

遅い取り出しビームモニタ



里 嘉典

Target & Monitor Group

IPNS, KEK

J-PARCでのビームロス

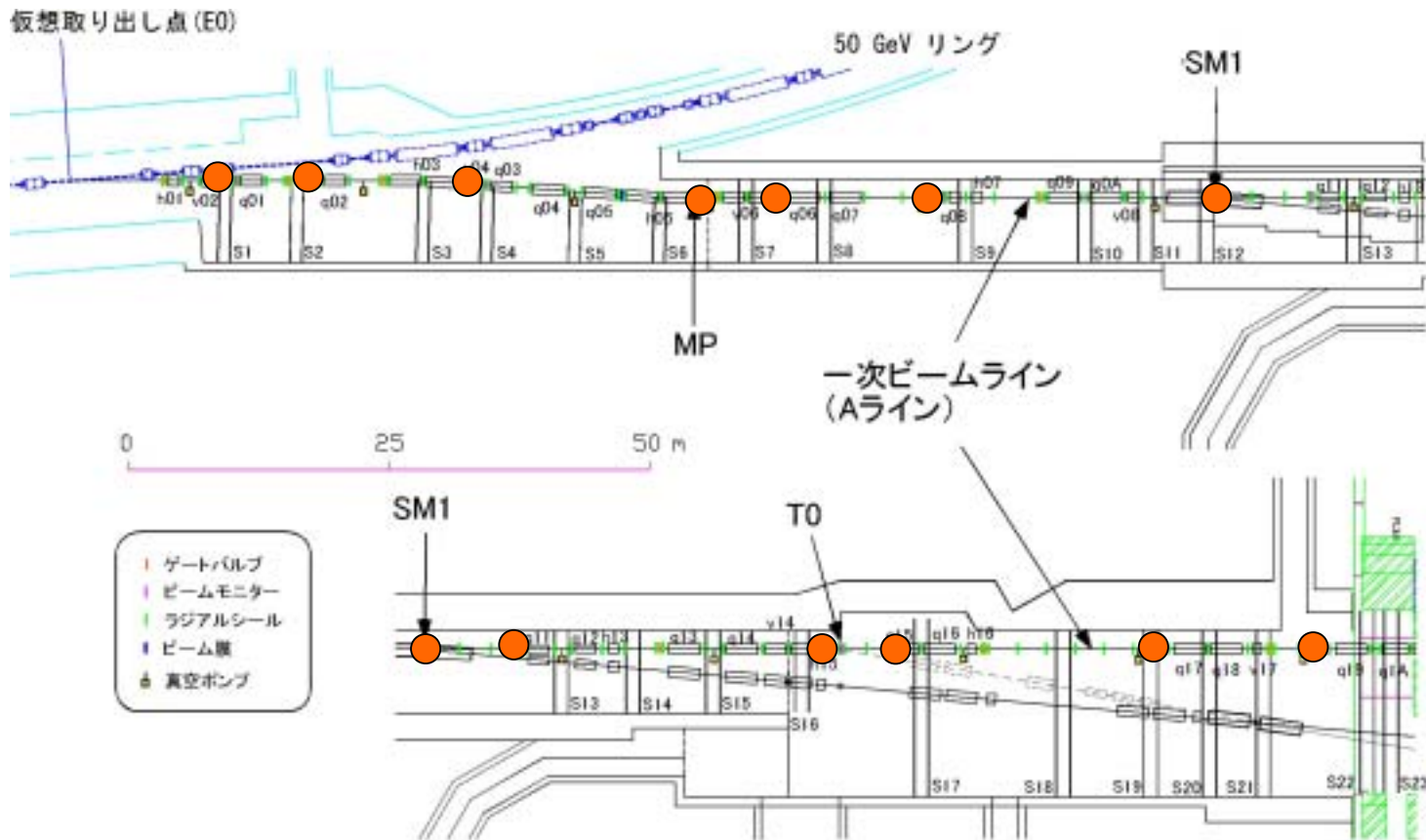
⌘ ロス2.3W/mとは？

- ☒ 現EP1と同じ残留放射能レベルにとどめることができる値。
- ☒ EP1: 6×10^{12} ppp = 5.2kW 400mで10%ロス 平均1.3W/m
- ☒ オンハンド保守の限界。

