3D 制作ツールを用いた視覚実験

コース　　基盤科学コース
学籍番号　　100702
氏名　　吉本　圭
指導教員　　ルジェロ・ミケレット

The purpose of this study is to clarify a human action and visual optic relationship. I make an original experiment method and measure quantitatively a human action by having various influences on perception. The result means that a human action becomes fast when he is confident . Conversely, it becomes slow and carefulness when is uneasiness and hears noisy music.

1. 研究背景と目的

元来、われわれ人類が外界と接した時に得られる感覚は五感と呼ばれているが、 その、視覚、聴覚、嗅覚、触覚、味覚の中でも、とりわけ視覚から得られる情報がもっとも多く、脳に通じる神経でも、視覚に関係するものがもっとも多い。この事から人類は視覚を発達させた動物だと言える。そこで私は、視覚に影響を与える事により人間の行動（今回はマウスを持った動き）にどのような変化がもたらされるのかを調べることにした。実際によく知られているのは色が視覚に影響を与えるということだが、例えば、同じ色が異なって見えたり、同じ明るさが状況によって異なる明るさに見えることがある。この事から色や明るさの知覚は物理的な光の波長や強さに単に対応している訳ではないことが分かる。そこで私は、現在まで実際に被験者を使った視覚と手の動きの関係性を定量的に測定した実験が無い事を知り、3D 制作ツール Blender をプログラミング言語 Python で操作するオリジナルソフトを作り、独自の実験方法を開発した。その実験では１つの操作にかかる時間とマウスの動きを測定し、２つの関係性を数値化した。これらを定量的に測定する事により視覚が人間の行動にどのような効果をもたらすかを調べる事を目的とした。

2. 実験方法

３D 制作ツール Blender を用い、3次元空間の画面上に２つの直方体を図１の様に用意する。（今後左の物体を α ,右の物体を β とする。）この２つの物体の関係性は、α を90度回転させ、真横にずらしたものが β である。α は常に固定されており、β はマウスの動きに連動している。これらは全てプログラミング言語 Python で操作する。被験者には β をマウスで90度回転させ α と向きを揃えるといった作業を行ってもらった。この時、所要時間とマウスの位置を保存する。そして物体を見る角度や物体の色を変化させる等、実験環境を少し変え、同様の操作を行った。いづれも同室で、今回の被験者は晴眼者５名（成人男性3名、成人女性2名）に9通りのパターンを順に行ってもらった。

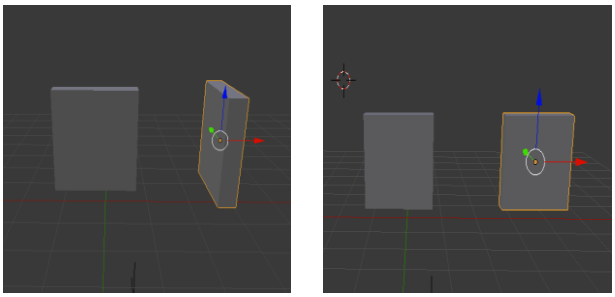

figure2.1実験方法

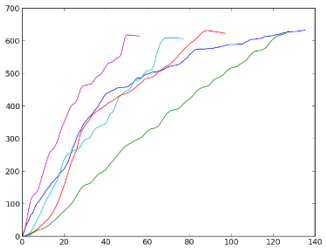

figure3.3実験 pt3

3. 実験結果

実験で得たデータ（ex. figure3. 3）は時間とマウスの位置の関係性を得る。時間 τ、マウスの位置ξとし、それぞれのデータの平均の近似関数は

$$\xi(\tau) = A\tau + B$$

と表すことができる。傾き A の値を table1. に示す。

table1. 近似線の傾きと平均

	pt1	pt2	pt3	pt4	pt5	pt6	pt7	pt8	pt9	平均（A'）
A	5.092	7.521	9.197	9.702	6.361	7.039	7.436	7.126	7.386	7.429

この傾き A が示すものは操作を行う上での自信である。A の値が大きいほど目的まで達する所要時間が短くなる。pt1は最初に行った実験であるため、自信がみられない。最も A の値が大きい pt4は α と β の向きが一致するポイントが見やすくなっている。また pt1を除き A の値が小さい pt5は α と β の向きが一致するポイントが見えない状態である。

4. まとめ

これまでの実験で分かったことは、目の前に目的があるとき、人間の行動は自信があるほどその動作が早くなるということだ。第4章の Pt4, 5で物体の見えやすさ(イメージのしやすさ)について説明したが、これは自信と不安に繋がってくる。また、類似の色を目にすると人間は同じものという認識を持つ。人間が行動する際、異なる色の物体同士を扱うよりも、類似の色の物体同士を用意したほうが扱う速さが早くなる。また、pt7, 8では聴覚による人間の行動への影響を観察したが、落ち着いた音楽よりも、騒がしい音楽を聞くことによって、行動にばらつきが生じることが分かった。

卒業論文

3D 制作ツールを用いた視覚実験

横浜市立大学
国際総合科学部国際総合科学科
基盤科学コース
学籍番号　100702
吉本　圭

目次

第１章　序論
1.1 研究背景
1.2 研究目的
第２章　実験内容
2.1　実験方法
2.2　実験パターン
2.3　concavity について
第３章　実験結果
第４章　考察
第５章　まとめ
第６章　参考文献
第７章　謝辞

第 1 章

1.1 研究背景

元来、われわれ人類が外界と接した時に得られる感覚は五感と呼ばれているが、その、視覚、聴覚、嗅覚、触覚、味覚の中でも、とりわけ視覚から得られる情報がもっとも多く、脳に通じる神経でも、視覚に関係するものがもっとも多い。仮に犬や猫のような動物的な生き方をするのであれば視覚よりも嗅覚の方が優れることになる。この事から人類は視覚を発達させた動物だと言える。そこで私は、視覚に影響を与える事により人間の行動（今回はマウスを持った動き）にどのような変化がもたらされるのかを調べることにした。実際によく知られているのは色が視覚に影響を与えるということだが、例えば、同じ色が異なって見えたり、同じ明るさが状況によって異なる明るさに見えることがある。この事から色や明るさの知覚は物理的な光の波長や強さに単に対応している訳ではないことが分かる。簡単な例を 1 つ紹介する。下の図 1 のように、様々な色のパネルが張られた立方体がある。ここで 2 つの矢印が指す 2 枚のパネルを比べてみると、違った色に見えるが、実際は同じ色である。これはデューク大学のデールパーブス教授のグループが発表したキューブという図案である。

