生駒経済論叢　第７巻第１号　2009年７月

学生満足度最大化を目指す基礎ゼミのクラス編成

大　村　雄　史

概要　現在多くの大学で１年生に対して基礎ゼミあるいは類似の名称の科目を設置している。この科目は，以前は無かった科目であるが，入学してくる学生の質の変化に伴い，設置されるようになった。本論文では，このクラス分けに際して，種々の条件を満足しながら，同時に学生の満足度を最大化できる方法を考察する。

キーワード　大学教育，学生満足度，クラス編成問題，基礎ゼミ，システム分析，数理計画法
原稿受理日　2009年４月28日

Abstract　In the past several years, many universities came to open a course called elementary seminar for freshmen. No such a course existed before; however, it has come to be established according to changes in the quality of the students. In this paper, I suggest a method that can maximize the satisfaction of students, and that can simultaneously satisfy various kinds of conditions on class assignments.

Key words　educational problem in a university, satisfaction level of students, class assignment problem, elementary seminar, systems analysis, mathematical programming

1. は じ め に

現在多くの大学で1年生開講の基礎ゼミあるいは類似の名称の科目がある。この科目は，以前無かった科目であるが，入学してくる学生の質の変化に伴い，設置されるようになった。この科目が設置された目的は，新入生にできるだけ早く大学生活になじんでもらう事と，出来るだけ学ぶ意欲を持ってもらい，4年間を有意義に過ごしてもらうための心構えを養ってもらうことである。

この科目は少人数で実施されることが多いので，原則的には全ての専任教員がクラスを受け持つことが多い。そのような目的に沿うよう，大枠の内容は設定されているので，新入生個人の配属希望を聞く事なく，多くの場合，学籍番号等でクラス編成が行われる。しかし，大枠のみが決められているため，教育内容細部になると教員の考え方や，得意分野の違いにより，その差が出てくる。授業アンケートをとると，このクラスによる違いについて，不満（不満の内容が適切がどうかはともかく）を述べる学生が多い。本論文ではこの不満を出来るだけ少なくする方法を提案する。

2. 問 題 の 背 景

2.1　基礎ゼミとは

本来大学は，学生が学ぶ意欲を持って入ってくるところであるが，18歳人口の減少，その他の理由により，そうとは言えない学生も入学するようになった。その結果，自主的に動けない学生の割合が増加し，大人の行動様式に移れない学生が増え，その結果として種々の問題が発生するようになった。これは，高校卒業まで，いろいろな意味で周囲から世話をされすぎてきたことも原因の一つと考えられる。ある予備校の講師の人の話であるが，「解答という餌をもらうまで口を開けて待っている予備校生や，もっとひどい場合は口も開けていない予備校生もいる」とのことである。そのような受け身の学生の割合が高くなってくれば，どうしてよいか分からない状態で時間が過ぎていく学生が増える事になる。そこで，少なくともそうならないように指導していこうというのが基礎ゼミ及びその他類似の科目の目的である。

なお，大学によっては，1年生だけでなく，4年間類似のゼミを行うという所もあるようだが，あまりに世話をされることに慣れてしまえば，ますます受け身の姿勢が確固とし

たものとなり，本来の目的に反して，そのような学生が社会で活躍するのはますます難しくなる事が予想される。従って，基礎ゼミは，「手取り足取り」で面倒を見ていくものではなく，学生が自主的に行動できるように指導していくというシナリオで勧めるべきものであろう。

ところで，この科目は少人数で実施されることが多いので，多くの場合，全ての専任教員がクラスを受け持つことになる。この科目の大枠の内容は前もって設定されているが，新入生個人の配属希望を聞く事はなく，学籍番号順でクラス編成が行われる事が多い。

2.2　基礎ゼミに対する学生の意見

以上のような基礎ゼミに対して学生より寄せられる意見の一例を，表1，表2に示した。残念ながら不真面目と思われる意見も一定数あるが，それは昨今の状況ではある程度やむを得ないであろう。なお，同一の授業内容に対して学生Aは肯定的な回答をし，一方学生Bは否定的な回答を述べている等，全く正反対の意見も多く，その点も注意すべきである。

