

令和7（2025）年度
理学部 卒業論文

視覚情報量によって変化する体感時間のずれ

分野名 物質科学
学籍番号 212016
氏名 市川凜
指導教員 ミケレット・ルヅェロ

令和8年1月27日 提出

目次

第一章 序章

- 1.1 研究背景 3
- 1.2 研究目的 3

第二章 先行研究

- 2.1 メンタル・クロック・モデルの理論的定義 5
- 2.2 注意負荷と時間評価のメカニズム 5
- 2.3 先行実験による検証結果 5
- 2.4 本研究における位置づけ 6

第三章 実験概要

- 3.1 使用映像 7
- 3.2 動画エントロピー 9
- 3.3 実験環境 11
- 3.4 ストップウォッチ 12

第四章 実験結果

- 4.1 平均時間と平均誤差 13
- 4.2 エントロピー指標と主観時間 14

第五章 考察

- 5.1 平均時間と平均誤差 17
- 5.2 エントロピー 17

第六章 まとめ 20

第七章 謝辞 21

第八章 参考文献 22

第1章 序論

1.1 研究背景

時間は人間にとって最も重要な情報のひとつである。その第一の理由は、人間が環境に適応し、効率的な行動を選択するための不可欠な指標だからである。例えば、移動速度の判断や対人コミュニケーションにおける反応のタイミングなど、我々の合目的な振る舞いはすべて、脳内での精緻な時間処理を前提として成り立っている。第二に、時間は個人の主観的な経験の質 (Quality of Experience) を規定する要素でもある。物理的な時間は時計によって等間隔に刻まれるが、人間が知覚する時間は外部刺激や心理状態によって伸縮する。この「時間のずれ」を理解することは、人間がどのように世界を認識し、その瞬間の充実度を評価しているかを解明することに繋がる。

特に現代社会では、五感情報の約 87% を占める視覚情報を通じて膨大な「動画コンテンツ」を消費しており、そこから得られる時間情報の正確性や変容を調査することは、認知科学のみならず、情報デザインの観点からも極めて重要である。

我々のあらゆる社会活動や心理的経験は時間という基盤の上に成り立っているが、時計によって計測される物理的な時間と、人間が内的に知覚する主観的な時間は、必ずしも一致しない。楽しい時間が瞬く間に過ぎ去る一方で、苦痛や退屈を伴う時間が長く感じられるという現象は、誰もが経験する普遍的な心理現象である。

人間の五感情報を知覚する割合は視覚 87%、聴覚 7%、触覚 3%、嗅覚 2%、味覚 1% となっており、視覚情報が 8 割以上を占めている。先行研究によれば、Wittmann (2013) は、提示される刺激が多く、脳が処理すべき情報量が増大する状況において、時間は実時間よりも長く知覚される傾向にあることを指摘した。また、Droit-Volet & Meck (2007) は、視覚刺激の速さや動きそのものが時間知覚のメカニズムに影響を及ぼすことを報告している。このことから五感から生み出される時間認識に視覚が大きく影響していると考え、視覚情報による時間認識の研究を行った。

「時間」というのは様々な範囲がある。時間知覚の研究において、数秒から数十秒の範囲は、注意や記憶といった認知機能が直接的に関与する領域である。そのため、本研究では 10 秒間という一定の提示時間を設け、視覚情報量の違いがもたらす『体感時間の伸び縮み』を定量的に評価することとした。

1.2 研究目的

本研究の目的は、視聴する動画の視覚的特性が人間の時間評価に与える影響を、実証的な実験を通じて明らかにすることである。具体的には、先行研究で指摘されている「情報の多さ」や「動きの速さ」といった主観的な要因を、各フレームの画素値分布に基づく「シャノ

ンエントロピー」という客観的な数値指標に置き換え、映像の質的・量的違いが体感時間の「ずれ」を生じさせるメカニズムを検討する。

実験では、10秒間の自然風景動画を刺激として用い、再生速度の変化（slow, usually, fast）や視覚情報の欠如（black）といった条件が、被験者の時間推測にどのような差をもたらすかを検証する。単なる速度の速い・遅いという区別だけでなく、映像内の情報密度（エントロピーの平均）や情報の揺らぎ（時間的变化）という観点から分析を行うことで、時間知覚に寄与する主要な要因を特定することを目指す。

本研究により得られる知見は、日常生活における時間知覚の仕組みを解明するだけでなく、ユーザーにとって「長く感じる映像」や「短く感じる体験」を意図的に創出する映像制作、およびVR空間における視覚情報デザインへの応用可能性を示唆するものである。

第2章 先行研究

2.1 メンタル・クロック・モデルの理論的定義

本研究の基盤となる時間知覚の理論として、メンタル・クロック・モデル(Mental Clock Model)を挙げる。このモデルは、人間の主観的な時間評価が、外部の客観的な時間(時計の時間)を直接反映するのではなく、内的な「精神的時計(Mental Clock)」と「注意資源」の相互作用によって決定されると定義している。

2.2 注意負荷と時間評価のメカニズム

本モデルの核心は、個人の注意状態が内的時計の「進み(ティック)」を変化させるという点にある。具体的なメカニズムは以下の通りである。

- 注意の集中と過小評価： 遂行中の課題が複雑である、あるいは強い興味を惹かれる対象である場合、認知的な「注意負荷(Attentional Load)」が増大する。この状態では、注意資源が外部刺激の処理に割り振られるため、内的時計の進みは相対的に遅延(減速)する。結果として、一定速度で進む客観的時間との比較において、時間は「短く」知覚される(時間の過小評価)。
- 注意の低減と過大評価： 一方で、待機状態や単調な作業のように注意負荷が低い状況では、内的時計は加速する。このとき、客観的時間は内的時計に対して相対的に「長く」知覚される(時間の過大評価)。

2.3 先行実験による検証結果

このモデルの妥当性は、刺激の情報密度を用いた実証実験によって示されている。

表 2-1：実験内容と結果

刺激の種類	実験の内容	結果(時間知覚)
聴覚刺激	音楽(バッハの変奏曲)の密度を3段階に操作して提示	高密度(複雑)な曲ほど短く知覚され、低密度の曲は長く知覚された。
視覚	画像解析で定義された「複雑な	複雑で情報の多い画像ほど、実際の提

