

# 加熱すると逆回転する分子モーターを作りたい！



学生アイデア  
ファクトリー

小松 賢太 (筑波大学 理工学群化学類)

## 研究アイデア概要

### <背景>

分子モーターとは、外からの光と熱によって一方向に回転することのできる分子機械であり、1995年にBen L. Feringaによって作られ、2016年にノーベル化学賞を受賞し、今後さらなる発展が期待されている。2011年、pHにより回転方向を制御する分子モーターが開発された。

### <アイデア>

COPE転位という熱によって起こる転位反応を2回行うことで回転方向が逆転する。

### <メリット>

熱によって反応が進行するため、触媒により活性化障壁を下げる事ができれば、温度、pH一定である体内や、溶液下ではない基盤上で分子デバイスとして使用できる。

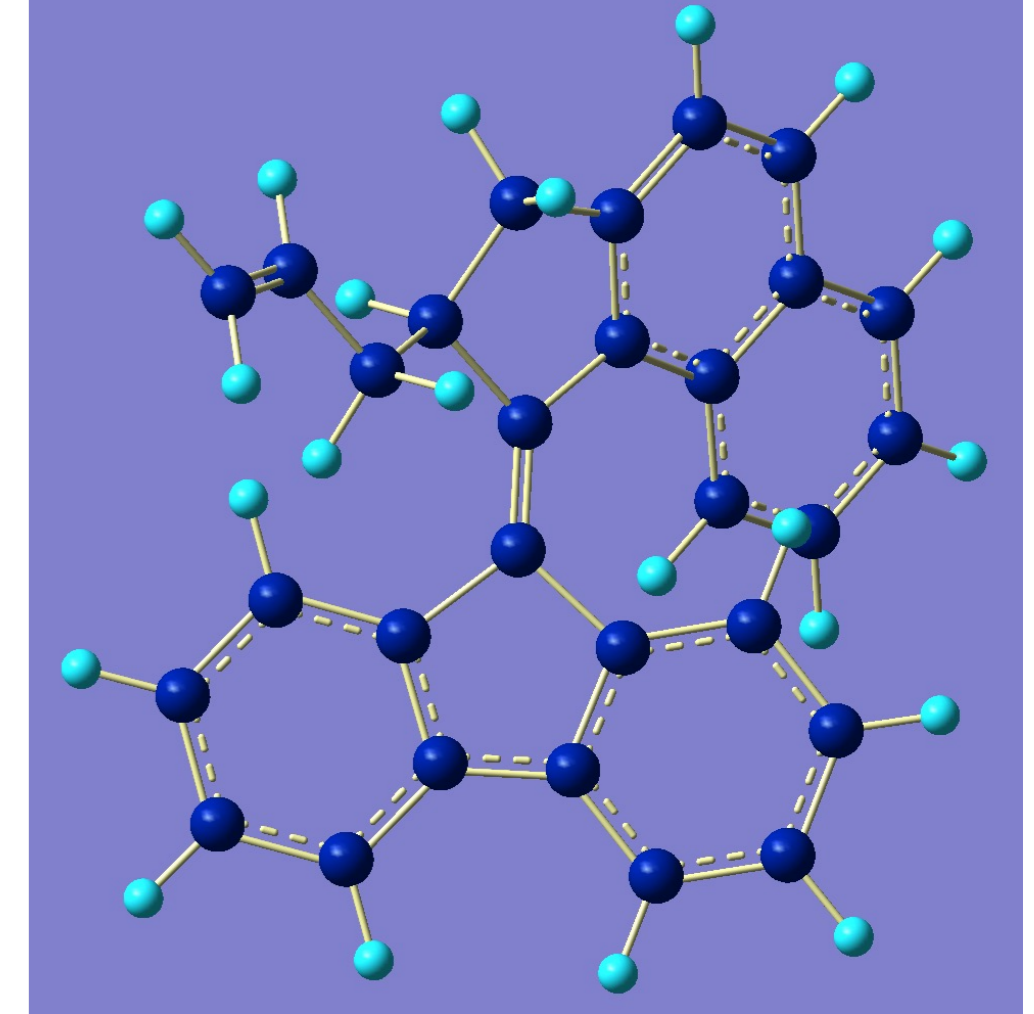
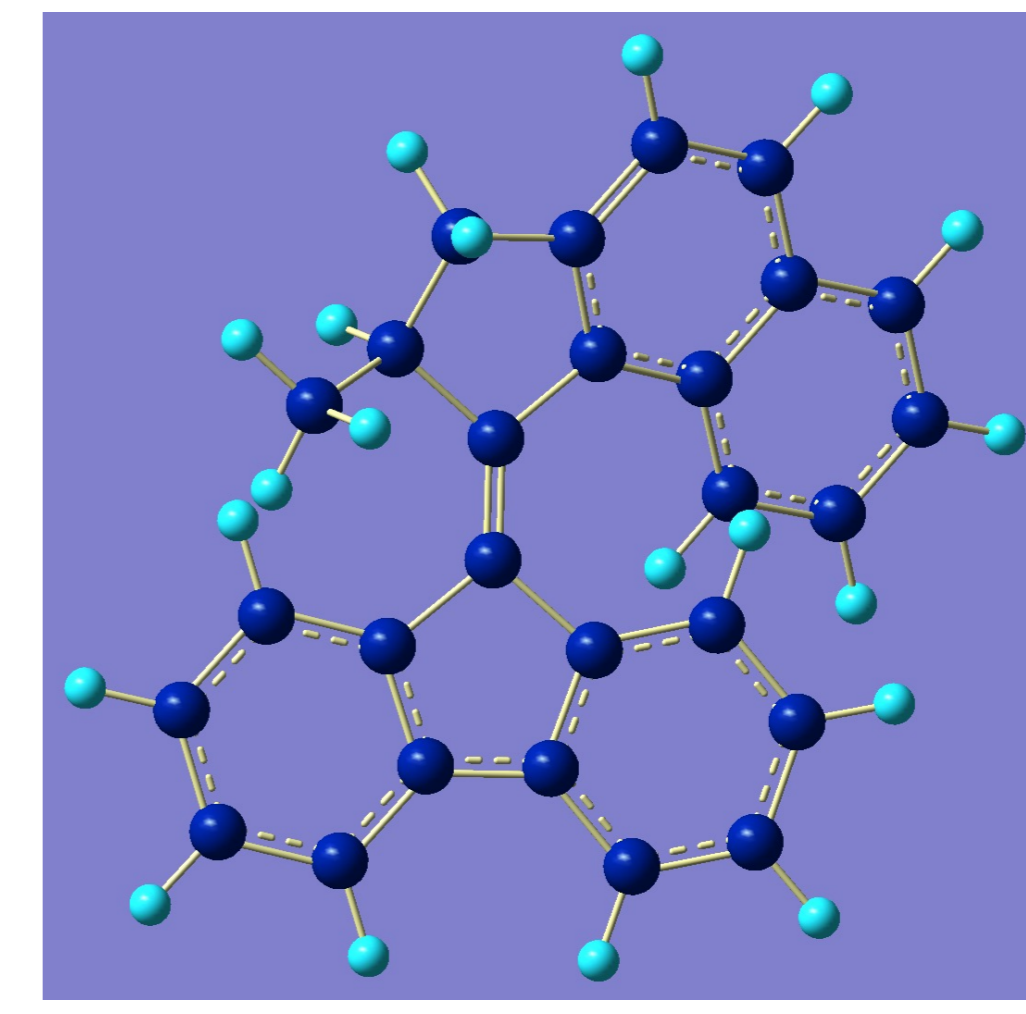
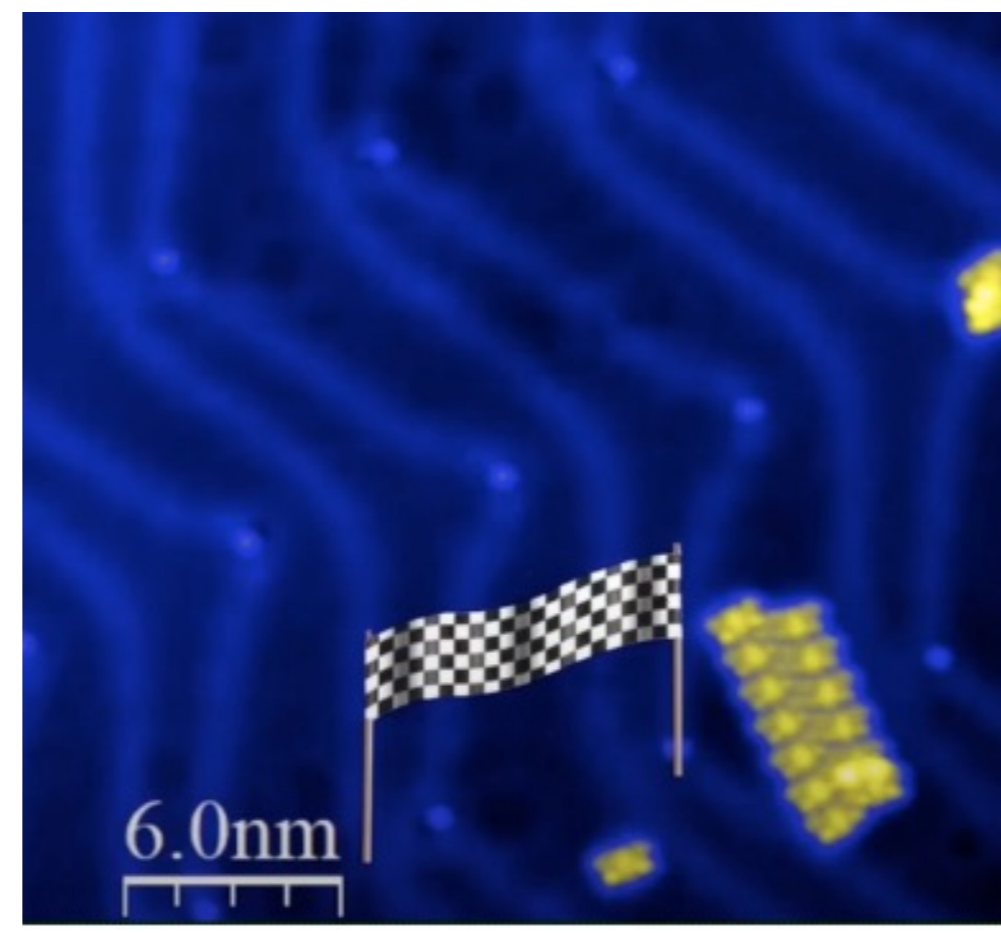
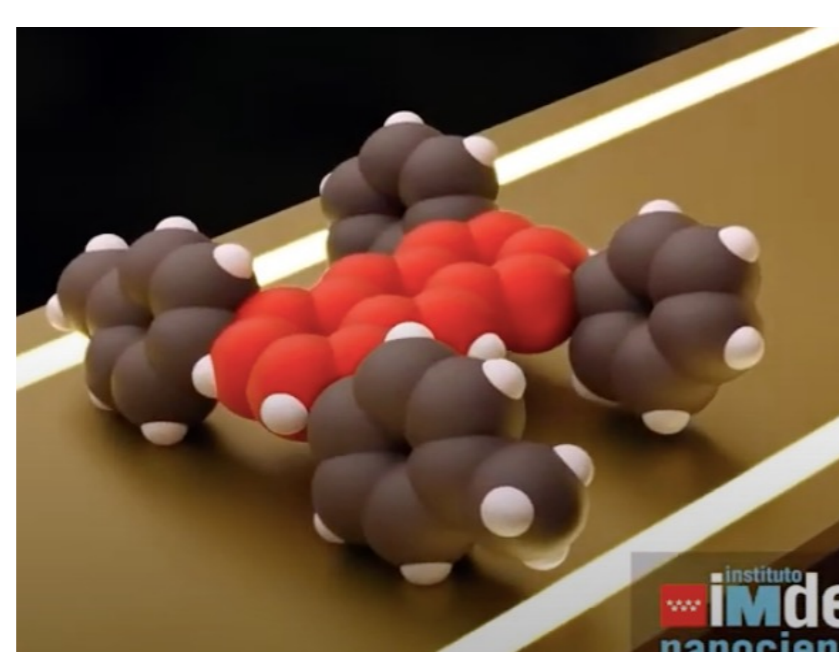
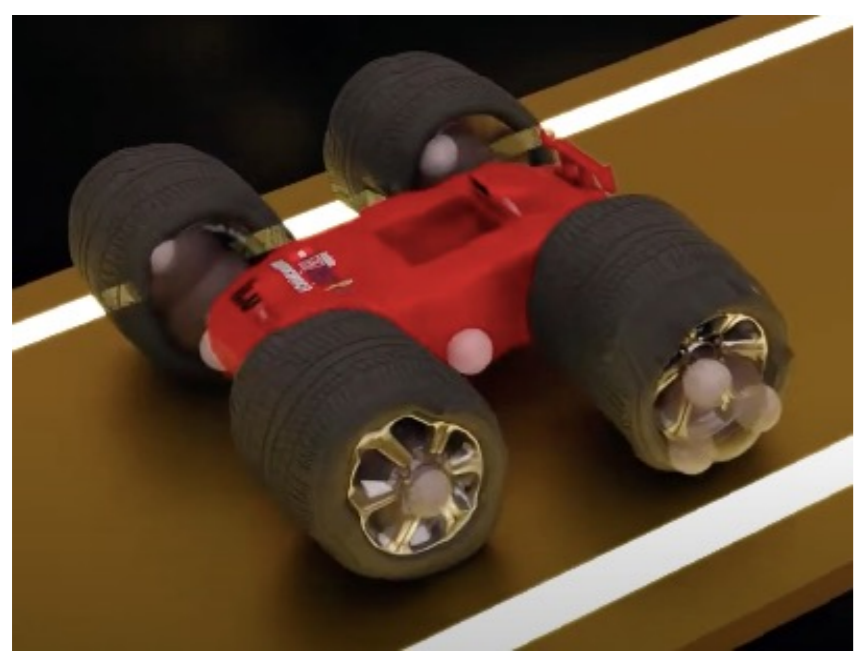


