

《論文》

SNAに基づくSDナショナル・モデル開発の研究
A Development of SD National Model Based on SNA

亀山 三郎*、住田 友文**、外山 味之***

Abstract

It has not been presented successfully to develop national models using SD (System Dynamics.) We would like to propose a new approach for fruitful performance. The approach is to try to integrate conceptual, institutional and operational sides of the modeling. Our approach is characterized by the following two points. One is to be based on the SNA (System of National Accounts) as a framework to grasp a national economy comprehensively, and the other is to be supported by the structured matrix as a basic core technology. The development of SD national model is expected to enhance further by fusing above both points. This paper is a result of our collaborated works and shared evenly by the authors.

〈キーワード〉 ナショナル・モデル、SNA、制度部門、重層的勘定構造、構造マトリックス

*中央大学 **電気通信大学 ***アビックス株式会社

1. はじめに

社会システムのためのモデリングとシミュレーションのツールとして、システム・ダイナミクスは最も強力なもののひとつである。しかし、これまでSDの可能性が十分に政策提言に生かされているとは言い難い。社会的なシステムは本質的に制度的存在に依存している。したがって、社会システムのためのモデルはそのモデル構造として現実的制度のうえに立脚すべきである。そのようなモデルによるシミュレーションによって、制度に立脚する政策立案は最も効果的な方策を提供できると考えられる。

SNA(System of National Accounts)は、制度上のセクターに基づき概念的に矛盾なく、首尾一貫し統合された体系的なマクロ経済の勘定の体系である。事実、SNAの実務統計は政府当局の政策形成において重要な役割を果たしてきた。しかし、SNAは、これまでのところ国民経済の事後的統計として一つの静的な枠組みを提供する段階に留まっている。システム・ダイナミクス・アプローチは、SNAによる国民経済の政策提言をより実務運用的で強力なものとするのが期待される。本論文は、改訂SNA(1993)に基づくSDナショナル・モデルの構築と、モデル・シミュレーションの方法を検討するものである。

2. ナショナル・モデルとしてのSNA体系

SNAは、一国を一様に矛盾なく統合した一群の国民経済の勘定体系である。それは、国民経済の国際的に確立した包括的な枠組みであり、OECD加盟国を含む多くの国々で四半世紀を超えて実施されているものである。事実、SNAは疑いなく明らかに国家モデルを本質的に表現している。SNAは、最も利用可能で、制度的に進行中のナショナル・モデルであると言えよう。更に、SNAとSDモデルの間には次のとおり多くの類似点がある。

2.1. 閉じた境界

国の経済的領域は、人や商品や資本が自由に流通するよう政府によって統治された地理上の領土と定義される。この領域内でSNAは、市場やその他の場所で行われる異なる経済当事者間のすべての取引を記録する。このような意味において、SNAは、ナショナル・モデルとしての、閉じた境界を持っている。

SNAにおいて、すべての取り引きは勘定形式で記録され、一連の勘定系列がモデルの閉じた境界内のフィードバックループを構成する。勘定はフロー勘定とストック勘定から成っている。ストック勘定はバランスシートを構成し、レベル変数を表している。フロー勘定は生産や所得の発生・分配・消費のような特定種類の活動に関係し、レート変数を意味する。

2.2. 重層的勘定構造

閉じた境界、勘定系列からなるフィードバック・ループ構造、ストック勘定とフロー勘定からなるレベルとレートの下位構造などは、すべて、SDモデル構造の要件を満たしている。しかし、分析目的に依存して、SNAは全体経済のレベル、制度部門や個々の制度単位レベル、あるいは個々の経済主体のレベルなど異なる集計レベルにおいて実行される必要がある。したがって、それぞれの各レベルで勘定はその下位構造をもち、下位構造はさらにまたその下位勘定を持つということになる。

ここではそのような勘定構造を重層的勘定構造(Nested Accounts Structure)と呼び(図1)、階層をなす勘定間の取引データを扱うために、後述する構造マトリックスの新しい技術を導入した。