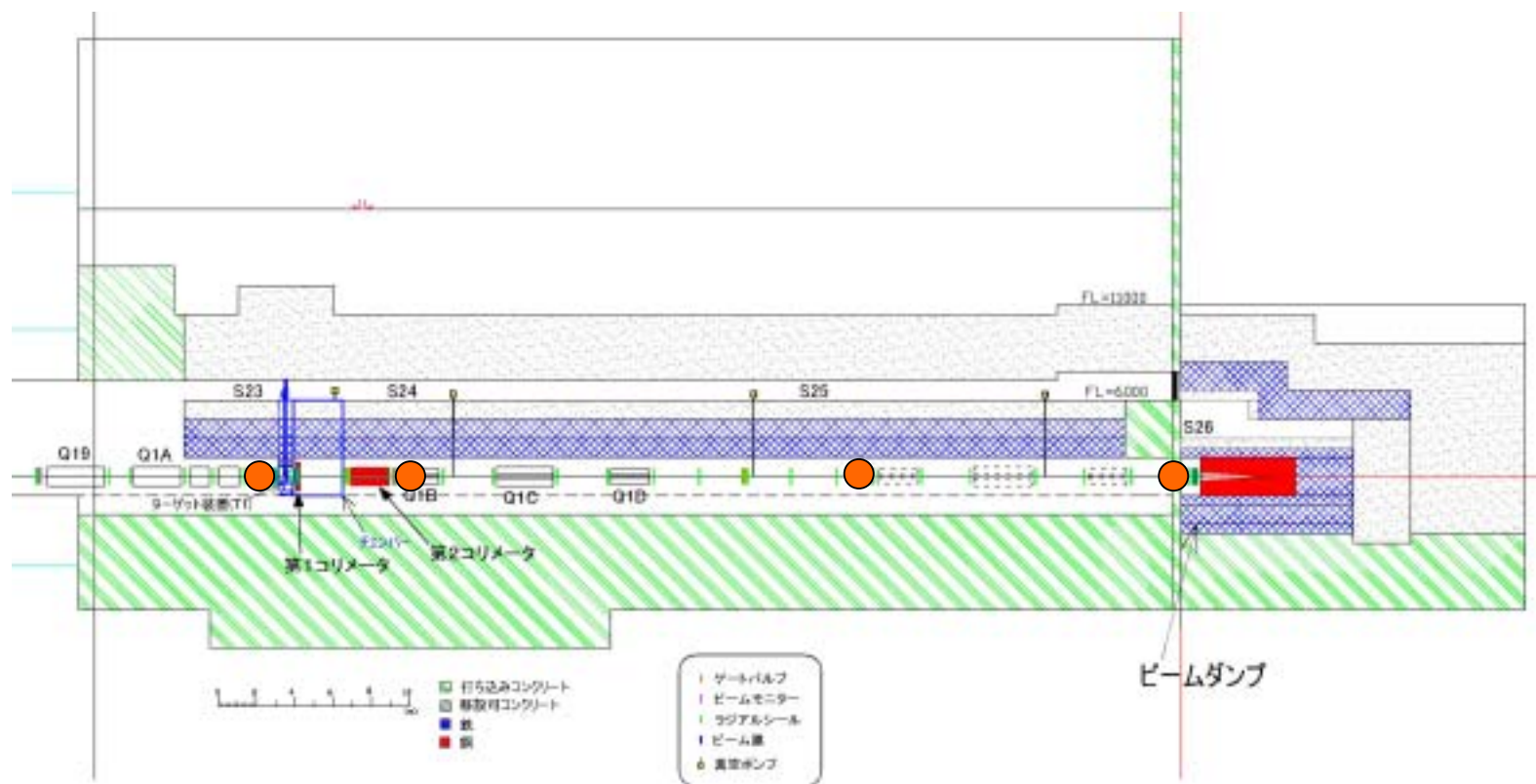
⌘ 10^{-5} interaction length (75Wロスを起こす物質質量)とは？

