

客観式テストを用いた 大学入試選抜シミュレーション

鈴木 規夫

1. はじめに

国公立大学入学志願者のための共通1次試験制度は昭和54年度の入試からスタートした。この入試制度では、全国共通の共通1次試験と各大学が独自に行なう第2次試験からなっており、それらの資料を総合して可否の判定が行なわれる。平成2年度からは、共通1次試験が大学入試センター試験に、また第2次試験は個別試験にそれぞれ名称が変更されたが、基本的な入試選抜システムの形態は継続されている。

さて、入試における最大の目標は、それぞれの大学・学部にとってふさわしい能力あるいは適性を有する者を公平にかつ高等学校の教育を乱すことなく選抜することにある。この入試選抜システム発足以来、各大学・学部は大学入試センター試験や個別試験の利用の仕方についてさまざまな工夫をこらし、目標達成のための努力を積み重ねてきている。たとえば、ある学部では特定の教科・科目にすぐれた者を優先する、いわゆる一芸入試と称する方法を従来の選抜方法と組み合わせて行なったり、また多くの医学部では個別試験として面接を行なうことによって学力で測定できない側面を調べる等を実施している。しかし、その選抜方法が実際の場面でどのように機能し、結果として合格者にどのような変化をもたらしているかについては十分な分析がなされているとはいえない。そのような背景には、入試データの極秘性、プライバシーの保護、入学後の追跡調査の難しさ等が起因していると思われる。また、新たな選抜方法を考えたとしても社会的な影響を考えると実験してみるわけにもいかず、過去の結果や他大学・学部の経験等を参考にして検討しているのが実情であろう。

そこで、実際の措置を講ずる前に、どのような試験を行なえばどのような者が合格するかをあらかじめシミュ

レーションによって机上で検討を行なうことができれば、新たな選抜方法を模索するうえで有益である。ここでは、複雑な国公立大学の入試選抜システムを単純化し、大学入試センター試験がいわゆるマークシートによる客観式テストであることから、客観式テストだけを用いた入試選抜システムを考え、そのシステムのもとの入試選抜シミュレーションを試みる。このシミュレーションでは、選抜にかかわるさまざまなパラメータを取り込むことによって、現行の入試選抜システムに近い状況を実現することができる。ここでは、その基本概念とシミュレーション結果について報告する。

2. 入試選抜システムの概要

入試選抜システムの全体のフローを図1に掲げる。シミュレーションにおける基本的な考え方は、

- (1) どのような学力特性をもった者が出願し（志願者の学力特性）
- (2) どのような試験を受験し（テストの特定）
- (3) どの程度の定員であれば（選抜倍率）
- (4) どのような選抜によって（選抜方式）
- (5) どのような学力をもった者が合格するか（合格者の学力特性）

をさまざまな角度から検討することである。以下に、各ブロックの特徴について述べる。

2.1 テストの特定

テストの種類としては、客観式、記述式、論述式等、多々あるが、本シミュレーションでは、比較的論理的枠組みがしっかりしている客観式テストを選抜試験として用いる場合を考える。一般にテストはいくつかの項目から構成されているが、客観式テストの場合、他のテストに比べ項目数は多く、各項目には4～5個の選択肢が用意されており、その中から正解を選ばせる方法がとられている。このような項目の特性を表わすモデルとして次のようなロジスチック・モデルがよく使われる[1]。

