文科系学生に対するＯＲ教育

大村 雄史，森村 英典，反町 洋一

Ｉ．文科系学生に対するOR教育の実践

1．はじめに

筆者は，文科系の学部の学生にORを教えているが，文科系の学生にこそ，OR教育が必要であると考えている．ここでは，OR教育の目的，今までの教育の問題点，実際に教育を行う場合の障害となる点，具体的な教育方法について述べる．

2．文科系学生に対するOR教育の目的

今日，製造部門においては，ORの研究成果は公表されるかどうかにかかわらず一定の成果をおさめている．しかし，販売やサービス部門，事務部門といったいわゆる文科系出身の学生が働く部門でも，統計学等も含め，OR的な考え方(手法ではない)を少しでも用いれば大きな効果が上がる問題が多く存在する[1]．しかし，それにもかかわらず，企業内部の多くの人々はこのような事実をほとんど知らないことや，これらの方法論に対して悪いイメージや苦手意識を持っているため，ORの考え方がほとんど活用されていない．このことは，筆者がいわゆる文科系出身者が多く働く企業で，ORによる各種の問題解決の仕事をしてきた中で強く感じたことである．

このギャップを埋めるためには，企業内で教育をするという方法もあるが，まず，企業社会に入る前の学生の段階で適切なOR教育が必要である．文科系の学生にORを教育する目的は，ORの専門家を育てることではない．もちろん専門家として学生が育つに越したことはないが，その前に達成すべきことがある．段階順に述べると，以下のようになるであろう．

①ORについて正しい認識を持たせ，良いイメージを持たせること．わけの分からない問題に出会ったときに，それをどのように分析し，モデル化するかといった物の考え方が重要であるということを理解させる．間違っても，ORは数学技法の集まりであるといった認識をさせないことである．

②OR的な分析が何とか使えそうな問題と，そうでない問題が区別でき，問題の種類により，誰に相談すればよいかが分かること．

③簡単な問題なら自分で分析して，モデル化できること．なお，初期段階としては，モデルさえできれば，解を求める計算は，自分でプログラムを作る必要はなく，市販のソフトウェアを使いこなせればよい．

④自分で問題の解答を得ることができ，それを実施できること．

最後の段階までを目標とするのは無理があると思うが，最低限，第1段階は達成したい．以上を言葉を変えて言うならば，「文科系の学生にOR教育をする目的は，ORの考え方を理解させ，将来社会に出たときに，少なくともORのシンパ，あるいはユーザーになってもらうこと．」ということである．

3．今までの文科系学生に対するOR教育の問題点

今までのOR教育の問題点の第1は，文科系の学生に対しても，理科系の学生に対して行うような，数学的な解法を中心とした教育が行われてきたことである．これは，数学が苦手な多くの文科系の学生にとっては，「OR＝数学手法」だというイメージを植え付け，ORとは，わけの分からない学問で，将来の自分の仕事に

おおむら　たけし　近畿大学
〒577 東大阪市小若江3－4－1
もりむら　ひでのり　日本女子大学
そりまち　よういち　つくば国際大学
〒300 土浦市真鍋6－3960－1

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

は関係がないという考えを持たせることになる．社会経験もなく，問題意識のない学生には「モデルの解法の教育」をするのはある意味で仕方がないとする考え方もあるが，企業に所属する文科系出身の社会人は，大学における「モデルの解法の教育」のおかげで，ORは単なる数学的手法の集まりで，現実世界の問題解決には役に立たないと思うようになってしまっている［2］．これは大きな問題である．

