

| | |
|------------------|---|
| Title | 経済学における統計的認識(1) : 計量経済学的方法的基礎 |
| Sub Title | Statistical knowledge in economics (1) : methodological foundations of econometrics |
| Author | 蓑谷, 千凰彦 |
| Publisher | 慶應義塾経済学会 |
| Publication year | 1975 |
| Jtitle | 三田学会雑誌 (Keio journal of economics). Vol.68, No.6 (1975. 6) ,p.522(22)- 541(41) |
| JaLC DOI | 10.14991/001.19750601-0022 |
| Abstract | |
| Notes | 論説 |
| Genre | Journal Article |
| URL | https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-19750601-0022 |

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

経済学における統計的認識 (1)

——計量経済学的方法的基礎——

蓑谷 千凰彦

目 次

- 序 論
 - 1 仮説・演繹法
 - 2 確率論の経済現象への適用
- 第1章 統計的認識
 - 1 標識のかたまりとしての集団
 - 2 集団の層別化
 - 3 再現性の試験
 - 4 無限仮説母集団
- 第2章 確率と統計
 - 1 ストカスティック, 非決定論的
 - 2 ラプラスの魔——確率は無知の表明
 - 3 ハイゼンベルクの不確定性原理

序 論*

計量経済学の方法は仮説・演繹法である。仮説は確率モデルとして提示され、検証は統計的検定の形をとる。この近代科学の方法としての仮説・演繹法およびそこで用いられる統計的推測法の経済学への適用は、経済学を科学の域に達せしめたと評価されることもあれば、他方、全くこのような接近法を認めない立場——主として歴史主義——もある。

検討すべき問題は種々あるが、この論文およびそれ以降の論文においては、問題点を、統計的方法と密接に関連している確率概念の整理および計量経済学における検証方法の2点に絞っておきたい。

この序論においては、以下簡単に今後の展望を示しておこう。

* この研究は昭和49年度松永記念科学振興財団より研究助成金を受けている。感謝したい。

1. 仮説・演繹法

仮説・演繹法は自然科学のみならず、計量経済学においても用いられている、“科学の方法”である。仮説あるいは理論Pにもとづいて、その論理的結論Cを演繹的に導く。多くの場合、仮説は数学的仮説の形態をとり、演繹的推論にも数学が用いられる。この結論Cを観測結果あるいは実験結果Eとつき合せてPを検証する。そしてCを容認することができるならば仮説Pを放棄しない。Cを容認できないときはCを論理的帰結としてもたらした仮説Pは放棄され、仮説の再検討がなされる。

$$P \rightarrow C \rightleftharpoons E$$

この仮説・演繹法こそ近代科学をして強力ならしめた方法であるとライヘンバッハは評価しており、パース、デューイのプラグマティズムの方法論、ポパーの科学方法論もこの仮説・演繹法であるといつてよい。ポパーは次のように述べている ([17] 37~38頁)。

これから私が提案しようとする考え方にしたがえば、諸理論を批判的にテストする方法、テストの結果にしたがって諸理論を選択する方法は、つねに次のような方向をとって進む。試みに打ちだされ、まだいかなる仕方でも正当化されていない新しいアイデア——予知、仮説、理論体系、あるいは何とよぶにせよ——から、論理的演繹によって、諸結論が引きだされる。……そして……理論から導きだせる諸結論を経験的に適用することによってその理論をテストする……。

この……テストの目的は、理論の新しい帰結——主張される新しいものが何であるにせよ——が、純科学的実験によってであれ、あるいは実験的な技術的適用によってであれ、提起される実践の要求にどれほど耐えられるかを、発見することである。この場合にもまたテストの手続きは演繹的である。すでに容認されている他の言明の助けをかりて、その理論から「予測」とよびうる一定の単称言明が引きだされる。これらの単称言明のうちから、現行の理論からは導きだされないもの、どくに現行の理論とは矛盾するものが選びだされる。われわれは、これらの(あるいは他の)引きだされた諸言明を実際の適用および実験の結果と比較することによって、その当否を決定しようとする。もしこの決定が肯定的なものであれば、すなわち、もしその個別的結論が容認することのできる、あるいは実証され (verified) るものであることが判明すれば、その理論はさしあたりテストを通過したことになる。つまり、われわれはその理論を放棄する理由を見出さなかったのである。しかし、もし決定が否定的であれば、換言すると、もし結論が反証され (falsified) たならば、その個別的結論の反証は同時にまた、それらの結論を論理的に派生させたところの当の理論をも反証する。

肯定的決定が下されても、それはその理論をただ暫定的に支持しうるにすぎないことが注意されるべきである。なぜなら、その次のテストで否定的決定が下されれば、いつでもその理論は覆えされるからである。ある理論が詳細にわたる厳しいテストに耐えているかぎり、そして科学的進歩の過程で他の理論に取って代られないかぎり、その理論は「耐力の証しを立てた」(proved its mettle) あるいは「検証された」(corroborated) といふことができる。

ここには仮説・演繹法の論理的構造とともに、否定論法と後件肯定の誤まりの非対称性、経験科学と非経験科学を区別する基準としての「反証」可能性、理論の優先度を示す「検証」という重要な概念、本質主義に対する批判が出てくるが、これらについては後に詳細に論ずることにしたい。

さて、近代科学の方法として定着しているこの仮説・演繹法も、実際に適用されたとき、仮説→検証→新仮説と冒頭で述べたように理論的發展を直線的に進行させていくものではない。主要な問題点をあげてみよう。

第1に、テストされるべき仮説あるいは理論はわれわれの創造であり、観念の産物であり、それゆえにこそ仮説にとどまるのであるが、仮説・演繹法の枠組みのなかには、結論Cを事実Eによって検証し、Pを棄却したとき、いかにして次の新しい仮説を所与の事実Eから構築できるかという格率は欠落している。

もちろん、ライヘンバッハが言うように、理論から諸事実が演繹的に導き出せるとしても、諸事実から理論を帰納的に導き出せるような帰納法は存在しない。それゆえ上述のような格率を要求するのは不当であり、科学理論的發展は仮説→検証の中で行なわれるのであり、またそうあるべきではないかという疑問が出よう。しかし、簡単にそのように言い切ることはできそうもない。なぜなら、新しい理論の発見、理論の転換は単純な仮説→検証のくりかえしの過程から生ずるというよりは、むしろ創造的直観、想像力の所産であり、理論の転換はいかにして生ずるか、科学的発見はいかにしてなされるかが、単純に心理学に還元しないで問い直される必要がある。

仮説→検証の図式にしたがって理論が直線的に発展していかないことは、旧理論の結論Cが事実Eと合致しないとき、アド・ホックな仮説を旧理論につけ加えてCとEの不一致を説明してきたということによって首肯できよう。フロギストン説の中に負の重量をもったフロギストンという概念を導入して、錆びた後の金属の重量が重くなった現象を説明したのはその好例である。

