特集　モデル開発の評価

モデル開発とその評価

中里　忠

一般に，日本の企業でORの利用が組織的にはじまったのは1950年代後半からと言われている．すなわち，導入後十数年の時間が経過していることになるが，理論面での発展はともかく，実務面での利用状況は質的にも，機会的にも，まだまだという感がする．

過去，ORプロジェクトとして多くのモデルが開発されてきたが，そのうち，実際に意思決定の道具として利用された割合はどの程度であろうか．おそらく，その率は低いと思われる．

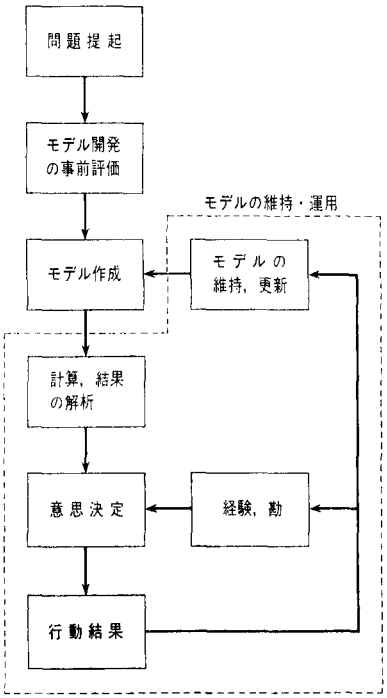

図 1　OR的問題解決の手順

モデルの数学的構造や解法については研究の花形として数多く報告されているが，実務的には，モデルそのものはもちろん，モデル作成の前段階にある，問題提起，問題の本質の認識，そして，モデル作成後の，モデルの運用，解の利用も同様に重要である．モデル開発が不成功に終わった場合も，これらの点を十分検討しなかったことに起因することが多いのではないだろうか．

OR的問題解決の手順は，一般に図1に示すフローにしたがうと考えられ，各ステップがモデル開発の評価に関連してくる．本稿では，このフローにしたがい，モデル開発の評価，成功の条件を実務的な立場から考えてみたい．

1. 問題提起

企業で問題が発生し，それがOR的に解決できるのではないかと提起される場合，問題発生部門(ユーザー部門)から提起される場合と，OR部門から提起する場合の2とおりに大別できよう．

前者の場合，ユーザー部門の，とくに，一般部員より，より多く，より重要な情報を持っているマネジャーの能力に大きくよっている．何が問題であるかの問題発見能力がなければ問題提起もあり得ないし，問題が発見されても，発見者にOR的素養があるとないとでは大きな差が出てこよう．

OR的アプローチにより効果をあげ得る問題

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

が，ORを知らないため，問題発生部門で適当に処理されたり，場合によっては誤った解決策がとられていることが少なくないように思われる．したがって，問題発見能力の強化のためには，マネジャーに対するOR教育を地道に実施し，少なくとも重要なポストのマネジャーは全員，ORとは何かくらいは知っていることが望ましい．

後者の場合，OR部門に，相当，業務知識があることが必要条件となる．そして，OR的問題が埋もれている可能性の高い組織で，重要な，活発な活動をしている部門と常日頃から接触し，問題発見に努めることが必要である．

ORの社内教育が徹底したからといって，マネジャーがOR部門に協力的になるとはかぎらない．ORの考え方には賛成しても使用される数学や，数式モデルが理解できないため，何か不安でOR部門に問題解決の依頼ができないというケースも考えられるし，また，コンピュータ・アレルギーもまだまだ根強く残っていることもOR定着の制約になっていると思われる．

したがって，ユーザー部門から問題提起されるのを待つだけではOR適用の機会損失が多く，問題解決能力だけでなく，問題発見能力もOR部門に要求される重要な条件と考えられる．

以上から，ORワーカーがどんどんユーザー部門へ転職し，内部からOR的問題の発見あるいは解決をし，一方，ユーザー部門だけでは処理できない問題を援助する専門部門として，そしてORワーカーを教育し各部門へ送る教育部門としてのOR部門を持つというのが一番理想的な組織と思われる．このような組織では，すぐれた問題発見能力を持つことはもちろん，後述の諸項目の実行において，ユーザー部門とOR部門が有機的に作業できモデル開発の成功する確率も高くなろう．

