

周回部設計の続き

本日の話題

CDR の為に進めた部分の紹介。

- 電磁石
- 合流部が周長に与える影響
- 電磁石誤差が周長に与える影響
- シケインの検討

電磁石の検討 (改訂版)

- ダクトの内径を 50mm、厚さ 3mm とし、クリアランスを片側 1mm とする。
- 電磁石のアパーチャは $50 + (3 + 1) \times 2 = 58\text{mm}$ となる。

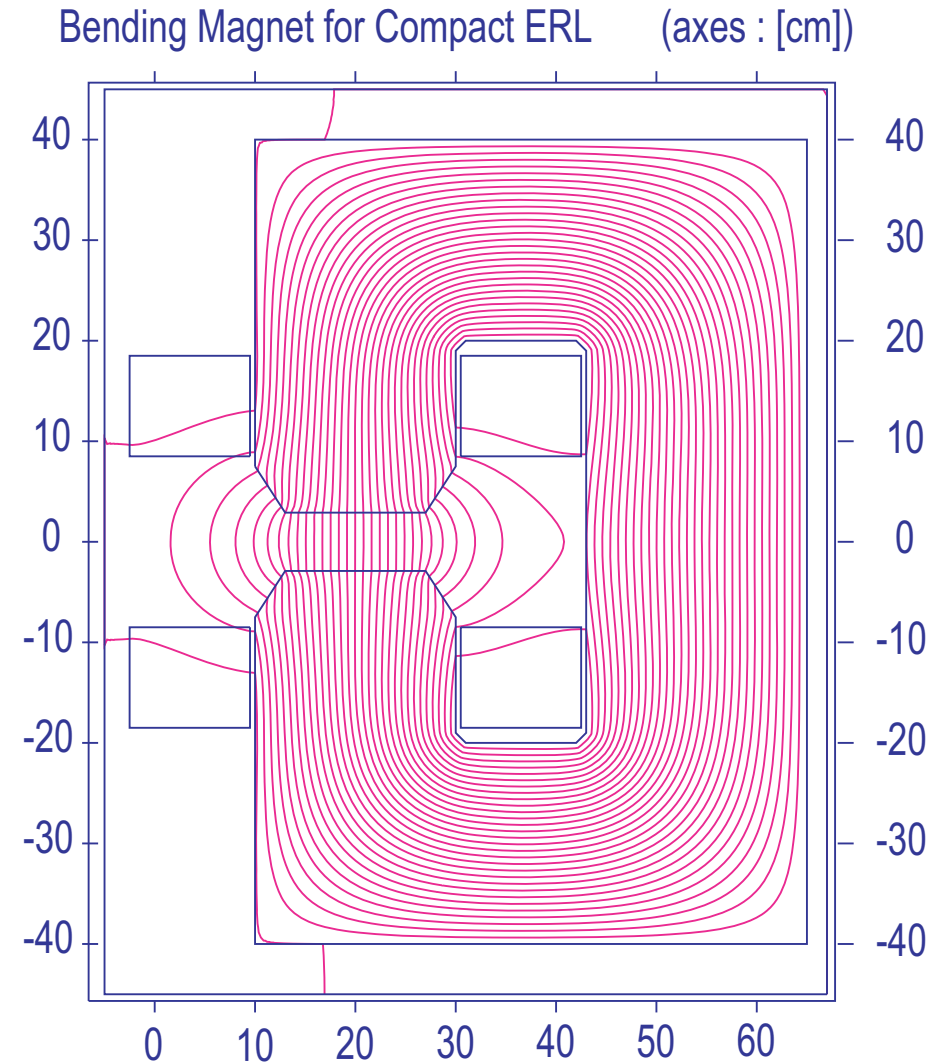
- B : $B_0 = \frac{\mu_0 NI}{h}$ 、 $h = 58\text{mm}$ 、 $N = 50\text{turns}$ 、 $I = 616\text{A}$ 、 $B = 0.667\text{T}$

- Q : $B' = \frac{2\mu_0 NI}{R^2}$ 、 $R = 29\text{mm}$ 、 $N = 25\text{turns}$ 、 $I = 134\text{A}$ 、 $B' = 10\text{T/m}$

- S : $B'' = \frac{6\mu_0 NI}{R^3}$ 、 $R = 29\text{mm}$ 、 $N = 20\text{turns}$ 、 $I = 107\text{A}$ 、 $B'' = 667\text{T/m}^2$

