

第2章 LINGO について

2.1. はじめに

数理計画法は多大な計算量を要するので、コンピュータで計算するのが普通です。本書では、LINGO を用いています。LINGO は、モデルを簡単に入力し、それを解き、その解に基づいてモデルが適切かどうかを検討し、そのモデルを簡単に変更することを繰り返すことができます。LINGO には多くのコマンドがあり、それらが正しく使われているかどうか文法チェックします。

LINGO は、次の 2 つの方式で利用できます。

- 1) Windows 環境
- 2) テキスト形式

テキスト形式は、Unix や MS-DOS でも使用できます。どの版でも、より詳しい情報は、HELP メニューやコマンドで入手できます。Windows のコマンド (命令) を以下で簡単に紹介する。コマンドの紹介の後、簡単なモデルを作成し解いてみましょう。

2.2. Windows 版の LINGO

Windows 版を開始すると、モデルウインドウが開きます。モデルウインドウでモデルを定義します。LINGO の出力は、レポート・ウインドウに表示されます。LINGO はモデルに関係するいくつかのレポートを出力します。次は主としてモデルウインドウで利用できる命令のリストです。

2.2.1. File Menu : ファイル・メニュー



機能	キー	アイコン	説明
NEW	F2		モデルウインドウで、新規のモデルを入力するには、ファイル・メニューで NEW (F2) を使用するか、アイコンを使用します。
OPEN	Ctrl+O		既存のファイルを開くには、ファイル・メニューで OPEN (Ctrl+O) を使用します。
SAVE	Ctrl+S		モデル、レポート、または命令を含むウインドウを保管するため、ファイル・メニューで SAVE (Ctrl+S) を使用します。
SAVE AS...	F5		新しいモデル、レポート、または命令を含むウインドウを保管するため、ファイル・メニューで SAVE AS (F5) を使用します。
CLOSE	F6		アクティブなウインドウを閉めるために、ファイル・メニューで CLOSE (F6) を使用します。
PRINT	F7		アクティブなウインドウを印刷するには、ファイル・メニューで PRINT (F7) を使用します。

機能	キー	アイコン	説明
PRINT SETUP...	F8		出力プリンターを選ぶために、ファイル・メニューで PRINT SETUP (F8) を使用します。
PRINT PREVIEW	Shift +F8		アクティブなウインドウを印刷のイメージで表示するため、ファイル・メニューで PRINT PREVIEW (Shift +F8) を使用します。
LOG OUTPUT...	F9		COMMAND ウインドウのモデル、コマンド、出力をテキスト形式の LOG ファイルに送るために、LOG OUTPUT (F9) を使用します。 COMMAND ウインドウは、LINDO で最初に使われた会話形式のモデル作成と実行形式を、LINGO のウインドウで行うようにしたものです。
TAKE COMMANDS...	F11		命令およびモデルを含む LINGO のバッチファイルを取り込むために、ファイル・メニューから TAKE (F1) を使用します。
IMPORT LINGO FILE...	F12		LINGO の TAKE フォーマットの LINGO モデルを含んでいるファイルを開くために、ファイル・メニューから IMPORT LINGO FILE (F12) を使用します。
MPS FILE			MPS ファイル形式を入出力するために、File MPS File から Import か Export サブコマンドを使用します。 MPS ファイル形式は IBM が開発した業界標準のフォーマットで、1 つのソルバーから別のソルバーにモデルを渡すために有用です。
LICENSE			LINGO に新しいライセンスキーを適用する際に使用します。 LINGO はライセンスキーにより使用可能モデルサイズ制限されます。 LINGO をバージョンアップした場合、新しいライセンスキーを適用する必要があります。
EXIT	F10		LINGO を終了するために、ファイル・メニューから EXIT (F10) を使用します。

