーザに薄い緑色が提示された時には，ユーザのストレスは緩和される可能性がある．また，ユーザの周辺視野のみに，薄い緑色が提示された時には，ユーザのストレスは緩和される可能性がある．具体的には，図5.1より，All255条件およびPeripheral255条件における，HbTの変化量と比べて，All127条件およびPeripheral127条件における，HbTの変化量が小さいことが分かる．アンケートおよび半構造化インタビューにおいて，「All255条件では，表示が超至近距離でないと全く見えなかった。」(P1)，「255の条件では，127の条件と比べて非常に見えづらかった。」(P1)，および「All127条件では，薄い感じが程よく，文字の可読性も悪くなかった。」(P2)というコメントがあった．また，図5.1より，NoColor条件における，左前頭部のHbTの変化量と比べて，Peripheral127条件における，左前頭部のHbTの変化量が小さいことが分かる．アンケートおよび半構造化インタビューにおいて，「Peripheral255条件では，中心視野の動きが遅かったため，視界の中に入っている情報を取得しようとする心理が働くからかは分からないが，ゆっくり確かめようとするおかげで，中心視野が動くことがあまりなかった．そのため，あまり邪魔に感じることはなかった。」(P2)，「Peripheral127条件では，中心に集中できるとともに，中心以外もうっすらと見えて中心以外の情報も得ることができた。」(P4)，「周辺視野のみに色が提示されたときには，基本的には，邪魔に感じなかった．動くことにより，邪魔に感じそうだなと思っていたが，意外と感じなかった．1点見ているつもりでも，微妙に動いていたが，それはそんなに気にならなかった。」(P4)，「周辺視野のみに色が提示された時には，視野全体に色が提示された時よりもやりやすかった。」(P5)，および「周辺視野のみに緑色である時には，そこだけにフォーカスできていた気がする。」(P5)というコメントがあった．

第 5.3 節および第 5.4 節より、HMD を装着したユーザがタスクを行った時には、ユーザのストレスは増加する可能性がある。具体的には、図 5.5 より、すべての条件において、タスク実施前の NA の平均得点と比べて、タスク実施後の NA の平均得点が高いことが分かる。さらに、図 5.6 より、すべての条件において、タスク実施前の、ストレス度に対する VAS の平均得点と比べて、タスク実施後の、ストレス度に対する VAS の平均得点が高いことが分かる。また、図 5.7 および図 5.8 より、タスク実施前と比べて、タスク実施後では、落ち着き度に対する VAS の平均得点が有意に低く、かつ疲労度に対する VAS の平均得点が有意に高かった。

第 5.5 節、第 5.6 節、および第 5.8 節より、タスク実施中に緑色が提示された時には、ユーザは、目の疲労、HMD による緑色の提示に対する違和感、および HMD による緑色の提示に対する不快感を強く感じる可能性がある。具体的には、図 5.10 より、NoColor 条件における、SSQ の平均得点に比べて、All255 条件、All127 条件、Peripheral255 条件、および Peripheral127 条件における、SSQ の平均得点が高いことが分かる。アンケートおよび半構造化インタビューにおいて、「ピントがあっていない眼鏡をかけているような感覚で目がとても疲れた。」(P5) および「色がないと、勝手に目に残る感じがした。そのことを考えると、今回のタスクでは、色が無い方が良かった。」(P5) というコメントがあった。さらに、図 5.11 および図 5.12 より、NoColor 条件における、「提示された色に違和感を感じることはありましたか？」の平均得点および「提示された色が邪魔だと感じることはありましたか？」の平均得点と比べて、All255 条件、All127 条件、Peripheral255 条件、および Peripheral127 条件における、「提示された色に違和感を感じることはありましたか？」の平均得点および「提示された色が邪魔だと感じることはありましたか？」の平均得点が高いことが分かる。アンケートおよび半構造化インタビューにおいて、「周辺視野のみに色を提示された場合には、真ん中には色が無いとはいえ、ディスプレイ全体に表示されている数字を探さなければならないため、次の数字（例えば、『1』を選択した後の『2』）がどこにあるのかを探そうとすると、周辺視野を頼りにできないため、そっちまで視線を持っていく必要があるため、手間だった。逆に、色を提示されなかった時には、探すのはやりやすかった。」(P1)、「視野全体に色を提示されたときには、ディスプレイの表示が見えなかったため、邪魔に感じた。」(P1)、および「All255 条件では、邪魔だと一番強く感じた。」(P2) というコメントがあった。また、図 5.15 より、タスク実施中に邪魔に感じた条件の順位において、NoColor 条件と比較して、All255 条件、All127 条件、Peripheral255 条件、および Peripheral127 条件を上位にした参加者が多いことが分かる。タスク実施中に邪魔に感じた条件の順位を決めた理由として、「視野全体に色が提示されると、通常でぼやけている AR 画面が悪化し、何も見えなくなってしまうから。」(P1)、「Peripheral 条件では、中心の円が機敏に動き、視界の邪魔となった。ALL255 条件では、色が濃く、文字の可読性が非常に悪かった。」(P2)、「255 条件では、色が濃すぎて、ターゲットが隠れていて、かつ全体にあるので見えにくい。Peripheral 条件では、円が小さいので見にくい。All127 条件の方が見やすかった。」(P3)、および「全体に色があると、画面が見えずらく、かつ視野がぼやけているように感じた。特に、色が濃く目に刺激がある彩度と明度だった時には、目が痛くなり、タスクにかなりストレスを感じた。」(P5) というコメントがあった。

