

03.12.19

DaiMajin 検討会 ( 第 2 回、19-Dec-2003 ) メモ 小林

( 1 ) 第 1 回会合 ( 20-Nov-2003 ) のまとめ

1. 製作が困難で漏れ磁場の大きい C 型(+Q)磁石の代りに丸型 H 型磁石復活

. HISS とほぼ同様な仕様：案 D\_v00 (図 2-01)

.  $B=3T$ , pole diameter=2m, gap=0.8m

2. 検討事項

. 一般設計、費用概算

磁場計算、コイルにかかる力、コイル保持用支柱

. 回転台：

荷電粒子の偏向角度により回転が必要：

台直径 = 約 8m : 2.5m 深のピット ( (R:5.5m+L:6.3m)xD:10m) に入る

. 上下コイルの保持用支柱：

HISS は保持支柱が無い ( 上下コイルの低温配管のみ )

磁石を回転させるには、保持支柱が無い方が良い。

支柱無で製作可能？

. 真空箱

コイル保持支柱 / 回転角との関係？

出口窓：構造、材質

A/Z=3, 2, 1 を同時検出可能な真空箱？

ギャップの有効利用：真空箱をポールに溶接？？

. クライオスタット、冷凍機、液化器

液体窒素： 使用 / 不使用？

冷凍則：reserver ( リザーバーは上流側？ )、buffer

. 運動量分解能？

Q+C 型にあった角度 2 重収束は A/Z=3 (2.2GeV/c, 53deg) に関して消滅

運動量分解能？

QQ+D のオプション？

. 中性子測定の最適化

. 漏れ磁場対策：

HISS は漏磁場が大きいので有名：

. ピット、天井、クレーン ( 高さ、最大 15t ) との関係

## (2) 案 D\_v00

## 1. 磁石概略： D\_v00 案 ( 図 2-01 )

・ 重量：約 570t ( コイル / クライオスタット / 真空箱を除く )

・ Ampere Turns :  $NI = \frac{B}{\mu_0} g \left( 1 + \frac{l}{g} \frac{\mu_0}{\mu_{Fe}} \right) \approx 1.9[MAT] \rightarrow 3.8[MAT]$

1000 turn x 4000A?

CF) HISS :  $NI = 2.4[MAT] \rightarrow 5.5[MAT]$ 、  $f \approx 2$  for HISS, SKS

・ Stored Energy, current, ...??

・ 当面の磁場近似： 一様磁場：  $B = 3T$ ,  $L(\text{eff}) = 2.4m$ , (  $BL = 7Tm$  )

## 2. 粒子トラック： 図 2-02H/V

エネルギー： 250 MeV/A,  $A/Z = 3$  ( $R = 2.18$  GeV/c), 2 (1.45 GeV/c), 1(0.73 GeV/c)

放出角度：  $0, \pm 5$  deg

・ 出口側粒子位置検出器と架台： 図 2-02B

各領域の粒子は独立な検出器で測定： Dynamic range の問題

漏れ磁場の関係で、 $R > 2.5m$  に設置した方が良い。

検出器移動用レールが必要： + He-Bag

1. 中心方向 ( 円形レール ) ? : 垂直入射

2. ヨークに平行 ( 直線レール ) ? : 斜入射、 $> 30^\circ$

・ 偏向角度、角度収束：

$A/Z = 3$  ( $\approx 53^\circ$ ) は角度収束無、 $A/Z = 2$  ( $\approx 73^\circ$ ) はほぼ角度収束

垂直方向はほぼ直線運動 ( $\pm 5^\circ$ )

・ 運動量 Acceptance： 図 2-02C

有効領域  $1m \times 1m$  程度の検出器で、 $-10\% < p < +20\%$  程度

・ 磁石回転角度：

粒子偏向角度と等しくすると中性子が測定できない。  $1/2$  程度？

・ 中性子

水平方向： $> 15^\circ$ 、垂直方向：約  $5^\circ$

Flight Path  $> 10m$  ?

・ 多粒子粒子同時検出：困難

$A/Z = 1$  (陽子) は磁石内部へ放出：真空箱？、窓、検出器？

## 3. 運動量分解能概算

・ 標的を  $z = -3m$  付近に設置：磁場のクロスオーバー付近

標的周辺の NaI(Tl)/CsI の動作？

・  $R = 2m$  では約  $1kG$  の磁場があるので、検出器を  $R > 2.5m$  に設置する  
検出器中心を  $R = 3m$  と仮定

- 250 MeV/A, A/Z=3 の中心軌道 ( 偏向角度 53 ° ) に対して :

1 次のマトリックスは

$$D = 2.4 \text{ cm} / \% , D' = 8 \text{ mrad} / \%$$

$$(x | x) = 0, (x | \theta) = 0.3 \text{ cm} / \text{mrad}, (\theta | \theta) = 0.01, (\theta | x) = 3.3 \text{ mrad} / \text{cm}$$

$$D_{\text{eff}} = (\theta | \theta) D - (x | \theta) D' \approx -240 \text{ cm}, D'_{\text{eff}} = (\theta | x) D - (x | x) D' \approx 0.8 \text{ rad}$$

- $(x_T, y_T), (x_D, y_D, x'_D, y'_D)$  を用いる場合、

$$\left( \frac{\sigma_p}{p} \right)^2 = \left( \frac{(\theta | \theta)}{D_{\text{eff}}} \sigma(x_D) \right)^2 + \left( \frac{(x | \theta)}{D'_{\text{eff}}} \sigma(x'_D) \right)^2 + \left( \frac{\sigma(x_T)}{D_{\text{eff}}} \right)^2$$

$$\sigma(x_D) \approx 0.3 \text{ mm}, \sigma(x'_D) \approx 1 \text{ mrad}, \sigma(x_T) \approx 0.5 \text{ mm} \text{ とすると、 } \frac{\sigma_p}{p} \approx \frac{1}{770}$$

- 積極的に磁石上流に DC1 を置き、粒子角度を測定する方針 :

Beam 位置検出器、磁石上流位置検出器 :

カソード読出型の低圧 MWPC で真空中で動作

#### 4. 検出器デザイン :

- windows?

