

Project3: ナノ構造解析に基づいたスピン伝導物質

研究代表者: 浅香 透(物質工学専攻・助教)

研究分担者: 田中 雅章(機能工学専攻・助教)

プロジェクト参加学生:

漆原 大典(物質工学専攻・博士前期課程 2 年・単結晶育成および X 線構造解析)

工藤 竜成(物質工学専攻・博士前期課程 2 年・単結晶構造解析と物性測定)

武田 誠也(物質工学専攻・博士前期課程 1 年・スピン伝導物質の合成と物性測定)

中川 浩次(機能工学専攻・博士前期課程 1 年・強磁性絶縁体薄膜の作製・評価)

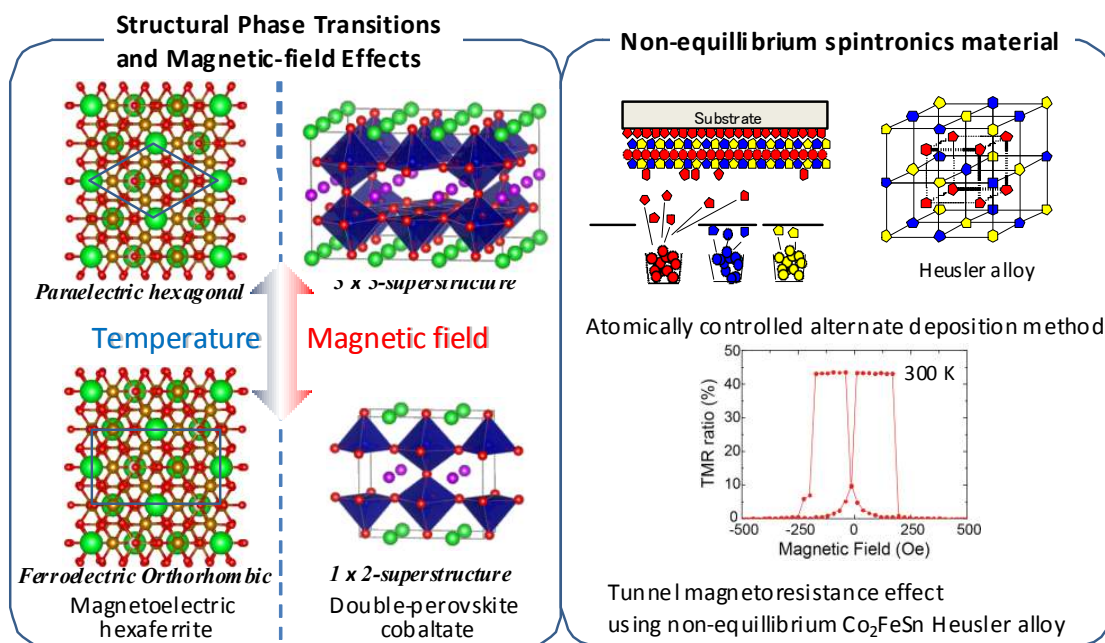
前崎 大輔(機能工学専攻・博士前期課程 1 年・強磁性金属薄膜の作製・評価)

研究成果の概要(和文):

特異な磁気構造をもったスピン伝導物質の開発のために、らせん磁気秩序をもち磁場誘起強誘電相転移を示す六方晶フェライトの結晶構造を電子回折法と単結晶 X 線回折法を用いて調べた。らせん磁気秩序に関係した変調構造と構造対称性低下の観測および構造解析に成功し、それらが六方晶フェライトの電気磁気効果に関係していると考えられた。またコバルトペロブスカイトにおいて常磁性状態での磁場誘起構造転移を見出した。磁気無秩序状態での磁場誘起構造転移は新しい固体物性である。

新しいスピントロニクス材料の開発を目的に、熱的に非平衡なホイスラー合金である Co_2FeSn 合金の作製を行った。構成する原子を 1 層ずつ積層させる原子層交互蒸着法を用いて $\text{MgO}(001)$ 基板上に基板温度 250°C で製膜することで内部磁場が一樣 Co_2FeSn 薄膜の作製に成功した。 Co_2FeSn を用いた磁気トンネル接合素子で、室温で 40% 以上のトンネル磁気抵抗比が得られた。以上のように非平衡な物質をスピントロニクスデバイスに用いることに成功した。

Developments of Spin Transport Materials
Based on Nano Structure Analyses



➡ Clues to Next-Generation Spin Transport Materials!

