

平成22年 6月 3日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2008～2009

課題番号：20740186

研究課題名 (和文) 非共線スピン遍歴強磁性体の圧力誘起相転移と輸送特性

研究課題名 (英文) phase transitions induced by pressure and transport properties in ferromagnetic metal with non-collinear spins

研究代表者

井口 敏 (IGUCHI SATOSHI)

東京大学・大学院工学系研究科・助教

研究者番号：50431789

研究成果の概要 (和文)：

フラストレーション格子系における電荷・スピン結合系の物理を探索するため、モット転移系であるパイロクロア型モリブデン酸化物における超高压力効果を広範囲に調査した。その結果、この系では常圧下での基底状態に関わらず、圧力下では電子相関の強い常磁性金属状態が基底状態となることを発見した。この異常金属状態は外部圧力による反強磁性相互作用の増大とスピン・フラストレーションのために引き起こされると考えられる。

研究成果の概要 (英文)：

We have investigated the high pressure effect for the pyrochlore-type molybdates, which is the Mott transition system, to search for new spin-charge coupled phenomena in the geometrically frustrated lattices. It was found that a strongly correlated paramagnetic metal phase emerges under high pressures regardless of the ground state at ambient pressure. This anomalous metallic phase is considered as a result of the spin frustration due to the antiferromagnetic superexchange interaction enhanced by the external pressure.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：物性 II

科研費の分科・細目：強相関系

キーワード：磁気輸送特性、フラストレーション系、モット転移、圧力誘起相転移

## 1. 研究開始当初の背景

近年、スピン・フラストレーションなどによって引き起こされる非共線スピン構造を持つ電子系における、興味深い電子物性が発見されてきた。特に、スカラー・スピнкаイラ

リテーターまたはベリー位相による特異な異常ホール効果、ベクトル・スピнкаイラリテーターによる電気分極の発見等によって、スピン構造に由来する非自明な物性現象に関心が高まっていた。

## 2. 研究の目的

本研究ではそのような非自明なスピン構造を持つ系において、外部圧力によって電子間相互作用のパラメータを制御する事によって相転移を引き起こし、そのような磁気構造に由来する特異的な物性現象を、磁気輸送現象を通じて観測することが目的である。

## 3. 研究の方法

対象としたパイロクロア型モリブデン酸化物は、フローティング・ゾーン法によって良質単結晶を作製した。超高压力下での物性測定は産業技術総合研究所内の装置を共同利用し、最大 18GPa までの超高压力下での電気抵抗率、磁化率の測定を行った。また、同時に小型圧力セルによる測定系を立ち上げ、機動的な物質探索を行なった。

## 4. 研究成果

上記の測定等によって、バンド幅制御によるモット転移系であるパイロクロア型モリブデン酸化物の 10GPa 級の高压力下電子相図を得る事ができた。高压下の基底状態では、モット転移近傍において常磁性異常金属相が存在するらしい事は分かっていたが、本研究で広範囲に調査したことによって、その常磁性金属相は、常圧下でのモット転移近傍を基点として高压力下で広範囲に広がっていることが分かった。

この常磁性金属相はどの物質においても同様に Ioffe-Regel limit を超える高い電気抵抗率を示すことから、スピンプラストレートした異常常磁性状態であると考えられた。局在スピン間における反強磁性的な超交換相互作用と、伝導電子による強磁性的な二重交換相互作用の競合の結果、圧力下では局在スピンの反強磁性相互作用が増大する事が示唆されていたが、幾何学的フラストレーションによって反強磁性秩序が実現されず、非常に強くフラストレートした電子状態が実現されている可能性が示唆された。最近では、上記のようなシナリオによって同様の異常常磁性金属状態が得られるという理論研究の報告もある。

## 5. 主な発表論文等

(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 3 件)

① S. Iguchi, S. Kumakura, Y. Onose, S. Bordacs, I. Kezsmarki, N. Nagaosa, and Y. Tokura,  
Optical Probe for Anomalous Hall Resonance in Ferromagnets with Spin Chirality,

Phys. Rev. Lett. **103**, 267206 (2009).

② S. Iguchi, N. Hanasaki, M. Kinuhara, N. Takeshita, C. Terakura, Y. Taguchi, H. Takagi, and Y. Tokura,  
Emergence of a Diffusive Metal State with No Magnetic Order near the Mott Transition in Frustrated Pyrochlore-Type Molybdates, Phys. Rev. Lett. **102**, 136407 (2009).

③ Y. Tokunaga, S. Iguchi, T. Arima, and Y. Tokura,  
Magnetic-Field-Induced Ferroelectric State in DyFeO<sub>3</sub>, Phys. Rev. Lett. **101**, 097205-1-4 (2008).

[学会発表] (計 2 件)

① S. Iguchi, "Emergence of a Diffusive Metal State with No Magnetic Order near the Mott Transition in Frustrated Pyrochlore-Type Molybdates", AIST-RIKEN joint workshop 2008, 2009 年 3 月 5 日、沖縄県万国津梁館

② S. Iguchi, "Emergence of a Diffusive Metal State with No Magnetic Order near the Mott Transition in Frustrated Pyrochlore-Type Molybdates", "RIKEN Workshop on "Emergent Phenomena of Correlated Materials"、2009 年 12 月 3 日、理化学研究所・和光市

[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]

ホームページ等

[http://www.cmr.t.u-tokyo.ac.jp/members/  
each/iguchi.html](http://www.cmr.t.u-tokyo.ac.jp/members/each/iguchi.html)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

井口 敏 (IGUCHI SATOSHI)

東京大学・大学院工学系研究科・助教

研究者番号：50431789

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：