刺激の種類	実験の内容	結果（時間知覚）
刺激	「絵画」と「単純な絵画」を提示	示時間（60 秒）よりも短く評価された。

これらの研究結果から、刺激の情報量や構造的複雑性が増加することで、注意資源の配分が変化し、主観的時間評価に影響を与えることが一貫して報告されている。

2.4 本研究における位置づけ

以上の先行研究から、外的刺激の情報量や複雑性が主観的時間評価に影響を与えることは、メンタルクロックモデルの枠組みの中で理論的・実験的に支持されている。さらに、環境の視覚的特性が主観的な時間評価に影響を与えることが報告されている（諸葛・智勝，2007）。また、視覚刺激に含まれる情報構造と知覚との関係についても検討がなされている（Cardaci, 2007）。一方で、視覚刺激に含まれる情報量を定量的指標として明示的に扱い、主観的時間評価との関係を検討した研究は限定的である。

特に、刺激の「複雑さ」や「変化量」は多くの場合、定性的または条件操作として扱われており、情報理論に基づく指標によって統一的に評価されていないという課題が残されている。

そこで本研究では、視覚刺激に含まれる情報量をシャノンエントロピーを用いて定量化し、その平均値および時間的変化量が主観的時間評価に与える影響を検討することを目的とする。

第3章 実験概要

3.1 使用映像

提示する映像には、[川や雲の流れ、動物の移動]を撮影した自然風景の動画を用いた。特定の意味を持つ対象（人物や文字など）が含まれることによる認知的な偏りを避けるため、一貫して[客観的な自然風景]を選択した。

映像刺激として、速度及び情報の有無に基づいた以下の5つの条件を設定した。

表 3-1：使用した映像の条件について

1	usually 条件	自然の動きとして通常の速さで動いているもの
2	slow 条件	Usually 条件に比べて動きが遅いもの
3	fast 条件	Usually 条件に比べて動きが速いもの
4	black 条件	映像がない真っ黒の画面
5	noise 条件	砂嵐のように画面が動くもの

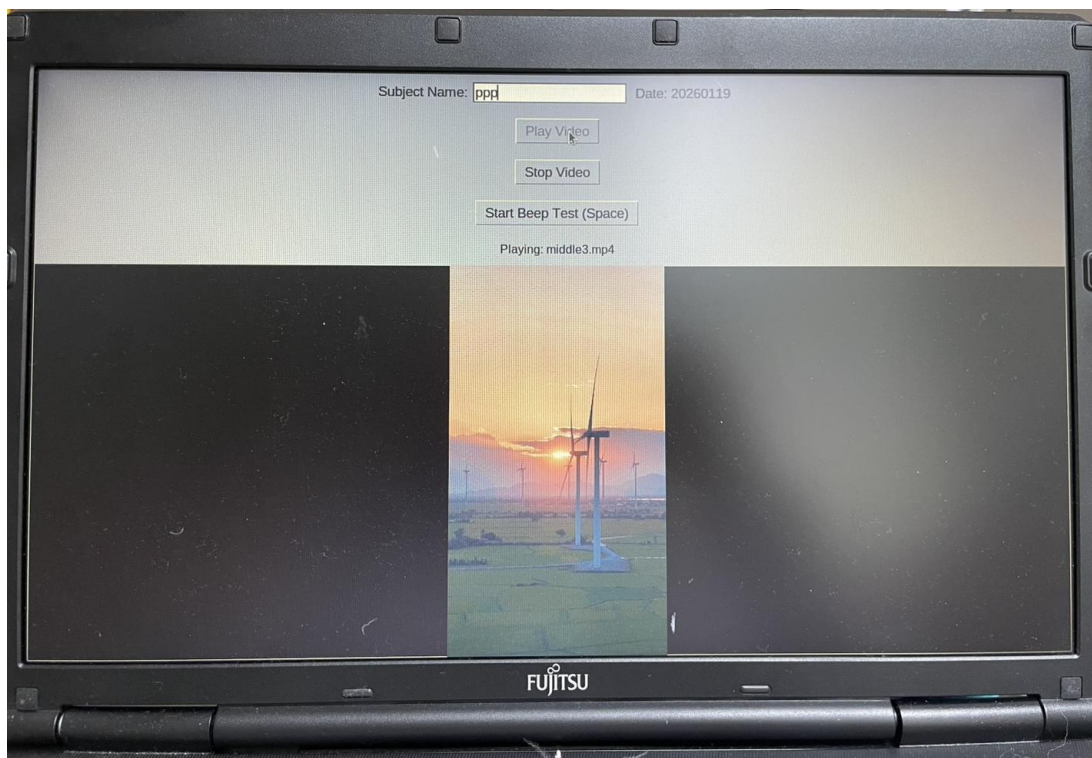


図 3-1：実験に使用した画面(ストップウォッチと映像、middle3)

