事例研究

大学入試における入学者数の予測

稲場 日出男，矢部 眞

1. はじめに

大学における入学者数のうち，その大半を占める入学試験（以下，大学入試という）による入学者数の予測は，私立大学においては特に重要な問題である．

大学側では，より優秀な学生を定員枠ちょうどだけ欲しい．定員を大幅に越えれば，工科系大学では，実験・製図・実習といった実技科目を必修としているので，これらの科目の設備面からいって，その教育内容にいちじるしい弊害をまねく．逆に，定員割れを越せば，いうまでもなく入学金・授業料等の収入減により学校経営の面から苦しくなる．

大学入試による合格者数の定め方は次のとおりである．すなわち，試験得点（受験科目——私立大学では，英・数・理等の3科目によることが多い——の合計得点をいう）の高低による．実際には，試験得点の高いほうから合格者を定め，得点ごとの合格者数の累計数が大学側の予定数に達するところで打切り，合格発表を行なう．(なお，このときの最低合格点を以下では合格点という)

通常，受験生は複数の大学を受験し，合格した大学の中から各自の判断により入学する大学を選択する．したがって合格発表者の全員が入学するのではなく，そのうちの何割かが実際の入学者として残ることになる．そこで合格発表者数に対する実際入学者数の比(以下，入学率という)を予測する方法を研究するのがこの論文の目的である．

いなば ひでお，やべ まこと 工学院大学
〒160 新宿区西新宿1—24—2

2. 従来の予測方法

入学率の予測については，どこの大学・学科でも悩みの種であり，公表された研究例もいろいろな事情から皆無といってよい．正確にアンケート調査をしたわけではないが，2，3の大学やいくつかの学科について実施している方法には，下記の2方法が主に採用されているようである．

(1) 過去の入学率の傾向から予測する方法

このやり方の難点は，図1に示すように，入学率が年ごとにより大きく変動する点である．ここで考えられることは，前提として，受験生の志望動向に変化がないこと，また出題の難易度も大差がないことがある．さらに，技術的には合格点の決定には累積合格者数だけで考えられ，その前後の合格点による合格者数の考慮が払われていないこと等が挙げられよう．

(2) 入学率に影響する要因の分析から予測する方法

この要因は列挙するにはあまりにも数が多すぎる．考えられる主な要因としては，たとえば，受験産業界から出される各種資料——国立・私立の大学受験方式，大学の難易度，それによる併願大学名，志望学科傾向など——，各大学が独自に所有している各種資料——受験生の高校名とその学

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

生に関する資料，応募者数とその内訳（第1・第2志望者数別，浪人・現役別人数，男女別人数，大学授業料別等）——．いずれも考慮に値する情報であるが，これらの要因間の重みづけを用いて分析する方法の開発は厖大な時間と人手を要すると思われる．

4. 本研究のねらい

本研究では，前記の2方法によらず，受験生の立場になって，どの大学を選択するかの心理を考えてみる方法を採用した．これは入試得点に着目して分析した結果であって，高得点者ほど入学率が低くく，合格点に近いほど入学率が高いという事実にもとづく．すなわち，大多数の合格者にとっては，“より高いレベル——このレベルのものさしは不明だが，おおむね偏差値の高低によるようである——の大学へ入学したい”という選択基準が入学率を決定していると仮定したことである．したがって，ここでは，

(1) 入試問題による難易度，すなわち大学間の難易度，また，同一大学内での年度ごとの難易度，入試問題そのものの性格による難易度等は無視できるとした．

(2) 受験生は複数の大学・学科を受験するものとする．そのさい，受験する対象のレベル（偏差値等による）の年による高低には大幅な変化が出ないものとする．

(3) 科目（英，数，理）ごとの得点の差はそれほど入学率に影響しないものとする．

(4) この予測モデルの対象とする大学・学科は，ごく一部の有名なもの（合格すれば必ず入学する）や，またある意味できわめて低位にあるもの（これ以外の全部が不合格のため，止むを得ず入学する）を除いた，いわゆる競合状態にある大学・学科を対象とすることとした．

5. 実態調査とその結果

競合状態にある某工科系大学の7学科（機械系，工業化学，化学工学，電気，電子，電子—情報コースを含む—，建築）をモデルとして，実際の合格者と入学者の関係を年度別に過去6年間の入学率状況を調査し，得られた結果を述べる．

