

氏 名 山本 康裕

学位（専攻分野） 博士（理学）

学位記番号 総研大甲第 1500 号

学位授与の日付 平成 24 年 3 月 23 日

学位授与の要件 高エネルギー加速器科学研究科 素粒子原子核専攻  
学位規則第 6 条第 1 項該当

学位論文題目 Some Phenomenology of Little Higgs Models

論文審査委員 主 査 教授 橋本 省二  
教授 岡田 安弘  
教授 磯 暁  
教授 野尻 美保子  
教授 萩原 薫  
准教授 戸部 和弘 名古屋大学

## 論文内容の要旨

The Standard Model of particle physics is successful model describing physics lower than the electroweak scale (about 100 GeV). However, the Higgs boson has not been observed yet so that the mechanism of the electroweak symmetry breaking has been unknown. One of promising candidates are composite Higgs models where the electroweak symmetry breaking is realized as dynamical symmetry breaking such as QCD.

I have studied these models from two phenomenological aspects: flavor and Higgs.

Firstly, lepton flavor violation in tau and mu processes is studied in the littlest Higgs model with T-parity. We consider various asymmetries defined in polarized tau and mu decays. Correlations among branching ratios and asymmetries are shown in various lepton flavor violation processes. It is shown that large parity asymmetries and time-reversal asymmetries are allowed in the muon going to  $3e$  process. For tau lepton flavor violation processes, sizable asymmetries are possible reflecting characteristic chirality structure of lepton flavor violating interactions in this model.

Secondly, we derive the general structure of dimension-six derivative interactions in the  $N$  Higgs doublet models, where Higgs fields arise as pseudo-Nambu-Goldstone modes of a strongly interacting sector. We show that there are several relations among the dimension-six operators, and therefore the number of independent operators decreases compared with models on which only  $SU(2) \times U(1)_Y$  invariance is imposed. As an explicit example, we derive scattering amplitudes of longitudinal gauge bosons and Higgs bosons at high energy on models involving two Higgs doublets, and compare them with the amplitudes in the case of one Higgs doublet.

## 博士論文の審査結果の要旨

山本康裕君の博士論文の内容は、素粒子標準模型を超える物理模型として提案されているリトルヒッグス模型とそれに関連する模型の現象論に関する理論研究である。

現在の素粒子物理学では、ヒッグス粒子を発見し、その背後にある電弱対称性の破れの機構を解明することが緊急な課題である。その一つの可能性として、 $10\text{ TeV}$ スケールに新たな強い力を仮定し、その力によって引き起こされる対称性の破れに対応する擬南部・ゴールドストーンボソンをヒッグス粒子に同一視するリトルヒッグス模型が提案され注目を集めてきた。

この論文の前半では、 $T$ パリティを課したリトルヒッグス模型におけるレプトンフレーバーを破る過程について調べている。この模型では、新たなパリティ対称性を導入することに伴い、偶奇性が奇であるクォークやレプトンの重いパートナー粒子を含めることが必要である。これらの新粒子はループダイアグラムを通じてクォークのフレーバーチェンジングニュートラルカレント (FCNC) 過程やレプトンフレーバーを破る過程に標準模型とは異なる新たな寄与を与える。山本君はこの論文に先行する研究でFCNC過程を調べ、その正確な表式を初めて導き学術論文として発表している。この論文ではその解析をレプトンフレーバーの破れの過程に拡張し、ミュー粒子とタウ粒子のレプトンフレーバーを破る過程の予想される分岐比を計算するとともに、レプトン偏極を用いた様々な非対称性を定義し、この模型の特徴的な予言を明らかにした。タウ粒子崩壊の非対称性は電子・陽電子衝突型加速器実験で測定可能であるため、この結果は現在建設中のスーパーKEKBにおけるレプトンフレーバーの破れの探索に役立てることができる。また、この論文で与えられた一般論は他の物理模型の解析にも有用である。

後半では、リトルヒッグス模型を含むような一般的な枠組みで、ベクターボソン散乱によるベクターボソンやヒッグス粒子の生成過程について調べている。擬南部・ゴールドストーンボソンとして生成されるヒッグス場が一つの場合の先行研究を多ヒッグスダブレット模型に拡張して、これらの過程の高エネルギー領域の振る舞いを決めるために重要な相互作用の一般形を導いている。この結果は、LHCや将来の電子陽電子リニアコライダーでヒッグスセクターの物理を探究する際に多くの示唆を含むものである。

前半部の内容は学術雑誌に掲載済みであり、後半部は学術論文としてまとめられ投稿中である。

これらの研究は、当該分野の新しい学問的知見を含んでおり、博士論文として水準の高いものである。博士論文審査に合格と判断した。