



コンピューター・シミュレーション

鈴木 胖*

街角やホテル、ショッピング・センターといった人の集る所にはたいていゲーム・コーナーがある。そこにはいろいろな模型が用意されていて、人々はあたかも自分がスポーツ・カーを飛ばしたり、狩りに出掛けているかのような雰囲気を楽しむことができる。実物のなんらかの意味での模型をつくり、この模型を使って試行実験を行なうことを専門の言葉ではシミュレーション (Simulation) と呼んでいる。

この模型にはいろいろなものがある。水槽実験や風洞実験を行うための船や航空機のミニチュア。モデルは実際のものの縮尺で目に見えるから誰でもそれが何であるかを容易に理解することができる。模型は実物のある局面を模擬したものであり、上のミニチュア・モデルは形だけをまねたものである。ミニチュア・モデルを用いなくて、船や航空機のたとえば操縦性能を調べるにはどうするか。そのような場合には、船や航空機の運動を表わす微分方程式をつくり、その運動方程式を与えられた条件のもとで解くという方法がとられる。この方程式は船や航空機の運動という1つの局面のみを模擬したものであり、やはり1種の模型である。ただしこれは数式であり、前のミニチュア・モデルにくらべれば、かなり抽象化が進んでいる。その意味でこの模型は数学モデル (mathematical model) とふつう呼ばれている。

模型によって、模型のもとである実物のもついろいろな性質を調べるには、模型を操作することが必要である。これはミニチュア・モデルでは実際にそれを動かすことであり、数学モデルの場合には数式を解くことに相当する。実際に数式を解くことはなかなか面倒な作業であり、数式が複雑になると手で解くことは実際上

不可能になる。そのような場合には機械すなわちコンピューターに頼ることが必要になる。

一般にあるシステム (必ずしも実在するシステムでなくてもよい、想像上のシステムでもよい) の数学モデルをつくり、その数式を解くプログラムをコンピューターにインプットし、いろいろな条件を与えてプログラムを実行させる (この実行をラン (run) という) ことをコンピューター・シミュレーションという。コンピューター・シミュレーションとは、別の言い方をすれば、コンピューターという道具を用いて、数学モデルという抽象的な模型を具体的に操作することであるということができる。その目的はいうまでもなく模型が表わしているもとのシステムのいろいろな性質を調べることにある。またシミュレーションを通じて望ましい性能をもつシステムがどのようなものであるかを知ることができる。シミュレーションはシステムを設計する手段としても利用されている。

シミュレーションは工学の分野だけでなく、経済学の分野でも使われている。経済誌や新聞紙上にしばしばでてくる経済予測の多くはシミュレーションの結果にもとづいている。過去から現在までの現実の経済現象の動きを表わすいろいろなデータ (消費や投資の動向、就業状況など) について経済学の理論と回帰分析などの統計学的手法を適用することにより、その動きにフィットする計量経済モデル (econometric model) をつくることができる。これを過去から現在だけでなく将来にまでわたってランさせることにより、経済の動きが先き行きどうなるかを推測することができるのである。

現在コンピューター・シミュレーションの技法は科学のさまざまな分野に急速に普及しつつある。その理由としてはいろいろ考えられるが、代表的なものとして

* 鈴木 胖 (Yutaka SUZUKI), 大阪大学, 工学部, 電気工学科, 教授, 工学博士, システム工学

1. システムが複雑化し、シミュレーション以外の方法で解析や設計を行なうことが次第に難しくなりつつある。この複雑という意味にはシステムの構成要素が多い、多様である、構成要素間に入り組んだ相互依存関係が存在することなどがある。
2. システムが大規模化し、実際にものを作って試験を行うことがコスト的にも、時間的にも耐え難くなっている。システムが大きくなると部分的な手直しや変更にもばく大な費用がかかる。
3. 環境や都市の管理システムなど社会生活にかかわりのあるシステムでは、事前に実物でテストしてみるということが本来許されないことが多い。このような場合にはシミュレーションという数値実験に頼らざるを得ない。同様のことは工業プラントの事故時の解析などの問題についてもいえる。
4. 最後に当然のことながら、コンピュータの性能の飛躍的な向上と普及などをあげることができる。

シミュレーションはあくまで対象のシステムについて関心のある限られた局面だけを扱っているにすぎない。シミュレーションに際して関係のないと思われる他の局面は切捨てられる。また関心のある局面のすべてが明らかにされているとは限らない。そのような場合にはしばしばある適当な仮定をおいてシミュレーションの結果を利用したり、それについて議論するときにはどのような前提条件、どのような仮定のも

とでシミュレーションが行われたかを把握しておく必要がある。コンピュータのアウトプットであるからといって、それをうのみにすることは誤りを招きやすい。結果をどう見るかについては前提や仮定とにらみ合わせて人間の頭で判断することが必要である。

現在コンピュータ・シミュレーションの技法を積極的に取り入れつつある分野としては、これまでに例をあげた工学、経済学をはじめ、生物学、医学、環境科学などをあげることができる。社会学や法学の分野でもいくつかの例がみられる。最近は特定の専門分野の問題ばかりでなく、いくつかの専門分野にわたるいわゆる学際的 (interdisciplinary) な問題の解決にとってシミュレーションが一つの重要な技法として注目をあびている。

筆者の研究室では従来から主としてシステムのモデルづくり (modeling) とシミュレーションに関連する問題を手がけてきた。モデリングのための統計的理論をはじめ、具体的な問題として火力発電所とくに蒸気発生装置のモデリングとシミュレーション、大気中の汚染物質の拡散、温排水拡散のシミュレーションなど環境科学に関連する問題、さらに都市におけるエネルギー消費と環境保全をどう両立させるかという問題を解くためのシミュレーション計画モデル、資源、環境制約を考慮した総合地域計画モデルの開発など社会科学に関連する問題を現在扱っている。