

# 作業中の音楽の音量減衰が知的集中力に与える影響

久保 彰悟<sup>1,a)</sup> 荒川 豊<sup>1</sup> 中村 優吾<sup>1</sup>

**概要：**課題や仕事において、効率的に作業を進めるためには集中力が必要である。しかし、集中力は作業環境から影響を受けるため、集中しやすい作業環境を構築することが重要である。一般的に、集中している時は、聴覚情報の一部が遮断されているように感じる。このことから、聴覚情報を疑似的に減少させることで、集中を促進できることが可能になるのではないかと考える。本研究では、作業中の音楽の音量を減衰させた場合の、知的作業に対する集中力への影響を調査した。実験では、視覚情報を遮断した作業スペースにおいて、音楽を流さない場合と音楽の音量を減衰させた場合を比較した。その結果、音量制御を行なった場合に集中しやすい度合いが高くなることが明らかになった。

## 1. はじめに

近年、情報化社会の発展に伴い、これまで人間が担ってきた作業の一部が機械によるものに代替されてきている。それと同時に、人間が担う作業はオフィスなどでの知的作業の割合が増加していて、より集中力の持続が求められる。加えて、コロナウイルス流行に伴い、オフィスではなく自宅で作業を行うリモートワークの需要も高まってきている。厚生労働省の調査においても、リモートワークを今後も利用したいと思う労働者は多い [1]。このような業務体系の変化により、作業者は集中できる環境を自ら設計する必要性が生まれており、知的集中力を高めることは非常に重要と見られている。

このような背景から、近年は作業に集中するためのサービス、製品も多数展開されている。Panasonic では、視覚と聴覚を制限することにより集中を促進させるウェアラブルデバイスが開発されている [2]。また、Wantedly や apple でも集中促進のための作業用 BGM が開発、展開されている [3][4]。このようなサービス、コンテンツは、導入コストが非常に小さいため、一般的にも作業用 BGM を使用する人は多いと考えられる。このように、集中の促進に関して社会の関心は高く、研究も数多く行われてきた。研究の中でも、音環境について議論する論文は多い。阿部ら [5] は、作業用 BGM のテンポと集中力の関係について調査しており、Goran [6] らは、ホワイトノイズと集中力の関係について調査している。しかし、これらの研究は音の種類に焦点を当てており、作業中に音を制御した場合の集中力との関係を調査した研究は確認できなかった。

そこで本研究では、一般的には、集中している時には聴覚情報の一部が遮断されているように感じることに注目し、作業に集中した場合に聴覚情報が遮断される現象を疑似的に作り出す、つまり時間の経過とともに作業用 BGM の音量を減衰させることによる知的集中への影響を調査した。実験によって、音量減衰は集中しやすい度合いを高めたことが明らかになった。

## 2. 関連研究

集中に関連する研究として、人の視覚、聴覚、嗅覚などの感覚に干渉することで集中力がどう変動するかを計測する試みが数多く行われている。

### 2.1 室内の気流を制御した研究

オフィス環境での集中力向上手法には、温熱環境、気流環境を制御するものも多く見られる。上田ら [7] の研究では、空気の循環のための風速が遅めの気流と、作業者の注意喚起のための風速が早めの気流を制御する手法が作業者の集中力を向上に効果的であることを示唆した。また、上田ら [8] は作業場と休憩場それぞれの温度制御をした研究も行っており、作業場と休憩場の温度差を制御することで、一般的なオフィス条件と比較して集中力が向上したことが明らかになった。しかし、このような手法は設備を準備するのにコストがかかるため、リモートワークでの作業環境の設計やオフィスにおける個人の作業環境の設計には効果的ではない。

