

別紙 4

報告番 -	※ 甲 第 号
----------	---------

主 論 文 の 要 旨

論文題目 自然な大統一理論での超対称性の自発的な破れ
氏 名 吉田 哲

論 文 内 容 の 要 旨

現在、自然には電磁気力、弱い力、強い力、重力の 4 つの力が存在し、これらはそれぞれの力に対応するゲージ対称性によって記述されることが知られている。素粒子標準模型は電磁気力と弱い力を統一することにより完成し、現在加速器等を用いて行われるほぼ全ての実験結果が説明可能になった。しかしながら、電荷の量子化、ヒッグス粒子の質量に関する量子補正の問題、Yukawa 結合定数の階層性、暗黒物質の存在等、標準模型の枠組みでは説明できない事実がいくつか知られており、これらを説明するべく今日まで様々な模型の拡張が行われてきた。中でも特に代表的なものが、大域的な超対称性を持った超対称標準模型への拡張と、標準模型のゲージ対称性を一つのゲージ対称性に埋め込む大統一理論への拡張である。超対称性を持った大統一理論は上記の事実の説明を与えるが、素朴な模型ではヒッグス質量の二重項三重項分離や超対称性の破れの起源等を説明できない等の問題を抱えている。

異常 $U(1)$ 対称性を持つ超対称大統一理論では、対称性によって模型の相互作用項及び結合定数の大きさを制御することで、自然に、すなわちパラメーターの微調整無しに上記の問題を解決可能なことが知られていた。一方で、超対称性の破れの起源については未だ説明がなされておらず、模型とは別の隠れたセクターに超対称性の破れの起源が存在するものとされていた。

申請者は、この模型に修正を加えることで超対称性が自発的に破れる模型を構築した。ここで構築された模型は超対称性が高いエネルギースケールで破れることを予言し、現在まで超対称性粒子が発見されていないことや、超対称性を導入することで新たに生じる過程に対する実験からの制限とは矛盾しないものになっている。

ただし、高いエネルギースケールで超対称性が破れるようなモデルでは一般に電弱スケールが不安定になり得る。申請者は超重力理論の効果を考慮することで、この問題が改善されることも明らかにした。

さらに、このモデルにおいてはスフェルミオンの質量スペクトラムに大統一理論における物質場の統一の直接的な証拠が現れることと、電荷を持った超寿命の粒子が预言されることも明らかにした。