

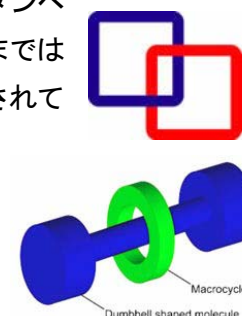
ディビジョン番号	8
ディビジョン名	生体機能関連化学・バイオテクノロジー

大項目	1. 生体機能関連化学
中項目	1-19. 分子集積
小項目	1-19-3. カテナン・ロタキサン

概要（200字以内）

複数の環状の分子が絡み合って形成された分子がカテナンと呼ばれ、ダンベル型の分子に環状の分子が嵌り込んだ分子をロタキサンという。これまでは環状分子と線状分子とから様々な構造のカテナン・ロタキサンが合成されて

来た。現在、これらの分子を構成する部品が有する自由度を利用して分子マシンとしての研究が進んでいる。今後はさまざまな外部刺激に応答して一定の運動をする分子集合体として研究されると予想される。



現状と最前線

カテナン・ロタキサンのような絡み合い分子（インターロクト分子）の合成がかつて試みられたことはあるが、通常の方法では合成が難しかった。近年、包接や分子認識を利用して環状分子と線状分子を近づけておいてから反応させる方法により、高収率で得られるようになった。例えば、金属錯体の形成を利用して、環状構造を構築すると、環同士が絡み合っ

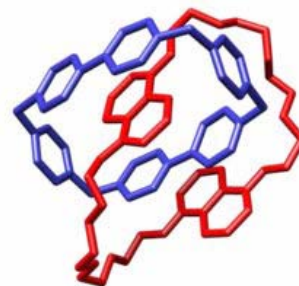


図1 カテナン

合っカテナンを取り込ませ、その両端をかき高い置換基で閉じることによりロタキサンが高収率で得られた。カテナン・ロタキサンは環状部分同士または環状部分と線状部分とは直接共有結合で結合していないので、それぞれの部品は自由度を持ち、運動することが出来る。この性質を利用して分子シャトルや分子素子としての研究がなされて来た。輪の部分

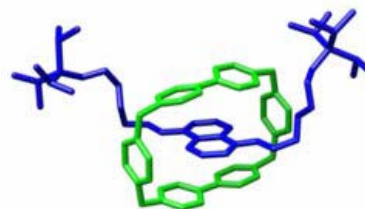


図1 ロタキサン

を光などの外部刺激により、その動きを制御することが精力的に試みられている。さらにこのような素子を基盤に固定し、その情報を読み出す工夫がなされている。

さらに線状分子に沿って環状分子が滑る様子は、生体系における筋肉などの運動と似ていることから、生体系での運動を実現する分子集合体としての研究が行われている。すなわち、分子自身ではなく、伸縮する分子集合体の構築や、さらには光などの外部刺激によって、伸縮するロタキサンやポリロタキサンの研究が進んでいる。

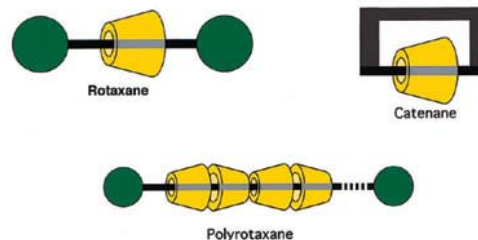


Fig 3. Rotaxane, Catenane and Polyrotaxane

また、カテナン・ロタキサンの特徴的な構造を機能に活かして反映させる研究が始まっている。例えば、酵素のような反応機構で進行するロタキサン触媒や、光エネルギーの化学エネルギーへの変換など、エネルギー変換素子としてのカテナン・ロタキサンの利用がなされて来ている。

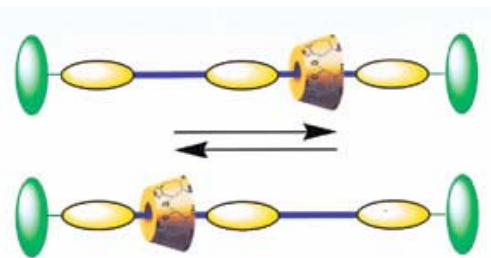


Fig 5. Molecular shuttle containing α -CD.

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
 - 1 分子素子の構築
 - 2 分子アクチュエーターの基本素子の開発
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 1 分子コンピュータの実現
 - 2 生体系の運動器官のように化学エネルギーにより効率的に運動する分子集合体の実現

キーワード

分子マシン、人工筋肉、分子素子、ロタキサン、カテナン

(執筆者：原田 明)