

地理データベースの知的インターフェイス

新美康永 小林 豊
京都工芸繊維大学

本稿では、種々の学問分野で収集された地理データをデータベース化し、これを総合的に利用して学問的な仮説を発想したり、検証したりすることを支援するための知的インターフェイスについて報告した。本システムは、データベースシステムと描画システムの2つの部分に分かれている。前者はテキスト型のテキストを管理、検索する部分であり、後者は地図データの処理、描画、および検索結果の表示を行う部分である。本システムは多くの研究者が手軽に使えることを目的として、パーソナルコンピュータ上で動作するように作成されている。

A FRIENDLY INTERFACE SYSTEM OF A GEOGRAPHICAL DATABASE

Yasuhisa Niimi and Yutaka Kobayashi

Kyoto Institute of Technology

Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto 606, Japan

This paper describes a friendly interface system to support researchers in managing geographical data collected from different scientific fields, and making and verifying a hypothesis based on integrated use of these data. The system consists of two components. The one manages data of the text type and works as an interface to an information retrieval system. The other provides functions to manipulate geographical data and display retrieved information in several ways.

1. まえがき

本研究は、文部省の重点領域研究「先史モンゴロイドの拡散と適応戦略」の一環として行われたものである。この共同研究では、考古学、人類形態学、古環境学、計算機科学など、異なる学問分野の研究者が集まり、先史モンゴロイド集団がどのように拡散し、厳しい環境に適応していったかを総合的に研究しようとしている。本稿では、上記のような種々の学問分野で収集された地理データを総合的に利用して、学問的な仮説を発想したり、これを検証したりすることを支援するためのユーザインターフェイスについて報告する。

このような目的を達成するためには、次のような機能が必要であると思われる。

(1) 種々の形態の地理データおよび関連するデータを統一的に管理し、これを検索する機能。

(2) 学問的な仮説の発想や検証に必要なデータの加工、モデルの記述、シミュレーションの実行などを行う機能。

(3) データ検索やシミュレーションの結果を種々の形態の地図とともに表示する機能。

以下では上述の3つの機能について詳しく検討した後、(1)と(3)の機能をもったユーザインターフェイスのプロトタイプについて、その機能と構成について説明する。

本稿で報告するインターフェイスは、パーソナルコンピュータ PC9800 シリーズ上で動作するように開発されており、データベースシステムと描画システムの2つの部分に分かれている。前者はテキスト型のデータを管理、検索する部分で、データベース言語 dBASE III で記述されている。後者は、地図データの処理、描画、および検索結果の表示を担当し、プログラミング言語 PASCAL で記述されている。

2. インターフェイスの望ましい機能

上で述べたようなユーザインターフェイスが扱うべき地理データの形態、データ処理、表示の機能を述べる。

2.1 管理の対象となるデータの形態

システムが扱うべき地理データの形式には、テキスト型のデータ、地図データ、画像データなどが考えられる。

(a) テキスト型データ この範疇に属するのは、地理情報という観点から、次の2種類に分類することができる。第1は緯度・経度で表現されるような座標の値に意味のあるもの。例えば、考古学における遺跡の場所などである。

第2は分布図的なもので、例えば、特定の遺伝形質をもった人口の地域ごとの分布データなど。

(b) 地図データ データの形態からは、線図形として表現できるものと、画像として蓄積しておいた方がよいものに分かれる。地理情報としての観点からは、特定の意味をもたない白地図的な、専ら表示用に用いられるものと、特定の地理的な意味を含んだ分布図的なものに分類できる。

(c) 画像データ 地図データのうち分布図的なものの一部がこの範疇に含まれる。またシステムで扱う対象を遺跡からの出土品の写真や特定地域の landscape などに広げると、画像データまで操作の対象となるであろう。

2.2 データ操作機能

1. で説明したようなユーザインターフェイスが具備すべき機能としては、以下のようなものが考えられる。

(a) データ検索機能 種々の形態のデータベースを扱うので、これらを統一的に管理する機能とともに、利用者が興味をもったデータベースの選択、専門分野以外のデータベースでも検索条件を容易に与えることのできる機能が必要であろう。

