

関西学院大学
経済学研究叢書 19

計量経済学の理論と応用

——多重共線性とモデルの計測——

井上勝雄 著



有斐閣

著者紹介

1943年 大阪市に生まれる
1967年 関西学院大学経済学部卒業
1972年 関西学院大学大学院経済学研究科博士課程修了
1972年 関西学院大学経済学部専任助手
現 在 助教授



計量経済学の理論と応用 関西学院大学経済学研究叢書19

昭和58年6月20日 初版第1刷印刷

昭和58年6月30日 初版第1刷発行

定価 4,000円

著 作 者 いの うえ かつ お
 井 上 勝 雄

発 行 者 江 草 忠 允

東京都千代田区神田神保町2～17

発 行 所 株式会社 有 斐 閣

電 話 東 京 (264) 1 3 1 1 (大代表)

郵便番号 [101] 振替口座 東京6-370番

京都支店 [606] 左京区田中門前町44

印刷・株式会社天理時報社 製本・株式会社協真社製本所

©1983, 井上勝雄. Printed in Japan

落丁・乱丁本はお取替えいたします

ISBN 4-641-06402-4

は し が き

計量経済学の理論の基礎は最小二乗推定法を中心とした線型回帰分析の内容である。しかし、そのみで実証的経済分析が成功することはほとんどない。その理由はいくつか考えられるが、最も重要な理由の1つに多重共線性の問題が挙げられる。

本書は、この多重共線性に関する計量経済学の理論と応用を主題にしている。つまり、多重共線性に関して、その問題点を理論的に考察し、その中で展開された統計理論的な内容や推定方法を実験によって例証し、さらに、経済モデルの計測への実用例を提示する。これら一連の過程は、単に統計理論の精密な展開だけでなく、また、分析手法の単なる応用でもない。実用的な分析手法として、統計理論を実証研究の作業に生かしてゆくという視点が貫かれている。

したがって、本書は計量経済学全般にわたる内容を網羅するものではない。特に、連立方程式推定法を全く扱っていないし、単一方程式推定法に限っても、多重共線性以外の問題に多くはふれていないことを、断っておかなければならない。本書の構成と叙述でどこまで成功しているかは別として、筆者の意図は上述のように、多重共線性の問題に沿って、計量経済学の理論を展開し、経済モデルの計測への応用を展示することである。本書に副題をつけたのは、このためである。

次に、本書の構成と各章の概要を与えておきたい。

第1章から第5章までの第1部は、多重共線性にかかわる統計的理論であり、第6章から第8章までの第2部は、第1部の議論を応用しながら、ケインズ型マクロ経済理論を根底にした計量経済モデルの計測結果を報告

する。

第1章では、まず、標準的な線型回帰モデルをとりあげる。しかしながら、多重共線性についてが第1章のテーマであるから、その検出方法や対処についての考察がこの章の中心となる。計量経済分析の中では比較的新しく、一般的な手段にまでなっていないリッジ回帰と主成分回帰を、それぞれ第2章、第3章で考察する。これらの方法は、多重共線性への対処として有効だからである。第2章でとりあげるリッジ回帰は、1970年初めに開発された方法であり、その統計的理論は1970年代に展開された。第2章の前半は平均二乗誤差による考察をし、後半は、リッジ回帰の利用方法にその視点をおいて議論を整理する。

第3章は、1957年ケンドールによって提案された主成分回帰をとりあげる。これまで、主成分回帰の統計的理論に関するものは少ない。したがって、この章において主成分回帰推定量の分布を導出する。そして、回帰係数についての区間推定や仮説検定等の統計的推測の方式を明らかにする。さらに、実証作業の際に、主成分回帰を採用してよいか否かを問う検定方法をも導出する。

第4章は、リッジ回帰と主成分回帰の平均二乗誤差による比較をし、これらの優劣についての条件を理論的に考察する。しかし、これらの推定方法の優劣は未知パラメータに依存し、両者は対立するものではなく互いに代替的であるといえる。そして、このことをモンテカルロ実験によっても確かめる。

