

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2010

課題番号：19540371

研究課題名（和文） カイラル磁性体におけるスピン位相制御の理論

研究課題名（英文） Theory of spin phase control in chiral helimagnets

研究代表者 岸根順一郎（KISHINE JUN-ICHIRO）

九州工業大学工学研究院准教授

研究者番号：80290906

研究代表者の専門分野：物性理論

科研費の分科・細目：物性 II

キーワード：(1) カイラル磁性体 (2) スピントロニクス (3) 磁気キルク格子 (4) スピントルク転送 (5) ソリトン励起 (6) カイラリティ (7) 結晶対称性 (8) 磁性表現論

#### 1. 研究計画の概要

カイラルらせん磁性体を舞台として、スピンのマクロ位相を制御し、磁気情報伝送デバイスとして活用する道を拓くための基礎研究を遂行する。

#### 2. 研究の進捗状況

過去3年間の間に、カイラルらせん磁性体特有の新規物性を明らかにした。特に、カイラルソリトン格子を電子スピン共鳴で検出する方法の提案は全く新しいものである。また、伝導性カイラル磁性体では、スピン偏極電流によってソリトン格子を滑走させることが可能であることを明らかにした。その滑り伝導度の解析計算に成功した。

#### 3. 現在までの達成度

□当初の計画以上に進展している。

（理由）伝導性カイラル磁性体において、伝導バンドのフィリングを変えることでソリトン格子の伝導方向が反転する現象を見出した。これは理論計算によって初めて明らかになったものであり、当初全く予期しなかったものである。

#### 4. 今後の研究の推進方策

理論研究の成果と実験研究を結び付け、予言された効果の検出を図る。これによって、クリーンかつ低エネルギー消費型スピントロニクスデバイスとしてカイラル磁性体が利用できることを明らかにしていく。

#### 5. 代表的な研究成果

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線）

〔雑誌論文〕（計17件）

(1) Adiabatic and nonadiabatic spin transfer torques in the current driven magnetic domain wall motion, J. Kishine and A.S.Ovchinnikov Phys. Rev. B 81, Issue 13(2010)

(2) Field-like spin-transfer torque in chiral helimagnet, I.V. Proskurin, A.S.Ovchinnikov and J. Kishine

To appear in JETP

(3) Spin resonance in chiral helimagnet,

J. Kishine and A.S.Ovchinnikov

Phys. Rev. B 79, 220405(R) (2009),

(4) Magnetic soliton transport over topological spin texture in chiral helimagnet with strong easy-plane anisotropy,

A.B.Borisov, J. Kishine, I.G.Bostrem, and A.S.Ovchinnikov

Phys. Rev. B 79, 134436 (2009).

(5) Giant non-linear magnetic response in a molecule-based magnet,

M. Mito, K. Iriguchi, H. Deguchi, J. Kishine, K.

Kikuchi, H. Osumi, Y. Yoshida and K. Inoue

Phys. Rev. B 79, 012406 (2009)

(6) Hidden Galilean symmetry, conservation laws and emergence of spin current in the soliton sector of chiral helimagnet,

I.G. Bostrem, J. Kishine, R. V. Lavrov, A.S.

Ovchinnikov,

Phys. Lett. A 373, 558(2009), arXiv:0810.2583

(7) Theory of spin current in chiral helimagnet,

I.G. Bostrem, J. Kishine, A.S. Ovchinnikov,

Phys. Rev. B 78, 064425 (2008).  
(8) Chiral helimagnetism in  $T1/3NbS_2$  ( $T=Cr$  and  $Mn$ ),  
Y. Kousaka, Y. Nakao, J. Kishine, M. Akita, K. Inoue and J. Akimitsu,  
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A, Volume 600, Issue 1, 21 February 2009, Pages 250-253  
(9) “Transport spin currents by a moving kink crystal in chiral helimagnets,”  
I.G. Bostrem, J. Kishine, and A. S. Ovchinnikov,  
Phys. Rev. B 77, 132405 (2008).  
(10) “Commensurate to Incommensurate Transition in the Chiral Helimagnet  $CuB_2O_4$ ,”  
T. Fujita, Y. Fujimoto, S. Mitsudo, T. Idehara, T. Saito, Y. Kousaka, S. Yano, J. Akimitsu, J. Kishine, K. Inoue, and M. Motokawa,  
J. Phys. Soc. Jpn. 77, 053702 (2008).  
(11) “Spin solitons and spin waves in chiral and racemic molecular based ferrimagnets,”  
R. Morgunov, M. V. Kirman, K. Inoue, Y. Tanimoto, J. Kishine, A. S. Ovchinnikov, and O. Kazakova  
Phys. Rev. B 77, 184419 (2008).  
(12) “Spin solitons and waves in chiral molecular ferrimagnets,”  
R. B. Morgunov, M. V. Kirman, V. L. Berdinskiĭ, K. Inoue, and J. Kishine,  
JETP Letters, 107, p. 74 (2008).  
(13) “Chiral Magnetic Ordering and Commensurate-to-incommensurate Transition in  $CuB_2O_4$ ,”  
Y. Kousaka, S. Yano, J. Kishine, Y. Yoshida, K. Inoue, K. Kikuchi, and Jun Akimitsu,  
J. Phys. Soc. Jpn. 76, No.12 (2007).  
(14) “Chiral Effects on Magnetic Properties for Chiral and Racemic  $WVCuII$  Prussian Blue Analogues,”  
H. Higashikawa, K. Okuda, J. Kishine, N. Masuhara, K. Inoue,  
Chemistry Letters 36, 1022 (2007).  
(15) “Static and dynamical anomalies caused by chiral soliton lattice in molecular-based chiral magnets,”  
J. Kishine, K. Inoue, and K. Kikuchi,  
J. Magn. Magn. Mater. 310, 1386 (2007).  
(16) “Chiral Magnetic Ordering and Commensurate-to-incommensurate Transition in  $CuB_2O_4$ ,”  
Y. Kousaka, J. Kishine, S. Yano, and J. Akimitsu,  
J. Magn. Magn. Mater. 310, 463(2007).  
(17) “Effect of pressure on a chiral two-dimensional ferrimagnet,”  
K. Iriguchi, Y. Komorida, I. Akimiya, M. Mito, J. Kishine, H. Deguchi, Y. Yoshida and K. Inoue,  
J. Phys. Soc. Jpn. 76, Supplement A, p.192 (2007).

〔学会発表〕 (計 7 件)

- (1) 岸根順一郎、「磁壁運動の電流駆動における断熱トルクと非断熱トルクの起源」  
日本物理学会 (2010年3月20日、岡山大学)
- (2) 岸根順一郎「偏極ビームで探る構造と磁性のカイラリティ」(CMRC研究会「関連電子と構造物性」2010年2月23日 高エネルギー加速器研究機構)
- (3) 岸根順一郎「磁壁運動の正準理論について」(日本物理学会 2009年9月27日 熊本大学)
- (4) 岸根順一郎「カイラルらせん磁性体のESRで見えるキック格子フォノン共鳴」  
(日本物理学会 2009年9月28日 熊本大学)
- (5) 岸根順一郎「Theory of spin current in chiral helimagnet」(AQM2008、2008年10月)  
東京大学
- (6) 岸根順一郎「カイラル磁性体におけるスピントロニクスの理論」(日本物理学会 2009年3月立教大学)
- (7) 岸根順一郎「Spin Dynamics in Chiral Magnets」(ISSP Workshop / COE21 "QUESTS" 7th International Workshop 2007年5月22日 東京大学物性研究所)

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
該当なし