

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)	氏名	川 田 真 一
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
論 文 題 目			
Study of Higgs boson decays to tau pairs at the International Linear Collider (国際リニアコライダーにおけるヒッグスボゾンのタウ対崩壊の研究)			
論文審査担当者			
主 査	准 教 授	高 橋	徹
審査委員	教 授	鈴 木	孝 至
審査委員	教 授	岡 本	宏 己
審査委員	教 授	栗 木	雅 夫
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文は、国際リニアコライダー（ILC）における、ヒッグス粒子の性質の精密測定について研究したものである。ILCは、全長30kmを超える大型線形加速器を建設し、高エネルギーの電子・陽電子反応の研究によって、素粒子の標準理論を超えた未知の新現象の探索、ひいては宇宙創成の起源に迫ることを目的とした計画である。</p> <p>素粒子物理学は物質の根源とそれらに働く相互作用を研究する分野であるが、それは宇宙がどのように始まり、発展してきたのかを追求することに繋がる。これまでの研究により、物質を構成する要素とそれらの間に働く相互作用は、「ゲージ対称性」と「ヒッグス機構」をもとにした、標準理論によって精度よく記述できることが知られている。また、標準理論の予言する素粒子のうち最後の一つであるヒッグス粒子が2012年に発見されたことによって、標準理論は確立したといえる。</p> <p>しかし、20世紀の後半から21世紀の初頭にかけて発達した宇宙観測により、宇宙全体のエネルギーのおよそ27%が暗黒物質とよばれる未知の物質、68%が暗黒エネルギーとよばれる未知のエネルギーであり、標準理論が記述する物質は宇宙全体の5%に過ぎないことが分かってきた。これは標準理論を超える物理現象が存在することを示している。加えて、標準理論は、それが内包するパラメータに非常に不自然な調整が必要である、重力相互作用を含まないなど、理論的にみても不満足な点が多い。以上のことから、標準理論を超えた現象を発見し、素粒子物理学を次の段階へ進める手がかりを得ることが現代素粒子物理学の最大の課題となっている。</p> <p>本論文では、標準理論を超える現象を探索する方法として、ヒッグス粒子の性質の精密測定に着目した。標準理論を構成する素粒子のなかで、ヒッグス粒子は最も新しく発見されたものであり、その性質の詳細な研究はなされていない。また現在提唱されている標準理論を超える物理モデルのほとんどにおいて、その影響がヒッグス粒子の性質に反映されると考えられている。本論文の筆者は、ヒッグス粒子のタウレプトン崩壊過程に着目し、そ</p>			

の測定精度の評価を行った。この過程は崩壊比に対する理論的不定性が少なく、その測定が標準理論を超える現象の探索に有効であることが指摘されている。ILC における同様の測定の研究は以前にも存在したが、それらはすべてヒッグス粒子の発見および ILC の技術設計報告書の完成以前に行われており、完全なものではなかった。

本論文では、発見されたヒッグス粒子の質量を入力とすることはもとより、ILC 加速器と測定器の性能をできる限り反映させた数値シミュレーションを行うことにより、ILC におけるこの測定の精度を高い信頼性をもって推定した。

申請者は、ヒッグス粒子のタウレプトン崩壊という信号事象と、想定される複数の背景事象をコンピューターシミュレーションによって再現し、信号と背景事象の分離の最適化を行った。さらに想定される ILC の性能とデータ蓄積量を考慮することによって、ILC で期待される測定精度を、現時点において最大の信頼性をもって推定することに成功した。またこれらの結果を、ILC における電子・陽電子の反応エネルギー、タウレプトンの崩壊過程毎にまとめることによって、標準理論を超える物理の研究に際して、ILC が提供する実験データの標準値として参照されうるデータを提示した。これらの業績は、今後の素粒子物理学の進展に大きく寄与する結果である。

申請者は、この研究にあたり、シミュレーションの遂行、データの解析、論文の投稿にいたるまで、研究の全般にわたって中心的な役割を担っており、本研究に関して本質的な寄与を果たした。参考論文の一つは高エネルギー光子・光子反応によるヒッグス粒子に関する研究を筆頭著者としてまとめたものであり、その業績も高く評価できる。また他の参考論文は ILC のための加速器や測定器開発に関するものを含み、本論文の著者が実験物理の素養を備えていることを示している。

以上審査の結果、本論文は博士論文としてふさわしい学術的内容を備えており、本論文の著者は博士（理学）の学位に受ける資格が十分にあるものと認める。