

# cERL主空洞の機械的振動測定

2012/11/7

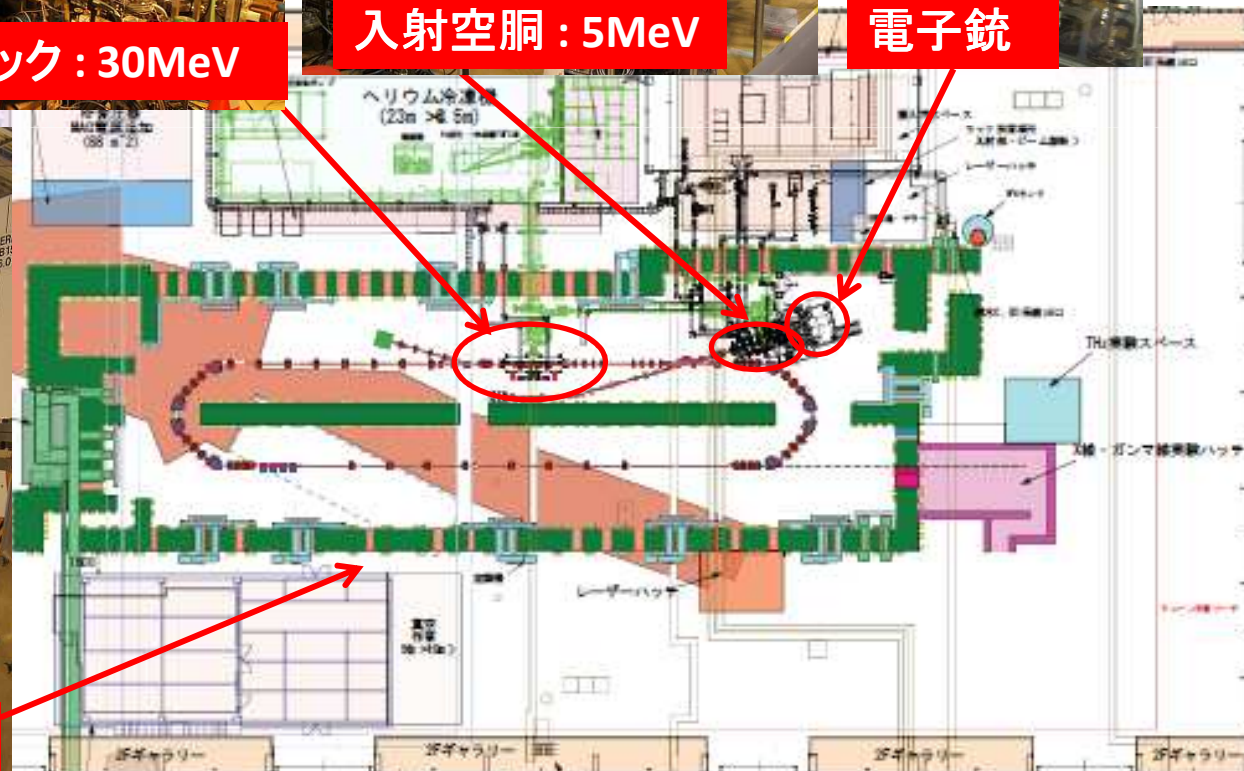
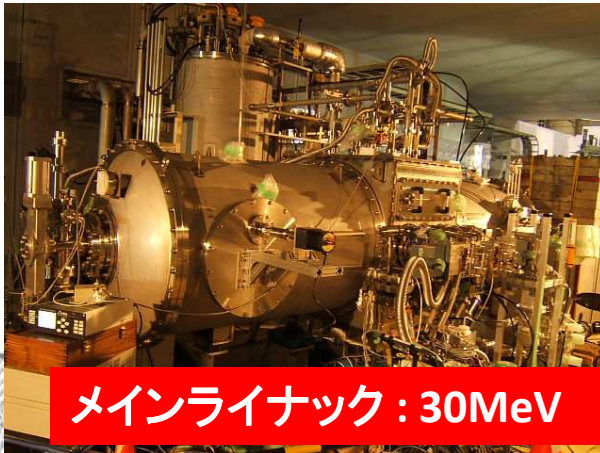
佐藤、梅森、江並、エンリコ、久保、  
阪井、沢村、篠江、古屋

# 内容

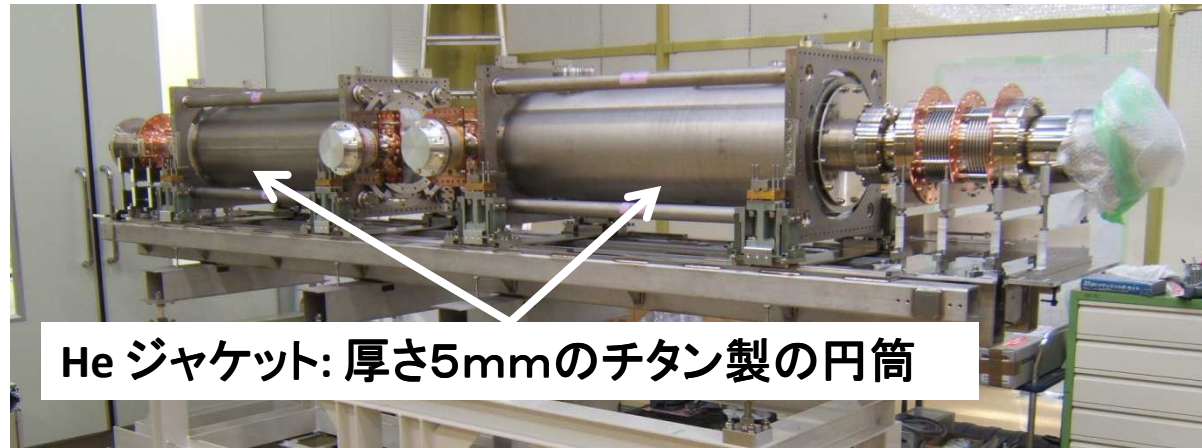
- cERL主空洞の紹介
- マイクロフォニックス: 機械的振動によりRF的不安定性が生じる
- テストベンチによる主空洞の振動モード測定
- まとめ
- 今後の予定

# ERL開発棟(旧東カウンターホール)

現在インフラ工事が急ピッチで進められている

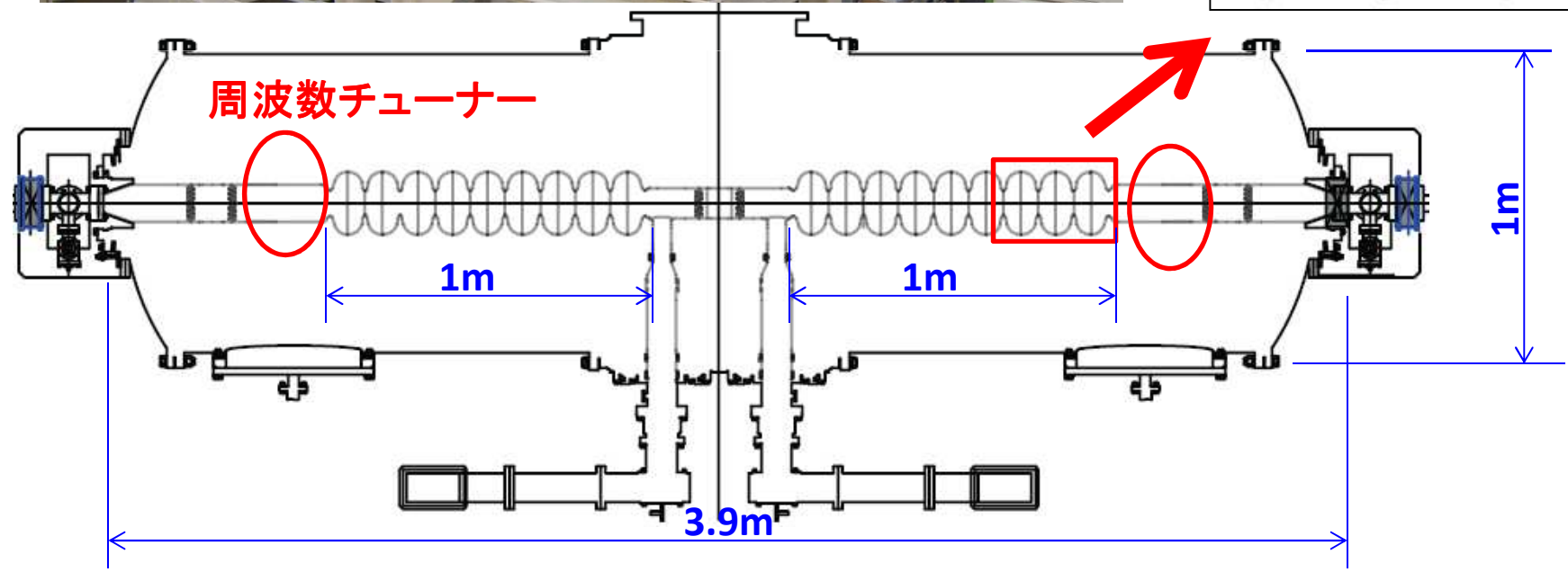
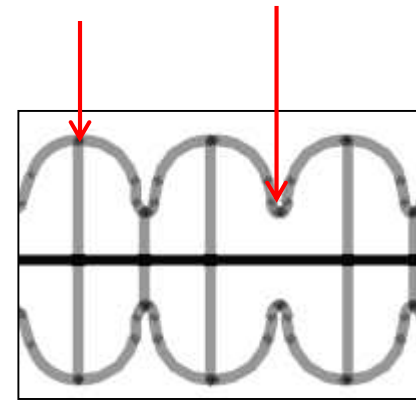


