

## 神経細胞とシナプスの数学モデルー基礎と発展 北野勝則 学振、玉川大

神経回路をモデル化し脳の機能に迫るためには、生物学的詳細をあまり気にせず計算アルゴリズムに数理的に迫ろうとするトップダウン・アプローチと、生物学的詳細を取り入れながら、脳で現実に行っている現象の背景にあるダイナミクスと計算アルゴリズムを解明しようとするボトムアップ・アプローチがある。これらは理論的脳研究の両輪を為すものであり、なるべくなら両方ともに理解できることが望ましいが、実験との共同研究の促進を念頭においた場合、現象に直結させ易いボトムアップ研究には、多くの可能性があるだろう。そのような研究においては現実のニューロンをモデル化していく過程が重要であるが、その基礎となる **Hodgkin-Huxley** 型ニューロンモデルを、実際の実験データと関係させながら解説する。どのタイプのイオン・チャネルをどの程度持っているかということで、さまざまなニューロンの多様な電気生理学的個性が生じていることを、理解してもらえれば幸いである。

また近年、大脳皮質などの神経細胞間での、**AMPA** 型グルタミン酸受容体を介した興奮性シナプス信号伝達の定量的記述が飛躍的に発展しつつあり、簡単な数学的枠組みを使って、かなり詳細に信号伝達を記述することができるようになってきた（増強型シナプス、減衰型シナプスなど）。このような最新のシナプス伝達の記述に関しては、既に第一回サマースクールの講義でも取り上げられたが、ここでも基礎知識として解説する予定である。またこの仕事自体、モデル化と実験が協力し合って可能になったことの、好例であるといえる。

講義では、実際に私自身が生理実験との共同研究により大脳基底核の細胞活動を調べたときに構築した、線条体投射ニューロンのモデルなどを活用しながら、**Hodgkin-Huxley** 型ニューロンのモデル化の実際的な局面や、その研究にとってなぜそれが必要だったのかといった点について議論したい。

### 参考文献

Fuhrmann G, Segev I, Markram H, Tsodyks M. Coding of temporal information by activity-dependent synapses. *J Neurophysiol* (2002) 87: 140-8

Gupta A, Wang Y, Markram H. Organizing principles for a diversity of GABAergic interneurons and synapses in the neocortex. *Science*. (2000)

287 :273-8.

Kitano K, Cateau H, Kaneda K, Nambu A, Takada M, Fukai T. Two-state membrane potential transitions of striatal spiny neurons as evidenced by numerical simulations and electrophysiological recordings in awake monkeys. *J Neurosci* (2002) 22: RC230: 1-6