

# ラティスの周長について

---

ビームダイナミクスWG  
24 NOV 2010

加速器第7研究系  
上田 明

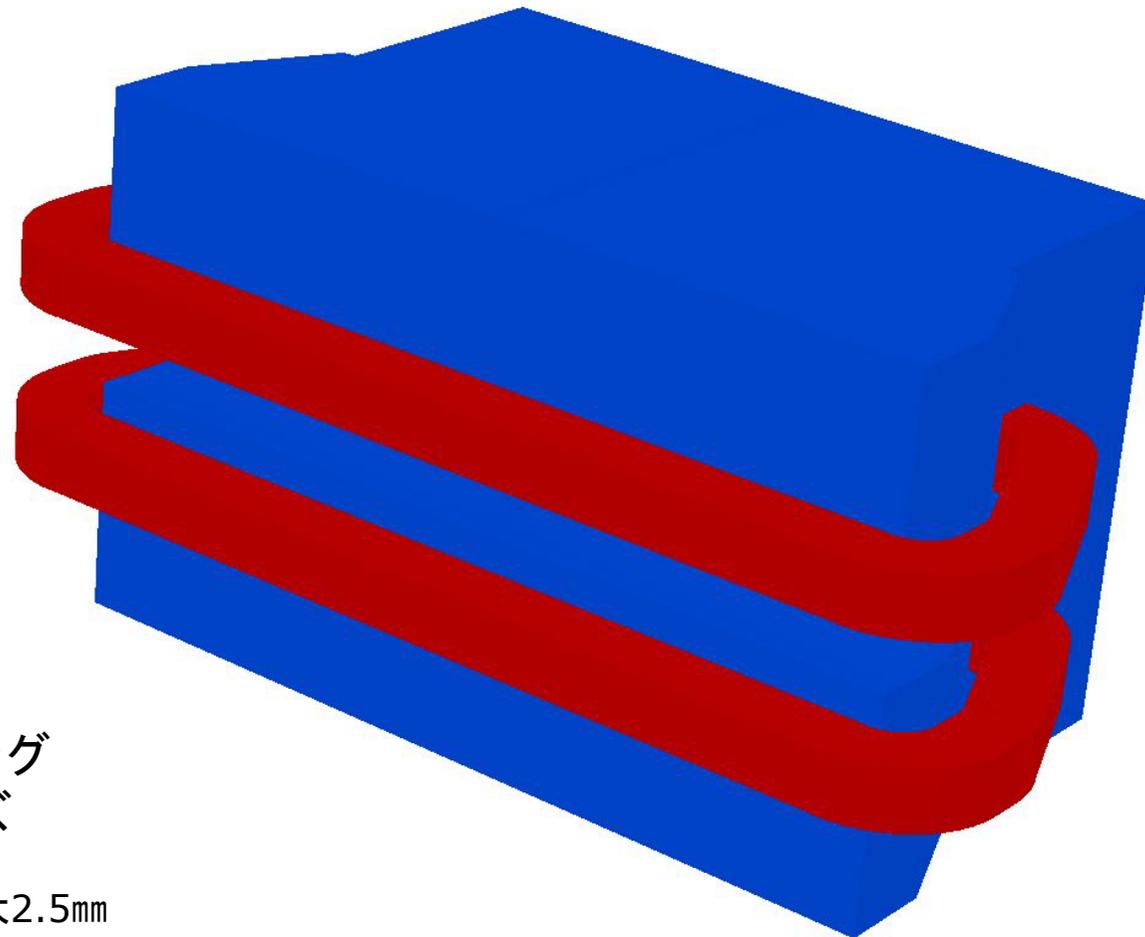
---

# セクタ型マグネットの軌道長

---

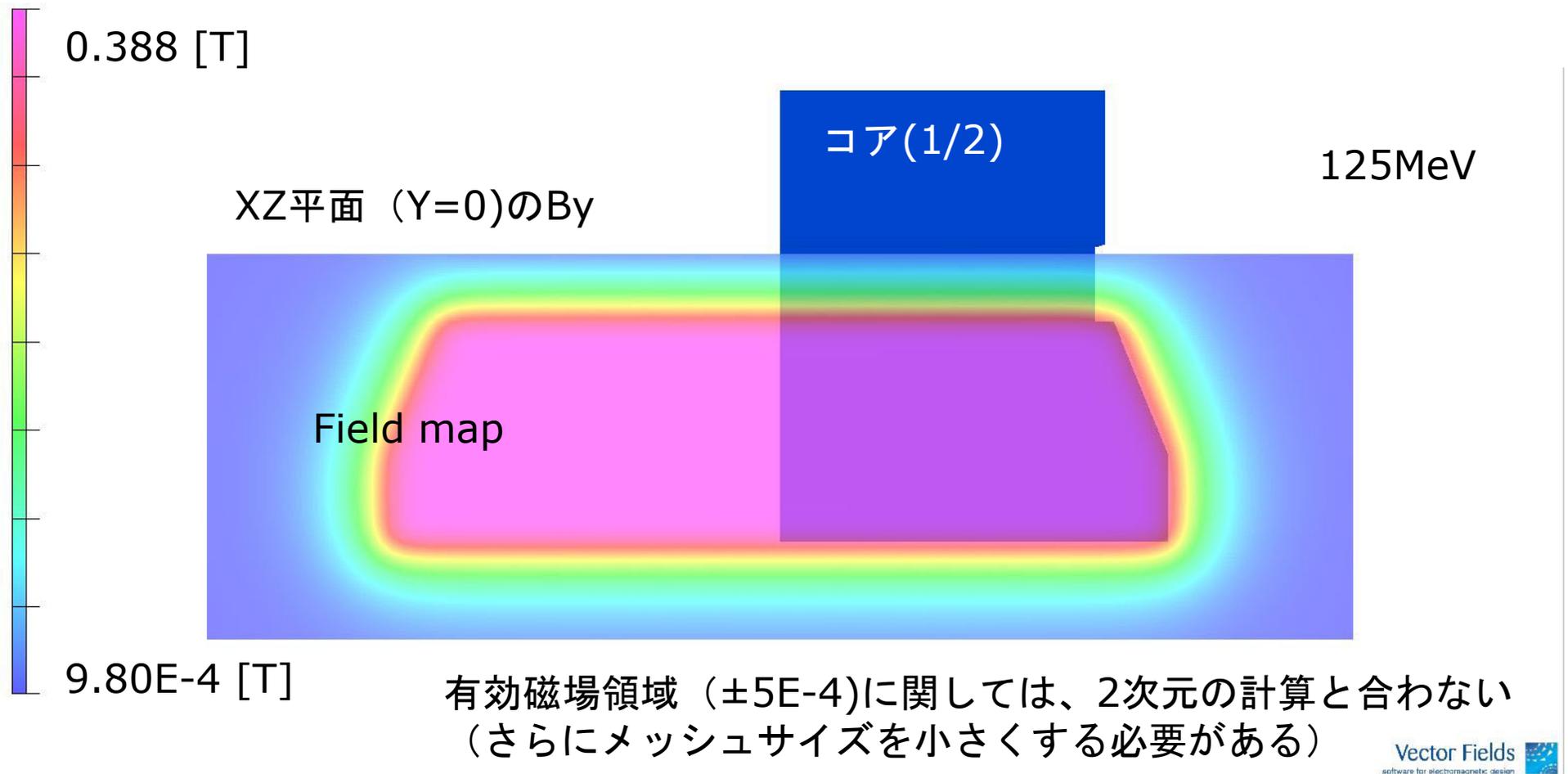
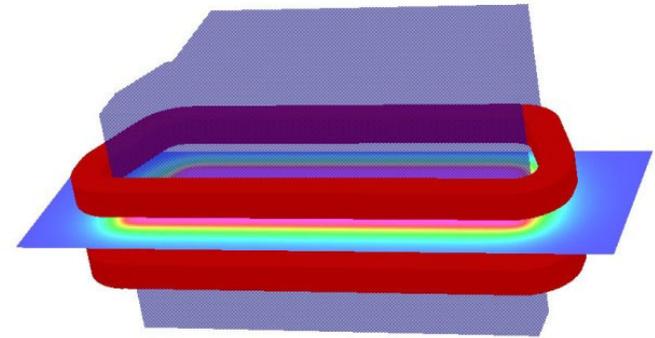
# 3次元磁場計算

Opera 3D



3Dのモデリング  
メッシュサイズ  
コア部・・・最大5mm  
ギャップ内・・・最大2.5mm

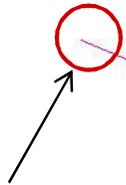
# 磁場分布(B<sub>y</sub>)



