

## 第10回(2015年度) 素粒子メダル奨励賞選考結果報告書

第10回素粒子メダル奨励賞は次の2件、5名の方に授与することになりましたので、報告いたします。

2015年度素粒子メダル奨励賞選考委員会

九後 太一 (委員長)、野尻 伸一、杉本 茂樹、磯 暁 (副委員長)、今村 洋介、尾田 欣也

受賞論文：

1. 阿部智広 (Tomohiro Abe)、佐藤亮介 (Ryosuke Sato)、柳生慶 (Kei Yagyu)  
"Lepton-Specific Two Higgs Doublet Model as a Solution of Muon  $g-2$  Anomaly",  
Journal of High Energy Physics 1507 (2015) 064 .
2. 丸吉一暢 (Kazunobu Maruyoshi)、瀧 雅人 (Masato Taki)  
"Deformed Prepotential, Quantum Integrable System and Liouville Field Theory",  
Nuclear Physics B841 (2010) 388.

受賞者所属・身分：

阿部智広 (KEK、研究員)

佐藤亮介 (KEK、学振特別研究員 (PD))

柳生 慶 (Southampton University、日本学術振興会海外特別研究員)

丸吉一暢 (Department of Physics, Imperial College London, Research Associate)

瀧 雅人 (理化学研究所 理論科学研究推進グループ iTHES 研究員)

総評：

今回は11件(自薦10件、他薦1件)の応募がありましたが、うち1名の若手の方からの自薦論文2件に関しては「2015年4月1日現在、著者全員が博士の学位を未取得または取得後10年未満であること」という応募資格を満たさないので選考対象から外し、9件の応募論文を審査しました。

選考委員会では、各応募論文に対して複数人の査読によるレポートを作成し、その後委員が集まってレポートをふまえた議論を行い今回の受賞者を全員一致で決定しました。

今回、数学的・技術的側面で高い技量を発揮した応募論文が多くありましたが、委員会では、その物理的な動機や得られた結果の意義の分析も加えてさらに質の高い論文に仕上げてもらいたい、という意見がありました。今回の受賞者、惜しくも選に漏れた方々を含め、全ての若い研究者の皆さんには、どんな物理を創造したいのか大局観と大志を持って、より一層の優れた研究に邁進されることを期待します。

## 素粒子メダル奨励賞選考理由

### 1. Lepton-Specific Two Higgs Doublet Model as a Solution of Muon $g-2$ Anomaly Journal of High Energy Physics 1507 (2015) 064 .

阿部 智広、佐藤 亮介、柳生 慶

ミューオン  $g-2$  の実験値は、標準模型の予言からの有意なずれを示しており、標準模型を越える物理への手がかりになると考えられている。ヒッグス二重項を 2 種類入れる拡張としてタイプ X lepton-specific 模型がある。

受賞対象論文では、この模型を詳細に解析し、ミューオン  $g-2$  異常を与えるパラメータ領域と、他の様々な素粒子実験との整合性を系統的に調べ上げている。

特に、S、T パラメタからの制限、Z の崩壊やフレーバー実験などさまざまな現象論的制限、ならびに、理論が 10TeV 程度まで強結合にならないための triviality bound などとの比較を行った。その結果、特に  $\tau$  のレプトニック崩壊探索の実験結果との整合性から、 $g-2$  異常を説明できる領域は、 $1\sigma$  では排除されるが、 $2\sigma$  では残りえることを示した。

その上で、将来の加速器実験での検証可能性を調べている。特に、LHC 実験での  $4\tau$ 、 $3\tau$ 、 $4\tau+Z$ 、 $4\tau+W$  などを終状態としてもつ生成断面積を計算し、さらには、ヒッグス粒子が  $\tau$  粒子や光子のペア、あるいは光子と Z ボソンに崩壊する分岐比の標準模型からのずれが、high luminosity LHC や ILC で検証可能であることを示した。

以上のように、この論文では、タイプ X 模型を  $g-2$  異常の説明を含め、様々な実験からの制限を包括的に取り扱っており、今後の標準模型を越えた物理の探索に重要となる可能性がある。全ての関連する現象を調べ上げた、力のこもった論文であり、素粒子メダル奨励賞に値すると判断した。

## 2. Deformed Prepotential, Quantum Integrable System and Liouville Field

Nuclear Physics B 841 (2010) 388-425

丸吉 一暢、瀧 雅人

本論文は、Seiberg-Witten 理論で与えられた 4 次元  $N=2$  超対称ゲージ理論の低エネルギー有効理論の分配関数と、(それを 2 パラメータで拡張した) ネクラソフ分配関数についての数学的構造に関する研究成果である。ネクラソフ分配関数は、AGT 関係式により、2 次元共形場理論の相関関数と等価であることが知られている。一方、ネクラソフ分配関数は、ネクラソフ・シャタシュビリ極限とよばれる 2 パラメータのうちの片方を 0 ととる極限では、量子可積分系のポテンシャル問題に帰着することが知られていた。

本論文では、分配関数の計算を、2 次元に広がる surface 演算子の期待値に拡張することで、両者の対応関係をより直接的に導出した。Wilson-'t Hooft 演算子の一般化である Surface 演算子の期待値は、AGT 関係式では、2 次元 CFT の相関関数へ degenerate 場を挿入して求められることが知られている。著者たちは、この性質を使って、degenerate 場が満たす null state 条件を表す微分方程式が、量子 Hitchin 系とよばれる可積分系の量子力学問題と等価になることを示し、これからネクラソフ分配関数を通して予想されていた、2 次元 CFT の相関関数と可積分量子力学問題との関係をより直接的に導くことに成功した。また、超対称ゲージ理論の prepotential が波動関数のモノドロミーとして得られることを示し、さらに、超対称ゲージ理論の分配関数において 2 次元・4 次元インスタントンの寄与の個数勘定も与えている。

このように、本論文は、著者たちの数理物理分野での的確で幅広い知識を駆使して先行研究での予想を明確に示すことに成功したものであり、その後のこの分野の研究でも多く引用されている。また、この論文で使われた手法は、ネクラソフ・シャタシュビリ極限を越えた一般系への拡張など、将来へ向けた可能性も秘めており、素粒子メダル奨励賞に値すると判断した。今後は、このような数理的問題の背後にひそむ物理的普遍性にも目を向け、より深い研究へ進んで行ってもらいたい。