生駒経済論叢　第4巻第2号　2006年12月

私立大学入試における合格最低点決定モデルのリスク分析

大　村　雄　史

概要　入試が複数回ある私立大学入試において，手続き率分布を考慮した合格最低点決定モデル［1］を用い，「手続き率分布の確率的変動」が入試の合格最低点にどのような影響を与えるかについてリスク分析を行った。その結果，本論文の前提条件では「手続き率分布の確率的変動」の影響は大きくないことが分かった。

キーワード　大学経営，リスク分析，モンテカルロシミュレーション，統計解析，手続き率分布の変動，入学試験，合格最低点

原稿受理日　2006年9月11日

Abstract　In almost private universities in Japan, entrance examination is executed more than two times. This paper considered the effect of stochastic fluctuation of "admission proceeding rate" on "minimum passing score" of entrance examination of a private university using the model [1]. The result is, the effect of stochastic fluctuation of "admission proceeding rate" is very small compared to the magunitude of "admission proceeding rate".

Key words　Management of a university, risk analysis, Monte Carlo simulation, Statistical analysis, Stochastic fluctuation of admission proceeding rate, Entrance examination, Minimum passing score

1. はじめに

入試が複数回ある私立大学入試において，合格最低点決定のために作成したモデル［1］を使い，「手続き率分布の確率的変動」が入試の合格最低点にどのような影響を与えるかについてリスク分析を行った。

先の論文「私立大学入試における合格最低点決定モデルの感度分析」［2］では，全国の受験者数の減少が問題になっている今日においては，私立大学においてきわめて重視されている「受験者数」以外に，経験上重要だと分かっている「手続き率」（より正確には手続き率分布）は，それに勝るとも劣らない重要な指標であることが，感度分析の結果から明らかになった。

しかし，感度分析においては，「手続き率分布」は考慮されているが，「手続き率分布の確率的変動」は考慮されていないため，「手続き率分布の確率的変動」が入試の合格最低点に与える影響を分析した。

2. 問題の定義とモデル

この問題を解決するための基本モデルは［1］で開発したものを利用する。今回の目的は，「手続き率分布のランダム変動」が入試の合格最低点に与える影響を分析することである。先の論文「私立大学入試における合格最低点決定モデルの感度分析」［2］において，私立大学においてきわめて重視されている「受験者数」以外に，経験上重要だと分かっている「手続き率」（より正確には手続き率分布と言うべきもの）は，それに勝るとも劣らない重要な指標であることが明確になった。つまり，「手続き率分布」を大学側にとって良い分布にすることが出来れば，例え受験者数が減少したとしても，入学生の学力低下は最低限に抑えることが出来，場合によっては入学生の学力レベルを上げることも出来ると言うことであった。しかし，「手続き率分布」は，［2］で用いた分布のようにきれいなものではなく，ランダムに変動すると考えるのがより現実的である。ランダムに変動する手続き率分布が入試の合格最低点にどのような影響を与えるかを調べる方法として，既に開発した基本モデル［1］をベースとしてモンテカルロシミュレーションを実施することにする。

3. モンテカルロシミュレーション

モンテカルロシミュレーションとは，入力となる変数がある確率分布に従って変動する場合，出力となる変数がどのような分布になるかをシミュレーションで求める方法である。経営の分野では，経営リスクを評価する場合に使われる方法であり，具体的には，事業投資のリスク評価や営業シミュレーションといった分野で利用頻度が高い。

その他の例としては，生産管理・財務予測・マーケティングへの応用・在庫管理・各種の待ち行列の分析　等いろいろな分野でこの方法が利用されている［3］。

さて，論文［2］においては，基本モデル［1］を用いて「手続き率分布」のいろいろな場合を想定し，感度分析をすることによって「手続き率分布」の重要性が数値的に判明したが，「手続き率分布」がランダムに変動した場合の「合格最低点」への影響は不明であった。そこで「手続き率分布」が一定の分布に従ってランダムに変動する場合「合格最低点」はどのような影響を受けるかをモンテカルロシミュレーションをすることにより求めてみる。

4. 手続き率分布のランダム変動によるモンテカルロシミュレーションの必要性

論文［2］においては，手続き率分布を次の表1のように設定し，その結果入試の合格最低点がどのようになるかを求めた。

図1は，設定された手続き率分布（表1）の各モデルのグラフである。基本モデル［1］は，入試は前期と後期の2回とし（本モデルは更に入試が増えても一般性は失わない），それぞれの入試における手続き率の組み合わせを次の表2のように設定した。

この組み合わせにおいて，左下半分のモデルがないのは，後期入試は前期入試と比べて受験者の選択肢が少なくなるため，前期入試より後期入試の手続き率が高くなることを表している。

ここで問題は，仮にこのような手続き率の分布があり得たとしても，現実の手続き率はこの線上を中心として，ある程度ランダムに変動するであろうと考えられる事である。

このランダム変動によって，入試の合格最低点がどのような影響を受けるのかを確認しておかないと，適切な入試の経営戦略を考える事は出来ない。

表1　手続き率分布の設定

	model-1	model-2	model-3	model-4	model-5
最大手続き率	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
最小手続き率	0.000	0.500	0.700	0.800	1.000
手続き率のモデル（線型モデル）	点数が上がるに従って手続き率が大きく落ちるモデル	点数が上がるに従って手続き率が中くらいに落ちるモデル	点数が上がるに従って手続き率がある程度落ちるモデル	点数が上がるに従って手続き率が少し落ちるモデル	点数が上がっても手続き率が全く落ちないモデル
大学の人気	非常に弱い	弱い	中間的	ある程度強い	非常に強い

	点数				手続き率	手続き率	手続き率	手続き率	手続き率
	from	to	階級値	upper value	model-1	model-2	model-3	model-4	model-5
1	0	～5	2.5	5	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	5	～10	7.5	10	0.947	0.974	0.984	0.989	1.000
3	10	～15	12.5	15	0.895	0.947	0.968	0.979	1.000
4	15	～20	17.5	20	0.842	0.921	0.953	0.968	1.000
5	20	～25	22.5	25	0.789	0.895	0.937	0.958	1.000
6	25	～30	27.5	30	0.737	0.868	0.921	0.947	1.000
7	30	～35	32.5	35	0.684	0.842	0.905	0.937	1.000
8	35	～40	37.5	40	0.632	0.816	0.889	0.926	1.000
9	40	～45	42.5	45	0.579	0.789	0.874	0.916	1.000
10	45	～50	47.5	50	0.526	0.763	0.858	0.905	1.000
11	50	～55	52.5	55	0.474	0.737	0.842	0.895	1.000
12	55	～60	57.5	60	0.421	0.711	0.826	0.884	1.000
13	60	～65	62.5	65	0.368	0.684	0.811	0.874	1.000
14	65	～70	67.5	70	0.316	0.658	0.795	0.863	1.000
15	70	～75	72.5	75	0.263	0.632	0.779	0.853	1.000
16	75	～80	77.5	80	0.211	0.605	0.763	0.842	1.000
17	80	～85	82.5	85	0.158	0.579	0.747	0.832	1.000
18	85	～90	87.5	90	0.105	0.553	0.732	0.821	1.000
19	90	～95	92.5	95	0.053	0.526	0.716	0.811	1.000
20	95	～100	97.5	100	0.000	0.500	0.700	0.800	1.000

