

研究スタッフ

准教授：池田 正二

研究員：山本 直志

研究目的

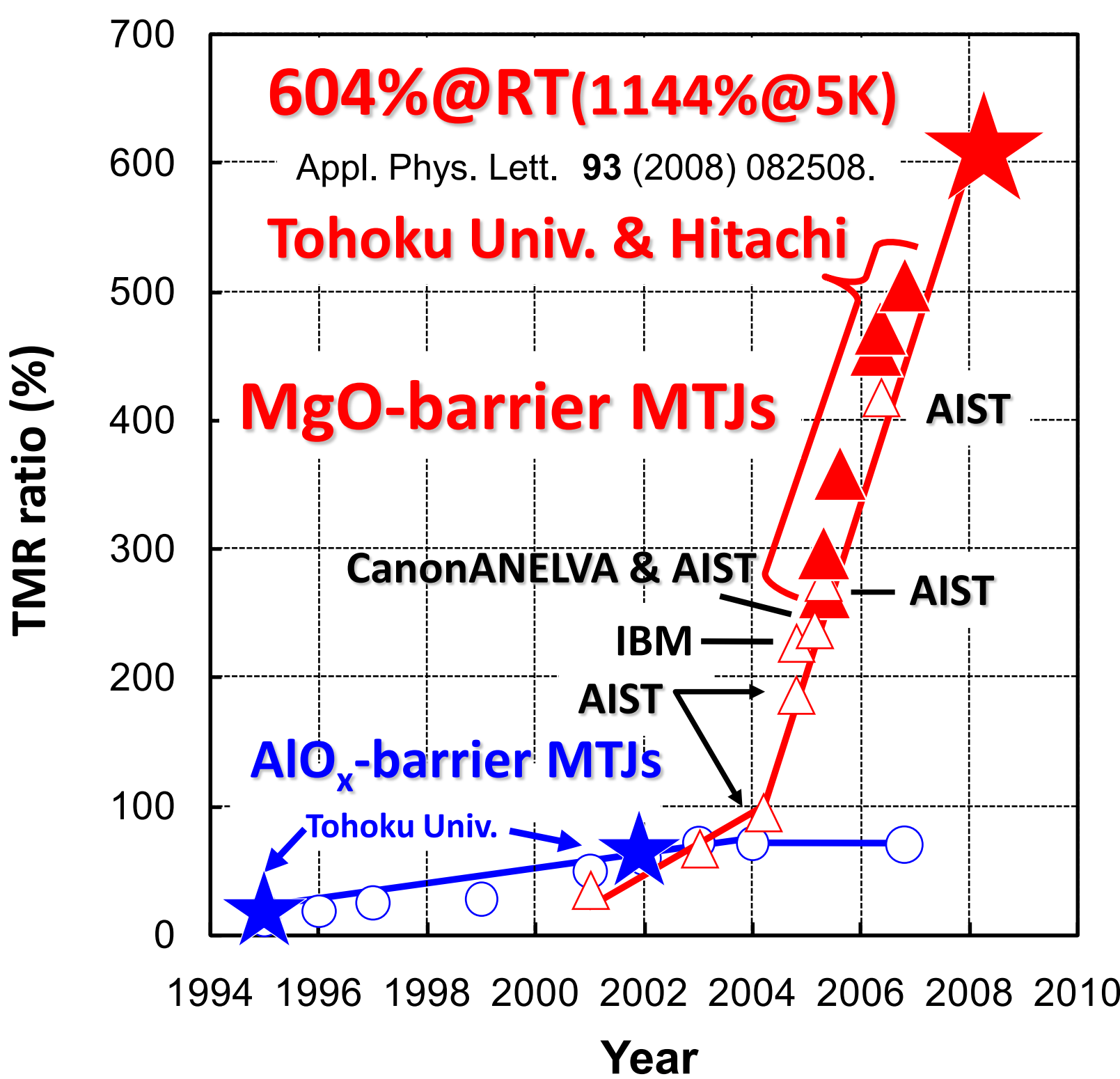
21世紀の高度情報通信に求められる高機能・低消費電力のメモリ・デバイスとそれによって可能となる新しい論理集積回路および情報通信処理システムを、スピン・磁性を利用したナノ微細化スピントロニクスデバイスを用い実現することを目指しています。

