

PF リングにおけるパルス 6 極電磁石を用いた入射システムの開発

高木宏之、中村典雄（東大物性研）

上田明、帯名崇、小林幸則、長橋進也、原田健太郎、本田融、宮島司（KEK-PF 放射光源）

パルス 6 極電磁石 (Pulsed Sextupole Magnet: PSM) を用いた入射方式を 2008 年春から PF リングにおいて試す為に、その電磁石システムの開発を進めている。PSM を用いた入射スキームでは、通常用いられている数台のキッカー電磁石による入射用のローカルバンプを作る必要がなく、さらに 1 台の PSM で入射が可能になる。入射ビームは磁場中心からの距離の 2 乗に比例する力でリングの中心軌道に平行になるようにキックされるのに対して、蓄積ビームは PSM の磁極中心を通過するのでキックをほとんど受けない。ローカルバンプによる入射方式の場合、バンプ内に 6 極電磁石などの非線形磁場を発生させるものが存在するとバンプが閉じず、多バンチビーム運転では入射時に蓄積ビームがコヒーレント双極振動をすることが避けられない。したがって、トップアップ運転をそのようなリングで行う際には、PSM を用いた入射方式は非常に有効になると考えられる。

PF リングで入射試験では入射ビームの水平方向の位相空間での位置を考慮して、U#02 の下流に PSM を設置する。入射ビームをキャプチャーする為には 20 mm·mrad まで入射エミッタンスを小さくする必要があり、その為には 1.2 μsec のハーフサインで $B''L/B = 12 \text{ [m}^{-2}\text{]}$ が必要となる。制作したパルス電磁石 (図 1) はコアの長さが 300 mm、ボアの直径が 66 mm、コイルの巻数は 1 ターンでインダクタンスは 6.5 μH であり (表 1)、3000A で必要な磁場を発生する事ができる。

しかし、現状では 1 ターン入射に必要な 1.2 μs のハーフサインで 3000A を出す電源がない為、当初の入射試験では、既存の電源システムを用いて 2 ターン入射で行う予定である。2 ターン入射の場合、PSM により 2 度のキックがビームに与えられるため、2 回目のキックで入射のコヒーレント双極振動が増大しないように適切なチューンを選ぶ必要がある。この点に関してもシミュレーションを行い、2 ターン入射も十分可能であるという結論を得ている (図 3)。

PSM はこの春に PF にインストールし、入射試験を行う予定である。



図 1 : パルス 6 極電磁石の断面図と磁場分布

表 1 : PSM の基本パラメータ

| | | |
|--------------------------|---------|------------|
| Core Length | [mm] | 300 |
| Bore diameter | [mm] | 66 |
| Turn # of coil | | 1 |
| Field gradient at x=15mm | [Gauss] | 400 |
| Peak Current | [A] | 3000 |
| Inductance | [mH] | 6.5 |
| Pulse width | [msec] | 1.2 (2.4*) |

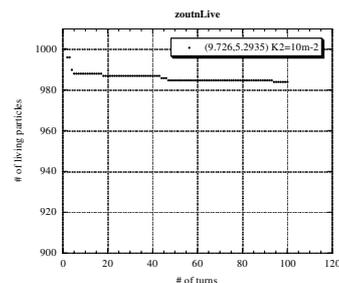
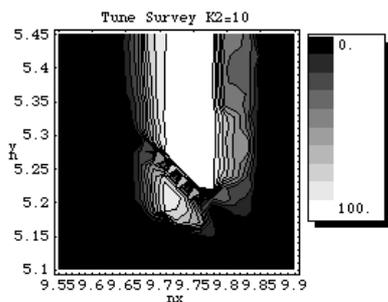


図 3 : 2 ターン入射でどれだけビームをキャプチャーできるかをチューンサーベイの結果 (左) とガウス分布した 1000 粒子を入射後、100 ターン後に PF リングのフィジカルアパーチャで制限されることなく生き残った粒子の数をプロットしたもの (右)。