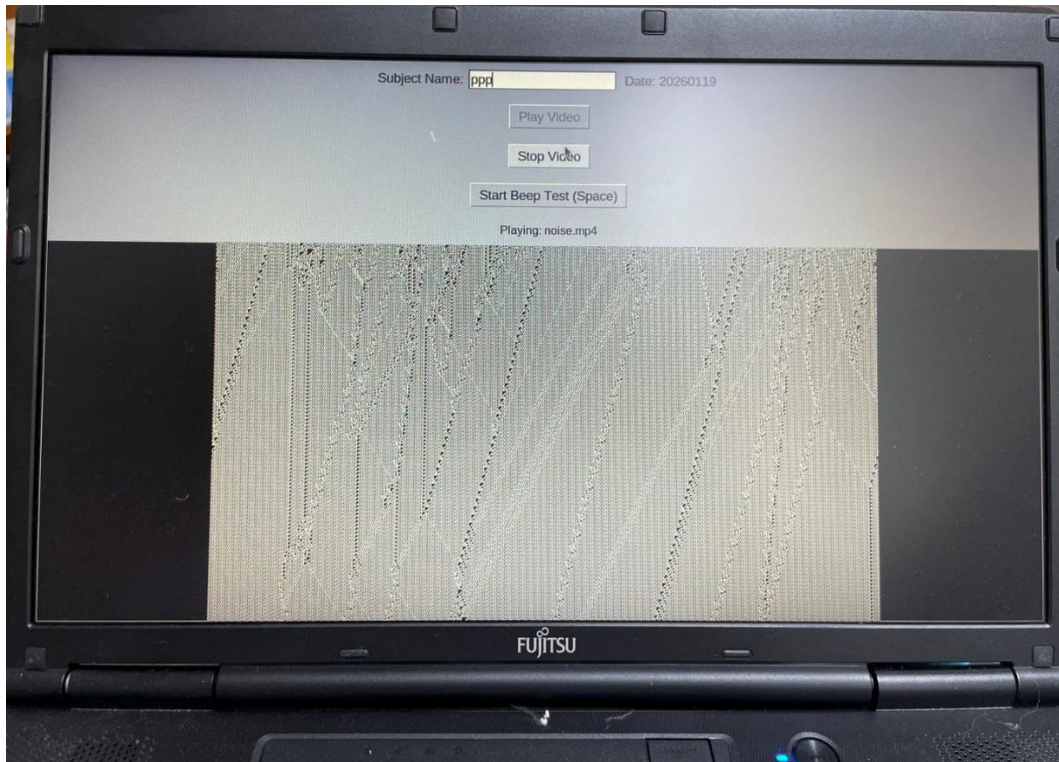


図 3-2 : 実験に使用した画面(ストップウォッチと映像、noise)

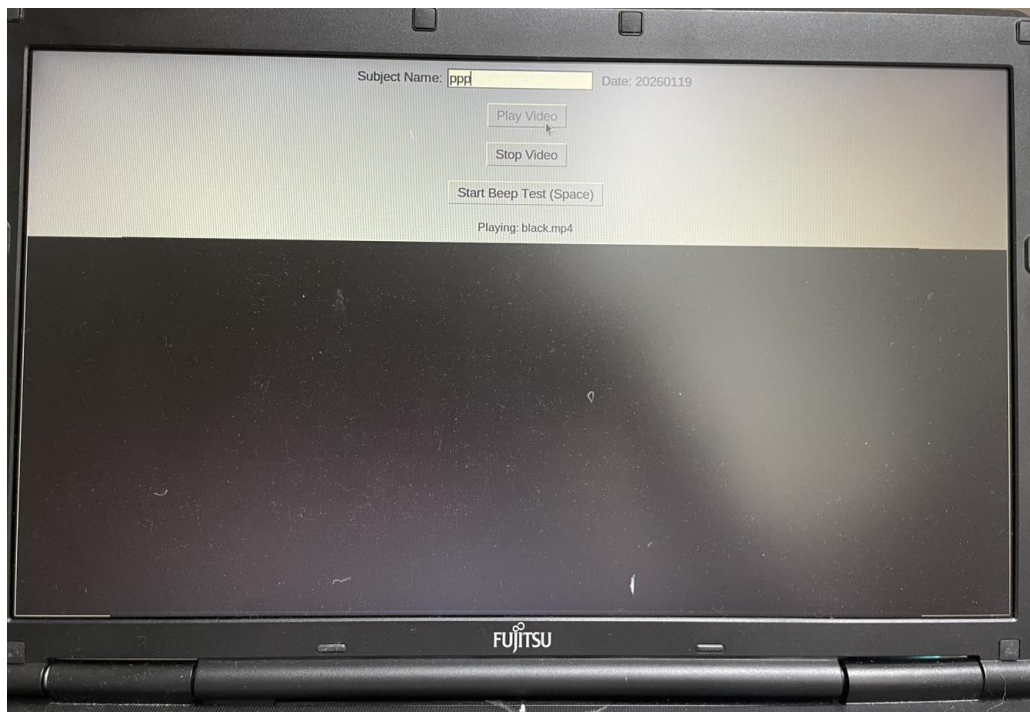


図 3-3 : 実験に使用した画面(ストップウォッチと映像、black)

3.2 エントロピー指標の定義

使用した動画について数値化し被験者の結果と比較するため、エントロピーを計算した。本研究では、各動画刺激について、フレームごとの画素値分布に基づくシャノンエントロピーを算出した。各フレームにおいて、画素値 i の出現確率を p_i とすると、シャノンエントロピー H_t は次式で定義される。

$$H_t = - \sum_i p_i \log_2 p_i$$

(1) 平均エントロピー H_{mean}

ここで、画素値は 8bit・RGB 各チャンネルを考慮し、全画素の輝度分布から確率を算出した。

$$H_{mean} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T H_t$$

ここで T は動画の総フレーム数である。この指標は、動画刺激全体がどの程度情報量の多い映像であるかを示す。本研究では、 H_{mean} を動画刺激の静的な情報量レベルを表す指標として用い、動画間の情報量の違いを比較するために使用した。

