

# クライオ光陰極高周波電子銃開発

田中俊成、境 武志、中尾圭佐、野上杏子、稲垣 学  
日本大学量子科学研究所

# 20K 冷却高純度Cu(6N8)空洞による C-band 2.6-Cell Photocathode RF Gun

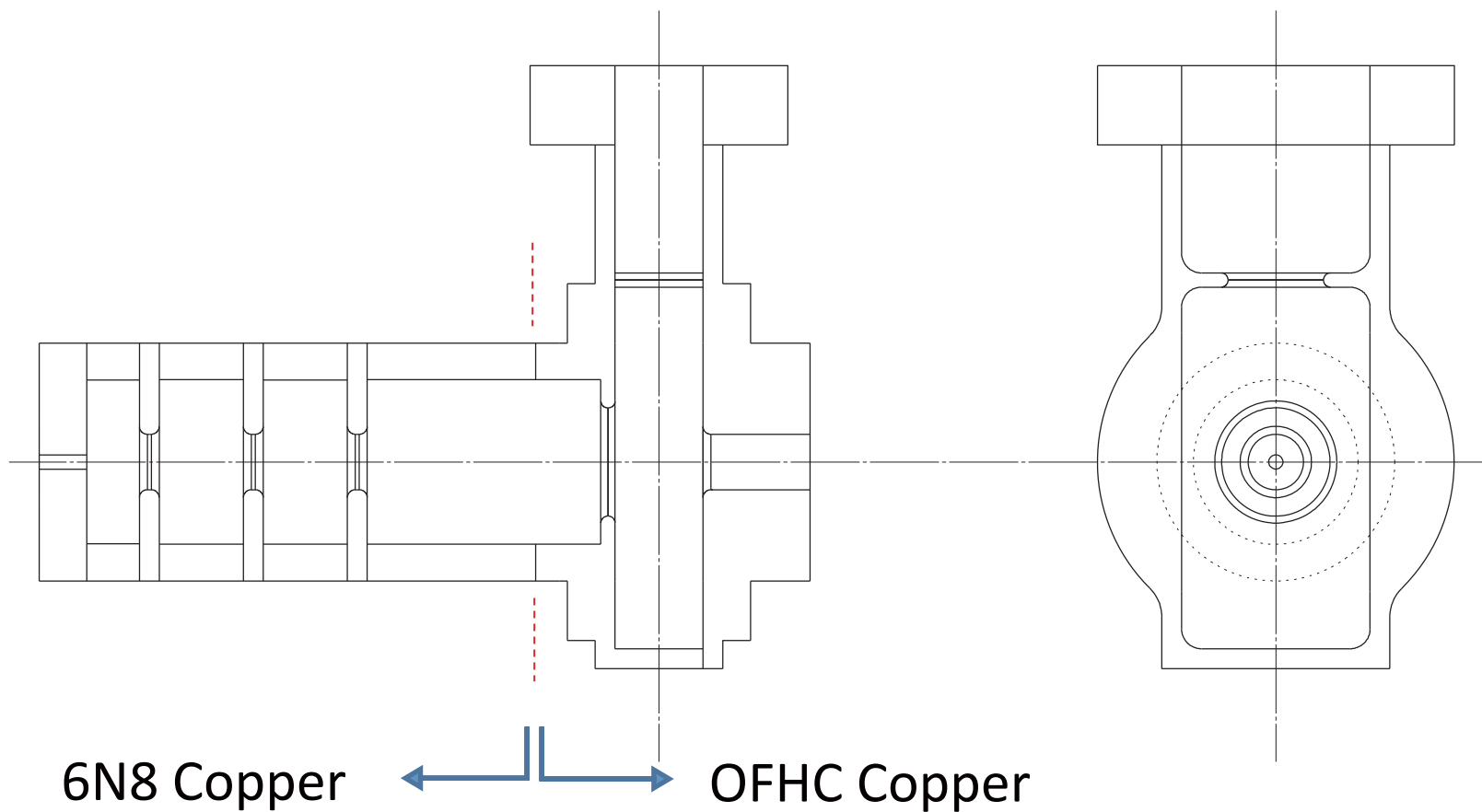
## 20K動作時の高周波電子銃の仕様

RF周波数	5712	MHz
ソースRFピーク電力	4	MW
$Q_0$	60000	
シャントインピーダンス	500	M $\Omega$ /m
結合係数 $\beta$	20	
加速空洞長	68.2	mm
RFパルス幅	2	$\mu$ s
RFパルス繰り返し	50	Hz
RFパルスデューティー	0.01	%
最大電子バンチ電荷	0.5	nC
レーザーパルス繰り返し	357	MHz
レーザーパルス長	10	ps
最大空洞損失	72.6	W
最大加速勾配	51.7	MeV/m
最大加速エネルギー ( $\beta_e=1$ )	3.5	MeV

