

DYNAMOPⅢ：実験結果報告

小林秀徳

はじめに

システム・ダイナミックスは、シミュレーション実験に基づいて動学モデルの分析を遂行するアプローチである。相互依存関係をもつ多数の要素によって構成されるシステムの動学的特性を研究する上で欠くことのできない分析のプロセスをシステムティックに整序するものであると言っても良い。本研究ノートは、このアプローチを2国間の貿易構造の分析に適用する問題を例として、一つの実験結果を報告するものである。

1. ダイナモ方程式

1-1. 表記法の規約

一般に、システムの表現として用いられる①のような微分方程式モデルの定差方程式近似②～③を④～⑤の形に書き直したものをダイナモ方程式という。

$$\text{微分方程式：} \quad Dx=f(x, y, \dots, t) \quad \text{①}$$

$$\text{定差方程式近似：} x(t)=x(t-h)+h \times r([t-h, t]) \quad \text{②}$$

$$r([t, t+h])=f(x(t), y(t), \dots, t,) \quad \text{③}$$

$$\text{ダイナモ方程式：} x. K=x. J+DT \times r. JK \quad \text{④}$$

$$r. KL=f(x. K, y. K, \dots, \text{TIME. K}) \quad \text{⑤}$$

④～⑤で x をレベル変数、 r をレート変数と呼び、時間添字によって区別する。レベルはストックを表わしレートはフローを表わしていると考えられるので、ダイナミックな構造を定式化する上でこの表記法は便利である。ダイナモ方程式で表わされた任意のモデルはコンパイラによってシミュレーション・モデルに翻訳される。

1-2. 1次の指数遅れ

時間軸上で変動する $y(t)$ の指数分布ラグ $z(t)$ を下記の①式で定義する。この式の積分変数を、 $x=t-\tau$ によって変換すると②が得られる。

②式の両辺に $e^{\lambda t}$ を乗じて両辺を t で微分してやると③が得られる。これを指数分布ラグの微分方程式という。

1-1の規約に従って③式をダイナモ方程式に書き直すと④のようになる。これを「 z は y の指数平滑値である」と読む。④式における T の値は⑤によって明らかのように平均遅れの長さを表わしている。

④式の両辺に T を乗じ、新たにレベル変数 $r \equiv Tz$ を導入し、さらに z をレート変数に読み変えれば一組のダイナモ方程式⑥～⑦を得る。この一組を「 z は y の1次の指数遅れである」と読む。④と⑥～⑦は同じ事柄①の代替的表現であるに過ぎない。

$$\text{指数分布ラグ: } z(t) = \int_0^{\infty} \omega(\tau) \cdot y(t-\tau) d\tau \quad \text{①}$$

$$\text{ただし } \omega(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t}$$

$$\text{積分変数の変換: } z(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} \cdot \int_{-\infty}^t e^{\lambda x} \cdot y(x) dx \quad \text{②}$$

$$\text{微分方程式: } Dz = \lambda \cdot (y - z) \quad \text{③}$$

$$\text{ダイナモ方程式: } z \cdot K = z \cdot J + DT \times (y \cdot J - z \cdot J) / T \quad \text{④}$$

$$\text{ただし } T \equiv 1 / \lambda$$

$$\text{確率変数 } t \text{ の平均値: } E(t) = \int_0^{\infty} t \cdot \lambda \cdot e^{-\lambda t} dt = 1 / \lambda = T \quad \text{⑤}$$

$$\text{一次の指数遅れ: } r \cdot K = r \cdot J + DT \times (y \cdot J - z \cdot JK) \quad \text{⑥}$$

$$z \cdot KL = r \cdot K / T \quad \text{⑦}$$

1-3. 高次の指数遅れ

前と同じ $y(t)$ の指数分布ラグ $z(t)$ において、 y が瞬間 $[0, dt]$ において高さ $1/dt$ の値をとりそれ以外では0をとるようなパルスであるとすれば、1-2の②式より

$$z(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t}$$

を得る。すなわちパルス y に対する1次の指数遅れ z は指数分布の密度関数と同じ形をしている。

任意の自然数 k に対して

$$z_1(t) = k \cdot \lambda \cdot \exp(-k\lambda t) \quad \text{for} \quad t \geq 0$$
$$= 0 \quad t < 0$$

が与えられたとき、平均遅れの長さを T/k とする z_1 の1次の指数遅れを z_2 とすると、 $t \geq 0$ に対しては

$$z_2(t) = k \cdot \lambda \cdot \exp(-k\lambda t) \cdot \int_0^t \exp(k\lambda x) \cdot k\lambda \cdot \exp(-k\lambda x) dx$$
$$= (k\lambda)^2 \cdot t \cdot \exp(-k\lambda t)$$

となる。

さらに同じ平均遅れに対する z_2 の1次の指数遅れを z_3 とすると

$$z_3(t) = (k\lambda)^3 \cdot [t^2/2] \cdot \exp(-k\lambda t)$$

となり、同様にして z_3, z_4, \dots, z_k を順繰りにつくってやると

$$z_k(t) = (k\lambda)^k \cdot [t^{k-1}/(k-1)!] \cdot \exp(-k\lambda t)$$

を得る。これは自由度 $2k$ のカイ二乗分布の密度関数である。

この分布の現実における例は、同じ指数サービスの窓口を順に k 個通過する際に顧客のこうむる総サービス時間の確率分布であり、待ち行列理論ではこれを k 型アーラン分布と呼ぶ。総サービス時間 t の μ と σ^2 は

$$\mu = (k\lambda)^k / [(k-1)!] \cdot \int_0^\infty t^k \cdot \exp(-k\lambda t) dt = 1/\lambda$$

$$\sigma^2 = (k\lambda)^k / [(k-1)!] \cdot \int_0^\infty t^{k+1} \cdot \exp(-k\lambda t) dt - (1/\lambda)^2$$
$$= 1/(k\lambda^2)$$

