

【2005年州内総生産(GDP by State)の公表】米国商務省経済分析局(以下「分析局」)は、2006年10月26日に、各州の2005年州内総生産を公表しました。これは日本でいえば、県民経済計算に相当する統計です。内閣府経済社会総合研究所が県民経済計算の結果を取りまとめて公表するのは、推計対象年度の満了から22~23か月ほど経過した頃ですので、県民経済計算の半分程度という短期間で公表に至っていることとなります。

ただし、今回公表されたのは主要な項目であり、詳細な項目はまだ公表されていません。また、産業別に分割しない州内総生産であれば、既に2006年6月6日に公表されています。

【モンタナ州の状況】熊本県の姉妹提携州であるモンタナ州の状況を簡単に紹介します。分析局ホームページのInteractive Tablesを利用すると、必要なデータを抽出し表示することができます。表1は抽出データの日本語訳です。

[表1]

今日は2006/12/6. 最終改定日:2006/10/26. 次回公表予定日: 2007/6/7.						
名目州内総生産(総額)				単位: 100万ドル		
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005
全国計	9,749,103	10,058,168	10,398,402	10,896,356	11,655,335	12,409,555
モンタナ州	21,366	22,471	23,560	25,477	27,583	29,885

表1から、2000年から2005年までの5年間で、全国の総生産が27.3%増加する間に、モンタナ州の総生産は39.9%増加しており、モンタナ州の増加率(名目経済成長率)が全国を上回っていることが分かります。州内総生産から判断する限り、モンタナ州の経済は、近年好調だったようです。

表1以前の3年間は、逆に、モンタナ州の名目経済成長率が、全国を下回っています。

また、2005年の全国及びモンタナ州の人口は、それぞれ296,410,404人、935,670人でしたので、表1の2005年の計数をこれらで割ることにより、1人当たり総生産は、全国で41,866ドル、モンタナ州で31,940ドルと計算されます。すなわち、モンタナ州の1人当たり総生産は、全国に対して76.3%の水準にとどまっています。

次に、モンタナ州の産業別州内総生産の特化係数(2005年・対全国)を求めてみました。

[表2]

モンタナ州の産業別州内総生産の特化係数(2005年・対全国)									
農林水産	鉱業	公益	建設	製造	卸売	小売	運輸・倉庫	情報	金融・保険
429.7	260.9	183.4	135.0	40.3	92.4	110.2	152.8	64.7	61.3
不動産・物品賃貸・リース		専門サービス	会社・企業の管理		事業サービス・廃棄物処理		教育	保健・社会援助	
91.6		68.6	11.3		67.0		43.7	128.5	
芸術・エンターテインメント・娯楽			宿泊・飲食店	その他のサービス(政府除く)			政府		
139.8			122.1	108.5			135.8		

モンタナ州の産業別州内総生産の特化係数

= ある産業のモンタナ州における構成比/同じ産業の全国における構成比 × 100

表2から、モンタナ州では、全国(の平均的な州)と比較して、農林水産、鉱業、公益などが総生産の多くを占め、逆に、会社・企業の管理、製造、教育などの占める割合が少ない、という特徴を読みとることができます。

【州民所得等】日本の県民経済計算のハイライトは「1人当たり県民所得」ですが、ホームページを見る限り、分析局では個人所得を公表しているものの、「1人当たり州民所得」や「州民所得」は公表していないようでした。支出側のデータも見あたりませんでした。

## 統計数字の何故

統計くまもとを見ていたら熊本市は、エンゲル係数が全国平均を下回っているのが目に止まりました。皆様ご存じのようにエンゲル(法則)係数は、所得が低いほど支出に占める食糧費の割合が大きくなるもので、この係数が低ければ低いほど一般的には所得が高く、豊かであると言う係数です。

熊本市の1世帯当たりの実収入は、453,864円/月で、全国(530,028円/月)の85.63%程度(総務省統計局「家計調査」から)であり、完全失業率も近年は全国平均以上(総務省統計局「労働力調査年報」試算値)になっているのに、本当に熊本市(県)民は豊かなのか、調べてみて気付いたことの幾つかについて報告します。

はじめに、所得金額が多いほどエンゲル係数は低くなっているのか、勤労者世帯について調べてみたところ、細かいところでは逆転現象も見られるが、傾向としては間違いなくエンゲルの法則を見ることができます(表1)。

また、所得の状況を見ると、熊本市1世帯当たりの可処分所得(394,482円/月)も全国(444,966円/月)に比べ低く、エンゲル係数を引き下げようような余裕はなさそうです(家計調査。)