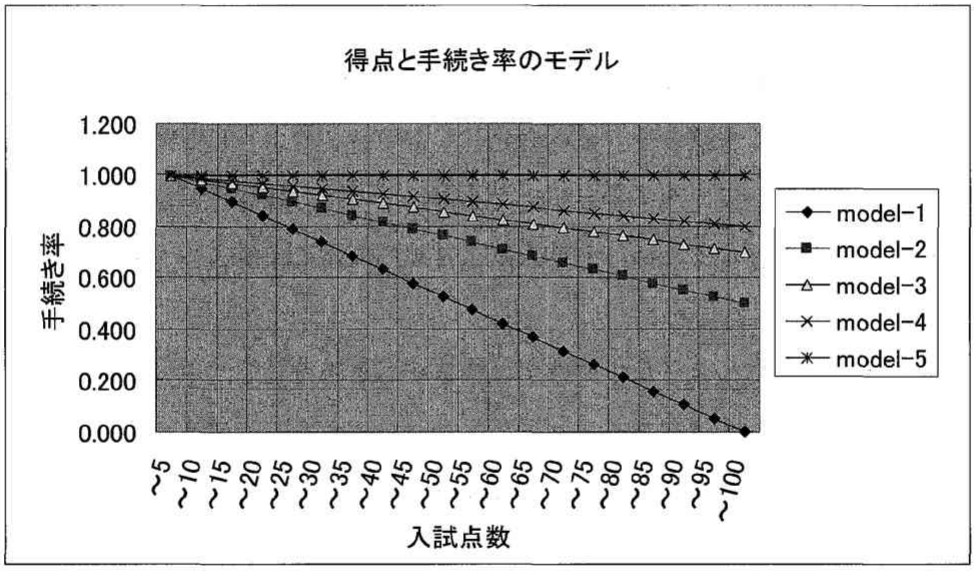


図1　設定された手続き率分布

表２　前期試験と後期試験の手続き率の組み合わせと各モデル

	後期手続き率のモデル↓				
前期手続き率のモデル↓	model-1	model-2	model-3	model-4	model-5
model-1	1＋1	1＋2	1＋3	1＋4	1＋5
model-2		2＋2	2＋3	2＋4	2＋5
model-3			3＋3	3＋4	3＋5
model-4				4＋4	4＋5
model-5					5＋5

5.　モンテカルロシミュレーションの前提条件

手続き率分布のランダム変動の確率分布は新たに設定するが，それ以外の条件は論文「私立大学入試における合格最低点決定モデルの感度分析」［２］と比較出来るようにするため同様とする。すなわち，以下のようになる。

5.1　入試受験者数と定員の前提条件

入試受験者数と定員は，論文［２］と同じ前提とする。

表３　計算例の入試受験者数と定員の前提条件

前期入試	100点満点	
	受験者数	1300
後期入試	100点満点	
	受験者数	600
全体の定員		300

5.2　モンテカルロシミュレーションに用いるスプレッドシートの形

Excel 上に作成した基本モデル［１］を基本にし，Crystal Ball［３］（モンテカルロシミュレーションを Excel 上で行う事が出来るソフトウェア）を用いてモンテカルロシミュレーションを実施する。

次の表4.1は，シミュレーションを行うための表の項目である。表4.1の各項目は，左から，各階級の境界値（～以上，～未満），その階級の代表値である階級値，各階級の上の

境界値の値（Xu）とその標準正規変数の値Z，その標準正規変数値迄の累積確率，その階級に入る確率の値，更にその階級の手続き率，この階級を合格とした場合のこの階級の受験者全体に占める割合，この階級以上を合格とした場合のこの階級以上の受験者全体に占める割合，一番右は当該階級以上を合格とした場合，手続き率を考慮した後の入学する学生数である。（ここでは得点分布を正規分布としているが，シミュレーションを行うために仮に設定したものである。これは正規分布である必要はなく，実際の計算では，実際に測定された分布を使えばよい。なお，入試においては，合計点が問題になるので，正規分布の設定は現実離れしたものではない。）

表4.1　入試のシミュレーションシートの項目

from(:XL)	to(:XU)	階級値	XU	Z(of XU)	cumulative probability	probability of interval	手続き率	この階級を合格とした場合の残存率(受験者全体を1とする)	この階級以上を合格とした場合の残存率(受験者全体を1とする)	首記の受験者数の場合に入学する学生数

前期入試・後期入試において，各々表4.1の各階級毎の得点分布と，各階級毎の手続き率から，入学する学生数を計算し，それらを合計して入試全体での入学者数を求める事が出来る。表4.2はその計算例である。

5.3　手続き率分布の設定

手続き率分布は既に述べた表１の通りである。ここでは最も単純な近似として，手続き率分布を一次式モデルとしている。

つまり，得点が低い学生が仮に合格したとすると，そのような学生ほど手続き率は高く，得点が高い学生が合格した場合には，競合する「より選好度の高い大学」に合格する確率が高くなると考え，その結果，手続き率は低くなるというモデルであり，その間を直線近似しようということである。これは論文［2］と同じ前提である。

表4.2　入試シミュレーションの計算例

前期

正規分布　（入力）
平均　50
標準偏差　12
Z=　(X−μ)／σ

得点分布　100点満点換算

前期
分布表
1
以上　未満

受験者数＝ 1,300

1次モデル
手続き

	from(:XL)	to(:XU)	階級値	XU	Z(of XU)	cumulative probability	probability of interval	model-1	この階級を合格とした場合の残存率(受験者全体を1とする)	この階級以上を合格とした場合の残存率(受験者全体を1とする)	首記の受験者数の場合に入学する学生数
1	0	～5	2.5	5	−3.750	0.000	0.000	0.998	0.000	0.492	640
2	5	～10	7.5	10	−3.333	0.000	0.000	0.909	0.000	0.492	640
3	10	～15	12.5	15	−2.917	0.002	0.001	0.845	0.001	0.492	639
4	15	～20	17.5	20	−2.500	0.006	0.004	0.892	0.004	0.491	638
5	20	～25	22.5	25	−2.083	0.019	0.012	0.738	0.009	0.487	633
6	25	～30	27.5	30	−1.667	0.048	0.029	0.665	0.019	0.478	621
7	30	～35	32.5	35	−1.250	0.106	0.058	0.718	0.042	0.458	596
8	35	～40	37.5	40	−0.833	0.202	0.097	0.674	0.065	0.417	542
9	40	～45	42.5	45	−0.417	0.338	0.136	0.540	0.074	0.352	457
10	45	～50	47.5	50	0.000	0.500	0.162	0.602	0.097	0.278	361
11	50	～55	52.5	55	0.417	0.662	0.162	0.428	0.069	0.181	235
12	55	～60	57.5	60	0.833	0.798	0.136	0.376	0.051	0.112	145
13	60	～65	62.5	65	1.250	0.894	0.097	0.292	0.028	0.061	79
14	65	～70	67.5	70	1.667	0.952	0.058	0.375	0.022	0.032	42
15	70	～75	72.5	75	2.083	0.981	0.029	0.248	0.007	0.011	14
16	75	～80	77.5	80	2.500	0.994	0.012	0.197	0.002	0.003	4
17	80	～85	82.5	85	2.917	0.998	0.004	0.172	0.001	0.001	1
18	85	～90	87.5	90	3.333	1.000	0.001	0.105	0.000	0.000	0
19	90	～95	92.5	95	3.750	1.000	0.000	0.079	0.000	0.000	0
20	95	～100	97.5	100	4.167	1.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0
						合計	1.000		0.492		

