研究スタッフ

教授: 大野英男、遠藤哲郎、羽生貴弘、

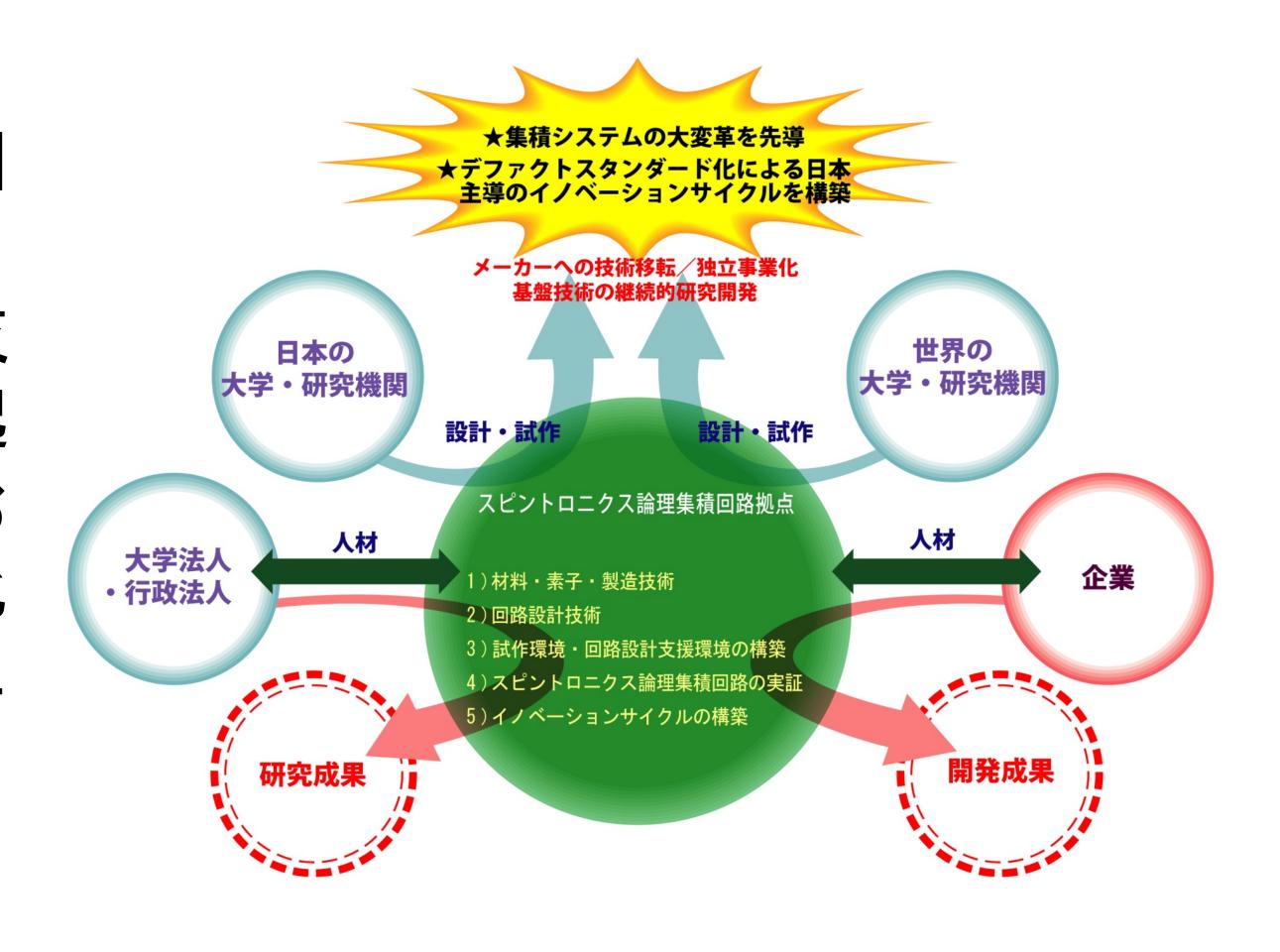
安藤康夫、池田正二

准教授:夏井雅典、小池洋紀、深見俊輔、

佐藤英夫

研究目的

スピントロニクス素子と論理集積回路とを融合した革新的な省エネルギー論理集積回路を開発して情報技術の大変革・パラダイムシフトを起て、変革・次世代半導体分野に、次世代半導体分野強化にあが国の国際的な競争力の強化にあずるとともに、低炭素・省としています。



