

書評

Guy H. Orcutt, Martin Greenberger,
John Korbel and Alice M. Rivlin,
Microanalysis of Socioeconomic
Systems: A Simulation Study.

New York, Harper & Brothers, 1961.
xv, 425 p. 22 cm. (\$8.00)

磯野修

自然科学では実験ができるが社会科学ではできないとよく言われる。たしかに、蟻が巣を作って共同生活を営む様子を飼育箱の中で観察し、条件を色々に変えるに依じて蟻の生活がどのように変わるかを確かめることができる。人間の社会生活について、これと同じような実験は不可能であるにしても、個々の主体が与えられた条件にどのように反応するか、その結果、社会全体がどのような動きを示すかということを、現実の姿の縮図の形で再現できるとしたら興味深いに違いない。今まで経済

学で用いられている連立定差(または微分)方程式体系の方法は、まず、所得や消費・貯蓄という総体量の間に一定の関係を規定し、次に、初期時点における総体量の値や変化率を指定して、経済体系が指定された初期条件から出発するとき、どのような動きを示すか、外的要因や体系内のパラメーターの変化は経済体系の動きに対して、どのような影響を与えるかを考察するものである。原理的には右と同じ方法でありながら、総体量による分析ではなく、個々の経済主体にまで立ち入って、それらの需要曲線・供給曲線を規定し、市場における個別主体間の交渉方法をも予め想定しておいて、初期時点における各主体の所得額や財貨・用役の所有量その他を指定すれば、多数主体を含む経済体系が、時間の経過に伴って、どのように変化して行くかを観察することができるはずである。そして、外的要因や体系に組み入れられた諸関係式またはパラメーターを変更したとき、体系の動きが、どのような影響を受けるか、ということをも観察できるはずである。さらに、この体系に代入される数値を現実のものに近くとるとき、ここに現われる体系の動きは現実の経済の動きの縮図を示すと考えることができる。このような提案に対しては、多数の経済主体を含む体系は、観念的には、これを考えることができても、実際に具体的数値を入れて操作することができないから結局は無益である、という反論が起るに違いない。しかし、近時めざましい発展を示している電子計算機を用いれば、この種の操作が可能となるし、事実、このような方向への意図を以て始められた大規模な研究の第

一歩の成果を発表したものが、ここに紹介しようとする書物に外ならない。

一般に 実際の現象に似せて実験的な事象を生起させることを、simulation と呼んでいる。この言葉には未だ定訳がないようであるが、ここでは仮に「擬象」と訳しておく。本書は Wisconsin 大学の The Social Systems Research Institute の企図する社会経済体系研究の第一次の成果をまとめたもので、そこでは IBM 704 を用いての擬象実験が示されている。この研究に参加している人々は、擬象模型を用いて経済体系全般について研究することを終局の目標としているようであるが、はじめの目標を消費分野の解明という点においた。そのためには消費主体に関する基礎知識を得る必要がある、第一歩として 人口および世帯の擬象実験を取りあげたわけである。これが 本書で人口学的模型と呼ばれているものであり、本書の主要な内容をなしている。これを 今まで経済体系の擬象分析と呼ばれてきたものと比較すると、従来のもは Keihin-Goldberger 流の連立方程式体系に現実の経済の示す数値を初期条件として代入して その体系の動きを計算し、あるいはこれに乱数抽出による方程式誤差を附加するに止まっていた。いわば総体量による連立方程式体系の理論的期待値の計算と偶然誤差の加算が擬象分析と呼ばれていた。これに対してここに紹介しようとする擬象実験は、総体量分析に止まることなく 経済社会の個々の構成要素まで降りてきて、個々の主体の相互交渉の結果として産まれる社会の動きを、文字通り 現実

