ライブラリプログラム使用頻度調査について

高田, 勝
九州大学工学部 : 教授 | 九州大学大型計算機センター : センター長

工藤, 奈津子
九州大学大型計算機センター研究開発部

https://doi.org/10.15017/1468036

出版情報：九州大学大型計算機センター広報. 7 (2), pp.59-68, 1974-06-20. 九州大学大型計算機センター

ライブラリプログラム使用頻度調査について

高 田 勝*，工藤奈津子**

先におしらせしておりましたが，センターではライブラリプログラムの利用状況を把握し，ライブラリの整備，充実の参考にするため，ライブラリプログラムの使用頻度調査を実施いたしました．

予定は12月3日～12月22日でしたが，都合により12月4日～12月26日の約3週間にわたり実施いたしました．この時期を選んだのは，利用者のプログラムもほぼ完成し，妥当なデータがとれるのではないか，ということを期待したことによります．

今回の調査対象となったプログラムは，表1に示す606種（707エントリ）です．

調査の方法は次のとおりです．

FORTRAN，ALGOL，FASPなどの言語で書かれたソースプログラムはそれぞれに翻訳されて相対形式プログラム（RB）になり，RELBINファイルが作られます．このRELBINフアイルは各プログラム単位毎にEXTERNALテーブルを持ち，これをもとにLIEDが必要なエレメントを結合し，実行形式プログラムを作ります．

そこで，あらかじめ調査の対象となるサブプログラム名またはエントリ名をテーブルにもつファイルを作っておきます．

ここでは，LIEDのジョブステップで，LIED正常終了後，使用頻度のカウント用プログラムSSLCを実行し，このRELBINファイルのEXTERNALテーブルと，あらかじめ用意したテーブルとをつきあわせて使用頻度をカウントします．上記の処置はマクロ$LIED，$LIEDRUN，$PLIBRUNに対しておこないました．1回のLIEDの実行に対し，カウントは0または1で，同じサブプログラム（エントリ）を2度以上呼び出してもすべて1とカウントしています．また上記の方法によるため，すでにLIEDをとおして実行形式プログラムとして登録されているものの実行や，すでにRBとして登録されているサブプログラムから呼び出されているものは調査対象となりません．すなわち，ソースプログラムを翻訳し，LIEDをとおすものに対してのみ調査されています．

また，利用者が用意したサブプログラム名やエントリ名がたまたまライブラリプログラムの名前やエントリ名に一致した場合は，ライブラリプログラムの呼び出しとみなしてカウントしています．

上記の方法で実施した結果を以下に御報告いたします．

調査期間中のジョブ件数は11,261件，その内FORTRAN 8,067件，ALGOL 250件です．

各プログラムの使用頻度は末尾の表2および表3のとおりです．ただし，1度もカウントされなかった（使用されなかった）ものは省いてあります．

正規乱数，逆行列が特に多く使われ，ついで，行列の乗算，連立一次方程式スィープアウト法や，常微分方程式RKG法，固有値固有ベクトルヤコビ法，ベッセル関数，一般的ファイルREAD／WRI-

* 九州大学工学部教授 大型計算機センター長

** 九州大学大型計算機センター研究開発部

TE ルーチン，GRAPH などがよく使われています．

表　1

	調査対象プログラム	1度以上使われたプログラム	カウント総数
FORTRAN SSL	265（エントリ）	116（エントリ）（44（%））	4399（回）
ALGOL SSL	269	19　（7　）	132
利用者提供およびセンター開発	173	41　（24　）	1389
計	707	176　（25　）	5920

以上のような調査結果となりましたが，同様の調査が名大センターでもすでにおこなわれ，その結果が公表されています．（名古屋大学大型計算機センターニュース Vol.4 No.6（1973.12）pp.462 ～ 470）そこにはライブラリの使用について大変有益なコメントが附してありますので御参照いただきたいと思いますが，(注1) ここではそれらをとりまぜて若干私見を述べてみたいと思います．

