

I-3 感覚量の数値化

マグニチュード推定法と評定尺度法

刺激の物理的な量と、それに対する人間の感覚的な心理量を数値化することによって、外界のからの刺激に対する人間の感じ方やその特徴を示すことができる。また、感覚量を数値化することによって、機器を設計する際に人間側の特性を反映することができる。たとえば、光刺激の物理的な強度と人間が感じる明るさ感とは特定の順応状態において一定の関数関係がある。電子ディスプレイなどの表示装置を設計する際にはこの関係を知っておくことはきわめて重要である。視覚だけでなく聴覚における音の物理的な強度と主観的な大きさとの関係なども同様である。

この実験では、大型のディスプレイ上に表示した視覚刺激の物理的な特性と人間の主観的な応答との関係を調べる。まず、最初の実験では、マグニチュード推定法 (magnitude estimation method) により、単純な円形刺激の明るさ感と、物理量 (厳密には心理物理量) としての輝度との関係について検討する。マグニチュード推定法とは、ひとつの基準刺激を定め、これと比較させてその感覚的な大きさを数詞によって直接的に推定させる方法である。感覚尺度構成法の1つで、スティーヴンス (S.Stevens) によって提案された。答えた数値を感覚量 J 、対応する刺激の物理量を I とすると、以下の式で表すことができるというものである。

$$J = k I^p \quad (J: \text{心理量}, I: \text{物理量}, k: \text{定数}, p: \text{べき数})$$

ここでは、 J は基準となる背景の明るさに対して、円形の塗りつぶしのパターンの明るさが何倍、あるいは何分の一に見えるかの主観的評定値とし、 I は輝度計で測定したその刺激の輝度 (cd/m^2) とする。

次の実験では、Web ページ上の文字表示をデザインする状況を想定して、成蹊のスクールカラーの背景色に対して、文字にどのような色を用いれば、主観的に見やすい表示が得られるかについて、評定尺度法 (rating scale method) を用いて検討する。評定尺度法とは、見やすさ、使いやすさ、画質、音質などの主観的な評価項目について、段階的なカテゴリで評価する方法である。たとえば、次のような5段階あるいは7段階の評定尺度を用いる。被験者には評定値を応答させて、後で統計的に処理する。

表1 評定尺度の例

| 評定値 | カテゴリー | 評定値 | カテゴリー | 評定値 | カテゴリー |
|-----|-------|-----|-----------|-----|-----------|
| 5 | 非常に良い | 7 | 非常良い | 7 | 非常に読取やすい |
| 4 | 良い | 6 | 良い | 6 | 読取やすい |
| 3 | 普通 | 5 | やや良い | 5 | やや読取やすい |
| 2 | 悪い | 4 | どちらともいえない | 4 | どちらともいえない |
| 1 | 非常に悪い | 3 | やや悪い | 3 | やや読取りにくい |
| | | 2 | 悪い | 2 | 読取りにくい |
| | | 1 | 非常に悪い | 1 | 非常に読取りにくい |

評定尺度法では、任意に設定されたカテゴリに対してカテゴリの全範囲でカテゴリ相互の距離が等しいという保証は無い。この意味で評定尺度は尺度に割り当てた数値が厳密には距離を表すもの（距離尺度）ではなく、単に順位を表すもの（順位尺度）に過ぎない。しかし、実際にはカテゴリの両端部を除くと評定尺度を距離を表す尺度とみなして差し支えないことが多くの実験で確かめられている。ただし、厳密に尺度値と物理量の関数関係を求めるためには、評定尺度法で得られたデータに系列範疇法（method of successive categories）による処理を施すことがある。この実験では、系列範疇法は適用しないがこのような方法があることは覚えておいてほしい。

1. マグニチュード推定法による輝度と明るさ感の関数関係の検討

（1）目的

刺激の物理量とその刺激の心理的な感覚量との間にどのような数学的な関係が見出せるかについて、単純な視覚刺激を用いた実験により検討する。すなわち、液晶ディスプレイ上に円形のパターンを輝度を変えて短時間表示する。円形のパターンの背景は一樣なグレーであり、常に一定の輝度で表示されている。この背景に対して、さまざまな輝度の円形刺激がどのような明るさに感じられるかを調べ、輝度と明るさ感の関数関係を求める。

（2）実験の具体的方法

心理量を求める方法としては、マグニチュード推定法を用いる。先に述べたようにマグニチュード推定法とは、被験者に刺激を呈示し、標準に対してその刺激の量を判断させる方法である。この実験では図1に示したような円形の刺激の明るさを、背景のグレーの明るさを標準の1とした場合に何倍あるいはい何分の1に見えるかを主観的に判定する。刺激を呈示する液晶ディスプレイは32型（1366×768画素）液晶テレビである。

別紙のデータシートに16種類の刺激（A～P）に対するデータ記入欄が準備されている。各行にマグニチュード推定法で、各刺激によって生じた直接的な心理的印象に数を割り当て、それを記入していく。一連の刺激はランダムな順序で呈示される。いかなる意図的な計算もやってはいけない。心に浮かんだままを書きとめるだけである。

各刺激の背景が標準刺激である。この明るさを1として、短時間（1.8秒間）呈示される円形刺激の明るさの感じた印象を反映する数を割り当てていく。たとえば、刺激が標準の20倍の強さ（明るさ）に見えるなら、20を割り当てる。1/5倍の強さに見えるなら、0.2あるいは1/5を割り当てる。分数であろうが、非常に大きな数であろうが、また小さな数で

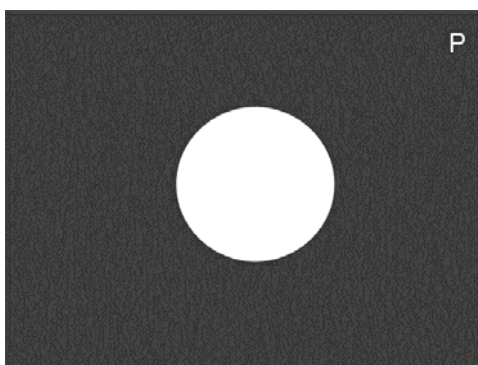


図1 輝度と明るさ感の実験に用いる刺激の例
背景の明るさが標準1となる。円形のパターンは1.8秒間だけ呈示される。短時間呈示にしたのはその刺激の明るさに目が順応してしまわないようにするためである。全部で16段階の明るさが準備されている。背景部の大きさは53×40cm、円の直径は17cmである。