の縮図の形で再現しようとしている。この点で 本書の意図は劃期的な試みと言うことができる。

この書物は 五部 十九章から成っているが、一冊の書物として これを見るとき、必ずしも すべての章が密接な関係で結びつけられているわけではなく、中には内容の乏しい章もあって、第一級の書物とは呼び兼ねるものがある。そして 筆者から見れば、消費分野の解明に第一の力点をおくという行き方にも 全面的には賛成できないものがあるが、擬象実験の初めての試みとして人口学的な例を選んだことは、経済現象に比較して人口現象の安定性の故に、賢明で妥当な方針であると思われる。既に述べたように、本書は人口学的擬象模型を主体とし、消費分野の研究に進むには これを どのように拡充すべきかという論点を補足したものであるが、後者は すべて 研究方針の提示に止まっており、擬象実験の行われているのは人口学的模型だけである。さらに 経済学的应用を考えることなく、人口理論だけの立場に止まったとしても、この模型実験は十分注目に値するものを持っていると思われるので、以下では専ら 人口学的擬象模型について紹介することとする。

(1) 内田忠夫・森敬、『日本経済の Simulation 分析』森嶋通夫・篠原三代平・内田忠夫編、「新しい経済分析——理論・計量・予測」大阪大学社会経済研究室、一九六〇年、第七章(二一頁—二六八頁)所収。

(2) J. S. Duesenberry, O. Eckstein and G. Fromm, "A Simulation of the United States Economy in

二

本書の擬象模型では「個人」と「夫婦」という二つの単位を考え、その生成・消滅の原因として、個人については出生と死亡、夫婦については結婚と離婚とを考える。観察の単位期間としては月をとり、磁気テープに記録されている全個人について、予め定められた死亡確率に従い、毎月その死亡か生存かが決定され、生存者中の独身者については、また予め定められた結婚確率によって、その月に結婚するか独身のままかが決められる。個人が結婚すれば、夫婦という単位が生じ、夫婦については、これまた予め計算されている確率に従って、夫婦が離婚するか否か、子供が生まれるか否か、生まれるとすれば男児か女児かが決定される。以上のように、個人と夫婦が出生・死亡・結婚・離婚という行動を示すに当って、その行動が生じうるか否かを決める確率値は、動作特性値と呼ばれる。

この人口学的模型は、将来人口予測のために用いることができる。これを従来の方法と比較すると、今までの方法は、まず出生率・死亡率によって将来人口数と、その構成を予想し、結婚数・離婚数が必要とする場合には、この人口数および人口構成とは無関係に想定された結婚率・離婚率を人口に乗じて、結婚数・離婚数を第二次操作として求めていた。これに対してこの擬象模型では、出生・死亡と並んで結婚・離婚が、同時に体系の中へ組み込まれている。さらに、経済的要因が結婚および

び離婚に影響することを考えに入れているとも述べているが、これは単に試案として示されているに止まり、本書の擬象実験に際しては、経済的要因を考えに入れた動作特性値は用いられていない。以下では、死亡・結婚・離婚・出生の夫々について、それがどのように計算機上で再現されるかを紹介する。

まず、死亡については、次に述べる性別・年齢別・人種別・年度別の死亡率を与えておき、磁気テープ上に記録された全個人について、毎月死亡か否かを判定し、死亡と出たら、その個人を抹消し、生存と出たら、その年齢に一ヶ月を加える。死亡率については、一九三三年—一九五四年の性別(男女二分類)年齢別(一歳未満以外は、五歳間隔、計十一階級)人種別(白人・非白人の二階級)の $2 \times 11 \times 2$ 階級の各死亡率が暦年度と共に指数函数に従って減少すると想定して、これを将来に延長し、年死亡率を月別死亡率に直すと共に、季節変動を考慮する。なお、死亡率以外の諸特性値でも同じであるが、年齢間隔五歳のままでは、月を単位とする計算ができないので、十一階級にわたる年齢の全範囲の中から適当に九個の点を選び、それらによって劃される八個の小区間内では、夫々直線補間によって月別の数値を求め、最小区分点以下および最大区分点以上では、夫々の区分点の数値そのままを用いている。

