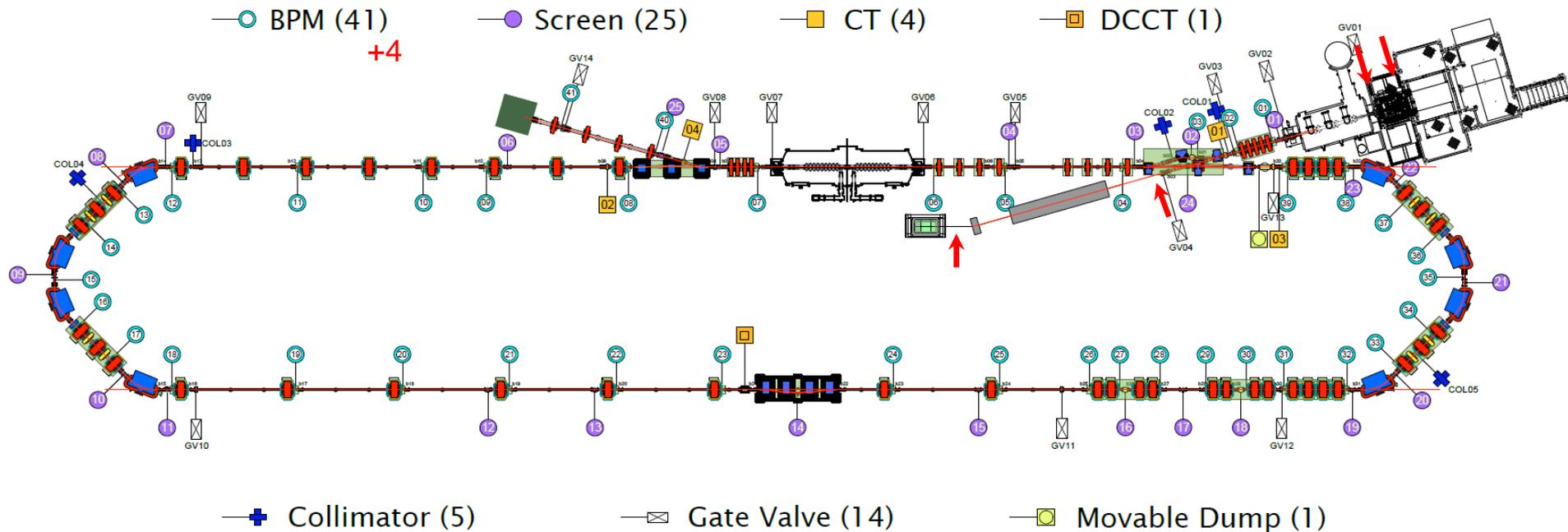


BPMの製作状況とマッピング計算

2013/2/21

高井, 帯名, 本田(融), 谷本

BPMの設置場所とタイプ別内訳



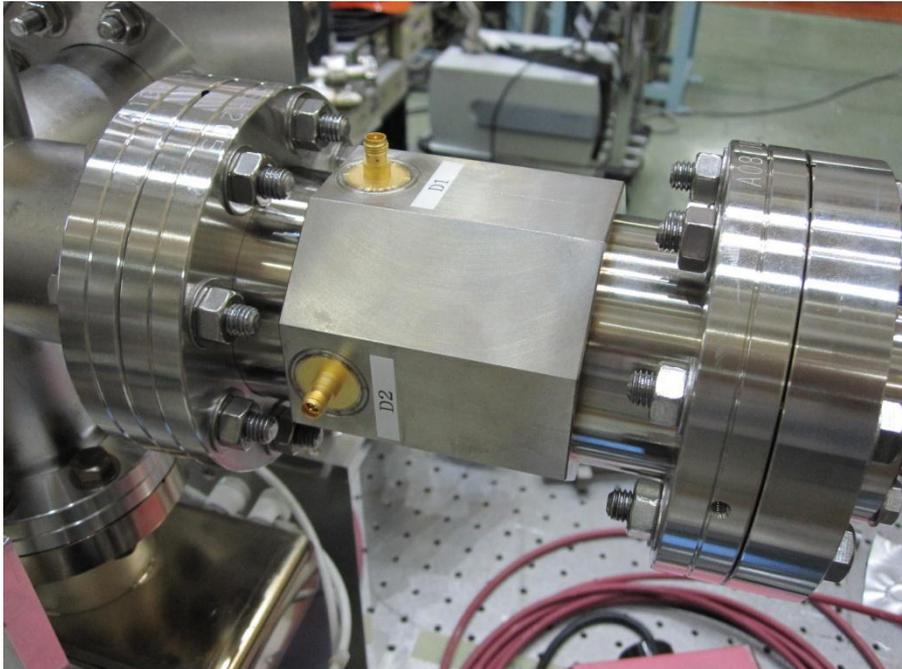
- 入射部 & 診断部: $\phi 63$ ストリップライン \rightarrow 4台
- 合流部 & 直線部: $\phi 50$ ストリップライン \rightarrow 27台
- アーク部: 8角形ダクトストリップライン \rightarrow 10台
- ダンプ部: $\phi 85$ ストリップライン \rightarrow 2台
- LCS部: ボタン電極 \rightarrow 2台

計45台

ストリップライン型BPM

- 電極の幅(ビームからの見込み角)で感度を上げられる
- 検出周波数帯域が広い
- 片端が接地されているためチャージアップしない etc.

【例】診断部のストリップライン型BPM



SMAフィードスルーはダクトに直接溶接



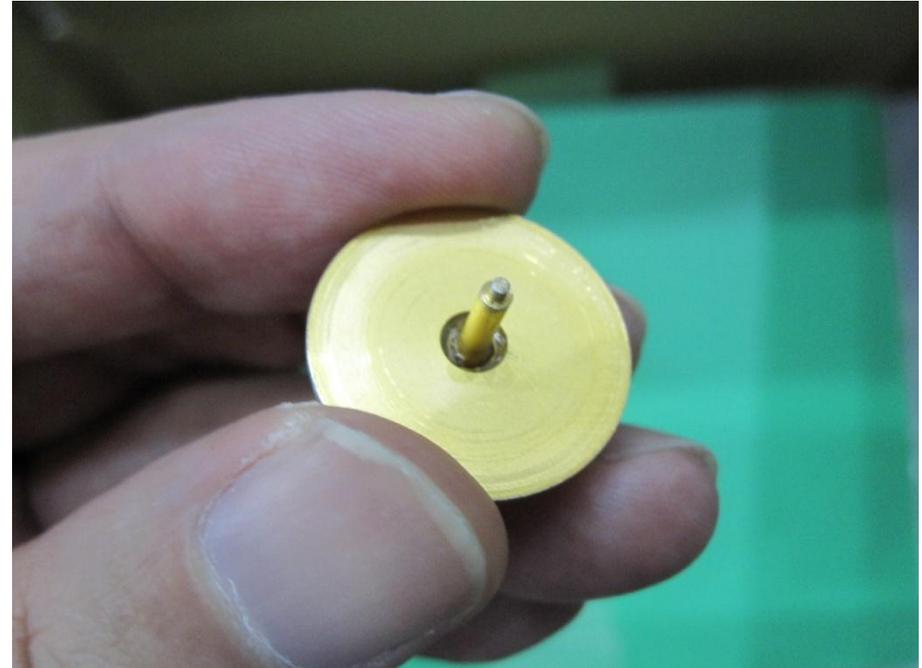
上下左右に4枚の板状電極を配置
ビームからの見込み角: 20°

ガラス封止型フィードスルー

- 時間応答を速くするため低比誘電率のガラスで絶縁&真空シール

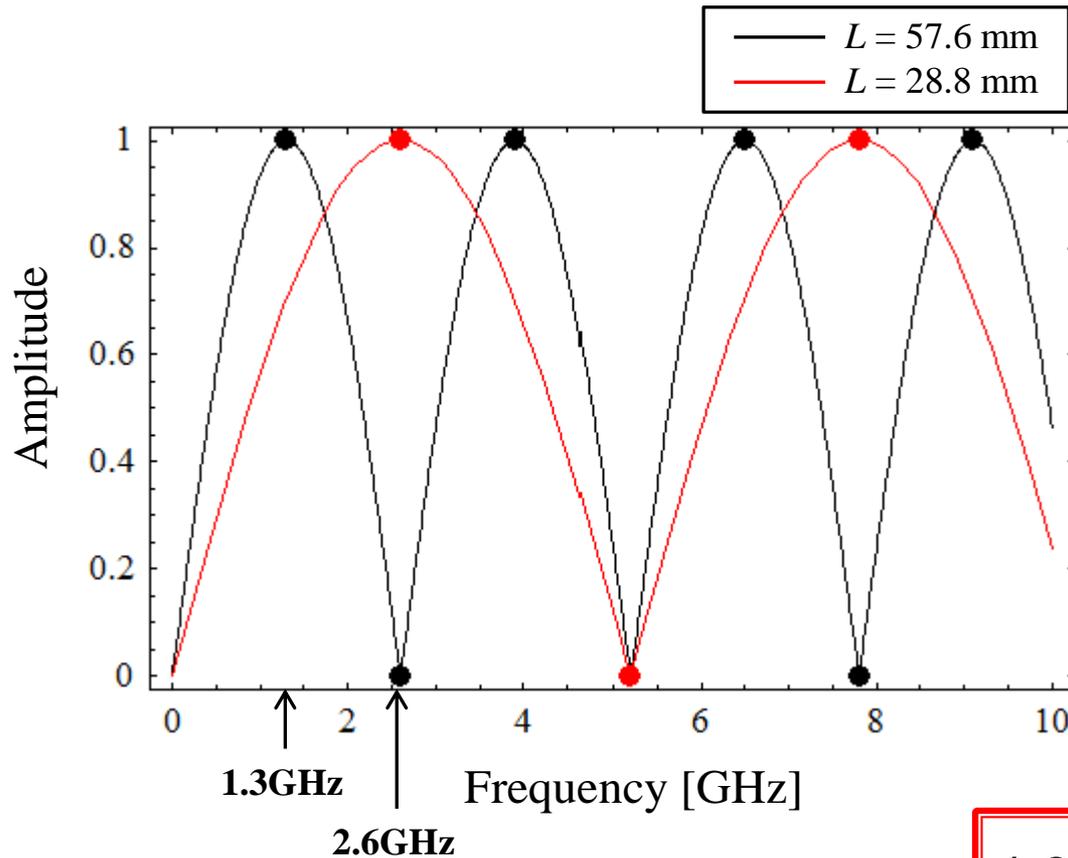


材質はコバール(Kovar) + 金メッキ
コネクタはリバースのSMA



ガラス(BHA)の比誘電率 : 5.0
軟化点 : 698 °C

電極長の最適化



ストリップライン電極の周波数応答:

$$V(\omega) \propto \exp\left[i\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\omega L}{c}\right)\right] \sin\left(\frac{\omega L}{c}\right)$$

感度が最大になる周波数:

$$f_0 = \frac{c}{4L} (2n-1)$$

$$L = \frac{\lambda_0}{4} (2n-1)$$

1.3GHz用 \Rightarrow 57.6 mm (Long型)

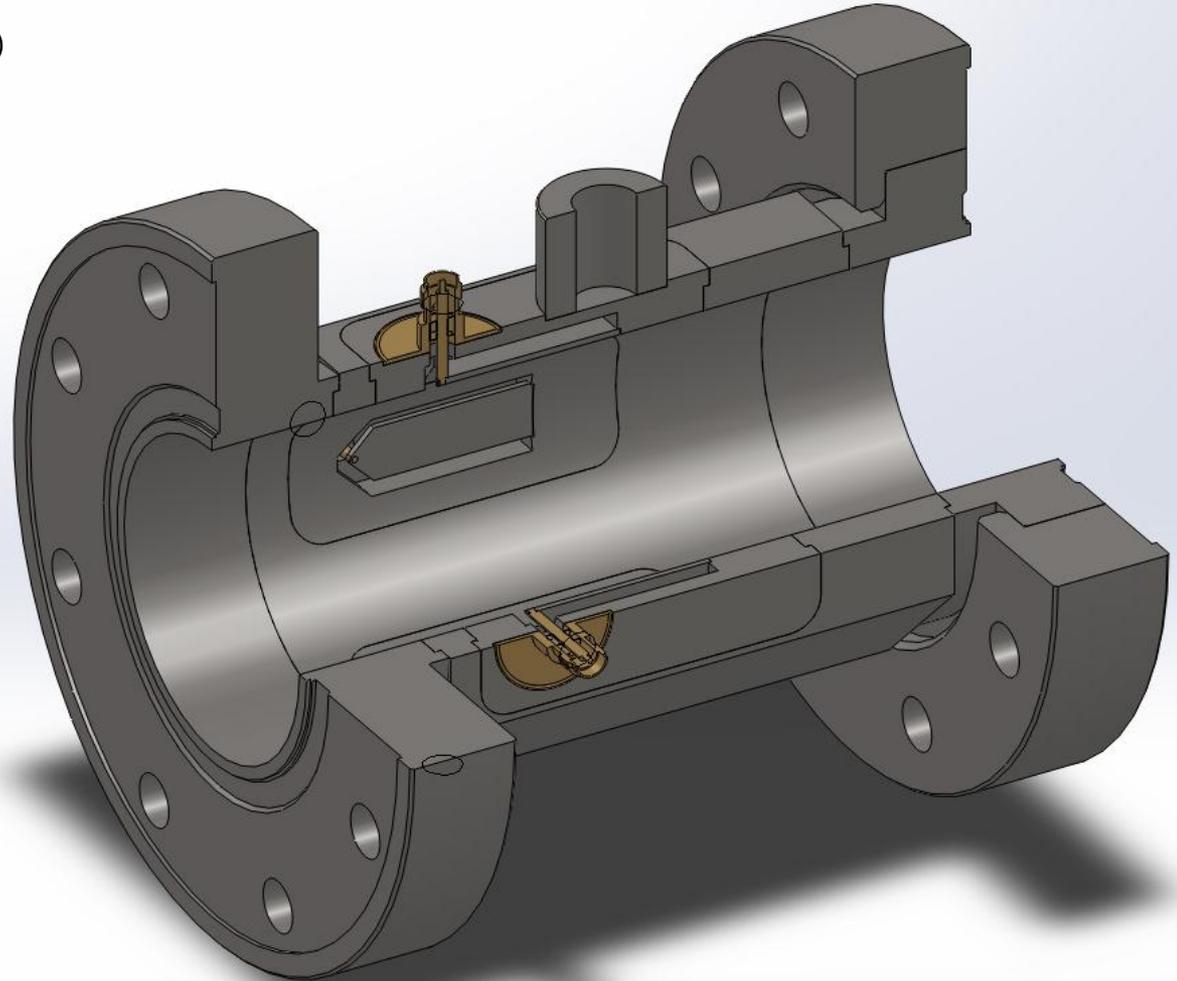
2.6GHz用 \Rightarrow 28.8 mm (Short型)

