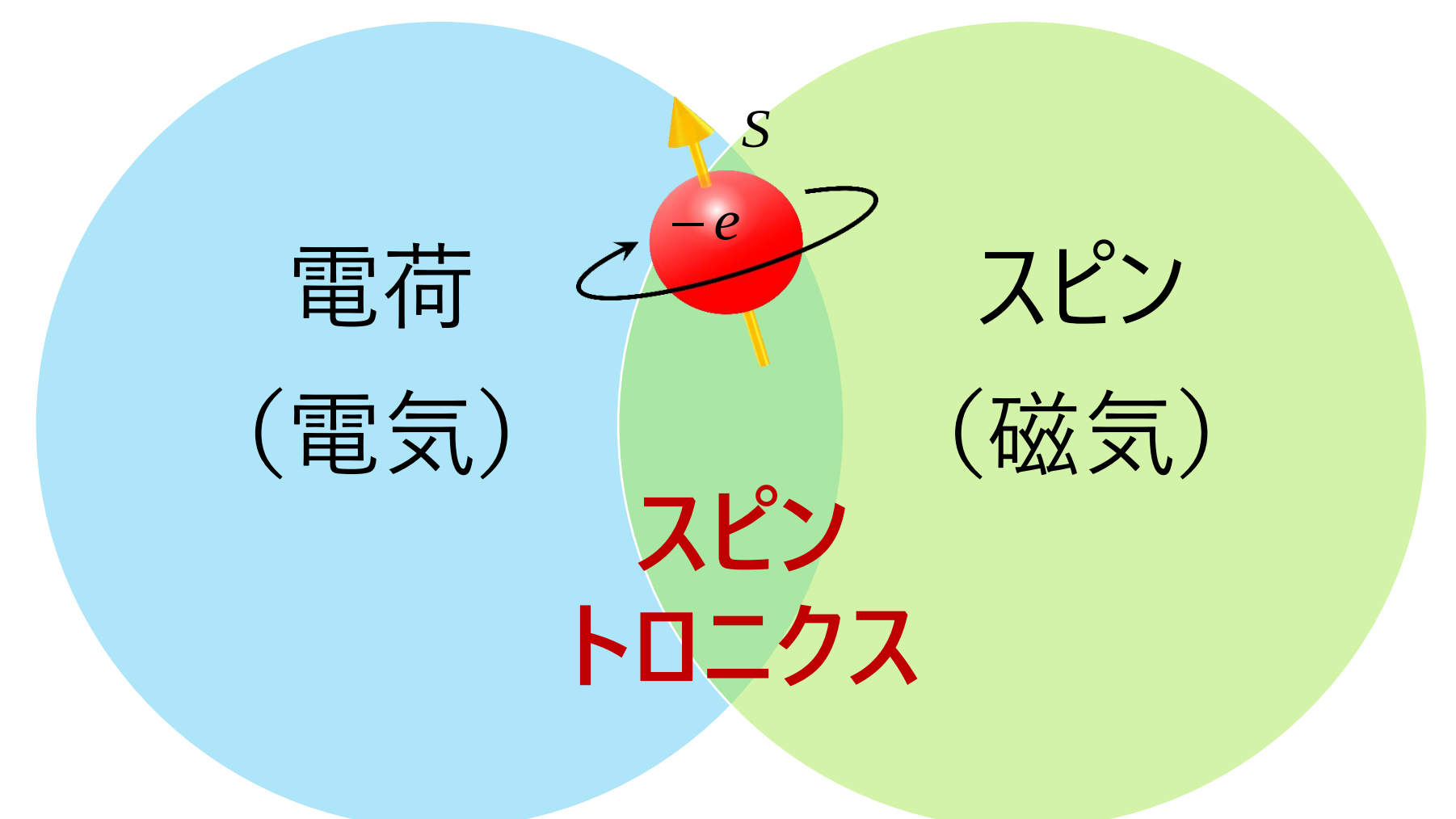


研究の概要

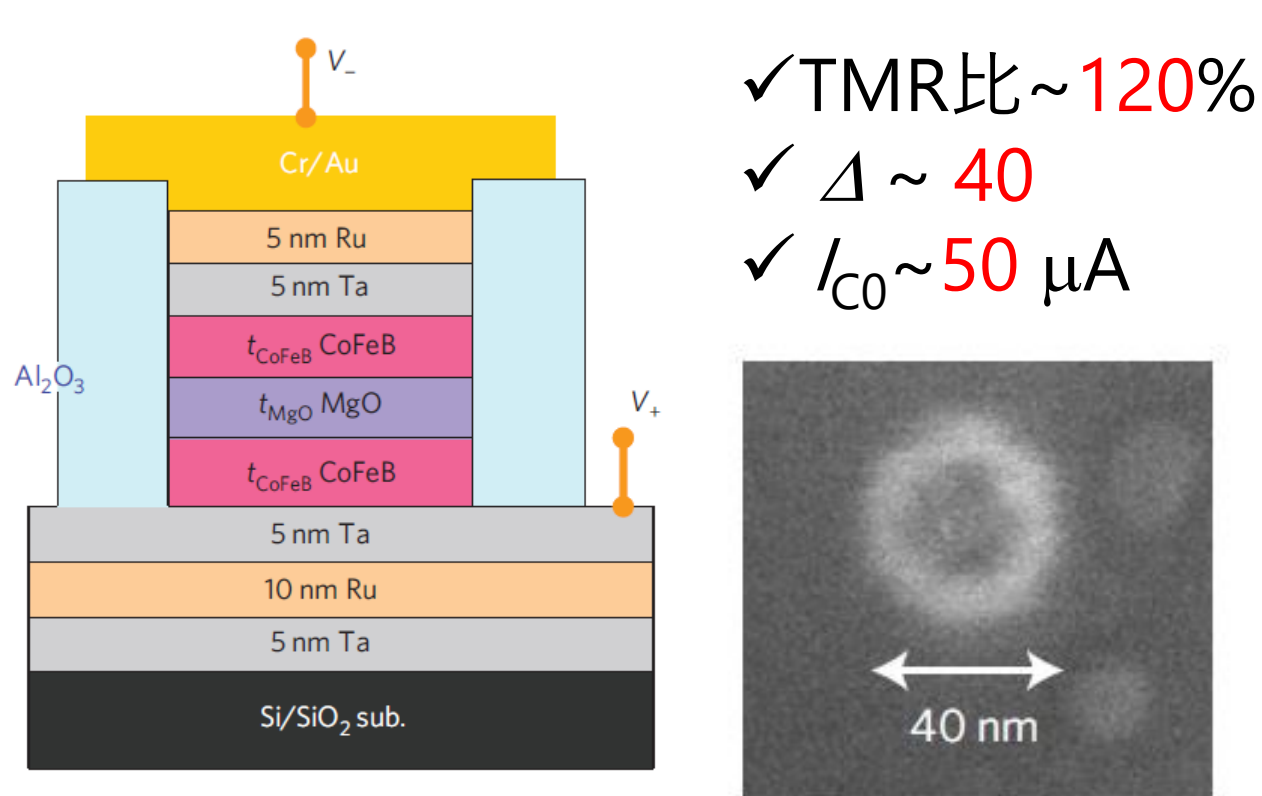
スピントロニクスでは、これまで別々に利用されてきた電子の持つ二つの性質 — 電荷（電氣的性質）とスピン（磁氣的性質） — を同時に利用します。これによって発現される新しい物理現象を明らかにし、高機能で低消費電力なエレクトロニクス、情報処理通信を実現することによって貢献することを目指しています。



