

# 工学の哲学のすすめ<sup>†</sup>

齊藤 了文\*

## 第1章

### 1.1 これまでの知識論の観点

知識というものは、様々な定義が存在するが、ここではその顕著な特徴として「ものごとを分類できる」という点と、「予測ができる」という点を取り上げる。子どもにももの名前を教えるときに、「ワンワン」ほえるものを犬だという。子どもが犬と猫を見分けることができると、これは知識が増えたといえる。また、予測ができるという点は、空が一面に曇ってくると、夕立かな、と思って洗濯物を取り込むのがその例である。このような現象的なものごとの理解から、いわば科学的に原因と結果を理解するようになることが、世界についての知識を増やしたことになる。

さて、このような知識の理解を元にすると、これまでの知識の理想としては、「言語を分析し、明確にする」とか、「肉眼では見えにくい宇宙の姿を、望遠鏡で見る」とか「小さなものを顕微鏡で見る」といったものが、それぞれの分野での知識の発展の仕方の典型を示している。つまり、犬と猫を区別するだけでなく、柴犬とブルドッグまでも区別できれば、知識が増したことになる。もう少し、一般化して述べると、ものごとの詳細について明晰であれば、それだけ知識が増したと考えられた。世界の詳細な地図を求めるといことが、知識の目的であった。これは、知識の大航海時代

だといえる。

また、科学的な説明を考えても分かるように、理由を詳細に述べられるとか、多くの「なぜ」という問いに答えられることが、学問の発展だと見なされてきた。これは、ある意味で還元的手法であり、世界の構成要素のようなものが見つかる、それ以上詳細な説明は必要ないことになり、それを使ってその他の複雑な現象を説明することが、世界についての像の「正しい」理解にもつながると考えられた。

これは、自然法則の正当化、正しさの証明をするときの基盤を与えるものとなった。その意味で、クォークが見つかったり、DNAが発見されたりしたことは、説明を与える基本要素が獲得されたことになり、科学的説明にとって非常に重要な出来事だといえる。

正当化によって知識を理解することは、「法廷」での弁論を一つの典型として知識のありかたを理解する試みだった。詳細な地図を作り、それを現実に通れる道を表していると確認すること、つまり、詳細なモデルを作りそれと現実との対応を確認することが、科学的知識を求める王道だと見なされていた。

もちろん、このときには、現実の知識をどのように獲得したかが問題になっていたのではなく、それが成就した後の知識の整理が問題になっている点は注意すべきである。

### 1.2 ファジィ理論の知識観

さて、ザデーによって、あいまい性を扱うファジィ集合やファジィ論理が提案されてきた。

そして、私の見るところ、ファジィ理論が、現

<sup>†</sup> Introduction to Philosophy of Engineering  
Norifumi SAITO

\* 大阪体育大学(哲学)  
Osaka University of health and sport sciences

実に応用され、また今後の応用の大きな可能性をもつ理由は、それが基本的には一般的な知識の形式的表現である集合論と論理的推論に起源をもつというところにある。つまり、科学によって獲得された知識をうまく整理し、秩序付ける形式は、分類に関しては集合論、予測に関しては確率を含めた論理的推論だと考えられる。この意味で古来からの知識の形式的基礎と結びついたところにファジィ理論の卓越性がある。

さらに、ファジィ理論の特徴とも結びつけて考えると、以下の3つの特徴が重要だと思われる。その第一は、論理的手法だけでなく、解析的定量的手法も使える。ということである。これは集合の測度という概念が使えるようにしたとか、ファジィアルゴリズムを定式化したとかいう点である。ある意味で、アナログ的な解析的数学とデジタルな言語表現をつなぐ表現を提出したことになる。そして、第二に、ファジィ論理は、人間が普通に使っていることばのあいまいさや行動のあいまいさをうまく表現できる。これは、知識獲得において、もともと人間に任されていた部分について、使いやすい表現を準備することができたということだ。それによって知識獲得と出来上がった表現の枠組み(集合論など)とをうまく架橋したことがそのメリットだと思われる。つまり、人間とのインターフェイスの手段となる表現をファジィ理論は与えたのではないかと思われる。また、第三に、ファジィ理論が扱おうとしたのは、人間の日常的な行動における、非常に基礎的な部分のあいまいさであった。そのため、それは多くの問題解決で使える方法論的部品となった。その意味で要素技術となったために、多くの分野で応用が可能だったと思われる。

