

# 経営学科学生の数学教育環境に関する選好分析

白田 由香利\*

## 要旨

本論文では、経営学科における数学授業を改善するため、学生が考える理想の数学教育環境に関する選好を分析する。手法は、経営学科の数学関連の授業の受講者を対象に、アンケート調査を行い、コンジョイント分析を行った。結果として、学生は、「少し分からないときの質問方法」、次に「全く理解できないときの指導法」を最重要視していることが明らかになった。属性「少し分からない時の質問方法」に関しては、「授業中に先生に質問」の効用値が高く、「院生によるヘルプデスク」は低かった。属性「全く理解できない時の指導法」に関しては、「指定テキスト、ドリル」の効用値が高く、「e-Learning」は低かった。この調査より、最重要属性は「少し分からないときの質問方法」であることが示唆された。

## 1. はじめに

本論文では、経営学科における数学授業を改善するため、学生が考える理想の数学教育環境に関する選好を分析する。

近年、多くの大学において学生による授業評価が行われており、本学においても2006年度より実施されている<sup>i</sup>。授業評価の目的はその結果を元に、授業改善が行われることであるが、アンケートは現在行われている授業に対する評価を主目的とする。本調査の目的はこれとは異なり、学生にとって好ましい理想の数学教育環境を明確化することである。調査項目には、実施が困難なものが含まれているが、質問では、そのような制約の無い状況下を想定して回答してもらった。

本調査は、大学全体で行う授業評価のアンケート調査とは別に、筆者が担当している以下の講義の受講者の協力を得て2008年6月から7月にかけて実施した。

経営数学1(経営学科の1年生が主)

経営入門演習(1年生のみ)

情報マネジメント(配当年次3年,4年)

経営学特殊講義(経営数学基礎1)(配当年次3年,4年,大学院生)

分析にはコンジョイント分析を利用した。コンジョイント分析はマーケティング・リサーチの分野で新製品コンセプトを開発する際に利用されてきた分析手法であるが、昨今では教育や

\* 学習院大学 経済学部 経営学科, 〒171-8588 東京都豊島区目白1-5-1, yukari.shirota@gakushuin.ac.jp

i 学習院大学ファカルティ・ディベロップメント推進委員会, 2006(H18)年度授業評価アンケートの集計結果の速報, [http://www.gakushuin.ac.jp/univ/hyoka/fd\\_eval/2006\\_eval.html](http://www.gakushuin.ac.jp/univ/hyoka/fd_eval/2006_eval.html) (2008年11月4日アクセス)

福祉の分野でも活用されている[1, 2], [3]。

コンジョイント分析法では、商品の仕様を記述する変数を属性と呼び、属性と属性の取りうる値を水準と呼んでいる。水準の組合せがひとつの製品コンセプトに対応する。そして回答者に複数のコンセプトを提示し、コンセプト間の選好順位を決めてもらう。被験者が多数のコンセプトに選好順位を与えることで、被験者自身も気づいていなかった選好に対する属性の効用関数（part worth function）が発見可能となる[4]。

本論文では、数学教育環境に関する学生選好に関しコンジョイント分析を行ない、その結果を報告する。次節では、分析モデル、つまり設定した属性とその水準について説明する。第3節では、コンジョイント分析のためのアンケート調査票について説明する。第4節は、分析の結果である。第5節はまとめとする。

## 2. 分析モデル

今回の分析で設定した属性および属性水準を説明する。アンケートに際し、導入する属性数が多過ぎると回答者の学生は比較が困難になり、回答の信頼性が落ちるという問題が発生する。そこで、以下の5属性とした。各属性は3個あるいは2個の水準をもつ。

1. 少し分からないときの質問方法
  - \* e-Learning システムでFAQを探す。  
(ビデオ教材で回答。24時間可)
  - \* ヘルプデスクで院生が答えてくれる。  
(24時間対応ではなく、時間は限定される)
  - \* 授業中に先生に質問して解決する。
2. 全く理解できないときに指導を求める方法
  - \* e-Learning システムで講義の動画を見る。  
(ビデオ教材で視聴。24時間可)
  - \* 指定テキストと指定ドリルがあり、それにそってやればよいようになっている。
  - \* 先生に自分にあった勉強方法を個別に指示してもらいたい。  
(短い時間となることは仕方がない)
3. 授業内容順序
  - \* 問題を解く時間が最初にあり、あとから解説を聞く。
  - \* 解説があり、その中で先生が問題を解く。
4. ワークドリルの時間配分
  - \* 授業中にワークドリルの時間を増やしてほしい。
  - \* 授業時間にはドリルは少なく、宿題にしてほしい。
5. 能力別編成クラスの是非
  - \* 能力別クラスがよい
  - \* 分けられるのは嫌だ