2番目は，ORは実学であるという視点が明確にされず，問題発見のプロセスも省略される場合が多いことである．ORの目的は，実社会の問題を科学的な視点から解決しようというものであるが，それを明確にせず，問題発見のプロセスが省略され，最初から各種のモデルそのものや解法が説明されると，学生には単なる数学としか思えなくなる．ORの考え方を用いるとは，いわゆるOR手法のみを適用することではなく，問題を発見し，その解を何としてでも見つけることである．手法として確立されているものしか使わないのであれば，適用範囲は非常に限られたものになり，視野の狭い役に立たない学問になってしまうだろう．しかも，現実問題では，管理者を説得し，理解してもらい，実施に持っていくためには，方法はできるだけ簡単な方がよい．理論の新規性や効率が問題となる解法の研究とは大きく異なる評価基準が適用されるのである．

第3としては，解法中心の教育ということにも関連するが，解を求めるのに手計算を重視していることである．その計算が余り複雑でない場合には良いが，そうでない場合には，計算が苦手な学生は，解を出す前に途中で頓挫してしまい，難しい印象だけを与えてしまう．解法を理解するのに手計算をしてみることは大切なことであるが，難しいという印象だけが残るのでは，問題が多い．

4．文科系学生にORを教育する場合に障害となる点

まず第1に，特に私学の場合，入試で数学が選択科目であることが多いため，多くの学生が数学を勉強していないことである．したがって，数式が出てきた場合の拒絶反応は強い．また，基本的な計算ができない学生も中には存在する．

第2は，学生の数学に対するイメージが非常に悪く，授業を受ける前からすでにORをその延長線上に見てしまっていることが多いことである．そこでは，

OR → 数学的手法の集まり
→ 数学は難しい
→ 数学は現実の生活には役に立たない
→ ORは現実問題には役立たない

というような連想が働いているように思われる．

第3には，受講生の数が理科系に比べて多い場合がほとんどで，学生に対するきめの細かいフォローが難しいことである．数十人の受講生と数百人の受講生では授業でできることは違ってくる．

第4は，少なくない文科系学生が，勉強とは暗記することであると考えていることである．それも考え方を理解して覚えるのではなく，わけが分からなくても，丸暗記をすればよいと考えている．丸暗記したことはすぐに忘れてしまう．つまりテストさえ終わってしまえばその科目については忘れ去ってもよいと考えているのである．丸暗記をすればよいと考えている学生は，その科目を理解しても将来役に立たないと考えているのであろう．このような学生に対しては，この科目が理解しておく価値があることを認識させねばならない．

第5に，モデルという概念を持っている学生が少ないことがある．モデルという概念への橋渡しが必要である．

第6に，残念ながら，理科系と比べると授業に出席しない学生の割合が高いようである．学生が授業に出席しないと正しく理解させられないので，授業に出席しないと合格できないことを周知徹底させなければならない．

5．文科系学生に対するORの教育方法

上記で取り上げた問題点を克服するための方法をまとめれば，以下のようになる．

①数学ができるかどうかに関係なく，勉強しようという意欲のある学生に，受講しようという気持ちを起こさせるような情報を発信すること．

学生が，大学で履修する科目を何を基準にして決めるのかを，筆者のORの科目（科目名は管理工学）を受講した学生で調査した結果では，第1位が将来社会に出て役に立ちそうな科目(35%)，第2位が興味がある科目あるいは知的欲求を満たすと思われる科目（23%），第3位が単位を取りやすい科目（20%），第4位が理解できると思われる科目（12%），その他（10%）となった．これは，履修登録者すべての回答ではなく，レポートを課して提出した学生の回答なので母集団の状態とは少々異なっていると思われるが，少なくとも，

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

将来社会に出て役に立ちそうな科目，あるいは興味があり知的欲求を満たす科目を選択したいと思っている学生の割合も多いことが分かる．したがって，このような目的意識を持って勉強をしている学生が受講してみようと思うようなシラバスを書かねばならない．