6.2 作業への影響

第 5.4 節および第 5.7 節より，タスク実施中に緑色が提示された時には，ユーザの集中度および現実世界の文字の可読性は低下する可能性がある．具体的には，図 5.9 より，NoColor 条件における，集中度に対する VAS の平均得点に比べて，All255 条件，All127 条件，Peripheral255 条件，および Peripheral127 条件における，集中度に対する VAS の平均得点が低いことが分かる．アンケートおよび半構造化インタビューにおいて，「周辺視野が若干見えているため，中心視野の動きが機敏になった．その結果，目に見えているものの中に，動いているものが常にある状態だったため，煩わしく感じることもあり，それが邪魔に感じた．」(P2)，「タスクをやっているはずなのに，中心視野が動くため，注意散漫になってしまった．」(P3)，および「All127 条件は，目に明るすぎる気がした．」(P5) というコメントがあった．また，図 5.13 より，NoColor 条件における，「文字が読みにくいと感じることはありますか？」の平均得点と比べて，All255 条件，All127 条件，Peripheral255 条件，および Peripheral127 条件における，「文字が読みにくいと感じることはありますか？」の平均得点が高いことが分かる．アンケートおよび半構造化インタビューにおいて，「All127 条件では，線が見えづらく，かつタスクを進めるのが難しかった．」(P1)，「All255 条件では，全体に色がかかっていたため，文字の可読性が良くなかった．」(P2)，および「All255 条件では，緑色が強すぎて，ターゲットが見えづらかった．」(P3) というコメントがあった．

第7章 制約および今後の課題

本章では、本研究の制約および今後の課題を示す。

7.1 デバイスおよび利用環境

Meta Quest Pro の重さがストレスの原因となる可能性がある。本手法を用いる時には、ユーザは Meta Quest Pro を装着する必要がある。Meta Quest Pro は、頭部に装着して用いるものである、眼鏡およびサングラスと比べて重い。第4章に示した評価実験では、このことが参加者のストレスに与える影響を除外するために、すべての条件において、参加者は Meta Quest Pro を装着した。さらに、Meta Quest Pro を装着したユーザが、PC 上の文字および書籍の文字などの小さい文字を認識することは困難である。これは、Meta Quest Pro は、ビデオシースルー型の AR 用 HMD であるためである。アンケートおよび半構造化インタビューにおいて、「Meta Quest Pro のビデオシースルーを通すと、ちょっと読みにくい。」(P3)、「Meta Quest Pro のビデオシースルー機能がそもそも見にくい。」(P3)、および「VR 酔いがあった。度合いがっていない眼鏡をかけている時と同じ感覚の時があった。」(P5) というコメントがあった。また、ビデオシースルー型の AR 用 HMD を装着したユーザには、その HMD の正面に付いているカメラを用いて取得した映像がリアルタイムに提示される。そのため、ビデオシースルー型の AR 用 HMD を装着した時には、現実世界を直接見る時と比べて、ユーザは、PC 上の文字および書籍の文字などの小さい文字を認識することが困難である。また、今後、ユーザのストレスを評価するためのデバイスの変更を検討している。これは、評価実験において用いた HOT-2000-VR を装着した状態において、作業を行うことがストレスの原因となる可能性があるからである。アンケートおよび半構造化インタビューにおいて、「頭に何かを縛ること自体があまり良くないらしい。」(P2) および「HOT-2000-VR 装着時に、『実験中に、不快感を強く感じた時（辛く感じた時）には、いつでも退室していいです。休憩とってもいいです。』という指示をもう少し明確にするべきだと思った。正確に測定をするためにはきつく締めの方がいい気はするが、こめかみを締め付けられると、不快感を感じたりするため、場所が場所だから、緩めにした方がいい気がする。タスク実施中に痛いと感じることがあった。『少し緩めに』と言った方がいいのかもしれない。」(P2) というコメントがあった。

また、屋内においてのみ、本手法は利用可能である。これは、Meta Quest Pro に直射日光が当たることにより、Meta Quest Pro 内のレンズおよびディスプレイが損傷を受ける可能性がある [Metc] ためである。

7.2 提示する色の種類

今後、青色をユーザの周辺視野に提示することを検討している。ブルーライトは目に良くない [MMK+22]。そのため、我々は、参加者に青色を長時間提示することにより、ユーザのストレスは増加すると考えていた。そのため、評価実験では、我々は、青色ではなく、緑色を提示した。しかし、アンケートおよび半構造化インタビューにおいて、「緑色の提示色に違和感を感じることはなかった。しかし、個人的には青色を提示した時が気になった。明度の高い緑と比べて、明度の高い青の方が日常に多いと感じたためである。」(P2)、「今回提示した緑色は明度の高い(発光の強い)緑色であったが、精神医療的に求められる緑色は植物的な緑色(明度を落とした、青々とした緑色)な気がする。」(P2)、および「All255条件では、彩度と明度が強すぎて長時間だとめまいを引き起こしそうな印象があった。」(P5)というコメントがあった。そのため、評価実験において用いた緑色の代わりに、青色をユーザの周辺視野に提示することにより、ユーザに提示する色がユーザの邪魔になることなく、本手法はユーザのストレスを緩和できると考えられる。

さらに、我々は、日常生活において、ユーザになじみのある色をユーザの周辺視野に提示することを検討している。アンケートおよび半構造化インタビューにおいて、「グリーンバックの背景素材に見慣れているため、あまり違和感を感じなかった。」(P2)、「自然に溶け込ませることができる色にした方がいい気がする。もう少し自然に近い色(辺りを見まわしたときに、ぱっと見える色)を使うと、風景とあまり乖離しなくて済むのではないか。」(P2)、および「もう少し現実世界となじみのある違和感のない色(彩度や明度を落とす)とよりタスクがしやすくなる気がした。」(P5)というコメントがあった。そのため、ユーザにとってなじみのある色をユーザの周辺視野に提示することにより、ユーザに提示する色がユーザの邪魔になることなく、本手法はユーザのストレスを緩和できると考えられる。

また、我々は、各ユーザの選んだ、落ち着いた色をユーザの周辺視野に提示することを検討している。落ち着いた色には個人差がある [加藤 08]。アンケートおよび半構造化インタビューにおいて、「他の色の提示による変化も見てみたい。」(P4)および「アクセシビリティの観点から、その人にあった適切なカラーや彩度、明度を設定できるとよいと思った。」(P5)というコメントがあった。そのため、落ち着いた色を各ユーザに選んでもらい、かつその色をユーザの周辺視野に提示することにより、ユーザに提示する色がユーザの邪魔になることなく、本手法はユーザのストレスを緩和できると考えられる。

