

「全国企業短期経済観測調査」における欠測値の対応方法の検討

宇都宮浄人*・園田桂子**

欠測値が発生した場合の対応方法としては、Weighting と呼ばれる手法が一般的であり、全国企業短期経済観測調査(短観)の母集団推計にあたって、そうした手法が用いられている。しかし、設備投資額や企業の収益を調査するビジネスサーベイにおいては、企業間のばらつきが大きく、Weighting では、統計精度が低下する可能性がある。本稿では、従来、わが国の官庁統計において実証研究が少なかった欠測値問題について、その対応方法を整理したうえで、短観について、現行の手法のほかに、欠測した企業の時系列データや伸び率を用いる代替手法の精度の比較検討を行う。この結果、短観においては現行の欠測値対応の精度が劣ること、項目や業種・規模に依存するが、総じてみれば回答のある直近調査回の値を代入する手法が有効であることが示される。今後は、短観以外の各種標本調査についても、欠測値対応の妥当性について検証が必要であろう。

1. はじめに

日本銀行が実施している全国企業短期経済観測調査(以下、短観)の調査項目は、業況判断 DI などを算出する判断項目と、設備投資額、売上高などの計数項目に大きく分けられる。このうち、後者については、層化抽出によって得られた標本企業の回答から母集団推計を行っており、全国ベースの実額とその伸び率、前回調査との間の修正状況を公表している。また、これらの計数項目において、回答拒否などの欠測値(missing value)が発生した場合には、特に個体を再生することなく、当該層の標本数から欠測標本数を減じた値で母集団数に割り戻すことを行っている。つまり、結果的には欠測値に各層の回答値の平均を補完することと同値となっている。

ところが、こうした方法を採用した場合、欠測値となった企業の経済活動の値が、層内平均よりも一方向に偏っていたり、一部の企業が偶々当該層の平均値と大きく乖離したりするときには、得られる母集団推計値は、実態と乖離することになる。短観の場合、業種、規模別に層化を行っているが、ビジネスサーベイにおいては、企業間で設備投資や売上金額が大きく異なる場合が少なくない。にもかかわらず、わが国においては、欠測値対応について、十分な実証研究がほとんど存在していないように思われる。短観の場合は、比較的回答率が高いが、統計調

査に対する抵抗が強くなっている状況をかながみると、今後、回答率の低下によって統計精度が低下する可能性は十分考えられる。そこで、本稿では、まず、欠測値対応の考え方を整理し、短観に適用可能な方法について、短観データのシミュレーションによって、その妥当性を検証する。

2. 欠測値対応の考え方と実例

2.1 欠測値対応の方法論

各種統計調査において、回答が得られずデータが欠ける恐れが生じたとき、実務的には、まず初期対応として、回答を催促すること(call-backs)で、なるべく欠測値を少なくする必要がある。しかし、最終的に欠測値となってしまった標本や項目については、何らかの形でこれに対処しなければならない。したがって、調査の目的や特性に応じて、適切な欠測値の対応方法を検討する必要がある。

一般に、欠測値の問題の対応方法については、①推計値の不偏性が維持されているか、②データの分布特性が維持されているか、という観点が検討のポイントとなる。また、欠測値にも、全項目に亘って回答が得られなかったケース(unit non-response)、一部項目について回答が得られなかったケース(item non-response)があり、状況に応じて、適切な方法を使い分けるといったことも必要である。

代表的な欠測値への対応方法は以下のとおり

である。

Method 1. Weighting

無回答者の回答を個別に推計することなく、回答標本から得られた結果を基に、何らかの重み付けを行なって推計する手法の総称である。最も一般的なものは、母集団推計の際に、欠測値の数を標本数から減じて母集団数との倍率を変化させる手法である。すなわち、母集団 N から標本 n を抽出した時、回答者の数を r 、標本からの回答値の合計を Y_r とすると、母集団推計値は、 $Y_r \cdot \frac{N}{r}$ によって与えられる。このとき、標本を個別に再生することはできないが、結果的に平均値を代入した場合と同様の推計値を得ることになり、欠測値がランダムに発生している場合は、偏りのない推計値を得ることができる(補論参照)。

Method 2. Mean Imputation

Weighting に対して、欠測となった標本に対し、何らかの値を代入する手法を広く、Imputation と呼ぶ。このうち、Mean Imputation は、文字通り回答値の平均を代入するもので、層化された層内¹⁾の回答値の平均を代入する。この場合、得られる結果は、欠測値の数を標本数から減じて母集団数との倍率を変化させる Weighting の場合と同じで、欠測値が標本のデータ属性とは独立して、ランダムに発生している場合、補完によって推定された標本平均に偏りが生じない。なお、Mean Imputation は、個々の標本に平均値という値を代入した形にはなっているが、標本から得られる分散は過小推計となり、母集団分布を再現するものではない。その意味では、Mean Imputation は、Weighting と同様の効果を持ち、また、それ以上のメリットも通常は存在しないといえる²⁾。

Method 3. Hot Deck

Hot Deck の考え方は、同じ調査回で回答が得られた標本の観測値から、欠測値を複製(duplicate)して補完を行うものである³⁾。Hot Deck の場合、さまざまな補完データの作成方法が考えられるが、最も単純なものは、回答標本から再度無作為抽出を行い、これを欠測値の補完データとみなすものである。この場合、Mean Imputation のケース同様、欠測が回答

者の属性と独立であれば、補完後の推計値の不偏性は維持される。

実際には、単に無作為抽出を行うのではなく、回答者の属性に照らして、欠測標本と最も属性の近いものをプールし、そこから補完データを複製するという手法が採られることが多い。例えば、一般の人々を対象とした調査であれば、性別や学歴などの属性が同じ標本の回答値を用いて補完データを複製するといった方法である。

また、Hot Deck の手法では、欠測となった個体を各々、独自の値を持つ形で再生することになるので、ある程度標本を再現し、母集団分布の特性を維持することができる。Hot Deck を用いて得られた標本分散は、依然として真の値よりも過小推計になるが、全ての欠測値に同一の平均値を代入することに比べ、補完データの信頼区間の過小評価は是正される。

なお、Mean Imputation や Hot Deck による補完がもたらす問題として、ある標本客体内で、計数の間に矛盾が生じることが指摘される。例えば、項目の欠測(item non-response)においては、一部項目を別途データ補完することによって、合計値と内訳が符合しなくなるといったケースが発生する⁴⁾。

Method 4. Cold Deck

Hot Deck が、あくまで同一調査回の標本データを用いるのに対し、当該調査回以外から得られる欠測値に関連する各種情報を用いて、補完データを代入する方法を Cold Deck と呼ぶ。通常は、過去の調査結果や他の調査結果を用いて、その値を直接代入したり、適宜のモデルを作成して、回帰式などから推計することが行われる。

この手法の特徴は、欠測値発生メカニズム等を考慮せず、利用可能な情報を用いることで、母集団分布を再現しようとするものである。そのため、調査に応じた柔軟な対応も可能であり、例えば、経済統計のように時系列で一定の動きを示す場合は、標本の過去の回答値を利用する Cold Deck は有効な手法となる。ただし、他の調査結果や過去値を利用するため、Cold Deck で補完した値について、標本理論に基づいてその特性を説明することは不可能であり、その意味では、恣意性が最も高い方法ということもできる。

