

## 点と線

竹本 和広



「多くの点がある。任意にふたつの点を選ばれ、それらの間に線が引かれる。線の本数が点の本数の半分をこえると『突然』つながれた点の大きな塊が現れる」

これは点と線のつながりに関する数学（グラフ理論）における定理のひとつ[Erdős, P. and Rényi, A.: *Bull. Inst. Internat. Statist. Tokyo*, **38**, 343 (1961); Bollobás, B.: *Trans. Amer. Math. Soc.*, **286**, 257 (1984)]です。もちろん、元論文とは異なる記述で、平易に読めるよう書き直しています。この記述には、カウフマン著「自己組織化と進化の論理」における「糸とボタン」モデルの説明を参考としているので、ご存知の方も多いかもかもしれません。

不思議ではないでしょうか。なにせこれは、多くの点の間に適当に線を引いているだけなのに、その点と線のつながり方、すなわち「構造」、があるところで途端に変わってしまうと言っているのですから。

閑話休題、学生や若手（に限らないですが）研究者なら誰しも、これまでにない新しい科学を希求します。しかしながら、多くの場合においてそのような新規性を簡単に見つけることはできないでしょう。

個人的な話ですが、私もそのひとりでした。当時は、近年におけるいくつかの自然科学におけるパラダイムシフトから、生物と情報の融合が華々しく叫ばれていた時代でした。安直にも、それが両方学べるという大学にもぐりこみ、数理・情動的な観点からの生物の理解を夢見ました。しかしながら、生物と情報の乖離は大きく感じられ、それは本当に夢物語なのではないかと、日々を鬱屈と過ごしていました。

その状況を大きく変えたのが他ならぬ「点と線の不思議な現象」でした。新しく入ってきた若い助手（今で言う助教）の先生が何気なくこの話をしてくれたのです。私は強い衝撃を覚えました。この点と線が与えてくれる視点は簡潔かつ饒舌で、生物と情報に限らずあらゆる独立した分野は「点と線」という枠組みの中でつながるように感じられました。そう、私は「点と線」にすっかり魅了されてしまったのです。

何がそうさせたのでしょうか。実のところ「点と線」は何も新しい学問ではありません。これは離散数学の非常に古典的な分野です。それを生物の一分野に応用するというのも取り立てて新しいとは言えないでしょう。

たとえば化合物における原子と結合を「点と線」で表したり、代謝経路における代謝物と反応を「点で線」で表したりする例はみなさんご存知だと思います。

では、私は「点と線の不思議な現象」中に何を見たのでしょうか。それは「形成」に関する概念です。上記の例において、点と線は、ある状態を表現する道具としてのみ使われています。しかしながら、何故そのような形になったのかという疑問には答えてくれません。当然です。「点と線」は表現手法と使われることがほとんどで、そうした場合、その目的の範疇を超える「形成」への問いには答えてくれません。

しかし、点と線の現象の中には、ある一定のルールにおいて、ある構造が自発的（あるいは不可避的）に形成されることを教えてくれます。これは生物を理解する際に重要な形成という概念を与えてくれます。

このような形成についてはもともと、物理学の一分野として生物学とは少し異なる文化の下に発展してきました。自己組織化や自己凝集、そしてパターン形成と言えばびんとくる方も多いかと思います。

こうして、自分の中ですべてがつながり始めました。生物を理解したいと思った私は、それとはまったく関係のなさそうな数学における「点と線の不思議な現象」からその糸口を得ることができたのです。

そして現在、私は「点と線」という観点から、代謝経路がどのように形成されたのかという問題に取り組んでいます。少し変わった研究（もちろん自身はそうだとは思っていませんが）で、批判にされることもありますが、興味をもってくれる方も多くなりました。代謝系の理解やデザインにより見通しのよい新しい枠組みを与える重要な仕事だと信じています。

どうやら、「それ」は突然に浮かび上がってくるようです。まるで「点と線の不思議な現象」です。

自分がこれまで興味持ってきたことのすべてについて振り返ってみて下さい。気づかなかった関連性はないでしょうか。ひとつひとつ紡いでみて下さい。初めは、自分でも気づかないほどの緩慢とした変化です。ここでは時に忍耐が必要です。そして、それらは唯一無二の構造をもって「突然」あなたの前に現れるでしょう。

それが、あなたの科学です。