

〔大阪体育大学紀要  
第27巻 (1996) pp. 71-86〕

# 倫理学に対する工学の寄与

齊藤了文

Ethics from an Engineering View

Norifumi SAITO

BULLETIN  
OF  
OSAKA UNIVERSITY OF HEALTH  
AND SPORT SCIENCES

大阪体育大学紀要  
第27巻(1996) pp. 71-86

## 倫理学に対する工学の寄与

齊藤了文

1996年3月31日受付

### Ethics from an Engineering View

Norifumi SAITO

In this paper I will explain some aspects of ethics in terms of engineering.

Our society is very complex. And the society has five constraints. 1. bounded rationality, 2. our own preference, 3. scarcity, 4. reign of law, 5. execution by human being.

With those constraints we live in this complex world. And we want to live a better world. But complexity means essentially "out of control". This problem setting is similar to that of engineering. And I use engineering view to explain safety, changing rules, heuristics, and responsibility.

#### 【序】

倫理学は人間関係の学問である。つまり、自然に対する人間の関わりを問題にするというより、人間同士の関係をどう考えていけばいいかを考察する学問である。人間同士には様々の問題が生じる。その問題を解決しようというのが、倫理学の一つの目的である。

さて、来世の救済をもとにしてこの世を生きている人は多くない。多くの人にとって、人間関係に関わる生き方の問題は、現世の「幸福」を中心にしたものになる。つまり、この俗世間において、いわば他人に対して「ムッチャむかつく」ことなく暮らすことが幸福の一つの典型になる。そしてこの意味の倫理学は、宗教とは離れ、政治や経済という社会のシステムをどう考えるか、どうすればよいかという問題の解決をめざす学問になる。

例えば、ゴミ問題という環境倫理の中で考察さ

れる問題を取り上げる。車の窓からタバコの吸殻をポイ捨てしない、というのは、エチケットの問題ではあるが、環境倫理の問題ではない。捨てられた吸殻が大きな社会問題になった場合にも、吸殻を処理するシステムをつくり、社会（国家や自治体）がそのコストを負担するならば（もちろん結局は、ポイ捨てした人の負担にもなるのだが）、特に問題は生じない。社会は美化キャンペーンをした方が、処理システムよりもコストが小さいと考えれば、キャンペーンをするだろうし、そうでなければシステムをつくるだろう。個人の多様な考えを許容したいので、「モラルを守れ」という仕方では他人を巻き込んだ意識改革を強調することは、目指したくない。だから、社会改革と自分の意識改革によって、「よい」人間関係を維持するのに必要な条件を考えていく。

多く人は相いれない様々な考えを持っているし、相互の利害が対立することも往々にしてある。

それで社会的に何らかのシステムを作ったり、法律を制定したりする必要が生じる。その決定を行うために、現代の民主主義社会では、できるだけ多くの人の意見に従おうとする。いわば、最大多数の最大幸福をめざそうとする。このとき、多数者の横暴によって少数者の利害が踏みにじられてはいけない。また、少数者のエゴによって、社会システムが全く動かなくなるのも良いとは思えない。この対立は対話によってかたがつく場合があるにしても、少なくとも何らかの仕方で利害の対立を調整しなければならない。「むかつく」人はいつもいるにしても、「ムッチャむかつく」人が大勢出てくるのは良い社会ではない。上のゴミ問題で述べた、「コストが小さい」という条件は、個人の支払った税金を他の問題の解決により多く使えるという点で、「ムッチャむかつく」人を減らす役に立つ条件の一つとなりうる。

さて、この小論では「複雑な社会」という社会のモデルを使うことによって、この社会の内部で動くシステムを理解しようと試みる。もちろん、この社会は全く複雑だというだけならば、我々がコントロールしたり、予測したりできることは何もないだろう。これでは話は終わってしまう。だから、複雑性一般の分析ではなく、我々の生きているこの世界の複雑さの分析をする。またこのモデルは、理想化されたあるべき社会というユートピアではなく、現実の社会の一部を抽象化し簡略化したものである。物理学が物質世界のモデルを探究するのと同じ意味で、「この社会」のモデルをここでは考えている。「単純な社会」は、もしあるとすれば、古典力学の世界のように、そこで法則が発見できその法則を利用すると未来の予測もコントロールもうまくいくような社会である。それに対してここでいう「複雑な」という特徴づけは、「計画経済」のように、人間の意図を実現することが単純にはいかないということを示している。だ

からこそ、以下述べるような意味での「工学」的な見方が必要だ、と言いたい。

### 【複雑な社会の制約】

われわれの社会がどういうものか、そしてそれを少しでも良くしていくにはどうすればいいかということが問題である。しかし、そのときSFのように理想的な社会を単に構想しても意味はない。争いも無く、欲しいものが何でも手に入るユートピアはいいかもしれないが、それだけのことだ。まず考えなければならないことは、我々人間に課せられた制約と、社会が従わなければならない制約である。これを考慮に入れた上で社会のあり方を考えないと、社会の「改良」と言われるものもSF以上のものにはならない。(以下は、われわれの社会を、あるレベルで「記述」しようとする試みである。)

まず、人間に関する制約を2つ取り上げる。

#### 1. 有限の情報処理能力

人間の能力には限界がある。人間はすべての事を知っているわけでもなく、公理からすべての定理を導き出すことができるわけでもない。サイモンの言葉では「限界ある合理性 bounded rationality」である<sup>1)</sup>。人間が全知全能でないことは事実であり、これを制約として取り上げることは問題ないだろう<sup>2)</sup>。

#### 2. 欲求の多様性

人は様々な好き嫌いがあり、多様な考えをもっている。この一致から出発するのは無理だ。人は幸福を求める。その人なりの価値を実現しようとする。そしてその幸福は、物質的なものでも、精神的なものでも何でもいい。それを求めるために、奮闘努力する場合も、適当にやる場合もある。ここから、集団をつくって自分たちの勢力をのぼそうという試みが生じる場合もある。この意味で小集団の成立する可能性はある。また、欲求は多様

なので、私の好きなことをあなたが嫌うことがある。だから、私にとっても、あなたにとっても、イヤなことが起こることは避けられない。しかし、それにもかかわらず非常にイヤなことが起こらないような世界であってほしい。

さて、宗教や倫理においては欲求をなくす（我執を捨て去る）ことがめざされる場合がある。これは、理想としては唱えられ、稀な個人において実現されることはあっても、社会全体には拡張されたことはなかった。例えば、頭痛の原因は結局は人間に「頭」があるからだと言うことはできる。しかし、人間は頭をはずすことはまず無理なのだから、そのようなタイプの原因を求めても仕方がない。多くの人々は欲求に従って生きているのだから、それを極端にコントロールしようとするのはまず無理である<sup>3)</sup>。

