

1. パソコンの起動

- (ア) 本体の電源を1秒以上押す.
- (イ) ディスプレーの電源を1秒以上押す.
- (ウ) 「Windows へようこそ」画面が出るまで, かなり待つ.

2. ログインの仕方

- (ア) Ctrl キーと Alt キーと Delete キーを同時に押す.
- (イ) 「Windows へログオン」の画面がでたら, ユーザー名: lguest(すべて半角文字), パスワード: lguest(すべて半角文字)をいれ, その下の「ログオン先」, 入力用のマスを左クリックする. ログオン先のリストが出てくるから, そのなかの「WSXXX(XXXは数字)(このコンピュータ)」を左クリックし, Enter キーをおす.
- (ウ) 矢印ポインタの砂時計がなくなるまでかなり待つ.

3. データの取得

- (ア) 左端のアイコンの中から Internet Explorer のアイコンをダブルクリックする.
- (イ) 「アドレス」欄に www.econ.osaka-cu.ac.jp と入力し, エンターキーを押す.
- (ウ) 「教員紹介」を左クリックする.
- (エ) 下の方の「中川満」を左クリックする.
- (オ) 「個人の Web ページ」を左クリックする.
- (カ) 「2004年度」の「統計解析論」を左クリックする.
- (キ) 「演習用」の下「夜間第1回課題」を右クリックして, 「対象をファイルに保存」を左クリックする. 「ディスクの挿入」がでたら「キャンセル」ボタンを左クリックして, 「名前を付けて保存」が出たらそのまま「保存」ボタンをおす. 最後のウインドウの「閉じる」ボタンを左クリックする.
- (ク) 二つの Internet Explorer のウインドウの右上のバツテンを左クリックしてウインドウを消す.
- (ケ) デスクトップ上の SAexer01.xls をダブルクリックして開く.

4. 散布図を書く

- (ア) ウインドウ下部のタブの data を左クリック.



- (イ) ウインドウ上部の (グラフウィザード) を左クリック. これによって, グラフウィザードを起動し, 「グラフの種類」から「散布図」を左クリックで選ぶ. 「次へ」を左クリックしてする.
- (ウ) 次の画面では, 「系列」のタグを選択する. まず, 「系列」の下のみすのそのまた下の「削除」ボタンを左クリックしてすべての系列を削除する.

(工) 次に、「追加」ボタンを押して、被説明変数と説明変数の散布図を造る。その画面の中から「追加」を選択し、「名前」の欄の右端の印を左クリックすると、入力エリアが現れる。そのとき、C5のセル（Private Consumptionと入っている）を左クリックし右上の×を左クリックする。つぎに、「Xの値」の欄の右端の印を左クリックすると、入力エリアが現れるが、説明変数の範囲(D6~D189)をドラッグして指定する。その後、右上の×を左クリックする。つぎは被説明変数を指定するが、「Yの値」の欄の右端の印を左クリックすると、入力エリアが現れるが、被説明変数の範囲(C6~C189)をドラッグして指定する。そして「完了」を押す。これで散布図ができる。

(オ) 次は、説明変数と予測値の関係をこの散布図に入れるが、いまできた散布図のデータ系列のグラフを右クリックすると、メニューがでてくるが、この中から「近似曲線の追加」を選ぶ。そのままOKをおすとできあがる。ただし、予測値を表す線=回帰直線の色が気に入らない場合は、それを右クリックしてでてきたメニューの中から近似曲線の書式設定を選び、好きな色を選べばよい。

## 5. 回帰分析を行う。

(ア) まず何も入っていないセルに矢印ポインタを合わせ、左クリックする。

(イ) ウィンドウ上部のメニューの中から「ツール」を左クリックする。プルダウンメニューがでてくるが、その中の「分析ツール」を左クリックする。もし、出てこなければ、vが重なっているところを押すと、「分析ツール」がでてくるはず。

(ウ) 「データ分析」のウィンドウであるが、そのリストの中から必要ならば右のスライダーを操作しながら、「回帰分析」を選んで左クリックする。そして、「OK」ボタンを押す。

(エ) 「回帰分析」ウィンドウの「入力Y範囲」の右の入力ボックス横のボタンを押す。そして、セルC5~C189までを選択する。やり方は、C5のところ矢印ポインタを持って行って左クリックしたまま下に引いて（ドラッグして）C189のセルに矢印ポインタを持っていき、マウスの左ボタンから指をはなす。その後、回帰分析のウィンドウの右上端バツテンを左クリックする。すると、「入力Y範囲」の右横の入力ボックスに被説明変数のセル範囲が指定された。もちろん、これをキーボードから入力してもよい。

(オ) 同様のことを説明変数についても行う。「回帰分析」ウィンドウの「入力X範囲」の右の入力ボックス横のボタンを押す。そして、セルD5~D189までを選択する。やり方は、D5のところ矢印ポインタを持って行って左クリックしたまま下に引いて（ドラッグして）D189のセルに矢印ポインタを持っていき、マウスの左ボタンから指をはなす。その後、回帰分析のウィンドウの右上端バツテンを左クリックする。すると、「入力X範囲」の右横の入力ボックスに被説明変数のセル範囲が指定された。もちろん、これをキーボードから入力してもよい。

