

## 〔調査〕 経済現象における因果の考え方と検証可能性

### 1 はじめに

われわれが経済現象を分析する場合、例えば、

「1970年代初期のインフレーションは、それに先立つマネー・サプライの増加が原因であるか」

とか、

「日米の国際収支の不均衡と、両国の貯蓄投資のバランスの違いはどちらが原因でどちらが結果であるか」

というように原因・結果の関係を問うことが極めて多い。経済学では多くの場合、このような因果関係を

#### A) 経済変数間の関係を前提とした「因果関係」

と理解する。従ってその「因果関係」を

#### B) 統計的検証可能性

をもった概念として定式化することが可能となる。その代表例が1969年にグレンジャーが定式化した「グレンジャー因果関係」であって、それは時系列分析の枠組の中で「因果の方向性についての統計的検証可能性」を内包しているため、さまざまな実証研究に応用された。とくに貨幣と名目GNPの因果関係の実証分析は、政策的インプリケーションを伴うため多くの論議をよんだ。

しかし、彼の「因果の方向性」の概念は時間的先行運行関係に基づくものであり、時間概念を明示的に導入することによって因果の方向性の統計的検証可能性を確保している。このような時間概念に基づいた因果関係に対して、これまで科学哲学等では批判的に議論してきた。本論文では、経済現象における因果の概念とその定式化の方法がいかなる形で統計的実証可能性を確保しうるか、また時間的先行運行関係に依存しない因果の概念で、統

計的検証可能性をもつものがありうるのであろうか、という問題を議論する。ここで統計的検証可能性とは、ネイマン=ピアソンの統計的仮説検定論に基づいた検証可能性であり、その基礎に確率的評価を前提としている。実験不可能な経済現象にこのような評価基準の導入は異議のあるところである。しかしわれわれは以下で経済現象の場合、その認識・把握と理論化において不確定要素を伴い、またその不確定要素を内包した理論モデルにおける変数間の関係はファジィである、ことを議論する。加えて分析対象とする現象が確率的な現象であることも多い。このような視点から実験不可能な経済現象の因果関係を検証する場合でも、頻度論的な評価基準が有効であるとみている。実際、不確定・ファジィ・確率的要素をもった事象AとBの間の「因果関係」を理解する場合、その因果関係は数学的な意味での確定的な関係として理解することは難しく、従ってAとBの間の因果関係を主張するためには、その不確定な関係の出現が繰返し起こることが必要となろう。たとえば、マネー・サプライとインフレ率の関係は、他に多くの関係した変数があることが問題でもあるが、一般に古典解析的な関係でないし、偶然にマネー・サプライの増加とインフレ率の高騰とが共存する可能性がある。従ってその間の方向性を主張する場合、その共存性が繰返すことが必要であろう(十分でない)。

本論文第2節では、経済現象における因果のあり方を考察する場合重要と考えられる代表的な因果論をレビューする。第3節では経済現象の因果の概念設定に伴う不確定性を議論する。第4節では、確率の概念を経済変数のもつ不確実性との関連で導入する。また「経済構造のモデル」に対して別な解釈を与える。第5節では、経済学における時間と空間の扱い方を議論する。第6節では、経済モデルにおける外生性のあり方を議論し、時間的順序を導入しない場合、検証可能性をもつ外生性の概念設定は困難であることを述べる。第7節ではGranger因果の概念は、統計的検証性(再現可能性)をもったヒュームの因果であることを述べる。

## 2 因果関係に関する様々な考え方

この節では、因果関係の概念のあり方を理解するため、重要と思われるいくつかの考え方を紹介し、経済現象の因果関係のあり方を考察する。一般に因果に関する命題は、2つの事象 A と B に対して

(2.1) A ならば B である: A は B を意味する

というような表現形式をとる。問題はこの表現の「ならば」あるいは「意味する」の意味である。その意味づけは、因果関係を考える上での哲学上の1つの基本問題でもある。表現(2.1)の「ならば」もしくは「意味する」の意味の中に、少なくとも事象 A と事象 B の関係として

### 事象 A から事象 B への方向性

が含まれているであろう。問題は、その方向性をどのように概念化するかであり、これまでの様々な議論はこの点に深く関係している。我々の以下の概観も主としてこの視点から行う。

### I アリストテレスの4原因と近代科学の因果関係の概念

経済現象における因果関係の概念を考える上で、アリストテレスの4原因の考え方を理解しておくことが以下では重要となる。彼は原因の4つのカテゴリーとして

- (1) 目的因: それをめざして変化が起こる原因
- (2) 始動因: それによって変化が始まる原因
- (3) 質料因: その内で変化が起こる質料または基体
- (4) 形相因: 何物かが変化するときその何物か、物事の実体もしくは本質

を区別する。この区分の考え方は、万物にはその形成目標(目的因)があり、これに従って原動力が定まり(始動因)、これを受け入れる基体(質料因)があり、そこにおける物事の本質を規定するものとして形相因がある、という見方に基づいている。

近代自然科学はこのような因果の考え方を科学観として導入しなかったのは当然であろう。実際、近代科学の発展過程では科学的探究に不適当な要素(とりわけ目的論的要素)が削り落とされ、結局始動因のみが「原因」

の考え方として生き残った。これは

- (a) 関係のある2つの事象の一方を、他方の事象を生み出す始動因と定義することが可能
- (b) それを実験のためコントロールすることも通常可能
- (c) 2つの事象の関係を数学的に記述することが可能

であったためとブング(1972)は推論している。

物理学を念頭におく科学哲学者の一部は、やがて始動因を初期状態と解釈するようになる。例えば、「力=質量×速度」というニュートン力学では、初期状態(対象の位置・運動量・時刻)が与えられれば、任意の将来時点における対象の位置と速度は一意的に定まる。ここで初期状態=始動因=原因、終期状態=結果、と考えることにより1つの因果関係が定義できることになる。このような場合、目的因の概念が科学的視点と異質なものであることは自明であろう。この例の場合初期状態(始動因)の設定が「必ず」結果を帰結し、命題(2.1)の「ならば」もしくは「意味する」の意味は「数学上の関数関係」と同等とみることが出来る。ただ、数学上の関係の中には方向性がない。たとえば数学上の1次関数関係

$$y=ax+b \quad (a \neq 0)$$

で、「xならばyである」とは同時に「yならばxである」でもある。物理学の上の例では、明示的に時間の概念は導入されていないものの初期状態と終期状態の間に時間の経過を前提としており、それによって2つの状態に方向性を与えているとみることが出来る。自然現象の因果関係を考察する場合、このような時間的要素にインプリシットなその方向性を求めることが多い。そのような議論では、事象の生起・変化には時間を要することを利用しているが、哲学者は必ずしもこのような事象間の

#### ① 時間的先行運行関係

に因果の方向性を求めるわけではない。この点は後に再述する。

始動因に加えて、経済現象の因果関係を考察する場合重要なものは、質料因である。質料因の解釈を広くして、事象の関係と変化を許す媒体(容器)と考えれば、質料因は経済システム・環境等、因果関係を想定する空間であ

