

インピーダンス

2003-08-22 中村 SPring-8

インピーダンス=ウェーク場の発生

ここではとくに、バンチ長のスケールのウェーク場について検討する

= Broad-band Impedance (周波数 > カットオフ ~ 2GHz)

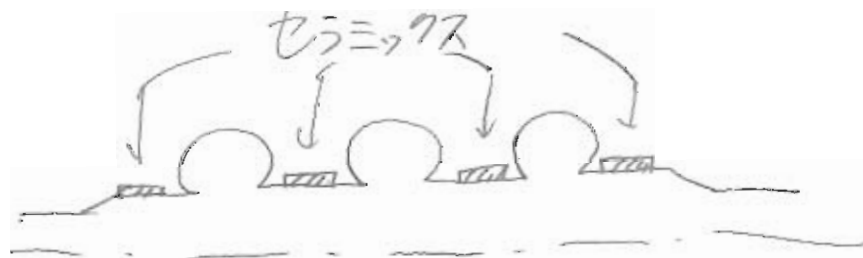
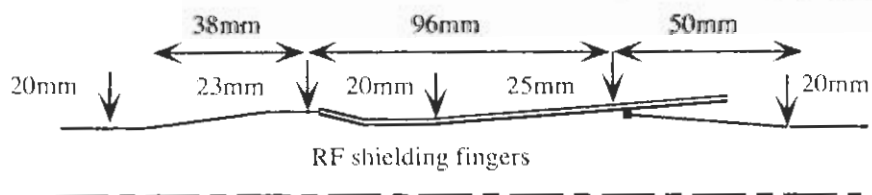
発生源

ちいさな段差、凹凸、空洞

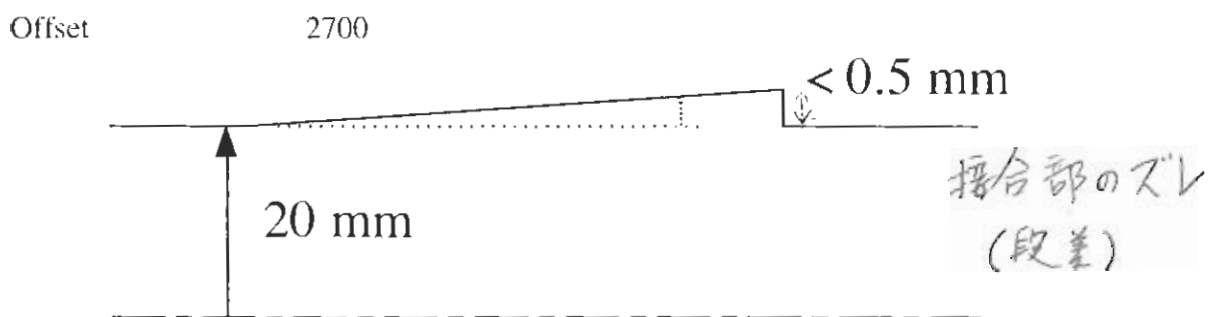
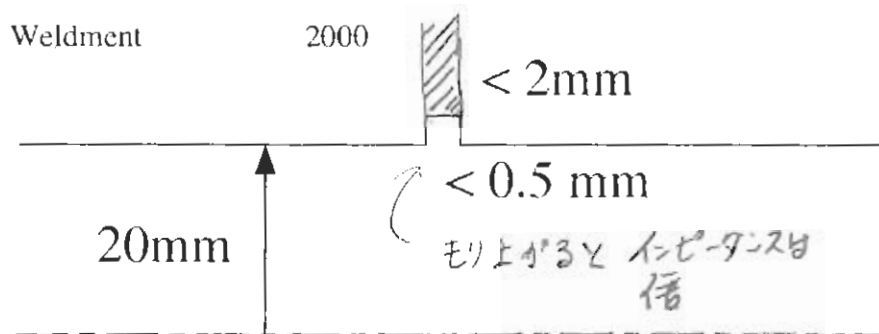
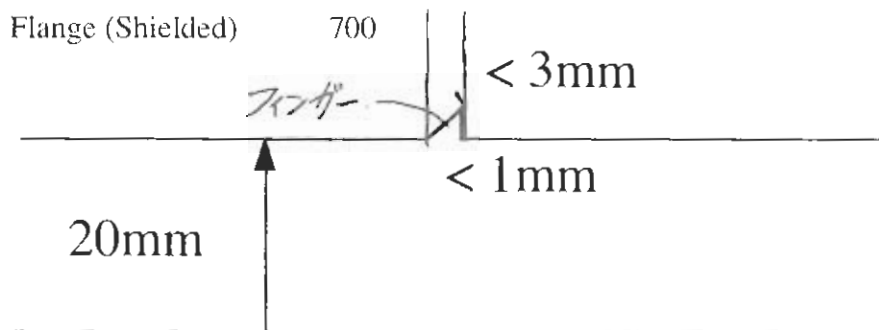
できるだけコンタクトフィンガー等でそれらを埋めているが mm サイズが残る

