

錯視を背景に用いた視覚認知が 人の行動に及ぼす心理的影響

2017年度卒業論文

指導教員 ルジェロ・ミケレット

横浜市立大学国際総合科学部国際総合科学科

物質科学コース

学籍番号 140274

今野 和紀

目次

1 章 序論	3
1.1 研究背景	3
1.2 本研究の目的	5
2 章 実験内容	6
2.1 測定ソフトの作成	6
2.2 実験における仕様	8
2.3 実験パターン	11
3 章 実験結果	15
3.1 測定時間の解析	15
3.2 位置データの解析	18
3.3 x座標のぶれ	24
3.4 Shannon のエントロピー	28
4 章 考察	29
5 章 まとめ	31
6 章 謝辞	32
7 章 文献	33

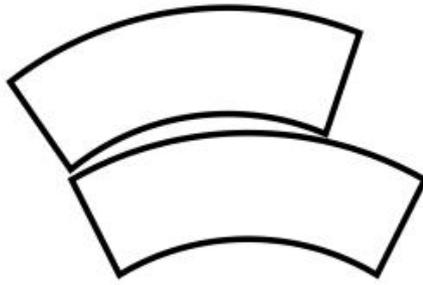
1 章 序論

1.1 研究背景

錯視とは何か。それは物理的特性（網膜の特徴）とは違う知覚を起こしてしまう現象である。錯視は非常に不明瞭なものであり、実際とは異なる形として認識してしまうことや、静止しているはずのものが動いているように見えたりもする。錯視の例として、ジャストロー錯視（図 1.1）が挙げられる。同じ大きさの図形が上下に並んでいるが、下の方が大きく見える。また、ピンナ錯視（図 1.2）では二つの円は静止しているが、中心の点に注目すると回転しているように見える。錯視に関する研究には定性的なものが多く存在し、定量的な研究報告は少ない。本研究では、錯視が日常生活における人々の行動に及ぼす影響を明らかにすることに焦点をあてた。

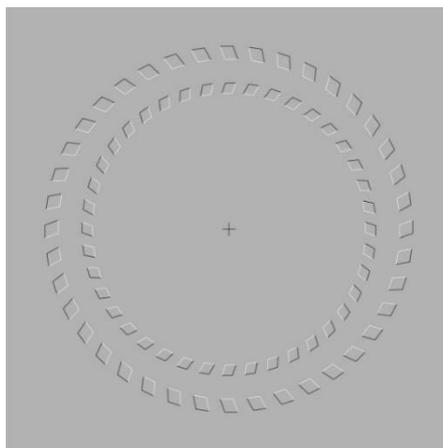
人は自分の「意識」を経験することはできるが、他人の意識を経験することはできない。それに対して、「行動」は自分以外の誰にでも観察することができる。A という人の意識は A だけにしか観察できないが、A の行動は B にも C にも観察することができる。その意味で行動には公共的客観性があるといえる。行動には他の人には分からなかったその人の意識が反映され、観測が可能となる。

下の図 1.3 は、石原式色覚異常検査表と言われる色覚異常の検査の際に使用される表である。被験者は色の斑点で構成された数字を読み取ることが求められる。色覚異常がある患者には数字を構成する斑点の色と、地となる部分の斑点の色の区別がつかず、数字を読み取れない場合や、読み間違いをしてしまうことがある。この検査では、他人には分からない色の見え方を、数字を読み取るという行為によって観測を可能にしている良い例である。また地の色によって図となる数字の部分を読みづらくしている。このように地となる背景の影響というのは、私たちの視覚認知に強く影響を与えていることが分かる。そこで私は背景に特別な刺激を用いた時の、人の知覚に関する影響を調べた。



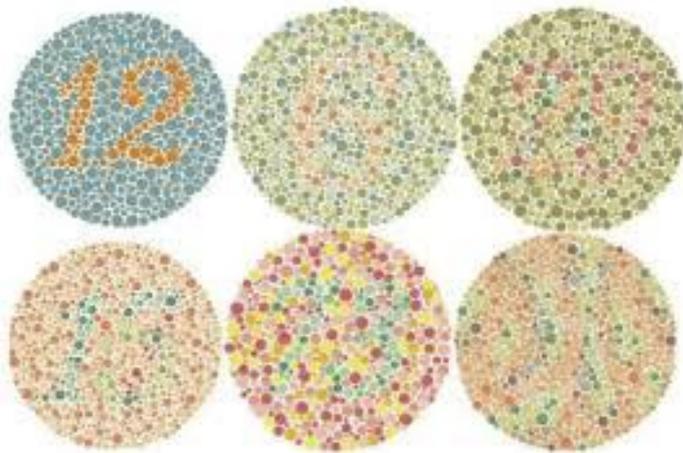
(出典：北岡明佳、錯視のカタログ、<http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/catalog.html> >、2017年12月7日アクセス)

図 1.1：ジャストロー錯視



(出典：北岡明佳、最新作 26、<http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/saishin26.html> >、2017年12月7日アクセス)

図 1.2：ピンナ錯視



(出典：色神(色覚検査)、赤・緑・青の見え方が異なる眼の状態、https://www.h-nc.com/cat32/post_62.html >、2017年12月7日アクセス)

図 1.3：石原式色覚異常検査表

2.2 本研究の目的

石原式色覚検査表は、自分にだけしか感じることのできない色の見え方を、数字を読むことで他の人にも観察することを可能にしている。このように弁別行動を通じた研究は数多く報告されている。しかし、錯視を用いた心理的な効果が人の行動に影響を与えるような内容の研究は少ない。錯視は日常生活の至る所に存在する。しかし我々はそのことに気づかないまま過ぎ去ってしまう。人は背景として錯視を捉え、無意識のうちに誤った知覚を起こしている。それにより人間の行動はどう変化するのか。本研究では、錯視を背景に用いた視覚認知が人の行動にどのような影響を与えるのかを、実際に被験者からデータを集め、定量的に明らかにすることを目的とする。錯視が人に与える影響を明らかにすることは、自動車の運転、パイロットによる飛行機の操縦、また人工知能の発展などにおいて重要となる。

2 章 実験内容

2.1 測定ソフトの作成

本実験では被験者にしか感じられない錯視の見え方を測る必要がある。そこで3DCGソフトのBlenderを用いて、オリジナルの測定ソフトを作成した。

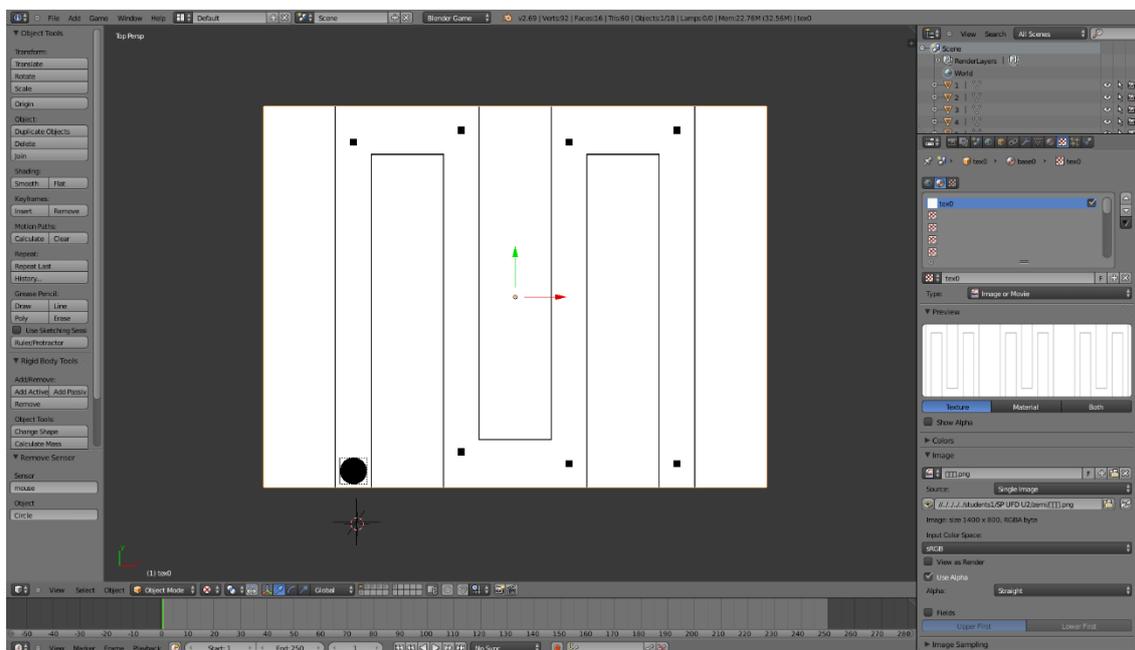


図 2.1 : Blender を用いた測定ソフトの開発画面

図 2.1 は測定ソフトの開発画面である、中央の白い背景に湾曲したコースが描かれている。コースの左下には黒い円があり、そこにマウスカーソルを合わせると、動きが連動し動かすことができる。このようにしてマウスを使って、人の手の動きを観測するソフトを作成した。

コースの途中には上下の直線ごとにゴール地点とリスタート地点を設置した（画面コース上の黒い四角）。これらの黒い四角は実際の測定実験中には視覚的には見えないようになっているため、被験者はこれによる影響を受けずに実験を行うことになる。

