

タイトル	OR/MS 教育の現状に関する一考察
著者	上田，雅幸；Ueda, Masayuki
引用	北海学園大学経営論集，13(3)：215-225
発行日	2015-12-25

OR/MS 教育の現状に関する一考察

上 田 雅 幸

1 はじめに

数理モデルに基づく意思決定支援システムをマーケティングや医療などの分野に利用することの有効性を示す研究がいくつもあるにもかかわらず、そうしたシステムの導入率は低いままである (Lilien et al., 2004)。Operations Research/Management Science 等の数理的手法 (以下, OR/MS) をもっと意思決定者に活用してもらうにはどうすればよいのか。垣花 (1997) は, 「OR/MS が多くの人々に理解され普及するためには, OR/MS ユーザを育てること, OR/MS の考え方, 問題の捉え方を教育する必要がある」と指摘している。今日, OR/MS 教育向けのテキストが数多く見られるようになった。本研究では, 従来の OR/MS テキスト及び Excel ソルバーの利用を想定した OR/MS テキストを分析することにより, OR/MS の潜在的利用者である学生に対して提供される OR/MS 教育に関する考察を行う。

学生が十分な数理的知識を持っている場合とそうでない場合とでは, OR/MS 教育において考慮すべき点は (当然) 異なると考えられる。本研究では, 文系学生のような数理モデルに不慣れな学生を想定しながら, OR/MS 教育に関する考察を行う。OR/MS 教育の現状を分析するにあたり, 本研究では問題解決プロセスに焦点を当てる。Olafsson (1998) は, OR/MS 教育の主要な目的の 1 つとして,

“学生に問題解決プロセスを十分に理解させること” を挙げている。本研究は, 問題解決プロセス (特に, 「問題の設定」) の観点から, OR/MS 教育の現状を分析する (本研究が想定する問題解決プロセスに関しては, 2.2 節を参照)。近年, Excel ソルバーの利用を想定した OR/MS テキストが多数出版されてきている。本研究では, 従来のテキストを用いた OR/MS 教育に加えて Excel ソルバーを利用した OR/MS 教育も合わせて考察を行う。本研究では, “数理モデルに不慣れな学生に対して問題解決プロセスを意識させる仕組み” の観点からそれぞれの OR/MS 教育を分析することにより, OR/MS 教育の問題点を明らかにする。

本論文は以下のように構成される。第 2 章では, 関連する先行研究を整理しながら, 本研究における OR/MS 教育の分析の枠組みを明らかにする。第 3 章では, 従来のテキストを用いた OR/MS 教育及び Excel ソルバーを利用した OR/MS 教育を分析することにより, OR/MS 教育の問題点を明らかにする。第 4 章は結論である。

2 先行研究

2.1 数理モデルに不慣れな意思決定者の想定

Little (2004) は, OR/MS が経営者 (十分な数理的知識を持たない意思決定者の総称) に

幅広く利用されない大きな原因の 1 つとして、“経営者が OR/MS を理解しておらず、理解していないものを利用したがない傾向があること”を挙げている（図 1 参照）。数理モデルに不慣れな意思決定者にとって、現実世界において解決したい問題とその問題解決のために作成される数理モデルの対応関係を明らかにする作業は大きな負担となる。図 1 では、こうした状況を現実世界の問題と数理モデルを結ぶ点線の矢印で表している。OR/MS 教育には、現実世界の問題と数理モデルの対応関係を明らかにできる知識を学生に身につけさせることが求められている。その方法の 1 つとして、数理モデルを理解するのに必要な数理的知識を教育することが挙げられる。しかしながら、数式を前面に出した教育方法は、理系学生には向いているかもしれないが、多くの文系学生には向いていない。数理モデルに不慣れな学生であってもモチベーションを維持して OR/MS 教育を受けられる仕組みが求められている。

著者は、“数理モデルに不慣れな学生に対する OR/MS 教育においては Excel ソルバーの利用が有効である”と考える¹⁾。“多くの学生が Excel の操作に慣れ親しんでいること”，“数値計算にかかる負担が軽減されること”等，Excel ソルバーを利用することのメリットは大きい。今日，Excel 等の表計算ソフト

ウェアを活用することで十分な数理的知識を持たない学生であっても OR/MS を学習できるように工夫されたテキストも多数出版されている。本研究では、従来の OR/MS テキストに加えて Excel ソルバーの利用を想定した OR/MS テキストも合わせて分析することにより、OR/MS 教育の問題点を明らかにする。