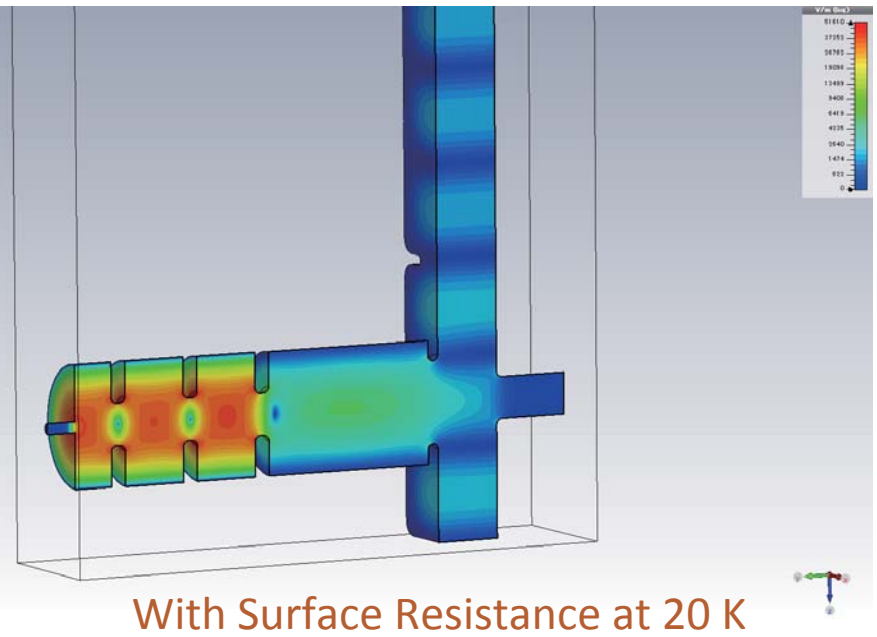
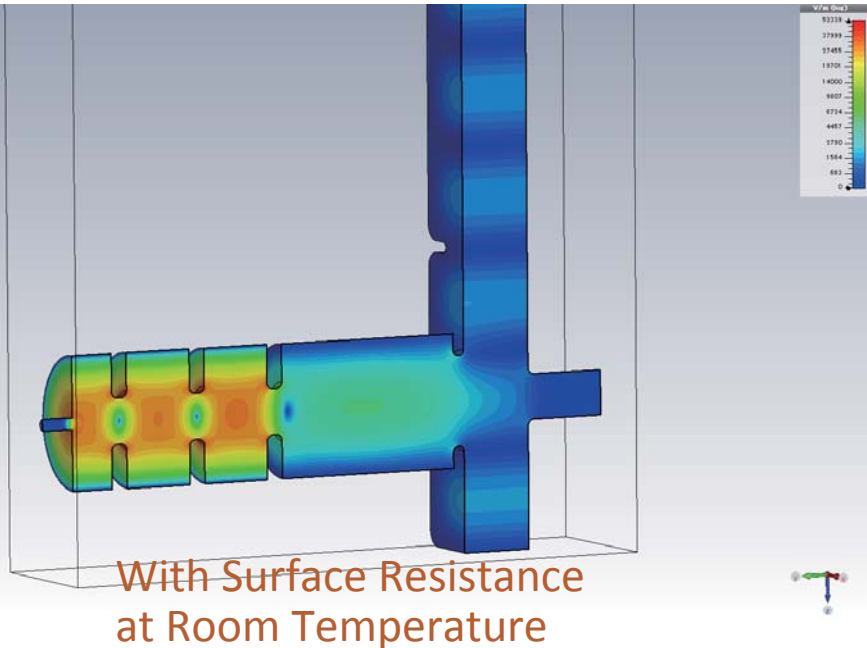
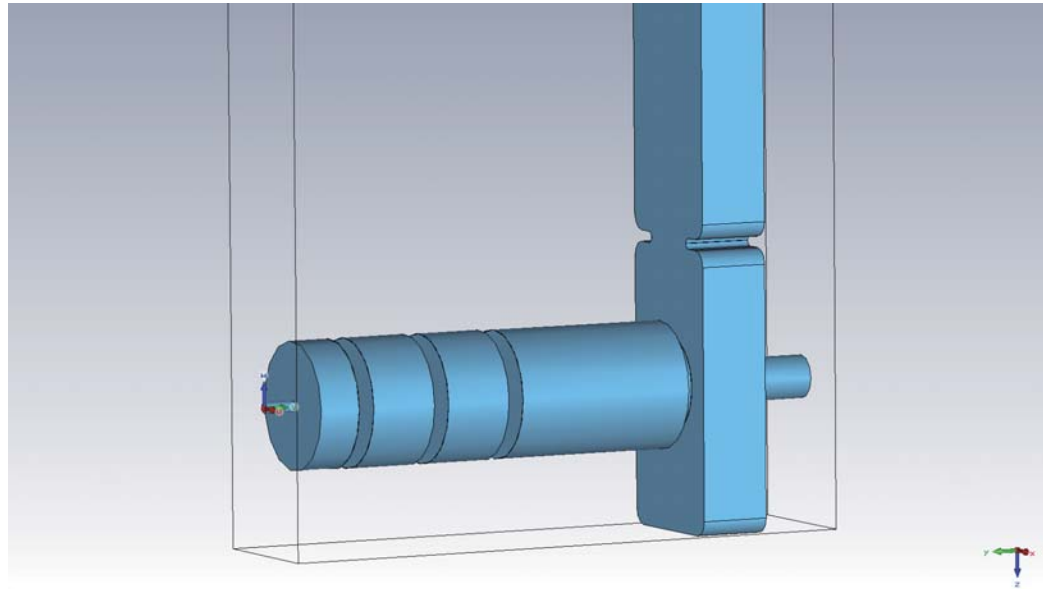
# 入力カプラー付 低電力試験用 2.6-cell C-band空洞の設計

空洞温度変化の効果見積もり(寸法変化 1.0033529 : 1)

$\pi$ -mode frequency: 5692.91 MHz @23.5°C → 5712.0 MHz @20K

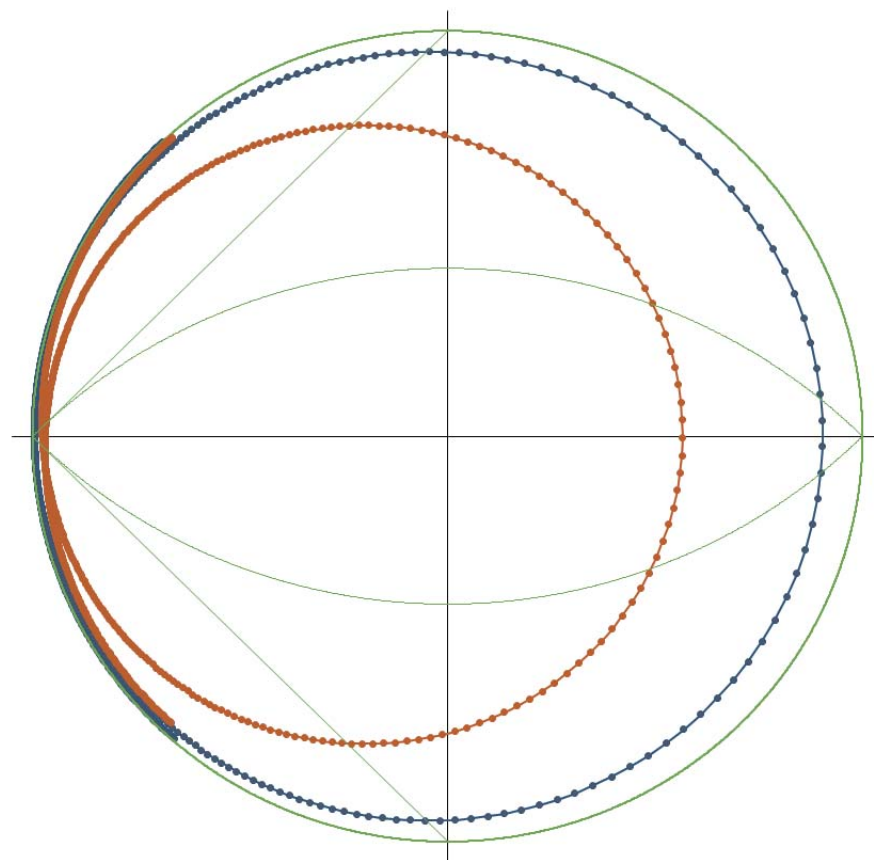
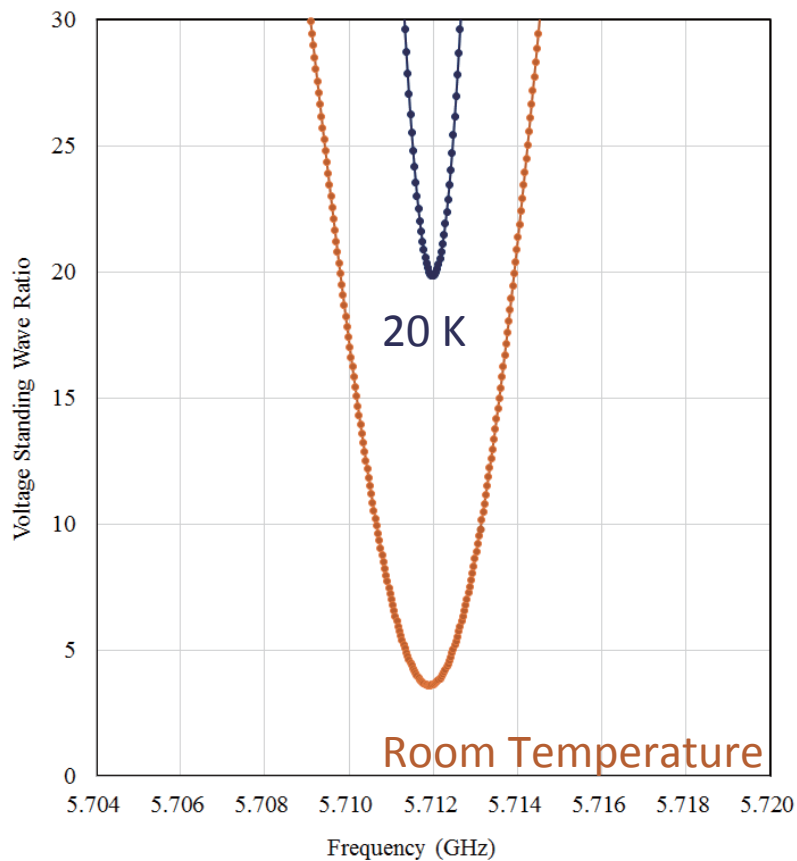


