UDC　681.3.06(086)

航空宇宙技術研究所資料

TECHNICAL MEMORANDUM OF NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

TM-191

大型電子計算機プログラム・ライブラリ

計測部計算第一研究室

1970年12月

航空宇宙技術研究所
NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

既　刊　資　料

TM-160	極超音速風胴計測装置について	1969年7月	長州秀夫，吉沢　昭 松崎貴至
TM-161	燃料蒸発管に関する研究（II） —加熱蒸発管の燃料未蒸発分捕集—	1969年8月	鈴木邦男，田丸　卓 乙幡安雄
TM-162	境界層内圧力変動および板の振動変位の測定（I）	1969年9月	藤森義典，山崎　浩
TM-163	ある双発プロペラ STOL 機の動安定風胴試験	1969年9月	別府護郎，鈴木友昭
TM-164	ブレードのフラッピング運動をバネで拘束したロータのピッチダンピングについて	1969年10月	別府護郎，岡　遠一
TM-165	フェノール系複合材の環境試験結果	1969年11月	古田敏康，野口義男
TM-166	ガスタービン用缶形燃焼器における燃焼領域のガス組成と燃焼状態	1969年11月	大塚貞吉，斎藤　隆 堀内正司，本間幸吉 宮坂　彰
TM-167	YS-11 A-300 型輸送機の胴体疲労試験 —中部胴体前方大型貨物口部および後方乗降口部付近—	1970年1月	竹内和之，川島矩郎 熊倉郁夫，松岡陽一
TM-168	ダンピングメータの試作	1970年2月	柳沢三憲
TM-169	ジェットエンジン燃焼器出口ガス流の乱れの測定（I） —冷却フィルムプローブによる方法—	1970年2月	相波哲朗
TM-170	JR-エンジン燃焼器に起きた振動燃焼	1970年2月	鈴木邦男，石井浅五郎 山中国雍
TM-171	缶形燃焼器（低圧，低温系）試験設備による航空計器の氷結（着氷）試験	1970年3月	鈴木邦男，相波哲朗 本間幸吉，服部宣夫
TM-172	自動追尾型風向風速測定器	1970年3月	川幡長勝，中谷輝臣
TM-173	FA200 改機の動安定微係数	1970年3月	遠藤　浩，林　良生 海老沼幸成，中谷輝臣
TM-174	遷音速風胴動安定測定装置の構造と作動	1970年4月	小橋安次郎，河野長正 西　武徳，宮沢政文
TM-175	NAL-16・31 D 型ロケットの研究試作	1970年5月	宇宙研究グループ
TM-176	非対称自由流線の一計算法	1970年5月	高橋　侔
TM-177	小型固体ロケットモータの振動燃焼実験 —パルス法による中周波振動燃焼の研究—	1970年5月	五代富文，伊藤克弥 西村久男，湯沢克宜 柴藤羊二
TM-178	大型低速風胴動安定微係数測定装置	1970年5月	広岡貫一，遠藤　浩 戸田亘洋，岡部祐二郎
TM-179	風胴天秤の試作	1970年5月	金成正好，北出大三
TM-180	ジェットエンジン燃焼器出口ガス流の乱れの測定（II） —レーザのドップラ効果を利用する方法—	1970年5月	相波哲朗
TM-181	航空機の乗り心地について	1970年6月	幸尾治朗
TM-182	排気系障害板の模型実験	1970年9月	田辺義一
TM-183	ロケット模型の大型低速風胴試験	1970年9月	近藤洋史，高橋　宏 桑野尚明
TM-184	金属線へ衝突する液滴の現象	1970年9月	田丸　卓，乙幡安雄
TM-185	推進エンジン用空気取入口の予備実験	1970年9月	近藤　博，石賀保正
TM-186	NAL-25・31 型ロケットの試作と飛しょう試験	1970年11月	宇宙研究グループ
TM-187	推力 300 kg ジンバル液体ロケットエンジンの揺動特性（I）	1970年11月	檜崎哲二，中野富雄 橋本亮平，竹花真一郎

大型電子計算機プログラム・ライブラリ*

計測部計　算第一研究室

ま　え　が　き

当所に大型計算機が導入されてから，すでに4年以上を経過した。この間に数多くのプログラムが開発された。その有効な利用を図るため，プログラム・ライブラリの設置および運用の方法が電子計算機委員会で検討され，

（1） この計算機で開発されたプログラムは，すべてライブラリに登録する

（2） その目録は公開する

（3） 希望者は所定の手続きによりこれを利用できる

という基本方針で運用規定が制定された。登録されたプログラムは，

汎用性のあるもの……………第1種

非汎用性のもの………………第2種

に区別し，第1種に関しては計算センター常備のサブルーチンと同じ扱いで，使用説明書も公開し希望者にはカード・デックを配布する。第2種は概要だけを公開し詳細は計算センター経由で作成者に問合わせることになっている。

本資料はこの規定に基づくプログラム・ライブラリ目録および第1種プログラムの使用法説明書の第1号である。今後，開発されるプログラムについても，随時，このような形で刊行する予定である。なお今回は第1号なので利用者の便宜を考え，日立製作所から提供された技術計算ライブラリーの目録も付録として収録した。ユーザ作成のプログラムで今回収録されたのは昭和44年9月までに登録された分である。整理の都合上，刊行が遅れたことを深くおわび申上げる。

プログラムの分類は電子計算機委員会で検討して定めた分類法（巻末付録参照）に従い，その順序で配列した。使用法説明は，できるだけ正確で使いやすいように，もとの資料や登録書の中の情報をアレンジしなおし，不明の点は作成者に問合わせるなどして完全を期したつもりである。

今後とも，ライブラリの有効な利用ならびに拡充，発展のため，センター利用者の積極的なご協力を切にお願いする次第である。

記 号 の 説 明

引数の型の項ではつぎのような記号を用いた。

I　1語長整数

R　1倍精度実数

D　2倍精度実数

C　1倍精度複素数

* 昭和45年8月31日受付

目　次

編集担当　磯部俊夫（計測部）

第 1 種 プ ロ グ ラ ム

複 素 数 の n 乗 根

ME/CMPNRT (127)

登録者 磯部 俊夫 (計測部) 1969—8

1. 問題の概要

複素数の n 乗根を求める。n 個の解が複素配列 D に得られる。1倍精度のサブルーチンである。

2. 使 用 法

2·1 リンクの方法

CALL CMPNRT (C, D, N)

2·2 引数の型

C ; C

D ; C 1次元配列

N ; I

2·3 サブルーチンをよぶときの内容

C ; n 乗根を求める複素数

D ; 何を入れてもよい。大きさ N の複素配列

N ; n 乗根の N

2·4 サブルーチンから戻ったときの内容

D ; N 個の C の n 乗根の解

2·5 必要とするデック

ANGLE

3. 解法の概要

ド・マーブルの定理による

$A=\mathrm{real}\ (C)$

$B=\mathrm{image}\ (C)$

$R=\sqrt{A^2+B^2}$

$\theta=\tan^{-1}(B/A)$

とすると

$$\sqrt[n]{C}=R^{1/n}\left(\cos\left(\frac{\theta}{n}+\frac{2\pi}{n}k\right)+i\sin\left(\frac{\theta}{n}+\frac{2\pi}{n}k\right)\right)$$

$$k=1, 2, \cdots\cdots n$$

1元1階常微分方程式, Ralston 法

MŌ/RLT 1 (1)

MŌ/RLT 1 D (2)

登録者 石黒 登美子 (計測部) 1969—8

1. 問題の概要

1元1階の常微分方程式の初期値問題の数値解を求める。RLT 1 は1倍長精度, RLT 1 D 2 は2倍長精度のサブルーチンである。

2. 使 用 法

〔RLT 1 の場合〕

解くべき問題を

$$\begin{cases} y'=f(x,y) \\ y(x_0)=y_0 \end{cases}$$ とする。

2·1 リンクの方法

CALL RLT 1 (FUNC, H, XO, YO, NN, X, Y)

2·2 引 数 の 型

FUNC ; R 関数

H ; R

XO ; R

YO ; R

NN ; I

X ; R 1次元配列

Y ; R 1次元配列

2·3 サブルーチンをよぶときの内容

FUNC ; $f(x,y)$ の関数名, 付録1参照

H ; x の計算間隔

XO ; 初期値を与える x_0

YO ; 初期値 y_0

NN ; 結果を得る点の総数 (初期点を含む)

X ; 何を入れてもよい。配列の大きさ NN
Y ; 何を入れてもよい。配列の大きさ NN

2·4 サブルーチンから戻ったときの内容

X ; $X(I)=XO+(I-1)H,\ I=1\cdots\cdots,\ NN$
Y ; $Y(I)$ に $x=X(I)$ のときの数値解

〔RLT 1 D の場合〕
リンクの方法;
CALL RLT 1 D (FUNC, H, XO, YO, NN, X, Y),
ほかは RLT 1 の場合と同じ。ただし，実数型の変数および関数は2倍長精度である。

3. 解法の概要

Ralston 法 (打ち切り誤差 0 (h^5), Runge-Kutta 型) による。

参 考 文 献

A. Ralston; Runge-Kutta Method with Minimum Error Bond, Math. Comp. Vol. 16 (1962), pp. 431-437.

1元1階常微分方程式，打ち切り誤差 0(h^5) の Picard 法

MŌ/PCD 41 (3)
MŌ/PCD 41 D (4)

登録者 石黒 登美子 (計測部) 1969—8

1. 問題の概要

1元1階常微分方程式の初期値問題の数値解を求める。PCD 41 は1倍長精度，PCD 41 D は2倍長精度のサブルーチンである。

2. 使 用 法

〔PCD 41 の場合〕
解くべき問題を

$$\begin{cases} y'=f(x,y) \\ y(x_0)=y_0 \end{cases}$$ とする。

2·1 リンクの方法

CALL PCD 41 (FUNC, H, XO, YO, NN, $E1$, X, Y)

