

コンピュータによる企業内OR教育

——近畿電気通信局のORセミナーを中心に

大西 正和

1. はじめに

電電公社近畿電気通信局経営調査室では、1980年以來、コンピュータを活用したOR実務セミナーを実施してきた。当初は、電電公社の商用TSS (Time Sharing System) DEMOSの経営科学ライブラリ・プログラムを主体としたセミナーのみであったが、1983年はそれに加えて、パソコンBASICのプログラミングを主体としたセミナーも創設したので、両セミナーの方針、教程、留意点などを中心に、それ以外のOR教育も含めて紹介する。

なお、OR関係の教育は、電気通信学園（企業内教育機関）の諸訓練コースの中にも織り込まれているので、これらについても若干触れておく。

2. DEMOSによるOR実務セミナー

2.1 DEMOSとは

電電公社では、1971年からDEMOS (DEnden-kosha Multi-access Online System) という公衆データ通信サービスを実施している。

DEMOSは、科学技術計算用サービスとして創業して以来、機能や制度の改善を重ね、現在ではプログラム言語としてFORTRAN, COBOL, PL/I, BASIC, APLを提供するとともに、ライブラリ・プログラムとして、経営科学、OR、統計・多変量解析、数値計算、その他（建築、土木

などの専門技術計算、財務分析などの事務計算、情報検索、図形処理、フローチャート等）を留意している。

また、ユーザー相互間でプログラムやデータを共用できるソフトウェア流通機能、新聞雑誌記事・文献情報・企業情報など専門の情報提供者が構築したデータベースも活用できる。

さらに、全国的なネットワークも容易に構成でき、将来INS (Information Network System: 高度情報通信システム) の中では、1つの処理ノードと定義づけられており、INS形成まで、INSへの橋渡しとして、ファイルをもち、情報処理が行なえるnetworkの役割を担うものである。

なお、INSは、digital化によって高度化されたnetworkにdata-base等の各種情報処理機能を加え、情報の伝達・蓄積・処理を効率的・経済的に達成する総合システムである。

2.2 DEMOSによるORセミナーの目的と対象

DEMOSは商用システムではあるが、公社内においても需要予測、マーケティング、経営比較、訓練効果の測定、地域分析など経営科学的アプローチに活用したいというニーズが、調査、計画、営業などの部門を中心に増大してきたので、1980年に、上記部門の実務担当者を対象に、DEMOS端末機とシステム操作方法や、DEMOSの統計・ORライブラリ等の能率的な利用技術を習得させ、ORの普及定着によって、日常業務の迅速・正確・高度化に寄与する目的で、本セミナーを創設した。

おおにし まさかず 電電公社近畿電気通信局

2.3 DEMOSによるORセミナーの方針と留意点

2.3.1 計算ツールの選定

コンピュータのライブラリ・プログラムには、ユーザーがデータを所定の形式で入力すれば、処理結果を一定の書式で出力するパッケージ・プログラムと、ユーザーがFORTRAN等で作成した入出力を主体とする利用者プログラム中から、適用したい手法のライブラリを呼び出して使用する副プログラムがある。

パッケージ・プログラムを使用すると、出力項目・形式ともに一定のものしか得られず、希望する項目・形式の出力は求められないという制約はあるが、利用者がプログラムを作成する時間または能力がなくとも、コンピュータを利用できるメリットがある。

一方、副プログラムを使用すると、必要とする項目を、好みの形式で出力し得るが、利用者はアルゴリズム(与えられた問題の解を導き出す手順)の理解とプログラム作成力が必要となる。

ところで、受講者の大部分は、多変量解析などのアルゴリズムやプログラム言語に関する知識もなく、それらを説明する時間的余裕もないので、パッケージ・プログラムの使用方法を中心とする方針をとることとした。

2.3.2 科目の選定

DEMOSコマンド(データの入力、データ・ファイルの作成と修正など)、ライブラリの種類と特徴、公社内外で多用されているOR手法は当然採択した。これは、いわば「状況対応の意図」にもとづくもので、基礎統計量、移動的季節調整法、傾向分析(1~3次曲線、1~2次と修正指数曲線、Gompertz曲線、Logistic曲線)、相関分析(単相関、重相関、偏相関、時差相関)、散布図、回帰分析、主成分分析等がそれである。

