

PF 改造案

Toward the PF II

原田 健太郎, KEK-PF-Mag

PFリングは周長 187m、2.5GeV の電子リングでリングの水平エミッタンスは約 36nmrad である。年間約 3000 時間の運転時間があり、通常は蓄積電流 450mA のマルチバンチモードだが、各期約 2 週間ずつを孤立バンチが利用できるハイブリッドモードで運転を行っている。

PFリング弧部改造計画はPFリングの弧部の偏向電磁石数を2倍に増やし、機能結合型とすることでエミッタンスを下げる計画である。弧部だけを考えて場合のエミッタンスが現在 41nmrad だが、それが約 1/10 の 4.1nmrad まで改善する。直線部を含めたリング全体としても、現在の 36nmrad から 8.5nmrad になり、第3世代に近いエミッタンスとなる。しかしながら、PFリングで挿入光源が設置されている直線部は、色消しとそうでない箇所が交互に現れる構造で、半数以上の挿入光源は色消しでない部分に設置されている。(色消し部分は4カ所しかなく、2番、14番、16番、28番である。) 弧部を改造してエミッタンスを下げて、非色消し部分に対する実効エミッタンス低下の効果は、分散関数が減少しない為に限定的に留まる。そこで、直線部全体で色消しをやめるかわりに、非色消し部分の分散関数を減らすことで、挿入光源部分全体として実効エミッタンスを下げるオプティクスを検討中である。既存の色消し部分に対しての改善量は減少するが、エミッタンスそのものも減少する為、それほど損にはならない。RF部分にも大きな分散が残ることになり、追加の不安定性対策やRFの改造などが必要になる可能性もあるが、分散関数を残すオプティクスを採用すると改造後のリングのエミッタンスは 5.7nmrad になる。

さらに今回の計画では、PFリング独自の特徴をさらに伸ばす様な改善を、低(実効)エミッタンス化と組み合わせて実施したい。例えば、高強度パルスX線(大電流孤立バンチ)の強化、垂直偏光高エネルギーX線(超伝導垂直ウイグラー)の最新化、VSX領域の改善に繋がる低エネルギー運転の検討、入射による光強度変動(現在 10~20%)を極限まで低減する最新式パルス多極入射の導入などである。これらを実現する為には、共通して、真空ダクトの古い部分(超伝導ウイグラー、入射部)を更新することによるインピーダンスの低減、RF空洞とRF制御系の更新、ビーム診断補正系の高速化と高性能化、バンチ長の柔軟な制御(伸長と圧縮の双方)を可能にする高次高調波空洞の導入などが必要となる。PFリング独自の特徴は、極低エミッタンス低カップリングの最新第4世代光源では性能的にほぼ実現不可能な内容であり、それらをPFリングで大切に残しつつ、さらに高度化していくことがPFリングの将来計画である。