0と1からなる乱数生成における心理学的要因

吉川　　茂

Psychological Factors in Generation of Random Numbers Composed from 0 and 1

Shigeru YOSHIKAWA

I. 問　題

人間による乱数生成さらには規則や経験によらない曖昧な反応の産出がどのような心的過程から生じるかという問題，加えてそれにはどのような人格変数が関与するのかという問題の解明が最終的な目標である。現段階ではまだその目標に対して第一歩を踏み出したばかりの状況である。さきに吉川（1993）は，10種の数字を不規則に並べさせるという課題による調査を行った。対象は大学生と乱数表からのデータとによったが，等確率性についての有意差はみられなかった。個人レベルで比較すると，学生群には乱数表群よりも，より等確率的であるものと，大きく隔ったものがあり，個人差のきわめて大きいことが認められた。また無規則性については，学生群のそれは乱数表群より著しく劣り，しかも個人差も大きいという結果が得られた。これらのことから，人間には乱数表のような乱数列生成にまずまず良好な結果を示す個人から，かなりそれが困難な個人まで差は大きく，その原因として不規則やランダムといったことに関する個人の知識や概念の相違と，自己の乱数生成プロセスをモニターするメタ認知能力の相違とが考えられた。

さて本研究では，乱数生成課題をより単純化して，0と1と2種の数字のみを並べるという課題を採用した。並べる数字の選択には2通りあることになるが，0か0でないか，あるいは1か1でないかという処理も可能であろう。こうした単純な事態であれば，乱数生成に個人の方略が介入する余地は，10種の数字使用条件と比べてかなり制限されると考えられ，それだけ乱数の生成は容易となり，個人差はより小さくなると予想される。また乱数表との相違を考察するときに，人間の乱数生成様式のより基本的な型が見出しやすいのではないかと思われる。このようにいわばシンプルな素材，課題という枠組のなかで，人間の乱数生成がどのように，そしてどの程度実行され得るのか調べることを目的とする。あわせてさきの研究から継続して，乱数生成の個人差にも注目していきたい。

Ⅱ．方　法

１行20マス×５行の100マスの空欄に，０と１の数字をなるべく不規則に，デタラメに並べるようにとの教示を与えた。記入すべき数を熟考してから決定するという態度ではなく，あまり深く考えすぎないようにともつけ加えた。特に時間を制限することはなかったが，課題内容が簡単で全体の作業量も多くなかったためか，各人の施行時間に目立った差は生じなかった。対象は大学生男子１・２年生31名，女子１年生20名である。またこれら対象のデータと比較するために，一様乱数表より100数字分を１ブロックとして抽出し，その乱数列の偶数を０に，奇数を１に読み換えて，０と１からなる数列を20名相当分作成した。

Ⅲ．結果および考察

乱数列のランダム性を検討する視点の１つに等確率性があげられ，ある特定の数が頻繁に出現しすぎていないかを調べることになる。本研究では２種の数字のみが使用されており，それぞれ50％ずつ出現することが期待される。まず０の出現個数についてみると，平均と標準偏差（カッコ内）は，男子群47.5（4.63），女子群48.8（4.24），乱数表群49.0（4.78）となっており，各群ともに平均的に０は１よりも使用数が少ない傾向がみられた。特に男子にこの傾向は顕著で，例えば両数字使用較差の最大は，０の使用33回に対して１は約２倍の67回使用された例もみられた。０と１の使用数の差はFig.1からみると，男子で約５，女子で約2.5ぐらいでしかないようであるが，実際には０のほうを多く使用した対象もいるわけで，各個人の０と１の使用数の較差の平均は男子7.4，女子7.5とずっと増大する。ただし乱数表におけるそれも7.4と大学生群とほぼ同様の数値となった。

