

K_L beam-line for the $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \nu$ experiment

Hiroaki Watanabe
ハドロンビームライングループ
(for the E14 collaboration)

E14 Collaboration

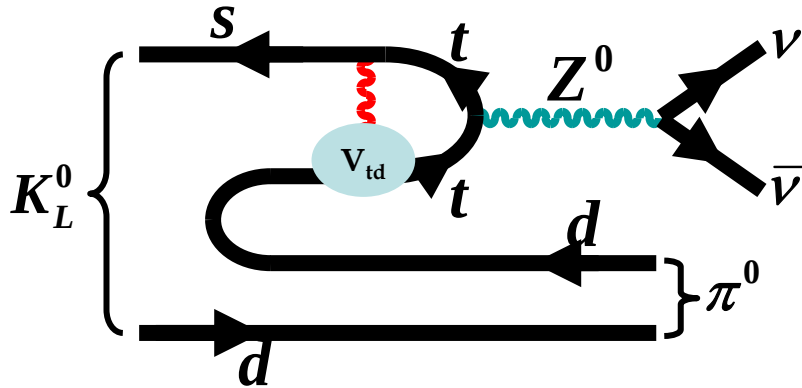
- Arizona State Univ.
- Univ. of Chicago
- JINR
- KEK
- Kyoto Univ.
- Univ. of Michigan, Ann Arbor
- National Defense Academy
- National Taiwan Univ.
- Osaka Univ.
- Pusan National Univ.
- Saga Univ.
- Tbilisi State Univ.
- TRIUMF
- Yamagata Univ.

16 Institutes from 7 countries

Newly Joined

- Univ. of Seoul
- ChonBuk National Univ.

Measurement of $\text{Br}(K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu})$



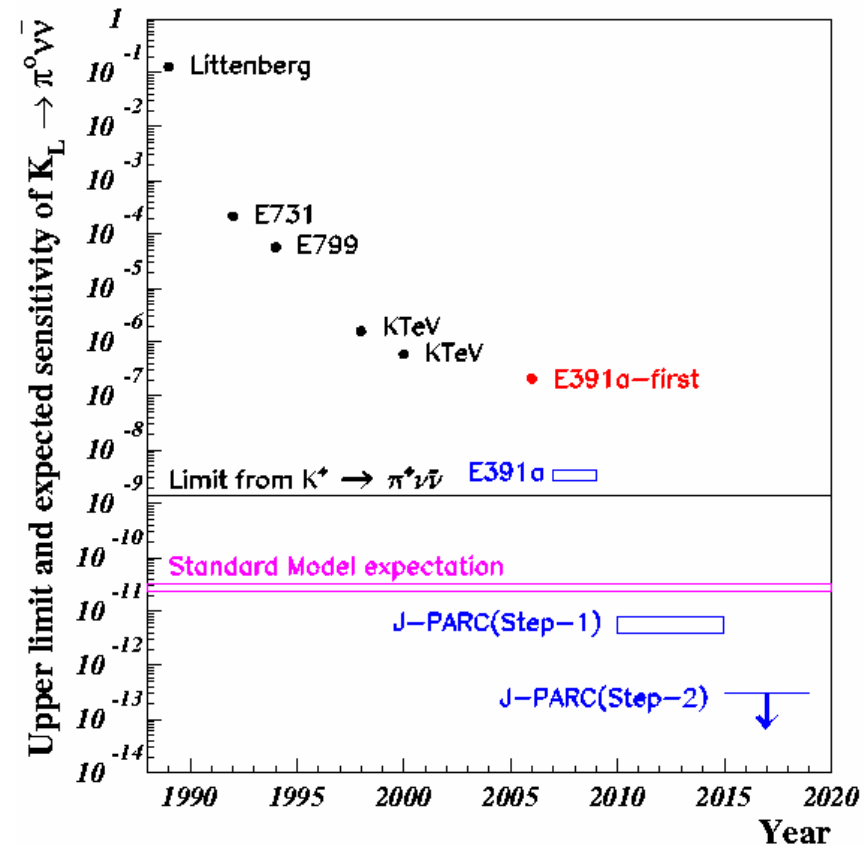
$$\begin{aligned} A(K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}) &\propto V_{td}^* V_{ts} - V_{ts}^* V_{td} \\ &= 2 \times V_{ts} \times \text{Im}(V_{td}) \\ &\propto \eta \end{aligned}$$

Quark SectorにおけるCP-violationの大きさ

$$\text{Br}(K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu})_{SM} = (2.8 \pm 0.4) \times 10^{-11}$$

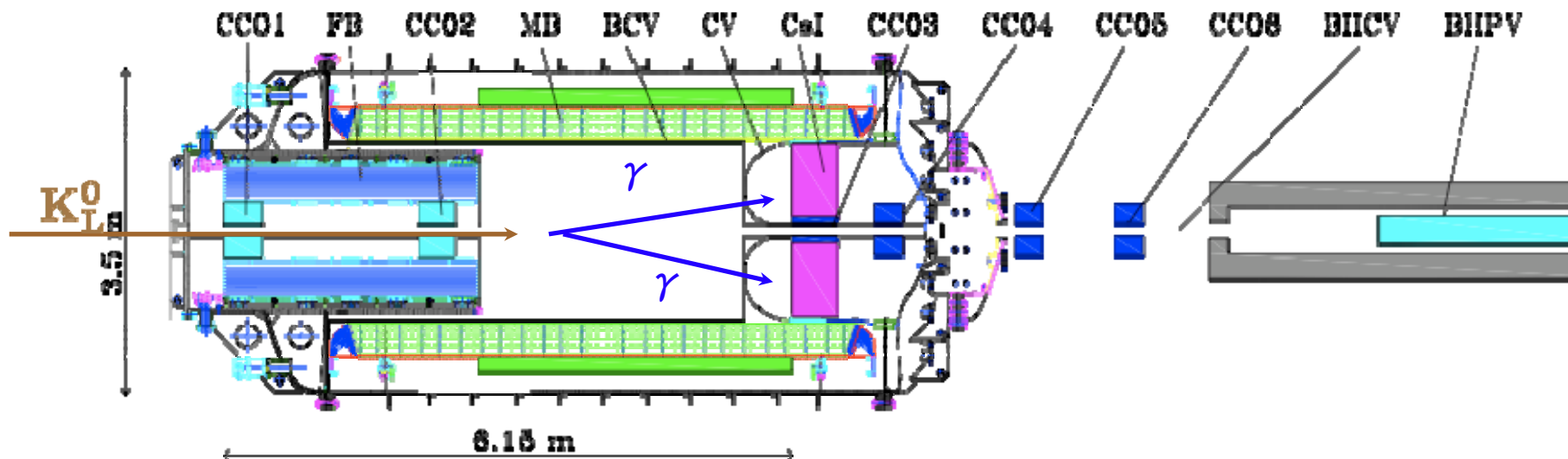
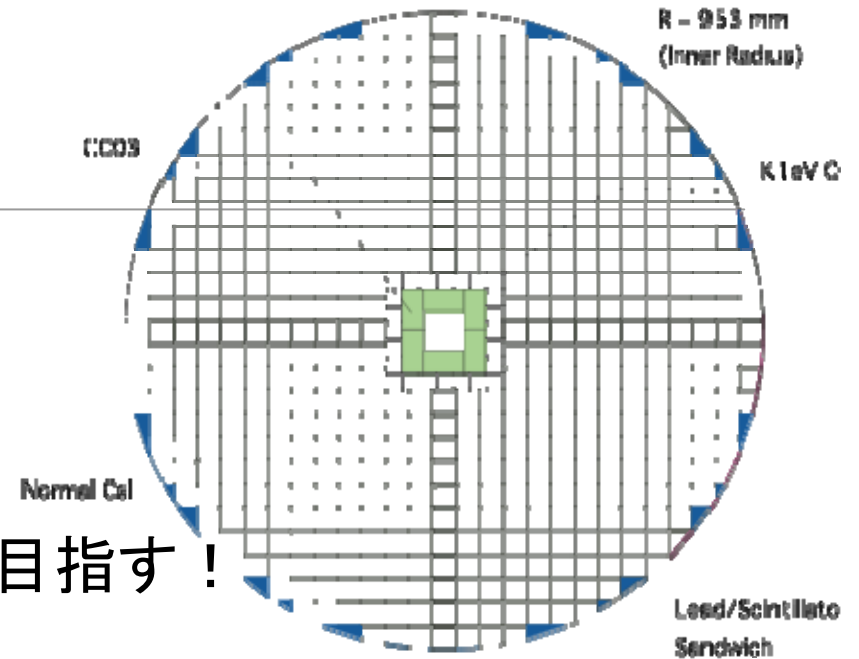
The most clean process : 1-2 % theoretical uncertainty

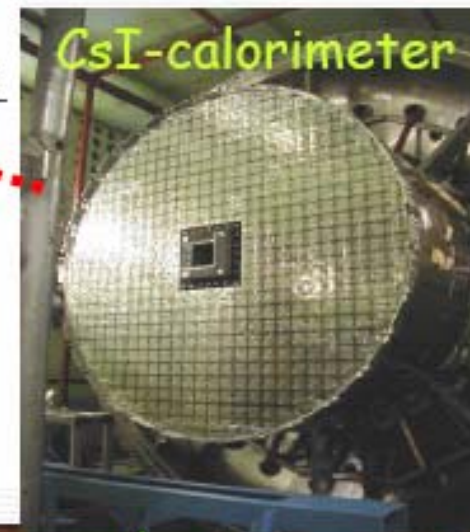
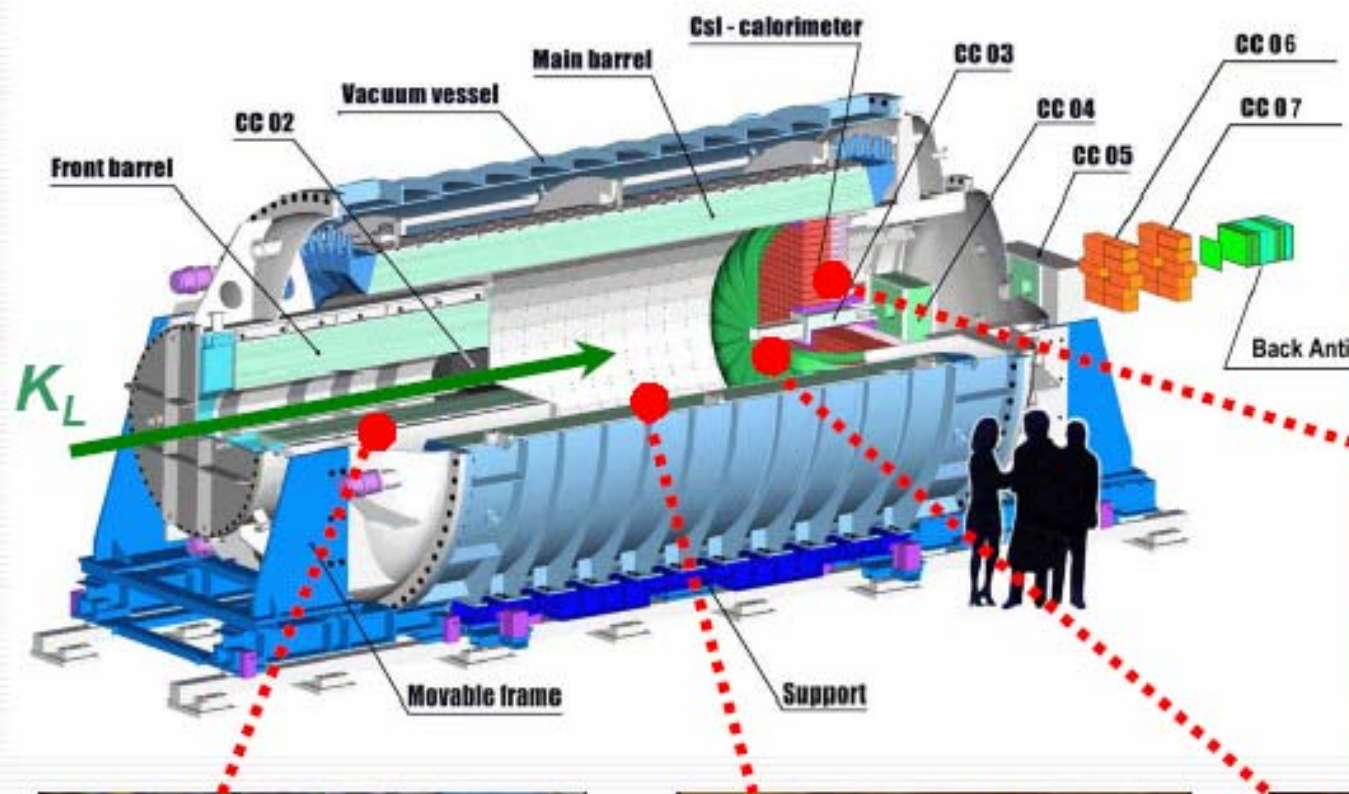
New Physics (beyond Standard Model) can enhance : **Br. $\sim 10^{-10}$**



$$K_L \rightarrow \pi^0 \nu \nu$$

- 検出方法:
高効率の光子検出器でKL崩壊領域を囲い、
光子の数 = 2 + high- P_T 事象を探す。
- World Record (E391a: $< 2.1 \times 10^{-7}$ @ 90% C.L.)
- E14: First Observation (~10 evts) を目指す！
– If Br. $\sim 10^{-10}$, $\rightarrow$ 100 evts.!!!
- PS-E391a 検出器を移設・改造して使用。