第5章は、計量分析の作業の中で重要な課題の1つである異常値の検出方法を取りあげる。まず、最小二乗回帰による検出方式を導出し、この方式と構造変化テストとの関係を考察する。そしてさらに、予測問題との関連性に焦点をあてる。第5章後半は、第3章でなされた議論を基礎にして、

主成分回帰推定量による異常値の検出方式や、予測問題の展開にあてる。

さて、第4章に報告する実験によって、リッジ回帰と主成分回帰は、ある条件のもとに、ほぼ同等であることがわかる。しかし、第2章のリッジ回帰は、実際に計測作業を行なう際、確定的な採用基準を求め難い面がある。他方、第3章で明らかにした主成分回帰のための検定をし、そしてこれを採用すべきであると判断されるならば、主成分回帰推定は一義的に得られる。以上のことを考慮して、本書第2部では主成分回帰を応用することにした。

第2部は、ケインズ型の日本経済の短期計量モデルを構成する、という応用的な計量経済学である。そして、構造方程式を計測するに際して多重共線性が問題となる場合第1部の諸考察を利用し、上に述べた観点から、特に主成分回帰の方法を採用する。

第6章は、国民所得の様々な支出項目の構造式を計測する。重要な構造方程式については、経済理論を整理しつつ定式化を行なう。本章の最後には、支出構造モデルとして推計結果をまとめる。第7章は、前章によって決定されるGNP水準、あるいは国民所得水準に応じての分配所得の構造を計測する。

第8章は、前2章の結果を結合し、第2部の目的である日本経済の短期計量モデルを提示し、そして、モデルの現実追跡力を検討する。本章のモデルは小規模で、実用化に十分耐えるには、モデルの外生部分を内生化したり、あるいは、各構造方程式を更に検討しなければならないかもしれない。そのような問題点があるとしても、モデルによる経済予測や構造分析のためのシミュレーションは可能である。本章の後半で、外挿期間の予測や乗数効果の計測によって、構造分析と政策効果の数量的把握を例示する。他方、これら本章の結果と、推定方法の異なる、たとえば、すべての構造

方程式の推定方法を最小二乗法にしたモデルの結果とを比較することは興味ある問題である。しかし、これはモデル体系全体の再検討と共に、今後の課題に残している。

本書を構成する内容は、既に筆者が日本統計学会で報告し、あるいは『経済学論究』に論文として発表したものを利用している。ただ、それぞれの論文は本書の各章と必ずしも対応しないので、各章末の引用文献の中に掲げ参考に供した。

本書を出版するまでに、実に多くの先生のご指導とご助言を筆者は受けてきた。この機会にお礼を申し上げたい。

恩師故小宮 孝教授は大学学部・大学院時代に温かいご指導とご助言を与えられたことに感謝したい。

豊倉三子雄教授は、大学院博士課程指導教授としての研究指導だけでなく、学問する者が常に心に留めておくべき様々のことを様々の機会を通じて教えられた。現在に至るまで、公私にわたってお世話いただいていることに心から感謝申し上げたい。また、大学院在学中、豊倉教授は筆者に計量経済学の研究をすすめられた。そして、安井修二教授によって斎藤光雄教授（神戸大学）を紹介されたことが、それまで理論経済学だけを学んでいた筆者の計量経済学の始めである。この様な機会を与えられた安井教授に対しても、この場を借りてお礼申しあげる。

斎藤教授は、計量分析には全く無知であった筆者に、書物や論文には現われない計量経済学の心得を丁寧に教えられ、筆者が曲りなりにも計量分析ができるまでに指導された。さらに、本書の中心となる部分にも多くのご助言を与えていただいた。ここに深く感謝申しあげる。他方、大学院入学以来、数学研究会を通じて、経済数学や数理統計学を筆者に教育された安部栄造関西学院大学名誉教授に対しても心からお礼申し上げたい。

現在の筆者の研究を可能にしたのは先の先生方だけではない。関西学院大学経済学部 諸先生には、大学入学以来教員となった現在も、常に励ましと快適な研究の場を与えられてきたことを感謝しなければならない。とりわけ、生田種雄教授、森本好則教授、福尾洋一教授は理論経済学研究の先輩として、根岸 紳助教授は同学の研究者として常に研究上の刺激とご助言を与えられてきた。そして、教授会が『関西学院大学経済学研究叢書』の1冊として本書を出版することを認められたことに深い謝意を表わしたい。また、研究叢書委員として労をとっていただいた大前朔郎教授に心からお礼申しあげたい。

