

計量経済学的方法 の基礎

鈴木啓祐

交通日本社

計量経済学的方法の基礎

流通経済大学教授 鈴木啓祐

交通日本社

検印廃止
不許複製

計量経済学の方法の基礎

昭和51年4月15日 印刷
昭和51年4月20日 発行

定 価 ￥ 3,500

著 者 鈴 木 啓 祐
発 行 者 岡 本 亀 樹

印 刷 所 中外綜合印刷株式会社
千葉県千葉市幕張町2-76982-2

〔郵便番号〕 101
東京都千代田区内神田2-5-5

発 行 所 株式 交 通 日 本 社
 会社
 電話東京 (256) 3576～8
 振替東京 7-194969

著 者 序 文

計量経済学は、経済学、統計学、ならびに数学という3つの学問分野の知識の総合によって形成された、経済現象を実証的に解析する学問分野である。したがって、この学問分野の内容を理解し、ここで得られた結果や解析方法を、直面した問題の解析の基礎や手段として利用するためには、上記の3つの学問分野についての知識を十分にもっている必要がある。

この書物は、経済学、統計学、ならびに数学において用いられる用語や方法をきわめて平易に解説しながら、計量経済学の内容を明らかにし、特に、この学問分野で用いられる社会、経済現象の解析方法を説明することを目的として書かれたものである。

この書物の前半のうち、第2章から第4章までの部分では、数学および統計学の基礎的用語と統計学的解析方法とを説明した。そして、その説明の中で、経済学における基礎的用語についても説明をおこなった。特に計量経済学の内容を概説した第1章に続く第2章では、社会、経済現象の相互関係を示すための方法としての関数や方程式を、第3章では、経済現象間の関係の表現や計量経済学的方法の説明に用いられる行列および行列式を、そして、第4章では、計量経済学的研究における実証分析に必要な統計学的解析方法を説明した。

第5章から後の部分では、前半で得られた知識を基礎として、計量経済学的方法の説明がおこなわれている。すなわち、第5章では社会経済現象の相互関係を記述するモデルについて、第6章では、モデルの現実のデータへのあてはめについて、そして、第7章では、モデルの評価について述べた。

最後の付録においては、第2章から第7章までに述べた計量経済学的方法を用いた社会、経済現象の解析の1例として、地域の人口変動ならびに道路の計量経済学的解析を付記した。

この書物が、計量経済学的方法の理解と利用のために、少しでも役立てば幸いである。また、本書において、誤り等を見いだされた場合には、その点につきご叱正をいただきたい。

ここで、統計学を教えられた恩師、法政大学名誉教授 故錦織理一郎博士、経済統計学を指導された東京大学名誉教授 有沢広巳博士、統計学の分野で貴重な示唆を与えられた亜細亜大学の森田優三教授、人口統計学を教えられた元厚生省人口問題研究所長 故館稔博士、統計理論の分野で多くの示唆と激励を与えられた統計数理研究所の松下嘉米男博士、『ティンバーゲン 計量経済学』を訳す際、重要な示唆と激励を与えられたオランダ経済大学 (Netherland School of Economics) のティンバーゲン (Jan Tinbergen) 教授、地域科学 (regional science) を指導されたペンシルバニア大学 (University of Pennsylvania) のアイザード (Walter Isard) 教授、数理経済学を教えられたペンシルバニア大学のミラー (Ronald E. Miller) 教授、人口の統計的、計量経済学的分析に対して示唆と激励をいただいたオランダ経済大学のクラッセン (Leo H. Klaassen) 教授、学習院大