それでは、「食料品の価格水準が低いのか。」と思い総務省統計局の消費者物価地域差指数を見ると、全国を100とし、熊本市は平成16年99.8、平成15年101.2、平成14年101.2、平成13年101.2、平成12年100.1となっており、決して食料品の価格水準が低く、エンゲル係数に影響を与えている訳ではないようです(表2)。

更に、総務省統計局の家計調査で全国平均と比較(1世帯当たり)してみると、熊本市は世帯人員(3.72人)が多く、有業人員(1.50)が低く、18歳未満(1.34)が多く、65歳以上(0.09)が少なくなっています。持家率は、熊本市(48.0%)は20%ほど低くなっており、家賃・地代を支払っている世帯の割合(45.8%)が高くなっています(表3)。

また、貯蓄、負債についても家計調査で調べてみたのですが、熊本市は貯蓄残高が低くなっています(年による調査結果の振幅が大きいため、平成14年～16年の平均を表4に纏めた)。

エンゲル係数が低いのは、世帯構成と、貯蓄残高が低くなっていることが、影響していると思うのですが、まだまだ良く分かりませんし、何故という疑問も増えたようです。時間の合間を見て考えてみようと思うのですが、皆様も謎解きをしてみてください。必要なデータは当課ホームページ「熊本のデータ」等にあります。

表1 全国年間収入階層別(勤労者世帯)エンゲル係数 (単位:千円)

	平均	0 ~ 1,999	2,000 ~ 2,499	5,000 ~ 5,499	9,000 ~ 9,999	15,000 ~
エンゲル係数	21.8	31.6	26.5	23.9	19.7	17.7

総務省統計局「家計調査(平成16年)」から

表2 平成16年平均消費者物価地域差指数(全国を100として)

	H12	H13	H14	H15	H16
九州(食糧)	97.0	96.6	96.3	96.2	96.5
熊本市(食糧)	100.1	101.2	101.2	101.2	99.8

総務省統計局「消費者物価指数年報」から

表3 1世帯当たり年平均1ヶ月間の  
収入と支出 (勤労者世帯)

	全国	熊本市
世帯人員(人)	3.48	3.72
18歳未満人員	1.00	1.34
65歳以上人員	0.21	0.09
有業人員(人)	1.63	1.50
住居費	20,804	24,708
家地代支払世帯	28.8 %	45.8 %
消費支出(円)	330,836	322,233
食料(円)	72,025	66,100
可処分所得(円)	444,966	394,482
外食	14,082	13,698
現物総額の食料	6,370	6,789

総務省統計局「家計調査」平成16年から

表4 貯蓄・負債高(3カ年平均)  
(単位:万円)

	全国	熊本
年間収入(A)	664	599
貯蓄高(B)	1,690	1,376
B / A	254.52	229.72
負債高(C)	523	386
C / A	78.77	64.44

総務省統計局「家計調査」から

熊本市の調査結果振幅が大きいことから  
平成14~16年を平均

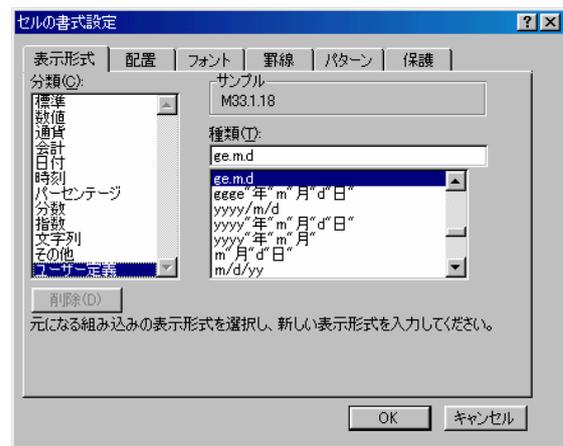
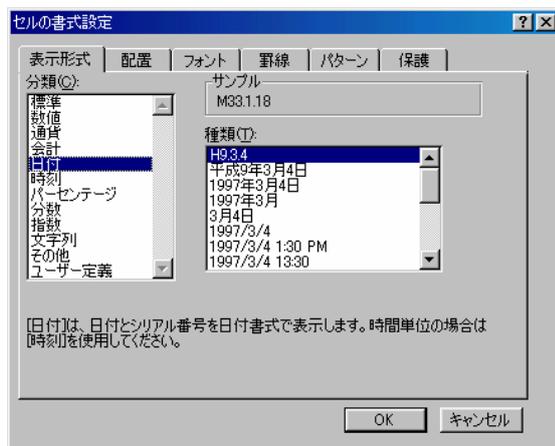
# 統計アラカルト