さて次に、この社会に帰属する制約を3つ取り上げよう。まず「稀少性」に基づくトレードオフがある。そして、大きな集団における「法の支配」という現実の制約である。更に、「人間による執行」ということも、制約の一つと考えられる。

### 3. 稀少性

この制約は、経済学で言われている論点と同じである。つまり、欲望は大きいのに、得られるものは少ない。こういう意味で世界の資源にはすべて稀少性がある。このため、自分の欲しいものを選択する必要がある。つまり、給料は決まっているのだから、バッグを買えば服が買えないというトレードオフが生じる。だから、多くの人にとってどの選択がいいかを決定しなければならない。われわれは天国やユートピアに住んでいるのではないのだから、この制約は無視するわけにはいかない。

### 4. 法の支配（立法）

小さなグループや仲間といったものは、個人の利益を図る場合にも成立しうる。その小さなグル

ープを全体としてうまく統率するためには、リーダーが優秀であればすむ。例えば、クラブ活動の野球部といったものでは、感情的つながりをもとにしてもある程度うまくそのシステムを維持することができる。

しかし、大きなグループ、顔の見えないグループに対しては、情で動くことはできない。それを扱う方法は、法律といった冷徹なルールだろう。グループの成員の一人一人に気を配るときには、外から見ると不公平が生じているかもしれない。しかし、それにも関わらず、内的には整合していることが小さなグループのあったかきにつながる。しかし、法律を基にした支配は、基本的にすべての人を平等に扱うことに特徴がある。だれか一人がひいきされたり、権力と癒着したりすることが問題とされる。この平等性は形式的な条件の下での等しさであるし、そうであることが要求されているために、冷たく人間味がないという評価も受ける。しかし、冷たいのは嫌で人間味が欲しいといっても、人間には情報処理能力の限界がある。そのために、どんなにすぐれたリーダーといえども、すべての人に気配りをすることはできない。例えば、10万人以上の都市<sup>4)</sup>では明らかに法律や規則がないと、うまく動かないだろう<sup>5)</sup>。

さて、この法律や客観的規則が、大きな集団を維持するための「必然的」な制約であるかどうかは分からない。例えば、インターネットの発達したような社会があれば、「顔が見える」と考えられるので、別の制約が必要になるかもしれない。また、「目的」の限定された大集団、例えば軍隊のような集団では、局所的なその集団内だけで通用する規制だけでうまくいくかもしれない。しかし、我々が今生きている大きな社会においては、法律をつくること、法律に従うことが、重要な制約だと考えられる<sup>6)</sup>。

### 5. 人間による執行

ここでは、民衆に法を守らせるために権力が必要だということを言おうとしているのではない。国家は前提され、その国家の中で生きている現在の状況が与えられている。このとき人々が多様な欲望をもち、有限の情報処理能力をもつことは、この社会を成り立たせている条件の一つである。すると、支配者（でさえも？）が、エラーを生じる可能性がある。（このような観点からの考察に工学が寄与することは、機械を制御しようとする工学の在り方からも理解されるだろう。）

行政を行う人、リーダーが普通の人であるということも、大きな制約になっている。つまり、その人は例えば、自分の利益を図ることがある。また、ひいきをしようとするかもしれない。だから、いい法律、規則をつくれればそれで終わりということにはならない。この社会が理想的な人だけから成るのではないということは、整合的な法や道徳律をどれほどつくっても、それだけでは社会はうまく動かないことを意味している。もちろん、その社会の成員も自己の利益を増そうという欲求もっている。我執をもつなといってもそれは無理である。このように様々な欲求をもった人々の間でどう社会が運営されるかが問題である。もしかして、全知全能のコンピュータができたなら、それが法律に予定されている通りの執行を行えるかもしれない。また、そうなると小さな集団のリーダーのような役割を、大きな集団に対して果たせるかもしれない。しかし、もちろんこのようなコンピュータはまずできないので、人間による執行は、我々の社会の制約と見なさざるをえない。

### 【このモデルの意義】

以上の5つの制約で充分とはあまり思えないが、差し当たりこれだけの制約を考えることにしよう。そしてその制約によって、どのようなことが生じるかを見ていくことにする。これらの現実

の制約は複雑な社会を理解するのに有用だろう。もちろん、このような制約の下で、作られる社会が唯一に決定されることはない。多様な社会をつくることができる。例えば、重力と地面との摩擦等の制約の下で家を建てるにしても、材料や構造などの違いもあって、非常に多様な家が建つことは明らかである。従って、上に述べた制約の下で、できるだけ「良い」社会をつくるためには、何を考えなければならないのか。これが、複雑系の倫理学の問題である。

また、たとえ家に対する制約だけでなく、その機能的要求（どういう家が作りたいかという目的）が決定しても、そこから作られる現実の家は一義的に決定しはしない<sup>7)</sup>。つまり、目的の確定や無矛盾性の確認だけでは、差し当たり意味がない。だからこそ、どうすれば建築基準を満たしつつ、多様な目的をできるだけ充足するように家が造れるかを考えねばならない。同じ制約の下でも、設計者によって作られた家は違う。これが伝統であり、歴史であるとともに、個性であり、自由でもある。

以上述べた制約があった場合、そこで「より良き」社会をつくっていかうとするのは倫理学の課題だと考えられる。ここでは工学の知識を拠り所として、より良き社会を考えるための枠組みを探ろうとする。

ここで、工学をどのように理解するかを明確にしておく。例えば、社会の中の科学的法則を求めてそれによって、理想的社会を作り上げるということも考えられてきた。つまり、法則さえ見つければそれによる社会のコントロールは難しくないと考えられていた（計画経済の考え方はその典型である）。このとき、工学は科学の単なる応用だともみなされている。しかし工学は科学の単なる応用ではない<sup>8)</sup>。工学者は、複雑系という暴れ馬をうまく乗りこなそうとしている（人工物のシステムは複雑なシステムだ）。そして、それをする乗り手が

普通の人だということを常に意識している（ヒューマンインターフェイスが重要だ）。そしてその上で、工学者は法則などのムチを使って馬を乗りこなそうとしている（自然法則の利用によるコントロール）。つまり、複雑な系は完全にはコントロールできないが、それにもかかわらずその系をある程度合理的にうまく扱おうとしている。これが、ここでの工学に対するイメージである。