Method 5. Multiple Imputation

Multiple Imputationでは、恣意性を排除し、Hot Deckの推計精度を高めようという試みがなされている。考え方の基本は、Hot Deckにおいて同一回の回答者から複製を行う際に、一回限りではなく、繰り返し計算を行って、その結果を代入しようというものである。例えば、回答者の中から欠測値補完のための副標本を作成する場合、複数の副標本を作成することで、ある一定の補完データの範囲が定まる。ここで各副標本から得られるデータの平均を代入すれば、それによって得られる分散は、一回限りのHot Deckで得られる分散に比べて、さらに精度が高まることが知られている⁵⁾。

なお、Multiple Imputationを経済統計に活用した例として、米国FRB(Federal Reserve Board)のSurvey of Consumer Financesがしばしば引用されるが、そこでは、複数の項目の代入値を専用プログラムによって計算するおおかりなものとなっている⁶⁾。

Method 6. Substitution

Substitution(代替法)は、全項目とも回答が得られない場合に、WeightingやImputationといった手法で何らかの推計を行なうのではなく、標本として抽出されなかったものから、代替りの客体を標本として抽出する方法である。この方法は、最もシンプルな対応といえるが、ここでも欠測がランダムに発生しているの否かを注意深く判断し、代替標本の抽出にバイアスが係らないように必要がある。また、実際の調査においては、時間的な制約から、代替標本を改めて抽出するというステップを経ることは難しいケースが多い。

3. 短観における欠測値の発生 と検討すべき対応方法

3.1 欠測値の発生状況

短観の回答率は、総じてみればきわめて高く、ここ数年の回答率は概ね95%以上となっている。もっとも、計数項目では、項目単位で欠測が発生する場合も少なからず存在し、特に、短観の場合、3月調査が翌年度計画を新たに記入する最初の調査であるため、設備投資などが空欄で回答されるケースが少なくない。実際には、電話等の催促によって、最終的に回答を得るケ

ースが多いが、それでも、項目単位で回答率をみると、3月調査回は、他の調査回に比べて一般に回答率は低い。

そこで、設備投資について、個々の企業の調査回毎の欠測パターンを調べて、規模区分別に各パターンに当てはまる企業数をみたものが表1である。これをみると、翌年度計画を記入する3月調査にのみ回答しないという企業が多く、特に大企業では、年間で何らかの欠測が発生するケースの約半数がそうした企業であることが確認できる。なお、欠測パターンとしては、年間を通じて回答しない企業もみられ、中小企業や中堅企業では、そうした企業の割合が高い。

3.2 欠測値の属性

ビジネスサーベイにおいては、しばしば、「業況の悪い企業は回答を拒否する傾向にある」と言われる。業況が悪化した状況においては、企業は、統計調査への回答といった、自社にとって直接の利益になるとは考えられない作業に費やすコストを削減するであろう、という理由である。通常、企業の業況は、財務会計上の数値の変化の割合で表現される。例えば、設備投資額が増加(減少)する割合などである。したがって、単純に金額の規模と業況が相関するわけではないが、もし、そうした金額の増加(減少)の割合と、短観の調査項目における金額の規模にも何らかの相関があり、この結果、短観の欠測メカニズムがランダムに発生していないとすると、そもそも、Mean ImputationやHot Deck、Multiple Imputationといった代入法は、補完データにバイアスをもたらすこととなる。

そこで、欠測値の発生メカニズムが、補完すべきデータから独立であるかどうかを確認するために、設備投資、売上高、経常損益のそれぞれについて、欠測値の属性を検証した。具体的には、実際に発生した欠測値について、回答があれば得られたであろう欠測値の真の値を次回以降得られた回答値に求め(以下、これを「擬似正解」と呼ぶ)、擬似正解を加えた場合の平均と、欠測が生じた状態での回答値のみの平均を比較することで、欠測値の層内における属性をチェックした。表2は、標本抽出区分である118層のうち、欠測が発生した全て層について、後者の前者に対する乖離率の有意性を検定した結果である。

表1. 欠測パターン別欠測企業数(設備投資額)

社、()内%

調査回	規模			
	全規模	大企業	中堅企業	中小企業
3月	210 (25.0)	66 (49.3)	63 (22.7)	81 (18.9)
6月	47 (5.6)	2 (1.5)	51 (5.4)	30 (7.0)
9月	65 (7.7)	9 (6.7)	29 (10.4)	27 (6.3)
12月	67 (8.0)	7 (5.2)	25 (9.0)	35 (8.2)
3月・6月	49 (5.8)	10 (7.5)	14 (5.0)	25 (5.8)
3月・9月	14 (1.7)	1 (0.7)	6 (2.2)	7 (1.6)
3月・12月	9 (1.1)	1 (0.7)	4 (1.4)	4 (0.9)
6月・9月	17 (2.0)	2 (1.5)	7 (2.5)	8 (1.9)
6月・12月	7 (0.8)	0 (0.0)	3 (1.1)	4 (0.9)
9月・12月	34 (4.0)	1 (0.7)	10 (3.6)	23 (5.4)
3月・6月・9月	27 (3.2)	8 (6.0)	12 (4.3)	7 (1.6)
6月・9月・12月	27 (3.2)	1 (0.7)	8 (2.9)	18 (4.2)
3月・6月・12月	15 (1.8)	2 (1.5)	4 (1.4)	9 (2.1)
3月・9月・12月	12 (1.4)	2 (1.5)	2 (0.7)	8 (1.9)
3月・6月・9月・12月	241 (28.7)	22 (16.4)	76 (27.3)	143 (33.3)
年間欠測企業数計	841	134	278	429
調査対象企業数	9088	1426	2894	4768

注) 1. 大企業及び中堅企業については、2000年6月調査時点の、中小企業については、2000年9月調査時点の調査対象企業について、1999年中の4調査回での欠測パターンを調べた。

2. ()内は、年間の欠測企業数計に占める、当該パターンでの欠測企業数の割合。

3. 各パターンの重複はない。

これを見ると、いくつかの層で帰無仮説が棄却されている。特に設備投資では、大企業、中小企業を中心に、乖離率がプラスに有意に乖離している層が2割程度存在する。つまり、これらの層においては、層内において相対的に設備投資額の小さい企業の方が、欠測率が高いということを示している。

もっとも、売上高や経常損益ではさしたる偏りはみられず、設備投資でも4分3以上の層では、有意な乖離はみられないことから、欠測値の発生が欠測項目のデータと相関していると判断することは早計である。検定対象となる調査回が少ないため、検定結果は幅をもって見る必要があるが、この段階で、WeightingやHot

deckの手法を否定しなければならないような欠測値の偏りがあるとは言いきれないであろう。

3.3 検討すべき欠測値の対応方法

以上みてきたような短観の実態と、短観の本来の目的に照らしてみると、初めに挙げた欠測値の対応方法の長所、短所は次のようになろう。

(1) Weighting, Mean Imputation

短観の計数項目に求められるものは、企業の経済活動の実態を正しく反映した全国レベルでの平均値である。欠測値の対応においても、データの分布特性を事後的に維持することよりも、まずもって得られる結果が不偏性を維持していることが重要である。上述のとおり、欠測値の発生メカニズムと欠測項目のデータの間に関連があるケースもあるが、全体的にはっきりした関係が見出されたとさえ言えず、これをもって現行のWeightingあるいはMean Imputationを拒絶するには至らない。

しかしながら、売上高の6区分ベース(大・中堅・中小企業別、製造・非製造業別)で誤差率をチェックしているとはいえ、標本抽出区分である118層単位でみると、層内のばらつきは小さくない。このため、欠測の発生に偏りが存在しないとしても、偶々平均値と乖離した企業が欠測となった場合には、得られる推計値も、本来の値とはかけ離れることになる。その意味では、現行の手法以外の方法を検討する余地は充分存在する。

