

地震危険度解析システムの大型計算機からパソコンへの移植

西松建設(株)技術研究所 正員 ○ 戸 松 征 夫
東京大学生産技術研究所 正員 片 山 恒 雄

1. はじめに

大型計算機のFORTRANプログラムをパソコンに移植した事例とその方法を紹介する。FORTRAN言語は大型計算機の科学技術計算の分野で約30年前から使われ続けており、古いゆえにプログラム資産やノウハウの蓄積が豊富である。パソコンでのFORTRANの利用は、2~3年前までは困難であったり実用的でなかったりした。ところが、最近パソコンの利用環境は大きく変化し、FORTRAN77規格(ANSI X3.9-1978, JIS X3001-1982)を満たすパソコン用FORTRANコンパイラが現れたり、大きなデータ領域が使用可能となったりしている。そして、大型計算機に蓄積された膨大なプログラム資産がパソコンにシフトしてくると予想されている¹⁾。

本報文は、上記のシフトの例にあたり、大型計算機のプログラムの1つをパソコンに移植した時の記録である。移植上で注意を払った点は、グラフィック機能の互換をどうとるか、およびパソコン的な使い易さをどう発揮するか点である。また、大型計算機のプログラム資産をできるだけ引き継ぐと共に、どこでも使えるシステムづくりを目指した²⁾。

2. 移植のフローと大型計算機のプログラム

2.1 移植のフロー

大型計算機のFORTRANプログラムを移植してパソコン化するための概略フローを図1に示す。このフローの意味はソースプログラムをファイル変換して、パソコンで読めるようにし、それをデバッグしてテストランを行うことにより大型計算機と等しい結果を得ることを表わしている。プログラムの移植が成功するかどうかのポイントは、(1)パソコン機種選択、(2)コンパイラ選択、(3)グラフィックパッケージ選択、および(4)パソコン的機能追加の点にあると考える。

移植の事例に地震危険度解析のプログラムを挙げて、これらの点を検討する。なお、大型計算機のソースプログラムをパソコンのファイルに変換するには、市販のソフトを利用すれば、機械的操作でできるので説明を省略する。

2.2 大型計算機のプログラム

移植する地震危険度解析システム<ERISA-G>はFORTRAN77言語で書かれたアプリケーション・プログラムであり、その機能が第9回電算機利用シンポジウムで紹介されている³⁾。プログラムの特性⁴⁾を次にまとめる。

- 1) 大型計算機HITAC M-280H, FACOM M-380やM-360などで動いている。
- 2) FORTRAN77で約5000ステップあり、その前半は解析部分、後半はプロット部分として分割可能である。
- 3) プロット部分ではカルコン型サブルーチンパッケージから15種を呼び出して使用する。
- 4) プロットにはペンプロットまたは静電プロットを使用して、A4サイズの図面を39種類出力し得る。
- 5) 実行プログラムファイルのサイズは 623kバイトである。
- 6) データファイルとして地震発生データなどを読み込むが、そのサイズは 670kバイトである。
- 7) 日本語をコメント行の中に使用している。

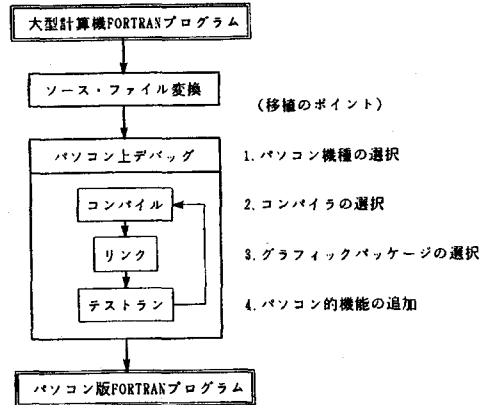


図1 FORTRANプログラム移植のフロー

3. 大型計算機からパソコンへの移植

3.1 パソコン機種の種類を選択

パソコンと一口にいってもCPUが8ビットから32ビットまで幅がある。筆者らは新しいシステムにフロッピーディスクあるいはラップトップパソコンを持っていけば、どこでも利用できることを期待したので、16ビットのものが適切であろうと考えた。16ビットに移植してもはたして使いものになるかの疑問に対しては、目的を限定することにより実用になるであろうと判断した。16ビットパソコンではソフト環境の整ったPC-9800シリーズを選んだ(図2)。他の機種を選ぶとソフトの選択に幅がないため、移植能率が落ちるであろう。



図2 PC-9800シリーズに移植したシステム

3.2 コンパイラを選択

パソコンPC-9800シリーズ上で動くFORTRANコンパイラの主なものを大型計算機のものと比較して表1に挙げる。昭和63年8月現在で、これらコンパイラのほとんどはFORTRAN77規格のフルセット仕様になっている。もし、フルセット仕様でないソースプログラムを書き換えたり、機能をダウンすることが必要になるので、移植に適さない。ソースプログラムサイズやデータサイズの制約も移植上の問題は少なくなっている。

