

# 再びモデルを解剖する

高橋 幸雄

「モデルを解剖する」という特集が6年前にこのオペレーションズ・リサーチ誌で掲載された(23巻2号, 1978)。これは「モデルの適合性と最適化」というテーマで行なわれた3年にわたる科学研究費総合研究の成果をまとめたもので、当時としてはかなり斬新な内容をもった特集であった。そこでとりあげられたテーマは、

「学」的問題と「述」的問題……鈴木義一郎  
ブラック・ボックスを透視する……田畑 吉雄  
ほどよい“うそ”を加味したモデル……

若山 邦紘

家づくりからモデルづくりへ……森 雅夫  
個別モデルと標準モデル……森村 英典  
似非モデルの功罪……高橋 幸雄  
モデルと解析手段……逆瀬川浩孝  
阿呆かしこなモデルと解析……牧野 都治

であった。

それから6年経過して、再びモデルに関する特集を組むにあたり、当時考えていた状況がいまでもそのまま続いているのか、それともなんらかの変化がおりつつあるのか、当時の筆者にもう一度お考えを聞いてみることにした。6年前の記事の抜粋と、今ふりかえてみての筆者のコメントを並べてみたのでご覧いただきたい。なお、紙数の都合から、まとめ役の一存で、一部片方を省略させていただいたものもある。ご容赦願いたい。

たかはし ゆきお 東北大学 経済学部 経営学科

## 「学」的問題と「述」的問題

……………鈴木義一郎

### 〔前回の抜粋〕

モデルとは何か。この問題を論じはじめると、諸説紛々で収拾の策がまったく見いだせないような大問題となる。

屋上屋を架するようであるが、筆者はモデルという概念を考えていくうえで、当人が「学」的問題と「述」的問題のいずれのタイプを対象としてあつかっているかで、認識の仕方が大きく左右されるよう気がしている。つまり、「学」的問題ではモデルが認識の対象そのものであるのに対して、「述」的問題をあつかう場合にはモデルが問題解決の手段として認識されている。

筆者のように象牙の塔まがいの環境で研究を行っている人たちの多くは、「述」的問題に指向していると称して研究費をもらいながら、「学」的問題への興味を捨てきれないでいる。これはなにも二者択一型の選択問題ではないから、両者のタイプの問題を同時に考えていってもさして不都合なことはおこるまい。ただ、「述」的問題のほうに急を要するものがあまりにも多すぎる。「学」的問題への興味を一時停止させておいて、「述」的問題のほうへもっと積極的に挑戦してみる、「述」的問題ととりくみながら「学」的問題を発掘する。このほうが凡人に近い研究者にはより効果的な研究態度のように感じられるのだが、いか

がなものであろうか。

## ブラック・ボックスを透視する

……………田畑 吉雄

〔ふりかえってみて〕

前回述べたことと何ら変わっていないが、あらためて言い直してみよう。まず、ORにおけるモデル作製過程の大部分はブラック・ボックス的色彩が濃厚であると考えられる。すなわち、モデルの対象となる現象(input)と、現象をモデル化した結果としての〇〇モデル(output)の双方は観測できるが、その途中の段階に遭遇することは稀で、暗箱と考えざるをえないのである。特に、数学的厳密さを重視したがるOR屋は、美しい形で完成した結果のみを論文として発表することが多い。この原因は、彼らがプライドが高く、モデル作製中の試行錯誤やドロ臭さを他人から垣間見られるのを嫌悪し、自分の無知・無能ぶりを悟られまいとする自己防衛意識の現れであろう。このため、初学者が書物や論文を通じてモデル化の具体的手続きを習得するのは困難である。この対策としては、独断にもとづくか、種々のプロジェクトに参加して先輩たちのやる方法を盗み知るのが早道であろう。ところが、使用する目的や局面によっても異なるが、ORで用いるモデルの多くはありふれた標準型モデル、ないしはその手直しで十分といっても過言でない。自己防衛意識の強いプロのOR屋が作製する芸術品的モデル(不良品と同じで3シグマ以下の確率で生み出される)に対しては、その作製のための一般的アルゴリズムは存在しないが、標準型モデルに対しては種々の書物に作製法が書かれている。それらの書物で述べられている手続きと先輩からの盗み出しなどにより、常識的なモデルが創造可能となるであろう。