figure1.1 デールのキューブ

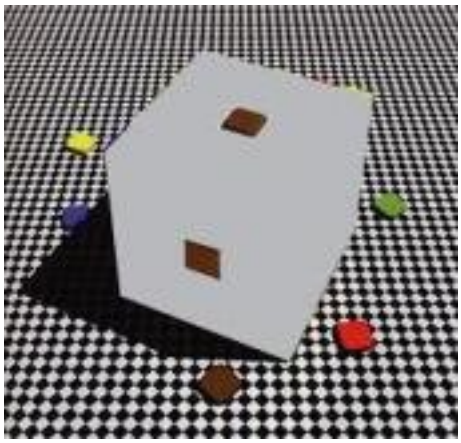

figure1.2 キューブの一部に焦点をあてたもの

この現象は、同じ色の 2 枚のパネルを取り囲む明るさの違いから生まれる錯視である。また、誰しも一度は見た事あると思うが、見る角度によって異なる画像に見える、いわゆるトリックアートも視覚に影響を与えることによって成り立っている。

1.2 研究目的

そこで私は、現在まで実際に被験者を使った視覚と手の動きの関係性を定量的に測定した実験が無い事を知り、3D 制作ツール Blender をプログラミング言語 Python で操作するオリジナルソフトを作り、独自の実験方法を開発した。その実験では１つの操作にかかる時間とマウスの動きを測定し、２つの関係性を数値化にした。これらを定量的に測定する事により視覚が人間の行動にどのような効果をもたらすかを調べる事を目的とした。また、この実験により様々な方面、とりわけ医療への応用が可能となる。

第２章

2.1 実験方法

３ D 制作ツール Blender を用い、３次元空間の画面上に２つの直方体を図１の様に用意する。（今後左の物体を α ,右の物体を β とする。）この２つの物体の関係性は、α を 90 度回転させ、真横にずらしたものが β である。α は常に固定されており、β はマウスの動きに連動している。これらは全てプログラミング言語 Python で操作する。

被験者には β をマウスで 90 度回転させ α と向きを揃えるといった作業を行ってもらった。この時、所要時間とマウスの位置を numpy によって保存する。そして物体を見る角度や物体の色を変化させる等、実験環境を少し変え、同様の操作を行った。いづれも同室で行い、今回の被験者は晴眼者５名(成人男性３名、成人女性２名)

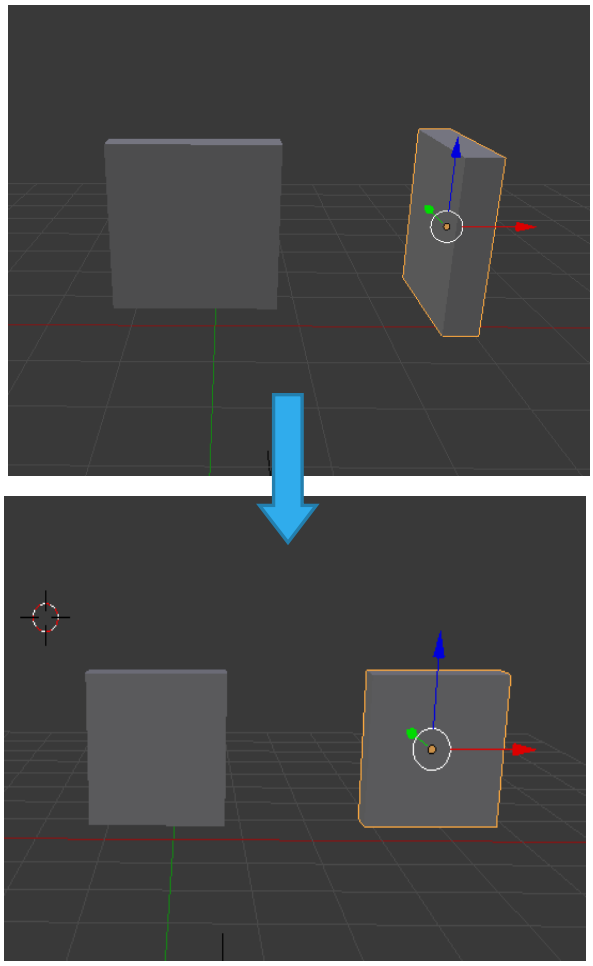

figure2.1 実験方法

2.2 実験パターン

実験環境を変化させ、以下のパターン(pt)で実験を行った。それぞれのパターンは１章で述べた色の変化、観察する角度の変化、また、聴覚に影響を与えた（音楽をかける）実験を行った。いづれの条件でも１章で述べた操作を行うとする。pt8 と 9 では pt1 と外見が同じなので図は省略する。