このように、死亡は単一の個人について考えれば足りるが、結婚は相手があるので面倒になる。夫婦として組合わされていない個人(これを独身者と呼ぶ)を分けて、一度も結婚したことのない者(これを未婚者と呼ぶ)と死別および離別によって

配偶者を失った者（これを婚歴者と呼ぶ）とする。磁気テープに記録されている個人のうち、独身者（未婚者および婚歴者）が出てくるたびに、その年齢および婚歴の有無によって決められた結婚確率（一九五〇年の十五州にわたる資料から計算し月別の季節変動を考慮）に応じて、その月にその個人が結婚するか否かを定める。乱数抽出の結果が、独身のままでいると出れば、そのまま通過させ、結婚すると出れば、その年齢および婚歴の有無に応じて、相手として選ぶべき異性の年齢および婚歴の有無を確率抽出の方法で決定する。それには、例えば、二十一―二十四歳の婚歴なき男性独身者が結婚すると出た場合に、相手として選ぶ女性が、十五―十九歳の婚歴なき独身者である確率は五十パーセント、同年齢の婚歴ある独身者である確率は一パーセント、二十一―二十四歳の婚歴なき独身者である確率は四十二パーセント、同年齢の婚歴ある独身者である確率は三パーセント、……というように、求婚者および相手方の双方について、年齢別・婚歴有無別の確率値を知る必要がある。この確率の計算には、一九五五年の二十三州に関する結婚調査資料が用いられている。年齢の五歳間隔資料に対して、九個の区分点による直線補間を行うことは、死亡率の場合と同じである。結婚すべき独身者と、その相手方の条件が乱数抽出で決つたら、これらを一時、磁気ドラムに貯蔵しておく。磁気テープ上に既に決められた相手方の条件を満たすような異性の独身者が現われたとき、さきに待機していた求婚者は、この適格者と結婚し、両人は、その次の月から独身者の資格を失って夫婦の

資格へ移される。ある個人が結婚するか否かを定める結婚確率に対しては、年齢・婚歴の有無および季節変動のほかに、一人当り可処分所得の影響を考慮する提案もなされているが、人口学的擬象実験に際しては、この考えによる結婚確率値は用いられていないので、紹介を省略する。また、結婚の場合には、死亡の場合と違って、資料不足のために白人・非白人による区別は行われていない。

次に、離婚は次のように扱われる。磁気テープ上に夫婦が現われるたびに、その結婚継続年数に応じて算出された離婚確率に従って乱数抽出を行い、その夫婦が翌月も結婚を継続するか離婚して翌月から二人の婚歴ある独身者となるかを定める。月別離婚確率については、季節変動も考えに入れて、統計資料の不足のために、結婚継続年数以外の要因は問題とされていない。その確率値も、一九五〇年・一九五三年の断片的資料による、かなり不完全な数値である。

最後に、出生については、庶子を考えに入れることなく、嫡出子だけを考へる。それ故、夫婦から子供が生まれるか否か、産まれた場合に男児か女児かを決定すればよい。夫婦を形成している女性側について、まず、一九五〇年―一九五五年の資料から、年齢別・出産回数別の出産確率を計算する。これに月別の季節変動と、前回の出産からの経過月数（初産の場合には結婚からの経過月数）を考慮して、例えば、二児を持ち年齢二十歳の妻が、前回の出産後三十ヵ月目に第三児を産む確率というように、出産確率が決められる。磁気テープ上に夫婦が現われる度

に、その妻について右の確率値による乱数抽出を行い、その月に出産があるか否かを決定する。出産があれば、再び乱数抽出によって、産まれた子供が男児であるか女児であるかを決定することになるが（死産は考えない）、これには出生児についての安定した性比（男児五・三パーセント）があるから問題はない。産まれた子供は直ちに個人として磁気テープに記録され、その翌月から、毎月、生存・死亡を判定し、月齢を加算されて行くことは当然である。

