

第2章 単純回帰分析(その1)

【課題1】教科書41ページの家計消費支出と家計可処分所得のデータ(表2-1)について、

- ① 散布図を描く
 - ② 最小2乗パラメータ推定値を求める
 - ③ 予測値を求めて散布図に描き入れる
- という3つのことをおこなってみよう。

	A	B	C
1	年	消費支出(Y)	所得(X)
2	1	233.0	266.0
3	2	243.7	279.4
4	3	251.0	291.1
5	4	256.9	295.6
6	5	260.3	297.8
7	6	267.3	302.2
8	7	272.0	305.0
9	8	278.6	305.5
10	9	281.2	309.1
11	10	280.2	311.7

1. 散布図

まずは、家計可処分所得を横軸に、家計消費支出を縦軸にとった散布図を描いてみる。

☞ 手順 A列に年、B列に家計消費支出、C列に家計可処分所得が入力されているものとする。このとき、

- ① 最初にグラフに描く範囲を範囲指定する。ここでは、B2:C11を範囲指定する。
- ② グラフを作成するとき、挿入タブをクリックすることで、リボン内にグラフのグループが表示される。散布図のボタンをクリックする。
- ③ すると散布図グラフのフォーマット(型式)メニューが出るので、「散布図(マーカーのみ)」(左上)をクリックする。
- ④ Excelで散布図を描くとき、左側の列が横軸、右側の列が縦軸になっているので、これを反対にしなくてはならない。リボンの中の「データの選択」ボタン(「データ」のグループにある)をクリックし、凡例項目(系列)の「編集」ボタンをクリックする。そして、「系列Xの値」をC2:C11、「系列Yの値」をB2:B11とする。
- ⑤ 次に、レイアウトを変更する。リボンの中のレイアウト1(左端)をクリックし、タイトルや軸ラベルなどが書き込めるようにする。(「グラフのレイアウト」を展開すると、より多くのレイアウトが見られる。)そして、グラフタイトル、軸ラベルをそれぞれ記入する。
- ⑥ また、凡例(右側にある「系列1」というもの)や目盛線は、それぞれクリックして、Deleteキーで消去できる。
- ⑦ 軸の書式設定(右クリック)において、
縦軸 最小値：220 最大値：290 目盛間隔：10
横軸 最小値：260 最大値：320 目盛間隔：10
という設定をおこなえば、後で示す作成見本どおりになる。

2. 最小2乗パラメータ推定値の導出

最小2乗法によってパラメータ推定値 \hat{a} 、 \hat{b} を求める。関数や分析ツールなどで求める方法もあるが、ここではXとYの偏差をそれぞれ計算し、その2乗和と交差積の和から求めていく。

☞ 手順

- ① B13セル、C13セルにそれぞれ \bar{X} 、 \bar{Y} を求める。(関数AVERAGEを利用する)
- ② D列、E列に偏差を求める。D2セルに「=B2-B\$13」とし、これをコピーする。E列についても同様におこなう。
- ③ F列、G列、H列にx2乗、y2乗、xyをそれぞれ計算する。2乗を表す演算子は「^」であり、F2セルにD2セルの2乗を求める場合は、「=D2^2」と入力することになる。これらの和を、F13セル、G13セル、H13セルにそれぞれ計算する。合計を求める関数はSUMである。
- ④ このようにして求めたものが、 S_x^2 、 S_y^2 、 S_{xy} である。これらと、 \bar{X} 、 \bar{Y} を用いれば、パラメータ推定値 \hat{a} 、 \hat{b} を計算することができる。

3. 予測値と残差の計算

最小 2 乗法とは、残差の 2 乗和を最小にするようにパラメータ推定値を決定する方法である。

この残差は、ある X に対応する直線上の点(予測値または理論値) \hat{Y} を Y の実績値から引いたもの $(Y - \hat{Y})$ である。

📖 手順

- ① I2 セルに平成 1 年の X(C2 セル)に対応する予測値を求めるなら「 $=\$C\$16+\$C\$15*C2$ 」(コピーの際に絶対参照を用いるので、\$がついている)とする。これを I3:I11 にコピーする。
- ② J2 セルに「 $=B2-I2$ 」とするとこの X に対する残差が求まる。これを J3:J11 にコピーする。

