

グラフィック・ディスプレイの紹介

井上, 十四雄
九州大学大型計算機センター研究開発部

<https://doi.org/10.15017/1468033>

出版情報：九州大学大型計算機センター広報. 7 (1), pp.3-16, 1974-03-01. 九州大学大型計算機センター
バージョン：
権利関係：



グラフィック・ディスプレイの紹介

井 上 十四雄^{*}

当センターでは、今年4月からグラフィック・ディスプレイ装置が利用できるようになります。そこで、これから数回にわたって利用方法の紹介をしようと思います。本号では利用に先立ち、グラフィック・ディスプレイ装置のハードウェア、ソフトウェアの概要を紹介し、簡単な例をあげてその使用方法を説明します。

グラフィック・ディスプレイ装置の運用は既に京都大学、名古屋大学の大型計算機センターで行なわれておりますので、利用経験のある方も多数おられることと思います。当センターのグラフィック・ディスプレイ装置運用にあたり、その方々の強力なご協力をお願いしたいと思っています。

なお、使用例につきましては、今後紹介を続けていく予定ですが、名古屋大学大型計算機センターのセンター・ニュースvol. 3, No. 1 ~ vol. 3, No. 3 にも詳しく説明されていますので、併せて参考にさせていただきたいと思います。

1. グラフィック・ディスプレイのハードウェアと基本ソフトウェア

1.1 システム構成と装置の仕様

グラフィック・ディスプレイ装置 (Graphic Display, 以下 GD と略す) は、計算機の出力を CRT (Cathode Ray Tube) 上に“形”にして出力し、さらに出力された図形にあとで述べるライトペンや文字・キーボード、ファンクション・キーボードなどから情報や制御信号を与えて、表示された図形を変更あるいは修正したり、新たに追加したりということが行なえるもので、計算機による図形処理の中核をなすものである。

当センターに設置される GD は、富士通株式会社製の FACOM 6233A という機種で、図-1に示すように SCH (セレクト・チャンネル装置) を介して主計算機の FACOM 230-60につながっている。また、GD の専用タイプライター装置として、FACOM 805A というタイプライター装置が併置されている。ただし、この専用タイプライター装置 F 805A は、現在のソフトウェア (MV) では使用が困難で、この有効な運用のためには新しいソフトウェアへの変更を要する。それまでは「2. 運用について」で述べるように、現在 TSS で利用している端局 (JP1500) がその代役を果たすことになっている。

また、F 6233A の仕様は表-1に示す通りである。

* 九州大学大型計算機センター 研究開発室

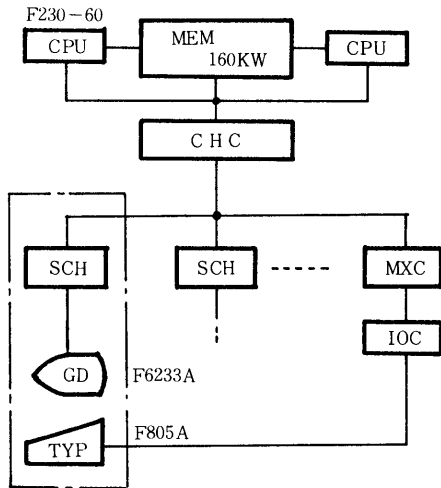


図-1 システム構成

表-1 F6233A仕様

表示	C	R	T	22インチ, 丸形(平面)
	有効表示画面			直径50cmの円
	格子点数			4096×4096
ベクトル発生器	線長	短ベクトル		-32~+31 R.U.
		長ベクトル		-256~+255 R.U.
	表示速度	短ベクトル		1.5 μ s
		長ベクトル		3 μ s
文字発生器	線種			実線, 破線, 点線
	文字種			128種(英, 数, カナ, 記号)
	文字コード			EBCDIC
バッファ記憶	表示速度			0.75 μ s/ストローク
	輝度制御			輝度レベル4種(ブランク含)
	容量			8 KW(16ビット/W)
	サイクルタイム			1.5 μ s
入出力装置	素子			磁心
	入出力装置			ライトペン, ファンクション・キーボード, 文字・キーボード, 外部入出力装置

