岡山大学環境理工学部研究報告
第4巻，第1号，pp.7-18，1999年2月

合否入れ替わり率とその解析ソフトウェア SRAS

垂水共之*, 山本義郎†

Swap-Rate of Entrance Examination and Its Software –SRAS–

T. Tarumi* and Y. Yamamoto†

(Received November 20 , 1998)

When we select N_0 student from N applicants using a result of an entrance examination, which consists of two step selection, the primary test and the secondary test. It is important to evaluate the contribution for each test. Swap-rate is one of the measure of the contribution for each stage test, and it its widely used.

In this paper, we describe a population swap-rate and a sample swap-rate in the first. Next, we consider the distribution of applicants who change the result of the test from pass to fail. Finary, we introduce our system "SRAS – Swap-Rate Analysis System–", that can analyze the examination data on such point of view.

1 はじめに

近代の大学入試制度は, 受験機会の複数化や特色のある試験など多角化している. また, 私立大学も含めた大学入試センター試験の多角的利用がさらに複雑に影響していると思われる. 共通1次試験からセンター試験となり, 歴史を重なるに連れて個別試験の問題・採点を省くために, センター試験重視の傾向が見られる. センター試験と個別試験とは車の両輪であり, 2つの試験をうまく組み合わせたメニューをそれぞれの大学が作成する必要がある.

そのためには, 現在の入試がどうなっているかを適切に把握する必要があるが, それは非常に困難な問題である. 本章では, 大学入試センター試験 (以下1次試験と呼ぶ) と各大学が独自に行う個別試験 (以下2次試験と呼ぶ) による二段階選抜により合否判定を行う場合の, 予備選抜の妥当性やそれぞれの試験が合否に影響している割合を調査するために導入された2つの指標「共分散比」と「合否入れ替わり率」を紹介し, それらを利用した場合の実際の入試の解釈や利用上の注意点を与える. これらの指標は, 二段階選抜における各々の試験の寄与を表わすばかりでなく, 全ての部分テスト (1次試験, 2次試験における各科目) の得点の総合点に対する寄与の程度を表わすものとしても考えられる.

更に, 「合否入れ替わり率」に関しては, 2つのテストが2次元正規分布に従うと仮定した場合の母集団入れ替わり率の計算法を与え, そのような状況が想定される場合の期待される入れ替わり率をあらかじめ予想することを試みる.

*岡山大学環境理工学部
†北海道大学工学研究科

また,「合否入れ替わり」という立場で志願者を分類することにより, きめ細かいチェックを与えることを提示する. その際, 合格者数や試験の重みの変動による, 受験者の散布図のダイナミック (動的) な表示が, より状況を把握する手助けとなることを示し, そのような特徴を有するソフトウェアを作成したので, その表示を利用して分析する方法についても紹介する.

2 共分散比と合否入れ替わり率について

「共分散比」と「合否入れ替わり率」はともに1990年前後に, 1次試験と2次試験の合否に及ぼす効果を測るための指標として提案されたものである. これらは, 考え方が単純で現象が理解しやすい, 計算が簡単であるなどの理由から, 今現在も調査研究が進められている指標である. 以下総合点に対する1次試験または2次試験の寄与を考える二段階選抜の状況においては, 1次試験の得点を X, 2次試験の得点を Y, 総合得点を Z とし, 総合点に対する各科目 (k 科目とする) の寄与を考える部分テストの状況では, 第 i 部分テストの得点を X_i $(i=1,\cdots,k)$ とし, 総合得点を Z と表記する. また, 試験 X における降順の順位を $\mathrm{order}(X)$ で, 条件 A を満たす人数を $n(A)$ で表す.

3 共分散比

「共分散比」は第7回国立大学入学者選抜研究連絡協議会 (入研協) において提案された, 試験科目の合否への効果に対する事後評価の尺度のうちの一つである. (竹内, 1986)

この指標は「試験科目成績を合計した総合成績と当該試験科目成績との相関係数」に「重み」(「当該科目成績の標準偏差」÷「総合成績の標準偏差」) を掛け合せたものであり, それぞれの試験科目に対する共分散比の合計は1である. このことから, 共分散比の値により各試験科目の合否に関する効果の尺度と考えることができる. しかし, 相関が負になる場合には, 不都合な尺度となる. この尺度は, 全受験者集団に対して, 試験科目の効果を調べる場合に限られ, 合否ライン付近の集団について, 試験科目の効果を測る目的には不適な指標である.

まず二段階選抜を伴う入試における状況を考える. 総合得点の分散を $\mathrm{Var}(Z)$ で表わし, 1次試験の得点と2次試験の得点の, 総合得点に対する共分散をそれぞれ $\mathrm{Cov}(X,Z)$, $\mathrm{Cov}(Y,Z)$ で表わすとき, 1次試験及び個別試験の共分散比はそれぞれ以下のように計算される.

$$1\text{次試験の共分散比} = \mathrm{Cov}(X,Z)/\mathrm{Var}(Z)$$
$$2\text{次試験の共分散比} = \mathrm{Cov}(Y,Z)/\mathrm{Var}(Z)$$

このとき, 1次共分散比と個別共分散比の和は1になる. 従って, それぞれの共分散比は相関が負になるような状況を除いて, 総合点に対するそれぞれの得点の寄与を表わしていると解釈できる.