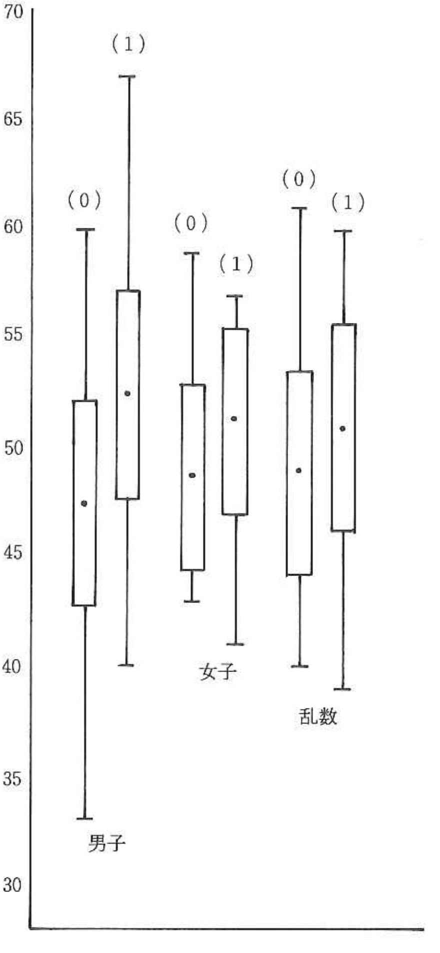

Fig.1　乱数列における数字「0」および「1」出現数の平均，SD，レンジ

これらのことから大学生の男女両群の生成した乱数列は等確率性という点では完全な結果とは言い難い。しかし乱数表群の標準偏差やレン

ジ，較差と近似した内容であり，乱数表群より劣るとは結論できない。さらに0と1の使用数というのはいわば数列の材料であって，それらをいかに配列するかということが重要であり，無規則性の検討がつぎに必要となる。

ある一定の規則に従って数字が並んでいては乱数とはいえないため，無規則性は乱数に求められるべき当然の性質である。つぎに来るべき数字を予測できないことでもある。人間が生成する数列であれば，それほど長い周期をもって同一パターンを反復することは不可能と考えられる。それでも仮に101100という短いパターンを何度か反復する可能性までは否定できない。しかしこの程度の長さのパターンの反復があったとしても，0と1がまさにランダムに並んでいるなかから，存在するのかしないのかさえ明らかでないパターンを検出することはほとんど不可能なことである。そこでパターンを構成する最小単位としての2数字ごとの連続に注目して，数列を0－0，0－1，1－0，1－1の4つに分解して，それぞれがいくつ含まれるかという観点から無規則性の検討を試みた。100個並んだ数字を隣りあった2個の数字の組にすると99組になり，4パターンの出現数を求めた。理論上は各パターンとも24.75の出現が期待される。Fig.2に0，1の並び方の各パターンごとの出現数をグラフで示してある。乱数表群は期待される値をほぼ示しており，均等的な出現状況となっている。男子および女子の群ではともに0－1，1－0の両パターンが多く，0－0パターンがかなり少ないという結果になった。極端な例になると，0－0パターンが5に対し，1－1パターンが39というケースもみられた。

こうしたパターン出現数の有意差を調べるための方法の1つとして χ^2 検定を用いた。4つのパターンがほぼ均等に24～25であれば χ^2 の値は小さくなり，偏りが大きくなるにつれて χ^2 値も大きくなるはずである。各個人ごとに χ^2 値を算出し，その有意水準を求め，群別にまとめたものがTable 1である。10％以上の水準については30％ごとに段階を区切って表示してある。この有意水準を0と1の並べ方の偏り