1.2 GD のハードウェア

GD のハードウェア構成を図-2 に示す。

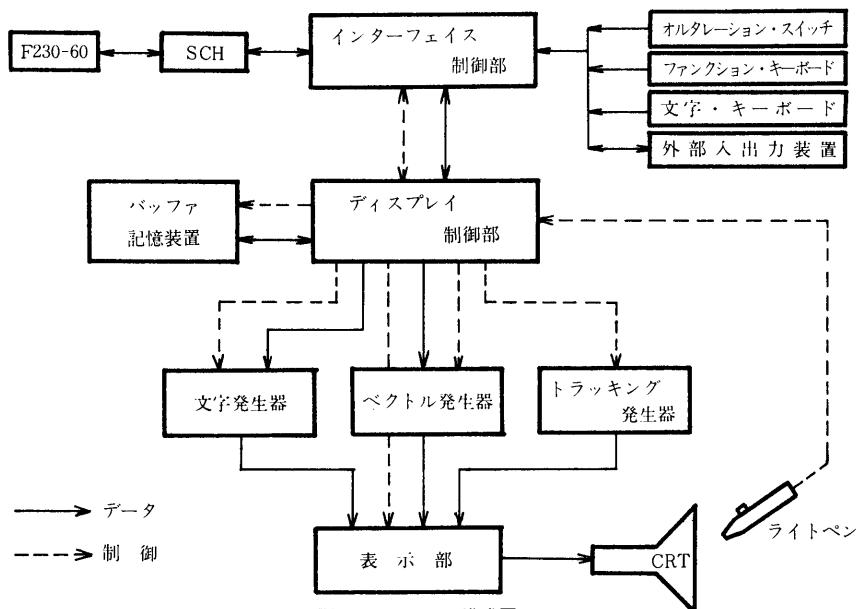


図-2 F6233A 構成図

図-2 にもとづいて各部の機能を簡単に説明する。

1.2.1 インターフェイス制御部

インターフェイス制御部は、チャネル装置を経由して計算機に接続されている。こゝはチャネルからの指令（コマンド）を解読し、チャネルを通して送られてきたデータ（ディスプレイ語）をバッファ記憶装置に格納したり（WRITE コマンド）、逆にバッファ記憶装置上のデータを取り出して、チャネルへ転送したり（READ コマンド）、また、表示再生動作の開始、停止やファンクションキー・インディケータの点滅制御、トラッキング動作の開始、停止などの開始（CONTROL コマンド）、エラーの状態や、ライトペン検知の状態、あるいはキーボードなどからの割込みの制御（SENSE コマンド）などを行なう。

1.2.2 ディスプレイ制御部

ディスプレイ制御部は、バッファ記憶装置中のディスプレイ語を毎秒約40回の繰り返して読み出し、オーダを解読し、それに従ってデータをベクトル発生器、文字発生器などに送って線種（実線、破線、点線）、線長、輝度、文字サイズなどの制御を行なったり、ビームの位置制御などを行なう。

1.2.3 バッファ記憶装置

バッファ記憶装置は、サイクルタイム $1.5\mu s$ 、1語17ビット（16+1パリティ）の磁心記憶素子より構成され、記憶容量は8KWである。こゝには表示用のディスプレイ語が格納され、1語ずつあるいはブロック単位で読み出されてディスプレイ制御装置に送られ処理される。

1.2.4 文字発生器

ディスプレイ制御部から文字コードを受取り、これを解読してCRT上に文字を描くために必要なデータを発生する。このデータは対応する文字を形成する一連の短ベクトルの列を表示するためのX軸、Y軸偏向信号、および輝度信号を含むデジタル情報で、これらは表示部に送られる。

文字の種類には、特大、大、小、特小の4種があり、プログラム上で自由に選択できる。

1.2.5 ベクトル発生器

始点と終点の座標からその差を計算し、始点から終点に向って一様に変化するX、Y偏向信号を発生するもので、2点を結ぶ線分が得られる。F6233Aでは表示速度を上げるため、偏向信号を発生するのにアナログ方式を採用している。

1.2.6 トラッキング発生器

F6233Aは、ハードウェアの機能としてトラッキング・マーク（十字印）を発生する機構を持っており、プログラムからの指示で直ちにトラッキング・マークが発生できるため、計算機の負荷を増すことなくトラッキングを行なうことができる。

1.2.7 表示部

表示部は文字発生器などから送られたデジタル情報をアナログ情報に変換するもの、ビームの移動を制御する偏向増巾器、輝度を調節する輝度制御回路などから構成されている。

ディスプレイ制御部からの制御指令によって文字発生器、ベクトル発生器からのデータに上記の制御を加えて、CRT上に図形を描く。

1.2.8 CRT (Cathode Ray Tube)

CRTは22インチの丸形（平面）で、有効表示画面は、直径50cmの円である。この円がX軸、Y軸方向にそれぞれ4096個の点に分割されており、この円内の点であれば自由にビーム位置の指定ができるようになっている。

ビーム位置指定の最小単位をラスタ・ユニット（Raster Unit, R.U.）といい、F6233Aは直径50cmだから、 $1 \text{ R.U.} = 50\text{cm} / 4095 \approx 0.12\text{mm}$ である。

CRT上での描画はランダムスキャン方式で、バッファから読み出したオーダ、データの順序に従って“一筆書き”の手法で行なわれる。また、CRTの発光は蛍光物質に電子ビームが当たって生ずるものであるが、この光は数百ミリ秒の短時間で消滅するので、静止した可視像を得るために毎秒約40回の割合でバッファの内容を繰り返し読み出して表示の再生を行なっている。

1.2.9 ライトペン

ライトペンは受光素子、オプティカル・ファイバー、光電子増倍管より構成され、CRT上の図形からの光を検知して割込みを発生する機能を有している。ライトペンが検知可能な図形は、あらかじめ検知可能にした画素（これは、プログラムでエレメント名というのをつければよい）のみで、その他の図形（エレメント名のないもの）は検知できないので不要な割込みを発生することはない。ライトペン・スイッチを閉じれば検知可能となり、開けば割込みが発生する。

