

## 授業評価(聴覚部・15年度)の統計解析

### 学生とのコミュニケーション, 教員の情報補償と熱意, 授業レベルを要因とした共分散分析

筑波技術大学 産業技術学部<sup>1)</sup>, 同 産業情報学科<sup>2)</sup>, 同 総合デザイン学科<sup>3)</sup>,  
障害者高等教育研究支援センター 障害者基礎教育研究部<sup>4)</sup>

聴覚部 教育活動に関する点検評価 ワーキンググループ<sup>1)</sup>

三牧敏太郎<sup>2)</sup> 村上芳則<sup>2)</sup> 北川博<sup>2)</sup> 須田裕之<sup>2)</sup> 生田目美紀<sup>3)</sup> 萩田秋雄<sup>3)</sup> 松藤みどり<sup>4)</sup>

**要旨:** 筑波技術短期大学 聴覚部の“教育活動に関する点検評価ワーキンググループ”は、平成11年度より学生による授業評価アンケートの統計解析を継続している。本報では、本学の特色である“コミュニケーション「疎通」と情報補償「機器」、教員の「熱意」と学生サイドから見た「レベル」が、学生による「評価」、授業の「理解」、授業への「興味」に及ぼす要因効果を、要因の大きさの不揃いを補正する共分散分析にて検定し、授業評価の特性値(「評価」,「理解」,「興味」)の改善策を検討した。結果：(1) 改善策：「熱意」の向上と「機器」の充実が即応策として、「疎通」の向上が自明のものとして効果的である。(2) 特性値に対する要因(「疎通」,「機器」,「熱意」,「レベル」)ごとの回帰係数は、学科間に差はなく一様として良い。これより、特性値の評点を大きくする授業改善の努力は全学科に共通でよい。(3) 講義系と演習系に共通：①「レベル」は有意でない(学科間に差はない)。② デザイン学科の特性値と要因(講義系)の評点が高い。

**キーワード:** 授業評価, 共分散分析, 回帰分析, 検定

## 1. 緒言

聴覚部において、平成11年度から“学生による授業評価”のアンケート調査が実施されている。アンケートは付録-1に示す11項目であり、学生側の要因は「評価」,「理解」,「興味」,「態度」の4つ、学生-教員に共通する要因は「受話(以下で、疎通)」,「通話」の2つ、教員側の要因は「目的」,「機器」,「準備」,「熱意」,「程度(以下で、レベル)」の5つである。アンケート調査の主な目的である学生による「評価」、学生の「理解」と「興味」の現状と要因効果は、データ解析[1]や重回帰分析[2]を通してほぼ定量化されている。

本報では、「評価」,「理解」と「興味」を特性値とし、学生-教員とのコミュニケーションを表す「疎通」、教員の情報補償の努力である「機器」と教育「熱意」、学生の授業「レベル」観を個別の要因とした共分散分析により、① 特性値に対する要因効果の一様性(回帰係数の一様性)の検定と② 特性値の等価性(学科平均値の同一性)の検定を行う。また、③ 要因の組み合わせでの同様な検定を行う。

その主な狙いは、本学に最も求められる「疎通」とそれと一体をなす情報補償「機器」に加えて、教育「熱意」と授業「レベル」が特性値に及ぼす効果(影響)を把握すること、要因間の相関関係を知ることで授業改善のための示唆を得ることである。

## 2. アンケートデータの平均値とその差の検定

平成15年度のアンケートは、これまでの「疎通：先生と学生の間で、双方向のコミュニケーションが成立していた」と「受

話：あなたは先生のコミュニケーション方法で、話を聞き取れ(聞き取れ)たと思いますか」の類似・あいまい性を避け、「受話＝疎通：あなたは先生のコミュニケーション方法で、授業の内容が理解できましたか」と明瞭な質問になっている。

回答の多くは5段階評点(1~5)であり、解析に用いるH15年度のデータ数(科目数) $N$ は $N=122$ (講義系は $N=79$ , 演習系は $N=43$ )である。ここで、演習系授業は演習、実験、実習、実技などの講義以外の授業であり、① 講義で学んだことを実際に体験することで、理解の定着や思考過程の育成を図る授業、② 作品の制作や保健体育などの実技能力の育成・向上を図る授業などである。

先ず、授業形式ごとの「評価」の全学科平均値を表1に示すが、これまでとほぼ同程度であり、学生の入学・卒業があっても母集団に大きな変化はないと考えられる。

表1 「評価」の平均値(全学科)

平均値	H11	H12	H13	H14	H15
講義系	3.74	3.83	3.80	3.86	3.88
演習系	4.01	4.16	4.22	4.05	4.19

### 2.1 特性値, 要因の平均値と差の検定

各項目の学科平均値 $\mu$ を表2-1に示す。平均値の差(各学科 対 全学科)のWelchの方法による検定結果を表2-2に示す。統計的検定は「有意か否か」であり、有意=差がある、有意でない=差があるとはいえない(本報では、差がないと表す)である。

表 2-1 と表 2-2 より、主な傾向と検定結果を示す。

- (1) 平均値のばらつき(表 2-1) : いずれの項目においても、学科間にかんがりのばらつきがある。個別データで見れば、さらに大きいことが想定される(後出の図 2-1~を参照)。
- (2) 特性値(「評価」,「理解」,「興味」) : 前報-1[1]の検定では、講義系は有意な学科(差のある学科)はなかった。H15 年度は、デザインが講義系、演習系ともに高い方で有意となっている。
- (3) 要因(「疎通」,「機器」,「熱意」,「レベル」) : 前報-1 では検定されていない。講義系で、デザインの「疎通」,「機器」,「熱意」が高い方で有意となっている。また、「レベル」は演習系の基礎教育を除けば、差はない。

## 2.2 要因の回帰係数の t 検定

前報-2[2]で、推定特性を基に選定された回帰式では、「疎通」「機器」と「熱意」は要因として考慮しており、有意でない場合は採用されていない。しかし、「レベル」は元々要因とはされていない。その理由は「評価」等の特性値を向上させるために、「レベル」を低下させることはない、すなわち、制御因子とできないからである。

表 2-1 特性値, 要因の学科平均値

平均値	評価	理解	興味	疎通	機器	熱意	レベル
<b>講義系</b>							
全学科	3.88	3.73	3.65	4.06	4.03	4.11	3.47
基礎教育	4.01	3.95	3.74	4.12	4.10	4.28	3.34
デザイン	4.51	4.16	4.24	4.52	4.46	4.55	3.52
機械	3.70	3.48	3.51	3.92	3.97	4.13	3.68
建築	3.88	3.72	3.72	4.07	4.00	3.99	3.45
電子	3.63	3.71	3.37	3.93	3.86	3.82	3.25
情報	3.59	3.34	3.23	3.78	3.82	4.07	3.66
<b>演習系</b>							
全学科	4.19	4.02	4.12	4.27	4.02	4.28	3.31
基礎教育	4.42	4.54	4.44	4.53	4.18	4.59	3.00
デザイン	4.57	4.30	4.50	4.48	4.20	4.47	3.29
機械	3.97	3.51	3.53	4.32	3.83	4.01	3.55
建築	4.14	4.01	4.14	4.24	4.00	4.14	3.21
電子	3.72	3.70	3.87	3.95	4.02	4.16	3.51
情報	3.63	3.52	3.58	3.76	3.60	4.01	3.43

表 2-2 特性値, 要因の学科平均値の差の検定結果

有意の%	評価	理解	興味	疎通	機器	熱意	レベル
<b>講義系</b>							
デザイン	+1 %	+1 %	+1 %	+1 %	+1 %	+1 %	
情報			-5 %				
<b>演習系</b>							
基礎教育		+1 %	+1 %			+5 %	-5 %
デザイン	+1 %	+5 %	+1 %				
電子	-1 %			-1 %			
情報			-5 %				

(注) +, - : 高い, 低いで有意, 数値 : 過誤の危険率%

本報の解析目的は「疎通」,「機器」,「熱意」,「レベル」の要因効果の一様性や等価性(逆に, 差)を知ることなので, 選定された回帰式にこれらの要因を強制的に追加した回帰式を用いて, 回帰係数の有意性を検定し, 要因とできるか否かを検討する。

なお, ① 過誤の危険率  $\alpha$  % (100 回の判定で  $\alpha$  回の過誤) における  $t_0$  値は  $\alpha=1$  % では  $t_0(\infty, 0.01)=2.58$ ,  $\alpha=5$  % では  $t_0(\infty, 0.05)=1.96$  であり,  $t > t_0$  なら有意である。② 「レベル」を要因として追加したため, 回帰係数や  $t$  値は前報-2 とは変わる。