## 「知ればちょっと便利かな！」シリーズ

- エクセル編 (その2) -

シリーズ第2回目は、関数ではなく、「セルの書式設定」の中から年月日等の表示方法を取りあげます。

通常、セルの書式設定の[表示形式]の[日付]や[ユーザー定義]の中に年月日等の表示方法が下図のとおりいくつも用意されています。



なお、上記の設定以外でも、ユーザー定義で表示する方法がありますので、下表にその一部を紹介します。

2006/3/7 をどのように表示するか。

表示項目	表示例	ユーザー定義
年(西暦)表示	2006	yyyy
年(和暦)表示	平成18年	ggge"年"
	H18	ge
月表示	3	m
	3月	m"月"
	Mar	mmm
	March	mmmm
日表示	07	dd
	7日	d"日"
曜日表示	火曜日	aaaa
	火	aaa
	Tue	ddd
	Tuesday	dddd

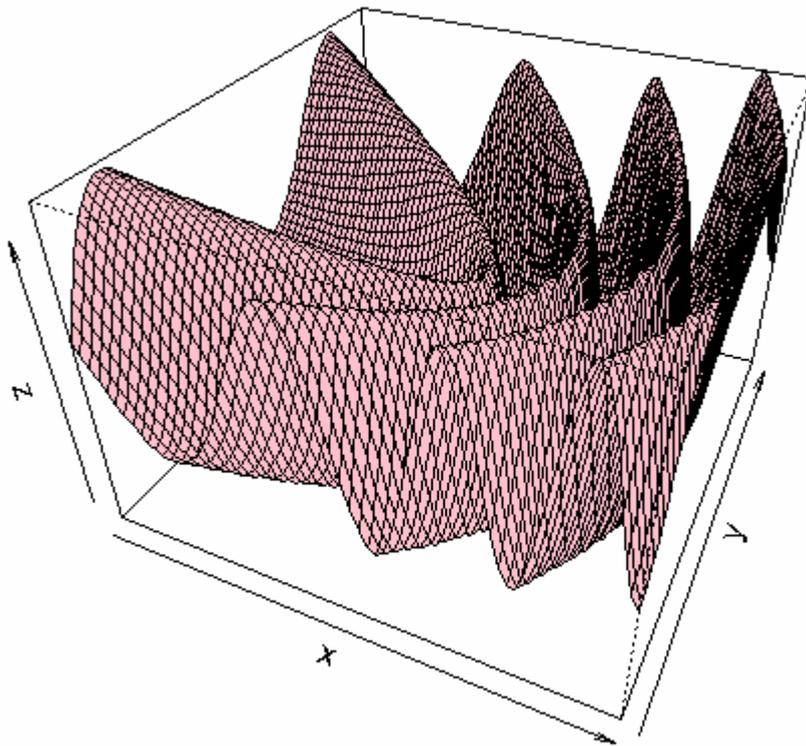
これらを組み合わせて、[ユーザー定義]で「yyyy"年"m"月"d"日("aaa)）」と入力すると、「2006年3月7日(火)」と表示することができます。

このように、ユーザー定義でいろいろな表示形式が設定できますので、トライしてみてください。

# R による 3 次元グラフ

# 統計アラカルト

統計解析用フリーソフトウェア R ( 参考 1 ) で、3 次元グラフを描いてみました。R を利用したことのない方も、とりあえず下記の式を改変するなどして、一度試してみてもいかがでしょうか。



式 :

```
x <- seq  
0, 10, length= 75)  
y <- x  
f <- function(x,y) {sin(sqrt(x^2+y^2))/1.05+x)+sqrt(x^2+y^2)/10}  
z <- outer(x, y, f)  
persp(x, y, z, theta = 25, phi = 35, expand = 0.7, col = "pink")
```

( - 1

## 【参考】

- 1 R Development Core Team (2006). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- 2 Rweb(Rを試用できる日本語のページ) <http://r.nakama.ne.jp/Rweb-jp/>
- 3 R-tips(日本語のマニュアル) <http://cse.naro.affrc.go.jp/takezawa/r-tips/r.html>



## 「知ればちょっと便利かな！」シリーズ

### - エクセル編 (その3) -

前々回で SUMIF 関数を取り上げましたが、この関数では複数条件での集計ができないので、第3回は「DSUM」という関数を取り上げることにしました。

この関数を使えば、複数の条件（下表例：男女別、正社員・臨時職員別）で集計することができます。

【例】=DSUM(検索範囲,集計項目,検索条件範囲)