なお、短観の場合は、①事前の情報を基に、すでにかなり細かい層化を行っていること、②調査実施から公表までの期間をなるべく短縮する必要があることから、Imputationを行う際に、調査結果に基づいた事後層化(post stratification)というステップを採用する必要性は乏しく、実務的にも困難である。

(2) Hot Deck

短観は、全体の標本サイズが約9千であるが、層単位でみると、標本サイズがさほど多くなく、層内におけるばらつきも小さくない。その意味では、回答標本から欠測値の補完データを無作為抽出して複製するHot Deckの場合、平均値から大きく偏った値をもたらず可能性がある。また、実務的な問題として、回答標本から再度

表2. 欠測値の属性——乖離率のt検定

①総括表		層数		
規模／調査項目		正に乖離	負に乖離	有意でない
大企業	設備投資額	7	1	22
	売上高	6	1	23
	経常損益	5	2	23
中堅企業	設備投資額	2	0	32
	売上高	4	1	29
	経常損益	3	2	29
中小企業	設備投資額	16	2	36
	売上高	6	5	43
	経常損益	2	4	48

② 設備投資額の乖離率

()内はt値

業種	平均値	規模1		規模2		規模3		規模4		規模5		規模6	
		t値	t値	t値	t値	t値	t値	t値	t値	t値	t値		
製造業	食料品	1.8	(4.9)	0.8	(1.5)			1.9	(5.2)	-4.0	(-0.6)		
	繊維	2.2	(2.5)	0.5	(1.4)			1.6	(3.4)	0.9	(2.5)		
	木材・木製品	6.4	(4.1)	1.8	(2.0)			-1.5	(-0.9)	0.0	(0.3)		
	紙・パルプ	0.0	/	0.8	(1.4)			0.5	(0.5)	-0.6	(-0.5)		
	化学	0.2	(0.5)	1.3	(4.2)			0.2	(0.2)	0.3	(0.9)		
	石油石炭製品	1.2	(0.9)	-0.5	(-0.2)			16.4	(3.9)	-0.2	(-0.3)		
	窯業・土石製品	0.0	/	0.1	(0.6)			0.2	(1.2)	1.0	(1.3)		
	鉄鋼	-5.0	(-1.2)	-3.2	(-0.7)			0.3	(1.4)	2.0	(3.2)		
	非鉄金属	0.2	(0.2)	-0.3	(-0.1)			0.2	(0.2)	-1.0	(-0.5)		
	金属製品	3.8	(2.0)	-9.6	(-1.7)			-7.6	(4.2)	1.0	(1.3)		
	一般機械	1.0	(2.9)	0.3	(0.8)			0.2	(0.3)	1.2	(1.2)		
	電気機械	-0.4	(-0.9)	0.0	(-0.0)	0.6	(2.4)	2.1	(3.1)	-1.2	(-0.9)		
	造船・重機	3.0	(1.4)	-0.9	(-0.9)			0.0	/	1.2	(1.4)		
	自動車	0.2	(0.9)	-1.0	(-1.4)	-0.4	(-0.9)	-1.7	(-1.6)	-0.3	(-0.2)		
	その他輸送用機械	-0.2	(-0.9)	-3.5	(-0.9)			6.3	(12.0)	8.9	(2.9)		
	精密機械	1.3	(1.9)	0.1	(0.9)			4.2	(3.9)	2.4	(1.4)		
その他製造業	-2.6	(-1.0)	-0.6	(-0.7)			2.3	(9.2)	-0.2	(-0.4)			
非製造業	建設	1.3	(2.8)	1.7	(1.7)			0.2	(0.5)	0.9	(1.3)		
	不動産	0.9	(0.9)	3.2	(1.8)			-1.5	(-0.5)	3.8	(11.0)		
	卸売	2.3	(2.2)	-2.0	(-1.6)	-0.9	(-0.4)	0.3	(0.2)	1.4	(4.1)	1.6	(4.8)
	小売	0.6	(2.0)	-2.4	(-1.4)	-6.6	(-1.4)	-0.6	(-0.2)	2.0	(1.9)	3.6	(4.0)
	運輸	1.7	(2.5)	1.2	(1.2)			-18.4	(-3.1)	-2.2	(-1.1)		
	通信	-1.1	(-0.2)	0.8	(1.3)			5.7	(1.3)	0.0	/		
	電気・ガス	2.6	(2.0)	0.0	/			0.0	/	0.0	/		
	サービス	2.8	(4.5)	-3.0	(-1.0)	1.3	(1.8)	1.8	(3.2)	3.6	(4.4)	1.1	(1.7)
	リース	-3.0	(-1.3)	0.0	/	0.0	/	-2.4	(-0.5)	1.3	(1.1)	2.5	(3.6)
	その他非製造業	0.0	/	0.7	(0.2)			-1.7	(-0.9)	0.0	/		

参考：常用雇用者数による規模区分

	電気機械・自動車		卸売		小売・サービス・リース		その他の業種	
	規模	常用雇用者数(人)	規模	常用雇用者数(人)	規模	常用雇用者数(人)	規模	常用雇用者数(人)
大企業	1	5000 以上	1	5000 以上	1	1000 以上	1	1000 以上
	2	1000~4999	2	1000~4999				
中堅企業	3	300~999	3	300~999	2	300~999	2	300~999
			4	100~299	3	100~299	3	該当ナシ
					4	50~99		
中小企業	4	100~299			5	30~49	4	100~299
	5	50~99	5	50~99	6	20~29	5	50~99
	6	該当ナシ	6	20~49			6	該当ナシ

