

## 学習者の曖昧性を反映させた意識構造 のモデル化のための構造分析法

松居 辰則<sup>\*</sup> 中村 直人<sup>\*</sup> 竹谷 誠<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>東京学芸大学・教育学部

<sup>\*\*</sup>拓殖大学・工学部

構造分析法は、アンケートデータ・テストデータの分析法である。構造分析法では、単に各質問項目に対する評定値や分散を求めるだけでなく、項目間の順序性を定義し質問項目の順序構造を解析、被験者の意識構造をモデル化する手法である。さらに、学習者の意識の曖昧性を反映させるために評定尺度上の区間評定データに対応可能である。この構造分析法では項目群の関連構造を視覚化するために項目群の階層構造グラフ（以下、単に構造グラフと記す）を構築する。そして、構造グラフどうしの順序性を重視した類似度（差異度）を用いて、構造グラフ間の比較も行う。そこで、本論文ではまず、構造分析法の理論の概要、類似度の定義を述べる。その後、実例として中学生を被験者として環境教育・環境問題に関する意識調査を実施し、被験者の意識構造モデルによる環境教育・環境問題に関する評価とその考察を述べる。

## Structural Analysis Method for Modeling of Students' Consciousness Structure Reflected Their Vagueness

Tatsunori Matsui\*, Naoto Nakamura and Makoto Takeya\*\*

\*Tokyo Gakugei University. \*\*Takushoku University

Structural analysis method is an effective analysis method for questionnaire data or test data. For modeling evaluators' consciousness structure, not only the average rating score or variance of response score for the question or test items, but also evaluators' consciousness structure from the previously analyzed order structure of the question items by paying attention to the ordering system among the items are obtained. In this structural analysis method, a hierarchical structure graph (hereafter just called the structure graph) of the item group is constructed in order to visualize the related structure of the item group. In addition, similarity (difference) where importance is placed onto the ordering system among mutual structure graphs is also defined. Therefore in this paper, the outline of theory of the structural analysis method and the definition of similarity are described firstly. And, as an exemplification, consciousness survey concerning the environment education / environmental problems is carried for junior high school pupils and the results and evaluation for environmental education / problems are described from the view point of the consciousness model.

### 1 はじめに

人間の心理的側面や行動を分析する場合、質

問紙調査法（アンケート調査法）は有効な手段である。特に、評定尺度法によるアンケート調査法（以下、単に意識調査と記す）はその簡便性・信頼性の両面から頻繁に利用される。さて、

意識調査の結果を分析する場合、単に各質問項目に対する評定値や分散を求めるだけではなく、項目間の順序性に着目し、質問項目の順序構造を解析し、そこから被験者の意識構造を分析することも重要である。この分析手法として構造分析法が開発され、有効に活用されている [1]。すなわち、構造分析法は被験者の意識構造のモデル化による分析法である。この構造分析法では項目群の関連構造を視覚化するために項目群の階層構造グラフ（以下、単に構造グラフと記す）を構築する。そして、構造グラフどうしの順序性を重視した類似度（差異度） [2] によって構造グラフ間の関係も考察する。さらに、被験者の意識の曖昧性を分析結果に反映させるために評定尺度上の区間評定データにも対応可能である [3] [4]。そこで、本論文では、2. で構造分析法の理論の概要、3. で構造グラフ間の類似度について述べる。そして、4. において事例を通して構造分析法の有効性を検証する。この事例として中学校の生徒を被験者として環境教育・環境問題に関する意識調査を実施し、その結果を構造分析した。また、被験者に対してある刺激を与え、その前後に同一の意識調査を行い、それらの構造グラフの類似度（差異度）を計算することにより、被験者集団の意識構造の変容を分析した。すなわち、被験者の意志構造のモデル化という観点からの分析結果を述べる。

## 2 構造分析法の理論の概要

構造分析法は、構造グラフの作成→構造グラフ間の比較という流れをとる。そこで、この章では、構造分析法の理論の概要を述べる。意識調査では尺度上の一定点を選択することによって評定を行う定点評定と、尺度上のある区間を指定して評定を行う区間評定とが提案されており、それぞれの場合に対して構造分析法が開発されている。なお、定点評定は区間評定の特殊な場合であり、区間評定の方が被験者の評定に対する曖昧性をよく反映している。したがって、今回の意識調査では区間評定の場合の構造分析法を用いた。さて、区間評定の場合の構造分析法は、区間評定データをもとに項目の順序構造化をはかり、項目群のもつ構造の意味を解釈し、被験者集団の意識構造を分析する手法である。

