

# カタストロフィーの理論<sup>1)</sup>による組織動学の展開

星野 靖 雄

## 目 次

はじめに
1 組織動学と一般システム理論
2 紛争のモデル
おわりに
付録 カタストロフィーの理論
参考文献

## はじめに

組織行動の理論研究として、星野[20]は、組織動学という名称により組織行動の動学分析を行なってきた。

その際における第1の大きな問題点は、組織行動を把握するための変数の数が増加してくると連立微分方程式の解が解析的には解けなくなり、コンピューターにより数値計算を行なって解の特性を研究するという方法だけでは限界が存在することである。第2に、変数が多すぎることにより、変数間の相互関係が複雑になりすぎて定式化が著しく困難になることである。第3に、本来定性的な現象であり、微分方程式という量的なモデルにはそのままではのらない場合があることである。例えば、生物の成長過程での形態形成がそれである。ニワトリの卵から親に形態が変化する過程を動学的に、明確に記述する微分方程式は考えにくいのである。トム[57]

変数の数の増加に対処する通常の方法は、多変量解析である。これにより、多変量のもつ情報をいくつかの総合特性値に集約することができる。企業行動の研究においては、これが多く使われている。星野[21][23][24]

しかしながら、組織行動を計量化するについては重大な問題が発生する。すなわち、企業行動の研究では豊富に用意されている財務データや生産技術

のデータがありそれらが公表されており入手できるのに対して、組織行動についてのデータは非常に少なく、又、入手し難く、たとえ入手できるデータを人為的に解釈して組織行動の研究に適用しても、その結果の理論モデルの精度が低すぎるといふ問題がある。この点を補うには、実際に調査研究を行なってデータを収集することが必要であり、そういう研究は社会学で数多く行なわれているのであるが、組織行動一般を把握するような数多くのデータを収集するのが困難である。

そこで、これに対して、第1にデータの制約を離れて、まず理論的なモデルを作りモデルの整合性と完備性を追求するという研究が考えられる。第2に、数理生物学や生態学、制御工学、サイバネティックスのようにデータの蓄積が相対的に豊富で、理論化が伝統的組織論に比較して秀れている領域での研究を可能なかぎり応用しようとする方向がある。これらの科学では、理論化とその検証という科学のプロセスが徹底しているからである。

組織動学では、組織行動の微分方程式による厳密な定式化と、時間  $t$  が微分方程式の中に独立変数として組み入れられていることによる明確な動学モデルを追求してきたのである。星野 [20]

この考え方は、物理学における古典力学、そして統計力学的なアプローチの展開の応用であり、類推である。そして、時間が独立変数として関数に組み込まれているので、時間による偏微分が可能になり、動学化される。しかしながら、微分方程式、又、その一般化である力学系の欠陥である、定性的現象の記述が不十分である。この点を克服する理論は、カタストロフィーの理論によって与えられている。この理論の概説は付録で述べることにする。この理論に基づいたモデルは、モデルそれ自身の中に時間が独立変数として組み込まれていないという点で動学とはいえない。しかしながら、時間の経過とともに起こる形態形成のようなプロセスを記述しているという広い意味における動学といえるのである。この点に着目した研究方向は、M. ヘアー (Haire) によって具体的に展開されている<sup>3)</sup>。

カタストロフィーの理論を応用した研究には、Thom [56] の胚発生学での応用、Zeeman [60] の株価モデル、Zeeman [62] の刑務所での騒動のモデル、Zeeman [63] の飲酒運転のモデル、Dodson [11] の自然淘汰のモデル等数多くの適用例がある。我国では、梶田 [28] の経済学での応用や星

野[19]の社会変動の理論での応用等がある。

本稿では、組織動学の一環として、労働運動のカタストロフィーの理論によるモデルを考察する。

第1節では、組織動学は一般システム理論と深い関連があるので、この点について検討し、組織理論の研究上で組織動学の位置付けを行なう。

第2節では、組織動学の発展の方向として、分析的方法による量的側面のモデル化である量のモデルではなく、超分析的手法による質的側面のモデル化である質のモデルの構成を考える。このためには、カタストロフィーの理論が有効な手段となるのであり、カタストロフィーの理論を具体的に適用した労働運動のモデルを組織動学の一環として考察する。

## 1 組織動学と一般システム理論

この節では、組織動学の組織理論研究での位置付け、及び組織動学と関連の深い一般システム理論について述べることにする。

組織動学とは、組織行動を記述、説明、予測、制御をするための動学理論である。星野[20]

具体的には、組織に所属するメンバーの数に注目して、組織間の相互作用により、組織が動学的にどのような変遷をするのか、更に、この行動を制御するにはどのパスを通るようにすればよいのか、又、組織行動のミクロ的視点とマクロ的視点を統合するにはどのような理論的枠組が必要であるか等の研究を行なってきた。

組織動学又は **Organizational Dynamics** という名称を使った論文には、古瀬[33]、Heard [16] がある。前者では、組織の動学的均衡モデルとして組織形態・仕事・人間の3要素のバランスの状態をあげている。後者では、レイオフ等による労働力の減少による仕事の組織への影響を分析している。両者とも、概念的な取り扱いであり厳密なモデル化を考えてはいないといえる。

組織動学という名称を使ってはいないが、組織動学の範囲に入っている研究には Doreian [12] がある。特に、第3章の組織変革の構造制御モデルは優れた研究であるといえる。今後は、このような社会学からの組織の動学モデルの研究をも検討する必要がある。

March [38] は、組織理論の課題として、①リーダーシップの研究、②組

組織動学、③組織病理学、の3つを<sup>4)</sup>列挙している。この3つの課題のうち、第2の、組織動学の研究方向が本稿の意図するところである。マーチは、組織動学を組織の出生、成長・成熟、衰退、死滅のエイジングによる組織の学習、自然淘汰と、組織に所属している人間のコントロールであるという考え方を打ち出している。組織の静態的な分析、静学分析ではなく、組織のダイナミックな連続的過程を認識しようとする組織の動学分析であり、これを組織動学と<sup>5)</sup>いっているのである。

次に、組織論研究の分類と方向を概観し、組織動学の位置付けを行なうことにする。

組織論の研究方向として、ハース (Haas) とドラベック (Drabek) は、組織を<sup>5)</sup>観測するのに中心となる変数の種類により8つの組織の分類を行なっている。そこでは、① 理性的視点、② 古典的視点、③ 人間関係論的視点、④ 自然的システムの視点、⑤ コンフリクトの視点、⑥ 交換の<sup>6)</sup>視点、⑦ 技術の視点、⑧ オープン・システムの視点、があるとしている。ここでは、組織動学と関連の深いアプローチとして、⑧オープン・システムの視点を取り上げることとする。オープン・システムの視点というのは、L. V. <sup>7)</sup>ベルトランフィー (Bertalanffy) によって初めて唱えられた一般システム理論がその代表例である。この考え方には、K. E. ボールディング (Boulding) も同調して、A. ラポポート (Rapoport) や R. ジェラルド (Gerald) とともに一般システム理論学会が創設されている。

オープン・システムの視点の特徴は次のように列挙されている。

1) 組織がシステムの中のシステムとしてみられている；システムは相互作用をしている要素の複合体であり、この相互作用をしている要素の<sup>8)</sup>関係に焦点があり、個々のバラバラな要素だけを調査しても全体は認識できないことになる。

2) システムはオープン・システムである；このオープン・システムは孤立しては生存しえないのであり、環境から区分されているクローズド・システムと対比される。クローズド・システムは、熱力学の第2法則、すなわち、エントロピーは増大するという法則に従って、物理的性質が最大限の無秩序に向かつて進むことになる<sup>8)</sup>。これと反対に、オープン・システムは、環境との相互作用があるという意味でオープンであり、エントロピーの増大を

避け、又、より組織の安定を増すために、エントロピーの減少をはかる。シュレディンガーはこのことを生体が負のエントロピーを食べている<sup>9)</sup>といっている。

3) オープン・システムは等結果性の法則に従う；すなわち、異なった初期条件や異なった方法によっても、最終的には同一の結果をもたらす<sup>10)</sup>ことである。又、環境の質が違っていると、すべての組織にとってベストであるような最終的状态や構造はありえないのである。このことは、組織の構造が組織と環境の相互作用の違いの影響を受けることを意味している。

