

ORリテラシー拡充のために

真鍋 龍太郎, 権藤 元

1. はじめに

「OR広報研究部会」は、OR普及のためのPR活動を企画することを考えて3年前に始めたのだが、部会の議論の過程では、PRすべきORの本来の姿はどんなものであるかということと、どんな形で誰にPRすべきか、などが重要なテーマとなった。

昨今社会で、ことに大学教育の中で「情報リテラシー」とか「コンピュータ・リテラシー」の普及がよく論ぜられる。これに類似して、ORの専門家でなくとも身につけてほしい知識、技能などの「ORリテラシー」というものが考えられ、しかもORの本質が正しく広まることが望まれる。

筆者らが「ORリテラシー」と考え始めていることの一端をここに紹介して、読者の方々のご批判を仰ぎ、その充実を図ってORの普及に資したい。(本稿は4.までを真鍋が、5.を権藤が執筆した)

2. ORリテラシー?

literacy=the ability to read and write(Oxford American Dictionary)で、読み書きの能力という意味である。コンピュータ・リテラシーという場合には、活用能力という意味で使われ、コンピュータ、特にパソコンを用いた情報活用能力を指しており、ここ数年の間に広まってきた言葉である。

これに対応して、OR的な問題解決が専門家以外で広く知られるために、「ORリテラシー」とでもいうOR実践の知恵がほしい。複雑な問題にぶつかったときに、OR屋さんに相談してみようかとか、問題によっては自分のところで考えてみようかという常識が広まらないものだろうか、OR広報研究部会でいつとはなしに出てきた用語である。

まなべ りゅうたろう 文教大学 情報学部

〒253 茅ヶ崎市行谷1100

ごんどう はじめ 近畿大学 工学部 経営工学科

〒737-01 呉市広古新開5-1-3

ORリテラシーの必要性は2つ考えられる。

第1は、(問題があるということを認識できることもリテラシーの要件であるが)自分の仕事の中で問題がかかえている人々がデータを採ったりある程度のことは考えたりできるために(End User ORとでもいうことになる)、あるいはORワーカーに相談をもちかけようという気を起こしてもらうために、ORは問題解決の考え方とそのための道具の集まりであることを認識してもらいたい。

第2は、ORを初めて勉強しようとする人たち(OORの専門家になるならならいにかかわらず)を教育する立場の先生方に、ORのあるべき姿を理解してもらい、その上で教えるべきものとしてのリテラシーを知っておいていただきたい。

ORリテラシー拡充のめざすところは、たとえばこんなことではなかろうか。LPのソフトが便利に使えるようになって、あるいはスプレッドシートで最適化の計算までできるようになってきたが、これで同時に最適化モデルの利用者が増えたとかORのファンが増えた、とか。データがあるのにどうしていいかわからない人や、問題が周辺にあるのにそれがかめない人が少なくなってきた、とか。いや、もっと具体的には、世の中でOR屋さんにとんどん仕事がかるとか、収入が増えるとか、いうことだろうか。

3. 何をどう教えたらよいか?

1) ORを専門職とはしない人々にも教えるのであるから、手法やモデルを最初から教えることは意味がないし、拒絶反応を起こされてしまう。まず、こんなことをするのができるのがORですということを取り扱ってほしい。経営工学や管理科学や情報システムの学生に教えるORの最初の授業科目との違いや特色は、事例や手法・モデルの考え方を強調することで特徴づけられるだろう。

ただ、事例をいくつも並べるだけでは、ORの本質はいったい何なんだろうかということになる。そこで「ORストーリー」のフレームワークに添って示すことがよからう。TQCでは事例のまとめ方として「QCストーリー

リー」によることを勧めている[2]。ORでは、問題の把握から解決までのプロセスを「ORストーリー」と呼ばうとこの部会で提案しており[1]、その1つの例を本号の「End User OR の提案」で紹介している。ORは問題の解決のための考え方や方法ですよ、ということによって当初から明らかにしたい。

