

コンテキストに応じたデジタル時計の 部分強調表示による行動変容手法

重松 龍之介

概要：デジタル時計は日常の中で頻繁に目にするが、時計を見ていても、忙しい時や何かに没頭しているときは、つい時間が過ぎてしまうことは珍しくない。ここで、デジタル時計には「時」「分」「秒」の情報が同時に表示されていることが多いが、全ての情報が必要な場面は少なく、実際にはコンテキストによって注目すべき要素が異なると考えられる。そこで本研究では、何かに没頭している状況における時間への意識を向上させることを目的とし、コンテキストに応じて注目すべき単位を大きくすることでその部分に意識を向けさせる手法を提案する。実験では、参加者にパズルに取り組んでもらい時間への意識が薄れる状況を作り出したうえで、あらかじめ指定した複数のタイミングで瞬時に行えるミッションをこなしてもらった。その際に、コンテキストに応じて表示が変化する時計と表示が変化しない時計を提示し、ユーザの行動変容を調査した。その結果、ミッションを行った時間に大きな差は見られなかったものの、提案手法では時計を見る回数が、特に時計を頻繁に確認する必要がない状況で減少した。また、時計を見る回数が少ない場合でもミッションに遅れにくい傾向があることが示唆された。

キーワード：デジタル時計、コンテキスト、強調表示、時間知覚

1. はじめに

1.1 デジタル時計の現状

私たちの生活において、時計は欠かすことのできない存在である。実際に、スマートフォンや腕時計を持ち歩いている人がほとんどであり、常に時間を確認できることが多い。他にも、公共施設や職場、学校、家など様々な場所に時計が設置されており、時間を確認することができる。

ここで、時計にはアナログ時計とデジタル時計の2種類があるが、デジタル時計は「時」「分」「秒」が具体的に数字で表示されているため、アナログ時計に比べて時間認知が容易である [1][2]。しかし、生活の中でこれら3つの情報を全て同時に必要とする場面は少なく、実際は時計を見る状況（コンテキスト）に応じて注目すべき部分が異なると考えられる。例えば、食事や就寝の時間を管理する場合は「時」に注目することが望ましい。また、電車やバスなどの発車時刻を確認する場合には「分」に注目することが望ましく、さらにその時刻が迫ってくる時には、「秒」への注目も必要になってくる。このように、時計の中で注目すべき部分はコンテキストによって変化するが、現在のデジタル時計の表示は変わらないため、注目すべき部分に自然と視線が誘導されるような工夫がされていれば、ユーザの認識がよりスムーズになると考えられる。

1.2 時間知覚の歪みによる時間管理の課題

時間管理が苦手な人に限らず、忙しい朝の身支度や何かに熱中しているときなど、時計を見ていたにも関わらず予定の時間を過ぎてしまうことは珍しくない。この現象の要因はいくつか考えられる。まず、脳のリソースが完全にタスクに向けられているため、時計を確認することに注意を向けることが難しくなっていると考えられる。また、たとえば時計を見たとしても、表面的に時刻を確認するだけで、「まだ時間がある」「まだ間に合う」といった楽観的な解釈で終わり、そろそろ行動しなければという判断が後回しになる傾向がある。さらに、作業に集中している場合、時間知覚機能が低下し、体感時間が実時間よりも短く感じられることが明らかになっている [3]。この状態は「フロー状態」[4][5]と呼ばれ、この状態によってタスクの作業効率が向上することが明らかになっている [6]。しかし、作業に完全に没頭しているため外部の情報や刺激に意識が向きにくくなるという課題があり、その結果時計への注意が薄れることで時間管理が難しくなる。

1.3 研究のアプローチと仮説

そこで本研究では、ユーザがタスクに没頭している状況でも時計の表示を変化させることで時刻の意味を的確に伝え、時計を見る回数が少ない常況でも適切な時間管理を促

す手法を提案する。具体的には、コンテキストに応じてデジタル時計の単位を部分的に強調させることで、ユーザが時計を見た際に必要な情報を即座に理解できるようにする。そして、ユーザが時間の経過や必要な行動を正しく認識できるよう支援することを目的とする。本研究では、コンテキストに応じて特定の時間情報を強調することで、時計への意識が薄い状況でも時刻の意味を理解しやすくなり、「指定時刻に遅れなくなる」「時計を見る回数が減少する」という仮説を立て、提案した表示方法によるユーザへの影響を調査する。

2. 関連研究

2.1 時間知覚に関する研究

人が時間をどのように知覚しているかは、様々な要因によって変わる。その要因の1つとして感情がある。Katieら [7] は恐怖や喜びなどの感情が時間知覚に与える影響について調査し、特に恐怖を感じると時間が長く感じられ、楽しいと感じると時間が短く感じることを明らかにした。また、Philipら [8] は感情に加えて、動機付けによる時間知覚の変化について調査を行い、目標に向かう動機を伴う際は時間が短く感じられ、目標や状況を避けようとする動機を伴う際は時間が長く感じられることを示した。このように、人の内的要因による時間知覚の変化に関する研究は様々行われている。

一方、視覚情報などの外的要因によって時間知覚が変化する研究も行われている。Lillyら [9] は画像の大きさと混雑度が時間知覚にどのような影響を与えるかを調査した。実験の結果、大きくて混雑が少ない画像は、見た時間が実際よりも長いと感じる傾向があり、小さくて混雑した画像は見た時間が実際よりも短いと感じる傾向があることを明らかにした。また別の実験では、記憶に残りやすい画像が時間知覚に与える影響を調査し、実験の結果記憶に残りやすい画像ほど時間が長く感じられる傾向があることが示された。また、小野ら [10] は時間知覚の個人差を調査し、標的時間を過ぎたと感じた時点でキーを押す時間作成課題を行った。その結果、視覚や聴覚の妨害刺激が露呈した場合、作成時間が統制条件よりも有意に短縮され、視覚と聴覚の妨害刺激による短縮度合いに相関が見られた。

このように、時間知覚に影響を与える要因についての研究は様々行われている。本研究では、時間への意識が低い状況において時計の表示方法により適切に時間知覚を行わせることを目指している。

2.2 コンテキストに応じた変化に関する研究

ユーザが置かれているコンテキストを考慮することでユーザインターフェース (UI) の効率性や快適性を向上させる研究が行われている。Creaseら [11] はコンテキストに基づいてインタラクション方法を動的に変更できるウィ

