JAERI-M
82-095

ＪＳＳＬ（原研版・科学用サブルーチン・ライブラリ）マニュアル
（第　３　版）

１９８２年９月

（編）井上　修二・藤村統一郎・筒井　恒夫・西田　雄彦

日　本　原　子　力　研　究　所
Japan Atomic Energy Research Institute

JAERI-Mレポートは，日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の問合わせは，日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11茨城県那珂郡東海村）あて，お申しこしください。なお，このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.
Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Section, Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-11, Japan.

編集兼発行　日本原子力研究所
印　　刷　いばらき印刷㈱

JAERI－M 82－095

JSSL（原研版・科学用サブルーチン・ライブラリ）マニュアル
（第3版）

日本原子力研究所東海研究所原子炉工学部
（編）井上修二・藤村統一郎・筒井恒夫・西田雄彦

（1982年7月12日受理）

JSSLは，日本原子力研究所で開発あるいは整備したサブルーチンを集めたものであり，次の15分野（特殊関数，線形計算，固有値・固有ベクトル，非線形計算，数理計画法，極値問題，変換，関数近似，数値微積分，微積分方程式，統計，物理問題，入出力，作図，システム関数）に分類されている。本報告はその改良版の使用手引書である。

この度の改良版では，主に数理計画法，統計の分野が拡充されている。これにより，全ての分野のサブルーチンがほぼ集大成されたと見てよい。

JAERI-M 82-095

Manual for JSSL (JAERI Scientific Subroutine Library) (3rd Edition)

(Eds.) Shuji INOUE, Toichiro FUJIMURA, Tsuneo TSUTSUI and Takahiko NISHIDA

Division of Reactor Engineering,
Tokai Research Establishment, JAERI

(Received July 12, 1982)

A manual on revised version of JAERI scientific subroutine library, which is a collection of scientific subroutines developed or modified in JAERI. They are classified into fifteen fields (Special Functions, Linear Problems, Eigenvalue and Eigen vector Problems, Non linear Problems, Mathematical Programming, Extreme Value Problems, Transformations, Functional Approximation Methods, Numerical Differential and Integral Methods, Numerical Differential and Integral Equations, Statistical Functions, Physical Problems, I/O Routines, Plotter Routines, Computer System Functions and Others).

Main expansion of this version is in the fields of mathematical programming and statistical functions. The present library may be said to be a comprehensive compilation of scientific subroutines covering almost all the important fields.

Keywords: User's Manual, Scientific Subroutinre Library, Programming, JAERI

第3版・ライブラリのマニュアルについて

日本原子力研究所において開発・整備されたサブルーチンのうち，汎用性があると作成者が判断したものをライブラリ化したものがJSSL（JAERI Scientific Subroutine Library）であり，FACOM／M－200計算機に備わっているライブラリとの重複は避けられている。

JSSL マニュアル第2版[1)]（1979年9月）でかなり充実したものとなったが，今回は特に線形計画法，非線形計画法の項目が補充され空白項目を解消することができた。その他，統計のサブルーチンや作図用サブルーチンのパッケージも追加された。

また検索用情報は重要なものであるが，このマニュアルに載せても利用価値が少いので将来別の形でまとめることとしてマニュアルからははぶいた。しかし，今後とも「検索用情報」の項を登録項目に入れてあるのでご協力をお願いしたい。

今後も，登録されるサブルーチンが増え，JSSLが一層充実したライブラリとなるように大方のご協力をお願いしたい。末尾ながらJSSLにサブルーチンを登録し，さらにこのマニュアルに掲載することを快諾された登録者の方々に深謝致します。

1982年6月　　編　者

目　　次

Contents

1. 使用上の注意

JSSLのサブルーチンを使うにあたり，使用者は次のことに注意されたい。

(1) 公開の程度と範囲

登録されたサブルーチンのオブジェクトを呼び出すこと，およびソース・リストを見ることはできるが，ソース・プログラムを利用したい場合公開ルーチンについては計算センター，未公開ルーチンについては著者に問い合わせていただきたい。

(2) 引用の義務

内容の重要部分がJSSLの使用に基づく発表論文，報告書にはその旨を述べること。

(3) 関連するライブラリ

このマニュアルは前回のもの[1]の拡充であり，FACOM/M-200用のSSL-Ⅱ[2]を補う形になっている。なお，富士通（株）では現在もSSL-Ⅱ[2]を拡充中である。

(4) 登録後の変更

サブルーチンを登録した後の登録者の移動，あるいは途中での登録申込書の書式の変更にも拘らず，登録申込書が修正されていない場合がある。また，昭和55年4月に計算機が取り替えられたため，それ以前に登録されたものについては計算時間や精度が変っている可能性がある。

2. 項目別一覧表および使用法

JSSLの内容は，使い易さや登録状況を考慮し，15の大項目に分けられている。各項目は必要に応じて更に細かく分類されるが，それらに属するサブルーチンの一覧表は次の通りである。

分類番号	分類題目および表題	呼出し名 単精度	呼出し名 倍精度	ページ
〔B〕	**特殊関数**			
	誤差関数とその関連関数	ERX		7
	楕円積分（第1種，第2種）	ELI 1*		8
	ベッセル関数（第1種，第2種，第1種	BJF*		9
	変形，第2種変形）			9
	球面関数とルジャンドル陪関数		HARMS	10
	ガンマ関数	CGAMMA		12
	ガンマ関数とその対数		CDLGAM	13
〔C〕	**線形計算**			
C.1	行列の演算			
	ベクトルの内積	MC 03AS		16
	行列のスケーリング・ファクタ	MC 10A		17
C.2	連立一次方程式			
	ガウスの消去法	GELG	DGELG	19
	ガウスの消去法（最大次元指定）	GUEL 1S	GUEL 1D	20
	掃き出し法	SLERS	SLERD	22
	クラウト法	CROUT	DCROUT	23
	LU分解	DECOMM		25
	LU分解した後の解	SOLVE		26
	乗積型逆行列法	PROD		27
	エスカレータ法	ESCARS		29
	解の反復改良	SLINER	DLINER	30
	解の反復改良（誤差評価付）	MA 21A*		31
	合同法	EXACT		34
	三項方程式	TRIDIA		37
	五項方程式	PENTAD		38
	多項方程式	BAND		39
	変形LU分解法（疎行列）	LA 05A*		41
	分割法（特定の行列）	DIVMTX		44

＊ マルチエントリかあるいは他に類似のサブルーチンがあることを示す。詳しくは本文参照。

各サブルーチンの使用方法の説明は，具体的にはそれに対応する登録申込書による。しかし，似かよった機能をもつサブルーチンの中での選択を容易にするため，大項目ごとにこれらの特徴の簡単な対比がなされている。以下，一覧表の順に従い各サブルーチンの特徴および使用方法を述べる。

〔B〕特　殊　関　数

ERXは誤差，余誤差等を計算する関数副プログラムである。

SSLにあるCELI 1Sなどが完全楕円積分であるのに対し，ELI 1，ELI 2はそれぞれ第1種，第2種の不完全楕円積分である。

BJF以下は一般次数のベッセル関数で，SSLのBESJNSなどに先駆けてIBM 7079用に作られたものであり，近似式を作るときの独立変数の範囲の分け方など後者と多少異なっている。その他にも，需要の多い球面調和関数やルジャンドル陪関数のルーチン（HARMS），スターリングの漸近展開を用いた複素数ガンマ関数とその対数を与えたり誤差の評価も行えるルーチン（CGAMMA，CDLGAM）が準備されている。

ERX

〔1〕 登録申請年月日

昭和47年2月29日

〔2〕 登録者

高温熱工学　　河村　洋　　（5353）

〔3〕 表　題

誤差関数とその関連関数

〔4〕 機　能

xを与えてerf(x)，erfc(x)(＝1－erf(x))，$e^{x^2}\cdot$erfc(x)，$\sqrt{\pi}xe^{x^2}\cdot$erfc(x)を計算する。

ここで $\mathrm{erf}(x)=\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^x e^{-t^2}dt$

〔5〕 呼び出し方

erf(x)＝ERX（1，X）

erfc(x)＝ERX（2，X）

$e^{x^2}\cdot$erfc(x)＝ERX（3，X）

$\sqrt{\pi}xe^{x^2}\cdot$erfc(x)＝ERX（4，X）

X　：変数，単精度実数型，入力

ERX：関数値，単精度実数型，出力

〔6〕 使用上の注意

〔7〕 解法および参考文献

河村　洋："誤差関数（erfx）とその関連関数（erfcx, e^{x^2}erfcx, xe^{x^2}erfcx）の計算"（所内資料）（1971）

〔8〕 記憶容量

584語

〔9〕 計算時間

約2～12 MS

〔10〕 精　度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

〔14〕 公開の程度

一般公開

ELI 1

〔1〕 登録申請年月日

昭和48年1月5日

〔2〕 登録者

安全性コード開発　　小林健介　　5978

〔3〕 表　題

楕円積分（1種，2種）

〔4〕 機　能

楕円積分（1種，2種）を計算する。

〔5〕 呼び出し方

第1種　CALL ELI 1 (F, X, CK)

第2種　CALL ELI 2 (E, X, CK)

$$F = \int_0^x \frac{d\xi}{\sqrt{(1+\xi^2)(1+K'^2\xi^2)}} \qquad 0 < K'^2 < \infty$$

$$= \int_0^\varphi \frac{d\theta}{\sqrt{1-K^2\sin^2\theta}} \qquad K' = \sqrt{1-K^2}, \quad \varphi = \tan^{-1} X$$

$$E = \int_0^x \frac{\sqrt{1+K'^2\xi^2}}{(1+\xi^2)\sqrt{(1+\xi^2)}}\,d\xi$$

$$= \int_0^\varphi \sqrt{1-K^2\sin^2\theta}\,d\theta \qquad K' = \sqrt{1-K^2} \qquad \varphi = \tan^{-1}X$$

F，E：関数値，実数型，出力

X　：積分区間の上限，実数型，入力

CK　：補母数K′，実数型，入力

〔6〕 使用上の注意

〔7〕 解法および参考文献

NUM. MATH. Vol 7. '65

〔8〕 記憶容量

ELI 1が188語で，ELI 2が356語。

〔9〕 計算時間

平均で約1.9 msec（ELI 1）と2.7 msec（ELI 2）

〔10〕 精　度

ともに5桁以上。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

な　し

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

な　し

〔14〕 公開の程度

BJF

〔1〕 登録申請年月日

昭和46年12月17日

〔2〕 登録者

計算センタ　　岡田　清　　5366

〔3〕 表　題

ベッセル関数（第1種，第2種），変形ベッセル関数（第1種，第2種）

〔4〕 機　能

$J_n(x)$，$Y_n(x)$，$I_n(x)$，$K_n(x)$を計算する。

〔5〕 呼び出し方

$J_n(x)$ ： BJF（N，X）

$Y_n(x)$: BYF (N, X)

$I_n(x)$: BIF (N, X)

$K_n(x)$: BKF (N, X)

N　: 次数n，（整数型），入力

X　: 変数x，（実数型），入力

〔6〕 使用上の注意

〔7〕 解法および参考文献

筒井恒夫，岡田　清，佐野川好母："ベッセル関数SUBPROGRAM (IBM 7090 用)"（所内資料）（1963）

〔8〕 記憶容量

〔9〕 計算時間

BJF	340 語	15 MS
BYF	404 語	21 MS
BIF	319 語	14 MS
BKF	352 語	22 MS

〔10〕 精　度

単精度で，小数点以下4桁まで

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

〔12〕 言　語

〔13〕 使用エントリ名

〔14〕 公開の程度

HARMS

〔1〕 登録申請年月日

昭和53年5月31日

〔2〕 登録者

原子炉工学部　朝岡卓見　5517

〔3〕 表　題

球面調和関数とLegendre陪関数

〔4〕 機　能

$Y_{lm}(\theta, \varphi)$ と $P_l^m(\cos\theta)$ を求める。

〔5〕 呼び出し方

CALL HARMSあるいはCALL PREPAR。

これへの入出力は以下のCOMMONによる。

COMMON／YLM／YREAL，YIMAG，ARG 1，ARG 2，ARG 3，ARG 4，ALPHA，LL，MM，IWHICH，IFLOG

ここでIWHICHがフラッグで，0のときにはHARMSを直接CALLするが，|IWHICH|＝1～8のときにはPREPARを通してHARMSがCALLされる。なおIWHICHが負の際には$P_l^m(\cos\theta)$のみが求められる。以下に|IWHICH|のそれぞれの値に対する入出力を示す。

入力					出力	
整数*	倍精度実数**				倍精度実数	
|IWHICH|	ARG 1	ARG 2	ARG 3	ARG 4	ALPHA	(YREAL, YIMAG)
0	—	$\cos\theta$	φ	—	$P_l^m(\cos\theta)$	$Y_{lm}(\theta,\varphi)$の実数部，虚数部
1	—	θ	φ	—		
2	—	$\cos\theta$	φ	—		
3	—	$\cos\theta$	$\cos\varphi$	$\sin\varphi$		
4	r	θ	φ	—	$r^lP_l^m(\cos\theta)$	$r^lY_{lm}(\theta,\varphi)$の実数部，虚数部
5	r	$r\cos\theta$	φ	—		
6	r	$r\cos\theta$	$\cos\varphi$	$\sin\varphi$		
7 ***	—	x	y	$r\cos\theta$		$Y_{lm}(\theta,\varphi)$
8 ***	—	x	y	$r\cos\theta$	$r^lP_l^m(\cos\theta)$	$r^lY_{lm}(\theta,\varphi)$

* LL，MMにはすべての場合に，l，mを入力する。

** θ，φの単位は度。

*** $x=r\sin\theta\cos\varphi$，$y=r\sin\theta\sin\varphi$。

〔6〕 使用上の注意

① $\sin\theta>0$が仮定されている。

② COMMON名 YLM，EPSILOを使用している。

〔7〕 解法および参考文献

$$Y_{lm}(\theta,\varphi)=\left[\frac{2l+1}{4\pi}\frac{(l-m)!}{(l+m)!}\right]^{1/2}P_l^m(\cos\theta)\exp(im\varphi),$$

$P_l^m(x)$は，$l\geq m\geq 0$，$x\geq 0$に対して

$$P_l^{-m}(x)=\left(\frac{1-x}{1+x}\right)^{m/2}\sum_{n=0}^{l}\frac{(l+n)!}{(l-n)!}\frac{(-1)^n}{(m+n)!\,n!}\left(\frac{1-x}{2}\right)^n。$$

$-l\leq m<0$に対しては$P_l^{-m}(x)=(-1)^m\dfrac{(l-m)!}{(l+m)!}P_l^m(x)$，$x<0$に対しては

$P_l^{-m}(x) = (-1)^{l+m} P_l^{-m}(-x)$ の関係を用いる。

① N. M. Larsen : "A Program to Evaluate Associated Legendre Polynomials and Spherical Harmonics", ORNL－TM－4385 (1973)

〔8〕 記憶容量

1094 語

〔9〕 計算時間

1.5 ミリ秒程度

〔10〕 精　度

10 桁以上

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

"LL MM ARE TOO BIG SO THIS CASE CANNOT BE RUN. REMEDY -- SET IFLOG＝LL＋MM＋1 (AT LEAST) IN SUBROUTINE FACTOR AND INCREASE DIMENSION OF FACLOG TO THAT NUMBER", $l+m \geq 130$なので計算できない。RETURN。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

付属ルーチン……SPHARM, FACTER

組み込み関数……IABS, DSQRT, DEXP, DLOG, DCOS, DSIN, DARCOS

〔14〕 公開の程度

一般公開

CGAMMA

〔1〕 登録申請年月日

昭和 53 年 5 月 31 日

〔2〕 登録者

原子炉工学部　　朝岡卓見　　5517

〔3〕 表　題

ガンマ関数

〔4〕 機　能

複素変数に対するガンマ関数値を求める。

〔5〕 呼び出し方

CGAMMA (Z)

Z : 複素変数, 入力 (関数値出力も複素数型)。

〔6〕 使用上の注意

な　し

〔7〕 解法および参考文献

Stirling の漸近展開を使えるように，必要ならば引数の実数部を整数値だけ増やして計算し，その後，$\Gamma(z)=\Gamma(z+1)/z$ を用いてZ に対する関数値を求める。

① C. W. Lucas, Jr., C. W. Terrill : "Algorithm 404, Complex Gamma Function", Comm. ACM, 14, 48 (1971)

〔8〕 記憶容量

490 語

〔9〕 計算時間

1.8 ミリ秒程度

〔10〕 計算精度

6 桁程度（単精度）

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

・"ARGUMENT OF GAMMA FUNCTION IS TOO CLOSE TO A POLE", $|Z|$ が $\Gamma(z)$ の極から 1×10^{-7}以内にある。関数値に 1×10^{-7}を入れて RETURN。

・"ERROR - STIRLING'S SERIES HAS NOT CONVERGED", 次の展開項の寄与が 12 項までとっても関数値の 10^{-7} 以下にならなかった。RETURN。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

組み込み関数……REAL, AIMAG, CMPLX, INT, ABS, CABS, ALOG, CLOG, CSIN, CEXP

〔14〕 公開の程度

一般公開

CDLGAM

〔1〕 登録申請年月日

昭和 53 年 5 月 31 日

〔2〕 登録者

原子炉工学部　朝岡卓見　5517

〔3〕 表　題

ガンマ関数とそれの対数

〔4〕 機　能

複素変数に対するガンマ関数，あるいはそれの対数値を倍精度で求めると共に，結果の誤差評価も与える。

〔5〕 呼び出し方

CALL CDLGAM (Z, W, E, I)

Z : 変数の実数部と虚数部，倍精度実数型配列 Z (2)，入力。

W : 関数の実数部と虚数部，倍精度実数型配列 W(2)，出力。

E : 変数の絶対値の誤差の推定値，及び関数の絶対値の相対誤差（ガンマ関数）ある

いは絶対誤差（ガンマ関数の対数値），実数，入力及び出力。

I：フラッグ，整数，入力。

＝0，ガンマ関数の対数を求める。

＝1，ガンマ関数値を求める。

〔6〕 使用上の注意

なし

〔7〕 解法および参考文献

$Z(1)<0$ ： $\Gamma(z)=\pi/[\Gamma(1-z)\sin(\pi z)]$,

$0\leq Z(1)<f[Z(2)]$ ： $\Gamma(z)=\Gamma(z+1)/z$,

$f[Z(2)]<Z(1)$ ： Stirlingの漸近展開。

① H. Kuki："Complex Gamma Function with Error Control", Comm. ACM, 15, 262 (1972)

② H. Kuki："Algorithm 421, Complex Gamma Function with Error Control〔S 14〕", Comm. ACM, 15, 271 (1972)

〔8〕 記憶容量

798語

〔9〕 計算時間

1.5ミリ秒程度

〔10〕 精　度

ガンマ関数値で12桁程度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

なし

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

組み込み関数……ABS, DABS, DSIN, DCOS, DEXP, DLOG, DATAN 2, DMIN 1, DMAX 1, DINT

〔14〕 公開の程度

一般公開

〔C〕 線　形　計　算

行列自身の演算ではないが，MC03ASは多次元配列に格納されたベクトルの内積を計算し，MC10Aは一次方程式の解の精度を良くするためのスケーリング・ファクタを求める。

一次方程式のルーチンはどれも実行列を対象としており，MA21Aまでは非対称密行列用である。

ガウスの消去法によるルーチンはともに完全軸選択を行なっているが，データの格納の仕方が異なる。特に，GELGはIBMのプログラムの変換の便のために備えられている。CROUTで典型

的なクラウト法のルーチンであり，DECOMMでは演算の順序が計算機に合うよう考慮されている。変った解法として，エスカレーター法と乗積型逆行列法のルーチンがあるが，後者のPRODは大次元向きであり，作業用ファイルを使う。また，クラウト法で解の反復改良を行う2種類のルーチンのうち，MA21Aはスケーリングを行うほか，誤差評価もできる。EXACTは係数と定数が有理数で表わされることが条件となるが，非常に精度が良い。

疎行列による系については，三項，五項，多項（帯状）に対応してルーチンがあるが，LA05Aは一般の疎行列の非零要素のみを使って計算する。DIVMTXは差分法のときに現れる特定の行列を対象としている。

対象行列については，SYMMLQとESCASSが非定値用であり，特に前者は大次元疎行列用である。一方，正定値行列にはコレスキー法が標準的で，CHLSKBは帯行列用，MA15Cは帯幅が不定の場合を効率的に解く。また，MA17Aは疎行列用で，LA05Aのように非零要素のみを扱っている。

AAGLIPはこれのみで一次方程式を解くことはできないが，定常一階線形反復法で反復行列が非負定値のときこれを加速する。

MC03AS

〔1〕登録申請年月日

昭和52年6月30日

〔2〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　5361

〔3〕表　題

高精度内積計算

〔4〕機　能

単精度実数型の内積とある数の和

$$s = \pm c \pm \sum_{i=1}^{n} a_i b_i$$

を計算する。内積の部分は倍精度で計算される。a_i,b_iが行列のある行（列）であってもよい。

〔5〕呼び出し方

CALL MC03AS (A,L,B,M,C,S,N,IFLAG)

A——a_1が入っている変数名。実数型，入力。

L——a_iからa_{i+1}までの番地のずれ。整数型，入力。$L \geqq 1$

B——b_1が入っている変数名。実数型，入力。

M——b_iからb_{i+1}までの番地のずれ。整数型，入力。$M \geqq 1$

C——ある数c。実数型，入力。

S——cと内積の和（[4]の式のsで,どの符号を採用するかはIFLAGによる)。実数型，出力。

N——和をとる数n。整数型，入力。$N \geqq 0$。N=0のときは内積を0.とする。

IFLAG——sの式の符号のとり方を与える。整数型，入力。符号のとり方とIFLAGの値

は下の表による。

IFLAG	0	1	2	3
c	＋	＋	－	－
内　積	＋	－	＋	－

〔6〕使用上の注意

本来，アセンブラー言語で書かれるべきで，そうすると計算も速い。

〔7〕解法および参考文献

内積の部分を倍精度で計算するので，丸めによる桁落ちが単精度のときより緩和される。

参考文献 —— Marlow, S. and Reid, J.K ; AERE-R 6899 (1971)

〔8〕記憶容量

１２８語

〔9〕計算時間

$c = 1,\ a_i = b_i = (1/2)^{i-1},\ n = 10,$

$s = c + \sum_{i=1}^{n} a_i b_i$ の例で 0.096 秒以下

〔10〕精　度

上の例で　7桁

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

なし

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

なし

〔14〕公開の程度

一般公開

MC10A

〔1〕登録申請年月日

昭和５２年６月３０日（新規）

〔2〕登録者

原子炉システム　　藤村統一郎．５３６１

〔3〕表　題

行列のスケーリング・ファクタの計算

〔4〕機　能

行列**A** = (a_{ij}) が与えられた時，数値的に安定した計算を行うため，各要素の大きさを揃えるために掛けるべき定数（スケーリング・ファクタ）を計算する。

〔5〕呼び出し方

CALL　MC10A (A, N, NA, ISC, WS, ISING)

A —— 行列**A** をA $(i, j) = a_{ij}$ と入れる。実数型配列A (NA, MA)，入力。MA≧N。

N―― **A** の次数。整数型，入力。N≧1。

NA―― 配列Aの大きさを示す第1の寸法。整数型，入力。NA≧N。

ISC―― 整数のスケーリング・ファクタ。16のISC(i,1)乗が第i行に，16のISC(j,2)乗が第j列に掛けるべき数である。整数型配列ISC(N,2)，出力。

WS―― 実数のスケーリング・ファクタ。WS(i, 1)＝16**ISC(i, 1)，WS(j, 2)＝16**ISC(j, 2)である。実数型配列WS(N,4)，出力。

ISING―― 計算の状態を示す。整数型，出力。0のとき正常，iのとき第i行が，－jのとき第j列かすべて0であったことを示す。2度以上起こると，最後に検出された方が出力される。

〔6〕使用上の注意

① FACOM M－200でしか使えない。

② ISCとWSは必要な方を使えばよい。

③ WS(N, 3～4)は作業領域である。

④ ISING≠0となったとき，この値からは何組零行または零列があるか不明であるが，零でない行や列のスケーリング・ファクタはISCとWSに正しく入っており，零行や零列に対応するISCは0，WSは1.0となっているのでそのまま使える。

〔7〕解法および参考文献

$f_{ij} = \log_2 |a_{ij}|$ とするとき，$\Sigma(f_{ij} - \rho_i - c_j)^2$ を最小にする ρ_i，c_j を計算する。反復法による解法であるし，実用上も正確にこれらを求める必要はなく，ISC(i, 1)＝$-\rho_i + k_i$，ISC(j, 2)＝$-c_j + k_j$（kはある定数）と整数化される。従って**A**にスケーリングをした後は a_{ij}*WS(i, 1)*WS(j, 2)がほぼ16の0乗となる。

参考文献 ① Marlow, S. and Reid, J.K.: AERE－R 6899 (1971)

② Curtis, A.R. and Reid, J.K.: AERE note TP. 444 (1971)

〔8〕記憶容量

1230語

〔9〕計算時間

$$\mathbf{A}_1 = \begin{pmatrix} 2^{-13} & 2^{-10} \\ 2^{-9} & 2^{-6} \end{pmatrix}, \quad \mathbf{A}_2 = \begin{pmatrix} 2^{1} & 2^{4} \\ 0 & 2^{8} \end{pmatrix}, \quad \mathbf{A}_3 = \begin{pmatrix} 2^{15} & 2^{18} \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

の例で0.075秒以下

〔10〕精　度

整数におきかえるため，精度は無関係

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

なし

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

ABS，AND，SIGN（ともに組込み関数）

〔14〕公開の程度

一般公開

GELG

〔1〕登録申請年月日

昭和５０年５月２７日

〔2〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　５３６１

〔3〕表　題

連立一次方程式の解法

〔4〕機　能

AX＝Rを解く

但し　A：（m，m）行列

X，R：（m，n）行列

で実数。

特徴── IBMにも登録されているので変換のとき特にデックを必要としない。

〔5〕呼び出し方

CALL　GELG（R，A，M，N，EPS，ILL）

M── 整数型。行列Aの次数（M≧1），入力。

N── 整数型。定数行列Rの列の数（N≧1），入力。

R── 実数型。一次元または二次元の配列で定数を入れ，解Xが入る（入出力）。

A── 実数型。ふつう二次元の配列で係数を入れる。入出力。

EPS── 実数型。行列式の０判定に使う。（$0<\varepsilon<1$），ふつう1.0E－7，入力。

ILL── 整数型。解が求まったかどうかを示す。出力。

－１のとき……行列式の値が０となった。（RETURN）

1≦ILL ……計算の途中，pivotがAの要素の絶対値の最大のEPS倍以下になり，Aの階数が事実上ILLであることを示す。

（計算は続行するが解の精度は悪い）

0 ……解が正常に求まった。

倍精度計算のとき（他の変数は単精度のときを参照）

CALL　DGELG（R，A，M，N，EPS，ILL）

R，A　倍精度にする。

EPS　ふつう1.0D－15にする。

〔6〕使用上の注意

配列A，Rの大きさの決め方（CALLする前に定数でとる）

(i)　M＝1，N＝1　配列は不要

(ii)　M＝1，N＞1　A，RともにN以上の一次元配列

（ともに初めのNに必要な係数を入れる）

(iii)　M＞1，N＝1　A，RともにM以上の一次元配列

（ともに初めのMに必要な係数を入れる）

(iv) M＞1，N＞1　Aは(M)×（M_1）の配列，$M_1 \geqq M$。
Rは(M)×（N_1）の配列，$N_1 \geqq N$。
（ともに初めのM列，N列に必要な係数を入れる。）

〔7〕解法および参考文献

解法―Gaussの消去法。完全軸選択。

IBM Corp.: "IBM Application Program, System/360 Scientific Subroutine Package (SSP) VersionⅢ, Programer's Manual," H20―0205―3, IBM Corp. (1968)

〔8〕記憶容量

記憶容量　502語
時　間　M＝4，N＝3で　1秒以下
精　度　M＝4で　5桁
倍精度のとき
記憶容量　680語
時　間　M＝4，N＝3で　1秒以下
精　度　M＝4で　15桁

〔9〕計算時間

〔10〕精　度

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

メッセージは出ない。

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

〔14〕公開の程度

一般公開

GUEL 1S

〔1〕登録申請年月日

昭和51年12月19日

〔2〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　5361

〔3〕表　題

連立一次方程式の解法

〔4〕機　能

同一係数，多ケースの方程式

$$\begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1m} \\ \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{nm} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{11} & \cdots & b_{1m} \\ \vdots & & \vdots \\ b_{n1} & \cdots & b_{nm} \end{pmatrix}$$

を解く。

（a_{ij}）は一般の実数，（b_{ik}）も実数であり，両者の格納の仕方に特徴がある。（別々の配列に入れる）

〔5〕呼び出し方

CALL GUEL1 S (A,B,NDIM,N,M,EPS,IER)

CALL GUEL1 D (A,B,NDIM,N,M,EPS,IER)

A　：係数（a_{ij}）を入れる単精度（倍精度）2次元実数型配列（NDIM,L_1）。
　　但し$L_1 \geqq$NDIM。入出力。

B　：定数（b_{ik}）を入れる単精度（倍精度）2次元実数型配列（NDIM,L_2）。
　　但し$L_2 \geqq M$。解（x_{ik}）が入る。入出力。

NDIM: 配列AやBの大きさを示す数。整数型。入力。NDIM≧N。

N　：行列（a_{ij}）の次数n。整数型，入力。N≧1。

M　：ケースの数m。整数型，入力。M≧1。

EPS：$\max_{ij} |a_{ij}| \times$EPS≧ピボットのとき非正則とみなすための助変数。単精度（倍精度）実数型，入力，ESP≧0.（ふつう1.0E－6（1.0D－14））。

IER：－1＝NDIM，N，M≧1かつNDIM≧Nでないときや $\max_{ij}|a_{ij}| = 0$
　　1～N－1＝非正則とみなされたとき，行列（a_{ij}）の階数
　　0＝正常終了

を示すエラコード。整数型出力。

〔6〕使用上の注意

なし

〔7〕解法および参考文献

完全軸選択によるガウスの消去法

（IBMのGELGの改良）

〔8〕記憶容量

約520語（828語）

〔9〕計算時間

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 5 \\ 3 & 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 14, & 32 \\ 32, & 77 \\ 23, & 68 \end{pmatrix}$$

EPS＝1.0E－6

（a_{ij}）　（x_{jk}）　（b_{ik}）

の例で0.01秒（0.01秒）

〔10〕精　度

上の例で5桁（17桁）以上。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

なし

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

ABS(DABS)

〔14〕 公開の程度

一般公開

SLERS

〔1〕 登録申請年月日

昭和４６年１２月１７日

〔2〕 登録者

原子炉システム　井上修二　５３２２

〔3〕 表　題

連立一次方程式（スィープアウト法）

〔4〕 機　能

$\vec{A}\vec{x}_i=\vec{b}_i$ から逆行列 A^{-1} 及び解ベクトル $\vec{x}_i$ を計算する。

〔5〕 呼び出し方

単精度　CALL SLERS （C，L，NM，M）

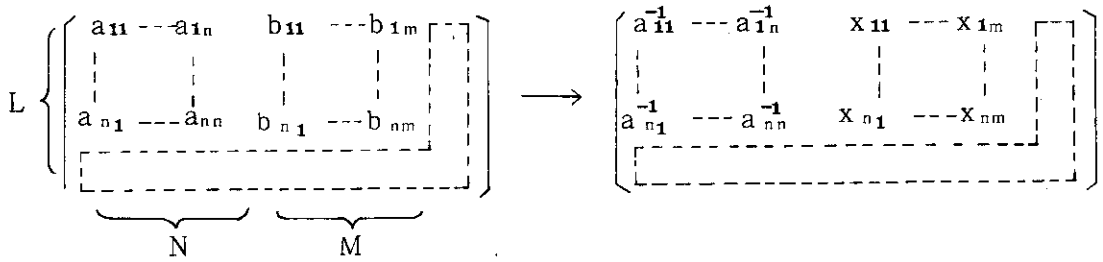
倍精度　CALL SLERD （C，L，NM，M）

C　：係数行列Ａ及びベクトル b_i を入力し，逆行列 A^{-1} および b_i を出力する。
単精度実数型配列。（SLERDでは，倍精度実数型）入出力。（下図参照）

L，NM　：配列Ｃの次元。（整数型），入力，$L \geq N+1$，$NM \geq N+M$ とする。

N　：連立一次方程式の元数（整数型），入力。

M：ベクトル b_i の個数（整数型），入力。
（M＝０とおくと，逆行列のみを計算する）



入　力　　出　力

ここで，$A^{-1} = (a_{ij}^{-1})$

〔6〕 使用上の注意

〔7〕 解法および参考文献

Sweep out法。no pivoting.但し，軸が0になったときのみ他の行をたして非零にする。

〔8〕 記憶容量

Single ： 452語　11msec.　5～6桁…… 6次　M＝2

Double： 494語　12msec.　17～18桁…… 6次　M＝2

〔9〕 計算時間

〔10〕 精　度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

1. RANK DEGEN.　IC=XX

内容：マトリックスの行列式の値が0になる。XX列目をはきだした結果0ベクトルになった。

処置：RETURN

2. ERROR IN SLER

内容：右辺のベクトルの数Mが負である。

処置：RETURN

〔12〕 言　語

〔13〕 使用エントリ名

〔14〕 公開の程度

一般公開

CROUT

〔1〕登録申請年月日

昭和46年12月17日

〔2〕登録者

原子炉システム　堀上邦彦　5322

〔3〕表　題

連立一次方程式（クラウト法）

〔4〕機　能

連立一次方程式の解を求める。

C・X＝b

〔5〕呼び出し方

単精度：CALL CROUT（N，A，X，M1，M2）

倍精度：CALL DCROUT（N，A，X，M1，M2）

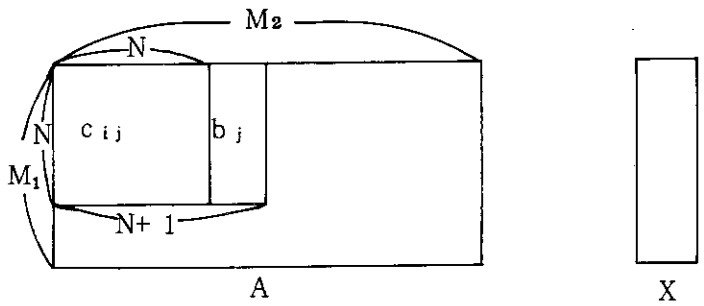
N：行列の次数，整数型，入力。

A：行列（下図参照），（CROUTでは単精度，DCROUTでは，倍精度の実数型2次元配列）入力。

X：答が格納される。（CROUTでは，単精度，DCROUTでは，倍精度の実数型配列）出力。

M1：Aの次元，整数型，入力。

M2：M1＋1，整数型，入力。



〔6〕使用上の注意

なし。

〔7〕解法および参考文献

Crout法。部分軸選択。

〔8〕記憶容量

〔9〕計算時間

〔10〕精　度

Fortran statementの数が約70枚。

（5×5）行列で9 msec，下一桁に誤差がある。

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

1. THIS CAN NOT BE SOLVED BECAUSE OF A（1，1）EQUAL TO ZERO.
2. THE（XX）COLUMN ARE ALL ZERO.
3. THIS CAN NOT BE SOLVED BECAUSE OF A（N，N）EQUAL TO ZERO.

内容：partial pivotingを行なっているので，その際零要素以外にpivotとなる値がない。1.は第1列目，3.は第N列目（最後の列），2.はそれ以外の列に対してメッセージが出される。

処置：RETURN

〔12〕言　語

Fortran

〔13〕使用エントリ名

〔14〕公開の程度

一般公開

DECOMM

〔1〕登録申請年月日

昭和５２年１１月２日

〔2〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　５３６１

〔3〕表　題

行列のLU分解（記憶領域の効率的取扱い）

〔4〕機　能

A＝（a_{ij}）をn次の実行列とするとき，記憶された要素を効率的な順序で処理するので、普通のLU分解より速い。

〔5〕呼び出し方

CALL DECOMM（N, NDIM, A, IP）

N――行列**A**の次数n。整数型，入力。N≧1。

NDIM――配列Aの大きさを示す第一の寸法。整数型，入力。NDIM≧N。

A――行列を処理する。２次元実数型配列　A（NDIM, NDIM），入出力。このルーチンを呼ぶ前に行列**A**を，A（i, j）＝a_{ij}と入れる。呼んだ後は，**A**のLU分解が入る。

IP――軸選択のための作業領域。１次元整数型配列　IP（NDIM），出力。

〔6〕使用上の注意

① det **A**＝0のとき，IP(n)＝0となり，計算は中止される。

② Ip(n)≠0　（正常終了）のときも，配列AやIPの内容は複雑でユーザは利用しにくい。

③ det **A**は，$Ip(n) \times \prod_{i=1}^{n} A(i,i)$で計算できる。

④ 連立一次方程式を解くときは，引数の値を変えないでSOLVEを呼ぶ。

〔7〕解法および参考文献

部分軸選択によるガウスの消去法でLU分解を行う。

C.B.Moler :“ Algorithm 423, Linear Equation Solver 〔F４〕”, CACM 15, 274 （1972）

〔8〕記憶容量

４２２語

〔9〕計算時間

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 0 \end{pmatrix}$$ の例で0.094秒

〔10〕精　度

上の例で７桁

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

なし

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

ABS

〔14〕公開の程度

一般公開

SOLVE

〔1〕登録申請月日

昭和49年9月1日

〔2〕登録者

原子炉システム　堀上邦彦　5322

〔3〕表　題

LU分解の連立一次解（記憶領域の効率的取扱）

〔4〕機　能

n次の実行列**A**が正規で既にLU分解されているとき，この結果を使って連立一次 方程式 **A x** ＝ **b** を解く。記憶された要素を効率的な順序で処理するので計算が速い。

〔5〕呼び出し方

CALL SOLVE（N, NDIM，A，B，IP）

N――― 行列**A**の次数n。整数型，入力。N≧1。

NDIM―― 配列Aの大きさを決める第1の寸法。整数型，入力。NDIM≧N。

A――― 行列**A**のLU分解を入れる。2次元実数型配列A（NDIM, NDIM），入力。

B――― 定数ベクトルを入れる。1次元実数型配列B（NDIM），入出力。計算の結果，解ベクトル**x**が入る。

IP――― 軸選択の情報を入れる。1次元実数型配列，入力。

〔6〕使用上の注意

① 配列AやIPの入力の詳細が記述されていないのは，その規則が複雑なためで，ふつうはこのルーチンを呼ぶ前にLU分解のルーチン DECOMMを呼び，その結果を入力に用いる。DECOMMからこのルーチンを呼ぶまでに変えてよい引数はBのみである。

② IP（n）＝0またはあるi（1≦i≦n）でA（i，i）＝0となっているとき，このルーチンを呼ぶとエラーとなる。

〔7〕解法および参考文献

部分軸選択による前進消去と後退代入。

C.B.Moler：“Algorithm 423, Linear Eguation Solver 〔F 4〕”，Comm. ACM 15，274（1972）

〔8〕記憶容量

２９８語

〔9〕計算時間

$$A=\begin{pmatrix} 7 & 8 & 0 \\ -4/7 & 6/7 & 3 \\ -1/7 & -1/2 & 6/2 \end{pmatrix}, \quad B=\begin{pmatrix} 14 \\ 32 \\ 23 \end{pmatrix}$$ のとき0.０９５秒

〔10〕精　度

上の例で７桁

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

なし

〔12〕言　語

ＦＯＲＴＲＡＮ

〔13〕使用エントリ名

なし

〔14〕公開の程度

一般公開

PROD

〔１〕登録申請年月日

昭和５２年１月２０日

〔２〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　５３６１

〔３〕表　題

乗積型逆行列法による連立一次方程式の解法

〔４〕機　能

（ｎ，ｎ）行列$A=(a_{ij})$，（ｎ，１）ベクトル$b=(b_i)$が実数のとき$Ax=b$を解く。Ａが大次元のとき有効で，２つのファイルを用いる。

〔５〕呼び出し方

CALL PROD (N, EPS, NS)

N ……方程式の次数。整数型，入力。

EPS …零判定用定数（ふつう10^{-6}くらい）。実数型，入力。

NS ……計算の結果を示す。１のとき正則，０のとき非正則。整数型，出力。

〔６〕使用上の注意

① ユーザーはCALLに先立ち，

```
      DO XX j=1, N
   XX WRITE (1) (a_ij, i=1, N)
      WRITE (1) (b_i, i=1, N)
```

の文によりファイル１にＡ，Ｂの要素を与えておく。

ＣＡＬＬのあと，NS＝１であれば，解の（ｎ，１）ベクトル；$x=(x_i)$は

ENDFILE 1
BACKSPACE 1
BACKSPACE 1
READ(1)(x_i, i=1, N)

の文によりファイル1（ふつう//␣EXPAND␣DISK，DDN=FT01F001）から得られる。

② 作業用にファイル2（ふつう//␣EXPAND␣DISK，DDN=FT02F001）を定義すること。

③ PRODではLABELED COMMON,
COMMON／LABA／A(500)
COMMON／LABE／E(500)
COMMON／LABIS／IS(500)
を用いて，N≦500まで解けるようになっている。N＞500（例えばN=700）のときは，ユーザーのルーチンで
COMMON／LABA／A(700)
.....
のように拡張すること。

〔7〕解法および参考文献

乗積型逆行列法。参考文献；磯田和男・大野豊　監修「FORTRANによる数値計算ハンドブック」，オーム社（1971）

〔8〕記憶容量

2024語

〔9〕計算時間

$A=\begin{pmatrix}1&2&3\\4&5&6\\7&8&10\end{pmatrix}$，$b=\begin{pmatrix}1&4\\3&2\\5&3\end{pmatrix}$ の例で0.1秒

〔10〕精　度

上の例で7桁

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

なし

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

組込みルーチン――ABS

〔14〕公開の程度

一般公開

ESCARS

〔1〕登録申請年月日

昭和52年11月8日

〔2〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　5361

〔3〕表　題

連立一次方程式（エスカレータ法，非対称）

〔4〕機　能

A=（a_{ij}）をn次の実行列，**x**=（x_i），**y**=（y_i），**b**=（b_i）をn次列ベクトルとするとき，連立一次方程式，$\mathbf{A}\mathbf{x}=\mathbf{b}$および$\mathbf{A}^t\mathbf{y}=\mathbf{b}$を解く。

〔5〕呼び出し方

CALL ESCARS (A, W, N1, N, IOP, IERR)

A――**A**および**b**を入れる。2次元実数型配列
A(N1, N2)，入力。N2≧N+1。A(i, j)=a_{ij}，A(i, N+1)=b_iとする。
IOP=2のときは更にA(N+1, i)=b_iとする。これらは計算後も保存される。

W――作業領域，2次元実数型配列W(N1, N3)，出力。
N3≧N+1。W(i, N+1)にx_iが出力される。
IOP=2のときは更にW(N+1, i)にy_iが出力される。

N1――AやWの配列の大きさを決める第1の寸法。整数型，入力。IOP=1のときN1≧N，IOP=2のときN1≧N+1とする。

N――次数n。整数型，入力。N≧1。

IOP――計算のオプション。整数型，入力。$\mathbf{A}\mathbf{x}=\mathbf{b}$を解くとき1，$\mathbf{A}^t\mathbf{y}=\mathbf{b}$も解くとき2とする。

IERR――計算の結果を示す。整数型，出力。正常のとき0，非正則のとき正となる。

〔6〕使用上の注意

なし

〔7〕解法および参考文献

エスカレーター法。

V.N.Faddeeva (C.D. Benster tr.):Computational Methods of Linear Algebra", Dover Publications, Inc., New York (1959)

〔8〕記憶容量

578語

〔9〕計算時間

$$\mathbf{A}=\begin{pmatrix}1&2&3\\4&5&6\\7&8&0\end{pmatrix},\quad \mathbf{b}=\begin{pmatrix}14\\32\\23\end{pmatrix},\quad \text{IOP}=2\text{のとき}$$

0.093秒

〔10〕精　度

上の例で8桁

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

PIVOT＝0. IN ESCARS AT j－TH STAGE

j番目の軸が0. となった，RETURN。

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

なし

〔14〕公開の程度

一般公開

SLINER

〔1〕登録申請年月日

昭和48年5月17日

〔2〕登録者

原子炉システム　堀上邦彦　5322

〔3〕表　題

連立一次方程式の解法

〔4〕機　能

反復改良法により高精度の解を求める。（単精度と倍精度）。

〔5〕呼び出し方

CALL SLINER（N, NDIM, A, UL, B, X, IP, R, NITER）

N　：未知数の数（行列の次数）整数型，入力。

NDIM：Variable dimensionの引数，整数型，入力。

A　：係数行列，実数型，A（NDIN, NDIM），入力。

UL　：三角分解の結果が格納される。実数型，UL(NDIM, NDIM)，temporary

B　：右辺ベクトル（AX＝b）実数型，B(NDIM)，入力。

X　：解ベクトル（　〃　）実数型，X(NDIM)，出力。

IP　：行変換の情報を格納　整数型，IP（NDIM），temporary

R　：残差ベクトル　実数型，R(NDIM)，temporary

NITER：反復の回数　整数型，　出力。

倍数精度計算のとき

CALL DLINER（N, NDIM, A, UL, B, X, IP, R, NITER）

但し，A, UL, B, X, R は倍精度実数型にする。

〔6〕使用上の注意

〔7〕解法および参考文献

解法――反復改良法

資料――堀上邦彦:“連立一次代数方程式の精密計算プログラム（SLINER, DLINER)”(所内資料)（１９７３）

但し，倍精度計算のとき，変数の倍精度化に４倍精度を用いている。

〔８〕記憶容量

単精度のとき 1.2 K+(2 N^2 + 4 N) 語。

倍精度のとき 2.2 K+(4 N^2 + 8 N) 語。

〔９〕計算時間

４次行列（反復回数＝２）で１２msec。

倍精度のとき，７次行列（反復回数＝２）で５３６msec。

〔10〕精　度

７次のHilbert行列で７桁。倍精度のとき，１２次のHilbert行列で１７桁。

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

- SINGULAR MATRIX IN DECOMPOSE

  三角分解の過程でピボットがゼロになった。RETURN

- NO CONVERGENCE IN IMPROVE MATRIX IS NEARLY SINGULAR

  反復計算の打ち切り回数（＝１５）に達しても収束しなかった。RETURN

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

SLINER ― DECOMP, SOLVE, IMPROV

DLINER ― DECOMD, SOLVED, IMPROD, RESID, PRODCT, DWORD

両方に　― SINGUT

〔14〕公開の程度

MA21A

〔１〕登録申請年月日

昭和５２年６月３０日　　（新規）

〔２〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　５３６１

〔３〕表　題

誤差評価付きの連立一次方程式の解法

〔４〕機　能

機能

① **A**を実非対称行列で密とするとき，**Ax**＝**b** を解く。同一係数，多ケースの方程式も考慮されている。

② $\mathbf{A}^{-1}$を計算する。

③ det **A**を計算する。

特徴

① 部分軸選択によるクラウト法

② 解の反復改良とスケーリングが選定できる。

③ 誤差評価を行う。

④ 倍精度，複素係数，倍精度複素数の場合へ容易に修正できる，マルチ・エントリのプログラムである。

〔5〕呼び出し方

一次方程式のときCALL MA21A (A, IA, N, B, W, E)

逆行列のとき　CALL MA21B (A, IA, N, W, E)

行列式のとき　CALL MA21C (A, IA, N, DET, IDET, W)

多ケースのとき　CALL MA21D (A, IA, N, B, M, W, E)

A――MA21A／B／Cを呼ぶとき係数行列$\mathbf{A}=(a_{ij})$を，$A(i,j)=a_{ij}$ の順序で入れる。MA21A／C／Dを出たとき$\mathbf{A}$の$\mathbf{LU}$分解が，MA21Bを出たとき$\mathbf{A}^{-1}$が入っている。実数型配列A（IA，NA)。入出力。NA≧N。

IA――配列Aの第1の寸法。整数型，入力。IA≧N。

N ――行列$\mathbf{A}$の次数。整数型，入力。N≧2。

B ――MA21A／Dを呼ぶとき定数ベクトルを入れる。これらを出るとき解ベクトル$\mathbf{x}$が入る。実数型配列B(IB)，IB≧N。入出力。

W――作業領域。実数型配列W(IW)，出力。

① 反復改良を行ない，MA21A/B/Dを呼ぶときIW≧N*(N+5)

② 反復改良を行なわず，スケリーグを行ない，MA21A/B/C/Dを呼ぶときIW≧N*6

③ 反復改良とスケーリングを行なわず，MA21A/C/Dを呼ぶとき，IW≧N，MA21Cを呼ぶときIW≧N*2

とする。

E ――入力で，反復改良の有無を指定すると，エラー状態が出力される。実数型，入出力。

入力：E＞0.―反復改良を行なう。

E≦0.―反復改良を行なわない。

出力：E＝－2.―計算続行不能

E＝－1.―計算は続行するが結果はあてにならない。

E＝0.―反復改良なしの正常の終了

E＞0.―反復改良を行なった場合の正常終了。Eの値は，MA21A呼んだときは$E=\max_i|d_i^{(k)}|$（但し$d_i^{(k)}$は$\mathbf{d}^{(k)}=\mathbf{x}-\mathbf{x}^{(k)}$の第i要素で，$2\max_i|d_i^{(k+1)}|>\max_i|d_i^{(k)}|$で収束したと判定)。MA21Bを呼んだときは$E=\max_j E_j$（但し$E_j$は方程式$\mathbf{A}\mathbf{x}_j=\mathbf{e}_j=(0\cdots\cdots0\ \overset{\vee}{1}\ 0\cdots\cdots0)^t$の誤差)。これらはともに$\mathbf{A}$や$\mathbf{b}$のデータに誤差がないとした場合である(そうでないとき，$\mathbf{A}$，$\mathbf{b}$の使用の都度，乱数で処理された値が$\mathbf{A}$，$\mathbf{b}$の正確な値とみなされる)。

DET ――行列式の値のオーバー（アンダー）フローしない部分。実数型，出力。

IDET ――行列式の値がオーバー（アンダー）フローしたときの指数部分。整数型，出力。

$\det \mathbf{A} = DET * 2^{IDET}$ と表わされる。

〔6〕使用上の注意

① ユーザは次のルーチンを用意しなければならない。

```
BLOCK DATA
COMMON/MA21E/LP, JSCALE, EA, EB
DATA  LP/ 6/,JSCALE/ 1/
DATA  EA/ 0.5E－06/,EB/ 0.5E－06/
END
```

各変数の意味は次の通りであり，ユーザが変えることができる。

LP――― メッセージを出力する機番。整数型。

JSCALE－スケーリングの指定。整数型。1のときスケーリングを行ない，0または負のとき行なわない。スケーリングを行なうと，精度はよくなるが余分に計算時間がかかる。

EA ―――行列**A**のデータの誤差範囲を与える。実数型。

正のとき，相対誤差 $\max_{ij} |\bar{a}_{ij} - a_{ij}| / |a_{ij}|$ を示す。負のときは，－EAが絶対誤差 $\max_{ij} |\bar{a}_{ij} - a_{ij}|$ を示す。0のとき，データ $\bar{a}_{ij}$ は正確（$\bar{a}_{ij} = a_{ij}$）とみなされる。

EB―――定数ベクトル**b**のデータ誤差を，EAと同様に示す。実数型。

② MA21A/B/Cは呼ぶ前に必ずAに行列**A**を入れるため，どの順序で呼んでもよい。しかしMA21DはMA21Aを呼んだ直後に（B，E以外の引数の内容を変えないうちに）呼ばなければならない。また，MA21AでE≦0.としたあと，MA21DでE＞0.としてはならない。

③ スケーリングがうまく行なわれていなくて反復改良を行なうとき，**A**の要素の中に極めて大きいものがあると誤差Eが過大評価される恐れがある。そのため，MA21A/D を呼んだときは $\mathbf{x}_i$ の誤差が W(N+i)で，またMA21Bを呼んだときは a_{ij}^{-1} の誤差が W(N+i)＊W(j)で示されるので，それらを参照すればよい(但し，スケーリングを行なう場合に限る)。

④ 現在，内積を行なう付属ルーチンMC03ASはFORTRANで書かれているので，FASPで書かれたものを用いると速い。

〔7〕解法および参考文献

参考文献 Marlow, S. and Reid, J. K., AERE－R6899(1971)

