

## 人間による乱数列をマルコフ連鎖としてみたときの特性†

橋 文 夫††

本論文では、人間の不規則なものを短時間で作り出す能力について、情報理論的アプローチから解析した結果を述べてある。不規則なもの例として乱数を採った。

すなわち、人間を年齢別に4つのグループに分け、各グループごとに450人を対象として、1桁ずつ順に手書きしてもらった乱数列を、マルコフ連鎖とみなしたときの特性を述べてある。4つのグループは次のとおりである。

- (1) 19~20才の男子を、グループ 1.
- (2) 18~19才の女子を、グループ 2.
- (3) 15~16才の男子を、グループ 3.
- (4) 12~13才の男女を、グループ 4.

また、特性のおもなものは次のようである。

- 1) 乱数列の最初の桁に書かれた数字は、'1' が他の数字と比べると断然多い。
- 2) 2桁以上の連なった数字の出現度数は、同じ数字の組合せのものよりも、昇順または降順の組合せのものが圧倒的に高い。
- 3) 乱数列のもつ冗長度、すなわち系列依存性には、グループ間に明らかな差異がみられる。

## 1. ま え が き

Shannonによって体系化された工学的通信理論としての情報理論の心理学への応用は、多々見られる。例えば、刺激と反応における情報伝達の問題、認識や記憶についての情報量の問題などが、以前から研究されてきている<sup>1),2)</sup>。

最近の研究にも、人間の心的過程を時系列事象とみなして、それに情報理論を適用して分析しているものが数多く発表されている<sup>3)-6)</sup>。

本来は通信理論であるところの情報理論を人間の行動や心理に適用することには、おのずから限界があるであろう。なんとなれば、情報理論で使われている各種の統計量、すなわち、情報量、不確定度、伝達情報量等は、単なる記述統計量にすぎないのであって、人間の行動や心理過程について、それが“いかに”あるいは“なぜに”という問には答えられないからである。

しかし情報理論の心理過程への適用には何ら価値が無い訳ではない。なんとなれば、情報理論での諸統計量を知ることによって、人間の心理過程を予測することができる場合があるからである。

筆者は人間の乱数発生能力について、3章に示すような実験を行って、上で述べた統計量を計算してみた

ところ興味ある結果を得たのでそれを報告する。

## 2. マルコフ連鎖と不確定度

3章以下の記述の理解を助けるために、本章ではマルコフ連鎖とそれについての不確定度の概念を説明する。詳細は文献 2), 7), 8) を参照されたい。

## 2.1 マルコフ連鎖

$N$ 番目の試行  $X_N$  において、状態の有限集合  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_i, \dots, S_n\}$  の中の状態  $S_i$  が出現することを

$$X_N = S_i \quad (1)$$

と表わし、試行  $X_N$  に先行する  $j$  個 ( $j < N$ ) の試行で

$$X_{N-1} = S_p, X_{N-2} = S_q, \dots, X_{N-j} = S_r, \quad (2)$$

の状態が生じたのち(これを系列とよび簡単に  $X_{N-1}, X_{N-2}, \dots, X_{N-j} = s$  と記す) 試行  $X_N$  で状態  $S_i$  が出現する確率が  $a$  であることを

$$p(X_N = S_i | X_{N-1}, \dots, X_{N-j} = s) = a, \quad (3)$$

と表わす。このとき定常過程は

$$\begin{aligned} p(X_N = S_i | X_{N-1}, \dots, X_{N-j} = s) \\ = p(X_M = S_i | X_{M-1}, \dots, X_{M-j} = s), \end{aligned} \quad (4)$$

と表わされ、マルコフ過程は

$$\begin{aligned} p(X_N = S_i | X_{N-1}, \dots, X_{N-j} = s) \\ = p(X_N = S_i | X_{N-1} = S_j), \end{aligned} \quad (5)$$

と表わされる。

定常なマルコフ過程をマルコフ連鎖といい、次のように表わされる。

$$p(X_N = S_i | X_{N-1}, \dots, X_{N-j} = s)$$

† Characteristics of Random Numbers Generated by Men from the Viewpoint of Markov Chain by FUMIO TACHIBANA (Information Processing Laboratory, Niigata University).