学の岡本哲治教授，東京大学の中村 貢教授，青山学院大学の山根太郎教授，筑波大学の福地崇生教授，明治学院大学の畑 井 義 隆 教授，厚生省人口問題研究所長 黒田俊夫博士，同研究所の岡崎陽一氏，慶応義塾大学の高橋潤二郎教授，中央大学の金田昌司教授，流通経済大学の矢野 勇教授，東洋大学の神里 公教授，人口学，交通経済学，および経済学の各分野における統計的解析について示唆と激励をいただいた流通経済大学名誉学長 島田孝一博士，早稲田大学客員教授（東京大学名誉教授）今野源八郎博士，前日本人口学会長 南 亮三郎博士，慶応義塾大学名誉教授 寺尾琢磨博士，法政大学の杓水 勇教授，慶応義塾大学の中鉢正美教授，同大学の増井健一教授，東京大学の林 周二教授，早稲田大学の中西 睦教授，東京大学の岡野行秀助教授，一橋大学経済研究所助教授の南 亮進博士，成城大学の岡田清教授，東京工業大学の藤井光昭博士，経済学説史に対する関心を刺激され，しかも，この研究について激励をいただいた実践女子大学理事長 多田 基教授，経済地理学的現象の統計学的解析に対し示唆をいただいた青山学院大学の西岡久雄教授，鈴木栄一教授，および東京教育大学の奥野隆史教授，近代経済学におけるいくつかの問題につき重要な示唆を与えられた名古屋大学の稲毛満春教授，空間的社会現象の分析に刺激と示唆を与えられた学習院大学助教授の川嶋辰彦博士，京都大学助教授の藤田昌久博士，道路交通量の定量的解析につき示唆を与えられた流通経済大学の中島勇次教授，フジミック技師長 小林八一氏および運輸調査局交通需要研究室長 塚原重利氏に対して，深く謝意を表する。

なお，この書物に書かれている計量経済学的解析における諸計算は，すべて，青山学院大学電子計算機センターにおいておこなわれた。その計算作業の際，協力された青山学院大学助手 森平爽一郎

氏に対しても謝意を表する。

また、付録第3節の研究の一部は、昭和48年度および昭和50年度厚生科学研究費補助金によつておこなわれた。

最後に、この書物の出版を快く引受けられた交通日本社社長 岡本亀樹氏、および校正についていろいろお世話になった同社編集長大串義徳氏に対して、深く感謝の意を表する。

昭和51年2月10日

茨城県竜ヶ崎にて

鈴木 啓 祐

この書を亡き父と母に捧げる。

Summery and Acknowledgements

Summery

This book ——計量経済学の方法の基礎 (*Introduction to Econometric Methods*)——was written as a guidebook to the econometric methods.

Econometrics is constructed by the unification of the knowledges of economics, statistics and mathematics. Consequently, it is necessary to understand the outline of econometrics and utilize the knowledge and the methods of this field of study to resolve facing problems that we have enough knowledge of the three fields of study, economics, statistics and mathematics.

Outline of the structure of this book would be shown by the contents of this book written below.

Chapter 1 Econometrics

Chapter 2 Function and Equation

1. Function 2. Several Important Functions
3. Differenciation and Integration
4. Functions used in Econometrics
5. Equation 6. Equations used in Econometrics

Chapter 3 Matrix and Determinants

1. Matrix 2. Basic Rules of Matrix
3. Inverse Matrix 4. Determinant
5. Basic Characteristics of Determinant
6. Cramer's Formula
7. Graphical Meaning of Determinant

Chapter 4 Methods of Statistical Analysis

1. Moment 2. Regression Analysis
3. Correlation Analysis
4. Limits of Least Square Method
5. Generalized Least Squares
6. Probability
7. Probability Distribution and Probability Density Function
8. Important Distributions of Random Variable
9. Central Limit Theorem
10. Expectation 11. Testing of Statistical Hypothesis
12. Estimation 13. Method of Maximum Likelihood
14. Prediction

Chapter 5 Econometric Model

1. Classifications of Models 2. Model Building
3. Forms of Models
4. Classifications of Variables in Models

Chapter 6 Application of Model to Data

1. Classification of Data
2. Application of Single Equation System
3. Application of Simultaneous Equation System

Chapter 7 Appraisal of Model and Utilization of Model

1. Appraisal of Model
2. Utilization of Model

Appendix

Appendix A Econometric Analysis of Variation of Regional Population

1. Classifications of Population
2. Theories and Analysis of Employment and Migration
3. A Model of Variation of Regional Variation and Its Application to Data

Appendix B An Econometric Analysis of Roads Supplied

1. Urban Region and Road
2. An Analysis of the Relation between Population Density of Urban Region and Density of Road Supplied

In Chapter 1, the outline of econometrics is explained. The first half of this book, particularly, Chapter 2, 3, and 4 contain the explanation of basic technological terms of mathematics and statistics and that of statistical methods. And additionally, technological terms of economics are also explained in these chapters.

In the latter half of this book, econometric methods are explained. Model building, application of econometric model to actual data, and appraisal and utilization of model are written in this part.

In Appendix A and B, two illustrative econometric analyses are shown.

