

# 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

中川 啓<sup>1</sup>・天野 弘基<sup>2</sup>・朝倉 宏<sup>3</sup>・河村 明<sup>4</sup>

<sup>1</sup>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

<sup>2</sup>長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科 (〒852-8521 長崎市文教町 1-14)

<sup>3</sup>正会員 博 (工) 長崎大学准教授 大学院水産・環境科学総合研究科 (〒852-8521 長崎市文教町 1-14)

<sup>4</sup>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 東京都八王子市南大沢 1-1)

大学で環境科学やその他を専攻する学生の環境科学に関する用語の認知度についてアンケートを実施した。入学直後の1年生と2年生以上について実施しており、集計結果は14年前に九州大学で農学部学生を対象として実施された結果と比較した。その結果、全体的には知識は低下しているようであるが、自然エネルギーやハイブリッド車など最近の環境問題に係るいくつかの用語については、現在の学生の方がよく知っている結果となった。さらに、アンケート結果を自己組織化マップにより8つのグループに分類し、マップとグループごとのレーダーチャートを描画してグループそれぞれの特徴を抽出した。それによると、環境科学部とその他の学部の学生の間の結果の違いが明らかになった。またアンケート結果の分類に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, hierarchical cluster analysis, questionnaire, environmental science, environmental education*

## 1. はじめに

我が国の大学で、環境学や環境科学を直接冠する学部は、そう多くはないものの、最近の様々な学部において行われている教育・研究は、環境に関係したものが多くなっている。例えば、工学部の土木系学科は、土木環境工学や社会環境工学、あるいは地球環境工学のような名称が使われており、環境を意識したカリキュラムとなっている。このように様々な学部・学科での環境教育やカリキュラム編成を検討するにあたって、当事者の大学生に対してアンケート調査を実施することは、大学生の環境科学に関する知識を確認し、カリキュラム編成の参考とすることなどに有効であろう。

2000年当時、環境化学会によって、大学における環境科学に関するテキストの編集などを目的として、環境系や化学系の名称が付いている学部・学科においてアンケートが実施されており、江頭<sup>1)</sup>により、九州大学農学部学生を対象として実施された結果が報告されている。11トピック、60項目にわたるアンケートの結果は、ほぼ全ての学生がよく知って

いる項目から、ほとんど知られていない項目まで様々であることや、学生の環境問題に関する幅広い関心が窺われた<sup>1)</sup>。そこで、本研究では、国立大学法人で唯一の環境科学部を持つ長崎大学の学生に対して、同じアンケートを実施し、まず、他大学他学部ではあるものの、大学生という区分での大まかな変化の傾向をつかむことを目的として、九州大学の学生との比較により、14年間でどのように大学生の環境問題に関する関心が変化したかの検討を試みた。

最近、自己組織化マップ (SOM, Self-Organizing Map) 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<sup>2),3)</sup>。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<sup>4)</sup>。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。知識の低いとされた項目については、どのように大学のカリキュラムや講義で取り上げるトピックに加えていくかについて検討した。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。

表-1 アンケート項目

<b>地球環境問題 (Qa)</b>
Qa-1: 地球温暖化, Qa-2: オゾン層破壊, Qa-3: 生物種の多様性, Qa-4: 人間生活と環境, Qa-5: 砂漠化, Qa-6: 持続可能な発展, Qa-7: 気候変動枠組条約京都会議 (COP3)
<b>環境問題の歴史 (Qb)</b>
Qb-1: 足尾銅山, Qb-2: 水俣病, Qb-3: チェルノブイリ事故, Qb-4: スリーマイルズ島事故, Qb-5: 『沈黙の春 (Carson 著)』
<b>エネルギーの問題 (Qc)</b>
Qc-1: 可採量埋蔵量, Qc-2: 燃料電池, Qc-3: バイオマス, Qc-4: 自然エネルギー, Qc-5: 太陽電池, Qc-6: 風力発電, Qc-7: 地熱発電
<b>原子力 (Qd)</b>
Qd-1: 原子炉, Qd-2: 臨界, Qd-3: ラジオアイソトープ, Qd-4: 半減期, Qd-5: 放射線
<b>化石燃料の有効利用 (Qe)</b>
Qe-1: 化石燃料, Qe-2: コージェネレーション, Qe-3: ハイブリッド車
<b>有害廃棄物処理の問題 (Qf)</b>
Qf-1: 最終処分場, Qf-2: 浸出水, Qf-3: マニフェストシステム, Qf-4: リサイクル, Qf-5: リユース
<b>環境問題とプラスチック (Qg)</b>
Qg-1: プラスチックのリサイクル, Qg-2: ペットボトルと環境問題, Qg-3: 生分解性高分子
<b>化学物質による環境汚染 (Qh)</b>
Qh-1: 富栄養化, Qh-2: 酸性雨, Qh-3: NO <sub>x</sub> , Qh-4: 重金属, Qh-5: ダイオキシン, Qh-6: 浮遊粒子状物質, Qh-7: 光化学オキシダント
<b>化学物質の健康影響 (Qi)</b>
Qi-1: 急性毒性と慢性毒性, Qi-2: 変異原性, Qi-3: 半数致死量 (LD <sub>50</sub> ), Qi-4: 耐用一日摂取量 (TDI), Qi-5: 生物濃縮, Qi-6: 食物連鎖, Qi-7: 暴露量
<b>内分泌攪乱物質 (いわゆる環境ホルモンの問題) (Qj)</b>
Qj-1: ホルモン, Qj-2: エストロゲン, Qj-3: 『奪われし未来 (Colborn ほか著)』, Qj-4: PCB (ポリ塩化ビフェニル), Qj-5: 有機スズ化合物
<b>化学物質の管理 (Qk)</b>
Qk-1: 劇物・毒物, Qk-2: 環境基準, Qk-3: ISO14000, Qk-4: アジェンダ 21, Qk-5: リスクアセスメント, Qk-6: ライフサイクルアセスメント (LCA)