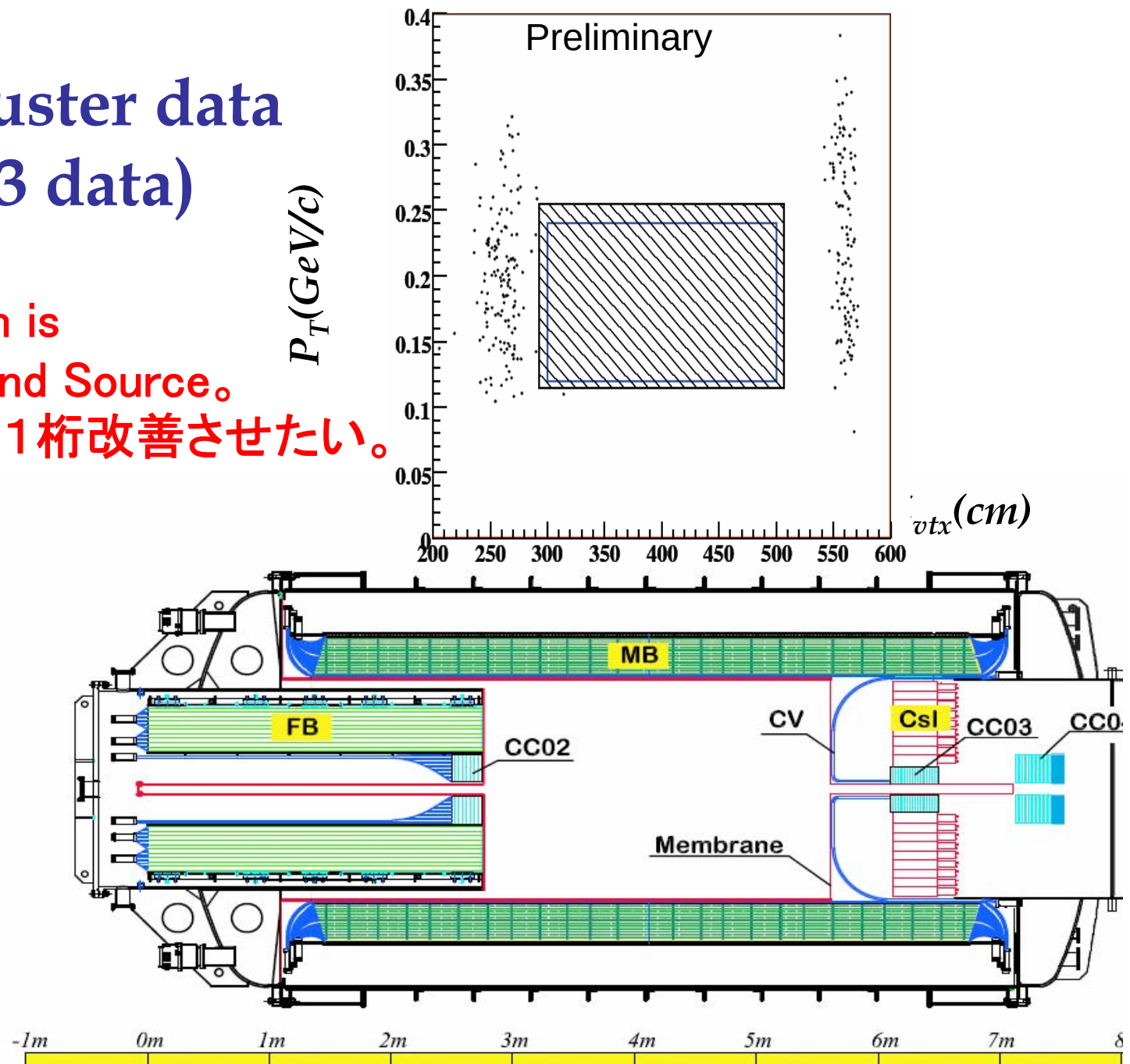


ビームに対する要求

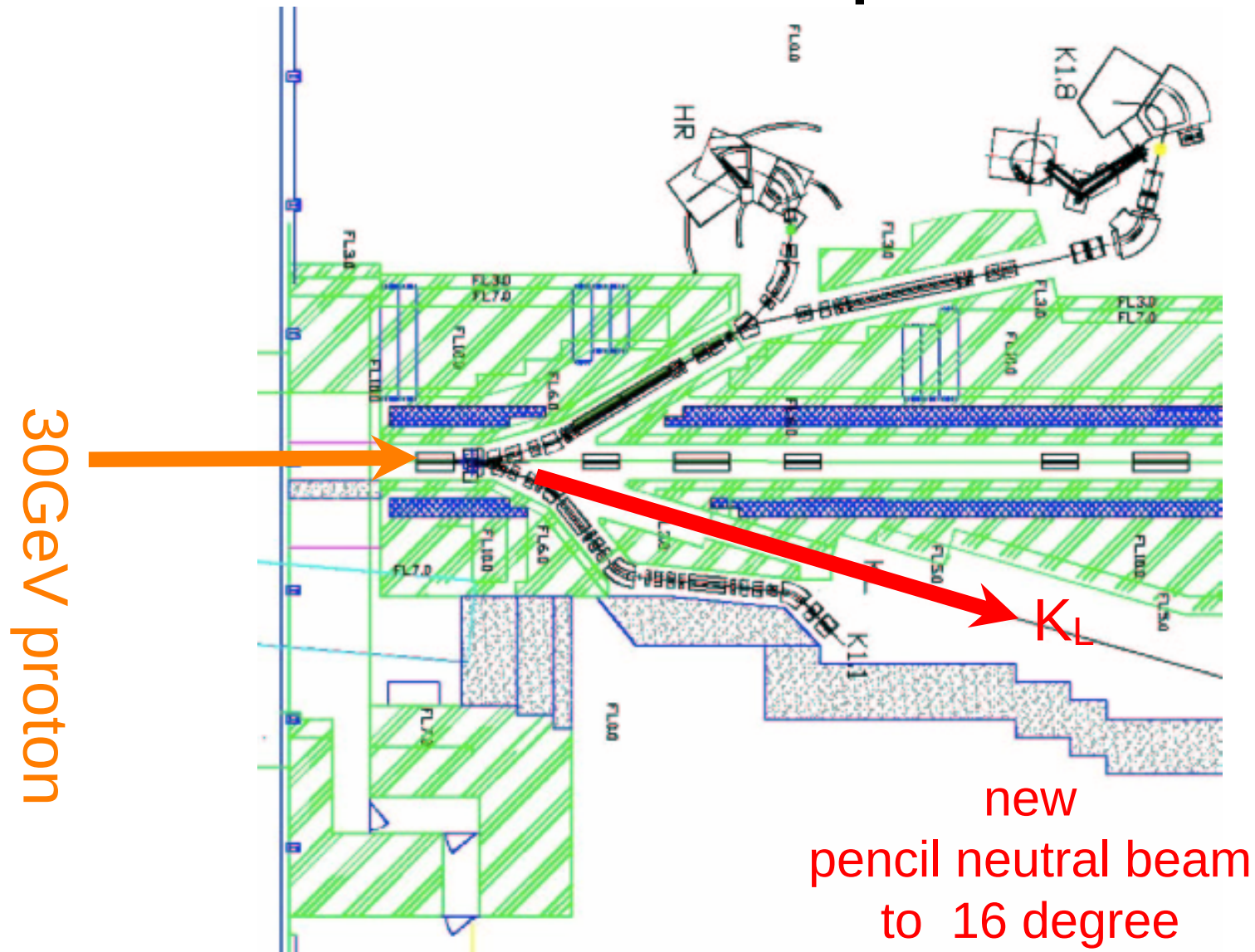
- 細いビームが必要: $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \nu$ 3体崩壊 + π^0 しか見えない。
例えば、 $K_L \rightarrow \gamma \gamma$ を P_T を使って識別する。
- 長いビームラインが必要: $\Lambda \rightarrow \pi^0 n$ を減らす。
 - punch-through muon、熱中性子を減らす。
 - 検出器のSingle Rateを落とす。
- 中性ビーム: 荷電粒子をSweepする磁石が必要。
- Halo中性子の少ないビームラインが必要:
 - 中性子起因の背景事象を減らす $n+A \rightarrow n+X+\pi^0$

E391a 2-cluster data (Run-II 1/3 data)