2·2 引 数 の 型

FUNC ; R 関数
H ; R
XO ; R
YO ; R
NN ; I
EI ; R
X ; R 1次元配列
Y ; R 1次元配列

2·3 サブルーチンをよぶときの内容

FUNC ; $f(x,y)$ の関数名。付録1参照
H ; x の計算間隔
XO ; 初期値を与える x_0
YO ; 初期値 y_0
NN ; 結果を得る点の総数 (初期点を含む) NN は3の倍数+1 に限る
$E1$; 修正子収束判定の基準
X ; 何を入れてもよい。大きさ NN の配列
Y ; 何を入れてもよい。大きさ NN の配列

2·4 サブルーチンから戻ったときの内容

X ; $X(\mathrm{I})=XO+(\mathrm{I}-1)H,\ \mathrm{I}=1,\cdots,\ NN$
Y ; $Y(\mathrm{I})$: $x=X(\mathrm{I})$ のときの数値解

〔PCD 41 D の場合〕
リンクの方法;
CALL PCD 41 D (FUNC, H, XO, YO, NN, $E1$, X, Y)
ほかは PCD 41 の場合と同じ。ただし，実数型の変数および関数は2倍長精度である。

3. 解法の概要

Picard 法(打ち切り誤差 $O(h^5)$，逐次代入型) による。

参 考 文 献

W.E. Milne; Numerical Slution of Differential Equations, (1953) pp. 44～49, N.Y., Wiley

1元1階常微分方程式，打ち切り誤差 $0(h^7)$ Picard の法

MŌ/PCD 61 (5)
MŌ/PCD 61 D (6)

登録者 石黒 登美子（計測部）1969—8

1. 問題の概要

1元1階常微分方程式の初期値問題の数値解を求める。PCD 61 は1倍長精度，PCD 61 D は2倍長精度のサブルーチンである。

2. 使用法

〔PCD 61 の場合〕

解くべき問題を

$\begin{cases} y'=f(x,y) \\ y(x_0)=y_0 \end{cases}$ とする。

2·1 リンクの方法

CALL PCD 61 (FUNC, *H*, *XO*, *YO*, *NN*, *E*1, *X*, *Y*)

2·2 引数の型

FUNC ; *R* 関数
H ; *R*
XO ; *R*
YO ; *R*
NN ; *I*
*E*1 ; *R*
X ; *R* 1次元配列
Y ; *R* 1次元配列

2·3 サブルーチンをよぶときの内容

FUNC ; $f(x,y)$ の関数名。付録1参照
H ; x 計算間隔
XO ; 初期値を与える x_0
YO ; 初期値 y_0
NN ; 結果を得る点の総数（初期点を含む）*NN* は5の倍数+1 に限る
*E*1 ; 修正子収束判定の基準
X ; 何を入れてもよい。大きさ *NN* の配列
Y ; 何を入れてもよい。大きさ *NN* の配列

2·4 サブルーチンから戻ったときの内容

X ; $X(\mathrm{I})=XO+(\mathrm{I}-1)H, \mathrm{I}=1, \cdots, NN$
Y ; $Y(\mathrm{I})$ に $x=X(\mathrm{I})$ のときの数値解

〔PCD 61 D の場合〕

リンクの方法;

CALL PCD 61 D (FUNC, *H*, *XO*, *YO*, *NN*, *E*1, *X*, *Y*)

ほかは PCD 61 の場合と同じ。ただし，実数型の変数および関数は2倍長精度である。

3. 解法の概要

Picard 法（打ち切り誤差 $0(h^7)$，逐次代入型）による。

参考文献

W.E. Milne; Numerical Solution of Differential Equations (1953) pp. 44～49, N.Y., Wiley.

1元1階常微分方程式，打ち切り誤差 $0(h^7)$ の Milne 法

MŌ/MIL 61 (7)
MŌ/MIL 61 D (8)

登録者 石黒 登美子（計測部）1969—8

1. 問題の概要

1元1階常微分方程式の初期値問題の数値解を求める。MIL 61 は1倍長精度，MIL 61 D は2倍長精度のサブルーチンである。

2. 使用法

〔MIL 61 の場合〕

解くべき問題を

$\begin{cases} y'=f(x,y) \\ y(x_0)=y_0 \end{cases}$ とする。

2·1 リンクの方法

CALL MIL 61 (FUNC, H, XO, YO, NN, $E1$, X, Y, T)

2·2 引数の型

FUNC ; R 関数
H ; R
XO ; R
YO ; R
NN ; I
$E1$; R
X ; R 1次元配列
Y ; R 1次元配列
T ; R 1次元配列

2·3 サブルーチンをよぶときの内容

FUNC ; $f(x, y)$ の関数名，付録1参照
H ; y の計算間隔
XO ; 初期値を与える x_0
YO ; 初期値 y_0
NN ; 結果を得る点の総数（初期点を含む）$NN \geqq 6$
$E1$; 修正子収束判定の基準
X ; 何を入れてもよい。大きさ NN の配列
Y ; 何を入れてもよい。大きさ NN の配列
T ; 何を入れてもよい。大きさ NN の配列

2·4 サブルーチンから戻ったときの内容

X ; $X(\mathrm{I})=x_0+(\mathrm{I}-1)H$, $\mathrm{I}=1\cdots\cdots$, NN
Y ; $Y(\mathrm{I})$ に $x=X(\mathrm{I})$ のときの数値解
T ; $T(\mathrm{I})$ に $x=X(\mathrm{I})$ のときの打ち切り誤差

2·5 エラー・メッセージ

$NN<6$ のときエラー・メッセージを印字し計算せずに戻る。

〔MIL 61 D の場合〕
リンクの方法;
CALL MIL 61 D (FUNC, H, XO, YO, NN, $E1$, X, Y, T)
ほかは MIL 61 の場合と同じ。ただし，実数型の変数および関数は2倍長精度である。

3. 解法の概要

Milne 法（打ち切り誤差 $0(h^7)$，予測子修正子型による。ただし，これに必要な6つの出発値は Picard 法（打ち切り誤差 $0(h^7)$）によって求める。

参考文献

W. E. Milne; Numerical Solution of Diffrential Equations (1953), pp. 70, pp. 48～49, N.Y., Wiley.

1元1階常微分方程式，打ち切り誤差 $0(h^5)$ の予測子修正子法

MŌ/ITR 41 (9)
MŌ/ITR 41 D (10)

登録者 石黒　登美子（計測部）1969—8

1. 問題の概要

1元1階常微分方程式の初期値問題の数値解を求める。ITR 41 は1倍長精度，ITR 41 D は2倍長精度のサブルーチンである。

2. 使用法

〔ITR 41 の場合〕
解くべき問題を

$$\begin{cases} y'=f(x, y) \\ y(x_0)=y_0 \end{cases}$$
とする。

2·1 リンクの方法

CALL ITR 41 (FUNC, H, XO, YO, NN, $E1$, B, X, Y, T)

2·2 引数の型

FUNC ; R 関数
H ; R
XO ; R
YO ; R
NN ; I
$E1$; R
B ; R
X ; R 1次元配列

Y	;	R 1次元配列
T	;	R 1次元配列

2·3 サブルーチンをよぶときの内容

FUNC	;	$f(x,y)$ の関数名。付録1参照
H	;	x の計算間隔
XO	;	初期値を与える x_0
YO	;	初期値 y_0
NN	;	結果を得る点の総数（初期点を含む）$NN \geqq 4$
$E1$	;	修正子収束判定の基準
B	;	$-1 \leqq B \leqq 1$ をみたす適当な実数
X	;	何を入れてもよい。大きさ NN の配列
Y	;	何を入れてもよい。大きさ NN の配列
T	;	何を入れてもよい。大きさ NN の配列

2·4 サブルーチンから戻ったときの内容

X	;	$X(\mathrm{I})=x_0+(\mathrm{I}-1)H$, $\mathrm{I}=1,2,\cdots,NN$
Y	;	$Y(\mathrm{I})$ に $x=X(\mathrm{I})$ のときの数値解
T	;	$T(\mathrm{I})$ に $x=X(\mathrm{I})$ のときの打ち切り誤差

2·5 エラー・メッセージ

$NN<4$ のときエラー・メッセージを印字し計算せずに戻る。

〔ITR41D の場合〕

リンクの方法;

CALL ITR41D (FUNC, H, XO, YO, NN, $E1$, B, X, Y, T)

ほかは ITR41 の場合と同じ。ただし，実数型の変数および関数は2倍長精度である。

3. 解法の概要

予測子修正子法（打ち切り誤差 $0(h^7)$，近似方程式の係数にパラメーター $b(-1 \leq b \leq 1)$ を含む。$b=0$ のとき Hamming 法，$b=1$ のとき Milne 法に相当する）による。ただし，これに必要な4つの出発値は Picard 法（打ち切り誤差 $0(h^5)$）によって求める。

参考文献

R.W. Hamming, Stable Predictor-Corrector Method for Ordinary Differential Equations. JACM, Vol. 6 (1959), pp. 37-47.

n 元1階常微分方程式，Ralston 法

MŌ/RLTN (11)

MŌ/RLTND (12)

登録者 石黒 登美子（計測部）1969—8

1. 問題の概要

n 元1階の常微分方程式の初期値問題の数値解を求める。RLTN は倍長精度，RLTND は2倍長精度のサブルーチンである。

2. 使用法

〔RLTN の場合〕

解くべき問題を

$$\begin{cases} Y'=F(x, Y) \\ Y(x_0)=Y_0, \ (Y, F, Y_0 \text{ は } n \text{ 次元ベクトル}) \end{cases}$$

とする。

2·1 リンクの方法

CALL RLTN (FUNC, H, XO, YO, NN, X, Y, N)

