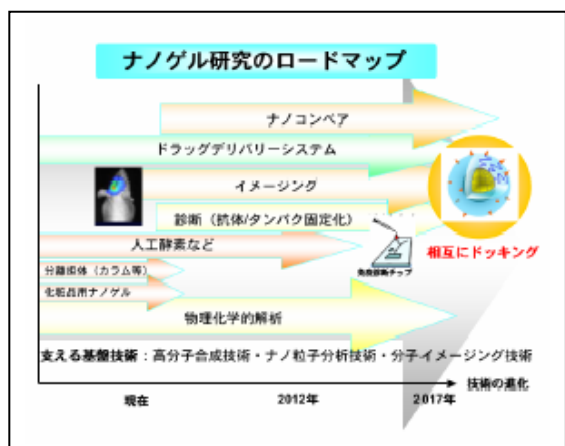


ディビジョン番号	8
ディビジョン名	生体機能関連化学・バイオテクノロジー

大項目	1. 生体機能関連化学
中項目	1-4. ナノバイオテクノロジー
小項目	1-4-3. ナノゲル

概要（200字以内）

現在行われているナノゲル研究の多くは、その刺激(熱、pH など)応答性と物質担持能に着目し、ナノデバイスとして用いるものである。これらは、微少スケールであることによる刺激応答性の迅速化や、表面積増加による感度の増大など、ナノゲルの特性を生かしている。今後、これらのシステムは、合成技術、分析技術、イメージング技術などの基盤技術の発展に支えられ、医療を中心とした産業へ大きく貢献するだろう。



現状と最前線

ナノゲルとは、ナノメートルスケールで構造制御された高分子ゲル微粒子の呼称である(1)。ナノゲルの調製法として最も多く用いられるのは、マイクロエマルションを形成させ、その微少空間で重合を行う方法である。一方、重合反応によりナノゲルを調製するのではなく、ポリマー合成後に架橋を施し、ゲル粒子を調製する方法もある。これにより、比較的サイズが揃った粒子が調製される。架橋方法として、何らかの化学結合により架橋する方法と、疎水化高分子の自己組織化による物理架橋ゲルが報告されている(図1)。また架橋導入部位に関しても、コアシェル型ミセル粒子のシェル部位に架橋する場合、コア部位に架橋する場合、両者に架橋する場合と多様化し、種々の架橋型ナノゲルが調製されている。

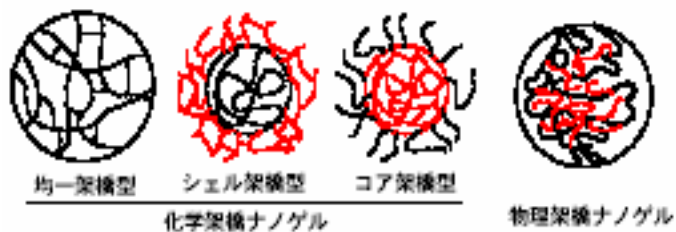


図1. 種々の架橋型ナノゲル

ナノゲルに関する研究は、1990年代から始まり、2000年以降急増しており(図2)、生命化学やナノテクノロジー分野において大きな注目を集めるようになった。現在行われているナノゲル研究の多くは、外部からの刺激(熱、pH、光、酸化還元など)に対する応答性と、物質担持

能に着目し、ナノデバイスとして利用するものである。これらの研究においては、ナノゲル特有の性質、すなわちサイズが小さいことによる刺激に対する応答の迅速化や、表面積が大きくなることに基づいた界面での相互作用を利用した機能制御などが生かされている。ナノゲルの応用例として、まず美容用保湿ゲルなどの化粧品関連やカラムにおける分離用担体などが挙げられる。また、抗ガン剤や遺伝子といった薬物を内包させたドラッグデリバリーシステム(DDS)への展開も期待される。これは、ナノゲル粒子が、血中を循環し、標的とする細胞に薬物を運ぶのに有利なサイズを有しているうえ、外部刺激により薬物放出のオン・オフを可能とするからである。例えば、図3に示すように、両親媒性のブロック共重合体と遺伝物質(DNA or RNA)からなる高分子ミセルのコアにジスルフィド架橋を導入し、ナノゲル化すると、細胞内還元環境に反応して内包遺伝子を放出するシステムが構築される。そして、タンパク質との相互作用による人工シャペロン、表面制御による診断用微粒子、回折現象を利用した光学機能材料などの研究も活発に行われている。さらに最近では、自動的に膨潤収縮するナノゲル振動子を基盤上に空間的に配置し、ナノ空間における仲介物質を介した情報伝達によって個々の独立した振動子をシンクロさせ、物質の輸送に用いた機能性表面(ナノコンベア)の構築も試みられている(図4)。以上のことから、ナノゲル分野は、まさにこれからの発展、産業化が期待される分野である。

(1) 森本展行、秋吉 一成、ナノバイオ大辞典、373-375.

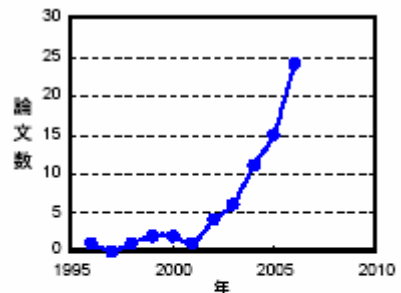


図2. ナノゲルをキーワードとする論文数 (ISI Web of Knowledgeにおいて検索)

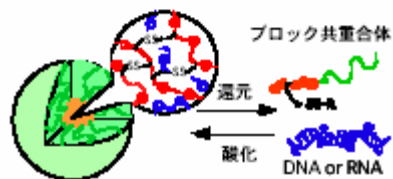


図3. 酸化還元環境に反応してDNAの放出を行う高分子ミセル型ナノゲル

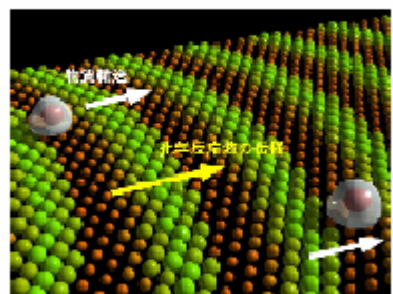


図4. 自励振動ナノゲル微粒子を用いた機能性表面

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

生体内で使用可能な安全かつ安定なナノゲル粒子の構築、イメージング用微粒子の構築、抗体などを担持した診断用微粒子の構築、生体内での標的指向性の賦与、ナノコンベアの構築

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

標的指向性や生体内での高い安定性など複数の機能を兼ね備えたDDS用ナノゲルデバイスの構築、ナノコンベアを用いた分子・粒子・細胞などのマニピュレーション

キーワード

刺激応答性、ナノデバイス、ドラッグデリバリーシステム、診断用粒子、ナノコンベア

(執筆者： 宮田完二郎、片岡一則)