

平成 14 年度

学士学位論文

# **事前注意刺激とそのタイミングが 色の再認に与える影響**

**Influence of attention and its timing have on  
reconfirmation of a color**

1030302 檜垣 陽平

指導教員 篠森 敬三

2003 年 2 月 12 日

高知工科大学 情報システム工学科



# 要 旨

## 事前注意刺激とそのタイミングが 色の再認に与える影響

檜垣 陽平

見えた見えないという知覚閾値や目標刺激探索の場合は、先行手がかりとして事前注意刺激 (attention) を呈示することで値が変化する事が知られている。では色の記憶においてはどうかであろうという観点から、任意の色刺激が CRT ディスプレイ画面上でランダムな場所に短時間呈示される時、その色を呈示後に記憶に基づいて再認する際、注意がどのような効果をもたらすのかを調べた。

今回は注意を与える方法として先行手がかり法を用い、色刺激呈示の 1 秒前に呈示位置を示す矢印を出す場合と、矢印を出さない場合の 2 通りの実験を行って比較した。尚、記憶してもらう色刺激は、ディスプレイ中央にある固視点を中心とした円軌道上の 8 通りの場所の 1 つにランダムに呈示した。先行手がかりとして、目標刺激の呈示方向を示す中心手がかりを使用した。また Green, Orange, Yellow をそれぞれ基点とした実験を行う事によって、色によって特徴的に事前注意の効果が現れるところがあるのかも検証した。実験は 3 人の被験者で行い、その結果を正答率による統計的有意差検定と、正解の色と間違いの色の色差を求め、それを用いた検定によって検証した。その結果、有意な差が見られないことが多く、事前注意刺激の効果があるという事は示せなかった。

**キーワード** 事前注意刺激, 色の記憶, 色差





# Abstract

## Influence of attention and its timing have on reconfirmation of a color

Yohei HIGAKI

In the case of absolute threshold value and target stimulus search, it is known that value is changed by presenting attention as precueing technique. I thought that attention would be effective in memory of a color. The experiment conditions are as follows. A arbitrary color stimulus is presented between short time on a CRT display screen. A color stimulus place is presented at random. Then, a subject reconfirms the color based on memory.

Precueing technique was used as a method of giving attention this time. One experiment is the case where attention is shown 1 second before a color stimulus, another experiment is not shown attention. The target was presented to one of eight kinds of places at random on the circle centering by fixation point. In the experiment, central cue which presents the presentation direction of a target stimulus was used. It is investigated whether the effect of attention would change or not with colors by Three kinds of experiments. The experiment was conducted by three subjects. The experiment result was verified for the significant difference by the percentage of correct answers and by using color difference. Consequently, a significant difference was not seen in many cases. So experiments were not able to be shown effect of memory of color by attention.

**key words**     attention, memory of color, color difference



# 目次

|              |                                         |           |
|--------------|-----------------------------------------|-----------|
| <b>第 1 章</b> | <b>はじめに</b>                             | <b>1</b>  |
| 1.1          | 実験目的 . . . . .                          | 1         |
| 1.2          | 実験環境 . . . . .                          | 3         |
| 1.3          | 色刺激 . . . . .                           | 4         |
| 1.4          | 事前注意 . . . . .                          | 5         |
| <b>第 2 章</b> | <b>測光と色差</b>                            | <b>9</b>  |
| 2.1          | 測光方法 . . . . .                          | 9         |
| 2.2          | 測光値の平均方法 . . . . .                      | 10        |
| 2.3          | 色差の求め方 . . . . .                        | 12        |
| <b>第 3 章</b> | <b>先行実験</b>                             | <b>13</b> |
| 3.1          | 周辺手がかりを用いた Yellow 基点の実験の説明 . . . . .    | 13        |
| 3.1.1        | 事前注意刺激を呈示しない実験の方法 . . . . .             | 15        |
| 3.1.2        | 事前注意刺激を呈示する実験の方法 . . . . .              | 15        |
| 3.2          | 周辺手がかりを用いた Yellow 基点の実験の結果 . . . . .    | 17        |
| 3.3          | 周辺手がかりを用いた Yellow 基点の実験の考察 . . . . .    | 18        |
| <b>第 4 章</b> | <b>中心手がかりを用いた実験</b>                     | <b>21</b> |
| 4.1          | 実験 1. 中心手がかりを用いた Yellow 基点の実験 . . . . . | 23        |
| 4.1.1        | 事前注意刺激の無い場合の実験方法 . . . . .              | 23        |
| 4.1.2        | 事前注意として、中心手がかりのある場合の実験方法 . . . . .      | 23        |
| 4.2          | 実験 1 の結果 . . . . .                      | 24        |
| 4.2.1        | 被験者 Y.H の結果 . . . . .                   | 25        |
| 4.2.2        | 被験者 R.U の結果 . . . . .                   | 26        |

|              |                                         |           |
|--------------|-----------------------------------------|-----------|
| 4.2.3        | 被験者 K.Y の結果 . . . . .                   | 27        |
| 4.3          | 実験 2. 中心手がかりを用いた Green 基点の実験 . . . . .  | 28        |
| 4.4          | 実験 2 の結果 . . . . .                      | 30        |
| 4.4.1        | 被験者 Y.H の結果 . . . . .                   | 30        |
| 4.4.2        | 被験者 R.U の結果 . . . . .                   | 31        |
| 4.4.3        | 被験者 K.Y の結果 . . . . .                   | 32        |
| 4.5          | 実験 3. 中心手がかりを用いた Orange 基点の実験 . . . . . | 33        |
| 4.6          | 実験 3 の結果 . . . . .                      | 35        |
| 4.6.1        | 被験者 Y.H の結果 . . . . .                   | 35        |
| 4.6.2        | 被験者 R.U の結果 . . . . .                   | 36        |
| 4.6.3        | 被験者 K.Y の結果 . . . . .                   | 37        |
| 4.7          | 中心手がかりを用いた実験の考察 . . . . .               | 38        |
| <b>第 5 章</b> | <b>t-検定</b>                             | <b>41</b> |
| 5.1          | 正答率を用いた一対の標本による t-検定 . . . . .          | 41        |
| 5.2          | 色差を考慮した t-検定 . . . . .                  | 43        |
| 5.3          | t-検定の考察 . . . . .                       | 45        |
| <b>第 6 章</b> | <b>結論と今後の課題</b>                         | <b>47</b> |
| 6.1          | 今後の課題 . . . . .                         | 47        |
| 6.2          | 結論 . . . . .                            | 48        |
| <b>謝辞</b>    |                                         | <b>49</b> |
| <b>参考文献</b>  |                                         | <b>51</b> |
| <b>付録 A</b>  | <b>各実験における被験者ごとの不正解のデータ</b>             | <b>53</b> |

# 図目次

|      |                                                |    |
|------|------------------------------------------------|----|
| 1.1  | 実験環境を上, 横から見た図 . . . . .                       | 3  |
| 1.2  | ディスプレイ上に呈示される色刺激の図 . . . . .                   | 4  |
| 1.3  | 先行手がかり法の刺激スケジュール . . . . .                     | 5  |
| 3.1  | Yellow を基点とした実験の色度座標図 . . . . .                | 14 |
| 3.2  | Yellow を基点とした実験の測光値 . . . . .                  | 14 |
| 3.3  | 周辺手がかりを用いた Yellow を基点とした実験結果 被験者 Y.H . . . . . | 17 |
| 4.1  | 中心手がかりの実験に使用した全ての色刺激 . . . . .                 | 22 |
| 4.2  | 被験者 Y.H の実験結果 . . . . .                        | 25 |
| 4.3  | 被験者 R.U の実験結果 . . . . .                        | 26 |
| 4.4  | 被験者 K.Y の実験結果 . . . . .                        | 27 |
| 4.5  | Green を基点とした実験の色刺激色度座標図 . . . . .              | 29 |
| 4.6  | Green を基点とした実験の測光値 . . . . .                   | 29 |
| 4.7  | 被験者 Y.H の実験結果 . . . . .                        | 30 |
| 4.8  | 被験者 R.U の実験結果 . . . . .                        | 31 |
| 4.9  | 被験者 K.Y の実験結果 . . . . .                        | 32 |
| 4.10 | Orange を基点とした実験の色刺激色度座標図 . . . . .             | 34 |
| 4.11 | Orange を基点とした実験の測光値 . . . . .                  | 34 |
| 4.12 | 被験者 Y.H の実験結果 . . . . .                        | 35 |
| 4.13 | 被験者 R.U の実験結果 . . . . .                        | 36 |
| 4.14 | 被験者 K.Y の実験結果 . . . . .                        | 37 |
| 5.1  | 被験者 K.Y の実験の分析結果 . . . . .                     | 41 |
| 5.2  | 被験者 R.U の実験の分析結果 . . . . .                     | 42 |

|      |                                             |    |
|------|---------------------------------------------|----|
| 5.3  | 被験者 K.Y の実験の分析結果 . . . . .                  | 42 |
| 5.4  | 被験者 Y.H の実験の分析結果 . . . . .                  | 43 |
| 5.5  | 被験者 R.U の実験の分析結果 . . . . .                  | 44 |
| 5.6  | 被験者 K.Y の実験の分析結果 . . . . .                  | 44 |
| 5.7  | 事前注意刺激の統計的有意差 . . . . .                     | 45 |
|      |                                             |    |
| A.1  | 被験者 Y.H の事前注意刺激の無い Yellow を基点とした実験の不正解データ   | 54 |
| A.2  | 被験者 Y.H の事前注意刺激のある Yellow を基点とした実験の不正解データ   | 54 |
| A.3  | 被験者 R.U の事前注意刺激の無い Yellow を基点とした実験の不正解データ   | 55 |
| A.4  | 被験者 R.U の事前注意刺激のある Yellow を基点とした実験の不正解データ   | 55 |
| A.5  | 被験者 K.Y の事前注意刺激の無い Yellow を基点とした実験の不正解データ . | 56 |
| A.6  | 被験者 K.Y の事前注意刺激のある Yellow を基点とした実験の不正解データ   | 56 |
| A.7  | 被験者 Y.H の事前注意刺激の無い Green を基点とした実験の不正解データ .  | 57 |
| A.8  | 被験者 Y.H の事前注意刺激のある Green を基点とした実験の不正解データ .  | 57 |
| A.9  | 被験者 R.U の事前注意刺激の無い Green を基点とした実験の不正解データ .  | 58 |
| A.10 | 被験者 R.U の事前注意刺激のある Green を基点とした実験の不正解データ .  | 58 |
| A.11 | 被験者 K.Y の事前注意刺激の無い Green を基点とした実験の不正解データ .  | 59 |
| A.12 | 被験者 K.Y の事前注意刺激のある Green を基点とした実験の不正解データ .  | 59 |
| A.13 | 被験者 Y.H の事前注意刺激の無い Orange を基点とした実験の不正解データ   | 60 |
| A.14 | 被験者 Y.H の事前注意刺激のある Green を基点とした実験の不正解データ .  | 60 |
| A.15 | 被験者 R.U の事前注意刺激の無い Orange を基点とした実験の不正解データ   | 61 |
| A.16 | 被験者 R.U の事前注意刺激のある Green を基点とした実験の不正解データ .  | 61 |
| A.17 | 被験者 K.Y の事前注意刺激の無い Orange を基点とした実験の不正解データ   | 62 |
| A.18 | 被験者 K.Y の事前注意刺激のある Green を基点とした実験の不正解データ .  | 62 |

# 第 1 章

## はじめに

人は生活していく中で様々なものを記憶し、また忘れていく。記憶とは人間にとって、また生物にとっても切り離せないものである。本研究は、その記憶に対しての視覚心理物理学からのささやかなアプローチである。見えた見えないという知覚閾値や目標刺激探索の場合は、先行手がかりとして事前注意刺激 (attention) を呈示することによって値が変化する事が知られている。

そこで本研究では、先行手がかり法による事前注意刺激が、色刺激の記憶に基づく再認に対してどのように影響するのかを調べた。今回の実験では周辺手がかりと中心手がかりの 2 種類の手法を用いて実験を行い、その事前注意刺激のタイミングによって色の再認率やエラーの色差範囲がどう変化するのかを調べた。色によって事前注意の影響が変化するのかも Green, Yellow, Orange をそれぞれ基点にした実験を 3 通り行い、調べた。

### 1.1 実験目的

複数ある色刺激の中から、ある 1 つの色の再認を行う課題において、先行手がかり法による事前注意刺激の効果が現れるのか。もし有るとすれば、事前注意刺激の効果がどのように現れるのかを考察する。もし事前注意刺激の効果があるのであれば、色の正確な再認が必要とされるアプリケーション上の作業においては、事前注意刺激を利用したインターフェースの開発が有効であることになる。

色の再認に関して、事前注意刺激の効果が色によって異なるのだろうか。ただし直感的には、個人によって色の記憶に関して得意不得意が存在したり、色弁別に関して差があっても、

色の違いによる事前注意刺激の効果の差はないものと予想された。

実際の実験課題としては、テスト刺激として呈示された色が、テストの後に呈示される色票群に含まれるのかどうかで判定した。その際、テスト刺激は周辺視野に呈示される為、先行手がかりによりあらかじめテスト刺激に呈示位置が予測できる場合には、そのテスト刺激の視認と記憶に有利であると考えられた。本研究ではこの先行手がかりがもたらす、ある特定の視野位置における注意効果を事前注意の効果と定義した。

実験では、事前注意刺激のある場合と無い場合で、色再認課題の正答率を比較し、その正答率上昇効果を事前注意刺激の効果と考えた。



## 1.2 実験環境

本実験は、暗順応条件下で実験してもらう為、実験は暗室で行った。実験環境は、CRT ディスプレイ (EIZO Flex Scan T566), ディスプレイの色温度 9300K, PC(Anfis1500 Pentium4 1.7GHz), プログラミングに使用したのは Borland Delphi 6 であった。

視距離は 75cm とした。(色刺激が呈示される位置は個視点から視角 5 °である。) 図 1.1 参照。

また実験は両眼自由視で行った。

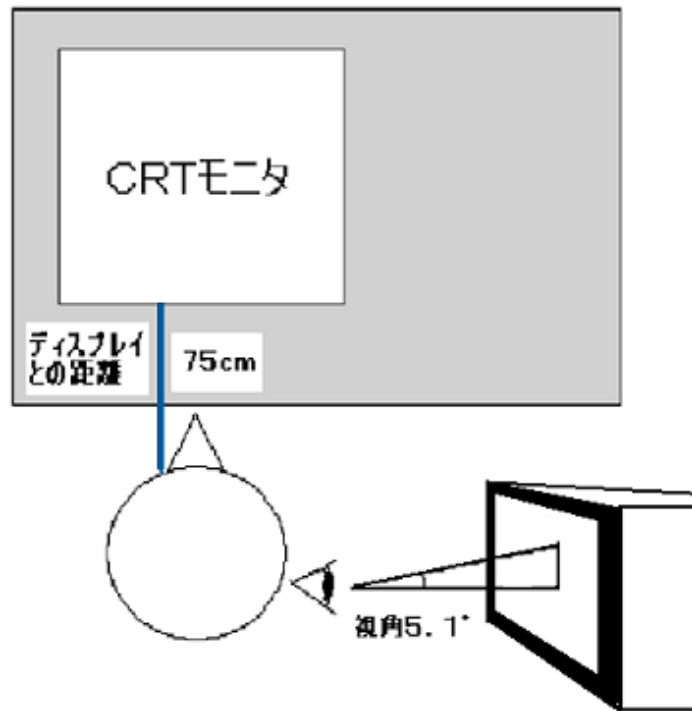


図 1.1 実験環境を上，横から見た図

### 1.3 色刺激

今回の実験で使用した色刺激は全て図 1.2 で示すように、固視点で捕らえた時の刺激サイズ  $0.845^\circ$  の円形の色刺激がディスプレイ上に呈示される．．

