

# 課題の解答

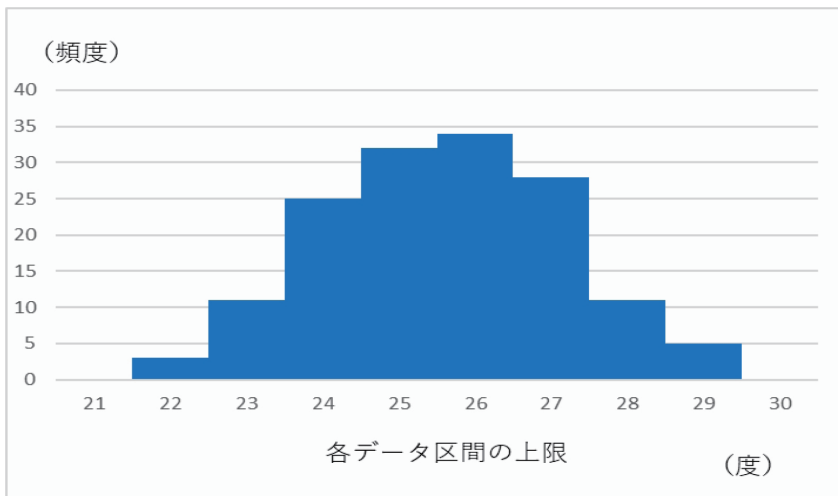
課題で使う Excel のデータは、オーム社の Web サイト内にある本書紹介ページにて提供しています。

## 第 1 章

### 課題 1

### ヒストグラム

7 月の気温のヒストグラムです。



## 課題2

## 平均値と中央値

年収のデータの基本統計量です。

| 年収        |          |
|-----------|----------|
| 平均        | 564.2857 |
| 標準誤差      | 101.8883 |
| 中央値（メジアン） | 440      |
| 最頻値（モード）  | 440      |
| 標準偏差      | 466.9108 |
| 分散        | 218005.7 |
| 尖度        | 3.926996 |
| 歪度        | 1.866877 |
| 範囲        | 1910     |
| 最小        | 90       |
| 最大        | 2000     |
| 合計        | 11850    |
| データの個数    | 21       |

## 課題3

## 相関係数

実質 GDP とその構成項目の相関係数です。

|              | 実質GDP | 実質民間<br>最終消費 | 実質民間<br>設備投資 | 実質財貨・<br>サービスの輸出 |
|--------------|-------|--------------|--------------|------------------|
| 実質GDP        | 1.00  |              |              |                  |
| 実質民間最終消費     | 0.96  | 1.00         |              |                  |
| 実質民間設備投資     | 0.97  | 1.00         | 1.00         |                  |
| 実質財貨・サービスの輸出 | 0.85  | 0.69         | 0.73         | 1.00             |

## 第 2 章

### 課題 1

### 東京の 7 月の気温の平均、標準偏差

7 月の気温に関するデータです。

平均値 25.1 度

標準偏差 1.58 度

Z 値 2.26

下位から 98.8%

### 課題 2

### 出生率低下の要因を探れ

合計特殊出生率の推定結果です。

被説明変数：合計特殊出生率

|        | 係数       | 標準誤差     | t        | P-値      |
|--------|----------|----------|----------|----------|
| 切片     | 1.462267 | 0.141852 | 10.30837 | 2.6E-13  |
| 女性未婚率  | -0.02818 | 0.002841 | -9.91716 | 8.63E-13 |
| 有配偶出生率 | 0.013817 | 0.000905 | 15.26972 | 3.38E-19 |
| 重決定 R2 | 0.913643 | F値       | 232.756  |          |
| 補正 R2  | 0.909718 | P値 (F値)  | 3.97E-24 |          |
| 観測数    | 47       |          |          |          |

### 課題 3

### 消費関数と投資関数

実質民間最終消費と実質民間企業設備投資の推定結果です。

被説明変数：実質民間最終消費

|                    | 係数       | 標準誤差     | t        | P-値      |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|
| 切片                 | 30480.44 | 17826.55 | 1.709834 | 0.099207 |
| 実質GDP              | 0.497165 | 0.034986 | 14.21053 | 9.07E-14 |
| 重決定 R <sup>2</sup> | 0.885934 | F値       | 201.9391 |          |
| 補正 R <sup>2</sup>  | 0.881547 | P値 (F値)  | 9.07E-14 |          |
| 観測数                | 28       |          |          |          |

