状態変換システムの諸特性の検討
（その1）

古閑　政
九州東海大学工学部経営管理学科

一般的なシステムに重畳して存在する状態変換システムの基本的な条件が相補的分枝構造にあることから、この構造を有するものを状態変換システムと定義している。このシステムが複数の状態集合にわたって存在するとき、その詳細構造は関係表と名付けるテーブルによって与えられる。この論文では、二つの状態集合（2次元）と三つの状態集合（3次元）の各場合について、関係表の形式を提示した。このような関係表を使うと、分枝構造のグラフに比べ、狭いスペースでシステムの詳細を表現できるという利点がある。

次に、状態集合の行ベクトルが先に与えられたとき、システム行列にどんな制約がみられるかを検討した。特に、2次元2要素と2次元3要素の場合について説明しているが、循環条件を導入すると、この両者間の制約式に興味深い類似性が現れる。

最後に、状態変換システムの特性をひとつの数値で表現する手段としてシステム情報量を提案しているが、その重要な性質とその成立条件をあげた。

STUDY OF STATE TRANSFORMATION SYSTEM
(PART ONE)

Masashi Koga

Kyushutokai University
School of Engineering
Department of Business Engineering
9－1－1, Toroku, Kumamoto City, 862 Japan

The state transformation system (STS), which is superimposed on another certain system, is defined basically by the complementary branch structure. When the STS is observed among the some state sets, its complete structure is given by the table named 'relation table'. In this paper , the forms of the relation table are shown about the cases of two-dimensional and three-dimensional STSs (that is to say, two kinds of sets and three kinds of sets). Compared to the branch structure, the relation table dosen't need broader space to be described.

The values of a system matrix are partly determined by the values of the relevant set elements. So, the cases of two and three elements of the two-dimensional STS are explained in detail.

Last, the system information and its property are discussed briefly.

1．はじめに

一般的なシステムについて、確率集合により表現される状態値が複数にわたり存在することが多い。そして、これらの状態は、グラフとしては相補的分枝構造で、数式としては行列演算で結び付いている。言うなれば、通常システムに重畳する新しいシステムがそこに見られるわけであり、それを状態変換システムと名付けており、その基本的性質についての報告は、すでに数回に及んでいる[1),2)]。

そこで、今回は従来の報告で言及してきていない視点にたった検討結果を紹介する。そのひとつは、相補的分枝構造に基づく状態変換システムの定義である。既存の一般的なシステムには、数値の集合で表現されるような状態や特性が多々あると思われるが、その全てがここで論ずるシステムに該当するわけではない。したがって、どういう性質を有する集合が状態変換システムの要素となるかを規定する必要がある。そのため、複数の確率集合が相補的分枝構造を構成することを基本的要件として議論を始める。

次に、システム構造の表的表現法として後述する形式の関係表が利用できることを述べる。これは２次元、３次元の場合にスペースを節約した簡便な表記法である。しかし、４次元以降については若干の問題がある。

すでに、この状態変換システムが行列演算によって数式表現できることは報告済であるが、そのときのパラメータ間にどんな制約式が存在するかについて触れてこなかった。今回は、それも取り上げることとする。

最後に、状態変換システムの特性値（見方によってはモデル表現の評価値ともなる）として提案しているシステム情報量について検討してきた事柄を報告する。つまり、次元の異なるシステム間にどういう条件が満足されるならば関係定理と称する不等式が成立するかを説明する。

このように、既存の論文を補う内容のものであるので、それに起因する説明不足があれば、巻末の参考文献を参照して頂き、了とされるようお願いする。

2．状態変換システムの定義

あるひとつのシステムを外部から観察すると、そこには種々の状態がみられるので、それらを状態１、状態２…状態Nと名付ける。

また、この各状態はそれぞれ複数個の要素事象から構成され、各要素事象は１以下の正の数値で表現されるものとし、かつ要素数がkであれば、次式を満足する。

$$p_1+p_2+ \cdots\cdots p_k = 1 \qquad (1)$$

ここで、kは状態に応じて変わる。

これらの状態は、相互の関係が有るものや無いものに分けられる。前者の関係を従属、後者のそれを独立という。そこで、互いに従属的な２つの状態集合XとYを取り出したとき、これらは次式