②ORは実学であり，考え方をよく勉強すれば将来役に立つ科目であるということを学生に理解させること．

③授業にはできるだけ出席させるような対策が必要である．いくら良い授業をしても，学生が授業に出てこないと話にならないので，授業に出席しない場合には合格点は与えないことを，シラバスで明言しておく必要がある．また，勉強しないで単位を取ろうというような不真面目なことを考えている学生を目覚めさせる手段も必要である．たとえば，レポートを課す場合でも，必ず各人の答えが異なるような問題を出すとか，毎回何らかの簡単なレポートを課すというようなことである．

④数学が苦手な学生にも興味を持たせるよう，数学理論や解法ではなく，モデル作成を中心にして，考え方を理解させること．

試験は，数学が苦手な学生でも，考え方を理解すれば合格できるような問題とする一方，それができない不勉強な学生は当然のことながら不合格にする．要は信賞必罰を正しく行うことが大切で，このようなことに関して学生は敏感に反応する．

⑤ORと数学のイメージを同一にさせないこと．(数学的解法中心の教育をしないこと．)

授業にきっちり出席をさせ，実学という面を強調した授業を行えば，「OR＝数学」と思う学生は少なくなる．

次に，具体的な教育方法であるが，まず，総論として，ORの歴史を説明し，情緒的に物事を判断するのではなく，正しいデータにもとづいて情報を抽出，分析，判断をするという基本的態度を説明する．学生は，データにもとづいて判断するということに，あまり慣れていないように見受けられるので，ここは十分強調しておく必要がある．さらに，ORは実学であり，数学ではないということも強調しておく必要がある．また，問題を見つけ出すことの重要性を述べ，現実の問題は，光の当て方により違った問題となるので，答えは1つではなく，いくつもあり得ることを説明する．したがって，単に公式を使ってただ1つの答えを出すという態度では，問題は解決しないということを説明する．文科系の学生は往々にして，理科系の方法論を使えば，答えは1つしか求まらないと誤解していることが多いので，この点は十分注意しておく必要がある．次にORにおける問題解決の手順とモデル作成について説明をしたのち，各論に入る．各論では問題の発見ということに考慮しながら以下の手順で行う[3]．

(1) まず具体例を提示する．(何ができるかを教える．)

(2) モデルの考え方，作り方を教える．

(3) そのモデルを解くための道具と使い方を教える．

モデルを作ることができれば，多くの場合には一般的な方法で解が得られるということを教える．道具としては，主としてパソコンでよく使われる汎用のソフトウェアを使用して解くことを教える．また，実際に問題を与え，解を求めさせる．計算方法が簡単なものについては，考え方と計算方法を教えるが，複雑なものについては，最初は解法はブラックボックスとする．

(4) 計算結果の解釈の仕方を教える．解釈するときに誤りやすい点を教える．

(5) 場合によっては，上記(3)でブラックボックスとした数学的な解法を教えてもよいが，原則的には，ORの考え方の概要を理解し，ソフトウェアを使って解を出せるようになってから，必要ならアドバンストコースで取り上げる．

(6) 問題を見つけ出し，問題を定義する訓練（問題の抽出，モデル作りの教育）を行う．最初からモデルがあったのでは，なぜそれを解かねばならないかという必然性がなく，解法の有難味が分からないため，勉強する意欲が涌きにくい．

(7) 基礎的なことでも，あんがい実務で使えるということ，さらに基礎的なことだけで結構多くの問題が解決できるということをよく説明する．

6．終わりに

筆者は文科系学生に対するOR教育は，OR学会の今後の発展の鍵を握っていると考えている．今後も試行錯誤をしながら良い教育方法を工夫していくつもりである．諸先輩方のご批判を賜れば幸いである．

（大村雄史）

参考文献

[1] 唐津一，”販売の科学”，PHP文庫，PHP研究所

[2] 大村雄史，”ORの普及に関する一考察”，日本オペレーションズ・リサーチ学会1991年度秋季研究発表会

[3] 大村雄史，”文科系学部におけるOR教育”，日本オペレーションズ・リサーチ学会1996年度春季研究発表会

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

II. OR教育—文系と理系

本稿は文系の学生に対するOR教育の実践をテーマとしているが，文系と理系との間にどれほどの差があるのであろうか．別な言い方をすれば，理系の学生に対するOR教育は特に問題とする必要もない形で進められているのであろうか．そう自問すると，理系の学生に対してORの講義を続けてきた筆者としても，若干の，というよりかなりの疑問を感ぜざるを得ない．