検索条件範囲に指定した別表を検索条件として、これに合うデータを検索範囲で探し、集計項目で指定した列にある値を合計する。

- ・ 検索範囲：表頭を含みデータ部分全体（表頭がないと集計できない）
- ・ 集計項目：人数
- ・ 検索条件範囲：検索条件（ 、 ）の表 [G、H列の表]

性別が男で、区分が正社員の数を求める場合

セルD13に =DSUM(\$B\$1:\$D\$12,\$D\$2,\$G\$2:\$H\$3) と入力。

	A	B	C	D	F	G	H
1	会社名	性別	区分	人数		検索条件 (男、正社員)	
2	A社	男	正社員	1		性別	区分
3	A社	女	臨時職員	2		男	正社員
4	B社	男	正社員	3			
5	B社	女	正社員	4		検索条件 (女、正社員)	
6	B社	女	臨時職員	5		性別	区分
7	C社	男	臨時職員	6		女	正社員
8	C社	女	正社員	7			
9	D社	男	臨時職員	8		検索条件 (男、臨時職員)	
10	D社	女	臨時職員	9		性別	区分
11	D社	男	正社員	10		男	臨時職員
12	D社	女	正社員	11			
13	計	男	正社員	14		検索条件 (女、臨時職員)	
14		女	正社員	22		性別	区分
15		男	臨時職員	14		女	臨時職員
16		女	臨時職員	16			

また、検索条件が少なければ上記の方法でもよいと思うのですが、検索条件が多くなると表を作成するのが大変になります。そこでもう一つの方法としては、データと別の列やシートに作成するものです。

性別が男で、区分が正社員の数を求める場合

上記と同じように、セル I3 に  $=DSUM(\$B\$1:\$D\$12,\$D\$2,\$G\$2:H3)$  と入力。  
 なお、上記の式中、検索条件の範囲の「 $\$G\$2:\$H\$3$ 」を「 $\$G\$2:H3$ 」と片方のセルの絶対参照を外すこと。

次に、性別が女で、区分が正社員の数を求める場合  
 上のセル I3 を I4 にコピーするが、当該値は上のセル値も含まれていることから、  
 コピーした数式に「 $-SUM(\$I\$3:I3)$ 」と挿入する。

数式は、 $=DSUM(\$B\$1:\$D\$12,\$D\$2,\$G\$2:H3)-SUM(\$I\$3:I3)$

次のセルには、上の数式をコピーすれば、下表のようになります。

	A	B	C	D	F	G	H	I
1	会社名	性別	区分	人数	検索条件			
2	A社	男	正社員	1	性別	区分	人数	
3	A社	女	臨時職員	2	男	正社員		14
4	B社	男	正社員	3	女	正社員		22
5	B社	女	正社員	4	男	臨時職員		14
6	B社	女	臨時職員	5	女	臨時職員		16
7	C社	男	臨時職員	6				
8	C社	女	正社員	7				
9	D社	男	臨時職員	8				
10	D社	女	臨時職員	9				
11	D社	男	正社員	10				

なお、このシリーズではほんの一例をあげていますので、他にも方法があるかと思いますが、参考になれば幸いです。

本誌のデータは、インターネットからダウンロードできます。

〔熊本県ホームページ内サイト「熊本のデータ」〕

<http://www.pref.kumamoto.jp/statistics/>

平成19年2月
編集・発行：熊本県統計調査課
熊本市水前寺6丁目18-1 096-383-1111(代) 内線3609
印刷 ホープ印刷株式会社

## ジニ係数の誤差はどのくらい？

### 1 ジニ係数について(メモ)

ジニ係数は、所得格差の大きさを測る指標としてよく利用されます。平成16年全国消費実態調査の結果から、総務省は、シンプソンの近似式(注1)により、世帯の年間収入についてのジニ係数を県別に算定し、公表しました。これによると、熊本県のジニ係数(2人以上の世帯・全世帯)は0.316であり、47県中で大きい方から4位でした(つまり、熊本県は、所得格差が4番目に大きい)。

### 2 誤差の推定方法

フリーソフトウェアR(注2)を使用して、乱数による実験(モンテカルロ実験)を行い、シンプソンの近似式を使用することによる誤差と、標本抽出の偶然による誤差(標本誤差)を見てみます。実験の回数は1000回、調査対象世帯数は750と想定します(平成16年全国消費実態調査熊本県分の世帯数とほぼ同じ)。