主な研究テーマ

1.省エネルギー省エネルギー・スピントロニクス論理集積回路の研究開発 内閣府 『最先端研究開発支援プログラム(FIRST)』 平成22年3月~平成26年3月

論理集積回路は知的システムを集積チップ上に実現する現代社会の基盤技術であり、あらゆる産業製品や社会基盤の質を決定します。本プロジェクトではエネルギーを使わずに記憶を保持する不揮発性スピントロニクス素子と半導体集積回路を融合することで、大きな発展を遂げてきた論理集積回路の設計・製造法に根源的革新がもたらされることを明らかにしました。

2. 耐災害性に優れた安心・安全社会のためのスピントロニクス 材料・デバイス基盤技術の研究開発

文部科学省『未来社会実現のためのICT基盤技術の研究開発』平成25年2月~平成29年3月

スピントロニクス・メモリ素子を利用した不揮発性ワーキングメモリを用いることで、耐災害性に優れたコンピュータシステムを、既存の半導体ベースの集積回路では実現が困難な微細世代においても、構築できることが期待されます。本プロジェクトでは東日本大震災で被災した東北大学と地元企業を中心として、耐災害性に優れたスピントロニクス材料・素子技術を開発し、併せてその適用法を明らかにしました。

2. スピントロニクス集積回路

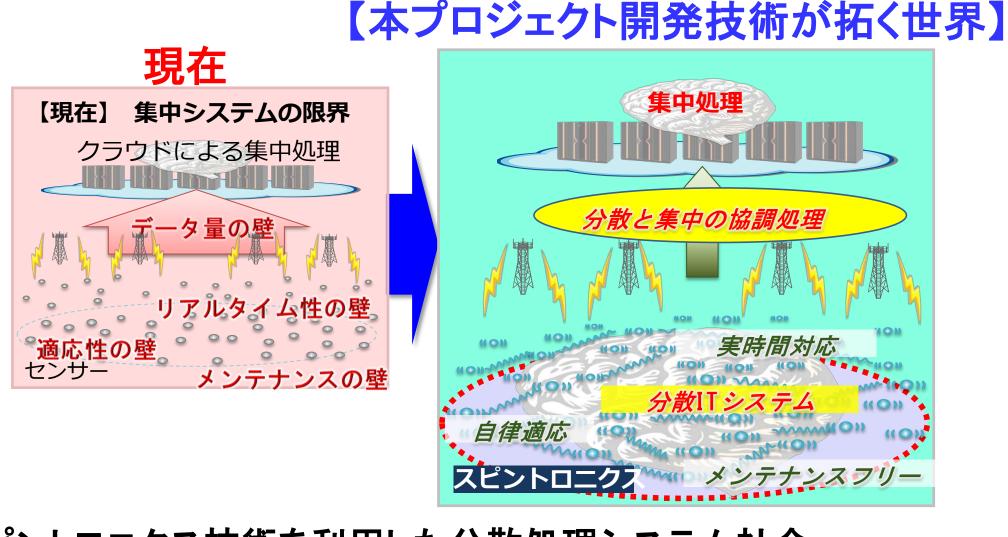
内閣府 『革新的研究開発推進プログラム (ImPACT)』 "無充電で長期間使用できる究極のエコIT機器の実現"平成26年10月~

IoTデバイスの普及に伴う情報量の増加により、Siベースの集積回路を用いたこれまでのクラウドを用いた集中管理システムではいずれ限界が来ると予測されています。エナジーハーベスティングで駆動するスピントロニクス不揮発マイコン技術をIoT端末や小型センサーに埋め込むことで、クラウドによる集中処理だけではなくエッジデバイス同士でつながり分散処理することが可能となります。

本プロジェクトでは、最先端スピントロニクス素子技術、300mm集積化プロセス技術、および革新的回路・アーキテクチャ技術を高度に技術統合し、エナジーハーベスティングで駆動する革新的な超低消費電力マイコン等の基盤技術を世界に先駆けて開発することを目的としています。

