

## シンプレックス法の 学習支援用ソフトの作成

98p21073  
佐藤賢司

### 1. はじめに

文教大学で教えている教科の中にORと言う数理最適化の学問がある。自分はその科目の1つのオペレーションズ・リサーチという学科を受講し、シンプレックス法という手法を知った。このシンプレックス法とはORの中の線形計画というジャンルの幾つかある解法の1つである。

そして、そのシンプレックス法を学ぶにあたり、1つの点が不便に思えた。その不便に思えた点とは、シンプレックス法を解く際にピボットと呼ばれる点を動かして式を解いていくのだが、そのときに行う掃き出しと呼ばれる計算がとても手間が要り面倒だった。そこで、そのピボットの動きをわかりやすくし、掃き出しの手間をなくすようなソフトがあれば便利だと思った。そこで、上記の部分を中心にシンプレックス法という手法を学ぶ手助けをするソフトについて考えていこうと思う。そして、どのようなソフトが新たにシンプレックス法を学ぶ人の手助けになるかを取り上げていきたい。

### 2. 背景

この章では実際に現在どのようなシンプレックス法を扱うソフトがあるのか。また、それらはシンプレックス法を学ぶ人たちにどのような利点があるのかについて書いていく。

現状のシンプレックス法のソフトは、既にシンプレックス法を学んでいる事を前提に作られている物が多い。例えばLindoと言うソフトの操作画面を例にとると、図2.1のような入力画面でになっている。また、図2.2のように式をあらかじめ定められた方法で入力しなくてはならない。そして、実行させると、図2.3のような結果が出てくる。この結果の画面にしてもあらかじめシンプレックス法を知っていないとこの画面がなにを意味しているかわからない。また、式を入力すると結果がすぐ出てきてしまいその途中の計算過程が判らないため解法の勉強には適さない。

また、<http://www17.cds.ne.jp/~busyboy/>上にあるVBAによるオペレーションズ・リサーチというホームページで公開されているソフトを例にあげる。このソフトの入力画面は、図2.4のような画面になっている。悪い点として、・ROW・COLUMN等のこのソフトでしか使わない表示があり分かりにくい事がある。また、このソフトの良い点として、実行する際に途中経過を表示するかどうかを選択できる事と、実行結果として実際の解と解法を何回実行したのかすぐ分かるようになっている事がある。ただ、何処をピボットに置いたのか記されていないので、式の変化を追い、何処をピボットに置いたのかを調べなくてはならない。

このように現在あるソフトは、シンプレックス法の知識を基に各種数値の入力や操作を行うソフトがほとんどで、シンプレックス法を知らない人にはまったく使い方が分からなかったりする事が多い。そのため現在有るソフトではこれからシンプレックス法を学ぶ人の手助けにはなれない。

授業等でも実際にシンプレックス法を教える際に途中のピボットのはきだしなども手計算で行っている。そのために途中の計算に気をとられ解法自体を追う事が難しくなっている人も出てきてしまっている。そのため、実際にピボットの掃き出しの部分を行うソフトがあるとそのような人の減少につながる。

以上の背景からも、シンプレックス法の支援用ソフトの作成は必要だといえる。

### 3. どのような物を作っていくべきか

この章ではどのような機能、操作などがあればシンプレックス法を学ぶ人の役に立つソフトになるのかを考えていきたい。

まず、どのような事に注意すべきかについて考える事とする。

- 対象とする人たちは専門用語を知らないと考え、専門用語を減らす。  
(対象とする人達が、シンプレックス法を学ぼうとしている人たちであるため)
- 操作を簡単にし、段階を追って少しずつ進んでいくようにする。  
(ソフトを使う際にその操作が複雑であると、操作の方に気を取られてしまう)
- ソフトの見た目が簡単な方が解法自体に集中しやすい  
(必要で無いと思われる表示は減らし見た目をすっきりさせる)

