

平成22年5月 27日現在

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2007～2009

課題番号：19340100

研究課題名(和文) 新しい幾何学的フラストレーション系物質—水酸塩化物における新奇量子磁性の解明

研究課題名(英文) Study of novel quantum magnetism in new geometrically frustrated compounds of hydroxyhalides

研究代表者

鄭 旭光 (Xu-Guang Zheng)

佐賀大学・理工学部・教授

研究者番号：40236063

研究成果の概要(和文)：本研究は新しい幾何学的フラストレーション系物質—水酸塩化物における磁気秩序とスピン揺らぎの共存を発見し、新しい d 電子系パイロクロア構造の新物質シリーズ-水酸塩化物 $M_2(OH)_3X$ (M: Cu, Ni, Co, Fe, Mn 等の磁性イオン、X: Cl, Br, I のハロゲンイオン) の存在、及びこれらに広く存在するバラエティに富んだ特異的な量子磁性を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：In this research we identified unconventional magnetic transitions in a transition metal hydroxyhalogenide series of deformed pyrochlore compounds $M_2(OH)_3X$, where M represents a d-electron transition metal magnetic ion such as Cu^{+2} , Ni^{+2} , Co^{+2} , Fe^{+2} , and Mn^{+2} , and X represents halogen ions of Cl^{-1} , Br^{-1} , or I^{-1} . This material category presents a complete series for spins $S=1/2$ to $S=5/2$ ($S=1/2$ for Cu^{+2} , 1 for Ni^{+2} , $3/2$ for Co^{+2} , 2 for Fe^{+2} , and $5/2$ for Mn^{+2}), therefore, we have discovered a unique materials system for the study of geometric frustration in various spin systems.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
19 年度	7,400,000	2,220,000	9,620,000
20 年度	3,900,000	1,170,000	5,070,000
21 年度	2,700,000	810,000	3,510,000
年度			
年度			
総計	14,000,000	4,200,000	18,200,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：物理学・物性Ⅱ

キーワード：新物質、新奇量子磁性、幾何学的フラストレーション

1. 研究開始当初の背景

磁氣的相互作用が均一でも幾何学的空間配置に起因してフラストレーションが生じ得

る。最近、これら構造の新奇磁性が注目されている。Harris らによって 4 面体スピン配置をもつ希土類強磁性体パイロクロア

$\text{Ho}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ においてスピンアイスという従来予想外の状態が報告され「Phys. Rev. Lett. 79, 2554 (1997)」, また同物質系の反強磁性体では量子液体状態の可能性が示唆され、これら均一結晶系での新しい量子相の性質が強い関心を集め、磁性研究のもっとも活発なトピックの一つになっている。

申請者は研究開始前年度に銅水酸塩化合物— $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ (鉱物名 clinoatacamite) が新しい幾何学的フラストレーション磁性物質であることを発見し、 $T_N=18.1\text{K}$ で一旦全スピンの長距離反強磁性に転移しながら、 6K 直下でスピン揺らぎ状態に転じ、更により低温では長距離秩序とスピン揺らぎ状態の共存状態へ転移し、この共存状態が 20mK でも続くという非常に不思議な連続相転移を観察し、論文公表した「Phys. Rev. Lett. 95, 057201 1-4 (2005)」。

2. 研究の目的

この deformed pyrochlore 構造は他の水酸塩化合物 $\text{M}_2(\text{OH})_3\text{X}$ (M =磁性イオン、 X =ハロゲンイオン) に広く存在していることをX線構造解析によって得たことから、本研究はこの新しい幾何学的フラストレーション系を系統的に調べ、新奇量子相の解明と共に、磁気秩序とスピン揺らぎの共存の機構解明を研究目的とした。

3. 研究の方法

水酸塩化合物 $\text{M}_2(\text{OH})_3\text{X}$ の新規物質を合成し、X線構造解析によって結晶構造を決定した後、比熱、磁化、中性子散乱、 μSR 測定等の多方面の実験手段を駆使して、我々が発掘・発見した本新幾何学的フラストレーション系を系統的に調べる。 $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ に代表されるような不思議な連続相転移と量子相の解明と共に、磁気イオンの違い及び元素置換、高圧、外場などのスピン制御によって秩序とスピン揺らぎの共存がどのように変化するか、また反強磁性と強磁性を決定するファクターが何であるかを究明する。更に $\text{M}_2(\text{OH})_3\text{X}$ 系における元素置換を進展させて非磁性イオン置換によるスピン希釈及びキャリアドープを行い、スピン制御によるスピンダイナミクス及び伝導特性の変化を調べ、現有の新量子相磁性の解明を助けると共に磁気抵抗や超伝導を含む新規物性の発現も狙う。

