

# 周辺視野への視覚刺激提示が時間評価に及ぼす影響

松井 啓司<sup>1,a)</sup> 中村 聡史<sup>1</sup>

受付日 2017年6月11日, 採録日 2017年12月8日

**概要:** 人は楽しい時間が過ぎるのを早く感じたり, 退屈な時間がいつまでも終わらないと感じたりすることがある。これは時間評価を変化させる要因の1つである時間経過に対する注意によって発生する現象であるが, 2つ以上の事象に同時に集中することは容易でないため, なにか別の作業をしながら時間感覚を自分の思いどおりに変化させることは困難であるとされてきた。ここで, 人間の周辺視野には視覚情報を無意識的に処理する特性があることが明らかになっている。この周辺視野の情報処理能力を活用し, 無意識的に時間評価を変化させる要因を操作することで, 人の時間感覚の操作が可能であると考えた。そこで, PCでの作業時に周辺視野へ視覚刺激を提示することで, 人の時間感覚がどのように変化するかを調査する。その結果, 提示速度の変化量によって時間評価が変化し, 視覚刺激の提示速度が加速するほど時間を短く感じ, 減速するほど時間を長く感じる傾向が見られた。また, 実験協力者の視線情報を分析することで周辺視野への視覚刺激提示が作業を阻害していないことを明らかにした。

**キーワード:** 周辺視野, 時間評価, 映像, 視線

## Influence on Time Evaluation by Presenting Visual Stimulus in Peripheral Vision

KEIJI MATSUI<sup>1,a)</sup> SATOSHI NAKAMURA<sup>1</sup>

Received: June 11, 2017, Accepted: December 8, 2017

**Abstract:** People may feel the fun time is soon, or boring time may not end forever. This is a phenomenon caused by attention to the time lapse which is one of the factors which change the time evaluation. But it is not easy to concentrate on two or more events at the same time, so it is not easy to focus time it has been said that it is difficult to change it as you want. Now, it is clear that the peripheral visual field has the characteristic of unconsciously processing visual information. We thought that manipulation of human's sense of time is possible by manipulating factors that unconsciously change time evaluation by using the peripheral visual field. Therefore, we examined how time evaluation changes by presenting visual stimulus to the peripheral visual field when working on PC. As a result, the time evaluation changed by the change amount of the presenting visual stimulus speed, the time felt shorter as the presentation speed of the visual stimulus accelerated, and longer as the presentation speed decreased. In addition, by analyzing gaze information of experimental collaborators, it was revealed that visual stimulus presentation to the peripheral visual field did not disturb the work.

**Keywords:** peripheral vision, time evaluation, image, line of sight

### 1. はじめに

退屈な時間は日常生活の至るところに存在する。ここでいう退屈な時間とは, 電車の待ち時間や, 講習などで興味

のない動画を見なければならぬ時間などのことである。このような退屈な時間を紛らわせる方法として読書や携帯電話の操作などが考えられるが, 動画視聴など何かを見ている際にはそちらへ視線を向けなければならぬので先ほどのような方法をとることができない。そのうえ, 見なければならぬものが気分の乗らないようなものであった場合には, それに対して没頭することも困難であるため, た

<sup>1</sup> 明治大学大学院先端数理科学研究科  
Graduate School of Interdisciplinary Mathematical Sciences,  
Meiji University, Nakano, Tokyo 164-8525, Japan  
<sup>a)</sup> sinasina0907@gmail.com

だぼんやりと退屈な時間に耐えることしかできない場合が多い。そこで、このような退屈な時間を心理的に短く感じさせることでストレスや身体の負担を軽減したいと考えた。また、同様に日常生活の中には楽しい時間も存在する。趣味に没頭している時間や親しい友人と話している時間など、様々な楽しい時間が想定されるが、仮に退屈な時間が短縮したと体感することが可能であるならば、楽しいと思う時間の延長も同様に可能であると考えた。つまり、退屈な時間の短縮と楽しい時間の延長、この両方を実現することで日常生活において感じるストレスなどの軽減を試みる。

ここで体感する時間の持つ性質として、物理的に等しい時間であっても、楽しい時間をあつという間に感じたり辛い時間を長く感じたりするなど、個人によって異なる時間を知覚することが知られている [1]。このように知覚される時間の差異は、心理学の研究分野において「時間評価」や「心的時間」の問題として検討されてきた。これまでの研究では、時間評価を変化させる要因として身体の代謝、年齢、心的活性度、時間経過への注意、視覚や聴覚などの知覚様相などが知られている [2]。これらの具体的な例として、体温が高いときは体感する時間の進み方が速くなる身体の代謝要因、体感時間の長さが年齢の逆数に比例し、年齢を重ねるごとに時間の進み方が速くなる年齢要因などが知られている [3]。また、恐怖を感じる対象と同じ空間にいた場合、ふだんよりも時間の進みをより遅く感じる心的活性要因も知られている。時間経過への注意によって体感時間が変化する例としては、ある人物が経過時間中の出来事に関心がなく、何度も時計を確認するなど時間経過のことを強く意識するような行動をとった場合に、その人物にとっての体感時間が遅く感じられることが知られている。視覚情報の影響について検討した研究には、早回し再生された映像と同時に視覚刺激が提示された場合、視覚刺激の提示時間を長く感じるもの [4] や、光点などの物体が速く動いているほど時間を長く感じられるもの [5] などがある。これらの要因は、それぞれの要因がそれぞれ固有の原理に基づき、独自に時間の進み方へ影響を及ぼしているものと考えられている。