このようなことを全て考慮すれば，学生の不満を全て解消すればよいという事にはならないのは明らかである。

表1　基礎ゼミ内容に対する学生の意見の一例

内容
レポートの作成が非常にやり応えがあった。
発表をすることで、とても勉強になりました。
全クラス同じことをすればいいと思う。
もっと普通の授業ではできないことがやれると思ってたのですが、あんまりでした。
○○の授業の続きに感じられ少しざんねん…
もっとやることを先生によって統一してほしい。
基礎ゼミ内での交流を深めるべきです。
○○ばっかりしたくないです。
このままで良い
時間をムダにした。
非常に難しかったが、経済学はこんなことをするのかというのが分かった。
もう少し計画的に進めて欲しい
イマイチ基礎ゼミノ趣旨が理解できなかった。
担当教員のよってしていることが違うので、このゼミではもっトコミュニケーションの要素を入れて欲しかった。
調べるのが難しい
学籍番号で履修を決めて欲しくない。
自分の好きなことを発表したかった
よかった
楽しかッた
もう少し発表する回数を増やした方がいい。
先生が色々な話をしてくれるのでこうかいしない大学生活を送りたいと思う
もっと討論した方が良くないかな？
いろんな人のプレゼンがきけて参考になった
もっとやりたい
…もっとみんな仲よくなれるイベントがしたかった…。
もっとみんなと仲良くなれるイベントがほしかった。
もう少し濃い内容でもいいと思う
１回１回の授業がとても楽しかった。
もっと楽しいイベントなどがあればよかった。
スポーツをしたりしている基礎ゼミもあったので、たまには、したかったです。
仲良くなるためのイベントをしてほしかった。
おもしろかった
先生によって内容だ違うのは問題がある
ひまな時間が多すぎる
もっと興味がもてるような内容がよかった。先生がはなしすぎ。
教科書が難しすぎてやる気になれない
基礎ゼミのテーマが難しすぎる。もっと皆が理解できるくらいのテーマで教科書を選んだほうがいいと思った。まだ１回生で経済の基礎もほとんど習ってないから、発表での質問をすることじたい困難だった。
楽しみながらできたので良かった。
『○○○○○○』の本はゼミをしなかったらかわなかったと思うのでゼミをついじてよめてよかったです。
基礎ゼミ内でもっと仲よくなりたかったです。自己紹介もしていないので知らない人ばっかりでした。
もっとみんなと関わる場を設けてほしかった
自分の調べたいことをレポートにさせて欲しい
もっとプレセシを煮つめて取り組んでみたかった
レポートが多かったのでとても大変でした。
プレゼンの授業は大変役に立ちまして。
友達も増えて授業も楽しかったです。

表2　基礎ゼミ内容に対する学生の意見の一例（続き）

内容
クラスによってやることが違う。意味がわからない
基礎ゼミをやる目的は何ですか
もっとコミュニケーションを取れるようにしてほしい。
楽しかったです（^-^）
なんだかんだで楽しかった。
楽しかった
レポートの書き方を教えてほしかった
個人で調べ、個人で発表することがなかったのが残念だった。
最もよかったクラスやと思う
レポートの書き方とかを学びたいです。
シンプルな授業だったのでやりやすかった。
基礎ゼミごとで違う内容があるのが少し気になった。
ゼミのクラスによってやることが全然ちがって不公平さを感じた.
少人数なので、普段しゃべない人ともしゃべれてよかったけど、先生によってやっていることが違うので当たりはずれがあるように思った。
プレゼンだけで基礎ゼミがおわるとは思ってなかった　同じ基礎ゼミの人と仲良くなる機会がほしかった。話す機会がほしかった。
グループで調べたかった
もうちょっと発表する場が。
もっとみんなと仲良くなれるような事をしてくれると思ってました。
集団で討論するより、個人で調べて発表する方がいいと思いました。
ほぼ毎週のディスカッションはとても疲れるものであったが，刺激的でもあった。
自己紹介などはもっと早期にすべき。他の基礎ゼミのようにもっと効果的な討論をすべき。
いまいち経済学の関心が上がらない
１人での発表だったのでグループの発表もしてほしい
みんなそれぞれ違う意見を聞けるので非常に自分のためになります。
もう少し楽しいものにしてほしい。基ソゼミに宿題はありえないと思う。
もうちょっと席移動が自由でもいいと思います。
もっとみんなと仲良くなれるような内容を行ってほしい○○はただ英字新聞を読んで訳して解説してをすべて一人でやっているので先徒からするとただの自己満足の英語の授業みたいでまったく興味がもてなかった。さらに私語禁止だったのでとなりの人ともろくに話せなく
もう少し遊びのようなところがあってもよかった
・発表多い
サンドイットを食べる機会を増やしてほしい
最高！！
最高！！
楽しく楽しく
遊びという面もほしい
遅刻は３０分までセーフです。
遅刻は文化
遅刻は文化
良以上をください
○○学部で○学のことはやめてほしい
何で○○やらないかんのですか！
単位ください
もっと遊びを入れてほしい。
マジ！？！？
ドラゴン！？
イベントを作るていいと思う（旅行とか）
サッカーしたかったです。
女子がほしかった
○○○さん最高！！
イー
愉快に楽しく！
何かもっと食べたかった
○○○
○○の服○○○ばかりは少しつらい
本を読むだけの基礎ゼミなら、やらないほうがいいと思った。
おもしろくなさすぎて、死んでしまいそうだった。でも、
レポートを書く回数が多くて大変だった。
レポートと担当教員がだるかった。
基礎ゼミなのに厳しくやりすぎで，ヤル気もおきないし，ダルいだけだった。
課題が多すぎる
レポート多い
おもしろくない
もっと楽しくしてほしい
ここの基礎ゼミは他と比べ圧倒的にキツイ。レポート出しすぎ。
先生の笑顔がカワイイ
もう１回サンドイッチたべたい
もう少しかんたんなレポートがよかった
もっと遊びを増やす！
全くおもしろくなかった.
サンドウィッチおいしかったです。
ＡＬＬ　Ｏ．Ｋ．
もっとスポーティーにしたい
みんなで遊ぶ時間も設けてほしい
もっとサンドウィッチを
課題のレポートが大変