- (カ) その左下の「ラベル」のところのチェックボックスのところ矢印ポインタを持っていき、左クリックする。すると、チェックが入る。さらに、「残差」のチェックボックスにもチェックを入れる。さらに、残差グラフも書くので、「残差グラフ」のチェックボックスにもチェックをいれる。
- (キ) 「OK」ボタンを左クリックする。これで、別のシート上に回帰分析の結果がでた。

## 6. 最小二乗法の理解のために

- (ア) 下の「誤差二乗和最小化」のタブを左クリック。
- (イ) まず回帰直線の列を入力する。ここには、 $\alpha + \beta x_i$ の値が入る。 $\alpha$ の値は、B3、 $\beta$ の値はB2に指定することにする。ダウンロードしたエクセルの表には $\alpha = 200000, \beta = 1$ として値が指定されているが、皆さん好きな値を入力してみてください。
- (ウ) 次に、D21のセルに矢印ポインタをあわせ、左クリックする。そして、入力フィールド（fxの隣の入力エリア）に矢印ポインタをあわせ左クリックする。そして、「=B3+B2\*C21」とキーボードから入力する。B3には $\alpha$ 、B2には $\beta$ 、そしてC21には $x_1$ の値が入っているから、「=B3+B2\*C21」は $\alpha + \beta x_1$ の値を代入せよということになる。では、 $\alpha + \beta x_2$ をその下のセルに入れるにはどうしたらいいだろうか。入力する式は明らかだ。B22には $x_2$ の値が入っているから、「=B3+B2\*C22」である。これを次のセルに矢印ポインタをあわせてキーボードから入力すればいいように思える。だが待ってくれ！データは173個くらいあるのだ。これをいちいち入力していたら明日になってしまって、「チェコ-日本」のA代表親善試合を見逃してしまう。
- (エ) Excelはこの状況を解決するために、数式のコピーの機能を提供している。D21のセルに矢印ポインタをあわせ左クリックする。そして、キーボードで「Ctrl キー」を押しながら「c」のキーをおす。これで、数式はクリップボードに格納された。これを、D列の下のセルにコピーしてみよう。D22～D204までをドラッグして黒くする。その方法は、D22を左クリックし、マウスの左ボタンをはなさずに、D204まで持ってくる。そして、白十字マークがD204にきたときにはなす。そして、「Ctrl キー」を押しながら「v」のキーを押す。これで、D列に数字が入った。しかし、何か変だ。D16は「#VALUE!」になっている。原因を解明してみよう。D22を左クリックしてみよう。すると、上のfxの隣の入力エリアにこのセルに入っている数式を確認することができる。「=B4+B3\*C22」、数式に直すと、... B4ってなんだ？全然関係のないところを指している。D21にあった「=B3+B2\*C21」という数式をD22にコピーすると「=B4+B3\*C22」になる。なんか法則があるのか？B3 -> B4、B2 -> B3、C21 -> C22、いずれも1行ずつずれている。次の、D23をみると法

則はもっと明確になる。D 2 3には「=B5+B4\*C23」が入っている。今度は行番号が2ずれている。つまり、Excelの数式コピー機能は、2行下にコピーすると数式内の行番号も+2されるようにできているのだ。このことは、縦に同一種類のデータを並べてある状態で、同一行にあるデータの間にも同一の数式を適用して計算をしたい場合にExcelは適しているということを示している。この場合、一番上の行の数式をのこりの行にコピーすればいいからだ。しかし、今はB3、B2についてはずれてほしくない。それをやめさせる指定がある。D 2 1に、「=BS3+BS2\*C21」といれてみよう。こうすれば、数式のコピー時にB3、B2のセルへの参照がずれることがない。これを絶対参照の「\$」という。

- (オ) D 2 1に「=BS3+BS2\*C21」といれて(エ)の要領でD列ののこりの行に数式をコピーしよう。これで、D列にそれぞれの説明変数値(C列の値)に対する回帰直線上の値が計算された。そして、グラフをみると自動的に散布図上に回帰直線が描かれている。
- (カ) この直線の当てはまりの尺度=誤差の二乗和を計算する。まず誤差を計算するが、E 2 1に「=B21 - D21」といれる。というのは、誤差は $y_i - (\alpha + \beta x_i)$ という式になるが、 $y_i$ は、B 2 1に格納されており、 $\alpha + \beta x_i$ はD 2 1に格納されているからだ。あとは、(エ)や(オ)と同様にE列の残りの行にE 2 1の数式をコピーしよう。
- (キ) 次は誤差の二乗を計算する。これは、F 2 1に「=E21^2」といれる。E 2 1には1番目の誤差の値が入っている。「^」は何乗を表す記号、「^2」で2乗を計算するという事。この式をF列の残りの行にコピーする。このF列を合計すればよい。
- (ク) F 2を左クリックしよう。ここに誤差の2乗の合計を格納することにする。式は、「=Sum(F21:F204)」である。このセルの値が最初の回帰直線の当てはまりの尺度の値である。
- (ケ) B 2、B 3の値をいろいろいれて、散布図上の当てはまりと、誤差の二乗和の値を比較してみよう。誤差の二乗和が当てはまりの尺度になっていることが分かる。
- (コ) さて、この尺度を最小にする回帰直線の傾きと切片、つまり、 $\beta, \alpha$ の値を求めてみよう。F 2のセルを左クリックして、メニューの「ツール」を左クリックする。プルダウンメニューがでてくるが、こんどはその中の「ソルバー」を左クリックする。「ソルバー：パラメータ設定」のウィンドウの中の「変化させるセル」に「B2:B3」を入力する。そして、実行ボタンをおす。
- (サ) 「試行状況の表示」ウィンドウがでたら「継続」ボタンを押す。また同じウィンドウが現れたら同様のことを行う。
- (シ) 「ソルバー：探索結果」ウィンドウが出たら、「OK」ボタンを押す。もし「収束しませんでした」が出た場合は、最初の $\alpha, \beta$ の値が悪いので、それらを回帰直線がデータに近づくように設定し直して、もう一度(コ)から実行してみよう。ソ

