

〔共同研究：南大阪地域の統計調査，計量経済分析，および地域経済情報システムの構築(Ⅲ)〕

# 小地域景気指標の推計について

—GLMM（階層ベイズモデル）によるアプローチ—

荒 木 英 一

1. はじめに
2. データと問題の所在
  - (1) 小地域推定の問題
  - (2) 「ベイズ法」による補正
3. GLMM アプローチ
  - (1) モデル
  - (2) 推計結果
4. 結びにかえて

## 1. は じ め に

我が国では，全国を対象とするものから地域対象のものまで，さまざまな景況調査が行われているが，市町村レベルまで区画を細かく区切って指標が公表されているケースはまれである。小論では，こうした小地域景気指標作成の可能性について検討したい。

具体的な素材として，本学総合研究所の共同研究プロジェクト（02連154，05連181，08連199で実施された「南大阪景況調査」）が蓄積してきた調査データをもとにして，南大阪の各市町村それぞれの景気指標作成について考察をすすめる。

以下，まず第2節でデータの概略と問題の所在を述べるとともに，従来からの解決策のひとつとして「ベイズ法」と呼ばれるものを紹介し，小論の問題には適用しがたいことを示す。

そこで第3節では，小論のモデルを提示し，推計結果を示す。小論のモデルは一般化線形混合モデル（Generalised Linear Mixed Model）と呼ばれるもので，これをベイズ的手法によって推計してみよう。

## 2. データと問題の所在

### (1) 小地域推定の問題

本学総合研究所の共同研究プロジェクト（「南大阪景況調査」）では，2004年第1四半期（4月から6月）にはじまり2009年第2四半期まで，四半期ごとに1000の事業所に対してア

ンケート調査を実施した。対象の1000事業所は（当プロジェクトで別途に構築された）南大阪事業所データベースから無作為に抽出され、毎回の回収数は100～150前後（回収率10～15%）であった<sup>1)</sup>。

さて、巻末の【表1】は、このプロジェクトにより蓄積された調査結果のうち、2005年第1四半期から2009年第2四半期までのデータをプールして、売上高に関する設問（「3ヶ月前と比べて、売上は増えたか？」）への回答総数を、市町村別・産業別に集計したものである<sup>2)</sup>。回答総数は南大阪全域で1337事業所にのぼるが、市町村別にばらつきがあり、たとえば最上段の堺市では564事業所が回答しているのに対して、最下段の岬町では、建設業・小売業・製造業のわずか5事業所の回答しか得られていない。

さらに、巻末の【表2】は、この設問に対して「増えた」と回答した事業所の数を集計して、比率を算出したものである。たとえば最上段の堺市製造業では、回答総数132事業所のうち22事業所が「売上は増えた」と回答し、その比率は16.7%である。しかし、最下段の岬町の場合には、回答総数わずか5事業所のうち「売上が増えた」と回答した事業所は1社もなく、比率はすべてゼロとなっている。

「売上が増えた」とする事業所の比率は、景気指標のひとつと考える。だが【表2】の数値をそのまま各市町村ごとの指標と見なすことはとうていできないだろう<sup>3)</sup>。なんらかのかたちで、回答数がきわめて少ない小地域の数値を補正してやる必要がある。

## (2) 「ベイズ法」による補正

こうした小地域内でのサンプル不足に対して、たとえば「市区町村別生命表」（厚生労働省）では、次のような補正を行っている<sup>4)</sup>。

この「生命表」では各地域の死亡率 $\theta$ を推定することが課題となる。ある小地域のサンプル数を $n$ とし、サンプル中の死亡者数を $d$ としよう。このサンプル数 $n$ がきわめて少ないために当該小地域における死亡率 $\theta$ の推定が困難な状況を想定しよう。このとき、（当該小地域を含む）より大きな地域のサンプル数を $N$ とし、死亡者数を $D$ として、 $\theta$ の事前分布をベータ分布、その密度関数を $\pi(\theta; D, N)$ とする<sup>5)</sup>。