## 2. アンケート調査

本研究では、江頭<sup>1)</sup>が2000年に九州大学農学部の学生に対して実施したアンケートと同じアンケートを、長崎大学環境科学部ほかの学生に対して実施した。すなわち、このアンケートでは、表-1に示すように、「環境と化学」に関する11のトピックごとに3~7項目を上げ、合計60項目の知識の度合いを、A: 知っている、B: 少しは知っている、C: 言葉を聞いたことがある、D: 知らない、の4段階で問うている。環境科学部1年生に対するアンケートは、「水環境概論」の授業で、平成26年4月14日に実施した。このうち、6項目以上回答していない項目がある回答は集計結果から除外した。有効回答数は1年生: 125、2年生: 30である。環境科学部3・4年生に対するアンケートは、「衛生工学」の授業で平成26年4

月18日に実施し、3年生の回答数は19、4年生の回答数は4である。医学部・歯学部・工学部2年生に対するアンケートは「廃棄物と土壌・地下水汚染」の授業で平成26年4月15日に実施し、回答数は61であった。以上のすべてのデータにおいて、回答していない項目が3項目以下のデータは、その部分を「D: 知らない」として集計した。

## 3. 自己組織化マップ

自己組織化マップ (SOM) は、1980年代に Kohonen<sup>5)</sup>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

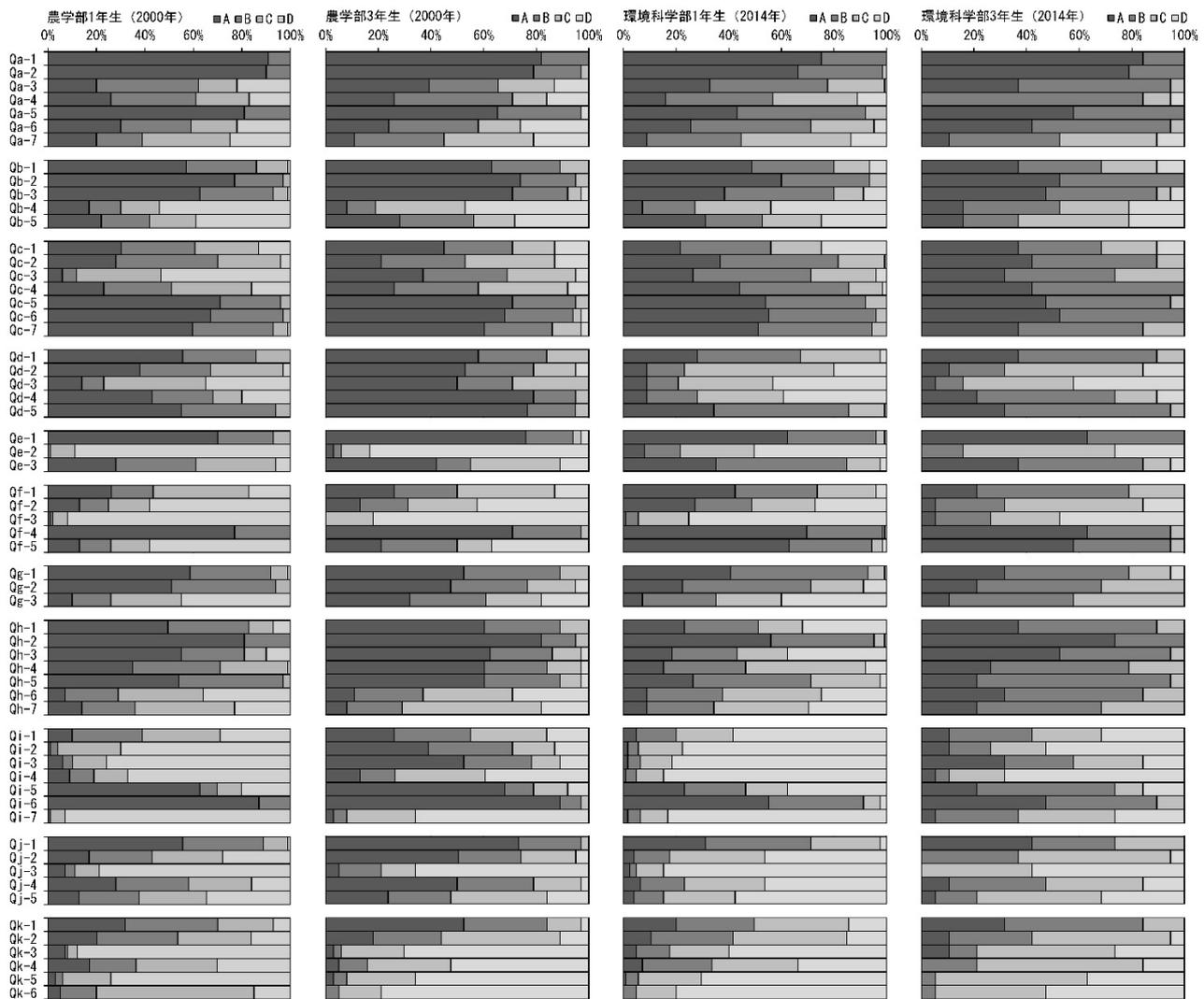


図-1 2000年九州大学農学部学生のアンケート結果と2014年長崎大学環境科学部学生のアンケート結果

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<sup>6)-9)</sup>。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。本研究では入力ベクトルはアンケート60問の回答結果からなる60次元のベクトル239セット（有効回答数）であり、 $M=5\sqrt{n}$ （ $M$ :ニューロン数、 $n$ :入力データ数<sup>8),10)</sup>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<sup>8),10)</sup>から縦14×横6の84個のニューロンを持つ

