

※ この資料は2014年3月にジャパンライム株式会社より発売されたDVD『基礎情報学に基づく高校教科「情報」の指導法』(<http://www.japanlaim.co.jp/fs/jplm/c/gr1346>)の撮影時に使用した台本をもとに作成されています。

## 基礎情報学に基づく高校教科「情報」の指導法

### 第2巻 基礎情報学の概要(2)

## 2.階層的自律コミュニケーション・システム

解説:中島 聡(埼玉県立大宮武蔵野高等学校情報科教諭)

監修:西垣 通(東京大学名誉教授、東京経済大学教授)

### 1.オープニング

### 2.多細胞生物と観察者

ある程度進化した多細胞生物は、分化した組織や器官を持っています。これらの生物を構成する一つ一つの細胞は単体で生きており、生物個体から切り離されたとしてもしばらく生き続けることができます。また、組織や器官も単体で生きており、生物個体から切り離されたとしてもしばらくは生き続けることができます。臓器移植が可能なのはこのためです。

ここで、観察者の視座と観察結果の関係について考えてみましょう。例えば、観察者が一つの細胞と構造的カップリングをしたとしましょう。細胞は単体としても生きているので、生物個体と同じオートポイエティック・システムであると観察されます。次に、組織や器官と構造的カップリングをしたとすると、組織や器官も生きていることからオートポイエティック・システムと観察されます。生物個体は当然オートポイエティック・システムとして観察されます。つまり生物の階層のどの層を見ても閉鎖系で自律していることとなります。

しかし、この結論には疑問が生じます。上位層から下位層を観察したとき、下位層がとても自律的に動作しているとは思えないからです。個々の細胞の動きは組織や器官と連動しています。また組織と器官の動きも生物個体の動きと連動しています。例えば、心臓の一つ一つの心筋細胞は周囲の心筋細胞と同期して伸縮を繰り返しています。また、皆さんが運動をすると、それに連動して心臓の心拍数が上がります。個々の心筋細胞がバラバラに伸縮していたのでは、心臓として機能しません。また身体が運動しているときに心臓の心拍数が変わらなければ、身体全体に酸素を送れなくなり貧血になってしまうでしょう。一つ一つの心筋細胞は心臓として機能するために同期して伸縮し、また心臓は全身に血液を送るという生物個体のために動作しているアロポイエティック・システムと考えられます。ある階層と構造的カップリングした観察者が、その階層を見るとオートポイエティック・システムであると判断しますが、上位層と構造的カップリングをした観察

者から見るとアロポイエティック・システムであると判断されてしまいます。観察の視座によって、まったく違ったシステムと判断されてしまうのです。この矛盾をどう考えるべきなのでしょう。

### 3. 外界から見た生物

この問題を考えるにあたり、まずは生物と外界との構造的カップリングについて今一度確認してみましょう。生物は外界を知ることはできませんから、外界に適応・順応することはあり得ません。外界に関係なく行動・反応しているうちに、自然淘汰によって外界からの攪乱に対する行動や反応に結果的に再現性が生じている、というのが構造的カップリングでした。このときの行動・反応の再現性とは、同じ行動や同じ反応を繰り返している、ということにほかなりません。平たく言えば、「よく分からないけど、なんとなくこれが好きでやっている」ということです。だからこれを「過去の反応パターンにもとづいて反応している」と表現していました。

しかし、この状況を外部から見ると、外界によって生物は同じ反応を繰り返しさせられている、と観察されることになります。この観察結果から、生物は外界から拘束/制約を受けている、と見なされるのです。生物の内側から見た観察と、生物の外側である外界からの観察結果では、同じ現象もまったく違って見えてしまうのです。観察者の視座がどこなのか、ということが観察者の判断に深く関係してくるのです。そして観察者の視座は、観察者と対象との構造的カップリングによって実現されているのです。

### 4. 多細胞生物における階層性

さて、生物と外界との構造的カップリングを確認したところで、いよいよ階層性による矛盾の問題に取り掛かりましょう。まず、組織の中に存在する個々の細胞について考えてみましょう。細胞は組織に含まれますので、細胞にとっての外界は組織と考えることができます。同じように、組織にとって外界は生物個体と考えることができます。このことより上位層に構造的カップリングをした観察者が下位層を見ている視座と、外界から生物を見ている観察者の視座が同じであると言えます。つまり、上位層である組織と構造的カップリングした観察者には、下位層の細胞は上位層の組織から拘束/制約が掛けられたアロポイエティック・システムとして観察され、下位層の細胞と構造的カップリングした観察者には、細胞はオートポイエティック・システムとして観察されるのです。生物個体と構造的カップリングをした観察者が、下位層の組織や器官を見たときにも同じことが言えるでしょう。このように生物の階層構造では、各階層から上位層を見ると構造的カップリングをしており、下位層を見ると拘束/制約を掛けていることとなります。これを**非対称な構造的カップリング**と呼んでいます。

