

アンケート調査による教員の授業評価

弘前大学大学院理工学研究科
工藤 辰也 (Tatsuya Kudo)

In the Master Course of the Graduate School of Science and Technology Hirosaki University
弘前大学理工学部

金 正道 (Masamichi Kon)

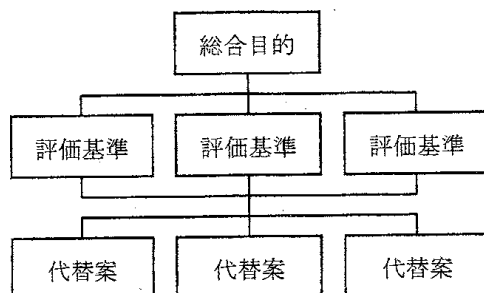
Faculty of Science and Technology Hirosaki University

1. はじめに

現在、本学において実施されている各授業の学生へのアンケート調査による評価は各授業の評価になっているが、各教員の教育活動の1つである授業評価として適切であるとは言い難い。そのため、各教員の適切な授業評価としては各学科(研究分野ごと)に教員を相対的に評価した方が学科ごとの教育内容の特殊性も考慮され適切な評価が与えられると考えた。そこでどのような評価方法が最適かを検証するために今回の実験を行った。教員の教育活動に対する評価の1つとして、学生へのアンケート調査による各教員の授業評価法(ウェイト算出法)をいくつか考え、どのようなウェイト算出法が最適であるかを考察する。ここで、学生、授業、教員は弘前大学理工学部数理システム科学科を考え、本学科の学部生(4年)が同学科の教員10名をアンケート調査によって評価する。授業は卒業研究を除く学部生に対する授業を考えることにする。今回、本大学を4年間過ごして引き続いて本学科で研究を続けている大学院生が本学科の教員について十分な情報・知識と、客観的観点によって評価することができるとみなし、その大学院生による各教員の授業評価を基準に考えた(正しい評価と仮定)。

2. 授業評価法(ウェイト算出法)

今回はAHP(Analytic Hierarchy Process, 階層分析法)とANP(Analytic Network Process)、それぞれに対してEV法(主固有ベクトル法)とLLS(対数最小二乗法)を使って実験を試みた。AHPとは、米国のサーティ教授により提唱された手法で、問題の分析において、主観的判断とシステムアプローチをうまくミックスした問題解決型の意思決定手法の1つである。AHPはこれまでの意思決定手法では対処しきれなかった問題の解決を図って開発されたものである。したがって、AHPを使って問題を解決するには、まず問題の要素を総合目的、評価基準、代替案の階層構造を作り上げ、総合目的から見た各評価基準の重要度、あるいは評価基準から見た各代替案の評価値を一对比較する。一对比較行列から重要度を順次求め、求めた重要度のウェイトを加味し代替案の総合的なウェイトを算出する。

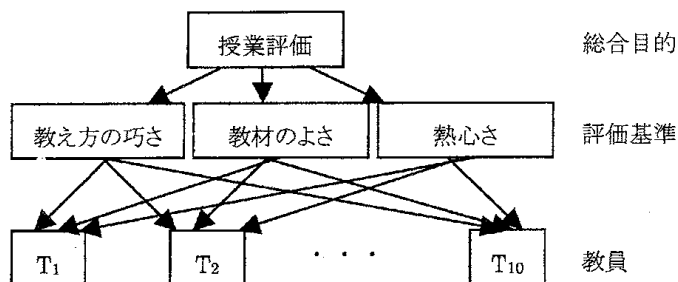


ANPとは、AHPのもつ階層構造をネットワーク構造に拡張したものである。超行列なる概念を導入し、

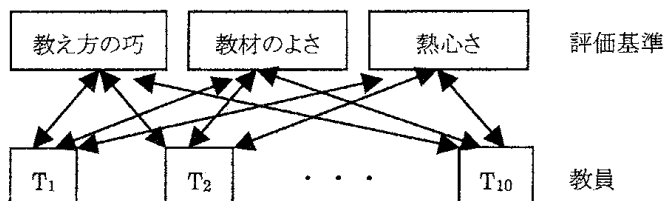
AHPの解析と同様に主固有ベクトルを用いる解法がある。

実際に、今回の調査でAHP, ANPに関して以下のような階層図を作り、それぞれのウェイトを算出・解析した。ここで、評価基準を「教え方の巧さ」、「教材のよさ」、「熱心さ」とし、代替案である教員を T_1, T_2, \dots, T_{10} で表した。

