コンピュータといまどきの「計算」 —閉鎖性水域における移流拡散シミュレーション—

大西行雄*

話題提供の主旨

情報ネットワーク講演会（第3回）でコンピュータネットワークの現状についていくつかの話題提供のある中で、「コンピュータと計算」という主旨で話すようにと依頼された。「コンピュータと計算」があえて話題となるとすれば、そのことこそが今日のコンピュータの使用される環境を示しているのかもしれない。つまり、今日において、コンピュータはかならずしも計算をする道具ではなく、文書を作成する道具であったり、あるいはコミュニケーションの道具であったりする。その方が主たる用途になったといってよい。そういった講演会の主旨にてらしてコンピュータの利用環境に焦点をあてて、拡散シミュレーションの背景について紹介をしたい。そのためにシミュレーションそのものの技術論には立ち入らないで、コンピュータの小型化、ネットワーク化という最近の変化の中で、どのような環境で一連の業務が進行しているかということとを述べる。もとより、これは一般論ということではなく私自身の職場での環境という特殊的事例にすぎないのであるが、そこから近年の変化が読みみえるのではないかと思う。

デスクトップ（机の上）

いま、この原稿を書いているパソコンは現行の最高速機種ではないが、まずまずの速度であるし、使いやすいので、さしあたりはこれで我慢して使っている。机のすぐ左手に Unix WS がおりてあり、このパソコンよりも数倍は速いのであるが、シミュレーションなど計算を多用する作業でも、パソコンの方ですませてしまうことが多い。作図とか、レポート作成までの全過程を通してみればその方が効率的なのである（Unixの上で使いやすいワープロを持っていないというだけ

のことかもしれない）。

いま、このレポートを書き始めたのは、(1)MacでEGWORDというワープロである。まだ、なにも計算結果はでていない。Macを使うシミュレーションはこの同じパソコンで行ないながら同時進行でレポートすることにしよう。出力は(2)のプリンターに出すことにする。そのほか、編集に使うソフトはCANVAS (3.5J), Adobe Photoshop (3.03J), EXCEL (5.0J) である。計算にはLS-FORTRAN (MAC MPW), MS-FORTRAN (MS-DOS) を使う。

マッキントッシュでのシミュレーション「風による流れ」

ここで紹介するシミュレーションモデルは、FORTRANで記述し、最初は、1970年代後半にCRAY1で開発し、後に1985年ごろにVAX11に移植していた。湾岸戦争時（4年前）、ペルシャ湾のシミュレーションを行なうときに、VAX11/FORTRANとの互換性の高さから、Language Systems社のLS-FORTRANを使用してマッキントッシュ（SE30）に移植した。ペルシャ湾での原油流出に関するシミュレーションを行なうためである。同湾では特に卓越した潮汐流がなく、表層付近の海水は主に風によって引き起こされていると考えたので、風（北西風）によって発生する表層付近の流れを差分法による数値計算で求めた。プログラムはそのときに作成していたもので、今回のために行なった作業は68040用に再コンパイルしただけである。

CRAY1やVAX11を使っていた頃の従来のプログラムは、計算を先に実行し、その結果をMT（計算機用磁気テープ）またはHD（ハードディスク）に書き出しておいて、計算終了後に別の作図プログラムを走らせて、先に記録した計算結果をプロッターに出力するものであった。マッキントッシュでは、計算を実

*（株）環境総合研究所 Yukio OONISHI

行しながら、その過程をそのまま画面に表示することにした。

LS-FORTRAN では、出力装置 6 番は、スクロール型のウィンドウに表示される。これは基本的には文字のみを出力する。計算結果を作図するためのウィンドウは、これとは別に作成する。その作成方法は、LS-FORTRAN に付属してくるサンプルプログラムに説明されているので、それをそのまま採用することにした。そのままとはいっても、作成を始めると欲が出てくるので手を加えたりしているとエラーも起きる。少しは試行錯誤の過程が必要になるが、根気よくやればむずかしいことではない。主計算部分は、VAX11 の FORTRAN プログラムをそのまま変更せずに使用することができた。ペルシャ湾全域を東西 100×南北 75×上下 2 層に分割した差分モデルである。図-1 には、風が吹き初めてから 10 日後の表層の流れの分布を示している（矢印の長さが流速を表わし、向きが流れの向きを示す）。

図は、計算中にキーボードから Shift+Command+3 キーを押して、画面を PICT ファイル化したものをもとに Photoshop で必要部分のみを切り出して、サイズ変更を行ない、この紙面に張り込んだ。マッキントッシュの場合には、画面にグラフィックを描く命令も、プリンターに出力する命令も基本的に同じで、QuickDraw と呼ばれるツールを呼び出すだけであるから、直接印刷しても労力はいかからないが、実際に必要な画面だけを印刷しようと思えば、画面をファイル

図-2 表層原油の漂流実験

化する方法が無駄が少ない。

流れのシミュレーション結果をベースにして、この模型のペルシャ湾に「原油」を流出させてその軌道を調べるシミュレーションを行なった。画面の上でマウスをクリックすると、その場所から「原油」が流出するものとする。

