

# 2015年度 東京工業大学 スピントロニクスイノベーション研究推進体研究会

東工大のイノベーション研究推進体は、部局や専攻等の組織を越えて教員が個別に実施している革新的特定研究分野をグループ化し、全学的な横断組織として戦略的展開を推進するとともに学内外と研究者との協働展開を目的とした研究組織です。

このたび、2014年12月発足のスピントロニクス研究推進体の研究内容紹介を目的とするオープンな会合が、開催されますので紹介いたします。

1. 日時 2015年8月28日(金) 13:20~17:10
2. 場所 東工大 大岡山キャンパス 西8号館 10F 大会議室
3. 参加費 無料
4. 参加申込み 必要ありません(会場へお越しください)
5. プログラム 下記参照ください

## [プログラム]

13:20	宗片比呂夫	開会の挨拶
13:30	田中雅明(東大・教授)	招待講演
14:05	水本哲弥, 庄司雄哉	磁気光学効果を用いた光集積回路用光非相反デバイス
14:30	宗片比呂夫	円偏光発光素子と受光素子の現状と将来展望
14:55	藤澤利正	表面弾性波による量子ドット中のスピン状態制御
15:20	(休憩)	
15:30	吉野淳二	スピン軌道相互作用によるバンドのスピン分裂とスピン輸送特性
15:55	谷山智康	ヘテロ構造系マルチフェロイクスにおける磁化配向の可逆的電界制御
16:20	中川茂樹, 高村陽太	高スピン偏極率を有するフルホイスラー合金薄膜への垂直磁気異方性付与
16:45	周藤悠介, 菅原聡	スピントロニクス/CMOS 融合技術による低消費電力 VLSI
17:10	北本 仁孝	閉会の挨拶

当日、皆さまとの意見交換を、一同、楽しみにしております。

(付録:スピントロニクスイノベーション研究推進体パンフレット)



研究代表者  
像情報工学研究所  
教授 宗片 比呂夫

Tel:045-924-5185  
Fax:045-924-5185  
e-mail:hiro@isl.titech.ac.jp

構成員

- 大学院総合理工学研究所 物質科学創造専攻  
教授 北本 仁孝
- 像情報工学研究所 情報記録部門  
准教授 菅原 聡
- 応用セラミクス研究所 セラミクス機能部門  
准教授 谷山 智康
- 大学院理工学研究所 電子物理学専攻  
教授 中川 茂樹
- 大学院理工学研究所 電子物理学専攻  
准教授 Pham Nam Hai
- 大学院理工学研究所 電気電子学専攻  
教授 水本 哲弥
- 量子ナノエレクトロニクス研究センター  
准教授 庄司 雄哉
- 大学院理工学研究所 物性物理学専攻  
教授 吉野 淳二
- 大学院理工学研究所 物性物理学専攻  
教授 藤澤 利正

スピンや磁性の物性研究から生まれる新知見を新規なスピントロニクス・デバイスへと育て、それらを既存の電子・光・医療等のシステム技術へと応用展開して生まれる社会への波及効果を探究します。

## 推進体概要

今日、様々な材料を使ったスピンの研究から生まれる多くの新知見は、物質の奥に潜む「なぞ」を解く有力な鍵と認識されるようになってきました。私たちは、これらの鍵を、スピン特性を最大限引き出しつつ、既存の電子・光・医療等のシステムに融合・統合できる形態のデバイスにまとめていくことを目指し、本学の各所に散らばるスピンの研究室に呼びかけて推進体とし、材料・物性・デバイス、回路・システム・アーキテクチャの各階層間で相互作用が起こせる基盤（技術およびコミュニティ）を創ろうとするものです。

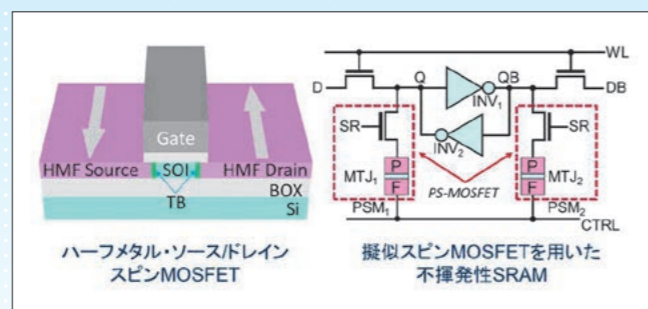
## 研究内容の紹介

### スピントロニクスとスピン特性について

スピンは原子（原子核と電子）の回転軸。例えば、磁石は全原子の回転軸がそろった状態の原子集団です。この回転軸を電気信号や光パルスで制御して従来の電子・光デバイスでは実現できないデバイスを創造する分野がスピントロニクスです。前項で触れたスピン特性とは、磁石のS・N極が長時間保たれることに象徴される「不揮発性」、スピンを透過した光が反射して元に戻っても最初の光と一致しない「非相反性」、単独スピンは上向き・下向き回転軸しか許されない「量子性」などを意味します。以下に我々の研究の一端を紹介します。