一言に理系と言っても，必ずしも数学に強いとは限らない．彼らの専攻によっては，それほど数学を必要としない領域もあるし，もちろん個人差もある．もし文系の学生がその数学に対する学力不足もしくは嫌悪感からORに対する偏見を持ちがちであるというのであれば，かなりの割合の理系学生にとっても，その心配は当てはまるであろう．

また逆に数学に強い学生については，数学的にきちんとしていない部分があると受け付けたがらない面もありがちである．このような学生たちに対しては，現実がいかに複雑で定式化が困難な場合の多いことを，どのように伝えるのがよいかに腐心することもあろう．

要するに，いろいろなタイプの学生がいるのであるから，一概にどのような教育がよいのかを論ずるのは難しい，とは思っている．しかし，どのような学生にとってもある程度有効であり，かつどのようなOR教育にとってもその基礎となるのは，本稿のI.で述べたような趣旨の教育であろう．その意味では，理系の学生に対する場合でも，今月号の特集テーマは十分関心を呼びうるテーマであると思っている．

それにも拘わらず，敢えてこの特集テーマに文系を謳い，本稿でも表題にそれを掲げたのは，基礎であるだけにその充実が望まれ，多くの人々の知恵を結集してできるだけよい教材をできるだけ早く作成するためには，今切実にその必要性を感じている文系での教育に携わる会員諸氏の関心を呼びたいためと，技法教育に頼る道を敢えて断ったところで真剣に考える場を強調したいという編集者の意図の現れと理解している．それに加え，多くの文系学部の置かれた環境は，理系学部のそれと異なる面もある．特に，学生数と計算機環境において，違いがあるようである．その点も勘案して，「文系」を正面に据えて議論をすることの意義があると考えている．

本稿は，はじめ権藤氏の別稿を含む形で，具体的な教育経験とその問題点の指摘を纏める予定であった．権藤氏の経験は理系の学生に対するものではあるが，いわば一度落ちこぼれた学生相手のものであるため，上述の意味においては，文系の学生を対象とするものと同列に扱ってよいと考えたためである．しかし，分量的なバランスから，これは別稿として扱うのが適当と判断されたため，本稿は，実質的にはI.とIII.の2本になった．

I.は，お読みいただいたように，このテーマについての総論的纏めである．総論的ではあるが，その行間には執筆者の経験が滲み出していることはご理解いただけることと思う．I.が総論的という理由で，III.において具体的な例を挙げていただいたが，紙数の関係もあって簡単に述べるしかなかった点はお許しいただきたい．むしろ，その部分は上述の権藤論文で補っていただきたいと考えている．（森村英典）

III. 学習支援システムとしての表計算ソフトの利用 —線形計画法，整数計画法の例—

1. はじめに

文系大学の産業情報学科で1年生－3年生の情報処理教育を5科目ほど担当している．これらの科目は，ほとんどがチームティーチングで，前期は情報処理，ソフトウェア工学などの専門家による計算機の世界の学習が中心であり，後期は学生を，計算機というバーチャルの世界から，産業，社会のリアルな世界に引き戻し，さまざまな問題のモデル化，問題解決の方法についての学習を行っている．

情報専門学科以外の学生に対する一般情報処理教育に，学習支援システムを取り入れるか否か，もし取り入れるとすれば学習のどの段階にどのように取り入れるかという問題については，さまざまな方式が可能であろう．その効果および問題点についても多くの議論がなされているが［1］，ここでは，PC上で広い範囲で利用されている表計算ソフトが，データベース処理，統計分析およびORなどの学習に対して学習支援システムとして共通に利用できることから，現在，統計データの分析およびORの学習にその利用の試みを始めている．以下では担当科目「システム設計演習」の授業（2年生中心の選択科目，受講生35名程度）での線形計画法，整数計画法の講義（講義時間数；8）を例として取り上げ，表計算ソフトを，学習支援システム

