

小規模情報処理におけるグラフィックスの共通化

—大型計算機とパーソナルコンピュータの図形処理について—

名古屋大学工学部	正員	○伊藤義人
東京都水道局	正員	坂巻和男
名古屋大学工学部	正員	梶田建夫
名古屋大学工学部	正員	島田静雄

1. はじめに

第1筆者は昨年に、大型計算機とパーソナルコンピュータのデータ及びプログラムの共通化について、相互移植支援システムの作成とその適用例を報告した¹⁾。今回は、これを一歩進めて、情報処理において重要な位置を占めるグラフィックスプログラム及びデータの共通化について開発した処理システムとそれを情報処理教育及び実験データ処理に適用し、土木工学における情報処理の効率化に有効であることを確認したので報告する。

情報処理におけるグラフィックスの役割は大きい。土木工学において必要な情報処理は多岐に渡るが、大型計算機を使った大規模な処理及びパーソナルコンピュータ（パソコン）などを使った比較的小規模な処理のいずれにおいても、グラフィックスの果たす役割はかなり大きい。土木分野で一般的である有限要素法のためのPre-ProcessorおよびPost-Processorにおけるグラフィックスの役割の重要性を考えればこのことはよく分かる。

情報処理としてのグラフィックスを考える時、問題となるのがグラフィックスソフトウェアの仕様の統一化がなされていないことである。特に、大型計算機とパソコンとの間には全く共通性がない。土木分野の研究およびエンジニアリングの実際の作業においては、まずパソコンで小規模な処理を行い、その後大型計算機で大規模な処理を行いたいときが多い。あるいは、既に大型計算機で開発済みのプログラムをパソコン上で動かしたい場合も多い。

グラフィックスソフトウェアの標準化²⁾は、1976年のSeillacの会議においてグラフィックスの標準化の基本事項について議論されたのを初めとして、標準化システムとしてCOREシステムやGKS(Graphic Kernel System)などが提案されてきた。しかし、これらは主として大規模なアプリケーションプログラムに採用されており、研究及びエンジニアリングの実際のユーザーレベルでの小規模なグラフィックスでは、当初プロッタ出力が主流であったため、FORTRANから使用するカルコンブ社仕様のグラフィックスサブルーチンが未だに多く用いられているのが現状である。

一方、パソコンにおけるグラフィックス³⁾は、ベーシック言語においてはシステムに組み込まれたコマンドで行うようになっているものが多い。このコマンドはパソコンの機種によって全く異なるといつてよい。これは、一般にグラフィックスがハードに依存する部分が大きいためであると考えられる。共通OSのMS-DOSやCP/M-86においても、グラフィックスの標準手順が規定されていない。パソコンのFORTRANによるグラフィックスは、最近FORTRAN処理系に含まれているものもあるが、それらにおいても多くはベーシックのコマンドに対応するROM内ルーチンと同じ機能のサブルーチンがサポートされているにすぎない。これらのサブルーチンはハードに依存しており、実数座標系ではなくスクリーンのドットイメージ座標のものが多くエンジニアリング向きとは言いがたい。一部には、カルコンブ社仕様のいくつかのサブルーチンをサポートしているものもあるが必ずしも十分でない。

そこで、小規模情報処理の効率化のために大型計算機のカルコンブ社仕様のサブルーチン群及び関連する処理プログラムをシステムとしてパソコン上(PC-9801シリーズ)でFORTRAN77言語とアセンブラを用いて作

成した。開発したグラフィックスサブルーチンは、大部分がFORTRAN77で書かれているためパソコンの機種及びコンパイラが異なってもハードに依存する一部のサブルーチンを書き換えるだけで移植可能である。現在の所、MS-DOS上で稼働するPC-FORTRAN及びMS-FORTRANで稼働可能である。

なお、ソフトの可搬性及び蓄積可能性を考えると実用上FORTRANで情報処理をする必要があるが、特殊な周辺機器(マウス、GP-IBなど)のサポート及び簡便性を考えるとBASICによる情報処理も捨て難いため、カルコン社仕様のサブルーチンをBASIC(N88-BASIC)で書き下したのもも作成した。

