

会場 D

領域3

D-1 新しいカゴメ格子物質磁性体の創製と新奇磁性解明

佐賀大工学系研究科^A, 九大工^B, 東大物性研^C 藤原理賀^A, 萩原雅人^A, 鄭旭光^A, 河江達也^B, 大原泰明^C

我々は、 $M_2(OH)_3X$ 【 $M=Mn\sim Cu; X=$ ハロゲン】フラストレーション物質群を系統的に研究してきた [1~4]。その中で clinoatacamite $Cu_2(OH)_3Cl$ は反強磁性長距離秩序した後、低温で長距離秩序とスピン揺らぎの共存状態へ転移する特異量子磁性が観察された [1]。一部の Cu を非磁性イオン Zn で選択置換したカゴメ格子物質 $ZnCu_3(OH)_6Cl_2$ ではスピン液体状態が報告された [5]。カゴメ格子物質の特異磁性は注目されているが、実在する物質はまだ少ない。我々は $Co^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}$ スピン系カゴメ格子物質の創製を目指し、成功した。 $MgFe_3(OH)_6Cl_2$ は母体物質 [3] より 1K 高い温度で反強磁性転移し、 $MgCo_3(OH)_6Cl_2$ ではスピン液体状態が見られ、Heisenberg と Ising スピン系では劇的に異なる磁性を示した。詳細は当日報告する。

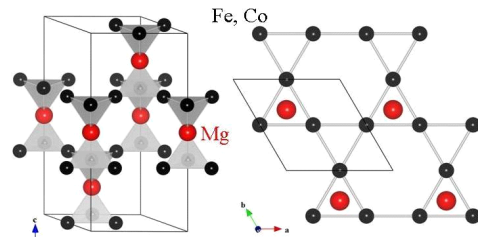


図1 : $Co_2(OH)_3Cl$, $Fe_2(OH)_3Cl$ の三角格子面上の磁性イオンを非磁性の Mg^{2+} イオンで完全置換したパーフェクトカゴメ格子。

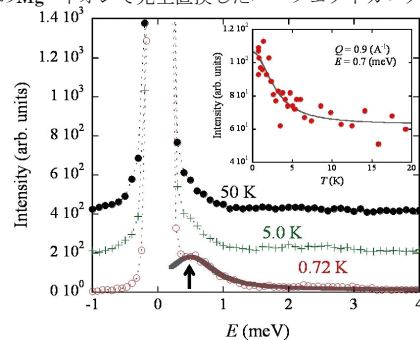


図2 : 中性子非弾性散乱の結果。5K以下で短距離相関とスピン揺らぎを示すスピン液体状態（図中矢印）が出現した。

[1] X.G. Zheng *et al.*, PRL, **95**, 057201 (2005). [2] X.G. Zheng *et al.*, PRL, **97**, 247204. (2006) [3] M. Fujihala *et al.*, PRB **82**, 024425 (2010). [3] M. Hagihala *et al.*, PRB **82**, 214424 (2010). [5] P. Mendels *et al.*, PRL **98** 077204 (2007).

D-2

新しいハイゼンベルグスピнкаゴメ格子物質 $\text{MgMn}_3(\text{OH})_6\text{Cl}_2$ の創製と磁性解明

佐賀大理工^A, 佐賀大工学系研究科^B, 九大工^C 吉永征矢^A, 藤原理賀^B, 鄭旭光^B, 河江達也^C

佐賀大グループは、3d 磁気イオンからなる $M_2(\text{OH})_3X$ [$M=\text{Fe,Co,Ni,Cu}$; $X=\text{Cl,Br}$] フラストレーション物質群を研究してきた [1-5]。その中で四面体構造を持つ物質では磁性イオンが歪みのないパーフェクトカゴメ格子面と三角格子面を成す。三角格子サイトに非磁性イオンである Mg^{2+} を選択置換することで歪みのないパーフェクトカゴメ格子の創製に成功した。これまでに $\text{MgCo}_3(\text{OH})_6\text{Cl}_2$ 、 $\text{MgFe}_3(\text{OH})_6\text{Cl}_2$ の創製に成功し、今回は新たに $\text{MgMn}_3(\text{OH})_6\text{Cl}_2$ の創製に成功した。構造解析結果から site disorder はわずか 2% であり、理想的な Mn^{2+} 古典的ハイゼンベルグスピンのモデル物質であることがわかった。 $T_N=8\text{K}$ で反強磁性が見られ、母体物質 [3] よりも約 5K 転移温度が上昇した。詳細は当日報告する。

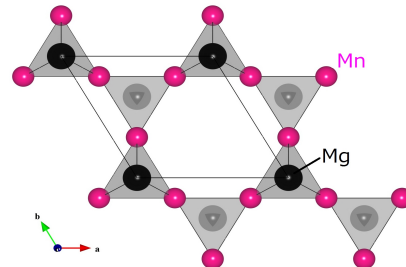


図1: $\text{MgMn}_3(\text{OH})_6\text{Cl}_2$ の結晶構造。 Mn^{2+} イオンが歪みのないパーフェクトカゴメ格子を形成している。