り、その空間の変化は因果関係に影響を与える。この点は第4節で詳述する。自然現象では、「マッチを擦ると火がつく」という表現では、「マッチを擦る」行為を許す空間(酸素が一定量ある場所)が質料因と理解できよう。しかし多くの議論では、この例の酸素の存在も始動因と考えている。

## II ガリレオの定義

始動因から出発するとして、近代科学的な意味における因果関係を厳密に定式化しようとするとのようになるのであろうか。多くの科学者がこの問題に取り組んできた。ガリレオは

- (2.2) 「原因」を「ある物事の成立のための必要十分条件: そのものが存在すれば結果が常に起こり、とりのぞけば結果が消滅するもの」

と定義した。この定義は明快であるが、ここでの「原因」は

「原因一般もしくは原因全体の集合」

を意味している。すなわち

- i) 単一因果連関: 1つの原因と結果の対応
- ii) 多重因果連関: 複数の原因と結果の対応

を明示的に区別せず、ii)の場合、複数の原因全体を1つの原因と考えている。なお回帰分析ではi)は単回帰に、ii)は多重回帰に対応することに注意されたい。

このガリレオの因果の定義では、命題(2.1)における事象Aから事象Bへの方向性を

- (2.3) (a) Aの生起はBの生起を生成する  
(b) Aの非生起はBの非生起を生む

と理解していると解釈できる。この解釈にたつと、「ならば」の中心の意味は

### ② 生成性

であり、「Bの生起に対してAの生起」が十分条件を作るだけでなく、「Bが起こるためにはAが起こることが必要」であることを述べている。この考え方は、ヒック

ス[11]の中に採用されている。しかし方向性をこのような生成性に求めるとしても、それを実験不可能な科学における実体概念として具体化することが難しい。それは生起した現象を分析の対象とせざるを得ないことを意味するだけでなく、原因と考える現象は一般にii)に述べた多重的(複合的)現象であるからである。

## III ヒュームの考え方

因果関係の定義のうちで最も有名なものにヒュームの定義がある。ヒュームは

- (2.4) 「AがBの原因である」とは、AとBがこれまでつねに結合して生起したある種の諸事象であって、それ以外の概念をもってはならない。ただし、AはBに時間的に先行する事象である。

と定義する。この考え方は因果関係定義の有力な一方を与えたが、日常的な因果関係の理解からみると不十分であると批判されてきた。実際、この定義では

- i) 事象AとBの共存性(結合性)
- ii) AのBに対する時間的先行性

を含んでいるが、

- iii) AがBを生成した(生成性)

という概念を含んでいない。たとえば、「マッチを擦ると火が起きる」という関係と「ミニスカートの流行すると、景気が悪くなる」という関係をi)とii)の視点から同一な因果関係と理解してよいのだろうか、という疑問が生起する。ミニスカートの例においては何らかの意味でiii)の生成性の要素が必要であろうと思われる。しかしIIでも述べたようにその②生成性も、非実験科学では実体概念として具体化することは難しい。

いずれにしてもヒュームにおいては、命題(2.1)の「ならば」における方向性は、①時間的先行性であり、経済現象の因果の方向性としては必要でも十分でもないと考えられよう。しかし

- iv) 共存性の再現性(繰返し)

を前提にした場合、統計的検証可能性のためには時間的

先行性は必要条件と考えられる。この点については後に詳述する。なお哲学者の意見の中には、結果が時間的に原因の後になるべき必然性があるとはいえない、原因は結果より存在論的に先行するに過ぎない、という意見もある。しかし超時間的存在論を議論することは我々の目的からみると不毛であり、この立場をとらない。時間に対する我々の基本的考え方は、事象・現象の存在および変化を許す媒体(容器)の一要素である、とみる。

#### IV ライヘンパッハの「しるしづけ」法

それでは、時間を導入せずに方向性をもった因果関係の定義は可能であろうか。その1つの巧妙な定義としてライヘンパッハの「しるしづけ」法がある。そこでは

A に対して加えた微小な変化は B に現れるが、B に対して加えた微小な変化は A に現れないとき、A は B の原因である

と定義する。この定義の意味するところは、変化の伝達方向が A から B にあり、B から A にないことである。しかしこの定義も、因果関係が多重的な場合問題が起こる。実際 A が2つの事象  $A_1, A_2$  から成り、 $A_1$  と  $A_2$  が同時に生起すると結果 B は生起し、 $A_1$  のみもしくは  $A_2$  のみでは B が生起しない場合、 $A_1$  と B の関係のみに着目した「しるしづけ」法は失敗する。もう1つの問題点は、この考え方を非実験科学の中に実体概念として具体化しようとするときに起こる。そこでは生起した現象に対して因果の方向性を与えることが必要となり、そこでは A の変化と B の変化の共存性は認識されても、片方のみに変化を与えることが一般にできないからである。従って直接的には統計的検証可能性をもちえないと考えられる。

しかし、ここでの概念には

#### ③ 事象の変化の伝達方向

という、これまでの、① 時間的先行性、② 生成性、とは異なった方向性の概念が含まれている。この概念の経済現象における重要性は、多くの場合経済現象とは事象の変化を意味する点にある。ただ経済現象間の関係は、確定的な関係でなく、不確定的(確率的)であるため、変化の伝達も不確定的(確率的)であることに注意しなければならない。この点次節で議論する。

### 3 経済現象における因果把握に伴う不確定性

経済学では経済現象の記述・理論化において、因果論的接近をとることが多い。しかしその因果論的説明は、必ずしも共通の理解を伴った一般化命題として把握されているわけではない。その理由は、経済学がその「科学観」に基づく内的欲求として、因果論的な現象の解明を志向しているものの、そこにおける因果の概念を明確に与えることは困難であるためである。その困難性は経済現象が互いに関連性をもつ非常に多くの要因(変数)からなる複合的現象であることのみでなく、因果という方向性を伴った概念を、物理学における「力」というような客観的な概念で把握できないことに依る。このことは後に詳しく議論する。なお経済現象における因果関係の考え方に関しては、マクルランド[9]、ヒックス[11]、ブラロック[14]等が参考になる。

経済学では経済現象を因果論的一般化命題として

(3.1) C ならば E である

という表現形式をとることが多い。ここで C は原因と想定する現象であり、E は結果と想定する現象である。上の表現形式(命題)で問題となるのは

- (1) 「現象」とは何か
- (2) 「ならば」とは何を意味するか

である。この2つの基本的な疑問が明確に解答されると、因果命題(3.1)のもつ意味とその限界が明らかになる。

(1)について考えよう。経済現象の場合、通常その現象を何らかの経済変数の集合の変動で近似的もしくは代理的に把握できると考えていることが多い。たとえば「景気の悪化」という現象は、景気という概念は明確に定義しえないとしても、景気に関連する経済変数群(たとえば企業収益、雇用量、生産量、等)の変動として把握されると考えているし、逆にこの例のような場合、これらの変数群の変動を「景気の悪化」という現象として表現(認識)しているとも考えられる。また「貿易の自由化」という現象も、たとえば多くの品目の関税率の引下げや、それらの品目の取引量の変動等、直接観測される変数群の変動に加えて、法的規制の緩和のような質的なものも何らかの経済変数で近似もしくは指数化できるとしてそれらの変動として記述できよう。従って我々の「現象」もこの視点に立って