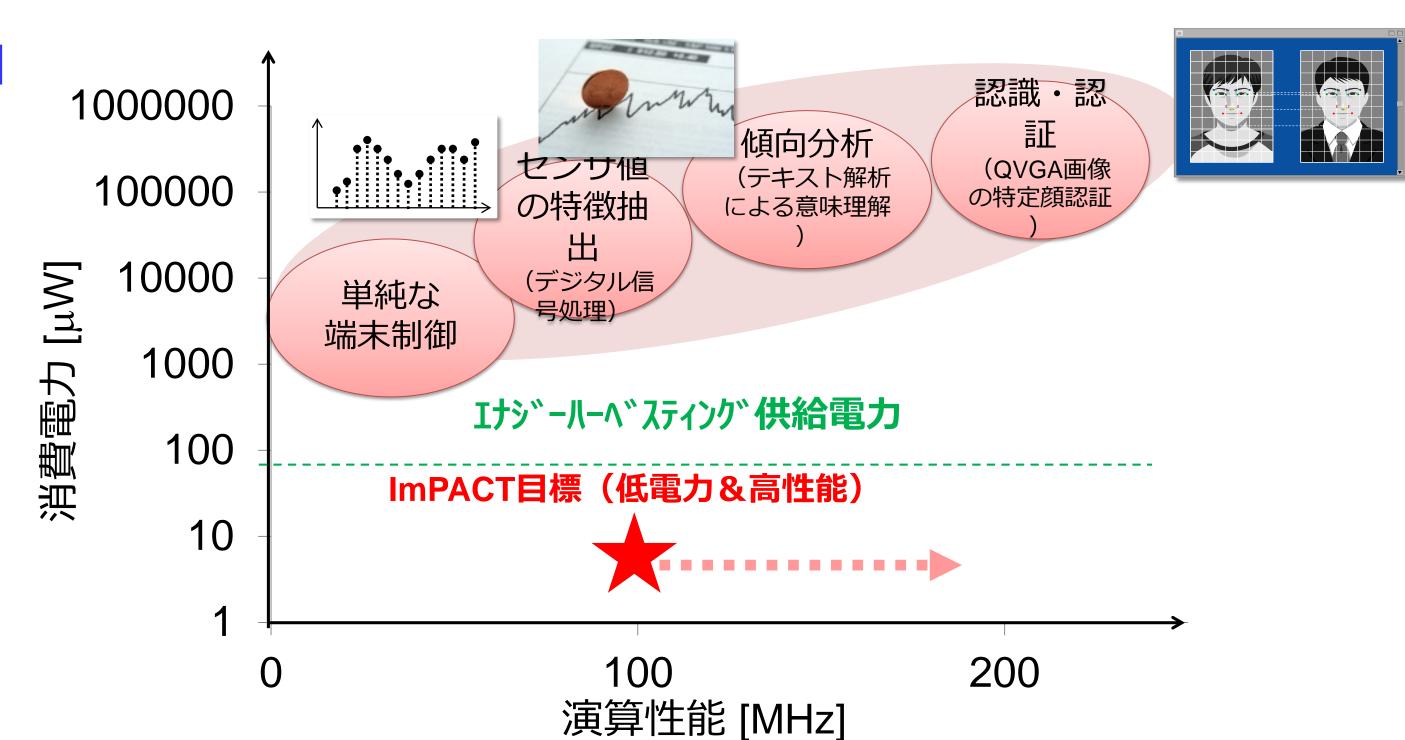
■ 本プロジェクトが目指す世界

■ 本プロジェクトの開発ターゲット



スピントロニクス技術を利用した分散処理システム社会

- -エッジデバイスのバッテリー交換が不要でメンテナンスフリー
- ・クラウドを介さないリアルタイムでの情報処理
- ・事象に応じたフレキシブルな自律適応



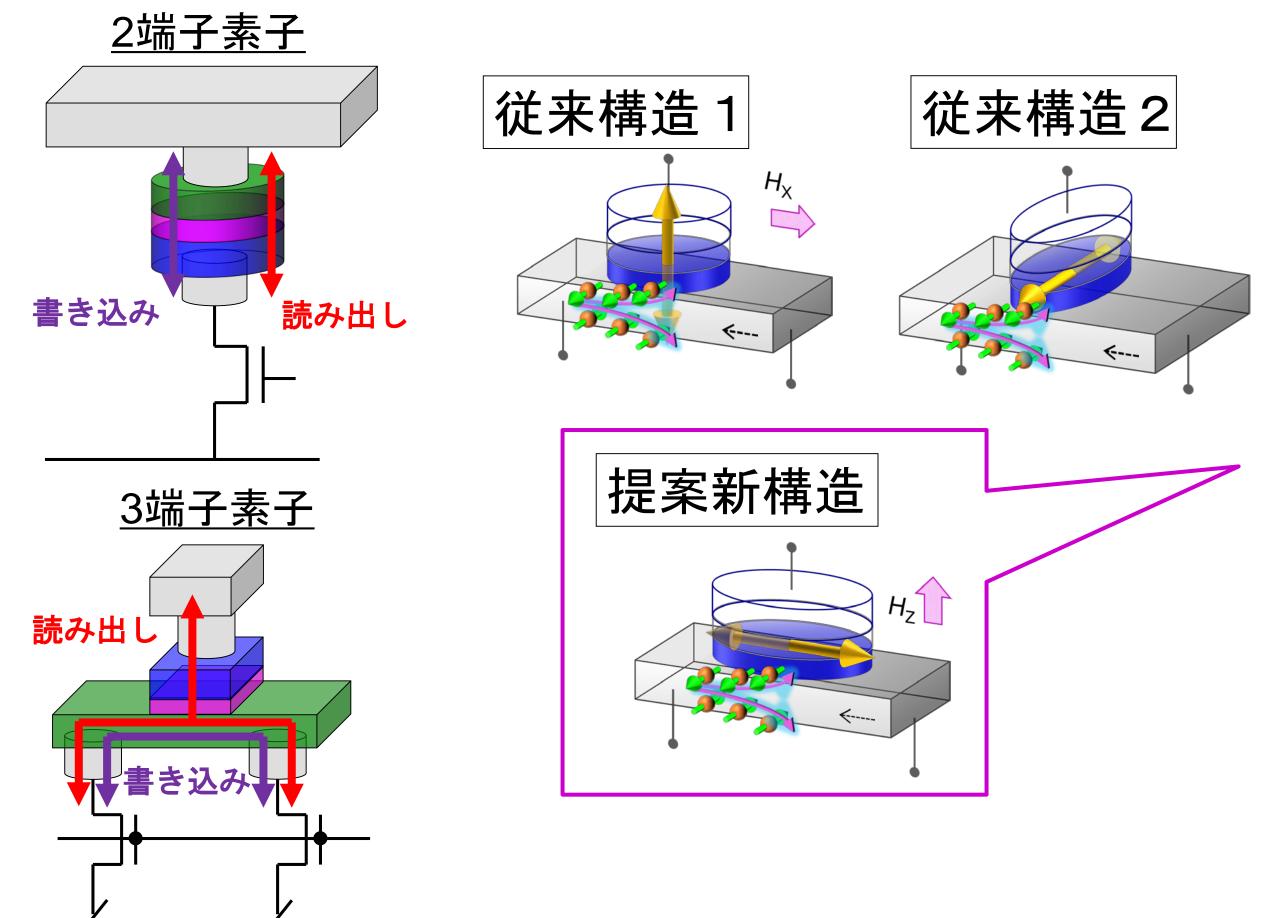
挑戦:スピントロニクスによる外部電源不要な

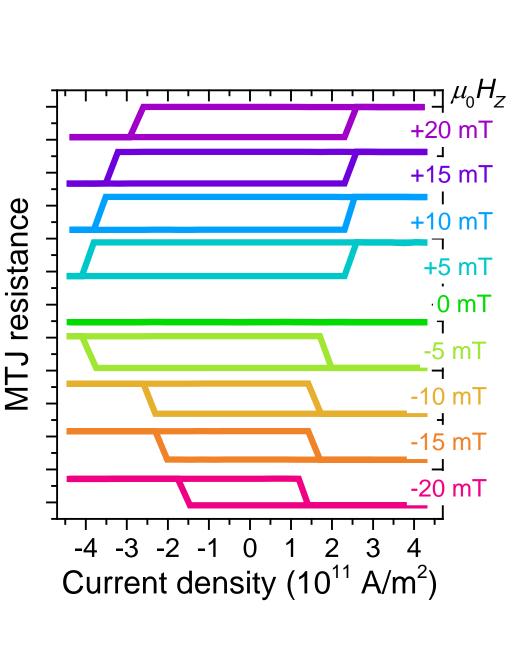
超低消費電力マイコンの開発

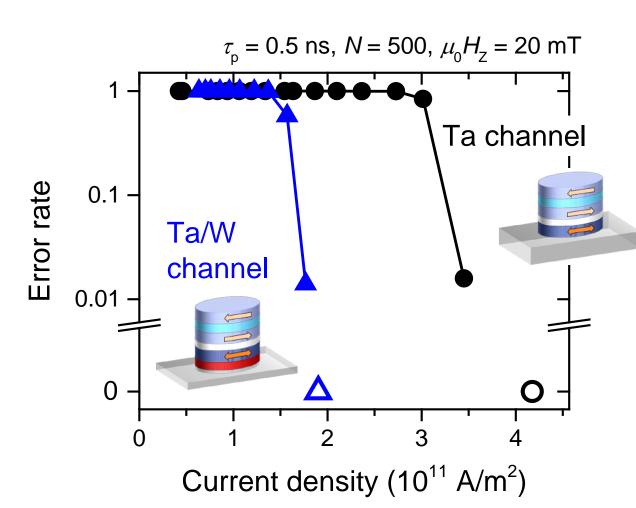