2.2 問題解決プロセスの観点からの分析

本研究では、問題解決プロセスに焦点を当てながら、OR/MS 教育に関する考察を行う。標準的な問題解決プロセスを図 2 に示す [1]。一般に、問題が提起された段階において、その目的、制約等は極めてあいまいな状態である。そのため、提起された問題を解決すべき問題としてきちんと設定する必要がある（「問題の設定」）。問題を設定した後は、問題の構成要素及びその相互関係を明らかにするために、問題に対する（数理）モデルを作成する（「モデルの作成」）。「解の導出」では、「モデルの作成」で作成したモデルの解を求める。ここで求められる解は、モデルに対する解であり、提起された問題そのものの解ではない。したがって、モデルが現実的であるかをテストし、求められた解を現実世界の中で評価する必要がある（「モデルのテストと解の評価」）。評価した結果、満足いくものであればそれが実施される。満足いかない場合

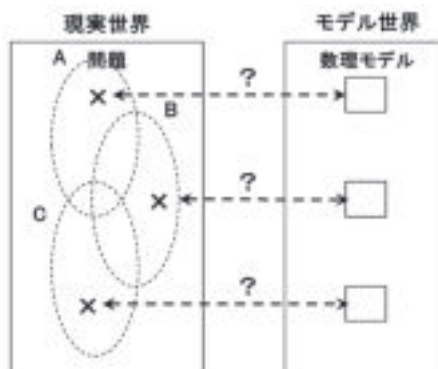


図 1 OR/MS による意思決定（支援）の状況

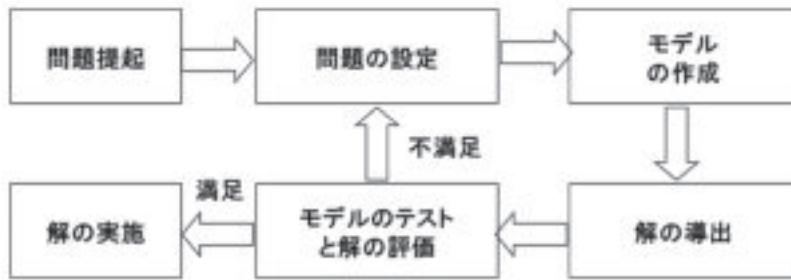


図2 標準的な問題解決プロセス

には、「問題の設定」に戻り、問題を設定する部分からやり直す必要がある。本研究では、問題解決は上記のプロセスにより進められるものとする。

従来の OR/MS 教育では、解法アルゴリズムの解説等、「解の導出」に焦点が当てられてきた。Olafsson (1998) は、OR/MS 教育の新たな傾向として、「解の導出」があまり重視されなくなってきたこと、「モデルの作成」に焦点が当てられるようになってきたことを挙げている。高井 (1997) は、「モデルのテストと解の評価」に焦点を当てている。高井 (1997) は、“多くの OR/MS 教育が「問題が解ける」ことに終わっており、「解けた後」でどのように解を解釈するかという問題には無関心である”と指摘している。大村他 (1997)、Munisamy (2009) は、「モデルの作成」に焦点を当てている。大村他 (1997) は、従来の OR/MS 教育の問題点として、“問題発見のプロセスが省略され、最初から各種のモデルやその解法が説明される場合が多いこと”を挙げている。大村他 (1997) は、“問題を見つけ出し、それをモデル化することに焦点を当てた教育が重要である”と指摘している。Munisamy (2009) は、“従来の OR/MS 教育では、現実世界の問題を扱うことやモデル化には注意が払われてこなかった”と指摘している。Munisamy (2009) は、“従来の OR/MS 教育のもとでは、どのようなときに OR/MS を活用できるのか分からず、簡単な問題以外はモデル化することができない学生が大勢いる

こと”を指摘している。

上記のように、これまでの OR/MS 教育においては、問題解決プロセスの「モデルの作成」、「解の導出」、「モデルのテストと解の評価」には焦点が当てられるものの、「問題の設定」には（あまり）焦点が当てられていない。Olafsson (1998) は、“OR/MS 教育のなかで「問題の設定」が明示的に扱われることは少ない”と指摘している。本研究では、問題解決プロセス（特に「問題の設定」）の観点から、OR/MS 教育を分析する。

次章以降では、従来のテキストを用いた OR/MS 教育及び Excel ソルバーを利用した OR/MS 教育を分析することにより、OR/MS 教育の問題点を明らかにする。