この意味で、複雑な世界に対して、有限の能力をもった人間が立ち向かおうとしている「工学」を参照すべきだと思われる。実際は工学部においては理学部に近い仕方でも研究が行われている。しかし、ここでは工学の営為のうち上述の点を強調しておく。さて、科学は法則を求めようとする。しかし、工学はそれを使いつつ設計図を書いて、実際に動くものを作ろうとする。法を求めその整合性を追求する（科学のイメージ）だけでなく、エラーをおかす人間が機械を動かすというところまでを考えていこうとする（工学のイメージ）。

科学は、その批判的、物事を明確にする光によって、どこに誤りがあるかを教えてくれる。しかし、工学は、機械を修理して、動かさなければならない。だから、全くやり直してしまう（革命）かそのままにして少し叩いて偶然なおればいいとする（保守主義）か、その他いろいろの可能性を考える。その他故障したときにすぐランプがつくようにするとか、フェイル・セーフにするといったことが工学のやることである。

さて、工学は、ミスやエラーに対処しようとする。自然においては、単なるノイズやエラーが生じるだけだ。しかし、人間においては、意図的に欺くことができる。このため、そこから生じる問題を解決することはなかなか難しくなる。この意味で、人間社会の取り扱い、工学とは少し違ったものになる<sup>9)</sup>。

## 【工学的見方の実例】

安全性、規則の改定、ヒューリスティックス（発見法）、自由と責任という4つの話題を取り上げる。

### 1. 安全性

例えば、1981年に制定された耐震設計基準を取り上げる。これは、中小地震と大地震に対する対し方を分けている。前者においては、地震時も地震後も建物そのものには顕著な被害がないことを設計の規範にしている。それに対して、後者は稀にしか起こらずしかも被害が甚大である可能性がある<sup>10)</sup>。つまり建物が壊されることによって人命を救うような設計になっている。

さて、医学<sup>11)</sup>における病原菌の探究や物理学での原因の追求では、究極の「原因」を求めようとした。つまり「知識の完全性」（懐疑論の論駁）によって、「安全性」を獲得しようとしてきた。この考えと、上の建築や土木工学の考え方とは違っている。

例えば、いじめの問題に関しても、子供の精神の貧困化とか社会のひずみなどに原因を求めることがされる。この論点は正しいかもしれないが、こういったタイプの究極的な原因を求めても、たいていの場合いじめがなくなる方向に進むようには思えない。

前にも述べたように、頭痛の原因は結局は人間に「頭」があるからだと言うことはできる。しかし、人間は頭をはずすことはできないのだから、そのような原因を求めても仕方がない。同様に多くの人々は欲求に従って生きているのだから、そ

れを極端にコントロールしようとするのは無理である。そうではなくて、工学の安全性の考えは、いつも完全なものだということを予想しないところにある。被害を少なくするとか、被害が起こりそうなところにセンサーをつけるということが工学による問題解決の一つのパターンである。例えば、大宅映子は「全き安全などない。危険はあるもの、と心得て対処方法を考える。被害を拡大させないように考える。これが管理者の責任、という考え方がコストも安いし、個人の裁量も増える、というものである。いじめはあってはならぬ、いじめの根絶！ というから息苦しくなるのだ。いじめ？ そりゃ人間だもの、ムカツク時もあるさ。でも自殺や殺人にまで及ばぬようにしなくては。」<sup>12)</sup>と述べている。安全に関するこの対処の仕方は、原因を探してそれを取り除こうとする科学のやり方とは違った、工学の対処の仕方に近いものを含んでいる。究極的な解決（例えば執着をなくしてしまう）を探れない場合に、どのようにすれば、その問題が解決に向かうかを考えようとする。

中西準子は『環境リスク論』において、リスクマネジメントについて語っている。彼女は、微妙な危険性もリスクとして評価するが、人間はある程度のリスクは許容するべきだという立場に立つ。つまり、例えば科学物質の「絶対」の安全性を行政が用意すると見なすのではないことが論点である。「予防策を立てるには、事後対策でとられた科学と哲学は有効でない。科学は、危険性予測ができなければならないし、どんな危険性でも排除するという立場をとれば、費用がかかりすぎて日常生活ができなくなるし、また、それによって他の環境問題を引き起こしてしまうこともあるからである。」<sup>13)</sup>

リスクを許容することによって、あらゆるリスクを拾い出そうとする。この立場は、工学的な（『環

境リスク論』には「技術論からみた政策提言」という副題がつけられている）安全についての見方を示しているように思える。これは真理の追求という観点からはいかがわしく思えるが、有限の認識能力を考える限り、現実的な対応であり、しかも複雑な社会の制約の下で、割に合理的な対応だと思える。

## 2. 規則の改定

社会を良くするためには、規則を改定することが必要になる。複雑な社会ではこれがどうなるのか。複雑系のコントロールは難しい。それを差し当たり存在する「法」の改定を手掛かりにして考える。

さて、ルールを決めた場合には、それを「修正」することを考える必要がある。確固とした規則、構成物の場合は、それが何らかのエラーを含み、時代と乖離する場合のことを考える必要がある。全くルールを変えることができなくなると、非常に問題だ。これは常識的に理解できる論点だろう。その点をもう少し追求する。

理想化した法則、規則、制度は、線形近似の法則だとみなせる。つまり、「多くの場合に」「きつと」「キリスト教を信じる人にとって」といった条件の下で、「法」というものはつくられている。これらの条件は時間がたつと近似から離れていく。（人間性や文化を固定すれば、「最高の法」といったものは見つかるかもしれない。しかし、この世界では猥褻の定義にしろ徐々に変化している。）つまり、最初に予想したことでは収拾のつかない問題が生じる可能性がある。法が時代とともに社会に合わなくなることがある。作った時点では最上の法だと思われていたものでも、問題が出てくる可能性がある。制度でも同じである。（金属疲労に由来して）制度疲労と言われることもある。

法や規則を修正し改定することは必要である。しかし、それは単純ではない。

もちろん、法は容易に変更できるようになってはいない。余りにも容易ならば、社会の「安定性」が崩されることになる。しかし、逆に「有限時間での」改定が可能でなければならない。複雑な社会の場合、新しくつくる法の内部の整合性の考慮は割にやさしくても、法相互の整合性は、法の数が多くなれば、非常に困難になる。例えば、大きなソフトウェアにはバグがあるのは当たり前だと考えられているようなものである。ソフトウェアでは、例題をいくつか試してみることによって、バグがないことを信じようとする。しかし、もちろんそれは確実な真理というわけにはいかない。法の改定の問題は重要だが、一筋縄にはいかない。