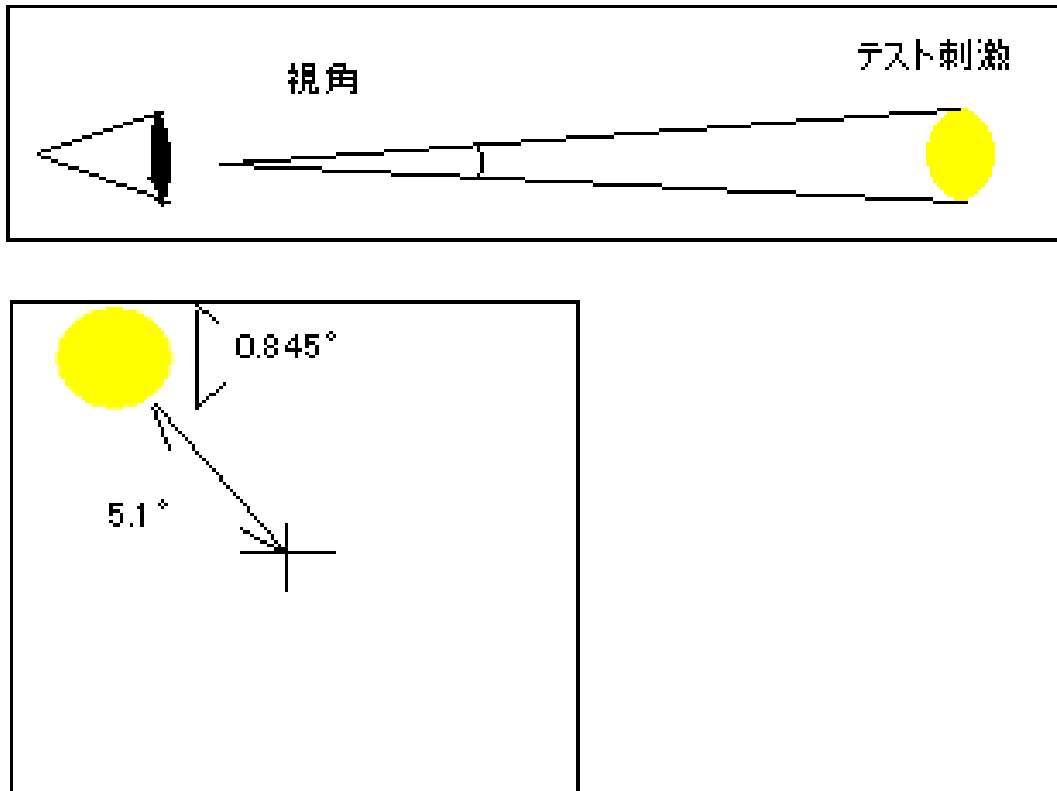


図 1.2 ディスプレイ上に呈示される色刺激の図

背景は白色 (0.27, 0.30) で、輝度は  $113.03\text{cd}/\text{m}^2$  である．RGB 階調で (255, 255, 255) にあたる．事前注意刺激として使用した色の測光値は、色度 (0.27, 0.31), 輝度  $26.43\text{cd}/\text{m}^2$  である．実験では色刺激が中心の固視点から  $5.1^\circ$  離れた所に呈示され、その呈示間隔は全ての実験において 1 秒間である．

## 1.4 事前注意

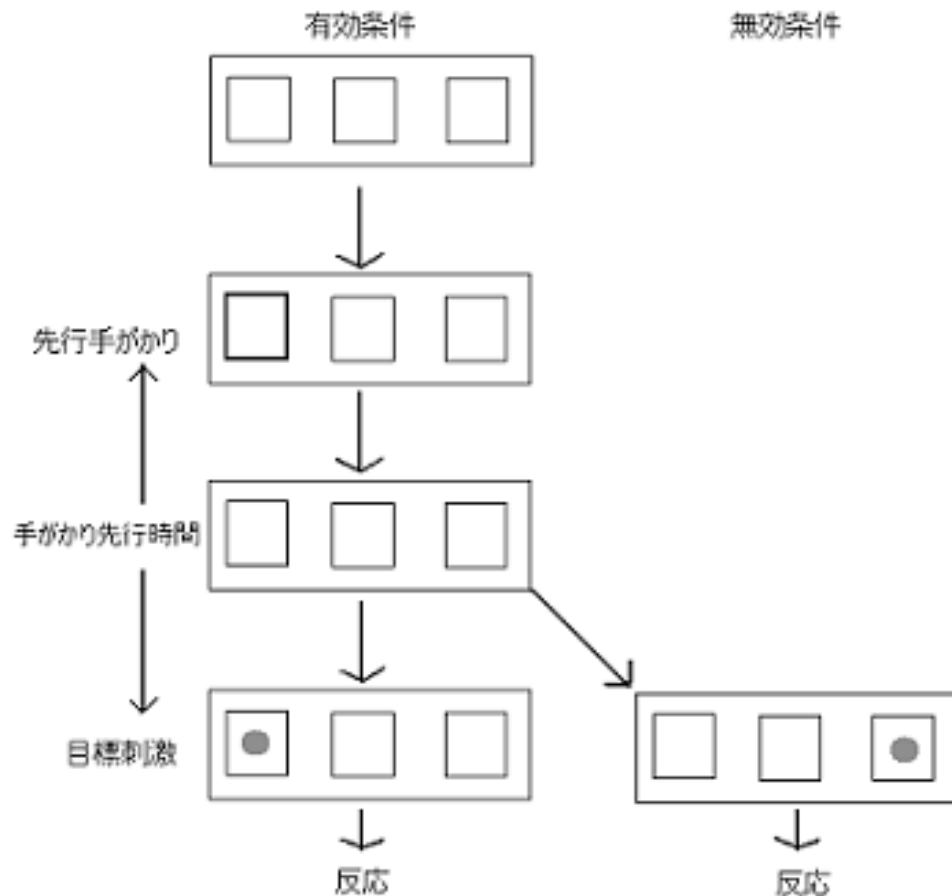


図 1.3 先行手がかり法の刺激スケジュール

生体には網膜に投影される視覚刺激の中から、その時々に必要な情報を効率的に選択し、処理する能力を有している。このような機能を注意と呼ぶ。先行手がかり法 (precueing technique) では、視野内に目標刺激が呈示されたら、出来るだけ早く反応キーを押すというような検出課題を被験者に与え、目標刺激が呈示されてから、被験者がキーを押すまでの反応時間を計測する。図の 1.3 に示すように、この時目標刺激に先行して目標刺激の呈示位置を知らせる為の刺激を呈示する。この先行刺激が正しく目標刺激の位置を示している場合 (有効条件) は、先行刺激が呈示されない場合や呈示されても正しく目標刺激の位置を示さない場合に比べて、目標刺激の検出時間が短縮する。この検出時間の短縮が先行手がかりによる効果の効果だと考えられる。

本研究では、2種類の先行手がかり法を使用した。

1つは、先行手がかりを目標刺激が呈示される位置付近に呈示する周辺手がかり (peripheral cue)。2つ目は中心手がかり (central cue) で、凝視点位置に目標刺激の呈示位置を示す矢印などを先行手がかりとして呈示する方法である。

これら2つの方法には以下の特徴が挙げられる。(参考文献[1]より引用)

先行手がかり法による注意移動課題と同時に記憶課題を課すと、注意移動課題の成績は中心手がかりは記憶課題の影響を受けるが、周辺手がかりの場合は受けない。

また、周辺手がかりは無視するように指示を与えても被験者はそれを無視できないが、中心手がかりは無視できる。しかし手がかりの呈示が予期出来ない場合、周辺手がかりは有効であるが、中心手がかりは有効ではない。したがって周辺手がかりの方が中心手がかりよりも相対的に効果が大きい。

さらに周辺手がかりが示した位置に目標刺激が呈示される確率を予め知っていても、結果には影響しない。また、周辺手がかりによって向けられた注意の方が、中心手がかりに比べ、注意を解放する事が難しい。

以上の結果から人間の注意には2種類の異なる注意成分の存在が示唆されている。

1つは周辺手がかりによる注意成分で、外発的 (exogenous) 成分と呼ばれ、先行手がかりの呈示に伴う、反射的、自動的、刺激駆動的な注意の制御と考えられている。

もう1つは中心手がかりによって喚起される注意成分で、内発的 (endogenous) 成分と呼ばれ、被験者が先行手がかりに従って意図的に注意を喚起するという制御的、知識駆動的な側面を持つ注意である。

周辺手がかりにより喚起された注意については、目標刺激に対する反応が抑制されるという現象も報告されている。Posner と Cohen は、先行手がかりが目標刺激に対して 0 ～ 300ms 先行している場合には注意による反応時間の促進効果が得られるのに対して、300ms 以上先行した場合には先行手がかりが呈示された実験のほうが、反応時間が長くなるという抑制効果を得た。彼らは実験の時間経過に伴い、注意のスポットライトが先行手がかりで指示された位置から他の位置へ移動してしまった為に、先行手がかりで指示された位置で抑制

効果が生じたと考えた。この現象は、既に注意した空間位置に被験者が再び注意することを防ぎ、新規な位置への注意を向けやすくする為のメカニズムがあるためであろうと考えられている。これを復帰抑制 (inhibition of return) と呼ぶ。

尚本研究では有効条件のみを使用し、無効条件は使用しなかった。被験者にもそのことは伝え、事前注意刺激が呈示される時とされない時の実験も明確に分けた。



## 第 2 章

# 測光と色差

### 2.1 測光方法

ここでは、本実験で使用した色刺激の測光方法を記述する。

まず実験ブースとして使用した暗室内に測光用の三脚を立て、測光機を設置する。この時、付属の機材を使用し、測光機が水平になるようにする。また測光の度に三脚の位置が変わっては意味が無いので、三脚の置く位置はテープで印をつけ固定とする。

次に測光機と実験用のディスプレイの電源を入れ、ディスプレイは 30 分以上、測光機は 15 分以上入れたままにしておく。ディスプレイは 30 分以上起動状態にないと、ディスプレイから発される光線が安定しない為である。測光機も性能を安定させる為 15 分電源を入れたまま放置する。

時間が経てば、次にディスプレイに測光対象を表示し、三脚を使用して、対象にレンズが合うように高さや、方向を変えていく。それが終われば測光機のピントを、絞りを使って合わせる。今回測光の範囲は、色刺激のサイズが非常に小さいため、測光は視角  $2^\circ$  で行った。

準備が整えば、実験条件と同じにする為に、暗室にし、測光を行った。測光で求める値は輝度 ( $L_v$ ) と  $x$ ,  $y$  (色度座標) である。1 つの色刺激に対して、3 回測光を行い、それを変換し、平均を求めて逆変換したものを使用する。次のセクションでその方法を説明する。

## 2.2 測光値の平均方法

(変換, 平均化方法)

A=輝度 (Lv) とし, B=x, C=y

とする. これを X, Y, Z に変換する. 3 回測候した値をそれぞれ

1 回目 A1, B1, C1

2 回目 A2, B2, C2

3 回目 A3, B3, C3

とする. X, Y, Z に変換する式は,

$$X = \frac{B}{C \times A}$$

$$Y=A$$

$$Z = \frac{(1 - B - C)}{C \times A}$$

である. これをそれぞれについて求めると

X1, Y1, Z1

X2, Y2, Z2

X3, Y3, Z3

が求まる. これをそれぞれ X は X 同士で足し合わせ, 3 で割る.

$$\frac{(X1 + X2 + X3)}{3} = X'$$

$$\frac{(Y1 + Y2 + Y3)}{3} = Y'$$

$$\frac{(Z1 + Z2 + Z3)}{3} = Z'$$

とする. 求まった X', Y', Z' を元の輝度と x, y の値に戻す為に逆変換し, 輝度 LV, x, y を導き出す.



輝度  $L_v=Y'$

$$x = \frac{X'}{Y'} \times \frac{Y'}{(X' + Z' + Y')}$$

$$y = \frac{Y'}{(X' + Z' + Y')}$$

以上の式より導き出された値をある色刺激の輝度及び  $x$ ,  $y$  とし実験に使用する.

## 2.3 色差の求め方

実験で使用している色刺激は1つの実験で14, 若しくは15個ある. その色刺激を先程述べた方法で測光, 平均した色刺激の値から色ごとの色差を求める. 測光の時に求めた,  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  を使用する.

$$X_1, Y_1, Z_1$$

$$X_2, Y_2, Z_2$$

より, 以下の式を使い値を1の色と2の色それぞれ求める.

$Y_0, u_0, v_0$  は, 基準白色のそれぞれの値である. 今回の実験の基準白色は第1章のセクション「色刺激」の所で記述した白色のことである.

$$L^* = 116 \left( \sqrt[3]{\frac{Y}{Y_0}} \right) - 16$$

$$u' = \frac{4X}{X + 15Y + 3Z} \quad v' = \frac{9Y}{X + 15Y + 3Z}$$

$$u^* = 13L^*(u' - u_0) \quad v^* = 13L^*(v' - v_0)$$

これにより,  $L^*_1, u^*_1, v^*_1$ , と  $L^*_2, u^*_2, v^*_2$  が求まる. これより1の式から2の式を引いた

$$\Delta L^* = L^*_1 - L^*_2$$

$$\Delta u^* = u^*_1 - u^*_2$$

$$\Delta v^* = v^*_1 - v^*_2$$

を計算し, この式を用いて色差を以下の式より求める.

$$\Delta E_{uv}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta u^*)^2 + (\Delta v^*)^2}$$

# 第 3 章

## 先行実験

### 3.1 周辺手がかりを用いた Yellow 基点の実験の説明

まず、先行実験として、周辺手がかりを用いた Yellow を基点に置いた実験を被験者 Y.H で行った。実験の前条件として暗室に入ってもらい暗順応を 5 分してもらい、暗順応を終えたら所定の位置 (実験で使用するディスプレイから 75cm 離れた地点) に座ってもらい、実験方法を説明する。

尚本実験では有効条件のみを使用し、無効条件は使用しなかった。被験者にもそのことは伝え、事前注意刺激が呈示される時とされない時の実験も明確に分けた。また、使用した色刺激使用作成ツールはマイクロソフトのペイントである。

まず Yellow を基点とした実験用の色刺激は、RGB 階調で (255, 255, 0) の黄色を基点として、R, G 方向に少しずつ数値をずらして色刺激を複数個作成し、作成した色刺激全てを測光し、色度表に点を打ち記入していき、その中から (255, 255, 0) の黄色と彩度が同じで色相が違う色を選んだ。次に実験の背景として使用している (255, 255, 255) の白色の測光結果を用い、基点となる黄色から、その基準白色に向けて伸ばした直線の上に位置する点も 3 個取った。これにより実験に使う色刺激は色度座標上で、T 字型の形とした。そしてこの T 字の中心付近を調べる点とし、その近傍にランダムな、しかし色差の小さい色を取る。次に実験で使用した色刺激の測光データを記載する。

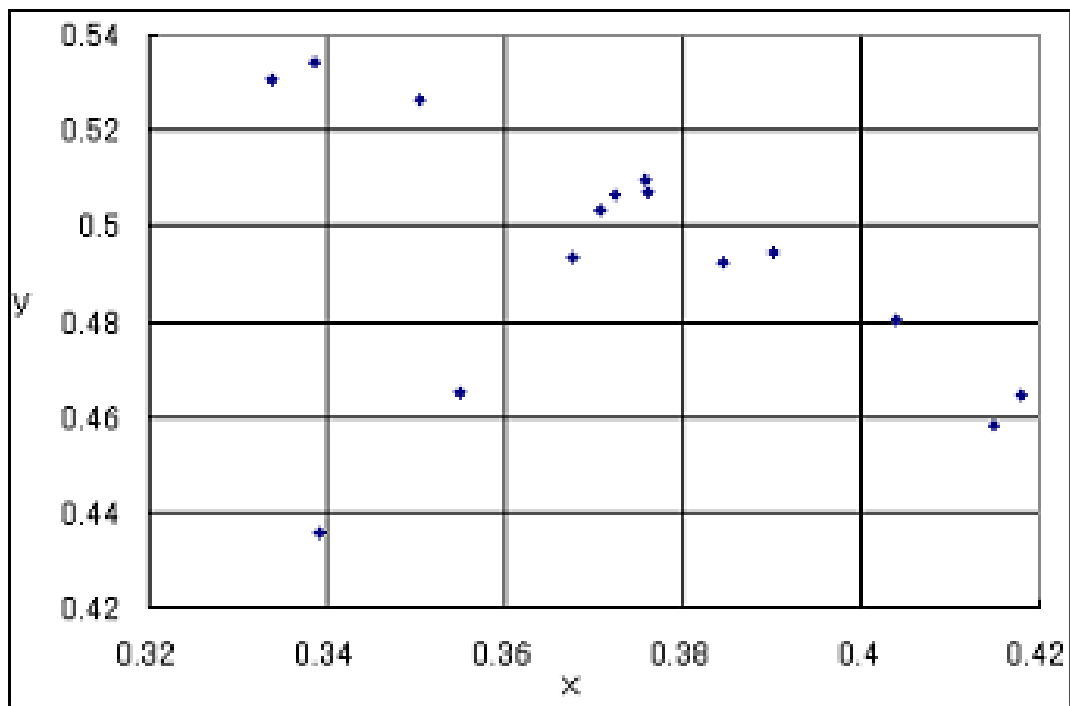


図 3.1 Yellow を基点とした実験の色度座標図

|     | 輝度    | x    | y    |
|-----|-------|------|------|
| g1  | 76.38 | 0.33 | 0.53 |
| g2  | 91.57 | 0.34 | 0.53 |
| g3  | 50.15 | 0.37 | 0.49 |
| g4  | 67.64 | 0.37 | 0.50 |
| g5  | 90.35 | 0.35 | 0.53 |
| gy1 | 77.84 | 0.37 | 0.51 |
| gy2 | 62.77 | 0.38 | 0.49 |
| y1  | 86.29 | 0.38 | 0.51 |
| y2  | 91.64 | 0.38 | 0.51 |
| y3  | 92.68 | 0.35 | 0.47 |
| y4  | 97.37 | 0.34 | 0.44 |
| yo1 | 79.78 | 0.39 | 0.49 |
| o1  | 66.09 | 0.40 | 0.48 |
| o2  | 58.08 | 0.42 | 0.46 |
| o3  | 48.41 | 0.41 | 0.46 |

図 3.2 Yellow を基点とした実験の測光値

図 3.2 の「g」は Green, 「gy」は Green と Yellow の間の曖昧な色. 「y」は Yellow, 「yo」は Yellow と Orange の間の曖昧な色. 「o」は Orange をそれぞれ表している.