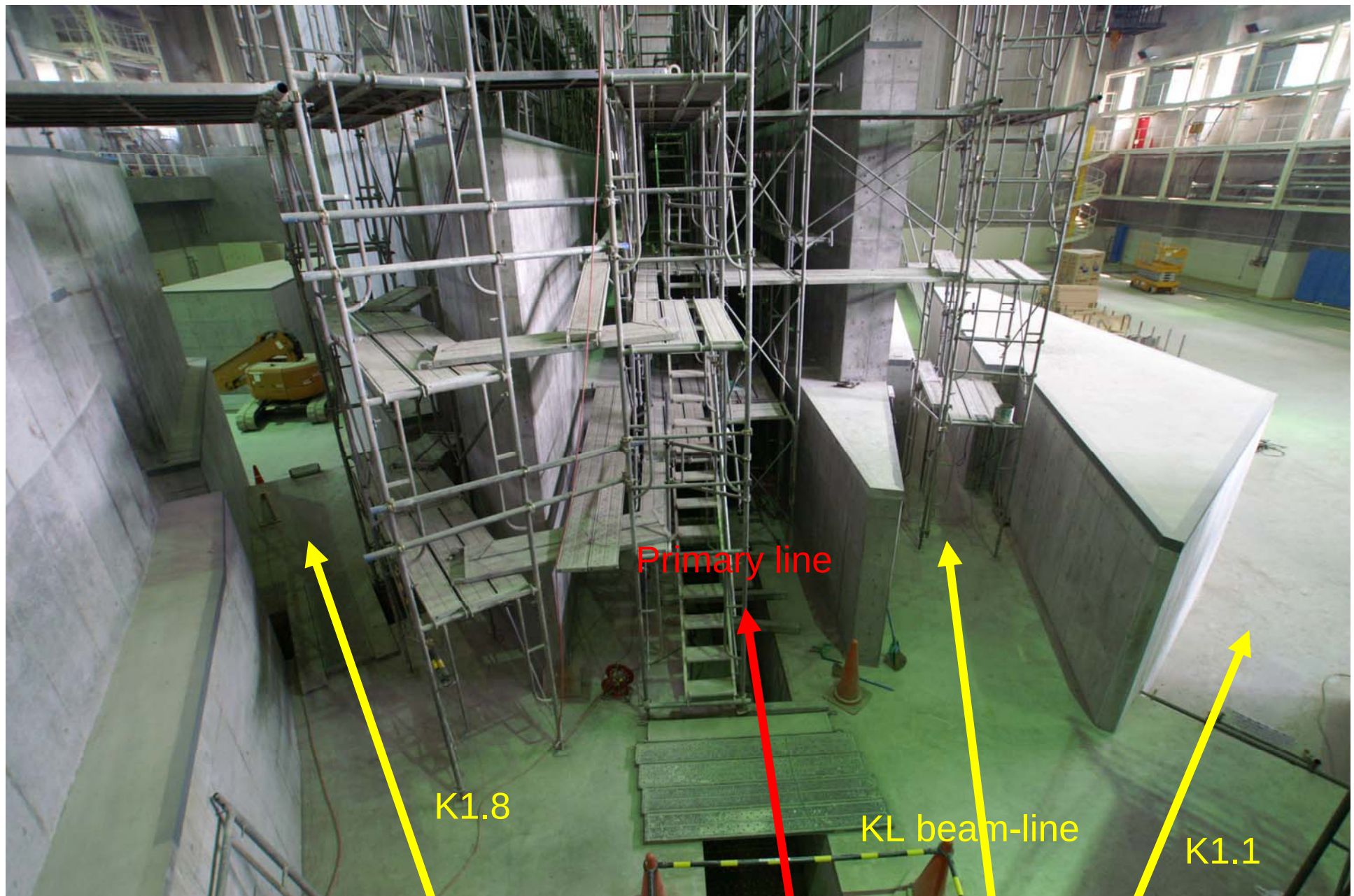
- Halo neutron is
Main Background Source。
→ PS-K0よりも1桁改善させたい。



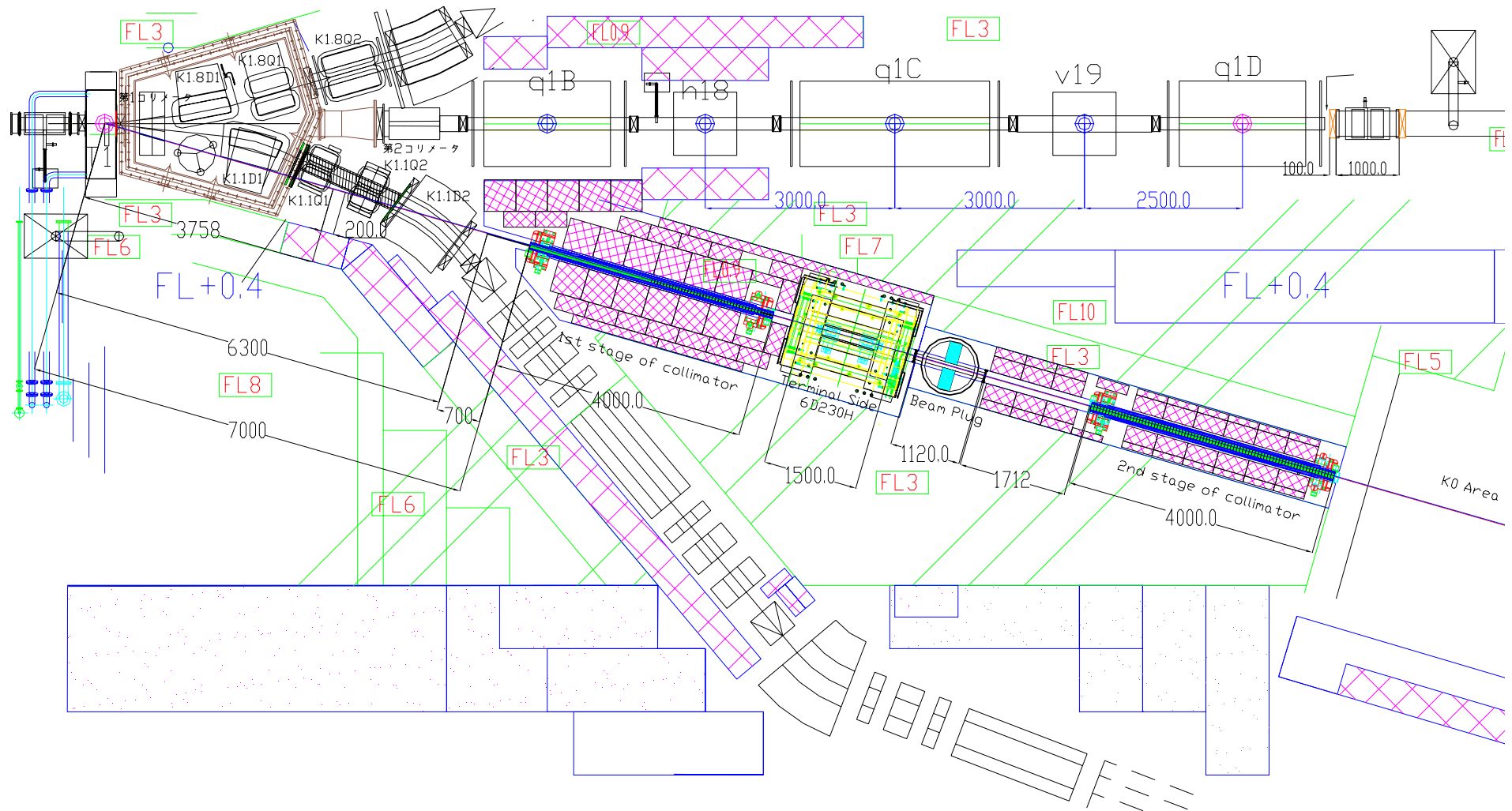
Beam Line at step-1

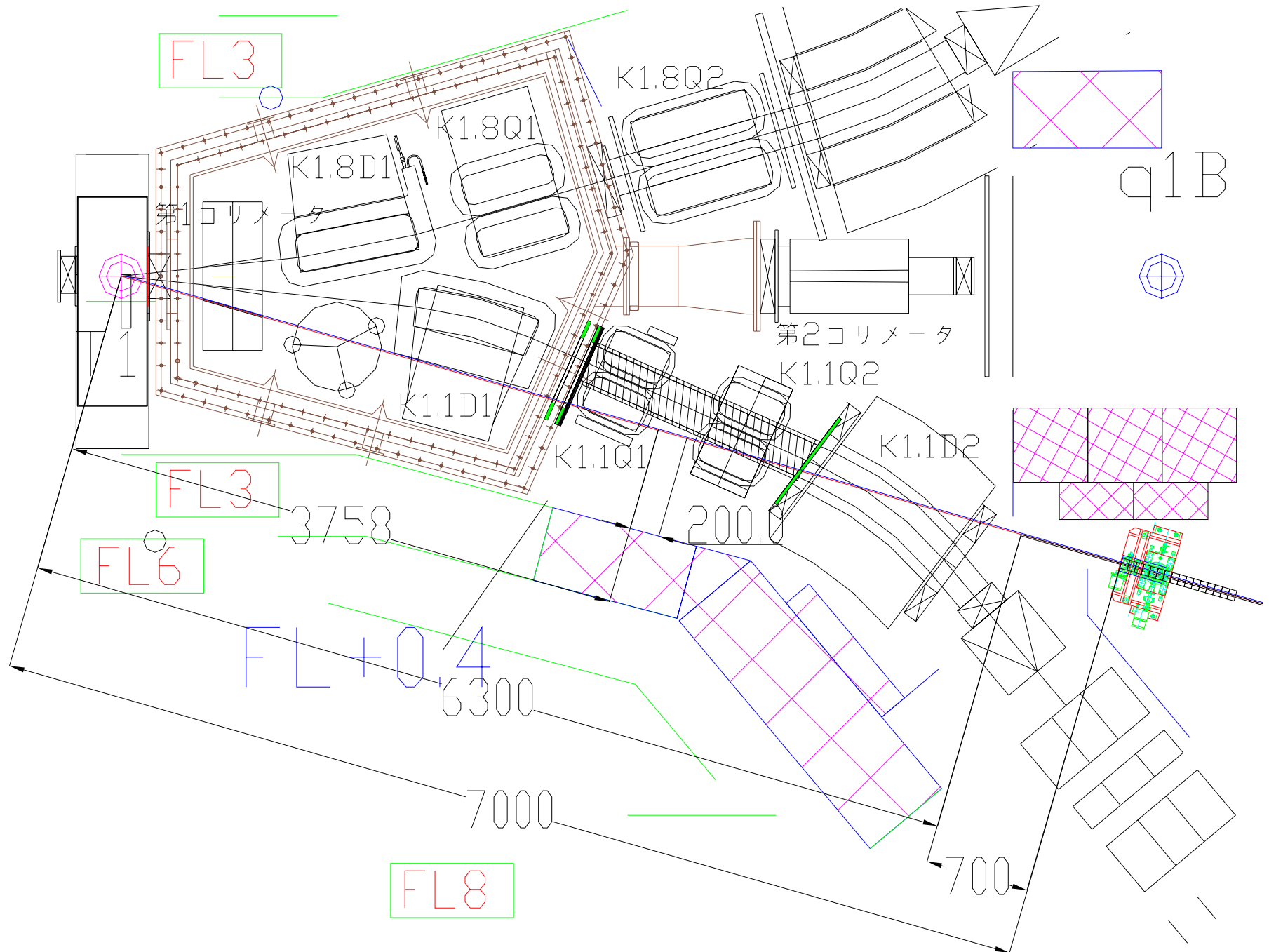


May 2nd, 2007.

