

例外群に基づく素粒子の現象論的な模型の研究が博士論文である。観測と矛盾しないクォークおよびレプトンのスペクトラムが、 E_ℓ ($\ell=6,7,8$) 型の超対称非線形シグマ模型から導出できることを示した。さらに、指数定理を使ってアノマリー（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、超弦理論の摂動論、超重力理論のソリトン解 (BPS 解) に関する研究を行った。超対称性を明白にして超弦理論の摂動論を展開するために、通常のリーマン面の理論を超リーマン面に拡張することを試みた [10]-[15]。2000 年くらいから徐々に研究をアインシュタインの重力理論に移行した。特に、特殊ホロノミー群を持つリッチ平坦なアインシュタイン計量に関する研究を行った。このような計量を使って超重力理論や超弦理論のソリトン解を記述できるということが大きな動機付けとなった。この期間の代表作として名古屋大学多元数理の菅野浩明さんとの共同研究 [31][32] がある。我々は例外型のホロノミー群 Spin(7) を持つ新しいリッチ平坦計量を発見した。

マルダセナの AdS/CFT 対応により、リッチ平坦だけでなく宇宙項を含むアインシュタイン方程式 $Ric(g) = \Lambda g$ の解に対してもソリトン解としての意味付けが可能になった。橋本義武（大阪市大数学）、阪口真（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な Einstein 多様体を発見した [35]。この研究は、4次元のページ計量 (1979) を 5次元の場合に拡張したものであり、無限個のアインシュタイン計量が AdS ブラックホール計量から誘導できるという特徴がある。また、2006 年の静岡県立大学および奈良女子大学で行った集中講義ではカー・ブラックホールの幾何学と佐々木-アインシュタイン計量に関する研究 [36]-[44] について概説した。

このような流れの中で、アインシュタイン多様体を具体的に構成するために「ブラックホールを理解する」ことが大きな目標になった。ページ計量は、幾何学の分野では非等質なアインシュタイン計量の最初の例として有名であるが、もともとは宇宙が無から量子トンネリングによって生まれるというホーキングのアイデアをブラックホール計量を使って具現化したものである。宇宙や重力の専門家とは異なる切り口からブラックホールの研究を始めることになった。論文 [51][52] では、共形キリング・矢野テンソル場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、重力の専門誌 *Classical and Quantum Gravity* から 2008/2009 年ハイライト論文に選ばれた。また、前田-白水-田中の編集した高次元ブラックホール特集への執筆依頼があり、私たちの行ってきた一連のブラックホール研究 [45]-[60] をレビューした [59]。基盤研究 (A) の研究課題「AdS 対応と GIT 安定性」（代表：二木昭人）では、佐々木多様体から AdS/CFT 対応の数学的な基礎付けを与えることを目標に研究を行なった。

¹論文番号は論文リストの番号に対応している。