2·2 引数の型

FUNC	;	R 関数
H	;	R
XO	;	R
YO	;	R
NN	;	I
X	;	R 1次元配列
Y	;	R 2次元配列
N	;	I

2·3 サブルーチンをよぶときの内容

FUNC	;	$F(x, Y)$ の関数名。付録1参照
H	;	x の計算間隔

XO ; 初期値を与える x_0
YO ; 初期値 Y_0
NN ; 結果を得る点の総数（初期点を含む）
X ; 何を入れてもよい。配列の大きさ *NN*
Y ; 何を入れてもよい。配列の大きさ $N \times NN$
N ; 次元数 n

2·4 サブルーチンから戻ったときの内容

X ; $X(J)=XO+(J-1)H$
Y ; $Y(I,J)$ に $x=X(J)$ のときの数値解の I 成分

〔RLTND の場合〕

リンクの方法;

CALL RLTND (FUNC, *H*, *XO*, *YO*, *NN*, *X*, *Y*, *N*)

ほかは RLTN の場合と同じ。ただし，実数型の変数および関数は2倍長精度である。

3. 解法の概要

Ralston 法（打ち切り誤差 $0(h^5)$, Runge-Kutta 型）による。

参考文献

A. Ralston; Runge-Kutta Methods with Minimum Error Bound, Math Comp. Vol. 16 (1962), pp. 431～437

n 元1階常微分方程式，打ち切り誤差 $0(h^5)$ の Picard 法

MŌ/PCD 4 N (13)
MŌ/PCD 4 ND (14)

登録者 石黒 登美子（計測部）1969—8

1. 問題の概要

n 元1階常微分方程式の初期値問題の数値解を求める。PCD 4 N は1倍長精度，PCD 4 ND は2倍長精度のサブルーチンである。

2. 使用法

〔PCD 4 N の場合〕

解くべき問題を

$$\begin{cases} Y'=F(x, Y) \\ Y(x_0)=Y_0, \end{cases}$$（Y, F, Y_0 は n 次元ベクトル）

とする。

2·1 リンクの方法

CALL PCD 4 N (FUNC, *H*, *XO*, *YO*, *NN*, *E*1, *X*, *Y*, *N*)

2·2 引数の型

FUNC ; *R* 関数
H ; *R*
XO ; *R*
YO ; *R* 1次元配列
NN ; *I*
*E*1 ; *R* 1次元配列
X ; *R* 1次元配列
Y ; *R* 2次元配列
N ; *I*

2·3 サブルーチンをよぶときの内容

FUNC ; $F(x, Y)$ の関数名。付録1参照
H ; x の計算間隔
XO ; 初期値を与える x_0
YO ; 初期値 Y_0，配列の大きさ *N*
NN ; 結果を得る点の総数（初期点を含む）*NN* は3の倍数+1
*E*1 ; 修正子収束判定の基準，配列の大きさ *N*
X ; 何を入れてもよい。配列の大きさ *NN*
Y ; 何を入れてもよい。配列の大きさ $N \times NN$
N ; 次元数 n

2·4 サブルーチンから戻ったときの内容

X ; $X(J)=x_0+(J-1)H$
Y ; $Y(I,J)$ に $x=X(J)$ のときの数値解の I 成分

〔PCD 4 ND の場合〕

リンクの方法

CALL PCD4ND (FUNC, $H, XO, YO, NN,$
$E1, X, Y, N$)
ほかは PCD4N の場合と同じ。ただし，実数型の変数および関数は2倍長精度である。

3. 解法の概要

Picard 法 (打ち切り誤差 $0(h^5)$，逐次代入型)による。

参考文献

W.E. Milne; Numerical Solution of Differential Equation (1953) pp. 44～49, N.Y., Wiley.

n 元1階常微分方程式，打ち切り誤差 $0(h^7)$ の Picard 法

MŌ/PCD6N (15)
MŌ/PCD6ND (16)

登録者 石黒 登美子 (計測部) 1969—8

1. 問題の概要

n 元1階常微分方程式の初期値問題の数値解を求める。PCD6N は1倍長精度，PCD6ND は2倍長精度のサブルーチンである。

2. 使用法

〔PCD6N の場合〕
解くべき問題を

$$\begin{cases} Y'=F(x, Y) \\ Y(x_0)=Y_0, \end{cases}$$

(Y, F, Y_0 は n 次元ベクトル)
とする。

2·1 リンクの方法

CALL PCD6N (FUNC, $H, XO, YO, NN,$
$E1, X, Y, N$)

2·2 引数の型

FUNC ; R 関数
H ; R
XO ; R
YO ; R 1次元配列
NN ; I
$E1$; R 1次元配列
X ; R 1次元配列
Y ; R 2次元配列
N ; I

2·3 サブルーチンをよぶときの内容

FUNC ; $F(x, Y)$ の関数名。付録1参照
H ; x の計算間隔
XO ; 初期値を与える x_0
YO ; 初期値 Y_0，配列の大きさ N
NN ; 結果を得る点の総数 (初期点を含む) NN は5の倍数+1
$E1$; 修正子収束判定の基準，配列の大きさ N
X ; 何を入れてもよい。配列の大きさ NN
Y ; 何を入れてよい。配列の大きさ $N \times NN$
N ; 次元数 n

2·4 サブルーチンから戻ったときの内容

X ; $X(J)=x_0+(J-1)H$
Y ; $Y(I,J)$ に $x=X(J)$ のときの数値解の I 成分

〔PCD6ND の場合〕
リンクの方法;
DALL PCD6ND(FUNC, $H, XO, YO, NN,$
$E1, X, Y, N$)
ほかは PCD6N の場合と同じ。ただし，実数型の変数および関数は2倍長精度である。

3. 解法の概要

Picard 法 (打ち切り誤差 $0(h^7)$，逐次代入型)による。

参考文献

W.E. Milne; Numerical Solution of Differential Equations (1953) pp. 44～49, N.Y., Wiley.

n 元1階常微分方程式，打ち切り誤差 $0(h^7)$ の Milne 法

MŌ/MIL 6 N (17)
MŌ/MIL 6 ND (18)

登録者 石黒 登美子（計測部）1969—8

1. 問題の概要

n 元1階常微分方程式の初期値問題の数値解を求める。MIL 6 N は1倍長精度，MIL 6 ND は2倍長精度のサブルーチンである。

2. 使用法

〔MIL 6 N の場合〕

解くべき問題を

$$\begin{cases} Y'=F(x,Y) \\ Y(x_0)=Y_0, \end{cases}$$ (Y, F, Y_0 は n 次元ベクトル)

とする。

2·1 リンクの方法

CALL MIL 6 N (FUNC, *H*, *XO*, *YO*, *NN*, *E*1, *X*, *Y*, *T*, *N*)

2·2 引数の型

FUNC ; *R* 関数
H ; *R*
XO ; *R*
YO ; *R* 1次元配列
NN ; *I*
*E*1 ; *R* 1次元配列
X ; *R* 1次元配列
Y ; *R* 2次元配列
T ; *R* 2次元配列
N ; *I*

2·3 サブルーチンをよぶときの内容

FUNC ; $F(x, Y)$ の関数名。付録1参照
H ; x の計算間隔
XO ; 初期値を与える x_0
YO ; 初期値 Y_0，配列の大きさ *N*
NN ; 結果を得る点の総数（初期点を含む）$NN \geqq 6$
*E*1 ; 修正子収束判定の基準，配列の大きさ *N*
X ; 何を入れてもよい。配列の大きさ *NN*
Y ; 何を入れてもよい。配列の大きさ $N \times NN$
T ; 何を入れてもよい，配列の大きさ $N \times NN$
N ; 次元数 n

2·4 サブルーチンから戻ったときの内容

X ; $X(J)=x_0+(J-1)H$
Y ; $Y(I,J)$ に $x=X(J)$ のときの数値解の I 成分
T ; $T(I,J)$ に $x=X(J)$ のときの数値解の I 成分に対する打ち切り誤差

2·5 エラー・メッセージ

$NN<6$ のときエラー・メッセージを印字して戻る。

〔MIL 6 ND の場合〕

リンクの方法；

CALL MIL 6 ND (FUNC, *H*, *XO*, *YO*, *NN*, *E*1, *X*, *Y*, *T*, *N*)

ほかは MIL 6 N の場合と同じ。ただし，実数型の変数および関数は2倍長精度である。

3. 解法の概要

Mile 法（打ち切り誤差 $0(h^7)$，予測子修正子型）による。ただし，これに必要な6つの出発値は Picard 法（打ち切り誤差 $0(h^7)$）によって求める。

参考文献

W.E. Milne; Numerical Solution of Differential Equations (1953), pp. 70, pp. 48～49, N.Y., Wiley.

n 元1階常微分方程式，打ち切り誤差 $0(h^5)$ の予測子修正子法

MŌ/ITR 4 N　(19)
MŌ/ITR 4 ND　(20)

登録者　石黒　登美子（計測部）1969—8

1. 問題の概要

n 元1階常微分方程式の初期値問題の数値解を求める。ITR 4 N は1倍長精度，ITR 4 ND は2倍長精度のサブルーチンである。

2. 使　用　法

解くべき問題を

$$\begin{cases} Y'=F(x,Y) \\ Y(x_0)=Y_0, \end{cases}$$

$(Y, F, Y_0$ は n 次元ベクトル$)$ とする。

2·1 リンクの方法

CALL ITR 4 N (FUNC, H, XO, YO, NN, $E1$, B, X, Y, T, N)

2·2 引数の型

FUNC ; R 関数
H ; R
XO ; R
YO ; R 1次元配列
NN ; I
$E1$; R 1次元配列
B ; R
X ; R 1次元配列
Y ; R 2次元配列
T ; R 2次元配列
N ; I

