

自己組織化マップによる地域住民の 環境に関する意識の分析

中川 啓¹・河村 明²

¹正会員 博(工) 長崎大学教授 大学院水産・環境科学総合研究科 (〒852-8521 長崎市文教町 1-14)
E-mail: kei-naka@nagasaki-u.ac.jp

²正会員 工博 首都大学東京教授 大学院都市環境科学研究科 (〒192-0397 東京都八王子南大沢 1-1)

地方都市であるU市では、今後の良好な環境の保全と創造に向けた環境行政を推進するため、環境行政の基本的な方向性を示す環境基本計画の策定に向けて、計画策定の前提となる現状把握に関する調査の手段として、市民に対するアンケート調査を実施している。本研究では、このアンケート結果を入力とした自己組織化マップによって、市民の環境に関する意識を分析した。その結果、関心がある環境問題、環境への取り組み、環境政策の満足度および重要度についての市民の意識構造が明らかになった。またアンケート結果の分類の一手段として、自己組織化マップが有効であることが確認された。

Key Words: self-organizing map, cluster analysis, principal component analysis, questionnaire, local residents

1. はじめに

地方都市であるU市では、今後の良好な環境の保全と創造に向けた環境行政を推進するため、環境行政の基本的な方向性を示す環境基本計画の策定に向けて、計画策定の前提となる現状把握に関する調査の手段として、市民に対するアンケート調査を実施している¹⁾。このアンケート結果から、市民の将来の環境像や市が重点をおくべき取り組み(政策)、環境政策についての現状の満足度と今後の重要性について結果を整理し、これに基づき、環境目標や施策目標を設定して環境基本計画を構成している。しかしアンケートの結果は、単純集計したものであるから、回答者としての住民の環境に対する考えを明らかにするためには、もう一步踏み込んだ分析が必要であると考えられる。

そこで、本研究では、住民アンケート結果のより詳細な分析を行うことを目的として、アンケート結果へ自己組織化マップ(SOM, Self-Organizing Map)の適用を試みた。最近、こうしたSOMを用いた様々なアンケート結果の解析が試みられている²⁾⁻⁴⁾。SOMは、多次元データの分類、解析に効果的なものとして知られている⁵⁾。本研究では、このSOMおよびクラスター解析手法を用いて、アンケート結果を

分類・グループ分けし、それぞれのグループの特徴を抽出し、その結果について考察した。また、SOMをアンケートの分析に適用することの有効性について検討した。

2. アンケート調査

本研究の分析で使用したアンケートの回答データは、2013年11月1日から15日にかけてU市が、市民を対象に行ったものとした。調査対象は、U市に居住する20歳以上の市民から無作為抽出により選ばれた2500人にアンケート用紙を郵送により配布・回収した。回収数は812人で、回収率は32.5%であった。回答者812人中、男性は365名、女性は442名、5名は性別について無回答であった。年齢は、20代が7%、30代が12%、40代が15%、50代が22%、60代が25%、70代が19%であった。本研究では後述のように、関心がある環境問題(問A)、環境への取り組み(問B)、環境政策の満足度および重要度(問CおよびD)といった4つの問を分析の対象とし、自己組織化マップによる分析に先立ち、主成分分析を行い、回答群の特性を把握した。主成分分析には、統計ソフトウェアであるJMP Pro11(SAS Institute

Inc.)を用いた。設問の内容については、後の主成分分析の結果と合わせて、表-1から表-4に示す。こうした分析を行う上で、アンケート回答を、1=“関心がない”、2=“あまり関心がない”、3=“どちらともいえない”、4=“やや関心がある”、5=“とても関心がある”となるようにした。また各問の空欄が4つ以上ある回答者については分析から除外し、空欄が3つ以下の回答者については空欄を最低点数として扱った。その結果、問Aの回答者数は740人、問Bの回答者数は747人、問Cの回答者数は706人、問Dの回答者数は671人となった。

3. 自己組織化マップ

自己組織化マップ(SOM)は、1980年代にKohonen⁶⁾により考案された、多次元の入力データを2次元に写像することができるニューラルネットワーク手法の一種であり、多次元データ群の分類結果を2次元マップ上に表現できる特徴を持つ。これにより多次元項目の解析結果を視覚的かつ容易に判断することが可能になる。そのため、多くの分野でデータ分類手法として利用されている⁷⁾⁻¹⁰⁾。分類される多次元のベクトルを入力ベクトルと呼ぶ。2次元マップ上には、ニューロンと呼ばれる六角格子が規則正しく配列されており、各ニューロンは参照ベクトルとよばれる入力ベクトルと同次元のベクトルをもつ。この参照ベクトルが入力ベクトルの特徴に漸近するように学習させる。最終的に各入力ベクトルは、最も近い参照ベクトルを持つニューロンに分類される。SOMの特徴として、似た性質を持つ入力ベクトル同士はマップ上で近くに分類される。本研究では、設問の性質がそれぞれ異なるため、関心がある環境問題(問A)、環境への取り組み(問B)、環境政策の満足度および重要度(問CおよびD)といった4つの問について、それぞれSOMを作成して検討した。SOMの作成には、SOM Toolbox 2.0を適用した。入力ベクトルは、問Aは、アンケート11問の回答結果からなる11次元のベクトル740個(有効回答数=入力データ数)であり、 $M=5\sqrt{n}$ (M:ニューロン数、n:入力データ数)^{9), 12)}に基づき、入力データの共分散行列における固有値ベクトルの第1および第2成分の比率^{9), 12)}から縦17×横8の136個のニューロンを持つマップに分類した。これと同様に問Bは、20次元のベクトル747個より、縦17×横8の136個のニューロンを持つマップ、問CおよびDは、27次元のベクトルのそれぞれ、706および671個より適切な配列のニューロンが配置され、いずれ

も縦19×横7の133個のニューロンを持つマップに分類された。なお、ニューロン数は必ずしもMに一致せず、縦横の数との関係や、マップの形状が欠けないように適切な数が決定される。

自己組織化マップの適用によってマップ上に抽出したパターンの数(ニューロンの数)が多い場合、得られた全てのパターンを解釈することは容易ではない。そのため、本研究では、アンケート結果を解析している既往の研究²⁾⁻⁴⁾に倣い、マップ上の参照ベクトル(ニューロン)を階層的クラスタ分析手法であるWard法を用いてグループ化し、各グループの回答結果パターンの特徴の把握を試みた。各問のグループ数は、DBI(Davies-Bouldin Index)¹¹⁾に基づき算定しており、問Aは3グループ、問Bは5グループ、問Cは3グループ、問Dは4グループに分けた。

以上より、本研究における一連の分析は、まず主成分分析により、回答者群の特性を把握し、続いてSOMを作成した。SOMの特徴については、ニューロンのクラスタ分析を行い、分類されたグループごとに検討した。

4. 主成分分析と自己組織化マップによる各設問回答の分析

(1) 関心がある環境問題(問A)