ファジィ理論は、あいまいさの排除を目的とするのではなく、あいまいさにうまく対処しようとする。これは、前節で述べてきた科学の進歩のイメージとは違うものである。世界は数学という言葉で書かれているという仕方で、世界を理解し表現するのではない。世界の詳細な地図を求めようとするのではない。そうではなくて、人間が通常使

う方式に近いもので表現しようとする。その意味で人間の関与する問題の解決に寄与するものである。ファジィ理論は、明晰化なしに行う日常の判断を洗練し、制御に応用した。つまり、人間とのインターフェイスにおいて、知識を捉えようとする。人間の使う表現はあいまいであるが、それを意味なく明確化しないで、そのあいまいさを含む表現をそのまま使った制御をしようとしている。

つまり、ファジィ理論の提案する知識は、コントロールと結びついて使われる知識であって、現象を分析していこうとする知識ではなかった。これがファジィ理論の背景となる考えだと思われる。

### 1.3 ファジィ理論の哲学的教訓

以上のようなファジィ理論の特徴は、その根本にどのような知識観を前提しているのだろうか。それは一言で言ってしまえば、ものづくりにおいて、また「行動するための知性」においては、あいまい性を消去する必要はなく、それに対処すればいいということだと思われる。我々は行動する場合には、予め詳細な地図を手に入れなければ行動できないというわけではない。ある程度やってみて、うまくいかなければまたやり直す、ということであっても、結果がうまくいけばいい。このときには、速く気分を入れ替えるという戦略が、細かなミスを見逃さないという戦略よりも有効であることが多い。

その意味で、世界の地図を詳細にするということを知識の印と見る見方から、うまく行動ができるということを知識の印と見る見方に移ると、あいまいさの評価も非常に異なってくる。知識を持っている基準を、行動がうまくいくというところに置くことがまず重要だ。

これが、ファジィ理論の一つの教訓だといえる。そして、この方向に進むと、哲学の中でも心理学でも取り上げられている、アフォーダンスや熟練という概念で示されているものをコンピュータで実現していこうとする方向に進んでいくのも故無しとはしない。

さて、もともと哲学は、プラトン、デカルト、

カントなどいわゆる認識論の伝統が主流であった。彼らは、確実な知識、必然的な知識を求めようとした。知識といわれる限りはそれが個人的な意見とは違った確実性を持たねばならない。あいまいな概念や知識を排除して、知識の正当化を行うことが哲学の重要な役割であった。プラトンのイデア論、デカルトの「我思う故に我在り」、カントの「コペルニクス的転回」は、知識の正当化の究極的根拠を求める試みの中で提案された。

それに対して、特に20世紀になって力を増してきたのが、現象学を中心とする人間の行動や身体を重視しようとする傾向であった。これは、哲学の主流の人々に見られる理性の極端な強調に対する反発も一つの理由になっている。そして、人間の熟練や暗黙知のような言語表現できない部分を人間の知識の姿として取り出すことが行われてきた。あいまいな知を見直すことが行われてきた。

このように、「世界の詳細な地図を求めよう」という知識観からは排除され消去されるべきだったあいまいさは、「行動する」という場面に知識を見ようとする知識観にとっては、否定されるべきものではなく、優れた行動と本質的に結びつく肯定的なものとして捉えられるようになった。

#### 1.4 ファジィ理論で十分か

さて、それではこのような知識観に立つファジィ理論はどのように評価すべきであろうか。その点を考察する前にまず一般に、「あいまいさ」というものは「問題解決」という場面において上げられるということを確認しておこう。上にも述べたように、このあいまいさを消去すべきか、あるいはそれとは別の仕方では対処すべきかということに関しては、様々な道があるであろう。しかし、とにかく問題が提起されると何らかの仕方では、あいまいさに対処することが必要になる。エッシャーの絵のように、畑か鳥かも分からないような絵は、それだけでは奇妙な印象をあたえるだけで、特に解決すべき問題があるとも思えない。そのときにはそれらの絵があいまいであってもそれはそれだけのことだ。それに対して、普通、あいまい