3 OR/MS 教育の現状

3.1 従来のテキストを用いた OR/MS 教育

今日、OR/MS 教育向けのテキストが数多く見られるようになった（例えば、[8]、[14] 等を参照されたし）。テキストの構成は、章ごとに代表的な OR/MS 手法を取り上げ、例題や練習問題を繰り返し解いていくかたちとなっている。例えば奥田 (2001) では、「生産計画問題」のような問題が例題として与えられており、“当該問題に対する数理モデルの作成”や“グラフやシンプレックス法を用いた解法”が解説されている。その後は、類似の問題が練習問題として与えられており、実際に問題を解くことにより当該範囲の理解

度を確認する構成となっている。

生産計画問題（[14] から引用）：

原材料 P, Q, R を用いて 2 種類の製品 A, B を生産している企業を考える。製品 A, B を 1 個生産するのに原材料 P を 2 kg と 1 kg, Q を 1 kg と 1 kg, R を 1 kg と 3 kg 必要とする。原材料 P, Q, R の利用可能量はそれぞれ 1.6 トン, 1 トン, 2.4 トンとする。製品 A, B が 1 個当たり 3 万円, 4 万円の利益をあげる時、総利益を最大にする製品 A, B の生産量を求めよ。

宮地（2008）は、“問題を繰り返し解くことが、OR/MS 手法に対する理解を向上させるために役立つ”と主張している。「問題の設定」に関する解説が明示的には行われていないことから、従来のテキストを用いた OR/MS 教育は、問題解決プロセスの「モデルの作成」と「解の導出」に焦点を当てたものとみなせる。このことは、先行研究の整理（2.2 節）において OR/MS 教育の傾向として指摘したことと一致する。

次に、従来のテキストで扱われる問題に関する分析を行う。従来のテキスト上の問題の多くは、「生産計画問題」のように問題状況が簡潔に整理されている。ここでいう“簡潔”とは、問題解決プロセスを進めるのに必要な情報のみが記述されているという意味である。すなわち、「問題提起」の後に「問題の設定」、「モデルの作成」を進めていくのに必要な情報のみが記述されている。図 3 は、「生産計

画問題」に対して数理モデルを作成した結果である。両者を見比べると、数理モデルを構成する目的関数や制約条件式においてパラメータとなる情報が問題のなかで整理されていることがわかる。そのため、例題を通じて数理モデルの作成とその解法を学習した後は、その手続きを真似ることにより練習問題に取り組むことができる。問題状況が簡潔に整理された問題を繰り返し解くことは、学生にとって大きな負担とはならない。

従来のテキストを用いた OR/MS 教育には、少なくとも 2 つの問題点がある。1 つ目の問題点は、数式が前面に出た教育となることである。上記のような OR/MS 教育を受けた学生の多くは、“OR/MS 教育＝数学教育”というイメージを持つだろう。確かに、数理モデルを繰り返し解いていることだけを見ると、OR/MS 教育は数理的知識を得るための教育とみなせる。しかしながら、数理的知識はあくまで問題解決プロセスを進めるうえで必要となるものであり、数理的知識を得ること自体が OR/MS 教育の目的ではない。理系学生のように十分な数理的知識を持っている場合であれば、大きな問題とはならない。しかしながら、十分な数理的知識を持たない学生を想定した場合、“OR/MS 教育＝数学教育”という誤ったイメージを持たれることは、OR/MS 教育を受けるモチベーションを維持させるうえでも大きな問題となる。こうした状況において重要なことは、OR/MS 教育を通じて、“OR/MS 手法を活用できる場面を学生にイメージさせること”である。この点に関し

$$\begin{aligned} \max. & 3X_A + 4X_B \\ \text{s.t.} & 2X_A + X_B \leq 1600 \\ & X_A + X_B \leq 1000 \\ & X_A + 3X_B \leq 2400 \\ & X_A, X_B \geq 0 \end{aligned}$$

※ X_A ：製品 A の生産量, X_B ：製品 B の生産量を表す

図 3 「生産計画問題」に対する数理モデル

ては、大学やアルバイト先を想定した問題等、学生がイメージしやすい問題を扱うテキストが増えてきている。また、大堀他（2013）では、OR/MS の普及を念頭に、テキスト上で扱うべき問題の検討が行われている。

2つ目の問題点は、「問題の設定」が認識されない恐れがあることである。前述のように、本研究における「問題の設定」は、提起された問題を解決すべき問題として整理する作業を指す。テキスト上に与えられる問題の多くは、問題提起された段階において既に問題状況が整理されている。そのため、当該問題を解決すべき問題として整理しなおすこと（すなわち「問題の設定」）は、学生には意識されにくい。また、問題状況が簡潔に整理されているため、「問題状況をどのように数理モデル化するか」を意識しなくても、例題を真似るだけで練習問題を解くことができってしまう。このようなかたちで問題を繰り返し解いたとしても、現実世界の問題と数理モデルの対応関係は明らかにならず、Little（2004）の指摘する問題状況は改善されない（図1参照）。OR/MS 教育においてこうしたテキスト上の問題を扱うことは、“グラフによる解法やシンプレックス法によりモデルの解が求められることを確認する”、“グラフによる解法やシンプレックス法に慣れる”という目的には向くが、「問題の設定」を認識させるという目的には向かない。