## ほどよい“うそ”を加味したモデル

……………若山 邦紘

〔前回の抜粋〕

モデルが問題解決というOR本来の目的のためにつくられるならば、モデルは目的でなく手段であり、最終的に結果がでないものでは意思決定のためには何の役にも立たない。したがって、このモデルが解けなくても、たとえ解がなくても、答を出すのがORワーカーの仕事である。そのためには少々の“うそ”は大目にみていただかなくてはならない。いや、積極的な“うそ”の利用こそORの精神だといえる。国語辞典には、

うそ=事実とくいちがっていること

と出ている。自然科学で学んだ数学的モデルはあたかも真実の表現そのものと錯覚するほどであるが、ORのモデルはどんな素人にも事実とくいちがいが明らかにわかるものが多い。特に人間のかかわりあうシステムでは顕著である。

OR屋の“うそ”には、1.問題設定の段階における“うそ” 2.定式化の段階における“うそ” 3.解析の段階における“うそ” 4.データの“うそ”があるだろう。

われわれの社会では“うそ”は大体が悪いことと相場が決まっているが、モデルの世の中ではいくらか“うそ”をついても法律にふれる心配もないし、出てきた結果の使い方を間違わなければ大いに“うそ”の効用を享受したいものである。

〔ふりかえってみて〕

ある企業の問題を扱った折に「適当に“うそ”をついて…」といったところ、相手は本気になって怒りだし、大変に困ったことがある。「うまい仮定をおいて、問題をシェイプアップして…」というつもりだったのであるが、言葉の使い方はむずかしい。6年前の記事にそのような誤解はなかったものと信じているが、本誌の編集長から6年たつて何か変わったことはあるのかとのお尋ねであるが、まったく考えは変わっていない。

しかし、6年前と現在とで違っているものは何かというと、高性能なパソコンの普及である。慶大の柳井先生は日頃「ORは見積りの科学」といわれているが、この見積りをするためのそろばん

代りとしてのパソコンはORの研究と教育の方法に変革をもたらそうとしている。その本質の1つはパソコンの会話性である。従来のORは正にバッチ処理で行なわれたとあってよいだろう。会話型のOR、会話型のモデルがこれからの新しい方向であるが、これに拍車をかけるのがパソコンの図形情報である。ORの数学的モデルと人間のパターン認識の融合は思わぬ効果を上げることになるだろう。何年か先にはパソコンの画面に向かってマウスのボタンを押しながらORをやるといった姿が見られるようになる。そのためのソフトウェアが商売になることに目をつける者があちらこちらにいる今日この頃である。

秋の研究発表会の特別テーマは、「会話型のOR」である。新しい試みを寄せ集めたいと願っている。

## 家づくりからモデルづくりへ

……………森 雅夫

### 〔前回の抜粋〕

モデルづくりを行なうときにどのような点に注意すべきか、モデルづくりの要点は何か、などを拾い集めていくうちに、“モデルをつくる”とは“家をつくる”ことによく似ている、と気がついた。

家づくりの場合、予算の都合から最初は小さめになりがちである。小さな家でもまんしているうちに新しいニーズが生じ、目的もいくぶん軌道修正され、増築が必要となる。それを許す経済的なゆとりもできてくる。そのときに備えて増築のしやすい形につくっておくことが望ましい。平家よりは建坪を小さく2階建てにし、敷地に余裕を残しておく。剛構造であってはいけない。ジョイント予定部分の壁はやわらかく、等々。

家は住む人ととも成長するという。けだし、モデルもユーザーとともに成長する。

最後に、家づくりを終えて住んでみると、ひたすら徹底したマイホーム主義者でないかぎり、住

環境の重要性を思い知ることになる。モデルづくりの場合、そのモデルの生かされる環境・背景に対する読みがきわめて大切であるといわれる。

### 〔ふりかえってみて〕

使いよくまとまったモデルをつくる、ということでは改めて付加すべきことはとり立てないように思う。そもそも、ふだんは注文主もなく、小ぎれいで脆弱なミニチュアばかりつくっているようで、あまり大きなことはいえない。“とある人は、とある状況で”こんなふうに住む（使う）だろうと、勝手に想い描いて、ここはこんな物を取りつけてここは（住む人が）よく動く部分だからシンプルにとか、ちまちまと思わずらう。