### 2.2 視覚情報に関連した研究

視覚情報と集中に関する研究として、橘ら [9] は視線誘

<sup>1</sup> 九州大学 システム情報科学府

<sup>a)</sup> kubo.shogo@arakawa-lab.com

導の特性を考慮し、集中力を向上させるための作業用壁紙を提案している。PCディスプレイ上の作業エリア外に縞模様や黒点のような視覚刺激を表示し、作業者の視線を作業エリア内に誘導することで集中力を向上させたことを明らかにした。桑原ら [10] は、視線の移動量が少ない一点注視型の課題に対して、周辺視野に数字刺激や境界膨張刺激といった単純な刺激を提示することによって、集中力が向上することを明らかにした。山浦ら [11] の研究では、作業を行うディスプレイに対し、ぼかしエフェクトをかけることによる影響を調査している。この研究では、タイピング課題、文章理解課題、集中持続課題の3つの作業において、視線が注視していない部分に対してぼかしエフェクトをかけることによる集中力への影響を調査し、集中しやすさが向上したことを明らかにした。高橋ら [12] の研究では、縞模様が画面外側に向かって膨張し、その縞模様が徐々に見えなくなるような減衰型妨害刺激を提案している。この研究においても、減衰型妨害刺激を用いることで深い集中に入ることが可能であることを明らかにしている。これらの研究は、注視していない部分の視覚情報を少なくすることで、有効視野と呼ばれる認知に大きく貢献する周辺視野領域が狭窄するような感覚を得られ、集中力が向上したことを示唆している。本研究でも、音量の減衰により聴覚情報の一部が遮断された感覚が得ることができ、集中力が向上することに期待ができる。

## 2.3 聴覚情報に関連した研究

聴覚情報と集中に関する研究として、阿部ら [5] はBGMが商業施設の雰囲気を変えるような、イメージを誘導する効果が見られていることから、作業用BGMのテンポと作業効率の関係を調査した。BPM (Beat Per Minutes) の高いBGM, 低いBGM, BGMなしの条件下で、認知負荷の高い計算課題を実施したところ、回答数、正答数はともに有意差は見られなかったことから、BPMの違いは認知負荷の高い作業に影響を及ぼさないことを示唆した。Goran[6]らは、作業中にホワイトノイズを流すことで、集中散漫な児童の学習効果が高まったことを明らかにした。しかし、元々集中できる児童に対してはホワイトノイズを流すよりも無音状態の方が学習効率が高まったことを明らかにした。羽田ら [13] は、道路交通騒音の有無が計算作業、記憶作業にどのような影響を与えるのかを調査した。道路交通音環境においては、集中が阻害されるだけでなく、精神負荷や疲労感が増加したことを明らかにした。さらに、防音室のような静かすぎる環境は集中に悪影響を及ぼすことを示唆した。

このように、音楽の種類による研究は多く行われており、音楽のジャンル、BPMなど音楽の特性と集中力の関係の調査は確認できたが、音量の制御による影響を調査した研究は確認できなかった。

## 3. 実験

本章では、実験の設計を述べる。既存の研究では、知的作業における最も効果的な音環境は明確に立証されていないため、本実験では、最も集中できる環境は無音の空間であると仮定し、作業用BGMを流さない無音の空間（以下システム介入なし）と作業用BGMの音量を減衰させる空間（以下システム介入あり）での集中力の比較を行った。

### 3.1 システム設計

聴覚情報が徐々に減少するために、時間経過とともに音量が減衰するシステムを設計した。また、作業者が減衰に気を取られ、集中力を低下させないようにするため、iPhoneの物理ボタンではなく、プログラムにより100段階の音量を制御した。これは、iPhoneの物理ボタンが0から16の17段階の音量であり、音量を1段階下げた場合の落差が大きく、作業者の気をそらす可能性があるからである。システムの概要を図1に示す。導入コストの低いiOSのアプリケーションで開発を行なった。図1において、音量の減衰値を算出するとあるが、具体的にはシステム開始時にiPhoneの音量（100段階）を読み取り、その後、読み取った音量を減衰する時間（秒）で割り、1秒あたりに減衰する音量を決定する。