model 1+2

後期

正規分布　（入力）
平均　51
標準偏差　12
Z=　(X−μ)／σ

得点分布　100点満点換算

定員 300

合格最低点

後期
1. 度数
分布表1
以上　未満

受験者数＝ 600

1次モデル
手続き率

	from(:XL)	to(:XU)	階級値	XU	Z(of XU)	cumulative probability	probability of interval	model-2	この階級を合格とした場合の残存率(受験者全体を1とする)	この階級以上を合格とした場合の残存率(受験者全体を1とする)	首記の受験者数の場合に入学する学生数	首記の受験者数の場合に入学する学生数(前期＋後期)		Xp	入学者数
1	0	～5	2.5	5	−3.833	0.00006	0.000	0.988	0.000	0.727	436	1,076.0		0	1076
2	5	～10	7.5	10	−3.417	0.00032	0.000	0.970	0.000	0.727	436	1,075.9		5	1076
3	10	～15	12.5	15	−3.000	0.00135	0.001	0.977	0.001	0.727	436	1,075.3		10	1075
4	15	～20	17.5	20	−2.583	0.00489	0.004	0.905	0.003	0.726	435	1,073.3		15	1073
5	20	～25	22.5	25	−2.167	0.01513	0.010	0.877	0.009	0.722	433	1,066.2		20	1066
6	25	～30	27.5	30	−1.750	0.04006	0.025	0.872	0.022	0.713	428	1,048.9		25	1049
7	30	～35	32.5	35	−1.333	0.09121	0.051	0.800	0.041	0.692	415	1,010.7		30	1011
8	35	～40	37.5	40	−0.917	0.17966	0.088	0.799	0.071	0.651	390	932.1		35	932.1
9	40	～45	42.5	45	−0.500	0.30854	0.129	0.818	0.105	0.580	348	805.1		40	805.1
10	45	～50	47.5	50	−0.083	0.46679	0.158	0.690	0.109	0.475	285	646.2		45	646.2
11	50	～55	52.5	55	0.333	0.63056	0.164	0.721	0.118	0.365	219	454.3		50	454.3
12	55	～60	57.5	60	0.750	0.77337	0.143	0.653	0.095	0.247	148	293.7	◎	54.74417	300
13	60	～65	62.5	65	1.167	0.87833	0.105	0.689	0.072	0.153	92	170.3		60	170.3
14	65	～70	67.5	70	1.583	0.94333	0.065	0.648	0.042	0.080	48	90.2		65	90.24
15	70	～75	72.5	75	2.000	0.97725	0.034	0.700	0.024	0.038	23	36.7		70	36.72
16	75	～80	77.5	80	2.417	0.99217	0.015	0.640	0.010	0.014	9	13.1		75	13.05
17	80	～85	82.5	85	2.833	0.99770	0.006	0.649	0.004	0.005	3	4.1		80	4.144
18	85	～90	87.5	90	3.250	0.99942	0.002	0.581	0.001	0.001	1	1.0		85	0.998
19	90	～95	92.5	95	3.667	0.99988	0.000	0.537	0.000	0.000	0	0.2		90	0.213
20	95	～100	97.5	100	4.083	0.99998	0.000	0.503	0.000	0.000	0	0.0		95	0.032
						合計	0.99998		0.727						

5.4　前期入試と後期入試の手続き率分布の組合せ

前期入試と後期入試の手続き率分布の組合せは，既に述べた表2の通りである。

表2　前期試験と後期試験の手続き率の組み合わせと各モデル（既出）

	後期手続き率のモデル↓				
前期手続き率のモデル↓	model-1	model-2	model-3	model-4	model-5
model-1	1＋1	1＋2	1＋3	1＋4	1＋5
model-2		2＋2	2＋3	2＋4	2＋5
model-3			3＋3	3＋4	3＋5
model-4				4＋4	4＋5
model-5					5＋5

手続き率分布の組合せは，前期入試と後期入試を比較すると，後期入試を受ける受験生は，前期入試の結果に満足していない可能性が高いと言え，従って，前期入試手続き率に比べて後期入試の手続き率が高くなる事が予想されるので，それをシミュレーションの前提条件に反映させる。（なお，仮にこの前提条件が成立しなくても，シミュレーションの方法には影響は与えない。）

5.5　前期入試・後期入試の得点分布

ここでは15ケース全ての場合に，前期入試の得点分布が100点満点で平均50，標準偏差12の正規分布，後期入試が100点満点で平均51，標準偏差12の正規分布として計算しているが，これらはあくまで一例であり，これらの分布は正規分布でなければならないと言うことはなく，他の分布であってもシミュレーション上の問題は生じない。

5.6　手続き率分布のランダム変動の分布

5.6.1　手続き率分布のランダム変動の分布

手続き率分布の入試得点各階級においてのランダム変動の分布は，各モデルの手続き率のプラス・マイナス0.1の範囲で，三角分布とした。三角分布を用いた理由は，この問題の確率変数は「手続き率」であり，手続き率に一定の傾向があるのであれば，その傾向からあまり大きく外れて変動するとは考えられないからである。

もし大きく変動する場合についてモンテカルロシミュレーションを実施するのであれば，三角分布の範囲を大きくしたり，分布に正規分布を使うことが考えられる。

5.6.2　三角分布とは

因みに，三角分布とは，次のような分布である。例えば，表5のような三角分布のグラフは図2のようになる。従ってこの分布の確率密度関数は，下記の(1)(2)のようになる。

① 0.5≦X≦0.6 での確率密度関数 f(X) は，この直線が（0.5, 0）と（0.6, 10）を通るので

$$f(X)-0=(10-0)/(0.6-0.5)*(X-0.5) \quad (1)$$

となる。

② また，0.6≦X≦0.7 での確率密度関数は，この直線が（0.6, 10）と（0.7, 0）を通るので

$$f(X)-10=(0-10)/(0.7-0.6)*(X-0.6) \quad (2)$$

となる。

表5　三角分布の例

確率変数の値	確率密度
x	f（x）
0.5	0
0.6	10
0.7	0

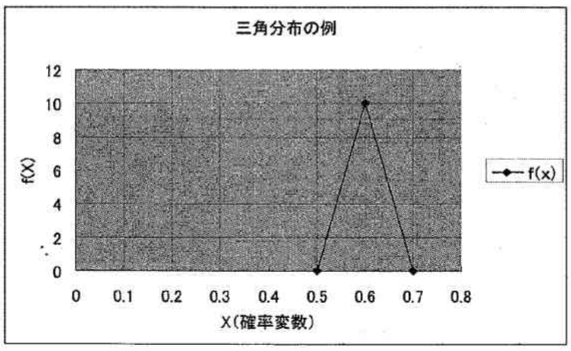


図2　三角分布の例

5.6.3　手続き率のランダム変動の値

表1で示した手続き率の各モデルについて，三角分布の範囲を表6.1～表6.5で示す。

変動の範囲は，model 値の　プラス・マイナス0.1の範囲としている（必要があれば0.1以外の数値でも分析上の問題はない）。手続き率は，最大は1，最小は0であるので，プラス・マイナス0.1の数値が1以上になる場合は手続き率を「1」に，マイナスになる場合は手続き率を「0」としている。

例えば，表6.1の階級2では，model-1 の値は「0.947」であるので，この値から「－0.1」すると「0.847」，「＋0.1」すると「1.047」となるが，手続き率は最大「1」であるので，最大手続き率は「1.047」ではなく「1.000」としている。

