

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°

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 μm 厚カプトン、 $L/L_R \approx 0.45 \times 10^{-3}$

2. 出口窓 : 250 μm 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

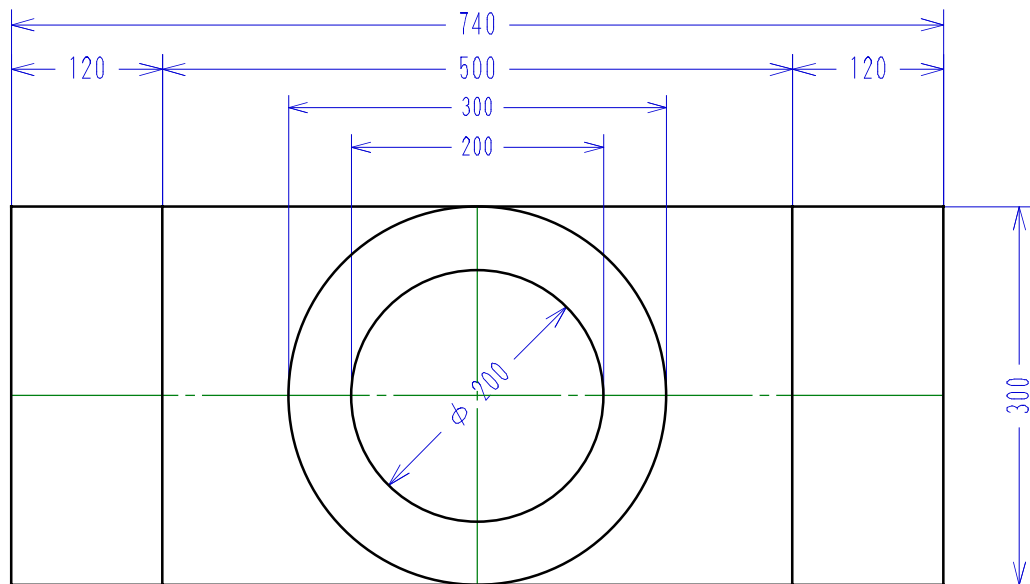
- 多粒子、特に陽子の同時検出

真空箱の方式 ???

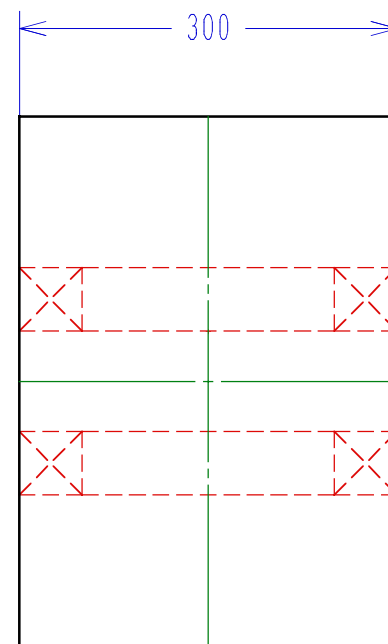
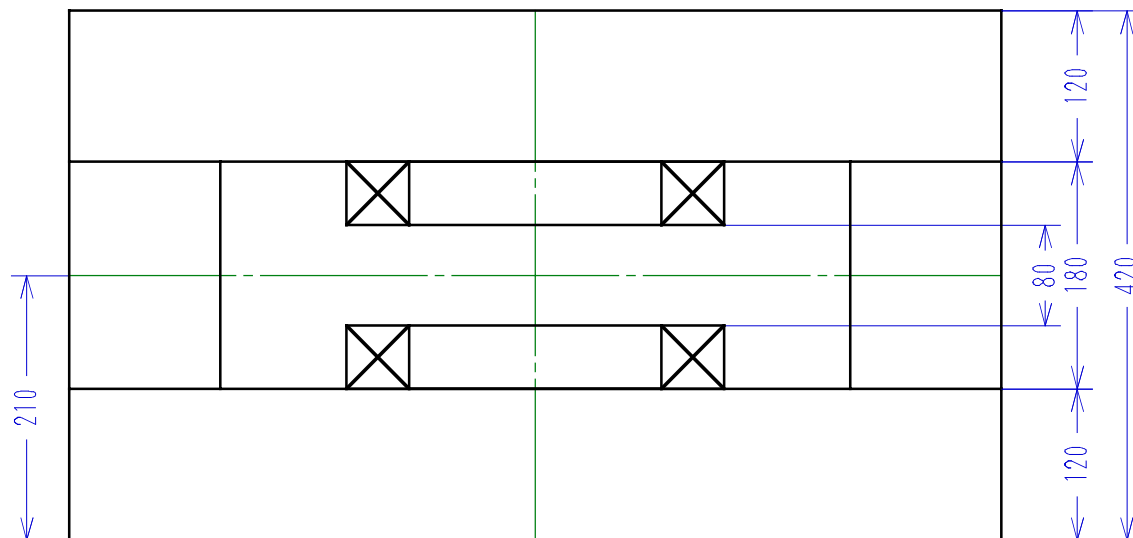
(3) その他