2. モデル開発の事前評価

問題が提起されたとき，まず最初にすることは問題の本質をよく調べることである．OR技法に精通しているORワーカーも，問題に関連する業務知識が不十分なため，問題の本質とはずれたアプローチをしたり，重要な要素を考慮しなかったりしてモデル開発を成功に導けないことがある．問題提起部門あるいは提出者と十分討議し，つぎの諸点を明らかにすることが必要である．

(a) 問題の目的

(b) 問題の取りあつかう範囲

(c) 要求される精度

(d) 期限

(e) 人的制約と仕事の分担

(f) 予算

以上の諸点を考慮しモデル開発にうつるわけであるが，さらに，モデル使用の事前評価として以下の諸事項も十分考えておくべきである．

(1) モデル使用によるメリットの評価

(a) モデルなしでは得られない有益な情報がどの程度得られるか．

(b) その情報により，どのような意思決定ができ，どの程度のメリットが期待できるか．

(2) モデル使用が与える影響とその対策

(a) 新しい仕事の発生はないか．ある場合，どの部門が担当し，どのように説得するか．

たとえば，LPモデルを使用するために変動費が必要，しかし従来の原価計算システムでは正しい変動費が得られないゆえ，新たに原価計算システムを構築しなければならない．

(b) モデルが使用される前にその仕事を担当している者がいた場合，いかに共存あるいは移行させるか．

(c) 組織の変革が必要か．

(d) コンピュータ使用との関連から仕事の時間帯，スケジュール上の問題が出ないか．

OR部門あるいはユーザー部門のマネジャーが問題提起した場合，ユーザー部門から実際に作業に参加する人がかならずしも協力的とは言いがたい．とくに，モデルがその人の仕事にとって代わると思われるような場合，むしろ拒絶反応を示す

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

だろう．モデルができたからといって，従来の担当者が不必要になるのはまれで，むしろ解の解釈や適用上なくてはならないはずである．モデルと担当者との関係，モデルのメリットなど，モデル使用の事前評価を十分にし，ユーザーとの協力体制を保つ上での問題を解決しておくことが重要．

3. モデル作成

モデル開発の事前評価が十分になされたなら，モデル作成の骨組もスムーズにきまってこよう．モデルはあくまで模型なので，現象のどの部分を取り入れ，どの部分を切り捨てるかがポイントとなる．モデル作成者のＯＲ技法，対象業務両面にわたる経験と知識，ユーザー部門の協力度がモデルの巧拙に大きく影響する．一般に，モデル作成に際しては以下の諸要素を考慮する．

(1) モデルのカバーする範囲

提起された問題の取りあつかう範囲からモデルのカバーする範囲もおのずから規定されるが，問題の取りあつかう範囲をかならずしもすべてカバーする必要はない．本当にモデル化が必要な部分のみ考えるのが作成時間，計算時間の両面から得策であろう．

たとえば，生産計画の最適化という問題が提起されたとき，毎日のスケジューリングの最適化まで可能ならしめるモデル化が非常に困難で，一段階前の，ある期間内の資源アロケーションの最適化で目的とする効果の大部分を達成できるなら，モデルのカバーする範囲を資源の最適アロケーションに狭めたほうが実際的である．

(2) モデルのタイプ

モデルのタイプは大きく以下のように分類できる．

- モデル
  - 数学モデル
    - 決定論的モデル（ＬＰモデル，産業連関モデル等）
    - 確率論的モデル（マルコフ・モデル等）
  - シミュレーション・モデル

どのモデル・タイプを選ぶかは，目的や精度，費用とも関係してくるが，実務的には，ＬＰモデルのように解くプログラムが完備されているモデル・タイプ，あるいは特別に解くプログラムを必要としないシミュレーション・タイプにモデル化するのが得策であろう．とくにシミュレーション・モデルの場合，問題の構造を理解していれば，本質的にだれでもモデル化できるので，ユーザー部門での理解もしやすく支持もされやすい．