### 3 世帯の年間収入の分布

各世帯の年間収入は、次の式(確率分布)に従うものとししました。ただし、 $a$ 、 $b$ は、0と1の間の一様乱数です。このとき世帯の年間収入の分布は、収入の低い側に頂点が偏った非対称形になります。

$$\text{年間収入} = a + b + 2 \times a \times b$$

### 4 結果

	最小値	小さい方から 25番目	平均値	中央値	大きい方から 25番目	最大値
ジニ係数(a)	0.290	0.299	0.312	0.311	0.325	0.332
近似式による ジニ係数(b)	0.291	0.300	0.313	0.312	0.326	0.334
a - b	-0.030	-0.019	-0.001	-0.001	0.018	0.027

近似をしないジニ係数とシンプソンの近似式によるジニ係数の差は、概ね0.02以内でした。また、どちらの方法で計算しても、標本誤差は、 $\pm 0.013$ 程度でした。ただし、この結果は、3における分布の仮定の影響を受けています。

(注1) 総務省統計局ホームページに解説が掲載されています。

<http://www.stat.go.jp/data/zensho/2004/kaisetsu.htm#13>

(注2) R Development Core Team (2006). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

# 統計アラカルト

## 「知ればちょっと便利かな！」シリーズ

### - エクセル編 (その4) -

シリーズ第4回目として「CONCATENATE」という関数です。

この関数は、複数の文字列を結合して一つの文字列にまとめるものです。

文字列を結合するのに、よく使っている方法としては"&"演算子を用いますが、上記関数を使用してやってみましょう。

【例】= CONCATENATE(文字列1,文字列2,文字列3,・・・)

セルA1に「熊本県」、B1に「熊本市」、C1に「水前寺」と入力。

E1にこの文字列を結合する場合、

CONCATENATE 関数 := CONCATENATE(A1,B1,C1)と入力

これは、"&"演算子を使った場合(式 :=A1&B1&C1)と同じとなります。

	A	B	C	D	E
1	熊本県	熊本市	水前寺		熊本県熊本市水前寺

同じように「熊本県熊本市水前寺6丁目」と表示させたい場合、

CONCATENATE 関数 := CONCATENATE(A1,B1,C1,"6丁目")と入力

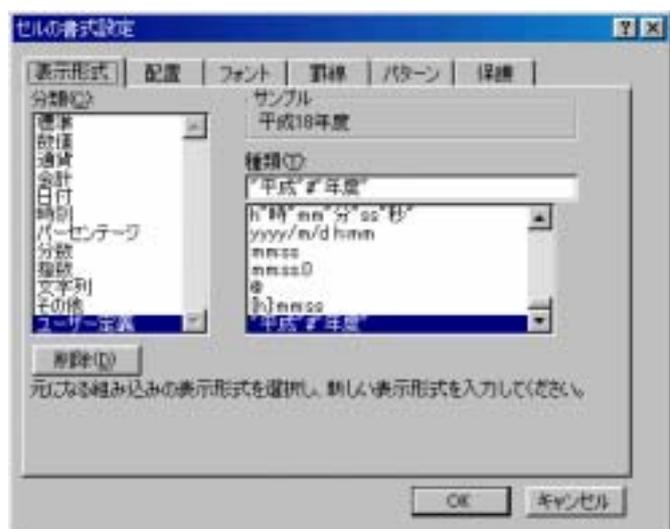
又は、セルD1に「6丁目」と入力して、

CONCATENATE 関数 := CONCATENATE(A1,B1,C1,D1)と入力

	A	B	C	D	E
1	熊本県	熊本市	水前寺	6丁目	熊本県熊本市水前寺6丁目

また、関数ではなく違った表示例ですが、参考として[セルの書式設定]の[表示形式]を紹介します。

セルに「18」と入力して、当該セルを「平成18年度」と表示させたい場合、[セルの書式設定] [表示設定] [ユーザー定義]で種類の欄に["平成"#"年度"]と入力する方法などもあります。





## 高くおよぐやこいのぼり～

こどもの日が近づき、こいのぼりが目につくようになりました。唱歌「鯉のぼり」に歌われるように、五月晴れの空に踊る鯉のぼりの姿はすがすがしいものです。

さて、そのこいのぼりを空に泳がせるのになくはないのは「風」ですが、その速さについて、気象庁のホームページに掲載されている気象観測データから風速(m/秒)の値を見てみたいと思います。

