



Title	Magnetic Measurements at Extreme Low Temperatures in Pulsed High Magnetic Fields and Magnetic Properties of S=1 Antiferromagnetic Chains With Bond Alternation
Author(s)	鳴海, 康雄
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/43247">https://hdl.handle.net/11094/43247</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について <a href="#">ご参照ください</a> 。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	なるみ 海康 雄
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 16458 号
学位授与年月日	平成13年6月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	Magnetic Measurements at Extreme Low Temperatures in Pulsed High Magnetic Fields and Magnetic Properties of $S = 1$ Antiferromagnetic Chains With Bond Alternation (極低温-パルス強磁場下における磁気測定装置の開発及び $S = 1$ 反強磁性交替ボンド鎖の磁性)
論文審査委員	(主査) 教授 大貫 惇睦  (副査) 教授 大山 忠司    教授 竹田 精治    助教授 杉山 清寛 助教授 金道 浩一

## 論文内容の要旨

### 第一部

低温-強磁場の世界では、様々な興味深い物理現象が期待される事から、そのような複合極限環境の実現は、物性物理学の進歩にとって非常に重要である。しかし、超強磁場発生に不可欠なパルスマグネットに、冷凍機や測定装置を導入するためには、定常磁場の場合とは全く異なる技術が要求される。

我々は、非磁性-非金属材料である FRP を用いた小型の希釈冷凍機を開発し、これをパルスマグネットと組み合わせることで、0.1K以下60Tまでの磁気測定を可能にした。同時に、より強磁場-低温での磁化測定を考慮に入れた、高感度検知コイルの開発を行った。

### 第二部

$S = 1$  反強磁性ボンド交替鎖は、一様な反強磁性鎖にはない興味深い物性を示すことが理論的に示唆されている。第一に、二つの異なる交換相互作用の比に依存して、異なるギャップ相 (Haldane 相と Singlet-Dimer 相) が現れる。第二に、その相境界となる臨界比においてのみ、励起スペクトルがギャップレスになる。第三に、一様な状態からわずかでもずれると、飽和磁化の半分に対応するところに、磁化の量子化された状態“磁化プラトー”が出現する、というものである。

我々は、幾つかのスピンの持つ Ni 鎖状化合物を合成し、帯磁率、磁化、電子スピン共鳴測定を用いた研究を系統的に行い、得られた結果を数値計算と比較することにより、上記の物理現象を実験的に解明することを試みた。

NDOAP、NMOAP、NTENP の強磁場磁化測定の結果、交替比依存した 1/2-プラトーを観測し、帯磁率も含めた実験結果と数値計算との比較により、これらの化合物の基底状態は Singlet-Dimer 相にあることがわかった。

NTEAP の帯磁率曲線は、ギャップレスの一次元反強磁性鎖特有の log 関数的落ち込みを示し、また0.1Kの磁化過程では、ゼロ磁場からの有限の磁化の増加を観測した。これらの結果から、この化合物は基底状態と励起状態とのあいだにスピンギャップを持たないということがわかり、ギャップレスポイントの存在を実験的に明らかにした。

さらに、Zn で置換した NTENP の帯磁率、及び磁化過程において特異な異方的振る舞いを観測した。この異方性の起源は、単イオン型異方性をもつ  $S = 1$  が鎖端に誘起されるという Valence Bond Solid 模型で理解できる。つまり、NTENP の基底状態が Singlet-Dimer 相にあるということ、ミクロな描像から明らかに示している。

## 論文審査の結果の要旨

低次元量子スピン系に対する実験的研究である。スピン $S=1$ のダイマーを形成する試料から、チェーン（鎖）を形成する試料に至るまで系統的に磁化率と強磁場磁化の測定を低温で行い、量子スピン系の本質的な特徴を解明した。

特にチェーンの試料では磁化率が、 $T \rightarrow 0$ で有限であり、磁化曲線において磁化がゼロの磁場領域は $H=0$ を除いてはなく、磁場の増大とともに磁化が増大し、ギャップレスであることを実験的に明らかにした。また、その不純物効果についても研究した。

以上の研究は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。