# CST Studio カプラーを含む3D電磁界計算

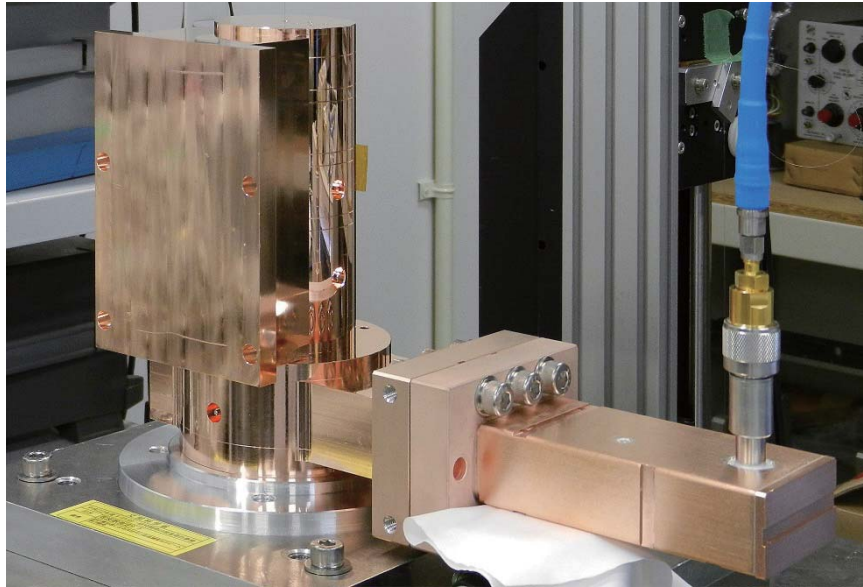


	At $R_s$ (Room T)	At $R_s$ (20 K)
Frequency	5711.91	5712.00
VSWR	3.61	19.85
$Q_0$	11500	64600
$Q_L$	2500	3100
Buildup Time (ns)	139	173

$$\tau_E = \frac{2Q_L}{\omega}$$



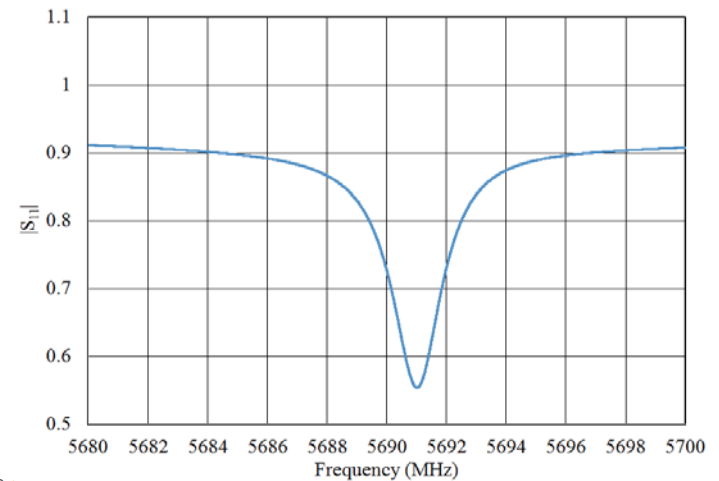
# 空洞完成後 室温大気中RF特性測定



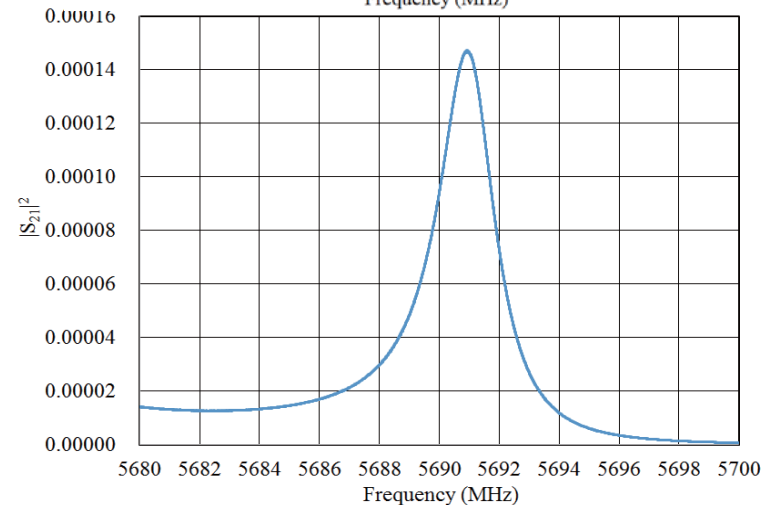
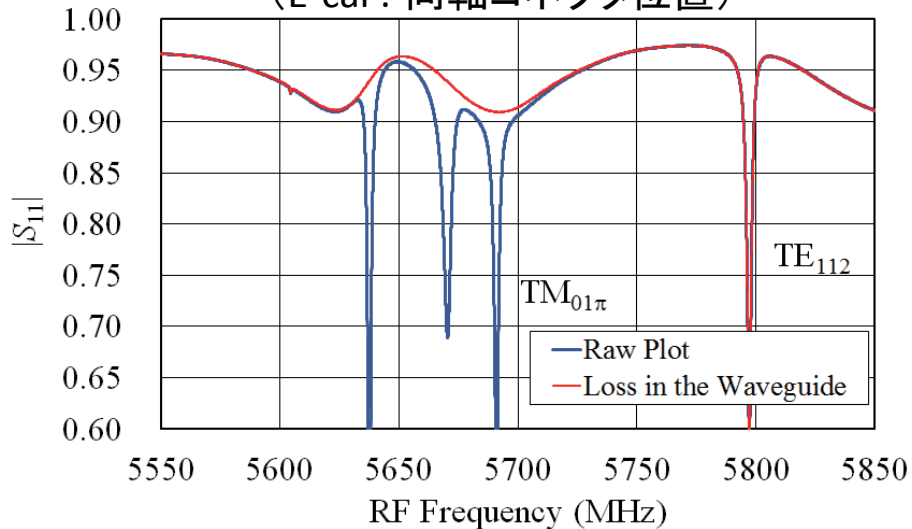
## 周波数の比較@23.5°C真空