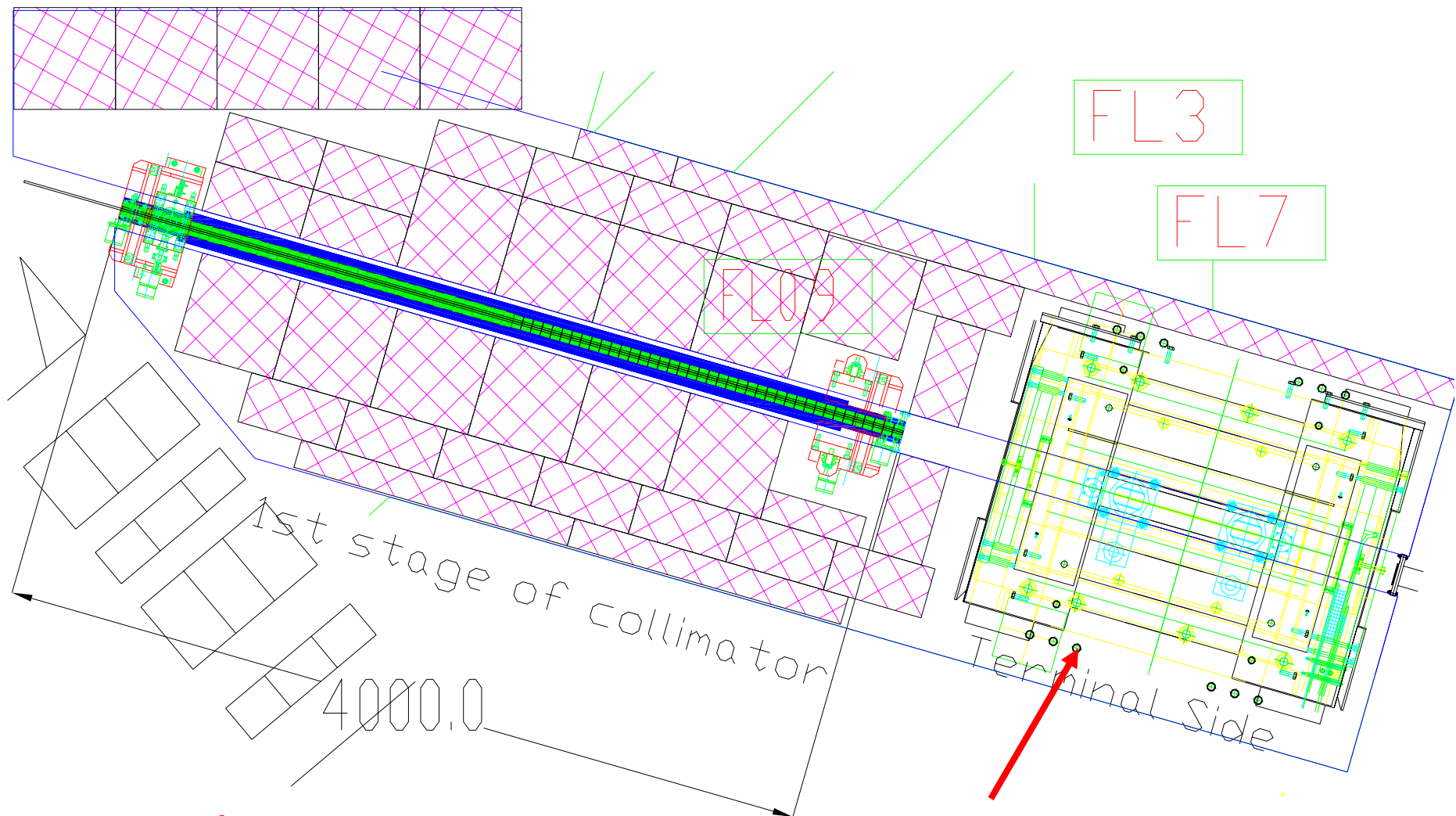


Overall view (top view)





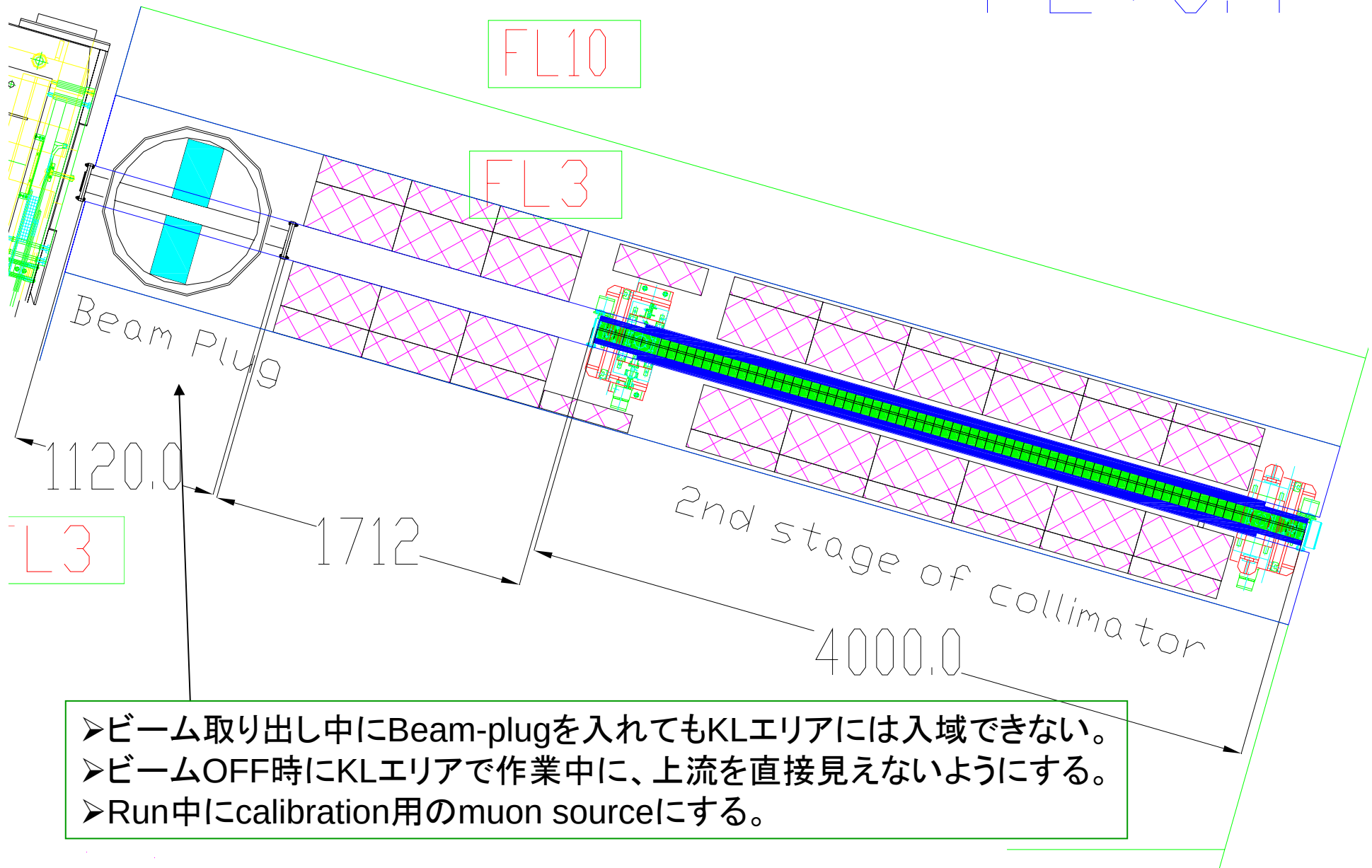
KLビームライン上流部



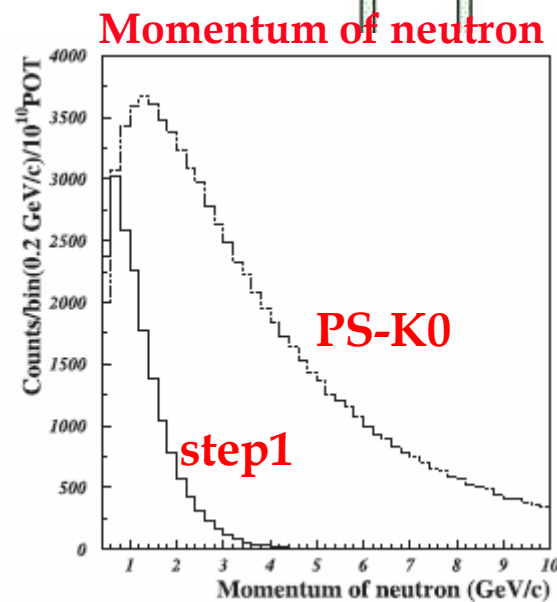
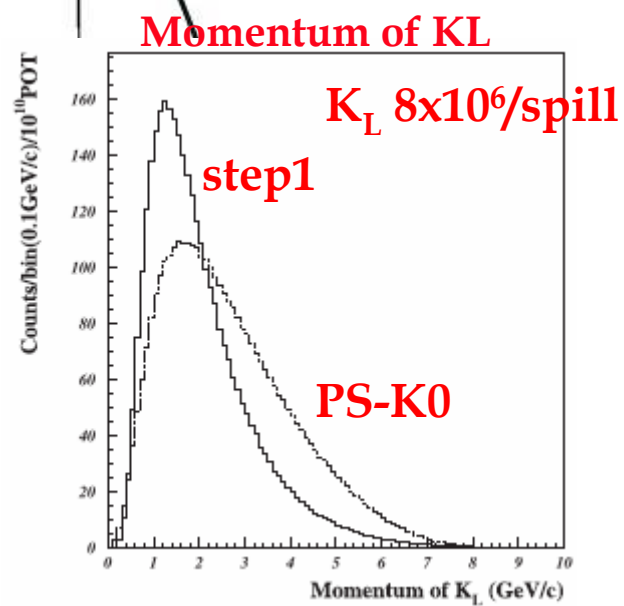
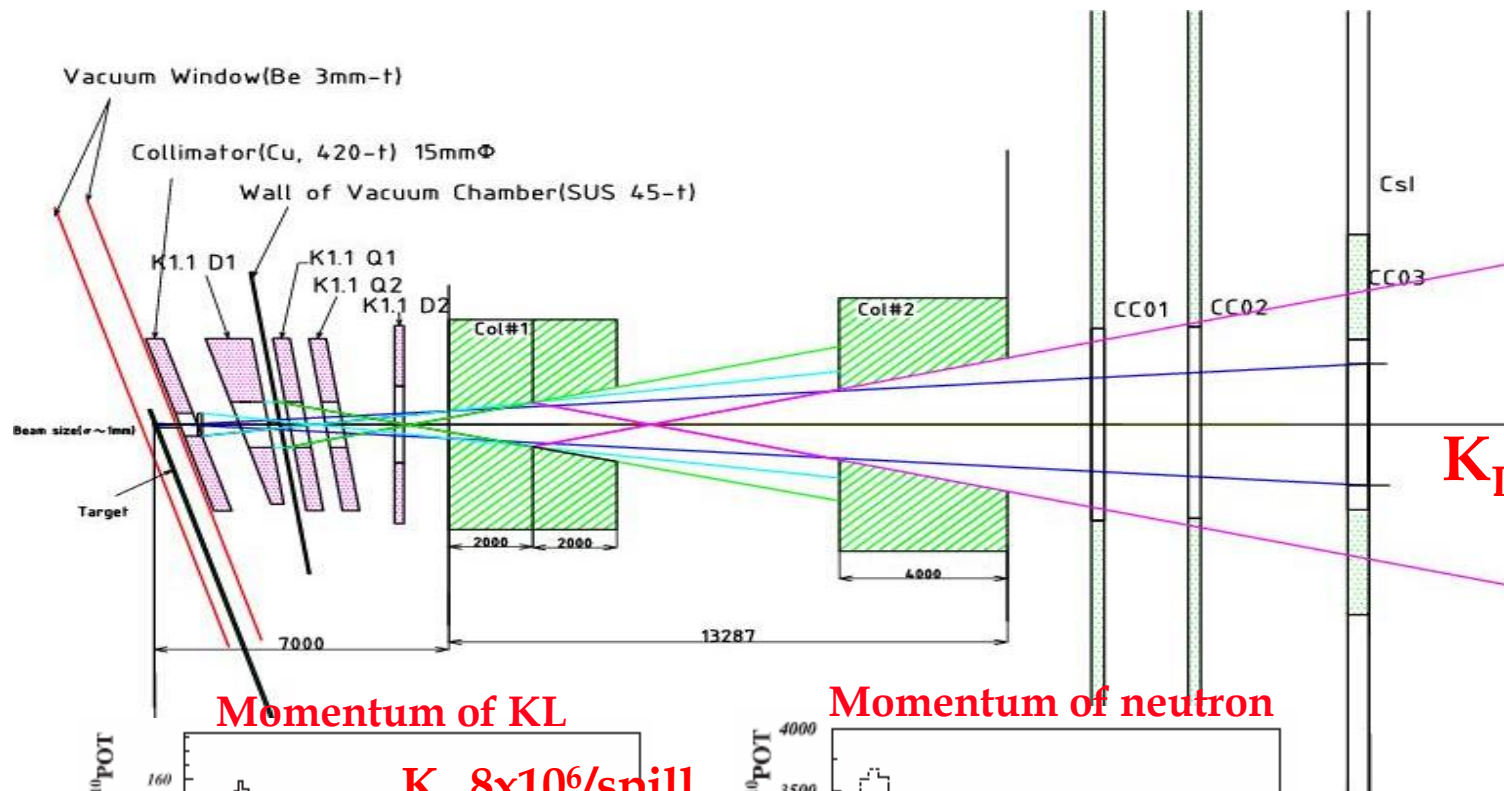
(お願い) Reuse of K0D2(6d230h) at KEK-PS
近々,正式にRequest for Supportにて要請する予定。