さて、複雑なシステムの改良について、塩沢由典は次のような提案を行っている。

「社会全体を設計・制御することは不可能であるが、その一部分を手直しすることはつねになされてきた。社会のような複雑なものの改良・改善には、この部分性と漸進性とが重要な手掛かりになると思われる。機械でも、その改良・改善には、部分的手直し、実地に使っての検証、再度の部分的手直しというサイクルが必要である。」<sup>14)</sup>

「社会のすべては相互に関連しているが、その結合はゆるく、遊びがある。時間的にはわれわれの生活はいくつもの循環をとおして分節化され、われわれ自身がその繰り返しの助けられて行動している。少々の失敗や効率低下はわれわれ自身の生存にはひびかない。社会的にも生理的にもかなりのゆとりが用意されているからである。社会システムの設計を考えるには、これら社会過程の特性とその特性を作り出す仕組みについて自覚的でなければならない。」<sup>15)</sup>

塩沢は、社会の改良には、部分性と漸進性<sup>16)</sup>が必要だと述べている。それ以外に、システム同士に「遊び」があり、「ゆとり」があることが必要だと述べている。複雑なシステムはある程度のモジ

ュールに分かれていることが、我々がシステムを理解する場合にも必要だし、システムを改良して使用するためにも必要だと言われている。我々の世界はこのような特徴をもっている。

「建物は、要求される機能を果たすためには、ある一定の使い方がうまくできる必要があるが、そのほかのどんな利用法をも許容しないというのは窮屈である。オペラ・ハウスはオペラを上演し、観賞するばかりでなく、友好を温めたり、人と出会ったりするためにも使われる。そのような利用はつねに設計者の意図をこえて拡大する可能性を持っている。現存のオペラ・ハウスがそうした多様な利用にうまく応えているのは、多くの前例による経験があるからであろう。」<sup>17)</sup>

我々は「遊び」の認識やシステムの改良に過去の経験を使える。その理由は、我々が繰り返しの多い世界に生きているからである。

また「遊び」があるということは、システムに冗長性があるということだ。このことは、そのシステムに対して（ある程度）実験が行えることを示している。つまり、実験することによって、もとのシステムが根本的に変化してしまうことはないという程度期待できる。

もちろん、現実の経済システム、政治システム全体を考えると、そのものしかないので、再現可能性がない。つまり、実験することによって、そのものが変化してしまう。例えば、共産主義の実験をすると、その実験をしなかった世界と根本的に違った世界が出てきてしまう。このようなこともあるが、現実の世界はある程度「遊び」のある世界だと思える。そのために以前の経験が役に立ち、経験から学ぶことも可能となったのだろう。

さて実験をすることは、論理的に推論することと比べて何かメリットがあるのか。

問題が生じた。その結果に基づいて行動を行う。どの部分の問題をどう対処するか。結果を見るこ



とによって、これを推定することが容易になる。差し当たり、予め論理的に推定することは、多岐にわたり過ぎて、人間の有限の情報処理能力の限界を越える。

例えばここでフィードバックについて考える。フィードフォワードとの相違が問題である。例えば、この部屋の温度を一定にしようとしても、外気温、窓の大きさ、日射状況、風の状態、室内にいる人数、ドアの開けしめの回数など、多くの条件が関係する。このとき、それぞれの要因と部屋の温度との関係を決定することは非常に困難である。このような、フィードフォワード制御は、(もし可能であれば) 予め全てを予測できるという利点をもつことになるかもしれないが、考慮すべき要因が多数になれば、事実上非常に困難である。それに対して、フィードバック制御においては、外乱の特定は不要である。実際、室内の温度が上がれば冷房を入れ、下がれば冷房を切るといったことをすればよい。ある程度の遅れが許される場合には、複雑な条件が関与する現実の世界のコントロールの方法として威力を発するのである。つまり、多くの複雑な条件をそのつどすべて、詳細に考慮する必要がないということが、フィードバックの特徴である。そして、計画経済は、フィードフォワード制御をめざし、それに対して市場経済はフィードバック制御を大巾に取り入れていると言える。

以上の(フィードバックも含めた)実験についての考察によって、複雑な社会では、実際に試してみることが意味をもちうるということがわかる。そして、それによって人間の推理能力を越えた事象についての理解が得られる。

もちろん試したことによって、状況が幾分変わることもある。そして日本で蝶が羽ばたくと、フロリダで嵐が起こるといったバタフライ効果が生じるかもしれない<sup>18)</sup>。また、一回の攻撃で人類が全

滅したらしやうがない。しかし、我々にとってはそれ以上いい方法があるとも思えない。

そして、実験できない状況、例えば原子力発電プラントなどでは、実際に壊してみてもこれ以上無理したらだめだ、と結論することはできない。実物実験ができないときに、複雑な系がどうなっていくかを予測したり、コントロールしたりすることは非常に困難である。

### 3. ヒューリスティックス heuristics

もちろん、社会全体を改良することは、コストがかかる。そのために、自分自身の意識を変えることがめざされることが多い。これは、保守的な反応だが、よく使われる。つまり、複雑な系をコントロールするよりもそれを予測することで満足しようとする。

複雑な系は非線形だと言われる。つまり、長期的な予測は非常に難しい。しかし、非線形だとしても近傍は予測できる可能性がある。つまり、法に訴えてどうなるかということは、ある程度予測できる。さもないければ、誰も裁判をしようとは思わないだろう。しかし、それによって多様な障害が生じる(後ろ指を指される、多額の出費が必要となる)ということまでは予測できないことがある。これによって徐々に線形的な予測からはずれることになる。このタイプの複雑系においては、近未来に限って予測できる。

また、別のタイプの複雑系がある。これは、局所的な規則が明確に決まっているにもかかわらず、全体の状態の数が多いためにまともな時間では計算できないということである。例えば、先頃コンピュータが人間のグランドマスターに一度勝った(結局人間から見て3勝2分け1敗であった)チェスにおいては、状態数(存在しうる場面の総数)が $10^{50}$ 程度である。それが囲碁になると、 $10^{172}$ 程度になる。こうなるとコンピュータ囲碁はアマチュア10級程度であり人間にはとうてい及ばな

い。

ここでの論点は、決定的な解を求める方法は「原理的に」わかっている、「実際に」解を求めるためにはヒューリスティックスに頼らざるをえないということだ。力づくだけでは、どんなコンピュータにも無理な計算がある。