### 3.1.1 事前注意刺激を呈示しない実験の方法

被験者はまず実験ブースに入り、5 分間の暗順応を行う。暗順応終、ディスプレイの切り替えスイッチを入れ、前順応を行う。次に椅子を所定の位置に合わせる。(床に位置を合わせるテープを貼ってあるのでそこに椅子の足を合わせて貰いディスプレイとの距離を一定におく。) 次に実験手順を説明する。

- ディスプレイの呈示枠内にボタン 1 と 2 があり、ボタン 1 をマウスでクリックすると個視点が出現し実験が始まる。
- 固視点が呈示されたら、固視点をずっと見てもらう。
- 開始から 6 秒後に色刺激が固視点から円周上の 8ヶ所 (縦, 横, 斜め) のいずれかにランダムに呈示される。その呈示された色刺激を目で追ってもらい覚えてもらう。色刺激の呈示時間は 1 秒とする。
- 色刺激呈示後 3 秒でディスプレイに解答用の色票が呈示される。
- 先程覚えた色刺激と同じと思えるものを番号で答えてもらう。
- 特に時間制限は無く被験者の好きなだけ時間をかけて解答してよい。
- 解答は、分からない時でも、これと思うものを答え、呈示された色刺激が呈示されたこととは分かるが全く覚えていない場合は解答をし、その横に？マークを付ける。

### 3.1.2 事前注意刺激を呈示する実験の方法

被験者はまず実験ブースに入り、5 分間の暗順応を行う。暗順応後、ディスプレイの切り替えスイッチを入れ、前順応を行う。次に椅子を所定の位置に合わせる。(床に位置を合わせるテープを貼ってあるのでそこに椅子の足を合わせて貰いディスプレイとの距離を一定におく。) 次に実験手順を説明する。

- ディスプレイの呈示枠内にボタン 1 と 2 があり、ボタン 1 をマウスでクリックすると個視点が出現し実験が始まる。

- 固視点が呈示されたら、固視点をずっと見てもらう..
- 実験開始から 2 秒若しくは 3 秒で (事前注意刺激と色刺激の間隔が 1 秒の時は 3 秒後、間隔が 2 秒のときは 2 秒後に呈示される) 色刺激が呈示される場所に矢印が出現する。つまり矢印が呈示された後、その場所に色刺激が呈示される。この矢印が出現した時も固視点を凝視し、意識だけ事前注意刺激の指し示す場所に向ける。そして色刺激が呈示されたら、その方向を目で追ってもらい、色刺激を覚えてもらう。
- 色刺激呈示後 3 秒でディスプレイに解答用の色票が呈示される。
- 先程覚えた色刺激と同じと思えるものを番号で答えてもらう。
- 特に時間制限は無く被験者の好きなだけ時間をかけて解答してよい。
- 解答は、分からない時でも、これと思うものを答え、もし呈示された色刺激肉眼では確認したが、その色を全く覚えていない場合は解答をし、其の横に？マークを付ける。

実験の説明をし終わると、数回実験に慣れてもらう為、施行してもらう。この時の試行は、其の後にやってもらう本実験と同様のものである。尚、解答は解答用紙を別に用意しており、それに被験者自らが記入してもらう。色刺激は全部で 15 色、Green から Yellow , Orange へと変化する。大きな 3 つのカテゴリに分けられる色を使用している。

### 3.2 周辺手がかりを用いた Yellow 基点の実験の結果

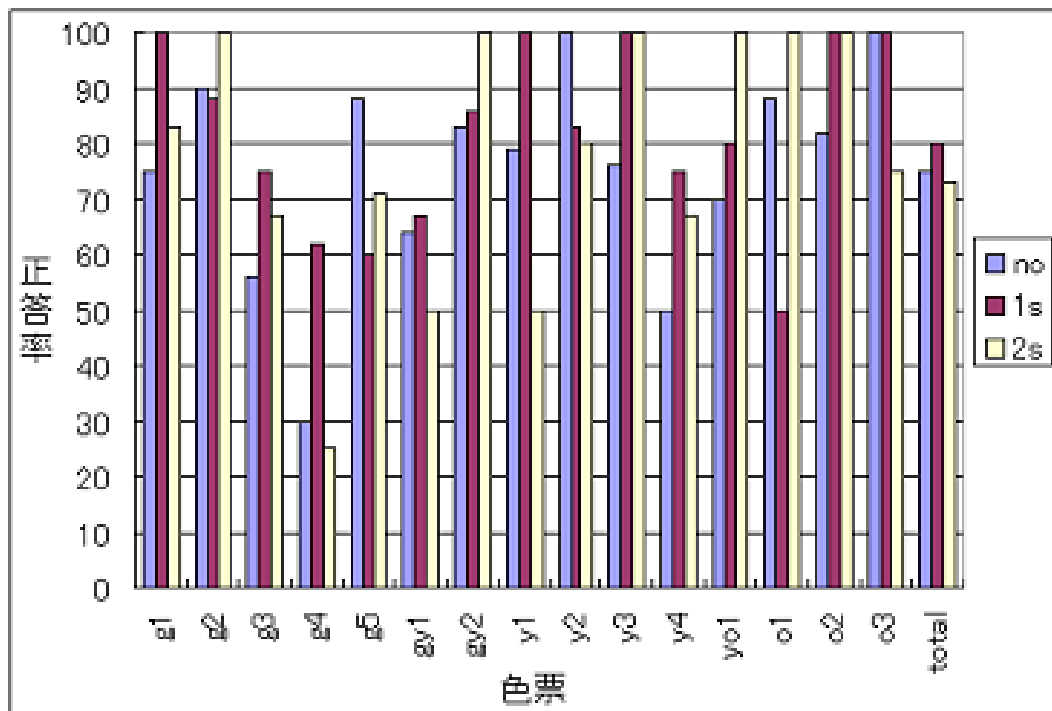


図 3.3 周辺手がかりを用いた Yellow を基点とした実験結果 被験者 Y.H

「no」は事前注意刺激を呈示しない実験。「1s」、「2s」はそれぞれ色刺激の何秒前に事前注意刺激を呈示したのかを示している。

事前注意を呈示することによって、正答率の上昇はあっても下降は無いだろうという予想に反して事前注意刺激が逆効果になっている(正答率が下がった)色が2つ(y2 と g5)あった。

事前注意刺激無しの実験で正答率の高かった(80 %以上)色、g2 や gy2 は事前注意刺激のある実験での効果がさほど見られなかった。しかし、正答率の低い色、g4 においては、比較的事前注意刺激の効果が見られた。

色ごとに見ても、total つまり全体の正答率で見ても事前注意刺激と色刺激の呈示間隔が1秒と2秒の時を比べると、2秒の時は事前注意刺激の効果が1秒の時ほどは見られなかった。

### 3.3 周辺手がかりを用いた Yellow 基点の実験の考察

正答率の低い色刺激の場合には事前注意刺激の効果が顕著に見られた。しかしこれがその色固有の事前注意刺激の影響なのか、単に正答率が低いものが事前注意刺激の影響を受けやすい（正答率が上がりやすい）のかは、この実験からは考察できない。そのために、他の色でも同様の実験をする必要がある。

その一方、全体の平均では、さほど事前注意刺激の効果が見られなかった。その要因として、正答率が 100 %に近い色においては、正答率が高いが故に事前注意刺激の効果がたとえあったとしてもデータ上に反映されない為であるとも考えられる。よって事前注意刺激の効果については正答率がそれほど大きくない色のデータを元に考える事とする。ということは、必然的に事前注意刺激の効果を判定する色は「目標色（色票群の色度座標の重心部で x y 色度図上で表記した時に T 字型の交点に相当する色）」となる。そのために、主実験では、事前注意刺激の色による影響は、「目標色」自体を変えて行った。つまり、先行実験は Yellow 基点の実験であるが、これを R, G 方向にずらして、Green, Orange 基点の実験も行う。

また実験では、先行手がかりと色刺激の間の時間を 1 秒および 2 秒にして実施した。周辺手がかりや中心手がかりの効果が最大となる時間差（50 ～ 100ms や 200 ～ 300ms）と比べて明らかに呈示間隔が長い。これは本実験で使用した装置の機械的制約により、1 秒より短い時間間隔を設定した場合には時間制御の正確性が保証されなかった為、今回はそのまま 1 秒以上の時間間隔を使用した。

その他に、事前注意刺激が逆に正答率を下げる色（y2 と g5）があった。これは、被験者の内観から、先行手がかりに使用した矢印の色（暗いグレー）が、テスト刺激に対して、時間的輝度誘導を起こしてしまうためであると考えられた。この誘導により、呈示されたテスト刺激の色を、テスト刺激よりも輝度が高く認識してしまう為、判断において「テストよりも高輝度で色差の小さい色票（ディストラクター）の色」と誤認してしまうために起こるも



のと推測された。

事前注意刺激の効果が色によって異なるとすれば、今回の実験で事前注意刺による、色刺激の探索時間の差が出来、色刺激を覚える時間の差が生じたために起こった実験結果の変化とは別に、有効なものが存在すると考えられる。しかし今回の実験では輝度誘導による影響が、事前注意刺激と色刺激の間隔が 1 秒より 2 秒の方が少ないと考えられる為に、正確な考察が出来ないと考えられる。

そこで輝度誘導効果や復帰抑制の生じる「周辺手がかり」でなく、テスト刺激の呈示場所を固視点上の矢印によって先行呈示する「中心手がかり」を使い、再度実験を試みた。



## 第 4 章

# 中心手がかりを用いた実験

この実験からは被験者 R.U, Y.H, K.Y の 3 人で行った。先行実験との相違点は、事前注意刺激が色刺激の呈示される場所に呈示していたものを、固視点上に変え、色刺激が出現する方向を指し示すことである。これにより輝度誘導が起こらない、若しくは起こりにくいと考えられる。また第 1 章の事前注意刺激の説明で述べたような、復帰抑制効果もこの中心手がかりに変える事によりなくなると考える。

そして実験を先行実験の Yellow を基点とした実験だけでなく、Green, Orange を基点とした実験も行い、それぞれの色で特徴的に事前注意刺激の効果が現れる色があるのかどうかも調べる。また、被験者は Green と Orange を基点とした実験においては、「なるべく多く、しかも実験をして間違い易いと思われる色を選んで分ける」という条件で、実験に使用した色刺激を組み分けしてもらった。その結果も各実験ごとに記載する。

次に主実験として行った、Yellow, Green, Orange それぞれを基点とした実験に使用した色刺激を色度座表上にプロットした図を示す。

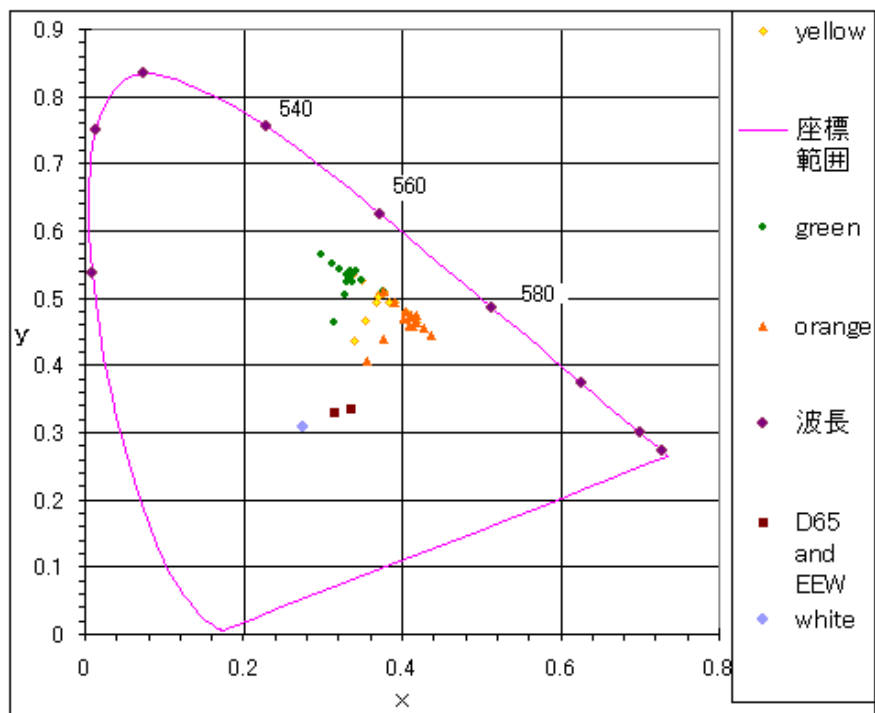


図 4.1 中心手がかりの実験に使用した全ての色刺激

図の white は第 1 章のセクション「色刺激」で述べた基準白色の測光値である．D65 と EEW(等エネルギー白色) はそれぞれ色度座標上で、

$$\text{D65}(0.315, 0.33)$$

$$\text{EEW}(0.335, 0.335)$$

の点である．

## 4.1 実験 1. 中心手がかりを用いた Yellow 基点の実験

この実験に使用した色刺激は、第 3 章の先行実験と同様のものである。以下に事前注意刺激がある場合と無い場合の実験の方法を説明する。

### 4.1.1 事前注意刺激の無い場合の実験方法

事前注意の無い場合の実験は、先行実験のものと説明は同じである。ただし、実際の実験では、実験を行うたびに実験の説明は行い、また試行も同様に行ってもらった。特に今回から新たに協力してもらった被験者には最初、ワンセットとなる 15 回程試行をしてもらった。

### 4.1.2 事前注意として、中心手がかりのある場合の実験方法

- ディスプレイの呈示枠内にボタン 1 と 2 があり、ボタン 1 をマウスでクリックすると個視点が出現し実験が始まる。
- 固視点が呈示されたら、固視点をずっと見てもらう。
- 実験開始から 2 秒若しくは 3 秒で (事前呈示刺激と色刺激の間隔が 1 秒の時は 3 後、間隔が 2 秒のときは 2 秒後に呈示される) 固視点上に矢印が呈示される。この矢印の指し示す方向にその後、色刺激が呈示される。この矢印が出現した時もその後も固視点を凝視し、意識だけ事前注意の指し示した方向に向ける。そして色刺激が呈示されたら、其の方向を目で追ってもらい、色刺激を覚えてもらう。
- 色刺激呈示後 3 秒でディスプレイに解答用の色票が呈示される。
- 先程覚えた色刺激と同じと思えるものを番号で答えてもらう。
- 特に時間制限は無く被験者の好きなだけ時間をかけて解答してよい。
- 解答は、分からない時でも、これと思うものを答え、呈示された色刺激が呈示されたことは分かるが全く覚えていない場合は解答をし、其の横に？マークを付ける。

## 4.2 実験 1 の結果

以下 3 人の被験者の実験 1「中心手がかりを用いた Yellow を基点とした実験」の結果をグラフを載せて示す。

グラフの「no」は、事前注意刺激が呈示されない場合。「1 s」は、事前注意刺激が色刺激の 1 秒前に呈示される場合。同様に「2s」は、事前注意刺激が色刺激の 2 秒前に呈示される場合のグラフである。縦軸に被験者の実験における色刺激毎の正答率を、横軸はその色刺激を示している。図の右端の「total」は全ての色を合わせた全体の正答率を示している。「g」は Green,「gy」は Green と Yellow の間の曖昧な色。「y」は Yellow,「yo」は Yellow と Orange の間の曖昧な色。「o」は Orange をそれぞれ表している。つまりグラフの横軸は左から右へ、色が緑→黄色→オレンジと変化していく。