この手法では、項目間の順序性に着目しそれを定量化した順序性係数という非対称測度をもとに項目群の順序構造を構成する。そして、順序構造を視覚化するために図2、図3のような項目群の階層構造グラフを構築する。この構造グラフでは、上位に位置する項目ほど高い評価を得ている。また、有向枝→で結ばれている2項目は順序関連が存在する2項目で、ほとんどの被験者がこの2項目に対して類似の回答傾向を示していることになる。したがって、順序関連の存在する2項目は特に密接な関係のある項目であると考えられる。

ここで、順序性係数の定義についての概要を述べる。図1のように区間評定をした場合、評定値は評定区間に分布し、評定値には確信度が付随すると考える。評定者  $O_i$  の2項目  $I_j, I_k$  に対する評定の評定区間を各々  $L'_j \leq m'_j \leq U'_j, L'_k \leq m'_k \leq U'_k$ 、この評定に対する確信度関数を  $f'_j(m'_j), f'_k(m'_k)$  とすると、2項目  $I_j, I_k$  に対する評定値の差  $u'_{jk}$  の分布は次のような密度関数に従う。

$$h'_{jk}(u'_{jk}) = \int_{L'_k - U'_j}^{U'_k - L'_j} f'_j(u'_{jk} + v) \cdot f'_k(v) dv$$

これを用いて、項目  $I_j$  から項目  $I_k$  への順序性係数  $\gamma_{jk}$  を次のように定義する。

$$\gamma_{jk} \equiv 1 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{\max(u'_{jk})} \int_{\min(u'_{jk})}^0 |u'_{jk}| \cdot h'_{jk}(u'_{jk}) du'_{jk}$$

この順序性係数  $\gamma_{jk}$  が、 $\gamma_{jk} \geq 0.95$  を満たすとき項目  $I_j$  から項目  $I_k$  へ順序性が成立し、2項目  $I_j, I_k$  の間に順序関連が存在することになる。この場合、構造グラフにおいて、2項目  $I_j, I_k$  の間に有効枝→を引く。この過程を全ての2項目間に対して行うことにより、項目群の構造グラフを得る。



図1. 区間評定と確信度関数

## 3 構造グラフの類似度の定義

この章では2つの構造グラフの類似度の定義を行う。構造分析法では、項目間の順序関連の存在を有効枝で表し、項目群の階層構造グラフを構築する。そこで、項目間の順序関連を反映

させた構造グラフの類似度  $S(G, G')$  が提案されている。

$$S(G, G') = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n N[T(I_i, I_j; G) \cap T(I_i, I_j; G')]}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n N[T(I_i, I_j; G) \cup T(I_i, I_j; G')]}$$

ここで、 $T(I_i, I_j; G)$  は構造グラフ  $G$  において、2項目  $I_i, I_j$  が連結されている場合に経路する有効枝の集合を表し、 $N[T(I_i, I_j; G)]$  はその有効枝の数を表す。すなわち、類似度  $S(G, G')$  は2項目の連結を距離の程度を質的に表現した指標を用いており、2つの構造グラフを有効枝、すなわち順序関連という観点からの類似性の程度を表していると考えられる。したがって、類似度  $S(G, G')$  の値は  $0 \leq S(G, G') \leq 1$  を満たすが、2つの構造グラフに関して、類似度  $S(G, G')$  の値が大きい場合には、順序関連の存在性の観点から類似していることになる。すなわち、比較対象の被験者の意識構造が類似していることを意味する。事例は後述する。

#### 4 事例

この章では、事例を用いて2.で提案した構造分析法と3.で定義した構造グラフの類似度の有効性と妥当性について検証する。事例として環境問題に対する学習者の意識構造についての分析を行う。さて、環境教育とは、「人間を取り巻く自然及び人為的環境と人間との関係を取り上げ、その中で人口、汚染、資源の配分と枯渇、自然保護、運輸、技術、都市と田舎の開発計画などが、人間環境に対してどのような関わりをもつかを理解させること」とされている[5]。また環境教育の目的は「自己を取り巻く環境を自己の出来る範囲内で管理し、規制する行動を、一歩ずつ確実にすることの出来る人間を育成すること」とされている。このように、環境教育において、学習者に対して何らかの評価を実施する場合、従来のテストのような手法では不可能であり、意識調査が有効かつ必要となる。