さて、コーン (Billy Vaughn Koen) は、工学の方法論がヒューリスティックスだと主張する。つまり、完全な知識と無限の時間が与えられたときのみ、解をうることのできる問題を解こうとしているものとして工学を理解している。彼は、ヒューリスティックスの特徴を4つにまとめている。1. 解を保証しない。2. 相互に矛盾したり、同じ問いに対して違った答えを与える場合もあるが、それにもかかわらず役に立つ。3. 分析的でなく、偽である場合もあるが、複雑であって分析的な手法が使えない問題を解決するのにうまく使える。4. 実践的基準で受け入れられ、特殊な文脈でのみ有用である<sup>19)</sup>。

複雑な世界を我々が理解しようとする、完全な解を求めることは実際にはできないので、ヒューリスティックスを用いるしかない。そして、倫理的世界でのヒューリスティックスを表しているのが、格言、ことわざといったものであるように思える。例えば、囲碁で使われる「二目の頭、見ずはねよ」という格言は、複雑なゲームである囲碁に勝つヒューリスティックスを示していると思われる。

「格言」「ことわざ」といったものは、この複雑な世界のある場面での重要なパターンを示しているものだと見なせる<sup>20)</sup>。その意味でそれらは役に立つ。この世界は、因果関係を表す個別的な法則を知っていても、そこから遠くを予測できるとは限らない。世間知の集積としての格言といったものは、世界が示すパターンをある程度表しているように思える。結局、有限の情報処理能力しかも

たないわれわれ人間にとっては、マイクロで厳密な法則をうまく使うことは困難であり、マクロなパターンを利用する方が、合理的なのだ。

ただし、ヒューリスティックスというものは、上に述べたように特殊な状況の下でのみ使える。だから、現状ではこの格言が使えるかどうか、ということについて、パターン認識<sup>21)</sup>をする必要がある。「人を見れば泥棒と思え」と「渡る世間に鬼はない」という相反する二つの格言も、その使い方を誤るととんでもないことになる。女の子にもてる方法をただ暗記していても、それではマニュアル人間にすぎない。場を読むことができないと、バカにされて終わってしまう。現状をうまく理解し、その場に合ったヒューリスティックスを使えるようになったときが、「世間知らず」から脱出できたときだ<sup>22)</sup>。

このようにヒューリスティックスは、自分の生き方の指針としては使うことが許されるだろう。しかし、それを絶対化して、それに従わないからといって他人を批判することはできない。もともと、それだけの客観性、絶対性はないものである<sup>23)</sup>。

さて、複雑さの一つのモデルを表している巡回セールスマンの問題をとりあげる。これは、「あるセールスマンが本社から出発して各地のお客様をすべて訪問して戻ってくる際に、最短の道を見つける」問題である。これは本質的にしらみつぶし法しか最適解がないと信じられているが、都市の数が増すにつれてとうてい計算できないほどの数になってしまう。例えば、都市の数を1000とすると、すべての場合は1000!で $10^{2567}$ 程度の計算が必要になる。これはどんなスーパーコンピュータを使っても、宇宙の始まりから計算してもとても計算し尽くせない数である。だからこれに対しては、最適解というよりも近似解を求めようとする研究も進められている。例えば、次のように改善

を行うヒューリスティクスがある。まず何でもいから一つセールスマンの通る道をつくってみる。これはもちろん最適ではないので、そのうちの2つの辺を取ってきて解が改善できる場合のみこの二つの辺の代わりに新たな2辺を導入する。改良できなくなるまでこの操作を続ける。(これは、2-opt法と呼ばれる。)これによって、経験的に最適解の7~8%程度に収まる近似解が構成できるという報告がある<sup>24)</sup>。

ここから、何か複雑な環境において具体的に動く機械が作れたら、それを改良してよりよいものが得られる可能性が見て取れる。そして、最初から完全性を求めることは、計算量の爆発という我々の能力を越える結果になることも示している。

更に機械に関して述べておく。セールスマンの通る道は最初は全く任意に選ばよかつたが、機械は部品を任意に組み合わせて動くものではない。それでは単なるガラクタの山である。うまく動く機械は、任意の一事例というよりも、「うまく」適応した一事例である。更に言えば、多様な環境に適応した機械である。最適化はこれをもとにするとより容易になる。実際、飛行機でも一度うまく動くものができれば、それに倣って更に改良が進められる。

このように、複雑な社会における「適切な」予測を行う方法として、ときに、個人を典型として扱うこともできる。例えば、「秀吉に学ぶリーダーの条件」といったものである。個人は複雑な世界に現に生きていたし、名前が残っているということは「うまく」適応していたことを意味する。うまく動いたシステムは、環境の様々な制約を満たし、エラーの様々な可能性をなくすという意味で、多くの試練に耐えてきたシステムである。一事例とはいえ、法則に初期値を代入したにすぎないものではない。非常に多くのテストに耐えた事例だ

とみなせる。そして、ある程度環境が我々の環境と「類似」<sup>25)</sup>すれば、そのような複雑系の中で生き抜くための「知恵」を我々に示してくれると考えてもいいのではないか。地に足のついた歴史小説といったものも、我々の生きている社会という複雑な系の予測に役立てることができるかもしれない。

#### 4. 自由と責任

ここでは、リベラリズムをとるところから議論を始めるのではない。人間は多様な欲求や意図をもつ。それはある程度認めるべきだ。これが、ここでの自由についての最初のイメージである。そのとき、有限の情報処理能力しかないという条件が加わると、パターンリズムになったり、官僚主義になったりすべきだという帰結に陥るのか。この点をまず考える。

工学的観点での自由のイメージは、重力という制約の下で、どのような家を造るかというときに現れる(創造性 Creativity と近い考えである)。個人の好みの多様性は存在し、制約は生き方を一義的に決定しないことは、【このモデルの意義】の節で述べた通りである。だからもちろん、必然的な法則に縛られているという意識はない。従って、その法則と自由との間に緊張関係があるわけではない。例えば、国家との対決によって自由を得るという方向で考えるのではなく、国家という制約の下でどのようにして「よい」生活を営むかというところに自由を考えることになる。家の例を使って説明すると、多様な欲望に合わせて、自分なりの家を造ることが自由だと考えられる。つまり、自分の家の間取りをどうするか、居間を大きくするか、応接間を豪華にするか、耐震性に気をつけるかという選択の問題である。稀少性の下でこれを選択する。この選択が自分らしさを示すことになる。個々の行為について自由を見るのではなく、全体としての生き方がその人の自由な生き方を示