2·3 サブルーチンをよぶときの内容

FUNC ; $F(x, Y)$ の関数名。付録1参照
H ; x の計算間隔
XO ; 初期値を与える x_0
YO ; 初期値 Y_0，配列の大きさ N
NN ; 結果を得る点の総数（初期点を含む）$NN \geq 4$
$E1$; 修正子収束判定の基準。配列の大きさ N
B ; $-1 \leq B \leq 1$ をみたす適当な実数型定数
X ; 何を入れてもよい。配列の大きさ NN
Y ; 何を入れてもよい。配列の大きさ $N \times NN$
T ; 何を入れてもよい。配列の大きさ $N \times NN$
N ; 次元数 n

2·4 サブルーチンから戻ったときの内容

X ; $X(J)=x_0+(J-1)H$
Y ; $Y(I,J)$ に $x=X(J)$ のときの数値解の I 成分
T ; $T(I,J)$ に $x=X(J)$ のときの数値解の I 成分に対する打ち切り誤差

2·5 エラー・メッセージ

$NN<4$ のときエラー・メッセージを印字して戻る。

〔ITR 4 ND の場合〕

リンクの方法;

CALL ITR 4 ND (FUNC, H, XO, YO, NN, $E1$, B, X, T, N)

ほかは ITR 4 N の場合と同じ。ただし，実数型の変数および関数は2倍長精度である。

3. 解法の概要

予測子修正子法（打ち切り誤差 $0(h^7)$，近似方程式の係数にパラメーター $b(-1 \leq b \leq 1)$ を含む。$b=0$ のとき Hamming 法，$b=1$ のとき Milne 法に相当する）による。ただし，これに必要な4つの出発値は Picard 法（打ち切り誤差 $0(h^5)$）によって求める。

参　考　文　献

R.W. Hamming; Stable Predictor-Corrector Methods for ordinary Diffrential Equations. JACM, Vol. 6 (1959), pp. 37-47.

ベクトルの角度

MZ/ANGLE (130)

登録者 磯部 俊夫（計測部）1969—8

1. 問題の概要

与えられた二点によって作られるベクトルの角度を求める。1倍精度の関数サブルーチンである。

2. 使用法

2·1 リンクの方法

角度を度で求めるとき

ANGLE (A, B, C, D)

角度をラジアンで求めるとき

RANGLE (A, B, C, D)

2·2 パラメーターの型と内容

A ; R 始点の X 座標

B ; R 始点の Y 座標

C ; R 終点の X 座標

D ; R 終点の Y 座標

2·3 その他必要な注意

始点 (A, B) から終点 (C, D) へのベクトルの X 軸との角度が求められる。求められる値は

$0 \leqq \mathrm{ANGLE} < 360$

$0 \leqq \mathrm{RANGLE} < \pi$

の範囲である。

安定制御のための一計算法

CT/SENSITIVITY (21)

登録者 中野 富雄（ロケット部）1969—8

1. 問題の概要

制御系が安定であるためには，その系の伝達関数の特性方程式のすべての根がある一定領域内に存在しなければならないが，系のパラメーターを動かし，この領域にない根を，望ましい領域内に移動し，そこで根に収束させる一近似計算法。SENSITIVITY は独立したプログラムである。

2. 使用法

特性方程式，すなわち代数方程式を

$$\begin{aligned} f(x, k_1, k_2) = x^5 &+ (c_1 + \tfrac{1}{2}k^1 + \tfrac{1}{2}k_2)x^4 \\ &+ (c_2 + \tfrac{1}{2}k^1 + k_2)x^3 \\ &+ (c_3 + \tfrac{1}{4}k_1 + k_2)x^2 \\ &+ (c_4 + k_2)x + c_5 \end{aligned}$$

の形にし，根を

$$\alpha'_i = -(\alpha_i + j\alpha_{i+5}) \quad (i = 1, 2, \cdots 5)$$

$$\alpha_{10} = 0$$

とする。ここで望ましくない根を α_1 にとる。

2·1 入力形式

次の順序でデータカードを入れる。

(1) $\alpha_1, \alpha_2, \cdots \alpha_9, k_1, k_2$ の順で E 15.7 で読みこます。

(2) $c_1, c_2, \cdots c_5$ の順で E 15.7 で読みこます。

(3) α_1 の増分 $\partial\alpha_1$ の値 (E 15.7)

(4) 繰返し回数（全体）(I 5)

(5) 根に収束させるため逐次行う回数 (I 5)

(6) 他の根の移動を調べるために，$\partial\alpha_1$ の値にさらに数%づつずらして計算する回数 (I 5)（この段階で $|\alpha_6| < 2$ とならないように制限している）

以上の6枚のデータカードを読みこませる。

2·2 出力形式

$\alpha_1, \alpha_2, \cdots \alpha_9, k_1, k_2$ および，その増分 $D\alpha_1, \cdots Dk_2$

$\alpha_1' \cdots \alpha_5'$ の根を代入したときの関数値(GAR, GAI, ……, GER, GEI)

なお，このプログラムでは $|\alpha_6| < 2$ となるように制限が行われているが，少し直せば，別の制限あるいは，制限をはずすことができる。

3. 解法の概要

根と係数の関係式を，その近似値でテイラー

展開し，2次以上の項を省略する。そこで望ましくない一つの根の増分に望ましい領域に近づくよう，また他の根が望ましくない領域に入らないように，適当な値を選んで，この連方立程式を解く。これを逐次繰返す。

4. 適用範囲

このプログラムでは，特性方程式が5次式であるものに限る。

ロケット・エンジンのノズル内壁から衝撃波が発生しているとき生じる横方向の力の計算

SE/SIDE FŌRCE　(22)

登録者　中野　富雄（ロケット部）1969—8

1. 問題の概要

ロケットの推力方向制御を行うため，ノズルスカート部より，燃焼ガス流中へ，ガス，流体を噴出，または，個体物を突き出したりすることにより生ずるノズル軸に直角な方向の力の数値計算。SIDE FŌRCE は独立したプログラムである。

2. 使用法

入出力のデータの形式

2·1 入　力

FŌRMAT (E 15.7) で次のデータカード10枚を読み込ませる。

G　；比熱比
AJO　；*JO*(定数)
AL　；λ_1 (定数)
DAI　；スロート径 (mm)
ZO　；ノズルスカートから出口までの距離 (mm)
*TAN*1；ノズル半頂角の tangent
*PO*1　；よどみ点圧（燃焼圧力）(kg/mm²)
DRAG；ノズル内に出したものによる抵抗 (kg)
*Z*1　；ノズル内に出したものまでのスロートからの距離 (mm)
DZ　；側分力を計算するための積分間隔 (Simpson) (mm)

2·2 出　力

R　；衝撃波半径
THE　；衝撃波の広がり角
PPS　；ノズル壁圧力
PP　；衝撃後の圧力分布
*S*1　；ノズル円周上の *DZ* の幅の壁に生ずる側分力
SF　；総側分力

3. 解法の概要

ノズル内の流れの変化を，Blast Wave の理論（桜井の2次式）を用いることにより解き，圧力分布を数値積分して，側方向の力を計算する。

4. 適用範囲

ノズルスカート部が円錐形のもの

ライン・プリンター上にデータをプロットするサブルーチン

ZL/GRAPHA　(131)

登録者　磯部　俊夫（計測部）1969—8

1. 問題の概要

与えられたデータをライン・プリンター上にプロットする。最大10組までのデータをプロットすることができる。

2. 使用法

2·1 リンクの方法

CALL GRAHA (*XA*, *YA*, *N*, *I*)

2·2 パラメーターの説明

XA　；*R* 1次元配列
*X*座標に関するデータがストアさ

れている配列名

YA　；　*R* 1 次元配列
Y 座標に関するデータがストアされている配列名

N　；　*I*
XA, *YA* にストアされているデータの数。

I　；　*I*
ライン・プリンタ上にプロットするときの記号を
1H×　または 5H×STAR
で指定する。
1H× と指定されたときは配列 *XA*, *YA* のコア上の絶対番地と，この組のデータをプロットする記号×を記憶するだけでライン・プリンター上にプロットしない。5H×STAR と指定することにより今まで記憶していた幾組かのデータと共にライン・プリンター上にデータをプロットする。

2·3　エラー・メッセージ

X 座標，あるいは *Y* 座標に関するデータにおいてその最大値と最小値が等しいときエラー・メッセージを印字しメイン・プログラムに戻る。

2·4　使用上の注意

(1)　*X* 座標を 100 等分，*Y* 座標を 55 等分に分割してある。与えられたデータがどの位置に入るかを調べその位置に記号を印字する。異なる組のデータが同一の位置に入るときは，その位置に印字される記号は最後処理された記号になる。

(2)　*X* 座標，*Y* 座標の最大値，最小値は，*X* 座標，*Y* 座標に関する全データの最大値，最小値となる。

(3)　GRAFHA によってプロットされる図は 60行でありラインプリンター用紙一枚に入る。GRAPHA では改ページを行なっていない。したがって GRAPHA を使用するときは，改ページを行ない必要なタイトルを印字したのちに使用すると良い。

(4)　GRAPHA には補助のパラメータとして 7 話の CŌMMON エリアを持っている。

CŌMMŌN/GRACŌM/IYMAX, IXMAX, XMAX, XMIN, YMAX, YMIN, N

これにより次のようなことができる。

(*a*)　*X* 軸の最大値と最小値をデータと無関係に与えることができる。

IXMAX;　*I*　IXMAX=1 にする。
XMAX ;　*R*　最大値を指定する。
XMIN ;　*R*　最小値を指定する。

(*b*)　*Y* 軸の最大値と最小値を指定することができる。

IYMAX;　*I*　IYMAX=1 にする。
YMAX ;　*R*　最大値を指定する。
YMIN ;　*R*　最小値を指定する。

(*c*)　異なる組のデータが同一の位置に入ったときそれぞれの記号を重ねて印字する。

N　；　*I*　*N*=1 にする。

2·5　必要とするデック

DSTŌRE, MAXMIN

第2種 プ ロ グ ラ ム

吹出式超音速風胴データ処理

AS/BFUDŌ (27)