測定値	5692.27	MHz
CST-Studio	5692.91	MHz

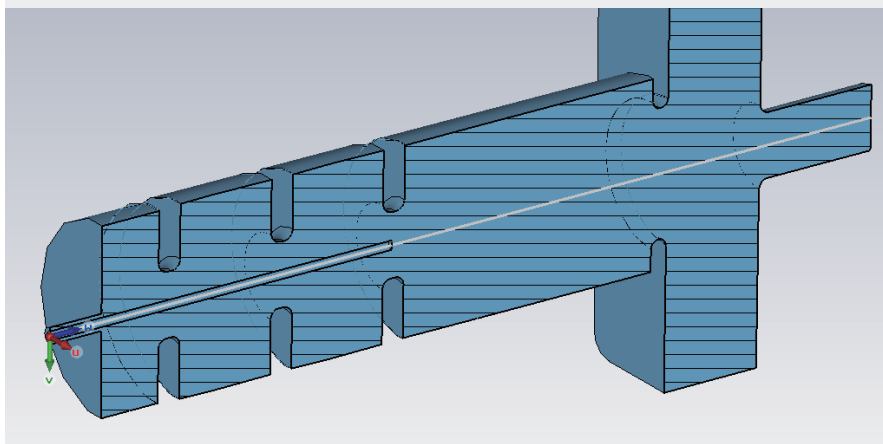
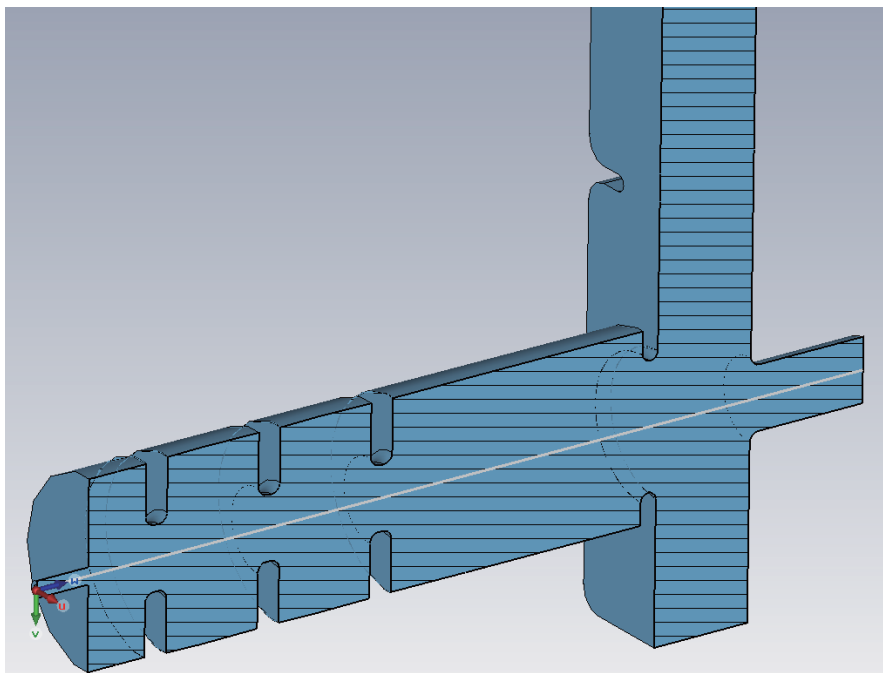
$Q_L=2440, Q_0=10900, \beta=3.48$



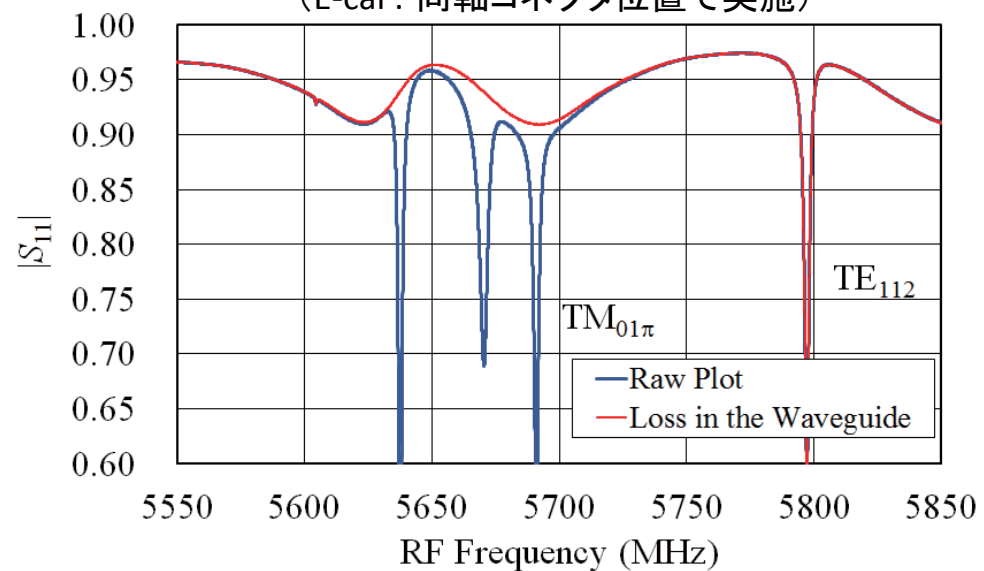
(E-cal : 同軸コネクタ位置)



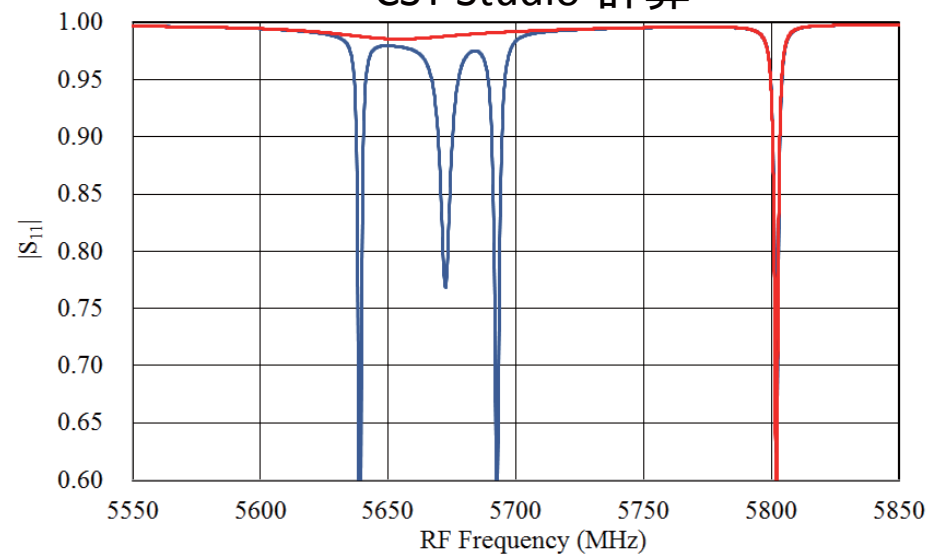
## 2.6-cell 空洞デチューニング



(E-cal : 同軸コネクタ位置で実施)



