

# 情報システム演習 2 : B 分野

執筆

上西園武良

はじめに

人間や社会を対象とした B 分野における種々のデータ（アンケートのデータ、心理実験のデータ、社会調査のデータなど）はバラツキが多いのが特徴である。B 分野の研究においては、このバラツキの多いデータから意味のある情報を引き出さなければならない。この時に威力を発揮するのが統計学、特に少数のサンプルデータから背後の母集団の特徴を科学的に推定する推測統計学である。

本演習においては、推測統計学の中でも利用頻度の高い「t 検定」と「分散分析」を取り上げ、これを習得することを主たる目的としている。諸君の今後の利用場面は、B 分野専門科目でのレポート、卒論、就職後の職場での活用であることを考慮し、実用の場面で使える技術の習得を行う。このため、下記のような方針で実施する内容となっている。

- ① レポート・プレゼンテーションにおける適切な分析結果の報告
- ② 報告に耐える見やすいグラフの作成
- ③ エクセルの統計計算機能を活用した検定

以上

### 演習課題と内容

回数	課題	演習内容	ねらい
1 回目	1	t 検定	t 検定の習得：エクセルの分析ツールを活用する
2 回目	2	分散分析	分散分析の習得：エクセルの分析ツールを活用する

### 演習で使用するデータについて

本演習で使用するデータは、エクセル形式で **Campusmate** にアップしてあるので、必要ときにダウンロードして使用すること（データを打ち込む必要はない！）。

## 【課題 1】 一対の標本による平均の検定：t 検定

A と B の 2 つの部屋の明るさの感じ方について、5 点法の絶対評価（+2：明るい、+1：やや明るい、0：どちらでもない、-1：やや暗い、-2：暗い）を 20 人の被験者で行ったところ、下記のようなデータを得た。A と B で明るさの感じ方に違いがあると言えるかどうかを t 検定によって検定し、この結果をレポートとして作成しなさい。ただし、以下の項目を含んだレポートとすること。

- (1) A と B の度数分布グラフ
- (2) 平均値と標準偏差を示すグラフ
- (3) t 検定とその結果

解答例を次ページに示すので、これと同様のレポートをワードで作成しなさい。

取得データ

被験者No	A	B
1	-1	2
2	1	1
3	-1	1
4	-1	1
5	1	-1
6	-1	-1
7	-1	1
8	-1	1
9	0	2
10	-1	1
11	-1	1
12	-1	1
13	-1	-2
14	0	1
15	1	-1
16	1	-1
17	-1	2
18	-1	1
19	-1	2
20	-1	1

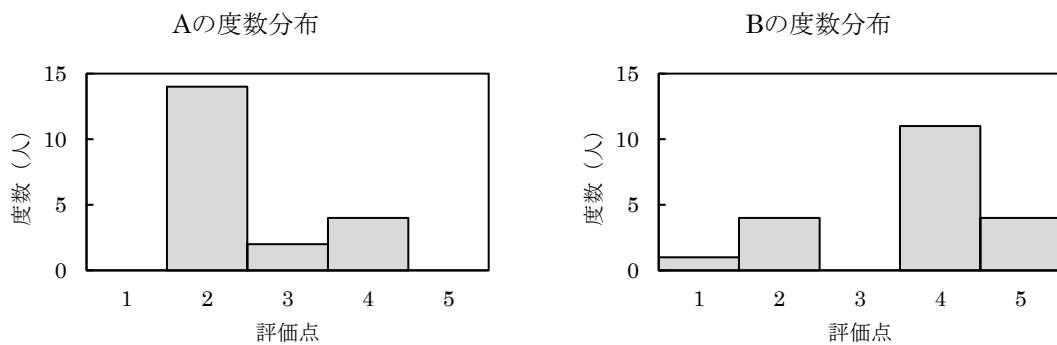
課題 1 のレポート

1.目的

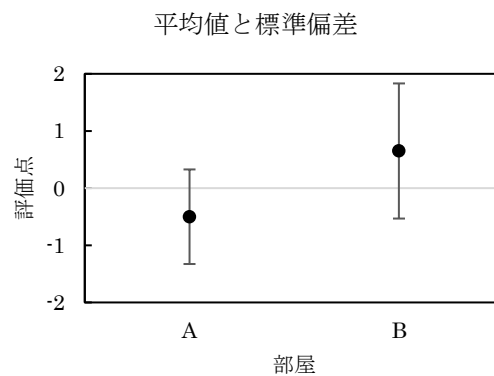
A と B の 2 つの部屋の明るさの感じ方について、差があるかどうかを統計的に判定する。

2.解析

A と B の度数分布は以下のようになる。



平均値と標準偏差を比較すると以下のようになる。



エクセルの分析ツールを用いて、一対の標本による平均の検定 (t 検定) を行くと以下のようになる。

解答例 (2/2 ページ)

	A	B
平均	-0.5	0.65
分散	0.684210526	1.397368421
観測数	20	20
ピアソン相関	-0.403698675	
仮説平均との差異	0	
自由度	19	
t	-3.035234578	
P(T<=t) 片側	0.00340429	
t 境界値 片側	1.729132812	
P(T<=t) 両側	0.00680858	
t 境界値 両側	2.093024054	

### 3. 結論

上記の結果から、 $p=0.0068=0.7\%$ であり、有意水準 1%で A と B の明るさの感じ方については統計的に有意な差があると言える。

以上

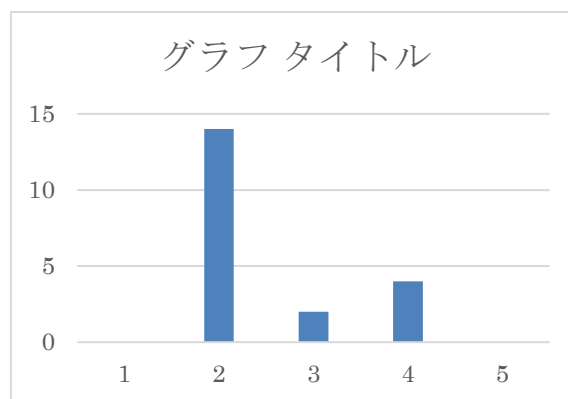
(解説)

(1)度数分布グラフの作成手順

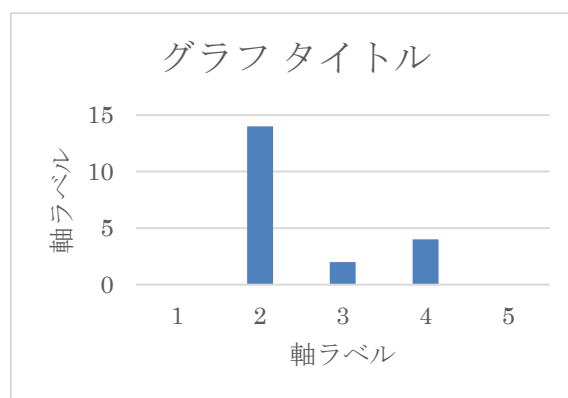
A と B の度数を整理すると、以下のようになる。

階級値	A	B
-2	0	1
-1	14	4
0	2	0
1	4	11
2	0	4
計	20	20

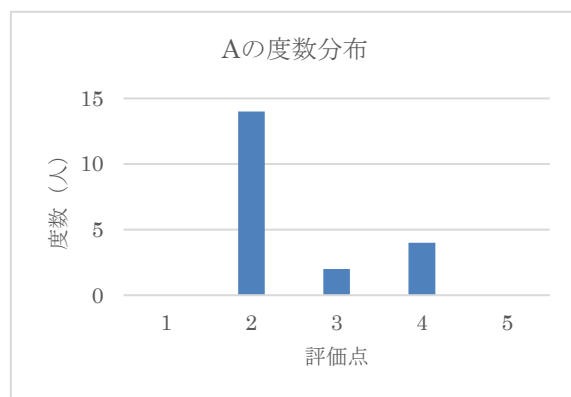
これをエクセルに入力する。灰色の領域を選択し、「挿入」タブのグラフより「縦棒グラフの挿入」、2-D 縦棒の「集合縦棒」を選択すると、下図のグラフが作成される。