被説明変数：実質民間企業設備投資

|                    | 係数       | 標準誤差     | t        | P-値      |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|
| 切片                 | 92341.83 | 2218.111 | 41.63084 | 2.51E-25 |
| 国内銀行貸出約定平均金利       | -7047.86 | 1211.056 | -5.8196  | 3.93E-06 |
| 重決定 R <sup>2</sup> | 0.56571  | F値       | 33.86776 |          |
| 補正 R <sup>2</sup>  | 0.549006 | P値 (F値)  | 3.93E-06 |          |
| 観測数                | 28       |          |          |          |

## 第 3 章

### 課題 1

### 生産関数

実質 GDP の生産関数の推定結果です。Y は実質 GDP、K は資本ストック、L は労働投入量です。

被説明変数： $\log(Y) - k\log(L)$

|                     | 係数       | 標準誤差       | t        | P-値      |
|---------------------|----------|------------|----------|----------|
| 切片                  | -0.43303 | 0.01359582 | -31.8504 | 9.28E-22 |
| $\log(K) - \log(L)$ | 0.464581 | 0.09054576 | 5.130892 | 2.66E-05 |
| trend               | 0.007026 | 0.00088807 | 7.912042 | 2.87E-08 |
| 重決定 R2              | 0.970118 | F値         | 405.8106 |          |
| 補正 R2               | 0.967727 | P値 (F値)    | 8.76E-20 |          |
| 観測数                 | 28       |            |          |          |

### 課題 2

### 対数線形

イカとタコの所得弾力性、価格弾力性は以下の通りです。

|       | イカ    | タコ    |
|-------|-------|-------|
| 所得弾力性 | 4.9   | 3.0   |
| 価格弾力性 | - 2.3 | - 1.6 |

推定結果は次ページに掲載しています。

被説明変数：イカの購入数量

|        | 係数       | 標準誤差     | t        | P-値      |
|--------|----------|----------|----------|----------|
| 切片     | -47.2128 | 14.94779 | -3.15852 | 0.004942 |
| 実質実収入  | 4.847757 | 1.162515 | 4.17006  | 0.000473 |
| イカ価格掛  | -2.2563  | 0.170201 | -13.2567 | 2.29E-11 |
| 重決定 R2 | 0.910931 | F値       | 102.2725 |          |
| 補正 R2  | 0.902024 | P値 (F値)  | 3.14E-11 |          |
| 観測数    | 23       |          |          |          |

被説明変数：タコの購入数量

|        | 係数       | 標準誤差     | t        | P-値      |
|--------|----------|----------|----------|----------|
| 切片     | -27.0836 | 7.935791 | -3.41284 | 0.002758 |
| 実質実収入  | 3.071497 | 0.620912 | 4.946754 | 7.77E-05 |
| タコ価格掛  | -1.60862 | 0.123207 | -13.0562 | 3.02E-11 |
| 重決定 R2 | 0.898712 | F値       | 88.72827 |          |
| 補正 R2  | 0.888583 | P値 (F値)  | 1.14E-10 |          |
| 観測数    | 23       |          |          |          |