### 2.2.1 講義系の検定

検定対象の要因は各式の第 1 行であり, 回帰係数は符号条件(常識的な増減)を満たしている。回帰係数の  $t$  値(回帰係数が負の場合は,  $|t|$ )と検定結果を表 2-3 に示す。表中の\*印は有意なこと ( $t > t_0(74, 0.05)=1.99$ ) を表している。

$$\begin{aligned} \text{「評価」} &= 0.38 \text{「疎通」} + 0.21 \text{「機器」} + 0.26 \text{「熱意」} - 0.10 \text{「レベル」} \\ &\quad + 0.21 \text{「興味」} \quad \dots\dots (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{「理解」} &= 0.38 \text{「疎通」} + 0.14 \text{「機器」} + 0.10 \text{「熱意」} - 0.16 \text{「レベル」} \\ &\quad + 0.47 \text{「興味」} \quad \dots\dots (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{「興味」} &= 0.35 \text{「疎通」} + 0.46 \text{「機器」} + 0.24 \text{「熱意」} - 0.19 \text{「レベル」} \\ &\quad \dots\dots (3) \end{aligned}$$

### 2.2.2 演習系の検定

「興味」における「機器」を除けば, 回帰係数は符号条件を満たしている。「機器」の回帰係数の構成比(寄与率)は 10 % 以下と小さいので, 符号条件の不一致は無視する。表 2-3 に  $t$  値と検定結果を示す。なお,  $t_0(38, 0.05)=2.02$  である。

$$\begin{aligned} \text{「評価」} &= 0.35 \text{「疎通」} + 0.09 \text{「機器」} + 0.16 \text{「熱意」} - 0.15 \text{「レベル」} \\ &\quad + 0.38 \text{「興味」} + 0.13 \text{「目的」} \quad \dots\dots (4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{「理解」} &= 0.15 \text{「疎通」} + 0.02 \text{「機器」} + 0.26 \text{「熱意」} - 0.15 \text{「レベル」} \\ &\quad + 0.65 \text{「興味」} \quad \dots\dots (5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{「興味」} &= 0.14 \text{「疎通」} - 0.02 \text{「機器」} + 0.46 \text{「熱意」} - 0.17 \text{「レベル」} \\ &\quad + 0.52 \text{「目的」} \quad \dots\dots (6) \end{aligned}$$

表 2-3 回帰係数の  $t$  値と検定結果

$t$ 値	「評価」	「理解」	「興味」
<b>講義系</b>			
要因	「疎通」	*4.98	*4.04
	「機器」	*2.28	1.21
	「熱意」	*2.75	0.86
	「レベル」	1.92	*2.41
<b>演習系</b>			
要因	「疎通」	*3.66	1.35
	「機器」	0.97	0.20
	「熱意」	1.20	1.76
	「レベル」	*2.17	*2.05

(注) \*印 : 5 % 有意

### 2.2.3 回帰係数の t 検定の結果

- (1) 「疎通」：講義系は全て有意であり、演習系も含めて有意な比率=4/6 なので 要因とする。
- (2) 「機器」：講義系で「評価」と「興味」に対して有意なので、要因とする。
- (3) 「熱意」：「機器」とほぼ同様な有意さであり、要因とする。
- (4) 「レベル」：有意な比率=4/6 なので 要因とする。

演習系(演習, 実技, 制作, 実験)に関する考察：①「機器」が有意でないのは、座学の重みが小さいためと考えられる。②「熱意」が有意でないのは、授業が学生主体であり、教員の役割が相対的に小さいためと考えられる。

### 3. 共分散分析による検定

共分散分析とは、特性値  $y$  についての分散分析において、 $y$  と相関関係(回帰関係)にある要因  $x$  の条件の不揃いを補正するための手法である(付録 -2 参照)。 $y$  と  $x$  との間に回帰関係がある場合、この回帰関係を利用して  $x$  の不均一による影響を補正するものであり、そのデータ構造は、 $\beta$  : 共通な回帰係数、 $\mu_i$  : 定数(直線の切片  $\propto$  各水準の平均値)、 $\varepsilon_{ij}$  : 誤差、 $i$  : 水準数、 $j$  : 各水準のデータ数 として式(7)で表す。

$$y_{ij} = \beta x_{ij} + \mu_i + \varepsilon_{ij} \quad \dots\dots (7)$$

図1に例示するように、① 回帰係数  $\beta$  (直線の傾き)を共通として良いか、② 要因効果  $\mu_i$  (直線の平均的な高さ)は水準間に差があるかを  $F$  検定する統計解析である[3, 4]。

$F$  検定は データより得られる  $F$  値と  $F$  分布表で与えられる  $F^*$  値とを比較して、 $F > F^*$  ならば有意(差がある)、 $F < F^*$  ならば有意でない(差がない)とするものである(付録 -3 参照)。

#### 3.1 共分散分析の目的

授業評価データでは、水準数=学科数であり、① 回帰係数  $\beta$  は各学科に共通として良いか、② 要因効果  $\mu_i$  (学科平均値に相当)は同一かの検定を行う。

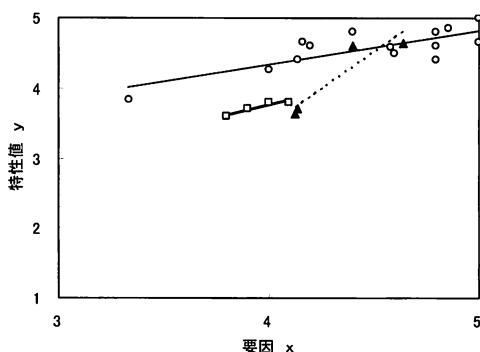


図1 層別されたデータの単回帰直線の例  
(勾配も平均値も異なる場合)

表 2-2 に示したように、 $\mu_i$  に差があることは判っているので、検定の狙いは  $\beta$  の一様性である。 $\beta$  を一様として良い場合は、学科や学生のグルーピングに依らず、要因効果(教員・学生の努力による特性値の向上代)は同一ということになる。

### 3.2 共分散分析の試解析 (H13 年度データ)

特性値の平均値の  $t$  検定結果(前報-1の表3-2, 表4-2)を示す。

- ① 講義系：学科間の差はない。
- ② 演習系：学科間に差があり、基礎教育の「評価」が 5 %、「理解」と「興味」が 1 %、建築の「興味」が 5 %の有意であった。

共分散分析による検定結果を表 3 に示す。ここで、 $F > F^*$  ならば有意であり、表中に\*印で示す。① 講義系： $F < F^*$  (5, 59, 5 %) = 2.37 であり、全て有意ではない(前報の結果と一致)。

② 演習系： $F^*$  (5, 32, 5 %) = 2.51,  $F^*$  (5, 32, 1 %) = 4.15 である。「評価」は 5 %、「理解」は 1 %、「興味」は 5 %の有意であり、前報の結果とほぼ一致している。

なお、回帰係数の  $t$  検定(表 2-3 は 15 年度データ)では、有意差がなかった「機器」が有意となっているのは、用いたデータが異なるからである。

表 3 共分散分析による  $\mu_i$  (学科平均値) の検定結果(H13 年度)

		F 値	「評価」	「理解」	「興味」
講義系					
要因	「疎通」	1.03	1.46	0.39	
	「機器」	0.49	1.34	0.37	
	「熱意」	1.53	1.52	0.25	
	「レベル」	1.61	1.25	0.44	
演習系					
要因	「疎通」	*4.03	**4.61	1.28	
	「機器」	*3.79	**7.73	*3.37	
	「熱意」	1.98	*3.25	1.08	
	「レベル」	1.29	*3.58	1.41	

\*印, \*\*印 : 5 %, 1 % 有意

### 4. 講義系の共分散分析 (H15 年度データ)

特性値~要因の共分散分析による検定結果を 4 章(講義系)と 5 章(演習系)に、要因間の検定結果を 6 章に示す。これらの章で、

- (1) 判定基準：対象が物理化学の現象(法則)ではないので、1 学科(重み=1/6)が有意な場合は、「差がない」とする。
- (2) 略記：要因効果  $\mu_i$  は下添字を省略し  $\mu$  で表す。