以上の点をふまえて、本稿ではまず退屈な時間を短く感じさせるようなシステムの設計を考える。ここで、これまでの研究では、それぞれの要因が時間評価にもたらす影響についての調査にとどまっており、ユーザが日常的に体感時間の操作を行えるようなシステムの提案には至っていなかった。これは、すでに明らかになっている要因が年齢や性別など、ユーザによる意図的な操作が困難なものであること、また、時間的注意や運動パターンの速度などのユーザによる意図的な操作が可能な要因は、中心視野で意識的に見ておく必要があるため、これらに意識を向けつつ日常生活を送ったり、なにか別の作業を行ったりすることが困難であることなどが原因であると考えられる。そこで、こ

の問題を解決するには、時間評価を変化させる要因を無意識的に操作する必要があると考えた。

ここで、退屈な時間を短く感じさせるため、人間の視野特性に着目する。人間の視野にはそれぞれ中心視野と周辺視野と呼ばれる部分が存在することが知られており [6], [7]、中心視野は視線を合わせた際に物体をはっきりと認識する能力を、周辺視野は物体をぼんやりとしか知覚できない代わりに全体像を瞬間的に知覚する能力を有していると考えられている。特に周辺視には、中心視よりも運動物体の認知能力に優れている、目の疲労度が少なくなるなどの利点があるとされている。この特性を利用し、周辺視野の範囲内に提示した運動パターンをユーザに無意識的に認識させることができれば、無意識的に体感時間を変化させるシステムを実装可能であると考えた。ここで、本研究における無意識的な認識とは「何かが存在していることは把握できるが、その詳細までは把握しきれない」状態を指すものとする。

そこで、周辺視野への視覚刺激提示によって時間評価がどのように変化するかを実験的に調査する。

## 2. 関連研究

### 2.1 視覚情報による時間知覚の研究

視覚情報による時間評価の変化についての研究は様々なものがある。一川 [8] は、時間に関する錯視から理解される視覚の時間的特性について、いくつかの報告をしている。この中で運動速度の効果についても述べられており、動画像の運動速度が速いほど動画像を観察している際の体感時間が長くなると解説している。小野ら [9] の研究では、エビングハウス錯視を用いて同じ形をした円を過大視させると、同じ大きさの円を同時間提示していたとしても、主観的に過大視させた円において、他と比較して長い時間提示されているような感覚を得られることを明らかにした。田山ら [10], [11], [12] は、前述した運動速度による体感時間への効果の内容に触れつつ、本来速度が遅いほど時間を短く感じるはずなのに、速度が0である静止刺激を見ている時間が低速刺激を見ている時間よりも長く感じるという問題について実験を行い、時間周波数に原因があることなどを明らかにしている。また、田山 [13] はこれまでに見出し出された時間評価に及ぼす運動速度の効果などの空間的影響を実験によって再確認し、被験者の注意を空間内の特定の地点に集中させたときに、その時間評価に及ぼす空間的影響が被験者の意識から消失、もしくは減少すると推定している。同じく田山 [14] は、充実時程錯覚という、情報量の多い感覚によって視覚的に感じた時間は、情報量の少ない感覚によって感じた時間よりも長く感じるという現象にも言及している。充実時程錯覚に着目した研究として清水ら [15] のものがある。清水らは光学 HMD の描画範囲内へ運動するオブジェクトを提示することで人の主観時間が変化することを明らかにした。Faster progress bars [16] はイ

インタフェースなどで経過時間を表すために用いられるプログレスバーにアニメーションを付与することで、ユーザの体感時間を短縮するシステムである。著者のChrisらは実際にこのシステムを用いることで11%の体感時間短縮に成功したと報告している。伴ら[17]はPC作業時にアナログ時計を提示し、その針の進行速度を操作することでユーザの作業速度が変化すること、また、実際には異なる時間作業を行っていた群においても時間の評価に有意な差がないことを明らかにした。つまり、視覚的な刺激によって体感時間が操作されることを実験から明らかにしており、これは我々の視覚刺激によって無意識的に体感時間を操作するという目的と一致している。このように視覚刺激の提示や、物体の運動速度によって時間評価が変化することはすでに明らかになっている。しかし、明確に言及されていないが、これらの研究の多くは中心視野での効果について述べたものである。本研究は視覚刺激を提示する範囲として周辺視野に着目しているという点でこれらと異なっている。

## 2.2 周辺視野の特性についての研究

周辺視野の特性についての研究も多くなされている。岡野ら[18]は低解像度マトリクスを使用し、適切なオペティカルフローを周辺視野へ提示することでスピード感を提示する手法を実現している。また中嶋ら[19]は、ディスプレイの周囲に設置したLEDアレイを用いて、視聴者の周辺視野へ動きを提示し、スピード感を増強させるシステムを提案している。評価実験によって、視聴している映像中の車の走行速度に応じてLEDの点滅パターンを制御することで被験者が感じるスピード感に影響を及ぼすことを示している。橘ら[20]はPC作業時にディスプレイの周辺視野部分へ内向きの縞模様を提示することで被験者の集中力が向上するとの実験結果を得ている。Park[21]の研究では周辺視野への適切な視覚刺激提示が人間の姿勢制御に影響を及ぼすことを実験から明らかにした。本研究はこれらの研究と同様に、周辺視野へ適切な視覚刺激提示を行うことで人間の感覚に作用することを目指すものである。