マップに分類した。

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（参照ベクトル）が非常に多い場合、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、マップ上の84の参照ベクトルを階層的クラスタ分析手法であるWard法を用いて8つにグループ化し、各グループの回答結果パターンの特徴の把握を試みた。

#### 4. 大学生の環境科学に関する用語知識の評価

##### (1) アンケート集計結果の14年前との比較

ここでは、専門分野および教育カリキュラムの異なる他大学他学部の大学生を比較対象とするものの、大学生という区分での大まかな変化の傾向をつかむことを目的として、14年前のデータとの比較を行った。図-1に、2000年に実施された九州大学農学部学生の集計結果<sup>1)</sup>と2014年に実施された長崎大学

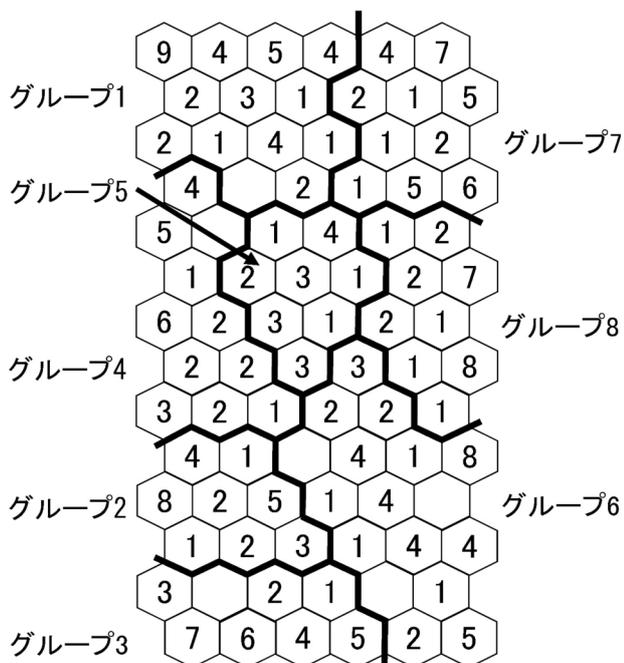


図-2 グループの配置と各ニューロンに分類された学生数

環境科学部学生の集計結果を、1年生と3年生、それぞれを対比して示す。

1年生の結果を2000年の学生と比較してみよう。知っている(A)が、全体的に下降しているが、いくつかの項目については、上昇している。それらは、Qb-5, Qc-2, 3, Qe-2, 3, Qf-1, 2, 5である。これらは、「沈黙の春」, 「燃料電池」, 「バイオマス」, 「コジェネレーション」, 「ハイブリッド車」, 「最終処分場」, 「浸出水」, 「リユース」である。カーソンの「沈黙の春」(Qb-5)は、教科書・テキストなど様々な場面で取り上げられることが多くなってきており、それに触れる機会も多くなっているであろう。また、東日本大震災後の2014年にアンケートを実施しているため、自然エネルギーに関する用語(Qc, e)をよく知っていることが窺える。さらに、ここ10年で急速に普及したハイブリッド車(Qe-3)なども身近になってきたためであろうと推察される。有害廃棄物処理の問題に関する用語(Qf)をよく知っているのは、2000年に実施した対象が農学部生であったのに対し、今回実施した対象は、環境科学部生であるから、入学動機と興味の対象が一致していることを示していると言えよう。

次に3年生の結果を2000年の学生と比較してみよう。やはり知っている(A)が、1年生の場合と同様、全体的に下降している。しかしながら、いくつかの項目で上昇している。それらは、Qa-6, Qf-5, Qk-3である。これらは、「持続可能な発展」, 「リユース」, 「ISO14000」である。いずれも環境科学に大き

く関係する用語であり、入学してからの教育の効果もあるのだろう。ところでいずれの学年も、2000年に比べて、知っている(A)項目が低下したことは、アンケートを実施した対象の大学が、2000年は九州大学であり、2014年は長崎大学であるから、元々の学力の違いも幾分反映しているからと考えられる。また、2000年と2014年における時代背景の違い、マスコミが大きく取り上げた環境問題の違い、両大学のカリキュラムの違いも関連していると考えられる。これらの点は注意を要する。2000年、2014年、それぞれのアンケートにおいて、1年生と3年生の結果の違いを見てみると、いずれも3年生の方で、ほとんどの項目で上昇していることが窺え、大学に入学してからの環境教育の効果であることが推察されよう。一方で、例えば2014年実施の環境科学部生の場合、Qb-5, Qc-7, Qe-2, Qk-4などで低下していて、これらは、「沈黙の春」, 「地熱発電」, 「コジェネレーション」, 「アジェンダ21」などである。このことは、1年生の有効回答数が125であることに對して、3年生の回答数が19と少ないことが影響したと考えられる。

