

関 研 究 室

関 章良

はじめに

本研究室は、昭和62年4月に新たに開設された。当初はオペレーションズ・リサーチ、情報システム、機械電子システムを開講したが、現在はオペレーションズ・リサーチを中心に画像・映像を加味した研究を行っている。

〈オペレーションズ・リサーチ

(Operations・Research:OR)

ORとは

物理学、化学、生物学などの「基礎科学」にわれわれが期待するのは、自然界に起こるいろいろな現象について説明および予測ができるような実態法則の論理的体系を与えてくれることである。したがって、何故どういうメカニズムで、ある現象が起ったかという説明や、これこれの条件のもとでは、こういう現象が起るであろうという予測がうまくやればやれほど、その法則の体系は有力な理論であるとされる。これと同じ様なことが、経営の場合にも期待されるはずである。営利企業にしろ、その他の企業にしろ、物的な現象だけでなく、社会的な現象、あるいはその基になる人間（個人または集団）の行動も含んでいる。したがって、経営に伴って生じる現象——例えば、ある製品の売上の想定。さまざまな計画の進展状況——例えば全計画日程と定められた完成期日を左右する行程の推定など——を説明し予測できなければならない。

ORは言葉のとおり作戦研究であり、この思想は第二次大戦において、ドイツからのロケットによる空爆に対するイギリスの対応、アメリカの神風特攻隊の襲撃に対する軍艦の回避策など、データ分析による確率的な思考が、多くの専門家（軍参謀、数学者、心理学者、技術者等）のグループによる対策会議から始まったもので、ある事象に対する最適な対策のためのグループの科学的思考の総合である。これを経営に持ち込む。すなわち、経営の科学化や科学的管理法であって、品質管理とか、統計的最適化（実験計画法、多変数解析、適応制御等）の幾つかの技法があるが、多くの影響要素のある計画については、とにかく人間の勘などに頼り、議論は比較的なおざりにされがちである。このような場合に現象・行動の説明・予測ができるように、経営の物的並びに社会的メカニズムの実態を把握・表現すること、これが経営の科学化でORの活躍分野である。

このORがわが国に導入されて略50年の歳月を経ている。学問分野としての体裁も整い、さまざまな組織体運営上の諸問題の解決にその威力を発揮し、コンピュータの発達がさらにその応用を容易にした。今ではコーポレート・プランニング（企業の総合経営計画）の中心的役割を果たしている。

従来、ORはややもすれば手法の集まりであるような感じを持たれていた。したがって、応用数学の一分野であると思われる。しかしORの本質は現実の問題を解決することにある。そのためには、問題をできるだけ正確に把握し、その本質的な部分をモデルに組み立てなければならない。このモデル作成の段階がORの本質であるともいえよう。したがってORの手順は通常次に示す段階を踏む。

- (1) 問題の定義
- (2) 数学モデルの作成
- (3) モデルの解の誘導
- (4) 最適解によるモデルのテスト
- (5) 最適解の分析・管理
- (6) 最適解の実施

モデルとしては、大きく分けて決定論的モデルと確率的モデルに分けることができる。

これらのモデルを考え、実際の結果を推定することになる。このために必要な道具としての数学の分野は広いが、次の理論が用いられる。

〈確率論〉

〈数理計画法 (Mathematical Programming)

線型計画法 (Linear Programming)

非線型計画法 (Nonlinear Programming)

動的計画法 (Dynamic Programming)

マルコフ計画法 (Markovian Programming)

〈待ち行列の理論 (Queuing Theory)

〈グラフ理論 (Theory of Graphs)

〈ゲームの理論 (Theory of Games)

〈在庫問題 (Theory of Inventory)

〈シミュレーション (Simulation)

〈PERT (Program Evaluation and Review

Technique),

CPM (Critical Path Method)

〈情報理論 (Information Theory)

簡単な例を用いて、ORの技法を説明する。

例1

『1本30円の缶ジュース自動販売機がある。10円玉、50円玉、100円玉のいずれも使うことができるとする。つり銭を機械の中に幾ら用意すればよいか』。

一番の問題になるのは、50円玉のお客の場合は、10円玉2枚、100円玉のお客の場合は10円玉7枚か、10円玉2枚に50円玉1枚かの二通りのおつりが必要となる。したがって