$$(1) P_j(\theta) = \frac{1}{1 + \exp(-1.7(a_j(\theta - b_j)))}$$

すずき のりお 大学入試センター 研究開発部

〒153 目黒区駒場 2-19-23

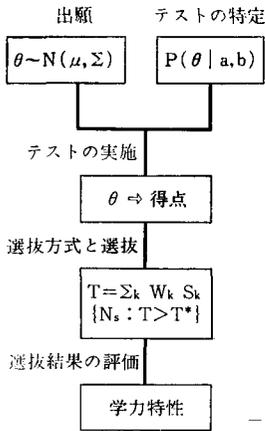


図1 入試選抜シミュレーション

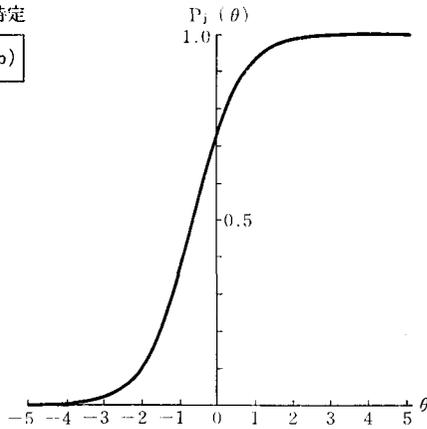


図2 項目特性曲線

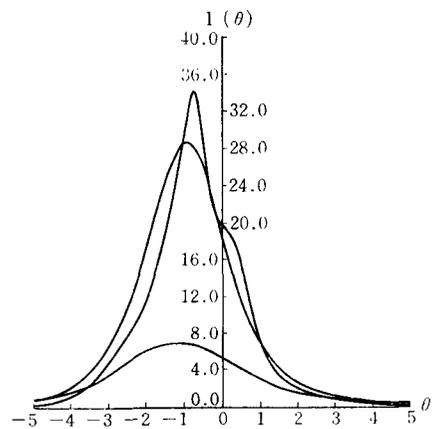


図3 テスト情報関数

上式は、ある学力 θ をもった者が、ある項目 j に正答する確率を示したもので、学力の低い者は正答する確率は低く、学力が高くなれば正答する確率も上昇することを表わした曲線である(図2)。 a_j, b_j は項目パラメータと呼ばれるもので2-パラメータ・ロジスティック・モデルと呼ばれている。項目パラメータ a_j は $P(\theta)=0.5$ における接線の傾きを表わしており、学力の識別に寄与していることから項目識別力と呼ばれており、 b_j は項目の難しさを表わす指標であることから項目困難度と呼ばれている。

ここで用いているテストは、共通1次試験で実施された国語、社会、数学、理科、英語の5教科である。なお、社会は倫社・政経、日本史、世界史、地理、理科は物理、化学、生物、地学の中から1科目を選択させるものとする。シミュレーションで実施する各テストは項目パラメータの集合からなっており、そのときのテストの特性を表わすテスト情報関数は、

$$(2) I(\theta) = \sum_{j=1}^n I_j(\theta)$$

ただし、 $I_j(\theta) = P_j'(\theta)/P_j(\theta) \cdot Q_j(\theta)$ 、 $(Q_j(\theta) = 1 - P_j(\theta), P_j'(\theta)$ は微分) で与えられる。テスト情報関数は、学力 θ に対するテストの識別力を表わしたものである。図3に国語、数学、理科の3教科についてテスト情報関数を示した。

2.2 出題

ある大学・学部Fを志願する者の集団特性として、5教科(国語、社会、数学、理科、英語)の学力 $\theta^F = [\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5]$ に関する多変量正規分布 $N(\mu, \Sigma)$ を

仮定する。出願とは、多変量正規分布から5教科の学力 θ を N 人生成することを意味している。

2.3 テストの実施

あるテスト k について学力 θ_{ik} をもった者が所定の項目 j を解答する。このときの正答確率は項目パラメータ $q_{jk} = (a_{jk}, b_{jk})'$ とすれば、 $P_j(\theta_{ik}|q_{jk})$ で与えられる。正答・誤答は、 $P_j(\theta_{ik}|q_{jk})$ が $0 \sim 1$ の間に発生された一様乱数 P^* より大きい小さいかによって決まる。つまり、 $P_j(\theta_{ik}|q_{jk}) \geq P^*$ であれば、正答(そうでなければ誤答)となる。テスト得点は各項目の正答・誤答の結果に重みを掛けたときの総和で与えられる。

2.4 選抜方式と選抜の実施

選抜の目的は先に述べたように、各大学・学部にとってふさわしい能力をもった者を選抜することにある。選抜のプロセスで学部がその目的を明示できるものは、選抜で利用する教科がその1つであろう。たとえば、一般に工学部では選抜試験として数学や理科といった理系教科を重視する傾向にあり、法学部は国語や英語を重視する傾向にある。

そこで、本シミュレーションにおいては、各教科の重視度を表現するため各教科の配点に重み W_k をもたせる方法をとることとする。このとき受験者 i の各教科のテスト得点を S_{ik} 、5教科の合計点を T_i とすると、

$$(3) T_i = \sum_k W_k S_{ik}$$

で与えられる。選抜は5教科の合計点 T_i で行ない、上位 N_s 人を合格とする。単純加算方式で選抜する場合は各教科の重みはすべて1とすればよい。この場合の選抜方針は、「5教科の学力が総じて高い者を選抜する」ことを目標としていると考えられよう。また、ある教科を重視するような場合は重み付き加算方式で選抜すること