ジェットのツールキットを提案し、リソースの可用性や周囲の状況に応じて最適な入力・出力形式を選択できる仕組みを実装した。

また、時間帯に応じて表示を変化させるシステムの提案も行われている。伍ら [12] は特定の時間帯に応じてディスプレイの輝度を自動で調整することで、ユーザに快適な視覚環境を提供するシステムを実装した。このシステムは現在の時間を取得し、その時間が昼間または夜間の時間帯に属しているかを判断し、それぞれの時間帯に適した輝度の設定を提供する仕組みを採用している。

ユーザの心理状態に応じてインターフェースを変化させる研究も行われている。Alipourら [13] はユーザの感情に基づいてインターフェースを動的に変化させる手法を提案した。この研究では、緊急避難訓練の場で顔認識によってユーザの感情を把握し、その感情に応じてUIを調整するモバイルアプリケーションを開発した。

本研究では、コンテキストに応じてデジタル時計の表示方法が変化するシステムを提案し、ユーザの作業や行動に与える影響を調査する。

2.3 視覚的強調に関する研究

視覚的強調は、情報の伝達や理解を促進する重要な手法であり、さまざまな分野で活用されている。Fukuiら [14] は、文章の重要部分を視覚的に強調することが読者の理解に与える影響を調査し、重要部分を色やフォントサイズで強調することで、読む時間が短縮され、理解の正確性が向上することを明らかにした。しかし、強調されていない部分の内容が理解しにくくなるという副作用も観察された。また、Macayaら [15] は、太字強調が視覚的単語認識に与える効果を検証し、太字で強調された単語に対する反応時間が短縮され、特に低頻度の単語に対して効果的であることを明らかにした。田中ら [16] は、絵画やイラストにおいて、光と影のコントラストを強調することで、局所的な視覚的強度を増加させる方法が提案した。これは、人間の視覚システムの順応や抑制機能をシミュレートしたもので、視覚的強調がどのように視覚処理に影響を与えるかを明示化している。さらに、Oelkeら [17] は、ピクセルベースの視覚化における「ビジュアルブースティング」の手法を比較した。ピクセルベースの視覚化は、大量のデータを視覚的に表現するための強力な手段であるが、データの分布にばらつきがある場合、重要な情報が埋もれてしまうことがある。彼らは、背景の色付けや歪みなどの強調手法が、興味深い情報を視覚的に目立たせる効果を持つことを示した。さらに、Aristidesら [18] は、12種類の視覚効果が背景や気を逸らす要素などの様々な条件下でどのように知覚されるかについて調査した。その結果多くの条件で強調効果の知覚には共通点が見られる一方、一部の効果は特定の背景や条件で知覚されにくいことを明らかにした。

本研究では、時計に表示されている情報の中で、コンテキストに応じて注目すべき部分を視覚的に強調することで円滑な情報伝達を促すことを目的としている。

2.4 フロー状態に関する研究

タスクに没頭し、深い集中状態に入る「フロー状態」に関する様々な研究が行われている。Koehnら[19]は、ジュニアアスリートに対するイメージ介入がフロー状態とパフォーマンスに与える影響を調査した。この研究では、課題とスキルのバランスや目標設定、集中、コントロール感といったフロー次元をターゲットとしたカスタマイズされたイメージスクリプトを使用し、介入後にフローと競技パフォーマンスが向上したことを報告している。また、Csikszentmihályiら[20]は、成人労働者を対象に、仕事と余暇におけるフロー状態が経験の質に与える影響を比較した。結果として、フロー状態は仕事でも余暇でも経験の質を向上させる要因であり、特に仕事中にフローを感じる傾向にあった。さらに、Shernoffら[21]は、高校生を対象に課題の難易度と自分のスキルが釣り合っている時にフロー状態が生じ、学習に深く集中し取り組むことができると示した。Harrisら[22]は、フロー状態と精神的努力の関係について、新たな理論を提案し、視覚的注意を制御する実験を行った。その結果、フロー状態が高い時、最も効果的な注意制御が行われることが示唆された。最後に、Marty-Dugasら[23]は、フロー状態を「深くて努力のない集中」として再概念化し、内部タスクと外部タスクにおけるフローの経験の個人差について調査した。その結果、フロー状態は日常生活での不注意と負の相関があり、フローを経験しやすい人は不注意が少ないことが明らかになった。

また、集中と時間知覚に関する研究も行われている。Ehretら[24]は、自然環境と都市環境での注意の種類が時間認知に与える影響を調査した。この結果、特に自然環境においてタスクに集中した場合、時間の認識能力が向上することが示された。一方、都市環境では、タスクへの注意が時間認識を低下させることも明らかにした。また、Saikiら[25]は主観的集中力と時間判断の関係を調査した。この結果、実験協力者が経過時間を把握できない場合のみ、集中力が時間知覚に影響を与えることが示唆された。

本研究では、フロー状態に入っているタスク自体に対する影響ではなく、そのような常況で提案手法を用いた際の時間知覚に対する影響について調査する。

3. 提案システムの設計

3.1 強調方法

コンテキストに応じて時計の重要な部分を強調する手法として、文字の大きさを変える手法を提案する。作業中に時計を見る場合、コンテキストによって注目すべき部分は異なる。そこで、ユーザが置かれたコンテキストに応じて



図 1: コンテキストに応じた強調表示一覧

それぞれの数字の大きさを変化させる。提案する強調手法の種類を図1に示す。なお、本研究では分と秒に注目するコンテキストに絞り、それらを強調する手法を提案する。図1aは通常時の表示であり、時、分、秒すべての大きさは均等である。図1bは分のみを強調した時計、図1cは秒のみを強調した時計である。図1dは分を強調し、秒にも意識を向けるための表示である。図1eは分と秒を同じ大ききで強調している表示である。図1fは秒を最も強調し、かつ分にも意識を向けさせる表示である。

3.2 コンテキスト：強調タイミング

3.1節で説明した強調表示をコンテキストに応じて切り替える。本研究では2種類のコンテキストを用意し、そのコンテキストに応じて強調表示を変化させる。この2種類のコンテキストを選んだ理由は、現段階で実際に取得可能であり、かつユーザーの行動や時間認識に影響を与える重要な要素であると考えたためである。

1つ目は「没頭コンテキスト」である。このコンテキストは、ユーザーが行なっていること（以下タスクとする）に没頭しているか、あるいは没頭していないかという2つの状態で構成される。具体的にはタスクの没頭度合い、つまり時刻への意識の程度に依存し、ユーザーの内的要因によって変化する。没頭しているかの基準については3.3節で説明する。2つ目は「時間コンテキスト」である。このコンテキストは、時間を意識すべき状況かどうかに基づいて変化する。時に、指定された時刻が近づくにつれて、時刻への注意が重要になる時間帯を指す。この「直前」の具体的な基準やそれに応じた表示を切り替えるタイミングについては3.2.1項と3.2.2項で説明する。また2つのコンテキストを組み合わせて、没頭していない時の時間コンテキストに応じた強調表示と、没頭している時の時間コンテキストに応じた強調表示をそれぞれ用意した。