4) オープン・システムには数多くの環境の変化の型に対して適応的に反応するような複雑なフィードバックと調整機構がある；フィードバックによって、与えられた目標からの乖離が生じたときには自己調整することになる。又、現実には情報の不確実性から、等結果性は維持されるが、唯一最適な経路が存在するのではなく、満足できる解を採用することになる。

5) 組織を活動のパターン化されたセットとみなしている；組織内の個人ではなく、その活動のパターンに依存していると考えられるのである。組織をシステムと同一の、インプット、変換、アウトプットという活動で認識しようとするためである。この点は、T. パーソンズ (Parsons) のいう抽象的なシステムとは異なっている。彼は、組織を役割のシステム (体系) とし、役割がパターン化された行為であるとしている。オープン・システムの視点は、抽象的システムではなく、具体的な行動変数に基づいているのである。

6) 組織は環境から自らを区分するような境界をもっている；特に、組織をシステムと同じように全体として把握しようとする<sup>11)</sup>とこの境界は重要になる。D. カッツ (Katz) と R. L. カーン (Kahn) によると、境界というのは、システムの活動を定義するための区分ということであり、システムの活動というのは、システムのメンバーの参加や物の移入のことであるとしている。そして境界は、この内側と外側の相互作用の障壁となっている。

7) システムの内外の相互作用は異なった管理と自治をもたらす；種々のサブシステムの機能は調整されなければならない<sup>12)</sup>、そのためにシステムには階層構造があり、各水準は何らかの自治能力をもち、上位の水準からは管理されることになる。組織は複雑なバーゲーニングのシステムから成立している

グループのネットワークとして存在しているのである。よって、組織現象は調停過程の分析により理解されうることになる。

8) オープン・システムの分析は還元主義 (reductionism)<sup>11)</sup>ではなく学際的 (interdisciplinary) 理論である；例えば、科学の統一ということが、あらゆる科学を最も進歩している物理学に還元すること、物理学的なものに最終的に分解することと考えられてきた。これが還元主義である。これに対して、異なる分野での法則の同形性、構造的な一様性が示されれば科学の総合といえるという考え方がある。これが遠近法主義 (perspectivism) と呼ばれる立場である。この立場の統一原理は、すべてのレベルや分野において組織を見出すことである。Bertalanffy [5]

以上のような、オープン・システムの視点にはいくつかの批判が考えられる。第1にこの視点を実証的研究の基礎として実際に使用すると、オペレーショナルないくつかの問題を生じるのである。又、オペレーショナルにするには不都合な考え方を含んでいるのである。概念として、境界、適応、フィードバックといっても具体的にオペレーショナルではないのである。第2に、異なる研究分野や水準にかかわらず、同一の形態や一様性をもつ科学の統一ということが、「すべてのものに役立つことは何にも役立たない」といわれるような傾向をもつことを否定できない。すなわち、あまりに一般的な論理が何の特殊状況も説明しえないことになることである。他にも、個人間の構造や期待が視点に組み入れられていないとか、技術がこのモデルの中に統合されていない等の問題がある。

次にハースとドラベック以外の組織理論の分類をあげてみる。Grochla [14] は、組織理論の学派を次のように分類している。

- I. 経営経済的・実用主義的組織論
- II. 行動理論的組織
  1. システム全体の構造関連的行動の解明に貢献したもの
  2. 個人及び集団行動の解明に貢献したもの
- III. 決定論的組織論
  1. 決定論理指向の組織論
  2. 決定行動指向の組織論
- IV. 情報システム指向の組織論

## 1. 形成過程指向の組織論

## 2. 形成結果指向の組織論

## V. システム理論及びサイバネティックス（制御工学）指向の組織論

このような分類で、Vのシステム理論及びサイバネティックス指向の組織論は次のようである。

システム理論といっているのは、一般システム理論のことで、一般システム理論は包括的な、それ自体まとまりのある総合科学的な立場から解明することを狙いとしている（科学思想の統一性）。そして、物理学、工学、生物学、社会学、心理学等様々な学問分野における認識は、物的制約条件を抽象化するという前提に立ち、いずれも類似又は同一の事態をめざすとしている。

又、サイバネティックスについては、制御理論と通信理論を基礎としているのであり、次の2点に集約できるとしている。

(1) 工程の統制や制御の問題をシステムという結合関係の中でとらえたこと。

(2) 制御・通信工学での信号伝送という概念を情報伝達概念として一般化したこと。それ故、サイバネティックスは、システムにおける制御と統制に関する情報伝達の過程に取り組むものであるとしている。

経営組織の問題としては、経営職務遂行過程における、人と機械の機能行動を制御する、最適制御システムのメカニズムをもつという点においてシステム理論とサイバネティックスが結びつくのである。組織行動の制御という考え方の定式化は、星野[20]でなされている。

一般システム理論とサイバネティックスの相違については、Bertalanffy [4] が次のように述べている。

サイバネティックスは情報とフィードバックを基本概念としている。情報については、環境に対してオープン・システムであるが物質交換についてクローズド・システムである。又、フィードバックとは、生物での恒常性維持（ホメオスタシス、Homeostasis）で代表されるように、特定の指標を一定水準に維持することである。そして、サイバネティックスでは、このような構造的なしくみ、機構を前提にしているという点で機械論的である。これに対して、一般システム理論は、多数個の変数間の動的相互作用のモデルであり、システムがオープンであり、エントロピーを減少させることができるのであ

る。

一般システム理論の組織研究における位置付けは以上のように明瞭であるが、一般システム理論と組織動学の関係について次に論述する。

一般システム理論のねらいについて、ベルタランフィーは以下のように述べている。Bertalanffy [5]

- (1) 自然及び社会諸科学に統合をめざす一般的な動きがある。
- (2) このような統合の中心はシステムの一般理論にある。
- (3) このような理論は非物理学的分野の科学で精密な理論をめざすとき重要な手段になる。
- (4) 個々の科学の世界を縦に貫く統一原理を展開することにより、科学の統一の目標に近づく。
- (5) 科学教育で極めて必要とされる統合へと導く。

このように、一般システム理論は広範囲にわたる科学全体の統一理論をめざしている。

しかしながら、現実には物理学、生物学、心理学、社会科学における共通性を引き出すことにのみ主眼があり、一般システム理論独自の理論形成については極めて貧弱な状態にあるといえるのである。

科学の目標は、自然現象、社会現象を含めたすべての現象をより少ない法則なり原理なりで一貫して、より広範囲にわたり記述、説明、予測することである。この意味においては、一般システム理論の主張はごく当然のことである。

組織動学は一般システム理論と類似の方法論をもっているが、具体的な展開の仕方が異なっているのである。その主眼は組織行動の動学分析なのであり、それ以外の領域における研究とは関連はないとはいえないが、別個のものとして理解されるべきである。例えば、近代経済学のミクロの理論は、古典物理学を目標として形成されたし、類似の概念を使用しているといっても、全然別個の独立した研究領域であるが如くである。

学問間の共通点や相違点を比較検討することは特定の学問の進展には何らかの役に立つかもしれないが、比較検討それ自身に意味があるのではない。そこで、一般システム理論が、広範囲な研究領域を対象とすることにより、科学の統一理論を設定しようとすることは妥当であるとしても、具体的に独



自な理論を展示するのではなくては存在理由がないのである。この意味で、組織動学の研究対象は組織行動、組織現象なのであり、一般システム理論のようなシステム全体を研究対象とし科学の統一を図ることを目指してはいないのである。そして、異なる学問間の共通性を抽出して一般理論を構築するというのではなく、組織現象の理解のため他の科学で発展した手法や論理形式を応用することがあるにすぎない。

次に、カタストロフィーの応用という点に注目してみる。

組織動学、一般システム理論の共通の大きな問題は、前述のような方法の問題、すなわちモデルを表現するのに微分方程式しか使えないという点である。これを克服する有力な数学的道具がカタストロフィーの理論である。

佐和[57]によると、“一般システム理論は、「一般システム」をもっておらず、個別システムを抽象し、それらの間の共通点を探ることにより「一般システム」のイメージを構成し、経験的に帰納している相対概念であるにすぎない。しかし、カタストロフィーの理論の場合には、数学的実在としての「一般システム」が絶対的にはじめから存在している。”としている。