- ☒ 空気: 7.5mm(1atm), 570m(10^{-2} Torr)
- ☒ Al: 4mm Ti: 2.8mm Fe: 1.7mm
- ☒ SECを使うとしたら校正頻度は今の100倍(1年が1週間)に、寿命は1/100に

スイッチヤード部のモニタ配置



NP-hallでのモニタ配置



JHF-NP BTビームモニタの境界条件

- ⌘ 遅い取り出しビーム: 0.7sec、DC、 3×10^{14} ppp
- ⌘ 真空度: 10^{-6} torr(加速器側)、 10^{-2} torr(その他)
- ⌘ 耐放射線性
- ⌘ Easy maintenance
- ⌘ Reasonable cost

ビームプロファイル / 強度: 残留ガスイオンチェンバ

ビーム強度モニタ: DCCT, 高温超伝導SQUID (技術的困難)

残留ガスを用いたイオンチェンバ(RGIPM)

⌘ 非破壊型モニタ

⌘ 真空度 ~ 10^{-2} torr

☑ ~ 2.4×10^{11} pair/cm (3×10^{14} PPP) のイオン対生成

☑ 真空度測定が必要

⌘ 電子増倍管による信号増幅

☑ メタル構造なので放射線ダメージに強い

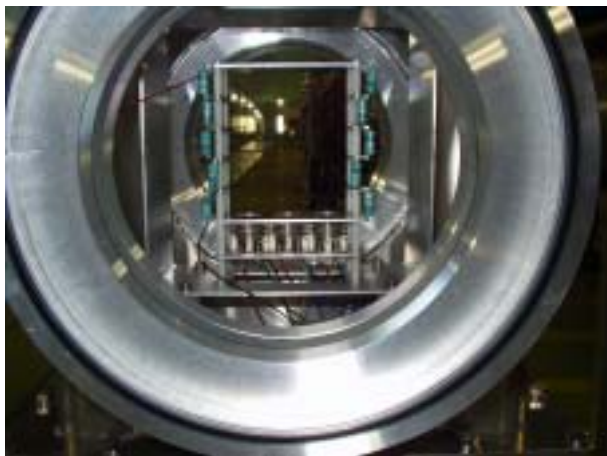
☑ ゲインを比較的容易に変えられる (10^2 - 10^6)

☑ 低真空でも(何とか)動作可能

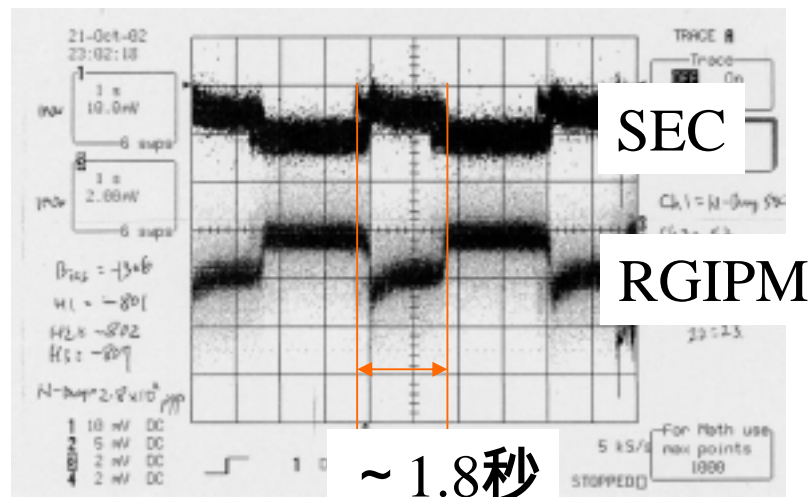
⌘ ビーム強度モニタとしても使用できる

遅い取り出しビームでのRGIPMテスト

EP1スロープに設置



遅い取り出しビームに同期した
信号を観測



- 速い取り出しビームでのレスポンス
- 多チャンネル、微細化(~1mm)

