

PC上でのオブジェクト指向プログラミングによる環境情報システム開発

Development of an Environmental Information System on Personal Computers by Object-Oriented Programming

三浦 孝浩*, 金子 慎治*, 中山 裕文*, 谷川 寛樹*, 松本 亨*, 井村 秀文*

Takahiro MIURA*, Shinji KANEKO*, Hirofumi NAKAYAMA*, Hiroki TANIKAWA*,
Tohru MATSUMOTO*, Hidefumi IMURA*

ABSTRACT ; With the trend of "down-sizing", philosophy and concept of computer-assisted environmental information systems are subject to drastic changes. Personal computers (PCs) have come to be more effectively used for processing large volume data than before; they can even match engineering work stations in terms of calculation speed and memory capacity. Moreover, PCs provide users with more freedom and flexibility of establishing user-oriented data handling and analysis systems. This paper presents an example of environmental information system based on the most modern PCs and an object-oriented programming language (VBA ; Visual Basic for Application). It demonstrates how non-professional users with relevant computer knowledge can develop geographical information system and other data processing systems.

KEYWORD ; Environmental information system, Object-oriented programming, GIS, data base, VBA

1. はじめに

コンピュータ技術の進歩とともに、環境情報システムの理念、目的、機能、利用方法等には大きな変化がみられる。ダウンサイジングの潮流により、自治体等で最近利用されている環境情報システムも、かつての大型コンピュータ中心からEWSさらにはパソコン(PC)レベルへと主力が移ってきている。しかし、特に地理情報分野では、まだパソコン(PC)を完全に中心とするまでには至っていない。

EWS利用の環境情報システムは、処理・蓄積できる情報量の大きさ、機能の多彩さなどの面で、きわめて強力であるが、それを使いこなすにはハードウェア、ソフトウェアの両面にわたりかなり専門的な知識が要求される。専門技術者以外の者が自在にこれを活用するにはかなりの困難がともなうのが実態である。他方、最近ではCPU等のハードウェアの性能向上とアプリケーションソフトウェアの機能向上があいまって、PC上でも従来のEWSに近い機能を持つ環境情報システムの開発が可能になりつつある。

ところで、最近の情報工学を中心に様々な分野でオブジェクト指向の概念が脚光を浴び、その基礎であるオブジェクト指向プログラミング言語(OOP L s)に取り入れられた考え方は、システム開発の一般哲学として応用されるに至っている¹⁾。オブジェクト指向では、現存するモノ(オブジェクト)に着目しそのモノとモノどうしの関係を表現しているため、システムの開発、修正、変更に対し柔軟に対応できる。

環境情報システムの既往研究では、環境データベースとそれを運用するハードウェアの整備に重点が置かれていたため、ユーザー側に立ったシステム開発が行われにくく、環境計画の策定や環境管理の実践等のための環境情報システムが必ずしも有効に活用されているとは言えなかった。そこで本研究では、ユーザーが従来以上に手軽にシステム設計を行え、有効にシステムを活用でき、必要に応じてユーザー自身が敏速にシステムの修正・変更を行えるようにするため、オブジェクト指向マクロ言語(ここではVBA)を用い、従来の環境情報システムにできるだけ近いかたちの、統合的な環境情報システムの開発をPC上で行った。

*九州大学工学部環境システム工学研究センター

*Institute of Environmental Systems, Faculty of Engineering, Kyushu University

2. 環境情報システムの構築

環境情報システムの考え方は、地理情報システム (GIS) を応用したものが多い。すなわち、人間生存に関連する環境要素 (環境資源) を地理情報や統計情報のかたちで整理し、それをデータベース化して、環境要素相互間の関係や人間にとっての重要度を分析・評価し、環境管理のあり方についての判断資料を提供し、科学的、合理的な環境の評価や地域および地球の将来環境の予測を行うというのが、環境情報システムである^{2) 3)}。

このため、環境情報システムには、地理情報システム (GIS) の標準となりつつあるARC/INFOの使用や、LANDSATやNOAA等のリモートセンシングデータを用いた環境モニタリングシステムの組み込みが必要不可欠となっているが、これらのシステムの導入は、未だ高価なうえにそれを使いこなすにはかなりの時間と労力を費やさなければならない。

そこで今回の研究では、以下のようなアプリケーション、言語、マシンを用いてシステムの構築を行った。

開発及び動作環境	Power Macintosh, Windows マシン
使用アプリケーション	Microsoft Office 4.21 (Microsoft Excel 5.0)
使用言語	Visual Basic for Application

