

# 使える知識について

## 0. 概要

学校で学んだことが役に立たない、知っているけれども使えない。このような状況はよく耳にする。このような状況の原因の一つは、学校で評価されることは、教科書的な知識の世界での正解であり、現実の世界での適用をあまり考慮していないことにある。

ここでは、教科書的な知識を現実の世界で生かすために、一般意味論の発想で、記号としてのことばと現実との対応を明確にする。そして、一般システム思考の発想で、知識の応用法を考え、まとめて現実をモデル化する手法を検討する。

## 第1編 一般意味論の応用

一般意味論は、1930年代にアメリカで戦争帰還者の神経症対策からはじまり、1949年のS.i.ハヤカワの「思考と行動における言語」で、完成した実用的な思考方法の学問である。一般意味論の主要な考えは、記号の一般化過剰による暴走を食い止めることにある。

### 第1章 意味論

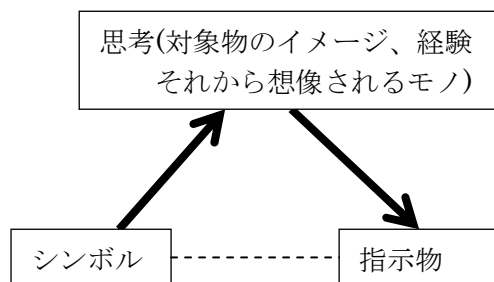


図1 意味の三角形

コージブスキーの研究に先立ち、イギリスのオグデン、リチャーズの二人は、左図1に示す意味の3角形を提案した。この図の示すように、多くの記号(シンボル)と指示物は点線が示すように直接関係はなくて、思考過程を通して、記号と指示物がつながっている。この思考軽油を無視したり、軽視したりすることで誤りが介在する可能性がある。なお、『キャー』と言う悲鳴等には、音声と指示しているものに直接的な関係がある場合もある。このような直接的な関係がない場合には、思考を経由する。

例えば、「犬」と言うことばには、英語なら「dog」と言う単語が対応することからもわかるように、「犬」と言う記号を

使う必然性はない。ただ皆が、「犬」と呼んでいるから、その知識や経験に従って、記号としての「犬」と言う文字と、現実の犬の対応が生じているのである。

このように、

**「単なる記号であることばと、現実の物との間に、直接的な関係がないことが多い」**

ということ意識しないと、多くの誤解が生じる。例えば、「農民」と言っても、豊臣秀吉が刀狩を行うまでは、家に武器を持っていて、農閑期には雑兵として、戦場で活躍した者も少なくない。具体的な話では、明智光秀は落ち延びようとして、百姓の手にかかって死んでいる。これを、「平和に暮らしている農民を、武士がしいたげて」と言う発想は、江戸時代以降の兵農分離のイメージから導かれる誤解である。

また図1の記号と指示物の間の点線を、積極的に実線化するような動きもある。その一つは、日本に古くからある『言霊』と言う、「名前に魂が宿る」という思想である。言霊に関しては、井沢元彦氏が色々書いているので、興味のある人は見て欲しい。そして、もう一つが教科書の世界である。日本の教育では、少なくとも小学校から高校では、教科書を読んだだけで納得するようにしつけている。確かに、日本の学校教育制度は、この面でかなりの完成度を持っている。

特に、数学の世界は経験を除去して、記号の処理だけで証明できるようにしている。幾何学で考えて見よう。現実の世界にある色々な形ある物を、図形に抽象化し、線の太さなどは消えた、理想的な線や点の世界にする。そして、定義や公理を作り、そこからいろいろの定理を導いていくのが、幾何学の勉強である。ユークリッドの作った幾何学は、公理や定義から多くの定理を導く見事な体系をなし、論理的な展開の一つの理想として、西洋文明に大きく貢献した。しかしながら、実はユークリッドの幾何学でも、「点」「線」「三角形」等のイメージを使い、線が交わるなどと言うことは、直観的に理解させていた。つまり、意味の三角形の上部の「経験からの想像」を使っていた。これを、除去したのが、ヒルベルトの幾何学である。定義と公理だけで、きちんと理論展開ができ

るようにし、意味の三角形の底辺を実線化した。

もう一つの例を挙げると、分数の計算、例えば分数の割り算がある。分数の割り算は、割る数の分子と分母を逆転させて掛け合わせるといふ、記号的な処理として習っている。これを、 $1/2$  割る  $1/2$  と言うことは、 $1/2$  個あったものから、 $1/2$  個を取り去るので1回しかできない。従って、 $1/2 \div 1/2$  は1である、と言う風な具体的な経験を通して教え理解させることは、あまり行わない。数学的発想は、具体的な経験から切り離れた抽象的な記号の世界だけで議論を展開し、正しさを証明することを善とするのだから、このような展開になる。

次に、物理学の場合を考えて見よう。ニュートン力学にしる、マックスウェルの電磁気学でも、教え方には二つの道がある。リンゴの落下や、天体の運動、静電気の力等の具体的なモノから、色々な特性を抽象化して、基本的な方程式に到達する方式と、ニュートンの運動方程式や、マックスウェルの方程式を最初に教えて、個別の問題演習を行いながら理解を深める方法がある。帰納的と演繹的の二つの手法である。特に演繹的手法は、記号で記述された理論の中で、議論を展開し結果を導くことになる。この場合は、上記の数学と同様に、意味の三角形の底辺を直結する形になる。

