



Title	FORTTRANプログラム流れ図図示システム
Author(s)	磯本, 征雄
Citation	大阪大学大型計算機センターニュース. 1980, 36, p. 41-55
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/65437
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

FORTRANプログラム流れ図図示システム

大阪大学大型計算機センター研究開発部

磯 本 征 雄

1. は じ め に

FORTRANプログラムを読んで、その処理手順を理解する際にフローチャートがあれば、非常に助かります。また、場合によっては論理エラーの発見にも役立ちます。ところがフローチャートを書くことは、なかなか面倒なことです。特にデバック中のプログラムは刻々と変化するため、一度書かれたフローチャートを再度使用することは少ない。このために、フローチャートを書くことが煩わしく感じられます。そこで役に立つのが、ここに述べるFORTRANフローチャート作図システム(CONSULTANT/FLOWCHRT)です。このシステムは完成されたプログラムの説明資料作成のため、あるいはデバック中の論理エラー発見の手助けのために、FORTRANプログラムのフローチャートを作図します。また、このシステムを使えば、ACOS-6下にあるTSSファイル中のFORTRANプログラムのフローチャートを、端末利用者との会話式の質問応答によって作図できます。

CONSULTANT/FLOWCHRTは、(1)必要な時に即時にフローチャートを作成できること、(2)フローチャートの体裁はJIS規格に合せてあること、(3)フローチャート作成のためのプログラム解析の手続きは、FORTRANの翻訳技法に真似てあることなどの点で、その利用目的や適用範囲は広いと思われます。また、CONSULTANT/FLOWCHRTのソースプログラム自体がFORTRANで書かれているため、他機種への移植も容易です。

ここでは、このようなフローチャート作図システムの紹介を目的に本システムの考え方について説明します。

2. システムの構成

CONSULTANT/FLOWCHRTは、TSSグラフィック・ディスプレイ端末(ソニー・テクトロ4014、又はNEAC・N6920)によって利用されます。その時のコマンド入力形式は次のとおりです。

SYSTEM? CONSULTANT/FLOWCHRT

また、本システムはACOSのTSSコマンドFORTRAN、及びEDITORの下でも

* CONSULTANT/FLOWCHRT

によって稼動します。また、プログラムの格納されたファイル名の指定やフローチャートの体裁などについては、本システムからの問い合わせに应答すれば良い形式になっています(本誌、FORTRANプログラム流れ図・図示システム説明書 参照)。したがって、外見上CONSULTANT/

FLOWCHRTは、ACOS・TSSコマンドと同水準のシステムとして動きます。

図1は本システム、及び関連機能を含めたシステム構成の概念図です。ただし、図1で(EDIT)はプログラムの編集用コマンドであり、(FORT)はFORTRANプログラムの翻訳・実行のコマンドであり、(FLOWCHRT)はここで述べるフローチャート図示システムです。

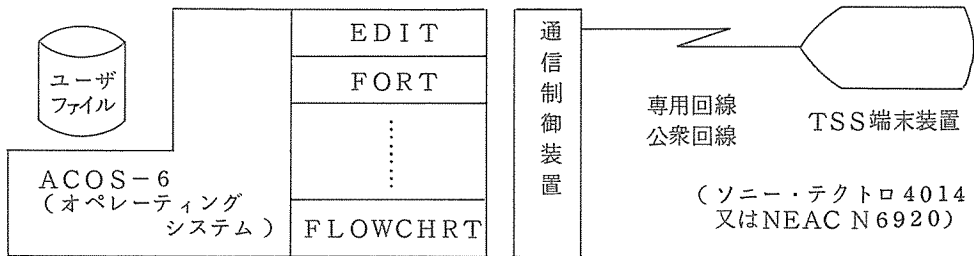


図1. システム概念図

CONSULTANT/FLOWCHRTはプログラム・デバッグ時に使われるEDITOR、FORTRAN、ACCESSなどのTSSコマンドと並行して使うと、便利であろうと考えて作りました。このような考えから、関連コマンドを整理したものが表1です。

表1. 本システムに関連のあるTSSコマンドの一覧

TSS コマンド	機 能
FLOWCHRT	利用者・プログラムの流れ図作図処理を行う。
EDITOR	利用者・プログラムの作成・保守・参照を行う。
FORTTRAN	FORTTRAN・プログラムの翻訳・実行を行う。
ACCESS	ファイル・システムのカatalogやファイルの作成・削除・変更を行う。
RUN	プログラムのコンパイル・実行またはバッチジョブの投入を行う。

CONSULTANT/FLOWCHRT を機能面から見ると、はじめにプログラム構文解析、そしてフローチャート図示の順に処理します。これらは、いずれも FORTRAN・ サブルーチンとして作られています。また、これら処理の際のサブルーチンの構成は図2に示しました。なお、フローチャートの管面への出力の際には、プログラム・パッケージ GPLOT が使われております。

