統計数理 第33巻 第2号（1985）

都市住民の環境意識の計量化法の研究

—— 領域クラスタリング・システムとその応用 ——

統計数理研究所 大隅 昇・水野 欽司

（1985年6月 受付）

1. はじめに
2. 研究内容の概略
3. 環境意識調査の概要
4. 領域クラスタリング・システム
 4.1 ハードウエアの構成
 4.2 関連ソフトウエアの開発
5. 領域クラスタリング・システムの適用例
6. 考察と今後の課題
 6.1 調査法における問題
 6.2 データの分析・加工上の問題
 6.3 色彩情報の利用上の問題
7. 補足 —領域クラスタリング法による色彩画像の生成—

1. はじめに

近年，都市環境評価の一環として，住民の環境意識に関連する生活環境指標の作成や，“住み易さ感”の分析などが環境施策上の課題になりつつある．また環境評価の視点も総合性が要求される傾向にあり，住民の環境意識を適切かつ有効に把握する手続きが重要になりつつある．しかしながら，この種の意識計量の試みは，数多くの研究にもかかわらず，いぜんとして多くの問題を残している．

本研究は，これらの不足を補うことを目指し，都市環境の評価過程における諸問題に対する有効な方法を探ることにある．すなわち，

(1) 環境意識の計量はいかに行うべきか，またそれは他の環境データといかに関連づけるべきか，

(2) 関連する諸データは，いかに収集し分析すべきか，

(3) 以上のデータ解析法や分析結果の表示法はいかにあるべきか，

などの点について検討する．

2. 研究内容の概略

研究は次の二つの事項に大別され，3年間にわたって進められた．

本研究は，環境庁国立公害防止等試験研究費，「都市における環境保全計画手法の開発に関する総合研究」（昭和57～58年度）の補助を受けて行われた。

(1) 都市住民の環境意識の測定分析方法の開発

従来，行われている「住民意識調査」の問題点を検討し，それを改善する方策を実際の調査を通じて探る．

環境意識調査の内容は，地域環境に対する住民の認知，満足感，期待感などの計量的把握にあるが，これらは本来漠然としたものであり，しかもその内容に個人差が大きく有効な情報に集約しにくい．また対象とする環境の様相も多様であり，調査の質問内容，分量などについても，実行可能な手段に多くの制約を受けている．このような現実的な諸条件の中で，安定した妥当な情報を入手できる調査方式の立案を目指す．

(2) 領域クラスタリングの汎用手法の開発

地域環境データや環境意識データにもとづいて，地域の自動区分を行い，これを色彩画像として表示する汎用的な手法および関連技法を領域クラスタリング・システムとして開発する．

環境や環境意識の特性を理解するには，地域の地理的情報を加え，その全体を展望することが効果的であると考えられる．領域クラスタリングは，地域環境の全体を視覚化し，環境と意識の関連を理解する手段である．ただし，直ちに計量化に対応するものではなく，従来の関連づけが単なる数値データの関連分析に留っていたという弱点を補い，地域全体の環境意識の諸様相を色彩を持つ“面の情報”として把える．この方式は，環境データと環境意識の詳細な関連分析の前後で発生するデータの解釈や理解を助ける手段としての効用がある．

したがって，“面”の情報を効率よく生成し視察を容易にするためのカラーグラフィクスの諸機能の活用法とそのソフトウエアが重要である．また，“領域クラスタリング”と呼称する理由は，個人の意識調査データにみられる特徴を，その居住地域としての“面上の情報”へと変換する，という手続きを含む分類操作の一つであることによる．したがって，従来のクラスター化法とは区別される．

本研究は，以上の目的で3年間にわたって行われたもので，現在もなお継続中である．ここで報告する内容はその一部であり，実際の意識調査データを用いる領域クラスタリング手法とそれを支援するコンピュータ・システムの構成，ならびに実験結果の報告である．

3. 環境意識調査の概要

環境意識の測定法，分析法の検討ならびに領域クラスタリング・システムの実験に用いるデータを収集する目的で，都市住民に対する調査（都市環境の住みやすさに関する調査）を実施した．

調査対象地域と対象者

調査は3年間にわたり6地域で行なわれたが，ここでは領域クラスタリングの実験データとして用いる4地域について述べる．各対象地域の地点（第1次抽出単位）数，対象者の人数，そ

表1. 意識調査の概要

対象地域（実施年）	抽出地点数	調査計画人数	有効回収人数（回収率）
千葉市市街部 （昭和58年）	48地点	1,440人	768人 (53.3%)
千葉市市街隣接部（昭和59年）	48地点	1,440人	1,042人 (72.4%)
（千葉市全体）	(96地点)	(2,880人)	(1,810人)
千里ニュータウン（昭和58年）（豊中市，吹田市）	60地点	1,800人	1,205人 (67.0%)
箕面市 （昭和59年）	29地点	870人	588人 (67.6%)

の他の情報は表1の通りである．これらの地域を選定するに至った理由は次のことにある．

1） 大都市圏にあって，典型的な都市型の環境問題を共通に抱えていること，

2） 同時に，「まち」の性格，または住民の居住形態として相異なるタイプを含むこと，

たとえば，昭和58年調査の千葉市市街部と千里ニュータウンの2地域はいずれも大都市圏に属する．しかし，千葉市市街部は，町としての歴史もあり，新旧の建築物が混在し，場所によってはビル化や過密化その他の変化により環境面でのマイナス要素が著しい地域である．一方，千里ニュータウンは約20年前に計画的に建設された人工都市であり，建築物の形態等が千葉のそれと大きく異なる．

また，千葉市の昭和59年実施の地域は，前年に実施した領域の外側を取り囲み，また海側を除く地域に相当する．ここではこの地域を前年調査の地域と区別するため，千葉市市街隣接部と呼ぶことにする．地域の特徴としては前年の市街部にくらべて，市心部から離れている分だけ都市効外地域に共通する特徴が多くみられる．なお，この地域を選定した理由は，市心に近い地域と遠い地域の比較のためと，前年調査のデータと合併して，領域クラスタリング手法の対象とする地理的な拡がりを確保するためである．

箕面市の調査地域は，阪急電鉄箕面線に沿った同市の西側部分である．古くから住宅地として成長した地域であり，大阪・神戸地区への通勤の便がよくベッドタウン的な性格をもつ．また千里ニュータウンに近く，大阪市心に対する関係がよく似ているが，一方，既成住宅地である箕面市と人工的な住宅地との比較検討に適していると考えたことによる．

調査対象者の選出

選挙人名簿により，二段抽出法で無作為に対象者を抽出した．まず，確率比例で地点を抽出し，次に選んだ地点から各30人を抽出した．この場合，地点数は対象地域全体の成人人口に比例しており，各地点はそれを含む周辺区域（ここでは町丁単位）における成人を代表している．

調査方法と実施時期

調査は，留置・自記式とし，調査員が対象者の家を訪問して記入を依頼し，後日再訪問して回収するという方式をとった．調査の時期は，いずれも2月中旬から3月中旬とした．

回 収 状 況

回収状況は表1の通りである．千葉市の場合，市街部の有効回収率は53.3％と低率に留まったが，これは選挙人名簿作成と調査実施の時期のずれがたまたま大きかったことが影響している．

調査の内容

調査の内容は，居住地域に対する総合的な満足感，個々の環境要素（緑の量，騒音・振動，空気の汚れなど）に関する不満，住みよい理想のまちと現在住んでいるまちのイメージ差異，環境施策・対策への意見，近隣の施設等の利便性などに関する質問で構成される．

ごく一部の質問を除いて，各地域・各調査時点とも内容は同じである．また質問文の作成にあたって，次の事項を留意した．

1） 類似質問の反復を多くする．

表現を多少変えた類似質問を多くし，回答の妥当性や信頼性の検討と尺度化処理に備えた．

2） 質問内容は，具体的なものから総合的イメージまで，変化をつける．

身近にみられる環境要素（緑の量の多少，騒音への不満，空気の汚れ，…）に関わる項目，総

合的な住み易さ感に関する項目，理想とするまちと現在住んでいるまちとのイメージ，環境対策への期待，住居環境（通勤時間，公園の有無等）など，より具体的な事項から，イメージや期待感といった総合的な内容まで変化をつけた．

なお，こうした質問文の作成，調査の設計，実施に関する各種の問題や調査不能などについての検討・分析については，別に報告する予定である．

4. 領域クラスタリング・システム

領域クラスタリング・システムは，一連のソフトウエアと，それを支援するコンピュータ・システムとから構成される．これにより，前述の意識調査データにもとづき，カラーグラフィクス・ディスプレイ上に“環境意識の色地図”と名づけた色彩画像を作成する．

