

## 4 内部観測:形式世界の外に立つ観測

形式世界は生命すら含んでしまいそうに見えるにも関わらず、生命とは無縁なものである、ということをもっと明確にすることを試みよう。無縁であるといっても、形式世界を使って生命を見つめることは可能であり、そうすることが形式世界の外にたつことになる。内部観測は形式世界の外に立ち続けることそのものともいえる<sup>67</sup>。内部観測の結果は形式世界を変ぼうさせるが、結果自身は変ぼうした形式世界に飲み込まれてしまう。

内部観測自身をそのまま形式化することはできないが、それを明確にする視線を与える形式は無数にあると思われる。以下、内部観測について注意をいくつかしたあとでチュー空間という一つの数学的枠組みを用意し郡司の生命論の一部を表現する試みを行った。

### 4.1 「内部観測」とは

この言葉の原点は物質どうしは不定性をもつ観測を行って相互作用しているという松野による描像である [25, p45]。物質世界の内部で観測が起こっているという描像から、内部観測という言葉が生まれたと思われる。ここには宇宙全体という言い方を不要とする新しい定式化の模索の始まりがある。

この由来を知らないと「内部観測」という言葉を誤解してしまいやすい。

たとえば「内部を観測する」や「内部から観測する」という意味かと思ってしまう。前者は論外であるが、後者では対象の身になって考えるというような意味あいになりかねない。いずれも、いま問題にしようとしている「内部観測」とは関係がない。後者はやや関係はある。

生き物が観察をしている、という言い方は研究者を捨象して意味をもつものではない。研究者は自分自身が観察すること無関係に生物が行っている観察というものを理解することはできない。こういったこ

とを通常は生物の立場になって考えるという言い方を

する。  
これは内部観測に近いが微妙にズレている。「いきものがする認識はいきものの中に立って見ないとわからない」ということではなく、「生き物が認識する」という言葉には生き物の中に立って見るということ以外の意味が与えられない」ということを言うのが内部観測の考えである。

もちろん、観測を意図的に対象に押し込めることで、内部観測という描像が現れるのではない。事態は逆だ。例えば、我々は「チョウが花の蜜を吸う」という言明に対し、ここには観測者は一切入り込まず、客観的な言明足り得ると思いがちである。しかし、「蜜を吸う」という記号表現一つとっても、我々が我々の感覚で理解する 蜜を吸うこと なくして、「蜜を吸う」を決して理解できない。[10, p108]

いま述べたことは「脳」についても当てはまる。「脳が何かを認識している」という言葉は、脳の中に自分を置いて、すなわち、その脳を持っている人に自分になってみるという心的操作を話者がすること以外の意味は持ちえない<sup>68</sup>。

また、池上 [16] のモデルの核となる「いきものの自己記述」を考えよう。「記述」はその読み方(使用)を持ってこないという意味がないので、生物の中で「記述」と呼ばれる差異と相互作用する、差異と過程とがあることを前提としている。その差異と相互作用の過程でしかないものを「記述」であるという主張、さらに、その差異が対象系の複製過程に特別な役割を果たしているということを「自己記述」と呼ぶことは、研究者自身の理解の仕方そのものに他ならないということになる。「生物がもつ自己の記述」というのは、研究者の内部観測である、ということが出来る。これにより「自己記述」という概念が有効に使われ始めることになる。

ところで、郡司の「要素間の相互作用が内部観測である」という言い方には先に述べたような誤解の余地

<sup>67</sup>人工物で最も複雑系の名に相応しい現代の通信ネットワークの設計という行為においてユーザの環境超越性が「見えていない」という下川信祐 [39] の主張がある。環境超越性の本質は「環境 = 形式世界」の外に立つことであり内部観測そのものと言えないだろうか。

<sup>68</sup>これが、神経生理学者がいつも悩まされるという「ホームクロスの誤り」の本性ではないか。彼等は、知覚の説明においてどうしても最後に感覚を見ている「小人」を脳内に想定してしまいたくなる誘惑に勝とうと努力している。しかし、知覚を「機械的な言葉」だけで表現できるはずはない。

がない。

ある対象の過程、例えばタンパク質の相互作用を規則として同定する観測過程であります。同定された刹那、対象であるタンパク質と観測過程とが分離されるのです。対象が同定される以前、それでも我々は、観測者と対象という言葉を用いますが、これは便宜上見かけ上の分離です。(中略)ここから、我々が通常対象レベルにあると考える相互作用・過程を、観測過程と呼ばざるを得ないのです。これが内部観測です [34, p58]。

内部観測では、観測対象についての予断がないこと、対象が何かということさえ確定していないこと、観測結果が自分に属するのか対象に属するのかわからない、さらに、観測結果が何かということについても定かではない、そういった様相がある。

内部観測者による経験生成、構成を結果の統整に陥ることなく、曲がりなりにも記述可能とする者を内部記述者と呼ぶとき、この内部記述者にとっての記述対象は、対象として存在しながらも、事前にその対象は特定されてはいない [26, p81]。

現実の観測は、すべて内部観測でもある。猿を使った実験をした場合、猿と実験者は仲良くなるそうである。論文に掲載されるわずかな研究成果の周りに、その猿との無数の思い出が実験者の心に残ると想像される。それが内部観測の様相を象徴していると思われる。

## 4.2 内部観測としての研究

ここで、別の角度から説明すると、観測が行為であるという点が重要だ。たとえば、観測を認識に置き換えて「内部認識」とすると、認識行為の結果得られる認識内容という側面が前面に出てしまう。

行為という面を保存して言い換えてみると、内部研究という言葉があり得る。観測よりも研究の方が数学者にはなじみやすい言葉なので、これで説明してみよう。「内部研究」の印は