Pt1.【基準状態(この状態を基準とする)】

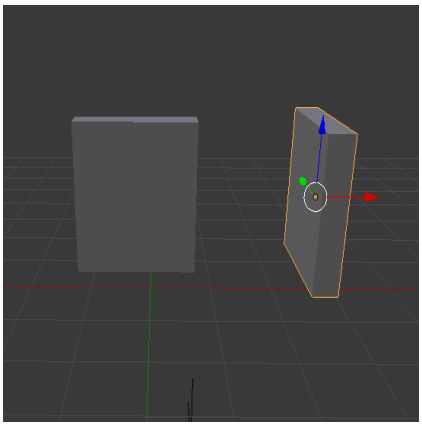

figure2.2 実験 pt1

Pt2.【色の変化(ここでは色相環における対象の色を使用)】色彩の影響を観察

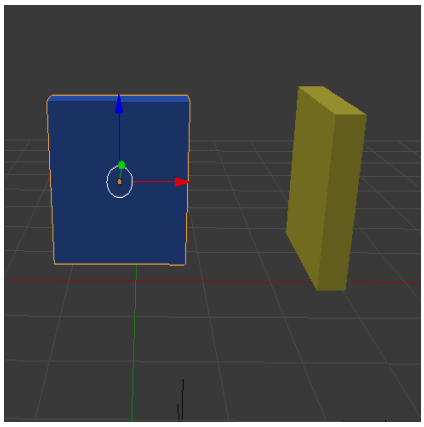

figure2.3 実験 pt2

Pt3.【色の変化(ここでは色相環における隣合わせの色を使用)】
Pt2 と同様色彩の影響を観察。

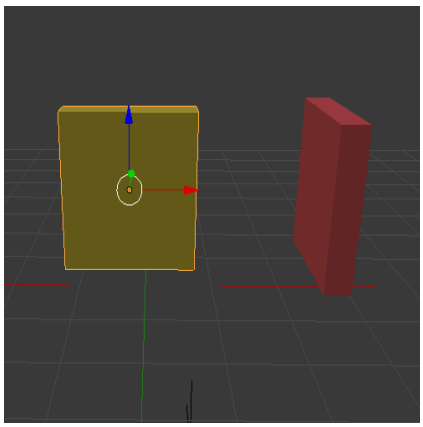

figure2.3 実験 pt3

Pt4.【観察角度の変化(真上から)】
最も α と β の一致点が見えやすい。

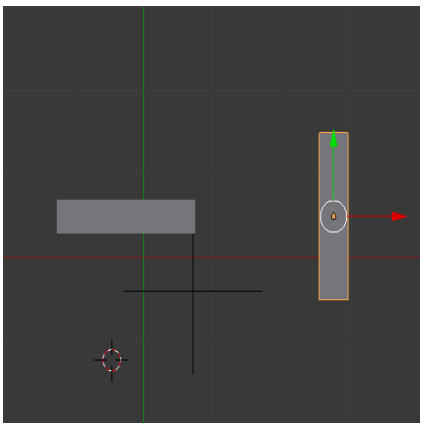

figure2.5 実験 pt4

pt5.【観察角度の変化(真横から)】

全ての実験の中で最もαとβの一致点が分かりにくい。

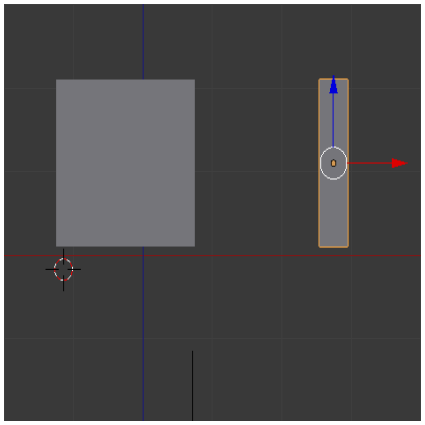

figure2.6 実験 pt5

pt6.【観察角度の変化(β側から)】

αとβの一致点が分かりやすい。

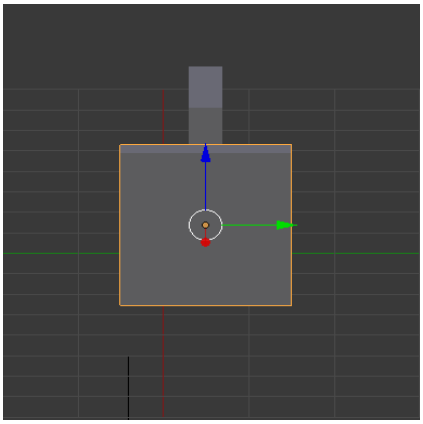

figure2.7 実験 pt6

pt7.【物体を pt1 よりも近くから見たもの】

pt7 では物体を近くにすることで、どのような影響があるのかを観察する。

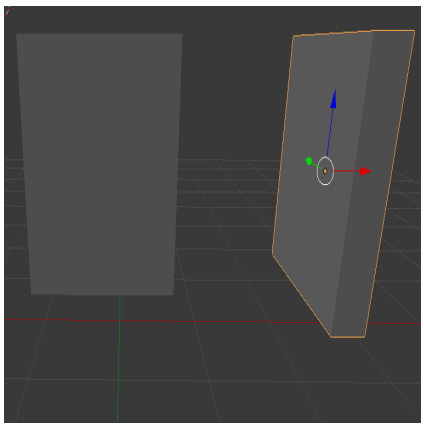

figure2.8 実験 pt7

pt8.【pt1 と同じ環境で音楽（静かな）があるもの】
The Carpenters の I need to be in love を流し、1 分間経過した後実験を行った。

Pt9.【pt1 と同じ環境で音楽（賑やかな）があるもの】
The Blue Hearts の情熱の薔薇を流し、1 分間経過した後実験を行った。
pt8.9 に関しては視覚的な影響では pt1 と全く変わらない。この 2 つの実験では聴覚に影響を与え、実験にどのような変化がもたらされるかを観察する。

2.3 concavity（曲率）について

次の第３章の実験結果において、concavity という単語が出てくるので、簡単に説明しておく。Figure2.9 を見てもらいたい。横軸が時間、縦軸がマウスの位置を示す緩やかなカーブを描くグラフだが、矢印の地点(P)までは時間の経過と共にマウスの位置（動き）が大きくなっているが P からはマウスの位置がほとんど変わらなくなっていくことがイメージできると思う。この P までの状態を concavity がプラス、P からを concavity がマイナスと決める。これが意味するものは、concavity がプラスになっていると、徐々に動きが速くなっていることから自信（余裕）があらわれ、逆にマイナスになれば動きが遅くなっていることから慎重（不安）になっているといえる。

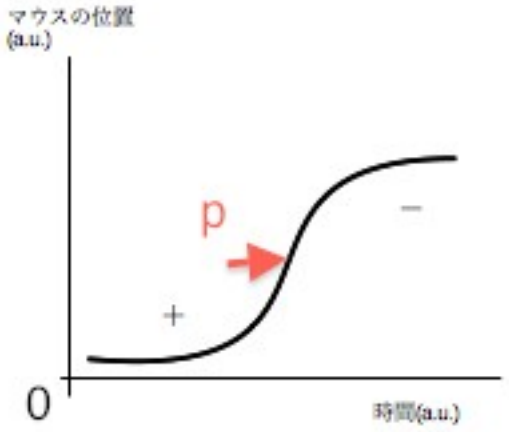

figure2.9 concavity の説明

第 3 章

実験結果

ここでは前項でパターン分けした実験結果示す。縦軸はマウスの動き（位置）、横軸は所要時間を表しており、それぞれの単位は arbitrary unit (a.u.)とする。また、第 2 章で実験パターンを紹介したが、ここでも実験内容が分かりやすいようにそれぞれのパターンの画像を載せておく。

