



講演論文

日本経済モデル研究分科会

21世紀日本経済の展望

Perspective of Japanese Economy in the Twenty-First Century

小林秀徳

中央大学総合政策学部 教授

kobaken0@fps.chuo-u.ac.jp

I present here a SD model of Japanese economy in order to talk about the perspective of her performance in the twenty-first century. Modeling and simulation is carried out following the orthodox instruction of the system dynamics school. The model also describes the history in 1970-2000 by an original indicator from its simulation output. An extension of the model provides us relevant policy studies to fight for economic crisis in the future.

キーワード： マクロ経済学 動学分析 一次の指数遅れ 総生産 利子率 通貨 過剰流動性 直接投資 恐慌

要旨：日本経済のマクロモデルの定式化をシステムダイナミクスのオーソドックスな手法を用いて展開する。その結果、1970年～2000年の期間の日本経済の変動を十分に記述できるモデルが得られる。それは総生産と需要の決定に名目利子率の決定を内生させたモデルである。このモデルを用いて、21世紀日本の経済を展望する。さらに進んで、モデルを拡張し、新しい時代のもつ変動性について言及することを通して、今後の政策研究に示唆を与えるものである。

1. 序 - 方法論の問題 -

システムダイナミシストとして一国の経済について論じる際に、いつも気になるのはエコノミストの目である。概してSDモデルは彼らのお気に召さない。

原因のひとつは、SDにおけるモデリングの気楽さにある。気楽さはSDの重要なメリットのひとつのだが、経済学の立派な理論を、お気軽なモデル・アナリシスの好餌にされているような印象を与え、ある種の神聖冒瀆を犯しているように受け取られるからである。「皮相的理解」が「俗流経済学」を蔓延らせることに対する響響 - こんな言い方は1930年代の流行りだった - が払拭されていない。

さすがに世界の学界ではもうそんなレベルの話ではなくなっているが、経済学エンパイアのファンダメンタリストを多く抱える地方コロニーでは、いまだにそんな声を聞くことがある。

もうひとつの原因は、根本的な哲学の差に由来する。SDモデリングの基本哲学には、次の命題がある：

「すべての決定は逐次決定である」

したがって、意思決定方程式の循環的定義は定式ミスとして除外される。

この哲学が、経済学200年の伝統に立つ次の公理と一見抵触するかのように見えるのである。すなわち：

「需要と供給は同時に決定される」

理論経済学者なら言うだろう。そんな公理はない。然り。現代ミクロ経済理論は、すべての資源の配分を数量として決定することと、すべての資源の価値を価格体系として決定することとが、双対定理を介して、同時になされるという市場メカニズムを解明しているのであって、このことを同時決定と呼ぶのである。

はたしてその通りであるなら、このことは逐次決定体系の下でも同じように証明することができ、この意味の同時決定性はSDのなんら排除する所ではない。

SDはその名が示すごとくダイナミクスを研究する学問である。当然のことながら静学分析はその範疇にない。狭い意味の均衡を唯一の分析概念として、比較静学を展開したかつての経済学は、赫々たる成果を上げたが、その議論にSDが関連しないのは当然である。

マクロの決定理論はダイナミクスの世界である。世界経済の長期的展望の上に立って、政策を誤りなく決定しようとするれば、動学分析が必要となる。そのためモデリング&シミュレーションは不可欠の装備である。

そこで取り扱われるべきモデルは、現在の時点に立って、過去を動態として説明し未来を発展的に構成するという、政策研究の要求に応えるものでなければならない。

過去のすべての情報を利用した正当なモデリングに基づき合理的に行動する政策決定者をも内部に組み込んだモデルというような、無限退行式（自縄自縛）の「正当な」モデルを提示しようと言うのではない。

SDの基本哲学たる逐次決定性の要求は、ミクロにおける政策決定の動態的不確実性を、マクロ現象としての「指数遅れ」に集計化する理論的枠組みを用意して、無限退行問題を回避する工夫である。

以下では、SD による日本経済の展望を示すことによって、この方法論上の問題をも明らかにしたい。

立的な政策提言を展開し得る、モッテコイの状況を、本来の経済理論に与えていると解すべきだろう。

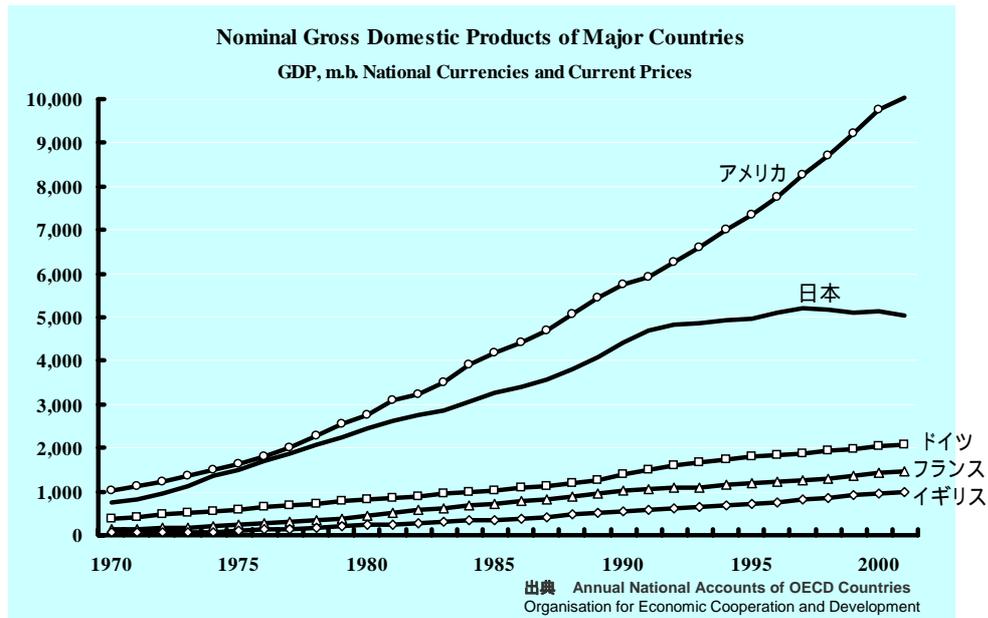


図1 主要国のGDPの推移 1970~2001

2. 日本経済 1970-2000

日本のGDPの1970年から2001年までの推移を図1に示した。単位は千億円である。参考のためにアメリカ、ドイツ、フランス、イギリスのGDPも各々の通貨単位十億(ドル、マルク、フラン、ポンド)で並べてある。

明らかに日本のGDPにおける1990年以降の成長鈍化が観察される。

GDPは1年間における国内のすべての付加価値生産額を測ったものであるから、その増大は国民の経済活動が拡大した標であり、その停滞は何らかの意味における活動の縮小を物語る。

経済活動の拡大縮小をもたらす仕組みを明らかにすることによって、停滞した経済を活性化させる政策手段を得ることは、社会的厚生を高めることを目標とする民主的政府の等しく希求するところである。

1970年代はオイルショック、80年代前半は円高不況、後半はバブル、90年代は平成不況という、起伏に富んだ30年間の経済変動は、しかし、このグラフに如実に示されているとは言い難い。歴史的な経験をシミュレーション結果として出力し得るモデルは、GDPの予測を内に含むが、そこから政策上のインプリケーションを引き出す議論は別途立てられなければならない。単に当て嵌まりの良い傾向線を引けば済むという問題ではないのである。

しかし、この1970年から2000年の日本のGDPのグラフは、最後の10年間に未曾有の事態が惹起していることを暗示しており、その原因に関する究明がなされるならば、GDPの成長を回復するという政治中

それが経済の変動性に関するものであることは火を見るより明らかであるから、システムダイナミクス研究の成果が役立てられる絶好の機会を提供するものであるとも言える。

30年間というのは通常の意味における長期予測の時間的視野であるから、日本経済1970-2000はSDモデルで分析するのが適当である。モデリング&シミュレーションにより、この時代の歴史記述を容易にする、変動予測と因果論的説明を呈示することができるからである。

円高不況でもバブル経済でも、逆境的な事態を分析する際に、通常は当該期間の当該現象そのものの原因を探るというアプローチがとられる。その前後の状況は直接的原因の発生と消滅に関らしめて比較研究の対象となるに過ぎない。

SDの長期予測アプローチはこれと異なり、前後を含む全期間に亘って、同一のモデルで全変動性を説明し得るよう、モデリング&シミュレーションを展開するという分析手法が採られる。いわゆる経済分析との違いはこの点にあって、長期的含意を有する政策研究においては、この方法がより優れているとされる所以である。

SDで用いられる因果論的説明は、単に「風が吹けば桶屋が儲かる」式の単線的なものではない。結果が原因となって前の原因の上に幾重にも重なる、ループ構造をもった体系である。その現象面での現れが不況でありバブルであり円高であると観念しているのだから、SD研究の成果は特定の予測命題ではなくして、モデルそのものとなる。優れた経済理論もこの点は共

