

計量経済学序説(上)

H.タイル 著

溝口敏行 監訳

森崎初男・佐伯親良 訳

INTRODUCTION TO ECONOMETRICS

東洋経済新報社

計量経済学序説

上

H・タイル 著
溝口敏行 監訳
森崎初男・佐伯親良 訳

東洋経済新報社

訳者紹介

溝口敏行（みぞぐち としゆき）（監訳）

1932年 富山県に生まれる。

1955年 一橋大学経済学部卒業。

現在 一橋大学経済研究所教授。

森崎初男（もりさき はつお）

1946年 高知県に生まれる。

1976年 青山学院大学大学院博士課程修了。

現在 関東学院大学経済学部講師。

佐伯親良（さえき ちかよし）

1949年 宮崎県に生まれる。

1979年 一橋大学大学院博士課程修了。

現在 佐賀大学経済学部助教授。

計量経済学序説（上）

定価 3000 円

昭和 57 年 4 月 22 日 発行

訳者 溝口敏行／森崎初男／佐伯親良

発行者 中井義行

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 03(270)4111(大代表) 振替口座東京 3-6518

© 1982 〈検印省略〉 落丁・乱丁本はお取替えいたします。 3033-2801-5214
Printed in Japan

訳 者 序 文

計量経済学は、現在学問研究の分野はもとより、そのほかかなり広く社会で利用されている。官庁の経済計画に用いられている大型のモデルはその代表的な例であるし、民間会社で行なわれる需要予測も重要な計量経済学の応用分野である。このような理由から、計量経済学を学ぶ必要性は、多くの人々に認識されている。

しかし、いちど計量経済学の勉強を始めようとする人々は様々な困難に直面する。テキストに登場する数多くの数式に恐れをいだく人々も多いし、勉強しつつある分析技術が、将来の研究に役立つであろうかという疑問をいだく時も少なくない。このような困難は、計量経済学が「技術を学ぶ学問」であるという性格から避けることができないものではあるが、その困難さをできるだけ軽減させることがテキスト執筆者の腕の見せどころといえよう。

本書の執筆者であるタイル教授は、計量経済学で多くの業績をあげた学者として知られている。その代表的な分野としては、総合問題、情報理論、予測問題などをあげることができよう。さらに教授は、実際のデータを使用した実証分析についても、実績をもっている。このように、教授は、計量経済学の広い分野で多くの業績をあげた学者であるが、同時に理解しやすいテキストの著者としても知られている。本書は、その中でも最も入門的な著作であり、アメリカの多くの大学の学部のテキストとして利用されてきている。まず第1の特色として、本書の理解には高度な数学の予備知識を必要としないことがあげられよう。付録の部分を除けば、高校で「数学ⅡB」を学んだ読者は、ほとんど抵抗なしに数式をフォローすることが可能なはずである。

他方、本書には技術に関する記述の連続から生じる退屈さを防止する工夫がなされている。すなわち、テキスト全体について、共通な事例を使用し、この例を異なった技術を利用すれば、どのような新しい分析結果が得られるかを説明することによって、読者をより高度な技術にいざなってくれる。この点だけをとりあげても、本書は最もすぐれた計量経済学のテキストということができる。

しかし、この「わかりやすいテキスト」作成の試みが、「内容の低級化」へつながっていないことは驚くべきことである。テキストの中には、比較的新しい「ベイズ統計学」の解説もあるし、著者の得意な分野である「情報理論」の応用もとりあげられている。また、消費分析の分野で注目を集めている「ロツテルダム・モデル」の解説を含んでいる。このような広範な問題を、比較的短期に学び得ることは、読者にとって極めて有益なことであろう。

本書の訳出にあたっては、森崎初男氏が上巻（第Ⅰ部～第Ⅱ部）、佐伯親良氏が下巻（第Ⅲ部～第Ⅳ部、および付録）を担当し、溝口が調整を行なった。最近、ややもすると実証分析のみに傾斜し、理論面をなおざりにしがちだった筆者は、若い二人の協力者の出現によって、強い学問的刺激を受けることとなった。この企画の発案者である東洋経済新報社、須永政男氏の励ましも、この計画の推進に欠かすことができないものであった。監訳者として、これらの人人に深い謝意を表したい。

1982年3月

溝 口 敏 行

序 文

本書の主目的は、応用計量経済学研究についての読者の理解を容易にすることである。本書を読むうえでの予備知識としては、高等学校レベルの代数と経済学についての1ないし2コースの取得を別にすれば、偏微分までを含む初歩的微分学があるだけである。くわしくは xii ページを参照されたい。本書の副次的な目的として、星印の付された章に示されるようなより進んだ教材を提供することがあげられる。これらの章は、参考として読まれてもよいし、コース制を採用している場合には第2番目のコースで取り上げてもよい。