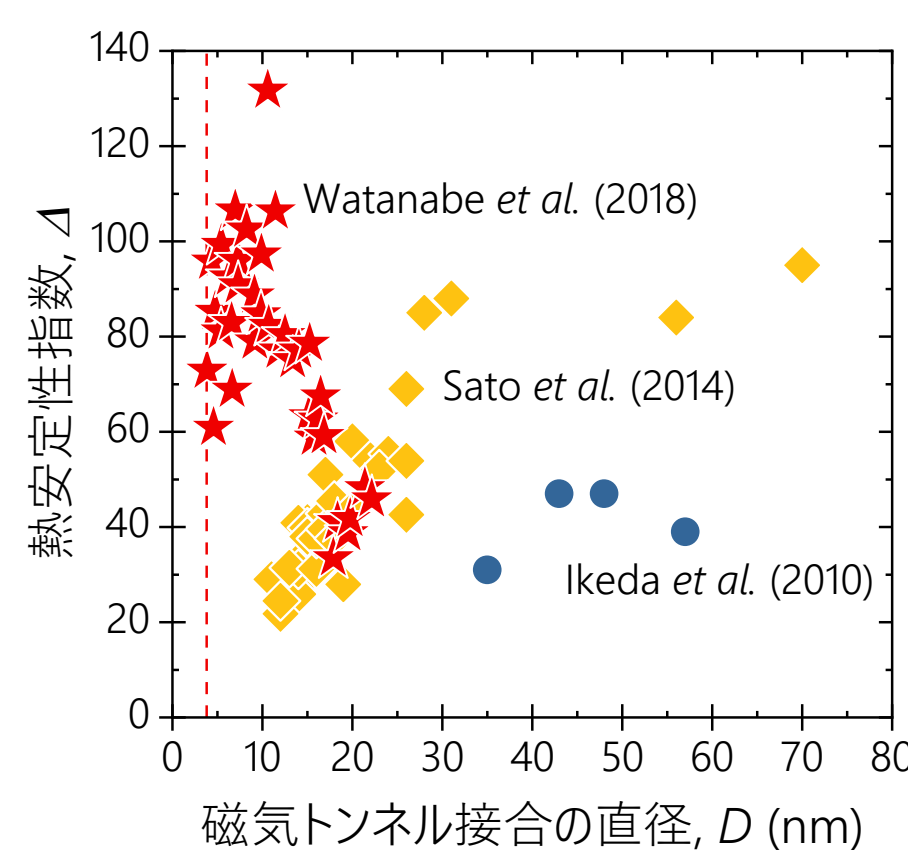
最近の研究成果

◆超低消費電力集積回路実現の切り札、不揮発性スピントロニクスメモリ向け材料・素子技術の開発

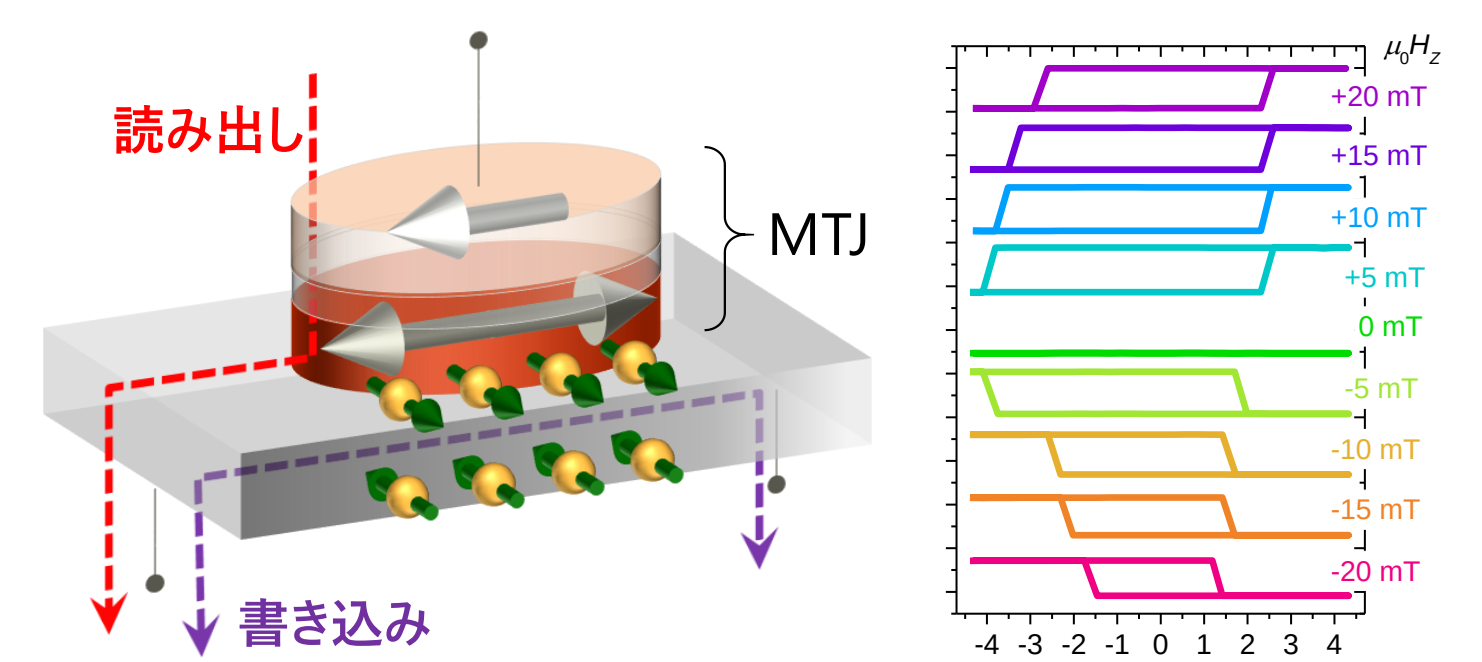