〔8〕記憶容量

1232語

〔9〕計算時間

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 0 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{b}_1 = \begin{pmatrix} 6 \\ 15 \\ 15 \end{pmatrix} \text{ と } \mathbf{b}_2 = \begin{pmatrix} -7 & 4 \\ -1 & 8 & 2 \\ -1 & 7 & 3 \end{pmatrix}$$

の2ケースの一次方程式と $\mathbf{A}^{-1}$,

det **A** の計算で 0.048秒以下

〔10〕精　度

上の例で一次方程式のとき7桁，逆行列のとき6桁で，行列式のときは8桁以上。

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

① MA21A/D を呼んだとき

MA21A(/D) HAS FOUND THAT PIVOT-----。ピボットが零か小さくなった。

E=－1.とおき反復改良はせずに計算を続行。このメッセージは各エントリで1回しか出ず，かつ答えもあてにならない。

② MA21B を呼んだとき

ERROR RETURN FROM MA21B PIVOT IS ZERO。ピボットが0になった。

E=－2.とおき RETURN する。ピボットが小さくなったときは ① と同様。

③ N＜2 として MA21A/B/C/D を呼んだとき

ERROR RETURN FROM MA21□ N IS □。E=－2.として RETURN する。

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

組込み――― ABS, AMAX1, IABS

既存JSSL ― URAND, RANSET, MC10A, OFLOWS, MC03AS

〔14〕公開の程度

一般公開

EXACT

〔1〕登録申請年月日

昭和52年11月13日

〔2〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　5361

〔3〕表　題

連立一次方程式（合同法）

〔4〕機　能

$\mathbf{A}=(a_{ij})$, $\mathbf{B}=(b_{ij})$ をそれぞれ，$(n\times n)$，$(n\times m)$ の整数行列とするとき，mケースの連立一次方程式 $\mathbf{AX}=\mathbf{B}$ を解くとともに det **A**, $\mathbf{Y}=\mathbf{A}^{adj}\mathbf{B}$ を計算する。整数演算のため丸めの誤差の蓄積がない。

〔5〕呼び出し方

CALL EXACT (A, N, IN, B, M, IM, IMPIN, IMIN1, NDIGIT, KPRIME, NOPRIM, NO2, X, DET, IER, MULTL, LCOUNT, ATEMP, MM, RY, W, V)

A――― 係数行列**A** を入れる。2次元整数型配列　A (IN, IN)，入力。A (i, j)=a_{ij} とする。

N――― 行列**A** の次数n 。整数型，入力。　N＞1。

IN――― 配列A, B, Xの大きさを決める数。整数型，入力。 IN≧N。

B ――― 定数行列**B**を入れる。2次元整数型配列 B (IN, IM)，入力。 B (i, j) = b_{ij} とする。

M――― 連立方程式のケースの数m。整数型，入力。 M≧1。

IM――― 配列BやXの大きさを決める数。整数型，入力。IM≧M。

IMPIN――配列ATEMPの大きさを決める数。整数型，入力。 IMPIN=IM+IN。

IMIN1――配列MULTLやRYの大きさを決める数。整数型，入力。 IM＊IN+1

NDIGIT― 大きな整数を2語以上に分けて入れるとき，1語に入れる整数の桁。整数型，入力。1語で表現できる最大の整数 i_{max} に対し，$10^{2\times NDIGIT} \leqq i_{max}$ とする。

KPRIME― 合同法の法の基に使われる素数。1次元整数型配列 KPRIME (NOPRIM)、入力。

NOPRIM―KPRIMEに入れる素数の数。整数型，入力。NOPRIM≧1。

NO2――― 配列WやVの大きさを決める数。整数型，入力。NO2＝2＊NOPRIM。

X――― 解行列**X**が入る。2次元実数型配列 X (IN, IM)，出力。Bと同様にX(i, j) = x_{ij} と入れられる。

DET――― 実数化されたdet (**A**) が入る。実数型、出力。

IER――― 計算の終了状態を示す。整数型、出力。IERの値とそのときの状態は次の通りである（一部〔6〕の④を参照）。

0……正常

1……素数の数や大きさが不充分

2……どの素数を基にした法についてもdet (**A**) が0となった。

3……入力された整数 (N, M, IN, IM, IMPIN, IMIN1, NO2) が正しくない。

MULTL―**Y**やdet(**A**)を何語にも分けて格納する。2次元整数型配列 MULTL (IMIN1, NOPRIM)，出力。 MULTL (1, ℓ) にy_{11}が，MULTL (2, ℓ) にy_{21}が，……，MULTL (n × m, ℓ) に y_{nm} がそれぞれℓ = 1 ～ LCOUNT 語に分けて下の桁から入れられる。MULTL (n×m+1, ℓ) には同様に det(**A**) が入れられる（〔6〕の⑤項参照）。

LCOUNT―配列 MULTL に**Y**や det(**A**)を何語にも分けて格納したとき，最も上の桁が入る欄を示す。整数型，出力。1 ≦ LCOUNT ≦ NDIGIT。

ATEMP―作業領域。2次元整数型配列 ATEMP (IN, IMPIN)，出力。

MM ―― 作業領域。1次元整数型配列 MM (NOPRIM)，出力。

RY――― 作業領域。1次元実数型配列 RY (IMIN1)，出力。実数化された**Y**や det(**A**) が MULTL と同様の順に入れられる。

W――― 作業領域。1次元整数型配列 W (NO2)，出力。

V――― 作業領域。1次元整数型配列 V (NO2)，出力。

〔6〕使用上の注意

① 解 **X** = (x_{ij}) は (n × m) の有理行列であるが，出力のときに実数化される。

② $\mathbf{A}^{adj}$ とは**A**の余因子行列の転置で，その (i, j) 要素は**A**から第j行と第i列を除いた

小行列の行列式に $(-1)^{i+j}$ をかけたものである。

③ FACOM 230－75 計算機の最大整数は $i_{max} = 2^{35} - 1 = 34359738367$ である。

④ 素数 KPRIME(i)(i= 1 ～ NOPRIM) の選び方は次による。説明のため KPRIME(i)= p_i, NOPRIM= p とする。

(i) $p_i \neq p_j$ ($i \neq j$) とする。

(ii) $p_i \times p_j \leqq i_{max}$ とする。

(iii) $\det \mathbf{A} \not\equiv 0 \pmod{p_i}$ なる i に対して $|\det \mathbf{A}| \leqq \prod_i p_i$ とする。

(iv) $\det \mathbf{A} \not\equiv 0 \pmod{p_k}$ なる k に対して $\max_{ij} |y_{ij}| \leqq \prod_k p_k$ とする。

(v) $|b_{kl}| \neq 0$ なる b_{kl} に対して $2\left[\prod_{i=1}^{n}\left(\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^2\right)^{\frac{1}{2}} \prod_{k=1}^{n} \prod_{l=1}^{m} |b_{kl}|\right] \leqq \prod_{i=1}^{p} p_i$ とする。

(vi) 素数の数は多すぎてもよい。

(vii) 素数の大小順は任意である。
素数 p_i は実際には $(i_{max})^{\frac{1}{2}}$ くらいのものから段々小さいものを選んでゆき，ほぼ $2 \times n^{\frac{n}{2}} a^n b^{nm} \sim \prod_{i=1}^{p} p_i$ (a, b は a_{ij}, b_{kl} の最大値) で止める。この結果, IER= 1 または 2 となったら更に付け加える。また，多すぎるときは取り除く。

⑤ MULTL に出力された det **A** や $\mathbf{A}^{adj}$ **B** は，例えば次のようにプリントすればよい。

```
      WRITE (6, 10)
   10 FORMAT (2X, 'MULTILENGTH DIGITS OF Y'/)
      MTN=M*N
      MN 1=MTN+1
      L 1=LCOUNT+1
     DO 20 I=1, MTN
   20 WRITE(6, 30)(MULTL(I, L 1-J), J= 1, LCOUNT)
   30 FORMAT (2X, 10I8)
      WRITE (6, 40)
   40 FORMAT (2X, /,' DETERMINAT OF A', /)
      WRITE (6, 30)(MULTL(MN 1, L 1- J), J= 1, LCOUNT)
```

〔7〕解法および参考文献

合同法 $\mathbf{AX} \equiv \mathbf{B} \pmod{p_i}$ (i= 1 ～ p) により解く。J. A. Howell : "Algorithm 406, Exact Solution of Linear Equations Using Residue Arithmetic〔F 4〕", Comm. ACM, **14**, 180－184 (1 9 7 1).

〔8〕記憶容量

3 3 3 0 語

〔9〕計算時間

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} -4 & 120 & -480 & 420 \\ 30 & -600 & 2700 & -2520 \\ -60 & 900 & -4320 & 4200 \\ 35 & -420 & 2100 & -2100 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{B} = \mathbf{I}_4$$

の例で　0.008秒

〔10〕精　度

8桁（誤差は唯一度の有理数の実数化によるもの）

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

なし

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

付属ルーチン―LOGBND, SOLVH, MXRADX,CHECK,INVERS, RESIDU, MLTLTH

組込ルーチン―ALOG, MOD, IABS

〔14〕公開の程度

一般公開

TRIDIA

〔1〕登録申請年月日

昭和46年12月17日

〔2〕登録者

安全性コード開発　小林健介　5978

〔3〕表　題

三項方程式の解

〔4〕機　能

三項方程式の解を求める。

$$\begin{pmatrix} b_1 & c_1 & & O \\ a_2 & b_2 & c_2 & \\ & \ddots & \ddots & \ddots \\ O & & a_N & b_N \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_N \end{pmatrix}$$

即ち

$$b_1 x_1 + c_1 x_2 = d_1$$

$$a_i x_{i-1} + b_i x_i + c_i x_{i+1} = d_i \quad (2 \leqq i \leqq N-1)$$

$$a_N x_{N-1} + b_N x_N = d_N$$

〔5〕呼び出し方

CALL TRIDIA (N, A, B, C, D, ANS)

N；行列の次数，整数型，入力

A；A(I)= a_i，実数型配列，入力

B；B(I)= b_i，実数型配列，入力

C；C(I)= c_i，実数型配列，入力

D; D(I)= d_i，実数型配列，入力

ＡＮＳ；ANS(I)= x_i，実数型配列，出力。

〔6〕使用上の注意

〔7〕解法および参考文献

R.S. Varga著“ Matrix Iterative Analysis ”

〔8〕記憶容量

２１９４語

〔9〕計算時間

FACOM230/60 SSL の TRIDGS の半分

〔10〕精　度

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

〔14〕公開の程度

一般公開

PENTAD

〔1〕登録申請年月日

昭和４６年１２月１７日

〔2〕登録者

安全性コード開発　小林健介　５９７８

〔3〕表　題

五項方程式（penta－diagonal　matrix）の解

〔4〕機　能

五項方程式（ penta－diagonal　matrix）の解を求める。

$$\begin{pmatrix} c_1 & d_1 & e_1 & & & O \\ b_2 & c_2 & d_2 & e_2 & & \\ a_3 & b_3 & c_3 & d_3 & e_3 & \\ & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots \\ & & & & e_{N-2} & \\ & & & & d_{N-1} & \\ O & & a_N & b_N & c_N & \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_N \end{pmatrix}$$

〔5〕呼び出し方

CALL PENTAD（N, A, B, C, D, E, F, ANS）

N；行列の次数，整数型，入力。

A, B, C, D, E；A(I)= a_i，B(I)= b_i，C(I)= c_i，D(I)= d_i，E(I)= e_i で行列の要素である。実数型配列，入力。

F, ANS；F(I)= f_i で右辺のベクトル，実数型，入力。

ANS(I)= x_i で五項方程式の解，実数型配列，出力。

〔6〕使用上の注意

〔7〕解法および参考文献

ガウス消去法。軸選択，解の反復改良は行なっていない。

〔8〕記憶容量

〔9〕計算時間

〔10〕精　度

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

〔14〕公開の程度

一般公開

BAND

〔1〕登録申請年月日

昭和５２年１月２４日

〔2〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　５３６１

〔3〕表　題

帯行列の連立一次方程式の解法

〔4〕機　能

実方程式Ax＝ｖにおいて$A=(a_{ij})$が帯行列のとき，演算回数，記憶場所を節約して解く。Ａが一般の（対称でも定値でもない）実行列で帯巾が定まっている場合のルーチンは他にあるが，解法が異なる。

帯巾ｂがＡの次数ｎに対し，$b/n \leqq 0.8$ のとき効果的である。

〔5〕呼び出し方

CALL BAND（N，N1，N2，LL，C，V，KAI）

N　：Aの次数n，整数型，入力。

N1：配列Cの第1の寸法，整数型，入力，N1≧N。

N2：配列Cの第2の寸法，整数型，入力，N2≧b。

LL：帯巾b（奇数），　整数型，入力。

C　：Aの要素を入れる。a_{ij}が$c_{i,\ell+j-i}$に入る。

（但し，ℓ＝（b＋1）／2，下図参照）実数型配列C（N1，N2），入出力。

V　：右辺のベクトルvを入れる。実数型配列V（N3），N3≧N。計算の結果解xが得られる。入出力。

KAI：結果を示すパラメーター。解が求まったとき1，求まらなかったとき0である。整数型，出力。

<図>

$\left.\begin{array}{l} n=4 \\ b=3 \end{array}\right\}$ の例

$$A=\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & 0 \\ 0 & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ 0 & 0 & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix} \rightarrow C=\begin{array}{|ccc|} x & a & a \\ a_{21} & a & a \\ a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{43} & a_{44} & x \end{array}$$

〔6〕使用上の注意

なし

〔7〕解法および参考文献

部分軸選択による消去法。

参考文献；磯田和男・大野豊監修「FORTRANによる数値計算ハンドブック」，オーム社（1971）

〔8〕記憶容量

660語

〔9〕計算時間

$$A=\begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 & 0 \\ 3 & 4 & 5 & 0 \\ 0 & 6 & 7 & 8 \\ 0 & 0 & 9 & 10 \end{pmatrix} \qquad v=\begin{pmatrix} 5 \\ 26 \\ 65 \\ 67 \end{pmatrix}$$

の例で0.1秒以下

〔10〕精　度

上の例で7桁

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

なし

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

組込みルーチン―― ABS

〔14〕公開の程度

一般公開

LA05A

〔1〕登録申請年月日

昭和51年12月13日

〔2〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　5361

〔3〕表　題

スパース行列の連立一次方程式**A x = b** の解法

〔4〕機　能

スパース行列の変形**LU**分解，一次方程式の解，および行列の1つの列が変わったときの変形**LU**分解のupdateを行う。主にLP用である。

〔5〕呼び出し方

CALL LA05A（A，IND，NZ，IA，N，IP，IW，W，G，U）

CALL LA05B（A，IND，IA，N，IP，IW，W，G，B，TRANS）

CALL LA05C（A，IND，IA，N，IP，IW，W，G，U，M）

3つのルーチンの機能は次の通りである。

LA05A：行列**A**を**L U**分解する*[1]

LA05B：上の結果を使って$\mathbf{A}^{-1}\mathbf{b}$または$(\mathbf{A}^{-1})^{T}\mathbf{b}$を計算する。

LA05C：行列**A**の1つの列が変ったとき*[2] **A**の分解の結果を使って新しい分解を求める。

ここに

A　：行列**A**の非零要素を入れる。任意の順序で良い。（次のINDで行や列を指定）。ユーザはLA05Aに入る前のみAを変えて良い。LA05Aを出てLA05Cに入るまでは，行列**A**の分解が入っており，LA05Cを出たとき1つの列を変えた場合の分解が入っている。*[5] 実数型配列A（IA），入出力。

IND　：A(k)の行と列の番号をIND（K，1），IND（K，2）に入れる。ユーザーはLA05Aに入る前のみINDを変えて良い。LA05AとLA05Cを出るとき変わる。整数型配列IND（IA，2），入出力。

NZ　：**A**の非零要素の数を入れる。整数型，入出力。

IA　：配列A，INDの大きさ。NZおよび，**L**，**U**の非零要素の和以上であること。*[6] 整数型，入力。

N　：**A**の次数，整数型，入力。

IP　：作業領域。ユーザーはLA05Aを出たあと変えてはならない。大きさN*2の一次元整数型配列，出力。

IW　：作業領域。ユーザーはLA05Aを出たあと，IWを変えてはいけない。整数型配列IW（N，8），出力。

W　：作業領域。LA05Bを呼んだ後LA05Cに入るまで変えてはならない。*3)
実数型配列W(N)，出力。

G　：分解の安定性やエラー状態を示す。良い結果のとき正で，悪いとき負となる。
*4) 実数型，出力。

U　：軸選択調整のための数。$0 < U \leqq 1$の範囲で与える。$U > 1$のとき1，$U \leqq 0$のとき相対浮動小数点精度（10^{-6}）に直される。U×（その行の最大要素)より小さい要素は軸に選ばれない。ふつう0.1。実数型，入出力。

B　：右辺**b** を入れる。LA05Bで，TRANS=.FALSE.とすると$\mathbf{A}^{-1}\mathbf{b}$が，.TRUE.とすると$\mathbf{A}^{-T}\mathbf{b}$が得られる。実数型配列B(N)，入出力。

TRANS　：$\mathbf{A}^{-1}\mathbf{b}$を計算するとき .FALSE.，$\mathbf{A}^{-T}\mathbf{b}$のとき .TRUE. を入れる。
論理型，入力

M　：LA05Cで変える**A**の列の番号。整数型，入力。

◎ ユーザーのルーチンに

COMMON/LA05D/SMALL，LP，LENL，LENU，NCP，LROW，LCOL と書くことにより次のように利用できる。

SMALL：BLOCK DATAで与える。零要素とみなすための閾値（ふつう0.0）。実数型。

LP　：BLOCK DATA で指定するエラーメッセージの出力機番（ふつう6）。
LP＝0のときはプリントしない。整数型。

LENL　：**L**の非零要素の数。　整数型。

LENU　：**U**の非零要素の数。　整数型。

NCP　：AやINDの必要な大きさ。整数型。

LROW　：**U**をrow－wiseに保持するとき，その長さ。整数型。

LCOL　：**U**をrow－wiseに保持するときの列構造の長さ。整数型。

SMALLとLPは変えられるが，残りものはLA05Aを呼んだあと変えてはならない。

<注>

＊1）具体的には$\mathbf{L}^{-1} = \mathbf{M}_r \mathbf{M}_{r-1} \cdots\cdots \mathbf{M}_1$で，$\mathbf{M}_i$は単位行列と1つだけ要素が異なる行列であり，**U**は上三角行列のpermutationであり，$\tilde{\mathbf{U}} = \mathbf{P}\,\mathbf{U}\,\mathbf{Q}$である。

＊2）**A**の1つの列を置きかえると言っても**b** でのみ置きかえうる。

＊3）詳しくはLA05BをTRANS=．FALSE．として呼んだときである。

＊4）G＞0のとき，**A**又は分解した上三角行列の要素の最大値（絶対値）であり，小さい程安定である。G＜0のとき，出力機番LP（〔5〕項参照）に下記のメッセージが出る。

G	メッセージ
－1	N＜0
－2	ある行（列）要素が全て0。
－3	要素の行（列）が範囲外。
－4	1つの行と列に2つ以上の要素がある。
－5	行（列）が一次従属

－6 ：列の入れかえで行列が非正則になった

－7 ：IAのとり方が小さい。

－1～－5はLA05A，－6と－7はLA05Cのメッセージであるが，エラーのあとの呼び出し時にも出る。

＊5）これらはユーザーが利用し易い形式になっていない。

＊6）およそ$N^2 + 2N + \max\{N/10, 20\}$にとれば十分である。

〔6〕使用上の注意

1）Aにはrow－wiseに入力した方が処理が速い。

2）これらのルーチンは呼ぶ順序に注意する。

LA05Aより先にLA05BやLA05Cを呼んではならず，LA05Bより先にLA05Cを呼んではならない。分解に関する初期設定はLA05Aを呼べば良い。

呼び方の例

i）LA05A，LA05B，LA05C，LA05B，LA05A，……

ii）LA05A，LA05B，LA05A，……

3）ユーザは次のエレメント（BLOCK DATA）を用意すること。

（〔5〕項参照）

```
BLOCK DATA
COMMON/ LA05D / SMALL, LP
DATA SMALL, LP/ 0.0, 6/
END
```

〔7〕解法および参考文献

Bartels－Golub法（部分軸選択による変形**LU**分解）のsparse variant.

文献：Reid，J.K.：AERE－R－8269

〔8〕記憶容量

約24K語

〔9〕計算時間

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 6 \\ 5 & 13 & 27 \\ 0 & 6 & 28 \end{pmatrix}$$ の例で　0.1秒以下

〔10〕精　度

上の例で7桁

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

項目〔5〕の注4）参照。処置はRETURN

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

付属ルーチン　　LA05E，MC20A，MC20B*

（＊このルーチンは呼んでいないが後で呼ぶ可能性もあり登録しておく）

組み込みルーチン　ABS，AMAX1，MAX0，IABS

〔14〕公開の程度

一般公開

DIVMTX

〔1〕登録申請年月日

昭和46年12月17日

〔2〕登録者

安全性コード開発　小林健介　5978

〔3〕表　題

ある連立一次方程式の解

〔4〕機　能

$$\left(\begin{array}{cccc|cccc} b_1 & c_1 & & 0 & d_1 & & & 0 \\ a_2 & b_2 & c_2 & & & \ddots & & \\ & \ddots & \ddots & \ddots & & & \ddots & \\ 0 & & a_N & b_N & 0 & & & d_N \\ \hline e_1 & & & 0 & g_1 & h_1 & & 0 \\ & \ddots & & & f_2 & g_2 & h_2 & \\ & & \ddots & & & \ddots & \ddots & h_{N-1} \\ 0 & & & e_N & 0 & & f_N & g_N \end{array}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} x_1 \\ \vdots \\ x_N \\ \hline y_1 \\ \vdots \\ y_N \end{array}\right) = \left(\begin{array}{c} s_1 \\ \vdots \\ s_N \\ \hline t_1 \\ \vdots \\ t_N \end{array}\right)$$

を解く。

〔5〕呼び出し方

CALL DIVMTX (N, A, B, C, D, E, F, G, H,S,T,ANS1, ANS2)

N	：2Nが行列の次数
A,B,C,D,E,F,G,H	：A(I)= a_i，B(I)= b_i
	：C(I)= c_i，D(I)= d_i
	：E(I)= e_i，F(I)= f_i
	：G(I)= g_i，H(I)= h_i　で行列の要素，それぞれ実数型配列，入力。
S，T	：S(I)= s_i，T(I)= t_i でそれぞれ実数型配列，入力。
ANS1，ANS2	：ANS1(I)= x_i，ANS2(I)= y_i で解，それぞれ実数型配列，出力。

〔6〕使用上の注意

〔7〕解法および参考文献

分割法

〔8〕記憶容量

〔9〕計算時間

〔10〕精　度

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

PENTAD, FTVTV, FTTTP

〔14〕公開の程度

一般公開

SYMMLQ

〔1〕登録申請年月日

昭和５１年１２月１３日

〔2〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　５３６１

〔3〕表　題

正定値を仮定しない対称行列による一次方程式

〔4〕機　能

A がｎ次対称非定値行列，**b** を定数ベクトルとするとき，**A x** ＝ **b** を解く。疎行列のとき効果的。

〔5〕呼び出し方

CALL SYMMLQ

(N, X, B, P, V 1, V 2, W, MACHEP, ACCY, ITNMAX, ISTOP)

N　：行列**A** の次数ｎ。整数型，入力。

X　：解ベクトル**x** の初期値（ふつう**o** ）を入れると最終値を出力する。実数型配列X(N)，入出力。

B　：右辺の定数ベクトル**b** 。実数型配列B(N)，入力。

P　：作業領域。行列演算に使う。　実数型配列　P(N),　出力。

V 1　：　〃　　〃　　〃　　V 1(N)　〃

V2 ： 〃 〃 〃 V2(N) 〃

W ： 〃 〃 〃 W (N) 〃

MACHEP：計算機の精度（FACOMでは10^{-7}～10^{-8}）実数型，入力。

ACCY ：収束判定因子。残差$\mathbf{r} = \mathbf{b} - \mathbf{A}\mathbf{x}$のL$_2$ノルムがこれ以下になったとき反復を止める。実数型，入力。

ITNMAX：反復の打切回数。整数型，入力。

ISTOP ：実行停止の理由。整数型，出力。

|ISTOP| ＝ 1 ： $\|\mathbf{r}\| < ACCY$

＝ 2 ： $\|\mathbf{r}\|$ が適度な大きさまで減じた

＝ 3 ： 反復が打切り回数に達した。

〔6〕使用上の注意

ユーザは 行列演算$\mathbf{p} = \mathbf{A}\mathbf{x}$（$\mathbf{p}$は$\mathbf{n}$次元ベクトル）を実行するサブルーチンATIMES（X，P，N）を用意する。$\mathbf{A}$はCOMMON等で送ることが出来るが，疎行列のとき効果的に実行されることが望ましい。

〔7〕解法および参考文献

Lanczos法を論理的に発展させた共役傾斜法

文献：SU－326－p20－29

〔8〕記憶容量

約1000語

〔9〕計算時間

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 0 & 0 \\ 5 & 2 & 6 & 0 \\ 0 & 6 & 3 & 7 \\ 0 & 0 & 7 & 4 \end{pmatrix} \quad 初期値 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$ の例で 0.1秒

但し
$$\begin{cases} MACHEP = 10^{-7} \\ ACCY = 10^{-4} \\ ITNMAX = 20 \end{cases}$$

〔10〕精 度

上の例で6桁

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

な し。

〔12〕言 語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

NORM－付属ルーチン ATIMES－ユーザーが付加する。

ABS，AMIN1， SQRT－組込みルーチン。

〔14〕公開の程度

一般公開

ESCASS

〔1〕登録申請年月日

昭和５２年１１月７日

〔2〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　５３６１

〔3〕表　題

連立一次方程式　（対称のときのエスカレーター法）

〔4〕機　能

A ＝（a_{ij}）をｎ次実対称行列，**x** ＝（x_i），**b** ＝（b_i）をｎ次ベクトルとするとき，一次方程式**Ax** ＝**b** をエスカレーター法で解く。

〔5〕呼び出し方

CALL ESCASS (A, N1, N, IERR)

A――――行列**A** やベクトル**x**，**b** の格納および作業領域に使う。２次元実数型配列 A（N1，N2），入出力。N2≧N。a_{ij} は対角および左下部分のみをA（i，j）に入れ，b_i はA（n＋1，i）に入れる。これらは計算後も保存される。x_i はA（i，n＋1）に出力される。

N1――――配列Aの大きさを決める第１の寸法。整数型，入力。N1≧N＋１。

N――――**A** の次数ｎ。整数型，入力。N≧１。

IERR――計算の結果を示す。整数型，出力。正常のとき０，**A** が非正則のとき正となる。

〔6〕使用上の注意

なし

〔7〕解法および参考文献

エスカレータ法。V.N.Faddeeva (C.D.Benstertr.): "Computational Methods of Linear Algebra", Dover Publications, Inc., New York (1959)

〔8〕記憶容量

３４５語

〔9〕計算時間

$$\mathbf{A}=\begin{pmatrix}1&2&4\\2&3&5\\4&5&6\end{pmatrix},\quad \mathbf{b}=\begin{pmatrix}1&7\\2&3\\3&2\end{pmatrix}$$ の例で0.０９４秒

〔10〕精　度

上の例で９桁

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

"PIVOT＝０. IN ESCASS, AT j -TH STAGE." j 番目の軸が0.となった。

RETURN.

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

なし

〔14〕公開の程度

一般公開

MA22A

〔1〕登録申請年月日

昭和５２年８月１５日

〔2〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　５３６１

〔3〕表　題

誤差評価付きの連立一次方程式（対称正定値）

〔4〕機　能

機能：行列**A**を実対称正定値とするとき，

① $\mathbf{Ax}=\mathbf{b}$ を解く。同一係数多ケースの場合も考慮されている。

② $\mathbf{A}^{-1}$ を計算する。

③ det**A** を計算する。

特徴：

① コレスキー法（$\mathbf{LDL}^{\mathbf{T}}$ 分解）で解く。

② 解の反復改良とスケーリングを行う。

③ 誤差評価を行う。

④ 倍精度，エルミート，倍精度エルミートの場合に容易に変換できるマルチエントリーのプログラムである。

〔5〕呼び出し方

一次方程式のとき　CALL MA22A (A, IA, N, B, W, E)

逆行列のとき　CALL MA22B (A, IA, N, W, E)

行列式のとき　CALL MA22C (A, IA, N, DET, IDET, W)

多ケースのとき　CALL MA22D (A, IA, N, B, W, E)

A　：MA22A／B／Cを呼ぶとき，係数行列$\mathbf{A}=(a_{ij})$の下３角部分を$A(i,j)=a_{ij}$ $(1\leqq i\leqq n,\ 1\leqq j\leqq i)$ となるように入れる。右上の部分は任意でよい。MA22Dを呼ぶときは，MA22Aを呼んだとき得られた値をそのまま用いる。MA22A／C／Dを出るとき，対角および左下部分にはa_{ij}が，右上部分には３角分解の$\mathbf{L}^{\mathrm{T}}$の右上部分が入っている。MA22Bを出るときは$\mathbf{A}^{-1}$が入っている。実数型配列A(IA, N1)，入出力。N1≧N。

IA　：配列Aの大きさを定める第１の寸法。整数型，入力。IA≧N。

N　：行列**A**の次数。整数型，入力。N≧1。

B　：MA22A／Dを呼ぶとき，定数ベクトル**b**を入れる。これらを出るとき，解ベクトル**x**が入る。実数型配列B(N2)，入出力。N2≧N。

W　：作業領域。実数型配列W(N, 5)，出力。MA22A／C／Dを呼んだとき，第3列に3分解の**D**が入る。
また，MA22A／Dを呼んだとき，第1列に**x**の要素別の誤差が入る。MA22Bを呼んだときには$(\mathbf{A}^{-1})_{ij}$の誤差がW(1,j)*W(1,i)から得られる。これらは**A**の対角要素の大きさにばらつきがあるとき，Eによる誤差評価が大き過ぎるとき有用である。

E　：MA22A／B／Dを呼ぶとき，反復改良を必要とするとき正の値を，必要としないとき非正の値を入れる。これらを出るとき，次の値のどれかを取る。
－2　MA22A／B／C／DでN≦0のとき，またはMA22Bで軸が0のとき。
－1　MA22A／Dで軸が負か0.または正で小さいとき。
0　反復改良なしで正しい解が得られたとき。
正　反復改良を行って正しい解が得られたとき，解の現実的な誤差を与える。
実数型，入出力。

DET　：det**A**を表わす因子。実数型出力。

IDET　：det**A**を表わす因子。整数型出力。およそ
$|\det\mathbf{A}|<10^{77}$のとき　DET=det**A**，IDET= 0
$|\det\mathbf{A}|>10^{77}$のとき　det **A**= DET* 2**IDET
と表わされる。

〔6〕使用上の注意

① ユーザは次のルーチンを用意すること。

```
BLOCK DATA
COMMON /MA22E/ EA, EB, LP
DATA LP/6/
DATA EA/0.5E-06/, EB/0.5E-06/
END
```

ここに現れる各変数の意味は次の通りであり，ユーザが変えることができる。

LP：メッセージを出力する機番。整数型。

EA：正のとき**A**の要素a_{ij}の相対的誤差$\max_{ij}|\triangle a_{ij}/a_{ij}|$を表わす。負のときは－EAが絶対誤差$\max_{ij}|\triangle a_{ij}|$を表わす。零のときは正確な（整数の）ときである。実数型。

EB：EAと同様に**b**の要素の相対誤差や絶対誤差を表わす。実数型。

② MA22A／B／Cを呼ぶ前に必らずAに**A**を入れるため，これらのエントリはどの順序で呼んでもよい。しかしMA22DはMA22Aを呼んだ直後（B，E以外の引数の内容を変えないうち)に呼ばなければいけない。また，MA22AでE≦0.とした後，MA22DでE＞0.としてはならない。

③ 内積を計算するルーチンMC03ASをFASP言語で書き直すと計算が速くなる。

〔7〕解法および参考文献

参考文献：Marlow, S. and Reid, J. K., AERE－R 6899(1971)

〔8〕記憶容量

3,562語

〔9〕計算時間

$\mathbf{A}=\begin{pmatrix}2&1&0\\1&4&3\\0&3&5\end{pmatrix}$，$\mathbf{b}_1=\begin{pmatrix}4\\18\\21\end{pmatrix}$，$\mathbf{b}_2=\begin{pmatrix}-4\\-18\\-21\end{pmatrix}$ のとき，一次方程式を2ケース解き，$\mathbf{A}^{-1}$，

det**A**を計算したとき0.1秒以下

〔10〕精　度

上の例で一次方程式のとき6桁，逆行列のとき4桁，行列式のとき8桁

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

① "ERROR RETURN FROM MA22□……"

MA22□でN≦0または軸が0.となった。

RETURNする。

② "MA22□ HAS FOUND……"。　MA22Bで逆元が大きくなったかまたはMA22で軸が小さくなった。計算は続行するが答はあてにならない。

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

組込み　　：SQRT, ABS, AMAX1

既存のJSSL：MC03AS, OFLOWS, URAND, RANSET

〔14〕公開の程度

一般公開

CHLSKB

〔1〕登録申請年月日

昭和52年10月27日

〔2〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　5361

〔3〕表　題

対称正定値行列のコレスキー分解

〔4〕機　能

$\mathbf{A}=(a_{ij})$をn次の実正定値対称帯行列とする。帯幅mを

$a_{ij}=0$　for　$|i-j|\geqq m$

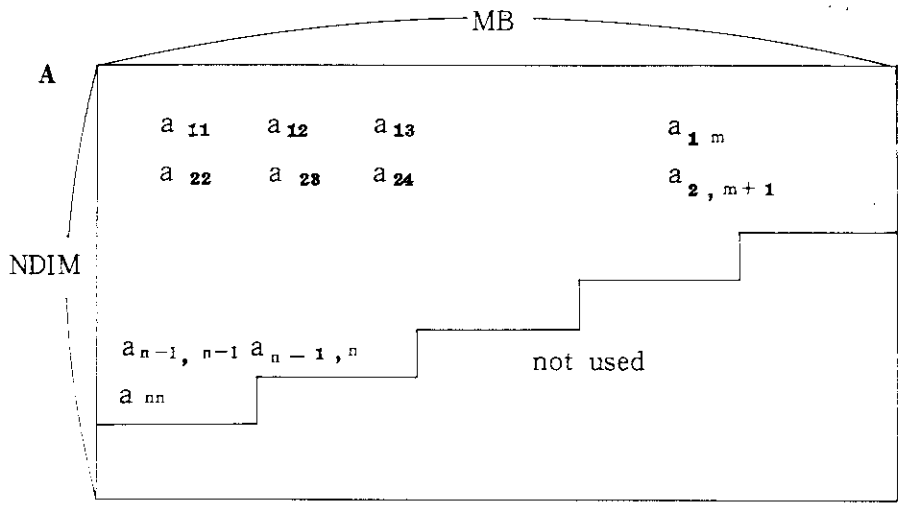
と考えるとき，**A**を右上三角行列$\mathbf{R}=(r_{ij})$により$\mathbf{A}=\mathbf{R}^t\mathbf{R}$とコレスキー分解する。このとき，**R**自身も帯幅がmとなる。

似たルーチンに，MA17Aがあるが，帯幅が定まっていてかつ帯内が密であるときは，このルーチンの方が使い易く，効率もよい。連立一次方程式を解くときは，このあとCHSLBDを呼ぶ。

〔5〕呼び出し方

CALL CHLSKB (A, NDIM, N, MB, R, IDEF)

A ── 行列**A**の要素を入れる2次元実数型配列A(NDIM, MB), 入力。格納の仕方は下図による。



NDIM ─ 配列Aの第1の寸法。整数型, 入力。NDIM≧N。

N ── **A**の次数n。整数型, 入力。N≧MB。

MB ─ **A**の帯幅m。整数型, 入力。2≦MB。

R ── **A**のコレスキー分解の結果が入る。2次元実数型配列R(NDIM, MB), 出力。格納の仕方はAと同様である。

IDEF ─ **A**の正定値性のチェック。整数型, 出力。正定値のとき0, そうでないとき1となる。

〔6〕使用上の注意

なし

〔7〕解法および参考文献

帯状を考慮したコレスキー法（軸選択なし）。

H. R. Schwarz et al (P. Hertelendy tr.): "Numerical Analysis of Symmetic Matrices", Prentice─Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J. (1973)

〔8〕記憶容量

364語

〔9〕計算時間

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 441 & 231 & 21 & 0 & 0 \\ 231 & 605 & 275 & 44 & 0 \\ 21 & 275 & 674 & 323 & 69 \\ 0 & 44 & 323 & 749 & 375 \\ 0 & 0 & 69 & 375 & 830 \end{pmatrix}$$ の例で0.081秒

〔10〕精　度

上の例で9桁

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

IDEF＝1となったとき，ARRAY IS NOT POSITIVE DEFINITE，……のメッセージが出る。処置はRETURNである。

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

組込みルーチンのMIN0，SQRT

〔14〕公開の程度

一般公開

CHSLBD

〔1〕登録申請年月日

昭和52年10月28日

〔2〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　5361

〔3〕表　題

コレスキー分解済みの帯行列の連立一次方程式

〔4〕機　能

行列 $\mathbf{R}=(r_{ij})$ が

$$r_{ij}=0 \quad \text{for} \quad j<i,\ j>i+m$$

を満たすとき，即ち右上三角で帯行列のとき連立一次方程式：$\mathbf{R}^t\mathbf{R}\mathbf{x}=\mathbf{b}$ を解く。ここに，$\mathbf{R}$ はn次の実行例で，$r_{ii}\neq 0$ とする。

コレスキー分解から始めるときは，この前にCHLSKBを呼ぶ。

〔5〕呼び出し方

CALL CHSLBD (NDIM, N, MB, R, B, X, IDEF)

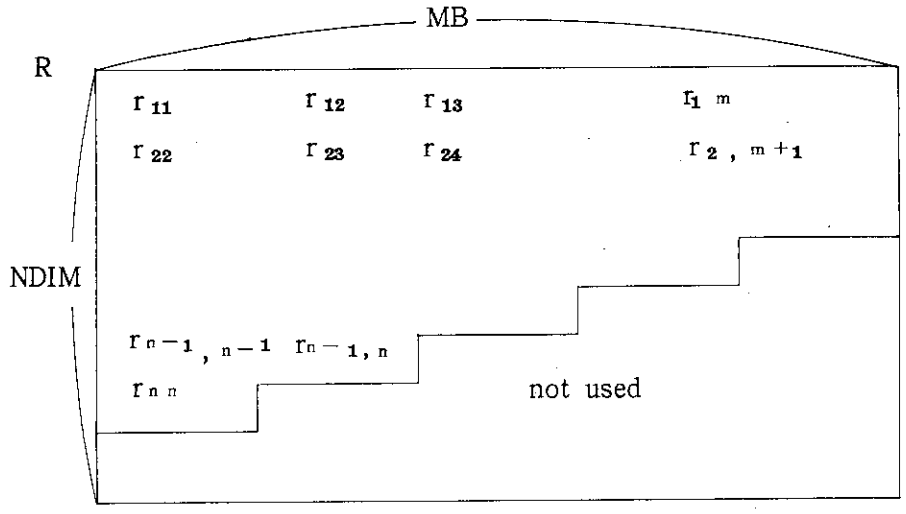
NDIM ― 配列 $\mathbf{R}$ の大きさを示す第1の寸法。整数型，入力。NDIM≧N。

N ―― 行列 $\mathbf{R}$ の次数n。整数型，入力。N≧MB。

MB ―― 帯巾m。整数型，入力。M≧2。

R ―― 行列 $\mathbf{R}$ を入れる。2次元実数型配列，入力。

格納の仕方は下図による。



B —— 定数ベクトル **b** を入れる。1次元実数型配列 B(NB)，入力。NB ≧ N。

X —— 解ベクトル **x** が入る。1次元実数型配列 X(NX)，入力。NX ≧ N。

IDEF — 正則性のチェック。整数型，出力。正則のとき 0，対角元が 0. のとき 1 となる。

〔6〕使用上の注意

なし

〔7〕解法および参考文献

既にコレスキー分解されている結果を利用し，前進代入，後退代入で解く。

H. R. Schwarz et al.(P. Hertelendy tr.) : "Numerical Analysis of Symmetric Matrices", Prenties－Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J. (1973)

〔8〕記憶容量

344語

〔9〕計算時間

$$\mathbf{R}=\begin{pmatrix} 21 & 11 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 22 & 12 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 23 & 13 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 24 & 14 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 25 \end{pmatrix},\ \mathbf{b}=\begin{pmatrix} 966 \\ 2442 \\ 4230 \\ 5928 \\ 5857 \end{pmatrix}$$ の例で 0.082秒

〔10〕精　度

上の例で9桁

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

IDEF = 1 となったとき，

DIAG. ET. = 0. IN SUBR. CHSLBD

のメッセージが出る。処理は RETURN である。

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

組み込みルーチンの MIN 0，MAX 0

〔14〕公開の程度

一般公開

MA15C

〔1〕登録申請年月日

昭和52年8月23日

〔2〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　5361

〔3〕表　題

正定値対称である帯行列の連立一次方程式（最小限の記憶領域を用いてコレスキー法で解く）

〔4〕機　能

A＝（a_{ij}）をn次の実正定値対称帯行列とするとき，**Ax＝b** を**L DL**^{T}分解で解く。同一係数の場合も考慮されている。特に帯の幅は一定でなくてよく，かつ，直接アクセスのファイルを用いるとき，記憶領域が大幅に節約される。

〔5〕呼び出し方

CALL MA15C (N, A, IA, B, M, IERR, ROW, ND, NDP)

CALL MA15D (B)

MA15Dは係数行列**A** は不変で右辺の定数ベクトルのみが変ったとき，前のコレスキー分解を使って解く。

各引数の説明の補足として項目〔6〕を参照すること。

N ――――次数n。整数型，入力。　N≧1。

A ――――作業領域。1次元実数型配列A（KA），出力。KA≧IA＋M。

IA――――直接アクセスのファイルを使うかどうかの目安となる数。整数型，入力。IA≧（M＋1）^{2}。

B ――――右辺の定数ベクトル**b** を入れる1次元実数型配列　B（KB），入出力。KB≧N。計算が正常に行われると解**x** が入る。

M――――帯の半幅の最大値。　整数型，入力。　1≦M≦N。

IERR――計算の成否を示す数。　整数型，出力。正常のとき0である。

ROW――**A** の要素を与えるためにユーザが定義するサブルーチンの名前。

ND――――直接アクセスのファイルの論理機番。　整数型，入力。　ND≧1（ふつう1）。

NDP――――直接アクセスのファイルの記録の位置を示す数。　整数型，出力。

〔6〕使用上の注意

① 行列**A** の第i行において，初めのk_i 個の要素が零であることが分っているとき，残りの（$i-k_i$）個の要素を与える。従って，記憶場所はひとまず（$i-k_i$）個要るが，計算はその中の非零元についてのみ行われる。

② 上の①で，$\ell_i=i-k_i$ が行列**A** の帯の，第i行に関する半幅であり，$M=\ell_i$である。

③ ユーザは帯内の要素を与えるために，iを与えると半幅のℓ_iがLに，各要素　a_{ij}（

$j=k_i+1\sim i$)が1次元配列R(j)（$j=1\sim\ell_i$）に入るように

SUBROUTINE ROW (R, I, L)

を作る。

④ MA15Cを呼ぶとき，最も記憶領域を節約するとり方は，直接アクセスのファイルを使うときKA=IA+M, IA=$(M+1)^2$，ファイルを使わないとき，KA=IA+M, IA=$z=\sum_{i=1}^{n}\ell_i$である。従って$(M+1)^2\leqq IA<z$のときのみファイルが使われることになり，特に，前者でNがおよそMの2倍以上であるようなときに，このプログラムが効果的に働く。

⑤ ユーザはメイン・プログラムで，サブルーチンROWのためにEXTERNAL宣言をすること。

⑥ また，直接アクセスのファイルを使わないときでも，ファイルの定義を行うこと。それは，Fortran Hのとき，

DEFINE FILE ND (NR ,LR, U, NDP)

（ND, NR, LRは整定数とし，NR=N／(IA／(M+1)－M)+1はレコードの数，LR=IA+4はレコードの長さ）とする。更に，¥DISKの制御文をともに付けること。

⑦ 消去を行うときの軸が対角元に対して相対的に小さすぎるとき（軸$<|a_{ii}|\times10^{-6}$），メッセージを出して計算を打切る。

⑧ MA15Dは，MA15Cを呼んだ後，B以外のものを変えないうちに呼ぶこと。

⑨ ユーザは，エラー．メッセージを出力する機番を指定するために，BLOCK DATA を用意すること。

例えば6番に出すとき，

```
BLOCK DATA
COMMOM /MA15E/NP
DATA NP/6/
END
```

とする。

⑩ MA15Cを呼んだあと，配列Aには$\mathbf{L}=\ell_{ij}$と$\mathbf{D}=(d_{ii})$が得られるが，その順序はAの先頭からd_{11}，**L**の第2行，d_{22}，**L**の第3行，……，d_{nn}である。但し，**L**は帯内に限り各行の中は$\ell_{i,ki+1}$，$\ell_{i,ki+2}$，……，$\ell_{i,i-1}$の順である。また，KAが小さいときはAは入りきらないので注意すること。

〔7〕解法および参考文献

軸選択を行わない，コレスキー法。

文献：Reid, J.K., AERE－R－7119（1972）

〔8〕記憶容量

1166語

〔9〕計算時間

10次（$a_{ii}=50+i$，$i=1\sim10$，$a_{i+1,i}=i+1$, $i=1\sim9$，$a_{75}=1$）の例を2ケース解いて，0.1秒以下。

〔10〕精　度

上の例で7桁

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

IERR（≠0）の値とそのときのメッセージおよび内容は下の表による（各メッセージの前に“ERROR RETURN FROM MA15 BECAUSE”がプリントされる。処置はみな“RETURN”である。

IERR	メッセージ	内　容
1	IA IS TOO SMALL	IAが小さすぎた。
2	L = □ FOR ROW □	第i行で $i < \ell_i$ となった。
3	ZERO PIVOT FOUND IN ROW □	第i行の軸が0.となった。
4	M IS □ AND SHOULD BE AT LEAST □	Mが小さすぎた（ファイルを使うときのみ）。
－i	VERY SMALL OR NEGATIVE PIVOT FOUND IN ROW i	第i行で軸 $< \lvert a_{ii} \rvert \times 10^{-6}$ となった。

〔12〕言　語

FORTRAN（HとDでプログラムが異なる。）

〔13〕使用エントリー名

組込みルーチン　：ABS, MAX0, MIN0

JSSLのルーチン　：MC03AS

（ユーザのルーチン　：ROW, BLOCK DATA）

〔14〕公開の程度

一般公開

MA17A

〔1〕登録申請年月日

昭和52年3月7日

〔2〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　5361

〔3〕表　題

対称正定値疎行列の連立一次方程式

〔4〕機　能

$\mathbf{A} = (a_{ij})$ をn次の実対称正定値疎行列，$\mathbf{b} = (b_i)$ を実n次ベクトルとするとき，

① $\mathbf{A}$ の $\mathbf{LDL}^T$ 分解

② $\mathbf{A}^{-1}\mathbf{b}$ または $\mathbf{Ab}$ の計算

③ $\mathbf{A}$ と同じ非零パターンの行列の $\mathbf{LDL}^T$ 分解

を行なう。

非零要素のみを入力するので記憶場所が節約できるほか，同一係数または同一非零パターンの計算が前の分解を利用して効果的に行なわれる。マルチェントリのプログラムである。

〔5〕呼び出し方

CALL MA17A (A, IRN, IP, N, NP, IA)

CALL MA17B (A, IRN, IP, N, NP, B, MTYPE)

CALL MA17C (A, IRN, IP, N, NP)

A――エントリMA17AまたはMA17Cを呼ぶ前に係数行列**A**の対角部分と左下部分の非零要素を入れる。**D**と**L**が出力される。倍精度実数型配列A (IA), 入出力。

① MA17を呼ぶとき：**A**の非零要素を列に沿って入れる。例えば5次の場合 $a_{21}=a_{41}=a_{32}=a_{52}=a_{43}=a_{54}=0$ であれば，a_{11}, a_{31}, a_{51}, a_{22}, a_{42}, a_{33}, a_{53}, a_{44}, a_{55} の順に入れる。

② MA 17Cを呼ぶとき：①と同様に新しい**A**の対角および左下部分の非零要素を列に沿って入れるのであるが，前のCALLの結果，軸選択により列の順序が変わっており，その情報がIPにあるのでそれを使う。具体的な手順は次の通りである。

(i) **A**の非零要素の数をn_0とするとき，A(1)からA(n_0)まで，第IP(1, 2)列，第IP(2, 2)列，……，第IP(ℓ, 2)列，……，第IP(n, 2)列の順に入れる。

(ii) 第IP(ℓ, 2)列の要素はA(IP(IP(ℓ, 2), 1))からA(IP(IP(ℓ+1, 2), 1)−1)までに入れることになるが，この列の中では行の順序も入れかわっているのでIRNの出力を利用し，A(1)から数えてk番目のA(k)には**A**の第IRN(k, 1)行，第IP(ℓ, 2)列の要素を入れる。例えば，

```
DO XX ℓ= 1, N
 j = IP(ℓ, 2)
 k1 = IP(j, 1)
 j1 = IP(ℓ+1, 2)
 k2 = IP(j1, 1) − 1
DO XX k= k1, k2
 i =IRN(k, 1)
XX A(k)= A(i, j)
```

のようにするとよい。

IRN――整数型配列IRN(IA, 2)，入出力。MA17Aを呼ぶとき，A(k)に入れる非零要素の行番号をIRN(k, 1)に入れる。例えばAの説明にある例では，1, 3, 5, 2, 4, 3, 5, 4, 5をIRN(1, 1), IRN(2, 1), ……, IRN(9, 1)に入れる。

IP――整数型配列IP(NP, 6)；入出力。MA17Aを呼ぶとき，IP(i, 1)に，i番目の対角要素がAの中で占める位置を入れる。例えば，Aの説明にある例では1, 4, 6, 8, 9, をIP(1, 1), IP(2, 1), ……, IP(5, 1)に入れる。IP(n+1, 1)には（非零要素の数）＋1（上の例では10）を入れる。

また，IP(n+1, 2)にはMA17Aでの計算がうまくいったかどうかを示す数が入る。n+1のとき正常で，負のときはエラーである（項目〔11〕参照）。

N —— 行列**A**の次数n。整数型，入力。

NP — 配列IPの大きさを示す第1の寸法。NP ≧ N+ 1。

IA — 配列AおよびIRNの大きさを示す。整数型，入力。**A**の非零要素の数以上でかつ分解した**L**と**D**の要素の数（≦ n（n＋1）／2）以上でないといけない。IAが小さすぎた場合，“……PIVOT i ”というメッセージが出るが（項目〔11〕参照）nに比し，iが非常に小さいとき十分大きく，またiがnに近いとき少し大きくIAをとる。

B —— 定数ベクトル**b**を入れる倍精度実数型配列B(N)。解$\mathbf{A}^{-1}\mathbf{b}$または**Ab**が入れられる。入出力。

MTYPE — $\mathbf{A}^{-1}\mathbf{b}$を計算するとき1，**Ab**のとき2を入れる。整数型，入力。

〔6〕使用上の注意

① MA17Cを呼ぶとき，既にMA17Aが，またMA17Bを呼ぶときは，既にMA17AかMA17Cが呼ばれていなければならない。但し，途中のエラー（IP(n＋1，2)でチェックできる）に注意すること。

② AはMA17Aを呼んでMA17Cを呼ぶまで，またIP(i，j)（$1 \leqq i \leqq n+1$，$1 \leqq j \leqq 2$），N，NP，IAはMA17Aを呼んで次にMA17Aを呼ぶまで変えてはならない。

