

D-1 Fe/Cr 人工格子の GMR 圧力依存性に対するイオン照射効果

九大院理^A, 福岡大理^B, 東北大金研^C 弥生 達彦^A, 中野 智仁^A, 巨海 玄道^A, 相良 建至^A, 香野 淳^B, 田尻 恭之^B, 斎藤 今朝美^C, 三谷 誠司^C, 高梨 弘毅^C

Fe/Cr 人工格子は磁場印加で電気抵抗が大幅に変化する巨大磁気抵抗 (Giant magnetoresistance: GMR) を示す。Fe と Cr の界面状態は GMR に大きな影響を及ぼす事が一般に知られている。本研究では、界面状態が GMR に及ぼす影響をより詳しく調べるため、イオン照射により界面を乱した試料の磁気抵抗測定とその圧力下の振る舞いを明らかにした。

実験方法としては $[\text{Fe}(20 \text{ \AA})/\text{Cr}(8 \text{ \AA})]_{20}$ に 30MeV の C^{4+} イオンを約 10^{15} 個/ cm^2 照射し、照射前後の GMR を比較した。圧力発生にはピストンシリンダー型装置を用いて 0 GPa P 2.0 GPa, -3 T B 3 T, $T = \text{室温}$, 77.4K で電気抵抗測定を行った。

Fig.1 に $[\text{Fe}(20 \text{ \AA})/\text{Cr}(8 \text{ \AA})]_{20}$ の $T = 77.4\text{K}$ での照射前後の GMR の圧力依存性を示す。常圧において照射後の GMR の値は照射前

に比べ減少した。また、照射前は加圧による GMR の変化は殆ど見られないが、照射後は照射前に比べ GMR が下がり 1.0 GPa で極小を持つ。これより照射により界面状態が変化し、GMR に影響を与えていると考えられる。当日は照射による試料の構造変化、他の試料に対する照射効果も含めて報告する。

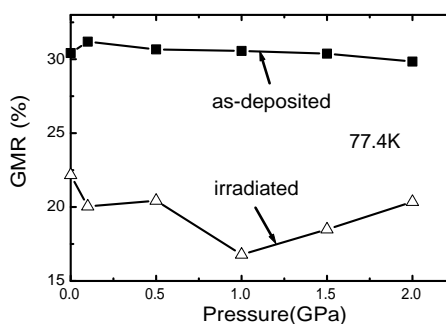


Fig.1: Pressure dependence of GMR at 77.4K for as-deposited and irradiated samples.

D-2 Co(S,Se)₂ の高压下磁気熱量効果

九大院理^A 佐田 國 修^A, 光田 暁弘^A, 和田 裕文^A

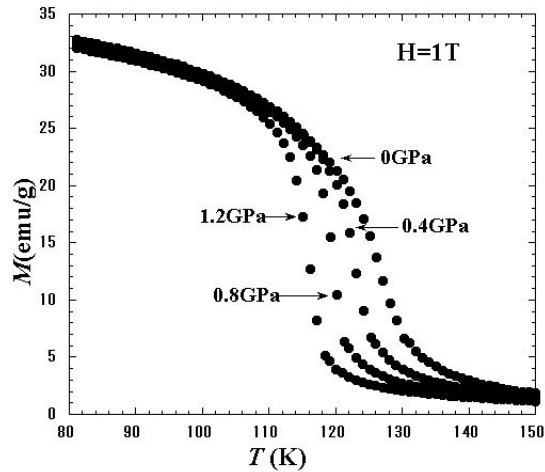
遍歴電子メタ磁性体である Co(S_{1-x}Se_x)₂ は、S を Se に置換することによりキュリー温度は減少し $x \sim 0.05$ で磁気エントロピー変化は最大値を示す。このキュリー温度と磁気エントロピー変化の関係はスピンのゆらぎを取り入れた遍歴電子メタ磁性の理論によって良い精度で一致することが知られている [1]。また、CoS₂ に圧力を加えるとキュリー温度が下がり磁化の変化がシャープになることも知られている。そこで、Co(S_{1-x}Se_x)₂ に圧力を加えて磁化測定を行い、同様に理論に合う結果が得られるかどうかを議論する。

試料の磁化の温度依存性は、SQUID 磁束計を用いた。加圧にはピストンシリンダー型の圧力セルを用い、圧力媒体としてフッ素化 FC-70 と FC-77 を 1:1 混合したものを用いた。また、内部の圧力の校正は、鉛の超伝導の転移温度により行った。

以下に CoS₂ の磁化温度曲線の温度依存性の

グラフを載せる。本講演では、S を Se に置換した試料についての磁化のデータも載せ磁気エントロピー変化の振舞いを見ることにする。

[1]H. Wada et al, Phys. Rev. B 74 (2006) 214407



D-3 ボールミルによる MnFe(P,As) 化合物の作製と磁気熱量効果

九大院理^A 桃枝 理彰^A, 光田 暁弘^A, 和田 裕文^A

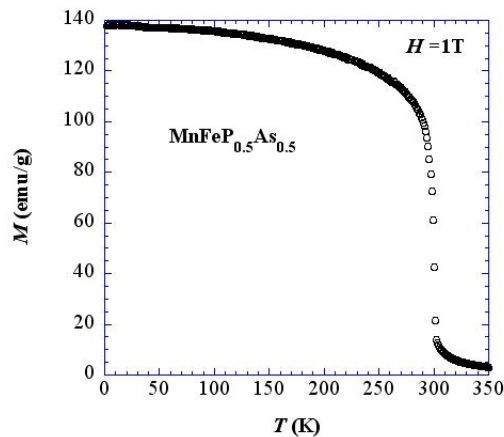
強磁性体 MnFeP_{1-x}As_x は、P を As に置換することにより、キュリー温度は増加する。[1] また $x \sim 0.5$ でキュリー温度は 282K で室温付近になり、また大きな磁気熱量効果を示すことが知られている。[2] そこで、MnFeP_{0.5}As_{0.5-x}Sb_x の試料作製を行い、磁化測定を行う。そして磁気エントロピー変化を求める。

試料作製には、ボールミルを用いた。ボールミルとは、試料を短時間に極めて細かく粉砕する粉砕機である。また磁化測定には、PPMS と引き抜き型磁化測定装置を用いた。

以下に MnFeP_{0.5}As_{0.5} の磁化温度曲線の温度依存性のグラフを載せる。本講演では、As を Sb に置換した試料についての磁化のデータも示し、磁気エントロピー変化の振舞いを議論することにする。