B

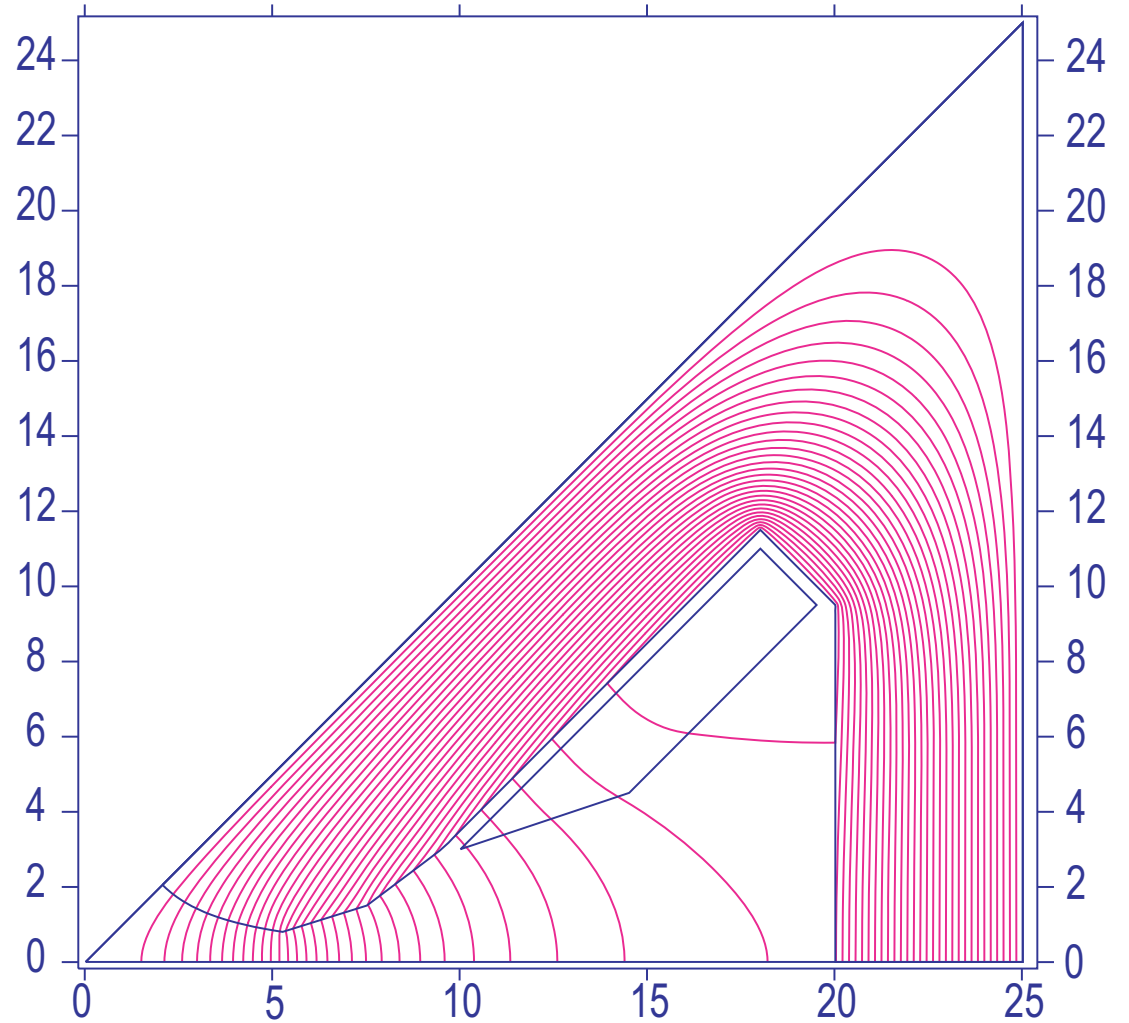
台数	[台]	4	2
偏向角	[degree]	45	90
曲率半径	[m]	1	1
磁極長	[m]	0.79	1.57
磁場強度	[T]	0.67	0.67
磁極間隔	[mm]	58	58
コイル巻数	[turns/pole]	25	25
最大電流	[A]	616	616
抵抗	[m Ω]	7.44	14.88
1台あたりの電圧	[V]	4.58	9.17



Q

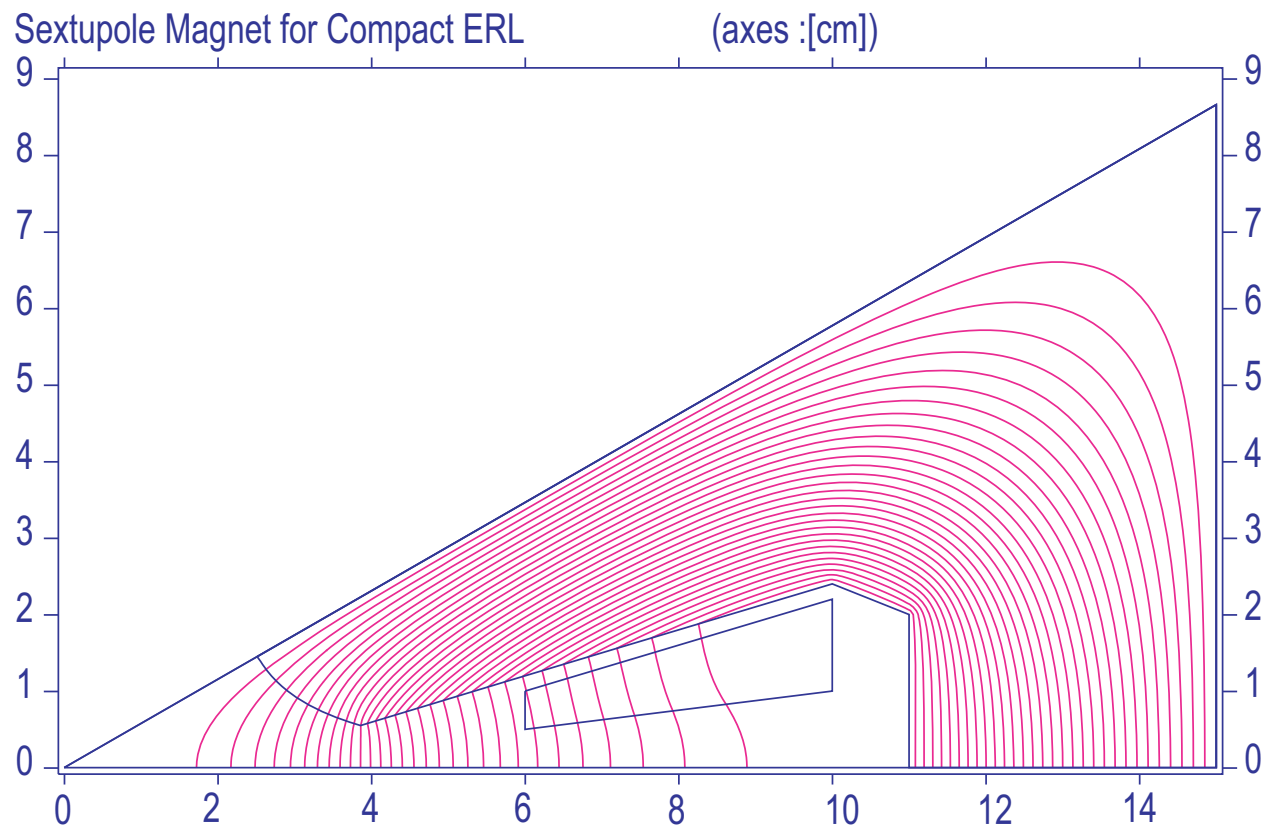
台数	[台]	40
最大K値	[m^{-1}]	3
磁極長	[m]	0.2
最大磁場勾配	[T/m]	10
ボア半径	[mm]	29
コイル巻数	[turns/pole]	25
最大電流	[A]	134
抵抗	[$m\Omega$]	16.67
1台あたりの電圧	[V]	2.23