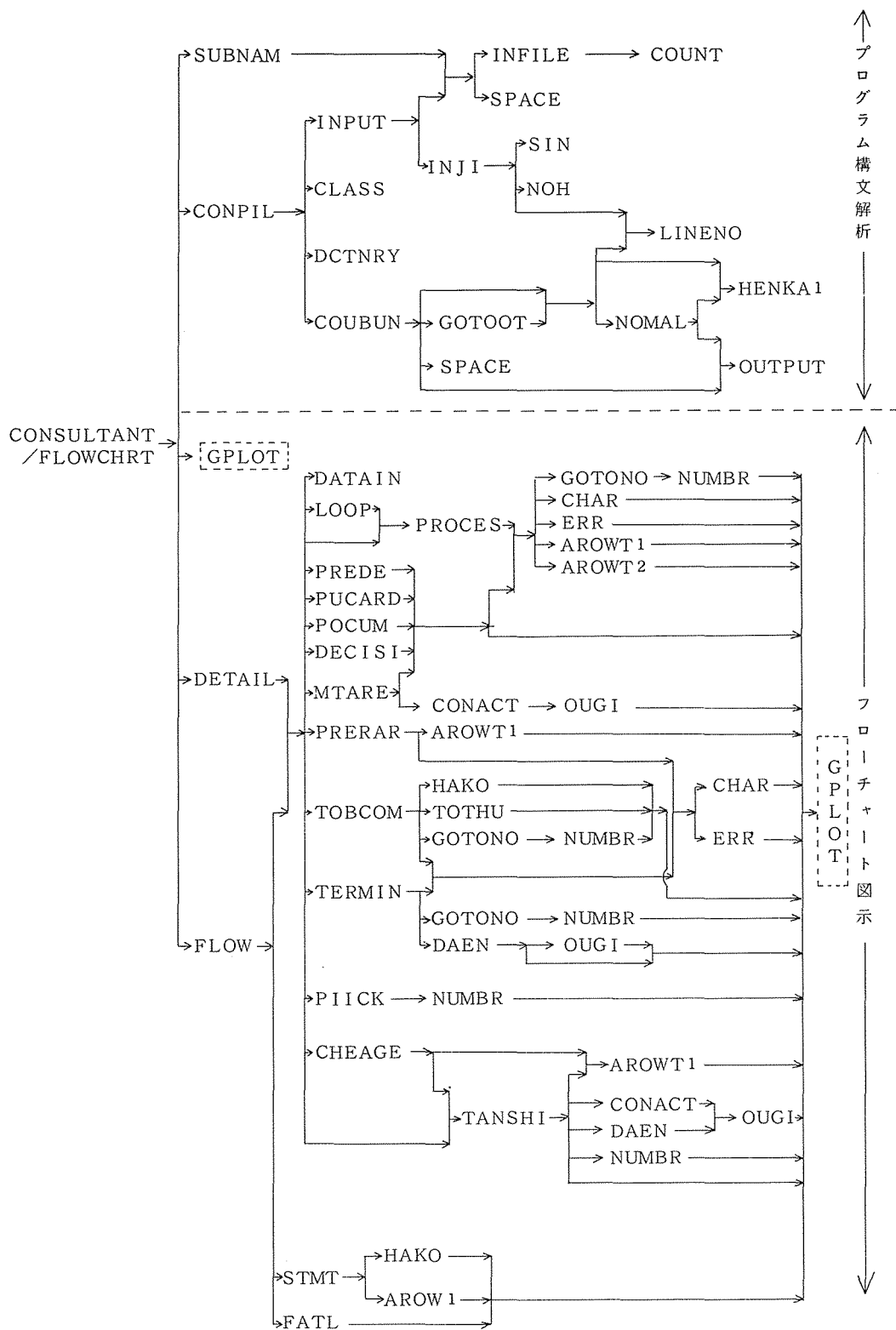


図2. 本システム構成サブルーチン

3. FORTRAN プログラムの構文解析手順

FORTRAN プログラムの構文解析に先立って、利用者の要望する副プログラムを探索します。この副プログラムがフローチャート作図の単位です。次にこの決められた副プログラムに対して、構文解析を行い、同時に FORTRAN プログラムを作図しやすい中間データの形に変換します。この後、次章に示す、中間データに基づいてフローチャートを作図します。以下、本章では構文解析を中心に説明します。

3.1 予 備 的 事 項

FORTRAN プログラム構文解析の際には、FORTRAN 文字や プログラム正書法の形式について、次のような事柄を前提としています。

FORTRAN 文字

構文解析の対象とした FORTRAN 文字は次のものです。

英 字 A ～ Z

数 字 0 ～ 9

特殊文字 Δ = + - * / () , . \$ & ' " ;

行の記述形式

行の記述には次の 2 形式があります。

FORM : バッチモード標準、通常の FORTRAN 形式、 第 6 桁目継続行指定欄、継続記号はスペース以外何を使用してもよい。

NFORM : TSS モード標準、ACOS・TSS 特有の形式、継続行指定の位置はどこでもよい、継続記号は特殊文字&に限定されている。

これら両者の差異は、次のような前処理で解消しました。FORM 形式の場合、継続記号は第 6 桁目にあるので、6 桁目にスペース以外の文字が入っていれば、6 桁目を特殊文字&に変えることにより継続記号についての FORM 形式と NFORM 形式の相違点を解消します。さらに、ACOS-6 の TSS ファイルにおける各行の先頭についたラインナンバーは外して考えます。この時、行の初めから 1 文字ずつ数字か、数字以外かを調べて、数字以外の文字が現われるまでポインタをずらしながら、解析対象の FORTRAN 文の初めの位置を確認します。また、FORM 形式に於いては 7 3 桁以後の備考欄も解析の対象から外します。