表-1に問Aについての主成分ごとの因子負荷量を示す。主成分1は、すべての設問に対して正値を示している。このことから主成分1は市民の関心がある環境問題の全体を総合的に示していると考えられる。主成分2は、A-10「太陽光などの再生可能エネルギーの活用」やA-11「地球温暖化の問題」の正値が大きいことが分かる。A-4「野焼きによる煙、環境への影響」、A-5「家畜のふん尿や農業堆肥等の悪臭、地下水汚染」、A-6「農薬散布等による環境への影響」の3つの設問は負値が大きい。規模が大きい環境問題であるエネルギー問題や地球温暖化について正値が大きく、地域性の高い環境問題である悪臭や煙による影響などの負値が大きいことから、主成分2は環境問題の規模を示していると考えられる。主成分3で正値が大きい設問は、A-1「開発等に伴う緑の減少や田畑など身近な自然の荒廃」、A-2「外来生物による生態系への影響」であった。よって主成分3は、自然や生態系への影響を示していると考えられる。問Aは、主成分7までで累積寄与率が80%超だったが、固有値が1を超えた主成分が3までであった。ここで検討した主成分3までの累積寄与率は61.1%

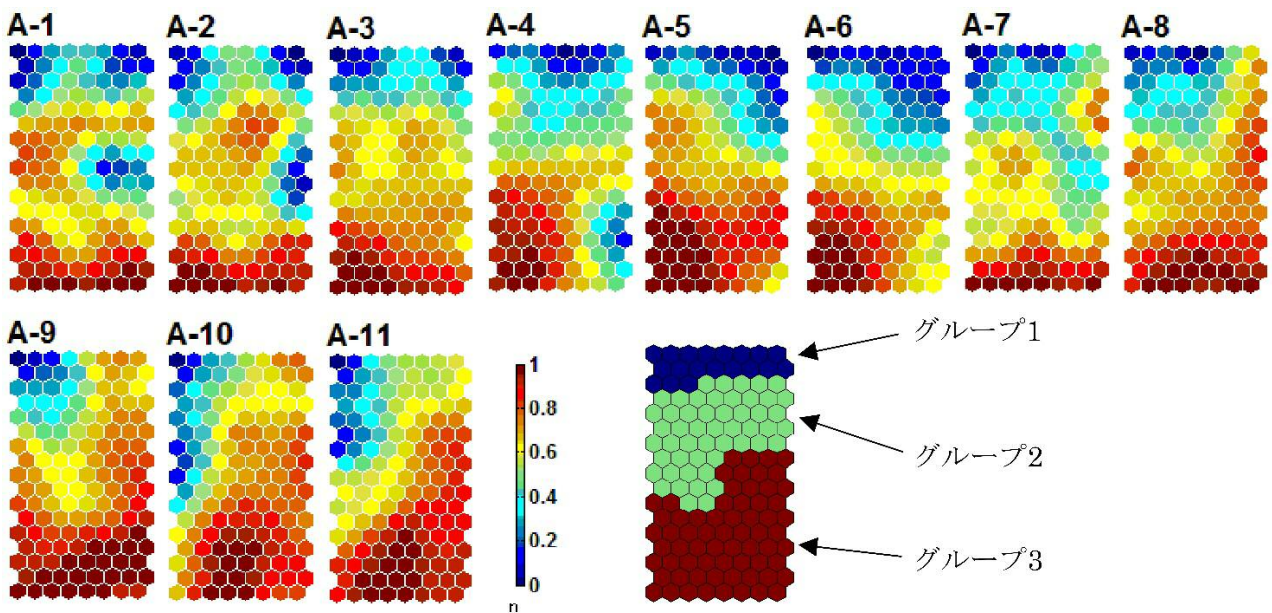


図-1 問 A についての各設問の SOM およびクラスター分類

表-1 問 A についての主成分ごとの因子負荷量

設問	内容	主成分1	主成分2	主成分3
A-1	開発等に伴う緑の減少や田畑など身近な自然の荒廃	0.55	-0.12	0.60
A-2	外来生物による生態系への影響	0.58	-0.15	0.52
A-3	家庭や事業所等の排水による河川の水質汚濁	0.71	-0.21	0.20
A-4	野焼きによる煙、環境への影響	0.56	-0.40	-0.38
A-5	家畜のふん尿や農業堆肥等の悪臭、地下水汚染	0.69	-0.42	-0.20
A-6	農薬散布等による環境への影響	0.70	-0.38	-0.30
A-7	歴史的な景観や文化財等の保存・継承問題	0.62	0.20	0.13
A-8	ごみの減量化やリサイクル	0.68	0.25	-0.12
A-9	ごみの不法投棄問題	0.70	0.30	-0.08
A-10	太陽光などの再生可能エネルギーの活用	0.53	0.56	-0.18
A-11	地球温暖化の問題	0.64	0.44	-0.07

であった。

図-1に問 A の各設問に対する SOM およびクラスター解析により 3 グループに分類したものを示す。図中の SOM において、0~1 で示される値（カラーバー）は、各設問に対する関心（問 B では「取り組み」、問 C では「満足度」、問 D では「重要度」）の度合いを表しており、以下の SOM でも同様とする。これによると、A-1「開発などに伴う緑の減少や田畑など身近な自然の荒廃」と A-2「外来生物による生態系への影響」、A-5「家畜のふん尿や農業堆肥等による悪臭、地下水汚染」と A-6「農薬散布等による環境への影響」、A-8「ごみの減量化やリサイクル」と A-9「ごみの不法投棄問題」、A-10「太陽光などの再生可能エネルギーの活用」と A-11「地球温暖化の問題」がそれぞれ類似しており、相関が高いことが分かる。また A-10、A-11 は、主成分 2 と関係しており、これらの問題には共通して関心が高いことが窺われる。主成分 3 で示される A-1、A-2 のマップで値の大きいニューロンに属する回答者は、自然や生態系への外的影響に関心が高く、それへの関心が低い回答者の一部（マップ上の右上）は、A-8~11 の廃棄物や地球環境問題に関心が見られる。A-5、A-6 についても同様にこれらのマップで値の大きいニューロンに属

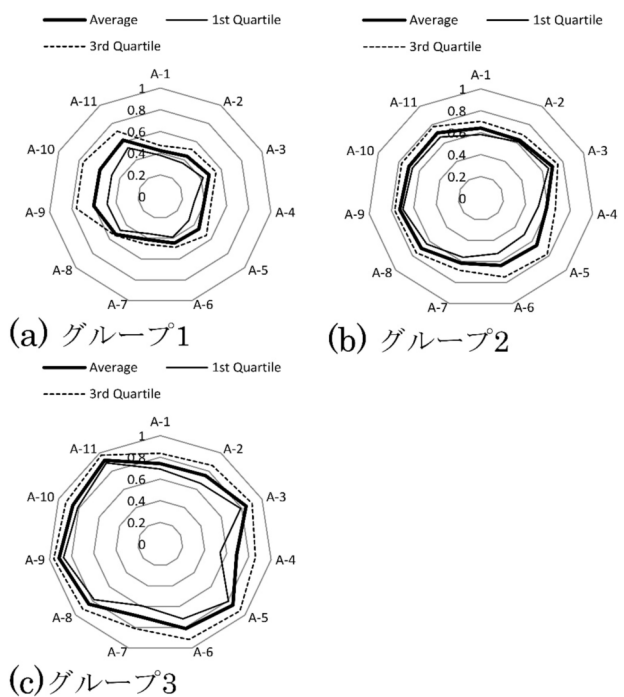


図-2 問 A についてのクラスターごとのレーダーチャート (a) グループ 1, (b) グループ 2, (c) グループ 3

する回答者は、農業活動による環境問題に関心が高く、A-8、A-9 についてもそのような回答者は、廃棄物問題に関心が高い。A-10、A-11 についてもそのような回答者は、地球環境問題に関心が高いことが分かる。いずれの設問においても、マップ下部のニューロンの値が大きく、このあたりに属する回答者は、様々な環境問題に関心が高いことが窺える。