7.3 中心視野の大きさおよび中心視野の移動方法

今後、ユーザの中心視野領域を拡大することを検討している。本手法では、ユーザの中心視野領域の大きさを上下左右 8.5 度 [JSB13] にした。しかし、アンケートおよび半構造化インタビューにおいて、「もう少し視野範囲が広いと探しやすいと感じた。」(P2)および「視野の円が小さい気がした。ディスプレイサイズより大きい方がいいと思う。」(P3)というコメントがあった。そのため、本手法におけるユーザの中心視野領域を拡大することにより、中心

視野領域の大きさがユーザの邪魔になることなく、本手法はユーザのストレスを緩和できると考えられる。

また、我々は、中心視野領域を、ユーザの頭部位置に合わせることにより、または移動平均を用いることにより、移動させることを検討している。第3節に示した実装では、中心視野領域は、ユーザの視線に合わせて移動する。この時、ユーザの視線が微細な動きをするため、中心視野領域は微細な動きをする。これにより、ユーザの視線に合わせて移動する中心視野領域がユーザの邪魔となり、かつユーザのストレスの原因となる可能性がある。アンケートおよび半構造化インタビューにおいて、「中心視野の動きを変えることにより、ストレス緩和にどの程度影響があるのかを調べるのも面白いと思った。」(P2) および「色は邪魔に感じなかったが、サッケードのちらつきが少し邪魔に感じる時もあった。」(P4) というコメントがあった。そのため、ユーザの中心視野領域を、滑らかに移動させることにより、中心視野領域の移動がユーザの邪魔になることなく、本手法はユーザのストレスを緩和できると考えられる。

7.4 タスク実施時間、休憩時間、および心拍数の取得時間ならびに実験において用いるタスク

今後の実験では、タスク実施時間、休憩時間、および心拍数の取得時間を短くすること、または各条件におけるタスクを別日に行うことを検討している。今回の評価実験では、適当に、タスク実施時間を5分にした。さらに、休憩時間を5分にした。この休憩時間の長さは、関連研究 [小堀 23] において行われた実験の休憩時間の長さと同じである。また、タスク実施時間と合わせるために、心拍数の測定時間を5分にした。しかし、アンケートおよび半構造化インタビューにおいて、「普段、色付きの世界を体験したことがない。その体験自体が普段と違うため、違和感を感じた。ただ、そのことを前提としていれば、それほど違和感を感じないのではないか。」(P1)、「いつもと違い過ぎるため、違和感を覚えた。」(P3)、「休憩中に何も(スマホを触ること、PCで作業することなどが)できないことが、目へのストレスはないかもしれないが、精神的にはストレスになる気がした。」(P1)、「休憩が長い。眠くなってしまった。1分ぐらいでもいい気がした。」(P3) および「何もしていない時間が暇だった。自分がスマホ依存症であるため、逆に落ち着かなかった。人にもよるとは思うが、何も続かない時間が長くなってしまうと、それだけで落ち着かない気がする。もうちょっと休憩時間を長くする(30分ぐらいにする)必要があるかも。何もすることなく、ずっといるのがつらいと感じる人もいる気がする。」(P5) というコメントがあった。そのため、タスク実施時間、休憩時間、および心拍数の測定時間を短くすること、または各条件を別日に行うことにより、これらの時間の長さがユーザのストレスに与える影響を除外できると考えられる。

また、我々は、今後の実験において用いるタスク(以降、実験タスク)を、ユーザの周辺視野における探索が不要であるタスクに変更することを検討している。今回の評価実験では、実験タスクとして、トレイルメイキングテスト(新版) [Tra] を用いた。しかし、アンケートおよび半構造化インタビューにおいて、「俯瞰的に見る時には、色がない方が見やすかった。ま

た、俯瞰して見る時には、ぱっと全体を見るため、見落としがちであった。周辺視野のみに色が提示された時には、中心視野の部分のみに集中できるため、見落としは少なかった。」(P5)、「数字を探すときに俯瞰して見たかった。緑で隠れていることにより、探すのが大変だった時があった。」(P5)、および「今回の実験タスクでは、俯瞰的に数字を選択する必要があった。これにより、選んでいる時には、次のやつを探すために、視線の移動が大きかった。そのため、ラグがあった時には、違和感・ストレスに感じた。」(P5)というコメントがあった。そのため、今後の実験では、VR空間上に表示された資料を読んだ後に、ユーザがその資料の内容に回答するタスクである資料読み [藤田 21] のような、ユーザの周辺視野における探索が不要であるタスクを用いることにより、実験タスクがユーザのストレスに与える影響を除外できると考えられる。

第8章 結論

本研究では、我々は、落ち着く色を AR 用 HMD が提示することによるストレス緩和手法を実装した。また、本手法がストレス緩和に貢献するかを調査するための実験を、5 人の参加者に対して行った。実験の結果、以下の 2 つの可能性があることが分かった。1 つめの可能性は、周辺視野への、薄い緑色の提示はストレス緩和に貢献する可能性である。2 つ目の可能性は、ユーザの周辺視野のみに提示する緑色は、ユーザの視野全体に提示する緑色と同じく、ユーザの邪魔となる可能性である。今後、本手法における中心視野領域の大きさおよび移動方法、本手法において提示する色の種類、および実験内容を検討する。

謝辞

本研究を進めるにあたり、志築文太郎先生、川口一画先生、高橋伸先生には多大なご意見およびご指導をいただきました。特に、志築文太郎先生には、研究の進め方および論文執筆の方法をはじめとして、研究に関することを一からご指導いただきました。また、志築文太郎先生および川口一画先生には、研究・進路の相談および研究生活において、多くの助言をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

さらに、研究生活において、インタラクティブプログラミング研究室の同輩および先輩方にも大変お世話になりました。特に、WAVE チームの皆様には、チームゼミにおいて、多くのご意見および助言をいただきました。また、山口泰生氏には、研究生活および論文執筆などに関する多くの助言をいただきました。重ねて感謝申し上げます。

また、実験の実施時には、長時間の実験にもかかわらず、多くの方々に協力していただきました。重ねて感謝申し上げます。

最後に、学生生活においてお世話になった皆様および著者の学生生活を金銭的・精神的に支えてくれた家族に心から感謝申し上げます。

業績リスト

本論文に関する業績

- 査読なし国内会議論文
 - 芦沢優介, 山口泰生, 志築文太郎. 落ち着く色を AR 用 HMD に提示することによるストレス緩和手法の実装. 第 31 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS2023) 予稿集, 日本ソフトウェア科学会, 2023 年 12 月, 3 pages.