登録者 原 亘利（空気力学第2部）1969—8

1. 問題の概要

吹出式超音速風胴の6分力試験データを日立製作所製のデータ集録装置（HIDSA-2100）でディジタル表示で紙テープにせん孔集録し，オフラインで HITAC 5020 F/E により空力係数に変換する演算処理を行わしめ，ラインプリンタにて結果をプリントアウトする。

2. 解法の概要

プログラムは MAIN PRŌGRAM と紙テープ読込みサブルーチンより成り，MAIN PRŌGRAM ではデータの平均，物理量への変換，空力係数への変換等の演算および実験データのプリントアウトを行なう。サブルーチンは HISAP 2 で書かれており1回の読込み命令で読込む字数と紙テープのせん孔レベル値を指定しておく。

3. 適用範囲

HITAC 5020 用紙テープ孔形式は $6+p$ が標準であるので読込みレベルは LEVEL=7 としてある。また紙テープ読込み速度は 500 字/秒（LŌW）にセットしておく。

Blunt-Nosed Body まわりの流れ場

AS/MAINIK 12 (53)
AS/MAINIK 16 (54)

登録者 河本 巌（空気力学第2部）1969—8

1. 問題の概要

迎角のない Blunt-Nosed Body まわりの流れ場を解く。(shoulder に傾斜の不連続あり。Flare の計算は含まれていない。)

2. 解法の概要

subsonic-transonic region に対しては inverse method を用い，low supersonic 以後は characteristic method を用いた。

3. 適用範囲

超音速流（$M>2$）

low supersonic flow に対しては inverse method と characteristic method がうまくつながらない。

Nose-Body まわりの流れ場

AS/MAINIK 11 (55)

登録者 河本 巌（空気力学第2部）1969—8

1. 問題の概要

迎角のない Ogive-Cylinder (Cone-Cylinder を含む) まわりの流れ場を解く。
(shoulder に傾斜の不連続あり)

2. 解法の概要

特性曲線法

3. 適用範囲

超音速流

錐　状　流

AS/MAINIKO 1　(56)

登録者 河本　巌（空気力学第2部）1969—8

1. 問題の概要

迎角のない円錐まわりの流れ場を解く。

2. 解法の概要

Taylor and Maccoll の式を用いた。
2倍精度

3. 適用範囲

超音速流

備　考

shook 上の値より計算が進む一種の逆解法である。入力データは一様流マッハ数，shock と物体の間の刻み。円錐半頂角。近似的 shock 角。

円筒殻の塑性軸圧縮座屈

BB/PBACD　(51)

登録者 大竹　邦彦（機体第1部）1969—8

1. 問題の概要

円筒殻の軸圧縮による座屈前の変形を塑性範囲に拡張して解析を行い，分岐座屈の観点から座屈前変形を考慮した座屈荷重および座屈波形を決定する。

2. 解法の概要

解析的に求めた座屈前変形を第1近似として塑性状態での変形を itaration により決定する。その変形状態が安定であるか不安定であるかを差分方程式になおした。Donnell の方程式の行数行列の determinant を調べて決める。

3. 適用範囲

薄肉円筒殻の弾性および塑性範囲での軸圧縮による座屈荷重の決定。

長方形孔の写像関数

BS/SG　(6)

登録者 石田　誠（機体第2部）1969—7

1. 問題の概要

隅を丸めた長方形孔（横 $2a$，縦 $2b$，隅の丸めの半径 ρ）外の領域を単位円外の領域に写像する写像関数

$$Z=\omega(\xi)=B_{-1}\xi+\sum_{p=0}^{N}\frac{B_p}{\xi^p}$$

を求める。

2. 解法の概要

N, a, b, ρ と所要精度を与えれば逐次計算によって $B_p(p=-1,0,1\cdots N)$ が求まり丸め部の曲率半径の実際値もプリントされる。

3. 適用範囲

実際の boundary と写像曲線が精度よく合うようにすることは a, b, ρ の広い範囲で N をあまり大きくとらなくても可能。しかし写像曲線の ρ を実際の ρ に合わすためには N を大きくとる必要があり ρ/a が小さい場合は事実上不可能。

円孔や円形充填物のある長方形板の応力解析

BS/PD　(8)

登録者 石田　誠（機体第2部）1969-7

1. 問題の概要

円孔や円形充填物のある板を引張る場合の応力解析，末端条件として変位一定型，応力一定

型，ローラー型の三種を考える。

2. 解法の概要

孔（充塡物）の境界条件は完全に満させ，外周のそれらは合力選点法によって充足させる。幾何的および力学的パラメータを与えれば直ちに応力分布が求まる。

3. 適用範囲

極端に短い板や孔（充塡物）が非常に大きい場合は計算できない（精度が悪い）

任意形状の孔を持つ板の応力解析

BS/SI　(9)

登録者　石田　誠（機体第2部）1969―7

1. 問題の概要

写像関数が

$$Z=B_{-1}\xi+\sum_{p=0}^{k}\frac{B_{2p+1}}{\xi^{2p+1}}$$

で与えられる孔を持つ板が次の境界条件下にある場合の応力解析

（1）遠方で任意の軸引張り
（2）せん断
（3）面内曲げ
（4）3次元曲げ
（5）一様な熱流を受ける場合

2. 解法の概要

複素表示による応力関数の一般表示に基く厳密な解析で B_{-1}, B_1, ……が与えられれば上記各場合にたいする孔縁の応力分布，最大応力が計算できる。

3. 適用範囲

数回の繰返しで収れんする逐次近似法を用いているので k の大きさ（したがって方程式の元数）に制限はない。（数百元でも普通精度の計算で正確）このプログラムは SG と組合せて用いの所要時間から一応 k は200までとしてある。

軸対称殻の応力解析

BS/SYLDSL　(10)

録登者　三本木　茂夫（機体第2部）1969―7

1. 問題の概要

任意形状の軸対称殻に軸対称荷重が作用する場合の変形および応力を計算する。

2. 解法の概要

円錐殻を一般的な要素として，有限要素法で解析。

3. 適用範囲

軸対称の薄肉殻で，荷重も軸対称であれば，板厚，材料定数などが変化しているものでも計算可能。

平面問題の応力解析

BS/PNPRŌB　(11)

登録者　三本木　茂夫（機体第2部）1969―7

1. 問題の概要

平面応力（直交異方性を含む），平面歪（等方性）問題の弾性解析，熱応力，遠心力，遠心力，重力に対する応力計算ができる。

2. 解法の概要

有限要素法による。

3. 適用範囲

節点数 500，要素数 800

軸対称弾性体の応力解析

BS/PVESEL (12)

登録者 三本木 茂夫（機体第2部）1969-7

1. 問題の概要

軸対称三次元弾性体の変形および応力の解析(熱応力を含む)。特に厚肉の圧力容器の解析に便利。

2. 解法の概要

有限要素法による。

3. 適用範囲

節点数 500，要素数 1000

翼造解析

BS/WINGD (13)

録登者 三本木 茂夫（機体第2部）1969—7

1. 問題の概要

断面形が中立面に対して対称な任意形状の翼の変形および応力を計算する。

2. 解法の概要

板，梁，棒の各要素で構造を近似し，有限要素法によって計算する。

3. 適用範囲

節点数約 700，要素数各 1000

ランダムな直線き裂群を持つ板における応力拡大係数

BF/NH (5)

登録者 石田 誠（機体第2部）1969—7

1. 問題の概要

任意に分布する任意個数，任意長さ，方向の直線き裂群を持つ板が遠方で軸引張り，せん断面内曲げをうけるとき各き裂先端の応力拡大係数を求める。

2. 解法の概要

応力関数の Laurent 展開から出発し，摂動法使用，幾何的および力学的パラメータを読込めば必要な結果が自動的にえられる。

3. 適用範囲

き裂の個数と応力式の次数の間に計算機の容量から定まる制限がある。また摂動法の使用によって，き裂が互に非常に近い場合は計算できない。

内部き裂のある長方形板の応力拡大係数

BF/QD (7)

登録者 石田 誠（機体第2部）1969—7

1. 問題の概要

内部き裂のある長方形板の引張りにおける応力拡大係数の解析で末端条件として応力型，変位型，ローラー型の場合が計算できる。

2. 解法の概要

応力関数の Laurent 展開表示を用い，き裂縁の境界条件は厳密に満し，外周のそれらは合力選点法で満される。

3. 適用範囲

板の長さが幅の 1/2 以下程度になると結果は信頼できない。

中実翼断面の断面積，断面二次モーメントおよびねじり剛性率

ES/YDMMAIN　(1)

登録者　宮地　敏雄（原動機部）1969—5

1. 問題の概要

軸流圧縮機あるいは軸流タービンの翼のように，中実（solid）な翼断面の断面積，断面二次モーメント断面主軸向き，重心位置およびねじり剛性率を求める。

2. 解法の概要

単純な数値積分による。ねじり剛性率は Reark "Formulas for Stres and Strain" pp. 177 に示された近似式による。

3. 適用範囲

主として翼断面について適用することを考慮して作成してあるが，それ以外の断面形についてもある程度利用可能。

軸流回転機の翼の固有振動（I. 単独翼または全円周をレーシングワイヤで連結された円環状翼列）

EV/NVCC　(2)

登録者　宮地　敏雄（原動機部）1969—5

1. 問題の概要

軸流回転機の翼のうち，レーシングワイヤなどをもたない単独翼，あるいは全円周をレーシングワイヤで連結された円環状翼列の固有振動数と振動形を求める。

2. 解法の概要

翼を変断面のねじれのある（断面主軸の向きが翼長方向に変化している）回転はり（beam）として扱い Holzer-Myklested の方法を適用した。

3. 適用範囲

軸流圧縮機，タービンだけでなくプロペラ，ヘリコプター・ローターなどにも利用可能と考える。固定端条件は各種変えて計算できる。

備　考

円環状翼列については，すべての翼が同位相で振動する。モードおよび相隣る翼が逆位相で振動するモードについてのみ解が得られる。

軸流回転機の翼の固有振動（II. レーシングワイヤで連結された翼群）

EV/NVPB　(3)