測定コースの詳細

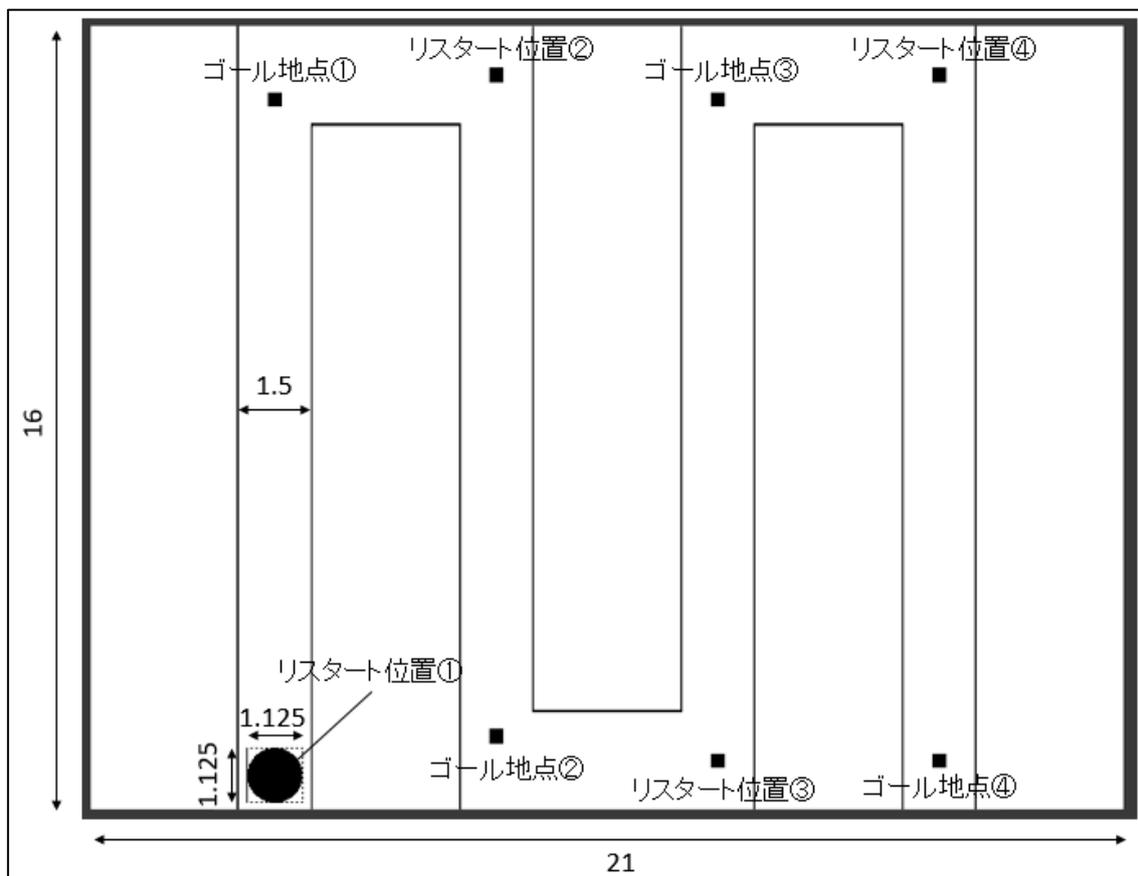


図 2.2 : コース詳細(単位はすべて Blender Unit)

Blender 内ではオブジェクトの長さは Blender Unit (BU) で扱われる。図 2.2 中の大きさはすべて BU を使って表示した。また画面左右方向を x 座標、上下方向を y 座標としている。コースは測定距離を長くするため、y 方向に 2 回ずつ上下させた彎曲した形に設計した。測定する距離を稼ぐことでより多くのデータを得ることを目的としている。

2.2 測定実験における仕様

より正確で意味のあるデータを得るために、測定ソフトによる測定実験においていくつかの仕様を設けた。

①: 黒い円を動かす際、コースの両端に円が触れてはいけない

このような制限をつけることで、黒い円を動かすことへの集中力を高めることを目的としている。さらに被験者はコースの両端を気にするようになり、背景による効果をより受けやすくしている。

②: ①に反してしまった場合、その途端に黒い円は所定の位置に戻る

コースの両端に触れてはいけないという制限を無視できないようにするためのものである。所定の位置とは、黒い円を動かしている直線上のリスタート地点となる。

③: ①, ②の下、被験者はコースに従い黒い円を右下まで移動させる

黒い円は左下が初期位置となっていて、湾曲したコース（計4つの上下の直線）を通り最終的に右下のゴール地点まで移動させるまでが一つの測定実験となっている。その際①、②の制限の下実験を行う。すなわち被験者は黒い円をコースの両端に触れないように移動させ、もし触れてしまうとその直線上のリスタート地点からやり直す。これを右下のゴール地点に到着するまで行う。

この実験の中で3つのデータを測定した。一つは、黒い円を動かしている時間（図 2.3）。残りの二つは、黒い円を最初に動かした時から最後のゴール地点に到着するまでの時間と、そのときの黒い円の位置（y座標とx座標）を測定した（図 2.4）。それぞれデータは以下のように txt ファイルとして保存される。

```
0.5165677070617676
4.624361515045166
10.283429384231567
6.700245380401611
1.1494877338409424
16.399550437927246←goal1
14.848174095153809←goal2
7.606609106063843
6.372944355010986
0.17764735221862793
0.3896975517272949
0.2830078601837158
0.976881742477417
0.22226738929748535
2.5329976081848145
0.011727333068847656
8.797975301742554←goal3
5.645281076431274←goal4
```

図 2.3 : 黒い円を動かしている時間のデータ

図 2.3 のデータは、マウスカーソルが黒い円と連動している時間となっている。コースの両端に触れた場合、黒い円のみがリスタート位置に戻されるため、マウスカーソルとの連動が解除される。連動が開始してから解除されるか、直線上のゴール地点に到着するまでの時間を測った。コースに触れず、スタート地点からゴール地点まで移動させることが出来た時のデータには、右側に「goal」と表示される。また、「goal」横の数字は何番目の直線上でのものを指す。

4.83984041214	-0.533961677551
4.85847496986	-0.479756736755
4.87283396721	-0.479756259918
4.88990211487	-0.461685085297
4.90650296211	-0.461688423157
4.92347168922	-0.461681270599
4.93953204155	-0.460680389404
4.95607185364	-0.460657501221
4.97341394424	-0.460657501221
4.98998808861	-0.461685085297
5.0064702034	-0.460720443726
5.02568531036	-0.460691356659
5.03977036476	-0.424532318115
⋮	⋮
⋮	⋮
⋮	⋮
140.506406784	1.48795852661
140.522880793	1.45271787643
140.539640427	1.41566953659
140.555887699	1.36144313812
140.574063778	1.28914461136
140.590559006	1.25299987793
140.682811737	1.19877681732
140.696954966	1.01802930832
140.706646442	1.01869401932
140.71804738	1.01871881485
140.726735592	1.01871929169
140.737752438	1.01871929169
140.747105598	0.873436069489
140.757917881	0.874359703064
140.766905308	0.874379253387
140.777283907	0.801138496399

図 2.4 : 黒い円を最初に動かした時から最後のゴール地点に到着するまでの時間と、そのときの黒い円の y 座標のデータ (中部は省略)

図 2.4 は左列が時間、右列が位置のデータとなっている。この場合、被験者は約 4.8 秒のところで実験を開始し、約 140.7 秒に作業を終えていることが分かる。x 座標に関しても、同じように時間にたいする x 座標のデータが得られる。

2.3 実験パターン

測定ソフトのコースの背景として、以下の5つのパターンの刺激を作成した。

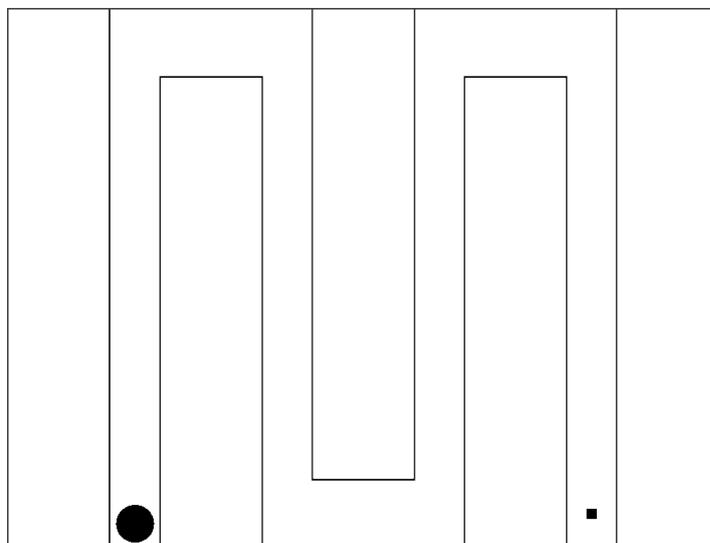


図 2.5 : パターン 1 [背景なし]

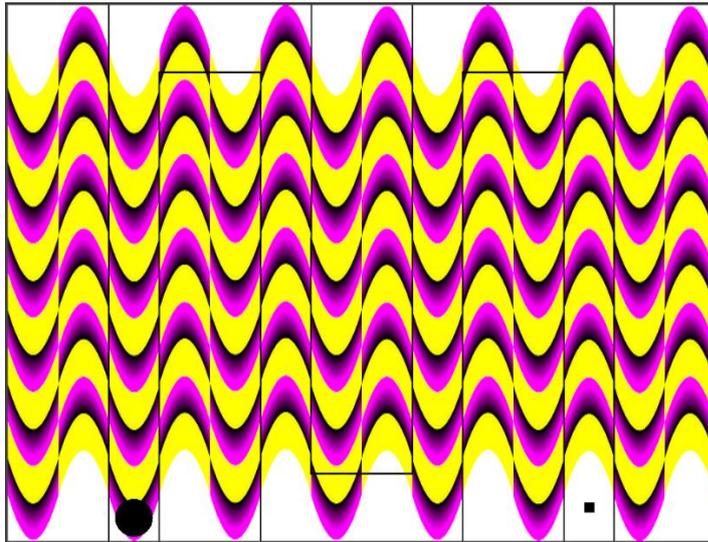


図 2.6 : パターン 2 [運動錯視 A]

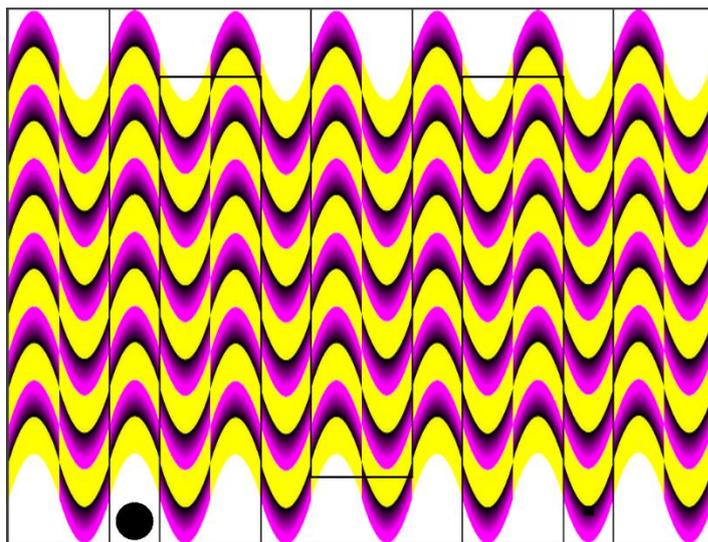


図 2.7 : パターン 3 [運動錯視 B]

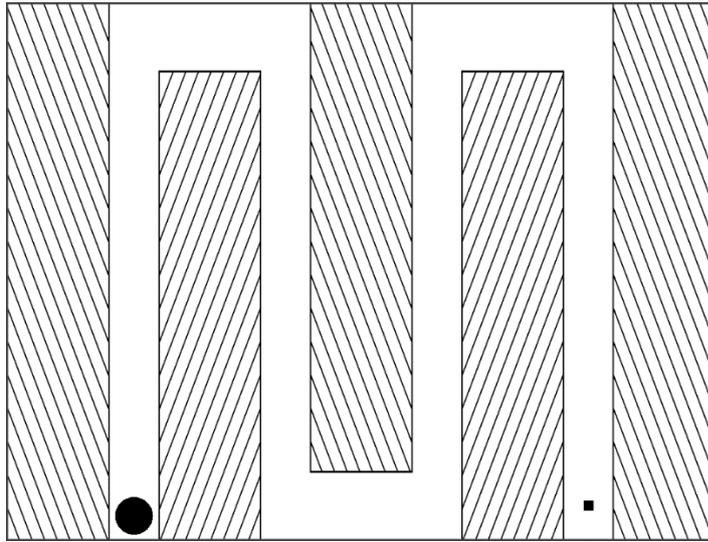


図 2.8 : パターン 4 [角度錯視 A]