図1 従来の分子モーター 図2 新しい分子モーター

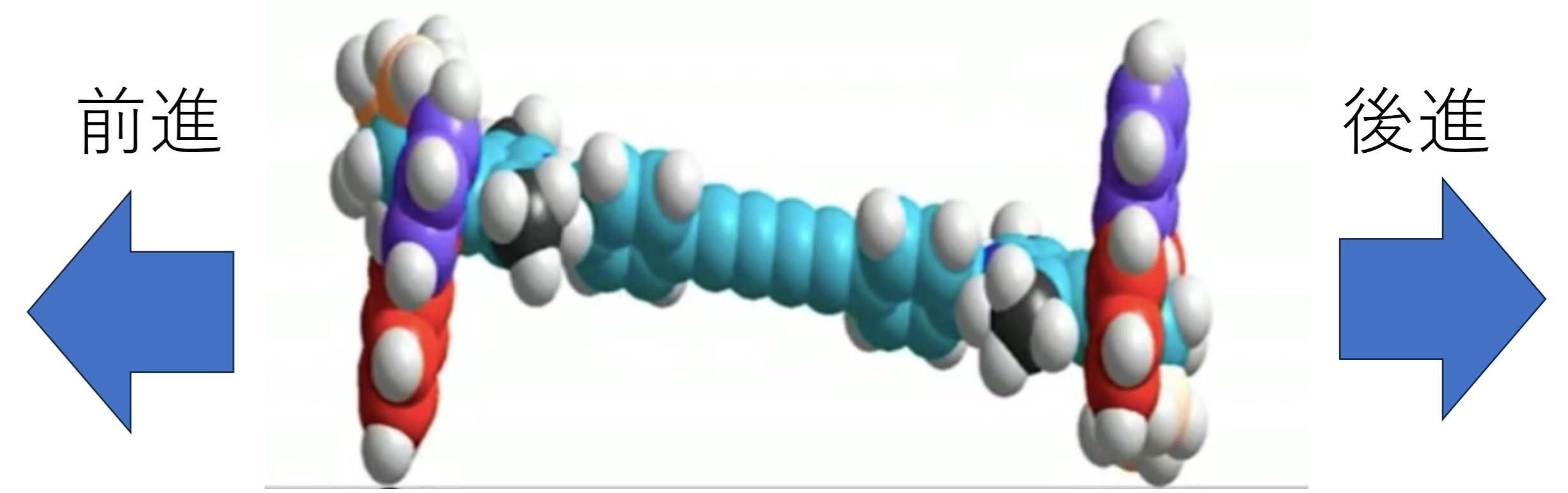
## アイデアの着想

### <ナノカーレース>



車の形をした分子を走らせる大会

[IMDEA Nanociencia]. (2021, 11/18). NANOHISPA team at the Nanocar Race II[Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=reCeyeNQASE>