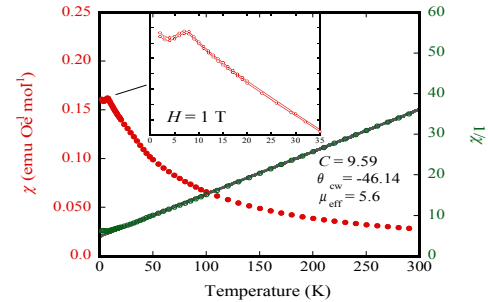


図2: 磁化率測定の結果。 $T_N = 8\text{K}$ で反強磁性相転移が見られる。

[1] X.G. Zheng *et al.*, PRL. 95, 057201 (2005). [2] X.G. Zheng *et al.*, PRL. 97, 247204 (2006). [3] M. Hagihala *et al.* Condens. Matter 19, 145281 (2007). [4] M. Fujihala *et al.*, PRB 82, 024425 (2010). [5] M. Hagihala *et al.*, PRB 82, 214424 (2010).

D-3

新しい量子磁性物質 $\text{Cu}(\text{OH})\text{Cl}$ の新奇磁性

佐賀大学大学院工学系研究科^A, 九州大学工学研究院^B 北島成人^A, 藤原理賀^A, 鄭旭光^A, 河江達也^B

我々は、3d 磁気イオンからなる $M_2(\text{OH})_3X$ [$M=\text{Cu,Ni,Co,Fe,Mn}$ $X=\text{Cl,Br}$] 物質群の幾何学的フラストレーションを研究しており、いくつかの物質において特異な磁気状態が存在することを発見した [1][2][3][4]。本研究では、 $M_2(\text{OH})_3X$ と同じ水酸化ハロゲン化物であり磁性イオンが図1のような三角格子を形成する $\text{Cu}(\text{OH})\text{Cl}$ に着目し、創製及び単結晶育成と磁性測定を行った。磁化率と比熱測定からフラストレーションが存在し、 $T_N = 12\text{K}$ で反強磁性転移することが分かった (図2)。また、比熱で $T = 4\text{K}$ に異常があり、磁化率も異常上昇を示し、低温で新奇量子磁性の可能性を示唆した。更に磁気転移と同時に誘電率異常も観察され、磁気秩序と強誘電秩序が共存するマルチフェロの可能性が考えられる。

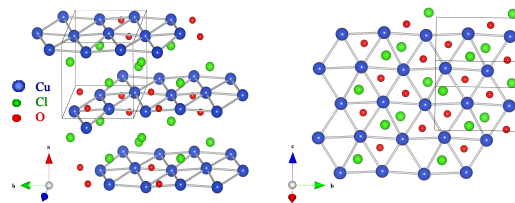


図1 $\text{Cu}(\text{OH})\text{Cl}$ における三角格子構造

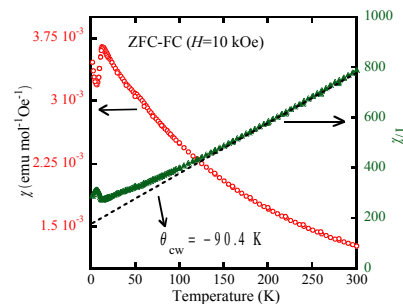


図2 磁化率測定の結果

[1] X.G. Zheng, *et al.* PRL. 95, 057201 (2005)
 [2] X.G. Zheng, *et al.* PRL. 97, 247204 (2006)
 [3] M. Hagihala, *et al.* PRB. 82, 214424 (2010)
 [4] M. Fujihala, *et al.* PRB. 82, 024425 (2010)

D-4 異形体構造を持つパイロクロア型格子反強磁性体 $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ の磁場中比熱測定

九大院工^A, 佐賀大理工^B 諸富大樹^A, 稲垣祐次^A, 河江達也^A, 藤原理賀^B, 萩原雅人^B, 鄭旭光^B

$\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ は異なる複数の結晶構造を持つ異形体であり、その中の一種 *atacamite* は Cu^{2+} が頂点共有型の四面体構造を取る $S = 1/2$ 量子スピン系フラストレート磁性体である。 $T_N = 9\text{K}$ で反強磁性転移する一方、ミュオンによる測定では T_N 以下では長距離秩序を示す信号が見られないことが報告され興味深い振る舞いを示している。図1に *atacamite* の磁場中比熱測定の結果を示すが、ゼロ磁場では $T = 8\text{K}$ でピークが見られ、またその磁場依存性は非常に小さく、スピンの強い揺らぎを示唆している。当日では他の測定結果や *clinoatacamite* との比較などから *atacamite* の磁性について発表する。

