

經濟學入門叢書

7

計量經濟學

坂下 昇 著



東洋經濟新報社

経済学入門叢書

7

計量経済学

坂下 昇 著

東洋経済新報社

著 者 紹 介

昭和30年 東京大学経済学部卒業
現 在 大阪大学社会経済研究所教授
著 書 『近代経済学(2)・応用経済学』(共著, 有斐閣, 昭和45年)
『現代経済学の展開』(共著, 勁草書房, 昭和46年)
『日本の地価問題』(共著, 東大出版会, 昭和47年)

計量経済学<経済学入門叢書7>

昭和48年3月1日発行

著 者 さかした のぼる 坂下 昇
発行者 宇梶洋司

発行所 東京都中央区日本橋本石町1の4 東洋経済新報社
郵便番号 103 電話東京(270)代表4111 振替口座東京6518

©1973 <検印省略> 落丁・乱丁本はお取替えいたします。 2033-9730-5214

は し が き

「暈の上の水練」。3年近くも前に、東洋経済新報社の佐藤幸千賀氏から、計量経済学のテキストを書いてみないかというお話を戴いたとき、すぐ筆者の頭に浮んだのはこの言葉であった。大学院を出てから10年たらず、筆者には計量経済学的手法による実証研究を行なう機会もなかったし、経済学の分野ではほとんど地域経済学の勉強に専念して、計量経済学の理論の研究もまったくなおざりにしていたからである。そのような私が計量経済学への入門書を書くというのは、まったく無謀に思えたし、それを指名してこられた東洋経済新報社の意向がむしろ不思議で、何度も辞退の返事をくりかえしたのも、私としては当然であった。

しかし佐藤氏の反応は、「それでもあなたは大学で計量経済学の講義をしているではありませんか」というようなことで、そう言われるとそのとおりだと、あらためてびっくりしたり、われながらあきれたりする始末であったが、とうとうそれでは暈の上の水練を写真に撮って水泳の教則本としてみるか、といった図々しい気持になって、お引受けしてしまったしだいである。

実はそれからが大変で、当時私の属していた学部では、昭和44年初頭からやっかいな紛争が始まり、それに全国を吹き荒れた大

学騒動の余波が overlap して、せっかく始めた計量経済学の細部についての brush up の勉強などはすっ飛んでしまった。その代りに、付け焼刃の大学自治論かなにかを、目を吊り上げた学生諸君相手にもたもた開陳するといった類のナンセンスな委員職に「専念」させられる不毛な日々が続いた。

やっと昭和 45 年春になって、箱根の関を越えて現在の研究所に移籍することができ、上のような時間の浪費からは解放されたのであるが、これから先は正真正銘、私自身の怠慢で、小著の脱稿が今日まで遅れてしまった。この間、佐藤氏は氏自身も偶然大阪に転勤してこられて、粘り強くしかも優しく、私に対する督促を続けられた。氏に対して私が発明した逃口上の種類だけでも、パラメーター推測のための諸推定法の個数よりは、はるかに多いと思われる。実際、佐藤氏による強靱でかつ柔軟な激励がなかったならば、この本はけっして日の目を見なかったであろう。それにもかかわらずこの程度の内容に終わってしまったことの陳謝とともに、厚く厚くお礼申し上げる。

また昭和 45 年春以来同じ勤務先となった、阪大社研の畠中道雄教授が、引き続く学生騒動の中で所長兼評議員という激職のかたわら、同じ叢書の中の『統計学』を鈴木篤氏との共著で、早々にまとめられたことは、私にとって驚異であるとともに、良い刺激となった。小著の中への頻繁な引用についてのお礼とともに感謝いたしたい。同『統計学』の序文の中での小著への予告言及があったにもかかわらず、今日に至ってしまったことについては、畠中、鈴木両氏に対してのみならず、叢書の読者の皆様へも深くお詫びしなければならない。