(b) データ加工機能 選択されたデータベースから検索されたレコードを単に列挙するだけ

でなく、これらに対して定型的な加工、例えば、数値データの加算、平均値や百分率の計算、異種データ間の相関計算などのできる機能。

(c) シミュレーション・モデルの記述機能 例
例えば、人口の拡散など特定のモデルを設定して、これをシミュレートする機能。

(d) ブラウジング機能 種々のデータベースを連想的に検索できる機能。

2.3 表示機能

(a) データ表示機能 上記の(a), (b), (c)などの結果を、ヒストグラム、円グラフ、2次元プロットなどの見やすい形で表示したり、特定の地図上に重畳して表示する機能。

(b) 地図の表示機能 線図形あるいは2次元画像として表現されている地図に対して、拡大、縮小、視点の変更、図法の変換などの操作を施して表示する機能。

2.4 システムの保守機能

新しいデータベースの登録、更新、地図データの入力など、システム全体を更新、保守するための機能。

3. ユーザインターフェイスの構成と機能

3.1 システム設計の基本方針

本稿で報告するようなユーザインターフェイスシステムは、1. で述べたように、計算機を専門分野としない多くの研究者が手軽に利用できることが重要である。またシステム開発の立場からは、データベースの管理や、種々のグラフィックス機能が利用できることが重要である。この両方の要求を満たすものとして、我々はパーソナルコンピュータ PC9800 シリーズ上で、上述のシステムを開発することを決定した。

3.2 システムの構成とデータ表現

(a) データの表現 現在のシステムで扱

るのは、テキスト型データの集合からなるデータベースと線図形として表現された地図データである。前者はすべて関係データベースの表として管理されており、次の3種がある。

(1) 地理データ 関係表のレコード中に2次元の座標値を含むもの。

(2) 分布図データ 1つのレコードがある広がりをもった地域に対するデータを記述するもの。

(3) 地名データ 上記の地域の中心的な座標値を与えるもの。

後者の地図データはベクトルの系列として近似されており、1つの地図(例えば日本や世界の白地図)を記述するデータは1つのファイルとして管理されている。そしてこのファイル名のリストを表にしてデータベースシステムが管理している。

(b) 本システムで実現されている機能は、次の通りである。

(1) データベースの検索・管理機能

(1-1) データベースの管理機能

(1-2) データベースの検索

(1-3) 検索条件の指定

(2) 地図の表示機能

(2-1) 地図の種類を選択

(2-2) 種々の表示機能

・単純描画

・特定地域の拡大

・図法の変更

・視点の変更

・表示内容の詳細表示

(c) システムの構成 本稿で述べるインターフェイスシステムの構成を図1に示す。データベースシステムは、3.2 で述べた機能のうち、データベースの管理・検索機能と、地図の種類を選択を担当する。地図の種類を選択機能の中には、表示する地域を選択も含まれており、この条件をデータベース検索の際の暗黙の前提条件として使用するので、地図の表示機能の一部をここに含ませている。この部分はデータバ

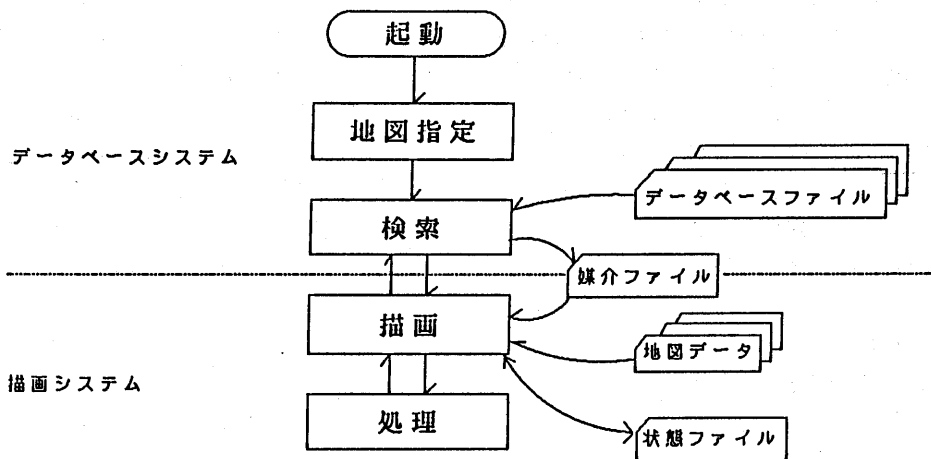


図1 インターフェイスの構成

ス言語dBASEⅢを用いて記述されている。

描画システムは、3.2 で述べた(2-2) 種々の表示機能を実現する部分であり、PASCALで記述されている。両システム内のデータの授受には媒介用のファイルを用いている。すなわち、データベースファイルから指定された条件を満たすデータレコードを検索し、これを媒介ファイルに書き込む。このとき、このフェイズで指定された地図の種類、地域なども同時にこのファイルに書き込まれる。