表6.1　手続き率のランダム変動の範囲（三角分布）model-1

1. 手続き率 model-1

	点数 from	to	階級値	upper value	ランダム変動の分布 三角分布 手続き率 最小	model-1	最大
1	0	～5	2.5	5	0.900	**1.000**	1.000
2	5	～10	7.5	10	0.847	**0.947**	1.000
3	10	～15	12.5	15	0.795	**0.895**	0.995
4	15	～20	17.5	20	0.742	**0.842**	0.942
5	20	～25	22.5	25	0.689	**0.789**	0.889
6	25	～30	27.5	30	0.637	**0.737**	0.837
7	30	～35	32.5	35	0.584	**0.684**	0.784
8	35	～40	37.5	40	0.532	**0.632**	0.732
9	40	～45	42.5	45	0.479	**0.579**	0.679
10	45	～50	47.5	50	0.426	**0.526**	0.626
11	50	～55	52.5	55	0.374	**0.474**	0.574
12	55	～60	57.5	60	0.321	**0.421**	0.521
13	60	～65	62.5	65	0.268	**0.368**	0.468
14	65	～70	67.5	70	0.216	**0.316**	0.416
15	70	～75	72.5	75	0.163	**0.263**	0.363
16	75	～80	77.5	80	0.111	**0.211**	0.311
17	80	～85	82.5	85	0.058	**0.158**	0.258
18	85	～90	87.5	90	0.005	**0.105**	0.205
19	90	～95	92.5	95	0.000	**0.053**	0.153
20	95	～100	97.5	100	0.000	**0.000**	0.100

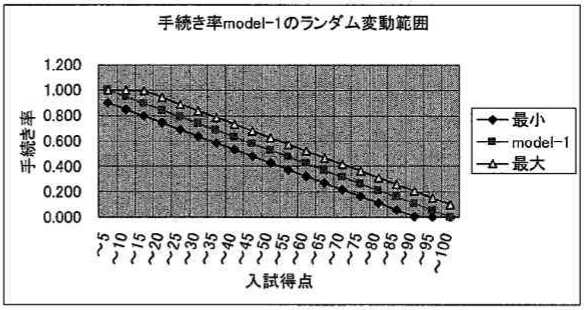


表6.2　手続き率のランダム変動の範囲（三角分布）model-2

2. 手続き率 model-2

	点数 from	to	階級値	upper value	ランダム変動の分布 三角分布 手続き率 最小	model-2	最大
1	0	～5	2.5	5	0.900	**1.000**	1.000
2	5	～10	7.5	10	0.874	**0.974**	1.000
3	10	～15	12.5	15	0.847	**0.947**	1.000
4	15	～20	17.5	20	0.821	**0.921**	1.000
5	20	～25	22.5	25	0.795	**0.895**	0.995
6	25	～30	27.5	30	0.768	**0.868**	0.968
7	30	～35	32.5	35	0.742	**0.842**	0.942
8	35	～40	37.5	40	0.716	**0.816**	0.916
9	40	～45	42.5	45	0.689	**0.789**	0.889
10	45	～50	47.5	50	0.663	**0.763**	0.863
11	50	～55	52.5	55	0.637	**0.737**	0.837
12	55	～60	57.5	60	0.611	**0.711**	0.811
13	60	～65	62.5	65	0.584	**0.684**	0.784
14	65	～70	67.5	70	0.558	**0.658**	0.758
15	70	～75	72.5	75	0.532	**0.632**	0.732
16	75	～80	77.5	80	0.505	**0.605**	0.705
17	80	～85	82.5	85	0.479	**0.579**	0.679
18	85	～90	87.5	90	0.453	**0.553**	0.653
19	90	～95	92.5	95	0.426	**0.526**	0.626
20	95	～100	97.5	100	0.400	**0.500**	0.600

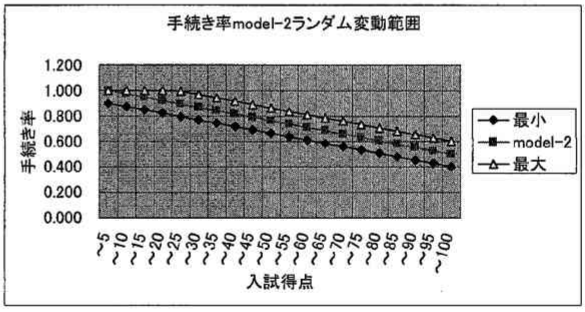


表6.3　手続き率のランダム変動の範囲（三角分布）model -3

3. 手続き率 model-3

	点数				ランダム変動の分布 三角分布 手続き率		
	from	to	階級値	upper value	最小	model-3	最大
1	0	～5	2.5	5	0.900	**1.000**	1.000
2	5	～10	7.5	10	0.884	**0.984**	1.000
3	10	～15	12.5	15	0.868	**0.968**	1.000
4	15	～20	17.5	20	0.853	**0.953**	1.000
5	20	～25	22.5	25	0.837	**0.937**	1.000
6	25	～30	27.5	30	0.821	**0.921**	1.000
7	30	～35	32.5	35	0.805	**0.905**	1.000
8	35	～40	37.5	40	0.789	**0.889**	0.989
9	40	～45	42.5	45	0.774	**0.874**	0.974
10	45	～50	47.5	50	0.758	**0.858**	0.958
11	50	～55	52.5	55	0.742	**0.842**	0.942
12	55	～60	57.5	60	0.726	**0.826**	0.926
13	60	～65	62.5	65	0.711	**0.811**	0.911
14	65	～70	67.5	70	0.695	**0.795**	0.895
15	70	～75	72.5	75	0.679	**0.779**	0.879
16	75	～80	77.5	80	0.663	**0.763**	0.863
17	80	～85	82.5	85	0.647	**0.747**	0.847
18	85	～90	87.5	90	0.632	**0.732**	0.832
19	90	～95	92.5	95	0.616	**0.716**	0.816
20	95	～100	97.5	100	0.600	**0.700**	0.800

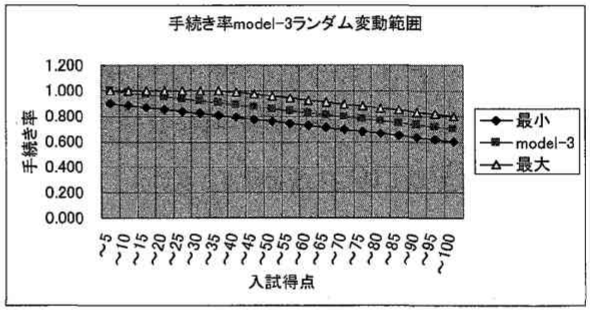


表6.4　手続き率のランダム変動の範囲（三角分布）model -4

4. 手続き率 model-4

	点数				ランダム変動の分布 三角分布 手続き率		
	from	to	階級値	upper value	最小	model-4	最大
1	0	～5	2.5	5	0.900	**1.000**	1.000
2	5	～10	7.5	10	0.889	**0.989**	1.000
3	10	～15	12.5	15	0.879	**0.979**	1.000
4	15	～20	17.5	20	0.868	**0.968**	1.000
5	20	～25	22.5	25	0.858	**0.958**	1.000
6	25	～30	27.5	30	0.847	**0.947**	1.000
7	30	～35	32.5	35	0.837	**0.937**	1.000
8	35	～40	37.5	40	0.826	**0.926**	1.000
9	40	～45	42.5	45	0.816	**0.916**	1.000
10	45	～50	47.5	50	0.805	**0.905**	1.000
11	50	～55	52.5	55	0.795	**0.895**	0.995
12	55	～60	57.5	60	0.784	**0.884**	0.984
13	60	～65	62.5	65	0.774	**0.874**	0.974
14	65	～70	67.5	70	0.763	**0.863**	0.963
15	70	～75	72.5	75	0.753	**0.853**	0.953
16	75	～80	77.5	80	0.742	**0.842**	0.942
17	80	～85	82.5	85	0.732	**0.832**	0.932
18	85	～90	87.5	90	0.721	**0.821**	0.921
19	90	～95	92.5	95	0.711	**0.811**	0.911
20	95	～100	97.5	100	0.700	**0.800**	0.900

