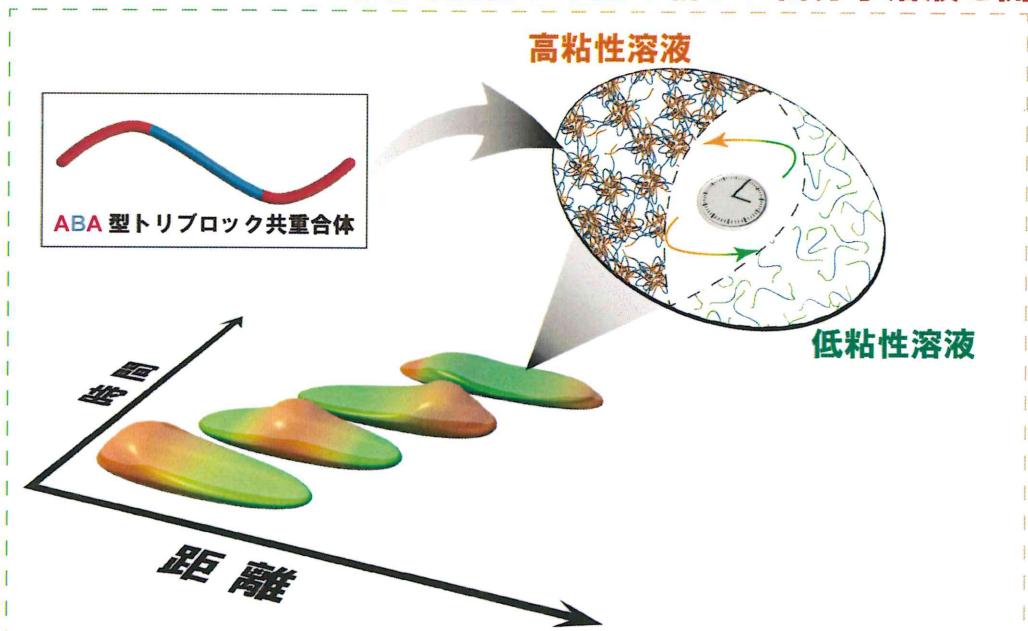


## 一定条件で周期的に粘度が変化する、アメーバのような高分子溶液を開発

自律的粘弾性振動を発現する自励振動マルチブロック共重合体の創製と評価  
(東大院工) ○小野田実真、吉田亮 (物材機構) 上木岳士 (東大物性研) 柴山充弘  
[2J03]  
(Tel: 03-5841-8844)

東京大学大学院工学系研究科の小野田実真(修士課程学生)、上木岳士特任研究員(4月より物質・材料研究機構主任研究員)、吉田亮教授、東京大学物性研究所の柴山充弘教授らの共同研究グループは、外部刺激(温度や光、電気など)を一切与えることなしに、化学反応を伴いながら粘性がアメーバ並みに周期的变化する全く新しい高分子溶液を開発した。

