

PF リング入射用パルス 6 極電磁石システムの開発

高木宏之、中村典雄（東大物性研）

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

パルス 6 極電磁石(PSM)を用いた新しい入射方式を 2007 年秋から 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。この時、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。パルス 4 極電磁石を用いた同様の入射方式が PF-AR で成功しているが、蓄積ビームに対するキックの影響は中心からの距離に線形な 4 極磁場よりも 2 次関数となる 6 極磁場を使う事でさらに小さくできると期待される。また、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、キッカー電磁石のパルス励磁内のすべてのタイミングでバンプを閉じさせることが困難であり、結果として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行う際に蓄積ビームが振動しないようにするという観点では、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 リングで入射試験を行なう場合、PSM に求められる性能は、1 ターン入射による多粒子トラッキングによるシミュレーションの結果から、その強度が $B'' L/B = 12\text{m}^{-2}$ 程度と求められた。これは磁極長を 0.3m とした場合、磁極中心から水平方向に距離 15mm の位置で約 380G の磁場に相当する。この磁場を得るために、PF リングのアーチャーを考慮してボア半径 66mm の PSM (図 1) を作る事を考えた。2 次元磁場計算コードを用いて計算した結果を図 1 に示す。コイル電流を 3000A とすると、垂直方向の磁束密度は中心から 15mm の場所で 400G となった。磁極先端形状が 6 極磁場の等ポテンシャル面でないためきれいな 6 極磁場とはなっていないが、重要なのは中心付近で磁場がゼロで、入射ビームが通過する時必要な磁場が出ていることであるので、PSM として十分な性能を有していると思われる。現状では 1 ターン入射に必要な $1.2\mu\text{s}$ 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。この点につい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。

PSM はすでに製作に入っており、またセラミックチェンバーの形状も決まり製作している段階である。2007 年の春から磁場測定を行い、夏にそれらをインストールする予定である。

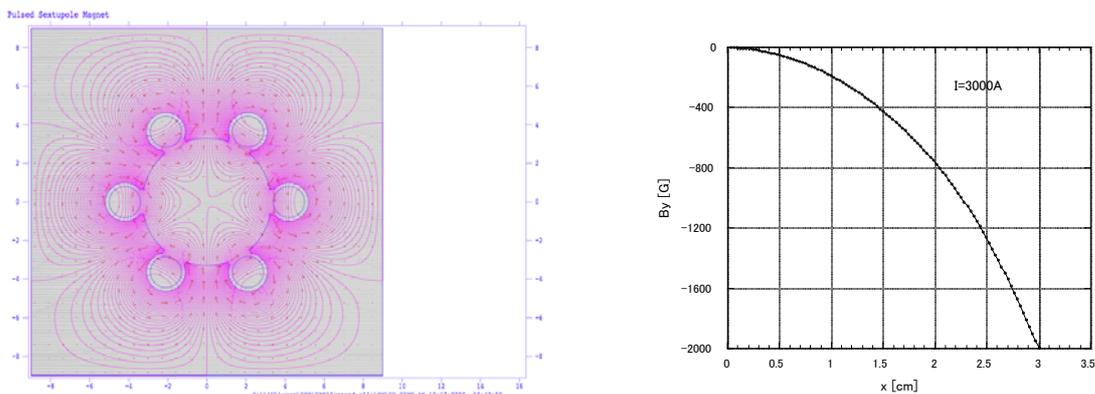


図 1 : パルス 6 極電磁石の断面図と磁場分布