だと思える場合は何か問題を解決することが求められている。

ファジィ理論によるあいまいさの対処は、どのような問題設定においてあいまいさが取り上げられているのだろうか。私の見るところ、パターン認識、ことばの理解の段階が中心になっているように思える。もともと、集合論や論理から発展したファジィ理論は、このあたりのあいまいさの問題を解くには都合の良いものとなっている。「美しい女性」といったときのその美しさは、主観性とも結びついてあいまいだとも言われる。ここでは人間の感性とか、あいまいな言語表現として捉えられるレベルでのあいまいさを扱おうとしている。人間なら一挙に判断し断定してしまうこともあるあいまいさである。メンバーシップ関数を作って、数値を割り当てられると見なしているのは、ファジィ理論がそのレベルを扱っていることを示している。

それに対して、我々が、略図で示された目的の大学を見つけて、そこに行くという問題設定においては、今述べたパターン認識や言葉のあいまいさの理解といった部分は、大きな問題のうちの(必要な部分ではあっても)ほんの一部になる。つまり、道が分からなくなって、そこに歩いている人に尋ねるとか、今進んでいる道はこの略図のどこにあたるのかというようなことは、大学を探して行くという全体の計画からすると、一部分の問題のあいまいさに関係するにすぎない。

このとき一番の問題は、しかも最初からは解決が示されておらずあいまいな状況であることを示す問題は、初めて行く大学をどのようにして見つけたらいいかという問題だ。ここに含まれるあいまいさ、不確定性に対処することは、ファジィ理論が得意とするあいまいさの取り扱いとは少し違ったものだと思う。

もちろん、計画の様々な部分で、ファジィ理論の扱うあいまいさは考慮する必要があることは当然だ。しかし、そのようなあいまいさだけにうまく対処しても、計画に関わるあいまいさに対処することには遠いのである。

### 1.5 少し違った、あいまいさ

同じようなことをもう少し一般的な仕方でも述べてみよう。設計の上流(企画、要求仕様)でのあいまいさの解決は、何か違う。また、飛行機の設計で、安定性と操縦性のトレードオフを考えると、何か違う。同様に、車の好ましさの程度をファジィで表現するのと、イメージを設計図にするのとは違っている。要するに、設計や計画において通常あらわれるあいまいさは、ファジィ理論が扱おうとするあいまいさとは違っている。このような印象には共感していただけるのではないだろうか。

そして、面白いことに工学において設計するという場合には、今まで得られた理学的な知識を使うだけではない。熟練までもが必要だといわれる。つまり、単純な科学的な分析的な知識だけでは、工学の設計をするには充分でない。かといって、そのような知識をもたなければ、現在の京都駅ビルや大きなホールでさえも熟練だけで作れるとは思えない。その意味で、設計に関わる知識は、あいまい性を解消しようとする知識とあいまい性を利用しようとする知識の両方を使っている。しかも、熟練と科学的分析には尽きない知識といえるものを工学者は持っているようにも思える。

複雑な情報の総合判断をしているのは、もちろん工学者だけではないかもしれない。例えば、恋人との将来の生活設計を考えている人や、新しい法律という制度を作り上げようとしている人にも同じことが言えるだろう。しかし、工学者はものづくりをしているときにも、設計をしているときにも、それを反省して設計そのものについて考える可能性がある。他の場合もそういう反省はあるかもしれないが、教育システムとして設計について考えているのは工学者が一番だと思われる。

「行動する知性」を考察しようすると、成功した行動として熟練や環境をうまく利用した行動などの例が取り上げられた。熟練、暗黙知、自己組織化は、生物の優れた特徴を取り出している。このように成功した典型的な事例を取り上げることによって、行動する知性をうまくまねることも可能になった。それと類比的に、設計の知識は工