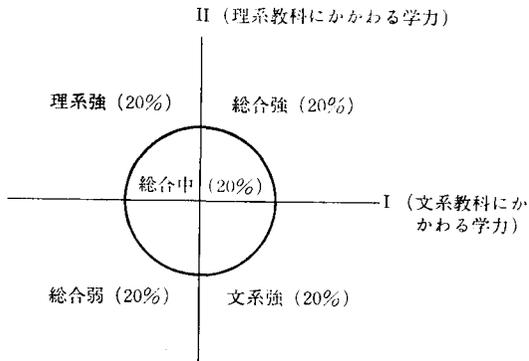


図 4 学力型の分類

になり、その場合は、その教科の重み W_k を高く設定する。また、ある教科だけに着目して選抜を行なう一芸入試のような場合には、特定の教科の重みを 1 とし、他の教科は 0 とする。

2.5 選抜結果の評価

どのような者が志願し、どのような者が合格したかを評価するため、いくつかの尺度を作成し多次的に志願者の学力をとらえる方法を考える。ここでは、過去に実施された共通 1 次試験の 5 教科（国語，社会，数学，理科，英語）の結果を利用して、(1)式によって学力 θ を推定し [2]，それをもとに因子分析によって主要な因子を抽出する [3]。その結果にもとづき、志願者集団を「総合強」，「理系強」，「文系強」，「総合中」，「総合弱」の 5 つの学力型に分類する（図 4）。「総合強」は 5 教科総じて平均以上の高い学力をもっており、「理系強」は数学，理科の教科に高い学力をもち、「文系強」は国語，社会，英語に高い学力をもっている集団である。また、「総合中」は 5 教科総じて平均的な学力をもった集団で、「総合弱」は 5 教科総じて平均以下の学力をもった集団である。選抜結果の評価は、合格者に占めるこの学力型をもつ集団の構成比の違いによって評価する。

3. シミュレーションの方法

まず、①志願者 N 人に対して、教科平均学力 μ と教科間相関行列 R によって 5 教科の結合された学力 θ を生成する。②この志願者に対して 5 教科の客観式テストを実施する。その際、社会・理科の選択科目については科目選択パターンを入力し、その人数の割合に応じてランダムに選択させ受験させる。なお、国語，数学，英語は全志願者に受験させる。③受験したテストについて項目得点を算出し、その結果からテスト得点を得る。④5 教科のテスト得点に対して適当な重みを掛け、その総和をも

って選抜資料とする。⑤総得点の高い順に合格者 N_s 人を決定する。⑥合格者の学力型構成比によって選抜結果を評価する。⑦以上の処理を 10 回繰り返す。

4. シミュレーションの精度

シミュレーション結果が正しく入試を再現しているか確認するため、①学力分布（教科学力平均 μ ，教科間相関行列 R ）の再現性，②採点の再現性，③実際の結果との整合性の 3 点について検討した。

①については、シミュレーションによって生成された学力の平均および相関行列を求め、あらかじめ設定したパラメータ値と比較した。その結果、ほぼ一致した結果を得ることができた。

②は任意の学部のテストの項目得点から学力 θ を推定し、推定された学力 θ から項目得点を改めて算出した。そして両者のテスト得点間の相関係数を求めたところ 0.822~0.943 となり、ほぼ項目得点が正しく生成されていると考えた。

また、③については、具体的に 1 つの学部をとりあげ、その学部における志願者の学力型構成比とシミュレーションから得られた集団の学力型構成比を比較した。その結果は、「総合強」36.3% : 35.7%，「理系強」2.9% : 0.0%，「文系強」46.4% : 47.8%，「総合中」11.6% : 11.3%，「総合弱」2.9% : 4.5% となり、志願者集団の学力特性をほぼ再現していることが確認できた。

5. シミュレーションの事例

ここでは、文系学部の典型的事例として法学部における入試選抜シミュレーションを考えてみた。表 1 は、法学部における入試選抜シミュレーションへの入力パラメータの例を示したものである。ここでは、志願者を 860 人、合格者を 457 人と設定した。志願倍率は約 2 倍である。教科平均学力をみると、国語，社会，英語は高く、数学，理科はそれに比べ低い傾向を示す学力集団である。ただし、いずれの教科も全国平均よりは高い。社会・理科の科目選択状況を見ると、社会は日本史か世界史を、理科は化学か生物を選択する傾向が強い。また、各科目の項目数も表に示した。