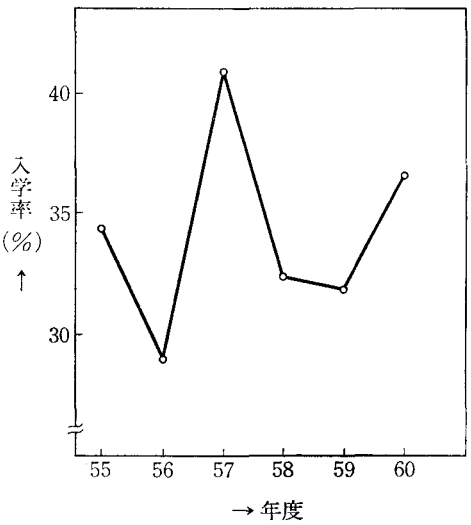


図1 機械系学科の年度別入学率

(1) 全受験生の得点分布

理論的には要因数がきわめて多いことから，正規分布をするはずである．事実，7～8年前までは正規分布として，χ^2検定を行ない適合していた．しかしながら，ここ数年は適合度検定（χ^2_ϕ(0.05)）では棄却される．正規分布が裾野の詰まった形状に変わってきているのだ．しかし，本稿では合格点の決定が中心問題であり，分布の形状がそれでも相当正規分布に近いことと，解析手法の容易さから，一応正規分布としてとり扱うことにした．

(2) 得点別入学率

得点別入学者は高得点ほど少なく，低得点（最低得点は合格点）者ほど多い（図2）．

(3) 累積入学率

得点に対する高得点からの累積入学率（累積合格者数の中の累積入学者数の割合）はほぼ直線になる（図3）．

この直線性は，この問題におけるきわめて顕著な規則性である．ただ残念なことに，その切片お

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

よび勾配は一定とはいいがたく，毎年その値を変えるので，これを推定するにはまた別の方法を考えなければならない．

6. 予測モデル—合格者の選択基準—の設定

モデルの設定に当り，一般的に考えられることは，

① ある得点を獲得した受験生は，他の大学の入試でも同程度の力を発揮する．

② 複数の大学に合格した場合，合格者の選択基準は，より高いレベルの大学に入学する．

このことから，ある大学で，合格点より高い得点者ほど他大学へ逃げる確率が大きい．すなわち，この得点で当該大学へ入学する入学率は小さく，合格点に近づくにつれて入学率は大きくなる．合格者の中でも，合格点近傍者は，当該大学と同程度以下の大学でも合格する力を備えている．レベルが下の大学は選択しないから，合格した大学がいくつあっても関係ない．問題になるのは，当該大学と同程度のレベルの n コの大学に合格した場合である．どれを選ぶかは同程度の確率となり，結局合格点での合格者の入学率は $1/n$ ということになる．さらに，この n がいくつであるかが問題になるのであるが，当該大学の実際を鑑みて，$n=2$ とするのが妥当と考えている．

