

# システムとしての大学

椎塚 久雄

## 1. まえがき

大学を1つのシステムとしてみた場合、そこにはどのような要因があり、それらがどのように相互に関係しあって変化していくのかということ、高学歴社会を迎えたいま、大学人のみならず一般の人々にとってもきわめて興味のある問題であろう。

システムという言葉は、もともと学問的な専門用語であるが、現在では、非常に広義の意味で使われている。「大学システム」とは何なのか、その本質的なものは、一体、何なのか、そのような観点から大学にひそむ混沌とした評価要素をとらえ、それらの要素間のかかわりについて考えることは、大学システムについて何らかの指針を与えてくれるものと思われる。

このように、「さまざまな観点からシステムの特徴を考えることで、大学システムの本質や、あるべきシステムの姿がみえてくるかもしれない」と考えるのは、自然なアプローチであろう。

本稿では、大学をシステムとしてとらえた場合において、特に、①評価イメージからの分析、②動的挙動からの分析、③キャンパスライフに関する多変量評価項目からの分析、の3つの観点から考察する。これのうち、②はシステムダイナミクス、③はフェイスチャートそれぞれ用いている。

## 2. 大学システムとは

大学システムは社会システムの枠組みの中の1つとしてとらえることができよう。大学をシステムからとらえようとすると、社会システムと同じように、その場合のシステムというのは、人間が自分の頭の中に持っている、世界をつかまえるための枠組みや形、あるいはレンズのようなものであると考えることができる [1]。したがって、いろいろな形が考えられる。大学経営者や教職員

および学生等の意思を反映してさまざまな校風を持った大学のカラーが造られていく。また、とらえ方もいろいろあり、全体をまとめてみるとか、細かく分けてバラバラにみたり、さらに、それらの間の結びつきを特に積極的に考えようというのものもある。

このような大学システムを通じてその中で何をつかまえたのかということの問題になる。たとえば、大学の発展形態なのか、教育なのか、学生なのか、社会における大学の位置づけなのか、それらに応じて最も適切な形のシステムがあるはずである。大学システムにおいては、対象をつかまえるためのシステムの形にあいまいさがあり、明確に決まっていないため、一意的につかまえるためのうまい方法はないといってもよい。たとえば、「時間的経過をともなった大学の発展形態」から大学をみるというのは、大学を動的システムとしてとらえるものであり、「教育方法」という観点から大学をみるというのは、大学を教育システムとしてとらえていることになる。

大学システムを生物と比較してみると話がわかりやすいかもしれない。生物の場合においては、生物の外に表われた形やふるまいを“表現型”と呼び、これは第1に表現型を作るプログラムである“遺伝子”によって決定される。第2は環境であるが、環境が変われば同じ遺伝子を持っていても表現型は変わってくる。

これに対して大学の場合は、大学の形やふるまい（構造と機能）を決めている遺伝子にあたる要素は“大学のカラー”である。大学はその“カラー”によってプログラムされている。学生気質、身のこなし方、規約の作り方等の大枠がこのような大学のカラーによって培われていく。さらに、時代に即応する要素に影響される大学環境の如何によって、大学の特定の構造や機能が変わってくる。

さらに大学の場合、カラーや環境がどうであれ、われわれの自由だといって何かを主体的にやってしまうこともできる。このように考えると、大学を規定する大きな要因は、“大学のカラー”、“環境”、“主体的な選択”の

3つであるということができる。

また、大学は連続的に変化するという面もあるので、過去の履歴に支配される、いわゆるシステムダイナミクスとしての面もある[3]。これは大学を社会システムの枠組みの中の1つとしてみた当然の結果であろう。したがって、これらの多様な要因の中から1つだけを取り上げて大学システムの成り立ちや挙動を説明するのは無理がある。

一般に、社会システムには、はっきりした目的のないことが特徴とされているが[1]、大学システムには、その大学の教育研究理念にもとづいた目的がある。しかし、その目的の有無に固執することなく、システムとは、「ものをつかまえる形」であると考えの方が、大学システムをとらえるときにも扱いやすくなるのではなからうか。