福地ら[22]はディスプレイに表示された動画コンテンツの周辺視野部分へ動的に変化する錯視図形を提示することでコンテンツにいだく印象の変化を図り、錯視の種類によって動揺や不安、楽しさなどの印象値が向上することを明らかにしている。ディスプレイ以外への情報提示によって周辺視野を刺激するものとしてはIllumiRoom[23]が知られている。これはゲームプレイ時のディスプレイ周辺の壁や床に、プロジェクタからゲームの内容に対応した映像を出力することで、臨場感や迫力を変化させている。また、Focus Plus Context Display[24]では、中心視野で高解像度の小型ディスプレイを、周辺視野で低解像度のプロジェクタから出力された映像を視聴し、それらの映像を組み合わせることで、コストを抑えつつ大型の高解像度ディ

スプレイを使用しているような感覚を得られることが報告されている。本研究はこれらと同様に周辺視野の特性を応用し、無意識的な情報処理による時間評価の変化を狙ったものである。

## 3. 提案手法

### 3.1 周辺視野における視覚情報操作手法

本研究の目的は、1章でも述べたように人の体感時間を変化させることで、退屈な時間が早く過ぎたように感じさせることである。ここで、周辺視野に提示された情報は無意識的に脳が処理を行い、意識しなくても物体の動きなどをぼんやりと知覚できることが明らかになっているため、周辺視野の特性を活かすことで無意識的に運動パターンの速度を知覚させ、体感時間を操作することを考えた。そこで、PCを用いて作業を行っているユーザの周辺視野に運動パターンを提示し、その運動速度を調節することでユーザの時間評価を変化させる手法を提案する。

また、周辺視野部分に提示する視覚刺激には、何が最も適しているかが分からない以上、様々な運動パターンが想定される。しかし、周辺視野には色彩の認知には疎い代わりに、輝度の認知能力には長けているという特性があることが明らかになっている[25]ため、色に関してはつねに特定の色を使用することはせず、背景画像と輝度の近いものを視覚刺激に採用することにした。

この手法を用いることで、ユーザはふだんどおり時間にすごしているが、周辺視野に提示された運動パターンの速度の変化を無意識的に知覚することで退屈な時間を短く感じる事が可能になると期待される。

### 3.2 プロトタイプシステム

#### 3.2.1 設計

本研究で提案している手法は、課題などに取り組んでいるときに感じる退屈な時間など、日常生活において短縮したいと思うような体感時間の操作を目的としたものである。そこで、実際に課題などに取り組む際に情報収集や書類の作成など、多くの作業において使用する機会の多いPCを作業環境として想定し、プロトタイプシステムの設計を行った。プロトタイプシステムでは図1のように、テキストエディタなど実際に作業を行うレイヤと、視覚刺激となる運動パターンを表示するレイヤを重畳して表示する。

#### 3.2.2 実装

プロトタイプシステムはProcessingを用いて実装した。本システムは、周辺視野部分に対して、視覚刺激が提示される間隔を調整することで、ユーザの体感時間が操作されることを意図するものである。

## 4. プレ実験

PC上での作業時に周辺視野に対して視覚刺激を提示す

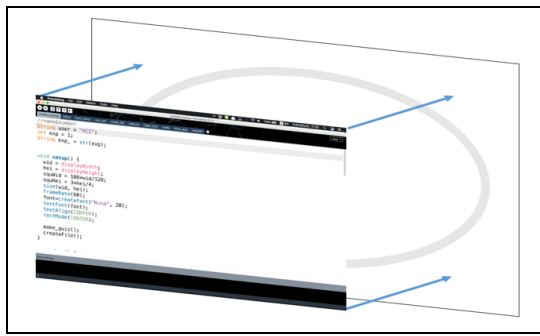


図 1 プロトタイプシステム構成図

Fig. 1 A screenshot of the prototype system.

ることで、ユーザの体感時間にどのような影響が出るのかを調査する。ここでは周辺視野への情報提示であっても、中心視野と同じ効果を得られると仮定した。つまり、周辺視野においても提示速度を速めるほど体感時間は長くなり、遅くするほど体感時間は短くなるという仮説を立てて実験の設計を行った。

実験協力者は着席した状態で実験用に改良したプロトタイプシステムを使用する。その際、PC画面の中央部分には簡単な単語を提示し、提示された単語をタイピングすることをタスクとして課した。周辺視野部分へ提示する視覚刺激には、画面中央から画面外部へ向けて広がる水の波紋のようなものを用いた。画面上に表示される波紋はつねに1本となるように設定され、表示されていたものが画面外へと完全に移動した後に画面中央から新たに生成され、再び外側へ広がっていく。運動パターンの選定は、事前調査として著者が考案した複数の運動パターンについて体感時間の変化に関する調査を行い、その中で最も高い効果が見られたものをプレ実験に採用した。システムの実行例を図2に示す。

この視覚刺激が1秒ごとに画面中央から発生し、画面外部へ消えていくような提示間隔を基準として、5つの速度条件(①速度0, ②基準の0.5倍, ③基準, ④基準の1.5倍, ⑤基準の2.0倍)を設定した。これらの1要因参加者内計画で実験を行った。この実験における速度条件の設定は著者の主観によって行った。実験協力者は20代の大学生4名であり、時計などの時間を測れるものが視認できない環境で実験を行った。実験には13インチのMacBook Proを用い、ディスプレイと実験協力者間の距離をおよそ50(cm)、中心視野を視覚直径0.26(rad)以内として視覚刺激の提示範囲などを設定した。

時間評価の方法には時間産出法を用いた[26]。これは具体的な時間の長さを実験協力者に伝え、実験協力者がその時間と主観的に等しいと思う時間を産出する方法である。プレ実験で産出する時間は1分間とした。従来の研究ではおよそ10秒前後の短い時間が実験の指標として多く使われていたのに対して、本実験で1分間という時間を産出さ

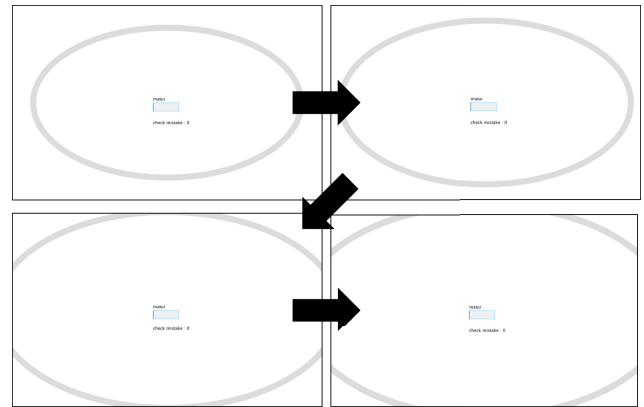


図 2 システム実行例

Fig. 2 The example of system execution.