[1] Keiichi Koyama et al., Mater. Trans. **46**(2005)1753

[2] E.Brück et al., Physica B. **327**(2003)431



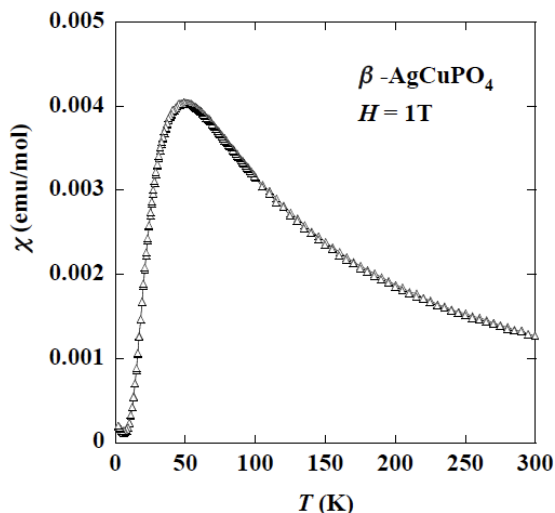
D-4 低次元交替鎖 AgCuPO₄ の構造と磁性

九大院理^A, 東大物性研^B 中村直彦^A, 松浦圭介^A, 西村泰三^A, 浅野貴行^A, 和田裕文^A, 岩城雅裕^B, 鳴海康雄^B, 金道浩一^B

AgCuPO₄ は、848K で構造相転移し低温相 (α) と高温相 (β) の存在が X 線構造解析により明らかにされている。特に、安定な β 相に関しては試料作製が容易なことから幾つかのグループにより合成され反強磁性交替鎖のモデル物質として注目されている。また、 α 相に関しては作製条件が厳しいためか近年まで研究が進展していない。

今回、我々は、AgCuPO₄ の二相の良質な粉末試料を作製し、X 線回折、磁化率、強磁場磁化測定を行ったので報告する。下図は、 β 相の磁化率の温度依存性である。約 50K に低次元反強磁性体特有の短距離相関の発達を意味するブロードな極大が観測されている。さらに低温では指数関数的に磁化率が減少しエネルギーギャップの存在を示唆している。

詳細な解析結果は、当日報告する予定である。



D-5 Cs₂Cu₃P₄O₁₄ の三量体構造と磁性

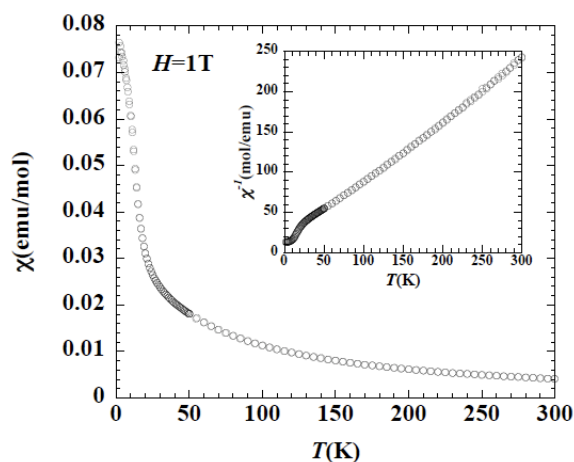
九大院理^A, 東大物性研^B 松浦圭介^A, 西村泰三^A, 浅野貴行^A, 和田裕文^A, 岩城雅裕^B, 鳴海康雄^B, 金道浩一^B

複数個の量子スピンの強く強磁性、又は反強磁性的に結合した複合スピン (二量体、三量体など) は、そのスピン間に相互作用を出現させることによりハルデン系やスピンパイエルス系、梯子系やダイヤモンド系などと密接に関連した大変興味深い磁気的性質を示す。

Cs₂Cu₃P₄O₁₄ は、磁性イオンである Cu²⁺ ($S=1/2$) が結晶学的に三量体を形成している複合スピン系のモデル物質として期待できる。今回、良質な粉末試料を作製し X 線回折、磁化率、強磁場磁化、比熱測定を行ったので報告する。

右図は、磁化率の温度依存性の結果である。挿入図の逆磁化率の温度依存性の結果から明らかのように 20K 付近で三量体構造を反映していると思われる急激な傾きの変化が観測されて

いる。詳細な解析については、当日報告する。



D-6 粉末 $DMACuCl_3$ の磁場誘起相転移

九大工^A, 九大院工^B 中尾貴史^A, 河江達也^B, 稲垣祐次^B

$S=1/2$ 擬一次元量子スピン系 $DMACuCl_3$ ($DMA=(CH_3)_2NH_2$) はゼロ磁場から磁化が立ち上がり始め、2T~3.5Tの磁場領域にプラトーが現れ、14Tで飽和するという磁化過程を示す [1]。

以前に行われた磁場中比熱測定の結果、 $DMACuCl_3$ 単結晶と単結晶を砕いて作った粉末とで、大きく異なる磁場中比熱及び磁場-温度相図が得られることが分かっている。

今回、我々はその磁氣的要因を明らかにすることを目的とし、単結晶を更に細かく砕いた粉末を用いて磁場中比熱測定を行った。当日詳細な結果を発表する。

また、測定結果から得られたゼロ磁場における磁化比熱を Fig.1 に示す。1.5Kにおいてピークが現れているが、その磁氣的背景についても当日議論する。

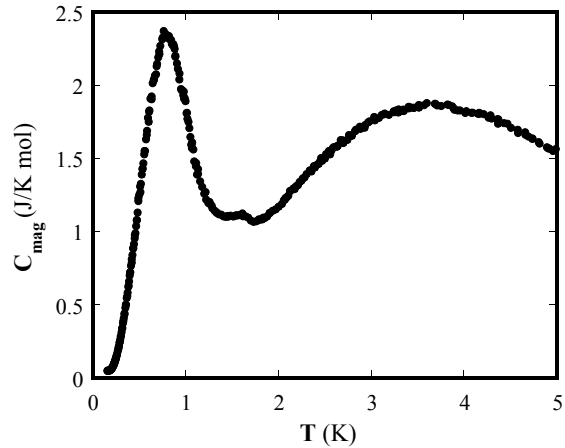


Fig.1 $DMACuCl_3$ 0T

[1]. Yoshida *et al.* J. Phys. Soc. Jpn. 74 (2005) pp. 2917

D-7 パイロクロア構造を持つ $Cu_2(OH)_3Cl$ (atacamite) の低温物性

九大院工^A, 佐賀大理工^B 諸富大樹^A, 家永紘一郎^A, 稲垣祐次^A, 河江達也^A, 萩原雅人^B, 鄭旭光^B

$Cu_2(OH)_3Cl$:atacamite はパイロクロア型の四面体構造をもつフラストレート磁性体である。 $T_N=9K$ で反強磁性的な転移をするが、 μSR 実験により、 T_N 以下では秩序状態は示されなかったことが報告されている [1]。また、これに類似した構造となっている異形体 clinoatacamite は、反強磁性的の長距離秩序とスピン揺らぎが共存することが報告されており、低温において全く異なる振る舞いをしている [2]。

