

課題名：全有機分子サイリスタ・ソレノイドのデザインと実証

氏名：関修平

機関名：大阪大学

1. 研究の背景

輸入に頼る希少元素資源の逼迫は、日本の持続的成長に大きな影響を及ぼしつつある。特に磁性材料や、エレクトロニクス産業を支える元素について、その代替となる材料の決定打に欠けている。

2. 研究の目標

この研究では、元素資源をベースにした、従来の無機代替材料の考え方を根本的に変革することを目的としている。具体的には、有機分子で構成・積み上げた材料の一つの軸に沿って、「行き」と「帰り」で電気の流れやすさが異なる材料を探し出す。また、電気を流す有機分子のみでできたらせん構造の中から、金属を使わずに電流駆動により、磁性を発現することが可能と考えられる材料を探し出す。

3. 研究の特色

有機分子そのもの、またそれを積み上げた構造は、どんな化学構造を持つ分子を合成するかである程度決まってしまう。本研究では、数万気圧以上の圧力により、候補となる有機材料の積み上げ方を緩やかに変化させ、「電極を使わずに電気伝導性を測定する」ことが可能な手法を用い、さまざまな有機分子とその構造の変化による電気伝導特性を、考える最短の時間で効率的に明らかにする。

4. 将来的に期待される効果や応用分野

電気をもっと流しやすい有機分子の構造、有機分子の積み上げ方は何か？という点に決定的な答えを与えられる唯一の方法になる。この研究成果をもとに開発される有機材料は、多くの電子材料を低コスト・環境負荷の小さな有機材料に置き換えるばかりでなく、希少元素を全く使わない磁性材料へ活路を拓く。

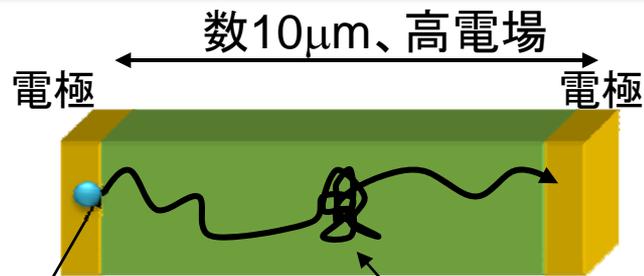
全有機分子サイリスタ・ソレノイドのデザインと実証

1. どんな共役有機分子の“軸”が、電荷の輸送に最適なのか？
2. 有機分子をどんなかたちに積み上げれば、もっとも効率よく電荷を輸送できるのか？
3. 導電性有機分子で作られた構造は、磁性を発現する可能性があるのか？

鍵となる手法:

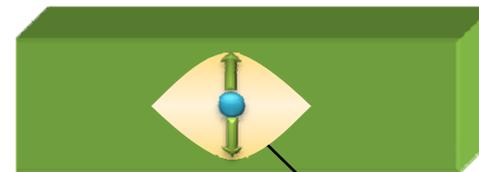
電極を使わずに伝導特性を測定する技術
マイクロ波過渡吸収(誘電損失)分光法

これまでの方法(DC法)とその問題点



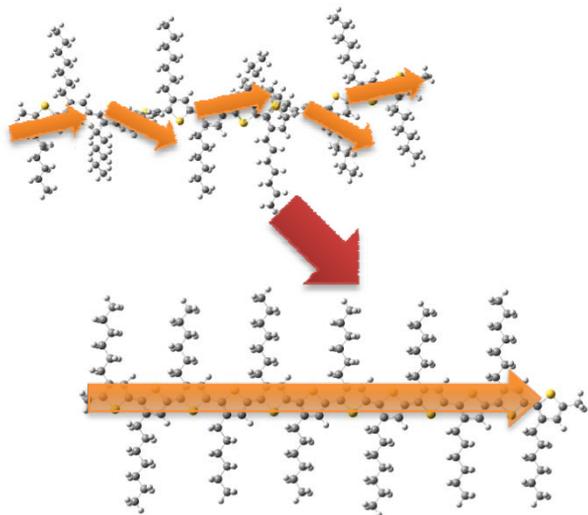
本研究の鍵手法: AC(TRMC)法

電極は不要



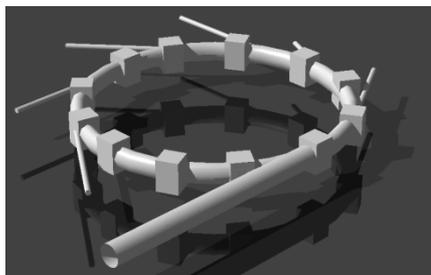
(光や電場で生成、マイクロ波で揺らすだけ。移動はしない)

