

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	磁氣的フラストレーションを有するクロムスピネル化合物およびパイロクロアチタン酸化物におけるスピン - 格子結合に関する熱力学的研究
Title(English)	Thermodynamic Studies of Spin-Lattice Effects in Magnetically Frustrated Chromium Spinel and Titanium Pyrochlores
著者(和文)	気谷卓
Author(English)	Suguru Kitani
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9733号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:川路 均,大坂 武男,菅野 了次,松下 伸広,平山 雅章
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9733号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	気谷 卓	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	川路 均	教授	平山雅章	講師
	審査員	大坂武男	教授		
		菅野了次	教授		
	松下伸広	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Thermodynamic Studies of Spin-Lattice Effects in Magnetically Frustrated Chromium Spinels and Titanium Pyrochlores」(磁氣的フラストレーションを有するクロムスピネル化合物およびパイロクロアチタン酸化物におけるスピナー格子結合に関する熱力学的研究)と題し、英文で書かれ、8章より構成されている。

第1章「Introduction」では、パイロクロア格子を有する磁性体においてフラストレーションが生じ、それを解消する際にスピナー格子結合が重要な働きをすることを述べている。さらに、このような物質に対して熱力学的研究が如何にして有意義な情報を提供するかを概説し、本研究の目的と意義について論じている。

第2章「Experimental」では、本研究で用いた試料の合成方法と実験装置および手法について詳細について論じている。

第3章「Spin-glass-like behavior in ferromagnetic phase of CdCr_2S_4 」では、典型的な3次元ハイゼンベルグ強磁性体であると考えられてきた CdCr_2S_4 について再調査を行い、強磁性相において通常の強磁性体とは異なる振る舞いが現れていることを確認し、特に20 K以下ではスピングラス的な振る舞いを見出した。これらより、この物質には局所格子歪みが存在するために相互作用が異方的となり短距離磁気クラスターが生じ、低温にいくにつれそれが発達することでメソスケールの磁気クラスターが成長しているというメカニズムを提案している。

第4章「Spin-lattice coupling effect in strongly geometrically frustrated spinel CdCr_2O_4 」では、強い幾何学的フラストレーションを持つ CdCr_2O_4 について調べている。熱膨張測定からこのスピナー挙動に対応する特異な熱膨張挙動を見出し、スピナークラスターの形成機構について新たな知見を得ている。また、熱力学関係式から求めた相転移温度の圧力依存性を議論することで、類似化合物 ZnCr_2O_4 との相転移挙動の違いについての機構解明の手掛かりを得られることを指摘している。

第5章「Lattice behavior in the conical spin state of CoCr_2O_4 」では、複雑な相転移挙動が観測される CoCr_2O_4 について調べ、スピナー挙動と関係した振る舞いが熱容量と熱膨張にも現れることを確認し、さらに相の安定性を議論することでコニカルスピナー相におけるロックイン転移において結晶の対称性が低下する可能性を示唆している。また、パルス磁場中で磁気熱量効果を測定し、高磁場において非常に強い発熱を伴う1次転移を観測することで、詳細な磁場-温度相図を決定している。

第6章「Lack of the spin-lattice coupling in spin liquid state of $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ 」では、スピナー液体状態が実現していると予想されている $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ において指摘されているスピナー格子結合の重要な働きに着目して解析を行なったところ、熱膨張挙動が格子振動と結晶場励起のみで説明でき、強いスピナー格子結合は存在しないことを指摘している。さらに、この結果に基づき低温熱容量に見られる熱異常についても議論している。

第7章「Thermal expansion behavior in spin ice state of $\text{Dy}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ and $\text{Ho}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ 」では、スピナーアイス状態をとると考えられている $\text{Dy}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ および $\text{Ho}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ について熱膨張測定を行い、スピナーアイス状態の形成に伴う異常な熱膨張挙動を観測している。観測された $\text{Dy}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ での負の熱膨張、 $\text{Ho}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ での正の熱膨張について、その機構の検討を行っている。

第8章「Summary」では、本研究で得られた結果を総括している。

以上を要するに本研究は、磁氣的フラストレーションを有するクロムスピネル化合物およびパイロクロアチタン酸化物におけるスピナー格子結合に関して精密熱容量測定および精密熱膨張測定により熱力学的観点から詳細に調べている。そこで得られた知見は磁氣的フラストレーション系におけるスピナー格子結合の物性研究および新規物質の開発研究への指針を提供するものであり、よって本論文は博士(理学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。