## 2. 外からみた大学の評価イメージ

外から大学をみた場合の、いわゆる“大学をみる眼”には、図1に示すような2つの眼があると考えることができる。すなわち、その1つは“受験生の眼”であり、もう1つは“一般社会の眼”である。外からみた大学の評価項目はこれら2つの側面から決定されると考えるのが妥当であろう。

### 2.1 受験校のしぼり込み

受験生が志望大学を選ぶ場合、どのような要因を考慮しているのか。もちろん、自分の能力に合致した偏差値の大学を選ぶのは第1の動機になるのかもしれないが、それだけではあまりにも短絡的な選択であり、一般の受験者はさまざまな角度から無意識のうちに複数の評価項目と基準値を持ち、それらの総合的な評価として志望校を決定していると考えるのが妥当ではなからうか。しかし、学生諸君の意見を総合してみると、目前に迫った受験校決定の状況下では、まずその大学に「自分の望む学科があり」かつ「場所が適当」であれば、「難易度ランク」とにらみ合わせて「受験校のしぼり込み」を行なうというのが、第1段階における現実的な選択法のようなものである。次に、受験校のしぼり込みを行なう過程では、図2に示すように、まず、自分が入学願望を持っている「志望大学」が選ばれ、同時に「合格可能圏にある大学の上限」が決まり、さらにそれ以下は「受験の対象外と

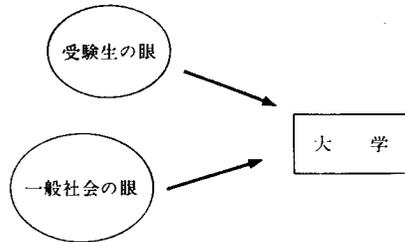


図1 外から大学をみる2つの眼

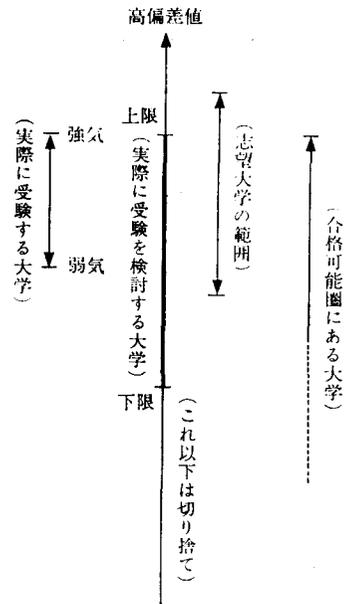


図2 合格可能圏と受験校のしぼり込み

する下限」が決まる。これから実際に受験を検討する大学(上限と下限の間)が決定され、その中から「実際に受験する大学」が何校かにしぼり込まれる。このとき、その範囲とその位置は、本人の“強気”、“弱気”の度合いによって決定される。

### 2.2 一般の評価イメージ

大学そのものを外からみた場合、一般の人々が持っている評価イメージがある。もちろん、これは受験生もある程度は共通にとらえられるイメージでもあろう。図3は、このような外からみた大学の評価イメージの項目を示したものである。

評価とその項目を集合論的な観点から考えると、少しはわかりやすく説明できる。基本的には、クリスプ的要素とファジィ的要素に属す度合いによって示される。

**クリスプの評価：**一般に、クリスプ的とはクリスプ集合(crisp set)によって規定されるように、あいまいさがなく、イエスかノーかの境界をはっきりしているようなものに対して用いられる[2]。クリスプの評価では、それらの中間的なあいまいな評価を許さないというものである。たとえば、その大学が都内23区内に“在る”か“否”かを考える場合、二者択一であるから明らかにクリスプ的である。

また、大学の難易度ランクを問題にする場合、たんに“高い”、“低い”のどちらかに属するように考えた場合は、

明らかにクリスプ的である。しかし、現実にはそれらの中間的に位置する難易度ランクを持つ大学も存在するので、これは完全にクリスプ的であるとはいえず、次のファジィ的な評価の導入が必要となる。

**ファジィ的な評価：**あいまいさを許すために、イエス、ノーのクリスプ的な評価は、それらの中間的な評価値（ファジィ集合）を持つように一般化される。

たとえば、“学生の質”を考えてみた場合、“質が良い”とか“質が悪い”とかいう問題ではクリスプ的な評価はできず、それが属する度合いを表わすメンバーシップグレード(membership grade)によって与えられるファジィ値によって評価される[2]。