実際に、<ERISA-G>システムの前半部分(グラフィックスを含まない)について、コンパイラにMS-FORTRANおよびPro-FORTRANを使って移植のテストをしたところ、両者でコンパイル速度や計算速度などに多少の差があるものの、どちらも次の処理を行なうことにより正常に動作した。

- 1) ソースプログラムをコンパイル前に64Kバイト以下に分割し、リンク時に結合する。
- 2) FORTRAN77規格以外の使用をしている部分を、規格に従って書き換える。

ここで、2)は大型計算機のプログラムにFORTRAN77規格以外の使用を含んでいても許されるため検知されないことを意味している。パソコンで

表1 PC-9800シリーズ用の主なFORTRANコンパイラ('88.8)

は規格以外の使用が許されないため、移植時に処理が必要となる。処理を必要とする主な原因には、①ファイルのためのOPEN文を書いてない、②文字定数にnH型ホレリス定数を使用している、③CHARACTER型変数の型宣言文が落ちているなどの点が挙げられる。

対象	パソコン				(旧版)	(参)大型計算機
名称バージョン	MS-FORTRAN V 4.0	Pro-FORTRAN V 1.24	RM/FORTRAN V 2.42	PC-FORTRAN V 2.2	MS-FORTRAN V 3.3	富士通 FORTRAN 77 OS IV/F4
規格(F77)	フルセット	フルセット	フルセット	サブセット	サブセット	フルセット
ソース上限	640Kバイト	640Kバイト	640Kバイト	64Kバイト	640Kバイト	メモリ制限
データ上限	640Kバイト	640Kバイト	640Kバイト	64Kバイト	640Kバイト	メモリ制限
日本語対応	○	○	×	○	○	○
開発	米Microsoft	英Prospero	豪AUSTEC	日本電気	米Microsoft	富士通
販売	マイクワフ	ライブド	ミニコンソリス	日本電気	マイクワフ	富士通

* ソースプログラムをコンパイル時に64Kバイト以下に分割する必要がある。

3.3 グラフィックパッケージの選択

パソコンを利用するメリットの1つに図形表示の効果が挙げられる。一方、大型計算機ではカルコン型グラフィックパッケージを用いて図を書かせることが多い。そこで、大型計算機のグラフィックプログラムをパソコンに移植する上で、カルコン型グラフィックパッケージを用

表2 PC-9800シリーズ用のカルコン型グラフィックパッケージ

パッケージ名称	PLOT-PC 3版 (三菱総研)	XYPLOT 1版 (日刊工業新聞)	Pro-Graph V1.2 (ライブボード)	FORCAL-G V1.0 (セプティオ社)	PLOT LIBRARY (シンフォニー)	
指定コンパイラ	MS-FORTRAN 他	MS-FORTRAN 他	Pro-FORTRAN	MS-FORTRAN 他	MS-FORTRAN	
提供ファイル	ライブラリ型式	ソース型式	ライブラリ型式	ライブラリ型式	ライブラリ型式	
基本性能	ライブラリ数	17	37	30	29	12
画面コピー	○	×	○	○	○(画面表示無)	
プロット出力	オプション	○	○	○	×	
座標系	スクリーン座標	実数座標 (ワールド座標)	ワールド座標と デバイス座標	ワールド座標と デバイス座標	実数座標	
座標サイズ	640 : 400	640 : 360(可変)	1.6 : 1.0	1.6 : 1.0	520 : 34.5	

いると効率が上がる場合がある。表2にはPC-9800シリーズ用のカルコン型グラフィックパッケージを挙げる。各グラフィックパッケージは使用するコンパイラを指定されている。表3は3種のパッケージの機能につ

いて実際に移植性能をテストした結果である。表3から判断すると、XYPLOT⁵⁾、⁶⁾は移植性能が優れており、部分変更が可能な点からも使用するメリットは大きい。しかし、XYPLOTはコンパイラがMS-FORTRAN V3.3に対して正常に動作するものの、MS-FORTRAN V4.0に対しては正常に動作しない。MS-FORTRAN V3.3はフルセット仕様でない(表1)ので移植には適さない。そこで、グラフィックパッケージにPLOT-PCを(コンパイラにはMS-FORTRAN V4.0を)選んだ。PLOT-PCに対しては非互換(表3の×部分)の対策を行なって、機能を落とさないように移植することが可能である。しかし、それらの処理は機械的な作業でないため、手間がかかりプログラムも複雑になってしまう。これらグラフィックパッケージの今後の改良が望まれる。

