

別紙 1-1

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 桑原 拓巳

論 文 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)

### 論文審査担当者

主 査	名古屋大学基礎理論研究センター	教授 博士(理学)	久野純治
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教授 博士(理学)	原田正康
委 員	名古屋大学宇宙地球環境研究所	教授 博士(理学)	伊藤好孝
委 員	名古屋大学基礎理論研究センター	准教授 博士(理学)	前川展祐
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授 博士(理学)	松原隆彦

## 論文審査の結果の要旨

## 別紙 1 - 2

素粒子物理学における標準模型は、ヒッグス粒子の発見によりほぼ完成された。その一方で、強い力、弱い力、電磁気力の3つの力がなぜ存在するのか、物質を構成する素粒子、クォーク、レプトンがなぜ複数種類あるのかなど、素粒子標準模型では答えられない未知の問題が多数存在する。これらの問題は、より高エネルギーで実現されている標準模型を超える理論の枠組みにおいて解決され则认为られている。

3つの力を統一し、クォークとレプトンを統一する大統一理論 (GUT) は上記に挙げた問題を解決する模型である。 $10^{16}\text{GeV}$  (以下では GUT スケールと呼ぶ) で標準模型の3つの力のゲージ結合定数の統一が実現されていることが1990年代始めに判明して以来、ボゾンとフェルミオンの対称性である超対称性を導入した超対称大統一模型は標準模型を超える理論として有望視されている。

超対称大統一模型を検証する有力な方法は陽子崩壊の探索である。超対称 SU(5) 大統一模型では新たなゲージボゾン (X ボゾン) が導入され、クォーク、レプトン間を X ボゾンが媒介することで陽子崩壊が引き起こされる。この陽子崩壊は模型の詳細に比較的よらない予言である。現在スーパーカミオカンデ実験により探索が進められている。

申請者は超対称大統一模型における陽子崩壊に対する量子補正の評価を行った。X ボゾンの質量が GUT スケール近傍にある一方で陽子の質量は約  $1\text{GeV}$  であり、信頼性のある予言を求めるには量子補正を正しく取り入れることが必要である。先行研究において、陽子崩壊の有効相互作用の量子補正は二次の摂動で異常次元は評価されていた。一方、GUT スケールの質量を持つ素粒子からくる一次の摂動の量子補正は取り入れられていなかった。個々の大統一模型の X ボゾンの陽子崩壊を精度よく予言するために、申請者はこの量子補正を評価した。

計算の結果、次のことがわかった。最小超対称 SU(5) 大統一模型において、GUT スケールの素粒子からくる量子補正はおおよそ数%である。多くの拡張された大統一模型は低エネルギーに新素粒子の存在を予言している。その場合、GUT スケールでのゲージ結合定数が大きくなるため、より大きな量子補正が期待されていた。最小超対称 SU(5) 大統一模型に新素粒子を低エネルギーで加えた場合、量子補正間の相殺によって量子補正はより小さくなった。一方、より現実的な大統一模型の多くでは、GUT スケールに多数の素粒子が導入されている。その一例であるミッシングパートナー模型では、陽子崩壊に対して60%程度の量子補正がある。

これらの成果は、GUT スケールの質量を持つ素粒子による量子補正を初めて評価し、超対称大統一模型の詳細が X ボゾンによる陽子崩壊の予言にどう影響するかを明らかにした研究であり、高く評価できる。2つの参考論文では超対称 SU(5) 大統一模型の現象論的研究がなされており、これらも価値がある。以上の理由により、申請者は博士(理学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。