

# 論文審査の結果の要旨

氏名 石井梨恵子氏

本論文は6章からなり、第1章においては論文の趣旨と導入、第2章においては実験の手法の解説と研究対象物質である層状遷移金属酸化物  $\text{Rb}_4M(\text{MoO}_4)_3$  ( $M = \text{Mn}, \text{Cu}$ )の結晶構造、第3章においては、博士論文の主な結果である層状遷移金属酸化物  $\text{Rb}_4\text{Mn}(\text{MoO}_4)_3$  の磁性、第4章においては、第3章で述べた実験結果と理論との定量的比較、第5章においては、層状遷移金属酸化物  $\text{Rb}_4\text{Cu}(\text{MoO}_4)_3$  の量子磁性、第6章においてはまとめと展望について議論されている。博士論文において、詳細な実験と理論との比較の結果、石井梨恵子氏は以下の2点について、磁性分野における重要な知見を得ている。(1) 層状遷移金属酸化物  $\text{Rb}_4M(\text{MoO}_4)_3$  ( $M = \text{Mn}, \text{Cu}$ ) について、単結晶を育成し、その低温磁性を詳細に調べた結果、 $\text{Rb}_4\text{Mn}(\text{MoO}_4)_3$  は  $\text{Mn}^{2+}$  が低温まで正確な三角格子を形成しており、高い二次元性を有していることを見出した。さらに、その低温磁性は、容易軸異方性を持つ二次元三角格子反強磁性体として説明することができ、定性的・定量的に実験結果と理論の計算結果が一致することを突き止めた。このような一致は、二次元三角格子反強磁性体において初めての例であり、 $\text{Rb}_4\text{Mn}(\text{MoO}_4)_3$  はこの系の典型例であることを示している。(2)  $\text{Rb}_4\text{Cu}(\text{MoO}_4)_3$  は  $a$  軸方向に強い軌道の混成が存在し、一次元鎖を形成する。そして、 $\text{Cu}$  が  $S = 1/2$  の磁性を担う為、強い量子効果によりスピンが揺らいだ、一次元反強磁性鎖に特徴的な振る舞いを帯磁率や比熱測定において見出した。 $\text{Rb}_4\text{Cu}(\text{MoO}_4)_3$  は、新しい  $S = 1/2$  一次元反強磁性体として、Luttinger Liquid、Spinon Excitation などの量子現象を理解する上で重要な物質と考えられる。

石井氏は博士課程からの入学後3年足らずの間に、上記の2種類の物質をその単結晶合成から数々の物性測定実験に到るまでを自らこなし実験研究を完成させたことは大きく評価される。また、どちらの研究においても学術論文を完成させている。一報は米国化学会雑誌に掲載済みであり、また、一報は米国物理学会雑誌に投稿中である。いずれも、化学的にはすでに知られている物質であったものの、精密な構造解析や物性測定はこれまでなされておらず、今回の報告はそれらが示す物理現象が興味深いことを示すだけでなく、磁性の分野においても重要な知見をもたらすものである。これらの成果は博士論文審査の基準を十分に上回るものである。

なお、本論文第2章は、Dixie P. Gautreaux、Melissa Menard、Julia Y. Chan との共同研究、第3章は、徳永将史、榊原敏郎、小沼圭介、南部雄亮、前野悦輝、中辻 知、Collin H. Broholm との共同研究、第4章は、田中 宗、川島直輝との共同研究、第5章は、小沼圭介、町田 洋、前野悦輝、中辻 知との共同研究であるが、論文提出者が主体となって実験及び解析をおこなったもので、論文提出者である石井氏の寄与が十

分であると判断する。

審査委員会の委員の先生から、1. 研究成果として理解された部分とそうでない部分を明確にわけて記述することにより、研究結果の今後の課題をはっきりさせること。2. アブストラクトや結論において、理論と実験が一致している内容についてより詳しく記述すること。とのコメントいただいた。これらについて、審査委員会から確認の委託を受けた主査が改訂された論文を確認し、コメントを十分に反映していると判断した。

以上を持って、石井梨恵子氏の学位論文の論文審査の結果、博士（科学）の学位を授与できると認める。