各動画刺激の平均エントロピーを図3-3に示す。

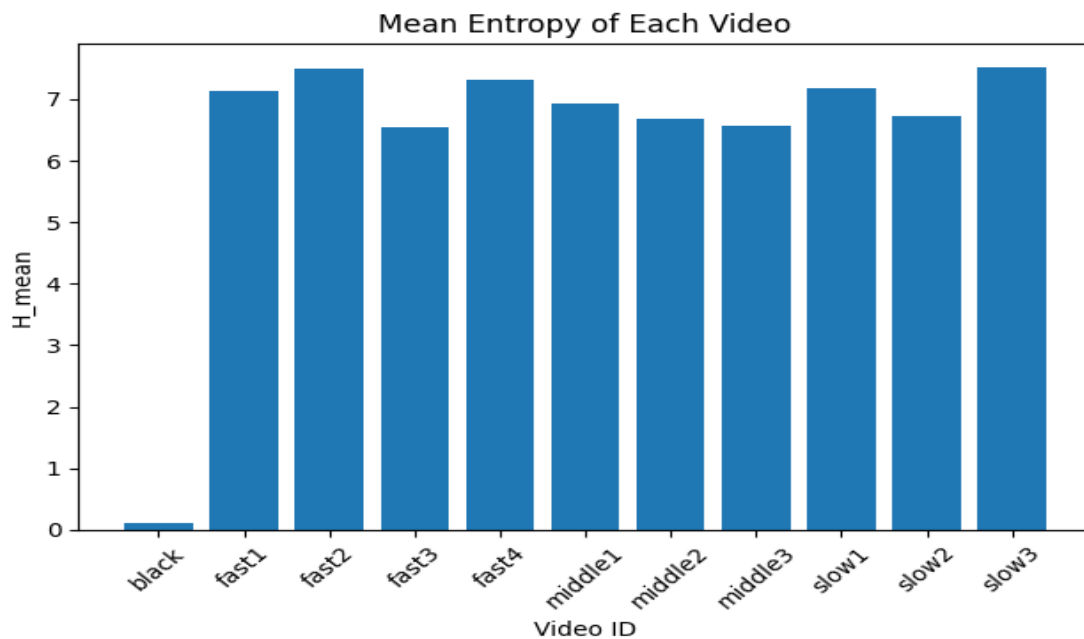


図 3-3 : 各動画刺激における平均エントロピー(H_{mean})。動画間で視覚情報量に大きな差が見られる。

各動画フレームに対してシャノンエントロピーを算出し、それを動画全体で時間平均した値を H_{mean} と定義した。図 3-3 は、各動画における H_{mean} を示したものである。black 動画はほぼ情報変化を含まないため極めて低いエントロピー値を示した。一方で、fast, middle, slow の各動画は 6.5~7.5 程度の範囲に分布しており、動画ごとに視覚的情報量に差が存在することが確認できる。

(2) エントロピーの分散 H_{var}

H_{var} は、フレーム間におけるエントロピー値のばらつきを表す指標である。この値が大きい場合、動画内で情報量が時間的に大きく変動していることを意味し、視覚刺激の不均一性や変化の激しさを反映すると考えられる。

$$H_{var} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (H_t - H_{mean})^2$$

(3) フレーム間変化量 H_{change}

H_{change} は、隣接するフレーム間でのエントロピーの変化量の平均を表す指標である。値が大きいほど、フレームごとに視覚情報が急激に変化する動画であり、動きの多さや場面変化の頻度を反映すると考えられる。

$$H_{change} = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^{T-1} |H_{t+1} - H_t|$$

(4) 差分平均 $H_{diff_{mean}}$

$H_{diff_{mean}}$ は、フレーム間エントロピー差分の二乗平均であり、情報量変化の大きさを強調して評価する指標である。急激な変化が含まれる動画ほど値が大きくなり、視覚刺激の動的特性を定量的に捉えることができる。

$$H_{diff_{mean}} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T |H_t - H_{\{mean\}}|$$

3.3 実験環境

本実験は、外部からの視覚的・聴覚的刺激を最小限に抑えた静穏な室内にて実施した。被験者の集中力を維持し、外部要因による時間知覚の歪みを防ぐため、机上には実験用 PC 以外の物品を置かない環境を整えた。

実験に使用した装置および配置は以下の通りである（図 3-4 参照）。

1. 表示装置：15.6 インチノート型 PC（解像度 1366×768）を用い、画面との距離を約 [50~60]cm に固定した。

2. 入力インターフェース：時間の計測には PC のキーボード（Enter キー）を使用し、自作の計測プログラムを用いて、打鍵時のタイムスタンプを記録した。

3. 環境制御：照明は一定の明るさを維持し、周囲には音など何もない静寂である環境を作った。

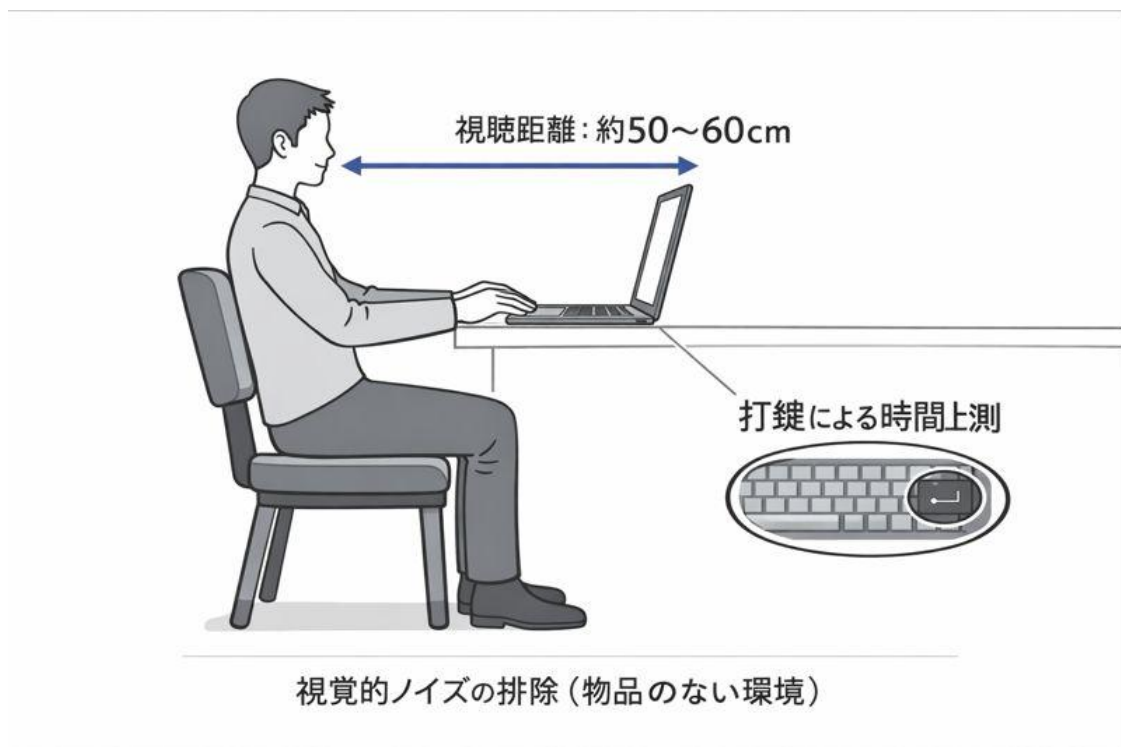


図 3-4：実験環境

3.4 ストップウォッチ

被験者は図 3-1~3 の画面の“Play Video” ボタンを押すと同時に 10 秒カウントする。10 秒経ったと感じたところで“Stop Video” ボタンを押す。これと同時にエクセルに被験者の名前と秒数が記録される。以下の図 3-5 の仕組みで実験が行われた。

