

授業モデルとその検証

A model of class and its verification

石田 崇† 伊藤 潤† 後藤 正幸‡ 酒井 哲也* 平澤 茂一**

† 早稲田大学 大学院 理工学研究科 ‡ 武蔵工業大学 環境情報学部
* (株) 東芝 研究開発センター ** 早稲田大学 理工学部 経営システム工学科

要旨: 大学の授業モデルに基づいて、選択式・自由記述式の学生アンケート調査を行い、統合的に解析を行ったので、その解析手法および解析結果を報告する。まず、学生の特性と満足度、成績等の関係をモデル化する。次に、モデルに基づいてアンケートを設計する。さらに、得られたアンケート結果を統計的手法や情報検索手法を用いて統合的に解析し、最後に授業モデルの検証を行う。

Abstract: This paper analyzes student questionnaires composed of both fixed and free forms based on a class model. First, a model which shows the relationships between a student's characteristic and the degree of satisfaction or their score is proposed. Next, a set of questionnaires is analyzed using the statistical technique or the information retrieval method, and finally the proposed model is verified.

1 はじめに

大学における教育プログラムの品質保証が注目を集め、授業改善への取り組みが重要となってきた。授業改善を目的とした学生アンケートは従来からよく行われているが、大勢の学生を対象とする場合には、選択式のアンケートをマークシートによって集計し、授業評価の平均値や分散を求めるにとどまっているのが現状である。自由記述式のアンケートでは、学生の自由な意見を集める事ができるが、大量のデータに対して自動的に処理する手法はまだまだ確立しておらず、今でも人手によって集計・分類されるのが一般的であり、効率的であるとはいえない。

その一方、近年のIT(情報技術)の発展に伴う情報の電子化によって、膨大な量のデータを収集することが技術的に容易になった。さらに、そこから有用な知識を自動抽出するデータマイニング手法やテキストマイニング手法の研究が新たな進展を見せており[1]、教育分野への応用研究も報告されている[2]。

そこで、本研究ではこれらの知識抽出手法を用いる事によって、選択式、自由記述式アンケートを効率的に分析し、授業改善に役立てることを目的とする。すでに著者らは、情報検索技術を適用した自由記述式アンケートの効率的な分析手法の提案や、統計手法による選択式アンケートの分析結果を報告している[3][4][5][6][7]。

[4][7]では、大学における授業モデルを考える事によって学生の特性と満足度、成績などの因果関係の検証を行った。本報告ではこれらの結果を踏まえて授業モデルをさらに修正・検証し、モデルに基いた学生アンケートの実施と分析を行う事によって、実際に授業改善に有用な情報が得られることを示す。

2 授業モデル

本研究では、大学における情報系の必修科目を対象とする。現在、多くの大学において情報系科目は文系、理系を問わず必須の科目となっている。しかし、学生の事前知識や興味・意欲には大きなばらつきがある。そこで、これらの多様な学生を対象とする大学講義の構造を明確にするために授業モデルを考える。

2.1 講義の質

授業改善の目的は「講義の質を向上すること」であるので、まず講義の質とは何かを明確にしておく必要がある。大学講義の質を考える上では、少なくとも「学生」、「教員」、「大学」、「企業」といった異なる視点が存在する[4]。本研究では特に「学生」、「教員」の視点から見た講義の質を考える。

