

(研究資料)

林業試験場電算機プログラミング報告(2)

線型計画法

黒川 泰亨⁽¹⁾

Yasuaki KUROKAWA : Report on Computer Programming (2)

—Linear programming—

(Research materials)

要 旨 : 線型計画法 linear programming は、一般に、一次不等式あるいは一次方程式の形をした制約条件の下で、一次式であらわされる目的関数の値を最大または最小にする非負の変数の値を求めることと定式化できる。線型計画法は、オペレーションズリサーチの分野できわめて応用範囲が広く、高い実用性を備えた最適化法の1つである。いまや経営、経済に関する意志決定のための基本的道具として広く利用されている。

本報告の目的は、(1)この線型計画法のコンピュータープログラムを作成し、(2)その利用法を書式化する。そして(3)造林事業計画にたいする具体的な適用例とその計算結果を示すことにある。

1. は じ め に

従来から、経営の問題には、簡単な数式で表現できる場合が比較的少なく、とかく勘と経験による計画と決定が行われてきた。しかし、最近の経営科学と計算技術の発展は、しだいにいままでの勘と経験を排除し、経営の精密計量化を可能にした。これに有効な働きを示したのがオペレーションズリサーチ operations research, OR である。OR には多くの最適化法があるが、そのなかでもとりわけ応用分野が広く、利用頻度の高い手法に線型計画法がある。線型計画法は、1947年 G. B. DANTZIG によって展開されて以来、すでに四半世紀を経た。この間、これの応用分野は急速に拡大され、農林業をはじめとして各種産業への応用、経済分析、人員配置問題、契約査定問題、生産計画、在庫管理、構造設計、交通に関する分析、輸送問題、ネットワーク理論など広い分野において多くのすぐれた成功事例が報告されている。

本報告は、農林省林業試験場に設置されている電子計算機 OKITAC-4500 システムを対象として開発した線型計画法のプログラムとその使用法を利用者に便利な形に書式化し研究資料として発表するものである。なお、このプログラムの開発にあたっては経営部測定研究室川端幸蔵氏の指導を得た。記して謝意を表する次第である。

一般に、計画の問題は有限の資源を用いて望ましい目的を達成しようとする場合に、それらの資源をどのように使用し、配分したらよいかという問題に関連して発生する。これらの計画問題には、その問題の特徴づけるいくつかの基本的条件があり、これらの条件を満足する解は一般に多数存在する。そして、多数の解の中から最適の解を1つ選択するわけであるが、いかなる解が最適であるかはその計画のもつ目的にてらして決定される。その問題を制約する諸条件と、その問題に与えられた目的の双方を同時に満足する解が最適解となる。

一般に、線型計画法による計画モデルは資源、方式、技術係数そして利益係数という4つの概念からなる。そして、比例性、加法性、独立性、可分性、非負性などの諸仮定を前提として構成される。

資源、方式、技術係数および利益係数という4つの概念は数学的、抽象的にはるかに拡大される。資源は、生産をなんらかの意味において制約するものであり、それが具体的数値として計測可能なものであれば、常識的な意味における資源でなくてもこれを資源の範ちゅうに入れることに問題はない。また、方式に関していえば、形式的にある特定の技術係数と利益係数を有し、その稼働水準が変数として取り扱われるものであれば、実体がなんであれ方式としてこれを採用することが可能である。このように、線型計画法のもつ概念を理論的、抽象的に拡大できるところにこの計画法の適用性の広さと有用性が存在する。

線型計画法のもっとも一般的な数学的表現は、最大化問題に關していえば次のごとくなる。すなわち、資源の数が m 個あり、それぞれの制約量を $b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b_m$ とする。方式 activity の数が n 個あり、これを $p_1, p_2, \dots, p_j, \dots, p_n$ とする。資源 b_i に関する方式 p_j の技術係数を a_{ij} とすれば、制約条件式は

$$\begin{array}{l} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1j}x_j + \cdots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2j}x_j + \cdots + a_{2n}x_n \leq b_2 \\ \vdots \\ a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \cdots + a_{ij}x_j + \cdots + a_{in}x_n \leq b_i \\ \vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mj}x_j + \cdots + a_{mn}x_n \leq b_m \end{array}$$

これは線型計画問題の内容を表示するために利用者が任意に与えた標題である。これに続く3行に、この線型計画問題が最大化問題であるか最小化問題であるかの区別と、変数の数ならびに制約式の数が印刷される。

(2) ORIGINAL DATA MATRIX

ここに入力データ、つまり、技術係数、制約量、利益係数がすべて印刷される。すなわち、制約式を1行ずつ右向き不等式、等式あるいは左向き不等式の区別をしながら、それぞれの変数に対応する技術係数と制約量を印刷する。ただし、制約量以外のゼロ要素に印刷されない。

(3) PIVOTING

ここでは、基底変数の入れ替えに関する情報が7項目印刷される。ITER はイタレーション数、V-IN は基底にとり入れられた変数名、PIVOT VALUE はピボットの値、ROW はピボットの存在する行の番号を示す。V-OUT は基底から追い出された変数名、I & F は実行可能性、OBJECT VALUE は目的関数の値を示す。実行可能性 I & F は、実行可能解が存在すれば I(infeasible) から F(feasible) に変化する。したがって、最初から実行可能解が存在する線型計画問題であれば、これは初めから F のままで維持される。

(4) MATRIX STATISTICS

ここでは、シンプレックスタブローに関する情報が7項目印刷される。ELEMENTS はシンプレックスタブローの元の総数をあらわす。ORIGINAL DENSITY は初期タブローにおけるノンゼロ要素の密度、また、FINAL DENSITY は最終タブローにおけるノンゼロ要素の密度をあらわす。ITERATION COUNTS は最適解に到達するまでに要したイタレーション数である。つまり、この数だけシンプレックスタブローが書き換えられたことを意味する。SMALLEST VALUE ならびに LARGEST VALUE は初期タブローにおける元の絶対値の最小値および最大値である。DISTRIBUTION は初期タブローにおける元の数値(絶対値)の分布状態を表示する。

(5) OPTIMAL SOLUTION

ここに線型計画問題の最適解に関する一連の数値が印刷される。OBJECTIV FUNCTION VALUE は目的関数の最適値である。SECTION(1)—COLUMNS は最適解のうち変数に関係するもので3項目の情報を表示する。ACTIVITY は各方式の稼働水準つまり各変数のとる値である。INPUT COST は目的関数行における各変数の利益係数を示す。REDUCED COST は各変数にたいする双対解の値である。すなわち、この値は変数が基底変数の場合は0であるが、非基底変数の場合は0以外の値をとり、これに対応する変数を無理に1とした場合に、目的関数にこの値だけ影響を及ぼすことを意味する。SECTION(2)—ROWS は最適解のうち行に関するもので、3項目の情報を表示する。ACTIVITY は各制約式の稼働水準をあらわす。すなわち、制約量からスラック変数のとる値を差し引いた値である。SLACK ACTIVITY は各スラック変数のとる値、つまり、各資源の残量を示す。SHADOW PRICE は各スラック変数にたいする双対解の値であり、潜在価格ともいう。スラック変数が基底変数の場合は0となるが、スラック変数が非基底変数の場合は0以外の値をとり、これに対応する制約量を1単位だけ変化させた場合、この値だけ目的関数に影響を及ぼすことを意味する*1。

*1 シンプレックスタブローのもつ経済的意味は今村幸生著『農業経営設計の理論と応用』養賢堂、1969年5月、pp. 46～54 に詳しい。

5. データーシートの書き方

(1) カードの種類

このプログラムを使用して線型計画問題を解く場合には、つぎの8種類のデーターカードをセットする必要がある。なお*印のものは不要の場合は省略できる(表3参照)。

- ① PROBLEM カード
- ② SIZE カード
- ③ DATA カード
- ④ 実際のデーターカード
- ⑤ ENDATA カード
- ⑥ PLP カード*
- ⑦ PLP のためのデーターカード*
- ⑧ STOP カード

(2) 個々のカードの書き方

(I)は整数型=小数点を含まない数字, (R)は実数型=小数点を含む数字で, 整数型はかならず指定されたカラムの右づめに書く。実数型は指定されたカラムの範囲内にあれば, どこに書いてもよい。

① PROBLEM カード

データーセットの先頭にくるカードはつねに PROBLEM カードである。このカードは使用者のデーターセット名を指定するカードで, これによっておのおののデーターセットを区別する。そして問題の標題を兼用する。

- 1~7 カラム: PROBLEM と書く。
8~10 カラム: 空白。
11~80 カラム: 標題を書く。標題は任意の英数字, 特殊文字で構成する。

② SIZE カード

このカードによって, 変数の数, 制約式の数および不等号, 等号の区別ならびに最大化問題か最小化問題かを指示する。

- 1~4 カラム: SIZE と書く。
6~10 カラム: 変数の数を書く(I)。
11~15 カラム: 右向き不等号をもつ制約式の数を書く(I)。
16~20 カラム: 等号をもつ制約式の数を書く(I)。
21~25 カラム: 左向き不等号をもつ制約式の数を書く(I)。
35 カラム: 最大化問題のとき +, 最小化問題のとき - と書く。

③ DATA カード

このカードから後に実際のデーターを含むデーターカードがくることを指示する。

- 1~4 カラム: DATA と書く。
5~80 カラム: 空白。

④ データーカード

データーカードはそれぞれ右向き不等号, 等号, 左向き不等号をもつ制約式ごとにこの順序にグループにし, 制約式 1 本ずつ技術係数と制約量を記入する。そして, 最後に目的関数の利益係数を記入する。自由書式 free format を採用しているので, とくにカラムの指定はない。変数番号 (I) とその係数 (R) を 1 つずつ対にして記入し, 数字と数字との間に 1 カラム以上の空白を置く。カード 1 枚がいっぱい (80 カラム) になれば改行する。制約量の記入は技術係数の記入がすべて終了した後に行ない, 変数番号に相当するところを 0 と書き, その後に制約量 (R) を書く。1 本の制約式の記入が終了すれば, かならず改行する。

目的関数の利益係数の記入は制約式に準じて行なうが, 制約量に対応する部分にはかならず 0. と書く。技術係数ならびに利益係数はノンゼロ要素についてのみ書けばよい。また, 第 1 カラムに * 印を書き, 2 ~ 80 カラムに任意の英数字, 特殊文字を書いたコメントカード, あるいは, 1 ~ 80 カラム空白のブランクカードをカードとカードの間に適当に何枚挿入してもよい。

⑤ ENDATA カード

データーカードがこれで終了することを指示するカード。

1 ~ 6 カラム: ENDATA と書く。

7 ~ 80 カラム: 空白。

⑥ PLP (PLP 1, PLP 2) カード

パラメトリック問題を解く場合にだけ使用する。パラメトリック問題には 2 とおりの方法が利用できる。1 つは変更するデーターを毎回カードで入力する方法 (PLP 1), もう 1 つは終値と増分を与えて連続的に解く方法 (PLP 2) である。ただし, PLP 2 では変更できる制約量は 1 つの制約式についてだけである。