となることが容易に確かめられる。

2. モデル

2つの国が存在する世界の経済変量の間で成立する諸関係を考える。変数の後ろに1、2という数字をつけて、それぞれ第1国、第2国の変量であることを表わすことにする。たとえば、第1国の資本を資本1とし第2国の資本を資本2とする。対称的な関係については資本*i*のように書いて*i*=1, 2について同様に成立することを表わす。

2-1. 生産と消費

年間の生産は資本ストックを投入要素として固定的な資本係数のもとで決定される。

(2-1-1) 生産 i . K =資本 i . K /資本係数

資本ストックは年間の純投資によって事後的に決まる。

(2-1-2) 資本 i . K =資本 i . J + DT ×投資率 i . JK

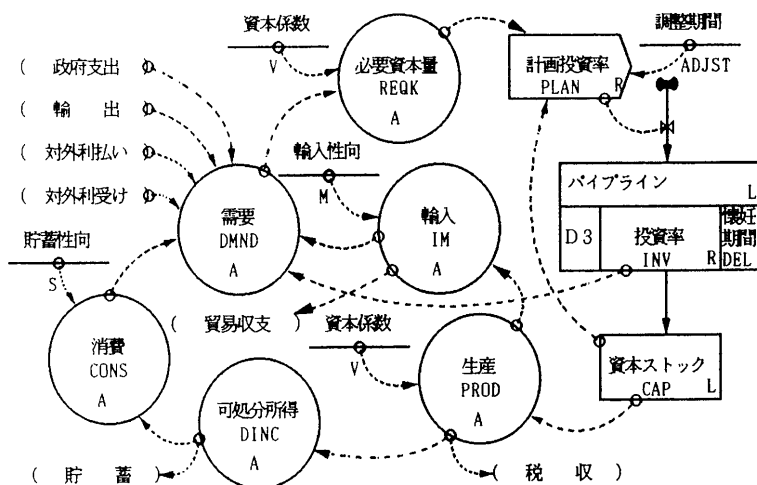


図1. フローダイアグラム1

投資は必要資本量と現有資本ストックとの差の調整として計画され、計画投資率の3次の指数遅れとして実現する。

(2-1-3) 投資率 i . $KL = \text{DELAY}3$ (計画投資率 i . JK , 懐妊期間)

(2-1-4) 計画投資率 i . $KL = (\text{必要資本量 } i. K - \text{資本 } K) / \text{調整期間}$

ここで投資率とは単位時間(1年)当たりの純投資量を表しており、その意味で率(レート)が付加されている。また DELAY3 は3次の指数遅れを与えるダイナモのマクロ関数である。

必要資本量は需要を満たすだけの生産をあげるに必要な資本ストックの水準である。

(2-1-5) 必要資本量 i . $K = \text{需要 } i. K \times \text{資本係数}$

需要は消費と投資と政府支出をまかなうことを基本としているが、相手国との生産物のやりとりがあるので次のようになる。

(2-1-6) 需要 i . $K = \text{消費 } i. K + \text{投資率 } i. JK + \text{政府支出 } i. K$

+ 輸出 $i. K - \text{輸入 } i. K$

+ 対外利払い $i. K - \text{対外利受け } i. K$

消費需要は生産から租税を引いた可処分所得に固定的な消費性向を乗じたものである。

(2-1-7) 消費 $i. K = (1 - \text{貯蓄性向}) \times \text{可処分所得 } i. K$

(2-1-8) 可処分所得 $i. K = (1 - \text{税率}) \times \text{生産 } i. K$

輸入需要は生産に固定的な輸入性向を乗じた値に設定される。

(2-1-9) 輸入 $i. K = \text{輸入性向} \times \text{生産 } i. K$

2-2. 政府支出

政府支出は生産水準からは独立に決められる固定的な部分と、税金によって賄えなかった部分(財政赤字)に対する金利の支払いとによって構成される。

(2-2-1) 政府支出 $i. K = \text{STEP (固定部分, DT)} + \text{政府金利払い } i. K$

(2-2-2) 政府金利支払い $i. K = \text{MAX}(\text{政府累積赤字 } i. K, 0) \times \text{利率}$

(2-2-3) 政府累積赤字 $i. K = \text{政府累積赤字 } i. J + \text{DT} \times \text{財政赤字 } i. JK$

(2-2-4) 財政赤字 $i. KL = \text{政府支出 } i. K - \text{税率} \times \text{生産 } i. K$

STEP は、初期からある時点まではゼロでその時点以降一定の値を与えるダイナモ関数であり、ここではその時点がシミュレーションの初期から DT だけ後とおいてあるので、初期にゼロ、一瞬の後に降固定部分という値を与える。MAX は () 内の大きい方の値を与える関数である。