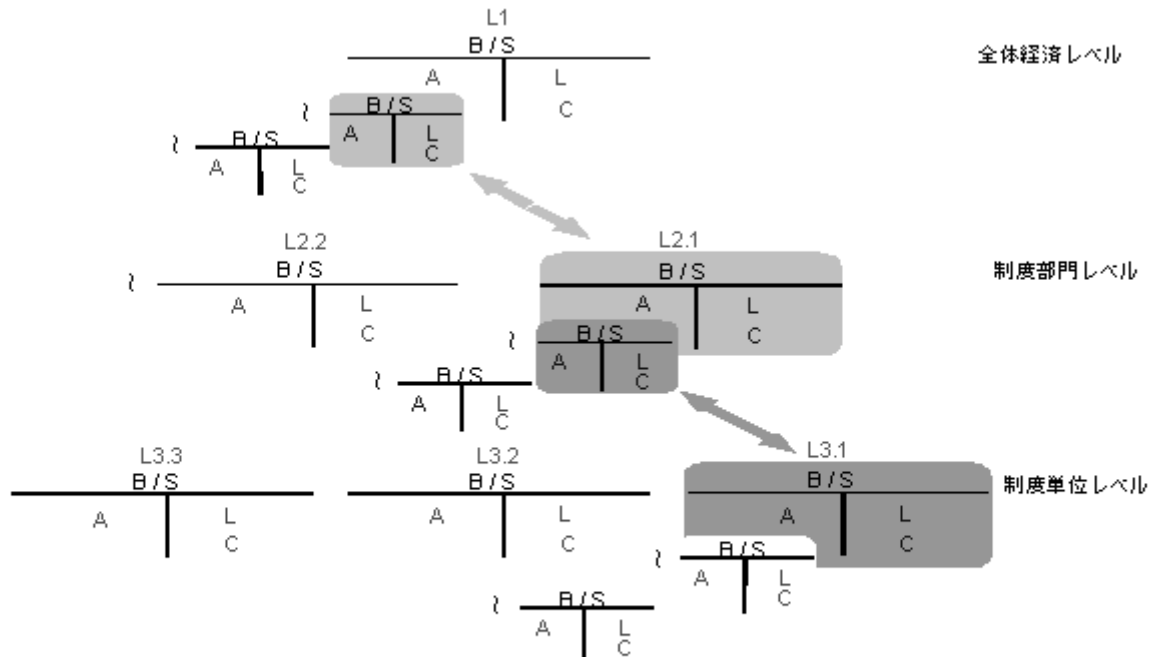


図1 重層的勘定構造

2.3. ミクロ-マクロのリンク

ミクロ-マクロのリンクはナショナル・モデルの最も重要な問題点の一つである。上述のように、勘定系列はモデルの任意の集計レベルにおいて編成される必要がある。したがって全体経済のためのマクロ経済勘定と完全に整合的なミクロ・データベースがなければならない。また、特定の分析目的を満たすためにはマクロ勘定を任意のレベルのミクロ勘定に分解することが必要になる。これらの過程は、構造マトリックスの手法により容易に実行される。

データの集計と分類の問題にくわえて、国民経済のいろいろな分析目的は、また特定の問題を解決するためにクロスセクショナルな関連データベースから抽出される特定種類の情報を必要とする。例えばほとんどの環境問題を解くためには、関連データは異なった分類に属している様々な勘定から組み立てられる必要がある。関連データが集められる勘定は、改訂SNAでは「サテライト勘定」と呼ばれる。構造マトリックスのマッチング手法を通じてサテライト勘定を構成し操作することも極めて容易となる。

3. モデル構造および制度部門

SNAは、国民経済の動向を監視することによって経済分析や政策決定や意思決定のための情報を提供するように設計されている。我々のナショナル・モデル作成もまたその目的は同じである。フォレスター(J. W. Forrester)が述べているように、マクロ経済の行動はミクロの構造に由来している(Forrester, 1989)。実際、政策決定及び意思決定のほとんどは、個々のミクロ制度単位によって行われている。