# 主空洞クライオモジュール



赤道部

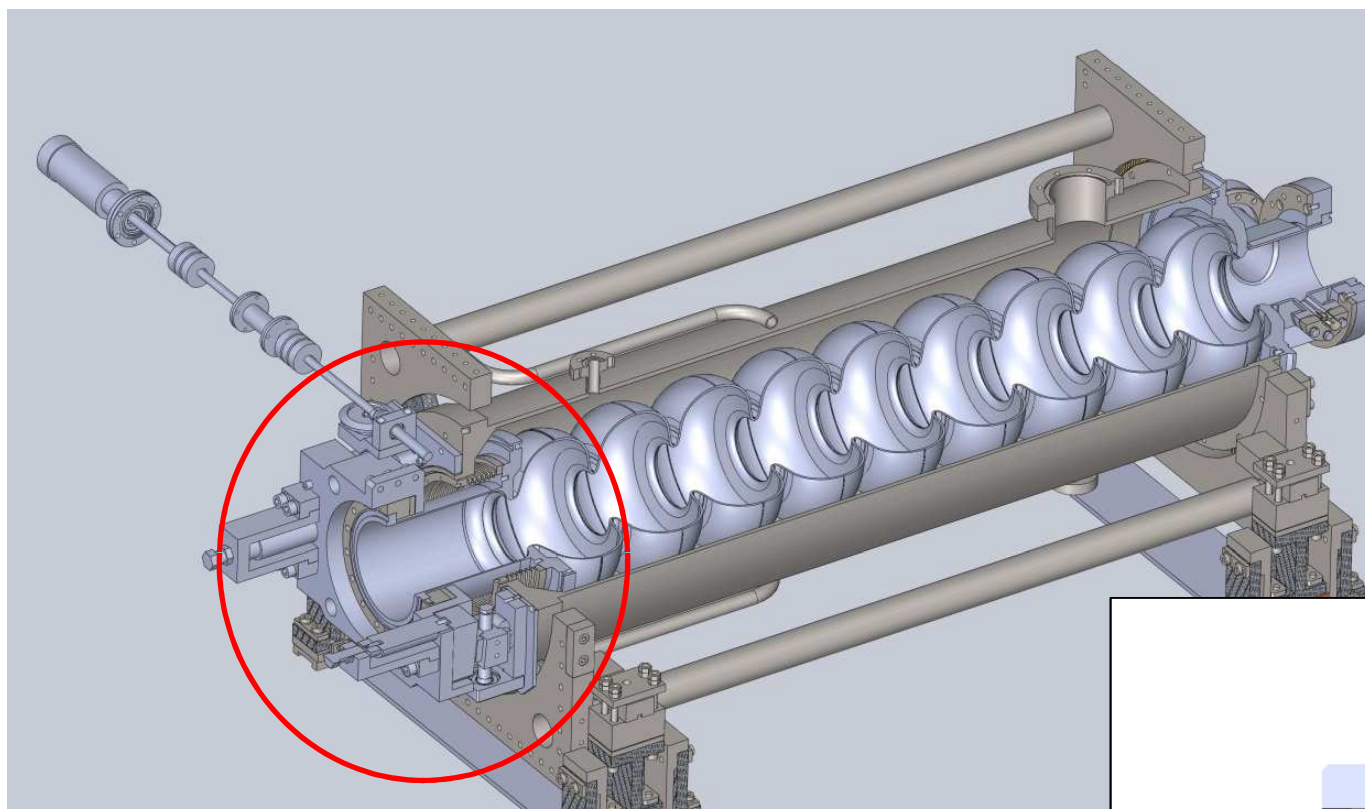
アイリス部



9cell空洞は9つの振動子の連性振動を起こすと考えられる



# Heジャケット & チューナー



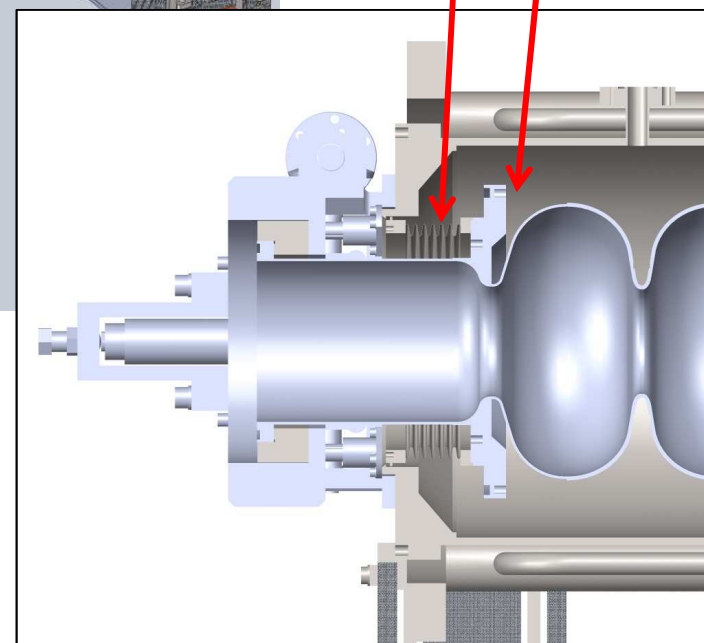
エンドプレート:  
チューナーにより  
引っ張られたり戻さ  
れたりする。

