

別紙 4

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目： Realization of Natural Supersymmetry with Renormalization Group Effects of Vector-Like Extra Matters

(ベクトルの余剰物質の繰り込み群効果による自然な超対称性の実現)

氏 名： 倉本 渉

論 文 内 容 の 要 旨

種々の素粒子間の相互作用を記述する素粒子標準模型は、電弱スケール($\sim 100\text{GeV}$)以下の低エネルギー現象と非常に良く整合する優れた理論として成功を収めてきた。2012年の大型ハドロン衝突型加速器(LHC)実験におけるヒッグス粒子の発見を以て標準模型は完成したが、ヒッグス質量の量子補正に纏わる階層性問題や、暗黒物質の候補の不在など、理論的及び観測的な不備を内包する。従って標準模型は適用限界が存在する有効理論に過ぎず、これらの問題の解決と共に更なる高エネルギー領域の記述を可能とする新しい基礎理論が存在すると期待されている。

超対称性理論は、ヒッグス質量への量子補正から二次発散を除去し、暗黒物質の候補を供給し、力の大統一の示唆があるなど、標準模型が抱える多くの問題点に対して解を与える有望な理論である。超対称性とはボソンとフェルミオンの入れ替えの対称性であり、超対称性を要請することで標準模型の各粒子に対して統計性の異なる超対称性粒子が理論に組み込まれる。

しかし、最小限に標準模型を超対称化した最小超対称標準模型では、古典論で観測値より質量の小さいヒッグス粒子を予言してしまう。観測値の説明の為にヒッグス粒子との相互作用が強いトップクォークと、その超対称性粒子であるストップ粒子による量子補正が重要となる。この量子補正にはストップ粒子の質量が大きい程効く対数補正と、ストップ粒子の質量に対してストップ粒子の3点結合が大きい場合に効く有限補正の2種類があるが、理論のパラメーター間の不自然な微調整が起こるべきではないという要請は軽いストップ粒子を要求する為、自然さを尊重する立場では3点結合による有限補正でヒッグス粒子の質量を説明する必要がある。

LHC 実験で超対称性粒子は未だ発見されておらず、特に強い相互作用をする新粒子の質量下限が制限されている現状である。LHC 実験はグルーオンの超対称性粒子である

グルイーノが重いことを支持し、重いグルイーノは繰り込み群による補正でストップ粒子の質量を重くしてしまう効果を持つ。このことから、ストップ粒子を軽くして理論の自然さを保つこと、ストップ粒子の質量に対して**3**点結合を相対的に大きくすることに困難が生じる。

申請者は新たなベクトル的余剰物質の存在を仮定し、それらの繰り込み群の高次補正がストップ粒子の質量を軽くすることに着目した。余剰物質の質量がグルイーノより十分重ければ、グルイーノの繰り込み群の効果を相殺し軽いストップ粒子を実現することが可能であり、**3**点結合を相対的に大きくすることができる。超対称性の破れに関するゲージノ媒介機構によって、最小超対称標準模型の物質場の質量パラメーターと**3**点結合が直接生じず繰り込み群の効果で生成されることで、フレーバーや**CP**対称性の破れの実験と無矛盾に、余剰物質との質量階層性を持たせることができる。

このようなセットアップの元、パラメーター領域の調査を行った結果、自然さを保ちつつ**3**点結合による有限補正で観測されたヒッグス粒子の質量の説明が可能であること、また電氣的に中性で安定な暗黒物質の候補が得られる領域が存在することを示した。