†† 新潟大学情報処理センター

$$= p(X_M = S_i | X_{M-1} = S_j). \quad (6)$$

すなわち、任意の系列  $s$  のあとで状態  $S_i$  が生起する確率は、1つ手前での状態にのみ依存し、かつ  $s$  が生起する試行番号と独立である場合に、これをマルコフ連鎖という。

## 2.2 マルコフ連鎖の特徴

マルコフ過程は、推移行列で記述することができ、その一般形はつぎのように表わせる。

$$\begin{array}{c} S_1 \cdots \cdots \cdots S_n \\ \left[ \begin{array}{c} p(X_N = S_1 | X_{N-1} = S_1) \cdots p(X_N = S_n | X_{N-1} = S_1) \\ \vdots \\ p(X_N = S_1 | X_{N-1} = S_n) \cdots p(X_N = S_n | X_{N-1} = S_n) \end{array} \right] \end{array} \quad (7)$$

マルコフ連鎖は、推移行列の要素である推移確率が試行番号  $N$  と独立である、すなわち  $N$  の関数になっていないものであり、一般のマルコフ過程はそうではない。

また正則なマルコフ連鎖\*においてはその推移行列を  $P$  とすると

$$uP = u, \quad (8)$$

となるような不動確率ベクトル  $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$  が存在する。これは、時間が充分経過したとき、状態がある一定の確率分布  $u_1, u_2, \dots, u_n$  に安定することを意味する。

## 2.3 不確定度

本節では、次節以降で用いる各種統計量の定義を示す。

ある通信文の集合  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  があり、その内の1つの通信文  $x_i$  を選び出す確率  $p(x_i)$  が各々定まっているとする。このとき、通信文  $x_i$  の伝える情報量を

$$I(x_i) = -\log_2 p(x_i), \quad (9)$$

と定義する。そうすると、集合  $X$  全体が伝える情報量の期待値は

$$H(X) = -\sum p(x_i) \log_2 p(x_i), \quad (10)$$

と定義される。 $H(X)$  は通信文  $X$  の不確定度と呼ばれているが今後  $H(X)$  を通信文  $X$  のエントロピーとすることにする。

次に集合  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\}$  と  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_m\}$ , およびそれらの直積  $X \times Y = \{(x_1, y_1), \dots, (x_i, y_j), \dots, (x_n, y_m)\}$  があって、各々  $p(x_i), p(y_j)$ ,

\* 確率行列を  $A$  としたとき、 $A^m$  の要素がすべて正になるような自然数  $m$  が存在するとき、 $A$  は正則であるといい、正則な確率行列を推移行列として持つマルコフ連鎖を正則なマルコフ連鎖という。

$p(x_i, y_j)$  が定まっているとする。このとき  $x_i$  が選択されたときの  $y_j$  の伝える情報量は

$$-\log_2 p(y_j | x_i), \quad (11)$$

となるから、 $X$  内の特定の  $x_i$  が選択されたときの  $Y$  の不確定度の期待値は

$$-\sum_j p(y_j | x_i) \log_2 p(y_j | x_i), \quad (12)$$

となり、更に  $X$  内のいずれかある通信文が選択されたときの  $Y$  の不確定度の期待値は

$$H(Y|X) = -\sum_i p(x_i) \sum_j p(y_j | x_i) \log_2 p(y_j | x_i), \quad (13)$$

となる。

このとき  $X$  から  $Y$  への伝達情報量を  $T(X, Y)$  と書くと

$$T(X, Y) = H(Y) - H(Y|X), \quad (14)$$

と表わすことができる。

また、 $T(X, Y)$  については次の式も成り立つ。

$$T(X, Y) = H(X) + H(Y) - H(X \times Y). \quad (15)$$

ただし、 $H(X \times Y) = -\sum \sum p(x_i, y_j) \log_2 p(x_i, y_j)$  である。

以上の諸統計量の概念を図で示すと図1のようになる。

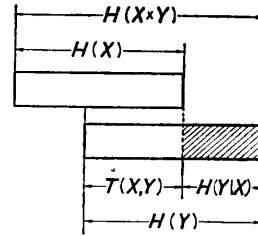


図1 統計量の概念図  
Fig. 1 The concept of statistic.