## 4.2.1 被験者 Y.H の結果

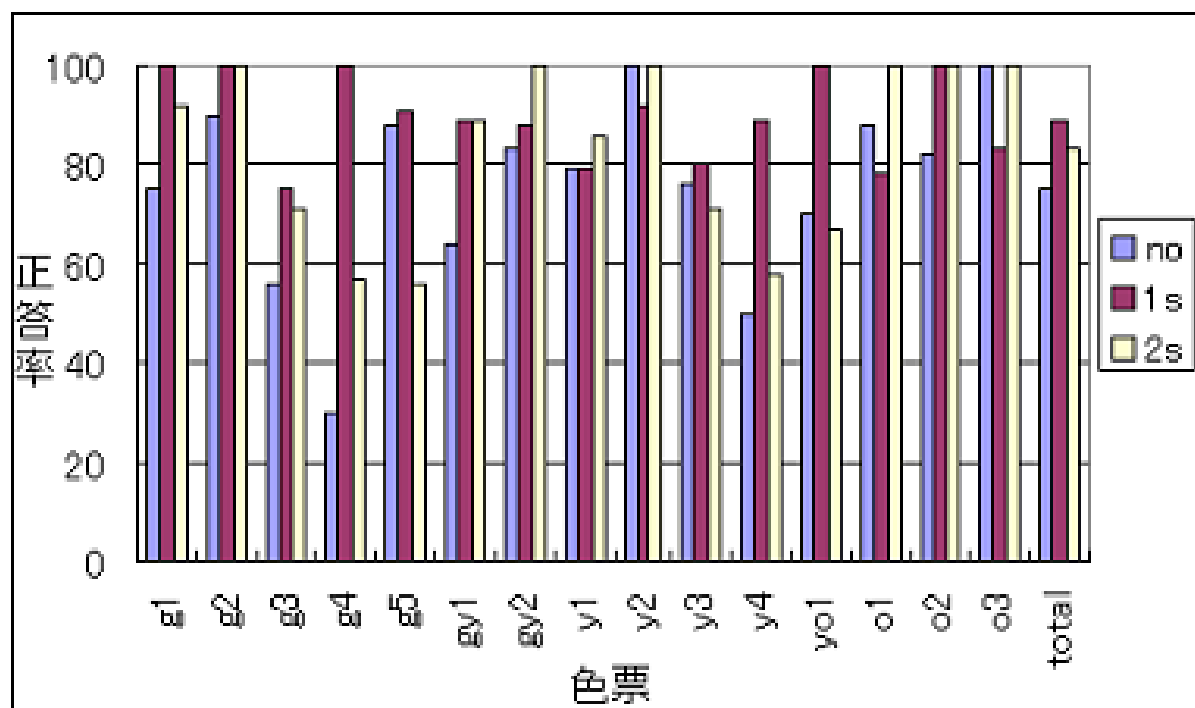


図 4.2 被験者 Y.H の実験結果

それぞれの色について見てみると、色が Green の所 g1 ～ g5 は事前注意刺激が逆効果になっている所は見られなかった。Yellow では、y2 は事前注意刺激が 1 秒の時に正答率が少し下がっている。Orange では、o1 と o3 が事前注意刺激が 1 秒の時に無い時よりも下がっている。また全体的に見ると、事前注意刺激は色刺激の 2 秒より 1 秒前に呈示したほうが効果が見られた。

### 4.2.2 被験者 R.U の結果

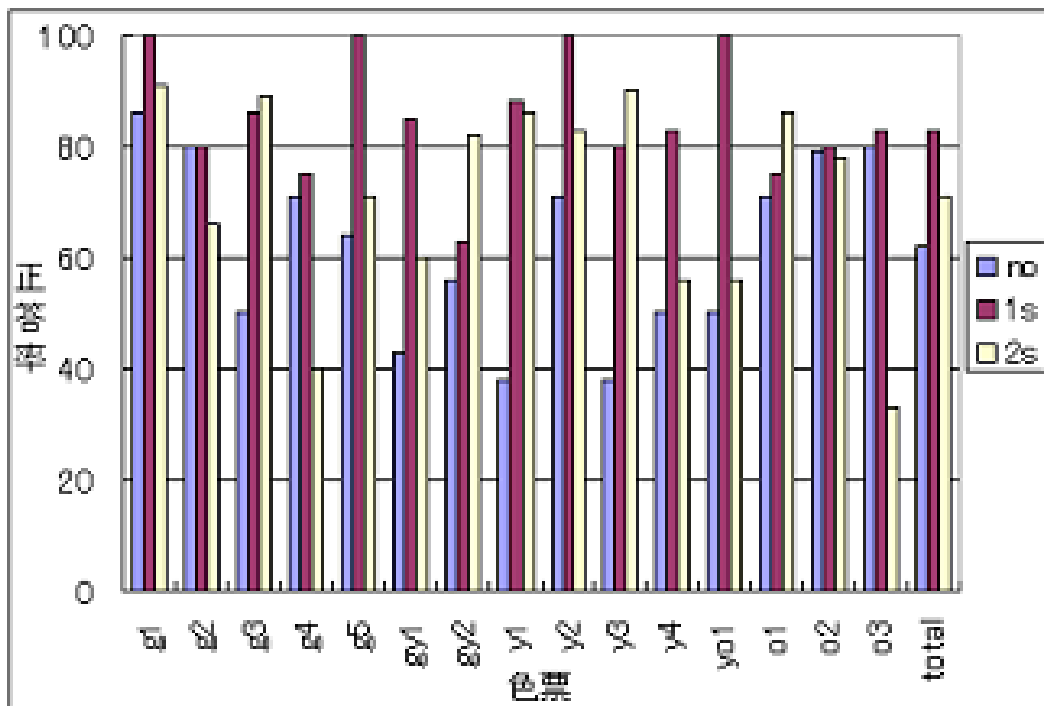


図 4.3 被験者 R.U の実験結果

全ての色刺激の場合において事前注意刺激が呈示される場合の方が、無い場合に比べて正答率が下がる傾向は無かった。唯一 g2 だけが事前注意刺激がある場合に正答率の上昇が見られなかった。そして gy1, y1, y3, yo1 においては事前注意 1 秒の時は、無い時に比べて飛躍的に正答率が上がっている。また全体的に見ると、事前注意刺激は色刺激の 2 秒より 1 秒前に呈示したほうが効果が見られた。



## 4.2.3 被験者 K.Y の結果

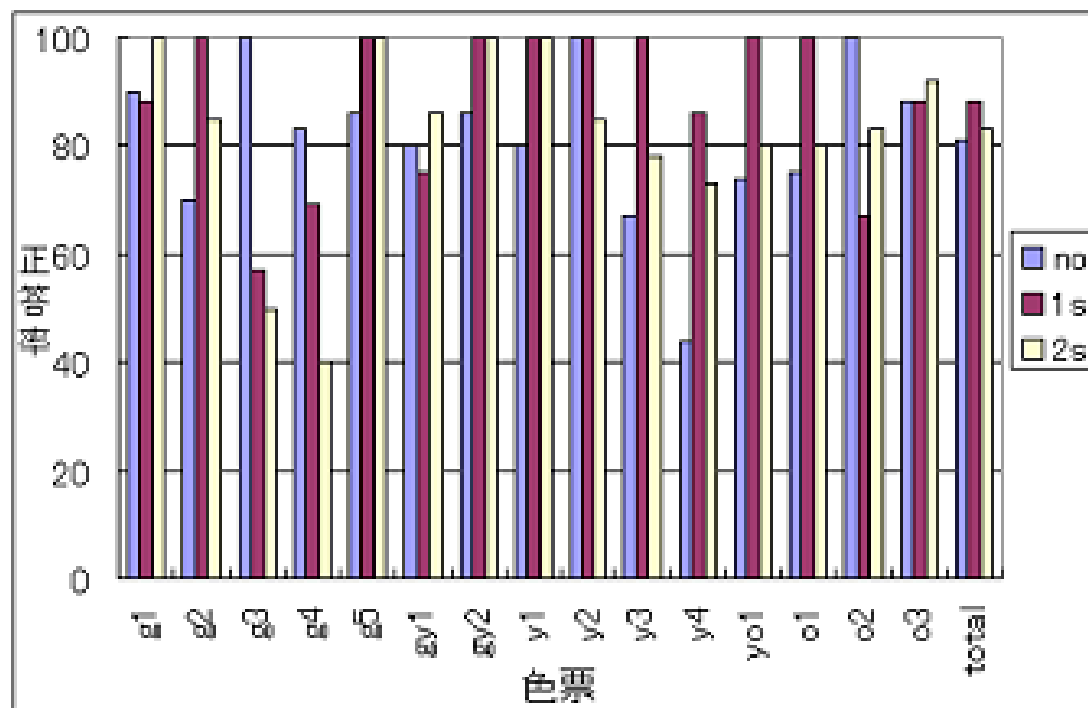


図 4.4 被験者 K.Y の実験結果

g3, g4, gy1, 02 では事前注意がある場合に、無い色刺激場合に比べ正答率が下がり、特に g3 は大きく低下が見られた。また全体的に見ると、事前注意刺激は色刺激の 2 秒より 1 秒前に呈示したほうが効果が見られた。2 秒の場合は、事前注意が無い場合と比べて total つまり全体の正答率で変化が見られなかった。

### 4.3 実験 2. 中心手がかりを用いた Green 基点の実験

次に Green を基点とした実験を行う。この実験の色刺激を選ぶ方法は先の Yellow 基点の実験と同様である。RGB 階調で (170, 230, 0) の緑色の色刺激を基点とし、R, G の値を変化させていき、その近傍な点をランダムに選ぶ。そして基点となる色より基準白色方向に伸ばした直線状からも数個色を選ぶ。さらに Yellow 基点で使用した緑色の色刺激も数個使用した。その色刺激は、g1, g2, g5, y2 の 4 個である。

実験自体は中心手がかりを使用しており、被験者に説明する実験方法は「中心手がかりを用いた Yellow 基点の実験」と同様である。色刺激が前回の実験とは異なるので、事前にその旨を被験者に伝え、今回も実験前に実験と同様の試行をワンセット 15 回してもらう。

難易度が同じカテゴリの色刺激を使用しているため、Yellow 基点の実験よりも上がっている。

また今回の実験からは事前呈示刺激は色刺激が呈示される 1 秒前に呈示するものだけとした。その理由としては、Yellow 基点の実験で全体的に事前呈示刺激が 2 秒前のタイミングの時は効果が見られなかったことにある。

全体的な色度座標での位置関係は図 4.1 の Green にあたる。詳しい色度座標上の位置と、測光値は以降に示す。

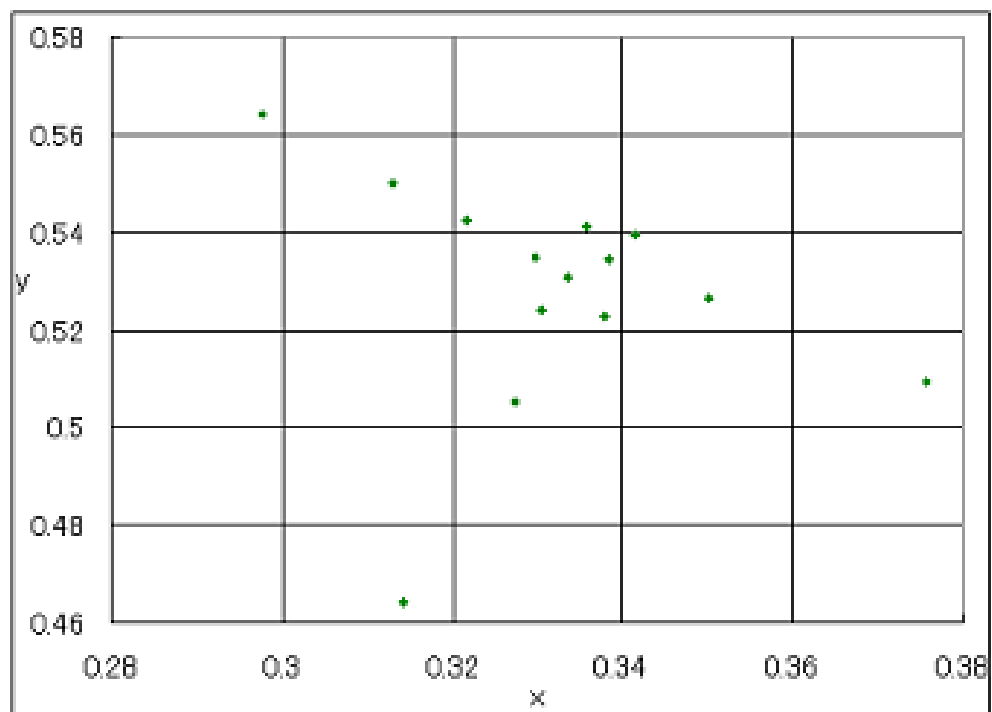


図 4.5 Green を基点とした実験の色刺激色度座標図

|    | 輝度    | x    | y    |
|----|-------|------|------|
| 1  | 91.64 | 0.38 | 0.51 |
| 2  | 90.35 | 0.35 | 0.53 |
| 3  | 91.57 | 0.34 | 0.53 |
| 4  | 76.38 | 0.33 | 0.53 |
| 5  | 94.27 | 0.34 | 0.52 |
| 6  | 82.51 | 0.34 | 0.54 |
| 7  | 87.55 | 0.33 | 0.53 |
| 8  | 74.87 | 0.34 | 0.54 |
| 9  | 68.93 | 0.33 | 0.52 |
| 10 | 71.87 | 0.31 | 0.46 |
| 11 | 75.01 | 0.30 | 0.56 |
| 12 | 81.32 | 0.31 | 0.55 |
| 13 | 84.78 | 0.32 | 0.54 |
| 14 | 89.54 | 0.33 | 0.51 |

図 4.6 Green を基点とした実験の測光値

## 4.4 実験 2 の結果

### 4.4.1 被験者 Y.H の結果

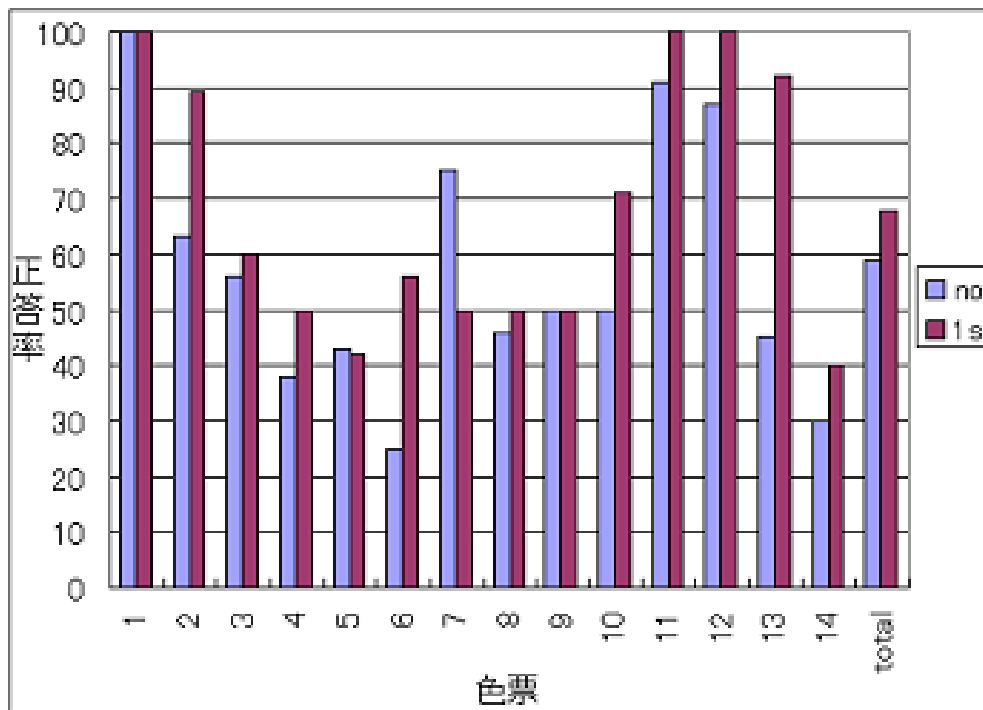


図 4.7 被験者 Y.H の実験結果

組み分けの結果は 3 と 5, 4 と 6 と 8, 17 と 24 がそれぞれ間違い易いと被験者が判断した。

実験結果を見てみると、7 のみ事前注意刺激がある時に正答率が下がり、13 が大きく事前注意事前注意がある時に正答率が上がった。

また total で見てみると、Yellow 基点の実験ほど正答率に差は見られない。

## 4.4.2 被験者 R.U の結果

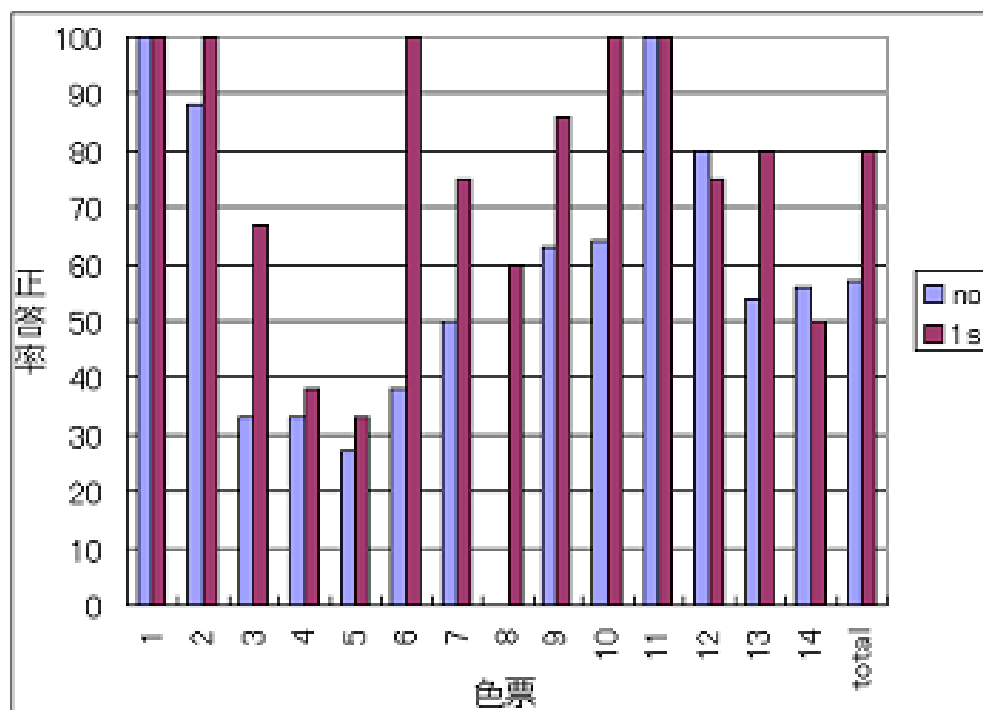


図 4.8 被験者 R.U の実験結果

組み分けの結果は、3 と 5 と 7、4 と 6 と 8 と 9 が間違いやすいと被験者が判断した。

実験結果は、12 と 14 が事前注意刺激がある時に正答率が下がっている。6、8 は事前注意刺激がある場合に大きく上がった。その中で 8 は事前注意刺激が無い場合、正答率は 0 % であった。