KLビームライン下流部

FL+0.4



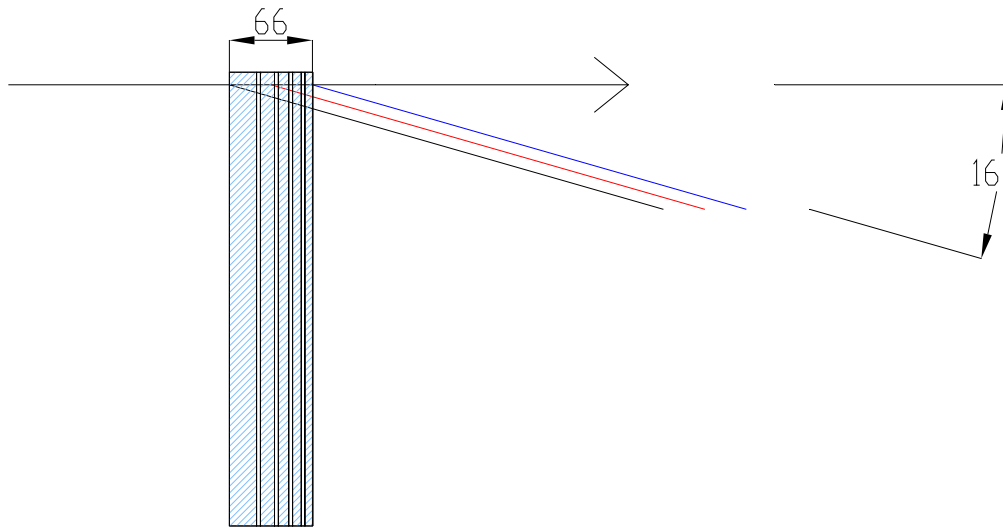
Target simulation : K_L /core-n yield



- ✓ softer neutron
- ✓ $n/K=9$ (42 for E391)
- : reduce n-induced BG

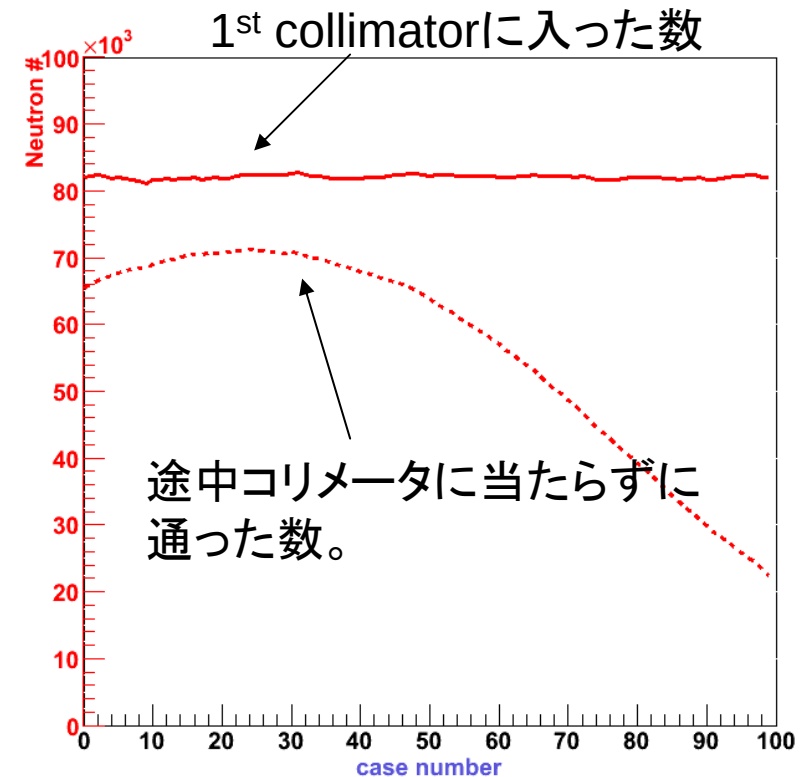
K_L ビーム軸

T1 ターゲット



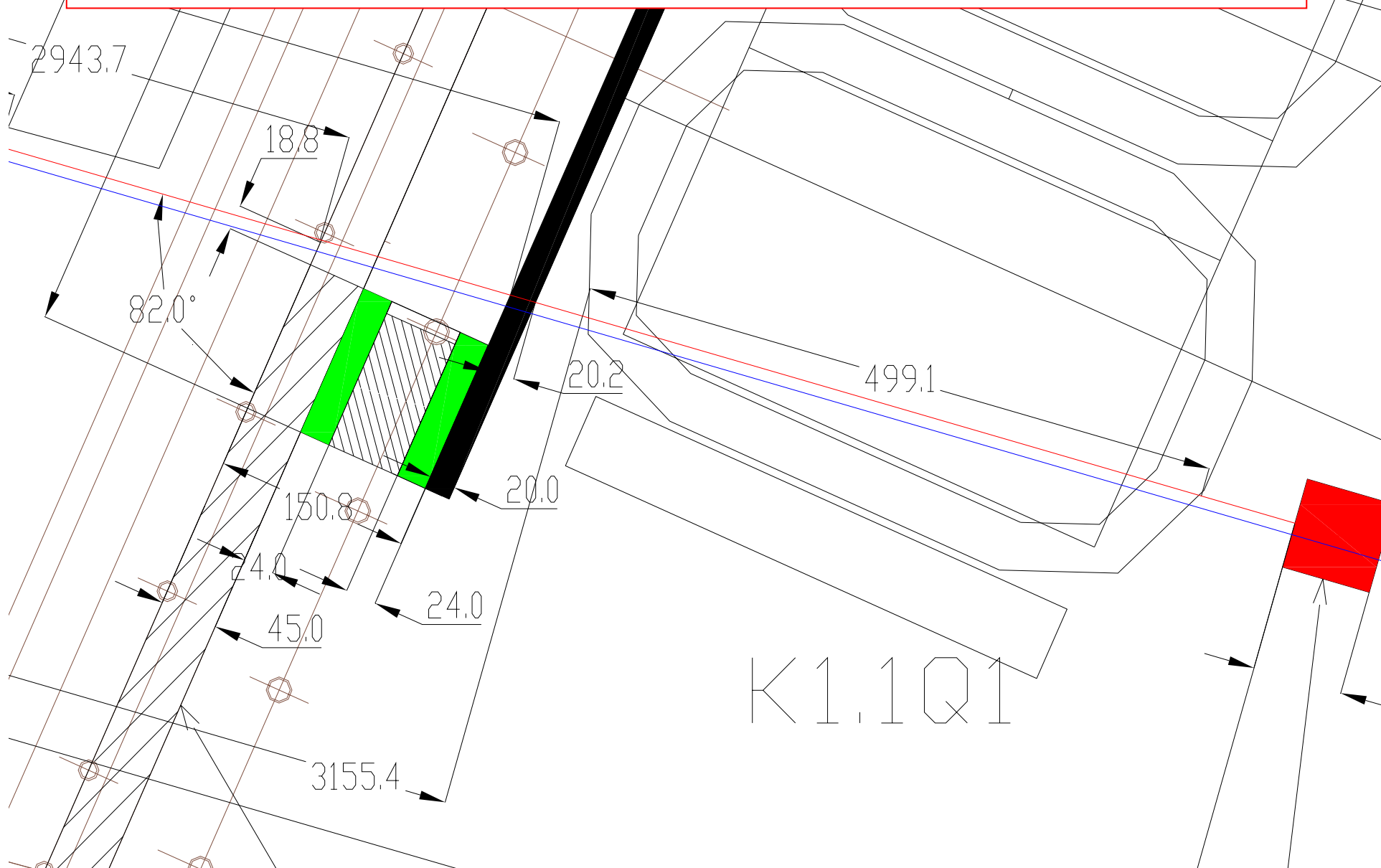
○ Haloが少ないほうが良い
→ コリメータに当たらないほうが良い。

○ ターゲットの表面が原点:
→ ~30mm下流へシフトさせる。



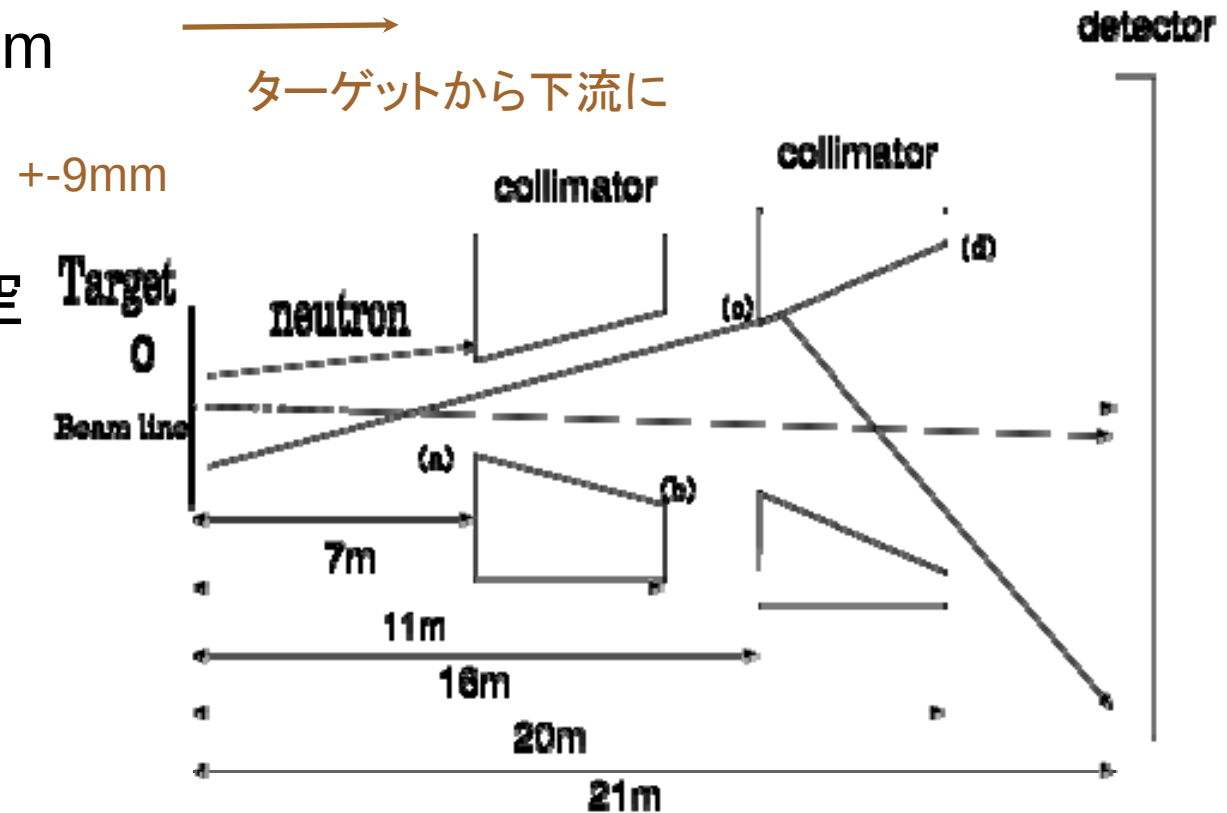
KLビーム軸の原点 (mm)