（1）連立一次方程式

ガウス消去法（E／002 GAUELS，GAUELD）よりスィープアウト法（E／003 SWEEPS, SWEEPD）の方が余計に使用され，倍近くにもなっていますが，唯一組の解を求めるのであればガウス消去法の方が時間が短かくてすみます．実際は，ピボットの選び方の相違などによりかなりの差が出ます．(注2) なお，同一の左辺係数行列に対して幾組かの右辺の値に対する解を求めようとするときは，LU 分解法の方がはるかに有利です．また逆行列のルーチンがよく用いられていますが，もし上記のような幾組かの解を求めるために用いられているのでしたら，やはり LU 分解が有利です．ただし，LU 分解法のルーチンは調査時点ではありませんでしたので，登録するように準備しています．

（2）固有値問題

従来ヤコビ法がもてはやされているためかその使用頻度が高いようですが，実対称行列の場合で固有値全部，特に固有ベクトルも求めたい時は，ハウスホルダー・QR 法の組合せによるものが有利です．（G／017 HOUSS, HOUSD, G／019 HOUS2S, HOUS2D, No.80, 81 F2／QU／F／SHQS, SHQD）次元が高いときには圧倒的に有利になります．

（名取　亮：情報処理 Vol.13 No.1（1972）pp.29－36）

注1）センター図書室にも備えてありますので，御参照ください．

注2）左辺係数行列 $A=(a_{ij})$ が下記の場合のテスト結果を示します．

（例1）実対称行列

$a_{ij}=(n+1)-\max(i,j)$

（例2）実非対称行列

$$a_{ij}=\begin{cases} d_i\delta_{ij}-C(d_i-d_j+\sigma) & j\leqq k \\ d_i\delta_{ij}+C(d_i+d_j+\sigma) & k+1\leqq j\leqq n, \end{cases}$$

ただし，$C=1$，$k=n/2$，$d_i=i$, $\sigma=-k^2$

	プログラム名	n = 36		n = 100	
		時間(msec)	精度	時間(msec)	精度
例1	GAUELS	430	0.43×10^{-5}	8115	0.43×10^{-4}
	SWEEPS	1075	0.10×10^{-5}	20844	0.46×10^{-5}
	GAUELD	521	0.14×10^{-15}	9144	0.11×10^{-14}
	SWEEPD	1404	0.43×10^{-16}	27617	0.20×10^{-15}
例2	GAUELS	451	0.44×10^{-3}	8104	0.73×10^{-2}
	SWEEPS	1068	0.12×10^{-3}	20053	0.31×10^{-4}
	GAUELD	523	0.37×10^{-15}	9206	0.34×10^{-13}
	SWEEPD	1389	0.56×10^{-14}	26001	0.39×10^{-14}

非対称行列のときはヘッセンベルグ行列になおしてQR法によるのがよいとされています．（G／018 HESQRS, HESQRD）特性方程式つまり代数方程式になおして解くこと（G／014 DABAS, DABAD, G／015 DANEWS, DANEWD）は丸め誤差などの点より不利となりますので，なるべく行列の固有値問題として求められることをおすすめします．

また振動問題などによくあらわれる $Ax = \lambda Bx$（A：対称，B：正定値対称）の形のものはA，Bの対称性を保存するように変換して求める方が有利で，（G／027 GEIGNS, GEIGND）$B^{-1}Ax = \lambda x$ の形にすると $B^{-1}A$ が一般に非対称となるので不利です．（その方法についてはたとえば，平野他：計算技術および数値計算法 pp.188（コンピュータによる構造工学講座II－1－A，培風館 昭46））

（3）代数方程式

上記の名大センターニュースではヤラット法（D／006 JARATS, JARATD）をすすめてあります．

（4）数値積分

分点数の割にはガウス則が精度上よいとの事でよく用いられていますが，分点数の多い高次のものが多いようです．もし全積分区間をこれで一度に積分しようとするのであったら，むしろ部分区間について低次のものですました方がよいのではないでしょうか．また台形則も問題によってはシンプソン則よりも精度が出ることがあり，また Rowberg 法として用いるのはもっと有利です．これは利用者提供のライブラリがせっかくあるのですがあまり使われていません．（No.15 D1／QU／F／ROMBER, No.20, 21D1／QU／F／ROMBGS, ROMBGD）もったいないと思います．