1) この調査の詳細については、荒木 [2006]などを参照。

2) 2004年第4四半期に一部市町村の併合があったため、2005年第1四半期からのデータを利用することとした。

3) 経済センサス（平成21年版）によると、岬町には、555の事業所（4531名の従業者）が存在している。2004年から2009年までの5年間に我々が得たサンプルは、このうちわずか5個である。

4) 「ベイズ推定とは」（厚生労働省「市区町村別生命表の概況」<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/life/ckts05/sanko02.html>）。厚労省のサイトには「ベイズ法」に関する詳細な説明はないが、この手法は、たとえば丹後 [2000]などで扱われている。

5)  $B(\alpha, \beta)$  はベータ関数をあらわす。

$$\pi(\theta; D, N) = \frac{1}{B(D, N-D)} \theta^{D-1} (1-\theta)^{N-D-1}$$

実際に得られるサンプルの尤度は二項分布となるから

$$\binom{n}{d} \theta^d (1-\theta)^{n-d}$$

$\theta$  の事後分布  $p(\theta|d, n)$  は

$$p(\theta|d, n) \propto \pi(\theta; D+d, N-D+n-d)$$

そこで、この期待値を、 $\theta$  の点推定値とする。

$$\hat{\theta} = \frac{D+d}{N+n}$$

この方法を適用して、我々の【表2】の比率を補正してみたものが、巻末の【表3】である<sup>6)</sup>。

【表3】では、ある小地域のある産業における比率を補正するために、より大きな地域のサンプル数を  $N$  とし、このうち「売上高が増えた」事業所数を  $D$  とし、3通りの可能性を想定している。すなわち、(A)当該産業の南大阪全域のサンプル、(B)当該地域の全産業のサンプル、(C)南大阪全域の全産業のサンプルである。

一見してわかるとおり、3つの表の数値はかなり異なっている。しかし、いずれが妥当かを判定することはむずかしい。判定が困難な理由は、この方法が経済学以外の分野で考案されたものであり、経済のロジックを反映していないからだろう<sup>7)</sup>。

そこで次節では、経済学的な視点から、別のアプローチを考察したい。

### 3. GLMM アプローチ

#### (1) モデル

ある小地域の景況を、産業要因と地域要因のふたつから説明するモデルを考えよう。ここに言う「産業要因」とは、当該地域の産業構成を指す。【表1】より、われわれの産業分類は非常に大きなくくりになってはいるが、それでも、たとえば、同じ産業の事業所ならば、当該地域のそれと南大阪全域のそれとは、ある程度似通った傾向を示すはずである。

そして、産業構成だけでは説明できない地域独自の要因を「地域要因」と呼ぶことにする。こちらは多岐にわたるが、たとえば事業所の（平均的な）規模や集積度、さらに当該地域自体の人口密度といった説明変数を指す。地域要因は、産業によって異なる可能性がある。たとえば、小売業の場合には当該地域の人口密度が重要な説明変数となり、製造業の場合には当該地域の事業所密度といったものが重要な説明変数となるかもしれない。

6) 質問の選択肢が  $m$  個あるときには尤度関数が多項分布となるが、この場合にも、事前分布を多変量ベータ分布とすれば、事後分布も共役なベータ分布となって、同じロジックが適用できる。

7) 経済学的な視点で評価すると、(A)の表は小地域の景気指標を「産業要因」から補正しようとするもの、(B)の表は「地域要因」から説明しようとするものと解釈できるだろうか。

そこで、以下では、産業別にモデルを構成することとしよう。

ある産業をとりあげる。まず、 $N_i$ を第*i*地域のサンプル数、そのうち「売上高が増えた」と回答した事業所の数を $S_i$ として、計数データ $S_i$ はポアソン分布にしたがうものとする。

$$S_i \sim \text{Poisson}(\lambda_i)$$

パラメータ $\lambda$ のリンク関数と線形予測子を

$$\log(\lambda_i) = \log N_i + \log \bar{\lambda} + \alpha_i + \sum_{k=1}^K \beta_k X_k$$

