

戦略的国際科学技術協力推進事業（日本－英国研究交流）

1. 研究課題名：「極限条件を用いた新規機能性酸化物の探索」
2. 研究期間：平成 21 年 4 月～平成 24 年 3 月
3. 支援額： 総額 19,499 千円（中、間接経費 1,771 千円）
4. 主な参加研究者名：

日本側（研究代表者を含め 6 名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	島川 祐一	京都大学・化学研究所	教授
研究者	齊藤 高志	京都大学・化学研究所	助教
研究者	菅 大介	京都大学・化学研究所	助教
研究者	Wei-tin Chen	京都大学・化学研究所	PD
研究者	東 正樹	東工大・応セラ研	教授
研究者	廣井 善二	東京大学・物性研究所	教授
参加研究者 のべ 17 名			

英国側（研究代表者を含め 6 名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	J. P. Attfield	CSEC, U. of Edinburgh	教授
研究者	J. W. Boss	CSEC, U. of Edinburgh	講師
研究者	A. Kusmartseva	CSEC, U. of Edinburgh	研究員
研究者	M. Senn	CSEC, U. of Edinburgh	学生
研究者	A. Sinclair	CSEC, U. of Edinburgh	学生
研究者	A. Huxley	CSEC, U. of Edinburgh	教授
参加研究者 のべ 28 名			

5. 研究・交流の目的

本研究交流では、エレクトロニクス、及びスピントロニクスへの応用を見据えた新規機能性酸化物の創成を目指す。近年発展の著しい高圧合成や単結晶薄膜合成を用いることで準安定物質の合成を試み、得られた新物質の構造・物性を明らかにすることを進める。特に、日本側の高圧合成技術と、英国側の中性子回折を中心とする結晶構造解析・磁気構造解析技術を組み合わせ、協力して機能性新物質の構造・物性評価に注力して研究を行う。また、本研究交流では、若手の研究滞在などを通じて人的交流と人材育成にも積極的に取り組む。

6. 研究・交流の成果

6-1 研究の成果

本研究課題では、特に日英両国の高圧装置を用いた新物質の探索とその評価を重要な研究課題とし、装置の相互利用と技術情報交換を含めた研究交流を進めてきた。

日本側の研究で見出された幾つかの新しい遷移金属酸化物については、英国、及び、欧州の放射光 X 線や中性子などの大型実験施設を利用して、英国側を中心とする構造解析技術を用いることで、詳細な結晶構造や磁気構造を明らかにすることができた。特に、A サイト秩序型ペロブスカイト構造酸化物や、Bi ペロブスカイト酸化物では、負の熱膨張などの機能特性と関連した構造変化を解明するなどの成果が得られた。これらの主要な研究成果は、共著論文として国際学術誌に投稿し、掲載された。また、

新物質合成の試みのもう一つは、原子レベルでの成長制御により、基板からの歪みや人工超格子構造などを利用した薄膜材料合成である。低温還元による酸化状態制御に注目し、鉄酸化物における酸素イオンの拡散制御に成功した。薄膜材料研究では、共通分野である固体化学の視点から広く議論を行ってきた。

本研究交流により確立した技術交流は今後も継続し、エレクトロニクス、スピントロニクス応用を目指した機能性酸化物に関する共同研究を引き続き展開していく予定である。

## 6-2 人的交流の成果

日英（欧州）両国での放射光 X 線や中性子などの大型実験施設の相互利用において若手研究者が多数参加することができ、多くの実効的な交流と共同研究を進展させることができた。また、実験に前後して、日英両国の研究室での短期滞在を行い、実験結果の解析の他、最新の技術情報、研究進捗に関する議論を進めることもできた。特に、博士後期課程の学生を対象には、1~3 ヶ月程度の長期研究滞在を実現した。さらに、英国エジンバラ大学で博士課程を終了した学生をポスドクとして、京都大学化学研究所、及び東京大学物性研究所で採用した。

研究進捗や成果については、毎年両国で研究会、報告会を開催して技術交流や共同研究を進展させてきた。また、本国際研究協力プログラムで同時採択された他のプロジェクトと合同での国際会議も開催した。

これらの交流実績は、2012 年度にエジンバラ大学が英国-Pacific 研究協力プロジェクトとして発展させる他、引き続き、国際共同研究として展開していく予定である。

## 7. 主な論文発表・特許等（5 件以内）

相手国側との共著論文については、その旨を備考欄にご記載ください。

論文 or 特許	・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 ・特許の場合： 知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、 出願番号、出願人、発明者等	備考
論文	M. Mizumaki, W. T. Chen, T. Saito, I. Yamada, <u>J. P. Attfield</u> , and <u>Y. Shimakawa</u> “Direct observation of the ferrimagnetic coupling of A-site Cu and B-site Fe spins in charge-disproportionated $\text{CaCu}_3\text{Fe}_4\text{O}_{12}$ ” <i>Phys. Rev. B</i> , <b>84</b> , 094418 (2011).	共著論文
論文	M. Azuma, W. T. Chen, H. Seki, M. Czepki, S. Olga, K. Oka, M. Mizumaki, T. Watanuki, N. Ishimatsu, N. Kawamura, S. Ishiwata, M. G. Tucker, <u>Y. Shimakawa</u> , and <u>J. P. Attfield</u> “Colossal negative thermal expansion in $\text{BiNiO}_3$ induced by intermetallic charge transfer” <i>Nature Comm.</i> , <b>2</b> , 347 (2011).	共著論文  新聞報道
論文	T. Saito, W. T. Chen, M. Mizumaki, A. Agui, <u>J. P. Attfield</u> , and <u>Y. Shimakawa</u> “Magnetic coupling between A' and B sites in A-site-ordered perovskite $\text{BiCu}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$ ” <i>Phys. Rev. B</i> , <b>82</b> , 024426 (2010).	共著論文
論文	W. T. Chen, Y. W. Long, T. Saito, <u>J. P. Attfield</u> , and <u>Y. Shimakawa</u> “Charge transfer and antiferromagnetic order in the A-site-ordered perovskite $\text{LaCu}_3\text{Fe}_4\text{O}_{12}$ ” <i>J. Mater. Chem.</i> , <b>20</b> , 7282 (2010).	共著論文
論文	K. Oka, M. Azuma, W. T. Chen, H. Yusa, A. A. Belik, E. Takayama-Muromachi, M. Mizumaki, N. Ishimatsu, N. Hiraoka, M. Tsujimoto, M. G. Tucker, <u>J. P. Attfield</u> , and <u>Y. Shimakawa</u> “Pressure-induced spin-state transition in $\text{BiCoO}_3$ ” <i>J. Am. Chem. Soc.</i> , <b>132</b> , 9438 (2010).	共著論文