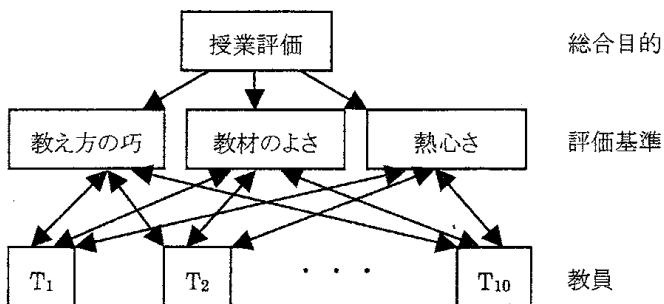
①AHP



②ANP



③ANP(G)



3. アンケート調査について

アンケートの目的は各教員の授業評価であるので、そのために評価項目として、「教え方の巧さ」、「教材のよさ」、「熱心さ」を選び、各教員を代替案とした。アンケート対象者は、全ての教員の授業を受けていて各教員を相対評価できる4年生とした。アンケート調査票は、調査の趣旨、一対比較の回答要領、代替案間の比較の設定問(評価基準ごと)、評価基準間の比較の設定問で構成している。一対比較のための回答欄は、左右に示された評価基準または代替案を9段階で評価し、9,7,5,3,1,1/3,1/5,1/7,1/9の適当な値を当てはめて計算する。また、ANPのために学生だけではなく、教員に対しても評価基準の重要度について同様にアンケート調査を実施した。

AHP での一対比較は、基準尺度の定義し数値化を行う。

A と B を比べて		一対比較値
A を非常に評価	→	9
A を評価	→	5
同じくらいに評価	→	1
B を評価	→	1/5
B を非常に評価	→	1/9

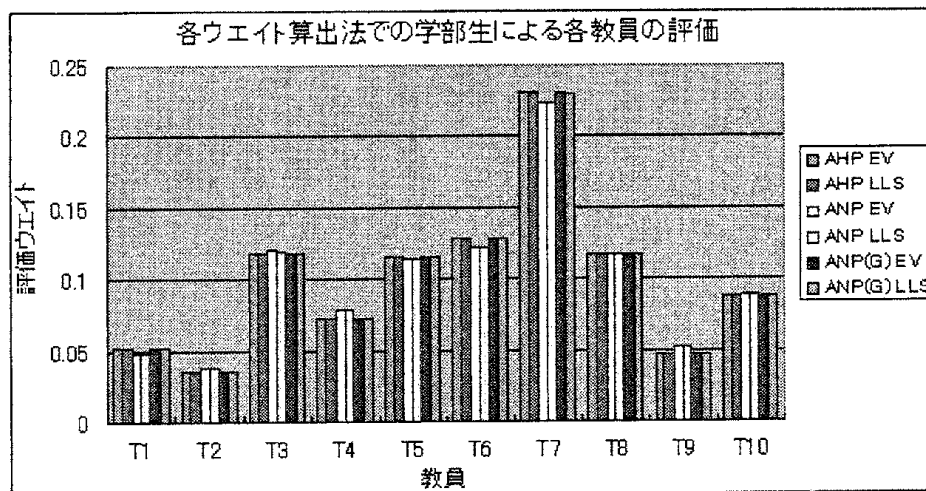
※7,3,1/3,1/7 は中間値として採用

回答状況

学部生に対する調査は、本学科 39 名を対象として実施し 25 名より回答を得ることができ、教員に対する調査では、対象とする教員 10 名全員から回答を得ることができた。また、評価の基準となる大学院生に対するアンケート調査では 13 名から回答を得た。

4. それぞれのウエイト算出法の結果

AHP, ANP, ANP(G)のそれぞれの教員の評価ウエイトは以下のようになる。グラフからわかるようにそれぞれの手法での EV 法と LLS はほとんど一致した評価ウエイトになっている。また、ANP だけ AHP, ANP(G)とウエイトが若干違う値になっているが、これは ANP の評価基準のウエイトが教員の評価だけで決定されるためである。



5. 大学院生の評価との比較

比較方法

① 平均との距離よっての比較

各大学院生には、教員の授業を点数(10点)によって評価してある。今回、各大学院生の点数での評価(10点)をまずクラスター分析によって評価がかけ離れている回答を除き、そして残った院生の教員の評価を平均して正規化したものを **W** とする。

$$\mathbf{W} = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_{10} \end{pmatrix}$$