- 研究の全貌は見通せないこと(これは当然の状況だ)
- 研究結果が予測できないこと
- 研究結果が研究対象に属するのか研究者に属するのか、その結果を理解する者に属するのかが区別できないこと

ということになる。3番目はかなり異様な状況であるが、実際の学問における研究結果とその理解のあり方には、大かれ少なかれまさにこういう面がある<sup>69</sup>。このシリーズの他の巻に研究のこの様相を指摘する言明が複数ある。

モデルや理論を理解するという過程もまた内部観測過程である。そこには命がけの、しかし規範的な跳躍がある [10, p160]。

Bという人に手渡し、Cという人に手渡す際に、BとCが見る見方というのは違うのだということを最初から認めないといけないような現象を相手にし始めているのではないかという気がしています [15, p160]。

## 4.3 複雑と錯綜

少し唐突に聞こえるかもしれないが、「複雑」と「錯綜」との区別は内部観測と関係がある。ただし、どちらを内部観測の様相に結びつけるかは、人によって違う。

たとえば、金子邦彦では、「錯綜」は形式世界に納まっているが単にまだ説明されていないことを意味し、「複雑」は「全体」と「部分」が相互規定しているようなものを意味する [20, p8] が、こういう循環は複雑系は形式世界に整合的に納められないものであるという主張が含まれていると考えられる。

一方塩沢由典の言説では逆に、複雑という言葉は階層性などの概念によって形式的に把握できるような対象を意味し、「錯綜」が研究者自身も含んだ複雑な状況、ということを目指すのに用いられている。すなわち、

<sup>69</sup>結果は 読む者の理解も含むということは郡司も強調している点である。このことは角田の「数学論文」の概念 [46] にも明確に出ている、論文を読む研究者の理解も数学論文の主要な成分である、読者を捨象して客観的に成立する数学的論文などないという、考えである。この考え方は数学の論文が必ずしも数学的体裁を取る必要はないというラディカルな主張も含んでいる。

塩沢の「錯綜」は、内部観測の様相を指すのに用いられているとよい。塩沢はかねてより、対象の複雑さ・行動主体にとっての複雑さ・研究者にとっての複雑さ、という3つの複雑さの側面を強調している [40, p188] が、後の2者は「複雑さ」が(全体を見通せないという)内部観測そのものと結びついているという洞察であると思われる。「複雑さの中での主体の行動」の視点は「物質が行う不定な観測」と同型の概念構造を意味し、これは内部観測理論の別のわかりやすい切り口になると思われる。

言葉の意味合いは逆転しているにせよ「複雑系は、研究対象が整合的形式系としてまず与えられて困難はその分析にある、というように研究できるものではない」という点での認識は共通していると私は考えたい。

#### 4.4 いまある創発性

創発性の核心は「予想外」のことが起こることだが、この「予想外」なるものは本質的に理解をすり抜けるところをもつということを何度も述べてきた。

これを理解するには「いまあるが過去に予想外であったにちがいないもの」を通して、いわば「過去から現在」を理解するのではなく、「現在から未来」を理解するのだから、形式世界で「現在から未来」を理解する仕方は現在を過去に・未来を現在に置き換える方法しかない。そこには「予想外」が入りえない。すでに知っていることを、他の知っていることで説明しようということに過ぎない。

通常、すでに起こった「予想外」のこの説明が創発の問題とされる。たとえば、生命の発生・DNAの出現・細胞の出現・多細胞生物の出現・言語の出現などの問題は過去の「予想外」なので、少し乱暴な言い方だがパズルの「予想外」でしかなくなっている。つまり「生命」が「非生命」からうまれるメカニズムの探究は「知的には想像がつかないが現にそうなった以上何か不思議なメカニズムがあるはずだ、それを見い出そう」というものである。つまり生命発生の前後では何も基盤となる世界(=形式世界)は変化せず、単に同じ基盤の上で何かが起こったという問題設定になっている<sup>70</sup>。

<sup>70</sup> 誤解のないように言うが、そういう探究が生命を直に捕らえることになるというわけではないとしても学問の性質上それが生命へ

郡司は過去の特別な「創発」そのものを問題とするのではない。むしろ「過去の特別な「創発」そのもの」という言い方の前提となっている事態を明らかにする。それによって「創発」が擬似問題の形式でしか表現できない真正な問題であること、それが擬似的解決としかいようがない解決が得られたとき、問題が真正に解かれていること、そして生々しい「創発」がそこに生じていることを、発見した。

#### 4.5 形式世界の利用: 隠喩から契機へ

形式世界が生命と無関係なのは、形式世界の中に生命が写し取ろうとする場合である。しかし、生命の尽きることのない予想外の様相を見つめるために形式世界を使うことは可能であり、使わなければ見つめることは困難である。

実在論的ではない形式世界の使い方は隠喩・アナロジーに過ぎないとして自然科学では退けられるが、それは故ないことではない。というのは、この使い方には、思考や探索を終わらせてしまうという決定的な欠陥があるからだ。わからなかいものと既知のものとのアナロジーがみつかり、それでわかったような気になり安心して終わってしまうという危険が大きいのである。

形式世界を契機として使うことのポイントは、いわば、隠喩やアナロジーを思考や探索の終点としてではなく出発点と考えるところにある<sup>71</sup>。何か予想外のことに遭遇したときに、注意を固定するために隠喩を用いる<sup>72</sup>。隠喩により注意が固定できると、なぞめいていたものに対して新しい洞察が生まれ、それが時には別の隠喩=契機を与える。<sup>73</sup>しかし、隠喩の役割はあくまで注意の固定にしかない。

郡司自身は契機について

言明可能条件を言及する装置、それが契機である [9, 1995.4 p309]。

と述べているが、この意味は §3.2.4 を考慮すれば次のアプローチの中核となる困難で重要な探究であることはいうまでもない。ここで言っていることは単に、その探究によりいずれは生命が究極的にわかるはずだという主張は強すぎることにはすぎない。