## 3. 実験の目的と方法

### 3.1 実験の目的

人間は、規則的なものをある目的をもって創造していく能力には長けていると考えられる。その例は我々のまわりに無数に存在している。しかし不規則的なものを何の目的もなしに、いわば無心に作っていく能力についてはどうであろうか。不規則的なものとしては、例えば乱数がある。

しかし乱数とはいっても「規則」はある。すなわち各数字の出現確率と度数に偏りがあってはならないという規則である。人間が乱数を作る場合、この規則を考慮しながら数字を書き連らねていくわけであるが、この意識の仕方に、人間の年齢によって何らかの差が

みられるのではないと思われる。筆者の目的はこの問題を、前章で述べた諸統計量を用いて分析することにある。

### 3.2 実験方法

人間を年齢別に次の4つのグループに分ける。

- (1) 大学生男子 (19~20 才)
- (2) 短大生女子 (18~19 才)
- (3) 高校生男子 (15~16 才)
- (4) 中学生男女 (12~13 才)

この4つのグループから各々任意に延べ450人ずつを選び出して、それらを順に、サンプル1、サンプル2、サンプル3、サンプル4、と名付ける。

生のデータとしては、各サンプルとも0から9までの10個の数字を用いて書かれた1人につき80桁の数字列である。数字列を作成してもらうときの条件は、“できるだけたためになるように、1桁から順に手書きをすること”であった。

ここで数字列の桁数を80桁にしたのは特別の意味がある訳ではない。計算機の入力に都合が良いというだけの理由である。また一見して乱数とは見なせないようなデータは、あらかじめ除去しておいた。以下このデータを乱数列と呼ぶ。

乱数列から $n$ 桁の数字を採る方法は、最初先頭の $n$ 桁をとり、次の $n$ 桁は1桁だけ右にシフトしてとる方法である。すなわち、1個の $n$ 桁数字はすべて1つ前の $n$ 桁数字と $n-1$ 桁だけ重複することになる。こうする理由は、例えば'283'という3桁の乱数列は'28'と'83'という2つの状態の連鎖であると考えられるからである。

## 4. 結果と考察

### 4.1 数字分布特性

図2は各サンプルの0から9までの10個の数字の出現割合とそのエントロピーを示したものである。各サンプルとも同じ傾向が見られるが、その中ではサンプル2(短大生女子)が最も一様分布に近く、エントロピーは最も大きい。このことは、女子学生には一般に与えられた規則は忠実に守ろうとする傾向があることを表わしていると考えられる。

図3の▲印は、乱数列を書き出すとき、最初に書かれた数字の出現割合を全サンプルについて求めたものであるが、大変興味深い分布を示している。それは、1の出現割合が断然多く、大きな数になるに従って出現割合が減少し、8,9ではまた増加し始め

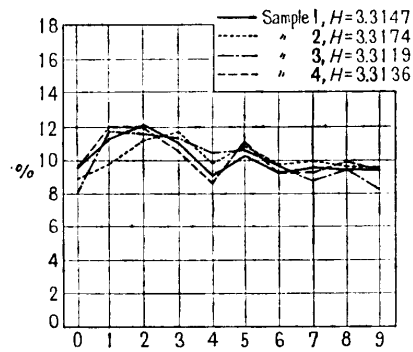


図2 1桁数字の出現割合

Fig. 2 Single number occurrence percentage.

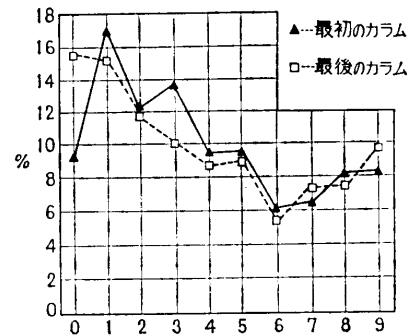


図3 乱数列の最初と最後に書かれた数字の割合

Fig. 3 The numbers occurred at beginning and at ending of the random numbers.