クラスターは、3 グループに分かれたが、それらは上部から関心が低い、関心が中程度、関心が高いと大まかに分かれた。図-2 に各グループのレーダー

チャートを示す。関心が低いグループ1（30代・40代で39%を占め、女性51%）は、特にA-1「開発等に伴う緑の減少や田畑など身近な自然の荒廃」について関心が低いようであるが、A-9～11については多少その度合いにばらつきがあることが分かる。また、関心が高いとされるグループ3（50代・60代で55%を占め、女性55%）では、A-4「野焼きによる煙、環境への影響」についての関心が低い傾向があることが分かる。なお、それらの中間的なグループ2は、50代・60代で52%を占め、女性59%の回答者群であった。年齢が上がるほど、環境問題への関心が高くなる傾向が窺われる。

(2) 環境への取り組み（問B）

表-2に問Bの因子付加量を示す。問Aと同様、主成分1は、いずれの設問も正值を示した。このことから主成分1は日ごろ気をつけている環境への取り組み全体を総合的に示している。主成分2は、B-4「生ごみをたい肥にしている」、B-17「バイオディーゼル燃料（BDF）生産の廃食用油回収に協力している」、B-19「フリーマーケット・リサイクルショップを利用している」などのリサイクルに関する正值が大きかった。B-1「買い物はマイバッグを持参している」、B-2「お店ではレジ袋や包装をできるだけ断っている」、B-5「歯磨きや洗面のときはこまめに水を止めている」、B-7「使い古した天ぷら油を流しに流さないようにしている」といったリデュースに関する設問は負値を示した。これらのことから主成分2は、廃棄物削減への取り組みを示していると考えられる。主成分3は、B-1「買い物はマイバッグを持参している」、B-2「お店ではレジ袋や包装をできるだけ断っている」といった設問が特に負値が大きかった。またB-10「家電製品を買う時は省エネ性能の高いものを選んで」、B-13「ティッシュをぞうきん代わりにしないようにしている」は正值が比較的大きかった。よって主成分3は、家計節約への取り組みを示していると解釈できよう。問Bは、主成分13までで累積寄与率が80%超だったが、固有値が1を超えた主成分が6までであった。ここで検討した主成分3までの累積寄与率は35.0%であった。

図-3に問Bの各設問に対するSOMおよびクラスター解析により5グループに分類したものを示す。B-1「買い物はマイバッグを持参している」とB-2「お店ではレジ袋や包装をできるだけ断っている」、B-9「エアコンは暖房20度、冷房28度に設定している」とB-10「家電製品を買う時は省エネ性能の高いものを選んで」が類似しており相関が窺える。B-1、

B-2に関しては行動が連動しており、買い物でマイバッグを持参している人はレジ袋や包装も断っているということが分かる。これらのことを行っていない回答者の一部（マップ中心下部）は、B-3、B-5、B-6、B-7～10の行動は行っている。これらはごみの分別や歯磨きの時に水道を止めるなどの広く周知、推奨されてきた行動といえる。B-8、B-9、B-10に関しては、省エネ行動を好む回答者であることが分かる。また廃棄物削減への取り組みである主成分2に関係するB-12「雨水を貯めて庭の水やりに使っている」とB-17「バイオディーゼル燃料（BDF）生産の廃食用油回収に協力している」についてはマップ上のほとんどのニューロンの値が小さく、これらの行動はあまりされていないことが分かる。一方、B-7「使い古した天ぷら油を流しに流さないようにしている」は、マップ上のほとんどのニューロンの値が大きく、多くの市民が油を流しに捨てないように心がけているということが分かる。

クラスターは、5グループに分かれた。図-4に各グループのレーダーチャートを示す。環境配慮の取り組みをあまりしていないグループ1（40代・50代で43%を占め、男性63%）でも、B-3「ごみ出しはこまめに分別して出している」だけは徹底して行われていることが明らかになった。また主成分3に関係するB-10「家電製品を買う時は省エネ性能の高いものを選んで」は、どのグループも値が高かった。B-4「生ごみをたい肥にしている」、B-12「雨水を貯めて庭の水やりに使っている」、B-17「バイオディーゼル燃料（BDF）生産の廃食用油回収に協力している」ともどのグループでも突出して値が低い。U市では、BDF生産用の廃食用油回収を行政主導で行っており、またたい肥化のための補助金制度があるが、これらの行動は市民になじみにくいことが窺える。なお、グループ2は、50代・60代で43%を占め、男性が56%、グループ3は、60代・70代で61%を占め、女性が69%、グループ4は、50代・60代が56%を占め、女性63%、グループ5は、50代・60代が46%を占め、女性が61%の回答者群であった。グループ3が最も環境配慮の取り組みをしているグループになるため、年齢が上がるほど、女性の方が多くなるほど、その取り組みが行われていることが窺われる。

(3) 環境政策の満足度（問C）

表-3に問Cの因子付加量を示す。主成分1は、すべての設問で正值が大きく、環境の取り組み全体についての現状の満足度を説明していると言える。主成分2は、C-1「山々や森林等の自然の保存」、C-2「河