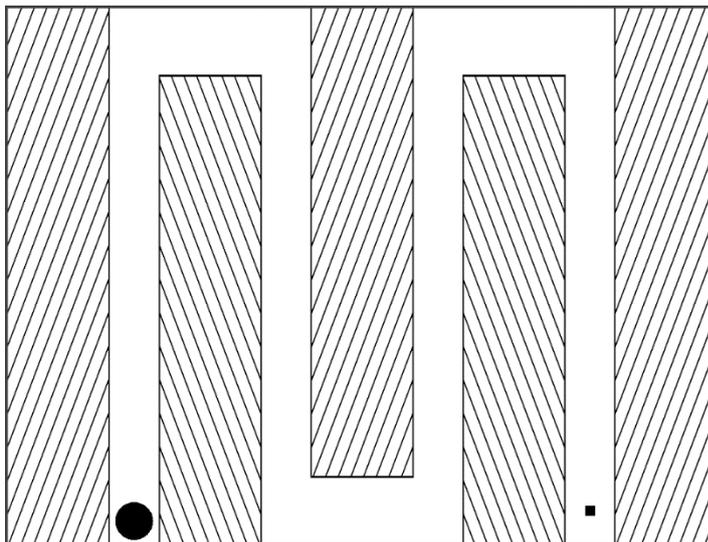
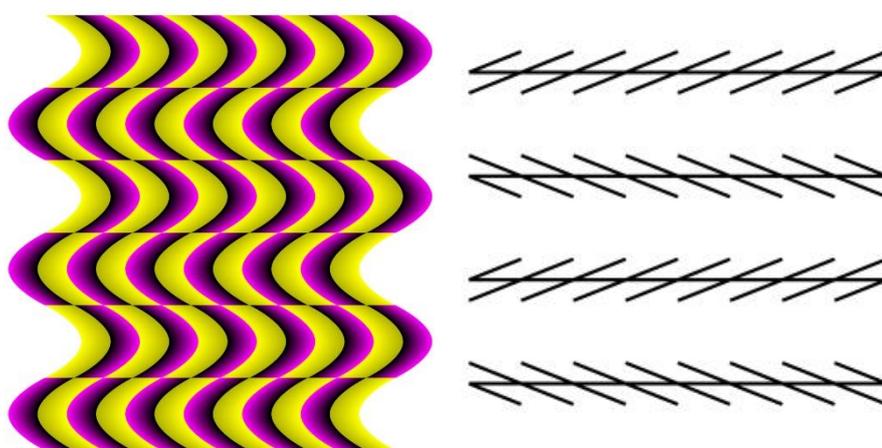


図 2.9 : パターン 5 [角度錯視 B]

パターン2, 3は運動錯視、パターン4, 5は角度錯視をモチーフにしたものである。運動錯視とは静止しているはずの画像が動いて見える錯視である。パターン2, 3では、黄色と紫色でできた縞模様が上下に動いているように見える。角度錯視は、実際には平行な線が傾いて見える錯視であり、コースの背景として映された斜線の輪郭線が進行方向に対して広がって見えたり、狭くなっているように見えたりする。人間の眼は鋭角を過大視する傾向があり、パターン4では進行方向とは逆向きに、パターン5では進行方向の向きに過大視が起きている。運動錯視は、立命館大学文学部心理学専攻教授の北岡明佳教授の作成した錯視画像「温泉」を参考にした。また角度錯視は1860年にツェルナーによって発見された、ツェルナー錯視をモチーフにしている。本実験で使用した角度錯視にはツェルナーの図形から中央に走っている線を取り除いたものであるが、長形状に配置された斜線が輪郭線となり中央線の代わりを務めるため、ツェルナー錯視が起こる。



北岡明佳 (2014) 「最新作 55」, 「温泉」, <<http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/saishin55.html>>2017年7月11日アクセス

図 2.10 : 左、北岡明佳教授作「温泉」。右、ツェルナー錯視。

測定実験にはこれら5つのパターンを使用した。計6回の試行で1回の測定実験となり、これを晴眼者8名(男性7名、女性1名)の被験者に行った。最初に背景のないコースでの試行を練習として用意し、その後5つのパターン計6回の試行をランダムな順番で表示されるようにプログラムを組んだ。これは試行を重ねるごとの慣れの影響を最小限にするためである。またパターン1は他のパターンと比べる際の基準となるので1回の実験の中で2回の試行を行い、その平均をデータとした。これは測定数を増やしデータの正確性を上げるためである。

3 章 実験結果

3.1 測定時間の解析

それぞれの試行の上下移動にかかった4つの時間(図 2.3 における goal と表示されたデータ)を平均したものを、その試行での平均移動時間とした。まず被験者8名(A~H)のそれぞれのパターンでの平均測定時間を表 3.1 に示す。表中の - (ハイフン) は実験中の誤操作によりデータを取ることができなかった箇所である。

パターン1 とそれぞれのパターン2~5 での平均測定時間において t 検定を行い、背景に錯視がないときと錯視を表示させたときとの測定時間に有意差が生じるのかを検証した。その結果を図 3.1-3.4 に示す。

t 検定の結果、パターン1 とパターン4 との間でのみ p 値が 0.05 を下回り、有意差がみられた。

表 3.1 : 被験者 8 名のパターン別平均測定時間 (sec)

	錯視なし	運動錯視		角度錯視	
	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4	パターン5
A	8.99186185	6.86083597	7.73011911	9.85816377	8.95816118
B	3.34774682	2.25992978	2.22630048	2.80777663	2.87741125
C	3.93682414	3.66859567	2.94741601	5.315889	6.33469653
D	2.48312989	3.40380126	3.7572208	3.7068637	2.89744496
E	1.8484759	2.23993868	2.03910387	2.36257046	2.10549128
F	3.42630273	3.53005075	4.89243555	3.81110901	—
G	2.19514731	1.50681823	1.90777338	1.99148446	1.95891786
H	2.67060179	—	2.44365007	3.02705157	3.16033441
平均	3.61251130	3.35285291	3.49300241	4.11011358	4.04177964

