

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^{†1} 中村聡史^{†1}

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。これは時間経過に対する注意によって発生する現象であるが、時間経過に注意を払いつつ他の事象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。我々はこの周辺視野の情報処理能力を活用し、無意識的に時間経過への注意を向上させることで、人の時間感覚の操作が可能であると考えた。そこで本稿では、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。

キーワード：周辺視野、時間評価、映像

1. はじめに

退屈な時間は日常生活の至る所に存在する。ここで言う退屈な時間とは、例えば電車の待ち時間や、講習などで興味の無い動画を見なければならない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ない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、見なければならない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。そこで我々は、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。

先述のように我々が体感する時間のもつ性質として、物理的に等しい時間であっても、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、体温が高い時に体感する時間の進み方を速くし（身体の代謝要因）、体感時間の長さが年齢の逆数に比例（ジャンネーの法則）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）ことが知られている[3]。また、恐怖を感じる対象と同じ空間にいた場合、普段よりも時間をより遅く感じることも知られている（心的活性度要因）。

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、例えば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、光点などの物体が遅く動いているほど時間を短く感じられるもの[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。

以上の点を踏まえて我々は、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留まっており、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。この理由としては、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など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、作業を行ったりすることが困難である。

ここで我々は、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されている。特に周辺視は、視覚情報の処理が無意識的に行われるため、目の疲労度が少ない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。

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。

^{†1} 明治大学
Meiji University

2. 関連研究

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、速度が0である静止刺激を見ている時間が低速刺激よりも見ている時間よりも長くなる問題について調査を行い、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時に、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。この視覚における錯覚は、オッペル・クント錯視としても知られている。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、明確に言及されてはいないが、これらの研究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。

視覚以外から得られる情報によっても時間評価は変化する。松田ら[15]は個人ごとに好みの音楽のテンポがあることなどに着目し、聞いているBGMの音楽的特徴を分析することで時間評価に及ぼす影響を調査した。その結果、遅いテンポの楽曲を聞いている際には時間を短く感じ、速いテンポの楽曲を聞いている際には時間を長く感じることを明らかにしている。鹿野[16]はこのような音楽刺激、もしくは音響刺激が時間評価に及ぼす影響について着目し、その中でも音楽刺激のもつテンポと音の大きさが時間評価に及ぼす影響について調査を行い、テンポによる影響を受けやすい人と、音量による影響を受けやすい人がいることを明らかにしている。また、音楽刺激の1つであるテンポと、潜在的に個人ごとの好みが反映される精神テンポとの関連などを調査したものには松田ら[17]の研究がある。この精神テンポは個人の心拍数に比例するものとされているため、エアロバイク操作によって心拍数を変化させることで時間評価への影響の調査を行い、エアロバイク運動(30km/h)

での心拍数上昇が時間評価に強い影響を与えたと報告している。同様に武中ら[18]も、心拍数が人に与える影響を調査しており、心拍数に合わせたテンポのリズムを聴取することによって同期現象、気分誘導について、さらに被験者の精神テンポおよび音楽の嗜好との関連性についての生理的影響と心理的影響を調べている。堀田ら[19]は特に精神テンポに着目し、楽曲聴取時に被験者の心拍数に合わせて常時変化するテンポと、聴取前1分間における平均心拍数で固定されたテンポと、心拍数に全く関係ないテンポの3つを比較し、心拍数に合わせて変化するものが最も好感を持たれることを明らかにしている。また、精神テンポ聴取時にリラックス効果が見られることも明らかになっている。このリラックス効果にも時間評価を変化させる要因があるとされており、それについて一川ら[20]が検討を行っている。一川らは様々な年齢層の一般的参加者に関して、年齢、心的状態、性別が時間評価に及ぼす影響について調査を行い、3526人分のデータを収集することで加齢に伴い経過時間を過小評価する傾向があること、リラックスした状態でも経過時間を過小評価する傾向があることを明らかにした。さらに10代未満、40代から60代では女性の時間評価が男性より短くなること、10代では男性の時間評価が女性より短くなることも明らかになった。本研究では視覚情報、特に周辺視野を用いて時間評価を変化させることを目的としているが、これは周辺視野で視覚情報を無意識的に処理することで、日常生活を送りつつも体感時間を操作できるような手法の実現を目指しているものなので、上記の研究のような、視覚情報を使わずに時間評価を変化させている例は、将来的に組み合わせることにより高い効果を引き出せる可能性があるものとして興味深い。