**評価項目：**以上のようなことを考慮して、外からみた大学の評価項目とそれらの間の相対的な関係、すなわち相対的にみてクリスプ的(あいまいさがない)あるいはファジィ的(あいまいさがある)のどの位置に属すのかということをもとめたものを図4に示す。図4において

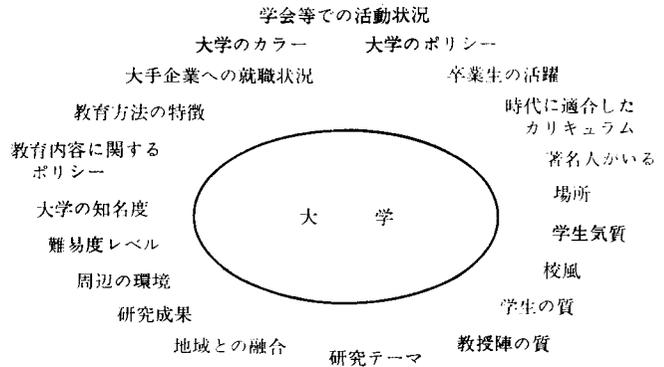


図3 外からみた大学の評価イメージ

は、“ファジィ的”に近づくほど“主観的評価”になることを意味し、クリスプ的に近づくほどあいまいさが少ない評価項目であることを意味している。

### 3. システムダイナミクスによる大学のモデル

大学の発展形態をとらえるには、1つの非線形な動的システムとしてみなければならぬ。そのためには、システムダイナミクス(SD: system dynamics)による方法が適している。

筆者は、文献[3]においてシステムダイナミクス大学モデルについて述べた経験があるが、ここでは、その後の事後検証も含めて、大学の発展形態を動的システムという観点から、システムダイナミクスによりみたモデルについて、ここで再考してみたい。

#### 3.1 大学モデルの基本概念

システムダイナミクス法によって、シミュレーションモデルを構築するための重要なポイントとして次の3つの側面を考えなければならない：①因果関係の観点からシステムをとらえること、②システムの構成要素間を結ぶフィードバックに注意を傾けること、③そのシステム内に含まれるシステム境界を決定すること、の3つである。

因果関係の思索は、そのモデルの着想をまとめるための重要な手がかりとなるから、システムにおける因果関係の正確な抽出が正確なモデルの構築に直接影響してくる。因果関係の連鎖が閉じたループを形成する場合は、因果関係ループと呼ばれている。

システムの描写を明確にする1つの方法はこの因果関係ループ(フィードバックループ)に注目することである。さらに、正確なモデルを構築するためには、モデル

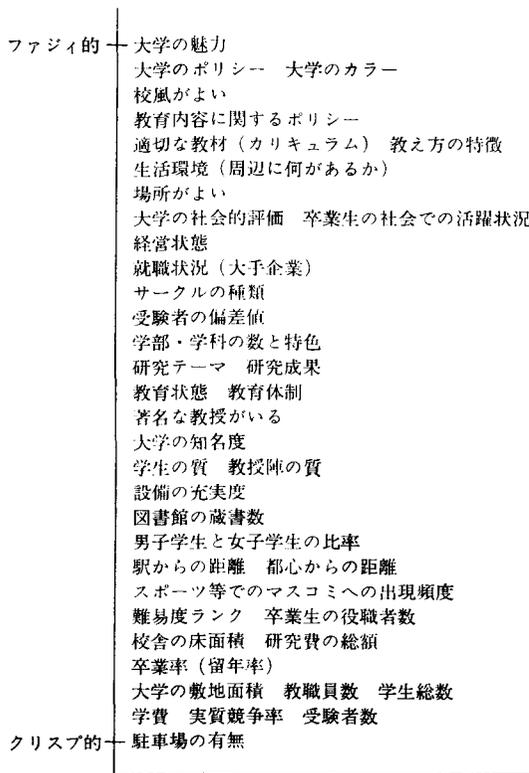


図4 大学の評価項目とそれらの分布

のシステム境界を明確にすること、すなわち、システムに何を含ませ何に含ませないのかということを決めるためにその二つの間に境界線を引くことが要求される。

**モデル構築の基本方針：**大学モデル構築の基本方針としては、教育・研究機関の規模拡大を図り、大学の質的要素を向上させると同時に、学生の望んでいる事例を考慮した理想的大学をつくることである。そのためには、モデルとなる大学の現状を把握しかつ大学を運営していくにあたっての諸問題を考慮しなければならない。