組織動学に対しては、このような批判は成立しない。そして、カタストロフィーの理論が組織動学の新たな展望に対して重大な役割を担う理論であると考えられる。そこで、次節に、新左翼の労働運動を記述するカタストロフィーの理論によるモデルを展開する。

## 2 労働運動のモデル

組織動学の展開として、本節では、我国における新左翼の労働運動を例として分析対象とする。<sup>12)</sup>

戸塚[58]の研究は、革共同中核派、革共同革マル派、社青同解放派、及び共産同の4党の指導者との面接調査、機関誌・誌類の分析により、労働運動の分野における70年安保へむけての新左翼諸党派の実践を吟味、分析することが目的であった。これらの4党派は、1960年代初期から70年安保に至る労働運動において、長期的に現実の運動に影響を及ぼしてきたと考えられている。4党の中で、革共同中核派は、1960年代の組織的活動により生み出された大量の労働活動家による街頭武装闘争で運動を具体化した。革共同革マル派は、既存の労働組合の組織を通して運動を左傾化していった。これに対

し、社青同解放派は、必ずしも労働組合の組織枠に縛られず、行動委員会、スト実行委員会等の組織により拠点政治スト、山猫ストを実行、そこから街頭闘争に進出していくことを追求した。そして、共産同は、街頭における反政府実力闘争と拠点的職場における労働者の政治的決定、反乱とを結びつけて、マッセンストライキとして闘った。

新左翼行動年表は、①主として朝日新聞、毎日新聞の記事、②その他、国際政治年鑑（日本社会党）、前衛（日本共産党）、近代日本総合年表、朝日年鑑、毎日年鑑、③新左翼諸党派機関誌に典拠している。参加人員については、資料により差異が著しいため警察発表によるものとした。

原データは、新左翼の行動について、その日時、集会名又は闘争名、主催団体、場所、参加者数、逮捕者数、行動の項目を概説している。行動の中には、集会、デモ、投石、角材、火炎ビン、機動隊との衝突、交番襲撃、バリケード、内ゲバ、放水、放火、座り込み、催涙ガス、発煙筒、殺虫剤、爆竹の使用、基地侵入、スト、ハイジャック等、紛争のさまざまな形態がある。

参加者数と逮捕者数については次のような操作をする。原データより、データの傾向的な動向を把握するためにデータを平滑化する。データの平滑化には、時系列分析と指数平滑化法に2分される。前者では、比較的古い情報でも新しい情報でも、予測をする場合に平等に扱っているため、新しい情報に一番加重し古いものほどウエイトを軽くする後者を選択する。春日井[29]

指数平滑法は一種の加重移動平均法であり、1次指数平滑法、2次指数平滑法、3次指数平滑法とあるが、本稿では1次指数平滑法を採用する。原データは、集会の参加者数と逮捕者数の対が152対ある。これを月別にまとめると、1965年1月から1970年6月までの間に45件のデータがあった。この原データを次式で各々指数平滑化する。 $t$ 期における実績値を $R_t$ とし、 $t$ 期の期待値を $E_t$ とすると、 $E_t$ は次のように表現される。

$$\begin{aligned} E_t &= \alpha R_t + (1-\alpha) \{ \alpha R_{t-1} + (1-\alpha) E_{t-2} \} \\ &= \alpha R_t + \alpha(1-\alpha) R_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2 R_{t-2} + \dots \\ &\alpha : \text{平滑化指数} \quad 1 \geq \alpha \geq 0 \end{aligned}$$

平滑化指数は0.5を導入した。

45ケースの新左翼の行動における参加者数と逮捕者数の原データ及び平滑化データは表1のとおりである。

又、新左翼の行動項目については、その強度を表現するために表2のように計量化をした。計量化の方法としては、行動を5つの段階に分け、弱い順に評価が1として集会、デモ、2にはストライキ、ジグザグデモ、バリケード、座り込み、基地侵入を入れ、3として投石、角材、駅乱入等を分類し、4には火炎ビン、機動隊・警官隊との衝突、最後に5としては放火、内ゲバ、ハイジャック、交番襲撃のような最もエスカレートした行動の場合にした。そして、それらが発生した回数に1～5のウエイトをかけたものの加重総和を出した。更に、一番総合得点の高かった1970年6月の74を100として、他

表1 新左翼の行動表

年月	参加者数		逮捕者数	
	原データ	平滑化データ	原データ	平滑化データ
1965. 2	3,010		43	
4	24,700	13,855	37	40
5	2,840	11,652	10	34
6	39,350	17,192	34	34
10	160,500	45,853	108	49
11	202,300	77,143	77	54
12	3,800	62,474	39	51
1966. 5	26,820	55,343	13	44
6	14,000	47,075	0	35
7	12,700	40,200	7	29
9	10,000	34,160	0	23
10	31,640	33,656	28	24
1967. 2	1,500	27,225	10	22
5	5,600	22,900	52	28
6	923	18,504	11	24
7	17,000	18,203	0	19
10	213,000	57,163	60	28
11	1,800	46,090	0	22
1968. 1	53,500	47,572	148	47
2	3,500	38,758	22	42
3	13,150	33,636	406	115
4	40,200	34,949	213	135
6	18,300	31,619	8	109
8	1,630	25,621	69	101
9	2,000	20,897	45	90
10	323,600	81,438	1,300	332
11	10,800	67,310	465	359
12	3,785	54,605	4	288

1969.	1	5,500	44,784	76	245
	2	41,500	44,127	18	200
	3	500	35,402	6	161
	4	214,400	71,201	1,060	341
	5	56,900	68,341	49	282
	6	134,100	81,493	311	288
	8	24,600	70,114	93	249
	9	16,700	59,431	83	216
	10	613,350	170,215	1,679	509
	11	332,400	202,652	2,191	845
	12	3,300	162,781	187	713
	1970.	1	10,000	132,225	38
2		5,350	106,850	18	466
3		9	85,482	0	373
4		260,300	120,445	296	358
5		9,600	98,276	15	289
6		595,130	197,647	2,478	727

表2 新左翼運動の紛争強度表

年月	評価	1	2	3	4	5	総 得 点	総 合 強 度
		回 数						
1965.	2	3	1	2			11	15
	4	2					2	3
	5	2		1			5	7
	6	3					3	4
	10	10	4	1			21	28
	11	9		3			18	24
1966.	12	3					3	4
	5	4	3		2		18	24
	6	1					1	1
	7	2		1	1		9	12
	9	1					1	1
1967.	10	2		2	3		20	27
	2	1		1	1		8	11
	5	1		1	1		8	11
	6	2			1		6	8
	7	1					1	1
1968.	10	4		2	2	1	23	31
	11		1				2	3
	1	7		7	5		48	65
	2	3		5	2		26	35
	3	4		7	3	1	42	57
	4	4			1		8	11

1968.	6	3	2	2	1		17	23
	8	2	1				4	5
	9	1			1		5	7
	10	3		3	1	1	21	28
	11	2					2	3
	12	2			1		6	8
1969.	1	1	1	1	2	1	19	26
	2	2			1		6	8
	3	1			1		5	7
	4	4				1	9	12
	5	2					2	3
	6	6	1				8	11
	8	1					1	1
	9	4	1		2	1	19	26
	10	10	3	2	6	1	51	69
	11	7			1		11	15
	12	1		2			7	9
1970.	1	3					3	4
	2	2					2	3
	3					1	5	7
	4	4	3	2	2	2	34	46
	5	3				1	8	11
	6	18	2	2	9	2	74	100