3.4 パソコン的機能の追加

パソコンへのプログラムの移植は大型計算機と等しい結果を得れば、その第1段階を終わるが、そのままでは使いづらい場合がある。そこで、パソコン版プログラムを修正して画面の改良を行なった点を記す。

パソコンの画面はドットが粗いため、大型計算機で画いたと同じ図をパソコン画面に表示しても画質が劣る。ドットの粗さに対して、条件の許す限り図や文字を大きく書くことが対策法の1つになる。そこで、出力画面を横長のものに設計し直したところ、予想以上の効果がみられた。パソコンの画面を熱転写プリンタによりハードコピーし縮小した例を図3に示す。これと同じ図で大型計算機と静電プロッタを使って出力したものを図4に示す。図3は図4と比べて画質がやや劣るものの、情報を細部まで表現していることが分かる。

次に、インターフェイスを改良するために、パソコン特有の機能を活用することにした。すなわち、FORTRANプログラムの中にエスケープシーケンス・コードをWRITEすることにより、画面上でのカーソルの移動やクリヤが可能になることを利用する。このようにして作成したメニュー画面の例を図5と図6

表3 PC-9800シリーズ用のカルコン型グラフィックパッケージの移植性能

パッケージ名称		PLOT-PC 3版 (三菱総合研究所)	XYPLOT 1版 (日刊工業新聞社)	Pro-Graph V1.2 (ライフボード)
使用コンパイラ		MS-FORTRAN V4.0	MS-FORTRAN V3.3	Pro-FORTRAN V1.2
制御	オープン	PLOTS	PLOTS	PLOTS
	クローズ	PLOT(X, Y, 999)	PLOTE	(不要)
サブ ル チ ン	PLOT	× キー入力要求発生	○	× 原点移動機能なし
	NEWPEN	7色	7色	7色
	FACTOR	○	○	△ 文字寸法比率変化
	NUMBER	○	○	○
	SYMBOL	× 文字定義変換必要	○	× シンボル対応不良
	AXIS	× 文字定義変換必要	○	○
	SCALE	○	○	○
	LINE	○	○	○
	WHERE	○	○	×(無)
	DASHP	×(無)	○	×(無)
RECT	×(無)	○	○	
CIRCL	×(無)	CIRCL0	○	
移植性能の程度		△	○	△
長所	ワークステーションへ移植可能	移植性能高い 部分変更可能	MS-FORTRAN使用時のFORCAL-Gと同等	
短所	部分変更不可能 移植性能に難あり	MS-FORTRAN V4.0 には修正が必要 ¹⁾	部分変更不可能 互換方針が不明確	

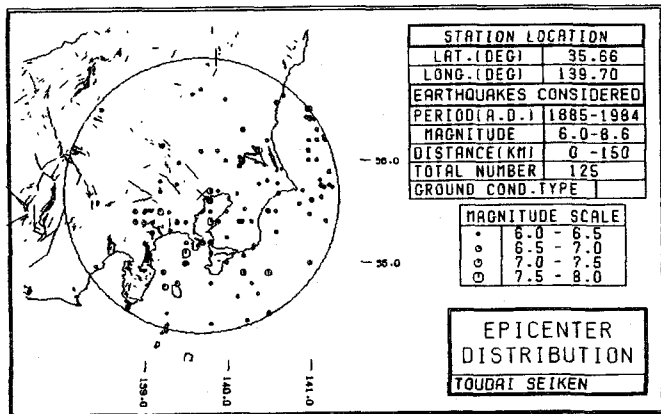


図3 パソコンによる出力図の例(震央位置図)

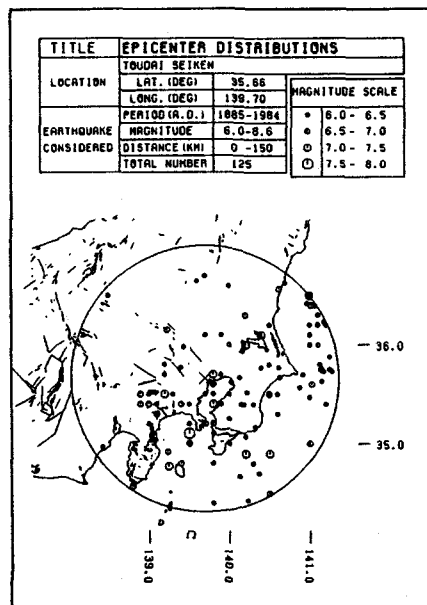
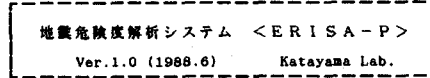


図4 大型計算機による出力図の例

に示す。これはFORTRAN77規格外の機能であるが、少しのメニュー画面ならば作成が容易であるため使用効果が大きいと考える。

<<基本条件選択メニュー>>



順次入力してリターンして下さい。(緯度-0にすると都市の一覧を表示します)