している。もちろん、この自由の理解は非常に保守的なものだと思える。

もちろん、この自由においても、法律をどう変えていくか、安全性をどう確保していくかということを考えることによって、国家の変革の問題も取り扱えることになる。しかしそこで更に考えなければならない論点は、我々の有限の認識能力という制約である。

つまり、目的を設定しても、それを実現する方法をすべて知ってはいない。ここには専門家の知識が必要になる。例えば、官僚、科学者、医学者などはそういった人々である。我々は誰でも医薬品の安全性を確かめられるほどの専門家ではない。多くの専門的領域については、他人に頼らざるをえない。

すると、ここで権威に従って自分の行き方を決めるというパターンリズムが必要になるだろう。そのとき、エリート主義や貴族主義、官僚主義が生じてしまう。ある分野に限定されているにしろ、そこでの知識を持っているものは少数のエリートだということになってしまう。ある意味で彼らの支配に従わねばならなくなる。人は全てを知ることにはできない。だから知識階級と労働者階級を分けねばならない。そして前者が基本的な支配をすることが可能だということになる。

しかし、権力者、暴君に対抗して法律を導入し、支配者を法に服従させたように、何か形式的な支配が必要になる。これは、権力は腐敗するという論点と結びつく。エリートであろうと人間はエラーを犯すし、知って犯すことさえある。これは上で「安全性」について語った論点とも関連する。このとき、「情報公開」は大きな意味をもつ<sup>26)</sup>。これによって、誰かが間違いや悪意を見つける可能性がある。これをうまく使えば、複雑なシステムでもうまく機能できるかもしれない。もちろん、これだけでは事は済まないだろう。

次に、責任について考えてみる。

複雑な系においては、責任の概念が曖昧になる。つまり、原因を特定しにくいために、個人に責任を負わせることは難しくなる。たとえば、非線形のシステムならば、遠い未来に何が起こるかということ、誰も予測することはできない。そして、予測もできず意図しようにもとてもできなかったことについて誰が責任を問われうるのか。

「一般に線形の思考は、非線形の複雑な実在においては危険になりうる。自由についての伝統的概念は行動の線形モデルに基づいていた。この枠組みでは、すべての事象はよく定義された最初の原因 a well defined initial cause の結果である。こうして、行動の線形モデルを想定するならば、出来事もしくは結果に対する責任は唯一に決定されるように思える。しかし百万人もの自己の利益を考える人の局所的に非線形の相互作用によって引き起こされた大域的な生態学的ダメージについてはどうであろうか。」<sup>27)</sup>

「線形のモデルでは、結果の程度は原因の程度に類似すると思われる。こうして罰するべき行為の法的刑罰は、生じた損害の程度に比例しうる。しかしある人、グループ、会社によって始められ、政治、経済における大規模な危機に結果しうる小さな変動のバタフライ効果についてはどうであろう。」<sup>28)</sup>

だれがこのような理不尽な結果に対して責任をもつのか。多分システムのモジュールだろう。モジュールの改変に関しては、例えばジャンボジェットの故障などにおいては、今日「責任者」個人の責任を追求するよりも、システムのどこが悪いかを解明することに重点が置かれている。そして、責任を問わなくても、システムがうまく動けば何も、個人の責任について言う必要はないように思える。個人の責任を問うということが意味をもつのは、その人の自己保存の欲求に訴えることによ

って、意図的なエラーを排除することにあるように思える。

人間はシステムティックに誤ることができる。つまり、人を騙すことができる。これが、単純な機械とは違うところである。このエラーをなくすことは非常に難しい。また戦争では意図的にこの種のエラーが用いられる（「兵とは詭道なり」孫子）。従って、この論点も根本的には解消できない。しかし、通常の場合に、人間のエラーに影響されないシステムを作ることは「安定性」の点からも大事なことであろう。そして、この安定性を無理に破ろうとするならば、それは複雑な社会にあっても、特に個人の責任が追求される状況になっている。つまり、このときは個人の責任追求が意味をもち、現実的な対応だということになる。

さて、最後に上に述べた人間のモデルよりも、より複雑なモデルを考えなければならないことがある。それは個人的な好き嫌いの欲求に従って行動する人と違って、自分の行動を他人に依存して決定する人の場合である。もちろん、まったく他人の真似をするならば、全体として一人がいるようなモデルをつくれればいいので、そんなに問題は生じない。他人の行為にある程度影響される人の場合が問題である。これは、他人の目を意識しつつ、自分の行為を決定することであり、そこに正や負のフィードバックがかかることになる。これによって結局自己言及が生じることになり、複雑な行動が生じることになる。この時は、小グループでも、その行動が非常に複雑になる。西欧の個人主義といわれるものに対して、日本人の行動をモデル化すると、このようなフィードバックの影響の大きなモデルを使わなければならないかもしれない<sup>29)</sup>。

これは非線形のシステムであることを強調したモデルが必要だということであり、上に述べた責任に関しても、個人を名指して非難するという

よりも、曖昧にしてしまうことがありうる。ジャンボジェットの例と同じことである。そして、システムの改良さえうまく行えば、この意味での責任をとることは複雑な系に対しては合理的な行動になるだろう\*。玉虫色の決着も、システムの改良さえうまくいけば、合理的になる。

### 【最後 に】

複雑な系の中に生きるということは、啓蒙や自律の考えで突き進むことが、まだ「若い」と言われることを意味する。書生の青臭さは青年においては、許されるかもしれない。しかし、大人になれば、世間がわかっていなければならない。また、利己主義に走るにしても、複雑な世界ではうまくいかないことが多い。自分の直接に得になることをめざしても、うまくいかないことがある。このとき、現実のパターンを理解し、ある程度世間を知る必要がある。現状の認識とそこでのヒューリスティックスの発見が必要である。これは確実ではないが、ある程度まとめた生活を送るために必要な知恵である。単に、確率や偶然にのみ従うよりも、その知恵によって世界についてある程度理解することができる。しかし、完全な知識、完全に自立した知識をもつこともできない。完全には未来を計画できない状況においては、工学は差し当たり人間が現在もつ限りでの最良に近い知識のあり方を示すのではないだろうか。

そして、「他人の真似をする」「責任を曖昧にする」「システムのおそび」「ことわざ」といったものは、自己意識をもち、約束を厳格に守ることを倫理的に重要と考える立場からは一見して非合理に見えるにもかかわらず、工学的な観点からはある程度合理的な根拠をもつことが理解される。これが複雑な世界に住む我々には「よい」生き方につながっているのである。