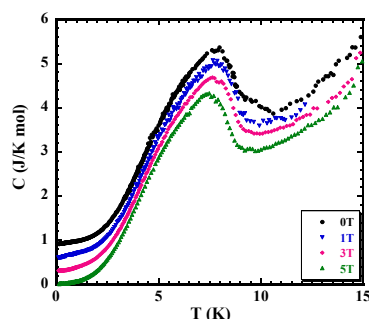


図1 atacamite 比熱磁場依存性

D-5 クロミック化合物 CoMoO_4 の磁氣的性質

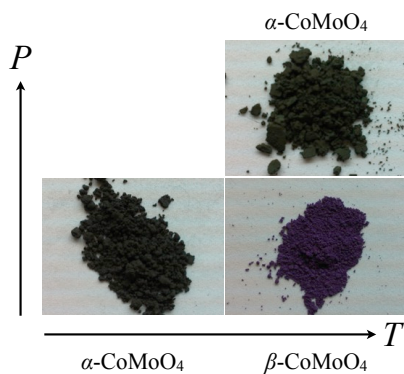
九大理^A, 九大院理^B, 東大物性研^C 福井博章^A, 久保克隆^B, 三田稔^B, 浅野貴行^B, 和田裕文^B, 松尾晶^C, 佐藤卓^C, 金道浩一^C

外部からの刺激(温度、圧力など)によって可逆的に結晶の色が変化するクロミズムの性質を有するクロミック化合物の磁氣的性質に注目している。これまで、サーモクロミズムとピエゾクロミズムの両者の性質を有するモリブデン酸銅 (CuMoO_4) の磁氣的性質の研究を行ったところ、クロミズムの起源である構造相転移に起因する大きな磁気温度履歴現象の観測に成功した。

今回報告するモリブデン酸コバルト (CoMoO_4) は、最近、熱膨張と光学的な測定により $-40^\circ\text{C}(233\text{K})$ と $450^\circ\text{C}(723\text{K})$ において構造の変化に起因するサーモクロミズム現象が報告されている。また、圧力印加に伴うピエゾクロミズムも報告されている。そこで、 CoMoO_4 についても CuMoO_4 と同様にクロミズムに伴う磁氣的性質の変化が観測されること

を期待し、磁化の温度依存性及び磁場依存性の測定を行ったので報告する。

下図は、今回合成した CoMoO_4 の粉末試料における低温相 ($\alpha\text{-CoMoO}_4$) と高温相 ($\beta\text{-CoMoO}_4$)、更に圧力印加後 ($\alpha\text{-CoMoO}_4$) の結晶の色の様子である。



D-7 1GHz レベルの超音波ひずみ印加時における $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ の磁気測定

九工大工^A 信清翔^A, 長野琢磨^A, 鶴田一樹^A, 美藤正樹^A, 出口博之^A, 高木精志^A

我々はこれまでの研究で、圧電セラミック発振子と SQUID 磁束計 MPMS を融合させることで、超音波の力学的弾性ひずみによる磁気秩序形成の操作を提案してきた。しかし、現状は 1MHz 素子と 70MHz 素子による超音波ひずみ効果の確認までしか至っていなかった。

そこで、本研究では超音波ひずみの周波数領域を 1GHz レベルまで拡大したシステムの確立を目的とし、その効果を検証するために対象物質として $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ ($T_c = 109$ K) を用意した。発振子には共鳴周波数が 868MHz の SAW(表面弾性波) デバイスを用いた。しかし、この素子には以下のようないくつかの問題点が存在する。(1) 素子自身が、無視できない大きさの磁気モーメントを持つためバックグラウンドが非常に大きい。(2) 素子に印加する高周波電圧を大きくすることによる SQUID のチューニングの低下。(3) 共鳴周波数を特定しにくい。

それらの解決策として、素子のグラウンド端子を接地することは重要である。

現在 SAW デバイスによる超音波ひずみ印加技術と、MPMS による磁気測定技術の融合にひとまず成功したと言える状況にある。当日は、 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ 及び MgB_2 1GHz レベルの超音波ひずみ効果の結果を報告する。

D-8 ダイヤモンドアンビルセルを用いた高圧力下磁気測定システムの開発

九州工業大学工^A 池田成輝^A, 山口修平^A, 長野琢磨^A, 美藤正樹^A, 出口博之^A, 高木精志^A

我々の研究室では、SQUID 磁束計 MPMS と “ダイヤモンドアンビルセル (DAC)” を用いた高圧力下磁気測定を行っている。そこでの DAC にセットされる測定試料はたかだか数十 μg であり、その微弱な磁気信号を検出する際、交流磁気測定が威力を発揮する。しかし、広い温度域にまたがる磁気信号を検出する場合、DAC に用いられている CuBe の信号によって、その測定したい信号がマスクされてしまうことがある。そのような場合、直流磁気測定で対応せざるを得ない。しかし、そこでは試料を検出コイルシステムの中で動かす (以下 sample-moving) が必要であり、実はこの方式が測定限界を設けてしまう。そこで、sample-moving を必要としない高圧力下磁気測定システムの開発を目標とした。SQUID には MPMS に採用されている rf-SQUID ではなく、ドリフトの小さい “dc-SQUID” を採用した。また、検出する磁化を大きくするために “超伝導マグネット” を搭載した。超伝導マグネットは磁気シールドの役割も果たす。また、検出コイルを液体 ^4He 中に置くことで、4.2 K から室温までを測定温度域とした。すべての機器は LabVIEW によって制御され、測定した SQUID 電圧は多数回サンプリングされたのち、その中央値を評価値とした。当日は、測定試料に MgB_2 を用いたときの MPMS を用いたシステムとの性能比較を行う予定である。

