

数理計画法の パッケージ, 中間言語, ライブラリー

新村 秀一

1. 数理計画法ソフトのスペクトラムと 役割

数理計画法のソフトも、先行する統計ソフトとは多少のタイムラグがあるが、種々の形態のものが開発され提供されてきている。ここで統計との詳細な比較検討をしたいところであるが、紙面の都合で割愛する。一般に個人利用や研究段階にあるソフトは、FortranやC等の第3世代言語(3GL)で開発される。しかし、広く不特定多数のユーザー利用を目的とした場合、ライブラリーや専用パッケージの形態をとる。

ライブラリーとしては、英国NAG社の汎用FortranやCライブラリー、そしてIMSL社のFortranライブラリーに数理計画法手法が含まれているが、IBM社がMPSXに代わって開発したOSLibは数理計画法専用ライブラリーである。

汎用パッケージとしては、IBM汎用機で開発されたMPSXが業界標準であった。CPU資源制約のある時代に開発されたため、バッチ処理志向である。OSLibは、同社のコンピュータ(主力はWS)に限定されるという問題はあるが、メモリー制約の克服とCPUの機能向上に対応した今日的なライブラリーといえよう。しかしダウンサイジングやオープン化の時代は、ライブラリーを用いた開発よりも、パッケージ利用がより重要になることを考えれば、なぜ多少計算時間が犠牲になってもライブラリーの他パッケージも出さなかったのか不思議である。(注:日本IBMのパンフレットでは、MPSXとの連携をうたっている)

一方、シカゴ大学のシュラージ教授が開発したLINDOは、汎用機からPCで稼動する会話形式のパッケージである。数理計画法を意思決定の文脈でとらえれば、WSやPCで会話的に実行できるという点でMPSXと対比

すべきであろう。

次に、新しい注目すべき動向は、モデル記述言語のLINGOや、表計算ソフトのアドインとしての数理計画法のソルバーである。モデル記述言語は、MPSXやLINDO等のパッケージに欠けていたモデルの生成が自由に行なえ、データとアルゴリズムが分離できることに大きな特徴がある。この意味で、数理計画法における第4世代言語(4GL)といえるかもしれない。

一方、表計算ソフトはPC上でワープロと並んで今日最も普及しているソフトであり、この上で稼動するアドインソフトも種々提供されている。数理計画の配合問題や輸送問題にみるように、これらのモデルはワークシート上に表形式で表わすのに適している。Excelは独自のソルバーを提供している。What's Best!はLotus, Symphony, Excel, Quattro Proで稼動するアドインのソルバーである。

以上述べた専用パッケージは、数理計画法の閉じた世界で利用するのに有効であるが、最近では株や債権の投資分析システムのように、大きなシステムの一機能として数理計画法が必要とされることがある。

そこで、SAS/IML(会話型行列言語)やSpeakeasyのような行列や配列を処理単位とする中間言語(3GLと4GLの中間という意味での筆者の勝手な命名)がクローズアップされてくる。これらの言語の特徴は、専用パッケージほどの機能はもたないにしても、3GLの開発に比べ効率がよい点である。中間言語の1つのコマンドは、大ざっぱに言えば1つのライブラリーの機能に対応していると考えれば、その提供する出力情報や機能のレベルが推測できよう。ライブラリーを用いた開発に比べて、長所はコンパイル・デバッグが楽で開発効率がよいことであり、短所はオーバーヘッドがかかることである。

この他、SAS/ORやMathematicaのように、売れ筋のソフトウェアにも線形計画法ぐらいのものが提供されているようである。

しんむら しゅういち 住商情報システム科

〒130 墨田区両国2-10-14

以上見たように、多彩な数理計画法ソフトが提供されてきたので、以下の観点からユーザーは使い分けができるようになった。

- モデルの規模の大小によって。
- システムが数理計画法の世界だけで閉じているのか。他のアプリケーションの一部なのかによって。
- 出力情報やモデルの診断機能の程度によって。
- 対象システムが、繰り返し計算を必要とするか否かによって。