図4は、従来のテキストを用いた OR/MS

教育を通じて学生に意識される問題解決プロセスを示したものである。例題や練習問題を繰り返し解いていくというテキストの構成から、「モデルの作成」と「解の導出」が強く意識される。図4では、こうした状況を「モデルの作成」と「解の導出」を太線で囲むことで表している。また、簡潔に整理された問題を扱うことから、「問題の設定」は（あまり）意識されない。図4では、こうした状況を「問題の設定」を点線で囲むことで表している。

3.2 Excel ソルバーを利用した OR/MS 教育

著者は、“数理モデルに不慣れな学生に対する OR/MS 教育においては、Excel ソルバーの利用が有効である”と考える。Excel ソルバーを用いて問題を解くためには、問題を表形式で整理したもの（以下、表計算モデル）を作成する必要がある。図5は、「生産計画問題」（3.1節）に対して表計算モデルを作成したものである。表計算モデルを作成する必要があるものの、Excel ソルバーの実行により数値計算にかかる負担を軽減できることは、数理モデルに不慣れな学生がモチベーションを維持して OR/MS 教育を受けられる仕組みとして有効である。

今日、Excel 等の表計算ソフトウェアを活用することで、十分な数理的知識を持たない学生であっても OR/MS を学習できるように

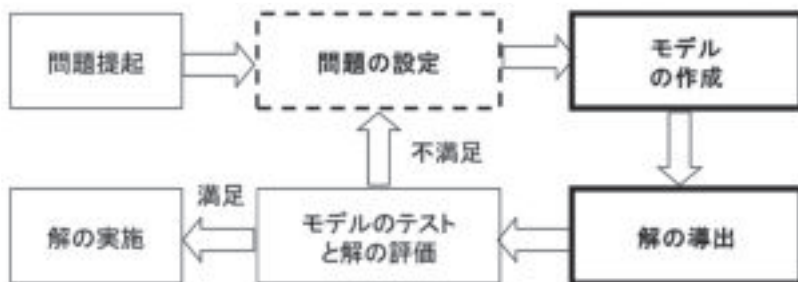


図4 問題解決プロセス：従来のテキストを用いた OR/MS 教育の場合

	A	B	実際の利用料 (kg)	利用可能量 (kg)
P	2	1	1300	1600
Q	1	1	1000	1000
R	1	3	2400	2400
利益	3	4		
生産数	300	700	総利益	3700

図 5 「生産計画問題」に対する表計算モデル

工夫されたテキストも多数出版されている（例えば，[3]，[5]，[10]，[11]，[13]，[18]等を参照されたい）。こうしたテキストにおける“Excel ソルバーの扱い”に関しては，Excel ソルバーの使い方を詳細に説明するものがみられる一方で，内容や構成に関しては従来のテキストとほとんど変わらずに Excel ソルバーに関する説明が補足的に行われているだけのものもみられる。

Excel ソルバーの利用を想定した OR/MS テキストで扱われる問題に関しては，従来のテキストと変わり無く，大学やアルバイト先を想定した問題等，学生がイメージしやすいものも数多く扱われている。テキストの構成も，従来のテキストと同様，例題や練習問題を繰り返し解いていくかたちとなっている。多くのテキストにおいて，「生産計画問題」のような問題が例題として与えられており，当該問題に対する数理モデルの作成，グラフやシンプレックス法を用いた解法が解説されている。その後，Excel ソルバーによる解法の解説がなされ，類似の問題を練習問題として解くことにより（Excel ソルバーの使い方を含めた）当該範囲の理解度を確保する構成となっている。例えば 荻田他（2009），村井（2011），高井他（2000）では，与えられた問題に対して数理モデルを作成（「モデルの作成」）し，Excel ソルバーにより最適解を求める（「解の導出」）までのプロセスが中心に解説されている。特に「解の導出」に関しては，“ワークシート（表計算モデル）の作成”，“パ

ラメータの設定”，“ソルバーの実行”に分けて，Excel ソルバーの利用の仕方が詳細に解説されている。こうしたテキストの構成から，問題解決プロセスの「モデルの作成」と「解の導出」に焦点を当てた OR/MS 教育が想定されているとみなせる。