$$X = \{ X_1, X_2, \cdots\cdots \quad X_m \} \qquad (2)$$

$$Y = \{ Y_1, Y_2, \cdots\cdots \quad Y_n \} \qquad (3)$$

のごとく各元（要素事象）から構成され、かつXとYとの間には図１のグラフ（次頁に掲載）に示す構造が存在しているものとする。これらは相互に従属関係にあるので、X_1を取り上げたとき（或いはX_1に続いて）次に取り上げるY（或いは次に検討するY）の事象は、次の集合で表現され

$$\{ Y_{11}, Y_{12}, Y_{13} \cdots\cdots \quad Y_{1n} \} \qquad (4)$$

X_2を取り上げたときは

$$\{ Y_{21}, Y_{22}, Y_{23} \cdots\cdots \quad Y_{2n} \} \qquad (5)$$

等々としている。もしXとYとが相互に独立であるならば、Xの要素事象に関係なく、Yの要素事象は常に

$$\{ Y_1, Y_2, \cdots\cdots \quad Y_n \}$$

で表される。

次に、各要素事象に割り当てる数値を考えると、（４）については

$$[y_{11}, y_{12}, y_{13} \cdots\cdots \quad y_{1n}]$$

（５）については

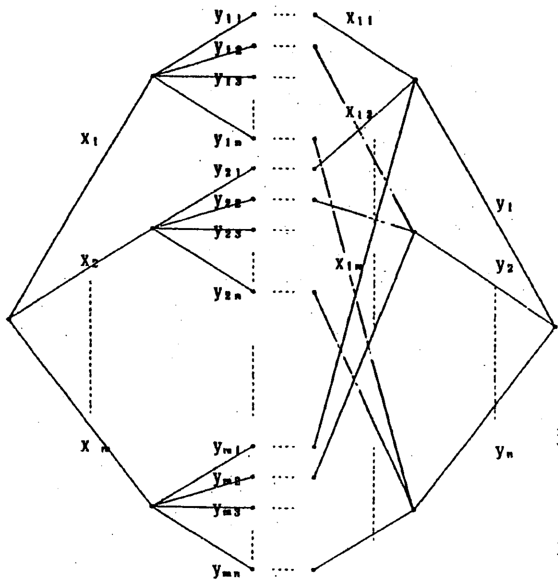

図1　複合事象の分枝構造図

（前頁より）

$$[\ y_{21}, y_{22}, y_{23} \cdots\cdots \quad y_{2n}\ ]$$

等の行ベクトルが対応する。図1に表記した記号は、各要素事象に対応した行ベクトル値であるので、（1）の条件を満足し、次式が成立する。

$$\left.\begin{array}{l}
x_1+x_2+\cdots\cdots \quad +x_m=1 \\
y_1+y_2+\cdots\cdots \quad +y_n=1 \\
y_{11}+y_{12}+y_{13} \cdots\cdots \quad +y_{1n}=1 \\
y_{21}+y_{22}+y_{23} \cdots\cdots \quad +y_{2n}=1 \\
\qquad\vdots \\
y_{m1}+y_{m2}+y_{m3} \cdots\cdots \quad +y_{mn}=1 \\
x_{11}+x_{12}+x_{13} \cdots\cdots \quad +x_{1m}=1 \\
x_{21}+x_{22}+x_{23} \cdots\cdots \quad +x_{2m}=1 \\
\qquad\vdots \\
x_{n1}+x_{n2}+x_{n3} \cdots\cdots \quad +x_{nm}=1
\end{array}\right\} \quad (6)$$

また、複合事象の各要素値の積については図1に含まれる要件として

$$x_i y_{ik} = y_k x_{ki} \qquad (7)$$

の関係があるので、各ベクトル成分の積について次式が成立する。ここで、i=1 ~ m, k=1 ~ nの任意の値の組み合わせがある。

$$\left.\begin{array}{ll}
x_1y_{11}=y_1x_{11} & x_2y_{21}=y_1x_{12} \\
x_1y_{12}=y_2x_{21} & x_2y_{22}=y_2x_{22} \\
\vdots & \vdots \\
x_1y_{1n}=y_nx_{n1} & x_2y_{2n}=y_nx_{n2} \\
\cdots\cdots\cdots\cdots & \cdots\cdots\cdots\cdots \\
\cdots\cdots\cdots\cdots & \cdots\cdots\cdots\cdots \\
\vdots & x_my_{m1}=y_1x_{1m} \\
 & x_my_{m2}=y_2x_{2m} \\
 & \vdots \\
 & x_my_{mn}=y_nx_{nm}
\end{array}\right\} \quad (8)$$