いっそ、人の住みやすい家づくりなどあきらめて、他人の思惑など構うことなく、“一流の建築家”がやるようなやり方で、理念やら理想やらをいっばいつめ込んだ建築物をぶち建てるか。評判をとるよ。注文主も金もつかないのに無理。

でも、ときにはそんな無茶なORもあってよいと思う最近である。

## 個別モデルと標準モデル

……………森村 英典

### 〔前回の抜粋〕

ORには「モデル」がつきものである。それで誰もがすぐ口にする。しかし、人々の口にする「モデル」のイメージはまさに千差万別、どうにも話がかみ合わないおそれがある。そこで、筆者はある集会で仮に「個別モデル」と「標準モデル」という分類をして、現場の問題ごとに考えようとしているモデルと、たとえば「LPモデル」などと呼ばれる手法的なものを区別して話をしようではないか、といわば交通整理を申し出た。

筆者は一応自分で言い出した、この2つの分類に、もう1つ「汎用モデル」という名前を冠した分類をつけ加え、いくつかの業種や現場に共通してよくあらわれる問題のために、データの取り方や結果の読み方にまである程度の指示をつけ加え

られるようになっていくモデルをここに入れることとして、その特徴などを話してみたことがある。

ここでは、個別モデルの特徴と望ましさについて考えてみた。現場で誰かがある種の“問題”について考えるべきだと意識したとしよう。つまりORのニーズの発生である。そういう問題に対してOR的アプローチをするには、まずその対象・現場について観察をしなければならぬ。複雑きわまりない現実をそのままの形で観察し、その構造を把握することはできないから、部分的にわかるところを図や表や式であらわしてみる。その積み重ねの中から個別モデルの骨組みがつくられていく。

こうして作られた個別モデルに望まれる性質をあげてみると、次のようになるであろうか。

1. わかりやすいモデル
2. みんなが一言いえるようなモデル
3. フォロー・アップが容易なモデル
4. データになじんでいるモデル
5. サブモデル化、もしくは、モジュール化のしやすいモデル
6. 釣合いのとれたモデル
7. 論理的整合性をもったモデル

〔ふりかえってみて〕

6年前の拙稿の大要は上のようであった。そこでも「汎用モデル」なる語をもち出しているが、この用語はあまり適切でないかもしれない。むしろ、標準モデルという語をこちらに使うべきであったかとも、今は考えている。

というのも、個別モデルを作るときに頼りになるのは、ある程度こじんまりとまとまっていて、しかも数多くの適用事例のあるモデルではないかということを経験話題にしているからである。よく知られた例でいえば、「新聞売子の問題」とか、せいぜい「輸送問題」といった程度のものである。こういった問題には、具体的なイメージがあるので考えやすい、といった特徴が第1にあげら

れよう。LPモデルとか待ち行列モデルとかでは数式的なイメージのほうが先行するであろう。そして、その解法や利用上の注意点といったものもある程度知られているという特徴もあげられよう。

このようなタイプのモデルは、あんがい整理が進んでいない。筆者の参加しているあるグループでは、数多くの事例を、その本質的と思われる点で分類してみようという作業を進めている。そして、できるだけ面白いニックネームをつけて、それらの特徴を浮びあがらせたいと考えている。

いま、候補としてあがっているニックネームには「スミ切り問題」「通箱問題」「相乗り問題」「お下がり問題」等々がある。まだ十分討議が進んでいないし、このように限られた誌面でのご紹介もしかねるが、たしかに、あちこちの現場で個別に考えられている「個別モデル」の中には、ずいぶんと似ているものが多いのは事実である。

比較的簡単な現場でのOR問題をこのようにして整理し、それらに適切なマイコンのツールを用意したら、もっともっとORは現場で使ってもらえるだろう、というのがそのグループのメンバーの一致した考えである。