あろうが、どんな数でもよい。とにかく、主観的印象にきちんと比例する数を割り当てればよい。

各被験者は、ディスプレイから 1.2m の視距離で座り、本人のデータ列に割り当てた数を記入する。他の人の影響を受けないようにする。忘れてならないのは、直接的な印象に従って数を割り当てるということである。標準刺激は 1 であり、その 5 倍に見えるなら 5 を与える。すべて終わったところで、グループ内でデータを交換する。そして、平均値を求めて、両対数の図にプロットしてみる。物理量（厳密に言うと心理物理量）のデータは表 2 に示しておくが、実験においてこれを記憶して回答してはならない。作成する図は x 軸に表 2 の物理量における「標準との相対値」、y 軸に実験で得られた「平均評価値」をプロットする。

表 2 呈示刺激の物理量

| 刺激 | 階調 | | | 明るさの心理物理量 | 標準との相対値 |
|--------|------|------|------|------------------------|---------|
| | 赤(R) | 緑(G) | 青(B) | 輝度(cd/m ²) | |
| A | 0 | 0 | 0 | 2.2 | 0.16 |
| B | 15 | 15 | 15 | 2.8 | 0.20 |
| C | 31 | 31 | 31 | 4.4 | 0.32 |
| D | 47 | 47 | 47 | 7.8 | 0.57 |
| 背景(標準) | 63 | 63 | 63 | 13.7 | 1.00 |
| E | 79 | 79 | 79 | 22.0 | 1.6 |
| F | 95 | 95 | 95 | 33.4 | 2.4 |
| G | 111 | 111 | 111 | 48.6 | 3.5 |
| H | 127 | 127 | 127 | 67.6 | 4.9 |
| I | 143 | 143 | 143 | 90.6 | 6.6 |
| J | 159 | 159 | 159 | 117.4 | 8.6 |
| K | 175 | 175 | 175 | 148.8 | 10.9 |
| L | 191 | 191 | 191 | 183.7 | 13.4 |
| M | 207 | 207 | 207 | 222.5 | 16.3 |
| N | 223 | 223 | 223 | 266.8 | 19.5 |
| O | 239 | 239 | 239 | 316.4 | 23.1 |
| P | 255 | 255 | 255 | 370.0 | 27.0 |

(3) スプレッドシートを使った結果の分析

Microsoft Excel などの表計算ソフト（スプレッドシート）に実験結果を入力して、両対数の図をコンピュータ上で作成し、最もフィットする近似線を求めて、心理量と物理量の対応関係について考察する。以下、Excel のシート上でデータ処理の手順を示すので各自 PC を利用して実行してみる。レポートにはこの結果の図を貼り込んで提出する。

a. データ入力

Excel を起動して、各被験者のデータ、物理量（表 2 の右端の列）を入力する。全被験者の評価値の平均を求めて、物理量の隣の列に表示する。

各被験者のデータを入力し、全被験者の平均値を物理量の隣の列に表示する

| | 物理量 | 心理量 | 被験者 | | | | | | | |
|----|---------|------------|------|-------|-----|------|-------|-------|-----|--|
| 刺激 | 標準との相対値 | 全被験者の平均評価値 | 窪田 | 嶋田 | 前佛 | 鈴木 | 田中 | 羽原 | 枝村 | |
| A | 0.16 | 0.200 | 0.05 | 0.1 | 0.5 | 0.05 | 0.333 | 0.167 | 0.2 | |
| B | 0.20 | 0.183 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.05 | 0.333 | 0.2 | 0.2 | |
| C | 0.32 | 0.332 | 0.3 | 0.143 | 0.5 | 0.2 | 0.333 | 0.25 | 0.6 | |
| D | 0.57 | 0.471 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | |
| E | 1.6 | 1.871 | 3 | 1.5 | 1 | 3 | 2 | 1.1 | 1.5 | |
| F | 2.4 | 2.314 | 2 | 3 | 1.2 | 5 | 2 | 1 | 2 | |
| G | 3.5 | 3.171 | 5 | 4 | 2 | 5 | 3 | 1.5 | 1.7 | |
| H | 4.9 | 2.829 | 4 | 3 | 1.1 | 5 | 3 | 2 | 1.7 | |
| I | 6.6 | 4.300 | 8 | 4 | 1.6 | 8 | 4 | 2.5 | 2 | |
| J | 8.6 | 5.029 | 10 | 4.5 | 3 | 10 | 4 | 1.7 | 2 | |
| K | 10.9 | 7.386 | 25 | 5.5 | 2.5 | 10 | 4 | 1.7 | 3 | |
| L | 13.4 | 6.857 | 15 | 8 | 4 | 10 | 4 | 3 | 4 | |
| M | 16.3 | 7.500 | 20 | 8 | 3 | 10 | 4 | 4 | 3.5 | |
| N | 19.5 | 8.000 | 20 | 10 | 2 | 10 | 5 | 4 | 5 | |
| O | 23.1 | 11.000 | 30 | 9 | 5 | 20 | 5 | 4 | 4 | |
| P | 27.0 | 12.286 | 30 | 10 | 5 | 25 | 6 | 6 | 4 | |