学者に聞くのが一番いい。彼らが最も良く知っているはずだからである。もっとも、反省すること自身はこれまでものづくりにあまり役立ってこなかっただろうから、自分の行動について反省することは、そんなに行われてきてもいいと思われる。しかも、エキスパートシステムでの知識獲得のボトルネックがあることでも分かるように、専門家でもまい判断をしていてもその根拠はほとんど理解されていないということもある。しかし、だからといって他に聞く人もいないので、工学者にきくしかない。工学の知識についての哲学は、工学者のサポートなしには出来上がらない。

ここで注意しておかねばならないのは、工学の知識が単なる熟練でないために、ただ外からまねるというだけではうまくいかないということだ。言語表現、数学的表現できる部分と暗黙知の部分とが組み合わせさせた独特の知識を扱うことが、工学の知識の面白いところだからだ。

### 1.6 まとめ

今までの主張をまとめよう。工学の知識、特に設計におけるトレードオフの考慮や、要求仕様の明確化は、分類を典型とする知識のあり方とは違っている。そして、要素を総合する場合、単純に定量化できない多様な要素知識の総合に含まれるあいまい性は、あの女性はどの程度美人と言えるかという判断に関わるあいまい性とは別の特徴をもっている。この点を確認してきた。

結局、詳細な地図から、熟練した行動へ、更に設計の知へ進むことが、問題解決という観点であいまいさに対処するときに進んでいく方向だと思われる。詳細な地図があるだけでは、現実の複雑な計画を立てるのに足りない。それを補完すべき行動の知は、生命の不思議さを取り上げることになったが、そのことによって理性的な探求を拒否して、非合理主義、神秘主義と類似する概観を与えてしまった。

ところが、設計においては、いわゆる科学的、理学的知識に代表される詳細な地図も必要であり、行動の知の典型である熟練も必要とされる。しか

も、このどちらかには尽きない内容を設計の知は持っているように思われる。

ここでは、以上3つの知識の対比を中心に述べてきた。第2章ではもう少し具体的に設計の知の姿を解明したい。

## 第2章

### 2.1 工学の哲学に向けて

あいまいさを解消するというのは、科学的探求の一つの王道である。それに対して、人間のもつあいまいさをうまく表現する枠組みを与えることは、人間的な問題解決をうまく汲み上げる方法になっている。しかし、多様な情報の統合に関わるあいまいさは、さらに別の対処が必要になる。

また、ファジィ理論においては、例えば、あいまいな判断をコンピュータにやらせる(そのようなソフトを設計する)ということが行われてきた。しかし、ここで考えたいことは、設計においてどのようにあいまい性に対処しているかを反省することである。つまり、どのように設計を行えばあいまい性をうまく表現できるかと考えるというよりも、設計の実践を反省することによって、あいまいな知識に実際にどう対処してきたかを見直すことである。これによって、理論知でも行動の知でもない、総合を行う知の姿の一端が見えてくるのではないかと思うのだ。以下、この観点から、設計に関する知識の特徴を少し調べることにする。

もともと私は、理学部は出ていても数学を中心にやってきたために、実験の実際についても工学の知識についても、具体的に頭に浮かぶわけではない。にもかかわらず、外から見ただけでも工学の知識は面白い性質をもっているように思われる。

ことの起こりは、人間の知識に対する関心から、認知学会と人工知能学会という学際的な学会に出席していたことにある。それまではカントやデカルトの認識論になれていた私は、その学会の中で心理学者たちが理論やモデルを提出したり、それに対してその提案の仕方には、科学的な穴があるというような質問をしたりすることは、違和感

なく聞けた。知識は正当化を行わねばならないということであり、その根拠が薄弱では知識として成り立たないからだ。しかし、工学者の発表や質問の仕方は、何か違っていた。それは、モデルが学問的に正当化できなくても、差し当たりはこの程度の近似で動けばよいといったようなものだった。もちろん動けばいいのかもしれないが、それは哲学の古典的な知識観からいって、全く違和感のある発表であり質問の仕方であった。にもかかわらず面白いのは、科学技術が進んだとはいっても、それと比較すると心理学そしてもちろん哲学は誕生以来そんなに進んだという印象はない。そうだとすると、少し異質に思えた工学の知識観そのものも、何かそれなりの重要性をもつものではないだろうか。