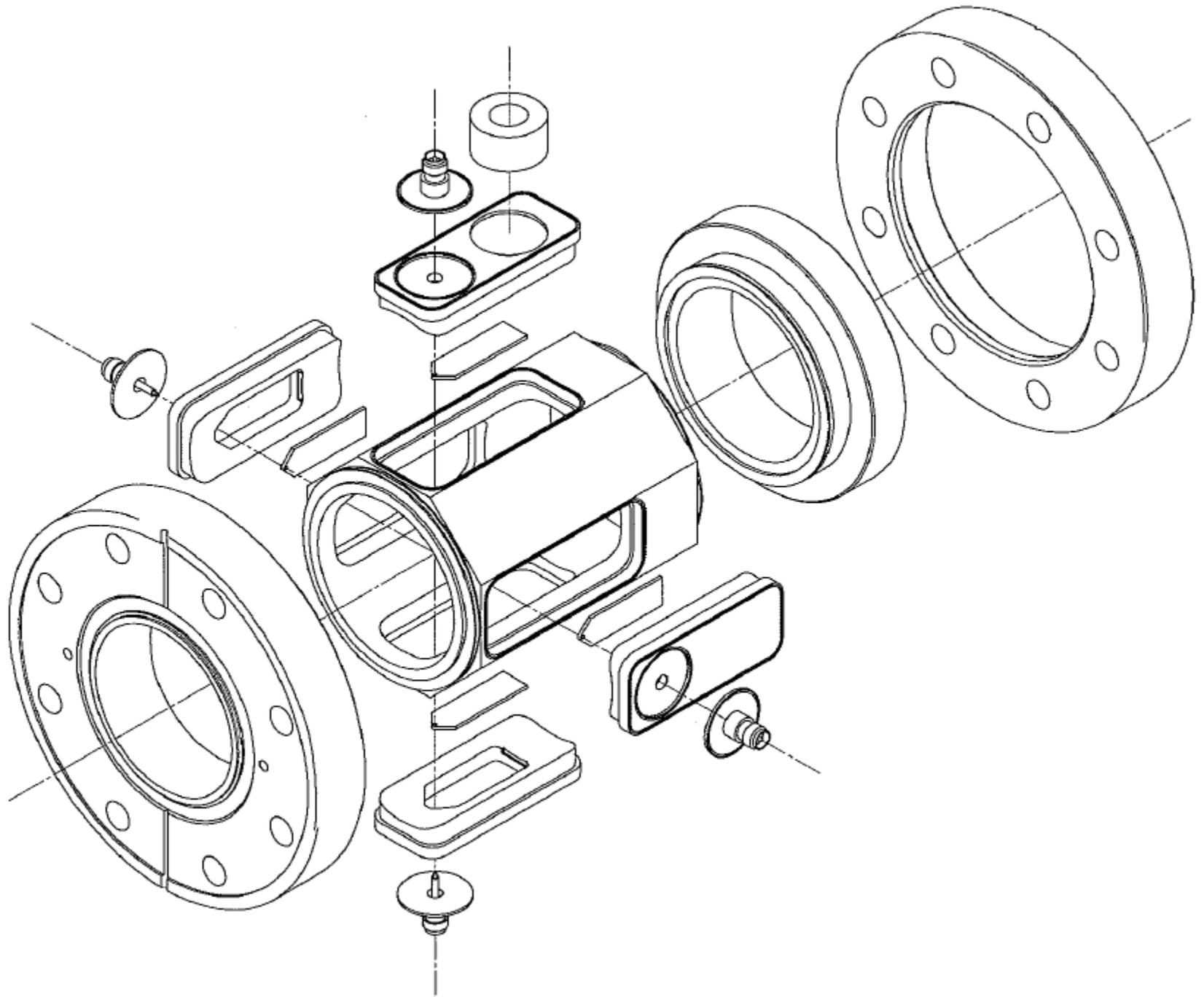
※Short型の1.3GHzに対する感度: 0.71 (-1.5dB)

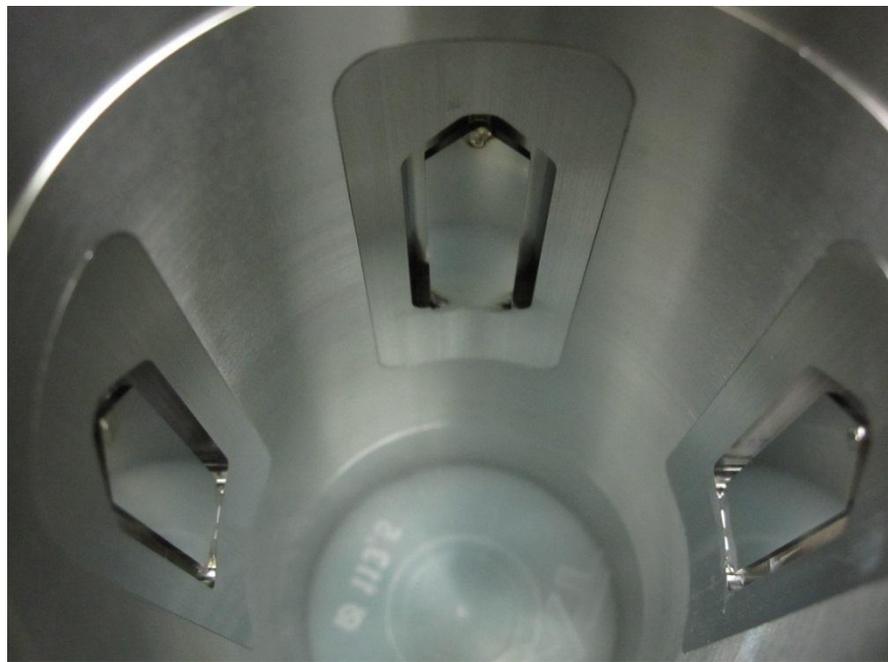
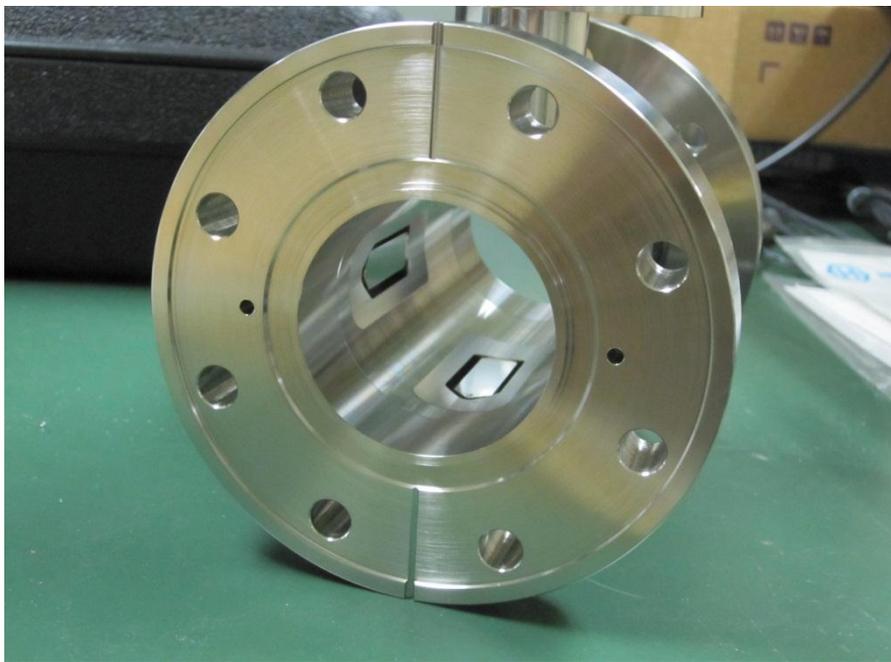
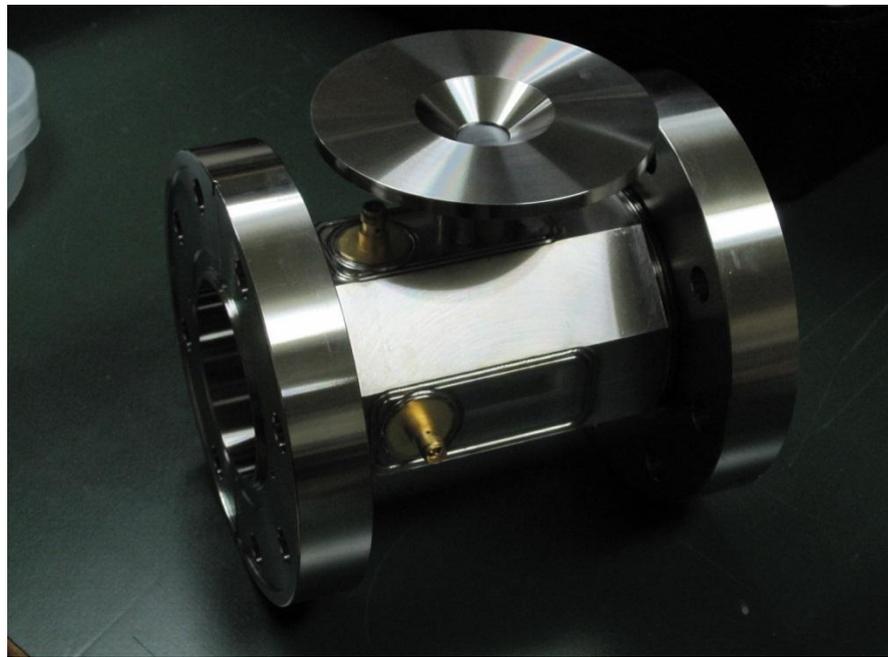
2.6GHz用BPM (Short型)

【例】直線部のストリップライン型BPM(試作機)

- 内径: $\phi 50$, 長さ: 125 mm
- 電極幅: 8.8 mm (見込み角 20°)
- 電極長: 28.8 mm
- 特性インピーダンス: 50Ω
- 特殊フランジ ($\phi 114$, 下流側回転)
- 大気側からTIG溶接
- アライメント用ターゲット座