③ 売上高の乖離率

()内はt値

業種	平均値	規模1		規模2		規模3		規模4		規模5		規模6	
		規模1	t値	規模2	t値	規模3	t値	規模4	t値	規模5	t値	規模6	t値
製造業	食料品	1.3	(8.2)	1.4	(3.4)			0.2	(1.2)	0.0	(-0.1)		
	繊維	2.1	(3.0)	0.2	(0.9)			0.6	(1.5)	0.6	(2.4)		
	木材・木製品	6.0	(5.5)	1.2	(2.0)			0.1	(0.9)	-0.1	(-0.9)		
	紙・パルプ	0.0	/	0.8	(1.4)			-4.0	(-3.4)	3.1	(4.6)		
	化学	-0.3	(-0.4)	0.4	(2.5)			0.7	(2.3)	-0.1	(-0.9)		
	石油石炭製品	0.0	/	-0.7	(-0.7)			1.0	(0.7)	-2.7	(-1.9)		
	窯業・土石製品	0.0	/	-0.3	(-0.9)			-0.6	(-0.9)	0.4	(1.0)		
	鉄鋼	-5.4	(-1.2)	0.9	(1.4)			0.0	(0.1)	0.3	(0.9)		
	非鉄金属	0.0	(0.0)	0.3	(0.7)			0.5	(1.5)	1.8	(3.0)		
	金属製品	1.8	(2.2)	-7.2	(-1.9)			-0.7	(-3.3)	0.5	(1.4)		
	一般機械	0.8	(3.0)	-0.3	(-0.6)			-0.3	(-1.0)	0.3	(1.5)		
	電気機械	-0.2	(-1.4)	-1.0	(-1.8)	0.8	(2.8)	-0.6	(-0.8)	0.0	(0.0)		
	造船・重機	3.0	(1.4)	-0.5	(-0.9)			0.0	/	0.8	(1.4)		
	自動車	0.3	(0.9)	-1.0	(-3.1)	0.0	(-0.1)	-2.9	(-2.8)	0.2	(0.9)		
	その他輸送用機械	-0.0	(-0.9)	-2.2	(-0.9)			-0.1	(-0.7)	4.1	(3.4)		
	精密機械	0.7	(1.4)	-0.1	(-0.9)			-8.3	(-3.8)	1.0	(1.5)		
その他製造業	-2.8	(-1.2)	0.8	(1.1)			0.1	(0.2)	1.2	(1.8)			
非製造業	建設	0.9	(3.0)	-0.2	(-0.6)			0.2	(1.3)	0.2	(1.6)		
	不動産	-0.9	(-0.9)	1.2	(0.6)			1.4	(1.7)	1.9	(3.5)		
	卸売	6.7	(2.9)	-0.5	(-0.4)	-0.1	(-0.1)	-1.1	(-1.2)	-0.3	(-1.1)	-1.4	(-2.2)
	小売	-0.9	(-1.2)	-0.4	(-1.3)	-0.4	(-0.8)	1.4	(2.5)	-0.4	(-0.3)	0.8	(5.5)
	運輸	1.5	(2.2)	0.3	(1.1)			-2.1	(-2.7)	0.5	(2.2)		
	通信	0.0	/	-12.5	(-2.4)			0.7	(0.3)	0.0	/		
	電気・ガス	3.4	(1.8)	0.0	/			0.0	/	0.0	/		
	サービス	0.5	(0.7)	-2.5	(-3.6)	0.4	(2.1)	0.2	(0.9)	-0.1	(-0.5)	0.2	(0.8)
	リース	-1.4	(-0.9)	0.0	/	0.0	/	-1.1	(-0.4)	0.1	(0.1)	2.2	(3.5)
	その他非製造業	0.0	/	-0.8	(-0.5)			-0.5	(-0.9)	0.0	/		

補完データを抽出するといった時間的な余裕もない。その意味で、手の込んだ Hot Deck は利用できず、Hot Deck の応用手法である Multiple Imputation も適さない。

ただし、回答標本を利用した比較的単純な補完方法としては、回答者の金額の平均ではなく、平均伸び率を利用するということが考えられる。景気循環の動きを各種伸び率で判断するケースが多い短観においては、回答者の平均伸び率を用いる手法が他の手法よりも高いパフォーマンスを得られるのであれば、補完方法の一つとして検討されるべきである。また、Mean Imputation と異なり、個票ベースでデータを再現できるという Hot Deck のメリットも存在する。

(3) Cold Deck

Cold Deck は、欠測値に関する外部情報が得られるのであれば、一つの選択肢である。この点、短観の場合は、標本企業に関する各種デ

ータが、時系列で豊富に存在することから、Cold Deck の手法は充分検討の余地がある。

ただし、繰り返し述べているように、短観は、調査から公表までの期間をできるだけ短縮することが求められている。したがって、過去の時系列データから回帰式を作成し、それをもって補完データを推計するといった複雑な手法は適さず、製造工業生産予測調査のように、前期の値の横ばいで補完するといった簡便な方法が選択肢となる。

(4) Substitution

Substitution については、実務的に手間のかかる作業であり、短観の各調査回で発生する欠測値を補完するために、その都度代替標本を探すという選択肢は採り得ない。ただし、先にみたように、短観の標本企業として登録しつつも、1年間全く回答がないような企業が少なからず存在しているという事実がある以上、これら標

④ 経常損益の乖離率

()内はt値

業種	平均値	規模1		規模2		規模3		規模4		規模5		規模6	
		規値	t値	規値	t値	規値	t値	規値	t値	規値	t値	規値	t値
製造業	食料品	-0.1	(-0.2)	1.8	(4.3)					-3.5	(-2.0)	-0.4	(-0.9)
	繊維	3.4	(4.1)	0.3	(0.9)					4.2	(2.0)	4.1	(0.8)
	木材・木製品	11.3	(3.4)	1.7	(2.0)					-0.1	(-0.9)	5.1	(1.2)
	紙・パルプ	0.0	/	0.7	(0.5)					-1.8	(-2.4)	6.6	(1.2)
	化学	-3.0	(-1.1)	0.5	(0.6)					2.1	(2.0)	0.3	(0.9)
	石油石炭製品	0.0	/	-2.7	(-1.4)					-0.4	(-0.4)	6.3	(1.7)
	窯業・土石製品	0.0	/	0.9	(1.0)					-2.4	(-0.9)	2.0	(1.2)
	鉄鋼	-7.8	(-1.0)	0.8	(0.8)					-0.1	(-0.3)	-1.1	(-0.6)
	非鉄金属	-1.7	(-0.5)	-2.8	(-0.8)					-3.6	(-0.9)	4.2	(1.3)
	金属製品	0.9	(1.2)	-8.2	(-1.6)					-6.2	(4.1)	1.5	(1.2)
	一般機械	0.4	(1.2)	2.0	(1.0)					-1.0	(-1.1)	11.9	(1.1)
	電気機械	0.0	(0.0)	-2.4	(-1.2)	0.2	(0.5)			-1.1	(-0.7)	2.7	(1.5)
	造船・重機	3.8	(1.4)	-1.1	(-0.9)					0.0	/	3.3	(1.3)
	自動車	0.4	(0.9)	-2.0	(-1.4)	-1.7	(-1.0)			2.5	(0.6)	-2.5	(-1.8)
	その他輸送用機械	1.3	(0.9)	-12.6	(-0.9)					4.4	(1.0)	11.9	(1.6)
	精密機械	0.9	(1.4)	-1.2	(-0.9)					4.2	(2.4)	3.3	(1.4)
	その他製造業	-2.5	(-1.1)	1.8	(1.9)					1.0	(0.9)	-3.5	(-1.1)
非製造業	建設	1.7	(3.8)	0.4	(1.1)					0.5	(1.9)	0.3	(1.0)
	不動産	-1.6	(-0.9)	-0.5	(-0.2)					0.4	(0.5)	2.4	(2.3)
	卸売	4.4	(2.7)	-5.9	(-2.9)	0.5	(0.5)			-5.0	(8.5)	0.4	(1.1)
	小売	-0.2	(-0.5)	-1.7	(-1.9)	-2.8	(2.6)			3.1	(2.7)	-7.3	(3.8)
	運輸	1.1	(1.6)	2.3	(2.6)					-10.0	(3.0)	0.6	(1.7)
	通信	-1.5	(-0.9)	-13.3	(1.7)					7.0	(1.3)	0.0	/
	電気・ガス	2.6	(1.3)	0.0	/					0.0	/	0.0	/
	サービス	1.4	(2.5)	-2.0	(-1.8)	-2.8	(-2.4)			0.2	(0.3)	3.2	(2.7)
	リース	2.0	(0.9)	0.0	/	0.0	/			-0.5	(-0.2)	1.7	(1.6)
	その他非製造業	0.0	/	-44.0	(-0.7)					-1.0	(0.9)	0.0	/

注) 1. 検定の対象としたデータは、以下の7系列、98年12月調査の98年度計数、99年3月調査～99年12月調査の99年度計数、2000年3月調査～2000年6月調査の2000年度計数。