ライトペンは計算機との会話の中心となる入力装置で、その使用法には次の2つがある。

(1) ピッキング

これはポインティングともいわれ、CRT上のライトペン検知可能な画素を指示するとこれを計算機に知らせるもので、これによって表示図形の選択、再生、消去あるいはプログラムの流れを変えたりいろいろなことができる。

(2) トラッキング

トラッキング・マーク（十字印）を表示し、これの位置を計算機に知らせるものである。トラッキング・マークをライトペンの感光領域（光の輪）の中心に入れて移動させ、その座標位置を計算機に入力することにより、座標間を結んで“一筆書き”や“ n 筆書き”などの図形を描くことができる。ただしこのようにして入力したデータの精度はよくない。座標位置の計算には、このためのハードウェア機能があり、トラッキング時の計算機への割込み回数を減らすとともに、トラッキングの追従速度を上げている。

1.2.10 オルタレーション・スイッチ（ASW）

ASW はディスプレイ画面左枠下側に配置された 8 個のトグルスイッチで構成され、スイッチの ON, OFF の状態によって 0 ~ 255 の数値を表現できる。スイッチが全部 OFF の時は 0, 全部 ON の時は 255, 8 番目のスイッチだけが ON の時は 1 である。ASW の状態はプログラム上の GETAUX 命令の整数型変数により知ることができる。ASW の値を選択することによりプログラムのフローを変えることができる。

1.2.11 ファンクション・キーボード

ファンクション・キーボードは 32 個のキーを持っている。このキーを押すことにより割込みを発生し、計算機に制御情報を入力することができる。従って、あらかじめキーごとにプログラムを定義しておけば、各種の処理を簡単に行なわせることができる。

また、おのおののキーにはランプが内蔵されて、キー操作とは無関係にプログラムで点滅できるようにになっている。

1.2.12 文字・キーボード

タイプライタ形式のキーボードで、英大文字 26 種、数字 10 種、記号 26 種のキーを持ち、文字や数値などのデータ入力用として使用される。その他、データの入力終了用に使う“END”，データ修正用の“CANCEL”，カーソル位置をシフトする“←”，“→”などの制御キー、割込みは発生せずなシフトの状態だけをかえる“英記号”，“英数”などのキーがある。

1.2.13 外部入出力装置

入出力装置には以上述べてきたもののほかに、オプションで追加可能なものがある。例えば、CRT 上の位置を指定するためのジョイスティック、トラックボール、タブレットなどの入力装置、CRT 上に表示された図形をそのまま記録するハードコピー、カメラなどの出力装置などがあるが、いずれも現在は実装されていない。しかし出力装置については、できるだけ早く用意したいと思っている。

1.3 GDのソフトウェア

GDのソフトウェアにはベーシックなものとはアプリケーションの2つがある。

1.3.1 ベーシック・ソフトウェア

ベーシック・ソフトウェアとしてGSP (Graphic Subroutine Package) がある。これは、制御プログラムに組込まれるグラフィック・モニタの部分と、利用者プログラムに結合されるFORTRANのサブルーチン形式のグラフィック・サブルーチン (GSP サブルーチン) の部分とから構成されている。これらの構成を図-3に示す。グラフィック・モニタは制御プログラム編集時にモニタに組込まれ、また、GSP サブルーチンはシステム・ライブラリに登録されていて、必要な時に結合プログラムによって利用者プログラムと結合することができる。