インピーダンスを発生させる部品数は SPring-8 から、セル辺りの部品数が同じとすると以下の個数となる

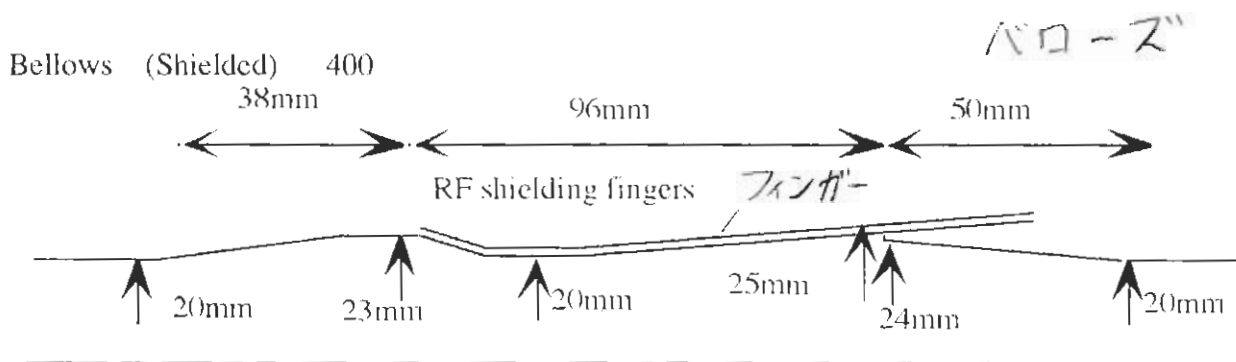
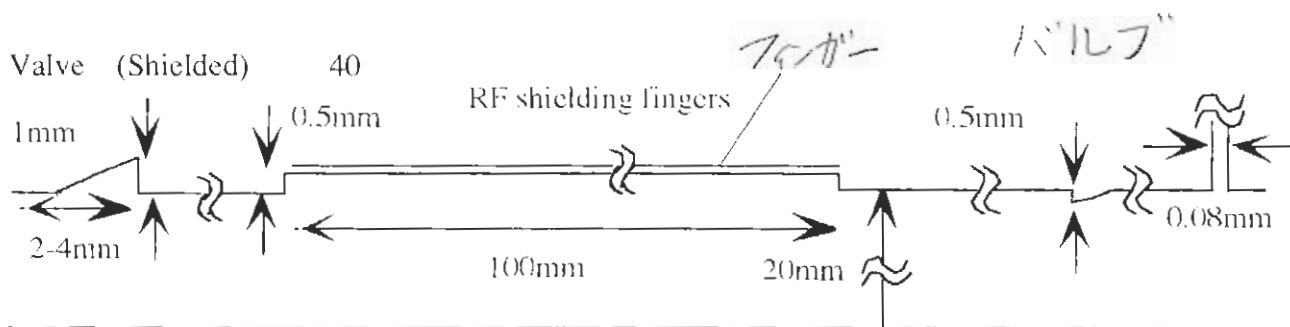
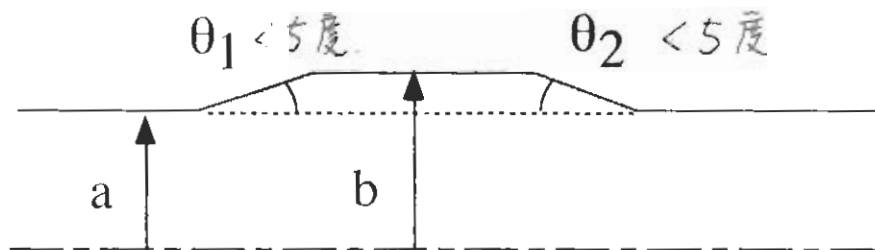
要素	個数	(セル数でスケール)		
オフセット (ずれ)	784		段差	0.5 mm
溶接部の隙間	574		幅×深さ	0.5 mm×2 mm
フランジ	196		幅×深さ	0.5 mm×3 mm 三角
ベローズ	112			
RF 部の形状変換	1			
加速空洞	3			
セラミックス吸収体	4	(空洞間および両端)		
挿入光源テーパ	11		角度 5°, gap 10mm	
Resistive-wall			(円形の場合の倍)	



Discontinuities of inner wall of beam pipe of SPring-8



Tapering	a	b	θ_1	θ_2	number
ID sections	5	20	5°	5°	40
Transitions at RF	20	50	5°	5°	4
Absorbers at RF	35	50	5°	5°	4