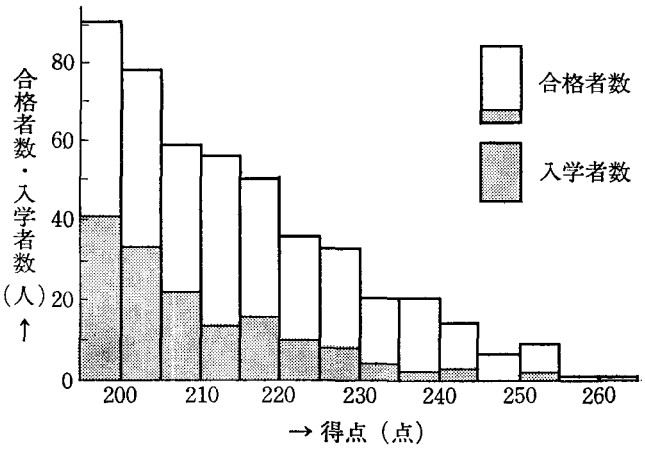


図 2　59年度機械系学科の合格者・入学者分布

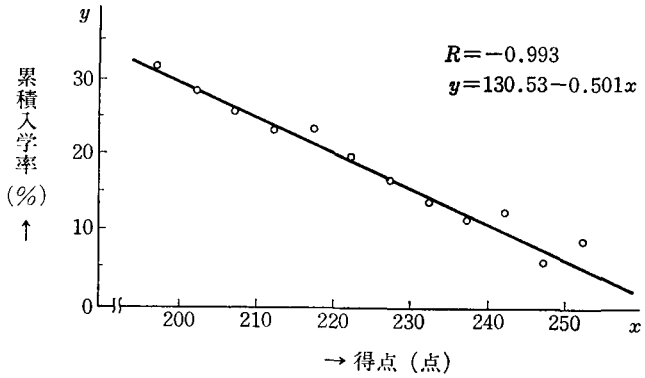


図 3　得点に対する累積入学率の関係

7. 合格者の入学率

ここで，得点を x，合格点を $\hat{x}$ としたとき，次のように記号を定める．

$$a(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1}\exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma_1}\right)^2\right\}\text{：得点分布 (p.d.f.)} \quad (1)$$

ここで，μ は平均点，σ_1 は得点分布の標準偏差である．

$A(x)$：得点が x 以上の受験者のパーセンテージ

$$A(x)=\int_x^\infty a(z)\ dz \quad (2)$$

$\varphi_{\hat{x}}(x)$：得点 x のものが合格した時，入学する確率

$C=\int_{\hat{x}}^\infty a(z)\,\varphi_{\hat{x}}(z)\,dz$：合格点を $\hat{x}$ とした時の入学者のパーセンテージ

$y(\hat{x})$：累積入学率

$$y(\hat{x})=\int_{\hat{x}}^\infty a(z)\ \varphi_{\hat{x}}(z)dz\Big/\int_{\hat{x}}^\infty a(z)\,dz \quad (3)$$

(3)式をかきかえれば，

$$C=\int_{\hat{x}}^\infty a(z)\ \varphi_{\hat{x}}(z)\ dz=y(\hat{x})\int_{\hat{x}}^\infty a(z)dz \quad (4)$$

となる．(4)式において，C を希望の値に設定して $\hat{x}$ を解くことが問題となる．しかし，$y(\hat{x})$ は直線性があることが分っているものの，毎年の切片および勾配は異なるので，これをそのまま予測には使うわけにはいかない．

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

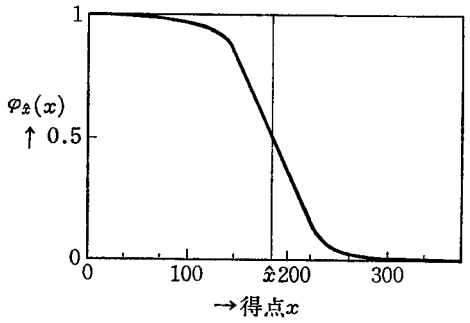


図 4

一方，$\varphi_{\hat{x}}(x)$ の実際の姿を知ることは，さしあたって困難であるが，しかし，

$$\varphi_{\hat{x}}(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_2}\int_x^\infty \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{z-\hat{x}}{\sigma_2}\right)^2\right\}dz \quad (5)$$

とおいてみる(図4)．ここで，σ_2は標準偏差で，$\sigma_2=(300-\hat{x})/3$，(300は満点)．そうすると，

$$\frac{\int_{\hat{x}}^\infty a(z)\varphi_{\hat{x}}(z)dz}{\int_{\hat{x}}^\infty a(z)dz} \quad (6)$$

という比率が，$\hat{x}$ の関数として近似的に直線性を示すうえ，過去のデータともよく合致する．そこで，$\varphi_{\hat{x}}(x)$ としては，(5)式をもちいて予測の役に立てることにした．

