

コンジョイント分析の比較応用

— CLR 変換による相対的重要度をを用いた群間比較法 —

Conjoint Analysis for Group Comparisons:
Applying CLR Transformation to Relative Importance Values

眞城知己*・長瀬由菜**

Abstract

This study focuses on conjoint analysis, a method useful for examining human preferences and decision-making criteria, and proposes an applied approach to overcome the challenge of comparing relative importance values across groups. In the fields of social welfare and psychology, attitude research has traditionally relied on questionnaires composed of independent items, which makes it difficult to accurately capture respondents' preferences and decision-making processes. In contrast, conjoint analysis utilizes profiles based on combinations of factors and levels, enabling a more precise analysis of respondent preferences. However, a key limitation of conjoint analysis is that the relative importance values it yields are compositional data, making intergroup comparisons difficult. To address this issue, the present study introduces a method that applies the centered log-ratio (CLR) transformation to project these values into a linear space, thereby enabling applications such as cluster analysis and mean comparisons. As an illustrative case, the method was applied to analyze the attitudes of 86 university students toward inclusive education. The results suggest that the CLR transformation expands the range of analytical possibilities for conjoint analysis and contributes to the generation of new insights.

キーワード：CLR 変換、コンジョイント分析、相対的重要度

I 背景と目的

コンジョイント分析は回答者ごとに相対的重要度と部分効用値のプロファイルを得ることができるので、それらを直感的に比較することが可能になる点で、特に葛藤条件にあるような内容について回答者がどのように選好や判断するかを知りたい場合に有効な手法である。日本でも君山 (2021)²⁾をはじめとした解説書があるし、学術研究での利用も様々な分野でなされている。

従来より社会福祉分野のニーズ調査をはじめ、心理学や社会学の態度研究などでは、ニーズの強さや対象への印象を評価するための質問紙調査が数多く行われてきた。とりわけ態度対象の重要度や必要性を回答者に尋ねる調査では、各項目の独立性を前提に調査項目を設定し、それぞれについて「まったく

重要でない～たいへん重要である」や「まったく必要ない～たいへん必要である」といった評価水準を5件法等で提示した質問紙を用いたデータ収集が一般的であった。こうした伝統的な調査手法は簡便で、また回答者の負担を比較的小さく実施できる利点があるとともに、得られたデータの分析もt検定や分散分析など馴染みのある処理方法で扱えることから広く利用されてきた。

他方、ニーズの強さや重要度を評価したデータによる結果比較は、そもそもニーズの強そうな対象や重要であると思われる内容を項目として列挙していることが多いために、「全体的にどの内容についても必要とされている」、「どの内容も重要であると評価されていた」との結論になりがちであるし、それらの平均値を比較して順位付けをしても、回答者の選好を的確に把握することができていないことがあ

* Tomomi SANAGI 関西学院大学教育学部・教授

** Yuika NAGASE 関西学院大学大学院教育学研究科 博士課程前期課程

る。

こうしたことが生じるのは、人間の選好や判断決定はひとつひとつの要素を独立して評価して結論を導くのではなく、複数の条件を組み合わせながら行っているためである。たとえば、交通手段の選択の際に、料金の高低と快適さの程度を要因として設定し、それぞれを独立して尋ねれば、「安い」方が好まれるし、「快適である」ことが好まれるのは自明であろう。現実には、快適な交通手段は料金が高く、快適ではないが料金は安いのが通例であるので、回答者は自ら有する諸条件（価値基準、希望、要望、好みなど）に照らして提示された条件（＝水準）の組み合わせに応じて、いずれかの条件を優先し、他の条件は妥協するなどして、実際の選択決定の判断をしている。それゆえに料金と快適さを独立して尋ねる方法では、回答者が実際にどの条件を重視して判断しているのかを回答者の思考を反映しながら評価することが難しいのである。

同様に、回答者にニーズのある内容が設問に含まれていないのは論外として、行政機関が利用者に求められるサービスを明らかにしようと様々なサービスの例示をした調査で、「いずれのサービスも必要とされていた」との結果では、どのサービスを優先的に整えれば良いか判断できない。いずれの項目についても高い平均値が得られたような調査では、回答を平均値順に並べても上位のものが「より必要とされている」と結論づけることが妥当な解釈にならないことがしばしばある（真城, 2008）⁸⁾。たとえ統計的に有意差が得られたとしても、的確に回答者の声を反映できていないという問題は多くの自治体関係者が体感してきたことのはずである。例をあげれば、自治体が新しい福祉サービスの提供を開始するに際して、利用者に求められる付帯サービスの優先度を判断しようとして調査を行ったとしよう。そして、実施した調査結果を集計したところ、いずれの付帯サービスへの要望も高く（例：平均値が4.74、4.73、4.76・・・）、どれも求められていることが明らかになったものの、すべてを提供することができずにその中から「送迎サービス」がもっとも要望の平均値が高かったことから、これを提供することにした。ところが、実際に付帯サービスを開始したところ、ほとんど利用がなかったということが起きるのは、（伝統的調査手法において）「相互に独立した」各項目への平均値の高低でニーズ調査を実施