2) 何か問題をかかえているのに、データもいくらかあるのに、そのデータから何かを読みとる知恵も道具も知らずに、問題の本質が見えていなかったということがよくある。そこで、問題の把握と解決のためには考え方とともに道具(手法)があることを弱かせておきたい。

ここで大事なことは、手法を教えるときに、「これこそが(あるいはこれだけが)ORだ」という印象を受講者に与えないようにしなければいけない。教えている側ではそのつもりがなくとも、聞いた側にそのような印象をもたれてしまえば、「ORイコール数学」という誤解の源になってしまう。

本当は「モデルではなくモデリング(モデル作成のプロセス)を教える[3]」ことこそ大事だ。アメリカでもこの問題は深刻に考えられており、ORSAとTIMSの機関誌OR/MS Todayにはしばしば記事や議論が出る。その中には、講義、演習の他に事例にもとづく討議や演習(ケース・メソッド)を使ったり、博士課程だと学外の企業や組織で現実の問題でモデル作成の実習をさせたり[3]、している。しかし、受講生が多かったり、不勉強で活発でない学生がやたらにいたりという、日本の大学の学部の授業では実施が難しいという悩みがある。

3) モデリングの過程の道具として、要因関連図、KJ法を、それにやや数字がある場合の道具としてパレート分析や分割表、相関・帰帰などの簡単なデータ解析を教えて演習させることを、手法やモデルに入っていく前に筆者はやらせている(新QC七つ道具のうちのいくつかと言ってもいい)。

たとえば、「駅から大学までの路線バスの混雑や遅れはなぜ起こるか」という問題の要因関連図を書かせてみる。この演習は、答えが1つで非常に定型的な問題だけしか問題ではないとしか考えられないとか、教えられてないとかいう今の学生たちに、何が問題か、誰の立場で考えるのかを明確にしないかぎり要因関連図すらまったく書けないことを悟らせることができるという効果がある。

4) 手法の教育のしかたの工夫。おなじみのOR手法を単に手法として計算法などに重点を置くのはうまくな

い。実際に利用する場合を想定してそのモデルの特徴や欠点、モデルの修正、感度分析を理解させたい。2、3の例で話そう。

例1. PERT. 建設とかシステム開発とかの例でプロジェクトを計画し管理していく道具であることを認識させたい。スケジュールや余裕の計算だけで終わっては意味がない。実際のプロジェクトは、計画どおりに進行しないし、進行中の追加情報で見直し(Review)をしていくことが重要で、見直しをしながら管理する道具としてPERTの意味がある。筆者は次のような問題を学生にぶつけている。

アロー(作業)の数が12,3程度のものでよいが、アロー・ダイアグラムを書かせ、日程の計算をさせ、クリティカル・パスを求めさせる。その後で、プロジェクト開始後何日か進行したと仮定して、次のデータを示す。

- その日までに終了している作業、
- 中途の作業(これらはそれぞれあと何日分残っているかも示す)、
- 残りの作業は未着手。しかし、見積り所要日数が変更されたものはそれを示す。
- さらに、作業順序の変更などを与えてもよい。

このときに、何日目に見直しているかを明示したアロー・ダイアグラムを自分で工夫して書かせ、PERT計算の修正をさせる。学生もこれによってこの道具の意味がだいぶわかってくる。

例2. 線形計画。パソコン・ソフト LINDO の出現でアメリカの学部のORやIEの学科のOR一般の授業では80年代の前半からシンプレックス法の計算をゴタゴタ教えることは消えてしまったところが多い。教師にとっては自分が教えられたとおりに教えてはいけない典型のひとつであろう(われわれにとっては多くの事柄がそうだが)。ORリテラシーとしてのLPの教え方には工夫がいる。

まずLPでモデルを作れるいくつかのタイプの問題を示す(初めての学生にも理解しやすい小さな問題でよい)。それが連立1次方程式や不等式で表現できることを示し、あとはLINDOで解いてしまう。計算の中身はブラックボックスだが、連立1次方程式と同じ発想だという程度は講義している。それよりも出てくるアウトプットの各種の数字の読み方と意味を、図解できる程度の小さい問題も使って、理解させることに努めている。