### 4.4.3 被験者 K.Y の結果

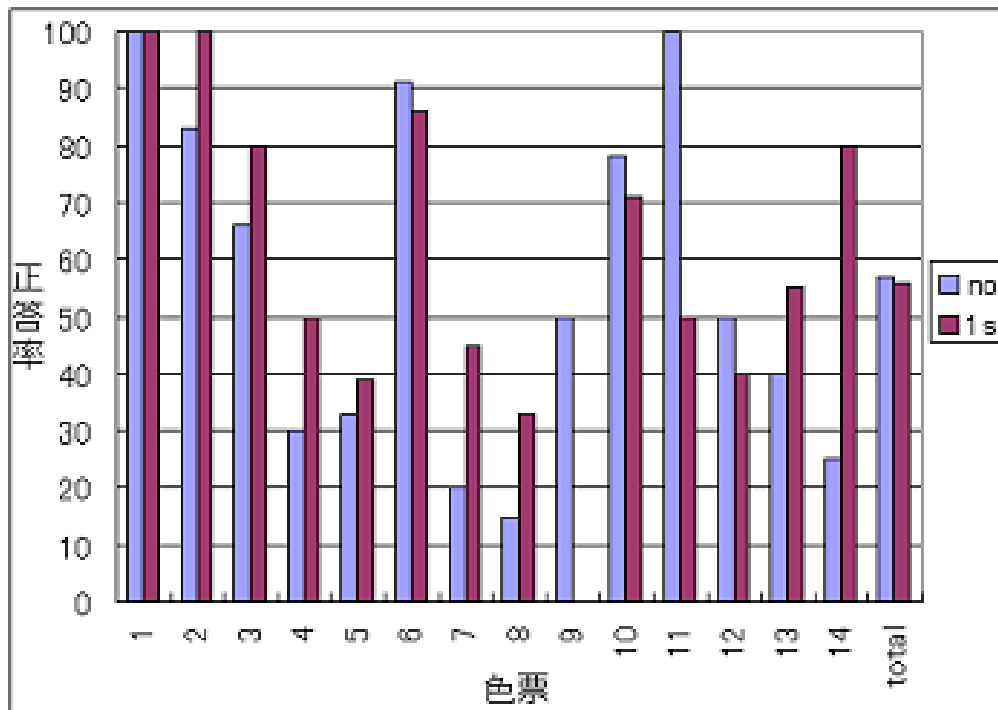


図 4.9 被験者 K.Y の実験結果

組み分けの結果は、2 と 3 と 5, 4 と 6, 4 と 8 と 9 と 10, 7 と 14 がそれぞれ間違えやすいと被験者は判断した。

実験結果は、6, 9, 10, 11, 12 で事前注意刺激がある時に正答率が下がった。9 と 11 は事前注意刺激のある時に大幅に正答率が下がり、特に 9 は 0 % になった。14 は事前注意刺激がある時に大幅に正答率が上がった。また total で見ると、事前注意刺激がある場合に比べ、無い場合の方がわずかに正答率が高かった。つまり total の正答率には殆ど変化は見られなかった。

## 4.5 実験 3. 中心手がかりを用いた Orange 基点の実験

次に Orange を基点とした実験を行う。この実験の色刺激を選ぶ方法は先の Yellow や Green 基点の実験と同様である。RGB 階調で (255, 202, 40) のオレンジ色の色刺激を基点とし、R, G の値を変化させていき、その近傍な点をランダムに選ぶ。そして基点となる色より基準白色方向に伸ばした直線状からも数個色を選ぶ。さらに Yellow 基点で使用したオレンジ色の色刺激も数個使用した。その色刺激は y2, yo1, o1, o2, o3 の 5 個である。

実験自体は中心手がかりを使用しており、被験者に説明する実験方法は「中心手がかりを用いた Yellow 基点の実験」と同様である。色刺激が前回の実験とは異なるので、事前にその旨を被験者に伝え、今回も実験前に実験と同様の試行をワンセット 15 回してもらう。

難易度は同じカテゴリの色刺激を使用しているため、また正答率が大幅に低下したと時の変化も検証する為に、意図的に Yellow 基点の実験よりも上げた。

全体的な色度座標での位置関係は図 4.1 の Orange にあたる。詳しい色度座標上の位置と、測光値は以降に示す。

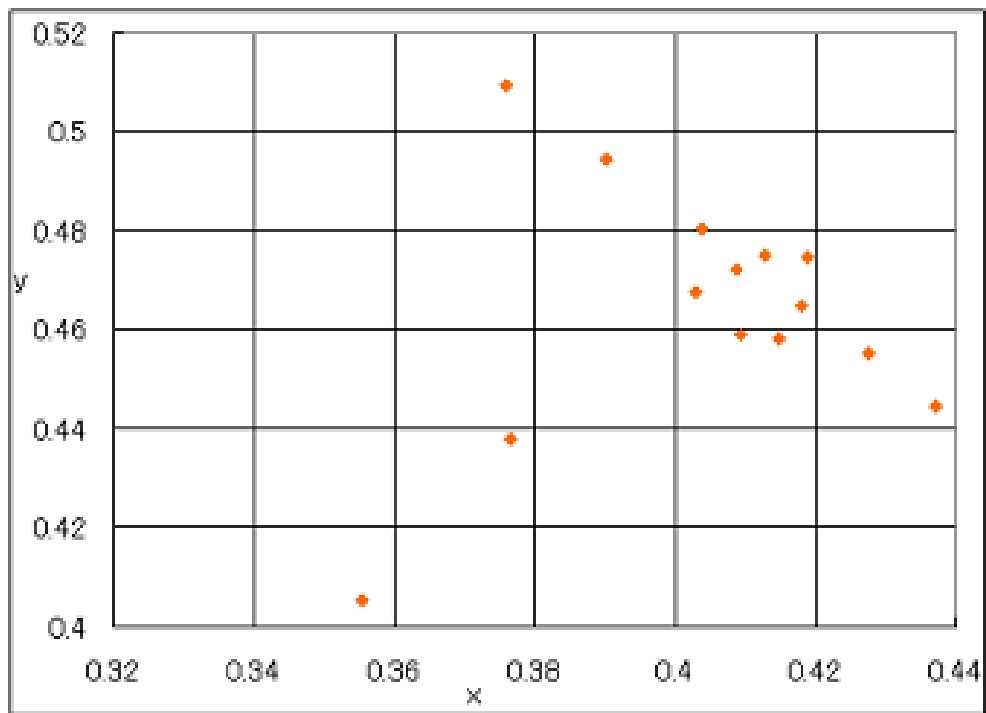


図 4.10 Orange を基点とした実験の色刺激色度座標図

|    | 輝度    | x    | y    |
|----|-------|------|------|
| 1  | 91.64 | 0.38 | 0.51 |
| 2  | 79.78 | 0.39 | 0.49 |
| 3  | 66.09 | 0.40 | 0.48 |
| 4  | 71.14 | 0.41 | 0.47 |
| 5  | 71.93 | 0.41 | 0.47 |
| 6  | 73.55 | 0.40 | 0.47 |
| 7  | 78.52 | 0.38 | 0.44 |
| 8  | 79.88 | 0.36 | 0.41 |
| 9  | 68.02 | 0.42 | 0.47 |
| 10 | 68.40 | 0.41 | 0.46 |
| 11 | 58.08 | 0.42 | 0.46 |
| 12 | 60.34 | 0.43 | 0.46 |
| 13 | 55.02 | 0.44 | 0.44 |
| 14 | 48.41 | 0.41 | 0.46 |

図 4.11 Orange を基点とした実験の測光値



## 4.6 実験 3 の結果

### 4.6.1 被験者 Y.H の結果

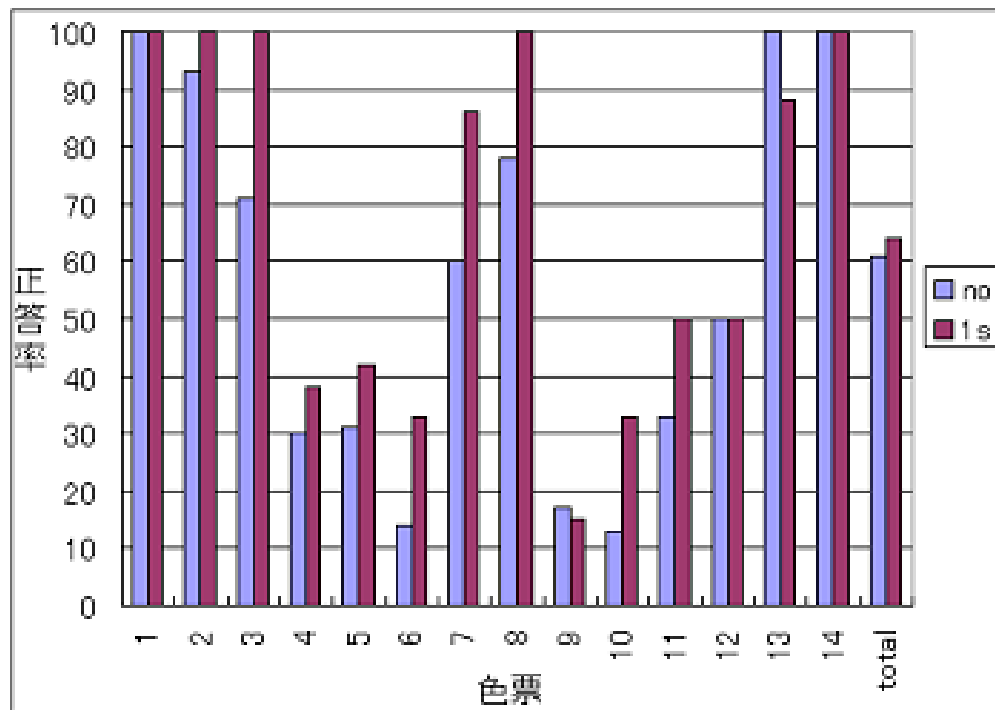


図 4.12 被験者 Y.H の実験結果

組み分けの結果、3 と 4 と 5 と 6, 7 と 8, 9 と 10 と 11, 12 と 13 がそれぞれ被験者は間違い易いと判断した。

実験結果は、9 と 13 が事前注意刺激がある時に正答率が下がっている、しかし正答率が大きく変化した所は見られなかった。そして total でも殆ど正答率に変化は見られなかった。

### 4.6.2 被験者 R.U の結果

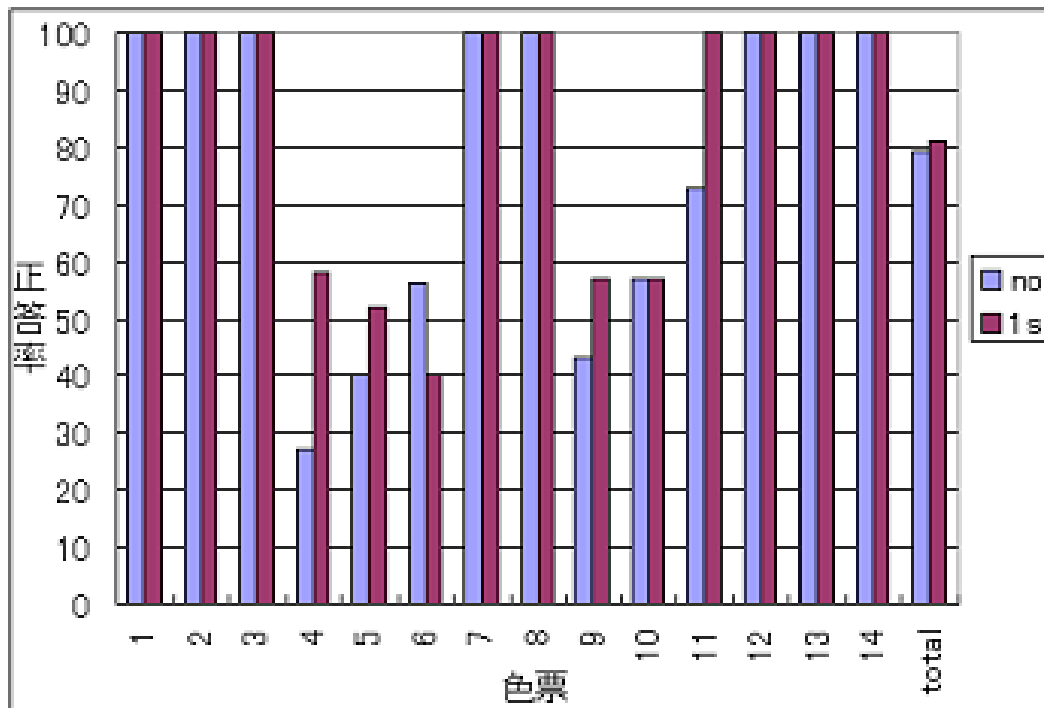


図 4.13 被験者 R.U の実験結果

組み分けの結果は 4 と 5 と 6, 9 と 10 がそれぞれ被験者は間違え易いと判断した。

実験結果は, 14 個ある色刺激の中で, 8 個が事前注意がある時と無い時両方とも正答率が 100 % となった。6 が事前注意刺激がある時に正答率が下がった。しかし大きく正答率が変化した所は見られなかった。

total では殆ど正答率に変化は見られなかった。

## 4.6.3 被験者 K.Y の結果

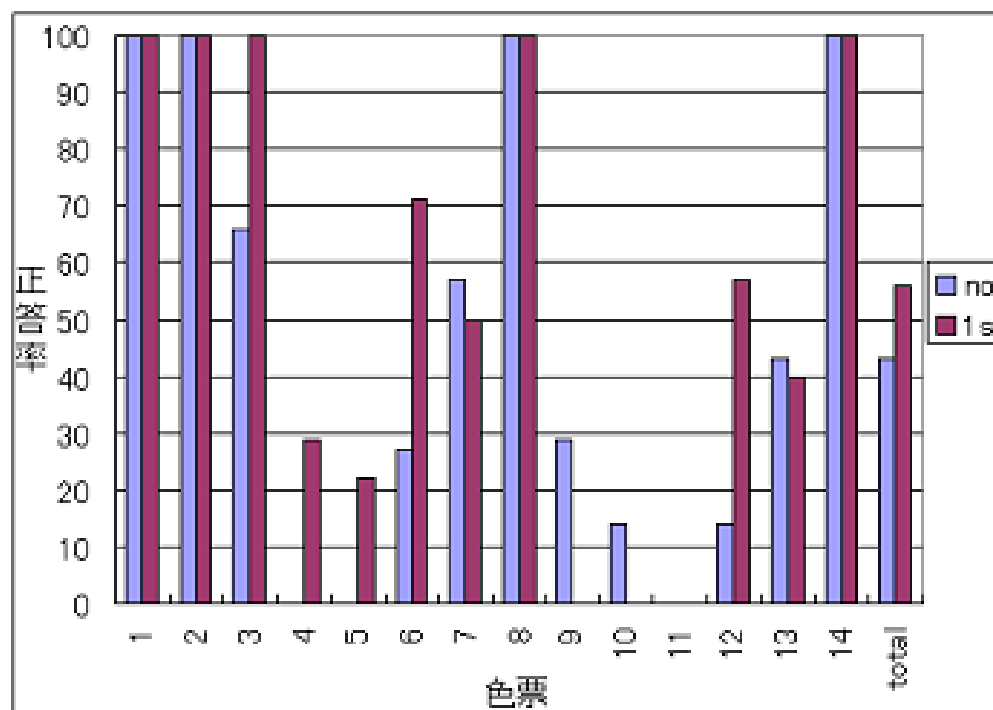


図 4.14 被験者 K.Y の実験結果

組み分けの結果は、2 と 3, 4 と 5 と 6, 7 と 8, 9 と 10 と 11 と 12 と 13 がそれぞれ間違えやすいと判断した。

7, 9, 10, 13 が事前注意がある場合に正答率が下がった。特に 4, 5 は事前注意が無い時に、9, 10 は事前注意がある時に正答率が 0 % となった。また 11 は事前注意ある無しに関係無く、正答率は 0 % となった。6 と 12 は事前注意刺激がある場合に大きな正答率の変化が見られた。他の 2 人の被験者に比べ、total の正答率が事前注意刺激がある時に上がった。

## 4.7 中心手がかりを用いた実験の考察

ここで、実験 1, 2, 3 の考察をする。

被験者 Y.H の Yellow 基点の実験で事前注意刺激がある時に正答率の低下が見られた o1 と o3 は、Orange 基点の実験では事前注意刺激があった時に正答率が上がっているため、誤差の範囲だと考えられる。