部分テスト状況においても, 同様に

$$\text{第}\,i\,\text{部分テストの共分散比} = \mathrm{Cov}(X_i,Z)/\mathrm{Var}(Z) \quad (i=1,\cdots,k)$$

で与えられ, この場合もすべてのテストの共分散比の合計が1になることは容易に分かる.

このように共分散比は, 実施された試験の結果を集計し, その分散・共分散の簡単な比により導くことができ, また共分散比は対象となるテストの総合指標に対する寄与の割合と考えることができるため, 解釈もしやすい指標である.

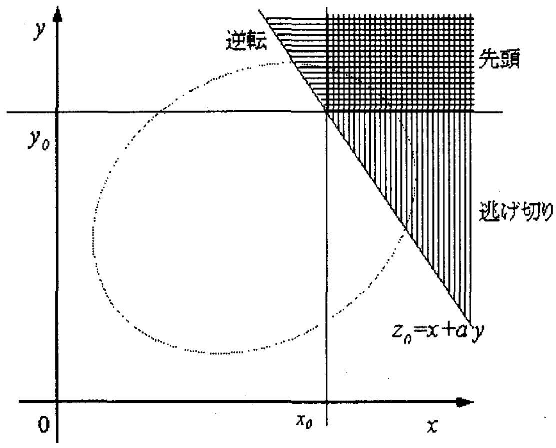

Figure 1: Front-running(先頭), Getaway(逃げ切り), Come-from-behind(逆転)

4　合否入れ替わり率

4.1　合否入れ替わり率とは

「合否入れ替わり率」の研究は, 二段階選抜により合否の決定を行う場合の, 志願者の学力の特徴付けの為に, 「共分散比」同様の 1990 年前後に提案された指標である. 志願者を, (i)2 次試験の重みを 0 として 1 次試験のみで合否判定をする, (ii)1 次試験の重みを 0 とし 2 次試験のみで合否判定をする, (iii) 実際の合否判定の結果の合否区分により志願者を分類すると ((i),(ii),(iii))=(合, 合, 合) から (否, 否, 否) まで 7 つに分類される. この構成比の変動を調べることにより試験の特徴を分析しようとの試みに端を発し, 更に簡潔化してある試験 (科目) の合否への影響を測るための指標として, 実際の合格者人数に対する, 合格者の中である試験 (科目) の重みを 0 とした場合の合否判定で不合格となる人数の割合を, その試験 (科目) の入れ替わり率として定義し, 調査研究が進められた. 「入れ替わり率」は, 合否に対するそれぞれの試験の寄与を, 合格者の入れ替わりという観点から計るものであり, 入試入れ替わり率を考察することにより試験の特徴をとらえる研究がいくつか行われている. (矢野他 (1990), 橋本他 (1996)).

二段階選抜の場合には, 入試入れ替わり率は, 合格者全体に対する 1 次試験を課さなかった場合に不合格となる合格者の割合である「1 次入れ替わり率」と, 合格者全体に対する 2 次試験を課さなかった場合に不合格となる合格者の割合である「2 次入れ替わり率」の 2 種類がある. この「標本入れ替わり率」は, 定員 N_0 までの順位により定義される. つまり総合得点の順位が N_0 番までを「合格者」そうでないものを「不合格者」とする. 1 次得点のみの順位及び 2 次得点のみの順位から同様に「1 次合格者」と「1 次不合格者」, 「2 次合格者」と「2 次不合格者」とする.

簡単のため「合格者」を「1 次合格者かつ 2 次合格者」である「先頭」, 「2 次不合格者」である「逃げ切り」, 「1 次不合格者」である「逆転」に分類する. 図 1 に「先頭」「逃げ切り」「逆転」の分布状況を示している. 合格者数 N_0 のうち, 「逃げ切り」の人数を m_1 とし, 「逆

転」の人数を m_2 とすると, 標本入れ替わり率は以下のように定義される.

$$SR_1 = \frac{n(\mathrm{order}(Z) \leq N_0, \mathrm{order}(Y) > N_0)}{n(\mathrm{order}(Z) \leq N_0)} = \frac{m_1}{N_0}$$
$$SR_2 = \frac{n(\mathrm{order}(Z) \leq N_0, \mathrm{order}(X) > N_0)}{n(\mathrm{order}(Z) \leq N_0)} = \frac{m_2}{N_0}$$

ただし, 図1においては表記の明確さのため1次, 2次, 総合の合格ラインは一点で交差しているように示しているが, 実際にはほとんどの場合一致しない. 「先頭」「逃げ切り」「逆転」のいずれにも属さない合格者もいる. これについては後で詳細に扱う. また, 実際の入試には同点が多く見られるため, 「1次合格者」や「2次合格者」の数は「合格者」の数より大きくなる状況が起こるが, 入れ替わりを過大に評価しないために, その場合には総合得点が高いほうからそれぞれの合格者が N_0 人となるところで「1次合格者」や「2次合格者」を決定する. 「1次合格者」や「2次合格者」は「入れ替わり率」を計算するためのものであるので, 総合得点が同点の者の一人が「1次合格者」でもう一方が「1次不合格者」であっても「入れ替わり率」には影響せず, ましてや実際の「合格者」にも影響しないことを注意しておく.