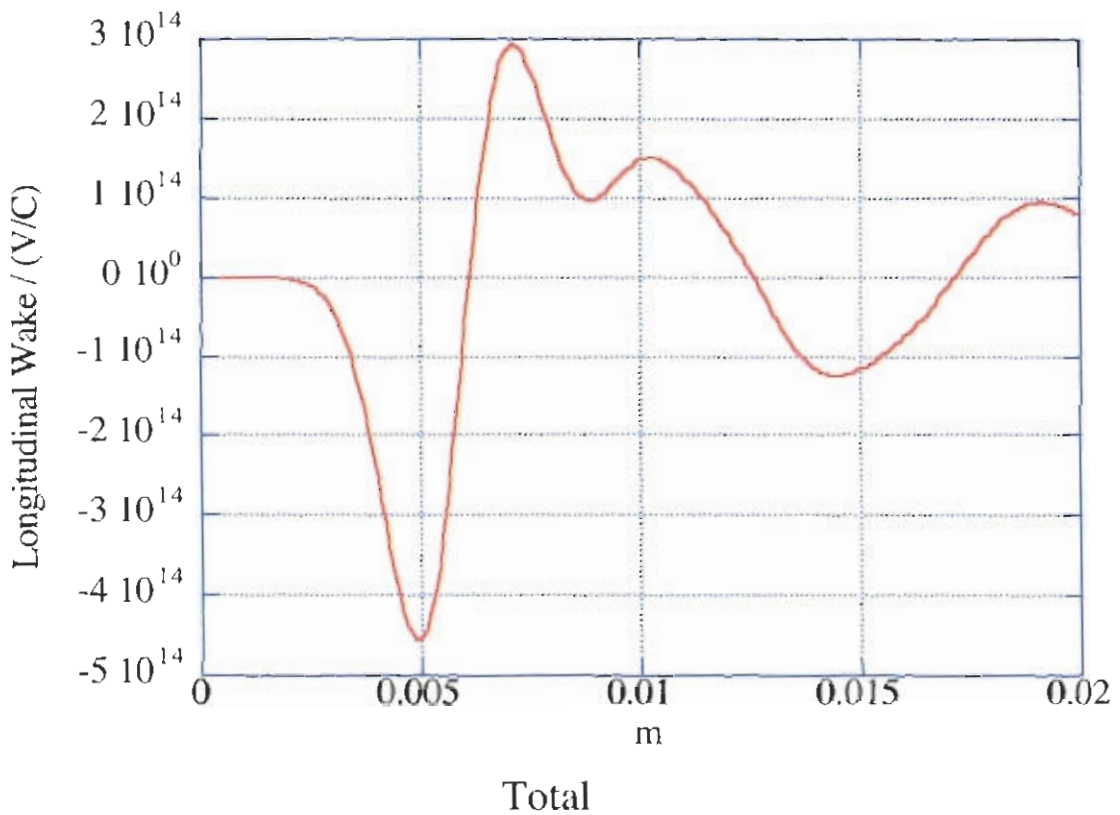
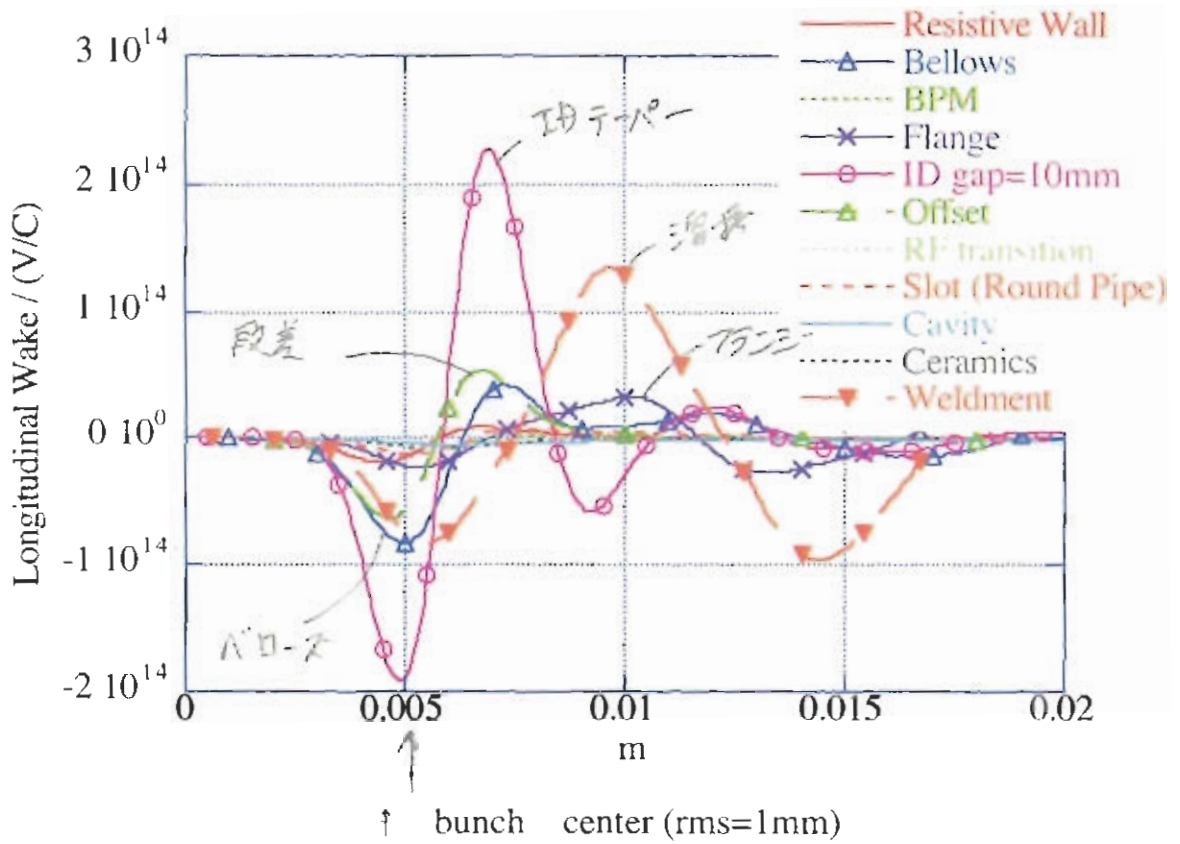
MAFIA

Simulation

W^{\parallel}

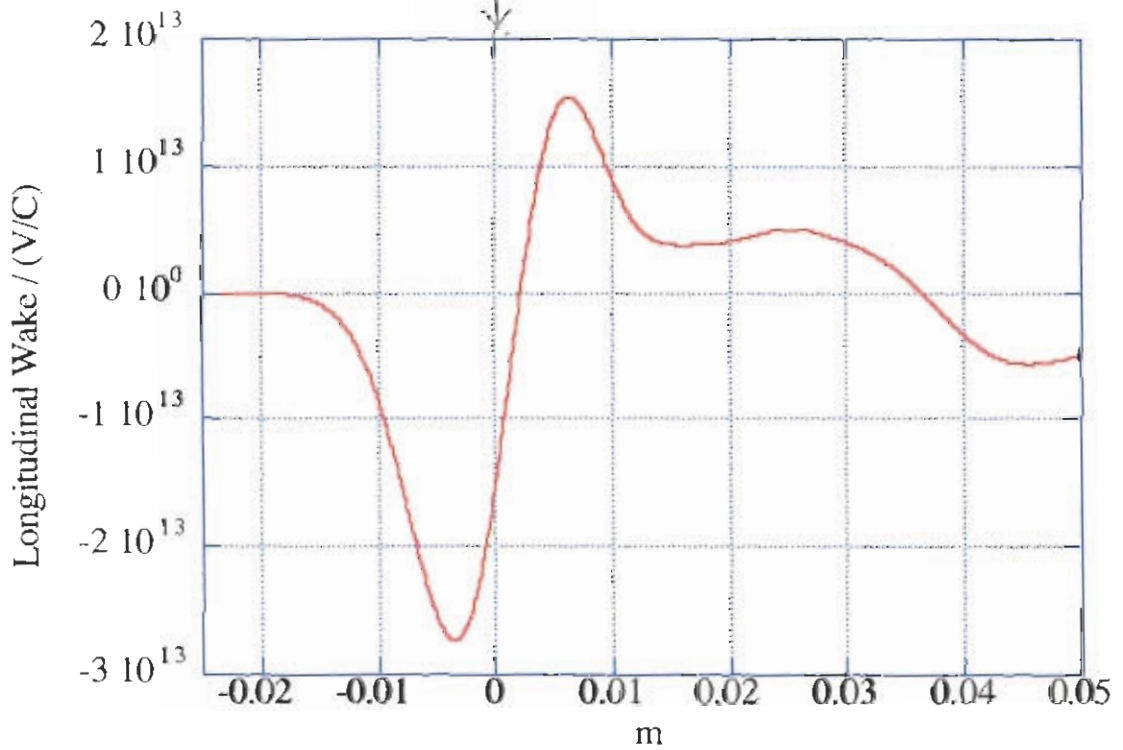
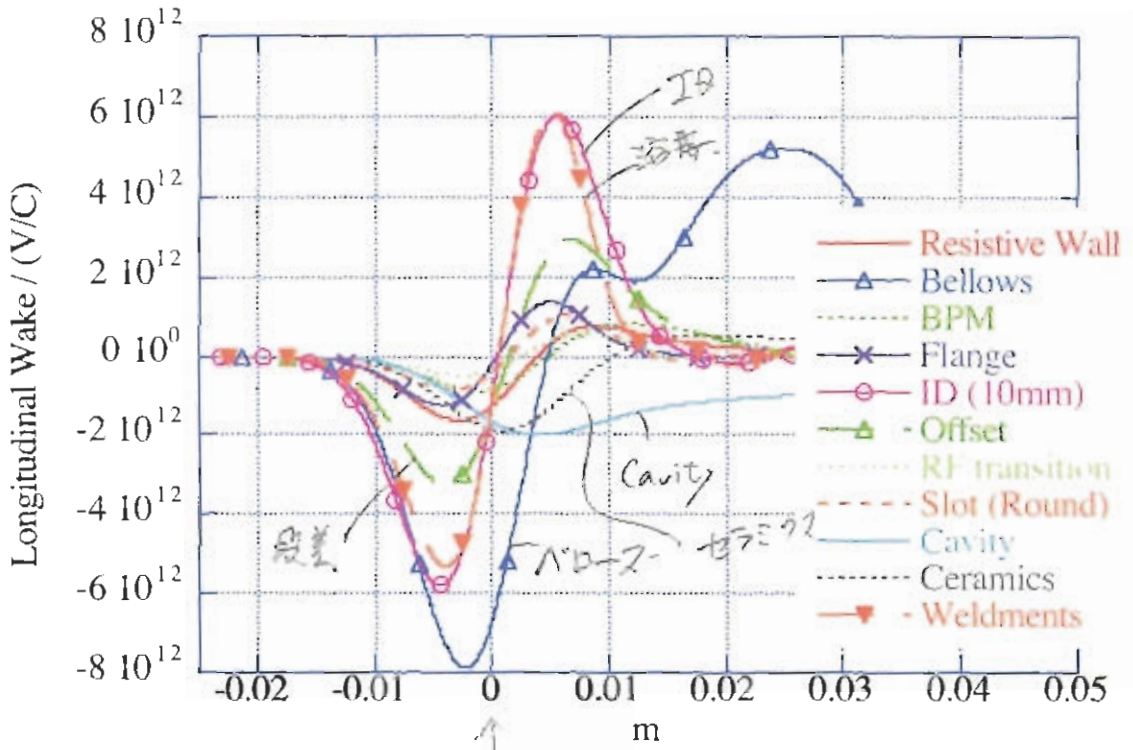
($\sigma_z = 1\text{mm}$)