通なのであって、モデルの優劣は主に実用上の観点から

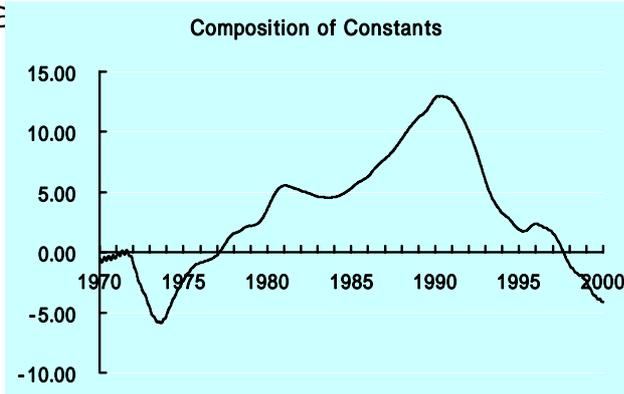


図2 定数項の和 $c_0 + v_0 + h_0 + x_0 - m_0$

うな特徴的な変動曲線によって現れる、各時点の経済

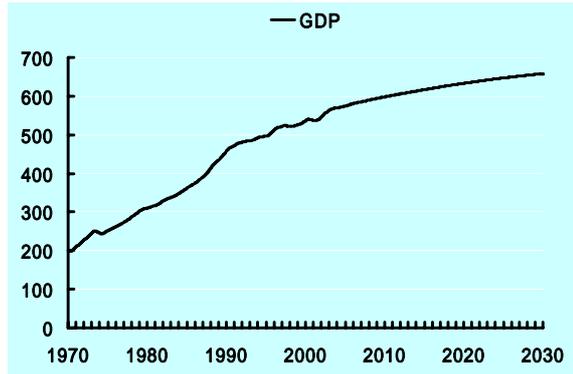


図3 GDP 1970-2030

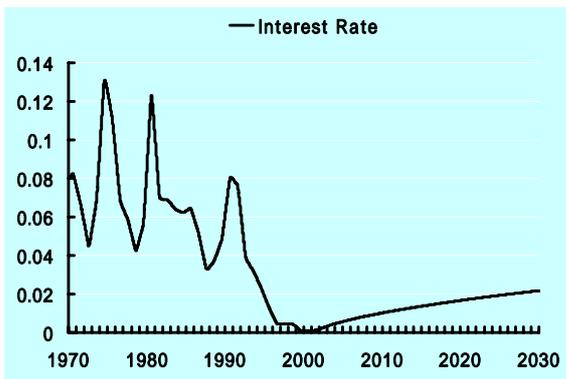


図4 名目利子率

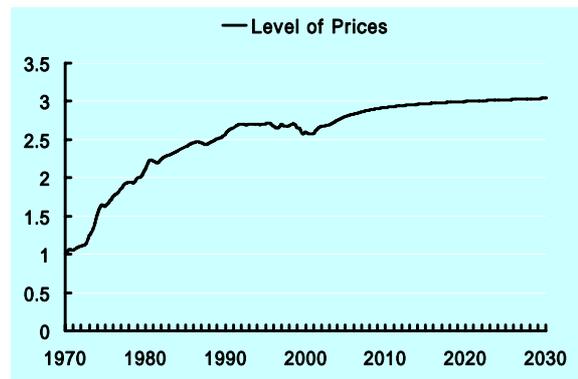


図5 物価指数

3. シミュレーション結果

SD モデルによるシミュレーション結果を先に示しておく。図2～5に定数項の和、GDP、名目利子率、物価指数の予測値が描かれている。

ここに定数項というのは、次の式の各右辺第1項のことである。

消費関数： $C = c_0 + c_1P$

設備投資関数： $U = v_0 + v_1Y + v_2 Y + v_3(r-p)$

住宅投資関数： $H = h_0 + h_1Y + h_2 Y + h_3p + h_4F$

輸出関数： $X = x_0 + x_1Y + x_2F$

輸入関数： $M = m_0 + m_1Y$

ここで P は恒常所得、 Y は GDP、 r は名目利子率、 p は物価上昇率、 F は国外需要である。

図4の定数項の和とは次の指標の変動を意味する。

$$\text{指標} = c_0 + v_0 + h_0 + x_0 - m_0$$

定数項が変動するのは、30年間のデータに基づいて計算された各関数の回帰パラメータの内、独立変数の係数にあたるものを固定して、シミュレーション結果が実際の値に等しくなるように、定数項を修正する1次の指数遅れを発生させ、それを上記指標の形に合成した結果である。

定数項の変動は、平均値から有意に離れた値に各々を変化させる何らかの矯正要因が働いたことを意味し、その合成結果が複合要因となって、図2に見られるよ

図2の曲線を時間の経過にしたがって目で追いながら、次のような記述を読み上げることができよう。

1970年代初頭の経済成長がオイルショックによって逆調に転じ、これを省エネ技術革新によって反転、第二次オイルショックによる一時的停滞も撥ね返して、西ドイツと二人で世界経済の牽引車となったのも束の間、80年代前半は深刻な円高不況に見舞われる。85年のプラザ合意以降、日本一人勝ちの時代が90年をピークとするバブル経済を呼び、この崩壊とともに坂を転がり落ちるように80年水準へと後退、底を打った途端に97年のアジア通貨危機を切っ掛けとして、日本経済は奈落の底へと沈んでいった。

「そのまんま」と形容できるような指標の動きになっていることが重要である。このモデルが出力する結果が、ひとつの歴史表現になるという意味で、シミュレーションが言語の役割を担う可能性を示している。

図3～5は2001年以降すべての定数項が最終の値に固定されているという仮定 (= 日本経済は逆境にある) の下で、2030年までの通常の経済指標の変動を予測したものである。

2000年時点の定数項が示す逆境は深刻なものであるが、GDPは低成長率ながらも成長を続け95年価格で実質650兆円程度に達する。名目利子率はゼロから上昇して2%水準を目指し、物価は長期間にわたって

安定、インフレーションの懸念は全くない。

これはひとつのシナリオである。

4. モデリングのプロセス

SD 研究の成果は特定の予測命題ではなくモデルそのものである、と第2節の終わりに書いたように、上述の予測も、それを導くモデルとセットにして初めて意味を持つ。モデルは細部にわたるまでトランスペアレントでなければならない。

複雑なモデルはフローダイアグラムだとどうしてもスパゲッティ状になってしまうので、モデルを伝達する最も良い方法は、モデリングのプロセスにしたがって解説を行うことである。

4.1 インダストリアル・ダイナミクス

図6にダイナモ方程式が示してあるが、この一括りをインダストリアル・ダイナミクス・セクタと呼ぶ。

L	在庫K = 在庫J + DT × (入荷JK - 出荷JK)
R	入荷KL = 未入荷注文K / 遅れI
L	未入荷注文K = 未入荷注文J + DT × (発注JK - 入荷JK)
R	発注KL = 平均出荷K + (適正在庫K - 在庫K - 未入荷注文K) / 調整期間I
L	平均出荷K = 平均出荷J + DT × (出荷JK - 平均出荷J) / 平滑化定数I
A	適正在庫K = 適正在庫期間 × 平均出荷K
R	出荷KL = 総需要K
A	総生産K = 入荷JK

図6 インダストリアル・ダイナミクス・セクタ

これはオーソドックスなSDのモデルである。

曰く：入荷と出荷をインフロー、アウトフローとして、在庫ストックの水準が決まる。入荷は発注の一次の指数遅れである。発注は出荷を指数平滑化した平均出荷の補充と適正在庫への調整分との合計である。

このモデルを出発点として、一国の経済を定式化するには次のような理屈付けが必要である：

個々の商品を売る個々の企業が、各々の商品在庫を、個々の発注間隔、個々のリードタイムの下に、出荷データを見ながら個々に決定し、個々の適正在庫水準へと調整を行うべく、発注の量とタイミングを決めているとしても、入荷のタイミングには不確実性があるから、一定の時間内において入荷が起こる件数は確率変数となり、入荷時刻が全くランダムであるなら、この確率変数はポワソン分布に従う。このとき、発注済みの商品が次々と入荷してくる、相続く二つの入荷の間の待ち時間の長さも確率変数となり、それは指数分布の確率密度関数に従って連続的に分布する。個々の企業におけるこのミクロの行動の下で、すべての企業の入荷量を集計化すると、マクロの入荷量は一次の指数遅れと呼ばれる全体変動現象を現す。

