

# Environmental and Economic Accounting Dynamics Model の開発に関する基礎的考察

辻 稔 郎\*

## A Basic Study on the Development of an Environmental and Economic Accounting Dynamics Model

Toshiro Tuji\*

### Abstract

Researching the dynamics of economic and environmental systems and attempting to control them is a human universal. However the possibility of control of human behavior naturally leads to uncertainty and fear, and we must also take nature into account.

Social accounting evaluates economic activity according to accounting rules and recently environmental issues have become predominant.

It is possible to capture economic dealings after only a short time-lag, even though the bulk of social accounting must be dealt with after the fact.

This research aims to study the dynamics of social accounting, including environmental elements by using the System Dynamics method.

### Key Words

System Dynamics, Accounting, Dynamics, social accounting

### 1. はじめに —研究の背景と目的—

環境の要素も含め、経済システムの動特性やその制御方法の探究は、人間行動の制御可能性の可否の不確実性、さらには自然への畏怖を前提としつつも、人類に課せられた普遍的課題である。

経済活動の測定と伝達については、社会会計、あるいはマクロ会計が進展しており、環境の要素についても物量のまま捕捉するアプローチが注目を集めている<sup>1)</sup>。また社会会計は基本的には1年間の事後的集計量を扱うものであるが、経済取引と廃棄行為との関連、廃棄物の廃棄や再資源化など、より微小間隔でとらえることが望ましいと推察されるもの

\*つじ としろう：大阪国際大学法政経学部非常勤講師（2006.6.21受理）

もある。また経済主体のそれぞれの目的達成のための行動の相互作用が、経済システムの動特性に影響を与えていると推察されるが、社会会計は、経済解剖学としての性格から主として対象にするものではない。

社会システムの動特性の探求手法として、システム・ダイナミックス (System Dynamics: 以下SDと略す場合がある) 技法があり、政策設計あるいは合意形成手法の1つとして頻繁ではないにせよ、利用されている。そこで本稿では、SD技法による社会会計の写像の意義や課題についてモデリングを試みつつ原初的考察を加えることを目的とする。

すでに亀山三郎らにより、Accounting Dynamics (以下ADと略す場合ある) 研究が進展している<sup>2)</sup>が、社会ADモデル<sup>3)</sup>についてはプロトタイプモデルの提示、モデルの活用などの課題が残されている。

以下2節でシステム・ダイナミックス技法について触れ、3節で会計システムへの適用について若干考察し、4節でプロトタイプモデルを提示し、最後にまとめと今後の課題を記す。

## 2. 動的システムとSD技法

システム・ダイナミックス技法については様々な側面がある。創始者forresterが概ねシステム・制御工学、あるいはコンピュータ科学の専門家であったこともあり、数値計算とも見える側面を有している。ここでは岡野他 (1997) に依拠しつつ<sup>4)</sup>、2次系の過渡特性を事例に、システム・ダイナミックス技法が、動的システムの分析手法の1つであることを確認する。

時間  $t$  の関数  $y(t)$  があり、その変化率  $dy/dt$  が、

$$\frac{dy}{dt} = f(t, y) \quad (2-1)$$

で与えられ、さらに初期条件として、 $t=0$  における  $y$  の値  $y_0$  も与えられるとする。このとき関数  $y$  の時間的な変化を求めることを常微分方程式の初期値問題という。これを数値的に解く方法に、オイラー法やルンゲ・クッタ法がある。オイラー法は、 $y_0$  から  $\Delta t$  後の  $t_1$  における  $y_1$  を導くことにより、近似的に求めるものである。

$$\Delta y = y_{i+1} - y_i = f(t_i, y_i) \Delta t \quad (2-2)$$

$$y_{i+1} = y_i + f(t_i, y_i) \Delta t \quad (2-3)$$

ダイナモ表記で、

$$y.K = y.J + DT \times (y \text{ の変化分 } JK) \quad (2-4)$$

より計算精度を高める場合には、ルンゲ・クッタ法が用いられる。

$m$  階の常微分方程式

$$\frac{d^m y}{dt^m} = f(t, y_1, y_2, \dots, y_{m-1}) \quad (2-5)$$

に対しては、1 階の連立微分方程式に変形する。

$$\left. \begin{aligned} \frac{dy_1}{dt} &= y_2 \\ \frac{dy_2}{dt} &= y_3 \\ &\vdots \\ \frac{dy_m}{dt} &= f(t, y_1, y_2, \dots, y_{m-1}) \end{aligned} \right\} \quad (2-6)$$