描画システムでは、地図に関するデータから描画すべき地図のファイル名を見だし、これを描画する。検索の結果も地図上に重ね書きされる。図法や視点の変更はこのフェイズで実行される。検索条件を変更して描画したい場合はデータベースシステムに戻る。このとき、地図の状態(図法や視点など)を図1に示した状態ファイルに保存しておき、次の描画の高速化を図っている。

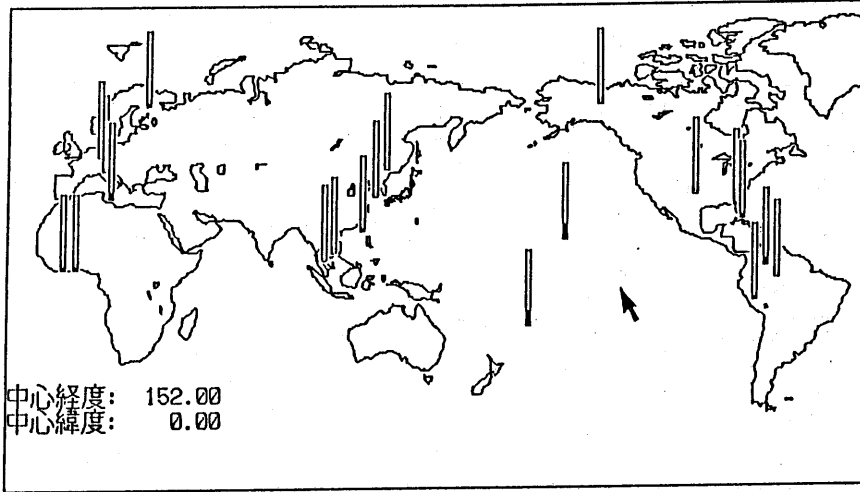
以下にこの両システムについて詳しく説明する。

3.3 データベースシステム

ここでは 3.2(c) で述べたように描画すべき地図、検索すべきデータベース、検索条件などの指定を行う。これらはすべてメニュー方式によって実行される。例えば、地図の種類指定であれば、システムに用意されている地図の種類が1つのファイルとして管理されているので、このファイルをメニュー用のルーチンに渡すと、ファイルの内容が表示され、ユーザはマウスでその1つを選択することができる。

(a) 地図の指定 ここでは、描画する地図の種類とともに、地域を限定することができる。地域の指定は、全世界やヨーロッパなど比較的大きな範囲から、近畿地方や、北京など小さな範囲まで指定できなければならない。そこで地域を階層構造にし、狭い範囲を指定するときは、大きな範囲から順にたどって行く。まず最上位階層、すなわち全世界を地域として指定するか、その下位階層に行くかを指定し、後者であれば、さらにその階層において一つの地域を指定して、その地域で決定するか、その下位階層に行くかを指定するということを繰り返す。地域を決定

白地図 世界



▲ 1 □ 2

図法: ミラー

機能選択

拡大

図法変更

視点変更

gcopy

内容表示

Ual 表示

地域変更

検索項目
変更

図2 表示の1例

した時点で、次の検索へ移る。指定された地域によって、次の検索の範囲が自動的に限定される。

(b) データベースと検索条件の指定 検索の対象となるデータベースの名前を表示されたメニューの中から選択すると、そのデータベースのフィールド名とそのフィールドに存在する項目(リスト)が表示される。項目の数が多い場合は、フィールドをスクロールすることによって、他の項目を見ることができる。そして、項目の1つをマウスで指定すると、その項目が検索のキーとなる。これらのデータベースファイル名、フィールド名、キーから、dBASE III の検索コマンドが作成される。ファイル名指定からここまでの操作を任意回数繰り返すことができる。検索項目指定を終えたとき、全ての項目について検索し、その結果を媒介ファイルへ書き込む。