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[21]は低解像度マトリクスを使用し、適切なオプ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[22]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。周辺視野が人間の知覚能力に及ぼす影響についての研究としては、橘らの研究[23]がある。橘らは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。我々[24, 25]は、PCでの動画視聴時に、周辺視野を刺激するようなエフェクトを提示することで、視聴している動画の印象を変化させるシステムを提案し、実際にどのような影響を与えるか調査を行った。アニメーションなどの2次元映像においてはあまり効果が見られなかったが、現実世界を撮影した映像においては没入感などが強くなる傾向が

見られた。また、システム使用時の視線ログを分析することで、周辺視野への映像提示によって映像視聴が阻害されるなどの悪影響がごく軽微なものであることを明らかにしている。この研究を応用したものとして福地ら[26]の研究がある。福地らは動画コンテンツの周辺視野へ、映像ではなく動的に変化する錯視図形を提示することで印象の変化を図り、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[27]が知られており、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[28]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印象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体感させることである。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、意識せずとも物体の動きなどをぼんやりと知覚することができることが明らかになっていたため、我々は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。そこで我々は、PC を用いて作業を行な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。提案手法のイメージを図 1 に示す。



図 1 提案手法イメージ図

また、周辺視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[29]ため、色に関しては常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、ユーザは普段通りに時間を過ごしているが、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ことが可能になると期待される。

3.2 プロトタイプシステムの実装

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時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 2 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。

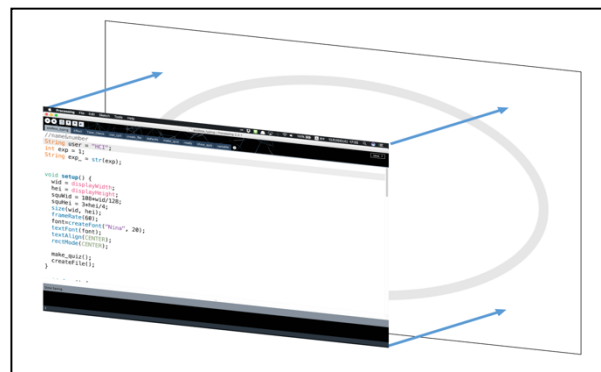


図 2 プロトタイプシステム構成図

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. 予備実験

4.1 実験目的

PC 上での作業時に周辺視野に対して視覚刺激を提示することで、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。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。

まず、簡単な文字列のタイピングをタスクとして課し、それを行っている際のユーザの体感時間を計測する。収集した体感時間のデータと、タスクを行っていた時の視覚刺

刺激提示速度から分析することによって、提案手法の効果を調査する。

4.2 実験手順

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、定期的に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常に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、事前調査として複数個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予備実験に採用した。システムの実行例を図3に示す。

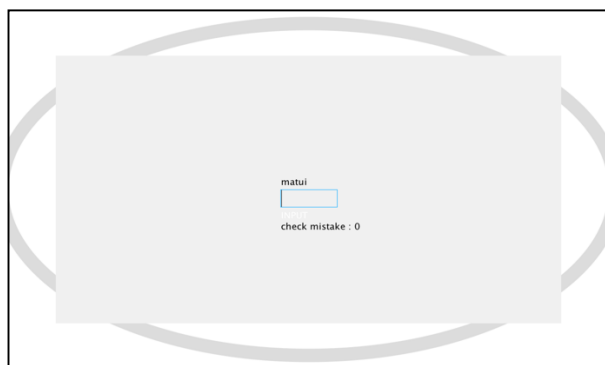


図3 実行例

実験協力者は20代の大学生4名であり、時計などの時間計測できるものが視認できない環境で実験を実施した。実験協力者の目とディスプレイの距離はおおよそ50cm、中心視野を視覚直径0.26rad以内と仮定して視覚刺激の提示範囲などを設定した。視覚刺激を1分間に60回提示するような提示速度を基準とした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1要因参加者内計画で実験を行った。