1. 標的後の入射窓 : 125  $\mu\text{m}$  厚カプトン、  $L/L_R \approx 0.45 \times 10^{-3}$

2. 出口窓 : 250  $\mu\text{m}$  厚カプトン(???)、  $L/L_R \approx 0.9 \times 10^{-3}$

- 位置検出器 :  2-03

S/N を良くし、角度分解能を良くする為、低物質質量である必要

1. ビーム : 低圧 MWPC、 10cm x 10cm、 2 台、真空中

2. DC1 : 低圧 MWPC、 30cm x 30cm、 1 台、真空中

3. DC2A/B : Hex 型 DC、 1m x 1m、 2 台、空气中

- 磁場分布を入れた Simulation

#### 5. 真空箱

- 方式 :

角型 : DC2 をヨークと平行にする場合

丸型 : DC2 を半径方向にする場合

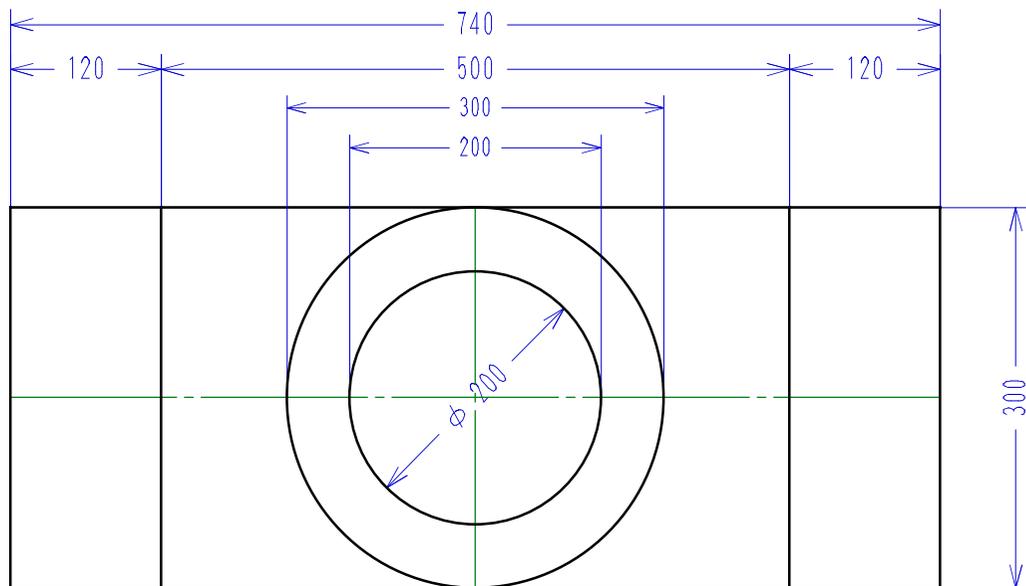
- 多粒子、特に陽子の同時検出

真空箱の方式 ???

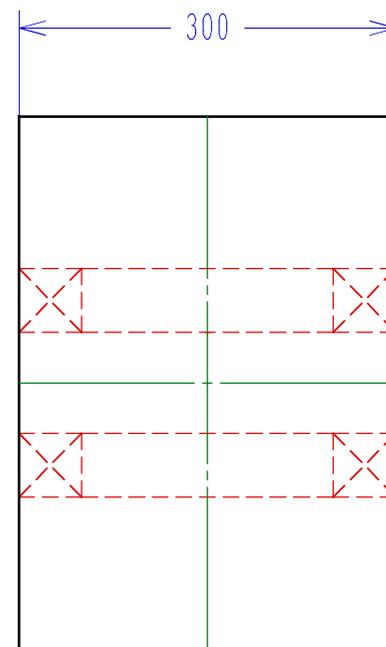
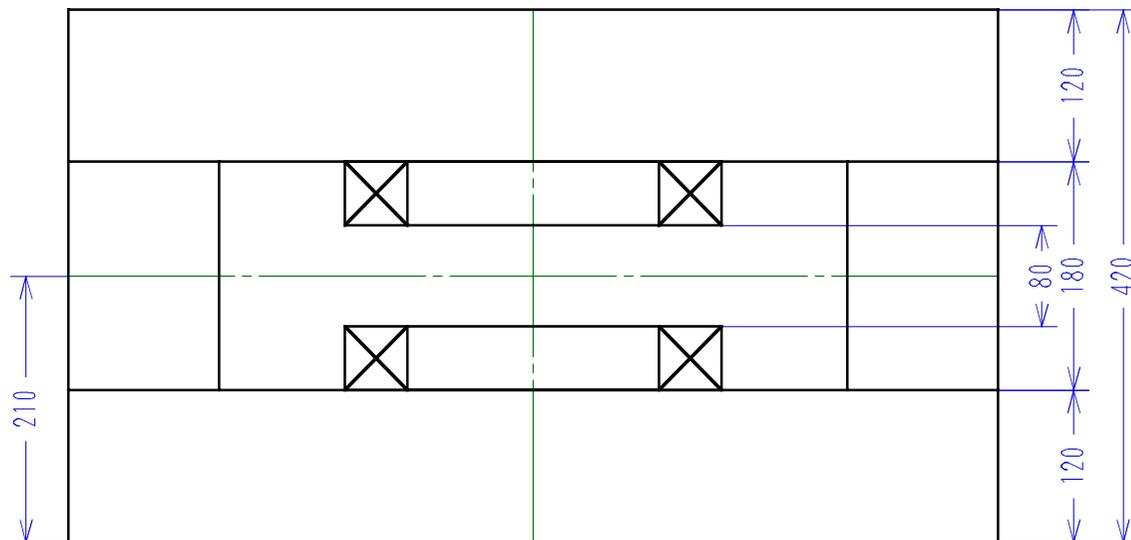
## (3) その他