## 似非モデルの功罪 ……………高橋 幸雄

〔前回の抜粋〕

ORで登場するモデルにもいろいろあるが、個別モデルや標準モデルと呼べないモデルも相当ある。それらに共通している点は標準モデルと同等か、またはそれ以上の複雑さをもっているが、その背後に対応する実際の現象が存在しないことである。その意味で、モデルという言葉はついていてもモデルではないので“似非モデル”と呼ぶことにしたい。

似非モデルの例としては、複素計画モデル、信頼性の  $k$  out of  $n$  モデル、待つと効用が下がる待ち行列モデル、ゲーム・モデル、特に双対ゲーム・モデルなどをあげることができる。

似非モデルにも、まったく役に立たないものから、将来標準モデルに昇格しそうなもの、また対応する現象はないが、他の標準モデルの性質を理解するうえで有用な情報を提供してくれるもの、などいろいろあり、その名前から一概に悪者あつかいするわけにはいかない。

〔ふりかえてみて〕

ORが定着したのか活気がなくなったのか、似非モデルは前稿を書いたころに比べ、今はずいぶん少なくなったように思う。しかし、同時に期待していたモデル数学（ある意味で似非モデル、抽象化が一層進んだもの）の発展は、必ずしも十分達成されたとは言いがたい。前稿ではモデル数学の役割として、

- i) 現象を記述する道具としての役割
- ii) 記述されたモデルの解析を行なう道具としての役割
- iii) 現象を記述するさいに捨象してしまった要因による影響の程度を見積る手段としての役割

の3つをあげ、i)とiii)の役割を担うモデル数学の発展を願ったが、残念ながらあまり進んでいないように思う。情報化社会が進むにつれて、特にi)の部分の重要性はますます大きくなっている。今日では、“数学”や大げさな“モデル”にこだわるよりは、むしろパソコンなどのOA機器を意識した方法ないし手法を開発する方向に向かうべきなのかもしれない。その意味でORも自己変革が必要なのである。

## モデルと解析手段 ……………逆瀬川浩孝

〔前回の抜粋〕

現実には解決を迫られている問題は、一般に複雑多岐な環境のもとにおかれており、それにかからまるすべての要因を列挙し、それらの要因間の関係を記述しつくすことは不可能であるから、モデルが現実のシステムに忠実でない部分を含むのは不可避である。また、現実には忠実であればわかりや

すいというのは一種の神話であって、たとえば、経済モデルの何百本、何千本の連立方程式を思いおこせば、その誤りに気づくであろう。さらに、モデル化によっては現実に忠実であることが、かえって判断の誤りを生ずることさえある。モデルとは、現象を記述したり、解析したりするのが目的なのではなく、意思決定のための判断基準を提供するための判断基準を提供するためのものであるということを常に念頭に置かねばならないということである。

ところで、たくさんあるOR手法のうち、どれを使ったらよいか、というところで解析手段の評価という問題が生ずる。評価の基準としては、その場その場に応じて各人各様のものが考えられてよいが、比較的一般性のあるものとして次のようなものが考えられよう。

- (a) 計算の手間
- (b) 解のわかりやすさ
- (c) モデルの正当性の検証
- (d) 適応性・汎用性

## 阿呆かしこなモデルと解析

……………牧野 都治

〔前回の抜粋〕

モデル作製にあたって心したいことがある。それは、「複雑性とか写実性、計算の可能性などがモデルのよしあしを決定づけるのではなくて、それがよりよい判断の基礎を生み出してくれるものであるかどうかで、モデルのよしあしが決まる」ことである。