$y_1$  から  $y_m$  をベクトル  $Y$  で表し、その変化率もベクトルで  $F$  と表記するとする。

$$\frac{dY}{dt} = F(t, Y), Y(0) = Y_0 \quad (2-7)$$

高次の微分方程式をシステム・ダイナミックスのソフトウェアで解く場合、(2-6) 式の左辺をレベル変数に、右辺をレート変数にして、モデルを作成する。

一般に時間の経過に伴い、状態が変化する系を動的な系（ダイナミック・システム）という。入力  $u(t)$  と出力の  $y(t)$  関係が2階の線形常微分方程式

$$\ddot{y} + 2\zeta\omega_n\dot{y} + \omega_n^2 y = Ku \quad (2-8)$$

で表される系を2次遅れ系という<sup>5)</sup>。ここで  $\omega_n$  は固有円振動数、 $\zeta$  は減衰比である。ステップ入力として、

$$u(t) = U \quad (2-9)$$

を想定する。

$$\ddot{y} + 2\zeta\omega_n\dot{y} + \omega_n^2 y = KU \quad (2-10)$$

連立微分方程式に変換すると、

$$\left. \begin{aligned} \dot{y} &= v \\ \dot{v} &= -2\zeta\omega_n v - \omega_n^2 y + KU \end{aligned} \right\} \quad (2-11)$$

(2-10) 式から十分に時間が経過し、出力に変化のない状態を考慮すると、

$$y = KU/\omega_n^2 \quad (2-12)$$

これを定常値とする。これと位置との差の絶対値の積分値をこの系の評価指標とする。

これらをダイナモ方程式<sup>6)</sup>で記述する。

L 位置.K=位置.J+DT\*速度.JK  
 N 位置=0  
 R 速度.KL=速度水準.K  
 L 速度水準.K=速度水準.J+DT\*加速度.JK  
 N 速度水準=0  
 R 加速度.KL=-2\*減衰比\*固有円振動数\*速度水準.K-固有円振動数\*固有円振動数\*位置.K+入力.K\*係数.K  
 C 減衰比 =0.3  
 C 固有円振動数=6.28  
 A 係数.K=6.28\*6.28  
 A 入力.K=STEP(1,1)  
 L 評価指標.K=評価指標.J+DT\*位置の差の絶対値.JK  
 N 評価指標=0  
 R 位置の差の絶対値.KL=ABS(位置.K-定常値.K)  
 A 定常値.K=係数.K\*入力.K÷固有円振動数÷固有円振動数  
 SPEC DT=0.01/LENGTH=6/PRTPER=0.02/PLTPER=0.02  
 PLOT 位置

DYNAMOPⅢ for Windowsはオイラー法を用いている。

定常値を  $ys(t)$  とする。位置と定常値の差の絶対値の累積値は以下のように示される。

$$S = S_0 + \int_0^6 |y(t) - ys(t)| dt \quad (2-13)$$

ここで最終期  $S$  のを最小にするような減衰比  $\zeta$  を探索する。

問題としては、 $\min_{\zeta} S$  を解く。

DYNAMOPⅢ for Windowsでシミュレーションした後、Excelのソルバーを用いて減衰比が約0.688632のとき、最終時点の評価指標が約0.26027となることが分かる。もちろん、より精度の高い値を他のソフトウェアを用いて求めることは可能である。ここでの要点はごく一般の人々にも身近な形で、システム・ダイナミクス・モデルおよびソフトウェアが動的な系の模擬実験とその評価およびパラメータの同定を行う機能を、限定的にせよ有しているということである。

forresterはシステムの構造の階層について、①閉じた境界、②フィードバックループ構

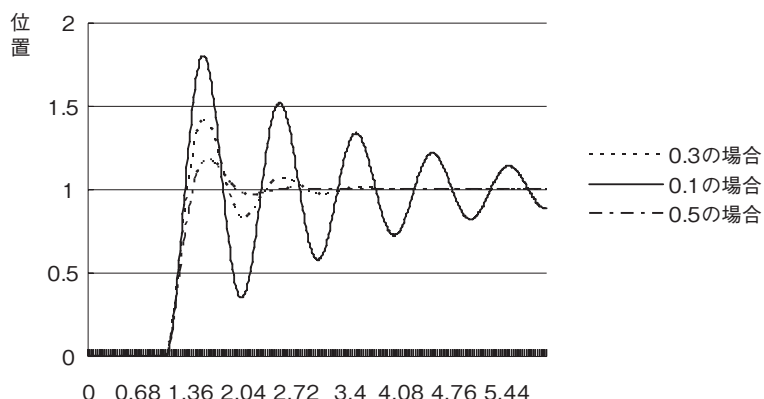


図1 減衰比別のステップ応答のシミュレーション結果

造、③レベル変数とレート変数のサブ構造、④レート変数のサブ構造（目標値、観察値、差、望ましい行動）を挙げている<sup>7)</sup>。SD技法を社会システムに適用する場合、システム同定をいかに行うかが問題となる。