（5）常微分方程式

ルンゲ・クッタ・ギル（RKG）法が相変らずよく使われています．これはもともとメモリが少なく固定小数点演算しかできなかった頃の機械（たとえば EDSAC）用に S. Gill が出したものですが，そのまま浮動小数点演算の可能な機械に用いると，本来の目的の一つである丸め誤差の減少どころか，かえって増加させることもあります．このことはかなりの教科書（たとえば，雨宮，田口：数値解析と FORTRAN（丸善．昭44)pp.357）でも記述が適切でなく，メーカー提供のライブラリも同じ誤りをしていました．むしろ，RK法を用いるか，あるいは，はじめの数ステップを RK 法あるいは RKG 法で出した後，同一精度の予測子修正子法（ハミング法（F／004 HAMPCS, HAMPCD）か，修正ムールトン法，ミルン法は不安定性のため振動することあり）を用いた方が導関数計算も少なくてすみます．また RKG 法ではきざみ幅と右辺導関数の関係で増大一方の不安定を示すこともありますので御注意ください．（宇野利雄：計算機のための数値計算（朝倉書店．昭38）§22）

なお私などはきざみ幅自動調節のきく台形則をもつ予測子修正子法（No.67 D2／QU／F／TRAMS）でたいていすませてきました．

以上使用頻度の調査結果をみて，その一部につき僭越ですが私見を述べてみました．御参考になれば幸いです．なおセンターでは，今，少しずつテストを始めており，その結果を後日改めて報告したいと考えております．また皆様の御意見，御感想など承わることができれば幸いです．

終りになりましたが，この調査に関して利用者の方々に御協力いただいたことを感謝いたします．また，この調査を実施するにあたって北海道大学大型計算機センターで開発されたプログラムを参考にさせていただきました．同センター関係各位に深く感謝いたします．また，この調査の実施にあたりライブラリ室の竹下，川崎，長沢，福田，富山の各氏の手をわずらわした事を付記いたします．

表2　**富士通提供ＳＳＬの使用頻度**

分類No.	プログラム名	FORTRAN		ALGOL	
		呼び出し名	使用回数	呼び出し名	使用回数
B/001	完全楕円積分第1種	CELI1S	16回		回
002	〃　第2種	CELI2S	16		
026	〃　第1種第2種　1	CEP12S	3		
		CEP12D	0		
031	〃　〃　2	QKKEES	0		
		QKKEED	6		
012	第1種　ベッセル関数　$J_0(x)$	BESJ0D	127	BESJ0B	10
013	〃　〃　$J_1(x)$	BESJ1D	78	BESJ1B	10
014	第2種　〃　$Y_0(x)$	BESY0D	81		
015	〃　〃　$Y_1(x)$	BESY1D	54		
016	第1種変形　〃　$I_0(x)$	BESI0D	60		
017	〃　〃　$I_1(x)$	BESI1D	43		
018	第2種変形　〃　$K_0(x)$	BESK0D	78		
019	〃　〃　$K_1(x)$	BESK1D	70		
022	第1種　〃　$J_n(x)$	BESJNS	8	BESJNA	0
		BESJND	18	BESJNB	10
023	第2種　〃　$Y_n(x)$	BESYNS	8		
		BESYND	0		
025	第2種変形　〃　$K_n(x)$	BESKNS	0		
		BESKND	2		
005	ガンマ関数 $\Gamma n(x)$	GAMANS	5		
008	Loge N！	LNKAIS	4		
		LNKAID	8		
009	フレネル積分	FRESD	11		
010	正弦積分	SID	1		
011	余弦積分	CID	1		
027	指数積分　2	EXPG2S	0	EXPG2A	0
		EXPG2D	0	EXPG2B	3
020	ルジャンドルの多項式	LEGDD	13		
029	ラゲールの多項式	LAGUES	2		
		LAGUED	10		
032	楕円 ϑ（テータ）関数	THETAS	0		

