

特集 / 分子コンピューティング

分子コンピューティングから  
分子プログラミングへ

萩谷 昌己

分子コンピューティング(分子計算)は、1994年に Science 誌に発表された Adleman の仕事が契機となり、米国を中心に活発に研究された来た分野である。特に、DIMACS (Center for Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science) によって主催され、毎年開催されている国際会議である International Meeting on DNA Based Computers は既に今年で6回目を数え、これまでに数多くの大胆な考え方や緻密な実験結果が発表されて来た。その中のいくつかは後に研究が進展して、最終的に Science 誌や Nature 誌で発表されている。

Adleman 流の DNA 計算とは、データ並列計算を分子(DNA)を用いて実現する試みであるが、発表の当初から懐疑的な声が多く叫ばれていた。それらの声に負けずに今日まで研究が進展して来たのは、やはり「分子が計算する」という考えがいかに魅力的であるかを意味していると思う。特に、Adleman 流のデータ並列計算の魅力は捨て難く、実験操作における収率を高めたりエラーを小さくしたりする努力が絶え間なく続いている。

しかし、現在の分子コンピューティングの研究は実に多彩である。詳しくは、拙著「DNA 計算の新機軸」(人工知能学会誌, Vol.15, No.1, 2000, pp.43-50)を参照されたい。例えば、分子の二次構造、特にヘアピン構造を計算に活用する試みが

筆者のプロジェクトの坂本たちによって行われている。これは、分子が形を作る能力を計算に利用しようとする試みである。同様に、この分野の最も有望な若手研究者である Winfree は、DNA から作られたタイル状の分子がさらに組み合わさって平面状の構造(DNA クリスタル)を形成する過程を計算と捉えた。DNA を用いて微小で複雑な構造を形成することができれば、これをガイドとして他の種類の微小粒子を構造化することができるだろう。このように DNA を用いたナノテクノロジーは、DNA ナノテクノロジーと呼ばれている。

さらに、分子コンピューティングの応用として最も期待されるのは、遺伝子解析などの生体分子の計測技術だろう。単純な DNA チップなどと比較して、分子計算の技術を用いれば、より複雑な情報(例えばいくつかの基本情報が組み合わさった情報)を簡単に収集することができるかもしれない。実際に、筆者のプロジェクトの陶山たちは、DNA 計算の技術を用いた DNA チップを提案している。これと関連して、分子計算の利点として秘匿性(confidentiality)をあげることができる。従来の遺伝子解析では、遺伝子の配列情報や発現情報などをいったん計算機の中のデジタルデータに変換し、これに対して種々の解析を行う。従って、遺伝子に関する個人情報デジタルデータと