時間評価の方法は時間産出法を用いた[30]。これは秒や分などの具体的な時間の長さを実験協力者に伝え、実験協力者は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。予備実験で産出する時間は1分間とした。従来の研究ではおおよそ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せたのは、短い時間評価を長時間連続で行うことによる能動的かつ、集中的な遂行の実現[31]や、精神集中度が高まり、時間評価が過小評価を示す可能性[32]があることを考慮したためである。そのため、予備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。この時、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。

4.3 実験結果

実験結果を図4と表1に示す。図4の横軸は5つの速度条件、縦軸はその速度条件の時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。表1は実験協力者のタスクの施行回数、1分が経過したと感じてそれぞれ回答を終了した時間、直前の施行との時間差分、その際の刺激提示速度を表にまとめたものである。本稿では効果が顕著に見られた一部を抜粋してある。

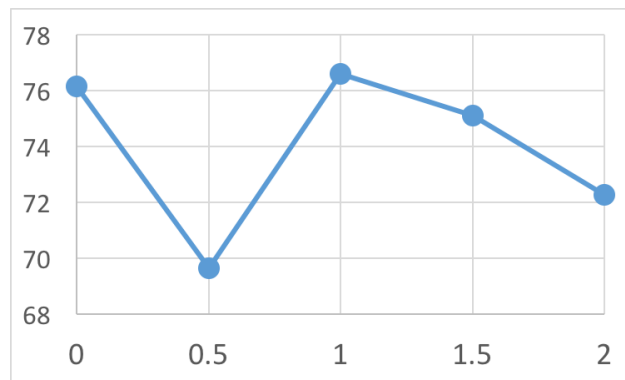


図4 実験結果

表1 実験結果 (抜粋)

表1-1

回数	終了時間(秒)	差分(秒)	提示速度
2	76	×	③基準
3	96	+20	①速度0
4	82	-14	②0.5倍

表1-2

回数	終了時間(秒)	差分(秒)	提示速度
14	59	×	③基準
15	90	+31	②0.5倍
16	53	-37	④1.5倍
17	76	+23	②0.5倍

表 1-3

回数	終了時間(秒)	差分(秒)	提示速度
27	96	×	⑤2.0 倍
28	127	+31	①速度 0
29	52	-75	②0.5 倍

4.4 考察

先行研究では速度が 0 である場合を除き、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 4 にはそのような傾向はなく、視覚刺激の提示速度とタスクの終了時間の間に相関はほとんど見られなかった。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は立証されなかった。しかし、表 1-1 を例として見ると、2 回目の施行では基準速度で提示されていた視覚刺激の提示速度が、3 回目の施行において減速し、速度が 0 になることで、体感する 1 分の長さを 20 秒も長く感じるようになった。さらに 4 回目の施行では提示速度が少しだけ加速し、基準の 0.5 倍の速度で提示された。この場合には体感する 1 分の長さが 14 秒短くなった。

このように、試行を 1 度行うことで慣れていった提示速度が、その次の試行において減速した場合には体感時間がそれに合わせて長く感じられ、加速した場合には体感時間が短く感じられるという傾向が見られた。このような提示速度の変化と終了時間の差分との間に相関が生まれるデータを、表 1-2 や表 1-3 から同様に得ることができた。このことから我々は、「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。そこで仮説の内容を検証するべく、実験内容などを改めた上で再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、予備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通り、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。普段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良いため実験に適していると考えた。

5. マグニチュード推定による実験

5.1 実験目的

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、田山[3]の研究を参考に視覚刺激の再設計を行った。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、こちら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。