[注] 以下に示す相関図(縦軸=特性値, 横軸=要因)は単回帰分析に相当し要因効果(回帰係数の値)が大きくなるので、誤解のないように願いたい。例えば、① 式(1)の「疎通」の重回帰係数は 0.38 であるが、「疎通」を要因とした単回帰式は「評価」=0.90「疎通」+0.23 となる。このように、単回帰係数(0.90)は重回帰係数(0.38)より大きくなる(付録 -2 参照)。[注/終]

#### 4.1 「疎通」の検定結果(講義系)

特性値(「評価」,「理解」,「興味」と「疎通」との相関図 2-1~2-3 を示す。データはばらついているが, ① 正の相関があり, 「疎通」が重要な要因であることが判る。② 図 2-1(例えば, □印と▲印)に見るように, 要因(横軸)の評点は□印(左方に多い)の方が▲印(右方に多い)より小さい。これより, 共分散分析による検定(回帰係数 $\beta$ は一様か, 要因効果 $\mu_i$ は同一かの検定)の典型的な例といえる。

検定結果を表 4-1 の“全学科”の欄に, 有意となった場合は, 1~3 学科を除いた結果を“除いた学科数”の欄に示す。 $F^*(5, 70, 5) = 2.35$ であり, 5%有意を\*印で示す。

考察: ① 「評価」, 「理解」の $\beta$ ,  $\mu$ は有意ではない。「興味」も 1 学科を除くと,  $\beta$ の有意差はなくなる。逆にいえば, 1 学科だけに差があるといえる。② これより, 学科間の要因の値は不均一ではあるが, その効果・影響(要因に応じた特性値の値)は同一といえる(以下, 有意差がない場合は, ②を省略する)。

表 4-1 「疎通」の共分散分析の検定結果 (講義系)

F 値	「評価」	「理解」	「興味」
全学科			
$\beta$ の一様性	1.51	0.56	*2.84
$\mu$ の等価性	1.82	1.49	2.24
除いた学科数	0	0	1
$\beta$ の一様性			1.33
$\mu$ の等価性			1.47

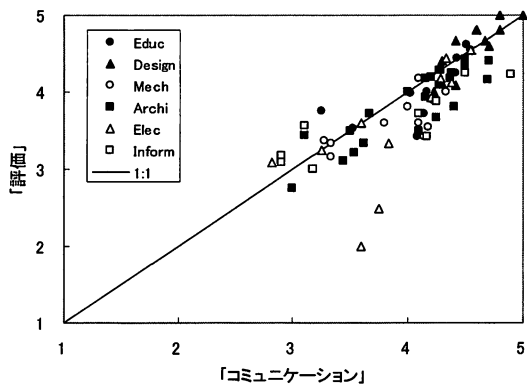


図 2-1 「評価」と「疎通」の相関図(講義系)

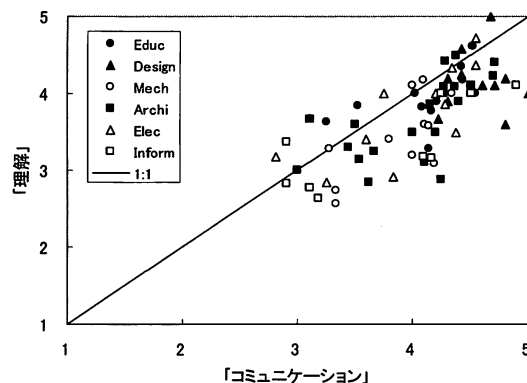


図 2-2 「理解」と「疎通」の相関図(講義系)

#### 4.2 「機器」の検定結果(講義系)

正の相関図 2-4~2-6 と検定結果を表 4-2 に示す。考察: ① 「評価」の $\beta$ ,  $\mu$ は有意ではない。「理解」と「興味」も 1 学科を除くと有意差はなくなる。

表 4-2 「機器」の共分散分析の検定結果 (講義系)

F 値	「評価」	「理解」	「興味」
全学科			
$\beta$ の一様性	1.07	*2.62	1.10
$\mu$ の等価性	2.23	2.07	*3.17
除いた学科数	0	1	1
$\beta$ の一様性		1.13	1.09
$\mu$ の等価性		2.23	2.33

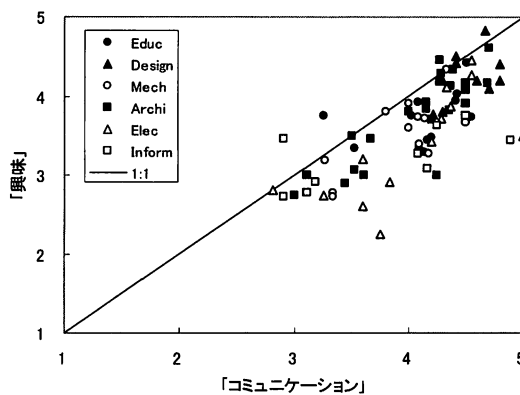


図 2-3 「興味」と「疎通」の相関図(講義系)

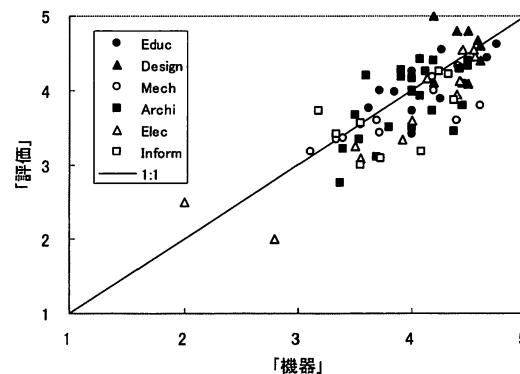


図 2-4 「評価」と「機器」の相関図(講義系)

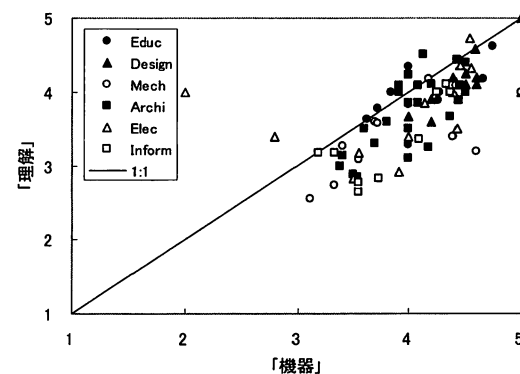


図 2-5 「理解」と「機器」の相関図(講義系)

4.3 「熱意」の検定結果(講義系)

正の相関図2-7~2-9と検定結果を表4-3に示す。考察:① $\beta$ ,  $\mu$ に有意差がある。2学科を除くと有意差はなくなるが, 判定基準より,  $\mu$ は差があることになる。なお, 除いた2学科は同じである。

表4-3 「熱意」の共分散分析の検定結果(講義系)

F 値	「評価」	「理解」	「興味」
全学科			
$\beta$ の一様性	0.36	*2.79	1.41
$\mu$ の等価性	*3.65	*3.30	*5.28
除いた学科数			
	2	2	2
$\beta$ の一様性	0.30	1.67	0.96
$\mu$ の等価性	1.45	0.29	2.15

4.4 「レベル」の検定結果(講義系)

相関図2-10~2-12は負の相関を示している。検定結果を表4-4に示す。考察:①  $\beta$ には有意差はなく,  $\beta$ は一様として良い。一方,  $\mu$ は有意であり, 学科間に差があることになる。表より, 「興味」の $\mu$ の有意差をなくすには2学科を除く必要がある。しかし, 1学科を除いた場合  $F(2.60) \approx F*(2.50)$ なので, 「レベル」は有意ではない(ほぼ差はない)とみなす。③ 負の相関は符号条件を満たしていると考えられる。

図2-10に見るように, 学生の「レベル」観の評点は3~4(丁度良かった~難しい)に多く, この値と教員のレベル観とのギャップの有無に関する調査が必要と考えられる。

表4-4 「レベル」の共分散分析の検定結果(講義系)

F 値	「評価」	「理解」	「興味」
全学科			
$\beta$ の一様性	0.74	0.42	0.86
$\mu$ の等価性	*5.27	*4.87	*6.49
除いた学科数			
	1	1	2
$\beta$ の一様性	0.78	0.30	0.40
$\mu$ の等価性	1.36	1.38	1.54

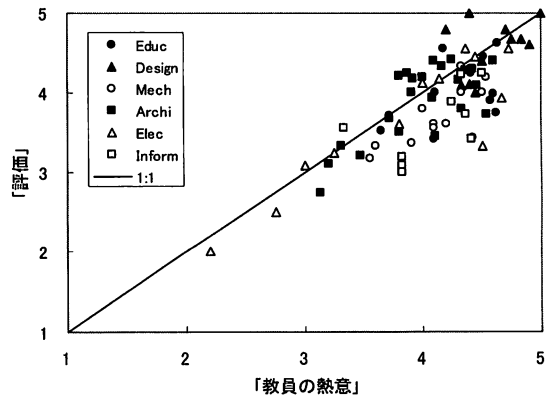


図2-7 「評価」と「熱意」の相関図(講義系)

