



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Development of Novel Quantum Kagome Antiferromagnets and Studies of Field-induced Quantum Many-body States
Author(s)	加藤, 萌結
Description	この博士論文の全文は利用可能日以降に公開されます。利用可能日以前の閲覧方法は https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/ をご参照ください。
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第16744号
Issue Date	2026-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16744
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/99589
Type	doctoral thesis
File Information	Moyu_Kato_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



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 加 藤 萌 結

審査担当者	主査	教 授	吉 田 紘 行
	副査	教 授	河 本 充 司
	副査	教 授	小 林 夏 野
	副査	准教授	大 原 潤

学 位 論 文 題 名

Development of Novel Quantum Kagome Antiferromagnets and
Studies on Field-induced Quantum Many-body States
(量子カゴメ反強磁性体の新物質開発と磁場中量子多体状態に関する研究)

博士学位論文審査等の結果について（報告）

近年、カゴメ化合物に対する興味が高まっている。カゴメ構造では、その幾何学に起因する磁気フラストレーションやバンド構造におけるディラック点、フラットバンド等が存在し、そこから多彩な物性が創発する。例えば、量子スピン液体、特異な超伝導、高次クラスター多極子の秩序による異常ホール効果やダイオード効果などの創発現象が次々と報告されている。

最も長く研究されているのはフラストレート磁性体としてのカゴメ反強磁性体であり、零磁場下でのスピン液体の探索を中心に国内外で極めて盛んに研究されてきた。しかし、僅かな不純物や乱れ、DM 相互作用によって容易に破壊されるスピン液体の存在は、多くの研究が行われてきたにも関わらず、未だ実験的に確立していない。理論的にも基底状態の厳密解が得られないため、その性質について統一的な結論は得られていない。一方、磁場中の量子状態について、特に $1/3$ 以上の逐次磁化プラトーについては 1990 年代後半に端を発した研究により厳密解が得られており、飽和磁場直下のヘキサゴナルマグノンの集団励起である磁化ジャンプやヘキサゴナルマグノンの結晶化である磁化プラトーが生じると予想されてきた。しかし、典型的なモデル物質の相互作用は非常に大きく、飽和までの磁化過程を調べるには、おおよそ $150\sim 600$ T という強磁場中で、僅かな幅を持つプラトーを観測する必要がある。したがって、理論予想された多彩な量子現象を明瞭に観測するためには、良いモデル物質を合成し、熱揺らぎを抑制した極低温下で超強磁場磁化計測を行う必要があった。

加藤氏は、相互作用が比較的弱い量子カゴメ反強磁性体 In カペラサイト、Sc カペラサイトの開発に成功し、 $1/3$ 磁化プラトーの観測に成功した。弱い相互作用に起因して、実験室の超伝導マグネットで発生可能な 10 T 程度の磁場で $1/3$ プラトーが生じるのが最大の特徴である。従来のプラトー研究では、パルスマグネットを用いた強磁場測定によりプラトーを「観測」した事実には焦点をあてた報告がなされてきた。一方、本物質群ではプラトーを観測するだけでなく、比熱や熱ホール効果などのバルク計測、そして NMR や中性子などのマイクロ計測によりプラトー状態を直接評価し、そこで生じている量子多体状態を初めて実験的に理解することを可能としたものである。言い換えれば、磁化プラトーについての研究をこれまでの「観測」のフェイズから「評価・理解」のフェイズへと一段階押し上げるものであり、当該研究領域において極めて重要な意味を持つ。本研究をきっかけに、様々な新規物質の開発や磁場中物性評価が進展し、カゴメフラストレート磁性研究で未開拓に残されていたフロンティアの開拓へ繋がると期待される。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があるものと認める。