雑誌論文(計 6 件)

T. Asaka, X.Z. Yu, Y. Hiraoka, K. Kimoto, T. Hirayama, T. Kimura, Y. Matsui, "Lattice modulation induced by magnetic order in the magnetoelectric helimagnet $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{1.5}\text{Zn}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ ", Phys. Rev. B **83**, 130401 (2011).

T. Asaka, S. Mori, Y. Horibe, K. Takenaka, X.Z. Yu, T. Nagai, K. Kimoto, T. Hirayama, Y. Matsui, "Multiple-charge modulations in the ferromagnetic insulating state of lightly doped $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ ", Phys. Rev. B **83**, 174401 (2011).

T. Asaka, M. Nagao, T. Yokosawa, K. Kokui, E. Takayama-Muromachi, K. Kimoto, K. Fukuda, Y. Matsui, "Magnetocrystalline anisotropy behavior in the multiferroic BiMnO_3 examined by Lorentz transmission electron microscopy", Appl. Phys. Lett. **101**, 052407 (2012).

T. Asaka, N. Abe, T. Kudo, K. Fukuda, K. Kimoto, Y. Matsui, N. Ishizawa, T. Arima, "Structural phase transition and magnetic-field effect on the modulated structure in $\text{GdBaCo}_2\text{O}_{5+\delta}$ ($\delta < 0.5$)", Phys. Rev. Lett. **110**, 125502 (2013).

M. A. Tanaka, T. Hori, K. Mibu, K. Kondou, T. Ono, S. Kasai, T. Asaka, and J. Inoue, "Sign change of TMR ratio with temperature in epitaxial $\text{Fe/MgO/Co}_2\text{MnSn}$ magnetic tunnel junctions", J. Appl. Phys., **110**, 073905 (2011).

M. A. Tanaka, Y. Ishikawa, Y. Wada, S. Hori, A. Murata, S. Horii, Y. Yamanishi, K. Mibu, K. Kondou, T. Ono, S. Kasai, "Preparation of Co_2FeSn Heusler alloy films and magnetoresistance of $\text{Fe/MgO/Co}_2\text{FeSn}$ magnetic tunnel junctions", J. Appl. Phys. **111**, 053902 (2012).

学会発表(計 16 件)

T. Asaka, Y. Hiraoka, X.Z. Yu, K. Fukuda, K. Kimoto, T. Hirayama, Y. Matsui, T. Kimura, "Lattice modulation in the magnetoelectric hexaferrite $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{1.5}\text{Zn}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ examined by electron diffraction", 2011 Materials Research Society Fall Meeting, Boston, USA, 2011. 11.

T. Asaka, T. Kudo, K. Fukuda, Y. Matsui, T. Arima, N. Ishizawa, "Incommensurate-commensurate phase transition in $\text{GdBaCo}_2\text{O}_{5+\delta}$ ", APERIODIC 2012, Cairns, Australia, 2012. 9.

M. A. Tanaka, Y. Ishikawa, Y. Wada, S. Hori, A. Murata, K. Mibu, K. Kondou, T. Ono, and S. Kasai, "Local magnetism and magnetotransport properties of $\text{Fe/MgO/Co}_2\text{FeSn}$ magnetic tunnel junctions" 5th International Workshop on Spin Currents Sendai, Japan, 2011. 7.

S. Hori, M. A. Tanaka, Y. Ishikawa, Y. Wada, A. Murata, and K. Mibu, "Local magnetism of non-equilibrium Co_2FeSn Heusler alloy films prepared by atomically controlled alternate deposition" ICAME2011, Hyogo, Japan, 2011. 9.