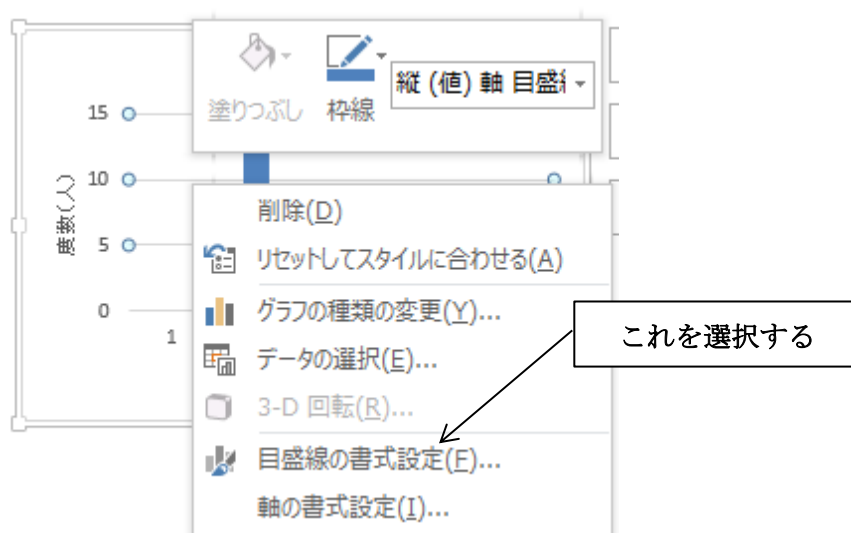
グラフエリアを選択した状態にして、グラフツールの「デザイン」タブの「グラフ要素を追加」を選択する。「軸ラベル」から「第 1 横軸」と「第 1 縦軸」を追加すると下図のようになる。



グラフタイトル、横軸ラベル、縦軸ラベルを記入する。グラフエリアを選択し、フォントサイズを 8 ポイントに揃える。

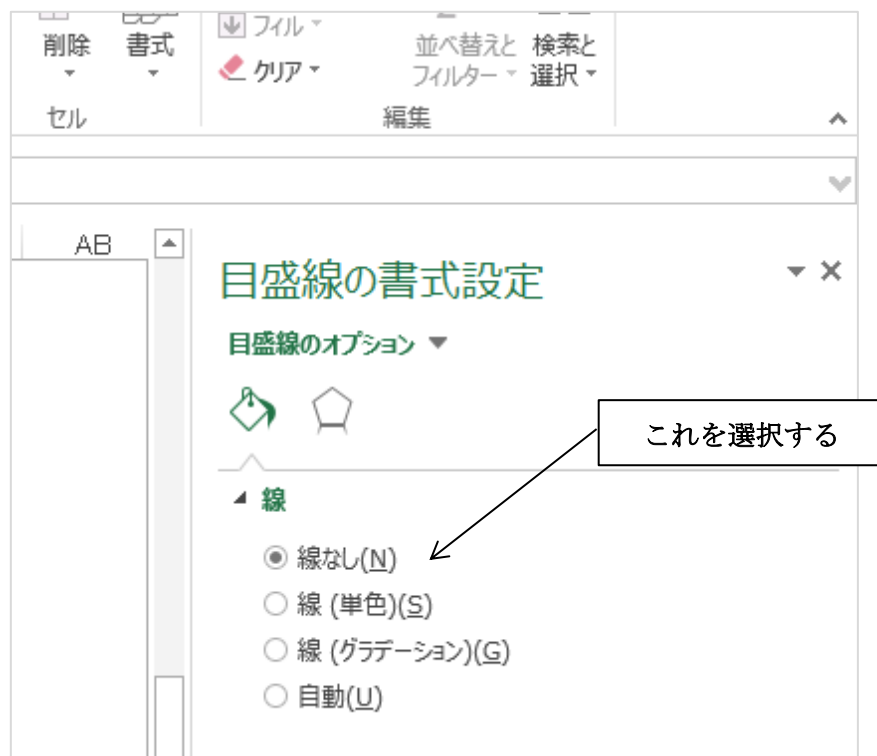


縦軸目盛線をクリックした上で右クリックを行い、目盛線の書式設定を開く。

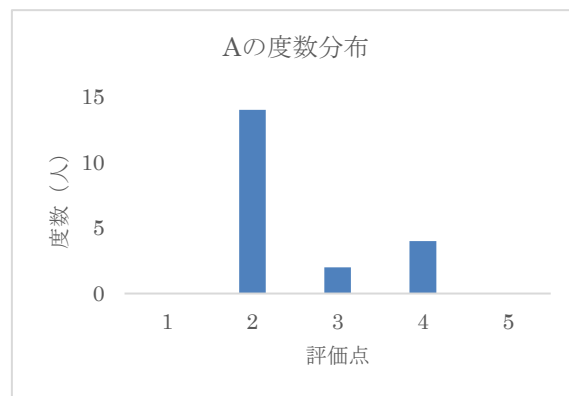




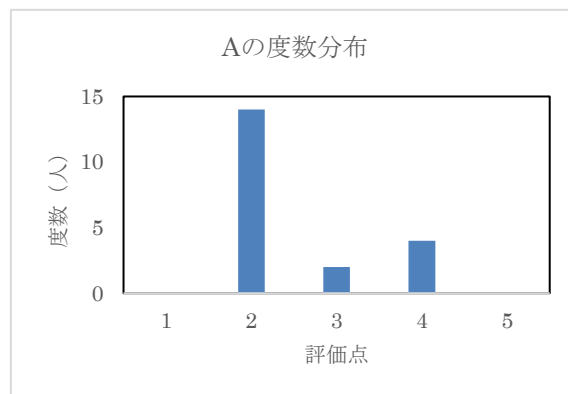
塗りつぶしと線の線から「線なし」を選択する。



縦軸目盛線が削除され、下図のようになる。



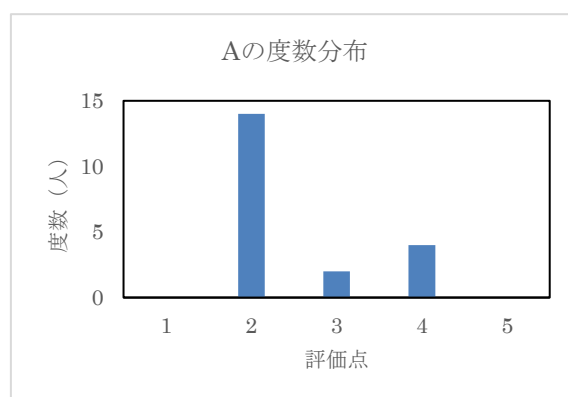
プロットエリアをクリックした上で右クリックを行い、プロットエリアの書式設定を開く。塗りつぶしと線の「枠線」から「線（単色）」を選択する。さらに、色を黒に変更すると、下図のようになる。



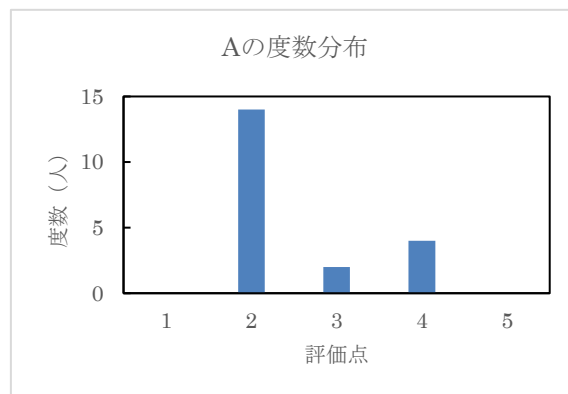
横軸の数値をクリックした上で右クリックを行い、軸の書式設定を開く。  
軸のオプションを以下のように設定する。