このような志願者集団についてシミュレーションによって選抜を行なった結果を志願者集団と合格者集団の学力型構成比の変化によって調べてみた。その結果を図 5 に示す。図から明らかのように、この法学部では「文系強」や「総合中」の集団を減少させ、「総合強」を増加

表 1 入力パラメータ例

①志願者数 N=860 人
 ②定員 S=474 人

国 社 数 理 英
 ③教科の重み W=[1, 1, 1, 1, 1]

国 社 数 理 英
 ④志願者の 5 教科の学力平均 μ =[0.91 1.05 0.14 0.18 0.79]

⑤志願者の 5 教科の学力の相関行列 R

$$R = \begin{bmatrix} \text{国語} & \text{社会} & \text{数学} & \text{理科} & \text{英語} \\ 1.000 & & & & \\ 0.393 & 1.000 & & & \\ 0.290 & 0.347 & 1.000 & & \\ 0.304 & 0.394 & 0.431 & 1.000 & \\ 0.314 & 0.415 & 0.480 & 0.417 & 1.000 \end{bmatrix}$$

⑥社会・理科の選択パターン (人数) P_{sn}

$$P_{sn} = \begin{bmatrix} & \text{物} & \text{化} & \text{生} & \text{地} \\ \text{倫} & 4 & 24 & 9 & 0 \\ \text{H} & 17 & 98 & 129 & 5 \\ \text{世} & 27 & 234 & 200 & 13 \\ \text{地} & 12 & 52 & 33 & 3 \end{bmatrix}$$

⑦科目別項目数: 国語(39), 倫社・政経(45), 日本史(39), 世界史(45), 地理(43), 数学45(33), 数学46(32), 数学56(33), 物理(21), 化学(24), 生物(26), 地学(31), 英語(66)

⑧シミュレーション回数 10 回

させる選抜を行なっていることがわかる。以下では、入力パラメータをいろいろ変化させて選抜を行ない、その結果がどのような学力型をもつ集団を増減させるか調べてみる。

5.1 各教科の重みを変えて選抜する

ここでは、教科の重みを変化させたとき、合格者の学力特性がどのようになるか眺めてみよう。法学部における選抜であることから、例として、文系教科の重みを増すことを考え、①全教科同じ重み、②国語と英語を1.5倍にしたとき、③国語と英語を2.0倍にしたとき、④英語だけで選抜したときの4つの場合を比較してみる。図6(a)はその結果を示したものである。

当初の合格者に比べ「文系強」の集団の合格者の増加が期待されたが、図に現われているように、学力型構成比の変化はほとんどなく教科の重みを変えることの影響

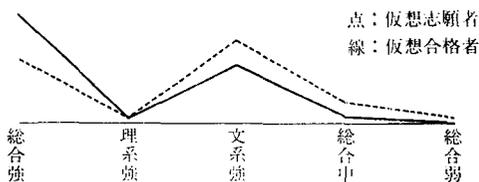


図 5 志願者と合格者の学力型構成比

はわずかである。つまり、この志願者集団では文系教科の重みを増したとしても、その影響は選抜にはほとんど現われてこないことが予想される。

5.2 倍率を変えて選抜する

次に志願倍率を変化させた場合について考えてみる。ここでは、総志願者数は変えず合格者数を変化させ、倍率を1倍、2倍、3倍、4倍のそれぞれの場合についてシミュレーションを行なってみた。図6(b)にその結果を示している。

この図で明らかなように、志願倍率の違いは合格者の学力特性の変化に大きく影響していることがわかる。この場合、志願倍率が高まると「文系強」の合格者が減少し、「総合強」の合格者が増加する傾向を示す。つまり、この志願者集団に対して選抜を行なった場合、志願倍率が高まれば、合格者は5教科総合的に学力の高い者をより一層選抜する特徴をもっていることがわかる。