本実験では30分間課題に取り組み、15分が経過した時点で音量が0になるように減衰の設定を行なった。

### 3.2 アノテーション課題

実験で使用したアノテーション課題について解説する。アノテーションとは、機械学習に入力するデータ（教師データ）に適切な情報タグを付加させる知的作業である。今回は、テキストデータに対応したタグ付けをするアノテーションを実施した。この課題は、複雑な作業を必要とせず、習熟度合いに依存しないため本実験に有効な知的作業であると考えた。図2に実際の課題のスクリーンショットを示す。

図2をもとに、詳しく解説する。このアノテーション課題は、言葉、Wikipedia、カテゴリのリスト、提案の4つの列で構成されている。それぞれの役割を以下に示す。

#### 言葉 (Word)

タグ付けを行う対象となるテキストデータ。図2では、「塩」を指す。

#### Wikipedia

対象となるテキストデータの説明の記載されたWikipediaへのリンク。知らない言葉や分かりにくい言葉があった際、リンクを参考にすることができる。図2では、「Q11254」を指す。

#### カテゴリのリスト (List of categories)

タグ付けの候補を表示する。テキストデータとカテゴリ

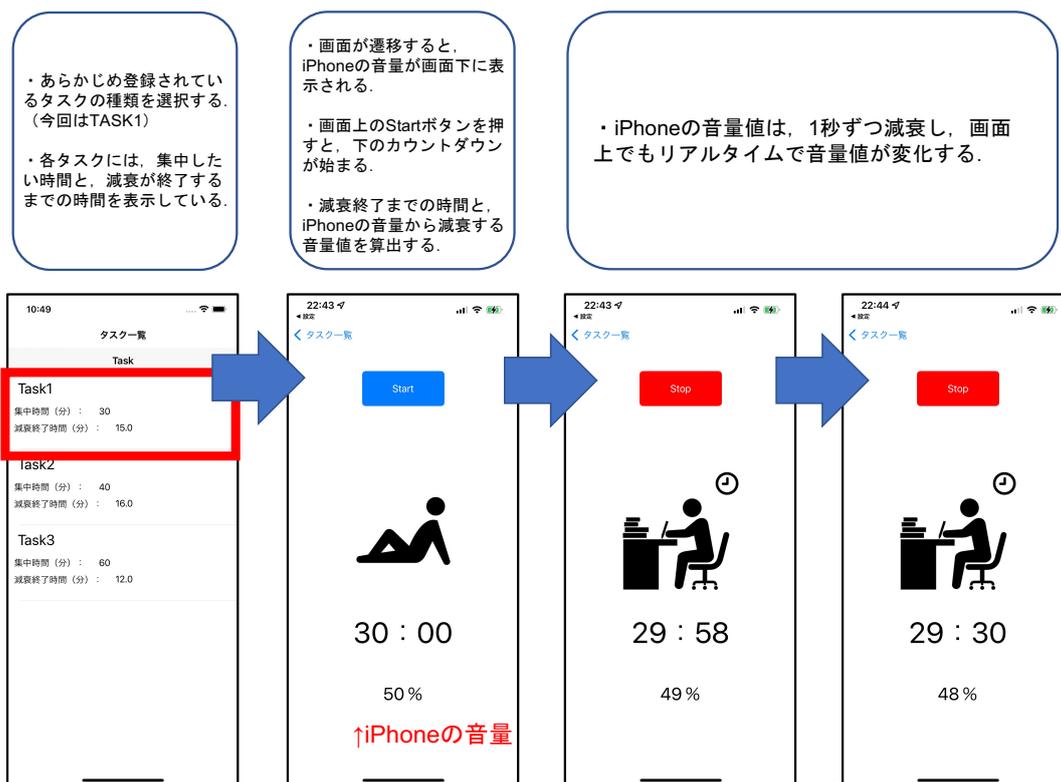


図 1 システムの概要図

言葉(Word)	Wikidata	カテゴリのリスト (List of categories)	提案(Suggestion)
塩	Q11254	<input type="checkbox"/> Ingredient <input type="checkbox"/> Food <input type="checkbox"/> Edible salt  <b>Notes (備考)</b> Please choose a note if need (必要に応じて備考を選択してください) <input type="text" value="Please choose"/>	<b>Categories to suggest (提案)</b> <input type="text" value="None selected"/>  <b>Others (その他)</b> <input type="text"/>