ベローズ

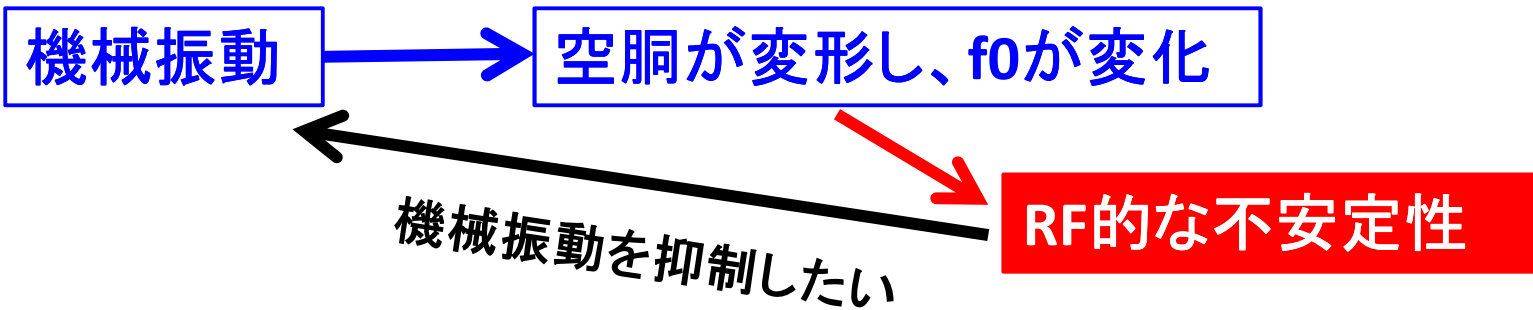
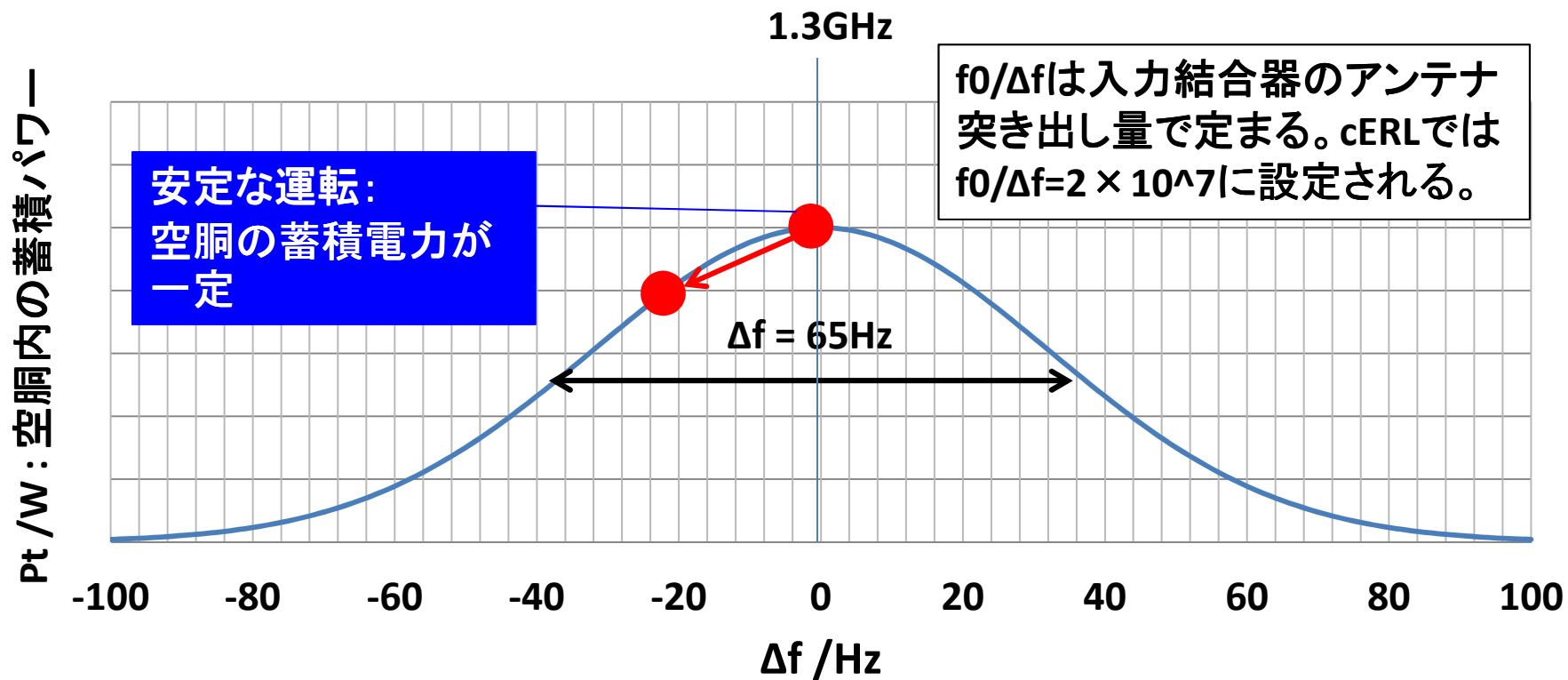
周波数チューナー：引っ張って空洞に変形を与える

Heジャケット内の9セル空洞の拘束条件は、

1. 自然長で両端固定
2. 引っ張られている状態で両端固定



# マイクロフォニクス



# 9セル空洞の機械振動測定

## 目的

- cERL主空洞の低温大電力試験・ビーム運転に先立ち、**マイクロフォニクス対策**として機械振動モードについて調べる。
- Heジャケット内の**拘束条件を模擬**したい。
  - 自然長で両端固定
  - 引っ張った状態で両端固定

# 機械振動測定

## 実際の作業

- ピエゾ、マイクロセンスの特性確認
- ピエゾにより強制振動を起し、機械的な共振周波数とそのモードのアサインを行う(ただし、今回は横振動のみを調べた)
- 9セル空洞の拘束条件を変えながら、共振周波数とモードアサインを行う