X，Yの2事象間に図1のグラフ構造と数式条件（6）と（8）が成立するとき、ここに状態変換システムが存在している。

もちろん2事象に限らず、3事象間でも4事象間でも図1に示すような分枝構造図（左側の枝分かれを右側でまとめてゆく形なので相補的分枝構造と称している）を描くことができ、対応する数式的条件が成立すれば、それは同様に状態変換システムである。もっとも3次元であれば、図1の左側と右側が共に3段階になるが、作図の基本的要件である対称性と交差性が維持されるならば、数式条件と両立する。この説明は、N次元の事象間についても全く同様に当てはまる。

なお、3次元以上の場合ひとつの相補的分枝構造図に描くことも可能だが、煩雑であるので、2次元状態変換システム（図1はその一般形を与えている）の合成として表現するのが便利である。すなわち、3次元状態変換システムは3種類の2次元状態変換システムの合成によって、N次元状態変換システムはN種類の2次元状態変換システムの合成によって等価的に表現できる。

また、図1では全ての分枝が完全な形で揃っているが、それぞれの分枝のどこかで該当する要素事象が存在しないとき、その事象に割り当てる確率値や構成比を0と置くことにすれば、この完全形（2次元分枝構造標準系と称する）によって全ての場合を表現していることになる。例えば、Xの要素事象X_2に続

いて存在するはずのYの要素事象Y_{23}が存在しないときは、$y_{23}=0$と置くことにすれば、これまで及び今後の議論に支障は起こらない。

3．システム構造のいろいろな表現

3．1　関係表

図1の相補的分枝構造図は、X，Yの各要素事象が相互にどんな関係があるかを見るには便利であるが、事象数が増えて多次元になったり、また要素数が多いと煩雑になり、スペースも食うこととなる。そこで、表1に示すような関係表を用いる。

表1　X，Yの関係表（2次元）

X	Y	y_1	y_2	y_3		y_n	Y
x_1	y_{11} y_{12} y_{13} ……… y_{1n}	x_{11}	x_{21}	x_{31}	………	x_{n1}	
x_2	y_{21} y_{22} y_{23} ……… y_{2n}	x_{12}	x_{22}	x_{32}	………	x_{n2}	
	⋮			⋮			X
x_m	y_{m1} y_{m2} y_{m3} ……… y_{mn}	x_{1m}	x_{2m}	x_{3m}	………	x_{nm}	

左側　　　　右側

これは図1の相補的分枝構造を等価的な表に構成したものである。要素値に関する等式である（8）式については太枠の中の同位置が対応する。例えばy_{23}はx_{32}に対応しているので、前者にx_2、後者にy_3を乗じたものが等しくなる。すなわち、

$$x_2 y_{23} = y_3 x_{32}$$

また（6）式に関する性質が表1にどう反映されているかと言えば、Xについては列の値、Yについては行の値の和が1である。

次の3次元の複合事象の場合やや複雑となるので、先ず簡単な具体例を取り上げる。

今眼前に7個の白い壺があり、1番目の壺にはⅠと書いてあり、中に赤玉1個と白玉2個が入っている。2番目の壺にはⅡ赤と書いてあり、赤玉1個と白玉3個が入っている。3番目の壺にはⅡ白と書いてあり、赤玉3個と白玉2個が入っている。4番目の壺にはⅢ赤赤と書いてあり、赤玉1個と白玉5個が入っている。5番目の壺にはⅢ赤白と書いてあり、赤玉4個と白玉3個が入っている。6番目の壺にはⅢ白赤と書いてあり、赤玉1個と白玉7個が入っている。7番目の壺にはⅢ白白と書いてあり、赤玉5個と白玉4個が入っている。

これらの壺から順番に3個の玉を取り出す試行を考える。最初にⅠの壺から玉を取り出す。それが赤玉なら、Ⅱ赤と書いてある壺から次の玉を取り出す。また赤なら、Ⅲ赤赤と書いてある壺から3番目の玉を取り出す。このように取り出す玉の色によって2番目、3番目の壺が異なってくるものとする。したがって2番目の事象は、1番目の事象の従属事象であり、3番目の事象は、1、2番の複合事象の従属事象である。そして3次元複合事象としての結果は、赤赤赤、赤赤白赤白赤、赤白白、白赤赤、白赤白、白白赤、白白白の8通りである。