しかし一方では、電子系のエントロピーにおいて、両物質とも 1 K 以下に幾許か隠れている可能性があることが分かった。そこで、より低温側での振舞いに興味を持ち、atacamite を低温比熱の測定をしたところ、磁場中において比熱の振る舞いに異常が見られた (fig.1)。当日の発表ではこの測定結果と考察を報告する予定である。

[1] X.G.Zheng *et al.*, Phys.Rev.B 71(2005)174404

[2] X.G.Zheng *et al.*, Phys.Rev.Lett. 95(2005)057201

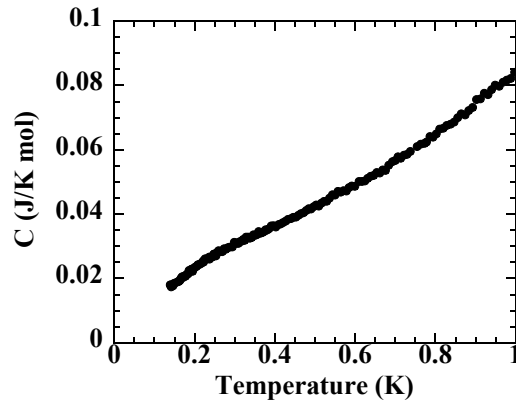


fig.1 atacamite 0T

D-8 一軸方向に歪んだパイロクロア磁性体の基底状態

福岡工大^A 加藤友彦^A, 北崎保^A

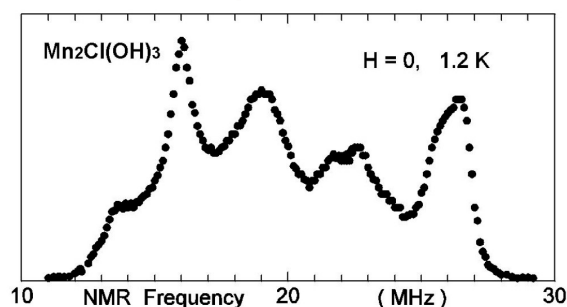
$\text{Co}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ に代表されるパイロクロア磁性体の基底状態について検討した結果を報告する。 $\text{Co}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ については, *X.G.Cheng* 等が帯磁率, μSR の測定を行い, 低温の磁気構造は強磁性とランダムスピンの共存であると報告している. その後, *H.Kubo* 等が *NMR* の実験を行い, ほぼ同様の結果を得ている. しかしながら, 磁気構造の詳細ならびに相互作用の機構は明らかになっていない. 我々は最近接相互作用のみを考慮した異方的イジングモデルを仮定し, マルチカノニカルモンテカルロシミュレーションによって基底状態を調べた. 磁性原子数 108 個の系において, 10^7 モンテカルロステップで 45148 種類の基底状態が出現した. この内訳を見ると, 歪みの方向 (以下 z 軸と記す) の磁化が打ち消された状態すなわちスピングラス状態が圧倒的に多数であり, このモデルシステムの基底状態はスピングラス相であることを示している. 一方, 実現度は極めて少ないが, 強磁性を示す状態も基底状態として存在していることも分かった. この状態は三角層が強磁性, カゴメ層が *2in1out* のランダム磁性となっており, 上記の実験で報告されている状態に相当するものと考えられる. このことは, わずかでも z 軸方向に磁場がかかれば強磁性 (+ ランダム磁性) が実現することを意味する. さらに, 上記のシミュレーションでは無視した第 2 近接相互作用, すなわち三角層の原子間にわずかな強磁性相互作用が存在すれば, 強磁性 (+ ランダム磁性) が安定化することも明らかとなった. 講演では, これら種々の設定におけるスピングラスオーダーパラメータ, z 方向の磁化の温度変化についてのシミュレーション結果についても報告する.

D-9 $\text{M}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ (M=Co, Mn, Cu) の NMR

福岡工大^A, 佐賀大理工^B, 九産大^C, 九大院工^D 善明和子^A, 久保英範^A, 時田正彦^A, 鄭旭光^B, 萩原雅人^B, 浜崎達一^C, 河江達也^D

$\text{M}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ (M=Cu, Mn, Co) は磁性イオンがほぼ正四面体を形成し, 遷移金属化合物のパイロクロア型物質として注目され, 磁化率や比熱の測定から長距離秩序と無秩序状態の混在が確認されている. 1) 我々も $\text{Co}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ の NMR からカゴメ面のランダムな状態と三角面の強磁性状態の混在を確認している. 2) また, プロトン NMR の解析から, その向きは, 体心方向ではなく, ローカルな結晶場の向きに大きく依存している事が明らかとなった. これはパイロクロア型の磁気構造である体心方向で *2in2out* となる "スピンアイス" 状態とは異なる磁気構造であることを示している. 今回は $\text{Mn}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ の NMR 観測結果をもとに, $\text{Co}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ の結

果とも比較しながら遷移金属化合物の磁気構造の特徴を考察する. 1) *X.G.Zheng et al.*: *Phys. Rev. Lett.* 95 (2005) 057201. 2) *H.Kubo et. al.*: *J. Phys. Soc. Jpn* 77 (2008) 013704. プロトン NMR スペクトル



D-10 2次元三角格子 $\text{Ni}_2(\text{OH})_3\text{X}$ ($\text{X}=\text{Br}, \text{I}$) の磁性