多くのテキストにおいて，“Excel ソルバーを利用すると容易に解を求めることができる”という点が強調されている。例えば，大野他（2014）では，（グラフやシンプレックス法による解法の解説後に）“Excel には，ソルバーという目的関数と制約条件を入力するとその解を計算してくれる強力な道具がある”と紹介している。村井（2011）は，“Excel ソルバーを使えば，難解なモデル式も比較的容易に計算でき，OR/MS を実務で活用できるようになる”と指摘している。数値計算にかかる負担が軽減されることを強調することにより，OR/MS への関心を高めるねらいがみられる。テキストによっては，グラフやシンプレックス法による解法の解説をほとんど行わず，Excel ソルバーの利用の仕方を解説するものもみられる。例えば，荻田他（2009）や村井（2011）は，グラフやシンプレックス法による解法の解説をせずに，Excel ソルバーによる解法の解説のみを行っている。

Excel ソルバーの利用を想定したテキストを分析するうえで，“表計算モデルの扱い”に関しては注意が必要である。著者が調べた限りでは荻田他（2009），村井（2011），Nagraj Balakrishnan 他（2012），大野他（2014），高井

他(2000)等,多くのテキストにおいて,“表計算モデルは数理モデル作成後にモデルを解くために作成されるもの”と位置づけられている(図6参照)。すなわち,表計算モデルは,Excel ソルバーを実行するために数理モデルを表形式に書き換えたものと認識されている。これに対して,Hiller 他(2010)は,問題を定式化する方法として,“数理モデルを作成する方法”と“表計算モデルを作成する方法”との2つを挙げている。すなわち,Hiller 他(2010)は,表計算モデルを数理モデルの後に作成するものとしてではなく,“問題を定式化する1つの方法”として捉えている²⁾。問題に応じて(従来どおりの)数理モデルと表計算モデルが使い分けられる状況が想定されている(図7参照)。

テキストにおける“表計算モデルの扱い”

の違いは,OR/MS 教育の進め方に影響をもたらす。“表計算モデルは数理モデルの後に作成するもの”という捉え方をする場合,問題解決プロセスの「モデルの作成」までは,従来のテキストを用いた OR/MS 教育と同じように教育されることになる。変わってくるのは,「解の導出」の箇所である。従来のグラフによる解法やシンプレックス法の教育のほかに,Excel ソルバーによる解法を追加して教育する必要がある³⁾。“表計算モデルの作成”,“パラメータの設定”,“ソルバーの実行”を通じて Excel ソルバーの使い方が解説され,練習問題を繰り返し解くことによりその理解度が確認される。“表計算モデルは数理モデルの後に作成するもの”という捉え方をする場合,(少なくとも学生から見た)OR/MS 教育は,「解の導出」に焦点を当てたものになる。