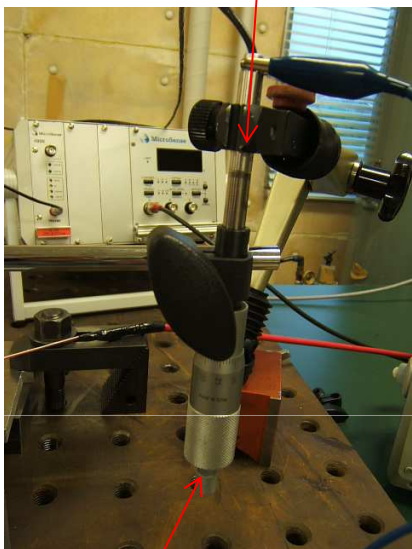
ANSYSによる振動モードの解析

→ 篠江憲治さん

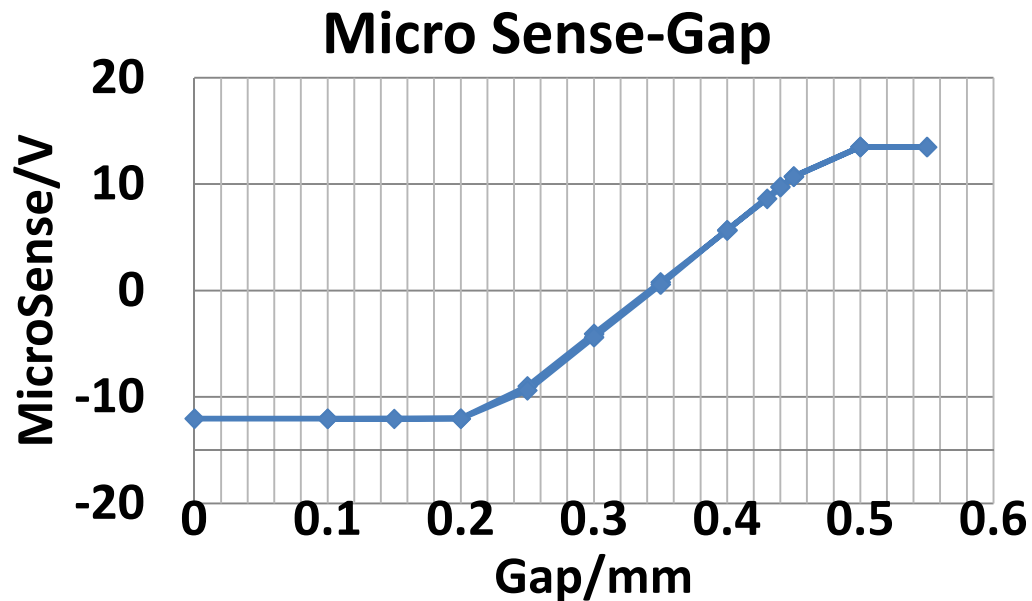


# マイクロセンス・ピエゾの特性検査

マイクロセンス

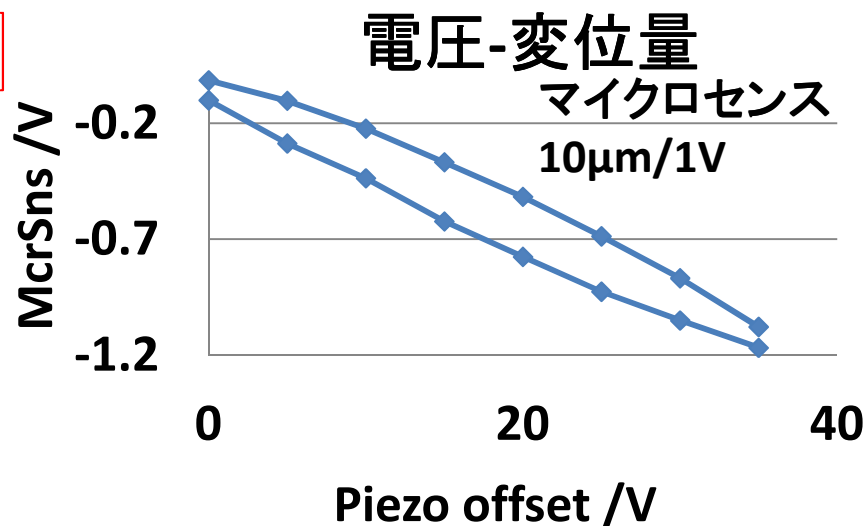


マイクロメータ

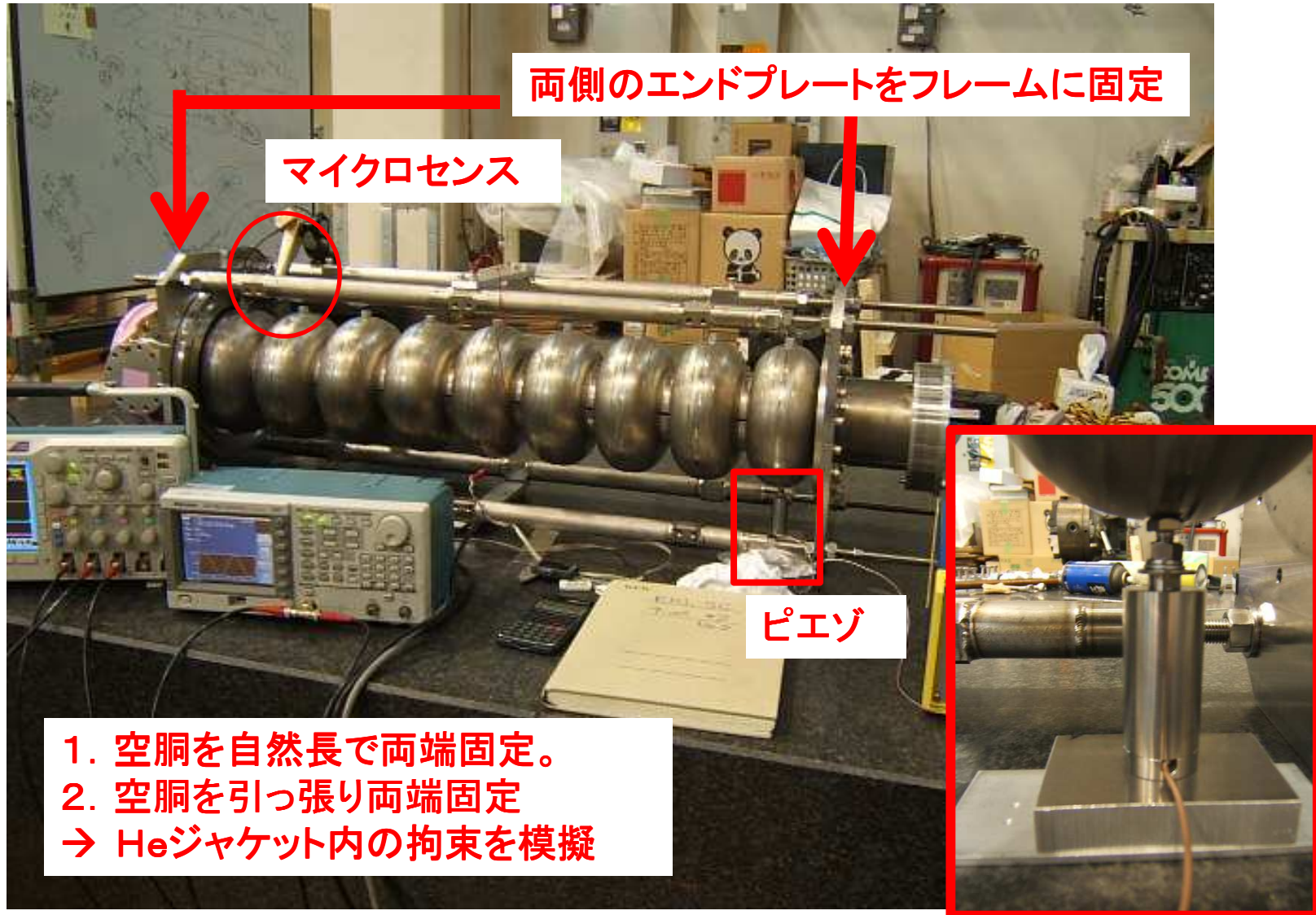


マイクロセンス

ピエゾ



# テストベンチによる振動測定

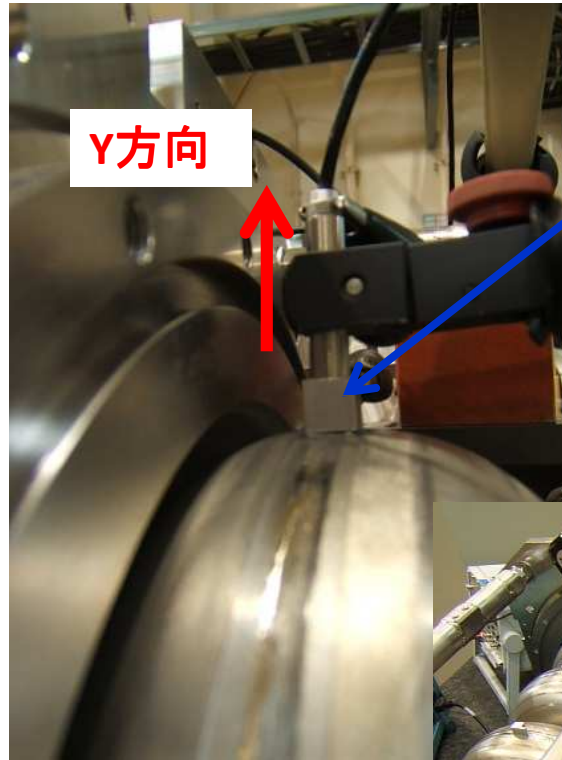


