

# 「現象のモデル化」としてのコンピュータ・シミュレーション

統計数理研究所 仁 木 直 人

一般にコンピュータ・シミュレーションといわれているものにはいくつかのタイプがあり、ほぼ四種に大別されよう。すなわち、(1)確率事象の実験(例: Bitterlich法の誤差の検討)、(2)通常の計算が困難な場合の数値計算(モンテカルロ法など)、(3)ある処理方法を選んだ場合の予測や比較(待行列など)、(4)現象そのもののモデル化である。我々が問題としている「生長モデル」は第4)のタイプに含まれるものである。

このタイプの問題は、高速大型のコンピュータを必要とするため、従来あまり例を見なかったが、コンピュータの発達に伴ってしばしば行われるようになってきた。とくに、環境汚染モデル、災害時の避難モデル、都市計画モデル、それに各種の生態モデルなどが目につく。これらの内容やレベルは様々で、中には疑問に思えるものもみられる。そこで、「現象のモデル化」に取り組むにあたって注意すべき点と思われる点を挙げてみる。

(A) モデルに使われる因子(変量)は、現象を説明するのに必要なものが一応揃っているか? 余計なもの(モデルの精密化には必要となるかもしれないもの)は入っていないか? また、必要最小限の次元数か?

あまりに大ざっぱなモデルでは現象そのものを表わすことはできなくなる。逆にあまり細かいことまで取り入れると、計算量が増すばかりでなく、不確かなパラメータや関係式を導入せざるを得なくなり、モデルの安定性を損うことが多い。

(B) 実際のデータ(現地調査、統計資料など)に基づいて、ほとんどのパラメータ値が決定されているか?

単に推測のみでパラメータ(定数)値を決めることはもちろんであるが、妥当な結果を得るように試行錯誤的にパラメータ値を決定することもあまり数が多くなると危険である。小さな条件の違いで、全く妥当性のない結果を生み出すようなこと

も稀ではない。また実際のデータを扱っているうちにできてくる「結果を評価する目」「相互関係をみる目」なども大きいのではないだろうか。

(C) 結果をそれ(ら)だけで直接導きだすような仮定をおいていないか？

例えば、「各工場の廃棄物量・汚染物量はその生産額に比例すると仮定する。……大工場周辺の汚染が平均的に最もひどいことがわかる。」というようなものである。これほどでなくとも、直接結果に影響を与えるような仮定は極力避けなくてはならない。シミュレーションを行う意味が薄れる上、政策や事業計画の立案などへの応用ができないものとなる。

(D) 物理法則あるいは一般の法則に反するような事態は起こらないか？ 相矛盾する(間接的にも)ような仮定をおいていないか？

例えば「1本の木が先折れなどもないのに負の生長をする(縮む)」というようなことはまずありえない。またシミュレーションの初期では非合理が起こり得なくとも、ある程度進んだ状態では起きるということもある。モデルは当然非合理が生じないように作らねばならないが、とくにランダムな要因として正規分布など無限大まで出現可能性のあるものやすその広い分布に従ったものを取り入れるときには注意が必要である。また非合理が起こるかどうかが不明な時には、それをチェックするステップをプログラム中に組み込むべきである。

相矛盾する仮定をおいてしまうような事態は、モデルを構成する上での推論の段階において、「Aと仮定すればBとなる。さらにCと仮定すればDとなる。……」というようにダラダラと仮定をつけ加えていく場合に生じやすく、また見過ごされやすい。このことは既存の成果をさらに発展させようとする場合にも当てはまる。推論の段階が一区切りついたら、それまでにおいた仮定をひとまとめにして、「A、C……と仮定する。AによりBとなり、さらにCによりDとなる。……」という形に直してみることも一法だと思う。

(E) ランダムな要因(何らかの条件付でも)を入れる場合に、「個々の構成要素についてランダムと考えてよいもの」と「実際にはある関係でほとんど説明されるのだが、大きな範囲をながめるとランダムなように見えるもの」との区別がきちんとしているか？

後者の場合はとくに注意が必要である。全体としてみて初めてランダムに見える

要因を個々の構成要素に関する関係式にそのまま使用するのには明らかな誤りである。またモデルの精密化の際などにはランダムなものとして扱えないこともでてくる。これは全体とのバランスで決まるものであるから、逆に簡素化の際などにはランダムな要因とみなしたほうがよいこともありうる。また、事業計画、政策決定などへの応用の際にも、大きな範囲とはどのくらいの規模でどのような条件のものを指しているのかをもう一度見直す必要がある。

## 天然林の生長モデルについて

林業試験場 西川 匡 英

天然林の生長モデルについて完成されたものはないが、若干の考察を試みる。

まず、生態学の成果を踏まえつつ、少なくとも次の2点は考慮しなければならない。

(1) 天然林を定性的、定量的に分類（または、順序づけ）する。

(2) その分類されたものの中で種間、種内競争の尺度を求め、それが時間とともにどのように変化するかを量的に表わす。

(1)の天然林の定性的分類とは、生態学でいう植物群落的な分類等で、おおまかな分類はこれでよいが、実際は、マルチカラー等の航空写真と地上調査を併用すると全体的分布がよく把握できる。次に定量的分類とは、主として林型分類で、これには直径階別本数曲線や樹高階を加味した分類等数多くの分類方法が発表されている。多変量解析による方法として、S種の植物があれば、これをS次元空間で分類するOrlociの分類や、さらに次元を下げて順序づけを行う方法（Orloci, Greig-Smith等）等がある。

定量的な分類や順序づけとして筆者は、直径階別本数曲線等による林型分類を主成分分析やクラスターアナリシスの手法を用いて行ったが、今後はこれと定性的な分類と組み合わせていかねばならない。