一方、一般にはあまり知られていないが有用と考えられる手法もとり入れた。これは、いわば「状況開拓的意図」によるもので、数量化理論、

判別関数、パス解析、累加法(最小二乗値計算の能率的方法)¹⁾、質量混合の重回帰分析等が該当する。

当初は、これらを2日間(13時間)に配分し、手法の説明後、端末機による実習を行ない、最後に総括的な演習と質疑応答、討論会を実施した。

しかし、受講者から日数延長の要望も強く、また、1983年から受講者も多変量解析、OR等と比較的縁遠い部門の人にも拡大したので、基礎コースと応用コースに分け、前記手法から主成分分析を除き、標本調整法を加え、表1、表2の時間割により2日間(13時間)で実施した。

2.3.3 実習用端末機

DEMOSを実務に活用するのが目的であるから、端末機1台に2人程度割当てよう配意した。2人程度で実習すると、互いの失敗に学び、助け合うというメリットがある。1台を3人以上で共用すると、端末機に触れる機会が減り効果が少ない。

2.4 DEMOSによるORセミナーの成果と問題点

科目別に事前認識度、理解度、有益度、興味度を調べたところ、セミナー前後に歴然たる進歩があることが確認できた。

受講者の意見・感想として、「日頃、DEMOSの活用を考えていたが、どうしてよいかわからなかった。出席して本当によかった」、「何も知らずにDEMOSを使用していたが、理論面や効率的な使用法を学んだ。今後、一層活用したい」、「今まで機械の前に座りたくなかったが、現在ではおもしろいし愛着すら感じている」、「困った時の相談先がわかった」、「公社商品の知識を得た」など好評を博した。他方、期間の延長や理論の解説を増やす希望、パソコン・コース設置の声もあった。

3. パソコン(BASIC)によるOR実務セミナー

3.1 パソコンによるORセミナーの目的と対象

表 1 1983年度 DEMOS による OR 実務セミナー
(基礎コース)

月日 時間	第 1 日目 月 日 (曜日)	第 2 日目 月 日 (曜日)
1 9.00 ~ 9.50	開会・オリエンテーシ ョン DEMONS 概要	多角統計解析ライブラ リ説明実習 (基礎統計他)
2 10.00 ~ 10.50	DEMONS の使い方	同 上 (相関分析, 散布図)
3 11.00 ~ 12.00	ファイルおよびコマン ド説明	季節調整・傾向分析 ライブラリ説明・実習
4 13.00 ~ 14.00	ファイルおよびコマン ド実習 (データ入力, ファイ ル作成・修正)	同 上
5 14.10 ~ 15.10	ライブラリ説明・実習 (相関・回帰分析)	総合演習
6 15.20 ~ 16.30	最小二乗値の能率的計 算方法	質疑応答・アンケート 意見交換 閉 会

OA化の波は、電電公社の各機関にもおよび、多くの部局にパソコンやワープロ等が設置され、各部門に固有の業務の迅速・正確化がはかられつつあるが、一方、導入後、日浅く勉強会をやっている局所や導入を検討している部課も存在していた。

各部門特有の業務はパソコンで処理しえても、多変量解析などはプログラムを作成しえないとか、パソコンを勉強中といった部門をサポートするとともに、未導入の部門には何らかの示唆を与える必要性を感じ、パソコン・コースを開設した。

すなわち、パソコン BASIC により OR 関係プログラムを作成する技法を説明し、OR の普及・定着と OA 化の推進をはかり、日常業務の能率向上と高度化に貢献することを目的とし、さしむき管理機関において、調査、予測、計画、マーケティング、資材、経理などの業務に従事している職員を対象とした。そして、受講者が、それぞれの

表 2 1983年度 DEMOS による OR 実務セミナー
(応用コース)