⑥-1 PLP 1 カード

PLP 1 の方法でパラメトリック問題を実行することを指示するカード。

1 ~ 4 カラム: PLP 1 と書く。

5 ~ 10 カラム: 空白。

11 ~ 80 カラム: PLP 1 のための標題を書く。標題は任意の英数字, 特殊文字で構成する。

⑥-2 PLP 2 カード

PLP 2 の方法でパラメトリック問題を実行することを指示するカード。

1 ~ 4 カラム: PLP 2 と書く。

5 ~ 10 カラム: 空白。

11 ~ 80 カラム: PLP 2 のための標題を書く。標題は任意の英数字, 特殊文字で構成する。

⑦ パラメトリック問題のためのデーターカード

このカードによって変更する制約式の番号と制約量を入力する。

⑦-1 PLP 1 の場合のデーターカード

1 ~ 5 カラム: 制約量を変更する制約式の本数を書く (I)。

6 ~ 10 カラム: 制約式の番号を書く (I)。

11 ~ 20 カラム: 新しい制約量を書く (R)。

21 ~ 25 カラム: 制約式の番号を書く (I)。

26 ~ 35 カラム: 新しい制約量を書く (R)。

以下くりかえす。なお、2枚めからは1～5カラムを空白にし、6～10カラムに制約式の番号を書くことから始める。

⑦-2 PLP 2 の場合のデーターカード

1～5 カラム：制約量を変更する制約式の番号を書く(I)

6～15 カラム：終値を書く(R)。

16～25 カラム：増分を書く(R)。

なお、79, 80カラムに -1 と書けば、最適解は OBJECTIV
FUNCTION VALUE と SECTION (1)—COLUMNS の
ACTIVITY のみ印刷される。

⑧ STOP カード

計算の終了を指示するカード

1～4 カラム：STOP と書く。

5～80 カラム：空白。

以上でカードの準備はすべて完了する。別のデーターで計算を続行する場合は、STOP カードを入れず PROBLEM カードから上述の順序にしたがってカードをセットすればよい。なお、PROBLEM カードと SIZE カードの間にブランクカードを1枚挿入すれば、ORIGINAL DATA MATRIX の印刷は省略される。また、SIZE カードと DATA カードの間にブランクカードを挿入すれば、計算の中間結果をコンソールタイプに出力をさせることができる。データーデッキの構成は図1のごとくなる。

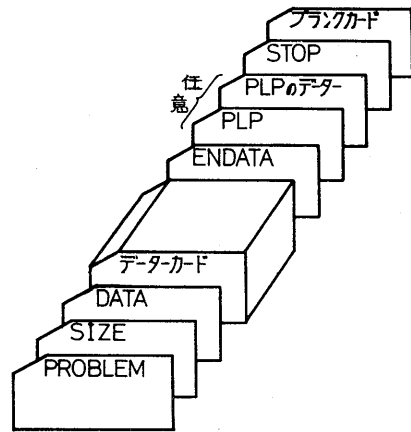


図 1. データーデッキの構成

6. 使 用 例

前節で解説したデーターシートの書き方にしたがって、簡単な線型計画問題を解きその結果を示す。

次に示すものは、造林事業計画に線型計画法を適用した例である。造林事業計画の立案に際し、計画者は限られた資金や労働力の範囲内において造林投資の優先順位を決定し、そこで採用すべき最善の育林技術を選択しなければならない。いままで、かかる場合の意志決定には明確な基準がないまま計画者の勘と経験によって無造作に行なわれることが多かった。したがって、計画者が違えばまったく違った計画が立案され、きわめて主観的なものであった。この意志決定の過程を合理的に行なうためには、各林分ごとに可能な育林技術を定め、それぞれの技術を採用した場合に期待される利益を客観的に評価したうえで、与えられた諸資源の許容範囲内においてこの利益額を最大にする造林事業計画を客観的に立案することが要請される。

いま、造林対象林分があり、この対象林分にたいして、粗放作業ならびに集約作業の2つの育林技術のいずれの方式によっても造林が可能であるとしよう。集約作業で行なえば粗放作業に比較して林木の成長もよく高い収益が期待できる。しかし、集約作業で行なえば粗放作業に比較して当然多くの費用や労働力を必要とする。総投入費用にたいする資金上の制約や、利用可能労働力の制約が全然なければ、すべての林分を集約作業によって実行すればよく、計画は単純に決定される。しかし、現実には資金や労働力に制限があり、また、経営的要請から必要最小造林面積もあらかじめ決められている場合がある。そこで、総投入費用は資金の許容範囲内で、また、必要労働力は利用可能労働力の範囲内におさめ、同時にあらかじめ決められた必要最小造林面積にたいする造林を実行し、しかも、これから期待できる利益を最大にする

表 1. 造林計画に関する基礎資料

樹 種	ス ギ						ヒ ノ キ			
	1		2		3		1		2	
地 位	1		2		3		1		2	
面 積 (ha)	33		48		22		34		27	
造 林 方 式	粗 放	集 約	粗 放	集 約	粗 放	集 約	粗 放	集 約	粗 放	集 約
造 林 費 用 (千円)	117.2	272.6	119.0	275.7	122.5	281.2	115.8	254.9	117.6	257.4
地ごしらえ労働 (人・日)	17.8	36.0	17.8	36.0	17.5	35.0	17.8	36.0	17.5	35.0
植 付 労働(人・日)	22.5	45.0	22.5	45.0	22.5	45.0	20.0	40.0	20.0	40.0
下刈労働(人・日)	22.2	46.6	23.7	45.6	26.6	50.5	23.9	45.4	25.3	48.1
施肥労働(人・日)		40.0		40.0		40.0		40.0		40.0
割引純収益(千円)	913.0	1347.0	681.0	994.0	477.0	680.0	704.0	1075.0	462.0	683.0

造林方式はいかなるものであるか、すなわち、いかなる造林方式でそれぞれの樹種を何ヘクタール造林するのが最適であるかについて計画者は意志決定しなければならない。

表 1 は造林対象林分について、樹種別、地位別、造林方式別に造林前年から 5 年後までの 6 年間に単位面積あたり必要とする造林費ならびに作業種別の労働量である。そして、いちばん下の行はこれらから期待できる伐期割引純収益である*1。

ところで、この造林事業計画を決定するにあたって、次の 8 つの条件を満足していなければならない。

- (1) 総費用は 23,000(千円) 以上使用できない。
- (2) 地ごしらえ労働は 4,400(人・日) 以上使用できない。
- (3) 植付労働は 4,600(人・日) 以上使用できない。
- (4) 下刈労働は 5,400(人・日) 以上使用できない。
- (5) 施肥労働は 2,600(人・日) 以上使用できない。
- (6) ヒノキの地位 1 等地はかならず全面積造林しなければならない。
- (7) スギの造林面積合計は 70 ha 以上でなければならない。
- (8) ヒノキの造林面積合計は 40 ha 以上でなければならない。

これらの制約以外に面積上の制約が暗黙的に条件に追加されるから、したがって、この造林事業計画のシンプレックス表は表 2 のごとくなる。この計画問題(計画 1)を解いた後で、総費用に関する制約を 28,000(千円)まで緩めた場合(計画 2)の最適解を計算する。表 2 にもとづき、これをデーターシートに記入すれば表 3 のごとくなる。

計算結果は図 2 のとおりである。計算実行時間はデーターカードの読み込みならびに計算結果の印刷を含めて 2 分 10 秒であった。

さて、OPTIMAL SOLUTION の SECTION(1)—COLUMNS の ACTIVITY 欄における各変数の値がそれぞれの造林方式の最適稼働水準である。 $x_1=9.75$, $x_2=23.25$, $x_3=48.0$, $x_5=22.0$, $x_7=34.0$, $x_9=27.0$ は次のことを意味する。つまり、スギについては地位 1 等地は粗放作業で 9.75 ha, 集約作業で 23.25 ha を、また 2 等地については粗放作業で 48 ha, 3 等地は粗放作業で 22 ha をそれぞれ造林し、ヒ

*1 これらのデーターは、真柴孝司『国有林における造林事業の生産性について』1969年12月林野庁 pp.105~113 から得た。推計の詳細は同書を参照されたい。

表 2. 造林事業計画のシンプレックス表

樹種	スギ						ヒノキ				制約量
地位	1		2		3		1		2		
面積	33		48		22		34		27		
造林方式	粗放	集約	粗放	集約	粗放	集約	粗放	集約	粗放	集約	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. 造林費用	117.2	272.6	119.0	275.7	122.5	281.2	115.8	254.9	117.6	257.4	≦ 23,000
2. 地ごしらえ労働	17.8	36.0	17.8	36.0	17.5	35.0	17.8	36.0	17.5	35.0	≦ 4,400
3. 植付労働	22.5	45.0	22.5	45.0	22.5	45.0	20.0	40.0	20.0	40.0	≦ 4,600
4. 下刈労働	22.2	46.6	23.7	45.6	26.6	50.5	23.9	45.4	25.3	48.1	≦ 5,400
5. 施肥労働		40.0		40.0		40.0		40.0		40.0	≦ 2,600
6. 面積	1.0	1.0									≦ 33
7. "			1.0	1.0							≦ 48
8. "					1.0	1.0					≦ 22
9. "									1.0	1.0	≦ 27
10. "							1.0	1.0			≦ 34
11. "	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0					≦ 70
12. "							1.0	1.0	1.0	1.0	≦ 40
割引純収益	913.0	1347.0	681.0	994.0	477.0	680.0	704.0	1075.0	462.0	683.0	

表 3. データシート

Computation Center, Institute of JUSE

DATA SHEET

PROBLEM	WRITTEN BY	PAGE	OF
No.			
1	PROBLEM	SILVICULTURAL INVESTMENT PLANNING (Y. KUROKAWA)	
2	SIZE	10 7 1 2 +	
3	DATA		
4	1 117.2 2 272.6 3 119.0 4 275.7 5 122.5 6 281.2 7 115.8 8 254.9 9 117.6		
5	10 257.4 0 23000.		
6	1 17.8 2 36.0 3 17.8 4 36.0 5 17.5 6 35.0 7 17.8 8 36.0 9 17.5 10 35.0 0 4400.		
7	1 22.5 2 45.0 3 22.5 4 45.0 5 22.5 6 45.0 7 20.0 8 40.0 9 20.0 10 40.0 0 4600.		
8	1 22.2 2 46.6 3 23.7 4 45.6 5 26.6 6 50.5 7 23.9 8 45.4 9 25.3 10 48.1 0 5400.		
9	2 40.0 4 40.0 6 40.0 8 40.0 10 40.0 0 2600.		
10	1 1.0 2 1.0 0 33.		
11	3 1.0 4 1.0 0 48.		
12	5 1.0 6 1.0 0 22.		
13	9 1.0 10 1.0 0 27.		
14	7 1.0 8 1.0 0 34.		
15	1 1.0 2 1.0 3 1.0 4 1.0 5 1.0 6 1.0 0 70.		
16	7 1.0 8 1.0 9 1.0 10 1.0 0 40.		
17	1 913.0 2 1347.0 3 681.0 4 994.0 5 477.0 6 680.0 7 704.0 8 1075.0 9 462.0 10 683.0 0 0.		
18	ENDATA		
19			
20	PLBT	ROW 1 23000 --> 28000	
21	1 1	28000.	
22	STOP		
23			
24			
25			

