

# 問題定義の一方法——実体—関連モデルの拡張

01202371 北海道大学 関口恭毅 SEKIGUCHI Yasuki

## 1. はじめに

問題領域に属する人々と支援技術領域に属する人々がチームとして問題解決にあたるORプロジェクトでは、問題と技術に関して相互に情報交換するための支援、OR専門家の意思決定問題のモデル化や解法に関する研究の支援、高度に専門化された数理モデルと実際問題との関連づけの支援、などをいかにして実現するかは重要な研究課題である。そのためには実際世界における解くべき問題の操作的な記述方法、そして、その様な記述と数理モデルとの関連づけの効果的な方法が準備されなければならない。

## 2. 問題定義とモデルの記述に関する先行研究

問題領域と数理モデルを関連づける方法には、筆者自身の項目—詳細アプローチ<sup>(3)</sup>を含め、様々なアプローチが既に多数提案されている。しかし、これらの研究においては数理モデルが中心であり、問題領域に関する情報はそれに対する付加情報として扱われているに止まる。本研究では、問題定義と数理モデルの独立性を重視する立場から、実体—関連モデル(ERM)を拡張した数理モデル作成の元になる問題定義の方法を提案し、その性能や数理モデルとの関係を検討する。

## 3. ERMの拡張による問題定義の方法

### 3.1 型属性と汎型

実体ないし関連をオブジェクトと呼ぶ。ERMによってモデル型を記述する方法では、そこに現れるすべてのオブジェクト型に具体例が指定された時、1つの数値例を構成する。その意味ではモデル型を数値例の集合を定義するものと解釈できる。同様に、問題型をそこに含まれる問題の具体例の集合と定義する。

型属性(T属性)とはオブジェクト型の属性である。これに対し個々のオブジェクトの特性である(従来の)属性を具体例属性(I属性)と呼ぶ。I属性値の内実<sup>(1)</sup>(quiddity)—領域、次元、単位、意味などもT属性である。T属性は通常のオブジェクト型より上位の型の属性と考えられる。この上位の型を以下では汎型(G型)と呼ぶ。

システム型(S型)は相互に関連するオブジェクト型の組み合わせとして定義される。S型を構成するオブジェクト型を構成型と呼ぶ。S型の各構成型をそのG型に置き換えて作られるS型の集合を汎システム型(SG型)という。S型やSG型はその構成型や構成G型の属性に加えてそれ自身のI属性やT属性を持つことができるものとする。

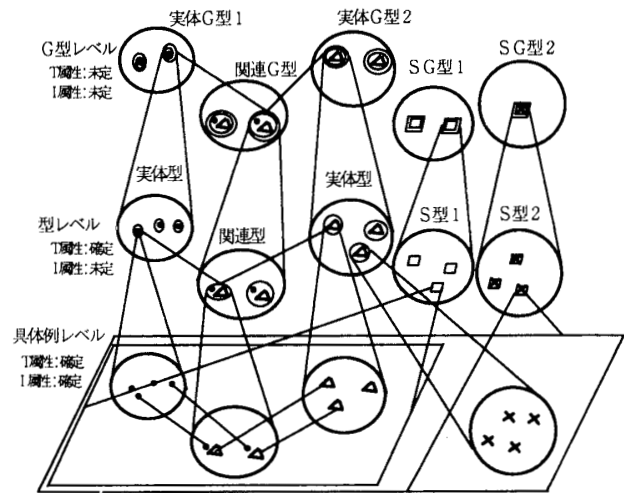


図1 具体例、型、汎型

- 各オブジェクト型に共通のT属性
- ・オブジェクトの集合の特性
  - ・オブジェクト集合の要素に共通する特性
  - ・I属性の内実
  - ・オブジェクト集合の要素の相互関係
  - ・I属性値の依存関係を規定する非数値的特性
- 関連型に特有のT属性
- ・定義型
  - ・定義オブジェクト間の対応関係
  - ・具体例の各定義オブジェクトの最大・最小要素数
  - ・定義オブジェクトの組合せ範囲
  - ・定義オブジェクトの属性値間の相互関係
- システム型に特有のT属性
- ・構成型
  - ・システム評価、運用、管理の内容を規定する特性

図2 型属性の代表的内容

S型は別のS型の構成型として使ってもよい。例えば、S型として加工セルを考えれば、同型の加工セルを複数組み合わせる柔軟製造システムは幾つかの加工セル型、AGV型などから構成されることとなる。