4. 回帰直線の散布図への書き入れ

予測値を直線で繋ぐことによって、散布図に回帰直線を描き入れることができる。

📖 手順

- ① グラフをアクティブにした状態で、リボンの中の「データの選択」ボタンをクリックし、凡例項目(系列)の「追加」ボタンをクリックする。そして、そして、「系列Xの値」をC2:C11、「系列Yの値」をI2:I11とする。
- ② ①の操作で散布図上に表れたマーカーを直線で結ぶ。マーカーのどれか1つにマウスを合わせて右クリックし、「データ系列の書式設定」を選び、「マーカーのオプション」で、マーカーの種類を「なし」にし、「線の色」において、線(単色)を選ぶ。

5. 残差の表示

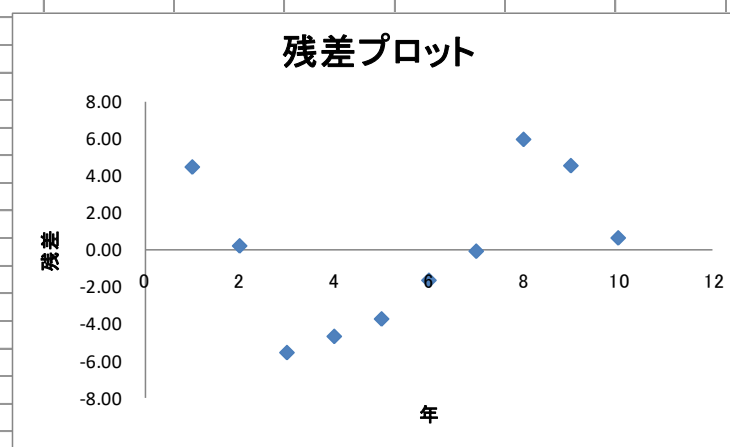
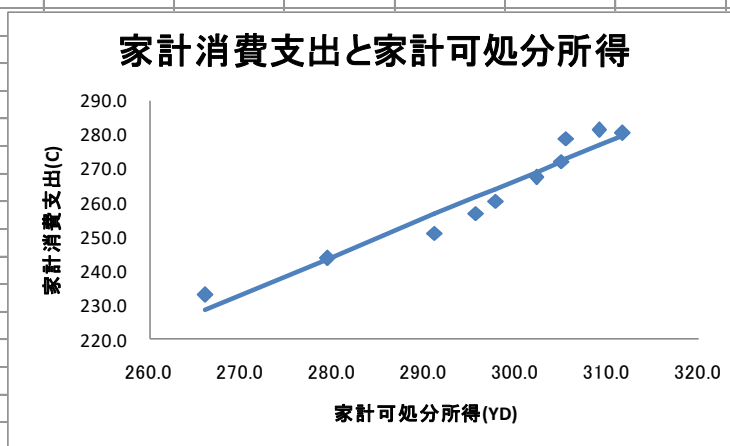
残差の状態を調べることで、回帰直線のあてはまり具合など、さまざまな情報を入手することができる。そのため、グラフに表示することが良くおこなわれる。ここでは残差 e_i を縦軸にとり、年を横軸にとった残差プロットを描いてみよう。

📖 手順

- ① 残差の部分、J2:J11 を範囲指定し、リボン内にグラフのグループから散布図のボタンをクリックする。(出ない場合は挿入タブをクリックする。)そして、「散布図(マーカーのみ)」(左上)をクリックする。
- ② 年を横軸にするので、リボンの中の「データの選択」ボタンをクリックし、凡例項目(系列)の「編集」ボタンをクリックする。そして、「系列 X の値」に A2:A11 を指定する。
- ③ そして、最初に描いた散布図と同様に、レイアウトを変更し、グラフタイトル、軸ラベルをそれぞれ記入する。凡例や目盛線も、消去しておこう。

