浜中　真志　（はまなか　まさし／HAMANAKA, Masashi）　講師

研　究　室　理学部A館327号室　(内線番号2408)
電子メール　hamanaka@math.nagoya-u.ac.jp
http://www2.yukawa.kyoto-u.ac.jp/~masashi.hamanaka/
所属学会　日本物理学会, 日本数学会

研究テーマ

- 素粒子論
- 数理物理

研究テーマの概要

これまで10年ほどかけて, ソリトン理論・可積分系の非可換空間への拡張に取り組んできた. これは, 単なる一般化ではなく, 物理としても数理物理としても非常に面白いものを含んでいる. 特に, 非可換空間上のゲージ場の理論は, 背景フラックス中のゲージ場の理論と等価であり, 量子ホール効果の分野などで古くから様々な応用がなされてきた. さらに非可換空間では特異点の解消が一般に起こり, 新しい物理的対象が現れる. 例えば, 4次元ゲージ理論の反自己双対Yang-Mills方程式の非可換化では, モジュライ空間(解空間)の特異点解消が$U(1)$インスタントンという非可換特有の物理的配位をもたらす. ここではADHM構成法がうまく非可換化されることも要となっており, この意味で可積分性といった良い性質も保たれている[1]. また, 弦理論のある状況では非可換ソリトンはDブレーンそのものに対応し, Dブレーンの解析が非可換ソリトンの解析から行われる. ここで非可換ソリトンは取り扱いが非常に容易になることがあり, Senの予想といったDブレーン力学の重要な問題に対してもさまざまな応用がなされ, 成功をおさめた.

この流れを受け, ゲージ理論には(直接)属さないソリトン方程式(KdV方程式など)の非可換化の研究も活発になった[3]. 特に[4]により,「これらの方程式の大半は, 4次元非可換反自己双対Yang-Mills方程式から次元還元などにより得られる」ことが明らかにされ, 対応する物理系への応用の可能性が開かれた. KdV方程式などもこの意味でゲージ理論に属し, 非可換化の意味(背景フラックスの導入という物理的意味)を持つのである. この次元還元に現れる方程式にはN=2弦理論というものが関連し, ソリトン解の解析などを通じて, この理論への直接的応用が可能である. また, 幾何学的背景や無限次元対称性の視点から, 低次元非可換ソリトン方程式の統一的理解が深まると期待される.

さらにその後, 英国人との共同研究により, 非可換反自己双対Yang-Mills方程式の解を解にうつす変換(ベックルント変換)が見出され, 非可換インスタントンだけでなくさまざまな新しい解も具体的に生成された. これらの解はquasideterminantと呼ばれるある種の非可換行列式で簡明に記述されることが分かったが, この事実は低次元の非可換可積分方程式についても言えることが知られており, 次元によらない可積分系の普遍的定式化の可能性を示唆している[5]. Quasideterminantと非可換反自己双対Yang-Mills方程式の次元還元を要とした, 非可換佐藤理論の構築や高次元化についてさまざまな計画を目論んでいる[6]. ツイスター理論, 弦理論, 超対称ゲージ理論との関わりも興味深い.

上記はこれまで取り組んできた研究課題の一部であるが, 素粒子論や弦理論に関わる数理全般に興味があり, これまでとはまったく異なる新しい方向もいろいろと模索している. ここ数年は摂南大学の中津了勇氏とともに, 非可換インスタントンのADHM構成法に関して詳細な議論を行っており, 総合報告も含めた一通りの理論完成を目指している[7]. (短い報告として以下がある： M. Hamanaka and T. Nakatsu, “ADHM Construction of Noncommutative Instantons,” arXiv:1311.5227 [hep-th].)