2. 乖離率は、1998年12月～2000年6月調査の平均による。

3. 乖離率は、「(回答値のみの平均) - (擬似正解を含む平均)」/「擬似正解を含む平均」である。

4. t値は、5%有意水準で有意なものにシャドウをかけている。

本を事前に他の標本に代替させることによって、欠測値の発生をなるべく低下させるという措置は意味があるものと思われる。

4. 欠測値対応の比較検討

以上の考察を踏まえ、短観の欠測値対応として、3つの手法を検討した。具体的には、設備投資、売上高、経常損益について、実務的に対応が容易な、①平均値補完(Mean Imputation, 以下では「平均値補完」)⁷⁾、②回答のある直近調査回の値の代入(Cold Deckの一手法、以下では「横置き補完」)⁸⁾、③前回調査回の値に層内の回答者の前回調査比(3月調査における計画の場合は前年比)伸び率を乗じた値の代入(Hot Deckの一手法、以下では「伸び率補完」)⁹⁾の3つのケースのシミュレーションを、以下のとお

り行った。基礎となるデータは1998年度から2000年度までの調査結果である。ただし、経常損益については、正負両方の値があり、伸び率を適用できない場合があることから、ここでは、①と②の手法を比較検討の対象とした。

4.1 シミュレーション方法

シミュレーションにあたっては、ここで「仮想シミュレーション」と「実例シミュレーション」と呼ぶ2通りの方法を行った。約9千社に亘る標本企業の各種欠測パターンを全て検証することは到底不可能であるので、一定の仮定の下で一様に欠測値を発生させる「仮想シミュレーション」を行うことによって、ある程度普遍的な結果を導き出すとともに、実際の欠測値を用いる「実例シミュレーション」を行うことに

表 3. 欠測値補完方法の比較—仮想及び実例シミュレーション結果

(1) 設備投資額										層数
最も乖離の少ない補完方法		3月調査における翌年度計画				通常調査回				
		計	大企業	中堅企業	中小企業	計	大企業	中堅企業	中小企業	
平均値補完	仮想	18	1	4	13	0	0	0	0	
	実例	33	6	10	17	78	7	25	46	
横置き補完	仮想	128	38	35	55	1010	243	298	469	
	実例	41	11	19	11	163	42	57	64	
伸び率補完	仮想	87	21	29	37	46	25	7	14	
	実例	42	18	10	14	152	47	59	46	
横置き or 伸び率	仮想	1	0	0	1	6	2	1	3	
	実例	17	0	3	14	134	3	37	94	
平均 or 伸び率	仮想	1	0	0	1	0	0	0	0	
	実例	0	0	0	0	0	0	0	0	
平均 or 横置き	仮想	1	0	0	1	0	0	0	0	
	実例	0	0	0	0	0	0	0	0	
補完方法に差なし	仮想	0	0	0	0	0	0	0	0	
	実例	0	0	0	0	1	0	0	1	
実例シミュレーション対象外		103	25	26	52	534	171	128	235	
シミュレーション対象層計		369	95	110	164	1590	369	484	737	

(2) 売上高										層数
最も乖離の少ない補完方法		3月調査における翌年度計画				通常調査回				
		計	大企業	中堅企業	中小企業	計	大企業	中堅企業	中小企業	
平均値補完	仮想	0	0	0	0	1	0	0	0	
	実例	7	1	3	3	22	1	6	15	
横置き補完	仮想	157	40	43	74	924	219	267	438	
	実例	60	12	21	27	222	46	67	109	
伸び率補完	仮想	79	20	25	34	134	49	39	46	
	実例	61	23	18	20	242	45	95	102	
横置き or 伸び率	仮想	0	0	0	0	3	1	0	2	
	実例	1	0	0	1	8	0	0	8	
実例シミュレーション対象外		107	24	26	57	568	178	138	252	
シミュレーション対象層計		365	96	110	159	1556	362	474	720	

(3) 経常損益										層数
最も乖離の少ない補完方法		3月調査における翌年度計画				通常調査回				
		計	大企業	中堅企業	中小企業	計	大企業	中堅企業	中小企業	
平均値補完	仮想	22	3	4	15	3	1	1	1	
	実例	45	9	14	22	111	19	30	62	
横置き補完	仮想	214	57	64	93	1059	269	305	485	
	実例	97	29	31	37	402	78	140	184	
実例シミュレーション対象外		94	22	23	49	594	173	136	240	
シミュレーション対象層計		378	98	113	167	1575	367	476	732	

注) 1. 表中の「仮想」は仮想シミュレーション、「実例」は実例シミュレーション。

2. シミュレーション対象は、各層とも、98年12月調査の98年度計数～2000年6月調査の2000年度予測計数までの、年度計数11である。

よって、「仮想シミュレーション」では考慮されないケースを補完しようというものである。

具体的には次のとおりである。

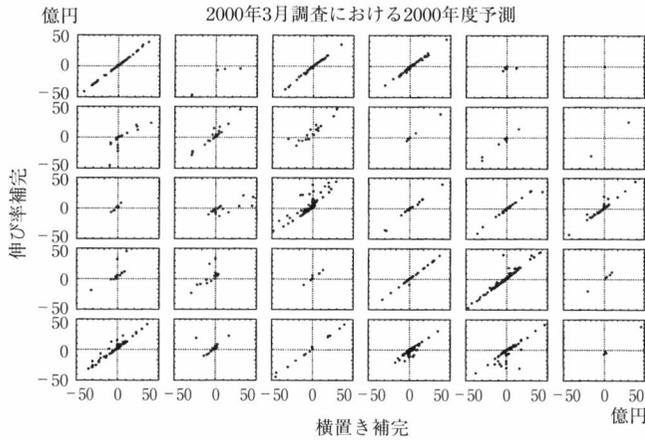
Simulation 1. 仮想シミュレーション

仮想シミュレーションでは、各層において、

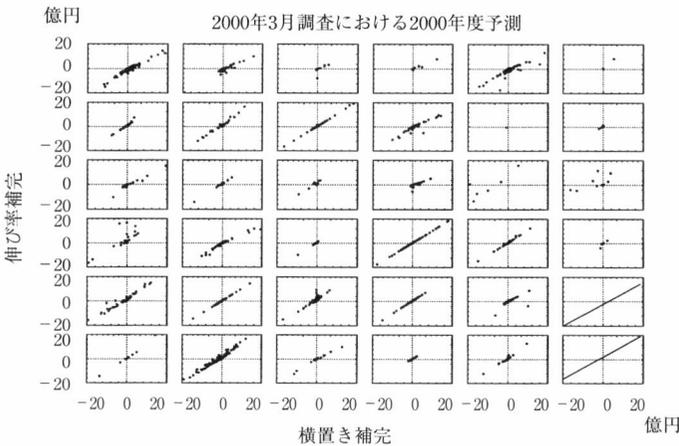
標本企業が同一の確率で欠測するとみなして、仮想的に欠測値を発生させ、「平均値補完」、「横置き補完」、「伸び率補完」の各補完値と正解(実際の回答値)からの乖離を比較している。すなわち、各層に属する標本企業(C_1, C_2, \dots, C_n)の全てについて、①順に、 C_1, C_2, \dots, C_n 社がそれ

図1. 正解からの乖離額(設備投資額)