(A.1) 現象とは何らかの経済変数群の変動として記述されるもの

として定義する。実は経済現象のこのような量的把握可能性が、経済学が他の社会科学と比べてその「科学性」を主張する基礎的背景となっている。しかし上の定義のように現象を理解するとしても、1つの現象に対して1つの変数群を一意的に確定できるわけではない(現象と変数群の対応の不確定性)。このことは1つの経済現象が(A.1)のように必ずしも単純化されない部分(現象認識の問題)を含んでいるのみならず、

(3.2) 経済変数は互に関連性(相関)をもつ

ためである。この事実は現象を表現する変数群とその外の変数群の間に関連があることを意味する。さらに、現象を表現するために選択された変数群の中の変数は、その現象の異なる部分的側面(特性)を表現すると同時に、共通の情報をも提供する役割も果たし、従ってその変数間の相関も強いのが一般的である。従って、その変数群の中にも以下に考える因果関係を内包している可能性も含んでいる(因果連鎖や間接的因果の可能性)。その意味で現象を記述する変数群の各変数の変動を現象の「構成単位」として考え、その構成単位間の因果関係を把握することによって、考察の対象となる現象間の因果関係を「理解」することが適当であろう。そこで命題(3.1)の原因として現象Cは、 $m$ 個の個別変数

(3.3)  $x_1, \dots, x_m$  (原因変数群)

の変動と理解する。同様に結果としての現象Eも  $n$ 個の変数

(3.4)  $y_1, \dots, y_n$  (結果変数群)

の変動と理解する。例えば

「貿易の自由化」が「景気の悪化」をもたらした

という表現は、「貿易の自由化」を代表する変数群(3.3)と「景気の悪化」を代表する変数群(3.4)の間の何らかの意味での因果関係を表現したものとみなす。その場合すでに述べたように

(3.5) 原因変数群と結果変数群の選択の恣意性(不確定性)が伴う

従って因果的命題は、想定する変数群に依存(従属)しており、そのことが共通に認識しうる一般化命題としての因果命題を確立しにくい1つの理由となっている。このことは次節で述べる理論の相対性とも関係する。

変数選択の不確定性が因果関係を理解する上で問題となる点は

- a) 間接的因果との区別が困難であること
- b) みかけ上の因果との区別が困難であること

という点である。ここで間接的因果とみかけ上の因果を次のように定義する。

[定義] 変数群  $u, v, w$  に対して1つの因果関係  $\rightarrow$  が定義されているものとする。

- (a)  $u$  から  $v$  への因果( $u \rightarrow v$ )が  $w$  を媒介にして成立するとき( $u \rightarrow w \rightarrow v$ )、 $u$  から  $v$  への間接的因果がある、という。
- (b)  $u$  から  $v$  への因果( $u \rightarrow v$ )が成立するのは、実は  $u$  と  $v$  に共通の原因  $w$  があるため、すなわち( $w \rightarrow u, w \rightarrow v$  により  $u \rightarrow v$ )のとき、 $u$  から  $v$  への因果はみかけ上の因果とよぶ。

経済現象として把握された変数群  $x$  と  $y$  に対して1つの因果関係が定義されたとしても除外した変数群  $z$  に対して定義(a)もしくは(b)の状況が起こりうることは自明であろう。加えて採用された変数群の中にも因果連鎖等による間接的因果やみかけ上の因果の存在も起こりうる。従って統計的検証可能性の立場からみると、実際に検証可能となる因果関係は、実際に選択された変数群の関係のみを対象とせざるをえないため、除外した変数群による間接的因果やみかけ上の因果の可能性を無視することになる。従って、因果関係は常に選択された変数群に関する相対的関係であることになる。さらに、選択された変数群内の因果における上記 a), b) の検証可能性について問題が残る。

(2) 「ならば」の意味について考える。因果関係を2組の変数群の変動に関する関係と理解するとしても、原因から結果への方向性の認識はその関係の外にある。事実は、変数群  $x = (x_1, \dots, x_m)$  と変数群  $y = (y_1, \dots, y_n)$  の変動の生起のみであり(共存性)、 $x$  の変動が  $y$  の変動を

生起させたという方向性は常に認識を伴ったもう1つの仮説である。すなわち因果的命題(3.1)の「ならば」の意味は、

- (A.2) (a) 変動伝達のメカニズムの存在  
(b) 伝達の方向性

を含むが、後者の方向性はそれが理論的な命題であってももう1つの仮説である。それは、理論の対象となっている2組の変数群の選択の不確定性(3.5)の幅が小さいとしても、理論の中に方向性の概念を導入できないためである。また経済現象が非実験的であり、ライヘンバッハの「しるしづけ」法もその概念となりにくい。古典的物理学ではその概念を力(エネルギー)に求め、因果の方向性をエネルギー伝達として把握するが、経済学の場合そのような概念を一定の客観性をもって定義できない。すなわち、経済現象では物理学における力のようなある1つの概念で、変数群の間の方向性を区別できず、原因から結果への方向性は解釈の中にしか求められない。それは、経済現象が

- (3.6) 1. 無数の要因に関係した複合的現象である  
2. 時間とともに変化している現象である

ことも関係している。「時間」に関係する点については後に述べるとして、実際ある変数群(もしくは1つの変数)の変動の原因を、他の無数の影響を分離して有限個の変数の変動にその原因を求めるためには単純化が必要であり、そのような単純化には不確定性を伴い、その不確定性を伴った概念の中に因果の方向性の概念を客観的に定義することは困難である。このことは経済学が実験「科学」でないことも関係している。実験科学でも究極的には理論の中に因果の方向性を証明する方法はもちえないが、過去に確立された理論を前提にするとその理論からみて因果の方向性を理論的に演えききよう。その場合過去に確立された理論は、事実によって検証されたものであり、その意味で帰納的検証を得ている。

以上からみて経済現象における因果の方向性の主張はアプリオリな仮説であり、それを確認できるのは帰納的方法によってのみであろう。次節で考察するように、経済理論に導入された時間的先行運行関係は因果の証明でなく、経済現象の特徴(3.6)1,2に関係した理論の相対性、時間的概念的相対性からみて、それはアプリオリに導入される仮定にすぎない、と判断される。ヒックス

[11]は、ガリレオ的定義に従って(2.1)の因果的命題の概念的検証法として

- (3.7) not C ならば not E

が成立することをみるべきであるとしているが、経済現象が非実験的であること、Cが複合的現象であることによつて(3.7)は必ずしも検証にならないこと(ヒックスもこれは認めている)、経済現象の把握においては(3.6)の1,2の不確定性を伴うこと、からそのような概念的検証法はあまり意味がない。

