

小巻泰之・山澤成康 共著

## 『計量経済学15講』各講末「Exercises」解答

2018年4月 新世社

### 第2講

[1] (答え) 160 台

1000 台の自動車の平均時速は 45km/h であり、その標準偏差が 10km/h とすれば、制限速度 55km/h を超える自動車は、プラス 1 標準偏差 (+1 $\sigma$ ) の外側に位置すると考えられます。プラス・マイナス 1 標準偏差は平均 (ゼロ) を挟んで両側で 68% のデータを含みます。速度違反ですから、平均より速い速度となりますので、68% の半分の 34% の外側は 16% 程度となります (足して 50% です)。したがって、

$$16\% \times 1000 \text{ 台} = 160 \text{ 台}$$

で、160 台程度が速度違反を犯していると考えられます。

[2] (答え) A さんの方が良い点数であった。

A さんと B さんのどちらが良い結果かについては、それぞれの点数の分布上の位置を確認すれば良いです。

A さんは 70 点。平均点 60 点、標準偏差 5 点であることから、プラス 2 標準偏差に位置しています。他方、B さんは 80 点。平均点 75 点、標準偏差 5 点のため、プラス 1 標準偏差に位置しています。このことから、A の点数自体は B さんより低いですが、試験結果からは A の方が良い点数であるといえます。

あるいは標準化変量を求めても確認できます。

$$A \text{ さん} : \frac{70-60}{5} = 2$$

$$B \text{ さん} : \frac{80-75}{5} = 1$$

と上述の説明と同じことを式で表すことになります。

**[3]** この問題もそれぞれの鳩の分布上の位置づけを確認すれば解けます。

- (1) 体長が 35cm を超えるはプラス 1 標準偏差に位置付けられます。その外側にいる鳩の数のため、 $1000 \text{ 羽} \times 16\% = 160 \text{ 羽}$ とみられます。
- (2) 体長が 15cm を下回る鳩はマイナス 3 標準偏差に位置付けられます。その外側にいる鳩は、 $1000 \text{ 羽} \times 0.15\% = 1.5 \text{ 羽}$ 程度みられます。つまり、1羽程度しかいません。
- (3) 体長が 20cm から 30cm の間に鳩はマイナス 2 標準偏差から平均（ゼロ）までに位置付けられます。 $1000 \text{ 羽} \times (50\% - 2.3) = 477 \text{ 羽}$ とみられます。
- (4) 体長が 25cm から 30cm までの鳩はマイナス 1 標準偏差から平均までなので 34%程度、体長が 30cm から 35cm までの鳩は平均（ゼロ）からプラス 1 標準偏差までの 34%程度なので、共に同じ範囲となります。つまり、同じ数の鳩がいるとみられます。
- (5) 体長が 40cm の鳩はプラス 2 標準偏差の外側にいるとみられるで、2.3 の確率となります。

## 第 3 講

**[1]**

[ラスパイレス]  $(20 \times 30 + 25 \times 15) \div (10 \times 30 + 20 \times 15) = 1.625$

[パーシェ]  $(20 \times 20 + 25 \times 20) \div (10 \times 20 + 20 \times 20) = 1.50$

**[2]**

(1) [2014 年の名目]

$$100 \times 50 + 200 \times 40 + 20 \times 100 + 110 \times 20 - (100 \times 30) = 14200$$

[2015 年の名目]

$$120 \times 40 + 190 \times 60 + 20 \times 120 + 100 \times 20 - (90 \times 40) = 17000$$

(2) [2015 年の実質]

$$120 \times 50 + 190 \times 40 + 20 \times 100 + 100 \times 20 - (90 \times 30) = 14900$$

(3) [2015 年の経済成長率]

経済成長率は一般的には実質 GDP の変化率をいいます。ここでは 2014 年は基準年のため名目と実質は同じになります。ですので、

$$(14900 \div 14200 - 1) \times 100 = 4.9\%$$

## 第4講

[1]