さらに，数学モデルより複雑な，現実に近いモデル化ができるという利点も持つ．一方数多くのシミュレーションを実行し，その解を統計的に処理しなければ意思決定に利用できないことが多いことにも注意しておかなければならない．

数学モデルの場合，企業内の他分野で，すでに利用され，地位を確立しているモデル・タイプは新規のものより受け入れられやすい傾向もあるようだが，やはり，できるだけ数学的にやさしいモデル・タイプを選ぶべきであろう．

(3) モデルの精度

モデルの精度は，提起された問題で要求される精度，モデルに投入されるデータの精度，モデル作成時間，計算時間，費用等を総合的に検討してきめられねばならない．問題で要求される以上の精度のモデルをつくっても必要以上に計算時間を消費するだけだし，モデルの精度が高くてもインプット・データの精度が低いのでは意味がない．

実務的には，まず精度の低い粗いモデルをつくり，ユーザーに批判させ，データの精度とのバランスを考えながら，徐々にユーザーの要求する精度まで精緻化していくのがよいと思われる．このような方法は，１つには，モデル作成のプロセスでユーザーが関与するため，ユーザーのモデルに対する理解が深まるというメリットがあるし，もう１つにはモデルを精密にしていく段階で，重要な要素とそうでない要素の区分が可能になるというメリットも考えられる．

一方，１種類のモデルでは要求精度を満たし得

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

ないとき，2種類のモデルでお互いに補完させるということも考えられる．たとえば，企業モデルの場合，計量経済学的手法による企業計量モデルと会計原則にもとづく積み上げモデルを比較すると，前者は一部の変教が内生されているため予測誤差の影響が後者より小さいが過去のビヘイビアーを基礎にしているので構造変化に弱い．これらお互いの欠点を補なうため両モデルはしばしば併用される．

(4) モデルの柔軟性

各種ケース・スタディーにすばやく対応できるためには，条件式の追加，修正，削除が簡単にできる柔軟性に富んだモデルでなければならない．とくにモデルが長期間にわたり使用されるものであれば，これはモデルの定着性を左右する重要なファクターになろう．モデルに柔軟性を持たせるためには図2に示すようにインプット・データとモデルを結ぶジェネレーターを開発することが有効と思われる．

ジェネレーターの設計目標は，モデルのメインテナンスを簡単に行なうとともに，インプット・データをユーザーが理解しやすく，操作しやすい様式にデザインすることにより，インプット・データ・エラーの減少とデータ管理の効率化をはかるところにある．

また，モデルによっては(図2)，解を分析，編集するレポート・ライターあるいはソリューション・アナライザーを用意してやるのが有効である場合も多い．LPモデルの場合，モデル・ジェネレーター，レポート・ライター用にHaverly社のMAGEN, Bonner & Moore社のGAMMASなどすぐれたソフトウエアが開発されており，既存のソフトウエアを利用するのも1方法である．

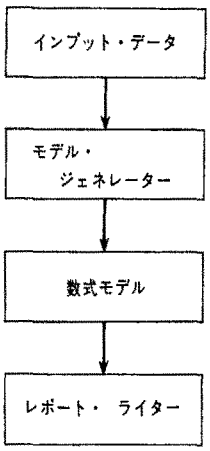

図2 ケース・スタディー時のフロー

(5) データ

データは，モデルの作成，検証および使用時において必要なことはいうまでもない．コンピュータとソフトウエアの発達によりデータ処理が比較的簡単にできるようになったため，データの意味を考えずにただ機械的に処理しがちであるが，このような態度は厳に慎みたい．

経理データが会計規則の変更等により連続性を失なったり，あるいは原価部門が提供する変動費データの中に固定費部分が入っていてLPモデルに使えなかったりすることはしばしばある．モデルがいくらすぐれていてもそれに投入されるデータが目的に合っていなければ意味がない．

データは企業内で発生する内部データと企業外で発生する外部データにわけられる．モデル作成時においては膨大な量のデータを必要とすることが多く，そして，それらは生のまま使われることは少なく，統計処理等各種変換を受け使用される．

