

令和元年5月31日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K06716

研究課題名(和文) スピン熱伝導現象を利用した高熱伝導物質の開拓と機構解明

研究課題名(英文) Development and Mechanism Elucidation of the Highly Thermal Conducting Materials using the Spin Heat Transport Phenomena

研究代表者

川股 隆行 (KAWAMATA, Takayuki)

東北大学・工学研究科・助教

研究者番号：00431601

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：大きな磁気励起子による熱伝導、所謂、スピンによる熱伝導を利用した新しい絶縁性高熱伝導材料が期待されている。そこで、スピンによる熱伝導を持つ新しい物質の開発とその機構を解明すること目的として、鉄酸塩化物 $\text{Ca}_2\text{FeO}_3\text{Cl}$ と鉄酸化物 LaSrFeO_4 の研究を行った。 $\text{Ca}_2\text{FeO}_3\text{Cl}$ の単結晶は育成できなかったが、 LaSrFeO_4 の単結晶育成に成功した。その熱伝導率を測定した結果、大きなスピンによる熱伝導を観測し、高熱伝導材料への指針と新しいスピンによる熱伝導機構の知見を得ることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

大きなスピンによる熱伝導を持つ新しい物質を発見することができた。これにより、今まで考慮されていなかった物質群においても、大きなスピンを持つ可能性が示された。さらに、新しいスピンによる熱伝導機構の知見を得ることができ、大きなスピンによる熱伝導を持つ物質の新しい指針を得ることができた。以上により、本研究は、絶縁性高熱伝導材料への応用に貢献する社会的意義があり、スピンによる熱伝導機構解明に向けての学術的意義がある。

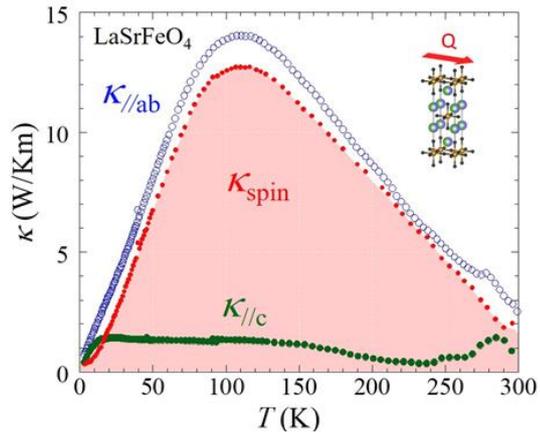
研究成果の概要(英文)： A new insulating highly thermal conducting material using the large thermal conductivity due to magnetic excitons, so-called thermal conductivity due to spins, is expected. Accordingly, the studies of $\text{Ca}_2\text{FeO}_3\text{Cl}$ and LaSrFeO_4 were performed to develop and investigate new materials with the large thermal conductivity due to spins.

Although the single crystal of $\text{Ca}_2\text{FeO}_3\text{Cl}$ was not obtained, the single crystal of LaSrFeO_4 was successfully obtained. As a result of the thermal conductivity measurements, the large thermal conductivity due to spins was observed and obtained the new guideline to a highly thermal conducting material and the knowledge of mechanism of the thermal conductivity due to spins.

研究分野：材料工学・物性物理学

キーワード：スピンによる熱伝導 2次元スピン系 鉄酸塩化物 鉄酸化物 単結晶育成

LaSrFeO_4 κ_{spin} b c 110K
 b^* [6~ $S = 1/2$ b040
 La_2CuO_4 κ_{spin} b 300
 In 26WS Gb#
 LaSrFeO_4 b7K 5h8
 $J @ \sim 85\text{K}$ La_2CuO_4 $\sim 1000\text{K}$ mZ
 ISu [6~ \)1=YES K
 J 840
 κ_{spin} CWZ
 κ_{spin} bqE c 12W/Km [6~
 $S = 1/2$ b04E G%E (0{
 IS16WSG€
 κ_{spin} b qE S
 S S \ S
 $J @ _$ APD
 κ_{spin} b S MSuc\$
 Itm• 0[[6•



LaSrFeO_4 κ_{spin} b c 110K
 κ_{spin} b 300
 κ_{spin} b qE S
 κ_{spin} b S MSuc\$
 κ_{spin} b 300
 κ_{spin} b qE S
 κ_{spin} b S MSuc\$
 κ_{spin} b 300
 κ_{spin} b qE S
 κ_{spin} b S MSuc\$

3 se ...