8. 本予測法のアルゴリズム

本予測法は得点分布（得点別受験者数）の情報だけを用いる予測法である．

意思決定者は予定定員に近い入学者を手に入れるために，何人を合格者として発表すれば良いかを知りたい．

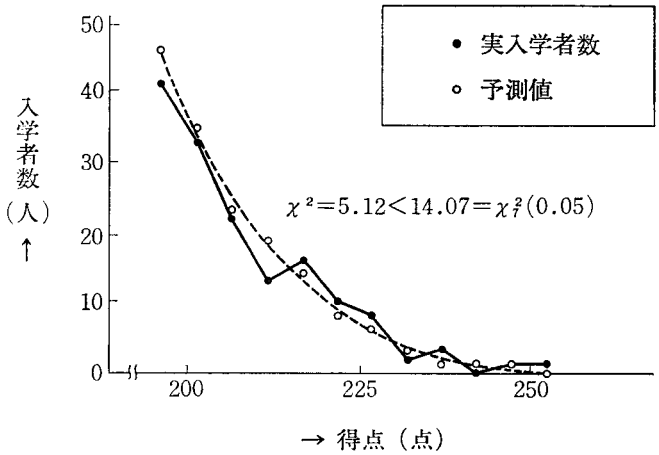


図 5 得点別入学者数と予測値（'84機械系学科）

表 1 入学者算定表（'85機械系学科）の例

得点	N 合格者	n 入学者	t 規準化	p 確率	$N\times p$	n' 人数換算
250～	17	1	1.585	.0559	.950	1
245～	12	0	1.443	.0749	.898	1
240～	7	2	1.302	.0968	.678	1
235～	13	1	1.160	.1230	1.599	2
230～	24	1	1.019	.1539	3.694	4
225～	33	4	.877	.1894	6.250	6
220～	31	9	.736	.2296	7.118	7
215～	38	10	.594	.2776	10.549	11
210～	66	22	.453	.3252	21.463	21
205～	80	28	.311	.3783	30.264	30
200～	66	32	.170	.4325	28.545	29
195～	111	56	.028	.4880	54.168	54
194～	20	11	.000	.5000	10.000	10
n の合計		(人) 177				(人) 177

合格点とそれ以上の得点を獲得した合格者数との関係は得点分布からすぐ求まるので，合格点か合格者数のいずれかが決定項目となる．

〔本予測法のアルゴリズム〕

(1) 合格点がだいたい何点ぐらいになるかの当りをつけて，その得点をはさんで20点ぐらいの範囲を決定する．

(2) 表1のように，試算する仮合格点 $\hat{x}$ をもとにして，$\sigma_2=(300-\hat{x})/3$とした正規分布$N(\hat{x},\sigma_2^2)$を規準化した確率 p を求め，級ごとの合格者数Nを乗じて，級別入学者数n'を求める．それを合計すれば，予測入学者数になる．

(3) 仮合格点を変えて，(2)の手順をくりかえし，予測入学者数を求める．

(4) 予測入学者数が最も予定定員に近い仮合格点を求める合格点と決定し，それ以上の合格者を発表すればよい．

以上のアルゴリズムをパソコンでやれば，簡単に求めることができる．ディスプレイ上に，仮合格点と予測入学者数のグラフを描きそれをもとに意思決定すれば，さらに使いやすい．

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

表 2　従来法と本予測法との比較表

年度		(人) 定員 A	従来の意思決定 (点) 合格点	(人) 合格者数	(人) 入学者数 B	(人) 誤差 B−A	(%) 誤差率 (E-A)/A	本予測法による意思決定の場合 予測(点) 合格点 C	予測(人) 入学者数 D	C点(人)での実入学者数 E	(人) 誤差 E−A	(%) 誤差率 (E-A)/A
'80	55	232	118	824	283	+51	+22.0	124	231	241	+ 9	+3.9*
								123	235	248	+16	+6.9
'81	56	186	138	696	201	+15	+8.1	141	184	185	−1	−0.5**
								140	188	189	+ 3	+1.6*
'82	57	160	158	634	259	+99	+61.9	168	157	183	+23	+14.4
								167	162	190	+30	+18.8
'83	58	171	194	553	179	+ 8	+4.7	195	170	170	− 1	−0.6**
								194	174	179	+ 8	+4.7*
'84	59	171	196	480	153	−18	−10.5	(196)	C点での予測人数 (159)	(153)	E−D (− 6)	(E-D)/D (=3.8)*
'85	60	177	189	629	230	+53	+29.9	194	175	177	0	0**
								193	183	185	+ 8	+4.5*

(注)　** ±1%以内，* ±5%以内.