「教員」の視点から見た講義の質とは教育効果であり、「成績評価項目」に反映すると考える。これは学生の理解度(成績)や出席状況として捉えることができる。

一方、「学生」の視点から見た講義の質とは、「学生の満足度」であるとし、図1のような仮説を設定する。

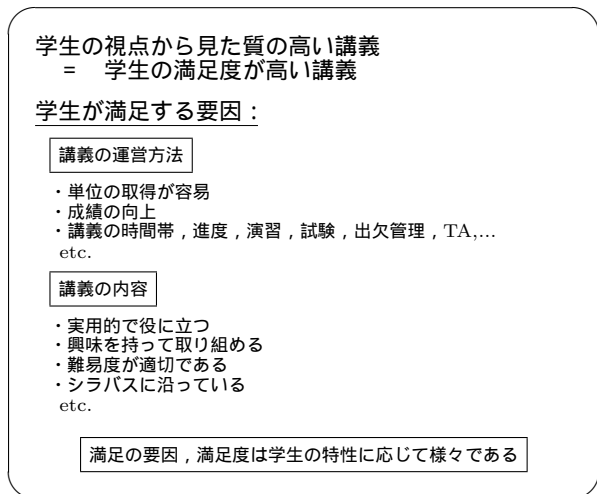


図 1: 学生の視点から見た講義の質に関する仮説

以上より、授業改善とは与えられた学生の特性の下に、2つの評価基準「成績評価項目」、「学生の満足度」を向上させる授業運営・計画立案することであるといえることができる。したがって、授業改善によって教育効果を高めながら、学生の満足度を高めることが目的になるが、図1に示したように、満足する要因やその度合いは学生の特性に応じて様々である。

2.2 学生の満足度モデル

本研究では、学生の「特性」によって「満足度」が変化すると考え、学生の特性の構造と満足度をモデル化する(図2)。

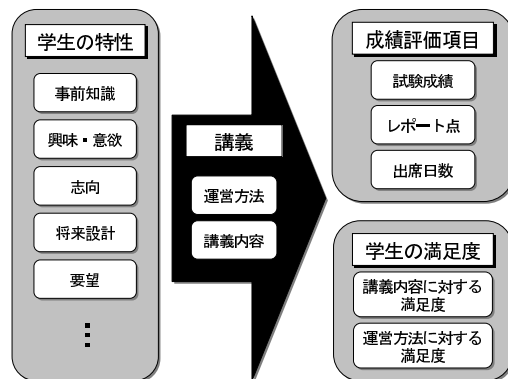


図 2: 学生の特性と満足度モデル

学生個人の特性には、潜在的な特性である事前知識、興味・意欲、志向、将来設計、要望などが挙げられる。そして、これらの潜在的な特性は、講義の結果として総合成績や出席日数として観測される顕在的な特性に影響を及ぼす。潜在的な特性と顕在的な特性によって講義に対する学生の満足度が変化すると考える。

3 アンケートの作成

3.1 アンケート調査の目的

前項で述べた授業モデルから「学生の特性に合わせた講義を行う事によって、学生の満足度を向上させることができる」という仮説を立て、このもとでアンケートを設計する。アンケートは講義の初回と最終回にそれぞれ実施する。初回アンケート (IQ) は学生の特性を把握し、それを講義計画に反映させるためのものである。最終アンケート (FQ) では、学生の満足度や講義受講後の特性、感想を調査する。アンケート結果に加えて、レポート課題、中間試験、期末試験、出席日数など講義の成績関連項目を用いて、統計手法やテキストマイニング手法によって総合的・多角的な分析を行い、授業改善計画の検討や授業モデルの再検証を行うものとする (図 3)。

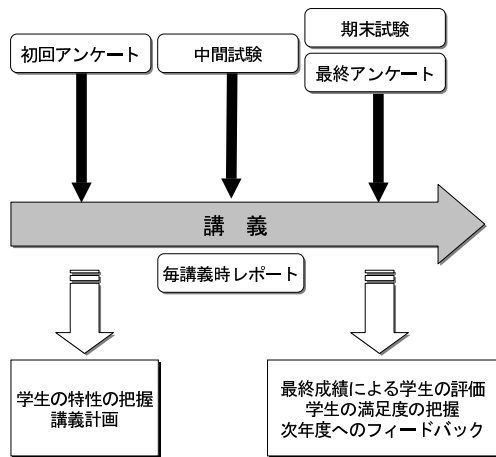


図 3: アンケート調査の目的

3.2 アンケート内容の設計

効率化の観点からアンケート用のホームページを作成し、学生には WEB 上で回答してもらう。これにより多数の回答を電子データとして自動的に回収、整理する事が可能である。アンケートの設問項目の作成は、図 2 における学生の特性と満足度・成績の構造に基づいて行う。アンケートの設問項目の構造 (図 4) と実際のアンケートの設問例 (表 1) を示す。