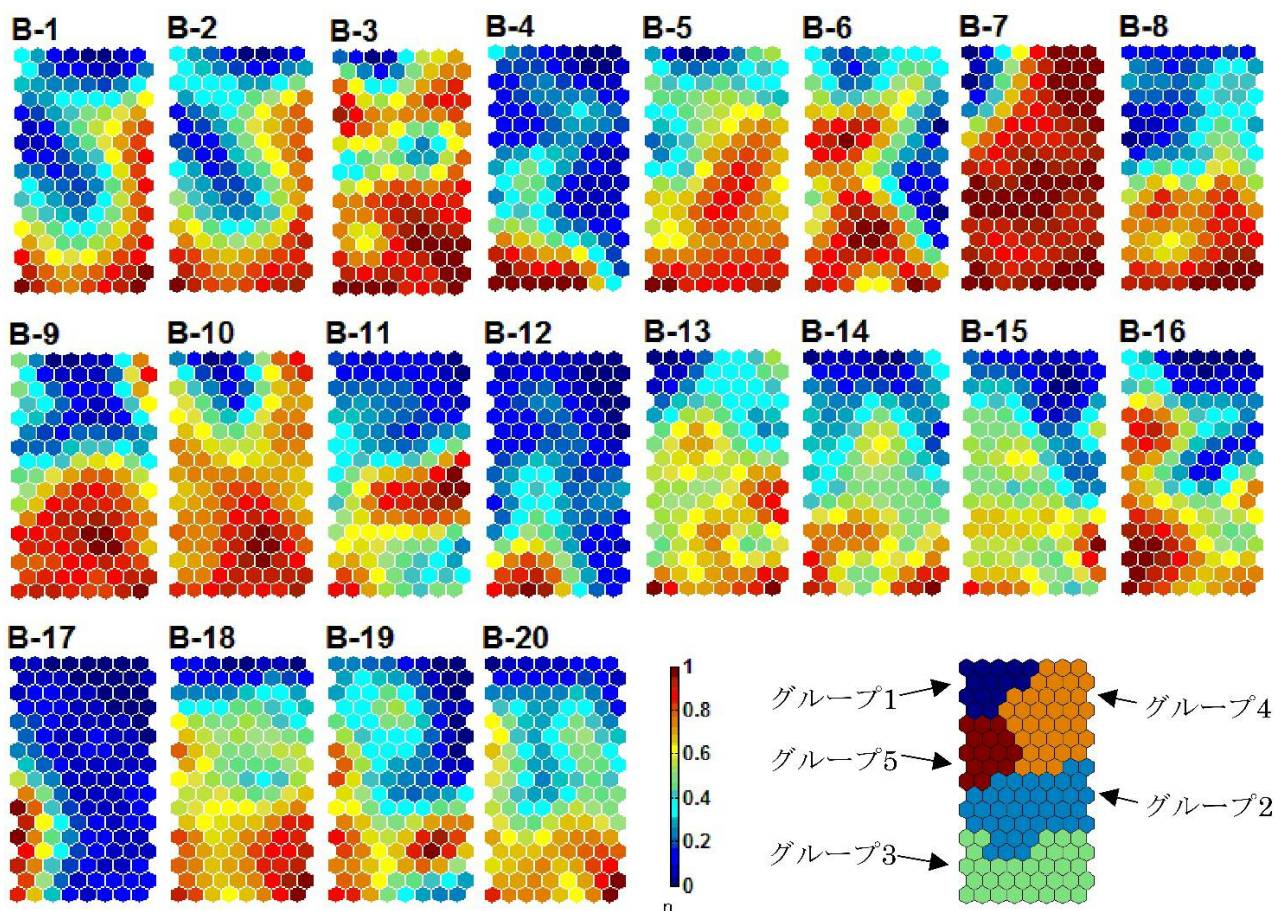


図-3 問 B についての各設問の SOM およびクラスター分類

表-2 問 B についての主成分ごとの因子負荷量

設問	内容	主成分1	主成分2	主成分3
B-1	買い物はマイバッグを持参している	0.58	-0.27	-0.62
B-2	お店ではレジ袋や包装をできるだけ断っている	0.56	-0.24	-0.66
B-3	ごみ出しはこまめに分別して出している	0.40	-0.19	0.19
B-4	生ごみをたい肥にしている	0.44	0.38	-0.14
B-5	歯磨きや洗面のときはこまめに水を止めている	0.53	-0.27	0.06
B-6	洗濯に粉せっけんを使っている	0.22	0.32	0.16
B-7	使い古した天ぷら油は流しに流さないようにしている	0.42	-0.36	0.17
B-8	使わないときはコンセントから電源プラグを抜いている	0.53	-0.15	-0.07
B-9	エアコンは暖房20度、冷房28度に設定している	0.49	-0.12	0.18
B-10	家電製品を買う時は省エネ性能の高いものを選んでいく	0.46	-0.26	0.37
B-11	風呂の残り湯は洗濯などに使っている	0.40	0.06	0.14
B-12	雨水を貯めて庭の水やりに使っている	0.45	0.37	0.01
B-13	ティッシュをぞうきん代わりにしないようにしている	0.41	-0.20	0.33
B-14	徒歩や自転車で行ける所へは車で行かないようにしている	0.51	-0.02	0.13
B-15	車の運転停止時はアイドリング・ストップをしている	0.40	0.07	0.21
B-16	資源ごみ回収のストックハウスを利用している	0.41	0.32	-0.02
B-17	バイオディーゼル燃料(BDF)生産の 廃食用油回収に協力している	0.39	0.48	-0.08
B-18	直売所や朝市で地元産の食材を買うようにしている	0.51	0.06	0.00
B-19	フリーマーケット/サイクルショップを利用している	0.36	0.46	-0.04
B-20	再生品や環境にやさしいエコ商品を買っている	0.56	0.07	0.10

川等の水辺の保全」、C-3「砂浜や自然海岸の保全」などといった、身近な自然環境の保全についての設問で正値が大きかった。よって主成分2は、自然環境保護の満足度を示していると考えられる。主成分3は、C-1「山々や森林等の自然の保存」、C-2「河川等の水辺の保全」、C-3「砂浜や自然海岸の保全」、C-4「自然に親しめるレクリエーション施設等の整備」といった主成分2に関係する自然保護についての設問で負値が大きかった。正値が大きい設問は、C-12「自動車交通や工場等の騒音対策」、C-13「いやなにおい(悪臭)の防止対策」、C-14「有害化学物質の環境汚染対策」といったかつての公害問題だった。よって主

成分3は、公害対策についての満足度と解釈した。問Cは、主成分14までで累積寄与率が80%超だったが、固有値が1を超えた主成分が6までであった。ここで検討した主成分3までの累積寄与率は45.0%であった。

図-5に問Cの各設問に対する SOM およびクラスター解析により3グループに分類したものを示す。C-1「山々や森林等の自然の保全」、C-2「河川等の水辺の保全」、C-3「砂浜や自然海岸の保全」とC-5「農地の保全」の4つのマップが類似しており、これらは主成分2で示される自然環境保全についての満足度と考えることができよう。またC-15「環境保全型農業の推進」とC-16「節水や雨水の利用等の水循環対策」が類似していて、相関が高いが、マップのほとんどの値が低めであり、特に満足度の低い項目と言える。一方、C-20「省エネルギーの推進」、C-21「太陽光発電・風力発電等再生可能エネルギーの利用」、C-22「地球温暖化防止対策の推進」、C-23「市民の地球温暖化防止意識」、C-24「学校での環境教育」、C-25「イベントや講座等の市民の環境学習」、C-26「環境情報の収集と提供」、C-27「市民や事業者等の環境保全活動」の8つのマップが類似しており、地球環境保護と環境学習の満足度に関して相関が高いということが分