オーソドックスな在庫のSDモデルはこの意味で、きわめてマクロ経済モデルに適合的である。

出荷はもちろん需要によって変動するから、マクロの出荷量はマクロの総需要によって決まると考えて良

い。また1年間の全企業の入荷量の合計は、総生産と事後的に一致するであろう。このことを、

$$R \quad \text{出荷} \cdot KL = \text{総需要} \cdot K$$

$$A \quad \text{総生産} \cdot K = \text{入荷} \cdot JK$$

という逐次決定方程式で表すのである。

4.2 初期値の設定 - その1

SDモデルの定式化は前項で見たように理論的な見地からなされる。モデリングのプロセスとしては、次に初期値設定問題を解くことが重要である。それは次のようになされる。

ダイナモではレベル変数にはすべて初期値が与えられなければならない。レベル以外のすべての変数の初期値は、方程式に与えられたレベルの初期値を代入して設定される。

シミュレーションをなす目的からはレベルの初期値は任意で良い。しかし、理論的な見地からモデリングを進めるためには、モデルが持つインプリケーションを定式者がすべて把握している必要がある。そのために、初期においてシステムが定常水準にあると仮定した場合に、与えるべき初期値はどのような条件を満たさねばならないかを、シミュレーションに先立って、解いておかなければならない。

レベル方程式： $y \cdot K = y \cdot J + DT \times (x \cdot JK - z \cdot JK)$ において右辺第1項を左辺に移項し両辺をDTで割ると次の式を得る。すなわち：

$$\frac{y(t) - y(t-dt)}{dt} = x([t-dt, t]) - z([t-dt, t])$$

ここで $dt \rightarrow 0$ としてこの式の極限を求めると、左辺は $y(t)$ の時間による1階の微分係数になるから、微分演算子を $D = d/dt$ として、次の微分方程式を得る：

$$Dy = x - z$$

定常状態では $Dy = 0$ だから、 $x = z$ が成り立っていないことになる。

これを図6のモデルに適用すると、初期においては

$$\text{入荷} = \text{出荷}$$

$$\text{発注} = \text{入荷}$$

$$\text{出荷} = \text{平均出荷}$$

が成り立っていないなければならない。そのためには次のようにレベルの初期値を与える必要がある。

$$N \quad \text{在庫} = (\text{適正在庫期間} - \text{遅れ}I) \times \text{総生産}$$

$$N \quad \text{未入荷注文} = \text{遅れ}I \times \text{総生産}$$

$$N \quad \text{平均出荷} = \text{総生産}$$

この3つ以外はすべてダイナモが方程式に基づいて初期値を計算してくれる。このとき

$$\text{入荷} = \text{未入荷注文} / \text{遅れ}I$$

となるが、右辺の未入荷注文の初期値は遅れI × 総生産で、総生産の初期値は

$$\text{総生産} = \text{入荷}$$

で計算されるから、定義が循環することになる。

これを避けるためには、総生産にも初期値を与え

N 総生産 = 総需要

とすれば良い。何のことはない経済学の基本公理が出てきたことになる。ただし総需要にはまだ方程式が与えられていないので、以上のモデルは閉じていない。

4.3 総需要セクタ

前項でモデルを閉じるためには総需要に方程式を与えれば良い。これを決める総需要セクタのダイナモ方程式は図7のようになる。

A	総需要.K = 総消費.K + 総投資.K + 輸出.K - 輸入.K
A	総消費.K = 定数項C.K + 消費係数 × 恒常所得.K
L	恒常所得.K = 恒常所得.J + DT × (総生産.J - 恒常所得.J) / 1
A	輸出.K = 定数項X.K + 輸出係数 × 総生産.K + 需要係数 × 国外需要.K
A	輸入.K = 定数項M.K + 輸入係数 × 総生産.K

図7 総需要セクタ

総需要は総消費、総投資、輸出から輸入を減じたものである。総消費は恒常所得の関数であるが、恒常所得は適応的に期待形成されるものとして、過去の所得の指数平均としよう。輸出はほとんど国外要因によって決まるが、総生産の規模によって輸出能力は制約されるだろうから、輸出は総生産と国外需要の関数と考えられる。輸入は総生産の増大につれて増加してゆく。

4.4 初期値の設定 - その2

ここで初期値を与えなければならないのは

N 恒常所得 = 総生産

だけであるが、総需要の初期値は次の式で計算される。

$$\begin{aligned} \text{総需要} = & c_0 + x_0 - m_0 + x_2 \times \text{国外需要} \\ & + (c_1 + x_1 - m_1) \times \text{総生産} + \text{総投資} \end{aligned}$$

したがって前のセクタで与えることとした

N 総生産 = 総需要

と定義が循環することになり、エラーとなる。

このことから、「総生産の初期値は数値で与えられなければならない」ということがわかる。

以上までのセクタでまだ方程式が与えられていないのは、国外需要と総投資である。国外需要は基本的に外生要因であるから、これには時間の関数としてテーブル・インプットを用意するものとしてしよう。総投資は後のセクタで定義する。

4.5 資本蓄積セクタ

年々の投資は蓄積されて資本ストックとなる。耐用年数を経た資本設備は廃棄され、直ちに新しい設備に更新される。他方、将来の総需要の増大に向けて、現有の資本ストックの水準を増加させる投資は、純投資と呼ばれるが、然るべく計画され、遅れを経て総資本に付け加わる。

これを方程式にしたものが図8である。

L	総資本.K = 総資本.J + DT × 純投資.JK
R	純投資.KL = 未実現投資.K / 遅れK
L	未実現投資.K = 未実現投資.J + DT × (投資計画.JK - 純投資.JK)
R	投資計画.KL = (必要資本.K - 総資本.K) / 調整期間K
A	必要資本.K = (総需要.K + 追加需要.K) × 平均資本係数.K
L	平均資本係数.K = 平均資本係数.J
	+ DT × (資本係数.J - 平均資本係数.J) / 平滑化定数K
A	資本係数.K = 総資本.K / 総生産.K
R	更新投資.KL = 総資本.K / 耐用年数
A	設備投資.K = 純投資.JK + 更新投資.JK

図8 資本蓄積セクタ

投資計画は必要資本の水準へ向けての現有資本の調整であると考えられる。総資本と総生産との比率を資本係数と言う。総需要に資本係数を乗じたものが、現時点で必要な資本ストックの水準を表すが、総需要の増大予想を追加需要としてこれに加え、将来へ向けて資本増大を計る際の必要資本を計算するものとしよう。設備投資は純投資と更新投資の和であり、更新投資は純投資の一次の指数遅れである。ここで寿命が尽きた資本設備はすべて自動更新されるものとする。

4.6 初期値の設定 - その3

ここで初期値を与えなければならないのは次の3つ

N 総資本 = 耐用年数 × 設備投資

N 平均資本係数 = 総資本 / 総生産

N 未実現投資 = 0

であるが、ダイナモが計算する初期値は

$$\text{更新投資} = \text{総資本} / \text{耐用年数}$$

$$\text{設備投資} = \text{純投資} + \text{更新投資}$$

であり、総資本、更新投資、設備投資、総資本となって定義が循環する。ここでは設備投資には次のセクタから初期値が与えられるものとして、この循環を回避しておく。

また追加需要の方程式は未だ与えられていないが、このセクタの方程式系から、初期においてシステムが定常状態にあるためには、追加需要の初期値は次の条件を満たさなければならない、という注文が付加される。

すなわち、初期においては

$$\text{総需要} + \text{追加需要} = \text{総資本} / \text{資本係数} = \text{総生産}$$

が成り立たなければならないから、これにより

$$\text{追加需要} = \text{総生産} - \text{総需要}$$

が満たされていないといけない。

4.7 投資決定セクタ

企業家の設備投資の決定を集計化したマクロの投資関数を考える。設備投資の意思決定は投資プロジェクトの収益率と資本コストとを比較して、収益が大きければプロジェクトを採用し、小さければ採用しないと、いった合理的なミクロ行動の結果が集計されたもので

ある。また、総生産の増大を未来へと投影し、それに
 応じた投資プロジェクトの設計を行う。したがって、
 それは総生産、生産増大、実質利率の関数となる。

A	追加需要	$K = \text{投資関数}K - \text{設備投資}K$
A	投資関数	$K = \text{定数項}v_1K + \text{投資係数} \times \text{総生産}K + \text{加速度係数} \times \text{生産増大}K + IS\text{係数} \times \text{実質利率}K$
A	生産増大	$K = \text{総生産}K - \text{総生産}1K$
L	総生産1	$K = \text{総生産}1J + DT \times (\text{総生産}J - \text{総生産}1J) / 1$
A	住宅投資	$K = \text{定数項}h_1K + \text{住宅係数} \times \text{総生産}K + \text{所得効果} \times \text{生産増大}K + \text{家賃効果} \times \text{物価上昇率}K + \text{金利効果} \times \text{名目利率}K$
A	総投資	$K = \text{設備投資}K + \text{住宅投資}K$

図9 投資決定セクタ

企業の設備投資計画は、投資関数の指し示す値が、資本蓄積ルーチンから導かれる設備投資を超える場合に、その超過分を追加需要として必要資本の計算に付け加えるよう上方修正されるが、投資関数の値が相対的に小さい場合には、計画を下方修正する方向で過剰資本を調整する。

他方、住宅投資は基本的には賃貸から持ち家への転換を図るものであり、所得増大による所有願望の成就、将来家賃の高騰に対する嫌忌、ローンの利用可能性と金利と家賃の単純比較等々、に基づいて決定される。