しかるに、これを2次元複合事象が連続して生起したと考えて、相補的分枝構造を描いてみる。まず1番目の壺から玉を取り出す試行（事象Ⅰとする）と2番目の壺から玉を取り出す試行（事象Ⅱとする）の組合せだけを考える。その結果として図2が得られる。

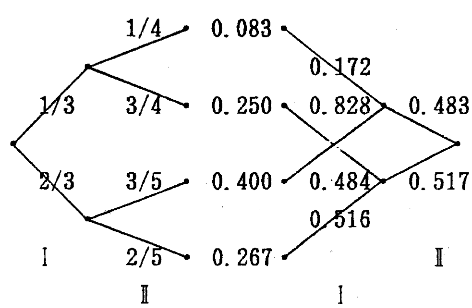

図2　事象Ⅰ、Ⅱの複合事象

ここで事象Ⅱについて得られる確率行ベク

トル［0.483 0.517］は、事象Ⅰに無関係に事象Ⅱの結果が赤玉か白玉かを表している。

同様に、事象Ⅱ、Ⅲ及び事象Ⅰ、Ⅲの複合事象についての相補的分枝構造が得られるので図3、4に掲載する。

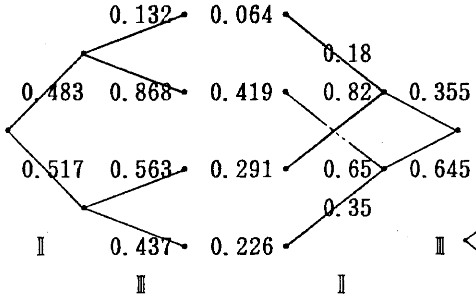

図3　事象Ⅱ、Ⅲの複合事象

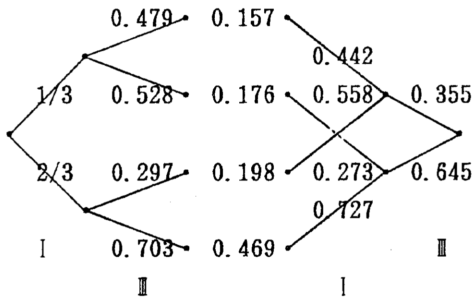

図4　事象Ⅰ、Ⅲの複合事象

上の図3から、事象Ⅲに関する確率行ベクトル［0.355 0.645］が得られるが、これは事象Ⅰ、Ⅱに無関係に事象Ⅲの結果が赤玉と白玉のどちらであるかという確率を表している。すなわち、連続して3回玉を取り出すという試行において、第1回目の試行がどちらの色であるかという確率、第2・第3回目の結果がどちらであるかという確率を次に示す。

1回目　　［1/3　2/3］

2回目　　［0.483 0.517］

3回目　　［0.355 0.645］

これらは通常、確率の周辺分布と言われるが、状態変換システム論では対象とする問題領域が広いので、問題状態分布と名付けることにする。

なお、3回の試行を同時に表現する相補的分枝構造を描くのも可能であり、それを図5に示す。ここで、数字の1は赤玉、2は白玉を表している。例えば111は、赤玉が続けて3回取り出されたことを意味する。