世の中で、何かにつけてひき合いにだされるようであるが、女性には4つのタイプがあるという。

かしこかしこ、アホーかしこ

かしこアホー、アホーアホー

がそれである。根っからの阿呆も困るが、かしこすぎてもきらわれる。アホーかしこがいちばんだというのである。

モデル化についても、同じようなことがいえるのではなからうか。

一見、八方破れ的是ではあるが、その実、問題の本質をピシッととらえたモデル——いわば“アホーかしこ”型のモデルが、概して有用なモデルであるといつてよからう。

モデルと解析手段とのかねあいにおいても、同様である。別ない方すれば、“阿呆かしこ”すなわち「精を知つて粗を用いる」モデル解析が望ましいといつのである。

#### 〔ふりかえつてみて〕

本誌1978年2月号「モデルを解剖する」に寄せた“阿呆かしこなモデルと解析”は、1974年～75年頃の議論をふまえての記事だつた。

——それをさかのぼること数年。1970年1月号のオペレーションズ・リサーチ誌で、70年代のORという特集が組まれたのをおぼえている。筆者はそこで、

#### 「SORからTORへ」

を提唱した。“サブシステムのORから、トータルシステムのORへ”の意味であつて、QCの「SQCからTQCへ」をもじつたスローガンでもあつた。その点、1970年頃のORと現在とで、(特にモデルについての考えにおいて)画期的な変化はおこつていないのではないかと思ふ。

QCにおいては、QCサークルを母体とするなどして、TQC活動が爆発的なブームをもたらしつつある。それにひきかえORがあまり変わつていないといつのは、まったく知恵のないはなし。扱う問題が違ふからなのだろうか。——そうではない。販売のQC、人事のQC、等々。これらはORそのものなのに、完全にQCにくわれてしまつてゐる。これは、OR面からする、真剣な取組みに欠けてゐるといつことではないだろうか。

スマートなモデル論も結構だが、今はもっと果敢に「ORの実践」運動を展開すべきではなからうか。そして、それにふさわしい、一見、阿呆とも思わせるモデルが、続々と開発されることを願

つてゐる。

## 再びモデルを解剖しよう

(まとめにかえて)……………高橋 幸雄

6年前、1978年といつ年は、成田空港開港、日中平和友好条約締結といつた、日本が国際社会で活躍をはじめる基礎が作られた年であり、私個人にとつては宮城県沖地震といつ忘れられない体験をした年でもあつた。

それから6年、この間に日本の社会は大きく変容した。国際化がいよいよ本物になり、海外に出かけることも珍しくなくなつたし、日本の技術も物まねといわれた段階から完全に抜けだして、いろいろな分野で世界をリードするようになった。われわれに關係の深いコンピュータの分野でのすさまじいばかりの発展は、よく知られてゐるとおりである。

この間、ORはどのように変化したのだろうか。上の各筆者のご意見を讀ませてもらつと、ほとんど何も変わつていないように見える。そうであらうか。

6年前、前回の記事を書いた頃は、ORが数学のお遊びになつてゐるといつ批判が非常に強く言われた時期であつた。それを反映して、研究集会では、どうしたら現象をきちんとふまえたモデルづくりができるか、といつ点に皆の関心が集中した。その中から生まれたのが森村先生の項にある「個別モデル」と「標準モデル」の考え方であつたように思ふ。

この“現象をふまえたモデル”のつくりかたに關しては、当時と今とで状況はほとんど変化してゐない。これが、各筆者の感想に現れてゐる。

しかし、世の中は大きく変わった。OR自身もそれにあわせてかなり変わつてきてゐると思ふ。牧野先生の項にもあるように、QCとか××アセスメントとかいつところでORは必須の道具となりつつある。国の長期計画でさえ線形計画法でつくられる。これを侵蝕されたと考えるか、うまく

潜り込ませたと考えるかは、人によって異なるであろう。しかし、とにかく6年前に心配していた数学のお遊びという方向は食い止められて、実際の仕事の中に着実に根を下ろしつつあることは認めてもよいであろう。

ではORは順調かという、そうとばかりは言えない。ORという名前が十分にゆき渡っていないことは牧野先生のご指摘のとおりであるし、なによりも新しい社会の変化についていけないところに問題がある。日本のORは頂点は高いが裾野が狭い。

本誌1月号に、わが国のORのリーダーの方々が「これからのOR」という特集のなかでいろいろの提言をなさっている。そこで何人かの方が提案なさっているのは、パソコンを利用した簡便なORパッケージをつくり、それを道具にORを普及させようということである。私も大賛成である。