### 3. 会計とSD技法

会計では、貸借対照表等式として、  
 資産 = 負債 + 資本 (3-1)

がある。

勘定は簿記における計算の単位である。勘定は次の要素、①勘定科目、②借方（勘定の左側）、③貸方（勘定の右側）から成り立っている<sup>8)</sup>。貸借対照表の勘定科目はストック概念に相当する。記帳原則として、資産に属する勘定の増加は借方、負債と資本に属する勘定の増加は貸方とされている。システム・ダイナミクスでは、概念的に例えば以下のように記述できる。

$$L \text{ 現金} \cdot K = \text{現金} \cdot J + DT * (\text{現金} \cdot \text{借方} \cdot JK - \text{現金} \cdot \text{貸方} \cdot JK) \quad (3-2)$$

この式は、“今期の現金（期首有高）は、前期の現金（前期の期首有高）に、前期の期中における現金に関する取引の純増（借方の総額－貸方の総額）を加算したものである”という意味である。

貸借対照表等式が成立するように二面的記帳がなされるということと、取引の相手方の勘定にも記帳が行われることを考慮すれば、経済循環の写像に有用ではないかと推察される。ここで問題となるのが、計算間隔DTの大きさと、シミュレーションの目的である。レート変数はフロー概念であり、当該期間の取引の大きさを描写することとなるから、留意が必要である。また簿記・会計とSDとの関連において、傾向として①取引を忠実に再

現しようというものと、②SD技法でのモデリングが行い得るように、あるいは行いやすいように取引を仮想するものが、考えられる。本稿では後者の立場に立っている。

#### 4. プロトタイプモデルの試論的構築

##### 4.1 経済循環

本節では、原初的試作として、1企業、1家計で資本設備の増加を考慮しない、かつ他にも強い仮定をおいたモデルを示す。

経済システムのSD技法による分析はこれまでも多くおこなわれている。しかし集計レベルが高く、物質の流れと貨幣の流れ、労働（の価値）の流れをとらえたものはあまり見られない。図2は市村（2005）における図1.3を参考にし作成したものである。

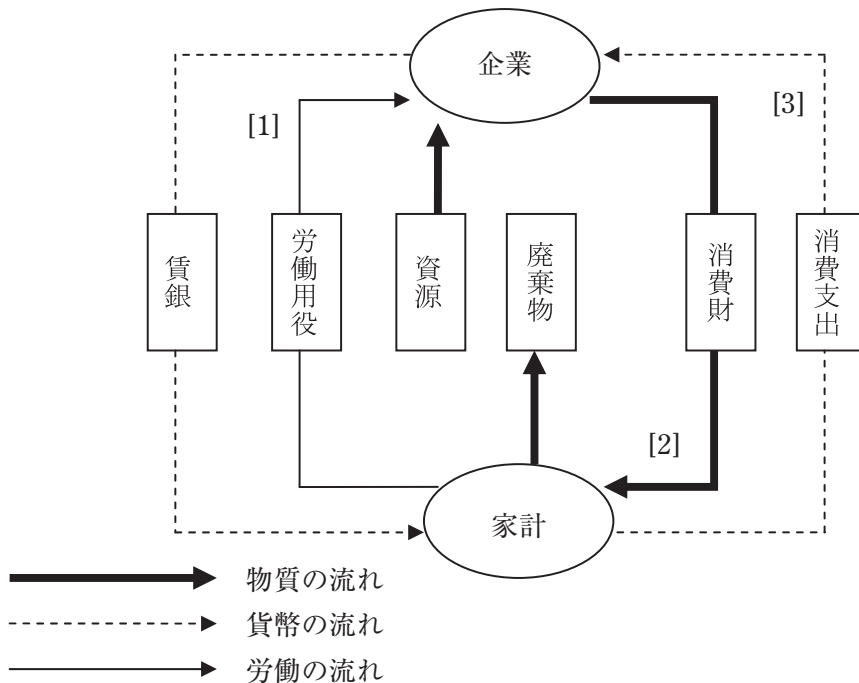


図2 経済循環の簡略化した概念図 市村（2005）図1.3を参考に筆者作成

貨幣の流れと物質の流れ、労働の流れが描かれている。これにストック概念を若干考慮してシステム・ダイナミクス・モデルで表現してみる。ただし簡単化のため強い仮定を置く。廃棄物を再資源化しないで、かつ耐久資本財の生産を考慮しないモデルを考察する。