5.2 実験手順

プロトタイプシステムの使用環境については予備実験と同様のものとして、こちらでも 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。周辺部分へ提示する視覚刺激には図 5 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。前節で述べた通り、これらは田山[3]の研究を参考に作成している。

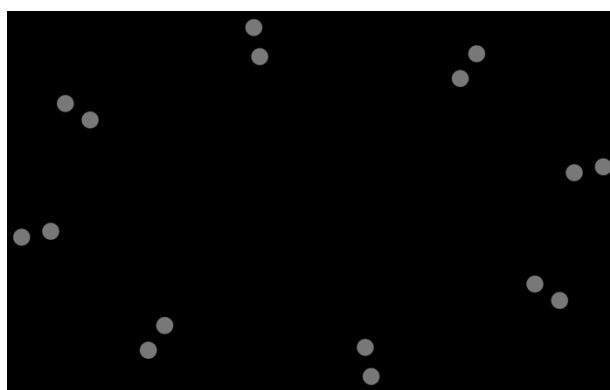


図 5 視覚刺激

実験協力者は 20 代の大学生 10 名であり、予備実験同様、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。光点の回転速度についての 4 つの速度条件（①0rad/s、②0.3rad/s、③1.2rad/s、④2.4rad/s）と、タスクの提示時間についての 6 つの時間条件（①20 秒、②40 秒、③60 秒、④90 秒、⑤120 秒、⑥160 秒）の 2 要因参加者内計画によって実験を行った。

時間評価の方法は、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 1.2rad/s、提示時間 60 秒の視覚刺激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。回答の具体例としては、回転速度 1.2rad/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意味している。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。この時、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なっていたと感じたかを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。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。

5.3 実験結果

実験結果を図 6 に示す。図 6 は時間条件ごとに集計された 6 本の折れ線グラフによって構成されている。最下部のグラフを例とすると、このグラフは時間条件 20 秒のデータのみに着目しており、横軸は 4 つの速度条件、縦軸はその速度条件の時に回答されたマグニチュード推定値の平均値を表している。例えば、回転速度 0rad/s で提示時間が 20 秒であった時、図 6 の左下部分がこれに該当する。このマグニチュード推定値が約 33 であるため、体感時間は 20 秒であったということがこのグラフから分かる。これを見ていくと、時間条件が 20 秒や 40 秒のものなど、比較的短い時間についてはほぼ正確に評価されていることが分かる。しかしそれ以上長い時間評価については、ほとんどが時間を短く評価する傾向が見られる。例えば時間条件 60 秒では平均して 50 秒ほどであると評価され、時間条件 160 秒では平均して 110 秒ほどであると評価されていた。

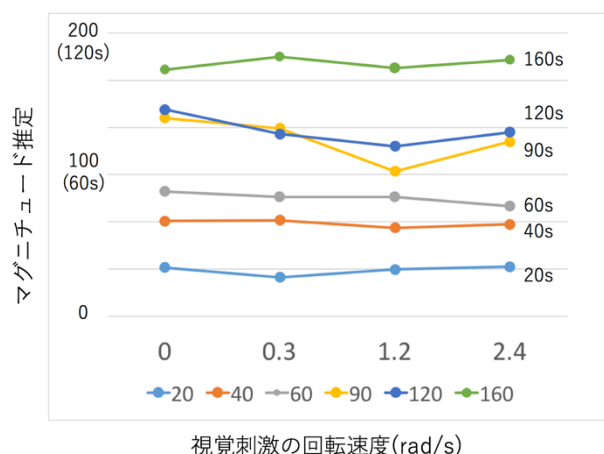


図 6 実験結果

次に、前章で新たに立てられた仮説を検証する。10 人の実験協力者から計測した計 300 個のデータのうち、あるデータの直前、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。例えば 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、遅い順番で行われたデータを後者とする。まず、後者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、それぞれ前者のもので除算する。これによって、前者と比較して後者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。この評価値が 1 以上となるか、1 となるか、1 以下となるか分類を行った。ここで値が 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たことを意味する。この計算を全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、前者と比較して後者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表 2 に示す。