① 評価1 集合, デモ

// 2 ジグザグデモ, ストライキ, バリケード, 座り込み, 基地侵入

// 3 投石, 角材, 駅乱入

// 4 火炎ビン, 機動隊・警官隊との衝突

// 5 内ゲバ, ハイジャック, 交番襲撃, 放火

② 総合強度は, 総合得点の最高値74を基準値の100として計算した。

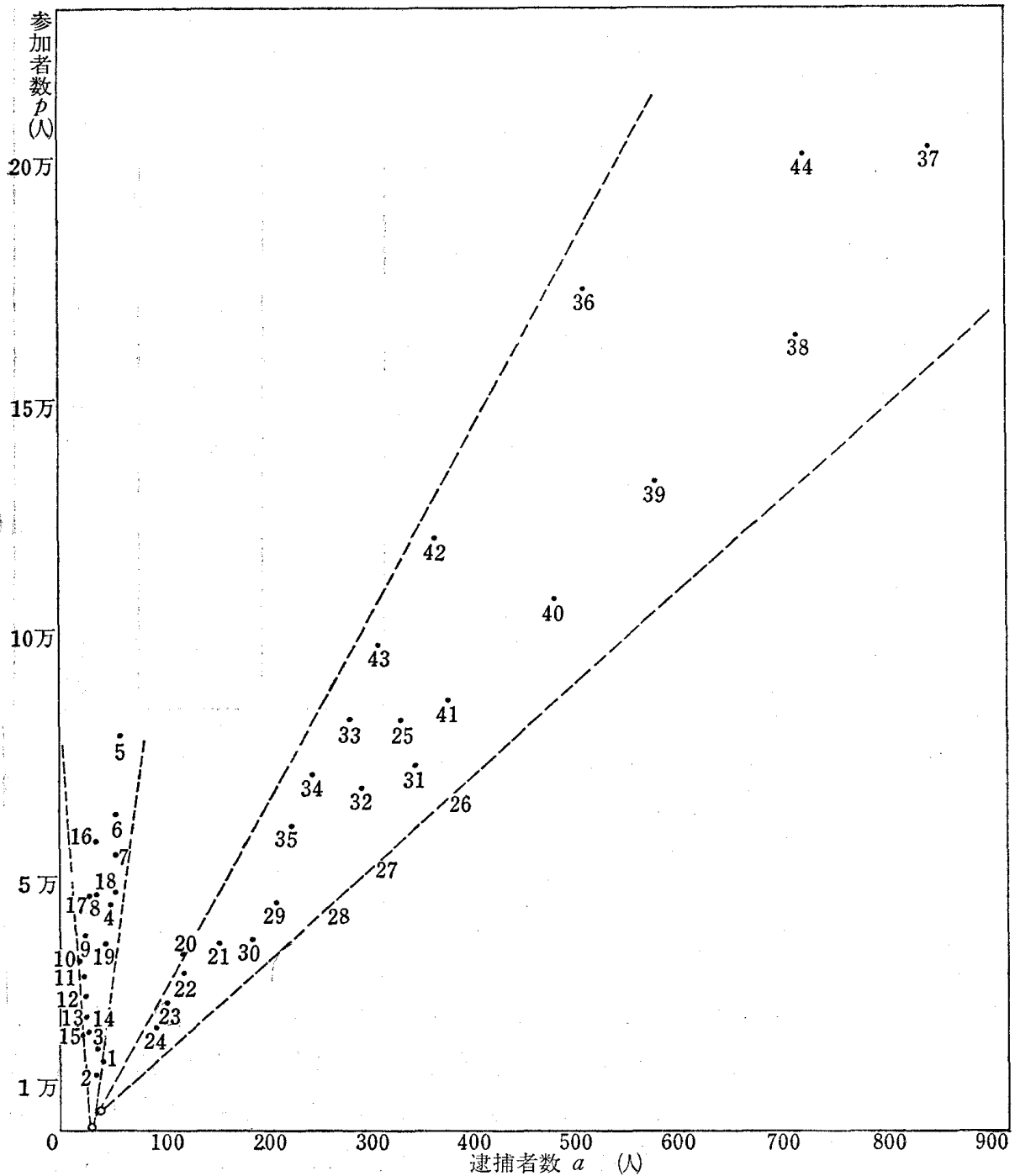
のスコアもこれに従って換算した数値が行動の強度をあらわす総合強度である。

以上のような3変数のデータを図にプロットしてその特性を調べてみる。

このモデルの逮捕者数  $a$  と参加者数  $p$  を平面上へプロットすると, 図1のようにくさび型の図で示される。くさびの図は, 平滑化された値をプロットしたため1965年2月には平滑値がなく, 1965年4月を1として順次, 番号をつけてある。1から19までの紛争の初期においては, 図の左側の小さいくさびの中に紛争が入り, 20以降45までのデータは右側の大きいくさびの中に含まれる。この2つのくさびの突点は非常に近くに位置していることがわかる。

労働運動の参加者数と紛争の強度については図2のような圧縮したs字状

図1 参加者数と逮捕者数によるくさび型の図



の関係がある。すなわち、参加者数  $p$  を増加していくと紛争の強度は徐々に増えていくのであるが、ある時、突然の変化が下の曲線から上の曲線へと、例えば図のような、ジャンプがおこることになる。

紛争の強度と逮捕者数との関係は図3のようにc字状のくさびで示され

図2 紛争の強度と参加者数の図

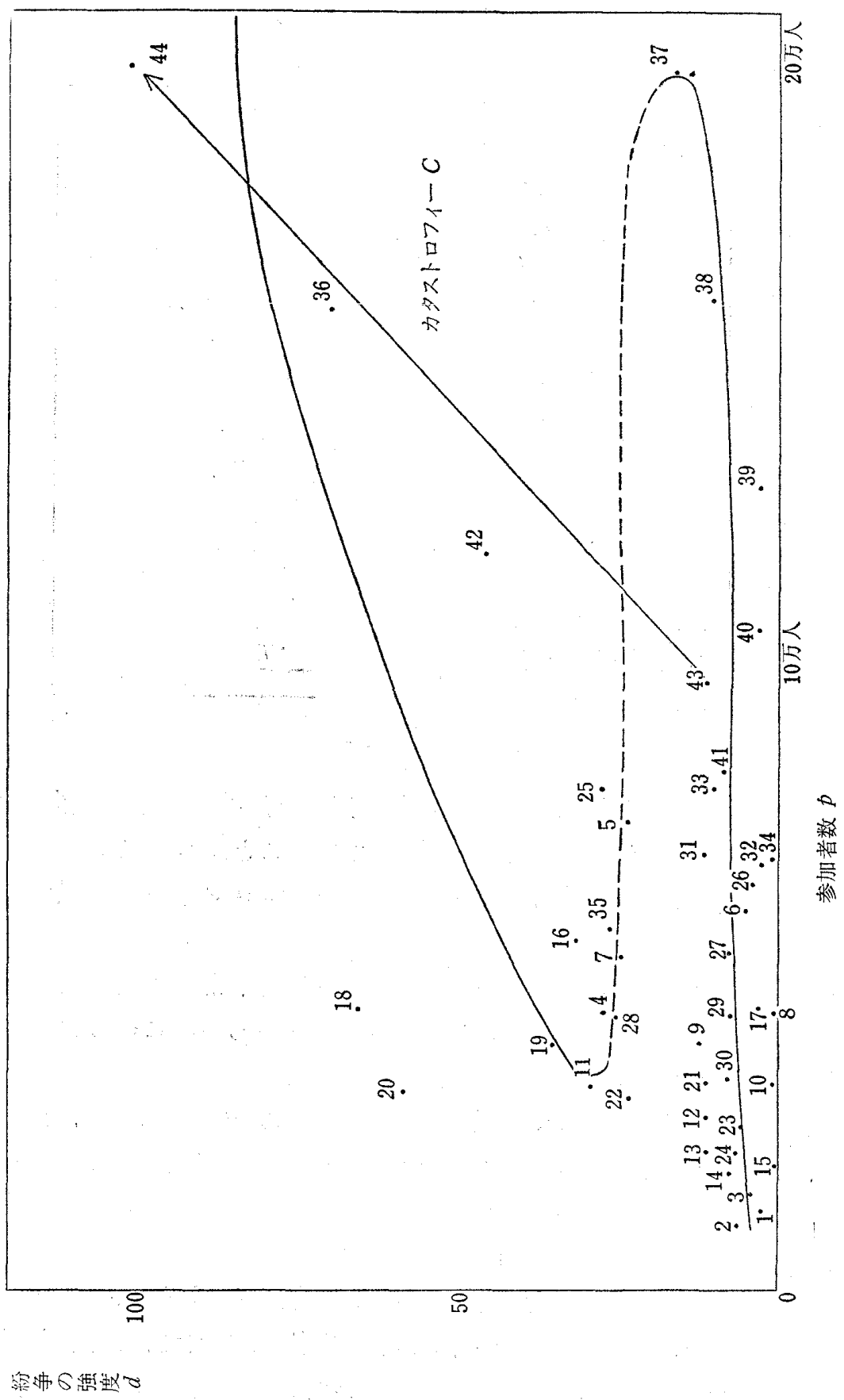
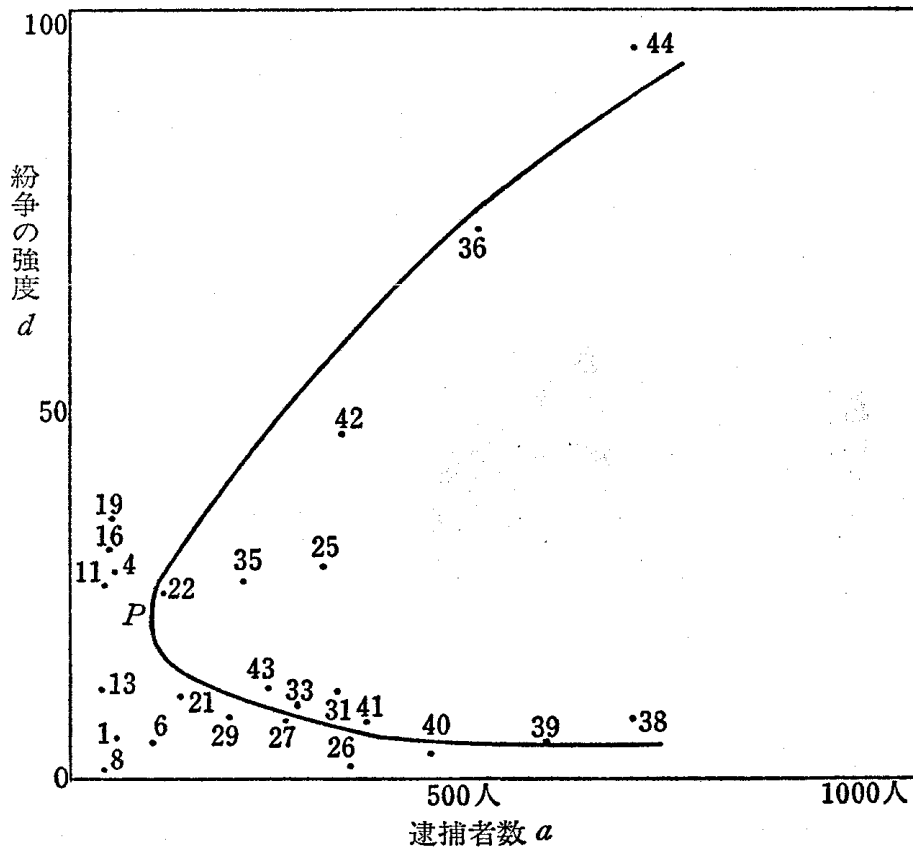