とし、EV法・LLSでのAHP, ANP, ANP(G)のそれぞれの評価ウェイトを

$$\mathbf{S}_{EV} = \begin{pmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{10} \end{pmatrix}, \mathbf{S}_{LLS} = \begin{pmatrix} s'_1 \\ s'_2 \\ \vdots \\ s'_{10} \end{pmatrix} \quad (\text{AHP})$$

$$\mathbf{T}_{EV} = \begin{pmatrix} t_1 \\ t_2 \\ \vdots \\ t_{10} \end{pmatrix}, \mathbf{T}_{LLS} = \begin{pmatrix} t'_1 \\ t'_2 \\ \vdots \\ t'_{10} \end{pmatrix} \quad (\text{ANP})$$

$$\mathbf{U}_{EV} = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_{10} \end{pmatrix}, \mathbf{U}_{LLS} = \begin{pmatrix} u'_1 \\ u'_2 \\ \vdots \\ u'_{10} \end{pmatrix} \quad (\text{ANP(G)})$$

とする。例えば、 \mathbf{W} と \mathbf{S}_{EV} の距離は

$$\sum_{k=1}^{10} (w_k - s_k)^2$$

として計算する。 $\mathbf{S}_{LLS}, \mathbf{T}_{EV}, \mathbf{T}_{LLS}, \mathbf{U}_{EV}, \mathbf{U}_{LLS}$ の場合も同様に計算する。すると、以下の表のようになる。表から \mathbf{W} との距離が最も小さくなるのはANPのLLSとなり、このウェイト算出法が良いということになる。

	Wとの距離
AHP EV	0.025641774
AHP LLS	0.025613144
ANP EV	0.022951181
ANP LLS	0.022816282
ANP(G) EV	0.025555279
ANP(G) LLS	0.025526388

②各院生の評価との比較

各院生についての教員の授業評価(正規化したもの)を $\mathbf{W}_1 \sim \mathbf{W}_{12}$ とする。

$$\mathbf{W}_i = \begin{pmatrix} w_{i,1} \\ w_{i,2} \\ \vdots \\ w_{i,10} \end{pmatrix} \quad (i=1,2,\dots,12)$$

この $\mathbf{W}_1 \sim \mathbf{W}_{12}$ と、 $\mathbf{S}_{EV}, \mathbf{S}_{LLS}, \mathbf{T}_{EV}, \mathbf{T}_{LLS}, \mathbf{U}_{EV}, \mathbf{U}_{LLS}$ を以下の基準でそれぞれ比較する。

(1) 各 W_i との距離の総和

S_{EV} の場合は

$$\sum_{i=1}^{12} \sum_{k=1}^{10} (s_k - w_{i,k})^2$$

となり、 $S_{LLS}, T_{EV}, T_{LLS}, U_{EV}, U_{LLS}$ も同様である。それぞれの場合で最小のものがよい。

(2) MIN-MIN の基準

S_{EV} の場合は

$$\min_i \left\{ \sum_{k=1}^{10} (s_k - w_{i,k})^2 \right\} \quad (i=1,2,\dots,12)$$

となり、 $S_{LLS}, T_{EV}, T_{LLS}, U_{EV}, U_{LLS}$ も同様である。それぞれの場合で最小のものがよい。

(3) MIN-MAX の基準

S_{EV} の場合は

$$\max_i \left\{ \sum_{k=1}^{10} (s_k - w_{i,k})^2 \right\} \quad (i=1,2,\dots,12)$$

となり、 $S_{LLS}, T_{EV}, T_{LLS}, U_{EV}, U_{LLS}$ も同様である。それぞれの場合で最小のものがよい。

(4) リグレット基準

まず、

$$v_{i,1} = \sum_{k=1}^{10} (s_k - w_{i,k})^2, \quad v_{i,2} = \sum_{k=1}^{10} (s'_k - w_{i,k})^2, \quad v_{i,3} = \sum_{k=1}^{10} (t_k - w_{i,k})^2,$$

$$v_{i,4} = \sum_{k=1}^{10} (t'_k - w_{i,k})^2, \quad v_{i,5} = \sum_{k=1}^{10} (u_k - w_{i,k})^2, \quad v_{i,6} = \sum_{k=1}^{10} (u'_k - w_{i,k})^2$$

とおく。そして、

$$\begin{cases} X_j = \max_i x_{i,j} \\ x_{i,j} = v_{i,j} - \min_k v_{i,k} \end{cases} \quad (i=1,2,\dots,12, j=1,2,\dots,6)$$