また, 部分テストの「入れ替わり率」は以下のように定式化できる. 第 j テストの「入れ替わり率」は, 合格者数 N_0 に対する, 合格者ではあるが第 j テストの重みを0とした点数 $\sum_{i \neq j} X_i$ の順位が N_0 番目に満たないものの人数の割合により与えられる. つまり, 第 i テストの入れ替わり率を SR_i で表わすとすると, 以下の形式で与えられる.

$$SR_i = \frac{n(\mathrm{order}(Z) \leq N_0, \mathrm{order}(\sum_{j \neq i} X_i) > N_0)}{n(\mathrm{order}(Z) \leq N_0)}$$

4.2　2変量正規分布を仮定した場合

テストの点数が正規分布に従うかどうかは種々の意見のあるところであるが, 科目ごと, 設問ごとの得点分布ではなく, センター試験の総得点や, 個別試験の総得点は正規分布と見なせることが多い. センター試験の全受験者のように数十万人の得点分布ともなると正規も怪しくなるが, 個別の大学・学部の受験者 (数千人〜数百人) 程度であれば, 正規と見なしてもさしつかえないことが多い.

以下では「入れ替わり率」の定義において, 総合点を各テストの単なる和ではなく, 重み付き総和とし, 競争率の変動ばかりでなく重みの変動に対しても「入れ替わり率」を考慮できるようにする. つまり, 二段階選抜の場合 N 人の受験者から N_0 人を1次試験の得点 x と2次試験の得点 y の重み付き総合点, (ここで重みとは, 総合点を構成する場合の1次試験及び2次試験の倍率) $t = w_1 x + w_2 y$ に基づいて選抜するものとする.

このときの受験倍率 p は N/N_0 である. t に基づいて合否を評価することは, 1次試験の重みを1とし2次試験の重みを $a = w_2/w_1$ とした場合の $z = x + ay, (a = w_2/w_1)$ による評価と同等であるので, 一般性を失うことなく以下では $z = x + ay$ により合否を決定するものとし, この a を対1次比と呼ぶ. また入試の議論においては, 受験者と合格者の比としては一般的に競争率 p を扱うが, ここでは計算の簡便さを考慮し確率を与える競争率の逆数である合格率 $\alpha = 1/p$ を用いる. ある合格率 α に対して $P(z \geq z_0) = \alpha$ となる値 z_0 により合格者と不合格者の分類がおこなわれるとき, $P(x \geq x_0) = \alpha$ となる値 x_0 により「1次合格者」と「1次不合格者」が, $P(y \geq y_0) = \alpha$ となる値 y_0 により「2次合格」と「2次不合格」が分類される. このとき「合格者」に対する1次試験が無い場合に不合格となる合格者(「合格者」かつ「2次不合格者」)の割合が「母集団1次入れ替わり率」(PSR_1) であり, 「合格者」に対する2次試験が無い場合に不合格となる合格者(「合格者」かつ「2次不合格者」)の割合が「母集団2次

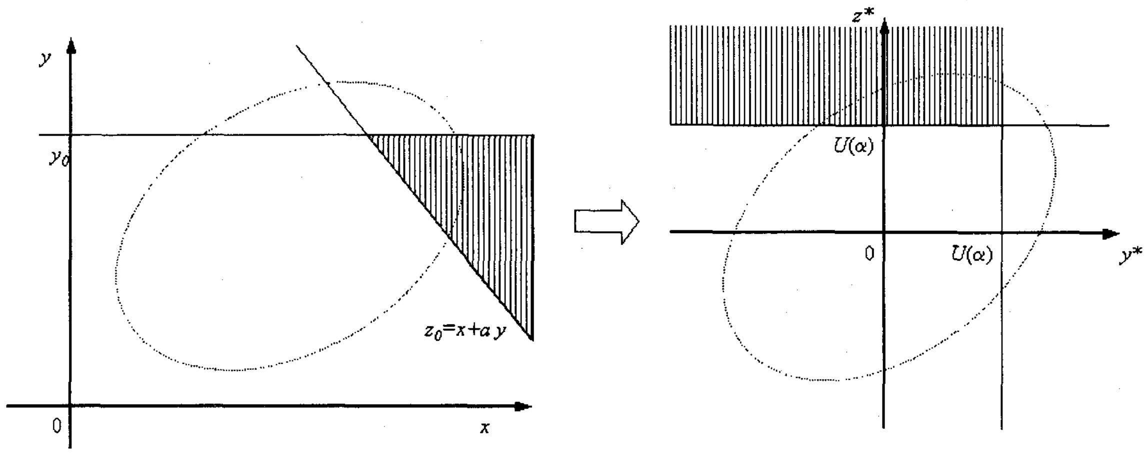

Figure 2: Population swap-rate

入れ替わり率」(PSR_2) である. 前節の特定の標本に対する「(標本) 入れ替わり率」は標本の順位から定義されるものであったが, 本節では母集団の確率分布に基づいて「母集団入れ替わり率」を定義する. つまり,

$$PSR_1 = \frac{P(z \geq z_0,\ y < y_0)}{P(z \geq z_0)},\ PSR_2 = \frac{P(z \geq z_0,\ x < x_0)}{P(z \geq z_0)}.$$