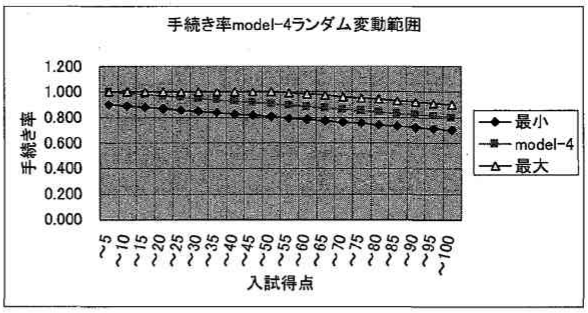
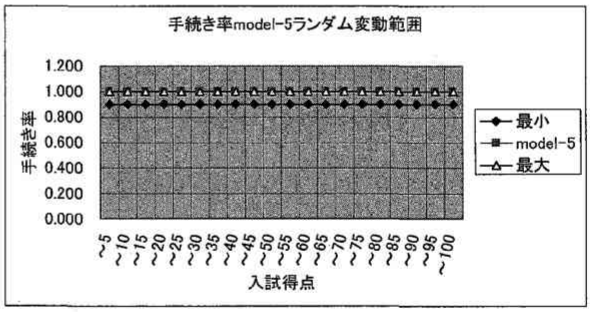


表6.5　手続き率のランダム変動の範囲（三角分布）model -5

5. 手続き率 model-5

	点数				ランダム変動の分布 三角分布 手続き率		
	from	to	階級値	upper value	最小	model-5	最大
1	0	～5	2.5	5	0.900	**1.000**	1.000
2	5	～10	7.5	10	0.900	**1.000**	1.000
3	10	～15	12.5	15	0.900	**1.000**	1.000
4	15	～20	17.5	20	0.900	**1.000**	1.000
5	20	～25	22.5	25	0.900	**1.000**	1.000
6	25	～30	27.5	30	0.900	**1.000**	1.000
7	30	～35	32.5	35	0.900	**1.000**	1.000
8	35	～40	37.5	40	0.900	**1.000**	1.000
9	40	～45	42.5	45	0.900	**1.000**	1.000
10	45	～50	47.5	50	0.900	**1.000**	1.000
11	50	～55	52.5	55	0.900	**1.000**	1.000
12	55	～60	57.5	60	0.900	**1.000**	1.000
13	60	～65	62.5	65	0.900	**1.000**	1.000
14	65	～70	67.5	70	0.900	**1.000**	1.000
15	70	～75	72.5	75	0.900	**1.000**	1.000
16	75	～80	77.5	80	0.900	**1.000**	1.000
17	80	～85	82.5	85	0.900	**1.000**	1.000
18	85	～90	87.5	90	0.900	**1.000**	1.000
19	90	～95	92.5	95	0.900	**1.000**	1.000
20	95	～100	97.5	100	0.900	**1.000**	1.000



6.　モンテカルロシミュレーション実施の手順

モンテカルロシミュレーションを実施するには，確率密度関数の分布関数を求め，一様乱数を発生させ，その乱数の値に該当する分布関数（確率密度関数を積分した関数）の値から，確率変数の値を求めればよい。

6.1　モンテカルロシミュレーションを実施するモデル

表2で示す15の全てのモデルについてモンテカルロシミュレーションを実施する。

表2　前期試験と後期試験の手続き率の組み合わせと各モデル（既出）

	後期手続き率のモデル↓				
前期手続き率のモデル↓	model-1	model-2	model-3	model-4	model-5
model-1	1＋1	1＋2	1＋3	1＋4	1＋5
model-2		2＋2	2＋3	2＋4	2＋5
model-3			3＋3	3＋4	3＋5
model-4				4＋4	4＋5
model-5					5＋5

6.2　各モデルについて下記の手順で進む

6.2.1　model 1＋1 について

(1)　第1回目のシミュレーション

前期入試及び後期入試のテスト点数の各階級について，一様乱数を発生させ，設定された手続き率のランダム変動の分布である三角分布の分布関数（確率密度関数を積分した関数）を用いて確率変数の値（この場合は手続き率）を求める。この結果から，前期と後期の各テストの階級別点数ごとに手続き率が求められるので，定員を満たす合格最低点を求めればよい。この計算は，Excel でマクロを作成し，ゴールシークの機能を用いる事と，Excel のアドインソフトウェアである Crystal Ball を利用することにより実行した。

(2)　第2回目から第n回目までのシミュレーション

第2回目から第n回目まで「(1)　第1回目のシミュレーション」と同様のことを繰り返す。本研究では，n＝1,000 を用いた。この結果，model 1＋1 について，1,000個の合格最

低点が求められる。これらの1,000個の合格最低点は，手続き率がランダム変動することにより，合格最低点が変動した結果である。

⑶　合格最低点の基礎統計量とヒストグラム

求められた1,000個の合格最低点から基礎統計量とヒストグラムを作成する。

6.2.2　model 1＋2～model 5＋5

「6.2.1」で記述した方法を，model 1＋2～model 5＋5 の14個のモデルについて実施する。その結果，15個の各モデル毎に1,000回の iteration 計算が実施されることになる。これらの結果から，手続き率のランダム変動が，合格最低点にどのような影響を与えるかを知ることが出来る。

7.　モンテカルロシミュレーションの計算結果

7.1　model 1＋1 の計算結果

このシミュレーションは，前期入試手続き率の分布が model－1 で，後期入試手続き率の分布が　model－1 の場合である。（このモデルの手続き率の分布は表 1 及び図 1 を参照。手続き率のランダム変動については表6.1を参照。）

次の図3.1は，model 1＋1 のモンテカルロシミュレーションの結果である1,000個の合格最低点のヒストグラムと基礎統計量のデータを示している。

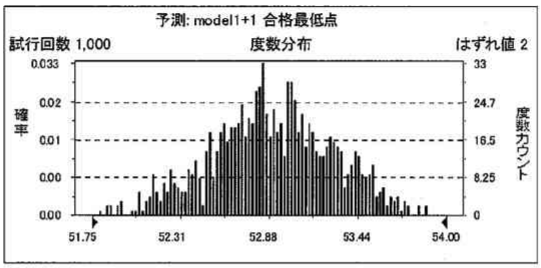
7.2　model 1＋2 の計算結果

このシミュレーションは，前期入試手続き率の分布が model－1 で，後期入試手続き率の分布が model－2 の場合である。（このモデルの手続き率の分布は表 1 及び図 1 を参照。手続き率のランダム変動については表6.1と表6.2を参照。）

次の図3.2は，model 1＋2 のモンテカルロシミュレーションの結果である1,000個の合格最低点のヒストグラムと基礎統計量のデータを示す。

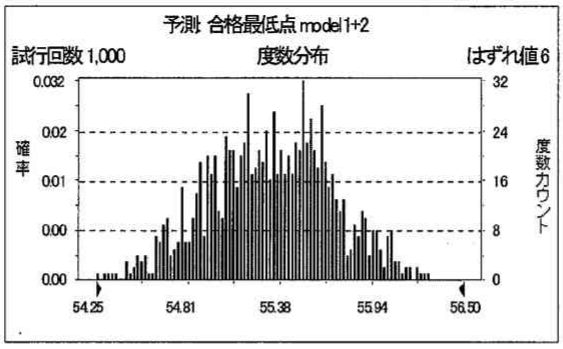
7.3　model 1＋3 の計算結果

このシミュレーションは，前期入試手続き率の分布が model－1 で，後期入試手続き率の分布が model－3 の場合である。（このモデルの手続き率の分布は表 1 及び図 1 を参照。手続き率のランダム変動については表6.1と表6.3を参照。）