- ・境界値：最大値 15、最小値 0
- ・目盛間隔：目盛 5

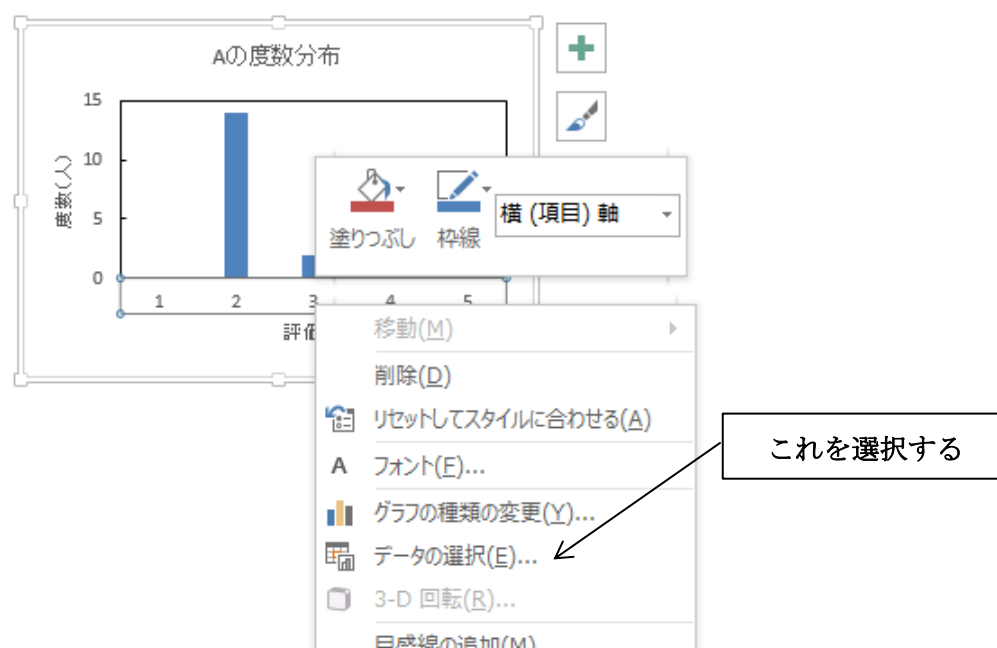
さらに、「塗りつぶしと線（バケツのアイコン）」の線から「線（単色）」を選択する。  
さらに、色を黒に変更すると下図のようになる。



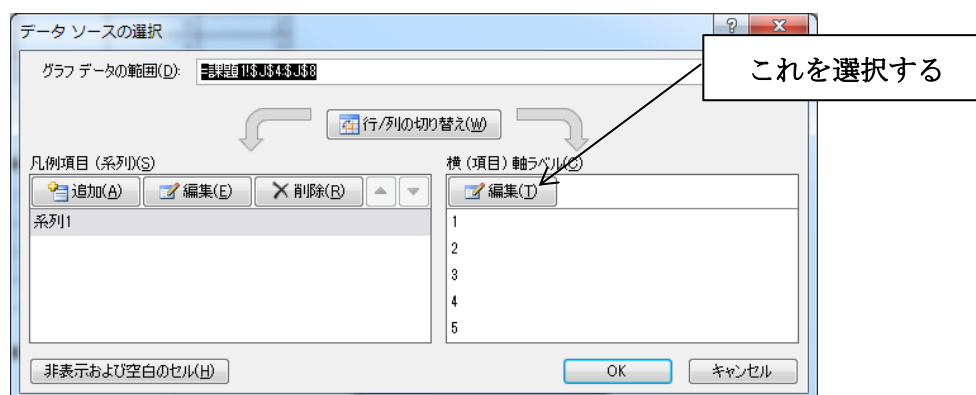
縦軸の数値をクリックした上で右クリックを行い、軸の書式設定を開く。「塗りつぶしと線」の線から「線（単色）」を選択する。さらに、「軸のオプション（棒グラフのアイコン）」の「目盛」から目盛の種類を「内向き」に変更する。



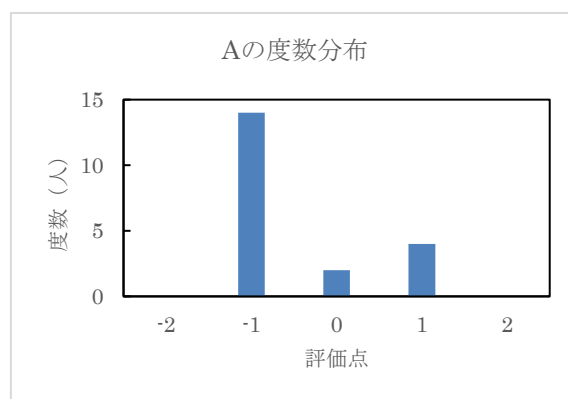
横軸の数値をクリックした上で右クリックを行い、「データの選択」を選択する。



下図の表示が現れるので「編集」を選択する。この状態で軸ラベルの入力が可能となるので、階級値（－2、－1、0、1、2） が記載されているセルをドラックして選択する。

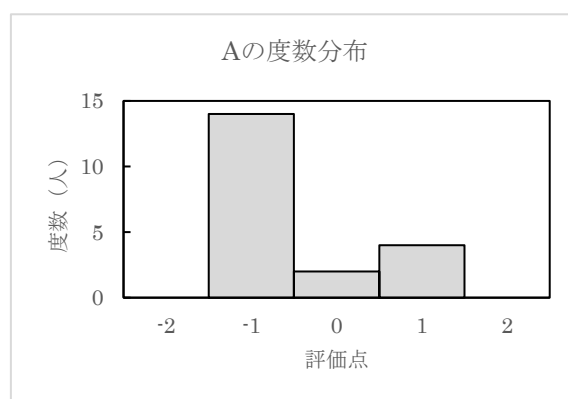


評価点が下図のように変更される。

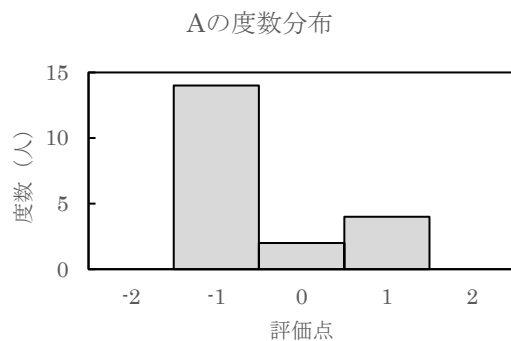


グラフの棒部分を1回クリックした上で右クリックを行い、「データ系列の書式設定」を開く。データ系列の書式設定で、下記の設定を行う。

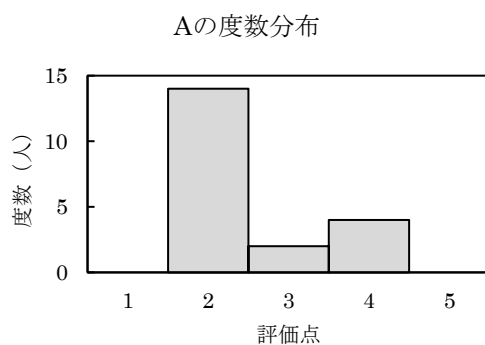
- ・系列のオプション→要素の間隔：0%
- ・塗りつぶしと線→塗りつぶし：塗りつぶし（単色）、灰色
- ・塗りつぶしと線→枠線：線（単色）、黒



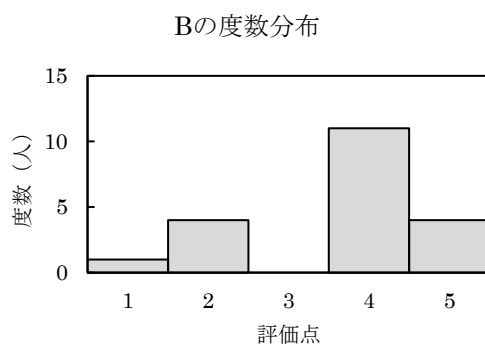
グラフエリアをクリックした上で右クリックを行い、「グラフエリアの書式設定」を開く。塗りつぶしと線の「枠線」から「線なし」を選択すると下図のようになる。



グラフエリアを選択した状態で、文字色を黒に変更する。タイトルと軸の色が黒に変わり、下図のようになる。



同様にして、Bの度数分布グラフを作成すると下図のようになる。



## (2) 平均値と標準偏差の計算

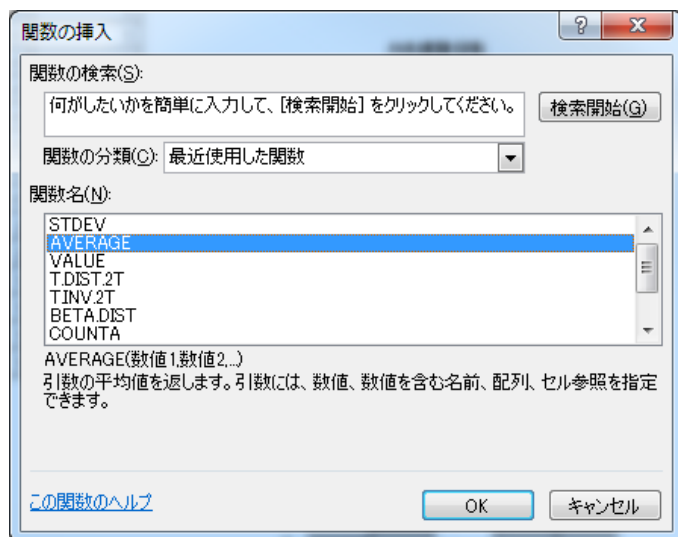
エクセル上の元のデータ表の下欄に「平均」と「標準偏差」と記入する（左表）。

被験者No	A	B
1	-1	2
2	1	1
3	-1	1
4	-1	1
5	1	-1
6	-1	-1
7	-1	1
8	-1	1
9	0	2
10	-1	1
11	-1	1
12	-1	1
13	-1	-2
14	0	1
15	1	-1
16	1	-1
17	-1	2
18	-1	1
19	-1	2
20	-1	1