図示のための中間データの定義

フローチャート図示上の便宜のために、次のような内容を中間データとして定義し、予めその領域を確保します。

a) 文番号と飛び先の文番号

FORTRAN に於ける実行の飛び越しでは、文番号と GOTO 文や算術 IF 文での飛び先の文番号がフローチャート図示に於いて重要です。これは、それぞれ文番号そのものを数値

として、各FORTRAN文ごとに記憶されます。

b) ステートメント・コードとフローチャート・コード

READ文やWRITE文などのFORTRAN文を対応するステートメントのフローチャート記号として、それぞれコード化して格納しています。

c) 主文字列と補助文字列

READ(5,1)Aなどは、入力命令と入力並びに分けることができます。前者を主文字列とし、後者を補助文字列と区分し、処理を容易にしました。それぞれの文字数を含め、主文字列にREAD(5,1)を入れ、補助文字列にAを入れます。そして、フローチャートの図示のときに区別して出力します。各々のFORTRAN文の主文字列と補助文字列の区分は表2に示しました。

表2. 中間データ作成における FORTRAN 文の分離とその際のチェック・ポイント

ステートメント	主 文 字 列	補 助 文 字 列	チェック・ポイント
代 入 文	文字列の全て	スペース	な し
コ メ ン ト 行			
PAUSE 文	PAUSE	スペース又は 残りの文字列	
STOP 文	STOP		
END 行	END	スペース	後続文字列はない
CONTINUE文	CONTINUE		
補助入出力 文	補助入出力命令	機 番	必ず後続文字がある
入 出 力 文	入出力命令	入出力並び	
DO 文	文字列の全て	スペース	
単純 GOTO文			
宣 言 文			
CALL 文			
ENTRY 文			
IF 文	()内の算術式 又は論理式		
算術 GOTO 文	GOTO () , I		
割り当 GOTO 文	GOTO I , ()		

d) エラー処理

構文解析中には、表2のチェック・ポイントについても調べられます。この時、エラーを検出すれば、レベル2のエラーとして、コード化のうえ格納します。

3.2 副プログラムの探索

本システムのフローチャート出力は主プログラム又は副プログラム単位で行います。そして、プログラムの構成は図3のようになっているとしました。ただし、主プログラムのみ、又は副プログラムのみで構成されるプログラムもあるものとします。フローチャート出力の単位として、主プログラムの場合はプログラムの最初から次のEND行まで、また副プログラムの場合はSUBROUTINE文又はFUNCTION文から次のEND行までとします。また、SUBROUTINE文又はFUNCTION文の位置はコメント行を省いて、プログラムの最初か、END行の次に来るものとし、利用者からの副プログラム名入力に従って、その副プログラムのSUBROUTINE文、又はFUNCTION文を探索します。

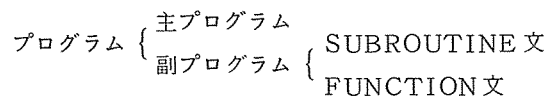


図3. FORTRANプログラムの構成

図4は指定された副プログラム名を探索する手順を示します。副プログラム名の探索は、結局のところコメント行を無視したうえで直前のEND行を探すことに帰着されます。

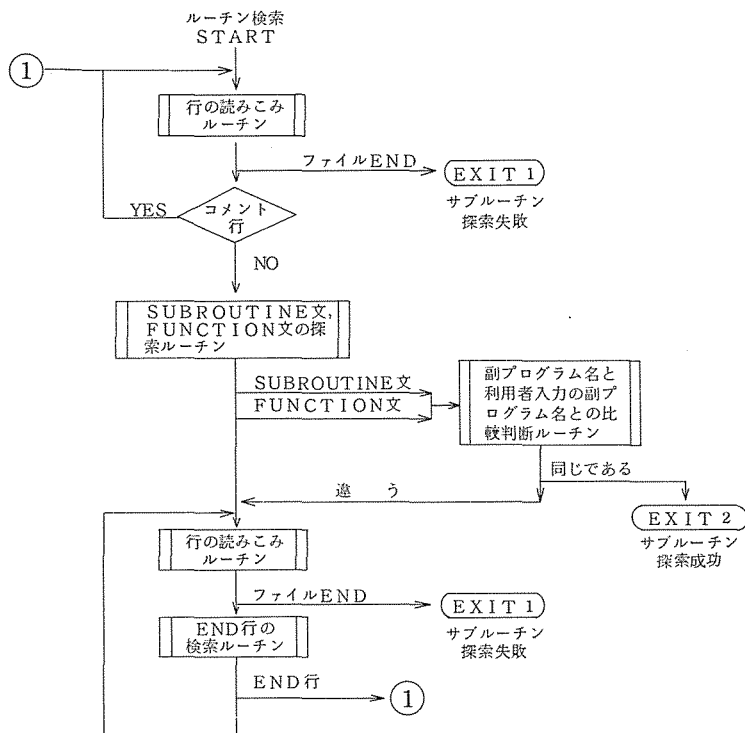


図4. 副プログラム名の探索手順

3.3 行の取り扱い

コメント行

FORTRAN 文に於いて、第 1 桁目が文字 C か * のときはコメント行とします。

継続行

継続行は特殊文字 & によって確認されます。そして、開始行と継続行については、これらを 1600 文字の文字列内に一括して組み直し、後の構文解析処理を容易にしました。