佐賀大理工^A, 九大工^B 西尾英幸^A, 隅貴志^A, 山下健^A, 藤原理賀^A, 萩原雅人^A, 鄭旭光^A, 河江達也^B

近年我々は遷移金属水酸化ハロゲン化合物 $M_2(\text{OH})_3\text{X}$ ($M=\text{Cu}, \text{Ni}, \text{Co}, \text{Mn}, \text{Fe}; \text{X}=\text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) の磁性を系統的に調べてきた。中でも Botallackite 構造の $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ は 2次元三角格子を持ち、Clinoatacamite 構造の $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ 及びこれに Zn 置換を行ってできたカゴメ格子の $\text{Cu}_3\text{Zn}(\text{OH})_6\text{Cl}_2$ と対照的な構造を示す。Clinoatacamite $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ には長距離秩序とスピン揺らぎの共存、 $\text{Cu}_3\text{Zn}(\text{OH})_6\text{Cl}_2$ にはスピン液体の振る舞いが見られることから、2次元三角格子での磁性も大変興味を持たれる。我々は2次元三角格子構造の $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{X}$ ($\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) などの研究と並行して、 Ni^{2+} イオンの2次元三角格子についても調べた。本研究ではまず2次元三角格子 $\text{Ni}_2(\text{OH})_3\text{Br}$ の合成に成功した。磁化率測定の結果 $T_N=14\text{K}$ で反磁性相転移しているのがわかった。

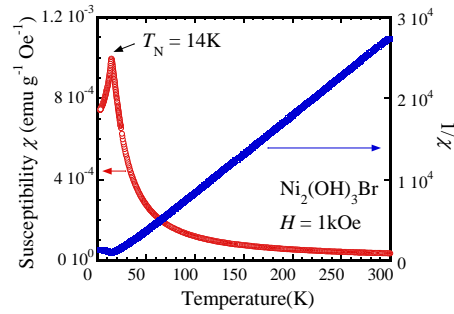


図1: 磁化率及び逆磁化率の温度依存性

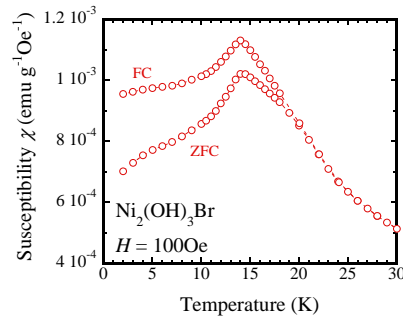


図2: ZFC及びFC磁化測定結果

D-11 2次元三角格子 Botallackite $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{X}$ ($\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) における次元性制御と反強磁性転移

佐賀大理工^A, 九大工^B 山下健^A, 藤原理賀^A, 萩原雅人^A, 鄭旭光^A, 河江達也^B

近年我々は遷移金属水酸化ハロゲン化合物 $M_2(\text{OH})_3\text{X}$ ($M=\text{Cu}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Fe}; \text{X}=\text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) の磁性を系統的に調べてきた。 $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ は Atacamite、Botallackite、Clinoatacamite の異形体を持ち Atacamite には乱れた基底状態、Botallackite には長距離秩序、Clinoatacamite には $T=0\text{K}$ までスピンゆらぎと長距離秩序の共存があることを我々が公表した。また、ハロゲンイオンも $M_2(\text{OH})_3\text{X}$ の磁性に影響することを確認した。以前の我々の研究により、2次元三角格子の Botallackite 構造の $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ は $T_N=7.2\text{K}$ で反強磁性転移を示した。本研究は Botallackite 構造の $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Br}$ 、 $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{I}$ について研究を行った。それぞれ磁化率測定の結果から $T_N=10\text{K}$ 、 14K で反強磁性転移をし(図1)、さらに μSR 測定より $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Br}$ には長距離秩序が存在することを明らかにした。

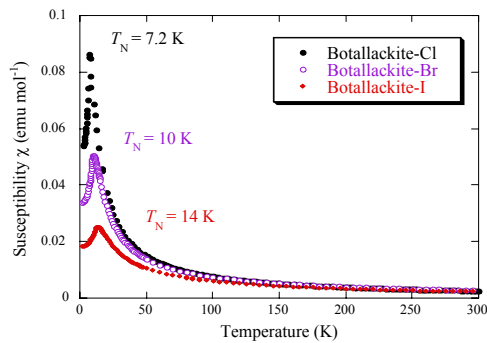


図1: 磁化率の温度依存性

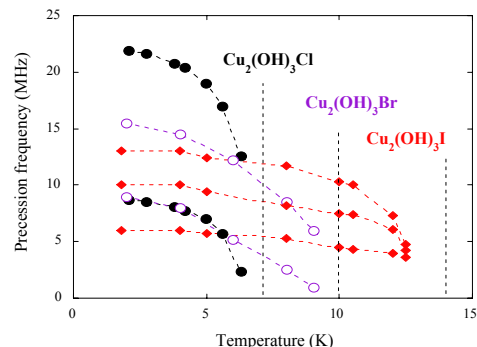


図2: μSR 測定によるミュオンスピンの回転周波数の温度依存性

D-12 2次元三角格子 $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{X}(\text{X}=\text{Br},\text{I})$ の磁性

佐賀大理工^A, 九大工^B 隅貴志^A, 山下健^A, 藤原理賀^A, 萩原雅人^A, 鄭旭光^A, 河江達也^B

近年我々は $\text{M}_2(\text{OH})_3\text{X}(\text{M} = \text{Cu}, \text{Ni}, \text{Co}, \text{Fe}, \text{Mn}; \text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I})$ 系の系統的かつ総合的な研究を行っている。このうち $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ (Botallackite) 及び $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Br}$, $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{I}$ は2次元三角格子を持つが、ハロゲンイオンの大きさに比例して、面内の反強磁性的相互作用が強まり、同時に三角格子面間の距離を広げられることが分かった。本研究では Botallackite 構造を持つコバルト系物質 $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{X}(\text{X}=\text{Br},\text{I})$ について調べた。 $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{Br}$ は単結晶の二次元面に対し垂直、水平方向それぞれで磁化率を測定し、 $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{I}$ は多結晶を測定した。 $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{I}$ は $T_N = 9.9\text{K}$ で反強磁性転移を示し、 $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{X}$ 系と同様に転移点付近で緩やかな変化を示す。一方 $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{Br}$ は $T_N = 8.0\text{K}$ で反強磁性転移し、磁化率の異方性からスピニングが ab 面内に向いていることが分かった (図 1)。また $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{I}$ について μSR 測定を行ったところ、 $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{X}$ 系と異なり $T = 1.8\text{K}$ の低温においても磁気秩序が不完全であることが分かった (図 2)。以下詳細については当日報告する。