とする。ここに

$$\bar{\lambda} = \frac{\sum_i S_i}{\sum_i N_i}$$

であり、この産業に属する南大阪全域の総サンプルのうち「売上高が増えた」と回答した事業所の比率（以下、産業平均比率）である。これを「産業要因」としよう<sup>8)</sup>。また

$$\alpha_i + \sum_{k=1}^K \beta_k X_k, \quad \alpha_i \sim N(0, \sigma^2)$$

を「地域要因」（ $X_k$ は地域独自の事情を反映する説明変数、 $K$ は説明変数の個数）としよう。

## (2) 推計結果

小論では、小売業と製造業について行った推計の結果を示す。

いずれの産業についても、モデルの説明変数 $X_k$ として、当該地域の人口密度( $X_1$ )、事業所密度( $X_2$ )、事業所あたり平均従業者数( $X_3$ )の3つを用いることとした<sup>9)</sup>。

小売業	平均	標準偏差	2.5%点	25%点	50%点	75%点	97.5%点	Rhat
$\beta_0$	-1.04053	1.6879	-4.5050	-2.1520	-0.9706	0.1021	2.1460	1.0144
$\beta_1$	0.03854	0.3230	-0.5813	-0.1763	0.0339	0.2486	0.6772	1.0100
$\beta_2$	0.00328	0.0428	-0.0829	-0.0249	0.0047	0.0321	0.0845	1.0068
$\beta_3$	0.09212	0.2060	-0.3087	-0.0442	0.0882	0.2273	0.5007	1.0129
$\sigma$	0.24336	0.2060	0.0079	0.0867	0.1941	0.3455	0.7635	1.0126
製造業	平均	標準偏差	2.5%点	25%点	50%点	75%点	97.5%点	Rhat
$\beta_0$	0.30237	0.8411	-1.3260	-0.2201	0.3121	0.8476	1.8880	1.0025
$\beta_1$	-0.03237	0.1973	-0.4310	-0.1537	-0.0287	0.0925	0.3531	1.0042
$\beta_2$	-0.00199	0.0335	-0.0687	-0.0234	-0.0020	0.0192	0.0637	1.0047
$\beta_3$	-0.01383	0.0557	-0.1205	-0.0510	-0.0139	0.0218	0.0962	1.0029
$\sigma$	0.27839	0.2521	0.0034	0.0939	0.2163	0.3961	0.8740	1.0563

8) 地域要因がゼロのとき、当該地域の比率（の期待値 $\lambda_i/N_i$ ）は、産業平均比率に等しくなる。

9) 国勢調査や経済センサス等の公開によって小地域統計の利用可能性は広がってはいるが、まだまだ選択できる変数は少ない。なお、いずれも、 $\sigma$ の事前分布を0から $1.0e+4$ までの一様分布として、MCMC推計を行っている。

いずれのケースも、地域要因にかかる係数 ( $\beta$ ) は (95%信用区間内にゼロを含むという意味で) 有意ではないが、経済学的な解釈が可能なモデルを推計した結果として、有意ではないことが判明したものと考えたい。

巻末の【表4】に、各産業について、このモデルの推計結果に基づいて、小地域別の回答比率を補正した結果を示す。

#### 4. 結びにかえて

小論では、小地域推定の問題を考察した。地域独自要因の抽出については課題が残るものの、サンプル数が少ない小地域における景気指標を、経済学的に解釈可能なモデルから推計する試みを提示した。

産業区分を細かくしてより精密な小地域変数を作成すること、産業間のデータをプールしてより一般的なモデルへ発展させることなどが、今後の課題として残される。

#### 引用・参考文献

- ・荒木 [2006]: 「景況調査の実践およびその意義」(荒木英一, 『桃山学院大学総合研究所紀要』第31巻3号 pp. 155-180, 2006年3月)
- ・久保川 [2006]: 「線形混合モデルと小地域の推定」(久保川達也, 『応用統計学』第35巻5号 pp. 1-24, 2006年)
- ・丹後 [2000]: 『統計モデル入門』(丹後俊郎, 朝倉書店, 2000年)
- ・大塚芳宏「マルコフ・スイッチング時空間自己回帰モデルによる日本の地域別の景気循環の計量分析」(『日本統計学会誌』第40巻2号 pp. 89-100, 2011年3月)
- ・古谷知之『ベイズ統計データ分析』(朝倉書店, 2008年)
- ・和合肇・各務和彦「空間的相互作用を考慮した地域別景気の動向」(『フィナンシャルレビュー』August-2005 pp. 71-84)