Acknowledgements

I wish to express my thanks to the late Dr. Riichiro Nishigori, Emeritus Professor of Hosei University for his guidance in statistics, Dr. Hiromi Arisawa, Emeritus Professor of the University of Tokyo for his guidance in economic statistics at Hosei University, Professor Yuzo Morita of Asia University for his invaluable suggestions in statistics, the late Dr. Minoru Tachi, the former Director of the Institute of Population Problems, Ministry of Health and Welfare for his guidance of demographic statistics, Dr. Kameo Matusita of the Institute of Statistical Mathematics for his suggestions and encouragement in the fields of statistical theory and techniques,

Professor Jan Tinbergen of the Netherland School of Economics for his valuable suggestions and encouragement which were given, when we, Professor Nishigori and I, translated his book "Econometrics" into Japanese, Professor Walter Isard of the University of Pennsylvania for his guidance of regional science, Professor Ronald E. Miller of the University of Pennsylvania for his guidance of mathematical economics, Professor Leo H. Klaassen, Professor Tetsuji Okamoto of Gakusyuin University, Professor Mitsugu Nakamura of the University of Tokyo, Professor Taro Yamane of Aoyama Gakuin University, Professor Takao Fukuchi of the University of Tsukuba, Professor Yoshitaka Hatai of the Meiji Gakuin University, Dr. Toshio Kuroda, the Director of the Institute of Population Problems, Ministry of Health and Welfare, and Mr. Yoichi Okazaki of the Institute, Professor Junjiro Takahashi of Keio University, Professor Shoji Kaneda of Chuo University, Professor Isamu Yano of Ryūtsū Keizai University and Professor Isao Kamisato of Toyo University, for their suggestions and encouragement in statistical and econometric analysis of population, Dr. Koichi Shimada, Emeritus President of Ryūtsū Keizai University Dr. Gempachiro Konno, Visiting Professor of Waseda University (Emeritus Professor of the University of Tokyo), Dr. Ryozauro Minami, Ex-President of Population Association of Japan, Dr. Takuma Terao, Emeritus Professor of Keio University, Professor Masayoshi Chubachi of Keio University, Professor Isamu Kutsumi of Hosei University, Professor Kenichi Masui of Keio University, Professor Syuji Hayashi of Tokyo University, Professor Chikashi Nakanishi of Waseda University, Assistant Professor

Yukihide Okano of the University of Tokyo, Dr. Ryoshin Minami, Assistant Professor of Institute of Economic Research, Hitotsubashi University, and Professor Kiyoshi Okada of Seijo University, Dr. Mitsuaki Fujii of Tokyo Institute of Technology, for their suggestions and encouragement with regard to statistical analysis of the problems in demography, economics, and economics of transportation, Professor Motoi Tada, the Chief Director of Jissen Women's University for his stimulation of my interest in the history of economic thought and his encouragement with regard to this study, Professor Hisao Nishioka of Aoyama Gakuin University, Professor Eiichi Suzuki of Aoyama Gakuin University, and Professor Takashi Okuno of Tokyo University of Education for their suggestions and encouragement with regard to statistical analyses of economic geographic phenomena, Professor Mitsuharu Inage of Nagoya University for his valuable suggestions with regard to several points in modern economics, Dr. Tatsuhiko Kawashima Assistant Professor of Gakushuin University, and Dr. Masahisa Fujita, Assistant Professor of Kyoto University for their suggestions and encouragement with regard to the analysis of spatial aspects of social phenomena, and Professor Yuji Nakajima of Ryūtsū Keizai University, Mr. Yaichi Kobayashi, the Chief of Engineer, FUJIMIC (Fuji Management Information Center), and Mr. Shigetoshi Tsukahara, the Chief of Traffic Flow Research Laboratory, Japan Institute of Transportation Economics for their suggestions with regard to quantitative analysis of traffic flow.

Incidentally, all the calculations for the econometric studies in this book were done in the Electronic Computer Center of Aoyama Gakuin University. And I am indebted

to Mr. Soichiro Moridaira Assistant of Aoyama Gakuin University for his technical assistance of computation by the electronic computer at Aoyama Gakuin University.

And a part of the study in Section 3 of Appendix A was supported by the Grant in Aid for Welfare Scientific Research of the Ministry of Health and Welfare.

Lastly, I wish to express my thanks to Mr. Kameki Okamoto, the Director of Kotsu-Nihon-sha Publishing Company who generously made the publication of this book possible and Mr. Yoshinori Ogushi, Managing Editor of the Publishing Company who made corrections on proof-sheets.

