

第19回 (2024年度) 素粒子メダル奨励賞 選考結果報告書

第19回素粒子メダル奨励賞の授賞論文として、以下の3編を選出したことを報告いたします。

2024年度素粒子メダル奨励賞選考委員会：

高橋史宜（委員長）、遠藤基（副委員長）、阿部智広、佐藤亮介、永田夏海、丸信人

受賞論文：“Determining wave equations in holographic QCD from Wilsonian renormalization group,”

Physical Review D106 2022 126003.

著者: Fei Gao (Fei Gao)、山田 雅俊 (Masatoshi Yamada)

一般に強結合理論の解析的取り扱いでは、摂動論が適用できないため困難が伴う。弦理論の発展から、4次元共形場理論と等価な5次元重力理論の双対性(AdS/CFT対応)が予想されて以来、QCDをはじめとする様々な強結合理論に適用され、活発に研究がなされている。

本論文では、重力理論から導かれるシュレーディンガー方程式と場の量子論における厳密繰り込み群との対応および、5次元バルク中のポテンシャルが相関関数の β 関数と同定できることを見出した。具体例として、CFTの構造がよく知られている3次元スカラー理論に適用し、Wilson-Fisher固定点周りのスケーリング則からポテンシャルを決定した。

そして、このポテンシャルを用いてスカラー場の束縛状態の質量スペクトルを評価し、格子場シミュレーションの結果と一致することを示した。

この研究は山田氏の独特の視点に基づいており大変興味深い。本論文の手法によりQCDにおけるハドロン質量スペクトルをホログラフィックQCDによって理解できる可能性があり、研究の将来性が認められる。

以上のことから、本論文は素粒子メダル奨励賞にふさわしいと判断された。

受賞論文：Suppression of Higgs mixing by “quantum Zeno effect”,

European Physical Journal C 83 (2023) no. 6, 498.

著者: 桜井 巨大 (Kodai Sakurai)、殷 文 (Wen Yin)

ヒッグス粒子が発見されて10年以上経つが、ヒッグスセクターの構造と性質は未だに明らかにされていない。そのため、これまでに複数のスカラー粒子をもつ拡張されたヒッグスセクターが活発に研究されてきた。

本論文では、新しいスカラー粒子がヒッグス粒子と近い質量をもち、その質量差が全崩壊率よりも小さくなる模型の研究を行った。QFTの計算によると、これらの粒子の間に質量混合があったとしても、スカラー粒子はあたかも混合が抑制されたかのように振る舞う。

本論文では、粒子の崩壊を量子力学的に解釈することで、この振る舞いが量子ゼノン効果とのアナロジーにより理解できることを指摘している。さらに、このように大きいな崩壊幅をもつ縮退した粒子の現象について議論している。この研究は著者らのユニークな着眼点に基づいており大変興味深い。

さらに、このような系に特有な素粒子現象の研究には重要な意義がある。
以上のことから、本論文は素粒子メダル奨励賞にふさわしいと判断された。

受賞論文: "Non-invertible duality defect and non-commutative fusion algebra,"
JHEP 12 (2023) 062

著者: 名古屋 雄大 (Yuta Nagoya)、嶋守 聡一郎 (Soichiro Shimamori)

近年、対称性の概念をより拡張する試みとして一般化対称性 (generalized symmetry) の研究が行われている。中でも、非可逆的対称性 (non-invertible symmetry) の研究が盛んに行われており、目覚ましく進展する分野となっている。非可逆対称性を持つ具体的な理論として二次元共形場理論に対する研究はこれまでも存在したが、有理共形場理論 (rational CFT) に関するものがほとんどであり、非有理共形場理論 (irrational CFT) に関する文献は極めて少なかった。

本論文では、非有理型のtorus CFTについて初めて非可逆的対称性の解析を行い、fusion ruleがnon-commutativeかつinfinitely generatedであることを見出すという興味深い結果を得た。また、一般に非有理な共形場理論がいつ非可逆的対称性を持つか、ということは弦理論の文脈でも重要な意味を持ちうるがこの論文ののちに示唆されており、本論文の結果はより広範な分野へ波及することも期待される。

以上のことから、本論文は素粒子メダル奨励賞にふさわしいと判断された。

総評:

今回は6件(すべて自薦)の応募がありました。各応募論文に対して複数の選考委員が査読を行い、適宜外部の専門家にも意見を伺いました。それらの報告にもとづいてオンラインの委員会を開催しました。そこで候補として上がった論文を選考委員会で再度査読し、全員一致で今回の3件の論文に対する授賞を決定しました。

今回の応募は6件と例年に比べ少なめでした。質の高い論文であっても惜しくも授賞に至らなかった場合もありますので、来年度以降も引き続き、若手研究者の方には自信作を積極的に応募して頂ければと思います。