問題点

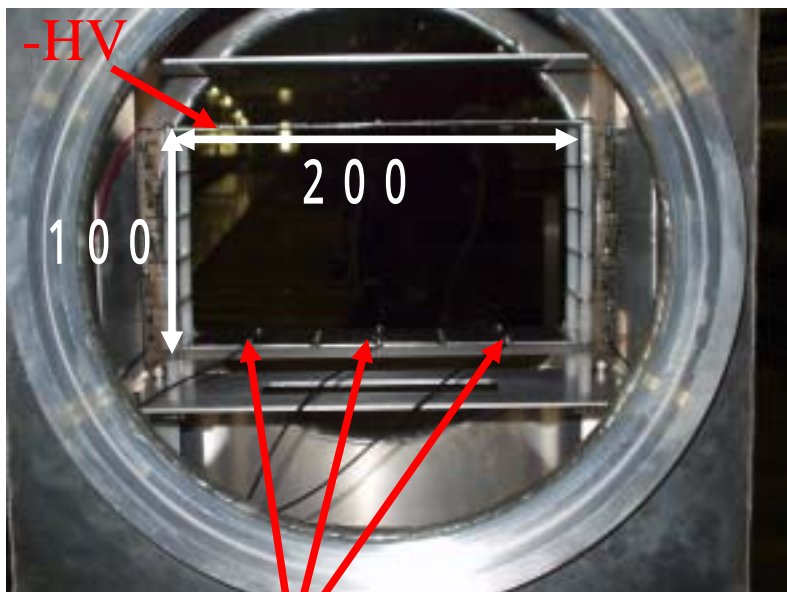
⌘ 遅い取り出しビームに同期した信号は観測されたが、ビームを左右に振っても変化が見られなかった。

ハローの影響？

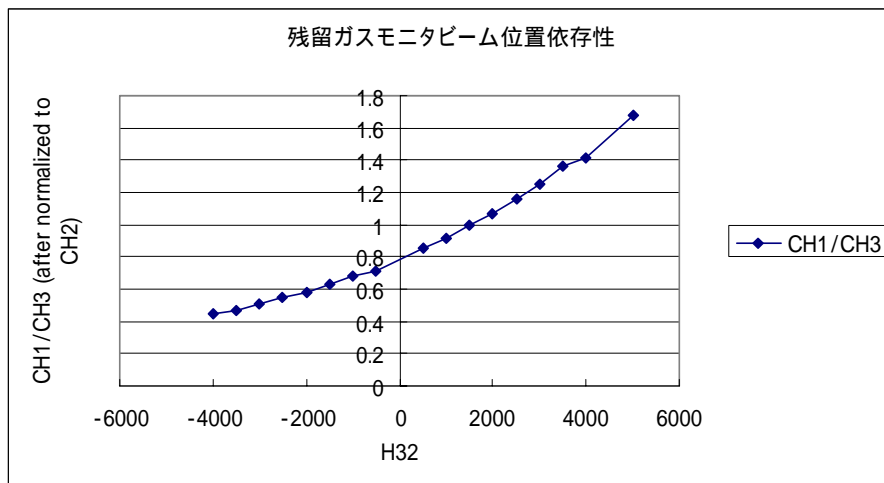
- ⊡ 電子増倍管の段数を増やしたが、傾向は同じ。
- ⊡ 電極をメッシュにしたりしてみたが、変化なし。
- ⊡ バイアス電圧と電子増倍管の電位の関係か？