##### 4.2 各主体の期首貸借対照表と期首環境ストック計算書

まず企業、家計、銀行の3つの主体を想定する。期首の貸借対照表について、以下の表1から表3のように規定する。数値や単位は仮設的なものである。

表1 企業の期首貸借対照表 単位：兆円

企業__耐久資本財	600	企業__社債	800
企業__現金	500	企業__借入金	200
企業__商品	100	企業__資本金	200
資産	1200	負債と資本	1200

表2 家計の期首貸借対照表 単位：兆円

家計__現金	400	家計__借入金	300
家計__社債	800	家計__資本金	900
資産	1200	負債と資本	1200

表3 銀行の期首貸借対照表 単位：兆円

銀行__耐久資本財	600	銀行券発行高	900
銀行__貸付金	500	銀行__資本金	200
資産	1100	負債と資本	1100

ここで債権・債務の相殺について、資産評価の問題などがあるが、以下の仮定を置く。企業の社債800兆円は家計の所有する社債800兆円である。企業の借入金と家計の借入金は銀行の貸付金である。家計の現金と企業の現金の合計は銀行券発行高となる。すると、社会全体の貸借対照表として、表4が作成できる。

表4 社会全体の期首貸借対照表 単位：兆円

銀行__耐久資本財	600	銀行__資本金	200
企業__耐久資本財	600	企業__資本金	200
企業__商品	100	家計__資本金	900
資産	1300	負債と資本	1300

### 4.3 モデルの構造とシミュレーション結果

SDモデルでは、場合によりモデルに関与する人々の経済観や世界観を重視した上でモデルの洗練をはかる。ここで筆者によるモデルを紹介する。人間の満足について、労働の時間を仮の価値単位とし、モデルの構築をはかっている。ストック概念として、労働力ストックを設け、商品の消費により労働力ストックが増加するとしている。これは、財の消費により労働の意欲や、体力が確保できると仮定したものである。また労働により労働力ストックは減少するとしている。

物質セクタを構成するレベル変数は資源ストック、企業の商品の在庫、家計に保有されている商品、廃棄物ストックの4つである（図3の四角のものがレベル変数にあたる）。またレベル変数を変化されるものが、商品の生産、販売、廃棄の3つのレイト変数である。資源は有限であり、商品に転形する。そして企業において在庫となり、販売され、家計に

表5 期首環境ストック計算書 単位：万トン

自然資産		環境負債	
自然資源	1000	廃棄物	0
人工資産		正味環境価値	2300
銀行__耐久資本財	600		
企業__耐久資本財	600		
企業__商品	100		
家計__商品	0		
計	2300	計	2300

八木・斎尾（2005）図表1-4 を参考に筆者作成

保有され、利用期間を経て廃棄物のストックとなる。

物量単位で計られた資源は、生産物に転形される。資源は無料とする。以下部分的に一般的な記述の式を、中間投入や価格調整を組み込まない段階のもので示す。

$$R_t = \int_0^t (-Y\_mat_t) dt + R_{t_0} \quad (4.1)$$

$$R_{t_0} = 1000 \quad (4.2)$$

$R_t$  :  $t$  期の資源 単位：万トン

$Y\_mat_t$  :  $t$  期の商品生産量（物量表示） 単位：万トン

$$ENT\_INV\_mat_t = \int_0^t (Y\_mat_t - C\_mat_t) dt + ENT\_INV\_mat_{t_0} \quad (4.3)$$

$$ENT\_INV\_mat_{t_0} = 100 \quad (4.4)$$

$ENT\_INV\_mat_t$  :  $t$  期の企業の商品在庫量（物量表示）

$C\_mat_t$  :  $t$  期の商品販売量（物量表示） 単位：万トン

企業の商品の在庫は、前期の企業の在庫に生産と販売の差分を加算したものである。

$$Y\_mat_t = \frac{D\_ENV\_INV\_mat_t - ENT\_INV\_mat_t}{pt} \quad (4.5)$$

$D\_ENV\_INV\_mat_t$  : 望ましい企業の商品在庫量（物量表示）

$pt$  : 生産調整期間

$$D\_ENV\_INV\_mat_t = 101 \quad (4.6)$$

$$pt = 1 \quad (4.7)$$

$$HOU\_INV\_mat_t = \int_0^t (C\_mat_t - WF\_mat_t) dt + HOU\_INV\_mat_{t_0} \quad (4.8)$$