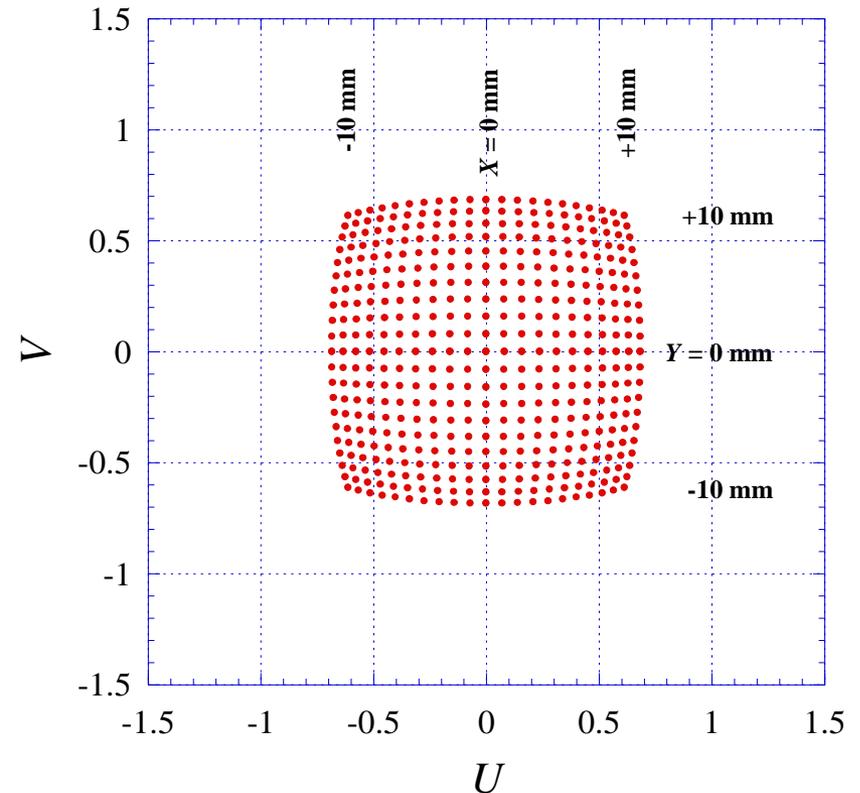
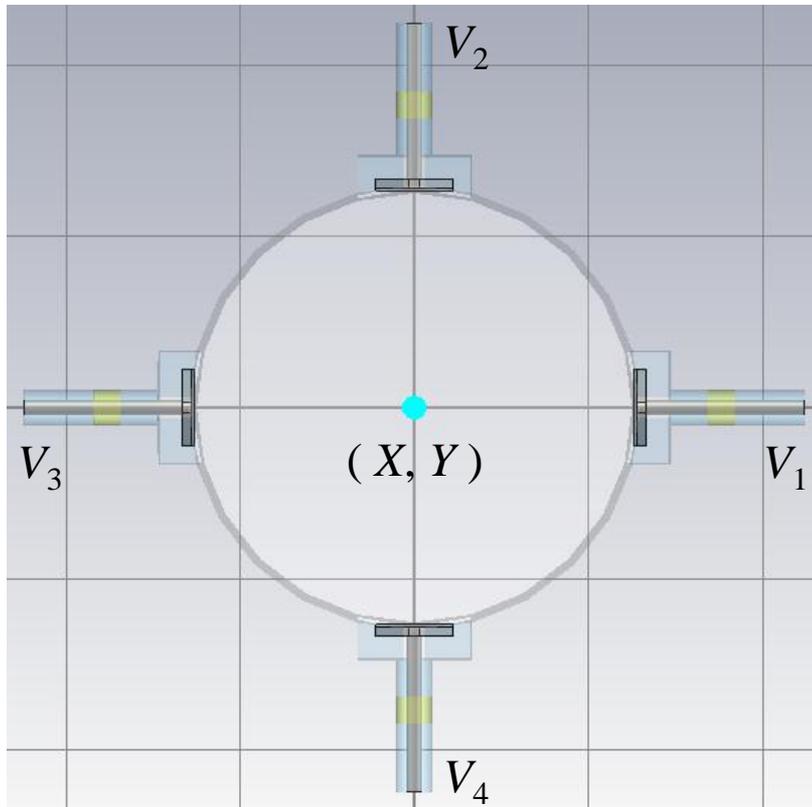


ビーム位置マッピング

- Particle Studioで計算(境界要素法で追試予定)

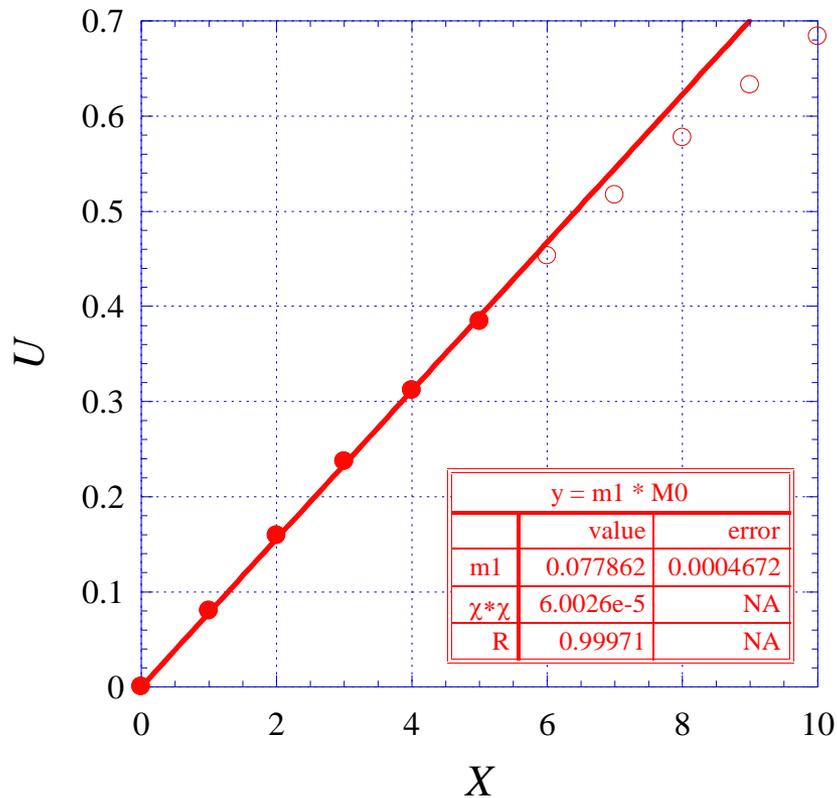
- ビームポジション(X, Y)を1mm間隔でスイープ $\Rightarrow U = \frac{V_1 - V_3}{V_1 + V_3}$, $V = \frac{V_2 - V_4}{V_2 + V_4}$

➤ 直線部BPM($\Phi 50$, 見込み角 20° , Short型)



感度係数

➤ 直線部BPM(Φ50, 見込み角20°, Short型)



$$-5 \text{ mm} \leq X \leq 5 \text{ mm}$$

$-5 \text{ mm} \leq Y \leq 5 \text{ mm}$ の範囲で線形応答

$$X = k_x \cdot \frac{V_1 - V_3}{V_1 + V_3} \equiv k_x \cdot U$$

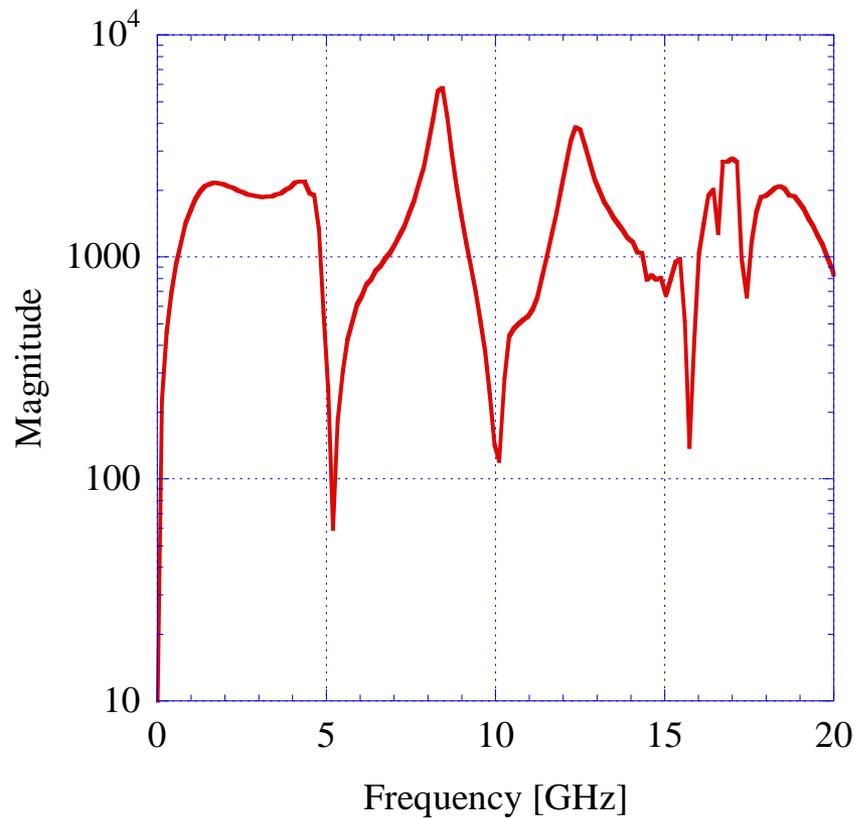
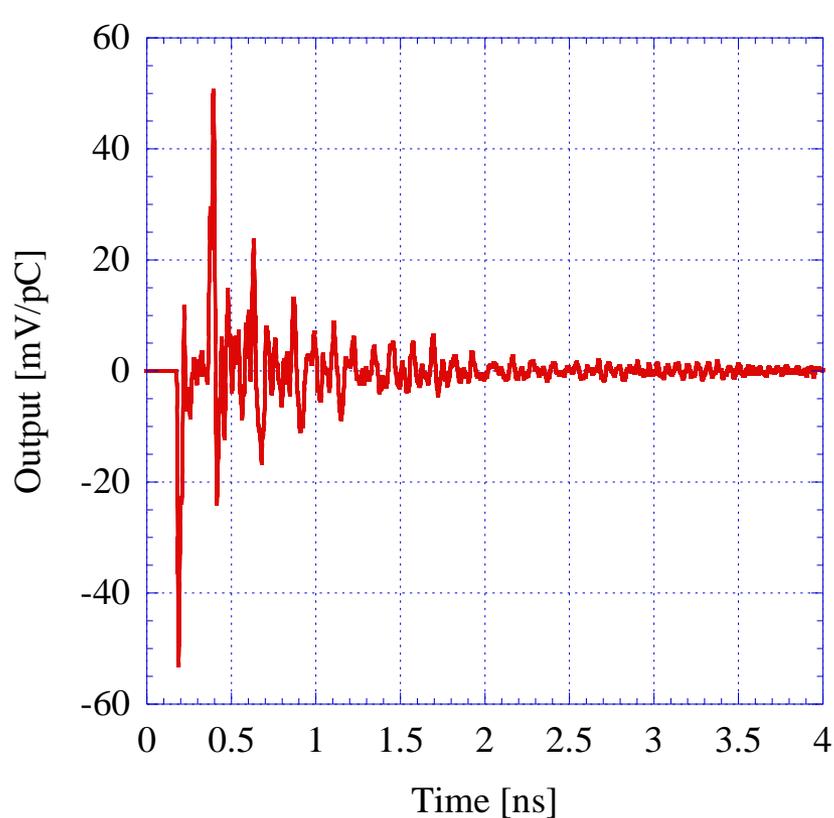
$$Y = k_y \cdot \frac{V_2 - V_4}{V_2 + V_4} \equiv k_y \cdot V$$

$$k_x = k_y = 12.8$$

出力信号

- GdfidLで計算
- バンチ長: 1 mm (3.3 ps), バンチ電荷: 1 pC, 1/4モデル ($\Delta 0.1$ mm)

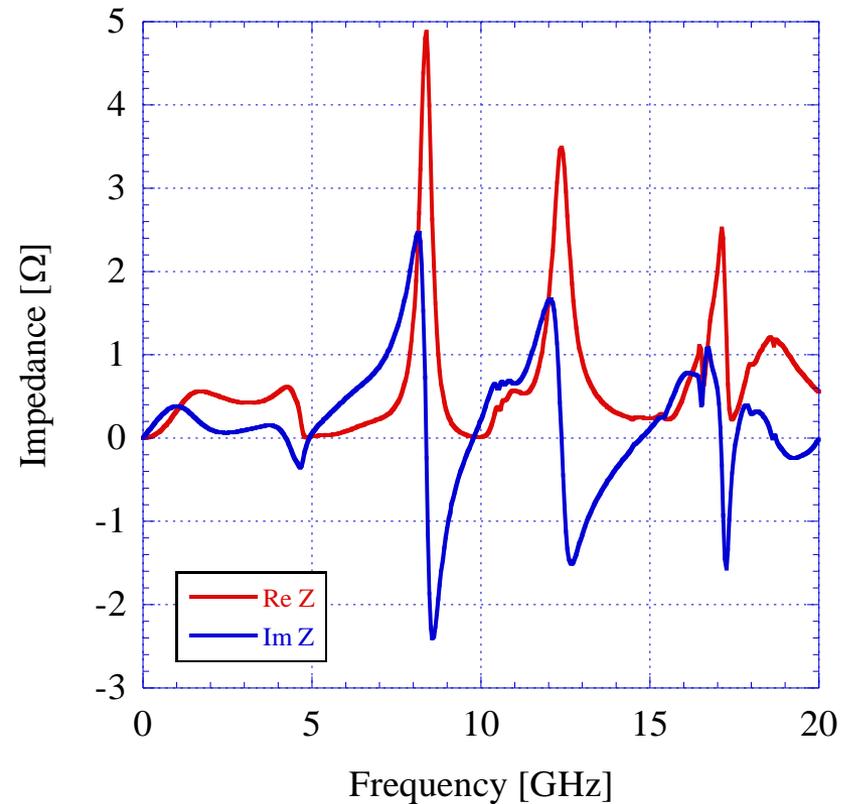
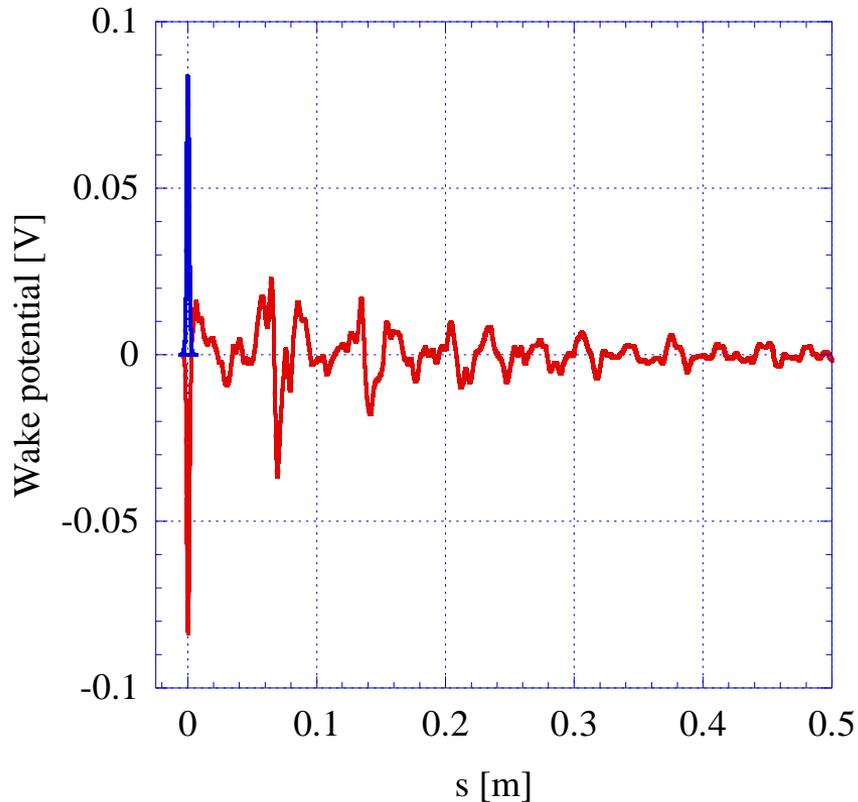
➤ 直線部BPM ($\Phi 50$, 見込み角 20° , Short型)