し、解釈するためである。他のどのようなサービスと組み合わせた場合に「送迎サービス」が不可欠となるのかを明らかにできなければ、単独項目で評価してもニーズとのギャップが生じることを避けられない。私たちが複数の選択肢の中から特定のサービス選択を決定する判断の際には、条件要素を一つずつ独自に判断するのではなく、条件の組み合わせによって選択するかどうかを決定しているにもかかわらず、伝統的調査手法では各項目の独立性を担保した項目作成が必要であるために、回答者の思考過程にうまく適合できないという課題があったのである。

これに対して、コンジョイント分析では回答者が複数の条件が組み合わされた対象について判断評価を行えるよう調査票を用意することで、伝統的手法の弱点を克服する。

コンジョイント分析では、各要因を構成する水準の組み合わせで態度対象を具体的に提示し、回答者がどの要因（または水準）に注目して決定したかを相対的重要度（Relative Importance）として明確にする。この特徴がこの分析手法を用いる動機となる。

Luce and Tukey (1964)³⁾によって提案されたコンジョイント分析は、その後、市場調査に応用されて一時期急速に発展した経過をもっている。現在ではマーケティングでの調査手法はより大規模・複雑化・高度化してコンジョイント分析はあまり用いられなくなっているが、福祉や心理学分野での態度研究では伝統的手法による分析の改善に有効な方法である。ニーズや重要度に焦点を当てた調査では、より実際の人間の思考判断を念頭において調査を計画・実施することが可能な手法だからである。コンジョイント分析は、伝統的手法による平均値比較で確率論的に有意差が得られてもそれが回答者の選好を反映できていない場合があるという課題を解決し、よりの確かな分析を可能とする（真城, 2001）⁶⁾。

コンジョイント分析はニーズ調査や重要度への回答者の態度を明らかにする手法としてすぐれた特徴を有しているが、出力される相対的重要度のみでは応用がしにくい弱点もある。それはコンジョイント分析で出力される相対的重要度が組成データ（compositional data）であるため、そのままでは様々な追加的な比較を行うことが困難だからである。部分効用値はそのままクラスター分析や平均値

の比較等を行うことができるが、相対的重要度は回答者がどの要因に注目していたかを直感的に明確にするものの、組成データのままでは追加的な線形演算処理による群間比較ができない。

そこで本論文では、コンジョイント分析で得られた相対的重要度を用いて複数の群間での比較を可能とする応用方法を提示することを目的とした。

II 方法

1. 相対的重要度は組成データであるので、これを Aitchison (1982)¹⁾により開発された中心化対数比変換 (CLR: Centred Log-Ratio transformation) の方法を用いて線形空間に落とし込み、クラスター分析やt検定などの分析に応用する方法について具体例を添えて示した。

2. 回答者ごとに得られる相対的重要度を CLR 変換した値を用いて分散分析により比較を行った。

III CLR 変換した相対的重要度の活用

1. 相対的重要度の群間比較問題

コンジョイント分析を用いる調査者が知りたいのは、実際に提示された内容や条件について、それらの中で回答者が実際に選択するのはどの条件の場合であるのか、いずれの要因は妥協でき、いずれの要因は譲れないのかという行動レベルでの選好である。

コンジョイント分析では、これを相対的重要度と部分効用値という形で表現する。前者は、選好の際に判断のよりどころとした要因の強さを組成データで相対的に示す。後者は、各要因を構成する水準の相対的な関係を表す。

相対的重要度のような組成データは一般的に円グラフで表記するが、コンジョイント分析では回答者がどの要因を特に判断基準にしながら選好したのかを明瞭に表記するために棒グラフで表示する (例: SPSS で出力される平均相対的重要度)。

こうすることで調査者はどの要因が判断に影響しているのかを直感的に把握することができる。しかしながら、このような直感的な把握だけでは、回答者 (群) の比較をしたい場合などに十分な根拠を提示することが難しい。組成データの値は、あくまでも構成要因間での相対的な値に過ぎないためである。

後述する Table 1 のように、相対的重要度は各要

因を相対的に位置づけた組成データである。すなわち、合計が100%となるため、各要素は相互に制約的で相対関係しか意味を持ちえない。たとえば、A, B, C, D の4つの要因がある場合、その組成データの合計は、 $A_i(\%) + B_i(\%) + C_i(\%) + D_i(\%) = 100\%$ のように常に100%になるため、 A_i が増減すれば、 B_i, C_i, D_i の各要素は、いずれかもしくはすべてが相対的に変化することになる制約を受ける。このため通常のユークリッド空間での追加的な線形演算処理を行うことができない。コンジョイント分析の相対的重要度の組成データの表は、要因間の相対的な注目度の違いを直感的に把握するために利用されてきた。

心理学などの分野では、これまで複数セットの組成データの比較のために、独立性の検定として χ^2 検定が利用されてきた。しかしながら、 χ^2 検定はカテゴリカルデータの集計や割合の期待値と観測値のズレを検討するものであるため、各回答者から得られる組成データ自体について比率情報を保持して線形空間で分析することができない。 χ^2 検定でわかるのは、「どこかのセルの値に期待値とのズレがある」という点までである。