3.2.1 没頭コンテキスト：没頭していない時

没頭していない時の時計の強調表示の一覧を表1に示す。この状態ではユーザーが時刻を意識していると考えられるため、指定時刻の「直前」に属しているかどうかで表示を変化させる。

表 1: 強調表示：没頭していない時

3 分前以前	3 分前から 1 分前	1 分前から 1 分後
		

表 2: 強調表示：没頭している時

3 分前以前	3 分前から 1 分後		
	01 秒～20 秒	21 秒～40 秒	41 秒～00 秒
			

本研究では、指定時刻の「直前」を**3分前**と**1分前**という2つのタイミングで定義する。具体的には以下のように表示を切り替える。

(1) **通常表示 (3分前以前)**

指定時刻の3分前までは、特に時刻を意識する必要はないため、図1aの通常表示を行う。

(2) **分の強調表示 (3分前～1分前)**

指定時刻の3分前からは、「直前」の1つ目のタイミングとみなし、残り時間が明確になるよう分を強調した図1bの表示に切り替える。

(3) **秒の強調表示 (1分前～1分後)**

指定時刻の1分前は「直前」の2つ目のタイミングとみなし、秒単位での時間認識が必要になるため、秒を強調する図1cの表示に切り替える。また、指定時刻を過ぎた後でも、時計を見た際にどれだけ時間が経過したかを伝える必要があると考えたため、1分後までは秒の強調表示を維持する。

3.2.2 没頭コンテキスト：没頭している時

没頭している時の時計の強調表示の一覧を表2に示す。この状態ではユーザーがタスクに集中しており、時間認識が困難と考えられるため以下の手法を採用する。

(1) **分の強調表示 (3分前以前)**

「直前」の3分前より前に時計を見た場合、タスクに没頭しているため時刻を適切に認識できない可能性がある。そこで、残り時間を明確にして時刻への意識を高めるため、分を強調する図1bの表示を行う。

(2) **秒数に応じた分と秒の強調表示 (3分前～1分後)**

「直前」をより詳細に考慮し、3分前から1分後までは以下のように分と秒の強調表示を切り替える。この切り替えは、分を確認したとしても、その瞬間の秒の状況によって残り時間が大きく異なるため、秒の進行も重要であるという考えに基づいている。

- (a) **00 秒～20 秒**：分が変わった直後であることを伝えるため、分を強調した図1dの表示を行う。
- (b) **21 秒～40 秒**：分と秒の両方を均等に強調し、折

り返し地点付近であることを示す図1eの表示を行う。

- (c) **41 秒～60 秒**：次の分への切り替わりが近いことを伝えるため、秒をさらに強調した図1fの表示を行う。

このように、秒数に応じて分と秒を強調して表示することで、「直前」の各タイミングで時間の進行を適切に認識できるようになり、残り時間を効率的に意識できると考えられる。特に時計への意識が薄い状況において、分が切り替わった直後や次の切り替わりが近づいているタイミングで視覚的なサポートをすることが重要だと考えた。

3.3 没頭コンテキストの認識

本研究ではタスクに没頭しているかどうかを1つの基準として表示の切り替えを行った。本節では、この没頭の本研究で採用した基準について説明する。没頭しているかどうかを判断する要因の1つとして、時間が早く感じられるというものがある。しかしこれは主観的な要素であり、それを取得することは難しい。そこで本研究では、没頭していると時間を確認することが疎かになると仮定し、時計を見る頻度によって没頭しているかを判断した。実験では、没頭を促すタスクを行ってもらった中で、時間を確認する必要のある要素を加え、実験協力者が時計を見た時間を記録していく。そのデータを元にあらかじめ定めた時間間隔の条件を満たした場合に没頭状態と判断し、時計の表示を切り替える。時計を見た時間を記録する手法として、本研究ではウィザード・オブ・オズ法を採用した。この手法は人間が手で操作を行うことでシステムが動作する手法である。この手法によって著者が実験中の実験協力者をリアルタイムで観察し、時計を見た時間を記録していった。没頭の認識システムに関しては今後の研究で実装する。

次に、時計を確認した時間の間隔がどの程度の場合に「没頭」と判断するか、その基準について説明する。実験では、時計を見ていない時間が**3分間**続いた時に没頭していると判定した。また、没頭状態が解除される基準について



図 2: 実験風景

は、時計を一度見ただけでは解除されたと判断せず、その後 1 分以内に再び時計を見た場合にのみ、没頭状態が解除されたとみなした。この基準により、没頭状態と解除のタイミングを明確に定義している。

4. 実験

本実験では、没頭している状況を作り出すために、没頭を促すタスクを用意し、実験協力者に制限時間を設けて行ってもらった。また、時間を確認する必要がある要素を加えるために、タスク時間内に取り組んでもらうこと（以下ミッションとする）を複数用意し、それぞれを指定時刻にこなしてもらった。そして時計の表示が実験協力者の行動にどのような影響を与えるかを調査する。

4.1 実験概要

実験の様子を図 2 に示す。本研究では、没頭を促すタスクとしてジグソーパズルを採用した。また、タスク中のパズルに関する会話が没頭をさらに促し、時計への意識を薄れさせると考えたため、実験では 2 人 1 組で対面に座りパズルを行ってもらった。なお、制限時間内にパズルが完成したペアはいなかった。2 人のうち一方には常に一定の表示を行う時計（通常表示群）を、もう一方には提案手法であるコンテキストに応じて表示が変化する時計（強調表示群）を使用して時間管理を行ってもらった。時計にはあらかじめ設定した時刻から始まる仮想時間を使用し、13:15:00 から始まり 15:02:00 に終了する 1 時間 47 分の実験を行った。それぞれの斜め前に配置した時計で時間管理を行うよう指示し、真横にある時計は見ないように注意を促した。実験協力者は計 20 名で通常表示群と強調表示群にそれぞれ 10 名ずつ割り当てた。

表 3: ミッションの指定時刻

時間	通常表示群	強調表示群
13:15:00	パズルスタート	
13:29:00	1 回目	
13:31:00		1 回目
13:49:00	2 回目	
13:51:00		2 回目
14:00:00	1 回目の共同ミッション	
14:09:00	3 回目	
14:11:00		3 回目
14:29:00	4 回目	
14:31:00		4 回目
14:49:00	5 回目	
14:51:00		5 回目
15:00:00	2 回目の共同ミッション	
15:02:00	パズル終了	