(x, y) が 2 変量正規分布 $N(\boldsymbol{\mu}, \Sigma)$ に従うと仮定する. ただし

$$\boldsymbol{\mu} = \begin{pmatrix} \mu_x \\ \mu_y \end{pmatrix}, \Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_x\sigma_y\rho \\ \sigma_x\sigma_y\rho & \sigma_y^2 \end{pmatrix}.$$

このとき総合点 z もまた正規分布 $N(\mu_x + a\mu_y,\ \sigma_x^2 + a^2\sigma_y^2 + 2a\sigma_x\sigma_y\rho)$ に従う. 従って, 入れ替わり率は, 図 2 に示すように, (x, y) が構成する空間の凸推の確率としてでなく x, y, z を標準化した x^*, y^*, z^* における 2 次元標準正規分布の上側確率で与えられる. ここで $U(\alpha)$ を標準正規分布の上側 100α パーセント点とすると, 母集団 1 次入れ替わり率は以下のように与えられる.

$$PSR_1 = \frac{P(z^* \geq U(\alpha),\ y^* < U(\alpha))}{P(z^* \geq U(\alpha))} = \frac{\alpha - L(U(\alpha), U(\alpha); \rho_{yz})}{\alpha}.$$

ただし, ρ_{yz} は y と z の相関, つまり $\rho_{yz} = (\sigma_x\sigma_y\rho + a\sigma_y^2)/\sigma_y\sqrt{\sigma_x^2 + a^2\sigma_y^2 + 2a\sigma_x\sigma_y\rho}$ であり, $L(h, k; r)$ は相関係数 ρ を持つ 2 次元標準正規分布の点 (h, k) の上側確率である.

従って, 1 次入れ替わり率の計算は 2 次元標準正規分布の上側確率 $L(U(\alpha), U(\alpha); \rho_{yz})$ を計算することにより求められる. 2 次元標準正規分布の上側確率の計算は戸田, 小野 (1978) より, $Q(x)$ を標準正規分布の上側確率とする, つまり $\phi(x)$ が標準正規密度関数であるとき $Q(x) = \int_x^\infty \phi(x)\,dx$, とすると 以下の関係により数値計算可能である.

$$L(h, h; r) = \int_0^r \frac{1}{2\pi\sqrt{1-t^2}} \exp\left(-\frac{h^2}{1+t}\right) dt + Q(h)^2 \quad (h > 0).$$

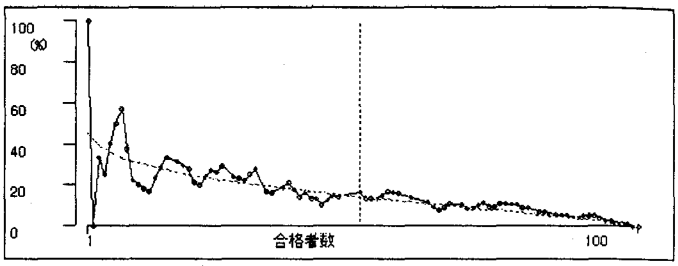

Figure 3: Transition of population and sample swap-rate for number of success applicants

ただし, $L(h, h; r)$ は次の関係を満たす.

$$
\begin{aligned}
L(0,0;r) &= \frac{1}{4} + \frac{1}{2\pi}\sin^{-1} r \\
L(h,h;1) &= Q(h) \\
L(h,h;-1) &= \begin{cases} 0 & (h \geq 0) \\ 2Q(h)-1 & (h < 0) \end{cases} \\
L(-h,-h;r) &= 1 - 2Q(h) + L(h,h;r)
\end{aligned}
$$

更に, $Q(U(\alpha)) = \alpha$ であることと, PSR_2 も PSR_1 と同様に得られることから, PSR_1, PSR_2 は次の数値積分により計算可能である.

$$
\begin{aligned}
PSR_1 &= 1 - \alpha - \frac{1}{2\pi\alpha}\int_0^{\rho_{yz}} \frac{1}{\sqrt{1-t^2}} \exp\left(-\frac{\{U(\alpha)\}^2}{1+t}\right) dt \\
PSR_2 &= 1 - \alpha - \frac{1}{2\pi\alpha}\int_0^{\rho_{xz}} \frac{1}{\sqrt{1-t^2}} \exp\left(-\frac{\{U(\alpha)\}^2}{1+t}\right) dt
\end{aligned}
$$

ここで,

$$
\rho_{xz} = \frac{1 + af\rho}{\sqrt{1 + a^2 f^2 + 2af\rho}}, \quad \rho_{yz} = \frac{\rho + af}{\sqrt{1 + a^2 f^2 + 2af\rho}}
$$

また, f は分散比 (σ_y/σ_x) である. これらのことから, 正規分布を仮定した場合の母集団入れ替わり率は, 合格率 α, 対1次比 a, 相関 ρ, 分散比 f により決定する.