`WRITE(6,100)`
`& B, C` } 組み直し `WRITE(6,100) B, C`

図 5. 開始行と継続行の処理

文番号

FORTRAN 文に於いて、最初に来る文字が数字ならば、その数字列が文番号です。

3.4 文字定数

文字列 " $h_1 h_2 \cdots h_n$ " , ' $h_1 h_2 \cdots h_n$ ' , $n H h_1 h_2 \cdots h_n$ の 3 種類によって、 $h_1 h_2 \cdots h_n$ の文字列が文字定数として与えられます。初めの 2 種類は特殊文字 " 又は ' の間に入る文字列、最後の 1 つは数字列の後に文字 H があるならばその数だけの文字列が文字定数となる。ところで文字定数は構文解析の際には注意が必要です。それは文字定数中に特殊文字、特に = , (,) , ; 及び , が入っている場合、構文解析に於いて重要な影響を与えるおそれがある。そこで文字定数か否かによって、各文字ごとに 1 か 0 を与える変数を別に設けました。

3.5 代入文の取り扱い

構文解析の簡単化のため、算術式の文法チェックは無視し、さらに文字定数の部分及びカッコに囲まれる部分については、代入文か否かの判定対象から外して考えます。また、この時左右のカッコの対応関係のみがチェックされ、左右のカッコの数の一致が得られなければ、誤った FORTRAN 文として誤り処理をします。さて、代入文であることの確認は、FORTRAN 文の先頭から 1 文字ずつ調べて行き、スペース及び特殊文字 (以外で最初に現われた特殊文字によって次のように行われます。

- (I) 特殊文字 = でも) でもなければ、代入文でない。
- (II) 特殊文字 = ならば、代入文又は DO 文です。
- (III) 特殊文字) ならば、次に現われる文字を調べ、その文字が特殊文字 = ならば、代入文又は DO 文です。しかし、特殊文字 = 以外ならば、代入文ではない。
- (IV) 判断対象とする特殊文字が現われなければ、代入文ではない。

以上の手続きで代入文と DO 文が確認されます。さらに代入文と DO 文との区別は、特殊文字

= 以後にスペース及び左右カッコ以外で最初に現われた特殊文字が，ならばDO文、それ以外の場合は代入文とします。代入文以外は、次の段階（3.6節）で個々に確認されます。

3.6 代入文以外の FORTRAN 文

プログラム中のコメント行と代入文以外の FORTRAN 文に対して、それぞれ DO，READ，WRITE などのいずれの FORTRAN の実行文又は宣言文に該当するかの判定は、表3を使った表引きにより行います。

まず、数字や特殊文字を含まない先頭の英字 4 文字を取り出します。ただし、取り出し途中でのスペースは無視し、数字または特殊文字が 4 文字以内で現われれば、取り出しを止めます。次にこの文字列と同じ文字列がテーブル 1 の中にあるか否かを調べます。そして、該当する文字列がテーブル 1 になれば FORTRAN 文ではないとして、誤りの処理をします。該当文字列がテーブル 1 にある場合、テーブル 2 が 0 でなければテーブル 2 の数値分だけスペース以外の文字を引き続き調べ、テーブル 3 との一致を確認します。一致しなければ文法ミスとして、誤りの処理をします。テーブル 2 が 0 ならば、FORTRAN 文の確認はその段階で終わります。各々に確認された FORTRAN 文は各内容ごとにフローチャート図示用の中間データに変換されます。

表3. ステートメントの判断

テ ー ブ ル 1 (先 頭 4 文 字)	テ ー ブ ル 2 (4 文 字 を 超 え た 字 数)	テ ー ブ ル 3 (5 字 目 以 後 の 文 字 列)
G O T O	0	
I F △ △	0	
C A L L	0	
C O N T	4	I N U E
D O △ △	0	
R E A D	0	
W R I T	1	E
D I M E	5	N S I O N
.	.	.
.	.	.
.	.	.

3.7 飛び先の文番号の確認

DO文，GOTO文，算術 IF 文では実行の流れの制御のための文末文，又は飛び先の文番号が含まれています。これらは、各々次の手順で処理されます。

I. DO文

DO の文字列の直後の文字を確認し、数字ならば、その数字列の数値を飛び先の文番号として、取り扱います。

II. GOTO文

GOTOの文字列の直後の文字が数字, (, 英字のいずれかにより、単純GOTO文、算術GOTO文、割り当GOTO文に分けてチェックし、飛び先の文番号を検出します。

III. IF文

IF文の形式はIF (e) α です。eの文字列を主文字列とし、 α の文字列の最初の文字が数字か英字かにより、算術IF文、論理IF文に分けます。算術IF文の場合、 α の文字列から飛び先の文番号を検出します。また、論理IF文の場合 α の文字列を今までと同じ手順でFORTRAN実行文として構文解析します。たとえば、 α がGOTO文ならば上述IIによります。

4. フローチャートの図示

フローチャート図示は前章で作られた中間データを基にX・Y座標制御により出力します。ここではこの際の管面上のビームの操作について述べます。

4.1 管面図示範囲

N6920・CRT表示部は18インチ管で有効表示面は36.8 cm × 27.7 cmです。図形情報表示は1024 × 1024の格子点が使えますが、可視の格子点はX軸が1024格子点、Y軸が780格子点に制限されます。また、流れ図は左右2列に図示されます。