2.3　不満の原因

不真面目な意見についてはひとまずおいておき，「2.2」で示した学生の不満の中身をまとめると次のようになる。

① 教員によって基礎ゼミの運営方法や内容が少しずつ違う。

基礎ゼミの内容については大枠のみが決められているが，教育内容の細部は各教員に任されているので，教員の考え方や，専門分野の違いにより，授業の中身が当然ながら違ってくる。

② 配属された基礎ゼミの運営方法や内容がその学生にとって希望しないものである。

③ 学生の希望を聞くことなく，所属ゼミが一方的に決められている。

学生の各教員への配属が機械的に学籍番号で割り振られている事に対する不快感も影響していると思われる。

3. 不満を解消するための代替案と問題点

3.1 代替案

上記「2.3」で取り上げた学生の不満を解決するための代替案として下記の三つの案を考えてみる。なお現状は，「基礎ゼミの大枠は決めておくが，細部は各教員が実施内容を決める。クラス分けは学籍番号順に各教員に配分する」という前提条件で議論を進めることにする。

案１：基礎ゼミの教育内容を細部にわたるまで共通化し，クラス分けは学籍番号順に各教員に配分する。（基礎ゼミ内容の統一度合いを強める案）

案２：基礎ゼミの大枠のみ統一し，教員の違いによる教育内容細部の違いは認める。代わりに，学生に所属希望のゼミ名を出させて，適切な方法により所属ゼミを決定する。（学生にゼミ希望を聞く案）

案３：基礎ゼミの大枠のみ統一し，教員の違いによる教育内容細部の違いは認める。教員の専門をもとに，教員の所属する分野を数種の分野に区分し，学生にはその分野を選択させる。学生の所属分野の決定は，適切な方法で決める。その後，分野毎に，学籍番号順に学生を各教員に配分する。（学生にゼミの分野希望を聞く案）

これらの案を表にまとめると，表３となる。

表３　基礎ゼミへの配属方法の比較表

		基礎ゼミの内容の統一	学生の配属希望	各ゼミへの配属
	現行	大枠のみ統一	なし	学籍番号で各教員に割り振り
改良案	案1	細部にわたるまで統一	なし	学籍番号で各教員に割り振り
	案2	大枠のみ統一	考慮する（具体的なゼミ名を申告）	適切な方法で決定
	案3	大枠のみ統一	考慮する（ゼミの分野を申告）	分野への配属を適切な方法で決定後、各分野内での各教員に学籍番号で割り振り

なお，案２，案３で述べた所属ゼミ，あるいは分野をを決める方法としては次のような方法が行われる事が多い［３］。

方法１：学生に一度に，第１希望～第ｎ希望まで申告させ，その希望を基に教員間で調整しながら決定する。

方法２：第１次選考～第ｎ次選考まで順に選考日程を設定し，その経過に従って順次決定していく。

方法３：その他の理論的方法

この内,「方法１」は教員間の調整に時間がかかり，しかもうまくいくとは限らない。「方法２」は，教員間の調整は不要であるが，段階を経て進むので，時間がかかり過ぎる。「方法３」は，例えば数理計画法を用いる例が報告されている［３］。

3.2　各案の評価（表３参照）

案２と案３の違いは，具体的なゼミ名まで希望を聞くのか，ゼミの分野名まで希望を聞くのかの違いである。表４（案２）は，学生ｉを教員ｊに割り当てるということを意味し，表５（案３）は，学生ｉを分野ｊに割り当てることを表している。

表４　案２の学生と教員の関係

		教員 j						
		1	2	・	・	・	・	n
学生 i	1							
	2							
	・							
	・							
	・							
	・							
	m							

表５　案３の学生・（基礎ゼミ）分野の関係

		分野 j						
		1	2	・	・	・	・	n
学生 i	1							
	2							
	・							
	・							
	・							
	・							
	m							

3.2.1　案 1（基礎ゼミ内容の統一度合いを強める案）の評価

案 1 は，基礎ゼミの運営方法や内容の教員間の差を極力少なくする案である。本案では，各教員間の授業内容の差は減少するはずであるので，その事に関する不満は減少すると思われる。教員間の差はないとなれば，学籍番号順に各教員に配分する方法で問題ないという事になる。

しかし，教員による授業内容の差をなくすのがよいかと言えば，必ずしもそうとは限らないという考え方もあり得る。授業内容を細部まで統一しすぎると，画一的な，あまり面白みがない授業になる可能性が高い。完全に統一しようとすれば，台本を読むような事にもなってしまい，そのような授業が喜ばれるとはとても思えない。更に，台本を読むような事をしたとしても，教員の個性の違いが出てくる。大学教育は，高等学校までの教育と違い，教員によっていろいろな考え方があるという事を学生が認識し，正解は一つではないという事実を通じて，自分の頭でよく考えるという経験をさせる事も重要である。また，各教員は専門分野が違うため，授業内容を細部まで統一しすぎると，設定された教育内容に詳しい教員と，そうでない教員とでは，その知識の差が学生に不適切な影響を与えてしまう可能性も考えられる。