原油の移動速度＝表層の流速＋海上風速の 5% としてその移動を計算している。図-2 にマッキントッシュの画面イメージを示す。

以上をまとめて、パソコンを利用すると、

1. マウスなどで割り込みをしながら会話型に計算を進行させるプログラムが容易に作成できる。
2. 計算経過を画面にグラフィック表示したものを、

図-1 ペルシャ湾表層の流れ
(北西風10日経過)

簡単にファイル化して、直ちにレポートに張り込むことができる。

ちなみに、計算に要した時間は、流れのシミュレーションについて約30分、拡散シミュレーションについて約10分であった。それほど苦痛な時間ではない。

MSDOSでのシミュレーション「湖沼富栄養化モデル」

DOS/V機(IBM DOS6.3-J/V)での計算実行例を示す。

社会環境変数(人口、下水道普及率、工場出荷量、工場排水規制、農業排水などのフレーム)の状況は、EXCELファイルで整理し、このフレームに排出原単位を掛けて、湖の各ボックスに流入する負荷を求める。各種規制政策などの効果についてEXCELでシミュレーションを行ない、(図-3にEXCELで作成したグラフを示す)、その結果を湖への負荷量データとしてファイルに出力する(CSV形式)。CSV形式ファイルをFORTRANで読みとりやすいバイナリーファイルに変換するプログラムはBASICで作成した。

この富栄養化シミュレーションモデルは、琵琶湖を南湖(1ボックス)と北湖(東西2×南北3×上下2層の12ボックス)の計13ボックスに分割し、動物プランクトン、植物プランクトン、デトリタス(糞、死骸など)、栄養塩窒素、栄養塩リン、非栄養塩窒素(生物が利用できない形態)、非栄養塩リン、有機炭素(COD)の8要素の濃度変換をシミュレーションするものである。

図-3 ボックス別月別T P 流入量

プログラムはMS-FORTRANで記述したが、グラフィック作成部分だけはMS-Cで記述することにして、mixed languageでプログラミングした。計算は1970年を起点として1990年前後までは、観測デー

Files found in simtel archive as of 95/3/2

screen/s_latr20.zip. 20451 bytes, updated on 95/03/02
Menu & Mouse driven EGA/VGA text font designer

vga/svact350.zip. 62558 bytes, updated on 95/02/24
VGA/SVGA/8514A TV monitor/card test

educatin/smvas100.zip. 621526 bytes, updated on 95/01/29
VGA multimedia kit for kids

turbopos/xl1be202.zip. 353035 bytes, updated on 95/01/27
BP/TP unit for tweaked VGA modes/DPMI/386

sound/karok25.zip. 200551 bytes, updated on 95/01/23
Karaoke-like module player for SB/PAS; VGA/386

screen/anolus401.zip. 379012 bytes, updated on 95/01/20
ANSIPLUS: Enhanced console driver for SVGA/VGA

screen/castur22.zip. 31142 bytes, updated on 94/12/29
VGA screen grabber with timer; saves GIFs

cdrom/cd-v18.zip. 106010 bytes, updated on 94/12/17
Complete VGA audio-CD player w/ Scope/Spectrum

deskccs/imoro122.zip. 508231 bytes, updated on 94/12/03
VGA/mouse scheduler-can use AUTOEXEC-w/C++ src

図-4 インターネットでフリーウェアを探す

タとの適合性を確認する目的（現況再現）で走らせ、1990年から2010年までの濃度変化をシミュレーションする。

さて、画面に表示されたグラフィックをファイル化しようとしてふと困った。グラフィックファイル化ツールが見あたらない。で、それをフリーウェアの中から探すことにした。ファイル名はわからないが、VGA画面をファイル化するためのsharewareをさがしたい。さて、どうしようか。

このようなときにはインターネットで探すのがよさそうだ。【Virtual Shareware Library】を使ってキーワードvgaでサーチをおこなってみた。この結果、capture22というファイルが目的に近いと考えられるので、これをダブルクリックする。で、さっそく、このファイルを入手することができた（図-4）。

実際には、CAPTURE IT!を実行してこれを常駐させる。その後、シミュレーションを実行する。計算

の途中で画面を取り込みたい時にはCTRL+ALT+Cの3つのキーを同時に押すと、画面がファイル化される。こうやってセーブされたビットマップ画像をCAPTURE IT!に付属のCAP2GIFプログラムでGIFファイル化する（GIFはCompuserveで提唱された画像ファイル形式で機種依存しない）。GIFファイルをマッキントッシュに取り込んで、Adobe Photoshopで白黒反転し、PICTファイルとして保存し、この次の行に挿入する（図-5）。

レポート作成と同時に進行で計算も行なったのだが、所要時間は約6時間であった。実際に一番時間がかかったのは、計算部分ではなく編集の部分だったり、それから途中でインターネットに入り込んで、必要もないsharewareまでかき集めたりしたためだったりする。以上、「コンピュータと計算」、いまどきの環境である。

図-5 富栄養化シミュレーション（琵琶湖）