これらの印象は個人的なものではあるが、私自身の知識についての考えを変え、人間の認知の研究というよりも、工学の知識に関心を移させるのに十分であった。以下、知識として私が面白いと考える工学的な知識、設計の知識の特徴を示してみたい。工学の哲学を考えるための基本的な枠組みやデータが少しでも提示できれば嬉しいと思う。

### 2.2 あいまいなアイデアの明確化

まず、設計の企画や要求仕様について考えてみる。個別生産の場合注文者の要求は、使用者としての要求であり、通常それを作る立場からの要求として表現されているのではない。しかも、要求そのものが明確になっていない場合も多く、関心のある部分についての言及は多いが、設計にとっては肝心の部分についての言及が十分でない場合もある。これらを明確にして、技術的可能性を確認しつつ要求仕様を作り上げるには多くのエネルギーが必要となる。つまり、このようなタイプのあいまいさの対処は、ファジィ理論のあいまいさとは何か違ったものなのである。その点を製図やプロトタイプが必要とされるという点からも見ていこう。

設計においては、アイデアの外在化が必要になる。一つの情報を多義的に解釈することによ

て、新たな機能や価値を発見する。これも、設計図によってアイデアを外在化した成果だといえる。そしてもちろん、設計においては図が重要な役割を果たしていることにも注意すべきである。言語情報以外の情報が使われていて、しかもそれが大きな役割を果たしていることは、設計の知識に関する大きな特徴である。明晰な概念というのは、数学的表現も含めた言語表現である。それに対して、近代的な工学の大学の初めであるエコール・ポリテクニクは、数学や物理学などの基礎科学を教えるだけでなく、今日の図学にあたる「画法幾何学」をモンジュが教えたという点が、特徴的である。幾何学的な拘束条件を調整することが、設計図の大きな役割の一つとなっている。(学問的にはともかくとして、左脳に対する右脳の役割が重視されているというイメージをもつこともできる。)

設計に関するあいまいさは、要求に対する解が複数個存在するために、その間の干渉をどのように調節するかという問題としても現れる。このとき、プロトタイプを作ることが大きな意味をもってくる。何らかの意味で具体的に実現できていることは、そこにある程度の機能が不足していても、設計を仕上げるためには必要である。それを一度作った上で、見直し、考え直すことが必要になってくる。設計においては、様々な機能や構造間の相互作用の問題、つまりそこに含まれるあいまいさに対処することが重要な課題となる。(これが、私の回想の工学者の行っていたことだろう。)

また、設計は多人数で行うことなのだから、他人に様々な情報を伝達するというのも、アイデアの外在化という製図のもつ重要な機能である。この外在化によって、最初の単なるアイデアよりもかなり扱いやすい製図やプロトタイプという対象が、我々に与えられたことになる。我々は、予め全てを見通すことはできないのだから(限定合理性)、何らかの補助手段は、我々の認識にとって必須のものになる。

計画経済は失敗した。設計が、予め全てを見通してものを作るとしたら、それはおかしいことに

なる。人間や機械の集団をある目的に従って合理的に構成することをシステム化と呼ぶとすれば、設計においてシステム化は狙われてはいるが、その完全な実現は可能だとは、工学者は考えてはいないと思われる。だから、予め全てが詳細に分からない(個別的な材料の品質や施工の様子は予測し難い)場合にも、何とか機能を果たするような設計が行われている。もちろん、その目論見が常に成就されるわけではないが、その点の考慮の下で設計が行われている。

また、設計では、要求仕様を製図によって表現し、それを要求された機能の実現という観点から何度も評価し直して訂正するという多重のフィードバックが行われている。このことは、要求仕様が決まっても、それを実現する方法は一般に複数あり、しかも我々は最初からすべてのことを見通すことはできないということとも結びつく。

