

# AHP/ANP を利用した予備校教員の指導力評価

東京理科大学 工学部 経営工学科

松井大祐

## 目次

1. はじめに .....	- 2 -
2. AHP と ANP の概要 .....	- 2 -
2.1 AHP の概要 .....	- 2 -
2.2 ANP の概要 .....	- 3 -
3. 予備校の教員の評価 .....	- 3 -
3.1 研究目的 .....	- 3 -
3.2 アンケート概要 .....	- 4 -
3.3 研究内容 .....	- 4 -
4. 結果 .....	- 6 -
5. 今後の課題 .....	- 8 -
6. おわりに .....	- 8 -
参考文献 .....	- 9 -
付録1 アンケートについて .....	- 10 -
付録2 S-Plus に用いたコマンド .....	- 13 -

## 1. はじめに

近年、教員の質が問題にとり立たされることが多くなっている。教員の質を問われるのは予備校も同じである。常に生徒に対し良い教育を提供し、学力を向上させることが役割である。経営者はできるだけ教員の指導力を把握し、教員に対し不足な部分があれば、教育を行うことが教員の質の維持・向上につながるのではないかと考えられる。経営者が教員を評価すればいいのだが、経営者は常に教員の授業を見ているわけではない。その中で、経営者の主観だけで評価すれば、経営者と生徒との間に評価のずれが生じてしまう可能性がある。また、教員の担当教科によって評価に差がでる可能性もある。

本研究では1971年にsaatyによって提唱されたAHP(Analytic Hierarchy Process)/ANP(Analytic Network Process)を用いることで、経営者、教員、生徒の意見を一つにまとめることができるので、予備校の教員評価を行うのにAHP/ANPを利用することにした。ANPを利用することで、評価を受ける教員の意見を取り入れることができる[3]。

従来では、生徒からの評価のみを用いていたが、教員同士はお互いのことを授業以外にも見ている。教員と生徒の双方からの評価をみる、また生徒によっては得意教科については良い評価をすることが考えられるため、生徒の得意教科についても考察する。評価に生徒の評価だけでなく、教員同士の評価を加えることで、生徒と教員間の評価の食い違いを小さくできると考える。そのため、教員の評価に対しての不満を減らすことができるのではないかと考える。予備校教員は生徒の評価が重要になる。そこで、教員の生徒の評価と教員同士の評価を合わせることで、予備校の教員評価を行う。

## 2. AHPとANPの概要

### 2.1 AHPの概要

AHP(Analytic Hierarchy Process)は、Saatyによって提案された意思決定モデルである。構造は総合目的、評価基準、代替案に分けられる階層構造になる。評価基準ごとに代替案を評価し、それらを統合してもっとも望ましい代替案を見つけるためのモデルである。

AHPの分析手順を以下に述べる

1. 総合目的、評価基準、代替案の三要素で階層構造を構成する。
2. 各レベルの要素間の重み付けを行う。 $n$ を対象の比較要素とすると意思決定者は、 $n(n-1)/2$ 個のペア比較をすることになる。
3. 各レベルの要素間の重み付けが計算されると、この結果を用いて階層全体の重み付けを行う。これにより、総合目的に対する各代替案の優先順位(プライオリティ)が決定される。

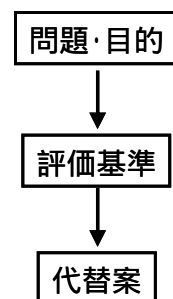


図1:階層構造

## 2.2 ANP の概要

ANP (Analytic Network Process) は、ネットワークを形成する問題に対処するために AHP を拡張した理論であり、AHP を提唱した Saaty 教授によって開発されたものである。AHP では、評価基準が代替案を評価していただけであったが、ANP では、評価基準、代替案の区別をしないで、相互評価する。ANP では、この関係を超行列 (Super Matrix) と呼ばれる特殊な行列で表現し、この超行列の右側に超行列をかけ合わせるという操作を何度も繰り返す。その結果、超行列は一定の値に収束する。[2]

