広島経済大学研究論集
第36巻第4号　2014年3月

# 学習意欲向上にむけた講義形態の違いによる選好の分析

堂　本　絵　理*

## 1.　は　じ　め　に

大学の授業をよりよいものにするために，各大学で色々な対策が行われている。限られた授業形態の中で授業改善を行う上で，学生の授業評価や教員の満足度を分析して把握することはとても有用である。

このような学生の授業評価や教員の満足度を測定する手法にアンケート調査がある。アンケート調査により，既存の授業形態のどのような点が，どの程度重視されているのかを分析する事が出来れば，授業改善に役立てる事が出来る。そのような手法の一つに，コンジョイント分析（栗山，2000）（杉原，石井，田中，2003）がある。コンジョイント分析は，心理学者の Luce と統計学者の Tukey（Luce and Tukey, 1964）によって考案された統計手法で，計量心理学と呼ばれる分野で消費者の好みの測定に応用され，商品やサービスマーケティング・リサーチに有用な手法である。

そこで本研究では，コンジョイント分析を用いて授業形態項目の重み付けを行う。この結果をもとにアンケートを行うことにより質の高い授業改善ができると考えられる。

## 2.　コンジョイント分析を用いた授業形態項目の選定

大学の授業改善を行う場合，どのような新しい授業形態がよいのか考えるとする。その選択肢として，テキスト，授業方法，課題の3種類の組合せで，新しい授業形態を考える。テキストには（なし，あり），授業方法には，（プレゼン形式，板書形式），課題には（なし，あり），のそれぞれどちらかが選択できるとする（表1参照）。ここで，テキストや授業方法，課題など組み合わせる項目のことを要因と呼ぶ。そして，テキストなしとテキストあり，プレゼン形式と板書形式，課題なしと課題ありなどの各要因ごとに選ぶ項目のことを水準と呼ぶ。表1の場合，3要因2水準の表ということになる。新しい授業形態を考えるために，組み合わせのコンビネーションを考える。もっとも人気が出そうな組み合わせを一つ選んで授業形態にする。

**表1**　要因と水準

| | | 水準1 | 水準2 |
|---|---|---|---|
| 要因 | テキスト | なし | あり |
| | 授業方法 | プレゼン形式 | 板書形式 |
| | 課題 | なし | あり |

いま，それぞれの要因について2水準が準備されていることになる。その結果，考えられるあらゆるコンビネーションの組合せは $2^3$ の8種類となる（表2参照）。

すべての組合せが提供できればよいが，最も好まれそうなコンビネーション1つだけを選択することとする。そこで，教員が主観的に選んだ結果が表3になったとする。

このような提案は教員の思惑のとおりに学生受けするか不安がある。できればターゲットとする学生から好みの傾向を調査して把握したうえでの決定がいいと思われる。そのためには，

* 広島経済大学経済学部助教

**表2**　考えられる組合せ

| 番号 | テキスト | 授業方法 | 課題 |
|---|---|---|---|
| 1 | なし | プレゼン形式 | なし |
| 2 | なし | プレゼン形式 | あり |
| 3 | なし | 板書形式 | なし |
| 4 | なし | 板書形式 | あり |
| 5 | あり | プレゼン形式 | なし |
| 6 | あり | プレゼン形式 | あり |
| 7 | あり | 板書形式 | なし |
| 8 | あり | 板書形式 | あり |

**表3**　主観的に選んだ結果

| | 選択案 |
|---|---|
| テキスト | あり |
| 授業方法 | プレゼン形式 |
| 課題 | あり |

すべての組合せを示して印象を回答してもらうアンケート調査をすれば，どの要因のどの水準を組み合わせることが最も評価が高い授業形態となるかがわかる。

今回の例では8通りの組み合わせについて調べればよいのでアンケート調査に協力してくれる学生は多いだろう。しかしながら，実際の場合は授業形態を構成する要因が3つで水準が2つとは限らない。コンビネーションに，配布資料（なし，あり）や個別指導（なし，あり）を取り入れたりすることで要因の数が増えてくると，想定する要因の水準全ての組合せについて調査することは難しくなる。例えば，コンビネーションが，テキスト，授業方法，課題，配布資料，個別指導の5要因で各要因に2水準ある場合は $2^5$ で32通りとなる。すべての組合せを示してアンケート調査をすることは困難になる。