最近、このような流れが少しずつみえてきた。代表的なORモデルの解法プログラムを載せたパソコン用の書物がいくつか企画され、そのうちいくつかはすでに発売されていると聞く。またパソコン用ORパッケージを売り出すことを検討しているメーカーがあるとも聞いている。これらがORの裾野を広げるのに大いに役立ってくれることを期待したい。

この春、私自身も授業のために、パソコン用のLP、輸送問題、スケジューリング、釣り銭シミュレーションなどのプログラムを試作して学生に使わせてみたが、予想したよりもはるかに好評であった。私のところは文科系なので、たとえばシンプレックス法の話をして、話だけではなかなか理解してもらえない。小さな問題を計算させても、それだけではなかなか、わかった気分にはなれないらしい。そこで、森村先生の項にも出てきたあるORグループでの討論をもとにして、

- 算盤（そろばん）がわりに使える手軽なもの
- グラフィックスをふんだんに利用
- 扱える問題の大きさは画面に入る程度まで

- 例題をつけ、画面上で修正しながら使う

といった原則でつくったものである。例題は、森村著『おはなしOR』のものをそのまま使った。

プログラムの作製には、かなりの日数を要したが、できあがってみると結構便利である。今までLPの問題であることがわかっていても、シンプレックス法が面倒で計算をしてみなかったものが、簡単に計算できるので、すぐ試してみることができる。まさに算盤がわりである。ただ、だんだん欲が出てきて、これだけのメニューではものたりなくなってくる。あれも欲しい、これも欲しい、と考えるのだが、手下もおらず勤務先にこき使われている身ではとても新たなモデルまでプログラムをつくっている暇はない。ぜひ、専門家に使いやすいパッケージをつくっていただきたいと思う。ただ、このようなメニューに対する不満はどんどんエスカレートするので、相当良いOR用パッケージがつくられても依然としてこの種の不満は残るであろう。

ところで本誌1月号の座談会の中で錦織さんが『「こんな問題がありますが、どうしたらよいのでしょうか」とインプットすると、「これは、これこれの形式の問題なので、〇〇という手法を使ったらよいでしょう」と出てくる。そのアドバイスをうけて、データを叩き込むと、解がアウトプットされる。ただし、解をそのまま使うのは危険であって、それにはいろいろなコメントがついている。——そんなORパッケージができるとうい』

とおっしゃっている。これはみんなの夢である。ぜひ、こういうパッケージを実現させたい。

しかし、このようなパッケージを実現させるためには、ORが今のようになんらかの標準的なモデルを備えただけのものであったのでは不十分である。どんな質問にも答えられるようにモデルがほぼ連続した体系になっていなければならない。つまり、今までのように計算の容易なきれいな標準モデルだけを扱うのではなく、発想を180°転換

して、問題オリエンテッドにかなりの数の標準モデルを拾いあげ、それら相互間の近さを調べ、それらの中間の問題が質問されたときにはそれらの標準的モデルを自動的に修正して解を求めるようにしなければならない。

このようなモデルの連続体系というのは、モデルにあらわれる各種の側面（つまり次元）の数からいっても到底実現不可能だ、というご意見は当然あるであろう。しかし、上の錦織さんのご発言にもあるように、これは現場から望まれているのである。たとえ不十分であっても1歩でも理想に近づくように努力することが必要であろう。

幸い、われわれにはパソコンという強力な道具が与えられた。問題を定式化しさえすれば、おそらくたいの場合、解を求めることは何とかなる。むずかしいのはそのような多数の標準モデルを選びだし、それらを体系づけることである。森村先生の項に書かれている新しいタイプのモデルの発掘の努力は、このような問題オリエンテッドな連続的モデル体系をつくる際の標準モデル選定という意味で、非常に重要である。このような努力はこれからも精力的に続けていかなければならない。そして、それら標準モデル相互間の近さや関係を調べて、それらを体系づけるためには、それらのモデルを新しい視点から解剖してみなくてはならない。

6年前は個々の現象と個々の数学的モデルとの関係のみようとしてモデルを解剖した。今はモデルをいろいろな面から解剖し、モデル相互間の近さや関係を明らかにしようというのである。あまりにも壮大すぎて、雲の上という気がしないでもないが、挑戦してみる価値は十分にあるのではなかろうか。