つまり，案 1 は「授業内容を細部まで統一しすぎる事による問題」という新たな大きい問題が発生し，更に「学生の希望を無視する問題」が残る。

3.2.2　案 2（学生にゼミ希望を聞く案）の評価

案 2 は，学生の思い通りにクラスが決まれば，不満は減少する事が予想されるが，クラスの定員もあるため，学生の希望通りにならないこともある。そうなれば反って不満が増幅される事になる。更に，学生は各教員の担当する基礎ゼミの内容を理解し，自分の希望を提出する必要があるが，新入生の時期に，そのような事を学生に求めるのは無理があると言わざるを得ない。また，新入生が希望を出せたとしても，面接等で新入生を各ゼミに過不足なく配属するには，入学から授業開始までの期間がきわめて短いことが多く，時間的にほとんど不可能と言えるであろう。

つまり，案 2 は，「新入生がどの基礎ゼミが自分にとって適切か判断できない問題」と，仮にそれが出来たとしても，「できるだけ希望を考慮した配属を面接等で決めるにしても時間的な制約で実行可能性が非常に低いという問題」があり，全般的に実行困難な案である。

3.2.3　案3（学生にゼミの分野希望を聞く案）の評価

案3は，案2の問題点であった「新入生が各教員の担当する基礎ゼミの内容を理解し，自分の志望ゼミを申請する」という実行困難な障壁を避ける事が出来る。なぜなら，各教員の専門を少数の「基礎ゼミの分野」として区分し，その「分野」を選ぶのは，教員個人毎のゼミ内容を理解し，選ぶよりずっと簡単だからである。しかし，全員が希望の「分野」に配属できるかどうかは教員数の関係で何とも言えない。うまくいかない場合には調整作業が必要となり，その調整をどうするかは難しい問題である。仮にそれを面接等でするとなれば，入学から授業開始までの期間が短いので，時間的にほとんど不可能となる。

つまり，案3は，新入生が各教員の専門を少数の「基礎ゼミの分野」として区分し，その「分野」を選ぶのは比較的簡単であるので，学生全員の「基礎ゼミの分野」の希望を考慮しながら，それぞれの「分野」への配属を納得性のある方法で，適切に，素早く決める事が出来るのであれば，その後は各教員に学籍番号順に割り当てればよく，実行可能性は高くなる。

以上のことを考えて案1～案3の各案を実施した場合の問題点をまとめると，表6のようになる。

表6　各案を実施した場合の問題点

		基礎ゼミの内容	学生の配属希望	新たに発生する問題
	現行	担当者によって内容が違う	希望が考慮されない	
改良案	案1	（細部にわたるまで統一されるので、内容が統一されていないという不満はなくなる）	希望が考慮されない	統一された内容に対して不満が出る可能性がある
改良案	案2	（希望するゼミに配属される可能性が高くなるので、担当者により内容が違うという不満はある程度解消される。）	（ゼミの希望はある程度満たされる。）	新入生が希望ゼミを決定するのは非常に難しい。また、具体的にどのような方法で配属を決めるかという問題があり、人力では時間的に不可能。
改良案	案3	（希望する分野に配属される可能性が高くなるので不満は減少するが、同一分野内での各ゼミでの差はある程度残る）	（分野の希望はある程度満たされる。）	分野に割り当てるだけであるのでゼミを割り当てるより楽。しかしやはり人力では時間的に不可能。

4. 案 3 の 改 良

以上の事を考えると，案3を改良して，新入生全員の「基礎ゼミの分野」の希望を考慮し，それぞれの「分野」への配属を納得性のある方法で，適切に，素早く決めることが可能なら，各「分野」配属決定後は各教員に学籍番号順に割り当てればよい事になる。

このような問題は，数理計画法の一種である輸送問題として定式化が可能である[1][2][3]。

4.1　モデル

案3で新入生全員の（基礎ゼミの）分野希望を考慮しながら，それぞれの「分野」への配属を納得性のある方法で，適切に，素早く決めるモデルとして次のモデルを考える。

4.1.1　変数と定数の定義

X_{ij}：新入生 i を，基礎ゼミ分野 j に配属する時　　$X_{ij}=1$

新入生 i を，基礎ゼミ分野 j に配属しない時　$X_{ij}=0$

$i=1, 2, \cdots\cdots\cdots m$　（新入生の番号）

$j=1, 2, \cdots\cdots\cdots n$　（基礎ゼミ分野の番号）

a_j：基礎ゼミ分野 j の最大人数

b_j：基礎ゼミ分野 j の最小人数

S_{ij}：新入生 i が基礎ゼミ分野 j に配属された場合の満足度（1～10点）。

第1志望は10点，それ以外は，1～10点とする。

（計算上は0～10，あるいは0～100でもよいが，1～10としているのは運用上の理由による）

4.1.2　定式化

目的関数（新入生全体の満足度の最大化）

$$\sum_{i}^{m}\sum_{j}^{n} S_{ij} \cdot X_{ij} \rightarrow \max \quad \cdots\cdots (4.1)$$