χ^2 検定で統計的有意差が確認された場合に行われる多重性を考慮した残差分析 (観測値と期待値の差) を行ったとしても、どのセルの値が期待値から大きく異なっているのかという情報しか得られないし、まして組成データセットをそのまま比較しようとした際にはどの値に期待値とのズレがあるのか適切に説明できないことがある。より詳細な比較を行いたい場合にそれ以上の処理が難しかったのである。

コンジョイント分析の相対的重要度は、回答者個別に要因の組成データを得る。SPSS では回答者ごとの相対的重要度に加えて、平均相対的重要度 (Average Relative Importance) が出力される。これは回答者全体傾向を把握することに便があるが、回答者ごとの組成データを平均したものなので、ゆるやかな傾向把握にすぎないことと、回答者全体の中にいくつかの特徴のある群が混在している場合に平均化されて特徴のある回答者群が埋もれてしまっている、それを抽出することができなかった。類似したプロファイルを手作業でまとめた論文 (真城・高橋・中村, 2002)⁷⁾ もあるが、主観的な解釈の域を出ることができなかった。SPSS で出力され

る組成データの相対的重要度の値はクラスター分析が行えず、傾向の詳細な比較を行うことができなかったためであった。

しかしながら、調査者は回答者がどの要因を重視しているのか、そして、どのような属性のある人がどの要因を重視して選好しているのか把握することをコンジョイント分析を利用する動機としているので、相対的重要度を用いた追加的な分析への志向があるはずである。

そこでコンジョイント分析で得られる相対的重要度を比較するために組成データを線形解析が可能となるように変形する方法が求められる。

2. CLR 変換 (Centred Log-Ratio transformation : 中心化対数比変換)

組成データは、各要因を示す絶対量ではなく、他の要因との比が意味を持つものであるが、対数を用いれば線形空間に表現することができるようになる。

これを利用して Aitchison (1982)¹⁾ は、組成データを対数変換する理論的基盤を開発し、CLR 変換のほか、ALR (Additive Log-Ratio) 変換、そして ISR (Isometric Log-Ratio) 変換を提案した。CLR 変換が基本形で、ALR 変換は特定の要因を基準に固定して他の成分との比をとる方法、ILR 変換は直交座標系に変換して主成分分析などに利用できるようにしたものである。

いずれも比率情報を維持、すなわち組成データの相対性を保持しながら、様々な線形解析手法が可能となる形にする数理的処理である点が特徴である。

この CLR 変換の方法は、コンジョイント分析で得られる組成データである相対的重要度の比較に適している。

1) CLR 変換の定義

CLR 変換の定義は以下の通りである (Aitchison, 1982)¹⁾。

組成ベクトルを X とすると、 $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_D)$

組成データなのでベクトル X の合計は 1 となる (=100%となる)。

D はコンジョイント分析でいえば要因数を示す (4 要因であれば $D=4$ 、3 要因であれば $D=3$)。

$x_i > 0$ かつ $\sum_{i=1}^D x_i = 1$ とすると、CLR 変換の定義

式は以下ようになる。

$$\text{clr}(x_i) = \log \left(\frac{x_i}{g(\mathbf{x})} \right)$$

ここで $g(x)$ は x の幾何平均 (geometric mean) である。

$$g(\mathbf{x}) = \left(\prod_{i=1}^D x_i \right)^{1/D}$$

つまり、CLR 変換は各要因の構成要素をその幾何平均で割った比の対数をとる形となる。CLR 変換を行った後のベクトルは、

$$\text{clr}(\mathbf{x}) = \left(\log \left(\frac{x_1}{g(\mathbf{x})} \right), \dots, \log \left(\frac{x_D}{g(\mathbf{x})} \right) \right)$$

である。なお、対数は自然対数 e である。

変換後のベクトルの合計は 0 となる。

$$\sum_{i=1}^D \text{clr}_i(x) = 0$$

CLR 変換を行えば組成データの和が 1 (100%) となる制約 (= 定数和制約 constant-sum constraint) の影響を取り除くことが可能となる。

幾何平均 $g(x)$ の計算式は、

$$g(x) = (x_1 \times x_2 \times \dots \times x_D)^{1/D} \text{ --- 式(1)}$$

2) CLR 変換の具体例

たとえば、4 要因で構成したコンジョイント分析で出力された相対的重要度が、Table 1 のようであったとする。

Table 1 の各要因の値の総和は、 $21.370 + 17.506 + 41.264 + 19.860 = 100.000$ となることが確認できる。

Table 1 相対的重要度の例

要因 a	21.370
要因 b	17.506
要因 c	41.264
要因 d	19.860

合計 100.000

合計が1となるように100で割ると、それぞれ、0.21370、0.17506、0.41264、0.19860である。

これらを式(1)に当てはめると、

$$g(x) = (0.21370 \times 0.17506 \times 0.41264 \times 0.19860)^{1/4} = 0.23531$$

各要因が組成データ全体の中でどのくらいの大きさであるかを相対的に表記するための式は、 $g(X)$ を分母にした各要因の値なので、

$$\frac{x_1}{g(x)} \quad \frac{x_2}{g(x)} \quad \frac{x_3}{g(x)} \quad \dots \quad \frac{x_D}{g(x)}$$