4.8 初期値の設定 - その4

このセクタで与えなければならないレベルの初期値は 総生産1 = 総生産 だけである。前セクタで負荷された条件：

$$\text{追加需要} = \text{総生産} - \text{総需要}$$

$$\text{総生産} = \text{総需要}$$

と投資決定セクタによって計算される初期値の式：

$$\text{追加需要} = \text{投資関数} - \text{設備投資}$$

を連立させて解くと、その2から引き継いだ総生産の初期値に加えて、設備投資の初期値も与えられなければならないことがわかる。すなわち：

$$N \text{ 設備投資} = \text{投資関数}$$

$$N \text{ 総生産} = \text{数値}$$

ここで総生産の数値は、次の式の値を計算することによって得られる。

$$\frac{c_0 + v_0 + h_0 + x_0 - m_0 + x_2 F(0) + (v_3 + h_4) r(0)}{1 - c_1 - v_1 - h_1 - x_1 + m_1}$$

ただし $F(0)$, $r(0)$ は各々国外需要と名目利率の初期値である。

すでに国外需要は外生的に与えると決めてあるから、後は名目利率を与えれば、形式上、以上の方程式系はクローズドになる。

4.9 クローズド・モデルの微分方程式

以上のように部分々々を定式化しながら、初期値設定問題を解きながらモデリングを進めることによって、

系を一応閉じることができた。この段階に辿り着いたタイミングを捉えて、モデルを見直し、そこで出来上がっているモデルに理論的見地から、何らかの名前を付けておくことが望ましい。

モデリングのプロセスは結局こうした作業の繰り返しである。ここでは「国外需要を外生変数とした実物経済のマクロ経済 SD モデル」が得られていることになる（ネーミングの巧拙は一先ず置くとして）

図6～9のダイナモ方程式系に、その1～4で得られた初期値を与えてやれば、直ちにシミュレーションを実行することができる。

インプットとして外で用意しなければならないものは、国外需要、名目利率、物価上昇率の3つである（初期値設定のところでは物価上昇率が定義的にゼロになっていた）。これらのインプットはテーブルを用意しても良いし、定数を与えても良い。

ちなみに、以上のモデルを微分方程式で書き下し、 y 以外の変数を消去すれば、次のただ1本の式：

$$f(D)y = h(r, p)$$

と表される。これを陽表的に書き下せば

$$\left\{ (T_8 D + 1)(T_6 T_7 D^2 + T_7 D + 1) - \frac{c_1}{D + 1} - v_1 - h_1 - x_1 + m_1 - \frac{D}{D + 1}(v_2 + h_2) \right\} y(t) = (v_3 + h_4) r(t) + (h_3 - v_3) p(t) + c_0 + v_0 + h_0 + x_0 - m_0 + x_2 F(t)$$

である。

与えられた $r(t)$, $p(t)$, $F(t)$ に対して固有の変動性を示す $y(t)$ の軌跡がこれによって定まるのである。

5. 金融経済セクタ

以上ではオーソドックスな SD モデリングを踏襲して、在庫モデルから日本経済のマクロ・モデルに到るプロセスを解説した。

全体はもちろん逐次決定関係で定式化されている。それにも拘わらず、理論経済学伝統の総需要 = 総生産という均衡体系を内に含み、同時に、遅れを内在化させたフィードバック・システムになっているという点がこのモデルの特長である。

先ず静学モデルを立てて分析を行い、次にそのモデルを動学化する、という研究プログラムは、一般に信じられているように、正しい方針ではないのである。それは何人によっても不可能なのであって、正当な動学モデルを立てて分析を行い、その初期値設定問題を解くプロセスで静学分析を行う、というのが正しいアプローチである。

この方針にしたがって、 $y(t)$ が与えられたもとでの $r(t)$, $p(t)$ の決定問題を解き、これを $y(t)$ の決定という

これまでに見た実物経済モデルに付け加えることによって、SDモデルを拡張しよう。

準に、ストックを調節して合わせれば良い。」
すなわち、 $M_S = kPY$ とするとき、通貨の需要と供

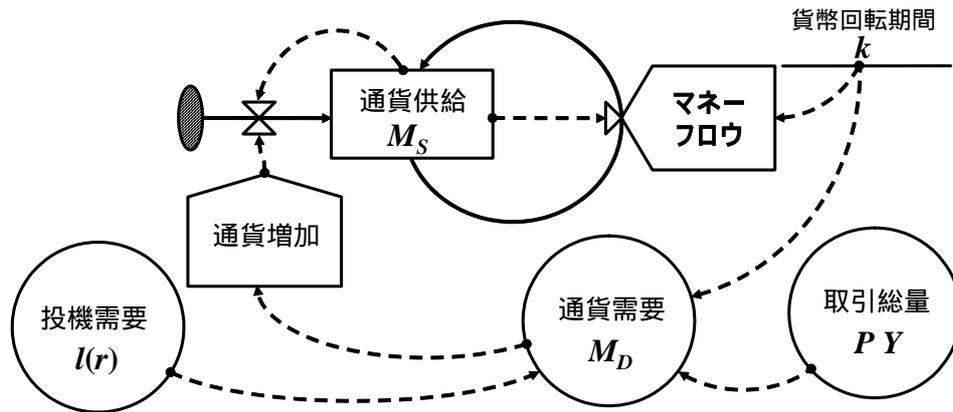


図10 通貨供給のフローダイアグラム

5.1 通貨需要関数

総生産物がまさしく前節で検討されたように決定されるためには、生産者から生産者へ中間投入財を、生産者から消費者へ消費財を、資源保有者から生産者へ資本サービスを円滑に受け渡さなければならない。そこでは多様な取引が繰り広げられており、斯かる取引の円滑を求めて、交換手段としての貨幣に対する需要が発生する。これを貨幣の取引需要という。取引需要は、通常、総生産の単調増加関数であると考えられる。しかし一方で、同じ総生産物に対して物価が高い場合にはより多くの取引通貨を必要とすることから、次のような関係を想定することが妥当である。すなわち：

$$M_D = kPY \quad \dots(1)$$

ここで M_D は通貨需要、 P は物価、 Y は総生産（実物）である。 k は流通速度の逆数で、ストックとしての通貨供給（マネーサプライ）が1回転するのに要する時間的長さを表すパラメータである。

逆に言えば、取引総量 PY に対し、フローとしての1年当り貨幣流量は一次の指数遅れで表わされる。

一次の指数遅れは次式で表現される。すなわち

$$R \text{ マネーフロー} \cdot KL = \text{通貨供給} \cdot K / \text{貨幣回転期間}$$

$$L \text{ 通貨供給} \cdot K = \text{通貨供給} \cdot J + DT \times (\text{通貨増加} \cdot JK - \text{マネーフロー} \cdot JK + \text{マネーフロー} \cdot JK)$$

$$R \text{ 通貨増加} \cdot KL = (\text{通貨需要} \cdot K - \text{通貨供給} \cdot K) / T$$

$$A \text{ 通貨需要} \cdot K = \text{貨幣回転期間} \times \text{取引総量} \cdot K$$

ここで T は通貨供給が増加するのに要する時間的遅れの長さである。またここでは次の想定がある：

「通貨供給（ストック）を平均遅れ k で割った一次の指数遅れ流出が、年間の取引に使用されるマネーフローであるが、同時にその額がそっくりストックに対する流入となる。つまりストックとしての通貨供給は減らない。このマネーフローが取引総量 PY を満たすためには、ちょうどこれに貨幣回転期間 k を乗じた額の貨幣需要の水

給のダイナミックな均衡が得られる。

斯かる需給の均衡において一次の指数遅れが介在することには本質的な意味がある。すなわち：

「個々の取引において発生する通貨需要が何時満たされるかはランダムである。このミクロ行動のランダム性が、マクロとしての全体変動に指数遅れ現象という法則性を付与する。」

ところで、通貨に対する要求は取引需要ばかりではない。そこには保有するための通貨の需要（投機需要）が存在する。投機需要は名目利率の関数であると考えられる。たとえば、名目利率が将来高くなる見込みが大きければ、すなわち現在の名目利率が低い水準にあれば、手持ちの債券を売り払って現金を手に入れ、将来、名目利率が実際に高くなって、債券価格が低落した時点でこれを買い戻すことにより、資本利得を手にすることができる。そのための支払準備として貨幣を保有するという動機が、通貨に対する投機需要を形成する。したがってそれは名目利率の減少関数である。

貨幣需要を取引需要と投機需要の合計として定義し直すと(1)式は次のように改訂される。すなわち

$$M_D = kPY + I(r) \quad \dots(2)$$

ただし $I(r) < 0$

この貨幣需要を満たすように貨幣供給が1年以内に調整されるものとし、過去のデータによってその当否を検証してみよう。すなわち、貨幣の需給が均衡して

$$M_S = M_D$$

が成立しているものとみなして、 M_S の（貨幣所得、利率の対数）に対する回帰を計算することにより貨幣需要関数を推定するのである。最小二乗法による計算結果は次のようになった：

$$M_D = -120.5 + 0.4194PY - 20.93 \ln r$$

$$(-137.5) \quad (418.4) \quad (-66.85)$$

$$R^2 = 0.9920 \quad () \text{内は } t\text{-value} \text{ である}$$

これは一般にLM曲線と呼ばれているものにほかならない。通貨供給と物価を所与として、総生産が与えられたときに名目利子率を決定するのがこの式である。

前節までに得られている、名目利子率と物価上昇率が与えられたときに総生産を決定する実物体系のモデルに対して、ここで導いた方程式を付け加えることによって、利子率の決定をも内生化したマクロ経済モデルができ上る。

