




2023年 2月 14日

学位論文審査報告書

【理学研究科】

報告番号	第 号	氏 名	森 遥
論文審査担当者	(主 査)	初田 真知子	
	(副 査)	岡 寿樹	
	(副 査)	三森 康義	
	(副 査)		印
論文題目	Geometric Aspects of Gauge Algebroids and T-duality in String Theory		

【論文審査の要旨】

本論文では、弦理論における T 双対性をあらわに表現したダブル場理論(DFT)の対称性と、ドリinfeld・ダブルの手法で得たゲージ重代数の関係を示した。弦理論は量子重力理論の有力候補であり、宇宙初期の特異点近傍の時空などの物理を記述できるのではないかと期待されている。近年、弦理論の特徴である T 双対性をあらわに表現した重力理論として DFT が盛んに研究されている。

弦に特有の巻付き量に対する座標を導入し時空の次元を倍にしたダブル時空では T 双対性を時空の対称性として表現できる。これを代数として実現したのが、2つの双対な代数の直和で新たな代数を構築するというドリinfeld・ダブルの手法である。論文では、バイスマン重代数がリー重代数のドリinfeld・ダブルで得られることを示した。T 双対性をあらわに持つ一般座標変換を生成するのが C-括弧であり、C-括弧がなす代数をクーラン重代数という。クーラン重代数における外微分に対する分配則を緩和するとバイスマン重代数となること、つまり幾何学における強い拘束条件と代数における分配則の等価性を示した。

これらの重代数をクーラン重代数が持つ5つの公理で分類し、5つの公理のうち3つの公理を緩和するとバイスマン重代数となることを示した。さらに5つの公理のうちいくつかの公理の組み合わせで構築されるアンテ・クーラン重代数、プレ・クーラン重代数など許される重代数の一般化を示した。さらに非可換に拡張するツイスト変形についても一般化した重代数を調べ、ヘテロティック弦理論に応用された。

重代数のドリinfeld・ダブルという代数の構造と弦理論の T 双対性の構造という物理を広く関係づけた興味深い論文である。

2023年 2月 14日

最終試験結果報告書

【理学研究科】

報告番号	第 号	氏 名	森 遥
論文審査担当者	(主 査)	初田 真知子	
	(副 査)	岡 寿樹	
	(副 査)	三森 康義	
	(副 査)		印
成績 (合・否)	合		

【試験結果の要旨】

歪代数のドリinfeld・ダブルという代数の構造と弦理論のT双対性の構造という物理を広く関係づけた興味深い論文である。

学位論文発表会における発表は良く準備され、論文の背景と内容をわかりやすく説明されたものであった。質疑応答にも丁寧に回答し、専門の素粒子理論のみならず物理の広い知識を有していることが伺われた。

学位論文の第3章の歪代数同士の関係と物理的な拘束条件の対応について、“Doubled Aspects of Vaisman Algebroid and Gauge Symmetry in Double Field Theory”及び “More on Doubled Aspects of Algebroids in Double Field Theory” という題名で Journal of Mathematical Physics において掲載されている第5章の非可換な場合への拡張については “Gauged Double Field Theory, Current Algebras and Heterotic Sigma Models” という題名で Journal of High Energy Physics に投稿されている。

森遥氏の論文は弦理論のT双対性に着目した代数の幾何学的な一般化であり、物理と数学を結び付け、さらにそれぞれの専門における展開のきっかけとなりうるものである。

以上の結果から、森遥氏は当該研究分野について十分な知識を示し、かつ研究の内容としても十分な成果を上げており、博士の学位に値するものと審査委員の全員一致をもって最終試験は合格と判定した。