分類No.	プログラム名	FORTRAN		ALGOL	
		呼び出し名	使用回数	呼び出し名	使用回数
		THETAD	6回		
C/001	数値微分ラグランジェ微分	DIFLAS	31		
		DIFLAD	0		
002	1次元有限区間積分シンプソン1/3則	SIMPS	46	SIMPA	0
		SIMPD	2	SIMPB	27
003	〃 ガウス積分（任意分点）	GAUSSS	16		
		GAUSSD	50		
004	〃 〃 （3分点）	GAS3D	1		
005	〃 〃 （4分点）	GAS4D	1		
006	〃 〃 （5分点）	GAS5D	1		
007	〃 〃 （6分点）	GAS6D	1		
008	〃 〃 （7分点）	GAS7D	1		
009	〃 〃 （8分点）	GAS8D	1		
010	〃 〃 （9分点）	GAS9D	1	GAS9B	6
011	〃 〃 （10分点）	GAS10D	11		
012	〃 〃 （12分点）	GAS12D	19		
013	〃 〃 （16分点）	GAS16D	3	GAS16B	12
014	〃 〃 （24分点）	GAS24D	1		
015	〃 〃 （32分点）	GAS32D	22		
016	〃 シンプソン1/3則	SIMP1S	58		
	（等間隔離散点入力）	SIMP1D	4		
025	1次元半無限区間積分ガウス積分（12分点）	GSL12S	1		
		GSL12D	0		
039	〃 〃 （26分点）	GSL26D	1		
066	〃 シンプソン1/3則	SIMPFS	5		
		SIMPFD	0		
067	2次元有限区間積分 シンプソン1/3則	MSIMPS	23	MSIMPA	1
		MSIMPD	0	MSIMPB	12
068	〃 ガウス積分	MGAUSS	24	MGAUSA	1
		MGAUSD	0	MGAUSB	0
D/001	3次代数方程式カルダノ法	CARDNS	54		
		CARDND	67		
002	4次 〃 フェラリ法	FERRAS	15		

分類No.	プ ロ グ ラ ム 名	FORTRAN 呼び出し名	FORTRAN 使用回数	ALGOL 呼び出し名	ALGOL 使用回数
		FERRAD	57回		回
D/003	高次代数方程式ベアストウ法	BAIR1S	88		
		BAIR1D	5		
006	〃　ヤラットモディファイ法	JARATS	1		
		JARATD	0		
004	超越代数方程式レギュラファルシ法	REGFLS	20		
		REGFLD	2		
009	非線型連立方程式	NONLES	7		
		NONLED	31		
E/001	連立一次方程式ガウス　ザイデル法	GAUSES	0		
		GAUSED	3		
002	〃　ガウス　消去法	GAUELS	54		
		GAUELD	83		
003	〃　スィープアウト法	SWEEPS	177	SWEEPA	2
		SWEEPD	130	SWEEPB	0
006	連立一次方程式及び行列式　〃	SIMEQS	2		
		SIMEQD	1		
004	複素係数連立一次方程式　〃	CSWEPS	68		
		CSWEPD	30		
005	三項方程式ガウス消去法	TRIDGS	55		
F/001	一階常微分方程式ルンゲ・クッタ・ギル法	RKGS	13		
		RKGD	8		
002	連立常微分方程式　〃	SRKGS	172		
		SRKGD	75		
003	〃　（きざみ自動可変）〃	SRKG2S	1		
		SRKG2D	0		
G/001	行列の演算　加算	MADDS	94	MADDA	0
		MADDD	25	MADDB	5
002	〃　減算	MSUBS	81		
		MSUBD	21		
003	〃　乗算1	MMUL1S	220	MMUL 1A	0

分類No.	プ　ロ　グ　ラ　ム　名	FORTRAN		ALGOL	
		呼び出し名	使用回数	呼び出し名	使用回数
		MMUL1D	43回	MMUL1B	5回
G/004	行列の演算　乗算 2	MMUL2S	45		
		MMUL2D	18		
005	〃　　　転置	MTRANS	22		
		MTRAND	0		
007	行列の印刷	MPRTS	9		
		MPRTD	3		
008	行列式	MDETS	78		
		MDETD	58		
009	逆行列　スィープアウト法	MINVS	401	MINVA	14
		MINVD	113	MINVB	5
022	〃	MINV2S	62		
		MINV2D	0		
010	実対称行列の固有値固有ベクトル	JACOBS	126		
	しきいヤコビ法	JACOBD	32		
019	〃	HOUS2S	13		
	ハウスホルダー法	HOUS2D	1		
014	実行列の固有値　ダニレフスキー法	DABAS	4	DABAA	0
		DABAD	0	DABAB	1
015	〃　固有値固有ベクトル　ダニレフスキー法	DANEWS	5		
		DANEWD	5		
018	実行列の固有値固有ベクトル　ＱＲ法	HESQRS	31		
		HESQRD	12		
013	複素共役行列の固有値固有ベクトル	HERMTS	0		
	グリーン　スタット法	HERMTD	5		
H/001	フーリエ級数　cos 分解	COFOD	27		
002	〃　　sin 分解	SIFOD	3		
003	〃　　cos 合成	COASSD	3		
004	〃　　sin 合成	SIASSD	3		
005	高速フーリエ変換（FFT）	FFTS	13	FFTA	1
		FFTD	0	FFTB	0
I/001	最小 2 乗近似	LSTSQD	25	LSTSQB	2