LINDOはモデルが簡単に修正できたり、感度分析ができるので強力な武器である。

5) パソコンの利用

a) OR手法のプログラムを作らせるとか、作ってあるプログラムを単に利用するのでは、プログラム教育としても、OR演習としても中途半端になるという経験がある。パソコンが使われ始めたときにはこの手の教科書やソフトが多かったが、これでは利用の意味が薄れる。そういうものがアメリカでも日本でもまだいくらかあるのは残念。

b) モデルの作成、修正のプロセスが、パソコンのおかげで容易になった、というものが意味があるし役に立つ。その好例が Expert Choice (AHP 用のソフト) や上で述べた LINDO である。スプレッドシートもモデル作成のメディアとして大変に便利であるし [5]、最近はそのワークシート上で最適化ができるものまで出てきた。他にもORのいろいろな面でいいソフトが欲しい。

4. ORのエッセンスは…

ORのエッセンスは次の2点にあると日頃考えている。

(1) モデルを作って、それをいじくり回しているいろいろな状況を考えること (What-if Analysis)。

(2) 感度分析(Sensitivity Analysis) ができること。

現実のほとんどの問題は不確定な要因があって始めに考えているとおりに進まないし、条件はどんどん変わっていく。ORモデルあるいは手法の多くは確定的な条件や数値のもとで計算したり操作するものである。したがって狭い目で見ていると現実との乖離があって実際には使えないということになる。にもかかわらず、同じ道具を使っとうまくやっている人がいるのはなぜだろうか？

あるベテランORのワーカーは、未定だの不確定だの状況が変わるといのはあたりまえだから、始めからその準備しておくのが当然だと言う。条件が変わるといってもその範囲はある程度予想できるから、いろいろな場合についてどうなるかをモデルで調べておけ、というのである。それが What-if analysis や Sensitivity analysis である。ひとつの場合だけの解決策を提案しても現実にはそれが使えないことも多い。すでに何度も書いたが、「答え一発では、ORではない」。

前節3.の内容は、じつはこういうことを理解させるためのいろいろな手品でありたい。

5. ひとつの事例——マルコフ連鎖の講義

前節4.の(1)(2)を織り込んで、モデルを修正しながら授

業を進めていくひとつの例として、経営工学科の2, 3年の学生90人から50人に対する週1回90分のORの講義中の「マルコフ連鎖」を対象にした場面を紹介する。

第1回の講義は「マルコフ連鎖とは」を一言説明した後で、すぐ次のテニスゲームの問題に入る。

テニスゲームの問題

テレビの画面でテニスをするゲームがある。ダブルスで遊ぶときには図1のように、ブラウン管に写された4本のラケットを各人が1つずつ受けもつ。サーブ・ボタンを押すとブラウン管上にボールが飛び出してくるが、その位置と方向はランダムである。ボールが飛んでくれば、受け持ちのラケットを手もとのダイヤル操作で上下に移動させて受ける。各ラケットは上半分または下半分しか移動できない。しかし、受けさえすれば、ボールはたとえブラウン管の上下辺にぶつかってもはねかえって相手側に入るが、受けそこなえば失点となり、そこで勝負が決まる。さて、東田、西田、南田、北田の4人がそれぞれ図1の①、②、③、④の位置について、4人の腕前は表1のとおりである。(この問題および表1、図1は[6]の89ページ以下による)