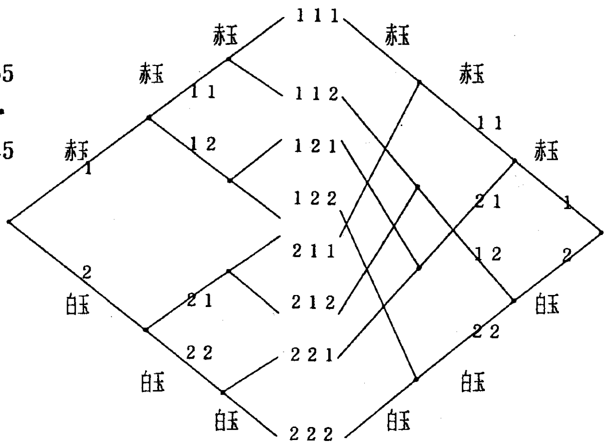

図5　事象Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの複合事象

次にこの複合事象を関係表に整理した結果を掲載する。表2がそれである。

表2　事象Ⅰ（X）、Ⅱ（Y）
Ⅲ（Z）の関係表

（1）左側

X	Y	Z
1/3	1/4	①1/6 ②5/6
	3/4	③4/7 ④3/7
2/3	3/5	⑤1/8 ⑥7/8
	2/5	⑦5/9 ⑧4/9

（2）右側

Z	0.355		0.645	
Y	0.18	0.82	0.65	0.35
X	①0.219	③0.491	②0.165	④0.473
	⑤0.781	⑦0.509	⑥0.835	⑧0.527

ここでは図5の相補的分枝構造図の左側と右側を別々にしている。それは複合事象の対応が表1の場合のように単純明快でないため、一体とする意味がないからである。すなわち

3回の試行を同時に行ったときの対応付けは表中の丸付き番号（①②等）で示してある。

3．2　行列表示と制約式

或るシステムについて、状態（または事象）XとYが存在しており、この両者間に図1に掲げた関係が成り立っているとする。それぞれの問題状態分布が次の行ベクトルで与えらるならば

$$X = [\, x_1, x_2, \cdots\cdots \quad x_m \,] \qquad (9)$$

$$Y = [\, y_1, y_2, \cdots\cdots \quad y_n \,] \qquad (10)$$

（6）、（8）式から以下の行列演算が成立することが言える。

$$[y_1 \ y_2 \ \cdots\cdots \ y_n\,] = [x_1 \ x_2 \ \cdots\cdots \ x_m\,] \cdot \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{13} \cdots\cdots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & y_{23} \cdots\cdots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ y_{m1} & y_{m2} & y_{m3} \cdots\cdots & y_{mn} \end{bmatrix} \qquad (11)$$

（注）・は行列の積を示す

$$[x_1 \ x_2 \ \cdots\cdots \ x_m\,] = [y_1 \ y_2 \ \cdots\cdots \ y_n\,] \cdot \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} \cdots\cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} \cdots\cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & x_{n3} \cdots\cdots & x_{nm} \end{bmatrix} \qquad (12)$$

上式において、（11）と（12）の関係はXの状態とYの状態を入れ換えたものとなっており、図1について言えば、左側から見るか、右側から見るかの違いである。

また上式における行列は、状態を表す行ベクトルをXからYに変換しているので、遷移行列の一種である。これは変換の構造を表すものであるので、システム行列と命名し、その性質を明らかにする。以下にそれを行う。

一般論は極めて煩雑であるため、mとnの両方とも2の場合を手始めに検討する。さらに遷移行列の要素を表す記号としてsを用いることにすると、（11）式は

$$[\, y_1, y_2 \,] = [\, x_1, x_2 \,] \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} \\ s_{21} & s_{22} \end{bmatrix} \qquad (13)$$

したがって

$$y_1 = s_{11}x_1 + s_{12}x_2 \qquad (14)$$

$$y_2 = s_{21}x_1 + s_{22}x_2 \qquad (15)$$

この両式と

$$y_1 + y_2 = x_1 + x_2 = 1$$

$$s_{11} + s_{12} = s_{21} + s_{22} = 1$$

を使ってy_2, x_2, s_{12}, s_{22}を消去すると、次の制約式が得られる。

$$y_1 = (s_{11}-s_{21})x_1 + s_{21} \qquad (16)$$

あるいは

$$(1-x_1)s_{21} + s_{11}x_1 = y_1 \qquad (17)$$

そこで

$$y_1/\ (1-x_1) = a \qquad (18)$$

$$y_1/x_1 = b \qquad (19)$$

と置くと

$$s_{21}/a + s_{11}/b = 1 \qquad (20)$$

が得られる。（20）式は直線の式であるので、図6の線分ABで表される。

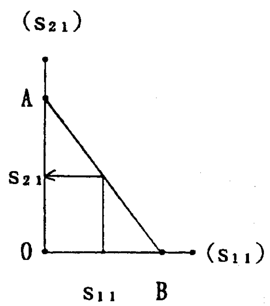

図6　システム行列要素の制約

ここで、点（S_{11}, S_{21}）は線分AB上の任意の値に限定される。A，Bの位置は、上記の（18）、（19）で与えられるので問題状態分布ベクトルの値で決まる。

