



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Spin-Wave Theory of Thermal Excitations and Inelastic Scattering in Heisenberg Magnets : New Developments in Compactification and Renormalization [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	乗木, 優作
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第13128号
Issue Date	2018-03-22
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/69989
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Yusaku_Noriki_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 乗木 優作

審査担当者	主査	教 授	山本 昌司
	副査	教 授	根本 幸児
	副査	講 師	大原 潤
	副査	助 教	吉田 紘行

学位論文題名

Spin-Wave Theory of Thermal Excitations and
Inelastic Scattering in Heisenberg Magnets:
New Developments in Compactification and Renormalization
(Heisenberg 磁性体における熱励起と非弾性散乱のスピン波理論:
コンパクト化と繰り込みの新しい展開)

博士学位論文審査等の結果について（報告）

本論文は、Heisenberg 型相互作用をもつ低次元量子磁性体、その熱力学—比熱・帯磁率・各種相関関数—から動力学—磁気構造因子・非弾性光子散乱スペクトル—に至る多彩な物性を、精緻に記述することを目指す理論研究である。一世紀の歴史をもつ従来型スピン波理論は、強磁性体の低温熱力学を解析的に反強磁性体の素励起を半定量的に記述する。しかし、二元以下低次元においては、強磁性、反強磁性、フェリ磁性を問わず、その熱力学的性質を記述することは一般に困難とされてきた。これは、スピン励起をボソンで記述するスピン波理論の宿命とも言える。スピン演算子は有界な Hilbert 空間に作用する一方、ボソンの Hilbert 空間は半無限であるため、ハミルトニアンをボソンで書き直すことで、高温常磁性に至る有限温度物性や量子揺らぎが存在する反強磁性基底状態を、従来スピン波理論は定量的に記述できない、あるいはしばしば定性的記述すら崩壊する。

本論文では、粒子数一定の理想ボース気体としてスピン波理論を定式化し直し、さらにマグノン間相互作用の取り扱いにおいて新しい試みを提案する。Hartree-Fock 近似では有限温度で常磁性に非物理的的一次転移を起こすことが知られる。そこで Hartree-Fock 場に代えて、Wick 分解に基づく新しい自己無撞着場を導入する。これにより、有限温度一次転移による方法論の破綻を回避するのみならず、基底状態から高温常磁性に至る広範な温度領域を高精度で記述できるようになった。特に、低温領域では熱力学量温度依存性の解析式を導出することに成功し、数値計算では得ようのない知見を実験研究に対して提示することができた。さらに、4 粒子 Green 関数を効率的かつ良精度で計算する摂動繰り込み理論を開拓し、磁気 Raman 散乱スペクトルの導出にも道を開いた。

よって著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。