

複雑系としての生体制御とその解明の必要性

杉 町 勝*

循環制御を含む生体の制御は、極度に巧妙に作動し生体の恒常性を保っている。生体制御の緻密さは驚くべきものであり、たとえばその制御の長さを考えれば、我々が開発する人工物の制御をはるかに超える期間の恒常性維持を可能にしている。原理的に生体の制御は自動制御であり、誰かが介入することなく、ほぼ生体の一生にわたって制御を続けている。

一方で生体制御の機序を明らかにする研究に一步足を踏み込むと、生体制御の複雑さにさらに驚きを増すことになる。近年の分子生物学の進歩はこのような制御系の構成要素を次々と明らかにしてきた。しかしながら、我々の道筋はまだ遠い。構成要素とその機能をもれなく同定すると同時に、複数の要素間の関係を定量的に統合する必要がある。これをすべての要素間について行う必要があることから、膨大な自由度の制御系を再構成しなければ生体制御系の全貌を理解することはできない。

なぜこのような複雑な制御系が必要なのであるのか。制御系の中には複数の要素によって類似の機能が実現されているものもあり、冗長な制御が行われているものもある。冗長な制御の意義は、多様な環境に適応するためと考えられるが、別の言い方をすると生物の多様性とも深い関係があるものと思われる。生物が単純なものから複雑なものへと進化を続けていく過程で、多様な環境に適応できるように多様な種へと進化してきた。そして進化は外形だけでなく、生体の制御系にも多様な変化をもたらしたと考えられる。多様な変化を起す中で、従前の制御系と新しい制御系の両方がともに作動することが起こり、冗長な制御系が

形成されることになったと考えられる。

それではこのように複雑な生体制御系をもれなく包括的に機能同定し、統合し、再構成することは可能なのであろうか。自らのすべてを明らかにする、我々の内なる宇宙の探検は、大宇宙の解明よりも困難かもしれない。困難ではあるが、著者自身は、人類の叡智は生体制御系の包括的理解をいつか可能にすると考えている。ただ現状の研究の連続線上ではなく、いくつかのパラダイムシフトが必要であることはまちがいない。生体成分の包括的測定(定量的オミックス研究)、計算機による統合、これを可能にする数理的枠組み、異なる生物種間の比較による冗長機能の同定など多くの研究を総動員させる必要があるだろう。

第31回の日本循環制御医学会総会では「未来に向けた循環制御研究」と題し、パラダイムシフトを予感させる研究の方向についても議論した。聴衆の皆さんにはこのような全体像がわかりにくく、十分にかみ合った議論とはならなかったことは反省点である。しかしあらゆる機会をとらえて今後も異分野の研究間の議論を活性化し、大きな目標に向けた研究を続ける必要があると考えている。

*国立循環器病研究センター研究所循環動態制御部