4.2 ミッション概要

没頭を促すタスクを行ってもらった中で、時間を確認する必要がある要素を加えるために、個人ミッションと共同ミッションの 2 種類を用意した。それぞれのミッションの時間と実験の流れを表 3 に示す。まず、個人ミッションは指定時刻に座席の右に配置されているティッシュ箱、もしくは左に配置されている電話に触れるというものである。これらに触るために立ち上がる必要はなく、視界に入らないが、手を伸ばせば届く位置に配置した（図 2）。指定時刻は、通常表示群は 13:29:00 から 20 分おき、強調表示群は 13:31:00 から 20 分おきのそれぞれ計 5 回である。また、このミッションは相手に気付かれないように行ってもらった。その理由は、相手がミッションをやっている様子を見てミッションを思い出す可能性があるからである。次に共同ミッションは指定時刻にカメラでパズルの現状の写真を撮影するというものである。なお、実験協力者には、指定時刻にシャッターを切るのではなく、指定時刻にカメラを手取るように指示をした。指定時刻は 14:00:00 と 15:00:00 である。また、タスク中にカメラが視界に入らないようにするために、机の上に積まれた本の奥に配置した。このミッションはどちらにも全く同じように説明した共通のミッションである。これらのミッションをどの程度適切な時間にこなせたか、またそれぞれの指定時刻に対して時刻を確認する頻度がどのように変化したか等を検証する。

5. 結果

5.1 個人ミッション遅延時間

5 つの個人ミッションの指定時刻と実際に取り組んだ時間がどの程度離れていたかを図 3 に示す。ミッションを行わなかった実験協力者や指定時刻よりも前にミッションを行った実験協力者の 4 件のデータを除外し、通常表示群 49 件、強調表示群 47 件のデータについて分析した。横軸

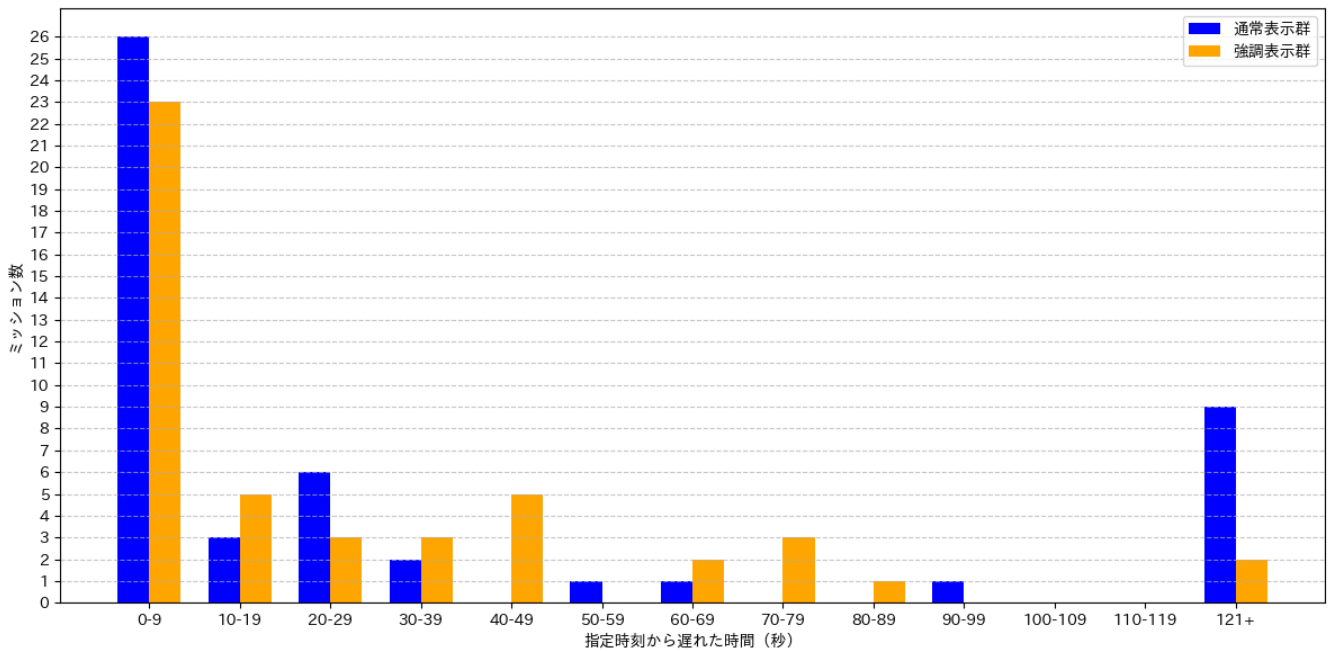


図 3: 個人ミッション遅延時間 (10 秒刻み)

は指定時刻からのどの程度遅れてミッションを行ったかを 10 秒刻みで示しており、縦軸はそれぞれの件数を示している。通常表示群では 0 秒から 9 秒以内にミッションを行った件数は 26 件であり、10 秒以上遅れてミッションを行った件数は時間経過とともに徐々に減少する傾向があることがわかる。一方、強調表示群では 0 秒から 9 秒以内にミッションを行った件数は 23 件であり、10 秒以上遅れてミッションを行った件数は通常表示群同様に減少傾向はあるものの、強調表示群の方がやや分布が多いことがわかる。この結果より、「コンテキストに応じて特定の時間情報を強調することで、時計への意識が薄い状況でも時刻の意味を理解しやすくなり、指定時刻に遅れなくなる」という仮説において提案手法による顕著な結果は得られなかった。ただし、指定時刻から 120 秒以上経過してミッションを行った件数については通常表示群が 9 件、強調表示群が 2 件と強調表示群の方が少なくなった。

5.2 共同ミッション遅延時間

実験に参加したペアは 10 組でそれぞれ 2 回の共同ミッションを行い、合計 20 回の共同ミッションについて分析した。先に気付いた人がミッションを行うよう指示しており、2 人が同時にカメラに手を伸ばしたペアはなかった。先に気が付いてミッションを行った回数は通常表示群が 9 回、強調表示群が 11 回であり、大きな差は見られなかった。また、指定時刻からミッション開始までの時間の平均は、通常表示群が 41.7 秒、強調表示群が 16.1 秒であり、強調表示群が 2 倍以上早くミッションに取りかかったことがわかる。