Peak-to-peak output: 103.5 mV

進行方向ウェイク, インピーダンス

➤ 直線部BPM(Φ50, 見込み角20°, Short型)



Loss factor: 59.1 mV/pC

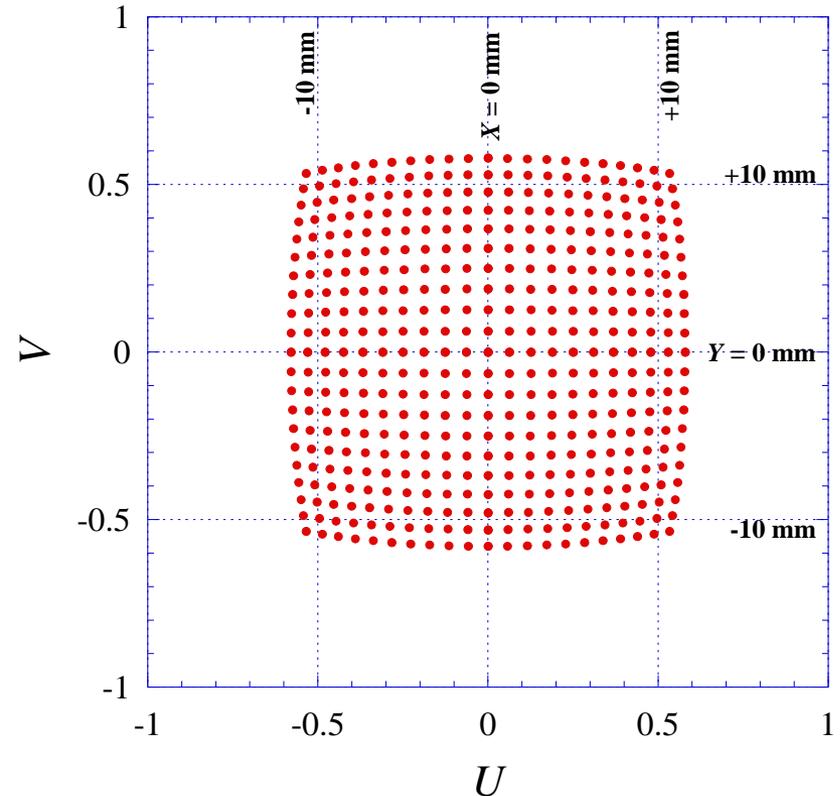
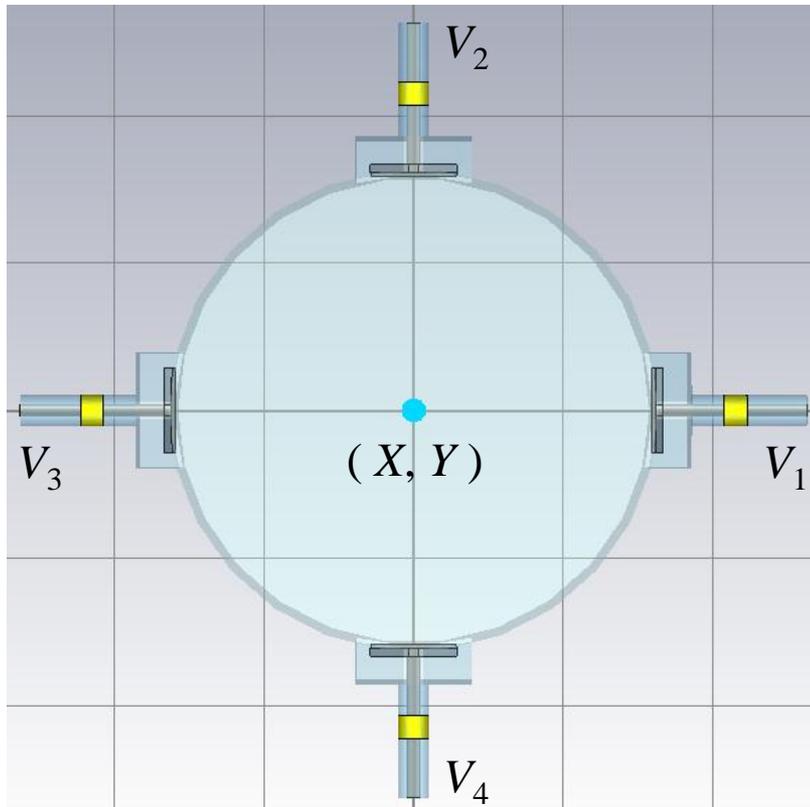
(平均電流10 mA \Rightarrow 4.6 mW)

ビーム位置マッピング

- Particle Studioで計算(境界要素法で追試予定)

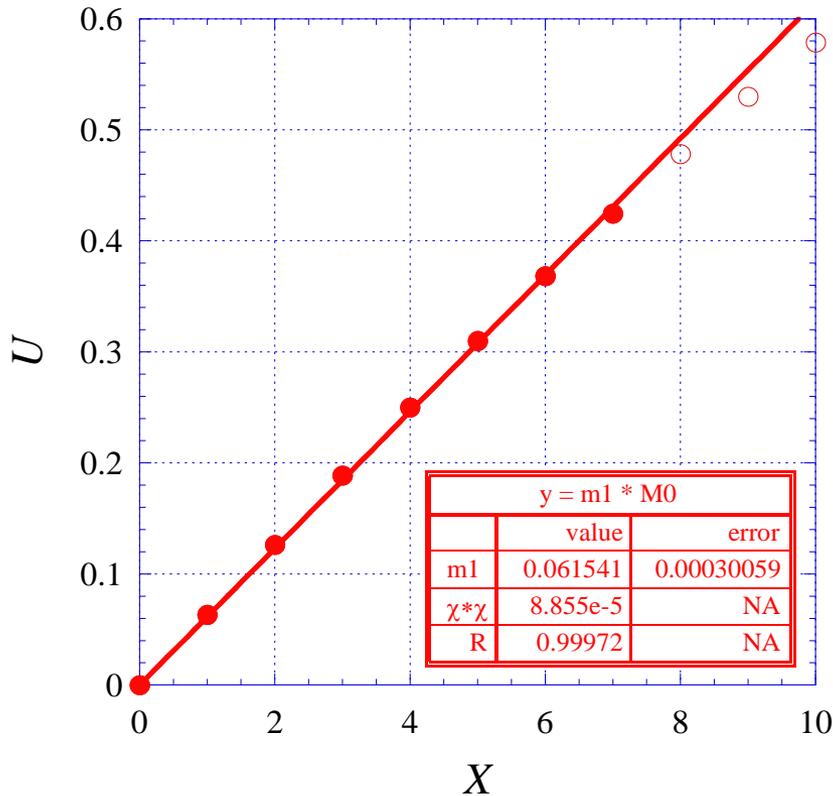
- ビームポジション(X, Y)を1mm間隔でスイープ $\Rightarrow U = \frac{V_1 - V_3}{V_1 + V_3}$, $V = \frac{V_2 - V_4}{V_2 + V_4}$

➤ 入射部／診断部BPM($\Phi 63$, 見込み角 20° , Long型)



感度係数

➤ 入射部／診断部BPM(Φ63, 見込み角20°, Long型)



$$-7 \text{ mm} \leq X \leq 7 \text{ mm}$$

$-7 \text{ mm} \leq Y \leq 7 \text{ mm}$ の範囲で線形応答

$$X = k_x \cdot \frac{V_1 - V_3}{V_1 + V_3} \equiv k_x \cdot U$$

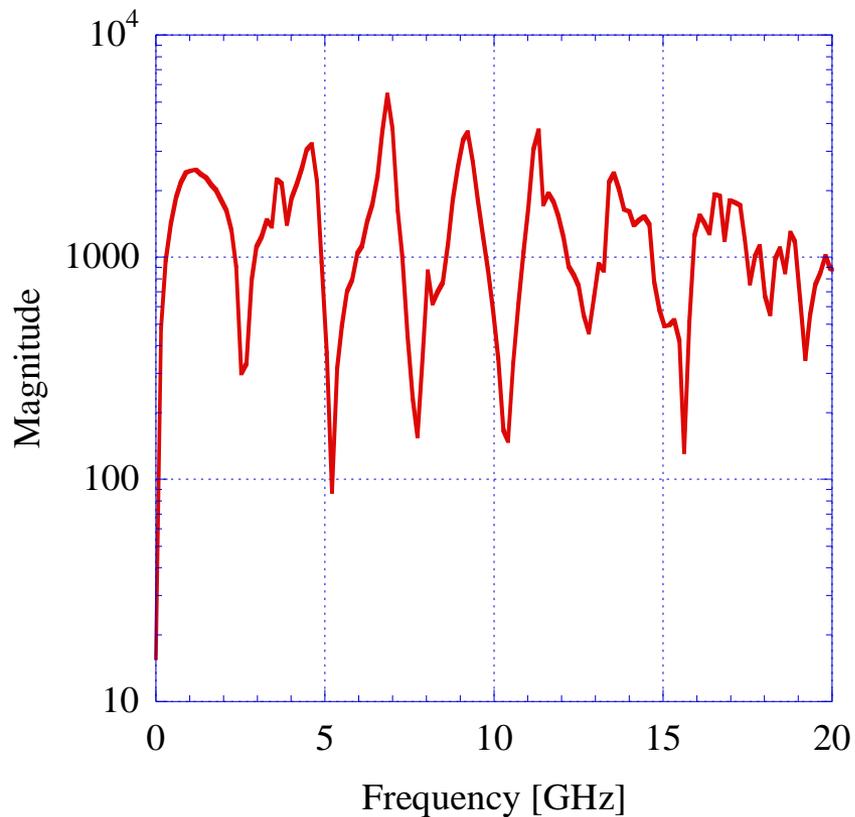
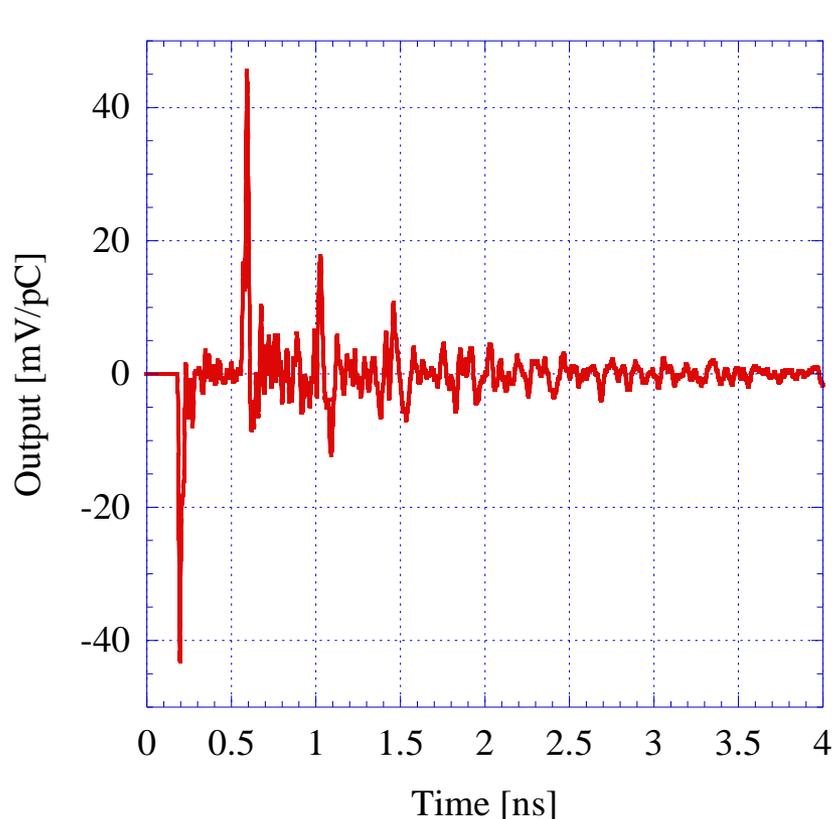
$$Y = k_y \cdot \frac{V_2 - V_4}{V_2 + V_4} \equiv k_y \cdot V$$

$$k_x = k_y = 16.2$$

出力信号

- GdfidLで計算
- バンチ長: 1 mm (3.3 ps), バンチ電荷: 1 pC, 1/4モデル ($\Delta 0.1$ mm)