2. 本稿でとりあげるパッケージ、中間言語、ライブラリー

本稿では、①LP, IP, QP, NLPをサポートしていること、②特定のハードメーカーに限定されず、汎用機、ミニコン、WS, PCで稼動すること、③小規模から大規模までの種々の版があること、④MPSXによるバッチ処理以降の、会話形式、モデル記述、表計算という新しい潮流を具現していること、⑤筆者が熟知している点から、以下のソフトウェアをとりあげる。また1つのソフトにある程度満足していれば、他のものを知る機会に恵まれないのが普通である。そこで、本特集号のように、それぞれのシンパが客観的に情報提供することに意義がある。

会話型数理計画法の専用パッケージとしてLINDO (Linear Interactive and Discrete Optimizer, リンドー), GINO (General Interactive Optimizer, ジーノ),そしてモデル記述言語LINGOと表計算のアドイン What's Best! をとりあげる。これらの一般的な機能を表1に示す。32bit PCやWSであれば、大規模問題も扱える。

ソフトウェアの中には、初心者が近寄り難いものがあるが、LINDOやGINOは、初心者にとって30分ぐらいの説明で利用できる便利なコマンド体系が命である。また専門家も満足する十分な出力情報と付加機能がある。

以上のパッケージと比較するために中間言語としては原子核物理学者のコーヘン博士が開発した Speakeasy を、ライブラリーとしてNAGとOS Libを紹介する。

3. 会話型コマンド言語—LINDO—

LINDOは、コマンド形式の会話型パッケージであり、線形計画法(改訂シンプレックス法)、混合整数計画法(0/1と一般整数変数、分枝限定法をベースに最新版で

表1 LINDO, LINGO, What's Best!, GINOの基本機能

製品	制約* 変数	非零要素	PC	Mac	WS 以上
LINDO(LP, IP, QP)					
Standard	100 * 200	4,000	640K	1 Mb	—
Super	500 * 1,000	16,000	640K	1 Mb	—
Hyper	2,000 * 4,000	64,000	3Mb	3 Mb	3Mb
Industrial	8,000 * 16,000	200,000	5Mb	5 Mb	5Mb
Extended	32,000 * 100,000	1,000,000	16Mb	16Mb	16Mb
LINGO(LP, IP, NLP)					
Standard	100 * 200	4,000	640K	1 Mb	—
Extended	32,000 * 100,000	800,000	16Mb	—	16Mb
What's Best! (LP, IP)					
Personal	200 * 400	4,000	256K	2 Mb	—
Extended	16,000 * 32,000	256,000	6 Mb	8 Mb	—
GINO(NLP)					
Standard	35 * 50	—	256K	512K	—
Industrial	400 * 200	—	4 Mb	4 Mb	4Mb

注1) LP:線形計画法, IP:混合整数計画法, QP:2次計画法, NLP:非線形計画法, WS以上:WS, ミニコン, 汎用機をさす

注2) LINDO以外は最上位, 下位版のみ表示

は速度の改善を計った), 2次計画法(線形双補計画)が扱える。教育、モデルの研究開発に適しており、繰り返し最適化計算の少ない実用アプリケーションにも組み込まれている。

3.1 線形計画法

LP共通問題(特集にあたっての配合問題参照)の定式化を図1で説明する。

LINDOを立ち上げた後はプロンプト(:)が現われるので、その後に56個あるコマンドを用いて処理が行なえる。コマンドは、モデルの作成・編集・外部媒体への格納と検索・診断・表示・実行、解の表示と出力、ヘルプ情報の提供がある。

```
:M I N 275X1+275X2+285X3+285X4+185X5+
      235X6+235X7+260X8+290X9+340X10+
      255X11
```