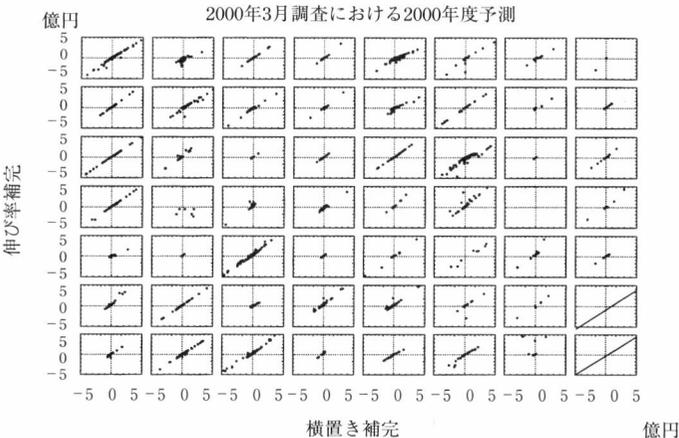
<大企業>



<中堅企業>



<中小企業>



注) 1. 各層毎に、仮想シミュレーションにおける1社毎の乖離額をプロットしている。
 2. X・Y軸は、それぞれ各補完方法における乖離額を表す。
 3. 全体的に見て大きく外れた値はプロットされていない。

ぞれ1社ずつ欠測したケースを想定し、その場合の補完値を各ケースについて、「平均値補完」、「横置き補完」、「伸び率補完」のそれぞれの値を求め、正解値との乖離を算出したうえ、②各補完方法について、正解値との乖離幅(絶対値)の1から n までの和を算出し、各補完方法における乖離幅の和をみている。

なお、仮想シミュレーションでは、1社ずつ欠測する場合を行っており、2社以上の欠測値の組み合わせは考慮していない。また、正解との比較を行うため、実際に欠測した標本はシミュレーションの対象外としている。

Simulation 2. 実例シミュレーション

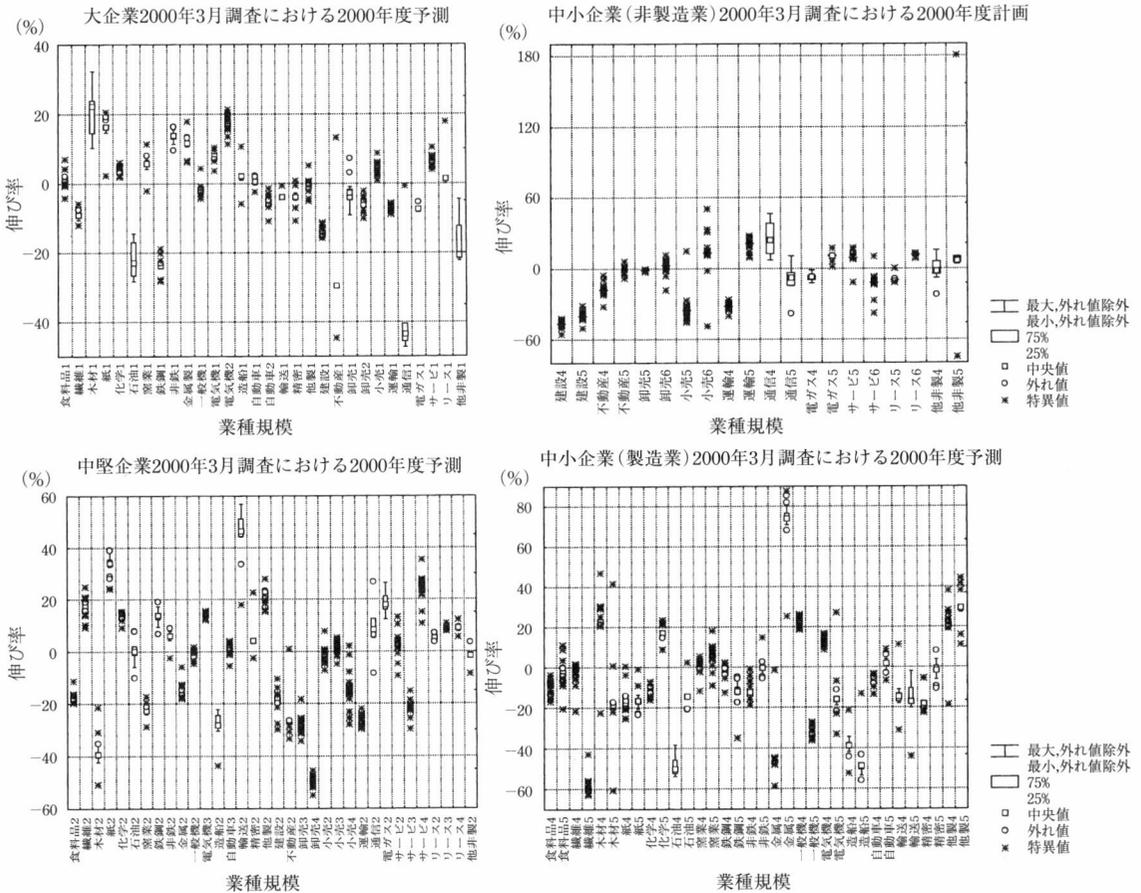
実例シミュレーションでは、実際に欠測した標本企业について、「平均値補完」、「横置き補完」、「伸び率補完」で補完した場合をそれぞれ求め、擬似正解(次回調査以降に得られた回答等から推計した正解とみなした値)を代入した場合との乖離度合いを層毎に比較している。したがって、仮想シミュレーションのような悉皆性はないが、複数企業が欠測する場合を検証しているほか、実例を用いることで、実際に欠測値となりがちな企業を取り込んでいる可能性がある。

なお、こちらのシミュレーションでは、擬似正解とすべきデータが存在しない場合や、「横置き」すべき補完データが前年度の値まで遡っても得られない場合は、シミュレーションの対象外としている。

4.2 シミュレーション結果

シミュレーションは、1998年12月調査から2000年6月調査までの設備投資等に関する実績または計画値11について、業種規模別の118層でシミュレーション可能な全ての

図2. 仮想シミュレーションにおける回答者の伸び率(設備投資額)



注) 1. 外れ値は、75%点+1.5×(75%点-25%点)以上か、25%点-1.5×(75%点-25%点)以下、特異値は、75%点+3×(75%点-25%点)以上か、25%点-3×(75%点-25%点)以下。
 2. 横軸の業種名の後の数字は、母集団規模を表す(表2の参考を参照)。

層に対して上記2つの手法で実施し、正解(擬似正解)との乖離幅が最も小さい手法を選び出すということを行った。表3は、そうして選出された最も乖離幅が小さい手法を手法別、企業規模別に集計したものである。表の整理にあたっては、翌年度計画を新たに調査する3月調査とそれ以外を分けて集計しているが、これは、3月調査の翌年度計画については、前回回答値が存在せず、「横置き補完」にせよ「伸び率補完」にせよ、前年の値をベースにする必要があり、代替手法がその部分で大きく誤差をもたらす可能性があるからである¹⁰⁾。また、これらの手法は、「平均値補完」と異なり、(たとえ乖離幅が小さくとも、)結果に上方または下方のバイアスをもたらす可能性があることから、2000年3月調査分について、仮想シミュレーションで

算出した個社別の正解からの乖離もチェックした。図1は、「横置き補完」と「伸び率補完」について乖離度合いを一覧した散布図である。

ここでの結果を整理すると次のようになる。

- ① 「平均値補完」については、ほとんどのケースにおいて、他の手法に比べ精度は劣る。
- ② 企業規模別にみると、設備投資、経常損益において、規模が大きくなるほど、「平均値補完」の精度が低くなる傾向がある。
- ③ 「平均値補完」の代替案については、実例シミュレーションでみると、「横置き補完」と「伸び率補完」が拮抗するが、仮想シミュレーションでみると、いずれのケースも「横置き補完」の精度が高い。
- ④ 「横置き補完」と「伸び率補完」の正解からの乖離額には、総じて大きな差異はみら