2014年の環境科学部生のアンケート結果によると、1年生は、少しは知っていると回答したBまでを含めたところ、Qa~cはほとんどの学生が知っている項目であり、トピックとしては、「地球環境問題」, 「環境問題の歴史」, 「エネルギーの問題」であった。これが3年生になると、Bまでを含めたほとんどの学生が知っている項目の属するトピックは、Qa~cに加え、Qg, hなどで増加している。それらのトピックは、「環境問題とプラスチック」と「化学物質による環境汚染」であった。

## (2) SOM とクラスター解析による分類

本研究では、環境科学部1年生125名、2年生30名、3年生19名、4年生4名および医・歯・工学部2年生61名の計239名の設問60項目に対する回答結果(有効回答)をSOMへの入力ベクトルとした。なおここでは、知識の度合いAを4、Bを3、Cを2、Dを1にそれぞれ数値変換している。これら、239個の入力ベクトルにSOM Toolbox 2.0を適用し<sup>11)</sup>、回答結果のパターンを抽出した。

SOMのそれぞれのニューロンに、分類された回答者数を割り振り、また、ニューロンを8つのクラスターに分類した結果を図-2に示す。それぞれに分類されたニューロンの数は、8~17である。またアンケートの質問項目ごとに描画したマップを図-3に示す。いずれも下部に配置されたニューロンは淡色で、上部に配置されたニューロンは濃色であり、す