さて人文科学や社会科学の場合には、物理学や数学ほど、抽象的な理論体系が独立していない。例えば、教科書にある、鎌倉幕府の体制図などというものは、実際にあったものではなく、後々の歴史家が、色々な時期の組織を合わせて、適宜当てはめて記述したものである。このような状況を考えると、人文科学や社会科学では、記号と指示物の間に介在する思想の役割を、本来ならば明らかにしないといけない。しかしながら、現在の日本の教育では、小学校から高校まで、文部科学省の指導が行き届いた教科書が存在する。そして、此の教科書に書いている通りに答えることで、良い成績が取れる仕組みとなっている。つまり、教科書と言う記号の世界が、そのまま現実の世界と思い込むような刷り込みがされている。これが一つの問題点である。

## 2. 抽象の梯子

このような教育を受けると、教科書に描いてあることだけで、全てを理解したような錯覚をすることがある。しかしながら、教科書は現実を全て記述しているものではない。特に宗教関係の記述などは、大幅な簡略化が行われているため、その部分だけ読んで知った気持ちになると、多くのトラブルを引き起こす。例えば、イスラム教と一括りにしているが、実際は色々な教派に分かれていることを知らないと、現在のアラブ諸国での混乱状況は理解できない。

このような、「解ったつもり」によるトラブルを逃れるためには、一般意味論の考え方と手法は、一つの有力候補である。一般意味論の目的は、「過度な一般化の被害を避ける」ことであり、主要スローガンの

1. 地図は現地ではない
2. 抽象の梯子を下れ

が一般意味論の主要思想を言い表している。1. の「地図は現地ではない」という言葉は、意味の三角形で言えば、「記号は、指示物ではない」と言うことであり、今までの議論にあわせて、「教科書通りの物事は存在しない」と言ってもよい。

一方、2. の「抽象の梯子を下れ」は、意味の三角形で言えば、「記号に関連した思考を、現実体験に照らし合わせろ」と言うことである。また教科書の議論で言えば、「教科書の記述を、現実と照らし合わせて、実用化しろ」と言うことになる。

一般意味論の創始者である、アルフレッド・コージブスキーは、「構造微分」と言う概念を示し、複雑な現実の現象から、情報を抽象化して取捨選択し、その上で各種説明や理論を作っていく過程を説明している。コージブスキーの後継者である、S.I.ハヤカワは、抽象の梯子と言う形で、このような情報の抽出過程を、よりスマートに表現している。

次ページの表1は、一頭の「ベッシー」と名づけられた牝牛についての抽象の梯子の例である。一度言語で表現した後でも、種々の抽象化が行われ一般化が行われる。しかし、言語化する前の知覚のレベルでも、多くの情報が取捨選択されていることに注意を払うべきである。一方、それまでの経験による情報が、意識的無意識的に影響することがある。例えば、昔自分の知っていた牛が、温和な性格だったら、このベッシーも温和な性格であると、思い込むようなものである。しかし、ベッシーは子牛を生んだ直後で、気が立っているかもしれない。このような一般化過剰の被害を避けるため、「抽象の梯子を下る」ことが大切である。

表 1 抽象の梯子(例)

牝牛ベッシー

|             |                                                                                          |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8 富         | 富という言葉はきわめて高いレベルの抽象で、ベッシーのほとんどの特性は省略されている。                                               |
| 7 資産        | ベッシーを「資産」と言う時、なお多くの彼女の特性が落ちている。                                                          |
| 6 農場資産      | ベッシーが「農場資産」と言う時、他の農場の売れる物件と共通の点だけが言及されている。                                               |
| 5 家畜        | ベッシーが「家畜」と呼ばれる場合、豚・鶏などと共有している特性だけが言及されている。                                               |
| 4 牝牛        | 「牝牛」の語は、われわれが牝牛 1、牝牛 2、牝牛 3…牝牛 n に共通の特性を抽象化したものを代表する。特定の牝牛の特有の特性は捨てられる。                  |
| 3 ベッシー      | 「ベッシー」(牝牛 1)の語は、2 のレベルの知覚の対象にわれわれが与えた名である。<br>名は対象そのものではない。それはただ対象を代表し、対象の諸特性の多くへの言及を省く。 |
| 2 知覚のレベル    | われわれが知覚する牝牛は、語ではなく、経験の対象である。われわれの神経系が、原子的過程<br>— 牝牛を形成する全体から抽象(選択)したものであり、多くの特性は落ちている。   |
| 1 原子的過程のレベル | 科学に知られている牝牛、現在の科学の推定では究極は原子・電子等からなる。<br>諸特性はこのレベルでは無限でまた常に変化しつつある。                       |

注) 原子的過程のレベルから、知覚する時点で多くの情報が失われる。さらに知覚したものを、ベッシーと言う名前前で識別する時、さらに多くの情報が失われるとともに、そのベッシーと今まで暮らしてきた経験が、含み情報として、付加される場合もある。3～8 のレベルは言語の世界なので、失われる情報に関しては、明確になっているが、2 以下の世界は言語で表せない無意識的な選別や、追加が行われることに注意する必要がある。