標本入れ替わり率は N_0 の変化 (α の変化) に対して母集団入れ替わり率と同様の振る舞いを見せるが, N_0 の変化に対して敏感である. 正規乱数により特定の共分散構造と重みを与え作成した100ケースのデータに対する標本入れ替わり率と, その共分散構造と重みに対する母集団入れ替わり率の比較を図3に示した. 曲線が母集団入れ替わり率の推移であり, 折れ線が標本入れ替わり率の推移である. 曲線と, 折れ線との乖離は正規分布からのズレ具合を示すものである. 倍率が高い場合は入れ替わり率も不安定であり, 正規乱数で作ったデータであるにもかかわらず, 曲線からの乖離も大きくなりやすい. 倍率が適度であれば, 入れ替わり率も安定しており, 曲線との乖離も少ない. 実際の入試のデータは輪切り現象等のため, 2変量正規分布からはずれており, 曲線からの乖離は見られるものの, 合否入れ替わり率の値と倍率との間の安定性については, 人工データと同様の傾向が見られる.

実際の状況 (分散, 相関, 倍率, 重み) が想定でき, 正規性が仮定できる場合には, 母集団入れ替わり率は入れ替わり率の目安として参考にすることが可能である. ここで, ある程度の

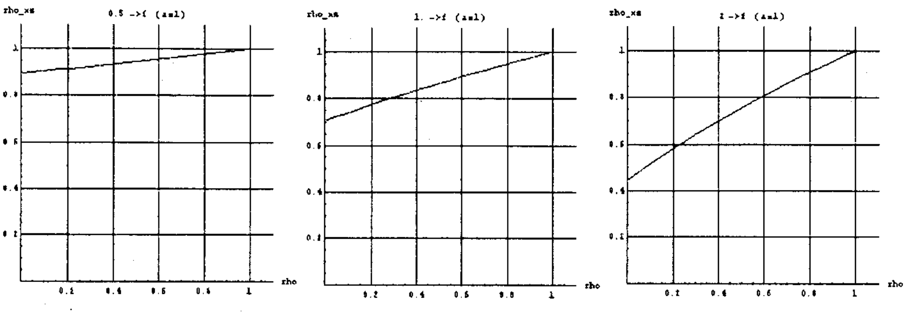

Figure 4: ρ_{xz} – in the case of $\alpha = 1$, f(0.5(center),1.0(middle),2.0(right))

目安として, 特定の状況における ρ_{xz}, ρ_{yz} に対する母集団入れ替わり率について考察を与える. PSR_1, PSR_2 はそれぞれ ρ_{yz} 及び ρ_{xz} と α の関数として考えることができることから, $PSR_i(\rho_{*z}, \alpha)$ と表わす. ただし

$$\rho_{*z} = \begin{cases} \rho_{yz} & (i = 1) \\ \rho_{xz} & (i = 2) \end{cases}$$

従って入れ替わり率の値の考察は ρ_{*z} と α を考えれば良い. 更に, ρ_{xz}, ρ_{yz} は ρ, f, a の関数と考えられるので $\rho_{xz}(\rho, f, a), \rho_{yz}(\rho, f, a)$ で表わす. このとき,

$$\rho_{xz}(\rho, 1, 1) = \rho_{yz}(\rho, 1, 1) = \sqrt{\frac{1+\rho}{2}}$$

であることから, $a = f = 1$ の状況で ρ_{xz}, ρ_{yz} は等しく, 正の相関の場合には $\sqrt{\frac{1}{2}}$ より大きくなることがわかる. また,

$$\begin{aligned} \rho_{xz}(\rho, k, 1) &= \rho_{xz}(\rho, 1, k) \\ \rho_{yz}(\rho, k, 1) &= \rho_{yz}(\rho, 1, k) \\ \rho_{xz}(\rho, f, 1) &= \rho_{yz}(\rho, 1/f, 1) \\ \rho_{xz}(\rho, 1, 1/a) &= \rho_{yz}(\rho, 1, a) \end{aligned}$$

であるなどの性質から, $a = 1$ の場合の ρ と ρ_{xz} の関係から, 他の場合についてもある程度想像がつくと思う. 図 4 に $\alpha = 1$ の場合の f =0.5(左),1.0(中央),2.0(右) のそれぞれの場合の場合の ρ と ρ_{xz} の関係を図示した. 上の性質から, $a = 1, f = 2$ の ρ_{yz} は (左) の図に相当し, $f = 1$ に対する $a = 0.5$, 1.0, 2.0 の ρ_{xz} も図 4 と同じ関係になることがわかる.

α, f, ρ の PSR_i に対する情報は ρ_{*z} に縮約される. ρ_{*z} と α に対する PSR_i の関係を 図 5, 6 に与える. 図 5 から, α が小さいつまり合格率が低いとき (倍率が高いとき) に入れ替わり率が高くなることがわかる. また図 6 より相関 ρ_{*z} が高いほど入れ替わり率は低いことが見てとれる.

部分テストに関する入れ替わり率についても, 同様の定式化により得ることができる. それについては, Kikuchi (1996) に与えられており, 更に入れ替わり率の極限の性質について詳細に議論されている.