図3 紛争の強度と逮捕者数の図



る。くさびの突点  $P$  より下では、紛争の強度と逮捕数は単調減少関数で示され、 $P$  より上では反対に単調増加関数であることがわかる。

以上より3変数の関係は、次のようなカタストロフィーで表現できると考えられる。

新左翼行動のカタストロフィーは、参加者数を平常要因として、逮捕者数を分裂要因としたくさび型のカタストロフィーである。このカタストロフィーは図4のようである。

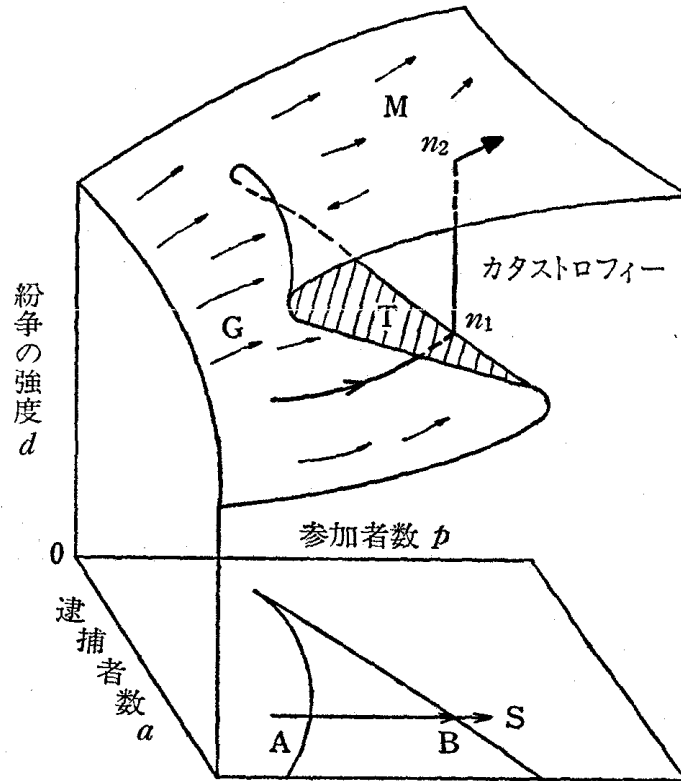
参加者数  $p$ 、逮捕者数  $a$ 、紛争の強度  $d$  はトムスの定理により、カスプ・モデルやシステムの状態を表現するポテンシャル関数  $V$  で次式のように示される。(p.62 の付録の表4より)

$$V = d^4 + ad^2 + pd$$

図4では、参加者数  $p$  が比較的によく、逮捕者数がベクトル  $S$  のように  $A$  から  $B$  へ移動して増加していく。 $B$  点に到達するまでは、曲面  $M$  上を紛争の強度  $d$  を高めつつ、しかし平穏に動いていくのであるが、 $B$  点に到達



図4 紛争のカタストロフィー



すると  $n_1$  から  $n_2$  へと急激な変化をする。このジャンプが紛争のカタストロフィーである。

このポテンシャル関数の極小値を求めれば、紛争のモデルの状態が与えられるので、これを  $d$  で偏微分して0とおく。

$$\frac{\partial V}{\partial d} = 4d^3 + 2ad + p = 0$$

この式が図4において、三重になって折り曲げられている曲面  $M$  をあらわす。

曲面  $M$  から上面と下面を分けている敷居の曲面  $T$  を除いた曲面  $G$  は

$$\frac{\partial^2 V}{\partial d^2} = 12d^2 + 2a > 0$$

で示される。又、 $M$  の折れ目の線は

$$\frac{\partial^2 V}{\partial d^2} = 12d^2 + 2a = 0$$

である。これを、逮捕者数  $a$  と参加者数  $p$  による平面へ写影したくさびの曲線は、次の2つの条件を満たす  $a$ ,  $p$  である。

$$\begin{cases} \frac{\partial V}{\partial d} = 4d^3 + 2ad + p = 0 & \text{①} \\ \frac{\partial^2 V}{\partial d^2} = 12d^2 + 2a = 0 & \text{②} \end{cases}$$

$$\text{②より} \quad a = -6d^2 \quad \text{③}$$

$$\text{これを①に代入する} \quad 4d^3 - 12d^3 + p = 0$$

$$\therefore p = 8d^3 \quad \text{④}$$

③④より  $d$  の項を消去するためには、③④を次のように変形する。

$$\frac{a}{6} = -d^2 \quad \text{⑤}$$

$$\frac{p}{8} = d^3 \quad \text{⑥}$$

⑤<sup>3</sup>+⑥<sup>2</sup> を求める

$$\frac{a^3}{216} + \frac{p^2}{64} = 0$$

$$\therefore 8a^3 + 27p^2 = 0 \quad \text{⑦}$$

これがくさびの曲線であり、くさびの点を原点とした座標上で示される。このくさびの曲線は、実際のデータにより、図1のようである。但し⑦と図1とは直接対応していると考えerのではなく、線形変換をすることにより対応すると考える。