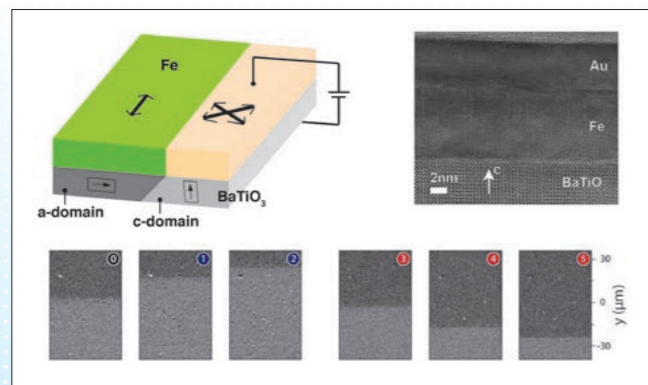
### スピントロニクス/CMOS融合技術

既存のCMOS技術にスピンによる機能を加え、従来のCMOSロジックを凌駕する高性能・低消費電力集積回路を実現します。菅原研究室ではスピン機能を実装した高機能トランジスタであるスピンMOSFETと擬似スピンMOSFET、およびこれらを用いた回路・アーキテクチャの研究・開発を進めています。



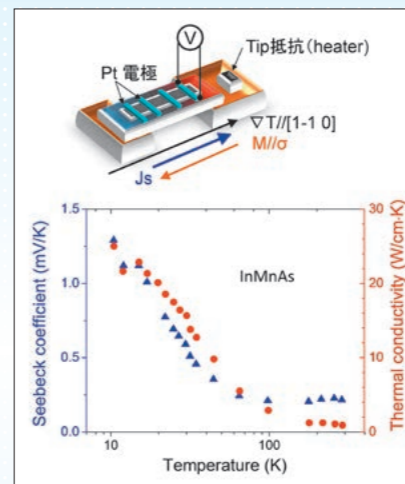
### 電界でスピン集団の向きを制御

強誘電体 BaTiO<sub>3</sub> 基板上に形成した Fe 薄膜上に正の電界を印加すると磁壁（スピン集団の回転軸が逆転する境界線）が紙面の上方に移動し、負の電界を加えると下方に移動する実験が谷山研究室で進行中です。基板中の電気分極と Fe 薄膜中のスピン向きとの間に強い関連がある証拠です。



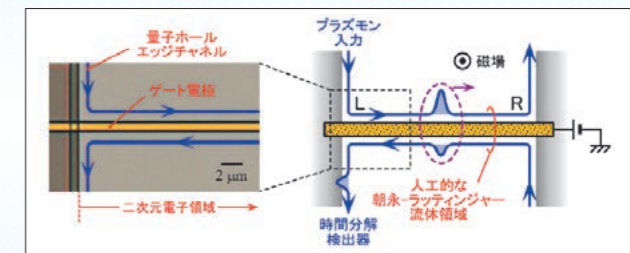
### スピンで生じる熱輸送特性

磁性体の電子状態にはスピン分裂（回転軸の上・下向きでエネルギーが異なる状態）があるため、薄膜試料の一端を暖めるとスピンの流れが生まれ、それによって大きな熱電変換が得られないか、という研究が吉野研究室で進行中です。