平均移動時間 (パターン1 - パターン2) の差

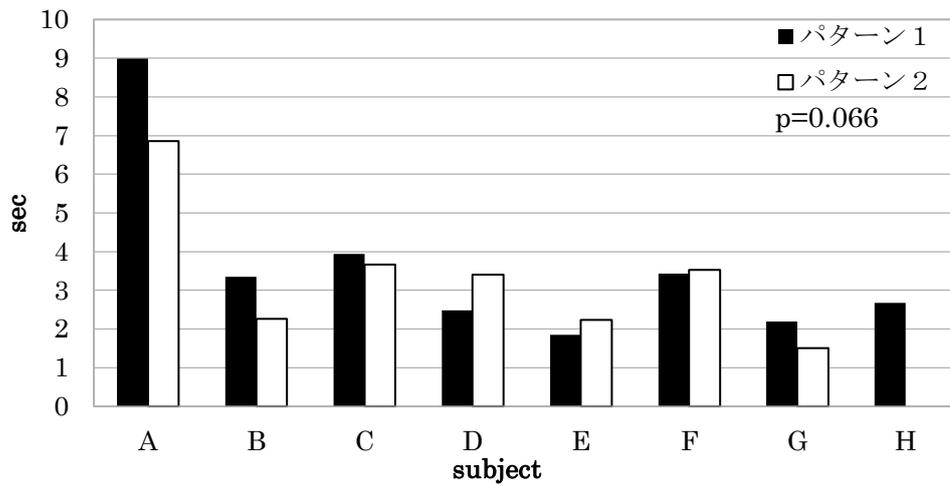


図 3.1 : パターン1 とパターン2 での t 検定

平均移動時間 (パターン1 - パターン3) の差

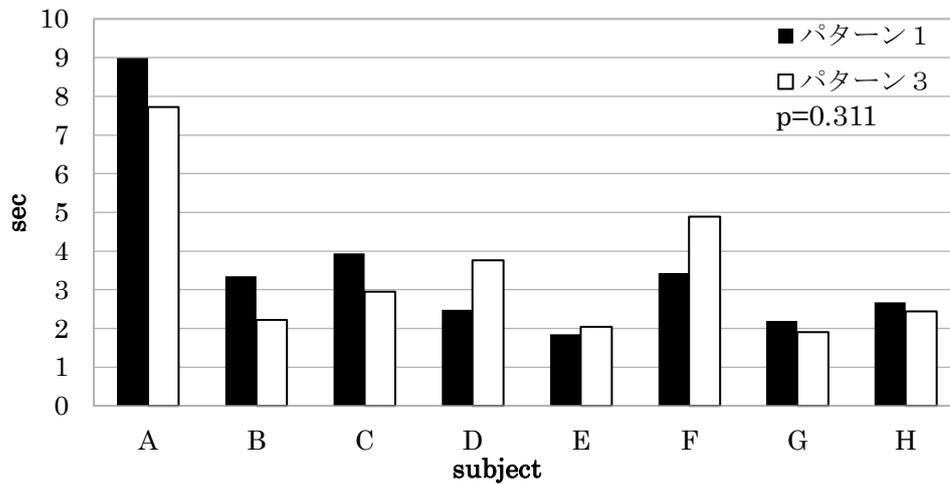


図 3.2 : パターン1 とパターン3 での t 検定

平均移動時間 (パターン1 - パターン4) の差

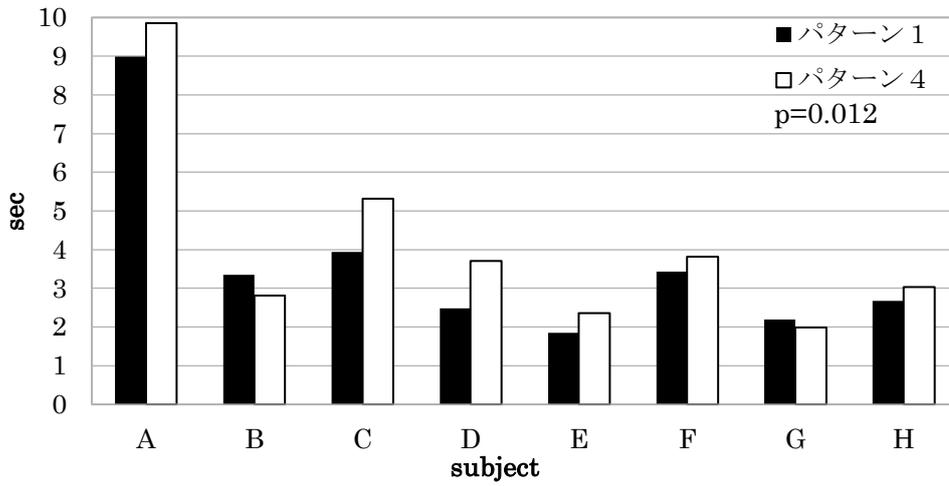


図 3.3 : パターン1 とパターン4 での t 検定

平均移動時間 (パターン1 - パターン5) の差

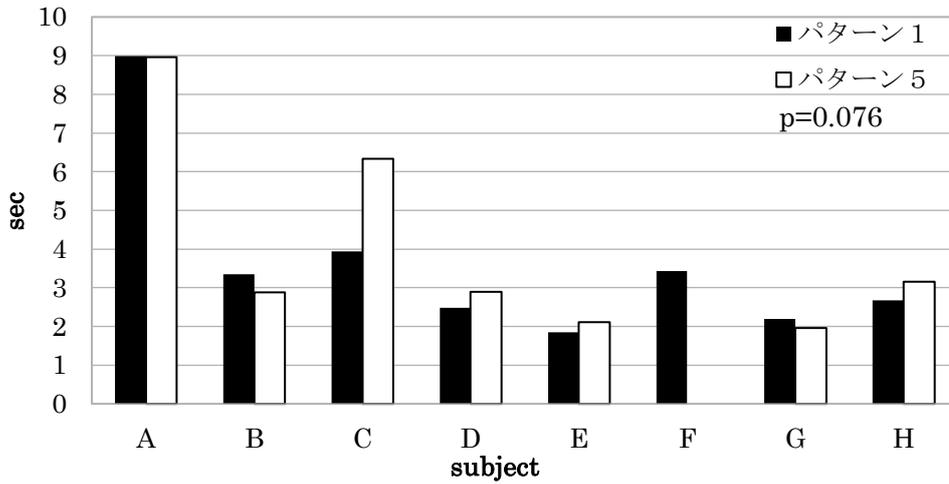
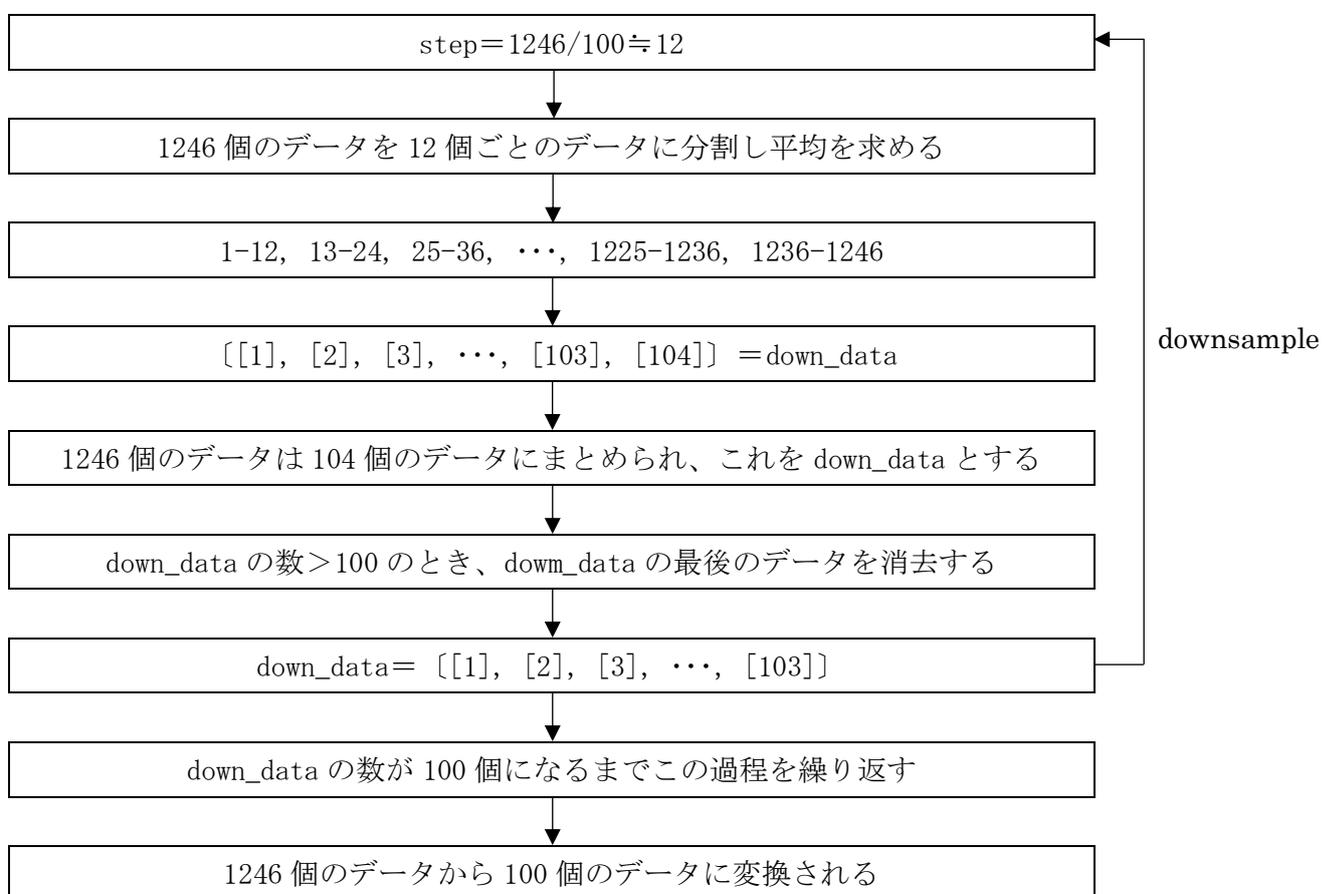


図 3.4 : パターン1 とパターン5 での t 検定

3.2 位置データの解析

横軸を時間、縦軸を y 座標としマウスの位置の時間変化をグラフにした(図 3.5)。また、パターンごとの被験者 8 名分のデータを平均化したグラフを作成するために、データのリサンプリングを行った。そのプログラムを図 3.6 に示す。

被験者によって測定時間が異なり、測定時間が長くなるにつれデータの個数も多くなる。グラフを平均化するためには、データの個数を統一する必要がある、そこでデータのリサンプリングを行った。リサンプリング行うことで、全てのデータの個数を N 個に変換し、平均化が可能となる。例として被験者 A・パターン 1 でのデータのリサンプリングを考える。このデータは 1246 個のデータからなっている。リサンプリング後のデータ数を $N=100$ に設定し、100 個のデータに変換する場合、以下のような過程を経てリサンプリングされる。



このようにして全てのデータでリサンプリングを行い、パターンごとに 8 名の被験者による位置データを平均化したグラフを作成した。

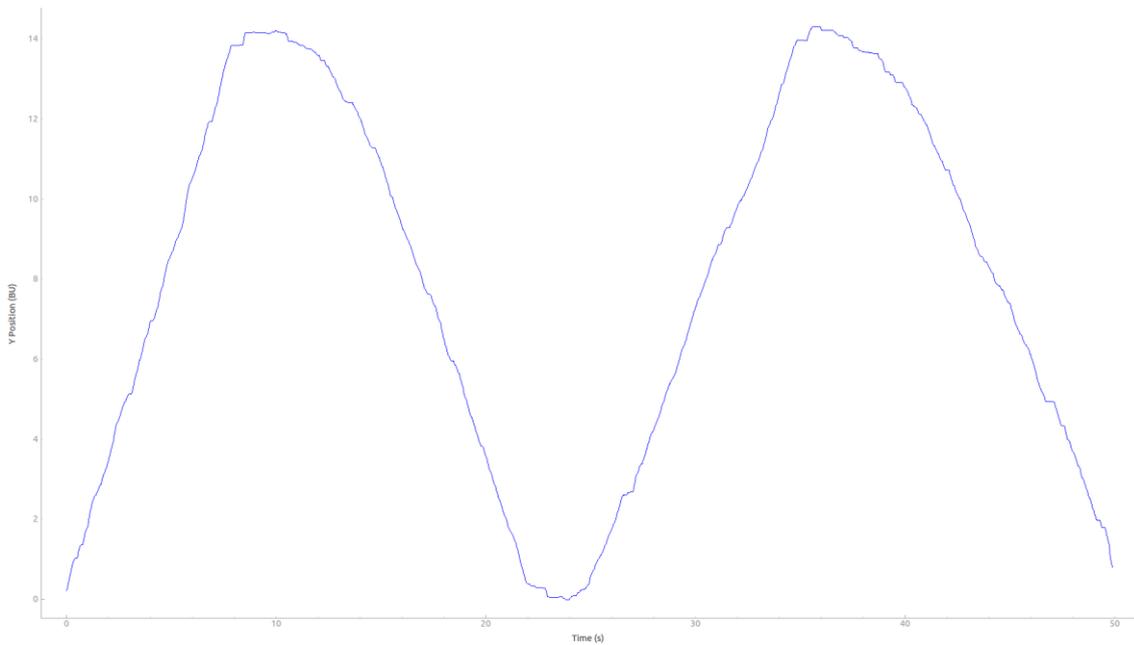


図 3.5 : 被験者 A によるパターン 1 での y 座標の時間変化

```

def downsample(data,points):
    step = int(size(data)/points)
    down_data = array([data[i:step+i].mean() for i in range(0,size(data),step)])
    if size(down_data) > points:
        down_data = delete(down_data,-1)
    return downsample(down_data,points)
return down_data

```

図 3.6 : Python によるリサンプリングのプログラム

ここで data はある被験者のあるパターンでの測定結果(時間, y 座標のデータ)であり、points はリサンプリング後のデータ数を決める N のパラメーターを示す。