図 2. 計画 1 の計算結果

```

***** LINPAR PROGRAMMING *****
** LPK/45 **

.. PROBLEM NAME .. SILVICULTURAL INVESTMENT PLANNING (Y.KUROKAWA)

FUNCTIONAL OBJECT : MAXIMIZE
NUMBER OF UNKNOWNs = 10
NUMBER OF CONSTRAINTS = 12

.. ORIGINAL DATA MATRIX ..

ROW -- 1
1 117.2000000 2 272.5994000 3 119.0000000 4 275.7000000 5 122.5000000 6 281.2000000
7 115.8000000 8 254.9000000 9 117.6000000 10 257.3999000
< 23000.0000000

ROW -- 2
1 17.7999000 2 36.0000000 3 17.7999000 4 36.0000000 5 17.5000000 6 35.0000000
7 17.7999000 8 36.0000000 9 17.5000000 10 35.0000000
< 4400.0000000

ROW -- 3
1 22.5000000 2 45.0000000 3 22.5000000 4 45.0000000 5 22.5000000 6 45.0000000
7 20.0000000 8 40.0000000 9 20.0000000 10 40.0000000
< 4600.0000000

ROW -- 4
1 22.2000000 2 46.5999900 3 23.7000000 4 45.5999900 5 26.5999900 6 50.5000000
7 23.8999900 8 45.3999900 9 25.2999900 10 48.0999900
< 5400.0000000

ROW -- 5
1 40.0000000 2 40.0000000 3 40.0000000 4 40.0000000 5 40.0000000 6 40.0000000
2 2600.0000000

ROW -- 6
1 1.0000000 2 1.0000000
< 33.0000000

ROW -- 7
1 1.0000000 2 1.0000000 3 1.0000000 4 1.0000000
< 48.0000000

ROW -- 8
1 1.0000000 2 1.0000000 3 1.0000000 4 1.0000000 5 1.0000000
< 22.0000000

ROW -- 9
1 1.0000000 2 1.0000000 3 1.0000000 4 1.0000000 5 1.0000000 6 1.0000000
< 27.0000000

ROW -- 10
1 1.0000000 2 1.0000000 3 1.0000000 4 1.0000000 5 1.0000000 6 1.0000000
7 34.0000000
=
ROW -- 11

```

1 1.0000000 2 1.0000000 3 1.0000000 4 1.0000000 5 1.0000000 6 1.0000000
 > 70.0000000

ROW -- 12

7 1.0000000 8 1.0000000 9 1.0000000 10 1.0000000
 > 40.0000000

OBJECTIVE FUNCTION

1 913.0000000 2 1347.0000000 3 681.0000000 4 994.0000000 5 477.0000000 6 680.0000000
 7 704.0000000 8 1075.0000000 9 462.0000000 10 683.0000000

.. PIVOTING ..

ITER	V-IN	PIVOT VALUE	ROW V-OUT	ISF	OBJECT VALUE	ITER	V-IN	PIVOT VALUE	ROW V-OUT	ISF	OBJECT VALUE						
1	8	0.10000000	01	10	1010	1	0.36550000	05	2	0.40000000	02	5	1005	1	0.78307000	05	
3	7	0.10000000	01	6	1006	1	0.80259000	05	4	3	0.10000000	01	11	1011	1	0.10545600	06
5	9	0.10000000	01	12	1012	F	0.10828000	06	6	2011	0.11900000	03	7	1007	F	0.11130550	06
7	1	0.10000000	01	6	7	F	0.11191110	06	8	1005	0.32847050	-01	7	1007	F	0.11344780	06
9	5	0.10000000	01	8	1008	F	0.11641221	06	10	2012	0.75675676	00	5	2	F	0.11794914	06
11	7	0.11828310	01	9	1009	F	0.11935740	06	12	2	0.11171819	01	10	8	F	0.11981136	06

.. MATRIX STATISTICS ..

ELEMENTS = 350. SMALLEST VALUE = 1.000000 DISTRIBUTION 0.000 ----- 0.001 = 0
 ORIGINAL DENSITY = 32.57 LARGEST VALUE = 23000.000000 0.001 ----- 0.100 = 0
 FINAL DENSITY = 35.14 0.100 ----- 10.000 = 34
 ITERATION COUNTS = 12 10.000 ----- 1000.000 = 60
 1000.000 ----- 1000.000 = 7

.. OPTIMAL SOLUTION ..

OBJECTIVE FUNCTION VALUE = 0.11981136 06

SECTION (1) - COLUMNS

ACTIVITY

X(1) = 0.97503218 01 X(2) = 0.23249678 02 X(3) = 0.49000000 02 X(4) = 0.90000000 00
 X(5) = 0.22000000 02 X(6) = 0.00000000 00 X(7) = 0.34000000 02 X(8) = 0.00000000 00
 X(9) = 0.27000000 02 X(10) = 0.00000000 00

INPUT COST

X(1) = 0.91300000 03 X(2) = 0.13470000 04 X(3) = 0.68100000 03 X(4) = 0.99400000 03
 X(5) = 0.47700000 03 X(6) = 0.68000000 03 X(7) = 0.70400000 03 X(8) = 0.10750000 04
 X(9) = 0.46200000 03 X(10) = 0.68300000 03

REDUCED COST

X(1) = 0.00000000 00 X(2) = 0.00000000 00 X(3) = 0.00000000 00 X(4) = 0.12463063 03
 X(5) = 0.00000000 00 X(6) = 0.24021622 03 X(7) = 0.00000000 00 X(8) = 0.17477477 02
 X(9) = 0.00000000 00 X(10) = 0.16943243 03

SECTION (2) - ROWS

ACTIVITY

X(1001) = 0.23000000 05 X(1002) = 0.33276441 04 X(1003) = 0.40606178 04 X(1004) = 0.45183921 04
 X(1005) = 0.92998713 03 X(1006) = 0.33000000 02 X(1007) = 0.49000000 02 X(1008) = 0.22000000 02

X(1009) = 0.27000000 02		X(1010) = 0.34000000 02	X(1011) = 0.10300000 03	X(1012) = 0.61000000 04
SLACK ACTIVITY				
X(1001) = 0.00000000 00		X(1002) = 0.10723559 04	X(1003) = 0.53938224 03	X(1004) = 0.88160785 03
X(1005) = 0.16700124 04		X(1006) = 0.59000000 00	X(1007) = 0.00000000 00	X(1008) = 0.00000000 00
X(1009) = 0.00000000 00		X(1010) = 0.40000000 00	X(1011) = -0.23000000 02	X(1012) = -0.21000000 02
SHADOW PRICE				
X(1001) = 0.27927929 01		X(1002) = 0.00000000 00	X(1003) = 0.00000000 00	X(1004) = 0.00000000 00
X(1005) = 0.00000000 00		X(1006) = 0.58568468 03	X(1007) = 0.34865766 03	X(1008) = 0.00000000 00
X(1009) = 0.13356757 03		X(1010) = 0.38059459 03	X(1011) = 0.00000000 00	X(1012) = 0.00000000 00
図 3. 計画 2 の 計算 結果				
.. PARAMETRIC LP NAME .. ROW 1 23000 --> 28000				
ROW -- 1		28000.00000000		
.. OPTIMAL SOLUTION ..				
OBJECTIVE FUNCTION VALUE		= 0.12997900 06		
SECTION (1) - COLUMNS				
ACTIVITY				
X(1) = 0.00000000 00		X(2) = 0.33000000 02	X(3) = 0.48000000 02	X(4) = 0.00000000 00
X(5) = 0.22000000 02		X(6) = 0.00000000 00	X(7) = 0.18000000 02	X(8) = 0.16000000 02
X(9) = 0.27000000 02		X(10) = 0.00000000 00		
INPUT COST				
X(1) = 0.91300000 03		X(2) = 0.13470000 04	X(3) = 0.68100000 03	X(4) = 0.99400000 03
X(5) = 0.47700000 03		X(6) = 0.68000000 03	X(7) = 0.70400000 03	X(8) = 0.10750000 04
X(9) = 0.46200000 03		X(10) = 0.68300000 03		
REDUCED COST				
X(1) = 0.16625000 02		X(2) = 0.00000000 00	X(3) = 0.00000000 00	X(4) = 0.10437500 03
X(5) = 0.00000000 00		X(6) = 0.21437500 03	X(7) = 0.00000000 00	X(8) = 0.00000000 00
X(9) = 0.00000000 00		X(10) = 0.15000000 03		
SECTION (2) - ROWS				
ACTIVITY				
X(1001) = 0.26740000 05		X(1002) = 0.37963000 04	X(1003) = 0.46000000 04	X(1004) = 0.51003000 04
X(1005) = 0.19600000 04		X(1006) = 0.33000000 02	X(1007) = 0.48000000 02	X(1008) = 0.22000000 02
X(1009) = 0.27000000 02		X(1010) = 0.34000000 02	X(1011) = 0.10300000 03	X(1012) = 0.61000000 03

図 3. 計画 2 の計算結果

```

SLACK ACTIVITY
X(1001) = 0.125920000 04
X(1005) = 0.640000000 03
X(1009) = 0.000000000 00
X(1002) = 0.603700000 03
X(1006) = 0.000000000 00
X(1010) = 0.000000000 00
X(1003) = 0.000000000 00
X(1007) = 0.000000000 00
X(1011) = -0.330000000 02
X(1004) = 0.299700000 03
X(1008) = 0.000000000 00
X(1012) = -0.210000000 02

SHADOW PRICE
X(1001) = 0.000000000 00
X(1005) = 0.000000000 00
X(1009) = 0.910000000 02
X(1002) = 0.000000000 00
X(1006) = 0.512250000 03
X(1010) = 0.330000000 03
X(1003) = 0.185500000 02
X(1007) = 0.283625000 03
X(1011) = 0.000000000 00
X(1004) = 0.000000000 00
X(1008) = 0.596250000 02
X(1012) = 0.300000000 00

<<<<<  LP JOB COMPLETE  >>>>>

```

ノキについては 1 等地, 2 等地とも粗放作業でそれぞれ 34 ha, 27 ha 造林する計画が最適計画となる。このとき最大の割引純収益 119,811.36 (千円) が得られ, この値は図 2 の OBJECTIV FUNCTION VALUE に示されている。

造林費に関する制約を 23,000(千円) から 28,000(千円) にしたときの計算結果は図 3 のとおり, 造林費の制約が計画 1 に比較して 500 万円だけ緩められた結果, 各変数の値は $x_2=33.0$, $x_3=48.0$, $x_5=22.0$, $x_7=18.0$, $x_8=16.0$, $x_9=27.0$ となり, このときの最大割引純収益は 129,979.0(千円) となる。これらの最適解をまとめれば表 4 のごとくなる。

次に, SECTION(2)—ROWS の欄に注目したい。ACTIVITY は各制約式の稼働水準を示し, SLACK ACTIVITY は制約量からこの制約式の稼働水準を引いた値である。つまり, 資源の残量を示している。そして SHADOW PRICE はこれら資源のもつ潜在価格である。いま, 土地を除く (1)~(5) の資源についてこれらをまとめれば表 5 になる。