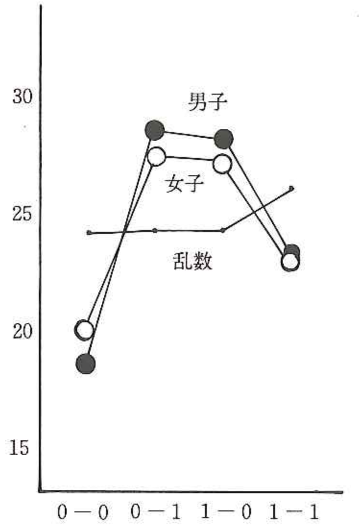

Fig.2　0と1とによる各パターン出現数の比較

Table 1　0と1とによる各パターン出現数の偏りの有意レベルの分布

	男子	女子	乱数
.70 ≦p ＜1.00	8	5	11
.40 ≦p ＜.70	7	3	3
.10 ≦p ＜.40	5	7	2
p ＜.10	2	3	0
p ＜.05	4	0	4
p ＜.01	5	2	0

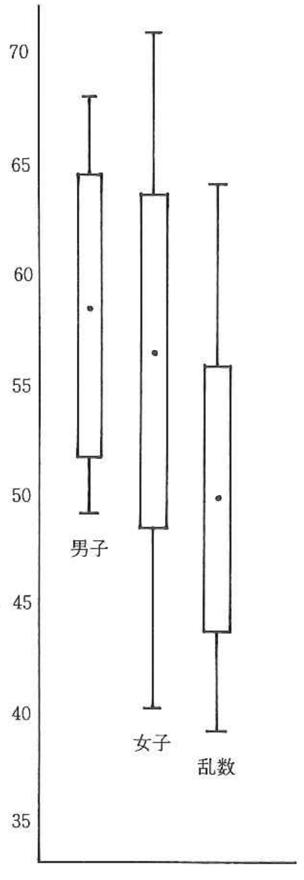

Fig. 3　連の数の平均，SD，レンジ

の程度とみなすならば，極度に偏ったものからほとんど偶然の範囲内のものまで多様に分布し，個人差の大きいことがうかがわれる。乱数表の場合には $p<.05$ のケースが4つ記録されているが，既述のとおり1と0の等確率性が大学生群と近似していたにもかかわらず，その配列パターンの偏りは全体としては小さく，特定の配列を多用することなく良好な無規則性を示すものと解釈される。ほとんど偏りのない段階として，便宜上.70以上の段階を仮定したとすると，大学生群と乱数表群では $\chi^2=5.591$, $df=1$, $p<.05$ となり，乱数表群のほうがより無規則的であることが確認される。

乱数列のランダム性を連（run）という側面からも考察してみたい。この場合の連とは，0または1のいくつかが1つの連なりをなしていることをいう。例えば001110という数列があるとき，初めの00で1つの連を構成し，つぎの111で1つの連，最後尾の0も1つの連と数え，合計3つの連があることとなる。今回のような課題で連の数が最も小さくなるのは0または1が50個続いた後にそれとは別の数が50個続くときである。連の数が最大になるのは0と1とが交互に並び続けたときで連の数は100になる。こうしたケースは現実にはまず生じることはない。連の数Kの平均値は，0と1を50個ずつ使用した場合には次式で求められ，51の連が平均して形成されることになる。

$$K=\frac{2n_A n_B}{n_A+n_B}+1$$

Fig. 3には各群の連の数，標準偏差，レンジが示されている。男女両群とも連の数は比較的多く，男子58.2，女子56.3となり，乱数表群では49.8となった。連の数はさきの極端な例でもわかるように，多くなりすぎても少なくなりすぎても偶然のレベルから遠ざかるという性質がある。つぎの式により各個人の連の数が生じる有意レベルを求めた。

$$CR=\frac{|r-E(r)|-0.5}{\sqrt{V_{ar}(r)}}$$

$$E(r)=(2n_1n_2/N)+1$$

$$V_{ar}(r)=\frac{2n_1n_2(2n_1n_2-N)}{N^2(N-1)}$$

ただし　$n_1+n_2=N$

　

Table 2に各群の連の数の有意レベルの分布としてとめてある。形成された連の数が10％未満の有意水準となったものは，男子31名中12名(39％)，女子20名中9名(45％)であった。一方乱数表群は20例中2例(10％)にすぎなかった。連の数の比較についても，大学生群は乱数表群より不十分な乱数生成を示す結果となった。χ^2検定では，.10よりも高い有意水準を示した者の割合が大学生群により顕著に認められた。($\chi^2=5.032$, $df=1$, $p<.05$) しかし51名中14名の大学生は40％レベル以上の段階に属し，連の数という観点から乱数表に接近するランダム性を示したことも注目される。