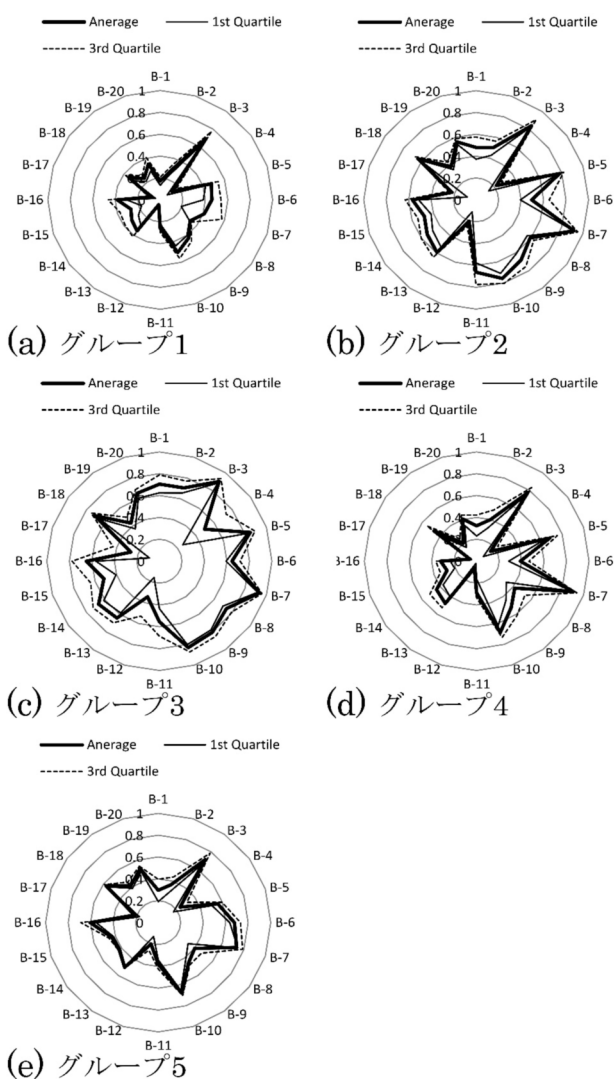


図-4 問Bについてのクラスターごとのレーダーチャート (a) グループ1, (b) グループ2, (c) グループ3, (d) グループ4, (e) グループ5

かった。設問の中では、C-18「ごみ分別のマナーの向上」が比較的多くの回答者の満足度が高いようである。

クラスターは、4グループに分かれたが、それらは上部から下部にかけて、満足度が低いものから高いものに分かれている。図-6に各グループのレーダーチャートを示す。グループ1から4にかけて、全体的に円形に近づきつつバランスよく広がっていく様子が見られる。主成分3に関係するC-12は比較的、満足度が低いようだが、C-13、C-14は、グループ1を除き、満足度は高いようである。値の低いグループ1(50代・60代で55%を占める、男性56%)において、とりわけ値が低いのはC-22「地球温暖化防止対策の推進」とC-23「市民の地球温暖化防止意識」であった。これらの設問のSOMは、前述のようにC-24～C-27と類似しており、グループ1においては、これら、市民に対する環境教育・学習についての

政策の満足度の低さを示している。なお、グループ2は、40代・50代で43%を占め、女性57%、グループ3は、50代・60代で47%を占め、女性55%、グループ4は、60代・70代で53%を占め、女性69%の回答者群である。年齢の高いグループ4において、全体的な環境政策への満足度が高かった。

(4) 環境政策の重要度 (問D)

表-4に問Dの因子付加量を示す。主成分1は、すべての設問に関して大きい正値を示しているので、環境の取り組み重要度全体を示していると解釈できる。主成分2は、D-1「山々や森林等の自然の保全」、D-2「河川等の水辺の保全」、D-3「砂浜や自然海岸の保全」といった身近な自然環境に関する設問やD-7「まちなみ景観の保全及び整備」、D-8「歩行者の安全性・快適性」、D-9「公園・緑地の整備」、D-10「まちなかのごみ清掃、美化」といった居住地周辺の整備に関する設問で正値を示しており、主成分2は、D-7～D-10に着目すれば、居住地快適性の重要度を示していると考えられる。主成分3は、D-1「山々や森林等の自然の保存」およびD-2「河川等の水辺の保全」といった自然環境の保全の設問で正値が大きかった。よって主成分3は、自然環境の保全の重要度を示していると解釈できよう。問Dは、主成分13までで累積寄与率が80%超だったが、固有値が1を超えた主成分が5までであった。ここで検討した主成分3までの累積寄与率は52.4%であった。

図-7に問Dの各設問に対するSOMおよびクラスター解析により4グループに分類したものを示す。D-1「山々や森林等の自然の保全」とD-2「河川等の水辺の保全」、D-10「まちなかのごみ清掃、美化」とD-11「下水道の整備等の生活排水対策」、D-20「省エネルギーの推進」とD-21「太陽光発電・風力発電等再生可能エネルギーの利用」、D-22「地球温暖化防止対策の推進」とD-23「市民の地球温暖化防止意識」、D-25「イベントや講座等の市民の環境学習」とD-26「環境情報の収集と提供」のマップがそれぞれ類似していた。D-1、D-2は主成分3に関係する自然環境の保全について、D-10、D-11は廃棄物・排水対策について、D-20、D-21はエネルギーについて、D-22、D-23は地球温暖化防止について、D-25、D-26は環境学習について、それぞれ重要度を示していると言える。D-1、D-2において重要度が低いと考えている回答者の一部(中段左側)は、D-17～23の設問で重要度が高いと考えており、これらの回答者は、自然保護の保全よりは、今後の環境政策として、ごみ問題、エネルギーや地球温暖化防止が重要と考えている。主成分2に関係するD-7～D-10のうち、特に