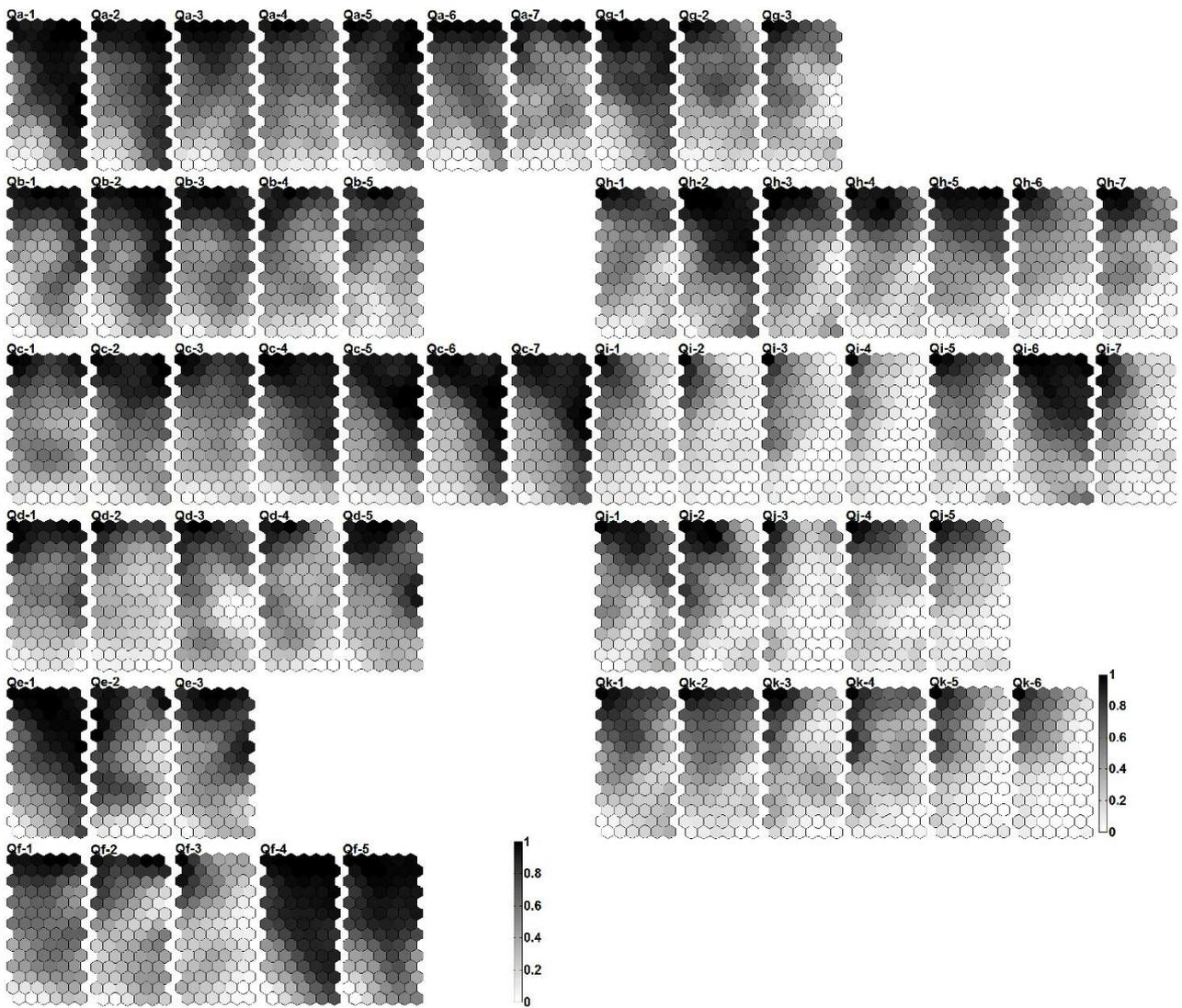


図-3 各設問項目に対する回答結果のSOM

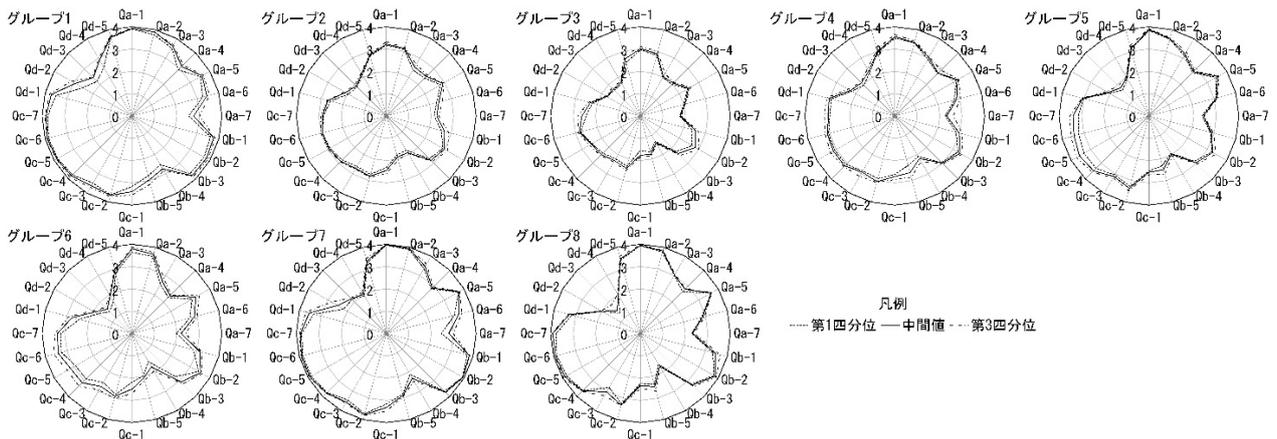


図-4 各グループにおける Qa-d の設問項目に対する回答結果の特徴

なわち上部に知っている (A) と回答した回答者が集まり、下部に知らない (D) と回答した回答者が集まっていることが分かる。大まかに見て、項目の Qa~g は右上に A、左下に D の回答者が集まり、Qh~k は左上に A、右下に D の回答者が集まったことが分かる。

a) 各設問項目に対する回答結果の特徴

アンケート結果をさらによく考察するため、いくつかの項目群ごとにレーダーチャートを描画して、それぞれのグループの特徴について検討した。まず Qa-d についての 24 項目について図-4 に、Qe-h についての 18 項目について図-5 に、Qi-k についての

