

## 数理計画モデルの作成方法

産業図書 472頁 1995年刊 定価6,180円

数理計画関係の著書は多いが、本書は実際的なモデルの開発方法と解の解析を中心としている点で、従来の数理的な解法の記述に偏った多くの著書から一線を画した貴重なものである。数理計画法を学ぶ学部学生、大学院生、研究者はもとより、企業にあって数理計画法の適用を進めている専門家にとっても非常に有用なテキストであると思う。とりわけ、研究者や企業の担当者などで、数理計画法の適用をおこないたいが、どこからどのように手をつけてよいか分かりかねている人たちにとっては、まさに「干天の慈雨」「目から鱗」の1冊となろう。

本書は「アルゴリズムについての知識を持っていることは望ましいことですが、数理計画法を現実の問題に活用する観点からはアルゴリズムの知識は必要ではありません。」「まず、数理計画を現実の問題に適用すること、および、それらのモデルを実際に作ることに重点を置くことがよい」と考える筆者が、アルゴリズムに関しては他のテキストに任せて、モデルを解くプロセスではなく、モデルの作成とコンピュータによる計算結果の解析に重点を置いて書いた本である。このようなアプローチには異論もあろうが、現実の企業において「数理計画法を使う」という仕事はコンピュータの使用を前提にしている「モデルを開発し、コンピュータに入力し、出てきた解を解釈する」という作業に集約されることを考えれば、きわめて現実的なアプローチと言えよう。

このことは、数学的な解法やアルゴリズムが重要でないということではなく、筆者が言うように「本書が読者を刺激し、数理計画法のアルゴリズムの深い探求に挑戦するきっかけとなること」も望ましいし、教育の過程においては数学的な解法やアルゴリズムから教えた方がよい場合もあろう。しかし、その場合でも、具体的なモデル構築と、解の解析について本書を用いて学習することは非常に有用であると思う。特に、線形計画法を実務で使ってきた立場から言わせてもらえば、従来の「入門書」においては、数理的な解法については大変詳しいのに、解の経済的解釈において重要

な意味を持つ双対解（シャドウ・プライス、レデュースト・コスト）について、ほとんどあるいは全く触れられていないテキストが散見される中で、本書がそれらを変に具体的に分かりやすくしっかりと書いてある点は大いに評価したい。

本書の特色は限られたページ数の中で実に盛り沢山の具体的な内容を含んでいる点にある。11章からなる第1部においては、はじめに基本的な線形計画モデルを解くとはどういうことかという点からはじめて、モデルの構造と適用分野、解の解釈と利用、すなわちシャドウプライス分析や感度分析などの解の経済的解析について述べ、非線形モデル、整数計画法についても具体的なモデルの例を使ってその基礎を事例を用いながら解説し、モデル構築と利用について述べている。特に整数計画モデルに関する解説は今まで実際的な開発にもとづくテキストが乏しかっただけに、これからモデル開発をおこなう人にとっては非常に有用な内容であると言えよう。

後半の第2部では20の具体的な応用問題をあげ、第3部でそれらの問題の定式化を説明し、第4部はその問題の解とその解析について述べている。取り上げられている問題はさまざまな応用分野とモデル形式をカバーしている。たとえば多期間の食品や機械の生産計画問題、ネットワークフローの最適化、投入産出分析、論理回路の設計、価格設定等であり、線形計画から整数計画、混合計画、ナップサック問題、非線形問題等を幅広くカバーしていて、筆者のように長年数理計画法に携わってきたものにとっても非常に示唆に富む内容を持っている。

取り上げられているモデル事例はいずれも小さなモデルであるが、数理計画法の特色は、非常に規模の大きなモデルも、小さなモデルと基本的には同じ構造を持っていることにあるので、ここに上げられているモデルの構築を理解すれば、現実の問題に対する大規模モデルの開発に直接つながる知識を得ることが可能である。

本書のもう1つの特色は、必要に応じて挿入されて

いるコンピュータ・ソフトによるモデル記述と解のアウトプットの実例である。これによって読者は実際の計算についてより具体的なイメージをつかむことが可能となる。使われているソフトウェアはわが国でも多くの大学や研究所、コンサルタント等で、パソコンからワークステーションでの使用実績のあるXPRESS-MPで、日本語訳には原書にない特色として、先に述べた20の例題についてこの言語による定式化の実例が第5部として収録されている。