そもそも一般意味論は、戦争参加者の神経症を治療するために、過度の一般化の弊害に注目し考えられたものである。この考え方を、一般的な理論の暴走に対しても適用するために、抽象的な言葉で理論展開をしても、現実の事例で検証することを推奨している。この作業を、「**抽象の梯子を下る**」と表現している。また同一物や人物でも、時間による変化を考慮すること等にも注意している。

### 3. 地図の使い方

一般意味論の考え方を部分的に理解すると、今までの教科書的知識を全面的に否定してしまう、危険性がある。このような二値的割り切りの弊害に対して、コージブスキーはきちんと対処法を述べているが、ここでは、対処療法として、地図の効用を再度強調する。

今まで述べたように、教科書の知識がそのまま使えると考えることは危険である。特に、抽象の梯子が示している情報の取捨選択が行われていることを意識しないと、過度の一般化などの失敗をする。しかしながら、地図の喩を応用すると

「地図は現地ではない。しかしながら、初めての土地でも、現地で動くときに参考になる。」  
は成立する。また、地図を使うことで、現地にある物の位置関係等が、見通しよく理解できる。

このように、地図や知識は、現実の問題にそれだけで十分と思って適用すると、間違いも生じるが、現実を理解したり説明したりするための、方向付けを与える道具と考えれば有用である。このような、間違いの生じる可能性はあるが、新しい物事に取り組むときなどに効果がある、一般的な規則・法則を見出して利用する方法として、一般システム思考の手法がある。

一般システム思考は、物理学などの個別の学問の法則をさらに抽象化して、共通的な規則を探す活動である。一般システム思考の法則の一つの発見法は、種々の分野の法則を調べて、その類似性を探すことである。この時、概念の一般化を行うため、「抽象の梯子を上る」ことで、一般的な因果関係を記述しようとする。但し、余りにも一般的過ぎるものは、実際の役に立たないことがあり、ある程度具体的なことを、説明できる現実性が必要である。しかし、こうすると現実対応の個別特殊例で間違えることもある。このような危険性はあるが、間違いを恐れて何も言わないよりも、間違える可能性もあるが有用な情報となる可能性がある、踏み込んだ発言を行う方が結果として得るものは多い。間違いを生じてよいから実際に役立つモノを求めるのが、一般法則の見つけ方である。

地図的な例で考えて見よう。多くの駅には出口があるが、通常この出口は、人通りの多いほうについている。さてここで、一般論として「駅には出口があります」と言う表現は、まず間違いがないが、何も言っていないのと同じである。一方、「駅には、繁華街に近いほうに出口がある。」と言う、より具体的な表現は、見ず知らずの所でも、繁華街を見つける一つのヒントになる。但し、「阪急電車の十三駅では、2014 年の 5 月には、火事の影響

で、繁華街につながる西口は閉鎖されている。」と言う風な、個別の事例で間違えることもある。このような、個別の反例を恐れてはいけない。但し、一般法則は全てに適用できるのではなく、具体例での検証が必要であり、反対の事例もあることに留意して、決めつける行動は排除しないといけない。しかしながら、駅の両方を探すのではなく、出口に直結する道を探すことで、繁華街や飲食店などを探す時間は短くなることが多い。このように、一般的な知識は、個別の事態に対して、探す範囲を狭めてくれる効果がある。

さらに、システム思考の立場では総合的なものを求めている。この活動は地図を作る作業に例えることができる。個別の知識を配置して、その間の道を示しておく。こうして関連付けることで、知識を活かせるようになる。

地図は現地ではないので、地図の通りのモノがあるとは限らない。しかしながら、初めての所に行ったとしても、地図を見ておくと全体の状況がつかみやすいし、目的地を探す場合にも効果的に探すことができる。教科書の知識も同様に、全体像をつかむことに役立つし、現実で起こっていることを説明するための、情報収集の方針を与える。自分で調べ、考えることは必要だが、教科書知識を活かすことで、効率化を図ることができる。

地図を有効活用するために、想像力を働かせることも重要である。例えば、今まで行ったことない所の地図を見てみよう。そうすると、道路などの交通機関がどのようにつながっているか、また主要な建物にどのようなものがあるか、地図の上から見えてくる情報がある。そこで、自分がその町の主要駅に降り立ったとする。そこで何が見えてくるか想像してみよう。この想像は現実とは、異なることが多い。しかしながら、想像上でも全体の街並みを考えることは、実際にその土地に行ったとき、理解が速くなることが多い。

また、このような街を考えると、県庁所在地と言う情報があれば、その県でなくても、同様な規模の県で県庁所在地をイメージして、県庁周りの道路や交通機関、繁華街の状況などを想像することができる。そして、具体的なXX県ではないが、一般的な県庁所在地と言うイメージで、交通状況などを考えることができる。

このような想像の働きは、図 1 の意味の三角形の『思考』の部分を示している。この部分の情報は、それだけでは暴走することもある。しかし、複雑な現実から、効果的に情報を抽出するための手掛かりとなることは多い。