分類No.	プ　ロ　グ　ラ　ム　名	FORTRAN		ALGOL	
		呼び出し名	使用回数	呼び出し名	使用回数
I /002	最良多項式近似	BSTAPD	5回		回
.003	ラグランジェ補間	LAGS	49		
		LAGD	2		
007	スプライン補間	SPLINS	13	SPLINA	0
		SPLIND	0	SPLINB	5
J /002	偏微分方程式　放物型	PAPDES	2		
		PAPDED	0		
Z /006	正規乱数	NORRNS	440		
009	二項係数	COMBS	0		
		COMBD	14		
010	多変数関数の極小化	DAVIDS	1		
		DAVIDD	0		

表3

利用者提供およびセンター開発ライブラリの使用頻度

登録番号	IDコード	題目	エントリ名	使用回数
4	C2／QU／F／SANJI	複素係数3次代数方程式	SANJI	1
34	C7／QU／F／POWELL	関数の極小値	POWELL	5
15	D1／QU／F／ROMBER	誤差制御をした Romberg 法による数値積分	ROMBER	1
20	D1／QU／F／ROMBGS	数値積分 Romberg 法	ROMBGS	1
24	D6／QC／F／FFTRS	高速フーリエ変換（実数データ）	FFTRS	56
11	F2／QU／F／SQRS	実対称行列の固有値固有ベクトル QR 法	SQRS	17
80	F2／QU／F／SHQS	〃 〃	SHQS	4
43	F2／QU／F／HQRS	複素共役行列の固有値固有ベクトル QR 法	HQRS	18
35	G5／QC／F／KUNIRN	乱数発生のためのサブルーチン	KUNIRN	2
49	I5／QC／F／PTR	紙テープの入力ルーチン	PTCHG	43
			PTREAD	11
			TOPSET	54
			CHANGE	34
51	I5／QC／F／FRDWT	一般的ファイルの READ／WRITE ルーチン	FOPEN	169
			FCLOSE	86
			FREAD	164
			FWRITE	20
			REOPEN	62
			MOPEN	0
			FPOINT	3
			MCLOSE	6
			MOMIT	3
53	I9／QU／F／INDATA	特殊表現データ読み込みサブルーチン	INDATA	3
14	J0／QU／F／MXPTS	行列の印刷（実数）	MXPTS	79
42	J0／QU／F／REFORM	FORMAT を用いない出力	PRINTC	6
			PRINTI	4
			PRINTS	18
47	J0／QC／F／GRAPH	グラフ	GRAPH	225

登録番号	I D コード	題　　目	エントリ名	使用回数
48	J0／QC／F／QDLIST	入力データの印刷	QDLIST	76
52	J0／QU／F／LETTER	花文字の印刷	LETTER	2
61	K2／QC／F／NBITOP	FORTRAN 利用者のためのビット演算関数	NBITOP	23
			BITOP	37
50	M2／QC／F／HENKAN	紙テープから読み込んだデータのコード変換プログラム	CDHNKN	0
			MCODE	3
			NCODE	4
27	Y3／QC／Z／DB01	クレブシュゴルダン係数	CLEB	6
28	Y3／QC／Z／DB02	ラカー係数	RAC7	9
5	Z1／QU／Z／DYSTAL	DYSTAL － FORTRAN による動的割付プログラム	MATINV	47
			LOCATE	6
			SUM	3
			SUMXY	2
			LABEL	5
			LINE	71