次に、システム行列の要素数が3 x 3の場合を検討する。このとき成立する式は、

$$y_1 = s_{11}x_1 + s_{12}x_2 + s_{13}x_3 \quad (21)$$
$$y_2 = s_{21}x_1 + s_{22}x_2 + s_{23}x_3 \quad (22)$$
$$y_3 = s_{31}x_1 + s_{32}x_2 + s_{33}x_3 \quad (23)$$

ここで、

$$y_1 + y_2 + y_3 = 1$$
$$x_1 + x_2 + x_3 = 1$$
$$s_{11} + s_{12} + s_{13} = 1$$
$$s_{21} + s_{22} + s_{23} = 1$$
$$s_{31} + s_{32} + s_{33} = 1$$

なることを用いて整理すると、

$$y_1 = (s_{11}-s_{31})x_1+(s_{21}-s_{31})x_2+s_{31} \quad (24)$$
$$y_2 = (s_{12}-s_{32})x_1+(s_{22}-s_{32})x_2+s_{32} \quad (25)$$

以上の２式が（１６）式に対応する、３要素の場合の制約式であるが、システム行列に対する制約条件としては極めて弱い。

なお、

$$y_3 = (s_{13}-s_{33})x_1+(s_{23}-s_{33})x_2+s_{33} \quad (26)$$

も成立するが、この式は（２４）、（２５）から導かれる。

そこで、循環型の状態変換システムつまりシステム行列について次の循環条件

$$\left.\begin{array}{l} s_{11} = s_{23} = s_{32} \\ s_{12} = s_{21} = s_{33} \\ s_{13} = s_{22} = s_{31} \end{array}\right\} \quad (27)$$

を導入すると、（２４）、（２５）は

$$y_1 = (s_{11}-s_{22})x_1+(s_{12}-s_{22})x_2+s_{22} \quad (28)$$
$$y_2 = (s_{12}-s_{11})x_1+(s_{22}-s_{11})x_2+s_{11} \quad (29)$$

この２式よりs_{22} を消去すると、

$$(x_1x_3-x_2{}^2)s_{12}= x_3y_2-x_2y_1+(x_1x_2-x_3{}^2)s_{11} \quad (30)$$

この式で、x_3=0と置くと（つまり３番目の分枝が無い）、（３０）式は（１７）式に還元される。

また、（２６）式に循環条件を適用すれば次式が得られる。

$$y_3 = (s_{13}-s_{12})x_1+(s_{11}-s_{12})x_2+s_{12} \quad (31)$$

（２８）式のs_{22} の代わりにs_{13} と置いて、

$$y_1 = (s_{11}-s_{13})x_1+(s_{12}-s_{13})x_2+s_{13} \quad (32)$$

これら（３１）、（３２）式から（３０）式に対応する結果が得られる。

$$(x_1x_2-x_3{}^2)s_{13}= x_2y_3-x_3y_1+(x_3x_1-x_2{}^2)s_{11} \quad (33)$$

上の（３０）と（３３）から、状態分布ベクトルｘ，ｙが与えられていれば、s_{11},によって s_{12}と s_{13}が決まり、（２７）式を使えばシステム行列の全ての値が得られる。

次の図７に、s_{11} から s_{12}と s_{13}とを決めてゆくプロセスを示す。

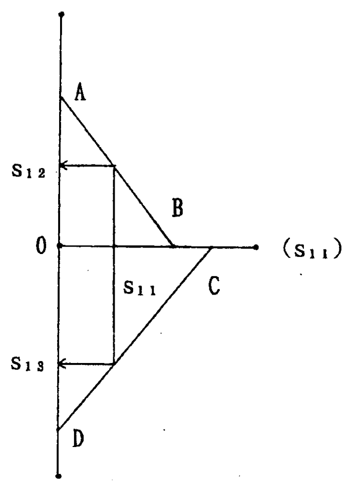

図７　システム行列要素の求め方

ここでＡ，Ｂ，Ｃ，Ｄの位置は次式で与えられる。

Ａ点　$a = (x_3y_2-x_2y_1)/(x_3{}^2-x_1x_2)$　(34)

Ｂ点　$b = (x_3y_2-x_2y_1)/(x_1x_3-x_2{}^2)$　(35)

Ｃ点　$c = (x_2y_3-x_3y_1)/(x_2{}^2-x_3x_1)$　(36)

Ｄ点　$d = (x_2y_3-x_3y_1)/(x_1x_2-x_3{}^2)$　(37)

一例として、状態分布行ベクトルが

x = [0.2 0.3 0.5]

y = [0.41 0.29 0.30]