抽象の梯子を上り、地図の上で全体像をつかみ、その後具体的なものに触れて細部を修正する。このような動きが大切である。

## 第 2 篇 一般システム思考の応用

一般意味論では、知識の誤った使い方を防ぐために、抽象の梯子を下り、誤った一般化を避けることを重視している。一方、一般システム思考では、誤りの可能性はあるが、一般的な知識を活用することで、物事理解を早める方法を探す。当然ながら、一般システムの考え方で、間違えることもある。しかしながら、速やかな理解力は、素早い修正力の必要条件である。大胆な仮説を設けることで、思考の努力を効率化するとともに、常に謙虚に誤りの可能性を考え速やかに修正することで、最終的に正しい結果を速やかに得ることができる。一般システム思考の主要手法を 6 章にまとめたが、モデル構築の手法が一番大切なので、独立した章にした。

### 4. 使える知識

知識を使えるようにするためには、大きく分けて二つの手段がある。一つは、同じ抽象のレベルで知識内容を充実させることである。地図の喩で言えば、地図の記述範囲を広げたり、詳しくしたりすることになる。具体的には、個々の法則を他の法則から証明したり、演習問題として個別のケースを解決したりしていく作業である。より確実な、公理などから演繹により導き出す。また演習問題の形で、個別の事態に一般法則を当てはめていく。このようにしていくと、理論知識が密になってくる。そして理論的知識が充実していくと、理論のつながりが網のようになり、知識で『地図』ができるようになる。このような網ができると、新しい知識や疑問が、頭の中の『地図』上で動かすことができるようになる。これが一つの、「解った!」と言う体験である。

知識の使い方として、もう一つは現実への適用がある。学校教育では、実験等で理論と現実の関係を教えようとする。社会に出て仕事をしている時は、色々な形で現実の問題に対して、知識を適用して、説明し予測しないといけない。特に、トラブル発生時には、その原因究明に理論的知識を活用することが多い。ここで大切なのは、現実の状況を上手く抽象化し、理論が適用できる程度に、理想化する作業である。理論の側から言えば、抽象的概念の具体例を、現実の物から探す作業である。例えて言うなら地図を見ながら、現地の建物や地形を見定める作業である。そして、理論的な予測や原因の説明を行った時、その対象物を現実に見つけることができれば、理論の現実への応用ができたことになる。但し、現実には理論通りのものにはならない。このため誤差の原因を考え、説明できるようになることが、理論の現実への適応の一つのカギとなる。現実の世界を見て、理論の適用可能性を見出す。そして、予測したり、今まで起こったことを説明したりする。このような作業を通じて、理論が自分

の脳内で何時でも使えるようになる。このため、現実を上手に抽象化して、理論適用のために理想化する見方を、身につけておく必要がある。一方、このような抽象化は、常に誤る可能性がある。この様の失敗を恐れず、速やかに訂正する能力が必要である。この状況を図示すると以下ようになる。

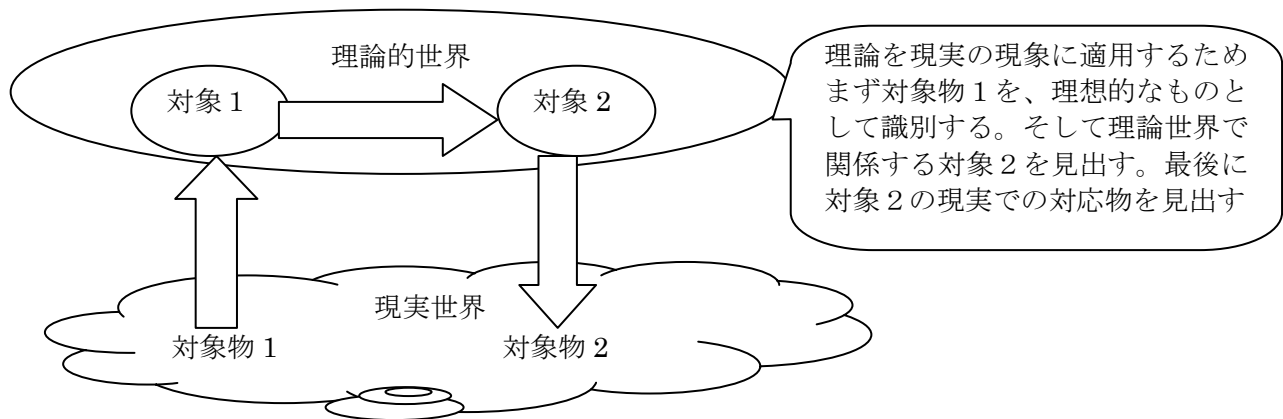


図2 理論を現実の世界に適用する

## 5. 知識を使うために今まで得たものを見直す

知識を使うためには、今までの勉強したことの発見者が、なぜこのような発想をしたかを学ぶという、別の切り口で見直す必要がある。例えば、物理学では、ニュートンの運動方程式などを学習してきたであろう。しかし、この法則を、どうして見出したのか、今まで学んできたことを見直してみると、複雑な現実に対して、どのようにして説明するか、との先人の苦労を理解することができ、その中から自分の知識の活用法が見えてくる。