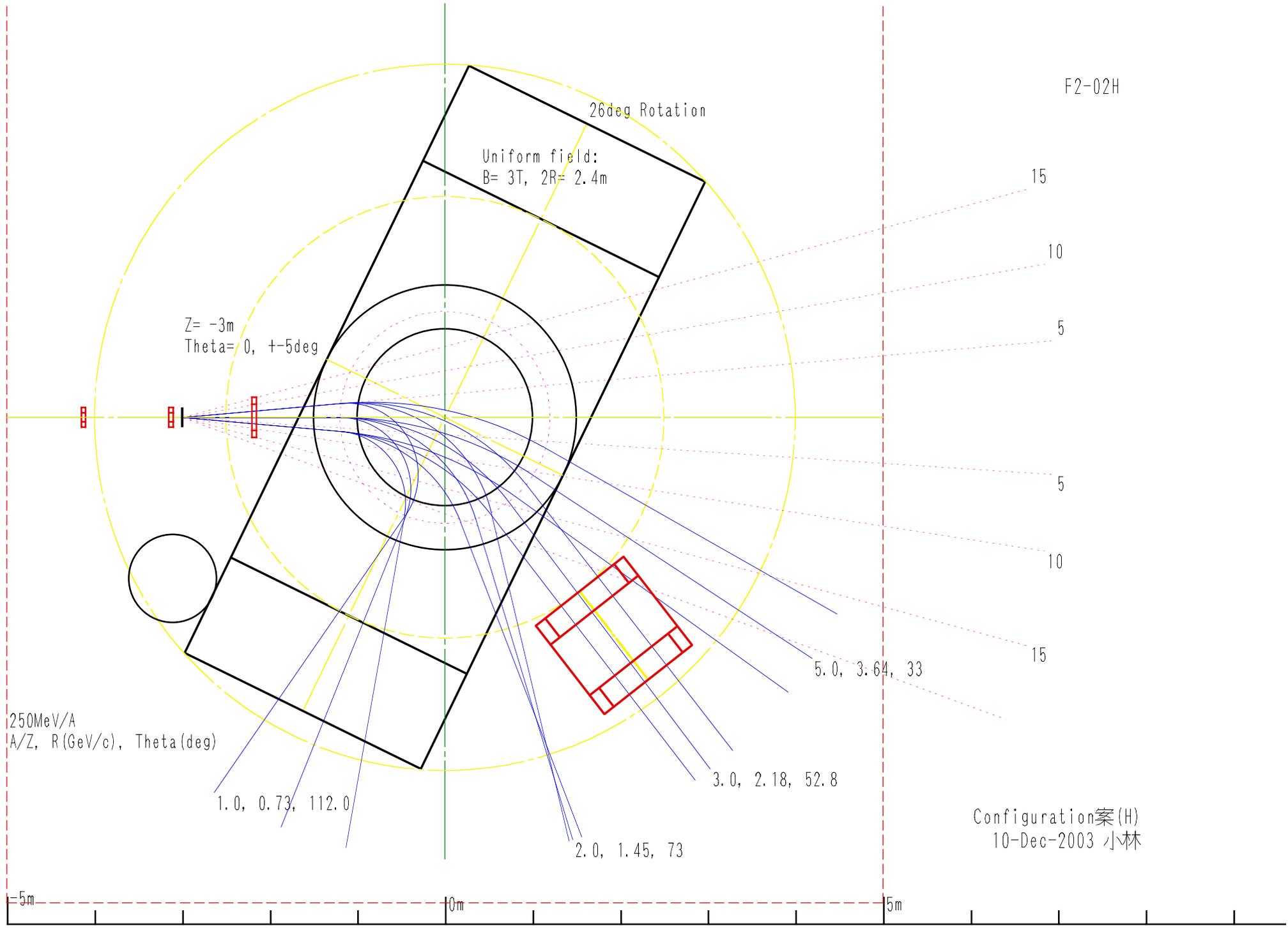
1. QQD オプション? :
2. 磁石本体の詳細設計、価格?
  - . 詳細設計
  - . 費用概算
  - . Simulation 用の磁場分布
  - . コイル支持方式、、、
  - . 低温系、リザーバー位置
  - . 回転台
  - . 漏磁場低減の方法 :  
Field Cramp??
3. 真空箱
  - . 方式 : 角型 / 丸型、窓の構造 / 物質
  - . 窓の物質 :  
荷電粒子用 :  $L/L_r=10^{*-3}$  程度に押さえないが、、  
中性子用 : どの程度まで許せるのか?
  - . 下流の検出器、架台方式と関係する
  - . 粒子の同時検出???
4. 検出器と実験配置
  - . DC2 の移動 / 位置調節用架台
  - . 標的付近の配置  
回転台の上に位置する。  
垂直にレールを張る? 取り替え方式?
  - . 上流側  
Beam Transport の最終出口  
Beam 検出器  
殆どの場合、位置検出器は真空中  
Timing Counter は標的直前には置きたくない : 反応、S/N
  - . 電荷測定、速度測定  
1m x 1m をカバーできる + 分解能?

DaiMaJin案 (D\_v00)  
 第一回検討会での出発点  
 鉄重量: 570t  
 21-Nov-2003 小林



最大磁場: 3 T  
 Gap: 0.8m  
 Pole面積: 3.14平方m  
 Yoke面積: 3.6平方m (片側)  
 重量: 570 t (鉄芯のみ)  
 A.T.: 約 4MAT?  
 Stored E.: ?