③ ユーザは次のルーチンを付加すること。

```
BLOCK DATA
COMMON／MA17D／LP
DATA LP／6／
END
```

〔7〕解法および参考文献

完全軸選択によるコレスキー分解法。

参考文献

（） J. K. Reid : AERE－R 7119（1972）

〔8〕記憶容量

2232語

〔9〕計算時間

$$\mathbf{A}=\begin{pmatrix} 51 & 0 & 31 & 0 & 11 \\ 0 & 52 & 0 & 32 & 0 \\ 31 & 0 & 53 & 0 & 33 \\ 0 & 32 & 0 & 54 & 0 \\ 11 & 0 & 33 & 0 & 55 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{b}=\begin{pmatrix} 200 \\ 232 \\ 355 \\ 280 \\ 385 \end{pmatrix}$$ の$\mathbf{A}^{-1}\mathbf{b}$および

$$\mathbf{A}_1=\begin{pmatrix} 61 & 0 & 41 & 0 & 21 \\ 0 & 62 & 0 & 42 & 0 \\ 41 & 0 & 63 & 0 & 43 \\ 0 & 42 & 0 & 64 & 0 \\ 21 & 0 & 43 & 0 & 65 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{b}_1=\begin{pmatrix} -289 \\ -292 \\ -445 \\ -340 \\ -475 \end{pmatrix}$$ の $\mathbf{A}_1^{-1}\mathbf{b}_1$ の計算で

0.2秒以下

〔10〕精　度

上の例で7桁

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

エラー番号，内容および処置は次の表による。

IP（n+1, 2）	メッセージおよびその内容	処　置
－1	"……THE ELEMENT HELD IN A(k) IS OUT OF ODRER" MA17AでA(k)に入れる順序を誤った。	RETURN
－2	"……THE K－TH DIAGONAL ELEMENT ……" MA17Aを呼んだとき対角要素のどれかが与えられなかった。	RETURN
－3	"……IA IS TOO SMALL.……PIVOT i." 第i番目の軸で消去しているとき，Aの領域が不足した。	RETURN
－4	"……THE MATRIX IS SINGULAR.……" MA17AまたはMA17Cで軸が0となった。（後で非零パターンに影響することはない。）	RETURN
－5	"……RESULTS MAY BE UNRELIABLE……" MA17A，MA17BまたはMA17Cで，負の軸が現われた。	CONTINUE

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

エントリ名	MA17C，MA17B
付属ルーチン	KB 10AS
その他	BLOCK DATA

〔14〕公開の程度

一般公開

AAGLIP

〔1〕登録申請年月日

昭和５１年１２月１３日

〔2〕登録者

原子炉システム　藤村統一郎　５３６１

〔3〕表　題

定常一階線形反復法の加速

〔4〕機　能

連立一次方程式$\mathbf{Ax}=\mathbf{b}$，$\mathbf{A}$：m×n行列の反復解法において，$\mathbf{A}$が正則，非正則，何れの場合においても，その殆んどを加速することができる。特に基本反復行列が非負定値のとき効果的である。

〔5〕呼び出し方

CALL AAGLIP (ORIGIN, NVV, NEE, LIMST, XIN, XOUT)

ORIGIN：反復法$\mathbf{x}_{i+1}=\varphi(\mathbf{x}_i, \mathbf{b})$を１回実行するためのユーザのサブルーチン

ORIGIN (NVV, NEE, XIN, XOUT, BR, N)

を用意する。N＝１のとき，右辺$\mathbf{b}$をBRに，$\mathbf{x}$をXINに与えて$\varphi(\mathbf{x}, \mathbf{b})$を実行し，結果をXOUTに入れるように作る。但し，帰ってきたときXINがくずされてはならない。また N＝０のときは$\varphi(\mathbf{x}, \mathbf{0})$を実行するように作る。

NVV　；列の数n，　整数型，入力。

NEE　；行の数m，　〃　，入力。

LIMST　；くり返し回数の上限，整数型，入力。

XIN　；初期値$\mathbf{x}_0$を与える，実数型，XIN（5000），入出力。

XOUT　；解が入る，　実数型，XOUT（5000），出力。

その他の情報はCOMMONによって関係する３つのエレメントに与えられる。

A　；行列$\mathbf{A}$の非零要素をrow－wiseに入れる。実数型，A（15000），入力。

B　；右辺$\mathbf{b}$を入れる，実数型，B（5000），入力。

IC　；非零要素の列番号，整数型，IC（15000），入力。

NIE　；$\mathbf{A}$の各行の非零要素の先頭のAでの位置，整数型，NIE（5000），入力。

NFE　；$\mathbf{A}$の各行の非零要素の最後のAでの位置，整数型，NFE（5000），入力。

〔6〕使用上の注意

ORIGINに相当するサブルーチンに対しメイン・プログラムでEXTERNL宣言をしなければならない。

〔7〕解法および参考文献

田辺の方法による

（情報処理　Vol-13, No. 4.p 263）

〔8〕記憶容量

１５,３６８語

〔9〕計算時間

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 0 & 5 & 4 \\ 3 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$ Kaczmarz法で0.1秒

〔10〕精　度

上の例で8桁以上

〔11〕内蔵するエラーメッセージ

なし

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

ABS, AMAX 1,　MOD――組込みルーチン。

ORIGIN――これに当るルーチンをユーザが用意する。(メインでEXTERNAL宣言が必要)。

〔14〕公開の程度

一般公開

〔D〕 固有値．固有ベクトル

これらはどれも倍精度計算のルーチンである。

EJRNENを代表名として登録した固有値問題専用パッケージEISPACK－Jの中には107件のルーチンがあり，殆んどの問題を解くことができる。これらを補うものとして，帯状の一般問題を解くSIVI，CSIVI，それに記憶容量を節約したEIGN 1Dがあるが，他のルーチンについてはEISPACK－Jにも相当するルーチンがあるので要求にあった方を選んで使う。

EJRNEN

〔1〕 登録申請年月日

昭和53年10月13日

〔2〕 登録者

原子炉システム　藤村統一郎　5361

〔3〕 表　題

固有値問題専用パッケージ：EISPACK－J

〔4〕 機　能

固有値問題の種類，行列の性質，求める固有値や固有ベクトルの数などにより，目的に合ったルーチンが選べるようEJRNENを含めて107のルーチンが用意されている。詳しくは付録1を参照のこと。

〔5〕 呼び出し方

例としてEJRNENの場合を付録2で示す。他のルーチンについては文献1を参照されたい。

〔6〕 使用上の注意

な　し

〔7〕 解法および参考文献

各ルーチンの解法については付録1参照のこと。解法やプログラムの詳細については下記の文献を参照することもできる。

1) 藤村統一郎，筒井恒夫："EISPACK－J：固有値問題を解く副プログラム・パッケ

ージ", JAERI－M 8253 (1979)

2) Smith B. T., et al.: "Matix Eigensystem Routines－EISPACK Guide", Springer－Verlag (1974)

〔8〕 記憶容量

一部のルーチンについては文献1でのベンチマーク・テストで示されている。

〔9〕 計算時間

項目〔8〕と同様

〔10〕 精 度

項目〔8〕と同様

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

な し

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

EISPACK－Jのルーチンは付録1に示される通りである。他のものは付録3に示す。

〔14〕 公開の程度

所内公開

付録1　EISPACK－Jの107件のルーチン

Entry names	Problem	Matrix system	Eigenvalues	Eigenvectors	Methods
EJRNEN	Standard	Real	All	No	Stabil. elem. transf., QR
EJRNEC	"	"	"	Corresp.	"
EJRNES	"	"	"	Selected	Stabil. elem. transf., QR, inv. iter.
EJRNON	"	"	"	No	Orthog. transf., QR
EJRNOC	"	"	"	Corresp.	"
EJRNOS	"	"	"	Selected	Orthog. transf., QR, inv. iter.
EJRBEN	"	"	"	No	Balancing, stabil. elem. transf., QR
EJRBEC	"	"	"	Corresp.	"
EJRBES	"	"	"	Selected	Balancing, stabil. elem. transf., QR, inv. iter.
EJRBON	"	"	"	No	Balancing, orthog. transf., QR
EJRBOC	"	"	"	Corresp.	"
EJRBOS	"	"	"	Selected	Balancing, orthog. transf., QR, inv. iter.
EJRTNA	"	Real, tridiag. (T_n)	"	No	Diag. transf., QL/implicit QL
EJRTNB	"	"	Bounded	"	Diag. transf., bisection
EJRTNI	"	"	Indexed	"	"
EJRTNE	"	"	Extreme	"	Diag. transf., rational QR
EJRTPA	"	Real, tridiag. (T_s)	All	Corresp.	Diag. transf., QL/implicit QL
EJRTPB	"	"	Bounded	"	Diag. transf., bisection, inv. iter.
EJRTPI	"	"	Indexed	"	"
EJRTPE	"	"	Extreme	"	Diag. transf., rational QR, inv. iter.
EJSNAN	"	Real, sym.	All	No	Orthog. transf., QL/implicit QL
EJSNAC	"	"	"	Corresp.	"
EJSNBN	"	"	Bounded	No	Orthog. transf., bisection
EJSNBC	"	"	"	Corresp.	Orthog. transf., bisection, inv. iter.

EJSNIN	"	"	Indexed	No.	Orthog. transf., bisection
EJSNIC	"	"	"	Corresp.	Orthog. transf., bisection, inv. iter.
EJSNEN	"	"	Extreme	No	Orthog. transf., rational QR
EJSNEC	"	"	"	Corresp.	Orthog. transf., rational QR, inv. iter.
EJSPAN	"	"	All	No	Orthog. transf., QL/implicit QL
EJSPAC	"	"	"	Corresp.	"
EJSPBN	"	"	Bounded	No	Orthog. transf., bisection
EJSPBC	"	"	"	Corresp.	Orthog. transf., bisection, inv. iter.
EJSPIN	"	"	Indexed	No	Orthog. transf., bisection
EJSPIC	"	"	"	Corresp.	Orthog. transf., bisection, inv. iter.
EJSPEN	"	"	Extreme	No	Orthog. transf., rational QR
EJSPEC	"	"	"	Corresp.	Orthog. transf., rational QR, inv. iter.
EJSBAN	"	Real,sym., band	All	No	Orthog. transf., QL/implicit QL
EJSBAC	"	"	"	Corresp.	"
EJSBBN	"	"	Bounded	No	Orthog. transf., bisection
EJSBBC	"	"	"	Corresp.	Orthog. transf., bisection, inv. iter.
EJSBIN	"	"	Indexed	No	Orthog. transf., bisection
EJSBIC	"	"	"	Corresp.	Orthog. transf., bisection, inv. iter.
EJSBEN	"	"	Extreme	No	Orthog. transf., rational QR
EJSBEC	"	"	"	Corresp.	Orthog. transf., rational QR, inv. iter.
EJSBNN	"	"	Nearest	No	QR
EJSBNC	"	"	"	Corresp.	QR, inv. iter.
EJSTAN	"	Real,sym., tridiag.	All	No	QL/implicit QL
EJSTAC	"	"	"	Corresp.	"
EJSTBN	"	"	Bounded	No	Bisection
EJSTBC	"	"	"	Corresp.	Bisection, inv. iter.
EJSTIN	"	"	Indexed	No	Bisection
EJSTIC	"	"	"	Corresp.	Bisection, inv. iter.

EJSTEN	"	"	Extreme	No	Rational QR
EJSTEC	"	"	"	Corresp.	Rational QR, inv. iter.
EJCNEN	"	Complex	All	No	Stabil. elem. transf., modified LR
EJCNEC	"	"	"	Corresp.	"
EJCNES	"	"	"	Selected	Stabil. elem. transf., modified LR, inv. iter.
EJCNUN	"	"	"	No	Unit. transf., QR
EJCNUC	"	"	"	Corresp.	"
EJCNUS	"	"	"	Selected	Unit. transf., QR, inv. iter.
EJCBEN	"	"	"	No	Balancing, stabil. elem. transf., modified LR
EJCBEC	"	"	"	Corresp.	"
EJCBES	"	"	"	Selected	Balancing, stabil. elem. transf., modified LR, inv. iter.
EJCBUN	"	"	All	No	Balancing, unit. transf., QR
EJCBUC	"	"	"	Corresp.	"
EJCBUS	"	"	"	Selected	Balancing, unit. transf., QR, inv. iter.
EJHNAN	"	Hermite	All	No	Unit. transf., QL/implicit QL
EJHNAC	"	"	"	Corresp.	"
EJHNBN	"	"	Bounded	No	Unit. transf., bisection
EJHNBC	"	"	"	Corresp.	Unit. transf., bisection, inv. iter.
EJHNIN	"	"	Indexed	No	Unit. transf., bisection
EJHNIC	"	"	"	Corresp.	Unit. transf., bisection, inv. iter.
EJHNEN	"	"	Extreme	No	Unit. transf., rational QR
EJHNEC	"	"	"	Corresp.	Unit. transf., rational QR, inv. iter.
EJHPAN	"	"	All	No	Unit. transf., QL/implicit QL
EJHPAC	"	"	"	Corresp.	"
EJHPBN	"	"	Bounded	No	Unit. transf., bisection
EJHPBC	"	"	"	Corresp.	Unit. transf., bisection, inv. iter.
EJHPIN	"	"	Indexed	No	Unit. transf., bisection
EJHPIC	"	"	"	Corresp.	Unit. transf., bisection, inv. iter.

EJHPEN	"	"	Extreme	No	Unit. transf., rational QR
EJHPEC	"	"	"	Corresp.	Unit. transf., rational QR, inv. iter.
EJGRGN	Generalized	Real	All	No	Orthog. transf.
EJGRGC	"	"	"	Corresp.	"
EJGSAN	"	A,B:real, sym. B:pos.def.	"	No	Cholesky, orthog. transf., QL/implicit QL
EJGSAC	"	"	"	Corresp.	"
EJGSBN	"	"	Bounded	No	Cholesky, orthog. transf., bisection
EJGSBC	"	"	"	Corresp.	Cholesky, orthog. transf., bisection, inv. iter.
EJGSIN	"	"	Indexed	No	Cholesky, orthog. transf., bisection
EJGSIC	"	"	"	Corresp.	Cholesky, orthog. transf., bisection, inv. iter.
EJGSEN	"	"	Extreme	No	Cholesky, orthog. transf., rational QR
EJGSEC	"	"	"	Corresp.	Cholesky, orthog. transf., rational QR, inv. iter.
EJNABA	$ABx=\lambda x$	A,B:real A or B: pos.def.	All	No	Cholesky, orthog. transf., QL/implicit QL
EJNABB	"	"	Bounded	"	Cholesky, orthog. transf., bisection
EJNABI	"	"	Indexed	"	"
EJNABE	"	"	Extreme	"	Cholesky, orthog. transf., rational QR
EJVABA	"	"	All	Corresp.	Cholesky, orthog. transf., QL/implicit QL
EJVABB	"	"	Bounded	"	Cholesky, orthog. transf., bisection, inv. iter.
EJVABI	"	"	Indexed	"	"
EJVABE	"	"	Extreme	"	Cholesky, orthog. transf., rational QR, inv. iter.
EJSVDP	Sing. value decomp.	Degenerated, real			Householder, QR
EJSVDL	Least square fit	"			"
EJSVDG	Gen.inv.	"			"
EJSVDM	Minmal norm solution	"			"

EJLERB	Linear equation	Real, band			Crout
EJLESB	"	Real,sym., band			Modified Cholesky
EJLERH	Homogeneous equation	Degenerated, real			Householder, QR

付録2　EJRNENの呼び出し方

CALL EJRNEN（NM，N，A，WR，WI，INT，LA）

NM ：2次元配列Aの大きさを示す第1の整合寸法。整数型，入力。NM≧n とする。

N ：行列**A**の次数n 。整数型，入力。N≧3。

A ：行列**A**を格納する。2次元倍精度実数型配列A（NM，N），入出力。
行列**A**＝（a_{ij}）をA(i, j)＝a_{ij} と入れる。

WR ：固有値の実数部を格納する。1次元倍精度実数型配列 WR(N)，出力。
LA＞0 のとき，LA個の固有値の実数部がWR(j)（j ＝n－LA＋1～n）に入れられる。共役固有値のとき続けて入れられる（WR(j)＝ WR(j＋1)）ほか特に格納の順序はない。

WI ：固有値の虚数部を格納する。1次元倍精度実数型配列 WI（N），出力。
LA＞0 のとき，LA個の固有値の虚数部がWI(j)（j ＝n－LA＋1～n）に入れられる。共役固有値のとき，虚数部が正のものを先にして続けて入れられる（WR(j)＝－WR(j＋1)＞0）ほか特に格納の順序はない。

INT：作業領域。1次元整数型配列INT(N)，出力。

LA ：求まった固有値の数。整数型，出力。0≦LA≦n となる。

付録3　EISPACK－Jの付属ルーチン

基本となるルーチン

BAKVEC, BALANC, BALBAK, BANDR, BANDV, BISECT, BQR,
CBABK2, CBAL, CG, CH, CINVIT, COMBAK, COMHES,
COMLR, COMLR2, COMQR, COMQR2, CORTB, CORTH, ELMBAK,
ELMHES, ELTRAN, FIGI, FIGI2, HQR, HQR2, HTRIBK,
HTRIB3, HTRIDI, HTRID3, IMTQL1, IMTQL2, INVIT, MINFIT,
ORTBAK, ORTHES, ORTRAN, QZHES, QZIT, QZVAL, QZVEC,
RATQR, REBAKB, REBAK, REDUC, REDUC2, RG, RGG,
RSB, RS, RSGAB, RSGBA, RSG, RSP, RST,
RT, SVD, TINVIT, TQL1, TQL2, TRBAK1, TRBAK3,
TRED1, TRED2, TRED3, TRIDIB, TSTURM

組込みのルーチン

DSQRT, CDSQRT, CDABS

POWERD

〔1〕 登録申請年月日

昭和53年10月13日

〔2〕 登録者

原子炉制御研究室　島崎潤也　5347

〔3〕 表 題

実行列の固有値と左右の固有ベクトル

〔4〕 機 能

行列 $\mathbf{A}=(a_{ij})$ をn 次の実行列とするとき，指定した数の固有値とその左右の固有ベクトルを求める。

〔5〕 呼び出し方

CALL POWERD (NM, N, A, ER, EI, XR, XI, YR, YI, L, LIM, IMAG, KM, K, E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7)

NM ： 2次元配列A，XR，XI，YR，YIの大きさを定める第1の整合寸法。整数型，入力。NM ≧n とする。

N ： 行列**A**の次数n。整数型，入力。N≧2とする。

A ： 行列**A**を格納する。2次元倍精度実数型配列A（NM, N），入出力。A（i, j）＝a_{ij} と入れる。

ER, EI ： 固有値を格納する。大きさnの1次元倍精度実数型配列，出力。K＞0のとき，絶対値の大きい順に実数部がERに，虚数部がEIに入れられる。

XR, XI ： 右固有ベクトルを格納する。大きさNM×nの2次元倍精度実数型配列，出力。ER(j)＋i×EI(j) に対応する固有ベクトルの実数部と虚数部が，それぞれXRとXIの第j欄に入れられる。

YR, YI ： XR, XIと同様に左固有ベクトルを格納する。

L ： 固有値の収束の精度。整数型，入力。L≧3 とする。j番目の固有値のt回反復後の値を $\lambda_j^{(t)}$ とするとき，$|\lambda_j^{(t)}-\lambda_j^{(t+1)}|\leq|\lambda_j^{(t)}|\times10^{-L}$ で収束したとみなす。また，右ベクトルを求めるとき得られた固有値 λ_j^R と左ベクトルを求めるとき得られた固有値 λ_j^L は $|\lambda_j^R-\lambda_j^L|\leq|\lambda_j^R|\times10^{-(L-2)}$ で一致したとみなす。

LIM ： 反復の打切り回数。整数型，入力。LIM≧1とする。反復がLIMに達すると計算は打切られる。

IMAG ： 複素固有値のテストの間隔。整数型，入力。IMAG≧1とする。反復がIMAG回行われるごとに，複素固有値であるかどうかのテストを行う。

KM ： 求める固有値や右および左ベクトルの数。整数型，入力。1≦KM≦nとする。

K ： 求まった固有値や右および左ベクトルの数。整数型，出力。0≦K≦KMとなる。

E1～E7 ： 作業領域。大きさnの1次元倍精度実数型配列，出力。

〔6〕 使用上の注意

① べき乗法なので，大きい数個の固有値と固有ベクトルを求めるのに適する。

② 計算の経緯を示すプリントが出るのでKM個求まらなかったときの参考となる。

③ 一応絶対値の大きい固有値から計算されるが，計算誤差のため，多少の入れ替わりがある。

④ 零固有値は計算の終了を意味するため，求めることができない。

⑤ 異符号の2つの実固有値のとき，求まった順序によっては，λ_j^R と λ_j^L の不一致で打ち切られることがある。

〔7〕 解法および参考文献

近似固有値の分離を考慮したべき乗法。λ_jに対応する右および左ベクトルをそれぞれ $\mathbf{x}_j$，$\mathbf{y}_j$としたとき $|\lambda_1| \fallingdotseq |\lambda_2|$ ならば λ_1^R，λ_2^R，$\mathbf{x}_1$，$\mathbf{x}_2$，λ_1^L，λ_2^L，$\mathbf{y}_1$，$\mathbf{y}_2$，……のように組みで求めて行く。また，$|\lambda_1| \gg |\lambda_2|$ ならば1つずつ求める。計算の打切りは λ_j^R や λ_j^L が収束しないとき，$\lambda_j^R \fallingdotseq \lambda_j^L$ あるいは λ_j^R または λ_j^L を0とみなしたときである。

参考文献

① 磯田和男他（監）：“FORTRANによる数値計算ハンドブック”，オーム社（1971）

② 島崎潤也：“プラント動特性・制御における固有値問題を解くための改良ベキ乗法” JAERI－M 82－083（1982）

〔8〕 記憶容量

3696語

〔9〕 計算時間

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} -5.5099 & 1.8701 & 0.42291 & 0.008814 \\ 0.28787 & -11.812 & 5.7119 & 0.058717 \\ 0.049088 & 4.308 & -12.971 & 0.22933 \\ 0.006235 & 0.26985 & 1.3974 & -17.596 \end{pmatrix}$$

のすべての固有値と左右の固有ベクトルを求めたとき，51ミリ秒。

〔10〕 精 度

上の例で，$\max\limits_{1 \leqq j \leqq n} \dfrac{\| \mathbf{A}\mathbf{x} - \lambda_j \mathbf{x}_j \|_1}{\| \mathbf{A} \|_1 \, \| \mathbf{x}_j \|_1}$ が 1.583×10^{-7}

であった。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

〔6〕と〔7〕の項参照。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

付属ルーチン ：POWER2，PRDCT，VNORMF，VISTOR

組込みルーチン：DAMAX1，DSQRT，DABS，FLOAT

〔14〕 公開の程度

BISCTS

〔1〕 登録申請年月日

昭和47年8月31日

〔2〕 登録者

安全性コード開発　小林健介　5978

〔3〕 表 題

三重対角行列の固有値

〔4〕 機 能（特徴も含めて）

$a_i c_i \geqq 0$ （$2 \leqq i \leqq N$）なる三重対角行列の固有値を求める。

実根のみ，等根なし，精度が良い。

$$\begin{pmatrix} b_1 & c_2 & & \\ a_2 & b_2 & \ddots & \\ & \ddots & \ddots & c_N \\ & & a_N & b_N \end{pmatrix}$$

〔5〕 呼び出し方

◎単精度のとき

CALL BISCTS（B, A, C, M, N, EPS 1, M 1, M 2, EPS 2, IZ, EIGEN, ANORM, DUM）

B, A, C：行列（上図参照）の各要素b_i，a_i，c_i，実数型一次元配列，入力。

M　　：B, A, C, EIGEN, DUMの配列の大きさ，整数型，入力。

N　　：行列の次数，整数型，入力。

EPS 1　：固有値の精度，5桁の精度ならEPS 1 = 0.5×10^{-5}，実数型，入力。

M 1, M 2：小さいほうからM 1番目からM 2番目までの固有値を求める。整数型，入力。

EPS 2　：固有値の誤差の上限，実数型，出力。

IZ　　：反復回数，整数型，出力。

EIGEN　：固有値，実数型一次元配列，出力。

ANORM：行列のノルム（$\| \ \|_\infty$），実数型，出力。

DUM　：temporary な領域，大きさNの実数型一次元配列，出力。

◎倍精度のとき

CALL BISCTD（B, A, C, M, N, EPS 1, M 1, M 2, EPS 2, IZ, EIGEN, ANORM, DUM）

B, A, C, EPS 1, EPS 2, EIGEN, ANORM, DUMは倍精度実数型とする。他は単精度のときと同じ。

〔6〕 使用上の注意

PISCTDに対し，FORTRAN－DのときOPTION DOUBLE，FORTRAN－H のときB = DOUBLE を使用。

〔7〕 解法および参考文献

シュトルム列を作り，根の範囲を定め，二分割法で求める。

Numerische Mathematik 4，362～367（1962）

〔8〕 記憶容量

	FORTRAN compiler	
	D	H
BISCTS	544 W	474 W
BISCTD	662 W	510 W

〔9〕 計算時間

サンプル問題

$$a_i = -1 \qquad 2 \leqq i \leqq N$$

$$b_i = \begin{cases} 1 & i = 1 \\ 2 & 2 \leqq i \leqq N \end{cases}$$

$$c_i = -1 \qquad 2 \leqq i \leqq N$$

$$\begin{pmatrix} 1 & -1 & & & O \\ -1 & 2 & -1 & & \\ & \ddots & \ddots & \ddots & \\ & & -1 & 2 & -1 \\ O & & & -1 & 2 \end{pmatrix}$$

	N	EPS 1	M 1	M 2	FORTRAN compiler	
					D	H
BISCTS	5	10^{-5}	1	5	4 msec	5 msec
	1000	10^{-5}	1	1000	56 sec	66 sec
BISCTD	5	10^{-9}	1	5	5 msec	9 msec
	1000	0.5×10^{-15}	1	1000	331 sec	386 sec

〔10〕 精 度

これらのサブルーチンに対する入力データであるEPS 1が精度そのものを決定する。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

な し

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

BISCTS ABS, SQRT

BISCTD DABS, DSQRT

〔14〕 公開の程度

一般公開

HEVALD

〔1〕 登録申請年月日

昭和53年10月13日

〔2〕 登録者

固体物理第一 佐々木 健 5471

計算センター外来研 藤田 恵一 5946

〔3〕 表 題

実対称行列の固有値

〔4〕 機 能

$\mathbf{A}=(a_{ij})$ をn次の実対称行列とするとき，$\mathbf{Ax}=\lambda\mathbf{x}$ のすべての固有値をハウスホルダー法で求める。

〔5〕 呼び出し方

CALL HEVALD (NM, N, A, E, P, Q, R, S)

NM : 2次元配列Aの大きさを定める第1の整合寸法。整数型，入力。NM≧n とする。

N : 行列**A**の次数n。整数型，入力。N≧3とする。

A : 行列**A**を格納する。2次元倍精度実数型配列A(NM, NM)，入出力。**A**の右上部分を $A(i,j)=a_{ij}$ $(1\leqq i\leqq j\leqq n)$ と入れる。
作業領域。大きさN1の1次元倍精度実数型配列，出力。

E : 固有値を格納する。1次元倍精度実数型配列E(N)，出力。

P, Q, R : 作業領域。大きさnの1次元倍精度実数型配列，出力。

S : 作業領域。1次元倍精度実数型配列S(N1)，出力。N1≧n+1とする。

〔6〕 使用上の注意

な し

〔7〕 解法および参考文献

行列を3重対角化するのにハウスホルダー法を用い，3重対角行列の固有値を求めるのに原点移動を行うQR法を用いる。

参考文献：例えば，戸川隼人："マトリクスの数値計算"，オーム社 (1971)

〔8〕 記憶容量

1352語

〔9〕 計算時間

$$\mathbf{A}=\begin{pmatrix}3 & 6 & 0\\ 6 & 10 & -2\\ 0 & -2 & -2\end{pmatrix}$$ の例で9ミリ秒以下であった。

〔10〕 精 度

上の例で6桁以上。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

な し

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

付属ルーチン : HOUSE, EIGV, OSHIFT

組込みルーチン : QSQRT, DSQRT, DABS

〔14〕 公開の程度

所内公開

HDIAGD

〔1〕 登録申請年月日

昭和53年10月13日

〔2〕 登録者

原子炉システム　藤村統一郎　5361

〔3〕 表　題

実対称行列の固有値問題（Jacobi法）

〔4〕 機　能

Aをn次の実対称行列とするとき，固有値と固有ベクトルを求める。ベクトルの計算はオプションである。

〔5〕 呼び出し方

CALL HDIAGD（NM，N，H，U，X，IQ，IEGEN，NR）

NM　：2次元配列HやUの大きさを定める第1の整合寸法。整数型，入力。NM≧n とする。

N　：行列**A**の次数n。整数型，入力。N≧2とする。

H　：行列$\mathbf{A}=(a_{ij})$を格納する。2次元倍精度実数型配列H（NM，N），入出力。**A**の右上部分を$H(i,j)=a_{ij}$（$1\leqq i\leqq j\leqq n$）と入れると対角項H（j，j）に固有値λ_jが入れられる。

U　：IEGEN＝0のとき，**A**の固有ベクトルを格納する。2次元倍精度実数型配列U（NM，N），出力。固有値λ_jに対応する固有ベクトルはUの第j欄に入れられる。これらは正規化されている。IEGEN＝1のとき，Uは不使用引数となる。

X　：作業領域。1次元倍精度実数型配列X（N），出力。

IQ　：作業領域。1次元整数型配列IQ（N），出力。

IEGEN：固有ベクトルの計算を指示する。整数型，入力。固有ベクトルも計算するとき0，計算しないとき1とする。

NR　：行われた回転の数。整数型，出力。NR≧0となる。

〔6〕 使用上の注意

な　し

〔7〕 解法および参考文献

行の中の最大元から先に回転を行っていくJacobi法。

参考文献：東京大学大型計算機センター（編）："東京大学大型計算機センター　ライブラリ・プログラム　第I集，26"，東京大学出版会（1967）

〔8〕 記憶容量

1294語

〔9〕 計算時間

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 6 & 4 & 1 \\ 4 & 11 & 0 \\ 1 & 0 & 6 \end{pmatrix}$$ のすべての固有値と固有ベクトルを求めたとき 265 ミリ秒以下。

〔10〕 精　度

上の例で $\max_{1 \leqq j \leqq 3} \dfrac{\| \mathbf{A}\mathbf{x}_j - \lambda_j \mathbf{x}_j \|_1}{\| \mathbf{A} \|_1 \| \mathbf{x}_j \|_1}$ が 4.983×10^{-12} であった。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

な　し

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

組込みルーチンの DABS，DSIGN，DSQRT を使用。

〔14〕 公開の程度

一般公開

EIGN1D

〔1〕 登録申請年月日

昭和 53 年 10 月 13 日 （新規）

〔2〕 登録者

原子炉システム　　藤村統一郎　　5361

〔3〕 表　題

実対称行列の固有値問題（記憶領域節約）

〔4〕 機　能

$\mathbf{A} = (a_{ij})$ をn次の実対称行列とするとき，n^2の配列は1つとるだけで固有値 λ と固有ベクトル $\mathbf{x}$ を計算する。

〔5〕 呼び出し方

CALL EIGN1D（NM，N，RHO，A，EIG，EQ1，EQ2，EQ2，EQ2，EQ2，EQ3，EQ3，W）

NM　：配列Aの大きさを定める第1の整合寸法。整数型，入力。NM≧n とする。

N　：行列 $\mathbf{A}$ の次数n。整数型，入力。N≧3 とする。

RHO：非対角要素の零判定値。倍精度実数型，入力。RHO≧0.（ふつう 1.0D−16）とする。

A　：行列 $\mathbf{A}$ および固有ベクトル $\mathbf{x}$ を格納する。2次元倍精度実数型配列A(NM，N)，入出力。行列は下三角部分を $A(i, j) = a_{ij}$ （$1 \leqq j \leqq i \leqq n$）と入れる。固有値EIG(j) に対応する固有ベクトル $\mathbf{x}_j$ はAの第j欄に出力される。

EIG ： 固有値を格納する。1次元倍精度実数型配列EIG（N），出力。 固有値はEIG(1)から小さい順に入れられる。

EQ1, EQ2, EQ3, W ： 作業領域。ともに大きさnの1次元倍精度実数型配列で出力。

〔6〕 使用上の注意

な し

〔7〕 解法および参考文献

3重対角化にハウスホルダー法，対角化にQR法を用いる。

参考文献：Paul A. Dobosh："EIGN1M：A Matrix Diagonalization Subroutine with Minimum Storage Requirements"，Computers & Chemistry Vol. 1 pp 295～298 （1977）

〔8〕 記憶容量

1868語

〔9〕 計算時間

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 6 & 4 & 1 \\ 4 & 11 & 0 \\ 1 & 0 & 6 \end{pmatrix}$$ のすべての固有値と固有ベクトルを求めたとき1ミリ秒以下。

〔10〕 精 度

上の例で $\max_{1 \leq j \leq 3} \dfrac{\| \mathbf{A}\mathbf{x}_j - \lambda_j \mathbf{x}_j \|_1}{\| \mathbf{A} \|_1 \| \mathbf{x}_j \|_1}$ が 8.82×10^{-19}。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

な し

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

組込みルーチンのDABS，DSQRTを使用。

〔14〕 公開の程度

一般公開

SIVI

〔1〕 登録申請年月日

昭和53年10月13日（新規）

〔2〕 登録者

理論解析　常松俊秀　5442

〔3〕 表 題

固有値の一般問題（実対称，帯状）

〔4〕 機 能

$\mathbf{A} = (a_{ij})$，$\mathbf{B} = (b_{ij})$ $(i, j = 1 \sim n)$ が帯幅2m－1の実対称行列で$\mathbf{B}$を正定値とするとき，一般問題 $\mathbf{A}\mathbf{x} = \lambda \mathbf{B}\mathbf{x}$ を解く。特にSIVIは大次元の特殊問題に向いて

おり，作業用ファイルを用いて処理される。

〔5〕 呼び出し方

CALL SIVI (A, B, X, U, V, AL, CONV, EPSCON, EPSMAC, NPIN, NPOUT)

A ：行列**A**を格納する。1次元倍精度実数型配列A(n×m)，入出力。**A**の帯の右上部分を$A(k)=a_{ij}$ $(k=(i-1)\times m+j-i+1,\ i\leqq j\leqq \min(i+m-1,\ n))$ と入れる。

B ：Aと同様な引数であり，行列**B**を格納する。

X ：固有ベクトルを格納する。1次元倍精度実数型配列X(n×NKV)，出力。求まったNKV個の固有ベクトルを$\mathbf{x}_j=(x_{1j},\cdots\cdots,x_{nj})^t$ $(j=1\sim NKV)$ とするとき$X(k)=x_{ij}$ $(k=(j-1)\times n+i)$ と入れられる。

U，V ：作業領域。大きさn×NKVの1次元倍精度実数型配列，出力。

AL ：固有値を格納する。1次元倍精度実数型配列AL(NKV)，入出力。AL(1)に原点移動量λ_0を入れるとNKVの固有値が，λ_0に近い順にAL(j) $(j=1\sim NKV)$ に入れられる。

EPSCON ：固有ベクトルの収束基準ε_c。倍精度実数型，入力。$\hat{\mathbf{u}}_j^{(k)}=(\hat{u}_{1j}^{(k)},\cdots\cdots,\hat{u}_{nj}^{(k)})^t$ とするとき，$|\hat{u}_{ij}^{(k+1)}-\mathrm{sign}(\lambda-\lambda_0)\hat{u}_{ij}^{(k)}|<\varepsilon_c$ のとき，j番目のベクトルの第i要素は収束したとみなされる。ふつう$10^{-4}\sim10^{-6}$くらいにとる。

EPSMAC ：計算機の精度を示す数ε_m。倍精度実数型，入力。計算機で，$1+\delta=1$となる数δの最大値のおよその値とする。ふつう$10^{-12}\sim10^{-16}$くらいにとる。

NPIN ：入力用引数の配列。1次元整数型配列NPIN(7)，入力。

- NPIN(1)　0とする。
- NPIN(2)　行列の次数nを示すN。N≧3とする。
- NPIN(3)　対角項を含む帯の半幅mを示すM。2≦M≦nとする。
- NPIN(4)　求める固有値や固有ベクトルの数NKV。1≦NKV≦nとする。
- NPIN(5)　反復打切り回数NITMAX。NITMAX≧1とする。
- NPIN(6)　データを処理するファイルの論理機番NSAVE。ふつう1とする。
- NPIN(7)　メッセージを出す論理機番NOUT。ふつう6とする。

NPOUT ：出力用引数の配列。1次元整数型配列NPOUT(5)，出力。

- NPOUT(1)　$\lambda<\lambda_0$となった固有値の数NEG。0≦NEG≦nとなる。
- NPOUT(2)　RETURNするまでの固有ベクトルの反復回数kを示すNIT。0≦NIT≦NITMAXとなる。
- NPOUT(3)　反復が打切りとなるまでに収束した固有ベクトルの数NCONV。0≦NCONV≦NKVとなる。

NPOUT(4)　行列**B**の正値性を示すNPOS。正値のとき0，正値でないとき－1となる。

NPOUT(5)　行列$\widetilde{\mathbf{A}}$の正則性を示すNSING。正則のとき0，非正則のとき－1となる。

〔6〕 使用上の注意

① NSAVEに対応する作業用ファイル（例えば//. EXPAND DISK DD (ET01F001)）を用意すること。

② ユーザは，ステートメント

```
      DATA IW /0/
   10 RANDOM (IW)
      GO TO 10
```

が区間（0，1）の一様乱数を発生するよう倍精度開数副プログラムRANDOMを付け加えなければならない。例えば，

```
      DOUBLE PRECISION FUNCTION RANDOM (IW)
      DATE IX /1/
      RANDOM = RANDH (IX, IX)
      RETURN
      END
```

のようにする。

③ ユーザは，ベクトルを正規化する副プログラムNORMを付け加えなければならない。例えば，

```
      SUBROUTINE NORM (X, N, JM)
      REAL*8 X(N, JM), XN
      DO 21 J=1, JM
      XN = 0.0D0
      DO 11 I=1, N
   11 XN=XN+X(I, J)**2
      XN=DSQRT(XN)
      DO 21 I=1, N
   21 X(I, J)=X(I, J)/XN
      RETURN
      END
```

のようにする。

〔7〕 解法および参考文献

原点移動を行う多段階逆反復法。

① 原点移動により $\mathbf{Ax}=\lambda\mathbf{Bx}$ を $\widetilde{\mathbf{A}}\mathbf{x}=\widetilde{\lambda}\mathbf{Bx}$ にする。但し $\widetilde{\mathbf{A}}=\mathbf{A}-\lambda_0\mathbf{B}$，$\widetilde{\lambda}=\lambda-\lambda_0$ とする。

② $\widetilde{\mathbf{A}}=\mathbf{LDL}^t$，$\mathbf{B}=\mathbf{R}^t\mathbf{R}$ と分解する。特に $\det(\widetilde{\mathbf{A}})=0$ のときは更に $100\times\varepsilon_m\times n\times m^2$ の原点移動を行う。

③ 反復過程は

$$\mathbf{u}_j^{(k)} = \mathbf{R}\ \mathbf{x}_j^{(k)}$$

$\hat{\mathbf{u}}_j^{(k)}$: $\mathbf{u}_j^{(k)}$ の正規直交化

$$\mathbf{v}_j^{(k)} = \mathbf{R}^t \hat{\mathbf{u}}_j^{(k)}$$

$$\mathbf{y}_j^{(k+1)} = \mathbf{L}^{-1}\ \mathbf{v}_j^{(k)}$$

$$\mathbf{w}_j^{(k+1)} = \mathbf{D}^{-1}\ \mathbf{y}_j^{(k+1)}$$

$$\mathbf{x}_j^{(k+1)} = \mathbf{L}^{*-1}\ \mathbf{w}_j^{(k+1)}$$

である。

参考文献

① T. Tsunematsu and T. Takeda : "A New Iterative Method for Solution of a Large－Scale General Eigenvalue Problem", J. Comp. Phys. 28, 287 (1978)

② R. Gruber : "HYMNIA－Band Matrix Package for Solving Eigenvalue Problems", Comp. Phys. Comm. 10, 30 (1975)

〔8〕 記憶容量

3618 語

〔9〕 計算時間

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 3 & 6 & 0 \\ 6 & 10 & -2 \\ 0 & -2 & -2 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{B} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad \mathrm{NKV} = 3,$$

$\varepsilon = 10^{-5}$, NITMAX = 20 (NIT は 11) の例で 35 ミリ秒であった。

〔10〕 精 度

上の例で，最小固有値の精度が 6 桁以上であった。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

計算の経過やエラーを示すメッセージが出る。詳しくは文献②を参照されたい。

〔12〕 言 語

FORTRAN－H に限る。

〔13〕 使用エントリ名

ユーザのルーチン : RANDOM, NORM

付属ルーチン : SHIFT, ALDLT, URX, ORNOS, VRTU, LYV, DWY, LTXW, UBX

JSSL のルーチン : BRTR

組込みルーチン : ABS, SQRT, FLOAT

〔14〕 公開の程度

所内公開

CSIVI

〔1〕 登録申請年月日

昭和53年10月13日（新規）

〔2〕 登録者

理論解析　常松俊秀　5442

〔3〕 表　題

固有値の一般問題（エルミート，帯状）

〔4〕 機　能

$\mathbf{A} = (a_{ij}) = (\alpha_{ij} + i\beta_{ij})$ $(i, j = 1 \sim n)$ を帯幅 $2m-1$ のエルミート行列，$\mathbf{B} = (b_{ij})$ $(i, j = 1 \sim n)$ を帯幅 $2m-1$ の実対称正定値行列とするとき，一般問題：$\mathbf{Ax} = \lambda \mathbf{Bx}$ を解く。特に CSIVI は大次元の特殊問題に向いており，データ **A**，**B** はファイルを用いて与えられる。

〔5〕 呼び出し方

CALL CSIVI (A, B, X, U, V, AL, CONV, EPSCON, EPSMAC, NPIN, NPOUT)

A　：作業領域。1次元倍精度複素数型配列 A(m×n)，出力。

B　：作業領域。1次元倍精度実数型配列 B(m×n)，出力。

X　：固有ベクトルを格納する。1次元倍精度複素数型配列 X(N×NKV)，出力。求まったNKV個の固有ベクトルを

$\mathbf{x}_j = (x_{1j}, \cdots\cdots, x_{nj})^t$ $(j = 1 \sim NKV)$ とするとき，

$x(k) = x_{ij}$ $(k = (j-1) \times n + i)$ と入れられる。

U, V　：作業領域。大きさ n × NKV の1次元倍精度複素数型配列，出力。

AL　：固有値を格納する。1次元倍精度実数型配列 AL(NKV)，入出力。AL(1) に原点移動量 λ_0 を入れると NKV 個の固有値が λ_0 に近い順に AL(j) $(j = 1 \sim NKV)$ に出力される。

CONV　：固有ベクトルの収束状況を示す。1次元倍精度実数型配列 CONV (NITMAX)，出力。k 回反復後，j 番目の固有ベクトルが正規直交化されたものを $\hat{\mathbf{u}}_j^{(k)}$ とするとき，

$$\mathrm{CONV}(k) = \sum_{j=1}^{NKV} \| \hat{\mathbf{u}}_j^{(k-1)} - \hat{\mathbf{u}}_j^{(k)} \times \mathrm{sign}(\lambda_j - \lambda_0) \|^2$$

である。

EPSCON　：固有ベクトルの収束基準 ε_c。倍精度実数型，入力。

$\hat{\mathbf{u}}_j^{(k)} = (\hat{u}_{1j}^{(k)}, \cdots\cdots, \hat{u}_{nj}^{(k)})^t$ とするとき，

$$| \hat{u}_{ij}^{(k+1)} - \mathrm{sign}(\lambda - \lambda_0) \hat{u}_{ij}^{(k)} | < \varepsilon_c$$

のとき，j 番目のベクトルの第 i 要素は収束したとみなされる。ふつう $10^{-4} \sim 10^{-6}$ くらいにとる。

EPSMAC ： 計算機の精度を示す数 ε_m。倍精度実数型，入力。計算機で，$1+\delta=1$ となる δ の最大値のおよその値とする。ふつう 10^{-12}～10^{-16} くらいにとる。

NPIN ： 入力用引数の配列。1次元整数型配列 NPIN(7)，入力。

NPIN (1)　0とする。

NPIN (2)　行列の次数nを示すN。N≧3 とする。

NPIN (3)　対角項を含む帯の半幅mを示すM。2≦M≦n とする。

NPIN (4)　求める固有値や固有ベクトルの数 NKV。1≦NKV≦n とする。

NPIN (5)　反復打切り回数 NITMAX。NITMAX≧1 とする。

NPIN (6)　データを与えるファイルの論理機番 NSAVE。ふつう1とする。

NPIN (7)　メッセージを出す論理機番 NOUT。ふつう6とする。

NPOUT ： 出力用引数の配列。1次元整数型配列 NPOUT (5)，出力。

NPOUT (1)　$\lambda<\lambda_0$ となった固有値の数 NEG。0≦NEG≦n となる。

NPOUT (2)　RETURN するまでの固有ベクトルの反復回数kを示す NIT。0≦NIT≦NITMAX となる。

NPOUT (3)　反復が打切りとなるまでに収束した固有ベクトルの数 NCONV。0≦NCONV≦NKV となる。

NPOUT (4)　行列**B**の正値性を示す NPOS。正値のとき0，正値でないとき－1となる。

NPOUT (5)　行列**A**の正則性を示す NSING。正則のとき0，非正則のとき－1となる。

〔6〕 使用上の注意

① データは，NM＝n×m とするとき

```
WRITE (NSAVE) (A(K), K=1, NM)
WRITE (NSAVE) (B(K), K=1, NM)
```

で与える。但し，

$$\left.\begin{array}{l} A(k)=a_{ij} \\ B(k)=b_{ij} \end{array}\right. \quad \left(\begin{array}{l} k=(i-1)\times n+j-i+1, \\ i\leq j\leq \min\ (i+m-1,\ n) \end{array}\right)$$

となっているものとする。

② ユーザは，ステートメント

```
      IW = 0
   10 RANDOM (IW)
      GO TO 10
```

が区間（0，1）の一様乱数を発生するよう倍精度関数副プログラム RANDOMを付け加えなければならない。例えば，

```
DOUBLE PRECISION FUNCTION RANDOM (IW)
```

```
      DATA IX /1/
      RANDOM = RANDH (IX, IX)
      RETURN
      END
```

のようにする。

〔7〕 解法および参考文献

原点移動を行う多段階逆反復法。

① 原点移動により $\mathbf{Ax} = \lambda \mathbf{Bx}$ を $\widetilde{\mathbf{A}}\mathbf{x} = \widetilde{\lambda}\mathbf{Bx}$ にする。但し，$\widetilde{\mathbf{A}} = \mathbf{A} - \lambda_0 \mathbf{B}$ ，$\widetilde{\lambda} = \lambda - \lambda_0$ とする。

② $\widetilde{\mathbf{A}} = \mathbf{LDL}^*$ （＊は転置共役），$\mathbf{B} = \mathbf{R}^t \mathbf{R}$ と分解する。特に $\det(\widetilde{\mathbf{A}}) = 0$ のときは更に $100 \times \varepsilon_m \times n \times m^2$ の原点移動を行う。

③ 反復過程は

$$\mathbf{u}_j^{(k)} = \mathbf{R}\mathbf{x}_j^{(k)}$$

$\widehat{\mathbf{u}}_j^{(k)}$ ： $\mathbf{u}_j^{(k)}$ の正規直交化

$$\mathbf{v}_j^{(k)} = \mathbf{R}^t \widehat{\mathbf{u}}_j^{(k)}$$

$$\mathbf{y}_j^{(k+1)} = \mathbf{L}^{-1} \mathbf{v}_j^{(k)}$$

$$\mathbf{w}_j^{(k+1)} = \mathbf{D}^{-1} \mathbf{y}_j^{(k+1)}$$

$$\mathbf{x}_j^{(k+1)} = \mathbf{L}^{*-1} \mathbf{w}_j^{(k+1)}$$

である。

参考文献

① T. Tsunematsu and T. Takeda : "A New Iterative Method for Solution of a Large -Scale General Eigenvalue Problem", J. Comp. Phys. 28, 287 (1978)

② R. Gruber : "HYMNIA - Band Matrix Package for Solving Eigenvalue Problems", Comp. Phys. Comm. 10, 30 (1975)

〔8〕 記憶容量

4590 語

〔9〕 計算時間

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} -8 & -4-12i & -12+4i & 0 \\ -4+12i & -5 & 1-12i & 6+3i \\ -12-4i & 1+12i & 12 & -5+11i \\ 0 & 6-3i & -5-11i & 7 \end{pmatrix},$$

$$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 8 & 2 & -1 & 0 \\ 2 & 12 & 4 & -2 \\ -1 & 4 & 12 & 1 \\ 0 & -2 & 1 & 6 \end{pmatrix},$$

NKV＝4，$\varepsilon_c = 10^{-5}$，NITMAX＝20（NIT も 20）の例で 223 ミリ秒であった。

〔10〕 精　度

上の例で $\max_{1 \leqq j \leqq n} \dfrac{\| \mathbf{A}\mathbf{x}_j - \lambda_j \mathbf{B}\mathbf{x}_j \|_1}{\| \mathbf{A} \|_1 \| \mathbf{x}_j \|_1}$ がおよそ 6×10^{-5} であった。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

計算経過やエラーを示すメッセージが出る。詳しくは文献②を参照されたい。

〔12〕 言　語

FORTRAN－H に限る。

〔13〕 使用エントリ名

ユーザのルーチン：RANDOM

付属ルーチン　　：BRTR，CSHIFT，CALDAT，CURX，CORNOS，CVRTU，CLYV，CDWY，CLTXW，CUBX，CNORM

組込みルーチン　：DSQRT，DFLOAT，DABS，DCMPLX，DREAL，DIMAG，DCONJG

〔14〕 公開の程度

所内公開

〔E〕 非 線 形 計 算

SSLに多項式の加減乗除を行うものがあるが，POSHIFは多項式を移動したときの係数を定める。

ROOTPはSSLにある，高次代数方程式をベアストウ法で解くルーチンBAIR1Sを改良したものであり，MROOTは多重根を精度よく解くためのものである。Muller 法によって，多項式のすべての根を求めるルーチンとして，chamberのアルゴリズムをとり入れたMUACHMとMUBCHM，2次のラグランジュ補間式を用いたのがMULLRAとMULLRBである。P07AD系列のルーチンは，ニュートン法の変形であるMadsenのアルゴリズムによって多項式のすべての根を求めると共に，その誤差限界を評価する。

PROJAは，非線形連立方程式の連立の数に制限なく，任意次元射影法で解くルーチンで，その入出力形式を改良したものがPROJB及びPROJBDである。SSLに登録されているNONLESは連立の数が20以下に限られており，解法も一次射影法で，少し異なる。又ニュートン法と最急降下法を折衷した反復アルゴリズムで非線形連立方程式を解くルーチンとしてNS01A，特に疎な体系の場合にはNS03Aがある。更に，INTECHとNONLINはいずれも変形ニュートン法による解法ルーチンであるが前者は予測子・修正子法を含み，後者はテーラー展開による線形化手法を内包している。

POSHIF

〔1〕 登録申請年月日

昭和46年12月17日

〔2〕 登録者

原子炉システム　井上修二　5322

〔3〕 表　題

多項式の移動

〔4〕 機　能

係数 a_0～a_n を与えて，y軸を右へxだけ移動したときの係数 b_0～b_n を計算する。

利用→$f^{(k)}(\alpha)$（k＝0，1，……，n）の計算。$f^{(k)}(x)=k!\,b_{n-k}$

〔5〕 呼び出し方

CALL　POSHIF（N1，A，X，B）

N1　……　n＋1

A　……　係数ベクトル　A(1)＝a_0，……，A(N1)＝a_n

X　……　移動巾

B　……　係数ベクトル

配列A(N1)，B(N1)