ANP の分析手順を以下に述べる

1. ネットワーク構造を作成する。そして、評価基準と代替案の重要度を AHP により算出する。
2. ネットワーク構造から超行列  $S$  を作成する。
3. 超行列  $S$  の累乗の極限は一定の行列  $S^\infty$  に収束しかつその列ベクトルはすべての同一のベクトルとなる。つまり

$$\lim_{t \rightarrow \infty} S^t = S^\infty = [s, s, \dots, s]$$

このベクトル  $s$  の各成分が各対象の総合評価を与える[2]。

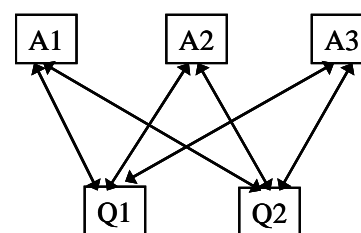


図2: ネットワーク構造の一例

本研究では、ANP のネットワーク構造が強連結であるので、その場合の特徴を述べる。

超行列  $S$  が既約行列である場合の解法は

$$Sx = x \tag{1}$$

をみたす  $x = [x_1, \dots, x_n]^T$  の各成分  $x_i$  の対象  $i$  が総合評価を与えるというものである。これを ANP の基本方程式と呼ぶ。超行列  $S$  は確率行列であるから、その最大固有値は1である。(1)の式の解  $x$  は  $S$  の主固有ベクトルである。そこで、 $S$  が既約行列であれば、ANP の解析は“超行列  $S$  の主固有ベクトルを求めればよい”ということになる[2]。

## 3. 予備校の教員の評価

### 3.1 研究目的

AHP/ANP を利用して経営者、教員、生徒のアンケートから教員の指導力評価を行う。予備校の特徴としては、校舎が複数あり、経営者が一つの校舎にいない。校舎では経営者とよりも教員同士、生徒と顔を合わせるが多い。生徒からの評価は重要であるが、それとともに、教員同士の評価もまた重要であると考えた。評価では、生徒からの評価だけではなく、教員同士の評価も加える。教員は、教員同士の評価を加えることにより、教員が評価をされるだけという不満を減らすことも考える。また、担当教科が生徒の得意でない教科であれば、教員の評価が低くなってしまわないかという仮定のもとに、生徒の得意科目と総合評価についての考察を行うことを目的と

する。

### 3.2 アンケート概要

アンケート対象は A 予備校の B 校舎の中学生 86 名、教員 4 名と経営者 1 名を対象とした。A 予備校では、中学生は 5 教科を受講しており、各担当教員を知っているため、教員評価を行いやすいとの観点から対象とした。中学生の構成は 1 年 20 名、2 年 30 名、3 年 36 名となり、週 2 回 4 教科(1 教科 50 分)の授業を行っている。

A 予備校では、1 つの校舎に 4 人の教員を配置している。授業は通常、英語・数学・理科・社会を行っている。そのため、4 人の教員を対象とした。試験前などの対策期間では、数学・英語の教員が国語を教えている。

アンケート形式は、一対比較アンケートという形をとった。

アンケート内容

経営者：教員の指導力評価を行う場合に“教育への熱意”と“教え方の巧さ”のどちらを重要視して評価を行うか。

教員：どの学年の生徒からの評価を重要視したいと考えているのか、また、“教育への熱意”“教え方の巧さ”について自分と他教員、他教員同士について。

生徒：どの先生が“教育への熱意”があるか、“教え方が巧い”か、またどの教科が得意なのか、学年についてである。

アンケートは付録参照。

### 3.3 研究内容

教育の指導力の評価を行うことを目的とする。はじめに、経営者との相談の上、指導力の評価基準は、“教育への熱意”と“教え方の巧さ”と決定した。これらの評価基準で、B 校舎の 4 人の教員 ( $t_1, t_2, t_3, t_4$ ) を評価するという図 1. の構造を作成した。

また“教育への熱意”と“教え方の巧さ”については、評価を行うのが生徒であるため、そのための構造は図 2 のようになる。アンケート対象は、A 予備校の B 校舎の中学生 86 名(1 年 20 名、2 年 30 名、3 年 36 名)、教員 4 名と経営者 1 名である。

経営者が教員の指導力評価を行うに伴い、アンケートより“教育への熱意”と“教え方の巧さ”のどちらの評価基準を経営者が重要視しているのかを数値化した。方法は、一対比較行列(2)の固有方程式から最大固有値とその固有ベクトルを求め、その成分和が 1 である主固有ベクトル  $[w_1, w_2]^T$  の第 1 成分  $w_1$  を“教育への熱意”、第 2 成分  $w_2$  を“教え方の巧さ”のウエイトとして与えた。

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 1/3 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{bmatrix} = \lambda \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

よって図 1 の図のように, “教育への熱意”が 3/4, “教え方の巧さ”が 1/4 のウエイトとなった.