図 2 アノテーション課題のスクリーンショット

りの候補が一致している場合は、これらから選ぶこともできる。Note (備考) は、テキストデータの単語がわからない場合、カテゴリの候補が間違っている場合に選択する。

### 提案 (Suggestion)

カテゴリの候補が間違い、曖昧だった場合は新しく提案することができる。登録されているカテゴリから選択すること、新しいカテゴリを作ることが可能である。アノテーション課題は、A, B, C, D の計 4 つあり、それぞれ 123, 122, 123, 122 個の問題で構成されている。

### 3.3 実験環境

実験では、聴覚情報だけに焦点を絞るため、視覚情報を遮断した一人用のワークスペースである OHACO を使用

した。

実際の実験風景は、図 3 の通りである。図 3 からわかるとおり、外を見ることのできるガラスがあるが、視覚情報を極力減らすために段ボールで塞いだ。

実験における音環境について解説する。OHACO の中は、小さな換気扇が回っているため少し音がしているが、OHACO 外での会話、作業音は聞こえない。羽田 [13] らの研究によると、過度に静かな環境は必要ではないため、環境として OHACO は十分と判断した。実際に、システムを介入させた場合 (初期値) とそうでない場合、OHACO 外の騒音値の平均値 (dB) は表 1 に示す通りである。初期値とは、課題開始時の作業用 BGM の騒音値 (音量) である。測定においては、iOS のアプリケーションである「dB Meter」を使用し、1 分間の測定値の平均値を使用した。



図 3 実際の実験風景

表 1 騒音値の平均

条件	騒音値 (dB)
システム介入あり (初期値)	45
システム介入なし	36
OHACO 外	44

表 2 騒音値の目安

騒音値 (dB)	目安
20	木の葉の触れ合う音, 置き時計の秒針の音 (前方 1m)
30	郊外の深夜, 囁き声
40	深夜の市内, 図書館, 静かな住宅地の昼
50	静かな事務所
60	静かな乗用車, 普通の会話

OHACO 外での測定は, 周りに複数人の作業者がいるときの研究室での騒音値を測定した。ここで, 表 2 に日常的な騒音値の目安を示す [14]。実験で用いる音環境は, 36dB~45dB 程度であり, 表 1, 表 2 から作業の邪魔をしない音環境の設定ができていることがわかる。

また, システム介入において使用する音楽は「モーツァルト効果」の研究 [15] にも使用された「2 台のピアノのためのソナタニ短調 K.448」を使用する。クラシック音楽は一般的に作業用 BGM として用いられること, 環境音 (雨の音) なども作業用 BGM として使用されるが, 再現性が低いことを考慮して使用しなかった。

### 3.4 実験内容

本実験は, 学生 10 人に対してアノテーション課題をシステム介入あり・なしの状態で行った。PC の違いによる影響を防ぐため, 課題は全て同じ Mac book Pro (13.3 インチ) を使用した。作業用 BGM には, 「2 台のピアノのためのソナタニ短調 K.448」を使用した。実験に際して, 初めに生理状態のアンケートを行った。これは, 集中しにくい状態にある対象者がいた場合, 結果に悪影響を与える可能性があるためである。アンケート項目は, 気分が悪い, 目が疲れている, 眠い, 体が痛むの 4 項目である。これよ