pt1

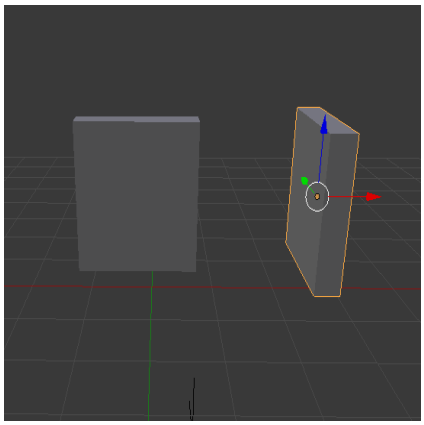

figure2.2 実験 pt1

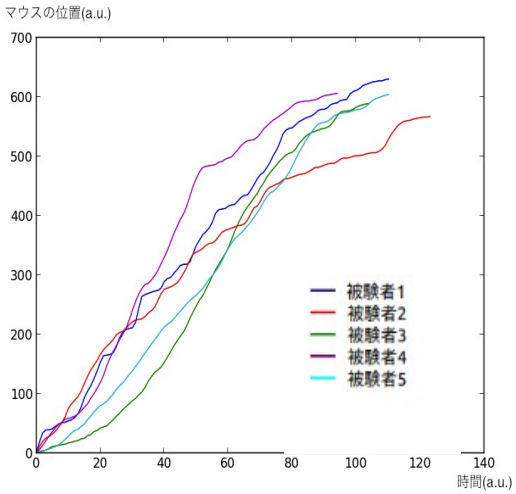

figure 3.1 実験 pt1

グラフから全体的に緩やかなカーブを描いている。concavity は被験者 5 を除いてマイナスに見える。また、操作終了地点(目的達成)はおよそ 600 付近にかたまっている。これを基準として他の実験結果と比較していく。

pt2

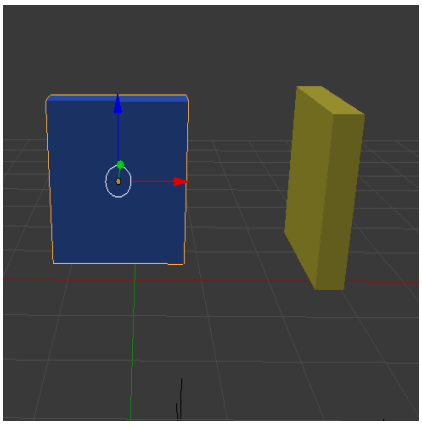

figure2.3 実験 pt2

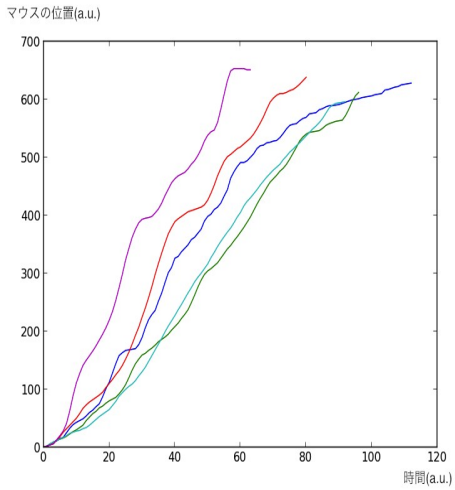

figure3.2 実験 pt2

pt1 に比べ、それぞれの傾きが少し大きくなっている。これは目的に達するまでの時間が短くなっていることを示す。また、被験者 1 を除いて、直線に近い状態で進んでいるので concavity は±0 に見える。操作終了地点に大きな変化は見られない。

pt3

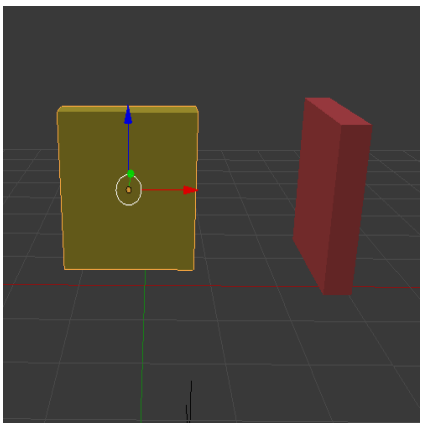

figure2.4 実験 pt3

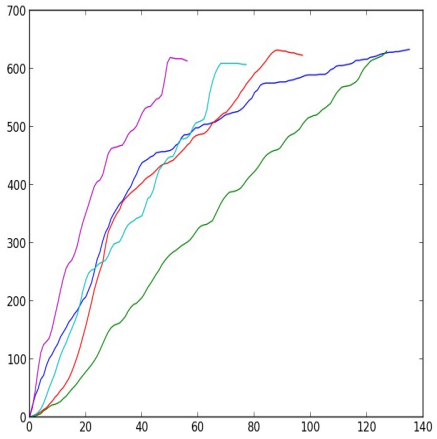

figure3.3 実験 pt3

pt3 では被験者 2 を除き pt2 同様直線に近い状態で進んでいる。pt2 との違いは所要時間が短くなっている。この実験でも操作終了地点に大きな変化は見られない。concavity は±0 に見える。

pt4

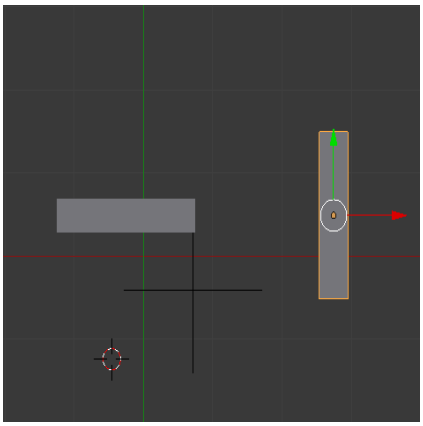

figure2.5 実験 pt4

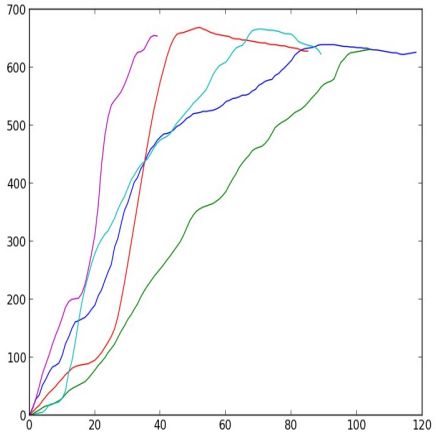

figure3.4 実験 pt4

pt4 は被験者 4 を除いて、一度上昇し終わった地点から少し減少しているのが特徴的だ。pt6 でも同じような現象が起こっているが、pt4 は減少時間が長い。α、β を真上から見ることにより、他の実験よりも正確に操作を行おうとしていることが分かる。操作終了地点に大きな変化は見られない。concavity はプラスよりに見える。