主な研究テーマ

1. 高出力磁気トンネル接合(MTJ)の開発

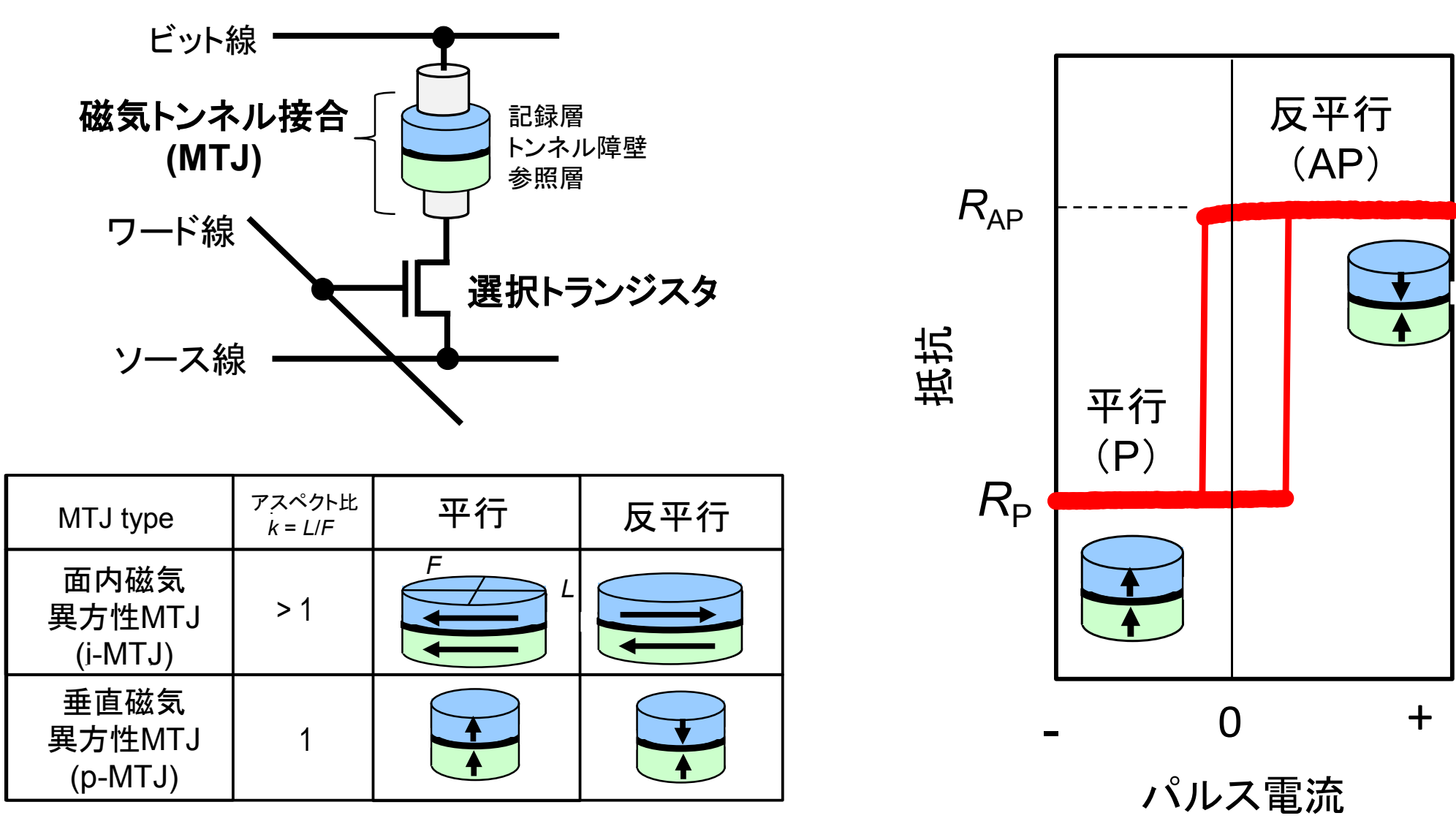
CoFeB電極層厚の異なる保磁力差型MgO障壁面内磁化MTJで室温604% (低温1144%) の世界最高のトンネル磁気抵抗 (TMR) 比を得ることに成功した。この技術を基にスピントロニクスデバイス応用に向けたMTJの高性能化が図られている。

