

タイトル	学生によるExcel機能を活用したサークル練習スケジュール作成
著者	上田, 雅幸; Ueda, Masayuki
引用	北海学園大学経営論集, 12(1): 51-60
発行日	2014-06-25

学生による Excel 機能を活用したサークル練習 スケジュール作成

上 田 雅 幸

1. はじめに

著者のゼミでは、経営学部2年次を対象とした演習Iにおいて、Excelを積極的に活用している。Excel関数の組合せ利用等、Excel自体を学習する一方で、Excelソルバーを用いたオペレーションズ・リサーチや経営科学（以下、OR/MS）の学習も行っている。演習では、“学生がイメージしやすい問題”を扱うこと等に配慮はするものの、基本的にはテキストに与えられた問題を扱うことが主となる。今日、Excelなどの表計算ソフトを活用することで、（文系学生のように）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本が多数出版されている（例えば、[1]、[4]、[12]、[16]等を参照されたし）。

本研究は、“テキスト上の問題”を通してOR/MSを学習してきた学生が“現実世界の問題”の解決を図った状況を整理したものである。具体的には、Excelソルバーを中心としたExcel機能を活用することで、学生が所属するグリークラブにおける練習スケジュール作成に取り組んだ状況を整理する。本研究では、テキスト上の問題を解くことと現実世界の問題を解くことの相違に焦点を当てながら、“学生が現実世界の問題解決を図るときに苦勞する点”、“学生が現実世界の問題を扱うことにより享受できること”を探る。

本論文は以下のように構成される。第2章

では、数理的手法を利用した意思決定（支援）に関わる先行研究について整理を行う。第3章では、Excelソルバーを用いたテキスト上の問題の解決について整理を行う。第4章では、“テキスト上の問題を通して学習してきた学生が現実世界の問題の解決に取り組んだ状況”について整理を行う。第5章は結論である。

2. 先行研究

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）。OR/MSモデルによる意思決定支援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か。Little（2004）は、OR/MSモデルが経営管理者に幅広く利用されない大きな原因の1つとして、「経営管理者がOR/MSモデルを理解しておらず、理解していないものを利用したがる傾向があること」を挙げている（図1参照）。

問題記述方法に関する先行研究としては、数理モデルを理解しやすいように記述する方法（例えば、Lazimy（1988）、Choobineh（1991））、現実世界の記述を基に数理モデルを記述する方法（例えば、Müller-Merbach（1983）、Liang（1993））等がある。数理世

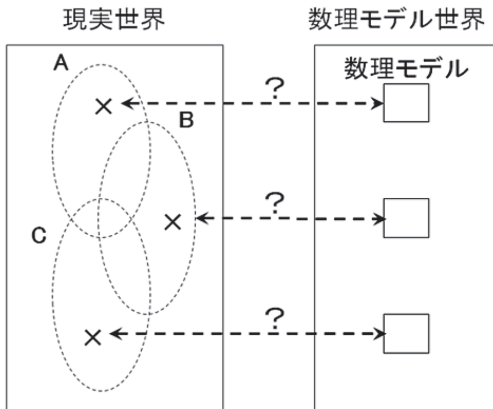


図1 数理的手法を用いた意思決定（支援）の状況

界が記述対象となる場合、数理モデルの構成要素が現実世界のどの要素に対応するかを明らかにする情報が整理される傾向がある。現実世界が記述対象となる場合、整理される対象は、実質的に数理モデルにおいてパラメータとなる量的特性のみに限られており、それ以外の特性（特に数理モデルの構造を決定する質的特性）が記述対象となっていない。こうした問題記述方法は、数理モデルに不慣れな意思決定者を想定した場合、“現実世界と数理モデル世界のつながりを明らかにする仕組み”としては不十分である。

Suzuki et al. (2006), 澤木他 (2009) では、入試監督割当て問題、図書館雑誌の見直し問題、スクールバスの削減問題等、大学において発生する問題解決に OR/MS が活用された事例が紹介されている。そのなかには、Excel ソルバーや What's Best! 等の Excel 上で稼働する数理計画ソフトウェアが用いられた事例もある。今日、PC ユーザの多くが Excel を利用できる環境にある。このことから、意思決定者が慣れ親しんだ Excel の表形式の問題整理に着目することも、意思決定（支援）における数理的手法の利用促進を図るうえで有効だと思われる。本研究では、“潜在的な OR/MS 利用者である学生が、Excel ソルバーを中心とした Excel 機能を