<sup>71</sup> 金子の「触媒としてのモデル」も同様の考えであろう。

<sup>72</sup> 擬似問題も同様な働きをする

<sup>73</sup> 津田が解釈学的循環で言おうとするのはこういうことであろう。

ように言い換えられるであろう。なんらかの議論をする場合に、そこで使われる用語系（例えば生物に関する議論では、生命・機械・観測・相互作用・創発・起源等々）の「意味の確定」を追求する限り無意味な水掛け論と対立に陥る危険性が大きい。しかし、その用語系がどのような状況を想定すれば有効に働くかという問題に移行することにより、いわば、物理学研究の基盤をなしていると考えられる「概念の操作的定義」を普遍化した方法があらわれる。郡司のいう「契機としてのモデル」は、通常使われている用語系に対してそれが有効に使える場を提供するもの、ということができよう。これは用語系が研究の場においてどのように使われているかという点も視野に入れることである（cf. §4.7.2）。内部観測理論は、科学外部のこととして通常インフォーマルにしか語ってはいけないものとされる側面を捨象してしまうと、フォーマルに用いられている科学の用語系の有効性を理解できないという主張を含む。そして、そういう捨象が生物に関して今後見出ししていかなければならない諸概念の自由度を著しく制限してしまうと主張する<sup>74</sup>。

契機は数理的なものである必要はなく [9] は様々な契機を構成してみせている。その際に用いられている、概念の置換と分解という工夫 [9, 1995年4月号 p313] は有効である。ここではその簡単な応用例を図8に書いてみた。

形式世界に納めることはできない存在への基本的契機として図Aを郡司は出発点とする。ここでは、これを図Bのように置換する。数学理論とそれを研究する数学者、そして、数学理論が扱う数学的对象というものがあらわれる。しかしこの図Bはまだ形式世界には入っていない、数学者という生き物が入っているからだ。形式世界で理解するために、それに近い数学理論を図Aと同様に分解して図Cのような例ができる。ここでは、数論・無矛盾性・数だけになり形式世界に納まったことになる。ゲーデル数<sup>75</sup>により数論のすべてが数にコード化される、ここでは数がいわば物理的宇宙

<sup>74</sup>カオスは生命への明瞭な契機を与えている。カオス研究を通して津田が「記述不安定性」という生命の核心に迫る用語を発見できたのはカオスが生命への極めてよい契機となっていることの証明であると考えられる。

<sup>75</sup>論理式は普通文字列で表されるが、これをさらに徹底して数で表すこともできる。その数のことを論理式のゲーデル数という。論理式だけでなく、証明自身も数で表現される。このコード化により理論の外部のインフォーマルな概念が数論内部の形式的概念として表現される。

宙や脳と同じ役割を果たしている。このことからゲーデル文<sup>76</sup>が現れ、それをういて数論の不完全性が証明される。その証明をさらにコード化することで数論の無矛盾性は数論では証明できないことまで証明されてしまう。こうして、無矛盾性が数論という形式系では捕らえられないということが示され、もともとの普遍を理解する一つの契機を提供する。

#### 4.6 郡司の数理モデルの要点

郡司は契機としての数理モデルもいくつか提出している。それらの数理モデルの主眼は、モデルを運ぶ時間がベルグソンの時間となることだ、と言えないだろうか。もっと具体的にいえば、モデルは次の2点に留意して構成されていると思われる。

- 各動作に「予想外のことが出現する」様相を与える。別の言い方をすれば、各部分の「意味」にはいつも不定性が残っているようにする、つまり、相互作用の規則は完全には決まっていないようにする。
- 「一ステップの動作前後でシステムそのものありかたが変わってしまう」という様相を入れる。多くのモデルでは、各部分が、起こったことにもとづき「概念体系」を修正して、「不定性」のありかたを変更する。

前者は実際のプログラムではランダムさをどこかに入れることになるが、それをどのように入れるかが命となる。外乱のモデルとしてランダムを使うならば、単に予想されるものの中の不定性しか意味しない。「予想できない不定さ」の様相を実現するようにランダムを入れる方法はかなり工夫がいるようである。<sup>77</sup>

後者は、研究者をモデルに明示的に入れることに他ならない。

こうして、「生命過程」において各ステップで「微少な予想外のこと」が出現し系のあり様が微少に変貌す

<sup>76</sup>解釈すると自分は証明できないということの意味するような命題。このような命題を構成して不完全性定理が証明される。

<sup>77</sup>この点はダーウィニズムでも同じだという反論がある [36] が、ダーウィニズムに基づくモデルでは何らかの形態空間を決めてその中で稀な複雑形態をいかに発見するかという技術的な数学的問題になっていて、ランダムに入れ方の工夫は技術的なものに過ぎないのに対し、郡司の場合は概念的レベルの工夫である点が質的に違くと私には思われる。

るという用語を実行的にする、契機としてのモデルが構成される。こういったモデルは実在論的なモデルではありえない。系を記述する概念体系自身が各時点ごとに変化しているという言い方を実行的にすることを的に絞ったモデルだからだ。

モデルのシミュレーションではときどき大局的イベント（概念系が全体的に同じになる状態）を示すがすぐにそれは壊れる。これにより、研究者の世界観・概念系の局所性と規範性について議論することを可能にする契機を与えることに成功している。

その大局的イベントが「微少なイベント」からいかに生じるかということは問題としない。それは、数学者には数学的な問題にはなるがこのモデルの使い方からすれば無意味な探索となるからだ。

## 4.7 チュー空間による内部観測の描写

### 4.7.1 チュー空間の概念

ここでは、チュー空間を用いて内部観測のさまざまな側面を照らしてみたい。別言すれば、内部観測への契機としてチュー空間を使うことを試みる。

新たな経験をしたとき、経験が増えたという量的な変化がおきるだけでなく概念体系全体の構造が変化するという様相が見える描像を得ることに焦点を置く。新たな経験がどのように発生するのか、ということはいくつかは問題にしない。