2.2.2. Edit Menu : 編集メニュー

機能	キー	アイコン	説明
UNDO	Ctrl+Z		最後の捜査を取消す場合、編集メニューから UNDO (<i>Ctrl +Z</i>) を使用します。
CUT	Ctrl+X		指定したテキストを切りとったり、クリップボード経由で他の場所に貼り付けるために、編集メニューから CUT (<i>Ctrl +X</i>) を使用します。
COPY	Ctrl+C		指定したテキストを COPY したり、クリップボード経由で貼り付けるため、編集メニューから COPY(<i>Ctrl +C</i>)を使用します。
PASTE	Ctrl+V		挿入位置でクリップボードの内容を貼るために、編集メニューから PASTE (<i>Ctrl +V</i>) を使用します。
PASTE SPECIAL...			挿入位置でクリップボードの内容を希望の内容で貼るために、編集メニューから PASTE SPECIAL を使用します。
SELECT ALL...	Ctrl +A		アクティブ・ウインドウ全体の内容を選ぶため、編集メニューから SELECT ALL (<i>Ctrl +A</i>) を使用します。
FIND...	Ctrl+F		アクティブ・ウインドウで希望のテキストを捜すため、FIND (<i>Ctrl +F</i>) を使用します。
FIND NEXT...	Ctrl +N		アクティブ・ウインドウで次の希望のテキストを捜すため、FIND (<i>Ctrl +F</i>) を使用します。
REPLACE	Ctrl +H		アクティブ・ウインドウで希望のテキストを他のテキストに置き換えるため、REPLACE (<i>Ctrl +H</i>) を使用します。
GO TO LINE...	Ctrl+T		アクティブ・ウインドウで行きたい行数に飛ぶため、GO TO LINE (<i>Ctrl +T</i>) を使用します。
MATCH PARENTHESIS	Ctrl+P		選んだ左括弧に対応する右括弧を見つけるために、編集メニューから MATCH PARENTHESIS (<i>Ctrl +P</i>) を使用します。
PASTE FUNCTION			現在の挿入位置に LINGO の組込み関数を貼りつけるため、編集メニューから PASTE FUNCTION を使用します。 貼りたいと思う LINGO 関数のカテゴリーを選びメニューから関数を選び、引数を挿入します。
SELECT FONT...			現在指定しているテキストの新しいフォントを選ぶため、編集メニューから SELECT FONT 命令を使用します。
INSERT NEW OBJECT			LINGO 文書に OLE 目的関数を埋め込むため、編集メニューから INSERT NEW OBJECT を使用します。
LINKS			あなたの文書に外部の目的関数をリンクするため、編集メニューから LINKS 命令を使用します。
OBJECT PROPERTIES	Alt+Enter		指定した埋め込まれた目的関数の特性を指定するため、編集メニューから OBJECT PROPERTIES (<i>Alt+Enter</i>) を使用します。


2.2.3. LINGO Menu : LINGO メニュー

機能	キー	アイコン	説明
SOLVE	Ctrl+U		LINGO のソルバーにモデルを送るため、SOLVE (<i>Ctrl+U</i>) を使用する。1 つ以上のモデルをウインドウで開いておれば、送られるのは現在アクティブなものが選ばれます。
SOLUTION...	Ctrl+W		LINGO メニューから SOLUTION ダイアログボックスを開いて SOLUTION (<i>Ctrl+W</i>) を使用する。SOLUTION レポートの出力方法を指定できる。OK をクリックすると、LINGO はレポート・ウインドウにレポートを書込みます。
RANGE	Ctrl+R		範囲分析を見るため、RANGE (<i>Ctrl+R</i>) を使用します。
OPTIONS...	Ctrl+I		プログラムの構成に影響を与えるいくつかの変数を変えるため、LINGO メニューから OPTIONS (<i>Ctrl+I</i>) を使用します。
GENERATE...	Ctrl+G/ Ctrl+Q		現在のモデルを LINGO 形式や MPS 形式のモデルを作成するため、GENERATE (<i>Ctrl+G</i> または <i>Ctrl+Q</i>) を使用します。
PICTURE	Ctrl+K		行列形式でモデルを表示する、LINGO メニューで PICTURE (<i>Ctrl+K</i>) を使用します。行列形式のモデルを見ることで、モデルの特別な構造が識別できる場合もあります。
MODEL STATISTICS	Ctrl+E		モデルの要約統計量をリストするため、MODEL STATISTICS (<i>Ctrl+E</i>) を使用します。統計量でモデルが線形か非線形であるかが分かります。
LOOK...	Ctrl+L		すべてのモデルや指定した行を見るため、LOOK (<i>Ctrl+L</i>) を使用します。
EXPORT TO DATABASE...	Ctrl+D		ターゲットのデータベース管理システム(DBMS)の示された列に指定したい名前をつけるため、LINGO メニューから DATABASE を使用します。
EXPORT TO SPREADSHEET			指定した範囲に指定された名前をつけて Excel か Lotus1-2-3 のワークシートに出力するため、EXPORT TO SPREADSHEET を使用します。