図3. 主な経済統計調査の欠測値対応

統計調査	欠測値への対応	備考
家計調査 (総務省)	<ul style="list-style-type: none"> ・非農林漁家世帯集計では、補完は行わない(ゼロ回答と同様)。 — 毎調査回、平均的に一定の欠測値が発生しており、均してみれば大きな問題ではないとの判断。 — なお、農林漁家世帯を含む集計及び5年に1度実施される全国消費実態調査では、標本世帯から調査票が回収されない場合には、母集団推計時の抽出率を変化させることで対応(Weighting)。 	<ul style="list-style-type: none"> ・約8,000世帯の標本調査であるが、1世帯平均の姿をみるのが主眼であり、母集団推計は行っていない。 — 全国消費実態調査は、標本世帯のデータを基に、母集団推計を実施。
労働力調査 (総務省)	<ul style="list-style-type: none"> ・母集団推計時のウェイトの変更。 — 各層単位では抽出率を変化させず、地域(10)、全国といったベースで補正。さらに、地域別については、合計値が全国結果と一致するような補正も実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ・就業者、就業状態については、約10万人の調査人口から母集団推計。
サービス業 基本調査 (総務省)	<ul style="list-style-type: none"> ・調査票未回収の場合は、母集団推計時のウェイトの変更(Weighting)、項目欠測の場合は、回答データを用いた Hot Deck 的な補完方法を実施。 — 例えば、給与支給額は、回答データから得られる従業員あたり平均金額を当該事業所の従業員数に乗じて代入。 	<ul style="list-style-type: none"> ・31万事業所に対する標本調査で従業員30人未満は母集団推計を実施(同30人以上は全数調査)。
法人企業 統計調査 (財務省)	<ul style="list-style-type: none"> ・資本金規模別に、以下のとおり欠測値に対応。 6億円以上：層毎に、資本金ベースでみた未回答企業の前後10回答企業の該当項目の平均値を算出し代入。 1億円以上6億円未満：層毎に、該当項目の回答企業ベースの対資本金比率の平均を算出し、未回答企業の資本金に当該比率を乗じて代入。 1億円未満：母集団推計時のウェイトの変更(Weighting)。 	<ul style="list-style-type: none"> ・年次調査が約35,000、四半期調査が約27,000の標本企業から母集団推計(資本金10億円以上は全数)。
製造工業生産 予測調査 (経済産業省)	<ul style="list-style-type: none"> ・原則として前月データを「季節調整横ばい」で代入(いわば Cold Deck)。 	<ul style="list-style-type: none"> ・調査品目毎の生産量上位累計約8割が把握できる企業を有意抽出。母集団推計は行っていない。
毎月労働統計 調査 (厚生労働省)	<ul style="list-style-type: none"> ・母集団推計時のウェイト(「推計比率」)の変更(Weighting)。 — 「推計比率」は、今期調査された「前調査期間末労働者数」と別途定める母集団労働者数の比率。 	<ul style="list-style-type: none"> ・約17,000(30人以上)と約16,500(5-29人)の標本事業所から母集団推計。

れず、ごく一部の層を除き、両手法ともとくに偏りはみられない。

4.3 結果の解釈

以上の結果から、短観の場合、層内のばらつきの方が企業の時系列でみた変動よりも総じて大きく、欠測値補完にあたっては、層内のばらつきの影響を受ける「平均値補完」よりも、時系列データを利用した「横置き補完」や「伸び率補完」の方が有効であるという結論が得られる。これは、平均値からかけ離れた企業が欠測

となった場合に、従来の手法が実態を捉えるのに必ずしも適していないではないか、という筆者たちの問題意識を支持することとなった。一方、中小企業については、時系列でみた年度単位の設備投資や経常損益の額が振れる可能性は強い一方、一部大企業のように、極端に設備投資や売上高が大きい企業が層内には存在しなくなる。このため、先験的には、平均値補完と代替手法の優劣は想定ができなかったが、ここでの結果は、規模の大きい企業に比べ、「平均値補完」の精度は相対的に高いものの、そうした事情を踏まえても、欠測値の対応方法として、「平均値補完」よりも他の手法を示唆する結果となっている。

一方、設備投資、売上高における代替手法は、実例シミュレーションで「横置き補完」と「伸び率補完」が拮抗するなど、必ずしも明確な結果は出ていないが、仮想シミュレーションでは前者が明らかに優位であり、実例シミュレーションでも両者の差異はさほど大きくない¹¹⁾。短観のように景気循環を把握する統計調査においては、個々の企業のデータは、全体の伸び率に近い動きを示すとも考えられるが、ここでは、むしろ「横置き補完」の方が精度は高い。

この理由については、各層の仮想シミュレーションに用いた n 個の伸び率の分布を示した

この理由については、各層の仮想シミュレーションに用いた n 個の伸び率の分布を示した

図 2¹²⁾から、一定の考察が可能である。すなわち、短観のようにばらつきの大きいデータを扱う標本調査では層区分が細かくなり、この結果、個社の極端な伸び率によって層内の平均伸び率が大きく振れるケースがあることがわかる。「伸び率補完」とは、前期のデータ、つまり「横置き補完」のデータに、そうしたリスク要因をさらに乗じたものである。したがって、そうしたリスクを回避した「横置き補完」に比べて、必ずしも高い精度が得られていないということが考えられるのである。

むしろ、景気の局面が明確な場合は、各企業の伸び率がはっきりした一つの方向性を持ち、ここでのシミュレーション結果よりも、「伸び率補完」の精度がさらに高まる可能性がある。しかし、企業の二極化など、同一の業種においても企業毎のばらつきが拡大する傾向にある昨今の状況を考えると、回答企業の伸び率と欠測企業の伸び率に大きな乖離が生じる可能性はむしろ高まっていると考えられ、「伸び率補完」がリスクが高い方法であるという解釈は可能であろう。

5. まとめ

本稿では、欠測値に対する対応方法を整理し、短観における適用をシミュレーションを通じて検討した。ここでの検討結果は、1999年度と2000年度の2年間のデータを用いたものであり、両年の景気状況がシミュレーション結果に影響を与えている可能性は、前述のとおり否定できない。しかしながら、欠測値に対して Weighting を用いてきた従来の方法に対し、代替手法の方がより適切であるとの結果は、今後の欠測値対応のあり方に重要な示唆を与えるものである。短観の場合、現在のところ、回答率が高く、こうした問題が表面化しているわけではないが、昨今の各種統計調査の状況をみると、今後は回答率が低下していくという可能性も念頭に置く必要がある。

さらに、ここでの検証結果は、短観以外の統計調査についても、改めて欠測値の対応方法について、その妥当性の検証を促すものである。他の統計調査については、いわゆる官庁統計においても、欠測値の対応方法自体が開示されていない場合が多いが、聞き取り調査結果を踏まえ、主な統計調査の欠測値対応を整理したもの

が、図 3 である。これをみると、法人企業統計調査のように、欠測値と回答標本の属性に着目して、回答標本のデータを Hot Deck 的に加工代入するケース、サービス業基本調査のように、Item Non-response では、回答者から得られた項目間の比率を用いるケースなど、一定の工夫がみられるものもあるが、Weighting が基本であるところに変わりはなく、こうした調査における欠測値対応の実証研究は今後の課題であろう。

(論文受付日 2002 年 8 月 1 日・採用決定日 2003 年 1 月 15 日、日本銀行調査統計局経済統計課・日本銀行調査統計局経済統計課)