本書の特色の1つに実際にモデルを開発するためのテクニックに加えて、モデル開発全体について当てはまる基本的な重要事項や、初歩のモデル開発者が犯しがちな間違いについての注意が随所に触れられていることがある。たとえば、解を読んだりモデルを理解しやすいように変数の名前を工夫したり、あまりコンパクトにし過ぎないようにすることや、モデルで使用する量の単位に関する注意、さらには、経営問題におけるデータの収集やモデルメンテナンスの重要性などである。実際に数理計画モデルを企業の経営計画や意思決定に使ったことのある人たちにとっては、これらに言及されていることは、従来の「学問的な」テキストでは重要性の認識がなく欠落しているところだけに、よくぞ触れてくれたと言いたいところであろう。しかし、一方でこれらはとてもさりげなく書かれているので、本書を入門として読まれる人には見落とされてしまう可能性がないとは言えない。訳文が大変にこなれていて読みやすいのは本書の長所であるが、それだけに一層、大変に意味のある内容についてのさりげなさが気になる場所であるのは筆者の心配のしすぎであろうか。理想的には、本書をテキストとして、実際にモデル開発の経験のある講師による講義を受けることであろう。

数理的な解法について触れられていないとは言っても、本書を理解するにはある程度の数学的な素養、不等式やシグマ記号の使用といったレベルは必要であるし、与えられた条件や係数の表から関数的な関係を直ちに思い浮かべることができる程度の読者レベルを想定していると考えられる。したがって、数理的な訓練を受けていない文系学部生や事務系の企業人が読んで直ちに理解できるというものではない。しかしながら、その部分を別の形で補うことができれば、実際的で有効なテキストとして優れたものであると言えよう。

本書の訳は先に述べたとおり大変にこなれた読みやすい訳であり、この種の本としては出色のものである

と思うが、ごく一般の読者を想定した場合、誤解をまねきそうな点がないわけではない。たとえば、第2章の「数理計画モデルを解く」の中でモデル全体がコンピュータの中に入りきらないモデルもあるが、それは『モデルの設計が良くない場合が多い』と訳されていて、「ではどういう風に良くないと入らないのか?」という疑問をもたれそうだが、原文では『あまり高度な機能を持っていないプログラムが使われた場合に起きやすい』となっている点とか、第10章の「整数計画モデル」のところでflexibilityを「自由度」と訳している点などである。しかし、いずれも根本的な欠点というよりは「好み」に近いレベルの問題で本書の本質的な価値には関係がない。

本書の第1版は1978年に出版されたものであるが、今回翻訳されたのは1990年に出版された第3版である。評者が出張先のニューヨークの書店でこの本の原著を見つけたのはもう大分以前になる。経営科学関係の書籍は多いが、自分で訳したいと思ったり、「してやられた」と感じる本は希である。この本は、まさにそういう1冊であって、できれば自分でわが国に紹介したいと考えながら、当時まだ企業に勤めていた身では時間的ゆとりもないままに日が過ぎてしまった。今度、まさに最適の訳者と監訳者を得てわが国に紹介されることになって心から喜んでいる1人である。数年前まで筆者の勤務していた石油会社は、訳者の所属していた会社と並んで、わが国の中でも早くから数理計画法の適用をおこなっていた企業であったため、筆者も長年モデルの開発と現実の問題への適用を手がけてきたが、その関係でモデル化の方法と、解の解析に重点を置いたテキストの必要性を痛感していた。また、企業にいたときから、放送大学における線形計画法のテレビ授業と面接授業での講義をはじめ、内外で数理計画法の利用について講義や発表をおこなってきたが、筆者の講義を聴いて企業での実務に使ってみたいと考える人たちに対して、安心して推薦できる実際的なテキストが欲しいと常々考えていた。本書はまさに、原著者が意図したように、数理的な解法の原理を述べた学問的なテキストと実務における事例発表との間を埋める役割を果たすものとしてこの目的に合致していると言える。それにしてもこのようなテキストを作ることは易しい仕事ではない。分かりやすく実務的な説明をするということは、程度を落とすということではなく、数理的な高度さとはまた違った能力を要求されるものであるが、このようなテキストがわが国でももっと現わ