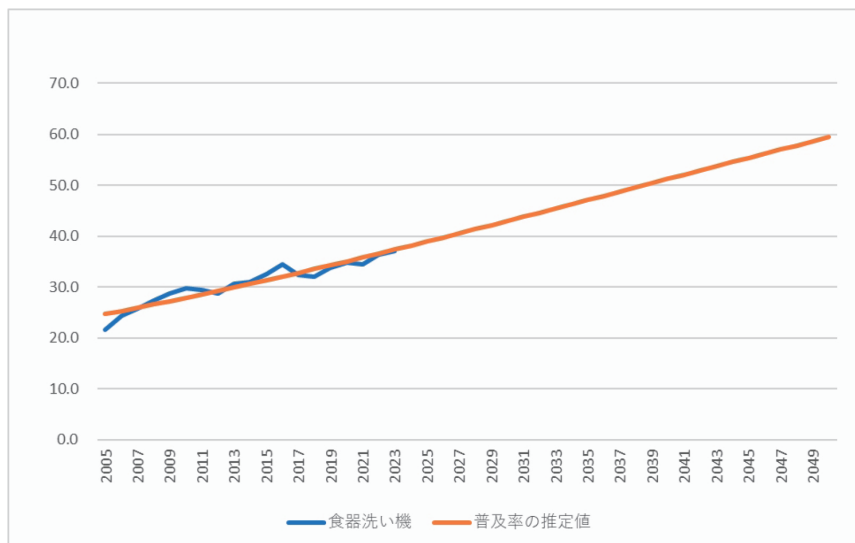
# 課題 3

## ロジスティック曲線

食器洗い機の普及率の推定結果と 2050 年までの予測値です。

被説明変数：食器洗い機普及率（％）

|        | 係数       | 標準誤差     | t        | P-値      |
|--------|----------|----------|----------|----------|
| 切片     | -67.9925 | 5.597389 | -12.1472 | 8.35E-10 |
| 西暦     | 0.033354 | 0.002779 | 12.00129 | 1E-09    |
| 重決定 R2 | 0.89443  | 144.031  |          |          |
| 補正 R2  | 0.88822  | 1E-09    |          |          |
| 観測数    | 19       |          |          |          |



## 第 4 章

### 課題 1

### 多重共線性

(1) 同じ説明変数が 2 つあるので、 $\beta_1$  と  $\beta_2$  の組み合わせは無限にあり、1 つに決まりません。ただ、Excel では  $\beta_1$  が 0、 $\beta_2$  が  $X_1$  のみで回帰したときの係数が計算されます。

$$\beta_1 \ 0 \qquad \beta_2 \ 0.54$$

(2) 本来あるべき  $X_2$  が説明変数にないので、 $\beta_1$  が約 2 倍の値になっています。

$$\beta_1 \ 0.96 \qquad \beta_2 \ 0.50$$

(3) 本来あるべき  $X_1$  が説明変数にないので、 $\beta_1$  が約 2 倍の値になっています。 $X_1$  と  $X_2$  の相関が高いので、(2) と (3) の推定結果は似ています。

$$\beta_1 \ 0.96 \qquad \beta_2 \ 0.50$$

(4) 相関の高い 2 つの変数をまとめたため、 $\beta_1$  は真の値 (0.5) に近い値が推定されています。

$$\beta_1 \ 0.49 \qquad \beta_2 \ 0.50$$

### 課題 2

### 賃金の推定

所定内給与の推定結果を、次ページに掲載しています。



被説明変数：所定内給与

|            | 係数       | 標準誤差     | t        | P-値      |
|------------|----------|----------|----------|----------|
| 切片         | 3.65601  | 10.55124 | 0.346501 | 0.729405 |
| age        | 9.235369 | 0.285482 | 32.35015 | 1.4E-73  |
| female     | 68.10906 | 10.55124 | 6.455079 | 1.14E-09 |
| d1000      | -70.9183 | 12.92257 | -5.48794 | 1.5E-07  |
| d100       | -25.093  | 12.92257 | -1.9418  | 0.053855 |
| age*female | -3.30044 | 0.285482 | -11.561  | 4.71E-23 |
| age*d1000  | 3.69931  | 0.349642 | 10.58028 | 2.55E-20 |
| age*d100   | 1.21197  | 0.349642 | 3.466318 | 0.000672 |
| 重決定 R2     | 0.96992  | F値       | 764.6555 |          |
| 補正 R2      | 0.968651 | P値 (F値)  | 9.2E-123 |          |
| 観測数        | 174      |          |          |          |

### 課題3

### 男女賃金に差はあるか？

【1】女性ダミーをみると、有意に女性の賃金の水準が68.1万円高く、年齢×女性ダミーをみると、年間3.3万円昇給のテンポに違いがあります。ゼロ歳時点では女性が68.1万円分速いですが、21歳時点で男性の賃金が高くなり、その後格差が広がっていくことを表しています。

【2】1000万円以上の企業は、ゼロ歳段階では70.9万円安いですが20歳時点で10人～99人の賃金より高くなり、その後年間3.7万円分、10人～99人の企業より昇給テンポが速いです。100人～999人の企業は、ゼロ歳段階では25.1万円10人～99人の企業より安いですが、5%水準で有意ではありません。昇給テンポは、10人～99人に比べて1.2万円分早いです。