環境意識の色地図を用いて，意識データに内在する地域の特徴を，地域や地点の類似性や差異性として，あるいは区域の連続性の有無として，色彩画像により観察することができる．それにはこの色地図作成に付随するデータ処理の諸機能のはたす役割が重要である．このことから，データ処理全体を支援するハードウエアと，その上で機能するソフトウエア群の両者が一つの設計方針にもとづいて構成されねばならない．

とくに，意識調査データの分析処理においては，データの編集・加工および集約化や領域クラスタリングのソフトウエア化だけでなく，調査地域の地図の作成，関連地域情報（土地利用データなど）の数値ファイル化，意識色地図の表示，色彩画像の編集機能等が一体となったソフトウエアおよびハードウエアの体系化が進められねばならない．

4.1. ハードウエアの構成―設計方針―

機器システムの基本設計方針として，経費面での制約も配慮し，ホストシステムとマイクロコンピュータ・システムとの併用を前提とする分散化処理方式を採用した．機器システムの特徴は次のようである．

1) マイクロコンピュータをホストシステムのインテリジェント・ターミナルとして用いる．
2) マイクロコンピュータは，独立してカラーグラフィクス・ディスプレイのホストシステムとしても機能する．
3) マイクロコンピュータに連結するカラーグラフィクスはマイクロプロセッサを内蔵し若干のインテリジェンス性を備えている．

この機器構成により，扱う調査データの形式，分量，分析処理・手法の内容，計算時間などに応じて，ホストシステムとマイクロコンピュータを使い分けることが可能になった．また，システム全体を有効に機能させるための周辺機器として，グラフィクス・プリンタ，カラーXYプロッタ，タブレット・ディジタイザ，イメージ・レコーダ（色彩画像の写真撮影装置），ビデオ・カメラおよびレコーダ等を用い，それらのドライバー・ソフトウエアを利用目的にあわせて開発した．研究期間を通じて，順次機器の導入整備を行い，最終的に完成した機器の構成とその関連を示すものが，図1である．各機器の仕様の概略を，領域クラスタリング・システムの処理能力の目安を与える意味で，表2としてまとめてある．

4.2. 関連ソフトウエアの開発

領域クラスタリング・システムのソフトウエア群の中心は，領域クラスタリング手法である．これは，地図上の関心対象地域に離散的に分布している地点上の多変量特性値を用いて適当な地域区分法を行い，その対象地域全体の面の情報を色彩画像として表示するための手法をいう．

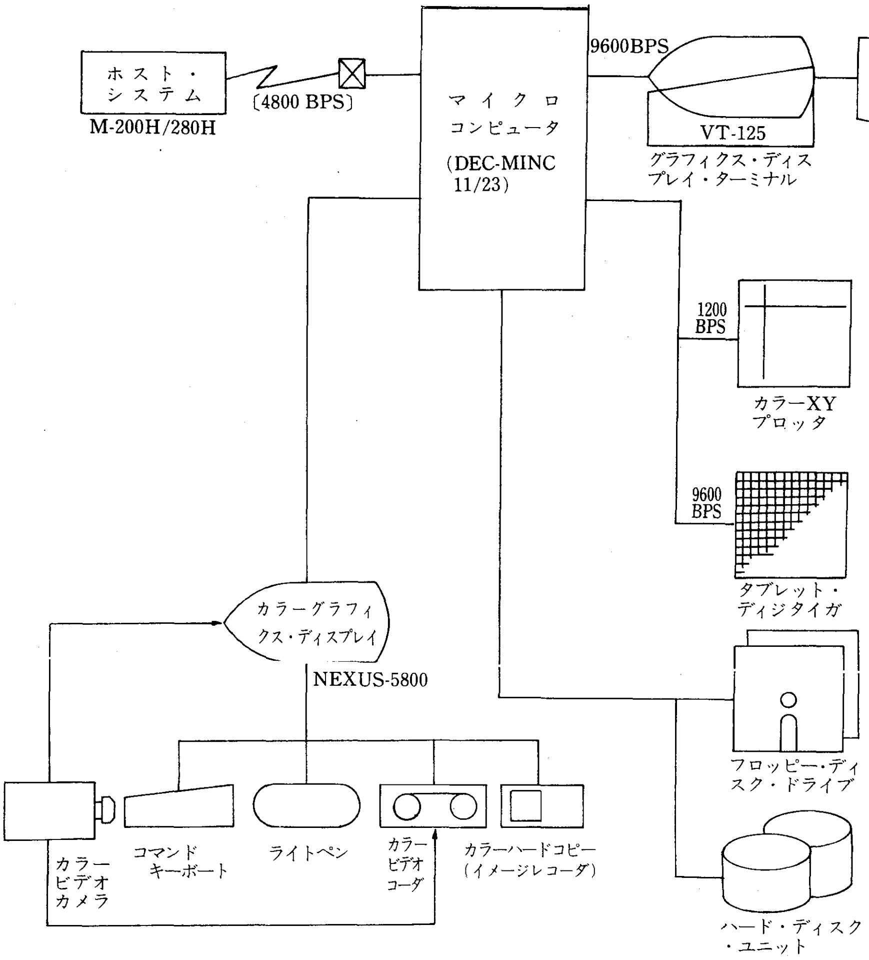
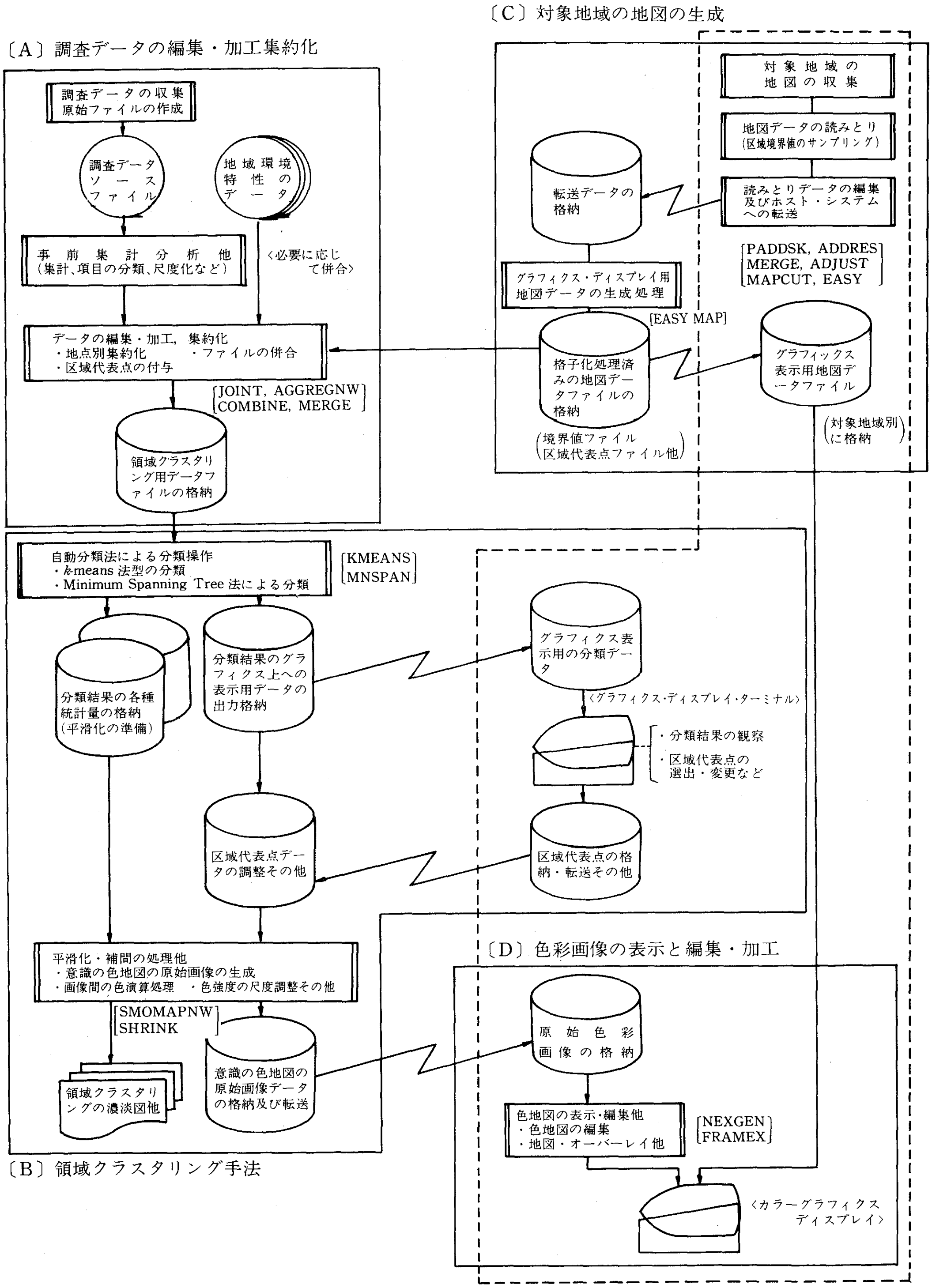