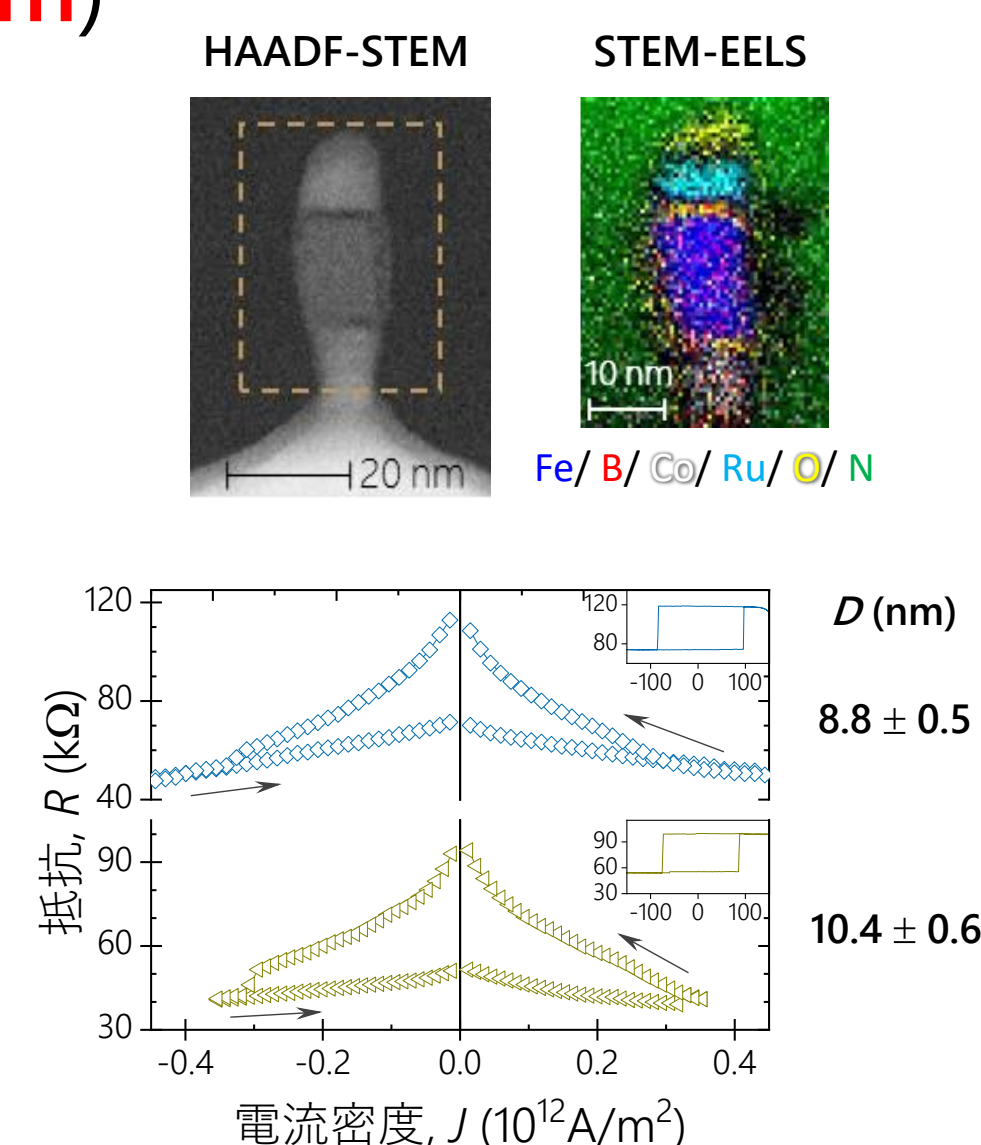
- 磁気トンネル接合 (MTJ) の **世界標準構造**を開発
- 直径 1桁 nm の高性能MTの基本動作実証 (**世界断トツ最小3.8 nm**)
- 超高速スピン軌道トルク素子開発 (**世界最速0.2nsでの高信頼動作**)