##### 4.1 調査の方法

次のような2種類の環境問題に対する意識調

査を行った。被験者は中学生120名で、5段階評価尺度に対する区間評価を用いた。

##### (I) 被験者集団の意識構造の分析

アンケート調査法による被験者の意識調査である。従来の平均評定値や分散を求めるだけではなく、被験者の回答パターンから質問項目間の関連構造を構築し、学習者集団の環境問題に対する意識構造を分析する。質問項目は15項目で内容の骨子は以下の通りである。

1. 環境問題に関心がある
2. 環境問題への取り組み
3. 数学の学習が好き
4. 英語の学習が好き
5. 理科の学習が好き
6. 社会の学習が好き
7. 国語の学習が好き
8. 道徳の学習は大切である
9. スポーツをするのは好き
10. 芸術は好き
11. 新聞・ニュースをよくみる
12. 泥遊び・小魚取り・虫取りをよくした
13. 理科の実験が好き
14. 家族と環境問題について話す
15. 新しいものが好き

##### (II) 被験者集団の意識構造の変容の分析

学習者集団に対してある刺激(ゴミ処理問題に関する30分のビデオ)を与え、その前後に同一の意識調査を実施する。ここに構造分析法と構造グラフの類似度を適用することにより、この刺激による学習者集団の意識構造の変容の様子を分析することが可能となる。質問項目10項目で、6, 7, 8, 9, 10の5項目(項目群A)は評価が高いほど、1, 2, 3, 4, 5の5項目(項目群B)は評価が低いほど環境問題に対する意識は高い。

1. ゴミは決められた日時に、決められた場所に出せば、それだけで処理されたことになる
2. 私たちがゴミを出すときには「燃えるものと燃えないものに分けて出す」ことを考えていればそれで十分である
3. ゴミは回収車を持っていくと街はキレイになり完全に処理される

4. ゴミは焼却されると完全に無害なものになる
5. 環境問題よりも数学や英語の勉強の方が大切である
6. リサイクルと森林を守ることとは関係がある
7. リサイクルするとエネルギー（電気・ガスなど）の節約になる
8. ゴミの処理と私たちの納める税金とは関係がある
9. リサイクル活動は誰にでも参加できる
10. リサイクル活動は人間関係をよくする

・環境問題に関する項目①「環境問題に関心がある」、②「環境問題への取り組み」に対する評価は3.0で中間的である。

・項目①「環境問題に関心がある」、⑧「道徳の学習は大切」、⑤「理科の学習が好き」、⑪「新聞・ニュースをよくみる」、②「環境問題への取り組み」の5項目間には順序関連が存在する。このことから、環境問題に関心をもち、取り組んでいる者は、新聞・ニュースをよく見、道徳学習の大切さを認識している、と考えられる。

・項目⑭「家族と環境問題について話す」に対する評価は極めて低い。構造グラフにおいての低い位置にある項目は、高い位置にある項目群との間に順序関連が多く存在するため、項目⑭に対する評価が低いことは、環境教育における大きな問題であることが指摘される。