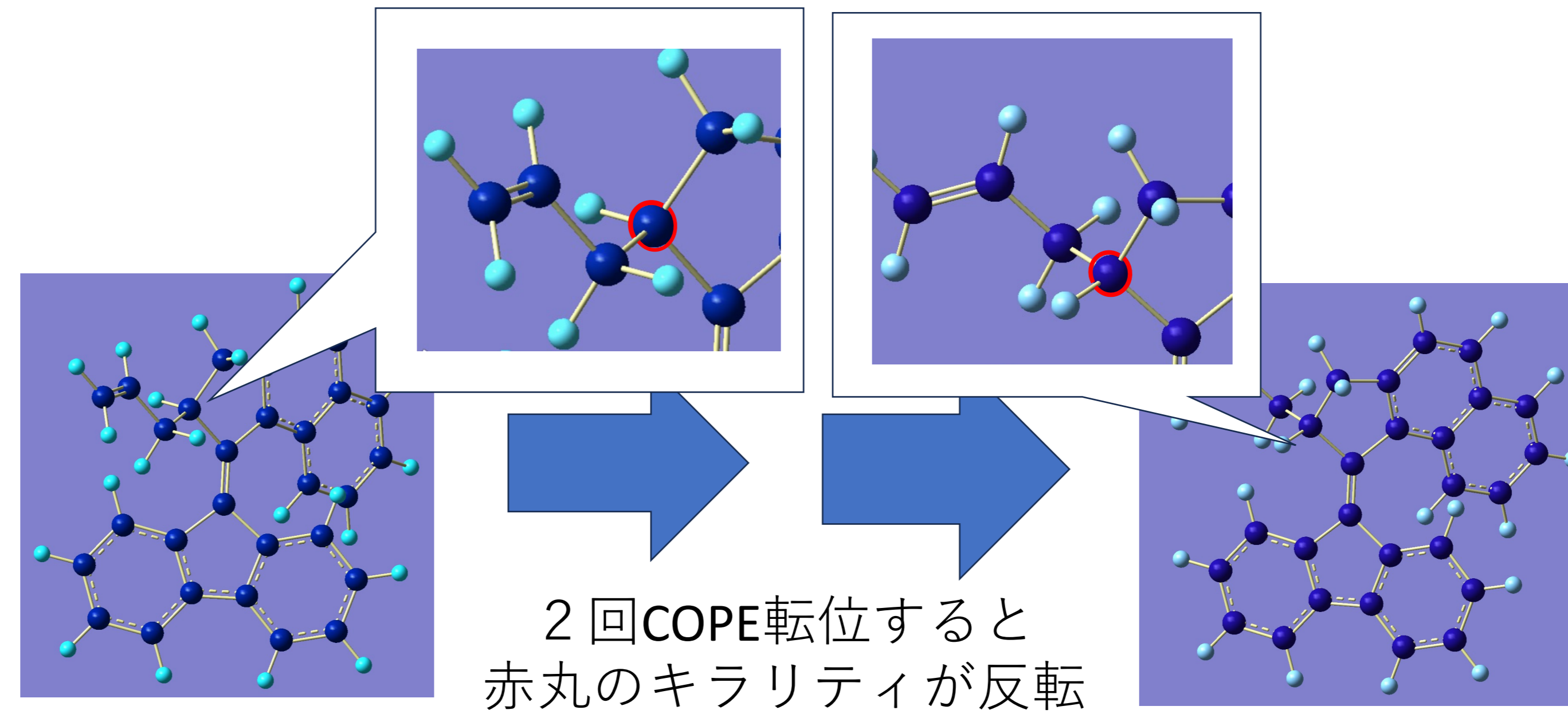
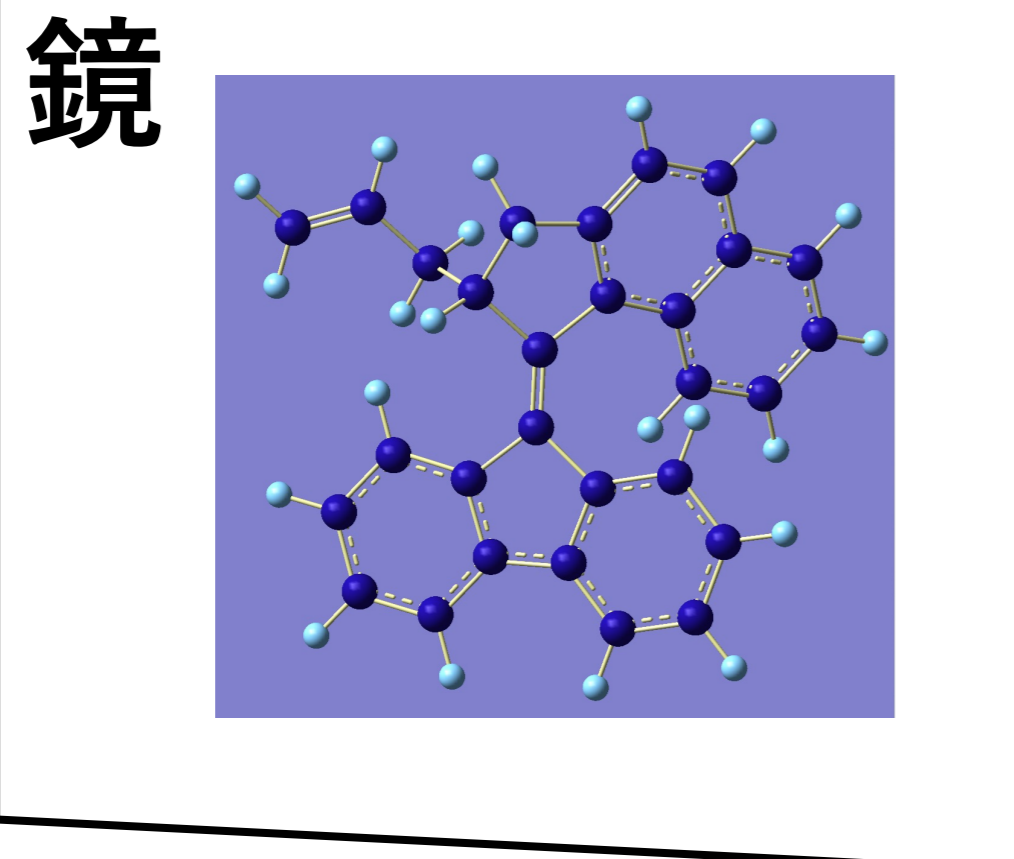
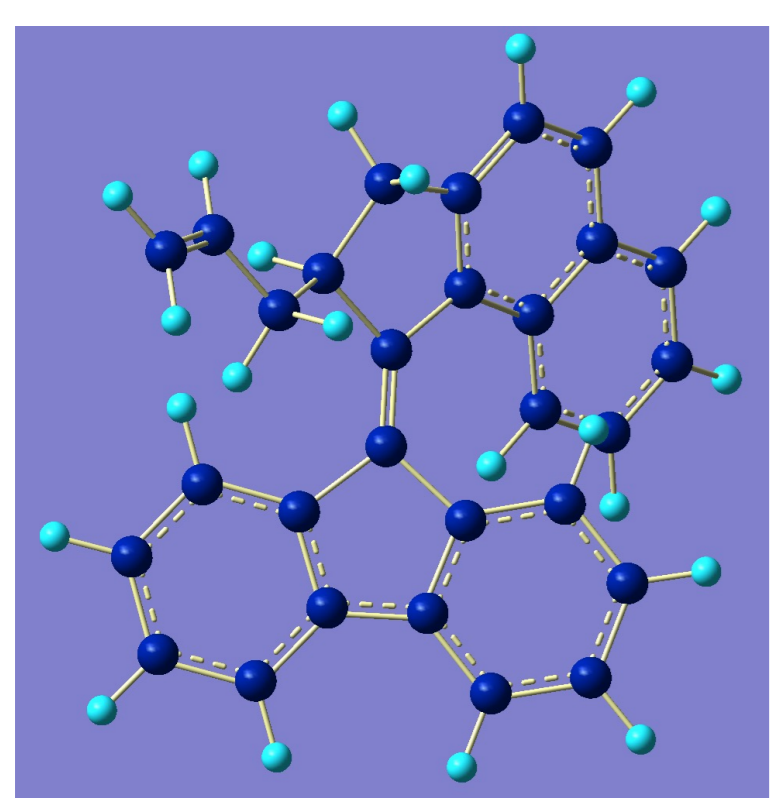