さらに、設計が総合的な行為であるという点に注目しよう。設計に関しては、評価は難しい。数学の計算問題を解くのならば、採点は簡単である。しかし、総合的な判断に関しては、学生に対する評価ですらなかなか難しい。だから、日頃よく見かける車の設計でも、その評価は難しい。そのときの評価の言葉として、「まとまった」設計という言葉があるのがまた面白い。

それは、詳細な地図を書こうとする場合の評価とは全く別の規準で評価が行われていることを意味する。例えば、自動車の設計においては、スピードと燃費、更には衝突安全性のトレードオフを考慮しなければならないが、何に価値を置くかによって、評価が変化する。これをうまく調和させることが、評価の規準である。もちろん、どれをどの程度重視するかは個人の好みも反映し、主観的な側面も多いがそれにもかかわらず、専門家の間にはある程度の評価の一致が存在するのは事実だろう。

設計するという場合には、明晰な知識を組み合わせさえすればいい、とはいえない状況が存在する。その一つは、我々人間の(もちろんコンピュータを使ったとしてもはずせない)制約である。それ

を限定合理性と呼ぶとすれば、設計においては、限定合理性を常に意識しなければならない。その意味で、排除しようとしても排除できないあいまいさに何とか対処しようとするのが、工学の営為と言えるのではないだろうか。

### 2.3 安全性とメンテナンス

次に、安全性に関しての問題を述べる。つまり、例えば橋を建設する場合、基本的には構造設計を行い、地震や雷や台風にも耐えるように設計されている。これは基本的には、あいまい性をなくして、計算し、シミュレーションによって、何が起こるかを明確にした上で、橋を設計しようということだ。大きな枠組みでの工学の進歩である。

しかし、橋はどのような仕方で壊されるかもしれない。つまり、自動車が橋の一部にぶつかったり、船が橋脚を傷つけたりすることがあるいはあるかもしれない。そして、これらのことは全く予め何が起こるかは厳密な予測は全くできないのである。それにもかかわらず、様々な事故が起こっても橋が崩壊しないように安全係数をかけている。

何が起こるか予測できないことに関して、このように対処することは、自然の詳細な地図や厳密な因果関係が分かった上でないと橋が造れないというような考えとは一線を画している。このような対処の仕方は、あいまいさを確率として理解することにとどまらない。確率がどれほど小さくても、何か問題が起こったときに対処できるように作っておくというのが、安全性に関する考え方である。これが、フェイル・セーフの考え方である。

一応、人工物が設計され、製造された状態を考えてみよう。その場合、メンテナンスをすることは、複雑な相互作用があって予測のできない状況に関して、最初の状況に近づけることによって、予測が立ちやすくなることである。予測に関するあいまいさをなくすように機械や構造物を扱おうとする。これは、受動的に予測を行うというよりも、能動的に予測しやすい状況にもっていくようにしている。

さらにまた、メンテナンスを拡張して考えて、

修正してカスタマイズすることまでも含めると、個人的な使い勝手が良くなるように、我々は機械を改良しようとしてきた。自己組織化する機械は、どのように自己組織するかが予め知られないために恐いところを含んでいるが、メンテナンスが容易であったり、改良が容易であることによって、ユーザーにとってもフレンドリーな機械ができる可能性がある。

例えば、機械が自己組織化を行って、環境にうまく適合するならそれでいい。しかし、それはなかなか困難な仕事であるだけでなく、機械の自己組織化は、我々個人の要求を満たす方に変化していくかどうかは分からない。環境に適合することは、我々の意図からははずれる方向への変化であるかもしれない。

それに対して、メンテナンスをすること、そしてそれをもう少し進めてカスタマイズすることは、我々の意図の実現とも結びつく。設計というのが、機械や構造物を一度作って終りというのではなく、製品や構造物のライフサイクル・マネジメントも含めて設計だとみなしてみよう。これは、使用者も含めた設計だが、自宅の改装などを考えると、我々の意図とも合った仕方で、環境に適した変更が行えるようになる。