D-9 3GPa までの高圧力下における酸素分子の磁化率測定

九工大工^A 山口修平^A, 池田成輝^A, 鶴田英樹^A, 美藤正樹^A, 出口博之^A, 高木精志^A

1774年に酸素が発見されて以来、X線回折、光学測定、中性子回折、ラマン分光法、赤外線吸収、電気抵抗などの測定方法によって、高圧力下における酸素の物性は詳細に研究されてきた。酸素分子は、圧力・温度相図の中に6つの固体相を有し、その相転移現象を研究する上で圧力は重要なパラメータである。磁化率測定においては、1982年にMeierらによって、圧力 $P = 0.8$ GPaまでの相転移温度追跡が報告されているのが最後である[1]。電気抵抗測定では、 $P = 125$ GPaまでの測定が行われているのに対し、磁化率測定の圧力範囲は極めて狭い。そこで、我々は、 $P = 10$ GPaまでの高圧力下磁化率測定を行うためのシステム作りを行った。液体酸素を液体窒素温度でダイヤモンドアンビルセル(DAC)に封入し、そこで適当な圧力を印加した後、室温環境下にDACを取りだし、圧力検定を行う。圧力はルビー蛍光法によって調べられた。現在、 $P = 3$ GPaまでにおいて $\beta - \gamma$ 転移の観測に成功している。

[1]R.J. Meier *et al.*, J. Phys. C : Solid State Phys. **15** (1982) 1015.

D-10 SQUID をベースとした交流磁化率測定周波数領域の拡大

九工大工^A, 日本カンタム・デザイン(株)^B IZZAT NUR LAILA^A, 才所誠也^A, 国吉努^A, 美藤正樹^A, 高木精志^A, 出口博之^A, 大田剛司^B

交流磁化率測定は、緩和挙動を示す磁性体の挙動を調べるために今や必要不可欠である。様々な緩和現象を研究対象とするために、ひとつの装置で幅広い周波数域(f)での交流磁化率測定を可能にしておきたい。今日、世界規模で普及している交流磁化率測定装置はSQUID方式と電磁誘導方式に分けられる。Quantum Design社はSQUID方式MPMS($0.1 \text{ Hz} \leq f \leq 1.5 \text{ kHz}$)と電磁誘導方式PPMS($10 \text{ Hz} \leq f \leq 10 \text{ kHz}$)の両方を市場提供しており、多くの物性科学者によって使用されている。しかし、一研究室で両装置を所有することは容易ではない。そこで、我々はMPMSの測定可能周波数の上限をPPMSの周波数10kHzに拡大することを旨とした技術開発を行っている。

まず問題にすべきは、SQUID用アンプの周波数特性が高周波数域で低下することである。これを補うために、既存のA/D変換器(分解能12bit)を音響用のA/D変換器(分解能24bit)に切り替えた。また、交流磁場発生用の信号発信器の制御に任意性を持たせるためにLabVIEWで制御できる発信を用いた。その段階で、14kHzまでの動作確認に成功したが、装置固有のバックグラウンドが大きく、アナログ信号段階でそれを排除する必要があった。現在は、LabVIEWの中でsignal nullingを実施するシステムとMPMSの制御システムを並行して動作させることでこの問題を解決している。この装置の利点は、ひとつの装置で幅広い周波数領域の測定が可能であること、LabVIEW上で波形データの数を任意に設定できるため、高調波解析に向いていることなどである。現在、複素フーリエ変換による解析値に物理的意味を持たせるために交流磁場に対する位相差の観測精度を向上させるべくシステムの改良を行っている。

D-11 反強磁性体 $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 中の Mn 不純物の揺らぎ

福岡工業大学^A 藤川卓哉^A, 善明和子^A, 久保英範^A

$\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ と $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は C 面内および C 軸方向の交換相互作用が競合しており、この混晶 $\text{Co}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は広い濃度領域の低温部にリエントラントスピングラス相が存在する。NMR の測定により、リエントラントスピングラス相では Co -型 AF、 Mn -型 AF、スピングラス状態が混在する事が示された。今回我々は Co -型 AF 領域におけるプロトン NMR の温度変化の測定から、この混晶の AF 相におけるスピン構造の変化を考察する。 $x = 0.05$ 、ゼロ磁場での NMR スペクトルには 18MHz 付近にメインライン、24MHz 付近にサテライトラインが観測されるが、それぞれのラインは単純なガウス型のラインではない。図はサテライトラインの温度変化である。温度の上昇に伴い、高周波側の膨らみが減少していくのが分かる。メインラインについても同様の変化が観測される。これは Co -型 AF 状態の中にある Mn 原子のスピン揺らぎによるものと思われる。