学生	統計学1回目	統計学2回目	偏差			偏差の二乗	
			理論	応用	積	理論	応用
A	60	65	-7.4	-17.6	130.24	54.76	309.76
B	75	85	7.6	2.4	18.24	57.76	5.76
C	65	88	-2.4	5.4	-12.96	5.76	29.16
D	70	85	2.6	2.4	6.24	6.76	5.76
E	67	90	-0.4	7.4	-2.96	0.16	54.76
平均	67.400	82.600		平均	27.7600	25.0	81.0
				平方根		5.00	9.00
				相関係数		0.62	

[2]

(1) 標準化変量で比較が可能です。

$$\text{統計学} : (85 \text{ 点} - 72 \text{ 点}) \div 9 \text{ 点} = 1.444$$

$$\text{日本経済入門} : (72 \text{ 点} - 65 \text{ 点}) \div 5 \text{ 点} = 1.4$$

のため、統計学の方が良い点数といえます。

(2) 標準化変量ゼロを基準としますが、偏差値は 50 を基準として標準化変量を加算すればよい。標準化変量を  $z$  とすると、偏差値は

$$\text{偏差値} = 50 + 10z$$

となります。したがって、

$$\text{統計学} : 64.44$$

$$\text{日本経済入門} : 64.0$$

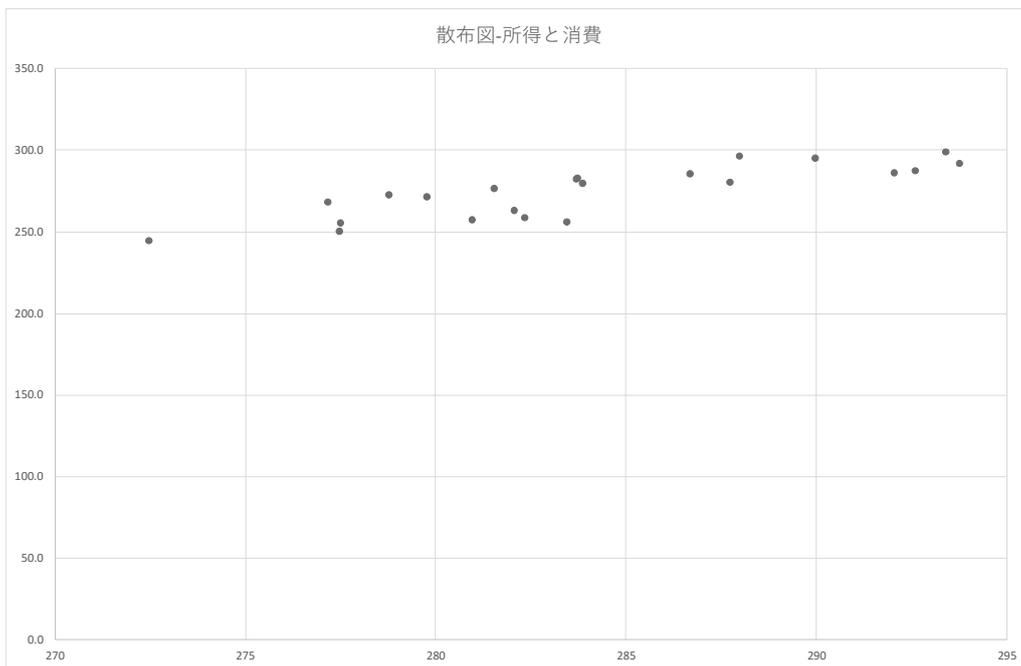
となります。

## 第5講

(1) まず、所得（可処分所得）と消費（民間最終消費支出）を比較するには、ともに実質値でみる必要があります。

ですので、可処分所得をデフレーターで割って実質値を求めます。

その上で、散布図をみます。散布図は  $X$  軸に所得、 $Y$  軸に消費の数値をとればよいです。図 1-3 のようなグラフが得られます。



(2) Excel の分析ツールで消費関数を推定しましょう。結果は以下の通りです。

### 概要

回帰統計	
重相関 R	0.843043
重決定 R2	0.710722
補正 R2	0.696258
標準誤差	8.793979
観測数	22

### 分散分析表

	自由度	変動	分散	割られた分散	有意 F
回帰	1	3800.017	3800.017	49.13769	8.43E-07
残差	20	1546.681	77.33406		
合計	21	5346.699			