主要論文・著書

[1] 浜中　真志, “ADHM/Nahm 構成法とその双対性,” 素粒子論研究 **106** (2002), 1 – 60.
[2] 浜中　真志, “Hyper-Kähler 幾何の数理と物理,” 素粒子論研究 **119-4C** (2012), 245 – 279.
[3] 浜中　真志, “Solitons on Non-Commutative Spaces,” 京大数理研講究録 **1400** (2004) 88 – 126.
[4] M. Hamanaka, “Noncommutative Ward's Conjecture and Integrable Systems,” Nuclear Physics B **741** (2006), 368 – 389 [hep-th/0601209].
[5] M. Hamanaka, “Noncommutative Solitons and Quasideterminants,” Phys. Scripta **89**, 038006 (2014) [arXiv:1101.0005].
[6] C. R. Gilson, M. Hamanaka, S. C. Huang and J. J. C. Nimmo, “Soliton solutions of noncommutative anti-self-dual Yang–Mills equations,” J. Phys. A **53**, 404002 (2020) [arXiv:2004.01718].
[7] M. Hamanaka and T. Nakatsu, “Noncommutative Instantons and Reciprocity,” in preparation.

※ここに挙げた文献はすべて以下の HP からもダウンロード可能です：
http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~hamanaka/hamanaka.html

経歴

2003 年 3 月	東京大学大学院理学系研究科物理学専攻 (素研) 博士課程修了
2003 年 4 月	東京大学大学院総合文化研究科日本学術振興会特別研究員 PD
2004 年 2 月	名古屋大学 大学院多元数理科学研究科 助手 (英国オックスフォード大学 客員研究員：2005/8–2006/12)
2007 年 4 月	名古屋大学 大学院多元数理科学研究科 助教 (英国グラスゴー大学 客員研究員：2008/10–2009/2)
2016 年 4 月	名古屋大学 大学院多元数理科学研究科 講師

学生へのメッセージ

多元数理科学研究科には, 素粒子論の研究をしている教員が 4 人ほどおりまして, セミナー活動などを一緒に行っています. 現在行っている主なものとしましては, 以下のものがあります：

- 多弦数理物理学セミナー (他大学から専門家を招待してご自身の研究内容について紹介していただくというもの)
- 多弦勉強会 (最新の面白そうな論文を勉強して, みんなに紹介するというもの. 大学院生にももちろん発表の順番が回ります.)
- 多弦ひろば (博士前期課程レベルから最先端の研究へのギャップを埋める特別講義的な内容)

これらはすべて単位などとは無関係で, 聴講や発表はどのような方も大歓迎です. 最近は物理学科や小林・益川研究所 (KMI) と合同で開催しており, 一緒に盛り上がってます. 詳細については随時, 研究科のセミナー案内ページにも掲載されます. (なお, ここで書かれている「多弦」の「弦」はミスプリではなく, 弦理論の「弦」を象徴しているつもりです.) これ以外にもさまざまな形の研究活動・教育活動が不定期に行われています. 夜の部 (飲み会など) も熱いです.

私自身は, これまで 7 名の大学院生のアドバイザーを担当してきました. (メインアドバイザーとしては 3 名. うち 1 名は 2015 年 3 月付で学位取得卒業となり, 専門知識を活かした教育の仕事に就いています.) アドバイザーでなくても, 適当につかまったりつかまえたりしてインフォーマルなゼミに加わることもあります. 2014 年度は 9 月頃に, 多元数理と物理学科 E 研の大学院生を対象に, 素粒子論で必要となる幾何学 (多様体・ベクトル束・トポロジー・モース理論・複素幾何など) の簡単な解説を 4 回に分けて行いました. 学生プロジェクトにも何度か参加しています. (例えば 2004 年度「弦理論の双対性からの数学の展開」http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~miniproject_string/index.html)

素粒子論, 弦理論, 幾何学, 可積分系をはじめとして, 学びたいことが山ほどあります. 一緒に楽しんでくれる学生さんがいれば嬉しい限りです. ほんの少しでも興味を持たれたら, まずは遠慮なく, お気軽に, 私の部屋 (理 A327) をお尋ねください. (大歓迎です！)