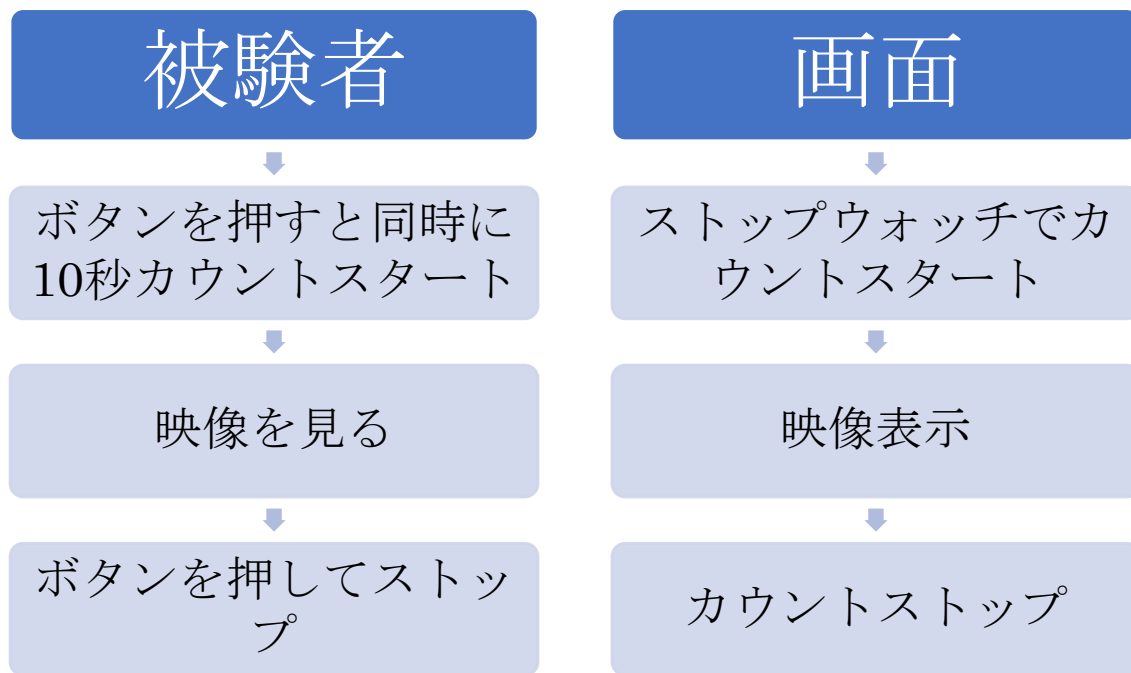


図 3-5 : 実験中の被験者とパソコン上の仕組み

第4章 実験結果

この章では、以上で述べてきた実験で得られた結果について述べていく。ここでは第5章で実験の考察をしていくために得られた被験者データなどを表やグラフなどでまとめ、そこからわかることを述べていく。

4.1 平均時間と平均誤差

各実験条件における体感時間の検証結果を図1に示す。

実験の結果、動画の再生速度が遅い順(slow 条件 > usually 条件 > fast 条件)に、実際の時間よりも反応が遅れる(時間を長く感じる、あるいは反応が遅延する)傾向が確認された。一方で、視覚情報が極めて少ない black 条件においては、他の条件と比較して実際の時間との差が最も小さいという結果が得られた。以上のことから、映像のスピードや視覚情報の有無が体感時間の歪みに影響を及ぼしている可能性が示唆される。

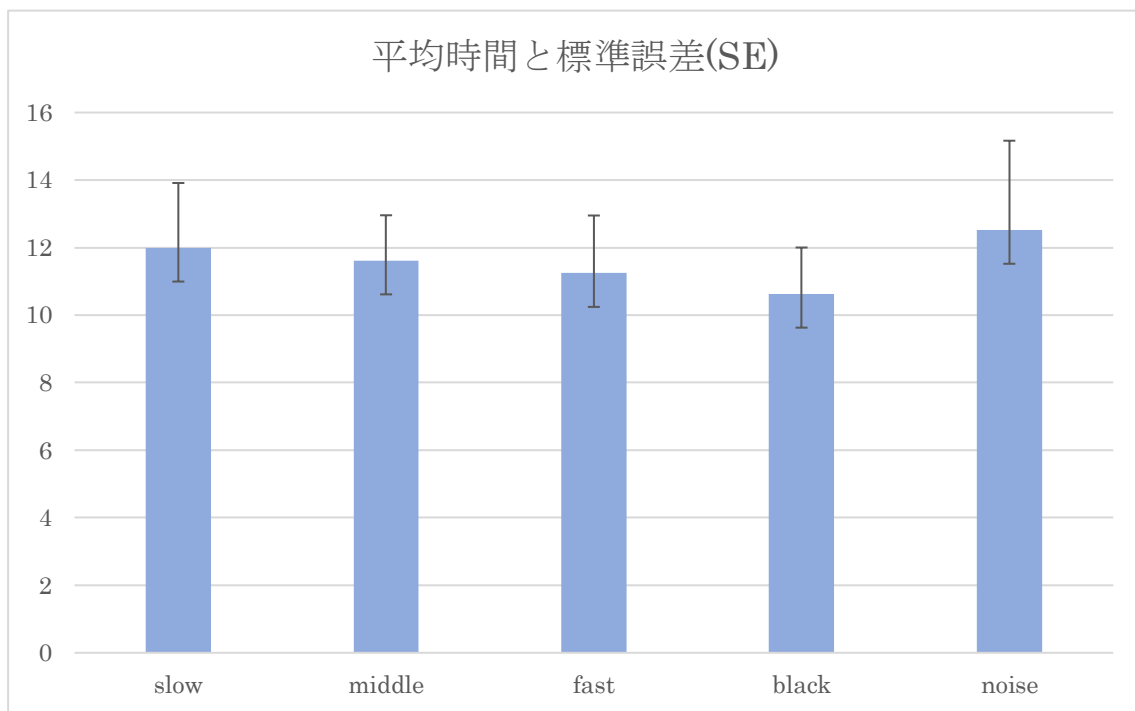


図 4-1 : 条件別にした被験者の平均時間と標準誤差

また、被験者の平均誤差を図 4-2 に示す。

black 条件では誤差が最も小さく、体感時間の判断が安定していた一方で、slow 条件および noise 条件では誤差が大きく、被験者間のばらつきが大きいことが示された。