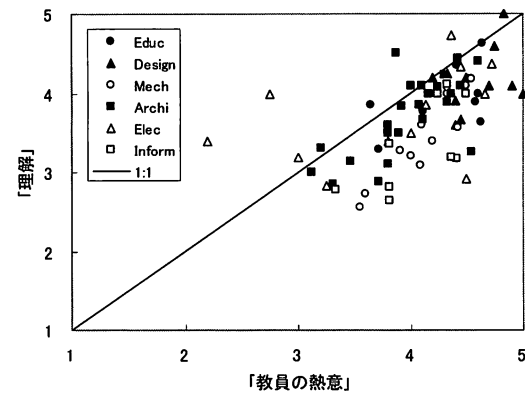


図2-8 「理解」と「熱意」の相関図(講義系)

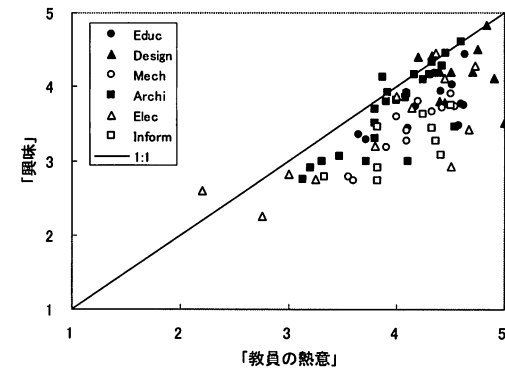


図2-9 「興味」と「熱意」の相関図(講義系)

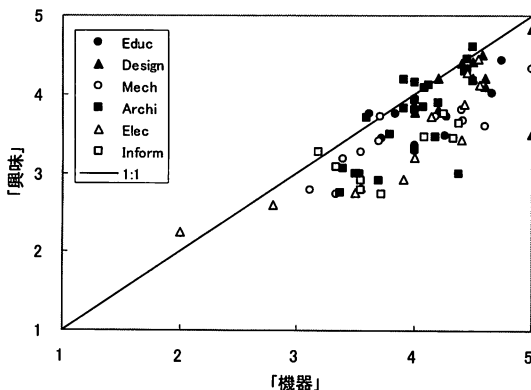


図2-6 「興味」と「機器」の相関図(講義系)

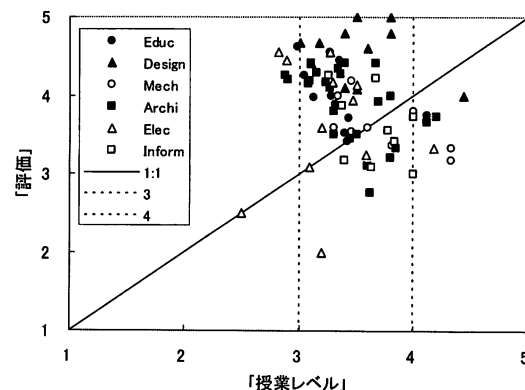


図2-10 「評価」と「レベル」の相関図(講義系)

#### 4.5 検定結果のまとめ(講義系)

特性値(「評価」,「理解」,「興味」)に対する $\beta$ ,  $\mu$ (回帰係数, 平均値)に差のある学科数を表4-5にまとめる。なお, 判定基準より, 1学科が有意な場合は差がないとする。

まとめ:①  $\beta$ の一様性:「熱意」が「理解」に対して有意である。  
②  $\mu$ の等価性:「熱意」が3つの特性値の全てに対して有意である。③ 他の要因は差がないとして良い。

表4-5  $\beta, \mu$ に差のある学科数(講義系)

学科数	「評価」	「理解」	「興味」
$\beta$ の一様性			
「疎通」	0	0	1
「機器」	0	1	0
「熱意」	0	2	0
「レベル」	0	0	0
$\mu$ の等価性			
「疎通」	0	0	0
「機器」	0	0	1
「熱意」	2	2	2
「レベル」	1	1	2 → 1

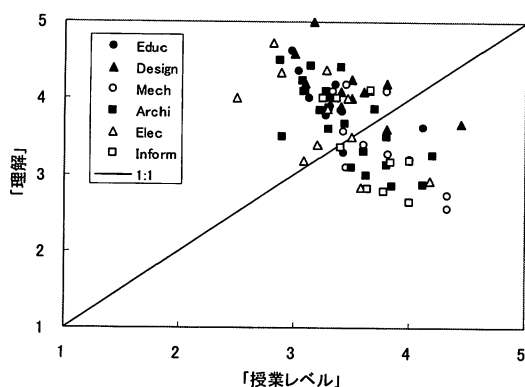


図2-11 「理解」と「レベル」の相関図(講義系)

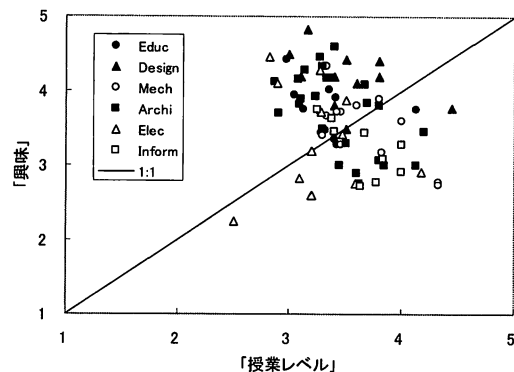


図2-12 「興味」と「レベル」の相関図(講義系)

#### 5. 演習系の共分散分析(H15年度データ)

相関図は講義系とほぼ同様なので, まとめて後出する。

##### 5.1 「疎通」の検定結果(演習系)

正の相関図3-1~3-3と検定結果を表5-1に示す。考察:① $\beta$ ,  $\mu$ が有意なのは, 演習内容が演習問題, 実験, 制作, 実技など多岐にわたり, いくぶん難易があるためと考えられる。1~2学科を除くと, 有意差はなくなる。

表5-1 「疎通」の共分散分析の検定結果(演習系)

F 値	「評価」	「理解」	「興味」
全学科			
$\beta$ の一様性	*2.73	1.92	1.39
$\mu$ の等価性	*2.90	*4.29	*5.24
除いた学科数			
	1	2	2
$\beta$ の一様性	1.96	1.76	1.61
$\mu$ の等価性	0.54	1.32	2.18

##### 5.2 「機器」の検定結果(演習系)

正の相関図3-4~3-6と検定結果を表5-2に示す。考察:① $\beta$ は有意でない。 $\mu$ が有意なのは「機器」使用の必要性に大小があるためと考えられる。1~2学科を除くと有意差はなくなる。

表5-2 「機器」の共分散分析の検定結果(演習系)

F 値	「評価」	「理解」	「興味」
全学科			
$\beta$ の一様性	0.79	1.67	1.18
$\mu$ の等価性	*4.83	*5.00	*5.68
除いた学科数			
	1	2	2
$\beta$ の一様性	0.71	1.67	1.02
$\mu$ の等価性	2.05	1.21	1.88

##### 5.3 「熱意」の検定結果(演習系)

正の相関図3-7~3-9と検定結果を表5-3に示す。考察:①2学科を除いても, 「理解」と「興味」の $\mu$ は有意であった。3学科を除く(6学科を2グループにする, 各グループは産業情報学科と総合デザイン学科にほぼ対応している)ことで,  $\mu$ が有意でなくなった。2グループになる理由:演習問題, 実験, 制作, 実技の違いと, 教員の指導頻度や学生の時間的な拘束を含む負荷が異なるためと考えられる。

表5-3 「熱意」の共分散分析の検定結果(演習系)

F 値	「評価」	「理解」	「興味」
全学科			
$\beta$ の一様性	0.95	*2.82	*3.52
$\mu$ の等価性	*5.50	*3.85	*4.89
除いた学科数			
	1	3	3
$\beta$ の一様性	0.79	0.36	0.26
$\mu$ の等価性	2.33	1.71	1.73