制約条件

① 新入生 i は，ただ一つの基礎ゼミ分野に配属される。

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} = 1 \qquad (i=1,\ 2, \cdots\cdots\cdots,\ m) \quad \cdots\cdots (4.2)$$

$i=1,\ 2, \cdots\cdots\cdots m$（新入生の番号）

$j=1,\ 2, \cdots\cdots\cdots n$（基礎ゼミ分野の番号）

② 基礎ゼミ分野 j の最大人数は a_j である。

$$\sum_{i=1}^{m} Xij \leqq aj \qquad (j = 1,\ 2, \cdots\cdots, n) \cdots\cdots \quad (4.3)$$

③　基礎ゼミ分野 j の最小人数は bj である。

$$\sum_{i=1}^{m} Xij \geqq bj \qquad (j = 1,\ 2, \cdots\cdots, n) \cdots\cdots \quad (4.4)$$

④　Xij は 0 か 1 である。

$$Xij \geqq 0 \cdots\cdots \quad (4.5)$$

$$Xij \leqq 1 \cdots\cdots \quad (4.6)$$

4.2　計算例

4.2.1　例　1

Microsoft Excel のソルバーを用いた計算例を示す。なお，Excel ソルバーにおける未知数の数は Excel2003・Excel2007 共に200変数までとなっているので，この例では未知数の数を198にしている。

前提条件として，基礎ゼミの分野数を 3 分野として，66人の学生がこの 3 分野に配属された場合にどの程度満足かをアンケートしたと仮定し，その結果を表 7 とする。66人とした理由は，上で述べたように，Excel のソルバーでは未知数が200迄しか計算出来ないからである。

満足度の数値を，この例では 0 ～10としているが，実際にこの方法を使う場合には，1 ～10の方が好ましい。その理由は，0 を入力可能とすると，多くの学生は，「 0 」は配属されたくないという意思表示で入力する可能性が高く，現実にそのような配属が起きれば，その結果に対して不快感を感じるからである。たとえ「 1 」であっても，希望したと思える数値の方がよい。

基礎ゼミの各分野の最大人数を25人と設定して，最少人数は 0 人と設定した場合には，3 分野の最大合計定員が75人であり，一方学生数は66人であるので，実行可能な解が求められる。またこの例では，理論的に配属学生の数が 0 人となる分野は発生しない。

計算結果は，表 8 の通りであるが，第 1 分野が21人，第 2 分野が25人，第 3 分野が20人と割り振られている。その場合の全員の満足度の合計値は，660点となっており，これが合計満足度の最大値である。

表７　学生の基礎ゼミ各分野に対する満足度行列（Sij）

		基礎ゼミ分野 No.j →		
		1	2	3
学生番号i ↓	1	9	10	0
	2	10	0	8
	3	10	3	0
	4	10	0	10
	5	10	5	0
	6	10	0	8
	7	8	10	1
	8	8	10	2
	9	8	10	3
	10	8	10	4
	11	8	10	5
	12	10	5	10
	13	0	0	10
	14	9	10	10
	15	9	10	10
	16	9	10	0
	17	10	0	8
	18	10	3	0
	19	10	0	10
	20	10	5	0
	21	10	0	8
	22	8	10	1
	23	8	10	2
	24	8	10	3
	25	8	10	4
	26	8	10	5
	27	10	5	10
	28	0	0	10
	29	9	10	10
	30	9	10	10
	31	9	10	0
	32	10	0	8
	33	10	3	0
	34	10	0	10
	35	10	5	0
	36	10	0	8
	37	8	10	1
	38	8	10	2
	39	8	10	3
	40	8	10	4
	41	8	10	5
	42	10	5	10
	43	0	0	10
	44	9	10	10
	45	9	10	10
	46	9	10	0
	47	10	0	8
	48	10	3	0
	49	10	0	10
	50	10	5	0
	51	10	0	8
	52	8	10	1
	53	8	10	2
	54	8	10	3
	55	8	10	4
	56	8	10	5
	57	10	5	10
	58	0	0	10
	59	9	10	10
	60	9	10	10
	61	9	10	0
	62	10	0	8
	63	10	3	0
	64	10	0	10
	65	10	5	0
	66	10	0	8