(2012年9月28日受理)

【表1】 設問1に対する回答数(2005年第1四半期～2009年第2四半期の総数)

	サービス	運輸	卸売	金融保険	建設	小売	製造	電力ガス水道	不動産	計
堺市	81	39	47	19	72	137	132	3	34	564
松原市	13	2	5	4	7	13	19	0	3	66
藤井寺市	5	3	1	1	4	5	6	0	0	25
羽曳野市	2	3	1	1	7	14	18	0	3	49
高石市	0	1	4	1	5	8	6	0	0	25
泉大津市	7	7	4	1	4	9	14	0	0	46
泉北郡*1	1	1	0	0	2	4	3	0	5	16
大阪狭山市	4	3	0	1	3	8	5	0	1	25
富田林市	6	3	4	2	4	14	13	0	2	48
南河内郡*2	4	2	0	0	4	3	5	0	2	20
岸和田市	16	11	16	5	20	25	21	0	6	120
和泉市	13	2	0	1	8	23	20	0	5	72
河内長野市	7	1	3	1	7	18	11	0	0	48
貝塚市	2	4	3	0	4	13	21	0	6	53
熊取町*3	1	2	0	0	4	3	5	0	1	16
泉佐野市	11	7	2	3	10	26	25	1	4	89
田尻町*3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
泉南市	3	3	4	2	6	4	7	0	1	30
阪南市	1	2	0	0	2	7	2	0	3	17
岬町*3	0	0	0	0	2	2	1	0	0	5
計	177	96	94	42	175	339	334	4	76	1337