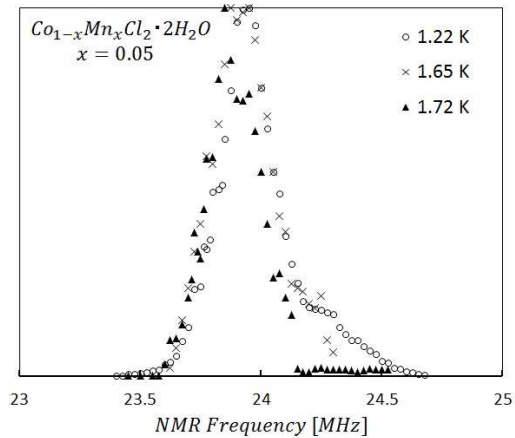
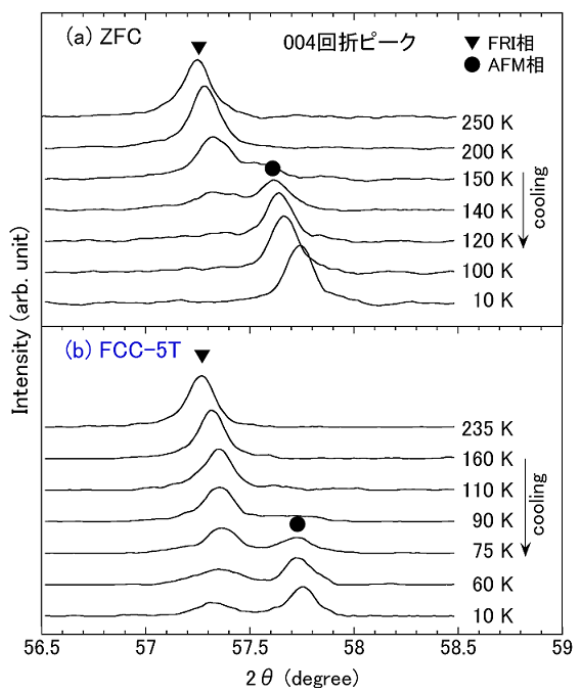


図. NMRスペクトルのサテライトラインの温度変化

D-12 強磁場 X 線回折実験による $\text{Mn}_{1.8}\text{Co}_{0.2}\text{Sb}$ の磁場中結晶評価

鹿児島大学大学院理工学研究科^A, 東北大学金属材料研究所^B 折橋広樹^A, 満永大輔^A, 廣井政彦^A, 三井好古^B, 高橋弘紀^B, 小山佳一^A

近年、磁場によって磁気一次相転移を制御し、機能性を発現させることが注目されている。正方晶 Cu_2Sb 型構造を持つ $\text{Mn}_{1.8}\text{Co}_{0.2}\text{Sb}$ は、温度低下に伴い、フェリ磁性 (FRI) - 反強磁性 (AFM) 一次磁気相転移を生じる。今回我々は、この物質の磁場中結晶特性評価を目的に、東北大金研強磁場センターの強磁場 X 線装置を用いて磁場 0 - 5 T、温度 10 - 300 K において $\text{Mn}_{1.8}\text{Co}_{0.2}\text{Sb}$ の構造特性について調べた。図に X 線回折パターンの温度依存性を示す。(a) ゼロ磁場中冷却 (ZFC) において 150 K までは FRI 相の回折ピークのみであるが、100 K 以下では AFM 相の回折ピークのみである。(b) 磁場中冷却 (FCC-5T) において 110 K までは FRI 相の回折ピークのみであるが、10 K において FRI 相と AFM 相の二相共存状態であった。得られた結果は、磁気一次相転移に伴う構造変化も磁場によって抑制されることを示している。

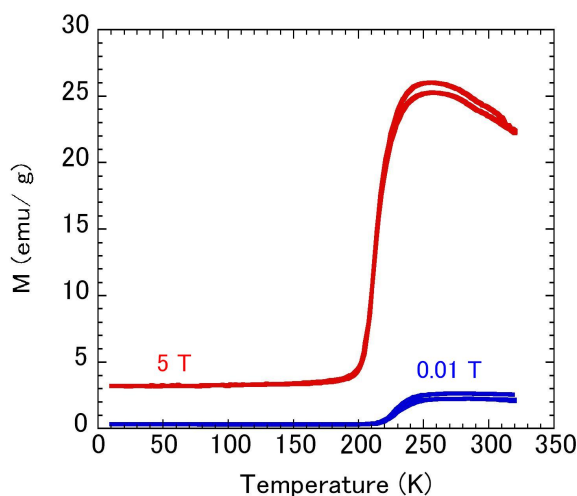


D-13 $Mn_2Sb_{1-x}Ge_x$ の磁気特性

鹿児島大学大学院理工学研究科^A, 東京大学物性研究所^B 島田大輔^A, 折橋広樹^A, 満永大輔^A, 伊藤昌和^A, 廣井政彦^A, 松林和幸^B, 上床美也^B, 小山佳一^A