「ならば」のもう1つの意味の中には、(A.2)(a)に述べたように変数群  $x$  と  $y$  の間に何らかの関係が存在することを含んでいることはもちろんであるにしても、その関係のあり方が問題となる。経済現象の特徴である(3.6)1を考慮すると、その関係が数学的な関数関係でなく一定の不確定性(ファジィネス)を伴った関係であろうと推察される。また特徴(3.6)2は、その不確定性を伴った関係も時間とともに変化するだろうと考えられる。以下では(3.6)1にもとづく関係の不確定性を空間的不確定性、(3.6)2にもとづく関係の不確定性を時間的不確定性、とよぶことにする。要約すると、経済現象における因果のあり方を考察する場合、現象把握において変数群の選択における不確定性と、2つの変数群の関係における不確定性が伴うことを述べた。このような不確定性を伴った現象における因果の概念も、おのずと不確定要素を伴った因果の概念となろう。次節では、そのような不確定性の取り扱い方としては「確率」の概念が適当であることを主張する。そしてそれによって統計的検証可能性の基礎を確保する。

#### 4 経済変数の確率性——空間的不確定性

前節では、経済現象を把握(抽象)する場合、それが無数の要因に関係した複合的現象であることから空間的不確定性を伴うことを述べた。その不確定性は、

- (1) 現象に対応する変数群の選択に伴う不確定性、  
(2) 変数群間の関係の不確定性

である。

最初に(1)の不確定性を考察し、経済変数を確率変数と考える根拠を議論する。すでに述べたように、選択された変数群( $w, y$ )は選択されなかった無数の変数群(そ

れは記号として $z$ で示す)と何らかの関連性をもつため、 $z$ の変動は、 $x$ と $y$ の変動と関連している。従って $x$ と $y$ の変動は間接的に $z$ の変動を受けているかもしれないし、互いにフィードバックを受けるかもしれない。その意味で $x$ と $y$ の変動は、 $x$ が独立的に変動してそれが $y$ の変動に影響する、と考えるのは必ずしも適当でない。すなわち、 $x$ の変動にも $y$ の変動にも $z$ の変動と関係した部分が含まれており、その攪乱を常に受けていると考えられる。それゆえに $z$ を考察の対象外におくとき、 $x$ の変動と $y$ の変動は不確定要素を内包することとなり、その不確定要素の取り扱い方として $x$ と $y$ を確率変数とみることが適当と考えられよう。

しかし $x$ と $y$ を確率変数(データはその実現値)とみるさらに重要な根拠は、各変数がある中にもつ異質性である。すなわち「経済変数」という概念は、必ずしも同質的なものを表現(測定)する変数ではなく、一定の均質性をもつ内容のものを集計的もしくは総体的に「変数」という概念で同質化したものであり、一般に多くの異質的要素が含まれている。マクロ的な変数ではその程度が高い。たとえば、設備投資 $I$ では非常に多くの個別企業の設備投資の集計であり、従って $I$ の変動はそれら個別的な設備投資の変動により引き起こされる変動であり、そこには個別企業の需要予測、マクロ的環境の変化、政府の政策の変化、他企業との関係等、意思決定に関係した無数の要因の外に、データを収集・集計する上での統計上の計測誤差等技術的な誤差の部分も含まれていよう。従って経済変数の変動は、実はその中に多くの無数の要因をその変動要因として内包し、それらの個別要因の変動の総体として自らの変動が生じている、とみることができよう。もちろん要因の中に確率的分動をするものも含まれているかもしれない。それゆえその変動は確率的分動と扱うことが適当であり、一般に経済変数は本来的に確率変数とみることができよう。

この経済変数の確率性の主張に対して次の2点を注意しておく。

i) 経済学では通常、変数を抽象的に同質的に扱う。たとえば、設備投資を考える場合、1企業しか存在しない状況を設定することによって同質性を確保したり、また国全体の設備投資 $I$ に対して何か純粋に(各期)に確定な値 $I_0$ があって、実際の観察値はそこから一定の誤差 $\epsilon$ をもったものとして理解したりする。このような理論設定は、1つの理論上の単純化としてみとめることはできようが、実証分析では問題となる。後者の設定

では

$$(4.1) \quad I = I_0 + \epsilon$$

とみて、 $\epsilon$ を無視可能として扱うことになるが、実は $I_0$ のようなものは存在しないし、仮りに存在したとしてもそれはすでに述べた理由によって確率的分動をするものと考えられる。(4.1)の発想は、変数や現象には何か核となる確定的なものがある、一定の誤差とみられるものを取り除けばその核となる確定的なもので議論しよう、という立場である。経済学ではこのような核となるものの存在を仮定し、実際の現象は核からの「ずれ」を伴ったものとして理解しようとする。これは古典物理学の「科学性」の影響を受けている部分とみることができよう。なお(4.1)は計量経済学では観測誤差を伴う場合の定式化としてしばしば利用されるが、その分離可能性は上の議論からみて疑問のあるところである。

ii) 実際にデータを集計していく立場からみると、種々の便宜性を利用したり、概念設定の不確定性の問題等から何がゆえに経済変数が確率的であるか疑問をもたれるかもしれないが、実は計測上の誤差も含めて無数の要因に依存した変数である点その確率性を与えている。

(2)の「関係の不確定性」を考えよう。経済変数を確率変数として扱うと、変数群 $x$ と $y$ の関係も2つの確率変数群間の関係となる。その2つの確率的分動群間の関係は、他の変数群 $z$ を無視したことによる不確定性と、次節で述べる時間的要因に基づく不確定性がゆえにその関係も不確定性を含んでいるであろう。もちろんその関係の取り扱い方として $x$ と $y$ の同時分布を想定してその中で因果関係を議論できよう。その問題については[15]をみよ。しかし統計的検証可能性とそこでの解析的操作性からみると確率分布の因果関係を扱うことは不便である。従って通常のように $t$ 時点の変数群 $x_t$ と変数群 $y_t$ の関係(変動メカニズム)を

$$(4.2) \quad F_t(x_t, y_t) = u_t$$

と定式化することの可能性を考えてみよう。最初に(4.2)は $u_t$ の定義式として常に成立することに注意しよう。実際、任意に関数 $F_t(\cdot, \cdot)$ をとり、(4.2)によって $u_t$ を定義すればよい。しかし(4.2)の表現は、実は変数群 $x_t$ と $y_t$ のとり方に依存して適当に関数 $F_t(\cdot, \cdot)$ をとると、そこで定義される $u_t = F_t(x_t, y_t)$ は、 $F_t$ に依存しない確