Longitudinal Wake Function



$$W'' \quad (\sigma_z = 5 \text{ mm})$$

Longitudinal Wake for bunch; rms=5mm



Total

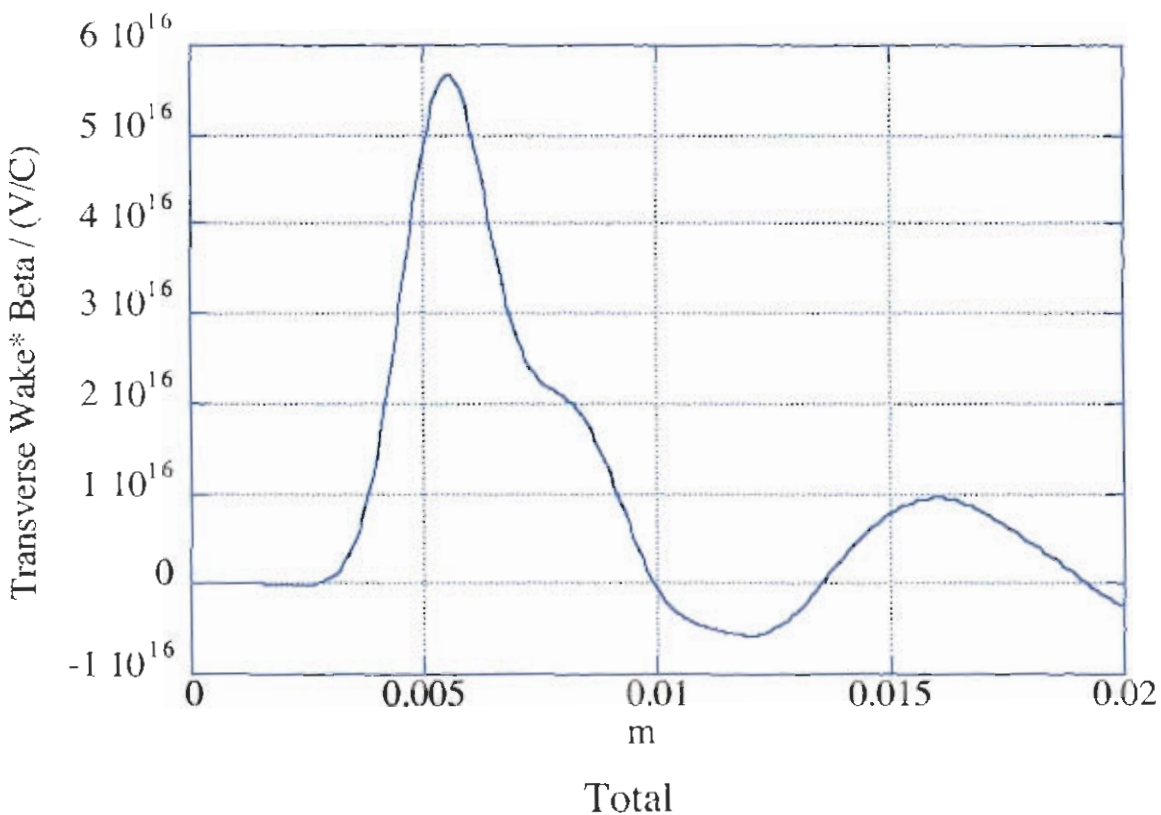
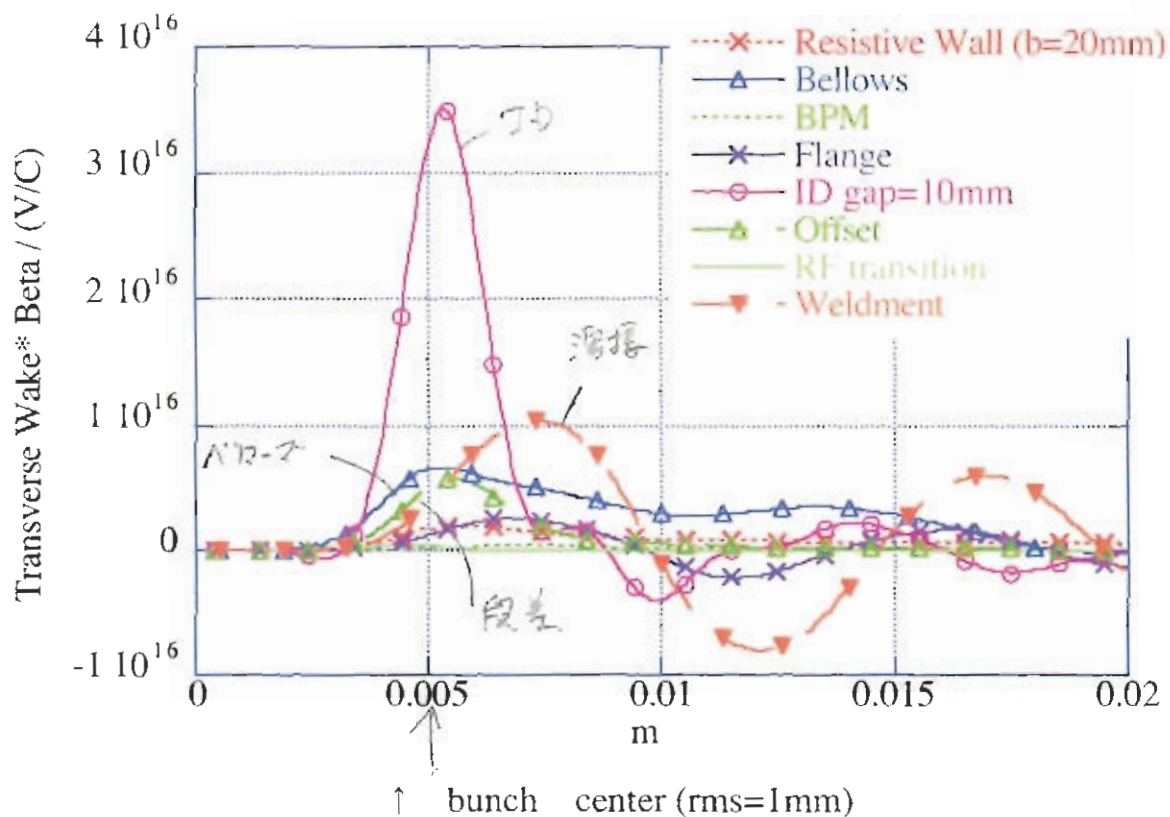
MAFIA
Simulation