Microsoft Excel 5.0 が動作する環境であれば、基本的にこの情報システムは動作可能である。

構築された情報システムは、地球レベルのグローバルな情報データを扱う地球環境情報システム、地域レベルのローカルな情報データを扱う地域環境情報システムと、この二つのシステムに必要とされる環境関連情報データベースから構成される。地球環境情報システムでは、アジア太平洋地域を中心に、国レベル、州・県・省など地方レベルの自然環境データ・社会環境データの効率的な検索、地図による効果的な表示を行え、このデータをもとに多変量解析や回帰式導出といった統計解析が可能である。また地域環境情報システムでは、福岡市をケーススタディにとった環境資源勘定の研究で、物質収支の定量化と環境関連収支表の作成などの際のデータ解析やその結果の表示が行える。また、環境関連情報データベースは両システムに必

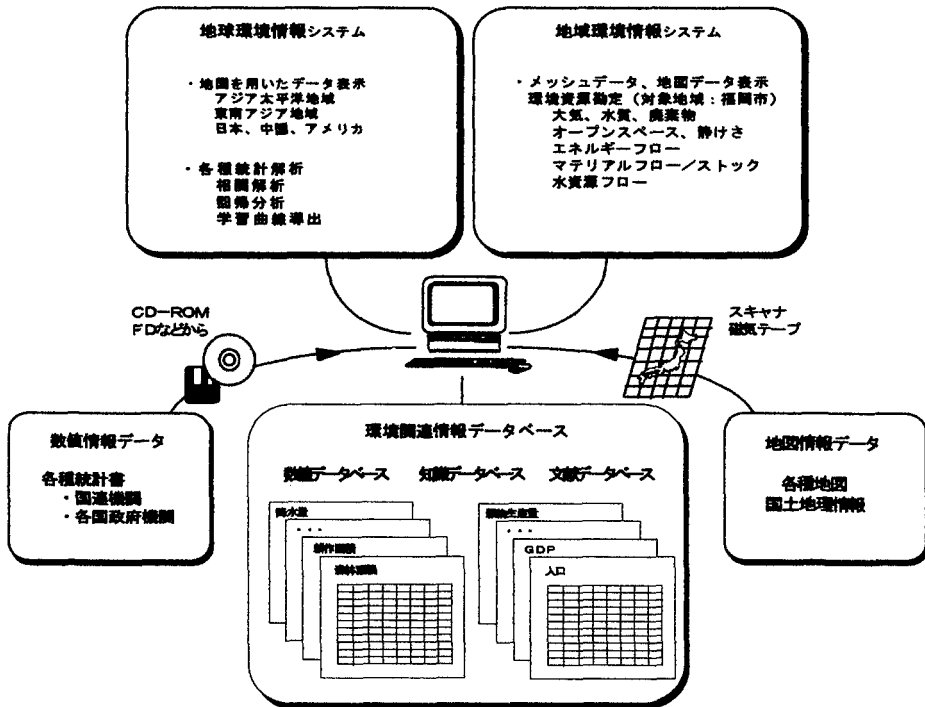


図1 環境情報システムの構成

要なデータを蓄積した数値データベース、知識データベース、その他文献データベースから構成されている。

2. 1 地球環境情報システム

(1) 地図を用いたデータ表示

人口増加や食料需給・熱帯雨林の急激な減少といった環境問題を体系的に取り扱うためには、自然環境データや社会経済データの時系列変化や場所的变化、そのデータのもつ特性などを把握する必要がある。これらのデータは入手した時点では、観測された生データや統計書から得られる数値データであり、データの時間的変化やその特性を見つけ出すことはただちには困難である。

そこで、データやそのデータから作成される図表やグラフを地図とリンクさせて、データの効果的な視覚化を行うことで、必要とされる情報を敏速かつ正確に理解することを可能とする。

このシステムでは、地図表示を行うエリアをアジア太平洋地域(図2-1)、東南アジア地域(図2-2)、中国、マレーシアなど単一国内地域(図2-3)の3つに分類した。これらの地図はそれぞれ1つのシート上に表示されており互いにリンクしている。また、地図上の国名、地域名、都市名などの図形オブジェクトには属性データが対応づけられており相互の関連を効果的に表示できる。データの検索及び表示は、地図上のボタンオブジェクトや図形オブジェクトにリンクされたマクロ(VBA)によって効率的に行うことが可能となっている。取り扱うデータは、国レベル、地域レベルのゾーンデータであり、それぞれチャートグラフや棒グラフ表示、ゾーンの色別表示を行える。