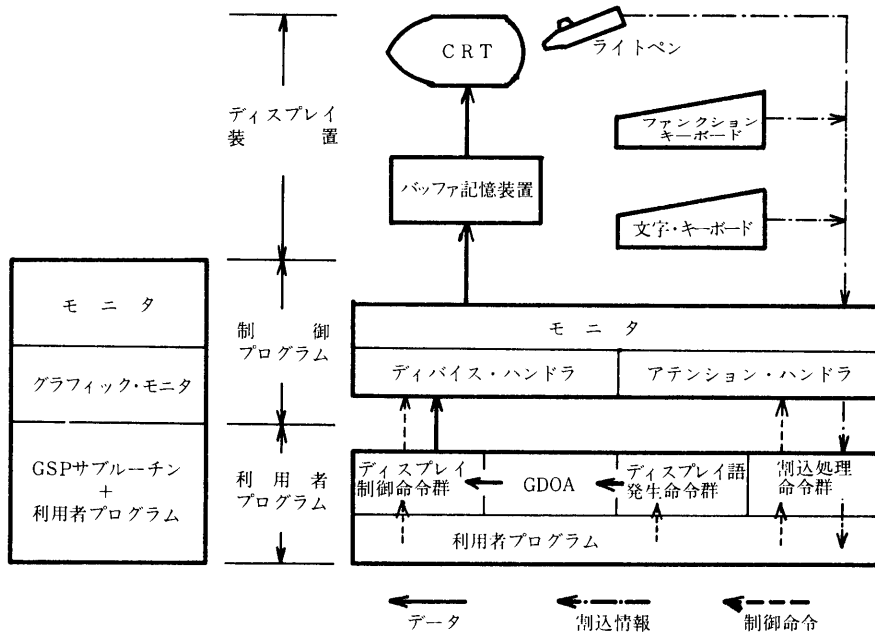


図-3 ベーシック・ソフトウェアの構成

図-4 GSP機能図

GSPには次の3つの機能がある。

- (1) 点, 線, 文字, トラッキング・マークなどの基本図形情報を発生する。
- (2) これらの情報をGDに転送して表示する。
- (3) 計算機に割込みをかけ, 利用者プログラムと結合する。

これらの機能は, FORTRANのサブルーチン・サブプログラム形式で作成された命令で, 利用者のプログラム中で呼び出して使用することができる。GSPの機能を図-4に示す。

GSPは9つのグループに分類され, 全部で41個のサブルーチンから構成されている。これらはFACOM230-60 GSP 601文法編に詳しく説明されているので, こゝでの説明は省略する。

1.3.2 アプリケーション・パッケージ

GD 用として前記の GSP のほかに図形処理用として開発された GRACE (G^Raphic Appli-
cation program package for CAD Environment) パッケージがある。これは FORTRAN 言
語を用いて GSP の機能をマクロ化し、図形情報を簡単な手順でインタラクティブに処理で
きるようにしたプログラムの集合で、手順の決まった図形処理プログラムを標準化して処理効
率を上げるようにしたものである。

GRACE パッケージには、基本機能、ユーティリティ機能、アプリケーション機能の3種が
ありそれぞれ表-2のように分類されている。

表-2 GRACEパッケージの機能

種 類	プ ロ グ ラ ム 名
基 本 機 能	GSL (基本図形作画)
	GHANDL (図形基本操作)
	GPERS (遠近投影法)
ユーティリティ機能	GCOPY (XYプロット出力)
アプリケーション機能	GRAPHS (二次元データのグラフ化)
	GSURF(I) (曲面創成)

GRACE パッケージの機能につ
いては、FACOM230-60 GRA-
CE 解説書(I)に詳述されてい
るので参照していただきたい。

2. 運用について

1.1でも述べましたように、現在のモニタ(MV)では GD 専用のタイプライタは使用できません
ので、代りに TSS 用の端局 JP1500 1台を専用端局として使用していただきます。この端局は GD
のすぐ横に設置されています。グラフィック・ジョブはこの専用端局からでなければ動かすことは
できません。この専用端局を使ってリモート・バッチ形式でジョブを流しますが、ジョブが実行開
始になりますと ライトペンやキーボードなどの入力装置を用いて、会話をしながら図形処理を行な
うことができます。

当分の間、運用方法を次のようにしますのでご協力ください。

2.1 運用時間 毎週水曜日 午前9時～午後4時

2.2 利用時間 30分単位で1人1時間までとします。

ただし、利用者数が少ない場合や運用時間が増えた場合は、増加するこ
ともあります(少なくなることはない予定です)。

2.3 ジョブ種別 Gジョブを新設します。

現在のジョブ種別 X, A, B, C, D のほかに G を新しく設けます。この G は専用端局を使ってグラフィック・ジョブを起動する時だけしか使えません。グラフィック・ジョブ以外に使ったり、専用端局以外の端局で使った場合は、そのジョブはリジェクトされますのでご注意ください。

- 2.4 負担金** 当分の間グラフィック・ディスプレイ装置の使用料は無料とします。
ただし、その他の機器（例えば I/O, CPU など）の使用料はリモート・バッチ A と同じように徴収します。

- 2.5 制限** リモート・バッチ A に同じとします。
ただし、CPU 時間は 8 分とします。

- 2.6 ファイル** 現在使用している共用ボリュームが利用できます。

- 2.7 磁気テープ** 当分の間使用できません。
従って、磁気テープにデータなどをお持ちの方は、共用ファイルに移してご利用ください。

- 2.8 利用方法** 共用ボリュームにファイルを確保していることを前提とします。
(1) LINED または LIBE でソース・プログラムやデータをファイルに登録します。
(2) この登録されたファイルを使って次のように利用してください。