## 4. 2 分析結果

### (I) 被験者集団の意識構造の分析

中学生の場合の意識調査の結果を構造グラフで図2に示す。この構造グラフから次のようなことが抽出される。

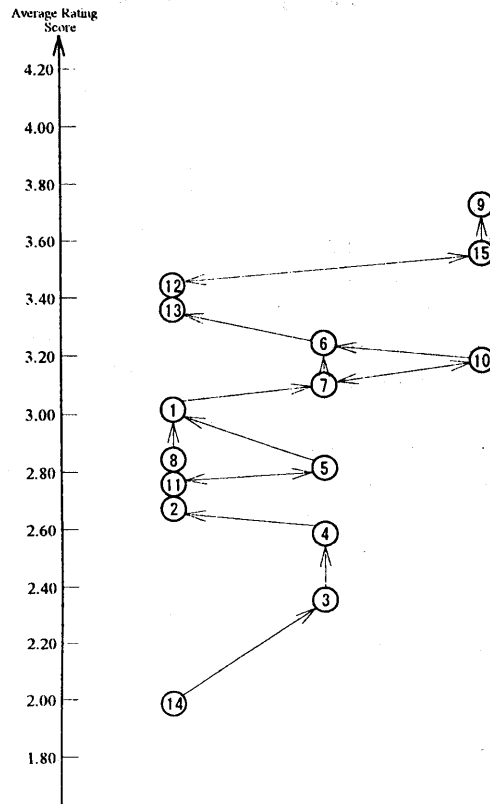


図2 調査Iのアンケートに対する構造グラフ（中学生の場合）

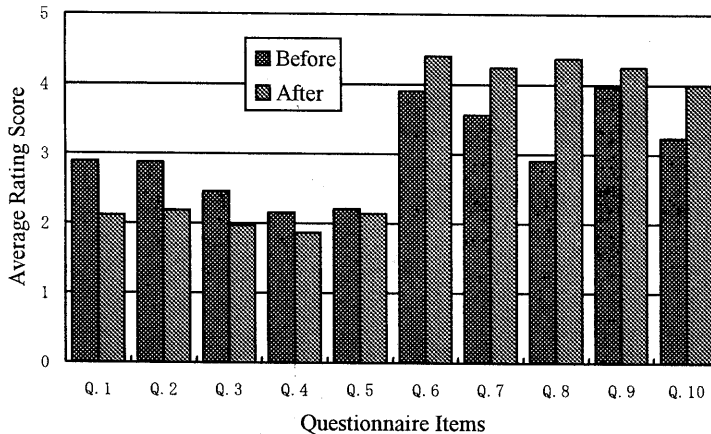


図3 事前調査・事後調査の平均評定値の比較（中学校の場合）

## (II) 被験者集団の意識構造の変容の抽出

中学生の場合のビデオを見る前後の意識調査の結果を各項目に対する平均評定値の推移の様子を図3に、構造グラフを図4に示す。これらから次のようなことが抽出される。

### ・平均評定値の推移からの考察（図3）

全ての項目について事前と事後で有意な差（ $t$ 検定）が認められる。すなわち、環境教育について肯定的な項目に対しては評定値が上昇し、否定的な項目に対しては下降している。よって、ビデオで学習することにより、中間的な評定値を示していた項目（意識があいまいであった項目）に対する意識が明確になったものと考えられる。

### ・構造グラフ間の類似度からの考察（図4）

事前調査の構造グラフを $G_b$ 、事後調査の構造グラフを $G_a$ とすると、 $S(G_b, G_a) = 0.16$ となり類似度はかなり低い。このことから、刺激の事前と事後とで構造グラフが順序性の観点から大きく変化した、すなわち、学習者の意識構造が大きく変化したことを示している。このことを、順序関連にある項目に注目をして考察すると、次のようになる。

・ビデオを見る前には項目群Aに対する評価は高く、項目群Bに対する評価は低いものの、ビデ

オを見た後では、その差が明確になる。すなわち、ビデオを見ることにより環境問題に対する意識が高まったと考えられる。

・例えば、ビデオを見る前には項目⑤「ゴミと処理と税金の関係」、項目⑥「リサイクルと森林を守ることとの関係」の2項目間には直接的な順序関連は存在していないが、ビデオを見た後では直接的な順序関連が存在している。これは、ビデオを見ることにより学習者の意識構造が変化したことを示している。特に、「ゴミ処理と税金」のように通常は直接的な関係が知られていない事象の関係を把握している点はビデオ教材の効果と考えられる。

・ビデオを見た後では⑨⑩のようなゴミ処理と人間関係も的確に認識している

## 5 まとめ

以上、本論文では被験者の曖昧性を反映させた意識構造のモデル化を実現するために、被験者の意識の曖昧性を重視する区間評定、その区間評定を用いた場合の項目間の順序関連を分析する構造分析法、ならびに、順序という観点からの構造グラフの類似度を定義した。そして、中学生に対する意識調査、さらにビデオ教材による意識構造の変容の分析への応用を示し、環境教育の問題点と、ビデオ教材の有効性を意識構造のモデル化という観点から抽出した。今後は、順序性という観点だけではなく、平均評定値などの基本統計量などの観点も統合した構造