pt5

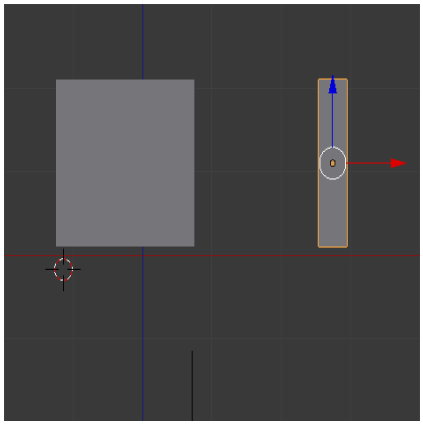

figure2.6 実験 pt5

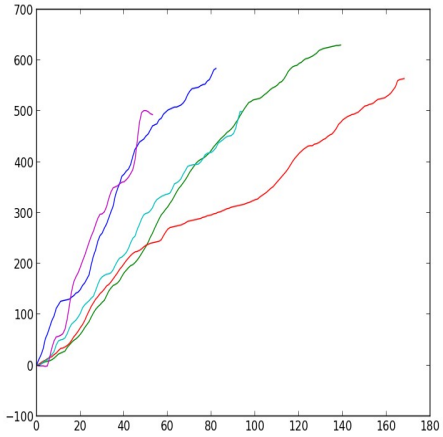

figure3.5 実験 pt5

pt5 ではこれまでのデータと異なり、グラフに統一性が無く、全体的に操作終了地点が小さくなっている。これは α と β が揃う前に操作を終了していることを示す。concavity はマイナスよりに見える。

pt6

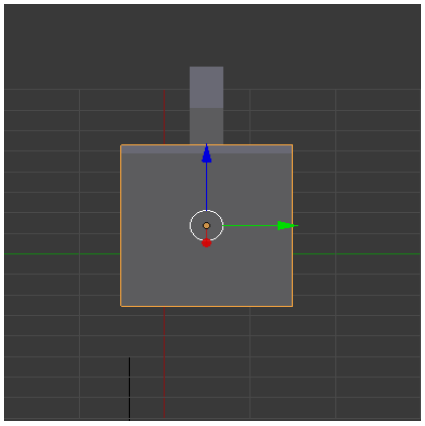

figure2.7 実験 pt6

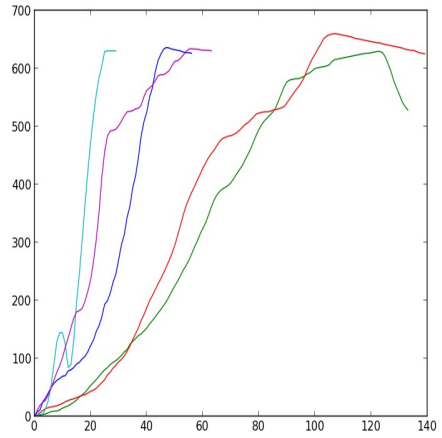

figure3.6 実験 pt6

pt6 はマウスを動かす時間（目的まで達する）が短く、その後に少し減少している。pt4 と比較すると、減少時間は短いが、全ての被験者にこの現象が起こっている。操作終了地点は大きく変わらない。concavity はプラスに見える。

pt7

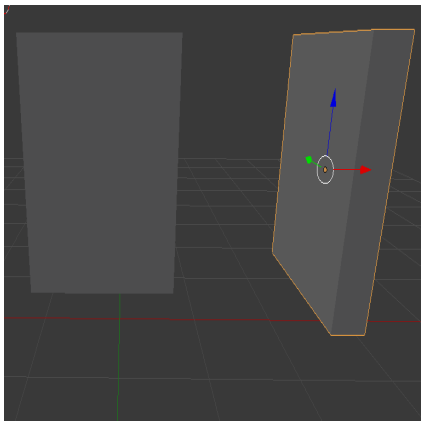

figure2.8 実験 pt7

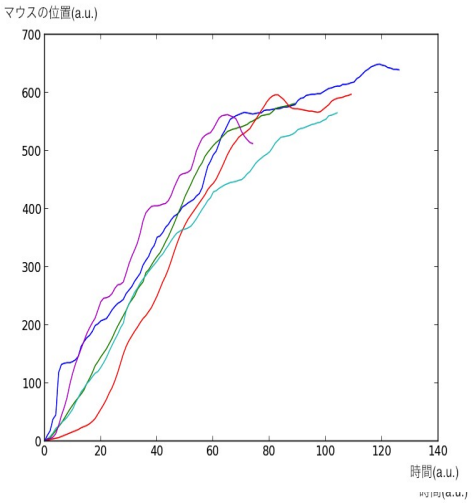

figure3.7 実験 pt7

pt7 は捜査終了地点が被験者 1 を除き、少し小さくなっており全体的に同じようなグラフに見える。concavity は±0 に見える。

pt8

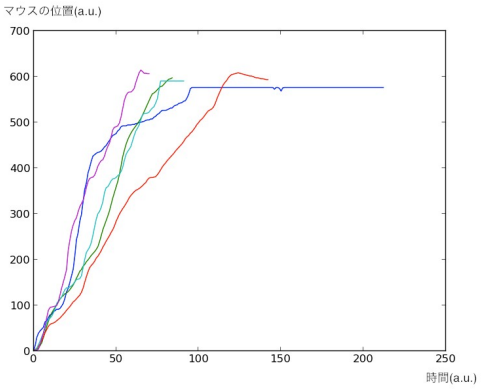

figure3.8 実験 pt8

pt8 は全体的に同じようなグラフとなった。操作終了地点、所用時間共に 5 人の被験者に大差は無い。被験者 1 の真横に進む現象は終了時に enter を押し忘れたことによるものなので、横軸の 100 付近で終了したとみなす。concavity は±0 に近い。

pt9

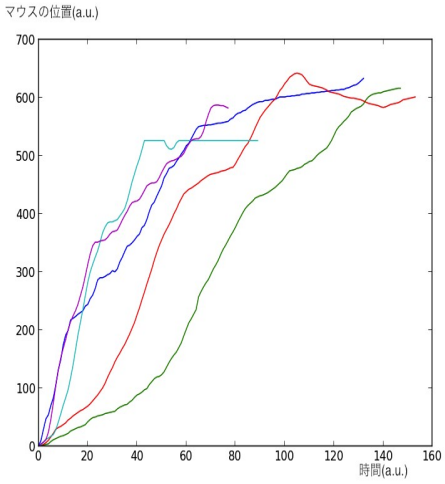

figure3.9 実験 pt9

全体的に concavity はプラスに見える。被験者 5 を除き、捜査終了地点、所要時間に大差は無い。

次に、それぞれの実験データの平均と近似線を示す。
近似することによりそれぞれのデータを数式化でき、

$$\xi(\tau) = A\tau + B$$

と表すことが出来る。次の第 4 章では傾き A に着目する。(その理由については 4 章で説明する。)ここでも実験内容が分かりやすいようにそれぞれのパターンの画像を載せておく。