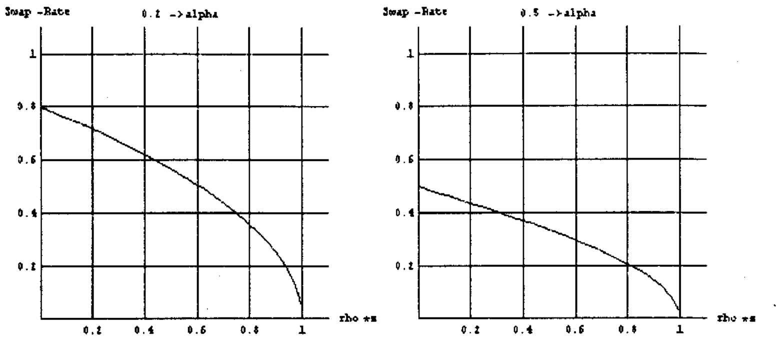

Figure 5: The relation between PSR_i and ρ_{*z} – Fixed α(0.2(left), 0.5(right))

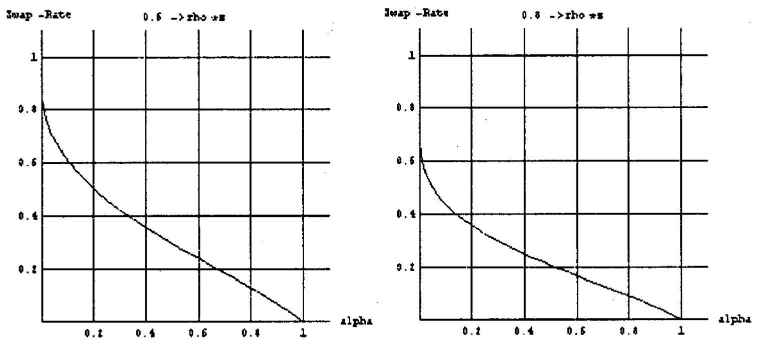

Figure 6: The relation between PSR_i and α – Fixed ρ_{*z}(0.6(left), 0.8(right))

4.3 望ましい値

各大学, 各選抜単位で入れ替わり率がどんな値になっているか, 他大学と比較して入れ替わり率が大きいか, 小さいかは相対的なものであり, どれぐらいの値が望ましいかという最適値は無い. センター試験と個別試験の配点比率は2つの試験の間の「重み」と見なすことも可能であるが, 2つの試験間での問題の難易度の違いや, センター試験での輪切り現象のために合否決定の重みとはなっていないのが実状であろう. これは「共分散比」として定式化されている. センター試験重視の方針であれば, 個別試験での入れ替わり率が低く, センター試験での入れ替わり率が高くなっていてほしいし, 個別試験重視であれば, その逆になっていてほしい.

合格率 (受験倍率) が同じ場合, いずれの入れ替わり率も大きくしたければ, 2つの試験間の相関を低くすればよい. 個別試験ではセンター試験では測っていない能力を測るような試験を行うことになる. 逆に, 2つの入れ替わり率のいずれも小さくしたければ, 2つの試験間の相関を高くすればよい. 個別試験でもセンター試験と同じような能力を測ればよい.

4.4 「幸運」と「不運」

実際の入試の状況下では, 「1次不合格者かつ2次不合格者」であるが「合格者」である場合や「1次合格者かつ2次合格者」であるが「不合格者」という場合がある. ここでは, 前者を「幸運」, 後者を「不運」と呼ぶ. (図7参照)

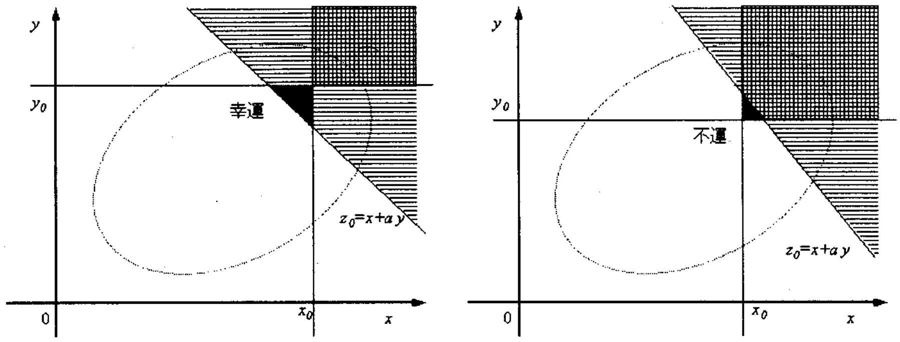

Figure 7: "Lucky(left)" and "Hard luck"(right)

「幸運」や「不運」の出現の程度を考えるために, 正規分布の下での考察を行う. 正規分布の下では1次試験と2次試験の相関が1もしくは合格率 $\alpha = 1/2$ の場合「幸運」も「不運」もない. $\alpha < 1/2$ の場合には「幸運」があり, 反対に $\alpha > 1/2$ の場合には「不運」がある. 「幸運」と「不運」の出現確率は, 入れ替わり率と同様の計算により, それぞれ以下のように与えられる.

$$P(x < x_0, y < y_0, z \geq z_0) = L(h,h;\rho) - L(h,h;\rho_{yz}) - L(h,h;\rho_{xz}) + \alpha \qquad (\alpha < 1/2)$$
$$P(x \geq x_0, y \geq y_0, z < z_0) = L(h,h;\rho) - L(h,h;\rho_{yz}) - L(h,h;\rho_{xz}) + 1 - \alpha \qquad (\alpha > 1/2)$$

実際の状況においては, 合格率に関係なく「幸運」や「不運」は出現する. 実際の合格者判定の場合にも, 合格者数に若干の増減が許される状況においてはこの「不運」なケースに対する考慮も必要ではないかと考えられる.