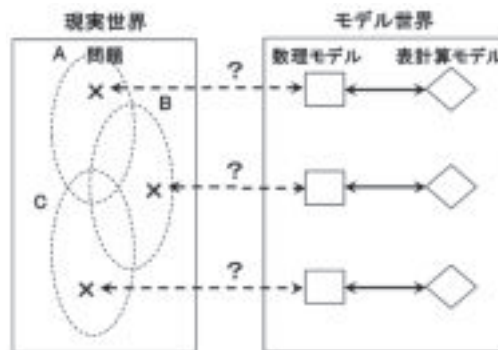


図6 OR/MS による意思決定（支援）の状況：Excel ソルバーの利用を想定した場合①

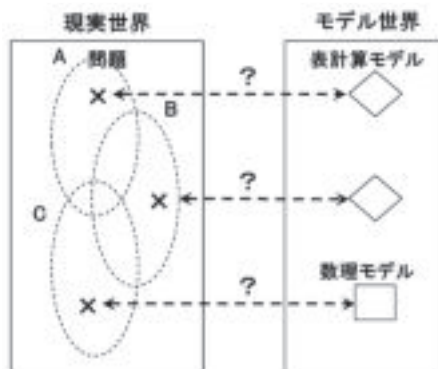


図7 OR/MS による意思決定（支援）の状況：Excel ソルバーの利用を想定した場合②

これに対して“表計算モデルは問題を定式化する 1 つの方法”という捉え方をする場合、問題解決プロセスの「モデルの作成」において、数理モデルの代替物として表計算モデルを作成することを教育する必要がある。“表計算モデルは数理モデルの後に作成するもの”という捉え方をする場合、表計算モデルを作成する作業は、完成された数理モデルを表形式に書き換えるだけの作業となる。すなわち、数理モデルが適切に作成された状況であれば、表計算モデルの作成を教育すること自体はそれほど難しい作業ではない。これに対して、“表計算モデルは問題を定式化する 1 つの方法”という捉え方をする場合、数理モデルの代わりに表計算モデルを作成する作業を新たに教育する必要がある。「モデルの作成」において、(場合によっては“数理モデルの作成”も合わせて)“表計算モデルの作成”に関する教育を行う。その後、「解の導出」において“パラメータの設定”、“ソルバーの実行”に関する解説を通じて、Excel ソルバーの使い方が教育されることになる。Excel ソルバーの使い方が教育されることに違いはないものの、“Excel ソルバーはあくまで問題解決ツールの 1 つであること”を意識させた教育が可能になる。この場合、OR/MS 教育は、「解の導出」よりも「モデルの作成」に焦点を当てたものになる。

Excel ソルバーを利用した OR/MS 教育で

は、新たに表計算モデルの作成に関する教育が必要になる。この点に関して、著者は、表計算モデルの作成を教育すること自体はそれほど難しいことではないと考える。今日、多くの学生が Excel 等の表計算ソフトウェアを操作できる環境にあるため、問題を表形式に整理することには慣れている。“特定のセルとセルを比較した場合にその大小関係がどうなっていないなければならない”等、学生は表の上で考えることを直感的にわかっている。また、数式が前面に出てこないため、数理モデルに不慣れな学生のモチベーションを維持するために表計算モデルを扱うことのメリットは大きい。但し、数値計算にかかる負担の軽減を図ることは、Little (2004) の指摘する問題点 (2.1 節) を解決するものではない。Excel ソルバーを利用した場合においても、数理モデル理解のための新たな工夫がなされない限り、現実世界の問題と当該問題に対して作成される数理モデルとの対応関係は不明確のままである。図 6、7 では、こうした状況を現実世界の問題と数理モデルを結ぶ点線の矢印で表されている⁴⁾。

以下では、Excel ソルバーを利用した OR/MS 教育を通じて学生に意識される問題解決プロセスに関する考察を行う。図 8 は、“表計算モデルは数理モデルの後に作成するもの”という捉え方をした場合の問題解決プロセスを示したものである。図 9 は、“表計算

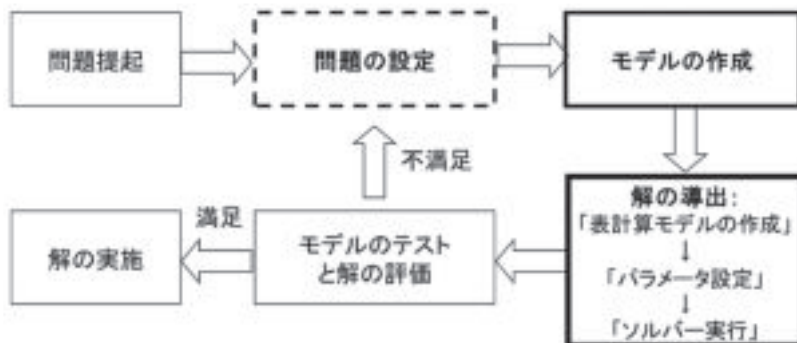


図 8 問題解決プロセス：Excel ソルバーを利用する場合①

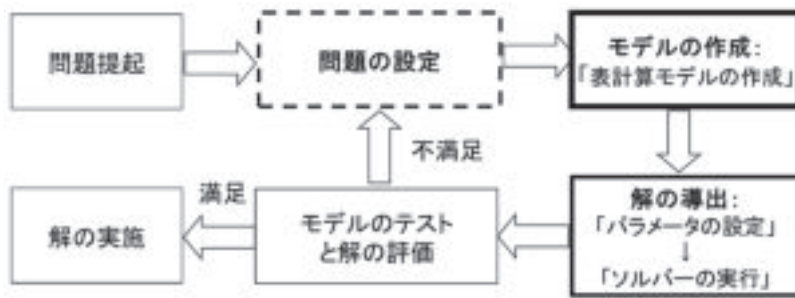


図9 問題解決プロセス：Excel ソルバーを利用する場合②

モデルは問題を定式化する1つの方法”という捉え方をした場合の問題解決プロセスを示したものである。

Excel ソルバーの利用を想定したテキストで扱われる問題は、従来のテキストと同様、問題提起された段階において既に問題状況が整理されている。そのため、当該問題を解決すべき問題として整理しなおすことは、学生には意識されにくい。問題状況が簡潔に整理された問題を扱うことは、“Excel ソルバーによりモデルの解が求められることを確認する”，“Excel ソルバーの使い方に慣れる”という目的には向く。しかしながら、「問題の設定」を認識させるという目的には向かない。Excel ソルバーを利用した OR/MS 教育には、従来のテキストを用いた場合と同様、問題解決プロセスの「問題の設定」が認識されないという問題点がある。図8、9では、こうした状況を「問題の設定」を点線で囲むことで表している。