Table 2　連の数についての有意レベルの分布

	男子	女子	乱数
$.70 \leq p < 1.00$	5	1	7
$.40 \leq p < .70$	5	3	4
$.10 \leq p < .40$	9	7	7
$p < .10$	4	1	0
$p < .05$	3	6	1
$p < .01$	5	2	1

以上のように等確率性，不規則性，連の数についての結果から人間の乱数生成に認められる特徴をまとめるとつぎのようである。まず，0を連続して配列する傾向が弱く，逆に0から1へ，また1から0へと続ける傾向が強い。乱数列であれば，ある時点で0が生成されるか，1が生成されるかはそれまでの経過からは本来独立していなければならない。したがって乱数生成の途中で「0をいくつか続けたようであるから，そろそろ1に変えようか」などという配慮や迷いは必要ないのである。しかし人間には乱数生成において上記のような方略をとる傾向があると考えられる。同じ数字ばかり連続させると，その数字の使用頻度が増加して等確率性が損なわれるのではないかという不安が生じるであろう。あるいはいったいいつまでこの数字を書き続ければよいのかという不安が起こるかもしれない。自己の行動の準拠枠が不確かなため，乱数生成作業中はこうした不安を常に感じ続けているのであろう。そのため数字間の変化がより生じやすいのではないかと推測される。また0と1とがどちらも2分の1の確率で生じるとするなら，ある数字のつぎには別の数字が生じやすいのではないかという一般化された考え方があることも予想される。男の子ばかり続いて4人生まれたので，つぎの子は女の子である確率が高くなるだろうという考え方と共通するものである。大数の法則をきわめて試行回数の少ない場合にも誤って適用してしまいやすいともいえる。

Table 3には形成された連の長さが表示されている。数字0および1の両方について，大学生男女各群は乱数表群と比較して，連の長さが1や2といった短い連を多く形成している。連の長さ4以上になると，反対に乱数表群のほうが多くなる。人間にとってランダムということは，ある状況が変化しないまま持続することはランダムではないという意味も多分に含まれていると考えられる。連の長さに関しても個人差は大きく，長さ4以上の連の形成数が急激に少なくなっていながら長さ7や8程度の連もあることから理解される。

使用する数字が2種類だけという単純な条件であっても，それをランダムに配列することには確固たる方略・基準をもちえない人間の不安な心理や，誤った統計的な考え方が反映されて

いるようである。今回見出された現象と解釈を検証するためには，どのような態度や方針で乱数列生成に臨んだか，作業中にどのようなことを感じたかというような内省報告を求めたり，状態不安の程度を測定することなどが1つの手掛かりになると思われる。

補足的にTable 4，5，6には，連の数に関係するであろういくつかの項目との相関を示した。連の数はランダム数列の多くの指標と高い相関を有しており，ランダム性を識別するかなり有効な代表的指標となりうることが示唆される。