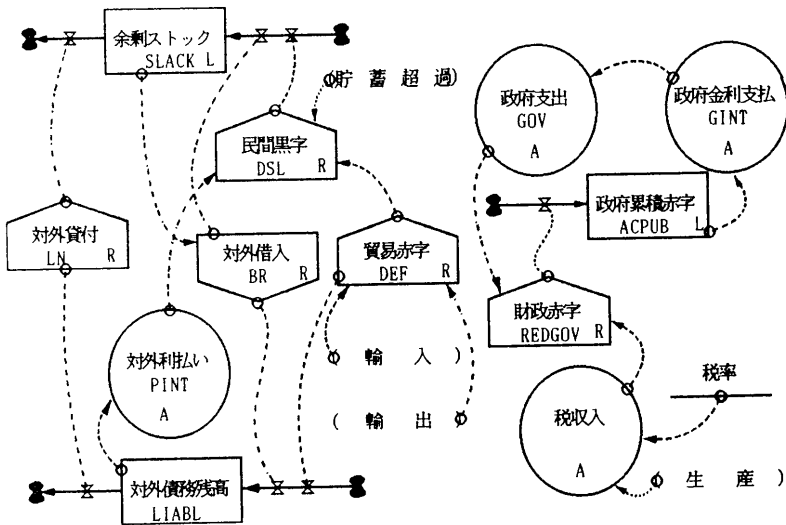


図 2. フローダイアグラム 2

2-3. 対外債務および輸出入

対外利払いは、対外債務に対する金利の支払いである。

(2-3-1) 対外利払い $i. K = \text{MAX}(\text{対外債務残高 } i. K, 0) \times \text{利率}$

(2-3-2) 対外債務残高 i . $K = \text{対外債務残高 } i \cdot J + DT \times (\text{対外借入 } i \cdot JK - \text{対外貸付 } i \cdot JK + \text{貿易赤字 } i \cdot JK)$

(2-3-3) 貿易赤字 i . $KL = \text{輸入 } i \cdot K - \text{輸出 } i \cdot K$

以上のすべての変量はそれぞれ自国の通貨で評価された金額で表わされているものとする。簡単のために第1国の通貨は円で第2国の通貨はドルであるとしよう。為替レートを1ドルX円として輸出を次のように決めることとする。

(2-3-4) 輸出 1. $K = \text{輸入 } 2. K \times X \cdot K$

(2-3-5) 輸出 2. $K = \text{輸入 } 1. K / X \cdot K$

対外貸付は相手国からの借り入れ要請に対して、自国の余剰ストックが十分にある場合にはその額で応じ、十分でない場合には貸し出し得る上限まで応じる。

(2-3-6) 対外貸付 1. $KL = \text{MIN}(\text{借入要請 } 2. K \times X \cdot K, \text{貸出限度 } 1. K)$

(2-3-7) 対外貸付 2. $KL = \text{MIN}(\text{借入要請 } 1. K / X \cdot K, \text{貸出限度 } 2. K)$

(2-3-8) 貸出限度 i . $K = \text{MAX}(\text{余剰ストック } i \cdot K, 0)$

(2-3-9) 対外借入 1. $KL = \text{対外貸付 } 2. K \times X \cdot K$

(2-3-A) 対外借入 2. $KL = \text{対外貸付 } 1. K / X \cdot K$

(2-3-B) 余剰ストック i . $K = \text{余剰ストック } i \cdot J + DT \times (\text{民間黒字 } i \cdot JK + \text{対外借入 } i \cdot JK - \text{対外貸付 } i \cdot JK)$

借り入れ要請は自国の余剰ストックが負になってしまう状況で生じる。

(2-3-C) 借入要請 i . K

$= (-1) \times \text{CLIP}(0, \text{余剰ストック } i \cdot K, \text{余剰ストック } i \cdot K, 0)$

ここで $z = \text{CLIP}(x, y, a, b)$ は

$z = x$ if $a \geq b$

$= y$ if $a < b$

という関係を表わす関数である。

民間黒字は貯蓄超過と貿易収支および対外金利の貿易外収支からなる。

$$(2-3-D) \text{ 民間黒字 } i. K L = \text{貯蓄性向} \times \text{可処分所得 } i. K - \text{投資率 } i. JK \\ + \text{輸入 } i. K - \text{輸出 } i. K \\ + \text{対外利受け } i. K - \text{対外利払い } i. K$$

$$(2-3-E) \text{ 対外利受け } 1. K = \text{対外利払い } 2. K \times X. K$$

$$(2-3-F) \text{ 対外利受け } 2. K = \text{対外利払い } 1. K / X. K$$

以上で図1と2のフロー・ダイアグラムに現われているすべての変数に方程式が与えられた。

2-4. シミュレーション計画

次のような想定のもつ長期的な含意を実験によって検討する。

- (1) 2国は等しい経済規模をもつ。
- (2) 貯蓄性向と輸入性向を除くすべてのパラメータは2国間で相等しい。
- (3) 貯蓄性向は第1国が相対的に大きい。
- (4) 輸入性向は第2国が相対的に大きい。
- (5) 貯蓄性向+輸入性向は2国間で相等しい。
- (6) 初期における攪乱以外に外生変数の時間経路を与えることはしない。

基本ケースのパラメーターの値は以下のとおりである。

資本の初期値=0 投資の懐妊期間=1.5年 資本の調整期間=2年

資本係数=1.5 税率=0.1 利子率=0.055

固定政府支出=100 為替レート=1

貯蓄性向： 第1国；0.25 第2国；0.15

輸入性向： 第1国；0.1 第2国；0.2

注意：1. 出力段階で、すべての変数の値はドルに換算して示す。ドル換算済み変数は添字1のかわりにXを付す。

2. 次の式により経済成長率を計算する。

$$\text{成長率 } K = (\text{生産 } K - \text{生産 } J) / \text{生産 } J / DT$$

2-5. 実験結果

以下にシミュレーション結果のプロットアウトを示す。

図3に生産の変動が描かれている。横軸が時間で0から60年までのシミュレーション期間を表わし、縦軸がドルで表わした両国の生産物の大きさである。曲線に付された1と2のキャラクタはそれぞれ第1国と第2国の生産の値であることを示している。

初期の外生的不均衡に対して、システムは調整的変動を現わすが、最初の12年目では調整が上方に過剰反応、次の12年では下方に過剰反応を示している。

30年を過ぎるあたりからシステムはうまく成長の軌道に乗るよう

```

*****
*   生産   *
*****
X AXIS=>TIME
Y AXIS=>PRODX:1
          PRODX:2
Xmax: 59.9997
Xmin: 0
Ymax: 3656.28
Ymin: 0
    
```