基本概念 チュー空間<sup>78</sup>は、二つの集合  $X$ 、 $S$  とその間の関係<sup>79</sup>  $R$  の3つのものからなる。 $X$  の要素  $x$  が  $S$  の要素  $s$  と  $R$ -関係にあるとき、つまり  $\langle x, s \rangle \in R$  であるとき、

$$x \models s$$

と書く（cf. 図9）。

何の変哲もないこのチュー空間を次のように考えて使う。ある人を一人想定する。

- $X$  の要素はその人の経験を表す。
- $S$  の要素はその人の持つ概念（経験の性質）を表す。
- $x \models s$  は、経験  $x$  が性質  $s$  を持つことを表す。

以下、

- 経験  $x$  が性質  $s$  を持つか否か

という言い方だけが有効であると考え、経験や概念とは何か、経験がある性質をもつということはどういうことか、また、それはどのように判断されるのか等々のさまざまな問題は今は意図的に不問に伏して考えるのである<sup>80</sup>

一つの経験  $x$  に合うとその人が考える性質の全体を  $S_x$  と表す。また、いくつかの経験の集まり  $Y$  に対

<sup>78</sup>チュー空間は M. Barr が着想し、大学院生であった Chu に与えた課題であり、任意の autonomous category から \*-autonomous category を構成する方法となっている。\*-autonomous category が線形論理の主要部分のモデルになっていることから、線形論理研究の発展とともにチュー空間は重要な役割を果たしつつある。それだけでなく、Pratt の率いるスタンフォード大学計算機科学科はチュー空間を研究の基盤として据えている。（これについてはホームページ <http://boole.stanford.edu/chuguide.html> がある。）

なお、この枠組みは独立にいくつかの学派で研究されていて、有名なものは1982年に Wille が提唱した形式的概念解析 (Formal Concept analysis) でチュー空間は「文脈」と命名されておりダルムシュタットの研究グループが活発に研究している [5]。また、Barwise は分散系における情報の流れの研究で、この構造を「分類」と呼んで基礎概念として理論を展開している [2]。この小論の文脈に限ればダルムシュタットのグループの展開の方が近いが、数学的な研究としてはチュー空間の方が射程が長いように感じるので、この名前を使った。

<sup>79</sup>数学では、「関係」も技術的な用語で、単に直積集合  $X \times S = \{ (x, s) \mid x \in X, s \in S \}$  の部分集合の別名である。これは §3.2.1 で述べた、外延的な考え方の表れである。つまり、関係というコトを関係を満たすものの集まりというモノと同一視するのである。

<sup>80</sup>このように問題とする言葉のいくつかを固定し、しばらくはその言葉達だけに基づいて議論をし、問題を孕むそれ以外の多くの言葉は問題にはしない、というのがウイットゲンシュタインが発見した「言語ゲームの方法」ではないかと思う。そこには数学的な議論と似ている面がある。

してその中の経験が共通に持つ性質の全体を  $S_Y$  と表す<sup>8182</sup>。

全く同じように、ある性質  $s$  を持つ経験の全体を  $X_s$  と表し、性質の集まり(これを述語とよぶ)  $T$  に対しては、その中のどの性質も満たす経験の全体を  $X_T$  と表す(図9参照)。

さて経験の集まり  $F$  が経験  $y$  を連想させる、という言い方は、

$F$  中の経験が共通に持つ性質をすべて  $y$  が満たすこと、

を意味するものとする。 $F$  が連想させる経験の全体を  $\bar{F}$  とかき、 $F$  の連想集合と呼ぶ。 $F$  の要素は当然  $F$  によって連想されるから、 $\bar{F}$  は一般に  $F$  よりも大きな集合となる。

性質の集まり  $T$  が性質  $s$  を帰結するとは、

$T$  の性質をすべて持つ経験は性質  $s$  を満たす

ことと定義する。 $T$  から帰結される性質の全体を  $\bar{T}$  とかき、 $T$  の帰結集合と呼ぶ。 $T$  中の性質は当然  $T$  から帰結されるので、 $T$  の帰結集合は  $T$  を含む。ある性質の集まり  $T$  が有効であるとは  $T$  の性質をすべて満たす経験が存在することとする。

すべての性質を持つような経験(とらえどころのない経験)がないとすると、有効な性質集合  $T$  に対しては、そこから帰結されない性質がある。

経験集合をその連想集合に対応させる操作と、性質集合をその帰結集合に対応させる操作とは、§2.6 で述べた閉包作用素となる、

ある経験集合  $F$  に入っていない経験が  $F$  から連想されることはないとき、 $F$  は閉じているという。すなわち  $F$  が閉じているとは  $\bar{F} = F$  ということである。同様に、概念集合  $T$  が閉じている、というのは、それに入っていない概念は  $T$  から帰結されないこととする。

その人にとって「経験の安定した分節」とは閉じた経験集合のこととし、その人にとって「安定した複合

<sup>81</sup> $S_Y$  は  $S_y$  ( $y \in Y$ ) の共通部分である。これは  $Y$  の極集合という呼び名がある。

<sup>82</sup>これらは、その人自身が意識できるものであるという見方もできるし、性質全体を見渡すことはできないと思えば、いま議論している私たちにしか意味のないものであるという見方もできる。

概念」とは、閉じた概念集合のこととする。安定した経験集合が世界のその人による分節化を与え、安定した複合概念がその人の概念の組織化を表わすと考えることにする。

経験の安定した分節全体と、安定した複合概念全体とは、共に完備束と呼ばれる構造を持ち、さらに互いに相手を完全に決めていることがわかる。チュー空間を内部観測について語るときの土台とするとき、これが重要な役割を果たす。このことを次節でもう少し説明しよう。