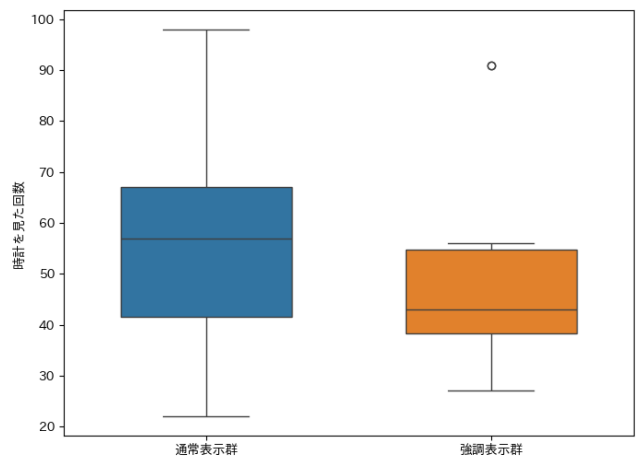


図 4: 時計を見た回数

5.3 時計を見た回数

パズルに取り組んだ 1 時間 47 分の中で実験協力者ごとの時計を見た回数についての結果を図 4 に示す。この図より、最小値は両群 20 回付近で近い値を示しているが、中央値と最大値（外れ値を除く）は通常表示群に比べて強調表示群の方が小さいことがわかる。また、通常表示群よりも強調表示群の方が四分位範囲や分散が小さいことも読み取れる。

実験後に行ったアンケートにて「どんなタイミングで時計を見ることを意識していましたか?」という自由記述の質問を行った結果、大きく以下の 3 つの意見が見られた。

- パズルに関する影響で時計を見た
- 定期的に時計を見た
- ミッション直前に時計を見た

表 4: 強調表示への印象

質問内容	人数 (人)
特に何も感じなかった	2
パズルへの集中が阻害された	1
時間を頻繁に確認するようになった	2
大きくなっている単位に目がいった	6

パズルの進捗具合によって時計を見たという回答がいくつかあった。具体的には、「パズルに飽きてきたら見ていた」「パズルに行き詰まった時に確認するようにしていた」「探しているピースが見つかり、はめた段階」といった回答があった。このことから、タスクの進捗具合の影響を受け、没頭が解除されたタイミングで時計を見ていたことがわかる。

また、実験協力者の体感で一定時間が経過したタイミングで時計を見ることを意識していたという回答があった。時計を見る間隔は人によって異なっており、5分または10分おきに時計を確認するよう意識している実験協力者が多かった。

さらに、ミッションの指定時刻に近づくと時計を見る頻度を増やしたという回答がいくつかあった。具体的には「結構時間が近ければそこから短めのスパンでチラチラ見た」「時間が近くなると何回も見ていた」といった回答があった。

5.4 アンケート結果：表示方法の変化について

実験後に行ったアンケートにて「時計の表示の変化について当てはまることを選択してください」という4択の選択質問を行った。その結果を表4に示す。「大きくなっている単位に目がいった」という回答が6人で最も多く、次いで「特に何も感じなかった」「時間を頻繁に確認するようになった」という回答が2人、そして「パズルへの集中が阻害された」という回答が1人だった。このことから、多くの実験協力者が、強調表示されていることを認識し、また強調した部分に意識が向いたことがわかる。

6. 考察

6.1 個人ミッション遅延時間

図3によると、通常表示群に比べて強調表示群の方がミッションの指定時刻に最も近い9秒以内の値が小さい。また、10秒から100秒にかけて強調表示群よりも通常表示群の方が分布が少ないことがわかる。この結果から、強調表示群に比べて通常表示群の方がミッションに遅れることが少ない可能性が考えられる。しかし、9秒以内の件数とその後の分布に大きな差はないため、両群ともにある程度件数のある30秒付近までにおいてさらに細かい分析が必要である。一方で、120秒以上遅れたケースに注目すると、強調表示群では2件だったのに対し、通常表示群では9件

であった。このことから、強調表示群により大きく指定時刻から遅れることが減少した可能性が考えられる。

次に、指定時刻直後のそれぞれの群の傾向を細かく分析するために、指定時刻から遅れた時間を3秒刻みにして、0秒から30秒までの結果を図5に示す。まず、通常表示群に関しては、指定時刻から2秒以内にミッションを行った件数が最も多く、その後緩やかに減少していることがわかる。一方、強調表示群は通常表示群同様に指定時刻から2秒以内にミッションを行った数は最も多いが、その数は通常表示群に比べて1.5倍多い。また、3秒以上の件数は通常表示群の緩やかな減少とは異なり、急激に減少し、その後は23秒付近まで非常に緩やかな減少が見られる。この結果から、ミッションの指定時刻付近において、通常表示群ではミッションを数秒遅れる人がある程度いるのに対し、強調表示群では数秒遅れることが少なく、その分指定時刻通りにミッションを行える件数が多いことがわかる。これは、強調表示によってミッション直前に時刻を確認する意識が活発になり、ミッションを指定時刻から遅れずに行えたと考えられる。

これらの結果から、強調表示による影響として、30秒以上の大きな遅れをなくす影響は見られなかったものの、指定時刻から数秒遅れることが減少する傾向があることがわかる。

6.2 共同ミッション遅延時間

通常表示群と強調表示群で指定時刻に先に気づき、ミッションを行った回数はそれぞれ9回と11回であり、大きな差は見られなかった。ここで、共同ミッションは個人ミッションとは異なり「1回目は相手が行ったので次は自分がやる」「相手が撮るからやらなくていい」といった相手の行動を受けたミッションに対する意識の変化が起こると考えられる。そこで、相手の行動による影響が少ないと考えられる1回目の共同ミッション（計10回）について分析を行ったところ、通常表示群は3回、強調表示群は7回となり、強調表示群の方が先に共同ミッションの時刻に気付く傾向が見られた。

また、1回目のミッションの直前5分間（13:55:00～14:00:00）に時計を見た回数の平均は通常表示群が2.8回、強調表示群が4.4回であった。これらの結果より、相手の行動によるミッションに対する意識への影響が少ないと考えられる1回目の共同ミッションでは、強調表示されることで時刻への意識が促されたため、強調表示群の方がミッション直前に時計を見る回数が増え、通常表示群より先にミッションの指定時刻であることに気付けたと考えられる。

次に、指定時刻からミッション開始までの時間について分析したところ、多くのペアが30秒以内、特に10秒以内に気付くことが多かったものの、通常表示群と強調表示群にそれぞれ2組ずつ30秒以上遅れて行ったペアがあっ