図1. マイクロコンピュータ・システムの構成

また，これに劣らず，システムの中で重要なものは，周辺ソフトウエアの役割である．これらのソフトウエアは，必要とするデータ処理過程に対応していくつかの機能に分けた．この方針をとる理由は，データ処理の過程に合わせて，マイクロコンピュータとホストシステムを使い分け，機能分担を図ることと関連する．また今回の開発はいずれも実験的な要素を含むものであり，今後，他の類似研究への拡張利用や適用を考慮すると，ソフトウエア全体の操作性にある程度の汎用性と改編の自由度を持たせることが必要である．このため，機器システムの分散処理性を活かして，プログラムの構成を大きく4つの機能に分けてモジュール化し，ソフトウエア側の機能の役割分担を図る．もちろん各区分は互いに連結し合って機能するものであるから，これら全体を“領域クラスタリング・システム”と呼称する．各区分の機能の関係は図2に示すとおりである．図2の太い枠線で囲まれた部分が4つの区分［A］～［D］に対応する．表3は領域クラスタリングに関連した各区分の主な機能を受けもつプログラムの要約である．言語はすべてFORTRANで，全体で約1万ステップ強である．この他に各種ライブラリ（カラープロッタ，カラーグラフィクス・モニター，タブレット・ディジタイザ用など），周辺機器ドライバ用マクロアセンブラ等のプログラムがあるが，これを含めると約2万ステップとなる．以

表2. 領域クラスタリング・システムのハードウェアの構成（概要）

1. マイクロコンピュータ（MINC-11/23）	
オペレーティング・システム	RT-11
メモリー・サイズ	128 KB
使用可能な言語	FORTRAN, BASIC ; C, LISP（オプショナル）
その他のソフトウェア	FEP（FORTRAN エンハンスメント・パッケージ）
	RGL（REGIS グラフィック・ライブラリ）
	仮想端末ソフトウェア（データ転送他）
2. MINC-11/23 周辺機器の概略仕様	
2.1 グラフィックス・ディスプレイ・ターミナル（VT-125）	
CRT	12インチ
分解能	文字 7×10ドット，24行×80列（または，24×132）
	画素 768×480画素
アスペクト比	8:5
方 式	テキスト/グラフィック・モード 同時利用可能
2.2 グラフィックス・プリンタ（LA-34VA）	
方 式	インパクト・ドット（7×9ドット）
	テキスト，グラフィックス・モード共用
2.3 フロッピー・ディスク・ドライブ（RX-02），1 MB	
2.4 ハード・ディスク・ユニット（RL-02），20 MB	
2.5 タブレット・ディジタイザ（Summagraphics, BIT-PAD-ONE）	
有効利用範囲	11″×11″（約279.4 mm×279.4 mm）
分解能	0.1 mm（数値データの場合）
サンプリング方式	ポイントモード，ストリームモード（継続および連続抽出）
サンプリング・レート	1～200ポイント/秒（可変）
出力インターフェース	EIA/RS-232C, IEEE-488標準，パラレル
入力方式	スタイラス・ペン，2～4ボタン・カーソル
2.6 XY-カラー・プロッタ（WX-4636）	
有効作図範囲	381 mm×254 mm
分解能	0.1 mm（最小ステップ・サイズ）
ペ ン	10本，12回/秒
2.7 カラーグラフィックス・ディスプレイ（NEXUS-5800相当）	
CRT	14インチ，RGBモニター
走査方式	ラスタ・スキャン方式
分解能	256×240画素（61440画素）
アスペクト比	1:1
表示仕様	R, G, B各4ビットの高速D/A変換による4096色，任意表示
文 字	96（英数），64（カタカナ），32（ユーザ登録）
その他	画像バッファ・メモリを2画像分含む
ロムカセット・パッケージ	ライトペン用，キーボード・コマンダ用，カラーカメラ・インターフェース用，カラーイメージ・レコーダ用，画像処理，解析用ロムパック×3
2.8 その他周辺機器（カラーグラフィックス用）	
カラービデオ・カメラ，リモートコントロール・ユニット	
テレシネ・アタッチメント（スライド/シネマ・プロジェクタからの入力）	
カラービデオコーダ，デコーダ，ビデオカメラ用スタンド	



(注) 点線枠内は、マイクロコンピュータ側での処理を示す。その他はホストシステム上で処理される。

図2. 領域クラスタリング・システム

表 3.　領域クラスタリング・システムの主要プログラム一覧

区　分	プログラム名	目　　的
区分　A [492]	JOINT. FORT AGGREGNW. FORT MERGE. FORT COMBINE. FORT	意識調査データの併合・編集処理 抽出地点別の集約化 必要データの結合(領域クラスタリングに必要なデータの編集) 複数ファイルの並列型併合処理他
区分　B (その 1) [372]	PADDSK. FOR ADDRES. FOR MAP. FOR MERGE. FOR ADJUST. FOR MAPCUT. FOR EASY. FOR	区域境界値データのサンプリング 抽出した区域境界値データへの標識コードの付与 抽出した閉区域の合成 対象地域の地図合成 複数の対象地域の区域境界値データの併合（データ・セットの併合） 不要区域の削除 EASYMAP 系データへの変換作業
区分　B (その 2) [5638]	EASYMAP. FORT (PHASEA) EASYMAP. FORT (PHASE2) EASYMAP. FORT (PHASE3)	利用者が必要とする画面サイズに合わせて，格子化した地図を作成 EASYMAP. FORT (PHASEA) によって算出・調整された画面サイズにしたがい，ラインプリンタに濃淡地図を書く (地勢図，地域動態図の出力) カラーグラフィックス・ディスプレィ（NEXUS-5800）用の区域境界値・地図データ，区域の代表点座標値データ等を生成する また，ラインプリンタに白地図(区域境界線，区域代表点等)を出力する
区分　C [2680]	KMEANS. FORT MNSPAN. FORT SMOMAPNW. FORT SHRINK. FORT CALCUL. FORT MSTMAP. FOR	k-means 法による自動分類 MST 法（Minimum Spanning Tree）による自動分類 平滑補間処理による色彩原始画像データの生成（色彩強度の地域間調整機能を含む） 縮小した濃淡地図の作成（確認用） 色の形式的演算（加減算，画面間の距離の算出等） MST の作画，クラスター化情報の作画等 (分類結果の観察，代表点の抽出などの処理のため)
区分　D [857]	FRAMEX. FOR NEXGEN. FOR	色彩画像の編集・加工機能 (意識の色地図の合成，編集，地域地図のオーバーレイ，色の変換等) カラーグラフィックス・ディスプレィ（NEXUS-5800）の汎用ドライバー・プログラム (画像データの各種編集加工，画像の取り込み，転写等に利用)

（注）区分欄の [　] 内はプログラムのおよそのステップ数。また，データ識別子が FORT はホストシステム用，FOR はマイクロコンピュータ用をそれぞれ表わす。

下各区分の機能について述べる．

[A]　調査データの編集・加工と集約化

領域クラスタリングで扱うデータは，調査対象とした各地点を地図上に対応させることから，その位置座標を含めた多変量特性値となる．一方，意識調査のデータは個人別のデータである．したがって，個人データを変換して，ある“区域”を代表する（地理的な位置関係を考慮した）位置座標を含む多変量特性値の形式に変換する手順と，その区域を代表する位置情報の扱い方が問題になる．これには，住宅地図などを参考に，個々の回答者の居住位置を確認し，これらを拡大地図の中にプロットすることも不可能ではない．回答者の意見分布を微視的に分析するにはこうした操作も必要となろう．しかし，ある区域の住民の意見の特徴を巨視的に眺めるには，何らかの形でその区域の個々の回答者のデータを，ある操作単位にまとめて集約化することが求められる．

もちろん，質問文の内容も，この操作にあわせて単位区域内のデータの変動がなるべく小さいことが望ましいのでこの配慮を加えたうえで，なお種々の工夫を集約化のために準備した．

1） 抽出地点別にデータを集約する方式(たとえば，個別回答データを地点別平均値にする）とそこで用いる指標（平均か，尺度化値か，など）
2） 地点別に集約したデータと，その地点を含む区域の代表点（位置）を設定するための方式（区域の大きさ，区域代表点の位置と個数）
3） 集約化処理の際のデータの形式，すなわち，データをそのまま用いるか，適当に尺度化したうえでえられる合成指標値データを用いるか，の選択方式．地点別に算出した回答データの平均値とするか，事前に個人データから尺度化あるいは合成指標化を行い，その後でこれを地点別に集約し平均値として用いるか，など分析目的に応じてデータの操作単位の設定が容易であること．