### おわりに

以上のように、本稿においては、新左翼の労働運動の推移をカタストロフィーの理論によって記述した。

新左翼の労働運動は、1970年の安保闘争という目的が明確に定められた紛争のモデルである。そのため、Zeeman [62] が行なったような刑務所での騒動のモデルとは異なっている。刑務所のモデルは、騒動のピークが、現象的には予測できなくて、突然起こったような、真にカタストロフィーにふさわしいモデルである。これに対して、安保闘争の方は、期限が定められており、計画的に紛争を起こしているのである。しかしながら、計画的とはいっても、すべての紛争を単独の意思決定者が計画しているのではなく、多くの個人や組織が計画し、又は突発的な行動が起こったのであるため、カタスト

ロフィーの理論で十分処理できる問題であると考えられる。

データの処理にあたっては、参加者数と逮捕者数に対して平滑化法を適用した。平滑化をしなくて、原データをそのまま使用しようとするカタストロフィーがあらわれにくいし、くさび型も明瞭な形では出現しないのである。この意味で、カタストロフィーの理論の適用には少なからずの問題が発生する。すなわち、厳密な意味での科学には、記述、説明、予測、制御のプロセスが必要であるにもかかわらず、このモデルでは、記述がせいぜいであり、現象の説明はかなり不十分であるし、予測、制御にいたっては、全く不可能であるのである。<sup>13)</sup>非常に大まかな傾向が把握されるのにすぎないのである。

カタストロフィーの理論を社会科学へ応用しようとする一連の研究はジーマンによって行なわれている。しかしながら、カタストロフィーの理論を応用することについては、トムとの間に異なった考え方がある。トムは、従来からある数量的連続現象の分析に対し質的不連続現象を理解する理論として、カタストロフィーの理論を考えている。従って、質的予測は可能になるが量的な予測に使うには、データが必要となる。そして、法則が不明で量的予測ができないような現象にこそが、カタストロフィーの理論の適用に意味があり、この理論は自然哲学であると考えている。トム [57]

これに対し、ジーマンは、実際のデータを集め理論的に検証してみることが理論の真価を立証することであると考えている。そのために、いくつかの応用研究を行ない、その成果を発表しているのである。

本稿は、ジーマンの考え方に沿うものであるが、このモデルの有効性については、十分であるとはいえず今後の検討が必要である。

カタストロフィーの理論により、内部の法則がよくわからない現象に対して、全体の展望をし、その上で、最終的には、現象を定量化し、微分方程式の解を求めるというプロセスは必要であると考えられる。その際、多変量のデータに対しては、変数の数を減らすため、例えば多変量解析のような手法が必要となる。

最後に、カタストロフィーの理論を応用した分野の一覧表を表3に示しておく。今後の理論の新たな展開が期待されるものである。

表3 カタストロフィーの理論の応用分野

研究領域	テ ー マ
物理学	相移転, 光の反射, 衝撃波
工学	ダッフィングの方程式, Vandel Pol と Leinard の方程式, 減衰振動
地球物理学	流域, 地形学, 山脈
経済学	経済成長とインフレーション, 需要と供給, 生産関数, 景気循環, 株価変動
経営学	紛争
生物学	搏動, 神経刺激, 腸胚発生, 生物形態
心理学	怒りと恐怖, 接近と拒絶, 領域侵害, 学習, 飲酒運転, 不幸福感, 記憶の形成と喪失, 視覚認識
社会学	社会変動, 意見形成, 非行, 群衆と暴動, ストライキ
政治学	権威, 不安定, 委員会の行動, 革命
言語学	言語構造
生態学	個体群の動態
法学	検閲

坂根[52]のジーマンの講座の資料に, その後に発展した内容を加えて作成した。

#### 付録 カタストロフィーの理論

カタストロフィーの理論はフランスの数学者 R. トム (René Thom) が創始した理論であり, 1972年に仏語による *Stabilité structurelle et morphogénèse* が出版され, 75年には D.H. Fowler による英訳 *Structural stability and morphogenesis* が出版されている。この本は, 副題が「モデルの一般理論のアウトライン」とあるように, 自然現象, 社会現象一般を統一的に説明する普遍モデルの構築をめざしているのである。それは, 現代科学に対して新しいメタ科学の理論を提供している。佐和[57] トムによると本のタイトルの構造安定性というのは, ある関数  $F(x)$  が与えられたとき, その関数を十分小さく摂動させたとき, 摂動した関数  $G = F + \delta F$  が, 関数  $F$  と (位相的に) 同じ形態のままである場合をいう。又, 形態形成とは, 一般的な意味で形態のあらゆる創造的・破壊的過程をいうのであり, 本来の語義である生物の器官の成形的過程 (pattern formulation) をも含んでいる概念であるとしている。

物理学を先頭とする自然科学に対し, 社会科学や生物学は非厳密科学 (inexact science) とかソフト・サイエンスといわれている。この原因には次の3点が考えられる。第1に, 扱う変数が多数であり, 変数間の相互作用が

複雑であること。第2に、多変数の条件の厳密な設定が困難であり、ほとんど同じ条件のもとでも結果に大差が生じ不安定であること。第3に、変化に不連続な現象が多く、これを統一的に説明することが難しいこと。カタストロフィーの理論は、こういった現状の科学に対して新しいモデルを提供する理論であると考えられるのである。それによって、社会科学や生物学も厳密科学又はリギッド・サイエンス (rigid science) になることが可能になるのである。

カタストロフィーの理論は、1920年代より始まった、図形の定性的研究をする微分トポロジーに属する現代数学の一分野である。

組織現象が下のような一連の微分方程式で示されるとする。

$$\frac{dx_i}{dt} = f(x_i, t) \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

ここで、 $x_i$  は状態変数である。

関数  $f(x_i, t)$  が、変数として時間  $t$  を含まないとき上の微分方程式は自励系 (autonomous) といい、含むときには非自励系 (non-autonomous) という。関数  $f$  が自励系であったり、 $x$  の一次関数であったり、非常に簡単な非線型であれば、初期条件が与えられると、上の微分方程式の解は求められる。しかし、少し複雑な関数形であったり、変数の数が増加してくると、解析的に解くことは不可能になる場合が多くなる。このような場合には、解の定性的特性を調べるのが重要になってくる。

そこで、

$$\frac{dx_i}{dt} = f(x_i) = 0 \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

を満たす点のことを均衡点 (equilibrium point)、又は、特異点 (singular point) という。外乱により均衡点を離れた場合でも、十分長い時間の後には均衡点に戻ると、均衡点は漸近的に安定 (asymptotically stable) と呼ばれる。均衡点からの乖離がわずかである場合にのみ安定であるのを局所的に安定であるといい、どんなに遠く離れていても安定であれば大域的に安定であるという。

微分方程式の状態変数  $x_i$  を距離と考えれば、 $\frac{dx_i}{dt}$  は速度をあらわし、 $n$  個の速度の合成は1つのベクトルを描くと考えられる。平面や球面などの曲

面  $M$  にベクトルを描いてできる図形を曲面  $M$  のベクトル場という。更に、曲面  $M$  を拡張し、一般的に  $n$  次元空間で、ある点の周囲にある点の集合が  $n$  次元球となるような空間を多様体といい、これも  $M$  であらわす。この多様体  $M$  上のベクトル場  $X$  を力学系と呼ぶ。

微分方程式の左辺が、関数  $V(x)$  の導関数  $V'(x)$  に負の符号をつけたものによって与えられるとする。この  $V(x)$  をポテンシャル関数という。

$$\frac{dx}{dt} = -V'(x)$$

ポテンシャル関数が  $V = V(x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_m)$  で示されるとする。ここで  $x_1, \dots, x_n$  はシステムの状態（結果）を示す変数であり、 $y_1, \dots, y_m$  はコントロール（原因）を示す変数である。コントロールの点  $C = (y_1, \dots, y_m)$  が与えられたとき、この値をポテンシャル関数に代入した関数  $V = V_c(x_1, x_2, \dots, x_n) = V\{x_1, x_2, x_n, \dots, C = (y_1, \dots, y_m)\}$  が得られる。

4次元空間  $R^4$  で構造的に出現するポテンシャル関数  $V$  の特異点のすべてを一覧表に作成すると表4のようになりこれを初等カタストロフィーという。