計画 1 では資金が完全に使い尽くされ残量が 0 であるが, その他の資源には残量があり, 有効な制約になっていない。計画 2 では資金に関する制約を緩めた結果, こんどは植付労働の残量が 0 となり, この資源が計画全体を制約することがわかる。この表から明らかとなり, 残量のある資源の潜在価格は 0 であるが, 有効な制約になっている資源の潜在価格は 0 以外の値をとる。この潜在価格について計画 2 に関していえば, 植付労働の制約を 1 単位つまり 1 人・日だけゆるめれば, 目的関数が 18.550(千円) だけ増加することを意味する。かかる情報をもとに, 合理的な造林事業の計画者はつぎの行動をとるであろう。す

表 4. 造林事業の最適計画

樹 種	地 位	面 積	造 林 方 式	計 画 1	計 画 2
ス ギ	1	33 ^(ha)	粗 集 放 約	9.750 (ha) 23.250	0 33.000
	2	48	粗 集 放 約	48.000 0	48.000 0
	3	22	粗 集 放 約	22.000 0	22.000 0
ヒノキ	1	34	粗 集 放 約	34.000 0	18.000 16.000
	2	27	粗 集 放 約	27.000 0	27.000 0
合 計		164		164.000	164.000

表 5. 最適計画における資源残量と潜在価格

資源の種類	計 画 1			計 画 2		
	稼 働 量	残 量	潜在価格	稼 働 量	残 量	潜在価格
1. 資 金(千円)	23,000.0	0	2.793	26,740.8	1,259.2	0
2. 地ごしらえ労働 (人・日)	3,327.6	1,072.4	0	3,796.3	603.7	0
3. 植付労働(人・日)	4,060.6	539.4	0	4,600.0	0	18.550
4. 下刈労働(人・日)	4,518.4	881.6	0	5,100.3	299.7	0
5. 施肥労働(人・日)	930.0	1,670.0	0	1,960.0	640.0	0

なわち、①高い潜在価格をもつ資源の雇用量をふやすようにする。②利用可能労働力の総量が一定でも、潜在価格が0の作業種別労働力を潜在価格がもっとも高い作業種に配置がえし、潜在価格が均一化する方向にもっていく。③潜在価格の大きい資源の技術係数を低下させる。つまり、省力化技術の開発に努力する。

ところで、実際の問題ではたんに最適解を見つけるだけでなく、システムにある種の変化が起こったとき、それが最適解にいかなる変化を及ぼすかを調べる場合が多い。最適解の限界行動を分析する際にシステムが受ける変化は、その線型計画モデルがあらわしている現実のシステムが稼動している最中に起こる変化である場合もあり、また、基礎データのもつ不確実性の影響を調べるための仮想的な変化である場合もある。一般にシステムに起こる変化はつぎの5つに分類できる。

- (1) 制約量の変化
- (2) 利益係数の変化
- (3) 技術係数の変化
- (4) 新しい変数の追加(削除)
- (5) 新しい制約式の追加(削除)

これらのシステムの変化にともない、最適解がいかなる変化を受けるかを調べることを感度分析 sensitivity analysis という。さきに資金に関する制約を変化させた場合の最適解の変化を調べたがこれは感度分析の(1)に相当する。このほかに、制約量、利益係数あるいは技術係数を、ある値からある値まで連続的に変化をさせていった場合に、最適解がどのように変化していくかを調べるパラメトリック分析 parametric analysis という方法もある。こうした感度分析やパラメトリック分析を用いることによって、計画者は最終的な意志決定をする前にさまざまな思考実験やシミュレーションをこころみることができる。

7. プログラムの構造

このプログラムは1個の主プログラムと18個のサブルーチン副プログラムから構成されている。このように、多くの副プログラムを使用する最大の理由は、主記憶装置の記憶容量が小さく、一度にすべてのプログラムを主記憶装置の中に格納できないからである。そこで、プログラムを多くの副プログラムに分割し、これらをオーバーレイ overlay 構造をとって実行しようとするものである。なお、主記憶装置の記憶容量が大きい場合は、オーバーレイ構造をとる必要はなく、また、この場合は計算速度が速くなる。必要総メモリー語数はオーバーレイ構造をとるとき12,968語、オーバーレイ構造をとらないとき29,261語となる。

主プログラムはサブルーチン副プログラムの呼び出しのみを実行し、実際の計算はすべてサブルーチン副プログラムで行なう。

サブルーチン副プログラムのもつ主要な機能を解説すれば次のようになる。なお()内の数字は必要語数を示す。

- (1) PARINP (1181): PROBLEM, SIZE, PLP カードなどを読み込み、計算の準備をする。
- (2) SETSIG (345): 制約式の等号, 不等号を識別し, 符号をつける。
- (3) DATINP (1495): データーカードを読み込む。

- (4) DATDSK (975) : 読み込んだデーターをシンプレックスタブローの形に構成し、外部記憶装置に転送する。
 - (5) DATTYP (1499) : 入力データーを印刷する。
 - (6) SETNUM (446) : 変数番号, 制約式番号をつける。
 - (7) WECALC (570) : W行の係数を計算する。
 - (8) RHSCHK (1449) : 読み込んだデーターをチェックする。シンプレックスタブローに関する統計量を計算する。
 - (9) RHSCAL (1521) : パラメトリック問題のために変更された制約量を読み込み右辺を再計算する。
 - (10) DSARCH (1279) : 双対法によりピボットを選択する。
 - (11) SEARCH (1332) : シンプレックス法によりピボットを選択する。
 - (12) SWPOUT (1490) : 掃き出し計算をする。
 - (13) OBJFNC (722) : ピボットニングに関する情報を印刷する。
 - (14) BASCHK (942) : 実行可能解になったかどうかを判定する。
 - (15) SOLODR (1055) : 印刷する順序に解を整理する。
 - (16) MATRIX (621) : シンプレックスタブローに関する統計量を印刷する。
 - (17) COLTYP (1155) : 最適解のうち SECTION(1) の部分を印刷する。
 - (18) ROWTYP (1072) : 最適解のうち SECTION(2) の部分を印刷する。
- これらのソースプログラムリストは図 4 (109ページ) のとおりである。

8. 周辺機器構成

このプログラムの実行には次の周辺機器を必要とする。

- (1) カード読み込み装置
- (2) ラインプリンター (1 行 132 字)
- (3) 補助記憶装置 (DISC 1, DISC 2, DISC 3, DISC 4) の 4 つの論理レコード名が使用できるもの

9. 注 意 事 項

計算を実行中、必要に応じて次のメッセージを印刷してその計算を中断し、次の問題の処理を開始する。

- (1) UNBOUNDED SOLUTION : 解が有界でない。
- (2) INFEASIBLE SOLUTION : 解が不能である。
- (3) DEGENERATE 1 : シャードープライズがすべて 0 となった。
- (4) DEGENERATE 2 : 最適解がすべて 0 となった。
- (5) CORNERS ARE TOO MANY : イタレーションが制約式の数の 5 倍以上になった。
- (6) PIVOT IS LESS THAN 1.0D-7 : ピボットの値 (絶対値) が 10^{-7} 以下になった。

なお、このプログラムでは、補助記憶装置にたいして DISC 1~DISC 4 の 4 個の論理レコード名を使用しているが、この論理レコード名が機種によって整数型に限定されている場合があるので、注意する必要がある。また BACK SPACE 命令によって 1 レコード全部読み戻される機種の場合はサブルーチン

SETNUM の 8 行目を MDBACK=1 に変更しなければならない。

10. 制 限 事 項

このプログラムで処理できる問題のサイズは制約式の数 ≤ 350 , 制約式の数+変数の数+逆向き不等式の数 ≤ 600 である。PLP 1 において一度に変更できる制約式の数 ≤ 150 である。さらに, 制約量は常に 0 または正でなければならない。

文 献

- 1) 森口繁一：線型計画法入門, 日科技連, (1971)
- 2) 小山昭雄：線型計画法入門, 日本経済新聞社, (1973)
- 3) 小野勝章：計算を中心とした線型計画法, 日科技連, (1967)
- 4) KÜNZI, H. P. : Numerische Methoden der Mathematischen Optimierung mit ALGOL-und FORTRAN-Programmen. B.G. Teubner, Stuttgart (1966), (刀根 薫訳：電子計算機のための数理計画法, 日科技連, 1969)
- 5) Gass, Saul I. : Linear Programming, Methods and Applications. McGraw-Hill, Inc., (1969) (小山昭雄訳：線型計画法, 方法と応用, 好学社, 1972)
- 6) DANTZIG, G. B. : Linear Programming and Extensions. Princeton University Press, (1972)
- 7) コンピューターマネジメントサイエンスハンドブック, オーム社, (1971)

図 4. ソースプログラムリスト

```

OKITAC 4500  FORTRAN  SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO      STATEMENT
0001          C  LINEAR PROGRAMMING ..... PROGRAMED BY  Y.KUROKAWA  ...
0002          C
0003          C  MAIN PROGRAM
0004          C
0005          COMMON  BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPSL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOEQ,
0006          +MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MDBACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0007          +LISTYP,II,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0008          INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),IDATA(5)
0009          DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),EPSL,WORK
0010          10  II=2
0011          15  CALL  PARINP  ($25)
0012          CALL  SETSIG
0013          20  CALL  DATINP  ($10)
0014          CALL  DATDSK  ($10)
0015          CALL  DATTPY  ($20)
0016          CALL  SETNUM
0017          CALL  WFCALC
0018          CALL  RHSCCHK  ($10,$35)
0019          25  CALL  RHSCAL  ($15)
0020          30  CALL  DSARCH  ($10,$40,$45)
0021          35  CALL  SEARCH  ($10,$45)
0022          40  CALL  SWPOUT
0023          CALL  OBJFNC  ($10)
0024          CALL  BASCHK  ($35,$30)
0025          45  CALL  SOLODR  ($10)
0026          CALL  MATRIX
0027          CALL  COLTPY  ($25)
0028          CALL  ROWTPY  ($15,$25)
0029          END
    
```