謝 意

私は、この本についてのいくつかの予備的な草稿をシカゴ大学の MBA および学部学生に対する計量経済学入門コースで使用してきた。そこでの反応が、本書の現在の形を決めるうえでの主要な要因となっている。また本書作成にあたっては以下に示す人々にお世話になっている。Walter D. Fisher (ノース・ウエスタン大学), Robert McNown (コロラド大学) および Houston Stokes (イリノイ大学) の3教授は、本書の初期の草稿に関して詳細な論評を下さった。Kenneth Laitinen 氏は入門コースの助手を勤める過程で、逐次改良されつつあった草稿について意見を述べられた。Jacques Dréze (ローベイン大学), Teun Kloek (エラスムス大学ロッテルダム分校) および私の同僚である William Wecker 教授と Victor Zarnowitz 教授は本書のいくつかの部分について論評を下さった。プレントィス・ホール社の Frank Enenbach 氏は、私の研究室に日参され、この本を同社から出版するようにさそって下さった。また、タイプとその打直しやたびかさなる校正についての激務を心よくやって下さった Mrs. Janice Ricks および前任の Mrs. Kathleen Masulis の両秘書に、絶大な謝意を表したい。

Institute of Mathematical Statistics は、フォン・ノイマン比についての表を、また Biometrika Trustees は、 t 分布、 χ^2 分布、 F 分布およびダービン・ワトソン表を本書に転載することを許可して下さった。Biometrika Trustees と Longman Group Ltd. からの通知によれば、この t 分布表の一部の欄は Fisher-Yates の *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research* (six edition, 1974) よりとられているとのことである。同欄の転掲と許可された故 Sir Ronald A. Fisher の指定遺言執行人、Frank Yates 博士および Longman Group Ltd., London に対し、感謝の意を表したい。

ヘンリー・タイル

シカゴ・イリノイ

本書の構成と利用法

各章は、若干の文節よりなるまえがきと、いくつかの節より構成されている（たとえば **3.2** は第 3 章の 2 節であることを表わしている）。大半の節は、まえがきといくつかの（番号が付されていない）項をもっている。式は 2 つの番号によって示されており、最初の数字は章を、2 番目の数字は章内での順序を示している。たとえば、方程式 (5.3) は、第 5 章の第 3 番目の式である。表と図は本書を通して連番となっている。表や図を発見しやすいようにするため、引用にあたっては通常所在ページ数をも併記している。

付録は 8 節よりなっており、A から H の符号が付されている。付録中の式には、節を示す文字と、節内での順を示す数字が付されている。

予 備 知 識

初歩の微分学は本書を読むうえで必要であるが、積分は必要としない。読者は、4.1, 4.2 節の材料を通じて積分なしで自分の道を進むことができる。そこでは、(第 3 章で学んだ) 離散分布の確率が密度関数に、また合計が積分に置き換えられることを想起するだけである。

予備知識としての初歩の微分学を別にすれば、それ以上の数学的あるいは統計学的な準備は必要ない。統計学は初歩から出発している。合計に関する演算子 Σ の利用法は、2.2 節で説明されている。他方、もし読者が行列代数を自由に利用できる場合には、付録に示された簡単な表示法に満足を得るであろう。本書では行列代数の説明は行なっていないけれども、2 コース用に本書を採用する場合には、第 2 番目のコースで付録の A, B 両節が十分な教材となっていることが容易に発見されるであろう。

本書の四部の内容

本書は入門書であることから、その力点は当然標準的な線形モデルに置かれ

ている。したがって第Ⅰ部の主目的は説明変数が1つである場合についてのモデルに、第Ⅱ部のそれは2個以上の説明変数への拡張と、関連ある統計的推測技術にあてられている。他方、一般化最小2乗法、2段階最小2乗法のような課題についての議論は第Ⅲ部の後半である第19～21章までのばされている。この種の本では、中規模の連立方程式モデルについてさえも適切に述べることは不可能である。そのため、有名なクライン・モデルⅠが利用されざるをえない。この点を補う意図で、予測と予測誤差についてややくわしく論じるとともに、制御理論のある部分をも取り扱うことにした。これらは第Ⅳ部の第22～23章にある。

読者が、数理統計学について、まったくあるいはほとんど知識を有していないと想定したとしても、最初の1章ないし数章で統計学のすべてを取り扱うのは有利なことではない。すべての教材を要約することができる人はほとんどいないであろう。このような理由から、統計学は最初の三部で逐次紹介されている。第Ⅰ部の第3～4章では、離散分布、連続分布と点推定の理論の初歩的要素が述べられており、第9章までは、この統計的基礎で十分である。第2の統計的技術は、第Ⅱ部の第10～12章に示されており、そこでは多変量正規分布、 χ^2 分布、 t 分布、信頼区間および仮説検定が述べられる。第3の技術は第Ⅲ部の前半の第15～16章で取り扱われており、大標本分布理論、ベイズ推測および関連テーマが述べられている。このような統計的教材を連続段階に分割することは、読者が現在入門数理統計コースをとりつつある場合には、明らかにより有利な状況を与えることになるう。