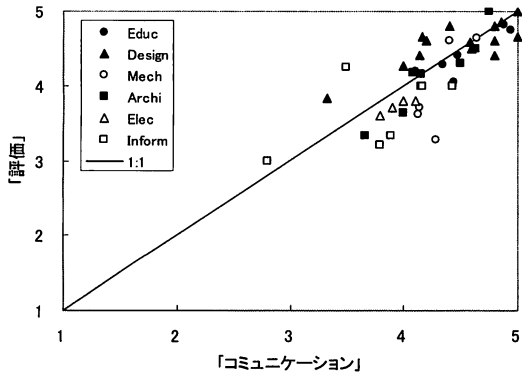


図 3-1 「評価」と「疎通」の相関図(演習系)

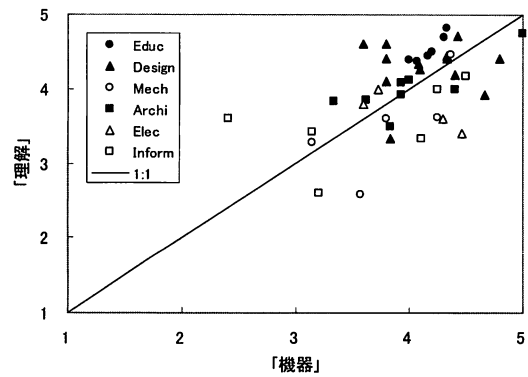


図 3-5 「理解」と「機器」の相関図(演習系)

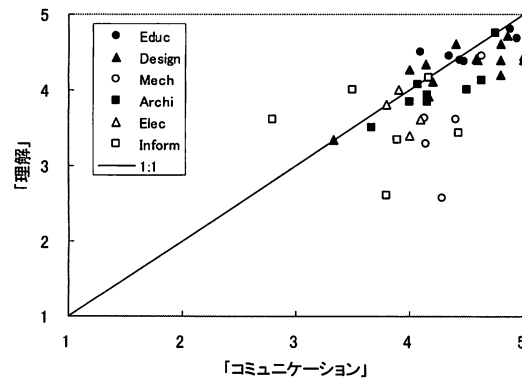


図 3-2 「理解」と「疎通」の相関図(演習系)

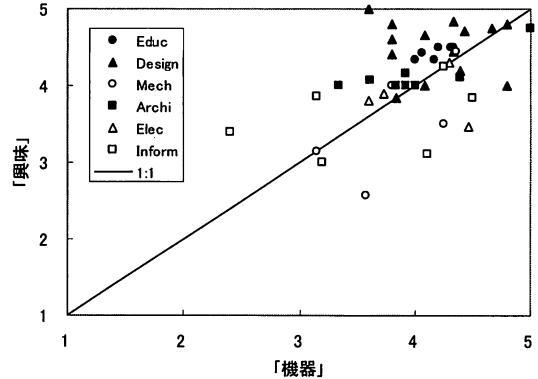


図 3-6 「興味」と「機器」の相関図(演習系)

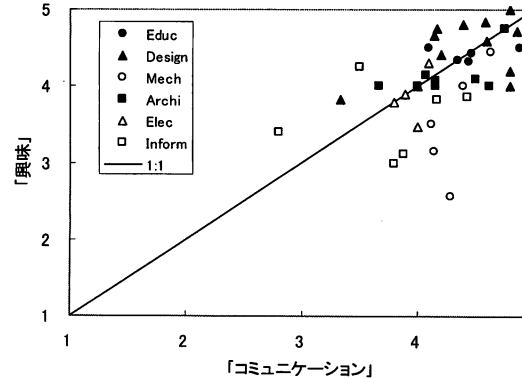


図 3-3 「興味」と「疎通」の相関図(演習系)

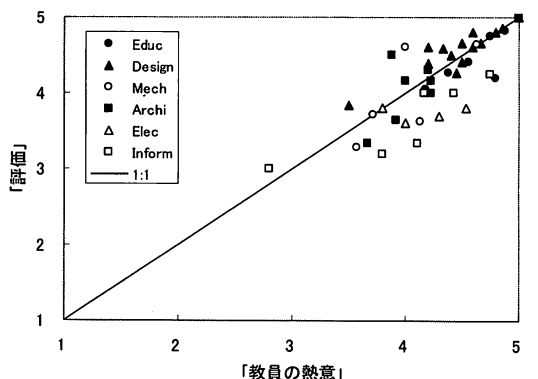


図 3-7 「評価」と「熱意」の相関図(演習系)

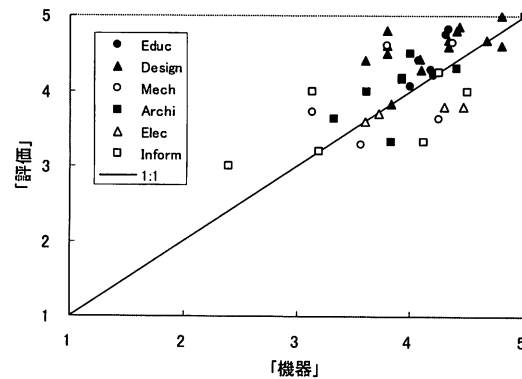


図 3-4 「評価」と「機器」の相関図(演習系)

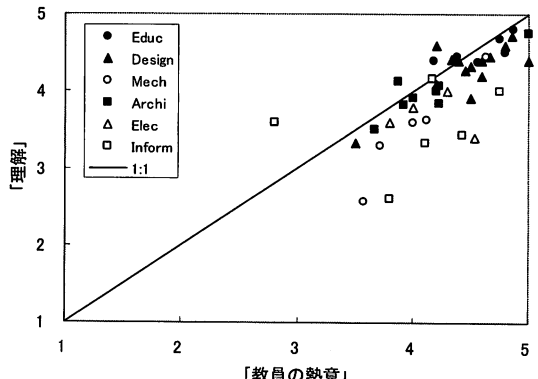


図 3-8 「理解」と「熱意」の相関図(演習系)

### 5.4 「レベル」の検定結果(演習系)

相関図3-10～3-12と検定結果を表5-4に示す。相関図は講義系(図2-10～2-12)と同様に、負の相関を示している。考察:①1学科を除くと有意差はなくなる。逆に、1学科だけに差がある。

表5-4 「レベル」の共分散分析の検定結果(演習系)

F 値	「評価」	「理解」	「興味」
全学科			
$\beta$ の一様性	*2.87	1.08	1.70
$\mu$ の等価性	*5.41	*4.21	*5.91
除いた学科数			
	1	1	1
$\beta$ の一様性	1.72	1.23	2.11
$\mu$ の等価性	1.28	1.94	1.92

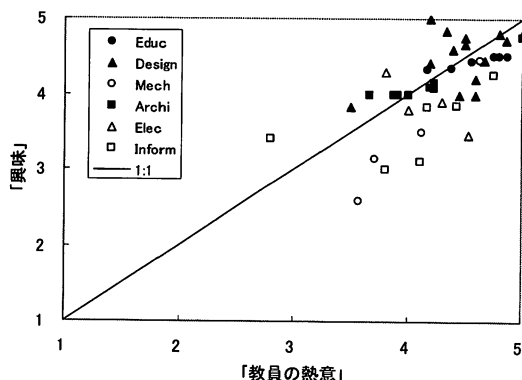


図3-9 「興味」と「熱意」の相関図(演習系)

### 5.5 検定結果のまとめ(演習系)

特性値(「評価」,「理解」,「興味」)に対する $\beta$ ,  $\mu$ (回帰係数, 平均値)に差のある学科数を表5-5にまとめる。講義系と同様に、1学科が有意な場合は差がないと判定する。

まとめ:① $\beta$ の一様性:「熱意」が「理解」,「興味」に対して有意である。② $\mu$ の等価性:「疎通」,「機器」,「熱意」が「理解」と「興味」に対して有意である。③「レベル」は差がないとして良い。

表5-5  $\beta$ ,  $\mu$ に差のある学科数(演習系)

学科数	「評価」	「理解」	「興味」
$\beta$ の一様性			
「疎通」	1	0	0
「機器」	0	0	0
「熱意」	0	3	3
「レベル」	1	0	0
$\mu$ の等価性			
「疎通」	1	2	2
「機器」	1	2	2
「熱意」	1	3	3
「レベル」	1	1	1

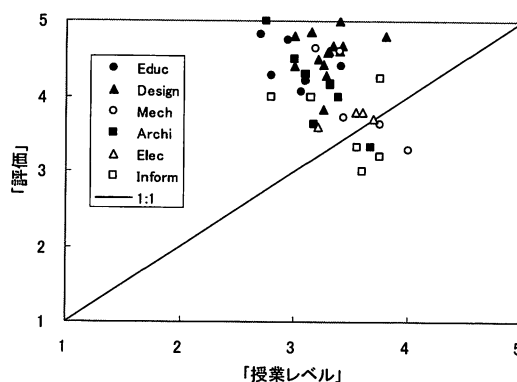


図3-10 「評価」と「レベル」の相関図(演習系)