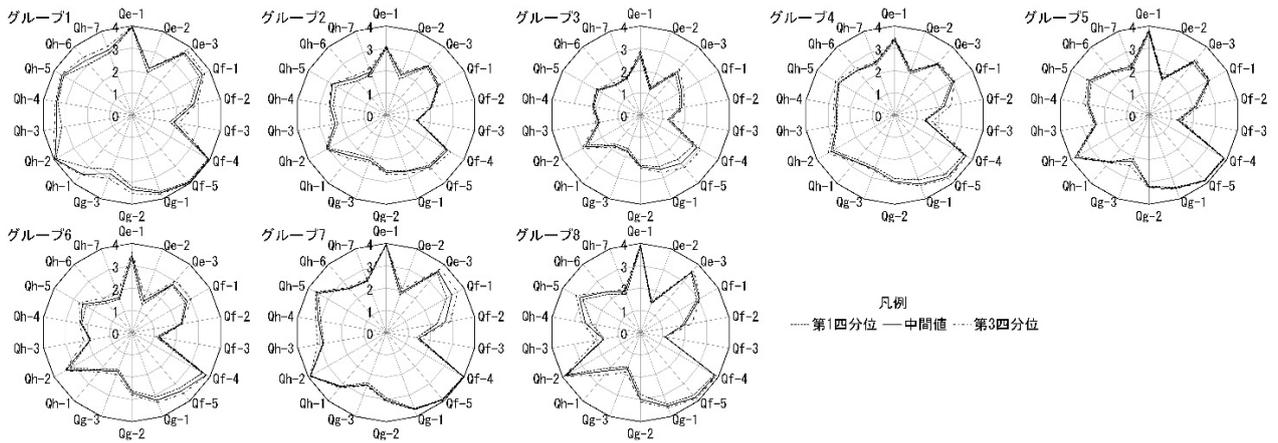


図-5 各グループにおける Qe-h の設問項目に対する回答結果の特徴

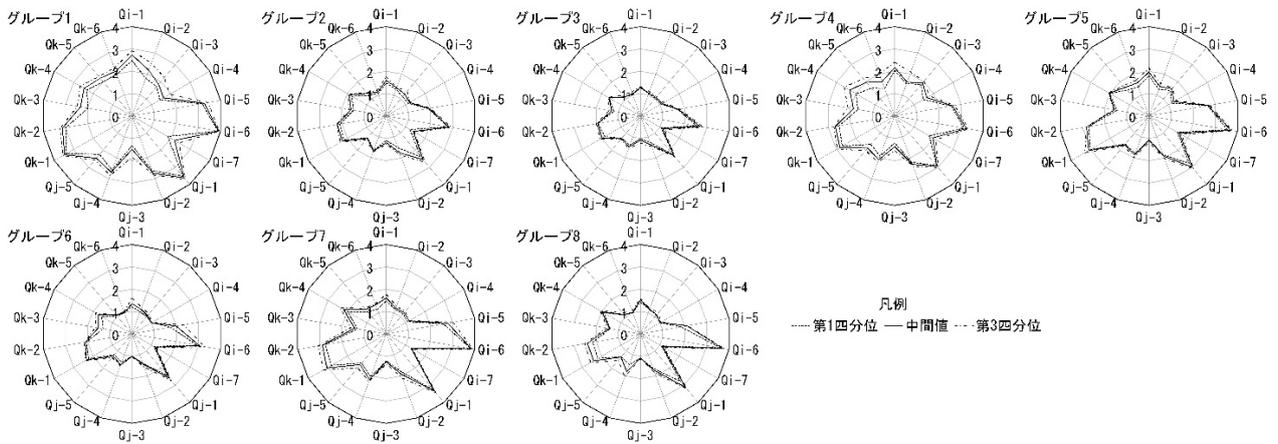


図-6 各グループにおける Qi-k の設問項目に対する回答結果の特徴

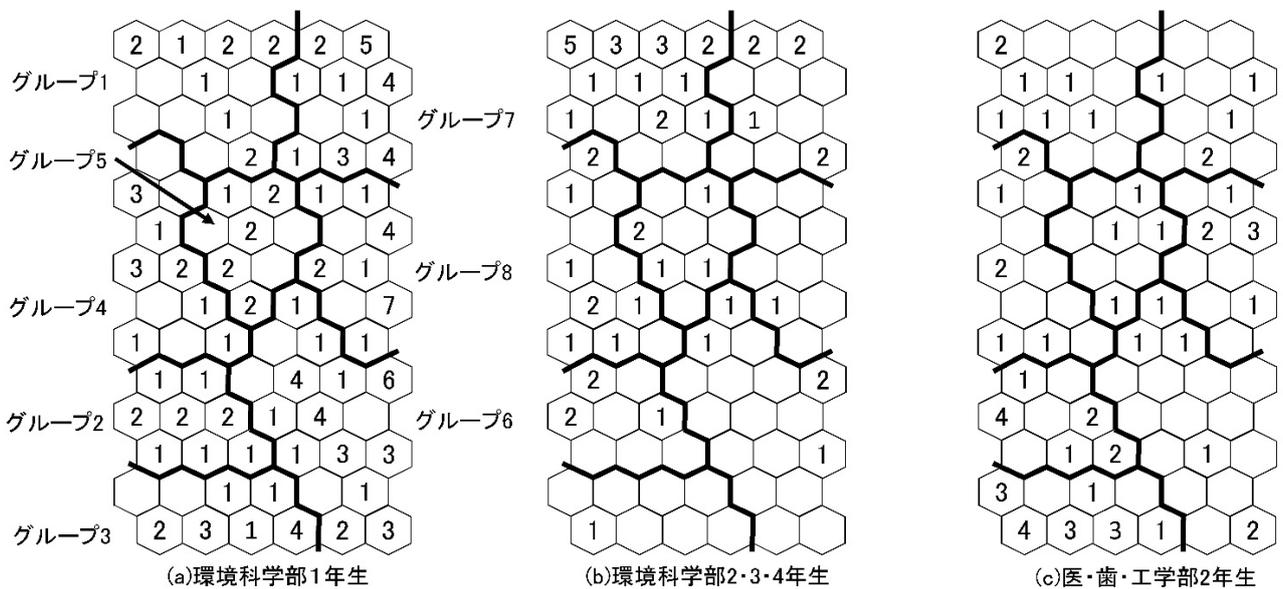


図-7 グループの配置と各ニューロンに分類された回答者数

18 項目について図-6 に示す。レーダーチャートの面積が小さくなっている、あまりよく用語を知らない回答者は、グループ 2 と 3 に分類されている。一方でグループ 1 と 7 は用語についてよく知っている回答者であるが、Qi-k の項目は、他に比べていずれ

のグループもレーダーチャートの面積が小さく、全体的にあまり馴染みのない用語であることが分かる。それらのトピックは、化学物質の健康影響 (Qi)、内分泌攪乱物質 (いわゆる環境ホルモン) の問題 (Qj)、化学物質の管理 (Qk) である。ただし、この中

表-2 各グループに分類された学生の割合

%	環境科学部				医・歯・工学部
	1年生	2年生	3年生	4年生	2年生
グループ1	9	37	42	25	11
グループ2	9	7	16	0	16
グループ3	10	3	0	0	25
グループ4	10	13	26	0	11
グループ5	7	10	11	0	7
グループ6	25	13	0	25	10
グループ7	18	13	5	50	8
グループ8	14	3	0	0	11

でもよく知られている項目は、「食物連鎖」(Qi-6)と「ホルモン」(Qj-1)であった。

各グループのレーダーチャートを比較すると、各グループの設問項目に対する知識の度合いは異なるが、レーダーチャートの形は全体的に類似していることが確認できる。例えば、Qa~d(図-4)では、Qa-1, 5, Qb-2, Qc-4~7に対する知識の度合いは他の設問よりも高い傾向にある。同様に、Qe~h(図-5)では、Qe-1, 3, Qf-1, 4, 5, Qh-2, 5, そしてQi~k(図-6)では、Qi-6, Qj-1, Qk-1, 2に対する知識の度合いが他の設問に比べ高いことが分かる。これらの項目は、高校以前の教育やメディアでよく見かける項目であろう。また反対に、Qb-4, Qd-3, Qe-2, Qf-3, Qi-1~4, 7, Qj-3のような設問では、特に知識の度合いが他の設問より低く、SOM上で上部に配置されたグループ1やグループ7でさえ知識の度合いは2近くか2以下と低い。特にQi-1~4, 7のような項目は、環境科学部では特定の講義を選択し受講することで、はじめて知ると考えられる項目である。