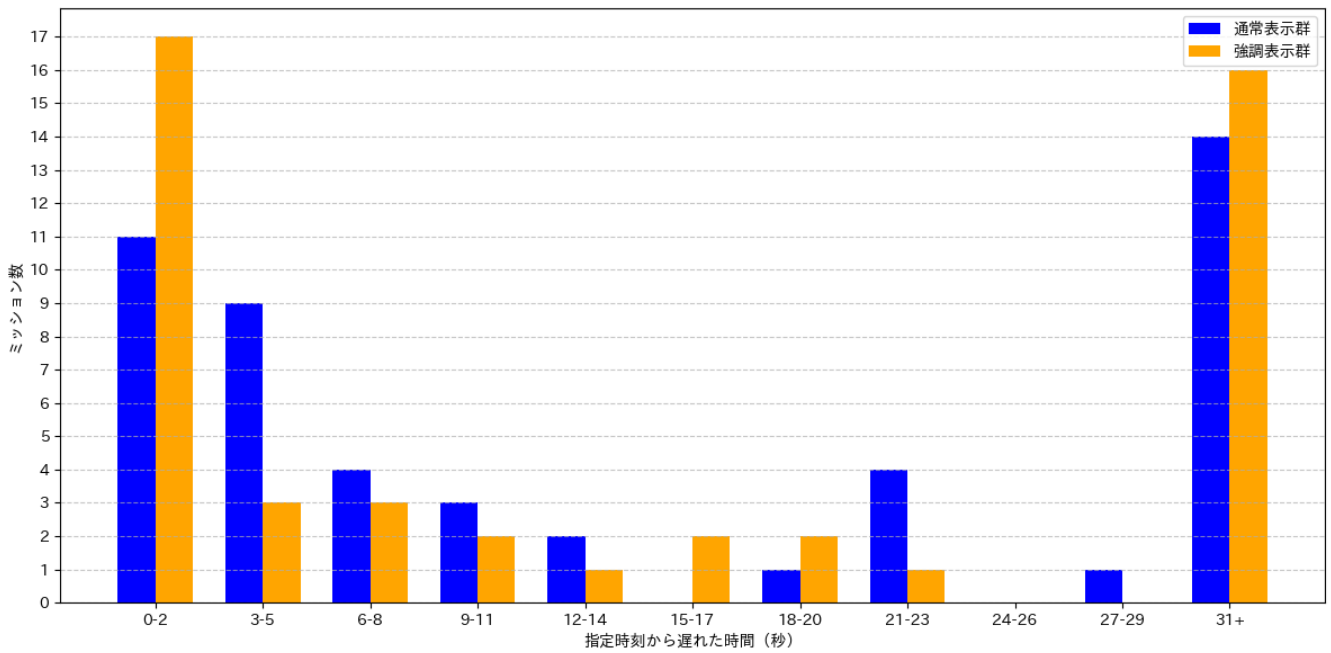


図 5: 個人ミッション遅延時間 (3 秒刻み)

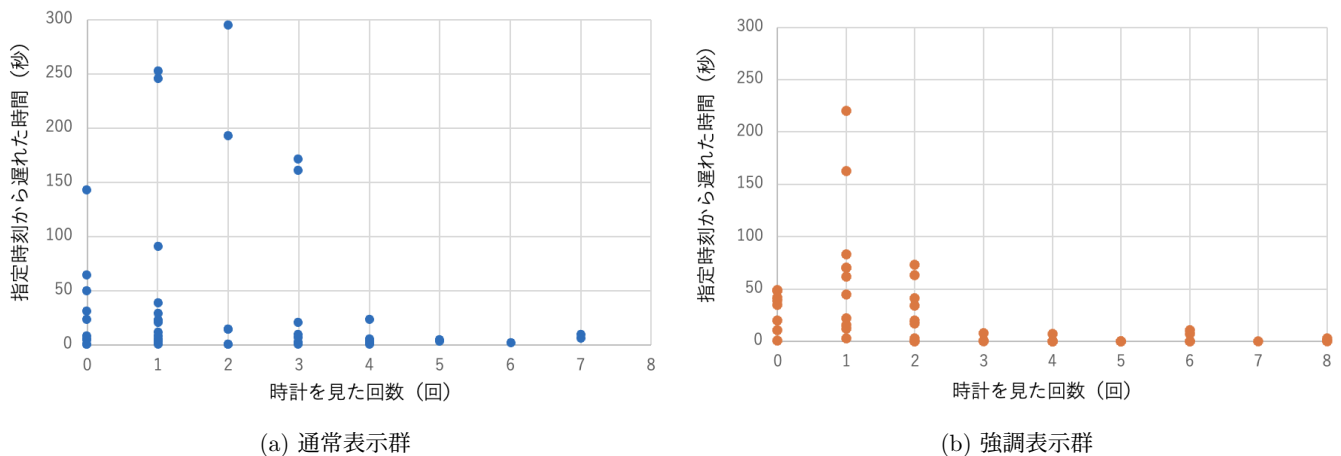


図 6: ミッション直前 3 分間における時計を見た回数と個人ミッション遅延時間の関係

た。その 4 組のうち 3 組は、片方の実験協力者が 2 回ともミッションを行っていた。このことから、これらのペアではミッションを行わなかった実験協力者がもう一方の実験協力者にミッションを行うことを頼っていた可能性が考えられる。

6.3 時計を見た回数と個人ミッション遅延時間の関係

パズルを行ってもらった中で、時計を何回見たかを示した図 4 の結果から、強調表示により時計を見る回数が減少する可能性が示唆された。

次に、時計を見る回数と個人ミッション遅延時間の関係について分析する。図 6a と図 6b には、個人ミッションの指定時刻の直前 3 分間に時計を見た回数と、その時のミッションにどれくらい遅れたかの関係を示している。縦軸はミッションの指定時刻から遅れた時間で横軸は時計を見た

回数である。外れ値としてミッションを指定時刻より前に行ったケースと、300 秒以上遅れたケースを除外し、通常表示群と強調表示群それぞれ 47 回の結果を示している。まず、時計を見た回数の分布を見てみると、最大値は通常表示群が 7 回、強調表示群が 8 回と近い値であった、時計を見た回数の平均は通常表示群が 2.1 回、強調表示群が 2.7 回であった。これらの結果から、タスク全体では強調表示の方が時計を見る回数が増える傾向があるものの、ミッション直前 3 分間に限定すると、強調表示群では通常表示群よりも時計を見る回数が増える傾向があることがわかる。また、ミッション遅延時間の平均を比べると、通常表示群は 43 秒、強調表示群は 28 秒であった。指定時刻直前 3 分間において、強調表示群は通常表示群に比べて時計を見る回数が増加する傾向があるものの、遅延時間は短いことから、この回数の増加は時刻の表面的な確認による見返しではな