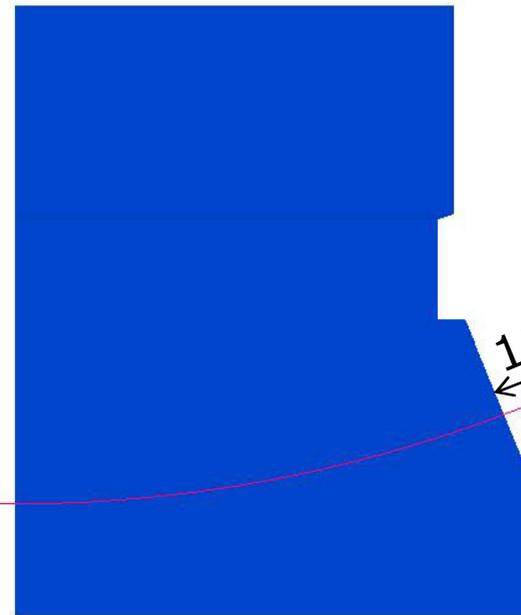
# trajectory

Operaではfield map を使用して電子の軌道を描く機能がある。

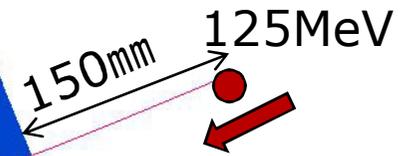
125MeVの電子の軌道  
(電流値を調整して左右対称にしている)