2.2.4. Windows Menu : ウィンドウメニュー

機能	キー	アイコン	説明
COMMAND WINDOW	Ctrl +1		LINGO の COMMAND ウィンドウを開けるため、ウィンドウメニューから COMMAND WINDOW (<i>Ctrl+1</i>) を使用します。COMMAND ウィンドウで、LINGO のコマンドライン・インターフェイスへアクセスできます。一般に、Windows ユーザーには必要はありません。それはプログラムを制御するため、COMMAND WINDOW のスクリプトで LINGO を利用するアプリケーションを作成したいユーザーに提供されるものです。コマンドライン・コマンドは、利用者マニュアルを参照して下さい。 注:本格的な LINDO API を用いたシステム開発のと異なり、簡単にアプリケーションを作成できます。
STATUS WINDOW	Ctrl +2		Solver Status ウィンドウを開くため、STATUS WINDOW (<i>Ctrl+2</i>) を使用します。
SEND TO BACK	Ctrl+B		現ウィンドウを背部のウィンドウにするため、SEND TO BACK (<i>Ctrl+B</i>) を使用します。この命令はモデルウィンドウとレポートのウィンドウを切り替えるために非常に有用です。
CLOSE ALL	Alt+X		すべてのモデルやダイアログボックスを閉めるため、CLOSE ALL (<i>Alt+X</i>) を使用します。
TILE	Ctrl +4		ウィンドウ内をタイル状に表示するため TILE (<i>Ctrl+4</i>) を使用します。
CASCADE	Ctrl +5		すべての開いているウィンドウで左上から右下の範囲を指定し、カスケイド枠を作るため、CASCADE (<i>Control+5</i>) を使用します。
ARRANGE ICONS	Ctrl +6		最小にされたウィンドウを表すアイコンを画面の一番下に整理するため、ARRANGE ICONS (<i>Ctrl+6</i>) を使用します。

2.2.5. Help Menu : ヘルプメニュー

機能	キー	アイコン	説明
HELP TOPICS	F1		HELP Topics を使用して、分からないことが調べられることができます。
ABOUT LINGO...			現在使用している LINGO の版についての情報(例えば、リリース番号、制約と変数の数、記憶容量)を見るため、ABOUT LINGO を使用します。

2.2.6. 概要

LINGO の Windows 版で利用できる命令やより詳細な分析に関しては、利用者マニュアルを参照して下さい。


2.3. 小さな問題への利用

Windows 版の LINGO を起動すると、<untitled>のウインドウが開く。この<untitled>ウインドウに、前の章で見た ET 社モデルを入力してみましょう：

```
MAX = 20 * A + 30 * C;
A < 60;
C < 50;
A + 2 * C < 120;
```

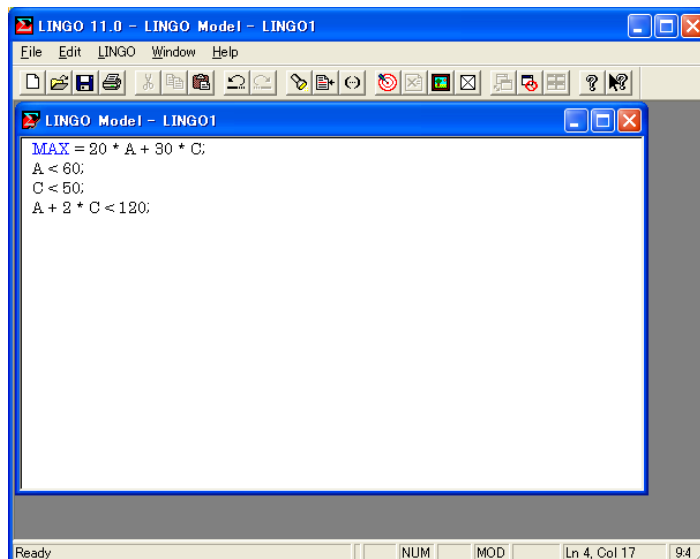
等号なしの「<」は、キーボードに等号ありの「≤」

が無い為、実際は「≤」と解釈します。あるいは、「<=」を使用することもできます。

コメントは感嘆符(!)で始まり、セミコロン(;){終了します。モデルを解くには Solve  ボタン


または (Ctrl+U) を使用します。計算中は Solver Status が表示されます。

次の解が、Report ウインドウに表示されます。



Optimal solution found at step:		1
Objective value:		2100.000
Variable	Value	Reduced Cost
A	60.00000	0.0000000
C	30.00000	0.0000000
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	2100.000	1.0000000
2	0.0000000	5.0000000
3	20.00000	0.0000000
4	0.0000000	15.0000000