### 5. 社会システムの階層性

多細胞生物と同様に、社会も階層構造をしています。社会システムの底辺は個人というオートポイエティック・システムです。但し、この場合の個人とは生物としてではありません。社会システムの構成素であるコミュニケーションを媒介するもの、つまり社会情報を交換できるものですから心的システムが当てはまります。個人の上位層には小さなコミュニティ(小社会)がありますが、社会である以上コミュニケーションを構成素としたオートポイエティック・システムです。その上にあるどの階層も社会ですので、コミュニケーションを構成素としたオートポイエティック・システムです。さらに、心的システムの構成素は思考ですが、思考は自己表現コミュニケーションでしたので、

これもコミュニケーションを構成素としたオートポイエティック・システムになります。つまり、社会システムのどの階層もコミュニケーションを構成素とするオートポイエティック・システムであることとなります。学校を例にすると、学校は“学校におけるコミュニケーションを構成素とするオートポイエティック・システム”であり、中間層にあたるクラスは“クラスにおけるコミュニケーションを構成素とするオートポイエティック・システム”であり、下位層の生徒個人は“思考、つまり自己表現コミュニケーションを構成素とするオートポイエティック・システム”です。このように、コミュニケーションを構成素とするオートポイエティック・システムが階層構造をしているものを、**階層的自律コミュニケーション・システム(Hierarchical Autonomous Communication System)**略して**HACS(ハックス)**と呼んでいます。

### 6. 階層的自律コミュニケーション・システム

階層的自律コミュニケーション・システムでは、階層構造を持つ多細胞生物を観察したときと同じ状況になっています。各階層に構造的カップリングをした観察者は、構造的カップリングをしたそれぞれ層に対してオートポイエティック・システムである、と判断します。しかし、構造的カップリングをした層の下位層に対しては自律的とは判断しません。生徒の心的システムはオートポイエティックシステムであり自律しています。何を考えようが自由です。しかし、クラス内でコミュニケーションを行うときには、完全に自由ではありません。クラスの一員として相応しい発言が要求されます。学級委員は学級委員としての、美化委員は美化委員としての、図書委員は図書委員としてのコミュニケーションを強要されています。各生徒が参加するクラスもそれぞれ独自性をもっています。例えば、文化祭で何を行うかはクラスごとに決定できますし、生徒総会でもクラスとして意見を出すことができます。つまり自律しているわけです。しかし、学校全体からの基準から外れることはできません。クラスの文化祭の企画は、学校全体の企画により制限されます。また生徒総会でのクラスの意見も、生徒総会に相応しい内容でなければ無視されてしまいます。会社でも状況は同じです。会議の最中に社員が何を考えようが自由ですし、またそれを止めることもできません。しかし、会議での発言、つまりコミュニケーションを起こすときは議題に即したものが要求されます。この要求こそがコミュニケーションからの拘束/制約なのです。そして、この拘束/制約によって各社員が自分の思考に自発的に制限をかけることが構造的カップリングなのです。

階層的自律コミュニケーション・システムである社会システムの各層は、非対称な構造的カップリングをしています。個人はオートポイエティック・システムで自律的ですが、上位の社会システムから見ると自律性は失われアロポイエティック・システムのように見えることとなります。このことが、社員を会社の歯車や機械のように例えることに繋がっているのです。

さらに上位層からの拘束/制約を考えてみましょう。人は普通、母国語を使って話をしています。フランス人はフランス語を、ドイツ人はドイツ語を、日本人は日本語を話します。当たり前のことのようですが、実はこれもコミュニケーションからの拘束/制約なのです。ある言語を使うコミュニケーションに参加するためには、その言語を話し聞き取ることができなくてはなりません。幼い頃の言葉を覚えて会話をする訓練は、まさにこのコミュニケーションからの拘束/制約なのです。そして、さらに日本語のコミュニケーションに深く参加するために、日本語の読み書きを学校で習うこととなります。これもコミュニケーションからの拘束/制約の一つなのです。