4. 研究成果

多くの水酸塩化合物 $\text{M}_2(\text{OH})_3\text{X}$ の新規物質を合成し、豊富な磁性を発見した。例えばコバルトイオンの水酸塩化合物 $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ ではスピン揺らぎを伴った強磁性状態が見られた一方、 $\text{Ni}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ ではダイナミックな反強磁性秩序

という既存の理論では説明できない磁気秩序を見出した。これらの新物質において磁性が多彩であり、また、四面体の僅かな歪みの変化で磁性が劇的に変わる。スピン液体状態と反強磁性秩序の共存を示した $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ 、スピン揺らぎと磁性秩序の共存を示した $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ 、新奇なダイナミックな反強磁性秩序を示した $\text{Ni}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ と合わせて、本水酸塩化合物シリーズにおける量子状態と新奇秩序がフラストレーションの物理に貢献しており、内外において他の研究グループによる後続研究も続けられている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 13 件) すべて査読有り

- ① Hiroki Morodomi, Koichiro Ienaga, Yuji Inagaki, Tatsuya Kawae, Masayuki Hagiwara and X. G. Zheng, Specific heat study of geometrically frustrated magnet clinoatacamite $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$, J. Phys.: Conf. Ser. 200 032047 4pp (2010).
- ② X. G. Zheng, M. Hagihala, M. Fujihala, T. Kawae, Recent developments in the magnetic study of the deformed pyrochlore lattice $\text{M}_2(\text{OH})_3\text{X}$ ($\text{M} = 3\text{d}$ magnetic ions, $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}$), Journal of Physics: Conference Series 145, 012034/1-8 (2009).
- ③ S. Maegawa, A. Oyamada, S. Sato, M. Nishiyama, T. Itou and X. G. Zheng, Spin dynamics in 3d Electron Pyrochlore-like Systems, J. Phys.: Conference Series 145, 012018/1-4 (2009).
- ④ M. Hagihala, X. G. Zheng, T. Kawae, Drastic anion substitution effect in deformed pyrochlore lattice $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{Cl}_{1-x}\text{Br}_x$, Physica B 404 (2009) 671-673.
- ⑤ X. G. Zheng, T. Yamashita, M. Hagihala, M. Fujihala, T. Kawae, Magnetic transitions in botallackite-structure $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Br}$ and $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{I}$, Physica B 404 (2009) 680-682.
- ⑥ X. G. Zheng, M. Hagihala, K. Nishiyama, T. Kawae, Exotic antiferromagnetic transition in deformed pyrochlore lattice $\text{Ni}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ of atacamite-structure, Physica B 404 (2009) 677-679.

- ⑦ M. Fujihara, M. Hagihara, X.G. Zheng, T. Kawae, Spin-glass state in the mixed system $(\text{Co}_{1-x}\text{Fe}_x)_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ on deformed pyrochlore lattice, *Physica B* 404 (2009) 674-676.
- ⑧ X.G. Zheng, Exotic Quantum Magnetism in a New Geometric Frustration Series $\text{M}_2(\text{OH})_3\text{X}$ -coexistence of magnetic order and spin fluctuation in uniform spin system, *Progress in Physics* Vol. 28 No.3(2008) 314-326. invited review paper
- ⑨ X.G. Zheng, H. Kubozono, H. Yamada, K. Kato, Y. Ishiwata & C. N. Xu, Giant negative thermal expansion in magnetic nanocrystals, *Nature Nanotechnology* 3, 724-726 (2008) selected as highlight paper by Nature Nanotechnology.
- ⑩ X.G. Zheng, M. Hagihara, T. Kawae, C.N. Xu, Defect-induced short-range order from a spin-ice related state in deformed pyrochlore $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$, *Phys. Rev. B* 77, 024418 1-5 (2008).
- ⑪ Hidenori Kubo, Kazuko Zenmyo, Masahiko Tokita, Tatsuchi Hamasaki, Masato Hagihara, and X. G. Zheng, NMR Study of Spin State in Geometrically Frustrated Compound $\text{Co}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$, *J. Phys. Soc. Jpn.* 77 (2008) 013704 (4 pages)
- ⑫ M. Hagihara, X.G. Zheng, T. Toriyi and T. Kawae, Antiferromagnetism and geometric frustration in tetrahedral lattice hydroxyhalides $\text{M}_2(\text{OH})_3\text{X}$, *Journal of Physics, Condensed Matter*. 19. 145281(8pp) (2007).
- ⑬ X.G. Zheng, M. Hagihara and T. Toriyi, Co-existence of long range order and spin fluctuation in a new geometric frustration series $\text{M}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$, *J. Magn. Mater.* 310, 1288-1290 (2007).