TMR比の推移

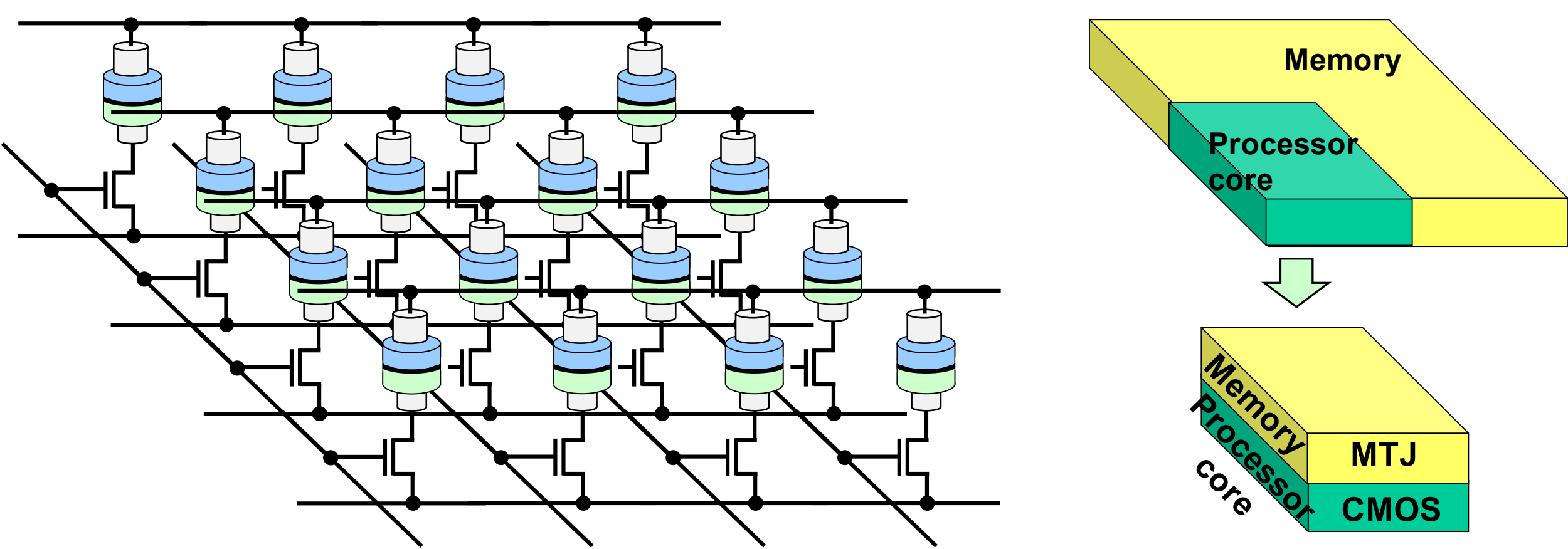


J. Jpn. Appl. Phys. 44, L587 (2005);
J. Jpn. Appl. Phys. 44, L1442 (2005);
Appl. Phys. Lett. 89, 232510 (2006);
Appl. Phys. Lett. 89, 042506 (2006);
Appl. Phys. Lett. 93, 082508 (2008).

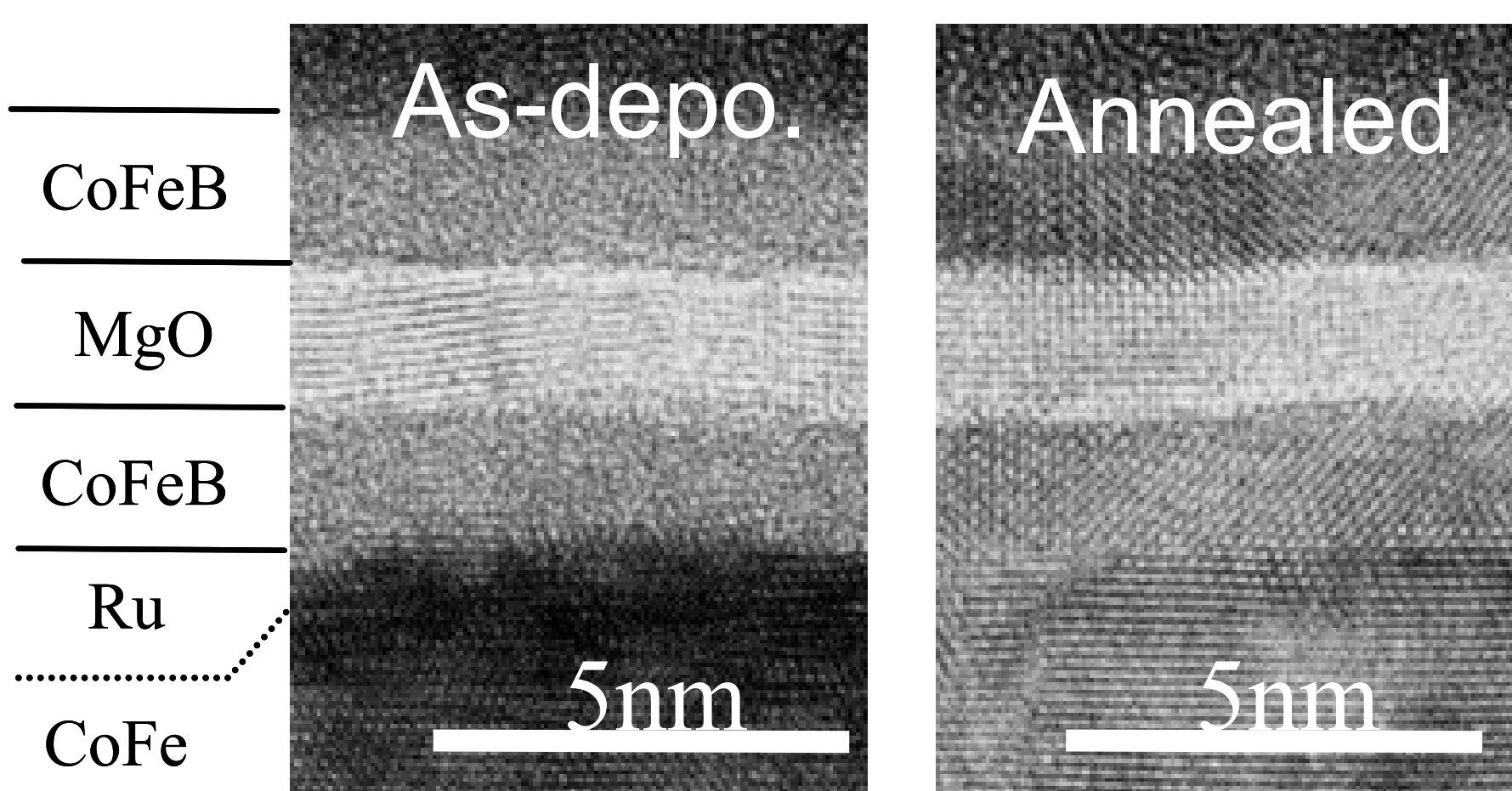
磁気トンネル接合 (MTJ)



