

平成 23 年 5 月 25 日現在

機関番号：22604

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008 ～ 2010

課題番号：20700257

研究課題名（和文） 多次元尺度構成法による単相多元データの分析のための方法論の構築

研究課題名（英文） One-Mode Multi-Way Data Analysis Using Multidimensional Scaling

研究代表者

中山 厚穂 (NAKAYAMA ATSUHO)

首都大学東京 社会科学部 准教授

研究者番号：60434198

研究成果の概要（和文）：

本研究課題では、単相多元データを分析する際に、個々の局所的な関係を考慮した上で、全体的な関係を示す情報を分析するための単相多元 MDS のモデルを提案した。また、個々の局所的な関係を考慮したモデルを適用すべきなのか、考慮しないモデルを適用すべきなのかという、適切なモデルの選択のための基準について提言を行った。そして、提案したモデルを消費者行動のデータに適用し、消費者行動研究への応用を目指した。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of present study is to examine whether one-mode multi-way multidimensional scaling (MDS) is necessary or not. In the previous studies, it is concluded that the results of a one-mode three-way MDS are similar to that of a one-mode two-way MDS. The reason for such similarity is that strong influences of dyadic relationships on triadic relationships would be included in one-mode three-way proximity data. If, the results of a one-mode three-way MDS are similar to that of a one-mode two-way MDS, dyadic relationships strongly influences triadic relationships. On the other hand, if the results of a one-mode three-way MDS are not similar to that of a one-mode two-way MDS, dyadic relationships weakly influences triadic relationships. Under weak influence of the dyadic relationships, the triadic and dyadic relationships would be separately analyzed. So, the present study compares the results obtained from marginal association with that of conditional association. It examined whether one-mode multi-way multidimensional scaling model is necessary or not. Finally, the proposed model was applied to the consumer behavior data.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2009 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010 年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・統計科学

キーワード：Conditional association, Dyadic relationships, Marginal association, Multidimensional scaling, Multi-way relationships, Triadic distance, Visualization

1. 研究開始当初の背景

| 本研究課題で注目する多次元尺度構成法

(MDS)は、視覚的に対象間の関係を捉えるのに優れた手法である。最も一般的なモデルである単相2元MDSは、実験や調査などで得られた様々なデータから、2つの対象間の関係を示す近接度データを算出し、その近接度データと2つの対象間の距離が単調関係となるように、多次元空間内に対象間の関係を表現する。これは、対象間の関係は、最小単位である2つの対象間の関係に還元して説明可能であるという考えに基づいている。しかし、林(1989)で述べられているように「対象間の関係はあるがままにデータを縮約せず表現すべきである」という考えも存在する。そこで、2つの対象間の関係に縮約せずに、全体的な関係を表現するために、単相3元MDSなど単相多元データに適応したモデルが提案されるようになった(e.g. Cox, Cox, & Branco, 1991; De Rooij, 2002; De Rooij & Gower, 2003)。

しかしながら、3つの対象間の関係を表す単相3元MDS、もしくはそれ以上の対象間の関係を表す単相多元MDSによる分析結果からは、有益な示唆が得られるものの、単相2元MDSによる分析結果と非常に類似した傾向を示すことが報告されている(Gower & De Rooij, 2003)。そこで、Nakayama(2005)やNakayama(2006)では、3つの対象間の距離を定義する際に、重み付けの概念を導入しモデルの改良を試みた。重み付けの概念を導入することで、解釈の精度が向上するなど一定の改善が見られたが、単相2元MDSの結果との類似性は依然として存在していた。この類似性が生じる理由として以下の2通りの解釈が考えられる。1つは、単相2元MDSのモデルが頑健であり、単相多元データを単相2元データに縮約して分析しても、共通の関係性が表現出来るという解釈である。もう1つは、単相多元データが2つの対象間の関係を含んでおり、分析結果に影響を及ぼしているという解釈である。

そこで、Nakayama(2007)などでは、単相3元データが2つの対象間の関係を含んでおり、単相3元MDSの分析結果に影響を及ぼしていると考え、単相3元データから2つの対象間の関係を除いて分析を行うための単相3元モデルの提案を行った。その結果、2つの対象間の関係による影響を取り除いた根本の共通性を有した新たな独自の3つの対象間の関係からなる結果が得られ、解釈の面でも向上が認められた。

以上の研究の背景と成果を踏まえ、本研究課題では、Nakayama(2007)のモデルを基本として、単相多元データに適応したモデルへの拡張と一般化を行うことにより、新たな分析方法の構築を指す。