15

10

5

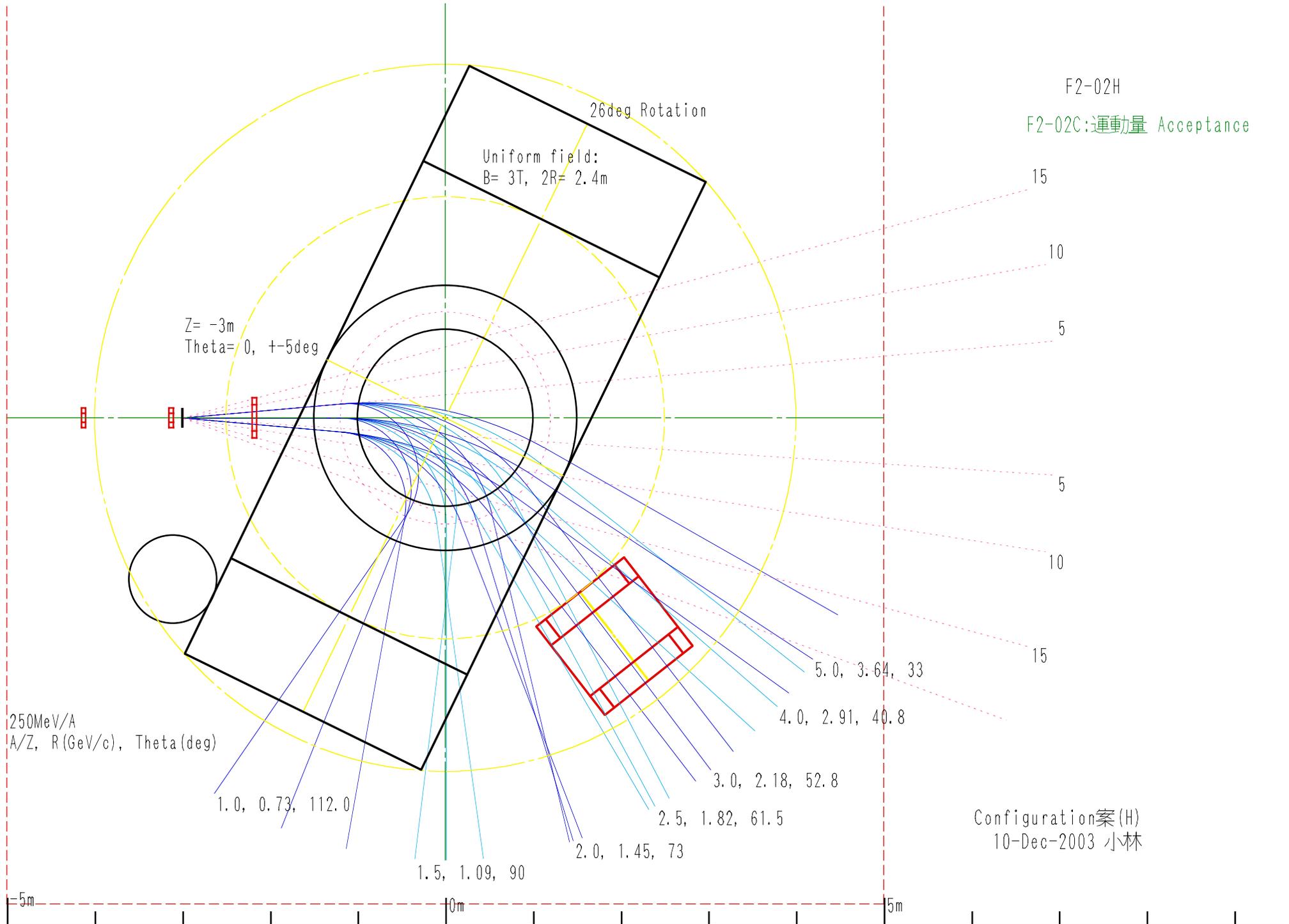
5

10

15

F2-02H

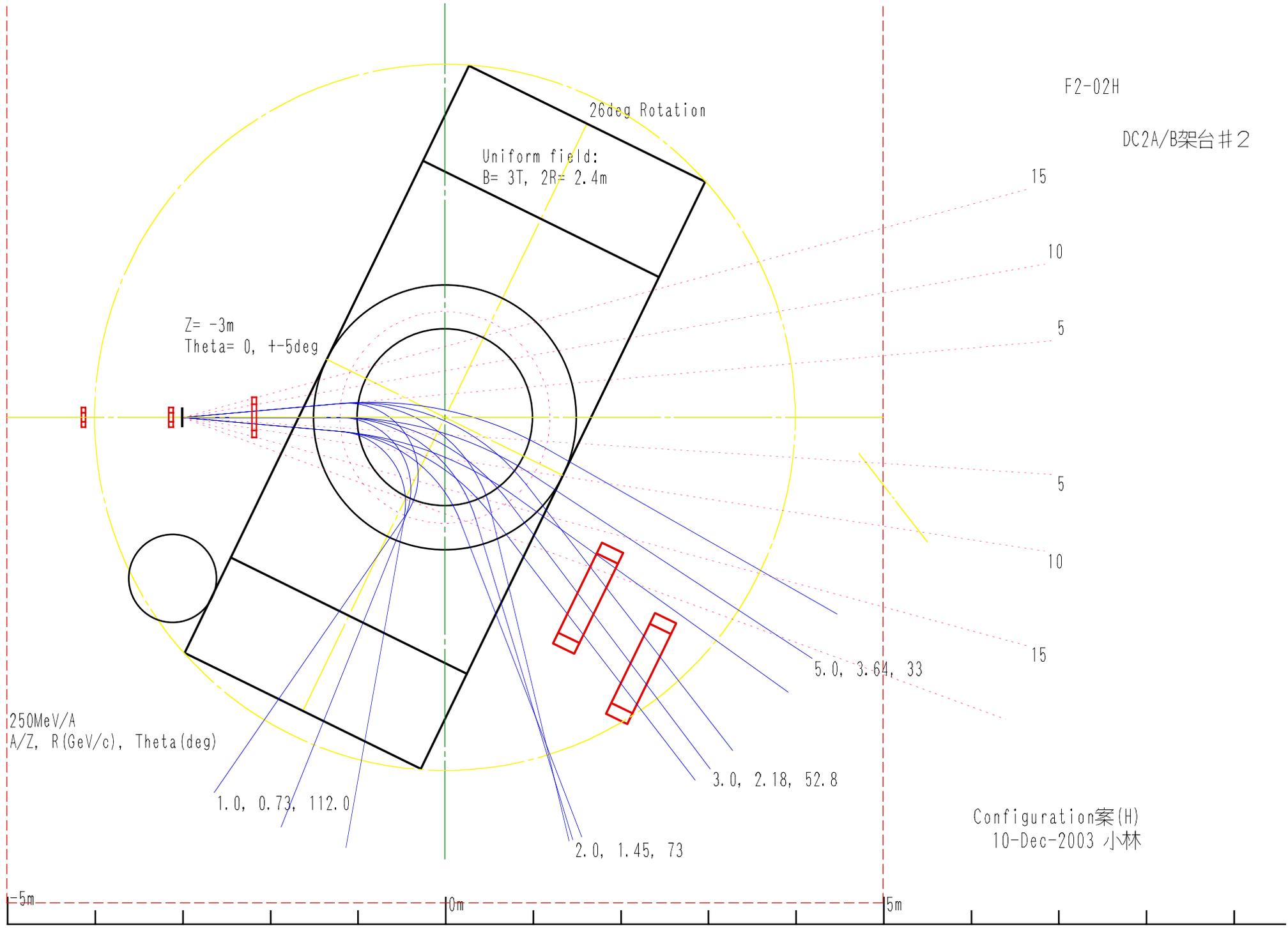
F2-02C:運動量 Acceptance





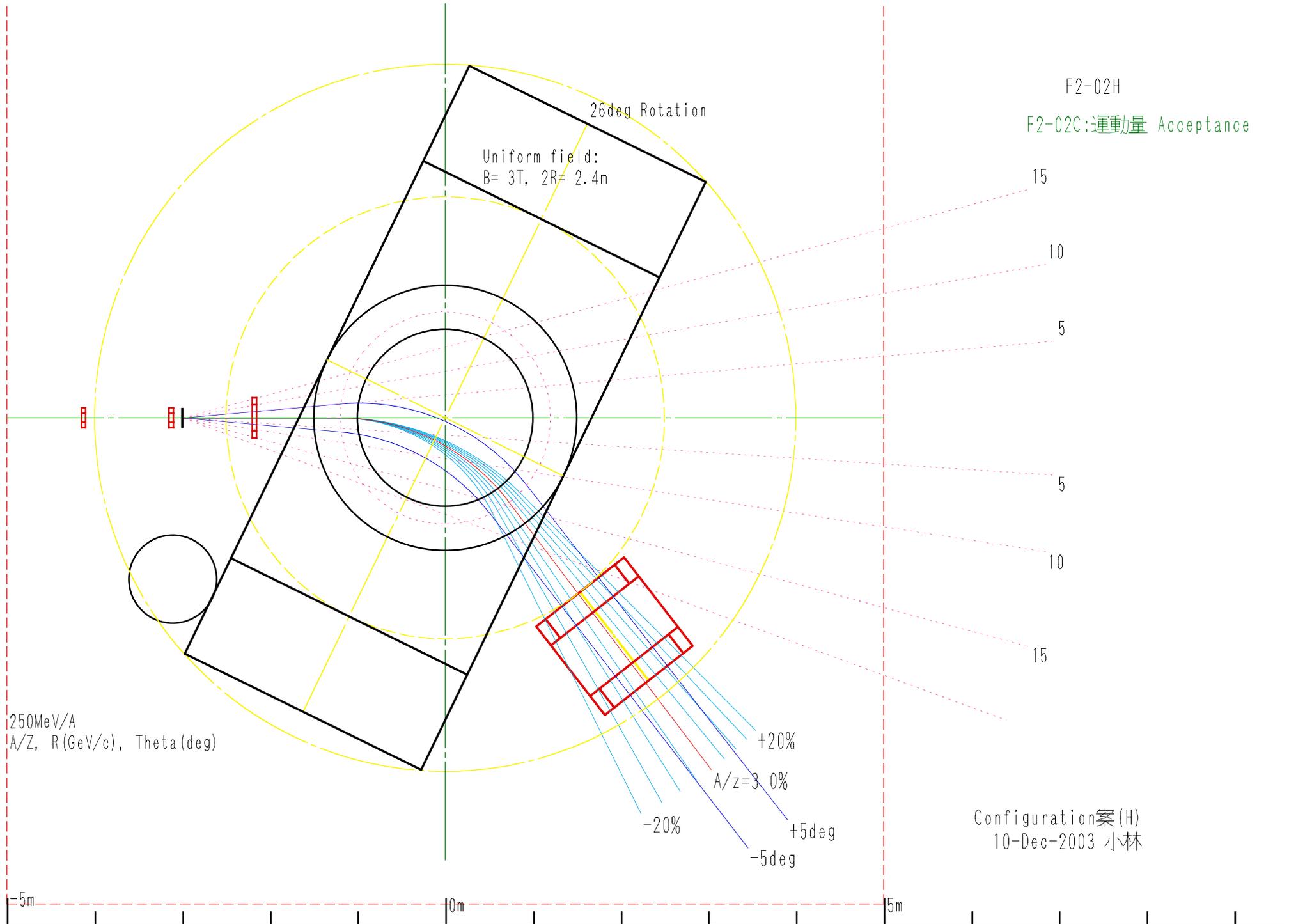
F2-02H

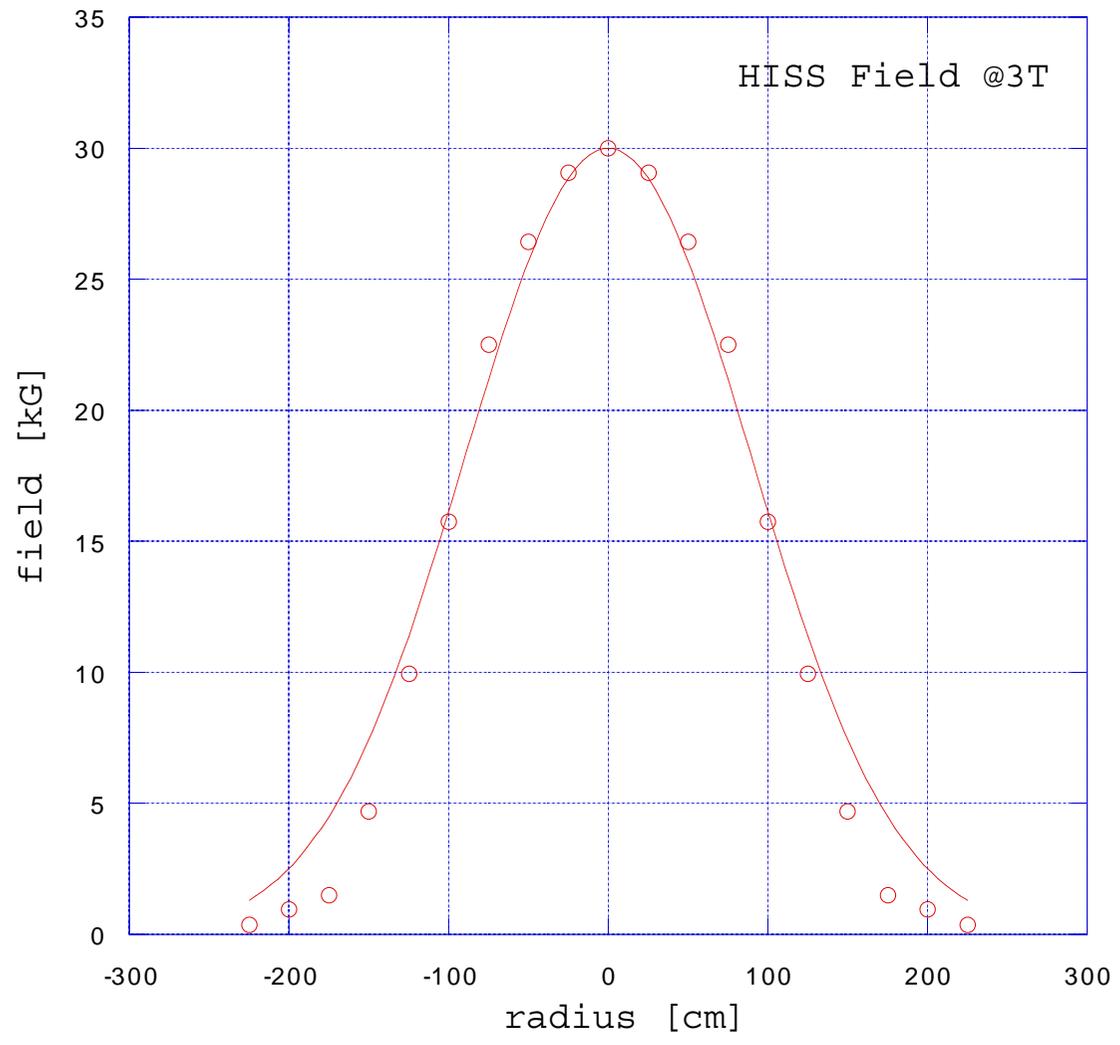
DC2A/B架台#2

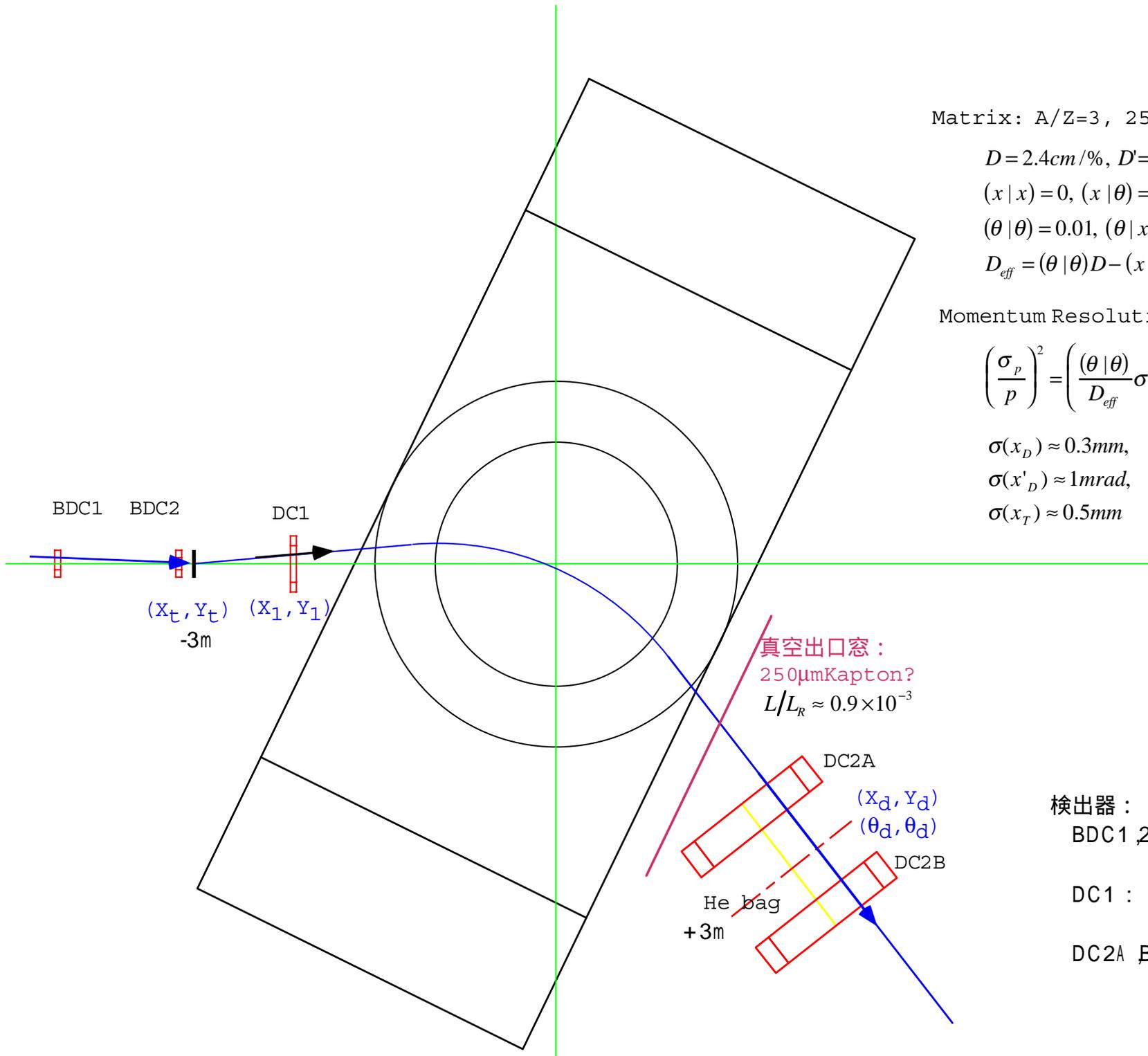


F2-02H

F2-02C:運動量 Acceptance







Matrix:  $A/Z=3, 250 \text{ MeV/A}$

$$D = 2.4 \text{ cm}/\%, D' = 8 \text{ mrad}/\%$$

$$(x|x) = 0, (x|\theta) = 0.3 \text{ cm}/\text{mrad},$$

$$(\theta|\theta) = 0.01, (\theta|x) = 3.3 \text{ mrad}/\text{cm}$$