とくにパラダイムの交代は、この仮説・演繹法に沿って生ずるのではなく、もっと複雑な科学者集団の歴史的状況に依存するとクーンは述べている ([11] 87, 92頁)。

科学史の研究からすると、理論を自然と直接対比して、その誤りを立証するというふうな、方法論の公式に従うような例は全くありえない。これは何も科学者が理論を放棄しないか、放棄する際に経験や実験は本質的なものではないと言っているのではない。ただ科学者が以前に受け入れていた理論を排斥する判断は常に、理論を自然と比較するだけのものではない、と言いたいのである。

……科学者は、理論と自然がうまく一致せずに変則性を知るにいたった場合に、どういう反応を呈するであろうか。……理論を適用する際に、これまで経験したよりはるかに大きい、説明し難い不一致があっても、必ずしも深刻な反応を引き起こすとは限らない。常に何らかの不一致はあるものである。そして、どんなにやっかいなものでも、普通は最後には何とかなるものである。その際科学者たちは……ただ待とうとする。

しかし、この第一の問題点、新理論の発見と仮説・演繹法による理論の検証方式とは異質なものであるという点は指摘しておくにとどめ、これ以降とくにとり上げることはないであろう。

第2に、論理的帰結Cとつき合わせられる事実Eとは何かを考えてみよう。理論系とは独立に、理論系の外に1つの「客観的事実」があって、この「客観的事実」を基準として理論は棄却され、

あるいは受け入れられるのであろうか。

村上陽一郎氏は、理論系の外に「事実」があるのではなく、観察事実そのものが理論的枠組みに依存しており、理論が事実から帰納されるのではないと次のように述べている ([14], [15], 下記引用は [14] 44頁)。

……われわれが、自然科学の世界で相手にしている「事実」は、多くの意味で、むしろ、われわれ人間の側のもつさまざまな枠組みに依拠しているのであって、仮りに「リアリティ」という発想を認めるにしても、そこから「われわれにとってのリアリティ」を得るのは、われわれ自身の準拠枠（生流的条件、ことば、理論）に従って、はじめて可能なのである。ことばを換えてみれば、枠組みに従って「事実」の世界が現われる、ということは、枠組みが、「事実」を追いかける、つまり枠組みを「理論」と考えれば、「理論」は「事実」からつねに帰納される、とは必ずしもいえないことを意味しているのである。

村上氏の見解は、「事実」をみるときに理論的準拠枠を通して「事実」をみているということ、したがって理論Aを通してみる「事実」の世界と理論Bを通してみる「事実」の世界とは異なっているということ、そしてこの理論は「事実」から帰納的にえられるというより、もっと創造的な活動であるということの意味している。大量の失業者の存在という「事実」も、労働組合が実質賃金の引下げに応じないために労働需要が増大しないとみる立場と、生産物に対する総需要が雇用を維持していくだけの水準にないと考える立場では、「事実」の世界は明らかに異なっており、政策的インプリケーションも異なってくる。

われわれが理論とつき合わせようとしている「客観的事実」とは、具体的に定義され、具体的な手続きのもとでえられた観測資料であって、標本変動を別にすれば、この資料を所与として仮説・演繹的方法をとっているのである。このような具体的な手続きのもとでえられた観測事実、たとえば、昭和50年3月の完全失業者100万人という資料は、階級関係を隠蔽しているとか、ブルジョア的思想を反映しており「客観的」でない、というような批判は、また別の準拠枠から完全失業者を具体的に定義し、具体的な手続きを経て観測しなければならないということの意味しているだけである。そういう意味では、何か具体的な手続きを離れて「客観的」に「事実」が存在しているわけではないということは明らかである。

具体的な手続き自体が何らかの「理論」に依存していることはもちろんである。こういう「理論」や視座とは独立に厳然たる「事実」があって、その「事実」を説明しなければならないと考えているのではない。われわれが検証しようとしているのは具体的手続き（それ自体何らかの「理論」を背景にしている）のもとでえられた観測資料を説明できる理論であって、具体的手続きをもたらした「理論」ではない。

村上 [14], [15], 伊東 [7] およびポパーの次のような見解は、「心は白紙、観念はすべて経験

から」という言葉で代表される素材経験論あるいは帰納主義および「理性を世界に関する総合的知識の源泉とみなし、その知識の実証に観察を必要とすることを認めない哲学的方法」(ライヘンバッハ [19] 29頁)である合理主義に対する批判として受取るべきであろう。ポパーは理論に対する自らの見解を次のように述べている ([17], 70頁)。

……われわれの日常語は理論で充満しているということ、観察はつねに理論の光に照らされた観察であるということ、理論に依存せず、「理論語」から切り離せる現象語がありうると人びとが思いこんでいるのは帰納主義的の偏見にすぎないということ、そして最後に、理論家が関心を寄せるのは説明そのもの、つまりテスト可能な説明的理論であるということ……である。

ここには、経験科学は事実を収集し、観察してそこから一般的法則をひき出す帰納的方法を用いるということによって特徴づけることができると、広く受け入れられてきた見解に対する批判がみられ、観察はつねに理論の光に照らされた観察であると強調されている。

われわれにとってむしろ重要なことは、具体的な手続きを経て観測された資料——事実——が、検証しようとしている仮説Pの論理的帰結Cに対応するかどうかである。われわれは、ホーベルモーが言うように、受動的な観察者であり、経済統計資料を実際に収集するのを統御できないから、自分自身の理想的な実験計画の処方箋を書くことができない。われわれはいかにしてCとEをつき合わせるができるか。これは後に検討すべき課題である。

仮説・演繹法の第3の問題点として、確率モデル、統計的検定における確率概念にまつわるあいまいさの問題がある。これは次の2で述べる。

第4に、ある理論Pの論理的帰結Cを事実Eとつき合せてPを検証するというとき、理論あるいは法則的言明を客観的に容認する基準をどこにおくべきであろうか。

確率論理学者はそれを確率の高さに求めた。ライヘンバッハは次のように述べている。一群の観察諸事実を説明する理論は多数存在するが、その可能な理論のなかからどの理論を選択すべきかを考えたとき、もっとも高い確率値を与えられた理論(その説明は他の説明よりもっとも確からしい)を選択すべきであると ([19] 227~229頁)。

これに対して、ポパーは、理論の好ましさを確率計算の意味における確からしさにおく確率論理学者の見解を不条理なものとして斥け、「検証度」に求めた。理論の検証度とは、

ある理論の——その問題解決の仕方についての——(ある時間tにおける) 批判的議論の状態——その理論のテスト可能性の度合、その理論が服したテストの厳しさ、その理論がどのようにしてこれらのテストに耐えたか——について評価している簡明な報告である。

