

特集「小脳研究の課題」に寄せて

伊 藤 正 男

(理化学研究所脳科学総合研究センター)

1950年代から今日まで半世紀以上にわたり大きく発展した生命科学の広大な分野の中で、脳の研究は物質と情報の両面にかかわるという特異な面を持っている。脳は多数のニューロンが繋がり合った神経回路網からできているが、この回路網が特有の構造を持ち、情報を処理し、種々の特異的な機能を発揮する脳の本体である。現代の神経科学の研究は、このような脳の神経回路網について物質と情報との関係を解明することが脳を理解する道であるとの固い信念のうえに立って進められている。

そのことを端的に表しているのが小脳の研究である。小脳に特徴的なニューロンの形態に始まり、シナプス作用、シナプス可塑性の解明、化学的シグナル伝達、その遺伝子制御へと、よりミクロに、より物質的な方向に解明が進む一方、古くから知られたその幾何学的な神経回路網構造を手がかりに比較的簡単な神経回路の情報処理メカニズム解明の先頭を進んできた。小脳の損傷によって特徴的な運動障害が現れることから、小脳の神経回路の機能がまずは運動の制御とその学習にあることが想定され、そのような機能を生み出す制御システムとしての小脳を中心とする脳の神経回路の解明が進んだ。この点で、小脳研究は計算論やロボット工学と結びついて、脳科学の中でもユニークな分野を拓いた。それらの成果のうえに立って、小脳の研究は今後どのように発展してゆくのかを占いたい、というのがこの特集「小脳研究の課題」の趣旨である。そのために小脳研究の各分野で活躍している方々に多様な観点から執筆をしていただいたので、読者の高覧に供する次第である。

この場を借りて筆者が特に持っている問題意識を述べると次のようなことがある。第一に、神経回路の基礎的な研究は過去半世紀の間に大きく開拓された

が、新たな分子あるいは細胞過程が発見される可能性はまだ十分に残されている。特に個体発生や進化との関係、あるいはシナプス可塑性と長期的な記憶との関係においてはまだ見出されていない分子や細胞過程は少なくないと思われる。そのような研究の進歩のためには新たな研究技術が求められている。例えば行動する脳のなかでの神経細胞の働きの遠隔記録、小脳の回路網の構造機能をマップする光遺伝学オプトジェネティクス的手法、シグナルトランスダクションを可視化する分子画像法などの進歩である。第二に、小脳の回路網に含まれる神経細胞の活動と神経回路網の動作原理、その行動への反映については反射や眼球運動、随意運動の系についてよく解明されてきたが、まだ仕組みがよく理解できないことが少なくない。特に複雑な運動、道具の使用、認知的な要素も含む“アクション”などの仕組みの理解に向けての進展が望まれる。

遺伝子疾患が多くて治療が困難な小脳の臨床分野にも小脳の分子、細胞レベルでの研究の進歩によって、新たな可能性が開かれつつあるし、創薬や遺伝子治療の面で大きな進歩が期待される。あるいはブレインマシーンインターフェースの開発を通して、リハビリテーションの分野に大きく寄与することも考えられる。小脳が運動機能だけでなく、認知機能そのものにも関与するという最近の考えにはまだ賛否両論があるが、脳の画像法による支持データは増加している。しかし、運動という物理的な領域と思考という心的な領域の両方にどのようにして同じ神経回路が寄与できるのかというのは『脳とこころ』の関係にかかわる最も基本的な科学の問題である。また、脳の神経回路が知識情報をどう処理するかは人工知能の可能性にかかわる極めて重要な問題である。小脳の研究はここでこれらの基本的な重要問題に突き当たるのである。