2. 研究の目的

本研究課題では、複数の同一の対象が組み合わされた単相多元データを分析する際に、個々の局所的な関係を考慮した上で、全体的な関係を示す情報を分析するための多次元尺度構成法(MDS)のモデルの構築を目指す。具体的には、単相多元MDSにconditional associationを仮定したモデルを提案する。そして、conditional associationを仮定しないモデルとの比較検討を行い提案モデルの妥当性を示すとともに、より適切なモデルの選択法について提言を行う。また、購買行動や購買心理などの実データに応用することで、提案モデルの有効性を明らかとする。

3. 研究の方法

本研究課題では、第一に、単相多元データを分析する際に、個々の局所的な関係を考慮した上で、全体的な関係を示す情報を分析するための単相多元MDSのモデルの提案を行う。提案するモデルは、Nakayama(2007)で提案を行った単相3元データを分析する際のモデルを基本として、conditional associationを仮定したモデルとする。そして、conditional associationを仮定しないモデルとの比較検討を行い、個々の局所的な関係を考慮したモデルを適用すべきなのか、考慮しないモデルを適用すべきなのかという、適切なモデルの選択のための基準について提言する。

また、提案を行ったモデルを消費者の購買行動や購買心理を示すデータに適用し、消費者行動研究への活用を目指す。消費者行動研究では、マーケットバスケット分析やアソシエーション・ルールなどにより個々の局所的な関係に注目した研究が多く行われているが、全体的な関係に注目した研究は少ない。そこで、本提案モデルを適用することにより、個々の局所的な関係を考慮し、全体的な購買行動や心理メカニズムを表現することで、消費者行動研究における新たな示唆をもたらすことを目指す。

4. 研究成果

本研究課題で注目するMDSのモデルでは、これまで2つの対象間の近接度に基づいて2つの対象間の距離を定めることで対象間の関係を表現する単相2元MDSと呼ばれる手法が一般的であった。単相2元MDSにより求められた布置から明らかとなる関係は、2つの対象間の近接度に基づくものであり、3つや4つなどそれ以上の対象間の近接度による関係は、2つの対象間の近接度に置き換えることで表現され、直接的には表現されない。つまり、3つの対象間の関係を分析する際には、第3番目の対象の影響については考慮せずに2つの対象間の関係とみなして分析が行われることになる。例えば、3つの対象間の同時購買を分析する際には、第3番目の対象の影

響については考慮せずに2つの対象間の同時購買の関係とみなして分析が行われる。しかし、本来であれば3つの対象間以上の関係も2つの対象間の関係に置き換えることなく、直接的に表現することができれば、対象間のあるべき本来の関係が表現できるのではないかという考えも存在する。そこで、第3番目以降の対象の影響も考慮した分析を行うためのモデルを提案し、数理的な妥当性や消費者行動研究などへの実用性について研究を行った。

本研究課題においては、 n 個の対象からなるデータが与えられているとき、

- ・そのデータから n 個の関係を表すデータを作成し、そのデータから2つの対象間の情報を取り除く
- ・次に、2つの対象間の情報を取り除いた n 個の対象間の関係を表すデータから、3つの対象間の関係の情報を取り除く
- ・このように、順次、 $(n-1)$ 個の対象間の関係を表す情報までを n 個の関係を表すデータから取り除いていく

というステップを繰り返しながら分析を行っていくというモデルの提案を行なった。

そして、初めに、3番目以降の対象の影響も考慮した分析が必要か不必要なのかを、実データへの適応し検討した。その結果、2つの対象間の関係による影響を取り除いた根本の共通性を有した新たな対象間の関係についての知見が得られた。それらの知見により解釈の面においても向上が認められ、提案モデルの有効性や実用性の一端がうかがえた。

さらに、3番目以降の対象の影響も考慮した分析が必要か不必要なのかということについての数理的検証を行うために、統計的検定などを行うことで検討した。さらに、複数の同一の対象が組み合わせられた単相多元データを分析する際に、いくつの対象間の関係を考慮すべきであるのかという、考慮すべき対象間の関係数の上限を決定するためのストップ・ルールについての検討も行った。その結果、提案モデルについての妥当性と考慮すべき対象間の関係数の上限を決定するためのストップ・ルールについての数例的な示唆が得られた。

また、提案したモデルを消費者の購買行動や購買心理を示すデータなど様々な実データに適用した。消費者行動研究では、消費者がどのような組み合わせで商品を購入するのかということに注目した研究が行われている。それらの研究では、マーケットバスケット分析やアソシエーション・ルールなどが用いられ、2商品、3商品というように、どのような商品の組み合わせで購買行動が発生するのかということが研究されてきた。しかし、これらの手法は個々の局所的な購買行

動や心理メカニズムを明らかとするのに適した手法であり、全体的な商品間関係を説明するには適していない。そこで、本研究課題において提案を行ったモデルを応用し、個々の局所的な関係を考慮した、全体的な購買行動や心理メカニズムを表現するというこれまでの研究とは異なった視点から、消費者行動研究において新たな示唆をもたらすことを目指して研究を実施した。その結果、第3番目以降の対象の影響も考慮した分析を行えば良いのか、それとも従来通りの2つの対象間の近接度に基づく単相2元MDSによる分析を行えば良いのかどうかということについての指針を提案モデルにより示すことができることが判明した。また、消費者行動研究への応用における有効性も示された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