表8　基礎ゼミ分野配属の最適解，未知数 Xij と各種の制約条件（Excel ソルバー利用）

Xij ：　学生i を ゼミj に配属する　：1
　　　　学生i を ゼミj に配属しない：0

		基礎ゼミ分野 No. j →					
		1	2	3	合計	定数1	定数2
学生	1	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	2	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	3	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	4	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	5	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	6	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	7	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	8	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	9	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	10	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	11	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	12	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	13	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	14	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	15	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	16	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	17	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	18	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	19	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	20	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	21	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	22	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	23	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	24	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	25	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	26	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	27	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	28	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	29	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	30	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	31	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	32	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	33	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	34	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	35	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	36	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	37	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	38	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	39	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	40	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	41	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	42	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	43	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	44	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	45	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	46	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	47	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	48	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	49	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	50	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	51	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	52	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	53	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	54	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	55	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	56	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	57	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	58	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	59	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	60	0.00000	0.00000	1.00000	1	1	0
	61	0.00000	1.00000	0.00000	1	1	0
	62	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	63	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	64	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	65	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	66	1.00000	0.00000	0.00000	1	1	0
	合計	21	25	20			
	最小値	0	0	0			
	最大値	25	25	25			

ZM No 1 の満足値合計	ZM No 2 の満足値合計	ZM No 3 の満足値合計	合計満足値
210	250	200	660

未知数 Xij の数は，66×3＝198変数であり，ぎりぎりで Excel で計算できる規模となっている。

4.2.2　例　2

例１と同様の条件で，Excel のソルバーではなく，他のアドインソフトウェアで計算した例を示す。Excel のソルバーを使う場合には，入力できる未知数が最大200変数であり，実用性に乏しい。そこで，現実の問題を解くためには，多くの未知数が取り扱えるソフトウェアを使う必要がある。ここでは，Excel にアドインできるソフトウェア「What's Best［５］」を利用した例を述べる。

表９　学生の基礎ゼミ分野に対する満足度行列（Sij）（数値は表７と同じ）

		基礎ゼミ分野 No. j →		
		1	2	3
学生番号i ↓	1	9	10	0
	2	10	0	8
	3	10	3	0
	4	10	0	10
	5	10	5	0
	6	10	0	8
	7	8	10	1
	8	8	10	2
	9	8	10	3
	10	8	10	4
	11	8	10	5
	12	10	5	10
	13	0	0	10
	14	9	10	10
	15	9	10	10
	16	9	10	0
	17	10	0	8
	18	10	3	0
	19	10	0	10
	20	10	5	0
	21	10	0	8
	22	8	10	1
	23	8	10	2
	24	8	10	3
	25	8	10	4
	26	8	10	5
	27	10	5	10
	28	0	0	10
	29	9	10	10
	30	9	10	10
	31	9	10	0
	32	10	0	8
	33	10	3	0
	34	10	0	10
	35	10	5	0
	36	10	0	8
	37	8	10	1
	38	8	10	2
	39	8	10	3
	40	8	10	4
	41	8	10	5
	42	10	5	10
	43	0	0	10
	44	9	10	10
	45	9	10	10
	46	9	10	0
	47	10	0	8
	48	10	3	0
	49	10	0	10
	50	10	5	0
	51	10	0	8
	52	8	10	1
	53	8	10	2
	54	8	10	3
	55	8	10	4
	56	8	10	5
	57	10	5	10
	58	0	0	10
	59	9	10	10
	60	9	10	10
	61	9	10	0
	62	10	0	8
	63	10	3	0
	64	10	0	10
	65	10	5	0
	66	10	0	8

表10　基礎ゼミ分野配属の最適解，未知数 Xij と各種の制約条件
（Excel 用のアドインソフトウェア利用）

Xij ：　学生i を ゼミj に配属する　：1
　　　　学生i を ゼミj に配属しない：0

		基礎ゼミ分野No. j →						各変数値	合計値
		1	2	3	合計	定数1	定数2	stored-in	stored-in
学生	1	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	2	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	3	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	4	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	5	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	6	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	7	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	8	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	9	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	10	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	11	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	12	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	13	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	14	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	15	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	16	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	17	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	18	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	19	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	20	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	21	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	22	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	23	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	24	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	25	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	26	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	27	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	28	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	29	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	30	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	31	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	32	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	33	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	34	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	35	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	36	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	37	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	38	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	39	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	40	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	41	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	42	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	43	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	44	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	45	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	46	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	47	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	48	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	49	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	50	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	51	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	52	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	53	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	54	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	55	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	56	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	57	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	58	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	59	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	60	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	61	0.00000	1.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	62	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	63	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	64	0.00000	0.00000	1.00000	1	0	1	>=	=
	65	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	66	1.00000	0.00000	0.00000	1	0	1	=>=	=
	合計	21.00000	25.00000	20.00000					
	最小値	0	0	0					
	最大値	25	25	25					

合計最小値	stored-in	>=	>=	>=
合計最大値	stored-in	<=	=<=	<=

ZM No１の満足値合計	ZM No２の満足値合計	ZM No３の満足値合計	合計満足値
210	250	200	660

表9は学生の満足度行列，表10は最適解である。この解でも，例1と同様に第1分野に21人，第2分野に25人，第3分野に20人の配属になっており，その場合の新入生全員の満足度の合計値は，660点となっている。