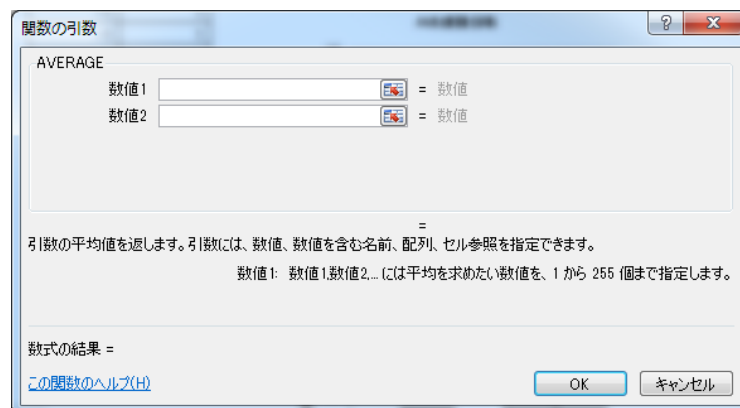
平均  
標準偏差


平均の計算：

A の平均を計算する。まず、計算結果を記入すべきセルを選択する（左表の「(選択セル)」）。次に、エクセルのメニューバーから「数式」を選択する。さらに「関数の挿入」を選択すると下図が表示される。