また、どのような機能や操作があれば役に立つかを考える。

- ピボットを何処にとるかを自分で選ぶことができる  
(このことにより解法上最適なピボットを取ったときと自分で選んだところでの差を見比べられる)
- ピボットの掃き出しの様子が行単位で1回づつ見ることが出来る。

これらの提案を考慮して、これらを満たすようなソフト作成に取り組む。実際に、これらの提案をソフトにどのように取り入れたのか等に付いては4章で詳しく述べる。

### 4. ソフトウェアの提案

この章では自分でソフトを作成し、そのソフトを基に3章での提案をどれほど活かせたかを述べていく。

まず自分で作成したソフトはこのホームページ内の現在の作成物に置いて有る物を作った。  
\*注1

自分で作成したソフトに3章での提案をどのように組み込み、どのような事になったのかを述べていく。

- 対象とする人たちは専門用語を知らないと考え、専門用語を減らす。  
この提案は、ほぼ取り込めたがピボットを何処にとるのかを主なテーマとしたため、増加限界、ピボットなどの専門用語が出てしまっている。
- 操作を簡単にし、段階を追って少しずつ進んでいくようにする。  
操作を、・表の作成・数値の入力・数値の取り込み・掃き出しの4段階に分割し順を追って操作できるようにしたが、逆にボタンの数が3つになり、操作が複雑になってしまった。
- 必要で無いと思われる表示は減らし見た目をすっきりさせる。  
必要の無い表示を極力避けシンプルにしていたところ、入力画面までは良いがそれ以上操作していくと逆に分かり辛くなってしまった。
- ピボットを何処にとるかを自分で選ぶことができる。

この提案は、残念ながら機能を組み込むところまでは行けなかった。

- ピボットの掃き出しの様子が行単位で1回ずつ見ることが出来る。

この提案は、実行できたがその代わりに、ボタンを押す回数がかかり増えるというデメリットも出てきてしまった。

これらのことより、製作しようとしているのが、学習支援用ソフトだったため、専門用語を減らす事や、操作を簡単にする事などは有意義だった。しかし、操作を段階を追って進ませるのは操作の複雑性につながってしまいあまりうまくいかなかった。しかし、これらの事はあるが、実際にソフトを作ってみた結果、3章での提案は学習支援用のソフトを作るのならば組み込んだほうが良い要素だといえる。

## 5. ソフトウェアを作るのにどのような事に気が付いたのか

この章では、シンプレックス法とは関係ないが、実際にソフトウェアを作る際にどのような所に気をつけソフトを作っていたかを述べる。

### 第3章の項目以外で何処に注意して作っていたのか

- ・ まず始めに割り算の丸めなどにより演算の結果が違ってくと混乱したりしてしまうため、数値をみな分数で考えることにより、丸めの誤差をなくすような演算方法を考えた。(割り算の丸め：これはコンピューターが割り算を行った際、結果割り切れない商が出た場合その演算の商の覚え切れない部分を切り捨ててしまうこと。例として  $1 \div 3 \times 3$  と計算させると 9.99999999 となってしまう。)

シンプレックス法でどのような演算をしているのかを考えたところ、下の表のような演算をしているので、この考え方を基にソフトを作っていた。なおこの考え方を使得エクセルで、簡単なシンプレックス法を解いたところ正しく結果が表示できた。

このやり方のメリット、デメリット

#### メリット

このやり方を行うことで、演算で割り算を使うことが無く、割り算の丸めが出ない、また実際の分数のほうをソフトに覚えさせておき表示させる時は分数でなく少数にすることもできる。ただその場合デメリットとして  $1/3$  が 0.3333 と表示されているのにそれに3を掛けると1になってしまったりする。