三

以上では「個人」と「夫婦」とを考えたが、子供が産まれれば、それは当然、夫婦に所属して家族を構成すべきである。また、子供づれの婚歴ある独身者も、子供の数が六人以下ならば結婚できると想定しているが、その際、結婚と同時に、子供たちも新しく産まれた夫婦と同じ家族を構成すべきである。さらにこの擬象実験は、次の段階の研究目標として、経済のうち消費分野の分析をめざしており、その際には、「家計」と呼ばれるものが登場する。夫婦が家計の代表的なものであることは言うまでもないが、十七歳又はそれ以下の個人は子供とみなしてすべて両親と同じ家計に所属させる。十八歳又はそれ以上の独身者（未婚者または婚歴者）は成人とみなして、親から離れて一人だけで家計を構成する。この擬象実験では、十五歳以下での結婚は考えていないから、夫婦は必ず十五歳又はそれ以上で

あるが、夫婦の一方または双方が十八歳以下であっても、結婚して夫婦となった場合には、常に一つの家計を作る。また、夫婦が死別ないし離別することによって、婚歴ある独身者が生じたときは、残された個人がたとえ十八歳未満であっても、特にこれの一つの家計として取扱う。夫婦だけで子供のない場合に配偶者の一方が死亡すれば、婚歴ある独身者の一人家計が生じ、子供づれの夫婦のうちの一方が死亡すれば、婚歴ある独身者の子持家計が生ずる。夫婦が離別したときも同じように扱われるが、この擬象実験では、子供づれの夫婦が離別したときには、常に母が子供を引きとるものと仮定する。

さきに、擬象実験の単位として個人と夫婦とを考えると、したが、夫婦は常に家計に含まれるから、個人と家計が擬象実験の単位であると言った方がよい。そして、出発時点における全個人を家計毎にまとめ、家計一つについて一枚ずつの IBM カードに記録するが、このカードには、家計の種類（後述）・男児数・女児数・母の出産回数・結婚後経過月数・出産間隔月数・成年者の年齢（月単位）・子供の年齢（月単位）が記載される。これを磁気テープに移し取って、初期時点の全個人を家計毎にまとめて記録したテープを得る。出発時点は、以下に述べる基礎資料に合わせて、一九五〇年四月とし、初期人口テープを入力として計算機に入れて、その月の死亡・出生・結婚・離婚による異動を記録させ、出力として、翌月（五月）の状態を示す磁気テープを得る。これを、もう一度、入力として用い、出力として翌々月（六月）の状態を得る。以下、この操作を繰

国勢調査および擬象実験の家計数
(本書 p. 135 Table 24)

		全国国勢調査 (単位千)		擬象実験	
独 身 者	未婚者	男	白人 9464 非白人 1191	629 79	
		女	白人 6912 非白人 769	459 51	
	婚歴者	男	白人 3070 非白人 437	204 29	
		女	白人 7300 非白人 1116	485 74	
夫	婦	白人 34747 非白人 3937	2308 262		
合 計			68943	4580	

り返すが、その間 数ヶ月おきに磁気テープのコピーを取って誤算その他将来の必要に備える。最後に 出発点から十年後の一九六〇年四月の状態を、再び 一つの家計について一枚のIBMカードに記録する。

ところで このような擬象実験を行うには、出発点で入力として入れられる初期人口テープの内容が、「個人」の諸性質(性別・人種別・年齢別・婚歴の有無および女性にあっては出産回数と出産間隔)においても「家計」の諸性質(夫と妻の年齢の組合せ・結婚継続期間・子供の数と性別および年齢)についても、実際の初期時点人口構成を良く反映していなければ意味が

ない。そのためには 一九五〇年四月の国勢調査結果を用いており、家計の種類について その様子を見ると別表のようになっている。ここに 家計の種類というのは、婚歴の有無・性別・白人・非白人の区別による家計の分類である。各種別を合計するとき この擬象実験では 一九五〇年四月現在の全国約六千八百万の総家計に対して その約百万分の七(正確には66423+100)に相当する 4,580の家計を用いており、それに所属する個人数の合計は10,358人となっている。