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

として利用していく上での問題点を中心に報告する．

2．学習の概要

(1) 学習の目的，方法

線形計画法，整数計画法の学習の際に，これらの手法が現実の世界の問題解決場面でデータやモデルをどのように扱うか，どのように考えるかを学習の目的とする．このために学習の重点を，問題のモデル化，作成したモデルの表計算ソフトを利用した分析，表計算ソフト，特にその最適化分析ツールの出力結果を理解して問題解決に役立てる能力を高めることにおく．

学習方法は，基本的には教室で講義，課題についてコメントを行い，これを早めに切り上げて計算機室での学習支援システムを利用した課題演習に移る．学生には翌週までのレポートを課している．

(2) 最適化分析ツール「ソルバー」

線形計画法，整数計画法の学習では，マイクロソフト社のEXCEL「ソルバー」を利用する．「ソルバー」で解くことができるモデルの大きさは，変数は最大200変数，制約式は最大500式程度までとされており（実際は不明），文系の学生が課題演習で作成したモデルを解く範囲であれば，学習支援システムとして容易に利用することができよう．

(3) 講義例－1　A社製品の輸送計画問題

①問題の内容

- 関東地区内に，A社支社倉庫4カ所，営業所6カ所
- データは，年間の支社倉庫製品供給量，営業所の製品需要量および支社倉庫，営業所間の製品の輸送単価を与える
- 支社倉庫，営業所間の製品の総輸送費用を最小にする輸送計画を求める

②学習のねらい

- 線形計画法による問題のモデル化
- 「ソルバー」による分析
- 最適解，感度情報の分析およびレポート提出

(4) 講義例－2　A社支社倉庫の統廃合問題

①問題の内容

- 支社倉庫は現在の4カ所のうち2カ所を廃止して，2カ所に集約統合する
- 統合された支社倉庫は大型化する
- データは，大型化する支社倉庫の年間製品供給量，および講義例－1の営業所の年間製品需要量以下のデータを与える
- 廃止する支社倉庫の選定は，統廃合後の支社倉庫，営業所間の総輸送費用が最小になるように定める

②学習のねらい

- 0－1整数変数を利用した問題のモデル化
- 「ソルバー」による分析
- 解の分析およびレポート提出

3．問題点

(1) テキスト，参考書の不足

良い教育には優れた教科書が不可欠であると言われるが，市販されているテキストは，ほとんどのものが理系学生向きであり，解法や理論中心のものが多い．統計の分野では多くの表計算ソフトを利用した入門的テキストが市販されているが，ORの分野では限られている．

取り上げられている演習課題についても，アルゴリズムの理解を目的とした問題，分野も製造業に関する問題が多い．今後は文系の学生がなじみやすい非製造業，さらには産業界の今後の重要な課題である流通，リサイクル，廃棄物問題などに関する演習課題も用意していく必要があろう．

(2) 教育環境，体制について

教育環境，体制については，大学により大きく異なると思われるが，概して文系の講義の受講学生数は多人数の場合が多い．計算機室の定員を越えるクラスでは，大教室で講義を行い，課題を翌週までに実行させている．この課題演習では，演習助手の存在が必須となろう．学生は，問題が発生した場合には演習助手のアドバイスを受けて課題演習に取り組んでいる．講義と，学習支援システムを利用した課題演習の有機的な結合を可能にする教育環境と体制が必要となろう．