b. 散布図の作成

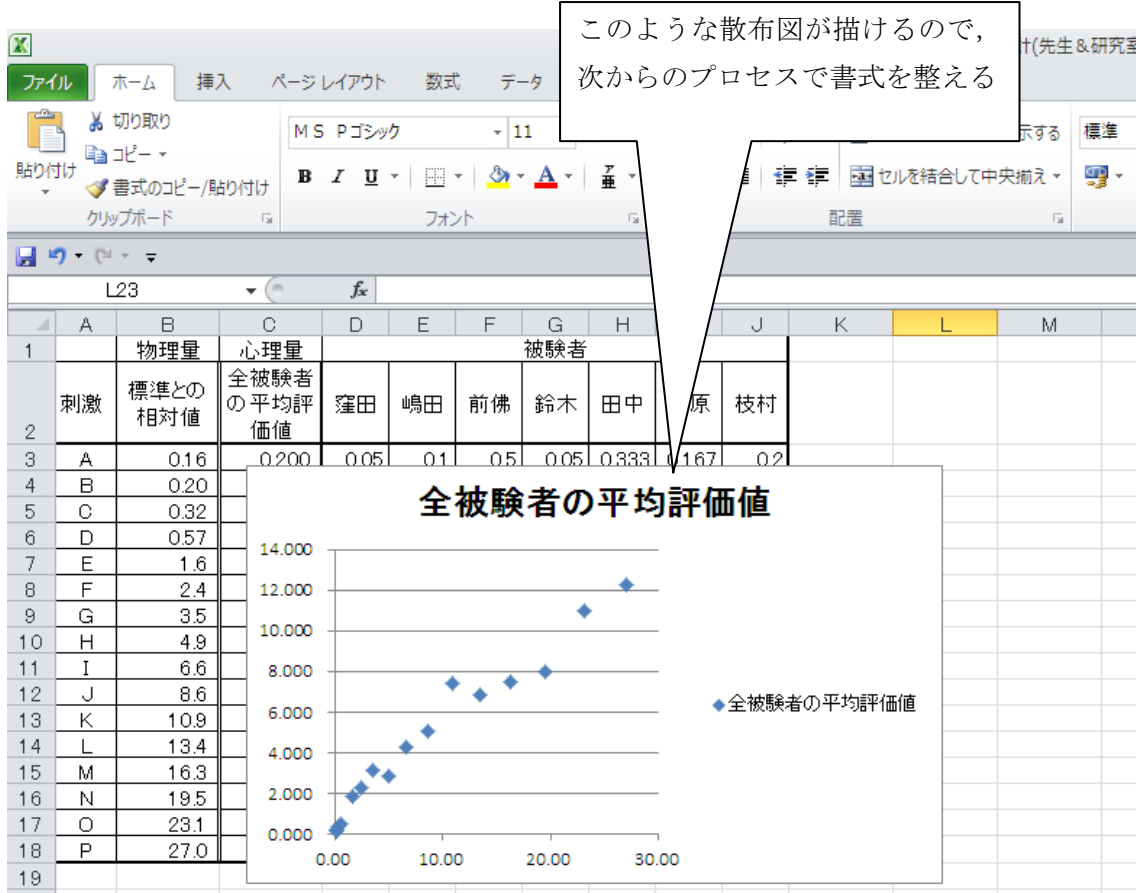
1. 作成するデータの範囲を指定

2. 挿入→グラフ→散布図

3. 左上の散布図を選択

| | 物理量 | 心理量 | 被験者 | | | | | | | |
|----|---------|------------|------|-------|-----|------|-------|-------|-----|--|
| 刺激 | 標準との相対値 | 全被験者の平均評価値 | 窪田 | 嶋田 | 前佛 | 鈴木 | 田中 | 羽原 | 枝村 | |
| A | 0.16 | 0.200 | 0.05 | 0.1 | 0.5 | 0.05 | 0.333 | 0.167 | 0.2 | |
| B | 0.20 | 0.183 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.05 | 0.333 | 0.2 | 0.2 | |
| C | 0.32 | 0.332 | 0.3 | 0.143 | 0.5 | 0.2 | 0.333 | 0.25 | 0.6 | |
| D | 0.57 | 0.471 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | |
| E | 1.6 | 1.871 | 3 | 1.5 | 1 | 3 | 2 | 1.1 | 1.5 | |
| F | 2.4 | 2.314 | 2 | 3 | 1.2 | 5 | 2 | 1 | 2 | |
| G | 3.5 | 3.171 | 5 | 4 | 2 | 5 | 3 | 1.5 | 1.7 | |
| H | 4.9 | 2.829 | 4 | 3 | 1.1 | 5 | 3 | 2 | 1.7 | |
| I | 6.6 | 4.300 | 8 | 4 | 1.6 | 8 | 4 | 2.5 | 2 | |
| J | 8.6 | 5.029 | 10 | 4.5 | 3 | 10 | 4 | 1.7 | 2 | |
| K | 10.9 | 7.386 | 25 | 5.5 | 2.5 | 10 | 4 | 1.7 | 3 | |
| L | 13.4 | 6.857 | 15 | 8 | 4 | 10 | 4 | 3 | 4 | |
| M | 16.3 | 7.500 | 20 | 8 | 3 | 10 | 4 | 4 | 3.5 | |
| N | 19.5 | 8.000 | 20 | 10 | 2 | 10 | 5 | 4 | 5 | |
| O | 23.1 | 11.000 | 30 | 9 | 5 | 20 | 5 | 4 | 4 | |
| P | 27.0 | 12.286 | 30 | 10 | 5 | 25 | 6 | 6 | 4 | |