Pt1

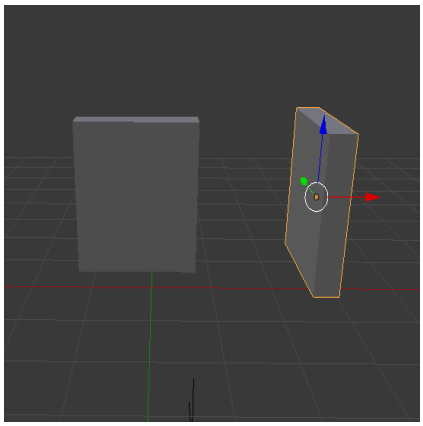

figure2.2 実験 pt1

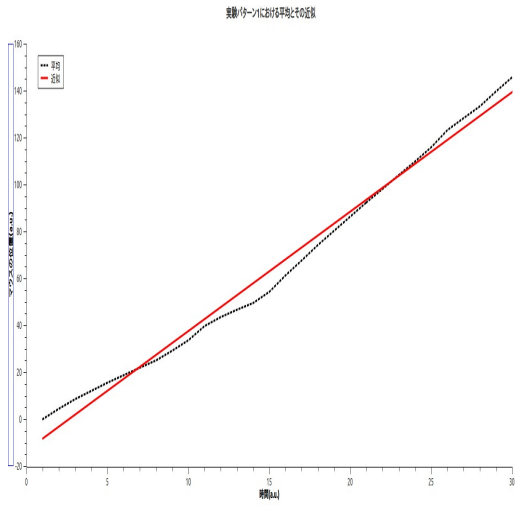

figure3.10 pt 1

A=5.092　　B=13.458

pt2

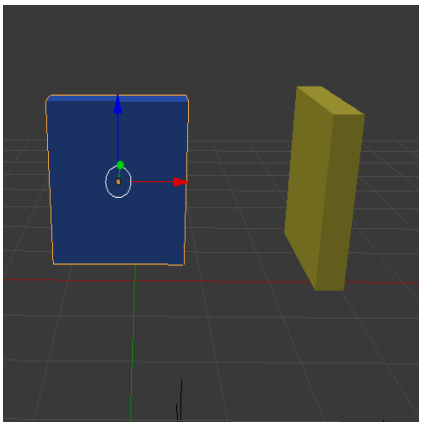

figure2.3 実験 pt2

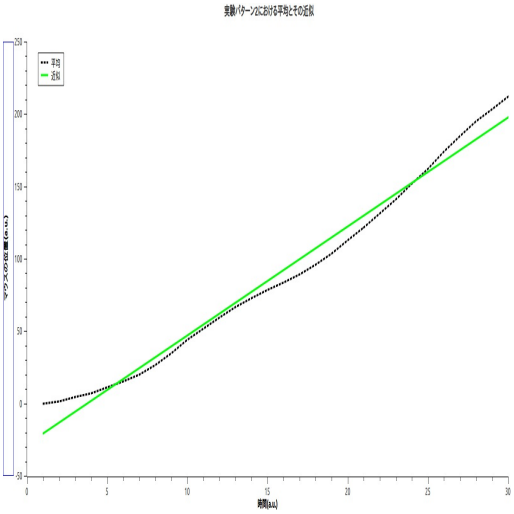

figure3.11 pt2

A=7.521　　B=28.030

pt3

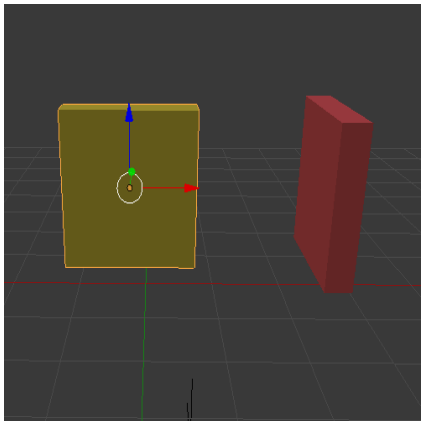

figure2.4 実験 pt3

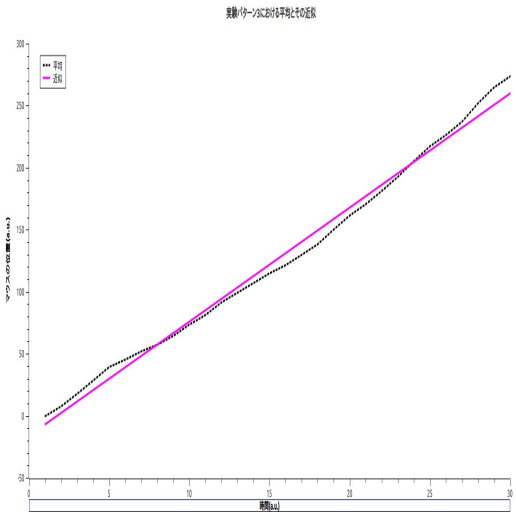

figure3.12 pt3

A=9.197　　B=15.853

pt4

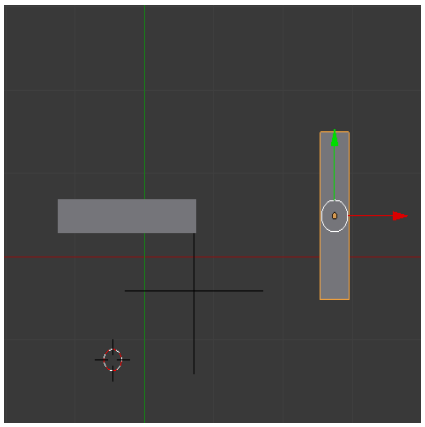

figure2.5 実験 pt4

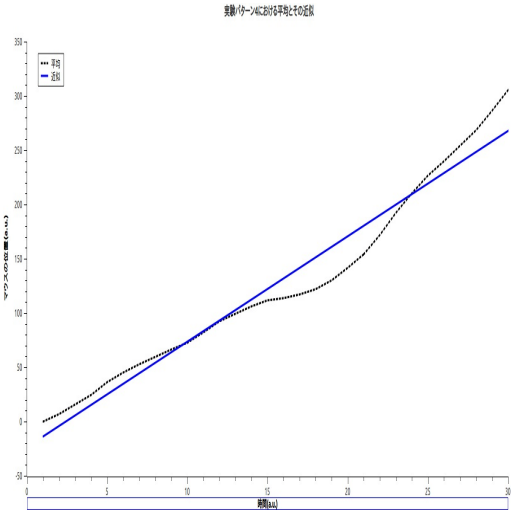

figure3.13 pt4

A=9.702　　B=24.543

pt5

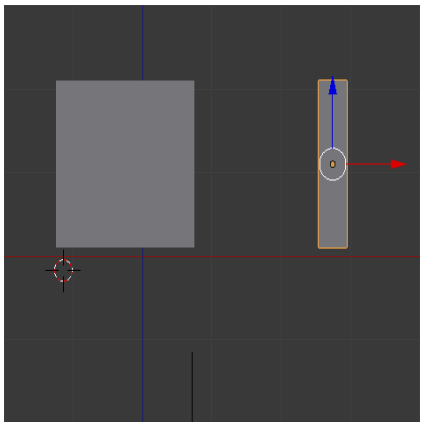

figure2.6 実験 pt5

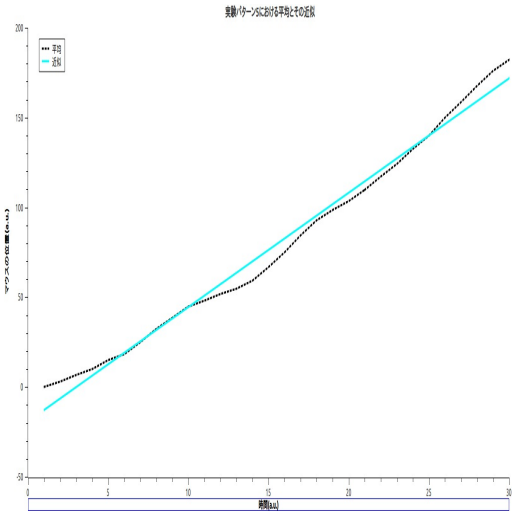

figure3.14 pt5

A=6.361　　B=19.042

pt6

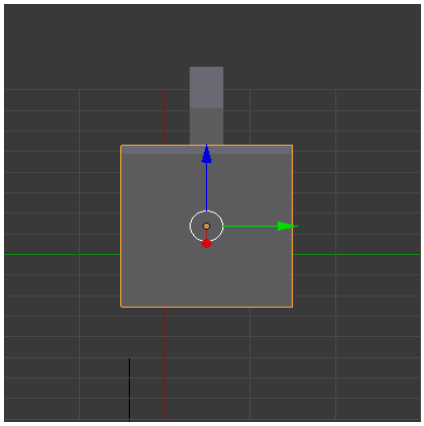

figure2.7 実験 pt6

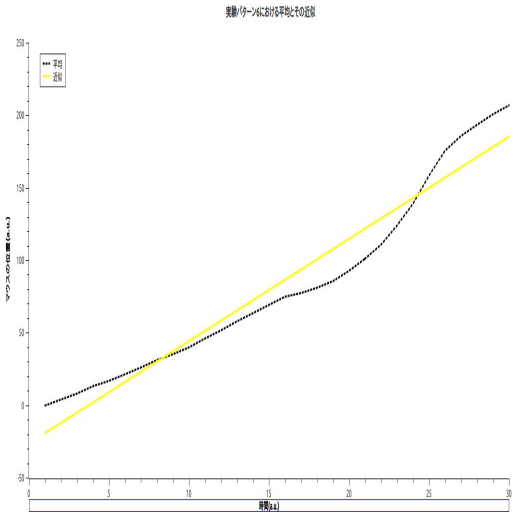

figure3.15 pt6

A=7.039　　B=26.053

pt7

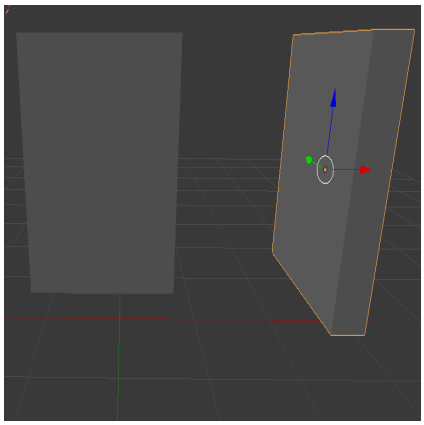

figure2.8 実験pt7

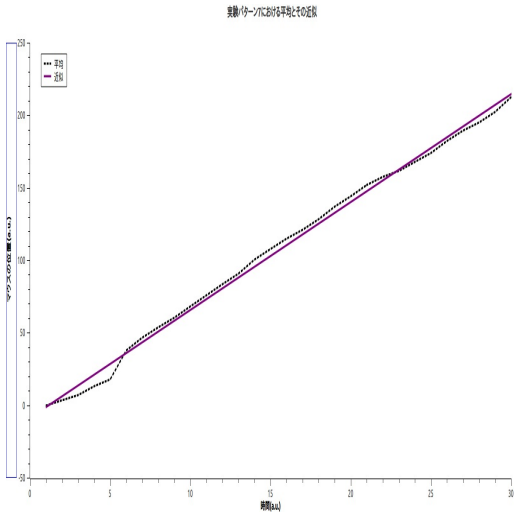

figure3.16 pt7

A=7.436　　B=8.404

pt8

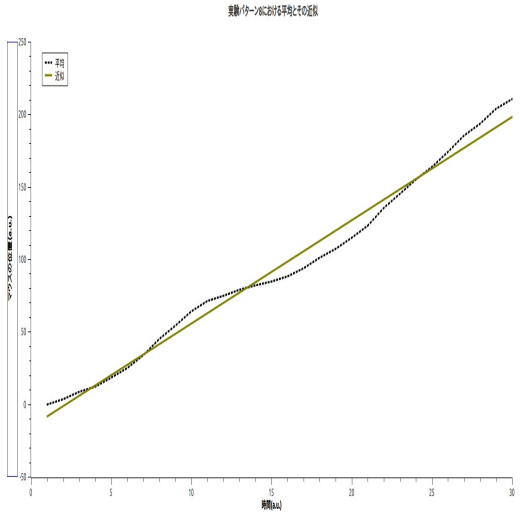

figure3.17 pt8

A=7.126　B=15.404

pt9

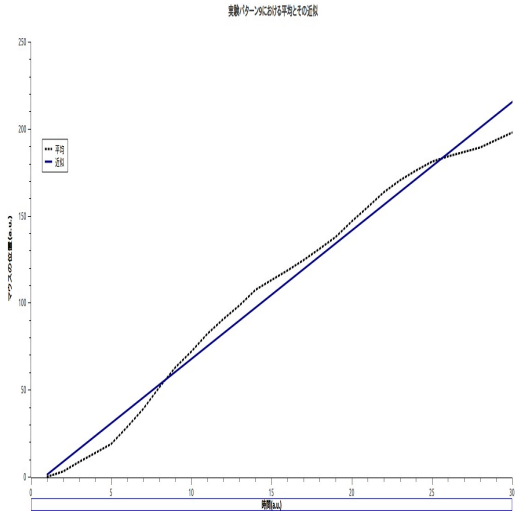