[学会発表] (計 56 件)

- 1 友尾水樹, 大久保晋, 藤澤真士, 櫻井敬博, 大道英二, 太田仁, 萩原雅人, 菊池彦光, 鄭旭光 $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{Br}$ の ESR 測定 日本物理学会第 65 回年次大会 2010 年 3 月 23 日 岡山大学
- 2 鄭旭光, 藤原理賀, 萩原雅人, 河江達也,

西山樟生, 大原泰洋 四面体構造 $\text{Ni}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ の特異磁気秩序とスピン揺らぎ II 日本物理学会第 65 回年次大会 2010 年 3 月 23 日 岡山大学

3 大原泰明, 萩原雅人, 鄭旭光 $\text{Ni}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ の磁気秩序 日本物理学会第 65 回年次大会 2010 年 3 月 23 日 岡山大学

4 佐藤衆一, 小山田明, 宮田香織, 西山昌秀, 伊藤哲明, 前川覚, 鄭旭光 パイロクロア型フラストレート磁性体 $\text{Ni}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ における逐次相転移 日本物理学会第 65 回年次大会 2010 年 3 月 23 日 岡山大学

5 諸富大樹, 稲垣祐次, 河江達也, 萩原雅人, 鄭旭光 異形体構造を持つ $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ の低温磁場中物性測定 日本物理学会第 65 回年次大会 2010 年 3 月 22 日 岡山大学

6 萩原雅人, 藤原理賀, 鄭旭光, 河江達也 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 II 日本物理学会第 65 回年次大会 2010 年 3 月 22 日 岡山大学

7 善明和子, 久保英範, 時田正彦, 鄭旭光, 萩原雅人, 浜崎達一, 河江達也, 竹内祐樹, 松村正博 $\text{M}_2\text{Cl}(\text{OH})_2$ ($\text{M}=\text{Cu}, \text{Mn}$) の NMR 日本物理学会 2009 年秋季大会 2009 年 9 月 27 日 熊本大学

8 藤原理賀, 萩原雅人, 鄭旭光, 河江達也 四面体構造をもつ d 電子系化合物 $\text{Fe}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ の幾何学的フラストレーション磁性 日本物理学会 2009 年秋季大会 2009 年 9 月 27 日 熊本大学

9 萩原雅人, 藤原理賀, 鄭旭光, 河江達也 2 次元三角格子 $\text{M}_2(\text{OH})_3\text{X}$ ($\text{M}=\text{Ni}, \text{Co}; \text{X}=\text{Br}, \text{I}$) の磁性 日本物理学会 2009 年秋季大会 2009 年 9 月 27 日 熊本大学

10 小山田明, 宮田香織, 佐藤衆一, 伊藤哲明, 西山昌秀, 前川覚, 鄭旭光 パイロクロア型フラストレート $s=1$ 磁性体 $\text{Ni}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ の磁気秩序状態 日本物理学会 2009 年秋季大会 2009 年 9 月 26 日 熊本大学

11 佐藤衆一, 小山田明, 伊藤哲明, 西山昌秀, 前川覚, 鄭旭光 量子スピンパイロクロア型反強磁性体 $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ の低周波 NMR 日本物理学会 2009 年秋季大会 2009 年 9 月 26 日 熊本大学

12 諸富大樹, 家永紘一郎, 稲垣祐次, 河江達也, 萩原雅人, 鄭旭光 異形体構造を持

つ Cu₂(OH)₃Cl の磁場中比熱測定 日本物理学会 2009 年秋季大会 2009 年 9 月 26 日 熊本大学

13 友尾水樹, 大久保晋, 藤澤真士, 櫻井敬博, 大道英二, 太田仁, 萩原雅人, 菊池彦光, 鄭旭光 Atacamite 系パイロクロア物質の特異な磁気状態の研究 日本物理学会 2009 年秋季大会 2009 年 9 月 26 日 熊本大学