表 3 対象者の課題の組み合わせ (赤文字: 介入あり)

対象者 No.	1 回目	2 回目
1	A	B
2	A	B
3	C	D
4	C	D
5	B	D
6	B	D
7	A	C
8	A	C
9	D	C
10	D	C

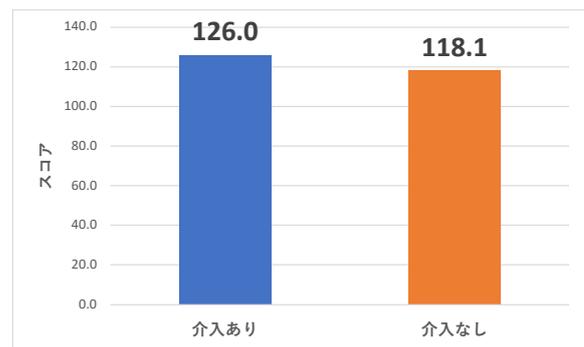


図 4 システム介入の有無での平均スコア比較

り対象者が実験できる状態かどうかを判断した。

実験対象者は, 介入あり・なしの状態ですべて 2 回の課題を実施するが, 介入ありの状態ですべての課題を先に実施するグループと介入なしの状態ですべての課題を先に実施するグループに分けた。また, 1 回目と 2 回目の課題間には 10 分間の休憩を挟んだ。加えて, 再現性を保つために, 表 3 のように対象者ごとに A, B, C, D の課題の組み合わせを変えて実験を行った。

各課題実施後は, 集中度と疲労度に関するアンケート調査を行った。全課題の実施後は, 追加のアンケートとインタビューを実施した。

## 4. 結果と考察

### 4.1 アノテーション課題の達成度

課題の実施時間は, 一律 30 分であるため, 対象者の中には 30 分以内で解き終わった人もいた。データを比較しやすくするため, 課題のスコアは,  $Answers$  (回答数) と  $Times$  (回答終了時間 (分)) を使って,  $Answers \times \frac{30min}{Times}$  で統一した。

システムの介入ありの条件でのタスクと, 介入なしのタスクのスコアの平均値を図 4 に示す。

図 4 から, 介入ありの場合の平均スコアの値が高いことが確認された。しかし, 結果に対し対応のある t 検定を行ったところ, 有意水準 5% において有意差は見られなかった。

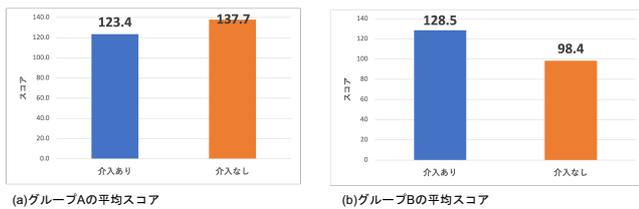


図 5 各グループにおけるシステム介入の有無での平均スコア比較

表 4 アンケート結果

No.	No.	平均値	
		介入あり	介入なし
Q1	集中しやすいと感じた	1.3	0.3
Q2	疲労を感じなかった	-0.2	-0.9

表 5 追加アンケート結果

No.	質問	平均値
Q1	作業中に音楽を聞くことが多い	1.0
Q2	本システムをまた使いたい	0.8

次に、介入ありを先に実施したグループ（以下グループ A）と後に実施したグループ（以下グループ B）それぞれのスコアの平均値を図に示す。グループ別にスコアを比較すると、グループ A では介入なしのスコアが高くなり、グループ B では介入ありのスコアが高くなった。それぞれに対して、対応のある t 検定を行ったところ、有意水準 5% において有意差は見られなかった。