ていることである。これによると、人間は数字を書き始めるとき、'1'を思い浮かべることが多いのではないかと推察できる。

同じ図の□印は、最後の桁(80桁目)に書かれた数字の出現割合を求めたものであるが、上で述べた数字分布と比較すると、'0'の出現割合が最も多いという点を除けば、ほぼ同じ傾向を示している。このことで、'0'は数字の始まりではなくて、終りであると考える傾向が人間にはあるのではないかと推察できる。

図4~図7は、各々サンプル1からサンプル4の2桁数字の出現度数とエントロピーを示したものである。x軸は、00から99までの100通りの2桁数字を表わし、y軸はその出現度数である。

各図とも非常にきれいな周期的な形状をしており、次のような共通した特徴をもっている。すなわち同一の数字の組み合わせは谷となり出現度は少なく、それをはさんだ両側の連続した降順又は昇順の組み合わせは山となり出現度は多い。

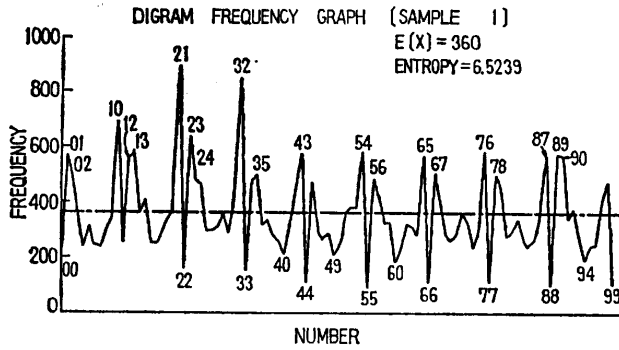


図 4 サンプル 1 の 2 桁数字の出現度数  
Fig. 4 Digram frequency (sample 1).

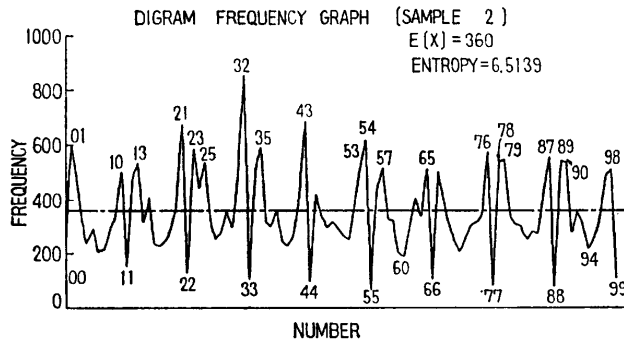


図 5 サンプル 2 の 2 桁数字の出現度数  
Fig. 5 Digram frequency (sample 2).

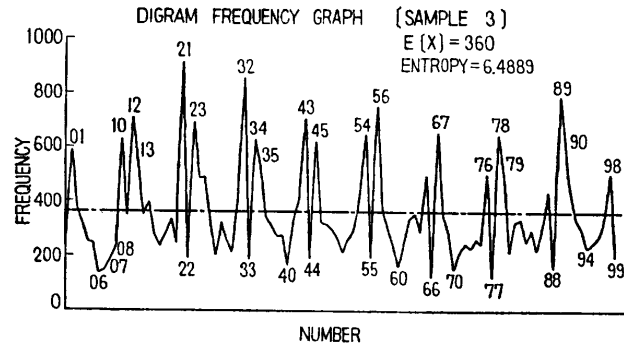


図 6 サンプル 3 の 2 桁数字の出現度数  
Fig. 6 Digram frequency (sample 3).

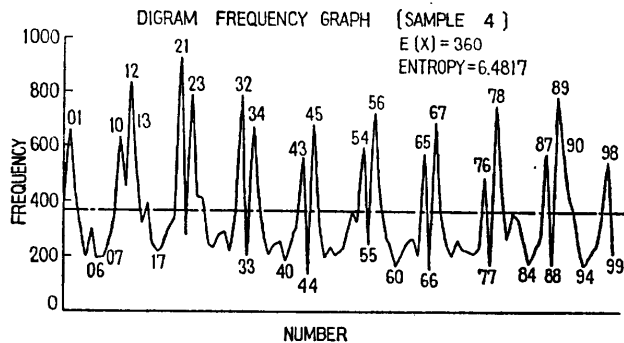


図 7 サンプル 4 の 2 桁数字の出現度数  
Fig. 7 Digram frequency (sample 4).