14 萩原雅人 鄭旭光 幾何学的フラストレーション磁性体 Co₂(OH)₃Br の逐次相転移及び磁場誘起相転移 特定領域「フラストレーションが創る新しい物性」21 年度成果報告会 2010 年 1 月 7~8 日 京都大学

15 前川覚 小山田明 佐藤衆一 宮田香織 西山昌秀 伊藤哲明 鄭旭光 3d 電子系パイロクロア格子反強磁性体 Cu₂(OH)₃Cl と Ni₂(OH)₃Cl の新奇秩序 特定領域「フラストレーションが創る新しい物性」21 年度成果報告会 2010 年 1 月 7~8 日 京都大学

16 鄭旭光 四面体構造 Ni₂(OH)₃Cl の特異磁性 特定領域「フラストレーションが創る新しい物性」21 年度成果報告会 2010 年 1 月 7~8 日 京都大学

17 X. G. Zheng (Invited talk) Magnetism-induced ferroelectricity in cupric oxide CuO, China-Japan Symposium on Ferroelectric Materials and Their Applications August 20-23, 2009 Dunhuang, China

18 善明和子, 久保英範, 時田正彦, 鄭旭光, 萩原雅人, 浜崎達一, 河江達也 M₂C₁(OH)₃(M=Co, Mn, Cu) の NMR 第 114 回日本物理学会九州支部例会 2008 年 12 月 6 日 福岡工業大学

19 諸富大樹, 家永紘一郎, 稲垣祐次, 河江達也, 萩原雅人, 鄭旭光 パイロクロア構造を持つ Cu₂(OH)₃Cl(atacamite) の低温物性 第 114 回日本物理学会九州支部例会 2008 年 12 月 6 日 福岡工業大学

20 西尾英幸, 隅貴志, 山下健, 藤原理賀, 萩原雅人, 鄭旭光, 河江達也 2 次元三角格子 Ni₂(OH)₃X(X=Br, I) の磁性 第 114 回日本物理学会九州支部例会 2008 年 12 月 6 日 福岡工業大学

21 隅貴志, 山下健, 藤原理賀, 萩原雅人, 鄭旭光, 河江達也 2 次元三角格子 Co₂(OH)₃X(X=Br, I) の磁性 第 114 回日本物理学会九州支部例会 2008 年 12 月 6 日 福岡工

業大学

22 藤原理賀, 萩原雅人, 鄭旭光, 河合達也 新幾何学的フラストレーション物質 (Co_{1-x}Fe_x)₂(OH)₃Cl における磁気秩序とスピングラスの共存 第 114 回日本物理学会九州支部例会 2008 年 12 月 6 日 福岡工業大学

23 萩原雅人, 鄭旭光, 河江達也 新幾何学的フラストレーション物質 Co₂(OH)₃Br の逐次相転移及び磁場誘起新奇磁気相 第 114 回日本物理学会九州支部例会 2008 年 12 月 6 日 福岡工業大学

24 鄭旭光 磁性ナノ粒子における巨大負熱膨張 第 114 回日本物理学会九州支部例会 2008 年 12 月 6 日 福岡工業大学

25 佐藤衆一, 小山田明, 伊藤哲明, 西山昌秀, 前川覚, 鄭旭光 量子スピン系フラストレート磁性体 Cu₂(OH)₃Cl の NMR 日本物理学会 2008 年秋季大会 2008 年 9 月 21 日 岩手大学上田キャンパス

26 秋月康秀, 佐藤衆一, 伊藤哲明, 小山田明, 西山昌秀, 前川覚, 鄭旭光 パイロクロア型フラストレート s=1 磁性体 Ni₂(OH)₃Cl の磁性 日本物理学会 2008 年秋季大会 2008 年 9 月 21 日 岩手大学上田キャンパス

27 諸富大樹, 家永紘一郎, 稲垣祐次, 河江達也, 萩原雅人, 鄭旭光 Cu₂(OH)₃Cl 異形体物質の低温比熱測定 日本物理学会 2008 年秋季大会 2008 年 9 月 20~23 日 岩手大学上田キャンパス

28 善明和子, 久保英範, 時田正彦, 萩原雅人, 鄭旭光, 浜崎達一, 河江達也 幾何学的フラストレーション系 Mn₂X(OH)₃(X=Cl, Br) の NMR 日本物理学会 2008 年秋季大会 2008 年 9 月 20~23 日 岩手大学上田キャンパス