- ①A. Nakayama, & A. Okada. Reconstructing One-mode Three-way Asymmetric Data for Multidimensional Scaling. Proceedings of 34th Annual Conference of the German Classification Society, 査読有, 印刷中.
- ②S. Yokoyama, A. Nakayama, & A. Okada, One-mode three-way overlapping cluster analysis, Computational Statistics, 査読有, Volume 24, issue 1, 2009, 165-179.
- ③ A. Nakayama, Analysis of purchase intentions at a department store by three-way distance model, Cooperation in classification and data analysis, 査読有, 2009, 189-196.
- ④中山厚穂, 複数カテゴリ購買行動の多元距離モデルによる分析, 立教ビジネスレビュー, 査読無, Vol. 2, 92-102, 2009.
- ⑤中山厚穂・鶴見裕之, INDSICALにおける低次元解と高次元解を用いた併用解釈 -百貨店でのシーズンごとのテナント間利用とレイアウト変更の影響の視覚的把握-, 行動計量学, 査読有, Vol. 35, No. 1, 2008, 103-118.

[学会発表] (計12件)

- ①増田純也・中山厚穂・鶴見裕之, 製品時系列に沿った消費者のBlog記事特性の把握, 日本行動計量学会第38回大会, 2010年9月23日, 埼玉大学.
- ②中山厚穂・岡太彬訓, 3元非対称データの

基準化法の提案, 日本行動計量学会第 38 回大会, 2010 年 9 月 23 日, 埼玉大学.

- ③A. Nakayama, & A. Okada, Reconstructing one-mode three-way asymmetric data for multidimensional scaling, 34th Annual Conference of the German Classification Society(July 22, 2010), Karlsruhe Institute of Technology, German.
- ④A. Nakayama, Analysis of conditional and marginal association in one-mode three-way proximity data, 3rd German-Japanese Workshop(July 21, 2010), Karlsruhe Institute of Technology, German.
- ⑤中山厚穂・岡太彬訓・横山暁, 食卓登場メニューにおける非対称性の分析, 日本行動計量学会第 37 回大会, 2009 年 8 月 6 日, 大分大学医学部.
- ⑥中山厚穂, 消費者の情報検索行動の解明, 日本行動計量学会第 37 回大会, 2009 年 8 月 5 日, 大分大学医学部.
- ⑦横山暁・中山厚穂・岡太彬訓, 複クラスター分析法を用いた単相親近度データの分析, 日本分類学会第 25 回研究報告会, 2009 年 3 月 21 日, 多摩大学.
- ⑧中山厚穂, 2 つの対象間の関係を考慮した単相 3 元 MDS についての研究, 日本分類学会第 25 回研究報告会, 2009 年 3 月 21 日, 多摩大学.
- ⑨A. Nakayama, Triadic distance model with consideration for dyadic relationships, International Federation of Classification Societies 2009 Conference(March 18, 2009), Technische Universität, Dresden.
- ⑩S. Yokoyama, A. Nakayama, & A. Okada, An application of one-mode three-way overlapping cluster analysis, International Federation of Classification Societies 2009 Conference(March 17, 2009), Technische Universität, Dresden.
- ⑪中山厚穂・岡太彬訓, 消費者の複数カテゴリー購買行動の非対称性の分析, 日本行動計量学会第 36 回大会, 2008 年 9 月 5 日, 成蹊大学.
- ⑫中山厚穂・鶴見裕之, 同時購買数の違いを

考慮したコンビニエンス・ストアでの併売パターン分析, 日本行動計量学会第 36 回大会, 2008 年 9 月 3 日, 成蹊大学.

[図書] (計 4 件)

- ①中山厚穂, 多変量データ解析技術応用によるデータの特徴把握, 豊田裕貴・菰田文男(編著), 特許情報のテキストマイニング, 第 2 章 (pp. 69-99), ミネルヴァ書房, 2010.
- ②中山厚穂, 特許情報のテキストマイニング—技術経営のパラダイム転換, 豊田裕貴・菰田文男(編著), 特許テキストデータ解析のための基礎「R」, 第 8 章 (pp. 233-266). ミネルヴァ書房, 2010.
- ③中山厚穂, Excel ソルバー多変量解析ポジションニング編, 日科技連出版社, 全 199 頁, 2010.
- ④中山厚穂, Excel ソルバー多変量解析 因果関係分析・予測手法編, 日科技連出版社, 全 319 頁, 2009.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中山 厚穂 (NAKAYAMA ATSUHO)

首都大学東京 社会科学部 准教授

研究者番号: 60434198