

# 論文審査の結果の要旨

氏名 松野 謙一郎

本論文は「スピネル型酸化物のフラストレーションと電荷・スピン物性」という題目で、特異な幾何学構造を有するスピネル酸化物の示す新規相転移の発見と相転移の背景のメカニズムが述べられている。全5章から構成される。

第1章では、研究の背景と目的が述べられている。強相関電子系の一般論、幾何学的フラストレーション効果などが要約されている。スピネル型酸化物はもっとも強い幾何学的フラストレーションの系であり、状態の縮退を解消するためのエキゾチック相転移が期待される。これを探索することが本研究の目的である。

第2章では本研究に用いられた実験の実験方法に関して述べられている。

第3章では、 $\text{AlV}_2\text{O}_4$ の異常な電荷整列転移の発見について述べられている。この物質においてVイオンの平均価数は2.5価である。したがって、電荷配置に対するきわめて強い幾何学的フラストレーション効果が働く。これを解消するために1:1の2価と3価に価数分離代わりに、3:1の2価と4価のValence skipping状態を取ることが明らかとなった。700K以下で2価のV1イオンと4価のV2イオンが個数比V1イオンで構成されたカゴメ格子層、V2イオンの三角格子層が[111]方向に交互に整列する電荷整列構造を形成する。

電荷が固体状態を形成するのに対して、スピン系はカゴメ格子と三角格子の積層に伴うフラストレーションによって液体状態にある。Crドーピングにより電荷整列状態は急速にその姿を消す。その際、スピン系の低温エントロピーの増大が観測され、電荷秩序崩壊に伴う次元性変化と解釈された。

第4章では、 $\text{GeNi}_2\text{O}_4$ の多段逐次磁気転移に関する実験結果と考察に関する記述がなされている。スピネル型酸化物 $\text{GeNi}_2\text{O}_4$ は、スピネル格子を形成するBサイトに二価のNiイオンが $S=1$ の局在スピンを持つ磁性体である。60年代の粉末中性子回折の磁気構造解析の結果から、低温では[111]方向に二倍の長周期構造を持つ反強磁性磁気構造を取るとされて来た。本研究では $\text{GeNi}_2\text{O}_4$ の単結晶を作成する事に初めて成功した。帯磁率、比熱の詳細な測定から、転移は一つでなく、11.4Kと12.1Kという狭い温度範囲に二つの相転移が存在する事を新たに見出した。この逐次転移は磁場中でさらに三つの相転移へとさらに複雑に発展していく。すなわち、この系は複数の相が微妙なバランスで競合する極めてユニークな系であることが明らかとなった。最近接磁氣的相互作用と高次の相互作用との拮抗がこのような $\text{GeNi}_2\text{O}_4$ の多段逐次磁気転移現象の起源であると議論されている。

第5章では総括として本研究の成果と意義が記述されている。

なお本論文は高木英典、勝藤拓郎との共同研究であるが論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上、本論文は幾何学的フラストレーションの概念のもとに、スピネル酸化物の物性探索を行い、異常な電荷整列転移や複雑な磁気秩序相競合などの新物性・現象を発見し、その基礎学理を明らかにした。強相関電子系の物性・機能の発現に際して、幾何学的フラストレーションが果たす役割の大きさを明示したという意味で、物性物理学あるいは強相関エレクトロニクスへの貢献は大きい。よって本論文は博士（科学）の学位請求論文として合格と認められる。