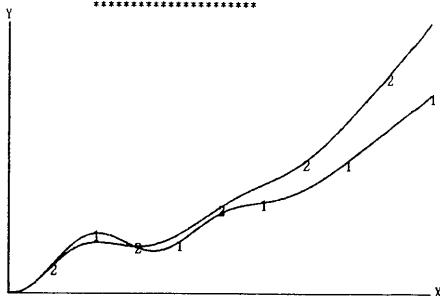


図 3

```

*****
*   輸出   *
*****
X AXIS=>TIME
Y AXIS=>EXX:1
          EXX:2
Xmax: 59.9997
Xmin: 0
Ymax: 731.256
Ymin: 0
    
```

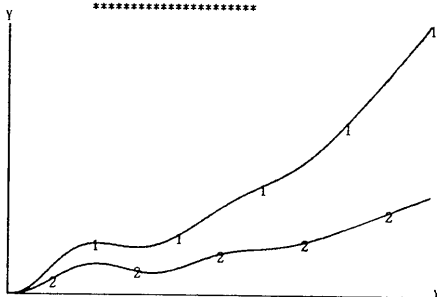


図 4

```

*****
*   貿易赤字   *
*****
X AXIS=>TIME
Y AXIS=>DEFX:1
          DEFX:2
Xmax: 59.9997
Xmin: 0
Ymax: 463.569
Ymin: 461.741
    
```

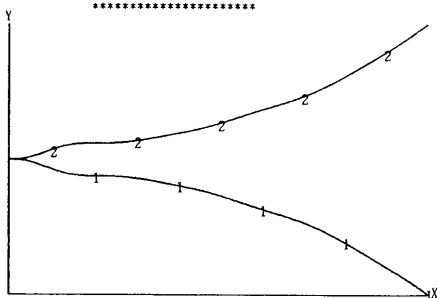


図 5

 * 消費 *

X-AXIS=>TIME
 Y-AXIS=>CONSX:1
 CONSX2:2
 Xmax= 59.9997
 Xmin= 0
 Ymax= 2797.05
 Ymin= 0

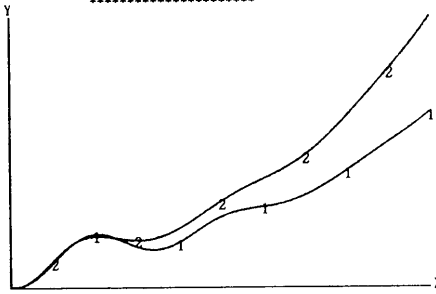


図 6

 * 財政赤字残高 *

X-AXIS=>TIME
 Y-AXIS=>ACPURX:1
 ACPUR2:2
 Xmax= 59.9997
 Xmin= 0
 Ymax= 16341.5
 Ymin= 0

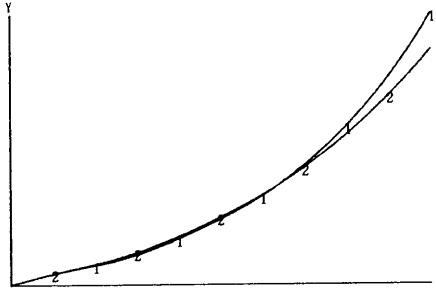


図 7

 * 民間黒字残高 *

X-AXIS=>TIME
 Y-AXIS=>SLACKX:1
 SLACK2:2
 Xmax= 59.9997
 Xmin= 0
 Ymax= 10812.4
 Ymin=-642.125

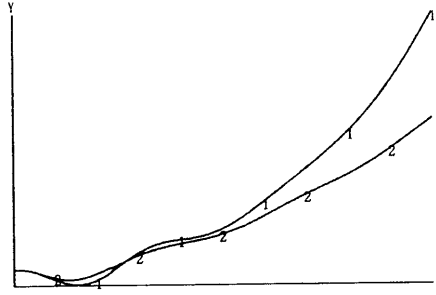


図 8

に調整される。

このように与えられたパラメータのもとではステディステートにいたるまでに30年を要するのである。

輸入性向が高く貯蓄性向の低い第2国の方が生産量において第1国を圧倒するが、第1国の輸出がはるかに大きくなっており、図5に見られるようにかたや貿易黒字国、かたや貿易赤字国となって、その差も広がってゆく。

ちなみにステディステート下での経済成長率は

第1国：3.2%

第2国：3.7%

程度である。

この2国間の構造は、せつせと相手国のために輸出に励む第1国と、それを大量に輸入して増大する貿易赤字をか

かえながら悠々と高度な消費生活を享受する第2国という、現実の貿易構造の事例を思い起こさせる。

図7と8に見られるように、第1国はヨリ大きな財政赤字残高と民間黒字残高を抱える。

生産と消費が第2国の方が大きいにもかかわらず、第1国の方が大きい政府支出を余儀なくされている。

こうしたことの生じる理由は、図11に見られる成長の素になる生産物の需給ギャップが2国間ではほぼ同じ程度の安定した超過需要となつて推移してゆくことからわかるように、図9の対外債務残高に対する利払いのための生産増加圧力が、第2国の成長を促し、それによって増大する税金