率分布を持つことを述べている。すなわち、われわれが通常誤差項とよぶ(4.2)の  $u_t$  は、 $x_t$  と  $y_t$  の関係を作る関数形  $F_t(\cdot, \cdot)$  から独立である。それゆえ(4.2)は、 $x_t$  の変動と  $y_t$  の変動の関係は不確定性を含んでいるが、その変動の間には非確率的(確定的)な関数関係  $F_t(\cdot, \cdot)$  と  $F_t$  から独立な確率変数  $u_t$  が存在して3つの確率変数群  $x_t, y_t, u_t$  の間に確定的な関数関係が成立する、ことを述べている。もちろんこのような関係が成立する保証はないが、検証可能性をもった因果関係を考察する上では重要な定式化である。このような定式化は、伝統的な経済学が実証分析に接近する場合の定式化でもある。経済学では、同質的確定変数  $\bar{x}_t, \bar{y}_t$  を前提として、その2つの間に核(コア)となる確定的な関数関係

$$(4.3) \quad F_t(\bar{x}_t, \bar{y}_t) = 0$$

があり、それがデータの世界で成立しないのはその期独特の誤差や、観測誤差、方程式スペシフィケーションエラー等によるものとして、核からのずれとしての誤差項が導入される。そこでは i) に述べた視点からときとして、 $x_t = \bar{x}_t + \epsilon_t, y_t = \bar{y}_t + \eta_t$  とも解釈したりする。しかしわれわれは、確定変数群の確定的関係としてその関係を扱うのではなく、確率変数群間に適当な確定的関数  $F_t$  をとると、その関数値としての確率変数群  $u_t = F_t(x_t, y_t)$  が  $F_t$  から自由な確率分布をもつ、とみる。この定式化では、仮に  $x_t$  が原因であって、 $x_t$  が変動したとき  $y_t$  の変動は  $x_t$  の変動だけでなく  $u_t$  の変動も伴った変動であるという意味で、 $x_t$  と  $y_t$  の関係が不確定要素を伴っているが、非確率的な関数  $F_t$  を想定するという意味で、 $x_t$  と  $y_t$  の確率変動構造に不変な関係を仮定したことになる。我々の以下の議論は、変動伝達メカニズムとしてこのような不変な変動構造(経済構造)が少なくとも近似的に成立することを前提にする。問題はこのような変動構造  $F_t$  は一般に時間に依存すると考えられるのだが、それが時間からも自由でないと時系列データに基づいてその構造を推定できないだろうし、従って因果関係の概念とその検証可能性を確保できない。この時間的不確定要素は次節で扱う。なおこの時間からの構造の独立性は、Granger の因果の定義の定常性と関係する。

## 5 経済学における時間と空間

経済現象を把握(抽象)する場合、空間的不確定性と時間的不確定性を伴うことを述べた。従って、経済学が常

にこの2つの不確定性を内包する「科学」であり、そこにおける理論は空間的・時間的相対性をもつ、ことになる。自然現象でも時間の幅を非常に長くすればその把握には時間的相対性を伴い、また宇宙的規模で現象を眺めれば空間的相対性を伴うこともある。しかし、我々の直面する自然現象を把握する場合、時間の幅をそれ程長くとる必要がなく、それゆえ時間的相対性の介在する余地は少ないといえよう。本節では経済学におけるこの問題を考察し、因果概念のあり方を議論する。

一般に経済現象が生起するためには、それを受け入れる容器(媒体)としての空間と時間が必要である。時間は必ずしも媒体として考えられないかもしれない。なぜなら空間の設定では、他の代替の設定を想定できるが、時間はある事象の変化を存在もしくは許容させるには必要不可欠な要素であるが、それを他の概念で代替できない。逆にいえば、事象の変化(現象)の容器としての時間は絶対的媒体であって、それなしでは現象は存在しえない。その意味では、時間は第2節で述べたアリストテレスの質料因、しかも絶対的な質料因と解釈できる。以下では時間をこのように解釈する。もちろん哲学では、時間を超越した絶対的存在論や、存在論的先行性(第2節参照)等をも議論する。しかし実体的現象はもちろん、それを分析対象とする(形而下学としての)科学は一般に時間の概念から自由になれない。経済現象および経済学もその例外ではないが、経済学では、時間の幅を適当に概念的に固定することで、その時間の中で「変化するもの」と「変化しないもの」を相対的に区別する。その概念上固定された時間の幅が、経済学が経済現象を考える時間的媒体であり、その媒体の中で考えられる現象に議論を限定する。すなわち、その時間的媒体としての区間を超えるような長い期間をとると、変化しつつあると考えられる要素(たとえば環境、制度、技術、嗜好、資本ストック、人口等)を固定し、その区間内で考えている経済構造の不変性を自らの中に確保する。もちろんそこでの時間の区間は概念的であって、実際の時間で必ずしも明示できるものでない。

たとえば、静学的分析における「短期」と「長期」の概念がそれである。ケインズ経済学における「短期」では、投資があってもそれが資本の生産力の増加として現れないような短期間であると同時に、その中でフローとしての貯蓄・投資均衡が成立するような長期間である。その場合、実際には投資は過去から連続的に行われているのであるから、貯蓄・投資のバランスを考えている期間の中でも資本ストックの増加は連続的にあるのだが、



その期間の中で資本ストック一定(期中平均の値のようなものを想定)とみる。そして理論は、貯蓄・投資の均衡をもたらす変化を概念的に許し、その結果最終的に成立する期末の均衡状況のみを記述する。従って一定の時間幅を概念上想定していても、結局は期末1点における(概念上の)均衡状況が理論の想定する分析対象である。それゆえそこではもはや時間幅は1点に圧縮されており、時間から自由な状況設定を虚構していることになる。これが静学的分析の世界である。この分析法を実際の現象に適用する場合、そのような見方に基づいた理論が有効となる期間の幅が不確定であることに加えて

- i) その期間内で理論が不変と仮定した部分が実際には必ずしも不変でないこと
- ii) その期間内で達成されると仮定した均衡状況が実際に達成されているかどうか明らかでないこと

に起因する不確実性が伴う。これが経済学がその理論を構築するとき内包する時間的不確実性である。ii)については、マクロ経済現象では、事後的には国民経済計算上のバランス(恒等関係)があるため、均衡分析ではそれを理論の想定する(近似的な)均衡値とみなすのが一般である。しかし国民経済計算は概念上、4半期ベース、年別ベースだけでなく、極端に言えば日別ベースでも考えることが可能であり、そこでもその恒等関係は(定義によって)成立するのであるから、事後的恒等関係は、理論が想定する均衡値と同等ではない。従って理論が想定するような期間幅をとることが必要となる。

このことをわれわれの想定する変動メカニズム(4.2)と関係づけると、一定期間幅の設定は、経済構造としての関数  $F_t$  がその期間内で近似的に時間的に不変となる設定である、と考えられる。従ってそこでの時間幅は、対象となる現象としての変数群  $x_t$  と  $y_t$  の変化を許し、その変化からみると相対的に変化しないものとして  $F_t$  を固定的にみることができるような時間幅となる。

以上の議論を要約しよう。まず分析対象となる経済現象は時間的に変化しつつある媒体(容器)の中で生起していると考えられる。経済学では、媒体の変化の速度は媒体の中で生起する事象の変化と比べて相対的に遅いため、時間区間を適当に想定することで媒体を固定し、その中で分析対象としての現象を記述する。もちろん分析対象としての現象に依存して媒体を固定しようとする時間幅を概念的に選択し、固定された媒体を与えられた経済構造(不変なもの)として取り扱う。その意味で、理論は常

に時間的相対性をもっているといえよう。これは時間を明示的に導入した動学分析でも同様である。たとえば時間について無限期間をとって一定の目的(効用)関数を最大にするような経済行動の記述でも、時間的に不変な目的関数の想定や一定の時間選好率、嗜好、経済構造、制度、環境等を想定する限り、そのような想定が成立するような時間区間を想定しているとみるのが自然である。そこでの無限区間の採用は解析的に処理するための単純化として考えられる。経済学におけるこのような時間的相対性は、現象の記述において不確実性を伴うことになる。なお、ヒックスは経済学は不確実な知識の体系であるが、しかし有用である、と述べている。