グラフの類似度の定義が必要となる。

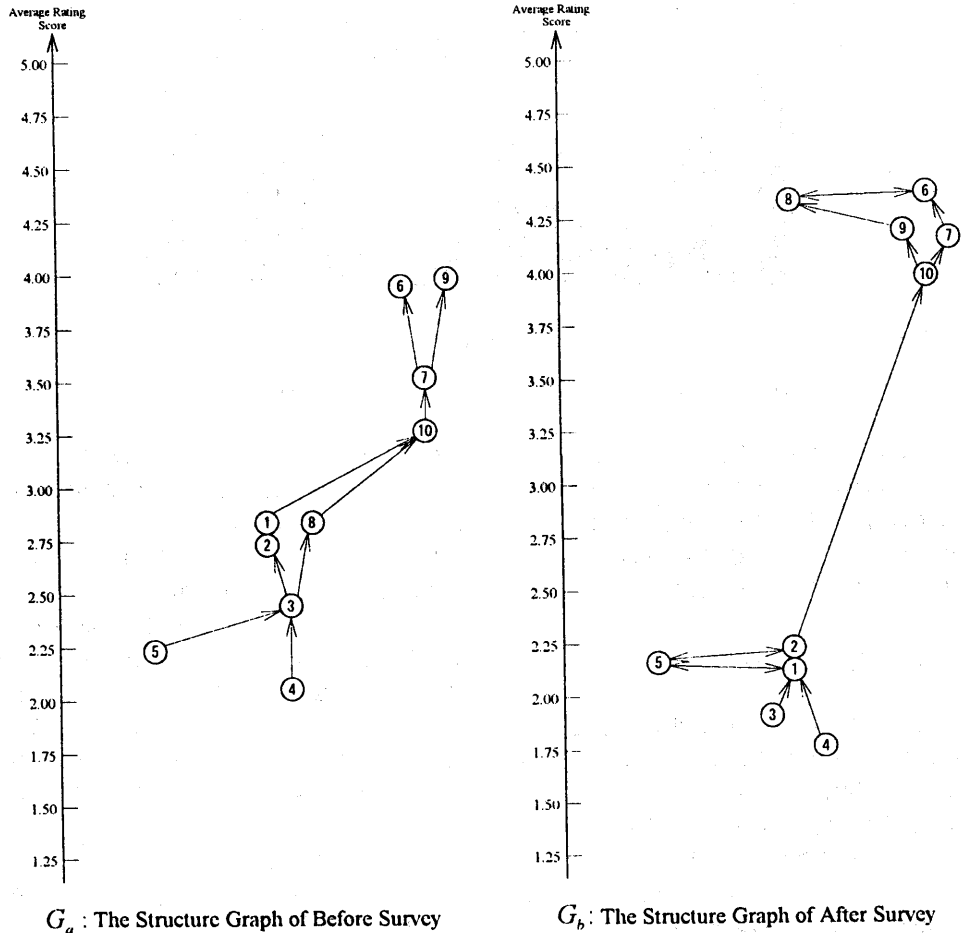


図4 事前調査・事後調査の構造グラフの比較 (中学校の場合)

謝辞 本研究を進めるにあたって、貴重なデータを提供して下さった国立教育研究所の下野洋氏、早稲田大学理工学部の寺田文行教授、また、

データ解析プログラムの開発に関して早稲田大学理工学部の小泉直範氏、拓殖大学工学部の佐々木整氏に感謝致します。

#### 参考文献

- [1] M.Takeya, "Semantic structure analysis of evaluation measure data", *Soc. Behav. Metric.*, **14**, 2, pp.10-17, 1987.
- [2] M.Takeya and H.Sasaki, "A method for common consensus formation among group members based on their cognitive maps (2)", *Tech. Rep. IEICEJ*, **ET93-124**, pp.77-84, 1994.
- [3] M.Takeya and T.Matsui, "Structural analysis for fussy rating scale data (1)", *Tech. Rep. IEICEJ*, **ET91-131**, pp.33-40, 1992.
- [4] T.Matsui and M.Takeya, "Structural analysis for fussy rating scale data (2)", *Tech. Rep. IEICEJ*, **ET92-30**, pp.17-24, 1992.
- [5] 環境教育指導資料 中学校・高等学校, 文部省, 1991.