c. 散布図の描画



d. 両対数グラフにする

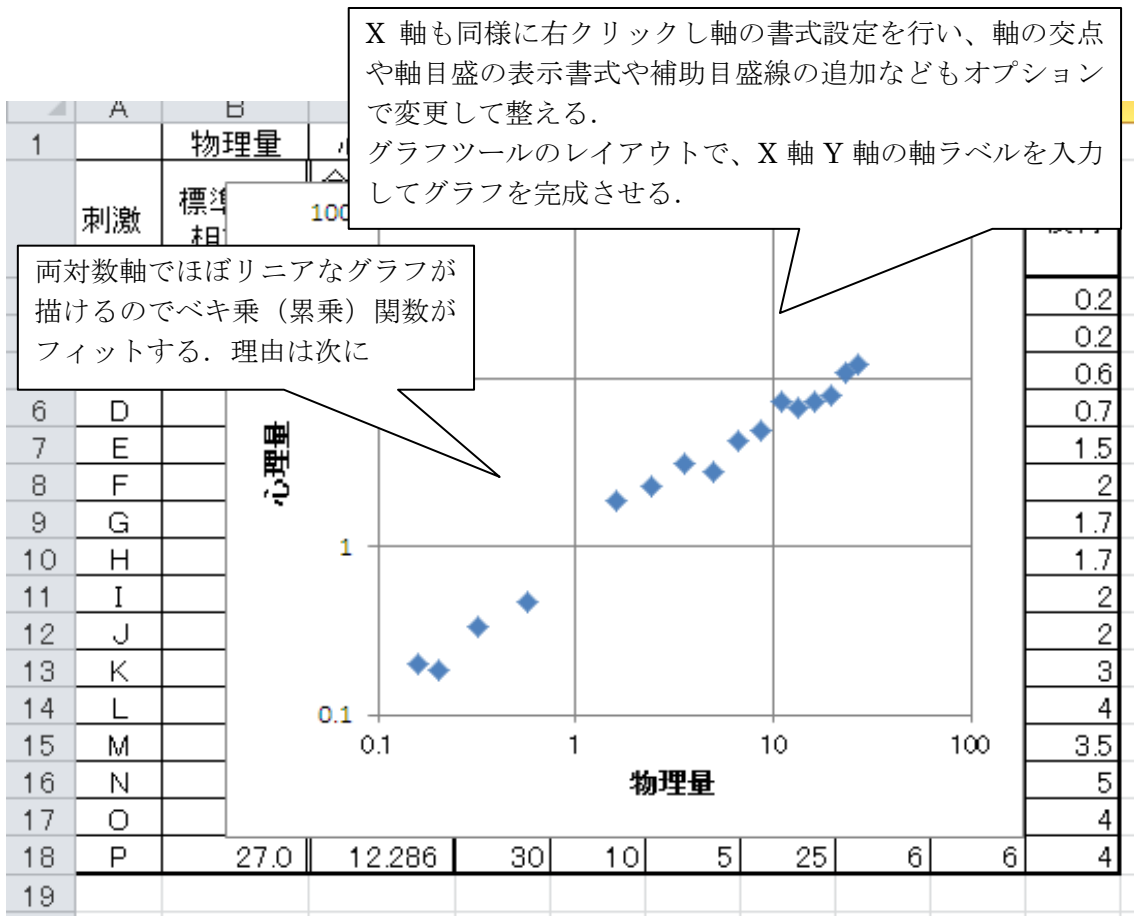
1. グラフの Y 軸を右クリック
→ 軸の書式設定を選択

2. 軸のオプションを選択

3. 対数目盛を表示するにチェックを入れる

4. 横軸との交点の軸の値にチェックを入れ、値を 0.1 にする

e. ラベルを記入して書式を整える



f. べき（累乗）関数の解釈

べき関数は、 $J = k I^p$ という式で簡単に表現できる。両辺の対数をとると、

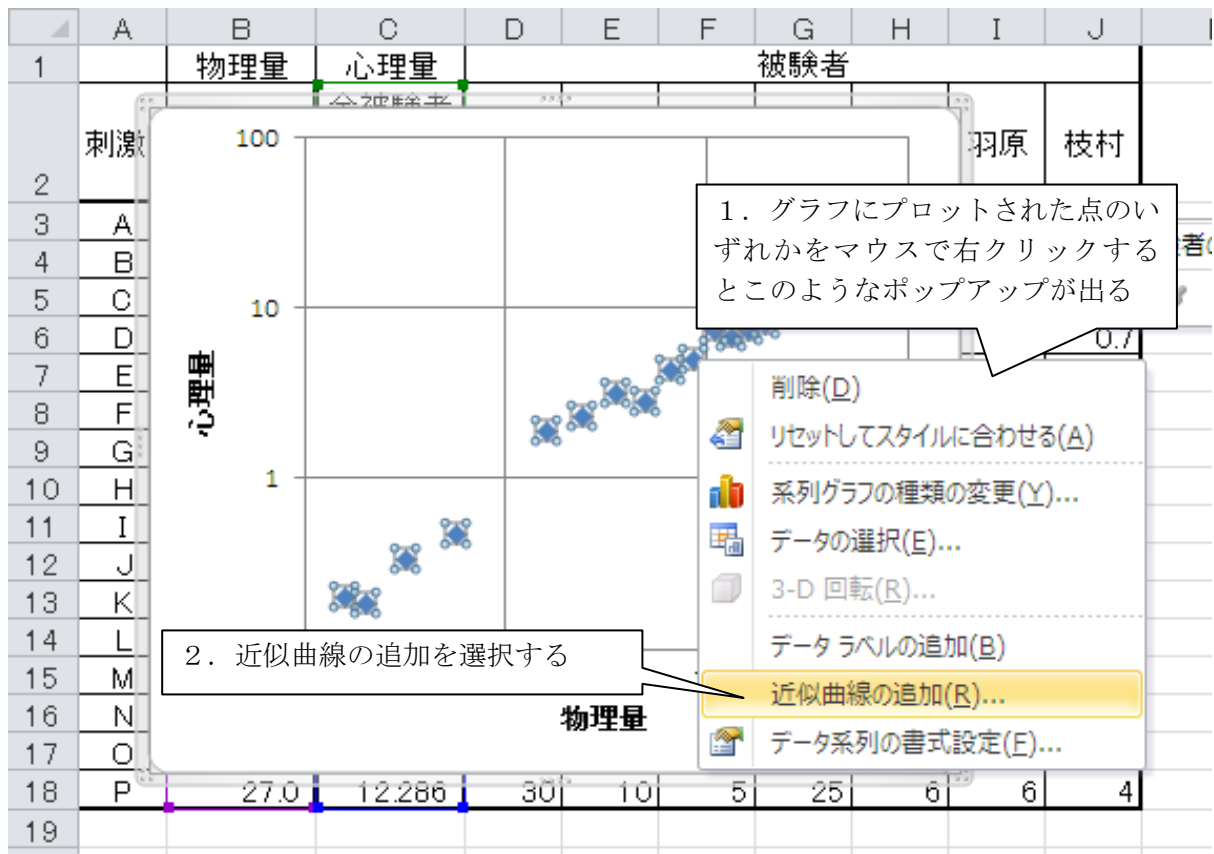
$$\log J = p \log I + \log k$$

この式は、グラフの縦軸に心理的強度 J の対数を取り、横軸に物理的強度 I の対数をとってプロットすると、勾配 p 、切片 $\log k$ の直線が得られることを意味する。心理量と物理量の関係は、一般的にべき関数で表現できるので、単純な比例関数に還元できる。心理量と物理量の関係がべき関数で表せるというのは、Stevens が最初に見出して以来、スティーブンスの法則といわれる。以降は、近似曲線のあてはめにより、実験結果をべき関数で表す方法の説明である。表 3 にさまざまな感覚におけるべき指数を示した。