Table 1 の場合には、

要因 a	要因 b	要因 c	要因 d
0.21370	0.17506	0.41264	0.19860
0.23531	0.23531	0.23531	0.23531

それぞれの自然対数をとって $\log\left(\frac{x_i}{g(X)}\right)$

(※ excel 関数では LN)

要因 a	要因 b
$\log\left(\frac{0.21370}{0.23531}\right)$	$\log\left(\frac{0.17506}{0.23531}\right)$
= -0.09630	= -0.29574
要因 c	要因 d
$\log\left(\frac{0.41264}{0.23531}\right)$	$\log\left(\frac{0.19860}{0.23531}\right)$
= +0.56170	= -0.16965

ここで $\log > 0$ であれば、幾何平均よりも大きいことを表し、 $\log < 0$ ならば幾何平均より小さいことを表す。本例でいえば、4 要因の中で要因 c のみが幾何平均よりも相対的重要度が大きい。つまり、回答者の全体傾向として、4 つの要因の中で要因 c に特に注目して選好したことがわかるのである。

これで要因数を次元とした CLR ベクトルが得られる。本例は 4 要因であるので、4 次元の CLR ベクトルとなる。表記すると、

$$clx(x) = (-0.09630, -0.29574, +0.56170, -0.16965)$$

なお、CLR 変換は組成データを対数化すること

で相互に比較することを可能とするが、要因によっては相対的重要度が 0 の場合がある。対数は 0 をとることができないためそのままでは処理ができない ($\log(0)$ は定義外で極限をとると $-\infty$) が、この場合には 0 の代わりにゼロ補完値 (zero replacement) として極小値 (0.0001 など) を用いて対処できることが Martin-Fernandez ら (2003)⁴⁾ によって証明されている。本研究ではこれにない相対的重要度が 0 の場合には 0.0001 を使用した。

また小数点以下の扱いでわずかな誤差が生じるため、要因数 - 1 個 (例: 4 要因なら 3 個) の要因を定めた上で、残りの一つの要因を計算によって誤差がなくなるように定めるのが適当である。

本例の 4 要因の場合の具体的な処理方法は、

$g(x) = (x_1 \times x_2 \times x_3 \times x_4)^{1/4}$ について、 x_4 を計算する式

$$x_4 = \frac{g(x)^4}{x_1 \times x_2 \times x_3}$$

ということである。つまり、

$$x_4 = \frac{g(x)^4}{x_1 \times x_2 \times x_3} = \frac{x_1 \times x_2 \times x_3 \times x_4}{x_1 \times x_2 \times x_3}$$

以上のようにして SPSS で出力される Table 1 の平均相対的重要度をそのままグラフにした Fig. 1 と、各回答者の相対的重要度を CLR 変換した上で平均値を算出してグラフにした Fig. 2 を例として示した。

相対的重要度の単位は % であるが、CLR 変換後は単位が消失し各群合計値が 0 となる。いずれを選択するかは、組成データの比率をそのまま表記したいなら相対的重要度の百分率表記 (%) のまま (Fig. 1)、要因間の相対性を強調したいなら CLR 変換して表記 (Fig. 2) するとよい。

Fig. 2 で CLR 変換した値において各要因相互の比率関係が保持されていることは、値の合計が 0.0000 となることから確認できる。

$$\begin{aligned} & \text{Inclusivity} (-0.0963) + \text{Diversity} (-0.2957) + \\ & \text{Attended Location} (+0.5617) + \text{Goal} (-0.1697) \\ & = 0.0000 \end{aligned}$$

いずれの図でも 4 つの要因の相対的關係は同じで

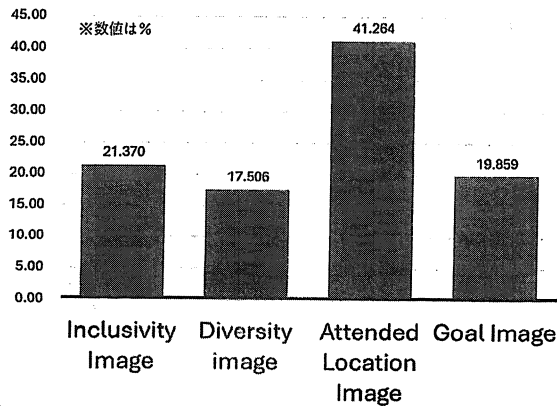


Fig. 1 教職課程大学生のインクルーシブ教育イメージの判断要因（コンジョイント分析による相対的重要度）

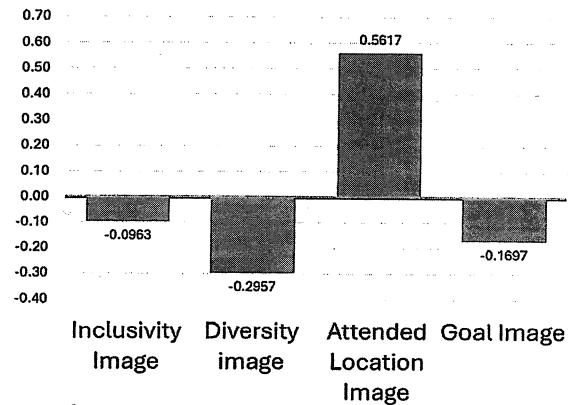


Fig. 2 教職課程大学生のインクルーシブ教育イメージの判断要因（CLR変換後の相対的重要度）

あるが、組成データをそのまま表記した Fig. 1 と比べて、Fig. 2 では4つの要因の幾何平均に対する表現になるので、回答者がどの要因に注目して選好したかがより明瞭に把握できる。