世界観 安定した経験集合  $F, G$  があるとき、その共通部分  $F \cap G$  も安定している。<sup>83</sup>

安定した経験集合の全体  $\mathcal{X}$  はこうして §2.6 で説明した完備束の構造を持つ。もう少し詳しくいうと、集まりの大小関係を順序関係として採用すると、この集合から要素のいくつか(すなわちいくつかの閉経験集合)をとってきたばあいに、その共通部分もまた  $\mathcal{X}$  中にあるので、それが下限となり、 $\mathcal{X}$  は下半束と呼ばれるものとなる。すべての経験集合というものはもちろん閉じていることから、自動的に上限がどの部分集合にもあることがわかる。<sup>84</sup>この完備束を世界像と呼ぶ。

同様に安定した概念集合の全体  $\mathcal{S}$  も完備束となる。これを概念体系と呼ぶ。

実は、これらの2つの完備束がガロア対応と呼ばれる自然な対応で反同型となっているのである。もう少し詳しくいうと、閉じた経験集合  $F$  にその極集合  $S_F$  を対応させ、閉じた概念集合  $T$  にその極集合  $X_T$  を対応させると、 $\mathcal{S}$  に包含関係の順序を逆転した順序

$$P \leq Q \stackrel{def}{\iff} P \supseteq Q$$

を入れた場合に、順序同型がえられる。すなわち、

1.  $P \leq Q$  と  $X_P \subseteq X_Q$  が同値
2.  $P \wedge Q$  は  $X_P \wedge X_Q$  に対応し、
3.  $P \vee Q$  は  $X_P \vee X_Q$  に対応する<sup>85</sup>。

<sup>83</sup>それが連想させる経験は、 $F$  によっても連想されるし、 $G$  によっても連想されるので、 $F, G$  が閉じていることから、 $F, G$  の双方の中にあることになり従って  $F \cap G$  中にある。つまり、 $F \cap G$  以外の経験が  $F \cap G$  から連想されることはない。ゆえに  $F \cap G$  も閉じている。

<sup>84</sup> $\bigvee_i F_i = \bigwedge \{ F \mid F \supseteq F_i \forall i \}$  で与えられる。

<sup>85</sup> $P \wedge Q = P \cup Q$ ,  $X_P \wedge X_Q = X_P \cap X_Q$ ,  $P \vee Q = \overline{P \wedge Q}$ ,  $X_P \vee X_Q = \overline{X_P \cap X_Q}$  である

こうして、上で述べたこと、経験の安定な分節化(世界像)である完備束  $\mathcal{X}$  と、安定した複合概念の体系(概念体系)である  $S$  とは全く同じ構造となる、ということがわかる。以下、この同型な完備束の組  $(\mathcal{X}, S)$  を世界観と呼ぶ。

論理の特徴 チュー空間は、上で述べたように概念の間に帰結関係を与える:性質  $a, b, c$  が性質  $d$  を帰結するというを、 $a, b, c$  を満たす経験は性質  $d$  を持つこととして定義した。これは、日常生活で普通に行われている推論の一つに近い。性質  $a, b, c$  が満たされるいくつかの一般的な経験をいろいろ想起してみて、そのいずれの経験についてもある性質  $d$  が成り立っているとき、 $a, b, c$  から  $d$  が成り立つ、ということを読みつく。

論理演算としては  $a \wedge b$  は通常の意味と同じものとなる。しかし  $a \vee b$  は少し意味が違う。これは  $a$  か  $b$  のいずれかの性質を持つ、という意味で普通考えるが、この意味で定まる経験の集まり  $X_a \cup X_b$  は一般には安定していなく、その閉包

$$\overline{X_a \cup X_b} = X_F$$

を与える  $F$  が、 $a \vee b$  となる。場合によっては、 $a \vee b = S$  となってしまう、 $a, b$  は両立しないこともあり得る。

否定演算は意味がないと考える。「同時に想起できること」ということを基盤において話をすすめる場合には、 $X_a$  の補集合は当人がいま思いつく範囲で  $a$  を満たさないものというだけのものになり、それが安定なものかどうかはわからない。つまり ある性質  $a$  を満たさない経験全体というものは、いま想起できない経験については言及しようがない、という点を考えてとき意味を失う。

しかし、 $a$  ではないという経験の全体に何か積極的な直観が伴う場合もあり得る。その場合  $X_b$  が  $X_a$  の補集合の閉包となるような複合概念  $b$  があり、この  $b$  は  $a$  の一つの否定とみなすことができる。 $b \vee a$  は当然  $S$  となるが、 $b \wedge a$  が空集合となるかどうかわからない、つまり  $a$  とその否定  $b$  の双方を満たす経験があるかもしれない。

#### 4.7.2 分析例

この枠組みを使って次を考えてみたい。

- 経験の忘却と想起による世界観の変動
- 言葉の忘却と想起による世界観の変動
- 擬似問題と擬似的解決
- 動物の概念獲得という概念

その際、チュー空間に若干の付加的構造を入れることになる。

経験の想起と忘却による「概念体系」の変動 人がある時点で思い浮かべられる経験の全体は、実際にその人が経験したもののなかのごく一部だけである。しかも、その部分は刻々と動いている。このことは、当人が意識するか否かにかかわらず、刻々と違った世界観の下で生活していることを帰結する。この点をチュー空間で表現してみよう。

ここでは、

- 当人の経験全体は変化はしない<sup>86</sup>、
- 当人にとって「ある時点で想起可能な経験」の全体  $X_o$  は経験全体  $X$  のごく一部である、
- 概念全体はその人にとっても不変である、