$HOU\_INV\_mat_t$  : 家計が保有する商品 (物量表示)

$$HOU\_INV\_mat_t = 0 \quad (4.9)$$

$WF\_mat_t$  : 家計からの商品の廃棄 (物量表示)

$$WS\_mat_t = \int_0^t (WF\_mat_s) dt + WS\_mat_0 \quad (4.10)$$

廃棄物のストックは廃棄物のフローを加算したものである (細部は補論のソースプログラム参照)。

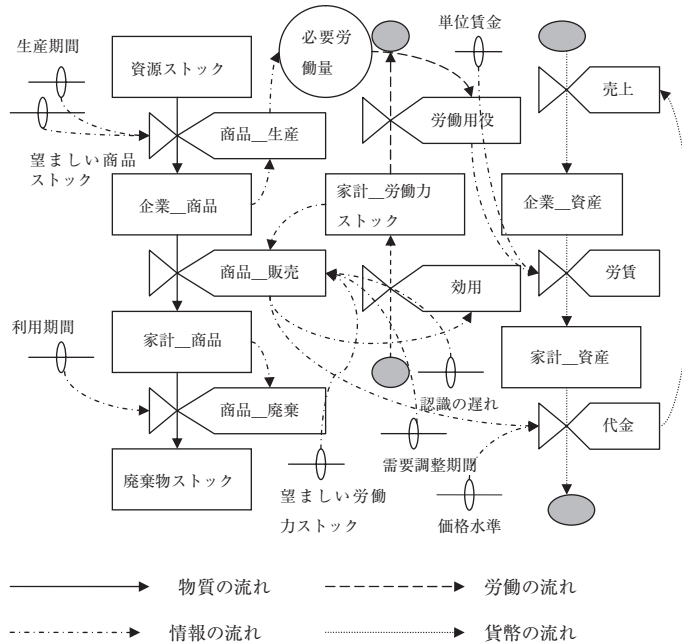


図3 簡略フローダイヤグラム

このモデルでは、企業は、商品の在庫を望ましい水準に保つこと、家計もしくは世帯主は、本モデル内の限定的な概念である労働力ストックを望ましい水準に保つことを目的として、活動している。望ましい在庫水準との差がある場合、ギャップを埋めるために企業は生産を増加させる。そこで必要な労働用役も増加し、労働力ストックは減少する。家計は労働力ストックを望ましい水準に維持しようとするために、商品の購入量すなわちモデル上での販売量を、認識の遅れを伴いつつ変化させる。販売量の増加は在庫水準を減少させる。このモデルでは、企業の在庫水準と家計の労働力ストック指標の調整メカニズムが働き、経済システムは一定の水準に収斂することになる。

計算間隔は0.01とし、パラメータの値は暫定的に設定したものである。仮想的に時間の単位を年としているので、約3.65日刻みで経済活動の動特性についての模擬実験を行っていることになる。図4、5にシミュレーション結果を示す。図6は3D折れ線グラフであるが、概念的には0.01年間隔で、各主体の貸借対照表や環境ストック計算書が得られる。

また価格水準の調整も試論的に組み入れた（図6参照）。販売と生産との差を埋めるべく価格水準が変化し、生産調整期間と需要調整期間を変化させる（詳しくは方程式リスト参照）。

