

# 「学習」をめぐる小脳の理論研究：基礎から臨床まで

講師：本多 武尊 先生

公益財団法人東京都医学総合研究所・主任研究員

日時：2022年1月11日(火) 16:30-18:00

場所：理学部E館1階 E131号室

小脳研究は、しっかりとした解剖学と生理学の積み上げに最近の分子生物学の躍進が加わり、シナプスから神経細胞のネットワーク、そして、小脳機能までのメカニズムを明らかにするアプローチに徹し、脳研究の王道として歩んできた歴史がある。そして、実験研究と理論研究の両輪で研究が進められてきた。その小脳研究のキーワードとなったのが、Marr-Albus-Ito理論と言われる小脳の「学習」である。この学習は平行線維-プルキンエ細胞間のシナプス可塑性に由来すると考えられている。

現在流行している人工知能はパーセプトロンを多層化した深層学習を発展させたものだが、そのMarr-Albus-Ito理論は「小脳がそのパーセプトロンと等価な機能を持つ」というところまで指し示している。その理論をさらに発展させ、万能シミュレータとも言われるLiquid State Machineと小脳が等価であり、瞬目反射の条件付けや動眼反射などの小脳が関わる適応学習を説明することができている。

身近なところで我々はその小脳学習を体験できる。眼前に置かれているコップへ何気なく手を延ばそうとすると、しっかりとコップを見ずとも、それどころか、目を閉じた状態においても簡単に目的を達成できる。これは脳内に保持されている適切な運動情報によって正確な運動を実現しているためと考えることができる。このような運動に関する情報は内部モデルとして小脳内で表象が生成されると考えられている。また、ヒトはプリズム眼鏡を装着すると視界が偏倚して正しい運動が実現できなくなるが、運動を繰り返すことによってこの視覚情報の変化に対して学習として内部モデルの更新が起これ、正確な運動の実現が可能となる(プリズム適応課題)。この内部モデルは、学習開始からおおよそ40試行までに形成される(i)運動の結果を予測するための順モデルと、その後形成される(ii)運動を達成するための運動指令情報としての逆モデルの2種類が機能することが明らかになり、小脳内部モデルのタンデム学習理論が提案され、その定式化に成功した。このタンデム学習理論に基づくシミュレーション、そして、理論が予想する細胞レベルでの内部モデル更新の由来や小脳疾患の病態などについて紹介したい。