最後に、出版に関しては有斐閣の岡村孝雄氏にお世話いただいたことにお礼申し上げる。

1983年3月

著 者

目 次

は し が き

第1部 理 論 編

第1章 線型回帰と多重共線性	3
1.1 標準線型回帰モデル	3
線型回帰モデル(3) 最小二乗推定量(4) 線型不偏推定量 (6) 最小二乗推定量の分布(6)	
1.2 多重共線性	7
完全な多重共線性(7) 多重共線性の尺度(9) 多重共線性 の影響(10) 推定量の分散(13)	
1.3 多重共線性の検出とその対策	14
検定による共線性の定義(1)(14) 検定による共線性の定義(2) (16) 検定による共線性の定義(3)(17) 検定に対するコメ ント(19) 多重共線性へのアプローチ(20) 多重共線性に 対する対策(21)	
1.4 多重共線性と予測	25
最小二乗予測量(25) 予測量とその平均二乗誤差(26) 定 理の証明(27)	
引 用 文 献	31
第2章 リ ッ ジ 回 帰	33
2.1 モデルの変換と OLS	33
多重共線性と積和行列(33) モデルの定式化(34) モデル の変換(35) 変換モデルの最小二乗推定(36) 例示：2変 数の場合(37)	
2.2 リ ッ ジ 回 帰	39

平均二乗誤差とバイアス推定(39)	リッジ推定(41)	リッジ推定量の全平均二乗誤差(42)	β のリッジ推定(44)	リッジ推定量の平均二乗誤差(45)	平均二乗誤差の軌跡(46)	一般リッジ推定(48)
-------------------	-----------	--------------------	--------------------	-------------------	---------------	-------------

2.3 k の 選 択	49
リッジ推定の実際(49)	ホエール・ケナードの方法(49)
一般リッジ推定の方法(50)	マクドナルド・ガラノーの方法(51)
フェアブラザーの方法(52)	方法の最適性(52)
引 用 文 献	53

第3章 主成分回帰.....55

3.1 主成分回帰	55
主成分回帰の定義(55)	バイアスと全平均二乗誤差(57)
最小二乗推定量との比較(58)	主成分回帰推定量の平均二乗誤差(59)
3.2 主成分分析	61
主成分(61)	ホテリングの定義(61)
主成分の寄与(63)	主成分分析の解(63)
主成分と変量の一次結合(65)	アンダーソンの定義(66)
主成分による多重共線性の解釈(68)	
3.3 主成分回帰推定量の分布.....	70
主成分回帰推定量の分布(70)	攪乱項の推定(71)
3.4 係数に関する仮説検定と区間推定	72
仮説検定(72)	区間推定(73)
3.5 定数項の推定	74
3.6 主成分回帰のための検定.....	75
引 用 文 献	77

第4章	リッジ回帰と主成分回帰の比較	79
4.1	平均二乗誤差による比較	79
	一般リッジ回帰と主成分回帰(79) リッジ回帰と主成分回帰 : 特定化のケース(80) リッジ回帰と主成分回帰: 他のケー ス(81)	
4.2	実験による比較(1)	83
	シミュレーション実験(83) 実験の手順(84) 実験 1 a (85) 実験 1 b (90)	
4.3	実験による比較(2)	90
	実験 2 (90) 実験 3 (92) 実験 4 (94)	
4.4	実験による比較(3)	98
	実験 5 (98) 実験 6 (102) 実験結果の要約(104) 引 用 文 献	105
第5章	異常値の検出	107
5.1	問 題 の 設 定	107
	異常値(107) モデルの定式化(108) 標本外の異常値検出 (110) 区間予測(112)	
5.2	異常値の検定	113
	標本中の異常値検出(113) 残差に関する補助定理(114) 検 出方法の同等性(116)	
5.3	異常値の検定と構造変化テスト	118
	複数の異常値検出(1)(118) 複数の異常値検出(2)(119) 異 常値と構造変化(120) チョウ検定(121) 異常値の検出と チョウ検定(122) 先験的情報と検定(123)	
5.4	主成分回帰と予測	124
	異常値の検出と区間予測(124) 主成分回帰点予測(125) 主	