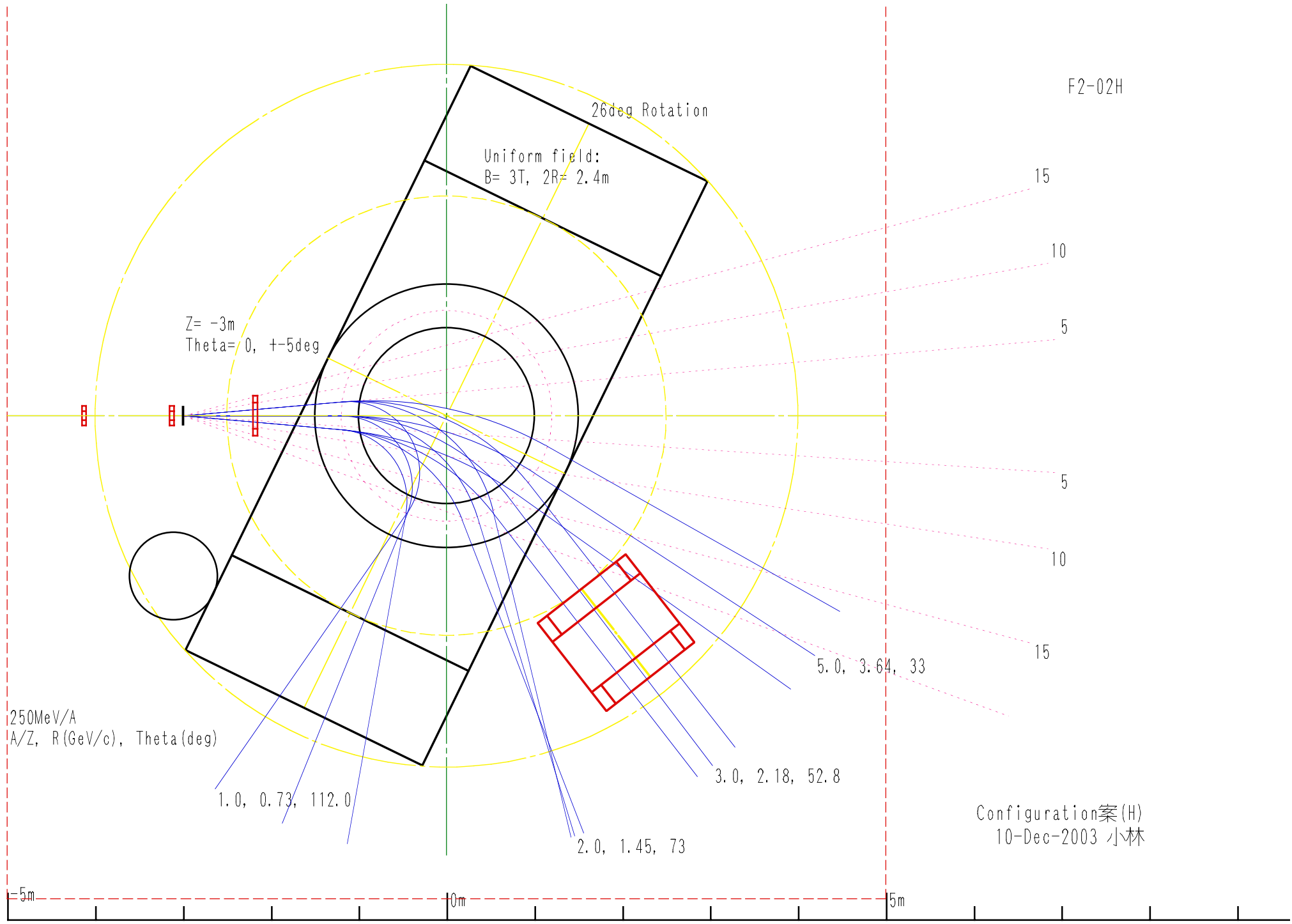
1. QQD オプション? :
2. 磁石本体の詳細設計、価格?
 - . 詳細設計
 - . 費用概算
 - . Simulation 用の磁場分布
 - . コイル支持方式、、、
 - . 低温系、リザーバー位置
 - . 回転台
 - . 漏磁場低減の方法 :
Field Cramp??
3. 真空箱
 - . 方式 : 角型 / 丸型、窓の構造 / 物質
 - . 窓の物質 :
荷電粒子用 : $L/L_r=10^{*-3}$ 程度に押さえないが、、
中性子用 : どの程度まで許せるのか?
 - . 下流の検出器、架台方式と関係する
 - . 粒子の同時検出???
4. 検出器と実験配置
 - . 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