参考文献

- [BGM⁺22] Annika B. E. Benz, Raphaela J. Gaertner, Maria Meier, Eva Unternaehrer, Simona Scharndke, Clara Jupe, Maya Wenzel, Ulrike U. Bentele, Stephanie J. Dimitroff, Bernadette F. Denk, and Jens C. Pruessner. Nature-based relaxation videos and their effect on heart rate variability. In Frontiers in Psychology, Vol. 13, pp. 866682:1–866682:15. Frontiers Media, 2022.
- [DC22] Xiaoyan Ding and Yiwen Chen. The stress recovery effect of virtual reality natural scene with different immersion on knowledge talents. In Proceedings of the 5th International Conference on Big Data and Education, ICBDE '22, pp. 399–406. Association for Computing Machinery, 2022.
- [Fita] Fitbit Sense 2 - Google ストア. https://store.google.com/jp/product/fitbit_sense_2?hl=ja. 最終閲覧日：2024年3月19日.
- [Fitb] Get Heart Rate Intraday by Interval. <https://dev.fitbit.com/build/reference/web-api/intraday/get-heartrate-intraday-by-interval/>. 最終閲覧日：2024年3月19日.
- [Fitc] 先進の健康管理スマートウォッチ | Fitbit Sense 2 を購入. <https://www.fitbit.com/global/jp/products/smartwatches/sense2>. 最終閲覧日：2024年3月19日.
- [GTM⁺07] Anne Gallagher, Martin Thériault, Edward Maclin, Kathy Low, Gabriele Gratton, Monica Fabiani, Louise Gagnon, Katja Valois, Isabelle Rouleau, Hannelore Sauerwein, Lionel Carmant, Dang Nguyen, Anne Lortie, Franco Lepore, Renee Beland, and Maryse Lassonde. Near-infrared spectroscopy as an alternative to the Wada test for language mapping in children, adults and special populations. In Epileptic disorders : International epilepsy journal with videotape, Vol. 9, No. 3, pp. 241–255. the International League Against Epilepsy, 2007.
- [HOTa] VR-HMD 視聴中の脳活動を計測する『HOT-2000-VR』を研究市場向けに提供開始. <https://neu-brains.co.jp/information/press/2022/07/14/2418.html>. 最終閲覧日：2024年3月19日.

- [HOTb] 【HOT-2000】 携帯型脳活動計測装置 HOT-2000 の API を提供開始. <https://neu-brains.co.jp/information/press/2023/11/17/3020.html>. 最終閲覧日：2024 年 3 月 19 日.
- [JBOW13] Brett R. Jones, Hrvoje Benko, Eyal Ofek, and Andrew D. Wilson. IllumiRoom: Peripheral projected illusions for interactive experiences. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '13, pp. 869–878. Association for Computing Machinery, 2013.
- [JDM+23] Yanqi Jiang, Xianghua(Sharon) Ding, Xiaojuan Ma, Zhida Sun, and Ning Gu. IntimaSea: Exploring shared stress display in close relationships. In Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '23, pp. 428:1–428:19. Association for Computing Machinery, 2023.
- [JSB13] J. Adam Jones, J. Edward Swan II, and Mark Bolas. Peripheral stimulation and its effect on perceived spatial scale in virtual environments. In IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol. 19, No. 4, pp. 701–710. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2013.
- [KLBL93] Robert S. Kennedy, Norman E. Lane, Kevin S. Berbaum, and Michael G. Lilienthal. Simulator Sickness Questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. In The International Journal of Aviation Psychology, Vol. 3, pp. 3:203–3:220. Taylor & Francis, 1993.
- [Lub12] Lesley Lubos. The role of colors in stress reduction. In Liceo Journal of Higher Education Research, Vol. 5, No. 2, pp. 95–103. Liceo de Cagayan University, 2012.
- [Meta] Meta Quest Pro: シリーズ最先端の新型 VR ヘッドセット. <https://www.meta.com/jp/quest/quest-pro/>. 最終閲覧日：2024 年 3 月 19 日.
- [Metb] Meta Quest Pro フル遮光ブロkker. <https://www.meta.com/jp/quest/accessories/quest-pro-full-light-blocker/>. 最終閲覧日：2024 年 3 月 19 日.
- [Metc] Meta Quest ヘッドセットへの日光による損傷を避ける. <https://www.meta.com/ja-jp/help/quest/articles/headsets-and-accessories/product-care-and-best-practices/avoiding-sunlight-damage/>. 最終閲覧日：2024 年 3 月 19 日.
- [MMK+22] Alvin Munsamy, Macaela Moodley, Zainab Khan, Keroshni Govender, Mpendulo Nkwanyana, Siphosethu Cele, and Mashiyamahle Radebe. Evidence on the effects of digital blue light on the eye: A scoping review. In African Vision and Eye Health,

Vol. 81, No. 1, pp. 1–9. African Online Scientific Information Systems Proprietary Limited, 2022.

