

氏 名 金 銀 山

学位（専攻分野） 博士(理学)

学位記番号 総研大甲第244号

学位授与の日付 平成9年3月24日

学位授与の要件 数物科学研究科 加速器科学専攻

学位規則第4条第1項該当

学位論文題目 A Simulation Method on Tail Distributions due
to Random Processes in Electron - Positron
Storage Rings

論文審査委員 主 査 教 授 鈴木 敏郎
教 授 高田 耕治
助 教 授 平田 光司
助 教 授 生出 勝宣
教 授 安東 愛之輔（姫路工業大学）
熊谷 教孝（理化学研究所）

論文内容の要旨

A new simulation method for the beam tail is proposed. This method provides a means to investigate the beam tails due to rare random processes in storage rings. Only core particles in a beam are tracked in random processes. Beam-beam bremsstrahlung, beam residual gas scattering and bremsstrahlung in the ring are considered as examples. This simulation shows good agreements with the results of solvable models. It is shown that the variations in the longitudinal motion due to random processes have an effect on the vertical tail distribution in the presence of a beam-beam interaction. It is shown that particles with large energy amplitudes can expand beyond vertical aperture due to betatron and synchro-betatron resonances. Estimates of the beam tails and lifetimes for KEKB are presented.

論文の審査結果の要旨

金銀山君の博士論文は、電子・陽電子ストレージリングにおいて確率過程によって起こる現象によるビームのすその分布をシミュレーションする方法を確立し、それをKEKBという建設中の機械に適用したものである。すその分布を知る事は、ビームの寿命や測定器に対するバックグラウンドを知る上できわめて重要である。今までのシミュレーションは芯の部分で多重散乱された粒子がすそにくるというものだけであった。金君はこれと相補的な1回の確率過程で粒子がすその部分に来る場合の平衡状態を求める事によりすその分布を求める方法を確立した。この点で新規性が感じられる。

シミュレーションの方法は、4万個のマクロ粒子をとり、芯の部分で確率過程が起こった場合、芯の粒子は1個減るとし、すそに出た粒子を減衰時間の2倍の間トラックし、すその部分の分布を求めるものである。もっと長い間のトラッキングも行い、實際上、上に述べた時間で充分である事を確認した。

相手の粒子分布が一様等の簡単な場合には解析的に解く方法があり、この場合のシミュレーションはこの解析的結果と良い一致をみた。すなわちビーム＝残留ガス制動放射過程、横方向の座標への依存性を無視した場合のビーム＝ビーム制動放射過程である。これは金君のシミュレーションコードの良いチェックとなっている。彼は更にこのコードをKEKBのパラメーターを用いていろいろな確率過程に適用してすその分布やビーム寿命を評価した。すなわち、横方向の座標に依存する場合のビーム＝ビーム制動放射過程、ビーム＝ビーム相互作用がある場合、ビーム＝ビーム制動放射、ビーム＝ガス制動放射及びビーム＝ビーム相互作用がある場合である。以上は縦方向についてであるが、横方向についてはバーバ散乱、ビーム＝ガス散乱とビーム＝ビーム相互作用がある場合、ビーム＝ガス散乱、バーバ散乱及びビーム＝ビーム相互作用がある場合を調べた。更に横方向、縦方向を同時にとり入れたシミュレーションも行った。結論的には、すその分布やビーム損失に一番きくのはビーム＝ビーム制動放射である事を見出した。

力ずくのシミュレーションですべての過程を取り入れた計算は計算時間の関係等で困難と考えられる。今までのシミュレーションの方法とは相補的な計算方法を確立した事は博士論文の仕事として充分評価できる。なおこの仕事はParticle Acceleratorsという雑誌に受理されている。