## 6. 要因間の共分散分析(H15年度データ)

取り上げた要因(「疎通」,「機器」,「熱意」,「レベル」)間での共分散分析の結果を示す。ここでの要因は「疎通」と「熱意」とする。

### 6.1 講義系の要因間の共分散分析

#### 6.1.1 「疎通」の検定結果(講義系の要因間)

「疎通」を要因とし,「機器」,「熱意」,「レベル」を特性値とした相関図4-1～4-3と検定結果を表6-1に示す。考察:いずれも $\beta$ ,  $\mu$ ともに差はない。

各相関図の解釈は次の2通りが考えられるが,どちらが実状なのかは重要であり,今後の検討が必要である。

- (1) 「疎通-機器」(図4-1):正の相関がある。①「疎通」の良い教員は「機器」を用いた情報補償を実行している。②情報補償「機器」を用いれば,「疎通」を計れる。

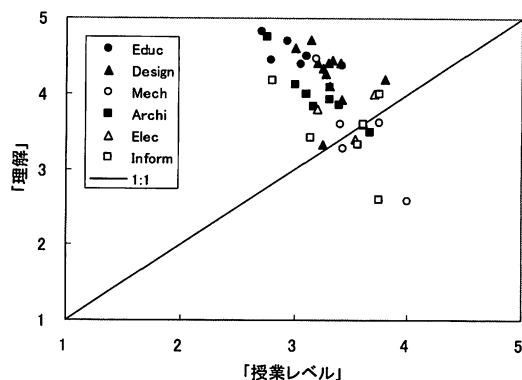


図3-11 「理解」と「レベル」の相関図(演習系)

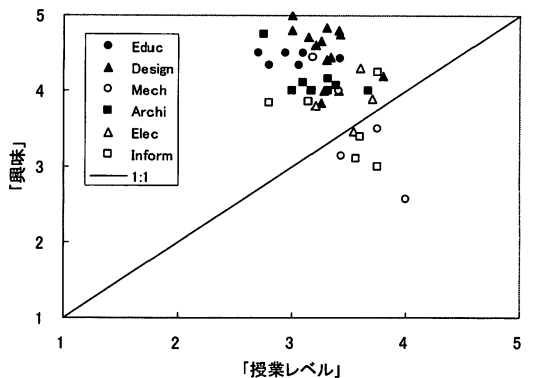


図3-12 「興味」と「レベル」の相関図(演習系)



- (2) 「疎通－熱意」(図 4-2) : 正の相関がある。①「疎通」の良い教員に対しては、学生は教育「熱意」があると観ている。  
 ② 教育「熱意」をもって授業を行えば、学ぶ意欲がわき授業が解るので、「疎通」を計れる。
- (3) 「疎通－レベル」(図 4-3) : 負の相関がある。①「疎通」の良い場合は、授業が解るので、「レベル」を易しく思う。  
 ②「レベル」の高い授業は、その内容が十分に解らないので、教員の「疎通」の良否はあまり関係ない。

表 6-1 「疎通」の共分散分析の検定結果 (講義系の要因間)

F 値	「機器」	「熱意」	「レベル」
全学科			
$\beta$ の一様性	1.53	1.96	1.75
$\mu$ の等価性	0.58	*2.39	*2.93
除いた学科数			
	0	1	1
$\beta$ の一様性		2.22	2.10
$\mu$ の等価性		2.39	1.99

6.1.2 「熱意」の検定結果(講義系の要因間)

「熱意」を要因とし、「機器」、「レベル」を特性値とした相関図を図 4-4~4-5 に、検定結果を表 6-2 に示す。考察： $\beta$ 、 $\mu$ ともには差はない。

各相関図は同様に、2通りの解釈ができる。

- (1) 「熱意－機器」(図 4-4) : 正の相関がある。①「熱意」の大きい教員は情報補償「機器」にも配慮している。② 情報補償

「機器」を用いれば、教育「熱意」を感じる。

- (2) 「熱意－レベル」(図 4-5) : 負の相関～無相関である。①学んで欲しいという「熱意」が学生に伝わり、授業が解るので、「レベル」を易しく思う。②「レベル」の高い授業は、その内容が解らないので、教員の「熱意」の大小とは無関係である。

表 6-2 「熱意」の共分散分析の検定結果 (講義系の要因間)

F 値	「機器」	「レベル」
全学科		
$\beta$ の一様性	1.63	*2.57
$\mu$ の等価性	1.03	*2.65
除いた学科数		
	0	1
$\beta$ の一様性		1.32
$\mu$ の等価性		1.93

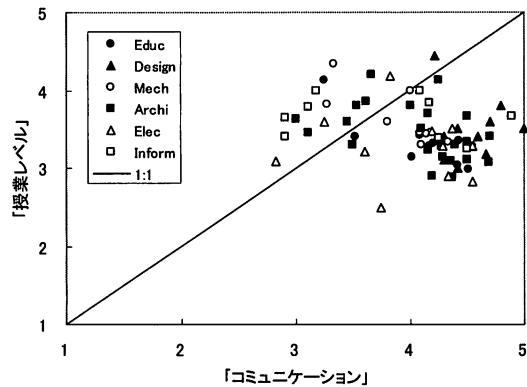


図 4-3 「疎通」と「レベル」の相関図(講義系)

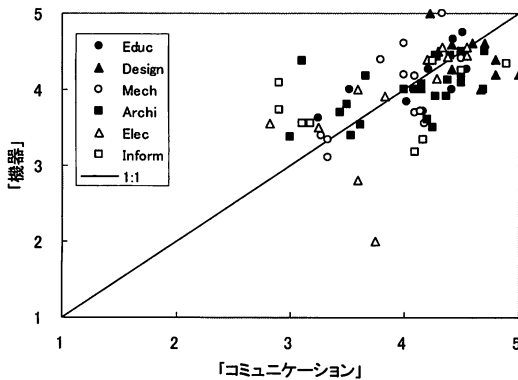


図 4-1 「疎通」と「機器」の相関図(講義系)

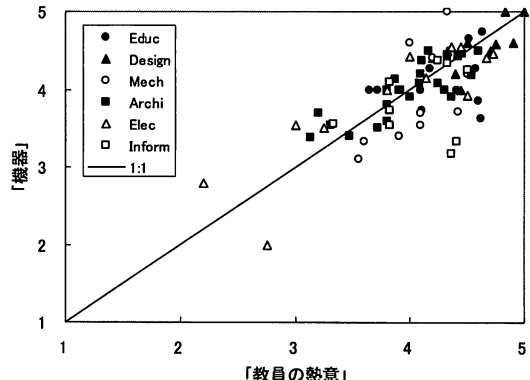


図 4-4 「熱意」と「機器」の相関図(講義系)

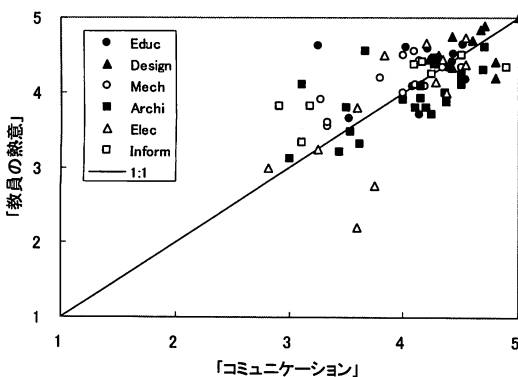


図 4-2 「疎通」と「熱意」の相関図(講義系)

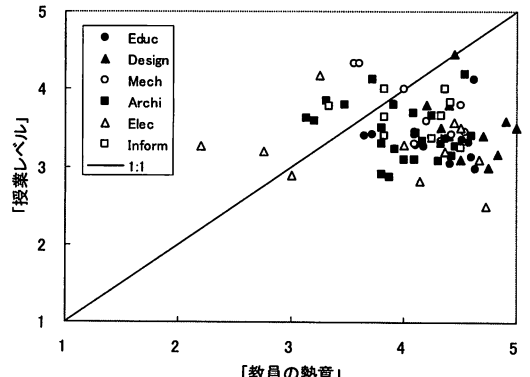


図 4-5 「熱意」と「レベル」の相関図(講義系)