もともと、設計の最初からどのような要求を重視すべきかは、予め分かっているということとは、よくあることだ。しかも、その構造物を使う期間が長ければ、最初から予想もできないことが起こってくる。橋にこれほど多くの自動車を通るということは、50年以前に予想できたとは思えない。そのために、補修し、メンテナンスを行う。

これは、あいまいで、不確かな状況に対して、工学の内部で対処する方法である。

### 2.4 社会における設計の知

ここで話題を転換して、人間関係において問題が生じたことを考えてみる。個人同士の利害の対立に対処することは、人間社会の重要な問題を解決することである。これに対しても、原因をはっきりさせることもできる。これは、西洋的な対応

とも言われたりするものだ。しかし、嫁と姑が性格の不一致という原因で対立していることが分かってもそれだけでは問題は解決しない。それに対して、双方をなだめてあいまいに決着をつけるという方法もありうる。これは、ちまたでは日本的な玉虫色の解決と言われ、ファジィな対処である。嫁が話を聞き流したり、適当に相づちを打つことがこれにあたる。しかし、このタイプのあいまいさによる対処では、根本的な解決は難しい。

しかし、それ以外にケンカのルールをつくる、といった対処の仕方もある。これは、今後のケンカの対処もできることが優れている。例えば、お互いに少し離れた場所に住むとか、子どものことに関しては口を出さないというルールを作ることがこれにあたる。このようなルールはそれぞれの家庭ごとに相違するはずであるが、その状況に依存して全体としての枠組みを作っていく。ここに存する解決すべき問題の「あいまいさ」を扱うのが、設計に関わるものである。

もちろんこのルールが原因を見つけるだけで出来上がればいいが、実はそんなに単純ではないし、対処の仕方も問題を先送りしたり、原因となった人を懲らしめるだけでいいとも限らない。このような考慮をしつつルールを作るとは、実際には昔から行われてはいるが、この作業を新しい見方での知識の典型と考えることが重要である。

この点に関して一つ付け加えると、社会に関して数学的に記述して、それに基づいて世界をコントロールしようという考えとは、ここに言う設計の知は違っているということだ。数学的な知識が基になっていようがいが、何らかの仕方で、全体の問題に答えようということが、ここに言う設計の知である。理学で全ての法則が分かったとか、分かるという立場には立っていないことに注意してもらいたい。その意味で常にあいまいさを残しているのだ。完全なコントロールは無理でも、何とか対処しようとするのが面白いところだ。

## 2.5 設計におけるあいまいさの対処

以上の論点は、もちろん CAD を作るために、設

計を行っている人のメンタル・モデルを作ってみようという試みとは違う。思考のプロセスに特に注目したのではない。

設計に関わる様々なあいまいさに対して、設計を行う場合にどのような点を考察しているかを問題にした。単に、主観的な問題解決をしているというのではなく、客観的に納得の行くような仕方で多様なあいまいさに対処しているというのが面白いところである。あいまいさを利用しつつも、「客観的」な知識をつくり、信頼に足る人工物を作ろうとする試みが面白いのだ。

もう一度、3つの知識観を対比しておく。

あいまいさを解消しようとするのが、主流の考えである。これは、詳細な知識の積み上げによって、そして問題を分割し分析することによって大きな問題に対処しようというものである。もちろん、この方法は、問題を一挙には解決できない我々人間にとっては、非常にいい方法であり、細かな問題を探究できることも我々限定合理的な人間にとっては、有利なことであった。そして、部品をすべて解明できれば、後は我々の好きなように組み立てて全てをうまくコントロールできるはずであった。これが、第1の知識観である。

しかし、それではなかなか解けないような問題も見つかった。脳科学や生態学などの分野がその典型である。このような分野は、非線形な相互作用が支配的になっている。従って、複雑系の科学や非線形の科学といった研究もできてきたが、なかなか難しい分野である。また、この分野は体験や自己組織化といったように生物の特異性に注目することによっても研究が進められている。つまり、生物の進化、体験の習熟によってあいまいさに対処している分野である。これが、第2の知識観にあたる。