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0001	SUBROUTINE PARINP (*)
0002	C
0003	COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPSL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOEQ,
0004	+MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MD3ACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005	+LISTYP,I1,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0006	INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),NAME(70),IDATA(5)
0007	DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),CHK(7),EPSL,WORK
0008	DATA CHK/4HSTOP,7HPROBLEM,4HPLP1,4HPLP2,4HSIZE,4HDATA,1H-/
0009	1 READ(5,5010)ROW(1),(NAME(J),J=1,70)
0010	5010 FORMAT(A7,3X,70A1)
0011	DO 100 ICONT0=1,11
0012	IF(ROW(1)-CHK(ICONT0))100,2,100
0013	100 CONTINUE
0014	ICONT0=5
0015	2 GO TO(17,3,3,3,1),ICONT0
0016	3 IF(ICONT0-3)4,14,14
0017	4 WRITE(6,6010)(NAME(J),J=1,70)
0018	6010 FORMAT(1H1,47X,42H..... LINEAR PROGRAMMING)
0019	+//1H0,5X,18H.. PROBLEM NAME ..,3X,70A1,21X,12H** LPK/45 **)
0020	INDTYP=1
0021	LISTYP=0
0022	MAXMIN=1
0023	5 READ(5,5020)ROW(1),NKNOW,MCOLE,MCOEQ,MCOGE,ROW(2)
0024	5020 FORMAT(A4,1X,4I5,9X,A4)
0025	IF(ROW(1)-CHK(5))6,7,6
0026	6 INDTYP=0
0027	GO TO 5
0028	7 IF(ROW(2)-CHK(7))9,8,9
0029	8 MAXMIN=-MAXMIN
0030	9 READ(5,5010)ROW(1)
0031	IF(ROW(1)-CHK(6))120,10,120
0032	120 LISTYP=LISTYP+1
0033	GO TO 9
0034	10 MROW =MCOLE+MCOEQ+MCOGE
0035	MROW1=MROW+1
0036	MROW2=MROW+2
0037	NCOL =NKNOW+MROW+MCOGE
0038	NCOL1=NCOL+1
0039	EPSL =1.0D-8
0040	WRITE(6,6015)
0041	6015 FORMAT(/1H0,10X,19HFUNCTIONAL OBJECT :)
0042	IF(MAXMIN-1)12,11,11
0043	11 WRITE(6,6020)
0044	6020 FORMAT(1H+,30X,9HMAXIMIZE)
0045	GO TO 13
0046	12 WRITE(6,6030)
0047	6030 FORMAT(1H+,30X,8HMINIMIZE)
0048	13 WRITE(6,6040)NKNOW,MROW
0049	6040 FORMAT(1H0,10X,18HNUMBER OF UNKNOWNNS,5X,1H=,14
0050	+//1H,10X,24HNUMBER OF CONSTRAINTS =,14

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0051	+//1H0,5X,26H.. ORIGINAL DATA MATRIX ..)
0052	RETURN
0053	14 WRITE(6,6050)(NAME(J),J=1,70)
0054	6050 FORMAT(/1H0,5X,24H.. PARAMETRIC LP NAME ..,3X,70A1//)
0055	INDTYP=3
0056	IF(ICONT0-3)15,15,16
0057	15 INDTYP=2
0058	16 RETURN
0059	17 WRITE(6,6060)
0060	6060 FORMAT(1H0,10X,32H<<<<< LP JOB COMPLETED >>>>>)
0061	STOP
0062	END

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0001	SUBROUTINE SETSIG
0002	C
0003	COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPSL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOFQ,
0004	+MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MDBACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005	+LISTYP,II,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0006	INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),IDATA(5)
0007	DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),EPSL,WORK
0008	DATA KLE,KEQ,KGE/2H <2H =2H >/
0009	IF(MCOLE)10,10,1
0010	1 DO 100 I=1,MCOLE
0011	BASIS(I)=KLE
0012	100 CONTINUE
0013	10 IS=MCOLE+1
0014	IL=MCOLE+MCOEQ
0015	IF(MCOEQ)20,20,11
0016	11 DO 110 I=IS,IL
0017	BASIS(I)=KEQ
0018	110 CONTINUE
0019	20 IS=MCOLE+MCOEQ+1
0020	IF(MCOEQ)30,30,21
0021	21 DO 120 I=IS,MROW
0022	BASIS(I)=KGE
0023	120 CONTINUE
0024	30 II=0
0025	REWIND DISC1
0026	RETURN
0027	END

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0001	SUBROUTINE DATINP (*)
0002	C
0003	COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPSL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOEQ,
0004	+MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MDBACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005	+LISTYP,II,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0006	INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),CHARCT(13),INBUFF(80),IDATA(5)
0007	DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),SUM(2),EPSL,WORK
0008	LOGICAL INTEGR,MINUS,FRACTN
0009	DATA CHARCT/1H ,1H.,1H.,1H0,1H1,1H2,1H3,1H4,1H5,1H6,1H7,1H8,1H9/
0010	DATA ICOMNT,IVMARK/1H*,1HV/
0011	ICONT1=0
0012	ICONT2=80
0013	1 SUM(1)=0
0014	SUM(2)=0
0015	ISWTC=0
0016	MINUS =.FALSE.
0017	FRACTN=.FALSE.
0018	2 IF(ICONT2-80)3,210,3
0019	210 IF(ISWTC)23,3,23
0020	3 IF(ICONT2-80)6,4,4
0021	4 READ(5,5010)(INBUFF(J),J=1,80)
0022	5010 FORMAT(80A1)
0023	IF(INBUFF(1)-ICOMNT)5,4,5
0024	5 ICONT2=0
0025	6 ICONT2=ICONT2+1
0026	DO 100 ICONT3=1,13
0027	IF(INBUFF(ICONT2)-CHARCT(ICONT3))100,10,100
0028	100 CONTINUE
0029	GO TO 35
0030	10 IF(ICONT3-4)11,14,14
0031	11 IF(ISWTC)12,12,13
0032	12 IF(ICONT3-2) 3,110,20
0033	13 IF(ICONT3-2)23,110,34
0034	14 ADD=ICONT3-4
0035	IF(FRACTN)GO TO 15
0036	SUM(1)=SUM(1)*10.+ADD
0037	GO TO 21
0038	15 SUM(2)=SUM(2)*10.+ADD
0039	ICONT4=ICONT4+1
0040	GO TO 2
0041	110 IF(FRACTN)GO TO 34
0042	FRACTN=.TRUE.
0043	ICONT4=0
0044	GO TO 21
0045	20 MINUS =.TRUE.
0046	21 ISWTC=1
0047	GO TO 2
0048	22 IF(MINUS)SUM(1)=-SUM(1)
0049	IF(FRACTN)GO TO 34
0050	GO TO 30

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0051	23 ICONT1=ICONT1+1
0052	IF(MOD(ICONT1,2))24,25,24
0053	24 INTEGR=.TRUE.
0054	GO TO 26
0055	25 INTEGR=.FALSE.
0056	26 IF(INTEGR)GO TO 22
0057	IF(ICONT4)140,140,120
0058	120 DO 130 I=1,ICONT4
0059	SUM(2)=SUM(2)/10.
0060	130 CONTINUE
0061	140 SUM(1)=SUM(1)+SUM(2)
0062	IF(MINUS)SUM(1)=-SUM(1)
0063	IF(.NOT.FRACTN)GO TO 34
0064	30 NDATA=(ICONT1+1)/2
0065	IF(MOD(ICONT1,2))31,32,31
0066	31 VARIBL(NDATA)=SUM(1)
0067	GO TO 1
0068	32 COL(NDATA)=SUM(1)
0069	IF(VARIBL(NDATA))34,33,1
0070	33 RETURN
0071	34 ICONT2=ICONT2-1
0072	35 DO 150 J=1,80
0073	BASIS(J)=CHARCT(1)
0074	150 CONTINUE
0075	BASIS(ICONT2)=IVMARK
0076	WRITE(6,6010)(BASIS(J),J=1,80),(INBUFF(J),J=1,80)
0077	6010 FORMAT(/1H0,5X,31H.. INPUT DATA IS MISS-CODED OR
0078	+15HMISS-PUNCHED ..//1H0,8X,15HCHECK THIS CARD,12X,
0079	+13HNOTICE V MARK/1H0,8X,80A1/1H ,8X,80A1)
0080	RETURN 1
0081	END

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0001	SUBROUTINE DATDSK (*)
0002	C
0003	COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPSL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOEQ,
0004	+MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,PIVRO,JPIVCO,MDRACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005	+LISTYP,II,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0006	INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),IDATA(5)
0007	DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),EPSL,WORK
0008	II=II+1
0009	DO 100 J=1,NCOL1
0010	ROW(J)=0
0011	100 CONTINUE
0012	DO 110 J=1,NDATA
0013	IF(VARIBL(J))11,12,10
0014	10 IF(NKNOW-VARIBL(J))11,13,13
0015	11 WRITE(6,6010)VARIBL(J)
0016	6010 FORMAT(/1H0,5X,35H.. INPUT DATA IS GREATER THAN DEFIN,
0017	+10HED AREA ..//1H0,8X,21HCHECK VARIABLE NO. X(I4,1H))
0018	RETURN 1
0019	12 VARIBL(J)=NCOL1
0020	13 CONTINUE
0021	JVARBL=VARIBL(J)
0022	IF(ROW(JVARBL))14,15,14
0023	14 WRITE(6,6020)VARIBL(J)
0024	6020 FORMAT(/1H0,5X,29H.. INPUT DATA IS DOUBLE DEFIN,
0025	+5HED ..//1H0,8X,21HCHFCCK VARIABLE NO. X(I4,1H))
0026	RETURN 1
0027	15 ROW(JVARBL)=COL(J)
0028	110 CONTINUE
0029	IF(II-MROW1)20,22,20
0030	IINKOW=II+NKNOW
0031	ROW(IINKOW)= 1
0032	IF(II-MCOLE-MCOEQ)50,50,21
0033	21 IINKMC=II+NKNOW+MCOGE
0034	ROW(IINKMC)=-1
0035	GO TO 50
0036	22 DO 120 J=1,NKNOW
0037	ROW(J)=-ROW(J)*FLOAT(MAXMIN)
0038	120 CONTINUE
0039	30 WRITE(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0040	DO 130 J=1,NKNOW
0041	ROW(J)=-ROW(J)
0042	130 CONTINUE
0043	IF(MCOEQ+MCOGE)50,50,40
0044	40 JS=MCOLE+1
0045	DO 140 J=JS,MROW
0046	JNKNOW=J+NKNOW
0047	ROW(JNKNOW)=-1.0D07
0048	140 CONTINUE
0049	50 CONTINUE
0050	WRITE(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0051	RETURN
0052	END

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

PAGE 0001

LINE-NO	STATEMENT
0001	C SUBROUTINE DATTYP (*)
0002	
0003	COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPSL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOEQ,
0004	+MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MDBACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005	+LISTYP,II,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0006	INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),IDATA(5)
0007	REAL BUFFER(400)
0008	DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),EPSL,ENDATA,WORK
0009	DATA ENDATA/6HENDATA/
0010	IF(INDTYP)20,20,1
0011	1 DO 100 J=1,NDATA
0012	BUFFER(J)=COL(J)
0013	100 CONTINUE
0014	NDATA0=NDATA-1
0015	IF(11-MROW1)10,11,11
0016	10 WRITE(6,6010)II
0017	6010 FORMAT(1H0,8X,6HROW --,13)
0018	GO TO 12
0019	11 WRITE(6,6020)
0020	6020 FORMAT(1H0,8X,17HOBJECT,IV FUNCTION)
0021	12 JL=0
0022	13 JS=JL+1
0023	JL=MIN0(JS+5,NDATA0)
0024	WRITE(6,6030)(VARIBL(J),BUFFER(J),J=JS,JL)
0025	6030 FORMAT(1H ,9X,6(15,F15.7))
0026	IF(MOD(JL,30))15,14,15
0027	14 WRITE(6,6040)
0028	6040 FORMAT(1H)
0029	15 IF(JL-NDATA0)13,16,16
0030	16 IF(11-MROW1)200,20,20
0031	200 CONTINUE
0032	WRITE(6,6050)BASIS(11),BUFFER(NDATA)
0033	6050 FORMAT(1H ,12X,A2,F15.7)
0034	20 IF(11-MROW1)21,22,22
0035	21 RETURN
0036	22 READ(5,5010)WORK
0037	5010 FORMAT(A6)
0038	IF(WORK-ENDATA)22,23,22
0039	23 CONTINUE
0040	ENDFILE DISC1
0041	RETURN
0042	END