したがって，内部データについては，企業活動の実績データを収集，蓄積するシステムが非常に有効となろう．計画(Plan)-実行(Do)-評価(See)のいわゆるPDSサイクルを効率的に実行するための情報システム，すなわち経営情報システムの確立のためにも，この実績データの収集，蓄積システムが必須と思われる．

4. モデルの維持，運用

(1) 計算と結果の解析

モデルが完成したならそれを利用し，各種ケース・スタディーを実行，その解を分析し，代替案を評価することになる．ところで，現象を完全に表現したモデルというのは一般にはありえず，いくつかの仮定，近似が入っているのが普通である．したがって，前提条件の変化に対する計算結果の挙動の分析，いわゆる感度分析を十分に行なって解周辺の状況を調べておかねばならない．一方，計算時間，費用の点から，ケース・スタディーをむやみに増加させるべきでもなく，行なうべきケ

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

ース・スタディーの計画を十分練る必要がある．

モデルの計算においては，ほとんどコンピュータを利用するが，ＬＰコード，シミュレーション・ラングェジ等，既存のソフトウエアの利用をまず検討したい．このとき，同じ目的のソフトウエアでも，メーカーにより処理時間や機能の上で大きな差がある場合があるので注意を要する．

ケース・スタディーをスムーズに実行するためにはモデルの柔軟性，操作性がポイントとなる．モデルによってはユーザーが会話モードで利用できると効果的な場合も多く，このようなモデルではディスプレイ・ターミナルの利用が考えられる．

(2) 意思決定

モデルによる計算，解析結果は意思決定のための基礎資料となるが，一般に，モデル作成者と意思決定者が別人のため，モデルの対象範囲以上に解を適用しようとしたり，あるいは，モデルに考慮されていない要素や仮定，インプット・データを無視し，結論にのみとらわれたりすることが多々ある．

たとえば，資源配分の最適化モデルの解を資源配分のスケジューリングにまで適用しようとしたりすることは，犯しやすい誤りである．

また，最適化モデルを利用するときは，一般に現実の行動基準が最適原理より満足原理に近いことや，モデルに表現されていない種々の要素を考慮して行動するため，最適化モデルの解と実際の意思決定には当然ギャップがあることも認識しておかなければならない．モデルを意思決定に有効に利用するためには，モデル作成者が意思決定者にモデルの適用範囲，解の傾向あるいは特徴，前提条件を十分に説明することが必要で，モデル作成者の表現能力も重要な要素となる．

さらに，モデルの解と意思決定者の経験と勘とを対決させ，差異が出た場合，その理由づけができるようでなければならない．このプロセスにおいてモデルの欠陥が発見できることもあるし，意思決定者の経験則が修正されることもあろう．

(3) モデルの維持更新

モデルが長期間使用される場合，環境の変化に応じモデルの修正が必要となる．このとき，モデルが対象とする範囲やインプット・データ提供部門がいくつかの部門にまたがるなら，個人によるモデル管理でなく，関連各部門の代表者による組織的な管理が要求されよう(図３)．

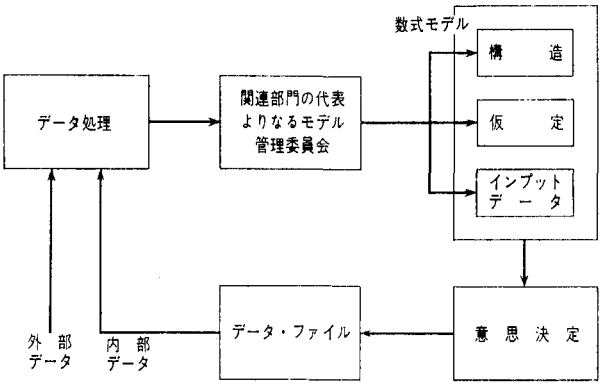

図 3　委員会によるモデル管理[1)2)8)]

