

【基盤研究(S)】

理工系（総合理工）



研究課題名 原子層物質におけるバレースピントロニクスとの創生と応用

京都大学・エネルギー理工学研究所・教授 まつだ かずなり
松田 一成

研究課題番号： 16H06331 研究者番号：40311435

研究分野： 応用物性

キーワード： 光物性、ナノ物性制御

【研究の背景・目的】

近年、グラフェン、カーボンナノチューブ、遷移金属ダイカルコゲナイドなど原子一層（数層）の物質系が出現し、物質科学・光科学の分野で大きなパラダイムシフトを迎えつつある。単層の遷移金属ダイカルコゲナイドに代表される原子層物質の特徴は、波数空間での谷（バレー）の自由度とスピンの自由度、またそれらの結合が挙げられる。このようなバレーとスピンの自由度が結合したバレースピンは、従来の電子の電荷の自由度のみを利用した電子（エレクトロニクス）・光（フォトン）応用とは大きく異なる、新たな研究分野の開拓を担う。

本研究では、遷移金属ダイカルコゲナイド、金属モノカルコゲナイドなどの原子層物質を舞台に、バレースピンが関与した特異な量子光学現象の解明・光学技術を駆使したバレースピン制御を目指す（図1）。さらに、原子層物質の特徴である室温での量子効果を利活用しながら、低損失光デバイスを実現する「原子層物質によるバレースピントロニクス」という新たな研究分野を開拓し、光科学・物質科学の発展を目指すものである。

【研究の方法】

本研究で提案するバレースピントロニクスの実現に向け、原子層物質でのバレースピンの発生・検出・制御のために必要とされる要素技術の研究を進める。そのための具体的なアプローチとして、1) バ

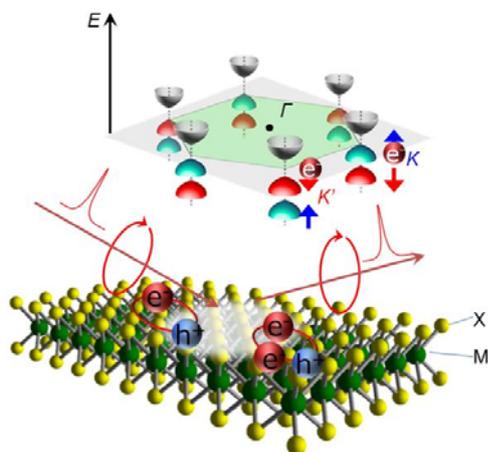


図1 原子層物質とバレースピントロニクス

レースピントロニクスに向けた高品質な原子層物質、原子層ヘテロ人工構造の作製技術の確立、2) 先端分光技術を利用したバレースピン生成・検出とそのコヒーレント制御、3) 単一バレースピン光子源などのバレースピンをベースにしたデバイスの実現、である。

【期待される成果と意義】

原子層物質では、電子が原子数層の極薄膜（二次元）に閉じ込められ、量子閉じ込めエネルギーが従来の半導体物質に比べ極端に大きく、これまでとは異なる新しい量子現象の発現が期待できる。これに加え、バレースピンという自由度を活用した学術研究は、新しい物質科学・光科学の学理構築に繋がる。また、バレースピン流を利用することで、熱散逸が少ない低損失量子光デバイスの実現が期待できるなど、将来の高効率エネルギー利用に向けたグリーンテクノロジーの観点などからも重要な研究であると考えられる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- D. Kozawa, R. Kumar, A. Carvalho, K. K. Amara, W. Zhao, S. Wang, M. Toh, R. M. Ribeiro, A. H. Castro Neto, K. Matsuda and G. Eda, Photocarrier relaxation pathway in two-dimensional semiconducting transition metal dichalcogenides, *Nat. Commun.* **5**, 4543 (2014).
- Y. Miyauchi, M. Iwamura, S. Mouri, T. Kawazoe, M. Ohtsu, and K. Matsuda, Brightening of excitons in carbon nanotubes on dimensionality modification, *Nat. Photonics* **6**, 715 (2013).
- S. Mouri, Y. Miyauchi, and K. Matsuda, Tunable photoluminescence of monolayer MoS₂ via chemical doping, *Nano Lett.* **13**, 5944 (2013).

【研究期間と研究経費】

平成 28 年度－32 年度 142,800 千円

【ホームページ等】

<http://www.iae.kyoto-u.ac.jp/conv/matsuda@iae.kyoto-u.jp>