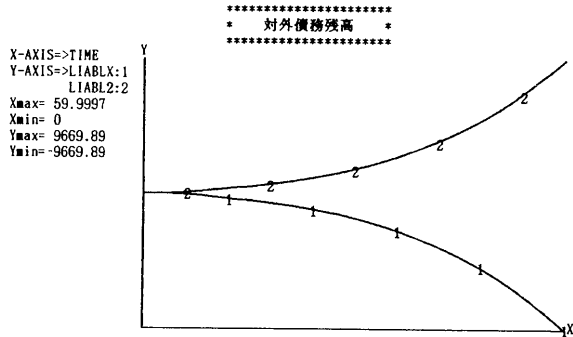


図 9

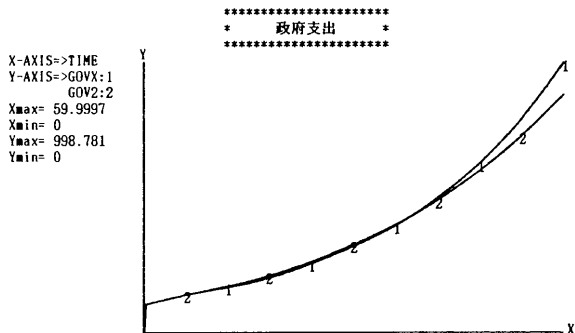


図 10

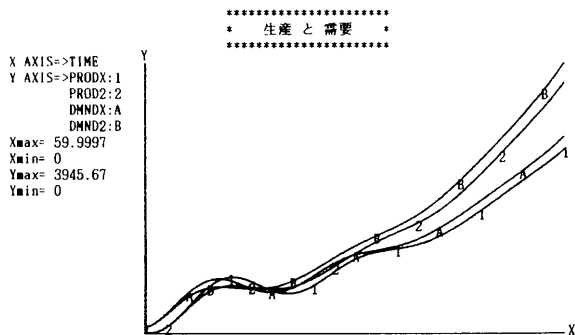


図 11

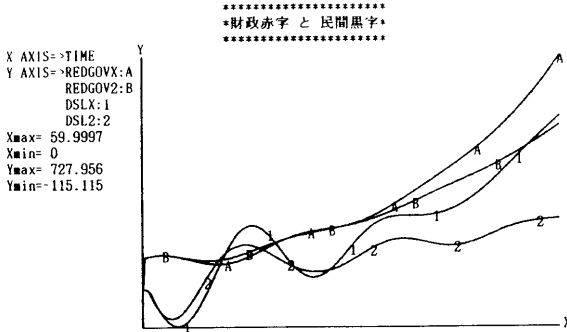


図 12

の伸び、したがって財政赤字の相対的減少をもたらすのに対し、第1国では債務国から利払いが次々とはいつてくるので生産に対する要求が低く、その分税収が減るので財政赤字が増えることにある。

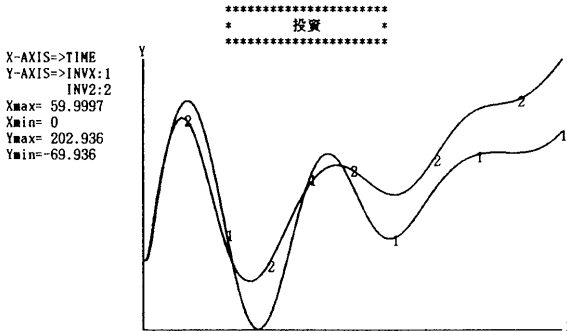


図 13

図12に、均衡モデルにおいては等しい値となるべき財政赤字と民間黒字とが常にギャップをもって推移してゆく様子が表わされている。

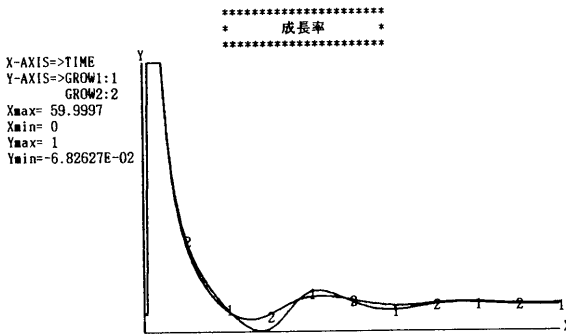


図 14

図13は投資の変動、図14は成長率である。初期における生産は資本ストックをゼロとしたことによりゼロから出発しているので、最初は成長率が無限大になってしまう。調整過程で一旦マイナスになるがやがて一定値に収束する様子がわかる。

以上の実験結果の解釈は、両国を現実の2国に擬しながら政策提言を検討するかたちで行うのが良い。

貿易収支における第2国の累積赤字の増大と第1国の累積黒字の増大は2国間の国際関係に軋轢をもたらす。それは、このような構造が第1国にのみ恩恵をもたらすと考えられているからに他ならない。ちょうどシミュレーション結果の図3の最初の10年ほどの間が表わしているように、同じ規模で出発した2国でありながら第1国が相対的に高い成長を示すのである。しかし、これが初期の不均衡の調整を終えて両国の成長の段階に入ると、シミュレーション結果は明らかに第1国にとって国民の厚生上の不利がもたらされることを予測している。生産も消費も第2国の方が大きく、政府支出は第1国の方が大きい。すなわち第2国で輸出されず国内に蓄積された生産物が生産資本として有効に役立てられる結果、それは生産の増大ひいては労働の雇用確保ないし労働者の生活向上をもたらし、第2国の生産のある部分は対外債務に対する金利支払いとなって第1国に還流するものの、第1国の労働者は相対的に窮乏化することになる。

第2国として貿易収支の赤字増大を必然的に導き出すこのような構造のもとでなすべきことは、輸入性向を低めたり貯蓄性向を高めたりするようなキャンペーンを自国の国民を対象として展開することではなく、輸出にまわらない生産力を投資財の生産へと振り向けてゆくことであろう。

第1国は在外資産を相手国で生産資本化せざるを得ず、直接投資・企業経営の国際化といった新しい要求に対処することを余儀なくされる。政府支出の増大と税収の伸び悩みは深刻なコンフリクトを内在している。