しかしよく見るとサンプル 1, 2, は谷が深く山は低いが, サンプル 3, 4, はその逆である。さらにサンプル 1 は谷をはさんだ左側の山が右側の山より高いが, サンプル 4 はこの逆である。この傾向はサンプル 2 はサンプル 1 に近く, サンプル 3 はサンプル 4 に近い。

このことから次の事が推察できる。すなわち, 年齢が上がるにつれて, でたらめに数字を書こうとすると, 同じ数字が続くのを避けようとし, さらに昇順よりも降順の組み合わせを使おうとすることである。この傾向は, 3 桁, 4 桁数字の場合に一層明確になる。

表 1 および表 2 は, それぞれ 3 桁数字, 4 桁数字の出現度数の高いものから 20 個だけを各サンプルについてとったものである。

これらによると, サンプル 1 とサンプル 4 とは極めて対照的であることがわかる。すなわち, サンプル 1 は 20 個の数字のうち上位 10 個はほとんどが連続した降順の組み合わせであり, 下位 10 個は連続しないしは 1 つおきの昇順の組み合わせで占められているのに対して, サンプル 4 はこれと全く逆である。サンプル 2, 3 はこれらの中間といっってよいであろう。このことから, 上で述べた事柄が推察できる。

また, 4 桁数字については, サンプル 3 とサンプル 4 の上位 3 個の数字が全く等しいというのも興味深い。

図 8 は, 2 桁数字の出現度数を度数順位の高いものから順にプロットしたものである。x 軸は度数の順位を表わし, y 軸はそれに対応する度数である。同様に, 図 9, 図 10 はそれぞれ 3 桁数字, 4 桁数字について, 度数順位 200 位までをプロットしたものである。

これらの図によれば, 2 桁数字の場合にはそれほどサンプル間に差は見られないが, 3 桁および 4 桁数字の場合には, サンプル間で偏り具合に顕著な差が見られるようになっている。つまりサンプル 4, サンプル 3 の順に偏りが大きく, サンプル 1 とサンプル 2 は, それより偏りの小さいところで, ほぼ一致している。これによっても年齢による乱数発生能力に明らかな差があることがわかる。

#### 4.2 系列依存性

本節では, 乱数列をマルコフ連鎖と仮定したと

表 1 3桁数字の出現度数(上位20個) ↓印一連続降順 ↑印一連続昇順  
Table 1 Order of trigram frequency.

SAMPLE 1				SAMPLE 2				SAMPLE 3				SAMPLE 4			
ORDER	NUMBER	FREQ.	%	ORDER	NUMBER	FREQ.	%	ORDER	NUMBER	FREQ.	%	ORDER	NUMBER	FREQ.	%
1	↓ 321	259	0.74	1	↓ 321	218	0.62	1	↓ 321	367	1.05	1	↑ 567	389	1.11
2	↓ 210	219	0.62	2	↓ 432	213	0.61	2	↑ 789	303	0.86	2	↑ 789	385	1.10
3	↓ 432	191	0.54	3	↓ 543	183	0.52	3	↑ 567	286	0.81	3	↑ 678	367	1.05
4	↓ 543	166	0.47	4	↓ 210	167	0.48	4	↓ 432	272	0.77	4	↑ 123	366	1.04
5	↓ 654	158	0.45	5	↑ 789	167	0.48	5	↓ 543	262	0.75	5	↓ 321	359	1.02
6	↑ 901	151	0.43	6	↑ 890	162	0.46	6	↑ 678	260	0.74	6	↑ 234	357	1.02
7	↓ 765	151	0.43	7	↑ 901	146	0.42	7	↑ 456	236	0.67	7	↑ 345	356	1.01
8	↓ 876	146	0.42	8	↓ 987	144	0.41	8	↑ 890	226	0.64	8	↑ 456	355	1.01
9	213	145	0.41	9	↓ 876	141	0.40	9	↑ 345	223	0.64	9	↑ 890	273	0.78
10	421	133	0.38	10	135	138	0.39	10	↑ 123	218	0.62	10	↑ 012	265	0.75
11	↑ 890	132	0.38	11	679	138	0.39	11	↓ 210	218	0.62	11	↓ 432	254	0.72
12	↓ 987	130	0.37	12	235	132	0.38	12	↑ 234	209	0.60	12	↓ 543	247	0.70
13	↑ 567	129	0.37	13	213	128	0.36	13	↑ 012	179	0.51	13	↓ 210	245	0.70
14	235	127	0.36	14	532	127	0.36	14	↓ 901	178	0.51	14	↓ 901	234	0.67
15	↑ 789	126	0.36	15	790	126	0.36	15	↓ 654	173	0.49	15	↓ 654	219	0.62
16	↑ 345	119	0.34	16	↓ 765	124	0.35	16	679	158	0.43	16	↓ 876	207	0.59
17	542	113	0.32	17	↓ 654	119	0.34	17	↓ 876	140	0.40	17	987	203	0.58
18	678	112	0.32	18	↑ 012	117	0.33	18	↓ 987	140	0.40	18	↓ 765	190	0.54
19	135	112	0.32	19	578	117	0.33	19	891	132	0.38	19	891	138	0.39
20	234	109	0.31	20	↑ 678	114	0.32	20	213	125	0.36	20	135	135	0.38

