

第 15 回 (2020 年度) 素粒子メダル奨励賞選考結果報告書

第 15 回素粒子メダル奨励賞の授賞論文として、以下の 3 篇を選出したことを報告致します。

2020 年度素粒子メダル奨励賞選考委員会：

伊部昌宏、今村洋介 (副委員長)、鈴木博 (委員長)、中山優、橋本幸士、松本重貴

授賞論文：

1. 三嶋剛、“High-Energy Expansion of Two-Loop Massive Four-Point Diagrams,” JHEP 1902 (2019) 080.
2. 楠亀裕哉、宮地真路、“Entanglement Entropy, OTOC and Bootstrap in 2D CFTs from Regge and Light Cone Limits of Multi-point Conformal Block,” JHEP 1908 (2019) 063.
3. Suro Kim、野海俊文、竹内啓人、Siyi Zhou、“Heavy Spinning Particles from Signs of Primordial Non-Gaussianities: Beyond the Positivity Bounds,” JHEP 1912 (2019) 107.

総評：

今年度の素粒子メダル奨励賞には、自薦と他薦合わせて 16 件もの応募がありました。若手同士の共同研究の応募が多かった点は大変頼もしい印象を受けました。選考はまず選考委員全員が応募論文に対する評価を個別に作成し、それをもとに Zoom での合議委員会の議論を経て、最終的に委員全員の一致で授賞論文 3 篇を決定致しました。委員だけで判断の難しかった論文については、専門家の方のご意見も参考に致しました。評価が高く授賞候補として最後まで選考に残りながら、惜しくも受賞を逃した論文もありました。論文の評価は時間と共に変わる面もあります。今回選に漏れた応募者の方にも、来年度以降、自信作を再度応募されることを期待致します。

選考理由：

授賞論文 1：“High-Energy Expansion of Two-Loop Massive Four-Point Diagrams,” JHEP 1902 (2019) 080.

著者：三嶋剛 (Go Mishima)

本論文は、LHC 実験におけるヒッグス対生成断面積の輻射補正計算に用いられる新しい計算方法をまとめたものである。断面積の計算に現れるノンプラナーな 2 ループダイアグラムを「method of regions」を応用して解析的に計算することに成功し、LHC 実験における主要反応過程の物理に多大な貢献をした。実際、本計算方法を用いて、ヒッグス対生成断面積に対する NLO 計算が行われ (本論文の著者である三嶋氏は、この NLO 計算の論文におい

でも主たる寄与をしている)、実験データと素粒子標準模型の予言の精密な比較を可能としている。以上のことから、この研究の意義・インパクトは非常に大きく、授賞に値する論文であると判断された。

授賞論文2：“Entanglement Entropy, OTOC and Bootstrap in 2D CFTs from Regge and Light Cone Limits of Multi-point Conformal Block,” JHEP 1908 (2019) 063.

著者：楠亀裕哉 (Yuya Kusuki)、宮地真路 (Masamichi Miyaji)

本論文は、二次元のエンタングルメントエントロピーや非時間順序相関関数の時間発展の漸近的振る舞いが量子エンタングルメントや量子カオス、そして AdS/CFT 対応などの解明において重要な意味を持つことに着目し、それらの計算において必要になる相関関数の漸近形に焦点を定め、対応する共形ブロックの漸近形、すなわち光錐特異点およびレッジ特異点の構造を詳しく調べたものである。

対象とする理論を純粋共形場理論、すなわち非自明なカイラルプライマリー演算子が存在しない共形場理論に限定することで、任意の中心電荷をもつ理論に対する結果を、フェージョン行列やモノドロミー行列などの手法を駆使して解析的に与えることに成功した。この結果は、これまで一部のパラメータ領域において数値的手法などを用いて部分的に与えられていた結果を拡張するものである。本論文で得られた解析的な結果は、著者自身の仕事も含め、それ以降いくつもの研究で用いられていることも、本論文の重要性を示している。

共形場理論の基本的要素である共形ブロックについての新しい結果を導き、その後の研究に対して重要な貢献をしていることを評価し、素粒子メダル奨励賞にふさわしいと判断された。

授賞論文3：“Heavy Spinning Particles from Signs of Primordial Non-Gaussianities: Beyond the Positivity Bounds,” JHEP 1912 (2019) 107.

著者：Suro Kim、野海俊文 (Toshifumi Noumi)、竹内啓人 (Keito Takeuchi)、Siyi Zhou

インフレーション期の初期宇宙を加速器とみなすことで、地上の加速器では不可能な高いエネルギースケールの物理を探ろうという、いわゆる cosmological collider program の可能性が活発に研究されている。これまで、インフレーション中のハッブルパラメーター程度の質量を持った粒子の存在が曲率揺らぎの非ガウス性に反映されることが指摘されて来たが、粒子の質量がハッブルパラメーターを超えるとこの効果が指数的に抑制される点は難点とされている。

本論文では、ユニタリティーと解析性の考察から、インフラトンの有効理論の 6 階微分の項の符号が、中間状態に効く重い粒子のスピンに依存することを指摘し、この効果が粒子の質量に関して指数的に抑制されないことを議論している。また、この効果を曲率揺らぎの非ガウス性に関連した相関関数からどのように引き出すかということも議論している。当該研究分野への新しい貢献として、意外性と完成度においても高く評価でき、素粒子メダル奨励賞にふさわしいと判断された。