# マイクロセンスの設置状況

第1セルから第9セルの共振状態を調べることでモードアサインを行う



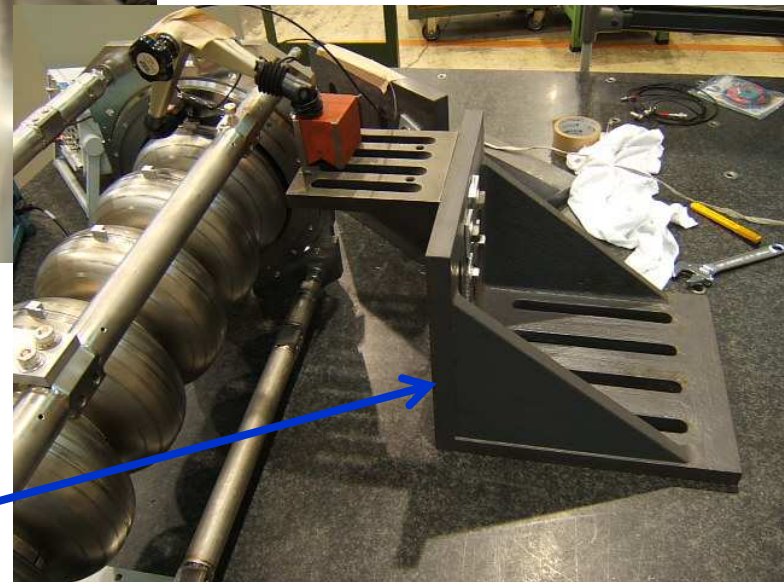
各セルの上にキューブマウンティングワックスで固定



Y方向

X, Y, Zの3方向から測定可能

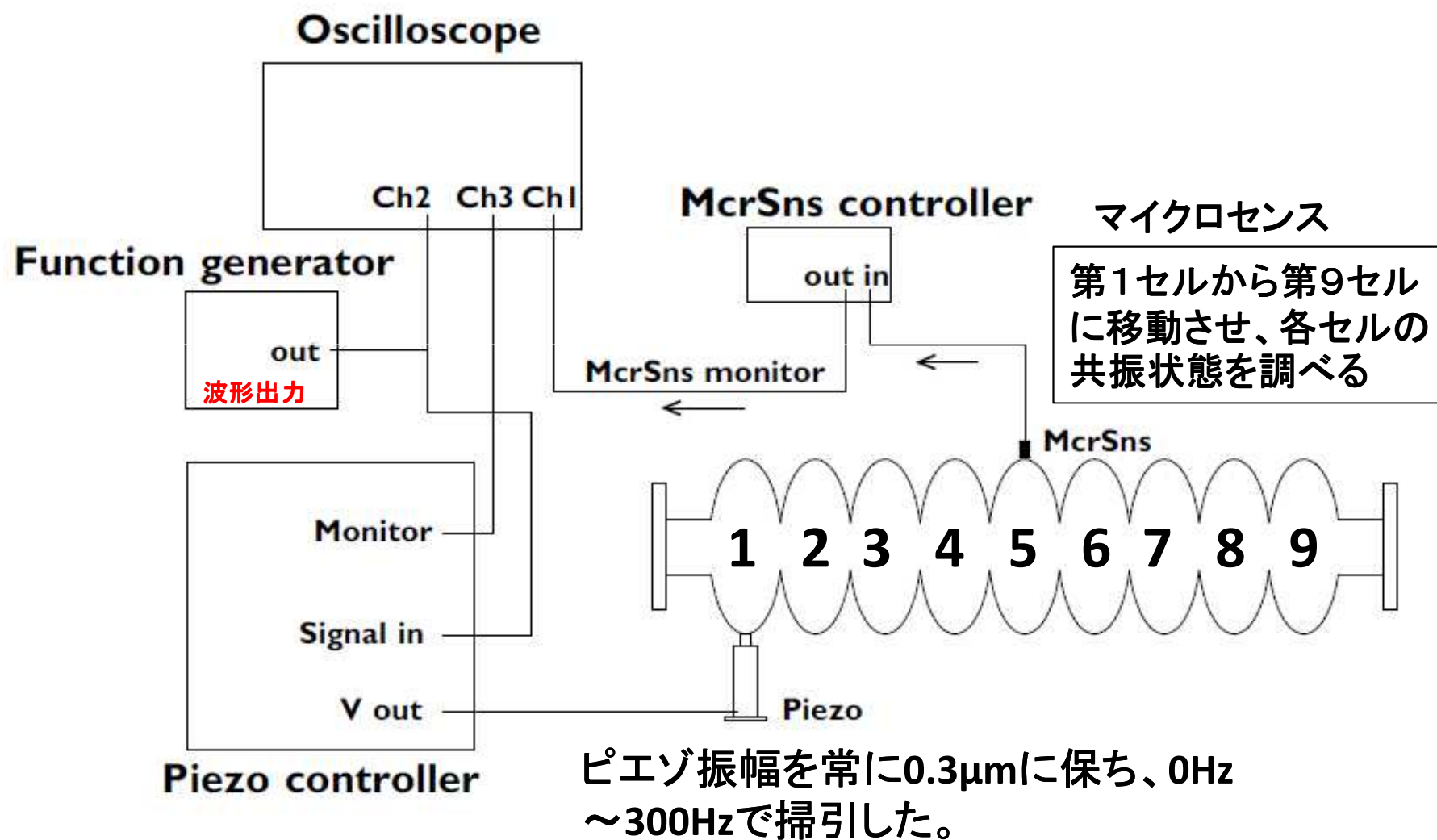
今回はy方向のみを測定した



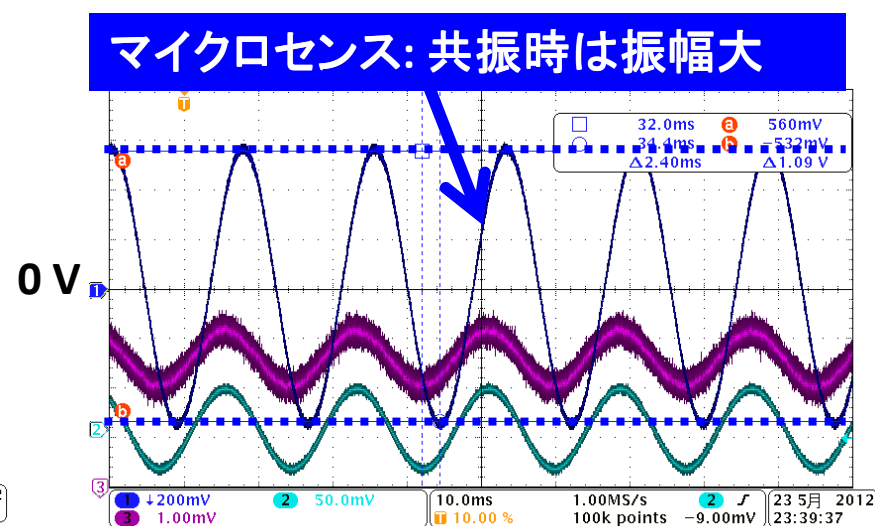
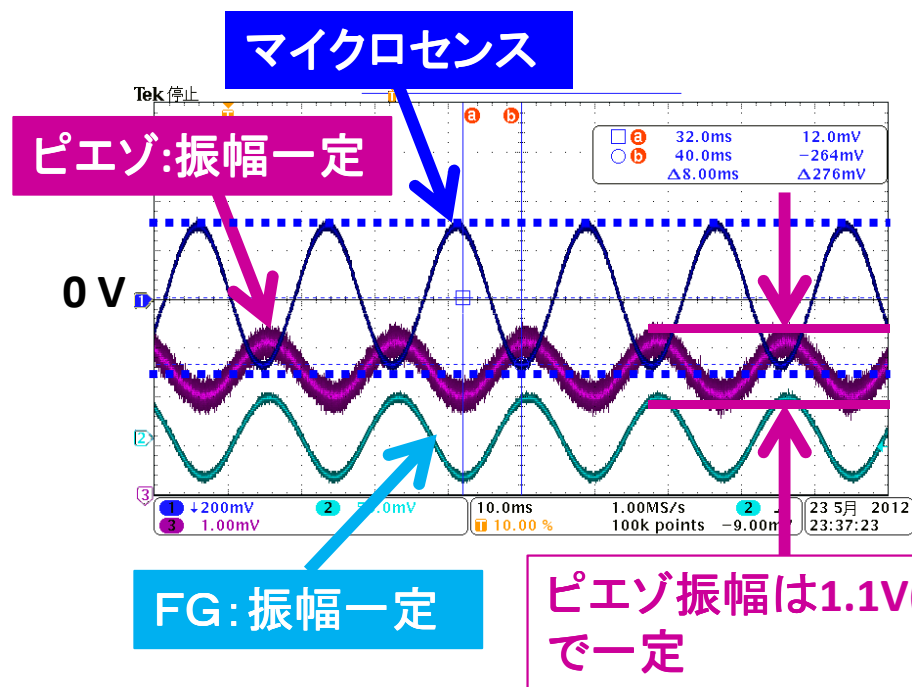
大小2つのイケールを組み合わせ、マグネットチャックを固定する。定盤の上をスライドする。