活用しながら、現実世界において自身の抱える問題（サークル練習スケジュール作成問題）に取り組んだ状況”を整理する。

3. テキスト上の問題

今日、（少なくとも著者のゼミにおいては）多くの学生がアルバイトをしている。新学期の始まる時期には、時間割を見ながら“何曜日にアルバイトを入れられるか”を検討している学生の姿を良く目にする。そこで、そうした学生であれば問題状況をイメージしやすい問題として、以下の「アルバイト配置問題」を割当て問題の一例として扱うことにした。

アルバイト配置問題：

P社では、8名のアルバイト（A～H）を雇っている。1週間における各アルバイトの都合と曜日ごとの所要人数を考慮して、アルバイトの配置計画を立てよ。但し、各アルバイトに対して少なくとも3日は依頼しなければならないものとする。

上記問題のように、テキスト上で与えられる問題の多くは、問題状況が簡潔に整理されている。ここでいう“簡潔”とは、“後続作業において問題状況を整理す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。Excel ソルバーを用いてこの問題を解くためには、表1のように問題状況を整理した後で、Excel ソルバーを実行すればよい（目的関数や制約条件など、具体的な設定に関しては後述）。

今日、「情報リテラシー」などの講義で Excel を学習する機会も多い。しかしながら、Excel のソルバー機能まで利用したことのある学生はそれほど多くなく、目新しい機能として学生の興味を引くようである。学生がイメージしやすい問題を扱うといった配慮は必

表1 アルバイト配置問題に対するワークシート作成

①アルバイトの都合 (0:勤務不可, 1:勤務可能)

	A	B	C	D	E	F	G	H
月	0	1	1	0	0	1	1	0
火	1	1	0	0	1	1	0	0
水	1	0	1	1	0	0	1	1
木	1	0	1	0	1	0	0	1
金	1	1	1	1	0	0	1	0
土	0	1	0	1	1	1	0	1
日	1	0	1	1	0	1	1	1

②アルバイトの配置 (0:依頼しない, 1:依頼する)

	A	B	C	D	E	F	G	H	割当人数	所要人数
月	0	0	1	0	0	1	1	0	3	3
火	0	1	0	0	1	1	0	0	3	3
水	0	0	1	1	0	0	0	1	3	3
木	1	0	1	0	1	0	0	1	4	4
金	1	1	0	1	0	0	1	0	4	4
土	0	1	0	1	1	0	0	1	4	4
日	1	0	1	0	0	1	1	0	4	4
割当日数	3	3	4	3	3	3	3	3		
所要日数	3	3	3	3	3	3	3	3		

要なもの、テキスト上の問題を繰り返し解くことにより、Excel ソルバーを用いた問題解決のイメージをつかむことはできる。問題は、「テキスト上の問題を通じて養われた問題解決能力が、現実世界の問題に直面した時にも活かされるのか」ということである。

次章以降では、「アルバイト配置問題」等の「テキスト上の問題」を通じて学習してきた学生が「現実世界の問題」の解決を図った状況を整理する。

4. 現実世界の問題

4-1 問題状況の整理

現実世界の問題解決作業は、当然のことながら、問題状況を明らかにする作業から始まる。テキスト上に与えられる問題を解いていた学生にとって、この作業は思いのほか負担

となるようである。学生は、類似した問題を参考にしながら、必要な情報を挙げていった。

練習スケジュール作成問題：

学生の所属するグリークラブは、16名からなるサークルである。サークルには、I部の学生だけでなくII部の学生も含まれるため、講義時間帯がばらばらである（I部：9：00～17：30、II部：17：50～21：00）。また、多くの学生がアルバイトをしており、教職課程をとっている学生もいるため、練習スケジュールを設定しにくい状況が続いている。現状としては、部員の多くが参加できそうな土曜日には必ず練習日を設けているが、それ以外の曜日に特定の練習日を設けることはしていない。