次に、経済学が「科学性」を保持しようとすることによって生ずる空間的相対性を考察しよう。分析対象に応じて概念的・時間的区間を設定しても、空間の設定の仕方に一定の幅をもっている。その設定では、市場経済が成立する空間(場所)を前提とすることはもちろんだが、

- 1) 主体概念の設定、
- 2) 変数の設定

においても理論はその議論を展開するために媒体としての空間の幅を設定する。均衡論的な経済学では、理論が空間を設定する場合

- ア) 一般均衡論的分析
- イ) 部分均衡論的分析

という形で表現する。多くの変数の均衡を同時的に考察する一般均衡論的分析でも、有限個の変数を固定したとき、理論が対象とする分析範囲としての空間を設定したことを意味する。そこでは多くの無視した変数があり、それら無視された変数は分析対象となる経済変数と一般に相関をもっている。また、前節で詳述したように「経済変数」という概念は、必ずしも同質的なものを表現(測定)する変数ではなく、一定の均質性をもつ内容のものを「変数」という概念で同質化したものであり、その意味で空間的な単純化をしていることになる。また「経済主体」という概念も、一定の幅の中で空間的に同質化したものである。たとえば質的に異なる労働を、単一の労働量という変数で表現した場合、そのような単純化をしている。他方、部分均衡論的分析での空間設定はさらに限定的であり、従って一定の先験的な単純化が行われる。実際、そこでは分析対象に対して直接に関係すると考えられる変数と経済主体をアブリオリに抽出し、その

間の関係として理論モデルが作成される。その場合、当該市場で均衡値として決まる内生変数以外は外生的であるとみなされる。しかしその外生性はアприオリに設定されたもので、必ずしも客観的ではなく、その理論では考察している区間の中で直接的に内生変数からのフィードバックがない、とアприオリに判断しているとみることができよう。もちろん間接的なフィードバックは認めているが、重要な点はこのようなアприオリな「外生性」は変数間にアприオリな方向性を与えている点である。このような先験的な方向性は、シムズ[13]によってきびしく批判されたところであるが、彼の意見を共有しなくても、その先験的方向性は事実によって検証される必要がある。

経済学では空間的不確定性に対し

- (5.1) 他の事情にして同じであれば、 $x$ の変動は $y$ の変動を引き起こす

という表現形式をとることが多い。この考え方は部分均衡分析の特徴でもあるが、その背後の考え方は $x$ の変動は $y$ の変動に直接的に作用しても、(考えている時間の中で) $x$ の変動および $y$ の変動は他の変数 $z$ に(意味があるほど)作用しないし、そこからのフィードバックがないとみている。このような考え方は、後に述べる理論の相対性の問題とも関係し、思考の方法として便利であるが実際の経済分析で用いる場合には注意を要する。「フィードバック関係がない」ということは、因果の概念とも関係し、他の変数の「外生性」の主張と理解される。実際、 $z$ は $x$ と $y$ の変動の影響を受けないのであるから

- (5.2)  $z$ は $x$ と $y$ にとって「外生的」である

ことを意味している。

$x$ と $y$ の関係の空間的・時間的不確定性を扱うもう1つの方法は、

- (5.3)  $x$ の変動は「確率的に」 $y$ の変動を引き起こす

という表現形式をとる方法である。すなわち $x$ と $y$ の変動関係が確率的であって、そこでは命題に不確実性を導入している。現在のところこの方法が「不確実性を伴う変数の関係」を扱う方法として最も利用されている。なお、マクルランド[9]では、(5.1)の「他の事情にし

て同じであれば」という形容詞を命題からははずす方法として確率的概念の導入の必要性を述べているが、「他の事情にして同じであれば」という概念は1つの外生性の概念であり、一般均衡分析の中でも確率的概念の導入が可能であることから、確率化は別な考え方であり、現象を把握(認識)するときに内包する不確実性の1つの扱い方である、と考えた方がよい。確率的関係として $x, y$ の関係を理解するとしても、その確率の意味が問題となる。マクルランド[9]では、主観的確率の意味を強く与え、そこでの確率はその命題の成立する度合いの強さの方から解釈する傾向がみられる。

## 6 経済モデルにおける外生性

経済理論における経済変数の間の変化の伝達方向としての因果は、時間の概念を導入しない場合先験的な仮説にすぎないことを述べた。それは数学の理論に方向性がないことと関係している。経済主体の概念を設定し、1つの目的関数を最大にしてその行動方式を定式化し、その行動が市場で交錯することで均衡値を生む、という理論の定式化の中に因果の方向性を導入するのは先験的な解釈にすぎなくなる。その場合、部分均衡論的接近で2つの変数 $x$ と $y$ の関係をみるため他の変数 $z$ を固定して議論するのは、 $z$ が $x$ と $y$ にとって「外生的」であることを主張している、とみることができると述べた。この外生性の問題は、一般均衡論的接近でも問題となる。実際

$$(6.1) \quad Y=C+I \quad (Y: \text{所得}, I: \text{投資}) \\ C=a+bY \quad (C: \text{消費})$$

というモデルでも、 $Y$ と $C$ がモデルから決定される内生変数であって $I$ が外生変数であるという主張は解釈であって、モデルの中にそれが表現されているわけではない。たとえば(6.1)を

$$(6.2) \quad I=Y-C \\ C=a+bY$$

とみて、 $Y$ が外生的で、その結果 $C$ が決まり、最後に $I$ が決まるとみることできる。

外生性を明示的に表現する方法として変数間の関係が不確実性を伴った関係であることを利用して、変数と誤差項の関係を明示する方法がある。第4節では、因果関

係を考察する2つの確率変数群  $x_t$  と  $y_t$  に対して、その変動関係(経済構造)として少なくとも近似的に

$$(6.3) \quad F_t(x_t, y_t) = u_t$$

が成立することを仮定した。これは検証可能性からの要求であって、 $x$  と  $y$  に対して常にこのような関係が成立する保証はない。また(6.3)は、与えられた確率変数群  $x_t$  と  $y_t$  に対して適当に  $F_t$  をとると(6.3)によって定義される  $u_t$  の確率分布が  $F_t$  から独立となる、ことを意味している。ここで  $u_t$  が  $F_t$  から独立であるとは、 $u_t$  の分布は  $F_t$  のもつパラメータに依存しないことを意味する。構造(6.3)のもとでは

$$(6.4) \quad u_t \text{ と } x_t \text{ は確率的に独立である}$$

ことが、 $x_t$  が  $y_t$  に対する外生性の表現となる。実際、(6.3)は、3つの変数群  $x_t, y_t, u_t$  が関数的に従属するため、 $x_t$  と  $y_t$  の変動が  $u_t$  の変動となって現れることになるが、(6.4)のもとでは  $x_t$  の変動が  $u_t$  の変動から独立であるから、 $x_t$  は独自の変動をし、その結果  $y_t$  の変動が  $u_t$  の変動に対応する変動をすることになる。その意味で  $x_t$  から  $y_t$  への方向性を定義したことになる。通常は(6.4)の必要条件(分散の存在を仮定)である

$$(6.5) \quad u_t \text{ と } x_t \text{ は無相関: } \text{Cov}(u_t, x_t) = 0$$

を仮定する。しかし、構造  $F_t$  が線形である場合  $x_t$  と  $u_t$  の分布が正規分布である場合(そのときには(6.5)は(6.4)を意味する)でない、(6.5)は外生性の表現とはならない。なぜなら  $u_t$  が正規分布に従わず、 $F_t$  が線形でない  $x_t$  の変動は  $u_t$  の変動と関係し、 $x_t$  から  $y_t$  への方向性がくずれるからである。