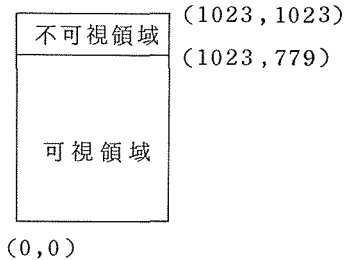


図6. N6920の座標範囲

4.2 管面単位の出力

一度に行われる構文解析は、フローチャート出力単位全体ですが、フローチャートを図示するときは管面内におさまる範囲内で図示をし、2ページ以上にわたる時は管面をクリアーして、新たなページから続きを図示します。なお、各ページの終りはベルで知らされます。

4.3 フローチャートの体裁

最初にステートメント単位で逐次フローチャート記号をフローチャートコードにより、また文字列は主文字列を見て、フローチャート記号の中に作図されます。さらに補助文字列、エラーメッセージがあればこれらも出力されます。この時のフローチャート記号の出力とビームの座標(X, Y)の関係は、たとえばREAD文の場合は図7に示したように、最初に座標(X, Y)から書きはじめ、座標(X, Y)は作図後に座標(X', Y')へ移動して次の流れ図記号作図を開始します。別の例として論理IF文の場合の座標の移動は図8に示された順序で行われます。

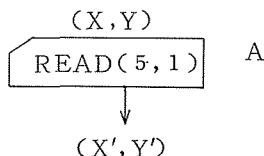


図7. READ文の流れ図記号図示

最初に(X, Y)から書きはじめ、最後に(X', Y')で書き終る。次の文は(X', Y')から書きはじめる。流れ図記号は、他のFORTRAN文であっても、大体この要領で書かれる。

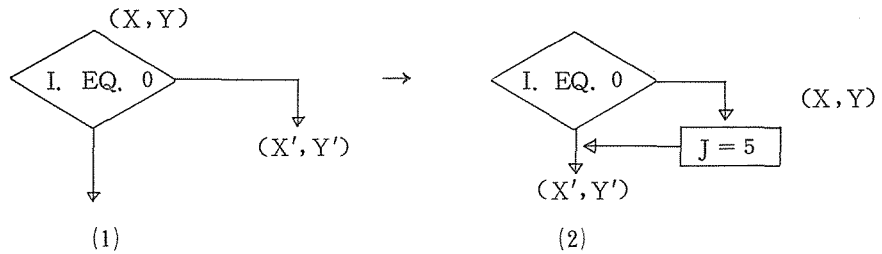


図 8. 論理 IF 文の作図手順

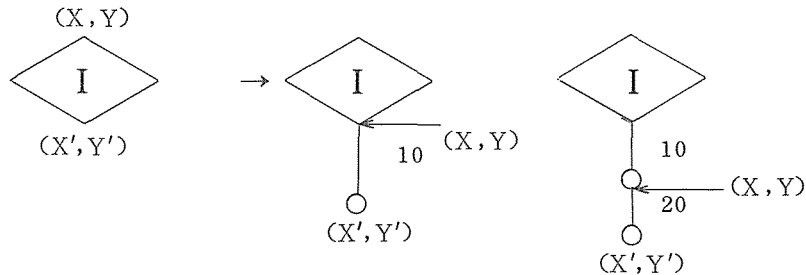



図 9. 算術 IF 文の作図手順

1つの中間データで(1)だけ出力し、次の中間データと合せて(2)の図示ができます。また算術 IF 文、算術 GOTO 文、割り当 GOTO 文は図 9 に示された順序で図示されます。これらはフローチャート記号  との組合せにより図示されます。このようにフローチャート記号が個々に分けて図示されることにより、たとえば途中で管面が変わっても次頁からそのフローチャートの続きが出力できますので、管面上の取り扱いが容易になります。

このようにして、管面へのフローチャート出力が終った後に文番号と飛び先の文番号を線で結びます。一頁分の出力が終ればベルがなり、終了の合図がなされます。利用者はこの時点でハードコピーや次頁への移行の判断をすることになります。

4.4 端子、結合子

プログラムの初めは **START** で、終りは **END** で表わされます。また、1 管面に図示しきれない場合はフローチャートの最後に $n(n: \text{数字})$ で表わし、次頁の最初の位置に前頁と同じ数の n で表わしその継続を示します。(図 11, 12, 13 の㉔, ㉕, ㉖はこれらを示しています。)

4.5 文番号関係の図示

図 11 の㉔, ㉕ のように管面の左右の端に文番号は表示されます。また文番号、飛び先の文番号の出、入の座標位置を記憶させておき、各々の行き先が管面表示内にあるときはこれらを結びます。この表示には、図 13 の㉔, ㉕, ㉖ のような DO ループと単純 GOTO のループ、算術 IF などのループの 3 種類の形式で表示されます。また管面表示内に DO ループの終りの文番

号がないとき図 10 のように表示されます(図 12 の ㊦)。



図 10. 管面内に DO 文の端末文が現われない場合の図示

4.6 フローチャート記号

表 4 は本システム使用のフローチャート記号とステートメントの関係を表わしたものです。これらフローチャート記号は、基本的には J I S 規格にしたがっています。これらの記号の図示に使われたプログラム・パッケージ GPLOT の内訳は、表 5 に示したとおりです。