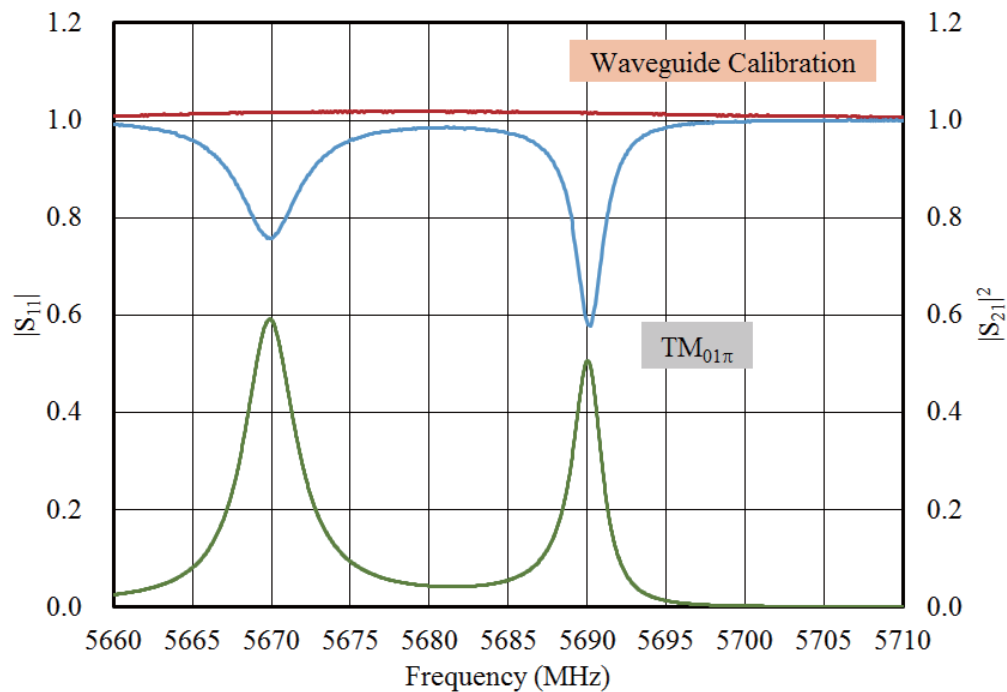
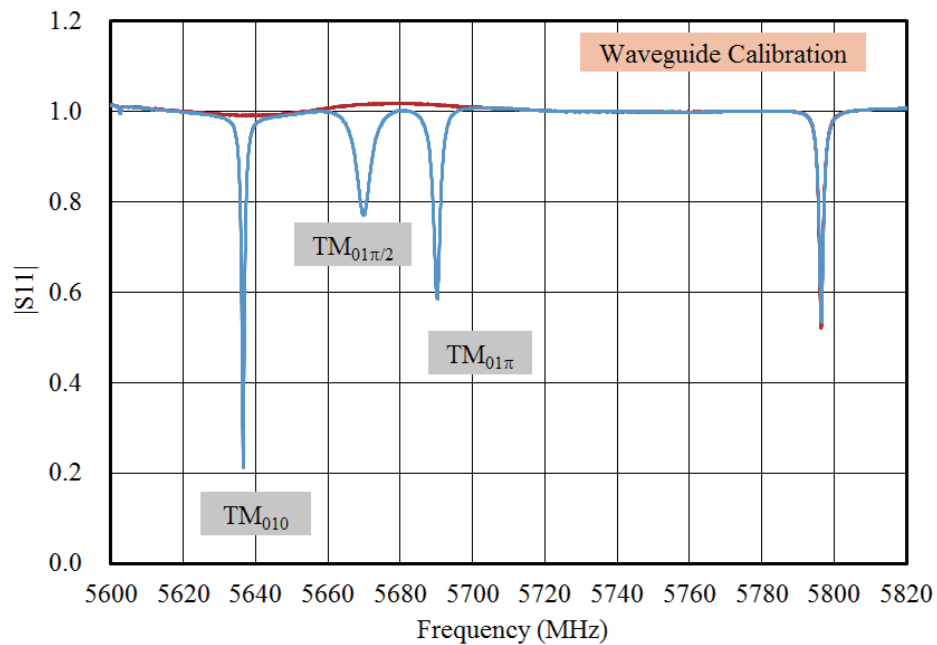
CST Studio 計算



# 導波管較正

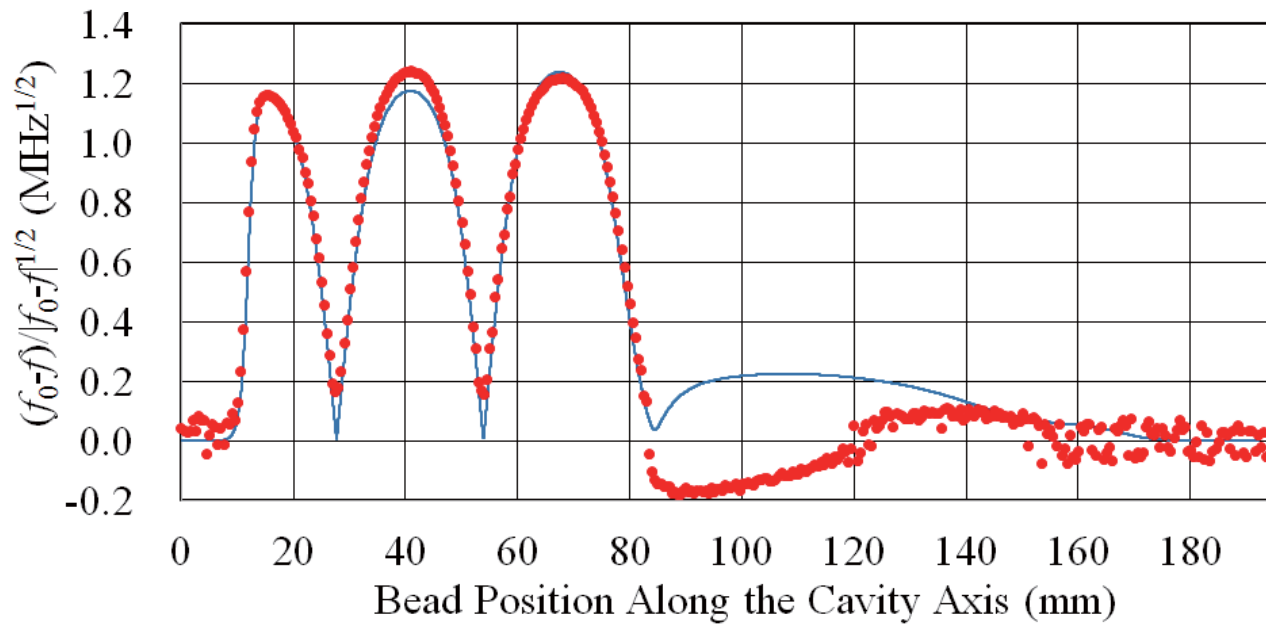
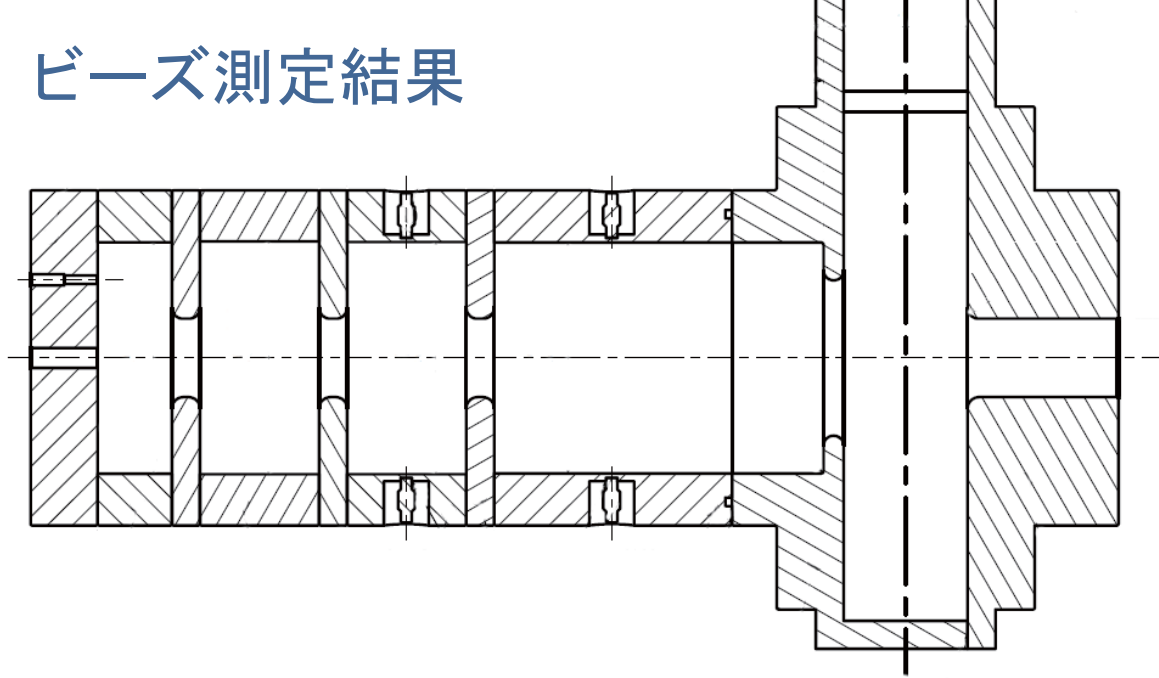
## $S_{11}$ 測定

