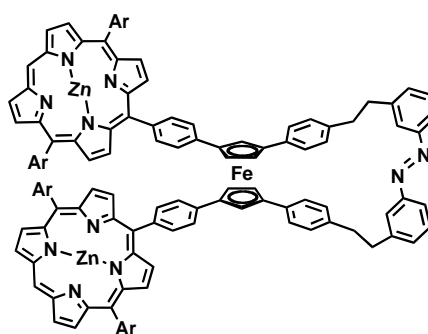


ディビジョン番号	8
ディビジョン名	生体機能関連化学・バイオテクノロジー

大項目	1. 生体機能関連化学
中項目	1-13. 生体機能分子
小項目	1-13-2. 分子機械

概要（200字以内）

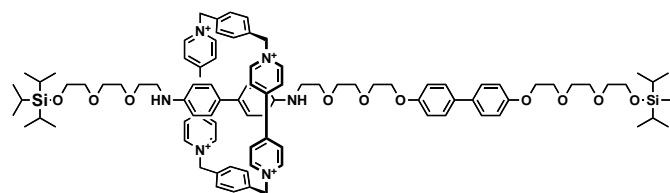
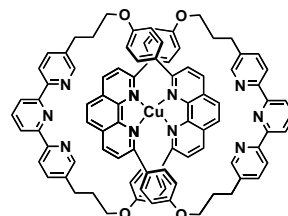
光，熱，電氣的刺激などの外部刺激に応答し，明確に定義できる機械的な構造変化を起こす物質を分子機械と呼ぶ。カテナン，ロタキサンなど，トポロジ的に注目を集めている分子の多くが回轉運動，並進運動を行う分子機械として応用されている。現状では運動の方向性の制御が大きな課題となっている。また，最近，分子機械を利用して他分子を物理的に操作できることが報告され，分子機械の設計自由度が飛躍的に向上した。



分子機械の例

現状と最前線

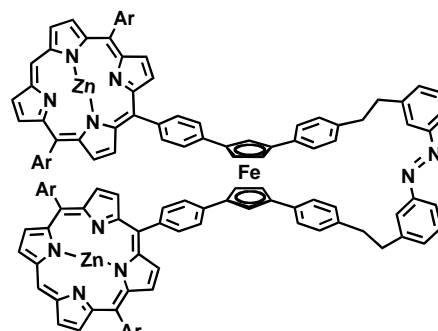
光，熱，電氣的刺激などの外部刺激に応答し，明確に定義できる機械的な構造変化を起こす物質を分子機械と呼ぶ。1970年代終わりの新海らの報告を端緒として，様々な種類の分子機械が開発されてきた。カテナン，ロタキサンなど，トポロジ的に注目を集めている分子の多くが分子機械として応用されている。分子機械研究



カテナンとロタキサン

の最前線では，新しい動作原理の開拓と，実際的なアプリケーションの探索という2方面から検討が進められているが，後者に関しては，多くの分子機械が2つの状態間で可逆的に構造変化を起こすことから，基板状に固定し分子スイッチとしての応用が試みられているが，実用化というレベルには到達していない。一方，前者に関しては，これまで報告されてきた分子機械の多くが，回轉運動，並進運動など比較的単純な動きをするものに限られてきたことから，

いかにして現実の機械の動作に近い分子を設計するか、ということが課題とされてきた。特に精力的に挑戦されているのが、一方向に動く分子機械の開発である。回転運動を起こす分子機械については、原田、Feringa らによって報告された光と熱的刺激との組み合わせにより一方向回転をする分子ローターが最初の報告例であるが、これ以降一方向回転を起こす系がいくつか報告されている。一方、直線運動する分子機械については、2つのステーション間を移動する分子シャトル等の報告例があるものの、レール上を同じ方向に動き続ける分子機械についてはまだ報告例はない。最近、興味深いアプローチとして、酸化反応を触媒する金属錯体を分子機械と見立て、オレフィンを含む高分子鎖上を触媒反応を起こしながら進む系が開発されている。現在のところ、運動の方向性についてはランダムであると結論づけられているが、生体系に見られるアクチン/ミオシン系のような長いレール上を一方向に動き続ける分子機械の実現に向けて大きなヒントを与えた。また、最近、相田、金原らは、駆動部位と可動部位とを別々に用意し、それらを連動して動かすという新しい着想に基づく分子機械の開発に成功した。一例として、アゾベンゼンとフェロセンを共有結合で結び、アゾベンゼンの光異性化に伴う伸縮運動を、フェロセンのシクロペンタジエニル環の回転運動へと変換し、全体としてはさみのような運動を起こす「光駆動分子はさみ」の合成に成功した。実在する機械は、例えば自動車を例にとると、エンジンのピストン運動をタイヤの回転運動に変換して機能を果たしている。動きの変換機構を内蔵しているという点で「光駆動分子はさみ」は実在する機械に近い分子設計であり、第二世代の分子機械と見なすことができる。さらに相田、金原らは、「光駆動分子はさみ」の刃の先端部に亜鉛ポルフィリンを導入した「光駆動分子ペンチ」を合成した。亜鉛ポルフィリンによりゲストを捕捉できるようにし、捕捉したゲストのコンホメーションを光刺激を利用して物理的にねじることに成功した。



光駆動分子ペンチ

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) レール上を進む分子機械の開発。2) 複数のユニットからなる分子機械の開発。
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 1) 複数の刺激により動作する分子機械の開発。
 - 2) 複数のユニットの動きを同期する手法の開発。3) ナノ医療への応用。

キーワード

フォトクロミック分子, 酸化還元, 分子スイッチ, インターロック