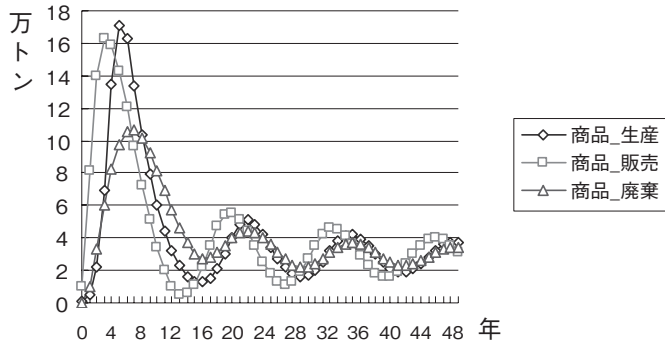


図4 シミュレーション結果1

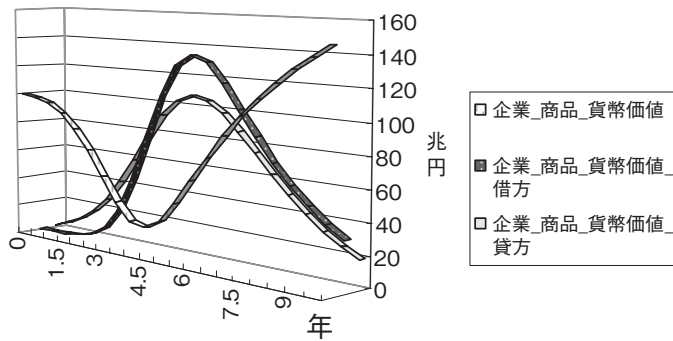


図5 シミュレーション結果2

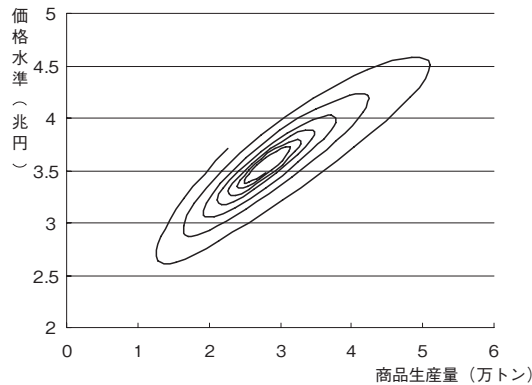


図6 価格水準と商品生産量の関係（期間13年～100年）

表6に統合勘定体系を記す。本モデルでは、生産面について、中間投入のみを捕捉していない。商品生産が在庫に加わり、在庫を減じる販売としての販売先に中間投入があるという構造である。概ねある期間をとれば

$$\text{原材料費} + \text{代金} + \text{在庫純増} \quad \doteq \quad \text{原材料費} + \text{労賃} + \text{利潤}$$

表6 統合勘定体系 記号説明略 鈴木 (1989) 表序-7 より筆者作成

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
金融資産・負債					$F^o$		
有形資産・正味資産					$R^o$		
生産勘定			$P$	$C$	$I$		
消費勘定			$Y$	$T$			
蓄積勘定	$L^o$	$N^o$	$D$	$S$	$F$	$L^1$	$N^1$
金融資産・負債					$F^1$		
有形資産・正味資産					$R^1$		

と推察されるが、SDに固有の逐次決定のため、どの期間でフロー概念を集約するかなど課題が残されている。

## 5. むすびにかえて —まとめと今後の課題—

環境＝経済システムの動特性の把握や制御方法の探究は普遍的課題である。経済活動の測定に用いられている社会会計は事後的集計量を扱うものである。システム解析の1つの方法として、会計の要素をモデルに組み入れるという研究領域の開拓可能性について、物量あるいは物質の流れと、貨幣の流れ、労働（価値）の流れの因果関係、さらには在庫（数量）調整、価格調整、資本ストックの調整、金融資産の調整メカニズムをモデルに組み入れ、政策設計に資する微小時間間隔のモデルの開発と利用が進めば、上述の普遍的課題に対し何らかの貢献ができるのではないか。しかし実際に“動きそうな”モデルの作成は可能であろうか。これが本研究の問題提議であった。

本稿では、SD技法の社会会計への適用における原初的検討をモデルの作成を行いつ試みた。成果として以下の点があげられる。

①1企業、1家計、1財の単純なモデルであるが原初的試みとして、解析解の検討は必要であるものの、“一応動く”モデルの作成は成し得た。②SDは閉じた系を扱うのに適している場合が多い。ADモデルでは、1企業という経済システムに大きく開かれたものを扱おうとすると、モデルの動きが外生的な変数に左右されやすくなる。その点、本モデルでは非常に単純な仮定をおいているが、貨幣の循環が閉じている。③在庫調整において需給両面の要素と価格調整、数量調整を組み込んでいる。④上述の①の繰り返しにもなるが、環境ストック計算書と国民貸借対照表を並存させ動的に算出する枠組みを提示した。

課題や問題点として以下のことがあげられる。①SDでは基本的に逐次決定を用いている。概念的には、1期目に物質としての商品を引き渡し、2期目に買い手から代金が支払われ、3期目に売上として売り手に貨幣が流入する。そのような構造に合意が得られるかなど、研究課題がある。②さらに理論的・技術的課題として資本ストック、金融資産の調

整の組み込み、多数の財や価格を扱う際の応用一般均衡モデルの参照、パラメータ同定などがある。③意思決定主体が会計の要素をより組み入れて自己保存をはかっていると仮定した場合のフィードバックループの導入なども課題である。