上記の属性はいずれも筆者自身、学生がどのような回答をするのか予想がつかないので、是非調査したいと感じた質問項目である。ここで仮定した教育形態について、いくつかの水準について説明が必要と思われるので説明する。

まず、属性「少し分からないときの質問方法」と、属性「全く理解できないときに指導を求める方法」の違いを説明する。数学という課目の場合、各人のバックグラウンドが他の課目に比べ、大きく異なる。高校数学で履修してきた科目の違い、大学受験科目として数学を選択したか否かの違い、などにより、習熟度の個人差が大きい。そのため、授業が全く理解できない、という状況が頻繁に起こりやすい。そのような全く分からない状況に対する指導方法と、少し質問して聞けば分かるという状況での指導方法は質的に異なるものが必要である、と筆者は考えた。

属性「少し分からないときの質問方法」の水準について説明する。まずe-Learningシステムとして想定しているものは、24時間、インターネットを通じてアクセス可能なものである。動画のビデオデータベースを想定している。動画とは、教師が講義している様子、およびプレゼンテーション画面の動画、コンピュータ画面の動画などである。現在の技術では、動画に対して半自動的にインデックスキーなどを付加することが可能である[5, 6]。これらの技術を導入することにより、将来は講義の動画に対してキーワード検索を行うことが可能となる。例えば、「微分のチェインルール」というキーワードで検索を行うことで、微分のチェインルールを説明するビデオ教材がヒットし、コンピュータ画面上でそのビデオ教材を視聴可能となる。

アンケートに際しては、このような将来的な技術の可能性までを含めて、水準「e-Learningシステム」の説明を行った。

次に水準「ヘルプデスク」について説明する。ヘルプデスクとは、コンピュータではなく、生身の人間が対話的に相手をしてくれる質問方法である。大学教員ではなく、数学に習熟した大学院生が質問に答えてくれるような場を想定した。チューター制度とも呼ばれている方式である。これを仮にヘルプデスクと呼ぶ。例えば学生が課題を家でやっていて分からないときでも、ヘルプデスクに行けば、院生が問題解決を手伝ってくれる。

本学科の数学教育に、上記のようなビデオデータベースに基づくe-Learningシステムが、導入されているわけではない。あくまでも仮想の環境である。また、ヘルプデスクも現在は導入されていない。ヘルプデスクについては、経済学部として2009年度より実施する計画がある。

分析モデル中、2番目の属性「全く理解できないときに指導を求める方法」とは、学生が全く講義の内容を理解できず、途方にくれた状態であるときの支援方法に関する属性である。まずe-Learningであるが、上記のe-Learningの活用法と違うところは、分からない箇所が殆ど全てであることである。上記のように少なければ、ピンポイントの少ない量の説明で解決できる。しかし、全く理解できない状況では、講義のビデオを初めから体系づけて見ていく必要がある。本モデル作成にあたっては、状況・目的に応じて、教材コンテンツも違う動画を想定している。また、これは回答者の学生にも説明している。

2番目の水準「指定テキスト・ドリル」について説明する。これは「学習の指針を示した質の高いテキストさえあれば、自分のペースで学習可能となり、結果として講義が理解できるようになるであろう」という仮説のもと、設定した水準である。

モデル作成時において、全く理解できない状況で学生は何を好ましいと思うかは、教師としては是非とも知りたい点であった。学生が積極的に独学で学ぼうとするタイプであれば、e-Learningおよび指定テキストの効用値が高くなるであろうと、筆者は予測した。一般的に見て、受動的態度であれば、即、教師に聞きに来るであろう。しかし反面、学生が受動的であっても、全く分からない状況下では、教師に質問をすること自体が困難であり、負荷が大きいので、