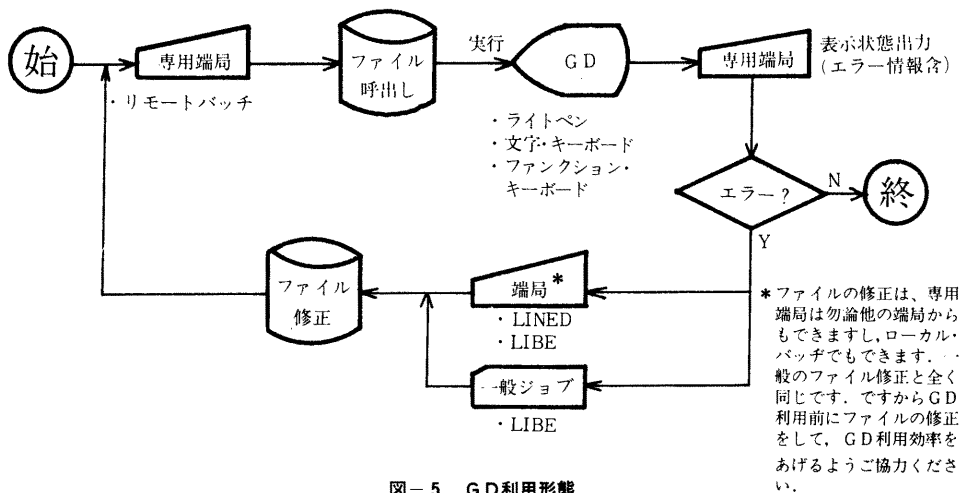


図-5 GD利用形態

- 2.9 申し込み** 2階受付の端局利用申し込み窓口に利用申し込み用紙を提出してください。
申し込み用紙の提出は、使用予定日の前日までをお願いします。なお、
用紙は2階ロビーの書類ケースにあります。

- 2.10 GD設置場所** 2階入出力室に設置してあります。

利用者はプログラム相談室の中にある入出力室に通ずるドアから出入りしてください。

3. プログラム例

グラフィック・ジョブには ¥GDLRUN というマクロを使用していただきます。これについて次に説明します。また、利用効率を上げるために2.8で述べましたようにファイルを活用していただきたいと思います。

3.1 ¥GDLRUN

これは、このマクロ以前に作成されたグラフィック用の相対形式プログラムを結合編集し、必要なデータを読み込んでプログラムの実行を行なうマクロです。

表-3 マクロとパラメータの説明

¥GDLRUN	[NOLIST] [,LMAP] [,EBNAME=実行形式プログラム名] [,STARTPROGRAM=実行開始エレメント名] [,MACROSTEP= n]
----------------	--

パラメータの説明：

パラメータ	記入したとき	省略したとき
NOLIST	LIED のリストを出さずにエラーメッセージのみ出す	リストとエラーメッセージを出す
LMAP	作成された実行形式プログラムのコアマップを出す	コアマップを出さない
EBNAME= 実行形式プログラム名	指定の名前の実行形式プログラムを作成し実行する	実行形式プログラム名は GDEXQT となる
STARTPROGRAM= 実行開始エレメント名	指定した名前のエレメントより実行を開始する	PRG.MAIN となり主プログラムより実行が開始される
MACROSTEP= n	¥GDLRUN を1ジョブで複数個使用するとき異なった番号を与える	番号は何もつかない

3.2 ファイルの利用方法

ファイルの利用方法については、利用の手引き「ファイル編」および「TSS 編」に登録、修正利用方法など具体例をつけて解説されていますので、詳細はこれらを参照していただくことにして、こゝでは、既に登録してあるソース・プログラムを端局から利用する時の制御文の1例を載せるにとどめます。

***B

YOUR JOB-NO IS 800001. TYPE IN ¥QJOB

¥QJOB 7001E00999, INOUE, PASSWORD=USR3

¥FORTRAN ELMNAME=SOURCE1, OUTPUT=REMOTE

¥FD FORTRAN-SOURCE, FILE=(OLD, QU. SC. INOUE. 00999), ↑ /

UNIT=E. 040, VOL=(SPEC, E00040)

¥GDLRUN NOLIST

¥JEND

¥END

注) 下線をひいた部分はシステムよりタイプアウトされるものです。

3.3 プログラム例

グラフィック・プログラムを書くには、基本機能をよく知ってこれを使いこなすことが上達の早道だと思います。筆者もまだまだ初心者の域を脱せず使いこなすなどほど遠い話ですが、これから少しずつ勉強したいと思います。