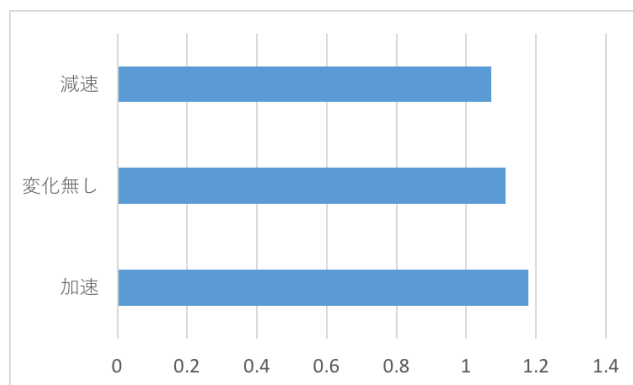


図 7

速度条件の変化量ごとに分類した時間評価値の平均値

5.4 考察

図 6 より、4 つの速度条件と 6 つの時間条件のいずれの組み合わせにおいても、それらの間に相関は見られなかった。これは、前章の実験結果からも明らかになっていたことであり、その結果を再確認するような形となった。しかし、田山[3]の研究にあった中心視野への運動パターン提示による体感時間の変化とは異なる結果であったため、中心視野と周辺視野の機能差によって発生したものであると考えられる。

一方、時間評価値は視覚刺激の提示速度によらず平均して減少する傾向が見られた。退屈な作業時の体感時間短縮は本研究の目的であったが、この効果のすべてがシステムによるものであるとは言い難い。というのも、図 6 を見ると多くの時間条件で速度 0rad/s においても評価値が減少していることが分かる、つまり、システムを用いず、周辺視野に視覚刺激を提示していない状態であっても、実験協力者

の体感時間が短縮していたことを、図6は示しているのである。このことから、評価値の減少はシステムによるものだけではなく、タイピングタスクを行なっている間にユーザの精神集中度が高まり、それによって体感時間の短縮が発生したものと考えられる。

次に表2より、視覚刺激の提示速度によらず常に時間評価値の平均値が1以上、つまり現実の時間よりも体感時間が短いと評価される傾向が見られた。これは図6においても述べた通り、タイピングタスクを行なっている間にユーザの精神集中度が高まったためであると考えられる。しかし、速度が変化しなかった場合と比較すると、後者において加速した場合は体感時間がより短くなり、その一方で減速した場合には体感時間が若干長くなる傾向が見られた。これは先行研究で見られた、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。

また、図7では全実験協力者のデータを平均して用いたが個人ごとのデータにおいても特徴が見られた。速度条件の変化量ごとに分類した時間評価値の平均値を、個人ごとに分類したものを表2に示す。

表2

速度条件の変化量ごとに分類した時間評価値の平均値

速度	加速	変化無し	減速
A	1.15	0.93	1.15
B	1.64	1.08	1.05
C	1.08	1.04	1.04
D	1.56	0.94	0.91
E	0.96	1.14	1.30
F	0.99	2.47	1.09
G	1.22	0.98	0.92
H	0.90	0.94	1.20
I	1.03	1.04	1.01
J	1.15	0.83	1.17

これを見ると、ユーザB・D・Gは加速するほど体感時間が長くなる傾向が強く出ており、その一方でユーザE・Hにおいては加速するほど体感時間を短く評価するという特徴が見られる。このように個人によって提案手法の効果の出方が異なっていた。この差は、ユーザがタスク実施時に視線をどこに向けていたかによって発生しているものと考えられる。ユーザEやHのように加速するほど体感時間を短く評価する、中心視野における効果と似た傾向が見られたユーザはタイピングタスクではなく、周辺視野へ提示された視覚刺激に視線を向けていたためにこのような傾向が発生したと考えた。そこで、今後は実験実施時に視線検出装置を用いて、視覚刺激が実験協力者の周辺視野へ正しく提示されているかを検証しながら実験を行う必要があると思