1つの重要な問題は、どの段階で読者に疑念をもつように忠告すべきかということである。読者に新しい方法が紹介された直後に、データがその方法を支える仮定を乱しうるとい理由からその方法はうまくいかないかもしれないと知らせるべきであろうか。あるいは、このような警告は、読者が種々の接近法内の関係についてある種の感覚をもつ段階までのばされるべきであろうか。私は、後者のほうを選好したい。というのは、前者は理解よりも混乱をまねく危険性をもっているからである。たとえば、第5章および第8章で最小2乗法の性格を論じるにあたって、推定される関係式の誤った特定化がもたらす結果を説明することは非常にやっかいなことである。したがってこれらの疑問は、特定化と観察誤差を述べる第17章、(集計の結果を取り扱う)第18章、および

(経済規模の計量経済モデルについての) 23.2 節に拡散されて示されている。

教室での本書の利用法

計量経済学者は統計データを分析する。かくて、講師は入門計量経済学コースを教えるにあたって、学生が初期の段階で「現実の」データを見たいという望みを期待すべきである。しかし、もし学生が統計についての知識をほとんどまたはまったくもちあわせていないようなときには、学生が何らかの「現実」をみる以前に代数記号をつめこむだけで何週間もすごしてしまうという危険がある。どうやって、この問題を解決すべきであろうか。

私の経験によれば、クラス時間(約 75 分間)を 2 つまたは 3 つの部分に分割することが有用である。いくつかのトピックが 1 つのクラス時間で議論でき、その 1 つはデータ分析でありえよう。この時間分割の 1 つの追加的な利点は、数学的結果の累積を少なくし、学生がなお完全には消化しきっていないような結果を応用するように要求される状況をさけることができる点である。

1 例をあげよう。講師が第 1 時限に 1.1 節の数ページから開始しようと思ったとしよう。そこには、(他のことがらとともに)消費-所得関係が述べられている。次に、この関係が架空のデータについて考慮されている 2.1 節へ進んでもよい。彼は第 2 時限に 2.2 節を割りあて、ついで 2.3 節に進み最小 2 乗方程式(2.25)の議論までを完了する。ついで、第 7 章のまえがきへ進む。そこには現実のデータ(表 12)が含まれており、その文節で提起される問題を論じている。第 1 時限の最後のトピックは 1 変量離散分布に関する形で 3.1 節にある。次の 2 つの時限で講師は第 2, 3 章を完成する。第 2 章が完了すればすぐ、最小 2 乗法が表 12 のデータに適用されている 7.1 節を通過することができる。このことは、学生がコースのはじめの段階で所得弾力性や価格弾力性を得るためにデータがどのように用いられるかを体験することを意味している。このコースの詳細については[英語版では——訳者注]Teacher's Manual が用意されている。

計量経済モデルの現実の経済データへの応用は、本書の顕著な特性である。応用が提供されるには 2 つの方法がある。すなわち、多くの例が簡単に取り上げられるか、または少ない例がより詳細に論ぜられるかのいずれかである。私は後者を選好する。というのは多くの簡単な議論はややもするとうわすべりになりがちであり、そして不幸なことに応用計量経済学的研究にあまりにも共通

している欠点であるからである。かくて上述の表 12 のデータは、第 11～12 章の信頼区間と統計的検定で顕著に利用され、クライン・モデル I は第 21～23 章のいくつかの節で重要な役割を果たす。もちろん、少ない例を取り扱うことには欠点もともなう。しかし、この欠点は、他の分野への応用に言及した散布図を示すことによって大部分消去することができる。このような図は、この本の最後に示された参考文献のまえがきで述べられている。

第 14 章は第 22 章と好対照をなしている。第 22 章は主として実証的であり、学生が経済予測から期待できる正確さの度合についての考え方や、予測がより長い将来に及ぶにしたがって精度の下落することについての知識を提供するのに役立つ。第 14 章は経済理論と計量経済学的分析の結合を準備している。この章で用いられた経済理論は予算制約の下での効用極大化であり、それからスルツキーの対称性が生じる。通常の場合、この対称性は、興味あるアカデミックな結果にすぎないとみなされている。しかし、それは実用的な意味あいももっている。(通常小さい)所得効果を見捨てることによって、講師は学生に対してスルツキーの対称性を次のように表わすことができる。諸君の生産物価格を 1 ドル値上げした場合に生じる競争者の生産物の需要への影響の大きさは、諸君の競争者の生産物価格が 1 ドル上昇した場合に生じる諸君の生産物の需要への効果に等しいと。スルツキーの対称性がこのように示された場合、学生はそれを理論的に導き、統計的に検定し、推定に組み込むことにより熱心になるであろう。