表 4. 流れ図記号とステートメントの対応

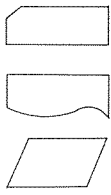


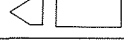
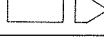


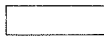

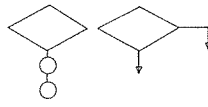




ステートメント	流 れ 図 記 号	ステートメント	流 れ 図 記 号
入出力文 カ ー ド ライン・プリンター 一 般 形		CALL 文	
		DO 文	
		DO 文の終わり	
		単純 GOTO 文	
補助入出力文		宣 言 文	
代入文, コメント行		FORMAT 文	
I F 文, 算術 GOTO 文, 割り当て GOTO 文		矢 印	
		PAUSE 文	
プログラムの開始, RETURN 文, STOP 文, END 行 端子		結 合 子	

表 5. グラフィック・ディスプレイ (GPLOT) 図形出力サブルーチン一覧

サブルーチン名	機 能	サブルーチン名	機 能
INITT	PLOT のイニシャライズ	DRWREL	直線を描く (相対座標)
FINITT	PLOT のターミネート	DSHREL	破線を描く (")
TERM	ターミナル型の定義	A1OUT	A1 フォーマットによる文字の出力
BELL	ブザーの出力	AOUTST	A _m フォーマットによる文字の出力
MOVABS	ビームの移動 (絶対座標)	NEWPAG	ニューページ
DRWABS	直線を描く (絶対座標)	CHRSIZ	文字サイズの指定
DSHABS	破線を描く (")	TINPUT	1 文字の入力
MOVREL	ビームの移動 (相対座標)		