Quadrupole Magnet for Compact ERL (axes : [cm])

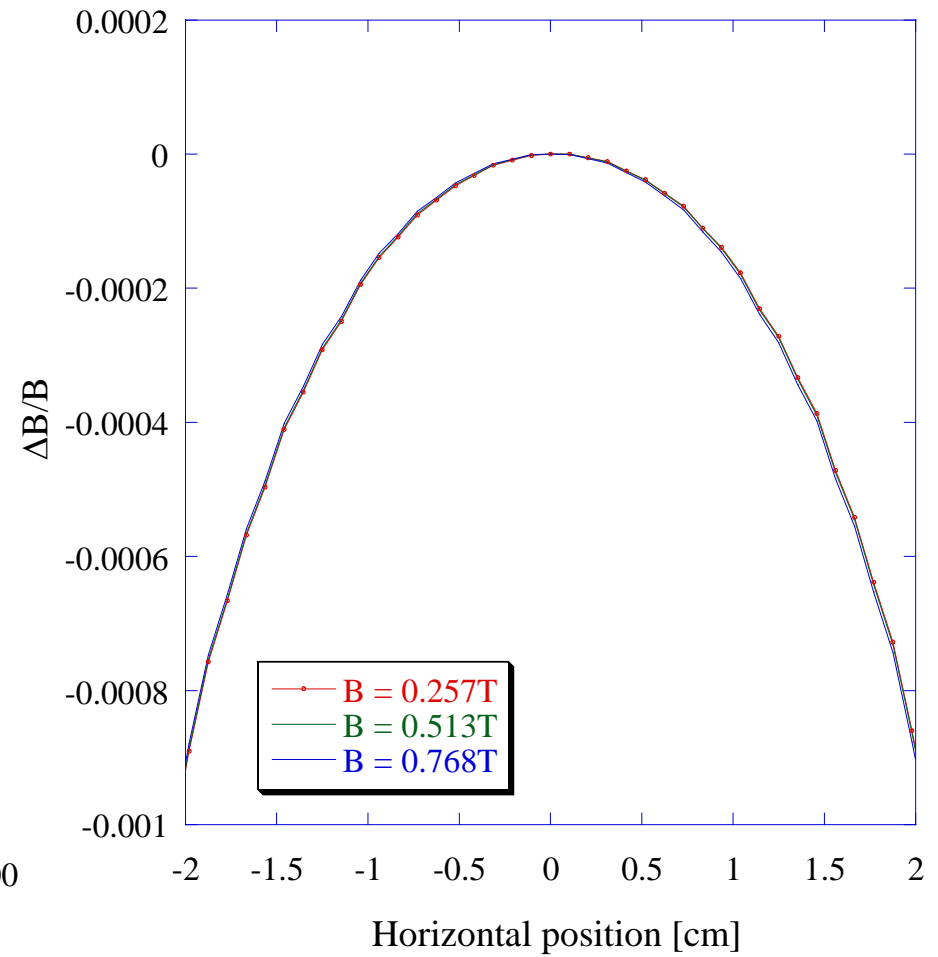
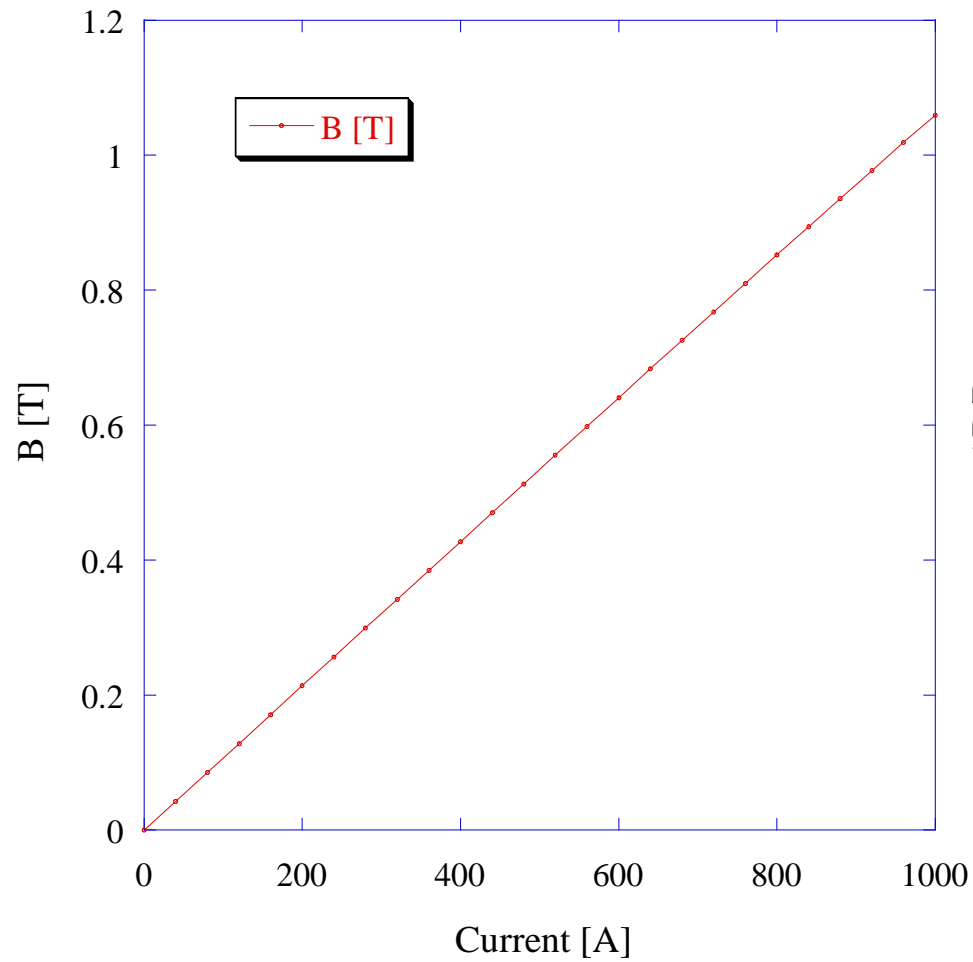