登録者　宮地　敏雄（原動機部）1969—5

1. 問題の概要

1群の枚数が10枚までの，レーシングワイヤで連結された翼群の固有振動数と振動形を求める。

2. 解法の概要

翼を変断面のねじれのある回転はりとして扱い Holzer-Myklested の方法を適用。

3. 適用範囲

1群の翼枚数は10以内。

レーシングワイヤの数は5以内。

ロケットから放出されたパラシュートの落下径路

FF/FPPARA (15)

登録者 毛利 浩（空気力学第1部）1969—8

1. 問題の概要

ロケットから放出されたパラシュートの落下径路をシュミレートする。初期条件として放出時の位置と速度方向および風の分布を与える。

2. 解法の概要

Runge-Kutta法により解く。

3. 適用範囲

とくに制限なし。

ロケットの 6 自由度の運動

FF/FPR (6 DF) (17)

登録者 毛利 浩（空気力学第1部）1969—8

1. 問題の概要

風やミス・アラインメント，サイドジェットなどのすべての要素を包含したロケットの 6-自由度の運動のシミレーションを行なう。

2. 解法の概要

運動の方程式を Range-Kutta の法で解く。

3. 適用範囲

特に制限なし。

テレメータの加速度データからの飛しょう性能計算

FŌ/FPRTM(P) (14)

登録者 毛利 浩（空気力学第1部）1969—8

1. 問題の概要

ロケット飛しょう実験のテレメータによる加速度のデータを与えて推力分布および飛しょう径路を計算する。

2. 解法の概要

運動の方程式を Runge-Kutta 法で解く。

3. 適用範囲

多段ロケットにも適用できる。

コーステイングによるロケットの飛しょう径路

FŌ/FPRCŌ (16)

登録者 毛利 浩（空気力学第1部）1969—8

1. 問題の概要

ロケットを質点として取り扱い，慣性運動領域における飛しょう径路を計算する。

2. 解法の概要

運動の方程式を Runge-Kutta 法で解く。

3. 適用範囲

ロケットの飛しょう径路のうち慣性運動の部分だけに適用する。

風およびスピンの影響を入れたロケットの飛しょう径路

FŌ/FPRAWS　(18)

登録者　毛利　浩（空気力学第1部）1969—8

1. 問題の概要

ロケットの運動を剛体運動として取扱い，さらに必要に応じて，風の分布，モータのミス・アラインメントおよびスピンの仮定をも入れた飛しょう運動をシミレートする。

2. 解法の概要

運動の方程式を Runge-Kutta の方法で解く。

3. 適用範囲

誘導制御のないすべてのロケットの剛体運動に適用できる。主としてロケットに対する風の影響を計算するのに用いる。

多段ロケットの質点計算による飛しょう径路

FŌ/FPMR(P)　(19)

登録者　毛利　浩（空気力学第1部）1969—8

1. 問題の概要

多段ロケットの飛しょう性能を質点運動の仮定の下に計算する。

2. 解法の概要

運動の方程式を Runge-Kutta の方法で解く。

3. 適用範囲

8段までの多段ロケットに適用できる。

単段ロケットの質点計算による飛しょう径路

FŌ/FPSR(P)　(20)

登録者　毛利　浩（空気力学第1部）1969—8

1. 問題の概要

単段ロケットの飛しょう性能を質点運動の仮定の下に計算する。

2. 解法の概要

運動の方程式を Runge-Kutta 法で解く。

3. 適用範囲

単段ロケットに限る。

光学観測データからのロケットの飛しょう径路

FŌ/FP(OPT)　(21)

登録者　毛利　浩（空気力学第1部）1969—8

1. 問題の概要

ロケット飛しょう実験の光学観測（二点観測）データから飛しょう径路を求める。

2. 解法の概要

解析幾何による数値計算

3. 適用範囲

二点観測データのデータ処理

電波観測データからのロケットの飛しょう径路

FŌ/FP (RADAR)　(22)

登録者　毛利　浩（空気力学第1部）1969—8

1. 問題の概要

ロケットの飛しょう実験における電波観測（レーダによる一点観測）のデータから飛しょう往路を求める。

2. 解法の概要

解析幾何による数値計算。

3. 適用範囲

一点観測データのデータ処理。

風に対するロケットの修正ランチャ角

FŌ/WCFL-PL (23)

登録者 毛利 浩（空気力学第1部）1969—8

1. 問題の概要

すべての風向風速に対して予め修正ランチャ角を計算し，数表および図表を作成する。

2. 解法の概要

航技研 TR-131 の方法による。

3. 適用範囲

風向は 0～360°，風速は 0～10 m/s とする。

質点運動の仮定による人工衛星の打ち上げ径路および最終軌道の計算

FŌ/TS(P) (24)

登録者 毛利 浩（空気力学第1部）1969—8

1. 問題の概要

質点運動の仮定の下に人工衛星の打ち上げ径路および最終軌道を計算する。

2. 解法の概要

運動の方程式を Runge-Kutta 法で解く。

3. 適用範囲

打ち上げ角は鉛直でも斜めでもよい。
簡単な姿勢制御方式が指定されている。

ロケットの飛しょう計算（質点運動）

FŌ/FPR-PL (25)

登録者 毛利 浩（空気力学第1部）1969—8

1. 問題の概要

ロケットの飛しょう径路を計算し，結果を XY–プロッタで書かせる。

2. 解法の概要

運動の方程式を Rung-Kutta 法で解く。

3. 適用範囲

質点運動から風の影響を入れた剛体運動まで，適宜に選ぶことができる。

備　　考

（1） F 型で使用する。
（2） XY プロッタの部分を除いたプログラム (FPR) を使用すれば S 型も使用できる。

3 次元データの断面を求めるもの

MC/CHECK (26)

登録者 中村 孝（計測部）1969—8

1. 問題の概要

2次元配列の各素子にあるデータ $f(x,y)$ について (X_1, Y_1) から (X_2, Y_2) に線分を引いたときの $f(x,y)$ の値を求める。

2. 適用範囲

2次元配列についてその添字(M, N)が，(x, y) を表わしているとき (Y_1, Y_1)，(X_1, Y_2) の距離 R に対する $F(R)$ が求められる。

$1 \leqq X_1 \leqq M$　　$1 \leqq X_2 \leqq M$

$1 \leqq Y_1 \leqq N$　　$1 \leqq Y_2 \leqq N$

テープ・レベル・サーチ・プログラム

ZX/ŌŌMŌRI (57)

製作者 日立電子サービス（大森）1970-2

1. 問題の概要

XY-PLŌT のサブルーチンを使用して MT に PLŌT の内容を記録したとき，その MT が使えるか，どうかの判定をするために TAPE の内容をサーチして，MT 上の PLŌT 情報が正規のものかどうかをチェックする。アセンブラーでかかれた独立したプログラムである。

2. 適用範囲

PLŌTSUB のサブルーチンを使用して製作した MT に限る。

備考

プログラム説明書あり。

多段ロケットの最適分割

SD/ŌSRM (4)

登録者 鈴木 崇弘（計測部）1969—7

1. 問題の概要

多段ロケットの各段の重量配分等の割り付けを解くプログラム。

2. 解法の概要

ダイナミックプログラミングの手法によって最適の重量配分を決定する。評価関数は全重量とし，要求条件は最終速度とした。

3. 適用範囲

段数は N 段で，サブルーチンは最も簡単な場合だけ（空気抵抗=0）しか用意してない。データを提供されればサブルーチンを換張することができる。

3次元6自由度の多段式ロケットの誘導制御シュミレーション・プログラム

SG/NS-DC-NŌ 1 (52)

登録者 開発グループ（宇宙開発推進本部）1969—8

1. 問題の概要

ロケットの3次元自由度の運動方程式および各種誘導方程式，制御方式の解析，シミュレーション。

2. 解法の概要

Kutta-Gill 法，モンテカルロ法，線形・非線形制御ディジタル解析を使用。

3. 適用範囲

（1） 人間衛星打上げ用ロケットの軌道解析，誘導制御シミュレーション。

（2） Range Safty のための計算。

（3） 上記ロケットの加重計算等。

擬似データ紙テープ・パンチ・ルーチン

ST/PSD-PTP (46)

登録者 岩田 裕文（宇宙開発推進本部，追跡部）日立製作所（岡本）1969—8

1. 問題の概要

このルーチンは擬似データによる伝送系のテストの為に，擬似データを観測データ紙テープフォーマットに従って，8単位の紙テープにアウトプットするチーチンである。

2. 解法の概要

擬似データ作成ルーチンによって，アウトプットされた擬似データの磁気テープをインプットとして，指定された軌道番号，局番号を持ったデータを国際標準コード（ISŌ コード）で紙テープに出力する。

3. 適用範囲

擬似データを紙テープに出力するときに使用される。

予報値を紙テープにアウトプットするプログラム

ST/PTP (47)

登録者 岩田 裕文（宇宙開発推進本部，追跡部）日立製作所（青木）1969—8

1. 問題の概要

予報値の入った磁気テープから情報を入力して，紙テープに出力する。

2. 解法の概要

予報値を入力して，HITAC コードから ISŌ コード（国際標準コード）に変換して，紙テープに出力する。

3. 適用範囲

予報値を紙テープに出力するときに使用。

紙テープ入力ルーチン

ST/PTR (48)

