

# 線形計画法の演習支援システム

石原 辰雄\*

線形計画法の解法アルゴリズムとしてよく知られているシンプレックス法の解法演習を支援するためのシステムを開発した。本システムは線形計画法の考え方やシンプレックス法の原理そのものを教育するためのものではないが、これらを一通り学んだ学習者がシンプレックス法の解法演習を行う場合に、その環境を提供して、その下で演習をスムーズに行えるように、データ入力機能、印刷機能、ファイルへの入出力機能、データ編集機能、シンプレックス法演習支援機能を組み込んで構成されたシステムである。本稿ではこのシステムの設計概要および特徴について報告する。

《キーワード》 線形計画法、シンプレックス法、演習支援システム

## 1. はじめに

線形計画法(LP)はオペレーションズ・リサーチ(OR)の手法の中で最もよく使用され効果を上げているものの1つである。大学教育の場においても、経営工学、経営科学、経営情報学の分野をはじめ多くの分野でLPに関する教育が行われている。LPの解法アルゴリズムとしては、周知のように、G. B. Danzigが開発したシンプレックス法がよく知られており、その原理を理解させるためにシンプレックス法の解法演習を課すことの重要であることは広く認識されている通りである。

ところで、シンプレックス法はLP問題の方程式系の係数行列および解法を進めていくための幾つかの付加的な情報が記入されたシンプレックス表と呼ばれるマトリックス状の表を何段階かにわたって変形して行くことによって最終的な解を求めるという方法である。この変形の操作すなわちシンプレックス表の更新は行列演算によって行われるものであるが、一般には更新の具体的な行列演算はやや複雑でやっかいなものである。

シンプレックス法の原理や更新の手順について理解させることに重点がある場合には、そうした計算の煩雑さはできるだけ軽減させる方が教育的と言える。計算が煩雑であるがゆえに計算ミスなどが起こる可能性が高くなり、そのために最終的な解に到達できないことも十分有り得るし、学習意欲が減退することにもなりかねない。このようなことから、学生にLPの演習問題を課す場合には、変数や制約条件式の少ないきわめて単純化した問題になっているようであるが、幾分なりとも現実の問題に近い問題を与え、その定式化をさせ、解を求めさせるとい

う教育的なステップを考えると残念なことと言わざるを得ない。

シンプレックス法の解法過程における計算の部分の役割を計算機が持つようにして、表更新のキーポイントで学習者が自ら考えて進めて行けるようなシステムがあれば、上記の教育ステップを踏むことができ、演習の効果が上がるのではないだろうか。このようなことから、シンプレックス法の解法演習を支援するシステムの開発を目指したものである。

## 2. システムの基本機能

ここでは本システムの持つ基本的な機能について概要を述べる。

### 1) データ入力機能

キーボードよりデータすなわち制約条件式と目的関数の入力を式の形でそのまま行なえるようにしている。そのため、学習者は定式化の段階から演習の段階へ容易に移行できる。すなわち、制約条件式が

$$7x_1 + 10x_2 - 20x_3 \leq 120$$

ならば、これを文字列としてそのまま打ち込む。システムは入力された文字列について文法チェックを行ない、許される式であればそれを受け付け、そうでなければメッセージを表示するようにして、正しい形式で式を入力させるようにしている。

### 2) LP問題の表示・印刷機能

システム上に存在するLP問題を画面に表示したり、印刷したりする機能である。表示機能は様々な種類の演習問題を行う場合には混乱を避けるための必須の機能である。問題サイズが大きくて1画面に

\* ISHIHARA Tatsuo: 産能大学

表示しきれない場合には画面をスクロールすることによって全てを見ることができ、印刷機能は演習問題をレポートにまとめたり、自宅に持ち帰って時間をかけて検討したりする場合に特に有効である。

### 3) ファイルへの入出力機能

システム上に存在するLP問題をファイルに格納する機能およびファイル内のLP問題をシステム上に入力する機能を持つ。これらの機能は本システムを時間をおいて演習したい場合に不可欠なものである。大学での講義（あるいは演習）は通常は1週間ごとに行われるからこの機能が必要となる。

### 4) 問題編集機能

既に入力済みのLP問題を訂正したり、一部を削除したり、変数や制約条件式を追加したりする機能を持つ。単純な入力ミスをすることはよくあることであり、このような場合には式の各変数に付いている係数を訂正すればよい。また、余計な式を入力してしまった場合には削除することができる。LPの教育においては、1つの場面設定を行ってから、幾つかの制約条件を順次追加して行って、そうしたときの解および目的関数の値がどのように変わるかを演習を通じて理解させることが重要と思われるが、制約条件式の削除や追加機能はそうした教育を可能にするものである。

### 5) 演習支援機能

学習者が自らの知恵を基に演習をスムーズに進めて行けるような環境を整える。システムはシンプレックス表を画面に表示し、学習者が画面をノートのような感覚で扱うことができるようにする。シンプレックス表の各更新段階において、学習者がシステムに対して基底変数の入れ替えのための適切な指示を与えれば、システムはルーチ的な行列変形計算を行い、その結果を表示する。学習者はその結果を見てさらに表更新のステップを進めて行く。こうして学習者は最終解に至るまでシンプレックス法の演習を計算に煩わされることなく行うことができる。

## 3. 演習支援サブシステムの特徴

上に述べた演習支援機能が本システムの中核的なものである。ここでは演習支援機能を実現するサブシステムの特徴を述べる。

### ① 2種の計算方式およびビッグM法への対応

シンプレックス表の表示および行列計算において

は、学習者の要望に応じて、実数タイプあるいは分数タイプの両方に対応できるようにする。教育用のLP問題では、制約不等式の係数や右辺項が整数であることが多く、分数計算方式を用意して置くのが教育的と考えた結果である。

制約式の不等号の向きが $\geq$ であったり、等号であったりする場合には、ビッグM法が適用される。Mは概念上のきわめて大きな値を持つ数であるが、本システムではMを文字として扱う形式でビッグM法の計算を行っている。

### ② 問題の妥当性チェック

学習者の入力した問題が解くべき問題として妥当性を欠いていることも有り得る。すなわち、表更新を何回行っても最終解に到達できないような問題を解こうとしていることが起こり得る。このようなことがないように、演習過程に入る前に問題の妥当性チェックを行っている。

### ③ 表示画面の工夫

演習の進行過程の画面は、上段にシンプレックス表、下段に選択メニュー&メッセージ欄を表示する構成になっている。表のサイズは問題によって様々であるが、画面にすんなりと納まるケースは希である。そこで、方程式系の係数行列の部分および演習の実行に必要な欄をスクロールして見るようにした。

### ④ 試行錯誤への対応

シンプレックス法を正しく行えば所与の問題を最適解に達するまでスムーズに演習を続けることができる。しかし、初心者は必ずしもうまく表の更新ができるとは限らない。演習の途中で、正しい道筋通りに進んでいるかどうか自信が持たなくなることもあろう。このような場合には、既存の演習の道筋を前後に辿り確認することができれば、シンプレックス法適用の誤った箇所が分かたり、自信を持って前に進めて行くことができるなど、学習者にとって演習がしやすい環境を作ることができる。演習履歴を確保することにより、このような試行錯誤への対応を行っている。

## 4. おわりに

本システムはPC9801上で開発した。今後、実験を重ねつつ、FMR60HE上に移植し、次年度からのORの授業に供する予定である。