Mn_2Sb は Cu_2Sb 型の正方晶で、550 K 以下でフェリ磁性である。Mn を Co で置換した $Mn_{1.85}Co_{0.15}Sb$ は磁気相転移温度 T_t (~150 K) でフェリ磁性 (FRI) から反強磁性 (AFM) へ一次相転移が起こり、それに伴い電気抵抗の変化や結晶の歪みが観測されている。さらに、この物質では磁場印加による相転移の抑制効果が見出されている。一方、 Mn_2Sb でも Sb を他の元素で置換した $Mn_2Sb_{1-x}Ge_x$ は温度低下に伴い、 T_t ~200 K で FRI から AFM に一次相転移する。しかし、この物質について磁場による相転移抑制効果の関係は明らかにされていない。本研究の目的は $Mn_2Sb_{1-x}Ge_x$ の磁場印加による磁気相転移の振る舞いを調べることである。右図は $Mn_2Sb_{0.92}Ge_{0.08}$ の磁化測定グラフである。5 T の磁場中での転移温度は零磁場に比べて 25 K 程度減少している。しかし Co の置換系と比べ相転移に伴うヒステリシス

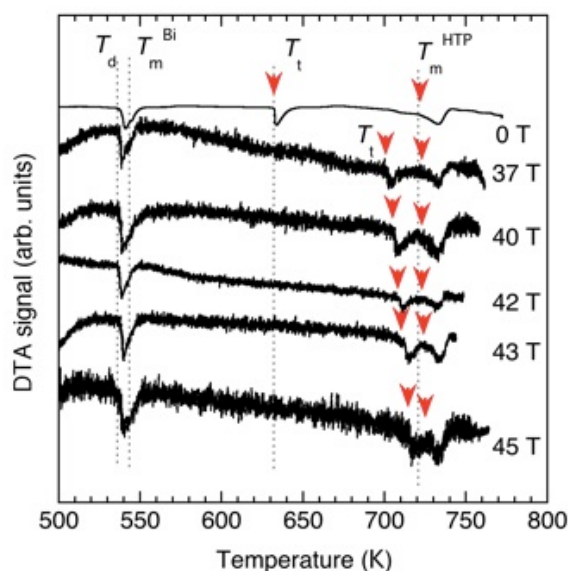
の拡大は観測されなかった。講演では印加磁場の違いによる効果等を含め報告する予定である。



D-14 MnBi の強磁場中示差熱分析

鹿児島大理^A, 東北大金研^B, NHMFL^C 小山佳一^A, 三井好古^B, 池原佑基^B, E.S. Choi^C, E. Palm^C

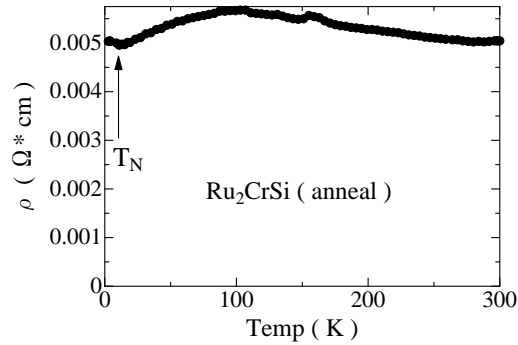
MnBi は温度 T_t (=630K) で、強磁性体 MnBi → 常磁性 Mn1.08Bi + 液体 Bi に分解し、強磁性が消失する。我々は、MnBi の強磁場中の分解・凝固過程を明らかにするため、世界最高定常強磁場下で熱分析ができる装置を製作した。この装置を東北大金研および米国強磁場研究所のハイブリッドマグネットに組み込み、MnBi について最大 45T までの強磁場中示差熱分析 (HF-DTA) に成功した。図に HF-DTA の結果を示す。Bi の融点 T_{mBi} は磁場によって変化しない。しかし、 T_t は 45T 磁場印加によって 714K に達する。45T までの実験によって、Mn1.08Bi → Mn+Bi(液体) の分解温度 T_{mHTP} も強磁場により上昇することを見出した。本研究の一部は科研費 (22360285) を受けている。