S. Ikeda *et al.*, Nature Mater. **9**, 721 (2010).
H. Sato *et al.*, Appl. Phys. Lett. **105**, 062403 (2014).



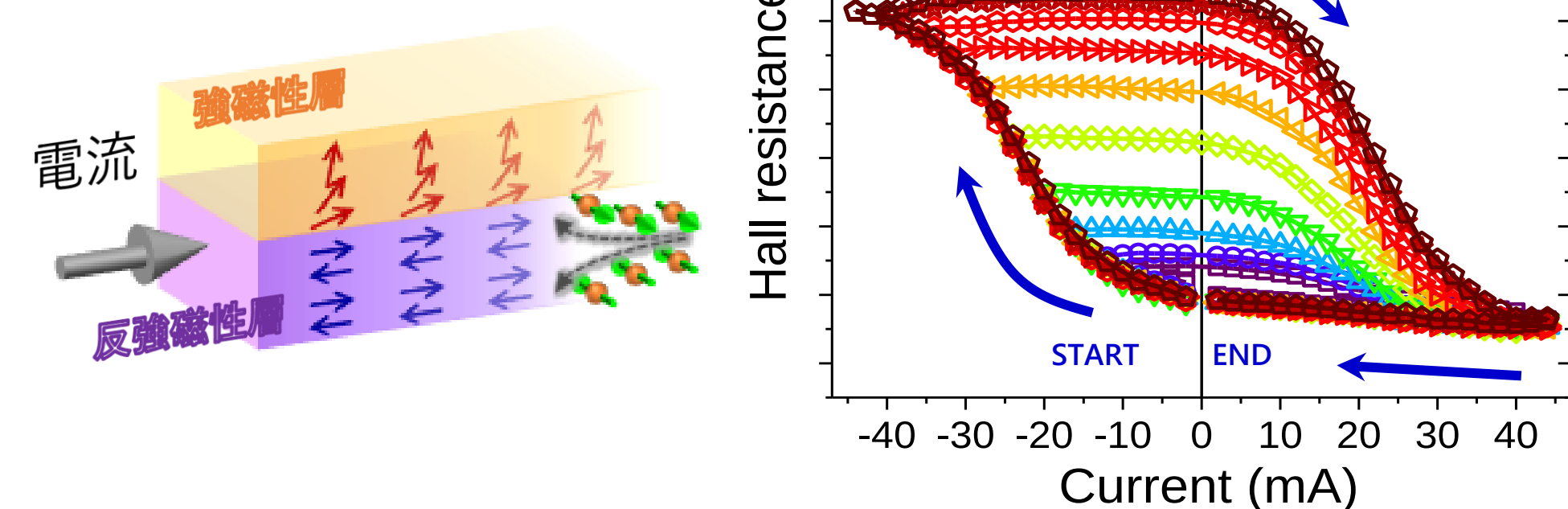
K. Watanabe *et al.*, Nature Commun. **9**, 663 (2018).