29 小山田明, 宮田香織, 秋月康秀, 佐藤衆一, 伊藤哲明, 西山昌秀, 前川覚, 鄭旭光 パイロクロア型フラストレート s=1 磁性体 Ni₂(OH)₃Cl の核磁気共鳴 日本物理学会第 64 回年次大会 2009 年 3 月 30 日 立教大学池袋キャンパス

30 佐藤衆一, 小山田明, 伊藤哲明, 西山昌秀, 前川覚, 鄭旭光 量子スピンパイロクロア型磁性体 Cu₂(OH)₃Cl の磁気秩序形成:1H-NMR 日本物理学会第 64 回年次大会 2009 年 3 月 30 日 立教大学池袋キャンパス

31 大原泰明, 萩原雅人, 鄭旭光 中性子散乱による $\text{Ni}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ の磁気揺らぎの観測 日本物理学会第 64 回年次大会 2009 年 3 月 27~30 日 立教大学池袋キャンパス

32 善明和子, 久保英範, 時田正彦, 鄭旭光, 萩原雅人, 浜崎達一, 河江達也, 竹内祐樹, 松村正博 $\text{M}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ ($\text{M}=\text{Cu}, \text{Mn}$) の NMR 日本物理学会第 64 回年次大会 2009 年 3 月 27~30 日 立教大学池袋キャンパス

33 諸富大樹, 家永紘一郎, 稲垣祐次, 河江達也, 萩原雅人, 鄭旭光 異形体 $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ の低温比熱測定 日本物理学会第 64 回年次大会 2009 年 3 月 27~30 日 立教大学池袋キャンパス

34 鄭旭光, 藤原理賀, 萩原雅人, 山下健, 竹下聡史, 西山樟生, 河江達也 四面体構造 $\text{Ni}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ の特異磁気秩序とスピン揺らぎ 日本物理学会第 64 回年次大会 2009 年 3 月 27~30 日 立教大学池袋キャンパス

35 藤原理賀, 萩原雅人, 鄭旭光, 河江達也 新幾何学的フラストレーション物質 $(\text{Co}_{1-x}\text{Fex})_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ における磁気秩序とスピングラスの共存 日本物理学会第 64 回年次大会 2009 年 3 月 27~30 日 立教大学池袋キャンパス

36 萩原雅人, 鄭旭光, 河江達也, 佐藤卓 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 日本物理学会第 64 回年次大会 2009 年 3 月 27~30 日 立教大学池袋キャンパス

37 X.G. Zheng Invited talk Giant negative thermal expansion in magnetic nanocrystals Smart Structures/NDE 2009 March 9, 2009 San Diego, California, USA

38 X.G. Zheng, M. Hagihala, T. Kawae, Controlling the microscopic spin-spin interactions by anion and cation substitution in the new tetrahedron-lattice compound $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$, Highly Frustrated Magnetism 2008 September 7-12, 2008, Braunschweig, Germany

39 X.G. Zheng, M. Hagihala, T. Kawae, Exotic magnetic transition in a new system of deformed pyrochlore lattice $\text{M}_2(\text{OH})_3\text{X}$ ($\text{M} = \text{Cu}, \text{Ni}, \text{Co}, \text{Fe}, \text{Mn}$ etc, and $\text{X} = \text{halogen ions}$), Highly Frustrated Magnetism 2008

September 7-12, 2008, Braunschweig, Germany

40 M. Fujihala, M. Hagihala, X.G. Zheng, T. Kawae Magnetic Properties of Mixed System $(\text{Co}_{1-x}\text{Fex})_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ with Ferromagnetic Co^{2+} and Antiferromagnetic Fe^{2+} Spins on a Deformed Pyrochlore Lattice, 11th International Conference on Muon Spin Rotation, Relaxation, & Resonance July 21-25, 2008 Tsukuba, Japan

41 X.G. Zheng, T. Yamashita, M. Hagihala, M. Fujihala, T. Kawae, Antiferromagnetic Transitions in Botallackite-Structure $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ and $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Br}$, 11th International Conference on Muon Spin Rotation, Relaxation, & Resonance July 21-25 2008, Tsukuba, Japan

42 X.G. Zheng, M. Hagihala, K. Nishiyama, T. Kawae, Exotic antiferromagnetic transition in deformed pyrochlore lattice $\text{Ni}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ of atacamite-structure, 11th International Conference on Muon Spin Rotation, Relaxation, & Resonance July 21-25 2008, Tsukuba, Japan