“表計算モデルは数理モデルの後に作成するもの”という捉え方をした場合、“表計算モデルの作成”，“パラメータの設定”，“ソルバーの実行”を通じてモデルの解を求める方法、すなわち Excel ソルバーの使い方が中心に教育されることになる。この場合、OR/MS 教育は、「モデルの作成」よりも「解の導出」に焦点を当てたものになる。図8では、こうした状況を「解の導出」を太線で囲むことで表している⁵⁾。「解の導出」に焦点が当て

られること自体に問題があるわけではないが、Excel ソルバーの使い方を学習すること自体が目的になってはいけない。Excel ソルバーを正しく使えるようになることは確かに重要なことであるが、Excel ソルバーはあくまで問題解決ツールの1つであると正しく認識させる必要がある。これに対して、“表計算モデルは問題を定式化する1つの方法”という捉え方をした場合、数理モデルを代替する方法の1つとして表計算モデルの作成が教育されることになる。Excel ソルバーの利用に関する教育も（当然）行われるが、それはあくまで作成した表計算モデルに対する解を求めるためである。このことから、“表計算モデルは問題を定式化する1つの方法”という捉え方をする場合、OR/MS 教育は、「解の導出」よりも「モデルの作成」に焦点を当てたものになる。図9では、こうした状況を「モデルの作成」を太線で囲むことで表している⁶⁾。

4 ま と め

本研究では、従来のテキスト及び Excel ソルバーの利用を想定したテキストを分析することにより、OR/MS の潜在的利用者である学生に対して提供される OR/MS 教育に関する考察を行った。テキストの構成に関して大きな違いは無く、どちらのテキストも、章ごとに代表的な OR/MS 手法を取り上げ例題や

練習問題を解いていくかたちとなっている。問題を繰り返し解くことにより、問題解決プロセスの「モデルの作成」と「解の導出」が認識されることになる。テキストで扱われる問題に関しても違いは見られず、問題状況が簡潔に整理された問題が与えられている。問題が提起された段階において既に「解決すべき問題」として整理が行われているため、問題解決プロセスの「問題の設定」が改めて認識されることは少ない。

今日、Excel ソルバーの利用を想定した OR/MS 教育向けのテキストが多数出版されてきている。Excel ソルバーを利用する場合、問題に対して表計算モデルを作成することを新たに教育する必要がある。この点に関して、著者は、表計算モデルの作成を教育すること自体はそれほど難しいことではないと考える。今日、多くの学生が Excel 等の表計算ソフトウェアを操作できる環境にあるため、問題を表形式に整理することには慣れている。“特定のセルとセルを比較した場合にその大小関係がどうなっていなければならない”等、学生は表の上で考えることを直感的にわかっている。また、数式が前面に出てこないため、数理モデルに不慣れな学生のモチベーションを維持するために表計算モデルを使うことのメリットは大きい。但し、Excel ソルバーを利用した OR/MS 教育においても数理モデルに関する教育は変わらないため、現実世界の問題とそれに対して作成される数理モデルの対応関係は不明確のままである。Little (2004) が意思決定（支援）における数理的手法の利用が少ない原因の 1 つとして指摘する問題状況に変わりはない。

Excel ソルバーの利用を想定したテキストは、“表計算モデルの扱い”により、2 つに分けることができる。“表計算モデルは数理モデルの後に作成するもの”という捉え方をする場合、“表計算モデルの作成”、“パラメータの設定”、“ソルバーの実行”に関する解説を

通じて、Excel ソルバーの使い方が教育されることになる。この場合、OR/MS 教育は、Excel ソルバーの使い方、すなわち「解の導出」に焦点を当てものになる。これに対して、“表計算モデルは問題を定式化する 1 つの方法”という捉え方をする場合、問題解決プロセスの「モデルの作成」において数理モデルの代替物として表計算モデルを作成することが新たに教育されることになる。Excel ソルバーの利用に関する教育が行われることに違いはないものの、“表計算モデルは問題を定式化する 1 つの方法”という捉え方をする場合、“Excel ソルバーはあくまで問題解決ツールの 1 つであること”を意識させた教育が可能になる。この場合、OR/MS 教育は、「解の導出」よりも「モデルの作成」に焦点を当てたものになる。