#### デメリット

演算で割り算を行は無いので、1つの値がとても大きくなってしまいオーバーフローしやすくなる。但しその場合は分子が0の時分母を1に変えてしまったり、最大公約数を求めて通分したりするとだいぶ軽減できる。

|    |    |                 |      |   |
|----|----|-----------------|------|---|
| 3  | 5  | 1               | 1200 | ピボット  |
| 4  | 3  | 2               | 2    | ピボットの行の自分のいる列   |
| 46 | 4  | 4               | 4    | 自分のいた行のピボットの有る列                                       |
| 5  | 55 | 62              | 1    | 自分のいたセル   |
| 2  | 56 | 1               | 2    |   |
| 5  | 2  | 7               | 1    |   |
| 12 | 20 | 4               | 4800 |   |
| 12 | 9  | 6               | 6    | 分子 = 分子 - 分子 * 分子<br>分母 = 分母 - 分母 * 分母                |
|    |    |                 |      |   |
|    |    | $1*5*6 - 2*4*7$ |      | 分子 = 分子 * 分母 * 分母 - 分子 * 分子 * 分母<br>分母 = 分母 * 分母 * 分母 |
|    |    | $7*5*6$         |      | 分子 = 分子 * 分母 * 分母 - 分子 * 分子 * 分母<br>分母 = 分母 * 分母 * 分母 |

・エクセルで一定条件の時の解法ソフトを作る

エクセルだけを使い、上記の分数の考え方や、自分でピボットの場所を変えられるようにするとどのような感じになるのか、出力部分にはどんなものを持ってくるのか、ある出力をするのにはどんな計算が必要なのか等について学んだ。

| 入力画面 |   |     |     |    |    |    |      |      |     |
|------|---|-----|-----|----|----|----|------|------|-----|
|      | z | x1  | x2  | s1 | s2 | s3 | 定数項  | 増加限界 |     |
| 1行   | 0 | 1   | 2   | 1  | 0  | 0  | 800  | 400  |     |
| 2行   | 1 | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1    | 1    |     |
| 3行   | 0 | 3   | 4   | 0  | 1  | 0  | 1800 | 450  |     |
| 4行   | 1 | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1    | 1    |     |
|      | 0 | 3   | 1   | 0  | 0  | 1  | 1500 | 1500 |     |
|      | 1 | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1    | 1    |     |
|      | 1 | -20 | -30 | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    | -30 |
|      | 1 | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1    | 1    |     |

| 出力画面 |   |     |     |    |    |    |      |      |  |
|------|---|-----|-----|----|----|----|------|------|--|
|      | z | x1  | x2  | s1 | s2 | s3 | 定数項  | 増加限界 |  |
| s1   | 0 | 1   | 2   | 1  | 0  | 0  | 800  | 400  |  |
| s2   | 0 | 3   | 4   | 0  | 1  | 0  | 1800 | 450  |  |
| s3   | 0 | 3   | 1   | 0  | 0  | 1  | 1500 | 1500 |  |
| z    | 1 | -20 | -30 | 0  | 0  | 0  | 0    | 0    |  |

| ピボットにする所に1を入れる |  |   |   |   |   |   |  |   |  |
|----------------|--|---|---|---|---|---|--|---|--|
|                |  | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  |   |  |
|                |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |   |  |
|                |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |   |  |
|                |  | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 2 |  |

・VBAを使って考える

実際に VBA でシンプレックス法を解くソフトがあったのでそれを見てどのような関数が使われているのか、どのような流れで解を導いているのかを知り、まずそのソフトを基に分数の考え方などを取り入れ、自分なりに変化をつけてみた。

実際に変化をつけたソフトとそのマクロは、このホームページ内の現在の作成物上に置いてあります

6.まとめ

これまでシンプレックス法の学習支援用ソフトにどのような機能や要素があれば使いやすく便利なものができるのかについて考えてきた。これから、これまでの提案や実際にソフトを作成したことをまとめていく。4章で実際にソフトを作って使ってみて、ピボットの掃き出し部分の計算や、ピボットを何処にとったのか見やすい事等、便利になっている事が言える。この事や2章の背景より、シンプレックス法の学習支援用ソフトの意義はあるといえる。また、3章での提案や要素もこれらの項目を取り入れたソフトと他の解法用ソフトなどを比べると、ピボットの動きを追うこと等について取り入れた方がわかりやすくなっていることより、これらの要素も意義があるといえる。