\*1 泉北郡は忠岡町のみから構成される。

\*2 南河内郡は河南町、太子町、千早赤阪村から構成されるが、地理的に連続しているので、一括して扱う。

\*3 熊取町、田尻町、岬町は泉南郡を構成しているが、地理的に隔たった飛び地となっているので、独立に扱う。

【表2】 設問1に対して、「増えた」と回答した企業の数と比率（2005年第1四半期～2009年第2四半期の総数）

	サービス	運輸	卸売	金融保険	建設	小売	製造	電力ガス水道	不動産	計
堺市	0.185(15/81)	0.077( 3/39)	0.128( 6/47)	0.105( 2/19)	0.111( 8/ 72)	0.146(20/137)	0.167(22/132)	0.333( 1/ 3)	0.265( 9/34)	0.152(86/564)
松原市	0.308( 4/13)	0.500( 1/ 2)	0.400( 2/ 5)	0.250( 1/ 4)	0.143( 1/ 7)	0.231( 3/ 13)	0.211( 4/ 19)	—	0.000( 0/ 3)	0.242(16/ 66)
藤井寺市	0.200( 1/ 5)	0.000( 0/ 3)	0.000( 0/ 1)	0.000( 0/ 1)	0.250( 1/ 4)	0.200( 1/ 5)	0.000( 0/ 6)	—	—	0.120( 3/ 25)
羽曳野市	0.500( 1/ 2)	0.000( 0/ 3)	1.000( 1/ 1)	0.000( 0/ 1)	0.000( 0/ 7)	0.143( 2/ 14)	0.333( 6/ 18)	—	0.333( 1/ 3)	0.224(11/ 49)
高石市	—	0.000( 0/ 1)	0.250( 1/ 4)	0.000( 0/ 1)	0.000( 0/ 5)	0.125( 1/ 8)	0.167( 1/ 6)	—	—	0.120( 3/ 25)
泉大津市	0.000( 0/ 7)	0.286( 2/ 7)	0.000( 0/ 4)	0.000( 0/ 1)	0.500( 2/ 4)	0.000( 0/ 9)	0.000( 0/ 14)	—	—	0.087( 4/ 46)
泉北郡	0.000( 0/ 1)	0.000( 0/ 1)	—	—	0.000( 0/ 2)	0.250( 1/ 4)	0.333( 1/ 3)	—	0.200( 1/ 5)	0.188( 3/ 16)
大阪狭山市	0.000( 0/ 4)	0.000( 0/ 3)	—	0.000( 0/ 1)	0.000( 0/ 3)	0.250( 2/ 8)	0.400( 2/ 5)	—	0.000( 0/ 1)	0.160( 4/ 25)
富田林市	0.167( 1/ 6)	0.333( 1/ 3)	0.250( 1/ 4)	0.000( 0/ 2)	0.000( 0/ 4)	0.143( 2/ 14)	0.154( 2/ 13)	—	1.000( 2/ 2)	0.188( 9/ 48)
南河内郡	0.000( 0/ 4)	0.000( 0/ 2)	—	—	0.000( 0/ 4)	0.333( 1/ 3)	0.400( 2/ 5)	—	0.000( 0/ 2)	0.150( 3/ 20)
岸和田市	0.062( 1/16)	0.182( 2/11)	0.250( 4/16)	0.000( 0/ 5)	0.300( 6/ 20)	0.200( 5/ 25)	0.095( 2/ 21)	—	0.333( 2/ 6)	0.183(22/120)
和泉市	0.385( 5/13)	0.000( 0/ 2)	—	0.000( 0/ 1)	0.500( 4/ 8)	0.174( 4/ 23)	0.200( 4/ 20)	—	0.200( 1/ 5)	0.250(18/ 72)
河内長野市	0.000( 0/ 7)	0.000( 0/ 1)	0.000( 0/ 3)	0.000( 0/ 1)	0.143( 1/ 7)	0.111( 2/ 18)	0.182( 2/ 11)	—	—	0.104( 5/ 48)
貝塚市	0.500( 1/ 2)	0.500( 2/ 4)	0.000( 0/ 3)	—	0.000( 0/ 4)	0.000( 0/ 13)	0.190( 4/ 21)	—	0.333( 2/ 6)	0.170( 9/ 53)
熊取町	0.000( 0/ 1)	0.000( 0/ 2)	—	—	0.250( 1/ 4)	0.333( 1/ 3)	0.400( 2/ 5)	—	0.000( 0/ 1)	0.250( 4/ 16)
泉佐野市	0.182( 2/11)	0.286( 2/ 7)	1.000( 2/ 2)	0.333( 1/ 3)	0.300( 3/ 10)	0.115( 3/ 26)	0.240( 6/ 25)	0.000( 0/ 1)	0.500( 2/ 4)	0.236(21/ 89)
田尻町	—	—	—	—	—	0.333( 1/ 3)	—	—	—	0.333( 1/ 3)
泉南市	0.000( 0/ 3)	0.333( 1/ 3)	0.000( 0/ 4)	0.000( 0/ 2)	0.333( 2/ 6)	0.000( 0/ 4)	0.000( 0/ 7)	—	1.000( 1/ 1)	0.133( 4/ 30)
阪南市	0.000( 0/ 1)	0.000( 0/ 2)	—	—	0.000( 0/ 2)	0.000( 0/ 7)	0.000( 0/ 2)	—	0.000( 0/ 3)	0.000( 0/ 17)
岬町	—	—	—	—	0.000( 0/ 2)	0.000( 0/ 2)	0.000( 0/ 1)	—	—	0.000( 0/ 5)
計	0.175(31/177)	0.146(14/96)	0.181(17/94)	0.095( 4/42)	0.166(29/175)	0.145(49/339)	0.180(60/334)	0.250( 1/ 4)	0.276(21/76)	0.169(226/1337)