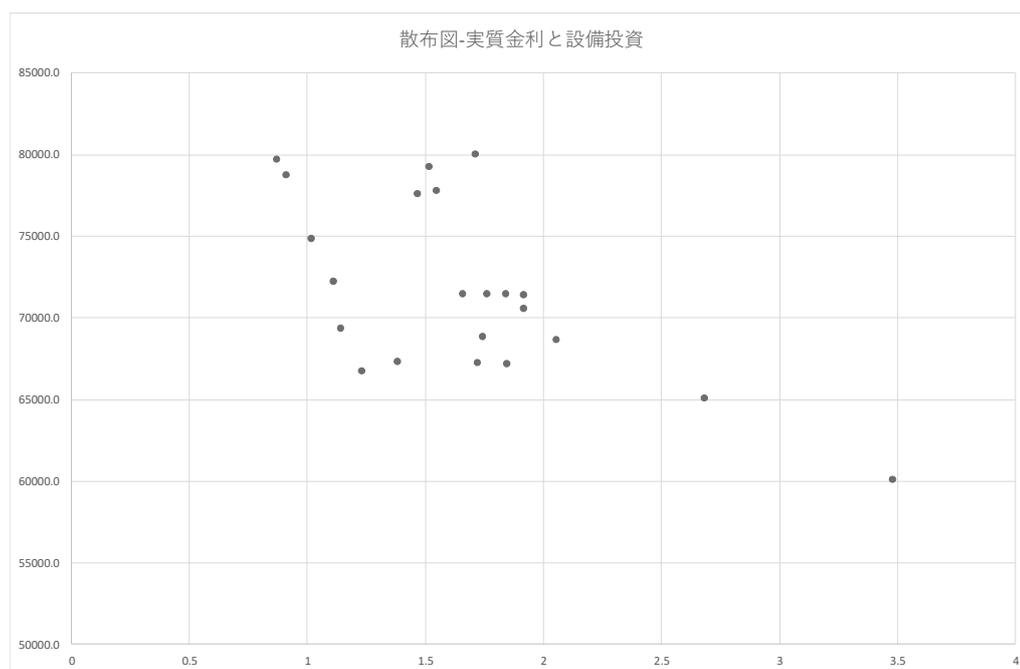
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-375.697	92.79923	-4.04849	0.000628	-569.272	-182.121	-569.272	-182.121
X 値 1	2.289681	0.326639	7.009828	8.43E-07	1.608324	2.971037	1.608324	2.971037

(3) 結果を見てみましょう。

所得の説明力は統計的に有意であり、概ね良好な結果といえます。ただし、決定係数がやや低いことがわかります。ただし、切片がマイナスとなっています。切片は必需的な消費（所得の変動に関係なく消費する部分）等を表していますので、現実的ではない結果となっています。所得だけでは説明できない要因が含まれていることを示唆しています。

## 第6講

(1) 散布図ですが、 $X$ 軸に実質金利、 $Y$ 軸に設備投資の数値をとればよいです。実質金利は国内企業物価指数で割れば求めることができます。



- (2) 設備投資関数を Excel の分析ツールで推定すると、以下のような結果が得られます。

概要								
回帰統計								
重相関 R	0.643328							
重決定 R2	0.413871							
補正 R2	0.384565							
標準誤差	4225.168							
観測数	22							
分散分析表								
	自由度	変動	分散	割された分散	有意 F			
回帰	1	2.52E+08	2.52E+08	14.12219	0.001238			
残差	20	3.57E+08	17852042					
合計	21	6.09E+08						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	81506.1	2758.121	29.55131	5.63E-18	75752.76	87259.44	75752.76	87259.44
X 値 1	-5907.97	1572.126	-3.75795	0.001238	-9187.37	-2628.57	-9187.37	-2628.57

