

# Top-Up 入射のためのシミュレーション

物質構造科学研究所放射光源研究系 小林幸則

現在、PFリング、PF-AR、およびKEKB（電子リング、陽電子リング）への4リング同時入射へむけて、入射器および各リング共同で検討が続けられている。その第一段階として、PFリング 2.5GeV とKEKB-HER 8GeV 電子を同時に入射できるよう、今夏の改造へ向けて各部の作業が進行している。このような同時入射が実現すると、PFリングでもビーム電流をほぼ一定に保ったままユーザ実験ができる Top-Up 運転の可能性が高くなる。放射光用リングでは、APS、SLS、SPRing8 で Top-Up 運転がすでに行われているが、PFリングでは Top-Up 運転を想定してリングが設計されていないため、いくつかの課題を解決する必要がある。

その課題の中で、入射時におけるビームロスと蓄積ビームの振動の問題がある。これらは、入射時にビームシャッターを閉じて実験を中断するこれまでの運転では特に問題にならなかったが、Top-Up 運転では問題になる可能性がある。そこで、PFリングで Top-Up 運転をした場合、入射ビームがどの程度ロスするか、また蓄積ビームの振動がどの程度になるかを見積るため、6次元多粒子トラッキング法によるシミュレーションを行うことにした。まず、手始めとして、直線部改造後のPFリングにおいて、6極電磁石によるクロマティシティ補正のみを施した理想的なオプティクスを用い、6次元位相空間における入射ビーム、および蓄積ビームの分布をマクロ粒子で発生させ、それを現実に近いビームと見立てて(図1:入射ビーム)入射後の周回トラッキングを行った。

入射時は、4台のキッカー電磁石がパルスの励磁される。そのパルスはサイン半端に近い形状をしていて、パルス幅(フル幅)はリングの周回時間の2倍で約1.2マイクロ秒である。このキッカー電磁石によって、リングでは入射の時に瞬間的にバンプが発生する。このパルスバンプが、蓄積ビームの振動を誘起する主な原因である。また、クロマティシティ補正に用いた6極電磁石等が発生する非線形磁場が、ビームロスおよび振動の原因になる場合もある。図2にシミュレーションで得られた蓄積ビームの水平・垂直方向の振動およびビームサイズの変化の一例を示す。本シンポジウムでは、まず手始めに行ったシミュレーションの結果についてのみ報告になるが、今後より現実に近いシミュレーションとしていくため、挿入光源や誤差を入れたシミュレーションを行っていく予定である。

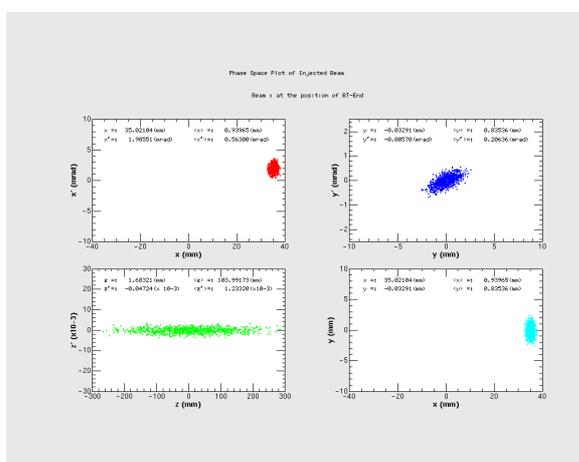


図1:リング入射直前の入射ビーム

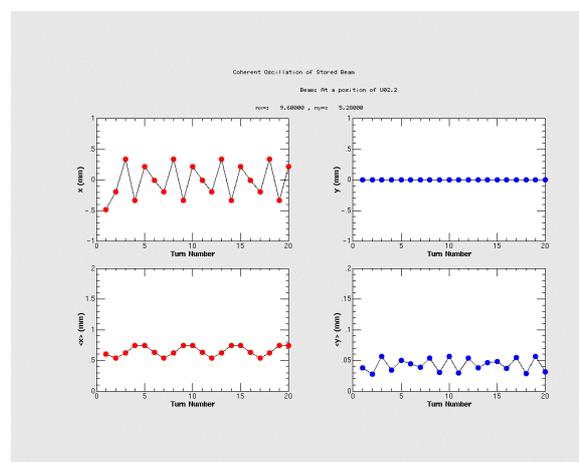


図2:入射後20ターンまでの蓄積ビームの振動  
およびビームサイズの一部