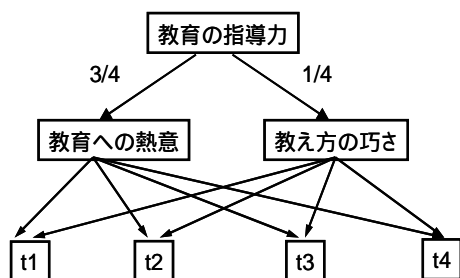


図 3: 評価の階層構

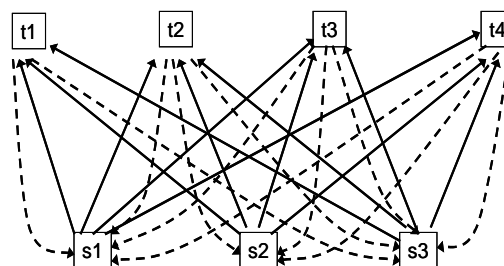


図 4: 教員と生徒の相互評価構造

図 4 より, (3), (4)の超行列  $S$  を作成する. この超行列の主固有ベクトルを求めると以下のようになる.

$$S_{\text{熱意}} = \begin{matrix} & t1 & t2 & t3 & t4 & s1 & s2 & s3 \\ \begin{matrix} t1 \\ t2 \\ t3 \\ t4 \\ s1 \\ s2 \\ s3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0.442 & 0.419 & 0.448 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.109 & 0.130 & 0.078 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.244 & 0.303 & 0.285 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.205 & 0.148 & 0.189 \\ 0.333 & 0.584 & 0.143 & 0.258 & 0 & 0 & 0 \\ 0.333 & 0.281 & 0.143 & 0.105 & 0 & 0 & 0 \\ 0.333 & 0.135 & 0.714 & 0.637 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3)$$

$$S_{\text{巧さ}} = \begin{matrix} & t1 & t2 & t3 & t4 & s1 & s2 & s3 \\ \begin{matrix} t1 \\ t2 \\ t3 \\ t4 \\ s1 \\ s2 \\ s3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0.443 & 0.342 & 0.392 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.117 & 0.167 & 0.093 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.243 & 0.321 & 0.299 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.197 & 0.167 & 0.216 \\ 0.333 & 0.584 & 0.156 & 0.258 & 0 & 0 & 0 \\ 0.333 & 0.281 & 0.185 & 0.105 & 0 & 0 & 0 \\ 0.333 & 0.135 & 0.659 & 0.637 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (4)$$

表 1: 生徒の評価値

	t1	t2	t3	t4
教育への熱意	0.4394	0.099	0.2774	0.1842
教え方の巧さ	0.3951	0.1179	0.2875	0.1995

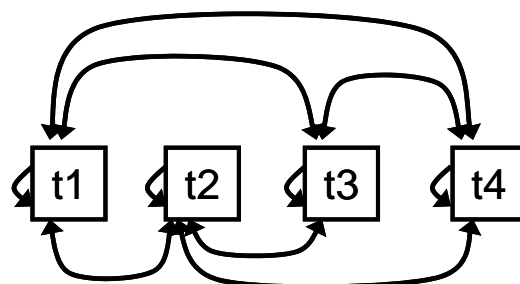


図 5：教員同士の評価構造

また教員同士の評価も図 5 の評価構造よりアンケートから重要度を求める。

表 2，教員同士の評価値

	t1	t2	t3	t4
教育への熱意	0.517	0.0844	0.1998	0.1988
教え方の巧さ	0.376	0.2596	0.2337	0.125

ここで、生徒からの評価と教員同士の評価が算出する。経営者に生徒と教員どちらの評価をどれだけ重要視するのかというアンケートを行い、一対比較行列から主固有ベクトルを求めた結果、生徒からの評価 0.875、教員同士の評価 0.125 という重要度となった。この重要度から教員への“教育への熱意”と“教え方の巧さ”についての評価値を算出、そして、最後に総合評価値を求める。ANP では以下のような超行列の主固有ベクトルの算出を行う。