「先生に自分にあった勉強方法を個別に指示してもらいたい」は選択されにくいのではないかと予測した。分析結果は、後述するように、「指定テキスト、ドリル」の効用値が高く、ついで「先生に個別に相談」、そして「e-Learning」は低かった。

属性「授業内容」は、始めにドリルを解かせてから解答を説明したほうが、理解が容易であるか否かを問う属性である。資格取得のための予備校などでは、問題を解くことを重視し、まず問題を提示し解かせてから、説明に入ることが多いと思われる。経営数学教育の場合、従来からの大学講義のように体系づけてじっくりと物事を講義する形態が望まれるか、あるいは、ゴールとなる問題を先に解かせて後から説明をするほうが望まれるのか、を分析するために設けた属性である。前者の場合でも、問題を解くという時間は十分含む、と仮定している。

属性「ワークドリルの時間配分」は、宿題の有無についての設問である。問題を解かせることをワークドリルと呼んでいる。ワークドリルは授業中にしたほうがよいか、宿題にしたほうがよいか、という問題である。

属性「能力別編成クラスの是非」は、文字通り、能力別にクラス分けをしたほうが望ましいか否かを問っている。過去の学生へのアンケートの結果を見ると、「高校で数学Ⅰしか履修してこなかったのが難しい。もう少し前段階の講義を別途作ってほしい」という意見があった。これはクラス別編成賛成の代表的意見と言えよう。

さて、コンジョイント分析ではモデルに対して、各属性は互いに独立でなくてはならない、という制約がある[7]。本モデルにおいては、属性間に関連はなく、互いに独立である。宿題、ドリルに関する属性として、「授業内容順序」と「ワークドリルの時間配分」がある。「ワークドリルの時間配分」は宿題の量の問題であり、「授業内容順番」ではその量のいかんにかかわらず、一定量の問題を授業内で解くときの順序に注目しているのであるから、関連は無い。よって属性は互いに独立である。

本節の最後に、モデルからはずした属性について述べる。コンジョイント分析の性質から、属性数は一定数に押える必要がある。そのために以下の属性はモデルから削除した。

- ・クラスの数
- ・教材：(1)板書中心,(2)プレゼンテーション中心

まず、クラスの規模であるが、学生に聞くまでもなく少人数が望まれると思ったからである。アンケートでは、50人以上の、いわゆる立ち講義を想定して質問を行っている。アンケートを実施したクラスのうち、立ち講義は経営数学Ⅰのみで、他の3クラスは10人程度の少人数クラスで、一人1台のコンピュータを備えたITルームで行っている。後者の3クラスを受講者も殆どが1年生の際、経営数学Ⅰを履修しており、この経営数学Ⅰが学科内の経営数学の基礎的科目と言えるので、暗黙として、学生が第一にイメージする数学の授業とは「経営数学Ⅰ」であると考えられる。

属性「教材」は、星野がコンピュータ・リテラシーの授業のコンジョイント分析の際、使っている属性である[3]。その結果としては、プレゼンテーションの方が板書に比較して効用値が高かった、とある。筆者もコンピュータ・リテラシーを講義する際は、教材はプレゼンテーションとしている。しかし、数学とコンピュータ・リテラシーの授業は、教える内容の質に違いがある。数学では、経営数学の問題を解きながらも、演繹的推論などのシステムティックな考え方を教えることを重視する。よって式の変形などは板書を使い、教師が考えつつ、式を書

いている様子を見せることも重要である，と考える。よって，学生は両者の適切な併用を望むであろうと推察して，この属性をモデルからはずした。

### 3. コンジョイント分析の方法

第2節で記述した5個の属性から構成される分析モデルに対してコンジョイント分析を行う。

属性水準の組合せ其々のセットをコンセプトと呼ぶが，属性数やその水準数が多いとコンセプトの数も増える。コンセプト数が多いと回答者の負担が増大し，結果の信頼性が低くなるので，コンセプト数は多すぎではいけない。そのために直行化計画を用いてコンセプトの数を減らす。今回のモデルでは，直行化計画を行った結果，コンセプト数は16個に減らすことができた。

この16個のコンセプトを1枚ずつ紙カードにして，回答者がコンセプトカード全体に望ましい順に順位を与える，という順序型の質問方法を取った。本来はコンセプトカードを作りそれを回答者に渡して比較検討を行ってもらわなければならないが，実施の容易性を考慮し，また実施時間の短縮のため，A4サイズの用紙に16個のコンセプトをリストアップし，比較検討してもらった（図1参照）。