ここで「AVERAGE」を選択すると下図が表示される。



数値 1 の右側の  をクリックし、上表の平均したい範囲（矢印の範囲）のセルを選択する。

同様に B の平均値を計算する。

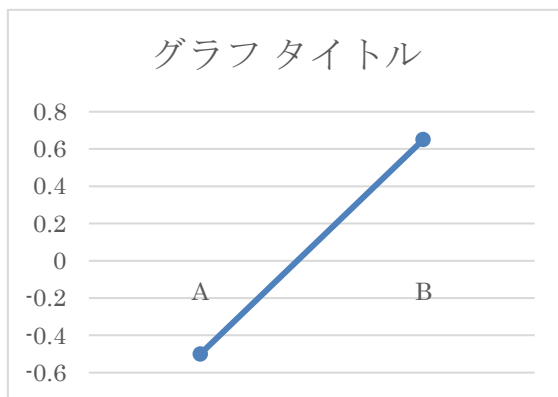
#### 標準偏差の計算：

上記の平均と同様であるが、関数として「STDEV」を選択して計算を行う。

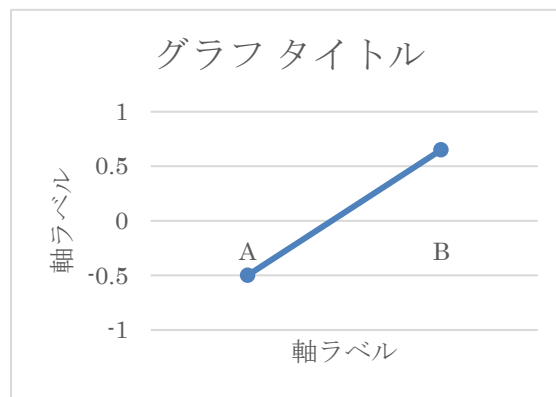
### (3) グラフの作成手順

次に平均値と標準偏差を比較するグラフを作成する。

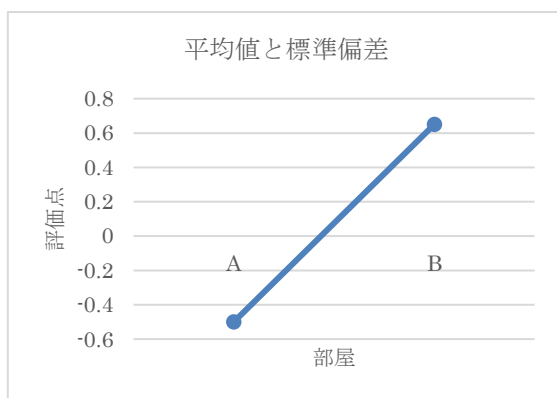
グラフから最終のグラフ⑩までの操作手順を以下に説明する。



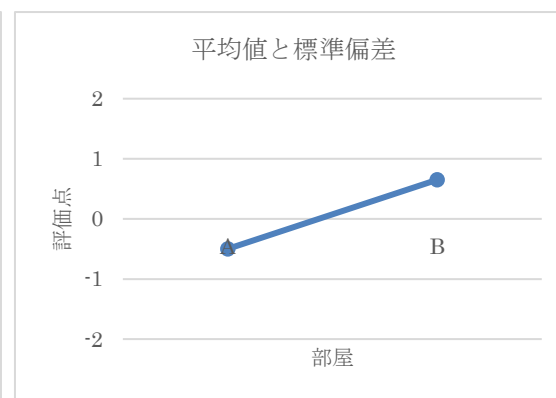
グラフ①



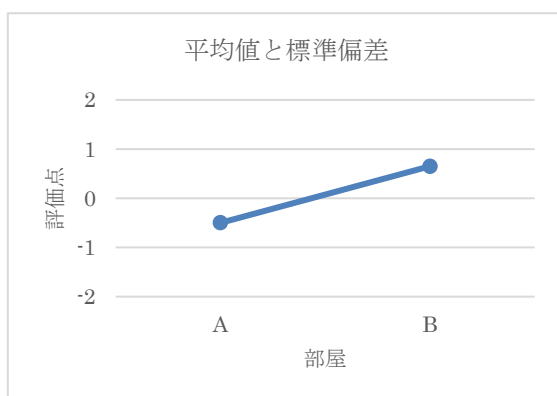
グラフ②



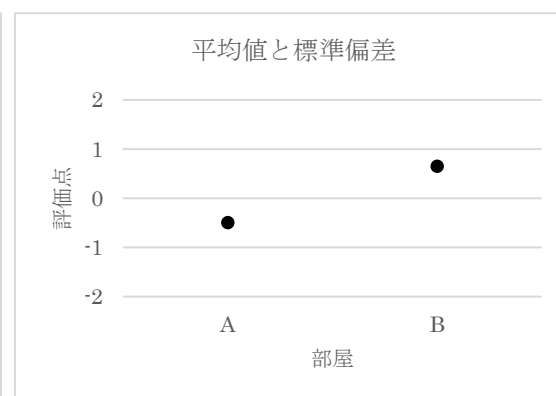
グラフ③



グラフ④

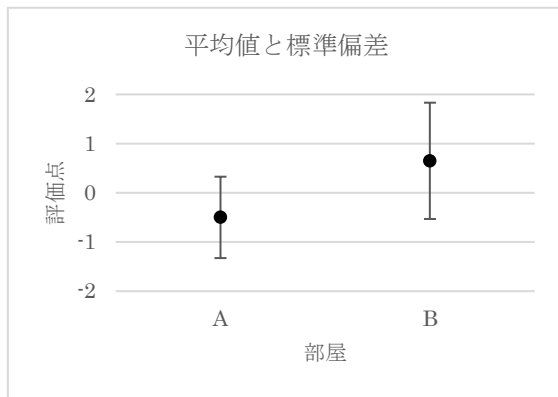


グラフ⑤

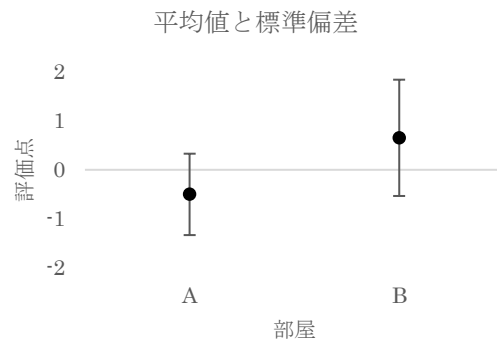


グラフ⑥

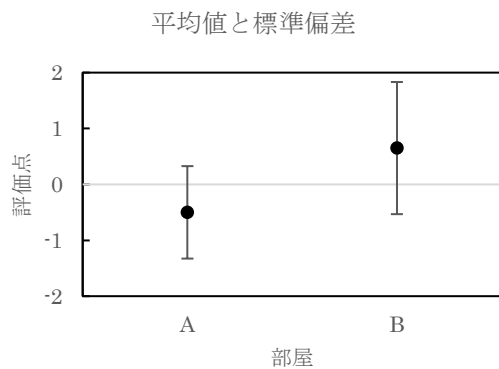




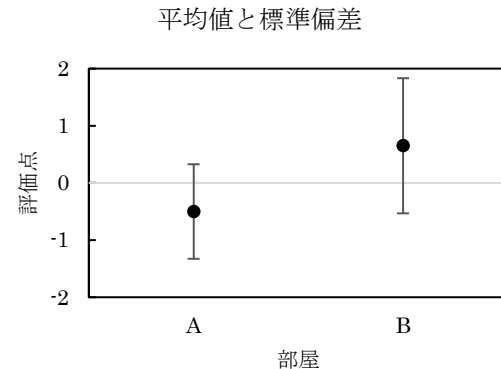
グラフ⑦



グラフ⑧



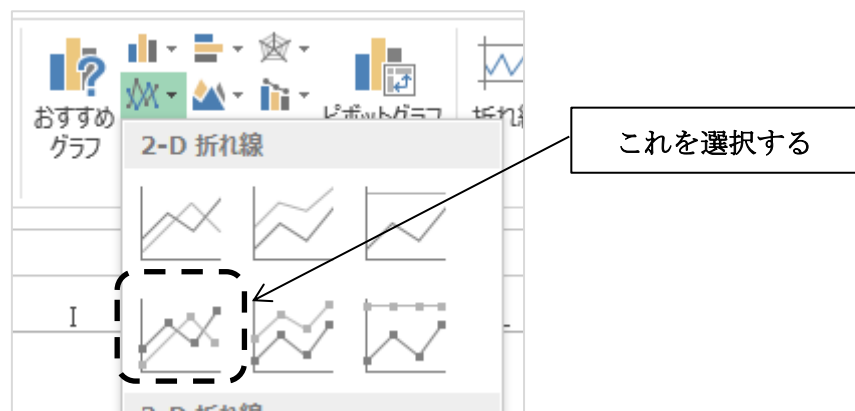
グラフ⑨



グラフ⑩ (最終)

#### グラフ①の手順

平均値が記載されている 2 つのセルを選択した後、**Ctrl** キーを押しながら、部屋の名称が記載されている 2 つのセル (A と B) を選択する。「挿入」タブのグラフより折れ線グラフの挿入、2-D 折れ線の「マーカー付き折れ線」を選択する。



## グラフ②の手順

グラフエリアを選択した状態にして、グラフツールの「デザイン」タブの「グラフ要素を追加」を選択する。「軸ラベル」から「第1横軸」と「第1縦軸」を追加する。

## グラフ③の手順

グラフタイトルを「平均値と標準偏差」、軸ラベルそれぞれ、「部屋」、「評価点」に書き換える。グラフエリアを選択し、フォントサイズを8ポイントに揃える。

## グラフ④の手順

縦軸の数値をクリックした上で右クリックし「軸の書式設定」を選択すると下図が現れるので、「軸のオプション」の設定を行う。

- ・ 境界値：最小値→-2、最大値→2
- ・ 目盛間隔：目盛→1、補助目盛→1

軸の書式設定

軸のオプション | 文字のオプション

軸のオプション

境界値

最小値: -2.0 [リセット]

最大値: 2.0 [リセット]

目盛間隔

目盛: 1.0 [リセット]

補助目盛: 1.0 [リセット]

横軸との交点

☒ 自動(Q)

☐ 軸の値(E) 0.0

☐ 軸の最大値(M)

表示単位(U) なし

☐ 表示単位のラベルをグラフに表示する(S)

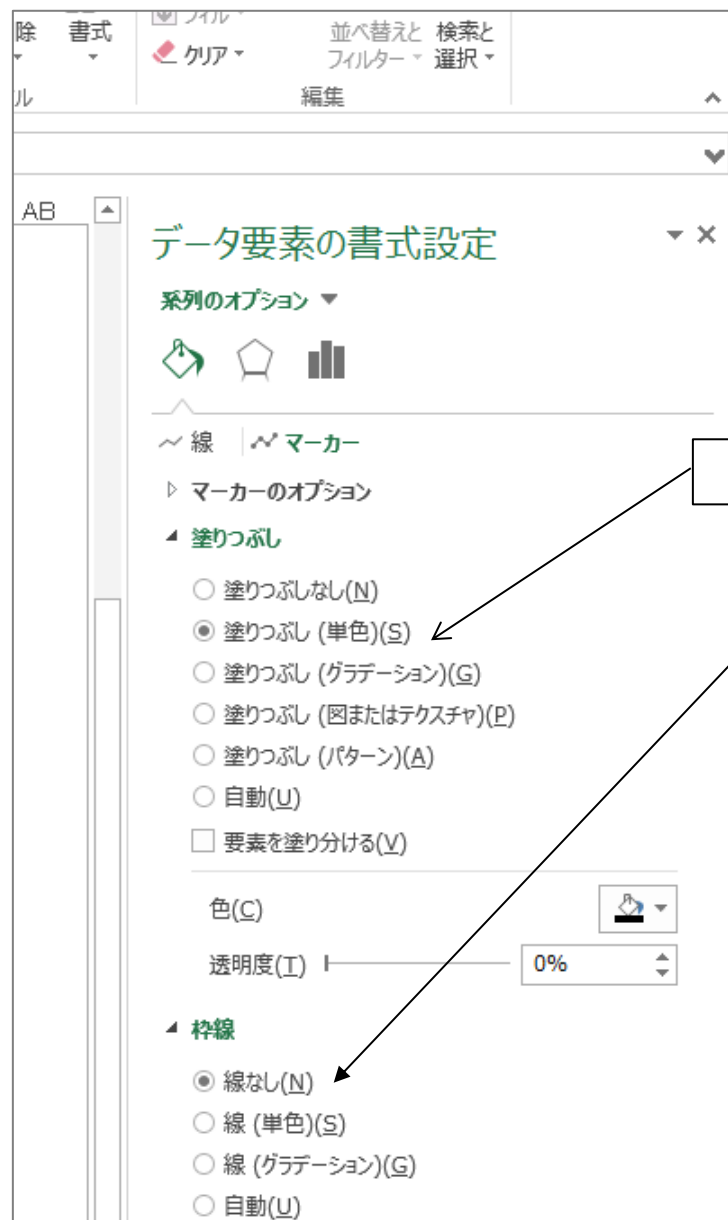
☐ 対数目盛を表示す 基数(B) 10

#### グラフ⑤の手順

横軸の部分（A と B）をクリックした上で右クリックし、「軸の書式設定」を選択する。軸のオプションの「ラベル」、ラベルの位置を「軸の下/左」から「下端/左端」へ変更する。

#### グラフ⑥の手順

折れ線をクリックした上で右クリックをし、「データ系列の書式設定」を選択する。塗りつぶしと線の線から、「線なし」を選択する。さらに、下図のように「マーカー」の塗りつぶしを「塗りつぶし（単色）」にする。色を黒にする。「枠線」は「線なし」に変更する。



## グラフ⑦の手順

マーカをクリックした状態にして、グラフツールの「デザイン」タブの「グラフ要素を追加」を選択する。「誤差範囲」から「標準誤差」を追加する。さらに、標準誤差（I の部分）をクリックした上で右クリックをし、「誤差範囲の書式設定」を開く。



上図の「値の指定」をクリックし、正負の誤差とも(2)で求めた標準偏差値が記載されている 2 つのセルを選択し、設定する。

#### グラフ⑧の手順

グラフの削除をして見やすく整理する。

- ・ 枠線を削除する。  
グラフエリアをクリックした上で右クリックをし、「グラフエリアの書式設定」を開く。塗りつぶしと線の枠線から「線なし」を選択する。
- ・ 目盛線を削除する。  
目盛線をクリックした上で右クリックをし、「目盛線の書式設定」を開く。塗りつぶしと線の枠線から「線なし」を選択する。