- (3) ここで、2016 年の実質金利が 1.2% の場合、設備投資は設備投資関数から以下のよう  
に求めることができます。

$$1.2 \times (-5907.17) + 81509.03 = 74420.43$$

## 第7講

それぞれの国について、失業率を説明変数、消費者物価指数を被説明変数として推定してみましよう。

### (アメリカ)

概要								
回帰統計								
重相関 R	0.574107							
重決定 R2	0.329599							
補正 R2	0.311957							
標準誤差	0.351016							
観測数	40							
分散分析表								
	自由度	変動	分散	割された分散	有意 F			
回帰	1	2.301917	2.301917	18.6825	0.000107			
残差	38	4.682073	0.123212					
合計	39	6.98399						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	3.087108	0.220549	13.99737	1.41E-16	2.640629	3.533586	2.640629	3.533586
X 値 1	-0.16651	0.038524	-4.32233	0.000107	-0.2445	-0.08853	-0.2445	-0.08853

### (ユーロ)

概要								
回帰統計								
重相関 R	0.463352							
重決定 R2	0.214695							
補正 R2	0.194029							
標準誤差	0.43725							
観測数	40							
分散分析表								
	自由度	変動	分散	割された分散	有意 F			
回帰	1	1.986218	1.986218	10.38882	0.002604			
残差	38	7.265142	0.191188					
合計	39	9.25136						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	4.802364	0.926631	5.182608	7.5E-06	2.926498	6.67823	2.926498	6.67823
X 値 1	-0.35265	0.10941	-3.22317	0.002604	-0.57414	-0.13116	-0.57414	-0.13116

(イギリス)

概要								
回帰統計								
重相関 R	0.397818							
重決定 R2	0.158259							
補正 R2	0.136108							
標準誤差	0.599759							
観測数	40							
分散分析表								
	自由度	変動	分散	割された分散	有意 F			
回帰	1	2.569967	2.569967	7.144526	0.011018			
残差	38	13.66903	0.359711					
合計	39	16.239						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-0.32469	0.671705	-0.48337	0.631604	-1.68448	1.035111	-1.68448	1.035111
X 値 1	0.327261	0.122435	2.672925	0.011018	0.079403	0.575118	0.079403	0.575118

(スウェーデン)

概要								
回帰統計								
重相関 R	0.440185							
重決定 R2	0.193763							
補正 R2	0.172546							
標準誤差	0.647875							
観測数	40							
分散分析表								
	自由度	変動	分散	割された分散	有意 F			
回帰	1	3.833315	3.833315	9.13255	0.004477			
残差	38	15.9502	0.419742					
合計	39	19.78351						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	4.254735	0.820853	5.183309	7.48E-06	2.593005	5.916465	2.593005	5.916465
X 値 1	-0.3571	0.118167	-3.02201	0.004477	-0.59632	-0.11789	-0.59632	-0.11789

フィリップス曲線では、失業率が上昇することは景気悪化を意味しますので、消費等の需要が低下することから物価が低下することが期待されています。したがって、失業率の回帰係数の符号はマイナスであることが期待されています。これを満たしていないのはイギリスのみです。回帰分析の結果は、イギリスの失業率は統計的に有意であることを示していますが、フィリップス曲線が期待する結果とは異なっています。労働市場での調整な