今回は初めてですので先づ画を出すことから始め、ライトペンの利用法のうちピッキング機能を使って画を消したり再生したりという例をあげます。

例題 1

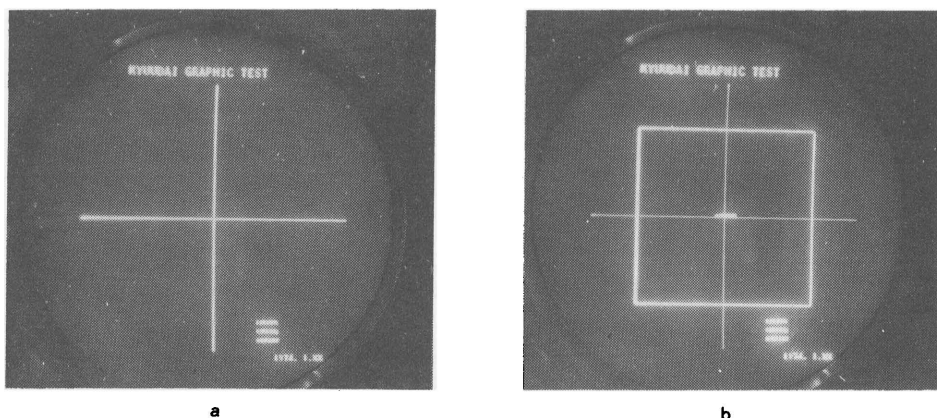
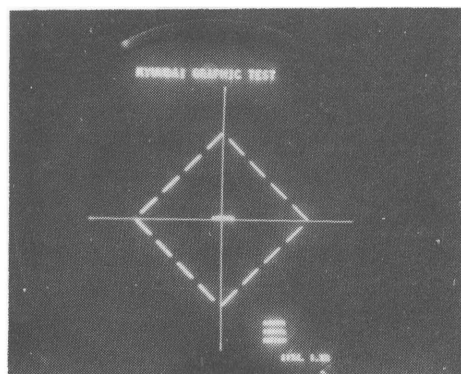
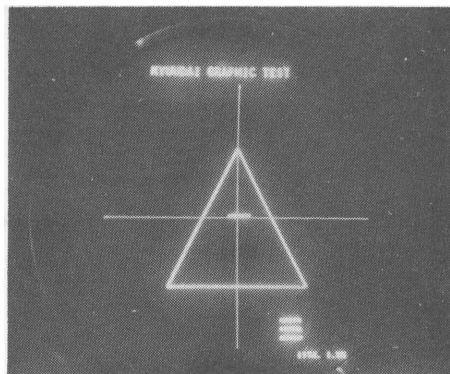


図-6 例題1のディスプレイ(1)



c



d

図-6 例題1のディスプレイ (2)