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0001	SUBROUTINE SETNUM
0002	C
0003	COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPSL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOEQ,
0004	+MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MDBACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005	+LISTYP,II,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0006	INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),IDATA(5)
0007	DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),EPSL,WORK
0008	MDBACK=(NCOL1*4-1)/256+1
0009	DO 100 J=1,NKNOW
0010	VARIBL(J)=J
0011	100 CONTINUE
0012	JS=NKNOW+1
0013	JL=NKNOW*MROW
0014	DO 110 J=JS,JL
0015	VARIBL(J)=J-NKNOW+1000
0016	110 CONTINUE
0017	IF(MCOGE)30,30,20
0018	20 JS=JL+1
0019	JL=NKNOW*MROW*MCOGE
0020	DO 120 J=JS,JL
0021	JMCOGE=J-MCOGE
0022	VARIBL(J)=VARIBL(JMCOGE)+1000
0023	120 CONTINUE
0024	30 DO 130 I=1,MROW
0025	BASIS(I)=I+1000
0026	130 CONTINUE
0027	DO 140 I=MROW1,MROW2
0028	BASIS(I)=0
0029	140 CONTINUE
0030	REWIND DISC2
0031	WRITE(DISC2)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0032	ENDFILE DISC2
0033	RETURN
0034	END

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0001	SUBROUTINE WECALC
0002	C
0003	COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPSL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOEQ,
0004	+MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MDBACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005	+LISTYP,II,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0006	INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),IDATA(5)
0007	DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),EPSL,ZVROW,WORK
0008	DO 100 J=1,NCOL1
0009	ROW(J)=ROW(J)
0010	100 CONTINUE
0011	REWIND DISC1
0012	DO 120 I=1,MROW
0013	REWIND DISC2
0014	READ(DISC2)(COL(J),J=1,NCOL1)
0015	INKNOW=I+NKNOW
0016	ZVROW=COL(INKNOW)
0017	READ(DISC1)(COL(J),J=1,NCOL1)
0018	IF(ZVROW)10,120,10
0019	10 DO 110 J=1,NCOL1
0020	IF(COL(J))11,110,11
0021	11 ROW(J)=ROW(J)+ZVROW*COL(J)
0022	110 CONTINUE
0023	120 CONTINUE
0024	READ(DISC1)(COL(J),J=1,NCOL1)
0025	WRITE(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0026	REWIND DISC2
0027	WRITE(DISC2)(COL(J),J=1,NKNOW)
0028	ENDFILE DISC1
0029	ENDFILE DISC2
0030	RETURN
0031	END

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0001	SUBROUTINE RHSCHK (* , *)
0002	C
0003	COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPSL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOEQ,
0004	+MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MDBACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005	*LISTYP,II,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,CATA1,CATA2,WORK
0006	INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),INDEX(200),IDATA(5)
0007	DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),EPSL,CHECK,WORK
0008	CATA1=1.0E10
0009	CATA2=0
0010	PCNT1=0
0011	DO 130 L=1,5
0012	IDATA(L)=0
0013	130 CONTINUE
0014	REWIND DISC1
0015	DO 200 I=1,MROW2
0016	READ(DISC1)((ROW(J),J=1,NCOL1)
0017	DO 100 J=1,NCOL1
0018	DABSRO=DABS(ROW(J))
0019	IF(DABSRO-EPSL)2,2,1
0020	1 PCNT1=PCNT1+1.
0021	2 IF(I-MROW2)3,100,100
0022	3 IF(DABSRO)100,100,4
0023	4 CATA1=AMIN1(DABSRO,CATA1)
0024	CATA2=AMAX1(DABSRO,CATA2)
0025	SMALL=0
0026	GREAT=0.001
0027	DO 150 L=1,4
0028	IF(DABSRO-SMALL)6,5,5
0029	5 IF(DABSRO-GREAT)50,6,6
0030	6 SMALL=GREAT
0031	GREAT=GREAT*100.
0032	150 CONTINUE
0033	L=5
0034	50 IDATA(L)=IDATA(L)+1
0035	100 CONTINUE
0036	COL(I)=ROW(NCOL1)
0037	200 CONTINUE
0038	REWIND DISC3
0039	WRITE(DISC3)(COL(I),I=1,MROW2)
0040	ENDFILE DISC3
0041	IF(LISTYP)11,11,10
0042	10 PCNT0=FLOAT(MROW2)*FLOAT(NCOL1)
0043	PCNT0=PCNT1/PCNT0*100.
0044	WRITE(4,4010)PCNT0
0045	4010 FORMAT(////1H ,2X,14HDATA DENSITY =,F6.2,1HX//)
0046	11 ICHECK=0
0047	DO 110 I=1,MROW
0048	IF(COL(I))12,110,110
0049	12 ICHECK=ICHECK+1
0050	INDEX(ICHECK)=I

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0051	110 CONTINUE
0052	IF(ICHECK)20,20,120
0053	120 WRITE(6,6010)(INDEX(I),I=1,ICHECK)
0054	6010 FORMAT(//1H0,5X,21H.. RHS IS NEGATIVE ..
0055	+//1H0,8X,14HCHECK THIS ROW,(//1H ,8X,3HROW,14))
0056	RETURN 1
0057	20 IF(COL(MROW1))21,22,21
0058	21 WRITE(6,6020)
0059	6020 FORMAT(//1H0,5X,28H.. OBJECTIV FUNCTION IS MISS,
0060	+12H ARRANGED ..)
0061	RETURN 1
0062	22 ITER=0
0063	II=0
0064	23 WRITE(6,6030)
0065	6030 FORMAT(//1H ,5X,14H.. PIVOTING ..//1H0,5X,2(3X,4HITER,
0066	+3X,4HV-IN,5X,27HPIVOT VALUE ROW V-OUT 1&F,4X,3H0BJ,
0067	+9HECT VALUE//)
0068	RETURN 2
0069	END

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0001	SUBROUTINE RHSCAL (*)
0002	C
0003	COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPNL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOEQ,
0004	+MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MDBACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005	+LISTYP,II,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0006	INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),IBUFF(150),IDATA(5)
0007	REAL BUFFER(150)
0008	DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),EPNL,WORK
0009	6000 FORMAT(/1H0,5X,21H.. PARAMETRIC LP-2 ..//)
0010	REWIND DISC3
0011	READ(DISC3)(COL(I),I=1,MROW)
0012	IF(INDTYP-3)10,20,21
0013	10 I2=5
0014	READ(5,5010)L,(IBUFF(I),BUFFER(I),I=1,I2)
0015	5010 FORMAT(15,5(F10.0))
0016	1 IF(I2-L)2,24,24
0017	2 I1=I2+1
0018	I2=I1+4
0019	READ(5,5010)K,(IBUFF(I),BUFFER(I),I=I1,I2)
0020	GO TO 1
0021	20 READ(5,5020)NDATA,DATA1,DATA2,IDATA(1)
0022	5020 FORMAT(15,2F10.0,53X,I2)
0023	21 PCNT1=COL(NDATA)
0024	S=DATA1-ABS(DATA2)
0025	G=DATA1+ABS(DATA2)
0026	IF(PCNT1.GT.S.AND.PCNT1.LT.G)GO TO 30
0027	IF(INDTYP-4)23,22,22
0028	22 WRITE(6,6000)
0029	23 PCNT1=PCNT1+DATA2
0030	L=1
0031	IBUFF(L)=NDATA
0032	BUFFER(L)=PCNT1
0033	INDTYP=4
0034	24 DO 100 I=1,L
0035	WRITE(6,6010)IBUFF(I),BUFFER(I)
0036	100 CONTINUE
0037	6010 FORMAT(1H0,8X,6HROW --,13,F19.7)
0038	WRITE(6,6020)
0039	6020 FORMAT(1H0)
0040	DO 110 I=1,L
0041	IBUFFI=IBUFF(I)
0042	COL(IBUFFI)=BUFFER(I)
0043	110 CONTINUE
0044	REWIND DISC3
0045	WRITE(DISC3)(COL(I),I=1,MROW)
0046	ENDFILE DISC3
0047	REWIND DISC1
0048	DO 140 I=1,MROW1
0049	READ(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0050	WORK=0

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0051	DO 120 J=1,MROW
0052	JKNOW=J*NKNOW
0053	IF(COL(J))11,120,11
0054	11 IF(ROW(JKNOW))12,120,12
0055	12 WORK=WORK+COL(J)*ROW(JKNOW)
0056	120 CONTINUE
0057	ROW(NCOL1)=WORK
0058	DO 130 L=1,MDBACK
0059	130 BACKSPACE DISC1
0060	WRITE(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0061	140 CONTINUE
0062	ITER=0
0063	RETURN
0064	30 RETURN 1
0065	END

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0001	SUBROUTINE DSARCH (* , * , *)
0002	C
0003	COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPSL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOFQ,
0004	*MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MDBACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005	*LISTYP,INDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0006	INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),INDEX(25),IDATA(5)
0007	DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),EPSL,ROWMIN,COLMIN,THETA,WORK
0008	ICONT2=2
0009	ICONT1=1
0010	1 INDEX(1)=0
0011	2 REWIND DISC1
0012	DO 100 I=1,MROW2
0013	READ(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0014	COL(I)=ROW(NCOL1)
0015	100 CONTINUE
0016	COLMIN=0
0017	ICONT0=0
0018	DO 120 I=1,MROW
0019	DO 110 J=1,ICONT1
0020	IF(I-INDEX(J))110,120,110
0021	110 CONTINUE
0022	IF(DABS(COL(I))-EPSL)20,21,21
0023	20 ICONT0=ICONT0+1
0024	21 IF(COL(I)-COLMIN)22,120,120
0025	22 COLMIN=COL(I)
0026	IPIVRO=I
0027	120 CONTINUE
0028	30 IF(ICONT0-MROW)32,31,31
0029	31 WRITE(6,6010)ICONT2
0030	6010 FORMAT(/1H0,5X,13H.. DEGENERATE,12,3H ..)
0031	RETURN 1
0032	32 IF(COLMIN-EPSL)36,33,33
0033	33 IF(ICONT1-1)34,34,35
0034	34 RETURN 3
0035	35 WRITE(6,6020)
0036	6020 FORMAT(/1H0,5X,31H.. PIVOT IS LESS THAN 1.0D-7 ..)
0037	RETURN 1
0038	36 IF(IPIVRO-MROW2/2)40,40,50
0039	40 REWIND DISC1
0040	DO 140 I=1,IPIVRO
0041	READ(DISC1)(COL(J),J=1,NCOL1)
0042	140 CONTINUE
0043	GO TO 60
0044	50 MDIPIV=MROW2-IPIVRO+1
0045	DO 150 LL=1,MDIPIV
0046	DO 150 L=1,MDBACK
0047	150 BACKSPACE DISC1
0048	READ(DISC1)(COL(J),J=1,NCOL1)
0049	60 ROWMIN=-1.0D20
0050	ICONT0=0