これらの各家計に どのような個人を所属させるべきかが次の問題となる。未婚者および子供のない婚歴者については 国勢調査資料だけで足りる。しかし 夫婦について 夫と妻の年齢の組合せ・結婚後経過月数・出産間隔・子供の数と性別および年齢を決めるには、国勢調査よりも詳しい統計資料が必要であり、子供づれの婚歴ある独身者家計についても同じ問題が生ずる。そのためには 主として 一九五五年 Michigan 大学の The Survey Research Center の行った標本調査結果を用いて、同年同研究所の The Survey of Consumer Finances の資料が補助的に用いられている。しかし 前者の調査対象が、夫婦の揃った白人世帯で 主婦の年齢が三十九歳又はそれ以下に限られているため、これによって個々の家計の性格を決めて行くのには かなりの程度の補外および調整の操作を必要とする。また 非白人家計に対しては、国勢調査によって知り得る限度を越える部分について 何ら資料が存在しないため、すべて白人家計の資料を用いている。

四

初期時点 一九五〇年四月の人口状態が決まり、既述のような手続きで一九六〇年四月までの擬象実験を行うとき、一九五九年までは実際の人口統計資料によって現実の実測値が分るから、これを擬象実験の毎月の実験値と照合することができる。

それだけでなく、両者を比較し、前月までの誤差に応じて、今月の生起確率に一定の修正乗数を掛け、実測値と実験値との乖離を小さくすることができる。これを不一致制御の第一法と呼んでおく。実測値が存在しない場合には、その代りとして前提された確率分布に基づいて、毎月計算される理論的期待値を用い、実験値と理論値とが大きく乖離して出現すること稀な経過が生ずることのないようにしている。これを不一致制御の第二法と呼ぶ。

さきに述べた一九五〇年四月から一九六〇年四月に至る擬象実験においても、この方法——特に第一法——が用いられている。この実験では、はじめ出生間隔（初産の場合は結婚からの期間）を考慮しない模型を作ったが、非常に不合理な結果が生じたので、右の要因を考えに入れることになったと述べられている。ただし、出産間隔をも含めて、すべての動作特性値を決めるに当っては、擬象実験結果が実測資料値に合致するようにとの意図のもとに、それらの特性値を修正するようなことは行わず、実験値と実測値との不一致については、第一の制御法を用いた。もっとも、一九六〇年四月までの一二ヵ月の全部に

ついて実測値を利用することができなかったもので、死亡・出生・結婚については、はじめの一〇九月まで、離婚については、はじめの九三月まで第一法の制御を行い、それ以後最後の一二一月までは、第二法の制御を行っている。（なお、国勢調査による実測値は、アメリカ全国についての観測値を1505で割って、擬象実験の初期人口の縮小率に合わせてある。）このような制御を行っても、擬象実験の結果が、実測値と一致するという保証は存在しない。実験結果は、他の事情にして変化なき場合の理論的期待値へ、確率誤差の加わったものであり、基本条件が変らなかつた場合に出現するであろう系列の一つの見本に過ぎない。従って、実験値と実測値とは一致しないのが当然であり、両者の喰違いについて、これをトレンドを示す時間変数で説明しようという試みや、結婚数や出生数については、時間変数のほかに一人当り実質所得額の影響をも加えて、その喰違いを説明しようとする試みもなされている。それは、予測値と実測値との不一致が何によって起ったか、換言すれば、予想に反して等しからざりし他の事情とは何であつたかを分析していると言つてもよい。

不一致制御の第二法を用いた例としては、出産間隔を考慮に入れなかつた模型であるが、との断り書きのもとに、次のものが述べられている。一九五〇年一月のアメリカ人口を出発点とし（これと、さきの実験の出発点、同年四月の人口状態との関係については何ら述べられていない）、諸特性値に最も尤もらしいと思われる値を代入して、三十六ヵ月間の経過を擬象し、