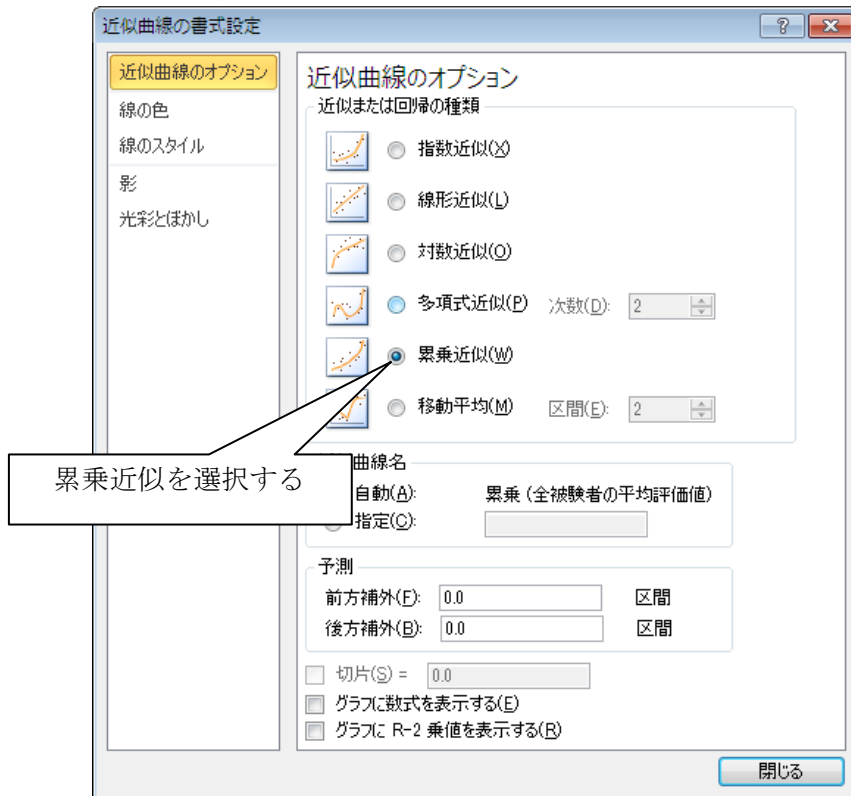
表3 さまざまな感覚におけるベキ指数

| 判断 | ベキ指数 |
|------------------------|------|
| 音の大きさ(単耳) | 0.3 |
| 視標の明るさ(暗順応眼, 視標の大きさ5度) | 0.3 |
| コーヒーの香り | 0.55 |
| サッカリンの甘さ | 0.8 |
| 塩からさ | 1.3 |
| 冷たさ(腕) | 1.0 |
| 暖かさ(腕) | 1.6 |
| 木のブロックの厚み(指で触れた) | 1.3 |
| 持ち上げたときの重さ | 1.5 |
| ハンドルを握ったときの強さ | 1.7 |
| 自分の声の大きさ | 1.1 |
| 指に対する電気ショックの強さ(60Hz) | 3.5 |
| 線分の長さ | 1.0 |

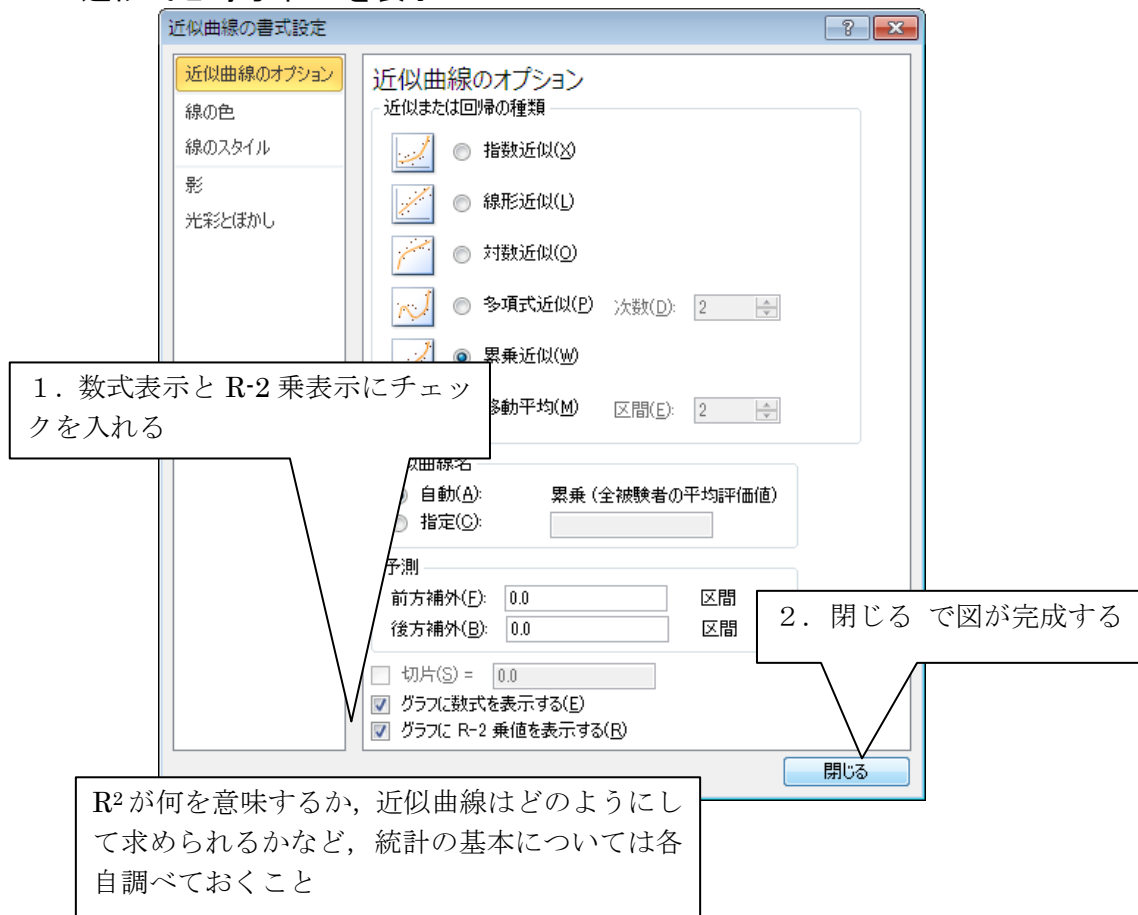
g. 近似曲線のあてはめ



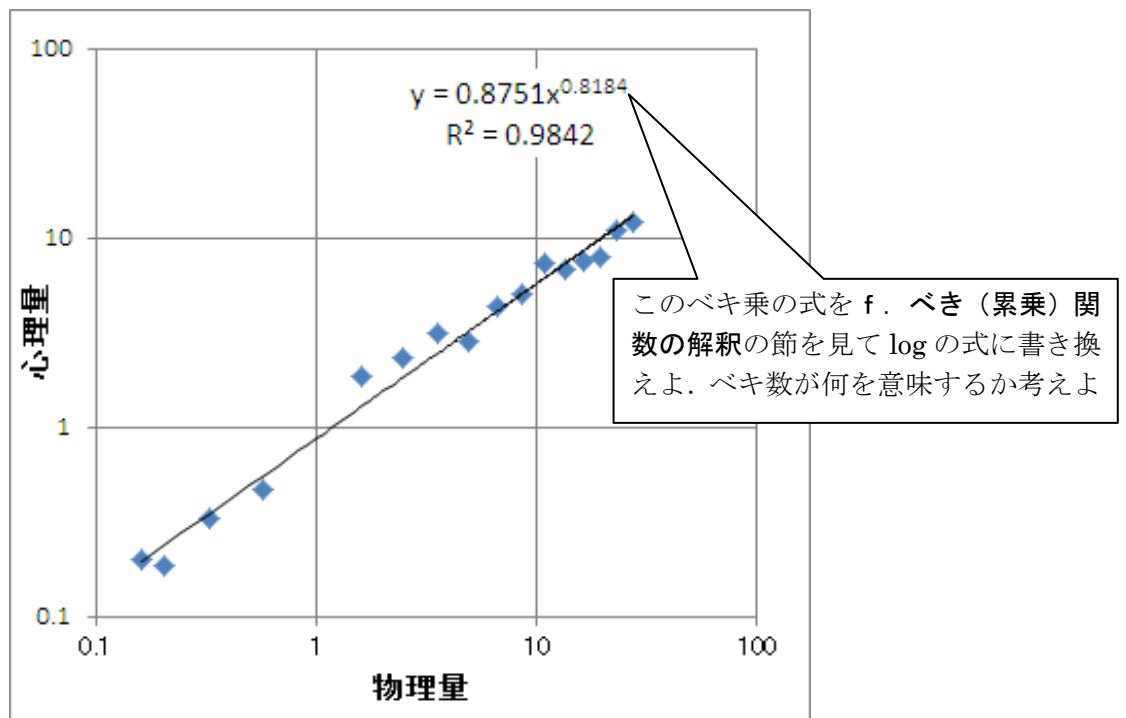
h. 累乗近似を選択する



i. 近似式と寄与率 R^2 を表示



j. 累乗の近似曲線と近似式を記入した図が完成



注：上の図はあくまで例であり，諸君の実験結果とは必ずしも一致しない。

◆対数の計算の復習

(忘れていたひとのために)

$a^x = b$ を満たす x を対数と呼ぶ. a を底, b を真数という. このとき $x = \log_a b$ と書くことができる.