と説明している ([18] 23頁)。

ポパーが「検証」といっているのは「実証」と対比させたときの概念であり、「実証」の意味を、

理論や言明が真であるかどうかを経験に照らし、検査することによって証明することであるとするならば

理論は実証可能ではない。しかし「検証」(裏づけ)できる。

と言う(17) 311頁)。そして理論の検証度を決定するのは裏づけ事例の数ではなく、テストの厳しさであると次のように言う(17) 330頁, 331頁)。

……理論の検証度は、たんに裏づけする諸事例、つまり指示されたやり方で導出できる容認された基礎言明の数をかぞえることによって、けっして確定できない。……検証度を決定するものは裏づけ事例の数でなく、むしろ問題になっている仮説が服しうる、そして服したさまざまなテストの厳しさであることを示す……。

計量経済学における仮説検証においても、係数の符号条件、統計的有意性、決定係数の大きさ、転回点テスト等々これまで採用されてきたテスト基準を、ポパーのいう「検証度」という観点から整理してみたいと考えている。反証可能性を与えない識別不能という問題もこの「検証度」の中へ入ってくるであろう。

第5に、われわれは通常部分均衡分析を行ない、そこではいくつかの諸要因が、他の事情にして一定ならばという個所に押しこめられている。しかし「事実」は部分均衡分析の諸前提を満たす管理された実験によって得られたものではなく、他の事情も変化しているもっと開いた体系の中で決定されたものである。

われわれは受動的な観察者の立場にあるから、論理的帰結Cとつき合わすことができる「事実」を収集し、観察するというより「事実」発生メカニズムに理論を合わせ、理論がカバーできる範囲を明確にしておかなければならない。いかにしてこのことが可能か? これも検討すべき課題である。

第6に、われわれは維持仮説あるいは補助仮説を含めた1組の理論全体をテストによってくつがえすことはできないということに注意しよう。たとえば、ジアリー型の効用関数 $U = \sum_{i=1}^n a_i \log(q_i - b_i)$ を所得制約式 $y = \sum_{i=1}^n p_i q_i$ のもとで最大化を図るという仮定からえられた集計量としての線形需要関数

$$q_i = \alpha_0 + \alpha_1 \left(\frac{y}{p_i} \right) + \sum_{j=1}^n \beta_j \left(\frac{p_j}{p_i} \right)$$

が計測され、通常なされるように係数の符号条件、統計的有意性あるいは説明力の観点から、この計測結果は採択できなかったとしよう。われわれは何を偽として斥けることができるであろうか。

この線形需要関数を導出し、計測した背後にはいくつかの諸仮定がある。主なものをあげてみよう。

- (1) 消費者は所得制約のもとで効用極大化を図るという説明原理としての合理性の仮定。
- (2) 消費者は分析の単位期間内において、每期每期所与の条件(所得、財の価格所与)のもとで期

毎に効用極大化を図り、それを実現している。

(3) それゆえ実際の需要量 q_i (取引量であるかも知れない) は、所与の価格と所得のもとで消費者が実際に購入したいと望んだ量でもある。

(4) 選好は相互依存的でなく、独立である(示威効果の否定)。

(5) 需要関数は時間に関して可逆的である(習慣形成効果の無視)。

(6) 効用関数の型、したがって需要関数の型は特定化されている(直接加法性をもつ効用関数であり、財の補完関係を許容しない等々)。

これら以外にもいくつかの諸仮定が背後にあるであろうし、さらに攪乱項の確率的性質に関する諸々の仮定(平均ゼロ、均一分散、系列相関なし、正規性)、説明変数間の共線性も推測上重要な役割を果たす。いずれにせよ、前述の線形需要関数がきわめて貧弱な結果しかもたらさなかったとしても、どの仮定が偽であったかを教えてくれない。

結局、論理的帰結Cが事実Eによってくつがえされたとしても、それは理論の基本的仮説かあるいは補助仮説系の少なくともひとつが偽であることを示すのみであって、しかもそのうちどれであるかを示してはくれない。それゆえ、補助仮説を含めた1組の理論全体を事実によってくつがえすことはできない。このようなことが生ずるのは、補助仮説として用いられている諸々の仮説が、真として容認されている基礎言明——上位概念とよんでおこう——のクラスから成り立っているわけではなく、補助仮説自体テストすべき言明であることが多いからである。

それゆえ仮説・演繹法をより正確に述べれば、仮説Pおよび補助仮説の組Aから論理的帰結としてえられるCが事実Eによって反証されたとき、仮説Pか、あるいはAに含まれている補助仮説のうちの少なくともひとつが偽であると推論するのである。

このことは何も計量経済学にのみ特有なことではなく、すべての科学に共通していることである。問題は容認された基礎言明をどれほど経済学が有しており、それゆえテストの無限後退をどこでくいとめることができるかにかかっている。

さて以上簡単に述べてきたように、仮説・演繹法においては、とくに論理的帰結Cを事実Eとつき合せるときに多くの問題がある。これらは今後の課題として、この小論においては確率について次の2で述べるようなことを検討することにしよう。

2. 確率論の経済現象への適用

経済現象には確率論を適用することはできないとかつて主張されたことがあったし、いまでも執拗にくりかえされている。確率論はサイコロ投げやルーレットのように無限に試行のくりかえしが可能であるか、人口統計やブラウン運動のようなほぼ類似した同一条件のもとでくりかえし観測さ

れる大量現象にのみ適用可能であって、経済現象のような一回限りの現象に適用することはできないと彼等は主張する。

確率モデルのパラメータ推定に用いられる数理統計的手法に対する次のような見解がそうである(〔8〕150頁)。

……元来この手法は同質かつ反復的な事象(大量現象)の量的側面についてのみ用いられるはずのものであり、したがって質的多様性を媒介して歴史的発展をおこなう対象、たとえば経済学の対象には、この手法は適用されえない……。

他方、確率的に処理しようとするのは分析対象に対する我々の無知の表明にほかならないとする立場がある。偶然事象に確率論を適用するというとき、偶然とは我々が無知に対して与える名称であり、それゆえ確率論は無知の科学であると彼等は主張する。この絶対的決定論者の立場についてポアンカレは次のように述べている(〔16〕70頁)。

吾々にとって偶然の存在するのは、とりもなおさず、吾々の無力にして無知なるによるのである。しかも、すでに無力な吾々人類の間に於てすら、無知なものにとって偶然なものも、知者にとってはもはや偶然ではない。偶然とは吾々の無知を測る尺度にほかならぬ。偶然現象とは、吾々にとってその法則が未知な現象をいう……。