#### グラフ⑨の手順

グラフの追加をして見やすく整理する。

- ・ 内向きの目盛線を追加する。  
縦軸の数値をクリックした上で右クリックをし、「軸の書式設定」を開く。軸のオプションの「目盛」から目盛の種類を「内向き」に変更する。  
さらに、「塗りつぶしと線」の線から、「線（単色）」に変更すると、目盛が表示される。
- ・ プロットエリアの枠線を追加する。  
プロットエリアをクリックした上で右クリックをし、「プロットエリアの書式設定」を開く。塗りつぶしと線の枠線から「線（単色）」を選択する。

#### グラフ⑩の手順

グラフエリアを選択した状態で、文字色を黒に変更する。

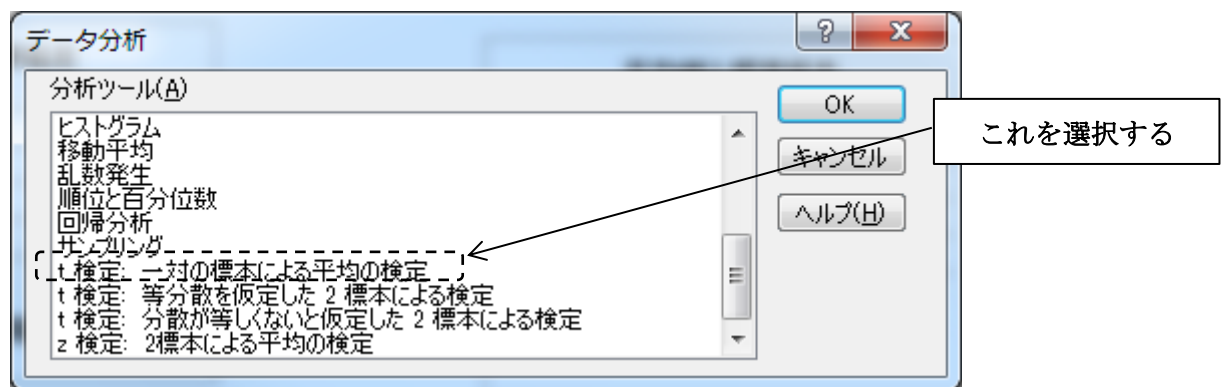
### (4)t 検定（一対の標本による平均の検定）の実施手順

エクセルの分析ツールを使って t 検定を実施する。

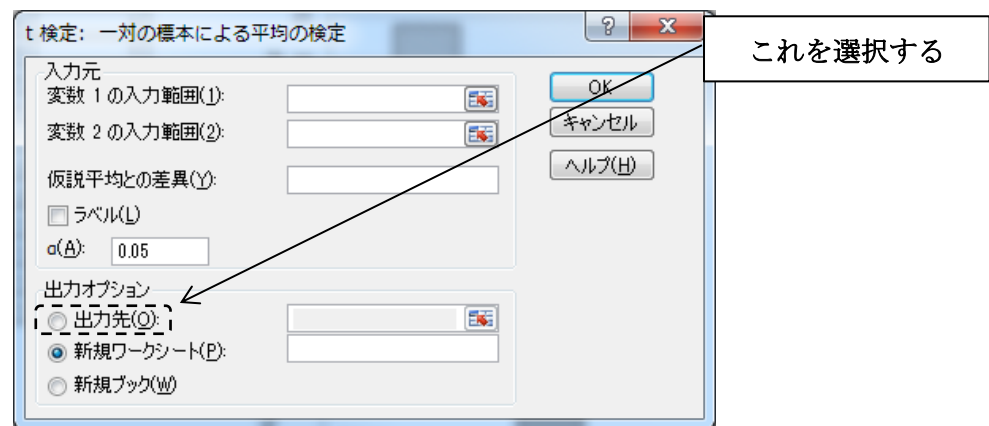
メニューバーから「データ」を選択し、さらに右端の「データ分析」を選択すると次の画面が現れる。

【注意】「データ分析」が表示されていない場合の処置

「ファイル」タブの「オプション」を開く。「アドイン」の下部にある「設定」ボタンを押す。「分析ツール」にチェックを入れるとメニューバーに表示されるようになる。



さらに、「t 検定：一对の標本による平均の検定」を選択すると次の画面となる。



「変数 1 の入力範囲(1)」として A のデータ範囲を選択し、「変数 2 の入力範囲(2)」として B のデータ範囲を選択する。さらに「出力オプション」については「出力先(O)」選択し、適当なセルを結果の書き込み先として指定する。これらを実行すると次の画面が現れる。

t-検定: 一对の標本による平均の検定ツール

	A	B
平均	-0.5	0.65
分散	0.684211	1.397368
観測数	20	20
ピアソン相関	-0.4037	
仮説平均との差異	0	
自由度	19	
t	-3.03523	
P(T<=t) 片側	0.003404	
t 境界値 片側	1.729133	
P(T<=t) 両側	0.006809	
t 境界値 両側	2.093024	

必要な部分

この結果の中で必要な部分は上記の破線で囲んだ部分である。両側検定を行った時の確率が  $0.006809 \div 2 = 0.0034045 \approx 0.34\%$  であることを示している。

また、t 検定の分析結果を貼り付けるときに、セルの枠線が表示されないように非表示にしておく。「表示」タブの表示リボンから、枠線のチェックを外す。

この分析結果を記述する場合以下の 2 種類の方法がある。

- ① t 検定をおこなったところ、 $p=0.0068=0.68\%$  であり、有意水準 1% で A と B の明るさの感じ方については統計的に有意な差があると言える。
- ② t 検定をおこなったところ、A と B の明るさの感じ方に有意差が認められた ( $t(19) = -3.04, p < .01$ )。

#### (5)課題レポートの作成方法

上記にてレポート作成の材料が揃ったので、これらをワード文書に張り付けてレポートを作成する。次ページに貼り付けの際の注意事項を示す。



## レポート作成時の注意事項(1)

20XX 年 XX 月 XX 日

学籍番号 1200000 国情太郎

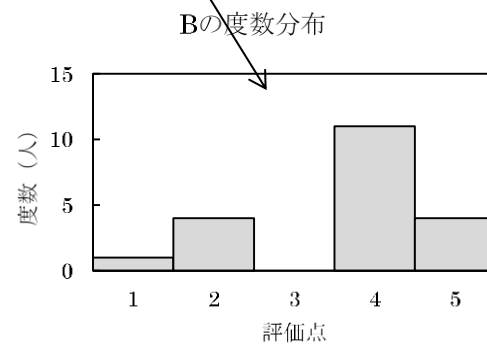
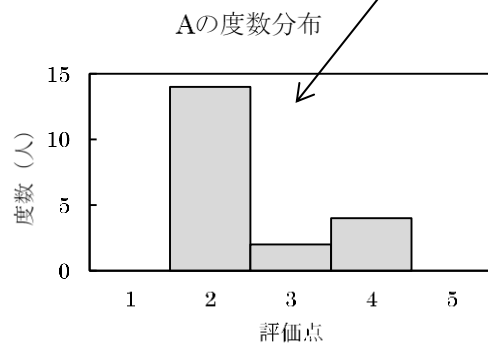
この 2 つのグラフについては、貼り付け後に右クリックし、「文字列の折り返し」→「前面」を選択し、貼り付け場所を移動させ

### 1. 目的

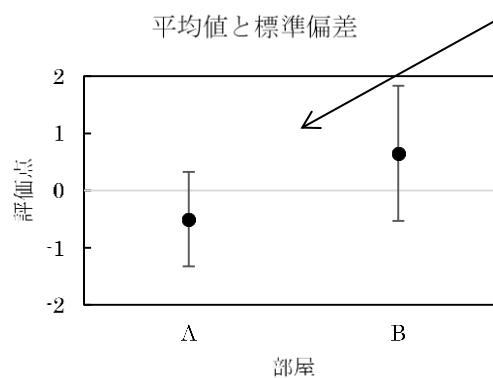
A と B の 2 つの部屋の明るさの感じ方について、差があるかどうかを統計的に判定する。

### 2. 解析

A と B の度数分布は以下のようになる。



平均値と標準偏差を比較すると以下のようになる。



貼り付け後に中央揃え

エクセルの分析ツールを用いて、一対の標本による平均の検定 (t 検定) を行くと以下のようになる。

## レポート作成時の注意事項(2)

	A	B
平均	-0.5	0.65
分散	0.684210526	1.397368421
観測数	20	20
ピアソン相関	-0.403698675	
仮説平均との差異	0	
自由度	19	
t	-3.035234578	
P(T<=t) 片側	0.00340429	
t 境界値 片側	1.729132812	
P(T<=t) 両側	0.00680858	
t 境界値 両側	2.093024054	