被験者 R.U が Orange 基点の実験で高い再認能力を発揮した。しかし Green や Yellow 基点の実験ではそれほど目立った正答率は無く、特に Yellow 基点の実験でのオレンジ色の色刺激では、それほど特徴的な正答率が見られたわけではない。なぜこのような結果がでたのか詳細は不明である。

被験者 K.Y は全ての実験において、正解の色刺激と、それより輝度の高い色刺激と誤認しやすい傾向にあった。K.Y の場合は Yellow 基点の実験で、o2 が Orange 基点の実験でも事前注意刺激があった時も正答率が低下している。

被験者 K.Y の Green 基点の実験で 11 の色が事前注意刺激がある時に大きく正答率が低下しているが、この色においては他の被験者からも見て取れるように、正答率が 50 % になるほどの難易度の色刺激ではなく、むしろ他の色とに色差も大きく、正答率は高いままのはずである。このことから、実験で使用している中心手がかりが、事前注意刺激の所で述べたように、被験者が意図的に注意を向ける必要があるため、この被験者が実験中集中力を欠いていた可能性が考えられる。しかし詳しい事は分からないので、なんとも言えない。

また全体的に見て、正答率の低い所では事前注意刺激のある時と無い時の変化が大きく見られることは少なかった。しかし、正答率がひじょうに低い所でも、正答率の上昇は見られた為、これが確率論的な正答率の変化であって、次に実験してみれば結果が変化するものなのか、それとも事前注意刺激による変化なのかは、色刺激個々を見て考察する事は不可能である。

この他、Yellow 基点の実験→ Green 基点の実験→ Orange 基点の実験と、事前注意刺激の呈示による正答率の変化は少なくなる傾向にある。しかしこれが色による影響なのか、実

験によつての難易度の差なのかは今回の実験からは考察する事は出来ない。

当初の直感では弁別閾値周辺もしくは、弁別は出来ても再認することは難しいであろうと考えられる、近傍に非常に色差の少ない色がある色刺激の再認においては、事前注意刺激を呈示しても正答率の上昇は望めないと考えていたが、結果を見てみると上昇の値は少なくても、全体的に正答率が上昇する傾向にあった。しかし逆に下がったり、変化が無い所も見られたので一概に事前注意による効果とは言い切れない。

Green と Orange をそれぞれ基点とした実験で、被験者には使用した色刺激を解答用の色票群を見て色の組み分けをしてもらったが、実験結果から、組み分けしてもらった色刺激とは違う個所でミスの多い場所が見られた。逆にミスは無いであろうという個所 (被験者がはっきり区別出切ると言った色刺激) においてもミスが見られることがあった。

これらの事から、色を使用した処理を行う際、使用者の自己申告のみで色を使用することは良い方法では無いと言えるのではないだろうか。

結局 Yellow, Green, Orange それぞれを基点とした実験を通して見ても、全員に特徴的な変化が見られる色は無かった。ただし Yellow 基点の実験で y4 のみ全ての被験者において特長的に事前注意刺激が呈示される時の方が正答率が上がっている。

以上より、この実験結果の個別の正答率からは、事前注意刺激の効果のある無しを検討するのは困難と考えられる。そこで、t-検定による比較を考えた。



# 第 5 章

## t-検定

### 5.1 正答率を用いた一対の標本による t-検定

個々の色刺激から事前注意の効果を考察する事は困難と考え、まずそれぞれの色の正答率を、事前注意刺激のある無しについて、一対の標本による t-検定を行い、被験者ごとに統計的有意差を求めた。つまり、例えば Yellow を基点とした実験であれば使用した色刺激が 15 個なので、それを 15 個のデータとし、検定を行う。以降その結果を記載する。

| green  |      |      | t-検定 一対の標本による平均の検定 |          |          |          |  |
|--------|------|------|--------------------|----------|----------|----------|--|
| no     | 1a   | 5    |                    |          | no       | 5a       |  |
| 1      | 0.62 | 0.69 | 平均                 | 0.657074 | 0.679175 |          |  |
| 2      | 0.69 | 0.65 | 分散                 | 0.003336 | 0.054325 |          |  |
| 3      | 0.43 | 0.42 | 観測数                | 14       | 14       | alpha=5% |  |
| 4      | 0.25 | 0.56 | t-Testの検定          | 0.721872 |          |          |  |
| 5      | 0.75 | 0.5  | 検定平均との差            | 0        |          |          |  |
| 6      | 0.49 | 0.8  | 自由度                | 13       |          |          |  |
| 7      | 0.5  | 0.5  | t                  | -0.35725 |          |          |  |
| 8      | 0.3  | 0.75 | PTC(α) 片側          | 0.011377 |          |          |  |
| 9      | 0.81 | 5    | t 検定値 片側           | 1.770932 |          |          |  |
| 10     | 0.87 | 5    | PTC(α) 両側          | 0.034154 |          |          |  |
| 11     | 0.45 | 0.92 | t 検定値 両側           | 2.150065 |          |          |  |
| 12     | 0.3  | 0.4  |                    |          |          |          |  |
| orange |      |      | t-検定 一対の標本による平均の検定 |          |          |          |  |
| no     | 1a   | 5    |                    |          | no       | 5a       |  |
| 1      | 0.69 | 5    | 平均                 | 0.652143 | 0.667657 |          |  |
| 2      | 0.71 | 5    | 分散                 | 0.118287 | 0.102337 |          |  |
| 3      | 0.3  | 0.38 | 観測数                | 14       | 14       | alpha=5% |  |
| 4      | 0.31 | 0.42 | t-Testの検定          | 0.909381 |          |          |  |
| 5      | 0.14 | 0.32 | 検定平均との差            | 0        |          |          |  |
| 6      | 0.5  | 0.86 | 自由度                | 13       |          |          |  |
| 7      | 0.79 | 5    | t                  | -0.82184 |          |          |  |
| 8      | 0.7  | 0.13 | PTC(α) 片側          | 0.00452  |          |          |  |
| 9      | 0.13 | 0.35 | t 検定値 片側           | 1.770932 |          |          |  |
| 10     | 0.39 | 0.5  | PTC(α) 両側          | 0.00904  |          |          |  |
| 11     | 0.39 | 0.8  | t 検定値 両側           | 2.150065 |          |          |  |
| 12     | 1    | 0.86 |                    |          |          |          |  |
| 13     | 1    | 5    |                    |          |          |          |  |
| 14     | 1    | 5    |                    |          |          |          |  |
| yellow |      |      | t-検定 一対の標本による平均の検定 |          |          |          |  |
| no     | 1a   | 5    |                    |          | no       | 5a       |  |
| 1      | 0.68 | 5    | 平均                 | 0.784    | 0.886    |          |  |
| 2      | 0.3  | 5    | 分散                 | 0.006441 | 0.009197 |          |  |
| 3      | 0.7  | 0.75 | 観測数                | 15       | 15       | alpha=5% |  |
| 4      | 0.5  | 5    | t-Testの検定          | -0.23787 |          |          |  |
| 5      | 0.55 | 0.31 | 検定平均との差            | 0        |          |          |  |
| 6      | 0.76 | 0.89 | 自由度                | 14       |          |          |  |
| 7      | 0.69 | 0.86 | t                  | -0.38362 |          |          |  |
| 8      | 1    | 0.79 | PTC(α) 片側          | 0.015942 |          |          |  |
| 9      | 0.75 | 0.92 | t 検定値 片側           | 1.791309 |          |          |  |
| 10     | 0.82 | 0.6  | PTC(α) 両側          | 0.031284 |          |          |  |
| 11     | 1    | 0.89 | t 検定値 両側           | 2.154782 |          |          |  |
| 12     | 0.9  | 5    |                    |          |          |          |  |
| 13     | 0.84 | 0.76 |                    |          |          |          |  |
| 14     | 0.62 | 5    |                    |          |          |          |  |
| 15     | 0.79 | 0.83 |                    |          |          |          |  |

図 5.1 被験者 K.Y の実験の分析結果

| green  | rs   | ts   | t-検定 一時の要素による平均の検定 $\alpha=0.05$ |           |          |  |            |
|--------|------|------|----------------------------------|-----------|----------|--|------------|
| 1      | 1    | 5    |                                  | rs        | ts       |  |            |
| 2      | 0.69 | 5    |                                  |           |          |  |            |
| 3      | 0.33 | 0.87 | 平均                               | 0.661429  | 0.76     |  |            |
| 4      | 0.33 | 0.36 | 分散                               | 0.08449   | 0.050195 |  |            |
| 5      | 0.27 | 0.33 | 観測数                              | 14        | 14       |  | alpha=0.05 |
| 6      | 0.39 | 5    | t/Fの帰属                           | 0.059507  |          |  |            |
| 7      | 0.5  | 0.75 | 検定平均との差                          | 0         |          |  |            |
| 8      | 0    | 0.6  | 自由度                              | 13        |          |  |            |
| 9      | 0.63 | 0.95 | t                                | -0.302999 |          |  |            |
| 10     | 0.84 | 5    | PTC(=0) 片側                       | 0.032173  |          |  |            |
| 11     | 1    | 5    | t 検定値 片側                         | 1.770932  |          |  |            |
| 12     | 0.69 | 0.75 | PTC(=0) 両側                       | 0.064346  |          |  |            |
| 13     | 0.84 | 0.6  | t 検定値 両側                         | 2.140285  |          |  |            |
| 14     | 0.55 | 0.5  |                                  |           |          |  |            |
| orange | rs   | ts   | t-検定 一時の要素による平均の検定 $\alpha=0.05$ |           |          |  |            |
| 1      | 1    | 5    |                                  | rs        | ts       |  |            |
| 2      | 1    | 5    |                                  |           |          |  |            |
| 3      | 1    | 5    | 平均                               | 0.732517  | 0.821429 |  |            |
| 4      | 0.27 | 0.36 | 分散                               | 0.071627  | 0.039829 |  |            |
| 5      | 0.4  | 0.55 | 観測数                              | 14        | 14       |  | alpha=0.05 |
| 6      | 0.59 | 0.4  | t/Fの帰属                           | 0.069623  |          |  |            |
| 7      | 1    | 5    | 検定平均との差                          | 0         |          |  |            |
| 8      | 1    | 5    | 自由度                              | 13        |          |  |            |
| 9      | 0.43 | 0.87 | t                                | -1.481171 |          |  |            |
| 10     | 0.57 | 0.57 | PTC(=0) 片側                       | 0.001123  |          |  |            |
| 11     | 0.73 | 5    | t 検定値 片側                         | 1.770932  |          |  |            |
| 12     | 1    | 5    | PTC(=0) 両側                       | 0.162245  |          |  |            |
| 13     | 1    | 5    | t 検定値 両側                         | 2.140285  |          |  |            |
| 14     | 1    | 5    |                                  |           |          |  |            |
| yellow | rs   | ts   | t-検定 一時の要素による平均の検定 $\alpha=0.05$ |           |          |  |            |
| rs     | 0.65 | 5    |                                  | rs        | ts       |  |            |
| rs     | 0.69 | 0.6  | 平均                               | 0.616     | 0.652    |  | alpha=0.05 |
| rs     | 0.71 | 0.75 | 分散                               | 0.021717  | 0.011974 |  |            |
| rs     | 0.64 | 5    | 観測数                              | 13        | 13       |  |            |
| rs     | 0.45 | 0.95 | t/Fの帰属                           | 0.058545  |          |  |            |
| rs     | 0.55 | 0.83 | 検定平均との差                          | 0         |          |  |            |
| rs     | 0.35 | 0.95 | 自由度                              | 14        |          |  |            |
| rs     | 0.71 | 5    | t                                | -4.79736  |          |  |            |
| rs     | 0.39 | 0.6  | PTC(=0) 片側                       | 0.000339  |          |  |            |
| rs     | 0.5  | 0.85 | t 検定値 片側                         | 1.791309  |          |  |            |
| rs     | 0.5  | 5    | PTC(=0) 両側                       | 0.000678  |          |  |            |
| rs     | 0.71 | 0.75 | t 検定値 両側                         | 2.141789  |          |  |            |
| rs     | 0.79 | 0.6  |                                  |           |          |  |            |
| rs     | 0.69 | 0.83 |                                  |           |          |  |            |

図 5.2 被験者 R.U の実験の分析結果

| green  | rs   | ts   | t-検定 一時の要素による平均の検定 $\alpha=0.05$ |          |          |  |            |
|--------|------|------|----------------------------------|----------|----------|--|------------|
| 1      | 1    | 5    |                                  | rs       | ts       |  |            |
| 2      | 0.69 | 5    |                                  |          |          |  |            |
| 3      | 0.65 | 0.6  | 平均                               | 0.651987 | 0.692143 |  |            |
| 4      | 0.3  | 0.5  | 分散                               | 0.091387 | 0.050094 |  |            |
| 5      | 0.23 | 0.39 | 観測数                              | 14       | 14       |  | alpha=0.05 |
| 6      | 0.61 | 0.95 | t/Fの帰属                           | 0.049179 |          |  |            |
| 7      | 0.2  | 0.45 | 検定平均との差                          | 0        |          |  |            |
| 8      | 0.15 | 0.33 | 自由度                              | 13       |          |  |            |
| 9      | 0.5  | 0    | t                                | -0.45955 |          |  |            |
| 10     | 0.78 | 0.75 | PTC(=0) 片側                       | 0.328706 |          |  |            |
| 11     | 1    | 0.5  | t 検定値 片側                         | 1.770932 |          |  |            |
| 12     | 0.5  | 0.4  | PTC(=0) 両側                       | 0.65412  |          |  |            |
| 13     | 0.4  | 0.55 | t 検定値 両側                         | 2.140285 |          |  |            |
| 14     | 0.25 | 0.5  |                                  |          |          |  |            |
| orange | rs   | ts   | t-検定 一時の要素による平均の検定 $\alpha=0.05$ |          |          |  |            |
| 1      | 1    | 5    |                                  | rs       | ts       |  |            |
| 2      | 1    | 5    |                                  |          |          |  |            |
| 3      | 0.65 | 5    | 平均                               | 0.494285 | 0.549296 |  |            |
| 4      | 0    | 0.29 | 分散                               | 0.193385 | 0.160193 |  |            |
| 5      | 0    | 0.22 | 観測数                              | 14       | 14       |  | alpha=0.05 |
| 6      | 0.27 | 0.75 | t/Fの帰属                           | 0.051355 |          |  |            |
| 7      | 0.57 | 0.5  | 検定平均との差                          | 0        |          |  |            |
| 8      | 1    | 5    | 自由度                              | 13       |          |  |            |
| 9      | 0.29 | 0    | t                                | -1.43958 |          |  |            |
| 10     | 0.14 | 0    | PTC(=0) 片側                       | 0.099984 |          |  |            |
| 11     | 0    | 0    | t 検定値 片側                         | 1.770932 |          |  |            |
| 12     | 0.14 | 0.57 | PTC(=0) 両側                       | 0.173789 |          |  |            |
| 13     | 0.43 | 0.4  | t 検定値 両側                         | 2.140285 |          |  |            |
| 14     | 1    | 5    |                                  |          |          |  |            |
| yellow | rs   | ts   | t-検定 一時の要素による平均の検定 $\alpha=0.05$ |          |          |  |            |
| rs     | 0.9  | 0.85 |                                  | rs       | ts       |  |            |
| rs     | 0.7  | 5    | 平均                               | 0.615223 | 0.699687 |  |            |
| rs     | 0.65 | 0.69 | 分散                               | 0.021484 | 0.02379  |  |            |
| rs     | 0.65 | 5    | 観測数                              | 15       | 15       |  | alpha=0.05 |
| rs     | 0.69 | 0.75 | t/Fの帰属                           | -0.349   |          |  |            |
| rs     | 0.65 | 5    | 検定平均との差                          | 0        |          |  |            |
| rs     | 0.69 | 5    | 自由度                              | 14       |          |  |            |
| rs     | 1    | 5    | t                                | -1.13539 |          |  |            |
| rs     | 0.67 | 5    | PTC(=0) 片側                       | 0.13124  |          |  |            |
| rs     | 0.44 | 0.85 | t 検定値 片側                         | 1.791309 |          |  |            |
| rs     | 0.74 | 5    | PTC(=0) 両側                       | 0.274355 |          |  |            |
| rs     | 0.75 | 5    | t 検定値 両側                         | 2.141789 |          |  |            |
| rs     | 1    | 0.87 |                                  |          |          |  |            |
| rs     | 0.69 | 0.85 |                                  |          |          |  |            |

図 5.3 被験者 K.Y の実験の分析結果



## 5.2 色差を考慮した t-検定

次に違う方向から検証する為に、色差を考慮した検定方法を考えた。その方法は、色刺激を測光した値、輝度 (Lv), x, y を用い正解の色と誤認した色の CIELUV 表色系色差を求めた。ただし、正しく再認できた場合の色差は 0 とした。