最後に二つの論点に関して、工学の位置づけを

行う。

第一に、複雑系の倫理学は、倫理学と言えるのか。

倫理学説の一つである功利主義は、「立法」に関わる。ベンサムがそうである。しかし、上述の複雑系の倫理学では行政まで考える。法の具体的適用を考えることによって、「応用」の学としての工学との類似性が見られる。科学は法則を見つけようとする。合理的な法律を作ろうとする試みは、科学の試みと類比的である。それに対して工学は、法則の「応用」をめぐる問題を扱う。法則の解や法律による結果を考えようとする、複雑な社会という条件が効いてくる。このとき、「責任」について上で述べたように、「個人」の位置づけがゆらぐ可能性がある。しかし、個人としての「人間」を扱うというよりも、「人間関係」を扱うという点で倫理学の問題を扱っていると考えられるだろう。更に、複雑な社会の場合には、一般論ができないために、個別的な社会（普通は今住んでいる社会）のモデルの分析が必要になってくる。これは倫理学での習俗の分析に対応する。ここからどの程度普遍的な言明ができるかどうかは残念ながら今はまだよく分からない。

第二は、秩序問題との相違である。

秩序問題は、(バラバラになりそうな)利己的個人によって秩序だった世界ができるのはなぜか、ということの問題にしている。これは、ホッブスの提出した問題であり<sup>30)</sup>、社会学の中心問題だとも言われている<sup>31)</sup>。そして、このような問題の立て方は、現代の複雑系の研究の問題関心に一致している。そこでは、エントロピー増大の法則に従えば全くの無秩序になっていいはずの世界に、秩序があるのはどうしてかという問題を考えている。そして、その説明として自己組織化といったキーワードが用いられたりしている<sup>32)</sup>。これが混沌から秩序を生み出す方法だとされている。

しかし、ここでは現実世界の正当化をやろうとしているのではない。まず幾つかの制約がある。そして、現実の社会が秩序をもって存在する。複雑系の倫理学では、この二つを認めた上で、この世界の制度、法はどのような意味を持つかを考えようとする。そこで、利用できるのが、工学のやり方である。自然法則と資材がある。これらを利用して家を建てる。このときの設計原理は何か、「よりよい」家はどうすれば建てることができるか。このことを考えようとする。工学は、複雑な世界をなるべく理性的にコントロールしようとする。複雑な世界はどうしても、扱いにくい。コントロールし難いし、予測もし難い。そこで使えそうな方法は、工学以外にはなかなか見つけられないように思える。その意味で、差し当たり複雑な社会で生きることを分析するときの標準を工学の中に探ろうとしたのである。

[宮本重徳教授のコメントは、論点の明確化に役立った。]

#### 注

- 1) Herbert A. Simon, *The Sciences of the Artificial* 2nd ed. (MIT Press 1981) サイモン『システムの科学』(パーソナルメディア 1987年)
- 2) 塩沢由典『市場の秩序学』筑摩書房 特に11章、松原 仁・橋田浩一「情報の部分性とフレーム問題の解決不可能性」(『人工知能学会誌』Vol. 4 No. 6 (1989) pp. 695-703), Stuart Russell & Eric Wefald, *Do the Right Thing: studies in limited rationality* (MIT Press 1991) esp. Ch. 1などを参照
- 3) 例えば、ホッブスの『リヴァイヤサン』においても、自己保存は制限されても拒否はされない。
- 4) 人数が多いというのは、複雑性を生じるおおきなファクターである。そして、人間の行動は単純に予測できないという意味で、線形のモデル化ができない。この2つに由来して、多数の人間の行動は複雑になる。
- 5) 「25人から50人で構成されている小さな狩猟集団ないし採集集団においては、今日、われわ

れが「連帯」と「利他主義」という言葉で表す二つの支配的な道徳的概念が存在しておりました。連帯とはわれわれ仲間が共に共通の目的を追求することを意味しております。われわれはだれしも、友人達と共通の目的を追求することに自分自身が加わっているまさにその時に経験するあの意気揚々として気持ちを知っております。ウィリアム・ジェームスの有名な「戦争の道徳的等価」という言葉はこの独特の感情のよい実例です。しかし、小集団の中にいる間は、全ての構成員が一般に知られている状況のなかで同様な目的を自発的に追求することが必要であり、この本能に従うことは社会のいかなる拡大も妨げるであろうことは疑う余地がないのです。

社会の拡大は個々の構成員が義務的な共通の具体的な目的に従う必要がなく、集団の仲間の構成員と異なっているであろう目標を追求することが自由であるという事実に基づいています。

同様のことは、二番目の伝統的な「よき本能」、すなわち「利他主義」の原理にも適用されます。それは、われわれの感情をいまでも抑えているが、大社会を実現するために強制的であることをやめなければならないものです。

このことを議論するのはすこし厄介です。と言いますのは、その概念自体が非常に不明確で曖昧であるからです。しかし、簡単に明らかにできる一、二の事柄があります。それは、利他主義は既知の他人の要求に対してのみ広がる事が出来、われわれがその存在を知らない人々の要求に役立っているかどうか依存している社会の発展を導くことは出来ないということです。

利他主義の責務とは既知の他人の既知の要求の重大性とわれわれ自身の要求の緊急性との間でどちらかを選択するという事です。しかし、その存在をわれわれが知らない人々の要求に役立つこととなると、利他主義はわれわれを導くことは出来ません。利他主義は、われわれが見知らぬ人々と取引することによる利益を追求する前に、われわれの顔見知りの隣人の要求を満たさなければならないという意味において、小規模な集団を越えた社会の拡張を不可能なものとしします。」p. 32 f.『ハイエクとの対話 科学と社会主義』フリードリッヒ・A・ハイエク in『現代思想』1992/4