せたのは、短い時間評価を長時間連続して行うことによる能動的かつ、集中的な遂行が実現される可能性[27]や、精神集中度が高まり、時間評価が減少する可能性[28]など意図しない要因によって時間評価に影響が出る可能性を考慮したためである。そのため、プレ実験ではタスクの直前に3秒のカウントダウンを提示し、その直後からの1分間を実験協力者に産出させた。カウントダウン直後から実験協力者はタイピングを、実験システム上では時間の計測を開始し、実験協力者が主観的に1分経過したと思った時点でスペースキーを入力することにより、実験協力者の体感時間を産出する。このとき、プロトタイプシステム上で何秒経過した時点で、スペースキーが入力されたかをテキストファイルとして保存するようにした。この試行を計30回行い、実験協力者の感じた1分の長さが視覚刺激の提示速度によってどのように変化したかを分析する。また、慣れや実験順序によってバイアスが生じることを防ぐために、提示速度はタスクを1度終えるごとにランダムに変化するものとした。

実験結果を図3と表1, 表2に示す。図3の横軸は5つの速度条件、縦軸はその速度条件のときに回答された時間評価値の全実験協力者による平均値を表している。また、表1は図3と同様の内容を示している。表2は実験協力者が1分経過したと感じて回答を終了した時間(秒)を、その直前の試行において回答を終了した時間(秒)で除算した値の平均値を、速度条件の組合せごとに分類したものである。表2は列方向が先に見た視覚刺激の提示速度、行方向が後に見た視覚刺激の提示速度を表しており、たとえば4行3列目に表記されている1.20は、0.5倍の後に1倍を提示した際の評価値を表している。また、評価値は大きいほど体感時間が短くなっていることを意味し、小さいほど体感時間が長くなっていることを意味している。

まず、各速度条件間において非等分散の2標本を対象とするt検定を行ったところ、すべての組合せにおいて有意な差は見られなかった。先行研究[5]では速度が0である

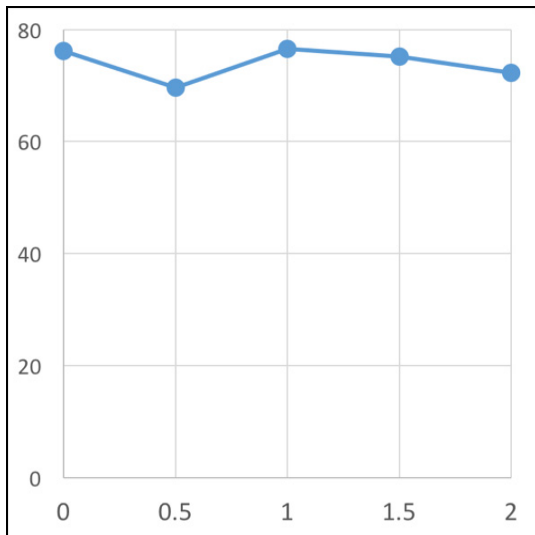


図 3 主観的 1 分間の平均値

Fig. 3 Subjective average value of one minute.

表 1 速度条件ごとに分類した主観的 1 分間の平均値

Table 1 Subjective average value of one minute classified by speed condition.

速度条件	主観的 1 分間の平均値
0.0	76.15
0.5	69.63
1.0	76.59
1.5	75.10
2.0	72.23

表 2 提示順番による時間評価値の差

Table 2 Average time evaluation of one minute classified by order to present.

後 \ 先	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0
0.0	0.83	0.93	1.03	1.02	0.99
0.5	0.99	0.93	0.95	0.98	0.89
1.0	0.94	1.20	1.05	1.13	1.01
1.5	1.08	0.99	1.07	1.02	0.98
2.0	0.87	1.11	1.06	1.05	1.13

場合を除き、物体の運動速度が遅いほど体感時間が短く、早いほど体感時間が長くなるという結果を得ていたが、図 3 にはそのような傾向はなかった。つまり、今回の実験条件では、周辺視野においては提示速度を速めるほど体感時間が長くなり、遅くするほど体感時間が短くなるという仮説は立証されなかった。しかし、表 2 を見ると提示速度 0 の視覚刺激を見た後に再び提示速度 0 で視覚刺激を見たとき

と比較して、後に見る視覚刺激の提示速度が 0.5 倍や 1 倍など、先に提示されたものよりも加速することによって体感時間が短く評価される傾向が見られた。同様に提示速度 2 倍の視覚刺激を連続して見たときと比較すると、後に見る視覚刺激の提示速度が 1.5 倍や 1 倍などに減速することで体感時間が長くなる傾向も見られた。つまり、視覚刺激の提示速度自体ではなく、提示速度が加速、もしくは減速することによる提示速度の変化量によって体感時間が変化するという可能性があると考えられる。このことから、「直前の視覚刺激との提示速度の変化量によって体感時間が変化する」という仮説を新たに立てた。具体的には、周辺視野に提示された視覚刺激において直前の提示速度よりも提示速度を速くした場合に時間を短く感じ、遅くした場合に時間を長く感じるという仮説である。そこで、この仮説の内容を検証するべく、実験内容などを整えたうえで実験を行うことにした。詳細な内容については次章で述べることにする。