図３のフローについて説明する．まずモデルの解を参考にし意思決定がなされ，各部門でのアクションがとられた結果，企業活動の実績データが発生する．このデータはコンピュータ・ベースで収集・蓄積されることが望ましく，外部データとともに会計処理，統計処理等，各種処理を受け，質的により高いデータへと変換される．モデルに投入されるデータ提供部門あるいは意思決定の関係部門等モデル関連部門の代表からなるモデル管理委員会にこのデータが提供され，モデルの構造，仮定，インプット・データが定期的に，また，必要に応じて見直される．

モデルのＰＲ，関連ＯＲ手法の研究，教育もこの委員会が行なう．このように，モデルと人間の持つ知識，経験を有機的に結合させ環境変化に適応できるシステムこそ，モデルを定着させ，モデルの効果を発揮させる上で必要と思われる．

5.　モデル開発の評価

モデル開発成功，不成功の評価尺度は何か．文

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

献4)によると「ORプロジェクトの成功/失敗は目標達成度，業務の改善度，結果の実施度で十分に説明されている．すなわち，これら3つの指標が成功の尺度を構成するおもな要因である」と結論しているが，これはモデル開発の場合にもそのまま適用できよう．

問題提起からモデル運用まで，モデル開発のステップごとに成功のためのいくつかの条件を考えてきたが，これらの条件を多く満たすほど成功の確率が高くなり，得られるメリットも大きく，したがっていい評価が得られることはいうまでもない．モデル開発により以下に示されるメリットが期待されるが，モデル使用により得られる直接的メリットとともにモデル開発過程で得られる間接的メリットも評価されるべきである．

(1) 直接的メリット

(a) 代替案の評価，各種ケース・スタディーが短時間に実行できる．

(b) したがって，条件変化に迅速に対応できる．

(c) 最適化モデルなら行動の限界点が得られ，目標が設定できる．

(d) 問題を構成する種々の要素，制約条件を重要なものと，そうでないものに区分できる．

(e) したがって，意思決定者は重要な部分に注意を集中でき，意思決定の改善が期待できる．

(f) 意思決定者とモデルの対話による意思決定者の経験則の裏づけ，修正により意思決定の改善が期待できる．

(g) 意思決定者の判断基準がミクロ的なものからマクロ的なものに改善され得る．

(h) 以上の集約として，モデルを利用した意思決定により，利益増，コスト減等，具体的利益が期待できる．

(2) 間接的メリット

(a) いくつかの部門にまたがるデータを収集，解析する過程で新たな問題を発見する可能性がある．

(b) モデル開発に参加した部門間のコミュニケーションの改善．

(c) モデル開発に参加した人，およびユーザーの対象業務，問題に対する理解度，洞察力の向上という教育的効果．

むすび

以上，モデル開発とその評価について実務的な立場から考えてみた．石油危機により企業等の組織体が大きく混乱したときORの適用，定着にとっては千載一遇のチャンスと言われた．事実，各企業では，高度成長時代には考えもしなかった問題に直面し，そのいくつかはOR的アプローチ，あるいはモデル利用により解決，効果をあげているという．

しかし，まだまだ多くの，OR的アプローチにより大きな効果をあげ得る問題がいまだ取りあつかわれず埋もれているのではないだろうか．拙稿がOR的アプローチあるいはモデル開発の成功に少しでも役立てば幸いである．

参考文献

1) 前野 (1975)：「LPの常用化」オペレーションズ・リサーチ，Vo. 20，No. 7

2) T. Noguchi, Y. Nakaya, T. Nakasato (1973)："Management Information Systems in Refining Activities" NPRA, CC-73-82

3) T. Noguchi, T. Nakasato (1975)："Management Information Systems for Corporate Planning", IBM, ICX Seminar, La Hulpe

4) 三原 (1976)：「ORプロジェクトの成功の評価尺度に関する分析」in「ORプロジェクトの成功/失敗に関する2，3の考察」慶応義塾大学，工学部管理工学科，川瀬研究室

なかさと・ただし　1945年生
1968年　大阪大学基礎工学部　制御工学科卒
同年　興亜石油㈱入社，情報システム室を経て現在業務部輸入課

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．