#### 4.2 課題実施後のアンケート、インタビュー

各課題実施後に、5 段階のリッカート尺度 (-2: 非常にそう思わない, 0: どちらでもない, 2: 非常にそう思う) に基づいたアンケートを実施した。表 4 に質問とそれに対する回答を示す。Q1 において、介入ありの数値が高いことがわかる。介入ありとなしにおいて、対応のある t 検定を行ったところ、有意水準 5% で有意差が見られた。Q2 においても、介入ありの数値が高いことが分かったが、Q1 と同様の検定において有意差は見られなかった。

実験の最後には、追加のアンケートを行った。追加の質問と回答を表 5 に示す。追加の質問も、先に実施したアンケート同様に 5 段階のリッカート尺度に基づいている。Q1 において、作業中に音楽を聴く人は全体を通して多かった。Q2 において、減衰システムを使いたいと感じた人もいたことが分かる。

### 5. 議論

本実験の目的は、聴覚情報を疑似的に減少させることにより集中を促進することであり、実際に音楽の音量を減衰させる場合と減衰させない場合での集中への影響を調査した。

アノテーション課題のスコアの結果からは、介入ありの場合に集中が促進されたという結果は得られなかった。ま

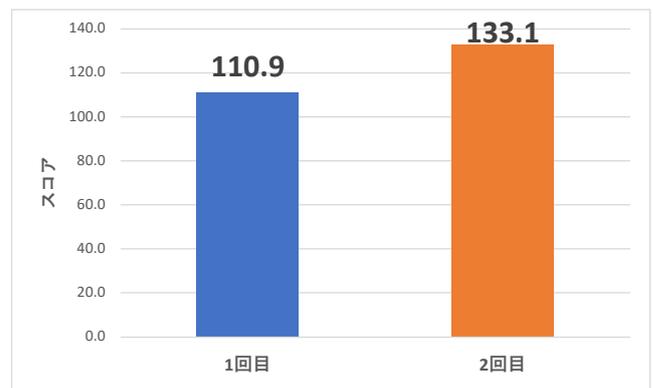


図 6 1 回目と 2 回目の平均スコア比較

た、図 5 からは介入の有無に関わらず 2 回目の課題でのスコアが高くなる傾向が見られた。1 回目の課題のスコア（介入ありとなしの区別はしていない）と 2 回目の課題のスコアを比較した結果を図 6 に示す。図 6 から、2 回目の課題のスコアが高いのがわかる。これらに対して対応のある t 検定を実施したところ、有意水準 5% で有意差が見られた。これは、課題に慣れたことでスコアが伸びたと推測される。客観的な評価のための課題設定に関して、今後検討の必要があると考える。

アンケート結果からは、介入ありの状態の方が作業者は集中しやすいと感じたことが分かった。介入あり・なしにおいて、スコアの結果に差は見られなかったが、作業者の集中しやすさの向上が見られたことから、今回のシステムの有用性を確認できた。また、Q2 の平均値を比較した場合には、介入ありの方が疲労を感じにくかったと感じる人が多かった。しかし、インタビューにおいて「A の課題の方が重かった」、「B が簡単だった」など課題の難易度に対して個人差が見られた。実際、課題のテキストデータにはタグ付けが難しいもの、調べないと言葉の意味がわからないものも存在していた。それゆえ、アンケートで調査した疲労感は課題の難易度に依存している可能性も大きいと推測される。

今回のシステムにおいて、肯定的な意見も数多く見られた。インタビューにおいて、「音楽がなくなったことに気づかず、自然と集中できた」、「集中してきた時、邪魔にならなかった」、「作業へ入り込みやすかった」、「音楽がかかっていると楽しい」など音楽の導入、音量の減衰に関して好意的な感想が得られた。一方、「音楽がずっと流れててもいい」という声もあった。これは表 5 の結果にも関係しており、作業中に音楽を聴くことに好意的な人が多く、元々無音よりも音楽を聞きながらの方が集中できる可能性を示した。それゆえ、今後は音楽を減衰なしで流す場面についての検討することで、音量減衰による集中力向上の影響を正確に測ることができると考える。また、「減衰していることに気づけなかった」という声が多かったが、「減衰が気になる」という声も一部見られた。本実験では、30 分の