以上の事前処理加工や集約化の操作は，研究者の多様な要求に備えたものであるが，ここではとりあえず次のように考えている．

区域とその大きさ

今回の調査地点は，「調査対象者の選出」の項で述べたように選挙人名簿の配列に従って抽出したもので，地理上の位置関係は配慮していない．一方，領域クラスタリングの視点からすると，町丁区分が扱いやすく，結果の理解も容易である．したがって，ここでは標本抽出時の“地点”をそのまま扱うのではなく，町丁区分を“区域”として扱うこととする．このことから人口密度の高い区域は複数の抽出地点が当たり，反対に低い区域は抽出地点を含まないことがありうる．これの領域クラスタリングの適用におよぼす影響は無視できないが，これについては今後の検討を要すると思われるので指摘するに留める．

区域の代表点の与え方

区域（または操作単位）が定まると，次にその区域の代表位置（地図上での点）の扱いが問題となる．区域の単位を町丁区分とした場合，前述のように地点や回答者の抽出を区域の地理的な拡がりや大きさまで考慮していないので，“区域を代表する位置”とはあくまで仮想的なものである．区域の代表位置の設定方法としては，

i） 区域内での回答者の居住分布は無視して，各区域の幾何学的重心を用いる場合，
ii） 区域内に，適当な規則でその区域内の抽出人数に比例させた複数の点をばらまく場合，

など，いくつかが考えられる．

ここでは，町丁単位を“区域”とし，その区域の（画面上に置かれた地図としての）幾何学的重心を“区域の代表点”として扱うことにした．なお，上に挙げたii）の方式もオプションとして指定できるようにプログラム化を図った．

次の問題は，意識調査データを，対応する区域の代表点に集約化する方法である．原則は抽出地点ごとに対応する回答者のデータを積み上げることになるが，このとき次のような場合がある．

i） 原データをそのまま用いるか，あるいは適当な尺度化によって得られる合成値を用いるか．
ii） 尺度化を行う場合，全質問項目を事前に分類し，類似質問群ごとに尺度化を行うか，あるいは全質問項目を用いた多次元の尺度化を行うか．すなわち，質問項目の分類操作と尺度化処理の手順とその順序．
iii） 回答コードに適当な変換加工を行うか否か(たとえば，多値データを二値化するなど）

iv) 地点（あるいは区域）間の比較において，“地点の多変量特性値”を，地点に所属する個々の回答者の尺度化した数値の地点別平均で代表する場合；質問項目ごとに回答の地点別平均をまず算出し，この平均ベクトルを用いて尺度化を行う場合；地点別のブレイクダウン処理により得た質問項目のクロス表を用いる場合；の比較.

これらのどの方式が適当であるかは，研究者の利用意図により異なるので，いずれも利用可能であることが実用的見地から必要になる．したがってプログラム手順も次の諸機能を準備してある.

(1) データの抽出地点別集約化の手順

地点（あるいは特定な区分コードでもよい）ごとに個別回答データを層別し，また必要に応じて尺度化処理や回答コードの変換等の処理を行ったうえで，集約化データのファイルを作成する.

(2) 尺度化の方法

個別回答データ，地点別に集約化したデータ等，利用するデータ形式にあわせて，数量化法や主成分分析を行うための手法を用意してある.

(3) 質問項目の分類操作の手法

尺度化を行う際に，質問項目の組み合わせを色々変えてみる必要がある．全項目間の関連分析や総合的な合成値化を目的とする場合もあれば，いくつかの類似項目をまとめて，ある傾向を示す“部分尺度化”を図るという場合もある．前者の例として，総合的にみた区域住民の住み易さ感の考察がある．後者の例は，“利便性”や“緑の量への満足感”などを，分類操作で得た類似質問項目を用いて合成値を作り，これにもとづいて区域の比較を行う場合，などが相当する．これらの処理に先立つ分類操作手順としての自動分類法(主として階層的手法)を用意する.

[B] 領域クラスタリング手法

領域クラスタリングは，調査地域に離散的に分布する区域の代表点上に置く多変量特性値(すなわち，意識調査データを前述の方式で集約化して得られたもの)を用いて地域区分を行い，その結果を地域全体の面の情報に変換して，用いた質問の特徴を視覚化するための方法である．特に，結果を連続的な色調変化を伴う面情報として色彩によりカラーグラフィクス・ディスプレイ上に表示し，意識と環境の関わりを直截的に観察可能にすることが特色の一つである.

区分[A]に含まれる機能を用いて加工された，区域の代表点上に置かれた多変量特性値ベクトルを入力データとして用いる．領域クラスタリングは分類操作により原始色彩画像を生成する手続きであり，自動分類法と補間法(平滑化処理)を含む複数の手順から成り立つ．領域クラスタリングが対象とする位置を持つ多変量特性データの形成には，大別して2種類がある.

一つは，メッシュ・データ（国土・国勢数値情報）や探査衛星あるいは航空機などから撮影した画像データ(LANDSAT データなど)にみられるように，対象領域上を格子化した各格子上に多変量構造の数値データが規則的に置かれている場合が，典型的な例といえる．もう一つは，測定位置が必らずしも規則的ではなく，ある特定の位置でのみ多変量データが与えられる場合である．一般に，前者の場合はデータ量が多いが，後者については，格子化された全画素の数にくらべて，データが与えられる点は少ないのが通例である．ここで扱うデータも，この後者に相当するのであるが，領域クラスタリング手法は前者のケースも想定して，次の2つの場合に分けてそれぞれの分析手順をプログラム化してある.

（第 I 群）

主として対象地域の格子化したメッシュ上に規則的に与えられるメッシュ・データやリモートセンシング・データなどにもとづいて地域区分を行うことを目的とするプログラム集合.

これは大隅・渋谷（1978）が既に報告した“数値的地域区分法（NTAP)”を，現在のハードウエア構成に対応するように改編したものである.

（第 II 群）

不規則に分布する格子点（あるいは区域の代表点）の上に与えられるデータを用いる地域区分のためのプログラム集合.

意識調査データにもとづく環境意識の色地図作成のためには，第 II 群を用いる．第 I 群はむしろ，意識データ以外の二次的な情報（土地利用状況など）を，色地図と対比させる場合の補助的手段と考えている.

領域クラスタリング手法の具体的なアルゴリズムについては既に報告したが（大隅・水野(1983)，大隅（1984)，Ohsumi (1983), Ohsumi・Mizuno (1984))，上の第 II 群の意識の色地図を生成するための手順の基本部分について，この報告の終りに補足として挙げた.

[C] 対象地域の地図の生成

質問回答の特徴をディスプレイ上で視覚的に観察する際に，対象地域の地図や他の地域情報(地理的要因，交通網，主な建築物など）を重ねて表示・比較することが効果的であり，またそうあって初めて意識の色地図としての機能をはたすといってよい.

このとき，意識の色地図の原始画像をこわさずに，地図や地域情報の内容を変化させてオーバーレイを行うには反復表示が可能であるような工夫が必要となる.

また，地図画像は，その上から土地利用状況や数値国勢情報等を描いて利用する場合もある．これらを考慮して，次の要件を満たすようにプログラムを作成する.

(1) 区域境界情報の編集・加工・管理機能

地図は，そのときに定めた“区域”の単位で扱うこととし，ある区域の境界座標値を対象地域の地図からディジタイザを用いて読みとる．この入力データ自体は，周辺出力機器(プリンタ，ディスプレイ，プロッタ，など）にそのまま出力することが難かしい．出力状況にあわせて境界値ファイルの編集や尺度調整，位置整合等を行う必要があり，また，地図の追加や削除，一部領域の抽出（切り出し）という機能も必要である.

さらに，白地図に相当する境界図のみを出力したり，各区域上に他の情報（人口密度，土地利用状況など）を地域動態図や地勢図（コロプレス・マップ）として出力したりする機能も実用上役に立つ．この両者は，併用したり，それぞれ単独に用いることもあるので，対象地域の区域境界値ファイルと区域特性値ファイルを別途に生成し，利用者の要求に応じて 2 つのモードが使い分けられるようにする．この他，区域名称の付与（テキスト・ファイル）の機能なども加える.

(2) 出力機器に対するデータの標準化

地図情報は，目的に応じてその出力モードが異なる．現在，出力機器として，グラフィク・プリンタ，カラーXY プロッタ，グラフィクス・ディスプレイ，カラー・ディスプレイ等があるが，研究者がこれらの出力対象の変更を意識せずに，データを共有化して，それぞれ場合に応じて地図画像を描けることが望まれる．このため，出力画像のアスペクト比の調整，画素に対応させるための整数化処理などのプログラムを備える.