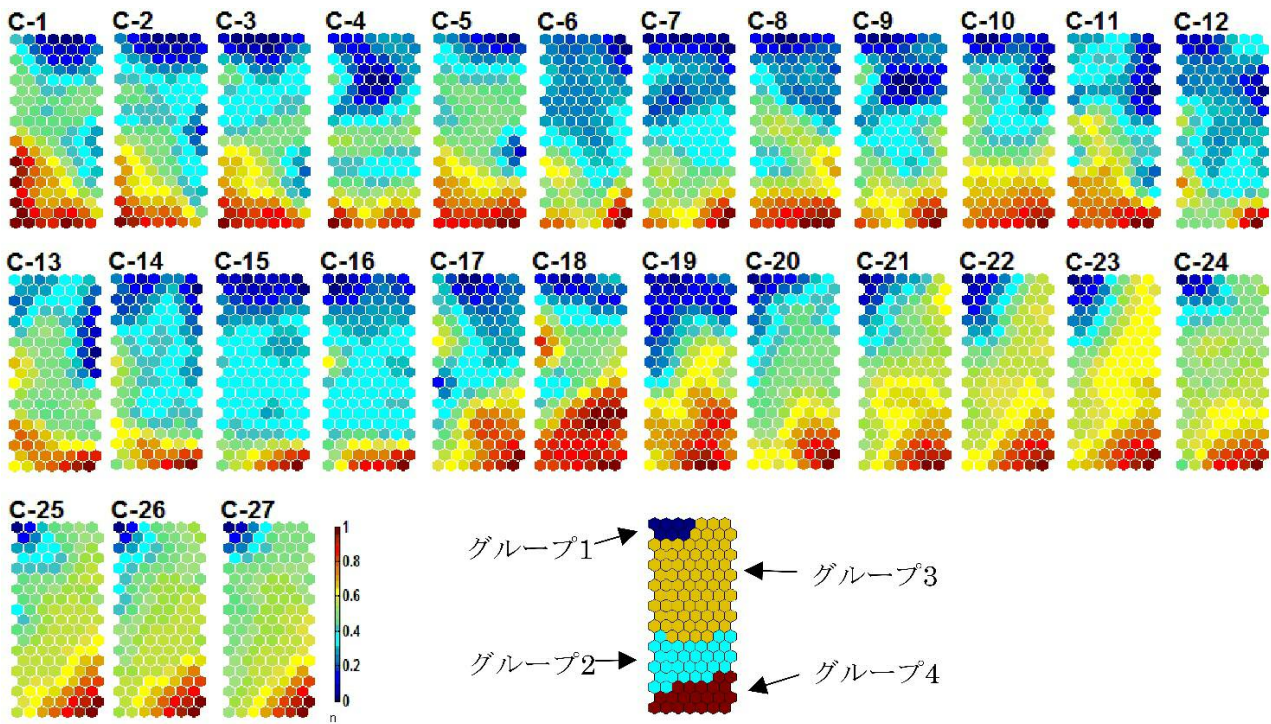


図-5 問Cについての各設問のSOMおよびクラスター分類

表-3 問Cについての主成分ごとの因子負荷量

設問	内容	主成分1	主成分2	主成分3
C-1	山々や森林等の自然の保全	0.44	0.39	-0.43
C-2	河川等の水辺の保全	0.51	0.44	-0.37
C-3	砂浜や自然海岸の保全	0.52	0.26	-0.45
C-4	自然に親しめるレクリエーション施設等の整備	0.48	0.10	-0.33
C-5	農地の保全	0.51	0.22	-0.19
C-6	歴史文化財の保護や伝統文化の継承	0.48	0.18	-0.16
C-7	まちなみ景観の保全及び整備	0.59	0.08	-0.15
C-8	歩行者の安全性・快適性	0.56	0.19	0.03
C-9	公園・緑地の整備	0.56	0.12	-0.15
C-10	まちなかのごみ清掃、美化	0.61	0.24	0.10
C-11	下水道の整備等の生活排水対策	0.41	0.29	0.20
C-12	自動車交通や工場等の騒音対策	0.47	0.18	0.41
C-13	いやなにおい(悪臭)の防止対策	0.47	0.32	0.51
C-14	有害化学物質の環境汚染対策	0.50	0.23	0.47
C-15	環境保全型農業の推進	0.60	0.19	0.23
C-16	節水や雨水の利用等の水循環対策	0.57	0.14	0.21
C-17	ごみの減量化やリサイクルの推進	0.51	0.12	0.13
C-18	ごみ分別のマナーの向上	0.52	0.08	0.06
C-19	不法投棄の防止・取り締まり	0.52	-0.03	-0.01
C-20	省エネルギーの推進	0.66	-0.23	0.05
C-21	太陽光発電・風力発電等再生可能エネルギーの利用	0.63	-0.34	0.01
C-22	地球温暖化防止対策の推進	0.68	-0.38	0.02
C-23	市民の地球温暖化防止意識	0.65	-0.45	-0.01
C-24	学校での環境教育	0.61	-0.31	-0.03
C-25	イベントや講座等の市民の環境学習	0.65	-0.37	-0.05
C-26	環境情報の収集と提供	0.64	-0.42	-0.06
C-27	市民や事業者等の環境保全活動	0.69	-0.39	-0.03

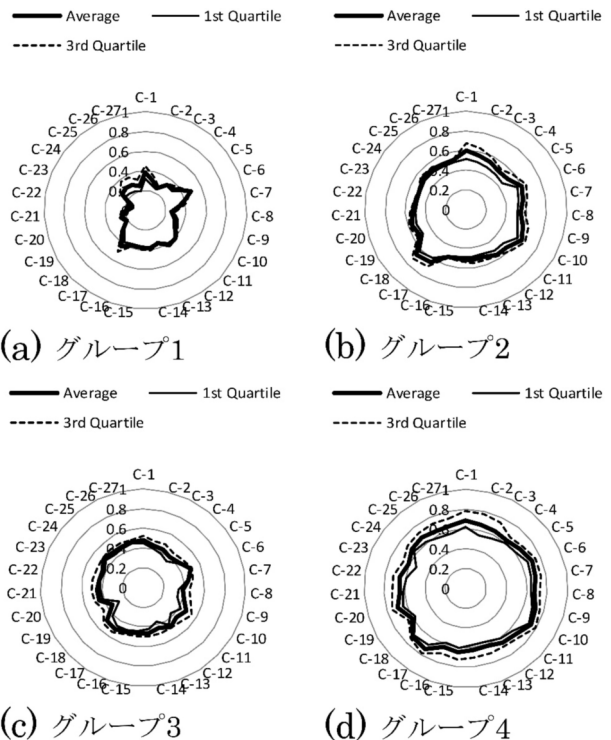


図-6 問Cについてのクラスターごとのレーダーチャート (a) グループ1, (b) グループ2, (c) グループ3, (d) グループ4

D-10「まちなかのごみ清掃、美化」が、どのグループにおいても重要度が高いと評価された。

クラスターは、3グループに分かれたが、それらは上部から下部にかけて、重要度の低いものから高いものに分かれている。図-8に各グループのレーダーチャートを示す。グループ1から3にかけて全体的に値が大きくなりつつ、グループ3（50代・60代で48%を占め、女性55%）の回答者は、ほぼすべての項目について重要と考えていることになる。グループ1（40代・50代で41%を占め、女性57%）のうちで値が高い項目、D-2「河川等の水辺の保全」、D-18「ごみ分別マナーの向上」、D-19「不法投棄の防止・取り締まり」については、市民が特に重視したいと考えている項目と思われる。なお、それらの中間的

なグループ2は、50代・60代で52%を占め、女性56%の回答者群であった。

問Cと問Dは、作成されたグループごとのレーダーチャートが、いずれもサイズの大小だけでほぼ同じような形状となり、項目ごとの変化が見にくいといった課題が残った。今後、同様なアンケート分