表4 初等カタストロフィーの一覧表

名 称	ポテンシャル関数	コントロール空間の次元	状態空間の次元	特 性
折 り 目	$x^3 + ux$	1	1	1つのアトラクターが壊れ、それよりもポテンシャルの低いアトラクターに捕獲される。
カ ス プ (しわ)	$x^4 + ux^2 + vx$	2	1	1つのアトラクターが2つの別々のアトラクターに分岐する。
燕の尻尾	$x^5 + ux^3 + vx^2 + wx$	3	1	波面の表面がくぼんで溝になり、その底が衝撃波の端部となる。
バタフライ	$x^6 + ux^4 + vx^3 + wx^2 + tx$	4	1	この関数 $V$ における6次の特異性は、自由端をもつ衝撃波の剝離や水ぶくれの型で出現する。
双曲型へそ	$x^3 + y^3 + uxy + vx + wy$	3	2	まさに砕けはじめる波頭にあらわれる特異点である。
楕円型へそ	$x^3 - xy^2 + u(x^2 + y^2) + vx + wy$	3	2	この特異点は刺の尖端として出現する底面が三角形の、先細りになったピラミッドのようなものである。
放物型へそ	$x^2y + y^4 + ux^2 + vy^2 + wx + ty$	4	2	楕円型へそと双曲型へそのあいだの移り目

① トム[57], Casti [10] より作成。

②  $u, v, w, t$  がコントロールの変数である。

このような微分方程式をグラジェント系（勾配系）という。このグラジェント系の均衡点は  $-V'(x)=0$  を解くと求められる。そして、 $V(x)$  を最小にする方向へ移動することになる。均衡点が極小値であると、この均衡点は局所的に漸近安定な均衡点である。この安定均衡点を、カタストロフィーの理論ではアトラクター（attractor）という。このアトラクターの消滅発生の現象を微分方程式論で分岐（bifurcation）といい、アトラクターの位相に突然の変化が生じるような分岐による形態の変化をカタストロフィーという。

ポテンシャル関数  $V(x)$  に少しの変化（摂動，perturbation）が起こったとき、アトラクターが位相的に変化しない場合を  $V(x)$  は構造安定であるといい、変化すれば構造不安定という。構造安定の判別は、均衡点を  $a$  としたときに  $V''(a) \neq 0$  ならば構造安定、 $V''(a) = 0$  ならば構造不安定である。

## 注

- 1) Catastrophe は、日本語でカタストロフィーという場合とカタストロフという場合がある。前者は野口[44]，[45]，[46]，後者は佐和[57]，サイエンス社[48]，[49]で使用され統一されてはいない。
- 2) 異なった学問の研究水準の格差に着目し、先進的な学問の方法論を後進的な学問に発展的に応用していくという考え方は、小室[31]により学問格差論といわれる。
- 3) ヘアーによると、理論的には企業成長によって企業の従業員の数  $N$  は、企業の設立以来の年数  $t$  と、次のような生物の個体数の成長と同じ関係があるとして定式化している。

$$\frac{dN}{dt} = N \log_e R$$

ここで、 $R$  は成長率であり、最初の3年間の従業員数の増加で決まってくるとしている。そして、現実の環境からの制約によって成長率は抑制されて、前出の式は次のように変形されるとしている。

$$\frac{dN}{dt} = \left( \frac{K-N}{K} \right) N \log_e R$$

ここで、 $K$  は環境制約下での最大の従業員数である。

Haire, M., *Modern Organization Theory*, John Wiley & Sons, 1959 を参照されたい。同様の議論は星野[20]にもある。

- 4) March[38]では、組織論の将来として ① ミクロ経済学への浸透、② 人口生物学、人口統計学の適用、③ 知識社会学の適用、④ 人口知能の領域 の4つを列挙している。
- 5) 8つの視点による分類をするにあたってハースとドラベックは、問題点を2つ指摘している。第1に、分類は役立つけれども、多くの理論家はその研究上いくつかの視点にまたがっている。第2に、この特定の8つの分類が最終的なものとはいえない。Hass [15] p.24.
- 6) 斎藤[50]は、ハースとドラベックによるこの分類の紹介を行なっている。
- 7) 一般システム論の目的の3つの主要な側面は次のようであるとしている。Bertalanffy [5]
  - ① システム科学の面；あらゆる科学における「システム」の科学的な探究と理論、システムに適用できる諸原理の教義。
  - ② システム工学の面；コンピューターやオートメーション等のハードウェアと新しい理

論展開，体系等のソフトウェアの両方を結びつける。

③ システム哲学の面；思考と世界観の改変であり，新しい科学的規範としてシステムを導入する。

- 8) エントロピー  $E$  は  $E = k \log D$  であらわされ， $k$  はボルツマン定数 ( $= 3.2983 \times 10^{-24}$  cal/°C) であり， $D$  は問題にしている物体の原子的な無秩序さの程度を示す目安となる量である。例えば，砂糖と水とが最初別々にあっても，一緒になると水に溶け砂糖が拡がっていく。両者を分離できていた秩序の状態から，両者の区別がつかなくなる無秩序の状態へと無秩序  $D$  が増大し，エントロピーが増えることになる。よって，クローズド・システムでは，そのシステムのエントロピーが増えていくことになる。Schrödinger [54]
- 9) 生物体は負のエントロピーを食べているといったのは Schrödinger [54] である。生物体は，エントロピーの増大を相殺し，それ自身を低いエントロピーの状態に保ち，環境から秩序を引き出しているのである。 $D$  が無秩序の目安となる量であるため， $1/D$  を秩序の大きさをあらわす量とし， $1/D$  の対数をとると，これがエントロピーに負の符号をつけた，負のエントロピーに等しくなり，秩序の大きさを表現していることになる。
- $$k \log(1/D) = -k \log D = -(\text{エントロピー})$$
- 10) 原因に多少の変動があっても結果は変化しないということであり，カタストロフィーの理論の構造安定性ということと同じである。トム[57]
- 11) 還元主義又は要素還元主義とは，システムの行動を説明することはそのシステムのサブシステム，要素の行動を説明することに帰着できるという考え方である。しかしながら，生物における細胞と分子においては，形態形成の謎は説明しえず，人間社会における社会と個人においても，個人の行動の総和が社会行動になるとは考え難い。特に，新古典経済学の方法論的個人主義という要素還元主義では，経済行動の説明がうまくいってないと考えられる。更に，要素還元主義の成功していると考えられる物理学においても，例えば，空気の圧力と体積についての性質と空気の分子の行動とは還元論的には結びつかず，統計力学のようにミクロとマクロを接合する理論が必要となる。
- 12) この研究は，戸塚・中西・兵藤・山本[58]によって行なわれたものであり，下巻の付録として1965年1月～1970年6月までの新左翼行動年表を掲載している。組織動学を具体的に考察する場合には，分析対象としての具体例が必要となり，又，分析のためのデータが整っていないなければならない。企業の組織行動の研究では，必要とするデータが完備しているケースを入手しえなかったので，本稿では，必要な条件を満たしている労働運動を分析対象とした。
- 13) トムによると，カタストロフィーの理論の科学的位置は，その内在的および整合的および数学的整合性に基礎づけられ，いくつかの好都合な場合には定性的予測が可能であり，又，一般には記述においてかなりの恣意性の削減を実現できるとしている。トム[57]

## 参 考 文 献

- [1] Ackoff, R.L., *On Purposeful Systems*, Tavistock, 1972.
- [2] 青井和夫編，理論社会学 社会学講座1，東京大学出版会，1975.
- [3] Beishon, J., G. Peters, *Systems Behavior*, The Open University, 1972.
- [4] Bertalanffy, L.V., *Robots, Men and Minds, Psychology in the Modern World*, George Braziller, 1967, 長野敬訳，人間とロボット 現代世界での心理学，みすず書房，1971.
- [5] Bertalanffy, L.V., *General System Theory, Foundations, Development, Applications*, George Braziller, 1968, 長野敬，太田邦昌訳，一般システム理論，みすず書房，1974.