スピントロニクス不揮発性メモリ/ロジック

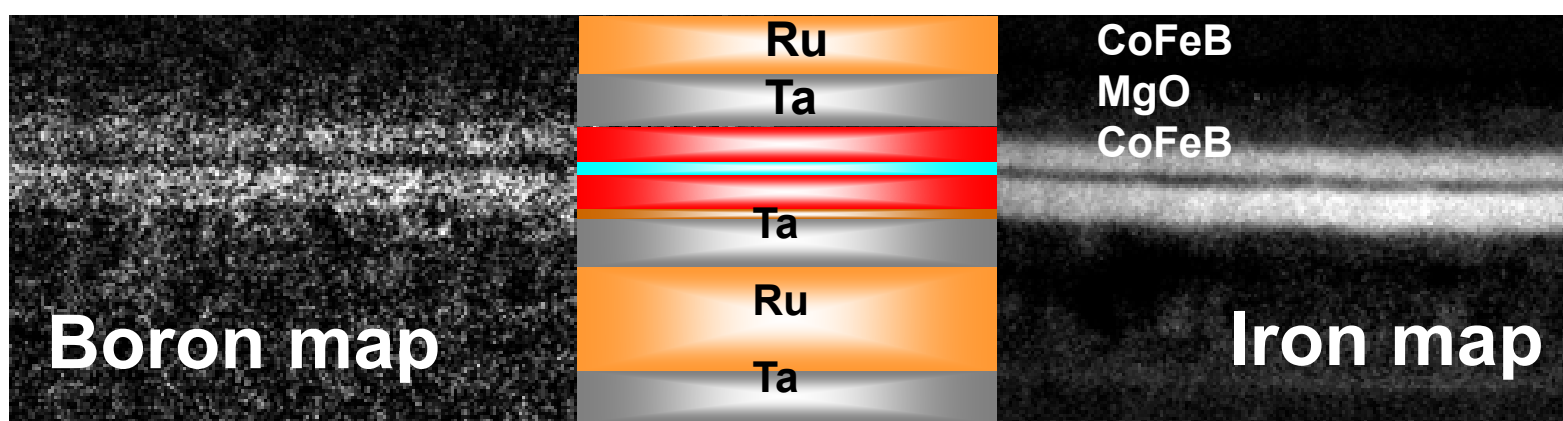


CoFeB/MgO/CoFeB磁気トンネル接合(MTJ)