(3)　簡単な演算・変換機能の開発

区域代表点の標準値として，区域の幾何学重心を算出すること，画像間の形式的色演算（色強度コードを用いた加減算，画像間距離の計算など）を行うこと，などのプログラムを持つ．

以上の機能を含むソフトウエアの開発と並行して，各周辺機器を連結利用するためのハンドラー・ソフトウエアも開発した．これらのソフトウエアにより，各周辺機器上に自由に地図情報の出力が可能となる．また，この地図生成の過程でも，図2にみるようにマイクロコンピュータとホストシステムの間で分散処理が行われる．たとえば，その処理過程は次のようになる．

a）まず，マイクロコンピュータの管理下で，タブレットから対象地域の地図を用いて区域境界値データを，任意の場所からサンプリングしレディスクに格納する．

b）収集データを区域単位のデータとして併合・編集し，ホスト・システムに転送する．

c）ホスト・システム上で編集・加工を行う．指定の画像の大きさに尺度調整すること，出力画面の上から下に向って境界線の出力順を整えるソート処理，グラフィクスの画素にあわせた整数化処理，区域の重心計算などを行う．また，区域境界の重複やずれの検出，区域名称ファイルとの整合チェックなども行い，誤りがあれば出力表示に従ってデータの修正を行う．得られた区域境界値ファイルや区域重心データを，ホスト・システムからマイクロコンピュータへと転送し，ディスクに格納する．

d）境界値ファイルを研究者が必要とする出力形式で表示する．

[D]　色彩画像の表示と編集・加工機能

意識の色地図の原始色彩画像は区分[B]の方法によりホスト・システム側で生成される．このとき，ホスト・システム側の出力結果を即時的に色として確認することが困難なので，適当な配色方式によりカラーグラフィクス上に表示可能な色彩コード（3原色，赤(R)，緑(G)，青(B)，の各色とも00～15までの16段階の整数化データ）に変換して，ホスト・システムからマイクロコンピュータへと転送する．

カラーディスプレイ上に表示されたこの原始画像が，質問内容のイメージに合った配色であるとは限らない．たとえば，「騒音でうるさいと感ずるか」という質問に対して緑色(G)を，「いま住んでいる地区は住みやすいか」に対して赤色(R)をそれぞれ割当てたとしよう．この配色による色画像を観察した結果，「騒音で…」を赤に，しかも騒音に対する不満が高いほど輝度の高い赤を段階的に変化させながら彩色し，同時に，「住みやすさ」に対しては青をあてて，青の輝度の変化を住みやすさ感の高低に対応させたい，という研究者の要求に応じられるようにしたい．

このように，色彩で質問内容のイメージをある程度反映させるような配色を行うには，ホストシステムに依存するよりも，マイクロコンピュータ下でカラーグラフィクス上の画像をモニタリングしながら対話的に処理するという方式が適している．また，得られた画像上に，前述の地図等を重ねるといった操作もマイクロコンピュータの利用が有効である．領域クラスタリングから得られる原始画像に対して，その情報を著しく損わない範囲で編集・加工を行ったり，他の情報の付加・削除等の処理を容易にする機能を必要とするが，このとき，カラーグラフィクスの特性として，解像度，色彩情報の操作性，図形作画・処理機能の程度などが問題となる．

解像度については，最近は高精細度のハードウエアがみられるが，色彩の操作性（自由に扱うことのできる色の数）については，難点がある．ここでは，解像度が優れていることよりも色彩を自由に用いることのほうが重要である．また，図形作画等の機能についても，通常の単純な図形表示だけでは不十分で，色の入れかえ，色彩強度の変更，塗り込めなど多くの加工機能が容易に操作できることが望ましい．

以上の理由で，高度の色彩機能を有するロムパッケージを内蔵するカラーディスプレイを採用し，諸機能を結ぶ運用プログラムを作成して，次にあげる分析処理を簡単なコマンドにより対話的に進めることができるように工夫した．

(1) ハードウエアとして発色可能な色（各色4ビット，$16^3=4096$色）の中から，“任意の色”の選色表示．
(2) 色の入れ替え，色彩強度の変更，混色，色の複写などの操作
(3) 特定領域（任意の形状）の切り出し，画素のサンプリング，領域への任意の彩色
(4) 複数の閉領域あるいはクラスター化領域の重心計算，面積計算（画素単位）などの計算機能
(5) 任意画素数のマスク（正方形）による平滑化，閾値指定類別化処理（ある色強度を閾値として色をその上下にフィルタリングする），隣接領域の併合・クラスター化，など
(6) ビデオカメラ/ビデオレコーダからの画像入力と即時A/D変換による画像データのファイリング

これらの機能を組み合わせることで，以下の操作が容易になる．

1） 異なる処理条件から得られる同一地域の意識の色地図の対比分析
2） 同一質問に対する地域間の相対的にみた類似や差異（色の輝度，色相の変化で地域間差を比較する）の検討
3） 複数の意識色地図のオーバーレイ，混色操作による多元情報の色彩表示
4） 複数の画像間の差分化情報の視覚化（色演算，色の入れかえ，反転等を利用して）
5） この他，航空写真，地図等のビデオカメラ/レコーダからの即時入力と画像データ化，スライド等からの入力も可能であり，合成画像やはめ絵などの作成ができる．

5. 領域クラスタリング・システムの適用例

ここで実際に，意識調査データに領域クラスタリング・システムを適用して，“意識の色地図”を作り，システム全体の機能を実験的に検証した例を示す．

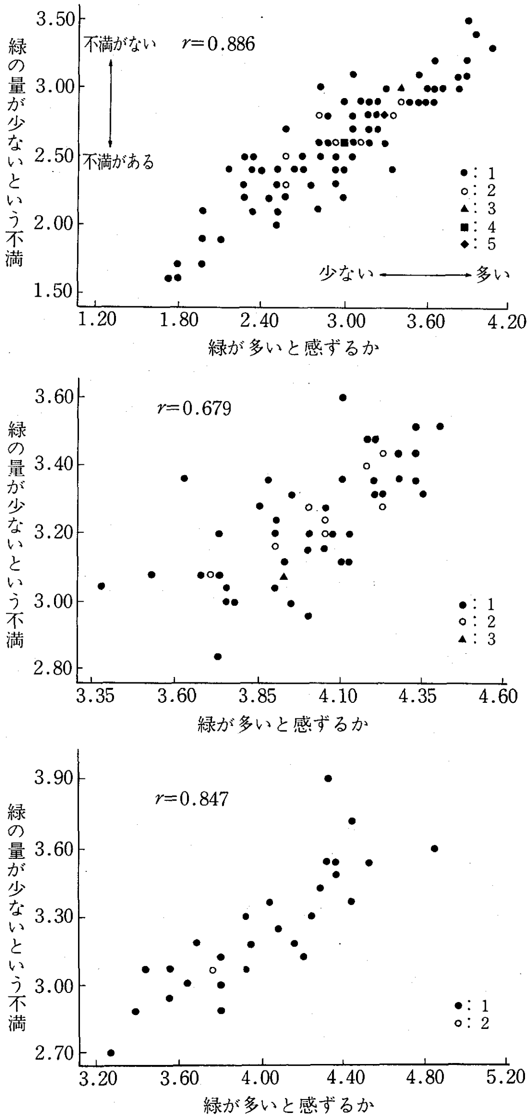
ここでは，表1の昭和58年および59年に調査を実施した3地域を選び，それらの意識データを用いる．

［例1］

図4は，「都市として緑が多いと感ずるか」という単独の質問に対する色地図を示した．これの解釈に先立ち簡単な事前分析の結果をみる．図3は，この質問と相関の高い質問で，「緑の量が少ない，という不満」の有無を4段階評価でたずねた結果について作成した散布図である．各点は，2つの質問について個人データを地点ごとに集約して得られた平均値を用いている．図3(i)～(iii)はそれぞれ3つの地域に対応し，図中にその相関係数を示した．これらから，次のような傾向が認められる．

1） 千葉市は全体にプロットした点のばらつきが大きく地点差が大きい．また，千里，箕面にくらべて不満側に寄っている．
2） 千里はこのばらつきが少なく，また相関も低い．
3） 箕面市は千葉市と同様にやや地点差がみられるが，全体に千葉市の場合よりも満足側に意見が寄っている．

以上のように，この質問は，地域差，地点差のいずれもが顕著に認められる質問の一つであ



(i)　千葉市全体　(96 地点)
（記号は，打点の重複数を示す）

(ii)　千里ニュータウン　(60 地点)

(iii)　箕面市　(29 地点)