図1 分析のためのアンケート用紙

CARD	少し分からない時	全くお手上げ時	授業内容	ワークドリル	能力別 クラス	好き嫌いで 2つに分ける	好きな順位
1 授業中質問	先生に自分用の指示	先に解説	授業中にする	賛成	好き	嫌い	[ ]
2 e-Learning	e-Learning	先に問題	授業中にする	反対	好き	嫌い	[ ]
3 授業中質問	e-Learning	先に問題	宿題にする	反対	好き	嫌い	[ ]
4 授業中質問	指定テキスト	先に問題	授業中にする	賛成	好き	嫌い	[ ]
5 e-Learning	指定テキスト	先に解説	宿題にする	賛成	好き	嫌い	[ ]
6 e-Learning	指定テキスト	先に解説	授業中にする	反対	好き	嫌い	[ ]
7 授業中質問	e-Learning	先に解説	宿題にする	反対	好き	嫌い	[ ]
8 e-Learning	先生に自分用の指示	先に問題	授業中にする	反対	好き	嫌い	[ ]
9 ヘルプデスク	e-Learning	先に解説	授業中にする	賛成	好き	嫌い	[ ]
10 e-Learning	e-Learning	先に解説	授業中にする	反対	好き	嫌い	[ ]
11 ヘルプデスク	指定テキスト	先に問題	宿題にする	反対	好き	嫌い	[ ]
12 e-Learning	e-Learning	先に問題	宿題にする	賛成	好き	嫌い	[ ]
13 e-Learning	先生に自分用の指示	先に問題	宿題にする	賛成	好き	嫌い	[ ]
14 e-Learning	e-Learning	先に解説	宿題にする	賛成	好き	嫌い	[ ]
15 ヘルプデスク	先生に自分用の指示	先に解説	宿題にする	反対	好き	嫌い	[ ]
16 ヘルプデスク	e-Learning	先に問題	授業中にする	賛成	好き	嫌い	[ ]

アンケートに先立ち，分析モデルの説明を回答者の学生に対して筆者自身で行った。想定しているe-Learningシステムの用法などについては，特に詳しく説明した。

「少し分からない場合の望ましい質問の形態は？」「全く理解できない場合の望ましい指導の形態は？」というような質問に対して，アンケート用紙のコンセプトをイメージすることは容

易ではない。回答者は、ひとつのコンセプトをイメージするためだけでも、自分がいつもどのように数学を学習しているのか、そして質問されているコンセプトではどのような環境に変わるのかを、時間的及び空間的に各種の場面を想像しながら考える必要がある。よって回答に際して、かなり集中力を要する。

筆者が回答する場合でも、コンセプト数は16個が限界と感じた。16個の比較検討はかなりのワーキングメモリを必要とする。その負荷緩和のため、好き嫌いのマーク欄を設定した(図1参照)。好き、嫌いで、始めに2つのグループにコンセプトを分類することで、一度に比較検討するコンセプト数を半分の8個に減らすことができるからである。

回答数は78であるが、未記入等の理由で無効な回答があったため、分析に用いたデータ数は57である。アンケートを実施した4つのクラスの履修者には、かなり重複があるが、回答は一人一回として重複を除いた。

#### 4. 分析結果と考察

図2に、各属性の部分効用値ならびに寄与率を示す。寄与率とは、属性の中で、どの属性が選好を決定するに当たり重要な要素となっているかを表す、特定属性の重視度であり、一般的には(1)効用値の振幅による算出方法、(2)効用値の分散の比による算出方法の2種類がある[8]。本分析では、(2)を用いた。

ピアソンの相関係数は、観測順位(被験者による選好順位付け)と、推定順位(推定された部分効用から導き出される順位)との間の相関係数である。1に近いほど、分析結果が妥当であると解釈できる。本分析では0.938であり、妥当であることが分かる。また、ケンドールの順位相関係数とは、順位変数に関する相関係数である。1に近いほど、妥当であると解釈できる。本分析では、0.717であり、妥当であることが分かる。

各属性の寄与率を見ると、以下の順となり、属性「少し分からないときの質問方法」及び「全く理解できないときの指導法」が、寄与率、30.12%、及び25.91%と、他に比べて高い寄与率となっている。