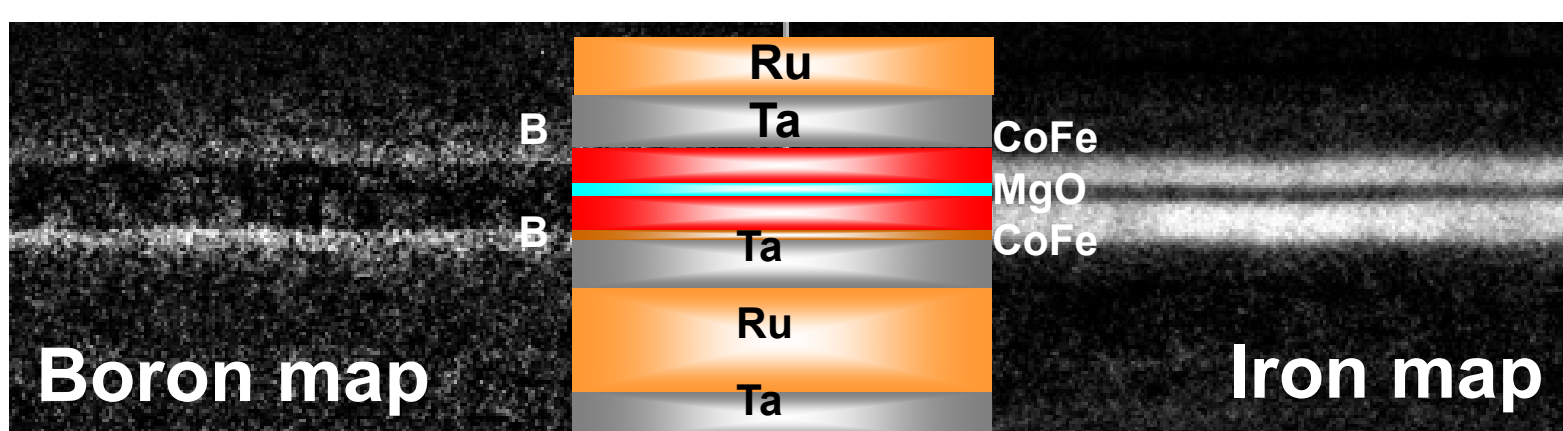


EELS elemental map

As-deposited



Annealed at 500°C

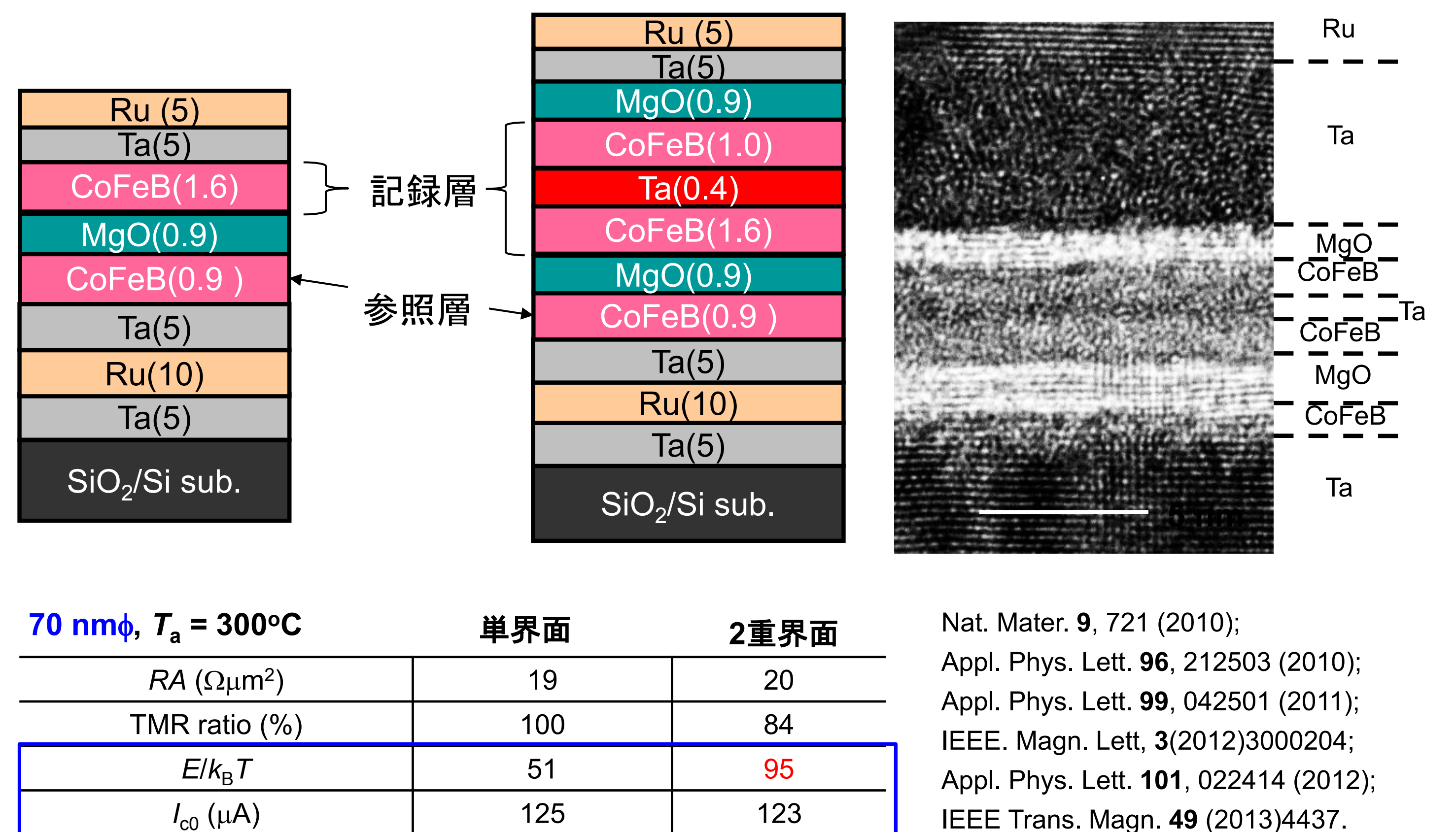


J. Appl. Phys.106 (2009) 023920.

2. 2重MgO界面p-MTJの開発

CoFeB層間に薄いTaを挟んだMgO/CoFeB/Ta/CoFeB/MgO 2重界面構造において垂直磁化容易軸を維持しながら記録層厚を増加させることが可能となり、スピン注入磁化反転の閾値電流密度の増加を抑えながら高い熱安定性($\Delta = 95@70\text{nm}$ 直径、 $59@29\text{nm}$)を得ることに成功し、不揮発性VLSIの高集積化に向け道を開いた。

