

## 研究課題別研究評価

### 1. 研究課題名: 二重交換強磁性体における光励起気磁性制御

### 2. 研究者名: 守友 浩

### 3. 研究のねらい

固体中の電子は電荷とスピンの属性を兼ね備えているが、従来から行われてきた物質との相互作用の研究は、電子の電荷としての側面のみに着目してきた。しかしながら、電子自体はスピンを持ちスピン系と強く相互作用することに注目するならば、励起により磁性を制御することが可能であると考えられる。

そこで、本研究では二重交換系マンガン酸化物を対象にして、光励起された伝導担体を媒介にした光によるスピン系の制御の可能性を探求する。これらの化合物は、化学的な元素置換により系に伝導担体を導入すると常磁性絶縁体から強磁性金属へ転移する。これは、伝導担体が局在スピン系と相互作用しながら動きまわることにより、強磁性的相互作用(二重交換相互作用)が誘起されるためである。そこで、強いパルス光照射により系に伝導担体を注入し、強磁性の発現、等の磁性の制御を目指す。

### 4. 研究結果及び自己評価

(1) マンガン酸化物の磁気相図: マンガン酸化物の光励起磁性制御を実現するためには、詳細な電子・磁気相図を作成する必要がある。そこで、磁化測定・電気抵抗測定・X線構造解析・中性子構造解析を通じて、電子・磁気相図を作成した。さらに、構造パラメータと磁気構造の関係を明らかにした。

(2) ハーフメタル化合物の電子構造: マンガン酸化物の光励起磁性制御を実現するためには、特異な電子構造を明らかにする必要がある。そこで、可視光領域の反射光学系を立ち上げ、マンガン酸化物を代表とするハーフメタル化合物の電子構造を明らかにした。

(3) マンガン酸化物の光誘起効果: 光励起により、マンガン酸化物膜の透過率や抵抗率を制御できることが分かった。「マンガン酸化物の光の透過率・電氣的伝導率の制御方法」の特許を申請した。

(4) 混合原子価金錯体の光誘起効果: 光励起により、混合原子価金錯体の一次相転移を誘起できることが分かった。さらに、相転移のダイナミクスを解明した。

(5) マンガン酸化物の相分離状態: マンガン酸化物の電子・磁気相図の作成の過程で、この物質系が相分離現象を示すことが分かってきた。この現象の研究は、マンガン酸化物の巨大磁気抵抗効果の機構解明に繋がる。

(6) 二重ペロブスカイト型モリブデン化合物: ハーフメタル強磁性体である二重ペロブスカイト型モリブデン固溶体結晶を育成し、その物性を詳細に調べた。室温で磁気抵抗効果を見出した。「無

「無粒界型磁気抵抗効果素材及びその製造方法」の特許を申請した。

## 自己評価

この3年間の研究により、研究計画に打ち出したほぼ全ての項目の研究を行うことができ、十分な研究成果が得られた。特に、マンガン酸化物膜の抵抗率の光制御では、変化率が70%と大きいため、光センサー等に使用できる可能性がある。今後、この方向の開発研究を推進する価値は、充分ある。この開発研究のカギとしては、

- 1) 膜の構造・磁気構造を制御: 酸化物超格子膜や層状マンガン酸化物膜を作成することにより、スピン系の次元性を下げる。これにより、スピン系の緩和時間が増大し、光応答の感度が実効的に大きくなると期待される。
- 2) 円偏光を用いたスピンの選択励起: スピンを選択励起することにより、常磁性相から強磁性相への相転移を誘起する。この現象を利用すれば、より高温での光スイッチが可能となる。この二つがあげられると思う。いずれの研究課題も、十分な成果が期待できる。

## 5. 領域総括の見解:

日本での代表的な物性科学研究である酸化物高温超伝導体の研究グループ(東大工・十倉好紀教授ら)の中で育ってきた少壮研究者で、Mn酸化物に焦点を定めて、その特徴的な物性の発現機構を解明し、その知見に基づいて、さらに高度な機能性(光による磁性制御など)を有する物質合成や薄膜作製を精力的に行ってきた。本研究領域の第1期研究者で、類似の観点から研究してきた鹿野田一司氏の研究スタイルとは異なり、基礎物理研究の枠を意図的に飛び越えて、応用分野に新しいインパクトを与えようという意欲が顕著である。この点が本研究の特徴であり、その熱意に応じた成果はそれなりに評価できるが、同時に、研究結果の厳しい吟味・検討の努力も将来の発展にとっては必要であろう。

## 6. 主な論文及び特許

### (1)に関するもの

1. T. Akimoto, Y. Maruyama, Y. Moritomo, A. Nakamura, K. Hirota, K. Ohoyama and M. Ohashi  
Antiferromagnetic metallic state in doped manganites  
Phys. Rev. B57 R5594 - R5597 (1998)
2. T. Akimoto, Y. Moritomo, A. Nakamura and N. Furukawa,  
Observation of anomalous single-magnon scattering in half-metallic ferromagnets  
Phys. Rev. Lett.85, 3914 - 3917 (2000)
3. Y. Moritomo and M. Itoh,  
Chemical pressure control of the spin-valve functionality in La<sub>1.4</sub>Sr<sub>1.6</sub>Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>  
Phys. Rev. B59, 8789 - 8794 (1999).
4. Y. Moritomo, K. Ohoyama and M. Ohashi,