Table 3　0および1についての連の長さ

（　）内はS.D

〔0〕連の長さ	男子	女子	乱数
1	16.9 (4.56)	15.8 (5.24)	12.5 (4.30)
2	7.9 (2.53)	6.9 (2.37)	6.8 (2.55)
3	2.7 (1.67)	3.8 (1.71)	2.7 (1.53)
4	1.2 (1.08)	1.5 (1.43)	1.7 (1.11)
5	0.3 (0.76)	0.4 (0.57)	0.6 (0.66)
6	0.03 (0.18)	0.1 (0.22)	0.3 (0.46)
7	0	0.1 (0.22)	0.3 (0.54)
8	0	0	0.1 (0.22)
9	0	0.1 (0.22)	0.2 (0.48)
〔1〕連の長さ			
1	15.1 (4.00)	14.6 (3.30)	11.5 (3.47)
2	7.9 (2.64)	7.9 (3.78)	6.6 (1.73)
3	3.9 (1.99)	3.6 (1.43)	3.8 (1.33)
4	1.4 (1.04)	1.1 (1.16)	1.6 (1.50)
5	0.5 (0.62)	0.5 (0.59)	0.9 (0.79)
6	0.2 (0.40)	0.4 (0.57)	0.1 (0.30)
7	0.1 (0.25)	0.1 (0.30)	0.3 (0.56)
8	0	0.1 (0.44)	0.1 (0.30)
9	0	0	0.1 (0.22)
10	0.03 (0.18)	0	0.1 (0.22)

Table 4　連の数に関係する0および1の使用状況との相関（男子）

	連の数	単0数	単1数	0－0	0－1	1－0	1－1
0使用数	-.171	-.495**	.414*	.862**	-.198	-.167	-.774**
連の数		.861**	.700**	-.645**	.995**	.995**	-.489**
単独0の数			.419*	-.830**	.871**	.845**	-.103
単独1の数				-.030	.685**	.697**	-.825**
パ　0－0					-.663**	-.640**	-.351†
タ　0－1						.981**	-.462**
｜　1－0							-.490**
ン　1－1							—

Table 5　連の数に関係する0および1の使用状況との相関（女子）

	連の数	単0数	単1数	0−0	0−1	1−0	1−1
0使用数	-.276	-.597**	.391†	.815**	-.276	-.273	-.651**
連の数		.891**	.668**	-.779**	.995**	.996**	-.548**
単独0の数			.414†	-.923**	.901**	.874**	-.183
単独1の数				-.143	.682**	.649**	-.869**
パ　0−0					-.777**	-.775**	-.098
タ　0−1						.982**	-.543**
ー　1−0							-.547**
ン　1−1							—

Table 6　連の数に関係する0および1の使用状況との相関（乱数）

	連の数	単0数	単1数	0−0	0−1	1−0	1−1
0使用数	-.029	-.102	.308	.826**	-.011	-.046	-.846**
連の数		.898**	.851**	-.583**	.995**	.995**	-.505*
単独0の数			.774**	-.590**	.894**	.893**	-.384†
単独1の数				-.217	.868**	.826**	.727**
パ　0−0					-.566**	-.595**	-.406†
タ　0−1						.981**	-.518*
ー　1−0							-.488*
ン　1−1							—

† $p<.10$　＊ $p<.05$　＊＊ $p<.01$

・要　約

0と1の2種の数字をランダムに配列するという課題において，そこに見られる人間の特徴と個人差を調べた。大学生男女51名に対し，0と1を100個なるべくランダムに，不規則になるように並べさせ，一方乱数表をもとにそれと対応するデータを作成した。等確率性については1がやや多く出現する傾向があり，個人差もみられたが，全体的に乱数表データと顕著な差は見出せなかった。不規則性については同一数字を連続するよりも反転させやすいという特徴が認められた。連の数についても同様の特徴がみられ，乱数表データよりも短い連が相対的に多く形成されていた。乱数生成における明確な基準が個人に欠如していることによる不安や誤った統計的考えがこれらの原因として考察された。

参　照　文　献

伏見正則『乱数』東京大学出版会，1989年.
金子郁容『<不確実性と情報>入門』岩波書店，1992年.
宮武　修・脇本和昌『乱数とモンテカルロ法』森北出版，1978年.
鈴木義一郎『確率でみる人生』講談社，1993年.
吉川 茂「ランダム順列生成にみられる特徴と個人差」『阪南大学情報科学研究』Vol.6, 77-88, 1992年.
吉川 茂「乱数生成における心理学的要因(1)」『阪南論集人文・自然科学編』Vol.28, No.4, 49-56, 1993年.
脇本和昌『乱数の知識』森北出版，1970年.

(1994年2月2日　受理)