# オシロによる計測系

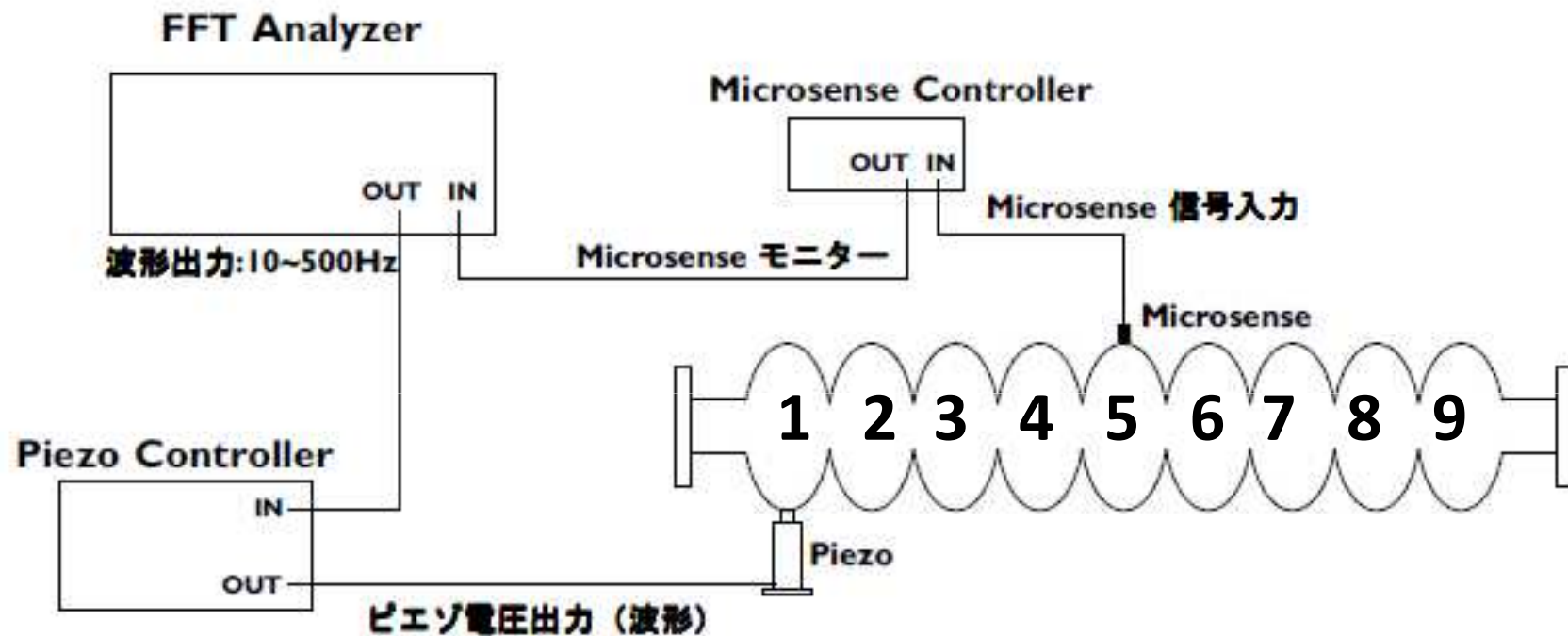


# マイクロセンスにより共振を探る



- 1) ピエゾを9セルにセットし、10Hz~300Hzまで掃引する
- 2) 第1セルから第9セルまで各セルの共振周波数と振幅を調べる  
→ 各共振周波数の振動モードを調べる(今回の一番の目的)