$$W^{\perp} \beta_z$$

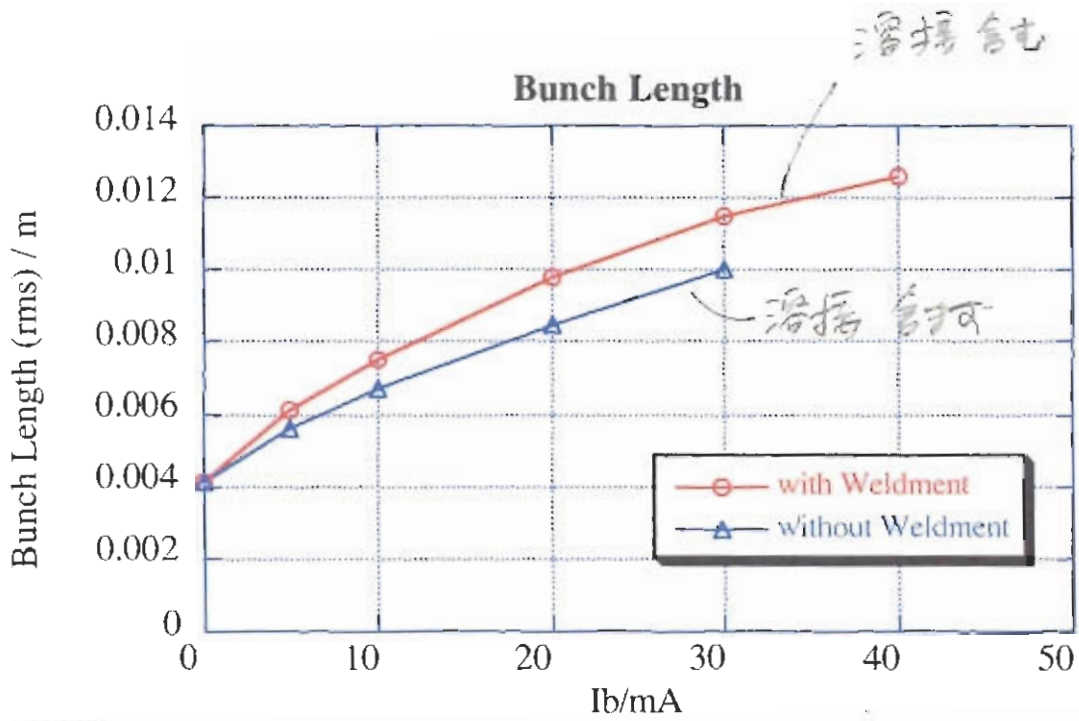
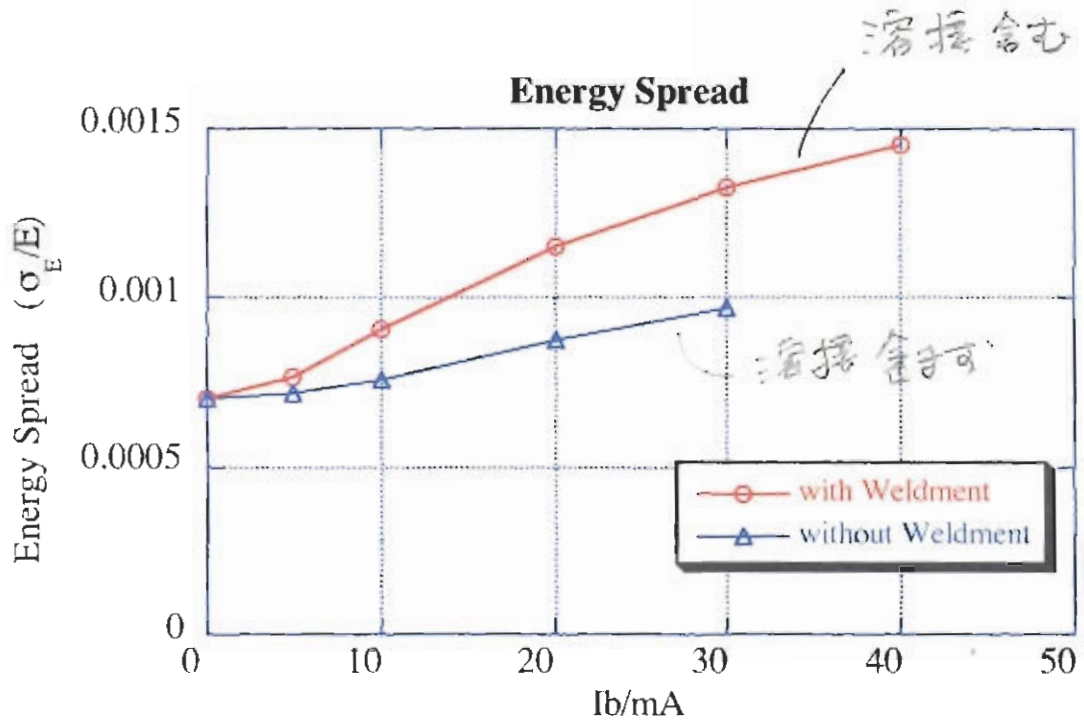
$b = 20 \text{ mm} \rightarrow 1 \sigma_{\text{rms}}$
 $(\sigma_z = 1 \text{ mm})$
 の値
 3割増