たとえば, $2^x = 8$ のとき, $x = \log_2 8 = 3$ となる.

通常, 底がなにも書かれていないときは, 底は 10, すなわち常用対数である.

例えば, $\log_{10} 2 \doteq 0.3010$, $\log_{10} 3 \doteq 0.4771$, $\log_{10} 100 = 2$, $\log_{10} 1000 = 3$ となる.

$\log x^n = n \log x$ と書くことができる (x が正のとき), 以下同様に

$$\log xy = \log x + \log y$$

$$\log \frac{x}{y} = \log x - \log y$$

$$\log_a m = \frac{\log_b m}{\log_b a}$$

と書くことができる.

Excel で, ある値 x の対数を求めるときは, 関数を使いセルに「LOG (x) =」を入力する.

たとえば, LOG(100)=2 となる. なにも指定しないとき底は 10 である. なお, 指数を求めるときは, 「POWER(底, 指数)=」を入力する. たとえば, POWER(10, 2)=100 となる.

2. 評定尺度法による Web ページ上の好ましい文字色の検討

(1) 目的

エレクトロメカニクス学科の認知工学研究室の Web サイトをリニューアルすることになり、成蹊のスクールカラーを背景色にして研究室名を表示したい。そこで、先に概要を述べた評定尺度法による主観評価実験で好ましい文字色（明るさも含めた）を決めることにした。すでに文字の色をさまざまに設定した実験用の評価画面が作成されている。最初の実験で使用した 32 型液晶ディスプレイ上に表示して、グループ全員で評定尺度法による主観評価実験を行ない最適な条件を求めることを目標とする。また、文字と背景の心理物理的条件（輝度、色度、背景と文字の色差）などを測定してあるので、それらの要因との関係についても分析して、レポートにまとめることも目的とする。

(2) 実験の具体的方法

a. 実験に用いるディスプレイ

32 型ハイビジョン対応液晶テレビ（三菱電機製 REAL H32MX60）、画素数 1366×768 画素、PC の画像出力をアナログ RGB 入力端子から入力して、1024×768 画素モードで表示する

b. 文字色と背景色の条件

表 4 に示したように背景として最上段に示したスクールカラー(R=24,G=29,B=111, 16 進表示では#181d6f)を背景に A から U までの色を割当てて 21 種類の表示条件を設定した。図 2 にスクールカラーを背景にした白文字の例を示した。

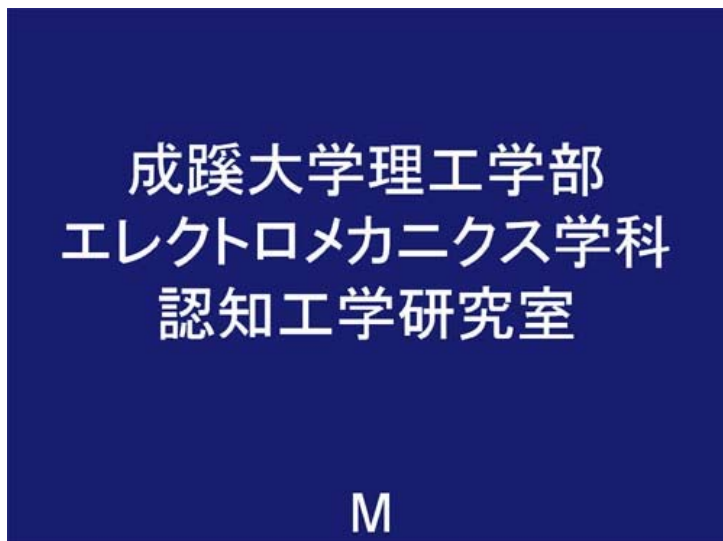


図 2 実験画面の例
成蹊のスクールカラーを背景
にした白文字表示

表 3 の階調は赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の 8 ビット階調 (0~255) で表してある。したがって、RGB がすべて 255 であると白を意味する。また、 u',v' は色を 2 次元平面上で表現する方法であり、認知工学の講義を思い出して欲しい。履修していない人には説明するが、測色器のメーカーであるコニカミノルタ社のページには比較的理解しやすく解説されているので参照されたい。

<http://konicaminolta.jp/entertainment/colorknowledge/part1/index.html>

表4 文字色と背景色の条件

| | 階調 | | | 輝度 | u' | v' | |
|--------------------|----|----|-----|-----|-------|-------|---------------------------------------|
| | R | G | B | | | | |
| 背景色 (成蹊スクールカラー) | 24 | 29 | 111 | 9.1 | 0.183 | 0.235 | スクールカラーのRGBを16進で表示するとR=18, G=1D, B=6F |

コントラスト4

| 刺激 | R | G | B | 輝度 (cd/m ²) | u' | v' | コントラスト (文字輝度/背景輝度) | 色差 |
|----|-----|-----|-----|----------------------------|-------|-------|-----------------------|-------|
| A | 182 | 0 | 0 | 33.0 | 0.426 | 0.522 | 4 | 0.377 |
| B | 135 | 80 | 0 | 33.1 | 0.276 | 0.536 | 4 | 0.315 |
| C | 0 | 106 | 25 | 33.5 | 0.129 | 0.545 | 4 | 0.316 |
| D | 0 | 102 | 140 | 36.7 | 0.150 | 0.360 | 4 | 0.130 |
| E | 0 | 60 | 230 | 33.1 | 0.169 | 0.176 | 4 | 0.061 |
| F | 170 | 0 | 130 | 33.4 | 0.318 | 0.358 | 4 | 0.183 |