表 2 4桁数字の出現度数(上位20個) ↓印一連続降順 ↑印一連続昇順  
Table 2 Order of tetragram frequency.

SAMPLE 1				SAMPLE 2				SAMPLE 3				SAMPLE 4			
ORDER	NUMBER	FREQ.	%	ORDER	NUMBER	FREQ.	%	ORDER	NUMBER	FREQ.	%	ORDER	NUMBER	FREQ.	%
1	↓ 4321	81	0.23	1	↑ 7890	78	0.23	1	↑ 6789	169	0.49	1	↑ 6789	274	0.79
2	↓ 5432	79	0.23	2	↓ 4321	74	0.21	2	↑ 5678	159	0.46	2	↑ 5678	274	0.79
3	↓ 3210	76	0.22	3	↓ 5432	71	0.20	3	↑ 4567	153	0.44	3	↑ 4567	261	0.75
4	↓ 6543	62	0.18	4	↓ 3210	69	0.20	4	↓ 4321	152	0.44	4	↑ 3456	260	0.75
5	↓ 7654	54	0.16	5	↑ 8901	66	0.19	5	↓ 5432	139	0.40	5	↑ 2345	260	0.75
6	↓ 8765	52	0.15	6	↑ 6789	52	0.15	6	↑ 7890	135	0.39	6	↑ 1234	235	0.68
7	5421	48	0.14	7	↓ 9876	51	0.15	7	↑ 3456	129	0.37	7	↑ 7890	203	0.59
8	↑ 6789	43	0.12	8	↓ 6543	45	0.13	8	↑ 1234	118	0.34	8	↑ 0123	189	0.55
9	↓ 9876	40	0.12	9	↓ 7654	43	0.12	9	↑ 2345	115	0.33	9	↓ 4321	168	0.48
10	4210	39	0.11	10	↑ 9012	41	0.12	10	↓ 3210	111	0.32	10	↓ 5432	161	0.46
11	↑ 5678	39	0.11	11	5789	39	0.11	11	↓ 6543	91	0.26	11	↑ 8901	159	0.46
12	↑ 7890	39	0.11	12	0135	38	0.11	12	↑ 8901	89	0.26	12	↑ 9012	145	0.42
13	↑ 8901	37	0.11	13	5321	38	0.11	13	↑ 0123	81	0.23	13	↓ 3210	136	0.39
14	↑ 4567	36	0.10	14	↓ 8765	37	0.11	14	↑ 9012	74	0.21	14	↓ 6543	125	0.36
15	5321	34	0.10	15	2354	37	0.11	15	5679	67	0.19	15	↓ 8765	121	0.35
16	6542	34	0.10	16	↑ 0123	35	0.10	16	↓ 9876	65	0.19	16	↓ 9876	107	0.31
17	2135	33	0.10	17	6790	35	0.10	17	↓ 8765	62	0.18	17	↓ 7654	104	0.30
18	3215	33	0.10	18	4320	34	0.10	18	↓ 7654	61	0.18	18	1357	76	0.22
19	7901	32	0.09	19	3579	34	0.10	19	5321	60	0.17	19	3579	74	0.21
20	3214	30	0.09	20	1356	33	0.10	20	7891	52	0.15	20	2468	70	0.20