【表3】「ベイズ法」による比率の補正結果

## A. 産業別の総数で補正

	サービス	運輸	卸売	金融保険	建設	小売	製造	電力ガス水道	不動産
堺市	0.17829	0.12593	0.16312	0.09836	0.14980	0.14496	0.17597	0.28571	0.27273
松原市	0.18421	0.15306	0.19192	0.10870	0.16484	0.14773	0.18130	—	0.26582
藤井寺市	0.17582	0.14141	0.17895	0.09302	0.16760	0.14535	0.17647	—	—
羽曳野市	0.17877	0.14141	0.18947	0.09302	0.15934	0.14448	0.18750	—	0.27848
高石市	—	0.14433	0.18367	0.09302	0.16111	0.14409	0.17941	—	—
泉大津市	0.16848	0.15534	0.17347	0.09302	0.17318	0.14080	0.17241	—	—
泉北郡	0.17416	0.14433	—	—	0.16384	0.14577	0.18101	—	0.27160
大阪狭山市	0.17127	0.14141	—	0.09302	0.16292	0.14697	0.18289	—	0.27273
富田林市	0.17486	0.15152	0.18367	0.09091	0.16201	0.14448	0.17867	—	0.29487
南河内郡	0.17127	0.14286	—	—	0.16201	0.14620	0.18289	—	0.26923
岸和田市	0.16580	0.14953	0.19091	0.08511	0.17949	0.14835	0.17465	—	0.28049
和泉市	0.18947	0.14286	—	0.09302	0.18033	0.14641	0.18079	—	0.27160
河内長野市	0.16848	0.14433	0.17526	0.09302	0.16484	0.14286	0.17971	—	—
貝塚市	0.17877	0.16000	0.17526	—	0.16201	0.13920	0.18028	—	0.28049
熊取町	0.17416	0.14286	—	0.11111	0.16760	0.14620	0.18289	—	0.27273
泉佐野市	0.17553	0.15534	0.19792	—	0.17297	0.14247	0.18384	0.20000	0.28750
田尻町	—	—	—	0.09091	—	0.14620	—	—	—
泉南市	0.17222	0.15152	0.17347	—	0.17127	0.14286	0.17595	—	0.28571
阪南市	0.17416	0.14286	—	—	0.16384	0.14162	0.17857	—	0.26582
岬町	—	—	—	—	0.16384	0.14370	0.17910	—	—

## B. 地域別の総数で補正

	サービス	運輸	卸売	金融保険	建設	小売	製造	電力ガス水道	不動産
堺市	0.15659	0.14760	0.15057	0.15094	0.14780	0.15121	0.15517	0.15344	0.15886
松原市	0.25316	0.25000	0.25352	0.24286	0.23288	0.24051	0.23529	—	0.23188
藤井寺市	0.13333	0.10714	0.11538	0.11538	0.13793	0.13333	0.09677	—	—
羽曳野市	0.23529	0.21154	0.24000	0.22000	0.19643	0.20635	0.25373	—	0.23077
高石市	—	0.11538	0.13793	0.11538	0.10000	0.12121	0.12903	—	—
泉大津市	0.07547	0.11321	0.08000	0.08511	0.12000	0.07273	0.06667	—	—
泉北郡	0.17647	0.17647	—	—	0.16667	0.20000	0.21053	—	0.19048
大阪狭山市	0.13793	0.14286	0.19231	0.15385	0.14286	0.18182	0.20000	—	0.15385
富田林市	0.18519	0.19608	—	0.18000	0.17308	0.17742	0.18033	—	0.22000
南河内郡	0.12500	0.13636	0.19118	—	0.12500	0.17391	0.20000	—	0.13636
岸和田市	0.16912	0.18321	—	0.17600	0.20000	0.18621	0.17021	—	0.19048
和泉市	0.27059	0.24324	0.09804	0.24658	0.27500	0.23158	0.23913	—	0.24675
河内長野市	0.09091	0.10204	0.16071	0.10204	0.10909	0.10606	0.11864	—	—
貝塚市	0.18182	0.19298	—	—	0.15789	0.13636	0.17568	—	0.18644
熊取町	0.23529	0.22222	0.25275	0.23913	0.25000	0.26316	0.28571	—	0.23529
泉佐野市	0.23000	0.23958	—	—	0.24242	0.20870	0.23684	0.23333	0.24731
田尻町	—	—	0.11765	0.12500	—	0.33333	—	—	—
泉南市	0.12121	0.15152	—	—	0.16667	0.11765	0.10811	—	0.16129
阪南市	0.00000	0.00000	—	—	0.00000	0.00000	0.00000	—	0.00000
岬町	—	—	—	—	0.00000	0.00000	0.00000	—	—

