

超対称SO(10) 大統一理論における超対称性の現象論

Tatsuru Kikuchi

本研究のメインテーマは、「超対称SO(10) 大統一理論」に関連した超対称性の現象論である。この模型は、我々の研究グループで提唱してきたSO(10) 大統一模型の一つであり、全ての荷電フェルミオンの質量と混合角を再現するように拡張された「大統一理論」の有力候補と考えられている。この模型の本質的な点は、クォークの質量と混合角、及び荷電レプトンの質量という比較的良く確立された実験データを用いて、未確定であるニュートリノの質量と混合角を预言する事にある。本研究では、この超対称 SO(10) 大統一模型に基づいて、レプトンフレーバーの破れを伴う荷電レプトンの希崩壊過程の評価を行っている。この荷電レプトンの希崩壊現象は、ニュートリノ振動によって、レプトンフレーバーの破れが確証された画期的な事実によって誘引されて、荷電レプトンセクターでも起こる事が期待されている現象である。ただし、標準模型においては、GIMメカニズムが非常に良い精度で成り立つため、理論的に大きな分岐比は禁止されるが、超対称性を導入する場合、ソフトな超対称性の破れを記述する質量項の存在により、近い将来の実験に掛かり得るような分岐比が期待される。実際、本研究で行った解析の結果、SO(10)模型に特徴的な事として、 $\tan \beta$ と呼ばれるパラメータが大きい結果、特に、 $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊に対して、近い将来の実験にとっても非常に興味深い結果を得ることが出来ている。具体的には、大統一スケールにおいて、最小拡張の超重力理論の条件を課してパラメータの数を減らし、繰り込み群の効果を評価して、分岐比を求めた。その結果、他の統一模型に比べて大きな分岐比を预言し、電子の電気双極子モーメントやミュオンの異常磁気モーメントに関しても、実験とコンシステントな値を得る事に成功している。このため、近い将来、この過程を通して我々の模型を実験的に確証する事が出来ると考えている。一方で、一般に、大統一理論の大きな特徴として、陽子崩壊が期待されている。特に、超対称を持つ模型の場合、一般に、ヒッグス・ボソンの超対称パートナーである、ヒッグシーノを介した"次元5の陽子崩壊"と呼ばれるプロセスが非常に大きな確率で预言されている。本研究では、この陽子崩壊過程について、最小拡張のSO(10)大統一模型において解析を行っている。解析の行程は、まずは、荷電フェルミオンの質量スペクトルを再現するような湯川結合定数を固定し、ヒッグスセクターのパラメータを一般的に動かして、陽子の具体的な寿命を预言することである。そして実際に、実験の上限値と矛盾しない値を得ることが出来ることを示している。そして、最終的には、ヒッグスポテンシャルを確定し、実際に、SO(10) から MSSMへと破る事の出来る模型を構成することにも成功した。私はさらに、この模型の宇宙論への応用も行っている。