とする。これは、議論している我々にしか見えないチュー空間  $(X, S, \models)$  が定める超越的「世界観」 $(\mathcal{X}, S)$  の他に、「当人がその時抱いてしまう世界観」という言い方が可能となり、それがチュー空間  $(X_o, S, \models)$  がきめる世界観  $(\mathcal{X}_o, S_o)$  として表現できる。

要点は  $X_o$  が変化するとき世界像  $\mathcal{X}_o$  の変化と同時に、概念系  $S_o$  も変化してしまうことである。

ここで起こる変化は大雑把にいうと次のようになる。いま、ある時刻では思い出せなかった経験  $x$  が突如思い出されるとしよう。すると、 $x$  が持つ性質の全体  $S_x$  が生じる。これが、安定した概念集合であれば、すなわち  $S_o$  の要素であれば概念体系に何も変化はおこらず、 $x$  は  $S_o$  の極集合である安定な経験集合の典型例として把握されて世界像にも変化はおこらない。

<sup>86</sup>ここでは我々が超越的位置にいる

しかし、 $x$  を思い出す直前までは  $S_x$  が不安定であった場合には、この想起により複合概念  $S_x$  が安定化して概念系に加わり、他の安定した複合概念を派生的に産み出しながら、概念系を大きく変化させてしまう。それとともに、直前には見分けられなかった経験まで見分けられるようになる。顕著な変化としては、同義語でしかなかった二つの複合概念が  $z$  の出現で違った意味に分歧することがある。

上の議論は、今まで念頭にあった経験を失念してしまうときに生じる変化も照らし出す。忘れてしまった経験を  $z$  とすると、安定した複合概念  $S_z$  を支えているのが  $z$  だけの場合<sup>87</sup>、それが概念体系  $S_o$  から脱落する。その脱落は、他の安定した複合概念も不安定化させて、概念体系を大きく退化させてしまう危険性がある。これまで区別できていた経験の違いが、わからなくなってしまうこともある。

言葉の忘却と想起による世界像の変動 一方では、経験だけでなく当人がある時点で動員しうる概念（ここではこれを「ことば」と同一視する）も、その人が潜在的に知っている概念の中でほんとうに一部だけである（これはその時点で努力すれば思い浮かべられだろいう言葉も含めてもそうである）。そこで、今度は前節とは逆に  $X$  は固定し  $S$  を動かしてみよう。数学的にはまったく同じ内容であるが、いま議論している文脈ではかなり別の内容を持つ。

ある時点でその人が思い浮かぶ概念の全体を  $S_o$  とする。このとき、やはりチュー空間  $(X, S_o, \models)$  から、世界観である束対  $(\mathcal{X}_o, S_o)$  が各時刻ごとに定まる。

この場合には、ある概念  $s$  を突如思い出したとき、それに対応する経験の全体  $X_s$  が、他の概念では固定できていなかったとすると、世界の気付いていなかった分節ができるようになることになる。その新しい分節は、他の分節も詳細化するので、世界像はより詳細に明確に変化する。しかし、一方では、ある概念が失念されるとき、同等の概念が他にないとき世界の分節は少し曖昧となる。

なお、説明を簡明にするために、経験と概念の変化を別々に取り扱ったが、本来はそれを同時に考える方がよりよい照明となる。

<sup>87</sup>すなわち、念頭にある経験の一つの集まり  $F$  によって  $S_F$  としては表されないという場合

擬似問題と擬似的解決 ある2経験  $x, y$  を初めて同時に考えてみると関係があるという直観を持ったがそれがどういう関係かを考えると混乱する、というような場合がある。その混乱は  $x \vee y = X_o$  と表現できる。これはどういう有効な複合概念  $T$  を持ってきても  $x$  が  $y$  のいずれかは  $T$  に合わない、ということである。このとき、 $x, y$  が共通してもつ性質は何かという問いは今の概念体系  $S_o$  には答えがないので擬似問題となる。

しかし、 $x, y$  用に新しい言葉  $s$  を導入し、 $x, y$  は共に性質  $s$  を持つ、と言えば解決したように見える。これにより、 $x, y$  の間の関係についての直観が言葉として表現できるようになり、それによって問題は解決したように思えるのである。

新しい言葉  $s$  の添加と、 $x, y$  を性質  $s$  を満たすものと決めることにより、新しい世界観が得られ、そこでは問題は解消されてしまう。これは郡司によって擬似的解決と呼ばれている様相である。

この際、 $x, y$  以外の経験が性質  $s$  を持つかどうか、ということが決まると思える点が肝心である。そうしないと、規約主義的な誤解が生じてしまう。問題が新語  $s$  で解決されたと思われるということは、この新語を満たす経験はどれかということがあまり問題でないということをも意味するといつてよい。

擬似問題は無意味なものではない。そこには真正の問題がある。片鱗を掴んだだけの直観（いまの場合でいえば  $x, y$  の間にあるこれまで着目されていなかった予想外の類似性）を安定させるにはどうすればよいか、という問題である。その問題を表現するには擬似問題の形式（今までの概念体系の中でこの類似性はどのように理解できるかという的外れの形式）をとるしかない。真正問題は新しい言葉の導入によってしか解決されず、その解決は、当初問題設定の基盤となっていた概念体系まで変えてしまうようなものなのである。

上の擬似的解決は次の点で規範的である。

- 上で、新しい性質  $s$  を持つ経験は何か、をきめる  $X_s$  という集合のとり方には、 $x, y$  を含むという弱い制約しかないにもかかわらず、それを適切と思われるというだけの理由で選んでしまう。
- その選択結果がその後の世界観（概念構造）を決めてしまう。



動物の概念獲得の分析 「動物がある概念を獲得した」という実験家の主張を郡司は分析して「動物の概念獲得」とその概念が実験家によって獲得されたこととは区別できないことを、圏論を用いた分析を通して主張している。しかし、その分析はチュー空間を用いた方がわかりやすいと思われる。