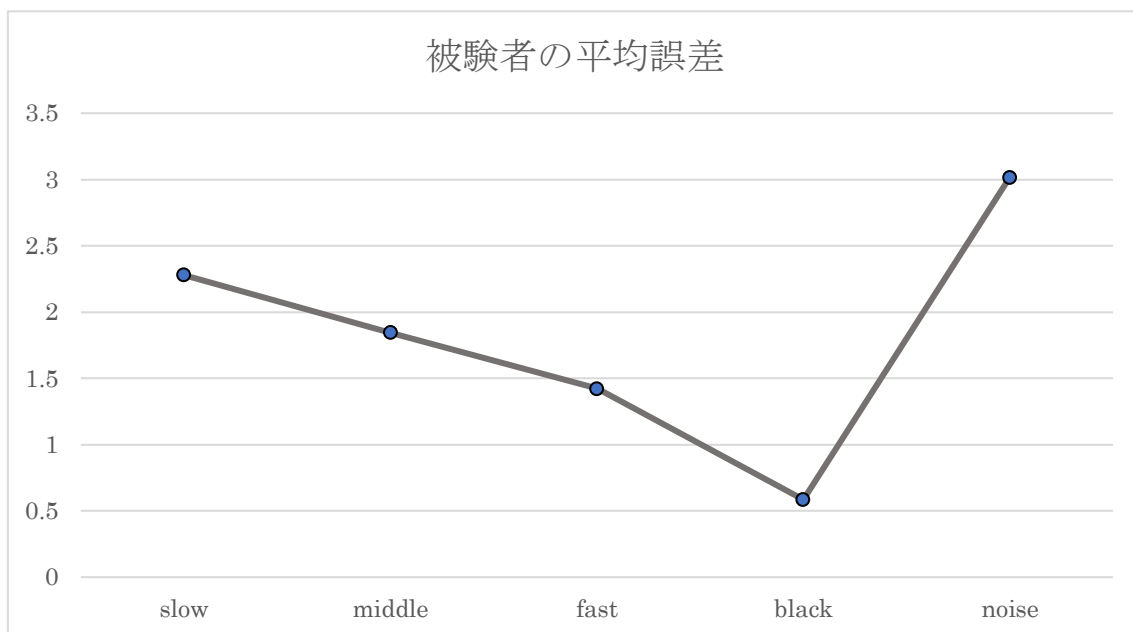


図 4-2 : 条件別にした被験者の平均誤差

これらの結果から、刺激の視覚的特徴によって体感時間の長さだけでなく、その判断の安定性にも違いが生じることが示唆された。これらの体感時間の差が動画刺激のどのような視覚的特性に起因するのかを検討するため、動画の画素値分布に基づくエントロピー解析を行う。

4.2 エントロピー指標と主観時間

各動画刺激に対して算出したエントロピー指標と主観的時間評価との関係を検討するため、動画ごとのエントロピー値と被験者の主観的時間比(perceived time ratio)との対応関係を散布図として可視化した。

本研究では、前章で定義した $H_{mean} \sim H_{diff_{mean}}$ を用いた。

図 4-3 に、これら 4 つのエントロピー指標と主観的時間比との関係を示す。横軸は本研究で用いた各動画刺激を示し、縦軸はフレームごとの画素値分布に基づいて算出したエントロピー指標の値を示す。値が大きいほど、映像に含まれる視覚情報量またはその時間的変動が大きいことを意味する。

Mean perceived time ratio(平均体感時間比)は、実際の動画時間に対してどのくらい長く、もしくは短く感じたかを表す指標である。

1.0 が実時間通りの基準とし、より大きいと長く、より小さいと短く感じたという結果である。

$$\text{perceived time ratio} = \frac{\text{perceived time}}{\text{real time}}$$

各条件は色分けして表示した(slow:青, middle:緑, fast:赤, black:灰色, noise:橙)。

(a) H_{mean}

平均シャノンエントロピー H_{mean} は、black 条件で最も低く(約 0.1)、自然風景動画ではおおよそ 6.5~7.5 の範囲に分布していた。動画間で明確な差を示した一方で、時間比との間に明瞭な単調関係は確認されなかった。このことから、映像全体の平均的な情報量のみでは、時間知覚の変化を十分に説明できない可能性が示唆される。

(b) H_{var}

図(b)は、フレーム間エントロピーの分散 H_{var} と主観的時間比との関係を示している。動画刺激によって値が大きく異なり、0 に近い値から約 0.05 程度までの幅を示した。 H_{var} は条件間で異なる分布を示し、fast 条件および noise 条件において比較的高い値を示す刺激が存在した。一方、slow・middle 条件では H_{var} は低い範囲に集中していた。しかしながら、 H_{var} の増加に伴って主観的時間比が一方向に変化する明確な傾向は認められなかった。

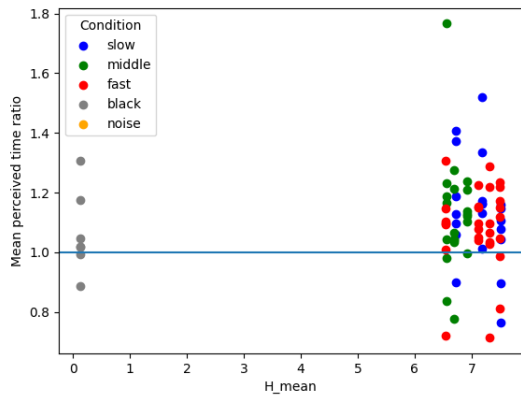
(c) H_{change}

図(c)に示す H_{change} は、エントロピーの時間的変化量を表す指標である。主に 0.002~0.005 程度の値を示し、一部の動画では 0.02 前後の高い値が観測された。Slow・middle・fast 条件では H_{change} が比較的低い範囲に分布しているのに対し、black 条件では他条件と比較して高い H_{change} の値を示す刺激が確認された。また、 H_{change} が大きい動画群では、主観的時間比が比較的一定の範囲に分布する傾向がみられ、情報量の変化が時間知覚に影響を与える可能性が示唆された。

