

| | | | |
|---------|---|--------|---------|
| 氏名(本籍) | あきもと たかし 秋元 崇 (埼玉県) | | |
| 学位の種類 | 博士(理学) | | |
| 学位記番号 | 博甲第4231号 | | |
| 学位授与年月日 | 平成19年3月23日 | | |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当 | | |
| 審査研究科 | 数理物質科学研究科 | | |
| 学位論文題目 | Search for Third Generation Vector Leptoquarks in 1.96-TeV Proton-Antiproton Collisions (1.96TeV 陽子反陽子衝突による第3世代ベクター・レプトクォークの探索) | | |
| 主査 | 筑波大学教授 | 理学博士 | 金 信 弘 |
| 副査 | 筑波大学教授 | 博士(理学) | 受 川 史 彦 |
| 副査 | 筑波大学助教授 | 博士(理学) | 江 角 晋 一 |
| 副査 | 筑波大学講師 | 理学博士 | 原 和 彦 |
| 副査 | 筑波大学講師 | 博士(理学) | 丸 山 和 純 |

論文の内容の要旨

本論文は、米国フェルミ国立加速器研究所の陽子反陽子衝突型加速器テバトロンを用いた重心系エネルギー 1.96 TeV の陽子反陽子衝突実験 CDF (Collider Detector at Fermilab) において、2002 年から 2004 年にかけて収集された積分ルミノシティ 322pb^{-1} の実験データを解析して、第3世代のベクター型レプトクォークを探索した結果を報告したものである。

レプトクォークとはレプトンとクォークに結合し、レプトン数とバリオン数の両方を持つ粒子であり、素粒子標準理論では存在しないはずの素粒子である。レプトクォーク模型ではスピン 0 のスカラー型とスピン 1 のベクター型が存在することを予言しており、本論文で探索したのはこのベクター型のものである。レプトクォークはこれまでに多くの実験で探索されてきたが見つからず、その質量の下限として 225 GeV が得られている。レプトクォーク探索は標準理論を超える物理が存在するか否かを調べる手がかりとなる重要な解析である。

本論文では陽子反陽子衝突で生成された第3世代のベクター型レプトクォーク対 ($LQ + \overline{LQ}$) が下式のように、それぞれタウ粒子 (τ) とボトムクォーク (b) に崩壊して、さらに一方のタウ粒子がレプトニック崩壊 ($\tau_\ell \rightarrow \mu\nu\bar{\nu}$ or $e\nu\bar{\nu}$)、他方のタウ粒子がハドロニック崩壊した ($\tau_h \rightarrow n\pi\nu$) 事象を選別してレプトクォーク探索を行う。

$$LQ + \overline{LQ} \rightarrow \tau_\ell b + \tau_h \bar{b}, \quad \tau_\ell \rightarrow \mu\nu\bar{\nu} \text{ or } e\nu\bar{\nu}, \quad \tau_h \rightarrow n\pi\nu$$

この信号事象を選別するには、まずエネルギーが 10 GeV 以上の電子 e あるいは μ 粒子が一個存在すること、エネルギーが 15 GeV 以上のタウ粒子 ($\tau_h \rightarrow n\pi\nu$) が一個存在すること、およびジェットが 2 個以上あることを要求して、レプトクォーク対生成の候補事象を選別する。このジェットは信号の場合、ボトムクォークから生成する。さらにバックグラウンド事象を減少させるために、レプトンとジェットのエネルギーおよ

びニュートリノ起源の消失エネルギーの和が250GeV以上という条件を課す。また収集したデータを元にしてバックグラウンド事象のサンプルを作り、バックグラウンドの理解に用いる。合計8個のレプトクォーク対生成の候補事象が得られたが、これは評価されたバックグラウンドの数 6.0 ± 0.8 と矛盾しなかった。この評価とレプトクォーク模型で計算された生成断面積との比較より、第3世代のベクター型レプトクォークの質量の下限が決定された。Yang-Mills 結合を仮定したレプトクォーク模型では質量の下限が317GeVとなり、これまでの下限である225GeVを大きく改善することに成功した。

審査の結果の要旨

クォークとレプトンに結合するレプトクォークは素粒子標準理論では存在しないはずの素粒子であるが、標準理論とは異なるレプトクォーク模型では、その生成崩壊が計算されている。本論文では、2002年から2004年にかけて収集された積分ルミノシティー 322pb^{-1} の実験データを解析して、第3世代のベクター型レプトクォークの探索を行った結果を報告している。第3世代のベクター型レプトクォークはこれまでに多くの実験で探索されてきたが見つからず、その質量の下限として225GeVが得られている。レプトクォーク探索は標準理論を超える物理が存在するか否かを調べる手がかりとなる重要な解析である。

秋元崇氏は2002年から2004年にかけて新たに収集された実験データの解析を行った。合計8個のレプトクォーク対生成の候補事象が得られたが、これは評価されたバックグラウンドの数 6.0 ± 0.8 と矛盾しなかった。この評価とレプトクォーク模型で計算された生成断面積との比較より、第3世代のベクター型レプトクォークの質量の下限が決定された。Yang-Mills 結合を仮定したレプトクォーク模型では質量の下限が317GeVとなり、これまでの下限である225GeVを大きく改善することに成功した。

以上のように、この論文は素粒子物理学の発展に大いに貢献するものである。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。