それに対して、工学の設計においては、ある程度あいまいさを残しつつも、できるだけうまくコントロールしていこうとする。これが、以上で述べた設計の知の姿である。そして、設計そのものは、実際に毎日行われているが、その知識がこれまでの知識観とは違ったものであることは、あま



り意識されていない。設計の知識は、あいまいさを解消するということにこだわってはいない。もちろん、解消できてうまくいけばそれにこしたことはないかも知れないが、實際上、意図や要求も不明確であり、その上何が起こるか分からない世界に生きている。にもかかわらず、ものづくりを行わねばならない。この考え方の特徴は、第2の知識観で強調される、環境に適應することの重視を踏まえた上で、それに尽きない人間の意図をも打ち出して行くことができることにある。これが、第3の知識観の特徴になっている。

## 2.6 まとめ

以上、設計に関わるいくつかのあいまいさの例を取り上げてみた。これだけを見ても、設計に関する知識の特異性が理解されるのではないだろうか。もちろん、私の取り上げていない面白い論点も多いことだろう。だが問題は、このような具体例をどのようにして知識論にまで抽象化していくかということだ。設計の考え方そのものを独自に取り上げてその考え方を見直すことが、哲学的にも工学的にもより重要だと思われる。設計に使われている知識の姿を取り出すことによって、より明確なこれからの知識論が得られるのではないかと思う。

あいまいさは、どのような問題を解決するかということに関係している。あいまいさの問題になる場所の確認が重要である。そして、そのあいまいさに対しても、解決の方法は多様である。あいまいさを解消する方向に向かうのか、そのあいまいさを保持しつつ表現方法を変えることによってそれに対処するのかといったことがある。

哲学では、理性論から行為論への移行が強調される場合もある。つまり、観照的な知、理論的な知から、実践、倫理、行為に関わる知への移行である。そして、哲学の内部では、実践哲学の復権とか身体の見直しなどが行われてきた。しかし、実はこのどちらにも還元できず、しかも両者をうまく結びつけている設計の知については、あまり問題にされてきていない。そうであるからこそ、

設計の実践を行っている工学者が、哲学的な知識論に貢献する稀な機会が存在するのである。これによって、人間社会の多くの知識に関して、新たな見方が提案できるように思われる。

この意味での、設計の知識を解明することが、21世紀を前にした我々にとっての認識論を作るための基礎となるように思われる。

## 謝 辞

第1章は、シンポジウム(1999年6月2日)での発表をもとに、敷衍したものである。ファジィ学会のパネリストとして呼んでいただいた大阪府立大学の馬野元秀先生と、そこでの議論で私の考えを刺激していただいた方々に感謝したい。また、第2章は、拙著『ものづくりと複雑系』講談社選書メチエでの論点が基礎となっている。そこでの考えを少しでも進める機会を与えて下さったシャープ(株)の野村竜也氏と編集者諸氏に感謝したい。

## 参 考 文 献

- 第1章のファジィ理論については、  
 ザデー著、菅野道夫、向殿政男監訳『ザデー・ファジィ理論』日刊工業  
 日本ファジィ学会編『ファジィの科学と思想、講座ファジィ別巻1』日刊工業  
 向殿政男、本多中二著『ファジィ——「あいまい」の科学』岩波書店  
 D.マクニール、P.フライバーガー著、寺野寿郎監修、田中啓子訳『ファジィ・ロジック』新曜社  
 寺野寿郎監修『あいまい工学のすすめ』講談社ブルー・ボックス  
 「ファジィ学会誌」の1997年度の各論文などで知識を得た。  
 第2章の工学の知識の具体例については、  
 「日本機械学会誌」の1999年度の各論文  
 「日本学術会議50周年記念シンポジウム「設計の質的転換」講演論文集」社団法人日本機械学会〔No.99-32〕  
 吉川弘之監修、田浦俊春、小山照夫、伊藤公俊編『新工学知 1, 2, 3』東京大学出版会  
 などで補足した。幾つかは、拙著『ものづくりと複雑系』講談社選書メチエでも取り上げた例になっている。

(1999年6月21日 受付)