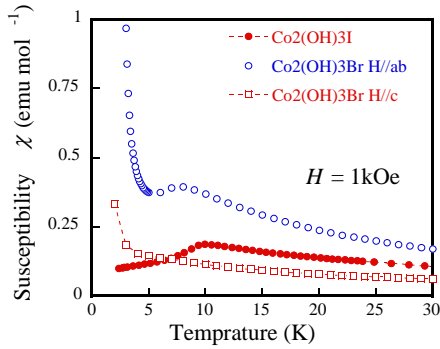


図1 磁化率の温度変化

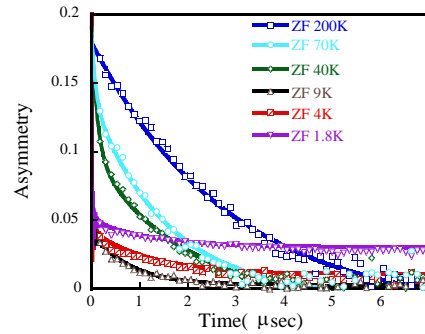


図2 μSR 測定におけるZFスペクトル

D-13 新幾何学的フラストレーション物質 $(\text{Co}_{1-x}\text{Fe}_x)_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ における磁気秩序とスピングラスの共存

佐賀大理工^A, 九大工^B 藤原理賀^A, 萩原雅人^A, 鄭旭光^A, 河合達也^B

佐賀大グループは、 $\text{M}_2(\text{OH})_3\text{X}(\text{M}=\text{Cu},\text{Co},\text{Ni},\text{Fe},\text{Mn},\text{X}=\text{Cl},\text{Br})$ 四面体フラストレーション物質群を研究してきた。その中で磁化率測定から $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ は $T_c = 10.5\text{K}$ 以下で強磁性とスピン揺らぎの共存、 $\text{Fe}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ は $T_N = 9\text{K}$ 以下で反強磁性に転移する事がわかった。

この 2 つの物質は同じ結晶構造で単一相の置換物質が合成できる。XRD 測定から格子定数の連続的変化が見られた。AC 磁化率測定の周波数依存性を比較した結果、 $x = 0.5$ ではフラストレーション系スピングラス $\text{Y}_2\text{Mo}_2\text{O}_7$ に近い値を示し、 $x = 0.3, 0.6$ はスピングラスと磁気クラスターの共存を示す値となった (図 1)。 μSR 測定からはそれぞれに長距離磁気秩序の存在が確認でき (図 2)、磁気秩序とガラスが共存していると予想される。

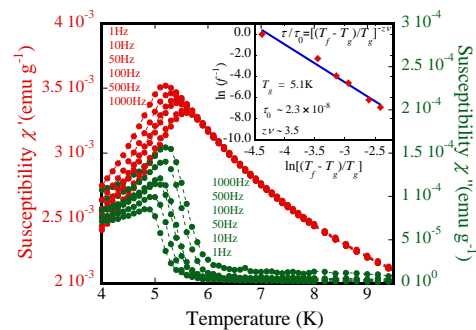


図1 $x = 0.6$ サンプルの AC 磁化率周波数依存

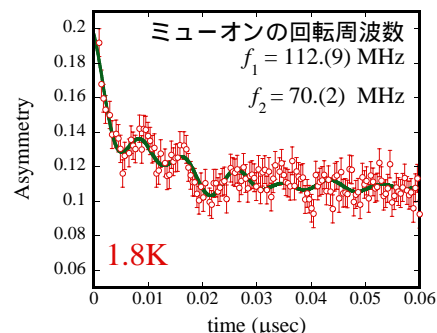


図2 $x = 0.6$ サンプルの μSR スペクトル
静的内部磁場による回転の様子

D-14 新幾何学的フラストレーション物質 $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{Br}$ の逐次相転移及び磁場誘起新奇磁気相

佐賀大理工^A, 九大工^B 萩原雅人^A, 鄭旭光^A, 河江達也^B

ゼロ磁場カゴメアイス状態を実現し、強磁性的な振舞を示す $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ に対し、同じ構造の $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{Br}$ は、 $T_{N1} = 6.2\text{K}$ 、 $T_{N2} = 4.8\text{K}$ において逐次反強磁性転移、及び $T < 4.2\text{K}$ 、 $H = 5\text{kOe}$ で磁場誘起相転移する。今回は両物質の磁性の相違及び $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{Br}$ の磁場中での振舞に注目し、 $\text{Co}_2(\text{OD})_3\text{Br}$ の中性子弾性散乱測定を行った。ゼロ磁場測定によると、 T_{N1} 以下で $k_1 = (0 -1/2 1/2)$ の反強磁性秩序が見られ、 T_{N2} 以下では加えて k_1 とは独立な $k_2 = (0 0 3/2)$ の反強磁性秩序を形成する (Fig.1)。磁場中の測定では、 $H = 6\text{kOe}$ で新たな反強磁性秩序が誘起され、 $H = 30\text{kOe}$ 以上で $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ と同じ $k = (0 0 0)$ の強磁性的な秩序が主体的となる (Fig.2)。今回の結果により、四面体歪みが支配的に $\text{Co}_2(\text{OH})_3X$ の磁気状態に決定的に影響していると思われる。詳細は当日報告する。

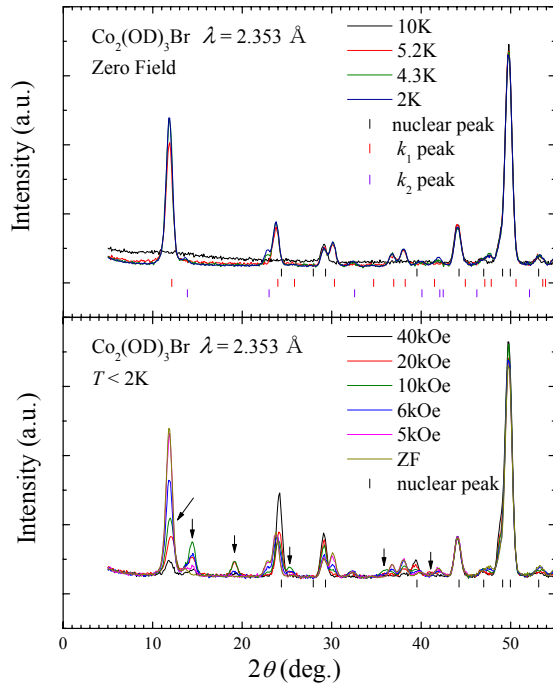


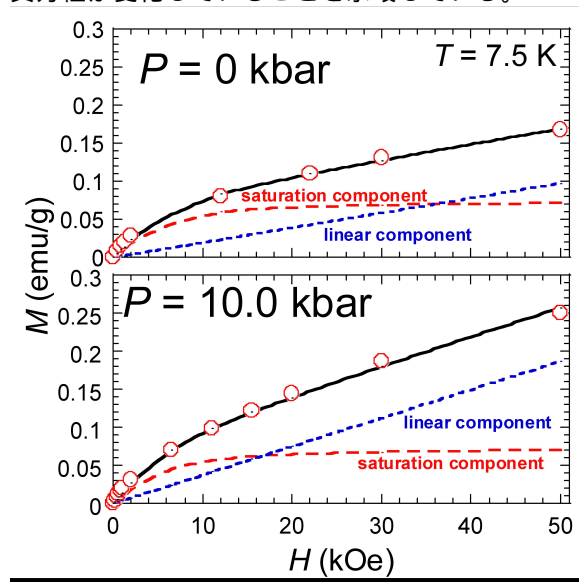
Fig1 (上)、Fig2 (下) : $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{Br}$ のゼロ磁場及び磁場中の中性子回折プロファイル
矢印は磁場誘起相によるピークを示す