4 アンケートの実施と分析

4.1 分析対象

本研究では、早稲田大学理工学部経営システム工学科 2 年生必修科目の「コンピュータ工学」[8] を分析の対象として、アンケートを実施した。この講義は必修科目であり、学科の 2 年生全員、約 130 名が受講している。経営システム工学科は、他の理系学科に比べると卒業後の就職職種が多岐にわたっており、比較的志向の強い学科であるといえる。そのため、本講義の受講生の中には、大学に入ってから初めてコンピュータに触れた学生から、自分でパソコンを組み立てられる学生、コンピュータの動作原理に興味があり、積極的に受講したい学生から、必修なので仕方なく受講している学生など様々な学生が含まれている。

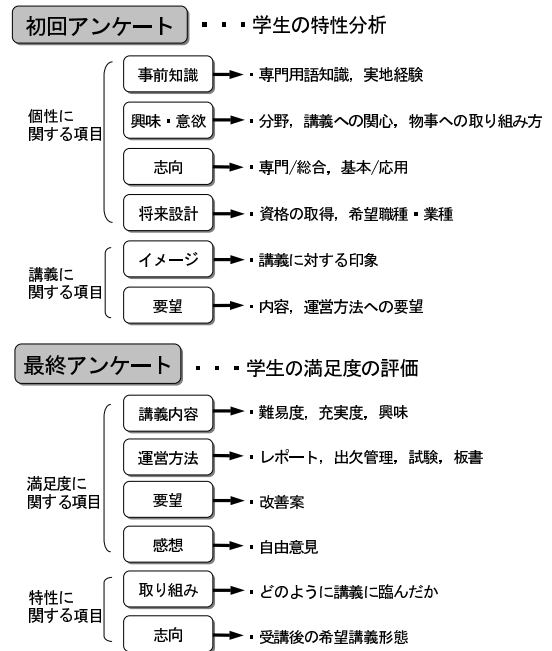


図 4: アンケート内容の設計

4.2 分析手法と結果

多様な学生を対象とするので、まず、IQ によって学生の特性、傾向を把握して講義計画への参考とする。具体的には、解析の結果を学生の成績予測や学生のレベル、志向に応じたクラス分割などに適用する事を考える。FQ では学生の満足度を評価し、学生の特性との因果関係をモデル化することによって次年度の講義計画へ反映させる。

本研究では解析手法として、選択式アンケートに対しては回帰分析や判別分析、記述式アンケートに対しては、重要文抽出手法 [9] や情報検索における擬似適合フィードバック技術 [3] を用いている。本稿では選択式、記述式データについて別々に解析を行い、それぞれの結果を統合して考察を行っているが、文献 [5] では選択式、記述式の回答データを PLSI (Probabilistic Latent Semantic Indexing) モデル [10] を用いて統合的に解析する手法を提案している。

4.2.1 IQ の分析

ここでは、講義の開始時に IQ を用いた講義計画を扱う。そこで、IQ の分析によって

- (1) 成績予測問題
- (2) クラス分割問題

を考えることにする。すなわち、IQ の選択式データから (1) では最終的な学生の成績を予測する事が可能か、(2) では学生のレベルや志向に応じてクラス分割する事が可能かどうかを検証する。

(1) 成績予測問題

IQ のみを用いて重回帰分析を行ったが、成績を予測する事はできない。また、重回帰モデルによって、IQ から成績を説明する事もできなかった (寄与率は 40% 程度)。