SX

台数	[台]	8
最大K値	[m^{-2}]	100
磁極長	[m]	0.10
最大磁場強度	[T/m^2]	667
ボア半径	[mm]	29
コイル巻数	[turns/pole]	20
最大電流	[A]	107
抵抗	[$m\Omega$]	16.47
1台あたりの電圧	[V]	1.76

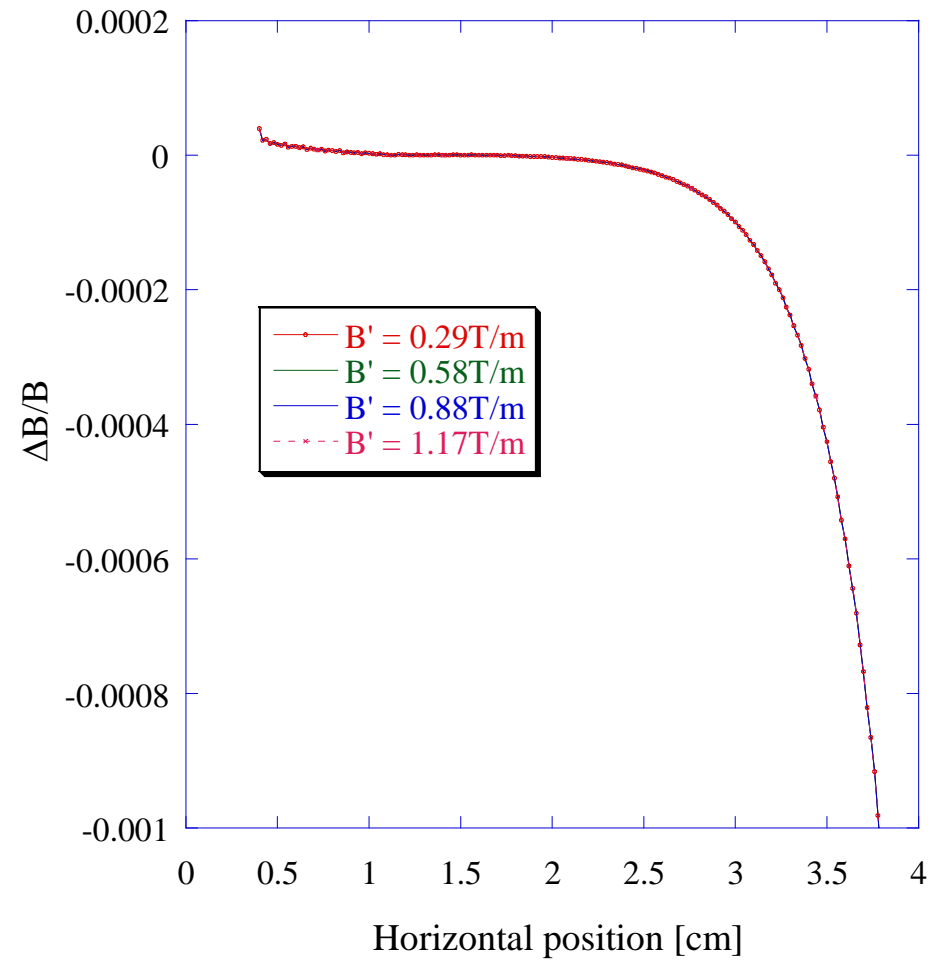