れて欲しいものである。

数理計画法は、あまりにも一般化し、計算のためのソフトウェアも多く、多くの大学人や企業人にとってその応用はすでに開拓されつくしたかのように誤解されている。このように地味で実務的に安定した手法の応用については、学会でもあまり興味を持っていただけないのが実状である。しかし筆者は、わが国ではまだ、数理計画法がその能力を十分に発揮できる多くの

分野に対して十分に適用されているとは言い難い状況にあると考えている。本書の豊富で幅の広い応用例がきっかけとなって、さらに多くの分野に数理計画法が適用され、多くの研究者や実務家が参加されることによって、この分野の発展がさらに進展し、企業や社会における合理的な意思決定に貢献して欲しいものだと考えている。 (静岡大学 高井英造)

## 論文誌掲載論文概要

J O R S J

Vol. 39, No. 3

### 非凸型債券ポートフォリオ最適化モデルと そのインデックス・トラッキングへの応用

今野 浩 (東京工業大学)

渡辺英俊 (東京工業大学)

本論文は、1989年に筆者が本誌上で発表した多目的債券ポートフォリオ・モデルを解くための、厳密かつ効率的なアルゴリズムを提案し、それを国債インデックスを追随するポートフォリオ構築に適用することを目的としたものである。

このモデルは、双線形分数関数の差を1次式制約条件の下で最大化するという典型的非凸型最小化問題であるが、筆者らは、簡単な変数変換とパラメトリック単体法を適用することにより、この問題が同一規模の線形計画問題を解くのと同程度の手間で解けることを実証した。

またこのモデルを国債インデックスを模擬するポートフォリオを構築する問題に応用し、極めて少ない銘柄数でこの目的を十分な精度で達成できることを示した。

### オファー回数に制限があるときの不確実な 雇用を持つ秘書問題

穴太克則 (南山大学) 玉置光司 (愛知大学)

胡 慕慈 (名古屋工業大学)

秘書選択問題において：(i) 応募者が一定の確率  $q (= 1 - p, 0 \leq q < 1)$  (既知) で雇用のオファーを拒否でき、オファーの回数は高々  $m (m \geq 1)$  回に制限されている場合の最適政策を導く。最適政策を特徴づける

値についての漸近値を考察し、また最適政策を採るときにの最良な応募者を雇用できる最大確率についての漸近値を求める。(ii) (i) において、オファーの残り回数  $m$  に依存した受諾確率、 $p_m (= 1 - q_m)$  の場合の最適オファー政策を検討する。

モデル (i) において、 $q = 0, m = 1$  とすれば古典的秘書選択問題に一致し、オファー回数  $m$  に上限を設けなければ、Smithの問題に一致する。応募者の総数が  $N$  人のときの最適政策は： $m$  に依存した非減少列  $\{s_n\}_m (s_n \equiv s_n(N))$  が存在し、残り  $m$  回のオファーが可能なとき、最初の  $s_m - 1$  人の応募者は採用せず、それ以後に応募する今までで最良な (相対ランクが最も良い) 応募者にオファーを与える、である。応募者の総数  $N$  が十分に大きいとき、最良な応募者を採用できる最大確率は  $p(s_m/N) + pq(s_{m-1}/N) + pq^2(s_{m-2}/N) + \dots + pq^{m-1}(s_1/N)$  で与えられる。モデル (i) においては、相対ランクが最も良い応募者のみにオファーを与えるのが最適であったが、モデル (ii) においては、相対ランクが最も良い応募者以外にも採用オファーを与えることが最適である場合が生ずる。

### 単一機械配列における総遅延最小化について

Tsung-Chyan Lai (National Taiwan University),

Yuh-Kwo Kuo (National Taiwan University)

本論文ではジョブが処理時間と期日を有する単一機械配列 (sequencing) 問題を取り扱う。目的はジョブ遅延時間の総和を最小にする  $n$  個のジョブの配列を求めることである。局所最適性を満たす  $O(n \log n)$  MDD (Modified Due Date) ルールを提案し、MDD