この例題は図-6に示すような実線、破線の図形と文字を出し、ライトペンでこれらの画を消去、再生するものである。先づフローを書こう。

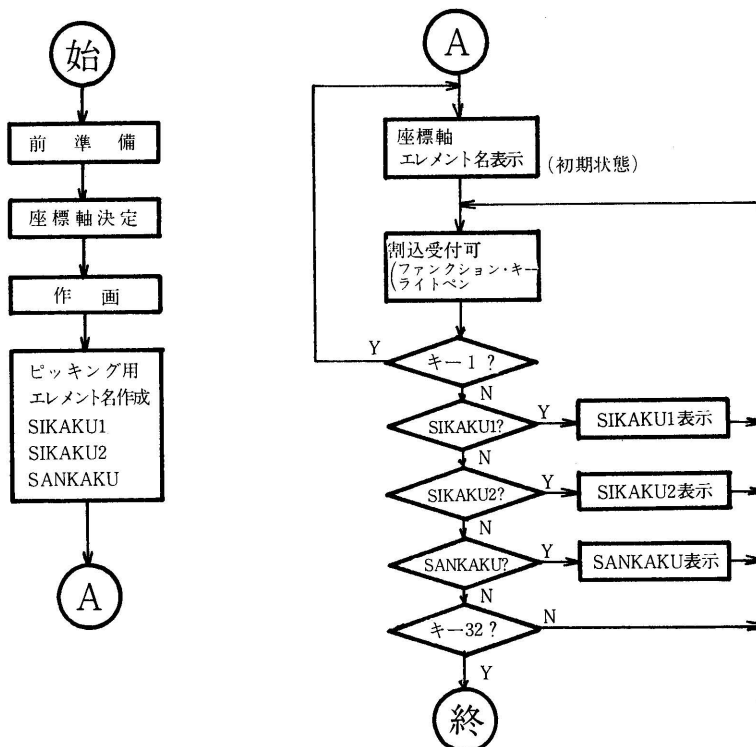


図-7 例題1のフロー

```

1 C GSP TEST PROGRAM
  DIMENSION GCT1(100),DOA1(100),DOA2(100),DOA3(100),DOA4(200),
  1 OPT1(20)
2 CALL GOPEN(1,GCT1,100)
3 CALL GDOA('F33',DOA1,100,DOA2,100,DOA3,100,DOA4,200)
4 CALL GOPT(OPT1,'IAB')
5 C CALL GMASK(1,'OF',1,-32)
6 CALL GLIGHT(1,'ON',1,32)
7 C X=Y JIKU
8 CALL GNAME(DOA4,OPT1,'CLR')
9 CALL GSBEAM(-1500,0)
10 CALL GINSCR('DAK')
11 CALL GVECTR(1500,0)
12 CALL GSBEAM(0,1500)
13 C CALL GVECTR(0,-1500)
14 SIKAKU1
15 CALL GNAME(DOA1,OPT1,1,1,'CLR')
16 CALL GSBEAM(-1000,1000)
17 CALL GINSCR('VBR')
18 CALL GVECTR(-1000,-1000)
19 CALL GVECTR(1000,-1000)
20 CALL GVECTR(1000,1000)
21 CALL GSBEAM(-100,0)
22 C CALL GCHAR(#10,'SML')
23 SIKAKU2
24 CALL GNAME(DOA2,OPT1,1,1,'CLR')
25 CALL GSBEAM(0,1000)
26 CALL GINSCR('DSH','VBR')
27 CALL GVECTR(-1000,0)
28 CALL GVECTR(0,-1000)
29 CALL GVECTR(1000,0)
30 CALL GVECTR(0,1000)
31 CALL GSBEAM(-100,0)
32 C CALL GCHAR(#20,'SML')
33 SANKAKU
34 CALL GNAME(DOA3,OPT1,1,1,'CLR')
35 CALL GSBEAM(0,800)
36 CALL GINSCR('VBR')
37 CALL GVECTR(-800,-800)
38 CALL GVECTR(800,-800)
39 CALL GVECTR(0,800)
40 CALL GSBEAM(-100,0)
41 C CALL GCHAR(#30,'SML')
42 CALL GNAME(DOA4,OPT1,1,1)
43 CALL GSPACE(100)
44 CALL GNAME(DOA4,OPT1,4,2)
45 CALL GSBEAM(-1000,1600)
46 CALL GCHAR(#40,'VLG')
47 CALL GNAME(DOA4,OPT1,4,3)
48 CALL GSBEAM(700,-1600)
49 C CALL GCHAR(#50,'LAG')
50 CALL GNAME(DOA4,OPT1,4,4)
51 CALL GSBEAM(500,-1200)
52 CALL GINSCR('WNK')
53 C CALL GCHAR(#10,'SML')
54 CALL GNAME(DOA4,OPT1,4,5)
55 CALL GSBEAM(500,-1300)
56 CALL GINSCR('WNK')
57 C CALL GCHAR(#20,'SML')
58 CALL GNAME(DOA4,OPT1,4,6)
59 CALL GSBEAM(500,-1400)
60 CALL GINSCR('WNK')
61 C CALL GCHAR(#30,'SML')
62 90 CALL GCLEAR(1,'BUF')
63 CALL GDISP(1,DOA4)
64 100 CALL GLIST(0,1,4,4,4,5,4,6,0,32)
65 110 CALL GETID(1,N1,N2)
66 CALL GJUMP(#100,N1,N2,#90,#200,#300,#400,#500)
67 GO TO 110
68 CC 200 CALL GRDISP(1,DOA1,1,1)
69 GO TO 110
70 300 CALL GRDISP(1,DOA2,1,1)
71 GO TO 110
72 400 CALL GRDISP(1,DOA3,1,1)
73 GO TO 110
74 500 CALL GCLOSE(1)
75 C 10 FORMAT('SIKAKU1')
76 20 FORMAT('SIKAKU2')
77 30 FORMAT('SANKAKU')
78 40 FORMAT('KYUJDAI GRAPHIC TEST')
79 50 FORMAT('1974. 1.XX')
80 STOP
81 END

```

GSP00010
 GSP00020
 GSP00030
 GSP00040
 GSP00050
 GSP00060
 GSP00070
 GSP00080
 GSP00090
 GSP00100
 GSP00110
 GSP00120
 GSP00130
 GSP00140
 GSP00150
 GSP00160
 GSP00170
 GSP00180
 GSP00190
 GSP00200
 GSP00210
 GSP00220
 GSP00230
 GSP00240
 GSP00250
 GSP00260
 GSP00270
 GSP00280
 GSP00290
 GSP00300
 GSP00310
 GSP00320
 GSP00330
 GSP00340
 GSP00350
 GSP00360
 GSP00370
 GSP00380
 GSP00390
 GSP00400
 GSP00410
 GSP00420
 GSP00430
 GSP00440
 GSP00450
 GSP00460
 GSP00470
 GSP00480
 GSP00490
 GSP00500
 GSP00510
 GSP00520
 GSP00530
 GSP00540
 GSP00550
 GSP00560
 GSP00570
 GSP00580
 GSP00590
 GSP00600
 GSP00610
 GSP00620
 GSP00630
 GSP00640
 GSP00650
 GSP00660
 GSP00670
 GSP00680
 GSP00690
 GSP00700
 GSP00710
 GSP00720
 GSP00730
 GSP00740
 GSP00750
 GSP00760
 GSP00770
 GSP00780
 GSP00790
 GSP00800
 GSP00810
 GSP00820
 GSP00830
 GSP00840
 GSP00850
 GSP00860
 GSP00870
 GSP00880
 GSP00890
 GSP00900
 GSP00910
 GSP00920
 GSP00930
 GSP00940
 GSP00950
 GSP00960
 GSP00970
 GSP00980