5.3 テストを変えて選抜する

次に、同一の志願者集団に対して異なるテストで選抜を行なった場合を考えてみよう。ここでは、各教科・科

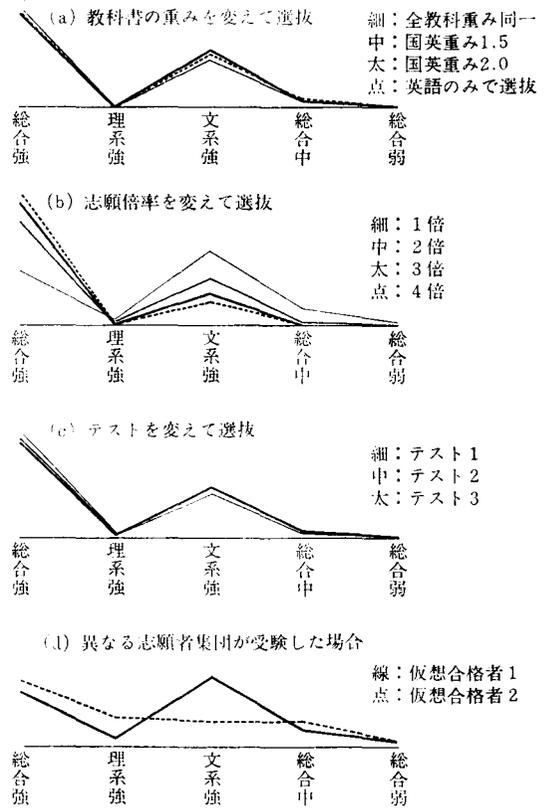


図 6 合格者の学力型構成比

目について3種類の客観式テストを用意した。いずれもある年度に実施された共通1次試験のテストを項目パラメータ群で実現したものである。図6(c)にその選抜結果を示した。

合格者の構成比を比較してみると、他のテストに比べテスト1では「総合強」がわずかに多く、そのぶん「文系強」で減少する傾向がみられるが、3つのテストは総じて同じ効果をもたらしていると考えることができよう。言い換えれば、3つのテストは、志願者の学力をよく反映していると考えられる。

5.4 異なる志願者集団が受験した場合

最後に異なる学力特性をもつ志願者集団が受験した場合を考えてみる。ここでは、医学部志願者集団の学力特性をもつ者を受験させることにした。法学部志願者と医学部志願者の学力特性の構成比を比較してみると、「総合強」36.3% : 43.2%、「理系強」2.9% : 19.6%、「文系強」46.4% : 16.3%、「総合中」2.9% : 3.2%、「総合弱」11.6% : 17.5%である。法学部に比べ「総合強」や「理系強」の志願者が多く、「文系強」が減少しているのが特徴である。このような2種類の志願者を受験させた場合の合格者の構成比を示したのが図6(d)である。

図で明らかなように、異なる志願者集団に対する合格者の学力特性はかなり違ったものとなっていることがわかる。つまり、志願者の学力特性は合格者の学力特性に対して多大に影響を与えることがわかる。

6. まとめと今後の課題

本シミュレーションの特徴は、学力 θ をもった志願者集団を自動生成できること、またその志願者に対して客観式テストを受験させ、テスト得点が自動生成できることにある。このことによって、テストの難易による影響、志願者集団の違いによる影響などを集団レベルだけでなく志願者レベルあるいはテストの特性という観点からも分析することが可能である。

ここでは、典型的な文系学部といわれる法学部を例に

として、選抜シミュレーションを行なってみた。この例では、志願倍率や志願者の学力特性が合格者に大きく影響を与えることがわかった。このことは、至極当然のことであるが、どのような志願者が合格者として望ましいかを議論する上で、どのような志願者に受験してもらいたいのか、どれだけ受験者数を増やすことができるか、という2つの大きな問題を解決しなくてはならないことを示唆している。学生の急減期をひかえ、各大学、特に私立大学では学生を確保するためのさまざまな施策を展開している。国立大学においても望ましい学生を確保するのであるならば、より一層の努力が必要であると思われる。

現行の大学入試センター試験制度では、全国共通の大学入試センター試験と各大学・学部が個別に実施する個別試験等によって合否の判定が行なわれる。本シミュレーションでは、客観式テストだけによる選抜を考えたが、本来の入試システムを考えるならば個別試験の情報を取り込む必要がある、また、現実問題として、選抜方法を変えればそれによって志願者の移動が生じる。より精緻なシミュレーションを行なうならば、その志願者の移動情報も取り込むことも必要である。

参考文献

- [1] Lord, F. M. : *Applications of item response theory to practical testing problems*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. 1980.
- [2] Baillie, R. & Tatsuoka, K. : GETAB : A computer program for estimating item and person parameters of the one-and two-parameter logistic model on the PLATO system. *Computer-based Education Research Laboratory*. Urbana : University of Illinois, 1980.
- [3] 鈴木規夫 : 国公立大学入学選抜試験の効果に関する実証的研究, 大学入試センター研究紀要, No. 19, 1990, 47-89.

