



Title	Brownian motion of magnetic skyrmions and its control
Author(s)	三木, 颯馬
Citation	大阪大学, 2023, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/92988
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 （ 三 木 颯 馬 ）	
論文題名	Brownian motion of magnetic skyrmions and its control (磁気スキルミオンのブラウン運動とその制御)
論文内容の要旨 磁気スキルミオンとはトポロジカルに保護されたスピン構造の一種であり固体中で粒子のようにふるまう。これまで、スキルミオンの電流による駆動を利用したレーストラックメモリーなどのデバイスが研究されてきた。これに対して、本論文ではスキルミオンのブラウン運動に注目する。スキルミオンは室温の固体中で物質の移動なしにブラウン運動を示す特別な粒子である。そこで、この特性を利用した確率的計算機やブラウニアン計算機などへの応用が期待されている。特にブラウニアン計算機は室温の熱を利用した究極の超低消費電力計算機の実現を目指すものである。 このためにはスキルミオンのブラウン運動の機構解明が必要不可欠である。しかし、応用上重要な磁性薄膜中ではピニングが強いために、スキルミオンブラウン運動はほとんど観察されることがなく、その熱によるダイナミクスはほとんど明らかにされていなかった。スキルミオンはカイラリティをもつトポロジカルな粒子であり種々の応用の可能性を持つことからそのブラウン運動の解明は科学的な興味からも電子デバイスへの応用のためにも重要なテーマである。そこで本研究では大きな拡散係数を示す試料を創成し、スキルミオンのブラウン運動の機構を明らかにした。 さらに、スキルミオンを用いたブラウニアン計算機の実現のためにはスキルミオンが自由に拡散できる回路を作製することが重要である。しかし、電流駆動素子のために開発された加工法では漏れ磁界によりブラウン運動が阻害されるといった問題があった。そこで、本研究ではスキルミオン回路の新しい加工法として低エネルギー集束イオンビーム(FIB)の照射による加工法を開発した。この方法には空間的に任意のポテンシャルをもったスキルミオン回路を作製できるという利点がある。この方法でエネルギーステップを形成し、スキルミオンの一方向性運動を実現した。これらの結果はスキルミオンブラウニアン回路を実現するための基礎となる。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (三 木 颯 馬)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教 授	鈴 木 義 茂
	副 査	教 授	藤 本 聡
	副 査	教 授	石 渡 晋 太 郎
論文審査の結果の要旨 本論文は磁気スキルミオンと呼ばれるトポロジカルに保護された磁気構造の物性に関するものである。スキルミオンは直径数μmから数nmの微小な磁区であり粒子のようにふるまう。これまで、スキルミオンを電流やスピン流により駆動する基礎研究や、メモリーなどに応用する研究が行われてきた。しかし、電流やスピン流による駆動には比較的大きなエネルギーが必要となる。これに対して本論文ではスキルミオンのブラウン運動に着目した。スキルミオンは固体中で物質の移動なしにブラウン運動を示す稀有な系であり、この利用によりブラウニアン計算器といった超低消費電力回路が可能になると考えられる。 本論文では、まずアモルファス相や空气中でアニールする方法によりこれまでの10から100倍の拡散係数を示すスキルミオンの生成に成功した。さらに、磁気スキルミオンは濃度勾配と角度を持った方向に拡散するという特異な性質を示すことを実験的・理論的に明らかにした。このジャイロ拡散は拡散係数をテンソルとすることにより表現できること、さらに、速度・位置相関の測定により検出可能であることを見出した。 さらに、磁気スキルミオンが感じる有効なポテンシャルエネルギーを空間的に制御する素子加工法を開発した。具体的には集束イオンビームによる加工を用いることにより例えばエネルギーステップなどの構造を高い拡散係数を維持したまま作製可能であることを実証した。これらの結果は磁気スキルミオンの運動に関する基礎的な理解を与えたのみでなくブラウニアン回路などの応用の実現のための基礎となると考えられる。実験は根気強く行われており、理論的な取り扱いも適切である。以上から、本論文を博士(理学)の学位論文として価値のあるものと認める。			