このデータの観測地点は、熊本県の熊本地方で1997年から2006年までの10年間の月平均数値です。

(表1) 熊本 平均風速の月平均値 (m/s)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年の値
1997	1.9	1.9	2.1	1.8	2.1	1.9	2.6	2.3	2.1	1.7	1.6	1.7	2.0
1998	2.0	2.1	2.1	1.8	2.0	2.0	2.1	2.2	1.8	1.8	1.7	1.5	1.9
1999	1.9	2.2	2.6	2.7	2.2	2.5	2.2	2.7	2.2	2.2	2.1	2.0	2.3
2000	2.2	2.4	2.5	2.5	2.0	2.3	2.6	2.6	2.5	2.1	2.0	2.0	2.3
2001	2.4	2.3	2.6	2.5	2.2	2.5	2.0	2.6	2.6	2.3	1.9	2.2	2.3
2002	2.5	2.1	2.4	2.3	2.0	2.1	2.8	2.9	2.4	2.0	2.3	2.4	2.4
2003	2.3	2.1	2.6	2.7	3.1	2.6	2.8	2.5	2.4	2.3	2.0	2.3	2.5
2004	2.1	2.3	2.6	2.3	2.2	2.8	2.6	2.6	2.4	3.0	1.7	1.9	2.4
2005	1.9	2.5	2.3	2.2	2.2	2.6	2.7	2.0	2.7	2.2	2.0	2.4	2.3
2006	2.0	2.4	2.4	2.7	2.5	2.5	2.6	2.1	2.4	2.2	2.3	2.1	2.4

(熊本地方気象台HPより)

(表2) 各月の平均値 (m/s)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年の値
平均	2.1	2.2	2.4	2.4	2.3	2.4	2.5	2.5	2.4	2.2	2.0	2.1	2.3

(表1から平均値を算出：四捨五入)

表1から、過去10年間のうち、風速が2.0m/sを下回る年が何回あるかを月毎に見てみると次のようになります。

- ・ 1回... 2月、6月、9月、12月
- ・ 2回... 4月、10月
- ・ 3回... 1月
- ・ 4回... 11月
- ・ なし... 3月、5月(すべての年で2.0m/s超)

表2の平均値では、夏の時期(7、8月)に高く、晩秋から冬(11～1月)にかけては低くなっています。

また、こいのぼりの立つ時期(3月～5月)のデータを見てみると、ほとんどの年が2.0m/sを超えており(表1)、平均値で見てもやや高くなっているのがわかります(表2)。

春一番が吹く弥生、桜吹雪が舞う卯月から、風薫る皐月に向かう佳い風が吹いているようです。

なお、気象に関するデータについては次のホームページに紹介されています。  
気象庁 (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)



## 一人当たり所得格差

平成 16 年度市町村民所得推計報告書が 3 月末に公表されたところですが、その中で「一人当たり市町村民所得」の格差が大きいとの指摘がありますので、この点について説明します。

市町村民所得とは、生産活動により生み出された付加価値が、各生産要素にどのように配分されたかを表すもので、雇用者報酬、財産所得、企業所得からなっており、個人の得た所得だけでなく企業所得が含まれています。表に示したように A 町では、企業所得の構成比(民間法人企業 54.4%)が県平均に比べ大きくなっており、企業所得の多寡が「一人当たり市町村民所得」の格差を増幅させる大きな要因になっていることが分かります。

「一人当たり市町村民所得」は市町村経済の水準を表す指標であり、個人の所得水準を示すものではない点に注意することが必要です。

(表) 市町村民所得

(単位：千円)

	県計	A 町	B 村
雇用者報酬	2,977,516,760(68.0)	52,546,091(37.6)	1,700,411(65.9)
┆ 賃金・俸給	2,610,885,997(59.6)	46,051,191(32.9)	1,488,716(57.7)
┆ 雇主の社会負担	366,630,763(8.4)	6,494,900(4.6)	211,695(8.2)
企業所得	1,222,304,133(27.9)	84,615,770(60.5)	820,969(31.8)
┆ 民間法人企業	570,125,000(13.0)	76,067,677(54.4)	18,094(0.7)
┆ 公的企業	84,427,713(1.9)	779,146(0.6)	70,945(2.7)
┆ 個人企業	567,751,420(13.0)	7,768,947(5.6)	731,930(28.4)
財産所得	180,372,474(4.1)	2,647,659(1.9)	58,974(2.3)
┆ 一般政府	30,150,730( 0.7)	693,633( 0.5)	127,683( 4.9)
┆ 家計	208,216,156(4.8)	3,315,347(2.4)	186,424(7.2)
┆ 対家計非営利団体	2,307,048(0.1)	25,945(0.0)	233(0.0)
一人当たり市町村民所得	2,365	4,842	1,464