$$S_{\text{総合評価}} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.75 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.25 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.4491 & 0.3927 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.0972 & 0.1356 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.2677 & 0.2808 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.1860 & 0.1909 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$\begin{matrix} & t1 & t2 & t3 & t4 \\ [1 & 0.75 & 0.25 & 0.4350 & 0.1068 & 0.2710 & 0.1872] \end{matrix}$$

#### 4. 結果

今回の分析では、以下のような結果が得られた。

B 校舎での教員の順位は t1(英語)“0.4350”>t3(理科)“0.2710”>t4(社会)“0.1872”>t2(数

学)“0.1068”のようになった。

ここで、生徒の得意科目のアンケート結果と総合評価値との考察を行う。

得意教科についてのアンケートは付録に載せた。結果は数学 0.257 > 社会 0.217 > 理科 0.215 > 英語 0.206 の順に生徒が得意な教科になる。

表 3：教員情報と分析結果

	担当教科	年齢	勤務年数	総合評価	生徒の得意教科
t1	英語	43	18	0.435	0.206
t2	数学	48	17	0.107	0.257
t3	理科	42	15	0.271	0.215
t4	社会	27	5	0.187	0.217

表 4：評価値の相関係数

	年齢	勤務年数	総合評価	熱意(生徒)	巧さ(生徒)	熱意(教員)	巧さ(教員)
年齢	1.000	0.956	0.070	0.068	0.034	0.008	0.731
勤務年数	0.956	1.000	0.357	0.354	0.318	0.295	0.889
総合評価	0.070	0.357	1.000	1.000	0.992	0.961	0.679
熱意(生徒)	0.068	0.354	1.000	1.000	0.995	0.953	0.670
巧さ(生徒)	0.034	0.318	0.992	0.995	1.000	0.923	0.618
熱意(教員)	0.008	0.295	0.961	0.953	0.923	1.000	0.683
巧さ(教員)	0.731	0.889	0.679	0.670	0.618	0.683	1.000

表 4 より、勤務年数と総合評価には弱相関になっている。経営者は“教育への熱意”を重要視している。教員同士の評価では、勤務年数と教え方の巧さに強相関があるが、生徒の評価と勤務年数との間の相関は弱い。また年齢と総合評価値が 0.070 と相関がほとんどない。生徒は“教育への熱意がある教員”“教え方の巧い教員”の評価を行うときに、年齢や勤務年数は大きな影響は与えない。

生徒の得意教科と教員の総合評価値を関係が図 5 である。B 校舎では、生徒が得意な教科ほど、総合評価値が低くなっている。教員の評価は“教育への熱意”が 3/4 のウエイトを占めているので、教え方というよりも、数学の教員から教育への熱意があまり感じられないと生徒は感じている。

t2 の教員の“教育への熱意”の評価は表 2(生徒の評価)では 0.099、表 3(教員同士の評価)では 0.084 となり、評価が低い。

生徒は得意科目をさらに伸ばし、得意でない教科の学力向上を目的としている。得意でない教科の教員評価が高いことは、得意でない生徒に対していい影響を与えていることになる。