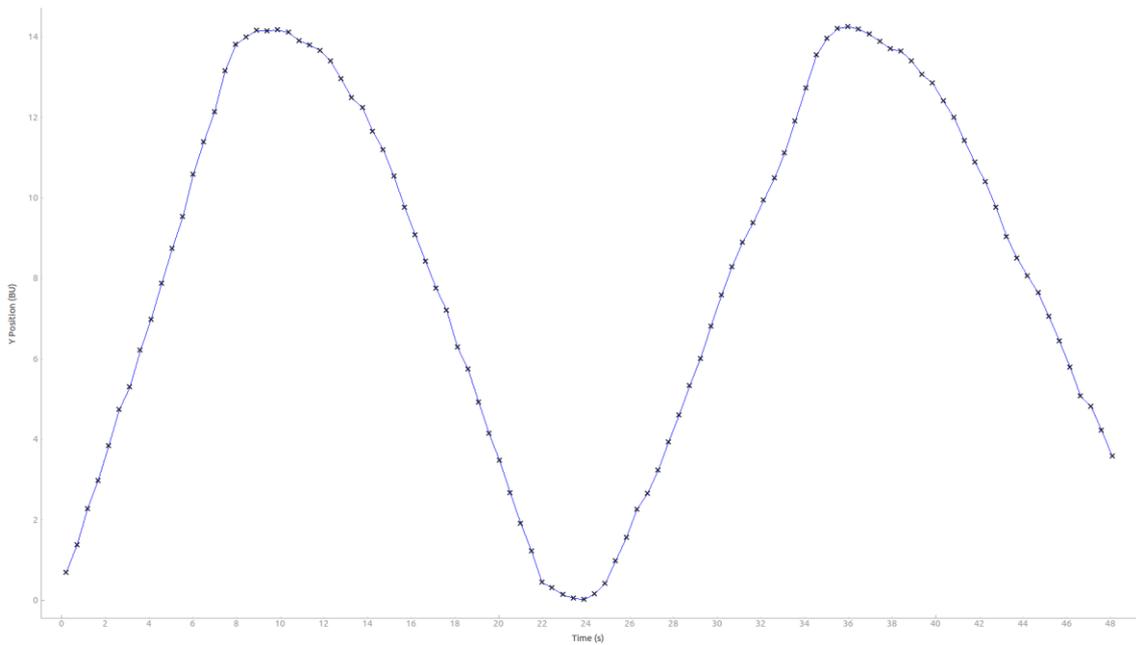


図 3.7：リサンプリング行った被験者 A, パターン 1 でのグラフ

図 3.7 中にある×印はリサンプリング後の一つ一つのデータを表している。今回の解析において N の数は全て 100 として行い、データ数を 100 個に統一した。データ数を統一することで被験者 8 名分のデータを平均化することが可能となった。全てのパターンでリサンプリングを行い平均化したグラフは以下のような結果となった。また 2 章で紹介した実験パターンを、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。

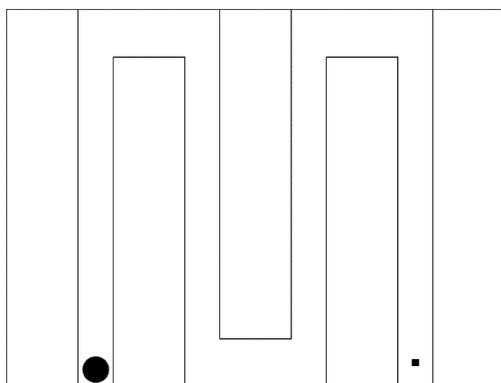


図 2.5：パターン 1 [背景なし]

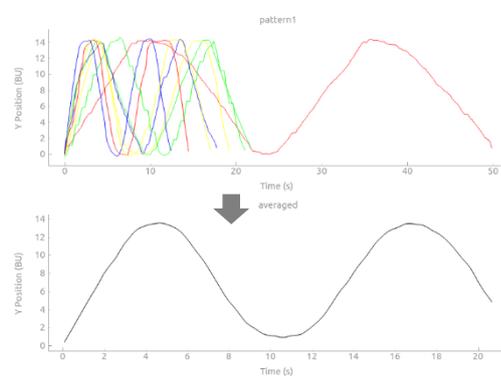


図 3.8：パターン 1 における被験者 8 名のグラフの平均化

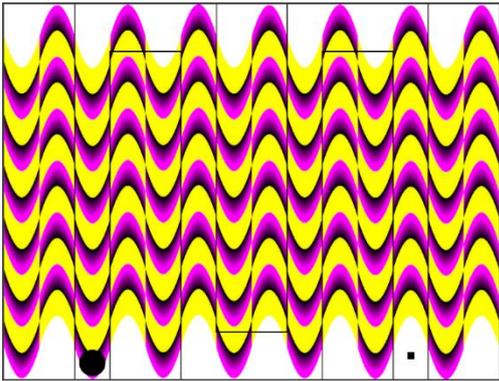


図 2.6 : パターン 2 [運動錯視 A]

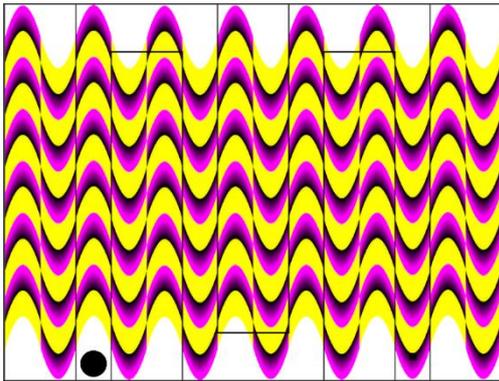


図 2.7 : パターン 3 [運動錯視 B]

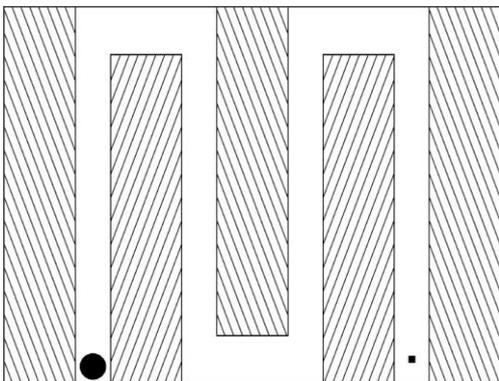


図 2.8 : パターン 4 [角度錯視 A]

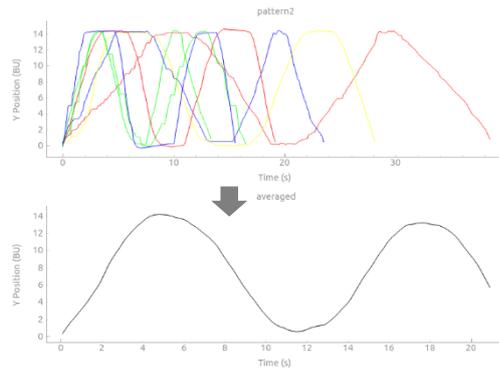


図 3.8 : パターン 2 における被験者 8 名のグラフの平均化

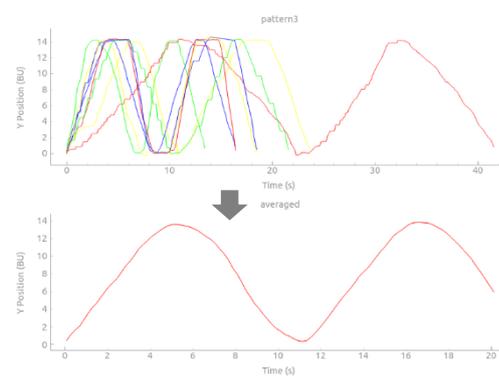


図 3.9 : パターン 3 における被験者 8 名のグラフの平均化

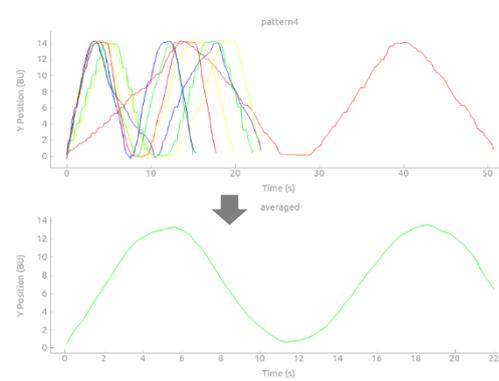


図 3.10 : パターン 4 における被験者 8 名のグラフの平均化

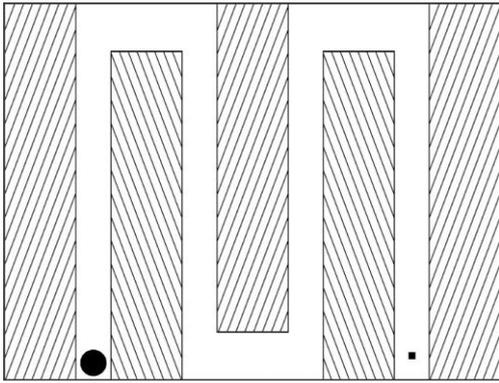


図 2.9 : パターン 5 [角度錯視 B]

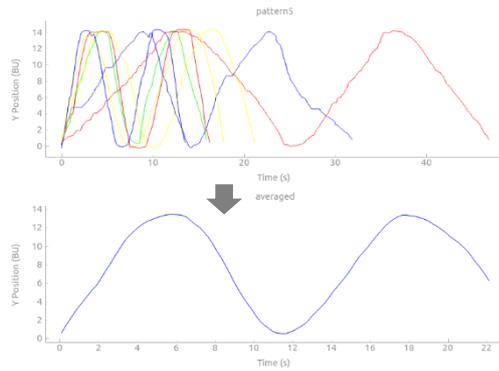


図 3.11 : パターン 5 における被験者 8 名の
グラフの平均化

これらの平均化したグラフの傾きを計算し、各パターンでのマウスを移動させる速さのグラフを作成した。傾きの計算内容は以下のように行った。

$$v_i = \left| \frac{\bar{y}_{i+1} - \bar{y}_i}{\bar{t}_{i+1} - \bar{t}_i} \right|$$

ここで \bar{t}_i , \bar{y}_i は平均化後の時間と y 座標の i 番目のデータを表している。このようにして、全てのパターンでマウスの移動速度を求めた結果を以下に示す。またグラフ中の平行線は平均速度を示したものである。