- (1) 緯度 43.06(度) 経度 141.35(度)
(22~47) (123~149)
- (2) 解析タイトル TEST1 (英字16字以内)

よろしいですか? (Y/N/M) -- M

もし、Mを選ぶと地図を表示して位置の確認ができます。

図5 メニュー画面例(基本条件選択)

<<グラフィックス選択メニュー>>

次の46種の図がグラフィック表示可能です。
(グラフィック表示するとメニューから落ちます)

- | | |
|------------------------|------------------------------------|
| 1 震央位置図(活断層あり) | 12 耐用年数と地震動強さ最大値図 / 3種 |
| 2 震央位置図(活断層なし) | 13 耐用期間内の非超過確率図 / 3種 |
| 3 震央距離とマグニチュード図 | 14 4代表地震の応答スペクトル図 / 3種 |
| 4 マグニチュードの年代順分布図 | 15 全対象地震の応答スペクトル図 / 3種 |
| 5 マグニチュード別頻度図 | 16 耐用期間内の応答スペクトル図 / 3種 |
| 6 マグニチュード別頻度の回帰図 | 17 4代表地震の大崎スペクトル図 / 3種 |
| 7 震央距離と地震動強さ関係図 / 3種 | 18 全対象地震の大崎スペクトル図 / 3種 |
| 8 地震動強さの年代順分布図 / 3種 | 19 耐用期間内の大崎スペクトル図 / 3種 |
| 9 地震動強さ別頻度図 / 3種 | 20 地震放出エネルギーの累積図 |
| 10 地震動強さ別頻度の回帰図 / 3種 | |
| 11 再現期間と地震動強さ期待値図 / 3種 | 100 メニューを初期状態にもどす
0 グラフィック表示終わり |

番号を選んで下さい。_12_ (マイナス指定なら、メニューから落し再表示)

図6 メニュー画面例(グラフィックス選択)

4. パソコン版地震危険度解析システム
移植したパソコン版地震危険度解析システム<ERISA-P>は、パソコン機種にPC-9800シリーズを、コンパイラにはMS-FORTRAN V4.0を選んでいる。その実行プログラムファイルとデータファイルとを合わせても、1Mバイトのフロッピーディスクに入れて持ち運ぶことができる。画面のハードコピーにはレーザープリンタまたは熱転写プリンタを使用する。グラフィックパッケージには現在PLOT-PCを使用しているが、システムを大型計算機へ逆移植することを考慮して、XYPLOT(表3)に置き換えることを考えている。なお、XYPLOTを修正してMS-FORTRAN V4.0で動かす方法があり⁷⁾、数行の書換えにより対処できることを確認している。

パソコン版システム<ERISA-P>は大型計算機用<ERISA-G>の全機能を持ったソフトウェアであり、機能面では大型計算機のシステムと遜色なく機能している。計算速度では、ファイルからの読み込みに遅さを感じることはあるものの、ターンアラウンドタイムでは大型計算機よりも速いケースもある。また、使い易さの点では、大型計算機のものより数段向上している。筆者らは、技術者が解析のプロセスに直接関与しながら、地震危険度の総合的な情報を取り出すためのツールであることを、新しいシステムに望んでいる。

5. おわりに

科学技術計算用のプログラム開発に、大型計算機とパソコンの両方を利用する可能性があるならば、パソコンには移植性能の高いFORTRANコンパイラとグラフィックパッケージを普段から使うのが有利であろう。パソコンのハードウェアが進歩しソフトウェアが充実してきたため、大型計算機のプログラム資産をパソコンに移植して活用していく道が開かれている。また、パソコンは、使用目的を選べば大型計算機を上回る機能を発揮して、使い分けると有効なツールになり得る。その事例を示した。

- 【文献】 1) 林秀幸・北郷達郎：OS / 2時代に備える言語処理系，日経バイト，6月号，100-136，1988。
2) 戸松征夫・片山恒雄：地震危険度解析システムのパソコン版<ERISA-P>の開発，土木学会第43回年次学術講演会概要，第I部，38-39，1988。 3) 戸松征夫・片山恒雄：地震危険度解析グラフィック・システム(ERISA-G)の機能，第9回電算機利用に関するシンポジウム，土木学会，21-24，1984。 4) 戸松征夫・片山恒雄：地震危険度解析グラフィックシステム<ERISA-G>-システム開発の概要と解析プログラム-，東京大学生産技術研究所報告，Vol. 32, No. 1, 1986。 5) 伊藤義人・坂巻和男・梶田建夫・島田静雄：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-，第11回電算機利用に関するシンポジウム，土木学会，79-86，1986。 6) 伊藤義人・坂巻和男：MS/PC-FORTRAN版グラフィックス・サブルーチン，日本工業新聞社，1987。 7) 伊藤義人：私信，1988. 8。