9.　本予測法の評価

本予測法で，得点別に予測入学者数を求めて，実際の得点別入学者数と比較した例が，図5である．どの年度もだいたい同様で，χ^2検定では5パーセント有意で，適合している．

昭和55年度から60年度までの6年間の機械系学科の予測値と実績値とを比較した表が表2である．

59年度以外は，うまいぐあいに実際の入学者数の方が予定定員を上回っていたので，予測合格点での当てはまりの程度を調べることができた．それによると，57年度以外は誤差率は5%以内に修まっている．

59年度は入学者数が予定定員を下回った年なので，予定定員を確保するための合格点を求めて，それを実際のデータで検証することができないので，実際に意思決定された合格点での入学者数を求め，それが実入学者数とどれくらい異なっているかで評価した．

予測合格点が年度ごとに2つずつあるのは，合格点は1点刻みの離散型量で，合格点付近での1点の相違が，入学者数4～8名に相当するので，理論値の前後の合格点が示してある．

10.　む す び

本予測法が当てはまりが良いということは，かつてのように，校風や教授陣を慕って入学する受験生が非常に少なくなって，偏差値の少しでも高いところを良しとする一般的傾向が端的に表われているといえよう．

大学レベル尺度より，校風などの要素で入学決定をする受験生の多い大学では，合格点での入学率を50%と設定せず，たとえば，60%にするなどの方法で補正してやれば適用できるものと考えるが，実証は今後の課題としたい．

また，偏差値最上位校や最下位校のように，競合のない大学は使えないこと，この方法論が成り立つには，競合する大学群が存在し，受験生の選択順序がおおむね明確になっていることが，必要

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

な条件となろう．

理論的解釈は別にしてでも，予定定員に近づけるために合格者数を何人にすれば良いかを決定せざるを得ない必要性から開発した方法なので，当たることが先決で，なぜ当てはまるのか，いつまで当てはまるのか，今後はどうなるのかについては十分な検討がされていない．

理論的検討については，今後の課題としたい．

●ミニミニ●　　●OR●

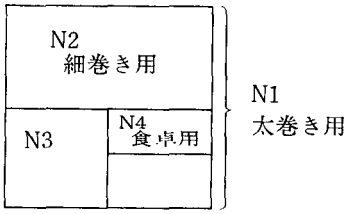
A4判のノリ弁

周知のように，わが国で日常用いる事務用の紙はA系列かB系列に統一されている．いずれにせよ，タテ・ヨコの長さの比が$\sqrt{2}$なので，2つ折りにしても，この比率が保たれ，同系列の次の規格品がえられるようになっている．したがって，コピーで拡大・縮小するときにも紙の形に気をつかわなくてすむ．ムツカシくいえば，規格を定めるとき，そのものに対して主として行なわれる操作（オペレーション）にマッチした不変性を導入したのだということになる．

紙の大きさが決まれば，本棚やファイリング・キャビネットの大きさが決まる．カバンの大きさも定まってくる．ついでに弁当箱の大きさも決まる．ブック型弁当箱といってA5～B5判ぐらいの薄型のものが市販されている．ドカベンほどメシは入らないが，とにかくカバンに入れるには便利である．

JISA系列はドイツ工業規格（DIN）のものとも共通であり，A4判が米英のレターサイズとも近いので，昨今ではA系列を推すむきも多い．A4判の普及につれ，われわれも以前より大きなカバンを持ち歩くようになった．こうなると市販のブック弁当ではちょっと小さくてサイズが合わぬ．筆者の友人のT先生はA4判の弁当箱が市販されていないことを日頃不満に思っておられる．これなら，メシだってドカベン以上につめられる．とにかくA4判のノリ弁などずいぶん迫力があるだろう．筆者もぜひ一度食してみたい．

規格化をすすめるのなら，ノリの方も忘れられてはならない．将来はスーパー・マーケットでもA4判ノリ弁用焼ノリなどというものが出回ることになるのだろうか？　ノリは破れやすいものだからA4判が大きすぎるとすればA5判ということになるのだろうか？　2枚でちょうど弁当箱が一杯になる．



ところで，現状はどうだろう？　行きつけの寿司屋で訊ねてみると，それほど厳密ではないが，およそ6寸四方で一方の辺が心もち長めだという．のり巻きをつくるときには，そのままで太巻き，半分の大きさで細巻きになる．ドカベンにしきつめるにもやはり半分でよい．食卓に供されるのは，さらにこれを4つに切りわけたものだそうだ．ここでも，畳などの場合とおなじく，正方形を基準にした日本の伝統的なモジュールが導入されているわけだ．とにかく，A4判の弁当箱にはむいていない．

もともと浅草ノリというものは，浅草紙という便所の落し紙の製法を真似て作ったものだそうだ．大きさの方も，みるからに便利そうな浅草紙のそれを踏襲したのだという．もっとも，この話をするころになると，寿司屋のオヤジの方もいささか酩酊ぎみであったから，真偽のほどは保証しかねる．

（からくり堂主人）

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．