どが影響していると考えられ、より詳細な分析が必要な状況といます。

たとえば、構造変化をみてみましょう。

しかし、事前には構造変化点はわかりません。何か大きな経済的なショックがあれば、その前後が構造変化になる可能性があります。この設問ではリーマンショック（2008年9月）を含みますので、その近辺が構造変化となる場合があります。また、こうした状況がわからない場合には散布図を作成し、構造変化があったのかを確認するのもよいでしょう。

ここでは推定結果の最も悪いイギリスをみてみましょう。

明らかにグラフにおいても、リーマンショック後それまでのつながりが切れているように見受けられます。イギリスの場合、リーマンショック以前の2007年に銀行の破たん問題が生じています。そこで、2006年までで推定すると、失業率の回帰係数の符号がマイナスで有意となっています。したがって、この付近の時期に構造変化が生じたと推察されます。

### (2000年～2006年)

概要								
回帰統計								
重相関 R	0.414353							
重決定 R2	0.171689							
補正 R2	0.139831							
標準誤差	0.428408							
観測数	28							
分散分析表								
	自由度	変動	分散	割られた分散	有意 F			
回帰	1	0.98909	0.98909	5.389163	0.028365			
残差	26	4.771862	0.183533					
合計	27	5.760952						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	4.589305	1.484763	3.090934	0.004714	1.537331	7.64128	1.537331	7.64128
X 値 1	-0.67276	0.289801	-2.32146	0.028365	-1.26845	-0.07707	-1.26845	-0.07707

(2007年～2010年)

概要								
回帰統計								
重相関 R	0.112413							
重決定 R2	0.012637							
補正 R2	-0.07712							
標準誤差	0.415655							
観測数	13							
分散分析表								
	自由度	変動	分散	調整された分散	有意 F			
回帰	1	0.024323	0.024323	0.140782	0.714639			
残差	11	1.900463	0.172769					
合計	12	1.924786						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	1.876493	0.714391	2.626704	0.023545	0.304129	3.448856	0.304129	3.448856
X 値 1	0.043275	0.115336	0.375209	0.714639	-0.21058	0.297128	-0.21058	0.297128

この状況をF検定（構造変化テスト）でみてみましょう。

残差平方和は、全期 13.69819，前期 4.771862，後期 1.900463，係数の数 2，サンプル数 40 で (7.3) 式に代入して計算すると，

$$F = \frac{\{13.69819 - (4.771862 + 1.900463)\}/2}{(4.771862 + 1.900463)/(40 - 4)} = 18.95375$$

分母の自由度 36，分子の自由度 2 についてF分布表で確認すると，明らかに計算されたFは大きく構造変化が起きたと推察されます。

## 第 8 講

- (1) アメリカの消費関数を推定してみましょう。日本の場合と同様、所得は名目ですので、個人消費デフレーターを使って実質化します。その上で、Excel を使って消費関数を推定すると、以下のようになります。

回帰統計								
重相関 R	0.998838							
重決定 R2	0.997677							
補正 R2	0.997594							
標準誤差	98.42238							
観測数	30							
分散分析表								
	自由度	変動	分散	割られた分散	有意 F			
回帰	1	1.16E+08	1.16E+08	12023.98	2E-38			
残差	28	271235	9686.965					
合計	29	1.17E+08						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-549.706	69.58657	-7.89959	1.33E-08	-692.247	-407.164	-692.247	-407.164
X 値 1	0.85649	0.007811	109.6539	2E-38	0.84049	0.87249	0.84049	0.87249

- (2) アメリカの消費関数の推定は単純に所得変数だけでも概ね有意な結果となっています。

日本の消費関数との大きな違いは所得に関する係数の大きさです。アメリカでは消費性向が高くなっています。このような状況が現在の国際収支の赤字問題にもつながってくると考えられます。この辺りは、国際収支バランスに関する考え方を学んでください。