前にも述べたように、私にとって頼りになるのは、約5年ほどの講義経験だけであるから、本書の執筆にあたっては、講義の際参考にしたいくつかのテキストの内容が常に念頭にあったことは否定できない。バラバニス[1959]、フードおよびクープマンズ[1953]、クライン[1953]、ジョンストン[1963]、クライン[1962]、クリスト[1966]、マランボー[1966]、タイル[1958]などがそれらのテキストである。しかし私としては、これらの諸文献のいずれの叙述方法にも偏ることなく、自分として納得のいった最適の叙述部分のみを参考として、この初心者のための入門書をまとめ上げたいと考え、努力してきた。特に識別の問題に多くのページを割いたのもそのような考え方からである。ただし残念なことに、検定や残差の分析の部分では、外国出張の日が迫ってきたという時間的制約もあって、特定の文献に適度以上によりかかってしまった感がある。将来、是非、改訂したいと思っている部分である。

大学自治論同様、かならずしも専門家とは言えない筆者の、もたもたした語り口が、計量経済学にこわごわ接近しようとする初心者にとって、かえって緊張を解きほぐす効果を持ち、以後のより進んだ勉強のための導きの糸となることができれば、それこそ望外の俤せである。私も今後、そのような読者と手を携えて、いつそうの勉強に進みたいと思う。

乱雑な私の草書原稿を清書の形にするために、何人もの方々にご協力戴いた。その代表という形で、関西大学文学部菅奈々子さんにお礼申し上げたい。

また脱稿の時期に至って、私が外国出張することになってしまったため、内容の点検、索引の作成、校正等については一切、山

形大学の佐々木公明氏にお委せすることになった。このように最終段階で共著者に近い協力を賜わることになった佐々木氏，および同氏に手伝われた東北大学大学院佃良彦氏のお二人に，最後にただし最高のレベルで感謝の意を表したい。

昭和 47 年 9 月

英国バーミンガムへ
の出発を前にして

坂 下 昇

目 次

はしがき	i
第1章 序	1
1. 1 狭義の計量経済学	1
1. 2 本書の概要	3
第2章 経済モデルの構成法と識別問題	5
2. 1 経済理論とその数学的表現	5
(i) 費用関数の理論	8
(ii) ケインズ理論の定式化	21
2. 2 確率的経済モデル	30
2. 3 構造と誘導型	36
2. 4 識別問題	43
(i) ケインズ・モデルによる識別問題の説明	44
(ii) ケインズ・モデルにおける識別性の図による理解	49
(iii) モデルの係数から誘導型の係数への変換と識別問題	53
(iv) 一般の線型モデルにおいての識別可能性条件	58
(v) 攪乱項の分散・共分散に関する制約と識別可能性	65
第3章 構造パラメーターの推定	77
3. 1 推定値と推定量	77

3. 2	攪乱項に関する諸仮定	80
3. 3	単一方程式体系における最尤推定法	85
3. 4	$\mathbf{x}_i$ に遅れた内生変数が含まれる場合	101
3. 5	連立方程式体系における最小 2 乗バイアス	111
3. 6	連立方程式体系の同時推定 (I)	
	：誘導型の尤度関数の設定とその最尤推定	117
3. 7	連立方程式体系の同時推定 (II)	
	：構造に関する尤度関数の導出	122
3. 8	連立方程式体系の同時推定 (III)	
	：情報制限最尤推定法	128
(i)	集中尤度関数の導出	128
(ii)	単一方程式の係数についての LIML 推定	134
(iii)	単一方程式の LIML 推定と位数条件	142
(iv)	分散化最小化の直観的意味づけ	145
(v)	単一方程式 LIML 推定の数値計算	147
3. 9	連立方程式体系の同時推定 (IV)	
	：2 段階最小 2 乗法	152
(i)	記号法	152
(ii)	2SLS 推定量の導出	154
(iii)	2SLS と識別可能性	156
(iv)	k -クラス推定量	157
(v)	2SLS 推定量の性質	161
(vi)	エイトキンの一般化最小 2 乗法と 3 段階最小 2 乗法	167
3.10	各種推定量の比較	173
(i)	漸近的特性	173
(ii)	小標本特性——ナガールによる理論的接近	175
(iii)	小標本特性——モンテ・カルロ法による接近	182