今、鳥による視覚像の形概念の学習実験を考える。このとき、みせる図はスクリーンの点の集合の部分集合と考えることができる。こういう図の全体を  $X$  とする。3角形概念  $s$  を「学習したか否か」を調べるには、対照概念ごとに図形のある集まりをみせて調べる。考え得る対照概念をすべて集めたものを  $S_0$  とするとき、実験で行われることは次のように考えることができる。

ある実験家  $E$  はチュー空間  $(X, S, \models)$  を持っているとする。 $S$  は  $E$  自身が持っている図形概念のすべてである。ここから、概念束  $C = (X, S)$  が定まる。さて適当な有限個の図の集まり  $X_0$  を選んでチュー空間  $(X_0, S, \models)$  の定める概念束<sup>88</sup>  $C_0$  が  $C$  と同型であるように選ぶ。

$$(*) \quad C_0 \simeq C$$

このとき、 $E$  は  $X_0$  にすべてのタイプの図形が用意されていると考える。

さて、この図形の有限個の集まりを使って、啄むか否かで鳥のチュー空間を確認する。もしも丁度  $X_s \cap X_0$  の絵だけを啄んだとき、鳥は3角形概念を学習した、ということが出来る。3角形概念だけを問題にしているようだが、実は、実験家が知っているすべての図形概念が関与している。もしも、鳥が啄んだものが  $X_0$  の中で別の図形概念に対応していた場合には、鳥はその別の概念を学んでしまったといい、さらに、何の図形概念にも対応しない啄みかたを示した場合には、図形概念を何も学ばなかったと  $E$  は主張する。この主張を支えているのが、(\*) である。つまり、 $X_0$  には  $E$  にとって識別可能な図形概念を分離できるサンプルがすべて用意されていることである。

このとき、鳥が学習したか否かは、 $C_0 \simeq C$  というサンプルの取り方に依存している。しかし、「(\*) のようなまいサンプルがとれた」ということと「鳥が図形概念を学習したという言い方が出来る」ということ

<sup>88</sup>これは先に世界観と呼んだものだが、ここでは言葉が合わない

は分離できないのである。これが、一見客観的な響きのある「鳥が図形概念を学習した」ということが内部観測であることの意味である。

しかし、この分析が「動物による図形概念の学習」という概念が無意味なことを示している（あるいは示そうとしている）と考えるならばそれは誤解である。同型(\*)を構成することは自明ではなくそこに実験の鍵となる技術的な困難があり、それに基づく上の概念は有効なものなのである。ただ、その有効であるということはどういう点に於いて成立しているか、ということを確認することが内部観測理論の関心の一つであると考える。

その他の使用 チュー空間の使い方はまだ数多くある。

これまでの設定では、 $X, S$  自身は変化するが、 $\models$  自身は不変であるとしていた。しかし  $\models$  自身が変化するという因子を導入することも有効である。この場合にも概念束自身も変化することもしないこともあり得る。この場合には、言語に相当するものが正しいかどうかは本人には検知され得ない。 $\models$  の変化は気づくすべはないために、知ることができない。これが私的言語における言葉の意味が確定し得ないことの、一つの様相である。

対話を考える場合には、2つのチュー空間  $(X_1, S_1, \models_1)$ 、 $(X_2, S_2, \models_2)$  を考えて、話者の経験部分と概念部分の相互の関係を設定することになる。両者の世界観は異なるが、それが会話を通して相互に影響を与え合うこと、また両者が一緒になって持つ世界観、などを考える原初的契機を構成することは可能かもしれない。

## 4.8 結び

第二部では、郡司の生命論の一部を「予想外」という点を基盤にして考察した。ここでの考察を箇条書にしてまとめておこう。

1. 語る者と分離して想定される種々ものを「形式世界」という言葉によって中立的に表現した。
2. 実在論を「世界 = 形式世界」として表現し、ラッセルのパラドクスとその変奏によりそれが整合的ではないことを説明した。

3. さらに、「以下同様に」で何かが確定すると考えられる世界は形式世界であることをプラス・クワスの懐疑論を通して説明した。
4. プラス・クワスの議論の理解には「暗黙の了解」の働きを知ることが鍵である、すなわち
  - PQ1 クラスが出るまではプラスの意味が確定していると思われていたこと、
  - PQ2 「馬鹿々々しい」クラスが出たとき、それを排除する暗黙の了解があったとしか思えないこと、
  - PQ3 クラスが出るに暗黙の了解を明示的にできることがプラスの真の意味を明確にすることのように思ってしまう
 という点を見つめることが必要である。
5. 言語の局所性と規範性。[PQ1] にもかかわらずプラスが確定してはいなかったということがプラスの局所性を表し [PQ2-3] はプラスの規範性を表す。
6. 新しい概念の創発を必要とする真性問題と、新概念の創発という真性解決が起こった時に、それは、疑似問題の発生と擬似的解決という形式を取るしかない。このことはチュー空間によって了解できる。
7. 創発は、「生命の発生」や「精神の発生」などの「過去に起きた大事件」にあるのではなく、生命の日常的なあり方そのものである。それを捉えることを目ざさない限り生命に向けた理論にはならない。
8. 生命の理解には、既にある理論や概念を適用するのではなく、新しい理論・モデルを構成しなければならない。
9. しかし、構成されるべきものは、契機であって対象ではない。
10. 研究者という生命の表れが生命をみつめる、というが「内部観測」の本質である<sup>89</sup>。

ここで論じたことは郡司による生命論の入り口に相当するものでしかない。この小論で興味をもたれたかまたは郡司自身による論説 [9, 10] を直接学ばれることを勧めたい<sup>90</sup>

<sup>89</sup> 「内部観測を考えると"X"と信じられていた対象を X と変えてやることなのである。」([10, p110])

