

緒言 ～バイオは ICT 革新のシーズにあふれている～

小嶋寛明

60兆個のもの細胞からなる私たちの体は、たった1個の受精卵を起源にして、それが細胞分裂と分化を繰り返すことにより自己組織的に出来上がってくる。それは膨大な数の要素を持つ複雑なシステムでありながら、破綻なく調和して機能し続けることができる。活動に要するエネルギーは数十から数百ワット程度であり、常温の下にありながら活発に活動を行うことができる。光を感じる目、音を感じる耳、分子を感じる鼻や舌など様々なセンサと、筋肉などのアクチュエータを備えているが、それらを構成する材料は主に炭素、水素、窒素、リン、硫黄などのありふれた元素から成り立つ有機分子である。この人体の例のように、生物は一般に高い自己組織能、自律性、膨大な構成要素数、低エネルギー駆動、有機材料による構成、物質による情報伝達、環境適応性など、人工物には見られない様々な優れた特徴を備えている。

現在の ICT においては、日々増大するネットワークやそれを構成する要素の複雑さへの対応、そこで消費されるエネルギーの急激な増加への対応等が喫緊の課題となっている。また、情報通信の主体は人間であり、情報通信システムの末端には必ず人間が位置している。生物である人間に寄り添ったインターフェイスの構築をはじめとした、ヒューマンフレンドリーな ICT を実現するためには、生体の情報処理メカニズムについての知見を深めておくことが大変重要である。バイオにはまさにこれらの課題に答えるためのテクノロジーの種が詰まっている

しかしながら、研究の対象としてバイオを眺めた時、そこには膨大な数の切り口がある。システムとして見た場合、分子から細胞、器官、個体、社会に至るミクロからマクロスケールまでの大変幅広い階層があり、それぞれの階層においてあまねく生物的な特長は発揮されている。バイオ ICT 研究室では、生物としての特長を備えながら、複雑さを最小限にとどめた解析が可能な生体分子のレベルと、生命の基本単位である細胞のレベルにフォーカスして研究を進めている。

本特集では、我々のバイオ ICT 研究の展開に沿い、まず第2章において、「生命の基本原理の探求」と題し、生物における情報処理メカニズムに関する最新の科学的知見を蓄積し、将来の ICT をはじめとした科学技術

のブレークスルーに貢献するフェーズに属する取り組みについて紹介を行う。ここでは、細胞の情報格納装置である染色体のコミュニケーションメカニズム、生体分子システムの省エネメカニズム、多数の分子が協調して働く生体システムの設計図の描出、および生物の遺伝情報の格納メカニズムに関する研究、これらの機能や構造を高精度計測するための生体機能計測技術について述べる。次に第3章において、「生体機能の利用技術」と題し、目の前に実在する生体材料の‘機能’と‘素材’の優れた点を借用して、テクノロジーにつなげるための基盤技術を構築するフェーズに属する取り組みについて紹介する。ここでは細胞を使った ICT 技術の開発、細胞に外来の物質を導入して活用するための技術開発、多数の生体分子で構成される人工細胞小器官を作成する技術、生体分子メカニズムから学ぶ多変量最適値探索アルゴリズムの構築、DNA を用いたナノ機能マシン構築技術について述べる。最後に第4章において、「生体材料を利用したシステム構築」と題して、バイオ ICT 研究で取り扱う要素技術と知見を活用したセンサシステム構築に関する取り組みについて議論する。

以上、基礎研究に基盤を持つバイオ ICT 研究が、独創的かつ挑戦的な技術の開発を経て未来の ICT へ貢献する道筋を、専門外の方にもご理解いただけるよう、現場で日々研究に取り組んでいる研究者の目を通して、できるだけ噛み砕いてお示ししたいと考える。



小嶋寛明 (こじま ひろあき)
未来 ICT 研究所バイオ ICT 研究室室長
博士 (工学)
生物物理学