第4章 構造パラメーターに関する検定	187
4. 1 残差平方和の分布	187
4. 2 係数パラメーターの線型関数に関する検定	191
4. 3 複数個の係数パラメーターに関する結合検定	194
4. 4 係数パラメーターの相等性についての検定 ——チャウの検定法——	201
4. 5 残差の分析	209
(i) 最尤推定残差による検定	209
(ii) BLUS残差	214
(iii) BLUS残差による検定	224
4. 6 異なるモデルについての係数パラメーター等の検定	229
第5章 予測とシミュレーション	233
5. 1 内挿としての事後シミュレーション	233
5. 2 予 測	237
(i) 最良線型不偏予測	237
(ii) 予測区間	240
5. 3 政策的シミュレーションとしての予測	246
第6章 残された問題	249
(i) 分散非同一性	250
(ii) 攪乱項に自己相関がある場合	252
(iii) 分布ラグ・モデル	255
(iv) 重複共線性	257
(v) 変数においての誤差	261
(vi) なお残る諸問題	263
参考文献	267
索 引	275

第 1 章

序

1.1 狭義の計量経済学

経済学の一分野としての計量経済学とは、いかなる研究方法の体系であるか、ということを最も正面から論じた人は、やはり「計量経済学における確率的接近」(1944)における、T・ハーベルモーであろう。¹⁾ 彼はその中で計量経済学を、経済学の理論の中に確率的要素を本質的に組み込んだ体系として、広くとらえ、いわゆる推定論をその中の一部として位置づけようとしたのである。

しかしその後、計量経済学とよばれるものの内容は、はなはだ多岐にわたるようになり、確率的要素の追求という考え方だけでは統一できない状態であるように思われる。²⁾ 試みに、計量経済学に関する代表的な国際雑誌である、『エコノメトリカ』誌(*Econometrica*)の最近号(1971年5月)の内容を一瞥してみよう。

1) T・ハーベルモー [1944].

2) ハーベルモー自身、後著 [1960] では、確率的接近をきれいさっぱりと放棄している(pp. 17~21). 確率的要素の追求は、最近ではポートフォリオ・セレクションの理論とか、経済過程の理論などでも、狭義の計量経済学とはいささか異なる形で進められつつある。一統合としてティントナーおよびセングプタ [1972].

そこに掲げられた14編の論文のうち、いわゆる推定論、すなわち経済学の理論から導かれる経済モデルの諸パラメーターを、入手可能なデータによって推定するという、統計学的ないしは狭義の計量経済学の問題³⁾に関する論文が、スウォンシイおよびホルムスの「連立方程式体系の推定においての過小サイズ標本の使用」をはじめとして6編もある。

統計学的手法とほとんど関係のない、理論ないし応用経済学に関する論文は、残り8編であるが、その内容は、一般均衡理論、価格理論、資本理論、混雑の経済学、厚生経済学、レオンティエフ動学理論などの多方面に広がっており、その中には確率論的分析を含むものもある。

現在では、以上にあげたような諸分野がすべて、エコノメトリカという表題の中に収められているのであるが、計量経済学(econometrics)のテキストとよばれるようなものの内容は、ほとんどすべて、はじめの6編が扱っているような近代数理統計学に基づく推定論に限られている。⁴⁾

本書もひとつのテキストとして、そのような伝統にそうものであって、ほとんどすべての部分が、上述したような推定論の説明に当てられている。その意味で、本書は最も狭義の計量経済学を扱うものである。その具体的な内容が何であるかは、第2章以下読み進むにしたがって、おのずから明らかになるであろう。