こうした状況において、既に前述のアルバ

イト配置問題を含む割当て問題などを Excel ソルバーで解いた経験のあった学生は、同様の方法でこの練習スケジュール作成問題を解けるのではないかと考えた¹⁾。

サークルでは、練習スケジュール作成において、以下の6つの“制約条件”を考慮にしている。

- ① 練習日は、週に3回まで
- ② 1回の練習は、3時間（講義2コマ分）
- ③ 1日に2回以上の練習は行わない
- ④ 部員は週に2回以上練習に参加する
- ⑤ 練習日には、全体練習を統括できる部員1名以上の参加が必要
- ⑥ 練習日には、各パート1名以上の参加が必要

③は、(午前・午後に1回ずつ等,) “1日に練習を分けて行うことはしない” という意味である。⑥に関しては、補足説目が必要であろう。グリークラブには、4つのパート(ソプラノ、アルト、テナー、バス)が存在する。グリークラブでは、例えばハーモニーの練習等において、全パートをそろえた練習が不可欠である。したがって、あるパートから1名も参加できない曜日・時限に練習日を設定してしまうと、行える練習が限られてしまう。さらに、“新人部員には未経験者が多い” という理由から、サークルでは、各パートにおいて参加できる1名が新人部員となってしまう状況も避けたいと考えている。

練習スケジュール作成問題は、“上記の制約条件を満たしながら、サークルの練習日を何曜日の何時限目に行うかを決定する問題” と定義できる。

4-2 ワークシートの作成

練習スケジュール作成問題は、0-1 整数計画問題として定式化し、LINGO などのソフトウェアで解決することもできる ([15])。

しかしながら、学生が、

- ・使い慣れた Excel ソルバーを利用して問題解決を図りたい、
- ・作成したものを自分の卒業後もサークルで再利用できるようにするため、一般に普及している Excel が望ましい、

と考えたことから、Excel ソルバーを用いた問題解決を図ることにした。

表2は、上記の問題状況を学生がワークシート上に整理した結果(の一部)である²⁾。横軸には、部員(A~P)をパートごとに並べている。縦軸には、曜日・時限の組合せを並べている。練習スケジュールと大学講義との調整をしやすいため、1時限(9:00~10:30)、2時限(10:40~12:10)、……と90分単位に区切ることにした。

表2①には、各部員に関して、当該曜日・

表2 スケジュール作成問題に対するワークシート作成

①部員の参加の可否

曜日	時限	パート1					…	パート4			
		A	B	C	D	…		M	N	O	P
月	1・2	1	0	0	0	…	0	0	1	1	
月	2・3	0	0	0	0	…	0	0	1	0	
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	
火	1・2	1	0	1	1	…	0	1	0	1	
火	2・3	1	0	1	1	…	0	0	0	0	
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	
土	6・7	1	1	0	1	…	1	1	0	1	
土	7・8	1	1	1	1	…	1	1	0	1	

②練習の実施/非実施、及び、部員の参加/不参加

曜日	時限	パート1					…	パート4				実施
		A	B	C	D	…		M	N	O	P	
月	1・2	0	0	0	0	…	0	0	0	0	0	
月	2・3	0	0	0	0	…	0	0	0	0	0	
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	
火	1・2	0	0	0	0	…	0	0	0	0	0	
火	2・3	0	0	0	0	…	0	0	0	0	0	
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	
土	6・7	0	0	0	0	…	0	0	0	0	0	
土	7・8	0	0	0	0	…	0	0	0	0	0	
参加回数		0	0	0	0	…	0	0	0	0	0	

時限に練習に参加することができる(1)/参加できない(0)の情報が入力されている。表2②には、当該曜日・時限に練習日を設定する(1)/設定しない(0)、及び、各部員に関して、当該曜日・時限に練習に参加する(1)/参加しない(0)を表す決定変数(の仮値)が入力されている。

表2では、制約条件②に関して工夫がなされている。元々は1時限から7時限までを並べる予定であった。しかしながら、「練習日に関して、講義2コマ分が連続して設定されなければならない」という条件の入力の負担を軽減するため、この段階で2コマ連続させた時間帯を記述することにした。