なお、プレ実験では実験協力者から「主観とはいえ、指定された時間を自分で判断することが困難であった」というフィードバックを得ていた。時間産出法はフィードバックで言及されているとおり、実験協力者の主観による具体的な数値の回答を必要とする。ふだんから時間について強く意識することが少ない実験協力者にとっては、具体的な回答が困難であったと考えられる。そこで次章の実験においては時間産出法ではなく、マグニチュード推定法を用いることにした。これは基準となる刺激を事前に提示し、その後提示された刺激に対して実験協力者が基準との対比で感覚の強さを具体的な数字で申告するものである。マグニチュード推定法であれば、詳細な秒数の判定などを行う必要もなく、基準刺激との比率を主観的に判断すればよいため実験に適していると考えた。

## 5. 実験

### 5.1 実験方法

#### 5.1.1 実験目的

本研究の目的は、周辺視野への視覚刺激提示による体感時間の短縮である。特に 1 章で述べたような「退屈な時間の短縮」に重きを置いているが、田山 [5] がすでに明らかにしたように視覚刺激を受動的に見続けることで、体感時間の操作は可能である。一方、能動的になにか作業をしている際に周辺視野へ視覚刺激を提示することで、作業を行いつつ体感時間を操作するという試みはされていなかった。そこで、PC での作業時に周辺視野へ視覚刺激を提示することで、体感時間にどのような影響を及ぼすかを、この実験によって改めて検証する。加えて、視覚刺激の提示速度と体感時間の相関関係についての再確認、前章での実験結果をもとに立てられた仮説（提示速度の変化量によって体感時間が変化する）の調査を行う。なお、実験を行うにあ

たり、田山 [5] の研究を参考にして視覚刺激および実験条件の再設計を行った。具体的には視覚刺激の配色、動き方などを参考にしており、この視覚刺激の提示範囲を周辺視野に拡張したものを本実験に採用した。周辺視野へ提示した際の効果について、前章で用いたものと比較する事前調査を行った結果、再設計したものの効果が前章のものより高いと判断されたため、本章での実験においてはこちらを用いることとした。また、実験協力者の実験中の視線データを取得し、分析することで視覚刺激が正しく周辺視野に対して提示されているかどうかを確認する。

### 5.1.2 要因計画

光点の回転速度についての4つの速度条件 (① 0 rad/s, ② 0.3 rad/s, ③ 1.2 rad/s, ④ 2.4 rad/s) と、タスクの提示時間についての6つの時間条件 (① 20 秒, ② 40 秒, ③ 60 秒, ④ 90 秒, ⑤ 120 秒, ⑥ 160 秒) の2要因参加者内計画によって実験を行った。この実験における速度条件の設定は田山 [5] の研究を参考にした。

### 5.1.3 実験協力者と実験装置

実験協力者は20代の大学生20名であり、プレ実験同様、時計などの時間を測れるものが視認できない環境で実験を行った。実験装置は前章のものと同じものを用いた。また、視線検出装置には Tobii 社製のアイトラッカ Tobii EyeX を用いた。

### 5.1.4 実験手順

PC画面の中央部分に簡単な単語を提示し、提示された単語をタイピングすることをタスクとして課した。周辺部分へ提示する視覚刺激には図4のような二重になった楕円軌道上を時計回りに回転する光点を用いた。光点の位置は2つの楕円と、楕円の中心を通り順に45°の角度をなす4本の直線の交点の位置に配置した。5.1.1項で述べたとおり、これらは田山 [5] の研究を参考に作成している。

時間評価の方法は、視覚刺激同様に田山 [5] の研究を参考にして、マグニチュード推定法を用いた。今回は実験を行う前に回転速度 1.2 (rad/s)、提示時間 60 秒の視覚刺激

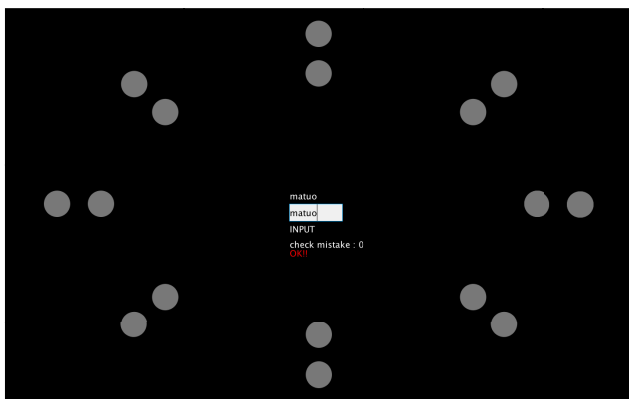


図4 実験の様子

Fig. 4 Experimental situation.