- [R1] 2019 年 国民生活基礎調査の概況. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa19/>. 最終閲覧日：2024 年 3 月 19 日.
- [R3] 令和 3 年 労働安全衛生調査（実態調査）結果の概況. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/r03-46-50b.html>. 最終閲覧日：2024 年 3 月 19 日.
- [Str] Stress in America™ 2020: A National Mental Health Crisis. <https://www.apa.org/news/press/releases/stress/2020/report-october>. 最終閲覧日：2024 年 3 月 19 日.
- [Tra] トレイルメイキングテスト（新版）| maruhi laboratory. <https://maruhi-lab.com/programs/tmt02>. 最終閲覧日：2024 年 3 月 19 日.
- [WFGH11] Jacob O. Wobbrock, Leah Findlater, Darren Gergle, and James J. Higgins. The aligned rank transform for nonparametric factorial analyses using only ANOVA procedures. CHI '11, pp. 143–146. Association for Computing Machinery, 2011.
- [WRZ⁺23] Nadine Wagener, Leon Reicherts, Nima Zargham, Natalia Bartłomiejczyk, Ava Elizabeth Scott, Katherine Wang, Marit Bentvelzen, Evropi Stefanidi, Thomas Mildner, Yvonne Rogers, and Jasmin Niess. SelVReflect: A guided VR experience fostering reflection on personal challenges. In Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '23, pp. 323:1–323:17. Association for Computing Machinery, 2023.
- [加藤 08] 加藤千恵子, 寺田信幸, 鳥谷部達, 斎藤兆古. 心拍変動を用いた色彩環境の心身に与える影響の解析–性格特性・嗜好による個人差の測定–. 国立研究開発法人 科学技術振興機構 可視化情報学会誌, Vol. 28–1, No. 1, pp. 143–146, 2008.
- [近藤 16] 近藤昭彦, 森田喜一郎, 石井洋平, 江里口剛喜, 内村直尚. 快・不快イメージ課題における頭部酸素化ヘモグロビン濃度の変動～健常者と統合失調症者の比較検討～. 一般社団法人 日本臨床神経生理学会 臨床神経生理学, Vol. 44, No. 1, pp. 1–10, 2016.
- [高橋 17] 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 研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI), Vol. 2017–UBI–56, No. 7, pp. 1–8, 2017.
- [高橋 18] 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. 電子情報通信学会 技術研究報告ヒューマンコミュニケーション基礎研究会 (HCS), Vol. 2018–HCS–118, No. 49, pp. 1–6, 2018.

- [佐藤 01] 佐藤徳, 安田朝子. 日本語版 PANAS の作成. 日本パーソナリティ心理学会 性格心理学研究, Vol. 9, No. 2, pp. 138–139, 2001.
- [斎藤 06] 斎藤ゆみ, 菅佐和子, 多田春江, 渡邊映理. カラー映像によるストレス緩和効果の研究. 京都大学医学部保健学科 京都大学医学部保健学科紀要: 健康科学, Vol. 2, pp. 1–7, 2006.
- [三栖 18] 三栖貴行, 小田原健雄, 渡部智樹, 一色正男. LED 照明の光色変化による心理的影響と体感温度の変化. 一般社団法人 日本色彩学会 日本色彩学会誌, Vol. 42, No. 3, pp. 205–208, 2018.
- [山浦 19] 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ョン (HCI), Vol. 2019–HCI–184, No. 10, pp. 1–8, 2019.
- [小田 17] 小田原健雄, 貝瀬峻, 磯部譲, 山本弥沙季, 佐藤侑希, 渡部智樹, 三栖貴行, 一色正男. 心理状態を考慮した照明光色制御システムの提案. 情報処理学会 研究報告グループウェアとネットワークサービス (GN), Vol. 2017–GN–100, No. 8, pp. 1–6, 2017.
- [小堀 23] 小堀美玲, 新岡陽光, 伊藤睦実, 原田芳樹. 室内緑化によるストレス緩和効果についての複数のストレス負荷試験間の違い. 日本緑化工学会 日本緑化工学会誌, Vol. 48, No. 3, pp. 516–526, 2023.
- [松井 12] 松井美由紀, 乗松貞子. 緑色の照明が人間に及ぼす生理的・心理的影響. 一般社団法人 日本健康心理学会 健康心理学研究, Vol. 25, No. 2, pp. 1–9, 2012.
- [松井 15] 松井啓司, 中村聡史, 大島遼. 周辺視へのエフェクト提示による動画の視聴体験拡張. 情報処理学会 エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2015 論文集, Vol. 2015, pp. 543–550, 2015.
- [深澤 09] 深澤奏子, 高田谷久美子, 佐藤都也子. 健康な成人が色彩にもつイメージと生理的反応. 山梨大学看護学会 山梨大学看護学会誌, Vol. 8, No. 1, pp. 23–27, 2009.
- [神田 13] 神田尚子. 心拍変動フィードバックによる色彩環境構築システム. Master's thesis, 電気通信大学大学院 情報システム学研究科, 2013.
- [大塚 22] 大塚日花里, 岡橋さやか, 精山明敏. 地震映像視聴時の携帯型 NIRS を用いた情動研究. ヒューマンインタフェース学会 ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 24, No. 4, pp. 239–248, 2022.
- [大籠 21] 大籠友博. 入浴習慣が課題依存性の前頭前野賦活化に与える影響の解明. 一般財団法人 日本健康開発財団 日本健康開発雑誌, Vol. 42, pp. 105–112, 2021.

- [津田 01] 津田彰, 牧田潔, 津田茂子. ストレスはどのように健康を左右するのか: その心理社会生物学的メカニズム. 日本行動医学会 行動医学研究, Vol. 7, No. 2, pp. 91–96, 2001.
- [藤田 21] 藤田聡太, 井村誠孝. 視聴覚刺激による作業効率向上のための VR システム構築. 情報処理学会 第 83 回全国大会講演論文集, Vol. 2021, No. 1, pp. 239–240, 2021.
- [福田 78] 福田忠彦. 図形知覚における中心視と周辺視の機能差. 一般社団法人 映像情報メディア学会 テレビジョン学会誌, Vol. 32, No. 6, pp. 492–498, 1978.
- [平柳 06] 平柳要. 乗り物酔い (動揺病) 研究の現状と今後の展望. 一般社団法人 日本人間工学会 人間工学, Vol. 42, No. 3, pp. 200–211, 2006.
- [木戸 00] 木戸眞美. 色彩の生体心理効果. 国際生命情報科学会 国際生命情報科学会誌, Vol. 18, No. 1, pp. 254–268, 2000.
- [倩穎 12] 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. 一般社団法人 照明学会 照明学会誌, Vol. 96, No. 11, pp. 739–746, 2012.
- [齊藤 11] 齊藤直, 深見忠典, 柳田裕隆, 高橋龍尚, 新関久一. 近赤外分光法によるヘモグロビン濃度測定は血流速度変化の影響を受けない. 公益社団法人 日本生体医工学会 生体医工学, Vol. 49, No. 1, pp. 185–190, 2011.