月日 時間	第 1 日目 月 日 (曜日)	第 2 日目 月 日 (曜日)
1 9.00 ~ 9.50	開会・オリエンテーシ ョン ライブラリ説明・実習 重回帰分析	ライブラリ説明・実習 データハンドリング (変数変換, ケース追 加等)
2 10.00 ~ 10.50	ライブラリ説明・実習 数量化理論 I 類	ライブラリ説明・実習 質量混合の重回帰分析
3 11.00 ~ 12.00	同 上	因果分析 (パス解析)
4 13.00 ~ 14.00	ライブラリ説明・実習 判別分析	総合演習
5 14.10 ~ 15.10	同 上	同 上
6 15.20 ~ 16.30	標本調査法	質疑応答・アンケート 意見交換 閉 会

ラインでリーダーシップをとることを要請して実施した。

3.2 Program 言語と Algorithm と経営科学理論

ユーザーが経営科学関係の計算を行なうには、パッケージ・ライブラリを利用すると、入力方法さえわかれば、その手法の理論やアルゴリズムを知らなくとも計算できるが、①ライブラリ化されていない処理、② DEMOS 自体の使用が環境上不便な場合には、パソコンを活用すれば解決できよう。

しかし、パソコンによって経営科学関連の処理を行なうには、ソフトウェアを購入するか、ユーザー自身がソフトウェアを作成するなどの必要があるが、自分の仕事に適したソフトウェアは、やはり、多くの場合、自分で作成するのが一番であるかと思われる。

各自の業務に適した経営科学系プログラムを作成するには、プログラム言語 (パソコンの場合、

一般に BASIC) の少々
の知識と当該手法のアル
ゴリズムの理解が不可欠
である。換言すると、必
ずしも、BASIC に精通
している必要はなく、高
々10個前後の文で、中
度ないし高度な内容のプ
ログラムを製造できるもの
である。逆にアルゴリズム
がわからなければ、い
かに或る機種 BASIC
を知悉していても、低
度の経営科学まがいのプ
ログラムすら作成できな
いであろう。

ここで、「低度」とは、
たとえば、回帰分析にお
いて、回帰係数と理論値
程度しか出力せず、回帰
式の説明力や回帰係数の
安定性などを検定するた
めの諸数値などは出力し
ないという実用性の弱い
ものを指し、「中度」な
いし「高度」とは、た
とえば、商用 TSS のプ
ログラム・ライブラリ級のものを想定している。

また、経営科学の理論自体に一言しておく
と、理論をマスターしていても、必ずしもアル
ゴリズムを完全に記述できることを意味してい
ないということである。反対に、理論の理解が
不十分でもアルゴリズムを何らかの形で知り
えたらプログラムは製造できるものである。さ
らに、加工すべきデータの与え方を知ること
すら、人により場合によっては、貴重な情報
を入手したことになる。

そこで、これらの考えにもとづき、次の方針で

表 3 パソコン (BASIC) による OR 実務セミナー科目一覧表

1. BASIC 速習 BASIC 早わかり			
基本的な機能語を中心として、各種 OR 手法のプログラム解説・記述ができるよ うに説明・実習する。なお、機種間の移植可能性に留意する。			
* REM, LET (=, +, -, *, /, ^), READ, DATA, IF, GOTO, PRINT, FOR NEXT, DIM, 関数 (SQR, LOG 等), その他			
2. 時系列分析			
(1) 傾向分析	①多項式曲線	• 1次直線	G, A, P (脚注参照)
	②指数式曲線	• 2次曲線	G, A
	③成長曲線	• 1次指数曲線	G, A
		• 2次指数曲線	G, A
		• 修正指数曲線	G, A
		• LOGISTIC 曲線	G, A, P
		• GOMPERTZ 曲線	G, A
(2) 季節変動分析	①固定的季節指数	• 期別平均法	G, A, P
	②移動的季節指数	• 連環比率法	G, A
			G
3. 数値計算 (多変量解析の前提)			
(1) 逆行列	G, A, P		
(2) 連立 1 次方程式	G, A, P		
4. 統計・多変量解析			
(1) 基礎統計量	G, A, P		
(2) 相関分析	①単相関行列	G, A, P	
	②時差相関係数	G, A	
	③多元相関係数	G	
(3) 重回帰分析	G, A, P		
(4) 数量化理論	G, A		
(5) パス解析	G		
(6) 判別分析	G		

