

講演会

東京都高等学校数学教育研究会の講演会兼平成 26 年度東京都教職員研修センター研修「高等学校数学に関する授業研究と講演会(研修番号 7051)」が、平成 26 年 7 月 4 日(金)13:30 から、東京都立青山高等学校にて行われた。

1 挨拶

副会長 吉田 亘(都田園調布高・長)

2 教育委員会挨拶

東京都教職員研修センター研修部専門教育向上課
指導主事 岡田 光章

3 会場校挨拶

東京都立青山高等学校長 小山 利一

4 研究部活動紹介

数 I 分科会	都戸山高校	田中 啓之
	都多摩科学技術高校	赤岩 辰巳
特別委員会	都戸山高校	荻野 大吾

5 講演

演題「社会に広がる数学—現象数理学の新たな展開—」

講師：明治大学理工学部 教授 三村 昌泰 様

6 事務連絡

【講演概要】

1 自己紹介

明治大学大学院先端数理科学研究科現象数理学専攻であり、もともと数学が専門ではなく、数理工学が専門である。

2 現象数理学とは

生命、自然や社会などに現れる複雑な現象を「モデリング」を通して「数学」や「コンピューター」という道具を使って理解し、そのことから、原因や仕組みの解明、新しい法則の発見、未来の出来事の前予測、新しいもの作りをする数理学の 1 つの分野である。モデリングがよくなければ、正確な結果が得られず、また、よいモデリングでも解析ができなければ意味がない。したがって、数学とモデリングには大きな関わりがある。これまでにピラミッドの高さを測ったり、ピサの高さを測ったりするなど、現象数理学の精神は昔からあることである。

3 神経細胞

神経細胞は集まると、ネットワーク作用によって非常に高度な情報を得ることができる。人間の脳は神経細胞が主人公であるが、システム全体を知るためには、個々の遺伝子を知るだけでなく、それらの相互作用を理解することが必要である。

4 拡散パラドクス

単純な機構しか持っていない細胞であっても、たくさん集まると、それらの相互作用によって新しい機能、形態、パターンが自律的に生まれることがあるのではなからうか。

2 つの容器を細胞にみたくて、考えてみる。因子が 2 つの容器内を自由に出入りできるように、透過膜で結合する。この結果、各容器内での因子濃度が異なる場合でも、時間がたつと 2 つの容器内の因子濃度は同じになることが分かった。

今度は、容器に 2 つの因子 A, I が入っているとす。A は活性因子であり、自己触媒的に増加する。I は抑制因子であり、一定の割合で分解される。A が増えると I を作り出し、A は自分が作る I が増えると、その増加が抑えられるという相互作用が働く。2 つの因子はこの相互作用により、濃度の増大・減少間にバランスが生じて、A と I は適当なバランスが保たれる。

次に、2 つの容器をつなぐ膜を、A はほとんど通さず、I のみを通すことのできる透過膜とする。その結果、A の濃度が高くなる容器と I の濃度が高くなる容器になった。この容器を 2 次元配置に変え、膜の透過率を変えて実験を行うと、様々なパターンの濃度になる。

このように縞模様や斑点模様を作る細胞に対して、すべての細胞に固有の模様を作る遺伝子情報が与えられるのではなく、模様形成の機構は同じであって、透過率を少し変えるという遺伝子命令が与えられるだけで、異なる模様の出現が可能である。この考えに基づく生物がアマゾン川のナマズではないか。同じ種類のナマズでも、縞模様が異なる。「自己組織化」の考えは当時の生物界では全く認められなかった。

5 脳や神経系を持たない細胞にインテリジェンスがあるのか

定まった形状をとらずに絶え間なく形状を変化させ、サイズすら定まっていない、そして脳や神経系のない真性粘菌を考える。

粘菌は、細かく枝分かれした管状のネットワークからなり、この管を通しては原形質が流れており、この流れを使って養分を運んだり、移動したりすることができる。餌場があると、粘菌はそれに群がっていき、餌をとる。

もし、餌場が 2 か所にあった場合は、2 つの群れに分裂するのではなく、その間に太いネットワーク管を形成する。アメーバーは餌場が 2 か所あるとき、その間を最短距離でつなぐ。餌場が複数個あるときは、たくさんの経路を作り、徐々に経路の数が減っていき、最終的には最短距離のネットワークだけが残る。最短距離をとるようにネットワークを形成できるアメーバーは「迷路解き」ができるのではないか。

迷路解きには入口から出口まで迷路全体の情報が必要であると思われていたが、アメーバーは管を通る原形質量の情報だけで、管の太さを変えることができれば、迷路を解くことができ、かつ最短ルートを見つけることができる。単細胞のアメーバーは迷路解きという高度な機能を持っているが、実は、単純な仕組みで行うことができることがあきらかになり、カーナビなどに応用できるのではないか。