このような絶対的決定論者の立場に立つならば、計量経済モデルにおける攪乱項とはまさに無知の別称にほかならない。計量経済学者は無知の集計を確率変数として処理しているのか？

また、経済学に確率論を用いる必要性は、多くの経済的意思決定が不確実性と不完全な知識を背景としてなされるからであり、自然科学のように、同一条件のもとでくりかえされる実験において、実験者のコントロール不可能あるいは直接観測不可能な諸原因によってもたらされる偶然変動の存在のためではないとチャンパーノウンは述べている(〔2〕1頁)。

なるほど、経済的意思決定が不確実性と不完全な知識を背景としてなされるということはいうまでもなく正しい。しかし、それゆえに経済現象に確率論を適用できると結論できるのはなぜであろうか？自然科学の実験であられる偶然変動と人間行動にあられる偶然変動とは本質的に異なるのであろうか？

日常用いられている“確率”という言葉には、不確実性に対する評価、不完全な知識にもとづく推論をどの程度確からしいと考えているかをあらわす主観的な意味が含まれている。この主観的な確からしさの尺度としての“確率”と科学で用いられる確率とは区別すべきものであろうか？それとも同一と考えてよいのであろうか？

これらの疑問は結局、確率とは何か、確率論を適用できる現象とはどのような現象かという疑問につながる。確率概念に関する議論は果しなく続いてきたし、いまなお結着をみていない。若干の最前線的な紛争を別にすれば、相対的平和を楽しんでいる数学の領域の中で、確率論は〈確率〉、

《偶然》などの定義や意味づけの問題をめぐって深刻な問題を投げかけており、平和を享受できる領域ではないともいわれている(〔13〕14頁)。

私のこの小論は計量経済学における確率概念を一度見直してみたいということだけであって、確率、偶然をめぐる果しない論争の底なしの泥沼の中へ入っていきうとは思っていない。せいぜい泥沼の前で立ち止まってみるくらいしかできないであろう。しかし、そうすることによって確率論の適用範囲、確率言明をどのように解釈するかについて考える機会を提供することはできよう。

以下の論述は統計的認識、確率と統計との結びつき、確率概念の検討という順序で進めていく。

第1章 統計的認識

統計的認識は集団に関する認識であり、集団を構成する個々の単位を研究することではない。そして集団のある特性に注目して(標識の導入)、それを数量化することが統計的認識の出発点である。

1. 標識のかたまりとしての集団

個々の家計の総体、すなわち家計集団を考えると、家計を特徴づけるものとして、世帯主の職業、年齢、家族構成、所得水準、消費支出額、資産の大きさ、有業率等々多数の要因をあげることができる。これらの中である特性、たとえば消費支出額に注目したとき、家計集団をこの消費支出額という標識のかたまりとして把握する。一般的にいえば、集団に関する認識といっても集団に属する個々の単位を具体的に存在づける諸々の要因を全部列挙するのではなく、当面の問題にとって関係のない諸要因は捨象し、集団をある標識のかたまりとして把握するのである。

そしてこの標識が数量化される。しかし、数量化されることによって集団に属する個々の単位の質的差異は捨象され、差異は数量的な差として認識される。数量化されると、それは個々の単位という客体を離れ、一人歩きをする。加減乗除がほどこされ、比較される。家計Aの消費支出額は家計Bのその2倍であるなどと。

しかし、数量化された標識のもとで集団に属する個体は等質なものとみなされる、という言い方は誤解を与えやすい。数量化がこのような特徴をもっているならば、むしろ集団に属する個体がある中では等質とみなすことができるように集団を規定すべきである。消費支出額という標識で家計集団をとらえたとき、この標識のもとで個々の家計は等質なものとみなすことができるであろうか。所得水準が異なり、世帯人員が異なり、資産保有高が異なる家計の消費支出額の平均を求めたり、度数分布を求めたりすることがどのような意義を有しているであろうか。

われわれの分析目的は、単純に消費支出額が偶然変動にさらされていると考え、集団における統計的規則性を求めようとするところにあるのではなく、標識変動に影響を与える意味ある原因、系統

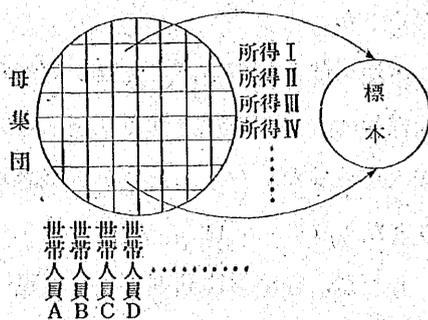
的要因を見出すことにあるのである。もし、標識変動が何らかの系統的要因によって支配されているとすれば、その要因を固定して集団を部分集団に分割し、その部分集団の中ではもはや標識変動は系統的要因に支配されておらず、変動は偶然的とみなされるようにしなければならない。もし、系統的要因を無視して、集団を単に標識のかたまりとしてのみ把握するならば、標識の平均を求めたり、度数分布を求めたりすることはできても、それは経済学として、また統計的認識としての意味をもっていない。

2. 集団の層別化

標識変動に影響を与える因子がこれまでの実証分析から知られている、あるいは理論からの演繹によってある因子がとり出されている場合を考えよう。たとえば、身長という標識のかたまりとして高校生の集団をみたとき、年齢、性を身長の変動に影響を与える因子として考えることができよう。有業率という標識のかたまりとして家計集団をみたとき、世帯主の所得、賃金率を有業率の変動に影響を与える因子と考えることができよう。

このように標識変動に影響を与えることがわかっている因子があるならば、その因子によって集団を層別化し、層別化された各部分集団において、個々の単位が示す標識変動はもはや系統的要因によって支配されていない等質的なものとみなすことができるようにすべきである。なぜなら、標識変動に影響を与える因子がわかっているときに、それを無視して、標識変動を偶然変動に帰してしまえば、系統的要因によって標識変動をどこまで説明できるかという態度を放棄することになり、このような態度は標識変動を説明しうる系統的要因があるかどうかという科学的探求心を放棄してしまうことにもつながるからである。

いま、家計の消費支出に影響を与える因子として所得水準と世帯人員が知られていると仮定しよう。そして同一の価格体系にすべての家計は直面していると仮定しよう。このとき層別化とは、全家計をひとつの集団と考えて、その集団から無作為に標本を抽出するのではなく、家計集団を所得水準と世帯人員とによって層別化し、この2つの因子によって分割