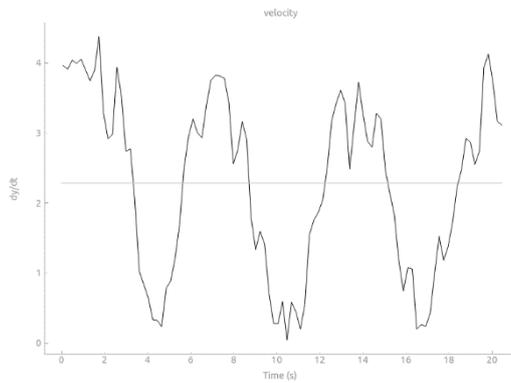


図 3.12 : パターン 1 でのマウス移動速度

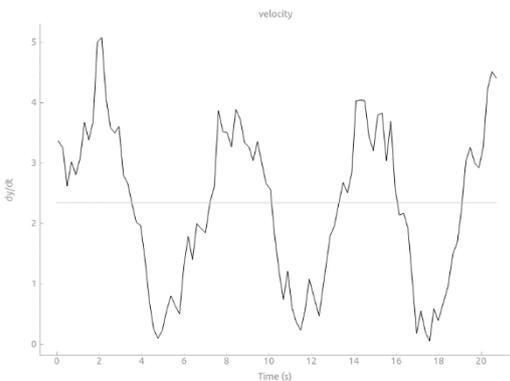


図 3.13 : パターン 2 でのマウス移動速度

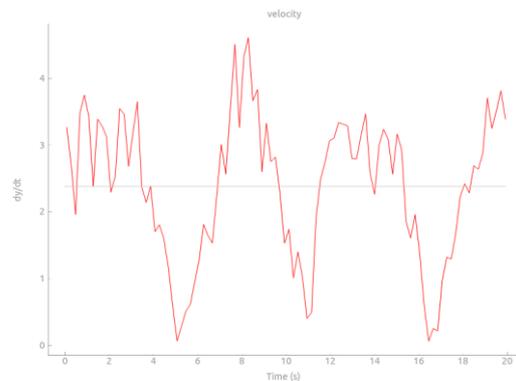


図 3.14 パターン 3 でのマウス移動速度

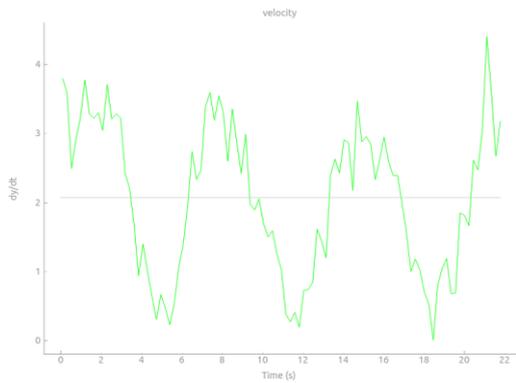


図 3.15 : パターン 4 でのマウス移動速度

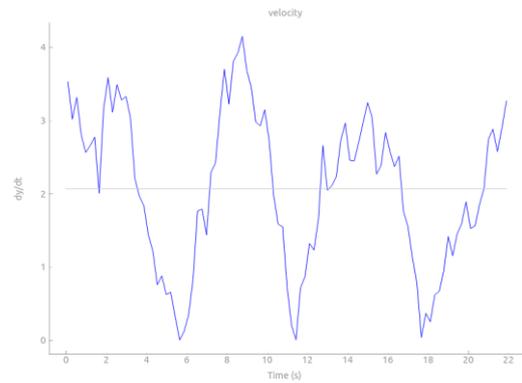


図 3.16 パターン 5 でのマウス移動速度

こうして得られた速度のデータを全て足し合わせた値は、コース上を移動した距離に相当する。その値を 100 分割し、測定実験におけるスタート位置を 0、ゴール位置を 100 としたときの位置に対する速度のグラフを作成した。錯視なしのパターン 1 (グラフ中×印) とそれぞれのパターンの結果を重ね合わせ、コースのどこの位置で速度の違いが起きているのかを確認した。(N=50)

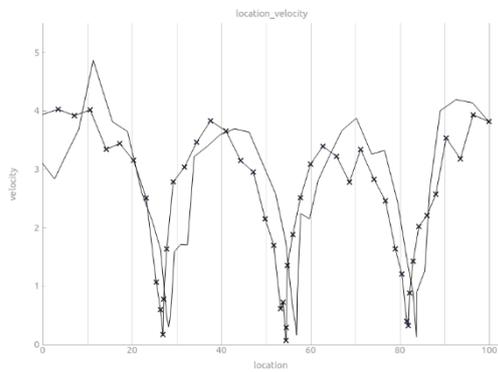


図 3.17 : パターン 2、位置と速度

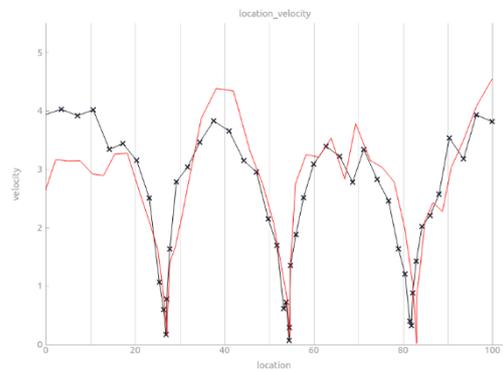


図 3.18 : パターン 3、位置と速度

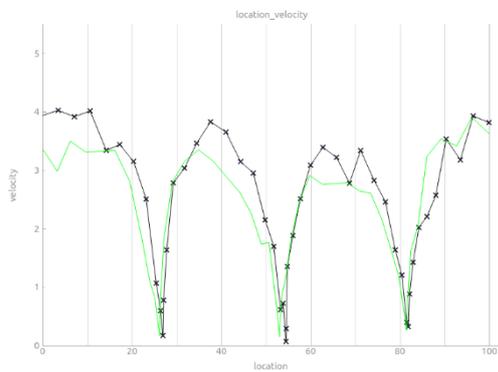


図 3.19 : パターン 4、位置と速度

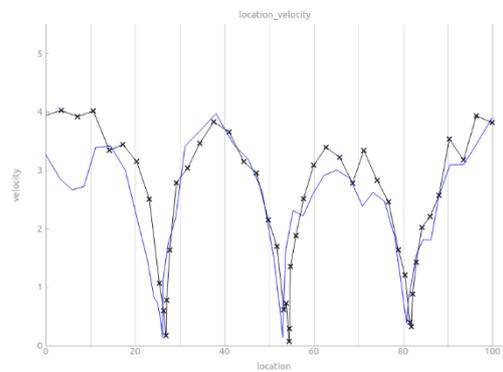


図 3.20 : パターン 5、位置と速度

グラフは山が 4 つある形となっていて、谷となっている 3 カ所はコースの切り返しの部分にあたり、y 座標の変化がないため 0 に近い値を取っている。

3.3 x座標のぶれ

y軸方向のマウス移動速度が変化する原因として、x軸方向のぶれの大きさが関係していると考えられる。このぶれの大きさを定量化することで、パターン別の視覚認知による心理的な影響を測ることが出来ると考えた。測定実験におけるコース幅の中心を0とし、そこからタスクを行う中でどれだけx軸方向の移動があるのかを解析した。

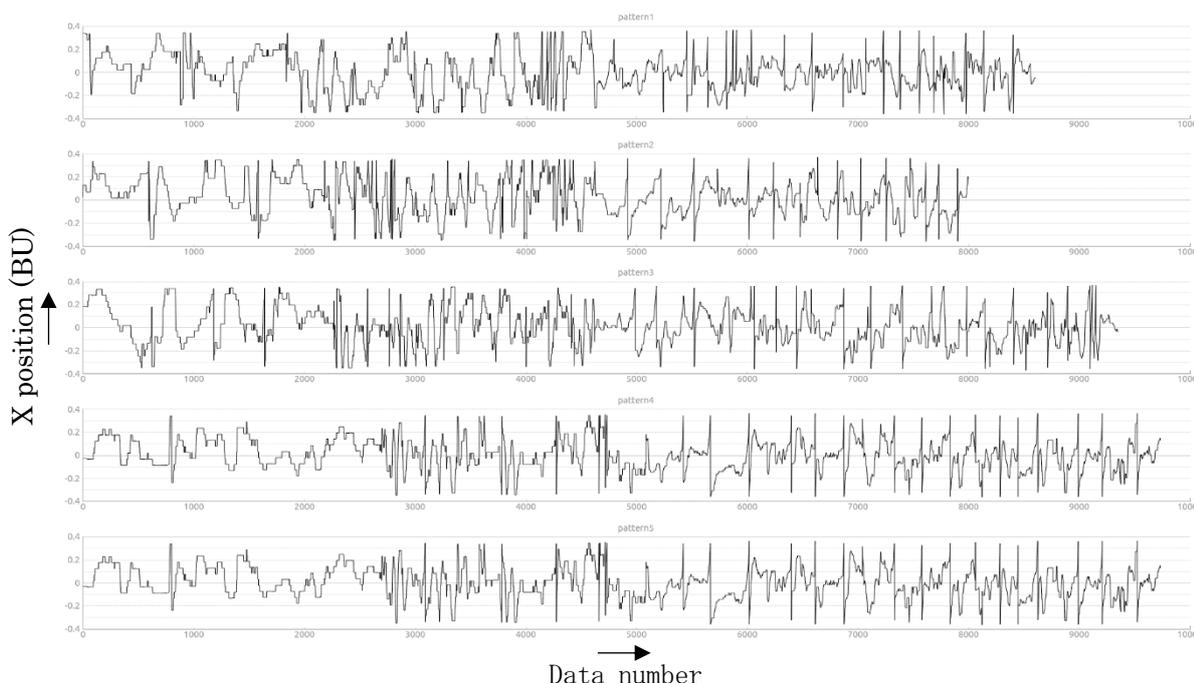


図 3.21 : 被験者 8 名による x 座標の変化

上図は、被験者 8 名分のデータを繋げたもので、上からパターン 1, 2, 3, 4, 5 でのグラフとなっている。黒い円にマウスカursorが触れると、カーソルの位置に円の中心が移動するような仕様になっており、その座標をデータとしている。そのため円が壁に衝突（x座標が約±0.4BUを超える）すると、円は初期位置に戻りもう一度カーソルを合わせる必要がある。その時、仮にx座標が+0.4BUの位置で衝突したとし、再び円にカーソルを合わせた時に、マイナスの座標から合わせた場合、グラフは図中のノイズのような形として現れる。なおカーソル位置が大きく±0.4BUを超えてしまうと、プログラムの微小な処理時間により外れ値のようなデータも同時に取得してしまう。そのためフィルター処理を行い、±0.4以上のデータは除外している。

このデータを元に、記述統計を行った。ビンの数を 20 に設定しヒストグラムを作成し、各パターンでの平均 (M)、標準偏差 (std) を求めた。その結果を以下に示す。標準偏差は、コース中央の x=0(BU) を平均値として算出している。