IV 相対的重要度の群間比較例

1. コンジョイント分析を応用した群間比較

相対的重要度のデータをもとに複数群間で平均値比較を可能とするようにCLR変換して実例を示す。各回答者の相対的重要度の情報を分析対象とした。

本論文の目的は、相対的重要度を異なる群間での比較応用をするための例示をすることにあるので、まず前節において、もとの組成データでの表記とCLR変換した後の比較図を提示することで特徴の違いを示した。

次に、CLR変換後の値を用いて複数の群間の相対的重要度を構成する各要因間の平均値の差を検討できることを示す。

2. 調査概要

1) 対象

大学生86名

2) データの収集

2024年5月

3) 質問項目と調査票

インクルーシブ教育に対するイメージを構成する態度要因として設定した「包含性」「集団イメージ」「学習参加の場（統合場面）イメージ」「到達ゴールイメージ」の4要因で構成したコンジョイント分析調査票を用いて、回答者がイメージするインクルーシブ教育のイメージと提示された組み合わせでイ

メージされるインクルーシブ教育に対するイメージとの近似度を評価してもらう態度調査を実施した。

使用した調査票は、もとはSanagi (2014)¹⁰⁾及びSanagi and Matsumoto (2015)¹¹⁾で開発されたインクルーシブ教育に対する理解の特徴を明らかにするためのコンジョイント分析調査票の2019年改訂版である。インクルーシブ教育に関する調査票は、その後、数次の改訂を経て主に国内外の学校教員を対象に様々な分析がなされてきた（e.g. Thet Mon Myat Thuら, 2022¹³⁾など）。

調査票の構成は以下の通りであった。

調査名： インクルーシブ教育に対するイメージ態度の特徴を把握する調査

要因1： 包含イメージ（対象者と環境のいずれが変化するか）

水準： ①特定属性個人を集団に入れる
②集団が広がって特定属性個人を包含する

要因2： 多様性イメージ（障害児だけに注目か or 多様な属性に注目か）

水準： ①障害児が他児と共にいる
②様々な属性のある子の集団

要因3： 学習参加の場（統合場面）イメージ

水準： ①常に一緒に学習
②①と③の混在
③常に別の場で学習

要因4： 最終到達ゴール（目指す将来像）イメージ

水準： ①すべての児童が共にいる
②必要な専門指導の確実な提供

実際の調査票では、各要因からいずれかの水準が一つずつ選択され、様々な組み合わせで評価対象項目が用意される。上記例でいえば、水準の総組み合わせ数は $2 \times 2 \times 3 \times 2 = 24$ となるが、直行計画により実際の調査票は10項目が選定された（項目数は水準数によって異なる）。調査で実際に使用した調査票は巻末資料3として示した。

なお、インクルーシブ教育の概念（真城，2011）⁹⁾に直接関係するのは要因1と2である。要因3はいずれの水準もインクルーシブ教育概念と概念矛盾せずに存在しうる点に注意が必要である。要因3は日本でよくみられるインクルーシブ教育のイメージを統合教育（integration）と同義にとらえてしまう回答者であるかどうかを判別するために設定した要因である。要因4については、インクルーシブ教育は理論的に到達ゴールが存在しない（真城，2021）¹²⁾が、インクルーシブ教育が目指す方向性としてのイメージを把握するために設定した。以上の4要因を構成する水準の組み合わせからなる直交計画により10項目の調査票を使用した。回答に要する時間は5分程度であった。

3. 相対的重要度のクラスター分析による分類とグラフ化

各回答者の相対的重要度を CLR 変換して得られた値をもとに階層的クラスター分析を行い、3群に分類した。3つの群すべての平均相対的重要度をグラフにしたものを Fig.3 として示した。

Fig.3 からは各群に以下の特徴が明らかとなった。

第一群（群1：42名）は4要因全体を見渡してインクルーシブ教育のイメージとの近接具合を評価していた。やや学習参加の場に判断の軸をおいている

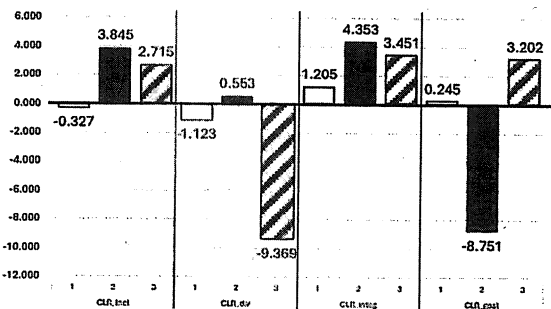


Fig.3 CLR 変換とクラスター分析による平均相対的重要度の比較（3群）
（N=86; group1:42名 group2:25名 group3:19名）

傾向が読み取れた。

第二群（群2：25名）はインクルーシブ教育が目指す将来の姿（要因4）を判断する際にほとんど考慮していない特徴があった。学習参加の場要因と包含性要因の二つでインクルーシブ教育のイメージを有していたことがわかった。