2-6. シミュレーション・リラン

以上の結果は、為替レートを1に固定したものである。すなわち、シミュレーション期間中1ドル=1円と仮定されている。DYNAMOPⅢのリラン機能をつかってこれが別の値をとった場合を次に実験する。

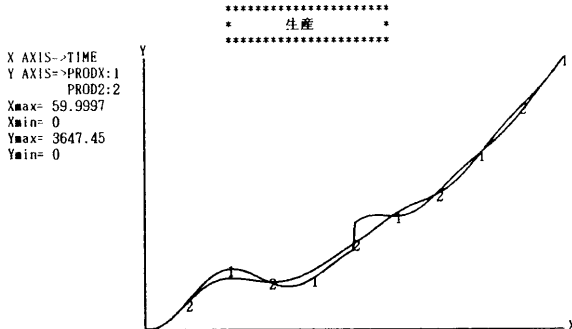


図 15

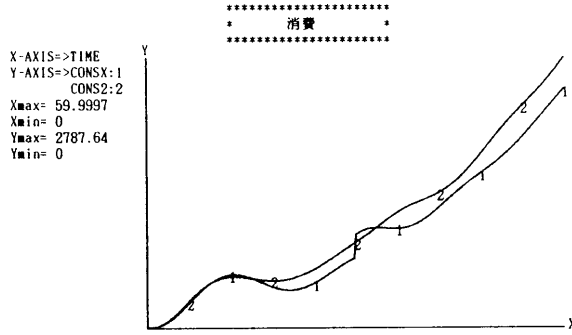


図 16

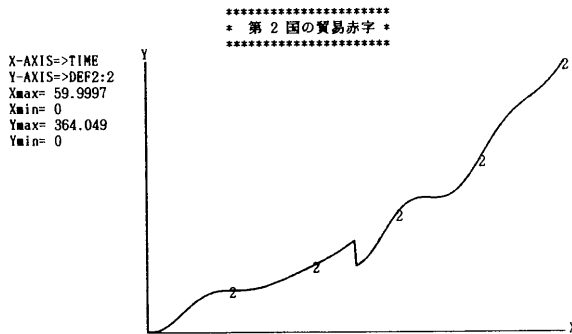


図 17

図15~17は他のパラメータを固定して為替レートのみを30年以降0.75に変更した場合のシミュレーション結果である。

30年目における為替レートの変更により第1国の生産は上に跳ね上がるが、この外生的攪乱はすぐに下方調整され、両国の生産はほぼ同じ水準になる。

消費性は第2国の方が高いので、消費はレート変更の直後を除いて基本ケースと同様の結果になる。

すなわち図17に見るごとく、第2国の貿易赤字は一旦下がってまた増大してゆくのである。

この結果から、貿易赤字は構造的なものであり、固定的な為替レートのもとでは簡単

には解消されないものであることがわかる。

2-7. 為替レートの内生化

もし生産と需要との間に不均衡がなければ次の等式が成立しなければならない、すなわち

$$\begin{aligned} & (\text{税収入1}-\text{政府支出1})+(\text{貯蓄1}-\text{投資1}) \\ & \quad +(\text{輸入1}-\text{輸出1})+(\text{対外利受け1}-\text{対外利払い1}) \\ = & (\text{税収入2}-\text{政府支出2})+(\text{貯蓄2}-\text{投資2}) \\ & \quad +(\text{輸入2}-\text{輸出2})+(\text{対外利受け2}-\text{対外利払い2}) \\ = & 0 \end{aligned}$$

である。ところで

$$\text{輸出1}=\text{輸入2}\times x \quad \text{対外利受け1}=\text{対外利払い2}\times x$$

$$\text{輸出2}=\text{輸入1}/x \quad \text{対外利受け2}=\text{対外利払い1}/x$$

であるから、これをつかって上の2式から国際収支項目を消去すると

$$\begin{aligned} x = & -\{(\text{税収入1}-\text{政府支出1})+(\text{貯蓄1}-\text{投資1})\} \\ & \div\{(\text{税収入2}-\text{政府支出2})+(\text{貯蓄2}-\text{投資2})\} \end{aligned}$$

が得られる。しかしここでとりあげているモデルは不均衡開放体系動学モデルであり、正の成長を示す定常状態では必ず超過需要が発生することになっているから、この均衡条件から為替レート x を決めることができない。