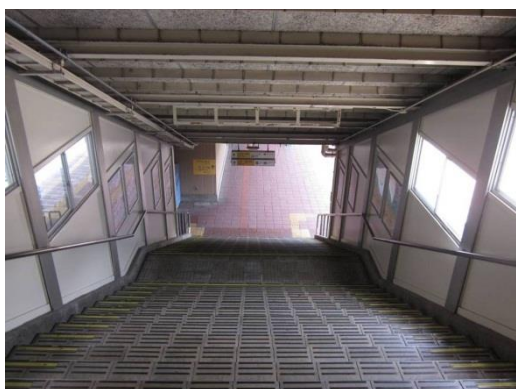
### 3.結論

上記の結果から、 $p=0.0068=0.7\%$ であり、有意水準 1%で A と B では統計的に有意な差があると言える

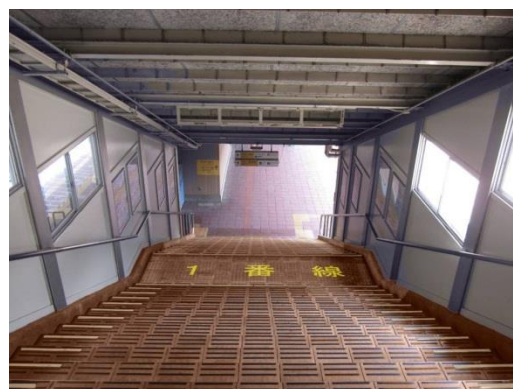
貼り付け時に、「形式を選択して貼り付け」→「拡張メタファイル」を選択

【練習問題 1】 上記の課題 1 を終了した人は、この練習問題を行いなさい。尚、結果は課題 1 と同様なレポートを作成し、提出しなさい。

降り口に立った時に「落下の恐怖感」を感じる階段があった。そこで、この階段の配色を変え、恐怖感を和らげる改良を行った。改良前と改良後で「落下の恐怖感」を 4 段階（0：恐怖感を感じない、1：少し恐怖感を感じる、2：恐怖感を感じる、3：かなり恐怖感を感じる）で評価した結果を表に示す。この改良によって「落下の恐怖感」が低下したと言えるかどうかを検定しなさい。



改良前



改良後

「落下恐怖感」の評価結果

被験者No	改良前	改良後
1	1	0
2	3	2
3	0	0
4	1	0
5	2	0
6	0	0
7	2	0
8	0	0
9	1	2
10	1	0
11	1	0
12	1	0
13	0	0
14	3	0
15	2	0

## 【練習問題 2】

音楽を聴きながらパソコン作業をおこなうと、作業効率が上がるのだろうか。新潟国際情報大学の学生 10 名を対象に、音楽を聴かせる条件と聴かせない条件で、夏目漱石の「坊ちゃん」の文章の一部（1000 文字）をキーボードで入力させる課題をおこなった。誤って入力した回数と所要時間を測定したところ、以下のようなデータが得られた。データから、音楽はパソコンでの文字入力作業に影響を与えるといえるか、考察せよ。

誤入力回数(回)										
音楽	被験者1	被験者2	被験者3	被験者4	被験者5	被験者6	被験者7	被験者8	被験者9	被験者10
なし	124	10	25	77	115	65	31	89	65	69
あり	131	27	19	111	160	77	14	131	81	87
入力時間(秒)										
音楽	被験者1	被験者2	被験者3	被験者4	被験者5	被験者6	被験者7	被験者8	被験者9	被験者10
なし	293	408	190	273	185	274	214	345	269	275
あり	356	333	207	300	199	276	198	355	275	279

### 【練習問題 3】

靴のヒール高さによって「歩行時の疲労度」に違いがあるかどうかを検証する実験を 8 人の男性被験者で行った。5 段階（0：疲労感なし～4：強い疲労感）で疲労感を評価した結果を表に示す。ヒール高さ 2cm と 3cm で、「歩行時の疲労度」に違いがあるかどうかを検定しなさい。

「歩行時の疲労度」の評価結果

被験者No	ヒール：2cm	ヒール：3cm
1	2	3
2	2	3
3	3	4
4	1	3
5	1	1
6	0	1
7	1	2
8	0	0



#### 【練習問題 4】

羽毛枕とそば殻枕を用いて「枕の寝返りしやすさ」の調査を被験者 20 名で行った。5 段階（-2：寝返りしにくい、-1：やや寝返りしにくい、0：どちらでもない、1：やや寝返りしやすい、2：寝返りしやすい）で寝返り性評価した結果を表に示す。2 つの枕で寝返りしやすさに違いがあると言えるかを検定しなさい。

「枕の寝返りしやすさ」の評価結果

被験者 No	羽毛枕	そば殻枕
1	0	-1
2	1	0
3	1	1
4	-1	-2
5	1	-1
6	1	-1
7	1	1
8	2	0
9	2	1
10	0	-1
11	1	-1
12	0	-1
13	0	-1
14	-1	-2
15	1	1
16	1	-2
17	-1	0
18	2	0
19	2	2
20	2	2



羽毛枕



そば殻枕

## 【課題 2】 分散分析（繰り返しのある 2 元配置）

キーボードでの入力時にタイプミスを低減するため、アイソレーション型のキーボード（隣接するキー同士の間隔を通常より広げてある）が提案されている。このキーボードによって、本当にミスが低減するのかを確かめる実験を行った。

- ・ 通常のキーボードとアイソレーション型のキーボードを用いて、10 人の被験者に実際に入力作業を実施してもらい、タイプミスの数をカウントした。
- ・ タイプする文章によってミスの数が異なることも考えられるため、日本語文字数は同じの 2 種類の文章を入力してもらった。

この結果を表に示す。

分散分析によって結果を解析し、「タイプする文章によってミスの数に差がある」、「通常のキーボードとアイソレーション型のキーボードによってミスの数に差がある」かどうかを調べ、レポートを作成しなさい。ただし、以下の項目を含んだレポートとすること。

(1) ミスの数の平均値と標準偏差を示すグラフ

(3) 分散分析とその結果

解答例を次ページに示すので、これと同様のレポートをワードで作成しなさい。

取得データ（タイプミスの数）

		キーボード	
		従来型 キーボード	アイソレーション型 キーボード
文章	文章1	24	15
		11	10
		12	20
		19	13
		16	8
	文章2	24	8
		13	8
		22	8
		8	10
		11	16

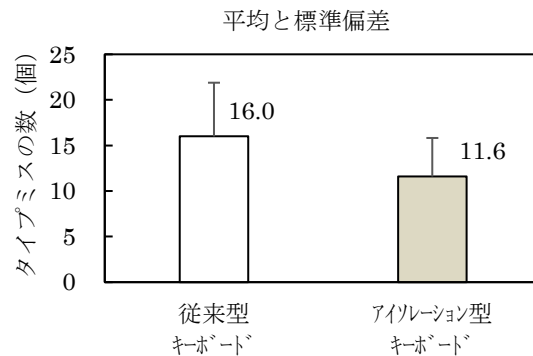
## 課題 2 のレポート

### 1. 目的

「通常のキーボードとアイソレーション型のキーボードによってミスの数に差があるか」、「タイプする文章によってミスの数に差があるか」の 2 つを統計的に判定する。

### 2. 解析

2 つのキーボードでのミスの平均値と標準偏差を比較すると以下ようになる。



この図からは、アイソレーション型の方が従来型よりもタイプミスが少なくなる傾向にあると言えるが、統計的にも差があるかどうかを検定する必要がある。しかし、この場合、それぞれのデータには文章 1 によるタイプミスと文章 2 によるタイプミスが混在しているため、t 検定を用いることはできない。そこで、2 種類の異なった要因（キーボードの違い、および文章の違い）がある場合の検定方法として、分散分析（繰り返しのある 2 元配置）を用いる。

エクセルの分析ツールを用いて、分散分析（繰り返しのある 2 元配置）を行うと以下のようになる。



解答例 (2/2 ページ)

分散分析: 繰り返しのある二元配置

概要	従来型	アイソレーショ	合計
<u>文章1</u>			
標本数	5	5	10
合計	82	66	148
平均	16.4	13.2	14.8
分散	28.3	21.7	25.06667