注 G: 概要のみ説明

A: アルゴリズム (与えられた問題の解を導き出す手順) を解説

P: プログラミング演習 (セミナー終了時点で未完成のものがあれば、当分の
あいだ経営調査室でコンサルティングを行なう)

セミナーを企画した。

3.3 パソコンによる OR セミナーの方針など

本セミナーの方針と留意点を次に列挙する。

(1) BASIC 文の種類は必要最小限にとどめる
が、より豊富な機能の学習への動機づけは行なう。

(2) 各部局導入のパソコンのメーカーの違い等
にもとづく機種間の相異点、文やコマンドの互換
性に留意するとともに、JIS の「基本 BASIC」
(1982年3月制定) を意識する。また、行列演算
機能をもつ DEMOS BASIC にも言及する。

(3) 有用な手法のアルゴリズムの解説に重点を

表 4 1983年度パソコン (BASIC) によるOR実務セミナー

月日 時間	第1日目 月 日 (曜日)	第2日目 月 日 (曜日)
1 8.45 ~ 9.45	開会・オリエンテーション	逆行列と連立方程式のアルゴリズム
2 9.55 ~ 10.55	BASIC 速習	逆行列と連立方程式のプログラミング
3 11.05 ~ 12.00	傾向分析と季節調整のアルゴリズム (多項式曲線, 期間平均法等)	多変量解析のアルゴリズム (重回帰分析, 数量化理論 I 類)
4 13.00 ~ 14.05	傾向分析と季節調整のプログラミング (1次式, 期別平均法等)	多変量解析のプログラミング (重回帰分析)
5 14.15 ~ 15.20	相関分析のアルゴリズム (単相関行列, 時差・多元相関係数)	総合演習
6 15.30 ~ 16.35	相関分析のプログラミング (単相関行列)	質疑応答・アンケート 意見交換 閉会

おき、理論の説明は簡単にする。

(4) 科目は、BASIC の基礎、時系列分析、数値計算 (連立方程式、逆行列)、統計・多変量解析とし、2日間 (13時間) に配分する。本コースの科目一覧表と時間割を、それぞれ表3、表4に示しておく。

(5) 内容の豊富さに比べ、時間数が少なすぎるので、セミナー終了後も経営調査室OR担当がコンサルティングをする。

(6) プログラム・ライブラリを補完する方法を伝授する。(入力データのエラーチェックを除く)

(7) 実習機は、プログラミングやデバッグをとるため、同一機種を1人1台確保する。(使用機種は、電電公社の商品9600型漢字図形データ装置を使用した。同機は自立型としてDT-COBOLが使用でき、近々 DT-BASIC というパソコン BASIC に類似した BASIC の開放が予定されているので、この DT-BASIC を試用した。また、同機は、ワードプロセッサとして、さらに、DE-

MOS 等データ通信システムの端末機としても使用できるものである)

3.4 パソコンによるORセミナーの効果など

本セミナーの成果と問題点を次に列挙する。

受講者の意見として、①パソコン活用の糸口がつかめた、②BASICの基礎がわかった、③ソフトウェアの価値を再認識した、④プログラム・ライブラリ級のソフトウェアを作成したい等の反響があり、また、⑤教材「アルゴリズム集」に対して貴重な資料の提供として謝辞もあった反面、⑥セミナーの期間が短い、⑦内容を欲ばりすぎる、もっと焦点を絞るべきだとの意見もあった。

なお、後日談として、①プログラミング上の質問は当然として、②DT-BASIC 用のフロッピー・ディスク入手希望、③セミナーに刺激されて、パソコンを私費で購入した等の希望や声が寄せられた。

