

研究者たちの自由な発想に基づいて、長期的な展望を持って研究活動を展開

## 主任研究員研究室

前田バイオ工学研究室  
前田瑞夫 主任研究員

研究 成果

### ソフト界面が示す現象・物性を解明

界面の特性を活かした、高機能で生体に優しいバイオマテリアルを創る

タンパク質、多糖類、核酸などの生体分子や液晶、ゲル、コロイドなどの有機物はソフトマターと総称されています。このソフトマターがつくる界面はソフト界面と呼ばれ、外部の刺激によって構造や性質が大きく変化します。前田バイオ工学研究室の前田瑞夫主任研究員は、ソフト界面がどのようなしくみで変化するかを研究し、その成果を新たな医療材料やデバイスの開発につなげようとしています。

ソフト界面では、タンパク質などの高分子電解質、イオン、水分子、それらのクラスターなどが複雑に作用しているため、分子レベルでどのような現象が起きているのかよく分かっていません。前田主任研究員らは、「粒径がナノメートルサイズのビニルポリマー系微粒子や金コロイドの表面に、1本鎖のDNAをブラシ状に高密度で固定した1本鎖DNAナノ粒子」を独自に開発し、これをソフト界面のモデルにして物性や動態を調べています。DNAはA(アデニン)、T(チミン)、G(グアニン)、C(シトシン)の4種の塩基が、AとT、GとCの組み合わせで結合する性質を持ち、これらを「相補的」と表現します。前田主任研究員らは、1本鎖DNAナノ粒子と、それぞれのDNA鎖に「相補的なDNA鎖」を結合させた2本鎖DNAナノ粒子を使って研究を進め、多くの成果を得ています。

例えば、1本鎖DNAは生理的条件下で負に帯電するリン酸基

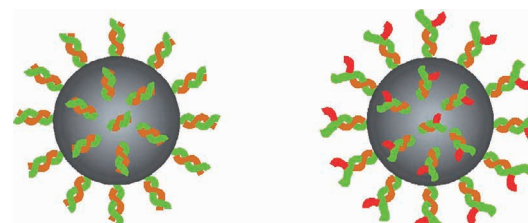
を持っているため、1本鎖DNAナノ粒子は水中で分散して存在しますが、この溶液に「相補的なDNA鎖」を添加して2本鎖DNAナノ粒子にすると、粒子同士が瞬時に凝集(コロイド凝集)することを突き止めました。ただし、粒子表面上の2本鎖DNA末端の一塩基が違っただけでも凝集しなくなり、分散状態のままです。このような厳密な凝集の有無に基づく溶液変化を利用すれば、遺伝子のタイプ(SNPs)などの迅速な目視判別が可能になると考えられます。

また、300個以上の2本鎖DNAナノ粒子を長い鎖のように集合させると、DNAの塩基配列が完全に相補的な場合は円盤状に集合し、末端の一塩基が相補的でない場合には線状に集合することが分かりました。このような構造体は、ナノメートルサイズの電子回路やバイオセンサーに使える可能性があります。

さらに、温度感応性高分子とDNA鎖からなる球状ナノゲル構造を作製し、体温付近の温度を境にして膨潤させたり収縮させたりすることにも成功しています。この技術は、必要な組織や臓器にのみ薬剤を届ける薬物運搬体などに応用できます。

前田主任研究員は、ソフト界面における「反応する場」をさまざまな空間次元で精密に制御する研究開発をさらに推進し、生体に優しい新たな医療技術を実現したいと期待を込めます。