付録A 評価実験において用いた各種書類

本章では、評価実験において用いた説明書、実験前アンケート、タスク実施前アンケート、タスク実施後アンケート、および実験後アンケートを示す。

A.1 説明書

事前説明

実験にご参加いただきありがとうございます。

私は、現在、「落ち着く色をAR用HMDが提示することによるストレス緩和手法」の研究をしています。

今回の実験では、拡張現実(AR)用のヘッドマウントディスプレイ(HMD)の1つであるMeta Quest Proを装着した状態で、ストレス負荷のかかるタスクを実施していただきます。

実験条件は以下の5つです。実験後アンケートにおいて、各条件を順位付けしていただくため、各条件名を覚えておいてください。

- 色提示なし(**NoColor**条件)
- 視野全体にRGB値が0, 255, 0の緑色(濃い緑色)提示(**All255**条件)
- 視野全体にRGB値が0, 127, 0の緑色(薄い緑色)提示(**All127**条件)
- 周辺視野にのみRGB値が0, 255, 0の緑色(濃い緑色)提示(**Peripheral255**条件)
- 周辺視野にのみRGB値が0, 127, 0の緑色(薄い緑色)提示(**Peripheral127**条件)

また、ストレス負荷のかかるタスクとして、トレイルメイキングタスクを行っていただきます。

このタスクの実施方法については、後ほど説明します。

実験への参加はいつでも中断できます。中断したい場合には、申し出てください。

また、タスク中の様子を撮影・録画させていただきます。撮影・録画されたくない場合には、あらかじめ申し出てください。

手順

1. 事前説明
2. Fitbit Sense 2・HOT-2000-VRの装着
3. 実験前アンケート
4. マウスの大きさの変更
5. PCの明るさの調整
6. タスクの説明・練習
7. タスクセッション
8. 実験後アンケート
9. 半構造化インタビュー

「タスクセッション」の手順

1. 休憩(5分間)
2. タスク実施前アンケート
3. 心拍数の測定(5分間)※
4. アイトラッキングの調整
5. タスク実施(5分間) ※
6. タスク実施後アンケート

※ 頭をできる限り動かさないようにしてください。

ここまでで何か質問があれば、教えてください。

マウスの大きさの変更方法

<https://www.fmworld.net/cs/azbyclub/qanavi/jsp/qacontents.jsp?PID=3511-3297>

Meta Quest Proの装着方法

1. ディスプレイおよび頭部後方間の距離を調整
 - Meta Quest Proの後方にある、頭部位置を調整するためのネジを回す



- ややきついぐらいになるように調整
2. フル遮光ブロッカーおよびHMDの位置を調整
 - 目的: できる限り、下側から光が入ってこないようにするため
 - HMDを水平に保った状態を保つ
 - アイトラッキングの精度の悪化を防ぐため



PCの明るさの調整方法

1. Meta Qpest Proの右側側面を2回連続でタップすることにより、AR空間を表示



2. PCの右下にある、Wi-Fiがある部分をクリック

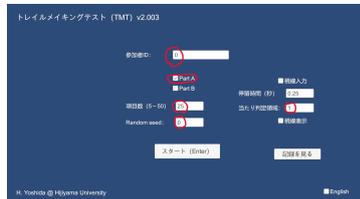


3. 太陽のマークがある部分のスライダーの位置を調整

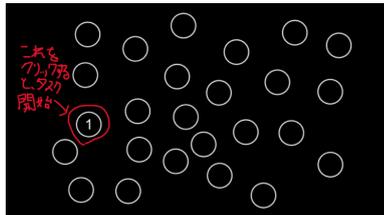


タスクの実施方法

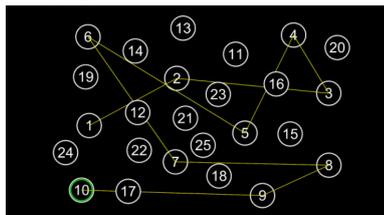
1. 以下のようになっているのかを確認
 - a. 指定された参加者IDになっているか？
 - b. Part Aがチェックされているか？
 - c. 項目数が25になっているか？
 - d. Random seedが0になっているか？
 - e. 当たり判定領域が1になっているか？



2. スタート(Enter)をクリック
3. 「1」の項目をクリックすることにより、タスク開始
(ここから5分間タスク実施)



4. 数字を(1 → 2 → 3 → ... → 25のように)順番にできる限り速く正確にクリック(PartAの場合)



5. タスクの所要時間が表示されたら、任意の場所をクリック



6. 「戻る」をクリック

【結果】0 点 / 記録: 24.18 秒 (順位: 45人中1位 / 上から222%)

1	A.25		2023/11/14	07:40:20		34.14		○
2	A.25		2023/11/22	01:40:18		29.23		○
2	A.25		2023/11/14	08:30:50		26.95		○
4	A.25		2023/11/14	08:24:50		27.13		○
8	A.25		2023/11/14	09:50:20		29.53		○
6	A.25		2023/11/14	07:41:02		28.78		○
7	A.25		2023/11/14	07:40:55		28.20		○
8	A.25		2023/11/14	09:20:51		46.16		○
9	A.25		2023/11/14	08:20:49		46.32		○
10	A.25		2023/11/14	08:20:12		48.92		○
11	A.25		2023/11/14	07:42:57		49.30		○
12	A.25		2023/11/14	08:20:10		50.71		○
13	A.25		2023/10/28	05:20:24		51.90		○
14	A.25		2023/12/08	06:11:28		52.08		○
15	A.25		2023/11/14	07:40:46		54.99		○
16	A.25		2023/12/08	05:21:28		56.13		○

Red handwritten text '=セリフ.7' is written to the right of the table, and a red arrow points to the '戻る' (Back) button at the bottom right.