SUBJECT TO

```
2) 1.4X1+2.5X2+2.5X3+2.5X4+2.5X5+2.3X6
   +2.5X7+0.2X8+98X9+4X11-C U=0
```

```
3) 3.3X1+8X2+7.7X3+9.5X4+9.3X5+8.4X6+
   9X7+0.2X8+97X10+0.5X11-S I=0
```

```
4) 0.7X1+0.8X2+0.9X3+0.9X4+0.95X5+.8X6
```

```

+0.9X7+0.5X8+0.5X10+0.5X11-FE=0
5) 1.5X1+4.5X2+0.9X3+0.9X4+0.93X5+3X6
   +0.1X11-ZN=0
6) 0.2X1+0.2X2+0.18X3+0.18X4+0.18X5+
   0.21X6+0.5X10+0.5X11-MN=0
7) 0.8X1+0.3X2+0.19X3+0.09X4+0.09X5+
   1.4X6+0.5X11-MG=0
8) CU>=1.8
9) CU<=2.2
10) SI>=10.8
11) SI<=11.2
12) FE>=0.88
13) FE<=0.9
14) ZN>=1.6
15) ZN<=1.8
16) MN>=0
17) MN<=0.3
18) MG>=0.34
19) MG<=0.35
20) X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9+
   X10+X11=1
21) X3=0.35

```

: END

: GO

NO FEASIBLE SOLUTION AT STEP 1

SUM OF INFEASIBILITIES

= .378409E-01

VIOLATED ROWS HAVE NEGATIVE SLACK,

OR (EQUALITY ROWS) NONZERO SLACKS.

ROWS CONTRIBUTING TO INFEASIBILITY

HAVE NONZERO DUAL PRICE.

(以下、図2と同じ形式の非実行解が出力される)

図1 LINDOのコマンドと出力結果

モデルの登録は、コマンドMIN(MAX)で始まり、ENDで終わる。MINの後には、目的関数を入力する。SUBJECT TO (STと省略可能) 以下には、制約式が記述される。GOコマンドで、解の計算が行なわれ、図1のエラメッセージと非実行解(省略)が出力される。

エラーメッセージに従い、図2と同一の形式で出力された非実行解のリストからスラック変数が負のものを探すと12番目の制約式(ROW)の値が-0.037841である。

```

: ALTER
ROW:
12
VAR:
RHS
NEW COEFFICIENT:
? 0.8
: GO

```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 250.799700

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	.000000	36.025420
X2	.127979	.000000
X3	.350000	.000000
X4	.000000	100.634500
X5	.249431	.000000
X6	.159041	.000000
X7	.000000	73.579930
X8	.078403	.000000
X9	.000000	4495.883000
X10	.035153	.000000
X11	.000000	170.410100
CU	2.200000	.000000
SI	10.800000	.000000
FE	.838352	.000000
ZN	1.600000	.000000
MN	.206093	.000000
MG	.350000	.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	.000000	45.661930
3)	.000000	-.732103
4)	.000000	.000000
5)	.000000	-26.031690
6)	.000000	.000000
7)	.000000	9.435221
8)	.400000	.000000
9)	.000000	45.661930
10)	.000000	-.732103
11)	.400000	.000000
12)	.038352	.000000
13)	.061648	.000000
14)	.000000	-26.031690
15)	.200000	.000000
16)	.206093	.000000
17)	.093907	.000000
18)	.010000	.000000
19)	.000000	9.435221
20)	.000000	-268.986000
21)	.000000	-102.895800

```

NO. ITERATIONS= 3
DO RANGE(SENSITIVITY) ANALYSIS?
? Y

```

図2 修正後の出力結果

すなわち、Feの下限値0.88が厳しすぎるので、0.037841以上小さくする必要がある。そこで、この制約式の右辺定数(RHS)の係数をALTERコマンドで0.8(反町氏らは0.84で実行)に変えて再度実行すると図2の解が求

まる。Feの変更後の下限制約に対し、0.038352の余裕があることがわかる(ROW(2))この後、範囲分析を行なうか否かを聞いてくるので、Y(es)と答えると、範囲分析の結果(省略)が出力される。