3.1. 制度部門

SNAは全体経済を制度単位の見地から定義している。ここでの制度単位は、自身のために資産を所有し、負債を引受け、すべての取引に従事することのできる経済実体と定義される。改訂S

NAにおいて、制度単位は、それらの主要な機能、行動、及び目的に基づいて制度部門を成形するためにグループ分けされる。制度部門は次のとおりである、

- (1) 非金融法人企業、
- (2) 金融機関、
- (3) 一般政府、
- (4) 家計、
- (5) 対家計非営利団体。

我々のSDナショナル・モデルにおいて、モデルのセクターはSNAの制度部門と完全に同一であることは強調されるべきである。このメカニズムによって我々のモデルのシミュレーション結果は、制度的な政策決定に強力な支援となることができる。

3.2. 会計規則

それぞれの制度部門と下位の制度単位は、経常勘定、蓄積勘定、貸借対照表からなる勘定系列を持っている。経常勘定は、生産勘定、所得の分配、及び使用勘定から成っている。生産勘定は財貨・サービスの生産活動を記録し、そのバランス項目である付加価値は、所得の分配及び使用勘定に繰り越される。所得勘定のバランス項目は貯蓄をあらわし、それは蓄積勘定の資本勘定に繰り越される。貸借対照表は、資産、負債、及び正味有高を記録する。期末貸借対照表は、期首貸借対照表と勘定系列における取引フローによって完全に決定される。SNAにおけると同様に我々のモデルの構造も、相互に接続された勘定系列にしたがって形成される。

4. モデル・オペレーションのための技術：構造マトリックス

複雑な現象を、現実性を維持しながらより容易に理解できる方法で表現することが長年期待されてきた。構造マトリックスの考えは、レオンチェフ(W. Leontief)のモデルに刺激されたといわれるドイツの化学技師オットー・ピヒラー(Otto Pichler)により提案された。日本でも独自に遅れて同じアイデアに達した後、ドイツの発展の様子が報じられた。ドイツの生産と原価の構造表現の発