(2) クラス分割問題

クラスを分割する事を前提とし、IQ から学生の潜在的な特性を把握する事によって、各学生に適したクラスを選択する問題を考える。クラス分割の基準として、学生の成績レベルや希望する講義の形態が挙げられる。ここでの問題は、IQ によって最終的な学生の成績や、FQ の回答項目である学生の希望講義形態を予測することである。もし予測が可能であれば、この講義に対

表 1: アンケート設問

初回アンケート (IQ):

項目	例 (小質問)
選択式	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータの利用経験年数はいくらか. 海外留学の計画を持っているか. PC を組み立てられるか. 情報関係の資格を持っているか. 知っている情報関係の術語を 10 個書け.
記述式	<ul style="list-style-type: none"> コンピュータの知識・経験について書け. 卒業後どんな仕事につきたいか. 科目名からどのような講義内容をイメージするか.

選択式項目: 7 質問 (各 4-20 小質問)
記述式項目: 5 質問 (各 250-300 文字)

最終アンケート (FQ):

選択式	<ul style="list-style-type: none"> 講義の内容は理解できたか. 中間試験は難しかったか. 板書は見やすかったか. 講義内容は自分に役に立つと思うか. この科目は選択科目でも履修したいと思うか. コンピュータの応用技術と基礎原理のどちらに興味があるか. クラスを (G) と (S) に分ける場合どちらを選ぶか.
記述式	<ul style="list-style-type: none"> 3 年生になって、情報系の研究室配属を希望するか. 将来、情報関係の業種に就職するか. 受講後、コンピュータに関するイメージは変わったか.

選択式項目: 6 質問 (各 6-21 小質問)
記述式項目: 5 質問 (各 250-300 文字)

*このアンケートは下記 Web Site に掲載されている.
<http://hirasa.mgmt.waseda.ac.jp/users/comp-eng/>

する学生のレベルや、実際に講義を受講した後に希望する講義形態を、授業の開始時に選択できるようにすることができ、学生の潜在的な要望に対応できると考えられる.

そこで、講義形態におけるクラス分割として、

(a) 学生のレベルによる分割

- H: 上位クラス
- L: 下位クラス

(b) 講義テーマによる分割

- S: 専門的テーマ
- G: 概論的テーマ

(c) 運営方法によるクラス分割

- E: 出席・講義時の演習重視
- T: 中間・期末試験重視

を考える.

(a) では最終試験得点 (期末点 + 中間点) の 130 点以上を H, 未満を L とし、これを学生のレベルであると捉える. (b), (c) では FQ において学生が回答した希望の講義形態 (S or G, E or T) を、最終的に学生が望む講義の形態であると考える. これらを目的変数として、IQ のみから説明する事ができるかどうか判別分析を行った. IQ から予測した学生のクラス予測誤り率を表 2 に示す.

表 2: クラス予測の分類誤り率

(a) H or L	(b) S or G	(c) E or T
0.40	0.40	0.33

記述式データを用いてクラス分割問題を解決する手法として、PLSI に基づくクラスターリング手法がある [6].

4.2.2 IQ+FQ の分析による授業モデルの検証

ここでは、IQ と FQ の選択式データより得られる学生の特性で、(1) 学生の試験成績、(2) 学生の満足度、(3) 最終的に学生が希望する講義の形態についての程度説明する事ができるのか、授業モデルを検証する.

(1) IQ+FQ → 学生の試験成績

選択式データを説明変数として成績を目的変数とした重回帰分析の結果を表 3 に示す.