### 3.2 因果関係ループの設定

因果関係ループの軸になる「受験者数と知名度」の関係を主ループに「大学の質」「経営」「進級率」「クラブ活動」に関するループをそれぞれ補助ループとして作り、主ループとこれら4つの補助ループを結合した全因果関係ループを図5に示す。このループは、受験者数が大学の発展に重要な影響を与える要因であると基本的に考えたものである。受験者数を左右する要因は知名度、魅力、学費であろう。知名度は就職状況、大学のランク、クラブ活動に、魅力は就職状況、教育体制、クラブ活動に、そして、学費は経営状態、教育体制にそれぞれ影響を受けている。ここで示したループは、主な因果関係だけを示したものである。

### 3.3 モデルのねらいと事後検証

文献[3]の大学モデルは、受験者数の増大、経営状態による設備投資と学費の設定、大学の質的要素の向上を目的としている。モデル内では、これらの多重ループがダイナミックに相互作用しながら機能している。

実は、このモデルは筆者の勤務する工学院大学をモデルにして構築したものであるが、モデル構築・シミュレーション以来6年の歳月が経過した。工学院大学新宿キャンパスは1989年8月に大学棟として、地上130m 29階建ての超高層キャンパスに生まれ変わった。モデル構築の時点においては、もちろんこのような新校舎の誕生に関する要因も考慮されている。新宿キャンパス全体が完成するのは1992年9月である。したがって、現在はその最終段階に入っており、モデルのシミュレーション結果

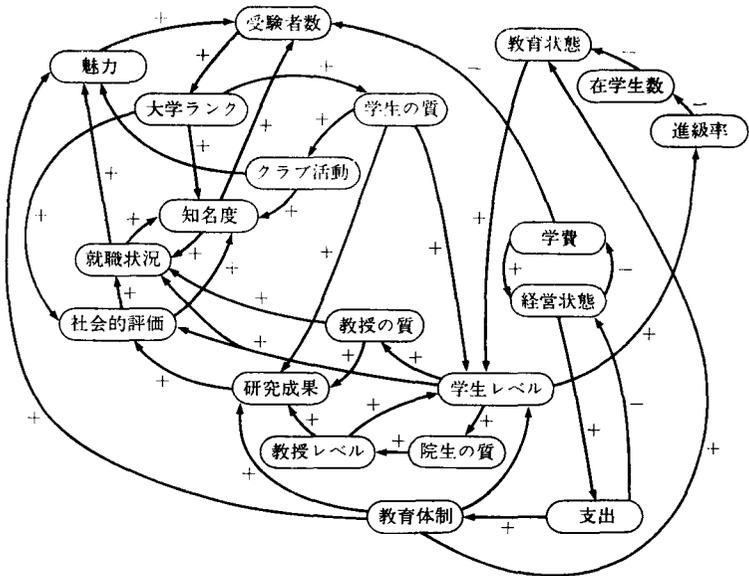


図5 SD大学モデルの因果関係ループ

では、平成3年を境にしてその前後でいくつかの変数においていちじるしい変動があり、現実の状況と適合していることが確認できる。

その他の具体的なシミュレーション結果等については、文献[3]を参照していただきたい。

## 4. 多変量としてのキャンパスライフの評価法

大学における主役は学生である。これについて異論を唱える人はいないであろう。学生が大学というシステム内で生活し卒業を迎えたとき、彼らは種々雑多な思いを抱いている。たとえば、「もっと勉強すればよかった」とか、「就職については満足している」、あるいは「友人には恵まれた」等、さまざまな思いが彼らの脳裏をよぎっている。このようなキャンパスライフに関する多変量の評価をしようとするときは、フェイスチャートによる方法が便利である。

### 4.1 表情に重点をおいたファジィ・フェイスチャート

ここでは、多変量の各変量の状態の把握をある程度犠牲にして、フェイスチャートを全体の表情として観ることができるよう、多変量解析の重回帰分析、クラスター分析の手法を取り入れたファジィ・フェイスチャートを用いた学生のキャンパスライフの評価例を紹介する。