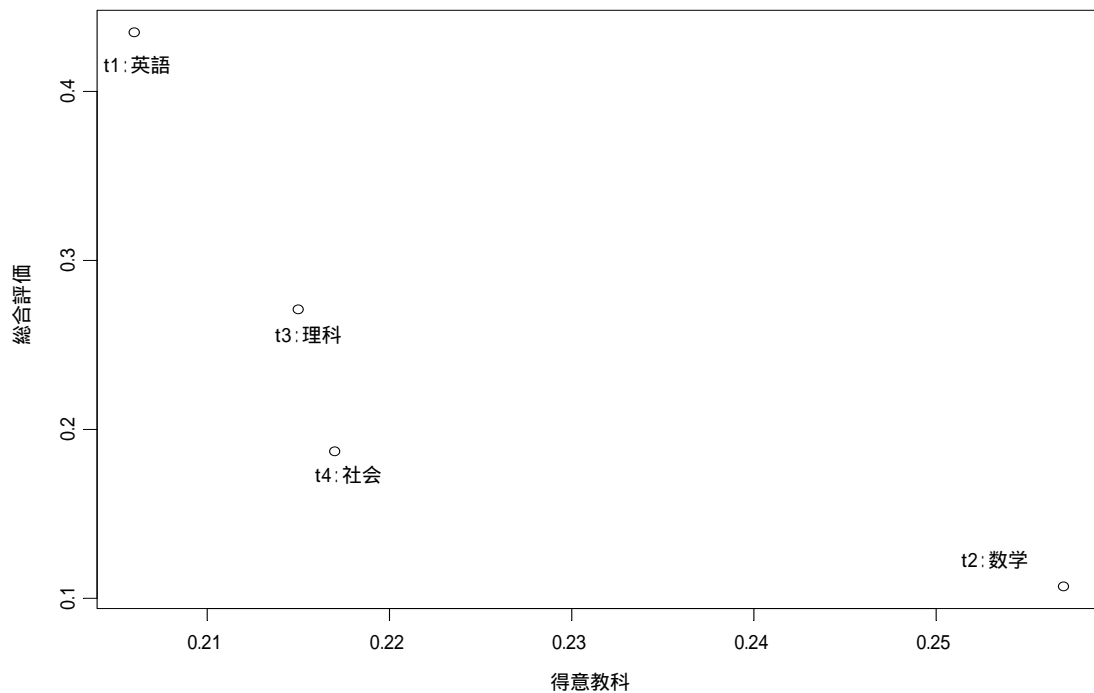


図6: 教員評価と生徒の得意科目 (B校舎)

## 5. 今後の課題

本研究では、B 校舎の生徒を各学年に分けて分析を行った。生徒に対して、“教育への熱意”と“教え方の巧さ”について教員を評価してもらった。しかし、この熱意や巧さという基準は生徒によって違う。そこで、生徒にどのような評価基準で教員を評価したのかがアンケートから分かれば、生徒が教員に何を求めているのかが分かり、今後の教員指導にいい形で結びつく。また、生徒の中には、予備校に入って間もない生徒もいるので、生徒に対しても予備校に入ってどのくらい期間がたったのかを考慮することができるといい。

予備校教員は、いくつかの校舎で授業をしているので、校舎ごとに評価が異なると予想される。その場合の評価をどのようにして扱うかが今後の課題となる。

## 6. おわりに

今回 S-plus を固有値・固有ベクトルを求めるために使用した。通常、行列の大きさにもよるが 30 分くらいの時間がかかるところ算出方法は非常に簡単であった。“eigen”だけで固有値・固有ベクトルを求めることができたのは分析する上でよかった。AHP/ANP では確率行列のため、その最大固有値は 1 である。超行列の主固有ベクトルを求めればいいだけであった。

## 参考文献

- [1]木下栄蔵:「入門 AHP」,日科技連,(2000).
- [2]木下栄蔵:「AHP の理論と実際」,日科技連,(2000).
- [3]関谷和之:「ANPを組み込んだAHPの適用」,オペレーションズ・リサーチ,Vol48, No4,(2003).
- [4]高橋馨郎:「AHP から ANP への諸問題 ~ 」,オペレーションズ・リサーチ,Vol43, No.1-6 (1998).