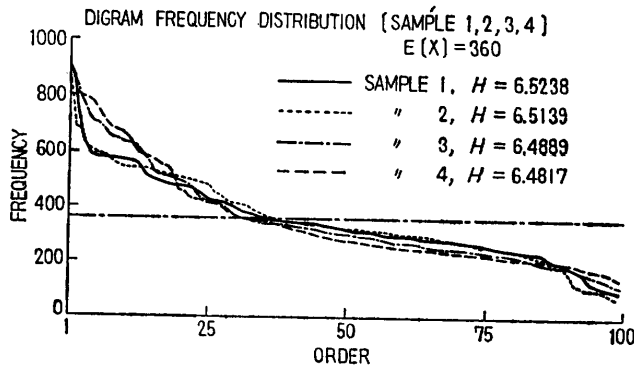


図 8 2桁数字の出現度数の順位分布  
Fig. 8 Digram frequency order.

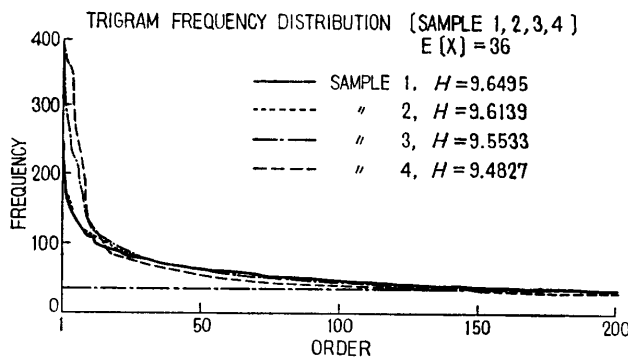


図 9 3桁数字の出現度数の順位分布  
Fig. 9 Trigram frequency order.

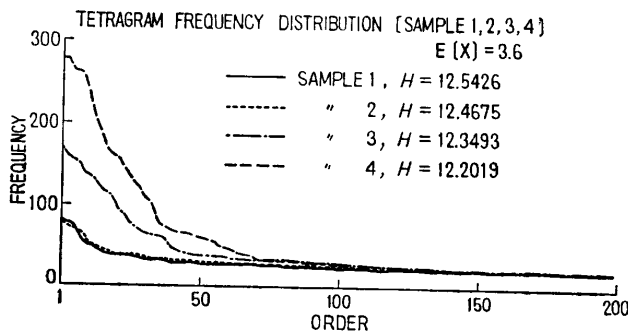


図 10 4桁数字の出現度数の順位分布  
Fig. 10 Tetragram frequency order.

きのその系列依存性について考察してみる。乱数列がマルコフ連鎖であるということは、例えば '416' と数字が続いたあとに '5' が出る確率は、乱数列中どこでも一定であるということの意味する。

ここで乱数列の系列依存性の量を次の式で定義する。

$$H(Y|X^m) = H(X^m \times Y) - H(X^m), \quad m=0 \sim 3. \quad (16)$$

上の式は(14)および(15)式から  $T(X, Y)$  を消去した

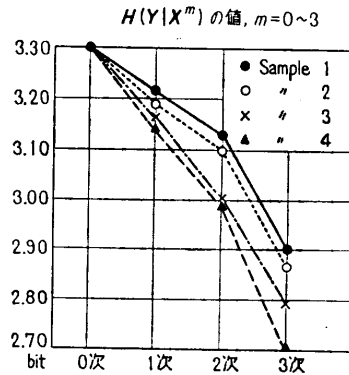


図 11 乱数列の系列依存性  
Fig. 11 Sequential dependency.

