

## 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 BEYE Florian

論 文 題 目

Chiral Four-Dimensional Heterotic String Vacua From Covariant Lattices

(共変格子からのカイラル4次元ヘテロティック弦理論の真空)

### 論文審査担当者

主 査	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	名古屋大学基礎理論研究センター	教 授	博士 (理学)	棚橋 誠治
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	Ph.D.	岡本 祐幸
委 員	北海道大学大学院理学研究院	教 授	学術博士	小林 達夫

## 論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

素粒子の標準模型は、重力を除くすべての物理的現象の基礎理論として大きな成功を収めている。一方、重力を含めた統一理論として超対称性を持つ弦理論である超弦理論が最も有望な理論として精力的に研究されている。統一理論としての超弦理論が提唱されて 30 年経つが、いまだに超弦理論から標準模型は導出されていない。

超弦理論に含まれている超対称性は標準模型における電弱スケールの不安定性の問題を解決するが、2 つ以上の超対称性があると標準模型を導出できないので、超対称性の数  $N=1$  を実現する必要がある。

申請者は、超弦理論から  $N=1$  超対称理論を導出する幾つかの方法のうち、共変格子形式と呼ばれる方法に注目した。他の構成法と比較して共変格子形式の重要な特徴としては、宇宙論的に問題になる軽いモジュライ粒子が少ない（ディラトンのみ）ことが挙げられる。この性質は共変格子形式と密接に関係がある非対称オービフォルドと呼ばれる構成法でも実現している。有望な方向性であるにも関わらずこれまで研究が進んでいない理由として、系統的に分類する方法が確立していないことと、複雑な計算が必要になることが挙げられる。

申請者は特に右向きモードだけに超対称性を要求するヘテロティック超弦理論において共変格子形式を適用した。特に超対称性の数を評価する上で重要な右向きモードの完全な分類を初めて遂行した。更にゲージ対称性を決定する上で重要な左向きモードについても分類を試み、少なくとも  $10^{10}$  個の  $N=1$  超対称模型が存在していることを示した。その中で特に  $Z_3$  非対称オービフォルドに対応する超対称模型を具体的に調べ、独立な模型は 2030 個あることを示した。更に  $Z_6$  非対称オービフォルドに対応する超対称模型についても重複も含め 500 万個ほどあることを示した。これらの研究は、ヘテロティック超弦理論の多くの真空に対応する低エネルギー模型を導出する手法を具体的に与えたことになっており、ヘテロティック弦理論の現象論の理解を大きく進めたと言える。

申請者は上記 2030 個の模型の中で標準模型のゲージ群と 3 世代のクォーク、レプトンを実現する模型が 499 個存在していることを示した。更にこれらの模型は、参考論文の中で  $Z_3$  非対称オービフォルドにより見つけた 3 個の模型と同様の議論により現実的な湯川結合定数は実現できないことを示した。一方、 $Z_6$  非対称オービフォルドに対応する超対称模型において、標準模型になりうる 1 つの模型について湯川結合定数を調べた結果、トップの湯川結合のみ許される等興味深い特徴が確認された。以上、具体的に標準模型に繋がる真空の存在可能性を調べたことは重要な成果である。参考論文はオービフォルド模型では離散対称性の起源がゲージ対称性であることを示し、非対称オービフォルドにより実現されるゲージ対称性を分類する等重要な研究である。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資格があるものと認められる。