MO-円形フレンジ  
変換導波管なし



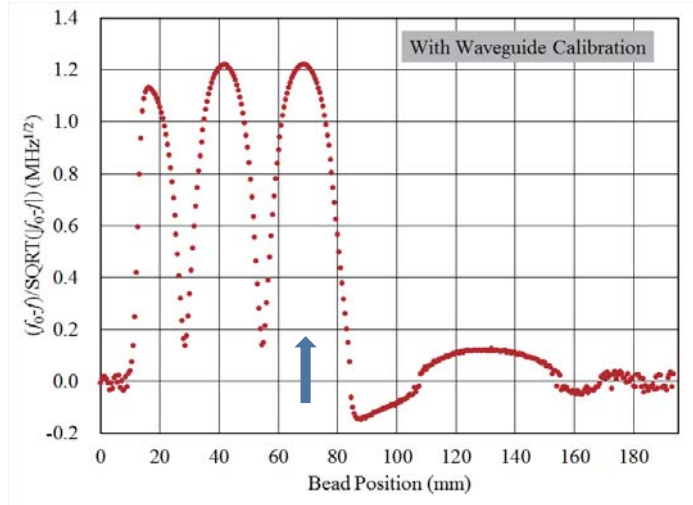


# ビーズ測定結果

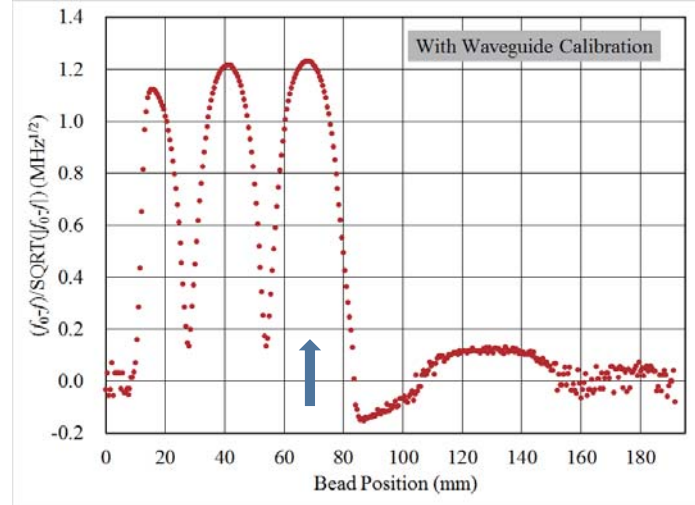


# 加速空洞チューニング効果(導波管較正、 $S_{11}$ )

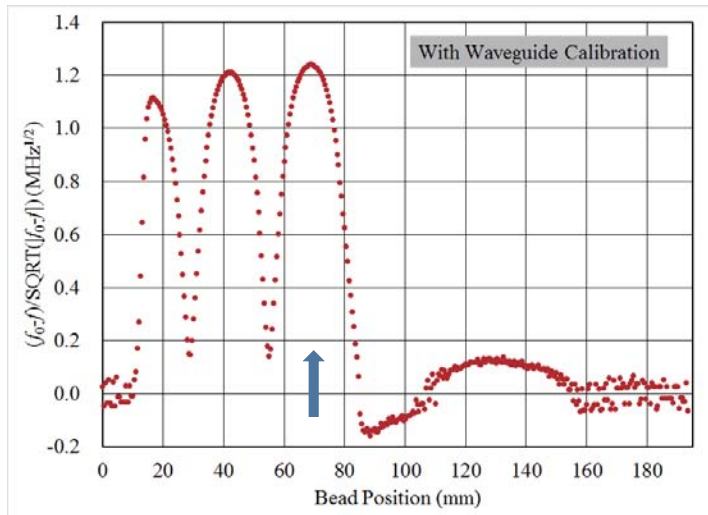
Initial Frequency



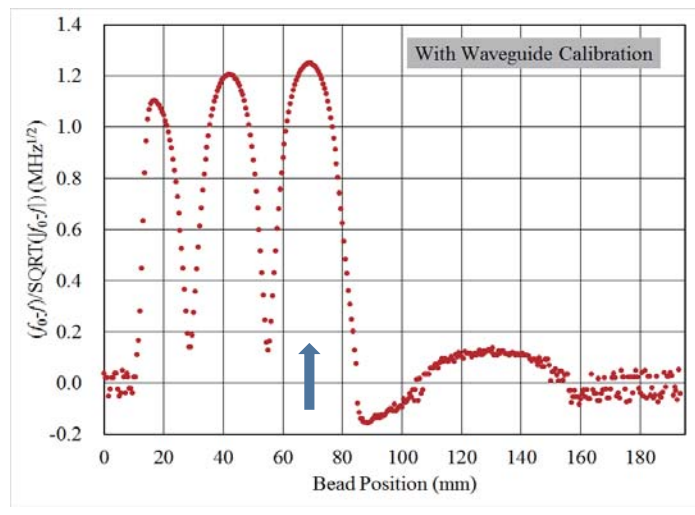
+100kHz



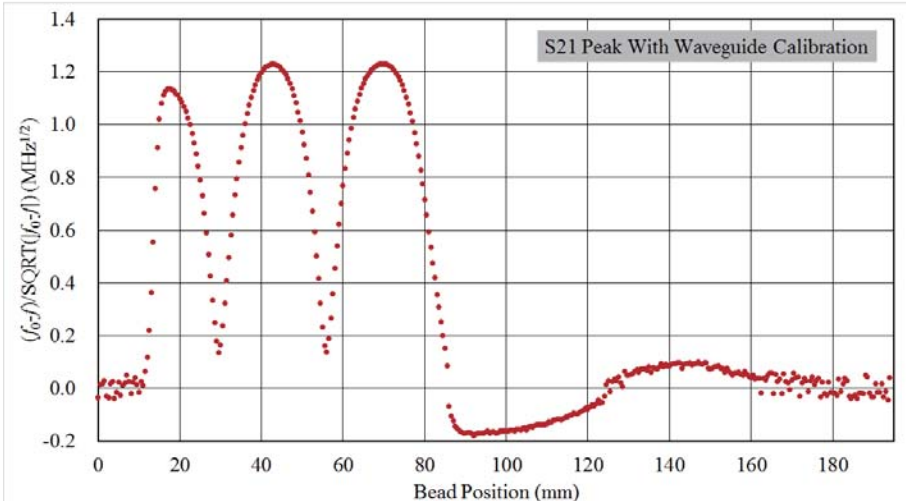