## C. 南大阪全域の総数で補正

	サービス	運輸	卸売	金融保険	建設	小売	製造	電力ガス水道	不動産
堺市	0.16996	0.16642	0.16763	0.16814	0.16608	0.16689	0.16882	0.16940	0.17141
松原市	0.17037	0.16953	0.16990	0.16928	0.16890	0.16963	0.16962	—	0.16866
藤井寺市	0.16915	0.16866	0.16891	0.16891	0.16928	0.16915	0.16828	—	—
羽曳野市	0.16953	0.16866	0.16966	0.16891	0.16815	0.16876	0.17122	—	0.16940
高石市	—	0.16891	0.16928	0.16891	0.16841	0.16877	0.16902	—	—
泉大津市	0.16815	0.16964	0.16853	0.16891	0.17002	0.16790	0.16728	—	—
泉北郡	0.16891	0.16891	—	—	0.16878	0.16928	0.16940	—	0.16915
大阪狭山市	0.16853	0.16866	—	0.16891	0.16866	0.16952	0.16990	—	0.16891
富田林市	0.16902	0.16940	0.16928	0.16878	0.16853	0.16876	0.16889	—	0.17028
南河内郡	0.16853	0.16878	—	—	0.16853	0.16940	0.16990	—	0.16878
岸和田市	0.16778	0.16914	0.16999	0.16841	0.17097	0.16960	0.16789	—	0.16977
和泉市	0.17111	0.16878	—	0.16891	0.17100	0.16912	0.16949	—	0.16915
河内長野市	0.16815	0.16891	0.16866	0.16891	0.16890	0.16827	0.16914	—	—
貝塚市	0.16953	0.17002	0.16866	—	0.16853	0.16741	0.16937	—	0.16977
熊取町	0.16891	0.16878	—	—	0.16928	0.16940	0.16990	—	0.16891
泉佐野市	0.16914	0.16964	0.17028	0.16940	0.17001	0.16801	0.17034	0.16891	0.17002
田尻町	—	—	—	—	—	0.16940	—	—	—
泉南市	0.16866	0.16940	0.16853	0.16878	0.16977	0.16853	0.16815	—	0.16966
阪南市	0.16891	0.16878	—	—	0.16878	0.16815	0.16878	—	0.16866
岬町	—	—	—	—	0.16878	0.16878	0.16891	—	—



【表4】 GLMM モデルによる比率の補正結果

小売業	S	N	産業要因	$\alpha$	$\Sigma \beta X$	地域要因	$\lambda$	補正前比率	補正後比率
堺市	20	137	-1.9342	-0.0337	0.0676	0.0338	20.4837	0.1460	0.1495
松原市	3	13	-1.9342	0.0447	0.0913	0.1360	2.1528	0.2308	0.1656
藤井寺市	1	5	-1.9342	0.0018	0.0549	0.0567	0.7649	0.2000	0.1530
羽曳野市	2	14	-1.9342	-0.0083	-0.0302	-0.0385	1.9472	0.1429	0.1391
高石市	1	8	-1.9342	-0.0089	-0.1582	-0.1671	0.9784	0.1250	0.1223
泉大津市	0	9	-1.9342	-0.1101	0.0427	-0.0674	1.2161	0.0000	0.1351
泉北郡	1	4	-1.9342	0.0369	-0.2367	-0.1998	0.4735	0.2500	0.1184
大阪狭山市	2	8	-1.9342	0.0501	0.0163	0.0665	1.2358	0.2500	0.1545
富田林市	2	14	-1.9342	0.0020	-0.0778	-0.0758	1.8759	0.1429	0.1340
南河内郡	1	3	-1.9342	0.0563	-0.5166	-0.4603	0.2737	0.3333	0.0912
岸和田市	5	25	-1.9342	0.1074	-0.2136	-0.1062	3.2494	0.2000	0.1300
和泉市	4	23	-1.9342	0.0381	-0.0931	-0.0550	3.1466	0.1739	0.1368
河内長野市	2	18	-1.9342	-0.0115	-0.2352	-0.2467	2.0331	0.1111	0.1129
貝塚市	0	13	-1.9342	-0.1125	-0.3129	-0.4254	1.2280	0.0000	0.0945
熊取町	1	3	-1.9342	0.0524	-0.2711	-0.2188	0.3484	0.3333	0.1161
泉佐野市	3	26	-1.9342	-0.0183	-0.1839	-0.2022	3.0701	0.1154	0.1181
田尻町	1	3	-1.9342	0.0340	-0.0109	0.0231	0.4438	0.3333	0.1479
泉南市	0	4	-1.9342	-0.0492	-0.1558	-0.2050	0.4710	0.0000	0.1177
阪南市	0	7	-1.9342	-0.0689	-0.3039	-0.3727	0.6970	0.0000	0.0996
岬町	0	2	-1.9342	-0.0237	-0.5958	-0.6195	0.1556	0.0000	0.0778