## 第 9 講

被説明変数を価格 ( $Y_i$ ) , 説明変数をクロック数 ( $X_{1i}$ ) , メモリーの大きさ ( $X_{2i}$ ) , ストレージ容量 ( $X_{3i}$ ) , 液晶サイズ ( $X_{4i}$ ) として推定します。推定結果は以下の通りです。

$$Y_i = 22364 + 75652 X_{1i} + 5512 X_{2i} + 191 X_{3i} - 8548 X_{4i} + u_i \quad (i=1,2, \dots, n)$$

(0.28) (3.98) (2.67) (3.37) (-1.17)

$$R^2 = 0.967 \quad \bar{R}^2 = 0.954 \quad s = 16087$$

クロック数, メモリーの大きさ, ストレージ容量の  $t$  値は 2 を超えていて統計的に有意です。これらの係数は, ゼロでない可能性が高いことを示しています。

一方, 液晶サイズの  $t$  値は -1.17 で統計的に有意ではありません。これは, 係数がゼロの可能性, つまり液晶サイズが価格に与える影響はない可能性が高いことを示しています。そこで,  $X_{4i}$  を説明変数からはずして推定します。

$$Y_i = -58373 + 65526 X_{1i} + 5613 X_{2i} + 183 X_{3i} + u_i \quad (i=1,2, \dots, n)$$

(-1.46) (3.81) (2.68) (3.20)

$$R^2 = 0.962 \quad \bar{R}^2 = 0.952 \quad s = 16359$$

自由度修正済み決定係数は, 0.954 から 0.952 へと多少下がりますが, 推定結果が有意でない変数 ( $X_{4i}$ ) に影響されない, きれいな形の推定式になります。論文やレポートではこちらの式を採用した方がよいでしょう。

## 第 10 講

被説明変数を消費者物価上昇率 ( $Y_i$ ) とします。次に,  $y$  軸と平行な漸近線を  $x = -0.25$  と想定し, 説明変数を加工します。失業率を  $ur_i$  として,  $\frac{1}{ur_i + 0.25}$  を計算し, これを  $X_i$  とします。これを使って, 最小二乗法で推定すると, 以下の式になります。

$$Y_i = -3.45 + 16.72 X_i + u_i \quad (i=1,2, \dots, n)$$

(-3.45) (7.26)

$$R^2 = 0.700 \quad \bar{R}^2 = 0.490 \quad s = 3.04$$

$X_i = \frac{1}{ur_i+0.25}$ を代入すると、双曲線を表す式となります。推定結果をみると、 $x$ 軸に平行な漸近線は $y = -3.45$ になることがわかります。

## 第 11 講

男子の腹筋の回数は、10代のうちは年齢とともに増えますが、20代以降は減っていきます。最高は17歳の31.1回で、次の調査年齢である22歳では29.4回となりそれ以降も徐々に減っていきます。17歳を境に増加傾向から減少傾向へと変わるグラフですが、ダミー変数を使えば、これを1つの推定式で推定することができます。17歳を境に推定する定数項と係数が変わると考えます。

これを係数ダミー変数を使った推定式で表すと、以下ようになります。 $Y_i$ が腹筋の回数で、 $X_i$ が年齢です。 $D_i$ が係数ダミー変数で、17歳以下はゼロ、22歳以上は1が入ります。

$$Y_i = \alpha + D_i + \beta_1 D_i X_i + \beta_2 X_i$$

17歳までは $D_i$ はゼロなので、以下の式になります。

$$Y_i = \alpha + \beta_1 X_i$$

22歳以降は、 $D_i$ が1なので、 $X_i$ についてまとめることができ、以下の式になります。

$$Y_i = \alpha + D_i + (\beta_1 + \beta_2) X_i$$

実際の推定結果は以下の通りになります。カッコ内の値は $t$ 値を表しています。

$$Y_i = 3.86 + 33.33 D_i - 1.98 D_i X_i + 1.65 X_i$$

(1.67) (13.10) (-10.86) (9.13)