最適解は、250.799である。変数X1は、利用されないことがわかる。減少費用(REDUCED COST)の36.025は、X1を強制的に1単位使用すると、この値だけ目的関数の値が悪くなる。X9の利用は、製造費を最も上昇させる。制約式の9番目の値が0であるから、Cuは上限一杯の2.2であり、双対価格(DUAL PRICE)の45.66から上限を1単位ゆるめると目的関数がこの値だけ改善されることがわかる。省略した範囲分析の情報も合わせて分析すれば、より詳しい分析ができる。

数値計画法のパッケージの出力としては、最適解のみならず、スラック変数、減少費用、双対価格そして範囲分析の出力が最低必要と考える。またモデルの診断としては、DEBUGコマンドでエラーを含む制約式の最小集合が識別される。これに対して、ライブラリーや中間言語は、最適解しか出力しないものも多く、モデルの診断が問題になる。このモデルを、後日利用するためにSAVEコマンドを用いて外部ファイル(ファイル名HAIGOU)に登録できる。

:SAVE HAIGOU

3.2 (混合) 整数計画法とモデルの入出力

外部ファイルからモデルをRETR(IEVE)コマンドで再入力すると、メモリー上にモデルHAIGOUが展開される。このモデルに、INT(EGER)コマンドでもってX1からX2の2個の変数を0/1の整数変数に指定する。GINコマンドを用いれば、一般整数変数になる。GOコマンドで、整数計画法問題が実行される。

:RETR HAIGOU

:INT 2 (またはINT X1とX2を指定)

:GO

容易にわかるように、この配合問題は本質的に整数計画問題ではないので、上の実行結果は無意味であり、単に文法の説明に用いた。

ユーザーが一般のエディターで作成したシーケンシャルファイルは、TAKEコマンドで入力され、DIVERTコマンドで出力される。定型作業をコマンドも含めてTAKEファイルにしておけば、(:TAKE ファイル名)でもって実行できる。また、MPSファイルの入出力も行える。

整数計画法の解法としては、分枝限定法が用いられて

いる。整数計画法は、一般には時間がかかる。IPTOLコマンドを用いると、WSで2-3日かかっても解けない問題でも1時間程度で満足解が求まることもある。たとえば、MAX問題で(:IPTOL 0.02)と指定すると暫定解よりも2%だけ改善された値でもって計算が継続される。最終出力として100が得られた場合、真の最適解は100から102の間である。また、(:BIP 100)と指定すれば、100以下の解は探索されない。しかし、実際の整数計画問題で何度か相談を受けたが、BIPはあまり役に立たず、IPTOLに落ちつく方が多かった。

TITANコマンドは、無駄なIP定式化を厳しくする。

3.3 2次計画法

2次計画法は「Karush/Kuhn/Tucker/LaGrangeの1次の必要条件」でモデルを線形式に直して入力する。紙面の都合でLINDOの定式化を省略する。POSDコマンドで出力された極値が大域的か局所的かわかるSTATコマンドはモデルに関する情報を提供する。

ユーザーから著名なソフトを用いて作った投資分析システムで300銘柄から500銘柄で正しく解けているのかいらないかわからない、あるいはループする問題をもらいLINDOで解析したところ、実行解か否かの明確な判定と解がない場合の原因がPOSDとSTATコマンドで解明できた。一般に実用システムをライブラリーや中間言語で作成する場合、最小限の出力情報しか得られず、上記のようなトラブル対応がおろそかになりがちである。

3.4 アプリケーション開発

LINDOは、会話形式の専用パッケージであり、コマンドの機能や出力情報も豊富である。このため、教育用や、非定型の研究開発用として最適である。しかし、アプリケーションの中に埋め込まれて解析ソルバーとして用いられている例も多い。

アプリケーションに組み込む方法としては3通りある。

一番簡単な方法は3GLでLINDOのモデルとコマンドを作成し、TAKEファイルで渡す(またはMPSフォーマット)方法である。ある自動車部品メーカーではFORTRANが、フィルムメーカーではCOBOLが、金融機関ではSASが用いられ、いずれもVAX上でシステム構築されている。またM銀行がPS/55上で作成した投資相談システムはユーザー画面とモデル生成等がPASCALで作成され、LINDOにモデルがファイルで渡される。このシステムはこの銀行の子会社を通じて10以上の銀行に販売された。数値計画法を繰り返し計算する必要がないアプリケーションには、この方法が簡単