(2) IQ+FQ → 学生の満足度

学生の満足の要因として、講義内容に関する満足度と運営方法に関する満足度を考えたが、授業改善のた

表 3: IQ+FQ からの成績の説明

寄与率 = 0.72 (自由度調整済み寄与率 = 0.64)

説明変数	偏回帰係数	t 値
定数項	222.3	6.57
FQ:講義をきっかけにこの分野を勉強したい	12.9	4.4
IQ:アルバイトに積極的に取り組む	-7.1	-4.4
FQ:講義の難易度	-3.0	-4.2
FQ:レポートは独力で解いた	10.1	3.8
IQ:自分専用の PC を設置して何年か	4.1	3.3
FQ:講義内容に対する満足点	-2.6	-3.1
IQ:昨年度の成績は人より良かった	5.1	2.8
FQ:この講義は半期で十分だ	-6.6	-2.7
FQ:中間試験必要だ	6.3	2.5
FQ:PC の基礎原理に興味がある	-4.7	-2.4
IQ:選択科目でも履修した	-5.3	-2.4
FQ:期末試験よりも期末レポートが良い	-3.8	-2.3
IQ:学科に必要な講義だ	-6.0	-2.1

めにこれらを別に扱うこととし、それぞれを目的変数とした重回帰分析を行った. その結果を表 4 に示す.

表 4: IQ+FQ からの満足度の説明

(a) 講義内容に関する満足度:

寄与率 = 0.85 (自由度調整済み寄与率 = 0.77)

説明変数	偏回帰係数	t 値
定数項	17.3	6.0
FQ:講義をきっかけにこの分野を勉強したい	1.5	5.6
FQ:毎回のレポートは必要だ	1.0	5.4
FQ:講義には積極的に参加した	0.9	4.2
FQ:学科に必要な講義だ	0.8	4.1
FQ:講義内容に興味もてた	0.9	3.9
IQ:関連資格を取得したい	-1.0	-3.6
IQ:出席は取るべきだ	-0.5	-3.5
IQ:大学に平均週何日来るか	-1.3	-3.2
IQ:単位を落とすとも構わない	0.9	3.0
IQ:自分は理系人間だ	0.4	2.8

(b) 運営方法に関する満足度:

寄与率 = 0.60 (自由度調整済み寄与率 = 0.45)

説明変数	偏回帰係数	t 値
FQ:毎回のレポートは必要だ	1.6	5.1
FQ:講義テーマの興味得点	0.2	4.1
IQ:明確な目的を持って履修している	-1.4	-3.8
FQ:講義内容に興味もてた	1.5	3.7
IQ:選択科目でも履修した	1.3	3.3
IQ:この講義は半期で十分だ	1.2	3.1
IQ:単位を落とすとも構わない	1.5	3.0
IQ:シラバスには目を通した	0.6	2.7
FQ:選択科目でも履修した	0.9	2.6
FQ:関連資格を取得したい	-0.9	-2.6
FQ:この講義で PC が活用できるようになる	-0.9	-2.2
FQ:レポートは独力で解いた	-0.8	-2.0

(3) IQ+FQ → 学生が希望する講義

選択式データを説明変数とし、最終的に学生が希望する講義の形態を目的変数とした判別分析の結果を表 5 に示す.

重要文抽出手法 [9] や情報検索手法 [3] を用いる事によって、各クラスに属する学生の記述式データからの特徴抽出が可能である [7]. 記述データの特徴文抽出結果を付録に示す.

5 考察

(1) 新たに授業モデルに基づいたアンケート分析においても、[4][7] と同様 IQ のみから学生の最終成績を予測することは困難である. また、重回帰式による説明機能も果たさない. しかし、これは自然な結果であろうと考えられる.

(2) IQ の選択式データのみを用いたクラス分割問題で、すでに分類誤り率が 30 ~ 40% である. これに記述式データの特徴抽出等を合わせる事によって、学生に対して画一的な講義を行うのではなく、特性に応じて授業を分割するする場合の指標を与える事ができると考えられる.

表 5: IQ+FQ からの希望クラスの説明

+ , - は判別スコアの符号を示す .