□ □ 2 6

[1] --. M. Ohno, T. Kawamata, M. Akoshima, and Y. Koike
 Thermal Conductivity due to Spins in the Two-Dimensional Spin System $\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_4\text{Cl}_2$
 Journal of the Physical Society of Japan (in press)
 16~
 [2] --. T. Kawamata, H. Nagasawa, K. Naruse, M. Ohno, Y. Matsuoka, Y. Hagiya, M. Fujita, T. Sasaki, and Y. Koike
 Thermal Conductivity due to Spins in the Frustrated Two-Leg Spin Ladder System BiCu_2PO_6
 Journal of the Physical Society of Japan **87** (2018) 074702 (1-5)
 B MG8 10.7566/JPSJ.87.074702
 16~
 [3] -- S D. Hirobe, T. Kawamata, K. Oyanagi, Y. Koike, E. Saitoh
 Generation of spin currents from one-dimensional quantum spin liquid
 Journal of Applied Physics **123**, 123903 (2018)
 BMG8 10.1063/1.5021022
 16~
 [4] -- S D. Hirobe, M. Sato, T. Kawamata, Y. Shiomi, K. Uchida, R. Iguchi, Y. Koike, S. Maekawa, E. Saitoh
 One-dimensional spinon spin currents
 Nature Physics **13**, (2017), 30-34
 16~

□ □ 2 6

[1] 42.(4" κ_{spin} b c $\text{Na}_3\text{Fe}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ bW R\$
 8Y % 72 G 2017 °
 [2] 42.(4" κ_{spin} b c CaFeO_2Cl E R\$
 8Y % $S = 5/2$ 2017 °
 [3] 42.(4" κ_{spin} b c $\text{Na}_3\text{Fe}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ bW R\$
 8Y % 2017 °

- [4] T. Kawamata, T. Endo, M Ohno, T Sasaki, Y Koike
 Thermal Conductivity and Magnetic Phase Diagram in the Quasi-One-Dimensional Frustrated Spin System $\text{Na}_3\text{Fe}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
 28th International Conference on Low temperature Physics (LT28), 2017
- [5] T. Kawamata, M. Ohno, M. Akoshima, Y. Koike
 Thermal conductivity due to spins in the two-dimensional quantum spin system $\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_4\text{Cl}_2$ with the Cu_3O_4 plane
 28th International Conference on Low temperature Physics (LT28), 2017
- [6] T. Kawamata, M. Ohno, M. Akoshima, Y. Koike
 Cu_3O_4 spin system in $\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_4\text{Cl}_2$
 72 G, 2017
- [7] T. Kawamata, M. Ohno, M. Akoshima, Y. Koike
 $S=1/2$ UOAs in $\text{Ba}_3\text{CoSb}_2\text{O}_9$ and CsCuCl_3
 72 G, 2017
- [8] T. Kawamata, M. Ohno, M. Akoshima, Y. Koike
 Sr_2CuO_3
 72 G, 2017
- [9] T. Kawamata, M. Ohno, M. Akoshima, Y. Koike
 Sr_2CuO_3
 72 G, 2017
- [10] T. Kawamata, M. Ohno, M. Akoshima, Y. Koike
 $\text{Na}_3\text{Fe}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
 71 G, 2016
- [11] T. Kawamata, K. Naruse, M. Ohno, M. Matsuoka, and Y. Koike
 Thermal Conductivity in Low-Dimensional Ising-Like and Frustrated Spin Systems
 3rd International Conference on Functional Materials Science 2016 (ICFMS 2016), 2016
- [12] T. Kawamata, M. Ohno, M. Akoshima, Y. Koike
 Thermal conductivity in $\text{Na}_3\text{Fe}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
 71 G, 2016
- [13] T. Kawamata, M. Ohno, M. Akoshima, Y. Koike
 Thermal conductivity in $\text{Na}_3\text{Fe}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
 71 G, 2016
- [14] T. Kawamata, M. Ohno, M. Akoshima, Y. Koike
 $\text{Na}_3\text{Fe}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
 71 G, 2016

6

4 2)

(1) 2(*
K

(2) 2*
K

↓ % c % b 0 \ 2i 2 01 % b x 2b b 1. _
 \ b 03. _ 0 2b _ 6 M 0 x 2i c 21 _ M