

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 ( 理 学 )	氏名	XI Xiaojuan
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
論 文 題 目			
Ultrasonic Studies on Crystal Electric Field Effects and Magnetic Phase Diagrams in Yb-based Compounds YbTGe ( $T=Pt, Cu$ ) and Kondo Chiral Magnet YbNi <sub>3</sub> Al <sub>9</sub> (超音波測定を用いたイッテルビウム化合物 YbTGe ( $T=Pt, Cu$ )及び近藤キラル磁性体 YbNi <sub>3</sub> Al <sub>9</sub> の結晶場効果と磁気相図の研究)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	鈴木孝至	
審査委員	教 授	高 畠 敏 郎	
審査委員	教 授	世 良 正 文	
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文は、超音波分光法と呼ばれる特殊な手法を用いて、<math>4f</math>軌道に一つのホールを有する Yb 化合物について行った二つの物性研究を纏めたものである。一つ目の目的は、「イッテルビウム化合物 YbTGe (<math>T=遷移金属</math>)における系統的遷移金属置換効果による新規物性の探索」であり、二つ目の目的は、「キラル対称性を持つ Yb 磁性体における新規回転不変性効果の探索」である。</p> <p>論文の構成は次の通りである。序論(第I章)では、希土類化合物における <math>4f</math> 電子状態研究の背景を述べるとともに、YbTGe (<math>T=Pt, Cu</math>)および YbNi<sub>3</sub>Al<sub>9</sub>の基本物性と研究の目的が述べられている。第II章では、パルスエコー型位相比較法を用いた超音波分光法の原理と弾性率測定法が記述されている。第III, IV, V章では、それぞれ YbPtGe, YbCuGe および YbNi<sub>3</sub>Al<sub>9</sub>の実験結果、考察ならびに結論が纏められている。</p> <p>YbTGe に関する成果を列挙すると、直方晶の YbPtGe では、ゼロ磁場中弾性異常に対し歪み応答関数による量子力学的解析を行うとともに、磁化率や比熱の量子力学的解析を行い、初めて6次までの結晶場パラメタを決定し、結晶場分裂した局在 <math>4f</math>電子波動関数を決定した。これは、本物質におけるあらゆる電子物性考察の基礎となる。更に、磁場中弾性率から磁気相図を決定した。特に、磁場が <math>b</math>軸に平行な場合、先行研究の報告に無い相を少なくとも二つ新たに発見し、そのうちの一つについては、多極子の関与を指摘した。六方晶の YbCuGe では、ゼロ磁場中および磁場中弾性異常から、6次までの結晶場パラメタを初めて決定し結晶場分裂した局在 <math>4f</math>電子波動関数を記述するとともに、磁気相図も初めて確定した。特に、磁場が <math>c</math>軸に平行な場合、2Tを境にして秩序変数の定性的変化が起きることを初めて指摘した。すなわち、超音波分光法を用いた本研究により、YbPtGe および YbCuGe について、先行研究では見出すことが出来なかった新規物性の探索に成功しており、一つ目の目的に顕著な寄与をしていると言える。</p>			

二つ目の目的に関し、キラル磁性体  $\text{YbNi}_3\text{Al}_9$  についての研究成果を列挙すると、ゼロ磁場中弾性異常から、結晶場パラメタを初めて決定し結晶場分裂した局在  $4f$  電子波動関数を決定した。特に、ゼロ磁場中において音波の進行方向  $k$  と変位方向  $u$  をそれぞれ結晶の  $a$  軸、 $c$  軸で入れ替えて測定した  $C_{44}$  モードに明確な差異を見出した。今後の検証を必要とするが、これまで誰も見出したことの無い、キラル対称性を起源とする新規のゼロ磁場中回転不変性効果を、初めて観測した可能性が高い。通常のリターン不変性効果は磁場中のみで観測され、ゼロ磁場中では決して観測されることは無い。なぜなら、一般の磁性体の場合、「結晶格子の回転と磁気モーメントとの相互作用エネルギーは、格子を回転させた場合と格子を回転させず磁気モーメントを逆向きに反転させた場合と同じである」から、ゼロ磁場中では音波により物質中に誘起された回転の方向によって応答に差が生じないが、磁場中では磁気モーメントが特定の方向に固定され自由に回転できないため、その応答に差が生じるからである。一方、キラル対称性をもつ磁性体の場合、最初から回転対称性の縮退がとけているため、ゼロ磁場中でも回転に対する応答に異方性が生じる可能性が推定されていた。本論文の二つ目の目的に関する成果は、ゼロ磁場中回転不変性効果の検出に初めて成功したこと、ならびにこの検出により回転の効果を物性研究に利用できる新規の感受率として提供できるポテンシャルを示したことである。

以上の内容は学術的価値が高く、博士論文としてふさわしいと判断し、本論文の著者は博士（理学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。