今後の課題として、①BASIC 語コースとORプログラミング・コースに分離し、時間数をふやす、②アルゴリズム中心では、わかりにくい面もあるので、理論の解説もふやす、③セミナー形式では、2日間くらいが限界であり、電気通信学園 (以下、学園と略すことあり) に、パソコンによるOR教育コースを開設する (受講者の募集など教務と教材作成・講義を分離できるし、広範に存在するニーズに計画的に対応できる) などが考えられる。

4. その他のOR教育

4.1 企業内教育機関におけるOR関連教育

4.1.1 近畿電気通信学園の場合

電気通信学園が全国で13(本社所管の中央学園、鈴鹿学園、地方の管理機関である電気通信局所管の東海、近畿学園等)あり、近畿学園は、主として近畿地方の職員の教育訓練に当たっており、各種業務知識や技能を修得させている。このうち、OR関連の訓練を紹介する。

営業科市場調査班では「需要予測と管理」12時

間（全体の時間数41時間、以下カッコ内は全体の時間数とし、時間はHと略す）、営業科需要予測班では「需要予測」21H、「市場調査」12H(59H)、運用科自動運用係長班では「トラヒック管理」33H(65H)、運用科トラヒック管理応用班では「トラヒック理論」39H、「統計知識」22H、「シミュレーション」6H(101H)、計画科加入需要班では「数理統計」6H、「需要予測」38H(65H)、共通科資料調理班では「統計手法」6H、「需要予測」19H、「在庫管理」6H(59H)、専門部電話運用班では「統計知識」、「トラヒック理論」各60H、「予測」9H(978H)、その他、経理部門では収入見積り、建設部門では品質管理をとり入れている。

なお、前記、運用科トラヒック管理応用班ではポケット・コンピュータを活用して効果をあげているので、その内容、効果、留意点を紹介する。

(1) 目的：トラヒック理論、統計学は記号や確率式を使って理論の展開を説明する部分が多くなり、受講者からみると、具体性を欠いた難解な授業になりがちである。これを改善するために、練習問題の解を求める以外に、擬似呼を発生させ、シミュレーションを通して理論を再確認し、理解を深めさせる。

(2) 演習の内容：2人に1台貸与したポケコンによって、保留時間が指数分布にしたがうランダム呼を発生させる。次に、若番回線から優先的に選択されるものとして、時間経過に合わせて擬似呼をグラフ用紙に記入させる。この後、調査結果を理論値と比較し、統計的手法により理論を検証する。

(3) 効果：

ア 体験的に学習できるので、難解な理論にも興味をもち、実務に必要な正しい知識が得られる。

イ 各種分布の形や性質あるいは推定・検定のしかた等、データの処理方法と考え方について身近な事例を通して理解と定着がはかれる。

ウ 受講者が自主的に演習するため、質問・意見交換が活発になり授業に活気があらわれる。

エ ポケコンを操作することにより、BASIC語によるプログラム作成にも興味と関心をもつ。

(4) 留意点：

ア 演習の方法を詳しく説明し、目的をよく理解させて自主的に興味深く演習させる。

イ 各項目とも、全員がほぼ同時に完了するよう個別指導をする。

ウ 各項目について、グループごとに検証した結果を集約し、討議したあとでコメントする。

(5) 今後の課題：トラヒック理論や統計学の授業において、図表や分布をディスプレイさせたり複雑な計算結果をプリントアウトするなど、パソコンの活用によって、さらに、学習効果の向上が期待できるので、その授業方法を検討する。(中井利和教程課長の資料等による)

4.1.2 その他の電気通信学園の場合

中央学園では、1980年に経営管理科政策科学指導班を設置した。その内容は、「公社事業と政策科学」1.5H、「政策科学概論」6H、「政策科学の理論と実際」9H、「経済理論と経済計画」6H、「システム・ダイナミックスの理論と応用」6H、「システム分析の理論と応用」6H、「科学技術と産業計画」3H、「行政政策モデルの事例研究」6H、「企業政策モデルの事例研究」3H、「公社問題のグループ研究」12H(58.5H)である。

