

大規模経済予測モデルのためのモデル結合方式

6R-2

松井 正一

(財)電力中央研究所

1. はじめに

当所では、世界エネルギー需給から地域経済まで一貫して予測できる超大型の経済モデルを開発中である。超大型モデル開発にあたっては、モデル構築からシミュレーションまで一貫して効率的に分析者の作業を支援できる、既存のモデルをも簡単にかつ体系的に扱える分析支援システムが必要不可欠である。本稿ではこのために開発中のシステムの核をなす、個別に開発されたモデルを結合するための方式について報告する[3]。

2. 大規模経済予測モデルの性質

大規模な経済モデルは、プログラムと同様に、あるまとまりであるブロックを単位とした比較的小規模なモデルが結合したものとして構成されているのが普通である。また結合されるモデルは単に方程式群からなる計量モデルだけであることは少なく、産業連関表に基づくモデルなどの構成の異なるものを含むことが多い。最終的なモデルはこれらの個別に開発されるモデルを結合し統合化して得られる。

小規模なブロック毎に開発を行うことにより、ある程度独立して作業ができるためブロック単位の開発は効率的に行えるが、最終的に結合するための仕組みが必要である。

また大規模なモデルのシミュレーション計算を高速に行うためには、通常の計量モデル用のパッケージなどで採られているインタプリタ方式は適当でなく、モデルをコンパイルすることも重要である。

個別に開発されるモデルを結合するためには、モデル間の変数の参照関係をうまく定義できればよい。ところが既存のシステムにはこのための仕組みが用意されていない[1, 4-6]。またモデルをコンパイルする機能も不十分なものが多い。そこで以下の形式でモデルを記述する新たなモデル記述言語に基づいたシステムを開発した。

3. モデルの記述方式

3. 1 基本方式

例として、2つのモデルAとBがあり、AはBで定義される変数 x, y を引用し、BはAで定義される変数 a, b を引用する場合を考える。計量モデルの用語で考えれば、Aの外生変数 x, y はBの内生変数であり、Bの外生変数 a, b はAの内生変数となっている。

この時には、2つのモデルで、参照する他のモデルの内生変

数と他のモデルから参照を許す内生変数を明確に定義しておけば結合するために十分な情報量がある。さらにモデルの外からは、参照を許す変数のみが見えるだけになるから、モデル内では自由に変数名を使うことができる。そこで、参照する変数、参照を許す変数を明示的に記述するモデルの記述を Modula-2 [7] を参考に以下のようにした。

他のモデルから参照する変数を

FROM <モデル名> IMPORT 変数名. . . ;

の形で記述し、外部から参照されてよい変数を

EXPORT 変数名. . . ;

の形で記述する(図1)。

性質の異なるモデルで定義される変数を参照する場合でも、参照先の内部を知る必要はないから、適当なインターフェースを介在すれば既にプログラムとして作成されているモデルでも同様な形で結合できる。

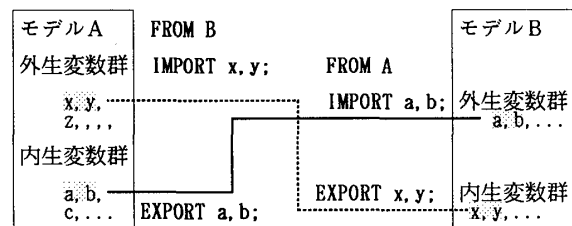


図1 結合を考えたモデルの記述形式

3. 2 計量モデルの記述形式

計量モデルは以下の要素を用いて記述する。

```
MODEL <モデル名> : SIML ;
AUTHOR <作成者> ;
[DATABASE <データベース名> [, <データベース名>]* ;]
[SERTYPE <系列の種別>;]
[FROM <外部モデル名> IMPORT
    <モデルで参照する外部モデルの変数名の指定>;]*
[EXPORT <外部からの参照を許す内生変数名の指定>;]*
[SYSTEM <モデルを構成する方程式名の指定>;]
[EQUATIONS <方程式定義> [<方程式定義>]* ]
END <モデル名>;
```

3. 3 計量モデルと異なる型のモデルの記述方式

計量モデル以外の、例えば産業連関分析モデルの記述形式は以下要素を用いて記述する。

```
MODEL <モデル名>; OTHER ;
AUTHOR <作成者名>;
[FROM <モデル名> IMPORT <変数リスト>;]*
[EXPORT <変数リスト>;]*
INTERFACE
  [VARIABLES <宣言リスト>;]*
  [ENTRY <変数の対応付け>]
  CALLS
  [ <外部プログラム呼び出し>;]*
  [EXIT <変数の対応付け>]
END <モデル名>;
```