# 第 5 章

## 課題 1

### 為替レートの予測

対ドル円レート（階差）の 1 期前の係数は有意ではなく、自由度修正済み決定係数も有意ではないので、予測には使えません。

被説明変数：対ドル円レート(階差)

|        | 係数       | 標準誤差      | t        | P-値      |
|--------|----------|-----------|----------|----------|
| 切片     | 0.359447 | 0.2929617 | 1.226943 | 0.222394 |
| X 値 1  | 0.030755 | 0.0944545 | 0.325606 | 0.745325 |
| 重決定 R2 | 0.000937 | F値        | 0.106019 |          |
| 補正 R2  | -0.0079  | P値 (F値)   | 0.745325 |          |
| 観測数    | 115      |           |          |          |

## 課題 2

### 日本の株価は米国の株価に影響を受けているか？

日本の株価の推定では米国の株価 1 期前が有意で、米国の株価の推定では日本の株価が有意なので、お互いに影響を受けていることがわかります。

#### ▼日本の株価の推定結果

被説明変数：日本の株価

|          | 係数          | 標準誤差       | t           | P-値        |
|----------|-------------|------------|-------------|------------|
| 切片       | 0.00021322  | 0.00033319 | 0.63993442  | 0.52234041 |
| 米国の株価1期前 | 0.40506953  | 0.02448569 | 16.5431154  | 2.0987E-55 |
| 日本株価1期前  | -0.11523462 | 0.0271463  | -4.24494702 | 2.3594E-05 |
| 重決定 R2   | 0.18945464  | F値         | 136.853155  |            |
| 補正 R2    | 0.18807027  | P値         | 3.8826E-54  |            |
| 観測数      | 1174        |            |             |            |

### ▼米国の株価の推定結果

被説明変数：米国の株価

|          | 係数          | 標準誤差       | t           | P-値        |
|----------|-------------|------------|-------------|------------|
| 切片       | 0.00037928  | 0.00037433 | 1.0132216   | 0.31116363 |
| 米国の株価1期前 | -0.36028293 | 0.02939144 | -12.2580898 | 1.3743E-32 |
| 日本の株価    | 0.44001599  | 0.03258324 | 13.5043664  | 9.9203E-39 |
| 重決定 R2   | 0.16709662  | F値         | 117.462686  |            |
| 補正 R2    | 0.16567407  | P値 (F値)    | 3.2222E-47  |            |
| 観測数      | 1174        |            |             |            |



### 課題3

### ランダムウォーク系列を作って回帰してみよう

Excel で2つのランダムウォーク系列を作り、1つを被説明変数、もう1つを説明変数として、回帰分析をします。下記は1つの例です。乱数を発生させているので、同じ結果にはなりません。

被説明変数：Y

|        | 係数       | 標準誤差     | t        | P-値      |
|--------|----------|----------|----------|----------|
| 切片     | 26178.65 | 210.3888 | 124.4298 | 5.84E-40 |
| X      | 146.8979 | 12.2136  | 12.0274  | 1.41E-12 |
| 重決定 R2 | 0.83783  | F値       | 144.6583 |          |
| 補正 R2  | 0.832038 | P値(F値)   | 1.41E-12 |          |
| 観測数    | 30       |          |          |          |

## 第 6 章

### 課題 1

### ロジスティック回帰

67%なので合格できます。

### 課題 2

### ベイズによる分析

事後確率は以下の通りです。

|      | 1   | 2    | 3   | 4   |
|------|-----|------|-----|-----|
| 事後確率 | 60% | 100% | 60% | 50% |

### 課題 3

### 働く力の作成

固有値は1を超えていれば意味があるので、第1主成分を使えば働く力の指標として使えます。固有ベクトルは、変数のウェイトを表します。所定内給与が高く、昼夜間人口比率が高く、完全失業率が低いほど働く力が高い自治体といえます。主成分得点をみると働く力の大きいのは東京、愛知県、大阪府となりました。

## 第 7 章

### 課題 1

### 英語のテストと研修の効果 (RCT)

A 社に関しては、全員研修を受けているので、一対の標本による平均値の差の検定を行います。対立仮説を「研修後の方が点数が高い」として、片側検定で検定します。 $P$  値は 11% なので、5% 水準で棄却できません。つまり、研修に効果があったとは言えないことになります。

t-検定: 一対の標本による平均の検定ツール

|                  | 研修前      | 研修後      |
|------------------|----------|----------|
| 平均               | 78.6     | 88       |
| 分散               | 397.3778 | 63.11111 |
| 観測数              | 10       | 10       |
| ピアソン相関           | -0.19505 |          |
| 仮説平均との差異         | 0        |          |
| 自由度              | 9        |          |
| t                | -1.30071 |          |
| $P(T \leq t)$ 片側 | 0.112836 |          |
| t 境界値 片側         | 1.833113 |          |
| $P(T \leq t)$ 両側 | 0.225672 |          |
| t 境界値 両側         | 2.262157 |          |