これらのグラフィックスサブルーチンを用いることによって大型計算機とパソコンのグラフィックスを含んだソフトウェアにおいても共通化が可能となり土木工学における情報処理の効率化をはかることができる(図-1(a),(b))。さらに、土木工学の情報処理教育におけるグラフィックスの扱いが容易になる。

本論文では、これらのサブルーチンパッケージの作成における基本的な考え方及び情報処理教育における実践例および実験データの処理に用いた例について示し考察を加え、今後の問題点を明らかにする。

2. グラフィックス共通化における基本的な考え方

(1)基本サブルーチン

まず大型計算機(名大大型計算機センター)で使用するFORTRANからコールするカルコン社仕様のグラフィックスサブルーチンと名前および引数の仕様を一致させ、パソコン(PC-9801)と大型計算機でユーザープログラムを変えなくても利用できる基本サブルーチンを作成することにした。大型計算機とパソコンのプログラム及びデータの媒体変換に関する相互移植は、既に第1筆者によって可能になっている^{2),3)}。そのため、大型計算機とパソコンにおいて開発したグラフィックスを含むプログラムを、フロッピーディスクを用いた媒体変換⁴⁾をするだけでそのまま相互に稼働するようにした。

(2)拡張サブルーチン

基本サブルーチンは、大型計算機のカルコン社仕様のサブルーチンと同一仕様になっているため線画のみを対象としておりカラー作画や面処理に対応していない。そこで、パソコンが得意とするカラー処理及び面処理などについては大型計算機と互換性を持つ基本サブルーチンとは別に拡張サブルーチンを用意した。

(3)プロッタ出力と図形蓄積

パソコンだけでも実際の研究及びエンジニアリングにおいて、かなりな情報処理が可能ないようにプロッタ出力及びラスターデータの形で図形データを格納できるようにもした。プロッタ出力をするときはプロッタ出力専用のサブルーチンを使って行うのではなく、CRT出力用のサブルーチンプログラムと同じものを用い、ただプロッタ出力フラグをONにするサブルーチン(PLTST)を一度コールするだけでよいようになっている。プロッタは、現在のところグラフィテック社のMIPLOT II, IIIが対象であり、インタフェースはセントロニクスとRS-232Cの両者が可能である。

図形データの格納及び再表示についても同じくKEEP及びREVIEWサブルーチンと呼ぶだけで他のグラフィックスサブルーチンはCRT出力のときと全く同じままでよい。

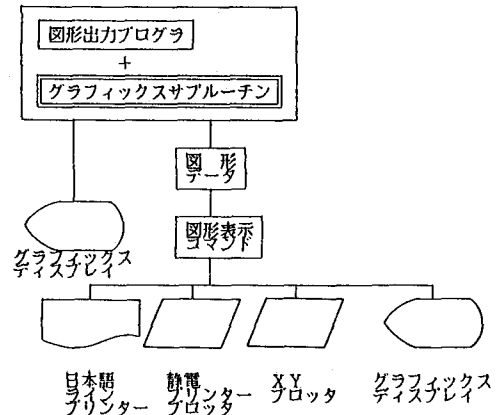


図-1(a)大型計算機の図形出力

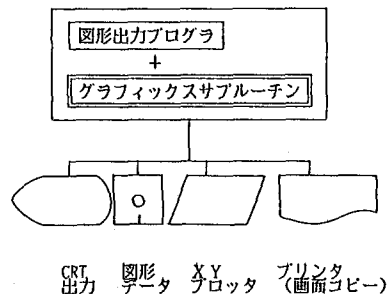


図-1(b)パソコンの図形出力

(4)文字・記号および漢字のベクターデータの作成

エンジニアリングにおける図面においては、漢字、文字及び記号は任意の大きさと角度で作画できる必要がある。パソコンは、ROM内にフォントとして文字・記号および漢字パターンを持っているが、これを用いると文字の大きさおよび傾きが限定され、さらにプロッタにそれらを出力することができない。そこで、大型計算機と同じ様に任意の大きさと角度でこれら作画できるようにベクタ形式の漢字データファイルと記号・文字データファイルを作成し基本サブルーチンによって作画を可能とした。これらのファイルは本システムに付属している文字・記号、漢字のジェネレータサブシステムで容易に追加修正を行うことができる。