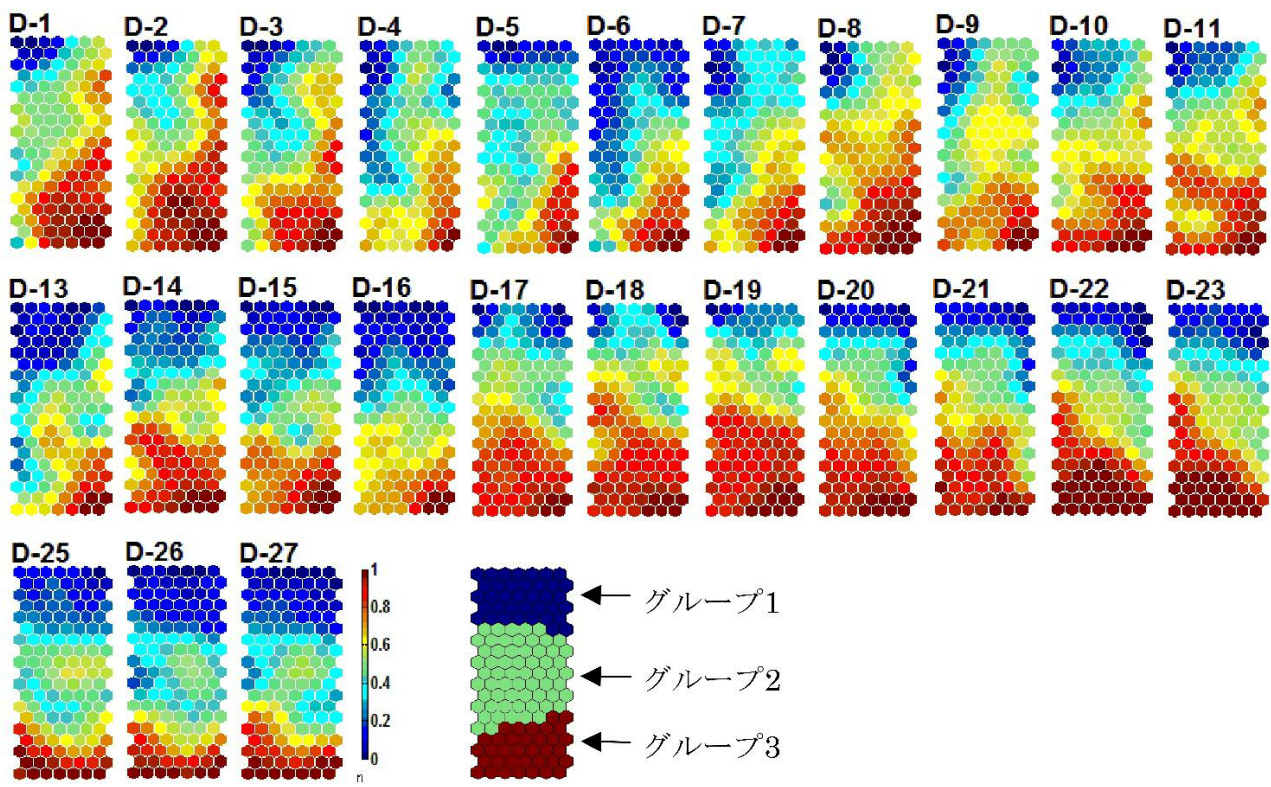


図-7 問 D についての各設問の SOM およびクラスター分類

表-4 問 D についての主成分ごとの因子負荷量

設問	内容	主成分1	主成分2	主成分3
D-1	山々や森林等の自然の保全	0.51	0.34	0.52
D-2	河川等の水辺の保全	0.61	0.35	0.50
D-3	砂浜や自然海岸の保全	0.57	0.35	0.41
D-4	自然に親しめるレクリエーション施設等の整備	0.47	0.28	-0.32
D-5	農地の保全	0.50	0.10	0.19
D-6	歴史文化財の保護や伝統文化の継承	0.59	0.21	-0.18
D-7	まちなみ景観の保全及び整備	0.58	0.32	-0.30
D-8	歩行者の安全性・快適性	0.59	0.34	-0.10
D-9	公園・緑地の整備	0.55	0.29	-0.38
D-10	まちなかのごみ清掃、美化	0.66	0.27	-0.08
D-11	下水道の整備等の生活排水対策	0.65	0.10	0.00
D-12	自動車交通や工場等の騒音対策	0.59	0.21	-0.22
D-13	いやなにおい(悪臭)の防止対策	0.58	0.26	-0.18
D-14	有害化学物質の環境汚染対策	0.66	0.05	0.00
D-15	環境保全型農業の推進	0.69	-0.04	0.01
D-16	節水や雨水の利用等の水循環対策	0.70	-0.08	-0.07
D-17	ごみの減量化やリサイクルの推進	0.66	-0.21	0.16
D-18	ごみ分別のマナーの向上	0.63	-0.16	0.14
D-19	不法投棄の防止・取り締まり	0.63	-0.11	0.22
D-20	省エネルギーの推進	0.72	-0.31	0.13
D-21	太陽光発電・風力発電等再生可能エネルギーの利用	0.62	-0.37	0.05
D-22	地球温暖化防止対策の推進	0.74	-0.33	0.03
D-23	市民の地球温暖化防止意識	0.73	-0.33	0.02
D-24	学校での環境教育	0.70	-0.26	-0.03
D-25	イベントや講座等の市民の環境学習	0.72	-0.23	-0.18
D-26	環境情報の収集と提供	0.73	-0.17	-0.17
D-27	市民や事業者等の環境保全活動	0.74	-0.27	-0.13

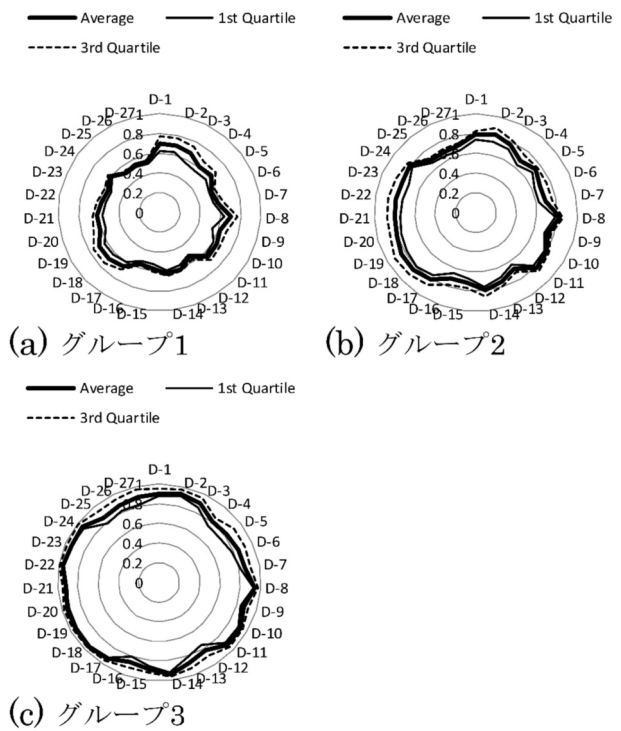


図-8 問 D についてのクラスターごとのレーダーチャート (a) グループ1, (b) グループ2, (c) グループ3

析を行う際には、設問の構成を工夫するなどの改善が必要である。

5. おわりに

本研究では、地方都市の一つである U 市において実施された環境政策に関する市民アンケート結果について、関心がある環境問題（問 A）、環境への取り組み（問 B）、環境政策の満足度および重要度（問 C および D）に分けて、それぞれ SOM により市民の環境に対する考え方を分析したところ、次のような市民の意識構造が明らかになった。問 A について、自

然や生態系への外的影響に関心が低い回答者の一部は、廃棄物や地球環境問題への関心が見られる。問 B について、買い物でマイバッグを持参している人はレジ袋や包装も断っているということが分かったが、これらのことを行っていない回答者の一部は、

ごみの分別や歯磨きの時に水道を止めるなどの広く周知、推奨されてきた行動は行っていることが分かった。問Cについて、設問の中では、C-18「ごみの分別のマナーの向上」が比較的多くの回答者の満足度が高かった。問Dについて、自然環境の保護において重要度が低いと考えている回答者の一部は、今後の環境政策として、ごみ問題、エネルギーや地球温暖化防止がむしろ重要と考えている。

SOM およびそのクラスター解析によると、問Aでは、3グループに分かれ、関心が高いとされるグループでも、野焼きによる煙、環境への影響については、関心が低いことが分かった。また関心が低いグループでは、特に、開発等に伴う緑の減少や田畑など身近な自然の荒廃について、最も関心が低いことが分かった。問Bでは、5グループに分かれ、環境配慮の取り組みをしていないグループでも、ごみの分別については徹底して行われていることが明らかになった。生ごみの堆肥化、雨水貯留と活用、廃食用油回収といった環境配慮行動については、いずれのグループにおいても値が低く、市民になじみにくいことが窺えた。問Cでは、4グループに分かれ、最も満足度の低いグループは、地球温暖化対策に関して、環境政策に満足していないことが明らかになった。問Dでは、全体的に重要度が低いと考えるグループにおいて、水辺の保全、ごみ分別マナー向上、不法投棄の防止・取り締まりについて、特に重視したいと考えていることが窺われた。