された各格子から標本を抽出し、各格子における標識——消費支出額——の変動を問題にするのである。

実際の統計資料がすべてこのような層別化によってもたらされたものとはかぎらない。とはいえ、たとえば、

$$Y = f(X_1, X_2)$$

という理論モデルの提示は、Yの変動に影響を与える系統的要因 X_1 , X_2 という2つの因子によって

集団を層別化された各部分集団のなかではYの変動はもはや系統的要因に支配されておらず、標識のもとで各個体は等質なものとみなすことができる。そういう部分集団からサンプリングをするという実験計画が同時に提示されたものと理解しなければならない。

系統的要因をいかにして発見するかは理論の進歩、テスト方法の進歩にもとづくことというまでもない。

他方、系統的要因が知られたとき、それはサンプリングの段階へフィードバックし、層別化にもとづいたサンプリングがなされるようにすべきであろう。

3. 再現性の試験

層別化を行なっても、層別化された各部分集団の内部においては、系統的要因によっては説明できない標識変動が依然として残るであろう。前述の例で、所得水準と世帯人員が同じ家計AとBがあるとき、A、B両家計における消費支出額は同じにはならないであろう。しかし、もはや各部分集団内部において標識変動を説明する意味ある原因がみつからないとき、各部分集団の内部において、集団を構成する個々の単位の示す変動は等質的な変動とみなされる。

どの段階の層別化において等質的な部分集団とみなせるかどうか、いいかえれば、標識の変動原因をどこまで明示的に示すことができるかは、問題となっている対象の領域、それに対する理論の進歩に依存している。

ところで、標識変動に影響を与える系統的要因によって層別化をするというとき、重要な因子をすべて把握したかどうかをいかにして知ることができるであろうか。それをテストする方法があるだろうか。

再現可能な制御された実験が可能ならば、系統的要因のすべてを再現したときに、結果も本質的な様相において再現されねばならない。もし、結果の再現可能性が失われているならば、何がそのような結果をもたらしたのかを探求し、まだ把握されていない系統的要因発見への推測上の手がかりとなる(ボーム [1], 19頁)。

しかし、経済学は制御された再現性の試験が可能ではない。系統的要因のすべてを同じように再現できない。再現性の試験に代るものは、その仮説で説明可能なデータ範囲(事後予測を含めて)の広さであろう。

しかし、再現性の試験が可能だとしても、それはすべての系統的要因が含まれていることを証明するテストではない。系統的要因、あるいは意味ある原因がすべて含められたかどうかを証明できるようなテストがないことはすべての科学に共通である。ボームは次のような例をあげている([1], 20~21頁。()内筆者)。

経済学における統計的認識(1)

(意味のある原因を)すべて含めたことを証明できるような試験はない。なぜなら、今まで行なわれた観察や実験を通じて、まだ十分に变化せず、結果にかなりの変化をもたらさなかった付加的な要素が、常に未知の要素として、意味のある原因に含まれているからである。たとえば、19世紀には、人間は、ある最低量の脂肪、タンパク質、炭水化物、種々の無機質を摂取すれば、それで適切な食事をとっていることになると考えられていた。そして、普通の食物からこれらの物質を適当に摂取している人達が、眼に見えるほどの栄養欠乏症にならないという事実によって、見掛け上、この仮説は実証されていた。しかし、より広範囲にわたる観察によって、たとえば精白米を主に食べている人々は脚気にかかるが、玄米を食べている人々はかからないことが注目され、米粒の皮が完全食品に不可欠の物質を含んでいると考えられるようになった。その後の研究で、多数のこのような物質の存在が明らかになり、現在、ビタミンと呼ばれている。事実、ビタミンは健康維持のために必要ではあったが、至る所に極めて広く分布していたので、ビタミン欠乏症はあまり起こらず、人体にとって非常に重要な、この栄養素の存在に気付かなかつたのである。このように、どんな分野においても、実験または観察条件の変域が広げられた場合には、新しい意味のある原因が発見される可能性のあることを、常に考えておかねばならない。

4. 無限仮説母集団

統計学は標識のかたまりとしてとらえられた集団をあつかうことは前述した通りであるが、この集団は意識から独立して客観的に存在している「存在たる集団」ではなく、実際の観測結果を可能性のひとつとして含む、可能性全体からなる仮説的な無限集団である。

消費支出額の変動を説明することが目的であるときに、分析の単位期間における全家計の消費支出額を調査しえたとしても、その全家計の消費支出額という観測結果はひとつの標本とみなされる。消費支出額の変動を説明する系統的要因 X_1, \dots, X_n が同じ状況に固定されたとしても、非系統的要因が相違すれば、異なった消費決意が行なわれ、異なった観測結果が可能であったと考えるのである。それゆえ、現実の観測値はすべての可能性を含む可能性全体——母集団——からの1標本にすぎないとみなされる。

このような解釈は、統計的推測論を適用できるがゆえに、便宜上そう解釈するのではなく、現象の本質的に確率的な性格にもとづくのである。母集団が仮説的であるのは、観測された事実以外に他の可能性をも想定しうるからであり、無限であるのは可能性が有限ではなく無限に存在しえたであろうと想定しうるからである。そして、この無限性を与えるのは、前述の例でいえば、母集団を構成する家計の数を無限と考えているのではなく、消費支出に対する無限に可能な決意である。

統計学において無限仮説母集団の重要性を指摘した R. A. フィッシャーは次のように述べている ([5], 700頁)。

無限仮説母集団という概念は、数学的確率を含むすべての言明の中に、暗黙裡に含まれていると私は信ずる。メンデル法則の実験において、ある交配によって生まれる1匹のハッカネズミが白である確率は2分の1であるというとき、このハッカネズミは、その交配によって生まれたかも知れないす

すべてのハツカネズミからなる無限母集団の1匹として考えなければならない。……母集団が無限であるということは明らかに仮説的なものである。なぜなら、両親から生まれてくるハツカネズミの実際の数は有限でなければならないから、ということばかりでなく、その確率が両親の年齢、あるいは両親の栄養条件に依存するという可能性を考察したいかも知れないからである。しかしながら、我々の実験条件、すなわち同一の年齢、同一の環境にある同様な両親から無数のハツカネズミが生まれると想像することは可能である。この想像上の母集団における白いハツカネズミの割合が、我々の確率言明に於てられる実際上の意味であるように思われる。簡潔に言えば、仮説母集団は我々の研究している諸条件の概念上の結果として生じたものである。確率は他の統計的パラメータのように、その母集団のひとつの数値的特性である。

このように母集団の可能性と無限性を与えるのは、われわれの想像能力のみである。それゆえ、可能性のすべてから構成される無限仮説母集団とは論理的構築物であって、現実に客観的に存在しているわけではない。

しかし、ここでも確率論が有用であるためには、ただ1組の標本しか観測できず、その他の可能性は想像しうるだけだとしても、その1組の観測された標本は、同一条件のもとで、時間的にはくりかえし試行、あるいは空間的には大量現象として結果するもの、あるいはしたものでなければならないであろう。