前進だけでなく、後進もしたい！！  
→回転方向を自在に切り替えられる分子モーターを作りたい！！

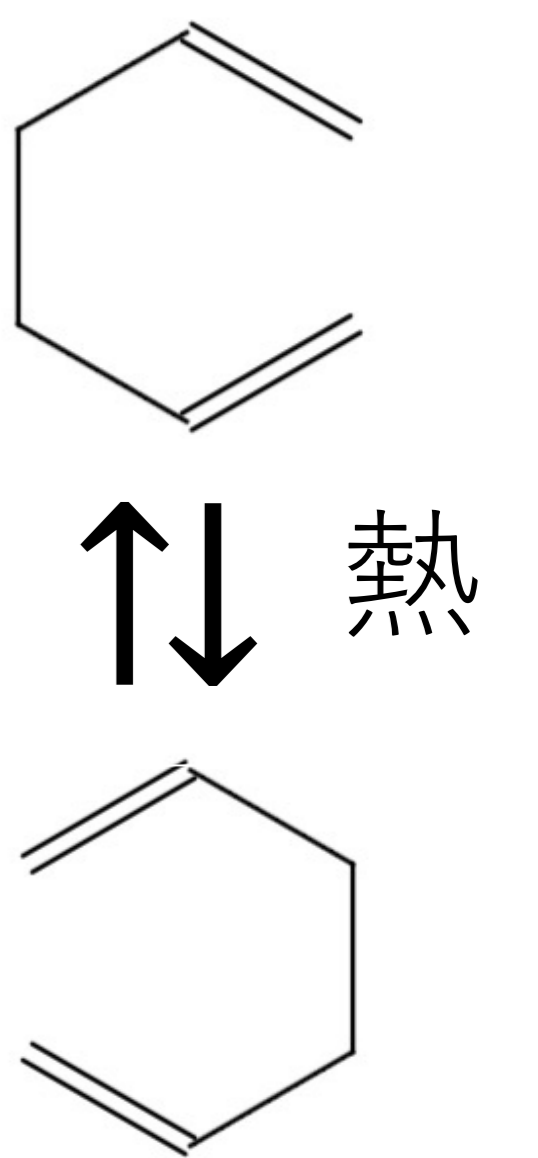
Ben L. Feringa. 「Electrically driven directional motion of a four-wheeled molecule on a metal surface」. 『Nature』.2011, 479, pages 208–211