本研究で対象としたアンケート結果は、U市の環境基本計画策定のために行われたものである。詳細な分析を通じて明らかにされた住民の意識や行動に関するいくつかの傾向は、基本計画策定時やその改定時に反映することが可能と考える。例えば、U市が取り組んできた廃食用油の回収は、いずれの回答者グループにおいても、取り組みがされていないようであるため、特に重点的に取り組むべき課題として、強調して計画に盛り込むなどが考えられる。

アンケート結果の分析には、単純集計から統計解析、統計的な手法に基づくモデル解析など¹⁴⁾⁻¹⁸⁾、様々な手法が利用されてきたが、分析結果を直接2次元マップ上に表現できるという点は、SOMの最大の特徴・利点であると考え、すなわち、SOMによれば、回答者間の考え方の関係性を表現することが可能で、マップ上の距離が回答者間の考え方の類似性の度合いを表すなど、視覚的かつ容易に判断できるといった直観的分かりやすさをSOMが備えているといえる。また参照ベクトルの成分を調べると、ベクトルの属性も分かるので、データ全体の特性を総合的に把握することが可能である。例えば、問B

において、グループ1とグループ3は、マップ上の距離が遠く、それぞれ環境への取り組みがよく行われている回答者群とあまり行われていない回答者群に分かれたが、グループ1の回答者でも、ごみの分別や資源ごみ回収などに関しては、よく取り組まれていることが分かった。また各グループの年代構成などの属性も引き出すことで、年齢ごとの傾向も窺うことができる。このようなSOMをアンケート結果に適用することの有用性については、いくつかの研究で明らかにされてきたことであるが²⁾⁻⁴⁾、本研究により、改めて有効であることが確認されたと考える。

謝辞：U市市民生活部環境政策課からは、本研究で用いたアンケート集計結果データの提供を受けた。また本研究の一部は、長崎大学環境科学部卒業生山口将大氏の卒業研究として実施した。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) U市市民生活部環境政策課：U市環境基本計画，81p，2015。
- 2) 清武厚子，広城吉成，新井田浩，秦 裕一，西山浩司，神野健二：自己組織化マップを利用した地方自治体の水循環系の健全性に対する評価への試み-九州の市町村を事例として-，水工学論文集，Vol. 50，pp. 1507-1512，2006。
- 3) 横田いずみ，井料隆太，井芹慶彦，広城吉成，神野健二：自己組織化マップを用いた福岡市民の水に関するアンケート調査結果分析，水工学論文集，Vol. 53，pp. 553-558，2009。
- 4) 中川 啓，天野弘基，朝倉 宏，河村 明：自己組織化マップによる大学生の環境科学に関する用語知識の分析，土木学会論文集G(環境)，71(6)，pp. II_423-II_431，2015。
- 5) 大北正昭，徳高平蔵，藤村喜久郎，権田英功 編：自己組織化マップとそのツール，シュプリンガー・ジャパン，2008。
- 6) Kohonen, T.: The Self-Organizing Maps, *Proceedings of The IEEE*, Vol. 78, No. 9, pp. 1464-1480, 1990.
- 7) 井芹慶彦，水本真輝，神野健二，西山浩司：自己組織化マップを用いた日本全国月降水量分布の変動特性解析，水文・水資源学会誌，Vol. 22, No. 6, pp. 466-478, 2009。
- 8) 増野希陸，原田昌佳，平松和昭，丸井 篤：自己組織化マップを利用した富栄養化貯水池の季節的な水質変動特性の定量的評価，九州大学大学院農学研究院学芸雑誌，Vol. 67, No. 1, pp. 25-33, 2012。

- 9) 石原成幸, 河村 明, 天口英雄, 高崎忠勝, 高橋泰之, 川合将文: 自己組織化マップを用いた東北地方太平洋沖地震発生前後での東京の年間地下水変動特性, 土木学会論文集 B1, Vol. 70, No. 4, pp. I_1129-I_1134, 2014.
- 10) Nguyen, T. T., Kawamura, A., Tong, T. T., Nakagawa, N., Amaguchi, H. and Gilbuena, R. Jr. : Clustering spatio-seasonal hydrogeochemical data using self-organizing maps for groundwater quality assessment in the Red River Delta, *Journal of Hydrology*, Vol. 522, pp. 661-673, 2015.
- 11) Vesanto, J., Himberg, J., Alhoniemi, E. and Parahankangas, J. : *SOM toolbox for Matlab 5*, Helsinki University Report A57, 2000.
- 12) Hilario, L. G. and Ivan, M. G. : Self-organizing map and clustering for wastewater treatment monitoring, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 17, pp. 215-225, 2004.
- 13) García, H. L. and González, I. M. : Self-organizing map and clustering for wastewater treatment monitoring, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 17, No. 3, pp. 215-225, 2004.
- 14) 高橋正也, 比屋根哲: 市町村合併に対する住民の意見分布, 農村計画学会誌, Vol. 24, No. Special_Issue, pp. S253-S258 2005.
- 15) 福多佳子, 田村明弘: 夜間照明の公共性に着目した地域住民と自治体の意識, 日本建築学会計画系論文集, Vol. 73, No. 629, pp. 1547-1554, 2008.
- 16) 並木光行, 白井信雄, 樋口一清: 環境情報の入手度と社会関係資本への接続度, 環境配慮行動の実施度の関係について, 環境科学会誌, Vol. 27, No.4, pp. 207-217, 2014.
- 17) 齊藤 修, ヤルッコ・ハバス, 白井浩介, 栗栖 聖, 荒卷俊也, 花木啓祐: 八丈島における市場を介さない食料供給サービスの実態とレジリエントな島づくりへの一考察, 土木学会論文集 G (環境), Vol. 71, No. 6, pp. II_349-II_357, 2015.
- 18) 大塚佳臣, 中谷 隼, 荒卷俊也: 荒川流域圏を対象とした水利用システムに対する住民選好の多様性とその要因の分析, 土木学会論文集 G (環境), Vol. 71, No. 6, pp. II_109-II_116, 2015.

(2017. 4. 7 受付)

ANALYSIS ON THE QUESTIONNAIRE FOR LOCAL RESIDENTS ABOUT THE ENVIRONMENTAL POLICY BY USING SELF-ORGANIZING MAP

Kei NAKAGAWA and Akira KAWAMURA

U-city is one of the local cities which are planning to conduct environmental policy to conserve favorable and sustainable environment. For this purpose, U-city preformed questionnaire to understand current thought of local residents. In this study, by the use of self-organizing map (SOM) based on the results of the questionnaire, the consciousness of local residents were analyzed. As a results of this study, environmental issues of high interest, approach to environmental problems, and satisfaction/ importance of environmental policy were clearly investigated. We confirmed that the SOM is one of the useful tools to classify the results of questionnaire.