このシステムは、文献[4]で筆者によって導入されているもので、チャーノフのフェイスチャート[5]の

表 1 アンケート調査から得られたファジィ値 (12例)

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
(1) 勉学	0.3	0.5	0.6	0.3	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5
(2) 成績	0.8	0.6	0.3	0.3	1.0	0.8	0.4	0.7	1.0	1.0	0.7	0.4
(3) 就職	0.7	0.8	0.9	0.5	0.8	1.0	0.4	0.5	1.0	0.5	0.7	0.8
(4) 友人関係	0.6	0.5	0.7	0.7	0.8	0.8	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
(5) 趣味	0.6	0.3	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.2	0.7	0.6	0.6	0.9
(6) アルバイト	0.7	0.3	0.8	0.8	0.5	0.9	0.9	0.8	1.0	0.0	0.3	0.7

欠点を改良し、フェイスチャートを全体の表情として観ることができるようにすることを目的にしている。これは、顔の造作に各変数を対応させるのではなく、複数の入力データを重回帰分析して解析し、全体の状態として顔の表情を作っている。

システムの具体的題材は、キャンパスライフの満足度診断システムとし、重回帰分析をするために次に示すような項目について、満足度を [0, 1] のファジィ値でアンケート調査を行なう。

1. 勉学 (成績ではなく勉学そのもの) ( )
2. 成績 ( )
3. 就職 ( )
4. 1~3 の場合 (勉強系) ( )
5. 友人関係 ( )
6. 趣味 ( )
7. サークル等 ( )
8. 5~7 の総合 (遊び系) ( )
9. アルバイト ( )
10. その他 ( )

#### 4.2 システムの題材の分析と評価例

アンケート結果により重回帰分析を行なう。説明変数

$x_1$  (勉学),  $x_2$  (成績),  $x_3$  (就職) の任意の値に対して、対応する目的変数  $y_a$  (勉強系の満足度) の予測値を  $y_a = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3$  において、最小 2 乗法を用いて次の回帰式が得られる。

$$y_a = 0.99 + 0.44x_1 + 0.40x_2 + 0.09x_3$$

同様に、説明変数  $x_4$  (友人関係),  $x_5$  (趣味),  $x_6$  (サークル等) の任意の値に対して、対応する目的変数  $y_b$  (遊び系の満足度) の予測値を  $y_b = b_0 + b_1x_4 + b_2x_5 + b_3x_6$  とおき計算すると回帰式

$$y_b = 2.59 + 0.11x_4 + 0.48x_5 - 0.20x_6$$

が得られる。上式の  $b_3$  は負の値であるが、この回帰式では  $x_6$  (サークル等) の満足度が高い場合に総合の満足度が低くなってしまふ。これは、アンケートの (サークル等) の回答が、0 を多数含み全体的に低かったためと思われる。そこで、 $x_6$  (サークル等) を削除して分析してみると、次の回帰式が得られる。

$$y_c = 2.35 + 0.11x_4 + 0.49x_5$$

この回帰モデルの適合度を検定してみると、勉強系については  $R^2 = 0.764$ , 遊び系については  $R^2 = 0.639$  となり、まずまずの結果が得られた。

顔のどの部分が判別力が高いのかということについて

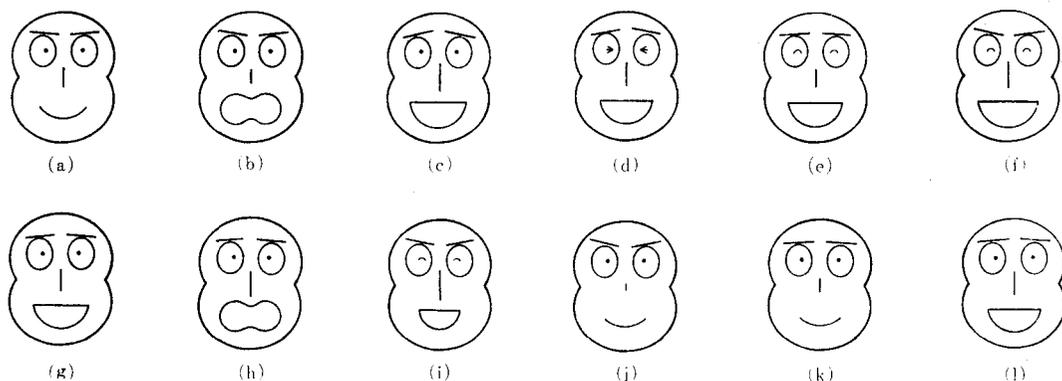


図 6 表 1 のファジィ値に対応するフェイスチャート (ただし、満足=1.0, まあ満足=0.65, やや不満=0.4, 不満=0.0)

