

F. Rosenblatt: Principles of Neurodynamics

Spartan (1961)

1943年 W. S. McCulloch と W. Pitts は神経細胞を線形しきい値関数としてモデル化し、それを多数つないだ回路の状態遷移を検討した。1949年、D. O. Hebb は神経細胞が興奮したとき、そこに刺激を伝えた入口のシナプス結合は強まり、神経回路すなわち脳はそれによって記憶すると主張した。これらの原理を踏まえて人工神経回路で初めて情報処理を実現したのが、よく知られている F. Rosenblatt のパーセプトロンで、600 ページを超えるこの大冊は、題名にその名がついていないが、まさにそのパーセプトロンの原著である。

Rosenblatt は 1928 年に生まれ、Cornell 大学出身で、同大学で活躍した人である。パーセプトロンは受容層、連合層、出力細胞の 3 層からなり、受容層に与えられたパターンを学習的にカテゴリー分類するもので、受容層からのランダム結線を受ける連合層は特徴検出細胞の集合で、連合層から出力細胞への関数が線形分離可能（線形しきい値関数で表せる）ならば、Hebb のシナプス強化ないしそれを少し修正した強化によって、正しく分類する関数に行きつくという学習収束定理が得られ、この強力な定理と受容層から連合層への線形分離化によって学習系の有効性が成り立つ。

多くの研究者がパーセプトロンに惹かれ、これを研究対象にした。H. D. Block は学習収束定理を解析的に証明し、4 層パーセプトロンを提案し、Rosenblatt と共著論文も出した。N. Nilsson は独自の学習機械論を展開した。M. Minsky と S. Papert は 1969 年に Perceptrons という本を著した。Minsky と Rosenblatt の間には研究をめぐる確執があったとも伝えられ、Perceptrons は Rosenblatt のパーセプトロンを否定した本だともいわれている。この本は初版と 1988 年の改訂版が両方とも日本語に翻訳された。筆者は協力者とともに後者の翻訳を担当したし、Minsky 教授に会ったこともあるが、この本自体はパーセプトロンを否定しているとは感じなかった、理論的で客観的な本で、学習収束定理を代数的、幾何学的に証明するとともに、線形分離化のからくりをはっきり見せてくれ、その結果、欠点も明らかになったのだといえる。著者らは前文に、「本書はパラレル計算の理論の本であるが、パーセプトロンを具体的対象としたので、先駆者



図-1 1958年当時のパーセプトロン試作機と Rosenblatt

に敬意を表して Perceptrons と名付けた」と書いている。

1980年代になると J. J. Hopfield が神経回路のダイナミクスを研究し、また、PDP (Parallel Distributed Processing) グループの活躍で、いわゆるニューロコンピュータの研究が隆盛する。その中で特徴検出細胞を学習させる D. E. Rumelhart のバックプロパゲーション（誤差逆伝播法）が著名である。ところが、Rosenblatt の原著 292 ページには Back-propagating Error Correction Procedures という項があり、そこから数ページに渡ってそのアイデアを説明している。提案者自身パーセプトロンに何が必要かを知り、工夫していたことになる。Rumelhart が微分可能なシグモイド関数を使って定式化する 25 年も前の話である。PDP グループは Minsky がパーセプトロンを否定し、この種の研究を停滞させたといわれ、Minsky との間には激しい論争が起こった。

その他、1970 年ごろ D. Marr と J. S. Albus は独立に、小脳とパーセプトロンは動作原理が同じという、小脳パーセプトロン論を唱え、生理学的検討の対象となった。また原著には書いてないが、大規模なパーセプトロンのハードウェアも試作されている（図-1 参照）。この本は神経回路情報処理の研究のルーツであり、今後の研究にも脈々と影響し続けるであろう。

Rosenblatt は 1968 年海での事故で早世したため、その後の活躍が見られないのが残念である。

(平成 15 年 3 月 17 日受付)

中野 馨 / 東京工科大学バイオニクス学部
nakano@cc.teu.ac.jp