中央真空箱出口付近

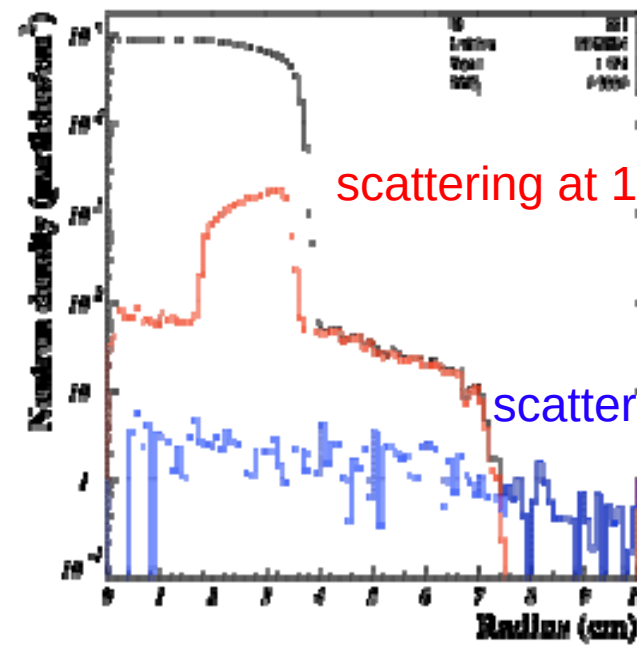
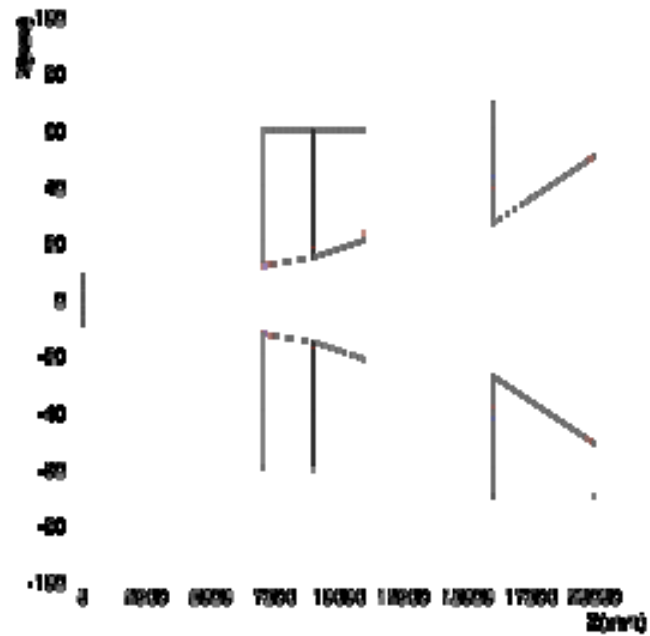


Optimization of Collimator Shapes

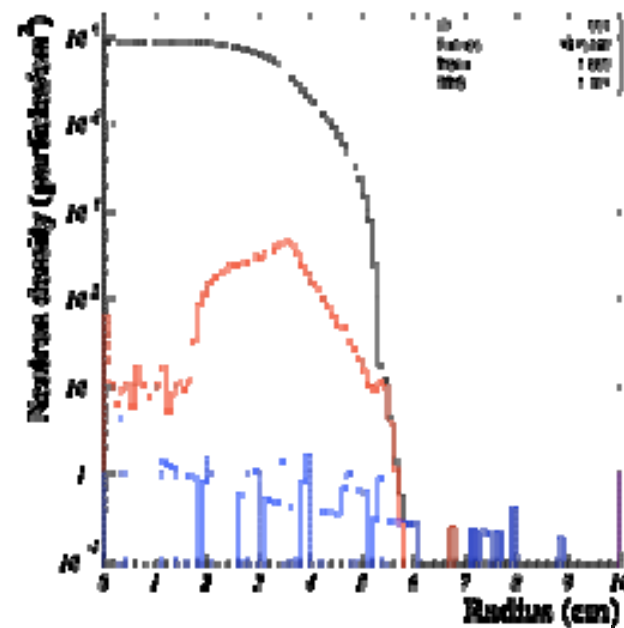
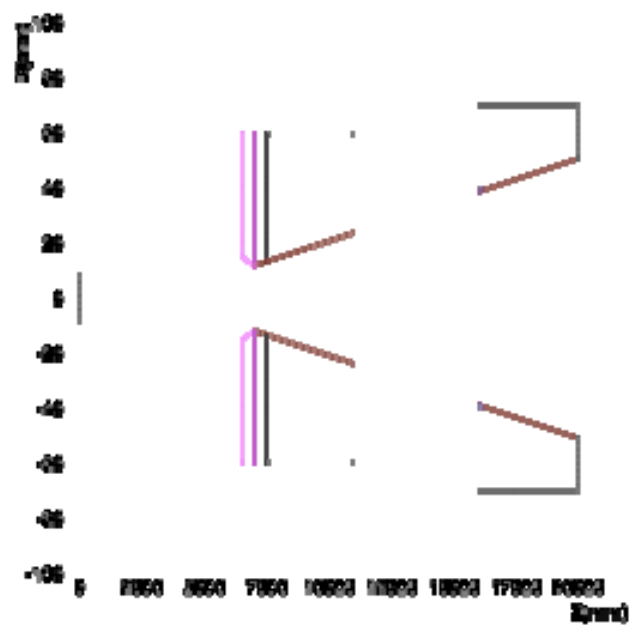
- 内側: $\phi 50 \sim \phi 100 \text{mm}$
ヘビーメタル
- 外側: 鉄tube
- (まずは) すべて真空



野村卓美(山形大) et al.