X_j が最小になる方法を選択する。

各基準で、 W_i との比較の結果が下の表になる。

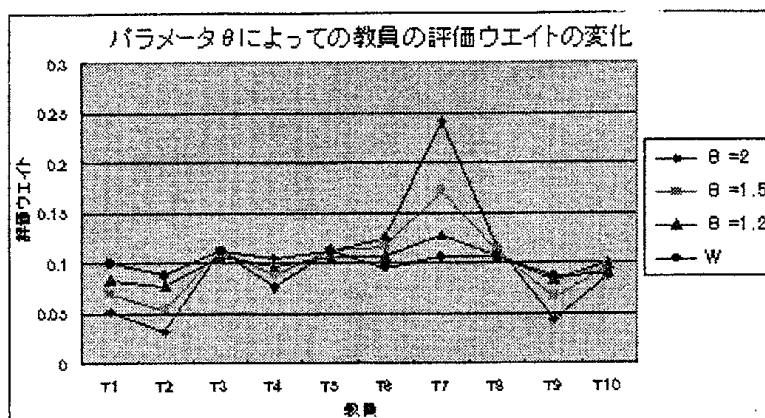
	AHP		ANP		ANP(G)	
	EV	LLS	EV	LLS	EV	LLS
(1)各 W_i との距離の総和	0.33690	0.33655	0.30475	0.30433	0.33586	0.33552
(2)MIN-MINの基準	0.02001	0.01999	0.01762	0.01759	0.01993	0.01991
(3)MIN-MAXの基準	0.03746	0.03742	0.03507	0.03503	0.03738	0.03735
(4)リグレット基準	0.00340	0.00336	0.00005	0	0.00329	0.00326

比較の結果、 W_i と学部生による各ウエイト算出法を(基準ごとに)比較すると、どの場合でも ANP の

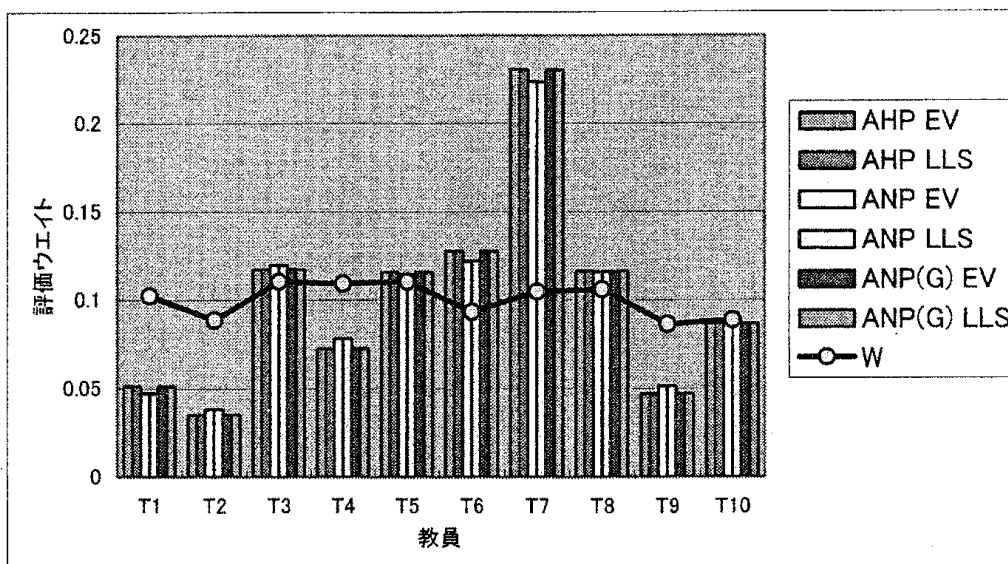
LLSで結果が良くなっている。また、①の場合でもANPのLLSの結果が良くなっているので、教員の授業を相対的に評価するには各ウエイト算出法の中でANPのLLSが最適であるといえる。

6. 一対比較値に関する考察

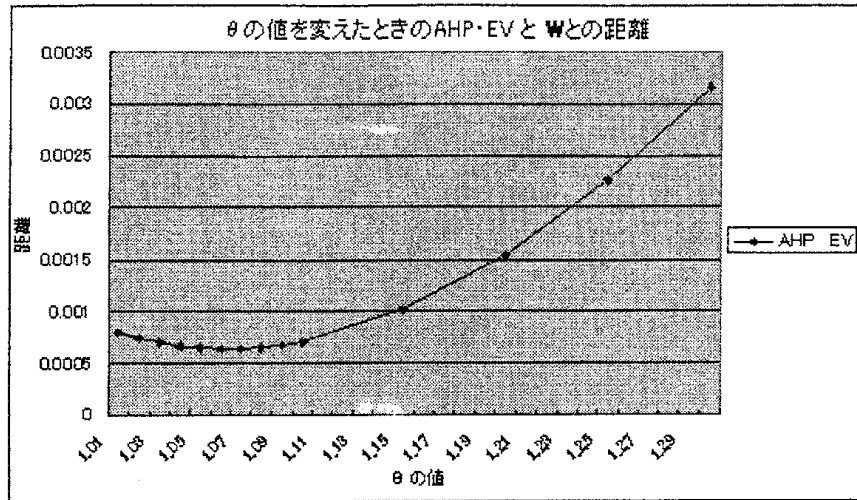
これまで、一対比較値 9,7,5,3,1,1/3,1/5,1/7,1/9 を使用してきたが、他の一対比較値を使用しても計算を試みた。ここでは、パラメータ $\theta (>1)$ を用い一対比較値 $\theta^4, \theta^3, \theta^2, \theta, 1, 1/\theta, 1/\theta^2, 1/\theta^3, 1/\theta^4$ とした。この一対比較値を用いるとパラメータ θ の値を変えることで各教員の評価ウエイトも変化する。下図のように、 θ の値を大きくすると教員の評価ウエイトの差が大きくなり、 θ の値を $\theta=1$ に近づけていくと教員の評価ウエイトの差が小さくなる。



