



Title	Development of a New Method To Evaluate Performance of Accelerator Magnets by Transporting Alpha Particles
Author(s)	栗山, 靖敏
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49744
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について ご参照 ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

【3】

氏 名	くり やま やす とし 栗 山 靖 敏
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 2 2 3 7 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 20 年 6 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学 位 論 文 名	Development of a New Method To Evaluate Performance of Accelerator Magnets by Transporting Alpha Particles (加速器電磁石のためのアルファ線を用いた性能評価手法の開発)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 久野 良孝 (副査) 教 授 岸本 忠史 教 授 山中 卓 教 授 中野 貴志 准教授 青木 正治

論 文 内 容 の 要 旨

加速器におけるノンリニア力学の研究には、ノンリニアな高次の輸送マップが必要とされることが多い。十分に

正確であり、かつシンプレクティブ性を満たしている高次の輸送マップを用いる事で、加速器内の粒子の安定性についての研究を行うことが可能となる。しかしそのような輸送マップの有用性は知られているが、どのように輸送マップを求めるのが問題として残る。そこでノンリニア領域についての評価も可能である新しい加速器電磁石とリングの評価手法を提案する。本手法では、加速器電磁石磁場中に荷電粒子を入射し、その入射と検出情報から輸送マップの作成を行う。荷電粒子には標準アルファ線源からのアルファ粒子を用いることを提案する。本手法を用いることで、入射システムを必要とする事なく加速器電磁石を評価する事が可能となる。また1台の電磁石が製作された段階でその性能について評価することが可能となる。本研究では、この手法をPRISM-FFAG電磁石に適用した。荷電粒子輸送実験は高エネルギー加速器研究機構で2007年6月から2007年9月の期間で行い、測定されたデータよりテイラー輸送マップの算出を行った。測定から得られた輸送マップによる結果とトラッキングシミュレーションによる結果の比較を行い、本手法の有効性を示した。

論文審査の結果の要旨

本論文では、円型加速器リングのビーム光学的性質を、それを構成するたった1台の磁石から評価する全く新しい方法を提案し、それが有効であることを実証した。

一般的に、加速器リングのビーム光学性質、特にその非線形性を詳細に研究するためには、高次の粒子輸送マップを必要とする。もし十分に正確であれば、その粒子輸送マップを使って加速器の多数周回時での安定性などを研究することができる。このように、粒子輸送マップが非常に有用であることが知られているが、それをどのような方法で決めるかについてはまだ課題が残っていた。

この論文では、加速器リングおよびその磁石を評価する新しい方法を提案した。この方法では、磁石を通して荷電粒子を輸送するデータを測定し、それを使って高次の粒子輸送マップを決定する。すなわち、荷電粒子を(円型加速器リングの)磁石の片側から照射し、その反対側でそれらを測定する。この際に、位置と方向を変えて多数のデータを測定する。また、この手法に使う荷電粒子として、単一エネルギーを持つということから、標準のアルファ線源の使用を提案した。この新しい提案方法の利点は、円型加速器リングの評価のために、前段加速器や入射システムを必要としないこと、さらに、磁場測定も必要としないことなどである。さらに、この評価のためには、円型加速器を構成するただ1台の磁石があれば良い。

この提案する方法を実際に確認するために、PRISM-FFAG磁石の1セルの磁石に対して、この方法を適応した。アルファ粒子の輸送実験は、高エネルギー加速器研究機構(KEK)の東カウンターホールで行われた。この研究では、特に、アルファ線照射器と測定器を開発し、この手法を確立した。この実験で得られた情報を元にして、高次の粒子輸送マップを有限のテイラー展開形式で決定した。この結果を、磁場と粒子輸送シミュレーションと比較し、この方法が有効であることを検証した。このような手法は、これまで行われたことがなく、まったく独創性に富んだものである。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として十分価値あるものと認める。