われる。

6. おわりに

本稿では、周辺視へ定期的に視覚刺激の提示を行うことで、体感時間を操作する手法を提案し、実験によりその効果を検証した。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。しかし個人差が大きく見られたため、今後も実験条件などに注意しつつ調査を進める予定である。

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での作業時や動画視聴時に効果を得られるような視覚刺激パターンの考案、より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、提案手法をウェアラブルデバイスでも実装することで、より日常的な体感時間操作システムの実装を予定している。

謝辞

本研究の一部はJST ACCEL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 102, 2000, pp.91-105.
- [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覚刺激の時間知覚に及ぼす効果. 基礎心理学研究 25(1), 2006, pp.136.
- [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 25(2), 2007, pp.212-220.
- [6] 福田 忠彦. CFF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 32(3), 1978, pp.210-216.
- [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 32(6), 1978, pp.492-498.
- [8] 一川 誠. 錯視からわかる視覚の時間特性. 光学 39(2), 2010, pp.82-88.
- [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 24(2), 2006, pp.236.
- [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家紀要, 2012, pp.63-69.
- [11] 田山 忠行, 中村 直人, 相場 寛. Estimated duration for rotating-spot-pattern, Japanese Psychological Research 29(4), 1987, pp.173-183.
- [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, 1984, pp.81-92.
- [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 57(2), 1986, pp.95-99.
- [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 30(4), 1987, pp.423-451.

- [15]松田 憲, 一川 誠, 矢倉 由香里. BGM の音楽的特徴が聴覚的時間評価に及ぼす影響. 日本感性工学会論文誌 12(4), 2013, pp.493-498.
- [16]鹿野 輝三. 時間評価に対する音楽刺激の影響. 金城学院大学論集. 人間科学編 20, 1995, pp.79-94.
- [17]松田 憲, 一川 誠, 橘 佳奈. 心拍数が音楽聴取時の時間感覚に与える影響. 日本感性工学会論文誌 14(1), 2015, pp.212-222.
- [18]武中 美佳子, 岡井 沙智子, 小原 依子, 井上 健. 心拍を基準としたテンポのリズム聴取による生理反応に関する研究. 臨床教育心理学研究 31(1), 2005, pp.43-55.
- [19]堀田 晴子, 澤村 貫太, 井上 健. 被験者の心拍数に応じたテンポによる音楽聴取時の心拍変動について. 臨床教育心理学研究 33(1), 2007, pp.1-8.
- [20]一川 誠, 田中 陽明, 瀬藤 廣嗣. 一般的参加者における主観的時間評価に影響を及ぼす諸要因の検討. 基礎心理学 24(2), 2005, pp.236.
- [21]岡野 裕, 雑賀 慶彦, 橋本 悠希, 野嶋 琢也, 梶本 裕之. 速度感覚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, 2008, pp.145-150.
- [22]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, 2013, pp.1-7.
- [23]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.
- [24]松井 啓司, 中村 聡史. 周辺視へのエフェクト提示による動画の印象変化に関する調査. 情報処理学会第 78 回全国大会論文集, 2016.
- [25]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. EC2015 論文集, 2015, pp.543-550.
- [26]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, 2016, pp.1-8.
- [27]Reserch, M. : IllumiRoom : Peripheral Projected Illusions for Interactive Experiences, <http://research.microsoft.com/en-us/projects/illumiroom/>, 2013.
- [28]Bausisch, P., Good, N. and Steward, P. : Focus Plus Context Screens:Combining Display Technology with Visualization Techniques, Proceedings of UIST '01, pp.31-40, 2001.
- [29]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. 2012, 照明学会誌 96(11), pp.739-746.
- [30]松田 文子, 調枝 考治 : 現代のアウグスティヌス. 松田 文子・調枝 考治・神宮 英夫・山崎 勝之・平 伸二 (編). 心理的時間 –その広くて深い謎-. 北大路書房, 1996, pp.1-34.
- [31]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, 1992, pp.157-162.
- [32]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.