

原子・分子の自在配列と特性・機能
2020年度採択研究者

2020年度 年次報告書

中野 匡規

東京大学 大学院工学系研究科
特任准教授

強相関ファンデルワールス超構造の創成

§ 1. 研究成果の概要

本研究では、分子線エピタキシー (MBE) 法による強相関ファンデルワールス (vdW) 超構造の構築と、界面効果を利用した新しい状態の設計・創出を目指した研究に取り組んでいる。今年度の研究内容として、年次計画書にはエキゾチック超伝導と新奇磁性の二種類について記載したが、特に新奇磁性に関するテーマのうちの一つの項目で、大きな進展があった。具体的には、我々が独自に開発した二次元強磁性体である V_5Se_8 と $NbSe_2$ を積層させた強相関 vdW 超構造において、 $NbSe_2$ が「フェロバレー強磁性」とでも呼ぶべき新しい状態を形成していることを示唆する結果を得た。 $NbSe_2$ は単層極限で伝導キャリアのスピンの面直方向に偏極した特異な電子状態 (イジング金属状態) を形成することが知られているが、アップスピンとダウンスピンが同数存在するため、系全体としては非磁性である。これまでの研究から、 V_5Se_8 と $NbSe_2$ を積層させると V_5Se_8 の電子状態が変調を受け、強い面直磁気異方性が誘起されると共に、強磁性転移温度が大きく上昇することなどがわかっていたが、 $NbSe_2$ の電子状態については未解明であった。今回、 $NbSe_2$ の寄与を増大させた試料を作製し、それらの磁気輸送特性を評価することにより、 $NbSe_2$ が強磁性状態になっていることを示唆する結果を得た。 $NbSe_2$ ではスピン自由度とバレー自由度が強く結合しているため、これは同時にバレーが自発的に分極した状態、すなわちフェロバレー状態であることを意味している。このようなフェロバレー状態は、単一物質では存在が確認されていない全く新しい電子状態である。今回観測した状態は強磁性状態かつフェロバレー状態であり、これをフェロバレー強磁性状態と名付けた。この系では面内方向の空間反転対称性が破れているため、原理的にはゼロ磁場においてスピン流やバレー流の整流効果 (ダイオード効果) が発現するはずである。今後、試料構造を最適化することで、そのような効果の直接観測を目指す。