Ryugasaki City
Ibaraki Prefecture
February 10, 1976

Keisuke Suzuki
Professor of Statistics
Faculty of Economics
University
Ryūtsū Keizai

To my late Father and Mother

目 次

第1章 計量経済学	3
第2章 関数と方程式	11
第1節 関 数	11
第2節 主要な関数	15
第3節 微分法, 積分法	21
I 微分係数	21
II 微分法	22
III 高次の導関数	23
IV 偏導関数, 高次の偏導関数	23
V 関数の極大, 極小	24
IV 関数の弾力性	25
VII ライラーの定理	27
VIII 不定積分と定積分	28
第4節 計量経済モデルに現われる諸関数	31
第5節 方 程 式	32
I 方程式の定義	32
II 差分方程式	35
第6節 計量経済モデルに現われる諸方程式	37
第3章 行列と行列式	43
第1節 行 列	43
第2節 行列に関する基本的規則	44
第3節 逆 行 列	50
第4節 行 列 式	51
第5節 行列式の基本的性質	56
第6節 クラメルの公式	57
第7節 行列式の図形的な意味	58

第4章 統計的解析方法	61
第1節 積 率	61
I 平 均 値	61
II 分 散 度	62
III 1変量の積率	63
IV 多変量の積率	64
第2節 回 帰 分 析	65
I 回帰方程式	65
II 回帰直線のパラメーターの算出	67
III 回帰平面のパラメーターの算出	72
第3節 相 関 分 析	75
I 相 関 関 係	75
II 2変量間の相関関係の測定（相関係数）	76
III 重相関係数	83
IV 決 定 係 数	87
第4節 最小2乗法の限界	91
I 多重共線性	91
II ホーベルモ어의命題	95
III 残差の自己相関によるパラメーターの値の分数の変化	98
IV 不均一な残差による最小2乗法の変更	103
第5節 一般化最小2乗法	105
第6節 確 率	107
I 先験的確率	107
II 経験的確率	108
III 測度論的確率論による確率の定義	110
第7節 確率分布と確率密度関数	111
第8節 主要な確率変数の分布	115
I 離散的確率変数の分布	115
II 連続的確率変数の分布	119

目 次

第9節	中心極限定理	125
第10節	期 待 値	126
I	平均と期待値	126
II	期待値と積率	128
第11節	統計的仮説検定	130
I	平均値の検定	130
II	回帰方程式のパラメーターの検定	133
III	相関係数の検定	138
IV	残差の自己相関の検定	140
第12節	推 定	141
I	点 推 定	141
II	区 間 推 定	145
第13節	最 尤 法	148
第14節	予 測	150
第5章	計量経済モデル	159
第1節	モデルの種類	159
I	ミクロ・モデルとマクロ・モデル	159
II	静学モデルと動学モデル	161
III	単一方程式モデルと連立方程式モデル	162
IV	線型モデルと非線型モデル	165
V	ショック、エラー、およびショック・エラー・モデル	165
第2節	モデル・ビルディング	167
第3節	モデルの形態	172
I	構 造 型	172
II	誘 導 型	173
III	最 終 型	176
第4節	モデル内の変数の分類	181
第6章	モデルのあてはめ	187
第1節	資料の種類	187

第2節	単一方程式モデルのあてはめ	188
第3節	連立方程式モデルのあてはめ	189
Ⅰ	最小2乗法	189
Ⅱ	間接最小2乗法	191
Ⅲ	逐次最小2乗法	196
Ⅳ	操作変数法	198
Ⅴ	2段階最小2乗法	200
Ⅵ	3段階最小2乗法	201
Ⅶ	完全情報最尤法	205
Ⅷ	制限情報最尤法	207
第7章	モデルの評価と利用	223
第1節	モデルの評価	223
Ⅰ	評価の方法	223
Ⅱ	部分テスト, 全体テストおよび最終テスト	223
Ⅲ	不一致係数	226
第2節	モデルの利用	231
付 録		
付録A	地域的人口変動の計量経済学的解析	239
第1節	人口の分類	239
第2節	雇用ならびに人口移動に関する理論と分析	240
Ⅰ	雇用に関する理論	240
Ⅱ	人口移動に関する研究	245
Ⅲ	実証的分析	246
第3節	地域的人口変動のモデルとそのあてはめ	249
付録B	道路供給量の計量経済学的考察	261
第1節	都市と道路	261
第2節	モデルによる都市人口密度と道路供給密度との関係の解析	263
索 引		279