$$R^2 = 0.970 \quad \bar{R}^2 = 0.961 \quad s = 1.215$$

この推定式でわかるのは、20歳までは1年ごとに腹筋が1.7回多くできるようになるのに対し、20歳以降は1年ごとに腹筋が0.3回ずつできなくなるということです。

$\bar{R}^2$	17歳以下	$Y_i = 3.86 + 1.65 X_i$
	22歳以上	$Y_i = 37.19 - 0.33 X_i$

## 第 12 講

以下の式を推定します。 $Y_i$ がスターバックスの店舗数、 $X_i$ が県内総生産、 $P_i$ が県民人口です。

$$\frac{Y_i}{P_i} = \alpha' + \beta' \frac{X_i}{P_i} + u_i'$$

推定結果は以下の通りです。

$$\frac{Y_i}{P_i} = -0.08 + 5.30 \frac{X_i}{P_i} + u_i'$$

$$(-2.53) \quad (5.06)$$

$$R^2 = 0.363 \quad \bar{R}^2 = 0.349 \quad s = 0.0282$$

加重最小二乗法に比べて決定係数が落ちますが、 $t$ 値は高いです。基本的には一人当たり県内総生産と店舗数は比例していますが、例外的に東京都の店舗数は少なく、沖縄県の店舗数は多くなっています。決定係数を上げるには、東京と沖縄にダミー変数を入れることが考えられます。

## 第 13 講

【1】 日次の日経平均株価は、「日経平均プロフィール (<https://indexes.nikkei.co.jp/nkave>)」のアーカイブ／ヒストリカルデータにあります。これの対数階差は、Excel の自然対数の関数「LN (数値)」を使い、前期との差をとって作成します。

新月のデータは、国立天文台の暦計算室 (<http://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/>) にあります。「暦の計算」で、「月の高度と方位、月齢」の情報のうち、月齢を使います。東京で正午の月齢を表示し、Excel の切り捨て関数（「ROUNDDOWN (数値)」）を月齢に適用してゼロとなった日を新月の日とします。新月のダミー変数を作るには、それぞれの切り捨てた月齢のデータに対して、IF 関数を使い、IF (月齢のセル=0,1,0) とすると、新月=1、それ以外=0 のダミー変数が作成できます。

これを使い、以下の式を推定します。 $Y_i$ が日経平均株価の対数階差、 $X_i$ が新月のダミー変数です。

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + u_i$$

[2] [F. DIST(3, 4, 104-4, TRUE)]で計算することができます。帰無仮説は、上記の制約が満たされない場合なので、1から引きます

[1-F. DIST(3, 4, 104-4, TRUE)]。

0.022が答えで、2.2%ということになります。

## 第14講

対ドル円レートのデータは、日本銀行のホームページ (<http://www.boj.or.jp/>) から入手できます。「東京市場：ドル・円 スポット：17時時点月中平均」の月次データを使い、AR（自己回帰）モデルを作ります。

本文「14.2 ARモデルの応用」に書いてある手順に沿って、推定します。ラグ数1のものから4のものまで式を作成し、推定します。それぞれの自由度修正済み決定係数を調べ、もっとも高くなったラグ数を採用します。

採用した推定式を用いて予測することができます。

## 第15講

### [所得変数を使った推定]

雇用者報酬を使った推定結果は以下の通りです。 $Y_i$ は東京ディズニーランドの入場者数、 $X_i$ が内閣府の雇用者報酬、 $P_i$ は消費者物価指数です。推定期間は1983年度から2000年度です。

$$Y_i = -618.0 + 8.48(X_i / (P_i / 100)) + u_i$$

(-5.75)                      (19.49)

$$R^2 = 0.960 \quad \bar{R}^2 = 0.957 \quad s = 56.7 \quad DW = 1.40$$

実質GDPを説明変数として推定した場合の自由度修正済み決定係数は0.970なので、実質GDPの方が当てはまりがよいことになります。