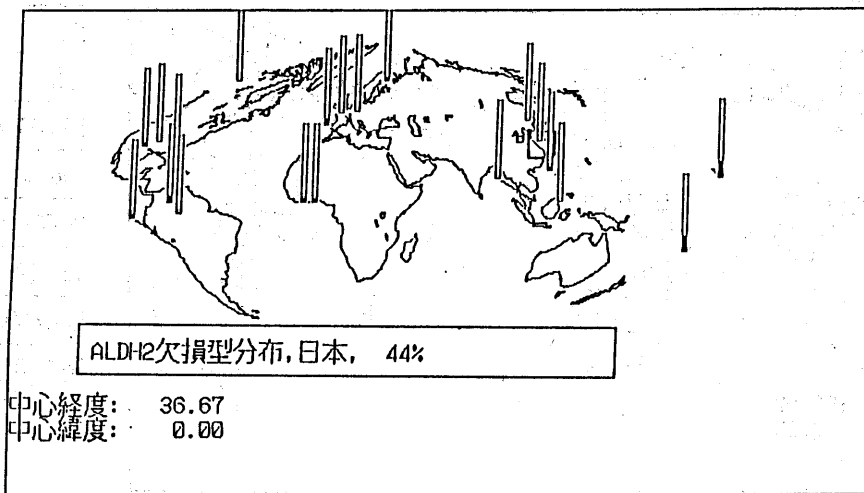
3.4 描画システム

描画システムには、描画、拡大、図法変更、視点変更、内容表示などの機能がある。以下これらについて説明する。

(a) 描画 データベースシステムで検索終了すると、この描画システムに移る。描画は、まず前述の媒介ファイルから地図の種類、地域を読みとり、デフォルトの図法(ミラー図法)で、ベクトル化された地図のデータを読み込んで描画する。ベクトル化された地図のデータは、現在のところ全世界、日本、間引きされた日本の3種類である。

続いて媒介ファイルに書き込まれている検索されたデータを読みとって表示する。その1例を図2に示す。現在表示できるデータは、位置(緯度経度)を示すドットと、「位置+値」を示す棒グラフである。この棒グラフは、重なった場合、その棒グラフを移動させて、本来の場所へ向けて矢印を表示する。図2に示されてい

白地図 世界



・ 1 □ 2

図法: サンソン

機能選択

拡大

図法変更

視点変更

gcopy

内容表示

> Val 表示

地域変更

検索項目
 変更

図3 Val 表示の1例

るように画面の右端に画面操作のためのメニューが表示されており、これを選択することにより、拡大、図法変更、視点変更、内容表示、Val 表示、地域変更、検索内容変更の中から任意の操作を選択し、実行できる。

(b) 拡大 表示された地図の一部分を拡大することができる。図2の右側のメニューから「拡大」を指定し、拡大範囲（長方形）の左上端にあたる場所をマウスで指してクリックすると、長方形が現われる。この長方形はマウスの移動とともに大きさが変化するので、これを拡大したい範囲に一致させてマウスを再びクリックすると、その範囲が画面いっぱいになって表示される。検索されたデータもそれとともに移動する。

(c) 図法変更 描画システムが現在持っている図法は、ミラー図法、サンソン図法、正射図法である。図法については付録で説明する。現在表示されているものから、他の図法による表

示に移りたいとき、あるいは拡大を取り消したいときに、この図法変更を指定する。図法変更を指定すると、図法のメニューが表示され、その一つをマウスにより指定すると、視点は変化せず、拡大は取り消されて、指定された図法に変更して表示する。このとき視点の経度成分だけが保存され、緯度は赤道上に移動する。

(d) 視点変更 描画する地図の中心点（視点）を、任意に移動し、同時に図法を変更する。この場合次のような制約がある。

(1) ミラー図法、サンソン図法は、赤道上でのみ視点の移動が可能である。

(2) 視点が赤道にない状態の正射図法が描画されている状態で、視点の移動はできない。

(3) 拡大状態での視点の移動はできない。

例えば、サンソン図法が描画されている状態で視点変更を指定すると、図法のメニューが表示されるので変更したい図法をマウスで選択する。すると、一本の経線が現われ、マウスとと