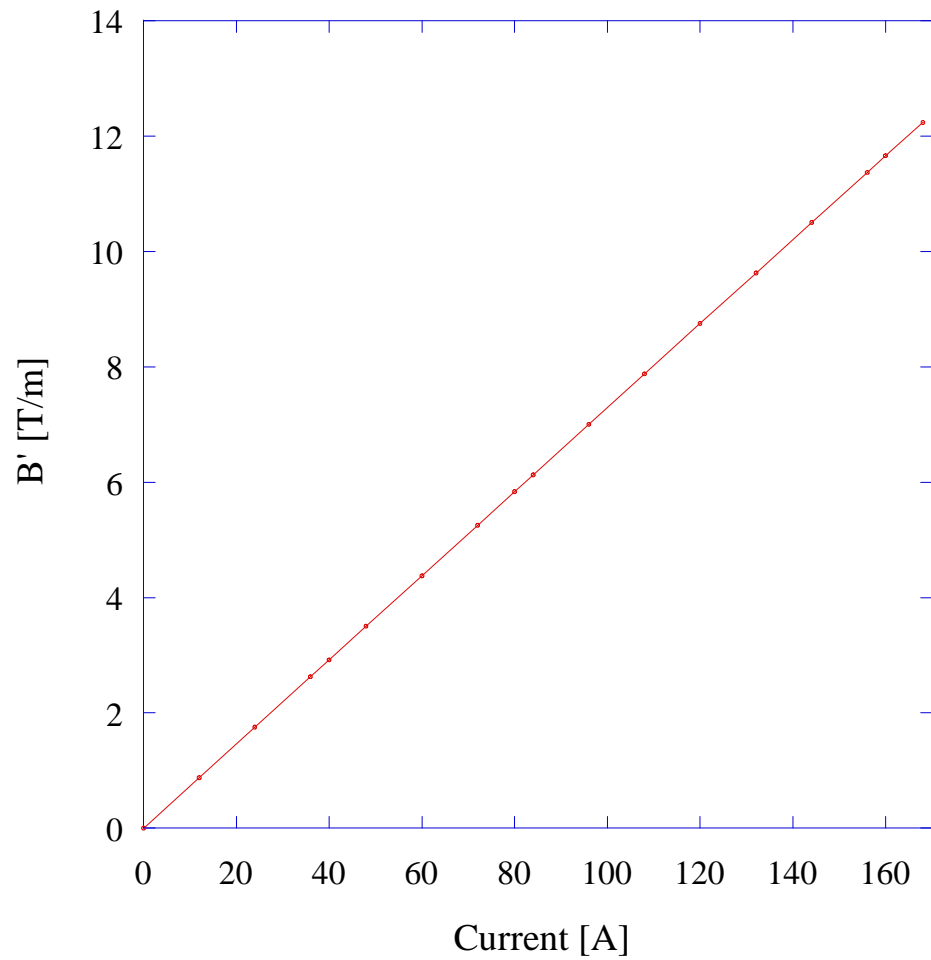


励磁曲線と磁場分布(B)



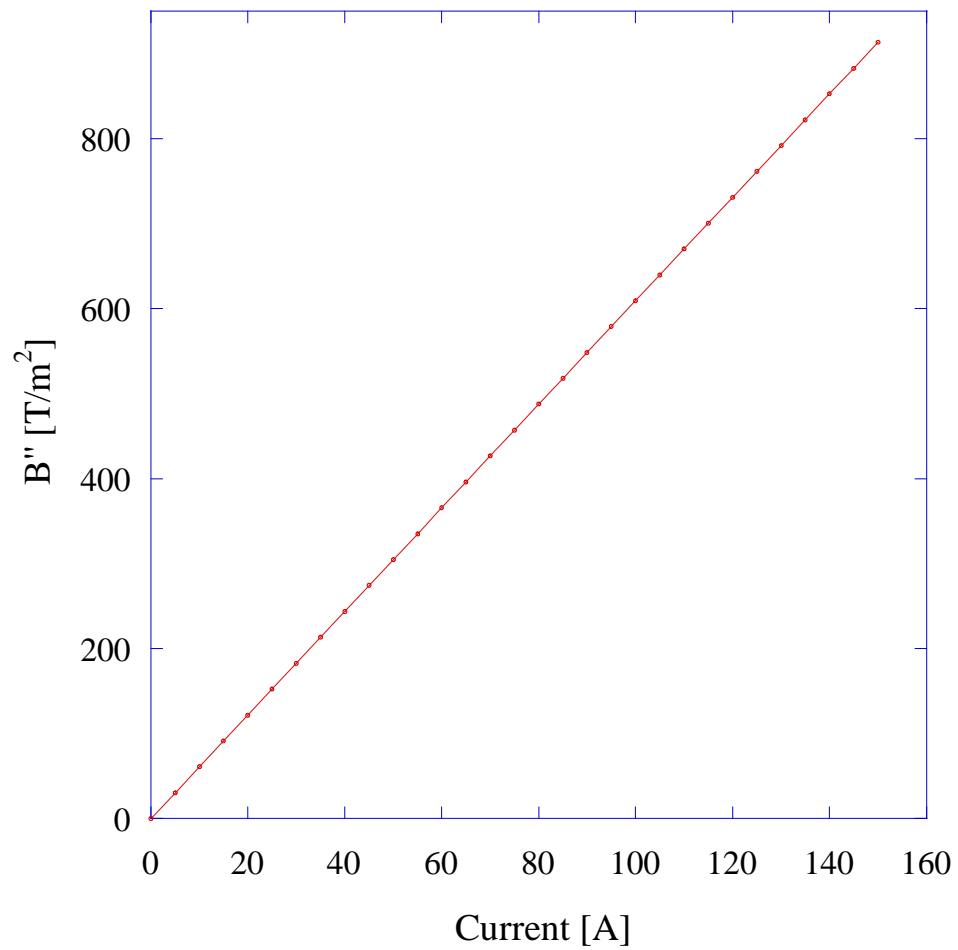
$$-20\text{mm} < x < 21\text{mm} \text{ 区 } |\Delta B(x)/B(0)| < 5 \times 10^{-4}$$