このような場合に役立つのが，コンジョイント分析である。コンジョイント分析を使うと，すべての組合せについてアンケートを取る必要がない。特定の限られた組み合わせについて行ったアンケート分析をすることで，アンケートで取り上げていない組合せについての評価を推定する。したがって，多数の組合せの中から，最適な組み合わせをより少ない手間で見つけることができる。

学生が授業形態や内容によって得られる満足度のことを効用という。また，テキストや授業方法，あるいは板書形式やプレゼン形式など，各要因水準ごとの満足度を部分効用といい，組み合わされた授業形態についての満足度を全体効用という。コンジョイント分析では，多くの要因と水準の組合せについて調べる必要があるときに，各要因と水準が評価に及ぼす効用を最小限の組合せ数で効率的に調べる。まず，すべての組合せについてアンケートを取るのではなく，より少ない限られた組み合わせについてアンケートを取る。その上で，各要因水準の部分効用の分析を通じて，アンケートで取り上げられていなかった組合せについても効用を推定することができる。

授業形態を例に，コンジョイント分析の手順を考えると，要因として，テキスト，授業方法，課題があり，それぞれについて水準がテキストなしとテキストあり，プレゼン形式と板書形式，課題なしと課題ありである。つまりすべての組合せを考えると $2^3$ の8通りとなる。

取り上げた要因の水準のすべての組み合わせについて実験を行う場合，要因が多いときの全実験回数は膨大になる。コンジョイント分析は，特定の限られた組み合わせについてアンケートを行うことで，効率よく部分効用を，各水準と要因を割り振ることでアンケートを作成する。直交表には2水準系の $L_4(2^3)$，$L_8(2^7)$，$L_{16}(2^{25})$，…と3水準系の $L_9$，$L_{27}$，$L_{81}$，…，2水準と3水準が混在する $L_{18}$，$L_{36}$，…が準備されている。ここで，$L$ はラテン方格を意味している。

たとえば，7要因で各2水準ある場合は，

128通りの組み合わせが考えられるが，表4を用いることで，表に示された8通りまで減らすことができる。一般に $n$ 個の要因を考えたとき，最も簡単な要因配置法の形式は，各要因すべてが2水準となる場合であり，これを $2^n$ 型要因配置法という。

**表4**　$L_8(2^7)$ 直交配列表

| 組合せ | 列1 | 列2 | 列3 | 列4 | 列5 | 列6 | 列7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 2 | ○ | ○ | ○ | ● | ● | ● | ● |
| 3 | ○ | ● | ● | ○ | ○ | ● | ● |
| 4 | ○ | ● | ● | ● | ● | ○ | ○ |
| 5 | ● | ○ | ● | ○ | ● | ○ | ● |
| 6 | ● | ○ | ● | ● | ○ | ● | ○ |
| 7 | ● | ● | ○ | ○ | ● | ● | ○ |
| 8 | ● | ● | ○ | ● | ○ | ○ | ● |

ここで，コンジョイント分析に関係する直交表の備えている主な特長を，表4の○を1，●を−1に置き換えて考える（表5参照）。まず，任意の異なる2つの列に着目すると全ての水準の組合せが同数回ずつ出現している。この例では，(1, 1)，(1, −1)，(−1, 1)，(−1, −1) がそれぞれ2回ずつ出現していることがわかる。

つぎに，任意の異なる2つの例を抜き出して

**表5**　1と−1に置き換えた $L_8(2^7)$ 直交配列表

| 組合せ | 列1 | 列2 | 列3 | 列4 | 列5 | 列6 | 列7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | −1 | −1 | −1 | −1 |
| 3 | 1 | −1 | −1 | 1 | 1 | −1 | −1 |
| 4 | 1 | −1 | −1 | −1 | −1 | 1 | 1 |
| 5 | −1 | 1 | −1 | 1 | −1 | 1 | −1 |
| 6 | −1 | 1 | −1 | −1 | 1 | −1 | 1 |
| 7 | −1 | −1 | 1 | 1 | −1 | −1 | 1 |
| 8 | −1 | −1 | 1 | −1 | 1 | 1 | −1 |
| 成分 | $a$ | $b$ | $ab$ | $c$ | $ac$ | $bc$ | $abc$ |