(3) 表計算ソフトの技能教育に終わる問題

表計算ソフトを利用した分析は，ともかくデータを指示どおりに入力すれば，自動的に結果が出力される．このため事前に，問題のモデル化について講義，演習，さらに出力結果の意味を理解した上での分析レポートの提出を課している．しかしながら事前の講義，演習の内容が理解できない学生には，分析の意味が不明のまま，指示どおりに出力するだけの表計算ソフトの操作学習となっている．

(4) 表計算ソフトを学習支援システムとして効果的に利用する範囲について

講義例－2の非線形最適化問題は，現状の表計算ソ

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

新時代のコンピュータ総合誌　隔月刊
Computer Today
偶数月18日発売／本体905円
7月号・特集
暗号化とセキュリティ
——アルゴリズムとプロトコル——
暗号化アルゴリズム　野崎　昭弘
インターネットセキュリティ　佐々木　良一
暗号を用いたプロトコルの安全性検証　渡辺　創
暗号理論　渡辺　治
連載　CMC研究ノート　インターネットと法　物理学と社会とネットワーク 他

月刊誌　数理科学
毎月20日発売／本体952円
7月号・特集
曲　面 ——幾何の面白さ——
シャボン玉の数理　大森　英樹
極小曲面，変分法，調和写像　西川　青季
自然な曲線　ピアノ線の数学　小磯　憲史
曲面とコンピュータ　小島　定吉
2次元の幾何と3次元のトポロジー　今野　宏
非可換トーラス　中神　祥臣
非可換球面　前田　吉昭

別冊・数理科学　B5・本体1857円
SGCライブラリ—1：for Senior & Graduate Courses
カオスと量子物理学
——パラダイムの交差点に挑む——
中村　勝弘著
序章　著者と読者の対話
1章　カオスの出現と断熱不変量の量子化の破綻
2章　カオスの半古典量子化と永久電流への応用
3章　1次元量子輸送と擬似カオス
4章　磁場中の開放系スタジアム・ビリアード
5章　凸状ビリアード系でのカオス的散乱　半古典理論の魅力
6章　カオスと軌道反磁性
7章　量子スピン系とカオス
8章　エネルギー準位の動力学とソリトン・ガス描像
9章　エネルギー準位の統計力学と曲率の分布
10章　エネルギー非交差とゲージ構造
11章　非断熱遷移のダイナミックスにおけるカオス
12章　量子カオスの展望
付録　セパラトリックス分裂とホモクリニック構造の漸近展開の理論

サイエンス社
〒151 東京都渋谷区千駄ヶ谷1-3-25　☎(03) 5474-8500
インターネットホームページ
http://www.bekkoame.or.jp/~saiensu
＊表示価格は全て税抜きです。

フトで最適解を求めることにかなりの腕力を必要とする．講義例－2は，現状で文系の学生が，表計算ソフトを学習支援システムとして効果的に利用する範囲を越えている可能性もあろう．このような場合には，学生が容易に課題演習を行うために，解の収束性の調査，あるいは専用数理計画ソフトウェアを利用した最適解の確認等の事前の準備が必要となろう．

4．おわりに

表計算ソフトを学習支援システムとして利用するORの学習について講義例と，その講義を実施する場合の問題点を指摘した．この方式の学習は，最初に述べたように現状は試行の段階であり，その効果について詳しく言及はできないが，学習支援システムを利用する講義は，他の講義に比べて学生の出席率は高く，熱心に課題に取り組んでいる．

学生が，表計算ソフトの持つグラフ処理機能などの優れたユーザインターフェースを利用して，表計算ソフトの分析結果の内容を理解し能動的に学習する状況を生み出していくためには，これらの問題点を踏まえた上での，教師側の問題の作成，データ収集を含めた，詳細な授業計画の設計と準備が必要な要件となろう．

（反町洋一）

参考文献

[1]　(社) 情報処理学会「大学における一般情報処理教育の在り方に関する調査報告書」(1992)
[2]　市川伸一「コンピュータを教育に活かす」勁草書房 (1994)

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．