速い取り出しビームでのRGIPMテスト

電子増倍管無しの試作機



電極パッド

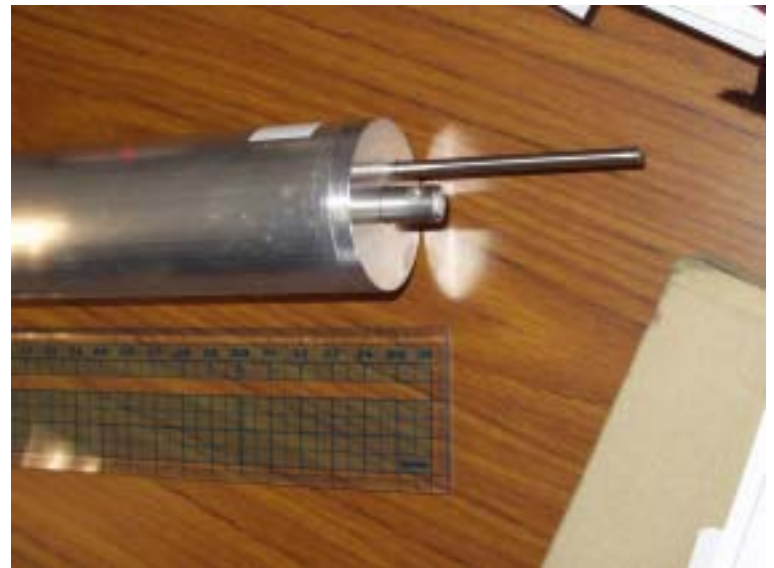
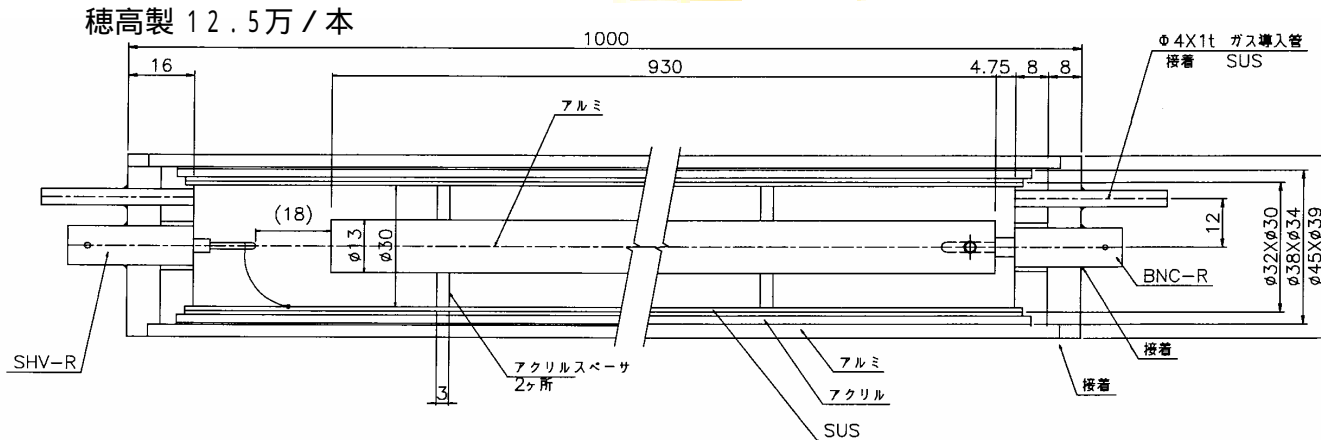


- ⌘ ビーム位置依存性が観測された。
 - ☑ 多チャンネル化してプロファイルの測定を行う。
- ⌘ 印加電圧を上げると信号量が増える。(saturateしない)
 - ☑ ハローの影響？
 - ☑ 電極がビームに近すぎる？