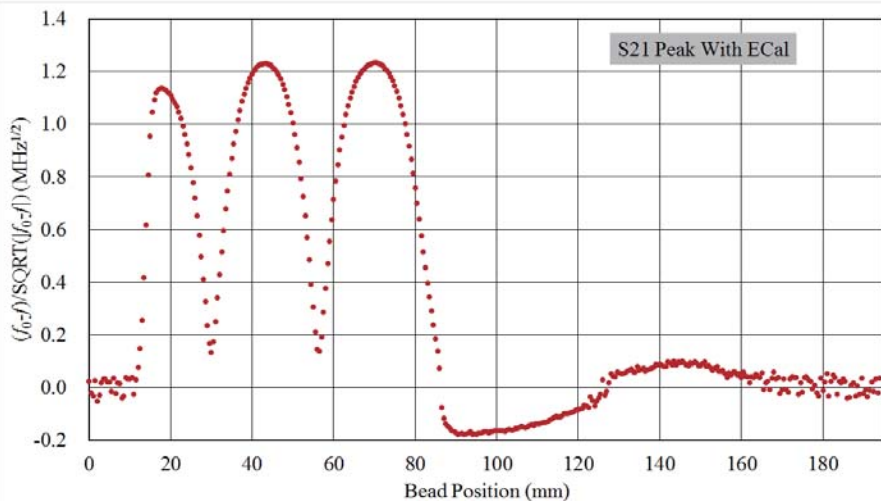
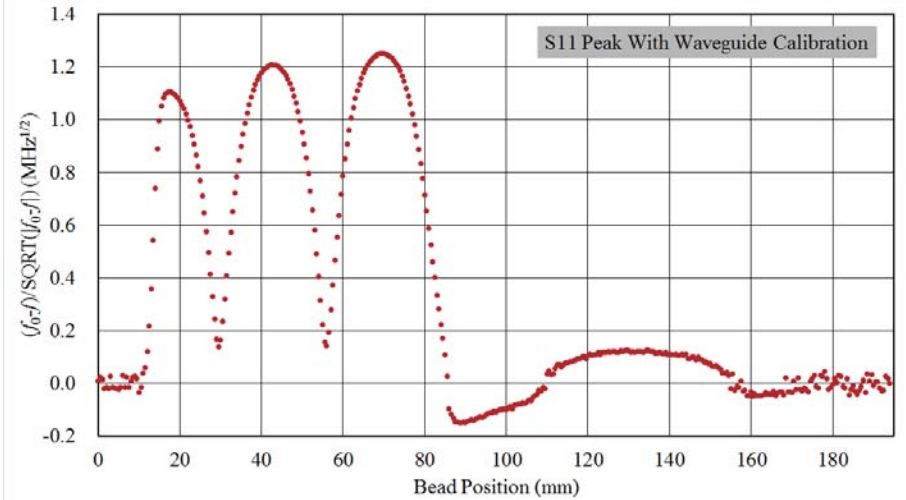
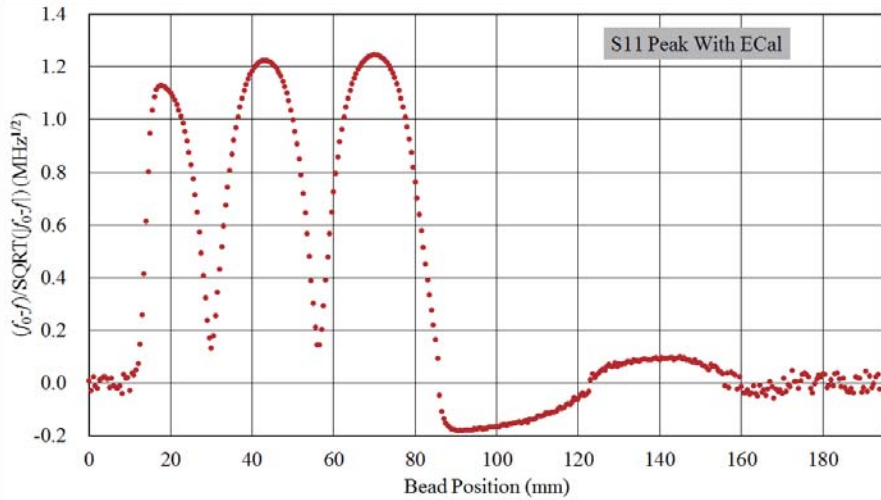
+200kHz



+300kHz (設計値-310kHz)

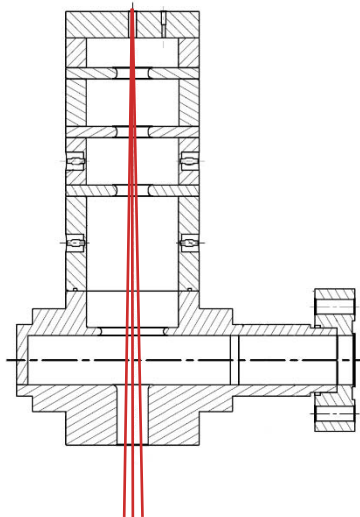
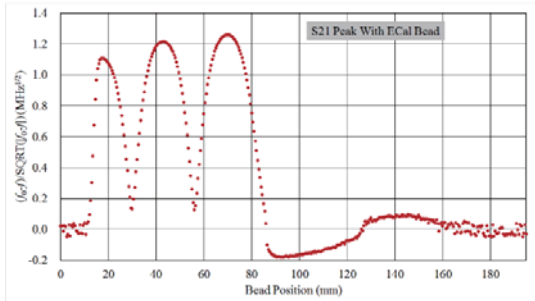
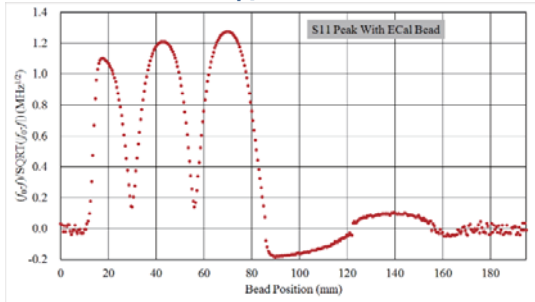