内積を計算すると全て0となり，直交していることがわかる。内積は各列のそれぞれの要素の積をとり和をとるもので，例えば，列1と列2の内積は $1\times1+1\times1+1\times(-1)+1\times(-1)+(-1)\times1+(-1)\times(-1)+(-1)\times(-1)=0$ となる。このとき，相関行列を求めると7×7の単位行列（表6参照）となることがわかる。

さらに，表5の最後の行に成分が表記されているが，成分 $ab$ を与える列3の要素は成分 $a$ を与える列1と成分 $b$ を与える列2の各列の要素の積となっている。例えば，例1（成分 $a$）と例2（成分 $b$）の要素ごとの積は $1\times1=1$, $1\times1=1$, $1\times(-1)=-1$, $1\times(-1)=-1$, $(-1)\times1=-1$, $(-1)\times(-1)=1$, $(-1)\times(-1)=1$ となり列3（成分 $ab$）となる。ちなみに同じ成分の掛け算は1とすることで，列1（成分 $a$）と列3（成分 ab）から列2（成分 $a^2b=b$）が得られることがわかる。

**表6**　相関行列

| | 列1 | 列2 | 列3 | 列4 | 列5 | 列6 | 列7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 列1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 列2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 列3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 列4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 列5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 列6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 列7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

成分での表示は，二つ以上の要因水準が絡み合って生じる影響を考慮する必要があるときに役立つ。例えば，ある組合せの評価が，個々の評価の和より良かったり悪かったりすることがある。この複数の要因水準の相互作用による影響を，交互作用と呼ぶ。コンジョイント分析では交互作用はないものとして分析するため，通常においては意識する必要がない。

しかしながら，要因における水準数直交表で

準備されているより多い場合は成分により交互作用を考慮した変形が必要になる。

表2に示したテキスト，授業方法，課題について，直交表への割り付けを行う。3要因で各要因に2水準ある場合で，$L_4(2^3)$ 直交配列法を用いることになる（表7参照）。

**表7**　$L_4(2^3)$ 直交配列表

| 番号 | 列1 | 列2 | 列3 |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 2 | 2 |
| 3 | 2 | 1 | 2 |
| 4 | 2 | 2 | 1 |
| 成分 | *a* | *b* | *ab* |

各水準を割り付けした結果は表8のようになる。

**表8**　割り付けした結果

| 番号 | テキスト | 教材 | 課題 |
|---|---|---|---|
| 1 | なし | プレゼン形式 | なし |
| 2 | なし | 板書形式 | あり |
| 3 | あり | プレゼン形式 | なし |
| 4 | あり | 板書形式 | あり |

コンジョイント分析では2つ以上の要因水準が絡み合って生じる影響（相互作用）を考慮せずに単独の要因水準の影響（主効果）のみに着目した分析をしていることがわかる。そのため，学生の評価値（全体効用）が各要因の水準に対する評価値（部分効用）の足し合わせで得られると仮定することで，学生の選考を分析する。

例えば，ある学生が部分効用として，テキストがなしであることに100の価値と評価して，ありであることを150の価値と評価しているとする。この時，授業方法と課題がなんであるかについては全く考慮せず，ただテキストに着目して判断する。同様に，授業方法にプレゼン形式であることに120，板書形式であることに80と評価して，課題がなしであることに90，ありであることに70と評価しているものとする。組合せの全体効用と選好順序は表9のようになると考えられる。ここで，カッコ内は部分効用を示している。

実際には，部分効用はあらかじめわかっていないので，アンケート調査の結果から推定する必要がある。3要因で各要因に2水準ある場合であるので，$L_4(2^3)$ 直交配列法を用いることになる（表7参照）。