予測: model1+1 合格最低点	
統計量	値1
試行回数	1,000
平均値	52.89
中央値	52.89
最頻値	---
標準偏差	0.39
分散	0.15
歪度	-0.15
尖度	2.78
変動係数	0.01
最小範囲	51.71
最大範囲	53.87
範囲	2.16
標準誤差	0.01

図3.1 model 1+1 の合格最低点の計算結果

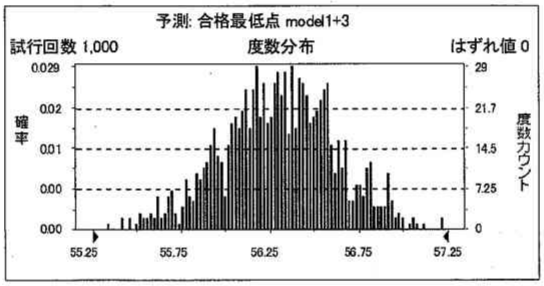


予測: 合格最低点 model1+2

統計量	値1
試行回数	1,000
平均値	55.32
中央値	55.33
最頻値	---
標準偏差	0.38
分散	0.15
歪度	-0.19
尖度	2.89
変動係数	0.01
最小範囲	54.02
最大範囲	56.28
範囲	2.26
標準誤差	0.01

図3.2 model 1+2 の合格最低点の計算結果

次の図3.3は，model 1+3 のモンテカルロシミュレーションの結果である1,000個の合格最低点のヒストグラムと基礎統計量のデータを示す。



予測: 合格最低点 model1+3

統計量	値1
試行回数	1,000
平均値	56.3
中央値	56.31
最頻値	---
標準偏差	0.32
分散	0.1
歪度	-0.1
尖度	2.86
変動係数	0.01
最小範囲	55.34
最大範囲	57.23
範囲	1.89
標準誤差	0.01

図3.3　model 1+3 の合格最低点の計算結果

7.4　model 1+4 の計算結果

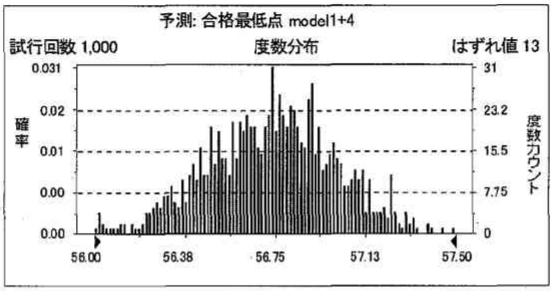
このシミュレーションは，前期入試手続き率の分布が model -1 で，後期入試手続き率の分布が model -4 の場合である。（このモデルの手続き率の分布は表 1 及び図 1 を参照。手続き率のランダム変動については表6.1と表6.4を参照）。

次の図3.4は，model 1+4 のモンテカルロシミュレーションの結果である1,000個の合格最低点のヒストグラムと基礎統計量のデータを示す。

7.5　model 1+5 の計算結果

このシミュレーションは，前期入試手続き率の分布が model -1 で，後期入試手続き率の分布が model -5 の場合である。（このモデルの手続き率の分布は表 1 及び図 1 を参照。手続き率のランダム変動については表6.1と表6.5を参照）

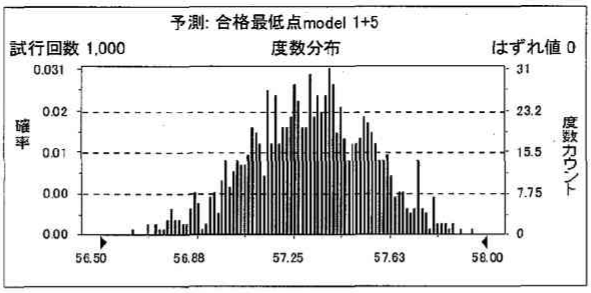
次の図3.5は，model 1+5 のモンテカルロシミュレーションの結果である1,000個の合格最低点のヒストグラムと基礎統計量のデータを示す。



予測: 合格最低点 model1+4

統計量	値1
試行回数	1,000
平均値	56.73
中央値	56.75
最頻値	---
標準偏差	0.28
分散	0.08
歪度	-0.24
尖度	3.3
変動係数	0
最小範囲	55.72
最大範囲	57.67
範囲	1.95
標準誤差	0.01

図3.4　model 1＋4 の合格最低点の計算結果



予測: 合格最低点model 1+5

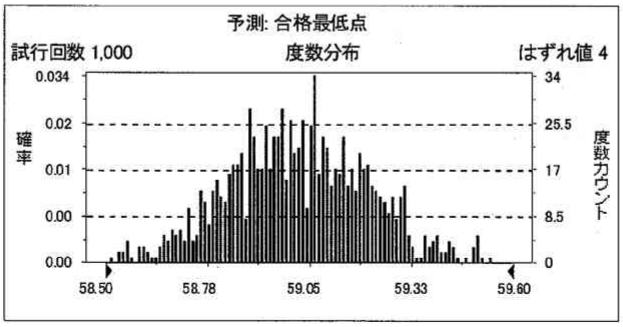
統計量	値1
試行回数	1,000
平均値	57.32
中央値	57.32
最頻値	---
標準偏差	0.23
分散	0.05
歪度	-0.11
尖度	2.67
変動係数	0
最小範囲	56.63
最大範囲	57.95
範囲	1.32
標準誤差	0.01

図3.5　model 1＋5 の合格最低点の計算結果

7.6　model 2+2 の計算結果

このシミュレーションは，前期入試手続き率の分布が model -2 で，後期入試手続き率の分布が model -2 の場合である。（このモデルの手続き率の分布は表 1 及び図 1 を参照。手続き率のランダム変動については表6.2を参照）

次の図3.6は，model 2+2 のモンテカルロシミュレーションの結果である1,000個の合格最低点のヒストグラムと基礎統計量のデータを示す。



予測: 合格最低点　model 2+2

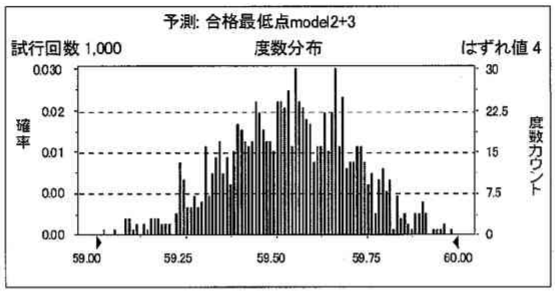
統計量	値1
試行回数	1,000
平均値	59.02
中央値	59.02
最頻値	---
標準偏差	0.19
分散	0.04
歪度	-0.03
尖度	2.88
変動係数	0
最小範囲	58.44
最大範囲	59.54
範囲	1.1
標準誤差	0.01

図3.6　model 2+2 の合格最低点の計算結果

7.7　model 2+3 の計算結果

このシミュレーションは，前期入試手続き率の分布が model -2 で，後期入試手続き率の分布が model -3 の場合である。（このモデルの手続き率の分布は表 1 及び図 1 を参照。手続き率のランダム変動については表6.2と表6.3を参照）

次の図3.7は，model 2+3 のモンテカルロシミュレーションの結果である1,000個の合格最低点のヒストグラムと基礎統計量のデータを示す。



予測: 合格最低点model2+3

統計量	値1
試行回数	1,000
平均値	59.54
中央値	59.54
最頻値	---
標準偏差	0.18
分散	0.03
歪度	-0.08
尖度	2.86
変動係数	0
最小範囲	58.97
最大範囲	60.13
範囲	1.16
標準誤差	0.01