少し分からないときの質問方法	30.12%
全く理解できないときの指導法	25.91%
能力別編成クラス	17.09%
授業内容の順番	13.82%
ワークドリルの時間配分	13.06%

部分効用値は正の値を示している水準が、選好度が高いと解釈する(図2参照)。

属性「少し分からない時の質問方法」に関しては、「授業中に教師に質問」の効用値が高く、ついで「e-Learning」は中間的位置であり、「院生によるヘルプデスク」は低かった。この結果から学生は、「少し分からないときの質問方法」として院生によるヘルプデスクは、e-Learningよりも選好度が低いことが明らかになった。ヘルプデスクを開設する場合には、そのことを理解し、ヘルプデスクのシステム作りに配慮する必要があるかもしれない。

属性「全く理解できない時の指導法」に関しては、「指定テキスト、ドリル」ついで「教師に個別に相談」の効用値が高く、「e-Learning」は低かった。この結果から、全く理解できない

学生の指導法としては、質の高いテキストが望まれていることが分かる。

属性「能力別編成クラス」は、寄与率17.09%で、第3番目に重要視されている。能力別編成に関しては、賛成のほうが反対よりも効用値が高かった。また、「授業内容の順番」に関しては、0.03とわずかではあるが、従来通りの「解説から問題」というほうが、効用値が高かった。属性「ワークドリルの時間配分」は、「授業中にしてほしい」が、効用値が高かった。

最後に、全く理解できないときの指導法として、「e-Learningシステム」の効用値が低かったことについて、考察を行う。私はe-Learningシステムの研究者であり、自分でもシステム構築を行い、授業に用いている[9-13]。私はe-Learningシステムは、教育にかかるコストと教育内容の質とのバランスを考えた上での妥協点となる解決策であると考えている。理想的な教育環境とは、少人数クラスの教師との対話による教育と日々考えているので、その点では、「先生に個別に相談」のほうが「e-Learning」よりも効用値が高いという今回の結果に対しては、納得し、また安堵した。

次に「指定テキスト・ドリル」と「e-Learningシステム」を比較する。e-Learningシステムの利便性として、繰り返し学習が可能なこと、高いレベルの教育コンテンツを24時間、どこからでもアクセス可能であることがあげられるが、「指定テキスト・ドリル」においても、それらは実現可能である。特に数学のe-Learningシステムでは、数式の入力の問題も存在するので、テキストの利便性のほうが高いものと言えるだろう。今回の調査から、e-Learningシステムの発展は顕著ではあるが、まだ手軽さと利便性の点では、「指定テキスト・ドリル」のほうが効用値が高い、と学生は考えていることが示唆された。

## 5. まとめ

本論文では、経営学科における数学授業を改善するため、学生が考える理想の数学教育環境に関する選好を分析した。今回の調査により、本学経営学科の学生の数学の授業に対する要望をコンジョイント分析により定量化することができた。分析手法としては、経営学科の数学関連の授業の受講者を対象に、アンケート調査を行い、コンジョイント分析を行った。