電荷キャリア

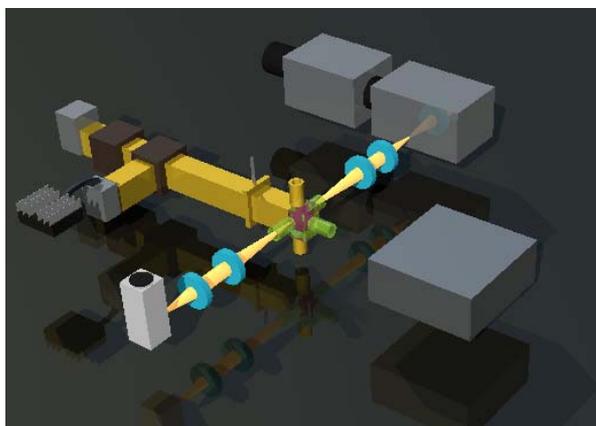


目標1: 最もよく電荷を輸送する分子軸は何か？

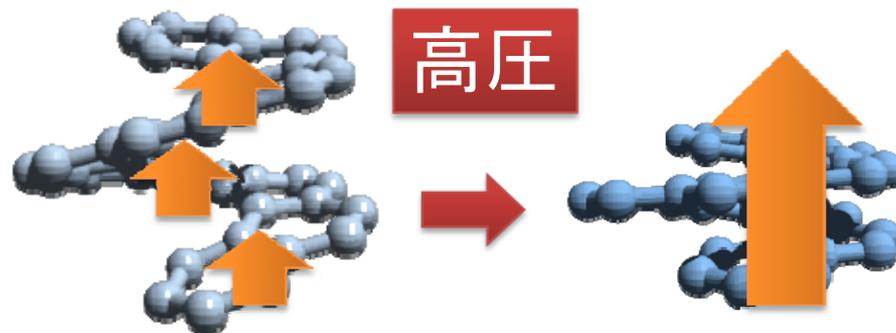
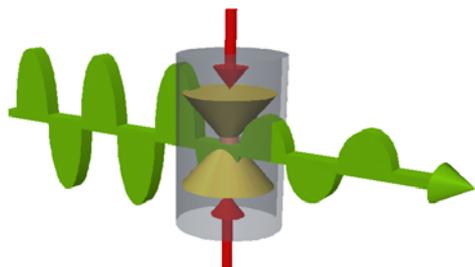
全有機分子サイリスタ・ソレノイドのデザインと実証



高圧下での構造解析



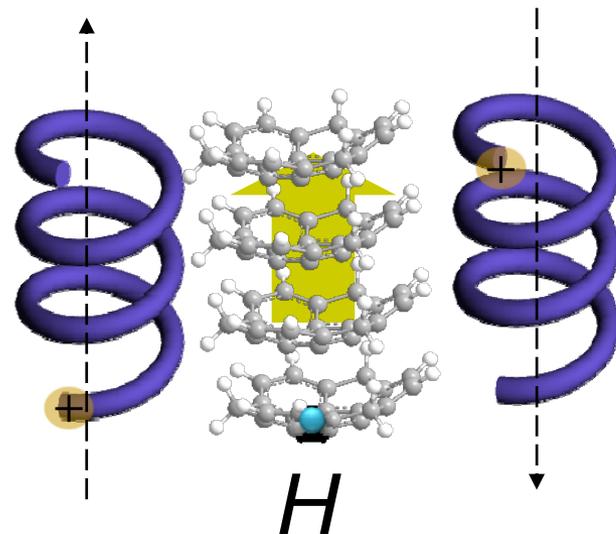
高圧下での電極レス伝導度測定



分子を潰して、構造を変化させる



目標2: もっとも効率よくキャリアを輸送できる分子の積み上げ方を調べる



目標3: 磁場を印可して、異方的に伝導特性が変化する有機材料を探索