授業の状況は、何でもすぐ質問したがヘルプさんと、何でもすぐ実行しながら考えるGOさんとの対話によって、紹介しよう。

G: このテニスゲームの問題をマルコフ連鎖としてどう定式化するかの話に入る前に、まず、勝敗の結果を予測させます。

H: たしかORワークブックでも最初の設問はそうでしたね。

G: そうです。東西組南北組のどちらが勝つか予想を記入して講義の途中で集めます。このとき、予想した結果のみでなくその理由も簡単に記入してもらいます。

H: その用紙提出は記名させれば出席をとる代わりになりますね。

G: よくご存じですね。じつはそうしています。講義はテニスゲームのマルコフ連鎖モデルの解説に入ります。

H: 推移図とか推移確率行列を説明するのですね。

G: そうです。推移図(図2)など解説します。そして、推移確率行列の2乗の積を数回とることで、たとえば2乗の5回の積で、ボールが32回以内推移する間に勝

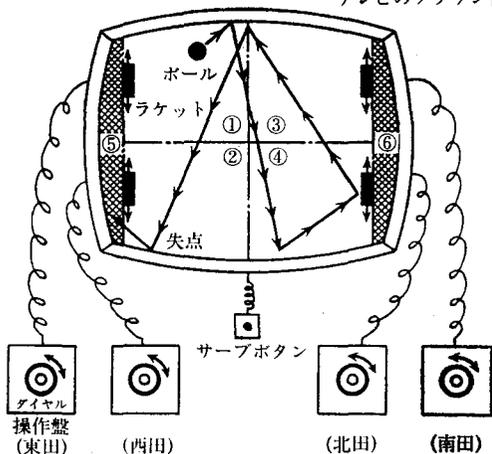


図 1 テニスゲーム ([6] p.89)

負がどうなるかがわかります。最初のサーブのボールがどこに行くかをランダムとすると、勝敗は東西組南北組5分5分という結果が得られます。

H:最初に予想した結果と違う人が多いのでしょうか？

G:そうです。なぜ違ったかは次回に話題にするから、考えておけと投げかけておいて、講義はマルコフ連鎖の他の例題となり、定常分布などの話を進めておきます。

H:次回はどのようになりますか。

G:まず予測の結果を紹介します。次のようなものです。

- 70% 南北組が勝つ
- 20% 東西組が勝つ
- 10% 実力伯仲

この方式を何年も行なっていますが、その結果は毎年ほとんど同じです。

H:理由も書かせていましたね。

G:南北組は下手な西田君をねらうから勝つというのがほとんどです。そこで、前回のモデルのどこが問題かを論議させます。3, 4人の学生に発言させると「返球

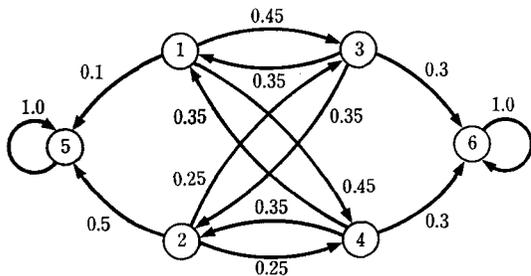


図 2 推移図

表 1

組	選手	守備位置	失点率
東西組	東田	①	1 / 10
	西田	②	5 / 10
南北組	南田	③	3 / 10
	北田	④	3 / 10

出典: [6] p.90

を東田西田に同じ割合にしている」という答えが多い。

H:そこでモデルにどう手入れすればよいかを話題にするのですね。

G:そうです。このあたりのやりとりは、受講者の多いときと少ないときで若干変わってきます。少ないときは参画意識が大きくなりますし、多いときは押しつけの感がどうしても残ります。

H:受講者は年度によって変わるのですか。

G:ええ、必須科目ではありません。時間割が第1時間になった年は減りますよ。ところで、ここであらかじめ用意したレポート課題を配布します。その骨子は次のようなものです。

—前回のモデルによる試験結果は、5分5分である。

これは、返球に当たってランダムと仮定したからにはほかならない。そこで、現在のモデルを失点率の大きい相手をねらい打ちすることを取り入れたモデルに修正し、その修正したモデルによって計算したい。そのため、4氏の特性に「ねらい打ち成功率」というデータをあらたに追加する。…以下省略—

H:えーと、推移図は変えないでデータを変えるだけで、この演習はできますね。それで、学生はこの演習にどのように対応するのですか。

G:夜20時まではパソコン教室がいつでも使えますから、学生は都合のいいときにスプレッドシートにより行列の積を求めて結果を出します。計算の手順を理解するデモンストが用意してあり、リターンキーを押すだけで次々画面が進み計算手順を身につけています。紙に書いたものはなかなか読みませんが、画面だと結構読んでます。

H:なるほどスプレッドシートを使えば簡単ですね。

G:じつは各人に課題のデータは画面で与えますので、1人1人異なってます。友人の答えを写してレポート提出とはいきません。

H:学生番号によってデータを変えるのですか。

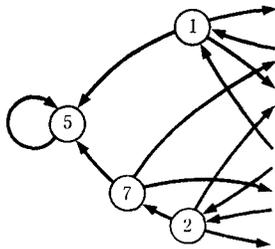


図 3 弱者をカバーする推移図

G: そうです。スプレッドシートのマクロで行なっています。

H: レポートが提出されるまでの間は?