$$D_{\text{eff}} = (\theta|\theta)D - (x|\theta)D' \approx -240 \text{ cm}$$

Momentum Resolution:

$$\left(\frac{\sigma_p}{p}\right)^2 = \left(\frac{(\theta|\theta)}{D_{\text{eff}}}\sigma(x_D)\right)^2 + \left(\frac{(x|\theta)}{D_{\text{eff}}}\sigma(x'_D)\right)^2 + \left(\frac{\sigma(x_T)}{D_{\text{eff}}}\right)^2$$

$$\sigma(x_D) \approx 0.3 \text{ mm},$$

$$\sigma(x'_D) \approx 1 \text{ mrad},$$

$$\sigma(x_T) \approx 0.5 \text{ mm}$$

$$\frac{\sigma_p}{p} \approx \frac{1}{770}$$

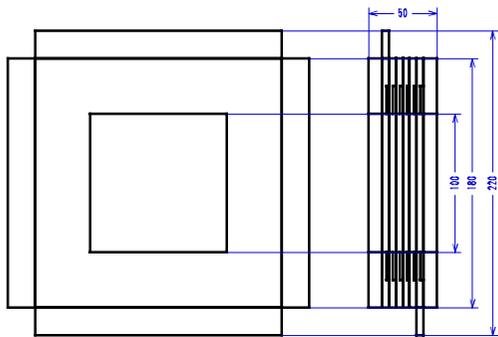