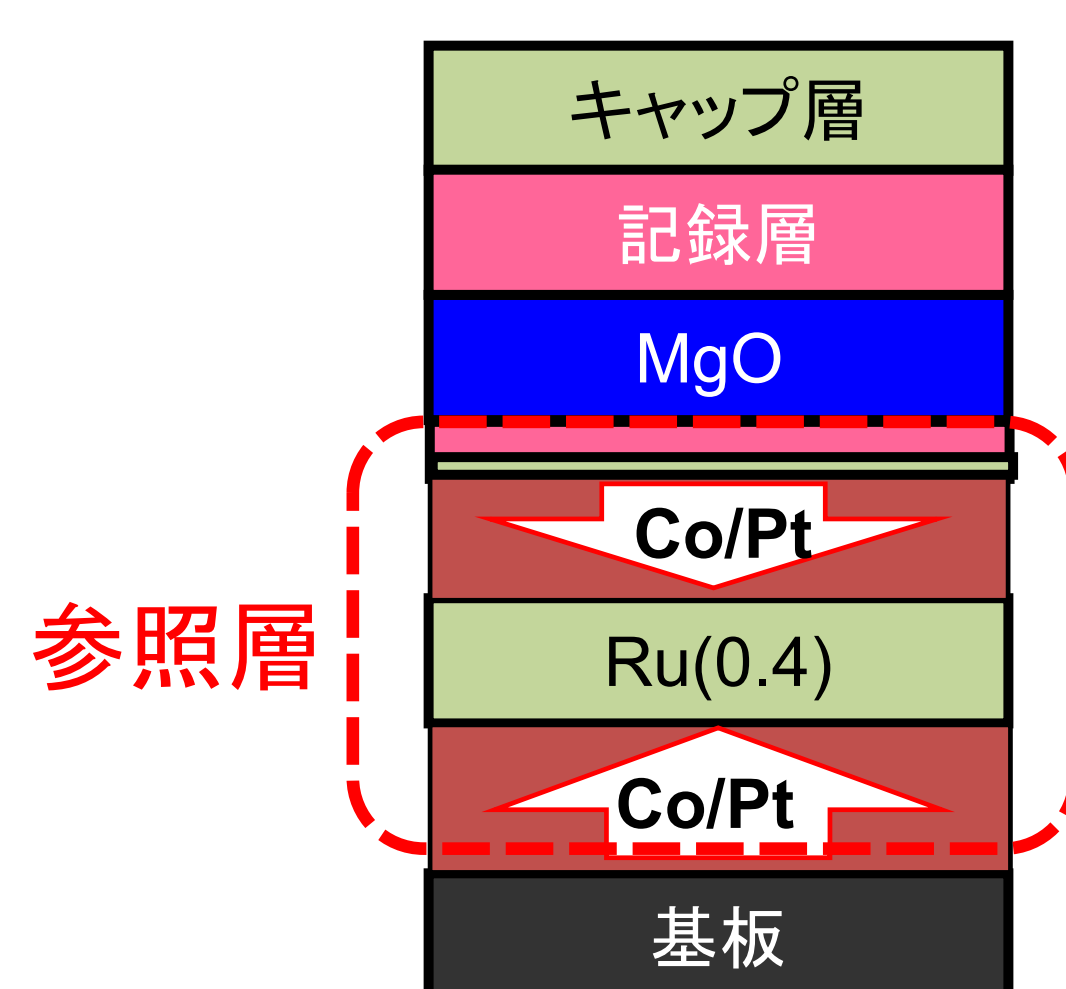
2重CoFeB/MgO界面垂直磁気異方性MTJ



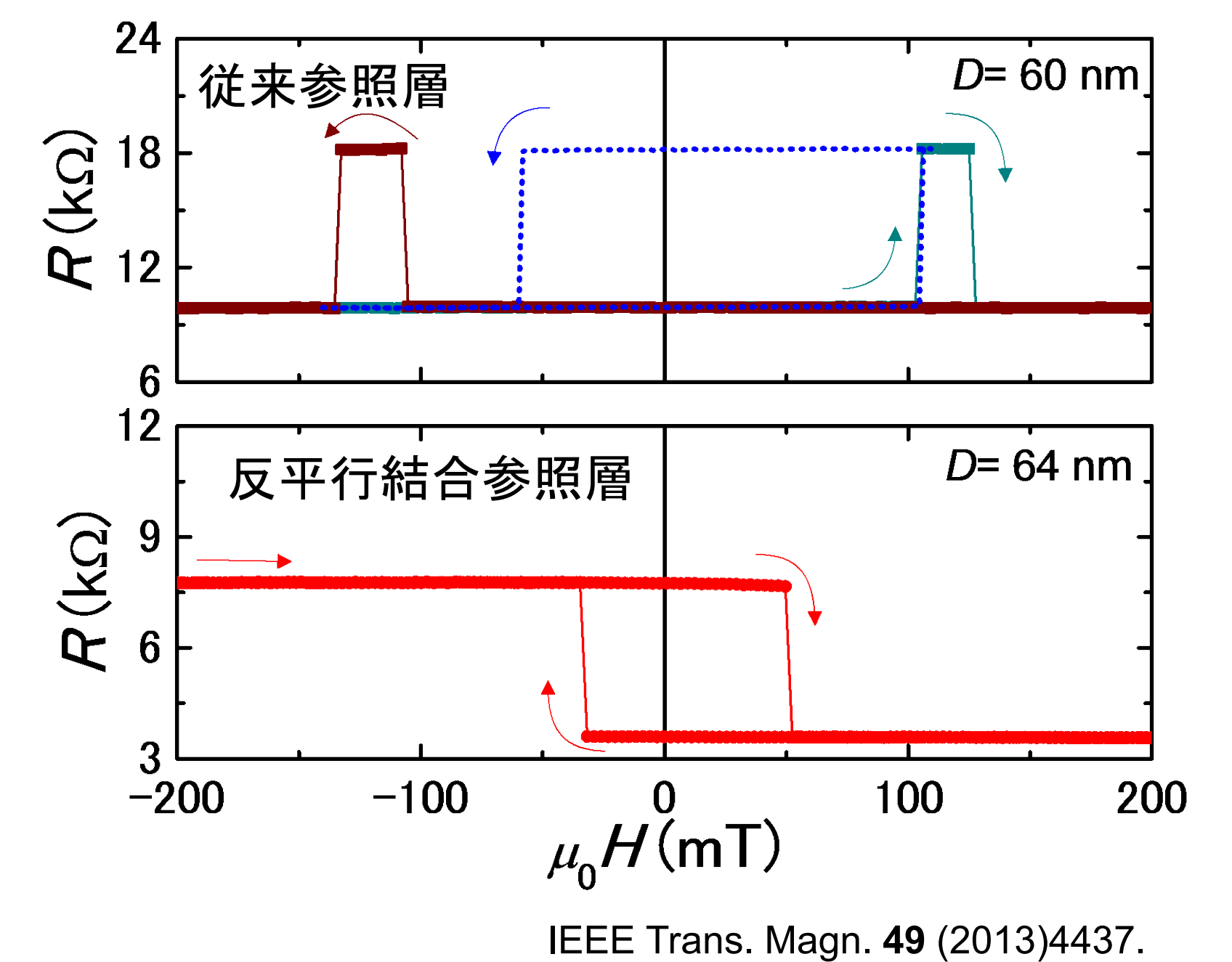
3. 反平行結合参照層の開発

MTJの接合サイズの縮小により反平行配列時における参照層からの漏洩磁界で記録層の熱安定性が減少することが問題となる。Ru層を介してCo/Pt多層膜を反平行配列させた参照層の膜構成を工夫して、漏洩磁界を減少できる反平行結合参照層を開発した。