G型を用いた記述を汎実体—関連モデル(以下GERM)と呼ぶ。GERMのすべてのT属

性に値を指定すれば、I属性だけが具体例において変わりうる。1つの問題型はGERMからこのようにして得る1つのS型（ERM相当）として記述される。GERMに文章による問題説明を併用するものとする。

### 3. 2 GER Mと応用モデル型

数学的オブジェクトであるモデル型にそれが記述する問題領域との対応関係を指定することで、数学的体系が物理的意味を帯びる。この物理的意味を帯びたモデル型を応用モデル型と呼ぶ。モデル型あるいは応用モデル型のパラメータに数値を代入することによってその具体例（数値例）が構成される。これを（応用）具体例モデルと呼ぶ。

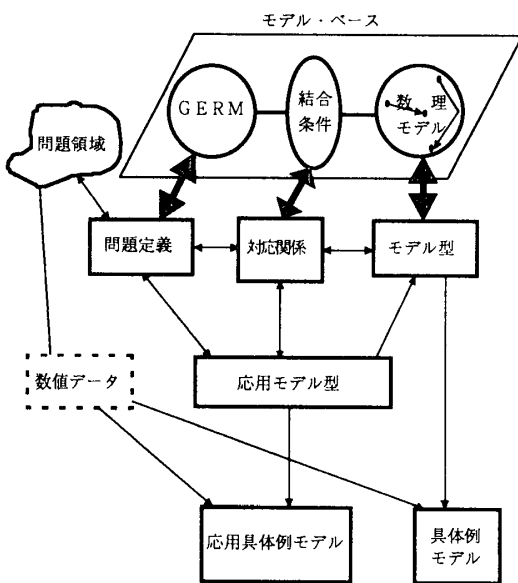


図3 問題定義と数理モデルの相互関係

GERMと数理モデルを関連づけるには問題定義の中のI属性やT属性とモデル型の中の記号との対応関係を指定しなければならない。ここではこの対応関係を結合条件と呼ぶ。

一般にOR研究者は応用モデル型から数学的構造だけを抽出してモデル型を生成する。OR研究者を支援する場合にはモデル型を相互に関連づけることが必要になる。一方、意思決定支援の観点からすればGERMによる問題定義の相互関係を知ることが適切なモデル型やソルバーを選択するのに有効である。

## 4. GER Mによる問題定義の検討

### 4. 1 拡張性・柔軟性・正確性

問題領域の多様性が増せば、モデル構築において識別すべきオブジェクト型が増加する。G

ERMによる記述ではこれはオブジェクト型やT属性、I属性の種類、T属性値の領域、I属性値の領域の拡大を意味する。GERMの高い分解能と拡張性のためには、これらが問題定義経験の蓄積につれて拡張可能でなければならない。GERMは実世界の問題を記述するための概念や用語をそこにおける実体、関連と関係づけて整理するアプローチであり、しかも、汎システム型を構成型として利用する階層的定義も可能であるから、高い柔軟性を有する。

### 4. 2 実行型モデル化言語との関係

モデル管理にとってモデル化言語が実行型であることが重要とされる<sup>(1)</sup>。ERMに基づく実行型言語が既にいくつか提案されている。GERMの記述構造はERMと類似であるから、同様の形式言語をGERMのために構築することが可能であろう。ただし、GERMの形式言語における意味的検査の範囲は極めて限られたものにならざるを得ない。

尚、既存の実行型モデル化言語の多くは（応用）数理モデルないしその具体例に向けたものであり、GERMによる問題定義はそうした言語と共存し、その記述を補完するものである。

### 4. 3 数式モデルとシミュレーションモデル

1つの問題定義に対して数式モデルとシミュレーションモデルを共に構築することができれば便利である。そのためにはモデル型と問題定義の独立性を高める方式が適している。しかも、GERMによる問題定義は両モデルを構築するのに十分な情報を記述できる。

問題型のすべての具体例において不変の構成型を固定しているという。固定型はT属性ばかりでなくI属性も固定される。固定型はシミュレーションの対象システムにおける固定的なオブジェクトを記述している。

### 4. 4 数理計画問題への適用

線形計画問題やネットワーク計画問題の分野でも従来の研究に有るようにI属性に関する記述に限らず、T属性も記述することが、この分野の問題型をより正確に記述するのに役立つ。

## 6. 参考文献

- 1) Bhargava, H. K. and Kimbrough, S. O., (1993). *Decision Support Systems*, 10, 3, 277-299.
- 2) Geoffrion, A. M., (1989). *European Journal of Operational Research*, 41, No. 1, 33-43.
- 3) 関口恭毅 (1992) オペレーションズ・リサーチ, 37, 11, 550-554.