〔6〕 使用上の注意

〔7〕 解法および参考文献

〔8〕 記憶容量

142 w.　　10次→3 msec　Single　Precision（7桁）

〔9〕 計算時間

〔10〕 精　度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

〔14〕 公開の程度

一般公開

ROOTP

〔1〕 登録申請年月日

昭和47年8月31日

〔2〕 登録者

計算センター　石黒美佐子　5975

〔3〕 表　題

高次代数方程式の解法

〔4〕 機　能

BAIRSTOW法改良版

〔5〕 呼び出し方

CALL　ROOTP（A，M，EPS，RP，CP，ILL）

A　：入力多項式の係数（高次項から），実数配列，入力

M　：入力多項式の次数＋1，整数，入力。

EPS：誤差範囲（10^{-5}程度が望ましい），実数，入力。

RP　：実根または虚根の実部，実数配列，出力。

CP　：虚根の虚部（実根の場合は0），実数配列，出力。

ILL：{ 0　正常
　　 1　異常

（引数の意味はFACOM　SSLのBAIR1Sと同じ）

〔6〕 使用上の注意

〔7〕 解法および参考文献

石黒美佐子　高次代数方程式の多重根を求めるためのプログラム　JAERI－memo（公開）－4465（ACM　ALGORITHM　30より）

〔8〕 記憶容量

906語

〔9〕 計算時間

〔10〕 精　度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

処　置：RETURN

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

〔14〕 公開の程度

一般公開

MROOT

〔1〕 登録申請年月日

昭和48年5月16日

〔2〕 登録者

計算センター　石黒美佐子　5975

〔3〕 表　題

高次代数方程式の解法

〔4〕 機　能

高次代数方程式の多重根を正確に求める。

〔5〕 呼び出し方

CALL　MROOT（A，M，R1，M1，N1，R2，M2，N2）

A　：入力多項式の係数を高次項から入れる，実数型配列，入力。

M　：入力多項式の次数＋1，整数，入力。

R1：実根，実数型配列，出力。

M1：実根の多重度（R1に対応する），整数型配列，出力。

N1：実根の数，整数型配列，出力。

R2：虚根，実数型配列（虚根の数×2），出力。

第k番目の虚根の実部と虚部は，それぞれR2(2k－1)，R2(2k)に入る。

M2：虚根の多重度，整数型配列，出力。

N2：虚根の数，整数型配列，出力。

〔6〕 使用上の注意

方程式の次数≦20

〔7〕 解法および参考文献

石黒美佐子　高次代数方程式の多重根を求めるための解法　情報処理Vol.13，No.1

〃　高次代数方程式の多重根を求めるためのプログラム　JAERI－memo（公開）－4465

〔8〕 記憶容量

1,250語

〔9〕 計算時間

〔10〕 精　度

多重根を持つものは他の解法よりはるかによい。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

メッセージ2　PODIVS　使用上のエラー

〃　3　〃　〃

〃　4　BAIR1S　〃

処　置：STOP

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

FACOM S.S.L.のPODIVS，BAIR1Sを使用。

〔14〕 公開の程度

一般公開

MUACHM，MUBCHM

〔1〕 登録申請年月日

昭和52年11月1日

〔2〕 登録者

原子炉工学部 朝岡卓見 5517

〔3〕 表 題

多項式の根

〔4〕 機 能

Chambersのアルゴリズムを取り入れたMuller法により，多項式のすべての根を求める。

〔5〕 呼び出し方

倍精度実係数用 CALL MUACHM（A，N，RR，RI，N1）

倍精度複素係数用 CALL MUBCHM（AR，AI，N，RR，RI，N1）

A ：多項式の係数（高次項から），倍精度実数型配列A（N1），入力。

AR ：係数の実数部（高次項から），倍精度実数型配列AR（N1），入力。

AI ：係数の虚数部（高次項から），倍精度実数型配列AI（N1），入力。

N ：多項式の次数，整数，入力。

RR ：根の実数部，倍精度実数型配列RR（N），出力。

RI ：根の虚数部，倍精度実数型配列RI（N），出力。

N1 ：N＋1，整数，入力。

〔6〕 使用上の注意

3重根，3つの近接根などの計算には不適当。

〔7〕 解法および参考文献

2つの根の近似と，それからregula falsi流にとった点の3点を通る2次のLagrange多項式を用いる。

① 朝岡卓見："高次代数方程式の数値解法プログラム"，JAERI－M 7335（1977）

② L1.G.Chambers：Math.Comp.，25，305（1971）

③ J.D.Lawrence："Polynomial Root Finder"，CIC Report C 2.2－001，（1966）

〔8〕 記憶容量

800語

〔9〕 計算時間

20次多項式で75ミリ秒（JAERI－M 7335参照）

〔10〕 精　度

8桁，又は関数値の実数部と虚数部の絶対値の和が10^{-20}以下。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

" NOT CONVERGED ROOT 実数部 虚数部"

この実数部と虚数部をもった根は100回反復しても収束しなかった。続行。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

組み込み関数 ── DSQRT，DABS

〔14〕 公開の程度

一般公開

MULLRA，MULLRB

〔1〕 登録申請年月日

昭和52年11月1日

〔2〕 登録者

原子炉工学部　朝岡卓見　5517

〔3〕 表　題

多項式の根

〔4〕 機　能

2次のLagrange多項式による補間公式を用いたMuller法により，多項式のすべての根を求める。

〔5〕 呼び出し方

倍精度実係数用　CALL MULLRA（A，N，RR，RI，N1）

倍精度複素係数用　CALL MULLRB（AR，AI，N，RR，RI，N1）

A　：多項式の係数（高次項から），倍精度実数型配列A（N1），入力。

AR ：係数の実数部（高次項から），倍精度実数型配列AR（N1），入力。

AI ：係数の虚数部（高次項から），倍精度実数型配列AI（N1），入力。

RR ：根の実数部，倍精度実数型配列RR（N），出力。

RI ：根の虚数部，倍精度実数型配列RI（N），出力。

N1 ：N＋1，整数，入力。

〔6〕 使用上の注意

3重根，3つの近接根などの計算には不適当。

〔7〕 解法および参考文献

Muller法による。

① J.D.Lawrence :" Polynomial Root Finder," CIC Report C 2.2－001 (1966)

② 朝岡卓見："高次代数方程式の数値解法プログラム," JAERI－M 7335 (1977)

〔8〕 記憶容量

790語

〔9〕 計算時間

20次多項式で80ミリ秒（JAERI－M 7335参照）

〔10〕 精 度

8桁，又は関数値の実数部と虚数部の絶対値の和が10^{-20}以下。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

" NOT CONVERGED ROOT 実数部 虚数部,"

この実数部と虚数部をもった根は100回反復しても，収束しなかった。続行。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

組み込み関数 ── DSQRT，DABS

〔14〕 公開の程度

一般公開

PA07AD，PA06AD（PA07BD，PA06BD；PA07CD，PA06CD）

〔1〕 登録申請年月日

昭和52年11月1日

〔2〕 登録者

原子炉工学部 朝岡卓見 5517

〔3〕 表 題

多項式の根と，根の誤差限界

〔4〕 機 能

Newton法の変形であるMadsenアルゴリズムにより，多項式のすべての根を求め，それら求められた根の誤差限界をRouch'eの定理に基づき算出する。

〔5〕 呼び出し方

倍精度実係数用

根と誤差限界	CALL PA07AD (A, N, R, E, W, S, N1, LW)
根のみ	CALL PA07BD (A, N, R, W, N1)
誤差限界のみ	CALL PA07CD (A, N, N1, R, E, W, F, IG, CR)

倍精度複素係数用

根と誤差限界	CALL PA06AD (A, N, R, E, W, S, N1, LW)
根のみ	CALL PA06BD (A, N, R, W, N1)
誤差限界のみ	CALL PA06CD (A, N, N1, R, E, W, F, IG, CR)

A　：多項式の係数（低次項から），PA07に対しては倍精度実数型1次元配列A（N1），PA06に対しては2次元配列A(2，N1)で，実数部，虚数部がそれぞれA(1，j)，A(2，j)，入力。

N　：多項式の次数，整数，入力。

R　：根，倍精度実数型2次元配列R(2，N)で，実数部，虚数部がそれぞれR（1，j)，R(2，j)，PA07CD，PA06CDでは入力，それ以外では出力。

E　：入力としては多項式の係数の誤差限界（計算機の精度まで正確なときには0），出力としては最初のN箇に根の誤差限界，単精度実型配列E（N1)。

W　：倍精度実数型配列，PA07ADではW(LW)，PA06ADではW(2，LW)，PA07BD，PA07CDではW（N1)，PA06BD，PA06CDではW（2，N1)，作業領域。

S　：単精度実数型配列でPA07ADではS(2，LW)，PA06ADではS(4，LW)，作業領域でWと等価にできる。

N1　：N＋1，整数，入力。

LW：整数入力で，PA07ADでは（3＊N／2＋2）以上，PA06ADでは（5＊N／4＋2）以上。

F　：単精度実数型配列　F(N1)，作業領域。

IG　：単精度実数型配列　IG(N)，作業領域。

CR　：単精度実数型配列　CR(N)，作業領域。

〔6〕　使用上の注意

PA07CD，PA06CDで計算の反復が100回以上になるときは，誤差半径を0にセットし，次の根に対する計算に移る。

〔7〕　解法および参考文献

Newton反復法の収束範囲に入るまで，それの変形を用いるMadsenアルゴリズムにより根を求め，それらの根の誤差限界はRouch'eの定理に基づいている。

① K.Madsen，J.K.Reid："Fortran Subroutines for Finding Polynomial Zeros," AERE－R　7986（1975）

② 朝岡卓見："高次代数方程式の数値解法プログラム," JAERI－M　7335（1977）

〔8〕　記憶容量

根の計算のみのとき1,430語，誤差限界のみのとき840語，全体で2,580語。

〔9〕　計算時間

20次多項式の根の計算が40ミリ秒，根の誤差限界の計算が25ミリ秒（JAERI－M 7335参照）

〔10〕　精　度

15桁，又は関数値の絶対値が，多項式の実数項の絶対値の3N×10^{-15}程度（絶対値が最小の根での関数値の丸め誤差のオーダ）以下。

〔11〕　内蔵するエラーメッセージ

な　し。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

PA07AD ─┬─ PA07BD ─┬─ PA07DD
　　└─ PA07CD　　└─ PA07ED

PA06AD ─┬─ PA06BD ─┬─ PA06DD
　　└─ PA06CD　　└─ PA06ED

PA07BD，PA06BD への組み込み関数

DABS，SQRT，ALOG，FLOAT

PA07CD，PA06CD への組み込み関数

（DABS），CABS，ABS，CMPLX，FLOAT，IFIX

〔14〕 公開の程度

一般公開

PROJA

〔1〕 登録申請年月日

昭和51年12月20日

〔2〕 登録者

原子炉システム　藤村統一郎　5361

〔3〕 表 題

非線形連立方程式

〔4〕 機 能

n変数 $\mathbf{x}=(x_1, \cdots\cdots, x_n)$ に関する連立方程式 $\mathbf{F}(\mathbf{x})=(f_1(\mathbf{x}),\cdots,f_n(\mathbf{x}))=\mathbf{0}$ をみたす解 $\mathbf{x}^*$ を求める。このとき，$\mathbf{x}^*$ に収束する列 $\{\mathbf{x}^k\}$ を含む有界閉領域Dにおいて，$\mathbf{F}$ のヤコビアンが正則であり $\|\mathbf{F}(\mathbf{x})\|$ が厳密な意味で凸でないといけない。

既存のルーチンNONLES は偏微係数が最大のものから変数を1つずつ消去していく方法（1次元射影法）であり，$n \leqq 20$ で，かつヤコビアンは与えないことになっているが，PROJA は任意次元の射影法でnに制限はなく，ヤコビアンはユーザーが与えるようになっている。

〔5〕 呼び出し方

CALL PROJA（NDIM，NCOL，A，B，F，JFX，X，NMAX）

初めの7個の仮引数は全て作業領域（出力）であり，CALL する前に値を入れる必要がなく，PROJA の中の READ 文等によりデータを与える。最後の仮引数NMAX はユーザーが定める配列の大きさを示す数であり，CALL する前に代入文で与える（入力）。

それぞれの仮引数の型や配列の大きさは下記による。

整数型　NDIM（NMAX），NCOL（NMAX，NMAX），NMAX

実数型　A（NMAX，NMAX），B（NMAX），F（NMAX），JFX（NMAX，NMAX），X（NMAX）

但し，NMAX ≧ n（nは連立方程式の次元数）とすること。

◎ 入力カード

(1) 1枚目のカード（3 I 5）

a）次元数n（≧1）

b）反復の数（収束しないときの打切り）I（≧1）

c）1回の反復の中で行う射影の回数　J（$1 \leqq J \leqq n$で，反復によらず固定）

(2) 2枚目のカード（F 10.5）

収束判定の精度　　EPS ≧ 0.

(3) 3枚目のカード（8 F 10.5）

解ベクトルの近似値$\mathbf{x}^0$（n個：多いときは次のカード，以下同様）

(4) 各射影に関するデータ（(1)のc）参照）

a）第j回目の射影の部分空間の次元　　n_j（I 5）

b）第j回目の射影の部分空間に属する欄　　c_{j1}，……　c_{jn_j} を指定（(4) a)の次元の数だけ入力：16I5）

以下，(4)のa），b）を(1) c）の射影の数Jだけくり返す。このとき，$\sum_{j=1}^{J} n_j = n$で，c_{11}，……，c_{Jn_J} は欄1～nをもれなく1度ずつ指定するようにする。

◎ 出　力

(1) 反復ごとに $\mathbf{x}^k$，$\mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$ がプリントされるほか，最終値がX，Fに出力される。

(2) 計算の終了状態を示す仮引数がないが，Fがどの程度0に近いかで判定できる。

〔6〕 使用上の注意

ユーザは二つのサブルーチンを用意しなければならない。

(1) SUBROUTINE　PFUNC（X，F，N）

X：実数型配列（NMAX）。NMAXは定数で与える。

F：　〃　（NMAX）。NMAXは定数で与える。

N：整数型。次元数nに相当する。

ここにX(j)を変数x_jとするときF(i)は関数f_i（x_1，……，x_n)を表わすようにすること。

(2) SUBROUTINE　JCBN（JFX，X，N）

JEX：実数型配列（NMAX，NMAX）。NMAXは定数，（XとNは上の(1)と同じ）ここにJFX（i，j）はヤコビアンの計算に必要な（$\frac{\partial f_i}{\partial x_j}$）を表わすようにすること。

〔7〕 解法および参考文献

任意次元の射影法

参考文献：Georg，D.D.，Keller，R.F.；IS－M－16（CONF－740511－4）

〔8〕 記憶容量

831語

〔9〕 計算時間

$$\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 - 4 = 0 \\ x_1^2 - x_2^2 = 0, \end{cases}$$

I＝4，J＝1，EPS＝1.0 E－5，$\mathbf{x}^0$＝(2，3)

の例で0.1秒以下

〔10〕 精　度

上の例で6桁以上

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

A SINGULAR SET OF EQUATIONS WAS GENERATED ヤコビアンが一次従属となった。

RETURNする。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

既存のSSL …… GUEL1S

組込み関数 …… SQRT

〔14〕 公開の程度

一般公開

PROJB，PROJBD

〔1〕 登録申請年月日

昭和52年12月5日

〔2〕 登録者

原子炉システム　藤村統一郎　5361

〔3〕 表　題

非線形連立方程式（任意次元の射影法）

〔4〕 機　能

nの変数 $\mathbf{x}=(x_1, \cdots\cdots, x_n)$ に関する連立方程式 $\mathbf{F}(\mathbf{x})=(f_1(\mathbf{x}),\cdots,f_n(\mathbf{x}))=\mathbf{0}$ をみたす解 $\mathbf{x}^*$ を求める。このとき，$\mathbf{x}^*$ に収束する列 $\{\mathbf{x}^k\}$ を含む有界閉領域Dにおいて，$\mathbf{F}$ のヤコビアンが正則であり $\|\mathbf{F}(\mathbf{x})\|$ が厳密な意味で凸でないといけない。既存のルーチンNONLESは偏微係数が最大のものから変数を1つずつ消去していく方法（1次元射影法）であり，$1 \leqq n \leqq 20$ でかつヤコビアンは与えなくてよいが，PROJBは任意次元の射影法で，nに制限はなくヤコビアンはユーザーが与えるようになっている。

このルーチンはデータを配列で与えるほか，出力プリントを選択できるところがPROJAと異なる。

〔5〕 呼び出し方

CALL PROJB (N, NSTP, NSS, NDIM, NCOL, ACC, X, A, B, F, FJX,

NMAX，IOP，IER）

N　　次元数n。整数型，入力。N≧1。

NSTP　　n個の欄の射影を一通り行うことを1サイクルとするとき，収束しない場合の打切りサイクル数（kの最大値）。整数型，入力。NSTP≧1。

NSS　　1つのサイクルの中で行う射影の回数。整数型，入力。1≦NSS≦n。

NDIM　　1つのサイクルの中で行う各射影の部分空間の次元（その部分空間に属する欄の数）。1次元整数型配列NDIM(NMAX)，入力。1≦NDIM(i)≦n，$\sum_{i=1}^{NSS}$ NDIM(i)＝nとする。

NCOL　　1つのサイクルの中で行う各射影の部分空間に属する欄を指定。2次元整数型配列　NCOL(NMAX，NMAX)，入力。1≦NCOL（i，j）≦n。ここに，NCOL（i，j）（1≦j≦NDIM(i)，1≦i≦NSS）は欄1～nをもれなく指定すること。

ACC　　収束判定の精度。実数型，入力。ACC＞0.。ふつうACC＝1.0E－5くらいにとる。ACC＞‖$\mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$‖で収束を判定する。

X　　初期値 $\mathbf{x}^0$ を入れると，$\mathbf{x}^k$ の最終値が得られる。1次元実数型配列X（NMAX），入出力。

A　　作業領域。2次元実数型配列　A(NMAX，NMAX)，出力。

B　　作業領域。1次元実数型配列　B(NMAX)，出力。

F　　関数値 $\mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$ を格納する。1次元実数型配列　F(NMAX)，出力。

FJX　　ヤコビアン（$\partial f_i / \partial x_j$）（$\mathbf{x}=\mathbf{x}^k$）を格納する。2次元実数型配列　FJX（NMAX，NMAX），出力。

NMAX　　配列の大きさを定める数。整数型，入力。NMAX≧n。

IOP　　プリントの選択。整数型，入力。0≦IOP≦1。IOP＝0のときはエラー・メッセージも出ないが，IOP＝1のときはNDIM，NCOL，$\mathbf{x}^k$，$\mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$，‖$\mathbf{F}(\mathbf{x}^k)$‖をプリントする。

IER　　計算の終了状態を示す。整数型，出力。－NSS≦IER≦NSS。第kサイクルで連立一次方程式の部分がうまく解けなかったときIER＝－k，打切りサイクル数に達したとき，IER＝0，第kサイクルで収束したとき，IER＝kとなる。

〔6〕　使用上の注意

①　ユーザは2つのサブルーチンを用意しなければならない。

(i)　SUBROUTINE　PFUNC（X，F，N）

X　　実数型配列　X(NMAX)。NMAXは定数で与える。

F　　実数型配列　F(NMAX)。NMAXは定数で与える。

N　　整数型。次元数に相当する。

ここに，X(j)を変数x_jとするとき，F(i)は関数 $f_i(x_1, \cdots\cdots, x_n)$を表わすようにすること。

(ii) SUBROUTINE JCBN (FJX, X, N)

FJX　実数型配列　FJX (NMAX, NMAX)。NMAX は定数で与える。

ここに，XとN は上と同じであり，FJX(i, j) はヤコビアンの要素 ($\partial f_i / \partial x_j$) 表わすようにすること。

② 倍精度のPROJBD を用いるときは，実数型の引数を全て倍精度実数型にすること。

〔7〕 解法および参考文献

任意次元の射影法

Georg, D.D., Keller, R.F. : IS－M－16 (CONF－740511－4) 1974

〔8〕 記憶容量

1422 語（PROJBD のとき 1578 語，以下同様）

〔9〕 計算時間

$$\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 - 4 = 0 \\ x_1^2 - x_2^2 = 0 \end{cases}$$

NSTP = 4, NSS = 1, ACC = 1.0 E－5, $\mathbf{x}^0$ = (2, 3) の例で 0.078 秒（0.079 秒）以下。

〔10〕 精　度

ACC と NSTP によるが，上の例では 7 桁（9 桁以上）。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

・" A SINGULAR SET OF EQUATIONS WAS GENERATED"

中で解かれる連立一次方程式がうまく解けなかった。RETURN する。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

ユーザのルーチン	PFUNC, JCBN
既存の JSSL	GUEL1S (GUEL1D)
組込みルーチン	SQRT (DSQRT)

〔14〕 公開の程度

一般公開

NS01A

〔1〕 登録申請年月日

昭和 53 年 5 月 29 日

〔2〕 登録者

原子炉工学部　朝岡卓見　5517

〔3〕 表　題

連立非線形方程式の解

〔4〕 機　能

実変数・実関数の連立方程式 $f_k(x_1, x_2, \cdots\cdots, x_n) = 0$, $k = 1, 2, \cdots\cdots, n$, の

1つの解を求める。f_kは連続な1階微分をもたなくてはならないが，微分形を与える必要はない。

〔5〕 呼び出し方

CALL NS01A (N, X, F, AJINV, DSTEP, DMAX, ACC, MAXFUN, IPRINT, W)

N　　：方程式の数n，整数，入力。

X　　：解の推定値及び求められた解，x_1，x_2，……，x_n，実数型配例X(N)，入力及び出力。

DSTEP　：関数値から1階微分の返似値を求めるために使われる，すべての変数に共通した十分小さいステップ，実数，入力。

DMAX　：解の推定値と真値との間のユークリッド空間での推定距離で，各反復での解の補正の上限として用いられる。実数，入力。

ACC　　：$\sum_k f_k^2$に要求する収束判定精度，入力。

MAXFUN：f_k，k＝1～n の計算回数の上限，整数，入力。

IPRINT　：プリント出力の制御，整数，入力。

＝0，エラー・メッセージのみ。

＝1，f_k，k＝1～nの計算毎に，(x_k，f_k)，k＝1～n，も出力。

F　　：f_k，k＝1～nのための作業領域，実数型配列　F(N)，出力。

AJINV　：ヤコビアンの逆行列のための作業領域，実数型配列　AJINV(N,N)，出力。

W　　：n(2n＋5)の大きさの1次元実数配列の作業領域で，計算終了時に最初のn^2にヤコビアンの値が出力される。

〔6〕 使用上の注意

関数形をSUBROUTINE CALFUN (N, X, F) で定義しなければならない。N, X, Fは〔5〕と同様で，F(k)にf_k(x_1，x_2，……，x_n)の形を与える。

〔7〕 解法および参考文献

Newton法と最急降下法を折衷した反復アルゴリズムによる。

① M.J.D.Powell :" A FORTRAN Subroutine for Solving Systems of Non－Linear Algebraic Equations," AERE－R. 5947 (1968)

② 朝岡卓見：" 連立非線形方程式の数値解法プログラム," JAERI－M 7552 (1978)

〔8〕 記憶容量

3546語

〔9〕 計算時間

問題と入力パラメータに依存するが，2元連立方程式で30～250ミリ秒(〔7〕の文献②参照)。

〔10〕 精　度

問題と入力パラメータによる(〔7〕の②参照)。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

・" ERROR RETURN FROM NS01A BECAUSE NT CALLS OF CALFUN FAILED TO IMPROVE THE RESIDUALS" NT＝N＋4回の反復でも改良しなかった。RETURN。

・" ERROR RETURN FROM NS01A BECAUSE F(X) FAILED TO DECREASE USING A NEW JACOBIAN" ヤコビアンを再計算したが，（N＋4）回の反復でも関数値に改善がなかった。RETURN。

・" ERROR RETURN FROM NS01A BECAUSE THERE HAVE BEEN MAXFUN CALLS OF CALFUN"（〔5〕のMAXFUN参照)。RETURN。

・" ERROR RETURN FROM NS01A BECAUSE A NEARBY STATIONARY POINT OF F（X）IS PREDICTED" 関数の勾配が小さくて，〔5〕のDMAXより遠くに解がいく。RETURN。

・" STOP BY MINV2S DUE TO ILL＝*****"（FACOM FORTRAN SSL使用手引書参照)。STOP。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

既存のSSL …… MINV2S

組み込み関数 …… AMAX1，AMIN1，ABS，SQRT

〔14〕 公開の程度

一般公開

NS03A

〔1〕 登録申請年月日

昭和53年5月29日

〔2〕 登録者

原子炉工学部 朝岡卓見 5517

〔3〕 表 題

連立非線形方程式の解

〔4〕 機 能

実変数・実関数の連立方程式$\mathbf{f}(\mathbf{x})=\mathbf{r}(\mathbf{x})+\mathbf{A}\cdot\mathbf{x}=\mathbf{0}$の1つの解を，特に$\mathbf{r}(\mathbf{x})$のヤコビアン及び行列$\mathbf{A}$が疎な系に対して求める。ヤコビアンの微分形は与えてもよいし，与えなくてもよい。

〔5〕 呼び出し方

CALL NS03A（QUNC，M，N，X，SAC，STPMIN，MAXFUN，IPRINT，W，IW，IRN，IP，A，IRNA，IPA，HMAX）

QUNC ：ダミー，倍精度実数。

M ：方程式の数，整数，入力。

N　　：変数の数，整数，入力。

X　　：解の推定値及び求められた解$\mathbf{x}$，倍精度実数型配列　X(N)，入力及び出力。

SAC　　：$\sum_k f_k^2$に要求する収束判定精度，倍精度実数，入力（SAC＝0のときは以下で判定する)。

STPMIN　　：$\mathbf{x}$に要求する収束判定精度，倍精度実数，入力（$|\delta \mathbf{x}| \leq |\mathbf{x}| \times 10^{-14}$でも判定しているのでSTPMIN＝0としてもよい)。

MAXFUN　　：$\mathbf{r}(\mathbf{x})$を定義するサブルーチンFUNCを呼ぶ上限回数，整数，入力。

IPRINT　　：プリント出力の制御，整数，入力。

＝0，エラー・メッセージのみ。

＞0，｜IPRINT｜毎の反復の収束状態も出力。

＜0，更に｜IPRINT｜毎の解と関数値なども出力。

W　　：大きさIWの倍精度実数型配列の作業領域，出力。

IW　　：｛（3M＋N)＋M〔$\mathbf{A} \neq \mathbf{0}$のとき〕＋($\mathbf{r}(\mathbf{x})$のヤコビアンの0でない要素数)＋(N＋1)〔HMAX(1)≠0のとき〕＋6(N＋1)｝の2倍以上の整数，入力。

IRN，IP　　：$\mathbf{r}(\mathbf{x})$のヤコビアンの疎の形を与える整数配列の入力。0でない微分を，x_1による微分，次にx_2によるものと並べたとき，IP(K)がx_kによる微分の最初の位置，IRN(J)がJ番目のr_jのjを表わすようにする。従ってIPの配列の大きさは（N＋1）で，IP(N＋1)－1が0でない微分の総数を与え，これがIRNの配列の大きさになっている。

A　　：$\mathbf{A}$の0でない要素a_{jk}を，k＝1のものから順に入れる。倍精度実数型1次元配列，入力。

IRNA，IPA　：$\mathbf{A}$の疎の形をIRN，IPと同様に与える（$\mathbf{A}=\mathbf{0}$のときはIPA(1)＝0とする)。整数型1次元配列，入力。

HMAX(1)　　：$\mathbf{r}(\mathbf{x})$のヤコビアンの微分形をFUNCルーチンに定義するとき0，そうでなければ差分による計算の際の変数のステップの上限。大きさ2の倍精度実数型配列，入出力。

〔6〕　使用上の注意

関数形をSUBROUTINE　FUNC(N，X，F，M，D）で定義しなければならない。ここでN，X，Mは〔5〕と同様で，大きさMの倍精度実数配列Fには$\mathbf{r}(\mathbf{x})$を与える。HMAX(1)＝0の際には，0でない微分$\partial r_i / \partial x_k$の形を倍精度実数型1次元配列Dに与える。ソースをコンパルするときはNOBYNAMEで行なう。

〔7〕　解法および参考文献

Newton法と最急降下法を折衷した反復アルゴリズムを用い，線形化した後は，疎行列連立1次方程式解法ルーチンMA17Aにより解く。

① J.K.Reid：" FORTRAN Subroutines for the Solution of Sparse Systems of Non－Linear Equations," AERE－R　7293（1972）

② 藤村統一郎，他（編）：" JSSL（原研版・科学用サブルーチン・ライブラリー）マニュアル"，JAERI－M 7102，p. 24（1977）

③ 朝岡卓見："連立非線形方程式の数値解法プログラム"，JAERI－M 7552（1978）

〔8〕 記憶容量

7498語

〔9〕 計算時間

問題と入力パラメータに依存するが，2元連立方程式で20～500ミリ秒（〔7〕の文献③参照）。

〔10〕 精　度

問題と入力パラメータによる。（〔7〕の③参照）

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

・" ERROR RETURN FROM NS03 BECAUSE THAN MAXFUN CALLS OF FUNC NEEDED"，（〔5〕のMAXFUN参照）。RETURN。

・" ERROR RETURN FROM NS03 BECAUSE WORKSPACE W IS TOO SMALL"，〔5〕のIWの値が小さすぎる。RETURN。

MA17Aについては〔7〕の文献②を参照。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

付属ルーチン …… NS03C，TD02A，MC09A，MC02AS，NS03D，NS03E，NS03G

既存のJSSL …… MA17A，KB10AS

組み込み関数 …… DABS，DSQRT，DMAX1，DMIN1

そ の 他 …… BLOCK DATAあり

BLOCK DATAでは以下の3つのCOMMON中の変数の値を入力とする。

COMMON／TD02D／UMIN， UAIM，UMAX，EPS，EPS1，LP，ADJUST

COMMON／NS03B／RHO，SIG，HFAC，FAIM，LL

COMMON／MA17D／LM

ここでADJUSTは論理型で.TRUE.を入れ，LP，LL，LMは整数型で，すべてに出力プリントのための機番6を与える。その他の変数はすべて倍精度実数型で，UMIN，UAIM，UMAX，EPS，EPS1にはそれぞれ10，100，1000，1×10^{-14}，1×10^{-14}を，RHO，SIG，HFAC，FAIMにはそれぞれ0.25，0.75，1×10^{-6}，0.25を与える。

〔14〕 公開の程度

一般公開

INTECH

〔1〕 登録申請年月日

昭和53年5月29日

〔2〕 登録者

原子炉工学部　朝岡　卓見　5517

〔3〕 表　題

連立非線形方程式の解

〔4〕 機　能

実変数・実関数の連立方程式f_k（x_1，x_2，……，x_n）＝0，k＝1，2，……，n，の1つの解を求める。f_kばかりでなく，ヤコビアンの微分形$\partial f_k / \partial x_j$を与えなくてはならない。

〔5〕 呼び出し方

CALL INTECH（Y，YL，DY，PW，DEL，F1，YD，SAVE，YLSV，PWORK，N，NY，NL，NSEND）

Y　：f_k中に非線形に現れる変数に対する初期値及び求められた解，倍精度実数型配列　Y(NY)，入力及び出力。

NY　：Yの数，整数，入力。

YL　：f_k中に線形にのみ現れる変数に対する初期値及び求められた解，倍精度実数型配列　YL(NL)，入力及び出力。

NL　：YLの数，整数，入力。

DY　：f_k，k＝1～n，倍精度実数型配列　DY(N)，出力。

N　：NY＋NL，整数，入力。

PW　：ヤコビアン行列及びそれの逆行列，実数型2次元配列　PW(NN)，入力及び出力。

DEL　：$\sum_k |f_k|$に要求する収束判定精度，倍精度実数，入力。

F1　：PWとDYの積，倍精度実数型配列F1(N)，出力。

YD　：Yの補正，倍精度実数型配列　YD(NY)，出力。

SAVE　：YとYDをストアする。倍精度実数型2次元配列　SAVE(2，NY)，出力。

YLSV　：YLをストア，倍精度実数型配列YLSV(NL)，出力。

PWORK　：ダミー，倍精度実数型配列　PWORK(N)。

NSEND　：反復計算回数の上限，整数，入力。

〔6〕 使用上の注意

① 関数形をSUBROUTINE DIFFUN（DY，Y，YL，N，NY，NL）で定義しなければならない。これらの引数は，すべて〔5〕と同様である。

② ヤコビアンの微分形をSUBROUTINE MATSET（PW，Y，YL，N，NY，NL）で定義しなければならない。これの引数も，すべて〔5〕と同様である。

〔7〕 解法および参考文献

常微分方程式に対する予測子・修正子法を用いる変形Newton法による。

① J.H.Roff："Evaluation of an Integral Technique for the Solution of Nonlinear Equations"，COO－1469－226（1973）

② 朝岡卓見："連立非線形方程式の数値解法プログラム"，JAERI－7552（1978）

〔8〕 記憶容量

3028語

〔9〕 計算時間

問題と入力パラメータに依存するが，2次元連立方程式で8～50ミリ秒（〔7〕の文献②参照）。

〔10〕 精 度

問題と入力パラメータによる（〔7〕の②参照）。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

な　し。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

付属ルーチン …… MINV，MATMUL

既存のSSL …… MINV2S

組み込み関数 …… DABS，DMIN1，DMAX1

〔14〕 公開の程度

一般公開

NONLIN

〔1〕 登録申請年月日

昭和53年5月29日

〔2〕 登録者

原子炉工学部　朝岡卓見　5517

〔3〕 表 題

連立非線形方程式の解

〔4〕 機 能

実変数・実関数の連立方程式 f_k（x_1，x_2，……，x_n）＝0，k＝1，2，……，n，の1つの解を求める。ヤコビアンの微分形を与える必要はない。

〔5〕 呼び出し方

CALL NONLIN（N，NUMSIG，MAXIT，IPRINT，X，EPS）

N　　：方程式の数 $n \leq 30$，整数，入力。

NUMSIG：求める解の有効桁数，整数，入力。

MAXIT　：反復計算の上限回数及び実際に要求された反復回数，整数，入力及び出力。

IPRINT　：プリント出力の制御，整数，入力。

＝0，エラー・メッセージのみ。

＝1，反復毎の解の値も出力。

X　　：解の推定値及び求められた解，x_1，x_2，……，x_n，実数型配列X(30)，入力及び出力。

EPS　　：すべての関数値の絶対値に要求する収束判定精度（実際にはEPSかNUMSIGのいずれかによる），実数，入力。

〔6〕 使用上の注意

関数形をSUBROUTINE AUXFCN（X，Y，K）で定義しなければならない。Xは〔5〕と同様だが，f_kの形をKの順序に，実変数Yとして与える。解法との関連から線形に近いf_kを先にもってくるとよい。

〔7〕 解法および参考文献

与えられたf_kをkの順にTaylor展開により線形化し，そのf_kを0にするように1変数を消去し，その結果を次のf_{k+1}に代入し，同様の過程を繰り返す変形Newton法による。

① K.M.Brown：" Computer Oriented Algorithms for Solving Systems of Simultaneous Nonlinear Algebraic Equations"（G.D.Byrne，C.A.Hall編：" Numerical Solution of Systems of Nonlinear Algebraic Equations" Academic Press）（1973）

② 朝岡卓見：" 連立非線形方程式の数値解法プログラム" JAERI－M 7552（1978）

〔8〕 記憶容量

2872語

〔9〕 計算時間

問題と入力パラメータに依存するが，2元連立方程式で4～13ミリ秒（〔7〕の文献②参照）。

〔10〕 精　度

問題と入力パラメータによる（〔7〕の②参照）。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

・" NO CONVERGENCE，MAXIMUM NUMBER OF ITERATIONS USED"（〔5〕のMAXIT参照）。RETURN。

・" MODIFIED JACOBIAN IS SINGULAR，TRY A DIFFERENT INITIAL APPROXIMATION" ヤコビアンの値が特異になった。RETURN。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

付属ルーチン …… BACS

組み込み関数 …… ABS，AMAX1，AMIN1

〔14〕 公開の程度

一般公開

〔F〕 数 理 計 画 法

数理計画法のうち，制約条件と目的関数が1次式のものを一般に線形計画法という。単体法，双対単体法，改良単体法，duoplex 法の標準的ルーチンのほか，整数計画法の GOMORM がある。ここでは，Beale，Wolfe のアルゴリズムによる2次計画法のルーチンも含まれている。DEPRIM は分解原理に基づくものである。

制約条件または目的関数の一方または双方が非線形のときは，直接探索法，pararell tangent 法，可変計量法，共役傾斜法，Newton 法等のルーチンが使える。

これらのうち，GOMORM と非線形計画法のルーチンは倍精度である。また，ジョブの中でこの種の計算しか行わないときは，ルーチン名の終りにMのついたものを呼ぶと便利である。

SIMPLM

〔1〕　登録申請年月日

昭和55年7月25日（新規）

〔2〕　登録者

原子炉システム研　堀上邦彦　5322

〔3〕　表　題

線形計画，整数計画，2次計画

〔4〕　機　能

線形な等式または不等式によって表わされる制約条件のもとに，目的関数が線形あるいは2次である場合の最大値または最小値を求める。

〔5〕　呼び出し方

全部で7種類のプログラムがある。ここではSIMPLMについて説明する（他のプログラムについては，文献①を参照）。

CALL，SIMPLM（A，J1，L1，JL1，L2，JL2，L3，JL3，PROTO1，IPROT1，PROTO2，IPROT2，X，JX）

A　：制約条件式と目的関数の係数を格納する実数型一次元配列。

J1　：配列Aの大きさを示す整数型変数または定数。

L1，L2，L3，PROTO1，PROTO2　：作業用領域。整数型一次元配列。

JL1，JL2，JL3，IPROT1，IPROT2　：上記作業用領域の大きさを示す整数型変数

または定数。

X ： 解ベクトルが格納される一次元配列。実数型。

JX ： 配列Xの大きさを示す整数型変数または定数。

〔6〕 使用上の注意

GOMORMのみが倍精度である。他は文献①参照。

〔7〕 解法および参考文献

SIMPLX (SIMPLM) …… simplex 法

DUSEX (DUSEXM) …… dual simplex 法

RESEX (RESEXM) …… revised simplex 法

DUOPLX (DUOPLM) …… duoplex 法

GOMORY (GOMORM) …… Gomory のアルゴリズムによる整数計画法。

BEALE (BEALEM) …… Beale のアルゴリズムによる2次計画法。

WOLFE (WOLFEM) …… Wolfe のアルゴリズムによる2次計画法。

参考文献 ①堀上邦彦他 ： 線形最適化プログラム・パッケージ使用説明書, JAERI－M 9048 (1980)。

② Künzi, H.P., Tzschach, H.G., Zehnden, C.A, : "Numerical Methed of Mathematical Optimization", Academic Press (1971)。

〔8〕 記憶容量

各々約50～60Kバイト（約13～15K語）

〔9〕 計算時間

問題 ： Maximize $y=x_1+x_2$ subject to $2x_1+x_2 \leqq 40$, $2x_1+3x_2 \geqq 12$, $3x_1+5x_2=120$ （解は, $x_1=80/7$, $x_2=120/7$, $y=200/7$ ）の例で約4ミリ秒。

〔10〕 精 度

上の例で6桁。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

配列が不足しているとき，解が存在しないとき，解が∞になるときなどに，それぞれメッセージが出力される。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

SIMPLX, SIMPLD, DUSEX, DUSEXD, RESEX, DUOPLX, GOMORY, BEALE, WOLFE, MATADR, MATADD, MATBDR, MATCDR, MP 1, MP 2, MP 2D, MP 3, MP 3D, MP5, MP 5D, MP 7, MP 7D, MP 8, MP 8D, MP 9, MP 10, DTLIST, CLOCKM

〔14〕 公開の程度

一般公開

DEPRI

〔1〕 登録申請年月日

昭和55年10月6日（新規）

〔2〕 登録者

原子炉システム　藤村統一郎　5361

〔3〕 表　題

線形計画法（分解原理応用）

〔4〕 機　能

$$\text{Minimize} \quad y = d + \sum_{k=1}^{n} \mathbf{c}_k^t \mathbf{x}_k$$

$$\text{subject to} \quad \mathbf{o} \leqq \mathbf{b} \geqq \sum_{k=1}^{n} \mathbf{A}_k \mathbf{x}_k$$

$$\mathbf{o} \leqq \mathbf{b}_k \geqq \mathbf{B}_k \mathbf{x}_k \qquad (k = 1 \sim n)$$

$$\mathbf{x}_k \geqq \mathbf{o}$$

を解く。但し，$\mathbf{c}_k = (c_{k1}, \cdots\cdots, c_{k,qk})^t$，$\mathbf{x}_k = (x_{k1}, \cdots\cdots, x_{k,qk})^t$，$\mathbf{b} = (b_1, \cdots\cdots, b_m)^t$，$\mathbf{A}_k = (a_{ij}^k)$，$\mathbf{b}_k = (b_{k1}, \cdots\cdots, b_{k,pk})^t$，$\mathbf{B}_k = (b_{ij}^k)$ とする。このルーチンを使うと一般の改良単体法に比べ，記憶容量や計算時間が節約できる。

〔5〕 呼び出し方

CALL DEPRI (A, NA, B, NB, X, NX, N, M, ZSCHR, SSCHR, LIST1, NLIST1, LIST2, NLIST2, LIST3, NLIST3, LIST4, NLIST4, LIST5, NLIST5, PROTO, NPROTO, FALL, LA, NLA, D, ND, PROTO1, NPROTO1, PROTO2, NPROTO2, P, NP, C, NC, L, NL, EPS, AR, JAR, BR, JBR, CR, JCR, LW1, JW1, LW2, JW2, LW3, JW3, UN, JUN, BASE, JBASE, BASEL, JBASEL, ICCT, IPROPT)

A　　行列 $\mathbf{A}_k$ やコストベクトル $\mathbf{c}_k$ などを格納する。1次元実数型配列A（NA），入力。Fig.①のような行列を行または列に沿って入れる。

	1	q_1	q_2		q_n
1	d	$\mathbf{c}_1^t$	$\mathbf{c}_2^t$	……	$\mathbf{c}_n^t$
m	$\mathbf{b}$	$\mathbf{A}_1$	$\mathbf{A}_2$	……	$\mathbf{A}_n$

NA　　配列Aの大きさ。

整数型，入力。$NA \geqq (m+1) \times (1 + \sum_{k=1}^{n} q_k)$ とする。

B　　制約条件に関する行列 $\mathbf{B}_k$ などを格納する。

1次元実数型配列，入力。Fig.②のような行列を部分形式ごとに，行または列に沿って入れる。

	$1 + q_k$ →	
p_k ↓	$\mathbf{b}_k$	$\mathbf{B}_k$

NB　配列Bの大きさ。整数型，入力。 $NB \geqq \sum_{k=1}^{n} p_k \times (1+q_k)$。

X　解を格納する。1次元実数型配列 X（NX），出力。
X(1)に最小値y，X(2)～X（s＋1）にベクトル $\mathbf{x}_1 \sim \mathbf{x}_n$ が入る。

NX　配列Xの大きさ。整数型，入力。 $NX \geqq 1 + \sum_{k=1}^{n} q_k$。

N　部分形式の数n。整数型，入力。$N \geqq 1$。

M　行列 A_k に関する制約条件の数m。整数型，入力。$M \geqq 1$。

ZSCHR　行列 $\mathbf{A}_k$ の要素を配列Aに格納したときの行の隔り。整数型，入力。
行に沿って入れたときs＋1，列に沿って入れたとき1とする。

SSCHR　ZSCHR と同様な列の隔り。整数型，入力。行に沿って入れたとき1，列に沿って入れたときm＋1とする。

LIST1　行列 $\mathbf{B}_k$ の行の数 p_k を格納する。1次元整数型配列LIST1（NLIST1），入力。
$LIST1(k) = p_k \geqq 1$ とする。

NLIST1　配列LIST1の大きさ。整数型，入力。$NLIST1 \geqq n$。

LIST2　LIST1と同様，列の数を格納する。1次元整数型配列LIST2（NLIST2），入力。$LIST2(k) = q_k \geqq 1$ とする。

NLIST2　配列LIST2の大きさ。整数型，入力。$NLIST2 \geqq n$。

LIST3　部分形式を与える合成行列（$\mathbf{b}_k$，$\mathbf{B}_k$）を配列Bに入れたときの行の隔たり。1次元整数型配列LIST3（NLIST3），入力。k番目の部分形式の行列の要素を行に沿って入れたとき $LIST3(k) = 1 + q_k$，列に沿って入れたとき1とする。

NLIST3　配列LIST3の大きさ。整数型，入力。$NLIST3 \geqq n$。

LIST4　LIST3と同様な列の隔たり。1次元整数型配列LIST4（NLIST 4），入力。
行に沿って入れたとき1，列に沿って入れたとき p_k とする。

NLIST4　配列LIST4の大きさ。整数型，入力。$NLIST4 \geqq n$。

LIST5　部分形式を与える合成行列（$\mathbf{b}_k$，$\mathbf{B}_k$）を配列Bに入れたとき，この先頭 b_{k1} の入っている1つ前の位置を示すための作業領域。1次元整数型配列LIST5（NLIST5），出力。$LIST5(1) = 0$，$LIST5(k) = \sum_{\ell=1}^{k-1} p_\ell \times (1+q_\ell)$ $(k=2 \sim n)$ と出力される。

NLIST5　配列LIST5の大きさ。整数型，入力。$NLIST5 \geqq n$。

PROTO　変換表に導入されたベクトルの次元数を格納する作業領域。1次元整数型配列PROTO（NPROTO），出力。k番目の部分形式に対応するベクトルが，表の ℓ 番目の行に入られたとき，$PROTO(\ell) = q_k$（$1 \leqq \ell \leqq m+n$，$1 \leqq k \leqq n$）とする。

NPROTO　配列PROTOの大きさ。整数型，入力。$NPROTO \geqq m+n$。

FALL　計算の終了状態を示す。整数型，出力。有限な解をもつとき0，無限大の解をもつとき1となる。

LA　定数ベクトルの変換に使う作業領域。1次元実数型配列LA（NLA），出力。

NLA　配列LAの大きさ。整数型，入力。$NLA \geqq 1+m+n$。

D　作業領域。1次元実数型配列D（ND），出力。

ND　　配列Dの大きさ。整数型，入力。$ND \geqq \max_{1 \leqq k \leqq n} q_k$。

PROTO1　部分形式を解くときの作業領域。1次元整数型配列 PROTO1（NPROT1），出力。

NPROT1　配列PROTO1の大きさ。整数型，入力。$NPROT1 \geqq \max_{1 \leqq k \leqq n} q_k$。

PROTO2　PROTO 1と同様の作業領域。1次元整数型配列PROTO2（NPROT2），出力。

NPROT2　配列PROTO2の大きさ。整数型，入力。$NPROT2 \geqq \max_{1 \leqq k \leqq n} p_k$。

P　　評価ベクトルのための作業領域。1次元実数型配列 P（NP），出力。

NP　　配列Pの大きさ。整数型，入力。$NP \geqq m+n$。

C　　頂点のための作業領域。1次元実数型配列C（NC），出力。表のℓ行目に入ってくるベクトルに対応する頂点$\mathbf{x}_k$はFig.③のように入れられる。

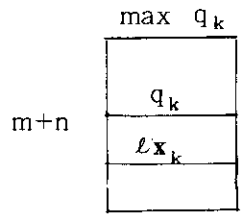


Fig.③

NC　　配列Cの大きさ。整数型，入力。$NC \geqq (m+n) * (\max_{1 \leqq k \leqq n} q_k)$。

L　　解$\mathbf{x}_k$を配列Xに入れるとき位置を計算し易くするための作業領域。1次元整数型配列L（NL），出力。

NL　　配列Lの大きさ。整数型，入力。$NL \geqq n$。

EPS　　付属ルーチンRESEXで使う零判定値ε。実数型，入力。ふつう$\varepsilon = 10^{-5}$くらいにとる。

AR　　付属ルーチンRESEXに部分形式の係数などを送るための作業領域。1次元実数型配列AR（JAR），出力。

JAR　　配列ARの大きさ。整数型，入力。$JAR \geqq (1 + \max_{1 \leqq k \leqq n} p_k) \times (1 + \max_{1 \leqq k \leqq n} q_k)$。

BR　　付属ルーチンRESEXで必要となる作業領域。1次元実数型配列BR（JBR），出力。

JBR　　配列BRの大きさ。整数型，入力。$JBR \geqq \max_{1 \leqq k \leqq n} (p_k + 1)^2$

CR　　BRと同様な作業領域。1次元実数型配列CR（JCR），出力。

JCR　　配列CRの大きさ。整数型，入力。$JCR \geqq 1 + \max_{1 \leqq k \leqq n} p_k$。

LW1　　BRと同様な作業領域。1次元整数型配列LW1（JW1），出力。

JW1　　配列LW1の大きさ。整数型，入力。$JW1 \geqq \max_{1 \leqq k \leqq n} q_k$。

LW2　　LW1と同様な作業領域。1次元整数型配列LW2（JW2），出力。

JW2　　配列LW2の大きさ。整数型，入力。$JW2 \geqq \max_{1 \leqq k \leqq n} \{\min(p_k, q_k)\}$

LW3　　LW1と同様な作業領域。1次元整数型配列LW3（JW3），出力。

JW3　　配列LW3の大きさ。整数型，入力。$JW3 \geqq \max_{1 \leqq k \leqq n} \{\min(p_k, q_k)\}$。

UN　　変換表のための作業領域。1次元実数型配列UN（JUN），出力。

JUN　　配列UNの大きさ。整数型，入力。$JUN \geqq (1+m+n) \times (m+n)$。

BASE　　導入されたベクトルなどのための作業領域。1次元実数型配列BASE(JBASE),

出力。

JBASE　配列BASEの大きさ。整数型，入力。JBASE ≧ 1 ＋m＋n 。

BASEL　変換された基底ベクトルを格納する作業領域。1次元実数型配列BASEL（JBASE），出力。

JBASEL　配列BASELの大きさ。整数型，入力。JBASEL ≧ 1 ＋m＋n 。

ICCT　採用される頂点を数えるための作業領域。1次元整数型配列ICCT（JCCT），出力。

JCCT　配列ICCTの大きさ。整数型，入力。JCCT ≧ n 。

IPROPT　計算結果を印字するためのオプション。整数型，入力。
0のとき計算の終了状態および最小値yとそれを与える**x**，1のとき以上のほか最終回の計算表，2のとき以上のほか，途中の計算表を印字する。

DEPRIはジョブの中の計算の途中でこの種の問題を解くときに使われるが，ジョブの中でこの種の問題しか解かないときは，補助サブルーチンDEPRIMを呼ぶとよい。必要なデータをカード（またはファイル）で与えれば，ユーザのプログラムの記述は配列宣言文，CALL文，STOP文，END文のみで済む（詳しくは文献④参照）。

〔6〕　使用上の注意

なし。

〔7〕　解法および参考文献

分解原理を応用した改良単体法。

参考文献　①Künzi, H.P., at al.（tr. Rheinbolt, W.C.）："Numerical Methods of Mathematical Optimization", Academic Press（1971），②鈴木忠和："最適化手法の評価と最適化コード・システムSCOOPの開発", JAERI 1263（1979），③堀上邦彦他："線形最適化プログラム・パッケージ使用説明書", JAERI－M 9048（1980），④藤村統一郎他："分解原理による大規模線形システム解析プログラム：DEPRI, DEPRIM", JAERI－M 9315（1981）

〔8〕　記憶容量

DEPRI － 23156 バイト（5789語）

DEPRIM － 34484 〃（8621語）

〔9〕　計算時間

問　題

$$\text{Minimize} \quad y = -18 - x_1 - 8x_2 - \frac{1}{2}x_3 - \frac{3}{2}x_4$$

$$\begin{aligned} \text{subject to} \quad & 1 \geqq x_1 + 4x_2 \\ & 6 \geqq 2x_1 + 3x_2 \\ & 5 \geqq 5x_1 + x_2 \\ & 12 \geqq 3x_3 - x_4 \\ & 0 \geqq -3x_3 + x_4 \\ & 4 \geqq x_3 \end{aligned}$$

の例（解は，$x_1 = 0$，$x_2 = 1/4$，$x_3 = 0$，$x_4 = 0$，$y = -20$）をDEPRI（IPROPT＝2）で解いたとき60ミリ秒以下。

また，$n = 3$，$m = 3$，$\sum_{k=1}^{n} q_k = 10$ の問題をDEPRIM（IPROPT＝0）で解いたとき70ミリ秒以下。

〔10〕 精　度

上の例で，それぞれ6桁および5桁以上。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

変数FALLの値が出力される。FALL≠0のときRETURNする。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