# 付録1 アンケートについて

アンケート  
「教育面の査定」の下であなたは次のどちらを重要視していますか？  
重要視するのはどちらですか？  
教育に対する熱意

経営者用

極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら 極めてこちら

教育する巧さ

---

評価値について重要視するのはどちらですか？  
生徒の評価

教員同士の評価

極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら 極めてこちら

---

ご協力ありがとうございました。  
教員用アンケート(A)  
例)

t1先生用

中学1年生 中学2年生

極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら 極めてこちら

①

各学年では、それぞれグループとしての特徴(授業内容や授業に対する姿勢)が違うので、先生方の考えをお聞きしたいと思います。

「教育の熱意について」  
次のうちどちらの学年の生徒からの評価を重要視したいと考えていますか？

中学1年生 中学2年生

極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら 極めてこちら

---

中学1年生 中学3年生

極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら 極めてこちら

---

中学2年生 中学3年生

極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら 極めてこちら

「教え方の巧さについて」  
次のうちどちらの学年の生徒からの評価を重要視したいと考えていますか？

中学1年生 中学2年生

極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら 極めてこちら

---

中学1年生 中学3年生

極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら 極めてこちら

---

中学2年生 中学3年生

極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら 極めてこちら

他教員と自分・他教員同士の評価を行ってください  
教育への熱意について

自分のほうが熱意があると感じる

t2先生のほうが熱意があると感じる

極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら 極めてこちら

---

自分のほうが熱意があると感じる

t3先生のほうが熱意があると感じる

極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら 極めてこちら

---

自分のほうが熱意があると感じる

t4先生のほうが熱意があると感じる

極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら 極めてこちら

---

t2先生のほうが熱意があると感じる

t3先生のほうが熱意があると感じる

極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら 極めてこちら

---

t2先生のほうが熱意があると感じる

t4先生のほうが熱意があると感じる

極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら 極めてこちら

---

t3先生のほうが熱意があると感じる

t4先生のほうが熱意があると感じる

極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら 極めてこちら

教え方の巧さについて

自分のほうが教え方について巧いと感じる  
 極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら t2先生のほうが教え方について巧いと感じる  
 極めてこちら

自分のほうが教え方について巧いと感じる  
 極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら t3先生のほうが教え方について巧いと感じる  
 極めてこちら

自分のほうが教え方について巧いと感じる  
 極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら t4先生のほうが教え方について巧いと感じる  
 極めてこちら

t2先生のほうが教え方について巧いと感じる  
 極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら t3先生のほうが教え方について巧いと感じる  
 極めてこちら

t2先生のほうが教え方について巧いと感じる  
 極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら t4先生のほうが教え方について巧いと感じる  
 極めてこちら

t3先生のほうが教え方について巧いと感じる  
 極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら t4先生のほうが教え方について巧いと感じる  
 極めてこちら

ご協力ありがとうございました。

アンケート

生徒用

例)

先生の方が熱意が感じられる  
 極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら 極めてこちら 先生の方が熱意が感じられる

教育に対する熱意についての質問

1)  
 t1先生の方が熱意が感じられる  
 極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら t2先生の方が熱意が感じられる  
 極めてこちら

t1先生の方が熱意が感じられる  
 極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら t3先生の方が熱意が感じられる  
 極めてこちら

t1先生の方が熱意が感じられる  
 極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら t4先生の方が熱意が感じられる  
 極めてこちら

t2先生の方が熱意が感じられる  
 極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら t3先生の方が熱意が感じられる  
 極めてこちら

t2先生の方が熱意が感じられる  
 極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら t4先生の方が熱意が感じられる  
 極めてこちら

t3先生の方が熱意が感じられる  
 極めてこちら 非常にこちら かなりこちら すこしこちら 同じくらい すこしこちら かなりこちら 非常にこちら t4先生の方が熱意が感じられる  
 極めてこちら