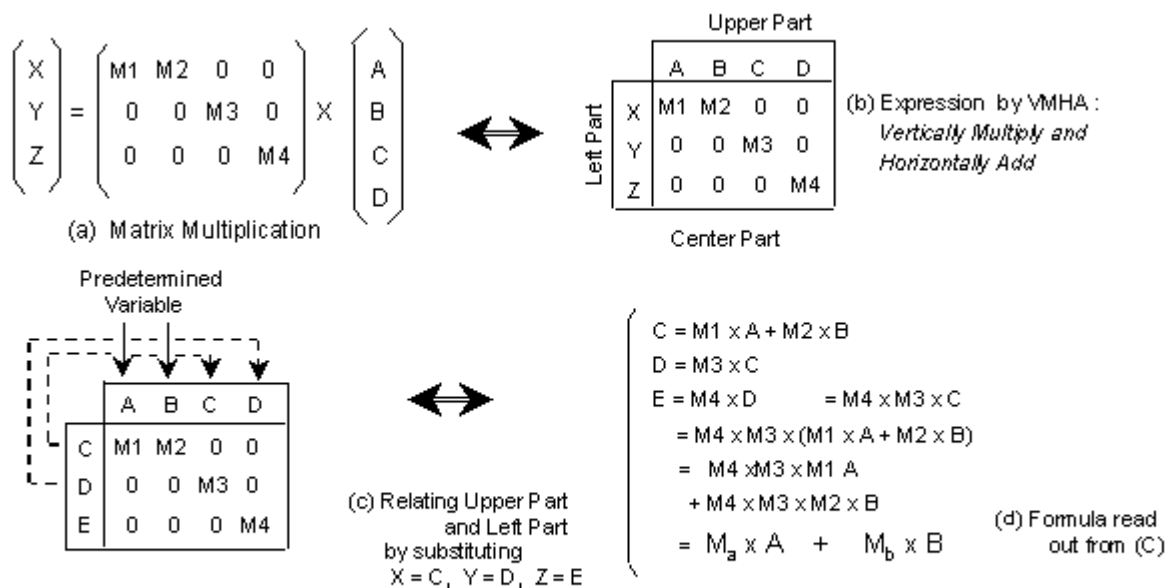


図2 構造マトリックスの原理 - I

展成果が日本に導入され、更にアイデアを一般的な方向へ拡張し同時に新たなシステム技術が展開された。これにより広範囲の適用を通じて計画指向の分野で実用的な進歩が見られた。この技術はSD方法論としても新たな世界を指向するものと考えられる。ここでは紙幅の関係から、構造マトリックスの紹介はごく概要に止める。

4.1. 構造マトリックスの基本原理解

もし図2の(a)に示すベクトルとマトリックスの積：内積の図でA～EとM1～M4がスカラー値であれば、内積演算を縦積・横和(Vertically Multiply and Horizontally Add: VMHA)と考えることにより(b)のように、演算関係を示す図と考えることが出来る。更に(c)に示すように、左辺部と上辺部の記号に代入関係を付すと左辺部の値が上辺部に回っていく関係を表すことが出来る。この(c)の関係は(d)のような式として読み出され、記号A, B(先決変数)から順次計算できる。ここで記号A～E, 及びM1～M4は、ベクトル及びマトリックスに拡張できる。

図3.(a)は、この構造マトリックスを具体的な数字を挙げて平らなテーブルに表したものである。これを、階層を形成するテーブル群として考える場合の構造として簡単な例で示した。この階層的に展開できるテーブル構造(b)に対象とする現象を投影することによって、巨大なモデルを、透明性を備えた可視性(Visibility with Transparency)を維持しながら操作、計算し維持できる。このメカニズムは本来備わっている演算(+, -, ×), 及び上・左辺の相互因果関係を記述する線形I/Oモデルを暗示している。中央部のマトリックスは多様な演算に拡張できる。(例えば、マトリックス級数、関係要素を束ねるビットマップ、上・左辺間の非線形関係をカプセル化して扱う演算関係

