

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	杉本宜昭
研究機関名	東京大学
所属部署名	大学院新領域創成科学研究科
役職名	教授
研究課題名	原子間力顕微鏡を用いたナノ磁性の力学制御
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

1. スピン構造の可視化技術の開発

原子間力顕微鏡によって、ナノ磁石の磁性を制御するためには、ナノ磁石のスピン構造を原子レベルで可視化する技術が必要である。ナノ磁石のモデル系として、金属表面に吸着した鉄原子が直線状に並んだ原子細線を選択した。まず、探針と表面の間に流れるトンネル電流をプローブにしてスピン構造の可視化を行った。非磁性の探針を用いると鉄の原子細線に内部構造は見られないが、磁性探針を用いて観察すると、スピン構造を反映したコントラストを得ることができた。トンネル磁気抵抗化の機構によって、原子レベルでのスピンの可視化に成功したと言える。次に、探針と表面の間の相互作用力を計測すると、原子細線を構成する個々の鉄原子を可視化することができた。

2. ナノ磁石のモデル系の作製

力によって磁性を制御するためのナノ磁石のモデル系の作製を行った。1つ目は上記の鉄原子から成る原子細線であり、真空蒸着により長さが数ナノメートルのナノ磁石が作製できた。ナノ磁石の幅は2原子であり、その2原子の間隔が異なる細線が混在していた。これらのナノ磁石はスピンスパイラルな磁気構造を持ち、数テスラの外部磁場によって磁気構造が安定化する。2つ目は酸素分子の単分子層である。固体酸素が低温で反強磁性体になることが知られているので、ナノ磁石の候補とした。銀基板に低温で酸素分子を吸着させて単層膜を作製した。今回、磁性による格子歪みの効果を詳細に調べるために、スキャンによる画像の歪みなどを補正した精密なイメージングと解析を行った。その結果、酸素分子の単層膜は、基板との回転角度が異なる2種類のドメインに分類することができることがわかった。回転角度が大きいドメインは下地との相互作用が強く、それによる格子歪みが確認できた。一方、回転角度が小さいドメインは基板との相互作用が弱く単層膜本来の性質を保持していることがわかった。