なお、漢字データはJISコード系で作成されているが、大型計算機のソフトJISコードで利用可能である。図-2にシンボルデータと漢字データを使って漢字コード一覧の一部をパソコンに接続したプロッタによって作画した例を示す。

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
2120	、	。	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2130	^	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
2140	\	~														
2150	{	}	<	>	<	>	<	>	<	>	<	>	<	>	<	>
2160	÷	=	≠	<	>	≤	≥	∞	.	8	♀	°	'	"	℃	¥
2170	\$	¢	£	%	井	&	*	@	☆	★	○	●	◎	◇		
2220	◆	□	■	△	▽	▼	※	〒	→	←	↑	↓	=			
3020	亜	啞	娃	阿	哀	愛	挨	始	逢	葵	苦	槐	惡	握	渥	
3030	旭	葦	芦	蓼	梓	庄	幹	扱	宛	姐	虹	飴	絢	綾	鮎	或
3040	粟	拾	安	庵	按	暗	案	闇	鞍	杏	以	伊	位	依	偉	困
3050	夷	委	威	尉	惟	意	慰	易	椅	為	畏	異	移	維	緯	胃
3060	委	衣	謂	違	遺	井	亥	域	育	郁	礎	一	考	溢	逸	
3070	稻	次	芋	鰯	允	印	咽	員	因	姻	引	飲	淫	胤	蔭	
3120	院	鄧	陽	韻	吋	右	宇	烏	羽	迂	雨	卯	鵝	窺	丑	
3130	碓	臼	渦	噓	嘔	鬱	蔚	鰭	姥	厥	浦	瓜	閏	噲	云	運
3140	雲	在	餌	穀	嘗	嬰	影	映	曳	榮	永	泳	洩	瑛	盈	穎
3150	穎	英	衛	詠	銳	液	疫	益	駅	悅	謁	越	閭	榎	厭	円
3160	園	堰	奄	宴	延	怨	掩	援	沿	演	炎	焰	煙	燕	猿	縁
3170	艷	苑	園	遠	鉛	簞	塩	於	汚	甥	凹	央	奥	往	応	

図-2 漢字の出力例

3. FORTRAN版グラフィックスサブルーチンパッケージの作成

(1)一般的な規則

本サブルーチンパッケージは、名古屋大学大型計算機センターの図形サブルーチンと同じ機能をパソコン上で実行できるようにパソコン上(PC-9801シリーズ)のFORTRAN77言語とアセンブラを用いて書き下したものである。サブルーチンは、コンパイラの種類に依存するもの(XINT, XVIEWP, PLOT, NEWPENなど)とそれ以外のものに分けられる。

大型計算機センターと同じ名前のサブルーチンにおいては、引数の数及び型は一致するようにしてある。ただし、引数の意味は拡張してあるものもある。すなわち、これらのサブルーチンは大型計算機センターと全く同じ使い方ができるが、さらに拡張した機能を持っている場合がある。この機能については、情報処理演習用のマニュアルに明記してある。

また、パソコン上でグラフィックスを実用的に使用するため本サブルーチンパッケージには、大型計算機の図形サブルーチンにはない拡張サブルーチンも多くつくられており、ベーシックで行うようなカラー作画および面処理も可能となっている。

座標および角度

x-y直交実数座標系で、水平方向にx軸、鉛直方向にy軸を取り、それぞれ右向と上向を正とする。x座標およびy座標の値の範囲は、以下のようである。

$$|x| < 1.70141E+38$$

$$|y| < 1.70141E+38$$

角度は反時計まわりを正としてdegree(度単位)で表現し、-360°以上 360°以下とする。

引数

入力用引数の値は、指定のあるものを除いてサブルーチンの実行前後で保存される。また、引数には実数型と整数型と文字型がある。ただし、整数型変数を用いるときは2バイト型と4バイト型の区別があり、指定のないものは2バイト型である。

(2) サブルーチン名と機能

グラフィックスサブルーチン名の一覧と簡単な機能説明を以下に示す。

a) コンパイラ（処理系）に依存するサブルーチン

大型計算機センターと同じサブルーチン

- XINT : グラフィックスの準備
- XVIEWP : 画面の設定
- PLOT : ペンのアップダウンと線分の作画。原点の移動
- XEND : グラフィックスの終了処理（ファイルのクローズなど）
- NEWPEN : ペンの種類を変える