重要性の尺度	定義
1	同じくらい重要
3	すこし重要
5	かなり重要
7	非常に重要
9	極めて重要
2,4,6,8	補助的に用いる

図 7：一対比較法に用いる重要度の尺度

## 付録2 S-Plus に用いたコマンド

### 固有値・固有ベクトルを求めるコマンドと算出結果

#### 教員の熱意の固有値・固有ベクトル算出

```
> eigen(SDF4)
```

```
$values:
```

```
[1] 0.99999996 -0.99999996 -0.12880801 0.12880801 0.03111925 -0.03111925 0.00000000
```

```
$vectors:
```

```

          V1          V2          V4          V3          V6          V7          V5
1 0.7046683 -0.7649685 0.06891666 -0.03121161 0.59951274 2.2165272 -4.065469e-001
2 0.1587919 -0.1723801 -0.23745900 0.10754261 -0.59711591 -2.2076656 3.630606e-001
3 0.4448722 -0.4829410 0.21982190 -0.09955496 -1.50933327 -5.5803289 7.606516e-001
4 0.2953212 -0.3205925 -0.05127952 0.02322394 1.50693629 5.5714668 -7.171652e-001
5 0.4674789 0.5074823 0.75758172 0.34310056 0.79142534 -2.9260693 -4.024558e-016
6 0.3739654 0.4059666 0.13727007 0.06216813 -0.82427337 3.0475155 -7.632783e-017
7 0.7622092 0.8274334 -0.89485188 -0.40526872 0.03284802 -0.1214462 4.510281e-016
```

#### 教え方の巧さの固有値・固有ベクトル算出

```
> eigen(SDF2)
```

```
$values:
```

```
[1] -0.9394044+0.00000000i 0.9394044+0.00000000i 0.0000000-0.18006310i
[4] 0.0000000+0.18006310i 0.0000000-0.08067256i 0.0000000+0.08067256i
[7] 0.0000000+0.00000000i
```

```
$vectors:
```

```

          V2          V1          V4          V3
```

```

1 -0.7725794+0i 0.7380288+0i -0.1913566+4.336809e-018i -0.1913566-4.336809e-018i
2 -0.2321190+0i 0.2217384+0i -0.0024937+1.084202e-018i -0.0024937-1.084202e-018i
3 -0.3300757+0i 0.3153144+0i 0.4006440+1.517883e-018i 0.4006440-1.517883e-018i
4 -0.3881582+0i 0.3707994+0i -0.1855670+2.168404e-018i -0.1855670-2.168404e-018i
5 0.5800777+0i 0.5541361+0i 0.0000000-2.810021e-001i 0.0000000+2.810021e-001i
6 0.4518674+0i 0.4316594+0i 0.0000000-5.404391e-002i 0.0000000+5.404391e-002i
7 0.8021238+0i 0.7662520+0i 0.0000000+4.529309e-001i 0.0000000-4.529309e-001i
          V7                      V6                      V5
1 -3.330669e-016+2.182176e+000i -3.330669e-016-2.182176e+000i 1.171561e+000+0i
2 -5.551115e-017-1.451933e+000i -5.551115e-017+1.451933e+000i -7.787837e-001+0i
3 -1.110223e-016-8.159069e-001i -1.110223e-016+8.159069e-001i -1.624432e+000+0i
4 -1.665335e-016+1.012781e-001i -1.665335e-016-1.012781e-001i 1.231654e+000+0i
5 2.752302e+000+0.000000e+000i 2.752302e+000+0.000000e+000i 0.000000e+000+0i
6 -2.220869e+000+0.000000e+000i -2.220869e+000+0.000000e+000i 2.775558e-017+0i
7 -7.249829e-001+2.220446e-016i -7.249829e-001-2.220446e-016i 0.000000e+000+0i

```

### 総合評価のウエイトの算出

```

> eigen(SDF1)
$values:
[1] 1 0 0 0 0 0
$vectors:
          V7          V6          V5 V4 V3 V2 V1
1 1.000000 0.000000e+000 0.000000e+000 0 0 0 0
2 0.750000 0.000000e+000 8.906702e-016 0 0 0 0
3 0.250000 1.018589e-015 0.000000e+000 0 0 0 0
4 0.435000 -1.000000e+000 -1.000000e+000 1 0 0 0
5 0.106800 -3.453018e-001 -2.164329e-001 0 0 1 0
6 0.270975 -7.150497e-001 -5.960811e-001 0 1 0 0
7 0.187225 -4.861217e-001 -4.141617e-001 0 0 0 1

```

### 図6のコマンド

```

得意教科 <- SDF5[,1]
総合評価 <- SDF5[,2]
par(mar=c(7,4,0,0))
plot(得意教科,総合評価, sub="¥n 図6：教員評価と生徒の得意科目（B校舎）")
text(locator(1),"t1：英語")

```

text(locator(1),"t2 : 数学")

text(locator(1),"t3 : 理科")

text(locator(1),"t4 : 社会")