そして 1 つの実験条件の、被験者の解答全ての色差を求め、その結果を 2 標本による t-検定にかけた。以降にその結果を記載する。詳しい分析の方法と参照データは付録に記載する。

| 色相条件     | t-検定: 分数が等しくないと言明した2標本による検定 |          |  |           |
|----------|-----------------------------|----------|--|-----------|
|          | no                          | is       |  |           |
| 平均       | 2.567186                    | 1.496297 |  |           |
| 分散       | 14.70435                    | 0.006777 |  |           |
| 観測統計     | 126                         | 150      |  | alpha=1%  |
| 帰無平均差    | 0                           |          |  |           |
| 自由度      | 218                         |          |  |           |
| t        | 2.69507                     |          |  |           |
| P(T<t) 片 | 0.004135                    |          |  |           |
| t 境界値 片  | 2.343496                    |          |  |           |
| P(T<t) 両 | 0.00827                     |          |  |           |
| t 境界値 両  | 2.582450                    |          |  |           |
|          |                             |          |  |           |
| orange   | t-検定: 分数が等しくないと言明した2標本による検定 |          |  |           |
|          | no                          | is       |  |           |
| 平均       | 2.69467                     | 2.24234  |  |           |
| 分散       | 16.81297                    | 13.86071 |  |           |
| 観測統計     | 137                         | 141      |  | alpha=10% |
| 帰無平均差    | 0                           |          |  |           |
| 自由度      | 267                         |          |  |           |
| t        | 1.224377                    |          |  |           |
| P(T<t) 片 | 0.110946                    |          |  |           |
| t 境界値 片  | 1.284729                    |          |  |           |
| P(T<t) 両 | 0.221892                    |          |  |           |
| t 境界値 両  | 1.652867                    |          |  |           |
|          |                             |          |  |           |
| yellow   | t-検定: 分数が等しくないと言明した2標本による検定 |          |  |           |
|          | no                          | is       |  |           |
| 平均       | 1.842949                    | 0.906209 |  |           |
| 分散       | 19.50509                    | 9.074395 |  |           |
| 観測統計     | 172                         | 153      |  | alpha=1%  |
| 帰無平均差    | 0                           |          |  |           |
| 自由度      | 307                         |          |  |           |
| t        | 2.469563                    |          |  |           |
| P(T<t) 片 | 0.007094                    |          |  |           |
| t 境界値 片  | 2.338556                    |          |  |           |
| P(T<t) 両 | 0.014188                    |          |  |           |
| t 境界値 両  | 2.581932                    |          |  |           |

図 5.4 被験者 Y.H の実験の分析結果

|        |                           |          |          |  |          |
|--------|---------------------------|----------|----------|--|----------|
| green  | t-検定: 分数が等しいと想定した2標本による検定 |          |          |  |          |
|        |                           | no       | yes      |  |          |
|        | 平均                        | 2.242288 | 1.058984 |  |          |
|        | 分散                        | 8.972895 | 8.22701  |  |          |
|        | 観測統計                      | 140      | 84       |  |          |
|        | 仮定平均との差異                  | 0        |          |  | alpha=5% |
|        | 自由度                       | 221      |          |  |          |
|        | t                         | 3.152327 |          |  |          |
|        | P(T<=t) 片側                | 0.000608 |          |  |          |
|        | t 境界値 片側                  | 2.344334 |          |  |          |
|        | P(T<=t) 両側                | 0.001215 |          |  |          |
|        | t 境界値 両側                  | 2.598263 |          |  |          |
| orange | t-検定: 等分散を想定した2標本による検定    |          |          |  |          |
|        |                           | no       | yes      |  |          |
|        | 平均                        | 0.762258 | 0.424    |  |          |
|        | 分散                        | 3.538291 | 0.987713 |  |          |
|        | 観測統計                      | 134      | 150      |  | alpha=5% |
|        | F-値統計                     | 2.167948 |          |  |          |
|        | 仮定平均との差異                  | 0        |          |  |          |
|        | 自由度                       | 282      |          |  |          |
|        | t                         | 1.674158 |          |  |          |
|        | P(T<=t) 片側                | 0.047604 |          |  |          |
|        | t 境界値 片側                  | 1.284581 |          |  |          |
|        | P(T<=t) 両側                | 0.095208 |          |  |          |
|        | t 境界値 両側                  | 1.652174 |          |  |          |
| yellow | t-検定: 分散が等しいと想定した2標本による検定 |          |          |  |          |
|        |                           | no       | yes      |  |          |
|        | 平均                        | 4.228184 | 1.720762 |  |          |
|        | 分散                        | 50.59011 | 19.64821 |  |          |
|        | 観測統計                      | 144      | 105      |  | alpha=5% |
|        | 仮定平均との差異                  | 0        |          |  |          |
|        | 自由度                       | 240      |          |  |          |
|        | t                         | 3.453378 |          |  |          |
|        | P(T<=t) 片側                | 0.000327 |          |  |          |
|        | t 境界値 片側                  | 2.341185 |          |  |          |
|        | P(T<=t) 両側                | 0.000654 |          |  |          |
|        | t 境界値 両側                  | 2.598462 |          |  |          |

図 5.5 被験者 R.U の実験の分析結果

|        |                           |          |          |  |          |
|--------|---------------------------|----------|----------|--|----------|
| green  | t-検定: 分散が等しいと想定した2標本による検定 |          |          |  |          |
|        |                           | no       | yes      |  |          |
|        | 平均                        | 1.825937 | 2.226433 |  |          |
|        | 分散                        | 0.185011 | 0.973115 |  |          |
|        | 観測統計                      | 102      | 112      |  | alpha=5% |
|        | 仮定平均との差異                  | 0        |          |  |          |
|        | 自由度                       | 218      |          |  |          |
|        | t                         | -0.84594 |          |  |          |
|        | P(T<=t) 片側                | 0.172656 |          |  |          |
|        | t 境界値 片側                  | 1.285447 |          |  |          |
|        | P(T<=t) 両側                | 0.244717 |          |  |          |
|        | t 境界値 両側                  | 1.651674 |          |  |          |
| orange | t-検定: 分散が等しいと想定した2標本による検定 |          |          |  |          |
|        |                           | no       | yes      |  |          |
|        | 平均                        | 4.434946 | 2.970390 |  |          |
|        | 分散                        | 15.24574 | 16.04837 |  |          |
|        | 観測統計                      | 97       | 105      |  | alpha=5% |
|        | 仮定平均との差異                  | 0        |          |  |          |
|        | 自由度                       | 196      |          |  |          |
|        | t                         | 2.441518 |          |  |          |
|        | P(T<=t) 片側                | 0.007257 |          |  |          |
|        | t 境界値 片側                  | 1.652995 |          |  |          |
|        | P(T<=t) 両側                | 0.014513 |          |  |          |
|        | t 境界値 両側                  | 1.972126 |          |  |          |
| yellow | t-検定: 分散が等しいと想定した2標本による検定 |          |          |  |          |
|        |                           | no       | yes      |  |          |
|        | 平均                        | 2.081527 | 1.086707 |  |          |
|        | 分散                        | 25.28796 | 10.38242 |  |          |
|        | 観測統計                      | 131      | 116      |  |          |
|        | 仮定平均との差異                  | 0        |          |  |          |
|        | 自由度                       | 215      |          |  |          |
|        | t                         | 1.680476 |          |  | alpha=5% |
|        | P(T<=t) 片側                | 0.052142 |          |  |          |
|        | t 境界値 片側                  | 1.285447 |          |  |          |
|        | P(T<=t) 両側                | 0.104285 |          |  |          |
|        | t 境界値 両側                  | 1.651674 |          |  |          |

図 5.6 被験者 K.Y の実験の分析結果

## 5.3 t-検定の考察

以上 2 通りの検定を行った。図 5.7 は被験者ごとの t-検定の結果である。「正答率」は、正

|        |     | Yellow | Orange | Green |
|--------|-----|--------|--------|-------|
| 被験者Y.H | 正答率 | 5%     | 1%     | 5%    |
|        | 色差  | 1%     | NO     | 1%    |
| 被験者R.U | 正答率 | 5%     | NO     | 1%    |
|        | 色差  | 1%     | (10%)  | 1%    |
| 被験者K.Y | 正答率 | NO     | NO     | NO    |
|        | 色差  | 10%    | 5%     | NO    |

図 5.7 事前注意刺激の統計的有意差

答率を用いた一対の標本による t-検定の結果、「色差」は色差を用いた 2 標本による t-検定を示している。Yellow, Orange, Green はそれぞれどの色を基点とした実験なのかを示している。%は alpha の値を示し、5 %なら  $\alpha=0.05$  で検定し、有意差が見られたことを示している。それぞれの被験者について述べると、被験者 K.Y の正答率の検定では、全ての実験において有意差が見られなかった。被験者 R.U の正答率の検定では、Orange を基点とした実験において有意差が見られ無かった。被験者 R.U と K.Y の Orange を基点とした実験の色差を用いた検定では、有意差が見られた。しかし、被験者 Y.H は逆に Orange を基点とした実験の色差を用いた検定で、有意差が見られなくなった。

今回の実験方法では、事前注意刺激のあった時の方が有意差があるように見えるが、被験者 Y.H は著者なので、正しいデータとは言い切れない。また被験者が少ないためはっきりしたことは言えない。

その為事前注意刺激の効果があったという明確な答えは出せなかった。



# 第 6 章

## 結論と今後の課題

### 6.1 今後の課題

今後の課題としてはまず、被験者によって事前注意の効果が見られた者とそうでない者がいた。これがどちらが正しいのかを被験者を増やす事により、検証することが挙げられる。

また被験者 Y.H は本研究の著者であり、事前注意の効果が見られた一人ではあるが、事前注意刺激が呈示されるときに無意識に実験に集中した為、効果が出たように見えたという可能性と、事前注意刺激が呈示されたことによって現れた効果の可能性を分離でき無かった。その為に著者のデータは事前注意の効果があるとは言い切れなかった。これを、事前注意刺激を呈示する場合としない場合の実験を同時に行う。若しくは、今回は事前注意刺激が有効条件ばかりであったが、そのなかに無効条件、つまり事前注意が目標刺激の正しい位置を示さない場合を混ぜるなどして、被験者に事前注意の呈示の有無が分からないようにして、この可能性を除去する必要がある。

今回は、事前注意刺激の呈示タイミングは周辺手がかりや中心手がかりの効果が最大になると言われている時間差 (50ms ~ 100ms や 200ms ~ 300ms) と比べて明らかに時間間隔が長い。しかし本実験で使用した装置の制約により、1 秒より短い時間間隔を設定した場合には時間制御の正確性が保証されなかった為、1 秒と 2 秒の間隔だけであった。ゆえに、もっと短い呈示間隔についても装置を改善して実験を行い、調べる必要がある。

また実験目標の 1 つであった、色によって事前注意の効果が異なる所があるのかどうかという事についても、本実験では分からなかった。今後、色ごとの輝度の差や実験ごとの難易度を同じにするなどして他の干渉を無くし、再び色によって効果が異なるのかどうかを検

討する必要がある。

## 6.2 結論

本研究ではまず、事前注意として周辺手がかりを用いて予備実験を行ったが、この周辺手がかりが色刺激に対して時間的輝度誘導を起こしたり、用いた呈示タイミングにより復帰抑制が起こったであろう正答率の変化が見られたため、主実験では中心手がかりを用いて Green, Yellow, Orange を基点とした 3 種類の実験を行った。

被験者は色覚正常の 3 人の被験者で行ったが、実験結果から得られた正答率を見る限りでは、事前注意刺激を呈示することによって正答率の飛躍的な上昇が見られた色刺激は、被験者によって異なっており、また逆に正答率が下がった色刺激も被験者によって異なっていた。このため事前注意の効果を色ごとに考察するのは難しいと考え、事前注意刺激を呈示する場合としない場合で、各実験ごとに正答率を用いて一対の標本による t-検定を行い、統計的有意差を求めた。その結果、被験者 K.Y には 1 つも有意差が見られなかったが、事前注意の効果が正解の場合だけでは無く、ミスをした方にも現れているのではないかと考え、色差を用いて不正解も考慮した t-検定を行い、再び有意差を求めた。これにより有意差が見られなかった実験にも有意差が見られたが、逆に有意差が見られなくなった実験もあり、事前注意が色の再認に有効といえるまでには至らなかった。

# 謝辞

本研究を行うにあたって、指導教員である篠森敬三助教授には忙しい中、本当に多くのご指導、助言を戴き、また研究以外の事でも大変お世話になり、深く感謝致します。

副査を快く承諾して下さった岡田守教授、任向実講師にも感謝いたします。

篠森研究室の東野泰幸さん、平山正治さん、深田良尚さん、修士の研究が忙しい中数々の研究に関する助言を頂き、大変感謝しております。

本実験の被験者として協力して下さった植田竜介さん、山川和也さん、ご自分の卒業研究で忙しい中、時間を割いてくださいまして、誠に有り難う御座いました。また実験のデータとしては結局使いませんでしたが、実験に協力して下さった村井友彦さん、五百蔵真一君、忙しい中時間を割いていただき、有り難う御座いました。

共に卒業研究に臨んだ、同じ研究室の谷口沙織さん、賀来途直さん、お互いの足りない所を補い合い互いに学んで来ました。おかげで充実した研究活動を行えました。感謝いたします。

最後に影ながら支えて下さった両親に感謝致します。





# 参考文献

- [1] 熊田孝恒，日本視覚学会編，「視覚情報処理ハンドブック」，第 11 章 視覚的注意 11-1 節 459-463，朝倉書店，2000
- [2] 石村貞夫，すぐわかる統計処理，東京，東京図書株式会社，1994



# 付録 A

## 各実験における被験者ごとの不正解のデータ

付録として、本実験各々の被験者の不正解のデータと、このデータを用いて、第5章のセクション2の色差を考慮したt-検定を行った。その計算方法もここに記載する。グラフの横は正解、縦がその正解の色に対して被験者がどの色と誤認したかを表している。数字は実験を通して間違った数である。例えば、縦の数字が2で横の数字が3の個所、その数字が4ならば、正解が2の時3と誤認した回数が4回ということを表している。計算方法であるが、まず例えば Green を基点とした実験の被験者 Y.H の事前注意刺激が無い場合のデータを参考にすると、正解が3で、それに対して7と誤認したところを見てみると、2回間違っている。その時の2と7の色差をまず求める。この場合の色差は4.82である。この数字をマイクロソフト・エクセルに間違いの数だけ打ち込み、同様にして他の色も打ち込んでいく。1通りその作業が終われば、今度は正しく再認できた場合を色差0とし、正解の数だけ打ち込む。つまり実験を行った回数分だけデータを入力するのである。これを事前注意刺激を呈示する場合としない場合で分け、その2つのデータをt-検定で比較するのである。これにより、正しく再認出来た場合と再認出来なかった場合両方のデータを考慮した検定が可能である。

次に各被験者の実験ごとの不正解のデータを記載する。また組み分けしてもらったデータも欄を色分けする事により、同時に示している。ただし Yellow を基点とした実験の場合は被験者に組み分けをしてもらっておらず、今回は特にミスの多かった個所を色分けした。