4通りの組合せを抽出して要因水準を表10の様に割り付けアンケート調査をすれば，どの要因のどの水準を組み合わせることが最も評価が高い授業形態となるかが推測できる。いま，授業形態番号1，4，6，7の組合せが抜き出されていることがわかる。

回答欄には5段階（1：よくない，2：まぁ

**表9**　部分効用と選好順序

| 番号 | テキスト | 授業方法 | 課題 | 全体効用 | 選好 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | なし（100） | プレゼン形式（120） | なし（90） | 310 | 4 |
| 2 | なし（100） | プレゼン形式（120） | あり（70） | 290 | 6 |
| 3 | なし（100） | 板書形式（80） | なし（90） | 270 | 7 |
| 4 | なし（100） | 板書形式（80） | あり（70） | 250 | 8 |
| 5 | あり（150） | プレゼン形式（120） | なし（90） | 360 | 1 |
| 6 | あり（150） | プレゼン形式（120） | あり（70） | 340 | 2 |
| 7 | あり（150） | 板書形式（80） | なし（90） | 320 | 3 |
| 8 | あり（150） | 板書形式（80） | あり（70） | 300 | 5 |

表10　アンケート調査票の例

| テキスト | 授業方法 | 課題 | 解答欄 |
|---|---|---|---|
| なし | プレゼン形式 | なし | 1，2，3，4，5 |
| なし | 板書形式 | あり | 1，2，3，4，5 |
| あり | プレゼン形式 | あり | 1，2，3，4，5 |
| あり | 板書形式 | なし | 1，2，3，4，5 |

まぁよくない，3：普通，4：まぁまぁよい，5：よい）などで評価した値などを記入してもらい，ターゲットとする学生からできるだけ多くアンケートを回収して，平均を算出するなどして好みの傾向を調査して把握した上での分析が望まれる。

## 3.　数量化Ⅰ類による部分効用の推定

いまアンケート調査により，各組合せに対する学生の評価値あるいは選好順序が得られており，それらの平均が表11の様に得られたとする。

表11　アンケート調査票の例

| テキスト | 授業方法 | 課題 | 得点 |
|---|---|---|---|
| なし | プレゼン形式 | なし | 3.10 |
| なし | 板書形式 | あり | 2.50 |
| あり | プレゼン形式 | あり | 3.40 |
| あり | 板書形式 | なし | 3.20 |

コンジョイント分析では計量データではなく計数データであることから，各要因水準をカテゴリーデータ化するために0または1のダミー変数に置き換えて分析を行うことになる（表12参照）。

このとき，例えばテキストにおいて，テキストなしが1であるときは，テキストありは必ず0と決まってしまうことから，多重共線性の問題に対処するために各要因ごとに1つの水準について削除をすることに注意しなければならない。そのため，数量化Ⅰ類による分析にかけるデータは表13の様になる。

表13　数量化Ⅰ類分析用データ

| テキストなし | プレゼン形式 | 課題なし | 得点 |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 3.10 |
| 1 | 0 | 0 | 2.50 |
| 0 | 1 | 0 | 3.40 |
| 0 | 0 | 1 | 3.20 |

回帰分析の結果は，得点＝3.00－0.50×（テキストなし）＋0.40×（プレゼン形式）＋0.20×（課題なし）で与えられることがわかる。多重共線性の問題に対処するために削除されていたテキストあり，板書形式，課題ありに対する回帰分析は0と考える。

回帰分析の結果を表13に適用すると表14のようになる。要因水準から得点を推定するモデル式が得られると，アンケート調査のリストに載せていなかった授業形態番号2，3，5，8の組合せに対する得点も算出できることがわかる。

これらの結果では，直交表の活用によりアンケート調査のリストから削除され，数量化Ⅰ類の分析において考慮されていなかった授業形態

表12　カテゴリーデータ

| テキスト | | 授業方法 | | 課題 | | 得点 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| なし | あり | プレゼン形式 | 板書形式 | なし | あり | |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3.10 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2.50 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3.40 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3.20 |