図3.7　model 2+3 の合格最低点の計算結果

7.8　model 2+4 の計算結果

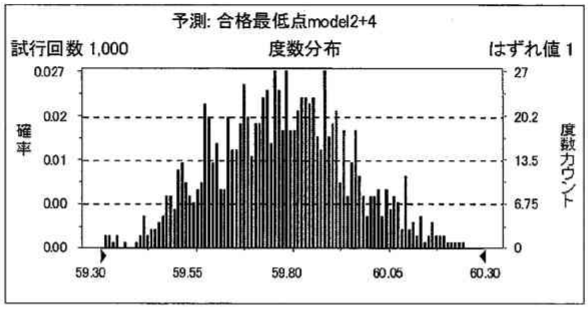
このシミュレーションは，前期入試手続き率の分布が model-2 で，後期入試手続き率の分布が model-4 の場合である。(このモデルの手続き率の分布は表1及び図1を参照。手続き率のランダム変動については表6.2と表6.4を参照)

次の図3.8は，model 2+4のモンテカルロシミュレーションの結果である1,000個の合格最低点のヒストグラムと基礎統計量のデータを示す。

7.9　model 2+5 の計算結果

このシミュレーションは，前期入試手続き率の分布が model-2 で，後期入試手続き率の分布が model-5 の場合である。(このモデルの手続き率の分布は表1及び図1を参照。手続き率のランダム変動については表6.2と表6.5を参照)

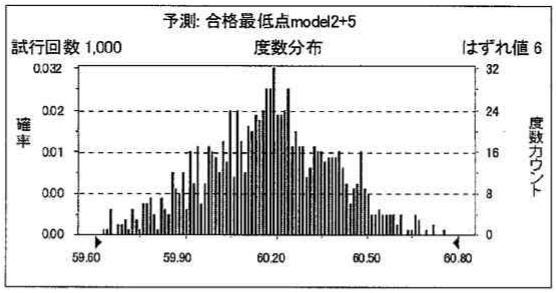
次の図3.9は，model 2+5 のモンテカルロシミュレーションの結果である1,000個の合格最低点のヒストグラムと基礎統計量のデータを示す。



予測: 合格最低点model2+4

統計量	値1
試行回数	1,000
平均値	59.78
中央値	59.78
最頻値	---
標準偏差	0.18
分散	0.03
歪度	0.09
尖度	2.7
変動係数	0
最小範囲	59.31
最大範囲	60.35
範囲	1.03
標準誤差	0.01

図3.8　model 2+4 の合格最低点の計算結果



予測: 合格最低点model2+5

統計量	値1
試行回数	1,000
平均値	60.17
中央値	60.18
最頻値	---
標準偏差	0.21
分散	0.05
歪度	-0.11
尖度	2.87
変動係数	0
最小範囲	59.51
最大範囲	60.8
範囲	1.29
標準誤差	0.01

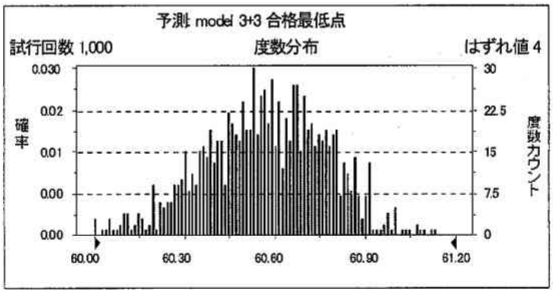
図3.9　model 2+5 の合格最低点の計算結果

7.10　model 3+3 の計算結果

このシミュレーションは，前期入試手続き率の分布が model -3 で，後期入試手続き率

の分布が model −3 の場合である。（このモデルの手続き率の分布は表1及び図1を参照。手続き率のランダム変動については表6.3を参照）

次の図3.10は，model 3＋3 のモンテカルロシミュレーションの結果である1,000個の合格最低点のヒストグラムと基礎統計量のデータを示す。



予測: model 3+3 合格最低点

統計量	値1
試行回数	1,000
平均値	60.57
中央値	60.58
最頻値	—
標準偏差	0.21
分散	0.04
歪度	−0.23
尖度	2.87
変動係数	0
最小範囲	59.95
最大範囲	61.13
範囲	1.18
標準誤差	0.01

図3.10　model 3＋3 の合格最低点の計算結果

7.11　model 3＋4 の計算結果

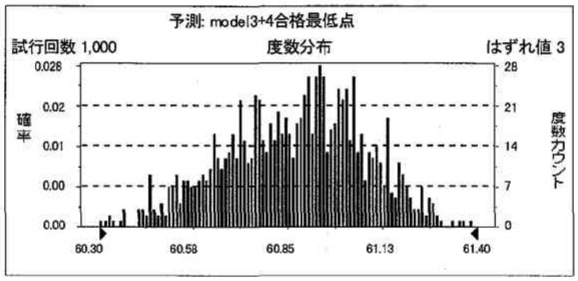
このシミュレーションは，前期入試手続き率の分布が model −3 で，後期入試手続き率の分布が model −4 の場合である。（このモデルの手続き率の分布は表1及び図1を参照。手続き率のランダム変動については表6.3と～表6.4を参照）

次の図3.11は，model 3＋4 のモンテカルロシミュレーションの結果である1,000個の合格最低点のヒストグラムと基礎統計量のデータを示す。

7.12　model 3＋5 の計算結果

このシミュレーションは，前期入試手続き率の分布が model −3 で，後期入試手続き率の分布が model −5 の場合である。（このモデルの手続き率の分布は表1及び図1を参照。手続き率のランダム変動については表6.3と表6.5を参照）

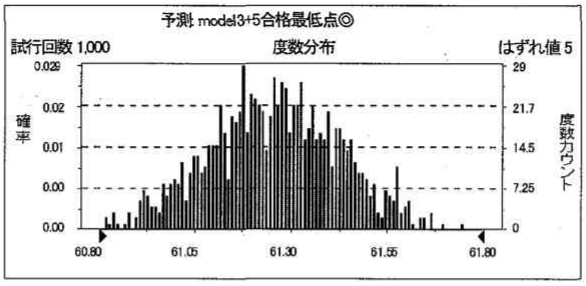
次の図3.12は，model 3＋5 のモンテカルロシミュレーションの結果である1,000個の合格最低点のヒストグラムと基礎統計量のデータを示す。



予測: model3+4合格最低点

統計量	値1
試行回数	1,000
平均値	60.87
中央値	60.89
最頻値	60.99
標準偏差	0.2
分散	0.04
歪度	−0.28
尖度	2.71
変動係数	0
最小範囲	60.19
最大範囲	61.38
範囲	1.19
標準誤差	0.01

図3.11　model 3＋4 の合格最低点の計算結果



予測: model3+5合格最低点◎

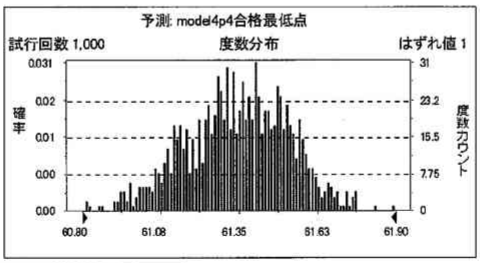
統計量	値1
試行回数	1,000
平均値	61.26
中央値	61.26
最頻値	---
標準偏差	0.16
分散	0.03
歪度	−0.02
尖度	2.58
変動係数	0
最小範囲	60.79
最大範囲	61.68
範囲	0.89
標準誤差	0.01

図3.12　model 3＋5 の合格最低点の計算結果

7.13　model 4+4 の計算結果

このシミュレーションは，前期入試手続き率の分布が model-4 で，後期入試手続き率の分布が model-4 の場合である。(このモデルの手続き率の分布は表1及び図1を参照。手続き率のランダム変動については表6.4を参照)