ものである。式中の自然数  $m$  は、 $X$  の桁数を表わす。すなわち  $H(Y|X^m)$  は先行する  $m$  桁の数字に 1 桁加わって増加したエントロピーである。この増加エントロピーが大きい程、系列依存性は小さいとすることができる。

各サンプルについて  $H(Y|X^m)$  を計算した結果を図 11 に示す。この図によれば  $m$  が大きくなるにつれて、しだいにサンプル間の系列依存性に関係が生ずるようになることがわかる。すなわち、4.1 節でみたように 1 桁の数字の出現度数分布は、各サンプルともほぼ同じであっても、その 1 桁の数字の出現の予測のしにくさにはサンプル間で明らかな相違がみられるのである。図 11 によれば、サンプル 1 の乱数列の 4 桁目の数字はサンプル 4 と比べて約 0.2 ビットだけ予測しにくいとすることができる。

#### 4.3 定常推移確率

2.2 節で述べた不動確率ベクトル  $u$  の成分は、充分時間が経ったあとの各状態の定常推移確率を表わしている。 $u$  を求めるということは、乱数発生器としての人間の持つ本質的な性質を明らかにすることになる。

今、全サンプルについての 1 桁数字の定常推移確率を求めることにする。そのためには(7)式で示した推移行列を求めなければならない。推移行列  $P$  は次のように書ける。

$$P = \{p_{ij}\} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & \dots & 9 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ 9 \end{matrix} & \begin{bmatrix} p_{00} & p_{01} & \dots & p_{09} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ p_{90} & & & p_{99} \end{bmatrix} \end{matrix}, \quad \begin{matrix} i=0 \sim 9 \\ j=0 \sim 9 \end{matrix} \quad (17)$$

ここで要素  $p_{ij}$  は次の式で求められる。

表 3 1桁数字の定常推移確率  
Table 3 Stationary transition probability.

$u_i$	$u_0$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$u_4$	$u_5$	$u_6$	$u_7$	$u_8$	$u_9$
$u_i \times 100$	9.05	11.03	11.61	10.92	9.36	10.34	9.16	9.40	9.51	9.48

$$p_{ij} = m_{ij} / \sum_j m_{ij}, \quad i, j = 0, 1, \dots, 9. \quad (18)$$

ただし、 $m_{ij}$  は全サンプルについての2桁数字 ' $ij$ ' の出現度数である。

$u = \{u_0, u_1, \dots, u_9\}$  として(8)式により、 $u_0 \sim u_9$  を求めた結果を表3に示す。 $u_0, u_1, \dots, u_9$  は各々1桁数字の定常推移確率を表わしている。人間を1つの乱数発生器とみなしたときのそこから出現する数字は終局的に表3で示される確率分布に安定してしまうと考えられる。

## 5. むすび

以上、情報理論の統計量を用いて人間の乱数発生能力について考察してみたが、やはり年齢によって明らかに差があることがわかった。

もっと年齢層の高いグループからのサンプルについても同様な実験を行ってみると、さらに興味ある結果が得られるのではないかと思われる。なんとすれば、乱数発生能力が低下し始める年齢層がどこかにあると考えられるからである。

また、同一人物でも乱数列の前半と後半とでは特性に違いがみられるのではないか、乱数列を書き上げる

時間と特性との関係はどうか、などの問題があるが、これらは今後の課題として取り組んでいきたい。

本稿を終るにあたり、データの収集にご協力いただいた、山梨県西桂中学校の伊藤先生、新潟工業高校の酒井先生に深く感謝いたします。また、日頃からご指導いただいている理学部の田中謙輔先生、データの収集をはじめ有益なご意見、ご教示を賜った教養部の岡崎秀雄先生に深く感謝いたします。

## 参 考 文 献

- 1) 戸田, 高田: 心理学における情報理論適用の現況, 心理学研究, 30巻 (1959).
- 2) Fred Attneave: Applications of Information Theory to Psychology, New York: Holt, Rinehart & Winston (1959).
- 3) 調枝: 系列情報の組織化Ⅲ, 日本心理学会第40回大会 (1976).
- 4) 今井, 嶋添, 宇佐美: 記憶における構造の情報処理, 同上.
- 5) 藪内, 宅和: 系列パターンの系列再生, 同上.
- 6) 石川: 不確実な刺激系列に対する反応の変化, 同上.
- 7) 小野茂監訳, クームス他: 数理心理学序説, 新曜社 (1974).
- 8) 北川編: マルコフ過程, 情報科学講座, 共立出版 (1967).

(昭和52年10月31日受付)

(昭和53年4月27日採録)