

ナノマシンによる未来の医療はすぐそこに

～あらゆる微小空間で生体機能をコントロールする革新技術の創製～

片岡 一則 *Kazunori Kataoka*

川崎市産業振興財団ナノ医療イノベーションセンター
東京大学政策ビジョン研究センター

○略歴

1979年東京大学大学院博士課程修了（工学博士）。1979年東京女子医科大学助手、1986年同講師を経て1988年同助教授。1989年東京理科大学基礎工学部助教授、1994年同教授を経て、1998年より東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻教授。2004年より東京大学大学院医学系研究科附属疾患生命工学センター教授を併任。2016年東京大学を定年退職。東京大学名誉教授。引き続き同政策ビジョン研究センター特任教授を務めるとともに、公益財団法人川崎市産業振興財団副理事長・ナノ医療イノベーションセンター長を兼任。日本学術会議会員、米国工学アカデミー外国人会員。

趣味：安くて美味しいワインの探索

○講演概要

近年、QOLの向上を含む医療技術の進歩は、持続社会の発展に向け、必要不可欠なものとして捉えられています。とりわけ、先端医療の分野においては、薬物や遺伝子の体内分布を時間的・空間的に正確に制御する事によって、「必要な時（timing）に、必要な部位（location）で、必要な薬物・遺伝子治療（action）」を最小限の副作用で達成する高精度ピンポイント治療に対する関心が高まっていますが、この目的を首尾良く達成する為には、ナノスケールで精密設計された高

機能化薬物・遺伝子運搬体（ナノマシン）の開発が最重要とも言える課題です。このようなナノマシンとして私たちは、合成高分子の水中における自己組織化に基づいて形成される超分子構造体に注目して検討を進めてきました。

天然の高分子であるタンパク質が会合によって様々な超分子構造を形成するのと同じ様に、精密に合成した高分子からも高度な機能を持った超分子構造を作ることが出来ます。特に、親水性

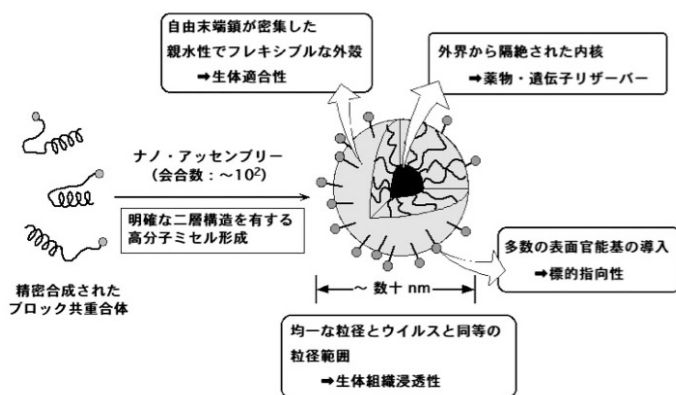


図1 薬物・遺伝子運ぶ高分子ミセル型ナノマシン

連鎖と疎水性連鎖が直列に連結したブロック共重合体からは、疎水部を内核(core)、親水部を外殻(shell)とする会合体である高分子ミセルが形成されます(図1)。高分子ミセルは、その直径が20~100nmであり、天然物で言えば、丁度、リポタンパク質やウイルスと同等のサイズです。これらの天然ナノキャリアと同様に、高分子ミセルは、生体内で極めて高い構造安定性を実現することが可能で、内核は外界から隔絶された非水的マイクロ環境を構成し、疎水性物質のナノ・リザーバーとして機能します。一方、外殻は親水性で、高分子ミセルの優れた安定性と溶解性を維持するのに役立つとともに、自由端を有する高分子鎖の特徴として極めて高いフレキシビリティを示すため、生体内において細網内皮系からの異物認識を免れるのにも役立ちます。この外殻を構成する高分子鎖の先端にパイロット分子を連結して、特定の細胞に薬物や遺伝子を送り込むことも可能です。

現在、私たちが開発した制がん剤内包高分子ミセルは、既に世界各国で臨床治験に入っており、優れた制がん効果と副作用の低減が確認されています。さらに最近では、精密な粒径設計や細胞への取り込み経路を制御する事によって、難治性すい臓がんや脳腫瘍に対しても高い効果を発現する事も実証されてきました。高分子ミセルの内核には、遺伝子や核酸医薬を内包することも可能であり、今後、遺伝子治療や核酸医薬を用いた分子標的治療への展開も期待されます。講演ではこれらの最新成果についても紹介していきたいと思っています。