

博士論文では、例外群に基づく素粒子の現象論的モデルを研究した。E_ℓ (ℓ=6,7,8) 型の超対称非線形シグマモデルから、観測と矛盾しないクォークおよびレプトンの質量スペクトラムを導出できることを示した。また、指数定理を用いてアノマリー（量子異常）のない例外群の等質空間を分類した [2]-[6]¹。その後は、超弦理論の摂動論や超重力理論のソリトン解（BPS 解）に研究を広げ、超対称性を明示的に扱うために、通常のリーマン面の理論を超リーマン面へと拡張する試みを行った [10]-[15]。

2000 年頃からは研究対象をアインシュタインの重力理論へ移し、特に特殊ホロノミー群をもつリッチ平坦アインシュタイン計量の研究に取り組んだ。このような計量は超重力理論や超弦理論のソリトン解を記述する上で重要であり、当時の大きな動機付けとなっていた。この時期の代表的成果として、名古屋大学多元数理の菅野浩明氏との共同研究 [31][32] があり、例外型ホロノミー群 Spin(7) をもつ新しいリッチ平坦計量を発見した。

Maldacena による AdS/CFT 対応の登場により、リッチ平坦計量のみならず宇宙項を含むアインシュタイン方程式 $Ric(g) = \Lambda g$ の解にも、ソリトン解としての物理的解釈が与えられるようになった。橋本義武氏（大阪市大数学）、阪口真氏（大阪市大 COE 研究員）との共同研究では、ブラックホール時空を利用して新しいコンパクト Einstein 多様体を構成した [35]。これは Page 計量（1979）の 5 次元版への拡張に相当し、AdS ブラックホール計量から無限個のアインシュタイン計量が誘導できる点に特徴がある。また、2006 年に静岡県立大学ならびに奈良女子大学で行った集中講義では、Kerr ブラックホールの幾何学および佐々木?アインシュタイン計量に関する研究成果 [36]-[44] を概説した。

このような研究の流れの中で、アインシュタイン多様体を具体的に構成するためにはブラックホール時空そのものを深く理解することが重要であるとの認識に至った。Page 計量は、幾何学では非等質なアインシュタイン計量の最初の例として知られているが、その起源はホーキングがブラックホール計量を用いて「宇宙が無から量子トンネリングで生じる」というアイデアを具体化したものである。こうした背景もあり、私は宇宙物理や重力理論とは異なる視点からブラックホール研究へと進むことになった。

論文 [51][52] では、共形キリング・矢野テンソルの対称性を持つ高次元ブラックホール時空の分類を行い、この成果は Classical and Quantum Gravity 誌の 2008/2009 年ハイライト論文に選出された。また、前田・白水・田中による高次元ブラックホール特集号にも執筆依頼を受け、これまで行ってきた一連のブラックホール研究 [45]-[60] をレビューとしてまとめた [59]。さらに、基盤研究 (A) 「AdS 対応と GIT 安定性」(代表：二木昭人) においては、佐々木多様体の構造に基づき AdS/CFT 対応の数学的基礎付けを与えることを目指した研究に参画した。

¹論文番号は論文リストの番号に対応している。