Transverse Wake * Beta

$$\left(\frac{1}{b^3}\right)$$

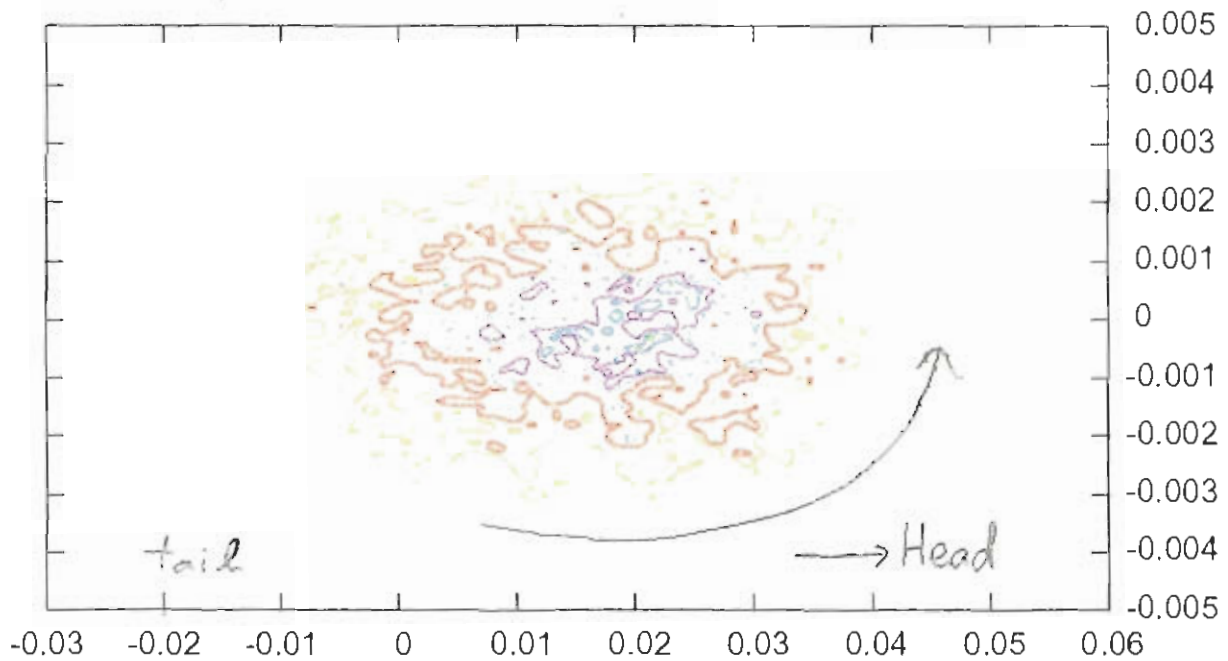


Simulation with SISR



溶接 实际是 d 十分散 \rightarrow 共振后波散 \rightarrow 比之 \downarrow 分散

マイクロウェーブ不安定性



Microwave Instability at $I_b=30\text{mA}$
 Longitudinal の位相空間での電子の分布
 mm スケールの密度波が発生している