表2②では、部員が16名、曜日・時限の組合せが36個ある。「当該曜日・時限に練習に参加する/参加しない」の決定変数のみで576個必要となるため、Excelソルバーの扱える変数の上限を上回ってしまう³⁾。このままのかたちではExcelソルバーを実行できないため、あらかじめ練習実施可能な曜日・時限の組合せを絞り込むことにした。具体的には、Excel関数を用いて、制約条件⑤、⑥を満たした曜日・時限のみからなる表を作成する作業を行った。この作業は、

- ・曜日・時限の組合せごとに、各パートにおける参加可能人数、及び、練習を統括できる人数をあらかじめ計算しておく、
- ・上記の結果を用いて、「各パートの合計が1以上、かつ、練習を統括できる部員の合計が1以上」となる曜日・時限を抽出する、

ことで実現可能である。

上記作業により決定変数の数を減らすことはできたが、上限の範囲内まで減らすことはできなかった。本研究では、月曜日から金曜日までを練習候補日とする暫定的な処置を行い、分析を続けることにした(曜日・時限の組合せを絞り込んだ表に関しては、表3を参照されたい)。

今回のように練習候補となる曜日・時限をうまく減らすことができない場合、新たな手立てが必要になる。その対策の1つとして、What's Best!等の他のソフトウェアを用いることが考えられる⁴⁾。

4-3 ソルバー実行の準備

■決定変数(変化させるセル)

練習の実施:

「当該曜日・時限を練習日として設定する/しない」を表す

練習への参加:

各部員に関して、「当該曜日・時限に練習に参加する/しない」を表す

■目的関数

最大化: SUMPRODUCT(「曜日・時限への選好度」, 「練習への参加」)

目的関数は、当該曜日・時限に関する「練習への参加」と「選好度」の積和を最大化することにした。

■制約条件

- I. 「練習の実施」: バイナリ変数
- II. 「練習への参加」: バイナリ変数
- III. SUM(「練習の実施」) ≤ 3
- IV. SUM(「練習の実施」) ≤ 1
- V. SUM(「練習への参加」) ≥ 2

IIIは、問題状況の整理における制約条件①に対応する(4-1節参照)。全ての曜日・時限の組合せに関して「練習の実施」を合計したもの(すなわち、練習の実施回数)は3以下である。IVは、制約条件③に対応する。曜日ごとに「練習の実施」を合計したもの(すなわち、当該曜日における練習の実施回数)は1以下である。Vは、制約条件④に対応する。部員ごとに「練習への参加」を合計したもの(すなわち、当該部員の練習への参加回数)は2以上である。

上記の決定変数、目的関数、及び、制約条件の多くは、テキスト上の問題を通じて

Excel ソルバーに慣れてきた学生にとって、特に難しい設定ではなかった。しかしながら、上記データを入力後に Excel ソルバーを実行すると、学生にとって思いがけない結果となった。確かに、制約条件として設定した“練習の実施回数”や“練習への参加回数”などの条件を満たした練習スケジュール結果が得られている。しかしながら、よく見ると“練習を実施しないはずの曜日・時限に、部員が練習参加することになっている”など、「練習の実施」と「練習への参加」が連動しない不自然な結果となっていることに気付いた。

原因を探るために決定変数、目的関数、制約条件を見直した結果、学生は、新たに以下の制約条件を追加しなければならないことに気付いた。

■追加した制約条件：

VI. 「練習への参加」<=
「参加の可否」*「練習の実施」

VIの右辺は、部員の練習への参加の可否と練習の実施/非実施の積となっている。すなわち、部員が練習に参加できるかできないかに関わらず、練習が実施されない場合、右辺の値は0となる。その結果、練習が実施されない曜日・時間帯に部員が練習参加することはできなくなる。上記の仕組みにより、“部員が練習に参加できる曜日・時限は、練習を実施すると決定した曜日・時限のみである”という条件を記述することができる。

VIは、1回目のExcelソルバー実行結果を見るまで学生が思いつかなかった条件である。学生がVIに気付かなかった原因としては、

- 1) 当該制約条件が、学生にとって当たり前すぎる条件であったこと、
- 2) 学生が参考にしたテキスト上の問題においては、当該制約と似た条件の設定が必要なかったこと、
- 3) 学生が問題状況を整理した際の、制約