<sup>90</sup> 校正時の補足に書いたが、生命が形式を縮退するという郡司の生命論の核となる部分は、ほとんど何も触れなかった。文献 [9] は郡司の生命論の全貌を知るよい手がかりとなる。

## 生命科学と数学

数学と生命科学との相性は悪いともいえるし良いともいえる。

相性が悪いのは、数学は形式化から始まるという様式を表面上取っていることだ。まず、対象や問題が何らかの意味で確定した上で、その正体はなんだろうか、という形式をとることが多い。それは数学研究の最終段階であるという言い方すらできるような研究の状況もあるが、それはどのような学問にも共通する研究という行為一般の様相であって、数学自身の特徴はやはり何らかの意味で思考対象を明確に固定できるとすることにある。この意味で数学は生命科学とは相性が悪い。

しかし、生命は生命として扱おうとすると、つまり、金子の言葉を「生命的なものを生命的なまま理解したい」と解釈した立場をとると、何か既知のものに還元することなしに生命自身を見つめるという作業になるが、こういう理解の仕方は数学では日常的なものである。この点では数学と生命科学とは相性が良い。

最初にも書いたが、複雑系科学は2つの異なる方向に分岐しつつあると私には思われる。しかし、いずれの展開においても新しい「数学的」が創発して数学自身が豊かになる可能性は高い。それが、数学が複雑系科学において重要な役割を果たしていくということの意味であろう。

最後にウィトゲンシュタインから引用したい。

ハーディは、哲学を、数学ないし科学の確固たる実質を取り巻く装飾、あるいは雰囲気として捉えている。こうした諸学が一方にあり、他方に哲学があり、それらが部屋の必需品と装飾のように考えられている。ハーディの考えているのは哲学的意見にほかならない。それに対して、私は、哲学とは思考を明晰にする活動であると考えている [47]

数学も思考を明晰にする活動である。言葉だけで議論しようとする混乱するようなことを、簡単な数学的構造を導入するだけで明確な議論になることは、数学者の立場から見ると多い。しかし、数学的構造自身が何かを明晰にするのではなく、数学的構造を使うことが何かを明晰にするのである。その点では数学的構

造は自然言語を少し豊かにする程度のものでしかない、それほどに自然言語は根源的であるといえる。最後に、ウィトゲンシュタインの言葉をもう一つ引用して終わりたい。

このことのためにこれらの言語が完全でない、と言いたいのであれば、われわれの言語が完全であるか否か、-化学記号の体系や微積分の記号が併合される前に、われわれの言語が完全であったか否か、を問え。なぜなら、これらの記号体系は、いわば、われわれの言語の郊外になっているからである。(どのくらいの家々、どのくらいの街々があると、都市が都市になりはじめるのか。)われわれの言語は、これを一つの古都とみなすことができる。路地や広場、古い家や新しい家、さまざまな時代に建てまされた家々から成る一つの錯綜物であって、これが、まっすぐできちんとした街路と同じ形の家々から成る、一群の新開地によってとりかまれているのである [48, §18]。

謝辞 第一部の内容に関しては田中俊一氏との対話から陰に陽に強く影響を受けている。第二章は下川信祐氏から河本氏によるオートポイエシスの新しい展開があることを知らされたことがきっかけとなった。第二部は 1997 年度に北大数学科で行っている観測志向理論勉強会の活動を通してこれまでにわかったことをまとめたものである。院生の畠山元彦・黒田茂・森秀夫諸氏には発表や議論で多くの示唆を受けた。郡司ベギオ幸夫氏 [11] と角田秀一郎氏 [45] にはプラスクワスの議論・内部観測について多くの示唆を受けた。津田一郎氏との刺激的な対話はこの小論をまとめる動機を与えてくれた。また草稿に対する大野克嗣氏の鋭い批判 [36] は論点を明確にするのに役立った。他にも多くの方々との議論から教えられることが多かった。これらの方々に深く感謝したい。

## 校正時の補足

### 複雑系研究の現状について

予備知識の全くない読者に対しては、この試論が複雑系研究の現状についてかなり片寄ったイメージを与える恐れがあるので、蛇足かもしれないが次の点を強調しておきたい。複雑系研究の核の形成は、津田・金子・池上等を中心として、物理学者が生物理解へ全く新しい真剣な取り組み(構成的アプローチ)を展開してきたことによる。この展開は、計算機実験という新探索法がもたらしたモデル形成のこれまでにない自由度と多様性を駆使したものとなっている。この取り組み自身についてはこのシリーズの他の巻をはじめ既に一般向けにも多くが語られているので、ここではいわばその対極にある、郡司による生命系への革命的と筆者には思われるアプローチに焦点を当てて論を進めてみた。私の理解はまだ核心にまで到達していないが、生命の本質を表す不定性(予想外)そのものが何であるかは郡司による概念分析を通して私は初めて理解でき、それを通して物理学者達による上述の取り組みの意義の深さが私に明らかになってきたのである。

### ワークショップ「生物の内と外」に出席して

松野が企画した「生物の内と外」のワークショップ(1998.4.1-4)に参加し、この試論を書いた時点には視野になかった重要なことをいくつか気付かされた。原稿を書き直す時間はないため原稿では触れられなかった部分について簡単に触れて置きたい。

生命と形式 形式として生命を理解することはできない、ということはこの小論では力説したのであるが、ある意味ではそれは誰でも納得するようなことでもある。これは、郡司の生命論で論じられている、生命と形式の深い関係の半面でしかない。生命自身は局所的なところで形式を構成・生成して、その形式の正当性を吟味するようなこともせずに、それを次の行為の足場として使ってしまう。この様相が規範性の意味であった。郡司はこれを縮退と呼んで生命論の核としているものである。しかし、その形式が行為の足場であり続けるわけではない。プラス・クワスの議論で出てきた