5. 輸送問題［1］［2］

ここで輸送問題について簡単に述べる。輸送問題（Hitchcock-Koopmans の輸送問題）とは次のような問題である．

「倉庫（起点）i（i = 1, 2, ………, m）はそれぞれ ai 個の在庫商品を持つ。一方都市（目的地）j（j = 1, 2, ………, n）は，bj 個の需要を持つ。倉庫 i から都市 j に商品1単位を輸送するための費用を Cij とし，その輸送個数を Xij とする。この場合に各倉庫の在庫量を全ての都市の需要を満たすように輸送し，かつ総輸送費用を最小にするような輸送方法を求めよ。」

表11　輸送問題

		都市 j								
		1	2	・	j	・	・	・	n	行和
倉庫 i	1									a1
	2									a2
	・									a3
	i				Xij					・
	・									・
	・									・
	m									am
列和		b1	b2	b3	・	・	・	・	bn	

この問題は以下のように定式化できる。

① 目的関数

目的関数である輸送総費用 Z は，

$$Z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} Cij \cdot Xij \quad \cdots\cdots (5.1)$$

となり，次の制約条件下でこれを最小にする Xij を求めればよい。

② 制約条件

倉庫の在庫量の式（行和）

$$\sum_{j=1}^{n} Xij = ai\ (i=1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ m) \quad \cdots\cdots (5.2)$$

各都市の需要の式（列和）

$$\sum_{i=1}^{m} Xij = bj\ (j=1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ n) \quad \cdots\cdots (5.3)$$

総需要量は総供給量に等しい

$$\sum_{i=1}^{m} ai = \sum_{j=1}^{n} bj \quad \cdots\cdots (5.4)$$

$$Xij \geqq 0 \quad \cdots\cdots (5.5)$$

なお，輸送問題においては行の合計値及び列の合計値全てが整数であれば基底変数の値も全て整数となる［1］。

「4.1」で取り上げた学生を分野に配属するモデルは，表5の形に割り当てていくことであるが，上記の輸送問題と同一の構造であると見なせる。つまり行の合計である ai は 1 であり，列の合計である bj は各分野の合計人数である。

表5　案3の学生・（基礎ゼミ）分野の関係（再掲）

		分野 j						
		1	2	・	・	・	・	n
学生 i	1							
	2							
	・							
	・							
	・							
	・							
	m							

6.　最適割り当て問題

輸送問題とよく似たモデルに最適割当問題がある。最適割り当て問題とは，ある目的関数を最適化するように複数の作業者に仕事を割り当てる問題である。具体的には，n 人の人に n 個の仕事をある目的関数を最適化するように割り当てる。これは，上記輸送問題で m＝n とし，ai＝1, bj＝1 とした場合に相当し，輸送問題の特別な場合となる。

6.1 モデル

① 目的関数

目的関数

$$Z=\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}Cij\cdot Xij \quad \rightarrow \min \cdots\cdots (6.1)$$

② 制約条件

$$\sum_{j=1}^{n}Xij=1 \qquad (i=1,\ 2,\ \cdots\cdots\cdots,\ n) \cdots\cdots (6.2)$$

$$\sum_{i=1}^{n}Xij=1 \qquad (j=1,\ 2,\ \cdots\cdots\cdots,\ n) \cdots\cdots (6.3)$$

$$Xij=\begin{cases} 1\ (\text{i番目の人をj番目の仕事に割り当てる}) \\ 0 \end{cases} \cdots\cdots (6.4)$$

6.2 「6.1」と同値なモデル

「6.1」のモデルの式（6.4）の代わりに次の式（6.5）で置き換えた下記のモデルは，「6.1」のモデルと同値である［1］。

① 目的関数

$$Z=\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}Cij\cdot Xij \quad \rightarrow \min \cdots\cdots (6.1)$$

② 制約条件

$$\sum_{j=1}^{n}Xij=1 \qquad (i=1,\ 2,\ \cdots\cdots\cdots,\ n) \cdots\cdots (6.2)$$

$$\sum_{i=1}^{n}Xij=1 \qquad (j=1,\ 2,\ \cdots\cdots\cdots,\ n) \cdots\cdots (6.3)$$

$$Xij \geqq 0 \cdots\cdots (6.5)$$

7. 本問題の実施手順

ここまで述べてきたように，「4.」のモデルを解くことにより学生を基礎ゼミの各分野に配属することが出来る。分野に配属できれば後は番号順に教員に割り振ればよい。

次の表12は学生数，分野数と未知数の数の関係を示す。このぐらいの未知数の数であれば，パーソナルコンピュータで作動する市販の数理計画法の専用ソフトウェアを使えば，解を求めるにあたっての問題はないと思われる。

表12　学生数，分野数と未知数の数

学生数	分野数	未知数の数
400	3	1200
400	4	1600
500	3	1500
500	4	2000
600	3	1800
600	4	2400
700	3	2100
700	4	2800

