

東北大学大学院理学研究科物理学専攻・数学専攻・天文学専攻

21世紀COE拠点形成プログラム

「物質階層融合科学の構築」

平成15年度リサーチ・アシスタント (RA) 研究報告書

氏名	田中 拓海
学籍番号	
専攻	東北大学大学院理学研究科 物理学 専攻
学年	博士課程後期3年の課程 1年
指導教官	浜 広幸
研究題目	加速器における荷電粒子の動力学的研究
I. 研究発表 (学術雑誌に15年度中に発表または掲載決定したもの、および15年度中の学会等での本人の発表)	
学術雑誌に15年度中に発表または掲載決定したもの	
H. Hama, F. Hinode, K. Shinto, A. Miyamoto and <u>T. Tanaka</u> , Design consideration for Tohoku light source storage ring equipped with UV free electron laser, Nuclear Instruments and Methods, to be published	
H. Hama, F. Hinode, K. Shinto, A. Miyamoto and <u>T. Tanaka</u> , 3-D simulation study for a thermionic RF gun using an FDTD method, Nuclear Instruments and Methods, to be published	
発表	
第14回 加速器科学研究発表会ポスター発表	
「核理研 STB リングのための小型ハイブリッド6極磁石の設計」	
田中拓海, 宮本 篤, 日出富士雄, 神藤勝啓, 松本教之 ^A , 鈴木紀善 ^B , 浜 広幸 東北大理, (株) トーキンマシナリー ^A , NEC トーキン (株) ^B	
第59回日本物理学会口頭発表	
「STB リングにおけるハイブリッド6極磁石によるクロマティシティ補正 II」	
田中拓海, 宮本 篤, 日出富士雄, 神藤勝啓, 松本教之 ^A , 鈴木紀善 ^B , 浜 広幸 東北大理, (株) トーキンマシナリー ^A , NEC トーキン (株) ^B	

II. 研究活動結果の概要

「核理研 STB リングのための小型ハイブリッド6極磁石の設計」の研究結果

東北大核理研の電子シンクロトロン STB リングには空間的余裕が無く、クロマチシティ補正用の6極電磁石を設置することが難しい。そこで小型でありながらも強力な6極磁場を発生できる、永久磁石を用いた Compact Hybrid Sextupole (CHS) magnet を考案し、設計した。

研究計画では CHS の磁場計算で得られた結果を用いて、ビームへの影響を見積もり、6極磁石としての機能を確認してプロトタイプを製作し、磁場測定を行い、設計値の磁場が生成するのかが確認することが第一目標であった。実際に CHS を STB リングに設置して、クロマチシティの補正を行い、リングを周回しているビームの電流量や、ベータatron チューンのシフト量などを測定して、この6極磁石の性能を評価することが第二目標であった。

平成 15 年度の研究活動結果としては研究計画の第一目標までを達成したので、その結果について報告する。CHS はビーム軸方向の磁極長を 50 mm で設計し、6極磁場の設計値はビーム軸方向に積分した大きさが $16.45 \text{ T/m}^2 \cdot \text{m}$ である。CHS を STB リングに設置したときの誤差磁場によるビームへの影響については、CHS の6極磁場成分以外に生じる2極成分について考えた。ビームが中心軌道から 10 mm 離れた場所を通過するとき、CHS で生じ得る2極磁場は約 1 mT、15 mm 離れた場所では約 3 mT となることが設計段階で見積もられた。STB リングに 8 台の CHS を設置したときにそれらが作る2極成分の誤差磁場を正規乱数で与えて、ビームの軌道がどの程度変化するかを計算した結果、水平と垂直それぞれの軌道の変化量は大きなところで $(dx, dy) = (2.5, 5.0) \text{ mm}$ となった。この軌道変化量については軌道補正用の電磁石で補正可能な大きさであることが分かった。2極磁場以外の高次の磁場成分は設計値ではあまり大きくなかったため、CHS は6極磁石として機能すると考えられる。また、CHS の2極成分の誤差磁場を打ち消すためのバックレグコイルと6極磁場を変化させるための補正コイルも巻いた。2種類のコイル電流に対し2極成分及び6極成分の磁場はそれぞれ線形に変化する。

実際にプロトタイプとして CHS 実機を製作し、磁場測定を行った。6極磁場は設計値と測定値で約 3 %の誤差で一致したが、2極磁場の測定値は設計値と大きく異なっていた。しかしながらバックレグコイルを励磁することで2極磁場を殆ど打ち消すことができた。補正コイルも併用することにより、2極磁場を打ち消しながら6極磁場は設計値をほぼ中心として全幅で約 30 %変えられることが分かった。磁場測定の結果として CHS は6極磁石としての磁場を生成できると考えられる。

今後は CHS 実機を STB リングに設置し、第二目標について取り組むことである。