確率モデルは観測できない世界に及んでも良いとフェラー [3] がいうとき、もちろん大量現象あるいはくりかえし試行の中に規則性を想定しうるような偶然現象について述べているのだと理解しなければいけない。現に、フェラーがあげている例は、自動電話交換のシステムであり、ここでは、可能なシステムは多数あるが、そのうち理論的に最良のシステムのみが実現され、他のシステムは実現されないというとき、電話交換という大量現象の中に現われる規則性に注目して最良のシステムが設計されるのである。もうひとつの例としてフェラーがあげている保険に應用される確率についても、大量現象における災害発生率の規則性ということに注目しており、実際に災害が観測されないとしても、このような大量現象における規則性を想定しうるならば確率論は有用なのである。

ところで仮説的な母集団を構築することに対し次のような批判がありうるであろう。

経済研究者にとって重要なことは、単に思惟の産物であり、論理的構築物にすぎない無限仮説母集団という概念を導入して、その統計的規則性を見出そうとすることではなく、現実に観測された事実を説明することである。起こり得たかも知れない可能性の全体について何かを推測するよりも、現に観測された結果を分析すればそれで良いではないか。特定の実験あるいは観測結果のみを記述することではなく、その結果をひとつの可能性として含むすべての可能性からなる母集団を想定し、その母集団の統計的規則性、あるいは母集団に関する仮説 (X と Y は無相関であるなど) を標本から推測し、さらに予測を行なおうとするときに推測統計学は有用であるといわれてきた。しかし、この

ような部分(標本)から全体(母集団)の推測へと一般化できるのは、系統的要因が同一条件に固定されて、無作為にくりかえし標本抽出が、あるいは観測が可能であるような状況にかざられるのではなかろうか。経済現象はこのような状況にないことは明らかである。昭和50年は二度とくりかえされない。とすれば記述統計学で十分ではないか。

科学の本質は一般化にある。特定の時期、特定の場所においてのみ成立する特殊性を問題にするのではなく、時期、場所をこえての一般性を獲得したいのである。そしてこの一般性が厳密な法則としてではなく、確率的にしか把握できないとすれば、いかにして安定的な母集団を見出すことができるかということが理論の進歩の指針となる。観測結果の記述に満足せず、無限仮説母集団の特性推測へと進むのはこのような理由による。

昭和50年は二度とくりかえされない、という文学的表現は何を表わそうとしているのであろうか。たとえば、昭和50年の家計の消費支出額の変動を説明する系統的要因は50年にのみ固有な要因であって、毎年毎年系統的要因が入れ代わり、それこそ経済現象を特徴づけるものであるということをも意味するのであれば、時系列データによる標本から母集団への一般化は無理であろう。しかし、50年と51年の家計集団の消費支出額の相違が、 X_1, \dots, X_n という系統的要因の水準の相違および非系統的要因の相違によってもたらされたものと考えることができるならば、すなわち、系統的要因への反応の恒常性を仮定することができるならば、われわれは同一の母集団から、「自然の手」によってさらに標本が抽出されたと考えるのである。

マクロ消費関数

$$C = \alpha + \beta Y + u$$

に対する次のような解釈は余りにも皮相的である。「ある年の国民所得 Y をくり返し与えると同年の国民消費支出 C が正規分布にしたがっていろいろにあらわれる……」(吉田〔22〕240~241頁)。

経済学においてわれわれが確率的実験と呼んでいるのは次のようなことである。ほとんど同じ条件のもとでのくり返し実験とは、同じ年の Y をくり返し与えるということではなくて、同一の系統的要因 X_1, \dots, X_n に直面している多数の個人(あるいは家計あるいは企業)を想定することに対応する。 m 人がほぼ同じ系統的要因に直面したとすれば、 m 回のくり返し実験をしたことと同等とみなされる。くり返し実験が異なった結果をもたらすとは、系統的要因 X_1, \dots, X_n の値が同一であったとしても、異なる個人が、あるいは同じ個人が異なった時点では同じ行動結果を示さないという非系統的要因による人間行動の不確実性に対応する。

まさにこのように個々の経済主体の行動が非決定論的であるにもかかわらず、集団としては規則性がみられるということにこそ、確率論を適用できるのである(第2章参照)。

無限仮説母集団という概念を用いる理由として、社会学者ヘイグッドは次のように述べている(〔6〕293~294頁)。

可能性の超母域 (superuniverse) へと一般化しようとするのは次のような前提にもとづいている。…
…社会学的現象の生起には、たとえそれが動的であり、つねに変化しようとも、そこには安定性、規則性、秩序がある。科学的社会学を発展させるひとつの仕事は、2つあるいはそれ以上の現象系列の間にある動的ではあるが、安定的・規則的な関係を明らかにし、定式化することである。しかし、地理的位置、文化ならびに時間が相違しているという事実は、すべての時間、場所ならびに文化に対して有効である真に普遍的な法則あるいは関係を、社会現象の系列間に見出すことを妨げるように思われる。したがって、科学的社会学を発展させるというわれわれの目標は、関係を見出し、記述する際、必然的に制限される。とはいえ、意味のある関係を求めようとするとき、諸関係の観測値の組から、文化的に特異であり、一時的であり、場所とともに変化するものとして観測値を特徴づけている不適切な変動をふるいにかける余地はあるように思われる。…現段階においては、この目標が唯一の実際的なものであるように思われる。記述統計学の方法によって有限母域に関する観測データを分析することから、可能性の母域——それは論理的構築物にすぎない——に関する情報を推測する帰納的統計学の方法を用いることへと移行するのは、この制限された目標へ接近するひとつの方法であるようにも思われる。

第2章 確率と統計

これまでにもすでに数回、確率という用語を用いてきたが、ここでこの確率という概念を考察しておこう。

1. ストカスティック、非決定論的

確率論はストカスティックな性質をもつ現象をあつかうといわれる。このストカスティックな性質を規定するもの、したがって確率論を適用できる現象とは、

- (i) 個別的には非決定論的であること

しかし、

- (ii) 集団的には規則性があること

この2つの性質をもつ現象である(北川〔9〕43頁,〔10〕40頁)。

ところで非決定論的とはいかなる意味であろうか。条件集合Cが実現すれば、必ず事象Aが生ずるとき、事象Aは決定論的であるという。それゆえ、非決定論的とは、条件集合Cが実現するとき、事象Aが生じたり、生じなかったりする場合をいう。このとき、事象Aは非決定論的であるということになる。

たとえば、所得の大きさを所与としたとき(条件集合C)、消費支出額は所得の80パーセントである(事象A)という法則がつねに成立するならば、それは決定論的であるといえよう。しかし、所得の大きさを一定の値(たとえば、 Y_1)に固定して、 Y_1 の所得をもつ家計の消費支出額を調べれば、平均消費性向0.8という法則が決定論的でないことはすぐにわかるであろう。しかし、非決定論的性