成分回帰による区間予測(127)	
引 用 文 献	128

第2部 応 用 編

第6章 支出構造の計測	131
6.1 は じ め に	131
6.2 分布ラグモデルの経済的意味	134
分布ラグモデルの形式(134)	分布ラグモデルの意味(136)
均衡水準への調整径路(137)	消費関数への応用(139)
6.3 消費関数の計測	140
消費支出の要因(140)	家計最終消費支出 C (141)
計測結果の評価(142)	
6.4 設備投資関数の計測	143
設備投資関数の定式化(143)	民間設備投資 I_e (145)
6.5 その他の支出構造方程式	146
民間住宅投資 I_h (146)	民間在庫投資 J_p (148)
輸入 M (149)	
6.6 支出構造モデル	150
各種デフレーター $p_c, p_{ie}, p_{ih}, p_j, p_e$ (150)	資本減耗引当 D (153)
間接税一経常補助金 T_i (155)	支出構造モデル (155)
引 用 文 献	158

第7章 分配所得構造の計測	161
7.1 は じ め に	161
7.2 賃金関数の計測	163
賃金率 (1人当り雇用者所得) w (163)	1人当り個人企業所

得 w_s (167)	
7.3 物価・賃金モデル	168
物価・賃金モデルの目的(168) 物価関数の定式化と計測(169)	
賃金関数の計測(172) 物価・賃金モデルの計測結果(173)	
7.4 労働力関数の計測.....	177
雇用者数 L_e (177) 個人業主数 L_s (178) 就業者数 L_a , 完	
全失業者数 U (179)	
7.5 分配所得構造モデル	181
配当以外の個人財産所得 Y_r-D_i (181) 法人所得 Y_o , 公的企	
業所得と一般政府財産所得 $Y_{og}+Y_{rg}$ (182) 個人配当 D_i ,	
法人税 T_o , 法人留保 S_o (183) 個人税 T_p (185) 分配所得	
構造モデル(185)	
引 用 文 献.....	187

第8章 日本経済の短期計量モデル.....189

8.1 は じ め に.....	189
8.2 日本経済の短期計量モデル	191
モデルの変数(191) 国内総生産=国内総支出 V (194) モ	
デル体系(196)	
8.3 モデルのテスト	200
全体テスト(200) 最終テスト(207) 最終テスト結果の数	
量化(207)	
8.4 乗数効果シミュレーション(1)	210
モデル構成のプロセス(210) 輸入デフレーター p_m の影響(212)	
輸出 E の影響(214)	
8.5 乗数効果シミュレーション(2)	216
政府固定資本形成の乗数効果(216) 間接税率の影響(221)	
直接税率の影響(222)	

引用文献	223
索引	225
事項索引	225
人名索引	230

第1部 理論編

第1章 線型回帰と多重共線性

1.1 標準線型回帰モデル

1.1.1 線型回帰モデル

いま、変量 Y と p 個の説明変量 $X_1, X_2, \dots, X_p$ の間に線型関係があると仮定でき、これらの変量の観測値が T 個 (T 組) えられたとする。このとき、

$$y_t = \beta_1 x_{t1} + \beta_2 x_{t2} + \dots + \beta_p x_{tp} + u_t \quad (t=1, 2, \dots, T) \quad (1.1)$$

とできる。(1.1)における u_t はいわゆる攪乱項と呼ばれるものである。

(1.1)を行列表記すれば、

$$y = X\beta + u \quad (1.2)$$

である。ここに、

$$y = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_T \end{pmatrix}, \quad X = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1p} \\ \vdots & & \vdots \\ x_{T1} & \dots & x_{Tp} \end{pmatrix}, \quad \beta = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{pmatrix}, \quad u = \begin{pmatrix} u_1 \\ \vdots \\ u_T \end{pmatrix}$$