

日本側拠点機関名	東北大学
日本側コーディネーター所属・氏名	電気通信研究所・大野英男
研究交流課題名	新概念スピントロニクス素子創製のための国際研究拠点形成
相手国及び拠点機関名	英国・ヨーク大学 ドイツ・カイザースラウテルン工科大学

研究交流計画の目標・概要

【研究交流目標】 交流期間（最長5年間）を通じての目標を記入してください。実施計画の基本となります。

スピントロニクス素子は、磁気メモリ構造と電気信号プロセスを兼ね備えているため、低消費電力・低ジュール発熱・起動時間短縮などの利点を有する。本申請の拠点となる東北大学電気通信研究所ナノ・スピントロニクス実験施設及び省エネルギー・スピントロニクス集積化システムセンターでは、磁気ランダムアクセスメモリ（MRAM）の開発を通じてこれら利点の実証のみならず、電圧による磁性の制御や磁性半導体を用いた磁壁駆動メモリなどについて世界に先駆けた研究を行っている。今後スピントロニクス素子の実用化に向けた研究を加速するために、本研究交流計画では英独の成膜・高周波評価において世界をリードするグループと共同研究を進めることで、トランジスタ機能とメモリ機能を同一チップ上に集積化することを目的とした素子開発を行う。

本研究交流では上記目標達成のために、以下の3項目の要素技術開発を目指す：(1) 光ゲート型スピントランジスタの開発、(2) 高スピン偏極・低スピン緩和材料の利用並びに交換結合の最適化によるMRAM素子の高性能化、(3) スピンゼーベック効果を利用したスピン伝達トルクのアシスト。これらは強みの異なる日英独間の緊密な連携の下で初めて可能となるものであり、こうした知見を本邦に蓄積し、国境を越えた研究環境を提供することが期待される。特に、本計画では共同研究のみならず、若手研究者に向けた教育プログラムを英独で新設する計画であることから、継続的な相互交流が可能となる。従って本計画は、当該学術分野の発展と実用化、その過程での我国のリーダーシップ確立に大きく寄与するものである。

【研究交流計画の概要】 ①共同研究、②セミナー、③研究者交流を軸とし、研究交流計画の概要を記入してください。

本研究交流計画では、日英独の3極間の定期的かつ緊密な連携を確立し、成果を幅広く公開することによって交流のさらなる拡大と継続を目指す。具体的には以下の通りである。

- ① ナノピラー形状素子及び磁壁駆動メモリの作製・評価に関して、拠点グループを中心に日本側に大きな知見の蓄積がある。特に、高スピン偏極率を有する材料作製とその評価・モデリング、ナノピラー形状素子におけるスピン伝達トルクを用いた磁化反転と回路設計並びにスピンゼーベック効果の評価と解析においては世界をリードし続けている。これに対し英国グループは高スピン偏極材料成膜過程の厳密な制御、スピンゼーベック効果を用いたスピントルク補助機構、交換結合による磁壁のピン止め及び光ゲート型スピントランジスタといった分野で特許を有するパイオニアであり、これらの成膜・微細加工に豊富な経験を有する。またドイツのグループは長年にわたって高周波測定分野で世界の最先端を走り続けている。本計画では、これら3拠点の知見を結集することで新たなスピントロニクス素子の実用化を目指す。
- ② 本計画では、これまで開催してきた東北大-ヨーク大合同シンポジウムの実績を踏まえて、年2回の国際会議（シンポジウムとワークショップ）を開催する計画である。シンポジウムは3日間を使い一般公開し、広く本計画での成果をアピールする。またワークショップは非公開とし、研究の進捗・課題などについて忌憚なく議論する場とする。これらを3拠点で持ち回り開催する。
- ③ 研究者交流は上述の各会議に合わせ、その前後に1~3ヶ月程度の期間で行う予定である。すなわち会議開催機関は他の2つの研究機関から一度に5名以上の学生・ポスドク並びに若手研究者を受け入れる。ここで滞在期間を短めに取り、本邦での試料作製・評価と滞在先での同様な作業とをシームレスに行うことを目指し、再訪しての作業や相互に課題を交換しての交流などを可能にする。

【実施体制概念図】 本事業による経費支給期間（最長5年間）終了時までには構築する国際研究協力ネットワークの概念図を描いてください。



図1 本国際研究協力ネットワークの概念図

本研究交流計画では図1に示す日本・英国・ドイツ3拠点の知見を融合することにより、スピントロニクス素子において面内・面直並びに拡散・バリステック伝導のいずれにも対応することが可能となる。こうした幅広い知見を利用して、上述した3件の要素技術開発並びにそれらを組み合わせた集積回路の作製に向けた指針を得る。日本側からは本研究拠点に協力研究者を加え、成膜・素子作製・評価・数値計算に関して参画し、図1に示す連携機関も含めた英国側並びにドイツ側グループと緊密な協力体制を確立する。

さらに本計画では若手育成にも重点を置き、毎年約30名の国際相互交流を実現する。特に、短期集中講義プログラムでの基礎知識獲得をめざし、英国の磁化測定プロトコルや原子レベル結晶構造解析、ドイツの磁気光学効果測定と高周波応答評価などについて滞在中の習得を目標とする。これらの中から次世代スピントロニクス素子開発を担う人材を育成し、本計画参加機関もしくは他研究機関へのポスドク研究員などとしての採用を目指す。こうしたネットワークの形成及び拡大を通じて、当該分野での我が国のリーダーシップを不動のものとする。