

Pt ナノギャップ接合におけるトンネル磁気抵抗効果
Tunnel Magnetoresistance in platinum nanogap-junctions
 東大生研¹、東大ナノ量子機構² ○吉田健治¹、平川一彦^{1,2}
 IIS & INQIE, Univ. of Tokyo
 Kenji Yoshida and Kazuhiko Hirakawa
 E-mail: kyoshida@iis.u-tokyo.ac.jp

研究背景 金属電極を原子スケールまで微細化することで、強磁性体における近藤効果をはじめとした、バルクでは見られない様々な物理現象が発現することが知られ、理論・実験の両面から活発な研究が行われている[1]。近年、Pt 原子接合では接合部における原子配置の周期性の乱れによって、接合部近傍において局所的な磁気秩序が形成される結果、スピン依存伝導を示す実験例が報告されている[2]。そこで、我々は Pt ナノギャップ接合においても接合部近傍では原子配置の周期性の乱れが生じることから、Pt 原子接合同様に局所的な磁性が発現することでスピン依存伝導が観測可能であると考えた。本発表では Pt ナノギャップ接合におけるサイズ効果に起因した磁性の観測を目的とし、Pt ナノギャップ接合の磁気抵抗効果の測定を行った結果について報告する。

実験系 電子線描画法を用いることで SiO₂/Si 基板上に約 100 nm 幅のくびれを有した Pt ナノ細線を作製した。作製した素子に対して、低温真空中においてフィードバック通電断線法を適用することでナノギャップ接合を作製した。また、作製したナノギャップ接合の抵抗値は約 3.5 MΩ (> 25.8 kΩ) であることから、本系の電子伝導はトンネル伝導領域にある。作製した素子に対して、低温下 ($T = 2.7$ K) で面直磁場を印加し、素子抵抗の磁場依存性を測定した。

結果 図 1 に Pt ナノギャップ接合における抵抗値 R の磁場依存性を示す。磁場を負方向から正方向に掃引していくと抵抗値は緩やかに減少していくが、 $B = 0.3$ T で抵抗値が急峻に減少し (図中黒線)、さらに磁場を増加していくと、抵抗値は再び増加に転じた。次に、磁場を逆方向 (正から負、図中赤線) に掃引した結果、 $B = -0.3$ T で抵抗値の急峻な変化が生じ、素子の磁気抵抗は明瞭なヒステリシスを示すことがわかる。また、得られた磁気抵抗比 $\equiv 100 \times (R@0.3\text{T} - R@0\text{T}) / R@0\text{T}$ は-16.2 %であった。本結果で得られた磁気抵抗特性は、強磁性トンネル接合におけるトンネル磁気抵抗効果と良く似た特性を示すことから、本結果は以下の述べる原理によって生じたことが推察できる。通電断線法で形成した Pt ナノギャップ接合では、ナノギャップ接合部近傍では原子配置の周期性が崩れているため、局所的に強磁性体として振舞い、接合近傍にある Pt 原子が系の電子伝導を支配する。さらに、通電断線法で形成された接合部の構造は左右で非対称であることから、形状磁気異方性によって左右の電極は異なる保磁力を持つことが予想される。これらのことから、保磁力差を有した左右電極間における磁化方向が外部磁場によって変化した結果、系のスピン依存伝導が変化したことが、 ± 0.3 T で生じた急峻な抵抗値の減少の起源であると考えられる。以上より本実験から Pt ナノギャップ接合においてもそのサイズ効果に起因した磁性が発現することが示された。**参考文献:** [1] M. R. Calvo et al., Nature, **458**, 1150 (2009). [2] F. Strigl et al, Nat. Commun., **6**, 6172 (2015).

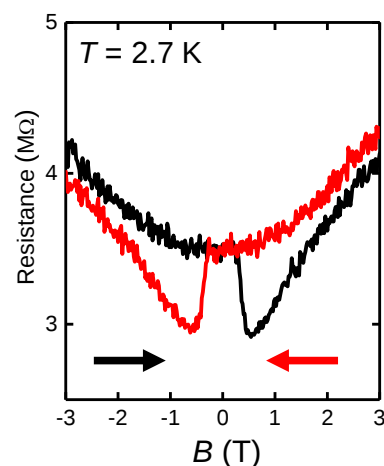


図 1. Pt ナノギャップ接合素子で観測された抵抗値の磁場依存性。図中矢印は磁場掃引方向を示す。