## 補論 方程式リスト

### EEADプロトタイプモデル

#### NOTE EEAD

##### NOTE 物質セクタ

- L 資源ストック.K=資源ストック.J+DT× (−商品\_生産.JK)
- N 資源ストック=1000 \*単位:万トン
- L 企業\_商品.K=企業\_商品.J+DT× (商品\_生産.JK−商品\_販売.JK)
- N 企業\_商品=100 \*単位:万トン
- C 望ましい商品ストック=101
- R 商品\_生産.KL=(望ましい商品ストック−企業\_商品.K) ÷生産調整期間.K
- A 生産調整期間.K=生産調整期間標準× (1÷価格水準.K)
- L 家計\_商品.K=家計\_商品.J+DT× (商品\_販売.JK−商品\_廃棄.JK)
- C 生産調整期間標準=14
- N 家計\_商品=0
- L 商品\_販売水準.K=商品\_販売水準.J+DT× (商品\_販売水準\_調整.JK)
- R 商品\_販売水準\_調整.KL=未調整残.K÷リードタイム
- N 商品\_販売水準=1
- C リードタイム=1.5
- L 未調整残.K=未調整残.J+DT× (商品\_販売計画.JK−商品\_販売水準\_調整.JK)
- N 未調整残=商品\_販売計画
- R 商品\_販売計画.KL=(望ましい労働カストック−家計\_労働カストック.K) ÷需要調整期間.K
- R 商品\_販売.KL=商品\_販売水準.K+中間投入.JK
- R 中間投入.KL=DELAYN (中間投入パイプライン.JK, 中間投入遅れ, 1)
- R 中間投入パイプライン.KL=商品\_生産.JK×投入係数
- C 投入係数=0.14
- C 中間投入遅れ=1
- R 原材料費.KL=中間投入.JK×価格水準.K
- A 需要調整期間.K=需要調整期間標準×価格水準.K
- C 需要調整期間標準=1
- L 廃棄物ストック.K=廃棄物ストック.J+DT× (商品\_廃棄.JK+中間財\_廃棄.JK)
- N 廃棄物ストック=0
- R 商品\_廃棄.KL=家計\_商品.K÷使用期間

- R 中間財\_廃棄.KL=中間投入.JK÷投入期間  
 C 投入期間=1.2  
 C 使用期間=4  
 R 在庫純増.KL=商品\_生産.JK-商品\_販売.JK  
 L 価格水準.K=価格水準.J+DT×(価格調整.JK)  
 N 価格水準=1  
 R 価格調整.KL=DELAYN(計画された価格調整.JK, 価格調整遅れ, 3)  
 R 計画された価格調整.KL=(商品\_販売.JK-商品\_生産.JK)÷価格調整期間  
 C 価格調整遅れ=1.5  
 C 価格調整期間=4.5

NOTE

- L 企業\_耐久資本財.K=企業\_耐久資本財.J  
 R 利潤.KL=売上.JK-労賃.JK-原材料費.JK  
 N 企業\_耐久資本財=600

NOTE 労働セクタ

- C 単位当たり労働=1  
 L 家計\_労働力ストック.K=家計\_労働力ストック.J+DT×(効用.JK-労働用役.JK)  
 N 家計\_労働力ストック=1000 \*単位: 指数 人数×時間  
 A 必要労働量.K=単位当たり労働×商品\_生産.JK  
 R 労働用役.KL=必要労働量.K  
 C 商品単位当たり効用=1  
 C 望ましい労働力ストック=1010  
 A 必要販売量.K=商品単位当たり効用×商品\_販売.JK  
 R 効用.KL=必要販売量.K

NOTE 貨幣セクタ

- L 企業\_現金.K=企業\_現金.J+DT×(売上.JK-労賃.JK-原材料費.JK)

NOTE

- N 企業\_現金=500 \*単位:兆円  
 L 企業\_商品\_貨幣価値.K=企業\_商品\_貨幣価値.J+DT×(企業\_商品\_貨幣価値\_借方.JK-企業\_商品\_貨幣価値\_貸方.JK)  
 N 企業\_商品\_貨幣価値=100

NOTE

- A 商品原価.K=商品\_生産.JK×価格水準.K  
 R 企業\_商品\_貨幣価値\_借方.KL=商品原価.K  
 R 企業\_商品\_貨幣価値\_貸方.KL=売上指標.K  
 L 企業\_社債.K=企業\_社債.J  
 N 企業\_社債=800  
 L 企業\_耐久資本財\_貨幣価値.K=企業\_耐久資本財\_貨幣価値.J

- N 企業\_耐久資本財\_貨幣価値=600  
 A 企業\_負債と資本.K=企業\_資本金.K+企業\_社債.K  
 L 企業\_借入金.K=企業\_借入金.J  
 N 企業\_借入金=200