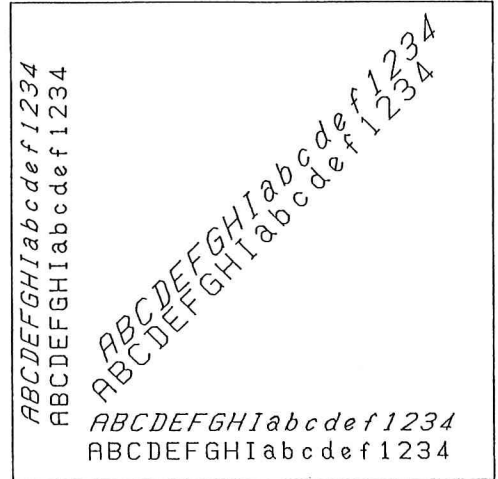


図-3(a)SYMBOL, SYMBO2の作画例

拡張サブルーチン

- PLTST : プロッタの使用開始と終了
- FRAMEP : 長方形の枠を描き、内を任意の色で塗る

その他処理系が固有に持つサブルーチン及びアセンブラーによってLIO(LOGICAL INPUT OUTPUT)ルーチンを利用して書かれたサブルーチン自体を用いるもの。この中には、任意の形状の閉区間をべた塗りまたはタイルパターンで塗る機能なども含まれる。

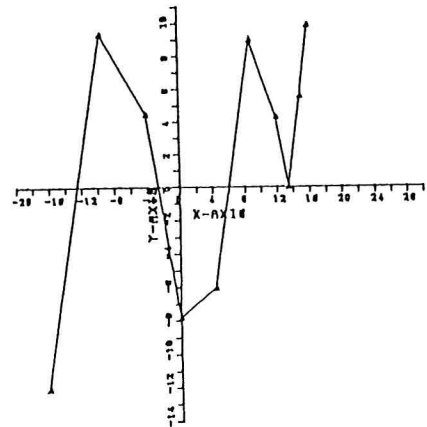


図-3(b)SCALE, AXISの作画例

b) コンパイラ（処理系）に依存しないサブルーチン

大型計算機センターと同じサブルーチン

- PLOTS : XINTと規定されたXVIEWPを合わせた機能（互換用）
- PLOTE : XENDと同じ機能（互換用）
- FACTOR : ユーザー座標を拡大縮小する
- ROTATE : 原点を中心に図を回転する
- WHERE : 現在の座標位置を得る
- DASHP : 破線を描く
- SYMBOL : 文字列や記号を描く
- NUMBER : 数値変数の値を任意の桁だけ描く
- KANJI : 漢字列を描く
- FRAME : 長方形の枠を描く
- RECTO : 任意の角度の長方形を描く（中心座標を与える）
- RECT : 任意の角度の長方形を描く

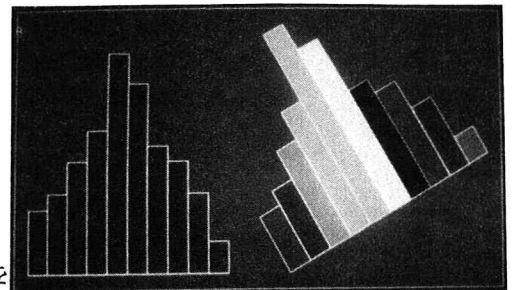


図-3(c)BAR3と拡張機能の作画例

POLY0 : 円に内接する任意の多角形を描く (中心座標を与える)
 POLY : 円に内接する任意の多角形を描く
 CIRCL0 : 円または螺旋線を描く (中心座標を与える)
 CIRCL : 円または螺旋線を描く
 ELIPSO : 楕円を描く (中心座標を与える)
 ELIPS : 楕円を描く
 SCALE : データ群を所定の範囲内に収めるためのスケーリングを行う
 AXIS : 座標軸を描く
 AXSPRM : 座標軸の書き方を変更する
 AXIS2 : 座標軸を描く (軸の数字の桁数を制御できる)
 LINE : 一連のデータを直線などで結びマークを描く
 LINMRK : 描くマークの大きさを変更
 DASHL : 一連のデータを破線で結ぶ
 CNTRL : 一連のデータを一点鎖線で結ぶ
 GRID : 方眼または対数方眼を描く
 BAR3 : ヒストグラムを描く
 AROHD : 矢印を描く
 SOLMOR : 立体図を描く