ルバーは我々の指定した $\alpha, \beta$ から出発して順次最適点に近づけていく。出発点によっては演算誤差の関係で最適点に近づかない場合がある。

(ス) 結果が誤差の二乗和を最小にする $\beta, \alpha$ の値である。これが、線形回帰ツールがだした結果と一致することを確認する。

#### 7. 係数の決定式を納得する。

(ア) 下側の「a,bの決定」のタブを選択する。

(イ) D5のセルに「=SUM(B5:B188)/184」と入れる。(Enterを忘れずに...) <yの標本平均>

(ウ) E5のセルに「=SUM(C5:C188)/184」と入れる。 <xの標本平均>

(エ) F5のセルに「=B5 - \$D\$5」と入力。 < $y_i - \bar{y}$ の入力>

(オ) F5のセル内の数式をオートフィルを使ってF188までコピーする。

(カ) G5のセルに「=C5 - \$E\$5」を入力し、G5セル内の数式をオートフィルまたはコピー&ペーストを使ってG188までコピーする。 < $x_i - \bar{x}$ の入力>

(キ) H5のセルに「=F5\*G5」を入力し、H5のセル内の数式をオートフィルまたはコピー&ペーストを使ってH188までコピーする。 < $(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$ の計算>

(ク) I5のセルに「=G5^2」を入力し、I5のセル内の数式をオートフィルまたはコピー&ペーストを使ってI188までコピーする。 < $(x_i - \bar{x})^2$ の計算>

(ケ) セルH189に「=Sum(H5:H188)」を入力し、その数式をI189にコピーする。 < $\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2, \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ の計算>

(コ) 「b=」の右横のG193に「=H189/I189」と入力。 < $\hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ の計算>

(サ) 「a=」の右横のG194に「=D5 - G193\*E5」と入力。 < $\hat{\alpha} = \bar{y} - \hat{\beta}\bar{x}$ の計算>

(シ) これを分析ツールの結果と比較する。

#### 8. 残差の分析

(ア) 回帰分析の結果から「残差」の下のデータをコピーする。コピーするときには、まず下のタブのなかから回帰分析の結果の入っているシートのタブを左クリックし、「残差」の下の一番最初のデータの入っているセルの左上を左クリックしたまま、残差の最後のデータの入っているセルの右下までマウスポインタを持っていく。そうすると、全データが黒塗りになる。これを確認したら、マウスボタンを放す。そして、「Ctrl」キーと「c」キーを同時に押す。

(イ) 次は、下の「残差」と書いてあるタブをクリックして、ワークシートを切り替える。残差と書いてあるセルの下、C3のセルの下にいまクリップボードにコピーし

た残差のデータを貼り付ける。そのために、C3 のセルを右クリックして、「貼り付け」を選択する。

- (ウ) 残差のデータの一番下 C187 のセルを左クリックして、「=Sum(C3:C186)」と入力し、「Enter」キーを押す。0 になるのを確認しよう。残差の合計は 0 である。
- (エ) D3 のセルに「=B3\*C3」を入力し、その式をオートフィルまたはコピー & ペーストを使って、最後のデータまで入力。
- (オ) D187 のセルに「=Sum(D3:D186)」を入力し、Enter キーを押す。0 になるのを確認しよう。残差と説明変数の積の合計は 0 である。

#### 9. ログアウトとシャットダウン

- (ア) まず、Internet Explorer と Excel の画面の右上の × をクリックして終わらせる。Excel を終わらせるときには、保存するかと聞かれるが、それには No を左クリックする。
- (イ) Ctrl キーと Alt キーを押した状態にして、Delete キーを押す。するとどうするのか訊いてくるから、「シャットダウン」を選択する。
- (ウ) 「Windows のシャットダウン」のウインドウに対してマスのなかの選択リストのなかから「シャットダウン」を左クリックで選択して、「OK」ボタンを左クリックする。
- (エ) しばらく待って、画面に意味不明の文字がでたらディスプレイの電源を切る。その後、本体の電源を切る。