図 3.　“緑の量”に関する 2 項目の地点間の相関

り，図の緑色の輝度がこれをよく示す．ここでは，輝度を質問回答の満足感に対応させてあり，輝度が高いほど満足感が高く，反対に輝度の低い暗部は不満が強いことを表わす．

図 4 の (a), (b), (c) はそれぞれ千葉市，千里ニュータウン，箕面市に対応し，地域の特徴がよく表われている．(a) 千葉市の場合，市心部から遠ざかるにつれて「緑が多い」という満足感が増すことが輝度の変化で示されている．一方，(b), (c) は，その輝度が全体に千葉市に比して高く，平担な感じがみえる．これは，千里，箕面の両地域では「緑が多い」と感ずる側に意識が片寄っていることを示す．

[例 2]

“騒音”に対する不満を表わす2つの質問，(i)「自動車や電車の音がうるさい」，(ii)「夜中

にまわりが騒々しい」を用いた例が図5である．この2つは正の高い相関がある．たとえば，千葉市では，$r=0.651$，千里ニュータウンは，$r=0.803$，箕面市は，$r=0.832$となる．千葉市が千里，箕面にくらべて相関が低いが，これは市心から遠ざかるにつれて急速に騒音の影響が低減することや，幹線道路網の配置が他の2地域にくらべて若干複雑であることなど，によると考えられる．

両質問を個別に用いて意識色地図を作り合成・混色した結果が図5である．ここでは，質問（i）に対して赤を，（ii）に対して緑を割当て，相関の高低を混色の輝度の明暗で表示した．高輝度の黄色が質問間の相関が高く，かつ“不満が多い”とする区域を示す．反対に暗部は騒音に対する不満が少ないことを示す．赤が目立つ部分は（i）に対する不満が特に高く，緑が目立つ部分は（ii）について不満を感ずる側にそれぞれ片寄る状態を示している．仮に，2つの質問項目に対する各地点間の相関が高ければ高いほど，黄色の輝度の変化として質問の傾向を観察できる．ただし，全体として正の相関を示す中で，やや傾向の異なる地点は別の色になる．このように相関の程度と同時に特異な値の傾向も色で観察できるという利点がある．また交通網を重ねることにより，その影響がかなりあることが分かる．

［例3］

図6は，逆相関の関係にある2つの質問の合成例である．質問は，（i）「自動車•電車の音がうるさい」，（ii）「日用品の買物が不便だ」の2つで，（i）に対して赤を，（ii）に対して緑を割当てた．ただし，赤は高輝度であるほど騒音への不満が高い傾向を示し，緑は高輝度ほど不便を強く感ずる傾向を示すように色を調整した．結果は，赤と緑の混色がほとんどみられず，ほぼ逆の関係（負の相関）にあることが認められる．明るい赤は，騒音に不満があるが，買物等の不便は感じないという領域に相当し，反対に緑が目立つ部分は，駅やバス停から離れており利便性が劣る区域である，といえる．若干みられる黄茶の部分は両者のほぼ中間に位置し，騒音への不満も買物の不便もほどほどの区域であると考えられる．またここでも，2つの質問の全体的な負の相関からはずれた地点が輝度の高い特異点として観察される．

［例4］

同じ騒音に関する質問であっても，類似の質問が多数個ある場合は，適当な尺度化により合成した値を用い，意識の色地図を作ることも効果的である．尺度化の操作は，質問を個別的に用いる場合と異なり，合成値という情報の安定性が高く，個々の回答者の示す態度意識をよりよく把えられると期待できる．この一例として，自動分類法で“騒音”に関わる質問群として得られた次の3つの質問の合成値化を試みる．

（i）「自動車や電車の音がうるさい，という不満」
（ii）「夜中にまわりが騒々しい，という不満」
（iii）「自動車や近所の工場から出る振動が大きい，という不満」

（i），（ii）は［例2］と同じ質問である．尺度化の方法としては数量化法III類を用い，得られた第1，2成分に対して，それぞれ赤，緑を割当てる．図7が得られた色地図であり，赤の高輝度から，橙，黄，茶，黄緑，緑の順で騒音への不満が低減することを示す．この質問群は，地域差が顕著な例の一つで，［例2］と同様，交通網の影響がはっきりと表わされている．

また［例2］でみた個別質問の合成とはやや異なり，色が比較的滑らかに変化する様子がみられる．これは，合成値化の操作により，質問間の相関が消されたことから起こるものである．色の輝度の急激な変化を避け，地域間の色調の変化を比較の容易な形に変えるための方策として，

直交化の処理が適当であることを示す例であり，合成値化が単に次元の縮約の意味だけではないことを示している．

[例5]

数量化法III類による合成値化の別の例として，“利便性”に関する次の4つの質問項目を用いて色地図を作った結果が図8である．

（i）「お宅の近所の夜道が危険だ，という不満」
（ii）「日用品の買物が不便だ，という不満」
（iii）「最寄りの駅やバス停まで遠すぎる，という不満」
（iv）「急病のときや，夜間の診療についての不満」

求めた数量化得点の第1～3成分をそれぞれ赤，緑，青に対応させてある．赤味がかった部分は利便性について総合的に満足感が高い区域であり，緑から黄土色にかけての部分が利便性に不満があり，日用品の買物や最寄りの駅までの交通の便に不満がある区域に相当する．青から紫にかけての区域は，交通の便に比べ買物がやや不便であるという意識が強いことを示す．この例や先の[例4]にみるように，連続的な類似区域の特徴や分布の様子を視覚的に展望できる．これらは，数量化得点の布置の視察だけでは分かりにくい．

[例6]

図9は，「住みやすさ感」を示す3つの質問（「住んでいるまちが気に入っているか」，「今後も現在のまちに住みたいか」，「いま住んでいる地区は住みやすいところだ」）の尺度化を行い，この第1成分に青を割当て，[例5]で作成した利便性の結果と合成したものである．すなわち，赤と緑は［例5］と同じ意味の利便性の状況を表わす．これに，「住みやすさ感」の合成値を青の輝度が高いほど住みやすさを強く感ずる方向に調整する．

黄橙色の部分から茶灰色の部分が広い範囲を占めるが，これは利便性の不満が少なく，かつ住みやすいと答える傾向が強い領域である．うすい緑色の部分は，交通の便に比して買物等が不便であり若干住みにくいと感じられている領域に相当する．また右上の緑の部分は，交通の便や買物では不満があるが，急病時の診療には問題がない，という一種の特異地点を示している．

6. 考察と今後の課題

適用例にみたように，都市住民の環境意識の諸様相を“意識の色地図”として視覚化するという段階までシステムの開発が進み，実験の結果を通じて，各調査地域における意識その他の特徴を，探索的に理解する手段としての有効性が確かめられた．

現在も，収集した調査データによる実験を継続しているが，今後さらに改善を要すると思われる諸事項について簡単に述べる．

6.1. 調査法における問題

今回実施した意識調査では，2段抽出法で調査対象者を選挙人名簿から抽出した．この際，全対象者の抽出確率を一定に保ち，かつ第2次抽出単位を1地点当たり30人と定めたので，人口稠密な区域は地点数が多く，そうでない区域は少くなった．領域クラスタリングを行う場合，こ

のことは若干の問題を残す．

すなわち，入力データとして標本抽出地点の単位で集約化を行う際に，地点の地理的な分布は人口密度にもとづく分布となり，地図上での区域を均等に代表するとは限らない．したがって，これをまとめて区域の代表点の上に集約化することの影響が結果に表れるとみなければならない．

また，調査方式として，“個人”を対象とする留置・自記式を用いている．環境意識調査の目的が，個人の考え方を知ることよりも，地域や区域に共通する環境特性の把握にあるという視点に立てば，世帯調査方式も考えられないわけではないが，意識を扱う限り個人の属性を全く切り離すことは問題がある．今後，質問文の作成，調査方式について，この種の調査に適した方法は何かを体系的に検討することが必要である．

6.2. データの分析・加工上の問題

一般に，領域クラスタリングの過程で多数の質問項目を同時に扱うと，項目の特徴の種々の位相が混在して色彩表示がいたずらに繁雑になり，直截的な観察という利点が損われる．実験結果によれば，少数の質問項目の合成，分類操作による質問群の尺度化による合成値の色彩画像，などを用いることが実用的な意味での価値が高いと思われる．質問項目の分類操作や尺度化の標準的な方法については，現在でもシステムの中に編入されており，目的やデータの形式などに合わせて種々使い分けることが出来るが，環境意識データの分析に適した分類法や尺度化法の新しい方法論（たとえば，地域の隣接性を考慮したクラスタリングや数量化法）の検討が必要である．