figure3.18 pt9

A=7.386　B=6.278

第４章　考察

まず初めに、傾き A について説明する。得られたデータを近似した結果、一次関数で表すことが出来た。ここで、傾き A が意味するものは目的に達するまでの自信だといえる(今回の目的はαとβを同じ向きに揃えること)。傾きが大きいほど、目的に達するまでの所要時間が短くなるので傾きは自信に比例している。3 章で述べた concavity はこの傾き A と関係している。concavity がプラスでは徐々に動きが速くなり（自信が出てくる）マイナスでは徐々に遅くなる（不安が出てくる）得られたデータの傾きの平均をとると、A'=7.429　(A'は近似線の傾きの平均)という結果になった。この A'とそれぞれのパターンを比較し大きな違いがみられるものは、パターン 1.3.4.5 であった。この違いについて以下に示す。

Table1. 近似線の傾きと平均

	pt1	pt2	pt3	pt4	pt5	pt6	pt7	pt8	pt9	平均(A')
A	5.092	7.521	9.197	9.702	6.361	7.039	7.436	7.126	7.386	7.429

最も A の値が低いのが pt1 であるが、これは被験者が初めに行ったためだと考えられる。実験方法について説明は一通り説明は行ったが、やはり最初の実験ということで慎重になっていた可能性が高い。次に低いのが pt5 である。pt1 から開始し、pt4 までは順を追うに連れ、A の値は大きくなっている。単純に考えるとマウス操作に慣れてきたためであるが、pt5 では pt4 に比べ大きく下がっている。これは実験前の予想通りであった。pt5 は第２章で示した様に物体を真横から見えるようになっている。そのため、初めてその状態を見た時に戸惑いを感じることとなる。それは pt5 の状態でこれまで行って来た操作をするイメージが湧かないための不安だといえる。事実 pt5 は 9 通りの実験の中で最もαとβが一致するポイントが分かりづらいものなのでこの様な結果になった。そして最も A の値が高い pt4 だが、これは物体を真上から見えるようになっている。Figure2.5 でも分かるように、αとβの角度が最も見えやすくなっている。pt5 とは違い、実験操作のイメージがつきやすいといえるので最も自信が表れる結果となった。そしてもう一つ注目したいのが pt3 のα、βの色を類似に変化させたものである。ではなぜ類似の色を使用したことにより自信が生まれるのか。