D-15 反強磁性ナノ粒子 Ferrihydrate の磁気特性における圧力効果

九工大工^A, ザラゴザ大^B, アベイロ大^C 小森田裕貴^A, N. Silva^B, 美藤正樹^A, 出口博之^A, 高木精志^A, F. Palacio^B, V. Amaral^C

反強磁性ナノ粒子の磁化は、粒子表面近傍および (または) 粒子全体にランダムに分布している打ち消されないスピンのより生じる。我々は、圧力印加により磁性ナノ粒子の表面と粒子内の連続的構造操作を行い、それが磁気特性に及ぼす影響を系統的に追跡する圧力実験を展開している。今回、我々はバルクで反強磁性体の Ferrihydrate ナノ粒子 ($\text{FeOOH} \cdot n\text{H}_2\text{O}$) (粒径 $4.7 \pm 0.2\text{nm}$) に注目した。バルクの Ferrihydrate は低結晶性の鉄酸化水酸化物でネール温度 T_N は 330K である。磁気測定は MPMS を使用し、圧力発生装置はピストンシリンダー型クランプセルを用いて行った。右図に温度 $T = 7.5\text{K}$ における圧力下磁化曲線 ($P = 0, 10.0\text{kbar}$) を示す。磁化曲線は saturation と linear の 2 成分の存在を示唆している。10.0kbar での解析結果は 0kbar と比べて saturation 成分の減

少を示し、一方 linear 成分は約 2 倍に増加する。これは、高圧力下で体積収縮のために異方性が変化していることを示唆している。



D-16 磁気異方性を示すコバルト ピロメリット酸化合物の磁性の一軸加圧効果

九工大^A, ルイパスツール大^B 岸園康平^A, 藤本也久^A, 松本周祐^A, 高木精志^A, 美藤正樹^A, 出口博之^A, M. Kurmoo^B

各種の磁性金属と有機酸とを結合させて作成した有機無機ハイブリッド磁性体は、磁性金属イオンが多次元のネットワークを形成し、その特徴的な結晶構造に起因する多彩な磁気的性質を示すことが知られている。今回、我々は、水熱合成法によりコバルト・ピロメリット酸化合物の比較的大きな単結晶を作成したので、異方性を示すこの単結晶の磁性の一軸加圧効果を測定し、磁気異方性を明らかにした。図1に示すように、この単結晶の $-T$ は、1気圧下でかなり大きな異方性を示す。ただし、まだ結晶構造が明らかではないので、ブロック状単結晶の長軸方向、幅軸方向、厚さ軸方向について測定した。磁性の一軸加圧効果等については当日議論したい。

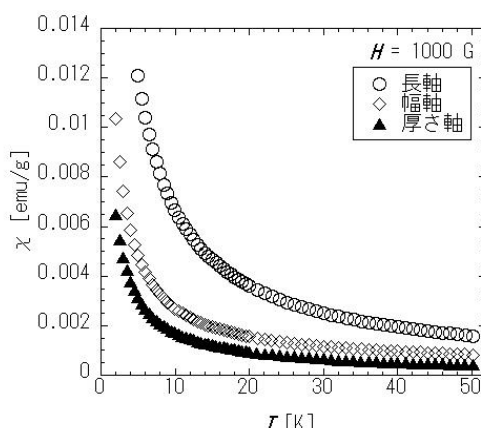


図1 Coとピロメリット酸化合物の $\chi - T$ 依存性. 磁場とそれぞれの軸【○(長軸)◇(幅軸)▲(厚さ軸)】は平行である.

D-17 Ni-ピロメリット酸化合物の磁性の脱水・加水効果及び分子性ガス吸着効果

九工大^A, ルイパスツール大^B 上田竜也^A, 中隈大就^A, 松本周祐^A, 高木精志^A, 美藤正樹^A, 出口博之^A, M. Kurmoo^B

水熱合成法により作成した Ni-ピロメリット酸化合物は、3K 近傍に反強磁性転移点を持つメタ磁性体であるが、化合物内に弱いファンデルワールス力で結合している水分子が存在し、この水分子を加熱等によって取り除く（脱水）とその部分に細孔ができ、その磁性も大きく変化する（図1）。そしてこの細孔の一部に再び水分子を取り込ませる（加水）こともできるが、脱水によりできたこの細孔に水分子の代わりに他の分子、例えば酸素分子などを取り込ませた場合の磁性の変化を明らかにすることは大変興味深い。

そこで今回我々は、脱水後の化合物の細孔内に酸素分子を吸着させることができるか否か、また吸着できたときの磁性の変化を明らかにすることを目的に実験を行った。酸素分子吸着効果の

測定結果は当日の発表の際に述べる予定である。

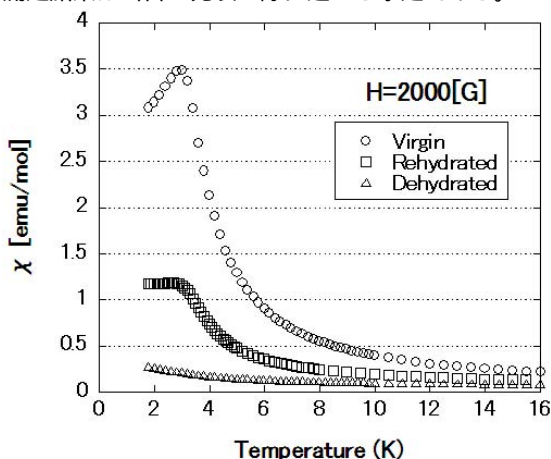


図1. Ni-ピロメリット酸化合物の帯磁率の温度依存性の脱水・加水効果

D-18 Ni-シクロヘキサンジカルボン酸化合物の磁性の脱水・加水効果及び分子性ガス吸着効果

九工大工^A, ルイパスツール大^B 藤本也久^A, 岸園康平^A, 松本周祐^A, 高木精志^A, 美藤正樹^A, 出口博之^A, M. Kurmoo^B

磁性金属と有機酸を用いて作成したハイブリッド化合物は、磁性金属の種類、及びその結晶構造の多様性により多彩な磁性を示す。これらの化合物は、ゆるく結合した水分子を含んでおり、加熱等によりその水分子を除去(脱水)すると、水分子の抜けた部分に細孔ができ、磁性も大きく変化する。そして、この細孔に再び水分子を取り込んで、脱水前の試料の磁性に可逆的に戻るものもある。今回、我々は、表題の物質について、脱水後の細孔に、水分子ではなく、酸素分子を取り込ませることができるか否か、またその状態での磁性の変化を明らかにしようとした。図1に、Virgin 試料、脱水試料、そして脱水後に室温で9時間、酸素雰囲気中に放置した時の試料