6.3. 色彩情報の利用上の問題

色彩を自由に扱うことは，ハードウエア，ソフトウエアの両面において，現状では問題が多い．

(1) 色表示にみられる不連続性・特異性

領域クラスタリングの入力データ数は一般にそれほど多くはない．また，地点の抽出法との関連も無視できない．とくに，データが与えられる区域代表点の分布，それを含まない区域の扱いや地域外の周辺領域の影響などが，そのまま色調の不自然感，補間の不連続性などの結果として表われる．たとえば，箕面市の例は，条件を色々変えてみても，もとのデータ数が分類や補間に耐えるだけ与えられていないといえる．この対策としては，標本抽出の工夫を初め，近接領域間の関連性や区域代表点の配置法などについてのモデル化を考えることが必要である．

(2) 色彩の用い方

現在のシステムでは，色の情報をかなり容易に操作できる．しかし，色彩の操作性をより高めるためには，コンピュータ・グラフィクスに適した色彩モデルの検討と，それにもとづいて多変量データを表現するための配色方式（具体的なプログラム）についての考慮が必要である．すなわち，円グラフやレーダーチャートに適当に彩色する，ということでは心理的な効果まで考えた意味のある色彩の利用法とはいえない．また，人間の視覚で把えた画像の印象が質問の内容に合ったものであること，不自然でないことが望ましい．

さらに，ハードウエアの制約，価格と機能のかねあい，あるいはマイクロコンピュータでこうした研究がどこまで可能であるか，ということも今後検討の余地がある．最近，コンピュータ・グラフィクスに関する多くの研究があるが，色彩理論や色彩の利用法について詳しく述べたものは少ない．また，人の色覚の心理学的あるいは生理学的な研究面で未解決の問題も数多くある．とくに，コンピュータによるカラー・グラフィクス処理の研究分野では，ハードウエ

アの進歩に比して，色彩操作の基本ともいえる色彩モデルの研究やソフトウエアの開発が十分とはいえない（Enderle et. al.（1984), Foley et. al.（1982）参照）．色彩モデルとしては，ハードウエアの操作に適したRGBモデル，CMY（Cyan-Magenda-Yellow）モデルなどと，色彩操作のソフトウエアの作成に適しているHSVモデル（Hue, Saturation, Value), HLSモデル（Hue, Lightness, Saturation）などがある．とくに，最近のグラフィクス・ディスプレイの主流となりつつあるラスタースキャン型のハードウエアに対しては，RGBモデルとHLSモデルが適しているといわれる．そして，色彩操作を容易にするためには，この色彩モデル間の変換操作を行うソフトウエアが必要となるが，高価なカラーシステムを除いては，この種のソフトウエアを自由に利用できる環境にあるとはいえない．

本報告は，領域クラスタリング・システムの開発に平行してこうした色彩モデル間の変換操作を行うソフトウエアを作成し，ここで用いたハードウエアの許す範囲で，心理的な効果まで配慮した彩色方式の導入を試みた実験であり，色彩を用いたデータ解析の適用例の一つでもある．

7. 補　　足

領域クラスタリング法による色彩原始画像の生成

領域クラスタリングは，対象の地域に離散的かつ不規則に分布する点上の多変量特性値を用いて，その地域をいくつかの類似の領域に区分する方法である．手法の要点は，自動分類法と補間法とを用いることにあるが，地域の限られた点（又は小区域）上の多変量特性値から面の情報を生成し，これを色彩情報に変換して視覚化するという点に特徴がある．このとき，位置を持つ点上の多変量情報から面の情報を生成するという視点から領域区分を考えるという意味で，通常のクラスタリングと区別して“領域クラスタリング”と命名した．

データは対象地域の標本抽出地点を含む区域の代表点の上に与えられるが，これを画面上に対応させて考える．したがって，実際に分類対象とするデータは対象地域を，画面画素に対応させて格子化し，この格子点のうちの区域代表点に対応する位置に置かれた多変量特性値（たとえば，意識調査データの集約化処理で得られた回答平均ベクトル）を用いる．こうした設定のもとに以下の手順で色彩画像の生成を行う．

[手順1]

地点を最小操作単位とし，地点番号の集合を，$E=\{1, 2, \cdots, i, \cdots, n\}$ で表す．次に地点 $i(i=1, 2, \cdots, n)$ について集約化された p 変数（項目）の多変量特性値ベクトルを $\boldsymbol{x}_i=(x_{i1}, x_{i2}, \cdots, x_{ip})$ と書く．

次に，地点 i を含む区域の代表点の位置を定める．これは，研究者が設定した地図上の地域をカラーグラフィクスの画面の大きさ（すなわち，ここでは256×240画素）に対応させ，その画面上での地点 i を含む区域代表点に当たる画素の位置座標をその地点の代表点とする．これを $(u_i, v_i)(i\in E)$ とし，この位置座標を含む合成ベクトル $\boldsymbol{z}_i=(u_i, v_i ; \boldsymbol{x}_i)$ を，地点 i の位置を持つ多変量特性値とする（したがって，同一区域内の複数の抽出地点の代表点の座標は同じ値となる）．

また，測定値が与えられた画素以外の残りの全画素の番号の集合を $G=\{1, 2, \cdots, j, \cdots, N\}$ とし，画素 j の位置座標を $(u_j^*, v_j^*)(j\in G)$ で表わす．

[手順2]

以上の準備の後，まず適当な自動分類法を用いて，位置座標を除く多変量特性値 $\boldsymbol{x}_i(i\in E)$ の分類を行う．分類法としては，複数の手法を用意し比較分析の便を図る．ここでは，k-mean 法

型の標準的な手法と，MST法（Minimum Spanning Tree）によるグラフ的なそれとを，それぞれ変形して用いている．なお，これらの手法に限らず他のクラスター化の手続きを利用したい場合は，簡単に取り替えが可能なようにしてある．

自動分類法を用いて指定した個数のクラスターを生成する．また，各クラスターの諸統計量を算出する（クラスターの平均ベクトル，クラスター•サイズ，クラスター内分散など）．同時にこれらの結果をファイルに格納し次の利用に備える．

［手順3］

分類結果をホスト・システムからマイクロコンピュータに転送し，グラフィクス・ディスプレイ・ターミナルに表示する．分類状況を観察し，必要に応じて各クラスターから代表点（代表画素）を抽出する（これは，ヘアーカーソルを用いて行う．この代表点は区域代表点とは異なる）．このとき，“代表画素の位置”と“選定個数”とが問題となる．“標準値”としては，初めに与えられた区域の代表点を用いるが，補間を滑らかにすることや，クラスターの特徴を強調するために，また実験的に種々の方式を比較するためにも，複数の方式を指定できるようにする．ここでは，次のように考えている．

代表点（代表画素）の位置

（i） あるクラスターが覆う領域の中から任意の位置をとる

（ii） 測定点（つまり区域の代表点）$(u_i,\ v_i)$のうちのいくつかをとる

（iii） クラスターの座標重心を求めこれを代表点とする

（iv） 以上を併用する

代表点の個数

（i） クラスター・サイズに比例させて各クラスターからとる

（ii） $(u_i,\ v_i)$のすべてを用いる（または，区域代表点として，複数個含む場合は1個のみ採用する）

（iii） 任意の個数を，区域の代表点の分布を観察しながら適当に散布する

これらのいずれもがオプション機能として利用できるようにして，各方式の比較検討に備えておく．

［手順4］

次に，選出した代表点の座標をマイクロコンピュータからホスト・システムへ転送する．ヘアーカーソルを用いて選出した場合，わずかの位置ずれが発生するのでこれの補正後，それぞれの代表点が所属する（あるいは所属させたい）クラスターの平均ベクトルを，その代表点上の多変量特性値として，その画素座標につけ加える．標準値である区域の代表点を用いた場合，選出，転送の手順は不要であり，ホスト・システム側で自動的にそれを含むクラスターの平均ベクトルで区域の代表点上の多変量特性ベクトルが置換される．

［手順5］

以上の情報を用いて，G の全画素の多変量特性ベクトルを平滑化処理により，算出し面の生成を行う．

① まず，$j \in G$ から最近隣にある K 個の代表点を探す．この座標を $(u_i^{(k)},\ v_i^{(k)})(k=1, 2, \cdots, K)$ とする．

② 次に，画素 j の多変量特性値ベクトルの補間値を次の式で求める．

$$\boldsymbol{\mu}_j^* = \alpha\left[\frac{1}{K}\sum_{k}^{K} \bar{\boldsymbol{x}}_{(k)}\right] + (1-\alpha)\boldsymbol{\mu}_j.$$

ここで，　α＝重み調整係数，　$0 \leqq \alpha \leqq 1$

$\bar{\boldsymbol{x}}_{(k)}$＝代表点 k の画素上の多変量特性ベクトル
　（k が所属するクラスターの平均ベクトル）

である．また，

$$\boldsymbol{\mu}_j=\sum_{k}^{K} w_k \bar{\boldsymbol{x}}_{(k)} \Big/ \sum_{k}^{K} w_k.$$