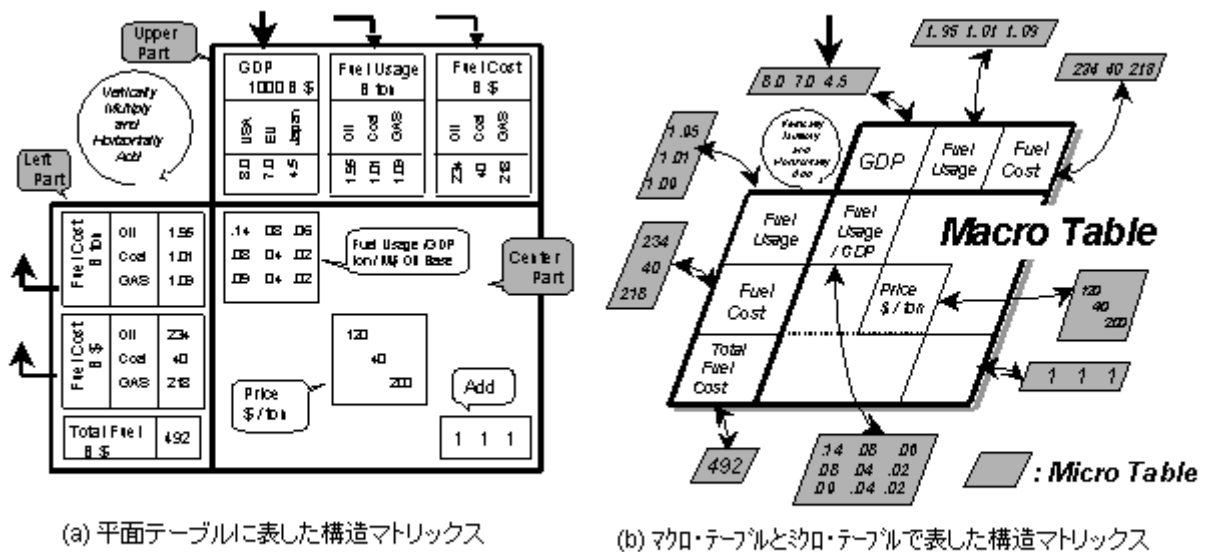


図3 構造マトリックスの原理 - II

等) また、この構造は、ループを成すモデルを扱うことができる。これらはテーブル単位でインプット-プロセス-アウトプットの関係を連鎖的に表現するモデル記述技術と考えることが出来る。このモデルを、上位のテーブルの記述に基づいて下位のテーブル群を選択しテーブル同士を順次計算する技術 (Table-Driven-Tables-Processing) にのせ処理することによってモデルの結果を得る。この両者の組み合わせが新しい方法として現実化の過程にある。この技術は以下の可能性もたらしめている。

- 1) 巨視的並びに微視的な2つの視点を付与できることにより膨大なモデルを能率良く扱える。
- 2) 専門や担当領域を異にするモデリングの共同作業者(collaborator)に必要な相互理解の共通するコミュニケーション基盤を提供できる。
- 3) 金銭価値と非金銭価値のような異なる次元の間で多数の項目とその相互の関係、つまり広範な価値連鎖を記述できるモデリングを可能にする。これは、改訂SNAのサテライト会計のモデリングにおける共通課題でもある。
- 4) 可視性を保ちつつ巨大スケールのモデリングを可能にする。通常のスカラー値指向(1数値ずつ個々に扱う)のシミュレーション言語によれば、百万式にも亘(わた)るような膨大なモデリング

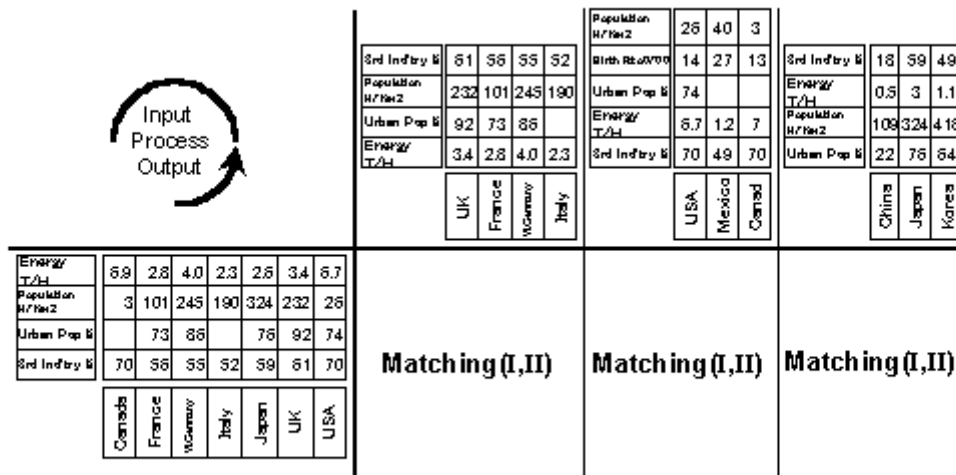


図4 テーブルのマッチング

作業を避けて、開発維持できる。

4.2. マッチング機能

マッチング機能は図4の例に示すように各数値を意味付けるデータ属性を用いてテーブル上の特定の数値データを引き出し、他のテーブルの類似属性を持つ特定箇所に移転するためにも用いられる。この機能は「システム形成において、階層の底に沈殿しがちな事項を縦割りの壁を越えて拾い上げ、さらにはそれらを束ねてまとめる」、いわばTurn Inside-Out(内側を外出しする)を果たすことができる。