である。

2 番目の方法は、LINDO の主な機能が43個のサブルーチンとして開放されているので、これを CALL してアプリケーションを作成する方法である。すなわち、パッケージとライブラリーの両方の使い分けができる。大規模な繰り返し計算の場合には、計算スピードが問題になるので、OSLib や NAG ライブラリー等とソフト単体およびハードを含むシステム全体（日進月歩の技術革新で、WS でも数倍の速度差がでてくる）でベンチマークして選定すべきであろう。

3 番目の方法は、LINDO の USER コマンドにユーザー作成プログラムを登録し、LINDO のコマンドとして使うことである。最近では、典型的な問題のジュネータを LINDO 社で提供している。

3.5 稼働機種

汎用機版は、価格、レスポンス精度の面で優位性がなくなってきた。これまでミニコンが比較的多かったが、これからは PC が WS で利用するのが効果的であろう。特に教育用としては、汎用機よりも PC が効果的である。これは、他のパッケージにも共通している。

4. 会話型非線形計画法—GINO—

GINO は、テキサス大学のラスドン教授らが開発した GRG 2 法（一般化簡約勾配法）をベースに LINDO と同じコマンド形式の非線形モデルの解を求めるソフトウェアである。[共通 2 次計画問題] の GINO による定式

```

: MODEL
MIN=3 * X^2+2Y^2+Z^2+2 * Y * Y-X * Z
-0.8 * Y * Z;
X+Y+Z=1;
1.3 * X+1.2 * Y+1.08 * Z>1.12;
END
: SUB X 0.75
: SUB Y 0.75
: SUB Z 0.75
: GO
SOLUTION STATUS: OPTIMAL TO TOLERANCES.
DUAL CONDITIONS: SATISFIED
OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1)          0.417375
VARIABLE VALUE   REDUCED COST

```

X	0.15486	0.0
Y	0.25024	0.0
Z	0.59490	0.0
ROW	SLACX	DUAL PRICES
2)	0.0	-0.83478
3)	0.02410	0.0

図 3 共通 2 次計画問題の GINO による解

化と解は図 3 のようになる。

コマンドの他に関数の提供とモデルの記述方法が LINDO と多少異なる以外は、コマンド体系はほぼ LINDO と同じである。MIN= (MAX=) の評価関数が与えられれば非線形最適化に、与えられなければ非線形システムの解法ソフトウェアになる。この例では簡単な制約式しか表われていないが、複雑な非線形制約も扱える。非線形最適化のソフトウェアの中には GINO と異なり、減少費用や双対価格の情報を出力しないものも多い。

非線形最適化問題で、大域的最適解を見つけるための工夫として、会話型の利点を活かして確実な部分問題から出発し順次モデルを精緻にしていくなか、GUESS コマンドでもって変数の初期値を与えることが実務上の知恵である。

5. モデル記述言語と表計算ソフトの利用

ここでは、これからの数理計画法の新しい方向を示すモデル記述言語 LINGO と表計算ソフトのアドインソフトである What's Best ! を紹介する。

LINGO は、リーマンらが定義した数理計画法のモデルを作成する簡易言語であり、解法としてはモデルに応じて自動的に LP, IP, NLP のソルバーが選ばれる。言語の特徴は、次のとおりである。

- LINDO や GINO を包含する上位言語である。
- 数学、財務、確率関数とユーザー作成の Fortran や C のライブラリーを LINGO の関数として利用できる。
- 添え字付き変数と集合を用いて、複雑なモデルを簡単に表現できる。
- 強力なデータ操作性があり、データをモデルから分離できる。このため、大規模モデルの扱いや、アルゴリズムが理解しやすくなる。