真空出口窓：  
250µm Kapton?  
 $L/L_R \approx 0.9 \times 10^{-3}$

検出器：

BDC 1, 2 : カソード読出型低圧 MWPC  
 $L/L_R \approx 0.3 \times 10^{-3}$

DC1 : カソード読出型低圧 MWPC  
 $L/L_R \approx 0.3 \times 10^{-3}$

DC2A B : Hex型 Drift Chamber  
 $L/L_R \approx 0.8 \times 10^{-3} / \text{chamber}$



ビーム位置検出器：低圧 MWPC with Cathode Readout

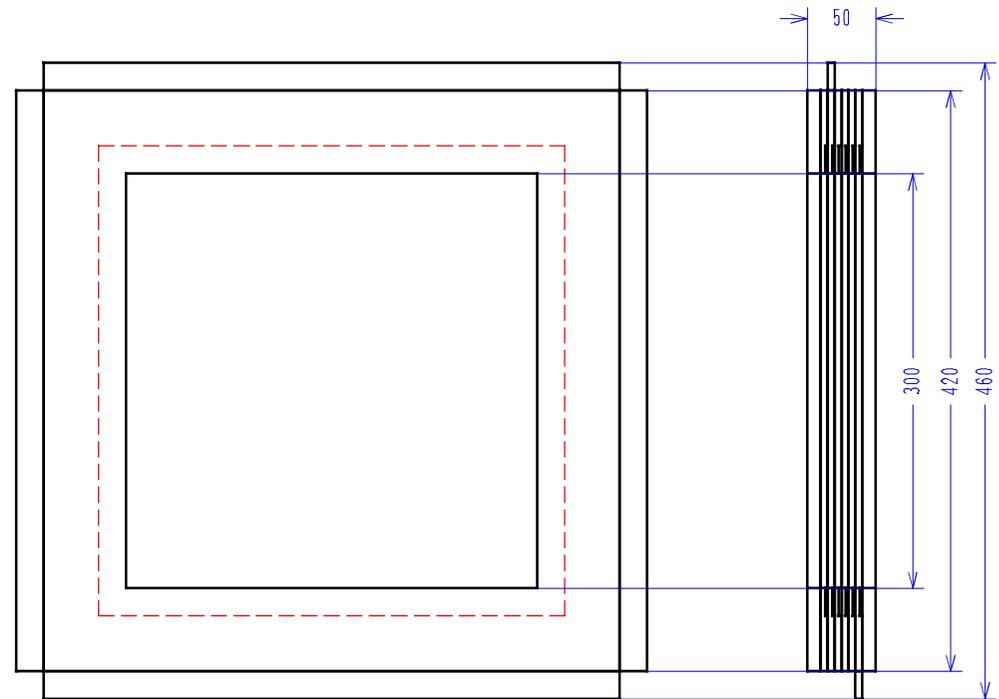
有効領域： 10cm x 10cm

Anode: 10mm spacing, X, Y

Half gap: 5mm

Cathode Strip: pitch 8mm, 13 CH/Plane, 26 CH/Chamber, Y, common, X  
L/Lr=  $0.3 \times 10^{-3}$