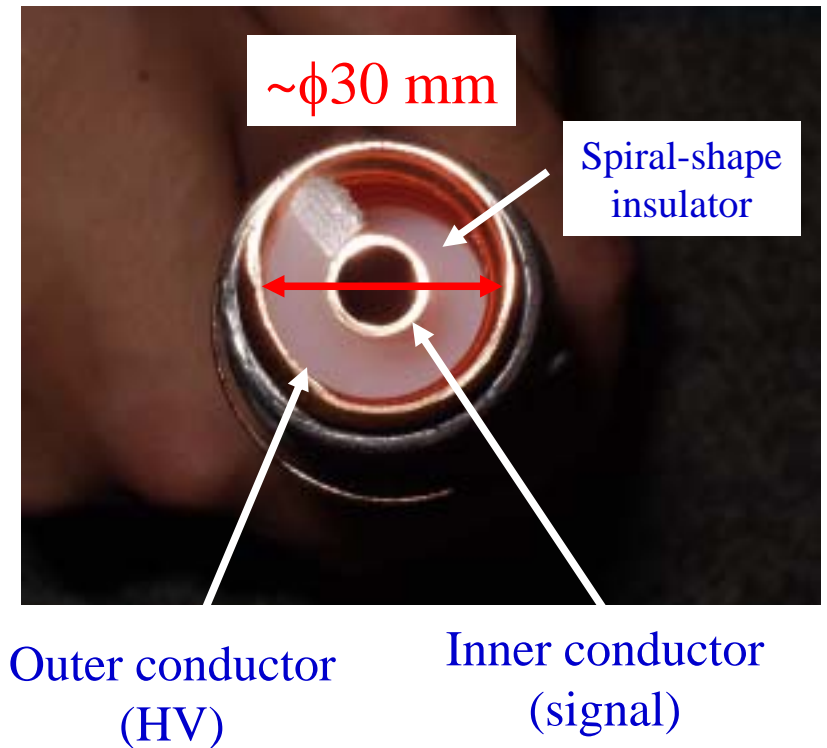
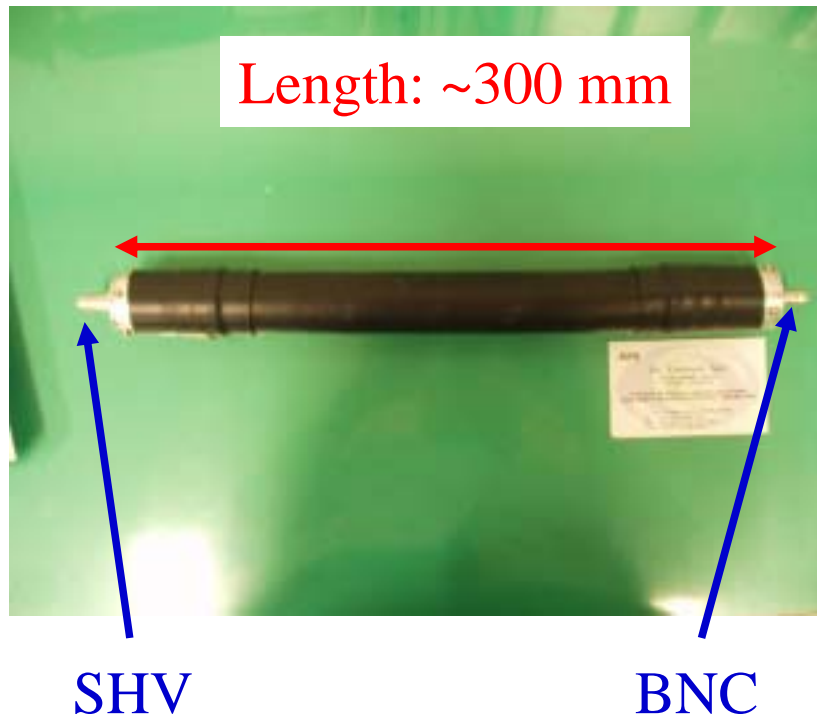
JHF-NP/NU用ビームロスモニタ