# FFTアナライザによる計測系

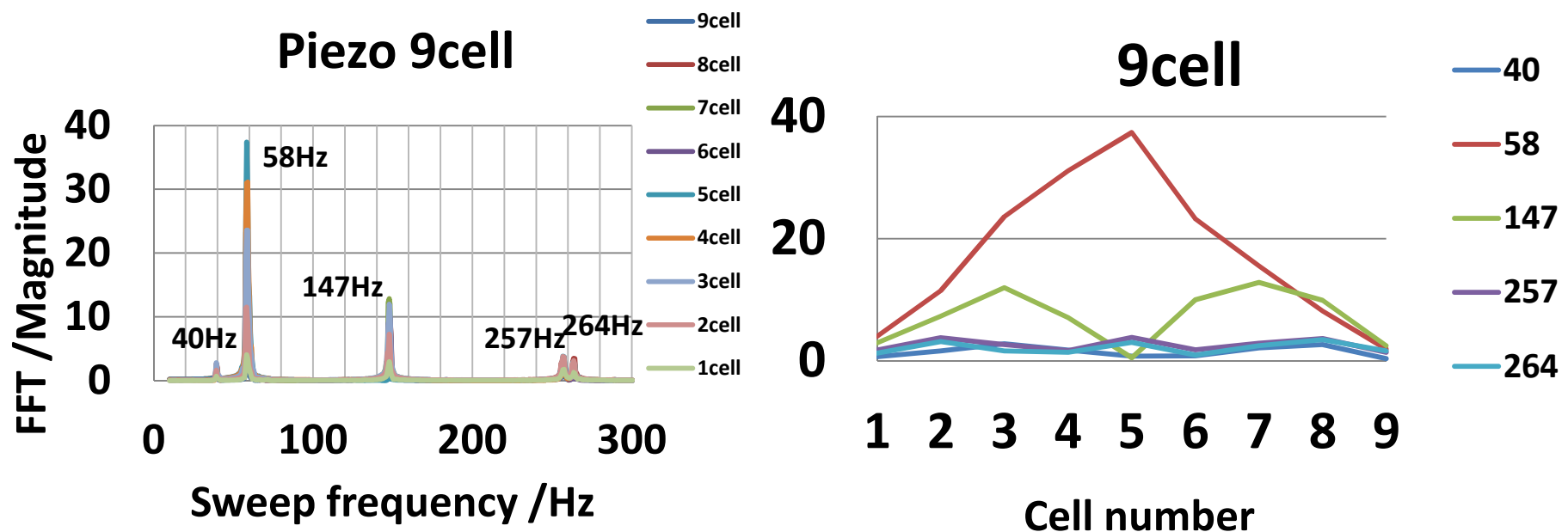


FGにより0~300HzでSweepさせていたのと同じことを、FFTアナライザによりオートで10~500HzをSweepさせ、センサー入力を記録する。

$$\text{Magnitude} = (V_{in} / V_{out}) = (\text{マイクロセンスの変位} / \text{ピエゾ振幅})$$

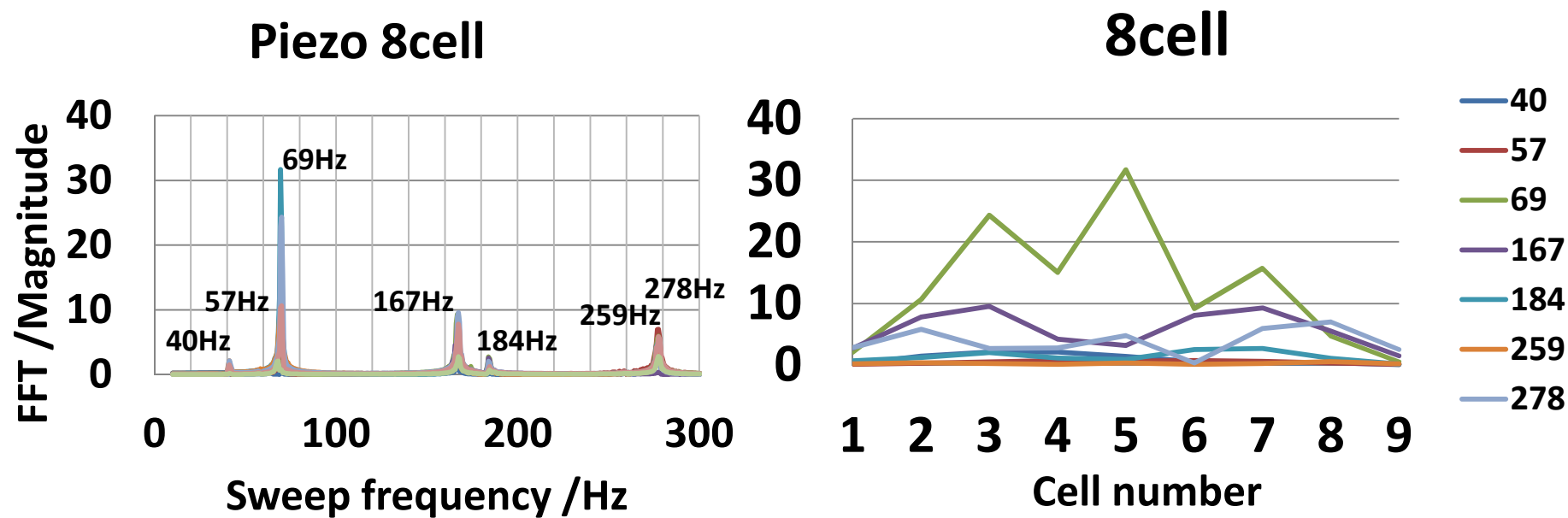


# 第9セルを強制振動させた時の 各セルの共振状態



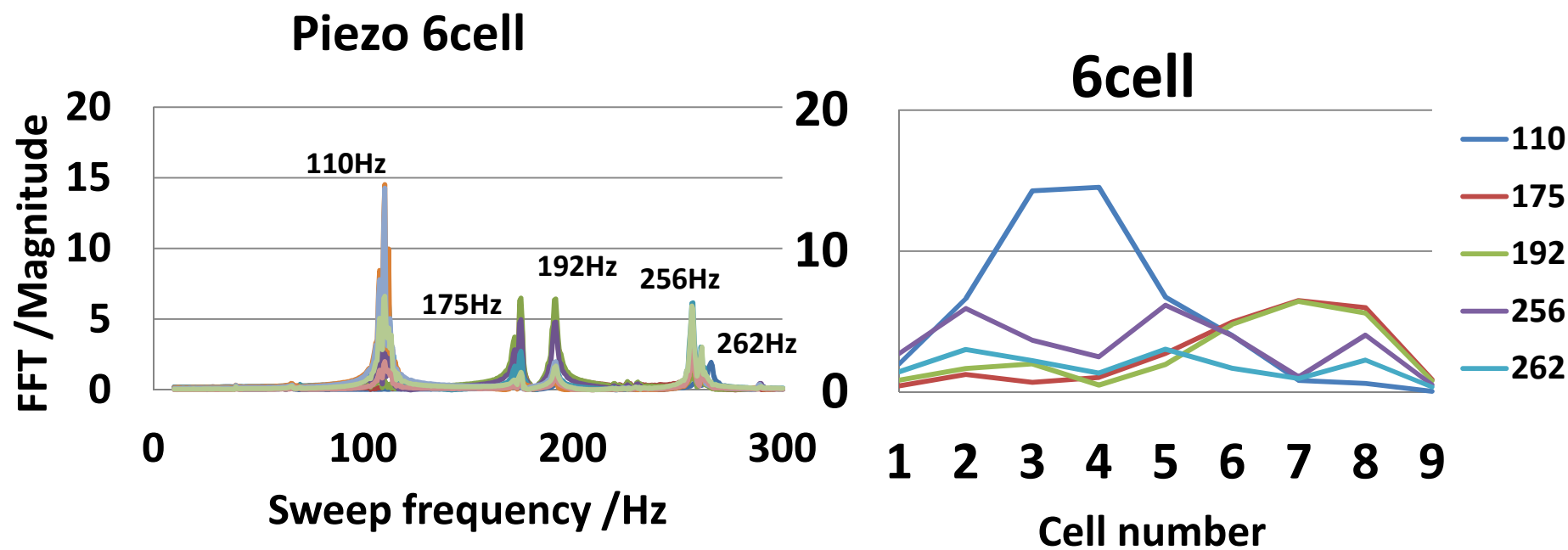