実際には対称点より  
0.1 mmずれている

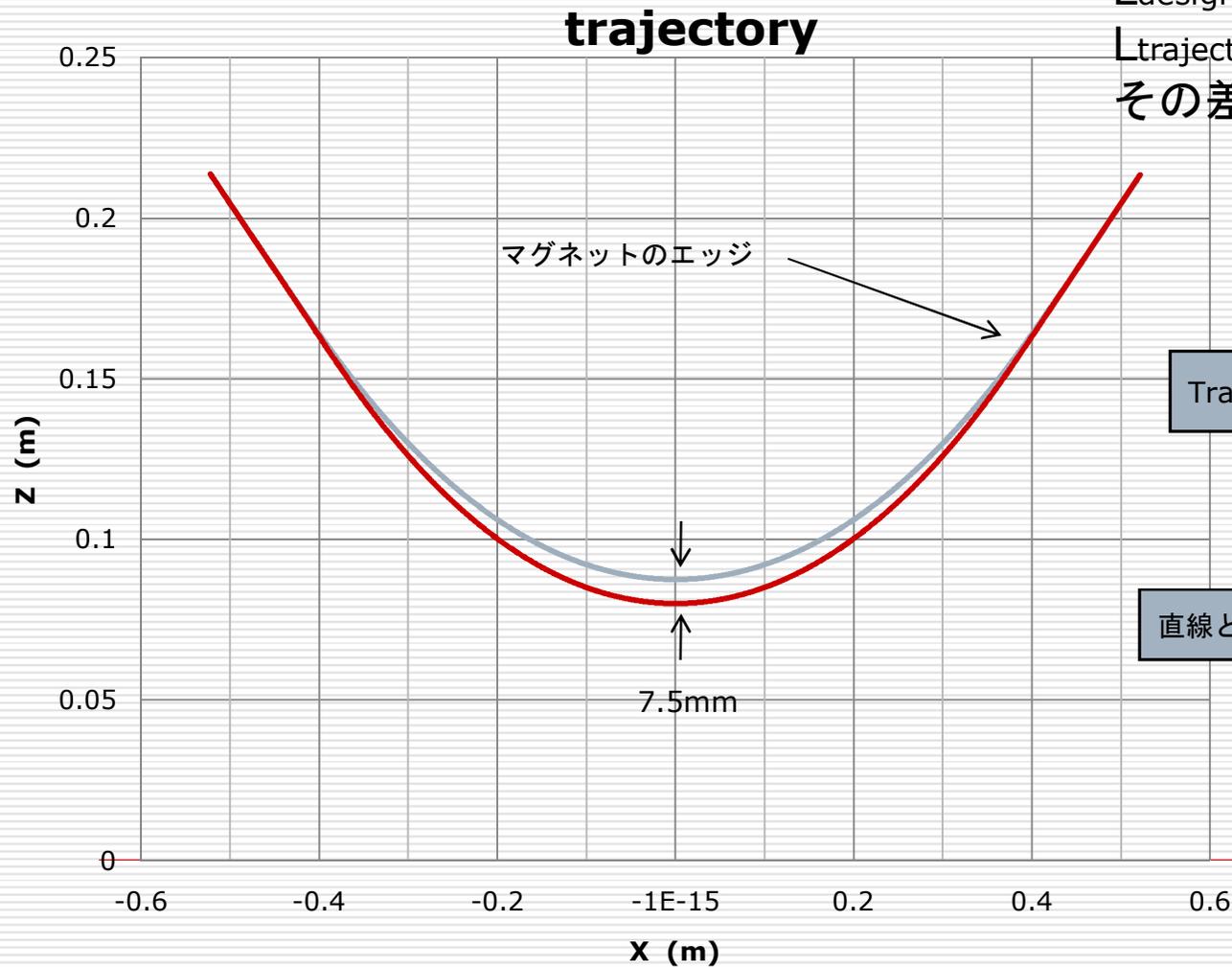


電子を飛ばして軌道を描く



# trajectory

Designの軌道に比べて実際の軌道は7.5mm内側に入る  
(漏れ磁場があるため)



$$L_{\text{design}} = 1.086[\text{m}]$$

$$L_{\text{trajectory}} = 1.082[\text{m}]$$

その差 **4mm**

- 再計算の必要がある
1. 電子の位置が近すぎる?
  2. 点と点を直線でなく曲線で結ぶ

Trajectoryの結果

— trajectory

— design

直線と円弧で結んだ軌道

精度は1mm程度 (?)  
(0.1mmは、絶対無い)