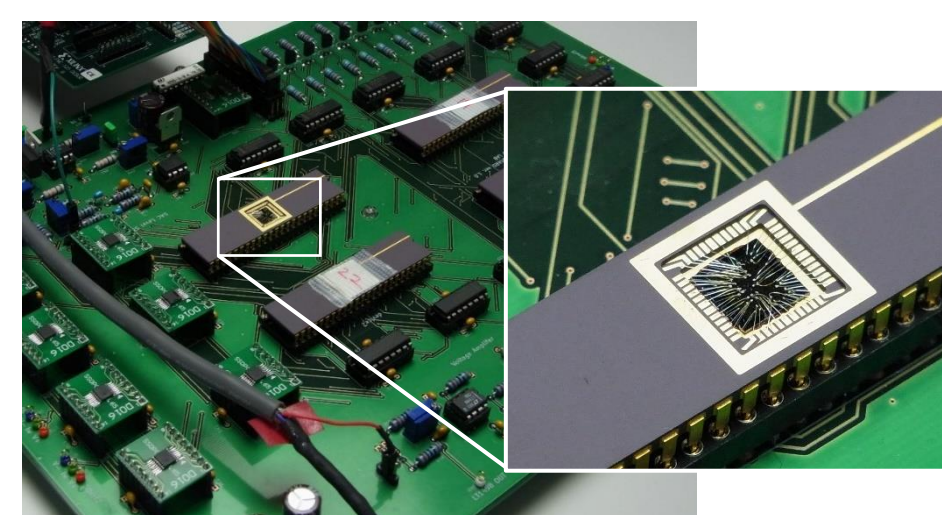
S. Fukami *et al.*, Nature Nanotech. **11**, 621 (2016).
S. Fukami *et al.*, VLSI, T06-5 (2016).

◆ニューロンやシナプスのように振舞うスピントロニクス素子の開発とその脳型情報処理応用

- 反強磁性体の正スピンホール効果の観測 (**世界初**)
- アナログ不揮発メモリ素子動作実現 (**世界初**)
- アナログ不揮発素子を用いた人工シナプスとして用いた **世界初のスピントロニクスを用いた脳型情報処理の原理実証**
- シナプスのダイナミクス（スパイクタイミング依存可塑性）の再現