一般に、価格と利子率の決定は市場によってなされると言う。しかし、個々の需要家と供給者の間での取引を通じた価格と利子率の決定の結果を集計して得られる、全体としての物価水準と金利は、決して、本質的にミクロの決定理論である市場均衡のごとく決まるのではなく、集計量と集計量との間に成り立つ関係としての、マクロの決定理論に従って決定される。

誤解を生み易いのは、集計量の間で成立する諸変量間の関係は単なる相関関係にすぎず、常に擬似相関である疑いを否定することができないブラックボックスを抱えており、そこでは因果関係の原理的説明は不能であるという思い込みである。擬似相関は、すべての指標が右肩上に推移していた、高度経済成長の時代によく見られた現象であり、どの変数を選んでその間に強い正の相関が観察されることから、マクロ理論の信頼性を疑う根拠となったものである。もちろん、高度成長期も現在のような低成長期も、仮説の信憑性は背景となる理論の正当性によって示されなければならない。

ここで問題としているのは、日本国民という集計化された存在が、擬人化された個人として振舞うときに、その行動は、あたかも一人の人間が他の存在との間で相互作用を営むときにするミクロ行動としての営為ではなく、全体運動の法則性に則った行動になるはずだと言うことである。それではその全体運動の法則とは、いかなるものであるのか。

拙稿全体で言及しているのは、一つの原理である。それは指数遅れ現象というマクロ行動の理論であり、全体を構成する個々の要素がミクロ的に行動する結果としてもたらされる全体運動の法則である。それは個々の決定の達成時刻がランダムであることに基づく、一定時間内の達成個体数という確率変数がポワソン分布にしたがうことに由来している。これは別名「少数法則」と呼ばれるように、ミクロの変動性を表わすものであるが、こうした個体が非常に多く集められた場合に、集計化された全体はマクロ変動として指数遅れ現象を示すのである。

以下では利子率の決定にこの原理を応用する。

5.2 利子率の決定

金利の決定は債券の市場によって決定されるもの

と考えられる。個々の債券ごとに収益性とリスクおよび期間が異なるから、金利は債券の数だけ存在することになる。それではマクロ指標としての利子率は単にそうした金利の集計化された全体、あるいは加重平均値なのであろうか？ある目的のためには、たとえばファンドの債券運用で利益を出すためには、そのような指標が役に立つ場合がある。しかしここでの目的は、マクロとしての日本経済をモデリングとシミュレーションにより分析し、未来を予測することであるから、そこでの指標は、経済全体の設備投資をある集計量の水準に決定する根拠となるべきもの、全体としてのマネーの需給に基づいたマクロの利子率なのである。

全体運動の法則に則ってそれが決まるという前提は、原理的にその当否が検討されなければならない。名目利子率の決定を指数平滑法（一次の指数遅れ）を用いて書き表すと、次のようになる。すなわち

$$L \text{ 平均利子率} \cdot K = \text{平均利子率} \cdot J + \Delta T \times (r \cdot J - \text{平均利子率} \cdot J) / \text{平滑化定数}$$

$$A \cdot r \cdot K = \exp((M_S \cdot K - \mu_1 \times P \cdot K \times Y \cdot K - \mu_0) / \mu_2)$$

$$A \cdot P \cdot K = (M_S \cdot K - \mu_2 \times \ln(\text{平均利子率} \cdot K) - \mu_0) / Y \cdot K / \mu_1$$

である。

1本目は指数平滑化の式、2本目3本目は各々、名目利子率と物価の決定方程式である。ここで平均利子率には初期値を与えなければならない。しかし次のように初期値を設定すると、初期値設定の循環エラーでコンパイルが中断される。すなわち

$$N \quad \text{平均利子率} = r$$

である。これは初期 $[0 - dt, 0]$ においてのみは同時決定が生じるため、これを避けるためには初期値方程式の右辺に数値を与えてやれば良い。

これにより、前節までに見た実物体系から受け取る Y に対して、ここで (r, P) を決定して返すことが可能となる。動学シミュレーションだから、 P が与えられれば同時にその上昇率 p も与えられる。物価上昇率は次式で計算すればよい。すなわち

$$p = DP / P$$

以上の見かけの上では良くできているモデルは、しかし、重大な欠陥を持っている。それは、実際にシミュレーション結果を注意深く検討すれば気づくことだが、シミュレーションの全期間を通じて r は最初に与えた初期値の水準に固定されてしまうのである。

なぜこのような事態が生じるかと言えば、決定しなければならない変数は Y, r, P の3つであるのに対し、方程式が次の2本しか存在しないからである。すなわち

$$f(D) Y = h(r, p)$$

$$M_S = \mu_0 + \mu_1 P Y + \mu_2 \ln r$$

である。

前に見たダイナモ方程式の r と P の補助方程式はあ

たかも2本であるかのように見えるが、実は、同じただ1本のLM曲線の式で、この系を閉じるためには方程式が1本足りないのである。この“missing equation”は、多くのマクロ・モデルに共通の問題で、指数遅れの導入による形式的な方程式の充足だけでは回避することができない。

システムダイナミックスのモデリング&シミュレーション技術がもつ重大な弱点は、実はこの点にあることを率直に認めなくてはならない。

すなわちコンパイルと実行の強力なパワーが、形式的のみ正しく、実質的にはクローズドでないモデルのシミュレーションにも、もっともらしい解を与え、この種のエラーに対するプルーフがそれ自身の内に備わっていない。これを防ぐには、有能な定式者が注意深くシミュレーション結果を検討しながら、モデリングを深化させる以外に対処のしようがない。

特に、最近では、フローダイアグラムだけで因果関係を検討することが一般的となってきており、絵だけでは気づかれないこの種の問題に対しては、いくら注意を喚起してもしすぎることはない。

利子率を決定するには、しかし、 Y と r がIS、LM両曲線の交点において同時に決定されるというような説明を、そうした現実的な制度的メカニズムの存在証明無しで受け容れるわけにもいかない。実際に、同時決定体系というのは、事後的に収斂した結果を跡付ける際のフィクティッシュな想定であろう。

たとえば、投資の決定は、期待利子率に対して内部収益率がそれよりも大きなプロジェクトの採用によってなされるとしても、現実の利子率が期待利子率よりも大きかった場合に、計画が過大なことは間違いないが、すでに計画済みのプロジェクトを取りやめて設備投資を下方修正することが、すべての意思決定者において瞬時に実現するとは考えにくい。逆の場合もまた然りである。

全体としての調整は指数遅れにしたがって整然と流れていこう。しかし更にあり得ることは、現実の利子率が期待利子率の方向へと調整されることである。なぜならば、マクロの期待利子率以外に、実際の名目利子率が目指すべき目標は存在しないからである。

この目標とすべき期待利子率は、実物体系において総需要 Z が総生産 Y と等しいと仮定した場合の、設備投資に見合う利子率、すなわちIS曲線上の利子率にほかならない。

すなわちIS曲線は「当年の所得が恒常所得並であるという仮定のもとで、投資計画を立ててISバランスが成立するための名目利子率が満たすべき条件」を表わしているから、それへ向けての名目利子率の調整は、正しく、実物市場における需給ギャップを解消する方向へと全体を導くものである。

任意の Y に対して、IS曲線上の利子率がLM曲線上の利子率（名目利子率）よりも大きい場合、内部収益率の切り捨て水準が引き下げられることによって、更に多くの投資プロジェクトが採用されて設備投資は増大し、実際の名目利子率は上昇する。このとき切捨て水準の引き下げが個々において起きる時刻はランダムであり、その結果、マクロ現象としての名目利子率の上昇は、指数遅れカーブに従って生じることが予想される。すなわち

$$L \ r.K = r.J + DT \times \text{調整率}.JK$$

$$R \ \text{調整率}.KL = \text{調整速度} \times (IS \ \text{曲線}.K - LM \ \text{曲線}.K)$$

$$A \ LM \ \text{曲線}.K = \exp((M_S.K - \mu_1 \times P.K \times Y.K - \mu_0) / \mu_2)$$

$$A \ P.K = (M_S.K - \mu_2 \times \ln(r.K) - \mu_0) / Y.K / \mu_1$$

$$A \ IS \ \text{曲線}.K = g(Y.K, p.K)$$

となる。ここで関数 g は次の式で表わされる。

$$\frac{\{- (c_0 + v_0 + h_0 + x_0 - m_0) - x_2 F + (1 - v_1 - h_1 - x_1 + m_1) Y - (v_2 + h_2) Y - (h_3 - v_3) p\}}{(v_3 + h_4)}$$