---

# ラティスの周長の合わせ方

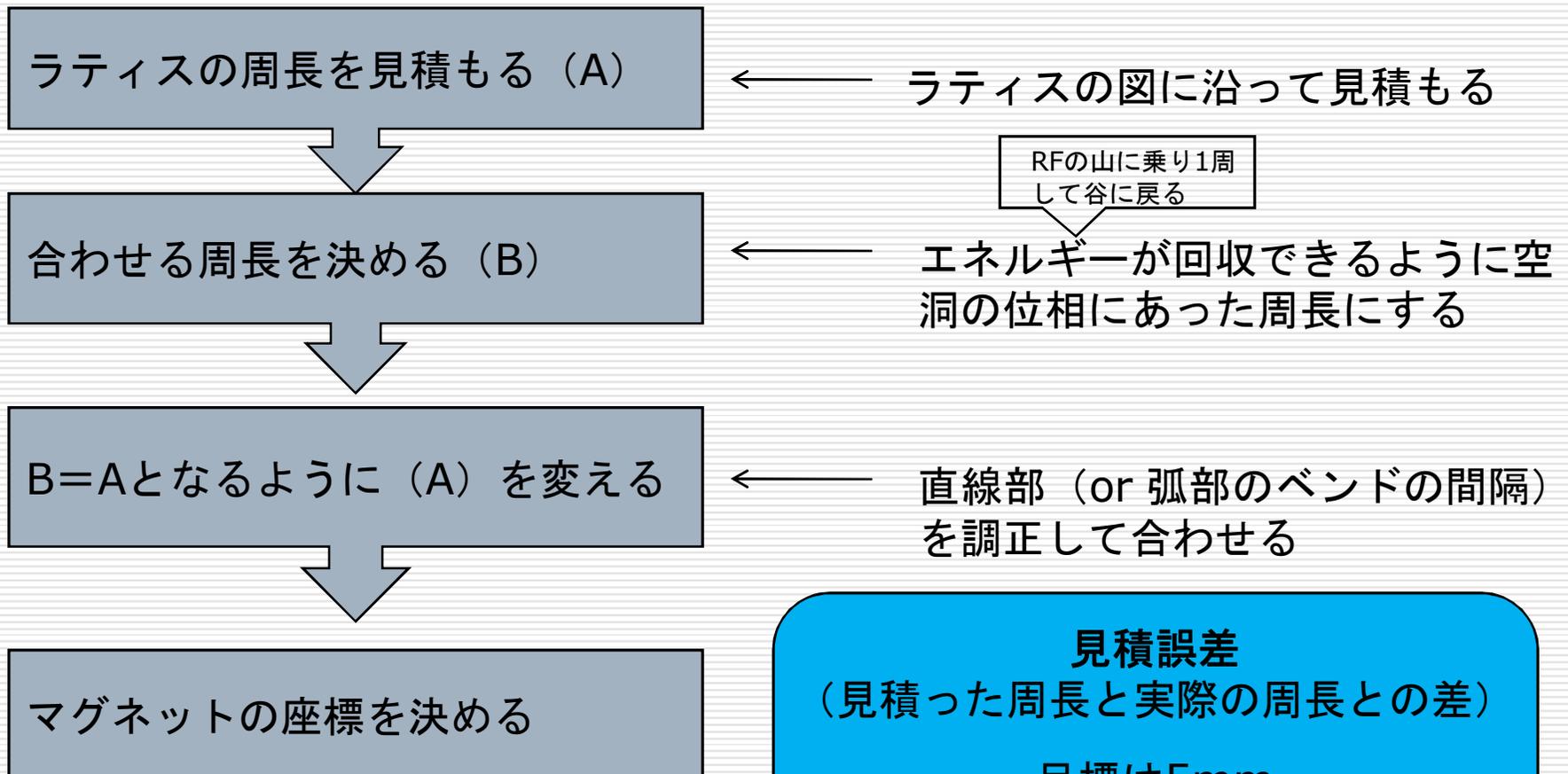
周長を合わせる

- ①ラティスの周長をエネルギー回収できる長さに合わせる（デザイン時）
- ②運転時に日較差、年較差をシケイン等で合わせる（運転中）

ここでは①の意味

---

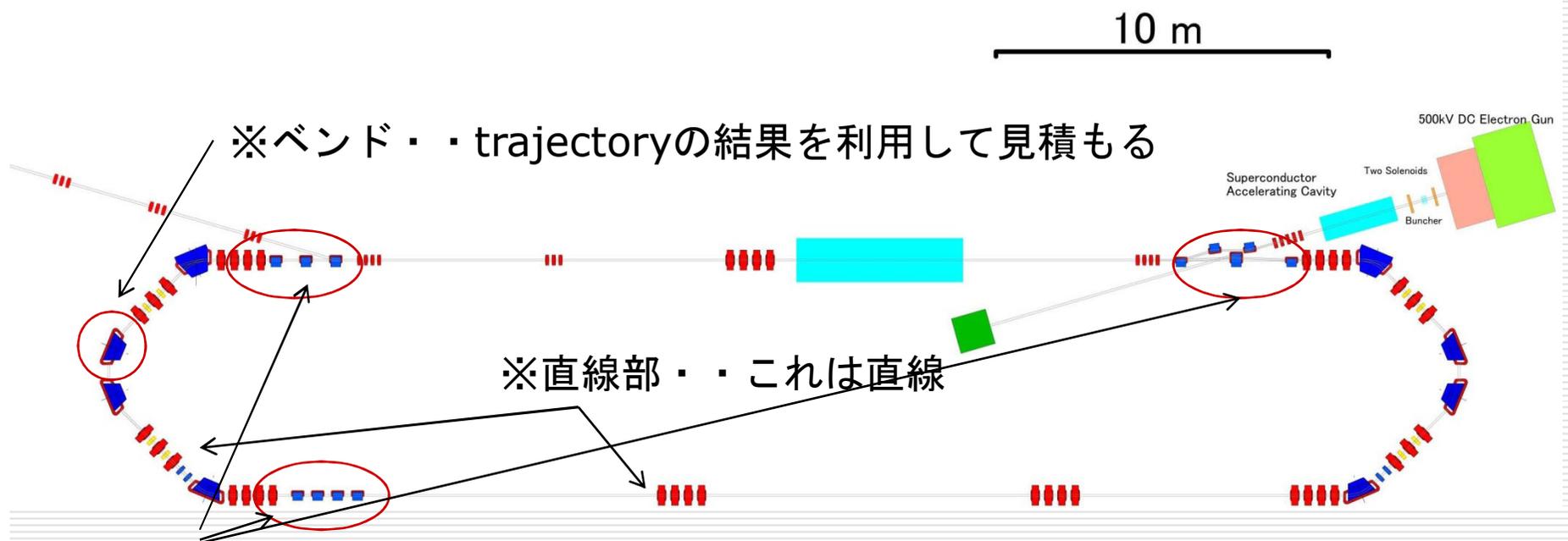
# 周長の合わせ方 (マグネットの初期位置という意味で)



**見積誤差**  
(見積った周長と実際の周長との差)

目標は5mm  
(年較差が5mm程度あるので)  
実際には、どのくらいずれるか?

