

特集 / 最新 脳の数学理論

脳の数学理論はできるのか

甘利 俊一

1. 脳は何をやっているのか

われわれは脳を持っている。ここで考え、決断し、実行に移す、これらは脳がなせる業である。生物は環境の中で生き抜き、子孫を残すべく進化してきた。このためには外界の情報を受け取り、これをもとに行動を決定する情報処理器官が必要になる。こうして、神経系が形成され発展し、高等動物の脳となる。こうしてきわめて複雑な情報器官ができた。

人間になると、単に情報を蓄え処理するというだけでなく、精神がここに宿る。人は意思を持ち、情動に動かされ、言語を発展させた。こうした総体を意識が支配している。人の脳は、生物器官が生んだ驚くべき産物と言える。

人の情報処理のある側面、たとえば思考の規則を抽象すると、論理学が成立する。このプロセスを機械で実現しようとする、アルゴリズムとなる。アルゴリズムにどのような万能性があるのか、これを論じたのがチューリングであり、万能チューリング機械が考案された。

現代のコンピュータは、万能チューリング機械の一種であり、マイクロエレクトロニクス技術がこれを可能にした。コンピュータ科学は、計算可能性やアルゴリズムとその手間、データベースな

を論ずる。しかし、これは脳の解明にはそのままでは使えない。

脳の情報処理の仕組みは、コンピュータとは動作の原理が違うのである。脳では、多数の神経細胞が相互作用し、非線形のダイナミクスがここで進行する。さらに、学習や自己組織化によって、自己の構造ないし情報処理のアルゴリズムを変えていく。このような構造を無理に方程式に書き表そうとすれば、自由度のきわめて大きい非線形の方程式になる。しかも、その係数が学習によって変化していくなど、階層的な構造を持つ。さらに、ミクロにシナプスや膜電位の変化、スパイクの生起、細胞内の情報伝達過程などすべてを方程式にすれば、たとえ現象をそれなりによく表現できたとしても、ここから人の思考の法則、記憶とその想起、言語の仕組み、理解などがわかる筈がない。

こうしたマクロな情報処理過程を脳の現実に基づいて理解しようというには、それなりのレベルでの抽象化が必要になる。しかし、これまでの数学は非線形多自由度の系をまともに取り上げず、これとは違った構造をもとに深遠な理論を構築してきた。いわゆる高度に発展した数学を用いれば、脳のような複雑高度なシステムも解明できるかという、そうはいかない。しかし、これまでの数学もその考え方は役に立つのであって、この上でさらに脳に迫る数学を展開していかなければならない。