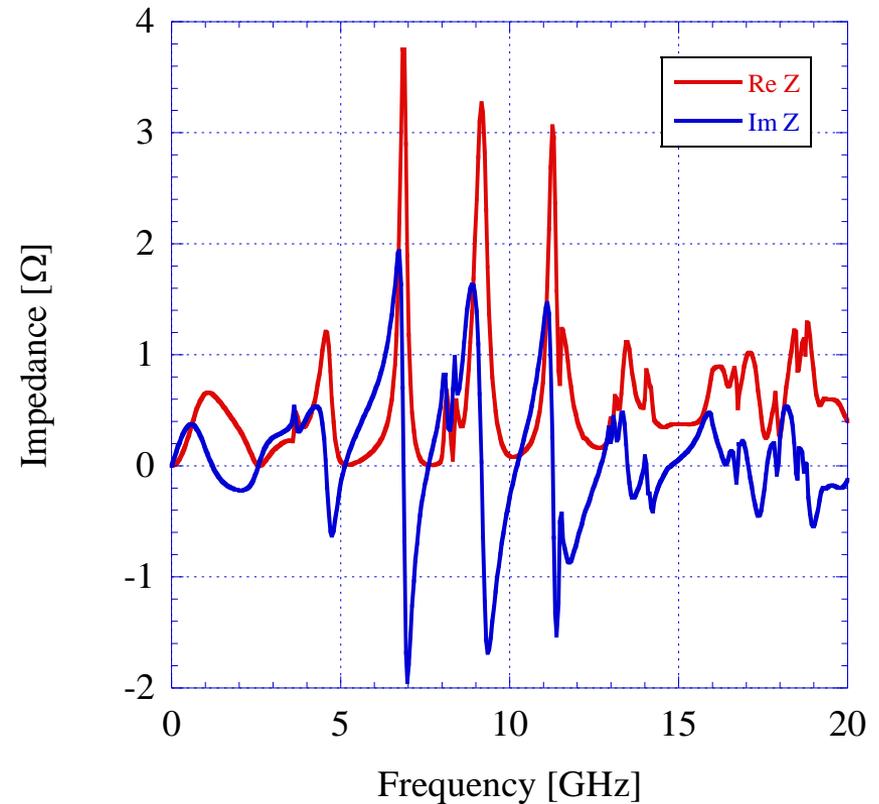
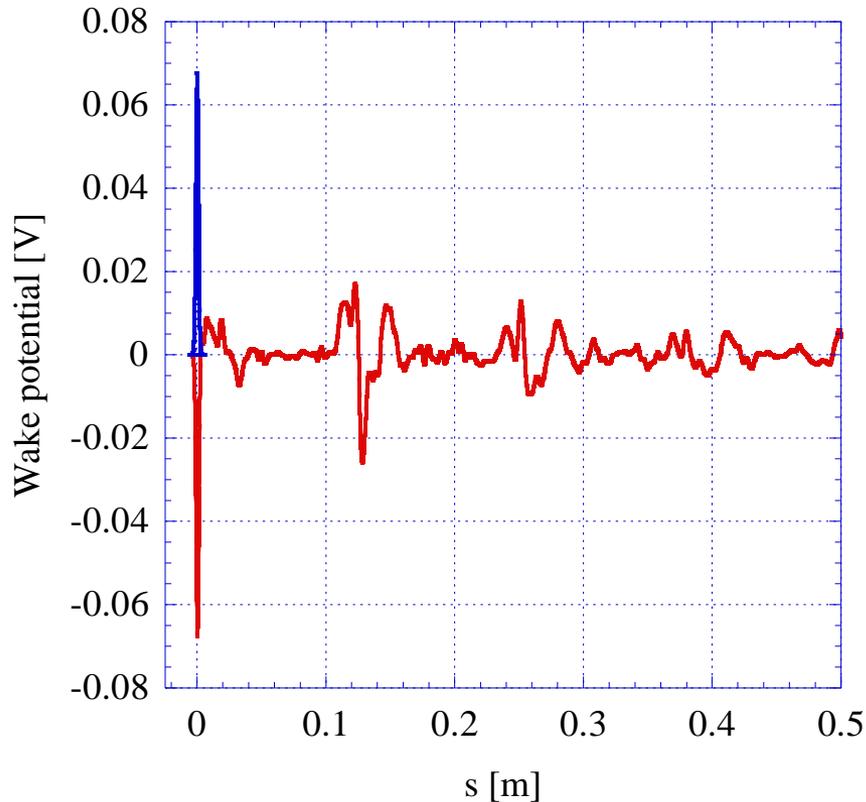
➤ 入射部／診断部BPM ($\Phi 63$, 見込み角 20° , Long型)



Peak-to-peak output: 88.6 mV

進行方向ウェイク, インピーダンス

➤ 入射部／診断部BPM(Φ63, 見込み角20°, Long型)



Loss factor: 48.3 mV/pC

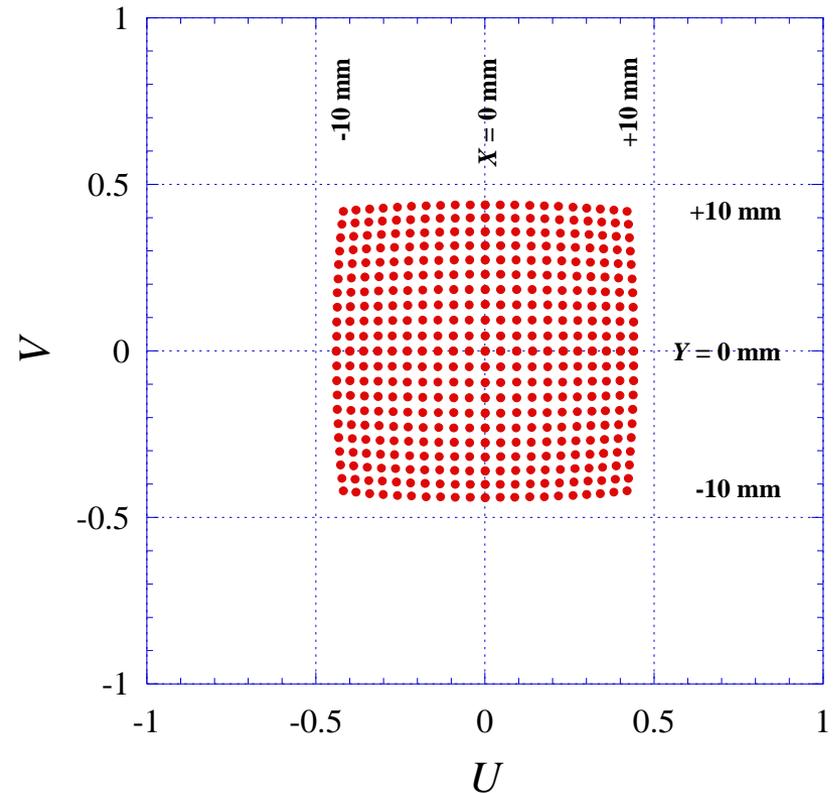
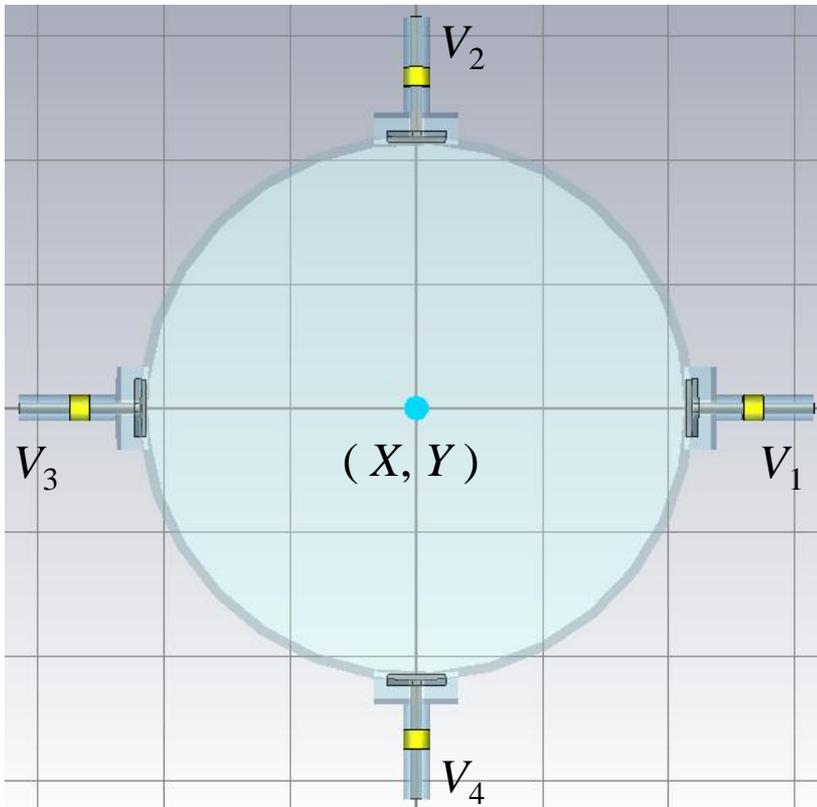
(平均電流10 mA \Rightarrow 3.7 mW)

ビーム位置マッピング

- Particle Studioで計算(境界要素法で追試予定)

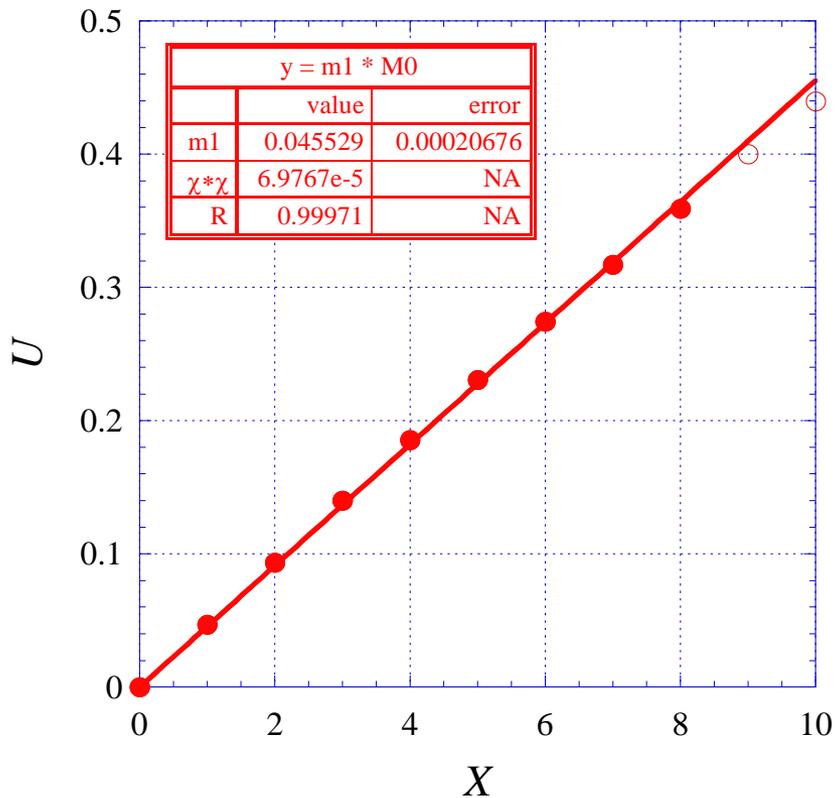
- ビームポジション(X, Y)を1mm間隔でスイープ $\Rightarrow U = \frac{V_1 - V_3}{V_1 + V_3}$, $V = \frac{V_2 - V_4}{V_2 + V_4}$

➤ ダンプ部BPM($\Phi 85$, 見込み角 12° , Long型)