呼び出し関係は次による。

```
DEPRIM ─┬─ DEPRI ─┬─ PRSVKT[1)] ─┬─ RESEX[2)]
        │         │              │
        │         └──────────────┴─ WMAT[1)] ─ DIV[2)]
        │
        └─ DTLIST[2)], CLOCKM[3)], ABS[3)], FLOAT[3)]
```

1）付属ルーチン，2）既存のJSSL，3）組込みルーチン

〔14〕 公開の程度

一般公開

FLXPLM

〔1〕 登録申請年月日

昭和55年10月14日（新規）

〔2〕 登録者

原子炉システム研　堀上邦彦　5322

〔3〕 表　題

非線形最適化プログラム・パッケージ

〔4〕 機　能

目的関数または制約条件式のいずれかが非線形な場合の最小化問題を解く。

〔5〕 呼び出し方

全部で32種類のプログラム群から構成されている。ここではFLXPLM の呼び出し形式について説明する。（他のプログラムについては参考文献①を参照）

CALL FLXPLM（X, X1, X2, A, R, SR, SUM, F, H, JN, JM, JN9, JNN1, JNN9, IER, FVAL, CVAL）

X ：探索の出発点を与え，計算終了時に解ベクトルの座標が返納される。倍精度実数型一次元配列。入出力。（≧N）

X1，X2 ：作業用領域。倍精度実数型一次元配列。（≧N＊（N＋9））

A ：作業用領域。倍精度実数型一次元配列。（≧N＊（N＋1））

R ：　〃　〃　〃　（≧NC＋NIC）

ただし，N ： 独立変数の数

NC ： 等号制約式の数

NIC: 不等号制約式の数

SR, SUM, F ： 作業用領域。倍精度実数型一次元配列（≧N＋9）

H ： 作業用領域。倍精度実数型一次元配列（≧N）

JN ： 配列X，Hの大きさを示す。整数型。入力（≧N）

JM ： 配列Rの大きさを示す。整数型。入力（≧NC＋NIC）

JN9: 配列SR，SUM，Fの大きさを示す。整数型。入力（≧N＋9）

JNN1: 配列Aの 〃 〃 〃 （≧N*(N＋1)）

JNN9: 配列X1，X2の 〃 〃 〃 （≧N*(N＋9)）

なお各々の作業用領域の使用目的については文献①を参照。

〔6〕 使用上の注意

計算はすべて倍精度で行っている。他は文献①参照。

〔7〕 解法および参考文献

COMPLX (COMPLM) … Box の直接探索法

CORASE (CORASM) … Price によるランダム探索法

FLXPLX (FLXPLM) … flexible tolerance 法

KEELE (KEELEM) … M－S procedure

ALCODR (ALCODM) … Powell の直接探索法

ALPS (ALPSM) … Hooke と Jeeves の直接探索法

ALSIM (ALSIMM) … Nelder とMead の 〃

DSC (DSCM) … Davies, Swann and Campey の直接探索法

ROTAX (ROTAXM) … Rosenbrock の直接探索法

ALPART (ALPARM) … Pararell tangent 法

BROYDN (BROYDM) … Broyden の可変計量法

CGD (CGDM) … Fletcher とReeves の共役傾斜法

FPD (FPDM) … Davidon-Fletcher-Powell の可変計量法

PRJNEW (PRJNEM) … Projected Newton 法

MINIM (MINIMM) … 修正Newton-Raphson法＋最急降下法

NEWTON (NEWTOM) … Newton-Raphson 法

参考文献

① 堀上邦彦他 ： 非線形最適化プログラム・パッケージ使用説明書 JAERI-M9154 (1980)

② 鈴木忠和 ： 最適化手法の評価と最適化コード・システム SCOOP の開発 JAERI 1263 (1979)

③ Himmelblau, D.M. : Applied Nonlinear Programming, McGraw-Hill Book Company (1972)

〔8〕 記憶容量

約80Kバイト，文献①参照

〔9〕 計算時間

独立変数の数 ： 24

等号制約式の数 ： 14　　文献①の〔例題－3〕

不等号制約式の数 ： 30

で約1分30秒。文献①の付録2参照。

〔10〕 精 度

入力量EPSで指定。通常10^{-8} 程度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

配列が不足しているとき，解が収束しないときなどにメッセージを出力する。文献①参照。

〔12〕 言 語

COMPLXとCORASEは乱数発生ルーチン（FLTRN：アセンブラ）を使用する。他は全てFortran。

〔13〕 使用エントリ名

COMPLX, COMPLM, CORASE, CORASM, FLXPLX, FLXPLM, KEELE KEELEM, ALCODR, ALCODM, ALSIM, ALSIMM, ALPS, ALPSM, DSC, DSCM, ROTAX, ROTAXM, ALPART, ALPARM, BROYDN, BROYDM, CGD, CGDM, FPD FPDM, PRJNEW, PRJNEM, MINIM, MINIMM, NEWTON, NEWTOM, FLTRN, DTLIST, CLOCKM, START, FEASBL, SUMR, CONADD, CONDRP, CUBMIN, NFEASB, PROJCT, PROBLC, DLSP01, GRADP, VECTP, SEARCH, CONVRG, ETA1, ETA2

〔14〕 公開の程度

一般公開

〔G〕 極　値　問　題

〔H〕 変　　換

FURIED はSSLのCOFOD等が関数の性質について制限を設けていて，かつデータ数が奇数のとき難点があるための改良である。FTR はデータ数が2のべき乗のときに限るが，計算時間を大幅に短縮する。

FOUR 2S は多次元の高速フーリェ変換用である。

FURIED

〔1〕　登録申請年月日

昭和 49 年 7 月 15 日

〔2〕　登録者

線量計測　熊沢　蕃　　5208

〔3〕　表　題

フーリェ級数

〔4〕　機　能

フーリェ展開を観測データから直接求められる。SSL の COFOD と SIFOD は偶関数，奇関数で与えるという制約があり，かつデータ数が奇数のとき，正しく係数を求められない。これを改善してある。

〔5〕　呼び出し方

倍精度CALL　FURIED（F，G，NN，A，ILL）

F　：観測データを入れる実数型配列名。
重複のない NN －1個のデータが入る。ディメンジョンは NN とする。

G　：作業用の実数型配列名。大きさは F と同じだけ必要。

NN：一周期の分割数に 1 を加えたもの。サンプルの点数を与える。観測データが一周期した同じ値まで含むとき，この NN は観測データの個数に一致する。また，重復しないようにするときは，観測データに 1 を加えたものになる。

A　：フーリェ展開後のフーリェ係数が入る。実数型配列名。このディメンジョンは，NN よりも小さくない最小の偶数で，これを 2 ＊ M とする。このとき A(1)～A(M) に COS フーリェ係数が，また A（M＋1）～A（2 ＊ M）に sin 係数がセットされる。

ILL ： サブルーチンからもどったときの状態がセットされる。整数型変数名。

ILL ＝ 0 ：正常に解が得られたときこの値がセットされる。

ILL ＝ 2 ：NN ＜ 2 のとき，この値がセットされる。

〔6〕 使用上の注意

本サブルーチンを呼び出すステートメントの直後でILL ＝ 0 か否かを判定して結果を使う必要がある。また，本サブルーチンはSSLのCOFODおよびSIFODを使用しており，ILL ＝ 1 または30,000はそれによる。しかし，このエラーメッセージは出ないようにしてある。

〔7〕 解法および参考文献

FACOM SSLのマニュアル

〔8〕 記憶容量

記憶容量　386語

計算時間　SSLと同じ

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

な　し。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

FACOM SSLのCOFOD，SIFOD

〔14〕 公開の程度

一般公開

FTR

〔1〕 登録申請年月日

昭和50年8月1日

〔2〕 登録者

固体物理第1　千原順三　5471

〔3〕 表　題

Fast Fourier Transform

〔4〕 機　能

分点がNのとき，通常のフーリェ変換ではN^2個の掛算が要るのが，$N \log_2 N$で済す。

〔5〕 呼び出し方

CALL FTR（A，A1，B1，N，S）

A　：実数型，一次元（1024）配列，入力。

A 1 ：実数型，一次元（512）配列，出力（cos型）

B 1 ：実数型，一次元（512）配列，出力（sin型）

N　：整数型，Dataの数（2の巾乗であること），入力。

S　：実数型，一次元（256）配列，入力。

sin（I・2π／N），I＝1，N／4－1の，長さN／4－1のテーブル

$$A1(m)=\sum_{i=1}^{n} A(i)\cos\frac{2\pi(m-1)}{n}(i-1),\ (m=1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ n/2),$$

$$B1(m)=\sum_{i=1}^{n} A(i)\sin\frac{2\pi(m-1)}{n}(i-1),\ (m=2,\ 3,\ \cdots\cdots,\ n/2),$$

B1(1)にはA1（n／2＋1）の値が入っている。

〔6〕 使用上の注意

Nは1024までの2の巾乗にかぎるが，1024より大きくする拡張は容易にできる。

〔7〕 解法および参考文献

○ 高橋秀俊：高速フーリェ変換（FFT）について 情報処理 14 616～622（1973）

○ 中原康明：高速フーリェ変換（FFT）（所内資料）（1974）

尚このprogramは，東大・高橋秀俊氏の作製したものである。

〔8〕 記憶容量

記憶容量 約3K 語

計算時間 サンプル（1024のinput data）で約600 msec

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

な し。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

〔14〕 公開の程度

一般公開

FOUR2S

〔1〕 登録申請年月日

昭和49年7月15日

〔2〕 登録者

線量計測 熊沢 蕃 5208

〔3〕 表 題

多次元高速フーリェ変換

〔4〕 機 能

各次元が2のベキ乗型である多次元フーリェ変換を高速で行う。ワークエリアを取る必要がない。

〔5〕 呼び出し方

単精度CALL FOUR2S（DATA，NN，NDIM，ISIGN，ILL）

DATA ： 入力および出力データが入る実数型配列名。

NDIM次元の入力データを最初から一個一個実数部，虚数部の順に入れる。入力データが，実数だけのときは，虚数部にゼロを入れる。またフーリェ変換後は，NDIM 次元の複素フーリェ係数が実数部，虚数部の順に交互に入る。それゆえ，このディメンジョンは，2＊NN(1)＊……＊NN（NDIM）よりも小さくならないようにする。

NN　：各次元の大きさを指定する整数型の配列名。
各次元の大きさは2のベキ乗でなければならない。

NDIM：入力データの次元を指定する。整数型変数名または整定数。

ISIGN：フーリェ変換か逆変換かを指定する。整数型変数名または整定数。
ISIGM＝1：フーリェ変換のときこの値を指定する。
ISIGM＝－1：フーリェ逆変換のときこの値を指定する。

ILL　：サブルーチンから戻ったときの状態がセットされる。整数型変数名。
ILL＝0　正常に解が得られたときにこの値がセットされる。
ILL＝1　NN(1)＝2^{M_1}，NN(2)＝2^{M_2}，……，NN(NDIM)＝$2^{M_{NDIM}}$（M_1，M_2，……，M_{NDIM}は正整数）になっていないときにセットされる。
ILL＝2　NDIM＜1かNN(1)，NN(2)，……，NN(NDIM)＜1のときセットされる。

〔6〕 使用上の注意

本サブルーチンを呼び出すステートメントの直後で，ILL＝0か否かを判定して結果を使う必要がある。

〔7〕 解法および参考文献

〔8〕 記憶容量

878語

〔9〕 計算時間

〔10〕 精　度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

ILL≠0のとき，実行に入らず，直ちにRETURNされる。
ILL＝1および2のときの内容は〔3〕参照。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

な　し。

〔14〕 公開の程度

一般公開

〔I〕関　数　近　似

補間法は，従来よく用いられているスプライン法の欠点である異常屈曲点を克服したAkimaの方法について4つのルーチンが整備されている。INTRPLは1変数用及びITPLBVは2変数用の1価関数内挿ルーチンである。CURVFTとSFCFITは夫々1変数，2変数の場合の多価関数用ルーチンであるが，特にカーブ・フィッティングや図形処理に適している。

LSLQはSSLのLA2QRSと同様に最小2乗解を求めるが，後者が同一係数のもとに度々解くよう作成されているのに対し，疎行列向きである。

指定した次数の多項式でデータを最小自乗近似するルーチンとして，SSLに倍精度のLSTSQDがある。CRVFITはデータ点で直交する多項式を選定する単精度のルーチンであるが，FITGSは多項式を含む任意の関数型で近似する。また，SSLのBSTAPDは指定した範囲内で直交多項式の次数をも最良に定める機能を持っており，関数値も計算できるようになっている。

LSQKKDは非線形の最小自乗法であり，偏微分形を関数副プログラムで入力するほか，助変数の変化に対し，その範囲を限定することもできる。LSQRRDも使用方法は前者と同じであるが，解法がガウス・ニュートン法からマルカルト法に改められており，多少たちの悪い正規方程式でも解けるよう改良されている。

INTRPL

〔1〕　登録申請年月日

昭和52年7月12日

〔2〕　登録者

原子炉システム　　伊勢武治

〔3〕　表　題

Y＝F（X）型の内挿（Akimaの方法）

〔4〕　機　能

データ点（節点）$\{x_i, y_i = f(x_i); x_i < x_{i+1}, i = 1, 2, \cdots\cdots\}$が既に与え

られているとき，$x_i < x < x_{i+1}$ に対する内挿値 $y = f(x)$ を Akima の方法によって求める。3次区分多項式系に属するが，反復解法ではなく，解析幾何学的に求めてゆく。スプラインの欠点である異常屈曲点（unnatural wiggles）が現われず，最も自然な曲線が得られる。データ点が示す関数系が一価関数であることが必要である。

〔5〕 呼び出し方

CALL INTRPL (IU, L, X, Y, N, U, V)

入力パラメーターは，

IU ： 標準出力ファイル・ユニット（普通は6とする）。

L ： 入力データ点の数（≧2）。

X ： 入力データ点のx 座標値で，増加する順序で，ディメンジョンLの並び。

Y ： 入力データ点のy 座標値で，ディメンジョンLの並び。

N ： 欲しい内挿値 $y = f(x)$ の数（≧1）。

U ： 欲しい内挿値 $y = f(x)$ のx 座標値で，ディメンジョンNの並び。

出力パラメーターは，

V ： x 座標値に対する内挿値 $y = f(x)$ で，ディメンジョンNの並び。

〔6〕 使用上の注意

内挿関数系が周期関数であるときは，両方の端点に2個ずつのデータ点（合計，L＋4個）を余分に入力する。

〔7〕 解法および参考文献

Akima の方法は，

① H. Akima, "Algorithm 433, Interpolation and Smooth Curve Fitting Based on Local Procedures", Comm. ACM, 15, 914 (1972)

② 伊勢武治，藤村統一郎，"最近の内挿法のアルゴリズムと計算プログラム" 情報処理，17，417 (1976)

③ 伊勢武治，筒井恒夫，"内挿法の数値解法プログラム" JAERI－M，7419 (1977)

〔8〕 記憶容量

600語

〔9〕 計算時間

原著者の与えた例題（文献①参照）の L＝10，N＝46 のときで，実行 CPU 時間が 0.065 秒。

〔10〕 精 度

原著者の示した数値に全く一致。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

① L≦1のとき，

② N≦0のとき，

③ 入力データ点のx座標値の隣り同志が一致しているとき，

④ 入力データ点のx座標値の並びの順序が正しくないとき，

は，いずれもエラー・ストップとなる。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

組込み関数…… ABS 。

〔14〕 公開の程度

一般公開

ITPLBV

〔1〕 登録申請年月日

昭和 52 年 7 月 12 日

〔2〕 登録者

原子炉システム　　伊勢武治

〔3〕 表　題

Z ＝F（X，Y）型の内挿（Akima の方法）

〔4〕 機　能

Akima の方法の Y ＝ F(x) 型内挿の Z ＝ F（X，Y）型内挿への拡張。一価関数であることが必要である。

〔5〕 呼び出し方

CALL ITPLBV（IU，LX，LY，X，Y，Z，N，U，V，W，LL）

入力パラメーターは，

IU ： 標準出力ファイル・ユニット（普通は 6 ）。

LX ： 入力格子点の x 座標点の数（≧2 ）。

LY ： 入力格子点の y 座標点の数（≧2 ）。

X　　入力格子点の x 座標値で，増加する順序で X （LX ）に入力。

Y ： 入力格子点の y 座標値で，増加する順序で Y （LY ）に入力。

Z ： 入力格子点の z 座標値で，Z （LX, LY）に入力。

N ： 欲しい内挿値 Z ＝ f （x，y）の数（≧1）。

U ： 欲しい内挿値の x 座標値で，ディメンジョンNの並びで入力。

V ： 欲しい内挿値の y 座標値で，ディメンジョンNの並びで入力。

LL ： z 座標に対する並び Z （LL，LL ）の整合寸法（≧max（LX，LY））。

出力パラメーターは，

W ： 内挿点（z 座標）の値で，ディメンジョンNの並びで出力。

〔6〕 使用上の注意

内挿関数系が x および，或いは，y の周期関数のときは，各々の座標の端点に，2 個ずつの余分のデータ点を入力する。

〔7〕 解法および参考文献

① H. Akima, "Algorithm 474, Bivariate Interpolation and Smooth Surface Fitting Based on Local Procedures", Comm. ACM, 17, 26 (1974)

その他に，内挿サブ・ルーチンINTRPLの項の文献も参考になる。

〔8〕 記憶容量

約1600語

〔9〕 計算時間

原著者の与えた例題で，LX＝11，LY＝9，N＝17 のときで，実行CPU時間が0.1秒。

〔10〕 精 度

原著者の示した数値に全く一致。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

① LX ≦1のとき，

② LY ≦1のとき，

③ 入力データ点のx座標値の隣り同志が一致しているとき，

④ 入力データ点のx座標値の並びの順序が正しくないとき，

⑤ 入力データ点のy座標値の隣り同志が一致しているとき，

⑥ 入力データ点のy座標値の並びの順序が正しくないとき，

は，いずれもエラー・ストップとなる。

〔12〕 言 語

標準 FORTRAN。

〔13〕 使用エントリ名

組込み関数…… ABS 。

〔14〕 公開の程度

一般公開

CURVFT

〔1〕 登録申請年月日

昭和52年7月12日

〔2〕 登録者

原子炉システム　　伊勢武治

〔3〕 表 題

Y＝F（X）型の滑らかな曲線のあてはめ（Akimaの方法）

〔4〕 機 能

Akimaの方法による内挿サブルーチン INTRPL と基本的には同じアルゴリズムであるが，次の点で異なる。即ち，入力データ点が与えられているとき，内挿点のx座標を，データ点のx座標を等分割するとして，分割数を入力することにより与える。従って，プロッターなどの図形処理向きである。一価関数でも多価関数でも扱える。

〔5〕 呼び出し方

CALL CURVFT (IU, MD, L, X, Y, M, N, U, V)

入力パラメータは,

IU : 標準出力ファイル・ユニット（普通は6）。

MD: 曲線の多価性を示し,

MD＝1; 一価関数

＝2; 多価関数

L : 入力データ点の数（≧2）。

X : 入力データ点のx座標値で，ディメンジョンLの並び（MD＝1のときは，増加する順序か，或いは減少する順序で入力）。

Y : 入力データ点のy座標値で，ディメンジョンLの並び。

M : 入力データ点間の等分割数（≧2）。

N : 入力データ点も含めた内挿値としての出力点の数で，次式に基づく。

N＝（L－1）＊M＋1。

出力パラメータは,

U : 出力点のx座標値で，ディメンジョンNの並び。

V : 内挿点（y座標）の値で，ディメンジョンNの並び。

〔6〕 使用上の注意

① CALL CURVFT (IU, MD, L, X, Y, M, N, X, Y) として用いることができるが，この場合は，入力データ点（X, Y）は保存されない。

② 周期関数（閉曲線も含めて）に対しては，両方の端点に，2個ずつのデータ点を余分に入力する。

〔7〕 解法および参考文献

内挿サブルーチン INTRPL の項の文献に示されている。

〔8〕 記憶容量

約800語

〔9〕 計算時間

内挿サブルーチン INTRPL と同じ問題であるが，MD＝1，L＝10，M＝5，N＝46 のときで，実行 CPU 時間が0.070秒。

〔10〕 精 度

原著者の示した数値に全く一致。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

① MD＜1 或いは MD＜2 のとき,

② L≦1のとき,

③ M≦1のとき,

④ Nが正しく採られてないとき,

⑤ 入力データ点のx座標値の隣り同志が一致しているとき,

⑥ 入力データ点のx座標値の並びの順序が正しくないとき,

⑦ 入力データ点のx座標値およびy座標値の両方に対し，隣り同志が一致しているとき，

は，エラー・ストップとなる。

〔12〕 言 語

標準 FORTRAN。

〔13〕 使用エントリ名

組込み関数…… ABS，SQRT。

〔14〕 公開の程度

一般公開

SFCFIT

〔1〕 登録申請年月日

昭和52年7月12日

〔2〕 登録者

原子炉システム　伊勢武治

〔3〕 表 題

Z＝F（X，Y）型の滑らかな曲線のあてはめ（Akimaの方法）

〔4〕 機 能

Y＝F（X）型のサブルーチンCURVFTのZ＝F（X，Y）版に相当するもので，入力データ点間の等分割点数を入力して，滑らかなあてはめ曲線が得られる。従って，プロッターなどの図形処理向きである。

〔5〕 呼び出し方

CALL SFCFIT（IU，LX，LY，X，Y，Z，MX，MY，NU，NV，U，V，W，LL，NN）

入力パラメータは，

IU：標準出力ファイル・ユニット（普通は6）。

LX：入力格子点のx座標点の数（≧2）。

LY：入力格子点のy座標点の数（≧2）。

X：入力格子点のx座標値で，増加する順序か，或いは減少する順序で，ディメンジョンLXの並びで入力。

Y：入力格子点のy座標値で，増加する順序か，或いは減少する順序で，ディメンジョンLYの並びで入力。

Z：入力格子点でz座標値で，ディメンジョン（LX，LY）の並びで入力。

MX：x座標に於ける，入力データ点間の等分割数（≧2）。

MY：y座標に於ける，入力データ点間の等分割数（≧2）。

NU：x座標に対する，出力点の数で次式に基づく。

NU＝（LX－1）＊MX＋1。

NV：y座標に対する，出力点の数で次式に基づく。

NV＝（LY－1）＊MY＋1。

LL： z 座標に対する並びの，入力データに関する整合寸法（≧max（LX，LY））。

NN： z 座標に対する並びの，出力（内挿点）に関する整合寸法（≧max（NU，NV））。

出力パラメータは，

U ： 出力点の x 座標値で，ディメンジョンNUの並び。

V ： 出力点の y 座標値で，ディメンジョンNVの並び。

W ： 内挿点（z 座標）の値で，ディメンジョン（NU，NV）の並び。

〔6〕 使用上の注意

内挿関数系が x および，或いは，y の周期関数のときは，各々の座標の端点に，2 個ずつの余分のデータ点を入力する。

〔7〕 解法および参考文献

内挿サブルーチン ITPLBV の項の文献に示されている。

〔8〕 記憶容量

約 1400 語

〔9〕 計算時間

内挿サブルーチンITPLBV と同じ問題であるが，LX＝11，LY＝9，MX＝2，MY＝2 のときで，0.20 秒。

〔10〕 精 度

原著者の示した数値と全く一致。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

① LX≦1 のとき，

② LY≦1 のとき，

③ NU の値が正しく採られてないとき，

④ NV の値が正しく採られてないとき，

⑤ 入力データ点の x 座標値の隣り同志が一致しているとき，

⑥ 入力データ点の x 座標値の並びの順序が正しくないとき，

⑦ 入力データ点の y 座標値の隣り同志が一致しているとき，

⑧ 入力データ点の y 座標値の並びの順序が正しくないとき，

は，いずれもエラー・ストップとなる。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

組込み関数…… ABS 。

〔14〕 公開の程度

一般公開

LSLQ

〔1〕 登録申請年月日

昭和51年12月13日

〔2〕 登録者

原子炉システム　藤村統一郎　5361

〔3〕 表　題

一般（m，n）行列の最小自乗法

〔4〕 機　能

Aが実数の（m，n）行列のとき残差 $\mathbf{r}=\mathbf{b}-\mathbf{Ax}$ を L_2 ノルムの意味で最小にするn次元ベクトル**x**を求める。**b**は与えられたm次元ベクトルである。

特に**A**がスパースのとき効果的である。

〔5〕 呼び出し方

CALL LSLQ（M，N，X，B，P，V，U，W，MACHEP，ACCY，ITNMAX，ISTOP）

M　：行列**A**の行；m　整数型，入力。

N　：　〃　の列；n（N≦M）整数型，入力。

X　：解ベクトルの初期値（ふつう**0**）を入れる。最終解を出力，実数型配列 X（N），入出力。

B　：右辺の定数ベクトル**b**を入れる。　実数型配列 B（M），入力。

P　：作業領域。　〃　P（M），出力。

V　：　〃　〃　V（M），〃

U　：　〃　〃　U（N），〃

W　：　〃　〃　W（N），〃

MACHEP：計算機精度（FACOMでは $10^{-7}\sim10^{-8}$）実数型，入力。

ACCY　：収束判定因子。残差 $\mathbf{r}=\mathbf{b}-\mathbf{Ax}$ に対し $\mathbf{A}^T\mathbf{r}$ の L_2 ノルムがこれより小さくなると反復を止める。　実数型，　入力。

ITNMAX：反復の打切回数　整数型，　入力。

ISTOP　：実行停止の理由

$|\mathrm{ISTOP}|=1$；$\|\mathbf{A}^T\mathbf{r}\|<\mathrm{ACCY}$

$=2$；$\|\mathbf{A}^T\mathbf{r}\|$ が適度な大きさまで減じた

$=3$；反復が打切り回数に達した。

整数型，出力。

〔6〕 使用上の注意

ユーザは，行列演算：

$\mathbf{p}=\mathbf{Au}$　：$\mathbf{A}$：（m，n），$\mathbf{u}$：（n，1），$\mathbf{p}$：（m，1）行列

$\mathbf{p}=\mathbf{A}^T\mathbf{v}$：$\mathbf{A}$：（m，n），$\mathbf{v}$：（m，1），$\mathbf{p}$：（n，1）行列

を実行するサブルーチン　ATIMES（U，P，M，N）

ATRANS（V，P，M，N）

を入れなければならない。**A** はCOMMON 等で送れるが，スパースのとき効率的に実行されることが望ましい。

〔7〕 解法および参考文献

Lanczos 法を論理的に発展させた共役傾斜法

文献 SU－326－p30－29

〔8〕 記憶容量

約 1000 語

〔9〕 計算時間

$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ 5 & 6 \end{pmatrix}$ $\mathbf{b} = \begin{pmatrix} -12 \\ 45 \\ 0 \end{pmatrix}$，ACCY $= 10^{-4}$，ITNMAX = 20 で 0.1 秒以下。

〔10〕 精 度

上の例で 6 桁

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

な し

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

ABS，AMIN1，SQRT ― 組込みルーチン

NORM ― 他のSSL（SYMMLQ）のルーチン

ATIMES，ATRANS ― ユーザが与える

〔14〕 公開の程度

所内公開

CRVFIT

〔1〕 登録申請年月日

昭和 46 年 12 月 17 日

〔2〕 登録者

原子炉システム 堀上邦彦

〔3〕 表 題

最小自乗法（多項式）

〔4〕 機 能

実験データ等を多項式で近似する。

〔5〕 呼び出し方

CALL CRVFIT（N，M，X，Y，W，K，A，B，IR，Z，FZ，C）

N ：多項式の次数，整数型，入力

M ：データの数，整数型，入力

X ：x 座標（M個）実数型配列，入力

Y　：y座標（M個）実数型配列，入力

W　：Weight（通常は1）実数型配列，入力

K　：縛る点の数，整数型，入力

A　：x座標（K個）実数型配列，入力

B　：y座標（K個）実数型配列，入力

IR　：得られた多項式上の値を知りたいときその点の数，整数型，入力

Z　：そのx座標（IR個）実数型配列，入力

FZ　：f（x_i）が格納される。（IR個）実数型配列，出力

C　：多項式の係数が格納される。実数型配列，出力

$$\begin{pmatrix} C(1) = 0\text{次} \\ C(2) = 1\text{次} \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ C(N+1) = N\text{次} \end{pmatrix}$$

但しX，Y，W，A，B，Z，FZ，CはCALLするプログラム単位でそれぞれDIMENSIONを200ずつとらねばならない。（右図参照）

DIMENSION
X（200）
Y（〃）
W（〃）
A（〃）
B（〃）
Z（〃）
FZ（〃）
C（〃）

〔6〕　使用上の注意

〔7〕　解法および参考文献：

与えられた点に関して互いに直交する多項式を作り，その後，最小二乗法により係数を定める。

堀上邦彦："直交多項式による curve fitting（Subroutine CRVFIT）"（所内資料）（1964）

〔8〕　記憶容量

Fortran statement：約100枚

〔9〕　計算時間

N＝5，M＝25，K＝1，IR＝30　で約6秒

〔10〕　精　度

〔11〕　内蔵するエラーメッセージ

1.　＊＊＊DEGREE OF APPROXIMATION .GT. NUMBER OF DATA

内容：近似多項式の次数≧データの数

処置：RETURN

〔12〕　言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

〔14〕 公開の程度

FITGS

〔1〕 登録申請年月日

昭和46年12月17日

〔2〕 登録者

安全性コード開発　小林健介　5978

〔3〕 表　題

最小自乗法（任意の関数型）

〔4〕 機　能

任意の関数型を与えることにより，カーブフィッテングを行う。

〔5〕 呼び出し方

CALL FITGS

入力データ（カードで読ませる）

1. （18A4）タイトル（第1行は1を必ず入れること）
2. （I4，2I3，I2，6I3）

I4 観測値の数　N（≦1000）

I3 パラメータの数　IK（≦40）

I3 固定パラメータの数　IM（≦40）

I2 重みの選択　IW

(i) IW＝0　$W_i = 1$

(ii) IW＝1　W_i：入力データ

(iii) IW＝3　$W_i = \dfrac{1}{y_i}$

(iv) IW＝4　$W_i = \dfrac{1}{y_i^2}$

ここで，y_i は従属変数の値である。

I3 独立変数の数　M（≦5）

I3 観測値の入力形式の選択　IB

(i) IB＝0　各変数毎にまとめて入力（block loaded）

(ii) IB＝1　各点毎に入力　（pointwize loaded）

I3 収束判定条件の選択

(i) ITEST＝0　収束判定条件＝10^{-6}

(ii) ITEST＝1　〃　を入力

I 3 0

I 3 0

I 3 1

39 カラム　関数型の選択　IFN

良く使われる標準的な近似関数は組みこまれてある（表1参照）。

それ以外については相談されたい。

3. (i) If IFN＝1, 5, 6 or 7 ; 入力不要

(ii) If IFN＝2, 4, or 8 ; 2I3 表－1におけるnとm

(iii) If IFN＝3 ; 3I3 表－1における n（減衰曲線の項数），m（多項式の次数＋1），l（分数式の項数）

4. (i) If IM ＝0 ; 入力不要

(ii) If IM ≠0 ;

表－1　近似関数の一覧表

IFN	名　称	関　数	パラメータの数
1	多　項　式	$y = \sum_{i=0}^{n} a_i x^i$	n＋1
2	2 次元多項式	$y = \sum_{i=0}^{n} \sum_{j=0}^{m} a_{ij} x^i y^j$	(n＋1)×(m＋1)
3	減衰曲線＋多項式＋分数式	$y = \sum_{i=1}^{m} a_i e^{-\lambda_i x} + \sum_{i=0}^{m} b_i x^i + \sum_{i=1}^{l} \frac{c_i}{x^i}$	2n＋m＋1＋l
4	有　理　式	$y = \sum_{i=0}^{n} a_i x^i / (\sum_{i=1}^{m} b_i x^i + 1)$	n＋m＋1
5	分　数　式	$y = \frac{b}{x-a} + c$	3
6	ベッセル関数	$y = aI_0(k_1 x) + bK_0(k_2 x)$	4
7	余弦関数	$y = a \cos(bx)$	2
8	ガウス分布＋多項式	$y = \sum_{i=1}^{n} a_i e^{-(\frac{x-b_i}{c_i})^2} + \sum_{i=1}^{m} d_i x^{i-1}$	3n＋m

表－2　パラメータの番号づけ

(1)　多項式

パラメータ	a_0, a_1, a_2 ……, a_i , …… a_n
番　　号	1　2　3 ……, $i+1$, ……, $n+1$

(2)　2次元多項式

パラメータ	a_{00}, a_{01}, ……, a_{0m}
番　　号	1　2　　$m+1$
パラメータ	a_{10}, a_{11}, ……, a_{1m}
番　　号	$m+2$　$m+3$　　$2m+2$

……	……
パラメータ	…… a_{ij} ……
番　　号	…… $i(m+1)+j+1$ ……
……	……
パラメータ	a_{n0} , a_{n1} , ……, a_{nm}
番　　号	$n(m+1)+1$, $n(m+1)+2$, ……, $(n+1)(m+1)$

(3)　減衰曲線＋多項式＋分数式

パラメータ	(a_1, λ_1), (a_2, λ_2), ……, (a_n, λ_n)
番　　号	1　2　3　4　　$2n-1$　$2n$
パラメータ	b_0 , b_1 , …… , b_m
番　　号	$2n+1$　$2n+2$　　$2n+m+1$
パラメータ	c_1 , c_2 , …… , c_ℓ
番　　号	$2n+m+2$, $2n+m+3$　　$2n+m+\ell+1$

(4)　有理式

パラメータ	a_0 , a_1 , ……, a_n
番　　号	1 , 2 , ……, $n+1$
パラメータ	b_1 , b_2 , ……, b_m
番　　号	$n+2$, $n+3$, ……, $n+m+1$

(5)　分数式

パラメータ	a , b , c
番　　号	1, 2, 3

(6)　ベッセル関数

パラメータ	a , k_1, b , k_2
番　　号	1, 2 , 3, 4

(7) 余弦関数

パラメータ	a，b
番　　号	1，2

(8) ガウス分布＋多項式

パラメータ	(a_1, b_1, c_1)，……(a_n, b_n, c_n)
番　　号	1，2，3，……，3n－2，3n－1，3n
パラメータ	d_0，d_1，……，d_m
番　　号	3n＋1，3n＋2，……，3n＋m＋1

（24 I 3）固定するパラメータの番号（若い番号順），（IX(I)，I＝1，IM）

5. （6 E 12.7）パラメータの初期値，（PG(I)，I＝1，IK）

6. (i) If IB＝0；各変数毎にまとめて入力

6 E 12.7　従属変数，（Y(I)，I＝1，N）

6 E 12.7　独立変数，（(x（I，J），J＝1，N），I＝1，M）

6 E 12.7　重み，If IW≠1；入力不要

If IW＝1；（W(I)，I＝1，N）

(ii) If IB＝1；各点毎に入力

(a) If IW＝1

(1)（6 E 12.7）Y(1)，X（1，1），X（2，1），……，X（M，1），W(1)

(2)（6 E 12.7）Y(2)，X（1，2），X（2，2），……，X（M 2），W(2)

⋮

(N)（6 E 12.7）Y(N)，X（1，N），X（2，N），……，X（M，N），W(N)

(b) If IW≠1，上のW(1)，……，W(N) は不要

7. (i) If ITEST＝0；入力不要

(ii) If ITEST≠1

（E 12.7）収束判定条件

出力（印刷される）

1. 求められたパラメータの値，その標準偏差
2. パラメータ間の相関係数
3. 各点での計算値，観測値，その差及び計算値の分散
4. 適合度検定の為の値

〔6〕 使用上の注意

〔7〕 解法および参考文献

ガウスザイデル法

〔8〕 記憶容量

〔9〕 計算時間

〔10〕 精 度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

1. LSS NEAR SINGULAR SYSTEM. CALCULATION CONTINUED

内容 正規方程式の要素の絶対値最大が 10^{-15} より小さい。

処置 計算続行

2. LSS SINGULAR SYSTEM. NO RESULT. INPUT DESTROYED

内容 正規方程式が正則でない。

処置 計算は続行するが，すぐ次のケースの計算に入る。

3. LSS N IS ZERO. INPUT DATA HAS BEEN DESTROYED

内容（パラメータの数）－（固定パラメータの数）＝ 0

処置 計算は続行するが，すぐ次のケースの計算に入る。

〔12〕 言 語

〔13〕 使用エントリ名

付属ルーチン ― ISPAK, PSPAK, RSPAK

〔14〕 公開の程度

LSQKKD, LSQRRD

〔1〕 登録申請年月日

昭和 52 年 3 月 31 日

〔2〕 登録者

高速炉物理　小山謹二　5334

〔3〕 表 題

非線形最小二乗法コード：LSQKKD, LSQRRD

〔4〕 機 能

データ点 $\{x_i, y_i : i = 1, 2, \cdots\cdots, n\}$ に対する近似関数 $f(x_i, a_m)$ の係数パラメータ a_m を求める。

〔5〕 呼び出し方

```
CALL LSQKKD (KMAX, NMAX, XM, YM, WM, EPS, QAI2, ILL, WK,
             LWK)
```

または，

```
CALL LSQRRD (KMAX, NMAX, XM, YM, WM, EPS, QAI2, ILL, WK,
             LWK)
```

KMAX ： パラメータ数（≦53），　整数型，入力。
NMAX ： データ数，　整数型，入力。
XM(i) ： 独立変数（i＝1，NMAX），実数型配列，入力。
YM(i) ： 従属変数（i＝1，NMAX），実数型配列，入力。
WM(i) ： 重み関数（i＝1，NMAX），実数型配列，入力。
EPS ： 収束判定条件（$10^{-7} \leqq EPS \leqq 10^{-3}$），実数型，入力。
QAI 2 ： 誤　差，　実数型，出力。
WK ： LSQKKDまたはLSQRRDの内部で使用するWORK AREA名，実数型配列。
LWK ： WORK AREA（WK）の大きさ，整数型，入力

$$〔LWK \geqq \frac{KMAX \cdot (9 + 5 \cdot KMAX)}{2} + 1〕。$$

〔6〕 使用上の注意

① MAIN－PROGRAMで

COMMON／LBLSQK／ICONT（12），BGES（53），BLL（53），BUL（53），LUC（53），S（53，53）

の各変数の値をセットしなければならない。

ICONT(1)： ケース番号（適当な指定番号でよい）
ICONT(2)： データ数（LSQKKDまたはLSQRRD内でNMAXがセットされるので未定義でよい）
ICONT(3)： パラメータ数（LSQKKDまたはLSQRRD内でKMAXがセットされるので未定義でよい）
ICONT(4)： ダミー変数
ICONT(5)： くり返し計算（iteration）回数の制限値（通常は20）
ICONT(6)： ＝0　パラメータに何らの制限条件をも加えない。
＝1　パラメータに下限（BLL）を与える。
＝2　パラメータに上限（BUL）を与える。
＝3　パラメータに上限（BUL）と下限（BLL）の両方とも与える。
ICONT(7)： ＝0　パラメータの最終結果だけプリントする。
＝1　iteration毎のパラメータ値をプリントする。
（ICONT(i)，i＝8，12）はダミーであるから未定義でよい。
BGES(K)： （K＝1，KMAX）はじめ利用者はこの変数に各パラメータの初期値を与える。
BLL（K）： K番目のパラメータの下限値（ICONT(6)が1と3の時のみ必要）
BUL（K）： K番目のパラメータの上限値（ICONT(6)が2と3の時のみ必要）
LUC（K）： ＝0　K番目のパラメータをフリーにする。
＝1　K番目のパラメータに下限条件を付ける。
＝2　K番目のパラメータに上限条件を付ける。

＝3　K番目のパラメータに上限，下限条件の両方とも付ける。

＝9　K番目のパラメータは一定値（BGES(K)の初期値）に固定する。

ICONT(6)の指定とLUC(K)の指定は重複するがLUC(K)は各パラメータ毎の指定でありICONT(6)の指定の方が優先する。すなわちLUC(K)でK番目のパラメータの上限条件を指定してもICONT(6)が無制限条件であれば，無制限条件の方が優先しK番目のパラメータに強制的に無制限条件が課せられることになる。

② フィッティングに使用する関数形をFUNCTION FITFXで与えなければならない。

（例）$Y = P_1 + P_2 \cdot X + P_3 \cdot e^{-\frac{(X-P_4)^2}{2P_5^2}}$

```
FUNCTION FITFX (X)
COMMON／LBLSQK／ICONT (12), BGES (53), DUM (2968)
FITFX = BGES (1) + BGES (2) * X
        + BGES (3) * EXP (－(X － BGES (4)) * * 2／(2.0 * BGES (5) * * 2))
RETURN
END
```

③ 関数の各パラメータに関する一次偏微分形をパラメータの数だけSUBROUTINE DFDBで与えなければならない。

（例）

```
SUBROUTINE DFDB (X, DBK, KMAX)
COMMON／LBLSQK／ICONT (12), BGES (53), DUM (2968)
DIMENSION DBK (KMAX)
DBK (1) = 1.0
DBK (2) = X
DBK (3) = EXP (－(X－BGES (4)) * * 2／(2.0 * BGES (5) * * 2))
DBK (4) = BGES (3) * (X － BGES(4)) ／BGES (5) * * 2 * DBK (3)
DBK (5) = (X －BGES (4)) ／BGES (5) * DBK (4)
RETURN
END
```

④ MAIN PROGRAMでWKをDOUBLE PRECISION，配列宣言しなければならない。大きさはLWK

〔7〕 解法および参考文献

① LSQKKDはGauss－Newton法。参考文献　JAERI－M 5133

② LSQRRDはMarquardt法。参考文献　An Algorithm for least－squares estimation of nonlinear parameters : Marquardt, D. W. およびJ. SIAM, 11, 431 (1963)

正規方程式　C・a＝bにおいて任意なλ（≧0）をとり，

$$(C + \lambda I) \cdot a = b$$

が満足するまでλを増加させて解いてゆく。Iは単位マトリックスである。

LSQKKD と比較してマトリックスC の条件が多少悪くても解けるが，くり返し計算（iteration）回数が増える。

〔8〕 記憶容量

ともに約 25 K 語

〔9〕 計算時間

LSQKKD のとき，フィッティング関数として〔6〕の項の②を用い，NMAX = 50 で 0.2 秒。

〔10〕 精 度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

① SKIP THIS PROBLEM

正規方程式の係数行列の行列式が 0 になって解が得られない。

処置：RETURN。

② NUMBER OF FITTING PARAMETER（ ）IS GRATER THAN OR EQUAL TO DATA NUMBER（ ）

パラメータ数≧データ数。

処置：RETURN。

〔12〕 言 語

FORTRAN－H

〔13〕 使用エントリ名

付属ルーチン……LSQKKE, LSQRRE, NORMAL, SOLUTK, HANDLA, HANDLB, CHISQR

組込みルーチン……SQRT, DSQRT, ABS

ユーザのルーチン…FITFX, DFDB

その他，ラベル付きCOMMON 名 LBLSQK を使用している。

〔14〕 公開の程度

所内公開

〔J〕 数 値 微 積 分

1次元有限区間積分を行う場合，SSLにGAUSSDがあるが，GAUSSAは記憶容量を多くとる代わりに分点数の自由度も広く，計算時間も短い。ROMSはロンベルグ積分法を用い，関数値計算の重複を避けるよう工夫されている。ROMDはその倍精度版である。

DIROMは，SSLのMSIMPD等が2次元長方形領域上の積分に限られるのに対して，変数の一方が他方の関数で表わされるような領域でも積分できる。

GAUSSA

〔1〕 登録申請年月日

昭和51年3月26日

〔2〕 登録者

環境調査解析室　白石忠男　5941

〔3〕 表　題

1次元有限区間積分（ガウス・ルジャンドル積分）

〔4〕 機　能

関数f(x)の区間a，bの積分値をガウス・ルジャンドル公式により求める。

〔5〕 呼び出し方

CALL　GAUSSA（FUNC，A，B，N，S）

A，B　：それぞれ積分領域の下限，上限を与える。倍精度実数型，入力。

N　　：分点数を与える。正の整数，整数型，入力。
但し，Nを次の値，2，3，4，5，6，7，8，9，10，12，16，20，24，32，40，48，64，80，96でなければならない。

FUNC：被積分関数のFUNCTIONサブプログラム名を与える。入力，倍精度の指定をしなければならない。

S　　：結果の積分値。倍精度実数型，出力。

〔6〕 使用上の注意

このサブルーチンをCALLするさいには，FUNCTION名をEXTERNAL 文で宣言しなければならない。

〔7〕 解法および参考文献

" HANDBOOK OF MATHEMATICAL FUNCTIONS" Edited by Milton et al.

