

研究歴

自然界の相互作用を統一する試みである超弦理論に関連して、高次元ヤン＝ミルズ理論や重力と結合したヤン＝ミルズ理論について研究している。

超弦理論は10次元という臨界次元での研究が最も盛んである。弦の相互作用を記述する試みは長年続けられているけれど、満足な定式化には至っていない。非摂動効果を考慮した定式化の試みとして次元簡約された行列模型の研究がある。そのような行列模型の一種である、糸山＝都倉模型についての研究を行った。模型に含まれるフェルミオンの振る舞いを調べる為に糸山＝松尾はベリーの位相を用いた。私は、糸山浩、ビン・チェンと協力して糸山＝松尾の方法を発展させ、縮退を考慮した非可換ベリーの位相を用いて模型の幾何構造を調べた。得られたベリー接続は5次元及び9次元モノポールであるヤン＝モノポール及び一般化ウー・ヤン＝モノポールを表すゲージ場であった。これはディラック＝モノポールの高次元への一般化であり、特異なゲージ配位であった。ヤン＝モノポールの表す自由度は空間的に4次元に広がった物体であり、我々の時空の素になるものではないかと期待している。(Mod. Phys. Lett. A14 (1999), Nucl. Phys. B577 (2000))

糸山浩、吉岡礼治と協力してベリーの位相とは異なる方法による、糸山＝都倉模型の位相的性質の研究も行った。ゲージ群が古典群であるような超対称ヤン＝ミルズ作用を0次元に簡約化した模型の行列積分を、ムーア＝ネクラソフ＝シャタシビリの方法によって評価した。(Nucl.Phys. B762 (2007))

細谷裕、新田宗土と共同で、ヤン＝モノポールの正則化について模索した。有限なエネルギーを持った5次元モノポールであるチラキアン＝モノポールの微分方程式を数値的に解いた。単独でその高次元化や模型の拡張を行った。また、多重チラキアン＝モノポール解を求めた。(Phys. Rev. D71:(2005), Phys. Rev. D 77 (2008), Phys.Rev.D79(2009), arXiv:0910.4425(2009))

新田宗土と共同で、高次元モノポールと関連して高次元のインスタントン(チラキアンの意味での一般化自己双対方程式の解)についての研究も行った。(Phys. Rev. D 77 (2008), Phys.Rev. D76 (2007), J.Math.Phys.50(2009))

超弦理論の最大の課題は、10次元から如何にして我々の住む4次元時空の物理が現れるのか、ということである。その一つの解決策として考えられるのはコンパクト化である。先に調べた高次元球面上のインスタントン解を用いて、10次元から4次元への動的なコンパクト化を表す古典解の存在を示した。その時空解の4次元部分はフリードマン＝ルメートル＝ロバートソン＝ウォーカー解になっている。この解では、宇宙初期にはインフレーションしている。理論のパラメーターによっては、未来に再びインフレーションの起こる場合もある。これらの研究は、新田宗土、佐々木節、柳哲文、イグナシオ・サバイアと協力して行った。(Phys.Rev.D80(2009), Phys.Rev.D81(2010)) その時空解を背景とした理論ではゲージ対称性の破れが起こることを、プラファバティ・チンガンバム、新田宗土と協力して示した。(Phys.Rev.D80(2009), Phys.Rev.D81(2010)) この解をSO(16)ゲージ理論に埋め込むことで、ゲージ対称性はSO(10)にまで破れることを示した。(arXiv:1004.2113(2010)) チラキアンの一般化自己双対方程式及びその拡張たちは全て、ゲージ場の強さの単項式のホッジ双対が単項式と等しいという式であった。これを、多項式の場合に拡張し、さらに $S^2 \times S^2 \times S^2$ と $S^2 \times S^4$ の場合の新しい解を求めた。(arXiv:1103.0388(2011))