拡張サブルーチン

DASHPP : 1 点鎖線を描く
 SYMB02 : 文字を任意の角度傾けて描く
 LINE2 : 一連のデータを実線、破線、一点鎖線で結びマークを描く
 HATCH : 閉区間で囲まれた領域をハッチングし、境界を実線で結ぶ
 CONTOR : 等高線を描く
 KEEP : 図形データをメタファイルに格納する
 REVIEW : メタファイルのデータを読み出し作画する

図-3 にグラフィックスサブルーチンを利用した作画例を示す。

4. BASIC版グラフィックスサブルーチンパッケージと関連処理プログラム

(1) 一般的な規則

BASIC版のグラフィックスサブルーチンパッケージ⁵⁾は、基本的にはFORTRAN版の仕様をそのままN88-BASICで書き下したものである。ただし、BASICは一般にローカル変数を許さないためユーザーが用いる変数とグラフィックスサブルーチンの中で用いる変数が同じになってしまう可能性がある。そこで、各サブルーチンが独立して扱えるように各サブルーチンでは、FORTRAN版の引数名の前にZを足したものをを用い、さらにサブルーチン内で用いる変数についても全てZで始まる変数だけを用いることによって疑似的にローカル変数的な取り扱いができるようにした。そのため、ユーザーはZで始まる変数名をサブルーチンをコールするときの引数以外には用いないという制約条件を守る限り、FORTRANのようにグラフィックスサブルーチンを用いることができる。

(2) 文字・記号、漢字ジェネレーションサブシステム

文字・記号および漢字のベクターデータの作成、修正、編集を行う処理サブシステムを作成した。パソコン

ンがフォントとして文字パターンを持っているものには、CRT画面上に文字パターンを大きく表示させ、この上をマウスまたはカーソルでなぞるだけでベクターデータが作成できるようになっている。図-4に漢字データの作成の例を示す。

(3)メタファイルを使ったプロッタ出力

メタファイルに蓄積した図形情報を、任意の大きさにプロッタ出力できるサブシステムを作成した。CRT画面上に疑似的にプロッタ装置と置かれるべき紙の位置を表示し、さらに必要であればその中に図形を表示し図形の配置をチェックしてから、プロッタ出力ができる。プロッタ装置は、一般にCRT表示に比べ描画速度が遅いためこのサブシステムを用いるとプロッタ出力を効率的にできる。

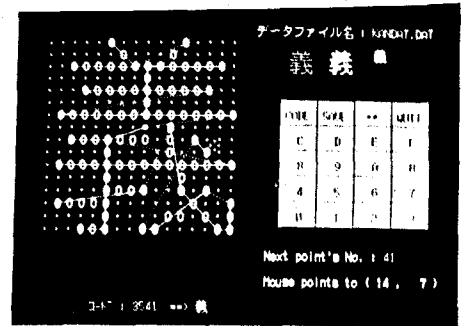


図-4 漢字ジェネレータの例

5. 情報処理教育と実験データ処理の実行例

1)情報処理教育における実践例

情報処理教育⁹⁾におけるコンピュータグラフィックスの重要性は、広く認識されている。土木工学においてもCADだけに限らず通常のエンジニアリングの中にも多くのグラフィックスが入り込んでいる。研究の道具としてのコンピュータグラフィックスの必要性も増している。これは、人間が情報を認識するときグラフィックスの形で提供される方が、数値などで提供されるよりずっと迅速に理解しやすいからである。

土木工学における情報処理教育は、現在の所FORTRANで行われるのが普通である。FORTRAN言語自体は、必ずしも良い言語ではないが、数値計算向きであることと、これまでのソフトウェアの蓄積が膨大であるため今後も用