そこで第2の実験として、次のように貿易収支を均等させる為替レートの調整を導入することにする。すなわち

為替レート、 K =為替レート、 $J+DT\times$ 調整率、 JK

調整率、 $KL=(\text{目標レート}-K-\text{為替レート}, K)/\text{調整期間}$

目標レート、 $K=\text{輸入1}, K/\text{輸入2}, K$

である。

この想定がどのようなインプリケーションをもつかを実験してみよう。

レート調整の開始を30年目からとし、調整期間=DT とする。すなわち為替レートは30年目以降は常に貿易収支を均衡させる水準に瞬間的に調整される。

図18はそれぞれ円とドルではかられた生産水準の変動であるが、30年目の調整導入直後に第2国が急速に成長している。この時期に第1国の生産は急激に落ち込む。

これは第1国の輸入需要が1ドル約30銭という突然変更された高いレートによって、第2国の輸出を急激に増大させる結果である。

生産水準を各時点での為替レートで評価しなおすと、図19のようになっている、Xで表わされている第1国の

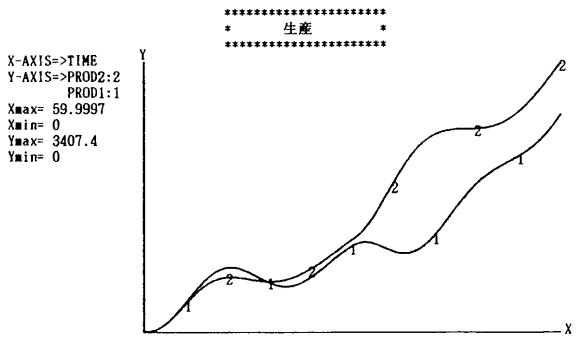


図 18

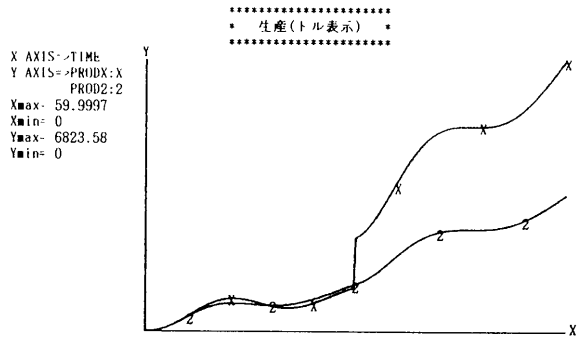


図 19

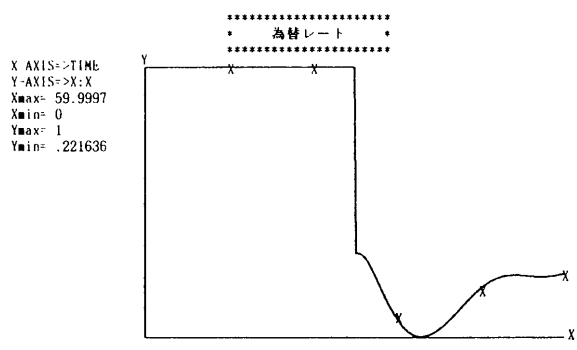


図 20

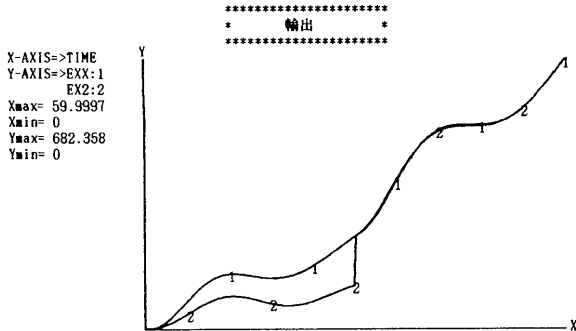


図 21

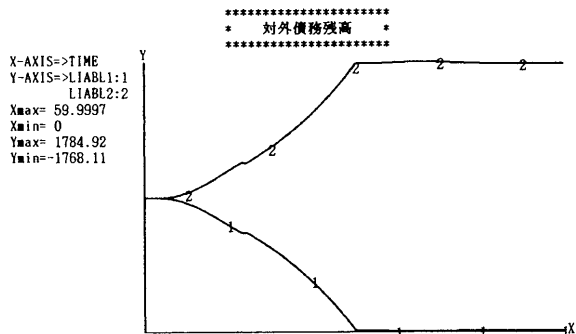


図 22

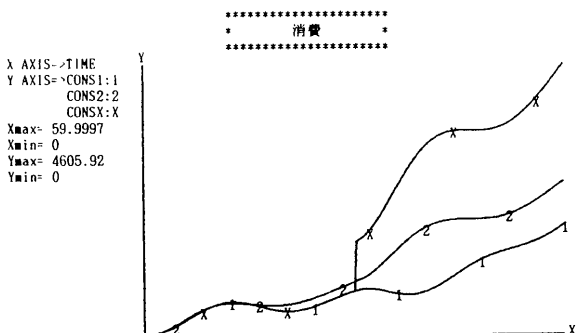


図 23

生産は急激に膨らんでいるように見える。

為替レートは30年目でその実力の水準に落ちるが、それに留まることなく、この突然の不連続的变化に反応してさらに下落する。しかし長期的には上下に振動しながら動学的均衡を達成するように見える。

輸出は同一通貨で評価して両国間で相等しい大ききで推移する結果、対外債務は増加せず30年以降ほぼ一定の値になる。

消費はドルに換算すれば第1国が第2国を圧倒しているが、国内でのビフォー・アフターを見ればむしろ停滞しているというべきで、景気が少しも良くないのにやたら海外旅行に出掛けて豪遊している