第三群（群3：19名）はインクルーシブ教育のイメージに多様性要因（要因2）をほとんど意識していない特徴のあるグループだった。学習参加の場（要因3）、目指す方向性（要因4）の各要因をもとにインクルーシブ教育のイメージを判断していた。

以上のように CLR 変換をすればクラスター分析を行うことができるようになり、回答者を特徴のある複数の群に分類・整理することができる。こうして得られた分類と回答者の属性や他の指標と対照させた分析を行えば、さらに様々な知見を得ることが可能となる。

4. CLR 変換した平均相対的重要度の群間比較

本研究では Ward 法を用いたクラスター分析を実施したので必然的であるが、この3群について分散分析を実施すれば各要因における各群の平均値の差の検定結果が明確に得られる。通常はクラスター分析による群間での分散分析を実施することはしない（Ward 法は分散をもとに分類するので必然的に統計的有意差が得られるため）が、ここでは相対的重要度を CLR 変換した後の応用比較方法について例示することを目的としているのであえて掲載する。

以下に3群間の分散分析結果を示す。

回答者全員の相対的重要度を CLR 変換した上で、各群の平均相対的重要度の値について多変量分散分析（MANOVA）を行った結果、群間の有意な効果が確認された（Wilks' $\lambda = 0.23$, $F(6, 162) = 150.130$, $p < 0.001$, $\text{partial } \eta^2 = 0.848$ ）。効果量の値から3群の間に大きな平均値の差があると考えられた。

また、Table 2 に示したのは4要因を従属変数として一要因分散分析を行った結果である。各変数において有意な差が認められた（例：CLR_Incl, $F(2, 83) = 53.70$, $p < .001$, $\eta^2 = 0.564$ ）。効果量の値から、いずれの要因においても群間に大きな差があると考えられた。

分散分析結果をふまえ各群間の多重比較の結果をまとめたのが Table 3 である。

Table 2 分散分析結果 (4 要因)

従属変数	F(2, 83)	p	partial η^2
CLR_Incl	53.698	<.001	0.564
CLR_div	75.204	<.001	0.644
CLR_integ	33.645	<.001	0.448
CLR_goal	525.348	<.001	0.927

Table 3 3 群間の多重比較結果

従属変数	群の比較	平均値の差	p値	Cohen's d	
CLR_Incl	群1 vs 群2	-4.172	<.001	2.202	効果量大
	群1 vs 群3	-3.042	<.001	1.724	効果量大
	群2 vs 群3	1.130	n.s.	-0.988	効果量大
CLR_div	群1 vs 群2	-1.676	n.s.	0.524	効果量大
	群1 vs 群3	8.245	<.001	-3.697	効果量大
	群2 vs 群3	9.922	<.001	-3.317	効果量大
CLR_integ	群1 vs 群2	-3.148	<.001	1.753	効果量大
	群1 vs 群3	-2.246	<.001	1.328	効果量大
	群2 vs 群3	0.902	n.s.	-0.855	効果量大
CLR_goal	群1 vs 群2	8.996	<.001	-0.757	効果量大
	群1 vs 群3	-2.957	<.001	2.161	効果量大
	群2 vs 群3	-11.953	<.001	0.616	効果量大

各群の平均値は Fig. 3 に示した CLR 変換した平均相対的重要度の値である。

一部の群間に統計的有意差が認められなかったものもあるが、Cohen の d からすべての群間で大きな効果量が確認された。統計的に有意ではなかったが効果量が大きい群間比較 (CLR_Incl の群 2 と 3、CLR_div の群 2 と 3、CLR_integ の群 2 と 3) については、サンプルサイズが小さかったために有意差検出できなかった可能性が考えられた。

分散分析を実施できたことで、Fig. 3 に示された各群の特徴の違いを統計的な裏付けを添えて説明できるようになったことがわかる。

以上のように、コンジョイント分析で得られた相対的重要度の値を CLR 変換すれば、相対的重要度の組成データ間の比率情報を保持しながら平均値の群間比較をはじめとした様々な詳細な分析結果を添えて考察できるようになることがわかる。このようにして相対的重要度を用いたクラスター分析によって特徴のある群に分類整理したり、相対的重要度の t 検定や分散分析結果を有意水準だけでなく効果量などの値も添えてより説得力のあるものにできる。

Aitchison (1982)¹⁾による CLR をはじめとした変換方法がすぐれているのは、相対比を「差」として表現できる対数の特性を使って、組成データの比率

情報を保ちながら解析可能な形に数理的処理を行った点にある。

巻末資料 1 として Excel で組成データを CLR 変換するための数式の設定例を示した。

V 相対的重要度の群間比較に必要な条件

コンジョイント分析は回答者ごとに相対的重要度と部分効用値を算出するので (相対的重要度は部分効用値の各レンジから計算される)、CLR 変換した相対的重要度や、そのまま線形データとして使える部分効用値をもとに回答者の選好傾向をグループ分けしたり、より詳細な分析を追加的に行うことで様々な知見を得ることができると論じてきたが、コンジョイント分析で得られる相対的重要度や部分効用値の群間比較を行うためには必ず満たさなければならない条件がある。最後にこの注意点について簡潔に述べる。