課題に対して15分間音量が一定量減衰していくように設定したが、今後は様々な減衰パターンでの実験も検討することで、適切な音量制御設定を調査したい。

## 6. おわりに

本研究では、作業に集中した場合に聴覚情報が遮断される現象を擬似的に作り出す、つまり時間の経過とともに作業用BGMの音量を減衰させるシステムを用い、集中力への影響を調査した。調査には、アノテーション課題の回答数を用いて客観的評価を行い、アンケートを用いて主観的評価を行った。客観的指標では、システム介入の有無と課題のスコアには関係は見られなかった。しかし、アンケートによる主観的指標では、集中しやすさの度合いに介入の有無で有意差が見られた。

今後は、客観的指標についての再考を行うと共に、音楽を流すだけの環境と音楽の音量を減衰させる場合の比較も行なっていくことで、音量減衰による集中力への影響の調査を進めたいと考えている。

**謝辞** 本研究の一部はJSPS科研費JP18H03233の支援のもと実施された。

## 参考文献

- [1] 厚生労働省:テレワークの労務管理等に関する実態調査,入手先(<https://www.mhlw.go.jp/content/11911500/000694957.pdf>) (2020.11.16).
- [2] Panasonic:WEAR SPACE 心理的なパーソナル空間を着るウェアラブルデバイス,入手先(<https://panasonic.co.jp/design/fff/works/wear-space/>) (参照 2022.01.25).
- [3] Wantedly:ENERGY MUSIC PROJECT,入手先(<https://m-flo.withwantedly.com/>) (参照 2022.01.25).
- [4] Apple:バックグラウンドサウンドを使って雨音などの環境音を再生する,入手先(<https://support.apple.com/ja-jp/HT212775>) (参照 2022.01.25).
- [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.2010.
- [6] Goran, B. W. S., Sverker, S., Jam, M. L. and Edmond, J. S.:The effects of Background White Noise on Memory Performance in Inattentive School Children. Behavioral and Brain Functions. 2010. vol. 6, no. 1, pp. 1-10.
- [7] Kimi Ueda, Shota Shimonaka, Yuta Shimamura, Masanari Furuta, Kazune Miyagi, Hiroshi Shimada, Hirotaka Ishii, Fumiaki Obayashi, and Kazuhiro Taniguchi: Objective and Quantitative Evaluation of Intellectual Productivity under Control of Room Airflow; International Symposium on Socially and Technically Symbiotic Systems (STSS),Vol.38, pp. 121-128 (2015).
- [8] 上田樹美,杉田耕介,下田宏,石井裕剛,大林史明,谷口和宏:オフィス作業の知的集中を高める統合温熱制御の提案,空気調和・衛生工学会論文集, Vol.266, No.2019-05, pp.1-10, 2019.
- [9] 橋卓見,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,情報処理学会シンポジウム論文集(情報処理学会ワークショップ論文集). 2012. vol. 2012, no. 3, p. 843-849.
- [10] 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,第180回ヒューマンコンピュータインタラクション研究会. 2018. p. 1-7.
- [11] 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,第184回ヒューマンコンピュータインタラクション研究会. 2019.
- [12] 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,第175回ヒューマンコンピュータインタラクション研究会. 2017. p. 1-8.
- [13] 羽田正沖,西原直枝,田辺新一:道路交通騒音が知的生産性に与える影響に関する被験者実験,日本建築学会環境系論文集 Vol.73, pp.355-362, (2008)
- [14] 東京環境測定センター:音の単位dBについて,入手先(<https://www.toukansoku.co.jp/products/souonn7.html>) (参照 2022.01.30).
- [15] Frances H. Rauscher, Gordon L. Shaw, and Catherine N. Ky: Music and spatial task performance, Nature 365, p. 611, (1993).