D-15 Ru₂CrSi の物性について

鹿児島大学理工学研究科^A 内田かおり^A, 廣井政彦^A, 伊藤昌和^A, 重田出^A

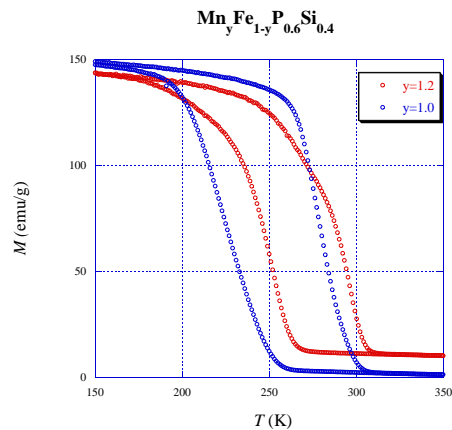
近年、バンド構造計算によりホイスラー化合物 Ru_{2-x}Fe_xCrSi がハーフメタルか、それに近い高いスピン分極率をもつと予想され、実際に作製した Fe-rich の試料はその候補である事がわかった。一方、Ru-rich の Ru_{1.9}Fe_{0.1}CrSi では、スピングラス的振る舞いが見られる事を我々は報告してきた。また、最近 Ru₂CrSi が比熱と磁化率から $T_N = 13$ K で反強磁性転移を示す事がわかった。したがって、本研究では、さらに Ru₂CrSi の物性について調べるために、アニール前とアニール後の試料の電気抵抗と磁化率を測定した。図は、アニール後の試料の電気抵抗率の温度変化を示す。13 K 付近で折れ曲がりが見られる。これは、磁化や比熱のピークと一致する事から、反強磁性転移によるものと考えられる。また、アニールによる物性の変化はなかった。



D-16 Mn_{1-x}Fe_xP_{1-y}Si_y の磁性と磁気熱量効果

九大理^A, 九大院理^B 高原剛^A, 片桐高大^B, 和田裕文^B

近年、新しい冷凍技術として磁気熱量効果を原理とする磁気冷凍が注目されている。我々は巨大磁気熱量効果を示す物質の一つとして、一次転移を示す (Mn,Fe)₂(P,Si) に注目して研究を進めてきた。この化合物に関して様々な組成の下で物性の測定を行なっているが、今回の発表では P: Si を固定し Fe の比率が高い ($x \geq 1.0$) 化合物の物性を報告する予定である。試料は熱処理の仕方によって転移点、温度ヒステリシスに変化するが、試料はすべて 1100 °C で 5 時間保持した後、850 °C で 50 時間保持、そして炉冷、という熱処理をしている。これは、650 °C で 50 時間保持よりも 850 °C の方が再現性が取れるためである。また、現時点で分かっていることは、Fe を増やしていくと転移点が上昇していくことや、格子の体積が減少していく傾向があることなどがある。図は $x=1.0, 1.2$ の磁化-温度曲線である。より細かい組成依存性、考察などは会場にて述べる。



D-17 Ni ナノサイズ接点における近藤効果の探究

九大院工^A, 金沢大教育^B, 九大稲盛フロンティアセンター^C 家永紘一郎^A, 酒井純也^A, 横田智彦^A, 中島尚也^A, 稲垣祐次^A, 河江達也^A, 辻井宏之^B, 木村崇^C

近年、強磁性金属 (Fe, Co, Ni) 単原子接点の微分伝導度測定において近藤効果に由来する Fano 共鳴が報告されている^[1]。この報告は強磁性金属において原子サイズレベルではスピン自由度が復活することを示唆しており、サイズの微小化によって現れる新しい現象であると言える。だが一般的に強磁性相互作用と近藤効果は相反する効果であるため、今回我々は強磁性相互作用と近藤効果の関係について探求するべく、極低温下においてバルク強磁性が復活していると期待されるナノサイズ領域から 1 原子接点領域まで連続して微分伝導度測定を行った。

実験試料として Ni を用いた。実験方法としてはピエゾ制御により接点径の自在変化が可能である MCBJ 法を用い、極低温・高真空を組み合わせ熱流入と表面酸化を防ぐことで、接点の数時間のキープを可能とした。

実験の結果、単原子接点から接点径が数ナノメートルの領域まで Fano 共鳴が観測出来ることが分かった。本講演ではこの結果に加え、磁場の印加の効果など一連の結果を報告する。

[1] M. Reyes Calvo *et al* Nature **458**, 1150 (2009)

D-18 Pd ナノサイズ接点における電気伝導測定

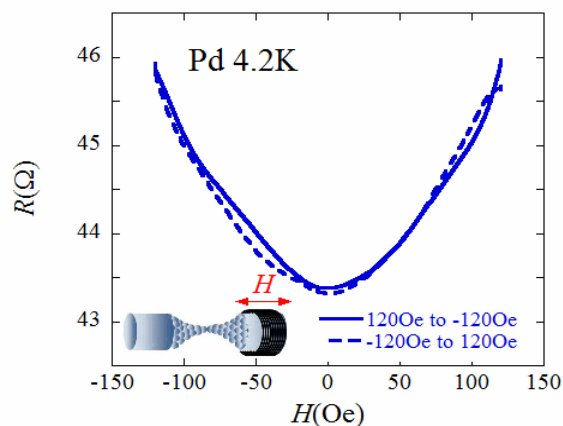
九大院工^A, 金沢大教育^B, 九大稲盛フロンティアセンター^C 中島尚也^A, 酒井純也^A, 横田智彦^A, 家永紘一郎^A, 稲垣祐次^A, 河江達也^A, 辻井宏之^B, 木村崇^C