<作成見本>

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	年	消費支出(Y)	所得(X)	偏差 _y	偏差 _x	y^2	x^2	xy	予測値	残差
2	1	233.0	266.0	-29.4	-30.3	865.54	920.52	892.60	228.54	4.46
3	2	243.7	279.4	-18.7	-16.9	350.44	286.96	317.12	243.50	0.20
4	3	251.0	291.1	-11.4	-5.2	130.42	27.46	59.84	256.57	-5.57
5	4	256.9	295.6	-5.5	-0.7	30.47	0.55	4.08	261.59	-4.69
6	5	260.3	297.8	-2.1	1.5	4.49	2.13	-3.10	264.05	-3.75
7	6	267.3	302.2	4.9	5.9	23.81	34.34	28.60	268.96	-1.66
8	7	272.0	305.0	9.6	8.7	91.78	75.00	82.96	272.09	-0.09
9	8	278.6	305.5	16.2	9.2	261.79	83.91	148.21	272.65	5.95
10	9	281.2	309.1	18.8	12.8	352.69	162.82	239.63	276.67	4.53
11	10	280.2	311.7	17.8	15.4	316.13	235.93	273.10	279.57	0.63
12										
13	平均	262.4	296.3			2427.56	1829.60	2043.05		
14										
15		b	1.12							
16		a	-68.49							
17										



【課題2】教科書41ページの家計消費支出と家計可処分所得のデータ(表2-1)について、

- ① 決定係数を求める
- ② $H_0: b=0$, $H_0: a=0$ という検定をそれぞれおこなってみる。
という2つのことをおこなってみよう。

6. 決定係数

回帰直線のあてはまり具合を示す指標である決定係数を求める。 S_x^2 , S_y^2 , S_{xy} はパラメータ推定値の導出の時に計算されているので、それを用いることができる。

📖 手順 C17セルに決定係数、C18セルに相関係数を求めよう。

- ① C17セルに「=H13^2/(F13*G13)」と入力する。
- ② C18セルに「=H13/SQRT(F13*G13)」と入力する。

7. 回帰係数の検定

回帰係数 a, b について、1) $H_0: b=0$ 2) $H_0: a=0$ という仮説検定をおこなう。これらは t 検定となる。

📖 手順

- ① K列に残差の2乗を求め、K13セルにその和を求める。
- ② K15セルに「=K13/8」とすることによって、 s^2 を求める。
- ③ E15セルに b の t 値を求める。「=C15/SQRT(K15/G13)」と入力することによって求められる。
- ④ E16セルに a の t 値を求める。「=C16/SQRT(K15*(1/10+C13^2/G13))」と入力することによって求められる。
- ⑤ これらの値を $t_{0.95}$ と比較することによって検定がおこなわれる。自由度8の t 分布の $t_{0.95}$ は、「=TINV(0.05,8)」と入力することによって求められる。

8. 分析ツールの利用

Excelには統計分析を行うためのいくつかの分析ツールが付属している。これらのツールを使えば一度に詳細な分析結果を得ることができる。

分析ツールを最初に使用する場合には、アドイン(有効にすること)しなくてはならない。分析ツールのアドインは次のようにおこなう。

- ① 「ファイル」のタブをクリックし、下にある「オプション」のボタンをクリックする。
- ② 「Excelのオプション」のウィンドウが開くので、左側の「アドイン」をクリックする。
- ③ 一番下に表示される「Excelアドイン」の右の「設定」ボタンを押す。
- ④ 「分析ツール」にチェックをつけ、OKボタンをクリックする。

すると、データタブの中に「データ分析」のボタンが出てくるので、下のほうにある、回帰分析を選べばよい。