- 6) もちろん、法をつくっても、予想外のことは起こる。例えば、アパートを探す人がむやみに高い家賃を払わなくてすむように、家賃統制をしたニューヨークでは、多数の賃貸住宅不足が生じている。つまり、アパートを探す人にとっては何にもならないことが生じている(『経済学で現代社会を読む』ロジャー・ミラー、ダニエル・ベンジャミン、ダグラス・ノース 日本経済新聞社 第9章)。このように、法は社会に影響を与えるが、予想したコントロールを行えるとは限らない。
- 7) 例えば、ヘンリー・ペトロスキー『フォークの歯はなぜ四本になったか』平凡社(Henry Petroski, *The Evolution of Useful Things* Vintage books edition 1994, orig. 1992)では、「形が機能に従う」という説が不適切だということを、その本の全体に渡って、多数の説得的な例を挙げて論じている。
- 8) 拙論「工学はどういうタイプの学問か」in『近世哲学研究』第二号 1995年12月16日発行、「レイトンとエンジニアリング・サイエンス」in『大阪体育大学紀要』第25巻(1994)などを参照
- 9) もちろん、機械の製作においても、人間が機械をどう扱うかというヒューマン・インターフェイスを考慮しなければならない。だから、「人間は機械ではない」と言って工学の考えを全く拒絶すべきではない。
- 10) この情報については、例えば、中島正愛「建物被害の分布、特徴、そして今後の課題」in『科学』1996/2 Vol. 66, No. 2 pp. 114-119を参照
- 11) もちろん、臨床医学では、ここで「工学的」と名づけた方法もとられているように思える。この意味で、「工学的」という言葉は少しミスリーディングではあるが、一つの典型を示す言葉と理解してもらいたい。
- 12) 1996年1月14日読売新聞朝刊の『メディア時評』での主張
- 13) p. 84 中西準子『環境リスク論』岩波書店(1995)
- 14) p. 28 塩沢由典「システムを作り変える——なにが可能でなにが不可能か」in『社会・経済システム』第11号、1992年10月
- 15) p. 29 塩沢由典 同論文
- 16) 批判的合理主義の立場に立つポパーは、『開かれた社会とその敵』K. Popper: *The Open Society and its Enemies* (1950)で(特に第9章)ピースミール工学について述べている。つまり、

複雑な社会、しかも改造の途中でも機能しなければならぬ社会では、誤りから学ぶという方法をとらねばならぬ。これがピースミール工学であり、社会の改良には部分性と漸進性が重要だと言われている。

- 17) p. 28 塩沢由典 同論文
- 18) この場合にも、誤差の広がり方のパターンを理解することによって、予測精度が上げられると言われている。(向川均「天気予報はなぜ当たらないのか?」日経第8回サイエンティフィックライブ・サピエンス(1995年11月18日)での講演「サイエンス」1996年1月号に掲載)
- 19) この段落は、次の文献による。Billy Vaughn Koen, *The Engineering Method in "Critical Perspectives on Nonacademic Science and Engineering"* ed. by Paul T. Durbin Lehigh Univ. Press 1991
- 20) p. 53 op. cit.
- 21) マニュアル化できないパターンの識別が重要だが、パターンは言語表現よりも多様なので、言語化できない。人間は小学校低学年で既に言語の運用能力は大人に近いが、場に合わせた発言はなかなか身につかないように思える。子供が親から注意を受けるのは、「場に合わない」という時が多いように思える。人間のようなパターン認識にすぐれたものでも、何年もかかるような学習をこのためには必要としている。
- 22) これは例えば、カントのように格率をもって自律的に生きるのではなく、格言を拠り所にして生きることが悪くはないということを意味している。完全に自主的、自律的ではないにしろ、この複雑な世界に幸せに生きる方法論を知った上で、自分の生き方を設計し、建設することはその人独自の生き方になっているだろう。例えば、キリスト教そのものを信じるのではなく、そこに言われている様々な金言、格言を生きる糧にすることは、日本ではよく行われている。これも、ヒューリスティックスの観点からは、うまくいけば合理的なやり方であると思われる。この複雑な世界に生きるのに、何か頼るべき基準を見つけることはいい。しかし、その基準が本当にいつも正しいとまでは思えない場合には、このやり方はなかなか合理的であると思われる。もちろん、時と所を選ばないと、ヒューリスティックスはうまく働かない。このために必要となるのは、時代の認識とか、状況の把握といった現実についての洞察であろう。
- 23) 絶対の法則(十戒のような)を求めて、それに反しないようにするとか、嘘をついてはいけぬ、契約を守ることが根本だという考えがある。しかし、与えられたルールをヒューリスティックスと考えている人にとっては、法を守ることはそれほど大きな意味をもってはいない。それよりも、場に応じた法(格言)の選択こそが重要だと思われている。
- 24) この段落の情報は、「巡回セールスマン問題をめぐる最近の話題」岩野和生 in 『電子情報通信学会誌』10/95 Vol. 78, No. 10 pp. 1045-47 を参照
- 25) これがどういう認識であるかは、解明しにくい。しかし、その原理はともかくとして、人間は類似性の認識に関して非常に素晴らしい能力をもっていることは事実なのである。
- 26) 情報公開は、ベンサムが考案したパノプティコンという刑務所モデルに似たシステムである。これによって人々は他者の視線を感じ、自らに規律を課すことになる。
- 27) p. 293 Kraus Mainzer, *Thinking in Complexity* Springer Verlag (1994)
- 28) ibid.
- 29) 吉田和男『日本型経営システムの功罪』(東洋経済新聞社)では、「日本社会においては、個人が確固とした効用関数や原理原則をもって行動するという仮定をおくこと自身、多くの観察に反する」という問題意識に発して、欧米社会の観察から出てきた理論ではなく、日本の社会の観察に基づく社会のモデルを幾つか提案している。その多くは非線形現象を記述する数学的、物理的モデルである。
- 30) パーソンズ『社会的行為の構造1』第3章1「ホップスと秩序の問題」を参照
- 31) 「社会秩序はいかにして可能か」は社会学の基本的な問いである!」大澤真幸 in 『わかりたいあなたのための社会学・入門』別冊宝島176
- 32) プリゴジン/スタンジェール『混沌からの秩序』(Ilya Prigogine & Isabelle Stengers, *Order out of Chaos* Bantam Books (1984)) などがその典型である。
- \*) 製造物責任法(PL法)は、おもしろい特徴をもつ。つまり、情報量と責任の量をリンクさせようとしている。従来の民法では、被害を与えた人の故意や過失、また起こした事件と損害との因果関係は、損害



賠償を行なうための前提条件とされていた。しかし、PL法は、企業と消費者の情報量の相違を根拠にして、故意、過失のあるなしを問わず、被害者が救済されるようにした。

情報公開やアカウントビリティの確立とは別に、このような社会制度（システム）をつくること、科学技術者が社会的責任を果たすためには必要だという論点を、木原英逸（「科学技術

者の「社会的」責任は何処にあるか」in『現代思想』1996/5）は、述べている。つまり、被害をひき起こした自由な個人の責任を求めるといよりも、システムの改変によって責任の問題に対処しようとする。これは、有限な情報処理能力しかもっていない人間という条件の下で導き出された結論だと理解できる。

[この注は、初校の際の追加である。]