ニュートンが万有引力を説明した時、「リンゴが木から落ちるように、月が地球の方に引っ張られている、また地球は太陽に引っ張られている。」と説明した。ここで大切なことは、太陽と地球、または地球と月と、一対一の比較的簡単な形で議論している点である。ここで、太陽、地球そして月と、3者を一度に議論したら、ニュートンの力学は、当時の計算力では構築できなかったであろう。また、地球と太陽の距離は十分離れているので、お互いが大きさのない一つの点として議論することも可能であった。このように、一つの理論が生み出されるときには、まず単純化し、理想化した世界で考える必要がある。そして、理想化したものを、頭の中で動かす思考実験も大切である。先ほど例にとった、「リンゴの落下」と言う言い方も一つの思考実験である。

物理学の歴史では、いろいろな思考実験が出てくる。例えば、ガリレオが、当時のアリストテレスの自然学にあった「重い物ほど速く落ちる」と言う説に対し、「二つの重りを糸でつないだとき2倍の速度になるか?」と言う反論を示した。これも思考実験の一つである。その他、量子力学の有名な「シュレディンガーの猫」の思考実験もある。完成した物理学を学ぶ場合には、きちんとした数式などで説明を受けることが多い。しかし、色々な意見がある場合には、説得するために思考実験を使うこともある。このように、生みの苦しみを知っておけば、自分が新しいモノを解決するために役に立つことがある。

もう一つの事例として、幾何学について考えてみよう。幾何学は、抽象的な図形の性質を、しっかりした定義や公理から導き出す。この定理の証明が幾何学と言うイメージが多いだろう。しかし、その前に小学校に時代に、定規やコンパスで、図形を描き、その辺の長さや角度により、同じ図形と言うことを調べ、図形を動かして重ねることで、同じ図形と確認する作業をしている。また、実際に線を引くとその線には太さがあり、寸法も色々な誤差が出てくる。このような現実の複雑さを、抽象化して展開しているのが幾何学である。実際の土地の形では、幾何学図通りの形などは存在しない。しかし、抽象化することで、理想的な線や三角形などができてくる。このような抽象化の作業を、もう一度思い出すことも、抽象の梯子を実感するために大切である。

また、国語の勉強では、人間がどう感じ、どのように考えると言うことを、想像する訓練をしている。このような人の心に寄り添い、相手の考えを想像する訓練も大切である。一方、歴史や地理では、われわれと違う環境で、『なぜそのようなことが行われたのか』を考える。これは、多様な文化への理解力を育てる手段でもある。また、社会と言う実験などできないような大規模なものでも、歴史の上で考えれば、類似の状況を見出すことができるし、逆に現在との違いを検討することもできる。

一般的に、今まで教科書で学んで、絶対と思っていることは、常に

「(～と言う前提で) ならば～である。」

と言う形であることを、再認識しないとイケない。暗黙の前提を明らかにすることで、限界を明確にし、活用範

囲を広げることができる。

今まで、勉強してきたことにこのような大事なモノがあることを、再確認してほしい。また知識を単独で覚えるのではなく、現実例や理論展開など、網を広げる形で見ておくことも大切である。

## 6. 一般システム思考の手法

### 6.1 中数システム

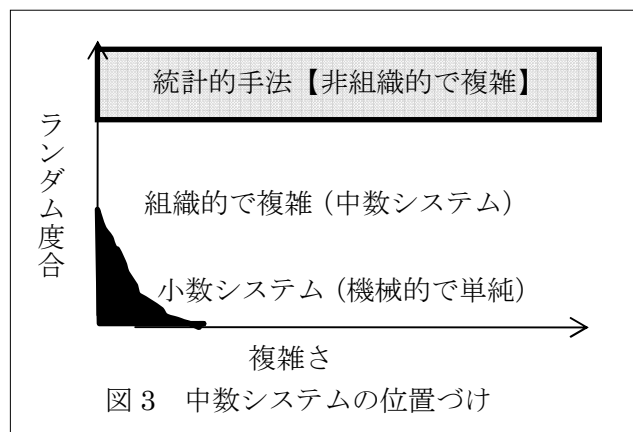


図3 中数システムの位置づけ

一般システム思考の考え方は、知識の活用のために有効なものが多い。まず一つ目は、中数システムの概念である。

科学の模範としての物理学は、まず2つの物体間の関係など、小さい数のシステムの記述から始まった。しかし、温度圧力などの気体の性質について考えるとき、個別の分子間の運動方程式を解くにはあまりにも煩雑すぎる。そこで、平均値などの全体としての統計的性格を相手にするようになった。これが、大数の法則が成立する、大数システムである。

しかしながら、現実の世界は、少くない要素が、種々に絡み合っていて、個別の要素を無視できるわけではないが、単純な因果関係のモデルを作るには複雑すぎる、「中数システム」である。

例えば、道路のトンネルの天井板が落下したとする。この時、原因究明をすると、「最初にどこのボルトが腐食して破断した。」と言う風に、個別の原因がわかる。このような多数の中の一つの変化が、全体に影響するのが中数システムの特徴である。言い換えると、トラブルなどが発生し、原因が絞り込まれると、確実な因果関係が出てくる。しかし、通常に動いている時、多くの物が組み合わさっていて、個別の物を見過ごしている。

