

# 【新学術領域研究（研究領域提案型）】

## 理工系



### 研究領域名 ナノスピントロニクス

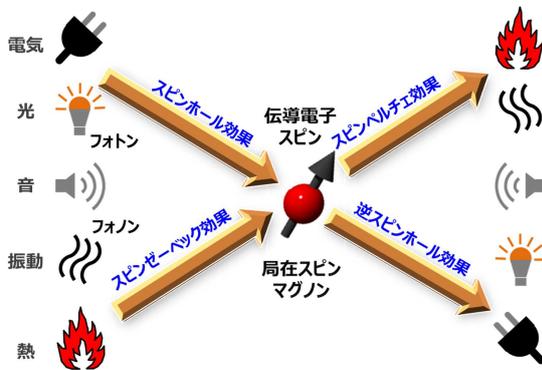
東京大学・物性研究所・教授

おおた よしちか  
大谷 義近

研究課題番号：26103001 研究者番号：60245610

#### 【本領域の目的】

スピントロニクスとは、角運動量保存則に基づく、電気、光、音、振動、熱の相互変換の総称である。スピントロニクス効果、逆スピントロニクス効果、スピントロニクス効果、スピントロニクス効果、純スピントロニクス効果、絶縁体へのスピントロニクス注入、スピントロニクス起電力、強磁性超薄膜の磁気異方性電圧制御など、最近発見された関連現象は数多く存在する。



これらの先進的研究で発見されたスピントロニクス現象の多くは、磁性体、非磁性体、半導体、絶縁体等の異種物質の比較的単純な接合界面近傍のナノスケールの領域で発現する。このため、スピントロニクス現象は優れた汎用性・応用性を持っており、様々な物質の接合種を選択できることから自由度の大きな機能設計が可能である。しかしながら、こうしたスピントロニクス現象を普遍的に理解する学理は、未だ構築されていない。

本領域の目的は、このスピントロニクス現象を、実験と理論の両面から統一的に理解し、新しい学術領域を創成することである。これにより日本が世界を牽引してきたスピントロニクス領域を新たなステージに引き上げ、国際的な日本の学術的プレゼンスをより一層高めることを最終目標とする。

#### 【本領域の内容】

上述の目的を達成するために、本研究領域では、多彩なスピントロニクス基礎物性を、実験の面では①磁気的スピントロニクス変換、②電気的スピントロニクス変換、③光学的スピントロニクス変換、④熱・力学的スピントロニクス変換の四つの視点から解明すると共に、理論の立場から⑤スピントロニクス変換機能設計を行う。こうした実験・理論の連携研究からその基礎となる学理を構築し、機能設計を目指す。

より具体的には、磁気的、電気的、光学的、熱・力学的スピントロニクス変換の全てが密接にかかわる異種物質接合の変換機能に着目して、次のように3つの達成目標を設定する。

(1)スピントロニクス変換による新物性の創出：異種物質間の接合状態とスピントロニクス変換機能の探索を軸に磁気的、電気的、光学的、熱・力学的スピントロニクス変換物理を実験と理論の両面から解明し、卓抜なスピントロニクス変換物性を創出する。

(2)非線形スピントロニクス変換制御技術の確立：従来の線形なスピントロニクス変換とは異なる非線形スピントロニクス変換過程を開拓し、制御手法の確立を目指す。

(3)スピントロニクス変換の統一的な学理の構築：磁性体・半導体・絶縁体におけるマグノン、フォトン、フォノン等の多様な準粒子間の相互変換を実験と理論の両面から統一的に理解し、ナノスピントロニクス変換科学の物理体系構築を目指す。