本論文では、単一の調査で得られたデータを用いてグループ分けや比較を例示したが、異なる調査計画、調査票によるコンジョイント分析で得られた部分効用値やそれをもとに算出される相対的重要度の値は比較することができない。それぞれの相対的重要度や部分効用値は、あくまでも各調査固有のものである点に注意が必要である。

たとえば、本論文の中で例示したインクルーシブ教育イメージを構成する包含性要因に含まれる、ある一つの水準の平均値の値は、別の調査での同じ水準の平均値の値とそのまま比較することは下記の条件を満たす場合を除いて行うことができない。

すなわち、異なる時点や対象者から得られた相対的重要度や部分効用値の比較をするためには、同じ直交計画で生成された同一の調査票 (= 同じ要因、同じ水準、同じ直交計画) を用いて得られたデータであることが必須条件となる。

異なる直交計画モデルにより作成された要因や水準の中に、同じ項目が含まれていたとしても、その水準だけに注目して、その水準の部分効用値や相対的重要度の値を比較することはできないので、必ず同じ構造を持つ調査票を使用しなければならないことに注意が必要である。

先行研究と比較したい場合、その先行研究で用いられたコンジョイント分析調査票があれば、そこから直交計画を読み取ることができるので、それをたとえば SPSS で計画ファイルの形式にしておく。先

行研究と同じ調査票を用いてデータ収集をし、計画ファイル指定してコンジョイント分析を実施する。もしも先行研究で相対的重要度を CLR 変換して平均値と標準偏差が示されていれば、t 検定を行って比較することができる。平均相対的重要度しか提示されていない場合には、本論文で示したような追加の比較分析は行えないが、相対的重要度のプロファイル図から傾向を読み取った範囲での緩やかな考察は行うことができるだろう。

VI おわりに

本論文は、CLR 変換などコンジョイント分析で得られた結果をさらに応用するための方法に焦点を当てたものであり、コンジョイント分析自体の具体的な手法については触れていないので若干の補足をしておく。

コンジョイント分析についてよく心配される点が、調査票の作成についてである。要因を構成する水準の組み合わせで調査票を構成するため、水準数をすべて掛け合わせた組み合わせ数の項目を作成するとたいへんな数の調査項目になってしまうのではないかと懸念や、分析のためのシンタックスを記述する必要があるのではとのハードルを感じているとの声を聞く。前者については、直交配列を用いて各要因水準の実際的な組み合わせを大幅に少なくして回答者の負担を軽減している（本論文での調査票は24通りの組み合わせが直交配列表を利用して10項目に削減された調査票で実施：巻末資料2，3）。

後者については、社会福祉や心理学分野での統計処理によく利用されている SPSS ではコンジョイント分析の実行には分析者が自らシンタックスを記述する必要があるために、他の多くの分析がマウスのクリックのみで実行できることに比して敬遠されてきた。2025年7月の時点でもこの状況は変わらないが、直交計画はシンタックスを記述しなくても SPSS で作成できるし、生成 AI に条件を指示すればコンジョイント分析のためのシンタックスも容易に作成することができるようになった。コンジョイント分析の調査計画の立案や具体的な調査票の作成、さらには具体的な分析方法にいたるまで少しずつ利便が向上している。コンジョイント分析の具体的な計画や調査票の設計については君山 (2021)²⁾ や Rao (2014)⁵⁾ などに理論の基礎から応用まで紹介されており、シンタックスの具体的な記述方法は真

城 (2001)⁶⁾ で解説されているので必要に応じて参照するとよい。

文献

- 1) Aitchison, J. (1982): The Statistical analysis of compositional data. Journal of the royal statistical society. Series B. 44(2), 139-177.
- 2) 君山由良 (2021) コンジョイント分析. データ分析研究所.
- 3) Luce, R. D. and Tukey, J. W. (1964) Simultaneous conjoint measurement: A new type of fundamental measurement. Journal of Mathematical Psychology, 1 (1), 1-27.
- 4) Martin-Fernandez, J. A., Barcelo-Vidal, C., and Pawlowsky-Glahn, V. (2003) Dealing with zeros and missing values in compositional data sets using nonparametric imputation. Mathematical Geology, 35, 253-278.
- 5) Rao, V. R. (2014) Applied Conjoint Analysis. Springer.
- 6) 真城知己 (2001) SPSS によるコンジョイント分析. 東京図書.
- 7) 真城知己・高橋志野・中村章子 (2002) 現職教員の免許状取得ニーズのコンジョイント分析—個別プロフィールによるタイプ分類—. 千葉大学教育学部紀要 (教育科学編), 50, 127-135.
- 8) 真城知己 (2008) 教育分野における調査研究. 発達障害研究, 30(5), 399-403.
- 9) 真城知己 (2011) インクルーシブ教育実験学校の構想—検討課題の設定に向けて—. 千葉大学教育学部研究紀要, 59, 1-6.
- 10) Sanagi, T. (2014) What aspect of inclusive education are emphasized by teachers in Japan? Clute International business and Education Conference in San Francisco 2014.
- 11) Sanagi, T. and Matsumoto, Y. (2015) Teacher's image on inclusive education—classification using conjoint analysis— IJAS international conference for academic disciplines 2015.
- 12) 真城知己 (2021) インクルージョンの概念—学校との関連から—. 石田祥代・是永かな子・真城知己編. インクルーシブな学校をつくる. ミネルヴァ書房, 19-34.
- 13) The Mon Myat Thu・真城知己・關谷武司 (2022) ミャンマーのインクルーシブ教育に対するイメージ. 発達障害支援システム学研究, 20(2), 55-64.