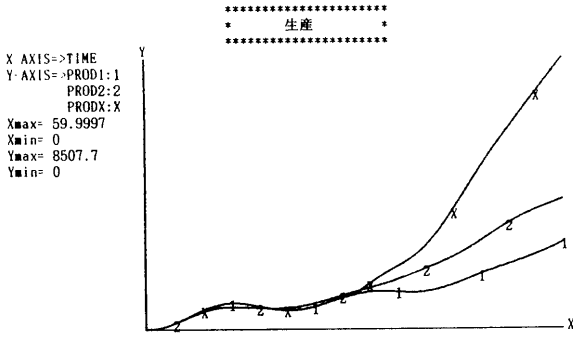


図 24

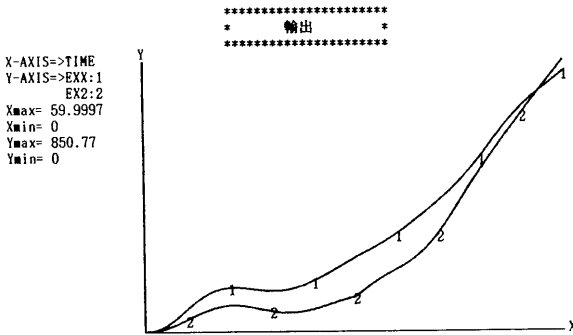


図 25

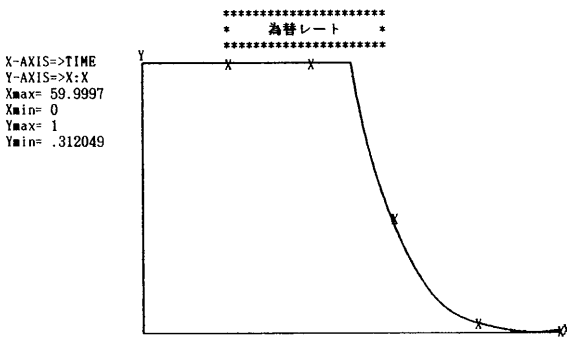


図 26

ようなものであろうか。

図18～23は突然の制度変更と瞬間的調整という極端な不連続要因を導入したためにグラフの途中にジャンプが生じている。

為替の調整速度を遅くして、期間を10年にした結果が図24～26に示されている。

30年目のジャンプは消えて曲線としては滑らかになっているが、ドル換算での第1国の生産の増大が、瞬間的調整の場合よりもはなはだしい。

また、第2国の輸出の調整はオーバーシュートして第1国に貿易赤字を生じさせるところまでゆく。このように調整遅れが長くなると、調整局面で逆の不均衡を抱える時期が必ず出て来るのである。

為替の調整速度がシステム変動に与える影響を調べるために、調整期間をZ軸とする3次元のプロットを試みよう。

調整開始の時点を前の場合とは違えてシミュレーションの初期からとし、調整期間の長さを0.2年から20.2年まで連続的に動かしてリランを行う。

DYNAMOPⅢの3次元プロット機能により、結果は図27～29のようなグラフとして表わされる。

図27に見られるように、ドル表示の第1国の生産水準は調整期間が約10年あたりをピークとする山型の変動局面を現わす。第2国にとっては、調整期間の増加方向に対し生産が増大しているから、こ

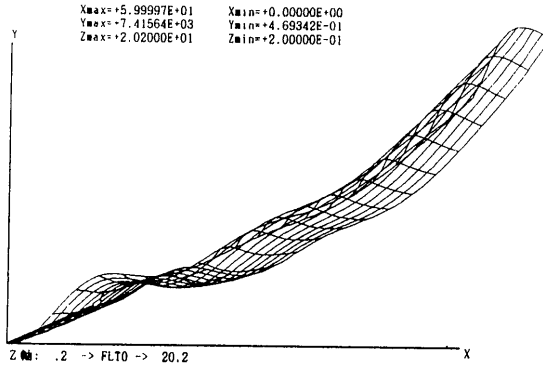


図 27 第1国の生産 (ドル)

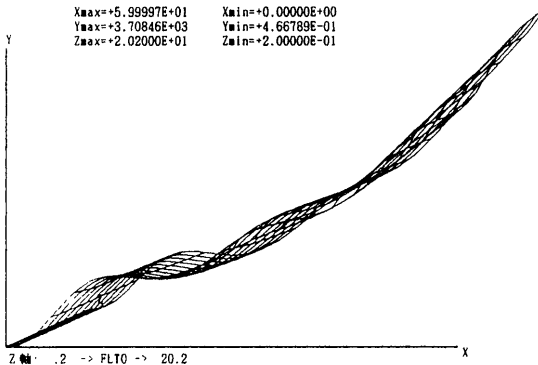


図 28 第2国の生産

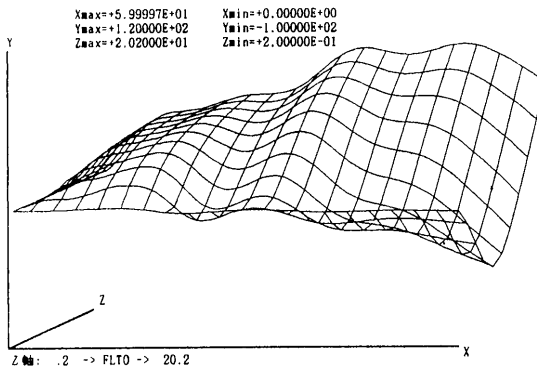


図 29 第2国の貿易赤字

のような『貿易収支を均衡させる水準への為替の調整』という方式において、調整速度の速さが世界の総生産におよぼす影響は線型ではないことがわからう。すなわち、為替レートの変化が単なる換算を通してドル表示の総生産を変化させるだけでなく、輸出入に変動をもたらしこれを通じて各国の生産そのものを変化させる。生産の変動はさらに為替レートを変化させる。こうした二重のフィードバック・ループのもつ長期的インプリケーションの検討には、以上のようなシミュレーションを容易に実施せしめる支援ソフトウェアは不可欠の装備となるだろう。

その他、同じモデルをつかってさまざまな実験が試みられたが、それらをここに報告するにはすでに紙幅が尽きている。他日を期したいと思う。

3. おわりに

国際経済のような相互依存関係にある多くの要因を含むシステムの分析を行う際の困難は、複雑性を取り扱う方法というものがわれわれの基本装備に欠けている場合に生じる。システム・テクノロジーの発達は社会科学の研究にも実験設備が利用できる可能性を開拓したが、この領域のもつ特有の『間主観性』ないし『社会性』は、こうした実験のもつ潜在的可能性を掘り起こす際に避けて通ることのできないハードルを用意している。

社会経済についての予測は、人と人との『相互了解』という社会的な過程を経てのみ能くなされ得るのだとすれば、未来へ向けての人間の問題解決を支援する社会システム・テクノロジーは、何としてもこのハードルを越えなければならないろう。

DYNAMOPⅢ のもつユーザ・フレンドリなマン=マシン・インターフェースは、システム・ダイナミックスの提供する『主観モデルの陽表化』と『コミュニケーションの維持』を増進し、パーソナル・コンピュータの普及性とあいまってこのハードルへの挑戦を鼓吹しているように思われる。