反平行結合参照層p-MTJ



R-H曲線の一例



4. CoFeB/Ta/[Co/Pt]複合記録層p-MTJの開発

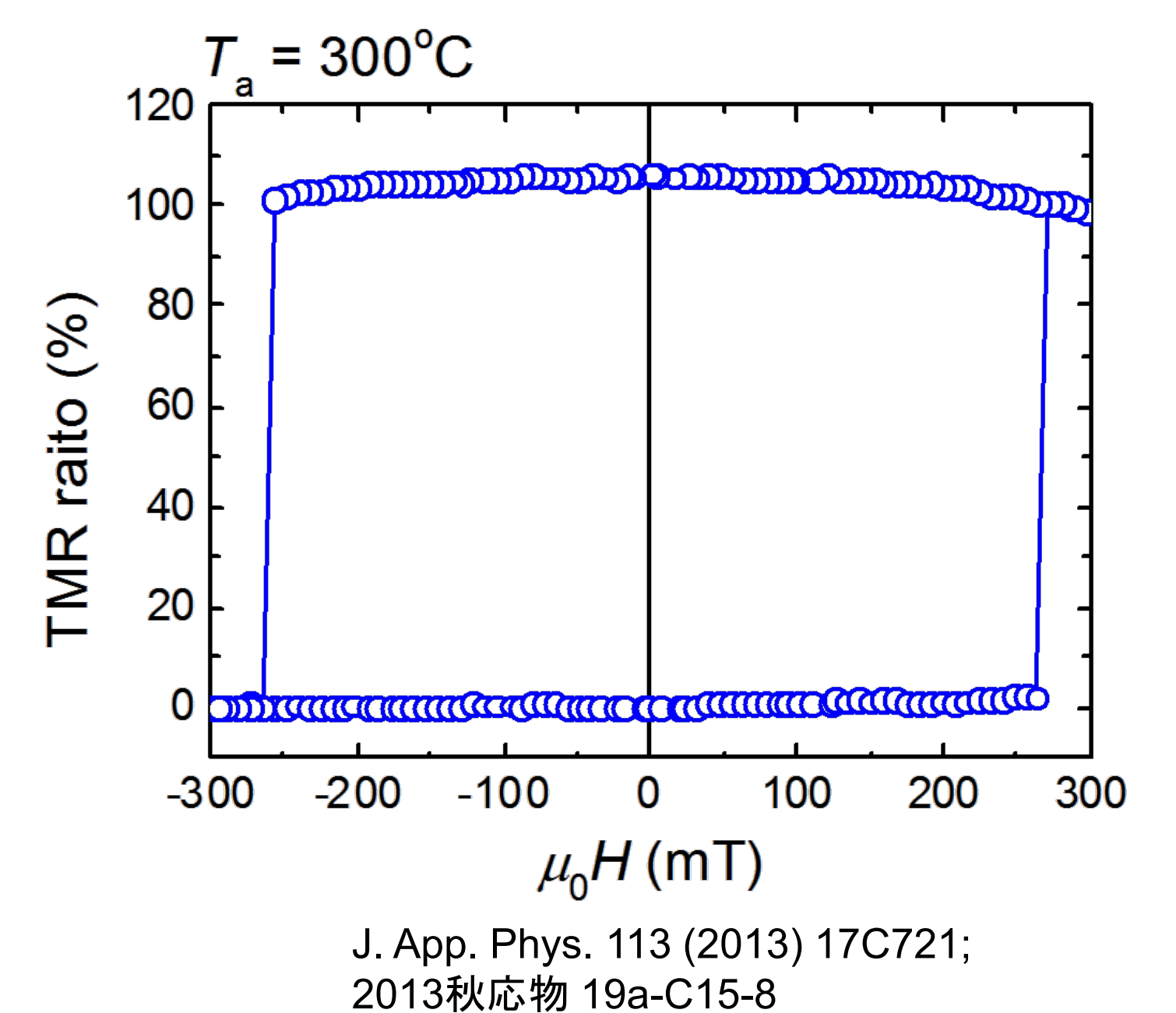
垂直磁気異方性CoFeB/Ta/[Co/Pt]複合記録層を有する接合サイズ17 nm径のp-MTJにおいて、室温で100%を超える高TMR比と、熱安定性92を実現した。20 nm以下の接合サイズを有するMTJにおいても高い熱安定性が得られることを実証した。

CoFeB/Ta/[Co/Pt]複合記録層p-MTJ

17 nm ϕ



TMR特性の一例



本研究は、本研究は日本学術振興会の最先端研究開発支援プログラム「省エネルギー・スピントロニクス論理集積回路の研究開発」、文部科学省「次世代IT基盤構築のための研究開発」および「卓越した大学院拠点形成支援補助金」の援助のもと行われた。