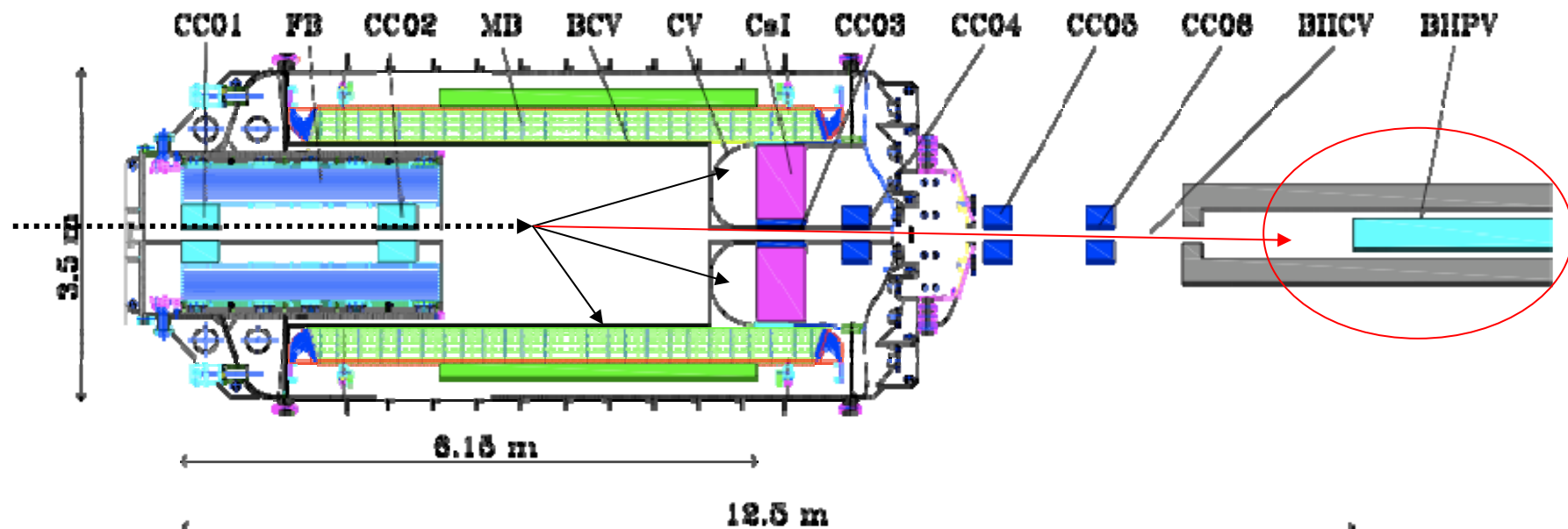
E14-proposal



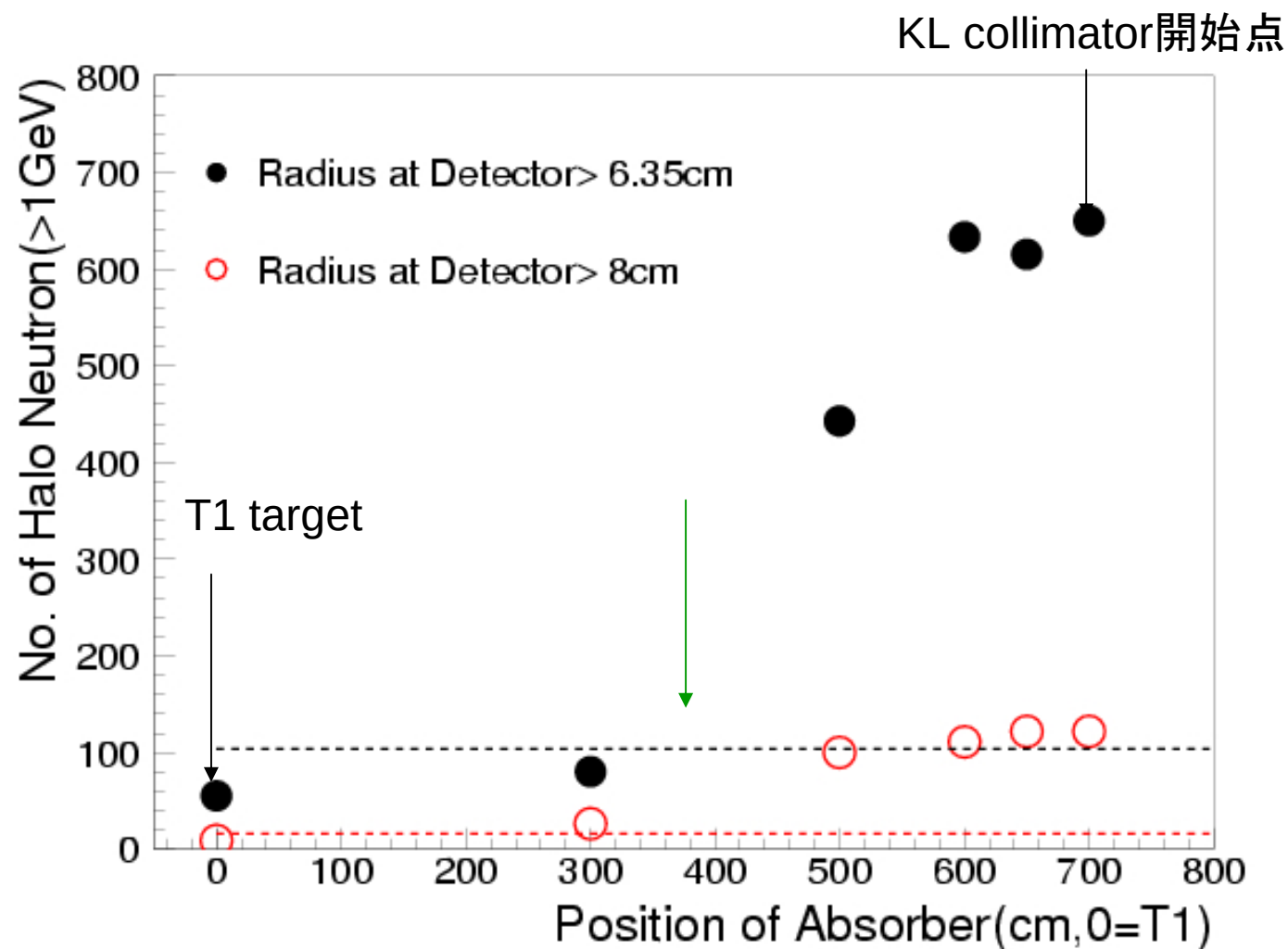
#33

γ アブソーバー

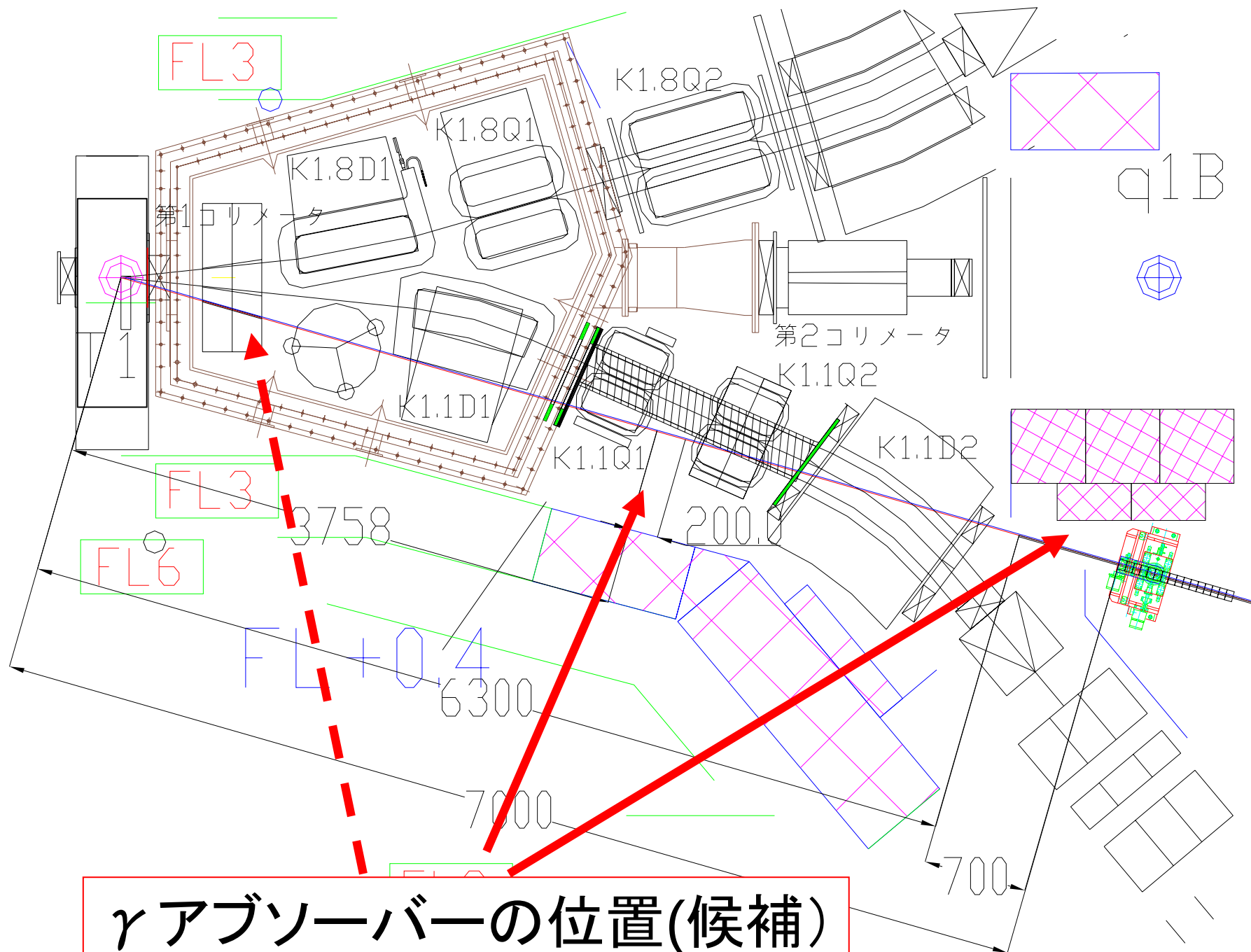
- ビームコアに設置するPhoton-Veto CounterのAccidental Rateを減らすために、ビームライン上流部に鉛7-cm(相当)のアブソーバーを置く。
- ただしハロー中性子を増やしたくない。



γ アブソーバー(つづき)



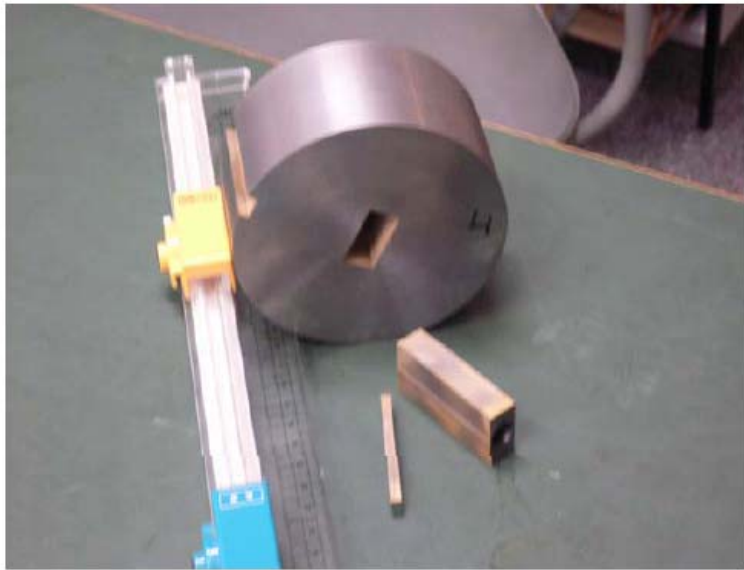
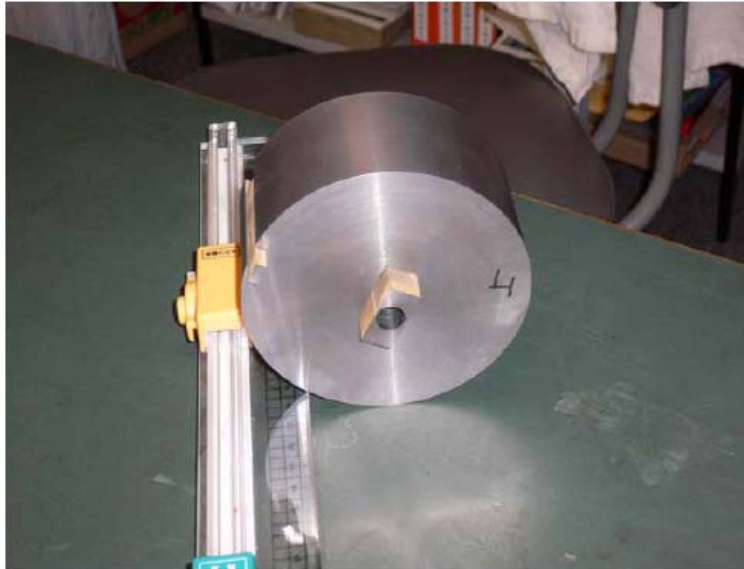
- 上流の方がHaloは減る。



Under studying

- すべての物質を入れてcollimator形状を最適化する。
 - T1出口の真空窓(固定)
 - 1st collimator made of Cu(穴の大きさを最適化)
 - K1.1D1 yoke(穴の大きさを最適化)
 - 真空箱出口のSUSフランジ(固定)
 - K1.1Q1,Q2間の真空ダクト(固定)
 - γ アブソーバ(現実的な場所に設定)
 - K1.1D1鉄芯(穴の大きさを最適化)
 - 空気の効果(KL上流側の真空窓の位置を最適化)

ヘビーメタルの加工試験



Results

200 μ m ϕ brass wire
→ corner “r” is 100 μ m

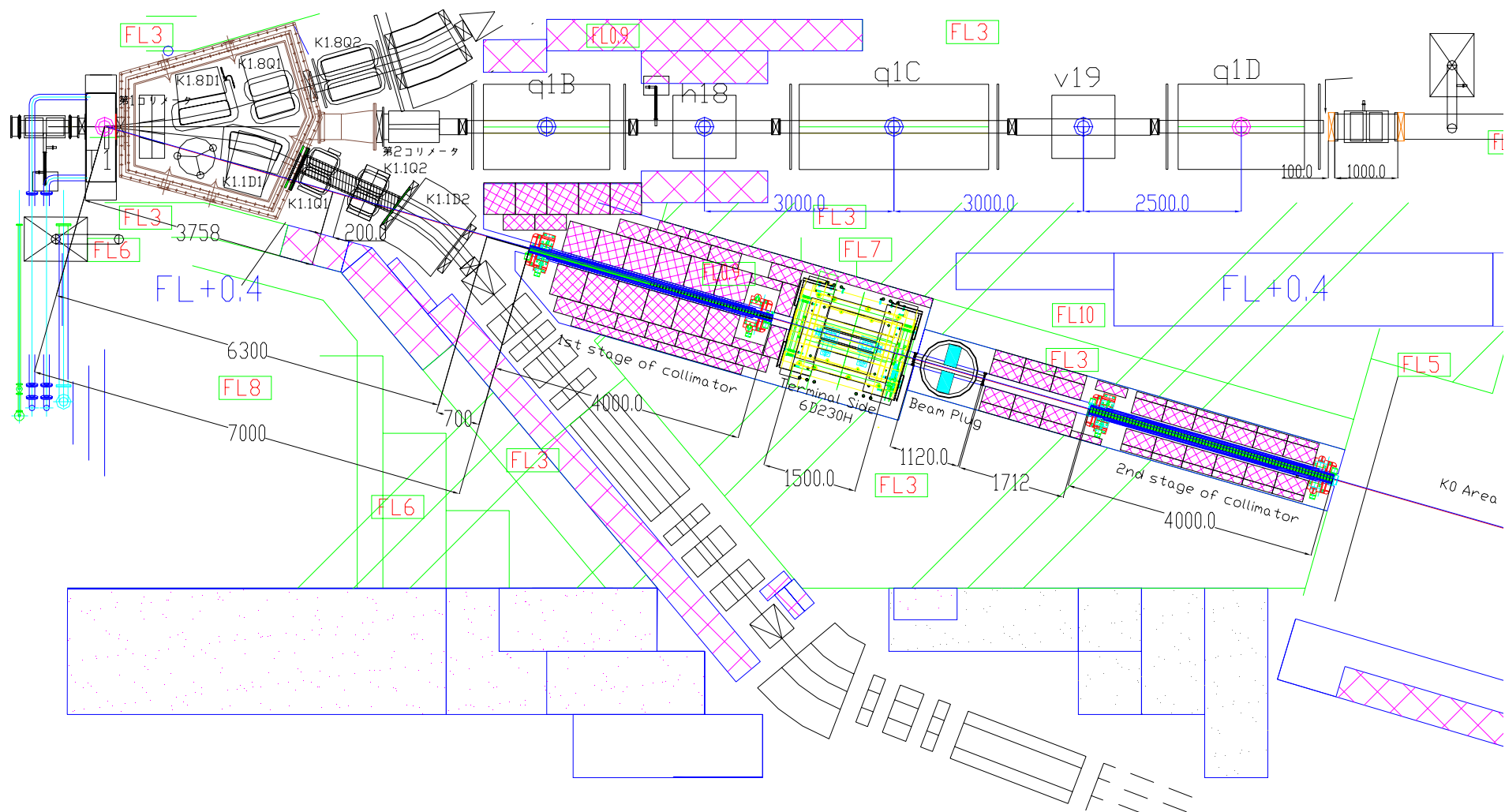
The diameter of the starting disk was processed to be quite good and it is possible to use the outer surface as a reference. Positioning requirement of the center hole to insert a wire can be relaxed more.

All dimensions are comparable with an accuracy of our measurement using a microscope, about 10 μ m. A similar accuracy is also achieved for a relative position between the hole and ditch.