中数システムへの対処法は、状況によって変化する。正常時の動作を理解するためには、細部を無視して全貌を把握しないとイケない。そして、実際の物作りや、トラブル対策時には、細部の細かい組み合わせに注意しないとイケない。この時、システムとしての階層化が上手く行われた場合には、細部の検討時に全体を考慮することは、少なくてもよい。しかしながら、階層化が上手く行かなかった場合や、トラブルによる想定外のルートが生じた場合には、全体を見ながら細部の検討を行う必要がある。このような全体と細部の関わりが、中数システムを難しくしている。

### 6.2 観察方法

複雑さと個別の規則性を兼ね備えた中数システムを、理解するためには適切な観測方法が必要である。適切とは、詳細ならばよいということではない。システムの機能を説明するために十分な観測である。このためには、ランダム化して、ノイズとして扱えるような細部は、省略することも必要である。

この観察で、何に注目し、何を無視するかと言うことは、良いモデルを作る重要な点である。また、上手くまとめた状態を使うことで、規則性なども見出しやすくなる。そして、複雑な現実をまとめたモデルを構築することは、中数システムを理解しやすくする重要なステップである。

ここで、問題を難しくするのは、モデルの構築と、観察によるまとめが、相互に影響し合っている点である。観察結果によっては、モデルの構造や機能が変わってくる。一方、観察時に情報選択を行うためには、どのようなモデルを作るかの方針が必要である。

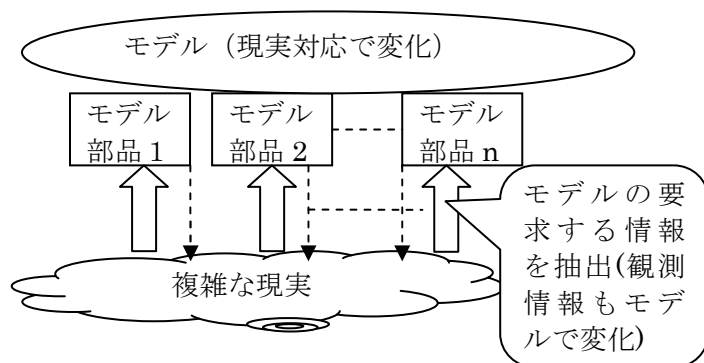


図4 モデルと観測の相互関係

図4の相互関係が、上手く収束する時、安定したモデルを得たことになる。なお、モデルの安定性は、モデルの上で色々な思考実験や、コンピュータシミュレーションを行うことでも評価することができる。

一度安定したモデルを得ると、さらに現実の情報を抽出することが容易になる。また、思考実験も進むことになる。そして、モデルの構造を大きく変えない、小規模な追加も、容易にできるようになる。小規模追加のための必要情報付加は、比較的簡単にできるので、若くて経験のない者でも仕事をする事ができる。

観測時の情報選択を、一般化すると、一つは「フィル

ターを通す」と言う表現となる。あまりにも細かい変動は、高周波成分とみて除去することになる。これは通常、「積分する」または「平均をとる」と言う形で実現する。一方、観測時間を制限することは、長周期を除去することになり、低周波成分の除去となる。

その他にも、状態のまとめ上げにより、規則性を見出す手法などもある。例えば、トランプの手は、その枚数の組み合わせと言うことでは、どれも平等かもしれない。しかし、「絵札が何枚以上は強い手」とまとめることで、個別の手とは別の計算ができるようになる。このように、まとめることで、規則性が見えることもある。

### 6.3 存在と安定

システムとして、存在すると我々が認識するモノは、以下の2つの条件を満たしたとき、初めて議論できるようになる。

1. 実際に存在する
2. それをわれわれが識別できる

このためには、われわれが識別できるだけの時間、そのモノが存在しないといけない。そのためには、広い意味での安定した状態であることが必要になる。ここで広い意味と言ったのは、周期的な活動や、まとめ上げれば同じ範疇と判断できる範囲の動きなども含んでいる。また周期的と言っても、正弦波のような規則的なものだけでなくカオスのような、一件不規則に見えても、ある範囲に収まる運動もある。

もう一つ考慮すべきことは、安定性と言うのは、観測時間に相対的ということである。ごく短い時間には、過渡的に変化しても、定常状態になれば安定する状態もある。一方、長い年月の目で観れば、多くの物は変化していく。このように、観測する時間帯での安定を考えればよい。また、状態を上手くまとめることで、安定を見出すことができることも知っておくべきである。

システムとして、安定を得るための手段として、フィードバック機能が働くことが多い。このようなフィードバックの仕組みを採ることも、システム理解には有効なことが多い。人間の活動における、PDCA サイクルもフィードバックの一種である。ライト兄弟が、飛行機を実現したこと。ワットが蒸気機関を実用化したこと、どちらにも安定を得るための制御の働きが大きくかかわっている。

### 6.4 一般法則

一般システム思考では、物理学等の法則の一般化を行う。例えば、熱力学の法則の一般化などである。なお、ワインバーグは書いていないが、以下に示す力学系の一般化も重要な発想手段である。