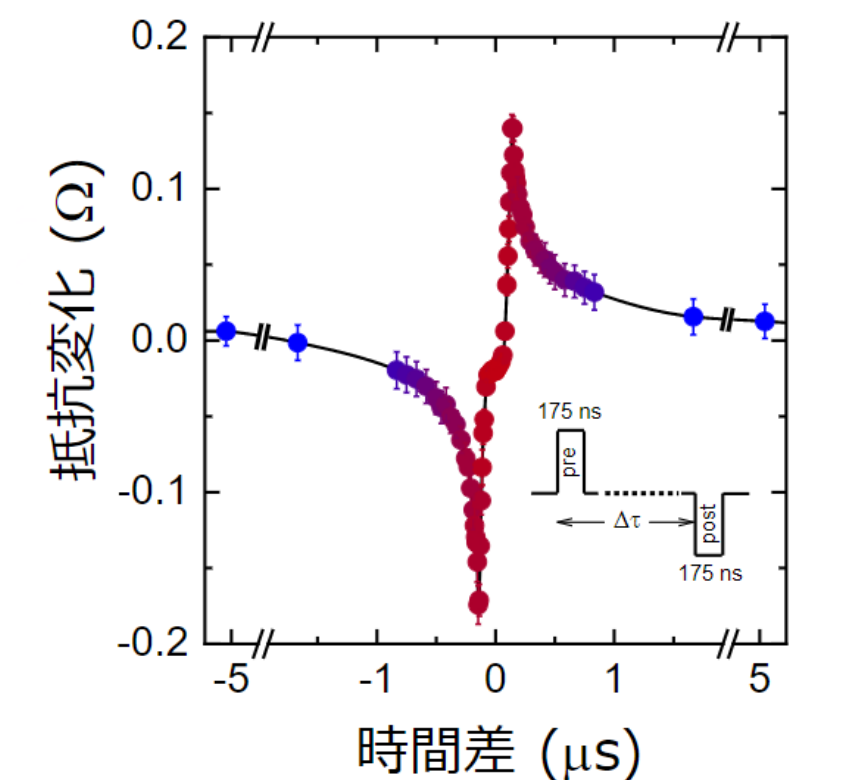
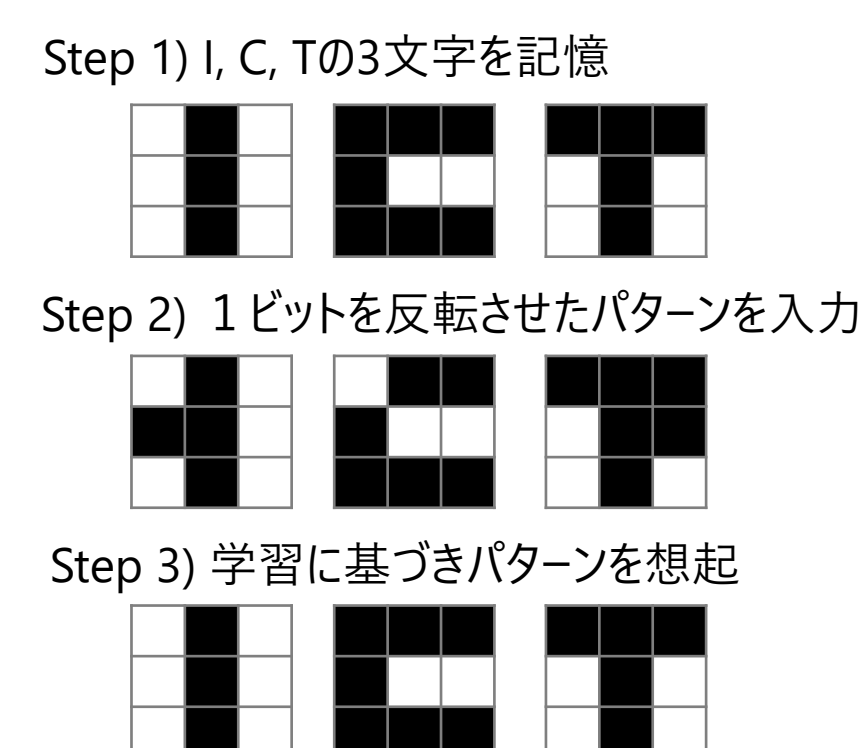