もに移動し、そのときの経度が表示される。マウスをクリックすると、その経度（緯度は0）に視点が移動する。特殊な場合として、ミラー図法かサンソン図法が描画されているとき、正射図法に変更し、視点を「任意」と指定すると、マウスの移動とともに、その緯度経度が表示され、クリックしたところを視点として描画する。

(e) 内容表示 現在表示できる検索データの内容は、位置（緯度経度）を示すドットと「位置+値」のデータであるが、そのそれぞれについて内容を表示することができる。表示されるデータは一般に複数種類存在するので、検索したキーごとにドットの形を変えて表示されている。「内容表示」を指定するとそのドットの形ごとにキーの内容を表示する。この表示においては、バックの地図が文字と重なって見えにくくなるのを防ぐため、このときのみ地図の色を変化させて（緑→青）いる。「終了」を指定すると、もとの待ち状態に戻る。

また、「位置+値」の表示におけるデータは、「Val 表示」を指定することによって見ることができる。「Val 表示」を指定すると正方形が現われ、マウスとともにその正方形が移動する。棒グラフの位置（根元）を、その正方形で囲むようにしてマウスのキーを押している間、その棒グラフの持つ意味と数値が表示される。マウスのキーを離すとその表示は消え、正方形が移動する状態となり、別の棒グラフの内容を同様にしてみるができる。図3にその1例を示す。

4. あとがき

種々の学問分野で収集された地理データをデータベース化し、これを総合的に利用して、学問的な仮説を発想したり、これを検証したりすることを支援するためのユーザインターフェイスについて報告した。先ずこのようなシステムが具備すべき機能を検討した後、その機能のい

くつかを実現したプロトタイプシステムについて説明した。

現在はシステムの枠組みが完成した段階で、有効なデータベースはまだ装備されていないので、今後早急にこれを整備すると共に、実際の使用経験をもとに、諸機能の操作性を改善していく必要がある。また現在は実現していないデータの加工機能や、シミュレーションモデルの記述機能等も追加してゆきたい。

本研究は文部省科学研究費補助金、課題番号01643505（重点領域研究「先史モンゴロイド」）に基づいて行ったものである。

付録 地図投影図法[1]

地球上の地形を平面の上に地図としてどの様に投影するかによって、種々の地図投影図法があるが、以下では本システムで採用した図法のみ説明する。

記号の意味は、次の通りである。

ϕ : 任意の点の緯度

λ : 任意の点の経度

ϕ_0 : 視点の緯度

λ_0 : 視点の経度

x : 地図上の座標の x 成分

y : 地図上の座標の y 成分

R : 地球の半径、ないしは任意定数

R の値を変えれば、自由な縮尺を設定できる。

(a) ミラー図法 円柱図法の一つであり、変換式は次のようになる。

$$x = R \lambda$$

$$y = R \log_2 \tan \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)$$

y の式より分かるように、 $\phi = 90^\circ$ とおいても y は値を持つ、すなわち極も地図に表わすことができる。極は、一本の直線となり、極に近くなるほど、地図の歪は大きくなる。

(b) サンソン図法 等積図法の一つであり、作図が非常に簡単なので、世界図などによく利用される。変換公式は次のようになる。

$$\begin{aligned}x &= R (\lambda - \lambda_0) \cos \phi \\y &= R \phi\end{aligned}$$

歪曲は、地図の中心付近では比較的少ないが、高緯度、あるいは中心からの経度差が 90° を超えると急激に増大する。この様な性格から、主に赤道付近の大陸を表すのに用いられる。

(c) 正射図法 視点を無限遠点においた投射図法であり、等積でも等角でもない。ごく小地域の大縮尺ならば図形の歪曲は無視できるが、一般に地球全体(半球)の投射においては、地図の中心から外周にむかうにつれて、歪曲はひどくなる。変換公式は次のようになる。

$$\begin{aligned}x &= R d \sin \Delta\lambda \cos \phi \\y &= R d (\sin \phi \cos \phi_0 - \cos \phi \sin \phi_0 \cos \Delta\lambda)\end{aligned}$$

$$\text{但し、 } \Delta\lambda = \phi_0 - \lambda_0$$

参考文献

- [1] 真塩信次監修 種田 守 著：“地図投影図法”、オーム社、第1版