図-8 例題1のプログラム

プログラムのステートメント・ナンバーに従って説明する。GSP601文法編を併せて参照願いたい。

- 1 は、グラフィック・ジョブを開始するにあたって必要な領域を確保するための宣言である。グラフィック・ジョブにおける割込み制御およびエレメントの管理のための制御テーブル GCT (Graphic Control Table)、ディスプレイ語列を格納するための主記憶上の領域 GDOA (Graphic Data Output Area)、ディスプレイ語列を作成するのに必要な情報を格納するテーブル GOPT (Graphic Option Table) を、それぞれ GCT1, DOA1 (, DOA2, DOA3, DOA4), QPT1 という名前をつけて必要数だけ確保している。これらの大きさについては、その算出方法が GSP601 文法編に説明されている。
- 2 は、指定したディスプレイ装置を使用可能状態にし、GCT を定義する。この GOPEN 命令をはじめ以下各種の命令でディスプレイの論理機番 Con というのがでてくるが、これはシステムの方で1と指定しているのでパラメータ Con は1と指定すること。
- 3 は、GDOA を定義するもので、1で確保した GDOA の名前と大きさを記述する。
- 4 は、GOPT を定義するもので、データの型(実数、整数、絶対値、相対値)、ライトペン検知の可、不可、ベクトルの種類、明るさなどの選択をする。この例では「IAB」つまりデータの型が整数絶対値とだけしか指定していないので、その他のものは標準値となる。
- 5 は、ファンクション・キーのうちどのキーからの割込みを受けつけるかを指示するもので、例のように1, -32 とすれば全てのキーの割込みが可能となる。
- 6 は、ファンクション・キーランプの点滅を行なう命令で、1と32のランプを点灯している。
こゝまでの1～6で前準備を終り、次に“画”をつくることにする。
- 7～12は、X-Y 軸を描くものである。まず、GNAME で GDOA を初期化する。この命令の後に作成されるディスプレイ語列は、GOPT で指定された特性に従って DOA4 に格納される。
こゝではエレメント名は省略しているのでエレメント名なしで軸が描かれることになる。9の GINSCR 命令は途中で表示特性を変えたい時に用いるもので、GOPT で標準の明るさとなっているのを「DAK」に変更する。GSBEAM はビーム位置の指定、GVECTR は指定した2点間を直線で結ぶものである。
- 13～21は、図形 SIKAKU1 を描くものである。21の GCHAR は FORMAT 文で指定された書式に従って文字列や変数の値を表示するもので、文番号10の FORMAT 文で示された文字列を文字の大きさ「SML」で作成し DOA1 に格納する。
- 22～30は、図形 SIKAKU2 を、31～38は図形 SANKAKU をそれぞれ作成する。
- 39～40は、GDOA である DOA4 の中に (1, 1) という識別記号(エレメント名)をつけて、100語長の NO DATA 語列を作る。これはディスプレイ・バッファに送られると、バッファ内に100語長の空エレメント領域をつくるものである。この空エレメントの使用については後で説明する。
- 41～43は、DOA4 の中に (4, 2) という識別記号をつけて文番号40の FORMAT 文で示す KYUUDAI GRAPHIC TEST という文字列を格納する。

- 44~46, 47~50, 51~54, 55~58は、何れも41~43と同じことをする。ただし後者3つについては、こゝで表示する文字を GINSCR を用いて▼WNK▼(点滅)するようにしてある。
- 59は、ディスプレイ・バッファを初期化するもので、バッファ内のエレメントの消去、割込処理行列の初期化などを行なう。
- 60は、GDOA 中に格納されたディスプレイ語列をディスプレイ・バッファへ送り、CRT 面上に表示する命令で、DOA4 中にあるディスプレイ語列を表示するものである。
- 61~64の各ステップは、1組として使用されるもので、GLIST は GJUMP で指定する文番号に対応する識別記号をあらかじめ指定する命令である。GETID は割込処理行列に格納された識別記号を取り出す命令で、(N1, N2)に(0, 1)という識別記号がセットされた場合(ファンクション・キー1が押された時)、GLIST 中の第1番目の識別記号であることを知ってGJUMP のN1, N2の次の文番号の第1番目のステートメント、すなわち90にジャンプする。また、ライトペンで表示された名前 SIKAKU1をピックすると、識別記号(4, 4)が(N1, N2)にセットされて GJUMP の2番目のステートメント200にジャンプする。
- 65は、DOA1 の(1, 1)という識別記号がついたエレメントをディスプレイ・バッファに送って、CRT 上に表示するものである。この GRDISP は既に表示したエレメントを変更して表示し直すときに使用する命令で、GSPACE で確保した空エレメント領域を多重使用するときには用いる。
- 67, 69も65と同じ使い方で、このように GSPACE 命令と GRDISP 命令を使って表示することにより、同一のディスプレイ・バッファ(GSPACE 命令で確保した空エレメント領域)が利用できるから、バッファ記憶容量の大きさを気にしないで何回でも初期状態にもどしたり再生表示したりできる。
- 71は、ディスプレイ装置と利用者プログラムを切り離すもので、表示動作は停止する。こゝには、ファンクション・キーの32を押した時に(N1, N2)に(0, 32)という識別記号がセットされて、GJUMP によってジャンプしてくる。

参考資料

1. FACOM6232A および FACOM6233A グラフィック・ディスプレイ装置 FUJITSU vol.22 No.6
2. グラフィック・ディスプレイの基本ソフトウェア FUJITSU vol.22 No.6
3. FACOM230-60 GSP601 文法編
4. FACOM230-60 GRACE 解説書(I)
5. 名古屋大学大型計算機センター ニュース vol.3, No.1~No.3