\*housed in additional vacuum chamber (未設計)



磁石上流位置検出器：低圧 MWPC with Cathode Readout

有効領域： 30cm x 30cm

Anode: 10mm spacing,

Half gap: 5mm, X, Y

Cathode Strip: pitch 8mm, 38 CH/Plane, 76 CH/Chamber, Y, common, X  
L/Lr=  $0.3 \times 10^{-3}$

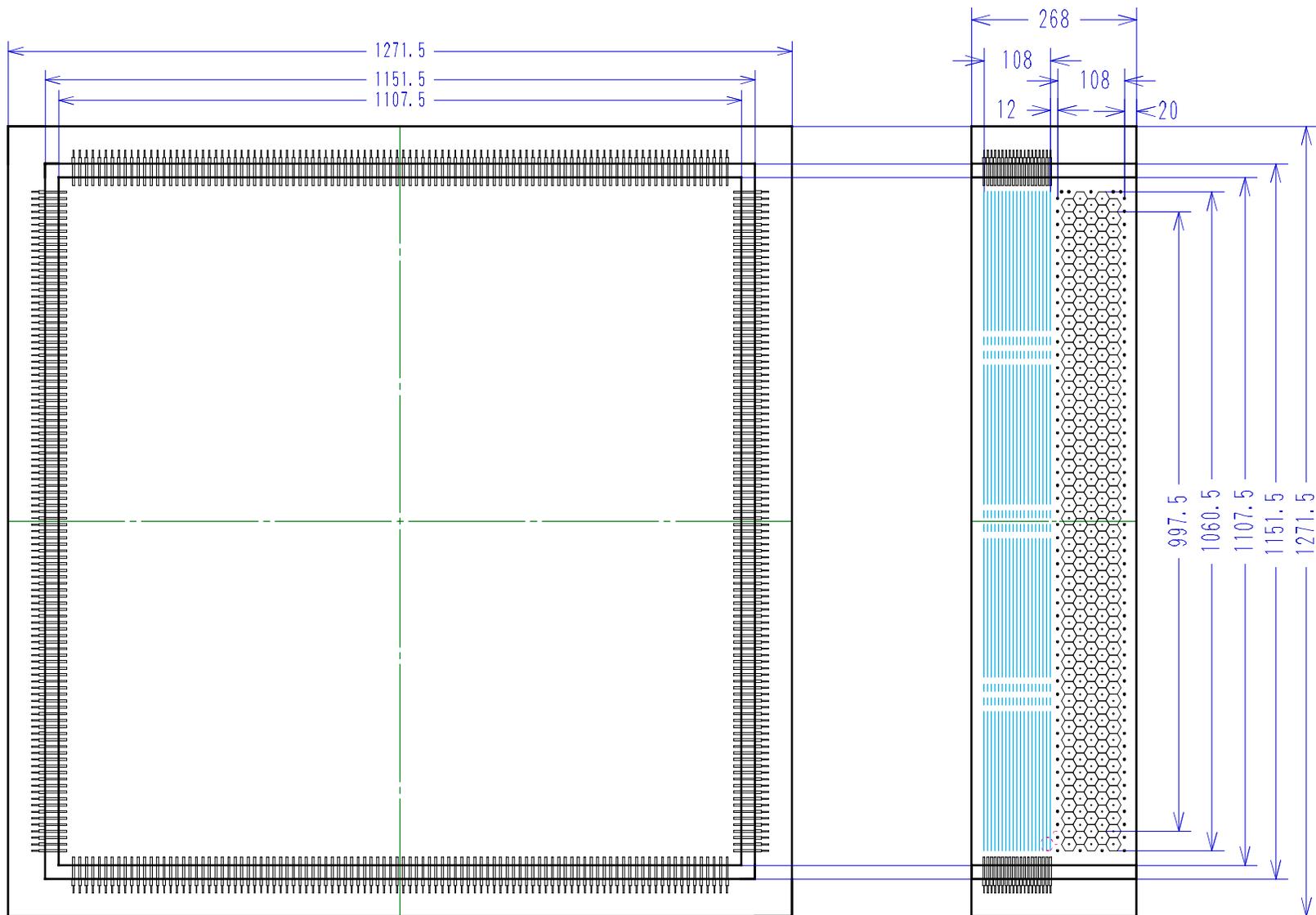
\*housed in additional vacuum chamber (未設計)

DC\_beam: 低圧 MWPC with Cathode Readout

1-Dec-2003 小林

DC1A/DC1BDCB: 低圧 MWPC with Cathode Readout

1-Dec-2003 小林



Drift Chamber after magnet

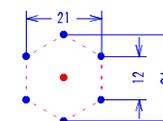
127cm x 127cm x 27cm, effective area: 100cm x 100cm