は経験的に考えるほかはない。ここでは、勉強系の変数(回帰式  $y_a$ )を“目もと”に対応づけ、遊び系の変数(回帰式  $y_c$ )を“口もと”に対応づけて顔の各造作の表現を行っている(詳細は文献[4]を参照)。

実行例:筆者の研究室の学部学生4年生12人に対して、キャバクラに関するアンケート調査を行なった結果を表1に示す。これらのデータをファジィ・フェイスチャートシステムで処理した結果を図6に示す。12人のそれぞれの思いがよく表われていることがわかる。

## 5. むすび

本稿では、大学をシステムとしてみた場合において、3つの観点から考察した。すなわち、「評価イメージ」「動的挙動」「学生のキャンパスライフ」の3つの観点である。本文中でも述べたが、大学をシステムとしてとらえるための、一意的なうまい方法はないといってよい。これは、一般の社会システムについても共通にいえることである。

このようなことから、大学システムをとらえるには、その目的の有無に固執することなく、システムとは「ものをつかまえる形」であると考えて、大学システムを考察した。したがって、大学システムをとらえるには、まず、大学の「何をつかまえたのか」ということを明確にすることから始まる。

## 文 献

- [1] 公文俊平:“自身の中にシステムを持つ人間, 社会”, *systema*, Vol.1, pp.6-7, 1988, Spring.
- [2] 椎塚久雄:“ファジィ理論”, 電気学会編あいまいとファジィ, pp.1-20, オーム社, 1991年6月.
- [3] 椎塚久雄:“システムダイナミクスと大学モデル”, *オペレーションズ・リサーチ*, Vol.31, No.7, pp.446-456, 1986年7月.
- [4] 椎塚久雄:“ファジィ・フェイスチャート”, *数理科学*, No.333, pp.66-71, 1991年2月.
- [5] H. Chernoff:“The use of faces to represent points in k-Dimensional Space Graphically”, *J. of American Statist. Assoc.*, pp.361-368, June 1973.

新時代のコンピュータ総合誌

# Computer Today

3月号/発売中/定価930円

## C++ 実用化に向けて

C++の動向と将来	斎藤信男
C++オブジェクトの特徴	久世和資
USL C++言語システム	阿部 伸
GNU C++の処理系	鈴木亮一
C++の日本語処理	熊谷典大
▶ CURRENT INFORMATION	
Solaris 2.0	樋口貴章
UNIX SystemV日本語共通規約	平塚康哲
Wingnut	引地信之
X11R5の新機能とその概要	栗林 博
DR DOS 5	佐々木哲
▶ SERIES ARTICLES	
教育とコンピュータ	江島夏実
Cで書くアルゴリズム	足田輝雄
遺伝的アルゴリズム	和田健之介・和田佳子

月刊誌

## 数理科学

4月号/発売中/定価980円

数理科学からみた

## 現代科学の横断面

数理科学の風景	一松 信
現代数学 応用面を中心に	山口昌哉
現代数学 純粋数学を中心として	砂田利一
数理物理学	荒木不二洋
数理化学	細矢治夫
生物学と数学の接点 数理生物学への誘い	三村昌泰
私の数理国語学	水谷静夫
数理心理学	池田 央
数理経済学 最適成長の理論	武隈慎一
現代科学のなかの数理統計学	石黒真木夫 <sup>他</sup>

■ 最新刊  
Cプログラマのための

## C++

I. ポール著/玉井 浩訳/A5/定価2884円

▶ 価格表示は、税込み価格となっています。

## サイエンス社

東京都千代田区神田須田町2-4 安部徳ビル  
電話 (03)3256-1091(代) 振替 東京7-2387