- 1) 状態変数を決めて記述する
- 2) 状態変数の関係を数式で記述する
- 3) 上記変数の保存、最適化そしてその間の制約を記述する

## 7. モデルの構築

モデルの構築は、抽象化した概念間の因果関係などをもとに、配置と関係を記述していく作業である。モデルの記述は、ブロック図のように機能の塊とその間の関係等の動かない形で記述することが多い。しかしモデルの価値は、その上で想像力やコンピュータシミュレーションを使って動かして、機能を確認できることにある。動かせるモデルは、多くの情報を生み出すことが多い。例えば地図も、その上で戦場のシミュレーションができるなら、モデルの機能を果たす。

モデルの構築は、通常研究や開発で一番難しい作業の一つである。世の中には、多くのモデル構築の手法が存在する。つまり、決定版がないということである。すべての物事に適用できるモデル構築法が存在するなら、ソフトウェアの開発業務など、大きく変化するであろう。ここでは、いくつかの手掛かりを示しておこう。なお、制御系の設計作業は、工学的環境と言う理想的な世界ではあるが、モデル構築の一面をよく示している。これが直接使えないことも多いが、知識として知っておくことは大切である。

<http://manabizz.c.ooco.jp/SeigyoKinou.pdf>

モデル構築に当たっては、理論的な考え方の多様性を意識する必要がある。数学の理論は、数式などの形式的な世界で、できる限り完結するようにしている。しかしながら、物理学をはじめとする、科学の世界では、形式的な世界の記述と、現実の具体例の世界の間に、色々なレベルが存在している。各層間の関係をつなぐものとし

て、自分の理解を表現するモデルが有効である。教科書に載っている多くの図は、このようなモデルの一例であることが多い。例えば、人体解剖図で内臓の配置が載っている。しかしながら、個々人の内臓は教科書通りの位置にあることは、ほとんどない。それでも、医師が患者の体を探る時に、どこを探せばよいかと言うことを示したり、各内臓の機能を理解したりするには、有効な手掛かりを与える。杉田玄白たちが、腑分けに立ち会った時、蘭学の教科書を見て感動したのは、その教科書に描いている、内臓と実際の腑分け時の臓器が対応したからである。このように、モデルと現実の対応が着いたとき、解ったという経験が生まれる。

さて、モデル作成の一般的な考え方は、まず全体像をつかむことが重要である。ただし、全体像をつかむことは、簡単にできることではない。特に完全なモノを期待したら、いつまでたってもできない。むしろ、少しぐらいの間違いや、差異のあることは認識した上で、類推や経験や歴史的教訓等の先行事例から、検討を開始して、違いを修正する方が効果的なことが多い。完全な全体像を求めるより、全貌に近そうなもので使えるものから出発し、徐々に修正する方が成功する可能性は高い。

ただし、実際には部分的な情報の方が、目につくことが多い。このような時の対策として、とりあえず部分的な記述を行った後、それを紙などに書いておいておく。そして他の情報との配置を見ることで組み合わせる方法もある。QCサークル活動で使う親和図法は、このような効果を考えたものである。なお、発想法としてのKJ法は、もっと完成度の高い有効な手法であるが、正規の習得手続きが必要なので親和図法のレベルで止めておくが、これでも実用的な効果は期待できる。ただ、KJ法の原点には『人間の行動は合理的なものである。従って理由を見出すことができる。』という信念を持って、個別の行動を見る考え方がある。このように、因果関係を探することで、一見独立しているように見えても実はつながっている、ということが発見できることもある。

また、システムを機能で観察する場合には、複数の観点で見ることがある。例えば、物体の流れ、エネルギーの流れ、そして情報の流れなどの側面がある。システムの概要を把握するときには、このすべてを見るのではなく、どれかに絞って検討する方が判りやすいことがある。特にそのシステムが、外部から要求されている機能に着目し、その関連事項を順に遡っていく記述は、比較的書きやすいことが多い。また機能に着目した場合には、一つの動きに注目することも効果がある。とりあえず全体を描くことが大切であり、そのためには不完全なものでも、通して動かすことが有効である。