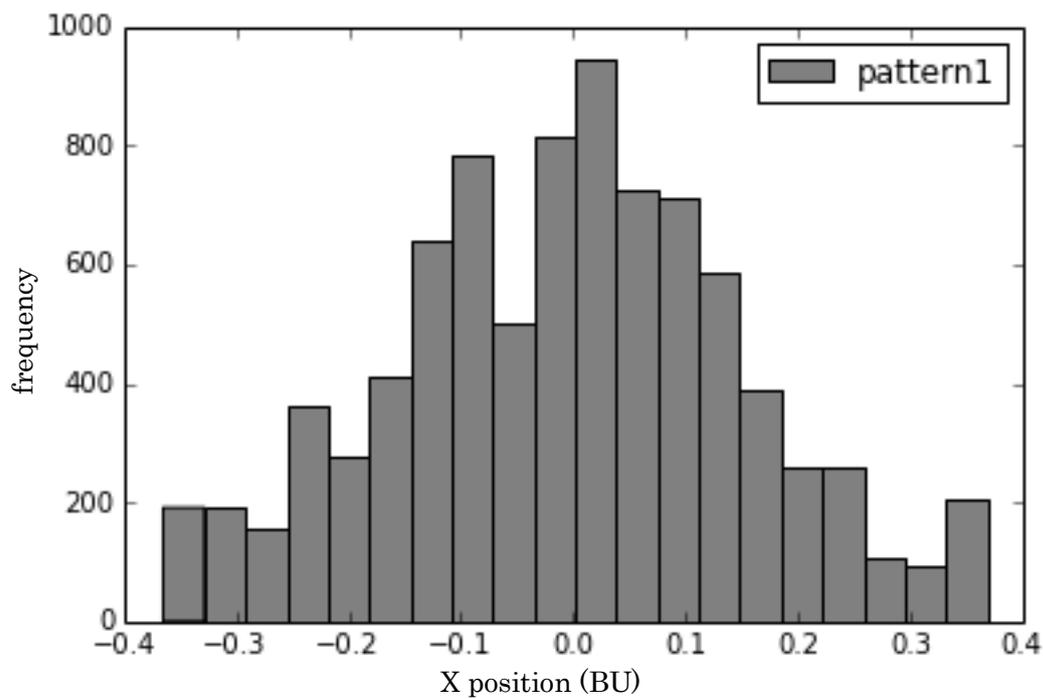


図 3.22 : パターン 1 での Δx のヒストグラム

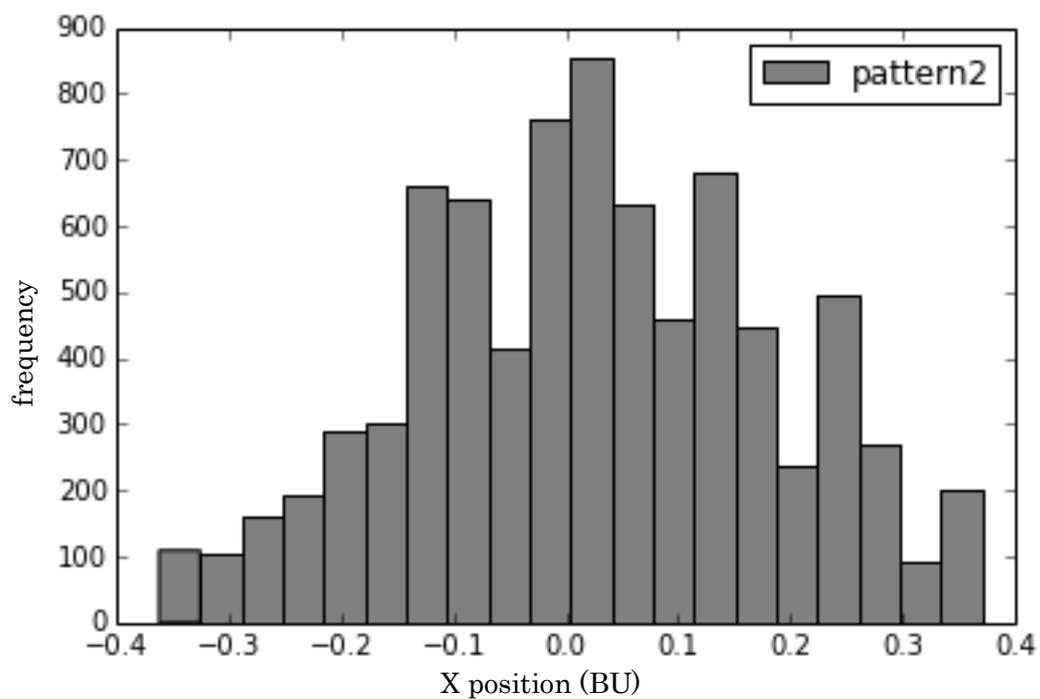


図 3.23 : パターン 2 での Δx のヒストグラム

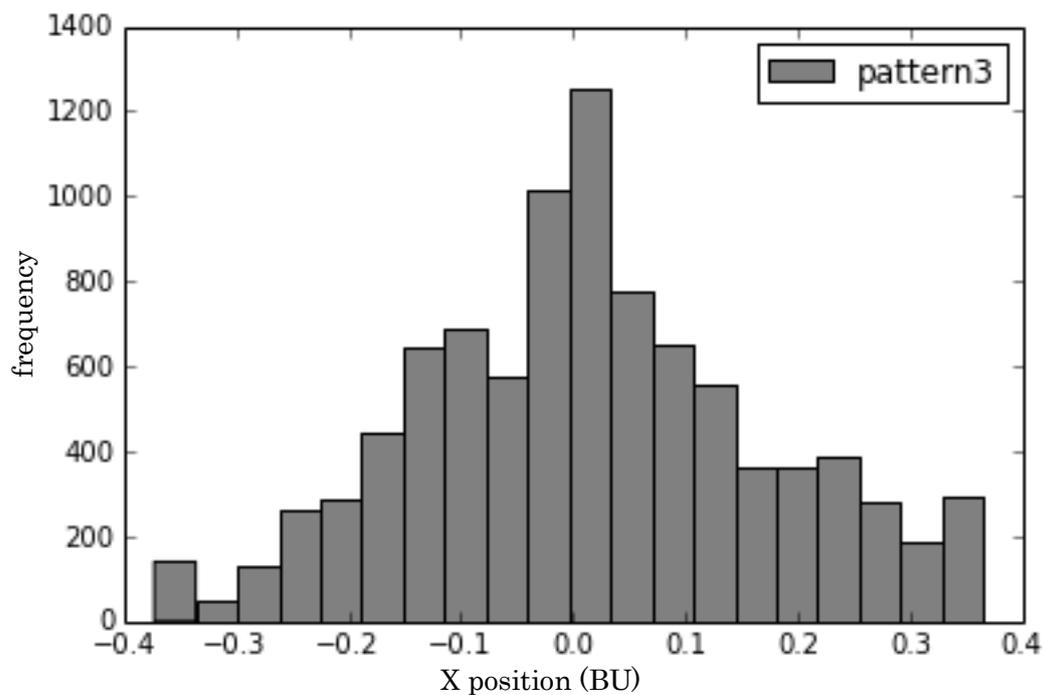


図 3.24 : パターン 3 での Δx のヒストグラム

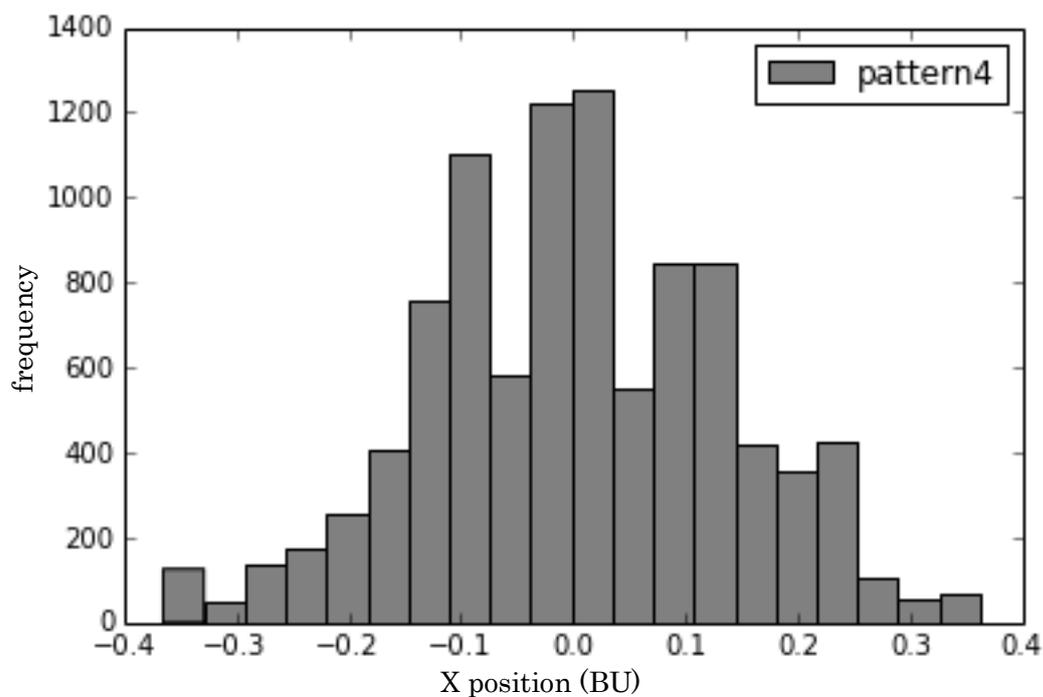


図 3.25 : パターン 4 での Δx のヒストグラム

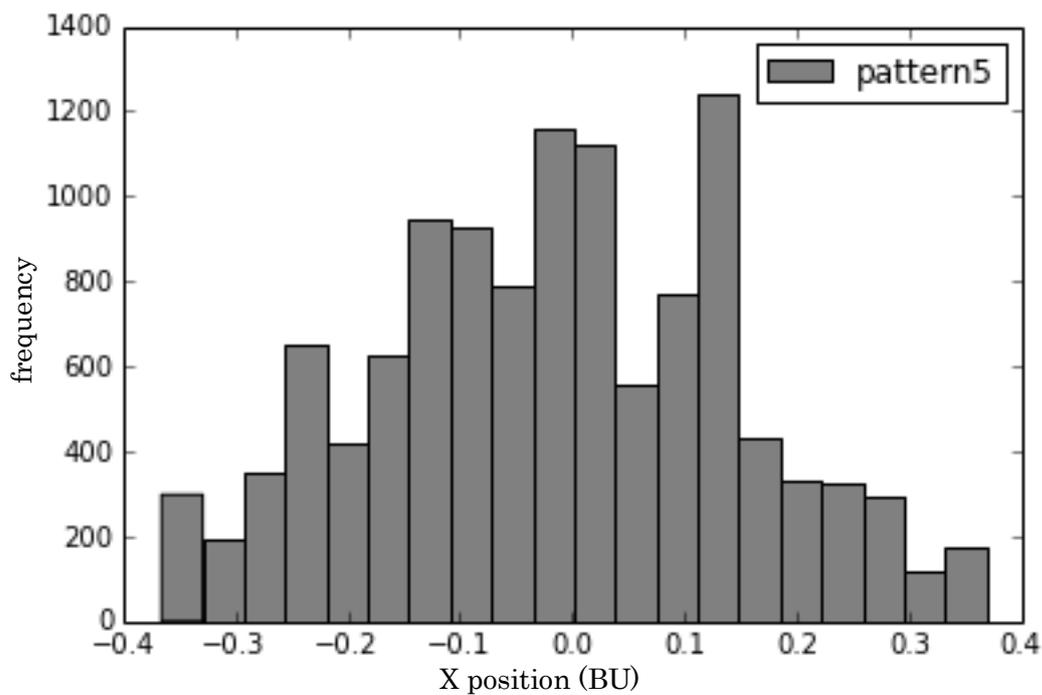


図 3.26 : パターン 5 での Δx のヒストグラム

表 3.2 : x 座標のぶれ (Δx) の記述統計

		n	M	std
錯視なし	パターン 1	8607	-0.0052	0.1571
運動錯視	パターン 2	8001	0.0223	0.1600
	パターン 3	9355	0.0132	0.1568
角度錯視	パターン 4	9736	0.0022	0.1348
	パターン 5	11716	-0.0149	0.1620