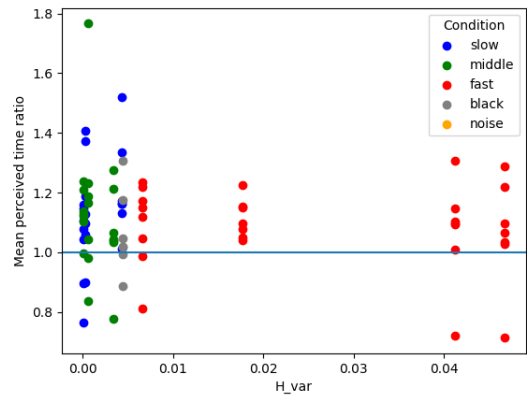
(d) $H_{\text{diff_mean}}$

図(d)に示す $H_{\text{diff_mean}}$ と主観的時間比との関係では、おおよそ 0~5 の範囲に分布していた。slow・middle・fast 条件では、 $H_{\text{diff_mean}}$ の値が増加するにつれて主観的時間比が 1 付近から上方へ分布する傾向がみられ、特に fast 条件において高い $H_{\text{diff_mean}}$ の値が多く観察された。一方、black 条件は $H_{\text{diff_mean}}$ がほぼ 0 付近に集中しており、主観的時間比は 1 前後に分布していた。noise 条件は $H_{\text{diff_mean}}$ が比較的高い値を示す刺激が存在したものの、主観的時間比の分布には一貫した増加傾向は認められなかった。

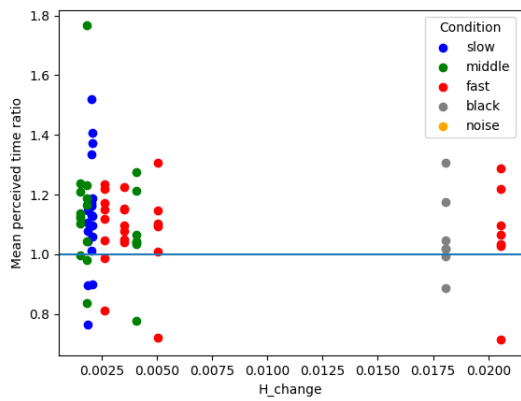
以上の結果から、映像刺激の平均的な情報量そのものよりも、情報量の時間的変化特性(特に H_{change})が、主観的時間知覚に関与する可能性が示唆された。



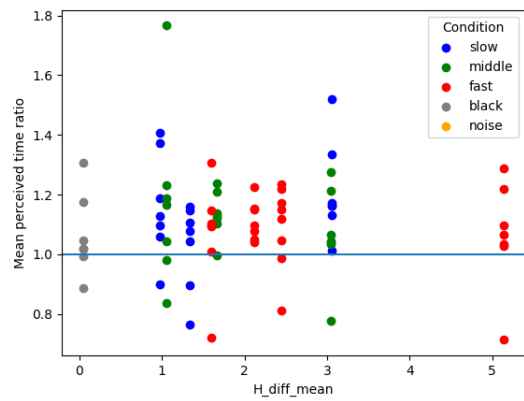
(a) H_{mean}



(b) H_{var}



(c) H_{change}



(d) $H_{\text{diff_mean}}$

図 4-3 : (a)~(d)に、各動画刺激について算出したエントロピー指標 H_{mean} , H_{var} , H_{change} , $H_{\text{diff_mean}}$ と、被験者の主観的時間比 (perceived time ratio) との関係を示す。

第5章 考察

5.1 平均時間と平均誤差

図 4-1 は、各動画条件における主観的時間の平均値と標準誤差(SE)を示したものである。この結果から、動画刺激の種類によって体感時間に差が生じる傾向が確認された。

slow 条件および noise 条件では、他の条件と比較して体感時間が長くなる傾向がみられた。slow 条件においては、映像中の変化が緩やかである一方、視聴者は映像を継続的に注視する必要があり、その結果として注意が長時間維持された可能性が考えられる。このような注意の持続は、時間経過を長く感じさせる要因となることが指摘されており、本結果もその傾向と一致している。noise 条件では、視覚的にランダムなパターンが連続して提示されるため、視聴中に多様な視覚刺激を処理する必要が生じる。その結果、映像の内容を把握しづらく、時間経過の区切りを捉えにくくなったことで、体感時間が延長された可能性がある。

fast 条件および middle 条件では、体感時間は相対的に短い傾向を示した。これらの条件では、映像中の変化が一定のテンポで進行しており、視聴者が映像の流れを予測しやすかったと考えられる。このように時間構造が把握しやすい刺激では、時間経過が短く知覚される可能性が示唆される。

black 条件では最も体感時間が短くなる傾向が確認された。black 条件は視覚情報が極めて少ない刺激であり、視聴中に新たな情報を処理する機会が限られている。そのため、時間の経過を判断する手がかりが乏しく、結果として時間が短く知覚されたと考えられる。

以上の結果より、主観的時間知覚は単に映像の提示時間の長さだけでなく、映像の構造や視覚的特徴に大きく影響されることが示唆された。

次節では、これらの主観的時間の違いを、動画刺激に含まれる情報量の観点から定量的に検討するため、エントロピー指標を用いた解析を行う。

5.2 エントロピー

本研究では、動画刺激に含まれる視覚的情報量をシャノンエントロピーに基づいて定量化し、その時間的特性が主観的時間知覚に与える影響について検討した。主観的時間知覚は刺激に含まれる情報量そのものよりも、情報の時間的変動や更新構造に強く影響されることが示唆された。

H_{mean} は動画全体の平均的な情報量を表す指標であり、映像内の変化の激しさや時間的構造を反映しにくい。そのため、情報量の総量のみでは、時間知覚の伸長・短縮を十分に説明できなかったと考えられる。

H_{var} は、動画刺激におけるエントロピーの時間的分散を表す指標であり、視覚情報量の揺らぎの大きさを定量化するものである。本研究においては、 H_{var} の値は動画条件によって異なり、情

報量の変動幅に差が存在することが示された。black 条件では H_{var} が極めて低い値を示しているにもかかわらず、主観的時間比は1付近に分布しており、低変動刺激においても時間知覚が単純に短縮されるわけではないことが示された。しかしながら、 H_{var} と体感時間との関係は明確ではなく、情報量のばらつきそのものよりも、変化の発生様式が主観的時間知覚に影響を与える可能性が示唆された。