条件④（“部員は週に2回以上練習に参加する”）の記述が正確ではなかったこと、
等が考えられる。

1)は、文字通りの意味である。学生は、ソルバーを実行するまで、“練習の実施”と“練習への参加”が連動したスケジュール結果が得られる”と思っていた。“練習が実施される曜日・時限のなかから、各部員の練習に参加する曜日・時限が決まる”ことは当たり前のことであり、改めて記述しなければならない条件としては認識されなかった。

この点に関しては、“学生が、類似した問題を参考にしながら、問題状況の整理を進めていたこと”も影響していると思われる。テキスト上の問題を扱っていた学生にとって、現実世界の問題状況を整理する作業は簡単なことではない。類似した問題を参考にしながら、必要な情報を挙げていった。（この段階において）学生が参考になると判断した問題の中に、当該制約と似た条件を必要とするものはなかった。その結果として、学生がVIに気付かなかったものと思われる(2)。

3)は、“学生の問題状況の整理の仕方が不正確であった”ということである。学生は、“部員は週に2回以上練習に参加する”という制約条件を記述している。しかしながら、意図したスケジュール結果を得るためには、“部員は週に2回以上練習日に参加する”と記述しなければならなかった。学生が参考にした問題の1つに、前述の「アルバイト配置問題」がある。当該問題の説明文の中に、“各アルバイトに対して少なくとも3日は依頼しなければならない”という記述がある。この箇所は、より正確に記述するならば、“各アルバイトに対して営業日から少なくとも3日は依頼しなければならない”と記述することができる。このように記述された問題を参考にしていた場合、学生は正確に制約条件④を記述し、VIに気付くことができたかも

しれない。

学生は、実際には参考になりえる問題を解いた経験があった。それは、「需要量、供給量、設立に伴う固定費などの制約条件を考慮しながら、いくつかの候補地から最適な工場設立場所を決定する」というテキスト上の問題（以下、新工場設立場所決定問題）である（付録参照）。「工場を設立する/しない」という問題状況が「練習を実施する/しない」とは異なるため、学生は、練習スケジュール作成問題の解決を図るうえで参考にはしていなかった。しかしながら、「新工場を設立する場合、その供給能力が使える/新工場を設立しない場合、その供給能力は使えない」といった構造が、練習スケジュール作成問題にも参考になるはずであった。この段階において、著者の方から「表面的には異なるが、構造的に類似した点がないかに着目する」などのアドバイスをを行った。「新工場設立場所決定問題」における制約条件の設定などを参考にした結果、VIを含むすべての制約条件を設定することができた。

表3は、上記条件を Excel ソルバーに入力し、実行した結果である。月曜日6・7時限、水曜日4・5時限、金曜日6・7時限の計3回が、サークルの練習日として設定されている。「部員の参加の可否」(表2①)において元々スケジュール的に余裕のなかった部員

が2日間、その他の部員が3日間参加する結果となった。

5. ま と め

本研究では、テキスト上の問題を通じて OR/MS を学習してきた学生が現実世界の問題の解決を図った状況を整理した。テキスト上の問題の多くは、問題状況が簡潔に整理されている。テキスト上の問題を繰り返し解くことにより、Excel ソルバーを用いた問題解決のイメージをつかむことができる。その結果、本研究におけるサークル練習スケジュール作成のように、「現実世界の問題に直面した際に、OR/MS を活用できそうだと感知する能力」が高められることが期待できる。さらに、テキスト上の問題を通じて類似の問題状況を扱ったことがあれば、現実世界の問題であっても問題状況のある程度のところまで整理することができる。

学生が現実世界の問題解決を図るうえで1番苦勞した点は、問題状況の整理であった。「問題が何であるかわかれば、半ば解けたも同然」といわれるように、問題状況を正しく整理することは難しい。このことは、テキスト上の問題ばかりを解いてきた学生に特に当てはまると思われる。サークル練習スケジュール作成問題においては、考えてみると当然の制約条件が設定し忘れられることが起きた。その原因としては、①当該制約条件が、参考にしたテキスト上の問題においては必要なかったものであること、②問題状況の整理が正確ではなかった結果、後続作業においても不十分なまま設定されてしまったこと、等が考えられる。