7. Part Bをチェックし、スタート(Enter)をクリック

トレイルメイキングテスト (TMT) v2.003

参加者ID:

Part A
 Part B
 記録入力

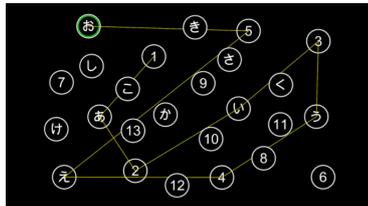
経過時間 (秒): 0:00
 当日リプレイ機能

進回数 (0-50): 25
 記録表示

Random seed: 0

H. Yoshida @ Hiyama University English

8. 「1」の項目をクリックする
9. 数字またはひらがなを(1 →「あ」→ 2 →「い」→ ... →「し」→ 13 のように) 順番にできる限り速く正確にクリック(PartBの場合)



10. タスクの所要時間が表示されたら、クリック
11. 「戻る」をクリック
12. Part Aをチェックし、スタート(Enter)をクリック
13. 3. ~12. を5分間実施

ここまでで何か質問があれば、教えてください。

各条件の表示方法

- 色提示なし条件の場合
 - a. Meta Quest Proの右側面をダブルタップ



- それ以外の条件の場合
 - a. フル遮光ブロッカーが取り付けられているMeta Quest Proを装着
 - b. 「アプリライブラリ → 提供元不明」の順に選択



- c. 各条件に対応するものを選択



- Study_Green_All_255, Study_Green_All_127

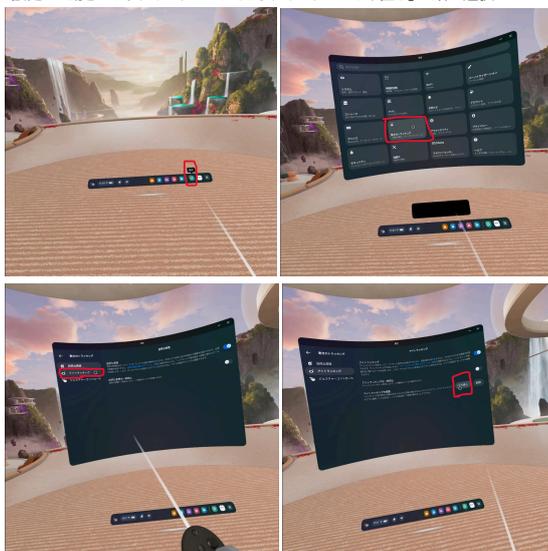


■ Study_Green_Peripheral_255, Study_Green_Peripheral_127

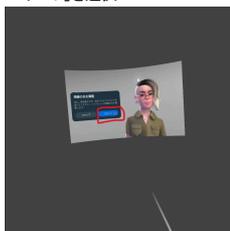


アイトラッキングの調整方法

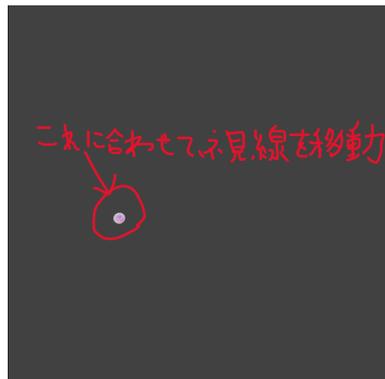
1. フル遮光ブロッカーが取り付けられているMeta Quest Proを装着
2. 「設定 → 動きのトラッキング → アイトラッキング → やり直し」の順に選択



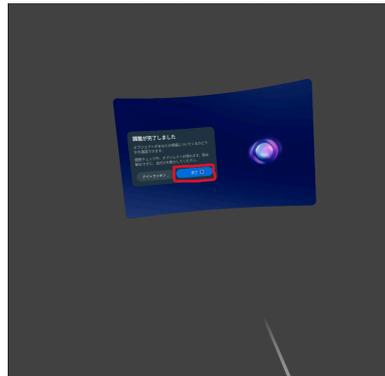
3. 「スタート」を選択



4. 球形のオブジェクトの動きに合わせて、視線を移動



5. アイトラッキングの調整が終了したら、「完了」ボタンを選択



半構造化インタビューにおける質問項目

- タスク実施時に違和感を感じることはありましたか？あったとしたら、どのような時にそう感じましたか？
- タスク実施時に提示された色が邪魔だと感じることはありましたか？あったとしたら、どのような時にそう感じましたか？
- 実験全体を通しての感想
- 実験全体を通して、気になったこと

A.2 実験前アンケート

実験前アンケート

ashizawa@iplab.cs.tsukuba.ac.jp [アカウントを切り替える](#) 

 共有なし

* 必須の質問です

実験前アンケート

以下の各項目に回答してください

メールアドレス *

回答を入力

年齢 *

回答を入力

性別 *

男性

女性

どちらでもない

回答しない

視力矯正 *

裸眼

眼鏡

コンタクトレンズ

VR/AR/MRの使用経験 *

- いつも使う
- よく使う
- たまに使う
- ほとんど使わない
- 全く使わない

HMDの使用経験 *

- いつも使う
- よく使う
- たまに使う
- ほとんど使わない
- 全く使わない

緑色は好きですか? *

- 好き
- どちらかと言えば好き
- どちらでもない
- どちらかと言えば嫌い
- 嫌い

[戻る](#)

[送信](#)

[フォームをクリア](#)

Google フォームでパスワードを送信しないでください。

このフォームは 筑波大学システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻インタラクティブプログラミング
研究室 内部で作成されました。不正行為の報告

Google フォーム

A.3 タスク実施前アンケート

A.3.1 PANAS

タスク実施前アンケート

ashizawa@iplab.cs.tsukuba.ac.jp [アカウントを切り替える](#) 

 共有なし

* 必須の質問です

タスク実施前アンケート

以下の各項目について、現在の感情に、全く当てはまらないならば1、当てはまらないならば2、どちらかといえば当てはまらないならば3、どちらかといえば当てはまるならば4、当てはまるならば5、非常によく当てはまるならば6を選択してください

神経質な*

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない 非常によく当てはまる

活気のある*

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない 非常によく当てはまる

おびえた*

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない 非常によく当てはまる

誇らしい*

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない 非常によく当てはまる

うろたえた *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

恐れた *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

強気な *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

興奮した *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

びりびりした *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

決心した *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

苦悩した *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

やる気がわいた *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

機敏な *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

熱狂した *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

恥ずかしい *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

イライラした *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

興味のある *

1 2 3 4 5 6
全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

うしろめたい *

1 2 3 4 5 6
全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

敵意をもった *

1 2 3 4 5 6
全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

注意深い *

1 2 3 4 5 6
全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

[戻る](#)

[送信](#)

[フォームをクリア](#)

Google フォームでパスワードを送信しないでください。

このフォームは 筑波大学システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻インタラクティブプログラミング
研究室 内部で作成されました。 [不正行為の報告](#)