注1: このソフトの作成には VBA を用いた。そのため、Excel のインストールされているパソ

コン上でしか作動しない。

## 参考文献

VBA によるオペレーションズ・リサーチ <http://www17.cds.ne.jp/~busyboy/>  
コンテンツ

・標準シンプレックス法 ・拡張シンプレックス法

根本 俊男 「Linear Programming」 文教大学情報学部

平成 11 年度オペレーションズ・リサーチ授業用レジメ

<http://www.bunkyo.ac.jp/~nemoto/lecture/or/index.htm>

上記 Web の「平成 11 年度 講義内容 Review」にあります。

内田 清明 「Excel2000VBA ステップアップラーニング」 技術評論社 (H12/10/12)

大村 あつし 「かんたんプログラミング Excel2000VBA 基礎編」 技術評論社 (H11/10/10)

大村 あつし 「かんたんプログラミング Excel2000VBA 応用編」 技術評論社 (H12/3/28)

## 参考図表

Lindo … 図 2.1~ 図 2.3

標準シンプレックス法 … 図 2.4

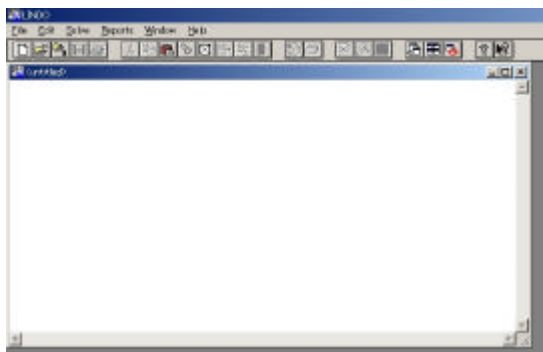


図 2.1.Lindo の入力画面

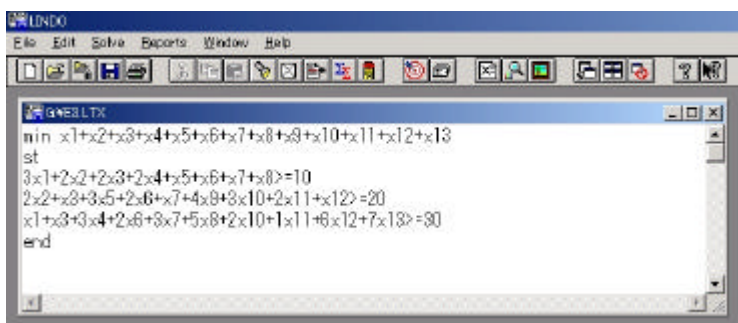


図 2.2. Lindo の式入力後画面

Reports Window

| ROW | SLACK OR SURPLUS | DUAL PRICES |
|-----|------------------|-------------|
| 2)  | 0.000000         | -0.250000   |
| 3)  | 0.000000         | -0.250000   |
| 4)  | 0.000000         | -0.125000   |

NO. ITERATIONS= 3

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

| VARIABLE | CURRENT COEF | OBJ COEFFICIENT RANGES |                    |
|----------|--------------|------------------------|--------------------|
|          |              | ALLOWABLE INCREASE     | ALLOWABLE DECREASE |
| X1       | 1.000000     | [INFINITY              | 0.125000           |
| X2       | 1.000000     | 0.000000               | 0.500000           |
| X3       | 1.000000     | [INFINITY              | 0.125000           |
| X4       | 1.000000     | [INFINITY              | 0.125000           |
| X5       | 1.000000     | [INFINITY              | 0.000000           |
| X6       | 1.000000     | [INFINITY              | 0.000000           |
| X7       | 1.000000     | [INFINITY              | 0.125000           |
| X8       | 1.000000     | [INFINITY              | 0.125000           |
| X9       | 1.000000     | [INFINITY              | 0.000000           |
| X10      | 1.000000     | 0.000000               | 0.105263           |
| X11      | 1.000000     | [INFINITY              | 0.375000           |
| X12      | 1.000000     | 0.000000               | 0.000000           |
| X13      | 1.000000     | [INFINITY              | 0.125000           |