" 電子計算機のための数値計算法Ⅲ" 山内二郎他。

〔8〕 記憶容量

2,784 語

〔9〕 計算時間

サンプル（$\int_{-1}^{1}(x^{10}+x^{5}+1)dx$，7分点）で1 msec以下。

〔10〕 精 度

10^{-16}

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

N＜2のときは N＝2として続行する。

N＞96のときは N＝96として続行する。

2＜N＜96で，許される分点数でないものを指定したときは，次の高い分点数がセットされ続行する。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

〔14〕 公開の程度

一般公開

ROMS，ROMD

〔1〕 登録申請年月日

昭和46年12月17日

〔2〕 登録者

原子炉システム 西田雄彦 5362

〔3〕 表 題

ロンベルグ積分法

〔4〕 機 能

普通の台形則の数値積分に，極限補外の考えを加えて，要求される精度を得るに必要な区間分割を行い，速やかに結果を得る。又，関数値の計算の重複は避けてある。

〔5〕 呼び出し方

単精度 CALL ROMS（A，B，F，EPS，ANS，K）

倍精度 CALL ROMD（A，B，F，EPS，ANS，K）

A ：積分区間左端点 ……（単精度）

B ：積分区間右端点 ……（ 〃 ）

F ：被積分関数 ……（ 〃 ）

EPS ：積分収束条件（精度） （ 〃 ）

} Input

ANS ： 定積分値 ……（ 〃 ）
K ： 積分区間分点数 ……（整 数）
} Output

なお，倍精度サブルーチンROMDを用いるときは，A，B，E，FPS，ANSを倍精度宣言（DOUBLE PRECISION文）しておかねばならない。

〔6〕 使用上の注意

〔7〕 解法および参考文献

岩波講座 基礎工学4 ”数値解析Ⅰ” 吉沢 正著

〔8〕 記憶容量

350語

〔9〕 計算時間

〔10〕 精 度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

〔14〕 公開の程度

一般公開

DIROM

〔1〕 登録申請年月日

昭和47年6月27日

〔2〕 登録者

安全性コード開発 小林健介 5987

〔3〕 表 題

数値積分（2重，有限区間）

〔4〕 機 能

有限区間の2重積分を行う。

$$\int_a^b dy \int_{x_1(y)}^{x_2(y)} f(x, y)\,dx$$

〔5〕 呼び出し方

CALL DIROM（A，B，X1，X2，F，EPS，ANS）

A，B ：積分区間〔a，b〕×〔x1，x2〕のa，b，倍精度実数型，入力。

X1，X2 ：積分区間〔a，b〕×〔x1，x2〕のx1，x2で，FUNCTION型サブプ

ログラムとして与える。X 1，X 2にはそのプログラム名を書く。

例
```
DOUBLE PRECISION FUNCTION X 1(Y)
X 1 = Y
RETURN
END
DOUBLE PRECISION FUNCTION X 2(Y)
X 2 = Y * Y
RETURN
END
```

F　　：被積分関数で，FUNCTION型サブプログラムとして与える。

例
```
DOUBLE PRECISION FUNCTION F (X, Y)
F = X * Y
RETURN
END
```

EPS　　：収束判定条件（精度），倍精度実数型，入力。

ANS　　：積分値，倍精度実数型，出力。

〔6〕 使用上の注意

DIROMをCALLするサブルーチンで，X 1，X 2，FについてEXTERNAL 宣言をする必要あり。OPTION文でDOUBLEを使用。

〔7〕 解法および参考文献

ロンベルグ積分を2回行う。

GSSLマニュアル（所内資料）（1972）

〔8〕 記憶容量

804語

〔9〕 計算時間

$\int_0^{10} dy \int_y^{y^2} xy\,dx$（EPS $= 10^{-10}$）で44 msec

〔10〕 精　度

上記の例で16桁

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

な　し。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

DROMD，ROMDD，F 1，F 2

〔14〕 公開の程度

一般公開

〔K〕 微 積 分 方 程 式

これらの常微分方程式はいずれも連立型で，初期値問題を解く専用ルーチンである。ODESYSは局所的な打切り誤差を制御するために，刻み巾や内挿多項式の次数を自動的に調整しながら解くAdamsの予測子・修正子法ルーチンで，汎用性がある。DIFSYSは有理関数補外法を用いた極めて収束性のよい方法で，又ZONNINは安定した手法である，5次のルンゲ・クッタ法ルーチンでいずれも刻み巾自動調整機能をもっている。

SLPEDSはSSLにある単独未知関数用の，型の決まった偏微分方程式の解法と違い，連立偏微分方程式を一定の境界条件のもとに，中心差分法で解く。

ODESYS

〔1〕 登録申請年月日

昭和52年3月25日

〔2〕 登録者

原子炉システム　西田雄彦　5362

〔3〕 表　題

予測子－修正子法による連立1階常微分方程式の解法

〔4〕 機　能

アダムスの予測子，修正子公式及び局所的な外挿公式によって，1階の連立常微分方程式の初期値問題を解く。局所的な誤差を制御するために，近似式の次数とステップサイズが自動的に調整される。

〔5〕 呼び出し方

CALL ODESYS (NEQN, Y, T, TOUT, RELERR, ABSERR, IFLAG)

NEQN　：連立する方程式の数，整数型，入力。（NEQN≦20）

Y　：初期値用1次元配列Y（NEQN），実数型，入出力。
returnした時解が入っている。

T　：独立変数（積分開始点），実数型，入力。

TOUT　：独立変数（解を与える点），実数型，入力。

RELERR ： 局所絶対誤差の許容範囲，実数型，入力

ABSERR ： 局所相対誤差の許容範囲，実数型，入力

IFLAG ： コードの作動指標，整数型，入出力

CALL前 ＝1

RETURN後＝2 …… 正常終了。

＝3 …… 誤差許容範囲が小さすぎる。

＝4 …… ステップ数の制限をこえた。

＝5 …… 方程式系がstiffである。

＝6 …… インプット・パラメータがおかしい。

〔6〕 使用上の注意

① 微分方程式の形はサブルーチン F (T, Y, YP, NEQN)の中で，T，Yの関数としてYPに与えねばならない。

〔例〕

```
SUBROUTINE  F (T, Y, YP, NEQN)
DIMENSION  Y (20), YP (20)
YP(1) = Y(2) * Y(3)
YP(2) = -Y(1) * Y(3)
YP(3) = -0.51 * Y(1) * Y(2)
RETURN
END
```

② machineに依存する定数として1.0＋U≧1.0なる正の最小値U（machine unit round－off error）を計算し，TWOU＝2＊U，FOURU＝4＊Uという形で与えることが出来る。

③ outputのwrite formatはODESYSを呼ぶルーチンで与えねばならない。

〔7〕 解法および参考文献

- ARGONNE CODE CENTER AUTHOR NOTE 76－6DE／STEP，INTRP，ACC.No.640，360，6600
- 参考文献：Shampine／Gordon
  " Computer Solution of Ordinary Differential Equations－The Initial Value Problem"
- 常微分方程式の数値解法プログラム（SSLの拡充とベンチマーク・テストNo.5）
  JAERI－M 7571

〔8〕 記憶容量

72KW

〔9〕 計算時間

例 題

$$\begin{cases} y'_1 = y_2 y_3 \\ y'_2 = -y_1 y_3 \\ y'_3 = -0.51\, y_1 y_2 \end{cases} \qquad \begin{cases} y_1(0) = 0. \\ y_2(0) = 1. \\ y_3(0) = 1. \end{cases} \qquad \text{積分範囲〔0 ～ 1.8626408〕}$$

で約5秒

〔10〕 精　度

上の例で約6桁

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

特にないがパラメータIFLAGに与えられる値がエラー判断の指標となる。（〔5〕の項参照）

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

ISIGN，IABS，AMAX1，ABS，SIGN，AMIN1，SQRT，STEP，INTRP

〔14〕 公開の程度

一般公開

DIFSYS

〔1〕 登録申請年月日

昭和52年12月20日

〔2〕 登録者

原子炉システム　西田雄彦　5362

〔3〕 表　題

有理関数補外による1階連立常微分方程式の解法

〔4〕 機　能

ロンベルグ積分の一般化である有理関数補外法によって積分を速やかに収束させると共に，刻み巾hの自動調整を行って効率的な計算を行う。

〔5〕 呼び出し方

CALL DIFSYS（N，XA，XB，Y，EP，S，H，HMIN，HMAX，NSTEPS，IOUT）

N　　：連立する方程式の数　≦4，整数型，入力

XA，XB：積分区間〔a，b〕，倍精度実数型，入力

Y　　：初期値用1次元配列，Y(4)，倍精度実数型，入出力
　　returnした時点では，解が入っている。

EP　　：誤差許容範囲，倍精度実数型，入力

S　　：S(1)＝S(2)＝S(3)＝S(4)＝0，倍精度実数型，入力

H　　：初期キザミ巾，倍精度実数型，入力

HMIN　：キザミ巾の下限，倍精度実数型，入力

HMAX　：キザミ巾の上限，倍精度実数型，入力

NSTEPS ： ステップ数の上限，整数型，入力

IOUT ： ＝1，ステップ毎に出力する。整数型，入力

≠1，ステップ毎の出力は行わない。

〔6〕 使用上の注意

① 精度もよく，収束も速いが，出力点（x＝b）にメッシュ点合わせる，又は内挿する機能をもっていない。

② 微係数を計算するFUNCTION型のルーチンを用意しなければならない。

FUNCTION FCN（I，X，YM）

Iは方程式の数，$x = X$，$y_i = YM(I)$，（I＝1～N）

$FCN = y_i'(x, y_i)$

のように与える。

〔7〕 解法および参考文献

- A. H. Stroud ：Numerical Quadrature and Solution of Ordinary Differential Equations，Spring－Verlag
- 常微分方程式の数値解法プログラム（SSLの拡充とベンチマーク・テストNo. 5）JAERI－M 7571

〔8〕 記憶容量

1098語

〔9〕 計算時間

$$\left.\begin{array}{ll} y_1'' = -\dfrac{y_1}{r^3},\ r = \sqrt{y_1^2 + y_2^2}, & y_1(0) = 1,\ y_1'(0) = 0, \\ y_2'' = -\dfrac{y_2}{r^3}, & y_2(0) = 0,\ y_2'(0) = 1, \end{array}\right\}$$

$EP = 10^{-4}$，$HMAX = 0.5$，積分範囲〔0，4π〕

で90 msec

〔10〕 精 度

上の例で$EP = 10^{-14}$までテスト済（但し，倍精度ルーチン）

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

な し。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

FCN（Function型）

〔14〕 公開の程度

一般公開

ZONNIN

〔1〕 登録申請年月日

昭和52年12月20日

〔2〕 登録者

原子炉システム，西田雄彦，5362

〔3〕 表 題

5次のRunge Kutta法による連立1階常微分方程式の解法

〔4〕 機 能

キザミ巾の自動調整機能をもっている。

〔5〕 呼び出し方

CALL ZONNIN (N, XA, XB, Y, EP, ER, H, HMIN, HMAX, NSTEPS, IOUT)

N : 連立する方程式の数 ≦4，整数型，入力

XA，XB : 積分区分〔a，b〕，倍精度実数型，入力

Y : 初期値用1次元配列 Y(4)，倍精度実数型，入出力
Returnした時点では解が入っている。

EP，ER : 誤差許容範囲 ε_1，ε_2，倍精度実数型，入力

H : 初期キザミ巾，倍精度実数型，入力

HMIN : キザミ巾下限，倍精度実数型，入力

HMAX : キザミ巾上限，倍精度実数型，入力

NSTEPS : ステップ数上限，整数型，入力

IOUT : ＝1 ステップ毎に出力する。整数型，入力
≠1 ステップ毎の出力を行わない。

〔6〕 使用上の注意

① キザミ巾を自動的に調整する能力はあるが，出力点（x＝b）にメッシュ点を合わせる，又は内挿する機能のないことを留意されたい。

② 微係数を計算するFUNCTION型のルーチンを用意しなければならない。

FUNCTION FCN (I, X, YM)

Iは，方程式の番号，x＝X，y_i＝YM(I)，（I＝1～N，N≦4）で

FCN＝y_i'（x，y_i）

のように与える。

〔7〕 解法および参考文献

A.H.Stroud : Numerical Quadrature and Solution of Ordinary Differential Equations, Spring－Verlag

・ 常微分方程式の数値解法プログラム（SSLの拡充とベンチマーク・テストNo.5）JAERI－M 7571

〔8〕 記憶容量

916語

〔9〕 計算時間

$$\left.\begin{array}{ll} y_1'' = -\dfrac{y_1}{r^3},\ r=\sqrt{y_1^2+y_2^2}, & y_1(0)=1,\ y_1'(0)=0, \\ y_2'' = -\dfrac{y_2}{r^3}, & y_2(0)=0,\ y_2'(0)=1, \end{array}\right\}$$

EP = 10^{-4}, HMAX = 0.5，積分範囲〔0， 4 π〕

で 64 msec

〔10〕 精 度

上の例でEP = 10^{-13}までテスト済（但し，倍精度ルーチン）

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

な し。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

FCN（Function型）

〔14〕 公開の程度

一般公開

SLPEDS

〔1〕 登録申請年月日

昭和 52 年 1 月 24 日

〔2〕 登録者

原子炉システム 藤村統一郎 5361

〔3〕 表 題

直接法による連立偏微分方程式の形式的差分解

〔4〕 機 能

2 個の独立変数：x，y の長方形閉領域：〔x_1，x_m〕×〔y_1，y_n〕をR，その境界をΓとする。Rで定義されたk個の未知関数* u_β（x，y），β＝1，2，……，kに対し，十分処理された** k個の独立な式よりなる連立方程式：

$$\sum_{\beta=1}^{k} L_{\alpha\beta}(u_\beta) = d_\alpha \quad (\alpha = 1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ k) \tag{1}$$

を解く。但し，

$$L_{\alpha\beta}(u_\beta) = c_{\alpha\beta_1} u_\beta + c_{\alpha\beta_2} \frac{\partial}{\partial x} u_\beta + c_{\alpha\beta_3} \frac{\partial}{\partial y} u_\beta + c_{\alpha\beta_4} \frac{\partial^2}{\partial x^2} u_\beta + c_{\alpha\beta_5} \frac{\partial^2}{\partial y^2} u_\beta$$

---

* R－Γで必要なだけ連続微分可能とする。

** 例えば $u_1 + \dfrac{\partial}{\partial x} u_1 = 0$ は x について積分できる。

で，$c_{\alpha\beta_\lambda}$ は d_α と共に x，y の既知関数である。境界条件は未知関数 u_β と Γ の点Q に対し

$$v_{\beta_1}(Q)\cdot u_\beta(Q)+v_{\beta_2}(Q)\cdot\left(\frac{\partial u_\beta}{\partial n}\right)(Q)=v_{\beta_3}(Q) \qquad (2)$$

の形で与えられる。*** ここに $v_{\beta\mu}$ は既知関数で $\frac{\partial}{\partial n}$ はRの外側に向う法線方向の偏微分である。

このルーチンの特徴として

① 他に偏微分方程式または連立常微分方程式のルーチンはあるが，連立偏微分方程式のルーチンはこれだけである。

② 方程式の型などに拘らぬため広範囲の問題が対象となる。

③ 反復計算を行っていないため計算時間が短い。

〔5〕 呼び出し方

CALL SLPEDS（X，M，Y，N，IBV，K，V，MN1，SYSTEM，C，CK，A，P，F，KM，EPS，IERR，U）

X　　xの区間〔x_1，x_m〕を（m－1）分する分点の座標。
　　x_i，i＝1，2，……，mを与える。実数型配列 X(NX)，NX≧M。入力。

M　　xの分点の数（上記m，m≧3）を与える。整数型，入力。

Y　　yの区間〔y_1，y_n〕を（n－1）分する分点の座標
　　y_j，j＝1，2，……，nを与える。実数型配列 Y(NY)，NY≧N。入力。

N　　yの分点の数（上記n，n≧3）を与える。整数型，入力。

MN1　境界の点の数（MN 1＝2＊（M＋N－2））を与える。整数型。入力。

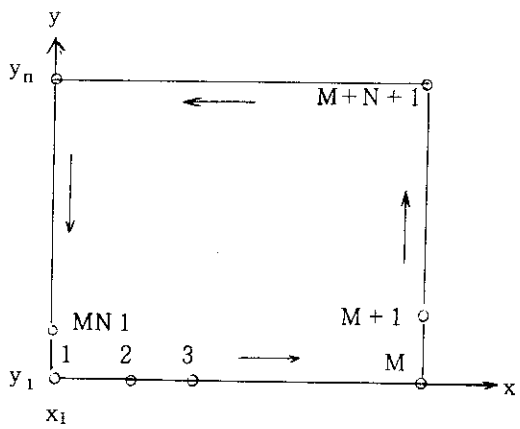
K　　未知関数の数（項目〔4〕の説明のk，k≧1）を与える。整数型。入力。

IBV　境界条件が与えられているかどうかを示す。整数型配列 IBV(K，MN2)，MN2≧MN1，入力。

いま，境界の点に対し，右図のように点（x_1，y_1）から反時計まわりに番号を付けるとき，未知関数 u_β について，b番目の点で境界条件が与えられているとき

IBV（β，b）＝0

とする。一方，与えられていないときは，境界条件の代わりに(1)式のどの式を使うかを示す。例えば(1)式の α 番目の式を使うとき，



IBV（β，b）＝α

とする。この選定は次の基準による。

① b番目の点において既に他の未知関数の境界条件のために使われた式は避ける。

*** 一部の未知関数については一部の点で与えられていなくてもよい。その場合，全ての未知関数が Γ で微分可能を前提としているが，全ての未知関数について全ての点で与えられている場合，Γ での微分可能性は必要としない。

② 上下の境界ではyの2次微分を含んだ式を避ける。更に角の点ではxまたはyの2次微分を含んだ式を避ける。

③ 上下の境界では，$\partial^2 u_\beta / \partial x^2$を含むもの，$\partial u_\beta / \partial y$ を含むもの，u_β を含むもの，$\partial u_\beta / \partial x$を含むもの，の順に優先して選び，また，角の点では，$\partial u_\beta / \partial x$または$\partial u_\beta / \partial y$，$u_\beta$を含む順に選ぶとよい。

上記②，③の記述に，左右の境界に対し，対応する微分を考えればそのままあてはまる。

V 境界条件の式(2)の係数を与える。実数型配列（1，N3），N3≧3，入力。

第β番目の未知関数u_βの第b番目の点Q_bにおける境界条件が(2)式で与えられるとき

$$V(B, b, \mu) = v_{\beta\mu}(Q_b) \quad (\mu = 1, 2, 3)$$

とする。一方，その点で与えられていないときVは未定義でよい。従って，IBVとの関係は，

$$IBV(\beta, b) = 0 \rightarrow V(\beta, b, \mu) = v_{\beta\mu}(Q_b) \quad (\mu = 1, 2, 3)$$

$$IBV(\beta, b) \neq 0 \rightarrow V(\beta, b, \mu) \quad (\mu = 1, 2, 3) \text{ は未定義}$$

ということになる。

SYSTEM　　連立方程式を定義するサブルーチンの名前，文字型。入力。

このサブルーチンはユーザが次のように作る。

下記のC，CKの仮引数の説明にあるように，(1)式の$c_{\alpha\beta\lambda}$，d_α を入れる配列を指定通り定め，任意の点（x，y）に対し，それぞれの関数値を計算するようにする。恒等的に0である関数は与えなくてよい。例えば(1)式が，

$$\frac{u_1 - u_2}{x} + \frac{\partial}{\partial x} u_1 + y \frac{\partial}{\partial y} u_4 = 0 \qquad \text{(i)}$$

……

$$x \frac{\partial^2}{\partial x^2} u_2 - \frac{1}{y} \frac{\partial^2}{\partial y^2} (u_3 + u_1) + \theta \frac{\partial}{\partial x} u_3 = x^2 \qquad \text{(iv)}$$

の4式で与えられているとき，

```
      SUBROUTINE SYSTEM (X, Y, C, CK)
      DIMENSION C(4, 4, 5), CK(4)
      DATA ICALL/0/
      IF (ICALL.NE.0) GO TO 11
      READ (5, 12) THETA
12    FORMAT (8 E 9.2)
      C (1, 1, 2) = 1.0
      ...........
      C (4, 3, 2) = THETA
11    CONTINUE
      XC = 1.0/X
      C (1, 1, 1) = XC
      C (1, 2, 1) = -XC
      C (1, 4, 3) = Y
```

```
……
YC = － 1.0 ／Y
C（4，1，5）＝YC
C（4，2，4）＝X
C（4，3，5）＝YC
CK(4)＝X ** 2
ICALL ＝ 1
RETURN
END
```

のように作る。

C　(1)式の係数 $c_{\alpha\beta_\lambda}$ のために使う。実際の計算はSYSTEMで行われるのでSLPEDSを呼ぶルーチンでは値を入れない。実数型配列C（K，K，N5），N5 ≧ 5，出力。

CK　(1)式の右辺の d_α のために使う。Cと同様何も値を入れない。実数型配列CK（ND），ND ≧ K，出力。

KM　K×Mの値を入れる。KM≦150。これはSSLのMINV2Sを使っているためである。整数型，入力。

A　SLPEDSでの作業領域のためにとる実数型配列 A(K，NA)，N≧K×（5×M×N－2×M－2×N)，出力。

F　Aと同様の作業領域。実数型配列 F(KM，KM)，出力。

P　Aと同様の作業の作業領域。実数型配列 P(NP)，NP ≧ K×M×N，出力。

EPS　計算の途中，行列式の零判定に使う正の数，ふつう 10^{-5} から 10^{-15} くらい。実数型，入力

IERR　解が求まったかどうかを示す。整数型，出力。その値と結果は

0　：正常な解が得られた

正の値　：項目〔11〕にある何れかの理由により計算を中止し，RETURNした。

U　IERR＝0のとき解が入る。実数型配列 U(NU)，NU ≧ K×M×N，出力。

格納の仕方は，メッシュ点（x_i，y_j）（X，Yの説明参照）における第β番目の未知関数 u_β の値を $u_{\beta ij}$ とするとき，U(1)からU（K×M×N）まで u_{111}，u_{211}，……，u_{k11}，u_{121}，u_{221}，……，u_{k21}，……，u_{1m1}，……，u_{km1}，u_{112}，……，u_{k12}，……，u_{1mm}，……，u_{kmm} の順に入る。

〔6〕 使用上の注意

① SYSTEMに対応するルーチン名に対しメインプログラムでEXTERNAL宣言をすること。

② 実引数のエラー以外でIERR ≠ 0となったとき，EPSをより小さく（10^{-77} まで可能）するかメッシュより細かくとると解が求まることがある。これは問題により行列式の真の値が非常に小さい場合や，メッシュのとり方によってk個の式の独立性が保たれなくなることがあるためである。

③ Dirichlet 問題，応力の問題などでメッシュ数が多くないときにはよいが非定常問題等について有効性は定かでない。

〔7〕 解法および参考文献

中心差分法により，未知数がk×m×n個の連立一次方程式になるように方程式(1)および(2)を変換する。連立一次方程式は直接法で解く。

参考文献

① フォーサイス・ワソー（藤野精一訳），“偏微分方程式の差分法による近似解法（上，下）”，吉岡書店（1970）

② “FACOM 230－60 SSL（科学用サブルーチン・ライブラリ）使用方法解説書（230／60－301～309－001－7），および解法解説書（001－301～309－003－5）”，富士通（1972）

〔8〕 記憶容量

6,436 語

〔9〕 計算時間

$$\begin{cases} \dfrac{\partial u_1}{\partial x} - \dfrac{\partial u_2}{\partial y} = 0 \\ \dfrac{\partial u_1}{\partial y} - \dfrac{\partial u_2}{\partial x} = 0 \end{cases}$$

の例で，全て境界値を与えたとき，M＝10，N＝8のメッシュで0.6秒であった。

〔10〕 精 度

上の例で4桁以上

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

全て，“ERROR IN SLPEDS，IERR＝（正の整数）”の形で印字する。正の整数とエラーの内容は次の通りであり，処置は全てRETURNである。

IERR	エラーの意味
13	M＜3
14	N＜3
15	X(I)≧X（I＋1）
16	Y(J)≧Y（J＋1）
21	K＜1
24	MN1≠2×(M＋N－2)
25	0≦IBV≦Kでない
26	IBV（β，b）＝0かつV(β，b，1）＝0，V(β，b，2)＝0.となっている。
27	IBVで指定した式が，含んではならない2次微分の項を含んでいる。
33	KM≠K×M
34	EPS＜0

100　問題自身または境界条件の与え方が適切でなかった（差分化したときの連立一次方程式が縮退した）か，あるいは計算の途中行列式の絶対値がEPS以下になった。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

既存のSSL－MINV 2S

組込みルーチン－SQRT

（EXTERNAL－SYSTEM）

〔14〕 公開の程度

所内公開

〔M〕 統　　計

区間（0，1）の一様乱数ルーチンは，前版で5つであったのを，追加・削除して，UNIRN, URAND, FLTRNの3つに整理した。

UNIRN, URANDは，いずれもFORTRANで書かれているが，FLTRNはアセンブラで書かれており，時間的に速くモンテカルロコードでよく使われている。UNIRNは，多重点の乱数性に優れ，URANDはhard ware に依存しない形になっているため，互換性がある。

EXPRNなどは，指数関数など特定の密度分布に従う乱数を発生させるルーチンであり，UNIT 2，3は，一様な分布をもつ2，3次元のランダム・ベクトルを発生させる。これらはいずれも，UNIRNの一様乱数を使用している。

NQ* は，主な統計分布関数の上側確率や，パーセント点などを計算するサブルーチン15と，関数型ルーチン3つからなるパッケージである。INVHYBは，統計分布関連の関数として，ここにまとめた。

UNIRN

〔1〕　登録申請年月日

昭和53年11月11日

〔2〕　登録者

原子炉システム　井上修二　5322

〔3〕　表　題

一様乱数

〔4〕　機　能

一様乱数発生，x εU（0，1）

初期値設定および現在値呼び出しは関連するマルチ・エントリのルーチンRANIN を用いて行う。

〔5〕 呼び出し方

R＝UNIRN（D）

D　　：ダミー

UNIRN：出力乱数 x εU（0，1）

初期値設定

CALL RANIN（IX）

IX ：初期値，IX εU（1，$2^{31}-1$）

現在値呼び出し

CALL RANOUT（IX）

IX ：現在値，IX εU（1，$2^{31}-1$）

〔6〕 使用上の注意

はじめて使うときはマルチ・エントリのルーチンRANINにより初期値設定する。

〔7〕 解法および参考文献

井上修二 ："乱数発生法"（所内資料）（1979）

〔8〕 記憶容量

148語（RANIN 70語，UNFRN 24語を含む）

〔9〕 計算時間

18 msec／1000 CALLS

〔10〕 精　度

UNFRNに依存。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

なし。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

関連するルーチン名 ：RANIN（RAOUTはそのマルチ・エントリ）

付属ルーチン　　：UNFRN（FASP言語）

〔14〕 公開の程度

一般公開

URAND

〔1〕 登録申請年月日

昭和53年11月11日

〔2〕 登録者

原子炉システム　井上修二　5322

〔3〕 表 題

一様乱数

〔4〕 機 能

機械不依存一様乱数発生

〔5〕 呼び出し方

R＝URAND（D）

D　　：ダミー

URAND：一様乱数

D，URANDともに単精度実数型

初期値設定ルーチン

CALL RANSET（MAXINT，NSTRT）

MAXINT ：機械許容最大整数値

NSTRT ：初期乱数（1＜n＜MAXINT）

〔6〕 使用上の注意

FACOM M200ではMAXINT＝$2^{31}-1$

COMMON／MIRNG／IRAN（10），IGEN（10），NWRD，IBASE，MOD，FBASE，FMOD

に初期値設定および整数乱数が計算される。

FACOM M200の場合には，

IGEN(3)＝1，IGEN(2)＝101,758，IGEN(1)＝84,365，NWRD＝3，IBASE＝131,072，MOD＝8,192，FBASE＝131,072，FMOD＝8,192

となる。従って，この値を設定してやれば，RANSETを呼ぶ必要はない。初期乱数は，IRAN(3)，IRAN(2)，IRAN(1)におかれ，現地点の乱数値もここに納められる。故に現地点の乱数値を知りたいときはCOMMON／MIRNG／を介して呼び出せばよいが，次の入出力用ルーチンを用いてもよい。

CALL URANIN（JRAN）

CALL URANOU（JRAN）

ここでJRANはNWRDの大きさをもつArrayであり，IRANに対応する。

〔7〕 解法および参考文献

$X_{n+1} \equiv 5^{15} * X_n \pmod{2^{47}}$

〔8〕 記憶容量

URAND：206語，RANSET：164語，URANIN：86語

〔9〕 計算時間

105 msec／1000 CALLs

〔10〕 精 度

周期，一様性，および7次元頻度テストに合格。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

なし。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

関連するルーチン ： RANSET, URANIN（URANOUはそのマルチ・エントリ）

〔14〕 公開の程度

一般公開

FLTRN

〔1〕 登録申請年月日

昭和55年7月21日

〔2〕 登録者

原子炉システム研　堀上邦彦　5322

〔3〕 表　題

一様乱数

〔4〕 機　能

開区間（0, 1）における一様乱数を乗算型合同法で発生させる。周期は $2^{47}-1$ である。モンテカルロ・コードKENO－4から引用しており，アセンブラで書かれている。継続使用（リスタート）が可能である。

〔5〕 呼び出し方

```
R=FLTRAN (DUM)
CALL  FLTOUT (IX)
CALL  FLTIN (IX)
```
} IX ： 2語長

・引数DUMはfunction subprogramとしての形態を保つために使用したもので，実際には何らの意味も持たない。

・FLTOUT, FLTINはリスタートの必要があるときのみ使用するもので通常は使用しない。

FLTRN　関数名，単又は倍精度実数型

DUN　　ダミー変数

IX　　2語長で，リスタートの必要があるとき，あるいは何らかの理由で初期値を変えるとき用いる。

〔使用例〕

例－①　単精度で使用

```
      DO   10  I = 1, 100
      ⋮
      R =FLTRN (DUN)
      ⋮
   10 CONTINUE
```

例－② 倍精度で使用

```
      REAL * 8  R, FLTRN, ……
      DO 10  I = 1, 100
      ⋮
      R =FLTRN (DUN)
      ⋮
   10 CONTINUE
```

例－③ リスタートのとき（単精度）

```
      DIMENSION IX(2)
      ⋮
      R =FLTRN (DUN)  ←最後の乱数発生
      CALL FLTOUT (IX)
      WRITE (6, 10) IX
   10 FORMAT (1X 'LAST' RANDOM NUMBER', Z 16)
      ⋮
```

リスタート時

```
      DIMENSION IX(2)
      DATA IX／Z ××××××××××××××××／
      ×××…× : 前のジョブのプリントアウトから定める16桁の16進数
      CALL FLTIN (IX)
      ⋮
      R =ELTRN (DUN)
      ⋮
```

〔6〕 使用上の注意

初期値として，

IX＝Z4200000035 FA931A ←実際にはDATA文でセットする。

をCALL FLTIN (IX) でセットするとMORSE－CGコードの乱数ルーチンFLTRNFと同じ乱数を得る。

〔7〕 解法および参考文献

乗算型合同法 $U_{i+1} = aU_i \pmod p$

に基づいている。

U_0 ＝ 420000071 AFD498D（16進）（＝ 30517578125）

a ＝ 1 AFD498D（16進）（＝ 452807053）

p ＝ 2^{47}

周期 $2^{47} - 1$

参考文献 ①L. Cranberg, et al. : Phys. Rev. vol. 103, p 662 (1956), ②筒井恒夫 : 私信, ③井上修二 : "乱数発生法（科学計算用サブルーチン・ライブラリのアルゴリズム調査 No. 12）（所内資料）(1979), ④Maclaren M. D., Marsaglia G. :

JACM, vol. 12, p83 (1964), ⑤von Gelder A. : JACM, vol. 14, p785 (1967)

〔8〕 記憶容量

80バイト（32語）

〔9〕 計算時間

倍精度で100回呼んでも0.4秒以下。

〔10〕 精　度

乱数の周期は$2^{47}-1$である。1つの乱数としての精度は単精度は約6桁。倍精度は15桁。

次の表①は短周期の乱数の一様性を

$$\alpha = \sum_{区間} \frac{(実現度数-理論度数)^2}{理論度数}, \qquad \beta = \max_{区間} |実現度数-理論度数|$$

について調べたものである。乱数は$u_0=1$, $u_{i+1}=au_i+b \pmod{2^{31}}$, $r_{i+1}=u_{i+1}/2^{31}$ $(i \geqq 0)$により，1つの次元に対して10万回発生させている。また，表②は，$a=452807053$, $b=0$を固定してu_0を変え，$u_{i+1}=au_i \pmod{2^{47}}$, $r_{i+1}=u_{i+1}/2^{47}$ $(i \geqq 0)$により発生させたものである。α, β, 発生回数は表①と同じである。

表①

a	b	α, β	10等分	100等分	1000等分	(10, 10)	(10, 10, 10)	注
5^{15}	0	α	13.13	80.70	1016.0	94.76	911.6	1)
〃	〃	β	212	83	31	80	32	
〃	1	α	7.16	78.23	893.5	91.17	1017.0	
〃	〃	β	156	99	36	102	31	
〃	3	α	15.20	136.21	1144.0	102.17	907.4	
〃	〃	β	258	88	37	86	35	
5^{13}	0	α	11.33	113.3	1005.2	93.01	971.9	2)
〃	〃	β	196	107	34	73	29	
〃	1	α	8.26	93.5	914.2	106.94	864.8	
〃	〃	β	152	70	31	101	30	
〃	3	α	10.65	79.6	1001.1	109.41	990.5	
〃	〃	β	174	67	34	81	39	
$2^{16}+3$	0	α	11.63	107.8	1042.4	93.89	1593.3	3)
〃	〃	β	210	99	31	81	45	
〃	1	α	17.78	87.5	1018.1	124.62	1596.6	
〃	〃	β	247	68	36	93	50	
〃	3	α	21.10	102.0	1041.9	94.51	1561.3	
〃	〃	β	314	82	32	77	42	
$2^{15}+3$	0	α	7.13	101.1	1015.0	99.42	1636.5	4)
〃	〃	β	128	87	36	79	46	
〃	1	α	7.68	93.7	1101.8	123.61	998.2	
〃	〃	β	155	101	38	102	37	
〃	3	α	5.14	77.3	1035.3	97.76	1030.2	
〃	〃	β	151	97	35	67	35	

表②

u_0	α, β	10等分	100等分	1000等分	(10, 10)	(10, 10, 10)	注
905614106	α	9.93	82.6	882.3	90.75	983.2	5)
〃	β	205	77	29	75	36	
30517578125	α	6.70	84.9	1021.8	90.75	973.0	6)
〃	β	142	75	33	79	33	

注１）ルーチン名はUNFRN。文献③参照。

注２）テスト用に作成。

注３）MORSE－CGコードで使われているFortranのルーチンで，IBM社のマニュアルのC20－8011（詳しくはコードのコメント）のほか文献④参照。

注４）FACOM 230－75計算機で使われていたJSSLの乱数ルーチンRANDH（$a = 2^{17} + 3$，$p = 2^{35}$）と同様の係数によるもの。文献⑤参照。

注５）MORSE－CGコードで使われているアセンブラのルーチンFLTRNFで元はCDC用。文献①参照。

注６）KENO－4コードで使われているアセンブラのルーチンFLTRNで元はCDC用。文献①参照。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

なし。

〔12〕 言　語

アセンブラ

〔13〕 使用エントリ名

付属ルーチンはなく，マルチ・エントリである。主エントリFLTRNのほかにCALLで呼ばれるFLTIN，FLTOUTがある。

〔14〕 公開の程度

所内公開

EXPRN

〔1〕 登録申請年月日

昭和53年11月11日

〔2〕 登録者

原子炉システム研　井上修二　5322

〔3〕 表　題

指数乱数

〔4〕 機　能

密度分布がexp（－x）となる乱数の発生

$x \in (0, \infty)$

〔5〕 呼び出し方

X＝EXPRN（I）

I　：ダミー

X　：乱数データ

〔6〕 使用上の注意

初期乱数はCALL RANIN (IX) で与える。

〔7〕 解法および参考文献

von Neumann の棄却法

〔8〕 記憶容量

96 語

〔9〕 計算時間

91 msec／1000 CALLs

〔10〕 精 度

Kolmogorov－Smirnov Test 合格（N＝100, 3回）

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

なし。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

関連するルーチン ： RANIN, 付属ルーチン ： UNIRN

〔14〕 公開の程度

一般公開

ANRMRN

〔1〕 登録申請年月日

昭和 53 年 11 月 11 日

〔2〕 登録者

原子炉システム 井上修二 5322

〔3〕 表 題

正規乱数

〔4〕 機 能

正規分布 ： $F(X) = c\int_{\infty}^{x} \exp(-X^2/2)dX$ からのデータ発生。

〔5〕 呼び出し方

X＝ANRMRN (Z)

Z ： ダミー

X ： 正規乱数

〔6〕 使用上の注意

初期乱数は"RANIN" により与える。分布N（μ, σ^2）からのデータ, y は $y = \mu + \sigma * X$, $X \in N(0, 1)$ で与えられる。

〔7〕 解法および参考文献

合成棄却法。参考文献－① Mac Laren, M.D., Marsaglia, G., Bray, T.A. : CACM, 7（1964）, ② 井上修二 ："乱数発生法"（所内資料）（1979）

〔8〕 記憶容量

306 語

〔9〕 計算時間

90 msec／1000 回

〔10〕 精　度

Kolmogorov - Smirnov Test 合格（N=100，3回）

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

なし。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

関連するルーチン　：RANIN

付属のルーチン　　：EXPRN, UNIRN

組込みルーチン　　：EXP

〔14〕 公開の程度

一般公開

GAMRN

〔1〕 登録申請年月日

昭和 53 年 11 月 11 日

〔2〕 登録者

原子炉システム　井上修二　5322

〔3〕 表　題

ガンマ乱数

〔4〕 機　能

密度分布　：$f(X)=C \cdot X^{\eta-1} \exp(-\lambda X)$，$C=\lambda^{\eta}/\Gamma(\eta)$

なる分布の乱数(X)の発生。

〔5〕 呼び出し方

X＝GAMRN（ALAM, ETA）

ALAM　：λ（平均発生時間など）

ETA　　：η（発生事象数）

X　　：乱発データ（η事象発生までの時間など）

〔6〕 使用上の注意

初期乱数は RANIN（IX）による。

〔7〕 解法および参考文献

合成棄却法

〔8〕 記憶容量

192 語

〔9〕 計算時間

56 msec／1000回

〔10〕 精　度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

なし。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

関連するルーチン　：RANIN

付属のルーチン　　：EXPRN，UNIRN

組込みルーチン　　：EXP，ALOG

〔14〕 公開の程度

一般公開

BETARN

〔1〕 登録申請年月日

昭和53年11月11日

〔2〕 登録者

原子炉システム　井上修二　5322

〔3〕 表　題

ベータ分布乱数

〔4〕 機　能

ベータ分布する乱数

$f(X)=C\cdot(X-a)^{\gamma-1}(b-X)^{\eta-1}$

$C=\Gamma(\gamma+\eta)/\{\Gamma(\gamma)\Gamma(\eta)(b-a)^{\gamma+\eta-1}\}$

〔5〕 呼び出し方

X＝BETARN（GAM, ETA, A, B）

GAN　：$\gamma>0$

ETA　：$\eta>0$

A，B　：区間（a，b）

X　　：乱数

〔6〕 使用上の注意

初期乱数をRANIN（IX）により与える。

〔7〕 解法および参考文献

2つのガンマ乱数の比

〔8〕 記憶容量

90語

〔9〕 計算時間

131 msec／1000 calls

〔10〕 精　度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

なし。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

関連するルーチン　：RANIN

付属のルーチン　　：GAMRN

〔14〕 公開の程度

ソース

HISTRN, HSTRN

〔1〕 登録申請年月日

昭和53年11月11日

〔2〕 登録者

原子炉システム　井上修二　5322

〔3〕 表　題

ヒストグラム

〔4〕 機　能

密度関数がヒストグラムで与えられる乱数

$f(X) = P_i$, $X_i < X < X_{i+1}$

〔5〕 呼び出し方

X：HISTRN（K，R，P）

K：区分領域数

R：区分座標，長さK＋1のアレイ

P：区分領域の確率，長さKのアレイ

X：乱数データ

P(I)＝1／Kのときは，次のルーチンを使うこともできる。

X＝HSTRN（K，R）

但し，K，Rは上に同じ。

〔6〕 使用上の注意

初期乱数はRANINで与える。

〔7〕 解法および参考文献

シミュレーション

〔8〕 記憶容量

114語（HSTRN ： 86語）

〔9〕 計算時間

48 msec （HSTRN ： 37 msec ）

〔10〕 精 度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

なし。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

ともに，

関連するルーチン ： RANIN

付属のルーチン ： UNIRN

〔14〕 公開の程度

一般公開

UNIT 2

〔1〕 登録申請年月日

昭和53年11月11日

〔2〕 登録者

原子炉システム 井上修二 5322

〔3〕 表 題

方向ベクトル（2次元）

〔4〕 機 能

一様な方向ベクトルの発生

〔5〕 呼び出し方

CALL UNIT 2 (U, V)

U, V：ベクトル要素，$U^2+V^2=1$

〔6〕 使用上の注意

初期乱数はCALL RANIN (IX) で与える。

〔7〕 解法および参考文献

von Neumann の棄却法

〔8〕 記憶容量

92語

〔9〕 計算時間

68 msec／1000 calls

〔10〕 精　度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

なし。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

関連するルーチン　：RANIN

付属のルーチン　　：UNIRN

〔14〕 公開の程度

一般公開

UNIT 3

〔1〕 登録申請年月日

昭和53年11月11日

〔2〕 登録者

原子炉システム　井上修二　5322

〔3〕 表　題

方向ベクトルの発生

〔4〕 機　能

一様な方向ベクトルの発生

〔5〕 呼び出し方

CALL UNIT3 (U, V, W)

U, V, W ： ベクトル要素, $U^2+V^2+W^2=1$

〔6〕 使用上の注意

初期乱数はCALL RANIN (IX) で与える。

〔7〕 解法および参考文献

Coveyou の棄却法

〔8〕 記憶容量

126 語

〔9〕 計算時間

145 msec／1000 calls

〔10〕 精　度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

なし。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

関連するルーチン ： RANIN

付属のルーチン ： UNIRN

〔14〕 公開の程度

一般公開

NQ

〔1〕 登録申請年月日

昭和50年2月15日

〔2〕 登録者

線量計測，熊沢 蕃 5208

〔3〕 表 題

主な統計分布

〔4〕 機 能

番号	種類	名 前	機 能
1	サブルーチン	NQ	正規分布の上側確率Q(u)
2		NPNT	正規分布のパーセント点U(Q)
3		X 2Q	X^2 分布の上側確率Q（X^2 ； ν）
4		X 2PNT	X^2 分布のパーセント点X^2 （Q ； ν）
5		FQ	F 分布の上側確率Q（F ； ν_1 ， ν_2 ）
6		FPNT	F 分布のパーセント点F （Q ； ν_1， ν_2 ）
7		TQ	t 分布の上側確率Q（t ； ν）
8		TPNT	t 分布のパーセント点 t （Q ； ν）
9		IGAMM	不完全ガンマ関数比 $I_x(\alpha)$
10		IBETA	不完全ベータ関数比 I_x （α， β）
11		BPNT	ベータ分布(パラメータが1/2の整数倍)のパーセント点x(P，n_A，n_B)
12		BP	上と同じ（ 上と同じ ）の分布関数 I_x（n_A ， n_B）
13		NX 2Q	非心X^2 分布の上側確率Q（X^2， ν， λ）
14		NFQ	非心F 分布の上側確率Q（F ； ν_1， ν_2， λ）
15		NTP	非心 t 分布の分布関数P （t ； ν， λ）
16	関数	GAMMA	ガンマ関数
17		LGAMM	対数ガンマ関数
18		TFUNC	T 関数

〔5〕 呼び出し方

番号1～15では，前にCALLを付けて呼び出す。整数型変数名または整定数以外の引数はすべて倍精度実数とする。ただし，引数は配列ではない。次表の引数で出力以外は入

力である。

No.	呼び出し方　CALL ␣××…×	出　力	語数
1	NQ (U, Q)	Q	204
2	NPNT (Q, EPS, U)	U	334
3	X2Q (N, X2, Q, DENS)	Q, DENS	212
4	X2PNT (N, Q, EPS, X2)	X2	488
5	FQ (N1, N2, F, Q)	Q	74
6	FPNT (N1, N2, Q, EPS, F)	F	80
7	TQ (N, T, Q)	Q	94
8	TPNT (N, Q, EPS, T)	T	104
9	IGAMM (ALPHA, X, Q′, D)	Q′, D	168
10	IBAETA (A, B, X, P′, D′)	P′, D′	248
11	BPNT (NA, NB, P, EPS, X)	X	596
12	BP (NA, NB, X′, P, DENS)	P, DENS	284
13	NX2Q (N, X2′, DELTA, Q)	Q	324
14	NFQ (N1, N2, F′, DELTA, Q)	Q	396
15	NTP (N, TT, DELTA, P, DENS)	P, DENS	380

U : NORMALDEVIATE OR PERCENTAGE POINT OF NORMAL DISTRIBUTION
Q : UPPER PROBABILITY INTEGRAL
EPS : REQUIRED PRECISION
N : DEGREES OF FREEDOM
X2 : X2 POINT OR PERCENTAGE POINT OF CHI-SQUARE DISTRIBUTION
DENS : DENSITY
N1, N2 : DEGREES OF FREEDOM
F : F POINT OR PERCENTAGE POINT OF F-DISTRIBUTION
T : T POINT OR PERCENTAGE POINT OF T-DISTRIBUTION
ALPHA : PARAMETER OF GAMMA FUNCTION
X : VARIABLE
Q′ : 1-(INCOMPLETE GAMMA FUNCTION RATIO)
D : DERRIVERTIVE OF INCOMPLETE GAMMA RATIO)
A : A-TH POWER OF X IN BETA FUNCTION
B : B-TH POWER (1-X) IN BETA FUNCTION
P′ : INCOMPLETE BETA FUNCTION RATIO
D′ : DERRIVERTIVE OF IN COMPLETE BETA RATIO
P : LOWER PROBABILITY
NA : NA=2*A , (A−1) TH POWER OF X IN BETA FUNCTION
NB : NB=2*B , (B−1) TH POWER OF (1−X) IN BETA FUNCTION

X′ : BETA POINT

X2′: A POINT OF NONCENTRAL CH1-SQUARE DISTRIBUTION

DELTA : NON CENTRAL PARAMETER

F′ : A POINT OF NONCENTRAL F-DISTRIBUTION

TT : A POINT OF NONCENTRAL T-DISTRIBUTION

No.	呼び出し方	語数
16	GAMMA(X)	152
17	LGAMM(Y)	164
18	TFUNC (H,A)	296

X : PARAMETER OF GAMMA FUNCTION

Y : 上と同じ

H : VALUE OF THE VALUE X

A : ARCTANGENT OF Y/X

〔6〕 使用上の注意

入力で確率の値P, P′, Q, Q′ は $1-10^{-6}$ 以下であること。

〔7〕 解法および参考文献

山内二郎編"統計数値表 JSA-1972", 日本規格協会, 東京（1973）

〔8〕 記憶容量

記憶容量〔5〕参照

〔9〕 計算時間

数ms 以下

〔10〕 精 度

EPS = 1.0 D－14 のとき 11 桁以上

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

収束しないとき, IGAM, IBETA, NX2Q, NFQ では"␣␣␣␣NOT ␣CONVERGED"を印字。また TFUNC では, "␣␣␣␣NOT ␣CONVERGED ␣ H=$\underbrace{\square\square\cdots\cdots\square}_{22}$ A=$\underbrace{\square\square\cdots\cdots\square}_{22}$" を印字。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

一部のルーチンで他のルーチンを呼んでいる。ただし, 付属ルーチンはない。

〔14〕 公開の程度

一般公開

INVHYB

〔1〕 登録申請年月日

昭和55年9月5日

〔2〕 登録者

線量計測　熊沢　蕃　5208

〔3〕 表　題

$y = \ell n\, x + x$ に対する逆関数

〔4〕 機　能

正規分布

$$\Phi(u)=\int_{-\infty}^{u} \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\, e^{-\frac{t^2}{2}}\, dt \qquad (1)$$

において，

$$u = \frac{\ell n\, \rho x' + \rho x' - \mu}{\sigma} \qquad (2)$$

と変数変換し，$\Phi(u)$を x' の関数と見るとき，これを混成対数正規分布と呼ぶことにする。すなわち，混成対数正規分布を$\Omega(x')$とするとき，次の関数が成対する。

$$\Omega\,(x' \mid \rho',\ \mu,\ \sigma^2) = \Phi\,(u \mid \mu,\ \sigma^2) \qquad (3)$$

式(2)で uの値を与えて，x'を求めることがよくある。この場合，

$$y = hyb(x) = \ell n x + x \qquad (4)$$

として，

$$x = hyb^{-1}(y) \qquad (5)$$

を求める関数を用意すればよい。本関数は式(5)を計算するものである。

この分布関数の適用例として，線量限度効果を受けた場合の被曝線量分布などがある。（文献②）

〔5〕 呼び出し方

$hyb^{-1}(y)$ = INVHYB(Y)

Y　：倍精度実数型入力

INVHYB：倍精度実数型関数値

〔6〕 使用上の注意

Y，INVHYBの倍精度宣言を行うこと。

〔7〕 解法および参考文献

① 熊沢，島崎　：“混成対数正規分布に関連するプログラム”

② JAERI－M レポート（予定）

〔8〕 記憶容量

〔9〕 計算時間

約1 ms 以下

〔10〕 精　度

絶対相対誤差は高々 2×10^{-12}

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

なし。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

組み込み関数 ： DEXP, DLOG, DABS

〔14〕 公開の程度

一般公開

〔N〕物　理　問　題

STEAMZ, STEAM, STEAMV は，日本機械学会の蒸気表を用いて，熱力学的な諸状態量や，その微分量を計算する。又 UNITS は力学や熱力学で使われる任意の単位系と絶対単位系（M.K.S., C.G.S., F.P.S.）の間の変換を行うルーチンである。

STEAMZ, STEAM, STEAMV

〔1〕登録申請年月日

昭和51年9月3日

〔2〕登録者

高温熱工学研　佐野川好母　5351

安全性コード開発室　小林健介　5978

〔3〕表　題

蒸気表

〔4〕機　能

日本機械学会発行の蒸気表（1967年）に記述されている Gibbs 関数，Helmholtz 関数および飽和線から誘導される状態量およびその微分量を計算する。独立変数は圧力と温度である。

〔5〕呼び出し方

(A) 飽和温度と飽和圧力

TSAT（P_D）　倍精度関数

PSAT（T_D）　〃

(B) 圧力と温度を与えて各状態量およびその微分量を求める。

(i) 比容積，エンタルピ，エントロピのみ

CALL STEAMZ（P_D, T_D, V_D, H_D, S_D, N）

(ii) 比容積，エンタルピ，エントロピおよび定圧比熱のみ

CALL STEAM（T, P, V, H, S, CP, N）

(iii) (ii)の他定容比熱，h_P，音速，β（熱膨張係数），K（等温圧縮率）および γ（C_P／C_V）を求める。

CALL STEAMV（T_D, P_D, V_D, H_D, S_D, CP_D, CV_D, $HRHO_D$, CC_D, $BETHA_D$, $AKAP_D$, $GAMMA_D$, N, IPR, IZV）

引数の説明		型	入出力
$AKAP_D$	$-\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$ 等温圧縮率〔M^2／N〕	D*	O*

$BETHA_D$	$\frac{1}{V}(\frac{\partial V}{\partial T})_T$	熱膨張係数〔1／K〕	D	O
CC_D	$-V^2(\frac{\partial P}{\partial V})_S$	音速の2乗〔M^2／sec^2〕	D	O
CP	$(\frac{\partial h}{\partial T})_P$	定圧比熱〔Kcal／kg ℃〕	S	O
CP_D	〃		D	O
CV	$(\frac{\partial u}{\partial T})_V$	定容比熱〔Kcal／kg ℃〕	S	D
CV_D	〃		D	O
$GAMMA_D$	C_P ／ C_V	比熱の比	D	O
H	エンタルピ〔Kcal／kg〕		S	O
H_D	〃		D	O
$HRHO_D$	$-V^2(\partial h/\partial V)_P$〔Kcal・$M^3$／$kg^2$〕		D	O
IPR	＝{0 プラントル数の計算が正しくない 1 プラントル数の計算が正しい		I	O
IZV	＝－1 V, H, S, CP のみ計算 0 V, H, S のみ計算 1 V, H, S, CP, CV, HRHO, CC, BETHA, AKAP, GAMMA のすべてを計算		I	I
N	＝0 圧縮水および過熱蒸気 1 飽和蒸気（温度基準） 2 〃 （圧力 〃 ） 3 飽和水 （温度 〃 ） 4 〃 （圧力 〃 ）		I	I
P	圧力〔kg／cm^2〕（$0 < P \leqq 1019.72$） （温度基準の飽和量を計算するとき，飽和圧力が出力される）		S	IO
P_D	圧力〔kg／cm^2〕（$0 < P \leqq 1019.72$） （温度基準の飽和量を計算するとき，飽和圧力が出力される）		D	I
S	エントロピ〔Kcal／kg °K〕		S	O
S_D	〃		D	O
T	温度〔℃〕（$0.01 \leqq T \leqq 800$） （圧力基準の飽和量を計算するとき，飽和温度が出力される）		S	IO
T_D	温度〔℃〕（$0.01 \leqq T \leqq 800$） （圧力基準の飽和量を計算するとき，飽和温度が出力される）		D	I

V	比容積〔 M^3／kg 〕	S	O
V_D	〃	D	O

〔6〕 使用上の注意

サブルーチンSTEAMの各引数は単精度実数型であり，一方，STEAMZ および STEAMVの各引数は倍精度実数型である。ソースをコンパイルするとき，STEAM以外のルーチンはAUTODBL（DBL 4） で行う。このサブルーチンについての問合せは小林まで。

〔7〕 解法および参考文献

日本機械学会発行の蒸気表（1967年）の近似関数を用いており，逆関数計算は Newton 法を用いている。

参考文献 － 小林健介他：蒸気表サブルーチンSTEAMとその評価，JAERI － M 6967，1977年2月

〔8〕 記憶容量

TSAT 72W

PSAT 72W

その他 約27KW

〔9〕 計算時間

TSAT，PSAT については極めて短かいので書く必要はない。その他については，約1300ケース計算して，それぞれ

STEAMZ 6.3 秒

STEAM 7.0 秒

STEAMV 10.2 秒

要した。

〔10〕 精 度

日本機械学会発行の蒸気表（1968年）と比較して臨界点および 350℃ の未飽和水で3桁目又は4桁目に誤差があるほかは，すべて一致している。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

1. STEAMF（P，T，SPVOL，ENTAL，ENTRO，CP，CV，G，F，VIS，DVIS，TCON，A，PR，NREGON，NSTWAT）

   内 容：入力として与えた圧力，温度およびNに矛盾があった。

   処 置：STOP

2. SUB 3 N CHO CH1

   SUB 4 N CHO CH1

   内 容：逆関数計算をNewton 法でN回反復した結果，換算比容積 χ の値が7桁収束しなかった。CH0，CH1 はN回とN－1回の χ の値。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

PSAT，TSAT，BETK，BETKP，TSATA，CHI2，CHI3，CHI4，BET3，

BET4, NL, NN, NX, NZ, STEAMF, SUBBET, SUB1, SUB2, SUB3, SUB4, VISCON

組込みルーチン名

SQRT, LOG, EXP

〔14〕 公開の程度

所内公開

UNITS

〔1〕 登録申請年月日

昭和52年8月21日

〔2〕 登録者

安全性コード開発室　阿部清治　5978

〔3〕 表　題

力学・熱力学用単位換算プログラム・ライブラリUCL 1

〔4〕 機　能

力学・熱力学に使われる任意の単位を，ある絶対単位系のそれと同次元の単位に換算する。また，その逆換算をする。絶対単位系としては，M.K.S.,C.G.S.,F.P.S. のうちから，ユーザが選択する。このライブラリを計算コードに応用すれば，入力データを任意の単位で読み込んだり，出力データを任意の単位で書き出したりすることができる。また，外来コードの単位変換や，異る単位系を採用している複数コードのカップリングなども簡単になる。詳細は別紙。

〔5〕 呼び出し方

ユーザが呼び出すことができるサブルーチンおよび関数の名称と機能とは次のとおりである。

CALL	UNITS	単位換算のための準備，絶対単位系の選択
CALL	REGIST	ライブラリの用意していない単位の追加登録
CALL	WUNITS	登録している単位の一覧表の作成
(関数)	UNIT	単位換算係数の計算（単精度用）
(関数)	DUNIT	単位換算係数の計算（倍精度用）
CALL	WUCTAB	複数の単位間の単位換算係数表の作成
(関数)	UNITT	温度の単位換算（単精度用）
(関数)	DUNITT	温度の単位換算（倍精度用）

なお，各サブプログラムの機能の詳細と引数の説明とは別紙に示す。

〔6〕 使用上の注意

REGIST, WUNITS, UNIT, DUNIT, WUCTABの5つのサブプログラムは，UNITSを呼んだ後でしか使用できない。

〔7〕 解　法

特になし

〔8〕 記憶容量

約5.5 KW

〔9〕 計算時間

サンプル計算で約2.8秒

〔10〕 精　度

単精度関数では最後の桁だけ怪しい。倍精度では最後の桁から3桁程が怪しい。

〔11〕 内蔵するエラー・メッセージ

略

〔12〕 言　語

FORTRAN（FACOM 230－75 の FORTRAN－D　およびHで使用可能）

〔13〕 使用エントリ名

付属ルーチン　－ PAGE, VERIFY, UNITS0,
CHECK, CONVRT, DECIPH, NOCHEC, UNITS1

既存の SSL　－ 無し。

組込みルーチン － 無し。

〔14〕 公開の程度

一般公開

〔O〕 入　出　力

DTLIST はインプット・カードのベタ打ちリストをとり，REAG からREAM まではフリー・フォーマットを用いた入力を行う。

ETPACK はプログラムやデータをFORTRAN の入力の対象とし，磁気テープに保存するサブルーチンである。

DTLIST

〔1〕 登録申請年月日

昭和５２年３月３１日（新規）

〔2〕 登録者

線量計測課　龍福　広　5208

〔3〕 表　題

インプット・データのリスト

〔4〕 機　能

標準入力機番（５番）に与えられる，インプット・データ（カード）のベタ打ちリストをとる。

〔5〕 呼び出し方法

CALL DTLIST

〔6〕 使用上の注意

① ５番に関する最初のREAD 文の前で用いること。

② データのベタ打ちリストをとった後，改頁する必要があるときは，使用者が行うこと。

③ FORTRAN－H のみで使用可能である。

〔7〕 解法および参考文献

富士通："FACOM 230 M－Ⅶ，FORTRAN Ⅳ－H 使用手引書（75SP－0280－1)"（1976）

〔8〕 記憶容量

110語

〔9〕 計算時間

カード１枚で0.1秒以下

〔10〕 精　度

無関係

〔11〕 エラー メッセージ

なし

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

なし

〔14〕 公開の程度

一般公開

REAG

〔1〕 登録申請年月日

昭和４６年１２月１７日

〔2〕 登録者

計算センター　浅井　　清　5975

〔3〕 表　題

フリー・フォーマット入力

〔4〕 機　能

フリー・フォーマットでデータを読む。

〔5〕 呼び出し方

実数　CALL　REAG（ARRAY, N, HOL 1, HOL 2）

整数　CALL　REAI　（IARRAY, N, HOL 1, HOL 2）

混合　CALL　REAM（AARRAY, IARRAY, N 1, N 2, N 3）

(1) データのかきかた

データは大別して，数と文字に分けられる。両者は節を変えて説明する。

（1.1）　数のかきかた

数は分類すると整数と浮動小数点数に分けられるが，このサブルーチンでは，数は一度はすべて浮動小数点数として処理し，最後に要求されたタイプに変換するので，ここでは浮動小数点数についてのみ述べる。