3) 推定論の意味内容については、第2章を読んだところで理解してもらえば十分である。

4) 著者の知っている唯一の例外は、A・A・ウォルターズ[1968]の第11章で線型計画法の議論がされていることである。

1.2 本書の概要

本書第2章ではまず、経済学の理論から導かれる経済モデルとはいかなるものであるかが、具体例を用いて論じられる(2.1節)。さらに、そのような経済モデルが、いかにして(数理)統計学と関わりを持つようになるかという、確率的モデルの議論がされ(2.2節)、さらに統計学的観点からの変数およびモデル形式の分類が述べられる(2.3節)。2.4節は計量経済学上のユニークでかつ重要な問題である、識別の理論が具体例をともなって、詳しく論じられる。

第3章は、計量経済モデルの構造パラメーターの推定論、すなわち狭義の計量経済学の中心主題が10節にわたって展開される。パラメーター推定の統計学的理論と実際の計算との関連が論じられた(3.1節)あと、計量経済モデルの確率的部分である攪乱項についての基礎的な諸仮定が述べられる(3.2節)。

3.3、3.4節は単一方程式モデルに関しての最尤推定法(最小2乗法)の説明であり、3.5節は同じ手法を連立方程式体系の中の1方程式に適用した場合に生ずる問題を論ずる。

3.6、3.7節は、連立方程式体系の同時推定の理論に関する基礎的準備であり、3.8、3.9節において、代表的な同時推定手法である、情報制限最尤推定法と2段階最小2乗法、さらにその他の推定手法が次々と論じられる。

最後の3.10節では、各種手法による推定量の性質の、表形式での比較がなされる。

第4章は、推定論と表裏の関係にある、構造パラメーターに関

する検定の問題を扱う。4.1 節はそのための準備として、主として^{べき}市等行列による 2 次形式の分布が論じられる。4.2~4.4 節は、複数の構造パラメーターの、いろいろな組合せの形式についての検定を逐次論じており、本章の中心である。4.5 節は、モデルの攪乱項の推定学としての残差ベクターを用いての諸分析、諸検定の理論が扱われる。

4.6 節では、それまで単一方程式モデルに関しての議論に限られていた検定論の多少の拡張が示唆される。

第 5 章は推定されたモデル(構造ないし誘導型)を用いての、事前事後のシミュレーションおよび予測の問題が、3 節にわたって論じられる。

第 6 章は、以上各章では扱われず、また一般的にもなお探究されつつある、計量経済学上の「やっかいな」諸問題のオン・パレードである(いかにそれらの多いことか!)。これらの諸問題についての参考文献がいろいろ紹介されて、本書は閉じられる。

本書のねらいは、計量経済学の勉強を新たに始める人たちにとっての、ファミリー・ドクターの役割を果たそうとするものである。したがって、より専門的な診断と治療を必要とする複雑な症状のような、理論上の諸問題については、これを専門医、すなわちより高度の文献・参考書へと紹介するにとどめている。

とはいっても、最小限の範囲では自足完了的であることに努めたのであるが、数理統計学に関する初歩的知識はすべてこれを前提と考えている。

第 2 章

経済モデルの構成法と識別問題

2.1 経済理論とその数学的表現

およそ理論と名のつくものについてはすべて、次のような一般的规定を与えることができよう。すなわち、それは一群の互いに矛盾しない諸前提から論理的に演繹される諸帰結の体系である、ということである。経済理論の場合も事情は同じであって、ここでいう前提群はその根元性あるいは逆に暫定性の程度に従って、公理とか公準とか、あるいは条件とか仮定とかよばれて理論的分析の出発点となる。そしてこのような前提に基づく演繹の結果は定理とか命題とかよばれ、さらにそれらを体系的に整理したものが経済理論の主要内容となるのである。¹⁾