ここで，w_k は距離を考えた重み係数で，

$$w_k=1/\{|u_j^*-u_k|^r+|v_j^*-v_k|^r\}^{\frac{1}{r}}\quad (r\geqq 1)$$

と与える．

$\alpha=1$ と置くと単純な最近隣データの移動平均となる．$\alpha=0$ と置くと，代表点までの距離の効果を含めた（位置の情報を考慮した）補間となる．α, r は適宜与えるが，通常は標準値として $\alpha=0$, $r=2$ が設定される．

[手順 6]

画素 j の座標 (u_j^*, v_j^*) に，先に求めた特性ベクトル $\boldsymbol{\mu}_j^*$ を加え，$(u_j^*, v_j^*; \boldsymbol{\mu}_j)$ としてファイルに格納する．同時に，ヒストグラムや諸統計量を算出し，平滑化の様子を観察する．

[手順 7]

$\boldsymbol{\mu}_j$ を色彩情報に変換する処理を適当な配色方式を用いて行う．多次元データを3原色(R, G, B）に割当てる必要があるから次のように配色を行う．

① 特性値の次元が3次元以下であれば，各次元に任意の色（R, G, B）を割りあてる．4次元以上の場合には，比例配分により3色に割当てる．たとえば4次元の場合，Rに1，3次元を0.4，0.6の割合で，Gに2次元を1.0，Bに4次元を1.0の割合でそれぞれ配分する．これは色の混合とは異なり単なる配分操作である．実際には得られた色彩の解釈が難かしいので，なるべく3次元内で割当てることが望ましい．

② 次に，実数値 $\boldsymbol{\mu}_j^*$ を用いるカラーグラフィクスの表現可能な発色数に合わせて整数化する．たとえば，各色mビットの色調(色強度)，すなわち，2^m 段階の発色が可能であれば00〜2^m-1 の範囲の整数値に $\boldsymbol{\mu}_j^*$ を区分する．ここでは，各色4ビット，従って $2^4=16$ 段階の表示が可能であるから（R, G, B）のそれぞれを00〜15の16段階に区分する．たとえば，(R, G, B)＝(15, 15, 15）が白色，(R, G, B)＝(00, 00, 00）が黒となる．また（R, G, B)＝(15, 00, 00)，(R, G, B)＝(15, 15, 00）はそれぞれ赤，黄に相当する．

[手順 8]

以上の操作で整数化された色彩情報を $\boldsymbol{m}_j^*$ で表わすと，画素 j の値は $(u_j^*, v_j^*; \boldsymbol{m}_j^*)(j\in G)$ となる．これをマイクロコンピュータに転送し，カラーディスプレイ上に表示すると色調変化を伴う雲状の領域が得られ，これが色彩原始画像となる．

謝　辞

詳細かつ適切なご指摘をいただいた査読者の方々に感謝いたします。

参考文献

Enderle, G., Kansy, K., Pfaff, G. (1984). *Computer Graphics Programming: GKS-The Graphics Standard,* Springer-Verlag.

Foley, J.D., Van Dam, A. (1982). *Fundamentals of Interactive Computer Graphics*, Addison-Wesley.

林知己夫他(1984). 都市住民の環境意識の計量にもとづく動的環境評価システムに関する研究, 環境庁環境保全成果集.

水野 欽司(1985). 景観定量化の可能性と限界, 都市計画, 138.

水野 欽司(1985). 都市環境意識調査の質問の分類, 第2回. 分類の理論と応用に関する研究会, 1985. 12.

大隅 昇, 渋谷政昭(1978). 数値的地域区分法: NTAP, 統計数理研究所彙報, 第**25**巻, 第1号.

大隅 昇(1982). 地域区分の一方法 ―領域クラスタリング―, 第10回 日本行動計量学会大会, 1982. 8.

大隅 昇, 水野欽司(1983). 地域統計情報の自動区分に関する試み ―領域クラスタリング―, 日本統計学会 第51回大会, 1983. 7.

Ohsumi, N. (1983). Practical Techniques for Areal Clustering, in Data Analysis and Informatics III, (eds. E. Diday et al.), North-Holland.

大隅 昇(1984). 住民環境意識の色地図 ―領域クラスタリング・システムによる環境意識データの分析とその問題点―, 応用統計学, 第6回シンポジウム「統計におけるグラフィックスの利用」, 1984. 11.

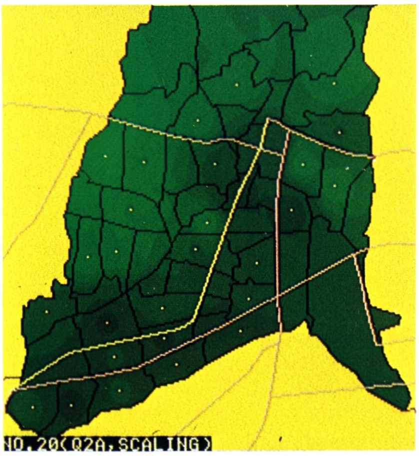
Ohsumi, N. and Mizuno, K. (1984). Microcomputer Graphics Clustering Techniques for Urban Environmental evaluation, *Proc. of the XIIth, International Biometric Conference,* Invited Papers, 148-156.

（a） 千葉市全体

図5．「自動車や電車の音がうるさい，という不満」と「夜中にまわりがうるさい，という不満」の合成

（b） 千里ニュータウン

図6．「自動車や電車の音がうるさい，という不満」と「日用品の買物が不便だ，という不満」の合成



（c） 箕面市

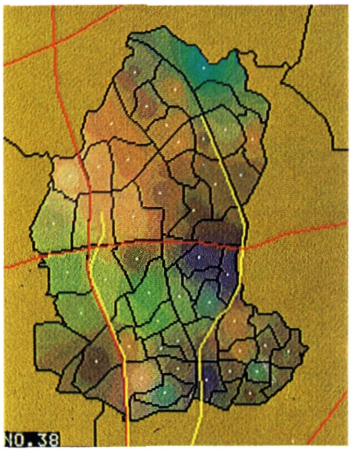
図4．「あなたの住んでいる地区は，都市としては，緑（みどり）が多いと感じますか，それとも少ないと感じますか」

（a）　千葉市市街部

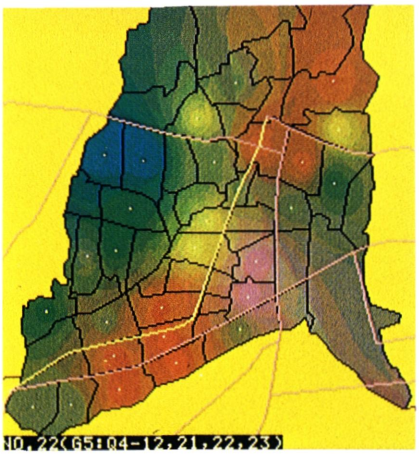
（b）　千里ニュータウン

図7．「自動車や電車の音がうるさい，という不満」「夜中にまわりが騒々しい，という不満」「自動車や近所の工場から出る振動が大きい，という不満」

（a）　千葉市全体



（b）　千里ニュータウン



（c）　箕面市

図8．「お宅の近所の夜道が危険だ，という不満」「日用品の買物が不便だ，という不満」「最寄りの駅やバス停まで遠すぎる，という不満」「急病のときや夜間の診療についての不満」

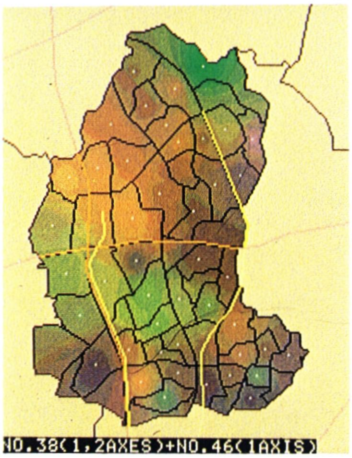


図9．図8-(b)のR,Gに，次の3項目の数量化得点の第1成分をBとして合成
「あなたは，いま住んでいるまちが気に入っていますか」「あなたにとって，いま住んでいる地区は住みやすい所だ，と思いますか」「できることなら，今後とも現在のまちに住みたい，と思いますか」

Areal Clustering System and Its Application to Human Ecological Problems

Noboru Ohsumi and Kinji Mizuno
(The Institute of Statistical Mathematics)

The relationship between dwellers' attitudes and environment was visualized with "colored attitude maps" presented on a raster color graphics display, based on survey data of urban dwellers' attitudes toward environmental concerns.

This paper presents the areal clustering techniques and the associated computer-aided processing system which together seem to provide an effective aid to understanding the characteristics of area environments.

The paper provides an outline of the areal clustering system and the features of the microcomputer system. In addition, some examples of the application of areal clustering system to actual attitude survey data are presented to demonstrate effectiveness of the system.