7. 一対比較値を変えて、大学院生による評価との比較



6. のように一対比較値に $\theta^4, \theta^3, \theta^2, \theta, 1, 1/\theta, 1/\theta^2, 1/\theta^3, 1/\theta^4 (\theta > 1)$ を使用した。各ウエイト算出法で、W と最も距離の近くなる θ を使い、そして各ウエイト算出法と W とを比較する。ウエイト算出法ごとで W と最も距離の近くなる θ を求めると、全てのウエイト算出法で $\theta=1.06$ となった。



したがって、各ウエイト算出法で $\theta = 1.06$ を採用して、5. のように計算すると、以下ようになる。

	AHP		ANP		ANP(G)	
	EV	LLS	EV	LLS	EV	LLS
Wとの距離	0.000636	0.000636	0.000652	0.000652	0.000637	0.000637
各W _i との距離の総和	0.035205	0.035205	0.035408	0.035408	0.035211	0.035211
MIN-MINの基準	0.006425	0.006425	0.006474	0.006474	0.006427	0.006427
MIN-MAXの基準	0.00025	0.00025	0.000253	0.000253	0.00025	0.00025
リグレット基準	3E-06	3.04E-06	4.88E-05	4.87E-05	2.9E-06	2.94E-06

結果を見てみると、W との距離、各 W_i との距離の総和の基準では AHP の EV で結果が良くなり、MIN-MIN、MIN-MAX の基準では AHP の LLS で結果が良くなった。リグレット基準では ANP(G) の EV で結果が良くなった。

ANP の LLS が良い結果の一対比較値 $9, 7, 5, 3, 1, 1/3, 1/5, 1/7, 1/9$ を使用した場合と違った結果になっている。ANP の LLS はどの基準でも良い結果にはなっていない。一対比較値を $\theta^4, \theta^3, \theta^2, \theta, 1, 1/\theta, 1/\theta^2, 1/\theta^3, 1/\theta^4$ とパラメータ θ をこのように決定した場合は、ANP よりも、AHP, ANP(G) の方が最適なウエイト算出法となる。

8. おわりに

今回のアンケート調査では、大学院生の評価を基準にそれぞれのウエイト算出法を比較・分析してきた。しかし、一対比較値やパラメータ θ を変えることで最適なウエイト算出法が違うものになったことから、一対比較値やパラメータ θ の決定についてこれからの課題として取り組んでいきたい。また今回の調査は大学院生の評価判断が適切に行なわれていると仮定しているものなので、それ以外の基準に対してはどうであるのかもいろいろな角度で検証していく必要がある。

参考文献

- [1]木下英蔵 編著, “AHP の理論と実際”, 日科技連出版社, 2000.
- [2]刀根薫, 眞鍋龍太郎 編, “AHP 事例集”, 日科技連出版社, 1990.
- [3]高橋磐郎, “講座:AHPからANPへの諸問題, I-VI”, 日本オペレーションズ・リサーチ学会, 1998

年1-6月号.

[4]関谷和之, “ANP を組み込んだ AHP の適用: 教員の評価を例題として”, 日本オペレーションズ・リサーチ学会, 2003年4月号.

[5]関谷和之, “解説:AHP, ANP の固有ベクトル法における数理構造”, 日本オペレーションズ・リサーチ学会, 2003年4月号.

[6]Kazuyuki Sekitani, Iwano Takahashi, “A UNIFIED MODEL AND ANALYSIS FOR AHP AND ANP”, Journal of Operations Research, Society of Japan, Vol.44, No.1, March 2001.

[7]H.T.グレイアム著, 平野文彦訳, “人的資源管理”, 同文館, 1987.