の χT の温度依存性を示しているが、現時点では、酸素吸着による効果は観測されていない。

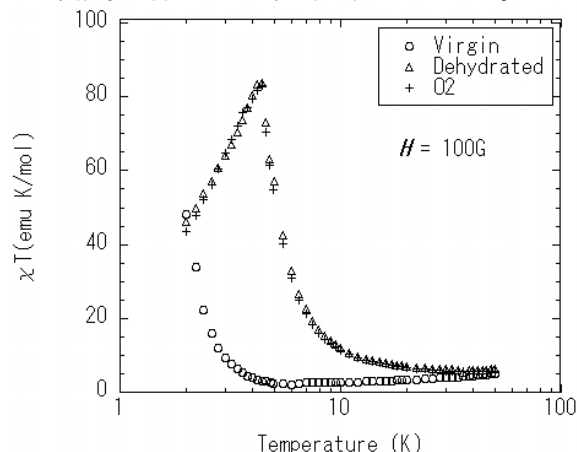


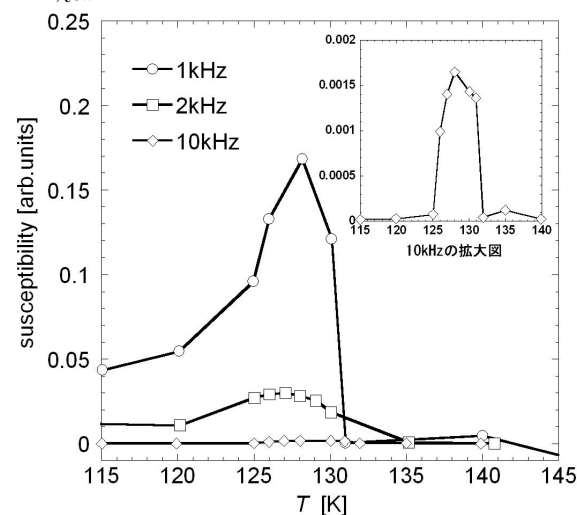
図1 Ni-cis-シクロヘキサンジカルボン酸化合物の χT の温度依存性の脱水・酸素吸着効果

D-19 キラル磁性体 $\text{Cr}_{1/3}\text{NbS}_2$ の高周波領域における交流磁化率測定

九工大工^A, 青山学院大学理工^B 鶴田一樹^A, 富永将^A, 小森田裕貴^A, 美藤正樹^A, 岸根順一郎^A, 出口博之^A, 高木精志^A, 高阪勇輔^B, 中尾裕也^B, 秋光純^B

キラル磁性体 $\text{Cr}_{1/3}\text{NbS}_2$ は ab 面を磁気容易面とするカイラル磁性体である。磁気転移温度は 127K であり、我々は単結晶試料を用いた測定において、磁気転移温度付近にカイラリティに起因すると考えられる巨大な非線形磁気応答を観測している。その非線形応答は、1kHz までの周波数域で観測されており、同類の分子磁性体では、極低周波域での観測に留まっているのとは、対照的である。そこで、我々は、SQUID を利用した交流磁化率測定法によって 10kHz までの高周波領域における非線形磁化率測定を実施したので結果を報告したい。右図に周波数 $f=1,2,10\text{kHz}$ 、交流磁場振幅 $H_{ac} = 20\text{e}$ で容易面に平行に交流磁場を印加したときの磁化率 $\chi_{1\omega}$ (実測値) の温度依存性を示す。周波数の増加とともに磁化率 $\chi_{1\omega}$ は減少して

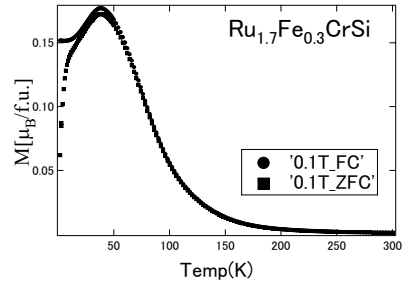
いる。当日は高周波領域における三次高周波磁化率 $\chi_{3\omega}$ 成分の温度依存性についても報告する。



D-20 Ru_{2-x}Fe_xCrSi の物性

鹿児島大学理^A 久松徹^A, 六角継美^A, 伊藤昌和^A, 重田出^A, 廣井政彦^A

ホイスラー化合物 Ru_{2-x}Fe_xCrSi は Fe-rich では強磁性体、Ru-rich では反強磁性的な性質を示し、 $x = 0.1$ では低温相でスピングラス的振舞いが見いだされた。[1] 図に $x = 0.3$ の磁化と温度の関係を示す。この試料は ~ 100 K で強磁性転移をする物質である。低温で ZFC と FC の磁化に違いが見られ、FC では、 $T \leq 20$ K で磁化はほぼ一定の値であるが、ZFC では、温度の減少とともに、磁化も減少している。 $x = 0.3$ の試料の場合、比熱には転移を示す異常は見られなかった。磁化の振る舞いと、比熱に異常が見られなかった事により、 $x = 0.3$ ではスピングラス相ができていると考えられる。 $x = 0.1$ では強磁性は消失してスピングラスが現れるが、強磁性になる $x = 0.3 \sim 0.5$ でも同様の現象が起こっており、スピングラスが現れていると考えられる。[1]M.Hiroi, K.Matsuda, and T.Rokkaku, Phys.Rev.B 76,132401