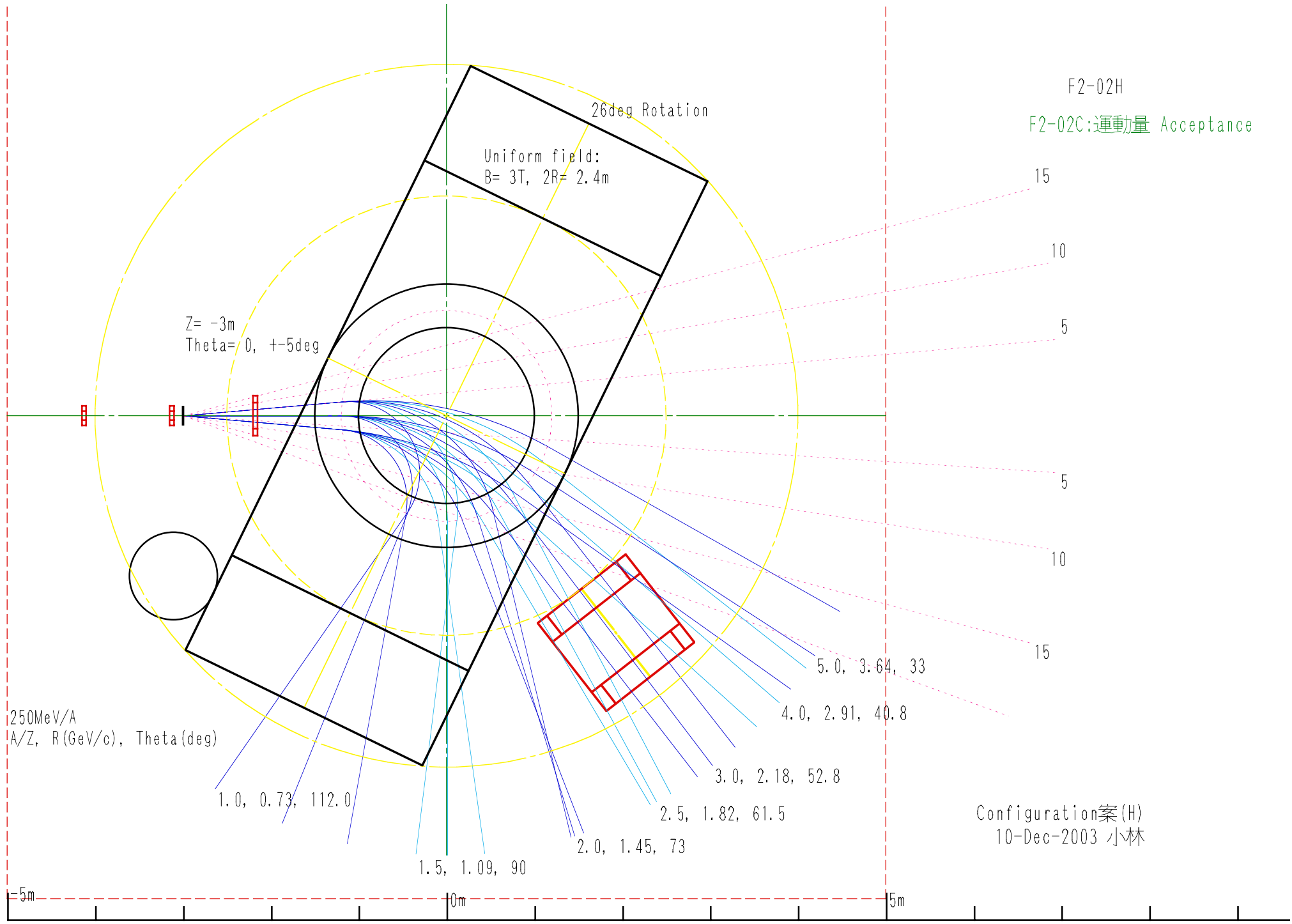
5

10

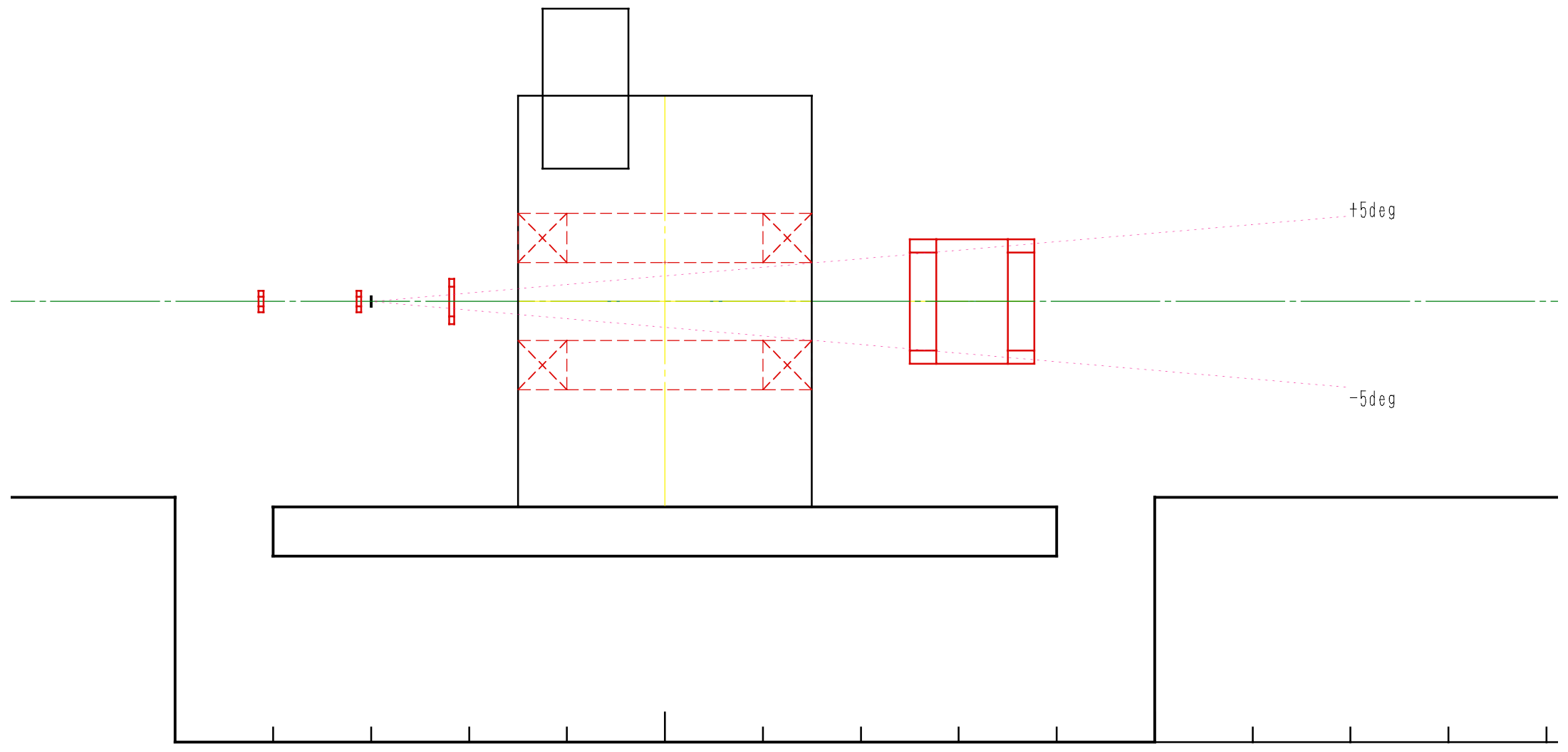
15

F2-02H

F2-02C:運動量 Acceptance

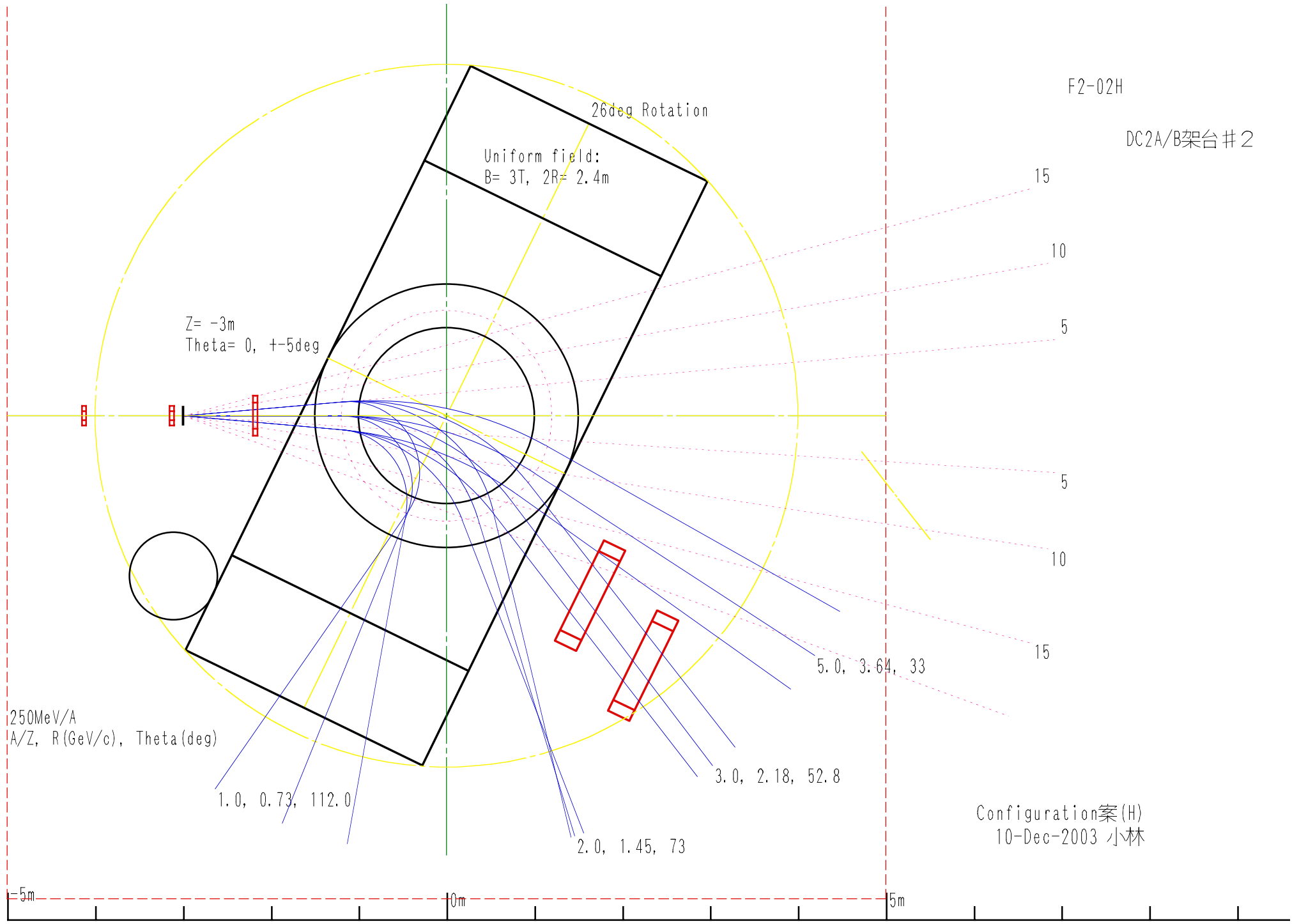


クレーン



