



## 環状構造がもたらす高耐熱性

深海の熱水噴出孔や温泉地帯など、高温環境下に生息する好熱菌。地球上に生命が誕生した当時の極限環境下を生き延び、太古の生態をいまに伝えると言われる、好熱菌に学ぶ高分子ナノ構造体の設計とは？

高等動物の細胞膜は、丸い頭部に2本の足がついたような形のリン脂質が規則正しく並んだ二重の膜構造(脂質二分子膜)でできています。一方、熱水噴出孔など高温環境下に生息する古細菌の仲間である好熱菌は、タンパク質や脂質などの構造が高等生物とはまったく異なり、細胞膜を構成する脂質分子が環状構造をしていることがわかっています。

この環状構造に着目し、高耐熱のナノ材料を設計しようという研究があります。親水部と疎水(親油)部を合わせもつ、石けんに代表される界面活性剤を水に溶かすと、親水部を外側に疎水部を内側に分子が自己集合して球状のミセルとよばれる構造をつくります。細胞膜も界面活性剤と同様の機能を有しており、環状高分子を利用してミセルを作製すれば、高温にも耐えるミセルができるのではないかと考えたのです。

直鎖状のものと同様に環状高分子からなるミセルを作製し、その熱安定性を比較したところ、環状高分子のほうが50℃近くも高温に耐えることが、世界で初めて確認されたのです。また、直鎖状と環状高分子を混合してミセルを形成すると、その比率により、崩壊する温度を制御できることも実証されました。

ミセルは、薬剤などを体内で患部まで輸送するドラッグ・デリバリー・システム(DDS)への応用が活発に研究されています。この技術により、たとえば患部を温め、目的とする温度でミセルを崩壊させて薬を投与する、温度応答型のDDSが可能になると期待されています。さらに、材料分子を変えて形を制御することで、まったく新しいナノ材料が生まれる可能性も秘めているのです。



環状高分子および直鎖状高分子によるミセル写真は直鎖状高分子ミセル(上)、環状高分子ミセル(下)を原子間力顕微鏡で撮影。ともに平均20ナノメートル程度のミセルの形成が確認できる。直鎖状高分子ミセルは30℃以下で崩壊したが、環状高分子ミセルは70℃以上の高温まで安定している。

### 分子の形が物質にさまざまな機能を付与する

東京工業大学大学院 理工学研究所  
手塚育志(やすゆき) 教授

私の研究室では、さまざまな形の高分子をつくってきました。特に近年は、丸い形(環状構造)を合成する独自技術を開発し、高分子設計を行っています。好熱菌の細胞膜を構成する脂質分子が丸いという話を聞き、材料開発に活かせるのではないかと考えました。環状の高分子界面活性剤を合成し、ミセルを作製したところ直鎖状高分子で作製したミセルよりおよそ50℃近くも高温に耐えるという劇的な数値が得られ、自分たちでも驚いています。さらに材料を変えれば、異なる特性を有する物質が設計できるでしょう。現在はまだミセルをつくるどころまでしか成功していませんが、将来的には細胞膜のように脂質分子が2列に並んだベシクル構造を実現したいと考えて研究を進めています。薬をはじめ栄養成分や機能性物質を中に入れて体内を運搬するなど、さまざまな応用が考えられますね。

積水化学は「自然に学ぶ」研究を  
助成しています

百年先、千年先を見据えた、持続可能な社会の形成に向けて……。『積水化学 自然に学ぶものづくり 研究助成プログラム』は、生物模倣科学、バイオ技術、再生可能資源などを利活用する材料研究や関連技術の開発を応援しています。

積水化学工業株式会社

<http://www.sekisui.co.jp/>

お客様相談室 TEL:03-5521-0505(東京) TEL:06-6365-4133(大阪) 〒105-8450 東京都港区虎ノ門2-3-17(虎ノ門2丁目タワー)

<この広告に関するご意見・お問い合わせは、(E-mail)market@sekisui.jp までお寄せください。>