我々は前回、強磁性金属である Ni の数原子接点における近藤効果について報告した。このことは試料を微小化することで、バルクでは観測されなかったミクロ由来の物性が発現することを示している。ミクロ由来の物性発現の例として、Pd の超微粒子において強磁性が出現するという報告もされている^[1]。そこで今回は Ni と同族の Pd に注目し、4.2K 真空中で Pd ナノサイズ接点の磁場中電気伝導測定を行った。

接点作製法には MCBJ 法を用い、この方法ではピエゾ素子により接点径の自在制御が可能である。図は接点抵抗が 40Ω 付近のサイズにて、磁場を ±120Oe の範囲で変化させた抵抗測定結果であり、磁気抵抗効果が観測された。今回

の講演では接点径を変化させた結果を含め、一連の実験結果について報告する。

[1] T. Shinohara *et al.*, Phys. Rev. Lett. **91**, 197201 (2003)



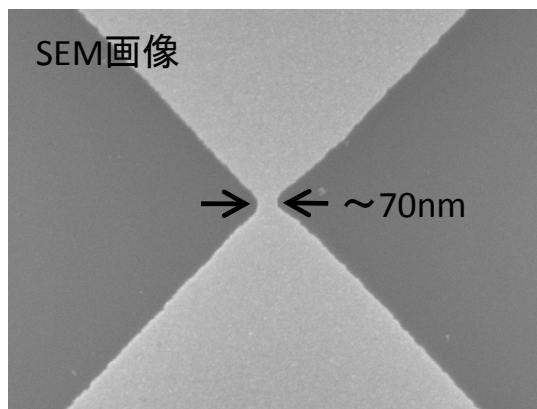
D-19 エレクトロマイグレーション法による Ni ナノサイズ接点の電気伝導測定

九大院工^A, 金沢大教育^B, 九大稲盛フロンティアセンター^C 酒井純也^A, 横田智彦^A, 中島尚也^A, 家永紘一郎^A, 稲垣祐次^A, 河江達也^A, 辻井宏之^B, 野々口誠二^C, 木村崇^C

我々のグループは今回の講演で、MCBJ 法により作製した強磁性金属 Ni の数ナノサイズ接点における近藤効果を報告しており、強磁性相互作用と近藤効果の関係についてさらなる探求が必要である。しかし MCBJ 法では磁場・温度・圧力等の外部パラメータの変動に対し接点の維持が困難である。そこで機械的強度の高い数ナノサイズ接点を得るため、高電圧を印加することで試料を破断させる EM 法に着目し、制御条件を探求した。

EM 法においては電圧の局所的印加 (数 100mV) が必要なため、試料として電子線リソグラフィにより作製した最小幅 100nm のくびれを持つ Ni パターンを用いた (挿入図)。実験条件として、室温下・極低温下の比較に加

え、真空中・He ガス中での比較を行った。本講演ではこれらの結果に加え、数ナノサイズ接点における電気伝導度測定の結果を報告する。



D-21 メタ磁性的挙動を示す有機ラジカル弱強磁性体の圧力効果

九州工大^A, Dep. of Chem., Univ. of Waterloo^B 山口洋^A, 才所誠也^A, 美藤正樹^A, Richard T. Oakley^B, 出口博之^A, 高木精志^A

有機ラジカル弱強磁性体である $C_{12}H_5N_2OS_4$ は、メタ磁性的挙動を示しており、我々は同誘導体の強磁性体との対比という視点より注目している。空間群は $P2_12_12_1$ であり、a 軸方向に 180° ごとに分子が回転する型で積層し、a 軸方向には強磁性相互作用 (J) が働く。その強磁性鎖間には反強磁性相互作用 (J') が働き、鎖間のスピンドウしは 180° よりわずかにずれていると考えられている。[1] そこで我々は、この物質に圧力を印加し J を増大させ、一方、 J' を抑圧することで強磁性状態への転移を期待した。図 1 に、ネール温度 T_N の圧力依存性を示すが、加圧により T_N が減少している。これは、静水圧力下では 3kbar 付近を境に J が大きく減少することを示唆している。[1] Xin Yu et al., *Chem. Commun.*, **47** (2011) 55-4657

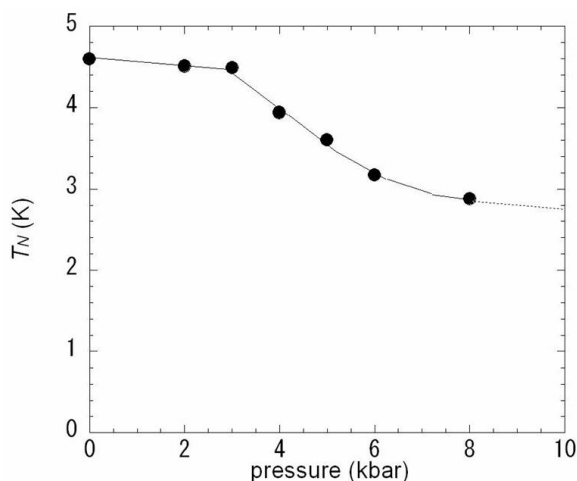


図1. ネール点の圧力依存性