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0051	DO 160 J=1,NCOL
0052	IF(DABS(ROW(J))-EPSL)61,62,62
0053	61 ICONT0=ICONT0+1
0054	62 IF(COL(J)+1.0D-10)63,160,160
0055	63 THETA=ROW(J)/COL(J)
0056	IF(THETA-ROWMIN)160,160,64
0057	64 ROWMIN=THETA
0058	JPIVCO=J
0059	160 CONTINUE
0060	IF(DABS(COL(JPIVCO))-EPSL*10.)70,71,71
0061	70 ICONT1=ICONT1+1
0062	INDEX(ICONT1)=IPIVRO
0063	GO TO 2
0064	71 IF(ICONT0-NCOL)73,72,72
0065	72 ICONT2=ICONT2-1
0066	GO TO 31
0067	73 IF(ROWMIN+1.0D20)81,81,74
0068	74 MDIPIV=MROW-IPIVRO
0069	IF(MDIPIV)80,80,75
0070	DO 170 LL=1,MDIPIV
0071	READ(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0072	170 CONTINUE
0073	80 RETURN 2
0074	81 WRITE(6,6030)
0075	6030 FORMAT(/1H0,5X,24H.. UNBOUNDED SOLUTION ..)
0076	RETURN 1
0077	END

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0001	SUBROUTINE SEARCH (*, *)
0002	C
0003	COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPSL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOEQ,
0004	+MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MDBACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005	+LISTYP,II,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0006	INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),INDEX(25),IDATA(5)
0007	DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),EPSL,ROWMIN,COLMIN,THETA,WORK
0008	ICONT3=1
0009	ICONT2=1
0010	1 INDEX(1)=0
0011	2 DO 100 L=1,MDBACK
0012	100 BACKSPACE DISC1
0013	10 READ(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0014	ROWMIN=0
0015	ICONT1=0
0016	ICONT0=0
0017	DO 120 J=1,NCOL
0018	DO 110 I=1,ICONT2
0019	IF(J-INDEX(1))110,120,110
0020	110 CONTINUE
0021	IF(DABS(ROW(J))-EPSL)20,21,21
0022	20 ICONT1=ICONT1+1
0023	21 IF(ROW(J)+EPSL)22,23,23
0024	22 ICONT0=ICONT0+1
0025	23 IF(ROW(J)-ROWMIN)24,120,120
0026	24 ROWMIN=ROW(J)
0027	JPIVCO=J
0028	120 CONTINUE
0029	31 IF(ICONT1-NCOL)33,32,32
0030	32 WRITE(6,6010)ICONT3
0031	6010 FORMAT(/1H0,5X,13H.. DEGENERATE,I2,3H ..)
0032	RETURN 1
0033	33 IF(ROWMIN+EPSL)39,34,34
0034	34 IF(LISTYP)36,36,35
0035	35 WRITE(4,4010)ITER,ROWMIN,ICONT0
0036	4010 FORMAT(1H ,I3,D16.8,I4
0037	+/,1H ,27H.. CALCULATION COMPLETED ..)
0038	36 IF(ICONT2-1)37,37,38
0039	37 RETURN 2
0040	38 WRITE(6,6020)
0041	6020 FORMAT(/1H0,5X,31H.. PIVOT IS LESS THAN 1.0D-7 ..)
0042	RETURN 1
0043	39 REWIND DISC1
0044	COLMIN=1.0D20
0045	ICONT1=0
0046	DO 140 I=1,MROW
0047	READ(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0048	COL(I)=ROW(JPIVCO)
0049	WORK=ROW(NCOL1)
0050	130 CONTINUE

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0051	IF(DABS(WORK)-EPSL)40,41,41
0052	40 ICONT1=ICONT1+1
0053	41 IF(COL(I)-1.0D-10)140,42,42
0054	42 THETA=WORK/COL(I)
0055	IF(THETA-COLMIN)43,140,140
0056	43 COLMIN=THETA
0057	IPIVRO=1
0058	140 CONTINUE
0059	IF(LISTYP)51,51,145
0060	145 CONTINUE
0061	IF(MOD(ITER,LISTYP))51,50,51
0062	50 WRITE(4,4020)ITER,ROWMIN,ICONT0
0063	4020 FORMAT(1H ,I3,D16.8,I4)
0064	51 IF(DABS(COL(IPIVRO))-EPSL*10.)52,53,53
0065	52 READ(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0066	ICONT2=ICONT2+1
0067	INDEX(ICONT2)=JPIVCO
0068	GO TO 10
0069	53 IF(ICONT1-MROW)60,150,150
0070	150 ICONT3=ICONT3+1
0071	GO TO 32
0072	60 IF(COLMIN-1.0D20)61,62,62
0073	61 RETURN
0074	62 WRITE(6,6030)
0075	6030 FORMAT(/1H0,5X,24H.. UNBOUNDED SOLUTION ..)
0076	RETURN 1
0077	END

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0001	C SUBROUTINE SWPOUT
0002	
0003	COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPNL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOEQ,
0004	*MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MDBACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005	*LISTYP,II,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0006	INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),IDATA(5)
0007	DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),EPNL,ROWPIV,ABROW,PIVINV,WORK
0008	ITER05=MOD(ITER,5)
0009	IF(IPIVRO-MROW2/2)1,1,11
0010	1 REWIND DISC1
0011	DO 100 I=1,IPIVRO
0012	READ(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0013	100 CONTINUE
0014	GO TO 200
0015	11 MDIPIV=MROW1-IPIVRO
0016	DO 110 LL=1,MDIPIV
0017	DO 110 L=1,MDBACK
0018	110 BACKSPACE DISC1
0019	READ(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0020	200 CONTINUE
0021	WORK=ROW(JPIVCO)
0022	IF(ROW(JPIVCO)-1.)20,12,20
0023	12 DO 210 J=1,NCOL1
0024	COL(J)=ROW(J)
0025	210 CONTINUE
0026	GO TO 30
0027	20 PIVINV=1./ROW(JPIVCO)
0028	DO 120 J=1,NCOL1
0029	IF(ROW(J)21,23,21
0030	21 ROW(J)=ROW(J)*PIVINV
0031	ABROW=DABS(ROW(J))-1.
0032	IF(DABS(ABROW)-1.00-10)22,23,23
0033	22 ABROW=1
0034	ROW(J)=DSIGN(ABROW,ROW(J))
0035	23 COL(J)=ROW(J)
0036	120 CONTINUE
0037	30 DO 130 L=1,MDBACK
0038	130 BACKSPACE DISC1
0039	WRITE(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0040	REWIND DISC1
0041	REWIND DISC4
0042	DO 180 I=1,MROW2
0043	READ(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0044	IF(ITER05)35,220,35
0045	220 DO 230 J=1,NCOL1
0046	IF(DABS(ROW(J))-1.00-10)34,230,230
0047	34 ROW(J)=0
0048	230 CONTINUE
0049	35 IF(1-IPIVRO)40,180,40
0050	40 ROWPIV=ROW(JPIVCO)

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0051	IF(ROWPIV)41,180,41
0052	41 IF(ROWPIV-1.)42,50,43
0053	42 IF(ROWPIV+1.)43,60,43
0054	43 DO 140 J=1,NCOL1
0055	IF(COL(J)44,140,44
0056	44 ROW(J)=ROW(J)-ROWPIV*COL(J)
0057	140 CONTINUE
0058	GO TO 70
0059	50 DO 150 J=1,NCOL1
0060	IF(COL(J)51,150,51
0061	51 ROW(J)=ROW(J)-COL(J)
0062	150 CONTINUE
0063	GO TO 70
0064	60 DO 160 J=1,NCOL1
0065	IF(COL(J)61,160,61
0066	61 ROW(J)=ROW(J)+COL(J)
0067	160 CONTINUE
0068	70 DO 170 L=1,MDBACK
0069	170 BACKSPACE DISC1
0070	WRITE(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0071	IF(DABS(ROW(NCOL1))-EPNL)80,180,180
0072	80 BASIS(I)=BASIS(I)-10000
0073	180 CONTINUE
0074	WRITE(DISC4)(BASIS(I),I=1,MROW)
0075	ENDFILE DISC1
0076	ENDFILE DISC4
0077	RETURN
0078	END

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0001	SUBROUTINE OBJFNC (*)
0002	C
0003	COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPSL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOEQ,
0004	+MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MDPACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005	+LISTYP,II,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0006	INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),IDATA(5)
0007	DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),EPSL,SOL,WORK
0008	ITER=ITER+1
0009	DO 2 I=1,MROW2
0010	IF(BASIS(I))1,2,2
0011	1 BASIS(I)=BASIS(I)+10000
0012	2 CONTINUE
0013	DO 100 LL=1,2
0014	DO 100 L=1,MDBACK
0015	100 BACKSPACE DISC1
0016	DO 110 I=MROW1,MROW2
0017	READ(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0018	COL(I)=ROW(NCOL1)
0019	110 CONTINUE
0020	SOL=COL(MROW1)*FLOCAT(MAXMIN)
0021	L1=VARIBL(JPIVCO)
0022	L2=BASIS (IPIVRO)
0023	IF(INDTYP-2)10,22,22
0024	10 IF(MOD(ITER,2))20,21,20
0025	20 WRITE(6,6010)ITER,L1,WORK,IPIVRO,L2,SOL
0026	6010 FORMAT(1H ,I12,I7,D17.8,I4,I6,D21.8)
0027	GO TO 23
0028	6020 FORMAT(1H+,70X,I4,I7,D17.8,I4,I6,D21.8)
0029	21 WRITE(6,6020)ITER,L1,WORK,IPIVRO,L2,SOL
0030	22 CONTINUE
0031	23 BASIS(IPIVRO)=VARIBL(JPIVCO)
0032	IF(ITER-5*MROW2)25,25,24
0033	24 WRITE(6,6040)ITER
0034	6040 FORMAT(/1H0,5X,23H.. CORNERS ARE TOO MANY, I5,3H ..)
0035	RETURN 1
0036	25 RETURN
0037	END

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0001	SUBROUTINE BASCHK (* , *)
0002	C
0003	COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPSL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOEQ,
0004	+MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MDBACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005	+LISTYP,II,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0006	INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),RHSC(350),IDATA(5)
0007	DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),EPSL,WORK
0008	DATA NIN,NFE/2H I,2H F/
0009	IF(INDTYP-2)30,23,23
0010	30 IANDF=NFE
0011	IF(II)11,1,11
0012	1 REWIND DISC4
0013	READ(DISC4)(RHSC(I),I=1,MROW)
0014	K=MCOLE+1000
0015	L=2000
0016	DO 100 I=1,MROW
0017	M=BASIS(I)
0018	N=RHSC(I)
0019	IF(M.GT.K.AND.M.LT.L.AND.N.GT.0)GO TO 10
0020	100 CONTINUE
0021	II=1
0022	IF(LISTYP)11,11,2
0023	2 WRITE(4,4010)
0024	4010 FORMAT(1H ,30H.. FEASIBLE SOLUTION EXISTS ..)
0025	GO TO 11
0026	10 IANDF=NIN
0027	11 IF(MOD(ITER,2))12,200,12
0028	12 WRITE(6,6010)IANDF
0029	6010 FORMAT(1H+,48X,A2)
0030	GO TO 20
0031	200 CONTINUE
0032	WRITE(6,6020)IANDF
0033	6020 FORMAT(1H+,110X,A2)
0034	20 IF(MOD(ITER,10))22,21,22
0035	21 WRITE(6,6030)
0036	6030 FORMAT(1H)
0037	22 RETURN 1
0038	23 RETURN 2
0039	END