現実世界の問題解決は、問題状況を明らかにするところから始まる。本研究において、学生は試行錯誤しながら問題状況を整理し、Excel ソルバーにより問題解決策を導き出した。こうした一連の流れをゼミのなかで扱っ

表3 練習スケジュール作成の結果

曜日	時限	パート1				…	パート4				実施
		A	B	C	D		…	M	N	O	
月	6・7	0	0	0	0	…	0	0	0	0	0
月	7・8	1	1	1	1	…	0	1	1	1	1
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
水	4・5	1	1	1	1	…	1	1	1	0	1
水	5・6	0	0	0	0	…	0	0	0	0	0
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
金	6・7	1	1	1	1	…	1	1	0	1	1
金	7・8	0	0	0	0	…	0	0	0	0	0
参加回数		3	3	3	3	…	2	3	2	2	3

たことにより、「問題解決のストーリー」をゼミ生間で共有することができた。そのなかでも、「解くべき問題を明らかにすることの重要性やその難しさ」を実感できたのは、自身の抱える現実世界の問題を対象としたところが大きいと思われる。

意思決定（支援）における数理的手法の利用促進の方策を探るうえで、本研究における学生による問題解決への取り組みは興味深い。問題状況を慣れ親しんだ表形式で整理した結果（以下、Excelモデル）は、学生にとって現実世界で認識された問題との対応関係が明確である（図2参照）。これに対して、当該問題に対するワークシート作成後においても、学生にとって自身の直面する問題とExcelモデルの背後に隠れている当該問題に対する数理モデルの対応関係は不明確のままであった（すなわち、意思決定の状況は、図1のままであった）。学生がExcelソルバーを積極的に活用しようと考えたのは、Excelが慣れ親しんだツールであったところが大きいと思われる。十分な数理的知識を持たない学生にとって、数理モデルをそのまま入力するソフトウェアの利用には抵抗がはたらくようである。「問題状況を慣れ親しんだ表形式で整理し、それが問題状況を正しく反映していると確信できること」が、Excelソルバーの積極的な活用へとつながったものと考えられる。

サークル練習スケジュール作成問題は、学生の設定した目的関数のままであれば、「練習の実施」のみを決定変数として解くことができる。目的関数の最大化には、「練習日程が組まれた曜日・時限に関して、参加可能な部員は必ず参加すること」が必要となるためである。すなわち、サークル練習スケジュール作成問題は、練習曜日・時限の候補を絞り込む必要なしに、Excelソルバーを適用することができる。この点に関して、学生がExcelソルバーによりサークルの練習日を設定することができた時点で、アドバイスを

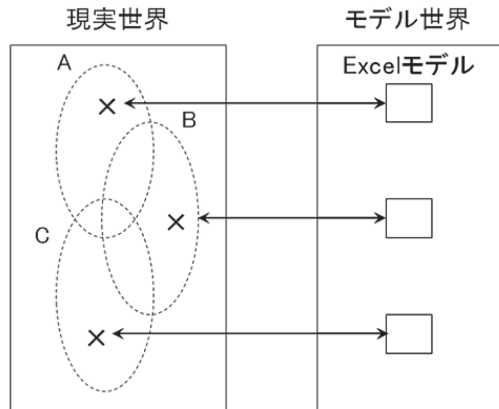


図2 Excelソルバーを用いた意思決定（支援）の状況

行った。その後、全ての曜日・時限の組合せを練習候補としたサークル練習作成スケジュール問題に対してExcelソルバーが適用可能であることを確認した。

注

- 1) 本研究におけるサークルの練習スケジュール作成問題に限らず、OR/MSは、大学生活で見つけられる問題の多くに適用可能である（例えば、[6]等を参照されたし）。
- 2) スペースの都合上省略しているが、実際には、スケジュール日時に対する学生の選好度を示した表などを追加している。また、各曜日における練習の実施回数の合計等をあらかじめ計算したセルも用意した。
- 3) Excelソルバーには、変数が200個までという制限がある（[3]）。この点からすると、Excelソルバーは、テキスト上の問題等、比較的小規模の問題を解くのに向いているといえる。
- 4) Excelに慣れた学生にとって、Excel上で稼働する数理計画ソフトウェアであるWhat's Best!を利用することへの抵抗感は少ないと思われる。What's Best!を活用した先行研究も数多くみられる。What's Best!に関しては、例えば[15]を参照されたし。