最後の補助方程式がこの体系を閉じている。斯くして、実物体系において Y が決定され、金融・貨幣セクタにおいて r と p が決定されるシステムが、ひとつのクローズドな体系となった。 Y と r がこのIS-LM体系において、連立方程式を解くように、同時に決定されるのではない。そのような意味の市場は存在しない。代わりに名目金利の調整を誘導する架空の主体が存在するのである。この主体を見えざる手と呼んでも良い。

以上、LM曲線は貨幣需要によって与えられ、IS曲線は総需要=総生産という方程式を r について解くことによって得られた。 P はLM曲線によって、 r は調整率によって整然と決定されると説明した。ただしそれらは自動的に決まるのではなく政策的介入の余地あるものである。

政策の余地は、一つは利子率の調整速度に関するものであり、もう一つは貨幣供給量の増加に関するものである。通貨当局は、この両者に対しさまざまな金融政策の手段を講じて、その決定に介入するのが普通である。なぜならば、そのいかに物価の高騰（インフレーション）や、低下（デフレーション）を招き、ある場合には総生産の増大を抑制することに繋がるからである。

中央銀行は貨幣供給に関しては市中銀行における与信を通して、取引需要の増大にしたがって貨幣増加を図るものとする。方程式としては次のようなものが想定される。

$$L \ \text{貨幣供給}.K = \text{貨幣供給}.J + DT \times \text{貨幣増加}.JK$$

$$R \ \text{貨幣増加}.KL = \text{貨幣供給}.K \times \text{平均成長率}.K$$

$$L \ \text{平均成長率}.K = \text{平均成長率}.J + DT \times (\text{成長率}.J$$

$$- \text{平均成長率}.J) / \text{平滑化定数}$$

である。

すなわち経済の実質成長率に合わせて貨幣供給を増加させる。ここで成長率は

$$Dy/y$$

すなわち総生産の増加率である。

6. モデルの妥当性

以上で金融部門を含む SD マクロ経済モデルが定式化された。このモデルの均衡モデルとしての妥当性を検討するには、以下のテストが重要である。

6.1 初期値の設定

このモデルをランするためには、次の 12 個のレベル変数ともうひとつ 総生産 の合計 13 個に初期値を与えなければならない。

テストのために初期にシステムは定常状態にありと仮定して、次のような初期値設定を行う。すなわち：

- N 在庫 = (適正在庫期間 - 遅れ I) × 総生産
- N 未入荷注文 = 遅れ I × 総生産
- N 平均出荷 = 出荷
- N 恒常所得 = 総生産
- N 総資本 = 耐用年数 × 投資関数
- N 未実現投資 = 0
- N 総生産 1 = 総生産
- N 平均資本係数 = 資本係数
- N 物価 1 = 物価
- N 平均成長率 = 0
- N 名目利率 = r_0
- N 通貨供給 = M_0
- N 総生産 = Y_0

最後の 3 本が数値を体系外で計算して与えられなければならない初期値方程式である。これらが与えられると、ダイナモは残りのすべての変数の初期値を以下のように計算する：

- 入荷 = Y_0 , 発注 = Y_0 , 適正在庫 = 適正在庫期間 × Y_0 ,
- 出荷 = Y_0 , 総需要 = Y_0 , 総消費 = $c_0 + c_1 Y_0$,
- 輸出 = $x_0 + x_1 Y_0 + x_2 F_0$, 輸入 = $m_0 + m_1 Y_0$,
- 純投資 = 0, 投資計画 = 0, 必要資本 = 資本係数 × Y_0 ,
- 資本係数 = 総資本 / Y_0 , 追加需要 = 0, 生産増大 = 0,
- 更新投資 = 総資本 / 耐用年数, 調整率 = 金利調整,
- 設備投資 = 純投資 + 更新投資, 金利調整 = 0,
- 投資関数 = $v_0 + v_1 Y_0 + v_3 r_0$, 物価上昇率 = 0,
- 住宅投資 = $h_0 + h_1 Y_0 + h_4 r_0$, 実質成長率 = 0,
- 総投資 = 設備投資 + 住宅投資, 貨幣増加 = 0,
- 実質利率 = 名目利率,

$$IS \text{ 曲線} = \{-(c_0 + v_0 + h_0 + x_0 - m_0) - x_2 F_0 + (1 - c_1 - v_1 - h_1 - x_1 + m_1) Y_0\} / (v_3 + h_4),$$

$$LM \text{ 曲線} = \exp\{(M_0 - \mu_0 - k P_0 Y_0) / \mu_2\},$$

$$\text{物価} = (M_0 - \mu_0 - \mu_2 \ln r_0) / (k Y_0).$$

最後の 3 式はモデル外で計算した (r_0, Y_0) の値が正

しく定常水準を表わしているかどうかの検算に用いられる。値が正しければ

$$IS \text{ 曲線} = r_0, \quad LM \text{ 曲線} = r_0, \quad \text{物価} = 1$$

と計算されるはずだからである。

6.2 テストラン

$P_0 = 1.00, M_0 = 563.4, F_0 = 2266$ のもとで、IS 曲線上の (Y_0, r_0) と LM 曲線上の (Y_0, r_0) が等しくなる値を求めてみると、それは図 1 1 の交点で、値は有効数字 15 桁で次のようになる：

$$Y_0 = 539.171034330788, r_0 = 0.0311589545300528$$

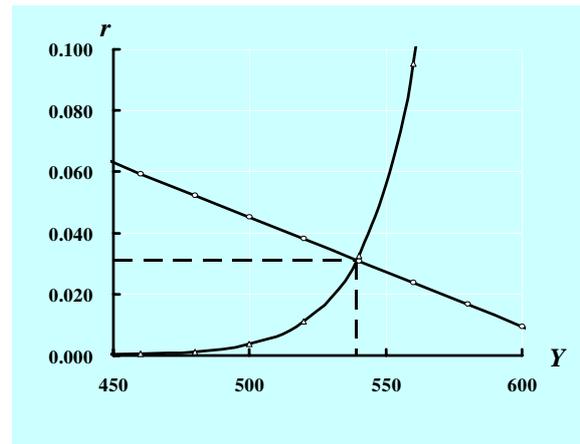


図 1.1 均衡解

これを初期値として与えシミュレーションを実行した結果は図 1 2 のようになる。変動のないフラットな定常解が観察される。

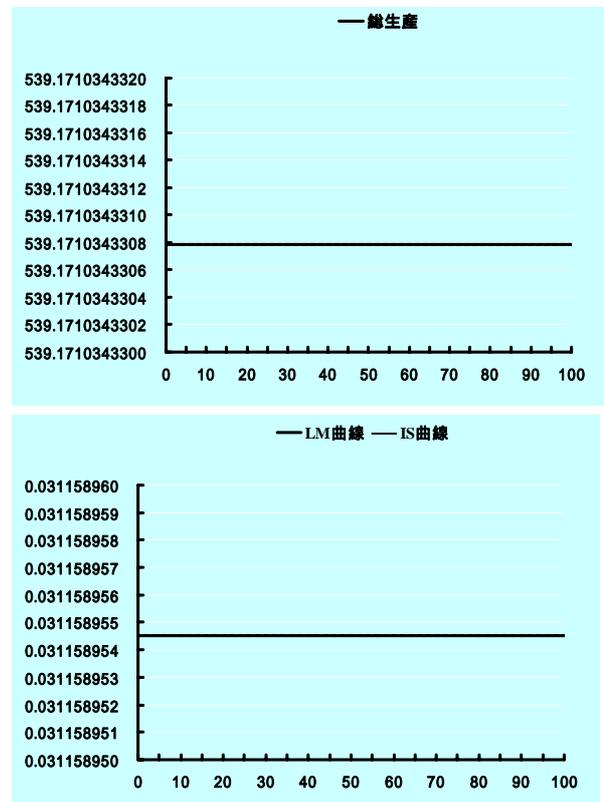


図 1.2 シミュレーション結果

ところが初期値の有効桁数を落とし 7 桁の値を与えて実行すると、図 13 のような収斂振動解が出力される。

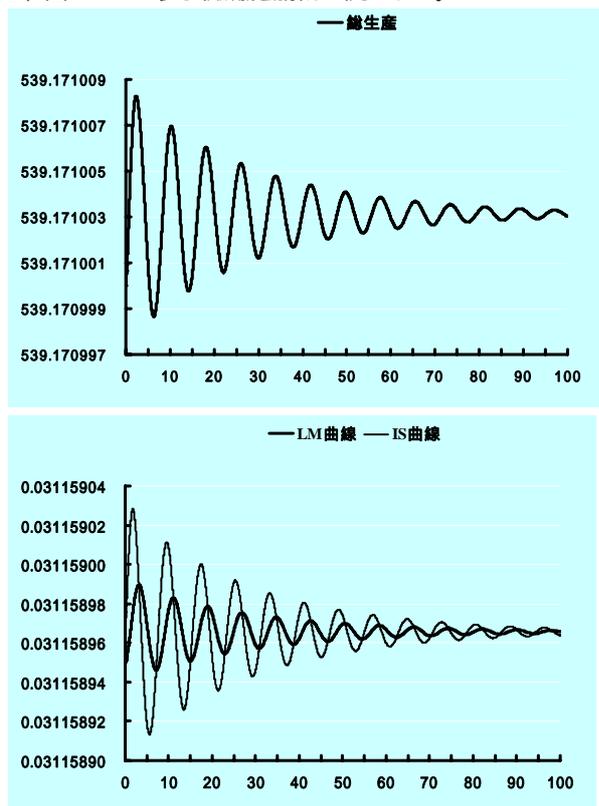


図 13 収斂振動解

$$Y_0 = 539.1710, r_0 = 0.03115895$$

このことは、一見するとマクロ経済モデルが誤差調整メカニズムになっているようにも受け取られるが、この結果をもっとよく観察すると、先に計算された値とはわずかながら別の水準に収束していることがわかる。これはマクロ経済が資本蓄積という不可逆的なプロセスを辿る結果であり、われわれのモデルが、単なる誤差調整ではなく、自らの均衡を自律的に見つけ出し、それを達成するメカニズムを備えていることの証左である。