<u>文章2</u>			
標本数	5	5	10
合計	78	50	128
平均	15.6	10	12.8
分散	49.3	12	35.95556

<u>合計</u>			
標本数	10	10	
合計	160	116	
平均	16	11.6	
分散	34.66667	17.82222	

分散分析表						
変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
標本	20	1	20	0.718778077	41%	4.493998
列	96.8	1	96.8	3.478885894	8%	4.493998
交互作用	7.2	1	7.2	0.258760108	62%	4.493998
繰り返し誤	445.2	16	27.825			
合計	569.2	19				

ただし、分散分析表の中で、「標本」は「文章違い」を表し、「列」は「キーボード違い」を表している。

### 3. 結論

- 文章によるミスの数に違いについては、 $p=41\%$ であり、統計的に2種類の文章によるミスの数に差があるとは言えない。
- キーボードによるミスの数に違いについても、 $p=8\%$ であり、統計的に2種類のキーボードによるミスの数に差があるとは言えない。

従って、アイソレーション型のキーボードによってタイプミス数は少なくなる傾向にあるが、有意水準5%で統計的に有意な差があるとは言えない。

以上

(解説)

### (1) グラフの作成手順

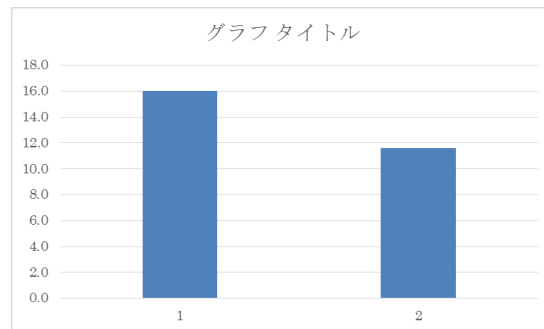
課題 1 と同様に、平均と標準偏差を計算する。

		キーボード	
		従来型 キーボード	アイソレーション型 キーボード
文章	文章1	24	15
		11	10
		12	20
		19	13
		16	8
	文章2	24	8
		13	8
		22	8
		8	10
		11	16
平均		16.0	11.6
標準偏差		5.9	4.2

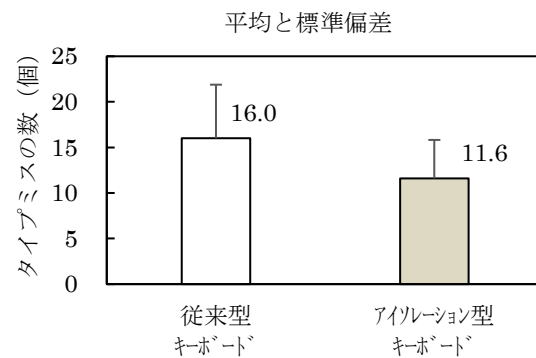
平均のデータを選び、棒グラフを作成する。

Excelの「挿入」タブの「棒グラフ」アイコンが選択されている様子。右側のタスクパネには「2-D 縦棒」のグラフタイプが選択されている。背景には、先述の表のデータが再現されている。平均値の行（16.0, 11.6）が青い背景で強調されている。

		キーボード	
		従来型 キーボード	アイソレーション型 キーボード
文章	文章1	24	15
		11	10
		12	20
		19	13
		16	8
	文章2	24	8
		13	8
		22	8
		8	10
		11	16
平均		16.0	11.6
標準偏差		5.9	4.2



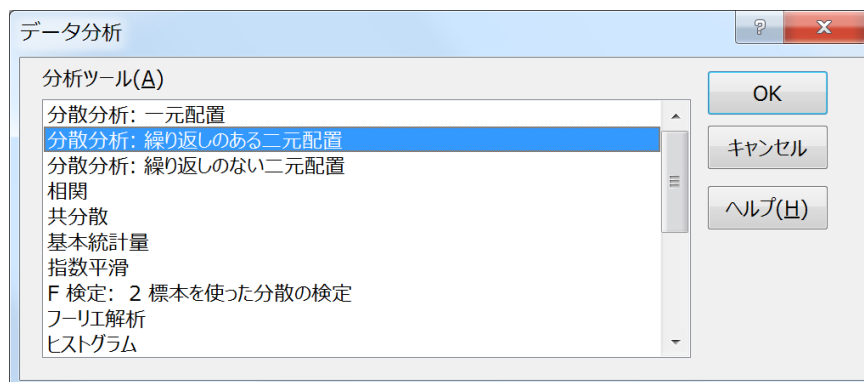
課題 1 と同様の修正を行い、グラフを完成させる。



## (2)分散分析

この図からは、アイソレーション型の方が従来型よりもタイプミスが少なくなる傾向にあると言えるが、統計的にも差があるかどうかを検定する必要がある。しかし、この場合、それぞれのデータには文章 1 によるタイプミスと文章 2 によるタイプミスが混在しているため、t 検定を用いることはできない。そこで、2 種類の異なった要因（キーボードの違い、および文章の違い）がある場合の検定方法として、分散分析（繰り返しのある 2 元配置）を用いる。

エクセルの分析ツールを用いて、分散分析（繰り返しのある 2 元配置）を行う。まず、「分散分析：繰り返しのある二元配置」を選択する。



分散分析: 繰り返しのある二元配置

入力元  
 入力範囲(I):   
 1 標本あたりの行数(R):   
 α(A): 0.05

出力オプション  
☐ 出力先(Q):   
☒ 新規ワークシート(P):   
☐ 新規ブック(W)

OK  
 キャンセル  
 ヘルプ(H)

入力範囲としては、以下の灰色の範囲を選択する。

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3			ミス総数			
4				キーボード		
5				従来型 キーボード	アイソレーション型 キーボード	
6			文章1	24	15	
7				11	10	
8				12	20	
9				19	13	
10				16	8	
11			文章2	24	8	
12				13	8	
13				22	8	
14				8	10	
15				11	16	
16			平均	16.0	11.6	
17			標準偏差	5.9	4.2	

さらに、「1 標本あたりの行数(R):」は5である。

分散分析: 繰り返しのある二元配置

入力元  
 入力範囲(I): \$C\$4:\$E\$14  
 1 標本あたりの行数(R): 5  
 α(A): 0.05

出力オプション  
☐ 出力先(Q):   
☒ 新規ワークシート(P):   
☐ 新規ブック(W)

OK  
 キャンセル  
 ヘルプ(H)

課題 1 と同様に出力先のセルを選択し OK を押すと、以下の表が作成される。

分散分析: 繰り返しのある二元配置

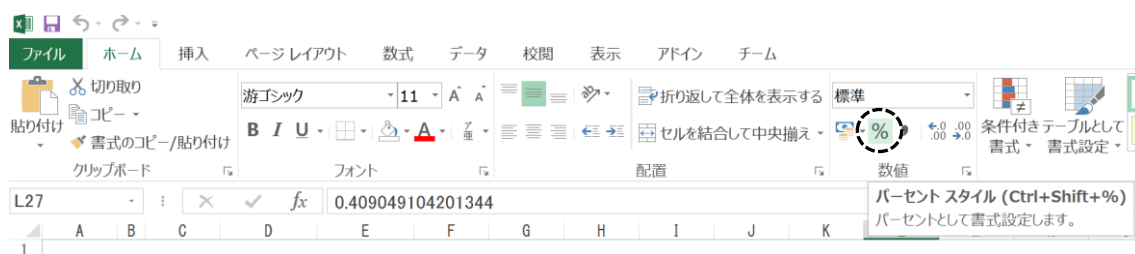
概要	従来型	アイソレーション	合計
<u>文章1</u>			
標本数	5	5	10
合計	82	66	148
平均	16.4	13.2	14.8
分散	28.3	21.7	25.06667

<u>文章2</u>			
標本数	5	5	10
合計	78	50	128
平均	15.6	10	12.8
分散	49.3	12	35.95556

<u>合計</u>			
標本数	10	10	
合計	160	116	
平均	16	11.6	
分散	34.66667	17.82222	

分散分析表						
変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
標本	20	1	20	0.718778	0.409049	4.493998
列	96.8	1	96.8	3.478886	0.080603	4.493998
交互作用	7.2	1	7.2	0.25876	0.617915	4.493998
繰り返し誤	445.2	16	27.825			
合計	569.2	19				

「分散分析表」の「P-値」については、%に変換する。



さらに、セル（観測された分散比）のサイズを調整すれば以下のようなになる。

分散分析表						
変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
標本	20	1	20	0.718778077	41%	4.493998
列	96.8	1	96.8	3.478885894	8%	4.493998
交互作用	7.2	1	7.2	0.258760108	62%	4.493998
繰り返し誤	445.2	16	27.825			
合計	569.2	19				