この経過を基準過程と名づける。このほかに (1) 死亡確率だけを、すべて一様に三割増した場合の十二月間の経過、(2) 出生確率だけを、すべて一様に三割減少させた場合の三十六ヵ月間の経過、(3) 結婚確率だけを、すべて一様に三割減少させた場合の十二月間の経過、(4) 離婚確率だけを、すべて一様に五割減少させた場合の三十六ヵ月間の経過の四つの擬象実験を行い、これらを、さきの基準過程と比較して死亡・出生・結婚・離婚がどのように違っているかを研究する。結果の一例を挙げると、出生率が一パーセント増加するとき、はじめの間は死亡数は基準ケースと殆んど違わないが、七ヵ月目頃から死亡数は基準ケースよりも少しずつ増加して、三年目の終り頃には〇・一六パーセントほど高い値を示す。これは、出生率増によって多く産れた乳幼児の死亡増を反映している。

このように諸特性値を変更して模型の動き方を比較し、特性値の中でも、体系の動きに対して大きな影響を持つものを見出すようにする実験を、敏感性実験と呼んでいる。影響力の大きな特性値に対しては、模型設定に当り、十分な資料を集めてその推定に慎重を期さなければならぬことになる。さらに、特性値だけでなく、外生変数を含めて初期条件を色々に変えたと、体系が、どのような動きを示すかという政策効果の判定や、体系の変動に応じて、外生変数をどのように調整すれば不規則な動きを除くことができるかという安定化政策の判断にも擬象実験を用いることができる。しかし、その場合には、政策効果と確率的偶然誤差とを分離するために、擬象実験は何回も

繰返して行う必要がある。

最後にまた、擬象模型の諸特性値や諸関係式は、実験に先立って既に確定されており、実験値の得られたときには当然知られているが、これらを一応未知とみなして、実験結果から推定することを試みる。それには、擬象実験値を観測値とみなして各種の統計的推定法を適用する。その結果として得られた推定値または推定条件式が、模型の前提値または前提条件式との程度一致するかによって、推定方法の良否を判定することができる。

五

以上で、本書の人口学的擬象模型の紹介を終る。擬象実験による研究方法は、人口学の問題だけに止まらず、経済学への応用という点から見て、大いに将来の発展が期待される。この書評の、はじめの所で挙げた、市場経済の例について言えば、実際上は、きわめて重要でありながら、理論的には未解決の点の多い寡占市場の問題とか、経済体系を構成する各分野相互間の、財貨・用役および金融取引の問題、参加国が多数の場合の国際均衡の問題など、直ちに幾多の応用が念頭に浮ぶ。これらの諸問題を、現実の姿の縮小模型によって解くことは、思っただけでも魅惑的な仕事である。しかし、このように新しい分析手段が現われたとしても、そこに描かれるものが、経済の循環と成長の過程であるという点においては、今までと少しの変化も存在しない。解析の機械装置や、経済循環図の表現形態が変

ただけであり、従来は無視せざるを得なかつたような微細な点にまで分析を進めることが可能になればなるほど、解かるべき基本問題の設定から 模型に組み入れらるべき諸関係式・諸特性値の選択に至るまで、この種の研究が 理論経済学者の協力に期待する所は きわめて大きい。さらに この研究に必要とされる統計資料の整備 調整と それから諸特性値を導き出すための統計的方法 計算機械の操作に必要な工学的知識と これらを支える基礎学問とを考へるならば、——そして経済学だけでなく、経営学や社会調査における統計的研究の急速な発展を考へるならば、従来から必要とされてきた 経済学・経

営学・その他の社会科学と 統計学・数学・工学関係者との協同研究は、さらに一層その傾向を促進されるであろう。社会科学の理論的・実証的研究の大宗を以て任ずる本学においても、関係諸機関および諸教官の密接な協力によって今後の研究が進められることを切望する次第である。

附記

この書評は 昭和三十六年度文部省科学試験研究費(代表者 山田欽一教授)による研究の一部である。

(一橋大学助教授)