7. 一国経済モデルによる予測

以上の SD モデルに、1970 年時点における GDP と名目利子率の値を初期値として与えてやることにより、2000 年までの軌跡とピッチリフィットするシミュレーションを実行した。その結果が、図 2 として既に示してある定数項の和の変動である。これにより、過去 30 年間にわたる日本経済の経験を指標化することに成功した。シミュレーションのレンジを任意に延長することにより、21 世紀日本経済の展望が予測として得られるようになったと言い得るのである。

ここまでのモデルは、しかし、高々一国経済のシステム変動を予測するものに過ぎない。古典派経済学以来の伝統と限界に則っていると言っても過言ではない。前世紀の末葉以後、世界経済は 19 世紀的な国家経済の

枠を超えて、世界的規模で生産資源が移動する新しい時代に入っている。したがって 21 世紀の展望を試みるには、このケインズの限定の一国経済モデルでは、時代遅れの排りを免れない。

なすべきことは、以上のワーキングにより SD モデルが理論経済学的な要求に応え得るものであることが示されたことを確認した上で、さらにモデルを拡張して、新しい時代の要請に応えるべく、モデリング & シミュレーションを継続することであろう。21 世紀日本経済の展望は、そのことによってヨリを射たものとなる。

そして、それこそがシステムダイナミックスの真骨頂というべきものであろう。

8. SD モデルの拡張

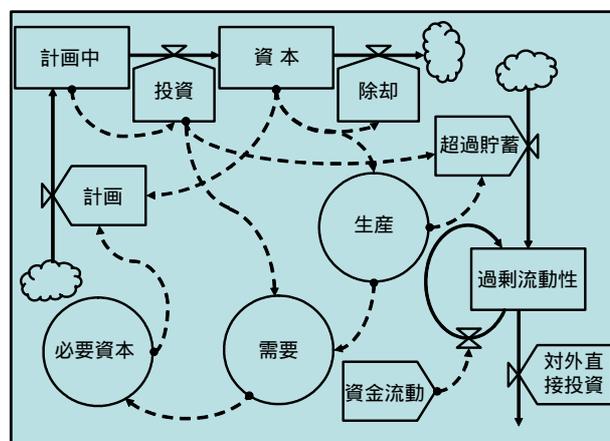


図 14 拡張一国マクロモデル

総投資と総貯蓄のインバランスをこれまで無視してきたのは、輸出超過状態が恒常的に続くとは考えられないという新古典派的な前提による。

現実には起こり得る事態を受け入れれば、輸出超過がもたらす超過貯蓄は外貨を貯め込む結果となり、それがストックとして溜まり、過剰流動性となり、実物経済とは別の資金流動を生じさせる。この過剰流動性は金融商品の市場に大量に流入して、バブルを膨らませる元凶となる一方で、対外直接投資の原資となり、他国の資本ストックに付け加わる。

この事態は 1990 年代以降の世界経済に新しい変動性をもたらし、それが 21 世紀世界の行方を不透明なものにしている。SD モデルはこうした事態のもたらす将来における帰結を検討することに適していると考えられるから、われわれの展望がそれによってどのように修正されるかを見てみよう。

図 15 のフロウダイアグラムによって、象徴的に 3 国モデルを説明する。

遅れて近代化を開始した諸国は、いずれも輸出商品の生産を増大させることによって工業化の推進力とする政策を採ると仮定しよう。

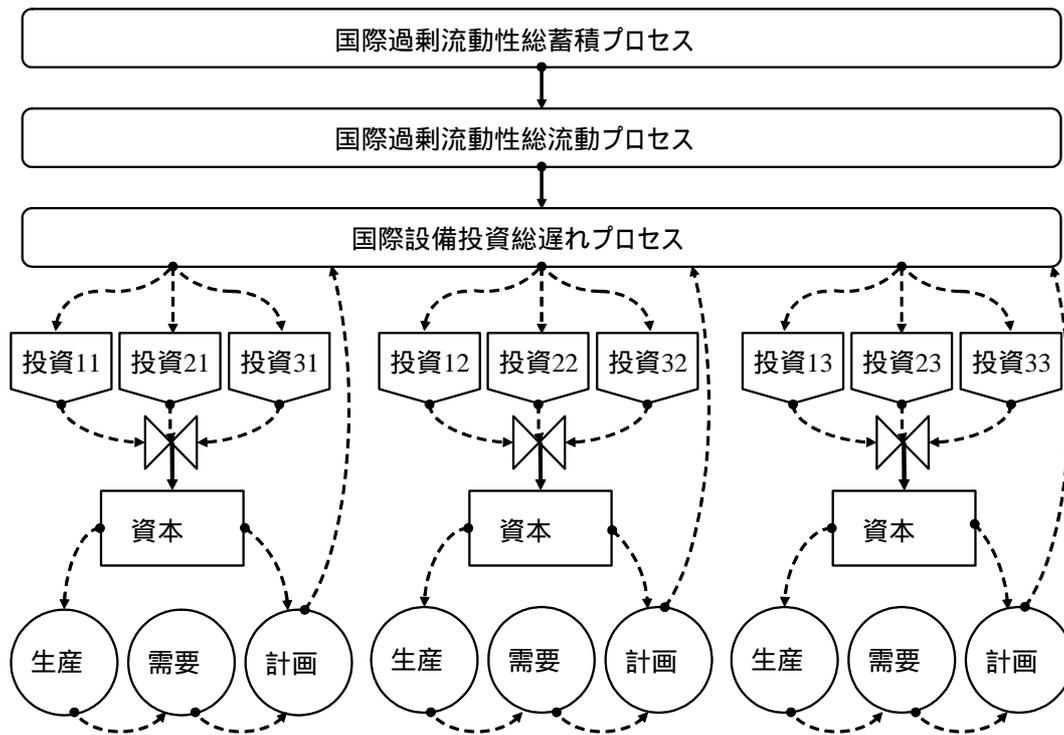


図15 輸出超過国間の資本蓄積プロセス

同じような工業化政策を持つ3国、の各々が図14の過剰流動性を溜め込む場合、その総額は最も効率的な投資対象へ向かって流動することによって、ダイナミックに各国の資本ストック、を変動させて行く。

投資収益率は、所与の生産技術のもとで、資本の限界生産物が逡減する限り、各国間で平準化されるものと考えられるから、総蓄積、総流動、総遅れのグローバル・プロセスは、世界中の生産物を少しずつ増大させながら、一国経済のみでは達成されない成長経路を模索的に見出すように運動する。

工業化の段階が異なる諸国が同時にこのプロセスを開始した場合、すべての国で同時に資本蓄積が進められても、過剰流動性が溜まるのは同時ではない。いずれかの国が他に先んじて恒常的輸出超過を達成すると、初めて対外直接投資用の原資が生じる。この原資は、他国中の最も投資収益率の高い国へと向かうはずであるから、第1国の投資収益率が低下して相対的な優位を他国が占めるようになれば、そこへ向けて一方向的に資本投下がなされるはずである。

これを基にして第2国は成長を始める。しかし投資に関わる遅れのために、第2国の輸出産業化が達成されても、それによる過剰流動性は始めのうち然程増加しない一方で、第1国の過剰資金は流出して、フローのない債権残高のみが増大して行く。この事態はやがて、第2国の投資用原資が成長する段階を準備するものではあるが、すべての国が輸出超過ということはあ

り得ないので、その間、第1国の経済は停滞を余儀なくされる。

政策シミュレーションによって得られるひとつの結論によれば、一方向的な対外直接投資は、少なくとも短中期的には、第1国の生産が第2国に移行するだけでメリットが少ない。これに対し、双方向的な対外直接投資をはかれば、1,2国ともに成長し、その生産拡大は、対外直接投資がない場合と一方向的に直接投資をする場合のいずれよりも大きくなる。