( )は、構成比(単位：%)。

なお、個人の所得水準に近いものとしては、「市町村民所得推計」の中で本県が独自の概念として算出している「一人当たり家計所得」があります。これを参考とするにあつては、個人企業所得に帰属家賃( )が含まれるなど、留意すべき点があります(図)。

帰属家賃 = 自己所有住宅についても家賃収入を得たと仮定して、所得に計上。詳しくは、平成 16 年度市町村民所得推計報告書 156 ~ 157 頁をご覧ください。

(図) B村の市町村民所得と家計所得

家計所得		市町村民所得		(単位：千円)
1,700,411	雇用者報酬	雇用者報酬 (賃金・俸給) (雇主の社会負担)	1,700,411 (1,488,716) (211,695)	
731,930	個人企業所得	企業所得 (民間法人企業) (公的企業)	820,969 (18,094) (70,945)	
186,424	家計の財産所得	(個人企業)	(731,930)	
1,167,217	社会保障給付	財産所得 (一般政府) (家計の財産)	58,974 ( 127,683) (186,424)	
353,107	その他の経常移転(純)	(対家計民間非営利)	(233)	
4,139,089	合計	合計	2,580,354	
2,348	一人当たり家計所得	一人当たり市町村民所得	1,464	

「社会保障給付」は、健康保険、厚生年金等の移転所得。

「その他の経常移転」は、損害保険金等移転所得の受け払いの差。

市町村民所得推計は、市町村経済の構造、規模、水準などを明らかにしようとするもの。

## 演算誤差のいろいろ

コンピューターで小数の計算をすると、誤差が生じることがあります。今回は、Microsoft Excel による計算で誤差が生じる例を、いくつかご紹介します。

参考1 Microsoft サポートオンライン「Excel で浮動小数点演算の結果が正しくない場合がある」

<http://support.microsoft.com/kb/78113/ja>

参考2 「日経PC21 WEBスペシャル 演算誤差対策講座」

<http://pc.nikkeibp.co.jp/pc21/special/gosa/index.shtml>

12.5-12.4-0.1 → -3.60822E-16 表示形式は「標準」

誤差が生じるため、計算結果は0になりません。これは、 $-2^{-52}-2^{-53}-2^{-55}$  と等しい値です。

12.5-0.1-12.4 0 表示形式は「標準」

と同じことなのですが、引く順序を入れ替えると誤差が生じません。

0.5-0.4-0.1 0 表示形式は「標準」

本当は誤差が生じるはずなのですが、Excel 97以降では、誤差を自動的に補正して、正確な結果を返すことがあります。

(0.5-0.4-0.1) -2.77556E-17 表示形式は「標準」

と同じことなのですが、かっこでくくると誤差( $-2^{-55}$ )が生じます。

0.5-0.4-0.1+0 -2.77556E-17 表示形式は「標準」

最後に0を加えても、と同じ誤差が生じます。

(0.6-0.3-0.3) 0 表示形式は「標準」

もとの数の2分の1を2回引くときは、カッコを付けても誤差が生じません。最後に0を加えても同様です。

1.2-1.1 0.0999999999999999 表示形式は「数値」

セルの書式設定で表示形式を「標準」から「数値」にして、しかも表示桁数を大きくしないと、誤差が分かりにくい場合の例です。「標準」では、0.1と表示されます。

$$\begin{aligned} \text{計算結果} = & 2^{-4}+2^{-5}+2^{-8}+2^{-9}+2^{-12}+2^{-13}+2^{-16}+2^{-17}+2^{-20}+2^{-21}+2^{-24}+2^{-25}+2^{-28}+2^{-29}+2^{-32}+2^{-33} \\ & +2^{-36}+2^{-37}+2^{-40}+2^{-41}+2^{-44}+2^{-45}+2^{-48}+2^{-49}+2^{-52} \end{aligned}$$