感度係数

➤ ダンプ部BPM(Φ85, 見込み角12°, Long型)



$$-8 \text{ mm} \leq X \leq 8 \text{ mm}$$

$-8 \text{ mm} \leq Y \leq 8 \text{ mm}$ の範囲で線形応答

$$X = k_x \cdot \frac{V_1 - V_3}{V_1 + V_3} \equiv k_x \cdot U$$

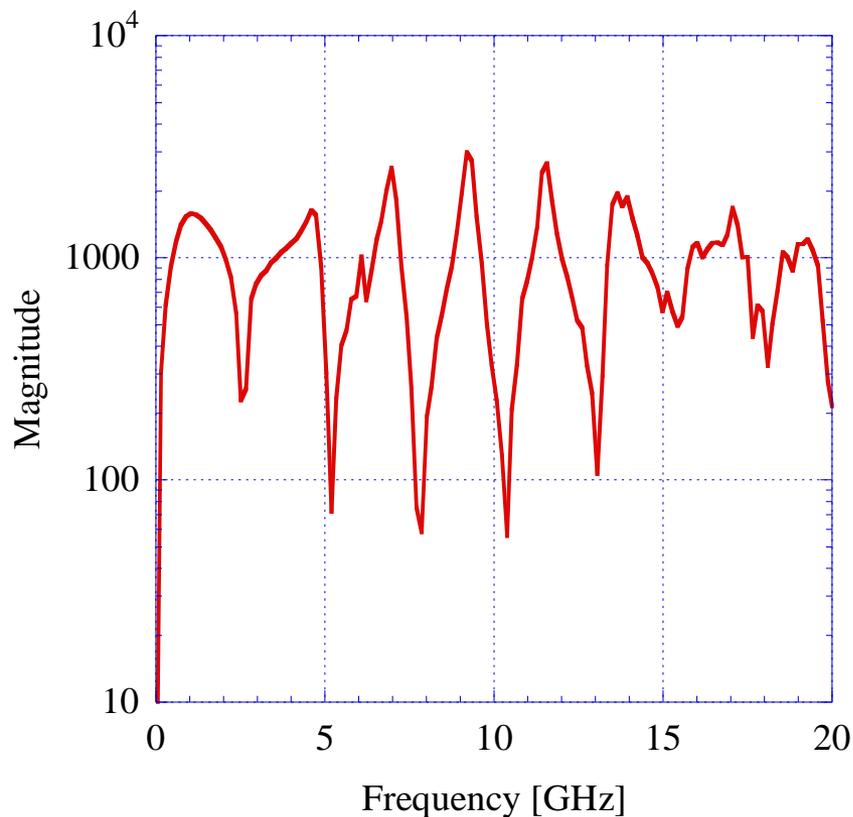
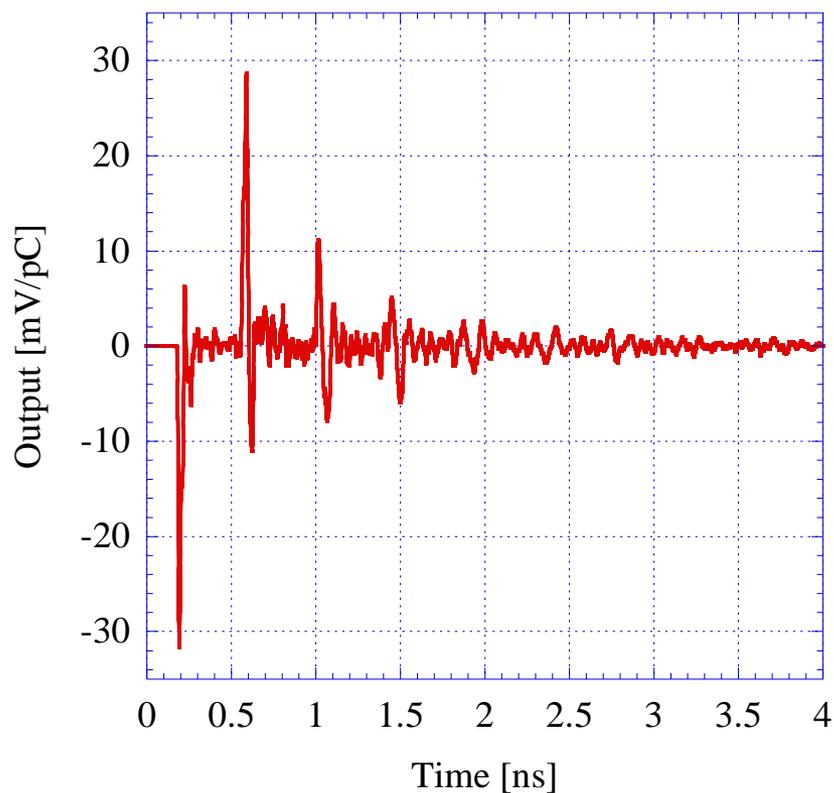
$$Y = k_y \cdot \frac{V_2 - V_4}{V_2 + V_4} \equiv k_y \cdot V$$

$$k_x = k_y = 22.0$$

出力信号

- GdfidLで計算
- バンチ長: 1 mm (3.3 ps), バンチ電荷: 1 pC, 1/4モデル ($\Delta 0.1$ mm)

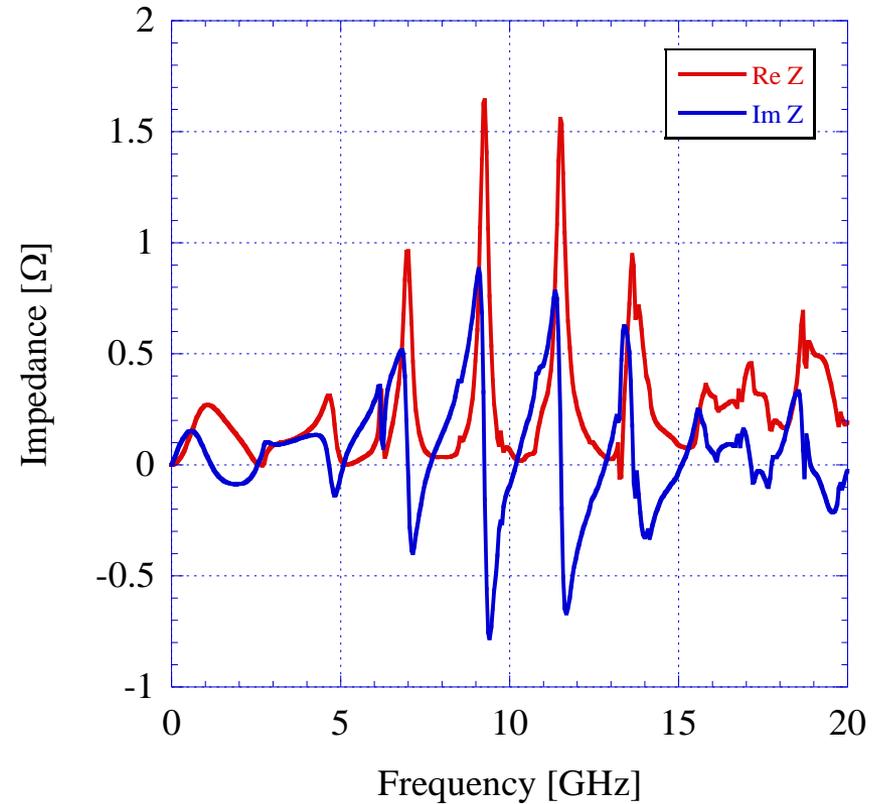
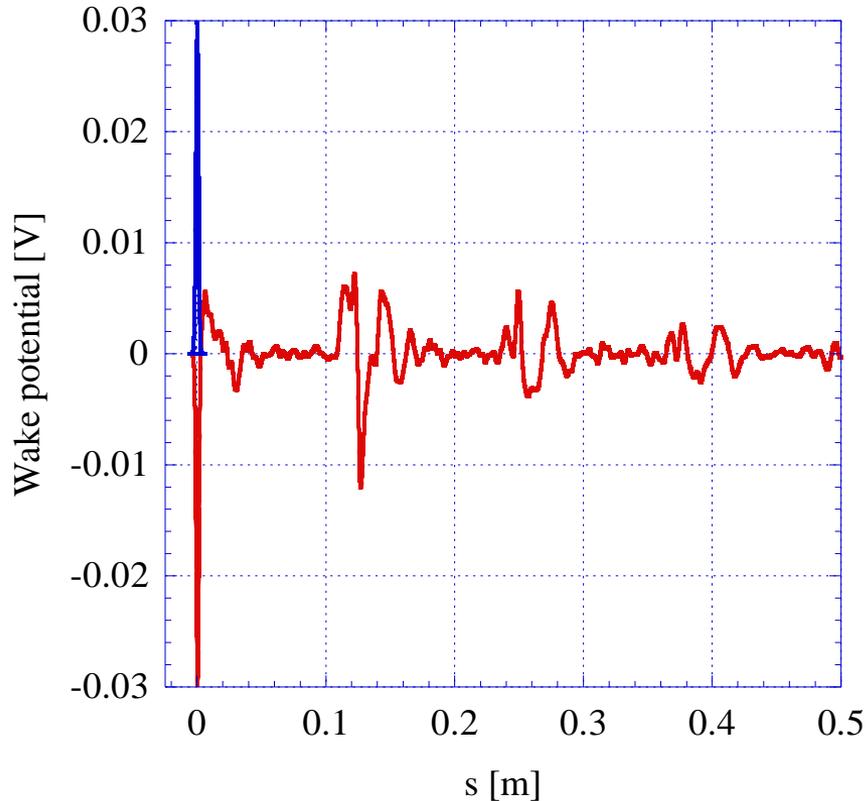
➤ ダンプ部BPM ($\Phi 85$, 見込み角 12° , Long型)



Peak-to-peak output: 60.2 mV

進行方向ウェイク, インピーダンス

➤ ダンプ部BPM(Φ85, 見込み角12°, Long型)



Loss factor: 21.3 mV/pC

(平均電流10 mA \Rightarrow 1.6 mW)

ビーム位置マッピング

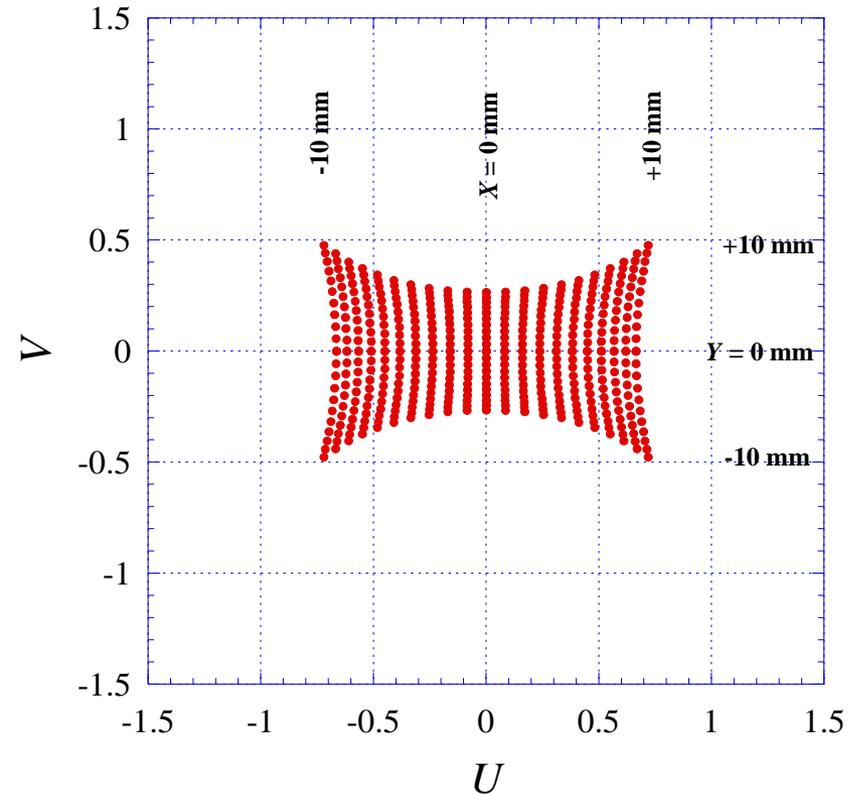
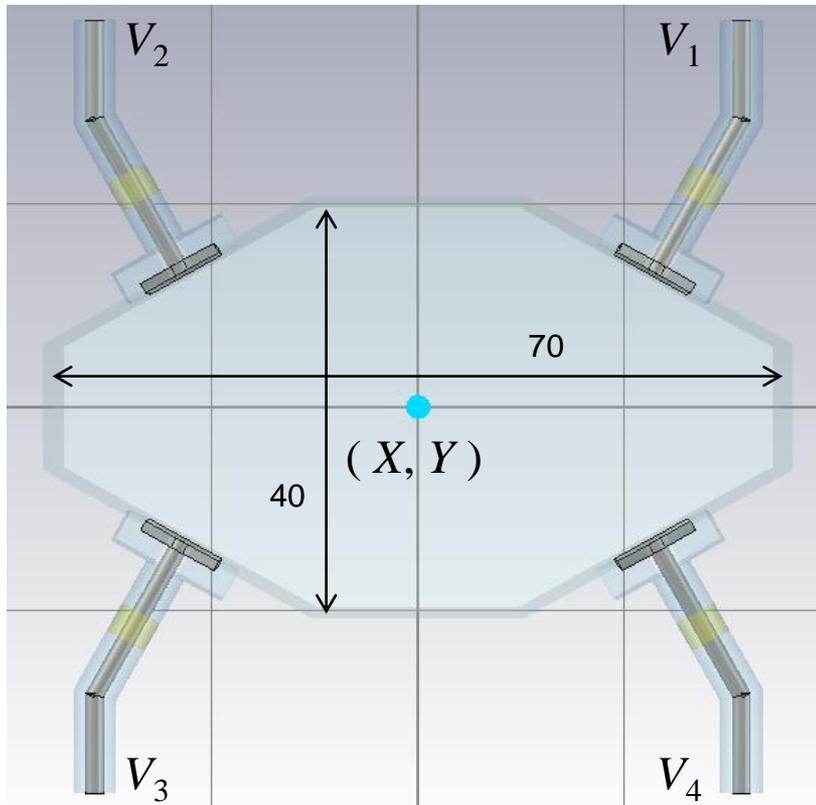
- Particle Studioで計算(境界要素法で追試予定)