4. シミュレーション

計量モデルのシミュレーションは、一般に非線形の連立方程式系の解を求めることであり、反復法で計算される。これに産業連関表を使うモデルが結合される場合には、上記の反復の中にさらに反復を含むことがある。従って高速に計算するためには、反復計算1回当たりの演算量を少なくする必要がある。このためには、モデルを適当な言語のプログラムに変換、コンパイルし、適当なメインプログラムと結合して計算を行えばよい。そこで本システムでは各モデルを総て自動的に FORTRAN プログラムに変換し、それらを結合することで、モデル全体の計算を高速化することとした。

モデルを自動的に FORTRAN プログラムに変換することでシミュレーションを高速化することは、例えば I D E と日本 I B M の研究でも行われているが、モデル記述言語の設計が不十分であり、複数モデルの結合が自動的にはできず、大規模なモデルには向いていない[2]。しかし本システムでは、適切に設計されたモデル記述言語を用いてモデルを記述するため自動的に複数モデルを結合できる。

4. 1 計量モデルの結合

計量モデルは一般に非線形の連立方程式であり、ある時点(期)を考えた場合には、解くべき方程式は以下の形に書ける。

$$S = f(S, X)$$

S : 内生変数群

X : 外生変数群, タイムラグ付き内生変数群・外生変数群

そこで本システムでは各モデルは、入力として現在の内生変数の近似値と外生変数、ラグ付き変数をもらい、内生変数の新たな近似値を返す FORTRAN サブルーチンとして変換する。これにより、モデルを結合することは結合された全体モデルの内生変数・外生変数と、各ブロックの S と X の対応関係を付けることに帰着される。すなわち、あるモデル A で他のモデル B の内生変数を参照している場合には、モデル A の外生変数として

モデル B の内生変数をセットすればよい。

モデルの各々のブロックをプログラムの世界で言うサブルーチンとして考え、他との相互作用はサブルーチンの引数のみによるものとして考えれば、情報の密封が可能であり、モデル間の変数の衝突は簡単に防げる。また、モデル間の結合はサブルーチンの引数のみで行われることから、モデル内部の計算方法は何であっても同じ形で結合できることになる。

4. 2 異種モデルの結合

前述のように、本システムではモデルは入力ベクトルから出力ベクトルを計算するサブルーチンとして考え、内部の構造はモデルの結合に全く関係しない。従って、どんな形のモデルであっても、それが入力ベクトルから出力ベクトルを計算する形式で表現されたものであれば簡単に結合できることになる。

既に作成済みのプログラムなどで表現されたモデルを本システムに取込むためには、

(1) 上述の形に入出力関係を定義しなおし

(2) 他のモデルとの関係をモデル定義言語で書く

作業を行えばよい。この作業は簡単であり、任意のモデルを簡単に結合できる。

5. おわりに

現在までに開発したシステムを用いてプロトタイプモデルの開発が完了し、いくつかのシミュレーションを行っている。この作業において開発したシステムの有効性が確認できている。現在本システムは汎用機上で動作しており使い勝手はあまり良くない。今後はワークステーション上により使いやすいシステムを構築する予定である。

参考文献

- [1] Journal of Economic Dynamics and Control, No. 5, North-Holland, 1983.
- [2] Institute of Developing Economics, Tokyo Scientific Center-IBM Japan: IESA International Economic Structure Analysis. Link Model and Computer Software. 1985.
- [3] 松井: 大規模経済予測モデルのための分析支援システムの開発(1) --システムの設計と基本機能の開発--, 電力中央研究所 研究報告: Y87011, 1988.
- [4] Onishi, H.: Computer Package OEPP for Socio-Economic Analysis and Forecasting, Institute of Socio-Economic Planning, University of Tsukuba, 1985.
- [5] 産業研究所: 国際経済シミュレーションのための情報処理サポートシステムの概要設計報告書. 1978
- [6] 産業研究所: 国際経済シミュレーションのための情報処理サポートシステム報告書(データの管理機能及びモデルの開発機能). 1979
- [7] Wirth, N.: Programming in Modula-2, Springer-Verlag, 1982.