“テキストで扱う問題の検討”、“Excel ソルバーの活用”等、数理モデルに不慣れな学生を想定した OR/MS 教育には様々な工夫が考えられる。但し、どのような工夫がなされるにせよ、OR/MS 教育を通じて問題解決プロセス全体を学生にイメージさせることができるのかを検討する必要がある。この点を十分に検討した OR/MS の教育をその潜在的利用者である学生に提供していくことにより、意思決定（支援）における数理的手法の利用促進に繋がることが期待される。

注

- 1) Excel ソルバーの詳細に関しては、[2] を参照されたし。
- 2) [3] は、“数理モデルと表計算モデルの両方を扱えるようになることが望ましい”と主張している。
- 3) Excel ソルバーの利用を想定したテキストの分析結果のとおり、[5] や [10] は、グラフによる解法やシンプレックス法の解説自体を省略した構成となっている。
- 4) 数理モデルと表計算モデルを比較した場合、学生が慣れ親しんでいる表形式（表計算モデル）の

ほうが現実世界の問題との対応関係が明確になることは考えられる。

- 5) “モデルを作成し、問題を繰り返し解く”という OR/MS 教育の進められ方から、「モデルの作成」も他に比べて認識されやすい。図 8 では、こうした状況を「モデルの作成」を他よりも太い線で囲むことで表している。
- 6) “モデルを作成し、問題を繰り返し解く”という OR/MS 教育の進められ方から、「解の導出」も他に比べて認識されやすい。図 9 では、こうした状況を「解の導出」を他よりも太い線で囲むことで表している。

謝 辞

本研究は、平成 27 年度北海学園大学学術研究助成(研究代表者:大平義隆)を受けて行われた。

参 考 文 献

- [1] エイコフ, サシーニ著, 松田武彦, 西田俊夫訳, 「現代 OR の方法」, 日本経営出版, 1970
- [2] Fylstra, D., Ladson, L., Watson, J., Waren, A., “Design and use of the Microsoft Excel solver”, *Interfaces*, Vol.28, No.5, pp.29-55, 1998
- [3] Hiller, F. S., Hiller, M. S., “Introduction to Management Science: A Modeling and Case Studies Approach with Spreadsheets”, McGraw-Hill Higher Education, 2010
- [4] 垣花京子, 「アンケートにみる文科系の OR 教育」, オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, Vol.42, No.6, pp.400-405, 1997
- [5] 荻田正雄, 上田太郎, 中西元子, 「Excel でできる最適化の実践らくらく読本」, 同友館, 2009
- [6] Lilien, G. L., Van Bruggen, G. H., Starke, K., “DSS Effectiveness in Marketing Resource Allocation Decision: Reality vs. Perception”, *Information System Research*, Vol.15, No.3, pp.216-235, 2004
- [7] Little, J. D. C., “Model and Managers: The Concept of a Decision Calculus”, *Management Science*, Vol.50, No.12, pp.1841-1853, 2004
- [8] 宮地功, 「演習形式で学ぶオペレーションズリサーチ」, 共立出版, 2008
- [9] Munisamy. S., “A spreadsheet-based approach for operations research teaching”, *International Education Studies*, Vol.2, No.3, pp.82-88, 2009
- [10] 村井直志, 「企画・戦略スタッフのための「入門」科学的的意思決定」, 秀和システム, 2011
- [11] Nagraj Balakrishnan, Barry Render, Ralph M. Stair, “Managerial Decision Modeling with Spreadsheets”, Prentice Hall, 2012
- [12] 大村雄史, 森村英典, 反町洋一, 「文科系学生に対する OR 教育の実践: 文科系学生に対する OR 教育」, オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, Vol.42, No.6, pp.413-415, 1997
- [13] 大野勝久, 逆瀬川浩孝, 中出康一, 「Excel ソルバーで学ぶオペレーションズリサーチ」, 近代科学社, 2014
- [14] 奥田和重, 「経営科学入門」, ムイスリ出版, 2001
- [15] Olafsson, S., “Teaching mathematical modeling to business student”, *Annals of Operations Research*, Vol.82, pp.49-57, 1998
- [16] 大堀隆文, 木下正博, 加地太一, 西川孝二, 「モチベーション教育における OR 例題の重要性」, 日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会アブストラクト集, 日本オペレーションズ・リサーチ学会, pp.266-267, 2013
- [17] 高井英造, 「特集にあたって: OR リテラシーと文科系の経営科学教育」, オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, Vol.42, No.6, pp.396-399, 1997
- [18] 高井英造, 真鍋龍太郎, 「問題解決のためのオペレーションズ・リサーチ入門 — Excel の活用と実務的例題 —」, 日本評論社, 2000