NOTE

- L 企業\_資本金.K=企業\_資本金.J+DT×(売上.JK-労賃.JK-原材料費.JK+企業\_商品\_貨幣価値\_借方.JK-企業\_商品\_貨幣価値\_貸方.JK)  
 N 企業\_資本金=200  
 R 現金純増.KL=売上.JK-労賃.JK  
 R 代金.KL=商品\_販売.JK×価格水準.K  
 A 売上指標.K=代金.JK  
 C 売上単価=1  
 R 売上.KL=代金.JK  
 L 家計\_現金.K=家計\_現金.J+DT×(労賃.JK-代金.JK)  
 N 家計\_現金=400  
 L 家計\_社債.K=家計\_社債.J  
 N 家計\_社債=800  
 L 家計\_資本金.K=家計\_資本金.J+DT×(労賃.JK-代金.JK)  
 N 家計\_資本金=900  
 L 家計\_借入金.K=家計\_借入金.J  
 N 家計\_借入金=300  
 R 労賃.KL=労働用役.JK×賃金水準.K  
 C 単位当たり賃金=1  
 A 賃金水準.K=賃金水準標準.K×0.82  
 A 賃金水準標準.K=SMOOTH(価格水準.K, 2.5, 1)  
 A 企業\_資産.K=企業\_現金.K+企業\_商品\_貨幣価値.K

NOTE 銀行セクタ

- L 銀行\_貸付金.K=銀行\_貸付金.J  
 N 銀行\_貸付金=300 \*家計の借入金  
 L 銀行\_貸付金2.K=銀行\_貸付金2.J  
 N 銀行\_貸付金2=200  
 A 銀行券発行高.K=企業\_現金.K+家計\_現金.K  
 A 銀行\_資本金.K=銀行\_耐久資本財.K+銀行\_貸付金.K+銀行\_貸付金2.K-銀行券発行高.K  
 L 銀行\_耐久資本財.K=銀行\_耐久資本財.J  
 N 銀行\_耐久資本財=600

NOTE 指標

- A 分配国民所得指標.K=労賃.JK+利潤.JK

A 国民生産額指標.K=売上.JK+在庫純増.JK

A 生産指標.K=商品\_生産.JK×100

SPEC DT=.01/LENGTH=10/PRTPER=1/PLTPER=1

PLOT 商品\_生産, 価格水準

#### 注

- 1) 有吉 (2005) 参照。
- 2) 内野・小島 (2005) 参照。
- 3) 亀山他 (2001) 参照。
- 4) 岡野他 (1997) 第5章参照。
- 5) 例えば片山 (1987) pp.59-62参照。
- 6) 小林 (2002) 参照。
- 7) forrester (1968) 4-17.参照。
- 8) 武田 (1982) 第2章参照。

#### 参考文献

- 有吉範敏「環境・経済統合勘定の展開」、『産業連関』、Vol.13, No.12, 2005年。
- Forrester, J.W., *Principles of Systems*, MIT Press, 1968.
- 橋本征二「都市・地域レベルを対象とした建設資材の蓄積と廃棄に関する分析」、『耐久財起源の循環資源の適正管理に関する研究』、(平成13～15年度廃棄物処理等科学研究 研究報告書)、2004年。
- 市村真一『経済学の基礎』、創文社、2005年。
- 亀山三郎他「SNAに基づくSDナショナル・モデル開発の研究」、『システム・ダイナミックス』、No.2, 2001年。
- 亀山三郎「CASOSとしての会計モデル」『商学論纂』、Vol.44, No.5, 2003年
- Kaoru Yamaguchi, *Principle of Accounting System Dynamics*, 『大阪産業大学経営論集』、Vol.5, No.1, 2003年。
- 片山徹『フィードバック制御の基礎』、朝倉書店、1987年。
- 木下和夫『国民所得分析』、創文社、1955年。
- 小林秀徳『政策研究の動学的展開』、白桃書房、2002年。
- Mass, N, *Economic Cycles*, Wright-Allen Press, 1977.
- 岡野道春他『理工系システムのモデリング学習』、牧野書店、1997年。
- 鈴木多加史『日本の国民経済計算』、中央経済社、1989年。
- 武田隆二『簿記一般教程』、中央経済社、1987年。
- 田中茂次「社会会計と複式簿記」、『商学論纂』、Vol.35, No.1,2, 1993年。
- 内野明・小島崇弘「アカウンティング・ダイナミックス再考」、『商学論纂』、Vol.46, No.5, 2005年。
- 馬渡鎮夫「システム・ダイナミックスにおける動的挙動の理論的分析」、*Journal of the Operations Research Society of Japan*, Vol.26, No.3, 1983.
- 八木裕之・斎尾浩一朗「ストック・フロー統合型環境会計の理論と実践」、『横浜経営研究』第26巻、第1号、2005年。