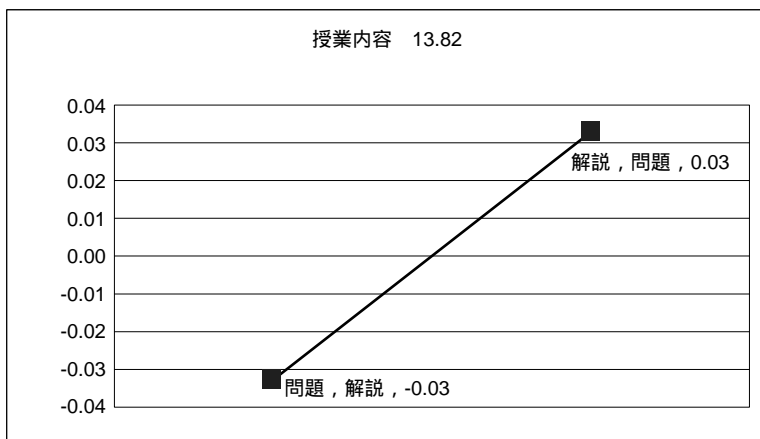
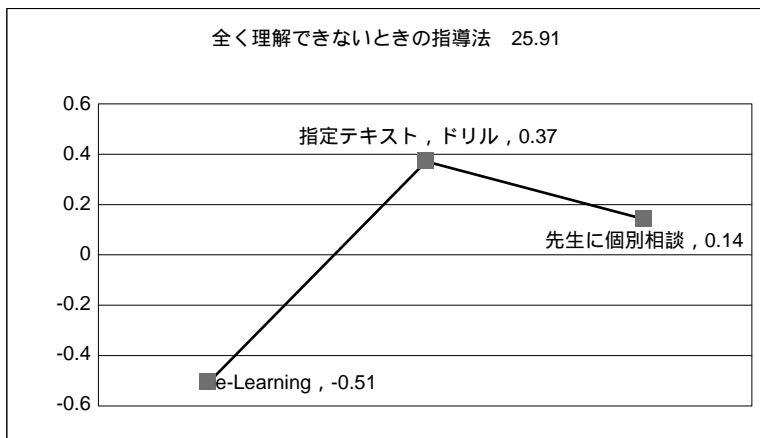
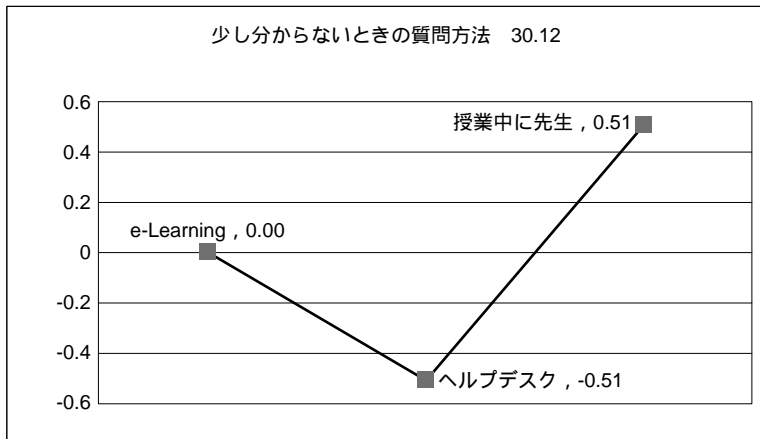
結果として、学生は、「少し分からないときの質問方法」を最重要視し、それに関しては「授業中に先生に質問」の効用値が高く、逆に「院生によるヘルプデスク」が低かった。次に重要視されている属性「全く理解できない時の指導法」に関しては、「指定テキスト、ドリル」について「教師に個別に相談」の効用値が高く、「e-Learning」は低かった。この結果から、全く理解できない学生の指導法としては、質の高いテキストが望まれていることが分かった。属性「能力別編成クラス」は、第3番目に重要視されている。能力別編成に関しては、賛成のほうが反対よりも効用値が高かった。

結論としては、学生が最も重要視する方策は、「少し分からないときの質問方法」であり、それに関しては、従来通りの「授業中に先生に質問」の効用値が高いことが明らかになった。

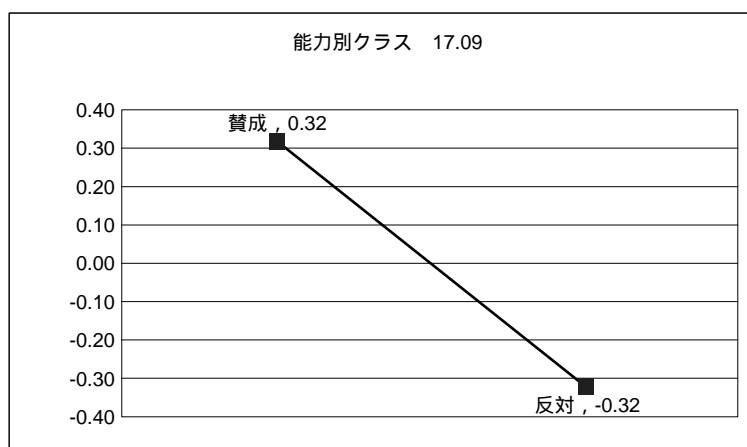
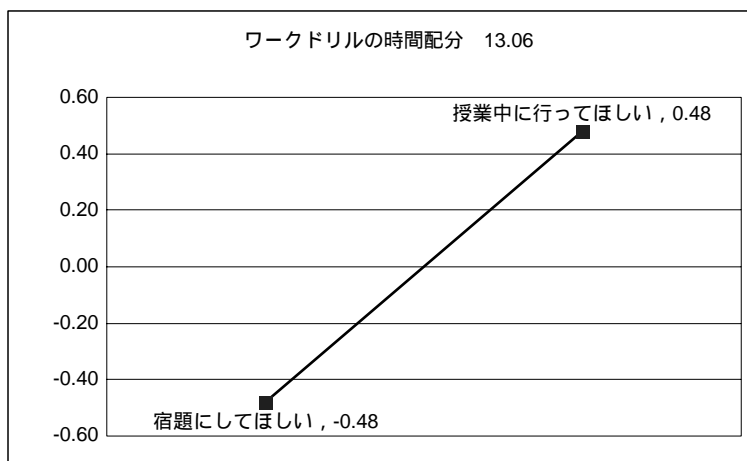
## 謝辞