# ビーズ測定 $S_{11}$ と $S_{21}$ 、E-Calと導波管校正の結果

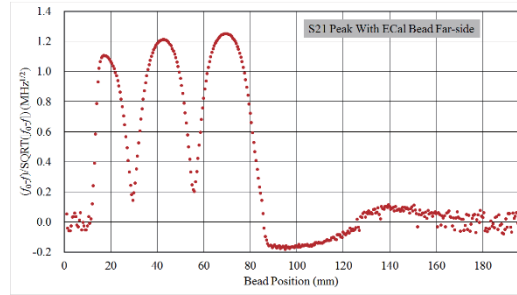
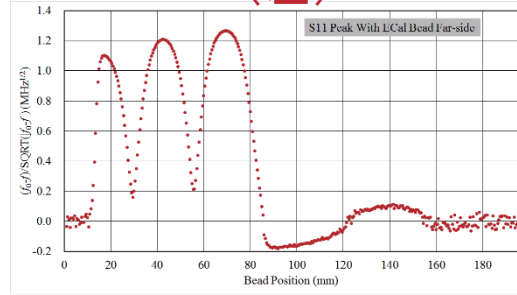


# 設計周波数に調整後 (設計値+20kHz) 円筒導波管部分の 中心軸周辺測定

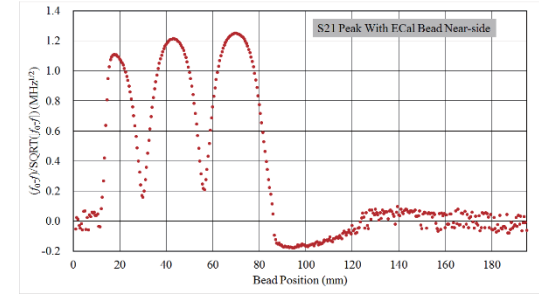
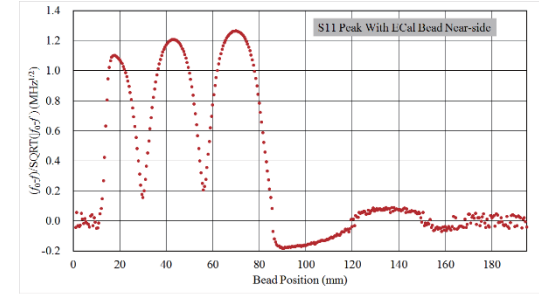
軸上



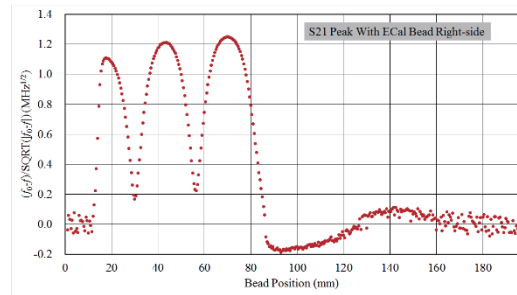
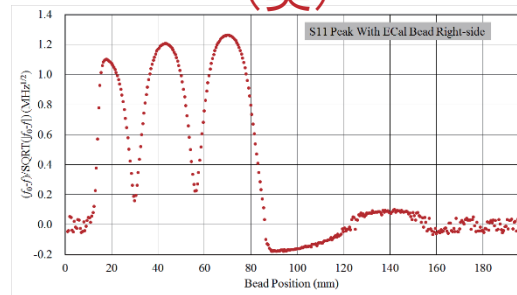
(左)



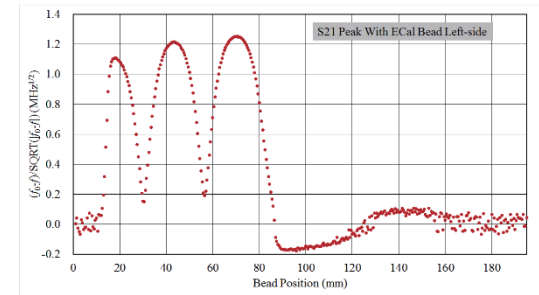
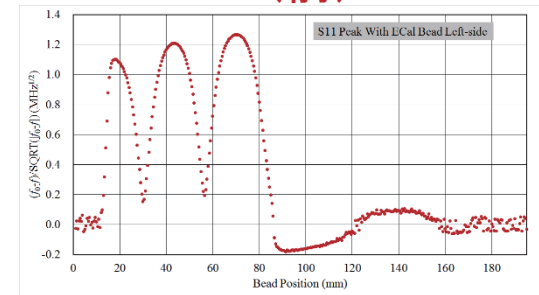
(右)



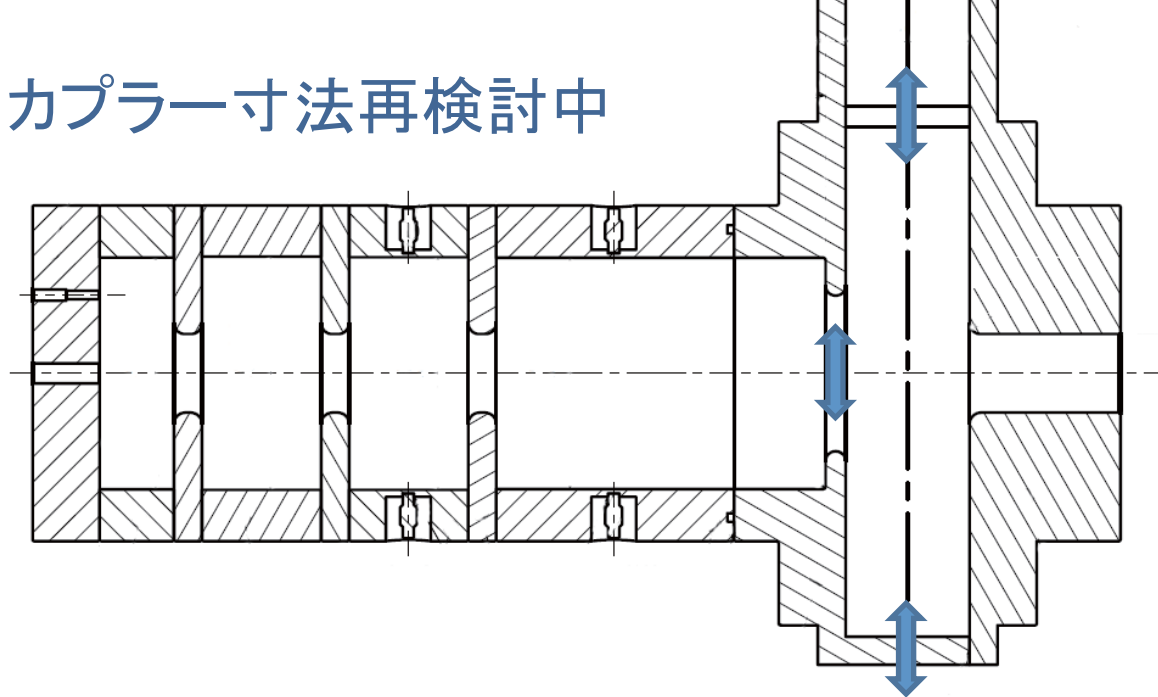
(奥)



(前)



# カップラー寸法再検討中



## 現行カップラーの軸上電磁場 (CST-Studioシミュレーション)