S. Fukami *et al.*, Nature Mater. **15**, 535 (2016).



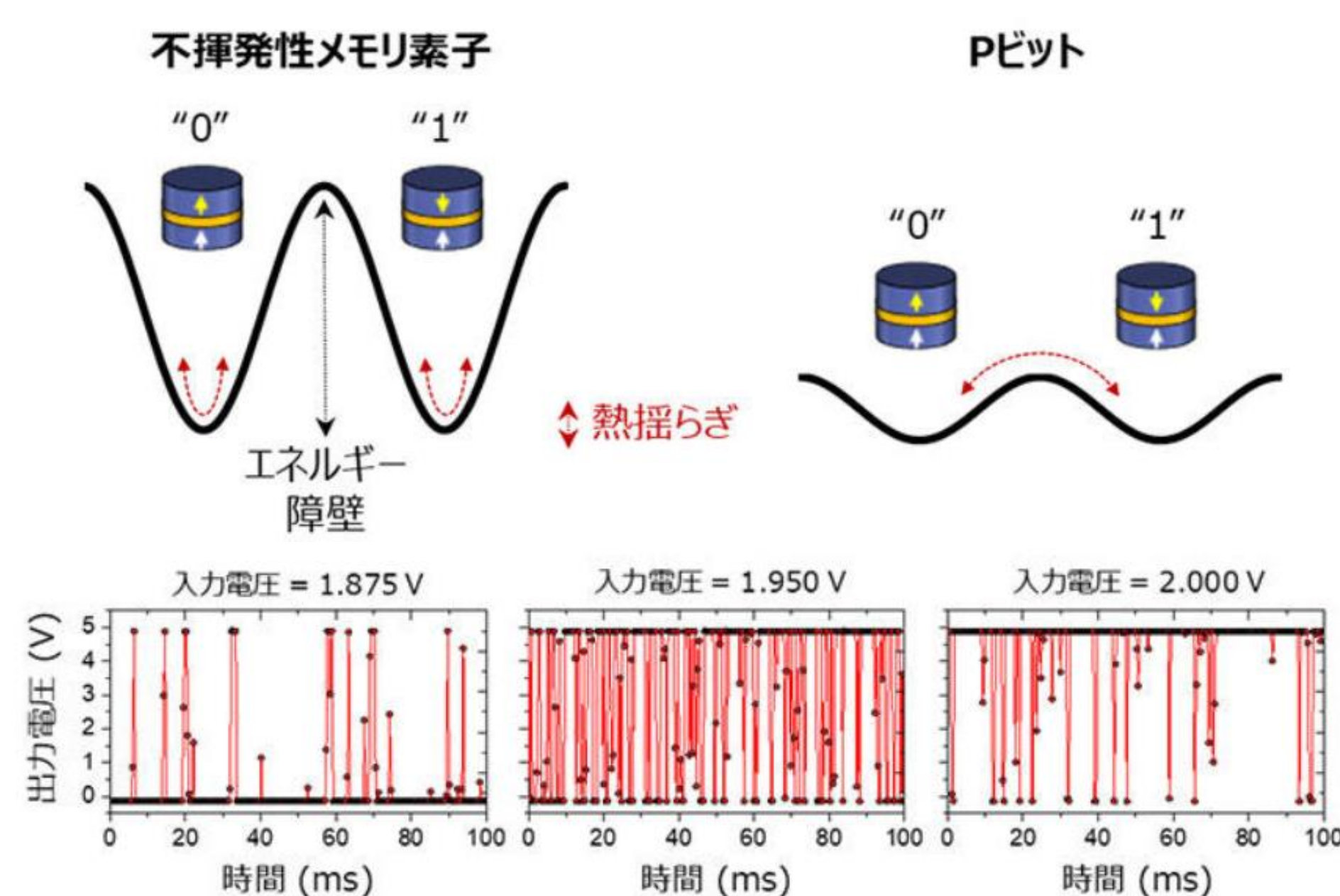
佐藤研究室、堀尾研究室との共同研究

W. A. Borders *et al.*, Appl. Phys. Express **10**, 013007 (2017).

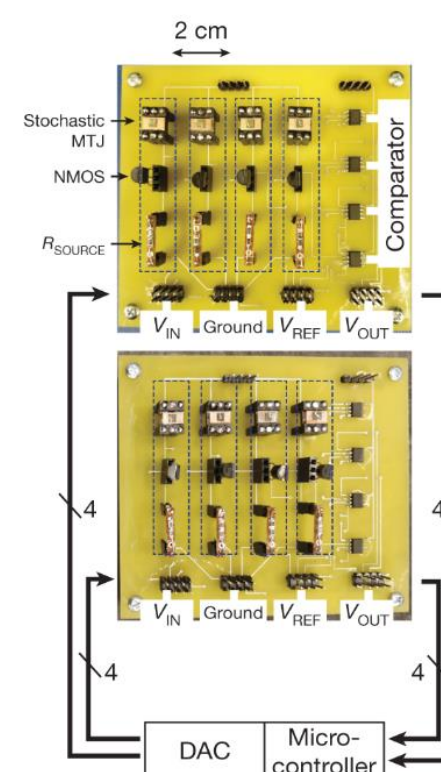
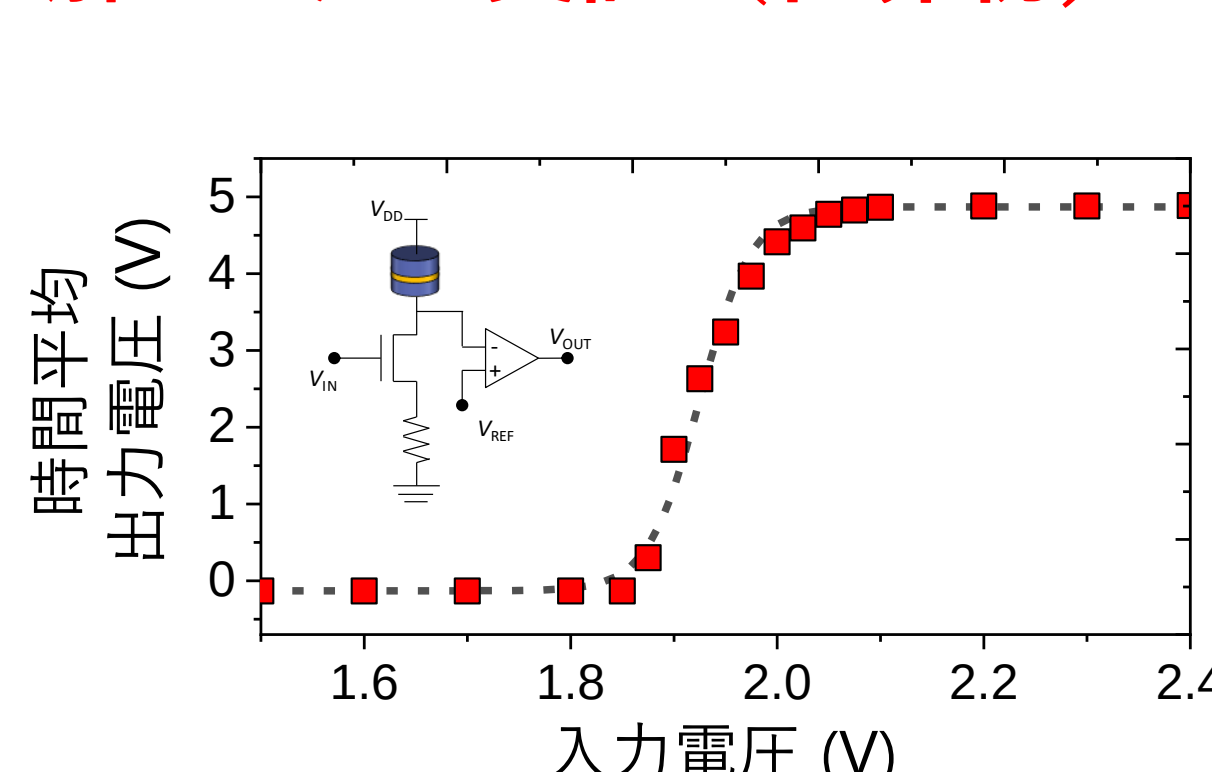