○何人のお客がくるか？

○10円玉のお客、50円玉のお客、100円玉のお客の割合はどうか（この問題では3:3:4とする）。

○ジュースの最初の在庫数（この問題では50本）を決めなければ求められない。

このような問題でも事前調査が必要で、確率的要素が多いことが分かるであろう。この場合は（シミュレーション）を用いて予測することができる。

ある時点で、自動販売機に10円玉が x 枚、50円玉が y 枚、100円玉が z 枚あるものとする。さていま10円玉を使う客がきた場合、

$$10\text{円玉} = x + 3\text{枚}$$

$$50\text{円玉} = y\text{枚}$$

$$100\text{円玉} = z\text{枚}$$

と状態は変化する。

50円玉を使う客がきた場合

$$10\text{円玉} = (x - 2)\text{枚}$$

$$50\text{円玉} = (y + 1)\text{枚}$$

$$100\text{円玉} = z\text{枚}$$

100円玉を使う客がきた場合

$y = 0$ の場合

$$10\text{円玉} = (x - 7)\text{枚}$$

$$50\text{円玉} = y\text{枚}$$

$$100\text{円玉} = (z + 1)\text{枚}$$

$y > 0$ のとき

$$10\text{円玉} = (x - 2)\text{枚}$$

$$50\text{円玉} = (y - 1)\text{枚}$$

$$100\text{円玉} = (z + 1)\text{枚}$$

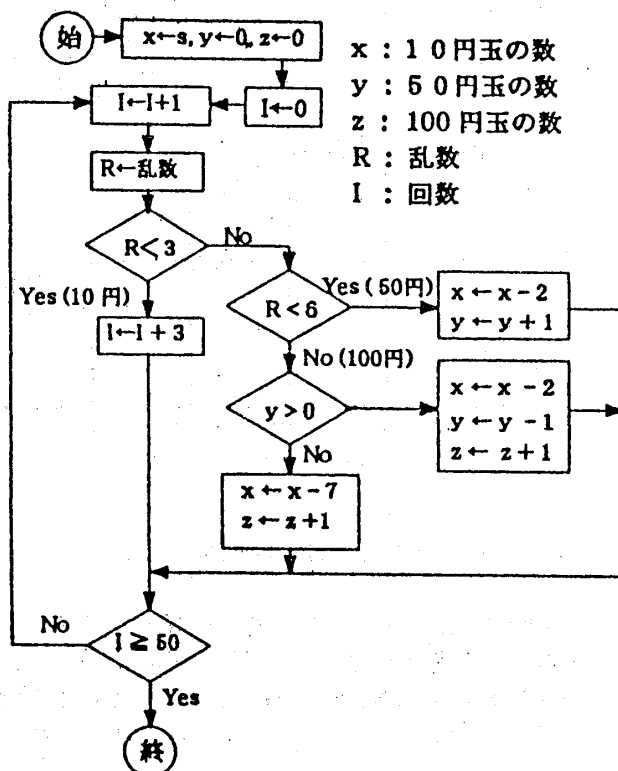
この状態を一樣乱数で“真似”をする。たとえば数表（日科技連編）またはコンピュータ内蔵の乱数（疑似乱数）を用いる。そして

乱数の値 0,1,2 3,4,5 6,7,8,9

使用硬貨 10円 50円 100円

と対応をつければ、ランダムに発生する仕組ができることになる。その手順をフローチャート図に示す。この手順（例えば0ならば10円玉、4ならば50円玉、8ならば100円玉と考える。）により、客の数を50としたときの10円玉、50円玉、100円玉

フローチャート



の不足を求めることができる。この場合は多分10円

玉の不足のみになろう。これより各種硬貨を幾ら用意するかの予測ができる。したがって、一日の客の数の想定と、使われる硬貨の種類の想定も必要になるが、毎日の売上実績から、適宜修正が可能である。

例2

『A工場で剣玉（けんだま）を製造しているが、剣の先の部分の直径 X の分布は平均 $\mu_X = 6(\text{mm})$ 、標準偏差 $\sigma_X = 0.3(\text{mm})$ の正規分布であり、玉の穴の部分の直径 Y の分布は平均 $\mu_Y = 7(\text{mm})$ 、標準偏差 $\sigma_Y = 0.4(\text{mm})$ の正規分布である。いま、これらを別々に製造された剣と玉をランダムに組み合わせて剣玉を作るとき、玉の穴にささらないような剣を持つ剣玉（不良品）ができる確率は幾らか。』

この問題は多くのデータから、統計学、確率論から求めることができる。

いま、 $Z = X - Y$ とおく、剣が剣玉にささらない場合は、 $Z > 0$ ということである。 Z の平均値を μ_Z 、標準偏差を σ_Z とすると

$$\mu_Z = \mu_X - \mu_Y = -1$$

$$\sigma_Z^2 = \sigma_X^2 + \sigma_Y^2 = 0.25$$

である。 Z の分布も正規分布であるから、 $Z > 0$ となる確率は正規分布で

$$K = (0 - \mu_Z) / \sigma_Z = 2$$

より大きい値がでる確率 P に等しい。これを正規分布表より求めると、

$$P = 0.0228$$

である。したがって、確率は0.023前後と考えられる。

以上はシミュレーション、確率論の応用であり、複雑な問題は、前述のごとくモデルを作るために、多くの専門家のグループ作りが必要であり、コンピュータの利用が必要となる。

むすび

当研究室が行っている研究の内 OR について概説した。OR を志す人に必要なことは

- 各種モデル化のための学問の理解と応用力
- コンピュータの知識
- 得られた結果の評価のための洞察力
- グループ作り

である。