✓KEK工作センターにて加工可能！

✓2台／日 → 80日で全数加工可能！

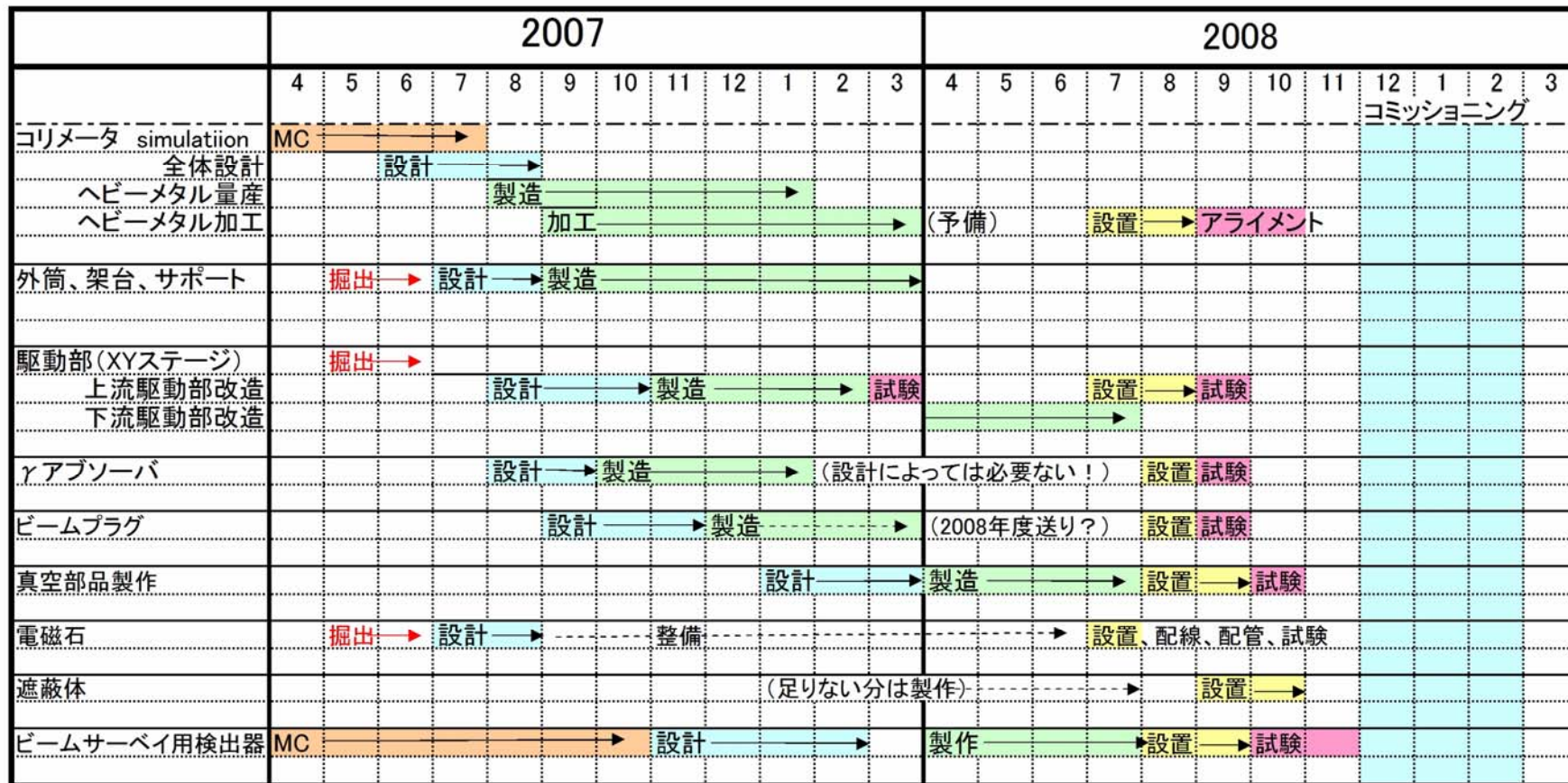
Plane View



(Proposed) Schedule

- 2007:
 - コリメータ本体(ヘビーメタル部分): 設計、製作
 - コリメータサポート+真空パイプ(鉄パイプ等): 上流部製作
 - XYステージ整備(モータ交換、LMガイド等交換)
 - K0D2,XYステージ掘り出し(開始済)+整備
- 2008:
 - 残りの部分(真空配管、真空窓、サポート等)製作
 - J-PARCへ移設、設置、精密アライメント
 - ビームサーベイ(12月からのcommissioning時)
 - ビーム形状、ビーム強度、エネルギー分布、Single Rate。
- 2008~2010: 検出器組立て
- 2010~??月 Engineering Run開始

2008年のビームを使ってKLビームラインの性能を確かめる場合！



設計
 製作
 設置
 試験

Primary Beam-line建設,K1.8建設との両立は非常に難しい。
 (クレーン作業: 通常のWorking hour外での作業?)

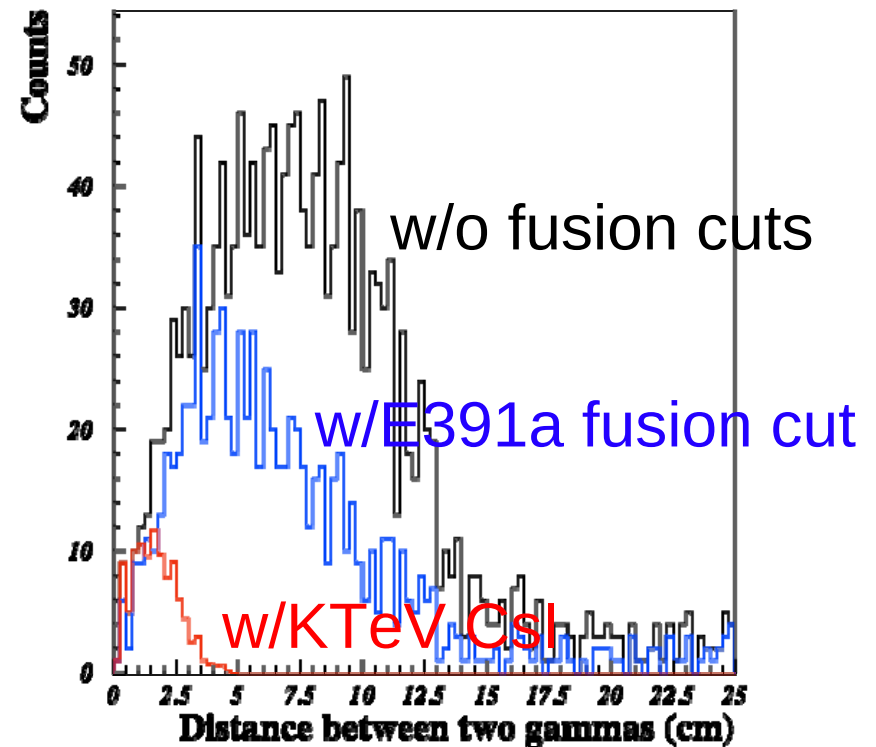
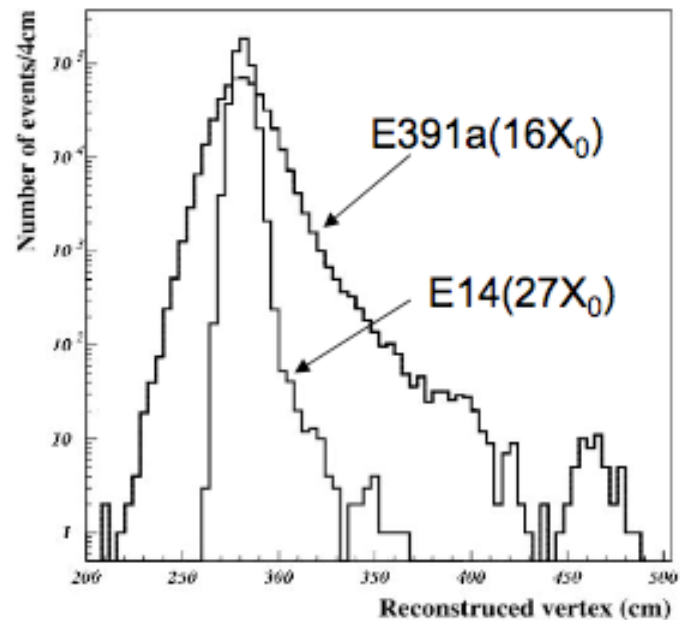
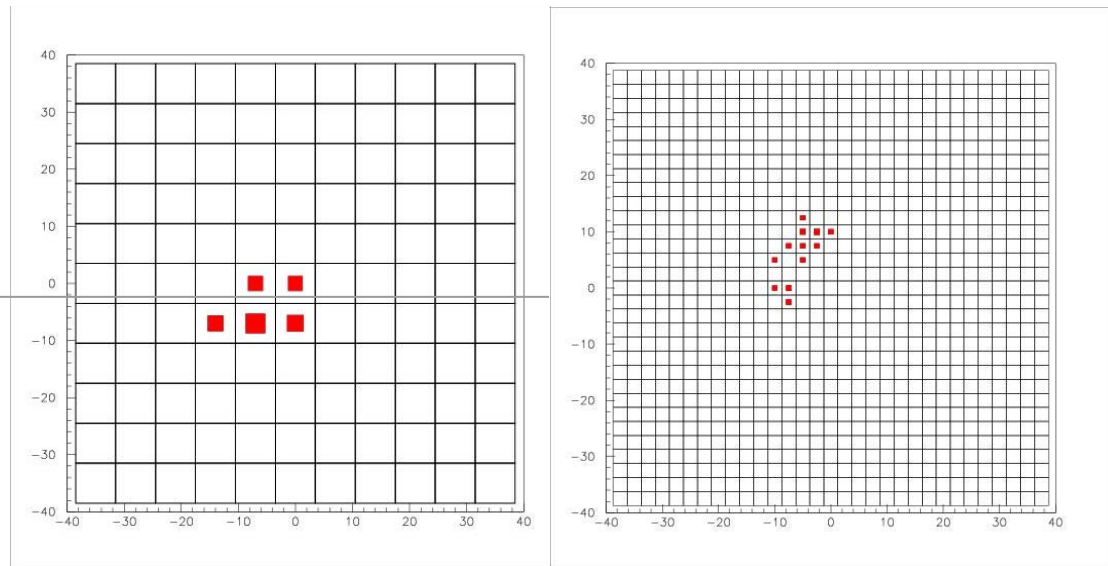
まとめ

- 設計をfinalizeするためのMCを追い込み中。
- 2008年12月から始まるCommissioningで
ビームサーベイを行いたい。
 - 2008年度(7~9月)に設置したいが、Primary line
との整合性をとるのが難しい。
- 各コンポーネント： 特定科研費を財源とする。
- 電磁石用の電源配線、水配管、電源準備や
鉄遮蔽体について建設グループの多大な支
援が必要です。

backup

KTeV CsI による改善

- photon isolation
 - x8 bkg reduction
- energy resolution (punchthrough)
 - suppress n bkg



Radiation Hardened Motors -RH

High energy, gamma radiation will attack all non-metallic materials in the motor. Lubricants, varnish, lamination bonding, and cable insulation deteriorate and ultimately crumble. Empire Magnetics' RH Radiation Hardened step motors combine the best available radiation resistant materials to provide motors with the longest possible service life in a radiation environment. They have been tested to a total accumulated dose of 2×10^5 Rads. Typical applications include: Three Mile Island clean-up, reprocessing fuel rods, industrial x-ray machines, physical science research and inspecting reactors.

A Combination of Environmental Options

For the most unique and demanding applications, radiation hardened motors can be combined with the following environmental options: extended temperature, vacuum or waterproof, dustproof, hazardous, abrasive dustproof, and cryogenic.

Motors Available for Radiation Environments

Empire Magnetics offers three series of motors that are manufactured to operate reliably in radiation applications. The following chart provides a brief overview of each series, including performance, options, and a page number reference for additional specifications.



Empire Magnetics' Radiation Hardened motors combine excellent materials for extended life in a radiation environment.

Motor Series	OPTIONS									
	Motor Frame Sizes	Torque Range oz-in	Compu motor & Digiplan Drive Compatibility	Resolvers -R	Encoders -E	Gear Heads -G -P -C	Brakes -B	Temperature Sensors -T or -RTD	Rotor Nut -RN	Page #