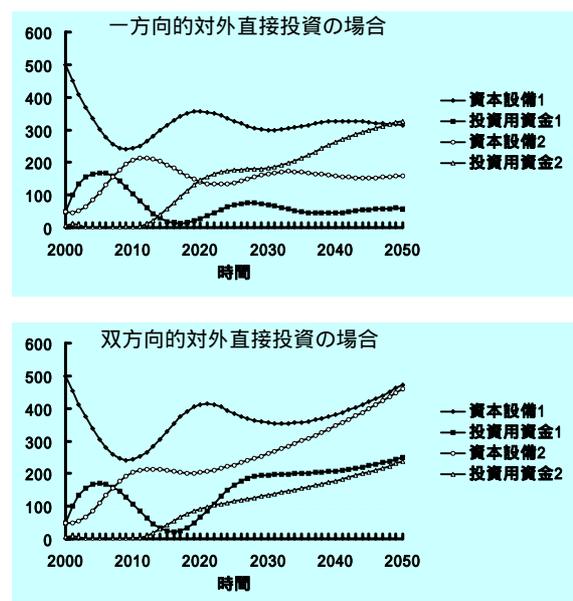


図16 対外直接投資の効果

9. 21世紀の展望

21世紀は中国の経済的プレゼンスが拡大するという予想がある。日本からの直接投資がそれをもたらすはずである。シミュレーションの結果が示しているのは、日本の対中投資が増加するだけでは、それは早期には実現しない。同時に中国の対日投資を拡大するという、対外相互直接投資を促進すれば、早期かつ持続的な成長をもたらされる、というものである。

これは日米中3カ国モデルでシミュレーションしても同じような結論になる。

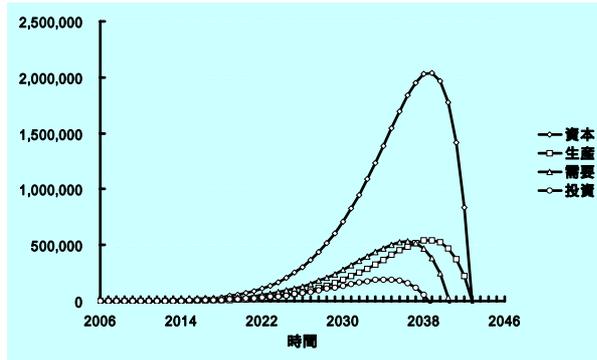


図17 大恐慌2040

この結論は、しかし、そのような投資プロセスが、管理されない巨額の資金流動を生み出すのならば、図17のような世界的大恐慌を導く、という予測とセットにして示されるべきであろう。2040年世界は大恐慌に見舞われ、現代のグローバル経済システムは破綻して壊滅的な打撃を被る。

このような予測も、SDモデルのシミュレーション結果のひとつである。

証券会社のエコノミストは決してこのような予測を提出することができない。出せば相場が動いてしまうからである。すなわち、投資家の行動について合理的意思決定を仮定したモデルは、投資家が手に入るすべての情報を合理的に役立てるものとしてその行動を予測する、という定式化になっている。ここで提出したモデルが正しく未来を予測するものであるのなら、それは手に入る情報を合理的に用いた結果のはずである。

だとするならば、合理的な投資家はこの同じ予測を同じように導き出しているはずで、それに対する合理的な対処は恐慌の発生を早める、すなわち、自己成就性をもつ予測となっていなければならない。それなら人々は先の予測どおりに恐慌の発生を座して待つはずはなく、予測は当たらないことになり、正しく未来を予測するものであるという仮定に反する結果となる。この自己矛盾の故に、この予測は提出することができないのである。入れ子式予測の無限退行性というパラドックスである。

では恐慌はあり得ないのだろうか。

SDモデルのシミュレーションは、任意の時点においてそれまでに得られている情報に基づいて意思決定する主体という意味で、適応的期待の形成を前提にしていると言っても過言ではない。情報の取得にはすべて遅れが伴い、そのことが結果として変動を増幅する結果になることを重視するものである。そしてさらに重要なことは、提出すべきモデルそのものが理論の名において「正しい」ということを主張していないのである。予測結果は実現すべき代替的未来のうちの高々ひとつを指摘しているに過ぎない。

そのような予測を提出するのはただの人騒がせのためかと問われれば、そうではなく、正にその予測とモデルとをセットにして提出することによって、そこにあり得る逆境に対して事前に対処する方策を提言しようとしているのである、と応じられたい。

この結果が示しているような大恐慌は、資本係数の増大とともに表れる変動性の増大をもたらす結果なのであって、それに対する処方箋は、SD研究がすでに用意しているもののひとつである。

投資による資本蓄積のセクタにおいて意思決定に用いられた資本係数は次の式で与えられていた。

$$\text{資本係数} = \text{総資本} / \text{総生産}$$

この式の右辺はストック(円) 割るフロー(円/年)であるから、左辺は時間の次元(年)をもつ、すなわち、資本係数というのは総資本の回転にかかる遅れなのである。資本回転のスピードが上がれば遅れは短くなり、下がれば長くなる。

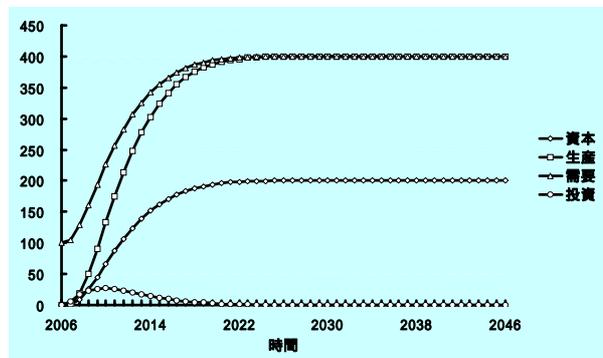
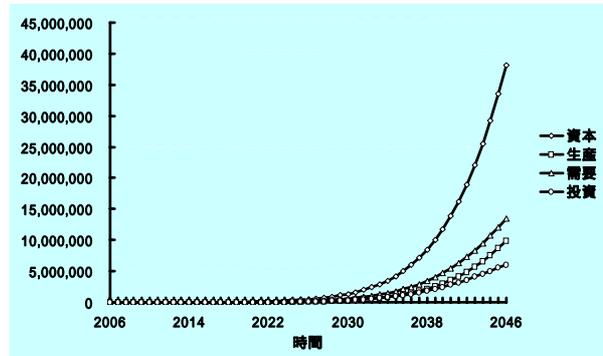


図18 コントロール

この遅れの長さをコントロールすることによって、図18のように、持続的成長を導くことも一定水準に収束させることも可能なのである。ここに政策の重要性と、政策手段の具体性を強調することができる。

21世紀の日本経済の展望は、経済があたかも天体の運行のごとく予測できるものとして論じられる社会科学ではなく、人智によって逆境を乗り越えようとする政策決定を改善するための政策科学として、述べられるべきである。これが言わば本稿の結論であって、その可能性を例示し得たものと思う。

10. 結びに代えて

システムダイナミックスのマクロ経済学への潜在的貢献として長期波動の研究は既に然るべく評価されているが、その他に以下の4点を指摘することができる。

- 1) マクロ理論の妥当性を吟味し得る透明度の高いモデリング
- 2) 指数遅れ現象の導入によるミクロ理論とマクロ理論の接合
- 3) 経済史的説明を容易にする実態経済の指標化
- 4) 中期的将来の妥当な予測に基づく政策研究の展開

理論経済学という場合に、モデル分析の手法が理論なのではなく、そこで展開されるモデル分析の結果がもつ理論的含意がその内実になるのだとすれば、理論命題をひとつひとつ吟味するための道具として、SDモデリング&シミュレーションはちょうど良い装備となる。そのメリットのひとつには、展開されるモデルの透明度の高さがあげられよう。

モデル内での意思決定の定式化にはミクロ的な想定がしばしば用いられるが、その想定を集計化したマクロのモデリングのためには、固体運動におけるミクロの不確実性を全体運動の法則へと結びつける「指数遅れ現象の理論」が有用である。本稿で用いたモデルにはこの考えが多用されている。

シミュレーション結果は、過去の歴史上の事実に適用的ことによって、経済史的解明の手がかりを与える。そのために指標を構成する材料を理論および資料と整合的に作成できる。この領域は未開拓なので、今後の成果が期待できる分野であろう。本稿では一例として定数項の和の変動を示し、それが日本経済30年の歩みをよく復元していることを示した。

結論部分で述べているように、モデリング&シミュレーションは科学的解明のためのツールというよりは、政策研究のツールとして使うことにより真価を発揮する。このことは、例えば、シンクタンクやコンサルタントによるもののような、依頼を受けてする政策研究においても、独立に営まれる政策科学研究においても、

本稿の示唆が生かされるものと信ずる。

参考文献

- 1) 小林秀徳『政策研究の動学的展開』2002年
- 2) 宮川公男『政策科学の基礎』1994年
- 3) Sterman, J.D., *Business Dynamics*, 2000.
- 4) Forrester, J.W., *Industrial Dynamics*, 1961.