コントラスト10

| 刺激 | R | G | B | 輝度 (cd/m ²) | u' | v' | コントラスト (文字輝度/背景輝度) | 色差 |
|----|-----|-----|-----|----------------------------|-------|-------|-----------------------|-------|
| G | 255 | 97 | 97 | 100.3 | 0.344 | 0.493 | 11 | 0.305 |
| H | 190 | 140 | 0 | 99.7 | 0.238 | 0.545 | 11 | 0.316 |
| I | 0 | 166 | 40 | 100.0 | 0.122 | 0.552 | 11 | 0.323 |
| J | 0 | 160 | 156 | 99.2 | 0.135 | 0.440 | 11 | 0.211 |
| K | 97 | 138 | 255 | 100.5 | 0.165 | 0.287 | 11 | 0.055 |
| L | 255 | 65 | 210 | 100.5 | 0.296 | 0.342 | 11 | 0.156 |

無彩色でコントラストだけを変化

| 刺激 | R | G | B | 輝度 (cd/m ²) | u' | v' | コントラスト (文字輝度/背景輝度) | 色差 |
|----|-----|-----|-----|----------------------------|-------|-------|-----------------------|-------|
| M | 255 | 255 | 255 | 369.2 | 0.186 | 0.444 | 40.58 | 0.212 |
| N | 223 | 223 | 223 | 265.3 | 0.186 | 0.444 | 29.16 | 0.212 |
| O | 191 | 191 | 191 | 182.0 | 0.186 | 0.444 | 20.00 | 0.212 |
| P | 159 | 159 | 159 | 116.7 | 0.186 | 0.444 | 12.83 | 0.212 |
| Q | 127 | 127 | 127 | 67.1 | 0.186 | 0.444 | 7.37 | 0.212 |
| R | 95 | 95 | 95 | 33.2 | 0.186 | 0.444 | 3.65 | 0.212 |
| S | 63 | 63 | 63 | 13.0 | 0.186 | 0.444 | 1.43 | 0.212 |
| T | 31 | 31 | 31 | 3.8 | 0.186 | 0.444 | 0.42 | 0.212 |
| U | 0 | 0 | 0 | 1.5 | 0.186 | 0.444 | 0.16 | 0.212 |

c. 評定尺度

以下の7段階評定尺度を用いる。

- 7：非常に読取やすい
- 6：読取やすい
- 5：やや読取やすい
- 4：どちらともいえない
- 3：やや読取りにくい
- 2：読取りにくい
- 1：非常に読取りにくい

21条件の各画面を順序効果が相殺できるように被験者によって異なる順序で呈示して評価実験を行なう。全員が同じ順序で行なうと順序による影響が生じる可能性があるため、

通常それを集計時に相殺できるように試行順を設定する。この実験では2回繰り返して評価し、2回目のデータをグループ全員で集計して結果をまとめる。

(3) スプレッドシートを使った結果の分析

Microsoft Excel などの表計算ソフト（スプレッドシート）に実験結果を入力して、各刺激条件に対する全被験者の平均評定値と標準偏差を Excel の関数で求めた上で、図を作成する。データ処理では平均値のほか、標準偏差も求める。標準偏差は英語で Standard deviation といい、正規分布するデータのばらつきを表す値であり、以下の式で求められる。Excel では stdev という関数でこれを計算していることになる。

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

ここで、 SD ：標準偏差、 \bar{x} ：平均値、 n ：データ数、 x_i ：各データである。人間を使った実験では個人差が大きくデータのばらつきを考慮して結果を考察する必要があるために SD がよく用いられる。正規分布における平均のまわり $\pm 1SD$ には 68.26% が含まれ、 $\pm 2SD$ には 95.44% が含まれる。皆さんがよく使う偏差値というのは、平均値が 50、標準偏差が 10 となるように標本変数を規格化したものである。したがって、偏差値 30~70 の間に 95.44% のデータが含まれることになる。

以下に Excel を用いたデータ処理のプロセスを例示する。

a. データ入力

Excel を起動して、各被験者の2回目のデータを入力し、Excel の関数で平均値 (average) と標準偏差 (stdev) を求める。

各被験者のデータを入力し、全被験者の平均値と標準偏差を右端の2列に関数を使って求める

関数は結果を置きたいセルを選択した後、挿入の関数で選択する。平均値は average、標準偏差は stdev という関数名である

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|----|----|---|----|----|----|----|----|------|------|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | 刺激 | 一郎 | | 三郎 | 四郎 | 五郎 | 六郎 | 七郎 | 平均 | 標準偏差 |
| 3 | A | | | | | | 2 | 2 | 3.29 | 1.11 |
| 4 | B | | | | | | 4 | 7 | 6.00 | 1.15 |
| 5 | C | | | | | | 4 | 4 | 5.14 | 0.90 |
| 6 | D | | | | | | 4 | 3 | 3.71 | 0.76 |
| 7 | E | | | | | | 3 | 3 | 3.14 | 0.38 |
| 8 | F | | | | | | 4 | 5 | 4.57 | 0.79 |
| 9 | | | | | | | | | 5.88 | 0.90 |

b. 作図するデータを選択後グラフウィザードで縦棒グラフを選択

1. 刺激の列のデータ範囲をマウスで選択

2. 平均の列のデータ範囲を Ctrl キーを押しながらマウスで選択, Ctrl を押しながら離れた 2 つの列が選択できる

3. 縦棒グラフを選択する. 目的にかなったものであればどんな種類のグラフでもよい.

| | 刺激 | 一郎 | 二郎 | 三郎 | 平均 |
|----|----|----|----|----|------|
| 3 | A | 4 | 3 | 5 | 3.29 |
| 4 | B | 7 | 6 | 7 | 6.00 |
| 5 | C | 6 | 5 | 6 | 5.14 |
| 6 | D | 4 | 3 | 3 | 3.71 |
| 7 | E | 3 | 3 | 3 | 3.14 |
| 8 | F | 6 | 5 | 4 | 4.57 |
| 9 | G | 5 | 5 | | 5.86 |
| 10 | H | 5 | 6 | | 4.14 |
| 11 | I | 4 | 4 | | 3.71 |
| 12 | J | 6 | 6 | | 4.00 |
| 13 | K | 5 | 4 | | 3.86 |
| 14 | L | 5 | 3 | | 3.71 |
| 15 | M | 5 | 6 | | 4.71 |
| 16 | N | 6 | 7 | | 5.86 |
| 17 | O | 7 | 6 | | 6.14 |
| 18 | P | 5 | 5 | 4 | 3.86 |

c. グラフが表示されたらグラフツールでグラフの体裁を整える

グラフツールのレイアウトで軸の表示形式や軸ラベルなどを作業する

| 刺激 | 標準偏差 |
|----|------|
| A | 1.11 |
| B | 1.15 |
| C | 0.90 |
| D | 0.76 |
| E | 0.38 |
| F | 0.79 |
| G | 0.90 |
| H | 0.21 |
| I | 0.49 |
| J | 0.63 |
| K | 0.90 |

d. データ系列の書式設定で標準偏差を誤差線で表示する

グラフツール
デザイン レイアウト 書式

データ ラベル テーブル
軸 目盛線
プロット クラフの 3-D 回転
エリア 壁面 床面
背景

分析

誤差範囲

なし
選択した系列から誤差範囲を削除します。選択しない場合、すべての誤差範囲が削除されます

誤差範囲 (標準誤差)
標準誤差を使用して、選択したグラフ系列の誤差範囲を表示します

誤差範囲 (パーセンテージ)
選択したグラフ系列の誤差範囲を 5% の値で表示します

誤差範囲 (標準偏差)
選択したグラフ系列の誤差範囲を 1 つの標準偏差で表示します

その他の誤差範囲オプション(M)...