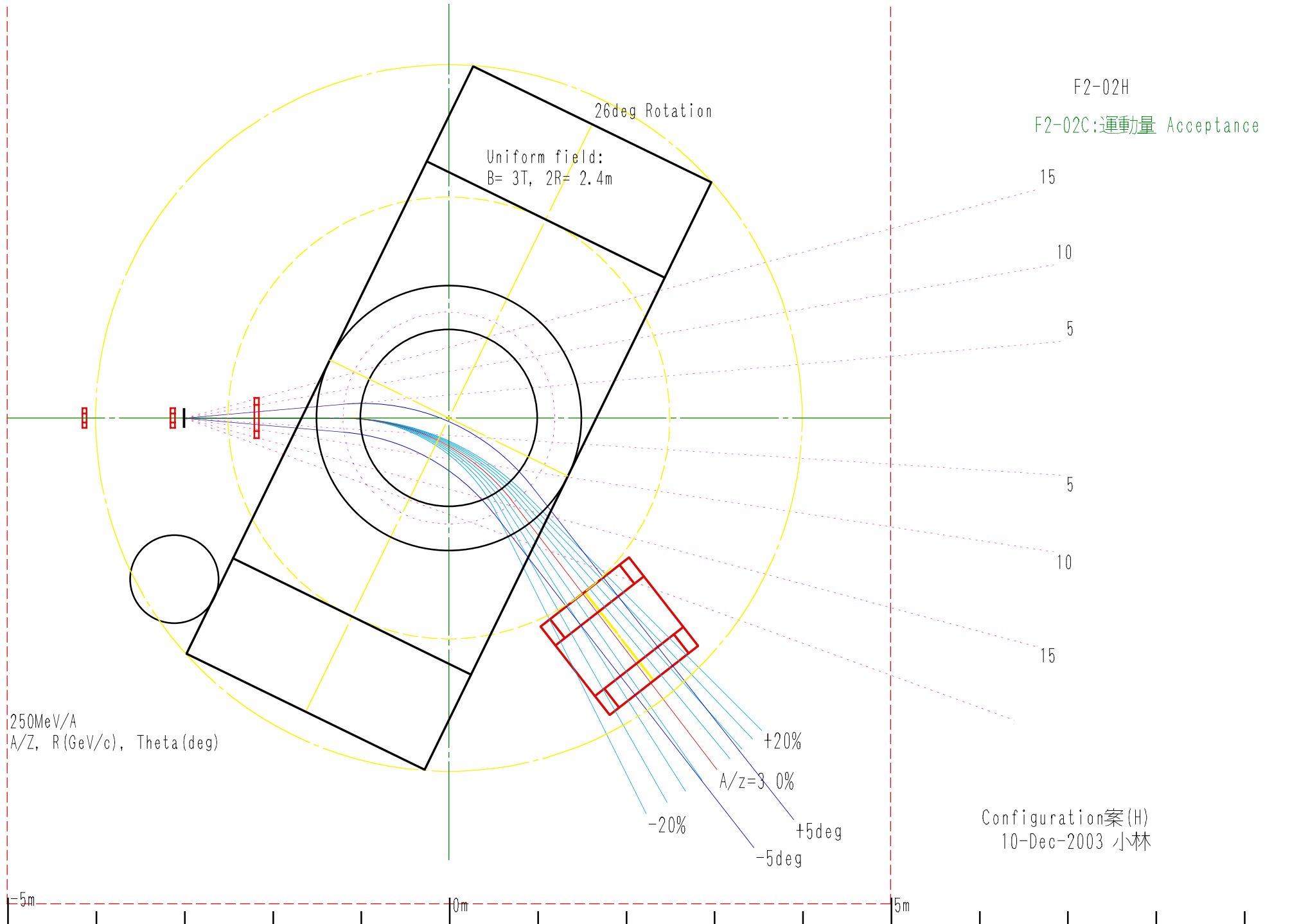
F2-02H

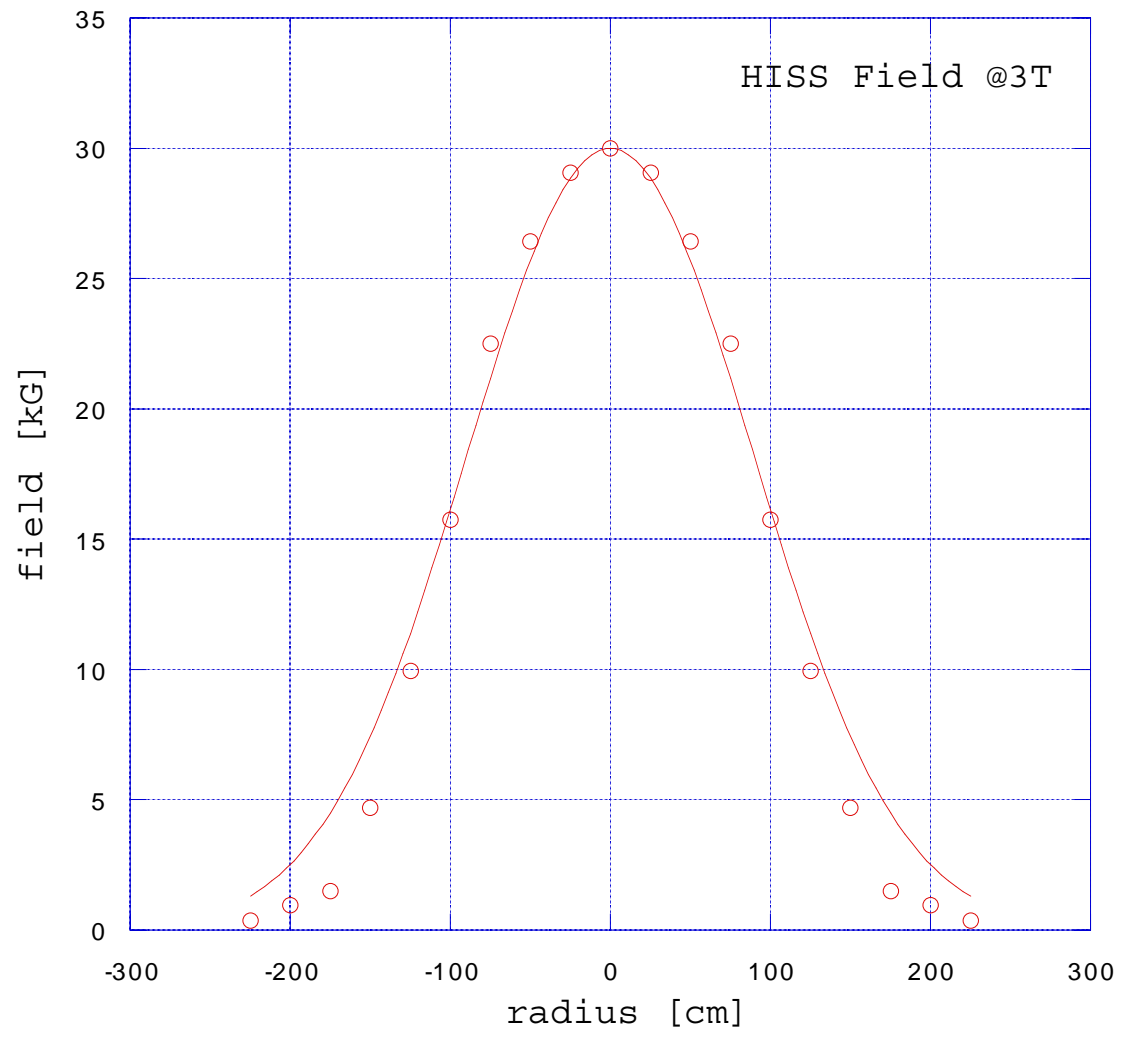
DC2A/B架台#2

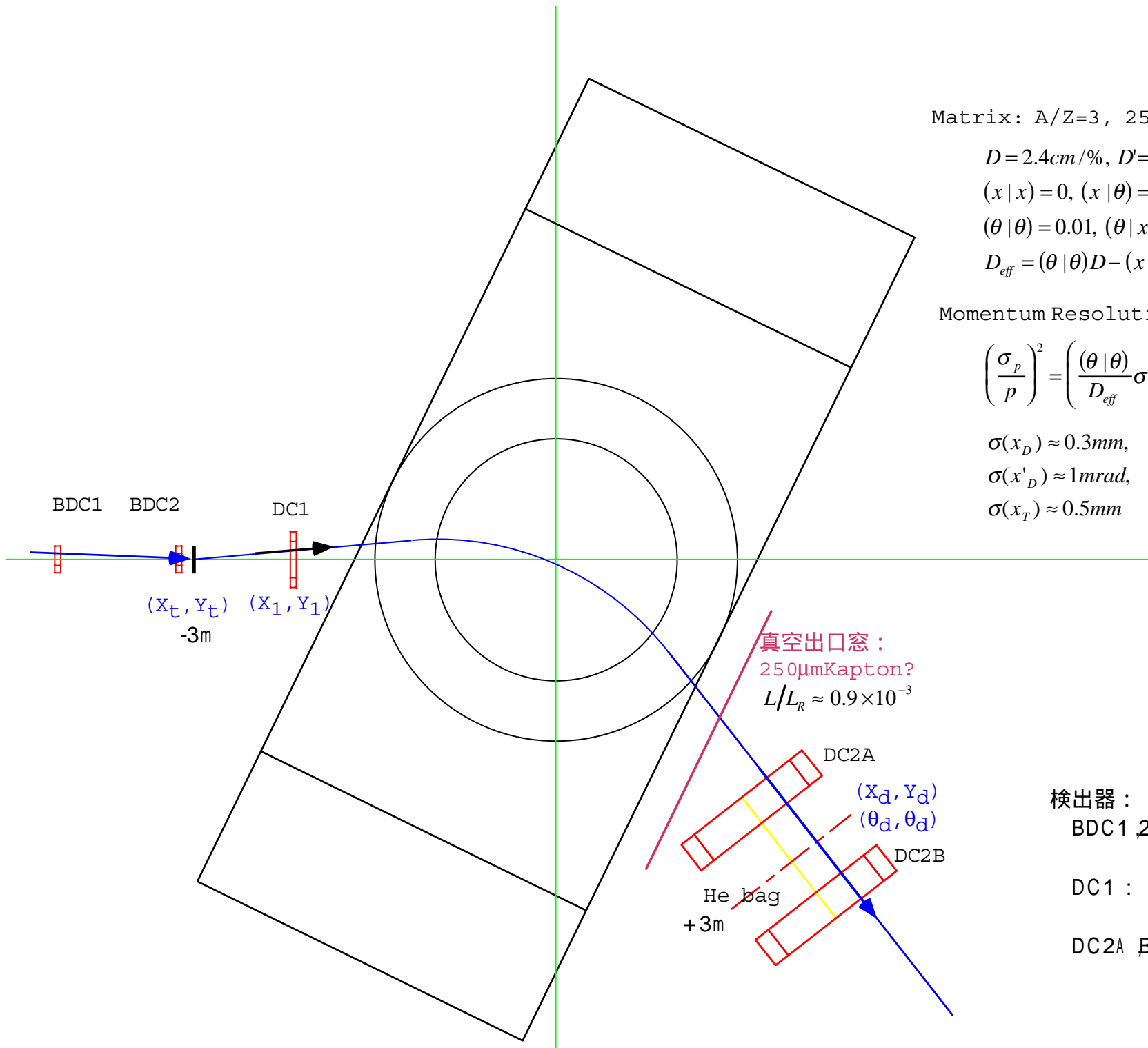


F2-02H

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:

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

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

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

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

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

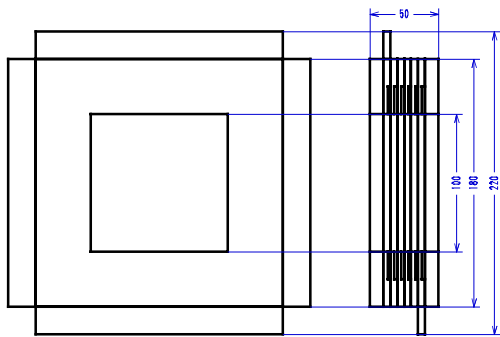
真空出口窓：
250 μm Kapton?
 $L/L_R \approx 0.9 \times 10^{-3}$

