

バイオ工学という新分野の開拓：

カタカナと漢字が合体した分野名「バイオ工学」に違和感を感じるかもしれない。しかし、bio-の日本語訳に生物、生体、生命のいずれをあてても、バイオ工学が目指す方向を表現できない。たとえば生物工学は、生物を利用して人間に有用な食品や医薬品を得るための科学技術を指すものであって、発酵や醸造がそのルーツである。生体工学は機械工学の分野で使われることが多い用語であり、医用工学のニュアンスに近い。一方、生命工学は生命プロセスの人工的な操作を「工学」という言葉で表現している。これらに対し、ここで言う工学とは「自然界にない、人類に有益なものを創り出す学術体系」である。単に生命を人工的に利用するものでも、生命を人為的に操作することでもない。「生体成分と人工物質の融合による新しい機能の創製」をめざす分野がバイオ工学なのである。2001年、理研はこの分野を主任研究員研究室としていち早く位置付けたが、近年では各大学にバイオ工学を冠した学科名が見られるほか、東京大学では専攻名にバイオエンジニアリングがそのまま使われるようになった。

前田バイオ工学研究室は、初代・大河内正敏研究室から枝分かれした直系の五代目にあたる。先代は化学工学研究室であったが、前世紀末のナノテクノロジー勃興期にナノバイオ分野への衣替えがなされた。当代の前田瑞夫主任研究員は合成化学出身であり、物質材料開発に基礎を置く点が新機軸である。そのオリジナリティーは一例として、同研究室で開発されたDNAコンジュゲートに見ることができる。

すなわち同研究室は二重鎖DNAがブラシ状に固定されたナノ粒子を合成し、そのコロイド安定性が分散媒（水）とDNA層の境界に位置する末端塩基対の構造に鋭敏に応答して大きく変化することを明らかにした(2003年)。興味深いことに、この末端塩基が相補的に対合する場合は自発的に粒子が凝集するのに対して、自由末端のわずか一塩基がミスマッチとなるだけで粒子は高イオン強度条件下でも安定に分散する。この発見は誤診のない精密遺伝子診断法に応用されたほか、原子間力顕微鏡(AFM)の原理を用いた表面力測定によるDNAブラシ間の引力相互作用の証明、大型放射光施設SPring-8を駆使したナノ粒子凝集機構の解明、アプタザイムと組み合わせた分子センサーや分子論理回路、水銀イオンまたは銀イオンに応答するナノ粒子センサー、光に応答するナノ粒子、ナノ粒子やナノロッドが規則的に配列したナノ構造体の構築、などへと展開された。

これら一連の研究は要するところ、DNAというソフトマターからなる界面の構築とその物性解明の継続的取り組みである。2008年、文部科学省科学研究費補助金・新学術領域研究という大型プロジェクト研究の第一回公募に採択された21領域の一つが「ソフトインターフェースの分子科学（略称：ソフト界面）」であり、前田主任研究員はその領域代表者を務めた。もとよりソフト界面の面白さはDNAブラシにとどまらない。同プロジェクトには全国の大学・研究機関からのべ52の研究チームが参画して、様々なソフトマター界面について5年間にわたり研究を進めた。前田バイオ工学研究室は、ソフト界面に関する学術ネットワークのハブないしメッカとして、同分野を先導してきた。高分子に見られる内部自由度の高さ、すなわち「分子のやわらかさ」は生体機能のみならず、本領域研究を契機の一つに、その重要性は広く理解されつつある。

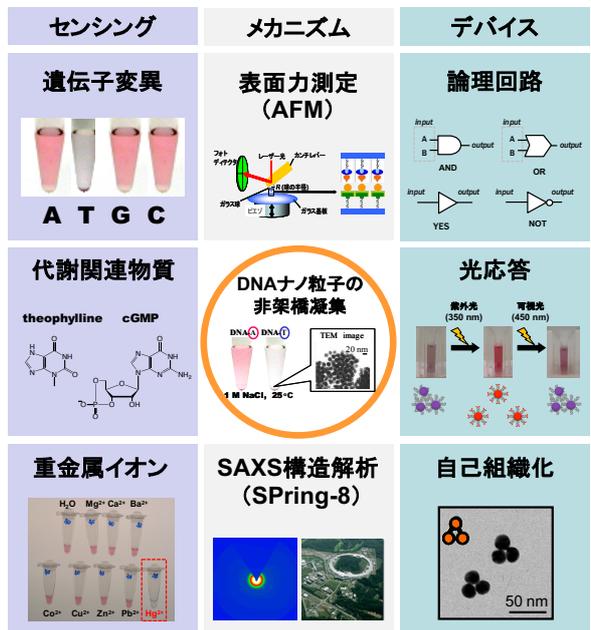


図 DNA で表面を修飾したナノ粒子の特異な凝集挙動（中心円）とその応用例。特異物性の発見は、化学センサーの開発（左列）、凝集メカニズムの解明（中央列）、基礎デバイスの作製（右列）へと展開している。