(2) 統計解析

環境の評価・予測では、データ間の統計的な解析を行うことが重要となる。その手法としては、多変量解析や相関分析、回帰分析などがあげられる。また、環境の将来予測においては確率論的要因も多く、様々な解析や分析に対応できる機能がシステムに必要とされている。

このシステムでは、ExcelのGUI機能の一部であるダイアログボックスやリストボックス、ボタンオブジェクトなどを組み合わせることで、データベースから必要とされるデータを効率的に検索し抽出することが可能である。ここで抽出されたデータは、オリジナルのデータシートに保存される。また、Excelの演算機能、解析機能とVBAのプログラミング機能とを組み合わせることで、データ間の回帰式導出や相関、重回帰、主成分分析などを効果的に行うことが可能である。解析及び分析結果は、二次加工データとしてデータベース(ここでは知識データベース)に蓄積可能である。これらの一連の流れもマクロにより制御されている。図4に解析、分析機能の表示例を示す。

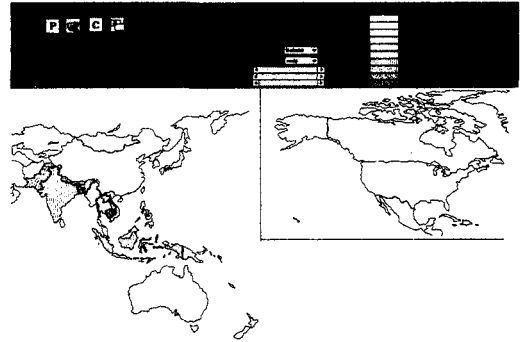


図2-1 アジア太平洋地域

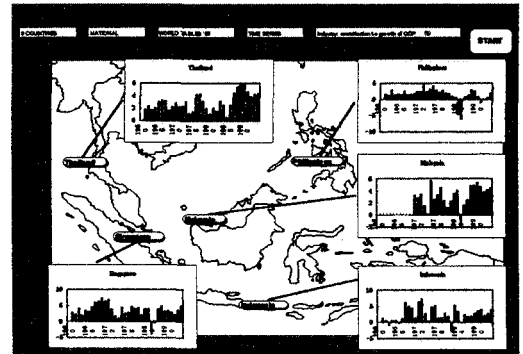


図2-2 東南アジア地域

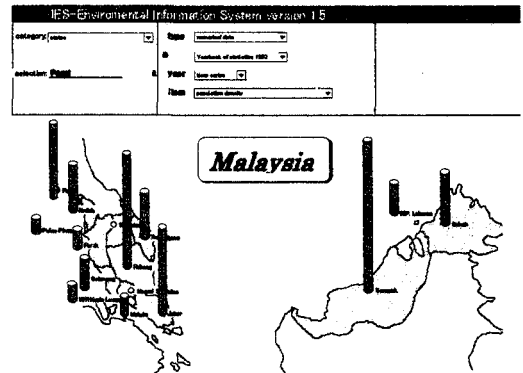
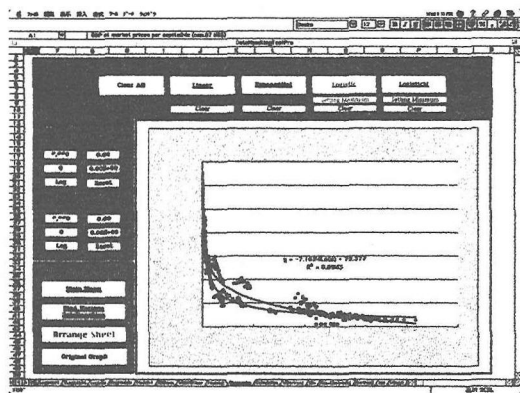


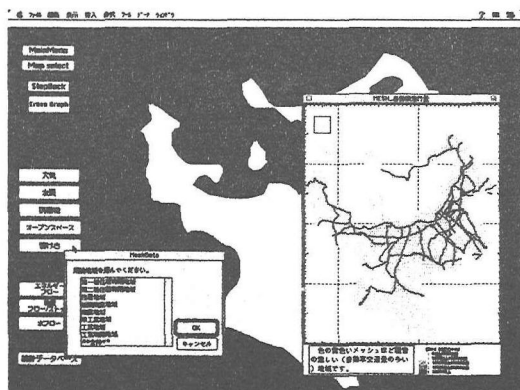
図2-3 マレーシア



2. 2 地域環境情報システム

そこで、環境資源勘定を体系化する際に必要となる各種データの蓄積及び効率的な検索、表示、解析を行うツールとして地域環境情報システムを構築した。この研究では福岡市をケーススタディとして取り上げている。