幸運者に対しては, 大学側が要求する総合能力を有しているわけで, 何の問題も無い. 問題になるとすれば, 不運者の取り扱いであろう. 2つの試験はそこそこできるのに, 総合点では(一般に非常に)僅差で不合格となるのは入試のルールとしてはしかたが無いが, 落とすのには忍び難いと考える場合もあろう. 不運者は合格人数を一人増減するだけで解消されることもある. 入学辞退者対策のために定員より多めに合格者数を発表できるような選抜単位では, 不運者を念頭に入れて総合点の合格ラインを決めることも考えられよう.

5　「合否入れ替わり率」の動的表示

実際の入試における受験者を入れ替わりという観点から解析する場合に, 特定の入試データに対して, その状況に対して正規を仮定した理論値と比較したり, 受験生の分布を入れ替わりに注目して考察する際には計算機の利用が必要となる. そのような状況を考慮し, 動的に入れ替わり状況を解析できるシステムとして"入れ替わり率解析システム SRAS(Swap-Rate Analysys System)"を開発した. SRAS は実際のデータに対して標本入れ替わり率や, 受験生を「先頭」,「逆転」,「逃げ切り」,「幸運」,「不運」,「不合格」に類別した散布図について合格者数を変化させ解析を行うことができる. また, 適当な重みを考察するなどの目的のために2変量正規乱数データを生成し, シミュレーションを行うことができる.

SRAS32 (SRAS for Win32) は Windows95/NT の上で稼働する. SRAS32 を起動すると100ケースの正規乱数データに対する入れ替わり状況を表示する. (図8 参照) SRAS32 は, 与えられたデータに対して, 受験者数, 合格者数, 倍率, 対1次比, 入れ替わり率および3つのグラフを表示する. 左側の2段のグラフは合格者数の変化に対する1次及び2次入れ替わり率 (折

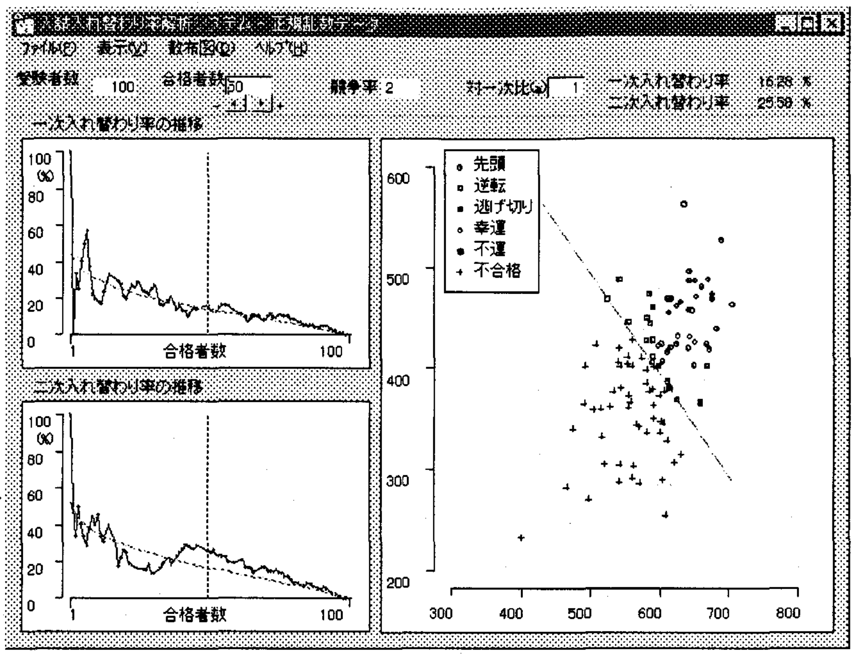

Figure 8: SRAS32

れ線) とデータの分散と相関にもとづく母集団入れ替わり率 (曲線) を表示している. 右の散布図は, 入れ替わりの観点から分類した受験生の分布を示している. 3つのグラフは合格者数, 対1次比の変更によりダイナミックに再描画され, 合格者の変動の入れ替わり率に及ぼす影響や受験生の分布の変化などが解析できる.

データタイプの指定により, i) センター試験と個別試験のような「1次得点」と「2次得点」間の入れ替え率, ii) 特定の科目の全体に対する寄与の程度を入れ替わり率により確認するための「1科目」と「合計点」を指定した特定科目の入れ替わり率の解析が実行できる.

実際の利用例としてある試験で75人の受験生に対して15人の合格者を選んだ場合の例を図9に与える. データを開き, 募集人員が15人であることから合格者数に15を入力すると入れ替わり率等が計算され, グラフにその状況が描画される (「左」の散布図). 特に散布図に注目すると, 1人の「不運」な受験者がいることがわかる. 合格辞退者を考慮し, 定員を超えて合格者を発表できる場合には, 合格者を16人に変更することを考えるのも一つの対策であろう. 合格者数に16を入力した後の散布図 (右の散布図) を見るとわかるように, このデータでは合格者を16人とした場合には不運はなくなる.