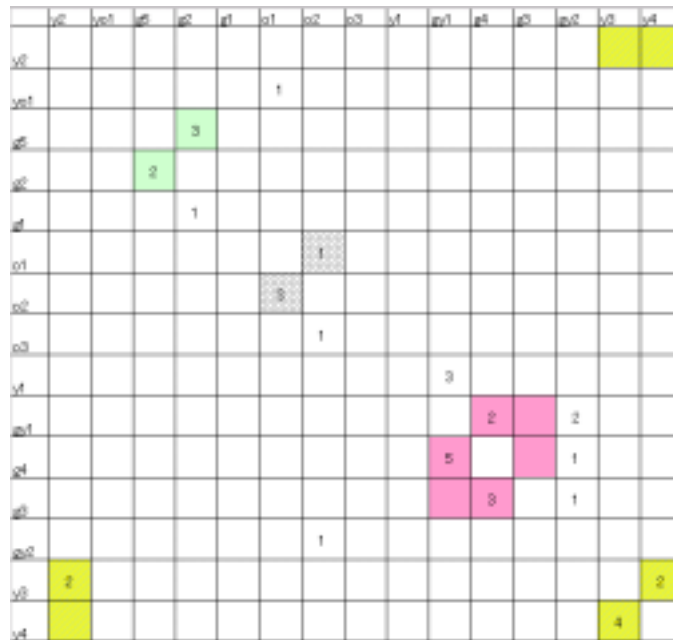


図 A.1 被験者 Y.H の事前注意刺激の無い Yellow を基点とした実験の不正解データ

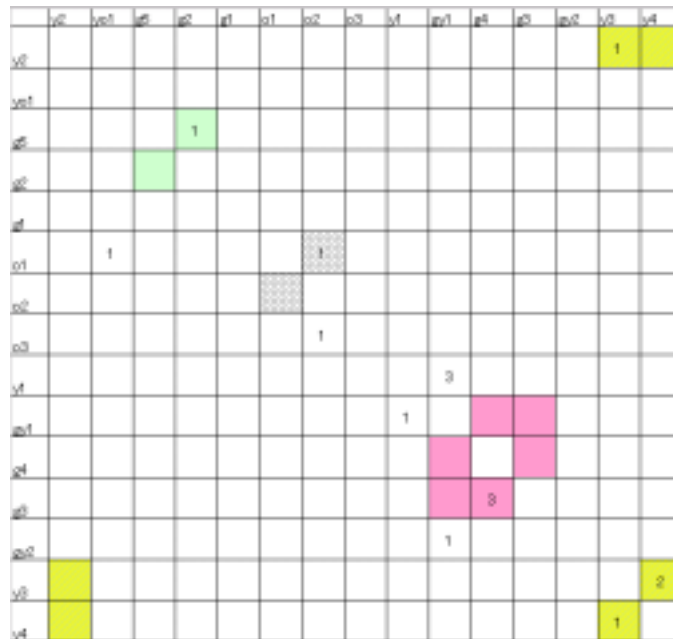


図 A.2 被験者 Y.H の事前注意刺激のある Yellow を基点とした実験の不正解データ

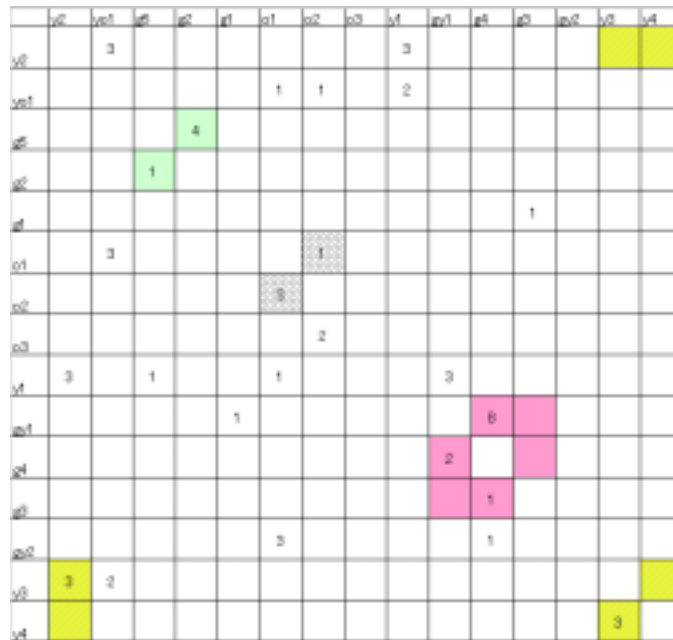


図 A.3 被験者 R.U の事前注意刺激の無い Yellow を基点とした実験の不正解データ

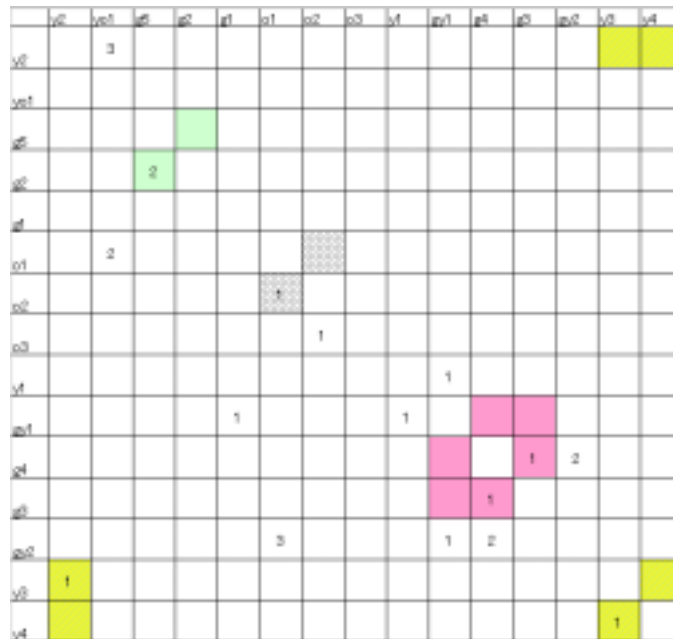


図 A.4 被験者 R.U の事前注意刺激のある Yellow を基点とした実験の不正解データ

The grid is a 16x16 matrix with columns labeled v0 to v15 and rows labeled v0 to v15. The grid is divided into four 8x8 quadrants. The top-left quadrant (rows v0-v7, columns v0-v7) contains a 4x4 grid of colored squares (yellow, green, grey, pink) with numbers 1, 2, 3, and 4. The top-right quadrant (rows v0-v7, columns v8-v15) contains a 4x4 grid of yellow squares with numbers 1, 2, 3, and 4. The bottom-left quadrant (rows v8-v15, columns v0-v7) contains a 4x4 grid of yellow squares with numbers 1, 2, 3, and 4. The bottom-right quadrant (rows v8-v15, columns v8-v15) contains a 4x4 grid of yellow squares with numbers 1, 2, 3, and 4.

— 56 —

|    | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 6 | 7 | 8 | 8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| 1  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 2  |   |   | 2 |   | 2 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 3  |   |   |   | 1 |   |   | 2 |   |   |    |    |    | 1  |    |
| 4  |   |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |    |    | 3  | 1  |    |
| 5  |   | 1 | 1 |   |   |   | 1 |   |   |    |    |    |    | 1  |
| 6  |   |   |   | 1 |   |   | 2 | 1 |   |    |    |    | 1  |    |
| 7  |   |   | 1 |   |   |   |   |   |   |    |    |    | 1  | 1  |
| 8  |   |   | 1 | 4 |   | 1 |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 9  |   |   |   |   |   |   |   | 2 |   |    |    |    | 1  |    |
| 10 |   |   | 1 |   |   |   |   |   | 3 |    |    |    |    |    |
| 11 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |    |    |
| 12 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 2  |    | 1  |    |
| 13 |   |   | 1 |   |   | 1 | 1 |   |   |    |    | 3  |    |    |
| 14 |   |   |   | 3 | 2 | 1 | 1 |   |   |    |    |    |    |    |

図 A.7 被験者 Y.H の事前注意刺激の無い Green を基点とした実験の不正解データ

|    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| 1  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 2  |   |   | 1 |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 3  |   |   |   |   | 2 |   |   | 3 |   |    |    |    | 1  |    |
| 4  |   |   |   |   |   | 2 | 1 | 3 |   |    |    |    |    |    |
| 5  |   | 1 | 5 |   |   |   | 1 |   |   |    |    |    |    |    |
| 6  |   |   |   | 1 |   |   | 1 | 1 |   |    |    |    | 1  | 2  |
| 7  |   |   |   |   |   | 1 |   |   |   |    |    |    | 4  | 1  |
| 8  |   |   |   | 3 |   | 2 | 1 |   |   |    |    |    |    | 1  |
| 9  |   |   | 1 |   |   |   |   | 4 |   |    |    |    |    |    |
| 10 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 11 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 12 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 13 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |    |    |
| 14 |   |   | 1 |   | 2 | 1 | 1 | 1 |   |    |    |    |    |    |

図 A.8 被験者 Y.H の事前注意刺激のある Green を基点とした実験の不正解データ

|    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| 1  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 2  |   |   | 1 |   | 1 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 3  |   |   |   | 3 |   |   | 3 |   |   |    |    |    |    |    |
| 4  |   |   |   |   | 2 |   | 2 |   |   |    |    |    |    |    |
| 5  |   | 3 | 4 |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | 1  |
| 6  |   |   |   |   |   |   | 1 |   |   |    |    |    |    | 4  |
| 7  |   |   | 1 |   | 2 | 1 |   |   |   |    |    |    |    | 2  |
| 8  |   |   |   | 2 |   | 6 |   |   |   |    |    |    |    | 2  |
| 9  |   |   |   |   |   |   |   | 3 |   |    |    |    |    |    |
| 10 |   |   |   |   |   |   | 2 | 2 |   |    |    |    |    |    |
| 11 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 12 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 2  |    |    |    |
| 13 |   |   |   |   |   |   | 2 |   |   |    |    | 3  |    | 1  |
| 14 |   |   |   |   | 2 | 1 | 1 |   |   |    |    |    |    |    |

図 A.9 被験者 R.U の事前注意刺激の無い Green を基点とした実験の不正解データ

|    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| 1  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 2  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 3  |   | 2 |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 4  |   |   |   |   | 2 |   | 3 |   |   |    |    |    |    |    |
| 5  |   | 1 | 1 |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 6  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 7  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | 1  | 1  |
| 8  |   |   |   |   | 2 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 9  |   |   |   |   |   |   | 1 |   |   |    |    |    |    |    |
| 10 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 11 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 12 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 2  |    |    |    |
| 13 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 14 |   |   |   |   |   | 3 |   |   |   |    |    |    |    |    |

図 A.10 被験者 R.U の事前注意刺激のある Green を基点とした実験の不正解データ



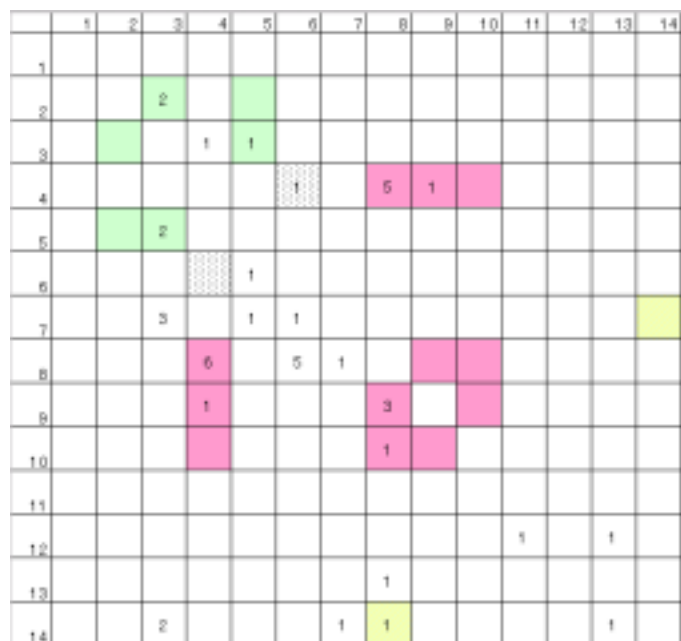


図 A.11 被験者 K.Y の事前注意刺激の無い Green を基点とした実験の不正解データ

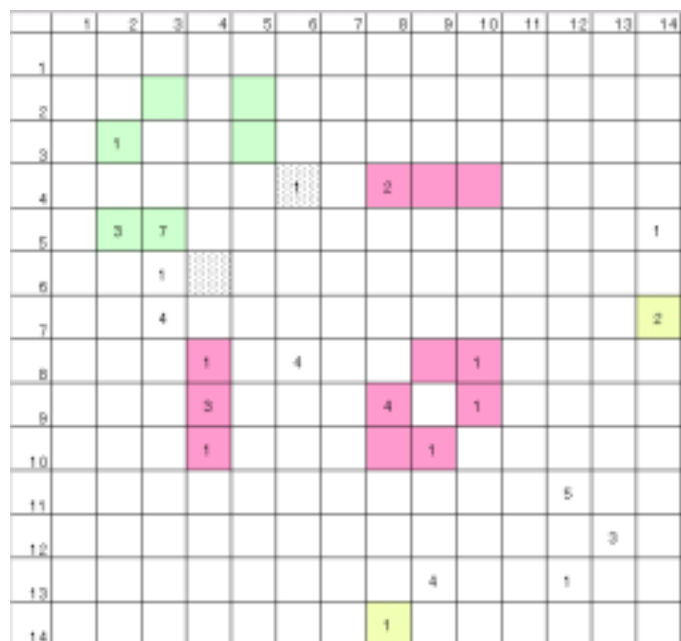


図 A.12 被験者 K.Y の事前注意刺激のある Green を基点とした実験の不正解データ

|    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| 1  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 2  |   |   | 1 |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 3  |   |   |   | 1 |   |   |   |   |   |    | 1  |    |    |    |
| 4  |   |   | 1 |   |   | 1 |   |   | 3 | 2  |    |    |    |    |
| 5  |   |   | 5 | 1 |   | 3 |   |   |   | 1  |    |    |    |    |
| 6  |   |   | 3 |   |   |   |   |   | 1 |    |    |    |    |    |
| 7  |   |   | 1 |   |   | 2 |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 8  |   |   |   |   |   | 1 |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 9  |   |   | 1 | 3 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 10 |   |   |   |   | 1 |   |   |   | 3 |    | 1  |    |    |    |
| 11 |   |   | 1 | 1 | 3 | 2 |   |   | 3 | 1  |    |    |    |    |
| 12 |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1  | 5  |    |    |    |
| 13 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |

図 A.13 被験者 Y.H の事前注意刺激の無い Orange を基点とした実験の不正解データ

|    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| 1  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 2  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 3  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 4  |   |   | 1 |   | 1 | 2 |   |   | 2 | 1  | 1  |    |    |    |
| 5  |   |   |   | 2 |   | 3 |   |   | 2 |    |    |    |    |    |
| 6  |   |   | 2 | 2 | 2 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 7  |   |   |   |   |   |   |   |   | 1 |    |    |    |    |    |
| 8  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 9  |   |   |   | 5 | 1 | 4 |   |   |   |    | 1  |    |    |    |
| 10 |   |   | 1 | 3 |   | 1 |   |   |   |    | 3  |    |    |    |
| 11 |   |   | 2 |   | 1 |   |   |   |   | 3  |    |    |    |    |
| 12 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 3  |    |    |    |
| 13 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |

図 A.14 被験者 Y.H の事前注意刺激のある Green を基点とした実験の不正解データ

|    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| 1  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 2  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 3  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 4  |   |   | 2 |   | 5 | 1 |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 5  |   |   |   | 1 |   | 2 |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 6  |   |   |   | 1 | 6 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 7  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 8  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 9  |   |   |   |   | 1 |   |   |   |   | 3  |    |    |    |    |
| 10 |   |   |   |   |   |   |   |   | 3 |    |    |    |    |    |
| 11 |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 3  |    |    |    |    |
| 12 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 13 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |

図 A.15 被験者 R.U の事前注意刺激の無い Orange を基点とした実験の不正解データ

|    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| 1  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 2  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 3  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 4  |   |   |   |   | 5 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 5  |   |   |   | 4 |   | 7 |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 6  |   |   |   |   | 6 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 7  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 8  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 9  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 3  |    |    |    |    |
| 10 |   |   |   |   |   |   |   |   | 3 |    |    |    |    |    |
| 11 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 12 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 13 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
| 14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |

図 A.16 被験者 R.U の事前注意刺激のある Green を基点とした実験の不正解データ

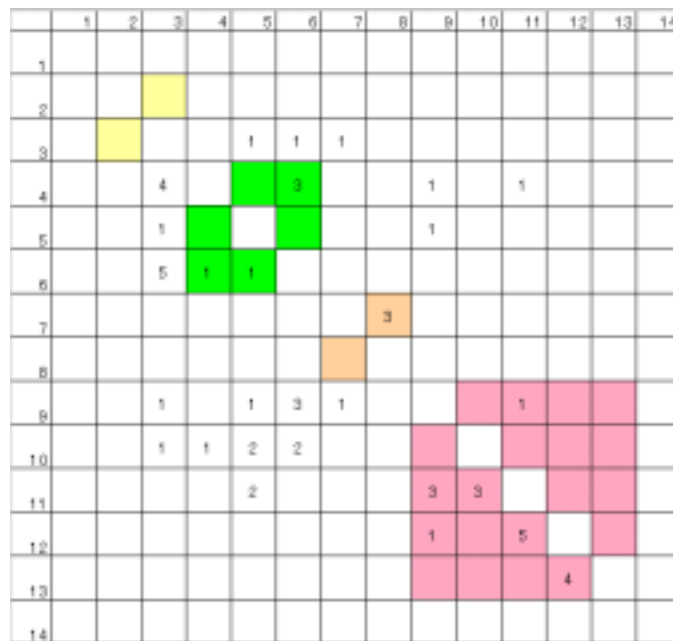


図 A.17 被験者 K.Y の事前注意刺激の無い Orange を基点とした実験の不正解データ

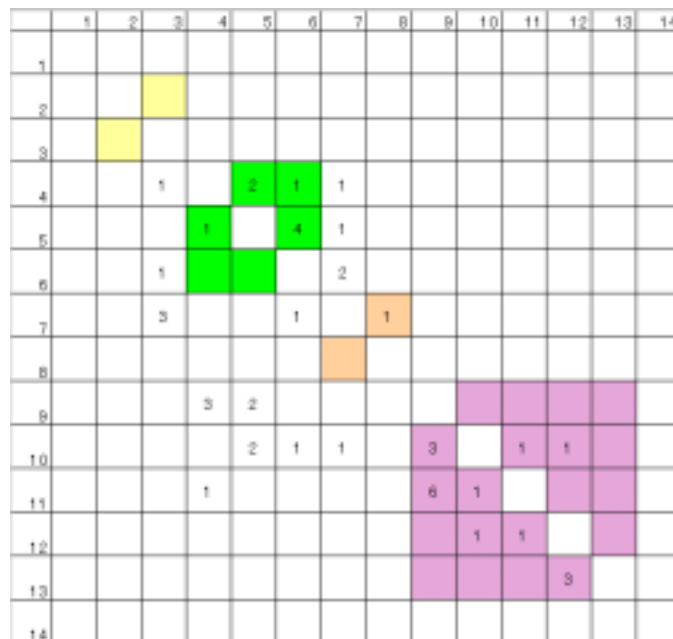


図 A.18 被験者 K.Y の事前注意刺激のある Green を基点とした実験の不正解データ