OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Boundary Condition Analysis in Topological Weyl Semimetals
Author(s)	Xi, Wu
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/70714
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

Form 3

Abstract of Thesis

Name (Xi WU)	
Title	Boundary Condition Analysis in Topological Weyl Semimetals (トポロジカルワイル半金属における境界条件の解析)

Abstract of Thesis

In this thesis, I take a particle theory approach for studying topological related Weyl semimetals, especially for the study of energy dispersion relations and of edge states: based on basic assumptions such as symmetry, topology, and dimension, write down Lagrangian; solve equation of motion and boundary conditions; get energy dispersion relations; and give explanation to relation between physical quantities. I call it boundary condition analysis. Fruitful results come out: the bulk and edge states are shown to be determined by conserved momenta and boundary condition parameters, new exotic states – edge-of-edge states localized at the intersection of boundaries are predicted, and dispersions determined.

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名	(Xi Wu)		
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	教授	橋 本 幸 士
	副 査	教授	大 野 木 哲 也
	副 査	教授	越 野 幹 人
	副 査	准教授	山 口 哲
	副 査	准教授	尾 田 欣 也

論文審査の結果の要旨

博士論文「Boundary Condition Analysis in Topological Weyl Semimetals」の論文審査の結果の要旨は、以下の通りである。

本博士論文では、ワイル半金属のトポロジカルな性質を調べている。特に、エッジ状態のエネルギー分散に焦点を当て、一般的に次の二つのことを明らかにしている。

まず第一に、３次元ワイル半金属について、最も一般的な境界相互作用を程エネルギー極限で書き下し、そこから、最も一般的な境界条件を導く。その結果、境界条件は一つの実パラメータθでパラメータづけされることが導かれる。その時に出現するフェルミアークと呼ばれるエッジ状態の分散は、運動量空間においてワイル点から出現しているが、その接し方がθで決まることが導かれた。一般グラフェンなど様々な境界条件におけるフェルミアークの接し方が、一般原理から導かれている点が重要な点である。

第二に、本論文では、端の端という考え方を世界で初めて導入し、エッジのエッジ状態というものが存在しうることを明らかにしている。５次元のワイル半金属を例にとり、そこでの適切な境界条件を議論することによって、分散が明らかに異なるエッジのエッジ状態が存在しうることを示した。これは、３次元へも次元還元することによりその存在を保ったまま構成することができるので、実際の物質への応用も視野に入っている。

ワイル半金属はもとより、一般のトポロジカル物質は、格子に並んだ原子によるハミルトニアンから物質固有の性質を伴って議論されるのが通例であるが、本論文では、連続極限をとり低エネルギー近似を用いることによって、最も一般的な境界状態を分類することに成功している。この点が、素粒子物理学と物性物理学の架け橋として意義のある論文であると考えられる。

なお、本論文の土台となっている二つの研究は、論文中で

[23] K. Hashimoto, T. Kimura, and X. Wu, ¥Boundary conditions of Weyl semimetals," Progress of Theoretical and Experimental Physics, vol. 2017, May 2017.

[24] K. Hashimoto, X. Wu, and T. Kimura, ¥Edge states at an intersection of edges of a topological material," Physical Review B, vol. 95, Apr 2017.

としてすでに査読付き学術誌に出版されていることが記されている。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。