励磁曲線と磁場分布(Q)

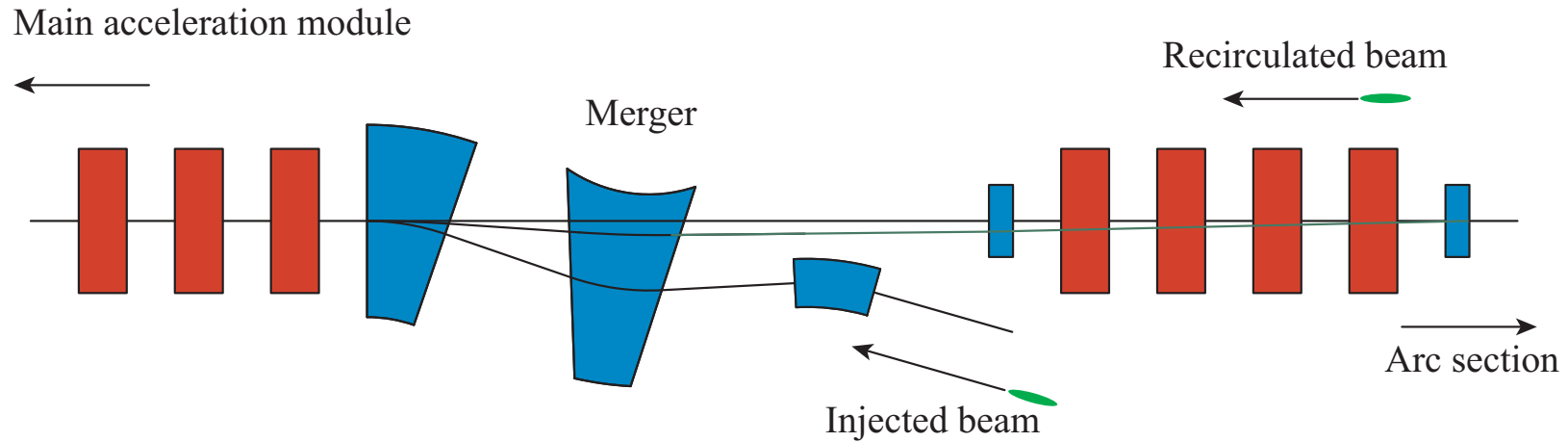


$$|x| < 35\text{mm} \Rightarrow \left| \frac{\Delta B'(x)}{B'(0)} \right| < 5 \times 10^{-4}$$

励磁曲线(SX)