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0001	SUBROUTINE SOLODR (*)
0002	C
0003	COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPSSL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOFQ,
0004	*MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MDBACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005	*LISTYP,II,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0006	INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),IDATA(5)
0007	DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),EPSSL,R,WORK,
0008	PCNT2=0
0009	REWIND DISC1
0010	DO 100 I=1,MROW2
0011	READ(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0012	DO 2 J=1,NCOL1
0013	IF(DABS(ROW(J))-EPSSL)2,2,1
0014	1 PCNT2=PCNT2+1.
0015	2 CONTINUE
0016	COL(I)=ROW(NCOL1)
0017	K=2000
0018	L=MCOLE+1000
0019	M=BASIS(I)
0020	R=ROW(NCOL1)
0021	IF(M.GT.L.AND.M.LT.K.AND.R.GT.EPSSL)GO TO 51
0022	100 CONTINUE
0023	DO 110 J=1,NCOL
0024	ROW(J)=0
0025	110 CONTINUE
0026	DO 130 J=1,NCOL
0027	DO 120 I=1,MROW
0028	IF(VARIBL(J)-BASIS(I))120,30,120
0029	120 CONTINUE
0030	GO TO 130
0031	30 ROW(J)=COL(I)
0032	130 CONTINUE
0033	IF(MCOGE)50,50,40
0034	40 JS=NKNOW+MROW1
0035	DO 140 J=JS,NCOL
0036	JMCOGE=J-MCOGE
0037	ROW(JMCOGE)=-ROW(J)
0038	140 CONTINUE
0039	50 RETURN
0040	51 WRITE(6,6010)
0041	6010 FORMAT(/1H0,5X,25H.. INFEASIBLE SOLUTION ..
0042	+//1H0,10X,8HACTIVITY,23X,14HSLACK ACTIVITY//)
0043	REWIND DISC1
0044	REWIND DISC3
0045	READ(DISC3)(COL(I),I=1,MROW)
0046	DO 150 I=1,MROW
0047	READ(DISC1)(ROW(J),J=1,NCOL1)
0048	M=BASIS(I)
0049	IF(M.LE.L.OR.M.GE.K)GO TO 150
0050	IF(DABS(ROW(NCOL1))-EPSSL)150,60,60

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0051	60 WORK=COL(I)-ROW(NCOL1)
0052	WRITE(6,6020)M,WORK,M,ROW(NCOL1)
0053	6020 FORMAT(1H ,10X,2HX(,14,3H) =,D17.8,
0054	+5X,2HX(,14,3H) =,D17.8)
0055	150 CONTINUE
0056	RETURN
0057	END

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

```

LINE-NO      STATEMENT
0001          SUBROUTINE MATRIX
0002      C
0003          COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPSL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOEQ,
0004          +MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MDBACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005          +LISTYP,II,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0006          INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),IDATA(5)
0007          DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),EPSL,WORK
0008          IF(INDTYP-2)1,10,10
0009      1      ELEMN=FLOAT(MROW2)*FLOAT(NCOL1)
0010          PCNT1=PCNT1/ELEMN*100.
0011          PCNT2=PCNT2/ELEMN*100.
0012          WRITE(6,6010)ELEMN,DATA1,IDATA(1),PCNT1,DATA2,IDATA(2)
0013      6010  FORMAT(/1H0,5X,23H.. MATRIX STATISTICS .. /1H0,10X,8HELEMENTS,
0014          +13X,1H=, F9.0,4X,14HSMALLEST VALUE,7X,1H=,F14.6,5X,6HDISTRI,
0015          +6HBUCTION,5X,21H0.000 ---- 0.001 =,15/1H ,10X,9HORIGINAL ,
0016          +7HDENSITY,5X,1H=,F8.2, 5X,14HLARGEST VALUE,7X,1H=,F14.6,22X,
0017          +21H0.001 ---- 0.100 =,15)
0018          WRITE(6,6020)PCNT2,IDATA(3),ITER,IDATA(4),IDATA(5)
0019      6020  FORMAT(1H ,10X,13HFINAL DENSITY,8X,1H=,F8.2, 63X,8H0.100 --,
0020          +13H-- 10.000 =,15/1H ,10X,16HITERATION COUNTS,5X,1H=,18 ,
0021          +62X,22H10.000 -- 1000.000 =,15/1H ,100X,14H1000.000 -----,
0022          +9X,1H=,15)
0023      10      RETURN
0024          END

```

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

```

LINE-NO      STATEMENT
0001          SUBROUTINE COLTYP ( * )
0002      C
0003          COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPSL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOEQ,
0004          +MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MDBACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005          +LISTYP,II,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0006          INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),IDATA(5)
0007          REAL FX1(4),FX2(4)
0008          DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),EPSL,SOL,WORK
0009          DATA FX1J,FX2J/4H X(,4H) = /
0010          SOL=COL(MROW1)*FLOAT(MAXMIN)
0011          WRITE(6,6010)SOL
0012      6010  FORMAT(1H0,5X,22H.. OPTIMAL SOLUTION .. /1H0,8X,
0013          +23HOBJECTIV FUNCTION VALUE,18X,1H=,D17.8/1H0,8X,
0014          +21HSECTION (1) - COLUMNS/1H0,8X,8HACTIVITY/)
0015          DO 100 J=1,4
0016              FX1(J)=FX1J
0017              FX2(J)=FX2J
0018      100  CONTINUE
0019          ICONT1=0
0020      1      ICONT2=0
0021          DO 110 J=1,NKNOW
0022              IF(DABS(ROW(J))-EPSL)2,110,110
0023      2      ROW(J)=0
0024      110  CONTINUE
0025          NJ=0
0026          NJ1=1
0027      10  CONTINUE
0028          NJ2=MIN0(NJ1+3,NKNOW)
0029          WRITE(6,6020)(FX1(J-NJ),VARIBL(J),
0030          +FX2(J-NJ),ROW(J),J=NJ1,NJ2)
0031      6020  FORMAT(1H ,5X,4(3X,A4,14,A4,D16.8))
0032          NJ=NJ+4
0033          ICONT2=ICONT2+1
0034          IF(NKNOW-NJ2)14,14,11
0035      11  NJ1=NJ2+1
0036          IF(MOD(ICONT2,5))13,12,13
0037      12  WRITE(6,6030)
0038      6030  FORMAT(1H )
0039      13  GO TO 10
0040      14  ICONT1=ICONT1+1
0041          IF(ICONT1-2)20,30,50
0042      20  IF(IDATA(1))21,22,22
0043      21  RETURN 1
0044      22  WRITE(6,6040)
0045      6040  FORMAT(/1H0,8X,10HINPUT COST/)
0046          REWIND DISC2
0047          READ(DISC2)(ROW(J),J=1,NKNOW)
0048          DO 120 J=1,NKNOW
0049              ROW(J)=-ROW(J)*FLOAT(MAXMIN)
0050      120  CONTINUE

```

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0051	GO TO 1
0052	30 WRITE(6,6050)
0053	6050 FORMAT(/1H0,8X,12HREDUCED COST/)
0054	DO 130 LL=1,2
0055	DO 130 L=1,MDBACK
0056	130 BACKSPACE DISC1
0057	READ(DISC1)(COL(J),J=1,NCOL1)
0058	DO 140 J=1,NKNOW
0059	ROW(J)=COL(J)
0060	140 CONTINUE
0061	GO TO 1
0062	50 RETURN
0063	END

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0001	SUBROUTINE ROWTYP (* , *)
0002	C
0003	COMMON BASIS,VARIBL,ROW,COL,EPSL,NKNOW,NCOL,NCOL1,MCOLE,MCOEQ,
0004	+MCOGE,MROW,MROW1,MROW2,IPIVRO,JPIVCO,MDBACK,ITER,MAXMIN,INDTYP,
0005	+LISTYP,II,NDATA,IDATA,PCNT1,PCNT2,DATA1,DATA2,WORK
0006	INTEGER BASIS(350),VARIBL(650),IDATA(5)
0007	REAL FX1(4),FX2(4)
0008	DOUBLE PRECISION ROW(650),COL(650),EPSL,WORK
0009	DATA FX1J,FX2J/4H X(,4H) = /
0010	WRITE(6,6010)
0011	6010 FORMAT(/1H0,8X,18HSECTION (2) - ROWS
0012	+/1H0,8X,8HACTIVITY/)
0013	DO 100 J=1,4
0014	FX1(J)=FX1J
0015	FX2(J)=FX2J
0016	100 CONTINUE
0017	J5=NKNOW+1
0018	JL=NKNOW+MROW
0019	REWIND DISC3
0020	READ(DISC3)(COL(J),J=J5,JL)
0021	DO 110 J=J5,JL
0022	COL(J)=COL(J)-ROW(J)
0023	110 CONTINUE
0024	ICONT1=0
0025	1 ICONT2=0
0026	DO 120 J=J5,JL
0027	IF(DABS(COL(J))-EPSL)2,120,120
0028	2 COL(J)=0
0029	120 CONTINUE
0030	NJ=J5-1
0031	NJ1=J5
0032	10 CONTINUE
0033	NJ2=MIN0(NJ1+3,JL)
0034	WRITE(6,6020)(FX1(J-NJ),VARIBL(J),
0035	+FX2(J-NJ),COL(J),J=NJ1,NJ2)
0036	6020 FORMAT(1H ,5X,4(3X,A4,I4,A4,D16.8))
0037	NJ=NJ+4
0038	ICONT2=ICONT2+1
0039	IF(JL-NJ2)14,14,11
0040	11 NJ1=NJ2+1
0041	IF(MOD(ICONT2,5))13,12,13
0042	12 WRITE(6,6030)
0043	6030 FORMAT(1H)
0044	13 GO TO 10
0045	14 ICONT1=ICONT1+1
0046	IF(ICONT1-2)20,30,40
0047	20 WRITE(6,6040)
0048	6040 FORMAT(/1H0,8X,14HSLACK ACTIVITY/)
0049	DO 130 J=J5,JL
0050	COL(J)=ROW(J)

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

LINE-NO	STATEMENT
0051	130 CONTINUE
0052	GO TO 1
0053	30 WRITE(6,6050)
0054	6050 FORMAT(/1H0,8X,12HSHADOW PRICE/)
0055	DO 140 L=1,MDBACK
0056	140 BACKSPACE DISC1
0057	READ(DISC1)(COL(J),J=1,NCOL1)
0058	GO TO 1
0059	40 WRITE(6,6060)
0060	6060 FORMAT(/1H0)
0061	IF(INDTYP-3)41,42,42
0062	41 II=4
0063	RETURN 1
0064	42 RETURN 2
0065	END