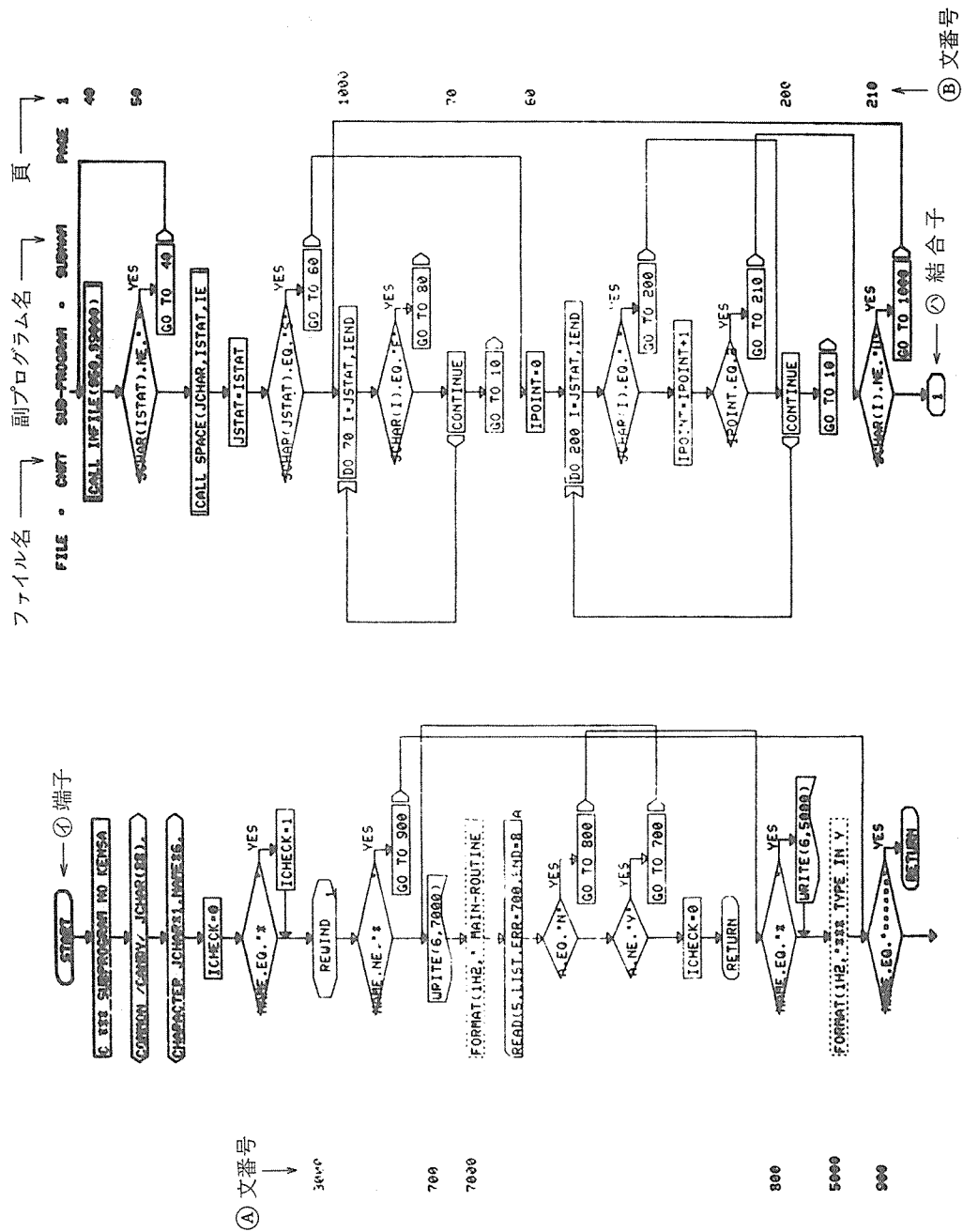


図 11. モード“DETAIL”による図示例

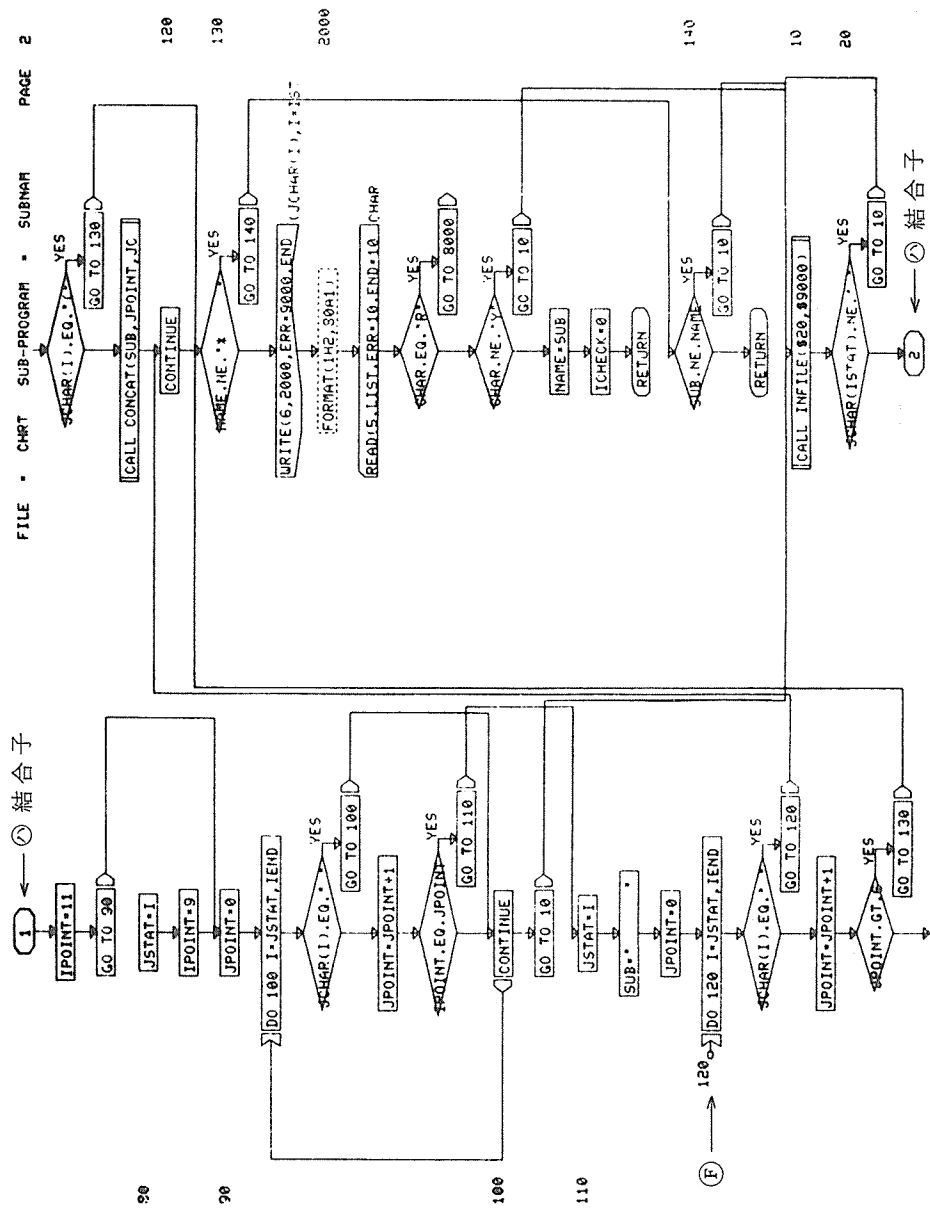


図 12. 前図 (図 11) の継続ページ

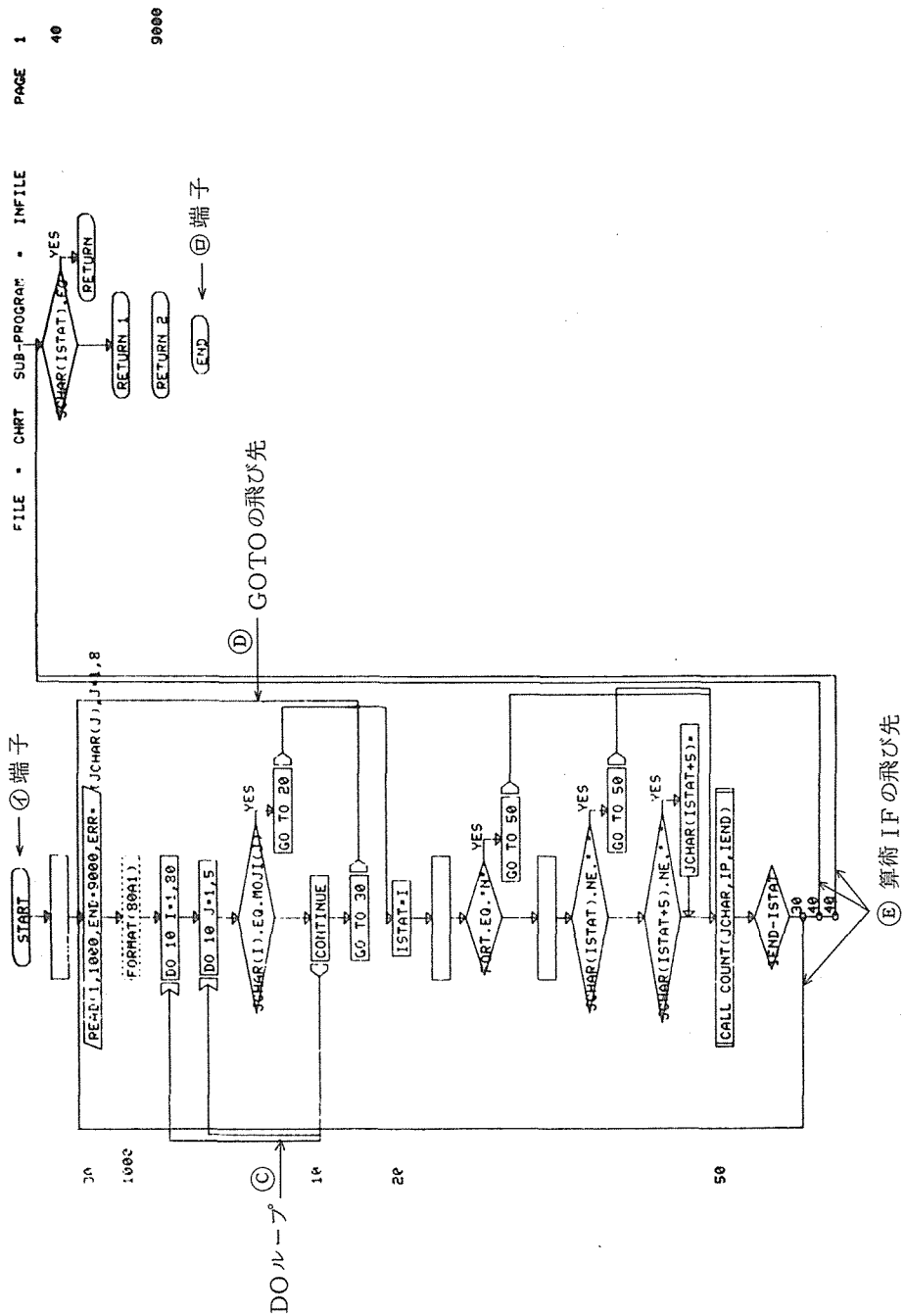


図 13. モード “FLOW” (流れのみ) による図示例

5. 他端末器への適用

本システムは、プログラム・パッケージGPLOTによって図示されるため、基本的にはソニー・テクトロ社グラフィック・ディスプレイ・4014型でのみ使用可能です。しかし、原理的には表5に示されたものと同じ機能の同じ呼び出し名をもつサブルーチン群を準備すれば、いずれのグラフィック端末でも利用可能です。本センター・ニュース・4634に示されたように、本システムはこのようなして現在すでに、TSS端末器X・Yプロッター(WX 4631)でも利用可能です。

WX 4631によって利用する場合のコマンド入力形式は、次のとおりです。

SYSTEM? CONSULTANT/FLOWPLOT

この時のX・YプロッターWX 4631の操作法は、通常の仕様にしがいます。WX 4631での利用のための変更点についてここで紹介し、さらに他端末器への適用の際の変更必要事項を示します。

5.1 X・Yプロッタの作図の体裁

