



柳 有起 (物性物理 (理論))

「もの」の形・構造・性質

自然界には多種多様な形・構造を持った生物・物質が存在しています。生物を例にとってみると、私たちが普段目にする動物は概ね左右対称に近いものが多いですが、カニの一種であるシオマネキ(オス)は一方のハサミが他方のハサミよりも著しく大きく発達した左右非対称な興味深い形をしています(図 1 参照)[1]. 「左右非対称」ということは「鏡に映った像(鏡像)が元の像と重ならない」と言い換えられますが、図 2 に示すらせん構造はそのような構造の典型例の一つとなっています。一方のらせん構造を右手系、その鏡像を左手系とすると、右手系と左手系を互いに重ね合わせることができない様子が図 2 から見て取れます。生物ではコガネムシの体表などにらせん構造が発現しており、コガネムシの示す緑色の光沢の起源であると考えられています[2-4]. また、光沢がらせん構造に由来することと関係して、右円偏光板というものを通してコガネムシを観察すると、この光沢は失われて黒く見えます[2,3,5]. コガネムシで見られるこのような物理現象はらせん構造の周期が可視光の波長と同程度(数百 nm)であるために実現しており[2,3], 構造と物理現象が強く結びついている一例となっています。



図 1. シオマネキのイラスト(いらすとやより引用).

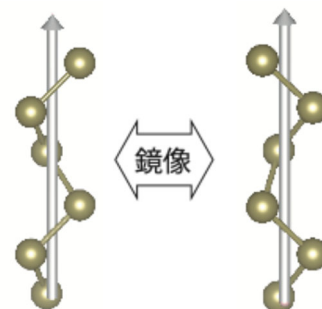


図 2. らせん構造の模式図. ソフトウェア VESTA により描画[6].

生物から物質, 特に固体へ目を向けてみると, 固体における原子間距離や格子定数などの典型的な長さスケールは数Å-数十Å程度(=可視光の波長の 1/1000-1/100 程度)で, コガネムシ体表のらせん構造の周期と比べるとかなり小さいスケールですが, やはり様々な構造(結晶構造)が現れます. この結晶構造が固体中の電子の振る舞いなどに強い影響を与えており, 物質固有の性質(物性)の源泉の一つとなっています. 例えば先述のらせん構造に着目すると, らせん構造の金属や半導体では, 電圧印加による磁化(磁石の性質を帯びる)や, 磁場下における整流効果(電圧の符号で流れる電流量が変化する)といった, 結晶構造に由来した非自明な現象が発現します. 固体の示すこのような物性を手計算や数値計算を用いて理論的に探求することが私の専門分野となります.

ところで, らせん構造は対称性の観点からは「空間反転対称性」というものが失われた構造の一種と捉えることができます. 最近, 冷やすことで空間反転対称性を持つ結晶構造から空間反転対称性を持たない結晶構造へ自発的に変化する物質が注目を集めており, 私自身もこれらの候補物質・関連物質の理論研究を進めています. 当該物質の電子状態を調べたところ構造変化の種

となりうるものは確認できたので、今後の研究で電子状態と構造変化の関係を明らかにしたいと考えています。

- [1] マーティン・ガードナー 著, 坪井忠二, 藤井昭彦, 小島弘 訳, 『自然界における左と右 (上)』 (ちくま学芸文庫, 2021).
- [2] 渡辺順次, 化学と教育 **61**, 380-383 (2013).
- [3] 小島憲道, 末元徹, 『色と光の化学』 (講談社, 2023).
- [4] 図2では作図の都合上, 固体中で原子がつくるらせん構造を描いています. 文献[2]などに記述されている通り, コガネムシの体表のらせん構造は高分子によって形成されています.
- [5] 「コガネムシ, 円偏光, 構造色」などでインターネット検索すると画像が見つかります.
- [6] K. Momma and F. Izumi, J. Appl. Crystallogr. **44**, 1272-1276 (2011).