実際の入試に対する考察ばかりではなく, ある程度試験得点の共分散構造や倍率などが想定できる場合に, 重みを考察したい場合などもあろう. そのような場合のために, データ数, 1次, 2次試験の得点の平均, 標準偏差, それらの相関及び, 対1次比を指定することにより正規乱数データが生成できる. 正規乱数データに対しては, 選択した領域からデータを適当な確率で削除が可能であり, 正規分布から外れるような実際の状況に応じた解析が可能である. これは, 配点比率などの変更を考える場合のある種の目安として利用できる.

5.1 SRAS32の入手と情報に関して

SRAS32は, URL: http://www.f7.ems.okayama-u.ac.jp/sras/ にホームページを設け, 最新版がダウンロードできる準備をしており, ソフトの利用方法についての説明を与えている. ソフトの

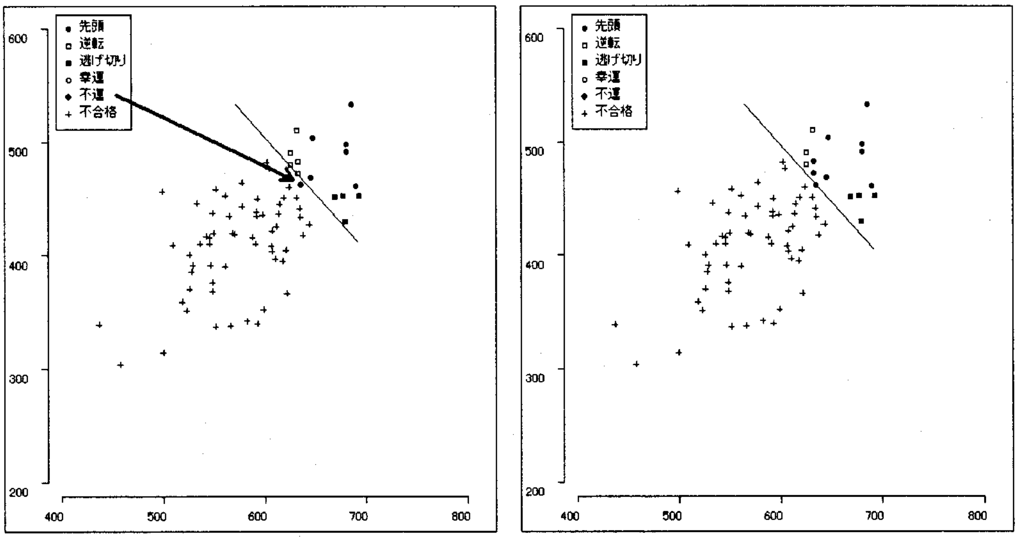

Figure 9: The case 15 passing(left, with one "Hard-luck" person), and the case 16 passing(right)

配布, コピーは基本的に自由である. データ入力・編集ソフト De for Win については田中, 垂水 (1995) に利用方法の解説を与えている. ホームページは URL: http://www.f7.ems.okayama-u.ac.jp/dewin/ にあり, 使用方法などの情報やソフトの最新版の入手が可能である.

6 終わりに

現在の入試状況の把握のために, 種々の集計を行っても, その教訓を次回の入試に反映させないことには意味がない. 総合大学の場合, 個別試験の出題は数年おきになることもあり, 前回の自分の出題が良かったかどうかの判断がつきにくい. 出題者に結果のフィードバックをかけ, 次回の出題時の参考にしてもらうことは非常に重要であろう. 各選抜単位もどの科目を入試科目として課するかをいうだけではなく, 出題内容についても出題委員会に対してもっと要望を出すべきであろう.

References

[1] 橋本明浩, 田栗正章 (1996), "入学試験での合否入れ替わり率に対する 1 考察", 多変量データ解析による大学入試データ解析システムの開発 (平成 7 年度科学研究費補助金総合研究 (A) 研究成果報告書:研究課題番号 07308019), pp. 83–92

[2] 統計数値表 JSA-1972 (1972), 日本規格協会.

[3] Kikuchi, K. (1996), Analytic Approximation to the Standard Error of Swap-Rate, *Behaviormetrika*, Vol. 23, No.2, pp. 187–203.

[4] 竹内啓 (1986), "入試科目の事後の重みの評価について", 国立大学入学者選抜研究連絡協議会研究報告書.

[5] 田中 豊, 垂水共之 (1995), Windows版 統計解析ハンドブック 多変量解析, 共立出版

[6] 垂水共之, 山本義郎 (1996), "入試入れ替わり率の動的表示", 多変量データ解析による大学入試データ解析システムの開発 (平成7年度科学研究費補助金総合研究 (A) 研究成果報告書:研究課題番号 07308019), pp. 75–82

[7] 戸田英雄, 小野令美 (1978), "2次元正規分布関数の計算機用アルゴリズム", 応用統計学, **7**, pp. 43–58

[8] Yamamoto, Y. and Tarumi, T. (1997), Swap-Rate Analysis System : SRAS *Technical Report of Okayama Statistical Association*, No. 67.

[9] 矢野一幸, 大内俊二, 田栗正章 (1990), "大学入試における予備選抜倍率についての検討", 行動計量学, 第17巻, 第2号, pp. 25–33