- ⌘ 不慮の大きなビームロスを検知し、ビームを止め、機器の放射線損傷を最小限に抑える。
- ⌘ 信号ダイナミックレンジ、価格、耐放射線性、ハンドリング等を考えると、イオンチェンバが有力候補。
- ⌘ PSで使われている空気イオンチェンバ(AIC)なら、ガスシステムも不要。

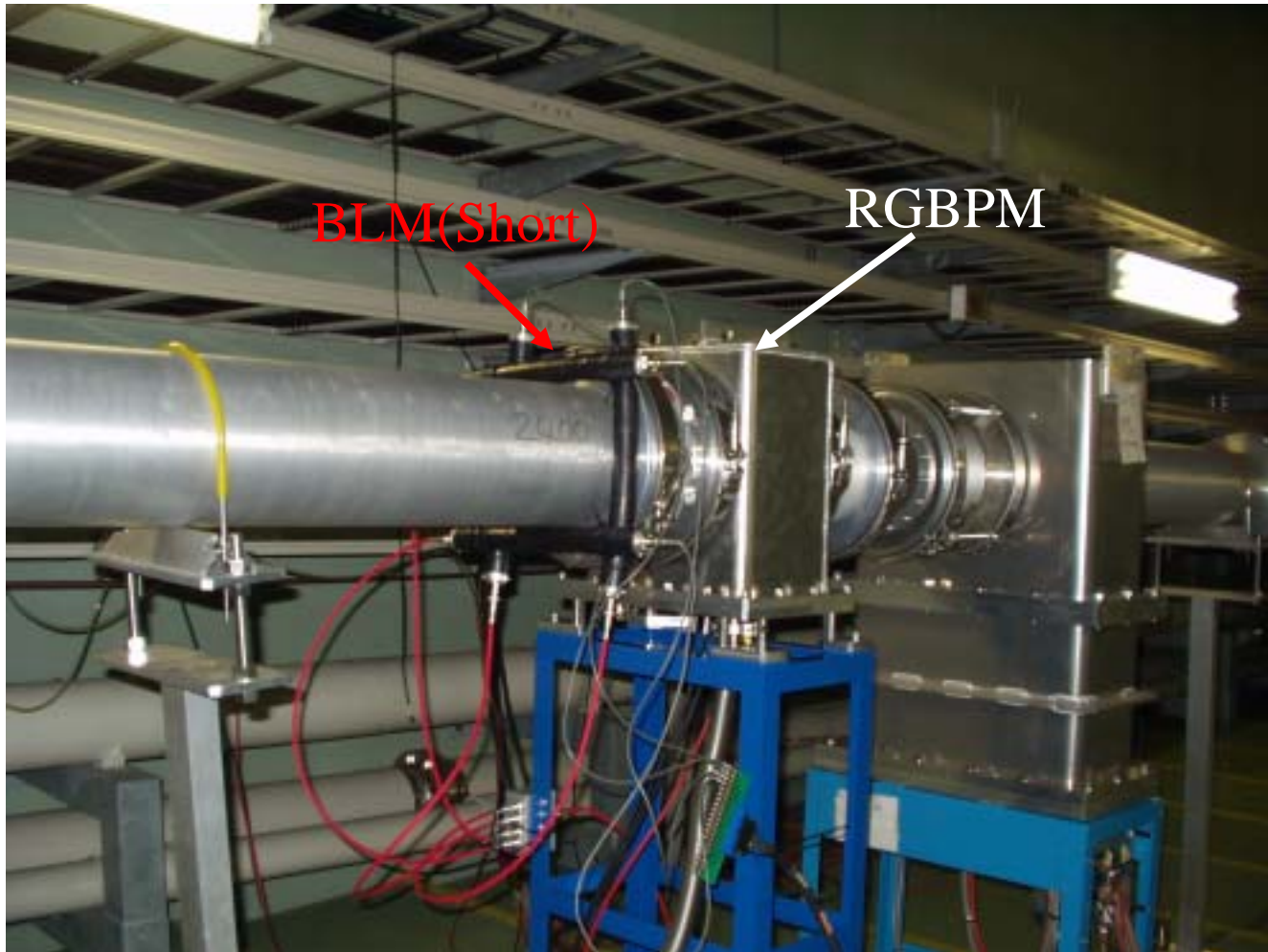
Air-filled Ionization Chamber (coaxial type)