A. Kurenkov *et al.*, Adv. Mat. **31**, 1900636 (2019).

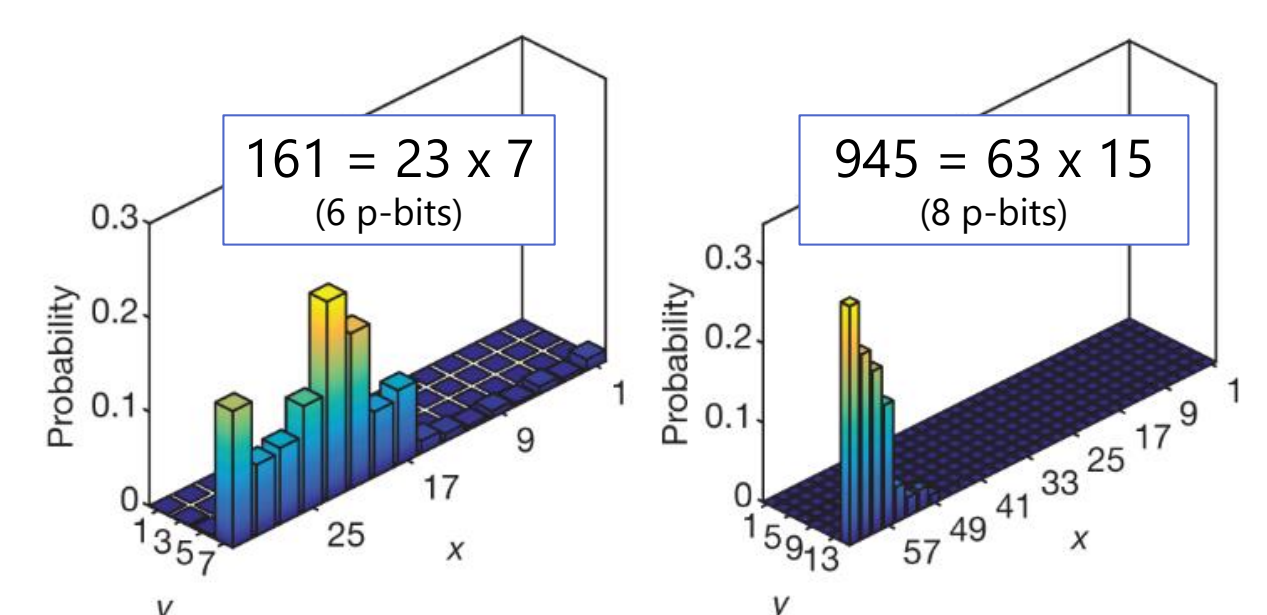
◆室温動作スピントロニクス素子による量子アニーリングマシンの機能の実現 (2019/9/19 Nature誌掲載)



- 0と1の間で確率的に絶えず揺らぐ新概念スピントロニクス素子からなる**確率ビット (p-bit)**を世界で初めて開発。(量子ビット (qubit) との互換性あり)
- 量子アニーリングのアルゴリズムを用いて古典コンピュータが苦手とする**素因数分解を室温で実証 (世界初)**



米国パデュー大学との共同研究



W. A. Borders *et al.*, Nature **573**, 390 (2019).