※演算性能×(1/待機電力):100倍以上

ICT社会基盤のパラダイムシフト

■スピントロニクス材料・デバイスの開発





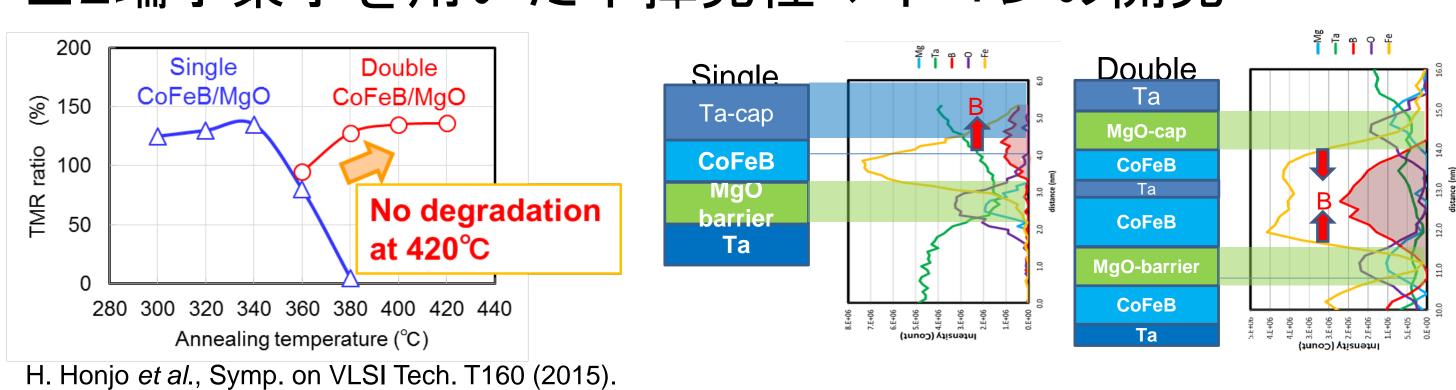


S. Fukami *et al.*, Nature Nanotech. **11**, 621 (2016). S. Fukami *et al.*, VLSI Tech. T06-5 (2016).

新構造3端子素子の開発

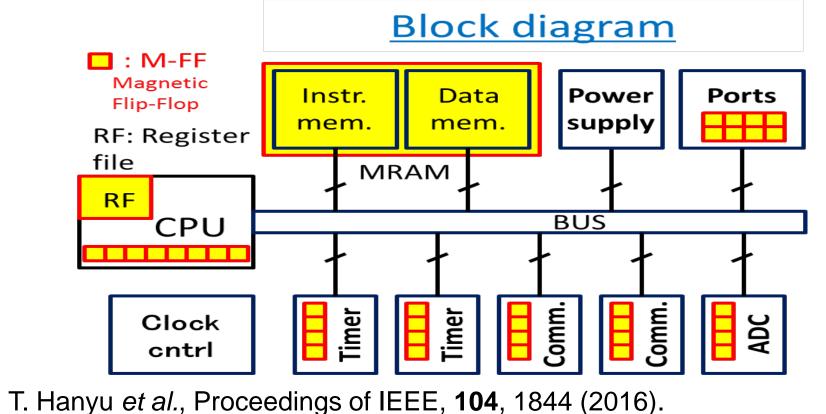
- ・新構造SOT磁化反転の動作を実証
- ・サブナノ秒書込み・反転電流低減を実現

■2端子素子を用いた不揮発性マイコンの開発



H. Honjo *et al.*, Symp. on VLSI Tech. T160 (2015). H. Honjo *et al.*, IEEE Trans. Magn. **52**, 3401104 (2016).

2重CoFeB/MgO構造を用いて、集積回路の作製に必要となる400度以上の熱処理耐性を実現



T. Endoh *et al.*, IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits, **6**, 109 (2016).

2端子MTJを用いた低消費電力・高性能不揮発マイコンの概要

産学連携を希望するテーマ例

• 不揮発性スピントロニクス素子を用いた低消費電力集積回路の研究

省エネルギー・スピントロニクス 集積化システムセンター

www.csis.tohoku.ac.jp