M. A. Tanaka, Y. Ishikawa, Y. Wada, S. Hori, A. Murata, K. Mibu, K. Kondou, S. Kasai, T. Ono, "Local magnetism and electron transport properties of magnetic tunnel junctions using non-equilibrium Co_2FeSn Heusler alloy prepared by atomically controlled alternated deposition" 56th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, Arizona, USA, 2011. 11.

M. A. Tanaka, K. Mibu, K. Kondou, S. Kasai, T. Ono, J. Inoue, "Temperature - dependent sign - change of tunnel magnetoresistance in epitaxial $\text{Fe/MgO/Co}_2\text{MnSn}$ magnetic tunnel junctions" IUMRS-ICEM 2012, Yokohama, Japan, 2012. 7.

M. A. Tanaka, A. Murata, D. Maezaki, K. Mibu, "Crystal Structures and Local Magnetism of Co_2FeGe Heusler Alloy Films Prepared by Atomically Controlled Alternate Deposition" ICAUMS2012, Nara, Japan, 2012. 9.

浅香透, 福田功一郎, 張偉珠, 木本浩司, 石倉太志, 北川祐太朗, 木村剛「透過型電子顕微鏡法による Z 型六方晶フェライトの結晶・磁気構造解析」日本顕微鏡学会第 67 回学術講演会, 福岡, 2011 年 5 月.

浅香透「ローレンツ顕微鏡の物質科学への応用」電顕技術開発若手研究会 第 3 回ワークショップ, 名古屋, 2012 年 1 月.

工藤竜成, 浅香透, 阿部伸行, 有馬孝尚, 石澤伸夫, 福田功一郎「二重ペロブスカイト型コバルト酸化物における結晶構造相転移」日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会, 名古屋, 2012 年 12 月.

浅香透, 阿部伸行, 工藤竜成, 福田功一郎, 木本浩司, 松井良夫, 石澤伸夫, 有馬孝尚「A サイト秩序コバルトペロブスカイトの構造相転移とその磁場効果」第 51 回セラミックス基礎科学討論会, 仙台, 2013 年 1 月.

浅香透, 阿部伸行, 工藤竜成, 福田功一郎, 木本浩司, 松井良夫, 石澤伸夫, 有馬孝尚「 $\text{GdBaCo}_2\text{O}_{5+\delta}$ の構造相転移と磁場効果」日本物理学会第 68 回年次大会, 広島, 2013 年 3 月.

田中雅章, 堀紫織, 村田敦, 壬生攻, 平松 亮, 近藤浩太, 葛西伸哉, 小野輝男「原子層制御交互蒸着法で作製した非平衡 Co 系ホイスラー合金薄膜の局所磁性とトンネル磁気抵抗効果」第 35 回日本磁気学会講演会, 新潟, 2011 年 9 月.

堀紫織, 村田敦, 堀井翔, 徳岡良浩, 前崎大輔, 田中雅章, 壬生攻「原子層制御交互蒸着法で作製した非平衡 Co 系ホイスラー合金薄膜の局所磁性評価」IEEE Magnetics Society 名古屋支部若手研究会, 名古屋, 2012 年 2 月.

田中雅章, 堀紫織, 村田敦, 前崎大輔, 壬生攻, 平松亮, 近藤浩太, 葛西伸哉, 小野輝男「原子層制御交互蒸着法で作製した B2 および $L2_1$ 型非平衡 Co 合金薄膜の局所磁性と電気伝導特性」日本物理学会第 67 回年次大会, 西宮, 2012 年 3 月.

前崎大輔, 村田敦, 石井友章, 田中雅章, 平松亮, 小野輝男, 壬生攻「原子層制御交互蒸着法で作製した Co_2FeGe ホイスラー合金薄膜の局所磁性評価とトンネル磁気抵抗効果の測定」, 日本物理学会第 68 回年次大会, 広島, 2013 年 3 月.