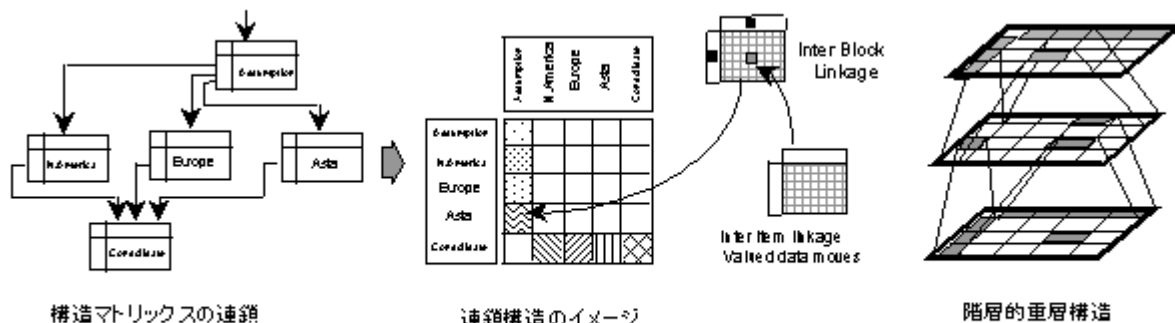


図5 連鎖テーブル

4.3. 連鎖構造

共同作業でモデルの連鎖を行う場合、透過性と鳥瞰的な可視性が本質的に求められる。モデルの

容易な結合と組替え・再結合は、図5に示したような重層的テーブルをなす連鎖機構により可能である。実存組織を写像してモデル化する場合においても、階層の付帯的要因を拾い上げてモデル化することは容易でなく捨て置かざるを得ない場合が多い。予算策定モデルや環境要因の影響分析による全体集約などの問題にこのような場合がしばしば発生する。この場合、個々のモデルにおいて同期的にマッチング機能を用い連鎖構造を形成することで解決できる。

洗練され、かつ高度化されたモデル化のアイデアと相まって、構造マトリックス技術は、国民経済、世界経済、及び世界的な環境計画のようなかなり大きな複雑なシステムを研究し政策提言するための有力な手段となり得る。

5. おわりに

SDナショナル・モデルは、政策策定の支援を行うに際し、確立した制度に基づいて能力を提供すべきである。このために、我々のアプローチはSNAに基づいて進められた。このアプローチにおいては、マッチング手法を組み込んだ構造マトリックス技法が援用された。

この研究における我々のSNAに基づくSDモデルの特徴は次の諸点である、

- 1) このモデルの構造は現実の制度に基づく国民経済の様相を反映する、
- 2) このモデルは、巨視的及び微視的な観点においてもホロニックな因果関係を保ちつつ重層的でかつ再帰的な構造を持っている、
- 3) このモデルは、透過的で重層的勘定構造を持っている、
- 4) 基本的なコア技術としての構造マトリックスは、我々のモデリングとシミュレーションを支える。

本論文は、専門分野を超えて等しい立場でなされた共同研究によるものである。ここで提案する新しいアプローチによりナショナルモデルの開発が、一層前進することを期待したい。

参考文献

Forrester, J. W., The System Dynamic S N A tional Model: Macrobehavior from Microstructure, In Milling P. M. and Zahn, E. O. K. Eds., *Computer-Based Management of Complex Systems*, Springer-Verlag, pp. 3 - 12, 1989.

経済企画庁経済研究所国民所得部『1993年改訂国民経済計算の体系、上・下・索引』、平成7年3月、(社)経済企画協会、1995.

Pichler, O. *Anwendung der Matrizenrechnung auf betriebswirtschaftliche Aufgaben*, Ingenieur Arcchiiv, Goettingen, pp. 131 - 150, 1953.

武野 秀樹, 山下 正毅, 編: 「国民経済計算の展開」, 同文館, 1993.

Toyama, T. and Endoh, K. Table-Driven-Tables-Processing for DSS beyond spread sheet, *Journal of Decision Systems*, Vol. 5, No.3-4, Paris, pp.80, 1996.

United Nations, Commission of the European Communities, International Monetary Fund, Organization for Economic Co-operation and Development and World Bank, *System of National Accounts 1993*, Prepared under the auspices of the Inter-Secretariat Working Group on National Accounts, New York, Brussels / Luxemburg, Paris, Washington, D. C., 1993.