	特性	F 比	判別係数
G・S	FQ:講義内容テーマ興味得点	11.1	-0.2
	IQ:PCを組み立てた事がない	7.2	-3.1
	IQ:自分は女性だ	6.7	2.1
	IQ:自分専用 PC の設置歴	6.6	-0.4
	IQ:PC の利用歴	5.8	0.2
+ : G	FQ:情報分野の興味得点	5.4	0.1
- : S	FQ:この講義は半期で十分	4.8	-0.6
	FQ:講義内容の満足度点	3.6	-0.2

誤判別率 : 21.1%

	特性	F 比	判別係数
E・T	FQ:出席をとるべき	23.9	1.6
	IQ:自分は PC の基礎原理に興味がある	10.9	1.3
	IQ:講義をきっかけにこの分野を勉強したい	10.4	-1.4
	IQ:興味のない科目も努力する	8.5	1.0
	FQ:自分に必要な講義だ	7.5	1.0
+ : E	FQ:期末試験よりも期末レポートが良い	5.6	0.7
- : T	IQ:インターネットの利用歴	5.2	-0.5
	IQ:学科に必要な講義だ	5.0	-1.0
	FQ:関連資格を取得したい	5.0	-0.9

誤判別率 : 11.2%

- (3) IQ と FQ から学生の最終成績を説明することは可能である . しかし , 学生の傾向を把握する事は可能であるが , この結果から学生の成績を向上させるための示唆を得る事は難しい .
- (4) IQ と FQ から講義内容の満足度を説明する事が十分可能であるが , 運営方法の満足度を説明することはやや困難である . 今回は学生の満足度に関する質問項目の合計点を満足度得点とし , これを目的変数として解析を行ったが , ここに問題があると考えられる . 講義内容の満足度については個々のテーマの満足度の総計として与えることは自然であるが , 運営方法の満足度については出席の取り方から板書の見やすさなどこれらの得点を合計したものに意味があるかは定かではない . 満足度をどのように測定するかという点に改善の余地がある .
- (5) IQ と FQ から学生が最終的に希望する講義形態を説明する事は十分可能である . これは , 実際に講義を受講し終わった時点での学生の希望であるので , 因果関係や学生の傾向をつかむ事により , 次年度のクラス分割に対して参考とすることができる .

6 結論と今後の課題

「コンピュータ工学」を対象として授業モデルを再検証した結果 , 選択式と自由記述式かななる学生アンケート調査によって授業改善に役立つ情報を得られることが確認できた . 今後の課題として , 学生の満足度の総合指標をどのように与えるかについて再検討が必要である . さらにアンケート調査を複数年度にわたって実施し , 時系列的な解析とモデルの見直しを行うことが挙げられる .

参考文献

- [1] M. Hearst, "Untangling Text Data Mining, ACL '99 Proceedings, pp.3-10, 1999.
- [2] 長坂悦敬, 阿手雅博, "記述問題の自動評価を目指した教育支援情報システムによる Interactive Education, "情報教育方法研究第 3 巻, 第 1 号, pp.37-42, 2000 年 .
- [3] 酒井哲也, 伊藤潤, 後藤正幸, 石田崇, 平澤茂一, "情報検索技術を用いた効率的な授業アンケートの分析, "経営情報学会 2003 年春季全国研究発表大会予稿集, pp.182-185, 東京, 2003 年 6 月 .
- [4] 後藤正幸, 酒井哲也, 伊藤潤, 石田崇, 平澤茂一, "選択式・記述式アンケートからの知識発見, "PC カンファレンス予稿集, pp.43-46, 鹿児島, 2003 年 8 月 .
- [5] S. Hirasawa and W. W. Chu, "Knowledge acquisition from documents with both fixed and free formats," to appear in Proc. of 2003 IEEE Int. Conf. on System, Man, and Cybernetics, Washington DC, U.S.A., Oct. 2003.
- [6] 伊藤潤, 石田崇, 後藤正幸, 酒井哲也, 平澤茂一, "PLSI を利用した文書からの知識発見, "2003 年 FIT 論文集, vol.2, pp.83-84, 江別, 2003 年 9 月 .