#### b) クラスタ解析によるグループごとの特徴

ここでは、レーダーチャートを参照しグループごとの特徴をSOM上の上部にプロットされたものの順に検討してみよう。

グループ1は、各設問に対する知識の度合いが他よりも概ね高いグループである。特に全てのグループにおいて知識の度合いが低い傾向にあるQi~kの設問でも、知識の度合いの高さは顕著である。

グループ7は、Qa~eの設問では、多くの項目について知っている(A)もしくは少しは知っている(B)ことが分かる。Qa-1, 2(地球温暖化, オゾン層破壊), Qb-1~3(足尾銅山, 水俣病, チェルノブイリ事故), Qc-2~6(燃料電池, バイオマス, 自然エネルギー, 太陽電池, 風力発電), Qe-1(化石燃料), Qf-4, 5(リサイクル, リユース), Qh-2(酸性雨)がよく知られている。しかし、Qd-4(半減期), Qe-2(コジェネレーション), Qf-3(マニフェストシステム)は、あまり知られていない。Qi~kの設問では、特にQi-2~4(変異原性, 半数致死量(LD<sub>50</sub>), 耐用一日摂取量(TDI))は、ほとんど知られていないが、Qi-6(食物連鎖)はよく知られている。一部の特殊な用語知識

が欠けるものの、グループ1に次いでよく知っているグループである。

グループ4は、グループ1とレーダーチャートの形が非常に類似している。つまり回答傾向が類似しているということであるが、グループ1で知っている(A)項目がグループ4では少しは知っている(B)項目となっているものが多数みられる。しかし、Qa-1, 2(地球温暖化, オゾン層破壊), Qf-4, 5(リサイクル, リユース)といった項目は、知られている。特に知られていない項目は、Qf-3(マニフェストシステム), Qi-2, 4(変異原性, 耐用一日摂取量(TDI)), Qj-3(『奪われし未来(Calbornほか著)』), Qk-6(ライフサイクルアセスメント(LCA))であった。

グループ5は、グループ4と同様にQa-1, 2(地球温暖化, オゾン層破壊), Qf-4, 5(リサイクル, リユース)のような項目は知られているが、知識の度合いはグループ4より高かった。さらにこれらの項目に加え、グループ5ではQc-4~7(自然エネルギー, 太陽電池, 風力発電, 地熱発電), Qe-1(化石燃料), Qi-6(食物連鎖)の項目が知られている。また、知られていない項目はグループ4と同様にQf-3(マニフェストシステム), Qi-2, 4(変異原性, 耐用一日摂取量(TDI)), Qj-3(『奪われし未来(Calbornほか著)』), Qk-6(ライフサイクルアセスメント(LCA))である。さらにグループ5では、Qi-3, 7(半数致死量(LD<sub>50</sub>), 暴露量)もほとんど知られていない。グループ5はグループ4に比べ、設問項目間の知識の度合いの差がはっきりしている集団といえる。

グループ8は、設問項目の差がさらにはっきりとみられる。グループ8では、グループ5と同様にQa-1, 2(地球温暖化, オゾン層破壊), Qc-4~7(自然エネルギー, 太陽電池, 風力発電, 地熱発電)の項目が、よく知られているが知識の度合いはグループ5より高い。また、グループ8では、Qb-2(水俣病), Qe-3(ハイブリッド車)もよく知られている。知られていない項目は、グループ5と同様、Qe-2(コジェネレーション), Qf-3(マニフェストシステム), Qi-2~4, 7(変異原性, 半数致死量(LD<sub>50</sub>), 耐用一日摂取量(TDI), 暴露量), Qj-3(『奪われし未来(Calbornほか著)』), Qk-3(ISO14000)であるが、加えて、Qb-4(スリーマイルズ島事故), Qd-3(ラジオアイソトープ), Qg-3(生分解性高分子), Qh-3(NOx)もほとんど知られていない。

以上のように、グループ4からグループ5、そしてグループ8へSOM上を下方へ移動するにつれて、知っている項目と知らない項目数が両方とも増加する傾向にある。つまり前述したように項目間の差が

よりはっきりみられる。グループ2およびグループ3は、ほとんどの項目で知識の度合いは3未満である。グループ6は、Qa~d, Qe~hで、グループ5とレーダーチャートの形がよく似ている。しかし全体的に知識の度合いはグループ5より低い。あまり知られていない項目はQb-4(スリーマイルズ島事故), Qd-2, 3, 4(臨界, ラジオアイソトープ, 半減期), Qe-2(コジェネレーション), Qf-3(マニフェストシステム), Qg-3(生分解性高分子), Qh-3, 6, 7(NO<sub>x</sub>, 浮遊粒子状物質, 光化学オキシダント)などであり、知られていない項目数はグループ5より多い。Qi-kでは、グループ2, 3とレーダーチャートの形、大きさが非常に類似しており、Qi-6(食物連鎖)を除く項目があまり知られていないことが分かる。

### c) 学部・学年の属性ごとの特徴

次に、学部・学年の属性ごとの特徴を検討してみよう。図-7にそれぞれの属性において、SOMのニューロン上それぞれに分配された人数を記している。環境科学部の1年生、医・歯・工学部の2年生ともマップ全域に分布していることが分かる。環境科学部1年生にとっては、アンケート調査日が入学直後であり、環境科学部の講義をほとんど受けていないため、また医・歯・工学部の学生は、環境科学に特化した科目も少ないと考えられるため、知識の度合いにばらつきがみられるのは、高校以前の環境教育やメディア、本人の興味の影響が大きいと推察される。また環境科学部2・3・4年生は、どちらかというマップの上部に配置されている。