浮動小数点数は，原則として次のようにパンチされる。

$|S_1|b|v_1|\cdot|v_2|b|E|b|S_2|b|v_3|,|$

S_1 S_2 は符号

b はブランク（１つまたは複数），

v_1 v_2 は小数点の左と右の絶対値，

v_3 は指数の絶対値を示す。

E は指数部があることを示す。

，はデータの区切りを示すもので・またはブランクを用いる。

この構成は原則であって，次にあげるものは省略してつめてパンチしてよい。

1. b で示すブランク

2. 指数がないときは，E 以下 v_3 まで，
3. 正の場合は＋の符号
4. 小数部が 0 のときは，v_2 または ・v_2
5. 小数部のみのときは，v_1
6. 次の数が符号なしにすぐ v_1 で始まるとき以外は，区別を示す，やブランクは不要であり，直後に次の字をパンチしてよい。＋1－2 と連続してパンチすれば，＋1.0 と－2.0 とみなされる。

例																	
原則	＋		1	2	3	・	4	5		E			0	1	,		
1.	＋	1	2	3	・	4	5	E	－	0	1						
2.	＋	1	2	・	3	4	5	,									
3.	1	2	・	3	4	5	,										
3.	1	・	2	3	4	5	E	1	,								
4.	1	2	3	・	,												
4.	1	2	3	,													
5.	・	1	2	3	4		E	2	,								
6.	1	2	3	・	4	5	E	－	1	＋	1	・	0				
6.	1	2	3	・	／	5											
6.														1	2	3	

第７２カラム

ただし次の制約は守らねばならない。

1. S_1 として＋または－をパンチすれば，v_1 または・のいずれか一つは必要，
2. E がパンチされれば v_3 は必要，
3. 一つの数は一枚のカードの第７２カラムまでにおさめる。
4. v_2 は 1.0 けた以内

だめな例

＋		,		1	2	・	E		,		0	,	0	0	1	2	3
4	5	6	7	8	9												

（1.2） 特殊機能（くりかえし，つみ重ね，終了）

くりかえし

n（D_1，D_2，……D_m）の形でパンチすると，これは，D_1～D_m の m 個の数を n 回くりかえしてパンチしたものとみなされる。n の符号のない整数である。

例 2（1.0，1.5），3（0）は 1.0，1.5，1.0，1.5，0.，0.，0.とパンチしたことになる。この場合の制約として，m は３０以内であること，n（・・・・・）が一枚のカードの１～７２カラムにパンチする必要がある。つまり２枚のカードにまたがってパンチしてはいけない。

つみかさね

D_1, n ＊ D_2 の形でパンチすると，これは，D_1, D_1+D_2, D_1+2D_2, D_1+3D_2 …… D_1+nD_2 をパンチしたことに相当する。n は符号のない整数である。

例　1.0，5＊0.1，2＊－0.2 は 1.0，1.1，1.2，1.3，1.4，1.5，1.3，1.1 とパンチしたことになる。この場合の制約としては n ＊ D_2 を一枚のカードの1～72カラムにパンチする必要がある。くりかえしとつみかさねを同時に使用することはできない。例えば |2|（|5|，|2|＊|－|2|）はだめであり，2（5，3，1）とパンチしなければならない。

終了

／（Slash）を一連のデータ（数列）のあとにパンチすると（次の新しいカードでもよい），そこで読みこみが終り，プログラムが必要とする語数だけ数が読みこまれたかどうかの検査が行なわれる。語数に過不足があればその旨，モニタープリントして計算は中止される。／のあとにパンチしたそのカードの文字は無視される。

新しいカードを読む毎に個数の過不足を検査するので，語数を丁度必要なだけパンチしているときには，終りの記号／をはぶいてもよい。したがって／をはぶいたうえにもしデータが不足すると次の数列のために用意したカードを読むので，過不足の指示が適当でなくなる。数のならびの終りには／をパンチすることが望ましい。

（1.3）　文字のかきかた

文字の場合は，format 付の A タイプのかき方とは大差ない。文字（英数字および特殊文字）については，カードのカラムの最初から，4×語数のカラムまでに書かれた文字が読みこまれる。73文字以上要求されたときは2枚以上カードが必要である。文字は REAM と名付けた文字，整数，浮動小数点数が混在するデータを読むルーチンの文字のデータとして4文字が一語にまとめられて送られる。文字のあとには，整数，浮動小数点数のデータをつづけてパンチしてもよい。整数や浮動小数点数が不要なときは，文字のデータのあとの終了の記号／でデータは終了させることができる。

(2)　サブルーチンの呼びかた

このサブルーチンはタイプの違いにより，3種類の呼び方がある。

（2.1）　浮動小数点数の呼びかた

浮動小数点の数をN語，ARRAY という配列に ARRAY(1)から ARRAY(N)までよみこむには，CALL　REAG（ARRAY, N, HOL 1, HOL 2）と呼ぶ。

これは，

READ(5)(ARRAY(1), I＝1，N)

に相当する。

もし ARRAY(5), ARRAY(6), ……，ARRAY（N＋4）にN語の数をよむときには，

CALL　REAG（ARRAY(5), N, HOL 1, HOL 2）

これは，

READ(5)(ARRAY(I), I＝5，N＋4)

に相当する。

Nの代りに，算術式も可能である。例えば，

CALL REAG（ARRAY，N＊（N＋4）／2，HOL 1，HOL 2）

と呼べばよい。

もし，添字をもたない変数Xを1語だけよむときは，

CALL REAG（X，1，HOL 1，HOL 2）

と呼べばよい。

もし，添字のつかない変数を2語以上，一度によむには，それら変数がとなりあった番地に位置ずけられている必要がある。例えば

COMMON／LABEL／X，Y，Z

と位置ずけられているとき，

CALL REAG（X，3，HOL 1，HOL 2）

と呼べば，X，Y，Z を一度によむことができる。サブルーチンは，カードから要求された個数だけ数を読みこむと，HOL 1，HOL 2の内容である8文字をタイトルとしてN個のデータを（10X，10E 12.5）のformatでプリントし，returnする。HOL 1，HOL 2の内容はHOL 1＝4H｜F｜L｜O｜A｜，HOL 2＝4H｜T｜I｜N｜G｜とあらかじめ定義して上記のように呼ぶか，あるいはCALL REAG（ARRAY，N，4HFLOA，4HTING）と呼ぶと数列のタイトルとして｜F｜L｜O｜A｜T｜I｜N｜G｜という8文字がプリントされる。

（2.2） 整数の呼びかた

整数をN語IARRAY という配列としてよみこむには，

CALL REAI（IARRAY，N，HOL 1，HOL 2）

と呼ぶ。これは

READ(5)(IARRAY(1), I＝1，N)

に相当する。サブルーチンはN語の数をカードからよみとり，HOL 1，HOL 2の内容である8文字をタイトルとしてFORMAT（10X，10I12）でプリントして return する。

（2.3） 混合タイプの呼びかた

文字を$4 \times N_1$字，整数をN_2語，浮動小数点数をN_3語，それぞれをAARRAY，IARRAY，ARRAY という配列によみこむときは，

CALL REAM（AARRAY, IARRAY, ARRAY, N_1, N_2, N_3）

と呼ぶ。

N_1, N_2, N_3 のいずれかの内容が0であれば，対応するタイプの数は読まない。この場合は読みこんだ数のプリントは行なわない。カードでは，文字，整数，浮動小数点数の順にパンチし，すべてのタイプの数のあとに終了の記号／をパンチする。語数の過不足のチェックは，それぞれのタイプごとに行なうので，くりかえしやつみかさねの機能をタイプの異なるデータにまたがって用いてはならない。

例えば，

CALL REAM (AARRAY, IARRAY, ARRAY, 0, 5, 5)

と呼んだとき，IARRAY, ARRAY にいずれも 0 または 0.0 を入力するとき，

| 1 | 0 | (| 0 |) | | | / | は誤りで

| 5 | (| 0 |) | 5 | (| 0 |) | | / | とパンチする。

混合タイプをよむエントリ REAM のもう一つの使い方として，先に述べた REAI や REAG は入力したデータの内容を必ずプリントするが，メインプログラムで別にプリントを用意したり，あるいはデータの数が多くてプリントしては，出力行数が多すぎるときは，REAM でいずれかの単独のタイプをよめば，プリントをしないでよみこむことができる。

文字を 1 語に 5 文字以上収容するために，倍精度を宣言した変数にこの REAM を用いてデータをよむには，2 倍の語数を割当てる必要がある。

例えば，

DIMENSION LABEL(2)

DOUBLE PRECISION LABEL

CALL REAM (LABEL, IARRAY, ARRAY, 4, 0, 0)

と呼べばカードにパンチされた最初の 16 文字が，メイン・プログラムの LABEL(1), LABEL(2) という番地に収容される。

文字のよみ方は，このサブルーチンでは，単純であって，通常のよみかたでは FORMAT (nA 4) に相当する。したがって，よみこまれた 16 文字が 4 語に収容されて，それが FORMAT (4 A 3) でプリントされるようなときは，よみこまれた 16 文字のうち，第 4，第 8，第 12，第 16 番目の文字は無視され，残りの 12 文字がつめてプリントされるので注意されたい。

〔6〕 使用上の注意

〔7〕 解法および参考文献

〔8〕 記憶容量

REAG, REAI, REAM, IBCD で 1.7 K 語，IBCD 以外はマルチェントリで，一つのデックになっている。

〔9〕 計算時間

〔10〕 精 度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

1. n TH CHARACTER ×× IS ILLEGAL

   内容：n 番目のカラムにパンチされている文字××は誤りである。

   処置：この文字を無視して読みつづける。

2. EXESS DATA ENCOUNTERD m, n

内容：データの個数が多すぎる。（m＞n）

処置：ジョブの実行を打切る。

3. MORE DATA REQUIRED m, n

内容：データの個数が少ない。（m＜n）

処置：ジョブの実行を打切る。

〔12〕言　語

FORTRAN

〔13〕使用エントリ名

付属ルーチン── IBCD

既存のJSSL── UNPACK（およびそのマルチ・エントリ PACK）

〔14〕公開の程度

一般公開

ETPACK

〔1〕登録申請年月日

昭和５１年３月３日

〔2〕登録者

原子炉システム　　藤村統一郎　　5361

〔3〕表　題

プログラム（エレメント）の保存と処理

〔4〕機　能

ソースプログラムをエレメント単位でテープに保存したり，別のテープに移したり，またテープ中のものを出力（プリント，パンチ）したりする。データやLKEDの制御文も扱えるが．//カードは扱えない。

これらの操作はLIBE で行うことが多いが，機種が変っても使えるよう FORTRAN で書かれている。

〔5〕呼び出し方

CALL ETPACK

（引数なし）

〔6〕使用上の注意

データは READ文で読み込む（別紙の付録を参照）

〔7〕解法および参考文献

付録参照

〔8〕記憶容量

9948語

〔9〕計算時間

約２０枚の処理で１秒以下

〔10〕 精　度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

2記類ある。

1. NO　＊COM／＊END　CARD OR COM. EXCEED LIMIT ••••
2. ＊＊＊＊＊ ERROR IN ETPACK ＊＊＊＊＊ ERR. NO. = ••••

ともに処理を打切る。

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用ルーチン名

内蔵ルーチン　ERROR, TRFM 12, ETNTAB

組込みルーチン　EXIT

〔14〕 公開の程度

一般公開

〔付録〕　**ETPACK 説明書**

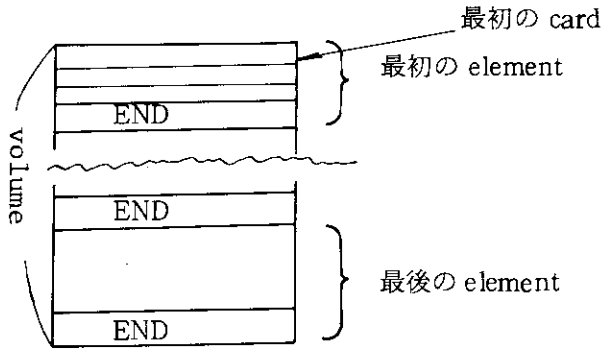
A. 目的

多くのelement をvolume[1] に保存したり，保存されたものを処理[2]したりする。

B. volume への記録の形式

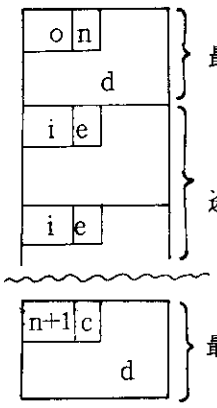
B. 1　type 1

BCD（20A4)で扱われ，1ケ以上のelement[3]よりなる。



B. 2　type 2

Binaryで扱われ，各記録は（1＋1＋240）W＝242W 書かれ，3記録以上あるものとする。[9]



	1 W	1 W	240 W
最初の記録	0	全element の数	dummy
途中の記録	element の id.	END card とき0，END card があるときその位置（12枚のうち何枚目か）	END card がないとき240W(12枚) END card があるとき，そこまで書く。
最後の記録	全 element の数＋1	全 card 枚 数	dummy

C．ETPACK で扱う file

file	備　　考	type	R／W
old	保存済で，付加，処理，削除の対象[4]	2	R
input	主に付加用[4)5)]	1	R
output	主にprint 用[6)]	1	W
punch	主にpunch 用	1	W
transfer	old ／input file から移される[17)]。	2	W
keep	新しく保存する	2	W
scratch	input file を処理する際一時的に使う	2 [7)]	W
binary	input fileの保存	2	W

D．処理機能

old＋input の全element が想定され，そのうち transferに移されるもの，および削除されるもの以外が keep file に残る[18)]。

E．入力 card

E．1　file unit　（7I 4）

NOL，NIN，NOU，NPU，NTR，NKE，NSC

E．2　file に含まれる element の head card をprint する option　（4I 4）

（0：omit　1：print）

IPOL，IPIN，IPTR，IPKE

E．3　input file の element 数[11)]（0～999）　（I 4）

NEINP

E．4　command の head card　（A 4）

1－4　column に ＊COM と記入

E．5　command cards

項 目	file	element id.B	name B	element id.E	name E	command
書 式	1X，A3	1X，I 3	2A 4	1X，I 3	2A 4	1X，A 3
欄	2－4	6－8	9－16	18－20	21－28	30－32

commandは

PRI … print （標準出力のとき END skip, line count ）

PUN … punch（標準出力（print）のときベタ打ち）

TRA … transfer file にとり，keep file にとらない。

DEL … transfer , keep file の双方にとらない。

の4種類があり，指定するfile の第B elementから第E elementに対し行う[10]。

name は対応する elementの名前である。fileは old のとき OLD, input のとき INPと記入する。

命令の順序は任意であるが[16]，1つの elementに対する重なる指定（例えば，2回 print したり，transfer と deleteを指定）はerror となる。最大30回の命令が出来，命令がないときは old + input が keep file にとられる。

E．6 command の end card （A 4）

1－4 column に＊END と記入

E．7 input file （20A 4）

input file の対象となる elements

F．各 file に指定出来る volume

type	NOL 2	NIN 1	NOU 1	NPU 1	NTR 2	NKE 2	NSC 2 [7]	NIB 2
5	×	○	×	×	×	×	×	×
6	×	×	○	○	×	×	×	×
7	×	×	○	○	×	×	×	×
new [12]	×	× [15]	○	○	○	○	○	○
DUMMY [13]	○ [19]	○	○	○	○ [18]	○ [18]	×	○ [19]
recorded [14]	○	○	×	×	×	×	×	×

G．特殊な使用例

G．1 新しく fileを作るとき，NOL, NOU, NPU, NTR, NKEをDUMMYに指定できる。（NIBに保存される）。

G．2 input fileがないとき，NEINP＝0 とし，NIN＝5 またはそれ以外にして DUMMY 指定にする。

G．3 old fileのみのprintまたはpunch のとき，NKEをDUMMY 指定する。

G．4 input fileのみの printまたはpunchのとき，NIKE をDUMMY 指定する。

G．5 type 1 fileの複製のとき，NIN を全部NPUに持っていく。

G．6 type 2 fileの複製のとき，NOLを全部NTRに持っていく。

H．出力

略

I．例

input file（カード入力）で与えられる4つの element を print して keep file に保存する

場合のジョブ構成。

（ここではアクセス回数を少なくするためTPDISKでファイル定義しておく）。

```
// JUSER 99999999,XX.XXXXXXXX,0999.999
  OPTP PASSWORD=XX
//FORTHE  EXEC FORTHE
C         EX. OF ETPACK
      CALL ETPACK
      STOP
      END
//LKED    EXEC LKED
//RUN     EXEC GO
//  EXPAND  DISK,DDN=FT01F001
//FT02F001  DD  DUMMY
//FT03F001  DD  DUMMY
//  EXPAND  TPDISK,DDN=FT04F001,BSIZE=19068,RSIZE=19064,RECFM=VBS
//FT08F001  DD  DUMMY
//  EXPAND  TPDISK,DDN=FT09F001,BSIZE=19068,RSIZE=19064,RECFM=VBS
//SYSIN   DD   *
   2   5   6   8   3   4   1   9
   0   1   0   1
   4
*COM
 INP   1MAIN PRO   4DATA SET PRI
*END
C                MAIN PROGRAM
      DIMENSION XE(8),YE(8)
      DATA K/3,5,9,6,4,2/
      STOP
      END
      SUBROUTINE SCLINE (X,Y,N,J)
      DIMENSION X(29),Y(39)
      READ (5,12) (Y(IP),IP=1,19)
   12 FORMAT (6F10.3)
      RETURN
      END
C                CONTROL CARD
SELECT  RELBIN
FIN
      END
C                DATA SET
113
 3.37  5.9   16.16
   0.1        -1.0   + 1   1.          3.          8.
      END
1         11        21        31        41        51        61
```

（付録の注釈）

1） MT, disk を指す。

2） 元の elementは保存したまま次を行う。
END skip, line count print。
ベタ打ち print。
punch。
他の volume に移す。

3） element とは
1枚以上の card（1～2columnが//でない）とEND cardからなる。END card は1－6，10－72 column が blank，7－9 column が END でなければならない。
また名前は最初の card の17－24 column からとられる。

4） 実際には付加／削除の結果は keep file である。

5） 主に標準入力機器を使うが，他の機番でもよい。
出力（output，punch）も同様。

6） print は END skip line count 方式（carriage control）である。ベタ打ちのときは punchを用いる。

7） BCD modeで処理される。カード1枚分をよみすぐrewind して formatを変えて読む。

8） element 数は999まで。
cardは1200 feet 800 BPI で1～2万枚書ける。

9） element 数は999まで。
card は1200 feet 800BPI で5～6万枚書ける。

10） old file の element id. は1から element の数まで，input file の element id. は1から input する element の数まで許される。

11） old file の element 数との和が1～999の範囲であること。

12） label のみ書かれている。

13） //FT△△F 001 DD DUMMY として用いること。

14） このプログラムで出力された（1－element以上書かれた）file

15） ×印は不可，又は不必要という意味

16） print, punch, transfer, keep とも，element の順序は，old の1から終りまで，input の1から終りまでの順序となる。（命令の順序には無関係）

17） keep file との差は，例えば，old file を2つに分けるときに有用。

18） transfer／keep fileは，保存せず，head cardのプリントもしないときはそれぞれ DDMMYにしてよい。

19） old／input file がDUMMYにできるのはおのおの中味が無いときのみである。

〔P〕 作　　図

FRANGE から FSEQU はプロッタの基本サブルーチンをまとめて幾分使い易くしたファンクショナル・ルーチンであり，STDPL は2次元配列でデータを与えることにより標準的なパラメータを選定してプロットするルーチンであり，エラー処理が整っている。

GPLOT 1 は1次元配列を用いているので，多重プロットのとき，記憶容量の節約に有利であり，棒グラフ等の表示もできる。GPLOTZ は GPLOT 1の改良版であり，任意区間のとり出しもできる。

UPLOT*でも，図形処理・基本ルーチン群を，図全体の構成や軸の特性を指定するルーチンのパッケージと，細かい各種プロット作業を行うルーチン・パッケージに再編成し，作業の効率化を図っている。特に同一軸上の多重目盛や自動スケーリングの機能に考慮が払われている。

FRANGE

〔1〕 登録申請年月日

昭和51年9月6日

〔2〕 登録者

原子炉システム　　藤村統一郎　　5361

〔3〕 表　題

基本プロット・ルーチンを使い易くまとめたサブルーチン集合体（F－シリーズ）

〔4〕 機　能

FRANGE － データの存在する範囲（配列の中の最大値，最小値）を求める。
FTRANS － データのスケーリング（変換）を行う。
FFIT － データを内挿してグラフ（カーブ）を描く。
FCONT － プロッタ・テープの制御を行う。
FDIAL － グラフの軸などの目盛を描く。
FSEGM － 線分を描く。
FSEQU － 等差的に変わる数を整列して描く。

〔5〕 呼び出し方

別紙の付録を参照。

〔6〕 使用上の注意

これらは独立したサブルーチンである。

〔7〕 解法および参考文献

1) 計算センター："Graphic Plotter マニュアル"（所内資料）（1970）

2) 計算センター："GRAPHIC PLOTTER マニュアル（CALCOMP 900／937／1136）"（所内資料）（1972）

3) 吉沢ビジネス・マシンズ社："CALCOMP プログラミング・マニュアル－II"（1969）

4) 藤村統一郎：JAERI－M 7100（1977）

〔8〕 記憶容量

各ルーチンともわずかである。

〔9〕 計算時間

各ルーチンとも短かい。

〔10〕 精 度

プロッタの精度は0.1 mm である。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

① ERROR IN（ルーチン名）：RETURN

② WARNING IN（ルーチン名）：適当な処置のあと，続行

メッセージを出さないルーチンもある。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

FRANGE： なし

FTRANS： FRANGE, ALOG 10

FFIT ： IABS, SYMBOL, PLOT, SMOOT

FCONT ： PLOT, PLOTS

FDIAL ： FSEGM, FLOAT, COS, SIN

FSEGM ： PLOT

FSEQU ： FLOAT, ABS, ALOG10, COS, SIN, NUMBER

上記のうち ALOG10, IABS, COS, SIN, FLOAT, ABS は組込みルーチン，SYMBOL, PLOT, PLOTS, NUMBER はプロッタ・ベーシック・ルーチン，SMOOT はプロッタ・ファンクショナル・ルーチン（文献 3）参照）である。

〔14〕 公開の程度

一般公開

〔付録〕 各ルーチンの呼び出し方

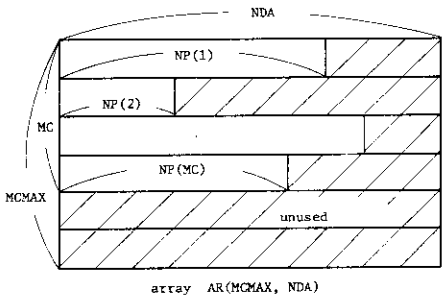
範 囲

CALL FRANGE（MC, MCMAX, NP, AR, ARMIN, ARMAX）

多ケースのデータから最小値，最大値を捜す。

2次元配列 AR（MCMAX NDA）の中から（（AR（i, j）, j＝1～NP(i)）, i＝1～

MC）の最小値と最大値を捜す。（下図）



MC	実際にあるデータのケースの数	整数型	入力
MCMAX	配列ARの大きさ	整数型	入力
NP	1次元配列で，第i ケースのデータの数が，NP(i)ケあることを示す。	整数型	入力
AR	データを入れる2次元配列	実数型	入力
ARMIN	上式の範囲に於けるARの最小値	実数型	出力
ARMAX	〃 〃 〃 〃 最大値	実数型	出力

データ変換

CALL FTRANS（M, MDIM, N, Z, X1, X2, Y1, Y2, LL）

多ケースのデータを一度に変換する。

2次元配列Z（MDIM, NZ）に格納されているデータz(i, j)，（$i=1\sim m$，$j=1\sim n_i$）をx_1がy_1に，x_2がy_2になるように線型または常用対数変換を行う。

M　ケースの数m。整数型，入力。$M\geqq 1$。

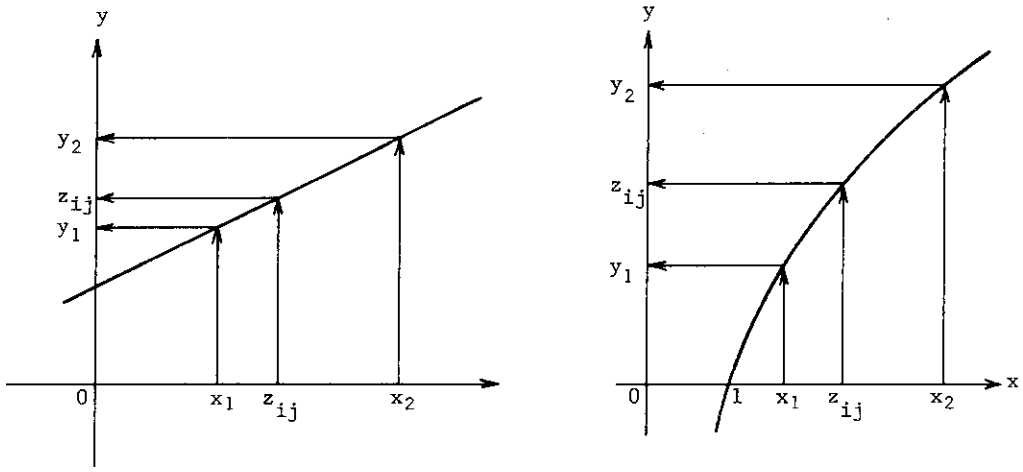
MDIM　配列Zの大きさを示す，第1の寸法。整数型，入力。$MDIM\geqq M$。（第2の寸法NZはn_iの最大値より大きく取られていればよく，引数として送る必要はない。）

N　各ケースのデータの数n_iを入れる。整数型，入力。$N(i)\geqq 1$，$i=1\sim M$。

Z　データz_{ij}を入れると，変換された値が出力される。実数型配列Z（MDIM, NZ），入出力。対数変換のときは$z(i, j)>0$とすること。

X1，X2，Y1，Y2

変換の基準となる数。X1がY1に，X2がY2に変換される（下図参照）。



(a) Linear transformation　　(b) Logarithmic transformation

ともに実数型，入力。X 1＜X 2，Y 1＜Y 2。特に対数変換のときX 1＞0。

LL　　変換の型を与える。1のとき線型，2のとき対数。整数型，入力。

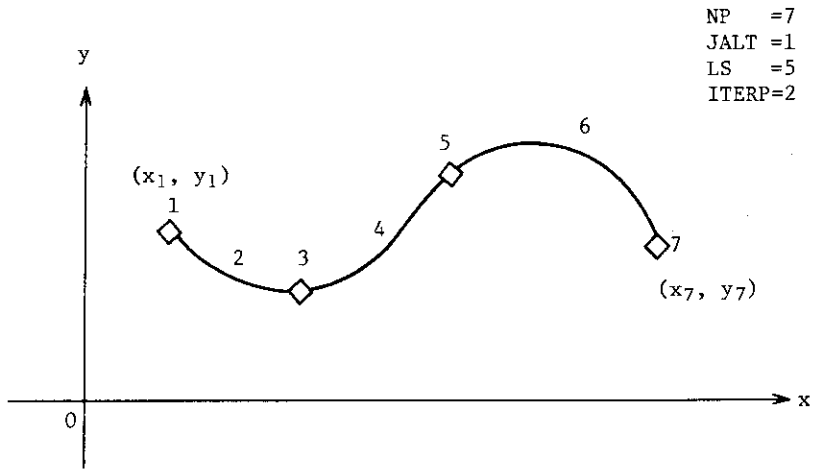
〔注〕制限外の指定等に対し，警告のプリントをして次の処理を行う。

1. X 1＞X 2またはY 1＞Y 2のとき，入れかえる。
2. X 1＝X 2またはY 1＝Y 2のときZ（i，j）＝Y 1。
3. LL ≠ 1，2のときLL＝1。
4. LL ＝2，Z（i，j）＜0のとき，LL＝1。

内　挿

CALL FFIT（X，Y，NP，TALT，LS，ITERP）

X（NDX）	NDX ≧NP
Y（NDY）	NDY ≧NP
NP	データの数（≧1）
JALT	（JALT－1）ケおきにプロット 0……シンボルなし 負……間の線，　が出ない。
LS	シンボルマーク（≧0）
ITERP	NP≧3，JALT≧0 のとき（他のとき折線） 1……折線 2……SMOOT ルーチンを応用（文献③参照）



制　御

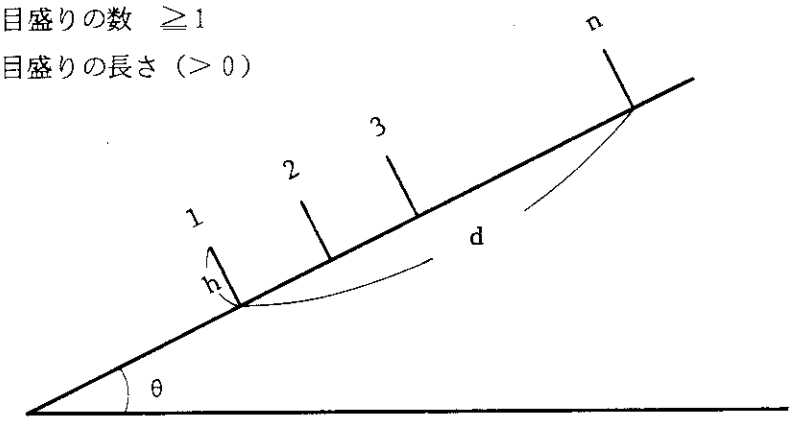
CALL FCONT (XG , YG , MCN)

XG , YG	新しい原点
MCN	……0　原点移動のみ。
	……1　テープ open と原点移動。
	……2　原点移動後テープを close 。

目盛り

CALL FDIAL (XS , YS , THETA , DIST , NL , HEIGHT)

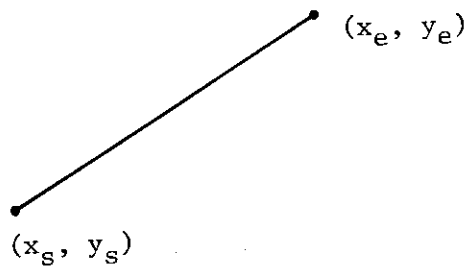
XS , YS	初めの目盛の根本の座標
THETA	x 軸との角(°)
DIST	終りの目盛りまでの距離（mm）
NL	目盛りの数　≧1
HEIGHT	目盛りの長さ（＞0）



線　分

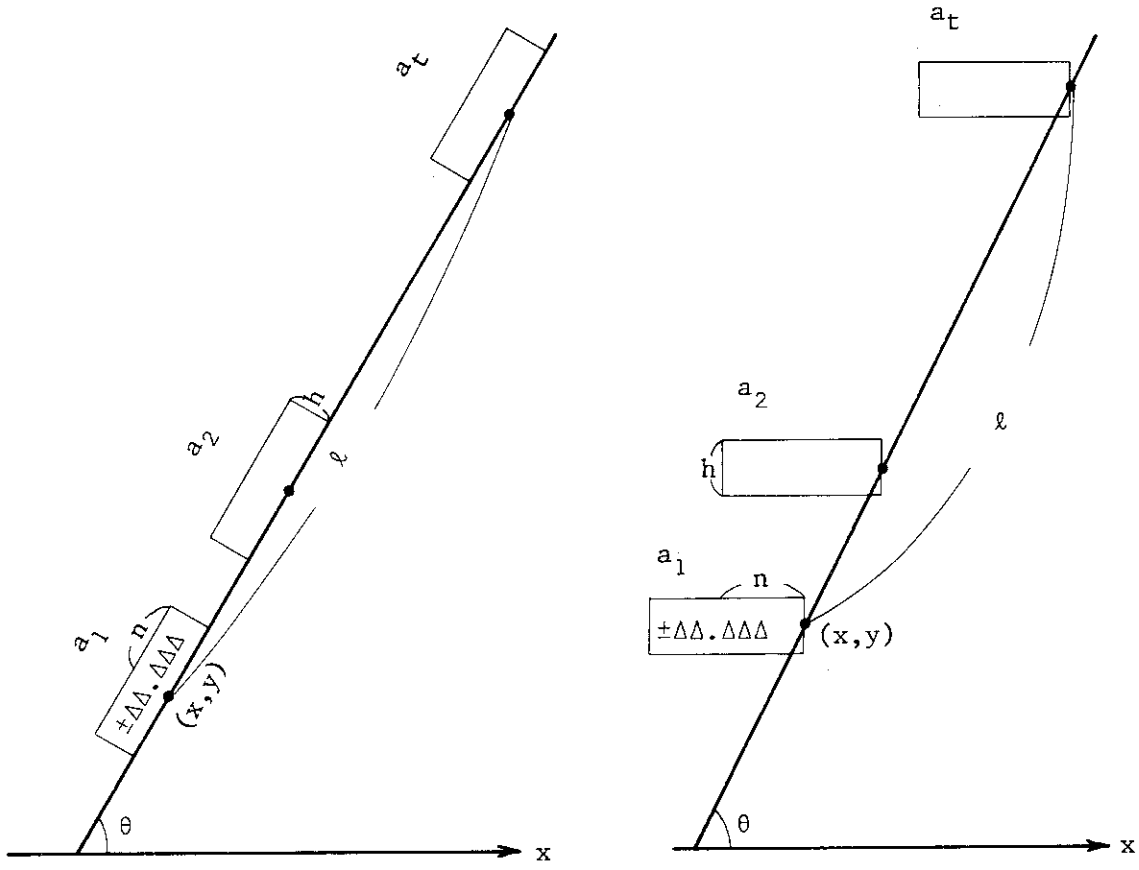
CALL FSEGN (XS , YS , XE , YE)

XS	始点の x 座標
YS	〃　y　〃
XE	終点の x　〃
YE	〃　y　〃



数の列

CALL FSEQU (XS , YS , THETA , DIST,FPNS , FPNE , NT , HEIGHT , NN , ISTYL)



(a) Style 1　　(b) Style 2

NT	数字の数　≧1
FPNS , FPNE	最初および終りの数
（XS , YS）	最初の数の位置（mm）
THETA	x 軸からのずれ(°)
DIST	最初と最後の数の隔り
HEIGHT	数字の大きさ（＞0）
NN	小数点以下の指定（文献 1）P 5参照）（－1～11）
ISTYL	書き方の選択（1，2）

STDPL

〔1〕 登録申請年月日

昭和52年3月7日（修正）

〔2〕 登録者

原子炉システム　　藤村統一郎　　5361

〔3〕 表　題

標準・特殊プロットルーチン　STDPL

〔4〕 機　能

mケースのデータp_{ij}（$i=1\sim m$ はケースの添数，$j=1\sim n_i$は第iケースに属するデータの添数）がx，y成分（x_{ij}，y_{ij}）をもつとき，同一xy座標にm種のシンボル（マーク）を使ってプロットする。プロットは標準的な規格によるもの（標準プロット）と，ユーザが規定するもの（特殊プロット）との二通りに分けられる（この場合，何枚ものグラフが描け，かつ他のプロットルーチンと接続できる）。データは2次元配列に格納されているものとするが，1次元配列のとき（1ケースのみ）のプロットも可能である。類似のプロットルーチンGPLOT1，GPLOTZ（文献③参照）は，データ数が特別多いときや，棒グラフを書きたいとき等に有効であるが，STDPL はプロッタの特別な知識（文献①参照）を必要とせず，使用法も簡明である。マルチエントリ形式であり，エラーチェックもなされている（詳細は文献④参照）。

〔5〕 呼び出し方

① 標準プロットのとき

CALL STDPL（MC，MCMAX，NP，XP，YP，LLX，LLY，IDSS）

MC — ケースの数（項目〔4〕の説明のm）を入れる。整数型，入力。MC≧1。

MCMAX—ケースの数の最大値で，配列XP，YPの大きさを決める第1の寸法に使う。整数型，入力。MCMAX≧MC。

NP — 第iケースのデータの数（項目〔4〕のn_i，$n_i\geq 2$）をNP(i)に入れる。整数型配列—NP（NDN），NDN≧MC。入力。

XP — 第iケースの第j番目のデータのx座標x_{ij}をXP(i，j）に入れる。実数型配列—XP（MCMAX，NDX），NDX≧$\max_i$ NP(i)。入力。

YP — XPと同様にy座標y_{ij}をYP（i，j）に入れる。実数型配列 YP（MCMAX，NDY），NDY≧$\max_i$ NP(i)。入力。

LLX — x軸に関する指定を行う。整数型入力。LLX＝1 のとき線型，2のとき対数にとられる。

LLY — LLXと同様にy軸に関する指定を行う。整数型，入力。

IDSS—標準プロットであることを示すため1を入れる。整数型，入力。

② 特殊プロットのとき

CALL STDPL　（MC，MCMAX，NP，XP，YP，LLX，LLY，IDSS）
CALL RANGE　（XPMIN，XPMAX，YPMIN，YPMAX）
CALL DIAL　（WIDTH，HEIGHT，XLW，XUP，YLW，YUP，MOPEN）
CALL TITLE　（LGT，NG，LXT，NX，LYT，NT）
CALL MULTI　（JALTI，LS，IPEN）
CALL NOTE　（XTA，YTA，HTA，STA，NTA，MTA）
CALL CLOSE　（MCLOSE）

(i) STDPL—— データを与え，かつ特殊プロットであることを示す。

MCMAXからYPまでの指定の仕方は①の標準プロットのときと同じ。

LLX —— x軸に関する指定およびグラフの枠内の区切り線に関する指定を行う。

整数型，入力。

LLX＝1，2は標準プロットのときと同じである。

LLX＝－1，－2を指定したとき，その絶対値に対応するx軸のとり方において，線型軸のときはx＝0.の所に，また対数軸のときは10の巾乗の所に区切り線を入れる。（Fig. 1参照）。

即ち，(i)LLX＝1，2のとき，および(ii)LLX＝－1，－2で，これら区切り線がグラフの枠内に現れないときはともにこれらは書かれない。

LLY ―― y軸に関し，LLXと同様な指定を行う。整数型，入力。

IDSS ―― 特殊プロットであることを示すと同時に，プロット用紙の種類を指定する。整数型，入力。IDSS の値とその意味は次の通りである。

＝2：特殊プロットで，ふつうのプロット用紙を用いる。

＝3：特殊プロットで，大きいプロット用紙（y方向が約90cm）*を用いる。

(ii) RANGE ―― データのおよぶ範囲を知る。

XPMIN ―― 配列 XP の最小値 $\min_{1 \leq i \leq MC,\ 1 \leq j \leq NP(i)} XP(i,j)$ を得る。実数型，出力。

XPMAX ―― 同様に XP の最大値を得る。実数型，出力。

YPMIN ―― 配列 YP の最小値を得る。実数型，出力。

YPMAX ―― 配列 YP の最大値を得る。実数型，出力。このエントリは呼ばなくてもよい。

(iii) DIAL ―― グラフの大きさ等を指定する（Fig. 2 参照）。

WIDTH ―― グラフの枠の横(x)方向の巾（mm単位）を与える。WIDTH≦1000.。実数型，入力。

HEIGHT ―― グラフの枠の縦(y)方向の巾（mm）を与える。HEIGHT≦200.（大きい用紙のとき，HEIGHT≦750.）実数型，入力。

XLW ―― グラフで扱うxの下限を与える。XLW≦XPMIN，実数型，入力。

XUP ―― グラフで扱うtの上限を与える。XUP≧XPMAX，実数型，入力。

YLW ―― グラフで扱うyの下限を与える。YLW≦YPMIN。実数型，入力。

YUP ―― グラフで扱うyの上限を与える。YUP≦YPMAX。実数型，入力。

MOPEN ――プロッタ用テープに書き始める指示。整数型，入力。ジョブの中で，このサイクル（項目〔6〕の④参照）より前にプロッタ・ルーチンを使っているとき0，使っていないとき1を入れる。

このエントリは呼ばなくてもよいが，そのときは標準値，WIDTH＝200.，HEIGHT＝150.，XLW＝XPMIN，XUP＝XPMAX，YLW＝YPMIN，YUP＝YPMAX，MOPEN＝1が入れられる。

(iv) TITLE ―― グラフの標題を書く。

LGT ―― グラフ全体のタイトルを与える。論理型，入力。

---

* この種の用紙は現在，原研で使われていない。

NG —— LGT で与える文字の数。整数型，入力。
NG は約（7×WIDTH＋640）／48以下。

LXT —— x 軸に書くタイトルを与える。論理型，入力。

NX —— LXT で与える文字の数。整数型，入力。
NX は約（7×WIDTH＋840）／45 以下。

LYT —— y 軸に書くタイトルを与える。論理型，入力。

NY —— LYT で与える文字の数。整数型，入力。
NY は約（14×HEIGHT＋255）／90 以下。

このエントリは呼ばなくても良いが，そのときはタイトルとして何も書かない。

(v) MULTI —— 各ケースのデータをプロットする。

JALT —— 各々のケースにおいて，データを何個おきにプロットするかを指定する（文献①の9頁参照）。例えば第 i ケースのデータの数（NP(i)）が多く，各データ点の間は実線で結び，シンボルは ℓ 個おき（$\ell \geqq 0$）に描くとき JALT(i) に $\ell+1$ を入れる。整数型配列 JALT（NDJ），NDJ ≧ MC。入力。

LS —— 各ケースのシンボルの識別番号（文献①の10頁と文献②の25頁を参照）を入れる。例えば第1ケースにシンボル を用いてプロットするとき，LS(1) に0を入れる。整数型配列 LS（NDL），NDL ≧ MC。入力。0 ≦ LS(i) ≦ 127，但し LS(i) ≦ 15が望ましい。

IPEN —— 各ケースをプロットするペンの種類（文献②6頁参照*）を指定する。整数型，入力。1 ≦ IPEN(i) ≦ 3。

標準プロットのとき，JALT(i)＝（NP(i)－1－MOD（NP(i)－1，20））／20＋1（1 ≦ NP(i) ≦ 20 ならば各点シンボルを描き，21 ≦ NP(i) ≦ 40 ならば1個おきにシンボルを描く，…というふうになっている），LS(i)＝i，IPEN(i)＝1である。

(vi) NOTE —— グラフに注釈や表を書くとき用いる。

XTA —— シンボルの中心，または文字，数字の左下角の x 座標（mm）。実数型，入力。

YTA —— 同上の y 座標（mm）。実数型，入力。

HTA —— シンボルや文字，数字の大きさ（mm）。実数型，入力。

LTA —— シンボルの識別番号，書く文字，または数を与える。それぞれ，整数型，0 ≦ LTA ≦ 127，文字型，実数型で，入力。

STA —— それぞれを描くときの x 軸との角度(°)，実数型，入力。

NTA —— シンボルを描くとき，ペンを上げて持って来るとき－1，ペンを下げて持ってくるとき－2を入れる。文字を描くときは文字の数を入れる。数字を描くときは小数点以下の桁数（整数も描ける。文献①5頁参照，－1 ≦ NTA ≦ 11）を与える。整数型，入力。

MTA —— 何を描くかを指定する。1のときシンボル，2のとき文字，3のとき数

---

* 現在はインクの色により3種に分けられている。ふつう1（黒）であるが2（赤）や3（青）を使うと識別しやすい。

字である。整数型，入力。

このエントリの機能はプロッタの基本ルーチンである，SYMBOL や NUMBER （文献①4，5頁参照）と同じであるが，現在描こうとしているグラフの範囲（〔－25.，WIDTH＋80.〕×〔－20.，HEIGHT＋15.〕Fig. 2参照）を越えないかどうかのチェックを行っている。このエントリは呼ばなくても良く，そのときは呼んでもエラーが起ったときと同様に何も書かない。

標準プロットのとき，シンボルマークとケース番号の対応表を枠の右外に描く。

(vii) CLOSE ── プロットの終了。

MCLOSE ── ジョブの中で，このあと何もプロットしないとき1，プロットするとき0を入れる。整数型，入力。

〔6〕 使用上の注意

① 標準プロットのとき，1つのジョブの中で，プロットルーチンは STDPL を唯一度しか呼べない。

② 特殊プロットのとき，この STDPL の各エントリを呼ぶ順序は，項目〔5〕の説明の順序に従う。

③ エントリ NOTE はその位置で何度呼んでも良い。また，この位置では，他のプロットルーチンを呼ぶこともできるが，テープの制御や，現在の座標がどうなっているか十分注意すること。

④ 特殊プロットのときは，1つのジョブの中で，このルーチンの前に他のプロットルーチンを使ったり，また，このルーチンを繰り返し使ったり（STDPL から CLOSE までが1つのサイクルとなり1枚のグラフを完成させる。）更にはこのルーチンの後に他のプロットルーチンを使うこともできる。

⑤ 1ケースしかプロットしないときの NP，XP，YP に相当する配列は NP，XP（NDX），YP（NDY）のように1次元のままでもよい。

⑥ プロットを始めるとき，原点を（40.，35.）に移し，プロットを終えるとき，更に原点を（WIDTH＋105.，－35.）に移す。くり返し STDPL を呼ぶとき，この移動をくり返しながらプロットする（Fig. 2 参照）。

⑦ 文字を書くときの実引数の与え方は配列をとって与える他，"nH $\alpha\beta\gamma\cdots\lambda$" の形でも与えられる。例えば，エントリ TITLE の LGT に GRAPH の5文字を与えるとき，

```
      DIMENSION  LGT(2)
      DATA  LGT  /8H  GRAPH △△△/
      ........
      CALL  TITLE (LGT, 5, ……)
```

または，

```
      ........
      CALL  TITLE (5HGRAPH,  5, ……)
```

とする。

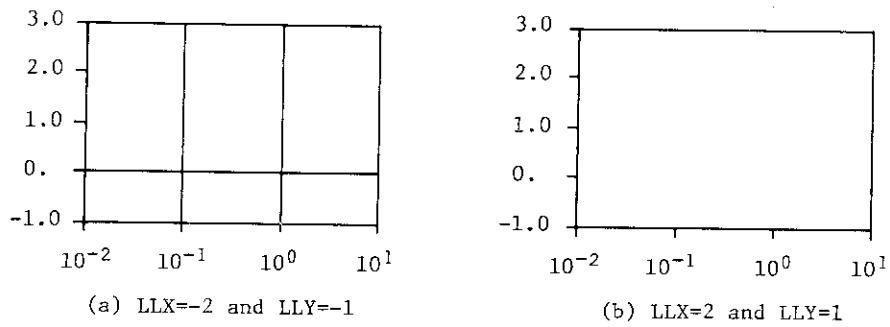


Fig. 1 Frame of a graph with or without section lines for a semi-log plot

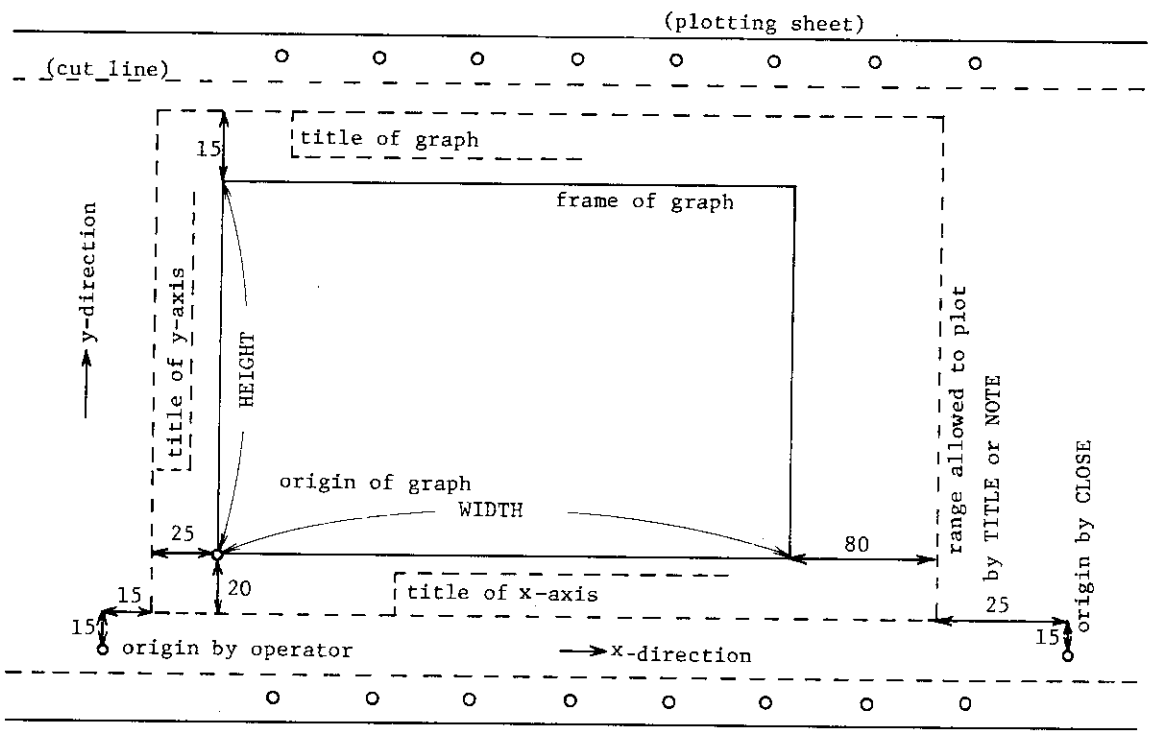


Fig. 2 Specifications of a graph in unit of mm

⑧ グラフを描く途中，一定の区切りの所でダミールーチンSTAY を呼んでいる。例えばグラフィックを用いてディバッグするとき

```
SUBROUTINE STAY
CALL PLOT (0., 0., 777)
RETURN
END
```

というルーチンを付加することにより，グラフを停止して見ることができる（詳しくは文献④参照）。

〔7〕 解法および参考文献

参考文献

① 計算センター："Graphic Plotter マニュアル"（所内資料）（1970）

② 計算センター："GRAPHIC PLOTTER マニュアル（CALCOMP 900／937／1136）"（所内資料）（1972）

③ 長谷川明：所内資料および JAERI－M 5550

④ 藤村統一郎：JAERI－M 7100（1977）

〔8〕 記憶容量

3450語

〔9〕 計算時間

3ケースで約20点のグラフを，TITLEを1回NOTEを6回呼んでWIDTH＝75 mm，HEIGHT＝85 mmで描いたとき，0.2秒であった。

〔10〕 精 度

プロッタの精度は0.1 mmである。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

"WARNING IN STDPL，……"と"ERROR IN STDPL，……"

の2種類のメッセージが出る。前者は標準値におきかえてプロットを継続する（実引数の値は変えない）が，後者はそのエントリをRETURNし，そのあとのCALLはエラーチェックしかしない。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

エントリ名 ―― DIAL，TITLE，MULTI，NOTE，CLOSE

付属ルーチン名 ―― STAY

既存のJSSL ―― FRANGE，FTRANS，FCONT，FSEGM，MAEX

ファンクショナル・プロット・ルーチン―― LGAXS

基本プロットルーチン ―― NEWPEN，PLOT，AXIS，SYMBOL，NUMBER

組込みルーチン ―― MOD，IABS，FLOAT，ABS，COS，SIN，ALOG10

〔14〕 公開の程度

一般公開

GPLOT 1

〔1〕 登録申請年月日

昭和４７年７月２８日

〔2〕 登録者

原子炉システム　長谷川　明　5361

〔3〕 表　題

汎用グラフ作成サブルーチン

〔4〕 機　能

(1) 自動スケーリング（log－log, log－linear, linear－log, linear－linear）

(2) 同一スケールでの多重プロッテング可能

(3) グラフ表現のオプションの増加

（直線プロット，点線プロット，階段状プロット，シンボルマークプロットの４種類の任意の組合せが可能）

〔5〕 呼び出し方

CALL GPLOT1（IPLT, IMAX3, X, Y, WITHX, WITHY, IP, NP, IST, NLOGX, NLOGY, XWIDE, YWIDE, IXMIN, IYMIN, AX1, AX2, AY1, AY2, MSCALE, RATIOX, RATIOY）