43 M. Hagihala, X.G. Zheng, T. Kawae, Drastic anion substitution effect in deformed pyrochlore lattice $\text{Co}_2(\text{OH})_3\text{Cl}_{1-x}\text{Br}_x$, 11th International Conference on Muon Spin Rotation, Relaxation, & Resonance July 21-25 2008 Tsukuba, Japan

44 鄭旭光 新幾何学的フラストレーション物質 $\text{M}_2\text{X}(\text{OH})_3$ ($\text{M}=\text{磁性イオン}, \text{X}=\text{ハロゲン}$) の μ SR 研究/磁性ナノ粒子のスピンダイナミクス研究 平成 19 年度ミュオン共同利用実験成果報告会 2008 年 2 月 28 日 筑波 (KEK)

45 鄭旭光 萩原雅人 河江達也 d 電子系四面体構造 $\text{M}_2(\text{OH})_3\text{X}$ における特異反強磁性転移 日本物理学会第 63 回年次大会 2008 年 3 月 24 日 大阪 (近畿大学)

46 前川覚 佐藤衆一 小山田明 伊藤哲明 鄭旭光 四面体構造フラストレーション $s=1/2$ 磁性体 $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ の NMR 日本物理学会第 63 回年次大会 2008 年 3 月 23 日 大阪 (近畿大学)

47 善明和子 久保英範 浜崎達一 萩原雅人 鄭旭光 河江達也 幾何学的フラストレーション系 $\text{M}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ ($\text{M}:\text{Cu}, \text{Mn}, \text{Co}$) の

NMR 日本物理学会第 63 回年次大会 2008 年
3 月 23 日 大阪 (近畿大学)

48 家永紘一郎 中家義隆 赤司淳 稲垣
祐次 河江達也 萩原雅人 鄭旭光
R2(OH)3Cl 系 (R:Ca, Mn) の磁場中比熱測定
日本物理学会第 63 回年次大会 2008 年 3 月 23
日 大阪 (近畿大学)

49 萩原雅人 藤原理賀 吉田和太 鄭旭光
河江達也 幾何学的フラストレーシ
ョン物質 Co2(OH)3Cl における陽イオン及び
陰イオン置換効果 日本物理学会第 63 回年
次大会 2008 年 3 月 23 日 大阪 (近畿大学)

50 鄭旭光 新奇量子磁性を示す遷移
金属水酸塩化合物の純良単結晶作製と磁気相
関、特定領域「フラストレーションが創る新
しい物性」研究会 2008 年 1 月 11 日 京 都
大学

51 前川覚 佐藤衆一 小山田明 伊藤哲明
鄭旭光 パイロクロア型 d 系 s=1/2 量子磁性
体 Cu2(OH)3Cl の新奇磁性 特定領域研究「フ
ラストレーションが創る新しい物性」第 1 回
トピカルミーティング 2008 年 1 月 11 日
京都大学

52 小山田明 岸本雅之 伊藤哲明 前川
覚 鄭旭光 カゴメアイス物質 Co2(OH)3Cl
の核磁気共鳴 日本物理学会第 62 回年次大
会 2007 年 9 月 24 日 北海道大学

53 萩原雅人 山下健 藤原理賀 鄭旭光
河江達也 新しい幾何学的フラストレー
ション系物質 Co2(OH)3Cl-xBrx1 における
四面体歪みの制御及び磁性変化 日本物理
学会第 62 回年次大会 2007 年 9 月 24 日 北
海道大学

54 鄭旭光 萩原雅人 河江達也 四面体
構造を持つ d 電子系幾何学的フラストレーシ
ョン物質 M2(OH)3Cl の新奇磁性 日本物理学
会第 62 回年次大会 2007 年 9 月 24 日 北海
道大学

55 善明和子 久保英範 時田正彦 萩原
雅人 鄭旭光 浜崎達一 幾何学的フラ
ストレーション系 Co2(OH)3Cl の NMR 日本物理
学会第 62 回年次大会 2007 年 9 月 21 日 北
海道大学

56 鄭旭光 招待講演:新幾何学的フラ
ストレーション物質 M2(OH)3X の新規量子磁
性、中国物理学会、2007 年 9 月 19 日、中
国南京大学

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]

ホームページ等

<http://extwww.cc.saga-u.ac.jp/~zheng/zheng2.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鄭旭光
佐賀大学・理工学部・教授
研究者番号: 40236063

(2) 研究分担者

真木 一
佐賀大学・理工学部・准教授
研究者番号: 10359945

山田 浩志
独立行政法人産業技術総合研究所・九州センタ
ー・研究員
研究者番号: 90415761