#### 【期待される成果と意義】

スピントロニクス変換科学はそれ自体、物性物理学における基本的な重要課題であるばかりでなく、金属、半導体、絶縁体といった、異種物質間の角運動量とエネルギーの変換・伝搬を横断的に理解するためのあらゆる物性物理の重要な要素を含んでいる。その解明には、従来とは全く異なる発想に基づく新たな実験手法や理論解析手法の構築が必須となる。またスピントロニクス変換科学の近年の成果は、物性物理における普遍的な学理を開拓してきた。したがって、その成果や研究手法は、物性物理学の基礎となり、ひいては我が国の物質科学全体の学術水準を押し上げ、基礎研究の質的な進展をもたらすことは確実である。

#### 【キーワード】

スピントロニクス流、スピントロニクス軌道相互作用、スピントロニクス効果

#### 【研究期間と研究経費】

平成 26 年度－30 年度  
1,120,200 千円



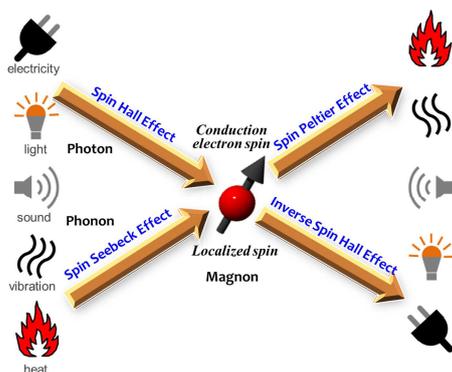
**Title of Project : Nano Spin Conversion Science**

Yoshichika Otani  
(The University of Tokyo, Institute for Solid State Physics,  
Professor)

Research Project Number : 26103001 Researcher Number : 60245610

**【Purpose of the Research Project】**

*Spin conversion* is a generic term for all the conversion phenomena based on the principle of angular momentum conservation, including recently discovered phenomena, i.e. the spin Hall effect, the inverse spin Hall effect, the spin Seebeck effect, the spin Peltier effect, the pure spin current induced magnetic switching, the spin injection into insulators, the electric field controlled magnetic anisotropy in ultra-thin ferromagnetic films, and so on.



Most of the above mentioned spin conversion phenomena take place at simple nano-scale interfaces between two different materials of magnets, non-magnets, semiconductors, or insulators. So that spin conversion phenomena are versatile for designing device functionalities in spintronic applications. However for further advancement in the spin-conversion science, microscopic understanding in terms of inter-conversions among particles and quasi-particles, such as, itinerant spins, magnons, phonons and photons is indispensable.

The goal of this research area “Nano Spin Conversion Science” is thus to establish unified understanding of the above mentioned spin conversion phenomena from both experimental and theoretical viewpoints. Thereby this research activity will create a new research field associated with spintronics, and will finally strengthen the presence of Japan as a world leading country in the research field of spintronics.

**【Content of the Research Project】**

In order to achieve objectives, a variety of spin conversion properties will be investigated using following 4 experimental modalities: 1) magnetic spin conversion; 2) electrical spin conversion; 3) optical spin conversion; 4) thermodynamic spin conversion, and 5) theoretical design of spin conversion functions.

More precisely, 3 objectives are set as follows;

(1) Creation of new spin conversion properties by elucidating the responsible physics for magnetic, electronic, optical, and thermo-dynamic spin-conversions occurring at the interface junctions of different materials.

(2) Establishment of non-linear spin conversion technology unlike conventional linear spin conversion.

(3) Construction of the unified spin-conversion science that explains various interconversions among quasi-particles, e.g. magnons, phonons, and photons, taking place in magnetic, semiconducting, and insulating materials.

**【Expected Research Achievements and Scientific Significance】**

The spin conversion science itself is an important subject to be clarified in modern solid state physics, in terms of angular momentum and energy transfer between various solids. Pursuing this research will lead to development of new experimental methods as well as discovery of novel spin conversion mechanisms. Most importantly all the achievements that made in the project will qualitatively elevate the level of Japanese solid state physics.

**【Key Words】**

Spin currents, spin orbit interaction, spin Hall effects

**【Term of Project】** FY2014-2018

**【Budget Allocation】** 1,120,200 Thousand Yen