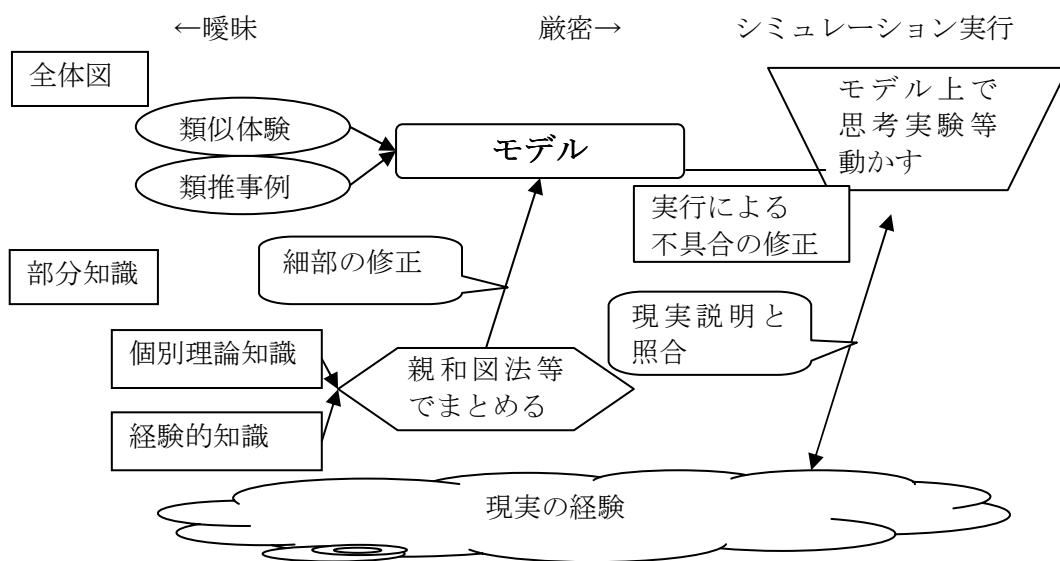


図5 モデル作成

モデル構築の中で、特に注目すべきことは、他人の思考モデルの構築である。例えば、一つの製品を売る時、お客様はどのような考えで、この商品を選ぶかを考えて見る。その時の意思決定の過程をモデル化してみる。また実際に使う時に、どのようなことを考えるだろう。このような発想で他人の考え方をモデル化することは、コミュニケーション能力の向上にもつながってくる。

## 付録 集中方法

最後に、総合的なスキル訓練として、一つの物事に対して『集中』してみよう。

一つのものに集中しようとしても、なかなかうまくできず、気が散ってしまうことが多い。そこで、連想を広げながら、しかも中心に集中すべきことを置くことで、集中を続ける方法を試してみよう。集中と言うと、一つ

のことだけしか考えない、いわゆる視野狭窄的なイメージがある。しかし、一つの物事の周辺を回りながら、色々考えをめぐらすのも集中の一つの方法である。このように考えれば、灘中の伝説の国語教育で行われた、スロリーディングも集中の一つの形である。

実際の仕事の上で、難問を解決する人は、このような形での集中を経験することが多い。仕事の課題に集中しても、日常の業務は果たさないとはいけない。そこで、色々な仕事をしながら、常に課題に戻るという形での集中になる。その時には、色々な物が課題に関連して見えてくる。

“Sleep on the problem!”

はこのような集中の中で生まれる。

具体的な手法は以下のとおりである。

#### 1. 集中すべきモノのイメージを作る

集中の順序は、まずその概念を明らかにするために、イメージを作る。

#### 2. 他の物と比べて違いを明らかにする

対比するものとの違いを明確にしていく。同じような種類で違うものを明らかにすることで、境界線を明らかにしていく。

#### 3. 部分を考える

次に部分を考えていく。ここでは細部に集中することで、イメージを明確にすることと、部分の機能を明確にすることで、全体の機能を明らかにしていく。さらに部分の積み上げで、全体を再構築することで、さらに理解が深まる。

#### 4. 機能を一般化する

そうして、集中対象が他に及ぼす機能を考えていく。どのような働きをするのか、全体の中で考えていく。また、対象を抽象化して、一般的なことで考えることもある。

#### 5. 具体的な経験を思い出す

最後に、自分の経験したそのモノについての、できる限り思い出していく。この段階では、抽象的な概念をできるだけ具体化していく。

一つの例として、2014年の干支である「馬」について集中してみよう。

#### <例 馬への集中>

最初は、馬のイメージをできるだけ思い浮かべる。これが、しっかりした絵になる場合もあるし、単に言葉としての「馬」とどまるかもしれない。自分が、馬と触れたことのある人なら、その経験を思い出すことが多いだろう。人によっては、「競馬の馬券」を思い出す人もいるかもしれない。しかし馬券を買ったなら、競馬場に行かなくても、その馬が走っている様子をテレビなどで見たり、スポーツ新聞の写真を見たりの経験があるだろう。そのイメージを思い出す。これが第一歩である。今の時代なら、ネット上の馬の画像を引き出してもよい。

次に、今回考える馬について、対象を絞り込もう。つまり、他の物と区別するために、対比すべきものを考えて、境界を明らかにするのである。例えば、競走馬のような西洋系の馬で考えるのか、農耕を主とした日本馬を考えるのか、それを区別しないのかを考える。馬一般で考えるなら、例えば同じように人間に飼われていた、牛とは何が違うのか、考えるのもよい。

次に、馬の部分を、少し細かく考えて見よう。まず馬と言えば、長い顔がある。そして四本の脚とひずめ、長いしっぽ、鬣などが思い浮かぶであろう。そして各部の動きを見る。その各部分が組み合わさって、馬を構成している。このように部分にわけ、その機能を確認しながら再構成する。これでまた馬というものが解ってくる。

こうすると、馬の働きが見えてくる。速く走る、重い物を運ぶ、自分の背中に乗せて運ぶ、馬車に乗せて引っ張る。このような馬の機能が見えてくる。さらにこれを一般化すると、より多くの物を運ぶ、速く運ぶなどと言う現在の乗り物の進歩も、思い浮かぶかもしれない。こうして抽象化して、一般化することで、知識というものが効果的に働くことが実感できるようになる。

更に、今度は具体的な世界に降りてみよう。自分が今までに実際に見た馬や、触ったことがあるか経験を振り返ってみる。抽象化して一般化する。こうして知識を広く使えるようにする。その一方で、具体的なモノに当てはめることで、知識の活かし方が判ってくる。特に知識の限界と言うか、現実の多様性への対応が見えてくる。

以上