ここで前の [2 次計画問題] を、LINGO で記述すると図 4 のようになる解は同じなので省略する。

SETS 節は、集合と派生集合を定義する。ASSET はベクトル RATE(3), UB(3), X(3) を、COVMAT

MODEL :

```

1 ] ! GENPRT : Generic Markowitz Portfolio;
2 ] SETS ;
3 ] ASSET/1...3/ : RATE, UB, X;
4 ] COVMAT (ASSET, ASSET) : V;
5 ] ENDSETS
6 ] DATA;
7 ] RATE=1.3 1.2 1.08;
8 ] UB=@FILE (TDATA. LDT) ;
9 ] V=@FILE (TDATA. LDT) ;
10] GROWTH=1.12;
11] ENDDATA
12] ! MODEL ;
13] MIN=@SUM (COVMAT (I, J) : V (I, J) *
    X(I) * X (J));
14] @SUM (ASSET : X) =1;
15] @FOR (ASSET : @BND (0, X, UB));;
16] @SUM (ASSET : RATE * X)>GROWTH;
END

```

図 4 LINGO による定式化

は行列V(3,3)を定義する。もっと複雑な取扱もできる。

DATA節は、データを定義する。RATEは、収益率を直接定義している。UBとVは、@FILE関数で図5に示すTDATA. LDTからデータが読み込まれる。(～)は、@FILEで読み込まれるレコードの終わり示す。@IMPORT関数を用いれば、表計算のワークシートが入力できる。

.75	.75	.75~
3	1	-.5
1	2	-.4
-.5	-.4	1 ~

図 5 データファイル TDATA. LDT

12行以下は、モデルの記述である。@SUMは集合COVMAT(I,J)のすべての要素に対してV(I,J)*X(I)*X(J)の和が定義される。@FOR関数は、変数ベクトルXの下限(0)と上限(UB)を@BND関数で定義する。

LINDOと比較して優位な点は、モデルから係数を分離して扱えるので大規模モデルの作成が容易になる。た

例えば数百銘柄の株式の分散共分散行列をファイルから入力して処理できる。また、LP, IP, NLPが扱える。しかし、LINDOのように他の親言語で開発されたアプリケーションに組み込むことは、LINGOは自己完結した閉じたシステムなので適さないであろう。

数理計画法パッケージのもう1つの流れとして、表計算ソフトの利用がある。What's Best!は、Lotus, Symphony, Excel, QuattroProのアドインソフトとして最適化が行なえる。作業手順を簡単に述べれば次のようになる。

- ワークシートのセルに係数データと決定変数(0)を指定する。
- What's Best!を呼び出し、目的関数や制約式を作成する。
- 実行し、最適解と双対価格、減少費用、スラック変数を得る。

数理計画法の問題は、表形式になるものが多く、OAの閉じた世界で繰り返し係数の一部を変更して用いるのに便利である。

6. Speakeasy とアプリケーション開発

Speakeasyは、ローレンスリバモア研究所にいたコー

ン博士によって作られた中間言語である。行列、配列、C:コマンド S:サブルーチン

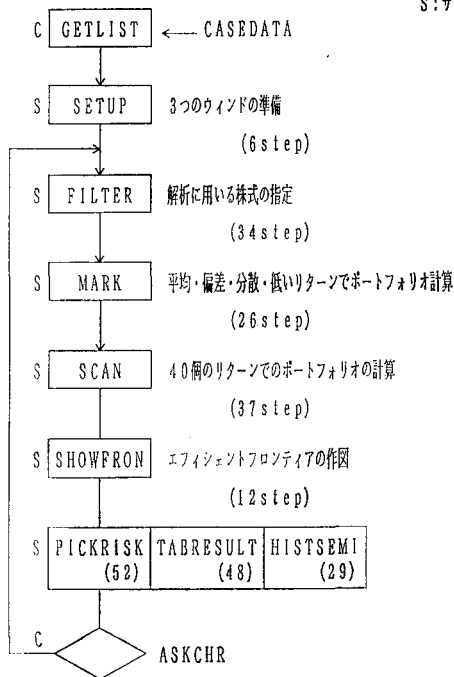


図 6 ポートフォリオ分析システムのフローチャート

AV=SUMROWS (DATA)/NOCOLS (DATA)