質を有するという判断を可能にするのは何であろうか。いまの例では所得の大きさのみを Y_i の家計に限定して考えたが、さらに諸財の価格を一定とするために地域を固定し (R_i とする)、世帯人員も 4 人の家計に固定し (F_i)、さらに世帯主の年齢も 40 歳 (A_i) に固定して、 $Y_i \cap R_i \cap F_i \cap A_i$ を満たす家計集団の消費支出額 C_i を調べたところ、仮りに、 $C_i = f(Y_i, R_i, F_i, A_i)$ という厳密な法則が、関数形 f とともに成立していたと想定しよう。もしそうであるならば、われわれはさきに所得のみを系統的要因としてとり上げて、それを Y_i に固定し、 Y_i の所得をもつ家計の消費支出額を調べたとき、消費支出額にバラつきがみられたのは、 R 、 F 、 A という他の系統的要因からの影響であったにもかかわらず、これらの系統的要因を認識できず、非決定論的であると結論したことになる。すなわち、非決定論的であると判断したのは知識の欠如にもとづいていたことになる。したがって、知識の欠如ゆえに非決定論的と判断し、確率的に処理しようとしているのであるから、確率論とは無知の科学にほかならないということになる。

しかし、このような事態、すなわち非決定論的と思われていた性質は、実は知識の欠如にもとづくものであって、その現象の生起を決定する諸要因を知ることによって決定論的な性質をもつものとして把握できるようになるということが、現実には生じ得るであろうか。

いいかえれば、このような議論によれば、決定論的か否かは条件集合 C をどのように定義するかにかかっているものであって、われわれは条件集合 C を、問題にしている事象が決定論的性格をもつように原理的には設定することが可能である。しかし、状況はきわめて複雑であり、知識の欠如のために諸要因をすべて列挙し、決定論的にすることはできない。しかし、知識の絶えざる前進によって、われわれは一步一步決定的法則に近づいていくことができるという議論である。このような議論はラプラスの魔を想起させる。ラプラスの魔は次の第 2 節でとり上げることにし、最後にストカスティックという概念に対するもうひとつの見解を述べておこう。

ストカスティックという概念を、頻度の極限が存在し、任意の部分集団においても頻度の極限が変わらないような構造をもつものと考えたとき、社会現象はこのような構造をもっていると考えすることはできず、したがって、ストカスティックとは考えられないという見解がある (竹内 [20] 113~114 頁)。

フォン・ミーゼス流になぜストカスティックという概念をこのように規定するのか、このように規定したとしても社会現象をなぜストカスティックと考えられないのかについて著者は解答を与えてはいない。このフォン・ミーゼスの立場については後に若干触れるであろう。

2. ラプラスの魔——確率は無知の表明

ラプラスの魔とは、さきの消費の例でいえば次のような超人である。消費支出に影響を与える全因子を熟知しており、しかも諸因子のきわめて微小な変化からひき起こされる結果をも、たちどこ

ろに計算してしまうという超能力をもった超人がいるとしよう。この超人にとっては偶然ということとはありえない。偶然と認めるのは人間の能力の限界からきているのだというのである。

ラプラスは『偶然の解析』第2章確率についての冒頭で次のように言う(〔12〕5~6頁)。

あらゆる事象は、とくにその些細であるがために、自然の大法則に従うようには見えないようなものさえも、太陽の変遷と同様な必然性をもって諸法則から結果したものである。この種の事象が宇宙の全組織と結ぶ血縁関係の知れないがままに、人は、この種の事象が規則的に生起して繰り返されてゆくか、もしくは、無秩序に出現するか、に従って、窮極原因(目的因、神)によるものどしたり、或いは、偶然によるものとした。しかし、これらの想像的な諸原因は、われわれの知識の限界が広がるにつれて次第に後退してゆき、健全な哲学の前から完全に姿を消してしまうものである。健全な哲学は、これらの想像的な諸原因を、その真の原因についてのわれわれの無知の表現としてより外には認めない。

現にある諸事象がそれらに先行する諸事象と或る因果関係をもつということは、明白な原理——事物はそれを生ずる原因なくしては起り得ないという明白な原理——に基づく。「充足理由律」(principe de la raison suffisante) という名で知られているこの公理は、何ら意に留めないような諸行為までも支配している。最も自由な意志と雖も、決意の動機なくして、それらの行為を生むことはできない。……

……われわれは宇宙のいまある状態は、それより以前の状態の結果として、また次に来るべき状態の原因として見做さなければならない。ある与えられた瞬間において、自然を動かしている一切の力と、自然を構成している諸々の実体とを把握できる知力が、これらの諸資料を解析するに充分なほど広大無辺であるならば、その知力は宇宙における最も巨大な諸物体の運動も、最も軽微な原子の運動をも同一の公式のうちに包含することができるだろう。この知力に対しては、不確実なことは何ひとつとして存在せず、その知的両眼には未来も過去と等しく映るであろう。

このラプラスの魔によって象徴的に示される物理的決定理論、「宇宙が捲かれた時計と同じように自動的に動いてゆく」(ライヘンバッハ)という考えは、ニュートン理論の輝やかなしい成功によって不動のものとなった。物理的決定理論を信じない人々は「蒙昧主義者または反動主義者だとされた」(ポパー)。

しかし今や事態は一変した。20世紀の量子力学は、ラプラスの魔によって嘲笑された無知の表明としての確率から、現象を記述する本質的なものとしての確率へとその概念を変えたといわれる。このことは、有名なハイゼンベルクの不確定性原理に定式化されている。

3. ハイゼンベルクの不確定性原理

不確定性原理とは次のようなことである(ファインマン〔4〕、都筑〔21〕による)。粒子の位置と速度とを指定するのに、必ず何らかの不確定性がともない、せいぜい言えるのは、ある1つの粒子が座標 x の近くにいるのは、これこれの確率であるということだけである。1つの粒子がきまった位置と速さをもっているという従来の考えは間違っている。原子がどこに存在し、それがどんな速さで運動しているかということを両方知ることはできない。

電子の存在を確かめようとして、ガンマー線をあてるとき、位置をはっきりさせれば速度がぼやけ、速度を正確に知ろうすれば位置がぼやける。この両方のぼやけ具合には次のような関係がある。

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{m}$$

ここで

Δx = 位置の不確定さ

Δp = 運動量の不確定さ

h = プランクの定数 = 6.6255×10^{-27} エルグ・秒

m = 粒子の質量

上式において $h=0$ は古典物理の粒子の世界である。上式を変形して $\Delta p \geq h/m\Delta x$ とすればわかるように、位置 x を固定して、 Δx をほぼ 0 に等しいとすると、 Δp は無限大になる。すなわち速度はあいまいな大きさになる。