## 逆回転の仕組み

回転方向が逆転する  
→分子が鏡合わせの構造をとる

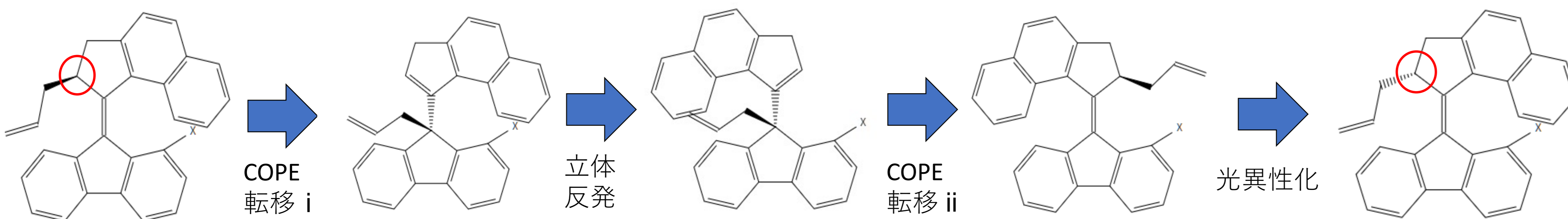


## COPE転位とは

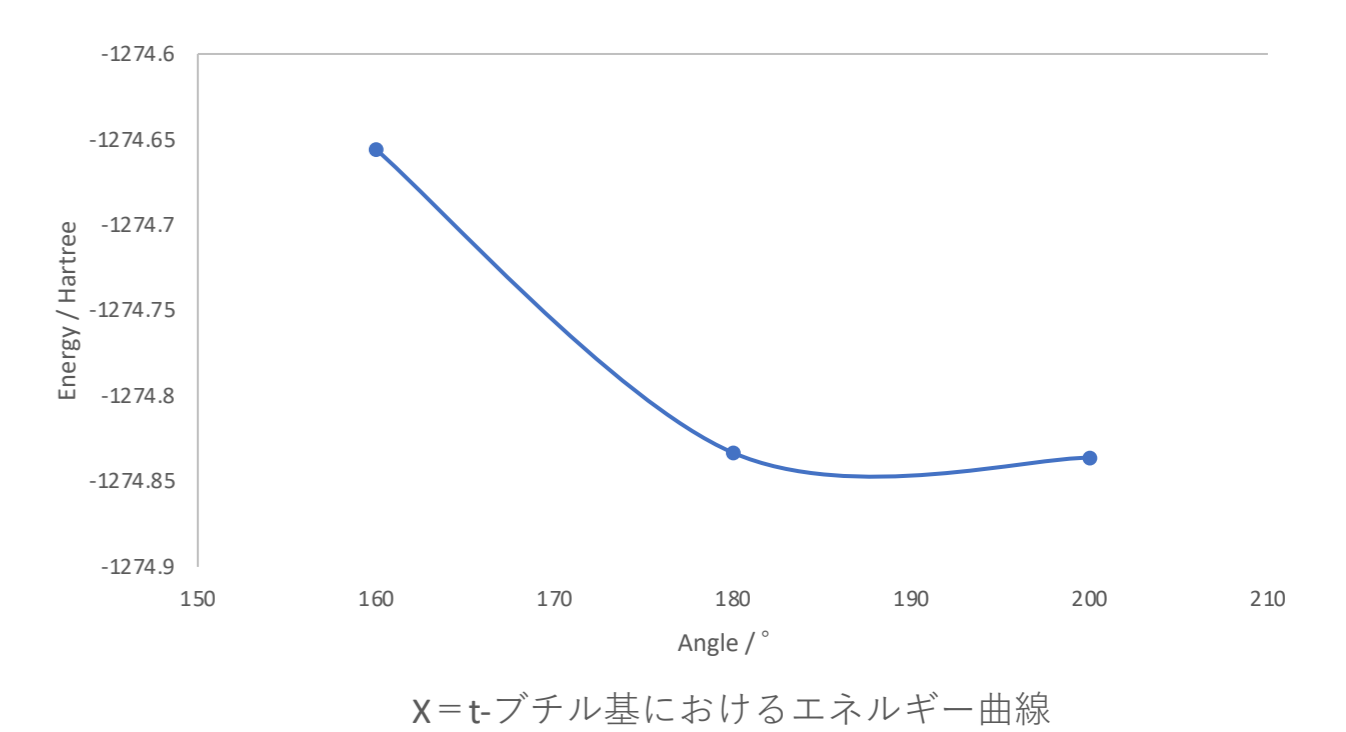


## 逆回転の仕組み(構造式 ver.)

回転方向の逆転 = 赤丸のキラリティの反転

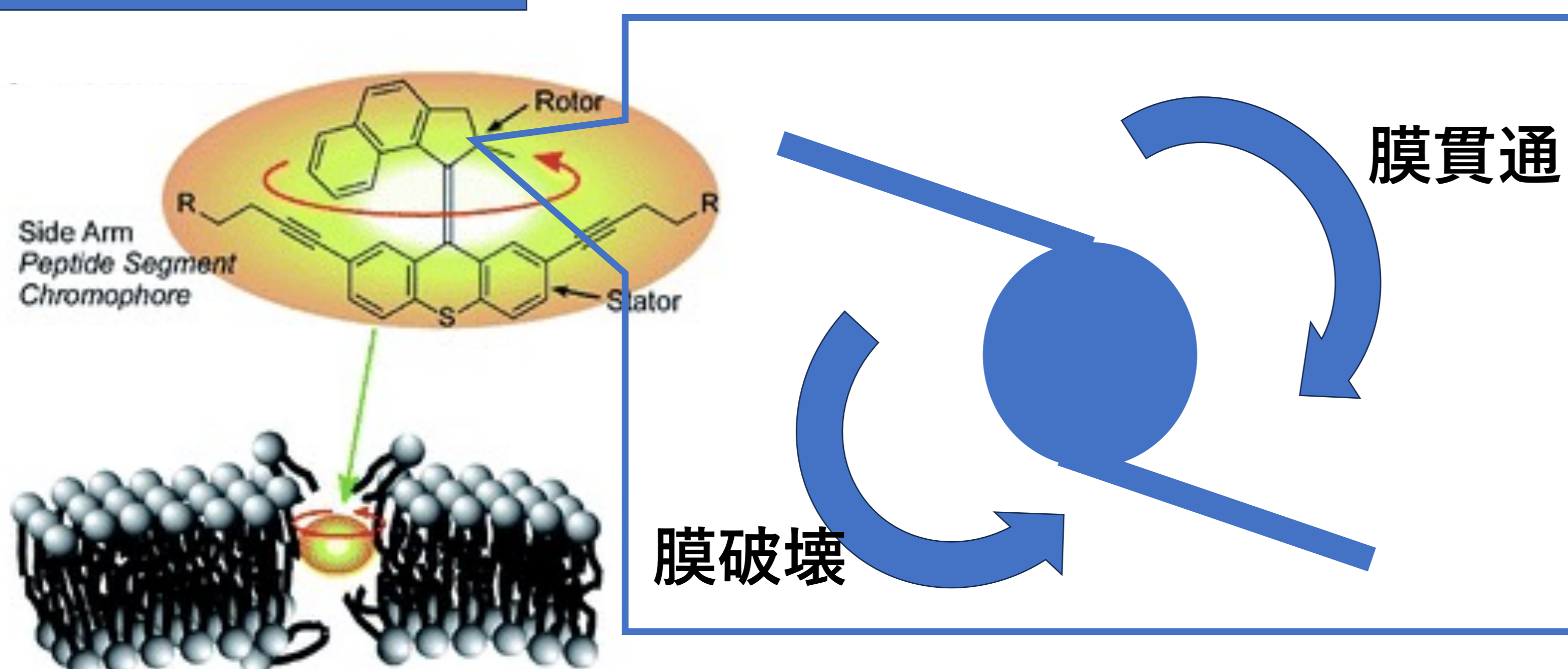