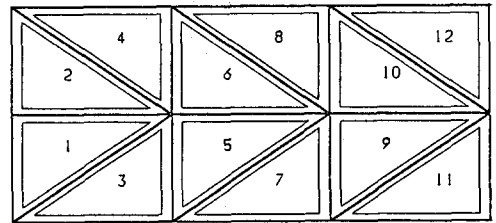


図-5(a)要素分割の確認作画例

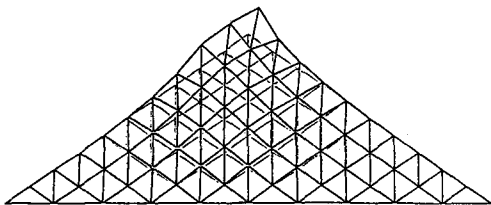


図-5(c)変形図の作画例

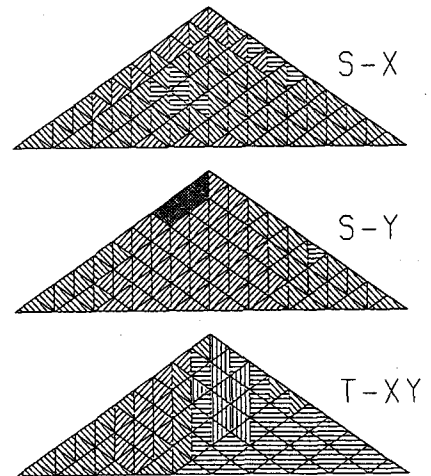
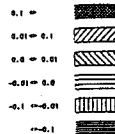


図-5(b)応力レベル作画例

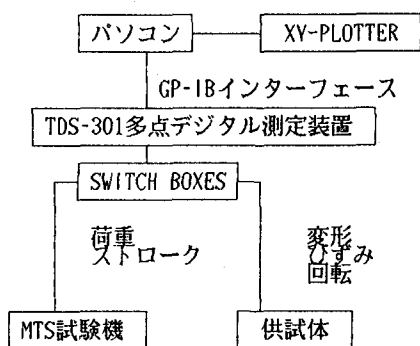


図-6 自動計測システム

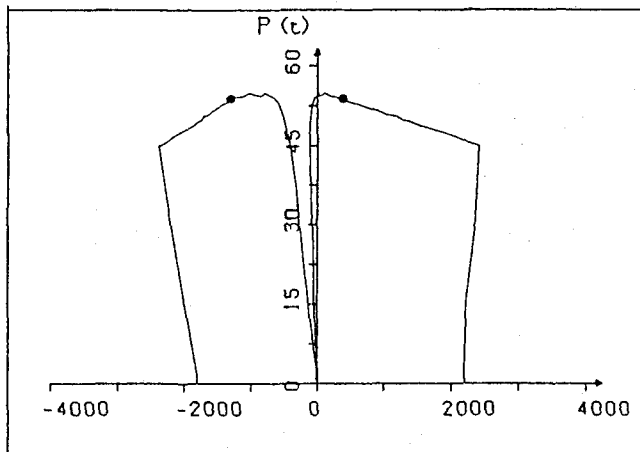


図-7(a) 荷重-変形曲線

いられるであろう。パソコンのBASICによるグラフィックスは、簡便ではあるが機種によって大きく手順が異なり、効率的な情報処理教育を行うことができない。

筆者らが行っている大学院生向けの情報処理特論では、有限要素法および境界要素法などの定式化、アルゴリズム、プログラム作成を教え、情報処理演習でファイリング処理、グラフィックス処理、計算機システムなどを教え、その応用として有限要素法および境界要素法プログラムのための簡単なPre-processorおよびPost-processorを前述のFORTRANのグラフィックスサブルーチンを用いて大型計算機およびパソコンの両方で稼働するものを作成させている。図-5(a)は、平面要素の有限要素の有限要素法プログラムの例題の入力データを用いて、要素の重複などを確認するためのPre-processorの例である。また、図-5(b),(c)は、別の例題のPost-processorの例でありそれぞれ応力レベル図と変形図である。

2) 実験データ処理例

最近の実験においては、計測機器のデジタル化が進み、主な計測機器にはGP-IB, RS-232Cなどの標準インターフェースが附属している。そのためパソコン制御でデータの取り込みおよび一次処理を行うことが多くなった。図-6は、第1筆者が通常行っている耐荷力実験での計測システムの概要である。図-7(a)は、荷重の制御のためにパソコンの画面上に表示させた荷重-変形曲線の例である。また、図-7(b),(c)は、プレートガーダのウェブの実測の曲げ座屈変形の立体図と等高線図の例である。

