

## Study on heat transports in metallic nanostructures using magneto-thermoelectric effects

エムディ, カムルザマン

<https://hdl.handle.net/2324/4495994>

---

出版情報 : Kyushu University, 2021, 博士 (理学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :

氏 名	Md Kamruzzaman				
論 文 名	Study on heat transports in metallic nanostructures using magneto-thermoelectric effects (磁気熱電効果を用いた金属ナノ構造における 熱輸送に関する研究)				
論文調査委員	主 査	九州大学	理学研究院	教 授	木村 崇
	副 査	九州大学	理学研究院	教 授	和田 裕文
	副 査	九州大学	システム情報科学研究院	教 授	湯浅 裕美
	副 査	九州大学	理学研究院	准教授	光田 暁弘

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

近年の微細加工技術の進展に伴い、強磁性金属薄膜や多層膜の微細構造における新奇な電気伝導現象が数多く報告されているが、同構造におけるナノスケール領域での熱伝導現象の理解の重要性が増している。これらの薄膜や微細構造は、一般にシリコンなどの半絶縁性基板上に作製されるが、電気的絶縁性の高い基板においても熱が伝わるため、微細構造周辺で熱流が複雑となり、定量的な熱伝導の解析が困難になる。その一方で、近年のスピン트로ニクス分野の進展に伴い、スピン流と熱流の相互作用に注目が集まり、それらに関連した新奇な熱伝導現象が相次いで報告されている。しかしながら、それらの系の解析においては、熱流が単純化されており、ナノ構造特有の複雑な熱の流れが十分考慮されていない。これらに加えて、磁性体中では、磁化状態に応じて熱の流れが変化する磁気熱電効果の存在が知られており、新奇なスピン熱電現象の詳細な起源に関する曖昧さが指摘されていた。このような観点から、本論文では、各種のスピン트로ニクスデバイス構造における磁気熱電効果の重要性を定量的に考察し、それらの物質依存性、温度依存性を詳細に調べている。

本研究者は、最初に、スピン트로ニクスデバイスの典型であるスピンバルブ構造における磁気熱電効果に着目した実験を行い、複数の電圧端子から得られるゼーベック電圧の磁場依存性を系統的に調べ、数値計算と対比することで、シリコン基板を介した熱流の定量化、およびゼーベック係数のスピン依存性の定量的算出に成功している。次に、前の実験で得られた基板を介した熱伝導に関する知見を活用して、強磁性金属ナノ細線における磁気熱電効果の定量的解析を目指した実験を行い、ゼーベック係数の磁気異方性、および異常ネルンスト係数の定量的算出に成功している。さらに、磁気熱電信号の磁場方向依存性を解析することで、金属磁性細線周辺の三次元熱流分布の解析が可能となることも見出している。最後に、同研究者は、各種スピン트로ニクスデバイスにおける磁気熱電現象の温度依存性、及び物質依存性を詳細に調べ、物質に依存した特徴的温度で、異方性磁気ゼーベック係数の磁場依存性の符号が反転することを実験的に見出している。

以上の結果は、微細構造における基板を介した熱流の影響を明らかにし、それに付随する磁気熱電現象の定量的理解を可能にした研究であり、スピン트로ニクス分野において価値ある業績と認められる。よって、本研究者は博士（理学）の学位を受ける資格があるものと認める。