アンケートに回答したそれぞれの属性の人数が異なるため、それぞれの属性のグループへの分配の割合を表-2に示す。図-7および表-2によると、環境科学部1年生は、グループ6に25%、グループ7に18%属しており、それらは、設問によって知識にばらつきのあるグループ6とよく知っているという回答が多いグループ7であった。グループ6はQg-k(トピックとしては、環境問題とプラスチック, 化学物質による環境汚染, 化学物質の健康影響, 内分泌攪乱物質の問題, 化学物質の管理)では概ね知っている(A)と回答しているが、Qa~f(地球環境問題, 環境問題の歴史, エネルギーの問題, 原子力, 化石燃料の有効利用, 有害廃棄物処理の問題)ではどちらかという知らない(D)と回答しているグループであって、環境科学全般というよりも、むしろ環境化学により興味のあるグループであると考えられる。このことは、環境科学部1年生は環境科学の用語に関心が高いものの一部は、知識の偏りが見られるような集合であると考えられる。環境科学部2年生は、37%が、3年生は42%がよく知っているという

回答が多いグループ1に属しており、これにグループ7に分類された学生も加えると、2, 3年生の学生の半数近くがマップ上部に分類されており、1年次あるいは1, 2年次における講義により知識の度合いが高まったものと推察される。すなわち、環境科学部における適切な教育がされてきたと考えることもできよう。しかし、講義が知識の度合いの向上に与える影響を明らかにするためには、同一回答者、特にグループ2, 3に分類された学生を対象に、学年があがる際に、再度アンケートを実施し追跡していく必要があるだろう。なお環境科学部4年生は、アンケート回答者数が4名と少ないので、考察からは除外したが、マップ上部に配置されている。医・歯・工学部2年生は、知らない(D)と多く回答したグループ2および3に、それぞれ16%および25%属しており、おそらくあまり環境学や環境科学への興味が大きくない集団であり、入学した学部選択との関係もありそうである。

## 5. おわりに

本研究では、環境科学やその他(医・歯・工学)を専攻する大学生に対して実施したアンケートについて、過去に別の大学の農学部学生に対して実施した結果と比較した。また多変量解析の一種であるSOMを用いて、アンケート結果を解析し、クラスター分析を援用して8つのグループに分類した後、それぞれのグループの特徴を抽出するためのマップやレーダーチャートを描画した。その結果、過去に実施した結果との比較においては、ほとんどの項目で、知識が低下しているという結果になったが、震災後に実施したため、自然エネルギーや、この10年で一般的になってきたハイブリッド車などの用語についてはよく知るようになったという結果になった。

また、SOM解析の結果によると、環境科学部の学生はその他の専攻学生に比べ、全体的によく知っているようであるが、1年生の中には、環境化学に関する用語をよく知っているがそれ以外はあまりよく知らないというグループ(グループ6)に分類される学生群が存在した。一方でその他を専攻する学生(医・歯・工学)は、いずれの用語も知らないと回答するグループ(グループ2, 3)に分類される学生が多く、入学以前の興味の対象と学部選択が関係しているのではないかと考えられる。

以上のようにSOMを利用してアンケート結果を分類することで、いくつかの有意なグループに分け

ることができ、その特徴をつかむことができる。その結果は、今後の大学における環境科学に関するカリキュラム編成や講義で取り入れるトピックの参考にすることができるだろう。例えば、レーダーチャートとして示された解析結果によると、いずれのグループも  $Q_i-k$  の値が低く、 $Q_f$  においては  $Q_f-3$  が著しく低い。そこで、化学物質による環境汚染について教える際に、その健康影響やリスク評価・管理にまで踏み込んで教えることや、産業廃棄物や環境法についての講義では、マニフェスト制度までしっかりと教えることが望ましいと考えられる。また、アンケートで取り上げられた用語は、今では一般的になったものも多いので、教養教育などでも知識の低い項目については、積極的に取り上げてほしいと考える。

#### 参考文献

- 1) 江頭和彦：農学部学生への「環境と化学」アンケート，九州大学大学院農学研究院学芸雑誌，Vol. 55, No. 1, pp. 63-70, 2000.
- 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) 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.
- 5) Kohonen, T. : The Self-Organizing Maps, *Proceedings of The IEEE*, Vol. 78, No. 9, pp. 1464-1480, 1990.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) 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.
- 9) 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.
- 10) 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.
- 11) Vesanto, J., Himberg, J., Alhoniemi, E. and Parahankangas, J. : *SOM toolbox for Matlab 5*, Helsinki University Report A57, 2000.

(2015. 3. 17 受付)

## ANALYSIS ON THE QUESTIONNAIRE FOR UNIVERSITY STUDENTS ABOUT THE TERMS OF ENVIRONMENTAL SCIENCES BY USING SELF-ORGANIZING MAP

Kei NAKAGAWA, Hiroki AMANO, Hiroshi ASAKURA and Akira KAWAMURA

For the university students majoring in environmental sciences and others, the questionnaire about the terms of environmental sciences are performed in the Nagasaki University. The results are compared with the past results that was performed for the agricultural students at the Kyushu University in 14 years ago. As a results of this study, most of the knowledge about terms are declined, however current student have more knowledge in some terms more related to environmental issues such as natural energy and hybrid car. The results of the questionnaire were classified into 8 groups by using the Self-Organizing Map (SOM), then the map and radar-chart were drawn to investigate characteristics for each group. As a results of the SOM analysis, the difference between environmental and the other students are clearly investigated. We confirmed that the SOM is useful tool to classify a results obtained from the questionnaire.