## 6.2 演習系の要因間の共分散分析

### 6.2.1 「疎通」の検定結果(演習系の要因間)

「疎通」を要因とした「機器」、「熱意」、「レベル」との相関図 5-1～5-3 と検定結果を表 7-1 に示す。考察：①「機器」と「熱意」に対しては、 $\beta$ 、 $\mu$ はともに差はない。②「レベル」に対しては、 $\beta$ 、 $\mu$ ともに有意である。③ 相関図の解釈は講義系と同様である。

講義系との比較：①「疎通」の評点は講義系より やや大きいとできる(表 2-1 の全学科の欄 参照)。これは、成果物の提出や教員との協同作業などにあたって、頻繁な「疎通」が必要なためと考えられる。②「疎通-レベル」の相関図 5-3 は負の勾配が小さくなり、無相関に近い。

表 7-1 「疎通」の共分散分析の検定結果 (演習系の要因間)

F 値	「機器」	「熱意」	「レベル」
全学科			
$\beta$ の一様性	0.74	0.48	*2.47
$\mu$ の等価性	0.56	1.47	*2.62
除いた学科数	0	0	2
$\beta$ の一様性			1.08
$\mu$ の等価性			0.73

### 6.2.2 「熱意」の検定結果(演習系の要因間)

「熱意」を要因とした「機器」、「レベル」との相関図 5-4～5-5 と検定結果を表 7-2 に示す。考察：①「機器」、「レベル」に対して、 $\beta$ 、 $\mu$ はともに差はない。② 相関図の解釈は講義系と同様。

講義系との比較：①「疎通」と同様に、「熱意-レベル」の相関図 5-5 は負の勾配が小さくなり、無相関に近い(対角線の上側の 2 データを除くと、無相関に見える)。

表 7-2 「熱意」の共分散分析の検定結果 (演習系の要因間)

F 値	「機器」	「レベル」
全学科		
$\beta$ の一様性	1.63	*2.57
$\mu$ の等価性	1.03	*2.65
除いた学科数	0	1
$\beta$ の一様性		1.28
$\mu$ の等価性		1.53

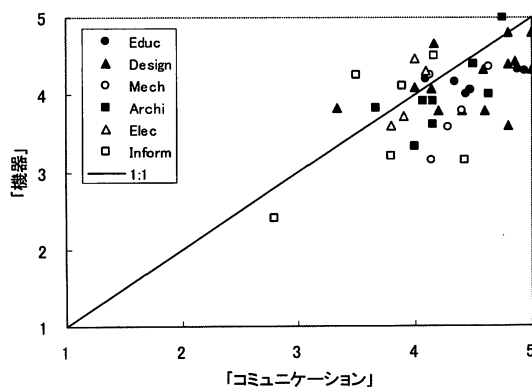


図 5-1 「疎通」と「機器」の相関図(演習系)

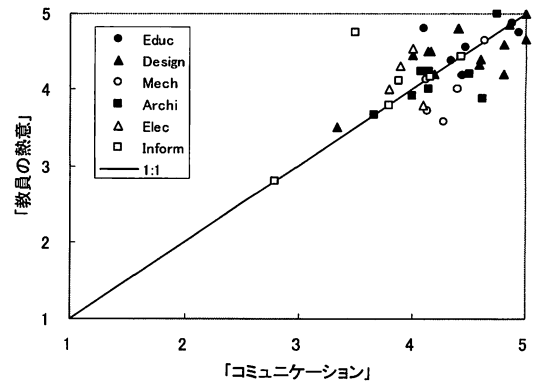


図 5-2 「疎通」と「熱意」の相関図(演習系)

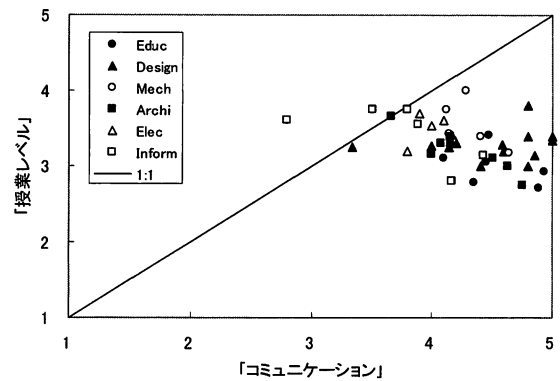


図 5-3 「疎通」と「レベル」の相関図(演習系)

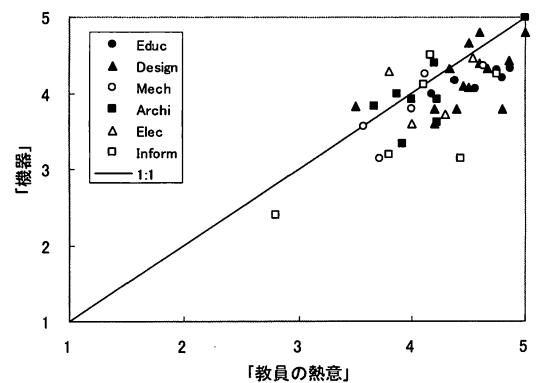


図 5-4 「熱意」と「機器」の相関図(演習系)

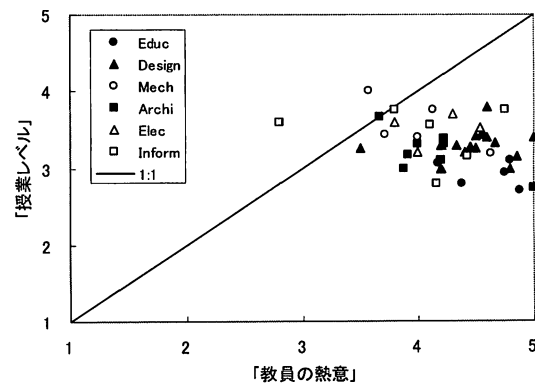


図 5-5 「熱意」と「レベル」の相関図(演習系)

6.3 検定結果のまとめ(要因間)

要因(「疎通」,「機器」,「熱意」,「レベル」)間において、 $\beta$ ,  $\mu$  (回帰係数, 平均値)に差のある学科数を表8にまとめる。なお、1学科が有意な場合は差がないと判定する。

まとめ:① 講義系: $\beta$ ,  $\mu$ ともに差がないとして良い。② 演習系:「疎通-レベル」では、 $\beta$ ,  $\mu$ ともに有意である。③有意な正の相関がある場合は、要因と特性値が逆になっても、要因効果は結果的に同じ方向に現れる。逆に、有意な負の相関が見られる「レベル」の場合は、因果関係の判定が必要である。これより、次年度の統計解析は負の相関を示す「レベル」を扱うことにする。

表8  $\beta$ ,  $\mu$ に差のある学科数(要因間)

学科数		「機器」	「熱意」	「レベル」
講義系・要因	$\beta$ の一様性			
	「疎通」	0	0	0
	「熱意」	0	—	1
	$\mu$ の等価性			
演習系・要因	「疎通」	0	1	1
	「熱意」	0	—	1
	$\beta$ の一様性			
	「疎通」	0	0	2
演習系・要因	「熱意」	0	—	1
	$\mu$ の等価性			
	「疎通」	0	0	2
	「熱意」	0	—	1

7. 結論

「評価」,「理解」,「興味」を特性値 $y$ にし,「疎通」,「機器」,「熱意」,「レベル」を要因 $x$ とし, 特性値と相関関係にある要因の条件の不揃いを補正する共分散分析(データ構造: $y = \beta x + \mu_i$ )を行い, ① 回帰係数 $\beta$ は各学科に共通として良いか, ② 要因効果 $\mu_i$ は同一か(学科間に差はないか)を検定した。なお, 1学科が有意な場合, 重みが1/6ではあるが 差はないと判定した。また, 検定のケース数=(特性値 3)×(要因 4)×(授業形式 2)=24である。

H15年度データに対する検定結果, 考察と知見を示す。

(1) 授業評価(特性値)の改善策

以下に示す回帰係数 $\beta$ と要因効果 $\mu_i$ の検定結果より, 即応策として, 教員の「熱意」の向上と情報補償「機器」の充実が重要である。ロングスパンでは, 教員-学生間の要因である「疎通」の向上は自明である。

(2) 回帰係数 $\beta$ の一様性(表4-5, 表5-5)

$\beta$ は授業改善の努力代に応じた特性値の向上代である。有意でない( $\beta$ は一様として良い)=21 ケース, 有意=3 ケースであり,  $\beta$ の多くは一様である。有意な要因は教員の「熱意」であり, 対応が比較的容易なため  $\beta$ は一様として