X・Yプロッタ(WX 4631)の有効作図範囲は $38.1\text{ cm} \times 25.4\text{ cm}$ であり、また動的精度は $\pm 0.1\text{ mm}$ です。また座標はX軸が3810、Y軸が2541取れます。グラフィック・ディスプレイと比較すると、X、Y軸それぞれ約3.5倍作図できることとなりますが、グラフィック・ディスプレイ使用文字サイズが 8×8 格子点であるため、そのまま移行すると文字が認識できません。そこで作図範囲と文字サイズを考えて、X、Y軸それぞれ移動を 0.3 mm とし、その長さを1格子としました。これによって、本システムで1頁作図する範囲が、ほぼX・Yプロッタの範囲と等しくなります。

5.2 外部手続き名の変更

CONSULTANT/FLOWCHRTで使用している図形表示プログラム・パッケージは、GPLOT(表5参照)から成っています。WX 4631へ出力するためには、これと同じ機能で同じ呼び出し名のサブルーチン群を用意すれば、ソース・プログラムの変更なしに再翻訳のみで出力可能になります。この方式により、必要ならば他機種への適用も可能になるでしょう。

6. ま と め

CONSULTANT/FLOWCHRTは、プログラム相談機械化の試みのひとつとして開発されたものです。現在、大阪大学大型計算機センターで稼動していますので、利用者諸兄の御利用を心から願っております。なお最後に、本システム開発にあたって、大阪電気通信大学工学部・石桁正士教授および塚本長衛君に多大の御協力をいただきましたことを感謝致します。