

5. 補正に必要な電流値の検討

数値計算により予測される U7 中の多極磁場の補正に必要な励磁電流を 2次元計算コード POISSON^[5]を用いて検討した。

まず、U7 縦偏光モードの多極磁場成分を補正する際に必要な磁束密度を計算する。長さ l 、磁束密度 ΔB の磁束領域を Magnetic Rigidity [Bp] の電子ビームが走行する際に与えられる偏向角は次式で与えられる。

$$x' = \frac{\Delta B l}{[B\rho]}$$

図 5 において多極磁場成分が表れている部分で、最大の x' は約 0.3 mrad であり、 l はアンジュレータ U7 の全長で 2.945 m、また UVSOR では [Bp] = 2.5 T m である。これらの値を代入し、 ΔB を求めると約 2.5 Gauss となった。よって U7 の多極磁場を補正するためにはフラットワイヤーによって 2.5 Gauss 以上の磁束密度をもった磁場を発生させる必要があることがわかる。

次に、POISSON を用いてどの程度フラットワイヤーに電流を流せば 2.5 Gauss の磁場が発生するか確認した。その結果が下の図 9 (a)、(b) である。この結果では、フラットワイヤーによって発生している磁場が、補正すべき多極磁場成分と似た磁場分布であり最大約 2.5 Gauss の磁束密度を持っていることが確認できる。しかし、このような磁場を発生させるにはフラットワイヤーに 30 A もの電流を流さなければならず、発生熱等の問題により今回報告している補正法をそのまま U7 に導入するのは難しい。そこで、フラットワイヤーの断面積を大きくすることで発生熱を抑えることや、他の補正方法などと組み合わせることで電流値を小さくする等の対策を今後検討する必要がある。

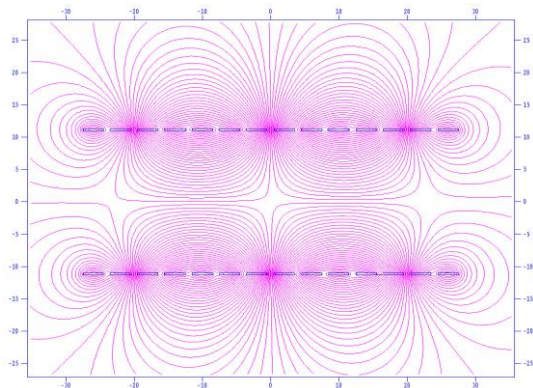


図 9 (a) : POISSON による磁場シミュレーション

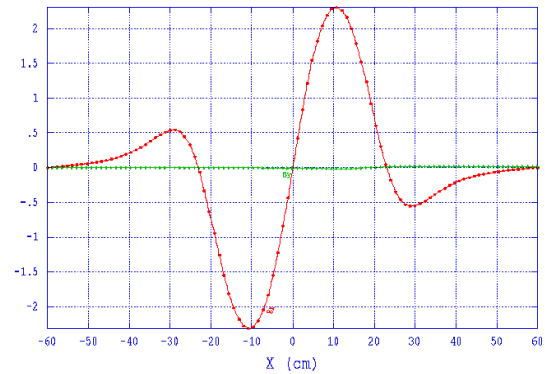


図 9 (b) : (a) で発生する磁束密度 (赤線 : 水平磁場、緑線 : 垂直磁場)

6. まとめ

UVSOR U7 の縦偏光モードにおける多極磁場成分の補正のため、磁場解析、電子ビーム軌道計算、フラットワイヤーの温度上昇測定、必要電流値の検討を行った。磁場解析では、U7 中の磁場がどのように分布しているか計算することが出来、電子ビーム軌道計算においては、U7 中の補正すべき多極磁場成分を確認することが出来た。また軌道計算の結果よりチューンシフトの値を算出し、UVSOR U7 での測定値と比較したところ、よく一致した。また必要電流値を検討する際に、フラットワイヤーによる複雑な補正磁場の発生が確認でき、マルチワイヤー方式による多極磁場成分の補正の見通しを得た。

ただし、複雑な磁場を発生させるためには大きな電流値を必要とし、ワイヤーの発生熱等の問題が生じる。そのため、今後は発生熱を抑える対策と電流値を抑える対策等を検討する予定である。その後 U7 にこの補正法を導入し、実際に多極磁場を補正することを試みる予定である。

参考文献

- [1] S.Sasaki, et al., "A New Undulator for Generating Variably Polarized Radiation", Jpn. J. Appl. Phys. Vol.31 (1992) L1794-L1796
- [2] P.Elleaume, et al., "COMPUTING 3D MAGNETIC FIELDS FROM INSERTION DEVICES", Proceedings of PAC97, Vancouver, May, (1997) 3509-3511
- [3] J. Bahrtdt, et al., "ACTIVE SHIMMING OF THE DYNAMIC MULTIPOLES OF THE BESSY UE112 APPLE UNDULATOR", Proceedings of EPAC08, Genoa, Italy, (2008) 2222-2224
- [4] http://www.hitachi-metals.co.jp/prod/prod03/p03_01.html
- [5] http://laacg1.lanl.gov/laacg/services/download_sf.phtml