- [7] 平澤茂一, 石田崇, 伊藤潤, 後藤正幸, 酒井哲也, "授業に関する選択式・記述式アンケートの分析, "15 年度大学情報化全国大会, pp.144-145, 東京, 2003 年 9 月 .
- [8] 平澤茂一, コンピュータ工学, 培風館, 2001 年 .
- [9] 伊藤潤, 石田崇, 後藤正幸, 平澤茂一, "文間の単語共起類似度を用いた重要文抽出手法, "2002 年 FIT 論文集, pp.83-84, 東京, 2002 年 9 月 .
- [10] T. Hofmann, "Probabilistic latent semantic indexing," Proc. of SIGIR'99, ACM Press, pp.50-57, 1999.

付録: 記述式アンケートからの特徴文抽出例

表 6: 記述式アンケートからの特徴文抽出例

	特徴文例
H	IQ: ・経営システム工学科を専攻したのでそれを活かせる就職をしたい . ・コンピュータの歴史や内部構造がどのようになっているか , 周辺技術にはどのようなものがあり , どのような構造なのかという事について講義するのだと思う . ・コンピュータに関連した分野で興味があることといえばやはりインターネットを利用した情報検索やネットワークです . ・コンピュータの基本的な仕組みについて講義してほしい .
	FQ: ・コンピュータの知識を得る事ができたので , どのような進路に進もうとこの講義は無駄にならないと思う . ・コンピュータの構造が複雑であるという事を改めて思い知らされた . ・毎回出席を取ったり , レポートを出すのは良いと思った .
	IQ: ・コンピュータを使うようになったのは大学に入ってからで , それまでは全く使った事がない . ・コンピュータに関する知識を身に付ける講義ではないかと思えます . ・一番興味を持っているのはエクセルやワードのより良い使い方である .
L	FQ: ・コンピュータの原理を知っていることで , 特に一般企業においては , そのことが役に立つようには感じない . ・授業の最後のほうに来た人にレポート用紙を配布するのはどうかと思います .
	IQ: ・パソコンでホームページを作ったり , プログラミングをする事に興味がある . ・コンピュータに関する知識を増やしていきたい . ・今 , 自分がどういった分野が一番興味があるか探している所です .
S	FQ: ・この講義を通してコンピュータがより親しみやすいものになった . ・一番興味を持てたのは , 2 進法やブール代数のところ です . ・将来どのような道に進むとしてもこの講義は無駄にならないと思う .
	IQ: ・パソコンは大学に入るまでほとんどいじった事が無かった . ・自分としては今はあまり深く将来のことを考えていません . ・コンピュータの知識が無いので , 特定の分野に対する興味はそんなにありません . ・最も興味があるのはインターネットです .
G	FQ: ・コンピュータの原理よりも概論のように幅広く取り扱って欲しかった . ・いかに将来情報が進もうとも , 自分で学ぼうとしなければ得られない知識なので , 講義で学ぶ事ができて得をした . ・コンピュータは用いるだけでよいと思った . ・コンピュータ関係の仕事を担うのも面白いのではないだろうかと感じるようになった .
	IQ: ・レポートをやることでその日の授業にやった内容の確認と , それによってより深い知識が得られるようなレポートを望みます . ・レポートや試験について , もともとコンピュータについて知識のあるものが講義に不評が高いという事はしないで欲しい .
E	FQ: ・ほぼ毎回レポートがあるのも , その回の授業内容が分かるので続けたほうが良いと思う . ・出席は別に取らなくても良いが , 毎回の課題が授業点になってくれるのであればそれもいいことだと思う .
	IQ: ・生徒にもいろいろいるという事を認識した授業をして欲しい . ・他の科目でも多くのレポートが出題されるので毎回だと負担が大きい . ・授業に出ているかどうかで点数がつくよりも , テストの点数とレポートで成績を付けたほうが良い .
T	FQ: ・出席を取る授業と取らない授業では出席率が違う . ・授業に遅れてくる人は多いし , うるさいし , 受けた人だけが受けられる講義を目指すべきだと思うので , 出席を取る必要はない .