



## 研究課題名 核スピン流の物性科学開拓と核スピン熱電変換

東京大学・大学院工学系研究科・教授

さいとう えいじ  
齊藤 英治

研究課題番号：19H05600 研究者番号：80338251

キーワード：スピントロニクス、スピン流、核スピントロニクス、核スピン流

### 【研究の背景・目的】

本研究は、原子核スピンとスピン流物性を繋ぐ新たな学問領域「核スピン流科学」を建設するものである。スピン流科学では、これまで電子角運動量を利用して多彩な物性機能を作り出してきた。一方で、量子センサーや情報担体として期待されている核スピンを組み込むことができなかった。そこで本研究では、核スピンによるスピン流現象群の開拓を行い、拡大したスピン流物性概念がもたらす新学問の形成を目指す。

スピントロニクスは、電子のスピンを利用することで新しい物性現象や電子機能を創出することを目指した学術分野である。応用面では、磁気ランダムアクセスメモリ (MRAM) の実現など情報社会に不可欠な基盤技術として進化し続けている。スピントロニクス物理が提示した重要概念にスピン流がある。スピン流は電子スピン角運動量の流れであり、電流のスピン版である。スピントロニクス物性の多くは、スピン流の運ぶ角運動量と深く関連しており、スピン流の概念のもとに磁化やフォノンなどの固体中の様々な角運動量概念が統一されてきた。一方で、世界各所での長年の挑戦にも関わらず、量子センサーや情報担体として注目されている核スピンだけはスピン流科学に結び付けられなかった。

そのような中で、研究代表者らは核スピンからスピン流を取り出す現象「核スピンポンピング」を発見した。この発見により核スピン流の検出法が確立され、核スピン流物性開拓の基盤が整った。本研究では、これらの現象群を発見・開拓し、新たな学問領域「核スピンによるスピン流科学」を建設する。

### 【研究の方法】

核スピンポンピングの発見により、核スピンからのスピン流生成が実現された。核スピン波生成による核スピンと電子スピン流の効率的な結合を利用す

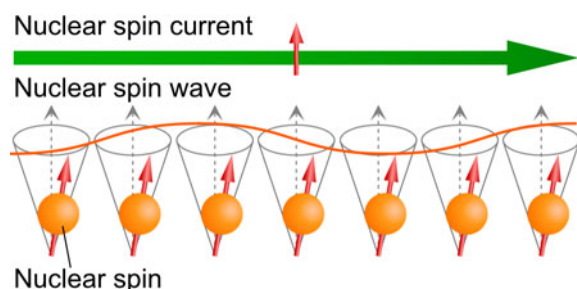


図 1 核スピン流

ることで、核スピンからのスピン流生成が実現される。これは、核スピンとスピン流科学をつなぐ重要な発見である。

この発見により、核スピン流の検出および定量評価の方法が初めて確立された。本手法とこれまで研究代表者らが築き上げてきた電子スピン流科学の学理と実験技術を組み合わせることで、核スピン流現象を発見・開拓し、核スピン流科学の学問を建設することが可能である。

### 【期待される成果と意義】

本研究を通して「核スピン流科学」を建設する。核スピンとスピン流科学をつなげることにより、本質的に新しく利用価値の高い現象群が実現され、より広い体系のスピントロニクス学理体系が構築される。核スピン流科学は、核スピンのプローブとして利用されている固体化学や材料化学、生物学など多くの分野に対してスピントロニクス技術を利用する道をも開く。物性科学としての新たな学問開拓は勿論のこと、汎用性の高い基盤技術の構築も意識し、幅広い科学への貢献を目指す。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- E. Saitoh, M. Ueda, H. Miyajima, and G. Tatara, "Conversion of spin current into charge current at room temperature: Inverse spin-Hall effect" *Applied Physics Letters* **88**, 182509 (2006).
- Y. Shiomi, J. Lustikova, S. Watanabe, D. Hirobe, S. Takahashi, and E. Saitoh, "Spin pumping from nuclear spin waves" *Nature Physics* **15**, 22-26 (2019).
- K. Harii, Y.-J. Seo, Y. Tsutsumi, H. Chudo, K. Oyanagi, M. Matsuo, Y. Shiomi, T. Ono, S. Maekawa, and E. Saitoh, "Spin Seebeck mechanical force" *Nature Communications* **10**, 2616 (2019).

### 【研究期間と研究経費】

令和元年度～令和5年度  
158,700 千円

### 【ホームページ等】

<http://saitoh.t.u-tokyo.ac.jp>  
[eizi@ap.t.u-tokyo.ac.jp](mailto:eizi@ap.t.u-tokyo.ac.jp)