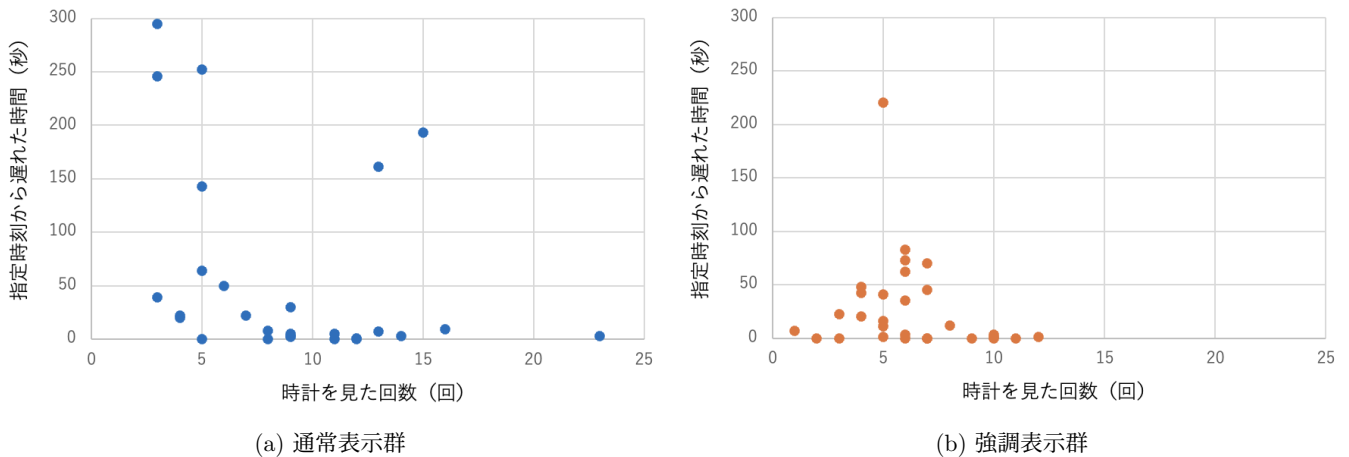


図 7: ミッションから次のミッション直前 3 分前までにおける時計を見た回数と個人ミッション遅延時間の関係

く、強調表示により指定時刻に遅れないように、意識的に時刻を確認するようになり、結果として時計を見る回数が増加したと考えられる。

次に、ミッションから次のミッションの 3 分前までの 17 分間に時計を見た回数とミッション遅延時間にどのような関係があるかを分析する。なお、個人ミッションは 20 分おきに行ったものの、共同ミッションや実験開始時刻の関係で、個人ミッション間に 20 分あるのは 2 回目のミッション前、4 回目のミッション前、5 回目のミッション前の計 3 回なので、これらの 17 分間で時計を見た回数とミッション遅延時間の関係を図 7a と図 7b に示す。まず、時計を見た回数の分布を見てみると、通常表示群は最大値が 23 回であり、15 回付近まで多く分布しているが、強調表示群では最大値が 12 回であり、6 回付近に集中していることがわかる。平均は通常表示群が 9.0 回、強調表示群が 6.2 回であった。また、ミッション遅延時間の平均値は通常表示群が 59 秒、強調表示群が 28 秒であり、グラフの分布からも、時計を見た回数が少ない場合でもミッションの遅延時間が小さいことがわかる。これらの結果より、時計を頻繁に見る必要のない時間において、強調表示によって表面的な時刻の確認が減ったことで時計の見返しが減少し、さらにそのような時計を見る回数が少ない場合でも適切に時刻を認識できているため、指定時刻の遅れが短くなる傾向があることがわかる。

6.4 アンケート結果について

時計を見るタイミングについてのアンケートに対する回答を通常表示群と強調表示群ともに 3 つに分類を行った。まず 1 つ目が「パズルに関する影響で時計を見た」という趣旨である。この回答は、パズルの飽きや行き詰まり、探していたピースが見つかったタイミングなど、時刻とは関係なく時計を見たというものである。本研究ではタスクの進行度によるコンテキストの取得や、それに応じた強調表

示はシステムとして実装していない。今後はタスクのコンテキストに応じた強調表示についても検討していく予定である。

2 つ目の回答は「定期的に時計を見た」というものである。この回答は、時刻に関わらず、実験協力者自身が定めた頻度で時計を確認するという趣旨である。この回答をした実験協力者の多くが、体感で 5 分から 15 分経過したと感じたタイミングで時計を見ていたと回答した。この回答数は通常表示群で 4 件、強調表示群で 2 件と、通常表示群の方が定期的に時間を確認している人がやや多いという結果になった。このことから、通常表示群は決まった時間で時刻を確認しているのに対し、強調表示群は時計の表示が変化することによってミッション開始時刻を把握しやすいため、定期的に時計を見るという意識が低かったと考えられる。

3 つ目の回答は「ミッション直前に時計を見た」というものである。この回答は、ミッション直前になると時計を見る頻度を増やすという趣旨であり、ミッションの時刻を意識した行動であると考えられる。この回答は通常表示群では 2 件だったのに比べて強調表示群では 5 件であった。強調表示群はミッション直前に時計を見る意識が比較的高く、その結果直前に時計を見た回数が通常表示群に比べて高い結果になったと考えられる。

2 つ目と 3 つ目の結果より、通常表示群では体感時間とあらかじめ定めた間隔に従って時計を見る傾向があるのに対し、強調表示群はミッション直前に時計を見る回数が増加するという時間コンテキストを意識したタイミングで時計を見る傾向があったことが考えられる。これは、コンテキストによる時計の強調表示が時間知覚に影響を与えた可能性を示唆している。

また、強調表示群において「時計の表示の変化について当てはまることを選択してください」という質問に対して 10 人中 6 人が大きくなっている単位に目がいったと回答し

たことから、実際に強調表示によって注目すべき部分に意識を向けることができていたことがわかる。しかし、強調表示を見ても何も感じなかったと回答した人やパズルへの集中が阻害された人、時間を頻繁に確認するようになった人もいた。このように、強調表示が一部の人には効果的に働く一方で、一部の人には副作用があることがわかる。そのため、強調度合いや強調方法についても検討する必要がある。