# ラティスの周長(A)の見積もり方

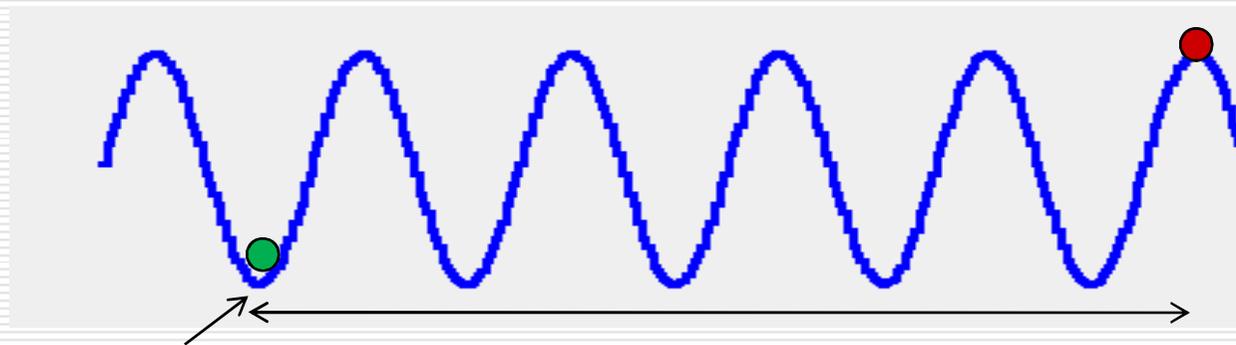


※シケイン部・・・trajectoryを計算 (effective lengthを仮定) して見積もる

見積誤差・・・ベンド1つで1mm誤差とするとそれだけで8mm  
すぐに10mm超える？

# 合わせる周長(B)を決める

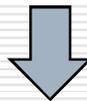
## 主空洞の波形



5MeVの電子をRFの山に乗せて加速

1周して帰ってきた電子はRFの谷に入れて減速

周回時間(1loop)



電子は光よりかなり遅い

電子のスピードを考えた周長に直す

(エネルギーが変わると周長も変わる)

# 電子のスピード

## 電子のスピード

$E[\text{MeV}] = 0.511[\text{MeV}] \times \gamma$	$\Rightarrow$	$\gamma = E[\text{MeV}] / 0.511$
$\beta^2 = 1 - 1/\gamma^2$	$\Rightarrow$	$\beta = \sqrt{1 - 1/\gamma^2}$
$\beta = v/c$	$\Rightarrow$	$v = \beta \times c$

c (光速) [m/sec]	299792458
----------------	-----------

energy [MeV]	$\gamma$	$\beta$	v [m/sec]
30	58.708415	0.999854922	299748964.8
35	68.493151	0.999893414	299760504.4
65	127.20157	0.999969098	299783193.7
125	244.6184	0.999991644	299789953
245	479.45205	0.999997825	299791805.9

エネルギー35MeV(1:7)基準の場合  
 ※30MeV(1:6)になるだけで4mmずれる  
 (増強して65MeVにすると7mmずれる)



エネルギー比が変わると入射  
 ・合流部のシケインの高さが  
 変わり周長が変わる  
 (1:7⇒1:6で1.5mm)

◎光が100m進む間に電子がどのくらい進むか考える

tc100 [sec]	$\Rightarrow$ 光が100m進む時間
3.33564E-07	

energy [MeV]	Lc100 [m]	100-Lc100 [m]	100-Lc100 [mm]
30	99.985492	0.014507775	14.51
35	99.989341	0.010658568	10.66
65	99.99691	0.003090237	3.09
125	99.999164	0.000835591	0.84
245	99.999782	0.00021751	0.22



光が100m進む間に電子が進む距離

エネルギー比1:6  
 エネルギー比1:7

エネルギー比1:6  
 エネルギー比1:7

# まとめ

---

※セクタ型マグネットの軌道長はtrajectoryの計算値と、直線と円弧で構成したdesignの値との間に4mmも差がある

※ラティスの周長を見積もる時は、trajectoryの計算値等を使う必要がある

※35MeVの電子は光よりかなり遅いので、その速さを考慮して合わせる周長を決める

※見積もったラティスの周長と実際の周長との誤差は5mmが目標  
ただし大きくずれる事もありうる

片方の孤部のベースプレートを大きく作っておいて孤部全体を（ボルトで押して）50mm程度動かせるようにしておく。（原田）

---

---

終

---