次の図3.13は，model 4+4 のモンテカルロシミュレーションの結果である1,000個の合格最低点のヒストグラムと基礎統計量のデータを示す。



予測: model4p4 合格最低点	
統計量	値1
試行回数	1,000
平均値	61.35
中央値	61.35
最頻値	---
標準偏差	0.18
分散	0.03
歪度	-0.19
尖度	2.78
変動係数	0
最小範囲	60.75
最大範囲	61.89
範囲	1.14
標準誤差	0.01

図3.13　model 4+4 の合格最低点の計算結果

7.14　model 4+5 の計算結果

このシミュレーションは，前期入試手続き率の分布が model-4 で，後期入試手続き率の分布が model-5 の場合である。(このモデルの手続き率の分布は表1及び図1を参照。手続き率のランダム変動については表6.4と表6.5を参照)

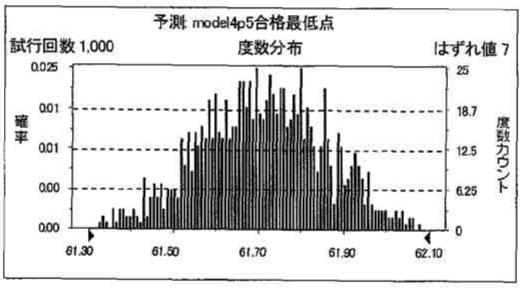
次の図3.14は，model 4+5 のモンテカルロシミュレーションの結果である1,000個の合格最低点のヒストグラムと基礎統計量のデータを示す。

7.15　model 5+5 の計算結果

このシミュレーションは，前期入試手続き率の分布が model-5 で，後期入試手続き率の分布が model-5 の場合である。(このモデルの手続き率の分布は表1及び図1を参照。

手続き率のランダム変動については表6.5を参照）

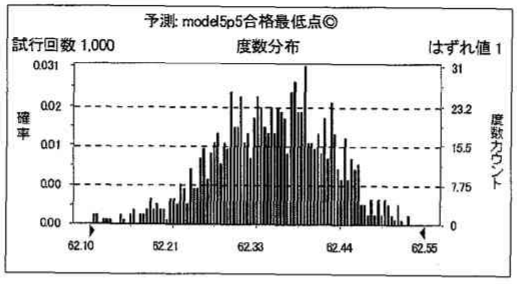
次の図3.15は，model 5＋5 のモンテカルロシミュレーションの結果である1,000個の合格最低点のヒストグラムと基礎統計量のデータを示す。



予測: model4p5合格最低点

統計量	値1
試行回数	1,000
平均値	61.71
中央値	61.71
最頻値	---
標準偏差	0.15
分散	0.02
歪度	-0.06
尖度	2.87
変動係数	0
最小範囲	61.18
最大範囲	62.15
範囲	0.97
標準誤差	0

図3.14　model 4＋5 の合格最低点の計算結果



予測: model5p5合格最低点◎

統計量	値1
試行回数	1,000
平均値	62.35
中央値	62.35
最頻値	---
標準偏差	0.08
分散	0.01
歪度	-0.25
尖度	2.88
変動係数	0
最小範囲	62.11
最大範囲	62.55
範囲	0.45
標準誤差	0

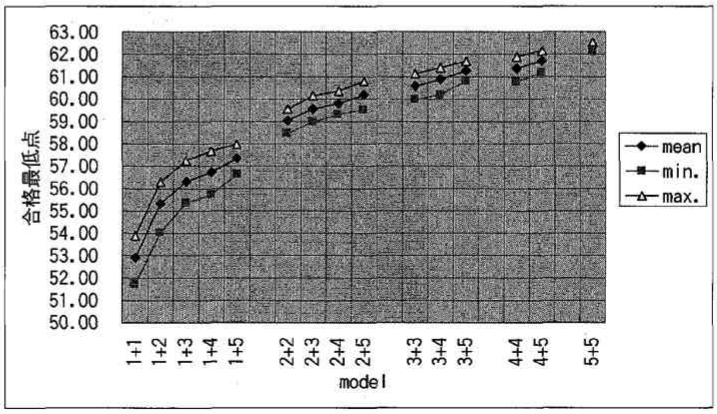
図3.15　model 5＋5 の合格最低点の計算結果

8. 結論及び考察

(1)　以上の15個のモデルのモンテカルロシミュレーションの結果をまとめると，表7のようになる。

表7　モンテカルロシミュレーションのまとめ

	合格最低点			
model	mean	min.	max.	range
1+1	52.89	51.71	53.87	2.16
1+2	55.32	54.02	56.28	2.26
1+3	56.30	55.34	57.23	1.89
1+4	56.73	55.72	57.67	1.95
1+5	57.32	56.63	57.95	1.32
2+2	59.02	58.44	59.54	1.10
2+3	59.54	58.97	60.13	1.16
2+4	59.78	59.31	60.35	1.04
2+5	60.17	59.51	60.80	1.29
3+3	60.57	59.95	61.13	1.18
3+4	60.87	60.19	61.38	1.19
3+5	61.26	60.79	61.68	0.89
4+4	61.35	60.75	61.89	1.14
4+5	61.71	61.18	62.15	0.97
5+5	62.35	62.11	62.55	0.44



既に述べたように，この分析では，手続き率のランダム変動の大きさを，結構大きな数値（本来の設定からプラス・マイナス0.1，つまり，10%）にしているにも拘わらず，合格最低点の変動に与える影響はあまり大きなものではない事が分かる。例えば，表7において合格最低点の「min.」と「max.」及び「mean」の数値から，手続き率の大小の変化が大きい model 1+1, 1+2 であっても，手続き率のランダム変動による合格最低点の変動は100点満点の試験でせいぜい2点強であり，大した数値ではない。

それよりも重要なのは，全体としての手続き率の高さ，即ち，このモデルで言えば，model 1+ よりも　model 2+，更にこれよりも model 3+ と言うように，このグラフでは右側の状態に持っていくことが入学生の学力向上に大きな影響を与えることが数値的に明白である。

従って，大学の経営戦略という視点から見て重要なことは，全国の受験者数が減少したとしても，「手続き率」を上げることさえ出来れば，入学生学力レベルのアップが十分可能であるということである。そしてそのことが，さらに次年度の手続き率アップに繋がるというプラスのフィードバックを期待できる。

(2)　この結論から，それでは全体的な手続き率を底上げするには何をすればよいかとい

う視点が必要になる。（これはグラフで言えば，図1の model−1 より，出来るだけ model−5 の方向に持って行くことに相当する。）この分析については重要な問題であるので，別途言及することとしたい。

(3) 本研究においては手続き率のランダム変動の分布を三角分布としている。この分布は両端に行くに従って，確率密度が0になるので，結構大きな幅を仮定しても，モンテカルロシミュレーションを実施した場合には，両端に近いところの数値は生起しにくくなる。本文でも触れたが，三角分布ではなく，正規分布を使えば両端に近い数値は生起しやすくなり，三角分布の場合よりも合格最低点の変動範囲はもう少し広がると考えられるが，ベースとなる手続き率（図1の model−1〜model−5）の方が影響が大きいことは変わらないであろう。

参 考 文 献

〔1〕 大村雄史，私立大学入試における合格最低点決定問題，商経学叢，Vol. 52 No. 2，平成17年12月

〔2〕 大村雄史，私立大学入試における合格最低点決定モデルの感度分析，生駒経済論叢 Vol 3, No. 3, 平成18年3月

〔3〕 James R. Evans, David L. Olson, リスク分析・シミュレーション入門（Introduction to Simulation and Risk Analysis），共立出版，1999