● 図1 表面で2本鎖を形成したDNAナノ粒子の模式図



完全に相補

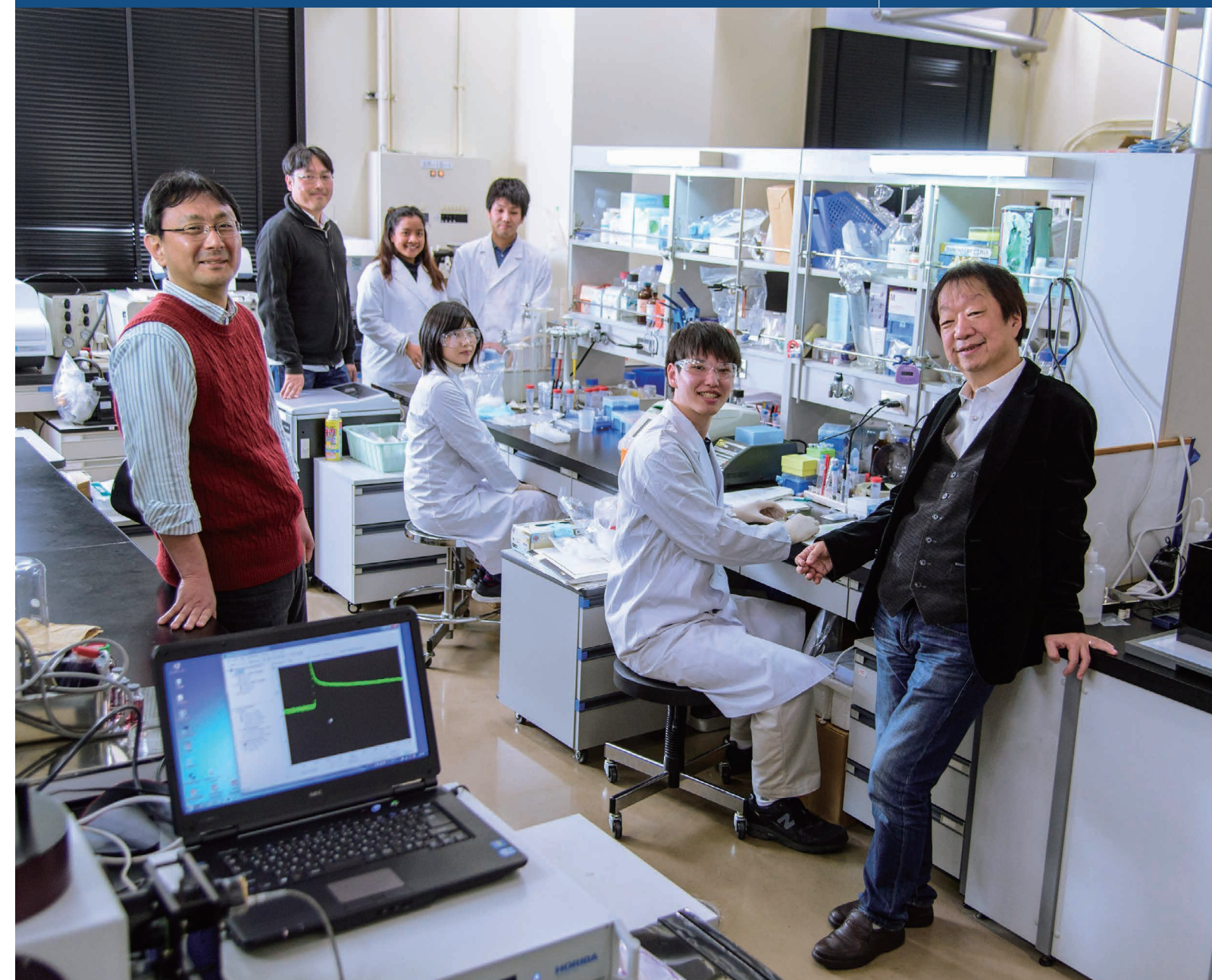
末端一塩基ミスマッチ

● 図2 2本鎖DNAを固定した金ナノ粒子の凝集の有無を利用した水銀イオンの目視検出



“工学とバイオの融合で  
今までにない医療材料やデバイスを開発したい”

前田瑞夫(まえだみずお)  
(写真右端)  
主任研究員研究室  
前田バイオ工学研究室



# Chief Scientist Laboratories

主任研究員制度

理研が時代の要請に基づく課題に分野横断的に取り組み続けるためには、理研全体として分野の多様性を維持し、その担い手となる中核的研究者を長期的に確保することが必要です。このため、特に優れた研究業績、高い研究指導力および科学者としての見識を有し、将来にわたって卓越した成果を出すことが期待される研究者を主任研究員として任用しています。

主任研究員は、長期的ビジョンに基づき自らの研究を推進するとともに、研究所として取り組むべき基礎的な研究課題に取り組んでいます。さらに、研究分野やセンターなどの組織をまたいで理研の総合力を発揮することで、新たな研究分野の開拓にも挑んでいます。

リファレンス  
DNAソフト界面の特性を活かしたバイオマテリアルの創製 Creation of Biomaterials Endowed with Unique Properties of DNA Soft-Interfaces  
水とソフト界面 <http://www.riken.jp/TBC07/water/maeda.html>