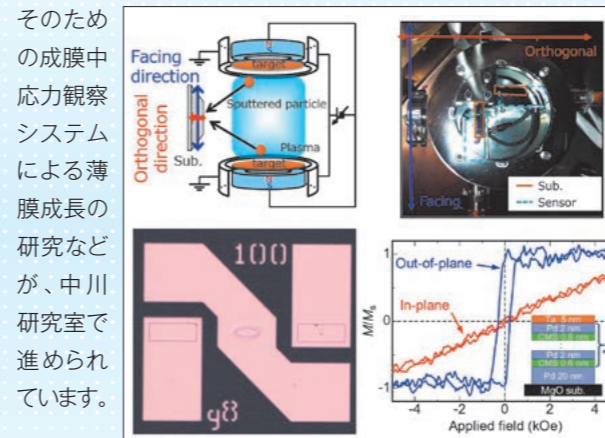
### スピンが揃った電子を活用したプラズモン伝播

対向する2つの量子ホールエッジチャンネル（スピン軸がそろった自由電子の一次元パス）を近接させたデバイス構造において、量子ホールエッジチャンネルAにプラズモン波束を入力すると、量子ホールエッジチャンネルBにプラズモン起因の信号が検出されました。藤澤研究室によって朝永-ラッティンジャー流体の励起過程観測とともに、プラズモン信号の伝達が世界に先駆けて示されました。



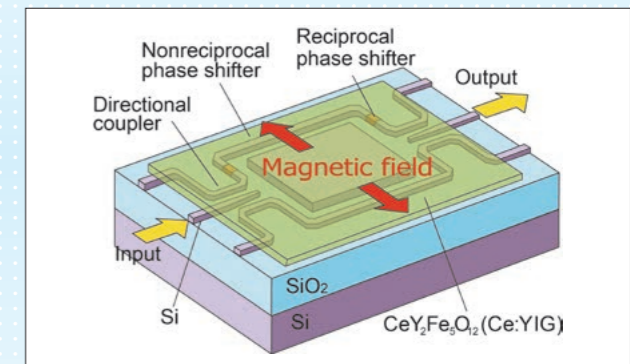
### 歪でスピントロニクス

巨大な磁気抵抗効果（スピン軸の向きで素子抵抗が変化する効果）が得られる垂直磁気異方性・高スピン偏極率材料や、応力効果を利用した超低消費電力なスピントロニクスデバイス、そのための成膜中応力観察システムによる薄膜成長の研究などが、中川研究室で進められています。



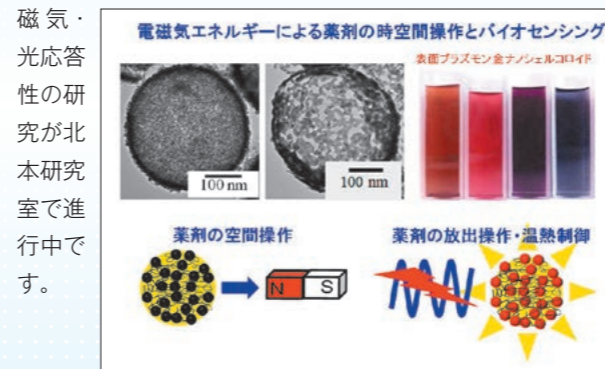
### スピンを活用した将来の光アイソレータ

光アイソレータはレーザーなどの能動光素子の動作安定化に必要不可欠です。水本研究室では、将来の半導体基板上の光集積化をにらんで、半導体導波路で光アイソレータを実現する研究に取り組んでいます。鍵の一つがスピンと光の相互作用が大きい光学材料薄膜の集積化です。



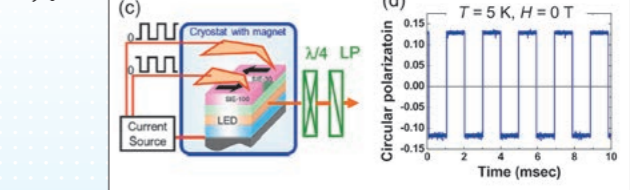
### スピン集団で薬剤デリバリー

多孔質中空カプセル中に薬剤を入れ、それを磁気や光にตอบสนองする機能性ナノ粒子でくんでやれば、カプセルを体外から操作してカプセルを所定の患部に移動させて、薬剤放出や温熱操作が実現できる。このような目標にむかって、ナノ構造の作製と磁気・光応答性の研究が北本研究室で進行中です。



### スピンから光を取り出す

磁性体金属はスピンの向きが揃った電子源です。このような金属を電極にした発光ダイオードを駆動すると、波面が回転する光（円偏光）が得られます。宗片研究室では円偏光が右・左まわりと電気的に切り替え可能な発光ダイオードを試作し、円偏光の産業応用拡大を研究しています。



## 活動計画

まず、期間前半部（平成 26—28 年度）ではスピン・磁性の研究から生まれる新知見の確立とデバイス概念の構築に重点を置いた研究を展開し、期間後半部（平成 28—30 年度）では、デバイス試作とその応用によるシステム技術への展開、具体的には、既存のコンピューティング、通信、医療・ヘルスケアの各システムへの融合に重点を置いた研究を先導します。