7. おわりに

本研究では、時計を見ているにも関わらず時間過ぎてしまうという問題を解決するために、コンテキストに応じて数字が部分的に大きく強調される時計の提案と、その有用性について検証した。実験では、没頭を促すタスクとしてパズルに取り組んでもらう中で、提案した時計を用いて時間管理を行いながら指定時刻にミッションに取り組んでもらった。その結果、ミッションを時間通り行えたかどうかに関しては通常表示群と強調表示群に大きな差はなかったものの、強調表示によって数秒遅れるケースが減少する傾向が見られた。また、見た回数、特にミッションの指定時刻まで時間がある時の回数において強調表示群が通常表示群に比べて減少することが示唆された。さらに、強調表示群では通常表示群に比べて、時計を見る回数が少ない場合でもミッションに遅れにくい傾向があることが示唆された。

今後は、日常的に起こりうる具体的な状況に焦点を当て、その場面に応じたコンテキストと適切な強調表示を提案するとともに、強調表示がユーザの行動に与える影響をより詳細に調査していく。また、センサーやアルゴリズムを活用してユーザの行動をリアルタイムで認識し、コンテキストを自動で取得して表示を切り替えるシステムの開発にも取り組む予定である。最終的には、考慮するコンテキストをさらに増やし、様々な環境やタスクに柔軟に対応でき、日常的にも使用可能な時計システムを実現することを目指していく。

謝辞 本研究を進めるにあたり、中村聡史先生から多大なご指導をいただきました。また、システムの提案や実験設計において多くの研究室のメンバーにサポートをしていただきました。皆様に心よりお礼申し上げます。

参考文献

[1] Zeff, C.: COMPARISON OF CONVENTIONAL AND DIGITAL TIME DISPLAYS, *Ergonomics*, Vol. 8, pp. 339-345 (1965).

[2] Shimosaka, M., Nishimoto, H. and Kinoshita, A.: Analysis of the Clock-Reading Ability in Patients with Cognitive Impairment: Comparison of Analog Clocks and Digital Clocks, *Journal of Alzheimer's Disease*, Vol. 87, No. 3, pp. 1151-1165 (2022).

[3] Ehret, S., Roth, S., Zimmermann, S. U., Selter, A. and

Thomaschke, R.: Feeling time in nature: The influence of directed and undirected attention on time awareness, *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 34, pp. 737-746 (2020).

[4] Nakamura, J., Csikszentmihalyi, M. et al.: The concept of flow, *Handbook of positive psychology*, Vol. 89, p. 105 (2002).

[5] Alameda, C., Sanabria, D. and Ciria, L. F.: The brain in flow: A systematic review on the neural basis of the flow state, *Cortex*, Vol. 154, pp. 348-364 (2022).

[6] Harris, D., Allen, K., Vine, S. and Wilson, M. R.: A systematic review and meta-analysis of the relationship between flow states and performance, *International Review of Sport and Exercise Psychology*, pp. 1-29 (2020).

[7] Lehockey, K. A., Winters, A. R., Nicoletta, A. J., Zurlinden, T. E. and Everhart, D. E.: The effects of emotional states and traits on time perception, *Brain informatics*, Vol. 5, pp. 1-13 (2018).

[8] Gable, P. A., Wilhelm, A. L. and Poole, B. D.: How does emotion influence time perception? A review of evidence linking emotional motivation and time processing, *Frontiers in Psychology*, Vol. 13, p. 848154 (2022).

[9] Tozer, L.: Your perception of time is skewed by what you see., *Nature* (2024).

[10] 小野史典, 堀井幸子, 渡邊克巳: 時間知覚に与える個人差の影響, 日本認知心理学会発表論文集 日本認知心理学会第8回大会, 日本認知心理学会, pp. 127-127 (2010).

[11] Crease, M.: Supporting Context Driven Change in a User Interface (2005).

[12] 伍文静: Digital clock display method and system (2015).

[13] Alipour, M., Moghaddam, M. T., Vaidhyathan, K. and Kjærgaard, M. B.: Toward Changing Users behavior with Emotion-based Adaptive Systems, *Proceedings of the 31st ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization* (2023).

[14] Fukui, Y., Nakata, T. and Kato, T.: Effect of Visual Emphasis on Important Parts of Texts, pp. 519-526 (2016).

[15] Macaya, M., Perea, M. and Perea, M.: Does Bold Emphasis Facilitate the Process of Visual-Word Recognition?, *The Spanish Journal of Psychology*, Vol. 17 (2014).

[16] Tanaka, T. and Ohnishi, N.: Painting - like Image Emphasis based on Human Vision Systems, *Computer Graphics Forum*, Vol. 16 (1997).

[17] Oelke, D., Janetzko, H., Simon, S., Neuhaus, K. and Keim, D.: Visual Boosting in Pixel - based Visualizations, *Computer Graphics Forum*, Vol. 30 (2011).

[18] Mairena, A., Gutwin, C. and Cockburn, A.: Which emphasis technique to use? Perception of emphasis techniques with varying distractors, backgrounds, and visualization types, *Information Visualization*, Vol. 21, pp. 95 - 129 (2021).

[19] Koehn, S., Morris, T. and Watt, A.: Imagery Intervention to Increase Flow State and Performance in Competition, *IEEE Transactions on Signal Processing*, Vol. 28, pp. 48-59 (2014).

[20] Csikszentmihalyi, M. and Lefevre, J.: Optimal experience in work and leisure., *Journal of personality and social psychology*, Vol. 56 5, pp. 815-22 (1989).

[21] Shernoff, D. J., Csikszentmihalyi, M., Schneider, B. and Shernoff, E. S.: Student engagement in high school

- classrooms from the perspective of flow theory., *School Psychology Quarterly*, Vol. 18, pp. 158–176 (2003).
- [22] Harris, D., Vine, S. and Wilson, M. R.: Is Flow Really Effortless? The Complex Role of Effortful Attention, *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, Vol. 6, p. 103–114 (2017).
- [23] Marty-Dugas, J. and Smilek, D.: Deep, effortless concentration: re-examining the flow concept and exploring relations with inattention, absorption, and personality, *Psychological Research*, Vol. 83, pp. 1760 – 1777 (2018).
- [24] Ehret, S., Roth, S., Zimmermann, S. U., Selter, A. and Thomaschke, R.: Feeling time in nature: The influence of directed and undirected attention on time awareness, *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 34, pp. 737–746 (2020).
- [25] Saiki, J. and Inoue, E.: RELATIONSHIP BETWEEN CONCENTRATION AND TEMPORAL DURATION ESTIMATION: IMPLICATIONS FOR FLOW EXPERIENCE, *Psychologia*, Vol. 54, pp. 208–221 (2011).



重松 龍之介

2003 年生。明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科在学。選択肢の副詞的表現が音声選択に与える影響やコンテキストに応じて強調部分が変化する時計による行動変容の研究に着手。