H_{diff_mean} は、隣接フレーム間におけるエントロピー差分の平均値を示す指標であり、動画刺激に含まれる情報量変化の総量を反映している。本研究において、slow・middle・fast 条件では H_{diff_mean} の増加に伴い主観的時間比が1を超える刺激が多く観察されたことから、視覚情報の更新量が大きい刺激ほど時間が長く知覚される可能性が示唆される。本研究において、slow・middle・fast 条件では H_{diff_mean} の増加に伴い主観的時間比が1を超える刺激が多く観察されたことから、視覚情報の更新量が大きい刺激ほど時間が長く知覚される可能性が示唆される。一方で、noise 条件では H_{diff_mean} が高い値を示す刺激が存在したにもかかわらず、主観的時間比の増大は必ずしも一貫していなかった。これは、 H_{diff_mean} が数値的な情報変化量を捉える一方で、変化の意味性や構造的な特徴を考慮しない指標であるため、ランダム性の高いノイズ刺激では時間知覚に結びつきにくかった可能性を示している。以上の結果から、主観的時間知覚は単なる情報変化量ではなく、意味的・構造的な視覚変化の連続性に依存している可能性が示唆される。 H_{diff_mean} は、意味を伴う視覚変化が存在する条件において、主観的時間知覚との対応関係を示しやすい指標であると考えられる。

H_{change} はエントロピーの時間的変化量を直接反映する指標であり、動画刺激に含まれる動的視覚情報の時間的変動を捉える指標である。主観的時間知覚は、刺激に含まれる情報量そのものよりも、刺激内で生じる事象密度や時間構造といった動的特性に強く影響されることが指摘されている。

本研究では、black 条件において他条件と比較して高い H_{change} の値が観察された。しかしながら、black 条件における H_{change} の増大は、必ずしも主観的時間比の増大には直結しておらず、数値的な情報変化と知覚的に意味を持つ変化の間には乖離が存在することが示唆される。これは、black 条件が視覚的情報量の少ない刺激であるため、フレーム間の微小な輝度変動やノイズ成分が相対的に大きな変化として検出された可能性によるものと考えられる。この結果は、主観的時間知覚が単なる情報更新量ではなく、変化の内容や注意を喚起する意味的構造に依存している可能性を示している。

この点について、視覚刺激の観察においては、刺激の計算的複雑性よりも注意的要因が知覚的評価に強く関与することが報告されており(Cardaci, 2007)、本研究の結果もこうした知見と整合的である。さらに、視覚刺激の変化や環境的要因が注意配分を変化させ、それに伴って主観的時間評価が変動することを示した先行研究(諸葛, 2007)を踏まえると、本研究において H_{change} が主観時間との対応を比較的明確に示したことは、刺激の時間的変動が注意の喚起や更

新を促し、内的時計の進行に影響を与えた可能性を示唆するものである。

以上より、動画視聴時の体感時間は、視覚情報の総量よりも、映像刺激における情報量の時間的变化の度合いに影響される可能性が示唆された。この結果は、刺激の変化量や情報更新頻度が時間知覚に影響を与えるとする先行研究の知見とも整合的である。

本研究では被験者数が限られており、個人差の影響を十分に検討できていない。今後は被験者数を増やすとともに、刺激カテゴリごとの比較や、他の情報量指標との併用を検討する必要がある。

第6章 まとめ

本研究では、自然風景動画を視聴した際の主観的時間知覚と、動画刺激に含まれる視覚的特徴との関係について検討した。

特に、動画視聴時の体感時間に着目し、主観的評価と客観的な動画特性との対応関係を明らかにすることを目的とした。

まず、動画条件ごとの主観的時間の比較を行った結果、刺激の種類によって体感時間に差が生じることが示された。

映像の変化が少ない black 条件では体感時間が短くなる一方で、slow 条件や noise 条件では体感時間が長くなる傾向が確認された。

これらの結果は、主観的時間知覚が単なる物理的時間ではなく、視覚刺激の構造や処理のされ方に影響を受けることを示唆している。

次に、動画刺激の特徴を定量的に評価するため、フレームごとの画素値分布に基づくシャノンエントロピーを算出し、その平均値(H_{mean})、時間的分散(H_{var})、変化量(H_{change})、および差分平均($H_{\text{diff_mean}}$)を指標として用いた。

これらの指標を用いて主観的時間との関係を分析した結果、エントロピーの変動特性と体感時間との間に一定の対応関係が見られた。

特に、エントロピーの変化や揺らぎを表す指標では、体感時間のばらつきと関連する傾向が示され、時間知覚には「どれだけ情報があるか」だけでなく、「情報がどのように変化するか」が重要である可能性が示唆された。一方で、エントロピーの平均値のみでは体感時間との明確な対応が見られない場合もあり、単一指標による説明には限界があることが明らかとなった。

以上より、本研究は、動画視聴時の主観的時間知覚が、視覚情報の量だけでなく、その時間的変動構造に影響される可能性を示した点に意義がある。

今後は、被験者数の増加や動画刺激の種類への拡張、さらに他の感覚情報を含めた解析を行うことで、時間知覚と情報構造の関係をより詳細に検討することが期待される。

第7章 謝辞

本研究を進めていくにあたり、研究テーマ設定、実験方法データ分析方法などすべてにおいてご指導賜りましたミケレット・ルジェロ教授には心から感謝申し上げます。また、視覚情報研究室のメンバーには研究のご協力、意見なども多くいただきました。この場を借りて感謝申し上げます。また本研究における実験の際に被験者を快く引き受けてくださった皆様に感謝いたします。

最後に、本論文執筆に携わってくださった全ての方々に感謝の意を示し、謝辞といたします。

第8章 参考文献

- [1] Marc Wittmann, The inner sense of time: how the brain creates a representation of duration, *Nat Rev Neurosci*, 14, 217-223, 2013. <https://doi.org/10.1038/nrn3452>
- [2] Sylvie Droit-Volet, Warren H. Meck, How emotions colour our perception of time, *Trends Cogn. Sci.*, 11, 504-513, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.09.008>
- [3] 小野 真, バーチャルリアリティーを用いた 3 次元視覚情報が人間の時間認識に及ぼす影響, 横浜市立大学 2018 年度卒業論文, 2019.
- [4] 諸葛 智勝, 「待つ」ことに対する心理的ストレス緩和のための色彩計画と時間評価に関する基礎的研究, 2007
- [5] 東京大学大学院 建築学専攻 MAURIZIO CARDACI(2007)①, "Attentional vs computational complexity measures in observing paintings" VITO DI GESU, MARIA PETROU and MARCO ELIO TABACCHI, *Spatial Vision*, Vol.22, No.3, pp.195-209