| ROW | CURRENT RHS | RIGHT-HAND SIDE RANGES |                    |
|-----|-------------|------------------------|--------------------|
|     |             | ALLOWABLE INCREASE     | ALLOWABLE DECREASE |
| 2   | 10.000000   | 5.000000               | 10.000000          |
| 3   | 20.000000   | 35.000000              | 5.000000           |
| 4   | 30.000000   | 30.000000              | 23.333334          |

図 2.3. LINDO の解出力画面

Microsoft Excel - or000829.xls

|    | A | B      | C     | D | E     | F      | G           | H     | I           | J    | K    | L    | M     |
|----|---|--------|-------|---|-------|--------|-------------|-------|-------------|------|------|------|-------|
| 1  |   |        |       |   |       |        |             |       |             |      |      |      |       |
| 2  |   | 変数の数 N | 4     |   | マクロ実行 |        | X1          | X2    | X3          | X4   |      |      |       |
| 3  |   | 制約の数 M | 3     |   | Z=    |        | 8.5         | 13    | 15          | 16   |      |      |       |
| 4  |   | ROW    | 3     |   | 24    | >=     | 0.9         | 2     | 2.2         | 2    |      |      |       |
| 5  |   | COLUMN | 6     |   | 23    | >=     | 1.5         | 1     | 1.8         | 2    |      |      |       |
| 6  |   | step4  | 185.8 |   | 25    | >=     | 1.1         | 1.5   | 2.4         | 2.5  |      |      |       |
| 7  |   |        |       |   |       |        |             |       |             |      |      |      |       |
| 8  |   |        |       |   |       |        |             |       |             |      |      |      |       |
| 9  |   |        |       |   | 1step | xi     | x1          | x2    | x3          | x4   | x5   | x6   | x7    |
| 10 |   |        |       |   | Z=    | 0      | -8.5        | -13   | -15         | -16  | 0    | 0    | 0     |
| 11 |   |        |       |   | x(5)= | 24     | 0.899999976 | 2     | 2.200000048 | 2    | 1    | 0    | 0     |
| 12 |   |        |       |   | x(6)= | 23     | 1.5         | 1     | 1.799999952 | 2    | 0    | 1    | 0     |
| 13 |   |        |       |   | x(7)= | 25.00  | 1.10        | 1.50  | 2.40        | 2.50 | 0.00 | 0.00 | 1.00  |
| 14 |   |        |       |   |       |        |             |       |             |      |      |      |       |
| 15 |   |        |       |   | 2step | xi     | x1          | x2    | x3          | x4   | x5   | x6   | x7    |
| 16 |   |        |       |   | Z=    | 160.00 | -1.46       | -3.40 | 0.36        | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.40  |
| 17 |   |        |       |   | x(5)= | 4.00   | 0.02        | 0.80  | 0.28        | 0.00 | 1.00 | 0.00 | -0.80 |
| 18 |   |        |       |   | x(6)= | 3.00   | 0.62        | -0.20 | -0.12       | 0.00 | 0.00 | 1.00 | -0.80 |
| 19 |   |        |       |   | x(4)= | 10.00  | 0.44        | 0.60  | 0.96        | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.40  |
| 20 |   |        |       |   |       |        |             |       |             |      |      |      |       |

図 2.4. VBA によるオペレーションズ・リサーチ、標準シンプレックス法画面