ROUNDDOWN(1.2-1.1,1) 0 表示形式は「標準」

の計算との違いは切り捨ての端数処理だけですが、今度は表示形式が「標準」のままで、誤差がはっきりと分かります(正しい答は0.1)。

40000.848 40000.8479999999 表示形式は「数値」

40000.848のように、入力するだけで誤差が生じる数もあります(表示桁数を大きくするか、数式バーで確かめてください)。

参考3 Microsoft サポートオンライン「[XL97]特定の小数部を持つ数値を入力した場合に誤差を生じる」

<http://support.microsoft.com/kb/161234/ja>

-100, -99.9, -99.8, …… -0.1, -5.7E-12, 0.1, …… 表示形式は「標準」

マウスをドラッグして(つまりオートフィルで)連続データを作成すると、このように誤差が生じます(-100と-99.9の2つから作成したデータを例示。-0.1や0.1にも微小な誤差が生じているが、セルの書式設定を「標準」としている場合の表示はこのようになる)。「編集-フィル-連続データの作成」で作成したり、0.1ずつ足していく式で作成すると、異なる誤差が生じます。

 本稿のウェブ版では、の計算を例にして、誤差が生じる仕組みを詳しく説明していますので、併せてご覧ください。



表1

2進数と10進数の対照表

自然数 (参考)			小 数		
2進数(A)	10進数(B)	Bを2の累乗で表す(C)	2進数(D)	10進数(E)	Eを2の累乗で表す(F)
1	1	$2^0$	1	1	$2^0$
10	2	$2^1$	0.1	0.5	$2^{-1}$
100	4	$2^2$	0.01	0.25	$2^{-2}$
1000	8	$2^3$	0.001	0.125	$2^{-3}$
10000	16	$2^4$	0.0001	0.0625	$2^{-4}$
100000	32	$2^5$	0.00001	0.03125	$2^{-5}$
1000000	64	$2^6$	0.000001	0.015625	$2^{-6}$
10000000	128	$2^7$	0.0000001	0.0078125	$2^{-7}$
100000000	256	$2^8$	0.00000001	0.00390625	$2^{-8}$
1000000000	512	$2^9$	0.000000001	0.001953125	$2^{-9}$
10000000000	1024	$2^{10}$	0.0000000001	0.0009765625	$2^{-10}$
100000000000	2048	$2^{11}$	0.00000000001	0.00048828125	$2^{-11}$
1000000000000	4096	$2^{12}$	0.000000000001	0.000244140625	$2^{-12}$
....	....	....	....	....	....
....	....	....	....	....	....
....	....	....	....	....	....

0.5を2進数に変換

表1を見れば、0.5の2進数への変換は、すぐに分かります( 0.5      0.1 )。

0.4を2進数に変換

次に0.4を2進数に変換します。まず0.4を、表1のE列に含まれる数に分解します。ただし、できるだけ大きい(上の方の)数を使うようにします。すると、

$$0.4=0.25+0.125+0.015625+0.0078125+0.0009765625+0.00048828125+\dots$$

E列で、0.4より小さい数のうち最大のものは、0.25。0.4-0.25=0.15。

E列で、0.15より小さい数のうち最大のものは、0.125。0.15-0.125=0.025。

E列で、0.025より小さい数のうち最大のものは、0.015625。0.025-0.015625=0.009375。

E列で、0.009375より小さい数のうち最大のものは、0.0078125。0.009375-0.0078125=0.0015625。

E列で、0.0015625より小さい数のうち最大のものは、0.0009765625。0.0015625-0.0009765625=0.0005859375

E列で、0.0005859375より小さい数のうち最大のものは、0.00048828125。0.0005859375-0.00048828125=0.00009765625

(以下同様に続けていく。)

F列(D列でも可)の書き方で書き直しましょう。

$$0.4=0 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} + 0 \times 2^{-4} + 0 \times 2^{-5} + 1 \times 2^{-6} + 1 \times 2^{-7} + 0 \times 2^{-8} + 0 \times 2^{-9} + 1 \times 2^{-10} + 1 \times 2^{-11} + \dots$$

この式から係数だけ抜き出し、並べて書いて小数点を入れると、0.01100110011...になります。

この操作の意味が分からない場合は、10進数からの類推で考えてください。例えば、次の式と見比べてみてください。

$$0.506078=0 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 0 \times 10^{-2} + 6 \times 10^{-3} + 0 \times 10^{-4} + 7 \times 10^{-5} + 8 \times 10^{-6}$$

これで、0.4の2進数への変換ができました。

【確認】：初項0.375(=0.25+0.125)、公比  $\frac{1}{16}$  の等比級数  $\frac{0.375}{1 - \frac{1}{16}} = 0.4$

【公式】  $|r| < 1$  のとき

$$a + ar + ar^2 + ar^3 + ar^4 + \dots = \frac{a}{1 - r}$$