Drift distance: 10.5mm hexagonal, 48 anodes / plane, 480 wires/chamber

5X & 5Y planes

$L/L_r = 0.8 \times 10^{-3}$

two chambers will be set at 100cm distance

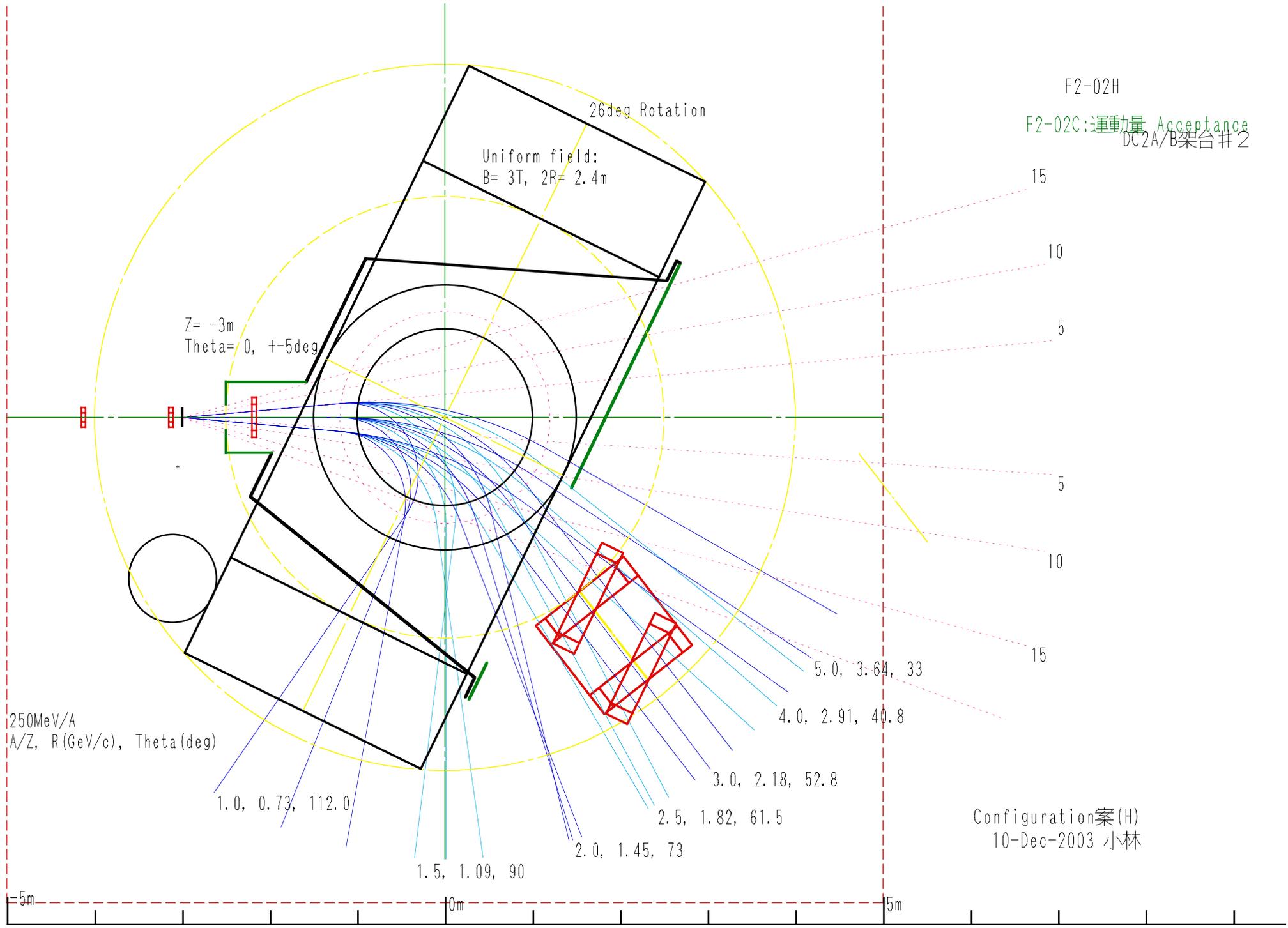


DC2A, DC2B

1-Dec-2003 小林

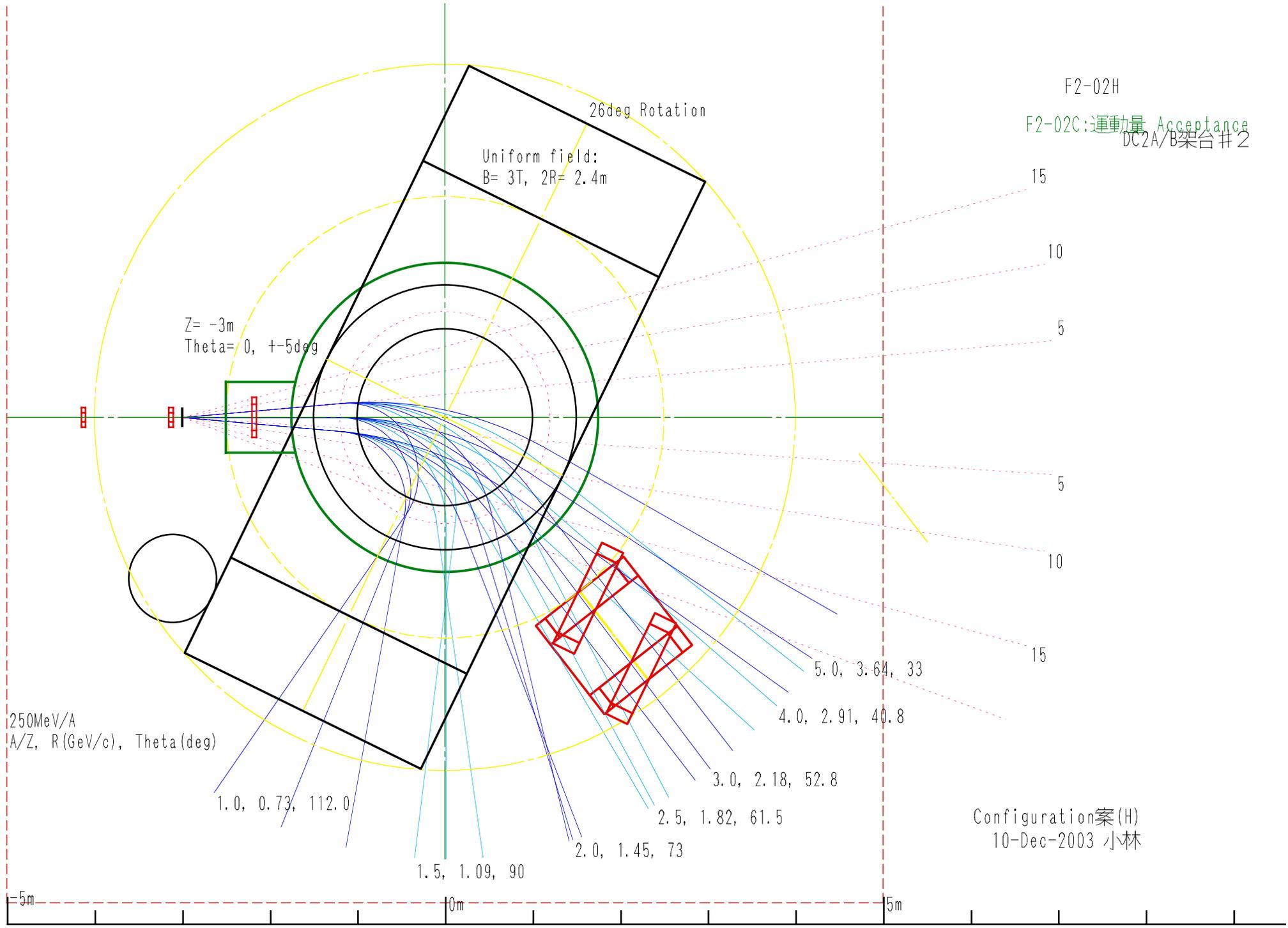
F2-02H

F2-02C:運動量 Acceptance  
DC2A/B架台#2



F2-02H

F2-02C:運動量 Acceptance  
DC2A/B架台#2



クレーン

