

東北大学国際集積エレクトロニクス研究開発センター
(国際集積エレクトロニクス研究開発センター・教授・遠藤 哲郎)

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。
（自立的で継続的な国際研究交流拠点の構築と次世代の中核を担う若手研究者の育成の観点からご記入ください。）

電子の電荷だけでなくスピンの性質を積極的に利用したスピントロニクス（スピン+エレクトロニクス）分野では、スピン情報を含む電子と磁場、電場、光、熱などの多様な応答についての基礎研究が盛んに行われてきた。また、スピン情報をもつ電子の“縦型”トンネル現象を利用してメモリ/センサへの実用化に成功した。二次元物質は高い移動度を示し、光、電場、電磁波と高い応答性を有しており、二次元の“横型”方向の新規物性が次々に報告されている。本研究は、スピントロニクスの縦型技術を二次元物質と融合させることにより、幾何学的な対称性を転換し、新しい基礎物理現象を発掘すると共に、縦型構造による高集積化技術を用いた高度不揮発性集積回路および神経細胞（生体）信号の検出へ発展させることを目標とする。

スピントロニクス分野の研究開発は日本が世界をリードしており、実用化の技術レベルは高い。一方、二次元物質の研究は、ヨーロッパ域内で盛んに行われており、なかでも英仏は二次元物質を用いたエレクトロニクスを牽引してきた歴史がある。この地域に特色のある2つの異なる分野の融合により、新領域を構築するためには、日欧間の強力な国際連携が必要となる。両分野ともに、最近の10年において大きく成長してきた分野であり、学術論文の数/質は共に他分野に比べて急激に成長している状況にある。その結果として若手研究者が多く集まり、活躍する土壌ができています。そして、いまが成熟期の2つの分野の若手研究者が国際連携を通して幾何学的な対称性の転換をキーワードとして新たに育成されていく好機であり、さらに高いレベルの研究を遂行することが期待される。また、若手研究者が時間の経過と共に中堅研究者となり、独立していくプロセスのなかで、研究室主催者の立場として次世代の中核を担うことも期待される。このように、日本が世界トップレベルのスピントロニクス分野と欧州が得意とする二次元物質の2分野を日欧連携により融合し、若手を主体とした国際共同研究の拠点を形成する。

【研究交流計画の概要】 我が国と交流相手国の拠点同士の協力関係に基づく多国間双方向交流として、どのように①共同研究、②セミナー、③研究者交流を効果的に組み合わせて実施するか、研究交流計画の概要を記入してください。

- ①【共同研究】 スピントロニクスの実用化の研究に関しては日本が世界をリードしており、二次元物質の基礎研究は英仏が世界をリードしている。国際共同研究を通じた両分野の融合は新しい基礎物性の発見を想起させ、日本が得意とする実用化研究に発展させることが大いに期待される。二次元物質の理論研究に強みのある英国ケンブリッジ大学のグループが、新規物性を予測して、日仏の“ものづくり”を得意とするグループが実験結果と理論の予測とを比較する。このようにして、得られた基礎物性をデバイス化へ発展させるプロセスにおいて、日本のスピントロニクスデバイスを実用化した実績に基づく経験が重要となる。新規物性をデバイスへ導入できるかについては経験豊富な日本が判断、次の研究ステージに向けて日英仏がフィードバックすることにより、基礎研究と実用化研究のシームレスで効率的な研究を行うことができる。日本側はスピントロニクスの機能部分を作製し、仏側は二次元物質部分を作製し、二次元物質に最適化された微細加工方法により素子化する。日仏は、機能層の界面を高圧・高温還元雰囲気下により原子レベルで清浄化する手法を確立しており、効率的に国境を越えた分業研究を遂行することができる。
- ②【セミナー】 コロナ禍以前は年に2回の対面セミナーを開催し、現在はオンラインセミナーを毎月開催している。アフターコロナに向け、対面セミナーの再開を計画しているが、併せてオンラインセミナーも継続し、対面交流では補えない個々の拠点の各論についての議論を組み合わせて進めることで、国際共同研究を効果的に加速させる。
- ③【交流計画】 全ての交流事業は研究室責任者だけでなく、若手研究者、学生らが参加する。学生においては、卒業研究に寄与することにより、お互いが真に責任をもって国際共同研究を推進する枠組みをつくる。また、若手研究者のみのミーティングを実施することにより、若手研究者の育成だけでなく将来の研究の連携も見越した研究計画となっている。東北大学には学生を海外に派遣する制度が整っており、学内制度と本研究を有機的にリンクさせる。

東北大学国際集積エレクトロニクス研究開発センター
(国際集積エレクトロニクス研究開発センター・教授・遠藤 哲郎)

[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交流ネットワークの概念図を描いてください。