他方、仮に  $F_t$  が線形かつ  $u_t$  が正規であっても(6.4)は検証可能でない。その意味で(6.4)もしくは(6.5)はあくまでも先験的な外生性の仮説である。このことを議論するために、いま  $x$  と  $y$  は2次元正規分布

$$(6.6) \quad \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \sim N \left( \begin{pmatrix} \mu_x \\ \mu_y \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \delta_{xx} & \delta_{xy} \\ \delta_{yx} & \delta_{yy} \end{pmatrix} \right)$$

に従うとする。このとき

$$(6.7) \quad \begin{aligned} y &= \mu_y + \beta_{yx}(x - \mu_x) + v_y \\ \beta_{yx} &= \delta_{yx} \delta_{xx}^{-1}, \\ v_y &\sim N(0, \delta_{yy \cdot x}) \end{aligned}$$

とも、また

$$(6.8) \quad \begin{aligned} x &= \mu_x + \beta_{xy}(y - \mu_y) + v_x \\ \beta_{xy} &= \delta_{xy} \delta_{yy}^{-1}, \\ v_x &\sim N(0, \delta_{xx \cdot y}) \end{aligned}$$

とも表現できる。もちろん  $\delta_{yy \cdot x} = \delta_{yy} - \delta_{yx} \delta_{xx}^{-1} \delta_{xy}$  である。このとき(6.7)では  $x$  と  $v_y$  は独立、従って  $\text{Cov}(x, v_y) = 0$  が成立し、また(6.8)では  $y$  と  $v_x$  は独立、従って  $\text{Cov}(y, v_x) = 0$  が成立する。従って、2つの確率変数  $x$  と  $y$  の関係として(6.7)のモデルをとるか(6.8)のモデルをとるかは先験的な選択である。さらにそのモデル推定は最小2乗法(もしくは最尤法)等で無相関性を前提にして行うので、(6.7)では  $x$  と残差  $\bar{v}_y$  が無相関に、また(6.8)では  $y$  と  $\bar{v}_x$  が無相関になるように推定され、その結果から  $x$  もしくは  $y$  の外生性をチェックするのが困難である。すなわち、 $x$  が誤差項  $u$  と共変性をもたないことを表現した(6.5)は、先験的な外生性としての方向性を明示的に表現したものであっても、統計的検証可能性をもつものでない。

しかし  $x$  と  $y$  とが互いに外生的であることの表現  $\beta_{yx} = 0$  かつ  $\beta_{xy} = 0$ 、あるいは同等の表現

$$(6.9) \quad \delta_{xy} = 0$$

は統計的検証が可能である。これは通常「独立性の仮説」と呼ばれるもので、 $x$  と  $y$  の相関係数が0であることを示す。このことは後に述べるグレンジャーの同時的因果性と関係する。そこでは、同時点の  $x$  と  $y$  への因果の方向性は検証不可能であって、 $x$  と  $y$  の無相関性(6.9)のみが検証可能である。

上の例は、時間的先行運行関係を導入しない同時点の2つの確率変数の間では、外生性による因果の方向性の定義はできて、統計的検証可能性をもたないことを示している。

次に時間を明示的に導入した構造を考えよう。経済学では静学分析もしくは1期間分析が多いため、経済メカニズムの動学的構造をアプリオリに導入する方法は十分でない。形式的な目的関数を将来期間に対して作り、その最適化の中で形式的にラグ構造を導入することも可能

(たとえば Hansen = Sargent)であるが、そのような形式的論理は静学的モデルを形式的に動学化する程度と同じ程度に形式的であると考えている。前節の時間的相対性をふまえて、 $F_t$ が考えている時間区間の中で近似的に一定であると想定し、 $w_t = (x_t, y_t)$ として

$$(6.10) \quad F(w_t, w_{t-1}, \dots, w_{t-p}) = u_t$$

$$(6.11) \quad u_t \text{ は } w_{t-1}, \dots, w_{t-p} \text{ と確率的に独立}$$

を仮定してみよう。この場合、 $w$ の過去の変動  $w_{t-1}, \dots, w_{t-p}$  は外生的となり、それらの過去の変動の  $w_t$  への影響のあり方は統計的検証可能性をもつ。実際  $F$  が時間に依存しないのであるから、(6.10)の関係は  $t=1, 2, \dots$  に対して繰返し成立し、従って構造  $F$  の推定と、 $x$ の過去の変動  $x_{t-1}, x_{t-2}, \dots, x_{t-p}$  の  $y_t$  への影響の大きさを検証できる。この定式化を行ったのが Granger である。Granger では定常性の仮定により、 $F$  の時間的不変性とその関係の繰返し可能性を確保している。

## 7 Granger 因果

これまでの議論を要約すると、時間概念を捨象すると経済学では究極のところ因果の方向性あるいは外生性はアプリアリな前提にすぎないことになる。Granger (1969) はこのような経済理論におけるアプリアリな前提としての因果の検証可能性を得るため、因果の方向性を時間の遅れ(時間的順序: タイムラグ)に求めた。彼は、変動伝達メカニズムとして

- (1) 変数群が多変量定常時系列過程に従うこと

を仮定し、そこにおける因果の方向性を

- (2) タイムラグによる予測改良可能性

と定義した。その考え方、「将来は過去を予測できないこと」(時間的相対性)と確率的に変動する変数間の関係としての定常時系列モデルに基づくもので、 $y$  を予測するときに  $x$  の過去の値を用いても予測能力が増加しないとき、 $x$  は  $y$  に対して Granger 非原因であるという。定義を与えるため  $x$  と  $y$  の系列

$$(7.1) \quad \{(x_t, y_t) | t=0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$$

が2変量定常時系列過程に従うものとする。いま情報集合として

$$(7.2) \quad \mathcal{X}(t-1) = \{x_s | s=t-1, t-2, \dots\}$$

$$\mathcal{Y}(t-1) = \{y_s | s=t-1, t-2, \dots\}$$

を定義し、予測能力の評価基準として平均2乗誤差

$$(7.3) \quad M[y_t | \mathcal{U}] = E(y_t - \hat{y}_t)^2$$

を用いる。ここで  $\mathcal{U}$  は1つの情報集合で、平均2乗誤差のもとで最適予測量

$$(7.4) \quad \hat{y}_t = E[y_t | \mathcal{U}]$$

を定義する。

$$[\text{定義1}] \quad (1) \quad M[y_t | \mathcal{X}(t-1) \cup \mathcal{Y}(t-1)] \\ < M[y_t | \mathcal{Y}(t-1)]$$