HF同軸ケーブルを使った量産型BLM

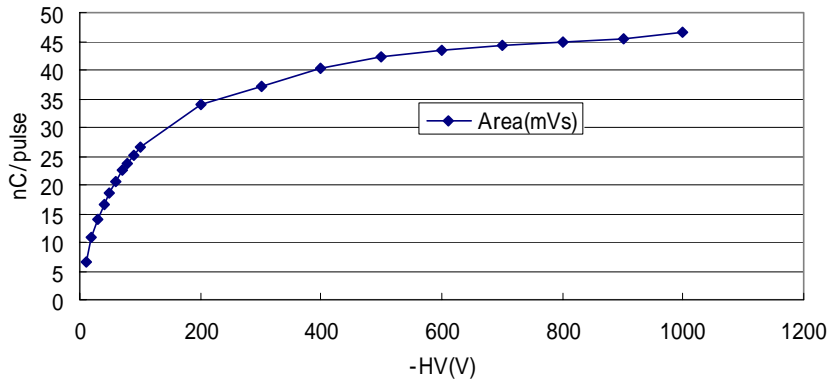


ニュートリノビームラインでのテスト



ニュートリノビームラインでのテスト (2)

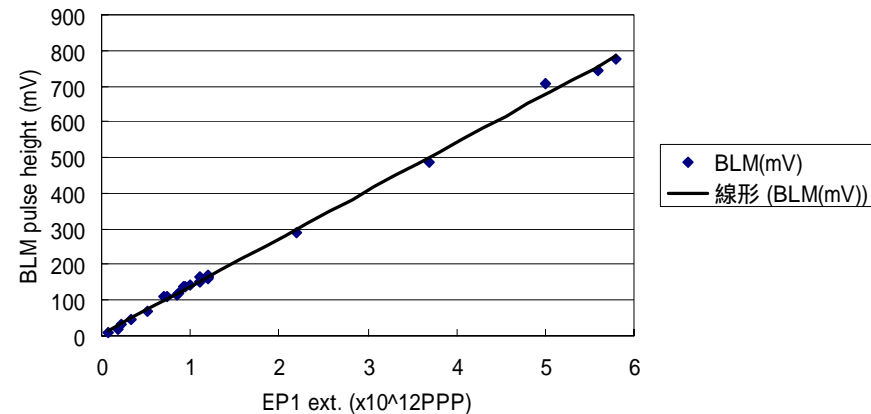
Plateau curve of BLM at TS
(6.1×10^{12} PPP)



Plateau curve @ TS
(New BLM)

Linearity @ Slope
(Prototype)

BLM@Slope beam current dependence



BLMシステムコスト概算

⌘ モニタ本体 (量産タイプ)

⊡ HF同軸ケーブル: ~ ¥6,000 / m

⊡ コネクタ等: ~ ¥4,000 / ch

⊡ 組み立て: < ¥20,000 / ch

⌘ ケーブル(敷設費用込み): ~ ¥90,000 / ch ?

⌘ 読み出し回路: ~ ¥10,000 / ch (目標)

⌘ 全コスト: ~ ¥100,000 / ch (目標)

まとめと今後

- ⌘ 大強度ビームをモニタするためには残留ガスプロファイルモニタ等の非破壊型モニタの開発が不可欠。
- ⌘ 現行の12GeV-PSが動いている間にR&Dを進め、建設に間に合わせる。
- ⌘ 信号読み出し回路と制御系も同時に進めていく必要がある。