



研究室 理学部 A 館 453 号室 (内線 2421)

電子メール moriyama@math.nagoya-u.ac.jp

研究テーマ

- 弦理論
- ゲージ理論
- 数理物理学

研究テーマの概要

はるか昔から人々は自然界を理想的に捉えることによって、数学を作り上げてきました。例えば、ユークリッド幾何学も初等整数論も身近な題材をテーマにして発展した数学で、みなさんの中にもその美しい内容に惹かれて数学を志した人は少なくないでしょう。その身近な題材から、論理的な無矛盾性を保ちながら少しずつ抽象化が進んだ結果が今日の数学の姿です。抽象化の過程を通じて、議論に本質的な性質だけが公理として抽出され、数多くの結論が同じ枠組みの中で定理として理解されるようになり、人々は数学の力強さを確信してきました。しかし、それと同時に、抽象化が進むにつれて、数学の中に具体的な自然現象そのものを見出すことが困難になってきました。そこで、豊かな数学的な構造を構築するのに、純粋数学の枠組みにとどまらずに、少し自然界に視野を広げようとする動きがあります。研究テーマに挙げた数理物理学は、数学の発展に自然界の美しさを指針として取り込んだものです。豊かな自然界には常に豊かな数学的な構造を含み、特に数学の近隣分野である理論物理学は、数学の発展に刺激を与え続けてきました。

逆に、理論物理学の発展においても数学的な構造の理解が必要不可欠です。理論物理学では自然現象を統一的に理解することを一大目標としています。電磁気学や量子力学に始まり、より広範囲の自然現象をより単純な物理法則で説明しようと、相対性理論や場の量子論が発展してきました。現在では、ゲージ場の量子論と重力理論の枠組みで標準模型が構築され、これによってほとんどの実験事実が説明されるようになりました。ところが、ゲージ場の量子論と重力理論は理論的にうまく整合しません。そこで理論物理学では、重力子を含めたあらゆる素粒子を、弦のさまざまな振動モードだと見なす弦理論によって、その理論的な矛盾をうまく回避しました。そのため、弦理論は量子重力理論を含めた無矛盾な統一理論の候補として注目されるようになりました。それにもかかわらず、弦理論から標準模型を正確に再現することは非常に困難です。その理由は弦理論の数学的な構造に対する理解が不足しているからだと考えられています。

物理学的な動機から、物理学における豊かな数学的構造が解明され、その数学的な構造によって物理学に対する理解が深まり、数学と物理学が有機的に影響しあいながら発展することは、歴史的にもよくあることでした。例えば、力学は解析学と、量子力学は関数解析学と、一般相対論はリーマン幾何学と、また、より現代的なものでは、共形場理論はアフィン代数と、弦理論のミラー対称性は幾何学の不変量と、場の理論や統計力学の分配関数や相関関数は数学のさまざまな和の公式と関連しながら発展してきました。弦理論も、その数学的な構造を明らかにすることによって、物理学の成果が得られると考えています。

このように、弦理論は素粒子物理学の諸問題を解決する最有力候補として注目されてきたにもかかわらず、弦理論を用いて物理法則を再現させることは、まだ部分的にしかできていません。弦理論の豊かな数学的構造を明らかにすることによって、究極理論を完成させるのが私の夢です。具体的に最近

取り組んでいるテーマは、弦理論とゲージ理論の対応、可積分模型、弦の場の理論、行列模型です。そこには、無限次元可積分代数、ヤング図の和の公式など深い数学的な性質が見え隠れしています。

主要論文・著書

- [1] T. Matsumoto, S. Moriyama, “An Exceptional Algebraic Origin of the AdS/CFT Yangian Symmetry”, JHEP **0804** (2008) 022, [arXiv:0803.1212 [hep-th]]. T. Matsumoto, S. Moriyama, “Serre Relation and Higher Grade Generators of the AdS/CFT Yangian Symmetry,” arXiv:0902.3299 [hep-th].
- [2] S. Fujii, H. Kanno, S. Moriyama, S. Okada, “Instanton calculus and chiral one-point functions in supersymmetric gauge theories”, Adv. Theor. Math. Phys. **12** (2008) 1401-1428, [hep-th/0702125]. H. Kanno, S. Moriyama, “Instanton Calculus and Loop Operator in Supersymmetric Gauge Theory,” Phys. Rev. **D77** (2008) 126001, [arXiv:0712.0414 [hep-th]].
- [3] I. Kishimoto, S. Moriyama, S. Teraguchi, “Twist field as three string interaction vertex in light cone string field theory”, Nucl. Phys. **B744** (2006) 221-237, [hep-th/0603068]. I. Kishimoto, S. Moriyama, “On LCSFT/MST correspondence,” Adv. Theor. Math. Phys. **13** (2009) 111-157, [arXiv:hep-th/0611113].

経歴

- 2002年 京都大学大学院理学研究科博士課程修了
- 2002年 カリフォルニア工科大学研究員
- 2005年 名古屋大学大学院多元数理科学研究科助手
- 2010年 名古屋大学基礎理論研究センター助教

学生へのメッセージ

弦理論に興味を持つ博士前期課程の学生のために、浜中先生と共同で「多弦ひろば」を開いています。この「多弦ひろば」は、弦理論の分野において大学院程度の知識と最先端の研究とのギャップを埋めることを目標としています。弦理論を勉強する前に、弦理論に至ったおおまかな物理学の発展やいくつかの数学的な予備知識を学習する必要がありますが、学習量が多くてなかなか最先端の研究まで到達できません。そこで、この「多弦ひろば」では、みなさん各自が最先端の研究に着手できるように、研究に関連する話をともに勉強しています。例えば、これまでの「多弦ひろば」では、様々な次元におけるスピノル表現について、お話をしてきました。

また、弦理論関連の教員や博士後期課程の学生とともに、「数理物理学セミナー」と「多弦勉強会」をやっています。これらの勉強会では、構成員が順番に自分が興味を持つ論文について紹介したり、外部から専門家の講師を招いてその研究に関する講演を依頼したりしています。特に興味の近い博士後期課程の学生とは、共同研究もしています。上の主要論文 [1, 2] は多元数理の博士後期課程の学生との共同研究です。みなさんも興味があれば、個別に話しかけてください。いっしょにおもしろい研究テーマを探していきましょう。

みなさんでいっしょに盛り上げて、楽しい研究環境を作り上げていきましょう。