登録者 岩田 裕文（宇宙開発推進本部，追跡部）日立製作所（青木）1969—8

1. 問題の概要

観測データの入っている紙テープ（ISŌ コード）を紙テープリーダーで読ませる。有効な情報をある定められたエリアに入れる。

2. 解法の概要

ISŌ(国際標準コード) 8 単位を読んで HITAC 5020 で使用できる HITAC コードへの変換を行って有効な情報をある定められたエリアに入れる。

3. 適用範囲

観測データの入っている紙テープを計算機に入力するときに使用。

衛星の角度および周波数データを紙テープから磁気テープに入れ，このデータをプロットアウトする

ST/ŌDPF (49)

登録者 鳥海 良三，佐藤 忠史（宇宙開発推進本部，人工衛星追跡部）1969—8

1. 問題の概要

所定のフォーマットで衛星追跡局より送られてくる紙テープのデータをエラーデータの処理をやった後，磁気テープに入れ換える。同時にそのデータをプロットアウトする。

2. 適用範囲

なし

ただし紙テープの ISŌ コードを日立コードに交換するサブルーチンは適用性あり。

角度データによる軌道決定

SŌ/AŌD-1 (28)

登録者 岩田 裕文（宇宙開発推進本部，追跡部）日立製作所（清水）1969—8

1. 問題の概要

角度データ（AZIMUTH, ELEVATIŌN）か

ら人工衛星の軌道の6要素を出す。

2. 解法の概要

GAUSS の方法によって導かれる。

3. 適用範囲

角度データより人工衛星の軌道を決定するときに使われる。

角度データを使用して軌道の6要素の決定

SŌ/AŌD-3　(29)

登録者 佐藤　忠史（宇宙開発推進本部，人工衛星追跡部），日立製作所（青木）1969—8

1. 問題の概要

方位角および仰角より成る角度情報から衛星の軌道の軌道要素を算出する。

2. 解法の概要

方位角，仰角を赤経，赤緯に変換して slant range の真値を誤差の修正値 $\Delta\rho$, $\Delta\rho_n$ を計算する事によって求め，この ρ_1, ρ_2 を用いて衛星の位置ベクトル

$$\boldsymbol{r}_i=\rho_i\boldsymbol{L}_i-\boldsymbol{R}_i$$

を求め，この $\boldsymbol{r}_i$ より速度ベクトル $\dot{\boldsymbol{r}}$ を求めそれによって軌道要素を算出する。

角度データによる人工衛星の軌道決定

SŌ/AŌD-4　(30)

登録者 木村　武雄（宇宙開発推進本部）1969—8

1. 問題の概要

1局1 pass の角度データから，人工衛星の軌道6要素を決定する。

2. 解法の概要

ラプラス法による。

3. 適用範囲

データの時間隔が比較的小さいもの（数十分以内）

角度データによる人工衛星の軌道決定

SŌ/AŌD-6　(31)

登録者 鳥海　良三（宇宙開発推進本部）1969—8

1. 問題の概要

一局または二局の角度データから，人工衛星の軌道の予備的要素を計算する。

2. 解法の概要

東京天文台の竹内助教授によって開発された改良 Herget の方法を使用している。

3. 適用範囲

二局からのデータは同じ pass のものであることが必要である。

角度データによる人工衛星の軌道改良計算

SŌ/AŌI-1　(32)

登録者 木村武雄（宇宙開発推進本部）1969—8

1. 問題の概要

角度情報が与えられている場合に，そのデータより人工衛星の軌道要素を算出する。

2. 解法の概要

データに最適 fit するように最小自乗法を用いて6要素を求める。

3. 適用範囲

近地衛星でかつ離心率が0でないもの。

角度データによる人工衛星の軌道改良計算

SŌ/AŌI-5-1　(33)

登録者　木村　武雄（宇宙開発推進本部）
1969—8

1.　問題の概要

角度データが与えられている時，そのデータより衛星の軌道6要素を算出する。この際角度データの不連続性を克服し，また計算時間の大幅短縮を図る。

2.　解法の概要

角度データを衛星の位置ベクトルに変換し（この時必要な値は用いる）このベクトルをデータと見てこれに最適するように6要素を求める。また計算途中で必要な偏微係数は数値微分ではなく解析微分で置き代え，大幅な計算時間の短縮を実現した。

3.　適用範囲

近地衛星。
完全な円軌道でない衛星

角度データによる人工衛星の軌道改良計算

SŌ/AŌI-5-2　(34)

登録者　木村　武雄（宇宙開発推進本部）
1969-8

1.　問題の概要

AŌI-5-1 と異なる点は，求めるべきパラメータが6要素ではなく9要素であること。かつ，9要素の範囲であるなら任意の個数の任意の要素を選択できる。

2.　解法の概要

AŌI-5-1 と同じ。

3.　適用範囲

AŌI-5-1 と同じ。

ドップラ・データによる人工衛星の軌道改良

SŌ/DŌI-1　(35)

登録者　鳥海　良三（宇宙開発推進本部）
1969-8

1.　問題の概要

観測ドップラデータと軌道の第一近似値が与えられたとき，そのドップラデータによって最適の軌道を求める。

2.　解法の概要

方法は最小二乗法であるが，衛星の発信周波数の推定誤差を消去するため，二時刻間の周波数の差について，観測値と計算値を適合させるようにしている。

ドップラ周波数測定を利用した軌道改良計算 No. 2

SŌ/DŌI-2　(36)

登録者　山田　重雄（宇宙開発推進本部，人工衛星追跡部）日立製作所（氏家一彬）
1969—8

1.　問題の概要

人工衛星から送信される電波のドップラ周波数測定データから，軌道要素と送信周波数，その時間変化率を求める。

2.　解法の概要

最小自乗法により観測データと計算値とのあてはめを反復計算でおこなう。

3.　適用範囲

角度測定，距離と距離変化率測定にも適用できる。

観測局の位置決定の概念を利用したドップラ・データによる軌道改良

SŌ/DŌI-4 (37)

登録者 鳥海 良三（宇宙開発推進本部）
1969—8

1. 問題の概要

人工衛星の軌道の第一近似値と観測ドップラ・データが与えられたとき，そのドップラ・データによって軌道を改良し，最適な軌道を求める。

2. 解法の概要

John Hopkins Univ. の APL で開発された方法を使う。即ち仮定された軌道が正しいとして，station の navigation を行い，それによって得られた station error を軌道の error として，軌道を修正してゆく。

RANGE AND RANGE RATE データによる人工衛星の軌道改良計算

SŌ/RRRŌI-1 (38)

登録者 木村 武雄（宇宙開発推進本部）
1969－8

1. 問題の概要

RANGE AND RANGE RATE データにより軌道6要素を算出する。

2. 解法の概要

データに最適 fit するよう，最小自乗法を用いて6要素を決定する。

3. 適用範囲

近地衛星。
完全な円軌道でない衛星。

RANGE AND RANGE RATE データによる人工衛星の軌道改良計算

SŌ/RRRŌI-3-1 (39)

登録者 木村 武雄（宇宙開発推進本部）
1969—8

1. 問題の概要

RRRŌI-1 とほぼ同じ。異なる所は，数値微分を解析的微分で置き代えた点。これにより大幅な計算時間の短縮を図る。

2. 解法の概要

RRRŌI-1 と同じ。

3. 適用範囲

近地衛星。
完全な円軌道でない衛星。

RANGE AND RANGE RATE 計算データによる人工衛星の軌道改良計算

SŌ/RRRŌI-3-2 (40)

登録者 木村 武雄（宇宙開発推進本部）
1969—8

1. 問題の概要

RRRŌR-3-1 とほぼ同じ。異なる所は，求めるべきパラメータとしては6要素でなく9要素でかつ，9要素の範囲内なら任意の個数の任意のパラメータを選択できる。

2. 解法の概要

RRRŌI-1 と同じ。

3. 適用範囲

近地衛星。
完全な円軌道でない衛星。

レーダー情報による人工衛星の軌道改良計算

SŌ/RAŌI-1　(41)

登録者　木村　武雄（宇宙開発推進本部）
1969—8

1.　問題の概要

RANGE と ANGLE データが与えられている時，そのデータで軌道の要素を算出する。

2.　解法の概要

データに最適 fit するように最小自乗法を用いて，軌道の要素を求める。

3.　適 用 範 囲

近地衛星
完全な円軌道の衛星は適用不可。

人工衛星の予報を出すプログラム

SŌ/PŌC-1　(42)

登録者　岩田　裕文（宇宙開発推進本部，追跡部）日立製作所（清水）1969—8

1.　問題の概要

ある STATIŌN PŌSITIŌN (緯度，経度，高さ) における人工衛星の見える方向 (AZIMUTH, ELEVATIŌN)，距離 (RANGE)，距離変化率 (RANGE RATE) を予報する。

2.　解法の概要

人工衛星軌道の要素からある時刻の地球中心座標における衛星の PŌSITIŌN VECTŌR を出し，それを STATIŌN のある地表面座標に変換して，それから予報値を出す。

3.　適 用 範 囲

人工衛星のある観測局における予報を出すのに使われる。

与えられた要素より各軌道のデータを作成する

SŌ/MŌC　(43)

登録者　佐藤　忠史，木村　武雄（宇宙開発推進本部，人工衛星追跡部），日立製作者（清水）1969—8

1.　問題の概要

6 要素 $a, e, i, \Omega, \omega, M$ より A, h の角度データ Range and Range late データ，ドップラ周波数データ，$(r, \dot{r})$ データ等の各々に摂動，空気抵抗，電離の影響等を付加した観測データ形式のデータを作る。

2 軌道の同時刻における直距離を出すプログラム

SŌ/DELTAS　(44)

登録者　岩田　裕文，佐藤　修（宇宙開発推進本部）日立製作所（清水）1969—8

1.　問題の概要

2 つの軌道の同時刻における直距離を〔km〕で出し，それをプロットする。

2.　解法の概要

2 つの軌道 6 要素から同時刻の PŌSITIŌN 成分 (x_1, y_1, z_1)，(x_2, y_2, z_2) を出し直距離

$$S=\sqrt{(x_1-x_2)^2+(y_1-y_2)^2+(z_1-z_2)^2}$$

を計算する。

3.　適 用 範 囲

2 軌道間の直距離，およびそれぞれの PŌSITIŌN VECTŌR を求めるとき使用される。

人工衛星の軌跡を世界地図上に作図するプログラム

SŌ/MAP-PRG (45)