これは pt2 が大きく関わっていると考えられる。pt2 では色相環における正反対の色を使用している。これは pt3 とは大きく異なる。私の考えでは、αとβの色が正反対の pt2 では同じ形のものが違ったように見えるのではないかということである。反対に pt3 では類似の色を使用することにより、αとβが同一のものという認識がおこなわれたのではないかと考えられる。正反対の色同士を見た直後であったために、pt3 ではその影響が顕著に出たといえる。

第５章　まとめ

これまでの実験で分かったことは、目の前に目的があるとき、人間の行動（今回はマウスを使った手の動き）は自信があるほどその動作が早くなるということだ。私生活において考えてみると車の運転が良い例である。運転するという目的があり、ハンドルは握って操作する。ほとんどの人は運転しはじめの頃は事故をしないように慎重になっている。これが慣れてくるとよそ見をしてしまったり、スピードを出したりしてしまう。これまでの実験で視覚が人間の行動にどのような影響を与えるかを調べて来たが、これを車の運転と比べてみる。第 4 章の Pt4,5 で物体の見えやすさ(イメージのしやすさ)について説明したが、車を運転しているときの視界の状況でも運転の仕方は異なってくる。これから車で通る道が見えやすければ自信があらわれ、見にくければ不安になる。また、類似の色を目にすると人間は同じものという認識を持つ。人間が行動する際、異なる色の物体同士を扱うよりも、類似の色の物体同士を用意したほうが扱うスピードが早くなる。また、pt7,8 では聴覚による人間の行動への影響を観察したが、落ち着いた音楽よりも、騒がしい音楽を聞くことによって、行動にばらつきが生じることが分かった。

第 6 章　参考文献

【1】前田　章夫：”視覚のメカニズム”　裳華房　1996,8

【2】北岡明佳（監修）：”錯視完全図解” ニュートンプレス 2007,10

【3】横澤一彦：”視覚科学”　剄草書房 2010,2

【4】岡嶋克典：”感覚・ 知覚実験法”朝倉書店 2008,10

第 7 章　謝辞

本研究を行うにあたり、快く研究室に迎えてくださり、テーマの設定から実験方法等全てにおいてご指導頂きましたルジェロ・ミケレット教授には大変感謝しております。また同研究室の Sun Zhe さんには、多忙な生活にも関わらず様々なアドバイスを頂きました。そして、プレゼンテーションにおけるスライドの作り方等細かい部分まで助言をいただいた研究室の先輩方、同期の皆様には感謝しています。