表14 部分効用と選好順序

| 番号 | テキスト | 授業方法 | 課題 | 全体効用 | 選好 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | なし（−0.50） | プレゼン形式（0.40） | なし（0.20） | 3.10 | 4 |
| 2 | なし（−0.50） | プレゼン形式（0.40） | あり（0） | 2.90 | 6 |
| 3 | なし（−0.50） | 板書形式（0） | なし（0.20） | 2.70 | 7 |
| 4 | なし（−0.50） | 板書形式（0） | あり（0） | 2.50 | 8 |
| 5 | あり（0） | プレゼン形式（0.40） | なし（0.20） | 3.60 | 1 |
| 6 | あり（0） | プレゼン形式（0.40） | あり（0） | 3.40 | 2 |
| 7 | あり（0） | 板書形式（0） | なし（0.20） | 3.20 | 3 |
| 8 | あり（0） | 板書形式（0） | あり（0） | 3.00 | 5 |

番号２，３，５，８の組合せに対する推定された得点，ならびに推定された得点から導かれる選好順序は表９と変わらなかった。

さらに，テキストなしよりテキストあり，板書形式よりプレゼン形式，課題ありより課題なしが好まれている傾向は把握できている上，その好まれ具合の差の程度の違いにより，アンケート調査では提示されていない授業形態番号５の組合せであるテキスト（あり），授業方法（プレゼン形式），課題（なし）の組合せが最も評価がよいことが示されていることがわかる。

各要因が全体効用に及ぼす影響度を，各要因内の水準の最大値と最小値の差の絶対値で与えるものとすると，メインの影響度は $|0-(0.5)|=0.5$，授業方法の影響度は $|0.4-(0)|=0.4$，課題の影響度は $|0.2-(0)|=0.2$であることがわかる。つまり，テキストの選択をどれにするかによって，最も全体効用が影響を受けることを示している。

コンジョイント分析を行う手順をまとめると次のようになる。

Step1. 解析の目的に応じて，目的変数と説明変数の内容を決める。目的変数としては選好の程度，説明変数としては要因と水準となる。

Step2. 必要があれば水準数に対応できるように直交表を調整する。

Step3. 用いる直交表の相関行列が単位行列となっていることを確認する。

Step4. 直交表に従って要因と水準の割り付けを行う。

Step5. アンケートを作成し，配布，選好の程度などの情報を収集する。

Step6. 説明変数をカテゴリー化し０，１のダミー変数で表し，１要因につき１水準を削除する。

Step7. 回帰分析を行い，部分効用を推定してモデル化する。

Step8. 結果を解釈する。

## 4. おわりに

本研究では，コンジョイント分析を用いた授業形態項目の重みづけを行った。これまですべての授業形態に対してアンケートを行う場合，量が膨大でアンケートを行うことが困難であったが，提案した手法により，より授業改善に役立つ分析ができるようになった。また，コンジョイント分析で選定した授業形態をもとにラフ集合（堂本，2013）を用いてルール抽出を行い，ファジィDEA で分析することにより，より質の高い授業改善を行うことが考えられる。

**謝辞**：本研究は JSPS 科研費25350309の助成を受けたものです。

## 参 考 文 献

Luce, R. D. and Tukey, J. W.（1964）Simultaneous Conjoint Measurement: A New Type of Fundamental Measurement, Journal of Mathematical Psychology, 1, pp. 1–27.

栗山浩一（2000）「コンジョイント分析」，大野栄治編著『環境経済評価の実務』，勁草書房，pp. 105–122.

杉原一臣，石井博昭，田中英夫（2003）『ラフ集合による新しいコンジョイント分析の提案』日本知能情報ファジィ学会誌，Vol. 15, No. 4, pp. 421–428.

堂本絵理（2013）『ICT 利用によりデータ収集ならびに感性時系列データ分析』広島経済大学研究論集，Vol. 36, No. 2, pp. 91–99.

星野敦子，北原俊一，新行内康慈，安達一寿，綿井雅康，牟田博光（2007）『段階評価における項目の重み導入による三次元的分析の試み—大学における授業評価分析を事例として—』日本評価研究，Vol. 7, No. 1, pp. 105–116.