登録者 岩田 裕文（宇宙開発推進本部，追跡部）日立製作所（青木）1969—8

1. 問題の概要

人工衛星の軌跡を地球表面上に投影して，その位置（緯度，経度）をそれぞれ（X軸，Y軸）として，世界地図上にプロットする。

2. 解法の概要

人工衛星の軌道 6 要素から任意の時刻の PŌSITIŌN VECTŌR を出し，それから地表面上に投影した緯度，経度を出してプロットする。

3. 適用範囲

人工衛星の軌道跡を書くときに使用する。

追跡一貫処理システム

SŌ/TCŌS-1 (50)

登録者 鳥海 良三（宇宙開発推進本部）1969—8

1. 問題の概要

観測ドップラーおよび角度データの紙テープ入力，角度データによる軌道決定，ドップラーまたは角度データによる軌道改良，予報値の計算，予報値の紙テープ出力，軌道の地上軌跡の作図，および生データの作図等の一連の処理を連続的に一貫に行う。

2. 解法の概要

角度データによる軌道決定は Herget の方法を使い軌道改良は最小二乗において行っている。詳細は TR-168 を参照されたい。

3. 適用範囲

宇宙開発推進本部において建設されたトラッキングネットワークにおいて使用可能である。

付　　録　(1)

（1）　1元1階常微分方程式のサブルーチンの引数に使用される関数 FUNC の定義の仕方。

次の2つの方法があるが場合に応じてプログラムしやすい方法を選ぶ。たとえば，サブルーチン RLT1 を用いる場合について述べる。

（a）　メインプログラムの中で定義する方法。

たとえば，$y'=x^2+y^2$ の数値解を求める場合。

メインプログラム

```
..........................................
FUNC (X, Y)=X**2+Y**2
..........................................
CALL RLT1 (FUNC, ......)
..........................................
```

（b）　関数サブプログラムで定義する方法。

たとえば，$y'=S+3\sqrt{S}$, $S=x^2+y^2$ の数値解を求める場合。

サブプログラム

```
FUCTIŌN     FUNC (X, Y)
S=X**2+Y**2
FUNC=S+3.0*SQRT (S)
RETURN
END
```

これをメインプログラムで次のように指定する。

メインプログラム

```
..........................................
EXTERNAL FUNC
..........................................
CALL RLT1 (FUNC, ......)
..........................................
```

（2）　n 元1階常微分方程式のサブルーチンの引数に使用される FUNC の定義の仕方。

FUNC は J, X, Y の3つのパラメータを持つ関数で J は $Y'=F(x, Y)$ の J 成分に対応する。この関数を関数サブプログラムで定義する。

たとえば，サブルーチン RLTN を用いて

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix}' = \begin{pmatrix} y_2y_3 \\ -y_1y_3 \\ -y_1y_2+x \end{pmatrix}$$

の数値解を求める場合。

関数サブプログラム

```
      FUNCTIŌN FUNC (J, X, Y)
      DIMENSIŌN  Y(3)
      GŌ TŌ (1, 2, 3), J
(a)   FUNC=Y(2)*Y(3)
      RETURN
(b)   FUNC=-Y(1)*Y(3)
      RETURN
(c)   FUNC=-Y(1)*Y(2)+X
      RETURN
      END
```

これをメインプログラムで次のように指定する。

メインプログラム

```
..........................................
EXTERNAL FUNC
..........................................
CALL RLTN (FUNC, ......)
..........................................
```

付　録　(2)

プログラム・ライブラリ分類コード

(1) 専門別コード

A	空気力学関係	I	非圧縮
		A	亜音速
		T	遷音速
		S	超音速
		H	極超音速
		R	稀薄ガス
B	機体関係	V	振動
		B	挫屈
		S	応力解析
		A	空力弾性
		F	疲労
		H	熱伝達・熱伝導
		L	荷重解析
		M	機構
		Ō	最適設計
E	原動機関係	A	空気力学
		T	熱力学
		S	構造強度
		V	振動
		H	熱伝達
		C	燃焼
		I	計測制御
		D	全体設計総合性能
		L	潤滑
C	制御関係	T	自動制御理論
		E	自動制御要素
		S	シミュレーション
		C	計測機制御
		A	航空工学への応用
		R	宇宙工学への応用
I	計測関係	E	誤差解析
		C	計測器の動特性
		I	計器要素及び機構
		G	幾何学量の測定
		D	速度・加速度測定
		V	力学量の測定 (力, 質量, 弾性, 振動)
		P	流体測定, 温度, 熱測定
F	飛行運動関係	P	安定操縦性の解析
		G	誘導関係
		F	飛行運動シミュレーション
		Ō	軌道計算
D	データ処理	F	飛行試験
		W	風洞試験
		Q	ロケットエンジン試験
		R	ロケット飛しょう試験
		E	原動機試験
		S	構造強度試験
		G	一般
M	数値計算	E	初等関数
		F	特殊関数
		B	非線型方程式
		A	代数方程式
		I	数値積分
		N	常微分方程式(境界値問題)
		Ō	〃 (初期値問題)
		P	偏微分方程式(定常問題)
		Q	偏微分方程式(非定常問題)
		R	関数方程式
		T	関数の変換
		C	内挿及び外挿
		K	固有値
		L	連立一次方程式, 逆行列
		M	マトリクス演算
		S	統計解析
		X	最適値問題
Z	ユーティリティー	C	カード入出力
		P	紙テープ入出力
		H	ハイブリッド入出力
		L	ラインプリンター
		X	*XY* プロッター
		G	図形入出力装置
		M	磁気テープデータ処理装置
		D	ディバッキング・ルーチン

(2) プロジェクト別コード

S	宇宙関係	A	空気力学	T	遷超音速機関係	A	空気力学
		P	飛しょう性能			C	制御
		E	ロケットエンジン			P	性能および安定性・操縦性
		S	構造			S	機体構造
		G	誘導制御				
		D	システムデザイン				
		T	トラッキング				
		Ō	軌道計算				
V	V/STŌL機関係	A	空気力学				
		P	性能及び安定性操縦性				
		E	原動機				
		C	制御				
		S	機体構造				
		D	システム・デザイン				

付　　録　(3)

日立製作所技術計算ライブラリー目録

ベッセル関数，第一種
ベッセル関数，第二種
ベッセル関数，第一種球
ベッセル関数，第二種球
ベッセル関数，第一種変形
ベッセル関数，第二種変形
ガンマ関数
ルジャンドル多項式
J—ベッセル関数
Y—ベッセル関数
I—ベッセル関数
K—ベッセル関数
第一種完全楕円積分
第二種完全楕円積分（汎用）
指数積分
正弦・余弦積分
フレネル積分
非線形連立方程式
代数方程式，実係数，Hitchcock-Bairstow 法
数値積分，シンプソン則，一次元有限区間
数値積分，シンプソン則，一次元半無限区間
数値積分，シンプソン則，等間隔データ
数値積分，シンプソン則，不等間隔データ
数値積分，シンプソン則，二次元有限区間
数値積分，ガウス則，一次元有限区間
数値積分，ガウス則，一次元半無限区間
数値積分，ガウス則，一次元無限区間
数値積分，ガウス則，二次元有限区間
一階常微分方程式，Runge-Kutta-Gill 法
n 元一階常微分方程式，Runge-Kutta-Gill 法
一階常微分方程式，間隔決定用
一階常微分方程式，Milne 法
n 元一階常微分方程式，Milne 法
フーリェ変換，Cos 変換，Filon 法
フーリェ変換，Sin 変換，Filon 法
フーリェ変換，Cos 変換，Simpson 法
フーリェ変換，Sin 変換，Simpson 法
最小二乗法，掃出法
最小二乗法，多項式近似
最小二乗法，重みつき
非対称実行列の固有値，巾乗法
非対称複素行列の固有値，巾乗法
固有値，ヤコビ法
固有値，巾乗法
逆行列，掃出法
連立一次方程式，掃出法
連立一次方程式，掃出法，複数右辺
連立一次方程式，掃出法，高精度
連立一次方程式，共役傾斜法
連立一次方程式，Gauss-Seidel 法
X—Y　プロッター・ルーチン
X—Y　プロッタ用基本サブルーチン
データ・スケーチング・ルーチン
曲線プロット・ルーチン
座標軸ルーチン
円および螺旋プロット・サブルーチン
多項式近似ルーチン（X）
多項式近似ルーチン（Y）
点線プロット・サブルーチン
楕円プロット・サブルーチン
三点を通る放物線ルーチン
正多角形ルーチン
矩形ルーチン
曲線プロットと矢印ルーチン
曲線プロット（一点鎖線）ルーチン
曲線プロット（破線）ルーチン
グリッド・ルーチン
ディメンジョン・ルーチン
バー・ルーチン

TM-188	自由飛行模型 FFM-10 の空力微係数におよぼす機体弾性変形の影響について	1970年11月	河崎俊夫, 河本 巌 戸田 勧
TM-189	燃焼蒸発管に関する研究（III） 管内の燃料空気二相流への熱伝達	1970年12月	田丸 卓, 乙幡安雄 鈴木邦男
TM-190	NAL-25・31 型ロケットのノズル部 FRP ライナーの接着剥離の検討	1970年12月	中井暎一, 五代富文 古田敏康, 大竹邦彦

航空宇宙技術研究所資料191号

昭和 45 年 12 月発行

発行所　航空宇宙技術研究所
東京都調布市深大寺町 1880
電話武蔵野三鷹(0422)44-9171(代表)〒182

印刷所　有限会社 啓文堂松本印刷
東京都文京区水道 2—7—5

Printed in Japan