製造業	S	N	産業要因	$\alpha$	$\Sigma \beta X$	地域要因	$\lambda$	補正前比率	補正後比率
堺市	22	132	-1.7168	0.0502	-0.1610	-0.1107	21.2267	0.1667	0.1608
松原市	4	19	-1.7168	0.0624	-0.1983	-0.1359	2.9795	0.2105	0.1568
藤井寺市	0	6	-1.7168	-0.1075	-0.1488	-0.2563	0.8342	0.0000	0.1390
羽曳野市	6	18	-1.7168	0.1781	-0.0375	0.1406	3.7217	0.3333	0.2068
高石市	1	6	-1.7168	-0.0037	-0.2995	-0.3032	0.7960	0.1667	0.1327
泉大津市	0	14	-1.7168	-0.1938	-0.1259	-0.3197	1.8268	0.0000	0.1305
泉北郡	1	3	-1.7168	0.0280	-0.1301	-0.1021	0.4866	0.3333	0.1622
大阪狭山市	2	5	-1.7168	0.1096	-0.1699	-0.0603	0.8457	0.4000	0.1691
富田林市	2	13	-1.7168	-0.0259	-0.0309	-0.0568	2.2065	0.1538	0.1697
南河内郡	2	5	-1.7168	0.0754	0.1391	0.2146	1.1132	0.4000	0.2226
岸和田市	2	21	-1.7168	-0.1198	0.0190	-0.1008	3.4107	0.0952	0.1624
和泉市	4	20	-1.7168	0.0095	0.0664	0.0759	3.8761	0.2000	0.1938
河内長野市	2	11	-1.7168	-0.0120	0.0553	0.0433	2.0636	0.1818	0.1876
貝塚市	4	21	-1.7168	0.0090	-0.0157	-0.0068	3.7471	0.1905	0.1784
熊取町	2	5	-1.7168	0.0998	0.0394	0.1392	1.0323	0.4000	0.2065
泉佐野市	6	25	-1.7168	0.0712	0.0196	0.0908	4.9181	0.2400	0.1967
田尻町	—	—	—	—	—	—	—	—	—
泉南市	0	7	-1.7168	-0.1349	0.0151	-0.1198	1.1156	0.0000	0.1594
阪南市	0	2	-1.7168	-0.0414	0.0393	-0.0021	0.3585	0.0000	0.1793
岬町	0	1	-1.7168	-0.0300	0.0273	-0.0027	0.1792	0.0000	0.1792

## A Consideration on the Estimation of Small Area Business Indices

ARAKI Eiichi

In this article, we developed a GLMM framework to estimate a business index in small areas, where sample size is too limited to obtain reliable and meaningful estimates. Incorporating efficient data from other sources, our model estimates the two essential components of the business index, the industrial effect and the regional effect, which constitute the index together with a normal random effect. Using this framework, we estimated the business index of some very small areas in the southern part of Osaka prefecture, based on the data set collected through the special collaborative research project (02-R-154, 05-R-181, 08-R-199) funded by Momoyama Gakuin University Research Institute.