(補論)回答メカニズムが標本の属性と独立であることの意味

母集団の大きさ N 、標本の大きさ n 、母集団単位 i の特性値を Y_i とする。

I_i を、単位 i が標本に選ばれる場合は 1、選ばれなかったときに 0 をとる確率変数で、 $I = (I_1, \dots, I_N)^t$ とし、選ばれる組み合わせは同じ確率で現れるとすると、 I の確率関数は、

$$P(I|Y) = P(I) = \begin{cases} \binom{N}{n}^{-1}, & \text{if } \sum_{i=1}^N I_i = n \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

となる。

ここで、 R_i を、単位 i が標本に選ばれたときに回答する場合に 1、そうでない場合に 0 をとる確率変数で、 $R = (R_1, \dots, R_N)^t$ とすると、 R の確率関数について、ベイズの定理より、

$$P(R|I, Y) = \frac{P(R|Y)P(I|R, Y)}{P(R|Y)P(I|R, Y) + P(\bar{R}|Y)P(I|\bar{R}, Y)}$$

が導かれる。

単純無作為抽出の場合は、

$$P(I|R, Y) = P(I|\bar{R}, Y) = P(I|Y) = P(I)$$

であるから、

$$P(R|I, Y) = \frac{P(R|Y)P(I)}{P(R|Y)P(I) + P(\bar{R}|Y)P(I)} = \frac{P(R|Y)P(I)}{P(I)} = P(R|Y)$$

となるが、このような Y の属性に対応した回答メカニズムは、 $R_i=0$ について回答結果 Y_i が得られないため、これを特定することは一般に困難である。

そこで、 R と Y が独立している、つまり

$$P(R|Y) = P(R),$$

を仮定して初めて、 $P(R|I, Y)$ は $P(R)$ 、つまり、母集団 N から M 個 ($M = \sum_{i=1}^N R_i$) の標本を単純無作為抽出した場合と同様となる。

このときの、 R の確率関数は、

$$P(R|I, Y) = P(R) = \begin{cases} \left(\frac{N}{M}\right)^{-1}, & \text{if } \sum_{i=1}^N R_i = M \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

となる。

注

* 本論文は、「企業短期経済観測調査」の見直し作業の一環として、筆者らが日本銀行調査統計局経済統計課において検討した結果をとりまとめた「全国企業短期経済観測調査における欠測値補完の検討」(調査統計局ワーキングペーパーシリーズ No. 01-11)を書き改めたものである。ただし、結果の解釈、意見にわたる部分は、執筆者個人のものであり、日本銀行あるいは調査統計局の見解を示すものではない。なお、本稿作成にあたっては、西郷浩早稲田大学教授、第69回日本統計学会参加者、一橋大学経済研究所定例研究会参加者および本誌レフェリー2名より貴重なコメントを頂いた。記して感謝したい。

なお、「企業短期経済観測調査」は、2004年3月調査より、標本設計、欠測値補完方法など、調査の枠組みの見直しが行われている。

1) ここでいう層の設定そのものも、欠測値対応における論点となる。欠測値が生じた場合の推計精度を高めるためには、なるべく、欠測値と似通った属性の標本の回答値を用いたほうがよい。そのため、事前の情報が乏しい標本調査の場合、調査結果で判明した属性を用いながら、層を事後的に設定する方法(事後層化, post stratification)が用いられることになる。なお、多元的な基準を用いた事後層を、繰り返し計算によって設定する方法は raking と呼ばれている。

2) Weighting(重み付け)と Imputation(補完)を大きく分ける類型化は一般的であるが、最近の日本語の文献では、Imputationの一手法として、Weightingを位置付けているものもある(松田ほか(2000))。

3) Deck とは、コンピューターのパッチカードの束の意味であり、Hot Deck とは、現在入力中の束を指す。これに対し、過去に入力した束は、後述の Cold Deck である。

4) Ford は一つの標本における項目間の不整合を internal consistency と呼んでいる(Ford (1983)参照)。

5) Herzog and Rubin(1983)参照。

6) Survey of Consumer Finances は、3年に1度、家計の資産・負債の保有状況を詳しく調査するもので、総じて回答率が低い(地域別標本の平均回答率は1995年調査時で66.3%)。そこで、FRBでは、早くから欠測値対策に取り組み、1989年に Multiple Imputation を導入した(Kennickell, A.B. (1998)参照)。

7) 現行の手法を検証することが目的であるが、手法としての Weighting は重み付けの総称であるため、ここでは、「平均値補完」と呼ぶことで、欠測値に平均値を補完することによって得られる値とそれ以外の手法との間の精度を比較するという趣旨を明確にしている。

8) 「最終値延長法」(Last Value Carried Forward)とも呼ばれる。

9) 「伸び率補完」のケースについては、伸び率算出にあたってベースを揃える必要があるため、前回調査

と今回調査の両方に回答している企業が補完データとして利用されることになる。

10) 6月調査以降でも、3月調査およびそれ以降の調査回で新年度の回答がない場合、「横置き補完」や「伸び率補完」は、回答のあった前年度の値をベースにする必要がある。

11) 表3のシミュレーション結果表においても両者の差はほとんどないが、図1の仮想シミュレーションにおける「横置き補完」と「伸び率補完」の各々の正解値からの乖離額の散布図を見ても、両者の間にはほとんど差がないと言える。

12) 図2は、3月調査における翌年度予測を補完するケースである。

参考文献

- 中島靖彦「サービス業基本調査における欠測値の集計上の取扱いについて」、『統計局研究彙報』1992年3月。
- 日本銀行調査統計局「全国短観の作成方法」、『日本銀行調査月報』1999年6月。
- 日本銀行調査統計局「『企業短期経済観測調査』の見直しに関する最終案」、『日本銀行調査月報』2001年7月。
- 松田芳郎, 伴金美, 美添泰人編『講座ミクロ統計分析 第2巻』日本評論社2000年。
- Bailar, B. A. and G. M. Shapiro (1981) Survey Research at the Bureau of the Census, in *Current Topics in Survey Sampling* (D.Krewski, R.Platek, and J.N.K.Rao, eds.), Academic Press.
- Ford, B. L. (1983) An Overview of Hot-deck Procedures, in *Incomplete Data in Sample Surveys, Vol. II: Theory and Annotated Bibliography* (W. G. Madow, I. Olkin, and D. B. Rubin, eds.), Academic Press.
- Fries, G., M. Starr-McCluer, and A. E. Sunden (1988) The Measurement of Household Wealth Using Survey Data: An Overview of the Survey of Consumer Finances, Paper for the American Council on Consumer Interests, Washington D.C.
- Herzog, T.N. and D. B. Rubin (1983) Using multiple imputations to handle in nonresponse in sample surveys, in *Incomplete Data in Sample Surveys, Vol. II: Theory and Annotated Bibliography* (W. G. Madow, I. Olkin, and D. B. Rubin, eds.), Academic Press.
- Kennickell, A. B. (1998) Multiple Imputations in the Survey of Consumer Finances, Paper for the August 1998 Joint Statistical Meetings, Dallas, TX.
- Little, R. J. A., and D. B. Rubin (1983) *Statistical Analysis with Missing Data*, John Wiley & Sons 1987 in *Incomplete Data in Sample Surveys, Vol. II: Theory and Annotated Bibliography* (W. G. Madow, I. Olkin, and D. B. Rubin, eds.), Academic Press.
- Oh, H. L. and F. J. Scheuerm (1983) Weighting Adjustment for Unit Nonresponse, in *Incomplete Data in Sample Surveys, Vol. II: Theory and Annotated Bibliography* (W. G. Madow, I. Olkin, and D. B. Rubin, eds.), Academic Press.