モデルの編集で、あなたを変えたいと思う変数を見つけて変更したり、係数または不等号を変更できます。変更は次の分析に反映されます。

保存  ボタンまたは (Ctrl+S) を押して、モデルを保管してください。

2.4. 整数計画法

LINGO は、変数が 0/1 の整数変数の場合@BIN で、0,1,2・・・である一般変数は@GIN で指定できます。より詳しくは、第 11 章を参照して下さい。

```

MAX = 4 * TOM + 3 * DICK + 2 * HARRY;
      2.5 * TOM + 3.1 * HARRY <= 5;
      .2 * TOM + .7 * DICK + .4 * HARRY <= 1;
@BIN(TOM);
@BIN(DICK);
@BIN(HARRY);

```

Report ウィンドウに次の解が出力されます。

```

Optimal solution found at step:          1
Objective value:                        7.000000
Branch count:                            0
Variable          Value          Reduced Cost
    TOM           1.000000         -4.000000
    DICK           1.000000         -3.000000
    HARRY          0.000000         -2.000000
    Row    Slack or Surplus    Dual Price
        1           7.000000         1.000000
        2           2.500000         0.000000
        3           0.100000         0.000000

```

次は、@GIN コマンドの例です。変数 TONIC は 0, 1, 2, 3, …の値をとります。

```
@GIN( TONIC );
```

使用される解法は「分枝限定法」です。よりよい解を見つけ知的列挙法とでもいう方法です。

```

MAX = 20 * A + 30 * C;
A < 60;
C < 50;
A + 2 * C < 115;

```

労働制約(行 4)は 115 であることに注意してください。

```

Optimal solution found at step:          1
Objective value:                        2025.000
Variable          Value          Reduced Cost
    A             60.00000         0.000000
    C             27.50000         0.000000
    Row    Slack or Surplus    Dual Price
        1           2025.000         1.000000

```

2	0.000000	5.000000
3	22.50000	0.000000
4	0.000000	15.00000

変数 C は実数になります。これが好ましくなければ、A と C を一般整数変数に指定します。

MAX = 20 * A + 30 * C;

A < 60;

C < 50;

A + 2 * C < 115;

@GIN(A);

@GIN(C);

結果は次のとおりです。

Optimal solution found at step:	4	
Objective value:	2020.000	
Branch count:	1	
Variable	Value	Reduced Cost
A	59.00000	-20.00000
C	28.00000	-30.00000
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	2020.000	1.000000
2	1.000000	0.000000
3	22.00000	0.000000
4	0.000000	0.000000

2.4.1. 整数計画法の注意

整数計画法(IP)は非常に強力であるが、効果的に使用するためには技術を必要とします。LP と異なり、IP として問題を定式化すると、短時間で解けるとは限りません。本質的に容易な問題を悪いモデルにしがちです。悪いモデルは膨大な計算時間を要求するかもしれません。従って、IP モデルを解く場合、経験ある人に相談すべきです。良い定式化は、第 11 章で更に議論します。

2.5. その他の注意事項

線形あるいは整数計画法の解法は、厳しい数値計算上の問題の解決が求められます。ここでは、解法のアルゴリズムの詳細を示しません。効率的なソルバーの作成には、数年の開発工数が要求されます。アルゴリズムの入門書として、Martin(1999)や Greenberg(1978)を勧めます。商用ソフトは頑強性が求められるが、ユーザーはモデルの中に極端に大きなあるいは小さな係数を用いないことです。モデルをスケールし、極端に大きなあるいは小さな係数を用いないようにしてください。だいたいの目安は非ゼロ係数が 100,000 を越えたり、0.0001 より小さい場合は、その単位を変更すべきです。LINGO は、この係数行列のスケールがよくないと判断をした場合には、警告を表示します。スケールと数値的な考慮：LINGO は、モデルのデータ行列のスケールを自動変更できません。したがって、ユーザは、数値的な問題が生ずるのを避けるために、行あるいは列のスケールを調整しておく必要があります。