地域環境情報システムは、地域環境情報として大気、水、その他の環境関連情報を取り扱っている。大気環境情報では、「NOx」、「SOx」、「CO2」、「煤塵」などの環境負荷物質の排出分布メッシュデータと、その環境負荷物質の発生源となりうる施設別データを蓄積しており、15施設について排出量の経年変化を表示できる。水環境情報では、「河川」、「海域」、「下水処理場」の3項目別の水質データ（BOD、COD、T-N、T-P）を表示できる。その他環境関連情報では、「オープンスペース」、「静けさ」の2項目を扱っている。オープンスペースの面積、幹線道路における自動車交通量をそれぞれの指標として、メッシュ化を行っている。またこのシステムでは、建設資材、耐久消費財、廃棄物、エネルギー、水資源などの物質収支の定量化、上記の環境負荷に関する収支表を作成することができる。



- 376 -

なおここで用いられるメッシュデータは、国土地理院の国土数値情報体系に基づく1/4メッシュ(250mメッシュ)を基本としている⁴⁾。メッシュデータの表示は、スプレッドシート上のセルを1つのメッシュとして扱い、セル内の色の塗りわけによってデータを表示している。また地図上には、主要幹線道路や河川などが選択されたデータに関連して表示され、環境負荷発生地域との関係を視覚的に把握することが可能である。

このようなスプレッドシート上のセルを用いたメッシュデータ表示は、今回対称とした福岡市のように狭い地域のデータ表示では、精度の高い解析・分析が行えて非常に有効である。しかし、セル数に制限があるため、広範囲でメッシュ表示を行う際には精度が非常に粗くなるという問題がある。

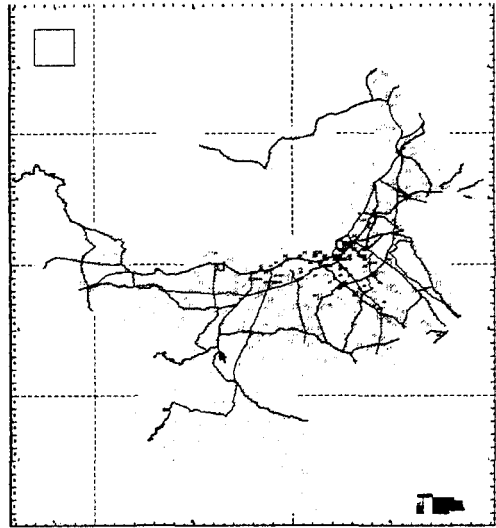


図6 福岡市のメッシュデータ

2. 3 環境関連情報データベース

環境関連情報データベースは、地球環境情報システム、地域環境情報システムの両システムの基礎となる数値データベースと知識データベース、その他文献データベースから構成される(図7)。数値データベースは、観測所からの測定データや国連機関や各国政府機関及び地方自治体などから提供されている統計書から入手可能な自然環境データ・社会経済データが、提供元別、国・地域・都市別、月・年度別に、スプレッドシートに収められている。知識データベースには、統計解析により求めた数値データ間の関係式が収められており、解析の度に順次蓄積することが可能である。蓄積された関係式は、予測モデル構築の際の重要な基礎データとなる。文献データベースには、環境関連文献や環境諸問題に対する専門家の見解、環境教育などに用いる文章データ等をテキスト形式でスプレッドシートに収められている。以上のようにいずれのデータベースにおいても、データはスプレッドシートに蓄積している。これは、今回開発に用いたアプリケーションソフトExcelによって、スプレッドシート上で多様なデータ形式を扱うことが可能なためである。