を実験協力者に提示し、これを刺激量 100 の基準刺激とした。以下に回答の具体例をあげる。たとえば回転速度 1.2 (rad/s) で視覚刺激を数秒間与えられた後に、ユーザがマグニチュード推定値 50 と回答していたとする。その場合は、そのユーザの体感時間が 30 秒であったということを示している。本実験ではタスクの直前に 3 秒のカウントダウンを提示し、その直後からタスクを開始する。このとき、光点の回転速度は 0, 0.3, 1.2, 2.4 (rad/s) のいずれか、提示時間は 20, 40, 60, 90, 120, 160 秒のいずれかであった。提示時間が終了した後に、基準刺激と比較して何倍の時間タスクを行っていたと感じたかを、マグニチュード推定値としてアンケート用紙へ記入し、キー入力を行うことで再び 3 秒のカウントダウンが始まり、次のタスクが提示される。この試行を計 30 回行い、実験協力者の時間感覚が視覚刺激の提示速度によってどのように変化したかを分析する。試行回数を 30 回とした理由は、実験があまりにも長時間に及ぶと実験協力者が疲弊し、時間評価に影響が出ると考え、1 度の試行をおよそ 2 分と仮定し、実験が 1 時間で終了するように条件の設計を行ったためである。また、慣れや実験順序によってバイアスが生じることを防ぐために、提示速度はタスクを 1 度終えるごとにランダムに変化するものとした。

## 5.2 実験結果

まずタイピングタスクへの取り組み内容について着目した。実験協力者の 1 秒あたりの平均タイプ数、試行ごとの平均ミスタイプ率を計算し、実験協力者全体の結果を平均したものとエラーバーによる標準誤差を図5に示す。縦軸が1秒あたりの平均タイプ数、1試行あたりの平均ミスタイプ率を表し、横軸がそれぞれの速度条件を表している。図5に表されている具体的な数値については表3に示す。

次に、前章で新たに立てられた仮説を検証する。20名の実験協力者から計測した計600個のデータのうち、ある

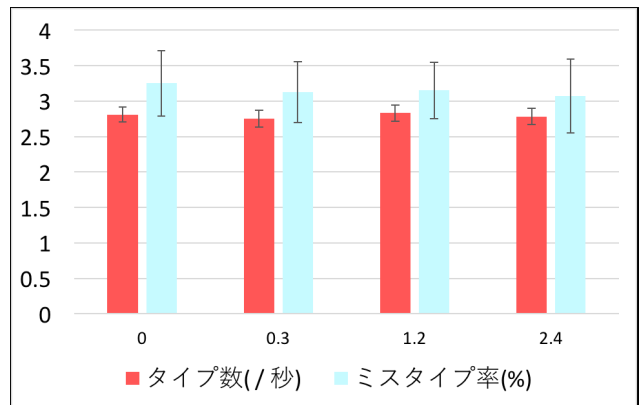


図5 速度条件ごとに分類した平均タイプ数とミスタイプ率

Fig. 5 Average number of typing and mistyping classified by speed condition.

表 3 速度条件ごとに分類した平均タイプ数とミスタイプ率

Table 3 Average number of typing and mistyping classified by order to present.

速度条件	タイプ数	ミス率
0.0	2.92	3.34
0.3	2.85	3.36
1.2	2.93	2.98
2.4	2.96	2.82

表 4 速度条件ごとに分類した時間評価値

Table 4 The time evaluation classified by speed condition.

速度条件	時間評価値
0	1.25
0.3	1.44
1.2	1.52
2.4	1.51

表 5 時間条件ごとに分類した時間評価値

Table 5 The time evaluation classified by order to present.

時間条件	時間評価値
20	1.21
40	1.13
60	1.11
90	1.20
120	1.32
160	1.40

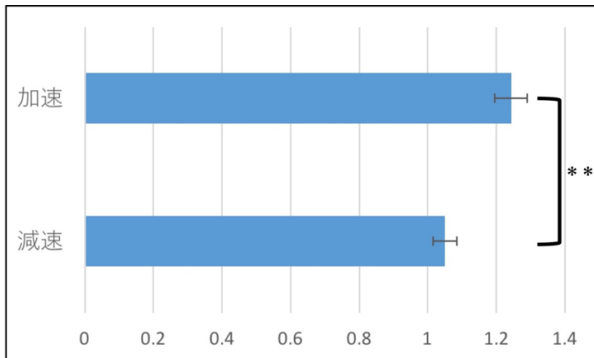


図 6 実験協力者全体の時間評価値の平均値 (\*\* :  $p < 0.01$ )

Fig. 6 Average time evaluation of all participant.

データの直前、直後に行われた試行のデータと比較して速度の変化量がどう変化しているかを考える。たとえば 1 回目の試行データの速度と 2 回目のデータの速度、2 回目のデータの速度と 3 回目のデータの速度を比較することで分析を行う。これ以降、早い順番で試行が行われたデータを前者データ、遅い順番で行われたデータを後者データと呼ぶことにする。まず、後者データにおいてタスクが提示されていた時間と、実験協力者が体感した時間を、それぞれ前者データのもので除算する。これによって、前者データと比較して後者データがどれくらい長い時間タスクを見ていたかの比率を、実時間と体感時間それぞれの場合において求めることができる。次に、実時間の比率を体感時間の比率で除算することで、時間評価値を求めることができる。この値が 1 以上であれば、実時間と比較して体感時間が短くなっていったということを意味する。この計算をすべてのデータに対して行った。そして、それぞれの速度条件にも着目し、前者データと比較して後者データの速度条件が加速しているか減速しているかで先ほどの比率の値を分類した。また、それぞれの場合における平均値も計算した。これらの計算結果を図 6 に示す。また、4 章の表 1 と同様に各条件について全被験者の平均的な時間評価値をまとめたものを表 4、表 5 に示す。

### 5.3 考察

まず図 5 より、視覚刺激の提示速度によって平均タイプ数やミスタイプ率に大きな差は生じなかったことが分か

る。この結果より、周辺視野への視覚刺激提示が PC 上での作業を阻害することはないということが分かるため、本研究の目的であった無意識的な時間評価の変化が行われていたことが示された。