また、当学園では、1964年から1979年まで、経営科学指導班を設置していた。訓練期間は2～3年ごとに変更されてきたので、廃止直前のカリキュラムを示しておく。「基礎統計」17H、「応用統計」8H、「経済比較」5H、「待ち行列」3H、「在庫管理」1.5H、「PERT」1.5H、「多変量解析」3H、「最近のOR手法紹介」3H、「総合演習」13H(55H)〔両コースとも年1回実施〕。

なお、中央学園の他班、その他の学園でもOR関連のコースが設置されているが割愛する。

4.2 OR担当が実施したその他のOR教育

近畿電気通信局の歴代OR担当が実施したOR教育の一端を次に示しておく。

4.2.1 OR講習会, 成果発表会など

1965年に, OR概論, 基礎数学, 在庫管理, 取替理論, 線形計画法, シミュレーション, 待ちせ理論, 標本調査法の講習会(5日間)を実施した。対象は管理機関の課長などであった。

また, 1977年から1982年まで, 年1回, 半日程度の「経営科学成果発表会」を開催し, 近畿管内の社員によるOR的手法を用いた成果の発表の場を提供するとともに, 社外の実務家や大学教授による啓蒙的な講演も併せ行なってきた。

ちなみに, 社外の学識経験者による最近の講演を列挙すると, ①栗山仙之助大阪工大教授「職場における経営科学の導入と進め方」, ②秋葉博神戸商大教授「ORの周辺」, ③小笠原暁兵庫県副知事「意思決定支援システムについて」などがある。

4.2.2 「経営科学の友」誌など

1975年から, 定期刊行誌「経営科学の友」を年2回発行し, 管内全機関などに配布してきた。その内容は, 前記部外講演者の講演録, OR担当者等の論文(たとえば, パス解析, 主成分分析, LP等), OR用語解説(クラスタ分析, シミュレーション等), Q&A (DEMOS ライブラリの上手な使い方, 標本調査等), OR短信(数量化理論ライブラリの改造ニュース, OR学会だより等), ソフトウェア交流室, 読書案内などである(頁数は50~100程度)。

また, 適宜, 単行テキストも作成し, 全機関に配布などしてきた。たとえば, 「PERTの手法」(1966年), 「オペレーションズ・リサーチ」(1969年), 「OR事例集」(1973年, 公社内の事例のみ), 「グラフの書き方」(1973年), 「やさしいOR手法」(1979年)がそれである。

4.2.3 通信教育

1978年以来, 部外の通信教育実施機関の「現代統計実務講座」(8カ月コース)を, 現場等の管

理者に年間20名程度受講させた。内容は, 推定と検定, 回帰と相関, 標本調査法などである。

4.2.4 経営科学研修会

中央学園の経営科学指導班が, 前述のように廃止されたので, 全国11電気通信局の経営調査室が協力して, 経営科学研修会を1980年以来, 隔年で実施した。1982年に実施した内容を次に示す。

「OR概論」3H, 「記述統計」6H, 「推測統計」10H, 「在庫管理」3H, 「時系列分析・単回帰」14H, 「待ち行列」6H, 「経済比較法」6H, 「SD」3H, 「標本調査法」3H, 「PERT」3H, 「DEMOS 操作法」2H, 「多変量解析概要」2H, 「主成分分析」5H, 「重回帰・数量化I類」, 5H 「パス解析」2H, 「クラスタ分析」3H, 「数理計画法」3H。

5. おわりに

以上紹介してきた企業内OR教育は, 企業の主として一時期の一断面を述べたもので, 未曾有の激変期をむかえつつある電電公社におけるOR教育も経営形態などの変貌に応じて変化していくであろう。

注 1) 大西正和「需要予測とコンピュータプログラム」(日刊工業新聞社)

次号予告

特集 モデルと解析

「モデル選択」の前後	石黒真木夫
再びモデルを解剖する	高橋 幸雄
石油精製業におけるモデルとデータ	橋本 正明
医療データ解析, モデル主義そしてOR	
	新村 秀一
ごみの輸送問題におけるモデルと解析	
	大山勝太郎

総合報告

QNA: Queueing Network Analyzer

について(2)

木村 俊一