

論文審査の結果の要旨

氏名 大録 誠広

本論文は6章からなる。第1章は、イントロダクションであり、本研究の動機や目的が述べられている。本研究の目的は、次期加速器計画である International Linear Collider (ILC) の衝突点におけるビームサイズモニターの実用化をはかる事にある。ILCは、Large Hadron Collider (LHC) における Higgs-like 粒子の発見を受け、Higgs 粒子の精密測定、標準模型を超える事象の研究のために、次期高エネルギー電子衝突加速器として計画されており、その衝突点においては 5.7nm のビームサイズが実現される予定である。本研究においては、このビームサイズを測定するためのモニターの実用化について同じく ILC に向けた加速器研究施設である ATF2 を用いた研究を行った。本研究の具体的な目的は、ATF2 で実現されるビームサイズ 100nm 程度のビームを実用的な装置を用いて測定する事である。

第2章は、用いたビームサイズモニターの原理に関して記述してある。現状で、100nm 程度のビームサイズの測定が可能なビームサイズモニターは、レーザー干渉を用いた通称新竹モニターと呼ばれるモニターが知られているのみである。本章では、レーザー干渉と逆コンプトン散乱を用いてビームサイズを測定する原理を説明している。

続く第3章では、具体的に ATF2 において構築されたシステムの詳細に関して述べている。特に、先行実験である SLAC の実験に比べて、本研究では、実用化に向けて、より小さなビームサイズ測定のためにレーザー波長の変更(1064nm -> 532nm)したこと、光路差の制御による干渉縞の位相スキャンを可能にしたこと、逆コンプトン散乱 γ 線を捉える検出器の信号ノイズ比を向上させたこと、実用化のために数種類の交差角度(2- 8, 30, 174)を可能とする配置に変更したこと、などの改善を施した。交差角度を変更する事で、カバーするサイズ測定の範囲を変えることが可能となる。

第4章は、実験によって得られた具体的なビームサイズ測定結果を述べている。これまで測定が成功していなかったレーザー交差角度 30 度での測定を成功させた。これにより、これまでになく範囲でサイズ測定を行う事が可能となった。各種の補正を考慮した慎重な解析を行い、ビームサイズに対して $125.2\text{nm} \pm 5.3\text{nm}(\text{stat.}) \pm 26.6\text{-}64\text{nm}(\text{sys})$ の測定結果を得た。

第5章は、測定によって得られた結果を基に施した各種改善点を論じ、その改善の結果、現状のシステムがビームサイズとしてどこまで測定可能なのかの結果を示している。その結果、現状の ATF2 の目標ビームサイズである 37nm のサイズの測定が可能である事を示唆している。

第6章は、論文全体のまとめであり、本研究の動機・目的・実験手法・結果などについてまとめが述べられている。

なお、本論文第2章・第3章は、駒宮幸男・神谷好郎・浦川順治・照沼信浩・田内利明・奥木敏行・久保浄・黒田茂らとの共同研究であるが、論文提出者が主体となって実験・解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。