

E6 grand unified theory with three generations by asymmetric orbifold¹

名古屋大学 理学研究科 素粒子論研究室 伊藤元治

E-mail: mot@eken.phys.nagoya-u.ac.jp

超弦理論は重力相互作用まで統一した究極理論の候補と考えられている。本研究も超弦理論からある種の大統一理論の構成を目標とした。その大統一理論とは $E_6 \times U(1)_A$ SUSY GUT[1] であり、これは標準模型で指摘されている自然さの問題や GUT 特有の問題である Doublet-Triplet 分離問題を自然に解決する有望な理論である。我々はこの GUT が例外群の対称性を持つことから、ヘテロ超弦のコンパクト化によって生じたと考えて、その構成を目指した。

目的とした SUSY GUT は、基本的に adjoint 表現の Higgs を要求する。この要求は E_6 Kac-Moody 代数のレベル k が 2 以上であることを必要とする。一方で通常の自由 Boson による Frenkel-Kac 構成ではレベル $k = 1$ の Kac-Moody 代数しか構成できない。そこで我々はコンパクト化空間として Asymmetric Orbifold を考えた。これは巡回対称性で同一視することで、レベルを (巡回群の位数) \times (元のレベル) へと上げることが可能になるからである。そこで我々は特にヘテロ超弦のコンパクト化として E_6 型の Narain 格子が三個ある場合を考えて、その巡回対称性で Boson 弦の自由度のみを非対称に同一視することを考えたのである。残りのコンパクト化の自由度は Modular 不変性に反しないようにコンパクト化、または同じことだが格子の選定を行った。

本研究ではその格子を Lattice engineering method[2] によって構成した。これはある種の格子の間に成立する Modular 変換の類似性を利用するもので、元の格子が持っている Modular 不変性を引き継がせて新しい格子を作る方法である。我々はこの方法を用いて所望の格子を作り、その対称性を基に可能な Asymmetric Orbifold を考えて模型の構成を行った。我々が用いた方法 [2] は、他のグループの先行研究では用いられていない方法であり、探索されていない可能な 4 次元模型を機能的に解析するという点で優れているといえる。そしてその結果、我々は Z_{12} に従う対称性で割った Asymmetric Orbifold を考え、三世代模型を構成した。しかしながら我々が構成した模型の Spectrum は先行研究 [3] と同一のものであった。この度の研究会の後、幸いにも先行研究とは異なる三世代模型を構成することができたことを報告しておく。今後は新しい三世代模型の解析とともに、一般の Asymmetric Orbifold 上の Modular 不変な分配関数の視点から模型の構成を試みる予定である。

[1] Nobuhiro Maekawa and Toshifumi Yamashita. E(6) unification, doublet-triplet splitting and anomalous $U(1)_A$ symmetry. Prog. Theor. Phys., 107:1201-1233, 2002.

[2] W.Larche A.Shellekens and N. Warner, Lattice and Strings, Phys. Rep. 177 (1989) 1

[3] Zurab Kakushadze and S. H. Henry Tye. Asymmetric orbifolds and grand unification. Phys. Rev., D54:7520-7544, 1996.

¹本研究は、桑木野省吾氏 (a)、前川展祐氏 (a)、森山翔文氏 (b)、高橋圭次郎氏、竹井一陽氏 (a)、寺口俊介氏 (c)、山下敏史氏 (a)、との共同研究で、現在準備中の論文に基づいて (a:名大 / b:KMI / c:IFReC)