## 計算による立体反発の確認

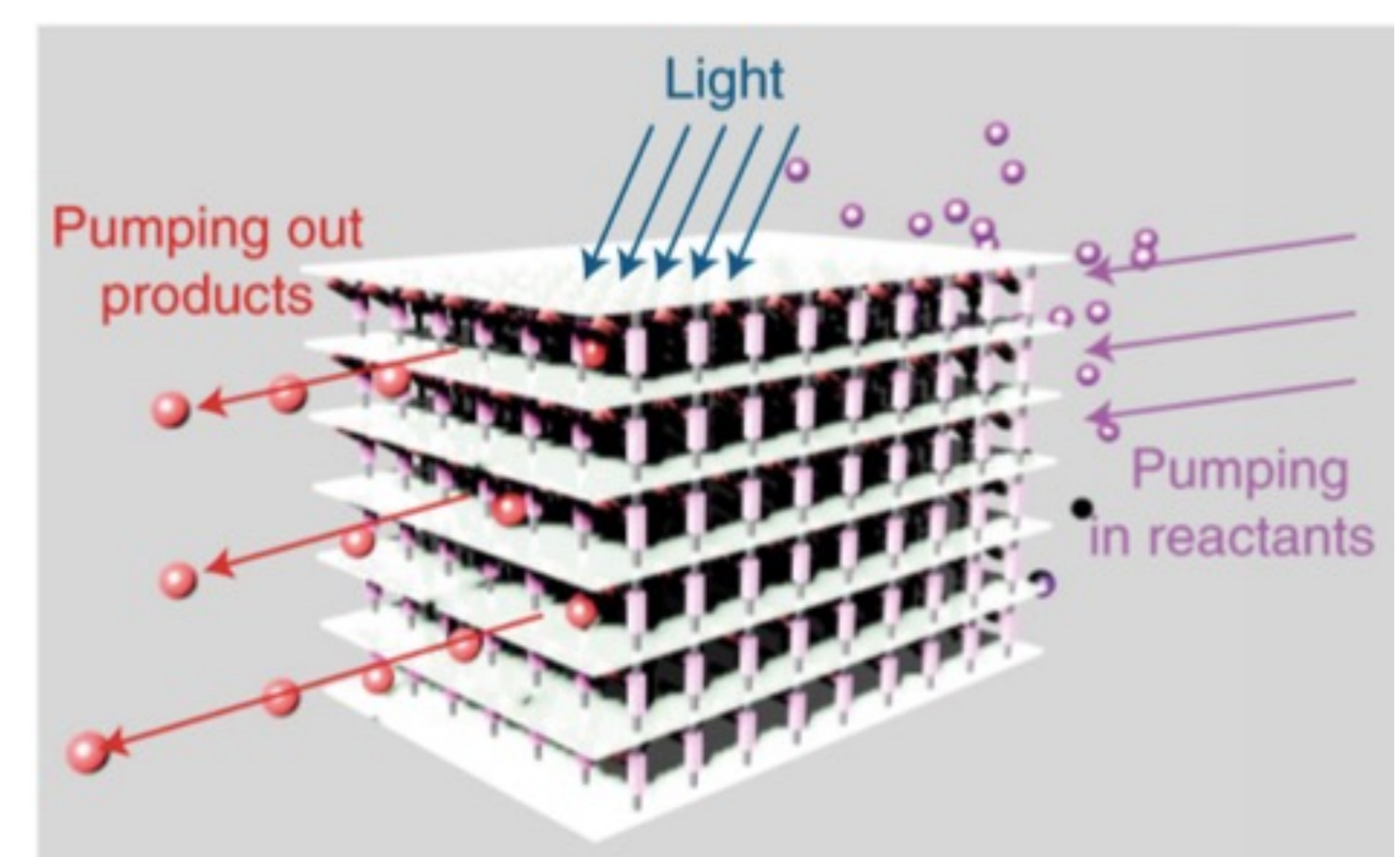


X=t-ブチル基とすると立体反発が起こる。

## 応用可能性



膜内の薬剤放出量を調整する。



化学プラントの生成物を制御する。

Katsuhiko Ariga. 「The evolution of molecular machines through interfacial nanoarchitectonics: from toys to tools」. 『Chem.Sci.』.2020, 11, pages 10594-10604