こうして、かつて自然の厳密な法則と考えられていたものが統計的法則にすぎないものとされ、原子の領域においては従来の古典物理を支配していた因果律が放棄されて、確率的な解釈のみが許容されるようになった。

量子力学は、科学の考え方、哲理といったものに、非常に重大な変革をもたらしたのであるが、その一つは、ある条件の下で、次に何が起こるかということを正確に予報することはできないということである。例えば、一つの原子を考えると、それが光を発するような状態におくこともできるし、また、それが光を出したなら、光子……を捉えて測定することもできる。しかし、原子がいつ光を出すかということを知ることができない。また原子がいくつかあるときに、どの原子が光を出すかを予報することもできないのである。これは、内部の“しかけ”がまだ充分よくわかっていないからだ、と、諸君はいうかも知れない。ところが、そうではないのである。そういう内部のしかけというものはないのである；今日、我々が理解するところによると、自然というものは、一つの実験をしたときに、何が起こるかをはっきり予報することは、原則的に不可能であるという性格をもっているのである。これはたいへんなことである；かつて哲学者は、科学の根本的の要請は、条件を同じにすれば、同じことが起こるということであるといった。しかし、これは正しくない；これは科学の根本的の要請ではないのである。じっさいは、同じことは起こらず、我々が知りうるのは、何が起こるかということの統計的の平均であるに過ぎない。

(ファインマン [4], 25~26頁)

ファインマンが述べているように、このハイゼンベルクの不確定性原理が科学哲学にもたらした変革はきわめて大きい。複雑な現象をあつかう際の知識の欠如に対してやむなく用いる便宜としての確率から、原子的現象を記述する上で、確率の考え方は本質的なものであると考えられるようになった。「内部のしかけ」がわからないから確率的に処理するのではなく、厳密な法則の中に入っている因子を正確に測定できないから確率的に処理するのでもない。そもそもそのような厳密な法則、因果律は存在しないと考えられるようになった。こうして19世紀の古典物理を支配していた厳

密な法則という観念は崩れ、統計的法則しか存在しないと考えられるようになった。

しかし、決定論の放棄をためらい、因果律を主張した科学者もいた。アインシュタインはその一人である。

神様はサイコロ遊びをしない。自然は確率のような蓋然性で糊塗されない。もっと完璧な方法で語られなければならない。ただ、人間の認識が完全性を把握するまでに至っていない今日では、有効な方法として確率あるいは統計的な方法は十分活用されなければならない。

(都筑〔21〕202頁より再引用)

アインシュタインによるこのような決定論の主張にもかかわらず、物理学の科学者集団の圧倒的多数は統計的法則こそ真の法則であって、厳密な因果性というのは統計的法則性を理想化したものと受けとっている。かつて「蒙昧主義者」の代名詞であった非決定論者はいまや時代の流行児となり、アインシュタインを「ノアの洪水以前の人」と評した若い物理学者もいたという。

しかし、われわれにとって興味のあるのは、決定論か非決定論かという二者択一的な選択ではなく、因果律に重点をおくけれども統計的法則を無知によるものとは考えないボームの立場である。そしてそれは単なる折衷的な立場ではない。それを次に述べることにしよう。(未完)

〈参考文献〉

- 〔1〕 Bohm, D.: *Causality and Chance in Modern Physics*, D. Van Nostrand Company, Inc., 1957 (村田良夫訳『現代物理学における因果性と偶然性』, 東京図書, 1969)
- 〔2〕 Champenowne, D. G.: *Uncertainty and Estimation in Economics*, Volume One, Oliver & Boyd Ltd., 1969.
- 〔3〕 Feller, W.: *An Introduction to Probability Theory and its Applications*, Volume 1, John Wiley & Sons, Inc., 1957 (河田竜夫監訳『確率論とその応用 I』上, 下, 紀伊国屋書店, 1960).
- 〔4〕 Feynman, R. P., R. B. Leighton, M. L. Sands: *The Feynman Lectures on Physics*, Vols. I, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1965 (坪井忠二訳『フェインマン物理学, I 力学』, 岩波書店, 1967)
- 〔5〕 Fisher, R. A.: "Theory of Statistical Estimation", *Proceedings of Cambridge Philosophical Society*, Volume 22, 1925.
- 〔6〕 Hagood, M. J., D. O. Price: *Statistics for Sociologists*, Henry Holt and Company, 1952.
- 〔7〕 伊東俊太郎: "科学理論発展の構造——動的な科学哲学へ——", 『思想』, 1974年2月号。
- 〔8〕 岩崎允胤: 『現代社会科学方法論の批判——経済学と哲学との切点——』, 未来社, 1965.
- 〔9〕 北川敏男: 『統計学の認識——基盤と方法——』, 白揚社, 1968.
- 〔10〕 " " : "統計学の学習のために", 『数学セミナー』, 1974年5月号。
- 〔11〕 Kuhn, T.: *The Structure of Scientific Revolutions*, The University of Chicago, 1962 (中山茂訳『科学革命の構造』, みすず書房, 1971).
- 〔12〕 ラプラス, 平野次郎訳: 『偶然の解析——確率の哲学——』, 創元社(絶版), 世界の名著第65巻『現代の科学 I』(中央公論社)に抄訳あり。
- 〔13〕 ル・リヨネ編: 『数学思想の流れ 2』, 東京図書, 1974.
- 〔14〕 村上陽一郎: "物理学と数学の方法", 山内恭彦編『現代科学の方法』, 日本放送出版協会, 1971に所収。

経済学における統計的認識(1)

- (15) 村上陽一郎:『近代科学を超えて』, 日本経済新聞社, 1974.
- (16) ポアンカレ, 吉田洋一訳:『科学と方法』, 岩波書店, 1953.
- (17) Popper, K. R.: *The Logic of Scientific Discovery*, Hutchinson, 1959 (大内義一・森博訳『科学的発見の論理(上), (下)』, 恒星社厚生閣, 1971).
- (18) " : *Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*, Clarendon Press, 1972 (森博訳『客観的知識——進化論的アプローチ——』, 木鐸社, 1974)
- (19) Reichenbach, H.: *The Rise of Scientific Philosophy*, University of California, 1951 (市井三郎訳『科学哲学の形成』, みすず書房, 1954).
- (20) 竹内啓:『社会科学における数と量』, 東京大学出版会, 1971.
- (21) 都筑卓司:『不確定性原理』, 講談社, 1970.
- (22) 吉田忠:『統計学——思想史的接近による序説——』, 同文館, 1974.

(経済学部助教授)