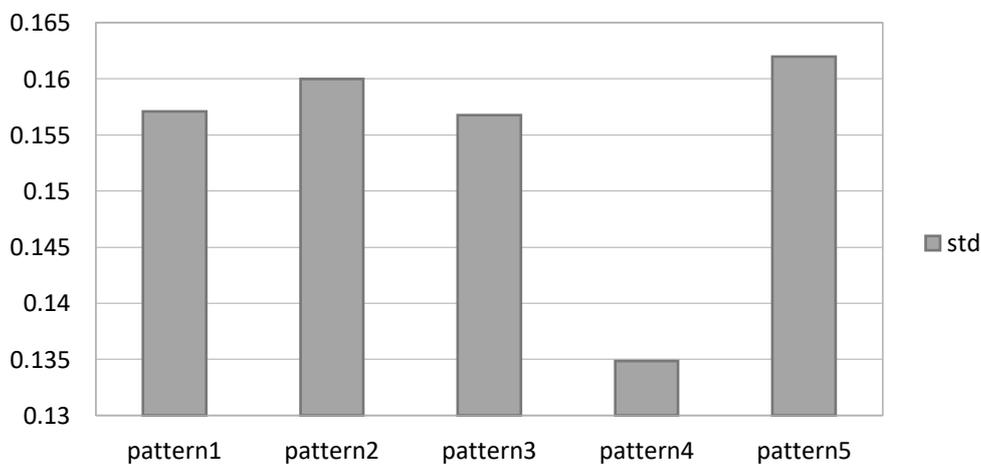


図3.27 : 各パターンの標準偏差比較

3.4 Shannon のエントロピー

x 座標のぶれをより定量的に比較するため、この系における Shannon のエントロピーを求めた。n 個の元からなる集合 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ($n \leq 0$) と、その各元の生起する確率 $p = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ (i. e., $\sum_{k=1}^n p_k = 1, p_k \geq 0$) の組 (X, p) を完全事象系があるとき、一般の完全事象系 $p = \{p_k\}_{k=1}^n$ に対する不確定さ $S(p)$ は、

$$S(p) = -\sum p_k \log p_k \quad (\text{ただし、} 0 \log 0 = 0)$$

で与えられる。この量は系 (X, p) のもつ不確定さ、乱雑さ、あいまいさなどを表す量であり、Shannon のエントロピーと呼ばれている。

パターン n でのデータを $X_{pt.n}$, その度数分布 $H_{pt.n}$ としたときの確率 $P_{pt.n}$ は、

$$P_{pt.n} = \frac{H_{pt.n}}{\sum_{k=1}^n H_{pt.n}}$$

と表せる。このような規格化を行った後、各パターンでの Shannon のエントロピー $S(P_{pt.n})$ を求めた。(図 3.29)

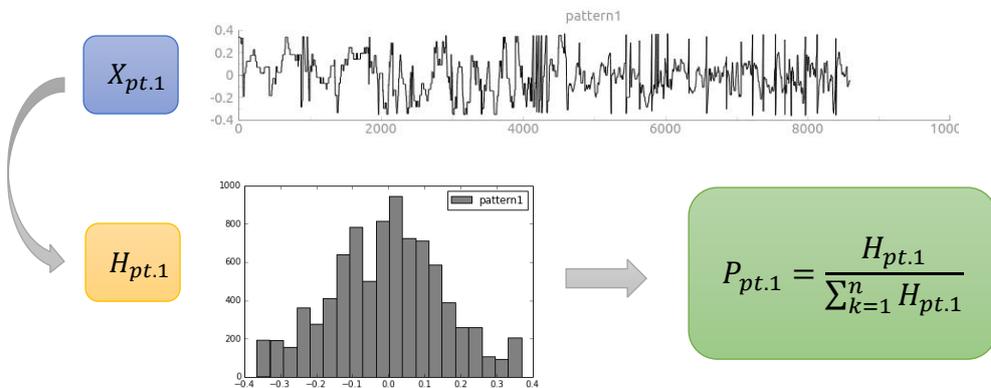


図 3.28 : パターン 1 における規格化の流れ

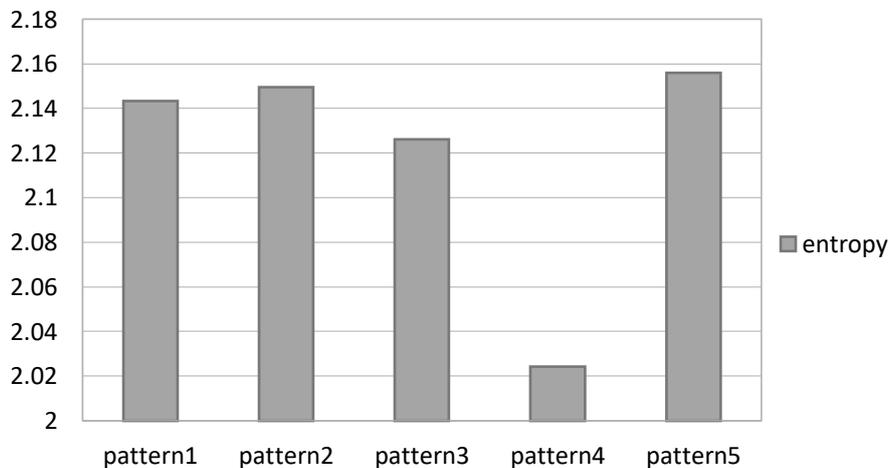


図 3.29 : Shannon のエントロピー比較

4章 考察

測定時間はパターン1とパターン4との間に有意差がみられた。ほとんどの被験者で錯視のないパターン1に比べ、過小視の起こる角度錯視のパターン4での測定時間が長くなっている。また、平均値を見るとパターン5においてもパターン1と約10%の差が生じている。このことから角度錯視による形状変化の知覚が測定時間を遅らせているのだと考えられる。また、パターン2, 3の運動錯視では有意差は見られなかったものの、どちらも平均値がパターン1よりも下回り、被験者の半数以上で測定時間が短くなっている。つまり形状の変化を起こす錯視には運動を遅らせる効果があるのに対し、動的な変化を起こす錯視には運動を早める効果があり、またその効果は前者の方が影響を受けやすいと考えられる。これは人が何かのタスクを行う際、できるだけ早く終わらせるよう努力する。そして作業時間を早めるにはそれだけエネルギーが必要となる。しかし、作業時間を遅くすることはたいして難しい事ではない。このように人の行動を制御する場合、促進よりも遅延の方が容易であることが影響しているのではないかと考える。

測定時間の長さには、マウスの移動速度が直接的に影響する。測定時間の短かったパターン4, 5では全体的にパターン1よりも遅く移動している。またパターン2, 3では、グラフの山の頂点付近でパターン1よりも高い値を取っている。この速度の違いを各パターンでの背景の錯視量とすると、角度錯視はコースの場所に関わらず全体的に錯視を起こし、運動錯視はコース中腹で特に錯視が起こっていると考えられる。

錯視のないパターン1ではスタート直後から高い値をとり最初の折り返し地点に近づくにつれ減少している。それに対して錯視のあるパターンはどれも開始直後に速度が落ちる傾向がある。しかし、その後の折り返し直後の速度ではこのような現象はみられない。錯視という通常とは異なる知覚、または背景に何らかの刺激があることに対する戸惑いがスタート直後にマウスの移動が減速するといったかたちで現れているのだと考えられる。

x座標のぶれに関する記述統計をみると平均値は最大で0.0223(BU)であった、これは黒い円の可動域である ± 0.4 (BU)の約2.8%程度であり、このことからほとんど平均値は0でありコースの中央となっていると考えられる。また標準偏差の値は、パターン1, 2, 3においては変化が見られないのに対し、パターン4, 5の値に変化が見られた。パターン4の値は他に比べ極めて小さく、 Δx のデータの多くが0に近い値となっているのがヒストグラムを見ても確認できる。一方、パターン5でのヒストグラムは山の形が低くバラつきがあ

るのが分かる。これより角度錯視が起こっている場合では、進行方向に向かって過小視するか過大視するかで全く逆の効果が働いていると考えられる。

Shannon のエントロピーを求めた結果、標準偏差と同じようなグラフとなり角度錯視のパターンにおいて差が見られた。つまり、パターン4ではx軸方向の乱雑さが他に比べ小さく、パターン5では少し大きい。これらの不確定さは実験におけるタスクを行う際の心理的な影響が関係していると考えられる。パターン4においては進行方向が狭くなっているように知覚されるため、被験者の動きはより慎重になりその分、乱雑さは少なくなる。一方、パターン5では進行方向が広がって知覚されるため、心理的に余裕をもち動きも乱雑になるってしまったのだと考える。運動錯視においてはエントロピーの値は錯視がないときとあまり変化はなかったため、このような乱雑さの変化はコースの形状が変化する知覚によって起こったものだと考えられる。

5章 まとめ

錯視による心理的な影響を測るために、マウスを使ったタスクを被験者8名に行った。実験には背景が動いているように知覚が起こる運動錯視と、背景の形が変化して見える角度錯視を用いて測定を行った。その結果、背景のないときに比べ測定時間において、運動錯視では多少の促進、角度錯視では遅延の効果が見られた。マウスの移動速度の時間変化をみると、背景による錯視の効果は運動錯視では一部で大きくなり、角度錯視は持続的なものであることが分かった。また、角度錯視においてマウスを移動させる乱雑さに違いが現れた。特に過小視の起こる角度錯視を背景としたときのエントロピーの値は低く、安定さが増していた。形状の変化する知覚が起きる際、心理的な影響がタスクにおける乱雑さに大きく関わっていることが示唆される。これまでの研究で、人は何かのタスクを行う際に視覚からの情報を頼りにし、その中でも背景による影響というものは無視できるものではないと言えるだろう。背景による情報は無意識のうちに本人の行動に影響を与える。これを応用することで、人為的に自動車運転でのスピードの促進や抑制をし、渋滞の解消や交通事故の減少など日常生活の至る所での可能性が考えられる。

6章 謝辞

本論文を作成するにあたり、ミケレット・ルジェロ教授には研究や発表についてのアドバイスなど丁寧な指導をいただきました。心より感謝しております。

また、日々の議論を通じて多くの知識や示唆を頂戴いたしましたミケレット研究室の皆様には深く感謝いたします。

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、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、謝辞いたします。

7章 文献

北岡明佳 (2013) 「錯視の心理学」、『神経心理学』、29、106-112

村上郁也 (2010) 「視覚研究ツールとしての錯視」、『光学』、39(2)、66-74

大山正 (2010) 『知覚を測る：実験データで語る視覚心理学』、誠信書房

十河宏行 (2017) 『心理学実験プログラミング：Python/Psychopy による実験作成・データ処理』、朝倉書店

梅垣壽春・大矢雅則 (1983) 『確率論的エントロピー：情報理論の函数解析的基礎 1』、共立出版株式会社

Johan Wagemans, J. Feldman, S. Gepshtein, R. Kimchi, J. Pomerantz, P. Helm (2012) "A Century of Gestalt Psychology in Visual Perception: II. Conceptual and Theoretical Foundations" *Psychological Bulletin*, 2012, 138(6), 1218-1252