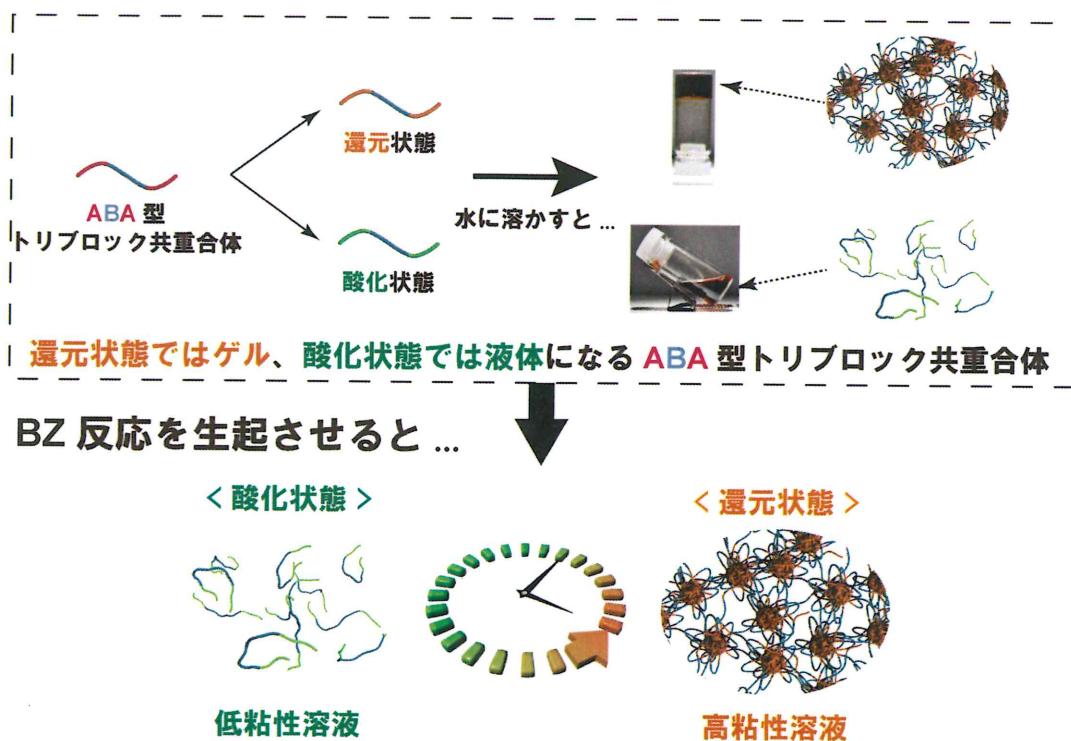
### 粘性がアメーバ並みに周期的变化する全く新しい高分子溶液を開発



### アメーバのように自発的に駆動するソフトマシンの開発を目指す

研究グループは、ABA型トリブロック共重合体と呼ばれる特殊な配列を持つ高分子が水中でその大きさを周期的に変化させるように分子設計し、解析を進めた。その結果、この高分子は、水中である複数の化学物質と共に存すると室温付近で自発的に数ナノ～数100ナノメートルの範囲で集合したり離れたり(分子同士が互いの手を繋いだり、離したり)することが明らかになった。さらに、高分子が互いに手を繋いでいると液体の粘度が著しく高くなり、手を離すと途端に低くなることがわかった。

一般に(高)分子が溶けた液体では、溶けている物質のサイズが大きくなるほど粘度が高くなる。液体の粘度は分子同士が引き合う力や、分子同士の摩擦力によって決められるからである。この粘度変化を巧みに利用して運動する生物がアメーバである。アメーバは原形質の内部に溶けている化学物質が周期的に結合／解離することで粘度が振動し、生物に特徴的な柔らかい動きを生み出している。今回の研究グループの研究結果は、こうした生体が見せるしなやかな運動を、



※BZ反応：生体で起きている代謝反応の化学モデル。酸化反応と還元反応を周期的に繰り返す。

モーターやギア、電気エネルギーなどをまったく使わずに、人工的に合成された高分子（ブロック共重合体）といくつかの化学物質を組み合わせるだけで実現する可能性を示すものである。

今回合成した ABA 型トリブロック共重合体には、 $\text{Ru}(\text{bpy})_3$ （ルテニウムビピリジン錯体）と呼ばれる金属錯体が化学的に結合されている。この金属錯体は Belousov-Zhabotinsky(BZ)反応と呼ばれる化学振動反応の触媒であり、強酸、酸化剤、有機還元剤と共に存在すると周期的に酸化状態（Ru 金属の電気的な性質）が変化する。BZ 反応は、我々の生体で起きている代謝経路 (TCA サイクル) と類似の反応機構を持っている。今回のケースでは、結合した  $\text{Ru}(\text{bpy})_3$  の周期的な酸化状態変化が高分子の水に対する溶けやすさを変え、結果として分子同士が一定のリズムをもって手を繋いだり、離したりしていると考えられる。高分子の配列を直鎖状ではなく多分岐状になると、水やアルコール程度（～数 mPa s）の液体から水飴や蜂蜜くらいの液体の粘度（～数 1000 mPa s）範囲で振動を起こすこともわかった。これまでにも粘度振動する材料はわずかながら報告されてきたが、本成果はそれより 100 倍以上大きな粘度振幅を有する。液体中の分子集合体の形や繋がり方が粘度振動に強く作用していると考えられるが、詳細は不明な点も多い。自然界のアーモebaの運動は、ちょうど水から水飴・蜂蜜くらいの液体粘度の振動範囲で起きていることが知られており、今回の研究はその粘性変化を再現することに成功している。今後、研究グループでは粘度振動メカニズムの解明を急ぐとともに、アーモebaのように自発的に駆動するソフトマシンの開発を目指す。

<適用分野>

バイオマシン、アクチュエーター、バイオミメティック／バイオインスパイアード材料、人工筋肉、マイクロ流路