のとき

a=0.116, b=2.2, c=11.5, d=0.605

であり、図７の方法で得られるシステム行列要素の一例は、以下の通りである。

s_{11}=0.1　s_{12}=0.3　s_{13}=0.6

4．システム情報量[3]の性質

状態集合を表す行ベクトルは、確率値または構成比を要素（元）とする集合であるからその値に対して情報エントロピーを定義できる。すなわち、図1で示される事象については次式で与えられる。

$$H(X) = -\Sigma P(x_i)\log P(x_i) \quad (i=1,2,\cdots l) \tag{38}$$

$$H(Y) = -\Sigma P(y_j)\log P(y_j) \quad (j=1,2,\cdots m) \tag{39}$$

これに3番目の事象Ｚを加えると、

$$H(Z) = -\Sigma P(z_k)\log P(z_k) \quad (k=1,2,\cdots n) \tag{40}$$

同一のベースシステム上にX，Y，Ｚの3事象が存在するとき、システム情報量を次式で定義する。

$$S(X;Y;Z)=H(X)+H(Y)+H(Z)-H(XYZ) \tag{41}$$

これは事象X，Y，Ｚ間の関係の強さを表す量と言える。また、2事象間については次のようになる。

$$S(X;Y)=H(X)+H(Y)-H(XY) \tag{42}$$

$$S(Y;Z)=H(Y)+H(Z)-H(YZ) \tag{43}$$

$$S(Z;X)=H(Z)+H(X)-H(ZX) \tag{44}$$

ここで、H(XYZ), H(XY), H(YZ), H(ZX)は同時事象の情報エントロピーである。したがってその定義式は下記に示す通りである。

$$H(XYZ)=-\sum_{ijk} P(x_i, y_j, z_k)\cdot\log P(x_i, y_j, z_k) \tag{45}$$

$$H(XY)= -\sum_{ij} P(x_i, y_j)\log P(x_i, y_j) \tag{46}$$

$$H(YZ)= -\sum_{jk} P(y_j, z_k)\log P(y_j, z_k) \tag{47}$$

$$H(ZX)= -\sum_{ki} P(z_k, x_i)\log P(z_k, x_i) \tag{48}$$

そして次式

$$\sum_{ijk} P(x_i|y_j)P(y_j|z_k)P(z_k|x_i) \leqq 1 \tag{49}$$

が成立するとき、3次元システム情報量と2次元システム情報量との間には次に示す関係（システム間関係定理）がみられる。

$$S(X;Y;Z)\geqq S(X;Y)+S(Y;Z)+S(Z;X) \tag{50}$$

これに関する検討は、紙面の余裕が無いので次の機会に報告したいと思う。

5．おわりに

状態変換システムの構造は、相補的分枝構造であり、それは視覚的にわかりやすいという長所がある半面、次元や要素数が増加すると、その表現に多大なスペースを要するという短所がある。そこで、スペース節約が可能な関係表により、システムの詳細構造を記述することを提案した。関係表によれば、表計算ソフトの利用も考えられ、計算にも便利である。ただ、相補的分枝構造は多次元についても、スペースさえあれば一体として表現できるのに対し、関係表の場合4次元以上では分割表示をせざるを得ない。このときの表現ルールについては次回に報告したい。

また本論文では、状態分布集合ベクトルが先に与えられて、それらを連結するシステム行列を求めるにはどうするかという立場からの検討を行っている。一般的に言えば、システム行列の各要素の自由度は大きいが、制約条件により取り得る値が限定される。

例えば、2次元3要素の状態変換システムに循環条件を付けると、2次元2要素の場合に形式が類似した関係式が得られることを示した。

さらに、システム情報量とシステム行列の関係を考慮して、新しい制約条件を導入することも今後の検討事項である。

最後に、本研究は文部省科学研究費の補助（No. 06808042）を受けてなされたものであることを付記する。

—参考文献—

（1）古閑：相補的分枝構造を有する状態変換システムの性質，情報処理学会九州支部研究会報告、pp. 92-101（1995/2）

（2）古閑：複合事象システムの情報量評価について、情処研報 95-87, pp. 1-8(1995/9)

（3）古閑：新しいシステムモデルの提案とその可能性の検討、情報処理教育と数理系カリキュラム・シンポジウム論文集、pp. 9-16（1996/3）