IPLT ；＝０　同一スケールで多重プロットが行なわれる。……整数型。入力

≠０　原点が移動（＝前のグラフの横軸の長さ＋１００mm）

IMAX3 ；（プロットするＹ－data の数n）＋３ ……整数型，入力

X，Y ；プロットされるデータの配列……実数型配列，入力

但し adjustable array X（IMAX3），Y（IMAX3）で，データは

；X(1)～X(n)，Y(1)～Y(n) に入る。

WITHX ；Ｘ軸方向のグラフの大きさ（単位mm）……実数型，入力

WITHY ；Ｙ軸方向のグラフの大きさ（単位mm）……実数型，入力（≦２２０mm）

IP ；≦２０（順次配列中の値を結んでプロットする）第１－１図

……整数型，入力

１≦IP≦２０ ……直線プロット

IP ＝０ ……プロットせず

IP ≦１ ……点線プロット

（dash 間隔：$\frac{|IP|}{2}$ mm）

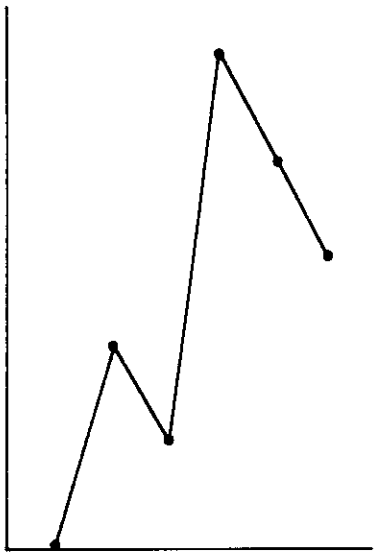
；≧２１（階段状にプロットする）……第１－２図

IP ≧５１…… 直線プロット

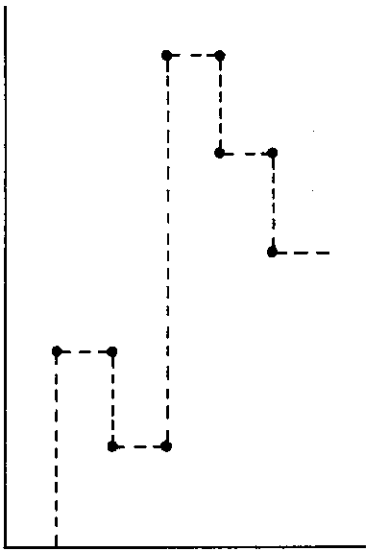
IP ＝５０…… プロットせず

２１≦IP≦４９　点線プロット

（dash 間隔：$\frac{|IP-50|}{2}$ mm）



第１－１図



第１－２図

NP　；　センターシンボルボルプロットのコード番号……整数型，入力

NPの値	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
シンボル	（プロットせず）	○	△	＋	×	◇	⊕	⊠	Z	Y	⌑	✳

IST　；　センターシンボルプロットを何点毎に行なうかを決める。…整数型，入力

＝0……シンボルプロットせず

＝1……全点に，指定されたシンボルプロットを行なう。

≧2……（IST－1）点おきに，指定されたシンボルプロットを行う。

MSCALE　；　スケーリングのオプションのパラメータ……整数型，入力

＝0……自動スケーリング

ここで

RATIOX ；…… x 軸の linear 或いは log の判定値……実数型，入力

≦0 のとき RATIOX ＝5.とおく

＝1 のとき常 log scale

$$<\mathrm{RATIO}=\frac{\max_{i} X_i}{\min_{\substack{i \\ x_i \neq 0}} X_i}$$ のとき log scale

≧RATIO のとき linear scale

RATIOY ；…… y 軸の linear 或いは log の判定値……実数型，入力

RATIOX と同じ

≠0… user 自身がスケーリングを行なう。詳細は JAERI－memo 4255 参照

＜カード入力＞

IPLT ≠0 の時のみ次のカード入力が必要となる。

(1) X 軸のタイトル（FORMAT（10A4））

(2) Y軸のタイトル（FORMAT（10A4））

(3) グラフのタイトル（FORMAT（10A4））

＜注意＞

(1) このサブルーチンを使う場合必ず// EXEC LKED, GRLIB=PLT のカードを使用のこと。

(2) プロットテープをクローズするために最後のプロットの後に CALL PLOT（0., 0., 999）と云うステートメントが必要である。

〔6〕 使用上の注意

〔7〕 解法および参考文献

所内資料

〔8〕 記憶容量

plot data array X, Y（adjustabe array）を除いて，17000 語前後，標準のケースでCORE TIME 60～80 sec（1枚，1000 point）

〔9〕 計算時間

〔10〕 精 度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

このサブルーチンでエラーメッセージは出力されない。しかし，このサブルーチンがCALLされた場合，次のメッセージを出力して，プロットの進み具合，引数の引き渡しのチェックの資料とする。

1. AAAA j k l m n

内容 ; IPLT ≠ 0 の場合，2回出力される。即ち，GPLOT 1 が呼ばれた直後と RETURN の直前に，また，IPLT = 0 の場合は1回出力される。

（GPLOT 1 が呼ばれた直後）

j, k, l, m, n の内容は，それぞれ，IPLT, IMAX 3, IP, NP, ISTの値を表わす。

処置 続行

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

〔14〕 公開の程度

一般公開

GPLOTZ

〔1〕 登録申請年月日

昭和49年5月16日

〔2〕 登録者

原子炉システム　長谷川 明　5361

〔3〕 表 題

多重データ比較用サブルーチン" GPLOTZ"

〔4〕 機 能

100種までの data の多重比較用プロッタサブルーチン GPLOT 1 の Version up 版。

〔5〕 呼び出し方

CALL GPLOTZ (JMAX1, X, Y, X1, Y1, ICUMN, IMAX1, IDA, IDR, IDN, XTITLE, YTITLE, TITLE, JPLOT, NNN, IIP, NNP, IIST, A, B, WITHX, WITHY, MSCALE, RATIOX, RATIOY, MAXD, NEWP)

JMAX1　: plot する data の種類

X(1)　: plot するX data array用の work area

Y(1)　: plot するY data array 用の work area

X1(1)　: X data array の storage area。一次元的に data を詰める。

Y1(1)　: Y data array の storage area。一次元的に data を詰める。

ICUMN(1)　: 1次元用に詰められた i 種類の data の始まり番号。

IMAX1(1)　: i 種の data の data point 数。

IDA(1)　: data の identification (A8)

IDR(1)　: data の identification (A8)

IDN(1)　: data の identification (A8)

上記の3つが組になってDATA IDとして plot される。

XTITLE(10) : X軸の title。40文字まで書ける。

YTITLE(10) : Y軸の title。40文字まで書ける。

TITLE(10) : グラフの title。40文字まで書ける。

JPLOT(1) : plot の skip option。i 種の data の plotを無条件で skip するとき0, その他のときは1。

NNN : X軸の範囲を何 case に分けて書くかという option。

IIP(1) : GPLOT 1 の IP に同じ。

NNP(1) : GPLOT 1 の NP に同じ。

IIST(1) : GPLOT 1 のISTに同じ。

A(1) : 各1枚の chart に展開するX data の最小値。

B(1) : 各1枚の chart に展開するX data の最大値。

A(i), B(i); $1 \leq i \leq NNN \leq 10$。

WITHX, WITHY, MSCALE, RATIOX, RATIOY はGPLOT 1 の引数と同じ。

MAXD　　：　X(1), Y(1)に対する work area の dimension の大きさ。

NEWP(1)　：　pen number の selection option 。

以上，より詳しくは JAERI－M 5550 を参照のこと。

〔6〕 使用上の注意

◎ GPLOTZ をCALL する前に GSPECZ をCALL してグラフ・スペシフィケィション を与えるとよい。

◎ MAIN ROUTINE のSTOP の前に，plotter tape の close statement ：CALL PLOT（0.，0.，999）

を入れて下さい。これを忘れると，最後のグラフが完全に出きらないことがあります。

◎ // EXEC LKED，GRLIB=PLT

〔7〕 解法および参考文献

JAERI－M 5550（1974）

〔8〕 記憶容量

記憶容量　18000 語（plot data array 等の variable array を除く。）

計算時間　サンプル（total plot点数18000，グラフ6枚）で30 sec

〔9〕 計算時間

〔10〕 精　度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

エラーメッセージではなく，プロットの進み具合，引数の引渡しの checkを行う。

1. AAAA　j，k　L　M　N
2. 内　容　グラフのわくを書く場合に2コ出力（j＝1，k＝5，L＝0，M＝0，N＝0）以下1種の data を書く場合について1つづつ出力される。
   （PRINTER 出力）
   - j　IPLT＝0
   - k　IMAX3＝plot する data 数＋3
   - L　IIP ＝ IIP の値
   - M　NNP＝Centered Symbol Plot の Symbol code No.
   - N　IIST＝Centered Symbol Plot を何点毎に行なうか。
3. 処　置　続行

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

〔14〕 公開の程度

一般公開

UPLOT

〔1〕 登録申請年月日

昭和55年10月23日

〔2〕 登録者

安主2　　黒柳利之　（5273）

〔3〕 表　題

作図サブルーチンパッケージUPLOTシステム

〔4〕 機　能

図形処理を行うとき必要な諸作業を，使い易い形にパッケージ化したもので，相互関連のある14ケのサブルーチン群より構成されている。

作図に必要な図の構成や軸の特性を指定するデータは，任意の時点に，それらを指定するサブルーチン群8ケ（SFIGL，SHIGHX，SHIGHY，SH GHS，SMEASX，SMEASY，SAXISX，SAXISY）を用いて指定される（これらの指定がない場合は，内蔵の標準値が用いられる。一方，各種プロット作業は，同作業を指示するサブルーチン群2ケ（FIG，UPLOT）によって，指示，かつ，実行される。このとき，各種プロット作業は，その時点までに指定された図の構成や軸の特性に関するデータ，および，プロット作業指示サブルーチンの引数で与えられるデータに基づいて行われる。また，各種プロット作業は，プロット作業を指示する各サブルーチン（FIG，UPLOT ）の引数で指示されると共に，これらサブルーチンを呼出す時期によっても制御される。

図形処理に必要な通常の諸プロット作業（目盛線のプロット，目標値や軸名のプロット，データ群の諸シンボルでのプロット，データ群プロット時に生ずるオーバースケール処理等）のパッケージ化に際して，特に，次の点が考慮されている。

(i) 同一図面内で，異った軸の対の利用，および．同一軸上に異った目盛値，軸名の使用が可能であること。

(ii) プロットするデータ群に基づいて，必要な目盛値は勿論，時には，目盛線の数も含めて，それらのプロット作業が出来ること（自動スケーリング機能の組込み）。

(iii) 各種プロット作業は，取扱い易い範囲で，出来るだけ，指定可能の部分を含むと共に，作図の目的，意図に容易に対処しうる構造とすること。

なお，自動スケーリングの結果の獲得や，軸目盛表示値⇆バード座標値変換等を行う補助的サブルーチン群4ケ（CAXISX，CAXISY，TAXIS，TPOINT）がある。

これらの詳細は，参考文献を参照されたい。

〔5〕 呼出し方

付録および参考文献参照

〔6〕 使用上の注意

参考文献参照

〔7〕 解法および参考文献

黒柳，室伏，岩村 “作図サブルーチンパッケージUPLOTシステム”，（所内資料）

〔8〕 記憶容量

53KB（M 200 のロードモジュール）

〔9〕 計算時間

24図／1分

〔10〕 精　度

図形処理出力機器の精度（0.1 または 0.2 mm）を満たしている。

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

参考文献参照

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

サブルーチンパッケージ UPLOT システム

CAXISX，CAXISY，FIG，SAXISX，
SAXISY，SFIGL，SHIGHS，SHIGHX，
SHIGHY，SMEASX，SMEASY，TAXIS，
TPOINT，UPLOT

付属ルーチン

AENCO，ALIN，ALINA，ALOGM，AXISM，AXLINE，CONVXY，CROSP，DBANK，
FIGSTR，LINEM，NBLANK，OVERS，SCALEM，SLIN，SLOG，SYMB，UNITAX，
UPLOTC

組込みルーチン

ABS，AINT，ALONG10，FACTOR，FLOAT，IABS，INT，NEWPEN，NUMBER，
PLOT，PLOTS，SIGN，SQRT，SYMB 4

〔14〕 公開の程度

所内公開

以下に述べる各種サブルーチンの引数記述の規約は次の通りである。

(1) 引数は，すべて，整数型か実数型かのいづれかであり，その記述法は，通常のFORTRAN型式の記述と同一なので，以下の記述では，整数型，実数型の区別は省略する。

(2) 実数型引数および整数型引数の各1語は，すべて，単精度4バイトである。

(3) 引数は，大部分，入力であるので，以下の説明でとくに入出力のある場合のほかは，入力であることをことわらない。すなわち，入出力に関する記述のない引数は，すべて入力であることを示す。

(4) i 軸（iはXまたはY）の全長をm等分したとき（$0<m<1000$），mを大分割点総数という。等分点を大分割点といい，原点より，大分割点0，1，2，……，mと名づける。また，$0\leq p<q\leq m$のとき，$q-p$ を〔大分割数〕という。

(5) 詳細は参考文献を参照されたい。

A．図の構成および軸の特性指定用サブルーチン群

UPLOT システムでは，図の構成および軸の特性を指定するデータは，プロット作業指示サブルーチン群を引用する前に，指定する構造となっている。これらを指定する（Specify ）サブルーチン群は次の通りである。

サブルーチン名	指　定　事　項
SFIGL	軸の長さ
SHIGHX	x 軸に関する各種文字の大きさ
SHIGHY	y 軸に関する各種文字の大きさ
SHIGHS	シンボル等の文字の大きさ
SMEASX	x 軸の目盛線に関する情報
SMEASY	y 軸の目盛線に関する情報
SAXISX	x 軸に関する軸の特性
SAXISY	y 軸に関する軸の特性

これらのサブルーチンの呼出し形式は次の通りである。

```
CALL SFIGL   (XL, YL)
CALL SHIGHX  (HUNITX, HNAMEX)
CALL SHIGHY  (HUNITY, HNAMEY)
CALL SHIGHS  (HSYMB, HILLUS)
CALL SMEASX  (LILOGX, MTOTX, MEASLX, MSMALX)
CALL SMEASY  (LILOGY, MTOTY, MEASLY, MSMALY)
CALL SAXISX  (MAUTOX, MSIDEX, MSTRTX, MENDX, MJUMPX, VSX,
              VIX, NAMEX, NCHARX)
CALL SAXISY  (MAUTOY, MSIDEY, MSTRTY, MENDY, MJUMPY, VSY,
              VIY, NAMEY, NCHARY)
```

これらのサブルーチンの引数によって指定される事項と，各種プロット作業との関係をTable 1 に示してある。同表に示されるように，各指定事項は，各種のプロット作業に重複して使用されている。また，これらのプロット作業を指示するプロット作業サブルーチン名も示してある。

これら各種の指定事項は，ひと度，夫々の指定用サブルーチンによって指定されると，再指定が行われるまで，図の変更があっても，それらの指定値は有効である。

参考文献の Table 1 には，各種指定事項の標準値が記入してある（リニアスケール軸，自動スケーリング指定，軸名なし，等としてある）。これらの標準値は，夫々のサブルーチンを用いて指定を行なえば，その指定値に変更されるものである。勿論，これら標準値で充分な場合は，指

定して変更する必要はない。

軸の特定の指定時に自動スケーリングの指定を行った場合，自動スケーリングの結果は，システム内に保管される。このことに関連する引数には，Table 1 で△印を付してある。

本章で述べるサブルーチン群は，すべて，プロット作業を伴うものではないので，いつ指定してもよい。

B．プロット作業指示用サブルーチン FIG および UPLOT

UPLOT システムで作図の指示は，サブルーチン FIG および UPLOT によって行われる。これらの指示内容は次の通りである。

サブルーチン名	プロット作業指示内容
FIG	◦頁や図の変更 ◦原点設定 ◦軸のプロット（新しい図の場合のみ） ◦標題のプロット
UPLOT	◦自動スケーリングによる目盛値等の発見 ◦目盛線のプロット（新しい図の場合のみ） ◦目盛値のプロット ◦軸名のプロット ◦データ群プロットシンボル説明文のプロット ◦データ群のプロット

これらの各プロット作業に必要なデータの大部分は，これら FIG および UPLOT が呼出される以前に，必要に応じてその都度，前章で述べた図の構成および軸の特性指定用サブルーチン群を用いて，指定しておく必要がある。

前表に示した各プロット作業は，次の方法で指示され，指定ずみのデータを利用して実行される。

(1) 1ケの図のプロット作業は，必ず，FIG の呼出しで始まる。

(2) FIG の引数で指示されるプロット作業

◦頁や図の変更方式

◦標題のプロット

(3) FIG 自体が指示するプロット作業

◦図の原点設定

◦軸のプロット（新しい図の場合のみ）

(4) FIG が呼出された後，始めて，UPLOT が呼出された時にのみ行うプロット作業

◦目盛線のプロット（新しい図の場合のみ）

(5) FIG が呼出された後，始めて，UPLOT が呼出された時，および軸の特性が指定（前章のサブルーチンSAXISX，または，SAXISY で指定）された後，始めて，UPLOT が呼出された時にのみ行うプロット作業

- 自動スケーリングによる目盛値等の発見
- 目盛値のプロット
- 軸名のプロット

(6) UPLOT の引数で指示されるプロット作業

- データ群プロット・シンボルの説明文のプロット
- データ群のプロット

このように，各プロット作業は，引数の指定によるのみならず，FIG またはUPLOTを呼出す時期によって制御されていることに注意して利用されねばならない。

これらのサブルーチンの呼出し形式は，次の通りである。

```
CALL FIG (MODE, OX, OY, JPLACE, JTITLE, JCHAR)
CALL UPLOT (JSYMB, X, Y, NPT, JERR, ILLUST, ICHAR)
```

これらの各 31 数，および，各プロット作業と引数指定との関係を，参考文献の Table 3 に一覧表にして示してある。

C。データ獲得・変換用補助サブルーチン群

UPLOT システムは，システム内のデータを獲得して利用するため，次のようなサブルーチン群を持っている。

サブルーチン名	機　　能
CAXISX	x 軸に関する自動スケーリング結果の獲得
CAXISY	y 軸に関する自動スケーリング結果の獲得
TAXIS	軸目盛表示座標値をプロット座標値へ変換
TPOINT	プロット座標値を軸目盛表示座標値へ変換

これら各サブルーチンの呼出し方法および引数は，次の通りである。

```
CALL CAXISX (MTOTX, MSTRTX, MENDX, VSX, VIX)
CALL CAXISY (MTOTY, MSTRTY, MENDY, VSY, VIY)
```

これらの各引数はすべて出力であり，その意味は，Table 1 と全く同一である。

```
CALL TAXIS (AX, AY, P°X, P°Y)
CALL TPOINT (PX, PY, A°X, A°Y)
```

AX，AY ： ハードの座標値PX，PY（単位はcm ）を軸の特性を指定中の目盛値で表示したx方向，およびy方向の値。

PX，PY ： AXおよびAYで与えられる点のハードのx ，および，y の座標値で，単位は cmである。

。 ： この印のある引数は出力値である。

D．サンプル・アウトプット

付録B・の出力例は参考文献の Fig.12 を参照。

〔Y〕 システム関数

計算機のシステムに依存した関数が主であり，多くはFASPで書かれている。

LOCFは変数番地を求めるルーチンである。

PACKX等は1語の中の文字を置き替える。PACKXが一般的であるが，PACKはFASPで書かれているので速い。UNPACKは，数の変換に有用である。

CONV 29は26系で表わされた語を29系にするコード変換のルーチンである。

CMOVEは文字の転送をおこなう。

OFLOWSはオーバフロー，アンダフローを避けて乗算をおこなうルーチンである。

LOCF

〔1〕 登録申請年月日

昭和47年2月29日

〔2〕 登録者

計算センター　浅井 清　5369

〔3〕 表 題

変数の番地

〔4〕 機 能

変数のB_1レジスターに関する相対番地を計算する関数サブルーチン

〔5〕 呼び出し方

L＝LOCF (M)

M：変数名

L：Mの先頭の番地（バイト単位）

〔6〕 使用上の注意

このルーチンはエレメント名がLOCFNとなっており，LOCFはエントリ名である。

〔7〕 解法および参考文献

〔例〕 I＝(LOCF (A(20))－LOCF(A(1)))／4＋1のとき I＝20。

〔8〕 記憶容量

わずか

〔9〕 計算時間

〔10〕 精　度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

〔12〕 言　語

FASP

〔13〕 使用エントリ名

〔14〕 公開の程度

PACKX

〔1〕 登録申請年月日

昭和４８年５月１７日

〔2〕 登録者

計算センター　　浅井　清　　５３６９

〔3〕 表　題

PACKX

〔4〕 機　能

１語中の１文字を他の１語中の１文字に移す。

〔5〕 呼び出し方

CALL　PACKX（L，I，M，J）

Mの第J番目の１文字をLの第I番目の１文字とする。

〔6〕 使用上の注意

〔7〕 解法および参考文献

〔8〕 記憶容量

５０語

〔9〕 計算時間

〔10〕 精　度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

〔14〕 公開の程度

一般公開

UNPACK

〔1〕 登録申請年月日

昭和４６年１２月１７日

〔2〕 登録者

計算センタ　浅井　清　5975

〔3〕 表　題

文字処理（一文字のつめ込みと取り出し）

〔4〕 機　能

PACKは指定された語の一番右側の一文字を指定された語の中の指定された文字の位置に入れる。

UNPACK は指定された語の指定された位置の一文字を取り出し，その一文字を指定された語の一番右側におく。一番右側以外には０をおく。

〔5〕 呼び出し方

CALL PACK（L，M，N）

Nの４番目をLのM番目へ

L；詰め込まれる語，　１語，出力

M；文字の位置（$1 \leq M \leq 4$），整数型，入力

N；詰め込む文字を含む語，１語，入力

CALL UNPACK（L，M，N）

LのM番目をNの４番目へ。

L　取り出される語　１語，入力

M　文字の位置（$1 \leq M \leq 4$），整数型，入力

N　取り出された一文字がおかれる語，１語，出力

〔6〕 使用上の注意

〔7〕 解法および参考文献

〔8〕 記憶容量

１６語（UNPACK と PACKとが１エレメントになっている）

〔9〕 計算時間

約８０μs（８命令）

〔10〕 精　度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

主エントリ：UNPACK

マルチエントリ：PACK

〔14〕 公開の程度

CONV 29

〔1〕 登録申請年月日

昭和５０年５月２７日

〔2〕 登録者

原子炉システム　　筒井　恒夫　　5363

〔3〕 表　題

文字処理（２６系の文字を２９系に変換する）

〔4〕 機　能

１語４文字につめられている２６系の文字を２９系の文字に変換する。

〔5〕 呼び出し方

CALL　CONV 29(L)

L ；１語に４文字を格納すること。２９系に変換された４文字が出力される。型は実数型変数，整数型変数。入出力。

〔6〕 使用上の注意

〔7〕 解法および参考文献

中川庸雄他："ENDF／B－Ⅱプロセスコードの整備"（所内資料）（1972）

〔8〕 記憶容量

314語

〔9〕 計算時間

72文字を変換した場合ミリ秒以下

〔10〕 精　度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

なし

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

UNPACK（PACK も含まれる），IAND

〔14〕 公開の程度

一般公開

CMOVE

〔1〕 登録申請年月日

昭和５２年９月２８日（新規）

〔2〕 登録者

線量計測課　　河合勝雄　　５２０７

〔3〕 表　題

文字の転送

〔4〕 機　能

指定された語（又は配列）の指定された転送開始位置から指定された転送終了位置迄の文字を別に指定された語（又は配列）へ転送する。

類似する既存のルーチンに PACK，UNPACK がある。PACK，UNPACK は一文字を転送してルーチンが完了するため連続した複数の文字を転送するためには PACK，UNPACK を対にして転送文字数の回数だけ呼ばなければならなかった。

本ルーチンは最初に呼ばれた時に複数の文字を転送するための FORMAT を決定する。二度目以後呼ばれた時，転送文字位置（開始位置と終了位置）が変らなければ FORMAT 決定処理をジャンプし DECODE 文のみ実行されて RETURN する。すなわち一文字を含む複数の文字を一度に転送し，繰返しの処理時間節約を特徴としている。

〔5〕 呼び出し方

CALL　CMOVE（SD，SDIM，CD，CDIM，SCOLM，ECOLM）

SD　　：　転送したい文字が含まれている配列名。

SDIM　：　整数型で SD の整合寸法。（SDIM≧１）

CD　　：　転送先の配列名。

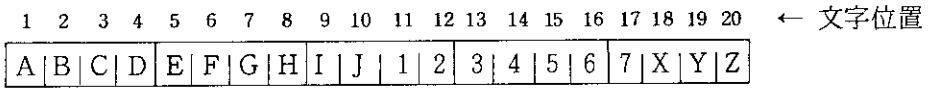
CDIM　：　整数型で CD の整合寸法。（CDIM≧１）

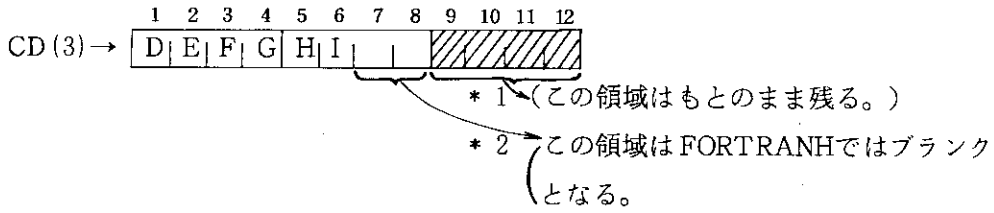
SCOLM：　SD の先頭文字を１として数えた転送開始文字位置。

ECOLM：　SD の先頭文字を１として数えた転送終了文字位置。

例題　SD の４文字目から９文字目迄を CD 領域に転送する。

CALL　CMOVE（SD，５，CD，３，４，９）





〔6〕 使用上の注意

1) CDIM≦SDIM であること。

2) SCOLM≦ECOLM であること。

3) n（転送語数）＝（ECOLM－SCOLM）／4＋1とした時，n≦CDIM であること。

4) n＜CDIMの時，CD の余り分（CDIM－n）語は CD 領域のもとのままの情報が残っている。（例題の＊1の部分）

5) CD 領域の最後の転送文字が位置する語の余り分は，DECODE 文の規則からH ではブランク，C ／D ではもとのままの情報が残る。（例題＊2の部分）

6) 使用上の注意4）に関して強制的にブランクにする CBMOVE も用意してあります。

〔7〕 解法および参考文献

〔8〕 記憶容量

〔9〕 計算時間

〔10〕 精　度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

〔12〕 言　語

〔13〕 使用エントリ名

〔14〕 公開の程度

一般公開

OFLOWS

〔1〕 登録申請年月日

昭和52年6月17日（新規）

〔2〕 登録者

原子炉システム　　藤村統一郎　　5361

〔3〕 表　題

オーバーフローの防御（実数型）

〔4〕 機　能

２数a，bの積は

$$a \times b = c \times 2^{i}$$

と表わせるので，乗除算において一時的にオーバー（アンダー）フローが起るとき，これで計算を続行することができる。基本関数を使わないため，精度も保たれる。

〔5〕 呼び出し方

CALL　OFLOWS（A，B，C，I）

A ―― かける数a。実数型，入力。

B ―― かける数b。実数型，入力。

C ―― 積のうち，オーバー（アンダー）フローしない部分c。実数型，出力。

I ―― 超過した指数i。整数型，出力。

〔6〕 使用上の注意

① FACOM M 200でしか使えない。

② オーバー（アンダー）フローが起きるまでに十分余裕のあるとき，I＝0であるが，２進法に関して

|（Aの指数）＋（Bの指数）|＞254

となるとI≒0になる。

〔7〕 解法および参考文献

指数部を別途に処理する。

文献―― 富士通；"FACOM OS IV/F 4 FORTRAN HE 使用手引書（64SP－3041－1）（昭和53年）

〔8〕 記憶容量

約300語

〔9〕 計算時間

$a = b = 1.2 \times 10^{50}$ のとき0.1秒以下

〔10〕 精　度

不変

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

なし

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

〔14〕 公開の程度

〔Z〕 そ　の　他

本来，組み込み関数として備えられている類のものであるが，現在の組み込み関数は

(1) 計算機に依存して作られている。

(2) 絶対数がそれ程多くない。

という特徴があるため，上記のルーチンが備えられた。

定まった個数の数の中から最大値や最小値を求めるルーチンは組み込み関数の場合，変数を全て書き表わす方式になっており，MAXAR 0 から DMINAR までは一次元配列として与えるようになっている。

組み込み関数 MOD は整数除算による剰余を与えるが DIV は「12番目のものは，4個ずつ組み分けしたとき，3番目の組の4番目に当る」というような計算に便利である。

MAEXは実数の仮数と指数を取り出すとき，零に対しても $0.\times 10^{0}$ と定義する。

SORTS 以下は配列内にある数の大小によるソーティングを行う。

MAXAR 0

〔1〕 登録申請年月日

昭和47年6月27日

〔2〕 登録者

安全性コード開発　小林健介　5978

〔3〕 表　題

一次元配列の最大値，最小値

〔4〕 機　能

整数，実数，倍精度実数型配列の最大値，最小値を求める。

〔5〕 呼び出し方

	関　数	入　力	出　力
最大値	MAXAR 0 (N, I)	整数型	整数型
	MAXAR 1 (N, A)	実数型	〃
	ARMAX 0 (N, I)	整数型	実数型
	ARMAX 1 (N, A)	実数型	〃
	DMAXAR (N, D)	倍精度実数型	倍精度実数型

	関　　数	入　力	出　力
最小値	MINAR 0 （N，I）	整　数　型	整　数　型
	MINAR 1 （N，A）	実　数　型	〃
	ARMIN 0 （N，I）	整　数　型	実　数　型
	ARMIN 1 （N，A）	実　数　型	〃
	DMINAR （N，D）	倍精度実数型	倍精度実数型

N；配列の次元数，整数型，入力。

I，A，D；一次元配列，入力，Iは整数型，Aは実数型，Dは倍精度実数型。

〔6〕 使用上の注意

〔7〕 解法および参考文献

〔8〕 記憶容量

〔9〕 計算時間

〔10〕 精　度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

〔14〕 公開の程度

一般公開

DIV

〔1〕 登録申請年月日

昭和47年6月27日

〔2〕 登録者

原子炉システム　　藤村統一郎　　5361

〔3〕 表　題

正整数の商と剰余

〔4〕 機　能

nをmで割ったときの商iとjを求める。

〔5〕 呼び出し方

CALL DIV (NTH, M, IGR, JEL)

引数はともに正整数で〔4〕の説明のn,m, i, j にそれぞれ対応している。但し, NTH, Mは入力, IGR, JEL は出力である。

〔6〕 使用上の注意

ふつうの除算のときの剰余 j は $0 \leqq j \leqq n-1$ であるがこのルーチンでは $1 \leqq j \leqq n$ となる。

〔例〕 m＝4のときのnとiとj の関係は次のようになる。

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	……
i	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	……
j	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	……

〔7〕 解法および参考文献

合同法（MOD）の修正。例えば

富士通：FACOM OS IV/F4 FORTRAN HE 使用手引書 （64SP－3041－1）
（昭和53年）

〔8〕 記憶容量

〔9〕 計算時間

〔10〕 精 度

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

ARG. ERROR IN SUBR. DIV, NTH＝n OR M＝m L.T. 1. NTH またはMが零または負となった。

RETURN する。

〔12〕 言 語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

MOD

〔14〕 公開の程度

一般公開

MAEX

〔1〕 登録申請年月日

昭和51年4月16日

〔2〕 登録者

原子炉システム 藤村統一郎 5361

〔3〕 表 題

実数の仮数部と指数部

〔4〕 機　能

一つの実数xに対し，$x = f \times 10^{i}$ と表わしたときの仮数fと指数iを与える。但し，

$x = 0$ のとき　　$f = 0.$, $i = 0$

$x \neq 0$ のとき　　$1.0 \leq |f| < 10.$

である。

FACOMの関数（AMT, IRE）はx＝0.のときのIREが－256となる。

〔5〕 呼び出し方

CALL MAEX（X, FMT, IEX）

X　　；実数型x入力

FMT　；実数型f出力

IEX　；整数型i出力

〔6〕 使用上の注意

〔7〕 解法および参考文献

〔8〕 記憶容量

記憶容量	わずか
計算時間	〃
精　度	単精度（8桁）

〔9〕 計算時間

〔10〕 精　度

〔11〕 エラーメッセージ

なし

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

ALOG10, ABS

〔14〕 公開の程度

一般公開

SORTS

〔1〕 登録申請年月日

昭和51年12月13日

〔2〕 登録者

原子炉システム　　藤村統一郎　　5361

〔3〕 表　題

ソート（数を小さい方から並べかえる）

〔4〕 機　能

一つの配列の中にある任意順の数を小さい方から並べ替える。事務計算用のは多いがFORTRANで使えるものがなかった。

単精度実数，倍精度実数，整数，複素数の4つのルーチンが用意されている。

〔5〕 呼び出し方

CALL　SORTS（A，MAXA）　単精度実数用
〃　SORTD（〃，〃）　倍 〃 〃 〃
〃　SORTI（〃，〃）　整　数　〃
〃　SORTC（〃，〃）　複素数　〃

A；対応した型の数を入れる。対応した型の配列A（MAXA），入出力，整数型，入力。

MAXA　；配列Aの大きさ。

〔6〕 使用上の注意

配列Aはユーザのプログラムで MAXA 以上の大きさで定義すること。データはA(i)～A（MAXA）に入れられており，それを i ＜ j に対し，A(i)≦A(j)（複素数のときは｜A(i)｜≦｜A(j)｜）となるように入れかえる。

〔7〕 解法および参考文献

Shuttle sort（折返し型）"Algorithm 175 Shuttle sort" C.J. Shaw, T. N. Trimble CACM 6, P 312（June 1963）

〔8〕 記憶容量

どのルーチンも約180語

〔9〕 計算時間

MAXA ＝7くらいで0.1秒以下

〔10〕 精　度

精度は無関係

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

ERROR IN SORT□, MAXA ＝□
（MAXA≦0のときで，RETURN）

〔12〕 言　語

FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

SORTC の時組込みルーチンCABSを用いている。

〔14〕 公開の程度

一般公開

3. 登録申込方法

JSSL は原研内の多様な計算需要に応じるために開発・整備されたサブルーチンのライブラリである。今後は各部門において独自に開発・整備されたルーチンのうち，汎用性があり，公開してもよいものであれば，次のような利点もあるので進んでJSSLに登録されるようお願いしたい。

(1) プログラムの開発・整備について，その優先権が保証される。

(2) ルーチンを利用する場合，ソース・カードやプライベートファイルを用意しなくてもすむ。

(3) 計算機の入れ換えに際しても，一括してテストするので各自で互換性のテストを行わないですむ。

(4) 他の使用者から使用経験が聞ける。

またJSSL の分類形式にとらわれることなく，境界領域的な，あるいはある程度特定の問題にかかわるルーチンでも歓迎である。

なお申込様式や注意事項については下記および付録を参照されたい。

(1) 必要な記録

登録申込書（付録A），ソースリスト，ソースカード（テスト用例題がついていることが望ましい）。カードの代りにディスクファイルでもよい。

(2) 申し込み先

計算センタ・プログラム相談室

(3) 内容の検討，および登録作業

原子炉システム研究室で行う。

(4) サブルーチン名の重複の禁止

付録B を参照して，重複をさけていただきたい。

(5) コードの公開，未公開

コードの公開には(i) 未公開（所内のみ公開），(ii) 限定公開（特定の機関に限って公開）（特定の機関に限って公開），(iii) 一般公開（国内），(iv) 一般公開（国外）があるが，登録のとき(i)と(ii)は所内公開，(iii)と(iv)は一般公開ととしてどちらかに決めていただきたい。

4. あとがき

JSSL のマニュアルの第3版が出せることになり，ほぼサブルーチン・ライブラリとしては集大成されたと思われる。しかし今後とも内容の向上のためにも，よりよいサブルーチンを使用されていたら，進んで登録して下さることをお願い致します。

JSSL はこれまでFACOMのSSL [2),3)]に登録されているものと同じ内容のものは除いていた。しかし一般的にソース・プログラムの公開が制御されていく傾向にあるので，ライブラリの独立性の確保のため，同じものでも登録するよう計画中です。

また，検索用情報については本マニュアルからは削除し，別途利用しやすい形で編集したいと考えております。従って登録の際には従来どおり検索用情報を付けて下さるようお願い致します。

3. 登録申込方法

JSSL は原研内の多様な計算需要に応じるために開発・整備されたサブルーチンのライブラリである。今後は各部門において独自に開発・整備されたルーチンのうち，汎用性があり，公開してもよいものであれば，次のような利点もあるので進んでJSSLに登録されるようお願いしたい。

(1) プログラムの開発・整備について，その優先権が保証される。

(2) ルーチンを利用する場合，ソース・カードやプライベートファイルを用意しなくてもすむ。

(3) 計算機の入れ換えに際しても，一括してテストするので各自で互換性のテストを行わないですむ。

(4) 他の使用者から使用経験が聞ける。

またJSSL の分類形式にとらわれることなく，境界領域的な，あるいはある程度特定の問題にかかわるルーチンでも歓迎である。

なお申込様式や注意事項については下記および付録を参照されたい。

(1) 必要な記録

登録申込書（付録A），ソースリスト，ソースカード（テスト用例題がついていることが望ましい）。カードの代りにディスクファイルでもよい。

(2) 申し込み先

計算センタ・プログラム相談室

(3) 内容の検討，および登録作業

原子炉システム研究室で行う。

(4) サブルーチン名の重複の禁止

付録B を参照して，重複をさけていただきたい。

(5) コードの公開，未公開

コードの公開には(i) 未公開（所内のみ公開），(ii) 限定公開（特定の機関に限って公開）（特定の機関に限って公開），(iii) 一般公開（国内），(iv) 一般公開（国外）があるが，登録のとき(i)と(ii)は所内公開，(iii)と(iv)は一般公開ととしてどちらかに決めていただきたい。

4. あとがき

JSSL のマニュアルの第3版が出せることになり，ほぼサブルーチン・ライブラリとしては集大成されたと思われる。しかし今後とも内容の向上のためにも，よりよいサブルーチンを使用されていたら，進んで登録して下さることをお願い致します。

JSSL はこれまでFACOMのSSL [2),3)]に登録されているものと同じ内容のものは除いていた。しかし一般的にソース・プログラムの公開が制御されていく傾向にあるので，ライブラリの独立性の確保のため，同じものでも登録するよう計画中です。

また，検索用情報については本マニュアルからは削除し，別途利用しやすい形で編集したいと考えております。従って登録の際には従来どおり検索用情報を付けて下さるようお願い致します。

参 考 文 献

1) 藤村統一郎，西田雄彦，浅井 清（編）：“JSSL（原研版・科学用サブルーチン・ライブラリ）マニュアル（第2版）”，JAERI－M 8479（1979）

2) 富士通：“FACOM FORTRAN SSL Ⅱ 使用手引書 （99SP－0050－2）”（1977）

付録A　登録申込書

JSSL　登録申込書

〔1〕 登録申請年月日

昭和　　年　　月　　日　（新規，修正，削除）

＜注＞ 修正とは旧版を含むような使い方で，かつ解法やプログラムの大きさなどに於いて大きな変更のないときを指し，それ以外は新規とする。

〔2〕 登録者

課室名　　氏名　　TEL

〔3〕 表題

〔4〕 機能

＜注＞ ルーチンの持つ特徴や，特に類似する既存のルーチンとどのように違うかを記す。

〔5〕 呼び出し方

＜注＞ (1) サブルーチンのときは前にCALL をつけること。
マルチエントリのときも同様

(2) 引数の説明は，引数名，内容，型，配列，入出力について行うこと。ここに配列はユーザのプログラムで定めるべき大きさのことを指す。また入力とはこのルーチンを呼ぶ前に必要な値を入れなければならないことを意味し，出力とはこのルーチンの中で一度以上値が変えられることを意味する。

＜例＞ A；A（i, j）は第iケースの第j点でのデータ，実数型配列A（M, N′）（但し，N′≧N），入出力。

〔6〕 使用上の注意

＜例＞ ユーザが用意する，SUB にあたるルーチンに対し，メインプログラムでEXTERNAL 宣言を行うこと。

〔7〕 解法および参考文献

＜注＞ 単に「ガウス法」のようにせず，その解法の載った文献を掲げること。

〔8〕 記憶容量

語

＜注＞ このルーチンおよびその付属ルーチンだけが持つ容量を記す。

〔9〕 計算時間

＜例＞　　の例で　　分　　秒　　（ミリ秒）

〔10〕 精　度

＜例＞ 上の例で　　桁

〔11〕 内蔵するエラーメッセージ

＜注＞ メッセージ，内容，処置（続行，RETURN，STOP）について述べる。

＜例＞ ERROR IN "SUB", IERR＝5
引数Nが負であった。RETURN

〔12〕 言　語

＜例＞　FORTRAN

〔13〕 使用エントリ名

＜例＞　付属ルーチン ―― AUX，BUX

既存の JSSL ―― DIV

組込みルーチン ―― COS，CLOCKM

〔14〕 公開の程度

＜注＞　ソース・プログラムは所内公開または一般公開（国内）とする。

◎　検索用情報

(1) Date of registration　（項目〔1〕の英訳）

＜例＞

(2) Registrant　（項目〔2〕の英訳）

＜例＞　Computing Center，Kiyoshi ASAI (5975)

(3) Title　（項目〔3〕の英訳）

(4) Keywords

＜注＞　項目〔4〕や項目〔7〕から重要語を1～10語掲げる。

＜例＞　Linear equation，Real，Dense，

LU decomposition，Complete，Pivoting，Paging

(5) Comment　（項目〔4〕の英訳）

＜注＞　主にルーチンの特徴について記す。

付録B　JSS エントリ名一覧表

AAGLIP
AENCO
ALCODM
ALCODR
ALDLT
ALIN
ALINA
ALOGM
ALPARM
ALPART
ALPS
ALPSM
ALSIM
ALSIMM
ANRMRN
ARMAXO
ARMAX1
ARMINO
ARMIN1
AXISM
AXLINE
BACK
BAKVEC
BALANC
BALBAK
BAND
BANDR
BANDV
BEALE
BEALEM
BETARN
BETK
BETKP
BET3
BET4
BIF
BISCTD
BISCTS
BISECT
BJF
BKF
BLOCKD
BOPEN
BP
BPNT
BQR
BROYDM
BROYDN
BRTR
BYF

CALDLT
CAXISX
CAXISY
CBABK2
CBAL
CDLGAM
CDWY
CG
CGAMMA
CGD
CGDM
CH
CHAINP
CHECH
CHECK　(********)
CHISQR
CHI2
CHI3
CHI4
CHLSKB
CHSLBD
CINVIT
CLOSE　(STDPL　)
CLPF
CLTXW
CLYV
CMOVE
CNORM
CODA
COMBAK
COMHES
COMLR
COMLR2
COMPLM
COMPLX
COMQR
COMQR2
CONADD
CONDRP
CONVRG
CONVRT
CONVXY
CONV29
CORASE
CORASM
CORNOS
CORTB
CORTH
CPRT2
CPRT3

CROSP
CROUT
CRVFIT
CSBF
CSHIFT
CSIVI
CUBMIN
CUBX
CURVFT
CURX
CVRTU
DBANK
DCMPS
DCROUT
DECIPH
DECOMD
DECOMM
DECOMP
DEPRI
DEPRIM
DGELG
DIAL　(STDPL　)
DIFSYS
DIRNMD
DIROM
DIV
DIVMTX
DLINER
DLSPO1
DMAXAR
DMINAR
DPRM
DROMD
DSC
DSCM
DTLIST
DUNIT
DUNITT
DUOPLM
DUOPLX
DUSEX
DUSEXD
DUSEXM
DWORD
DWY
EIGN1D
EIGV
EJCBEC
EJCBEN
EJCBES

EJCBUC
EJCBUN
EJCBUS
EJCNEC
EJCNEN
EJCNES
EJCNUC
EJCNUN
EJCNUS
EJGRGC
EJGRGN
EJGSAC
EJGSAN
EJGSBC
EJGSBN
EJGSEC
EJGSEN
EJGSIC
EJGSIN
EJHNAC
EJHNAN
EJHNBC
EJHNBN
EJHNEC
EJHNEN
EJHNIC
EJHNIN
EJHPAC
EJHPAN
EJHPBC
EJHPBN
EJHPEC
EJHPEN
EJHPIC
EJHPIN
EJLERB
EJLERH
EJLESB
EJNABA
EJNABB
EJNABE
EJNABI
EJRBEC
EJRBEN
EJRBES
EJRBOC
EJRBON
EJRBOS
EJRNEC
EJRNEN
EJRNES
EJRNOC
EJRNON
EJRNOS
EJRTNA
EJRTNB
EJRTNE
EJRTNI
EJRTPA
EJRTPB
EJRTPE
EJRTPI
EJSBAC
EJSBAN
EJSBBC
EJSBBN
EJSBEC
EJSBEN
EJSBIC
EJSBIN
EJSBNC
EJSBNN
EJSNAC
EJSNAN
EJSNBC
EJSNBN
EJSNEC
EJSNEN
EJSNIC
EJSNIN
EJSPAC
EJSPAN
EJSPBC
EJSPBN
EJSPEC
EJSPEN
EJSPIC
EJSPIN
EJSTAC
EJSTAN
EJSTBC
EJSTBN
EJSTEC
EJSTEN
EJSTIC
EJSTIN
EJSVDG
EJSVDL
EJSVDM
EJSVDP
EJVABA
EJVABB
EJVABE
EJVABI
ELII2
ELI1
ELI2
ELMBAK
ELMHES
ELTRAN
ERROR
ERX
ESCARS
ESCASS
ETA1
ETA2
ETNTAB
ETPACK
EVALUE
EXACT
EXPRN
F
FACTER
FCONT
FDIAL
FEASBL
FFIT
FFUNC
FIG
FIGI
FIGI2
FIGSTR
FITGS
FLPLOT
FLTIN (FLTRN)
FLTOUT (FLTRN)
FLTRN (********)
FLTRNF
FLXPLM
FLXPLX
FOUR2S
FPD
FPDM
FPNT
FQ
FRANGE
FSCALE
FSEGM
FSEQU
FTR

FTRANS	INVIT		MC02AS	
FTTTP	ISERCH		MC03AS	
FTVTV	ISPAK		MC09A	
FURIED	ITPLBV		MC10A	
F1	JSLCAT		MC20A	
F2	KB10AS		MC20B	
GAMMA	KEELE		MENTRY	(********)
GAMRN	KEELEM		MINARO	
GAUSSA	LABRT		MINAR1	
GEFYT	LA05A		MINFIT	
GELG	LA05B		MINIM	
GOMORM	LA05C		MINIMM	
GOMORY	LA05E		MINMAX	
GPLOTI	LGAMM		MINV	
GPLOTZ	LINEM		MLTLTH	
GPLOT1	LOCF		MP1	
GRADP	LOGBND		MP10	
GSPECZ	LSCALE		MP2	
GUEL1D	LSLQ		MP2D	
GUEL1S	LSQKKD		MP3	
HANDLA	LSQKKE		MP3D	
HANDLB	LSQRRD		MP5	
HARMS	LSQRRE		MP5D	
HDIAGD	LSS		MP7	
HEVALD	LTXW		MP7D	
HISTRN	LYV		MP8	
HLNAVR	MAEX		MP8D	
HLNJP	MATADD		MP9	
HLNP	MATADR		MROOT	
HOUSE	MATBDR		MTES	
HQR	MATCDR		MUACHM	
HQR2	MATMUL		MUBCHM	
HSTRN	MAXARY		MULLRA	
HTRIBK	MAXARO		MULLRB	
HTRIB3	MAXAR1		MULTI	(STDPL)
HTRIDI	MA15C	(********)	MXRADX	
HTRID3	MA15D	(MA15C)	MYUJ	
IBCD	MA16A	(********)	MYUJDA	
IBETA	MA16B	(MA16A)	NBLANK	
IGAMM	MA17A	(********)	NEWTOM	
IMPROD	MA17B	(MA17A)	NEWTON	
IMPROV	MA17C	(MA17A)	NFEASB	
IMTQLV	MA21A	(********)	NFQ	
IMTQL1	MA21B	(MA21A)	NL	
IMTQL2	MA21C	(MA21A)	NN	
INTECH	MA21D	(MA21A)	NOCHEC	(CHECK)
INTRP	MA22A	(********)	NONLIN	
INTRPL	MA22B	(MA22A)	NORM	
INVERS	MA22C	(MA22A)	NORMAL	
INVHYB	MA22D	(MA22A)	NOTE	(STDPL)

NPNT	
NPRT	
NQ	
NS01A	
NS03A	(********)
NS03C	(********)
NS03D	(NS03C)
NS03E	(NS03C)
NS03F	(NS03A)
NS03G	(NS03C)
NTP	
NX	
NX2Q	
NZ	
ODESYS	
ODRPM	
OFLOWS	
OJMED	
ORNOS	
ORTBAK	
ORTHES	
ORTHO	
ORTRAN	
OSHIFT	
OVERS	
PACK	(UNPACK)
PACKX	
PAGE	
PA06AD	
PA06BD	
PA06CD	
PA06DD	
PA06ED	
PA07AD	
PA07BD	
PA07CD	
PA07DD	
PA07ED	
PENTAD	
PLTCL	
PMTST4	
PODIF	
POGCD	
POSHIF	
POWERD	
POWER2	
PRBOLC	
PRDCT	
PREPAR	
PRINT2	

PRJNEM	
PRJNEW	
PROD	
PRODCT	
PROJA	
PROJB	
PROJBD	
PROJCT	
PRSVKT	
PSAT	
PSPAK	
QZHES	
QZIT	
QZVAL	
QZVEC	
RANDH	(RANDU)
RANDU	(********)
RANGE	(STDPL)
RANIN	(********)
RANOUT	(RANIN)
RANSET	
RATQR	
REAG	(********)
REAI	(REAG)
REAM	(REAG)
REBAK	
REBAKB	
REDUC	
REDUC2	
REGIST	
RESEX	
RESEXM	
RESID	
RESIDU	
RG	
RGG	
ROA	
ROMD	
ROMDD	
ROMS	
ROOTP	
ROTAX	
ROTAXM	
RS	
RSB	
RSG	
RSGAB	
RSGBA	
RSP	
RSPAK	

RST	
RT	
SAXISX	
SAXISY	
SAXSXY	
SCALEM	
SEARCH	
SENTRY	(MENTRY)
SEPTE	
SEPTEQ	
SETFIG	
SFCFIT	
SFIGL	
SHIFT	
SHIGHS	
SHIGHX	
SHIGHY	
SIMPLD	
SIMPLM	
SIMPLX	
SINGUL	
SIVI	
SLERD	
SLERS	
SLIN	
SLINER	
SLOG	
SLPEDS	
SMEASX	
SMEASY	
SOLA	
SOLUTK	
SOLVE	
SOLVED	
SOLVH	
SORT	
SORTC	
SORTD	
SORTI	
SORTS	
SPHARM	
SRS	
START	
STAY	
STDPL	(********)
STEAM	
STEAMF	
STEAMT	
STEAMV	
STEAMZ	

```
STEP
SUBBET
SUB1
SUB2
SUB3
SUB4
SUMR
SVD
SYMB
SYMMLQ
TAXIS
TDO2A    (********)
TDO2B    (TDO2A   )
TDO2C    (TDO2A   )
TFUNC
TINVIT
TITLE    (STDPL   )
TITLEP
TITLEQ
TPNT
TPOINT
TQ
TQLRAT
TQL1
TQL2
TRBAK1
TRBAK3
TRED1
TRED2
TRED3
TRFM12
TRIDIA
TRIDIB
TSAT
TSATA
TSTURM
UBX
UHLNMM
UNFRN
UNFRN7   (RANDU   )
UNIRN
UNIT
UNITAX
UNITS
UNITSO
UNITS1
UNITT
UNIT2
UNIT3
UNPACK   (********)
UPLOT
UPLOTC
URAND
URANIN   (********)
URANOU   (URANIN  )
URX
VECTP
VERIFY
VISCON
VISTOR
VNORMF
VRTU
WMAT
WOLFE
WOLFEM
WUCTAB
WUNITS
XX1
XX2
X2PNT
X2Q
YPS
YSERCH
ZONNIN
```