Google フォーム

A.3.2 VAS

タスク実施前アンケート - VAS -

実験者番号 :

実験条件 :

以下の各項目について、今現在の気分を教えてください。

ストレス度



落ち着き度



疲労度



決定

A.4 タスク実施後アンケート

A.4.1 PANAS

タスク実施後アンケート

ashizawa@iplab.cs.tsukuba.ac.jp [アカウントを切り替える](#) 

 共有なし

* 必須の質問です

タスク実施後アンケート

以下の各項目について、現在の感情に、全く当てはまらないならば1、当てはまらないならば2、どちらかといえば当てはまらないならば3、どちらかといえば当てはまるならば4、当てはまるならば5、非常によく当てはまるならば6を選択してください

神経質な *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない 非常によく当てはまる

活気のある *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない 非常によく当てはまる

おびえた *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない 非常によく当てはまる

誇らしい *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない 非常によく当てはまる

うろたえた *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

恐れた *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

強気な *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

興奮した *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

びりびりした *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

決心した *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

苦惱した *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

やる気がわいた *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

機敏な *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

熱狂した *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

恥ずかしい *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

イライラした *

1 2 3 4 5 6

全く当てはまらない ○ ○ ○ ○ ○ ○ 非常によく当てはまる

興味のある *

	1	2	3	4	5	6	
全く当てはまらない	<input type="radio"/>	非常によく当てはまる					

うしろめたい *

	1	2	3	4	5	6	
全く当てはまらない	<input type="radio"/>	非常によく当てはまる					

敵意をもった *

	1	2	3	4	5	6	
全く当てはまらない	<input type="radio"/>	非常によく当てはまる					

注意深い *

	1	2	3	4	5	6	
全く当てはまらない	<input type="radio"/>	非常によく当てはまる					

[戻る](#)

[次へ](#)

[フォームをクリア](#)

Google フォームでパスワードを送信しないでください。

このフォームは 筑波大学システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻インタラクティブプログラミング研究室 内部で作成されました。 [不正行為の報告](#)

Google フォーム

A.4.2 VAS

タスク実施後アンケート - VAS -

実験者番号 :

実験条件 :

以下の各項目について、今現在の気分を教えてください。

ストレス度



落ち着き度



疲労度



タスク中の集中度



決定

A.4.3 SSQのうち、眼精疲労に関する7項目

タスク実施後アンケート

ashizawa@iplab.cs.tsukuba.ac.jp [アカウントを切り替える](#) 

 共有なし

* 必須の質問です

アンケートの続き

以下の各項目について、該当する症状が、全くないならば0、少しあるならば1、中程度にあるならば2、大いにあるならば3を選択してください

全般的に気分が悪い*

	0	1	2	3	
全くない	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	大いにある

疲労感がある*

	0	1	2	3	
全くない	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	大いにある

頭痛がする*

	0	1	2	3	
全くない	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	大いにある

目の疲れを感じる*

	0	1	2	3	
全くない	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	大いにある

目の焦点が合わせにくい*

0 1 2 3
全くない ○ ○ ○ ○ 大いにある

注意集中が困難である*

0 1 2 3
全くない ○ ○ ○ ○ 大いにある

視界がぼやける*

0 1 2 3
全くない ○ ○ ○ ○ 大いにある

[戻る](#)

[次へ](#)

[フォームをクリア](#)

Google フォームでパスワードを送信しないでください。

このフォームは 筑波大学システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻インタラクティブプログラミング
研究室 内部で作成されました。不正行為の報告

Google フォーム

A.4.4 その他の質問項目

タスク実施後アンケート

ashizawa@iplab.cs.tsukuba.ac.jp [アカウントを切り替える](#) 

 共有なし

* 必須の質問です

アンケートの続き

以下の各項目に回答してください

提示された色に対して、違和感を感じることはありましたか？ *

1 2 3 4 5

全く当てはまらない 非常に当てはまる

提示された色が邪魔だと感じることはありましたか？ *

1 2 3 4 5

全く当てはまらない 非常に当てはまる

文字が読みにくいと感じることはありましたか？ *

1 2 3 4 5

全く当てはまらない 非常に当てはまる

タスク中に気になったこと（なければ、「特になし」と記入してください） *

回答を入力

提示された色に対して感じたこと（なければ、「特になし」と記入してください） *

回答を入力

戻る

送信

フォームをクリア

Google フォームでパスワードを送信しないでください。

このフォームは 筑波大学システム情報学研究科コンピュータサイエンス専攻インタラクティブプログラミング研究室 内部で作成されました。不正行為の報告

Google フォーム

A.5 実験後アンケート

実験後アンケート

ashizawa@iplab.cs.tsukuba.ac.jp [アカウントを切り替える](#) 

 共有なし

* 必須の質問です

実験後アンケート

以下の各項目に回答してください

本実験で用いた5つの条件を、タスク後に落ち着いたと感じた順に順位付けしてください。ただし、1位=タスク後に、最も落ち着いていた *

	1位	2位	3位	4位	5位
NoColor条件	<input type="radio"/>				
All255条件	<input type="radio"/>				
All127条件	<input type="radio"/>				
Peripheral255条件	<input type="radio"/>				
Peripheral127条件	<input type="radio"/>				

この順位にした理由 *

回答を入力

本実験で用いた5つの条件を、タスク中に邪魔に感じた順に順位付けしてください。ただし、1位=タスク中に、最も邪魔に感じた *

	1位	2位	3位	4位	5位
NoColor条件	<input type="radio"/>				
All255条件	<input type="radio"/>				
All127条件	<input type="radio"/>				
Peripheral255条件	<input type="radio"/>				
Peripheral127条件	<input type="radio"/>				

この順位にした理由 *

回答を入力

タスク実施中に大変だったこと・苦労したこと（なければ、「特になし」と記入してください。） *

回答を入力

全体を通して感じたこと（なければ、「特になし」と記入してください） *

回答を入力

その他気になった点があれば、教えてください

回答を入力

戻る

送信

フォームをクリア

Google フォームでパスワードを送信しないでください。

このフォームは 筑波大学システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻インタラクティブプログラミング研究室 内部で作成されました。不正行為の報告

Google フォーム