

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	ODE/IM Correspondence and its Applications
著者(和文)	束紅非
Author(English)	Hongfei Shu
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11045号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:伊藤 克司,今村 洋介,慈道 大介,須山 輝明,久世 正弘
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11045号, Conferred date:2019/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		束紅非	
論文審査 審 査 員		氏 名	職 名		氏 名	職 名	
	主査	伊藤克司	教授	審査員	久世正弘	教授	
	審査員	今村洋介	准教授				
		慈道大介	教授				
		須山輝明	准教授				

論文審査の要旨（2000 字程度）

近年 ODE/IM 対応と呼ばれる、常微分方程式(Ordinary Differential Equation)のスペクトル問題と量子可積分模型における関数関係式の間の非自明な対応が、数理物理学や超弦理論の分野で注目を集めている。この対応は量子可積分模型に対する新しい解析手法を与えるのみならず、量子力学のスペクトル問題、超対称ゲージ理論や超弦理論の強結合領域における物理や非摂動的な真空構造を研究する新しい手段を提供している。典型的な ODE/IM 対応の例は、1999 年 Dorey-Tateo によって研究されたシュレーディンガー方程式と 6 頂点模型の対応である。しかし単項ポテンシャル以外の場合にその対応を調べることは難しい問題であった。申請者は、この問題をシュレーディンガー方程式における Planck 定数を新たなスペクトル変数として定式化することにより、任意の多項式型のポテンシャルを持つ常微分方程式に対して ODE/IM 対応を拡張することに成功した。さらにこの対応を量子力学の WKB 解析によるスペクトル問題に適用し、熱力学的 Bethe 仮説方程式を用いた問題の新しい解法を提案した。

本論文は”ODE/IM correspondence and its applications”と題し、申請者の 3 本の共著論文に基づき、申請者の寄与を中心に書かれたものである。本論文は 9 つの章と 4 つの補遺からなる。まず第 1 章”Introduction”では可積分性の説明から始めて、ODE/IM 対応、場の理論における可積分模型の役割等について概観している。第 2 章”Integrability”では古典および量子可積分模型ならびに量子可積分系を解くための関数関係式的手法特に熱力学的 Bethe 仮説 (TBA) 方程式について説明を行っている。第 3 章”WKB method and resurgent quantum mechanics”では、WKB 級数の発散を処理する Borel 総和法に基づいた厳密 WKB 法と厳密量子化条件について説明している。第 4 章”ODE/IM correspondence”では ODE/IM 対応について、特にシュレーディンガー型の 2 階微分方程式に限りて詳しく説明し、単項ポテンシャルの場合に可積分模型における TBA 方程式の導出を与えている。第 5 章”A generalized ODE/IM correspondence”では、一般の多項式ポテンシャルに拡張した新しい ODE/IM 対応について説明している。第 6 章”Applications to Quantum Mechanics”では、一般化された ODE/IM 対応に基づき量子力学のスペクトル問題を TBA 方程式により解く方法を与え、特に 3 次および 4 次のポテンシャルの場合について詳しく数値解析も含め説明している。第 7 章”Applications to Argyres-Douglas theories”では、常微分方程式を超対称ゲージ理論の低エネルギー有効作用を厳密に記述する Seiberg-Witten 曲線の量子化と考えることにより、ゲージ理論の中でも特に Argyres-Douglas 理論と呼ばれる N=2 超共形場理論の量子 Seiberg-Witten 曲線と量子周期を ODE/IM 対応を用いて求めることができることを示している。さらに第 8 章”Massive ODE/IM correspondence”では、ODE/IM 対応を affine Toda 場方程式の Lax 形式を記述する線形方程式系と量子可積分模型との対応への拡張である massive ODE/IM 対応を A 型の affine Toda 方程式から非線形積分方程式を導出することにより拡張した。第 9 章”Conclusions and Discussions”では、本論文のまとめと今後の展望についてまとめている。4 つの補遺においては、本章で説明できなかった、ODE/IM 対応におけるいくつかの独立なトピックについて説明を行っている。

本論文は ODE/IM 対応という見地から、可積分系や量子力学、場の量子論における基礎的な問題において大きな進展をもたらしたものである。またこの論文の幅広い内容は、申請者の知見の広さと研究能力の高さを表している。

よって本論文は、博士(理学)の学位論文として十分価値のあるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。