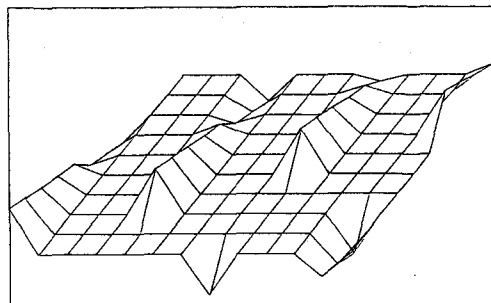


図-7(b) ウェブの座屈変形の立体図

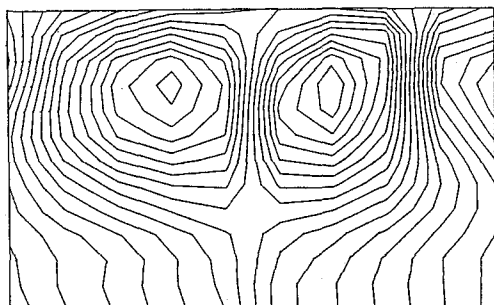


図-7(c) ウェブの座屈変形の等高線図

6. 今後の問題点と課題

これまでに、大型計算機とパソコンのデータおよびプログラムの共通化を可能とするため媒体変換の移植システムおよび一連の支援システムを作成し、情報処理の効率化を試みてきた。また、それらを情報処理教育に適用し教育の効率化をも試みた。

大型計算機とパソコンのデータおよびプログラムの共通化は、両者のハードウェアに大きく依存している。たとえば、現在の両者の通信機能はまだ満足できるような状態でなく、ON-LINEではせいぜいパソコンを安価な端末装置として利用する場合がほとんどである。今後両者の通信機能が光ケーブルなどにより、大容量、高速かつ安価になれば、パソコンと大型計算機を有機的に結びつけた使い方⁹⁾が可能となるであろう。今回試みたグラフィックスソフトウェアの共通化は、この時さらに重要なものになるであろう。

今後の課題としては、画像に関するソフトウェアの共通化と今後グラフィックスの共通仕様になろうとしているGKS仕様のグラフィックスサブルーチンの共通化が挙げられる。

参考文献

- 1)伊藤義人, 福本昤士: 構造実験の数値データベースにおけるデータ処理
—大型計算機とパーソナルコンピュータのデータの共通化—, 第10回電算機利用に関するシンポジウム,
1985年10月, pp.89-96.
- 2)伊藤義人, 安藤八郎: パソコンと大型計算機とのフロッピーディスクによるデータの相互移植支援システム及び主システムにおけるフロッピーディスクの運用, 名古屋大学大型計算機センターニュース, Vol.15,
No.1, 1984, 2, pp.34-55.
- 3)伊藤義人, 安藤八郎: パソコンワープロと大型計算機のワープロのデータ変換, 名古屋大学大型計算機
センターニュース, Vol.16, No.2, 1985, 5, pp.218-230.
- 4)伊藤義人, 安藤八郎: パソコンと大型計算機間のFORTRANプログラムの移植, 名古屋大学大型計算機セン
ターニュース, Vol.15, No.4, 1984, 11, pp.467-493.
- 5)坂巻和男, 伊藤義人: グラフィックスサブルーチンXYPLOTTの作成, The BASIC, No.36-No.42, 1986.
- 6)矢矧晴一郎: 16ビット・パソコン登場によるパソコン・グラフィックスへのインパクト, PIXEL, No.11.
- 7)日本規格協会情報技術標準化研究センター: 高度ネットワークのためのプロトコルの標準化に関する調
査研究(グラフィックスの調査研究)報告所, 昭和60年度通商産業省工業技術院委託, 昭和61年3月.
- 8)杉本隆夫, 高橋萬年, 堀内慎一, 尾藤龍茂: PC9800によるEWS:VITAS, 設計自動化研究会資料20-2, 情報
処理学会, 1984, 2, pp.1-7.
- 9)伊藤義人: 情報処理教育とテクニック, 広報, 名古屋大学情報処理教育センター, No.10, 1985.12,
pp.25-27.