検出器：

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

DC 1 : カソード読出型低圧 MW PC
 $L/L_R \approx 0.3 \times 10^{-3}$

DC 2A 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

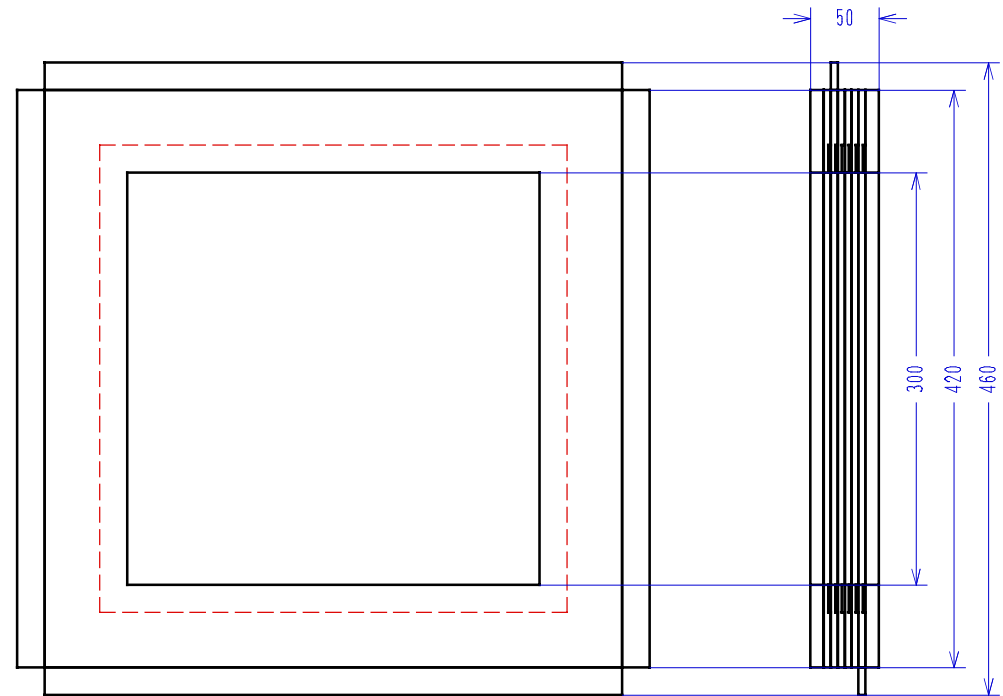
有効領域： 10cm x 10cm

Anode: 10mm spacing, X, Y

Half gap: 5mm

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

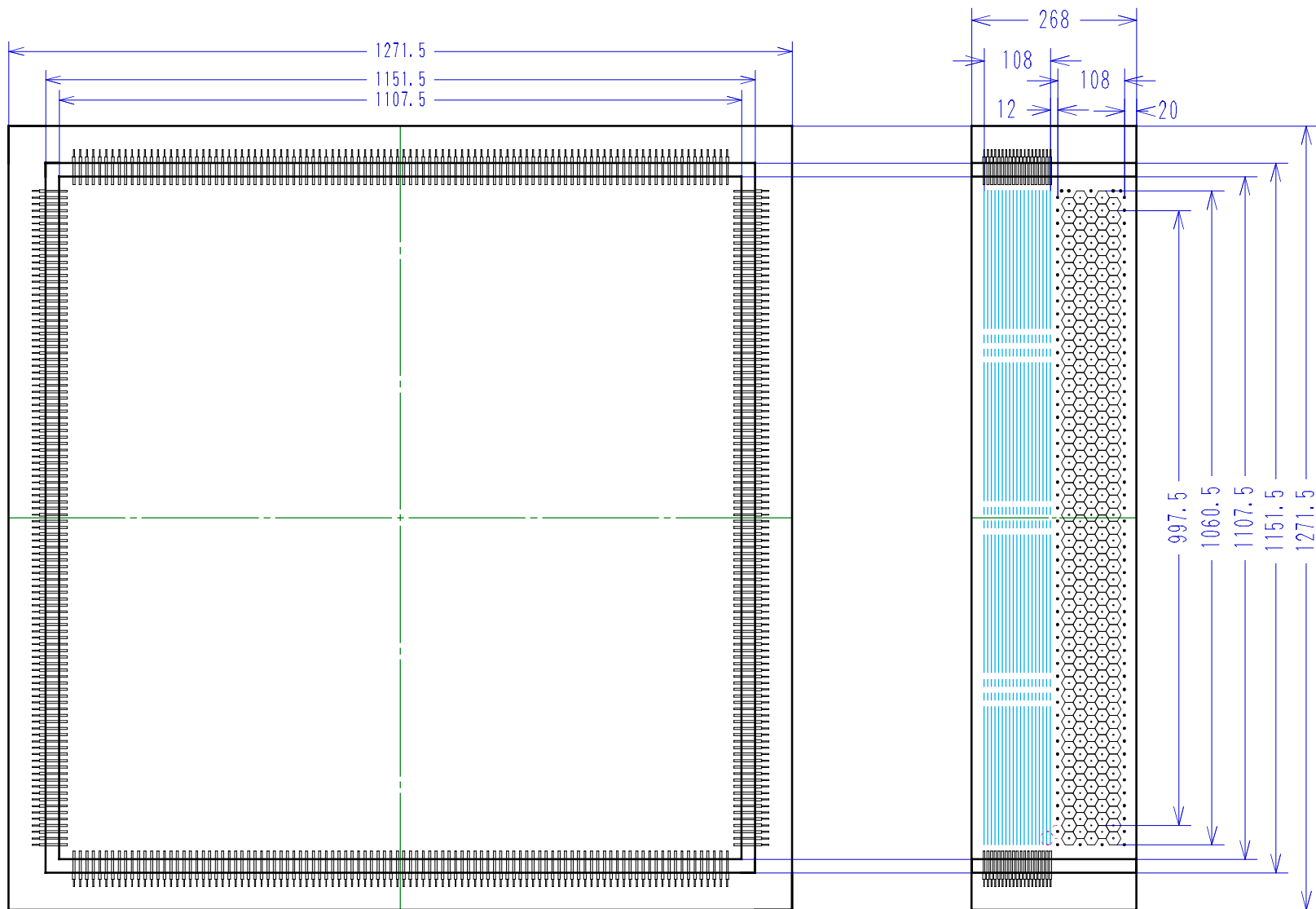
*housed in additional vacuum chamber (未設計)

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

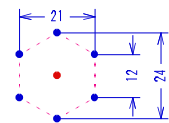
127cm x 127cm x 27cmt, effective area: 100cm x 100cm