ところで、経済理論の体系において前提の表現、論理的演繹過程の展開、および帰結される定理の提示の各段階で用いられる

1) もちろん、経済学の理論的文献の多くは、上記のような論理的構造を明示する形では書かれていない。特に古い文献ほどそうである。どこまでが分析の前提であってどこからがその論理的帰結であるのか、はなはだあいまいな厳密でない論文も少なくないのである。しかし近年になるほど、一群の公理系の明示から始まり、そこから帰結される諸定理にいたるというタイプの厳密な論文の比重が増してきているといえよう。典型的な例として、アロウ [1951(1963)], デブルー [1959], 二階堂 [1960] などをあげることができる。

「手法」あるいは「表現方法」については、別段制限があるわけではない。それは文章によってもよいし、図や記号を用いてもよい。またそれらの表現方法をいろいろ組み合わせたものであってもさしつかえない。しかしながら、厳密性という点で最もすぐれた表現方法は、一定の約束に従って諸記号を定義しそれらを用い、つつ論理的演算を展開してゆくという方法、すなわち数学的な手法であると考えられる。

数学的表現方法の第2の長所は、この方法による場合すでに確立している数学上の諸定理のあれこれを次々と応用してゆけるという点にある。たとえば、キューンおよびタッカーの確立した非線型計画の定理が、経済理論の中でいかに広範に使用されているかを考えれば、このことは明らかであろう。²⁾

さらに、経済理論によって導出された諸命題の現実妥当性を経験的データによって検証しようと試みるエコノメトリシャンの立場からすれば、数学的経済理論は現実の経済諸量の動きと関連させることが他の場合よりも容易である。すなわち、数量化しやすいという第3の長所を持っている。³⁾ たとえば、「消費は所得に依存して決まる」といわれただけでは経験的検証の対象としてはは

2) キューンおよびタッカー [1951]。その典型的な応用例として、宇沢 [1959] を見よ。

3) しかしながら、数学的経済理論即数量的経済学と考えるのは誤りである。数学的手法とは論理的演繹の一形式なのであって、かならずしも数量的操作を意味しない。たとえば、前述のデブリーの「価値の理論」と現実の経済諸量の動きとを直接に関連づけることはほとんど不可能であろう。前者は後者を「概念的に」(conceptually)理解するうえで役立つにすぎない。

とんど無内容であるが、「実質消費は実質所得の増加関数であり、その関数の勾配は1より小さくかつ逓減的である」という数学的表現(後の文章はそのまま数式に翻訳しかつ定量的な規定を与えることができる⁴⁾)が与えられるならば、われわれはただちにこの命題と現実のデータとのつき合せを試みることができるのである。

以上あげた数学的手法の各長所はしかしながら、その裏としての短所を伴っている。まず表現においての厳密性ということは、反面種々の概念規定においてニュアンスの幅を失わせ、現実的な意味内容(implication)を乏しくしてしまうおそれがある。もっとも、ニュアンスに富むということは考えようによっては概念規定があいまいであることの別表現であるとすれば、数学的定義によってそれを排除することは欠陥とはいえないかもしれない。第2の数学技術の応用ということについての問題は、それを可能とするための本来の経済理論では不必要であり、かつその経済的意味づけの不明確な「数学的」仮定の追加が必要となる場合があるという点である。たとえば、関数の連続性とか微分可能性とかは数学的処理の便宜上持ち込まれた追加的仮定であることが多い。この種のことが極端に行なわれると、経済の現実を模写すべきモデルを、取扱いを容易にするということのために大きくゆがめる結

4) 実質所得を y 、実質消費を c で表わすならば、この命題の数式による表現は

$$c=f(y), \quad 1 > \frac{df}{dy} > 0, \quad \frac{d^2f}{dy^2} < 0$$

ということになる。ただしここで関数 f の2回連続微分可能性が追加的に仮定されている。