参考文献

- [1] 青柳 領, 「体育科教員のための Excel による OR 事例集」, 九州大学出版会, 2009
- [2] Choobineh, J., “A diagramming technique for representation of linear models”, *OMEGA Int. J. of Mgmt Sci.*, Vol.19, No.1, pp.43-51, 1991
- [3] 藤澤克樹, 後藤順哉, 安井雄一郎, 「Excel で学ぶ OR」, オーム社, 2011
- [4] Hiller, F. S., Hiller, M. S., “Introduction to Management Science: A Modeling and Case Studies Approach with Spreadsheets”, McGraw-Hill Higher Education, 2010
- [5] 柏木吉基, 「Excel で学ぶ意思決定論」, オーム社, 2006
- [6] 今野 浩, 「数理決定法入門 — キャンパの OR —」, 朝倉書店, 1992
- [7] Lazimy, R., “Knowledge representation and modeling support in knowledge-based systems”, Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland), pp.133-161, 1988
- [8] Liang, T. P., “Modeling by analogy, Use of analogical reasoning in model management systems”, *Decision Support Systems*, Vol.9, pp. 113-125, 1993
- [9] 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
- [10] Little, J. D. C., “Model and Managers: The Concept of a Decision Calculus”, *Management Science*, Vol.50, No.12, pp.1841-1853, 2004
- [11] Müller-Merbach, “Model Design Based on the Systems Approach”, *J.Opnl.Res.Soc.*, Vol. 34, No.8, pp.739-751, 1983
- [12] Nagraj Balakrishnan, Barry Render, Ralph M. Stair, “Managerial Decision Modeling with Spreadsheets”, Prentice Hall, 2012
- [13] 澤木勝茂, 鈴木敦夫, 「大学業務改善に向けての OR の活用 — 南山大学の事例を中心に —」, オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, Vol. 54, No.5, pp.255-260, 2009
- [14] Atsuo Suzuki, Katsushige Sawaki, Toshiharu Hasegawa, “An OR/MS Approach to Managing Nanzan Gakuen (Nanzan Educational Complex): From the Strategic to the Daily Operational Level”, *Interfaces*, Vol.36, No.1, pp.43-54, 2006
- [15] 新村秀一, 「Excel と LINGO で学ぶ数理計画法」, 丸善, 2008
- [16] 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

付 録

新工場設立場所決定問題：

Q社では、現在D市に工場があり、2つの販売店（X市、Y市）に向けて製品を出荷している。市場の需要が拡大したため、工場を増やすことになり、3つの候補地（A市、B市、C市）から新たな工場設立地を決定する必要がある。各工場には、設立に伴う固定費が定められている。また、（候補地を含めた）各工場には供給能力が、各都市には需要が定められている（表4①参照）。各工場から各都市への製品1台当たりの輸送費用が図4②に示されているとき、製品輸送の総コストを最小にするように新工場の設立場所を決定せよ。

表4 新工場設立場所決定問題

①各工場の供給能力，及び，各販売店の需要

		固定費	供給能力	需 要
工場	A市	100,000	15,000	—
	B市	125,000	18,000	—
	C市	80,000	10,000	—
	D市	0	30,000	—
販売店	X市	—	—	25,000
	Y市	—	—	30,000

②製品1台当たりの輸送費用

		販 売 店	
		X市	Y市
工場	A市	5	3
	B市	2	4
	C市	10	6
	D市	8	4

当該問題を解く際に注意すべき点は、候補地の固定費や供給能力はあくまで“仮の値”であることである。どの都市に新工場を設立するかの決定に応じて、“真の値”（固定費、供給能力）が変化することに注意しなければならない（表4③参照）。

③新工場設立候補地の固定費，及び，供給能力

		(仮)固定費	(真)固定費	(仮)供給能力	(真)供給能力	設立
工場	A市	100,000	100,000	15,000	15,000	1
	B市	125,000	125,000	18,000	18,000	1
	C市	80,000	0	10,000	0	0
	D市	0	0	30,000	30,000	—