- [6] Bertalanffy, L.V., *Perspectives on General System Theory*, Scientific Philosophical Studies, George Braziller, 1975.
- [7] Beer, S., *Decision and Control, The Meaning of Operational Research and Management Cybernetics*, John Wiley & Sons, 1966.
- [8] Birch, D.L., *The Model-Building Process and its Interaction with Organizations ; Two Exploratory Field Studies Involving Mathematical Decision Models*, Doctoral Dissertation, Harvard Univ., 1966.
- [9] Boulding, K.E., *General Systems Theory — The Skeleton of Science in Schoderbek* [53]
- [10] Casti, J., H. Swain, Catastrophe Theory and Urban Processes, in G. Goos and J. Hartmanis eds., *Optimization Techniques Modeling and Optimization in the Service of Man*, Proceedings of 7th IFIP Conference, Springer-Verlag, 1976.
- [11] Dodson, M.M., Darwin's Law of Natural Selection and Thom's Theory of Catastrophes, *Mathematical Biosciences*, 28, 1976.
- [12] Doreian, P., N.P. Hummon, *Modeling Social Processes*, Elsevier, 1976.
- [13] Gigch, J.P.V., *Applied General System Theory*, Harper & Row, 1974.
- [14] Grochla, E., *Unternehmungs-organization*, 2 nd., Rowohlt Taschenbuch, 1977, 清水敏充訳, 総合的組織論, 建帛社, 昭和52年7月.
- [15] Hass, J.E., T.E. Drabek, *Complex Organizations : A Sociological Perspective*, Macmillan, 1973.
- [16] Heard, M.L., R.J. Jackson, C.D. Smith, Coming through the Crisis: Engineer Retention Programs and Their Impact on Organizational Dynamics, *Sloan Management Review*, Vol 18 No.1, Fall, 1976.
- [17] Hilton, P., *Structural Stability, The Theory of Catastrophes, and Application in the Science*, Proceedings of the Conference, Springer-Verlag, 1976.
- [18] Hirsch, M.W., S. Smale, *Differential Equations, Dynamical Systems, And Linear Algebra*, Academic Press, 1974, 田村・水谷・新井訳, 力学系入門, 岩波書店, 1976.
- [19] 星野克美, 社会変動の理論と計測, 東洋経済新報社, 昭和52年9月.
- [20] 星野靖雄, 企業行動と組織動学, 白桃書房, 昭和52年6月.
- [21] 星野靖雄, 企業合併の効果の計量分析, 経営論集, 第8号, 1977.
- [22] 星野靖雄, 企業合併の合併前後の差の分析, 経営研究, 第7号, 1978.
- [23] 星野靖雄, 経営指標の多変量解析による分析, 情報科学論集, 第7号, 1978.

- [24] 星野靖雄, 重判別分析による企業倒産の分析への一試論, 東洋大学附属電子計算機センター編, 情報科学の10年史, 白桃書房, 1978年5月発刊予定所収.
- [25] Isnard, C.A., E.C. Zeeman, Some Models from Catastrophe Theory in the Social Sciences, in *The Use of Models in the Social Sciences*, Edited by Lyndhurst Collins, Tavistock, 1976.
- [26] 加護野忠男, 企業戦略と組織構造, 国民経済雑誌, 第135巻1号, 1977.
- [27] 加護野忠男, 企業組織の分権と集権—組織形態選択へのコンティンジェンシー・アプローチ—, 日本経営学会, 1977年発表資料.
- [28] 梶田公, 経済学におけるカタストロフ理論, 彦根論叢, 第171号, 昭和50年1月.
- [29] 春日井博, 需要予測入門, 日刊工業新聞社, 昭和44年9月.
- [30] Kilman, R.H., L.R. Pondy, D.P. Slevin, *The Management of Organization Design Research and Methodology*, Volume I, II, North-Holland, 1976.
- [31] 小室直樹, 危機の構造—日本社会崩壊のモデル—, ダイヤモンド社, 昭和51年10月.
- [32] 小室直樹, 現代経済学を超える道—政治経済学の復権を促すもの—, エコノミスト, 1977年5・3, 10合併倍大号.
- [33] 古瀬大六, 組織変革と組織動学, 組織科学, Vol. 9 No. 4, 1975年12月.
- [34] 公文俊平, 一般システムの諸類型—社会システム論のために—, 学研.
- [35] Litterer, J.A., *Organizations: Systems, Control and Adaptation*, Volume II, Second ed., John Wiley & Sons, 1969.
- [36] Lorsch, W., P.R. Lawrence, *Studies in Organizational Design*, Richard D. Irwin, 1970, 清水勤監訳, 変化適応の組織, 産業能率短期大学出版部, 昭和48年4月.
- [37] Manning, A., Dynamical Systems—Warwick 1974, *Proceedings of a Symposium*, Springer-Verlag, 1975.
- [38] March, J.G., 組織研究の現代的課題, 組織科学, Vol. 11, No. 4, 1977年12月.
- [39] Mesarović, M.D., *Views on General Systems Theory*, John Wiley & Sons, 1964, 一楽・坂本・野村・村田訳, 一般システム理論の研究, 日本能率協会, 昭和46年6月.
- [40] Melcher, A.J., *General Systems and Organization Theory: Methodological Aspects*, Kent State University, 1975.
- [41] 宮沢光一, 組織とサイバネティックス, 創価経営論集, 第1巻第1号, 1977年1月.

- [42] 森川信男, 一般システム理論の形成過程と構築方法, 青山経営論集, 第11巻第4号~第12巻第3号, 1977年3月~11月.
- [43] 野口広, トポロジーの話題から, 日本評論社, 昭和48年3月.
- [44] 野口広, カタストロフィーの理論, その本質と全貌, 講談社, 昭和48年7月.
- [45] 野口広, カタストロフィーの話, 現代数学の社会的応用, 日本放送出版協会, 昭和51年12月.
- [46] 野口広, カタストロフィー, サイエンス社, 1977年12月.
- [47] 岡本康雄, 組織—環境論序説, 岡本・小野・土屋・鳴坂・松岡, 現代の組織, ダイヤモンド社, 昭和49年所収.
- [48] サイエンス社, 数理科学, 特集 カタストロフ, 1975年9月号.
- [49] サイエンス社, 数理科学, 特集 力学系とカタストロフ, 1974年12月号.
- [50] 斎藤弘行, 経営組織論の研究方向づけに関する課題, 経営論集, 第7号, 1977年9月.
- [51] 佐和隆光, カタストロフィの理論と経済学(上)(下), 経済セミナー, 1973年10月, 11月号.
- [52] 坂根徹夫, 不連続に挑む「破局の理論」, 朝日ジャーナル, 1973年5月11日号.
- [53] Schoderbek, *Management Systems*, John Wiley & Sons, 1967.
- [54] Schrödinger, E., *What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell*, Cambridge University Press, 1944, 鎮目恭夫訳, 生命とは何か—物理的にみた生細胞—, 岩波書店, 1975.
- [55] Thom Rene, *Structural Stability and Morphogenesis — An Outline of a General Theory of Models —*, W.A. Benjamin, 1975.  
(Translated from the French edition)
- [56] Thom, R., A Global Dynamical Scheme for Vertebrate Embryology, in *Some Mathematical Questions in Biology*, IV, edited by J.D. Cowan, The American Mathematical Society, 1973.
- [57] トム・ジーマン・宇敷・佐和, 形態と構造 カタストロフの理論, みすず書房, 1977年.
- [58] 戸塚・中西・兵藤・山本, 日本における新左翼の労働運動, 上下, 東京大学出版会, 1976.
- [59] ジーマン, E. C., 野口広, 応用カタストロフィーの理論, 講談社, 昭和49年8月.
- [60] Zeeman, E.C., On the unstable behavior of stock exchange, *Journal of*

*Mathematical Economics*, 1, 1974.

- [61] Zeeman, E.C., Applications of Catastrophe Theory, in *Proceedings of the International Conference on Manifolds and Related Topics in Topology*, Manifold Tokyo, 1973, edited by AKIO HATORI, University of Tokyo Press, 1975.
- [62] Zeeman, E.C., C.S. Hall, P.J. Harrison, G.H. Marriage, P.H. Shapland, A Model for Institutional Disturbances, *British Journal of Mathematical Statistical Psychology*, 29, 1976.
- [63] Zeeman, E.C., A Mathematical Model For Conflicting Judgments Caused by Stress, Applied to Possible Misestimations of Speed Caused by Alcohol, *British Journal of Mathematical Statistical Psychology*, 29, 1976.