B 社に関しては、研修を受けてない人に関するデータもあるので、より正確に効果が測定できます。両者のデータを分散が等しくないと仮定した 2 標本による検定をします。 $P$  値は 38% なので、研修に効果があったという仮説は棄却できません。

t-検定: 分散が等しくないと仮定した2標本による検定

|            |          |          |
|------------|----------|----------|
| 平均         | 13.7     | 11.1     |
| 分散         | 87.78889 | 617.2111 |
| 観測数        | 10       | 10       |
| 仮説平均との差異   | 0        |          |
| 自由度        | 12       |          |
| t          | 0.309655 |          |
| P(T<=t) 片側 | 0.381067 |          |
| t 境界値 片側   | 1.782288 |          |
| P(T<=t) 両側 | 0.762134 |          |
| t 境界値 両側   | 2.178813 |          |

## 課題2

## 少子化対策（傾向スコアマッチング）

自治体のタイプをそろえて、一対の標本による平均値の差の検定を行います。帰無仮説は「少子化対策の効果の大きさがゼロ」です。 $P$ 値は片側検定で  $8.42 \times e^{-6}$  非常に小さいので、帰無仮説が棄却できます。

t-検定: 一対の標本による平均の検定ツール

|            | 変数 1     | 変数 2     |
|------------|----------|----------|
| 平均         | 11.42857 | 9.142857 |
| 分散         | 18.95238 | 16.14286 |
| 観測数        | 7        | 7        |
| ピアソン相関     | 0.996414 |          |
| 仮説平均との差異   | 0        |          |
| 自由度        | 6        |          |
| t          | 12.39355 |          |
| P(T<=t) 片側 | 8.42E-06 |          |
| t 境界値 片側   | 1.94318  |          |
| P(T<=t) 両側 | 1.68E-05 |          |
| t 境界値 両側   | 2.446912 |          |

### 課題 3

## 就学年数と年収（操作変数法）

操作変数を使うと就学年数の係数 (0.29) が正しく推定できています。

(1) 現実には不可能な、個人の能力のデータが入手できた場合の推定

$$\text{年収} = \alpha + \beta_1 \times \text{修学年数} + \beta_2 \times \text{個人の能力}$$

被説明変数：年収

|        | 係数       | 標準誤差     | t        | P-値      |
|--------|----------|----------|----------|----------|
| 切片     | 103.6494 | 24.12896 | 4.295644 | 0.003586 |
| 就学年数   | 0.28664  | 0.233994 | 1.224991 | 0.260196 |
| 本人の能力  | 4.685165 | 0.3284   | 14.26663 | 1.98E-06 |
| 重決定 R2 | 0.985234 | F値       | 233.535  |          |
| 補正 R2  | 0.981015 | P値 (F値)  | 3.91E-07 |          |
| 観測数    | 10       |          |          |          |

(2) 操作変数を使った 1 段階目の推定

$$\text{就学年数} = \alpha + \beta \times \text{大学までの距離}$$

被説明変数：就学年数

|         | 係数       | 標準誤差    | t        | P-値      |
|---------|----------|---------|----------|----------|
| 切片      | 104.5    | 2.38157 | 43.87862 | 8.03E-11 |
| 大学までの距離 | 2        | 0.71807 | 2.785242 | 0.023732 |
| 重決定 R2  | 0.492308 | F値      | 7.757576 |          |
| 補正 R2   | 0.428846 | P値 (F値) | 0.023732 |          |
| 観測数     | 10       |         |          |          |

### (3) 操作変数を使った2段階目の推定

$$\text{年収} = \alpha + \beta \times \text{修学年数の推定値}$$

被説明変数：年収

|           | 係数       | 標準誤差     | t        | P-値      |
|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 切片        | 593.2491 | 198.7907 | 2.98429  | 0.017486 |
| 就学年数（推定値） | 0.28664  | 1.798422 | 0.159384 | 0.877317 |
| 重決定 R2    | 0.003165 | F値       | 0.025403 |          |
| 補正 R2     | -0.12144 | P値（F値）   | 0.877317 |          |
| 観測数       | 10       |          |          |          |



課題の解答はこれで終わりです  
お疲れさまでした！