- ビームポジション(X, Y)を1mm間隔でスイープ \Rightarrow

$$U = \frac{(V_1 + V_4) - (V_2 + V_3)}{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}$$

➤ アーク部BPM(8角形ダクト, 斜面中央, Short型)

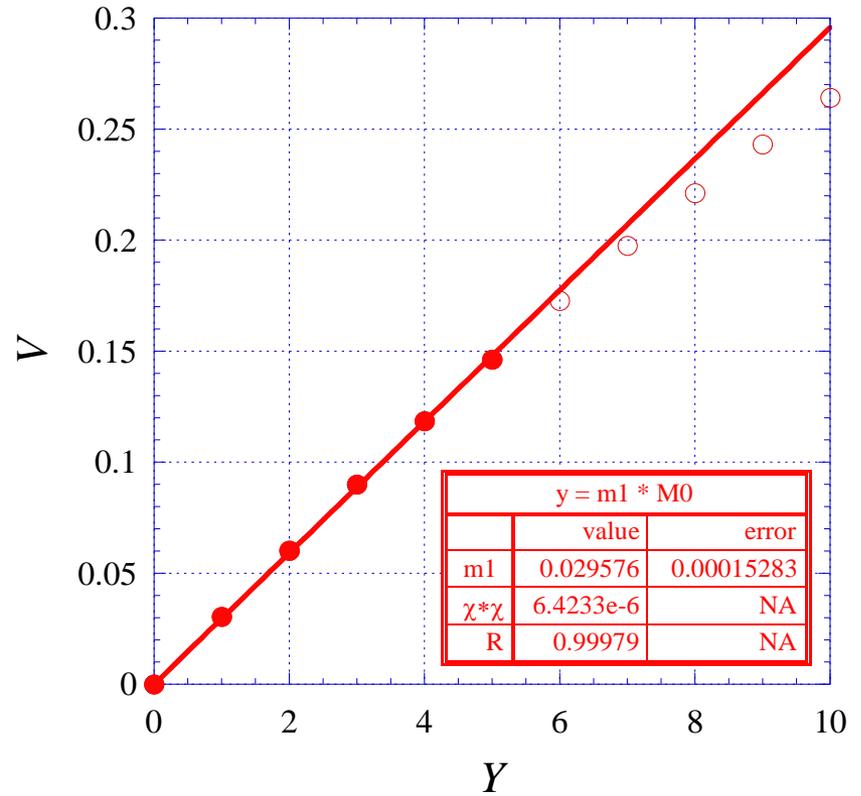
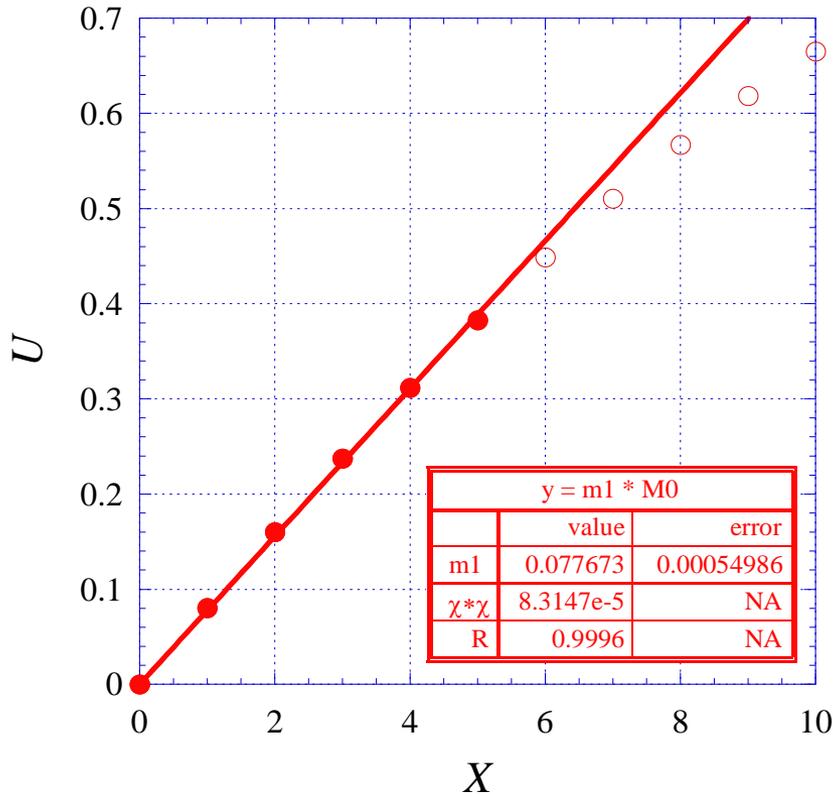
$$V = \frac{(V_1 + V_2) - (V_3 + V_4)}{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}$$



感度係数

$$X = k_x \cdot U, Y = k_y \cdot V$$

➤ アーク部BPM(8角形ダクト, 斜面中央, Short型)



$-5 \text{ mm} \leq X \leq 5 \text{ mm}$

$-5 \text{ mm} \leq Y \leq 5 \text{ mm}$ の範囲で線形応答

$$k_x = 12.9, k_y = 33.8$$

ビーム位置マッピング

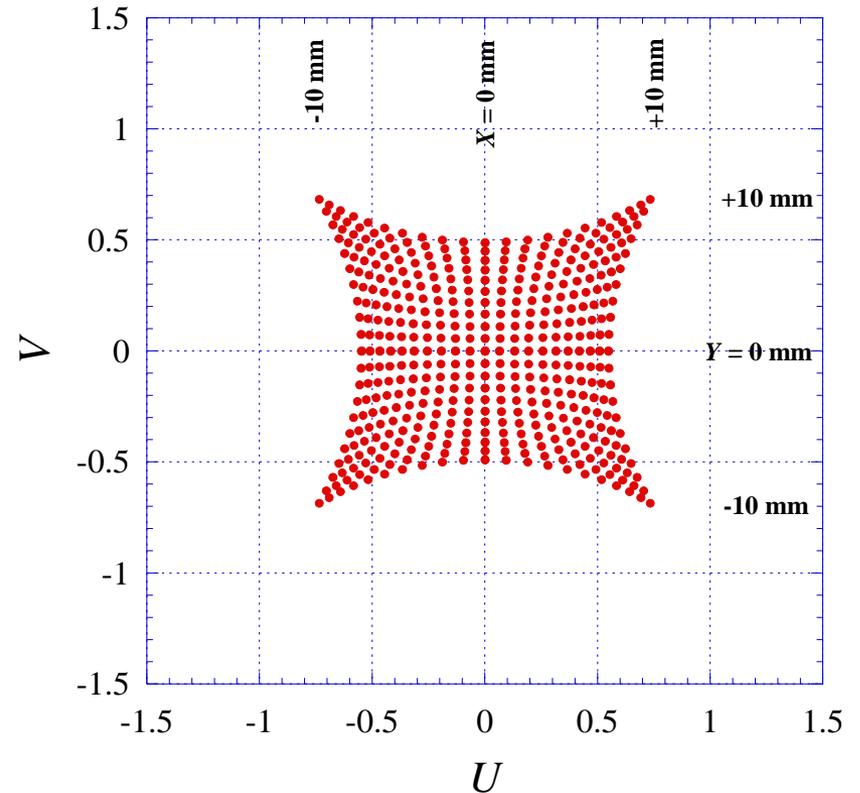
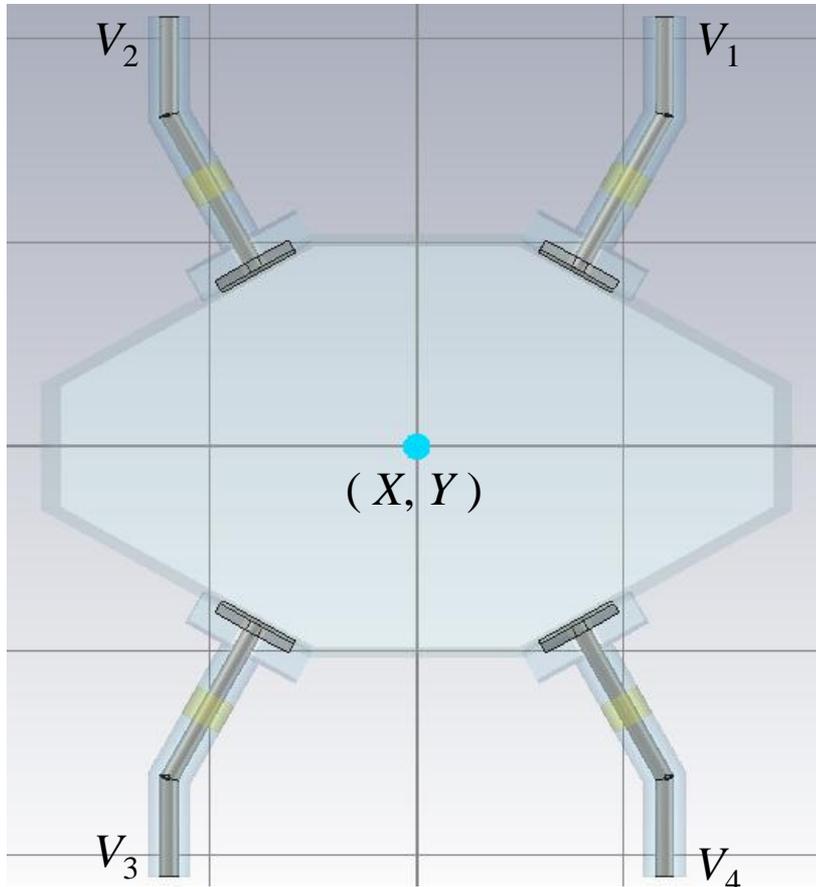
• Particle Studioで計算(境界要素法で追試予定)

• ビームポジション(X, Y)を1mm間隔でスイープ ⇒

$$U = \frac{(V_1 + V_4) - (V_2 + V_3)}{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}$$

➤ アーク部BPM(8角形ダクト, 斜面上端, Short型)