次の図は，「4.」で述べた，案 3 を数理計画法を用いて解決する場合の実施手順を示す。

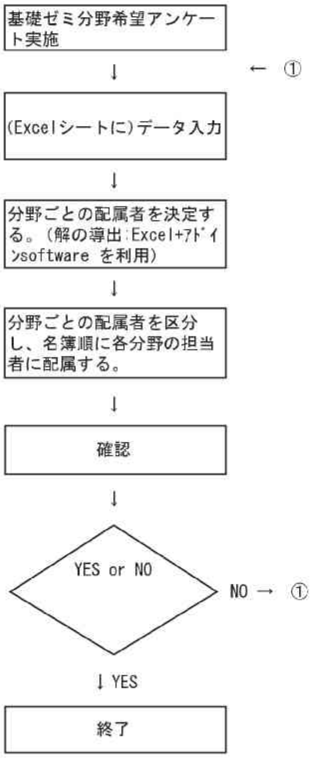

図 1　実施手順の概要

図 2 はゼミの分野を学生に選ばせるためのアンケート用紙の一例である。なお，もちろん図 2 の「分野 1 」……「分野 3 」は，実際には具体的な名称を記載する。

新入生　基礎ゼミ所属希望アンケート

学籍番号
氏名

このアンケートは、学生全員の満足度の合計が最大になるように配属を決めるためのものです。
正直に、希望する「基礎ゼミの部門」を1～10点で記入して下さい。

基礎ゼミの部門	部門1	部門2	部門3
配属された場合のあなたの満足度			

注1　最も希望する部門を10点とし、その他の部門に1～10点の点数を書いて下さい。
注2　点数を記入しなかった場合は、選択する権利を放棄したと見なします。
1～10点以外の点数を書いた場合も選択する権利を放棄したと見なします。

図２　アンケート用紙の一例

8. 結論及び考察

⑴　新入生に対して，「基礎ゼミ」あるいは同様の主旨で設定された類似の科目は現在多くの大学で開講されている。大学による基礎ゼミ運営方法の差は存在するが，学生の希望を聞かないで大学側がクラス分けをしている場合が結構ある。そしてそれに対する学生の不満は存在する。そのような場合に学生の希望を，具体的なゼミのクラスそのものではなく，各ゼミをいくつかの分野で大きく区分し，その分野について希望を聞くことにより，比較的短時間でクラス分けが実行できる方法を提案した。

⑵　このような科目の学生クラス分けに使える時間はどの大学でも非常に少なく，本論文で提案した方法を実際に用いる場合でも，更にオペレーションのやり方についての分析や工夫が必要と思われる。

⑶　最適解を求めるモデルとしては，数理計画法を用いている。目的関数はこの科目を受講する学生の合計満足度の最大化である。このような問題の解法はいろいろ研究されており［１］［２］［３］［４］，実際にクラス分けで使われている例もあるが［３］，場所や環境が違い，その歴史が違うと，実施（implementation）をうまく行うには，種々の創意工夫が必要となる。それをうまく実行する方法を確立するには，数学的な解法の研究と同等以上の時間と手間がかかることを理解しておく必要がある。しかし，一旦方法が決まってしまえば，実行時間そのものは驚異的に少なくなることが報告されている［３］。

⑷　学生に アンケートで分野を聞く場合，記入する点数を１～10としているが，計算上は０～10としても問題はない。しかし，「０」は望まないことの意思表示として使われ

る可能性が高く，「０」を答えているのもかかわらず，配属されてしまったばあいには，不快感を感じてしまう。それを防ぐため，希望する分野を選択するという観点から，最低の数値を「１」に設定している。

⑸　学生に アンケートをして分野を聞く場合，記入する点数を１～100としても，計算上は問題ない。しかし，そうした場合には，別の問題が生じる。例えば，アンケートされる学生の立場から考えると，１～100の数値から適切な数値を選ぶことと，１～10の数値から適切な数値を選ぶのはどちらが選びやすいかと言えば，１～10の数値から選ぶ方が選びやすいのではないだろうか。更に，このモデルを計算するためには，これらの数値をコンピュータに入力する必要があるが，１～10の数値より，１～100の数値の方が入力間違いが多くなると予想される。また，桁数が多ければこれらのデータを入力するために，より多くの時間がかかる事が予想される。学生に手間と，入力時間節約と間違いを防止する事を考えれば，入力数値の桁数が少ない方がよい。

⑹　数理計画問題を解くためには，適切なプログラムが必要である。過去の例では，プログラム作成まで行ったことも報告されている［３］。しかし，今日では，研究者による解法の研究成果がすぐ数理計画問題用の市販プログラムに組み込まれるようになってきており，ここで取り上げた問題に対しても，そのような市販の数理計画問題用の汎用プログラムが使えると考えられる。

参 考 文 献

〔１〕 G. B. Dantzig, Linear Programming and Extensions, Prinston University Pr, 1974
　小山昭雄訳，G. B. Dantzig，線形計画法とその周辺，ホルト・サウンダース，1983
〔２〕 利根　薫，数理計画，朝倉書店，1981
〔３〕 今野　浩，数理決定法入門，朝倉書店，1992
〔４〕 H. P. Williams, Model Building in Mathematical Programming, John Wiley, 1993
〔５〕 新村秀一，Excel と LINGO で学ぶ数理計画法，丸善，平成20年