のとき、 $x_t$  は Granger の意味で  $y_t$  の原因であるといい、 $x_t \xrightarrow{G} y_t$  とかく。

(2)  $x_t \xrightarrow{G} y_t$ ,  $y_t \xrightarrow{G} x_t$  のとき、 $x_t$  と  $y_t$  はフィードバック関係にあるといい、 $x_t \xleftrightarrow{G} y_t$  とかく。

$$(3) \quad M[y_t | \{x_t\} \cup \mathcal{X}(t-1) \cup \mathcal{Y}(t-1)] \\ < M[y_t | \mathcal{X}(t-1) \cup \mathcal{Y}(t-1)]$$

のとき、 $x_t$  は Granger の意味で  $y_t$  の同時的(瞬時的)な原因であるといい、 $x_t \xrightarrow{IG} y_t$  とかく。

若干のコメントをする。

(i) この定義は、 $x_t$  と  $y_t$  が2変量定常時系列過程に従うという過程のもとでなされている。従ってたとえばこの定義では「天気予報が台風の原因」となる、というような批判は的がはずれている。もちろん [定義1] 自体非定常時系列に対しても定義されるが、Granger の定義は  $x_t$  と  $y_t$  が2変量定常時系列関係にあることが前提になっている。その前提は(7.3)の平均2乗誤差が時間  $t$  から独立した値になることを保証し、因果関係が時間的に不変な関係であることを保証する。

(ii) (7.3) は1期先予測の平均2乗誤差である。 $k$  期先予測の平均2乗誤差

$$M[y_{t+k} | \mathcal{U}] = E(y_{t+k} - \hat{y}_{t+k})^2$$

に基づいた議論も可能である。

(iii) [定義1](1)において

$$M[y_t | \mathcal{X}(t-1) \cup \mathcal{Y}(t-1)] \leq M[y_t | \mathcal{Y}(t-1)]$$

は常に成立する。従って上式で等号が成立するとき、 $x_t$  は  $y_t$  の Granger の意味で原因ではない、ということになる。

(iv) [定義1](3)において、 $x_t \xrightarrow{IG} y_t$  ということは、 $x_t$  と  $y_t$  は相関をもつことを述べるもので、 $x_t \xrightarrow{IG} y_t$  ならば  $y_t \xrightarrow{IG} x_t$  が結論される。この点は、6節で述べた外生性の議論と対応する。

(v) [定義1]は意識的に情報集合を  $x_t$  と  $y_t$  の系列に制限した形で述べてある。Granger の定義では一般的に  $x_t$  と  $y_t$  の系列を含むより広い情報集合  $\mathcal{U}$  の可能性をふまえた定義になっている。しかし、その場合  $\mathcal{U}$  に含まれる系列は  $(x_t, y_t)$  を共変関係にある定常時系列でないと、Granger の因果性として意味をなさない。また仮に  $(x_t, y_t, z_t)$  が3変量定常時系列過程に従うとしても、 $z_t$  の系列を  $\mathcal{U}$  に含めると因果の方向性は、間接的因果の可能性がでてくる。このことは第4節で議論したが、これは Granger 因果の欠点でなく、経済現象に因果関係を導入するとき排除することが難しい問題である。

Granger 因果が検証可能性をもつためには、 $x_t$  と  $y_t$  が定常時系列が非決定的な場合  $w_t = (x_t, y_t)'$  は

$$(7.5) \quad w_t = \sum_{i=1}^p B(i)w_{t-i} + u_t$$

と表現される。ここで  $B(i) = (\beta_{jk}(i))$ :  $2 \times 2$  は係数行列である。このとき Granger の  $x_t$  から  $y_t$  への因果の仮説

$$H: \beta_{12}(i) = 0 \quad (i=1, 2, \dots)$$

の仮説と同等になり、これは通常の回帰分析的発想に基づいて検証可能である。

さて、Granger 因果関係をこれまでわれわれの議論の中にどのように位置づけたらよいであろうか。明らかに Granger の方向性は、時間的先行運行関係に基づく時間的順序であり、その背景には時間的順序を導入しない因果関係に対しては検証可能性を確保することが困難であることが挙げられよう。また明らかにそこで結論される因果の方向性は選択した変数(群) $x$  と  $y$  に大きく依存し、実際に検証される方向性はその意味で常に相対的である。また評価基準として用いている予測の平均2乗

誤差は定常性の仮定によって時間に依存しないが、それは  $x$  の変動から  $y$  への変動の再現性を評価しているとみることもできよう。すなわち、Granger の因果関係は、時間的先行運行関係に基づく方向性と  $x$  の変動と  $y$  の変動の定常的共存性を前提にするという意味できわめてヒューム的であるが、その共存性は変動伝達メカニズムとしての構造(7.5)を前提にする限りライヘンバッハ的でもある。しかし重要なことは共存性の再現性を検証しようとしていることであり、その再現性が因果関係に対する統計的検証可能性を与えている。実際の検証法に絡む問題点は別にすると、定常性により2つの現象の再現性が Granger 因果を理解する上で重要な点である。

川屋武昭(一橋大学経済研究所)  
翁 邦雄(筑波大学社会学系)

#### 参考文献

- [1] アリストテレス(出 隆訳)『形而上学』岩波文庫, 1959年。
- [2] 国友直人「経済時系列におけるグレンジャー因果性: 理論と実例」東京大学経済学部ディスカッション・ペーパー, 1984年1月。
- [3] 滝浦静雄『時間——その哲学的考察』岩波新書, 1976年。
- [4] 竹内 啓・広重 徹『転機にたつ科学』中公新書, 1971年。
- [5] マリオ・ブンゲ(黒崎 宏訳)『因果性』岩波書店, 1972年。
- [6] 村上陽一郎「時間の哲学的基礎」伏見康治・柳瀬睦男編『時間とは何か』中央公論社, 1974年所収。
- [7] パートランド・ラッセル(市井三郎訳)『西洋哲学史3』みすず書房, 1970年。
- [8] 渡辺 慧・渡辺ドロテア「時間と因果性」『時間と人間』中央公論社, 1979年所収。
- [9] マクルランド(広松 毅訳)『新しい経済史の方法』日本経済新聞社, 1979年。
- [10] Granger, C. W. J., "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods," *Econometrica*, Vol. 37, No. 3, July, 1969.
- [11] Hicks, J. R., *Causality in Economics*, Basil Blackwell, 1979.
- [12] Zeller, A., "Causality in Econometrics," in K. Brunner and A. H. Meltzer, eds., *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 10, North-Holland: Amsterdam, 1979.
- [13] Sims, C., "Money, Income and Causality," *American Economic Review*, Vol. 70, 540-552, 1972.
- [14] Blalock, H. M., *Causal Models in the Social Sciences*, Macmillan, 1971.
- [15] Engel, R. F., Hendry, D. F., and Richard, J. F., "Exogeneity," *Econometrica*, Vol. 51, 277-303, 1983.