稿を終えるにあたり、データ分析を手伝ってくれた白田ゼミの植木悠莉子さんに感謝いたします。また、貴重な授業時間にアンケート調査に協力してくれた学生の皆様に、改めて感謝いたします。

図 2：部分効用値と寄与率







### 参考文献

- [1] 真城知己, “大阪府下の特殊教育諸学校教員の大学における教育免許状取得への要望に関する調査,” 日本発達障害学会 編/日本発達障害学会, vol. 20, no. 3, pp. 91-97, 1998.
- [2] 真城知己, *SPSSによるコンジョイント分析 - 教育・心理・福祉分野での活用法*, 東京図書, 2001.
- [3] 星野敦子, 北原俊一, 安達一寿 他, “大学における授業評価と授業改善の連携: コンジョイント分析を活用して”, 日本教育情報学会第20回年会論文集, vol. 20, pp. 138-141 2004.
- [4] 上田徹, “コンジョイント分析の理論と課題” *AHPとコンジョイント分析*, 木下栄蔵, 大野栄治(編), pp. 123-158, 現代数学社, 2004.

- [5] 仲野亘, 小林隆志, 勝山裕 他, “ 講義・講演シーン検索におけるスライドおよび音声中の検索語出現状況に基づくレーザーポインタ情報のフィルタリング ”, *情報処理学会研究報告, データベース・システム研究会報告, 社団法人情報処理学会 (e-Learning, 夏のデータベースワークショップDBWS 2006)*, vol. 2006, no. 77, pp. 7-13, 2006.
- [6] 山崎裕紀, 岩野公司, 篠田浩一, 古井貞熙 他, “ 講義音声認識における講義スライド情報の利用 ”, *電子情報通信学会技術研究報告, NLC, 言語理解とコミュニケーション*, vol. 106, no. 442, pp. 43-48, 2006.
- [7] 朝野熙彦, *入門 多変量解析の実際 (第2版)*, 講談社, 2000.
- [8] 星野朝子, “ 製品コンセプトの魅力度の数量的把握:コンジョイント分析による選好構造解析 ”, *品質 社団法人日本品質管理学会*, vol. 24, no. 3, pp. 28-34, 1994.
- [9] 白田由香利, “ 数学用Web教材の効率的生成方法 ”, *日本経営数学会誌, 日本経営数学会*, vol. 27, no. 2, pp. 71-81, 2005.
- [10] Y. Shirota, “A Semantic Explanation and Symbolic Computation Approach for Designing Mathematical Courseware,” in *Proceedings of the Third International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing*, IEEE Computer Society, 2005, pp. 158-165.
- [11] 白田由香利, “ 経済最適化問題を例とする数学Web教材自動作成システム ”, *学習院大学経済論集*, vol. 41, no. 1, pp. 1-15, 2004.
- [12] 白田由香利, “ アクセスビリティと開発コストを重視したマルチメディア教育支援システムの構築 ”, *日本経営数学会誌, 日本経営数学会*, vol. 25, no. 2, pp. 127-140, 2003.
- [13] 白田由香利, “ 数学用Web教材自動生成のための教材内容の意味に関するXMLタグ定義 ”, *学習院大学経済論集*, vol. 41, no. 4, pp. 281-294, 2005.