

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

フリガナ 氏名 (姓、名)	キムラ タクヤ 木村 拓也	授与番号 甲 1682 号
学位の種類	博士 (理学)	授与年月日 2023 年 3 月 31 日
学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項該当者 [学位規則第 4 条第 1 項]	
博士論文の題名	Nekrasov's Formula for Gauged Argyres-Douglas Theories and S-duality (ゲージ化されたアルジレス-ダグラス理論におけるネクラソフ公式と S 双対性)	
審査委員	(主査) 菅原 祐二 (立命館大学理工学部教授)	藪 博之 (立命館大学理工学部教授)
	清水 寧 (立命館大学理工学部教授)	丸吉 一暢 (成蹊大学理工学部准教授)
論文内容の要旨	<p>素粒子物理学において、標準模型の中核をなすゲージ理論の非摂動的な解析は非自明であり、その研究は大きな学術的な意義を持つ。とりわけ $N=2$ の超対称性を持つゲージ理論においては、サイバーク・ウィッテン理論に始まる幾何学的手法による非摂動的な解析がよく知られており、ネクラソフによる「局所化」に基づく非摂動的な分配関数の解析等も有名である。</p> <p>学位申請者は、本論文において、主に副論文 1、2 (ともに査読誌に掲載決定済) に基づき、アルジレス・ダグラス超共形場理論 (AD 理論) に対するネクラソフ公式を提案した。さらにその提案に基づき、AD 理論を物質場のセクターとして含むいくつかの非自明な超共形場理論の S-双対性に関して新たな知見を得ている。</p> <p>より具体的に述べるならば、本論文では、4 次元超対称ゲージ理論と 2 次元リウビル共形場理論の共形ブロックの間のいわゆる「AGT 対応」の AD 理論への一般化を行い、それを利用して AD 理論のネクラソフ公式を読み取るという手法が取られている。これは、「第一原理的な」ネクラソフ分配関数の計算から導かれた公式ではないものの、先行研究で結果が知られている例との非自明な consistency check も示されており、十分に信頼できる提案であると考えられる。</p> <p>論文後半では、提案された AD 理論のネクラソフ公式に基づき、AD 理論を物質場のセクターとして含むある種の超共形ゲージ理論 (「共形的にゲージ化された AD 理論」) における S-双対性の存在について詳細に論じている。後半部分で議論されているテーマは、未だ解明されていない問題を含むという印象であるが、それゆえに興味深く、今後のさらなる展開が期待される研究結果であると言える。</p>	

<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">論文審査の結果の要旨</p>	<p>本論文の審査に先立ち、公聴会を開催した。公聴会では学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員による口頭試問を行った。</p> <p>以下に、論文審査結果の要旨を述べる：</p> <p>まず、前半のレビュー部分では、4次元の超対称ゲージ理論やネクラソフ公式、AGT 対応といった本論文の主要部分に深く関わる広範なテーマについて解説されており、申請者の研究者としての学識・力量を十分に示すものである。</p> <p>本論文のメインテーマであり、かつ最大の特色と言える点は、AD 理論のネクラソフ公式の導出に挑戦しているという点にあるであろう。AD 理論は、ラグランジアンによる記述を持たない強結合の超共形場理論の代表例であり、経路積分により通常の超対称局所化の手法を用いて分配関数を計算することができない。それゆえ、本論文の主たる結果は、大変非自明かつ興味深いものであると言える。もちろん、テーマが challenging であるがゆえに、厳密な結果を得ること、あるいは、正しい結果であることの証明を行うことは難しく、本論文の中で提案されている公式は、いくつかの仮定に基づく「予想」に留まるものである。しかしながら、先行研究で得られている結果との consistency 等についての非自明なチェックについて報告されており、結果の信頼性を高める十分な努力がなされている点で高く評価されるであろう。</p> <p>また、論文後半で議論されている共形的にゲージ化された AD 理論における S-双対性に関する新しい知見は、現時点では未解決な問題も含まれているものの、大変興味深く、当該研究分野において重要な研究成果であると位置づけられる。</p> <p>以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、審査委員会は本論文が本研究科の博士学位論文審査基準を満たしており、博士学位を授与するに相応しい水準に達しているという判断で一致した。</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">試験または学力確認の結果の要旨</p>	<p>本論文の公聴会は、2023年1月31日（火）14時～15時半にびわこ・くさつキャンパスのウェストウィング5F物理演習室3において、対面と Zoom によるハイブリッド方式で行われた。公聴会では、学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、学位論文に使用されている専門的な用語・概念を明確化するための各種の質問に加え、「本研究の物理的な意義や今後の課題は何か?」、「本研究において提案されている公式の consistency を検証するために、より一般のパラメータを導入した「Q背景」の元での解析が可能か?」などの質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。審査委員会は、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、学位申請者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有していると確認した。</p> <p>以上の諸点を総合し、審査委員会は、学位申請者に対し、本学学位規程第18条第1項に基づいて、「博士（理学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断する。</p>