謝辞 サンプル調査に協力して下さった大学生の皆さんに感謝します。

本研究は JSPS 科研費 23K02602 の助成を受けた。




















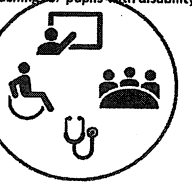
< 巻末資料 3 >





巻末資料 2 の直交計画によるコンジョイント分析調査票の例



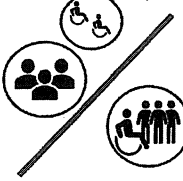

• We set some combination of pictures about the "image of inclusive education."
 Please evaluate each item with combination of four pictures as whether it is "different from your image of inclusive education" or "close to your image of inclusive education" as put a digit from 1 to 5.

How to evaluate items :

Please look at all 10 combinations below. Then please give a score "5" for items that is very close to the image of your inclusive education. And, give a score "1" for items that is very different from the image of your inclusive education. After that, please give a score 2, 3, or 4 as your extent of closeness of the image inclusive education. Higher numbers indicate more close to inclusive education.



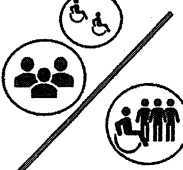

<p>Extended environment include all pupils</p> 	<p>Many diversities in a group</p> 	<p>Separated setting for intensive training</p> 	<p>The goal is all pupils be together in a group</p> 	<p>1 : different from my image of "inclusive education"</p> <p>5 : very close to my image of "inclusive education"</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px;"></div>
<p>Extended environment include all pupils</p> 	<p>A disabled pupil with his/her peer pupils</p> 	<p>Always be together at any lessons</p> 	<p>The goal is all pupils be together in a group</p> 	<p>1 : different from my image of "inclusive education"</p> <p>5 : very close to my image of "inclusive education"</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px;"></div>
<p>A disabled pupil is put into other pupils</p> 	<p>A disabled pupil with his/her peer pupils</p> 	<p>Always be together at any lessons</p> 	<p>The goal is all pupils be together in a group</p> 	<p>1 : different from my image of "inclusive education"</p> <p>5 : very close to my image of "inclusive education"</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px;"></div>
<p>A disabled pupil is put into other pupils</p> 	<p>A disabled pupil with his/her peer pupils</p> 	<p>Separated setting for intensive training</p> 	<p>The goal is certainly to provide intensive and professional teaching for pupils with disability</p> 	<p>1 : different from my image of "inclusive education"</p> <p>5 : very close to my image of "inclusive education"</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px;"></div>
<p>A disabled pupil is put into other pupils</p> 	<p>Many diversities in a group</p> 	<p>Always be together at any lessons</p> 	<p>The goal is certainly to provide intensive and professional teaching for pupils with disability</p> 	<p>1 : different from my image of "inclusive education"</p> <p>5 : very close to my image of "inclusive education"</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px;"></div>

<p>A disabled pupil is put into other pupils</p> 	<p>Many diversities in a group</p> 	<p>In some lessons be together but in other lessons separated</p> 	<p>The goal is all pupils be together in a group</p> 	<p>1 : different from my image of "inclusive education"</p> <p>5 : very close to my image of "inclusive education"</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>
--	--	---	---	--

<p>Extended environment include all pupils</p> 	<p>A disabled pupil with his/her peer pupils</p> 	<p>In some lessons be together but in other lessons separated</p> 	<p>The goal is certainly to provide intensive and professional teaching for pupils with disability</p> 	<p>1 : different from my image of "inclusive education"</p> <p>5 : very close to my image of "inclusive education"</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>
--	--	---	---	--

<p>Extended environment include all pupils</p> 	<p>Many diversities in a group</p> 	<p>Always be together at any lessons</p> 	<p>The goal is certainly to provide intensive and professional teaching for pupils with disability</p> 	<p>1 : different from my image of "inclusive education"</p> <p>5 : very close to my image of "inclusive education"</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>
---	---	---	--	--

<p>A disabled pupil is put into other pupils</p> 	<p>Many diversities in a group</p> 	<p>Always be together at any lessons</p> 	<p>The goal is all pupils be together in a group</p> 	<p>1 : different from my image of "inclusive education"</p> <p>5 : very close to my image of "inclusive education"</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>
--	--	--	---	--

<p>A disabled pupil is put into other pupils</p> 	<p>A disabled pupil with his/her peer pupils</p> 	<p>In some lessons be together but in other lessons separated</p> 	<p>The goal is all pupils be together in a group</p> 	<p>1 : different from my image of "inclusive education"</p> <p>5 : very close to my image of "inclusive education"</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>
--	--	---	---	--