

研究タイトル:

確率過程量子化法による弦の場の理論

氏名: 川邊 博/KAWABE Hiroshi E-mail: kawabe@yonago-k.ac.jp

職名: 教授 学位: 博士(理学)

所属学会・協会: 日本物理学会

キーワード: 素粒子論, 場の量子論, 行列模型, テンソル模型

技術相談
提供可能技術: 物理教育に関するご相談



研究内容:

素粒子論は、素粒子の構成とその相互作用に関する論理的研究である。自然界に存在する4つの相互作用のうち、電磁相互作用・弱い相互作用・強い相互作用の3つはそれぞれゲージ場の理論として記述される。また、この中で電磁相互作用と弱い相互作用は統一された理論形式として存在する。ここまで確立している素粒子論の標準模型に重力相互作用も加え、すべての相互作用の素粒子論模型を一つの場の理論にまとめることが素粒子論の究極目標である。

その有力な候補が弦理論であり、ミクロスケールあるいは高エネルギー領域において素粒子が1次元な(ひも状の)構造をもつとする理論である。弦の場の量子論的な性質を調べることや、弦の低エネルギー有効理論と素粒子論とのつながりを解明することが、弦理論による素粒子の記述に向けた重要な課題である。

場の理論は、素粒子の生成・消滅を伴う相互作用に関する理論である。本研究の主題である弦の場の理論は、ひも状の実体である弦の生成・消滅に関する量子論である。これを定式化する試みが行列模型である。弦が伝播する2次元世界面は、微視的なレベルの三角形を貼り合わせた離散化された構造をもつ(図1)。行列模型はこの動的三角形分割模型を統計力学模型として扱うもので、この模型において弦の1次元的な広がり、行列の積として表現される(図2)。確率過程から行列に起こる時間発展は行列の積の時間発展を引き起こし、これが弦の伝播・分裂・結合の表現となる。本研究では、2次元時空内で弦のさまざまな過程に関する物理量の期待値やこれらを支配する方程式などを解析的に調べる理論的研究を進め、さらに行列模型と確率過程を数値解析に適用する手法の開発に関心がある。

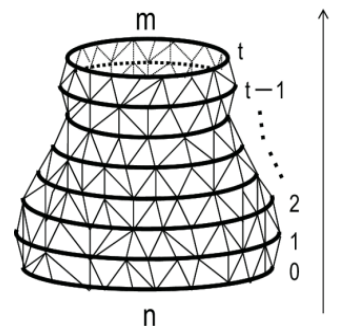


図1: 離散化された時空内での弦の伝播

1次元的な広がりをもつ物質の確率過程の時間発展に関する研究とのつながりが期待できる。

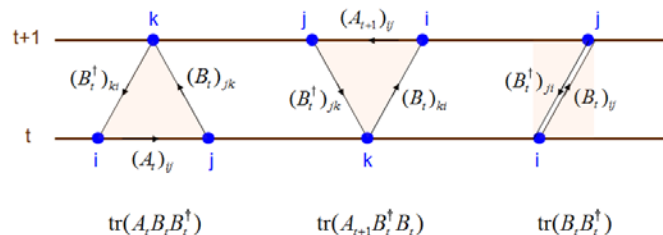
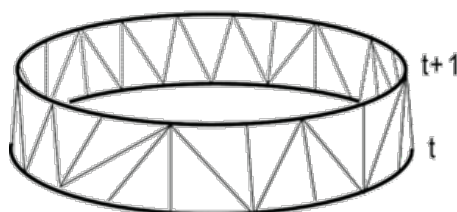


図2: 時間1ステップの弦の伝播と、これを構成する三角形に対応する行列の積として表される式

担当科目: 物理 I, 物理 II, 応用物理 II

過去の実績: 超弦理論のオービフォールド模型の現象論

近年の業績
(研究・教育論文、特許含む)

- ・Hiroshi Kawabe, CDT open-closed surface field theory of a 3D tensor-matrix model, Nuclear Physics B 967 (2021) 115421
- ・Hiroshi Kawabe, Causal dynamical triangulation of a 3D tensor model, Progress of Theoretical and Experimental Physics 2016, 7 (2016) 073B04
- ・Hiroshi Kawabe, Causal dynamical triangulation for non-critical open-closed string field theory, Physics Letters B 729 (2014) 91-98