次に図 6 より、視覚刺激の提示速度によらずつねに時間評価値の平均値が 1 以上であることが分かった。これにより、本実験のすべての施行において、現実の時間よりも時間を短く感じる傾向があったと考えられる。また加速と減速それぞれの時間評価値において、非等分散の 2 標本を対象にした t 検定を行ったところ有意な差が見られた ( $p < 0.01$ )。しかしこれは、先行研究 [5] で見られた、運動速度を加速させるほど体感時間が長くなるという結果とは反対のものであった。この結果より、「周辺視野への視覚刺激提示によって時間評価値が変化する場合には、中心視野へ提示したときと反対の効果をもたらす」という仮説を立てることができた。今後はこの仮説についての検証も行っていく。

また、図 6 では全実験協力者のデータを平均して用いていたが個人ごとのデータにおいても特徴が見られた。そこで図 6 で行った計算と同様に、前者と後者の速度条件を比較し、加速している場合と減速している場合で比率を計算し、加速比率を減速比率で除算したものと、各実験協力者が 30 回の試行において視線を画面中央のタスクに向けていた割合を表 6 に示す。この数値が 1 以上である場合には加速するほど時間を短く感じていることを意味し、1 以下の場合には加速するほど時間を長く感じていることを意味する。また、4 章の表 2 と同様の形式で提示順番による

表 6 時間評価値の平均値  
Table 6 Average time evaluation.

ユーザ	時間評価値	タスク 注視率(%)
A	1.01	93
B	1.00	95
C	1.17	96
D	1.05	89
E	1.36	96
F	1.10	98
G	0.78	79
H	1.05	86
I	1.41	92
J	1.80	90
K	1.19	96
L	1.01	97
M	0.72	53
N	1.42	90
O	1.28	86
P	1.12	87
Q	1.02	92
R	0.85	67
S	2.11	89
T	1.04	97

表 7 提示順番による時間評価値の差

Table 7 Difference of average time evaluation by order to present.

後 \ 先	0	0.3	1.2	2.4
0	1.07	1.14	0.91	0.99
0.3	1.19	1.15	1.05	1.11
1.2	1.29	1.28	1.00	1.09
2.4	1.23	1.36	1.01	1.07

時間評価値の差を表 7 に示す。

表 6 によると、ユーザ G・M・R 以外の 17 名が加速するほど時間を短く感じる傾向を示していた。タスク注視率も高い水準であることから、この 17 名は著者の意図したとおり、タスクに視線が固定されている状態で実験を実施していた、つまり、周辺視野に対して正しく視覚刺激が提示されていた、ということが示された。一方、ユーザ G・M・R は他のユーザと対照的に加速するほど時間を長く感じる傾向を示していた。ここでユーザ G・M・R のタスク注視率が他のユーザと比較して低いこと、また実験終了後

にユーザに対して直接聴取を行った際に、ユーザ G・M・R がブラインドタッチを苦手としていると発言していたことを考えると、ユーザ G・M・R の結果のような傾向は、視覚刺激が周辺視野ではなく中心視野へ提示されたために見られたという可能性が考えられる。その場合には提案手法を用いる際にはタスクの位置を視線に追従させる、もしくは手元を見ずにこなせるようなタスクに限定するなどの方法をとることで、より安定した効果が見られると期待される。

また、表 7 より表 2 と同様の、直前の提示速度と比較して提示速度が加速するほど体感時間が短くなる傾向が見られた。特に直前の提示速度が 0 や 0.3 である際にこの傾向が顕著に見られているため、提示速度の変化量が大きいほど体感時間の変化量も大きくなることが考えられる。

## 6. おわりに

本稿では、周辺視野へ視覚刺激の提示を行うことで、時間評価にどのような影響するかを調査した。プレ実験によって、提示される視覚刺激の速度変化量が時間評価に影響していることを明らかにし、実験によりその効果の詳細を検証した。周辺視への視覚刺激提示によって得られた効果は、中心視への視覚刺激提示によって得られる効果とは異なり、提示速度を加速させるほど体感時間を短く感じ、減速させるほど長く感じる傾向が見られた。しかし個人差も大きく見られたため、今後は実験条件などに注意しつつ調査を進める予定である。冒頭で述べていたストレスなどの生理的反応への影響や、体感時間の操作による思考処理能力への影響（素早く動く物体がゆっくり動いているように感じるか）なども調査を行う。

また、今後も日常的に体感時間を変化させるシステムの実現を目指す。今回の実験結果をもとに、PC での作業時などにより高い効果を得られるような視覚刺激パターンの考案、長時間の実験などを行い、退屈な時間の短縮・楽しい時間の延長のどちらにも対応できるような Web サービスとしての実装を行う予定である。そのためにも、再実験を行いデータの収集、および、再分析を行う。また中心視野への視覚刺激提示と組み合わせることで、時間評価の変化に特化したシステムなど、提案手法の応用可能性についても検討を行う。

今回の実験において、視覚刺激の提示速度は先行研究 [5] を参考に設定していたが、人間の知覚特性を考慮するとウェーバー・フィフナー比に従って設定することも考えられる。ウェーバー・フィフナー比を用いることで、より具体的にどの程度の刺激量でどの程度時間評価に影響が出るのかを検証することが可能であると思われるので、今後新たに実験を行う予定である。また、今回の実験設計において注意は払っていたが、実験協力者がタスクに集中していたために体感時間が短く評価されていた可能性を完全には



