

論文審査の結果の要旨

氏名 林博貴

本論文の主題は超弦理論 (特に F 理論) のコンパクト化に基づく素粒子の現象論であり、その枠組みにおける陽子崩壊の問題 — 陽子崩壊をひきおこすオペレーター (特に次元 4 のもの) が有効理論に現れるのをどのように禁止もしくは抑制するか — に焦点が当てられている。この問題を解決する方法はいくつか提唱されているが、本論文ではそのうちの一つ、スペクトル曲面の分解による $U(1)$ 対称性のシナリオ (以下 FSSS) を F 理論のコンパクト化の構造を調べることにより検証し、その問題を明確にした。

本論文は二部構成である。第一部は第 2 章で F 理論について、第 3 章で大統一理論における陽子崩壊の問題についての復習。第二部は第 4 章で F 理論における陽子崩壊の問題のいくつかの解決法の紹介を行い、第 5 章で本題に入っている。F 理論を用いた現象論においては、大統一理論に現れる自由度はコンパクト化に用いられる内部空間の局所的性質から出てくる。FSSS は、その局所的性質がある条件 (スペクトル曲面の分解) を満たすとき、陽子崩壊をひきおこすオペレーターを禁止するような $U(1)$ 対称性が有効理論に存在するというに基づいている。しかし、このシナリオが成立するためには、条件を満たす局所的性質がコンパクトな内部空間に実現されていなければならない。この章ではこれを「大域的モノドロミー」を計算することによって検証し、一般的には答えは「否」であることを示した。第 6 章で結論が述べられている。また付録 A で、使われている数学についてのまとめ、付録 B で、大域的モノドロミーの計算の詳細、が記述されている。

FSSS は影響力のある人々によって強力に押し進められてきたシナリオであるが、本論文は正当かつ詳細な解析により、その問題点を明確にし、そのままでは使えないことを示した。また、この議論の中で調べられた F 理論のコンパクト化における局所的構造と大域的構造の関係は後々の理論の発展にも応用できるものと期待される。本論文はこのような意義をもっている。

なお、本論文の主要部分 (第 5 章) は、川野輝彦、土屋陽一、渡利泰山との共同研究に基づいているが、論文提出者が主体となって計算及び解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

また、論文提出者は F 理論に基づく素粒子の現象論を一貫して研究して来ており、本論文において焦点を当てられたこと以外にも重要な結果を得ている。

したがって、博士 (理学) の学位を授与できると認める。