良い。これより, 特性値の評点を大きくする要因(=授業改善のための教員・学生の努力)の効果は全学科に共通である。

(3) 要因効果 $\mu_i$ の等価性(表4-5, 表5-5)

$\mu_i$ は各学科の平均値である。有意でない(平均値に差がない)=15 ケース, 有意=9 ケースであり, 学科間に差のある場合が多い。なお,  $\mu_i$ に差が生ずる原因は,  $\beta$ が一様なので各学科の要因 $x$ の不揃い(違い)である。

有意な要因 $x$ は「熱意」=5, 「機器(演習系)」=2, 「疎通(演習系)」=2 ケースである。 $\mu_i$ の差をなくすには;

① 「熱意」,「機器」: 教員側の要因であり, 即応できる。

② 「疎通」: 教員-学生間の要因であり, 即応は難しい。例えば 図 5-1~5-2 に見るように, 因果関係は未定だが, 「疎通」は「機器」,「熱意」と正の相関があり, 「機器」,「熱意」の改善により, 間接的に「疎通」の改善を補完できるとも考えられる。

(4) 「レベル=授業内容の程度」に関する考察と課題

1) 特性値との共分散分析(表4-5, 表5-5の6ケース)

$\beta$ ,  $\mu_i$ はともに有意でないので, 「レベル」は学科間の差はないといえる。しかし, 「レベル」と特性値との負の相関(例えば 図 2-10~2-12)が懸念される。

正負の相関関係は極めて大きな差異がある。例えば, ① 負の相関(現状): 授業レベルが高いと, 「興味」はなくなり, 「理解」できないので「評価」は低下する。② 正の相関(理想的): 授業レベルが高くても, 向学心に燃え学ぶことに「興味」をもち, 努力により「理解」し, 役立つ学術知識を得られたと高く「評価」する。③望ましい正の相関への対策: 「レベル」は制御因子とできないので対策は限られる。その検討は次年度の課題とする。

2) 「疎通」, 「熱意」との共分散分析(表8の4ケース)

「レベル」は制御因子ではないので, 特性値としている。

① 演習系の「疎通」-「レベル」のみが $\beta$ ,  $\mu_i$ ともに有意である。② 「疎通」, 「熱意」との相関図は負の相関を示している。③ 負の相関関係に対する2つの解釈を示した。その因果関係を含む実状把握により, 授業改善の示唆が得られるので次年度の課題とする。

3) 学生と教員の「レベル」観(図2-10)

講義系の「レベル」の評点は3~4(丁度良かった~難しい)である。この評点と教員のレベル観とのギャップの有無に関する調査が必要であり, 次年度の課題とする。

(5) 平均値の差の $t$ 検定(表2-2)

1) 特性値: デザインが講義系, 演習系ともに高い方で有意である(この結果は(3)の $\mu_i$ の等価性に含まれている)。

2) 要因: デザインの「疎通」, 「機器」, 「熱意」が高い方で有意である(この結果も(3)の $\mu_i$ の等価性に含まれている)。

## 付録 -1 学生による授業評価のアンケート項目

本報では、カッコ付き「○○」はアンケート項目の○○を表す。

「評価」：この授業はあなたにとって、よい授業だったと思えますか（\*＝そう思う～そうは思わないの5段階）

「理解」：授業の内容が十分理解できた（\*）

「興味」：授業の内容があなたにとって、興味あるものを感じられた（\*）

「態度」：この授業に対する取り組み姿勢どうでしたか（積極的～消極的の5段階）

「受話」＝「疎通」：あなたは先生のコミュニケーション方法で、授業の内容が理解できましたか（\*）

「通話」：あなたは先生に対して、自分の意思を正しく伝えることができましたか（\*）

「目的」：授業の目的と内容がよく合っていた（\*）

「機器」：黒板、ビデオ、OHPなどの情報保障機器の使用方法が適切であった（\*）

「準備」：テキスト・教材・実験機器などがよく準備されていた（\*）

「熱意」：先生の熱意を感じた（\*）

「程度」＝「レベル」：授業内容の程度はあなたにとってどの位でしたか（難し過ぎた～易し過ぎたの5段階）

## 付録 -2 共分散分析と重回帰分析[3]

共分散分析：回帰分析を含む実験計画法では、取り上げた因子以外の要因による特性値の変動は、すべて誤差として取り扱う。誤差をなるべく小さくして、 $F$  検定の精度を高めるためには、因子の水準の違い以外の条件はできる限り均一にすることが必要となる。実験計画法の適用が困難な場合に、簡便に用いられるのが単回帰分析を利用した共分散分析である。

重回帰分析：ひとつの現象の変化を目的変数(特性値)  $y$  の変動として捉えるとき、それを説明する説明変数(要因)は数多くあるのが通常である。しかも、それらの説明変数は互いに独立に  $y$  に影響を及ぼすのではなく、互いに複雑に絡み合いながら作用するので、個々の説明変数に対する単回帰式を求め、それらの効果を組み合わせると誤った判断に導くことがしばしばである。

## 付録 -3 $F$ 検定

$F$  検定は分散の違いの検定や分散分析(3つ以上の平均値の差の検定)に用いられる。データより得られる  $F$  値は、要因の水準による変動(級間変動)  $S_A$  の分散の不偏推定量  $V_A = S_A / (k - 1)$  と誤差変動(級内変動)  $S_E$  の分散の不偏推定量  $V_E = S_E / (N - k - 1)$  との比( $F = V_A / V_E$ )であり、 $F$  値は自由度( $k - 1, N - k - 1, \alpha$ )の  $F$  分布することが知られている。ここで、 $k$  : 要因の水準数(学科数)、 $N$  : データ総数( $\sum N_i$ )、 $\alpha$  : 過誤の危険率(100回の判定で  $\alpha$  回の過誤)である。

$F^*$  は2つの自由度( $k - 1, N - k - 1$ )によるが、 $N = 50, 70$  では  $F^*(3, 50, 5\%) = 2.79, F^*(5, 70, 5\%) = 2.35$  である。

## 参考文献

- [1] 聴覚部 教育活動に関する点検評価 ワーキンググループ (三牧敏太郎, 根本匡文, 生田目美紀, 萩田秋雄, 川島光郎, 渡辺隆, 皆川洋喜, 松藤みどり, 石原保志, 中瀬浩一) : 授業評価(聴覚部・13年度)の統計解析 第1報 授業評価データの原データの平均値とばらつきが語るもの. 筑波技術短期大学テクノレポート Vol. 10(2) : pp. 85-95, 2003.
- [2] 聴覚部 教育活動に関する点検評価 ワーキンググループ (三牧敏太郎, 根本匡文, 生田目美紀, 萩田秋雄, 川島光郎, 渡辺隆, 皆川洋喜, 松藤みどり, 石原保志, 中瀬浩一) : 授業評価(聴覚部・13年度)の統計解析 第2報 授業評価データの回帰分析が示唆するもの. 筑波技術短期大学テクノレポート Vol. 10(2) : pp. 97-108, 2003.
- [3] 応用統計ハンドブック編集委員会 : 応用統計ハンドブック. 養賢堂, p. 309-315, 1989.
- [4] 武藤真介 : 統計解析ハンドブック. 朝倉書店, p. 262-287, 1995.

**Statistical Analysis for the Instructional Evaluation Questionnaire  
by Students of Division for the Hearing Impaired**

**( Covariance Analysis with factors of Communication, Support service devices, Earnestness and Lecture level )**

MIMAKI Toshitaro MURAKAMI Yoshinori KITAGAWA Hiroshi SUDA Hiroyuki  
NAMATAME Miki HAGITA Akio and MATSUFUJI Midori

**Abstract :** Covariance analyses were performed. In analyses, characteristic values are evaluation, understanding and interest. And factors are communication between student and teacher, support service devices for information, earnestness of teacher and lecture level judged by students. The former two are the most characteristic factor for Tsukuba University of Technology,

The following test results and findings were derived using questionnaire data of the 2004 year.

- (1) Regression coefficient obtained by covariance analysis has almost no statistically significance among the 6 departments. According to the test result, efforts for improvement of characteristic values are the same for the 6 departments.
- (2) In addition, lecture level has almost no statistically significance among the 6 departments.
- (3) As regression coefficient of lecture level is negative, further detailed study for cause and effect with other items of instructional questionnaire will be necessary.

**Key Words:** Instructional evaluation questionnaire, Covariance analysis, Regression analysis, Test