排除できていない。そこで JINS MEME などの人間の集中状態を定量的に判断できる機器を用いた実験も予定している。

謝辞 本研究の一部は、JST CREST, JST ACCEL (グラント番号 JPMJAC1602) の支援を受けたものである。

## 参考文献

- [1] 田山忠行：経験される時間と想起される時間の主観的印象，北海道大学文学研究科紀要，Vol.102, pp.91-105 (2000).
- [2] 一川 誠：大人の時間はなぜ短いのか，集英社新書 (2008).
- [3] ピエール・ジャネ：記憶の進化と時間概念 (1928).
- [4] 一川 誠，西村好古：動画像と音楽の再生速度が視聴覚刺激の時間知覚に及ぼす効果，基礎心理学研究，Vol.25, No.1, p.136 (2006).
- [5] 田山忠行：運動パターンを見ている時の持続時間の知覚，基礎心理学研究，Vol.25, No.2, pp.212-220 (2007).
- [6] 福田忠彦：CFE で示される中心視と周辺視の感度差，テレビジョン学会誌，Vol.32, No.3, pp.210-216 (1978).
- [7] 福田忠彦：図形知覚における中心視と周辺視の機能差，テレビジョン学会誌，Vol.32, No.6, pp.492-498 (1978).
- [8] 一川 誠：錯視からわかる視覚の時間特性，光学，Vol.39, No.2, pp.82-88 (2016).
- [9] 小野史典，河原純一郎：時間知覚に与える主観的大きさの影響：エビングハウス錯視を用いた検討，基礎心理学研究，Vol.24, No.2, p.236 (2006).
- [10] 田山忠行：運動刺激と静止刺激に対する時間評価：異なる刺激と実験方法による比較，北海道大学文学研究科紀要，pp.63-69 (2012).
- [11] 田山忠行，中村直人，相場 覚：回転運動パターンに対する持続評価，*Japanese Psychological Research*, Vol.29, No.4, pp.173-183 (1987).
- [12] 田山忠行：ランダム光点運動パターンによる速度・時間・距離の評価，信州大学教育学部紀要，信州大学教育学部紀要編集委員会 (編)，pp.81-92 (1984).
- [13] 田山忠行：集中的注意による時間評価に及ぼす空間的影響の減少，心理学研究，Vol.57, No.2, pp.95-99 (1986).
- [14] 田山忠行：時間知覚のモデルと時間評価のモデル，心理学評論，Vol.30, No.4, pp.423-451 (1987).
- [15] 清水友順，双見京介，寺田 努，塚本昌彦：ユーザの主観時間制御のためのウェアラブルデバイス向け情報提示手法，マルチメディア，分散協調とモバイルシンポジウム 2016 論文集，pp.162-169 (2016).
- [16] Chris, H., Yeo, Z. and Hudson, S.E.: Faster progress bars: Manipulating perceived duration with visual augmentations, *Proc. SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp.1545-1548, ACM (2010).
- [17] 伴 祐樹，櫻井 翔，鳴海拓史，谷川智洋，廣瀬通考：時計の表示時間速度制御による単純作業の処理速度向上手法 (特集) VR 心理学 6)，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol.21, No.1, pp.109-120 (2016).
- [18] 岡野 裕，雑賀慶彦，橋本悠希，野嶋琢也，梶本裕之：速度感増強のための周辺視野への刺激提示手法の検討，情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション，pp.145-150 (2008).
- [19] 中嶋慶輔，福地健太郎：周辺視野の動的知覚特性にもとづくスポーツ映像の速度感増強システム，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，pp.1-7 (2013).
- [20] 橋 卓見，岡部裕之，佐藤未知，福嶋政期：PC 作業時の集中力向上のための作業用壁紙，情報処理学会インタラクション 2012，pp.843-848 (2012).
- [21] Park, D.-J.: Effect of visual stimulus using central and peripheral visual field on postural control of normal subjects, *Journal of Physical Therapy Science*, Vol.28, No.6, pp.1769-1771 (2006).
- [22] 福地 翼，松井啓司，中村聡史：周辺視への錯視図形提示によるコンテンツ視聴手法の提案，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，pp.1-8 (2016).
- [23] Jones, B.R., Benko, H., Ofek, E. and Wilson, A.D.: IllumiRoom: Peripheral Projected Illusions for Interactive Experiences, *CHI2013* (2013).
- [24] Bausisch, P., Good, N. and Stewart, P.: Focus Plus Context Screens: Combining Display Technology with Visualization Techniques, *Proc. UIST '01*, pp.31-40 (2001).
- [25] 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，照明学会誌，Vol.96, No.11, pp.739-746 (2012).
- [26] 松田文子，調枝考治：現代のアウグスティヌス，心理的時間—その広くて深い謎，松田文子，調枝考治，神宮英夫，山崎勝之，平 伸二 (編)，pp.1-34，北大路書房 (1996).
- [27] 池田妙子：音楽刺激による集中性効果と時間の過小評価について，心理学研究，pp.157-162 (1992).
- [28] 松田あさみ：時間意識に関する心理的研究—精神的活動の性質と時間評価，金沢大学教育学部卒業論文 (未公開) (1998).



松井 啓司 (正会員)

1993 年生。2017 年明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科卒業。現在，同大学大学院先端数理科学研究科博士前期課程在学中。周辺視野への刺激提示によるコンテンツの印象変化や，時間評価の変化に関する研究に従事。学士 (理学)。



中村 聡史 (正会員)

1976 年生。2004 年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了。同年独立行政法人情報通信研究機構専攻研究員。2006 年京都大学大学院情報科学研究科特任助手，2009 年同特定准教授，2013 年明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科准教授，現在に至る。サーチとインタラクションや，ネタバレ防止技術，平均手書き文字等の研究活動に従事。ヒューマンインタフェース学会等の会員。博士 (工学)。