G: レポートの提出期限は2週間前で、その間の講義はテキストにしたがって他の例題などを講義します。

H: 始めの予想で東西組が勝つというのがありましたね。

G: そうそう。他の例題で推移図の書き方に馴れてきたときに、その話題を持ちだします。

H: といえますと?

G: 上手な東田君が下手な西田君をカバーするから東西組が勝つという予測があったのもですから、どうすればこのモデルを作れるかを考えさせます。

H: こんどは推移図に手入れするのですね。

G: そうです。ノードを追加し、失点カバー成功率を新たに導入することにより対応できます。それが図3の推移図です。これは、西田君が外したボールを東田君がカバーするケースですが、他に西田君をねらったボールを積極的に東田君が受けてカバーするなどそのときの学生の状況に応じて話を広げます。

H: レポートが提出されたあとはどうなりますか。

G: 課題のレポートには、各自試算後これまでの経過についてコメントをつけて提出させます。このとき課題のテニスゲームのルールにはあまりこだわらないで自由に考えるよう言っておきます。

H: それがまた話の種になるわけですね。

G: そうです。コメントからまたモデルを発展させる。

H: たとえば、どんな例がありますか。

G: 初めての対戦相手であると、誰をねらうべきか最初はわからない。といったものもあります。

H: なるほど、対戦開始して数回のボールのやりとり後に、推移確率を変更したらよいというわけでしょう。

G: そうですね。このコメントを紹介しながら期待した結果が得られないとき、そのときからモデルづくりは

始まることを強調しています。

H: よいモデルとは「みんなが一言いえるモデル」で、いろいろ話題にできますね[7]。

G: そうです。ここで森村先生の「よいモデルとは」を引用したりします。また、感度分析にも自然に関心がいきますね。たとえば、ねらい打ち成功率を上げるとどの程度効くかなど。

H: ORのモデルをダイナミックに見る目が育つでしょうね。

G: 期末の最終の講義に全体を通して感想を書かせていますが、テニスゲームの演習に触れている学生も多く、それを読みますとこの期待に応えてくれている様子がわかります。じつは毎年学生のコメントに応じながら少しずつ話題を変えることに面白味を見いだして私も楽しみながらやっています。

H: 学生との対話を通してモデルづくりを教えている姿がよくわかりました。大変ありがとうございました。

参 考 文 献

- [1] 「ORの広報について——1990—91年度研究部会活動報告書（'92年度の活動のためのノート）」、(株)日本OR学会、OR広報研究部会、1992年5月。
- [2] 君塚洋司、「QCストーリーとは?」、標準化と品質。
- [3] Marks, N. B. & R. H. Clure, "The Introductory OR/MS Course: A First Step Toward Teaching-Modeling Rather Than Models," OR/MS Today, December 1989, pp.28—30.
- [4] Pinker, E. J. et al., "OR Theory and Practice: A Student Perspective," OR/MS Today, June 1993, pp.56—58.
[[3,4]のほかにも、OR/MS Today (ORSA とTIMSの機関誌)にはORの教育や普及に関する記事、論文が多い。]
- [5] 真鍋龍太郎、逆瀬川浩孝、若山邦紘、「文科系のコンピュータ/応用篇:表計算ソフトの活用」岩波書店、1988.
- [6] 日科技連OR演習小委員会編、「ORワークブック」、日科技連出版社、1984.
- [7] 森村英典、「個別モデルと標準モデル」、オペレーションズ・リサーチ、1978, Vol.23, No.2, pp.88—91.