Transverse

クロマティシティを4とすれば不安定性は発生しない。
 それ以下であれば15mA 近辺でモード結合不安定性が生じる

) $\xi_y \sim 4$ 不安定性なし (ΔV_y による V_s でも) 安定

| $\xi_y \leq 2$ $\sim 15\text{mA}$ で mode-coupling 不安定性

1.
 $\xi_y = 2.08 \text{ Wst}$ で 3倍する

SPring-8 でのウェーク場 (MAFIA による計算)
Microwave 不安定性のシミュレーション結果

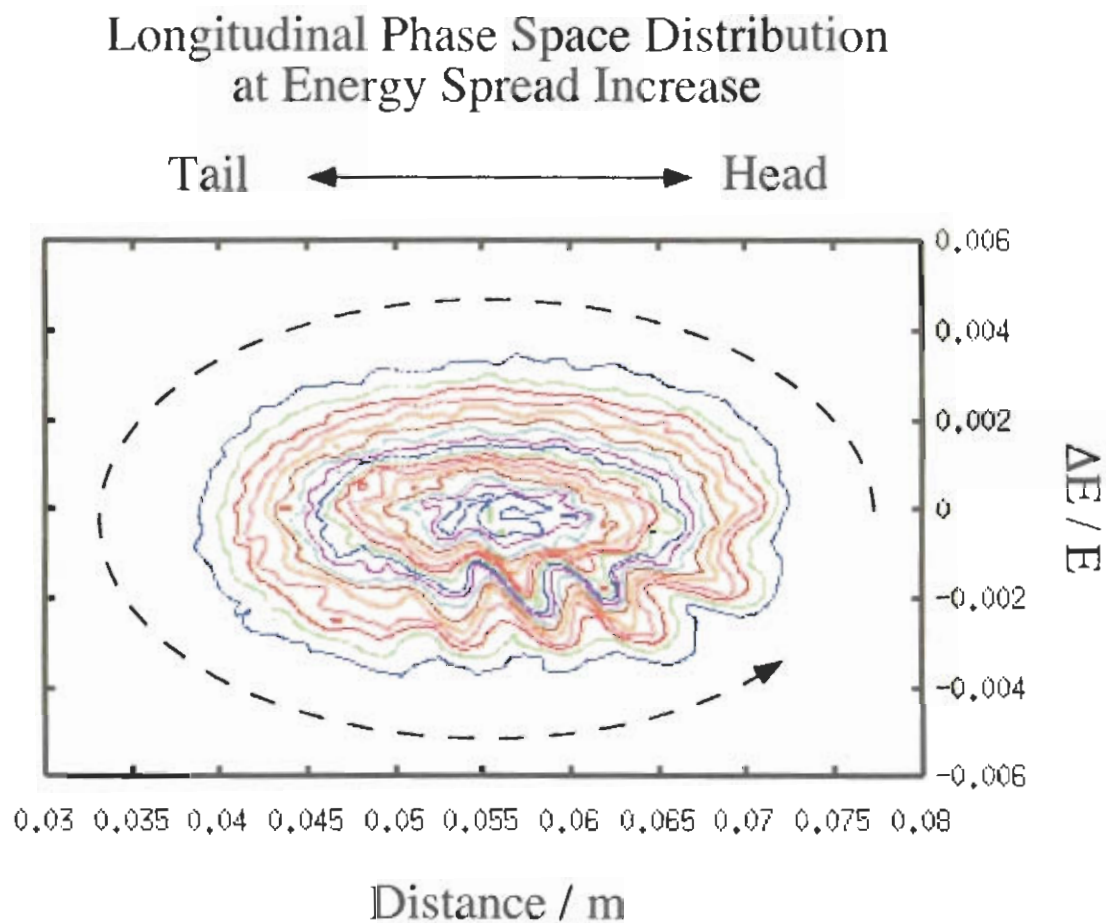
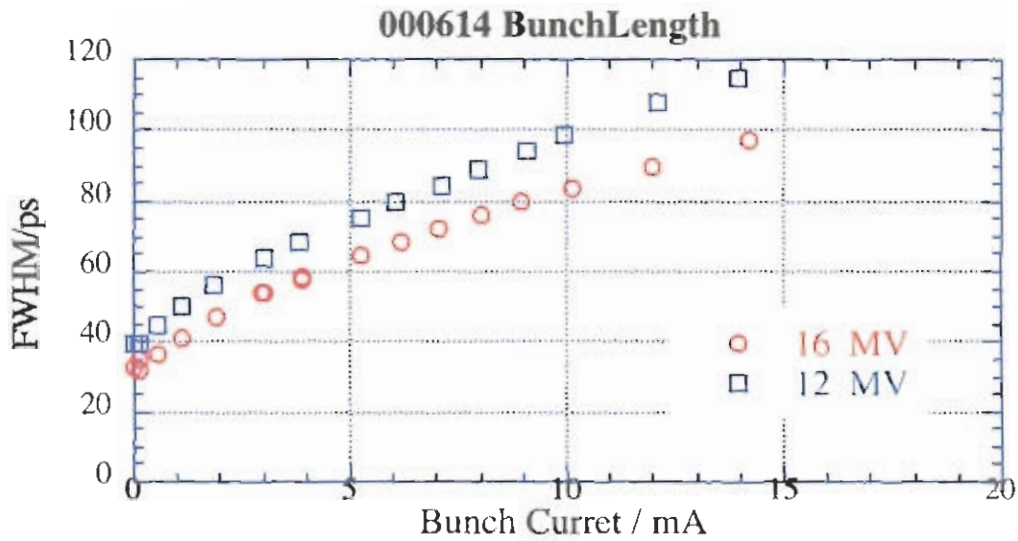
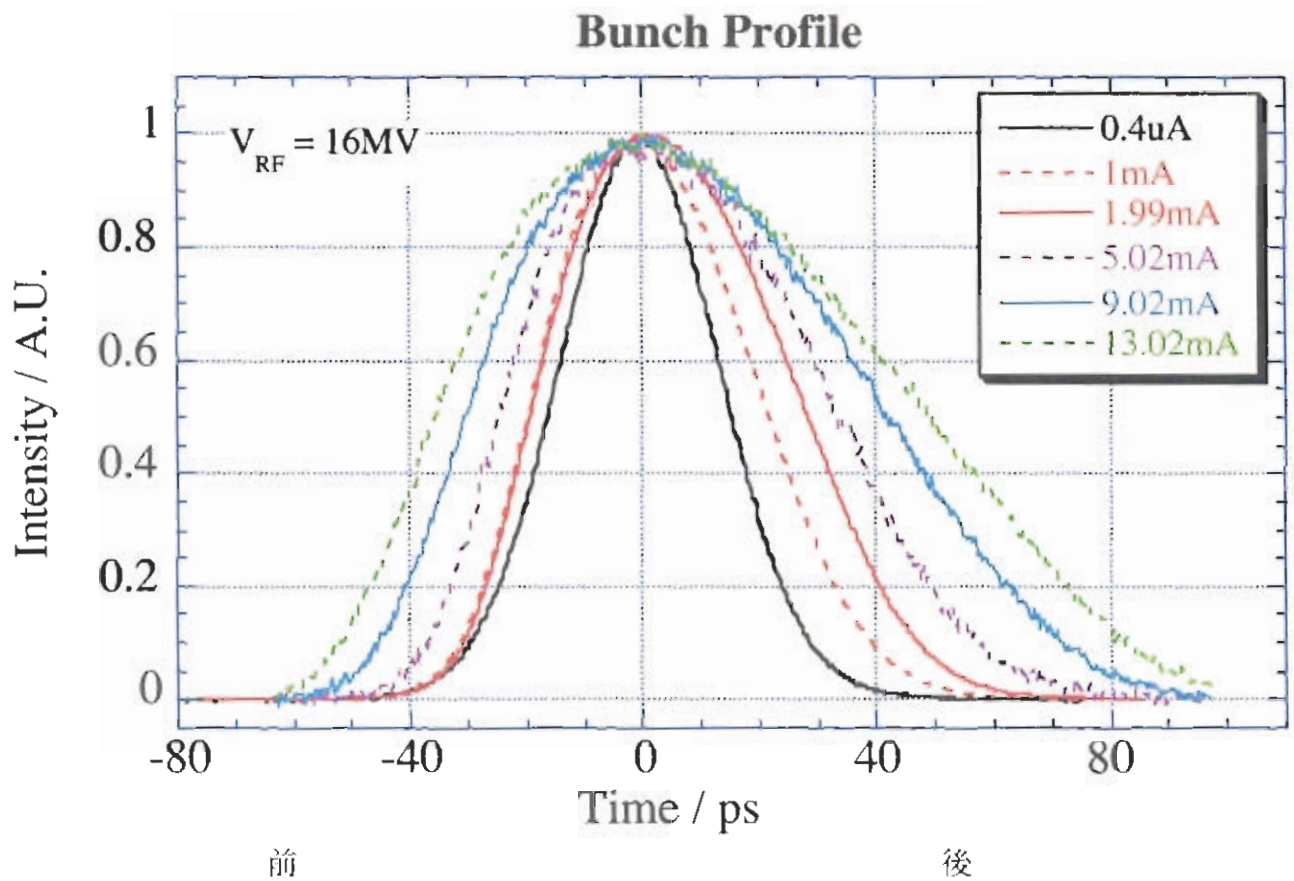