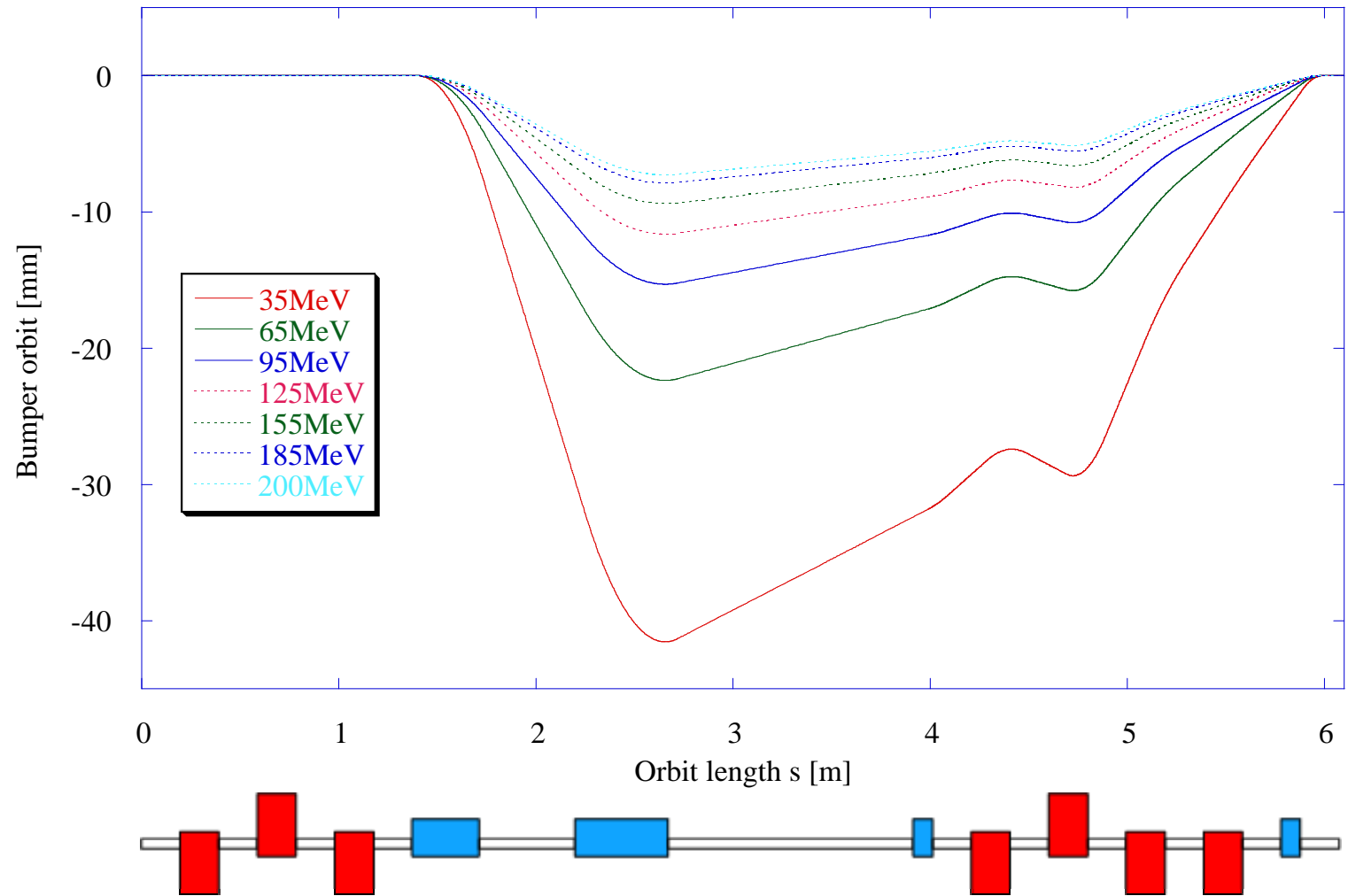


合流部のバンプによる周長の伸び

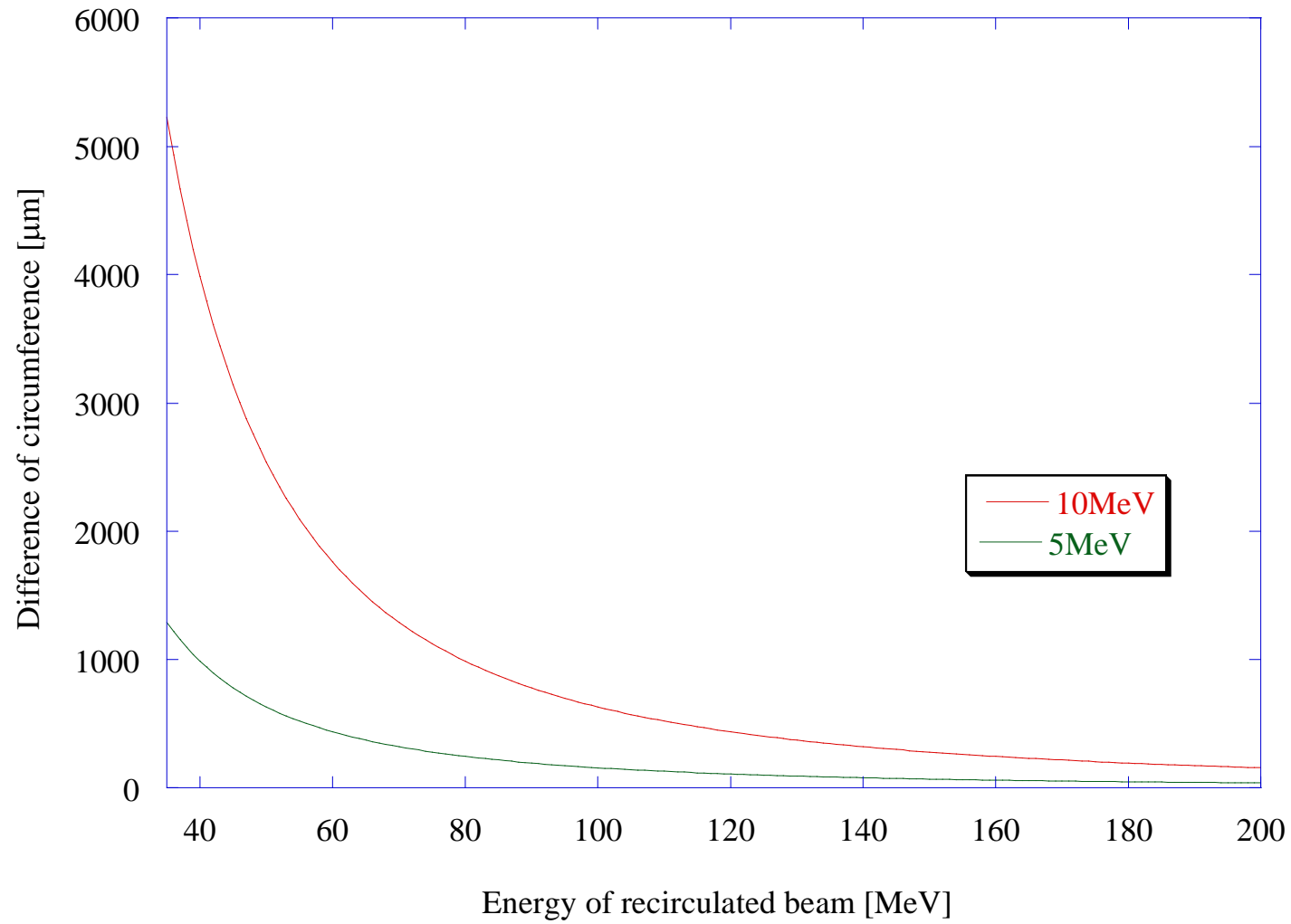


- 合流部では周回ビームにバンプができ、軌道長が変化する。入射ビームと周回ビームのエネルギー比が変わるとバンプの高さが変わり、軌道長も変化する。シケインで補正する必要があるが、どのくらいの変化か調べてみる。
- 合流部手前の4極の両端にステアリング電磁石を配置し、バンプを閉じるようにする。(バンプは合流部の電磁石で大きいため、ステアリング最適化で周長の伸びはさほど変化しないが、どうしてもということであれば、前後にステアリングを配置し、軌道を最適化することは可能。)

入射 5MeV の時のバンプ軌道



軌道長の変化



10MeV vs 65MeV で 1.2mm、合流と取り出しの2カ所あるので、合計 2.4mm

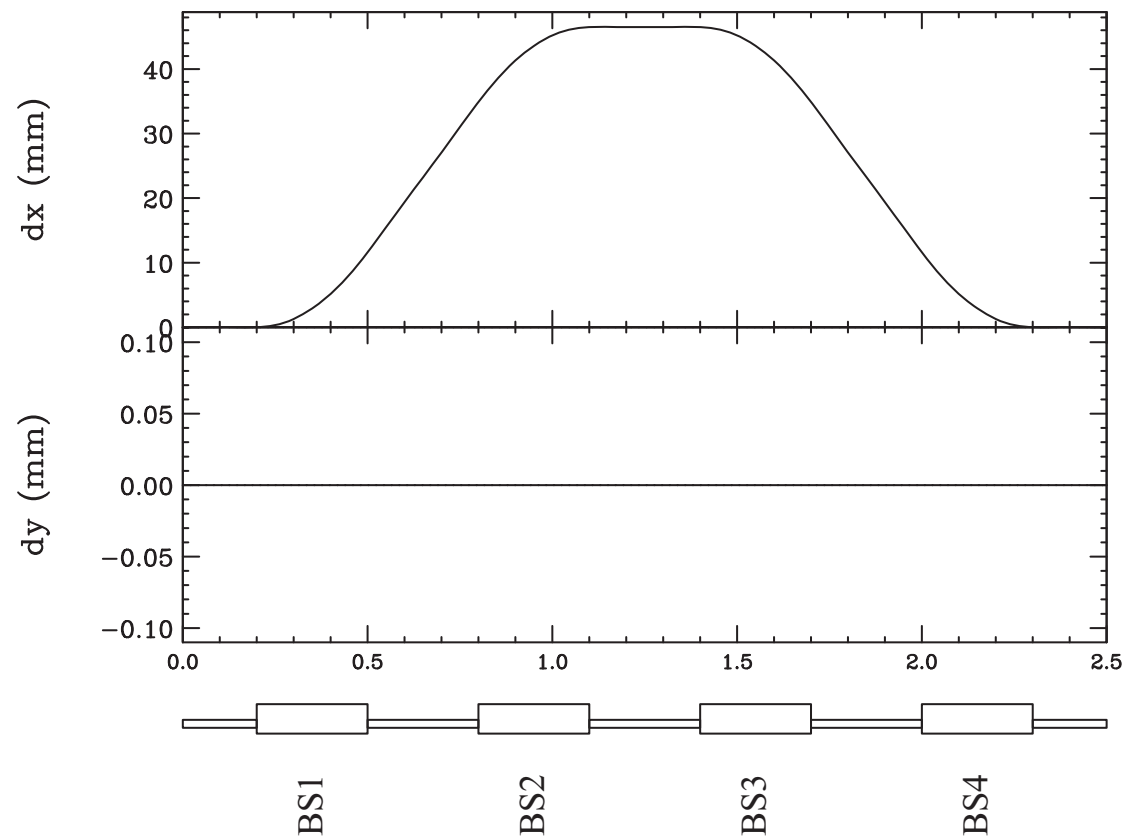
誤差による周長の変化は以下の通り

据え付け誤差	$\Delta x, \Delta y$ [mm]	5.00E-05	1.00E-04	1.50E-04
磁場強さの誤差	ΔK	5.00E-04	1.00E-03	1.50E-03
回転誤差	$\Delta \theta$ [rad]	2.00E-04	4.00E-04	6.00E-04
周長変化	[mm]	209.01	723.14	1773.49

(Bの ΔK は補正可能として、Bによる水平方向の軌道長の変化は考慮されていない(QとSXの分については考慮されている)。軌道補正は行っていない。垂直方向の軌道補正を行えば、この値はもっと小さくなる。)

Q : dXのみ : 722 μ m
dYのみ : 1588 μ m
S : dXのみ : 0.3 μ m
dYのみ : 0.3 μ m
B : d θ のみ : 464 μ m

シケインによる周長補正



電磁石4台でシケインを作る。図は軌道長を 3mm 伸ばす為のバンプ。

30cm、4.43 度 ($\rho=3.38\text{m}$) の場合の CSR ポテンシャル

CSRポテンシャル ($\rho=3.88\text{m}$, 77pC)