星 印 の 節

第 10 章以下において、多くの章のある節(場合によっては全節)には星印が付されている。このような節は最初の通読ではとばしてよい。星印のないそれ以降の節は、それ以前の星印付の節とは独立に書かれている。もっとも、挿入句やかっこ内に時おり現われる文章はその限りではない。星印の配分は明らかに恣意性をもってはいるけれども、講師は初歩コースでは星印の節を削除することができる。

入門コースが 2 連続コースの部分となっていたときには、入門コースで星印の節を削除することは特に有意義である。講師は第 2 コースで高度の節に入る前に、第 1 コースで論じたより初歩的な節の展望を学生に要求することができる。しかしながら、星印のない節が 1 つのコースで論じられ、第 2 コースによ

る充足が行なわれない場合でも，学生は標準線形モデルについてのかかなり詳細な知識をもつことになる。これらの中には，信頼区間， t テスト，連立方程式および特定化についてのある程度の知識，分散の不均一性，自己相関問題および経済理論との関連で数値経済データ分析の評価が含まれる。

目 次

訳 者 序 文	i
序 文	iii
図 表 目 次	x
本書の構成と利用法	xii

第 1 章 計量経済学とは何か	1
1.1 経済関係式の分類	1
1.2 数値が特定化された経済関係式の利用法	5
問 題	6

第 I 部 単純回帰モデル 7

第 2 章 直線のあてはめ	9
2.1 データと理論関係式	9
2.2 和と算術平均および平均 2 乗和と 平均積和について	13
2.3 最小 2 乗法による直線のあてはめ	18
2.4 若干の問題	26
問 題	27

第 3 章 離散型分布理論 29

- 3.1 1 変量離散型分布 29
- 3.2 多変量離散型分布 33
- 3.3 条件つき分布と確率的独立性 37
- 3.4 期待値の代数演算 42
- 問 題 44

第 4 章 連続型分布理論と統計的推測 48

- 4.1 1 変量連続型分布 48
- 4.2 多変量連続型分布論 52
- 4.3 統計的推測 58
- 4.4 点 推 定 60
- 問 題 66

第 5 章 2 変数の回帰 68

- 5.1 標準線形モデル 68
- 5.2 原点を通る最小 2 乗法 73
- 5.3 制約のない最小 2 乗法 78
- 5.4 最小 2 乗法推定の最適な性質 88
- 問 題 92

第 6 章 2 変数の相関 94

- 6.1 1 対の観測値の相関係数 94
- 6.2 2 つの確率変数の相関係数 97
- 6.3 2 つの母数の推定量の標本共分散と
標本相関係数 101
- 問 題 102

第Ⅱ部 重回帰モデル 105

第7章 平面のあてはめ 107

7.1 最小2乗法による平面のあてはめ 107

7.2 拡張 112

7.3 残差の分析 116

問題 122

第8章 重回帰 125

8.1 標準線形モデルの拡張 125

8.2 重回帰における最小2乗法 128

8.3 多重共線性 138

8.4 拡張 141

問題 142

第9章 重相関 145

9.1 重相関係数 145

9.2 説明変数の限界寄与率 149

9.3 多重共線性再論 154

問題 156

第10章 多変量正規性と最尤法 158

10.1 多変量正規分布 158

*10.2 最尤法 166

*10.3 標準線形モデルの最尤推定 169

問題 171

第 11 章 信頼区間と予測区間 173

11.1 正規分布に関連した 2 つの分布 173

11.2 信頼区間 176

11.3 標準線形モデルの信頼区間 180

*11.4 回帰予測 185

問題 190

第 12 章 仮説の検定 193

12.1 仮説検定の基本原理 193

12.2 標準線形モデルの仮説検定 196

*12.3 尤度比検定 202

問題 208

第 13 章 関係の関数形 211

13.1 線形性の意味 211

13.2 対数の使用 214

13.3 ダミー変数 220

*13.4 線形化法 222

問題 224

第 14 章 消費需要方程式 227

14.1 消費需要理論入門 227

14.2 ロッテルダム・モデル 235

14.3 ロッテルダム・モデルの統計的推測 240

*14.4 グループ段階を利用した拡張 249

問題 257

下巻主要目次

第Ⅲ部 回帰モデルの拡張

- 第15章 大標本分布論
- 第16章 ベイズ推測と合理的確率行動
- 第17章 特定化と観測誤差
- 第18章 集 計
- 第19章 一般化最小2乗法とそれに関連する方法
- 第20章 同時方程式論への入門：静態的方程式体系
- 第21章 動態的方程式体系

第Ⅳ部 予 測 と 制 御

- 第22章 経済予測の評価
- 第23章 予測と制御
- 付 録
- 参 考 文 献
- 索 引