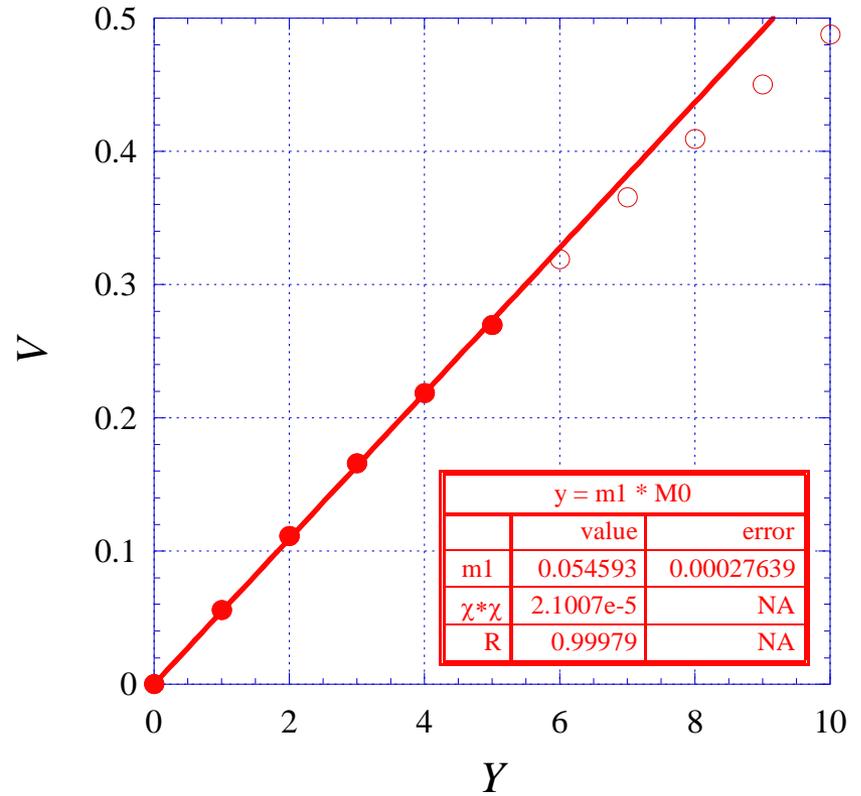
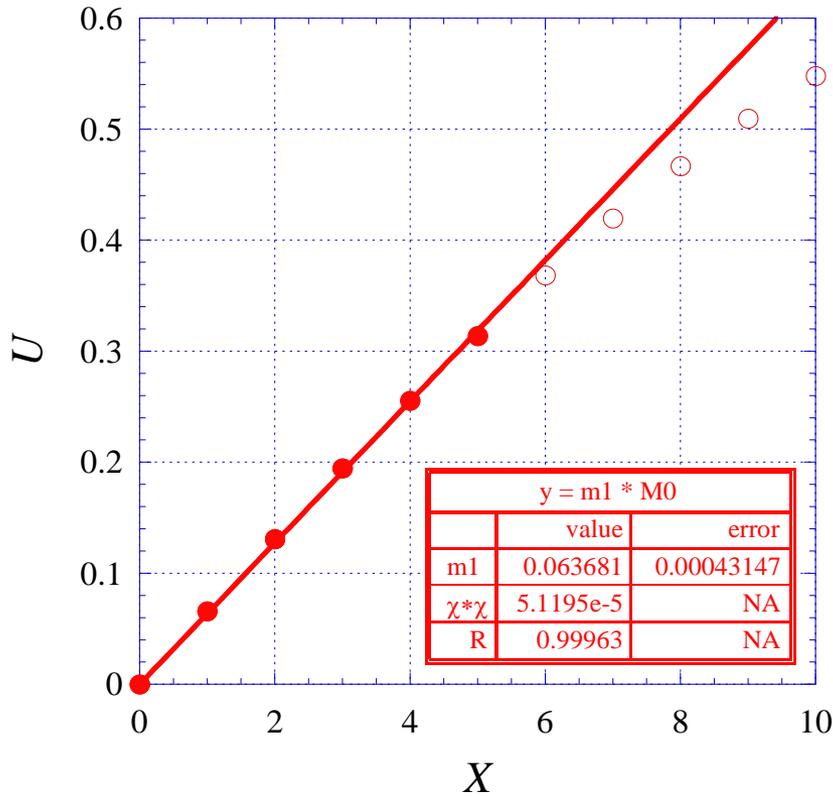
$$V = \frac{(V_1 + V_2) - (V_3 + V_4)}{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}$$



感度係数

$$X = k_x \cdot U, Y = k_y \cdot V$$

➤ アーク部BPM(8角形ダクト, 斜面上端, Short型)



$$-5 \text{ mm} \leq X \leq 5 \text{ mm}$$

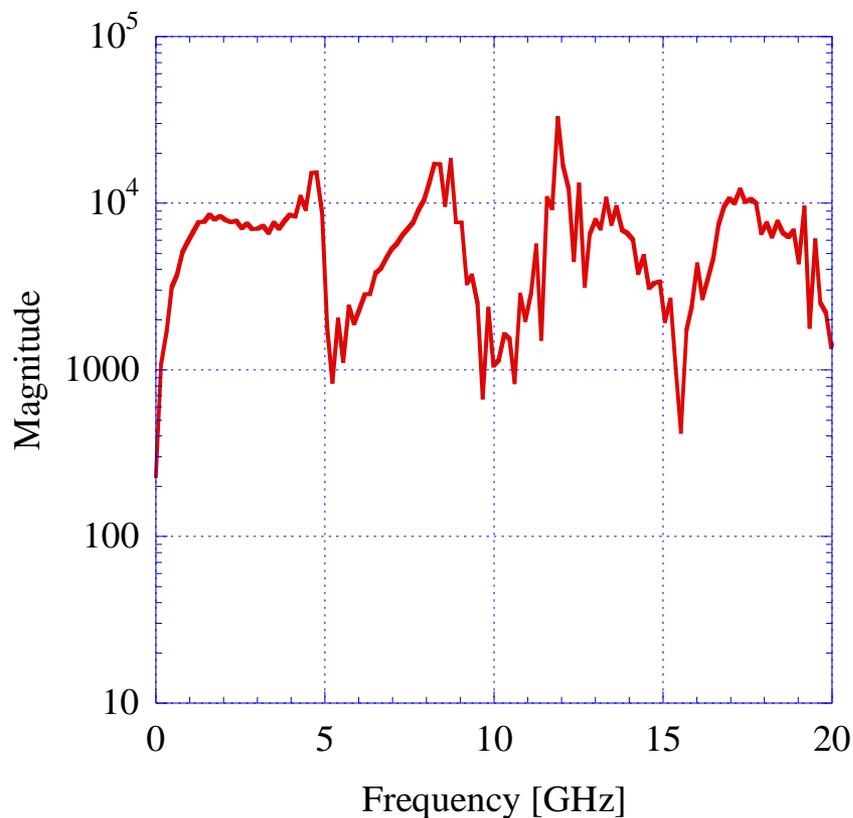
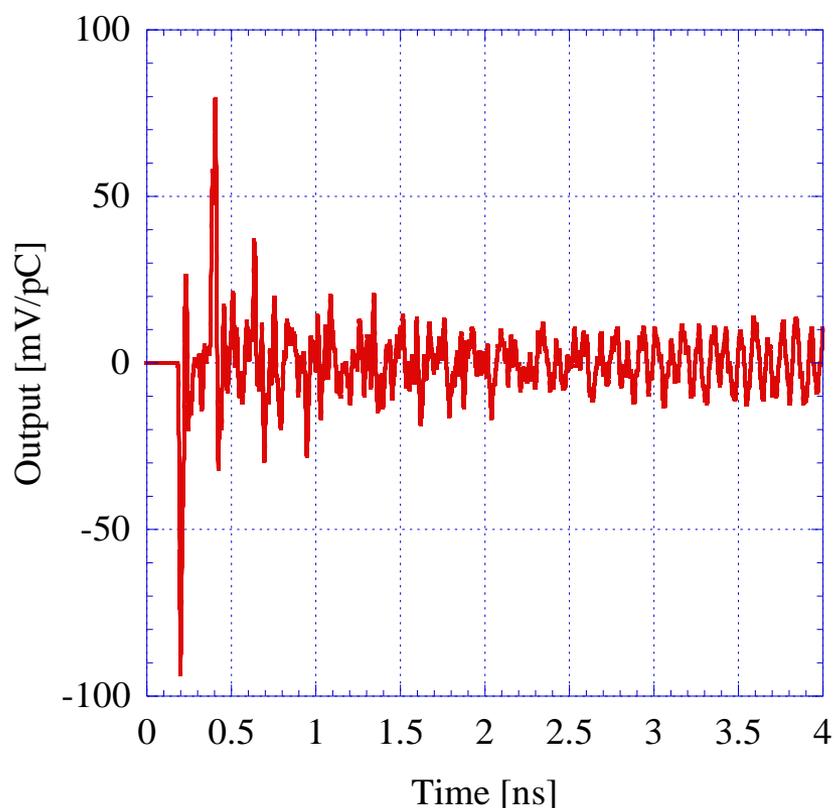
$-5 \text{ mm} \leq Y \leq 5 \text{ mm}$ の範囲で線形応答

$$k_x = 15.7, k_y = 18.3$$

出力信号

- GdfidLで計算
- バンチ長: 1 mm (3.3 ps), バンチ電荷: 1 pC, 1/4モデル ($\Delta 0.1$ mm)

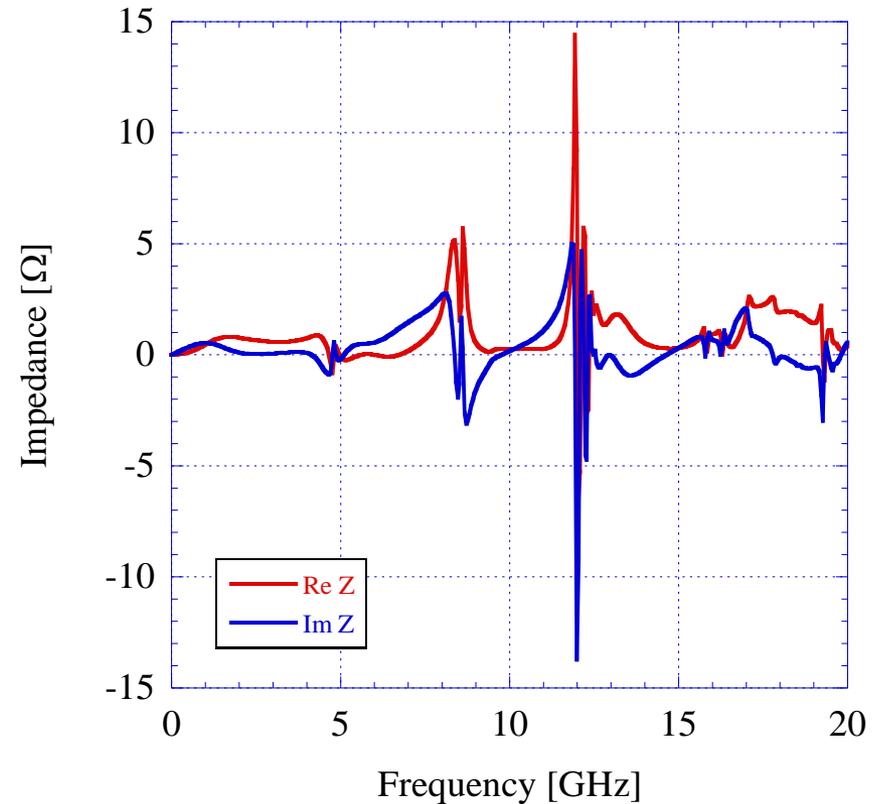
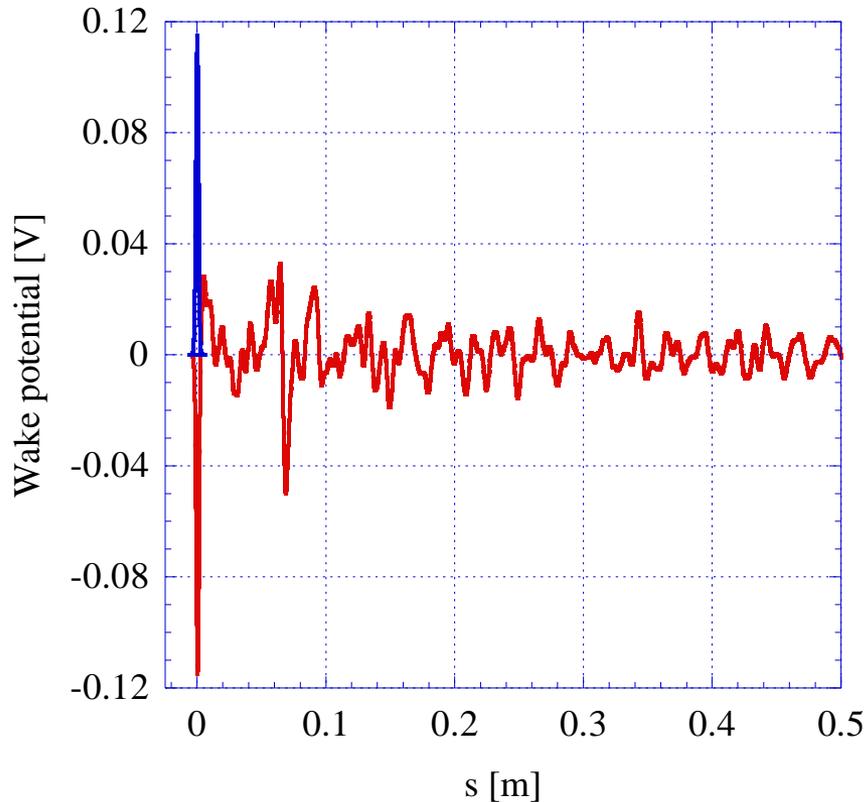
➤ アーク部BPM(8角形ダクト, 斜面上端, Short型)



Peak-to-peak output: 172.7 mV

進行方向ウェイク, インピーダンス

➤ アーク部BPM(8角形ダクト, 斜面上端, Short型)



Loss factor: 82.0 mV/pC

(平均電流10 mA \Rightarrow 6.3 mW)

まとめ

BPM 設置場所	ダクト	電極長	台数	線形範囲	感度係数 k_x / k_y	出力 [mVpp]	ロスファク ター [mV/pC]
合流部・ 直線部	Φ50	Short	27	±5mm	12.8 / 12.8	103.5	59.1
入射部・ 診断部	Φ63	Long	4	±7mm	16.2 / 16.2	88.6	48.3
ダンプ部	Φ85	Long	2	±8mm	22.0 / 22.0	60.2	21.3
アーク部	8角形	Short	10	±5mm	15.7 / 18.3	172.7	82.0

- 入射部・診断部の4台と合流部の3台は既存, 残りは製作中(年度内納品)
- LCS部のボタン電極×2は来年度予算で製作, インストール