D-21 Ru_{2-x}Fe_xCrSi のトンネル分光

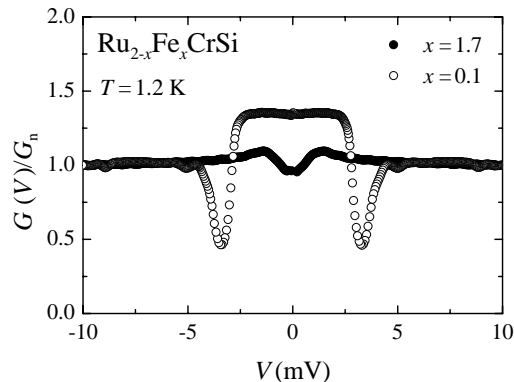
鹿児島大学理工学研究科物理科学専攻^A, 鹿児島大学理^B 村山治^A, 重田出^B, 伊藤昌和^B, 廣井政彦^B

ホイスラー型合金は、ハーフメタルや強磁性形状記憶合金などの新しい機能性材料になりうる物質として注目されている。バンド計算によりホイスラー型合金 Ru_{2-x}Fe_xCrSi は乱れに強いハーフメタルであると予測されている¹⁾。実際、 $0.3 \leq x \leq 1.8$ の組成範囲で強磁性になることが確認されており、高いスピン分極率をもつ物質の候補である²⁾。

本研究では、トンネル分光法を用いて、超伝導接合界面で生じるアンドレーフ反射によるスピン分極率の決定をする。Ru_{2-x}Fe_xCrSi/Pb 構造のトンネル接合を作製し、交流変調法を用いてトンネルコンダクタンスを測定した。 $x = 0.1$ と $x = 1.7$ の組成に関する規格化されたトンネルコンダクタンス $G(V)/G_n$ の実験結果を図に示す。図が示すように、 $x = 0.1$ の試料に比べ $x = 1.7$ の試料がスピン分極率が高いことが確

認でき、この結果は、これまでの磁化や電気抵抗の測定結果とよく一致する。

- 1) S.Mizutani, S.Ishida, S.Fujii and S.Asano, Mater. Tran. 47(2006)25.
- 2) M.Hiroi, K.Matsuda, and T.Rokkaku, Phys. Rev. B 76, 132401 (2007).



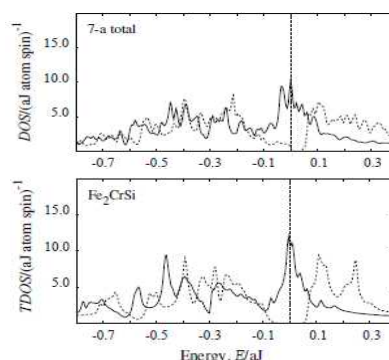
D-22 Fe₂CrSi-(001) 薄膜の電子構造と磁化

鹿児島大学総合理工院生^A, 鹿児島大学理学部^B, 東京大学名誉教授^C 小田雄仁^C,
藤井伸平^B, 石田尚治^B, 浅野摂郎^C

ホイスラー合金の Fe₂CrSi は 100% のスピ
分極をもちハーフメタルとなると予測されて
いる物質である [1]。今回我々は、Fe₂CrSi-
(001) 薄膜 [*] (7-a、7-2a) について第一原理計
算 [2] を行いその電子構造や磁化について報告
する予定である。結果の一部を図に示した。上
段がバルクの totalDOS (実線が up-spin、破線
が down-spin) を、下段が 7-a のそれである。

[*] "n-ma" とは、上下の表面の内側に
原子面が n 層、空格子の厚さが a (バル
クの格子定数) の m 倍という意味であ
る。 [1] S.Ishida, S.Mizutani, S.Fujii and

S.Asano; Mater. Trans. 47 (2006) 1-
7. [2] WIEN2k, <http://www.wien2k.at/>

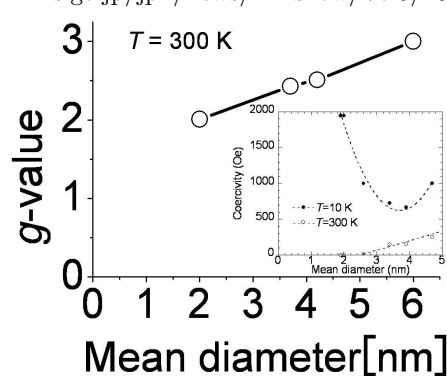


D-23 磁性ナノ粒子 FePt の電子スピン共鳴

九工大工^A, 九大先端研^B, 東工大総理工^C 鶴田英樹^A, 小森田裕貴^A, 美藤正樹^A,
高木精志^A, 出口博之^A, 岩本多加志^B, 北本仁孝^C

一般に、単磁区構造を有するナノ粒子の保
磁力は、磁気異方性が粒径によって変わらない
としたとき、磁化反転が熱揺らぎにより起こ
りはじめるため、粒径の減少とともに減少す
る。しかし、FePt ナノ粒子の場合、室温付近
ではその保磁力は粒径の減少とともに単調に
減少するが、低温では小さい粒径の方が大き
な保磁力を示す [1]。また、2-3nm 付近で FCT
構造が不安定になるという報告もある [2]。低
温で示すこの特異な振る舞いの起源を明らか
にするために、ESR 測定を行った。室温にお
ける g 値の粒径依存性は、線形的な相関をし
ている (右図)。g 値の粒径に対する変化は、
室温の保磁力の粒径に対する変化に定性的に

一致する (挿入図)。現在、他の粒径の試料で
低温実験を行っている。 [1] T. Iwamoto *et al.*
日本物理学会 (2007 年次大会) 21pPSB-66 [2]
<http://www.nims.go.jp/jpn/news/nimsnow/Vol5/2005->



08/03.html

D-24 $\text{CoTi}_{1-x}\text{V}_x\text{Sb}$ の物性

鹿児島大理^A 中嶋慎吾^A, 伊藤 昌和^A, 廣井政彦^A, 重田出^A

X_2YZ (X, Y: d 電子原子, Z: sp 電子金属) で表されるホイスラー化合物の中にはハーフメタル性をもつと予想されているものもあり、活発に研究されている一群もある。一方、ホイスラー化合物の X サイトの半分が空格子となる XYZ で表されるいわゆるハーフホイスラー化合物と呼ばれる一群も存在する。ハーフホイスラー化合物の物性を調べることは、ホイスラー化合物全体の本質を知る上で、とても重要である。今回我々はフラックス法により、 CoTiSb および Ti を V で置き換えた $\text{CoTi}_{1-x}\text{V}_x\text{Sb}$ の $x=0.01, 0.03, 0.04$ の単

結晶育成に成功した。図に粉末 X 線パターンを示す。観測されたピークは、 CoTiSb の結晶構造からすべて指数付けできる講演では電気抵抗率の測定結果等を示し、その物性を議論する。