標準偏差
1.11
1.15
0.90
0.76
0.38
0.79
0.90
0.21
0.49
0.63
0.90

■ 系列1

K L M N O P

グラフ名:
グラフ 1

グラフツール→レイアウト→分析→誤差範囲▼→その他誤差範囲オプションを選択する

e. Y 誤差線のタグで誤差線のデータを指定する

J18

1. 縦軸誤差範囲を選択

誤差範囲の書式設定

縦軸誤差範囲

線の色
線のスタイル
影
光沢とぼかし

表示

方向

両方向(B)
 負方向(M)
 正方向(L)

2. 正方向を選択

終点のスタイル

キャップなし(N)
 キャップあり(A)

3. 誤差範囲でユーザー設定の値の指定を押す

誤差範囲

固定値(F): 0.1
 パーセンテージ(P): 5.0
 標準偏差(S): 1.0
 標準誤差(E)
 ユーザー設定(C): 値の指定(V)

ユーザー設定の誤差範囲

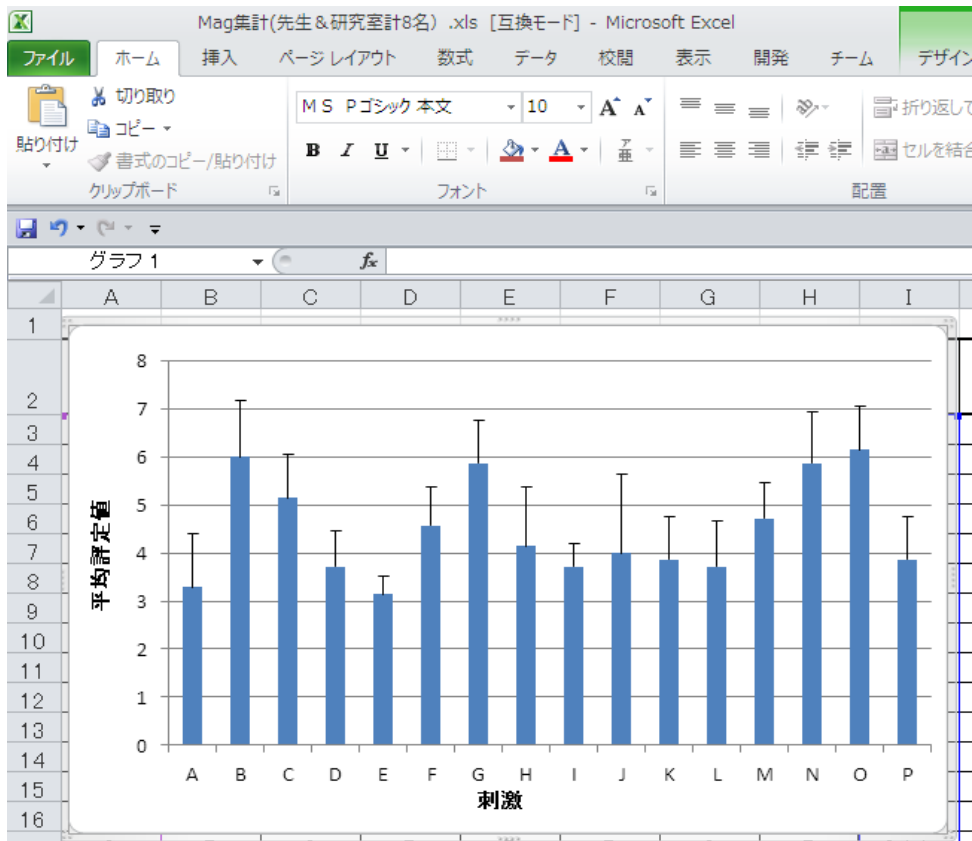
正の誤差の値(P)
=Sheet1!\$J\$18
負の誤差の値(N)
={}

4. 標準偏差の列のデータ範囲を指定

5. OK を押す

| | 七郎 | 平均 | 標準偏差 |
|---|----|------|------|
| 2 | | 3.29 | 1.11 |
| 7 | | 6.00 | 1.15 |
| 4 | | 5.14 | 0.90 |
| 3 | | 3.71 | 0.76 |
| 3 | | 3.14 | 0.38 |
| 5 | | 4.57 | 0.79 |
| 7 | | 5.86 | 0.90 |
| 5 | | 4.14 | 1.21 |
| 4 | | 3.71 | 0.49 |
| 2 | | 4.00 | 1.63 |
| 3 | | 3.86 | 0.90 |
| 5 | | 3.71 | 0.95 |
| 5 | | 4.71 | 0.76 |
| | | 5.86 | 1.07 |
| | | 6.14 | 0.90 |
| | | 3.86 | 0.90 |

f. 1 標準偏差の誤差線を加えたグラフの完成



3. レポートの作成について

本実験で行なった2つの実験、すなわち、実験1：マグニチュード推定法による輝度と明るさ感の関数関係の検討、実験2：評定尺度法による Web ページ上の好ましい文字色の検討、それぞれについて、目的、方法、結果、考察に分けて簡潔に記述すること。実験結果は Excel で分析して、図や表を Word に貼り込んでレポートを完成させる。なお、Excel の図を Word に貼り込む場合は、Excel で図を選択してコピーし、Word のメニュー「編集」→「形式を選択して貼り付け」→「拡張メタファイル」で貼り込むと報告書が作成しやすい。実験のレポートで最も大切なことは、実験の再現性を保証することである。すなわち、レポートを読んだ人が同じ実験を行なって同じ結果を得られるように記述する。したがって、実験方法の記述は特に正確でなくてはならない。この実験マニュアルは必ずしもレポートに書くべきことを網羅していない。レポートを読んだ人が実験を再現できるように各自実験条件を調べてレポートに記述すること。

参考図書

- 1) リンゼイ, ノーマン: 情報処理心理学入門 I - 感覚と知覚 - [第2版], サイエンス社, 1996年
- 2) 日科技連官能検査委員会: 新版官能検査ハンドブック, 日科技連, 2007年
- 3) ギルホード: 精神測定法, 培風館, 1959年
- 4) 大山正, 今井省吾, 和気典二編: 新編感覚・知覚心理学ハンドブック, 誠信書房, 1994年