TEMPAV=ARRAY (NOELS (AV) 1:AV)

SEMIMAT=DATA-TEMPAV

QS=2*COVARIANCE (DATA)

CS=VECTOR (NOELS (AV) :)

AS=MATRIX (2 NOELS (AV) :AV)

AS (2) =1

SETQP (PS=PRIMAL DS=DUAL)

TS=QPMIN (QS CS AS BS)

図 7 Speakeasy のプログラム例

集合、時系列などをオブジェクトとして扱い、これらの操作と演算をベースに、数値計算、統計処理、グラフ処理等が1000個以上のコマンドを用いて会話形式（バッチを含む）で行なえる。

独自の最適化コマンドがあるが、本格的なものではない。そこで、RS/6000版ではOSLibが、それ以外の機種ではNAGの最適化ライブラリーがSpeakeasyのコマンドとして登録されている。このように外部作成ライブラリーを登録し利用できる。蛇足であるが、数式処理ソフトのベストセラーであるマセマティカは、複雑な数式処理では時間がかかるので、Inter Call と呼ばれるインタフェースを用いて外部ライブラリーを利用できる。

図6は、Speakeasyを用いて作られたマコービッツのポートフォリオ分析システムのフローチャートである。ステップ数で約240ステップである。たとえば、MARKは26ステップのコマンドから作られたSpeakeasyのサブルーチンで、図7にその一部を示す。QPMINがOSLibとNAGのライブラリーである。同じものを、NAGとFORTRANを用いて作成を試みたが、6ヶ月3000ステップ以上でも同じ機能を実現できなかった。

中間言語の一般的役割は、専用パッケージほど出力情報と各種機能が豊富ではないが、アルゴリズム学習を前提とした教育用に簡単に使える。アプリケーション開発としても、3GLとライブラリーを用いた開発に比べて容易になる。欠点は、CPU資源を消費することである

が、最近のWSの処理能力の向上で相殺できる。

これに対して、ライブラリーを用いたアプリケーションの開発は、数値計画法のソルバーを繰り返し呼び出す場合や、システム変更があまりない場合に有効である。

7. おわりに

本稿では、筆者の熟知するソフトウェアを中心に紹介した。教育用は、数値計画法だけでは閉じているので、会話型の専用パッケージをPCもしくはWSベースで利用することが望ましい。非定型の研究開発用としては、会話型やモデル記述言語が望ましい。

OA用としては、What's Best!のような表計算のアドインソフトが望ましいが、モデルの構築や診断にはアプリ開発と同様に専用パッケージの補助がある場合が出てくる。アプリケーション開発用としては繰返し計算が少なくシステムの作替えが多い場合、LINDOやMPSXのパッケージ、Speakeasyのような中間言語がよいであろう。それ以外の作替えが少なく繰返し計算が多い場合にはライブラリーを用いた開発が勧められる。

また、数値計画法とAIの関係も今後の課題である。多目的計画法で著名なイグニッチオ教授は、AIシエルのEXSYSとLINDOを用いて、ニューラルネットへの適用を試みている。

ORの分野においても、今後ますます重要になるソフトウェアの果たす役割を再検討すべきであろう。

文 献

- 1) 利根川孝一：LPソフトウェアと経営意思決定，ホルト・サウンダース
- 2) L. シュラーヂ（利根川・井垣訳）：LINDO ユーザーズマニュアル（第4版），SCS，1990
- 3) L. シュラーヂ（新村，高森訳）：実践数値計画法，朝倉書店，1992
- 4) J. リーブマン，L. シュラーヂ，L. ラスドン，A. ワーレン（青沼，新村訳）：GINOによるモデリングと最適化，共立出版，1989
- 5) 新村秀一：ORにとってAIの果たす役割，1992年度ORS J秋季研究会
- 6) 新村秀一：DSSの4つのエンドユーザー言語，日経コンピュータ，11月4日号（1991）