

線形計画法の実習教育 — ORリテラシー教育の実践事例(第2報) —

01102345 近畿大学 権藤 元

1. はじめに

シミュレーションを中心とした待ち行列の実習教育^[1]の続きとして、経営工学科2年の講義に併行して行った線形計画法のスプレッドシート(Lotus1-2-3)上での実習教育を紹介する。その特徴は次の3点である。

- ・スラック変数によらず予め等式化に必要な物理的に意味のある変数を用いシンプレックス表を単なる連立1次方程式として扱い、ピボット操作・最適解の条件・潜在価値の理解を容易にする。
- ・双対法も併用できるため、フェイズ1, 2にわけなくてよい。
- ・スプレッドシート上でのミニCAIにより独習する。

なお、この実習後にピボット選択のシンプレックス基準を講義することとしている。

2. 実習のステップ

OR講義の線形計画法スタートにあたって、基底変数を未知数とし非基底変数をパラメータとした連立1次方程式として取り扱えることを説明した後、電算センターのオープン利用(平日20時まで利用可能)により演習課題を課す。その実習は次のステップで行う。

(1)ステップ1 デモシートを使用しLPシートの使用法を理解する。

このステップはリターンキーのみで画面が進む方式のミニCAIにより、LPシートの使用法を理解しピボット操作を修得する。

(2)ステップ2 与えられた問題についてLPシート上でピボット選択を自分でいき最適解に達する。

デモシートの例題に係数が各自異なる新変数が追加された問題を解くものである。実施後は最終タブローを計算式として表現させ、さらに、最適解・限界値などを記述し、レポートとして提出させる。なお、ディスクにセーブしてある実習記録としてのシンプレックス表は後日印刷配布しピボット選択の反省資料とする。

(3)ステップ3 自分でLPの問題を選びLPシートを使用して最適解を求める。

このステップは力のある学生向きのもので準備している。

3. LPシート(デモ)の概要

シンプレックス表の1行は1つの等式を表わす方式とし、カーソルの位置に基づきピボット操作を行い、次のシンプレックス表が行列の積で求まる演算方式を採用しLPシートを作成している^[2]。

このLPシートをもとに、森口先生の線形計画法入門^[3]の例題を使用してLPシートの使用法を説明するデモシートを準備している。その主要画面を図表1~図表9に示す。なお、LPシートに若干の手間を加えることでデモシートを作成できることは教育支援上きわめて有効である。

4. 実習効果

最適解が得られる条件として、シンプレックス表の目的行の係数と制約列の符号に注目することを事前に説明するのみで、ピボットを選択するシンプレックス基準の講義前に、この実習を行っているが、廻り道をしてピボット選択のステップ数は数倍を要するものもあっても、ともかく全員最適解に達することは注目に値する。

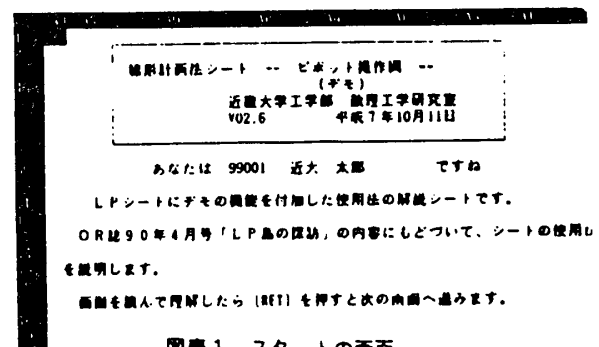
5. おわりに

スプレッドシートを使用することにより、LPの教育方式も新たな方式が有効となることを示した。さらに、Excelのソルバー機能を利用したLP教育については現在検討中である。このような作業は刀根会長の就任挨拶^[4]で述べられている意図を窺らせるために必須と思われる。なお、Eメールによるご意見をお待ちしている。Eメール:GBF02774@niftyserve.or.jp

参考文献

- [1]権藤,シミュレーションを中心とした待ち行列の実習教育—ORリテラシー教育の実践事例(第1報)—, OR学会秋季研究発表会予稿集, 1996
- [2]権藤,ORメモランダム(LP島の探訪),オペレーションズ・リサーチ, VOL35, NO.4, 1990
- [3]森口,線形計画法入門,日科技連出版社, 1957
- [4]刀根,OR学会会長就任の挨拶,オペレーションズ・リサーチ, VOL41, NO.7, 1996

読み終わったら リターンキー (RET) を押して下さい



図表1 スタートの画面

読み終わったら リターンキー (RET) を押して下さい

まず、石炭、電力、労力の3つの制約条件は、使い残しという概念(残量)を取り入れて、等式化すると、次のようになります。

$$360 = 9 \times \text{A生産量} + 4 \times \text{B生産量} + \text{石炭残量}$$

$$200 = 4 \times \text{A生産量} + 5 \times \text{B生産量} + \text{電力残量}$$

$$300 = 3 \times \text{A生産量} + 10 \times \text{B生産量} + \text{労力残量}$$

ここに、「A生産量」、「B生産量」、「石炭残量」、「電力残量」、「労力残量」は非負となります。

次に、目的関数は次式となります。

$$\text{「利益」} = 7 \times \text{「A生産量」} + 12 \times \text{「B生産量」}$$

しかし、条件にならって次のように変換し、シンプレックス表の準備とします。

$$0 = \text{「利益」} - 7 \times \text{「A生産量」} - 12 \times \text{「B生産量」}$$

図表2 等式化の画面

読み終わったら リターンキー (RET) を押して下さい

以上で、準備はできました。これから、シートへの入力に移ります。

シートの使用手順はシートのスタート画面に次のように示されています。

手順1 行列の大きさを入力 (変数+条件<26とする)
左記に入力する。 列の数: 行の数:

手順2 変数名、条件名、係数を入力
CTRL+A により、画面が変わり入力する。

手順3 ピボット操作
ピボットの位置にカーソルをおき、CTRL+B により、ピボット操作を行う。(以下、これを必要なだけ繰り返す)

では、手順1から始めましょう。

図表3 手順紹介の画面

利益の式を入力しました。 リターンキー (RET) を押して下さい

行\列	1	2	3	4	5	6	7	8
「利益」	0.00	1.00	-7.00	-12.00	0.00	0.00	0.00	0.00
石炭残量			9.00	4.00	1.00	0.00	0.00	0.00
電力残量			4.00	5.00	0.00	1.00	0.00	0.00
労力残量			3.00	10.00	0.00	0.00	1.00	0.00

次に、シンプレックス表の係数を入力します。

条件式の係数をそのまま入力します。では、見て下さい。

$$0 = \text{「利益」} - 7 \times \text{「A生産量」} - 12 \times \text{「B生産量」}$$

$$360 = 9 \times \text{「A生産量」} + 4 \times \text{「B生産量」} + \text{「石炭残量」}$$

$$200 = 4 \times \text{「A生産量」} + 5 \times \text{「B生産量」} + \text{「電力残量」}$$

$$300 = 3 \times \text{「A生産量」} + 10 \times \text{「B生産量」} + \text{「労力残量」}$$

図表4 シンプレックス表入力の画面

次へ進むときは リターンキー (RET) を押して下さい

行\列	1	2	3	4	5	6	7	8
「利益」	0.00	1.00	-7.00	-12.00	0.00	0.00	0.00	0.00
石炭残量	360.00	0.00	9.00	4.00	1.00	0.00	0.00	0.00
電力残量	200.00	0.00	4.00	5.00	0.00	1.00	0.00	0.00
労力残量	300.00	0.00	3.00	10.00	0.00	0.00	1.00	0.00

次は、労力を全部使って、製品Bを作りましょう。

ピボットはカーソルの位置になります。ここにカーソルを置いて、マクロBを起動させます。

図表5 ピボット選択の画面

次へ進むときは リターンキー (RET) を押して下さい

行\列	1	2	3	4	5	6	7	8
「利益」	428.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.36	0.00
A生産量	20.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	-0.12
石炭残量	84.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	-3.12	1.16
B生産量	24.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.12	0.00

これで終わりました。

「1-」の列と「利益」の行にマイナスの値がない。ただし、「1-」と「利益」の交点はマイナスであっても良い。

最終のシンプレックス表から、等式の表現に戻って見ましょう。

図表6 最適解到達の画面

次へ進むときは リターンキー (RET) を押して下さい

行\列	1	2	3	4	5	6	7	8
「利益」	428.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.36	0.00
A生産量	20.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	-0.12
石炭残量	84.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	-3.12	1.16
B生産量	24.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.12	0.00

最終のシンプレックス表は等式で表すと次のようになります。

$$428 = \text{「利益」} + 1.36 \times \text{「電力残量」} + 0.52 \times \text{「労力残量」}$$

$$20 = \text{「A生産量」} + 0.40 \times \text{「電力残量」} - 0.20 \times \text{「労力残量」}$$

$$84 = \text{「石炭残量」} - 3.12 \times \text{「電力残量」} + 1.16 \times \text{「労力残量」}$$

$$24 = \text{「B生産量」} - 0.12 \times \text{「電力残量」} + 0.16 \times \text{「労力残量」}$$

これから、最終のシンプレックス表の意味を確認できます。

図表7 最適解の画面(その1)

次へ進むときは リターンキー (RET) を押して下さい

行\列	1	2	3	4	5	6	7	8
「利益」	428.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.36	0.00
A生産量	20.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	-0.12
石炭残量	84.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	-3.12	1.16
B生産量	24.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.12	0.00

最終のシンプレックス表が次のようになります。

	利益	428	最適解	潜在価値
製品Aの生産量			20	0
製品Bの生産量			24	0
石炭の残量			84	0
電力の残量			0	1.36
労力の残量			0	0.52

以上

図表8 最適解の画面(その2)

読み終わったら リターンキー (RET) を押して下さい

デモは終了しました。これで一旦終わります。

次は、第2ステップのピボット選択の演習になります。

その演習問題は今のデモの問題に新たに 製品C の生産が加わります。

では、あらためてメニューにもどります。第2ステップを指定して下さい。

●● ピボット操作の要点 ●●

カーソルはピボットの位置で CTRL+B を実行。

「1-」の列と「利益」の行にマイナスの値がなくなれば終了。

図表9 最終の画面