

学位申請論文公開講演会

日時: 2017年1月30日(月) 15:00~

申請者: 桑原 拓巳 (E 研)

場所: 物理会議室 (C207)

題目: Next-Leading Order Corrections for Proton Decay in Supersymmetric Unification
(超対称大統一理論における陽子崩壊の高次補正)

概要

大型ハドロン衝突型加速器 (LHC) 実験におけるヒッグス粒子の発見によって、素粒子標準模型のすべての粒子が発見された。標準模型は様々な実験事実を非常によく説明する一方で、標準模型の持つ対称性の起源や暗黒物質候補となる粒子の不在であることなど説明できない問題も多く残されている。超対称大統一理論は、標準模型の問題点を一挙に解決する標準模型を超える物理の候補として最も有力な模型の一つであり、その特徴的な現象として陽子崩壊が挙げられる。

超対称大統一理論においても、それ自身の持つ問題点を解決するために多様な模型が提唱されている。ミッシングパートナー模型と呼ばれる模型では、“ヒッグス粒子とその大統一理論におけるパートナー粒子との質量階層性を実現させるために理論のパラメータに微調整が必要となる問題”を解決するために大きな表現のヒッグス場を導入する。

超対称大統一理論は非常に高エネルギー ($\sim 10^{16}$ GeV) で実現していると考えられている一方で、陽子崩壊は陽子、すなわちハドロンの物理 (~ 1 GeV) にも関連する。そのため、観測量に関わる物理のエネルギースケールには非常に大きな階層性がある。この大きな階層性のために、量子補正を含めた観測量の評価は非常に重要になってくる。特に、くりこみ群による量子補正を取り込んだ解析は、高次補正を部分的に含めた形で行われていた。

申請者は、高次補正のうち現在まで取り込まれていなかった有限補正を導出し、その評価を行った。有限補正とは、より基礎的な理論が持つ重質量粒子の効果を有効模型に取り入れる補正であり、超対称大統一理論の模型の詳細に依存する解析が必要になってくる。本研究では、超対称大統一模型を最小模型及びミッシングパートナー模型に限定することで、実際の有限補正による効果を見積もった。結果として、最小模型における有限補正の効果は、陽子の寿命におよそ数%程度の補正を与える事が明らかになった。一方で、ミッシングパートナー模型では、高次元表現ヒッグス場の成分場の質量分離の効果やその自由度の多さなどからおよそ 60%程度の補正が現れる。これらの補正は、格子シミュレーションを用いたハドロン行列要素の評価における誤差と同じ程度もしくはその誤差よりも小さく、更に高次の補正がシミュレーションの誤差に比べ十分小さくなる事が期待できる。従って、超対称大統一理論における陽子の寿命の予想値のより信頼性のある評価を行うことが可能になった。