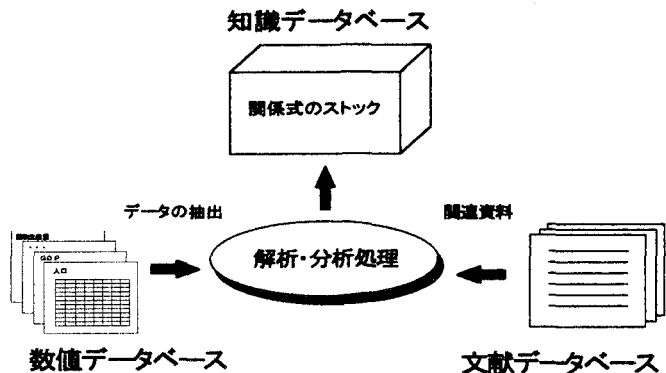


図7 データベース構成

2. 4 オブジェクト指向マクロ言語

この環境情報システムは、オブジェクト指向マクロ言語 (Visual Basic for Application) を使用し構築されている。ここで扱っているマクロは、ユーザーが行う一連の作業を自動的に処理する機能と、アプリケーション開発を行う際のプログラム言語としての機能を有している^{5) 6)}。このためスプレッドシートからのデータの抽出や別のシートへの切り替え、図形オブジェクト表示・非表示など⁷⁾は、マクロを組むことで簡単に実行できる。マクロは、モジュールシートに記述されており、一般に個々のサブルーチンから構成され、ワークシート上のボタンオブジェクトや図形オブジェクトとリンクしている^{8) 9)}。またオブジェクト指向のため、従来の一連処理型プログラムと違い、プログラムの変更、修正が

容易である。

3. まとめ

地球環境及び地域環境に関する研究ツールとして、P C上で多種多様な環境情報の表示や解析・分析を体系的かつ効率的に行える情報システムを開発した。これによりコンピュータ関連の専門的知識が少ないユーザーでも、ユーザー自身で従来型にかなり近い情報システムを構築することは、比較的容易に実現可能であることが示された。

今回このような環境情報システムを開発を行えたのは、Excelの機能を十分に活用できたためである。そこで、以下に情報システム開発に有益であったExcelの機能の特徴をまとめる。

- ・情報システムの基本となるデータをデータシートに体系的に整備できる。
- ・解析時に有効な演算関数、統計処理関数などがかなり豊富に揃っている。
- ・分析時に必要とされる様々なグラフの作成が容易である。
- ・ワークシート上では、地図、図表などを図形描画機能で描け、またピクチャーのオブジェクトも扱える。
- ・複数のワークシートを1つのワークブックで扱えるため、シートの切り替えによりオーバーレイの手法も可能である。
- ・ダイアログボックスやボタンオブジェクトなどのG U Iを用いて、ユーザーフレンドリーな操作環境を実現できる。
- ・上記の機能をV B Aで記述されるマクロに登録して、それら幾つかを組み合わせることにより個々の処理モジュールを作成し、さらにその処理モジュールを組み合わせることで、様々なシステムの構築が可能である。
- ・オブジェクト指向によるシステム設計を行えるため、システムの変更・修正は、関連するオブジェクトに対してだけ行えばよい。

今後は、数値データベース、文献データベースを順次更新し、各種データ間の定性的、定量的関係を求め知識データベースの充実を図っていく予定である。また、環境の将来予測モデルなどをシステムに組込み幅広い分析を行って、持続可能な開発をするための環境変化の抑制、回避の政策手段を模索していく予定である¹⁰⁾。

最後に、将来的には今回用いたV B Aによってリンクされるアプリケーションソフトを用いて、さらに効率的で有益な情報システムの開発を行っていきたい。

参考文献

- 1) James Martin、James J.Odell 著、三菱C C研究O Oタスクフォース 訳 (1995):「オブジェクト指向方法序説—基盤編—」、株式会社トッパン
- 2) Jeffrey Star、John Estes 著、岡部篤行、貞広幸雄、今井修 訳 (1992):「入門 地理情報システム」、共立出版株式会社
- 3) 武内和彦、恒川篤史 編 (1994):「環境資源と情報システム」、古今書院
- 4) 財団法人 福岡都市科学研究所 (1995):「都市活動と環境に関するシステムの研究」
- 5) 新居 雅行 著 (1995):「Excel 5.0 Visual Basic と AppleScript」、株式会社ビー・エヌ・エヌ
- 6) 藤森 洋志、新妻 正夫 著 (1995):「EXCEL VBA スタンダードプログラミング」、株式会社オーム社
- 7) 志村 修一 著 (1995):「Microsoft Excel 5.0 ビジュアル活用法」、日経B P出版センター
- 8) 西田 雅昭 著 (1994):「Excel 5.0 対応 VBA ハンドブック[入門編]」、株式会社技術論評社
- 9) 西田 雅昭 著 (1994):「Excel 5.0 対応 VBA ハンドブック[実践編]」、株式会社技術論評社
- 10) 中山 裕文、東野 裕、小倉 礁、二渡 了、藤倉 良、井村 秀文 (1995):「地球規模環境解析のための統合的情報システムの開発」