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

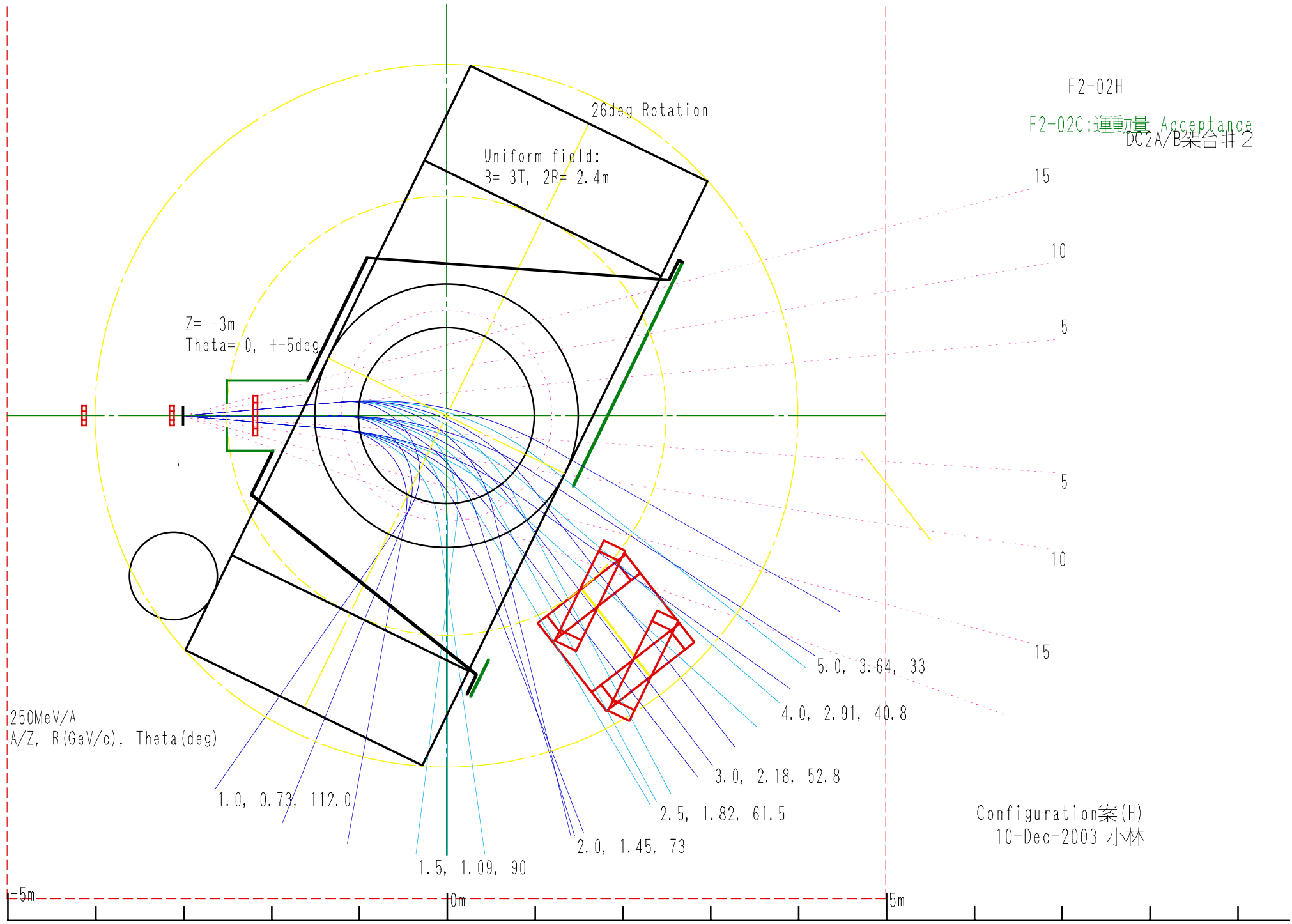


DC2A, DC2B

1-Dec-2003 小林

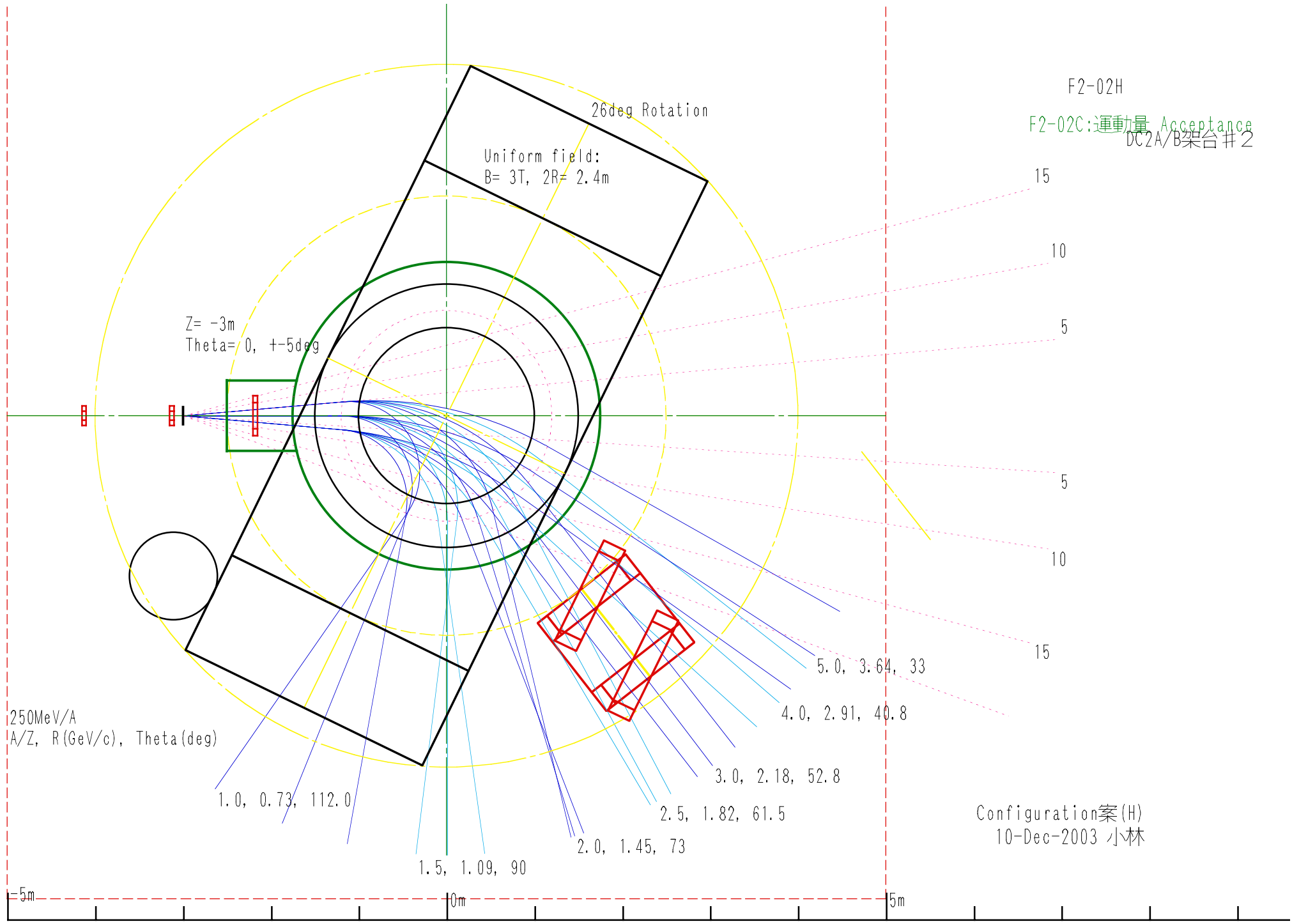
F2-02H

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