Fig. microwave 不安定性の Simulation 結果。実際の wake による計算ではないが、実際の wake を用いた simulation でもほぼ同様の現象がみられる。シンクロトロン振動より早く成長している。

バンチ長とバンチ形状

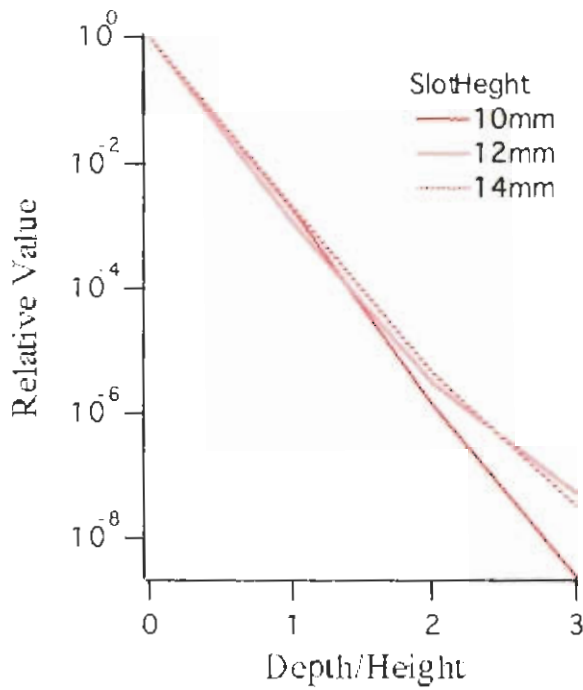
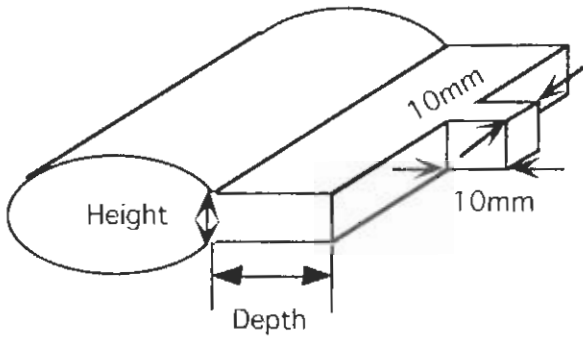


Camera

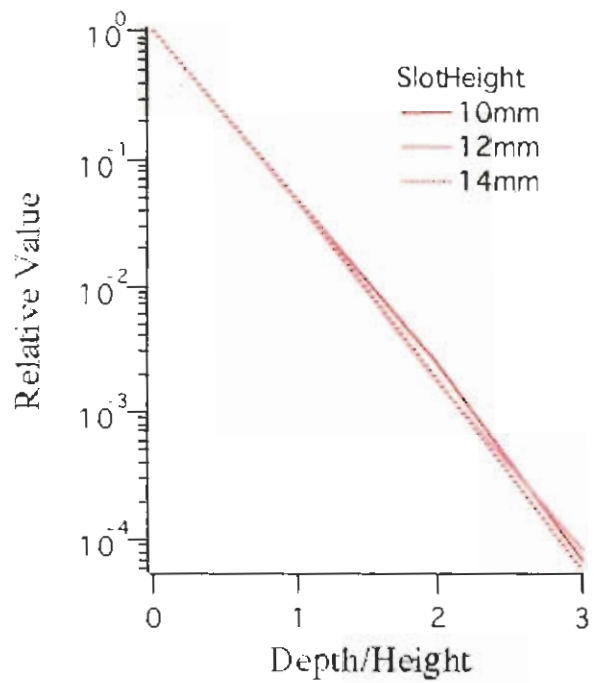
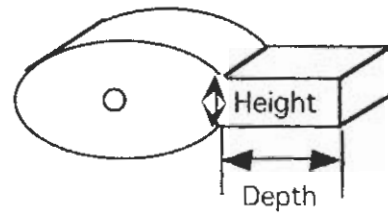


バンチプロファイル。位置はピークをが合致するようにずらして表示している。実際は、heating 等でエネルギーを失っているため、前の方にずれていく。

Wake Potential



Wall Current



底に小さな箱を取り付けた場合のウェーク場の強さ

スロット底の壁電流

ウェーク場の強さは理論どおり、壁電流の2乗に比例し、深さ/高さが1で1/1000、2で10⁻⁶となる

結論

エネルギー広がりの抑制 => microwave 不安定性につながる小さな共鳴をなくす
mm の段差の抑制
ベローズの改良

、 エネルギー-パ-角の低減
← レーストラックなので"自由度大きい?"

横方向不安定性

低クロマティシテイでは 15mA 近辺でモード結合不安定性がおこる
クロマティシテイを 4 程度にすると抑制される。