第9セルをピエゾにより強制振動させて、第1セルから第9セルの共振状態を調べた。

# ピエゾを8セルに置いた場合

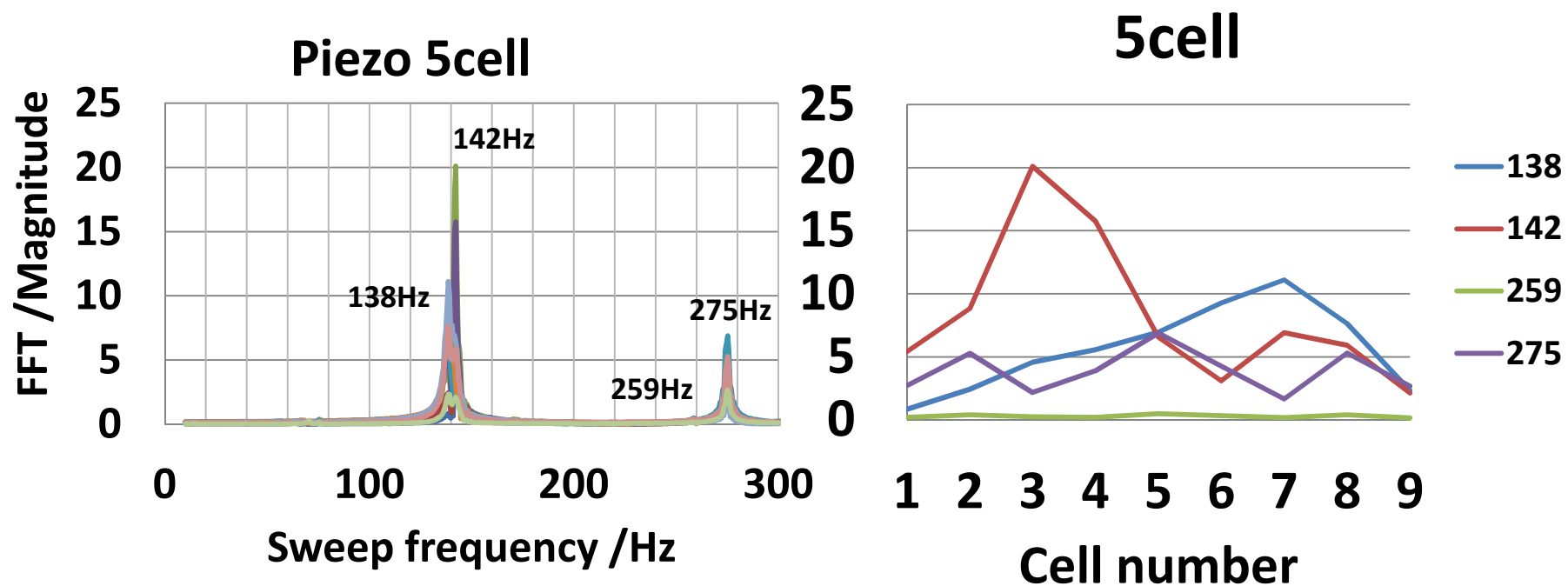




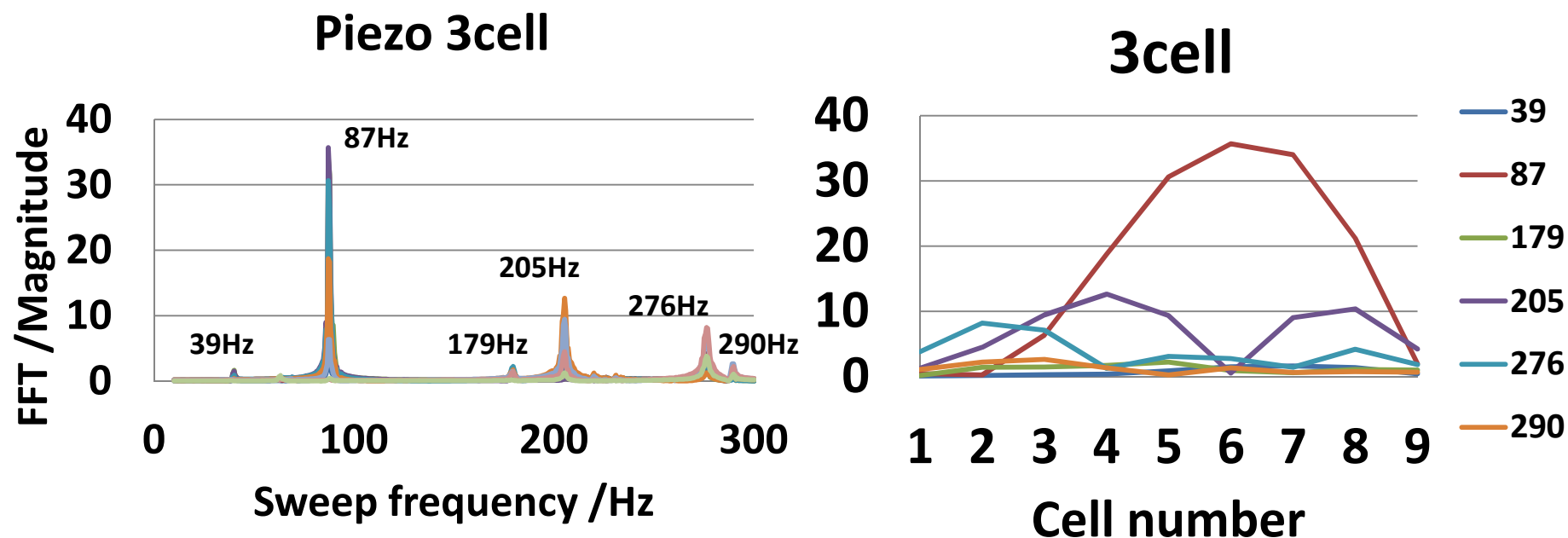
# ピエゾを6セルに置いた場合



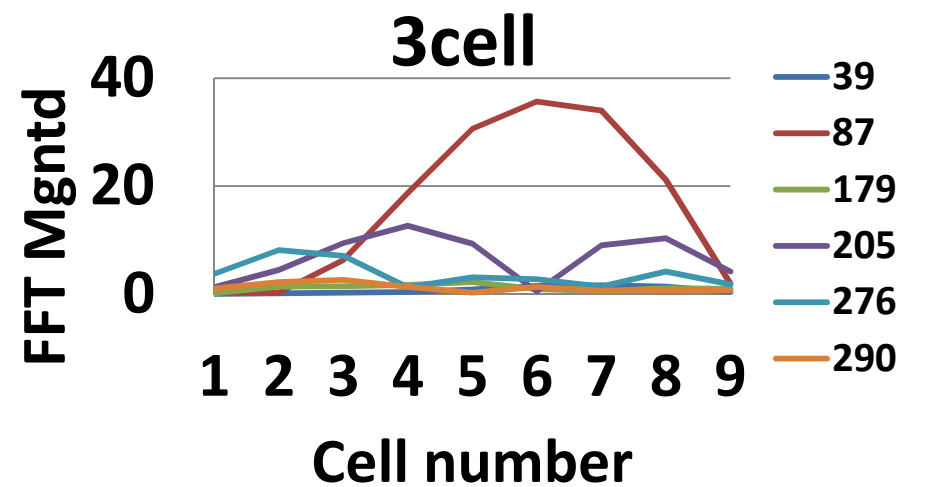
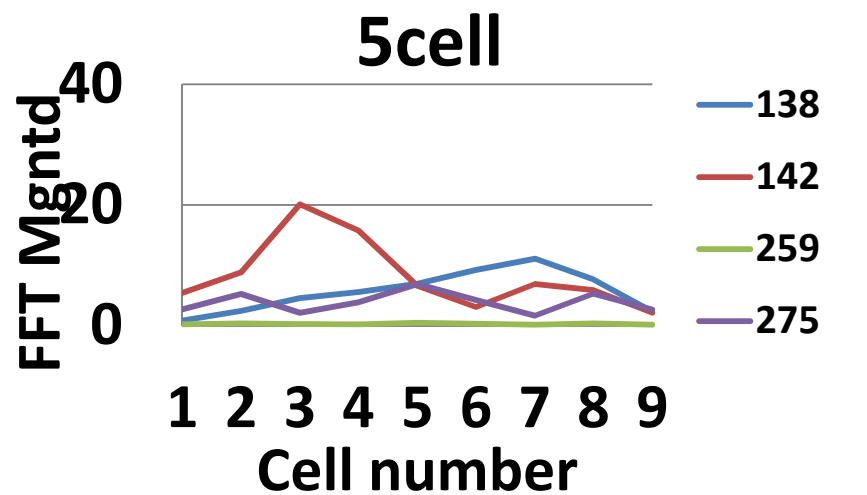
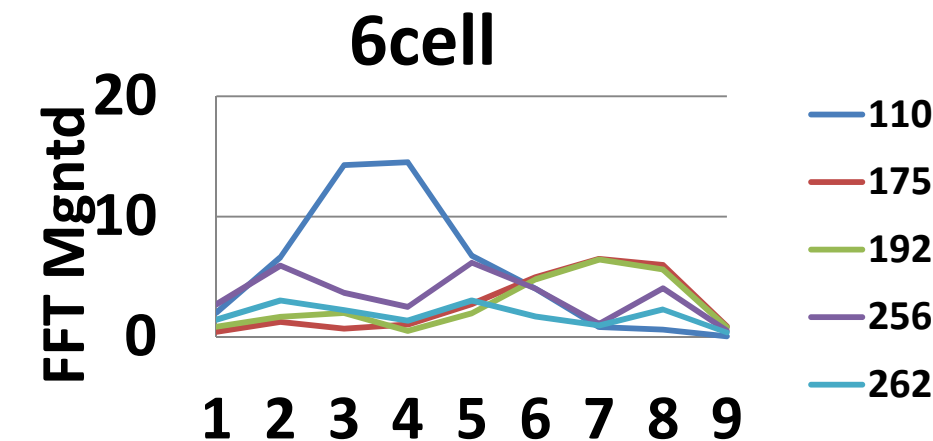
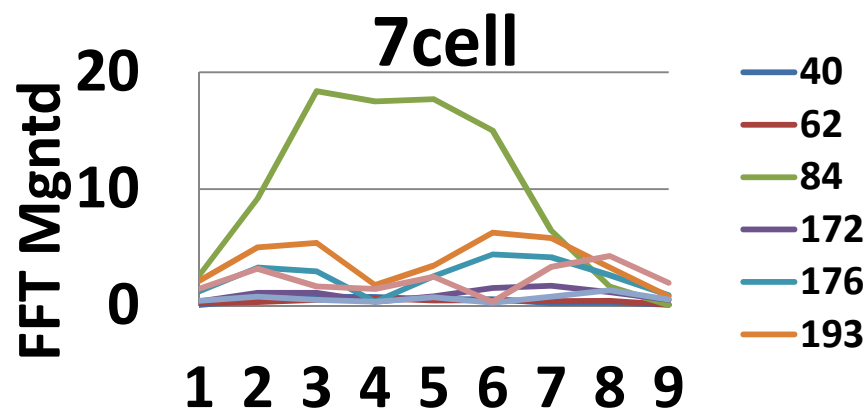
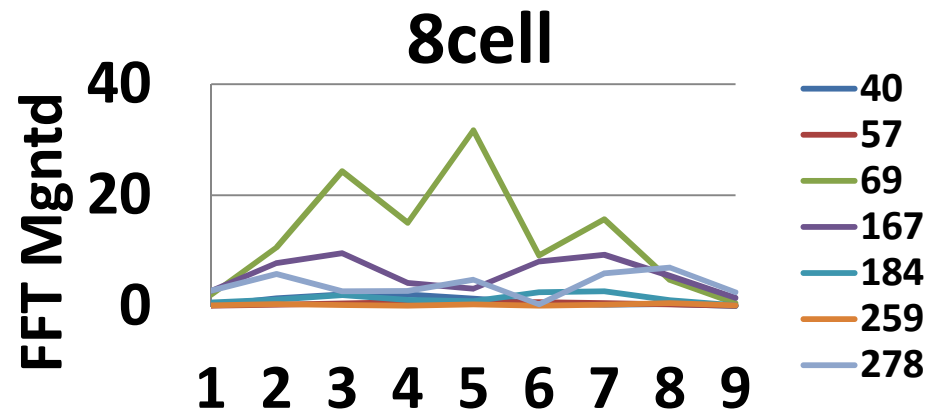
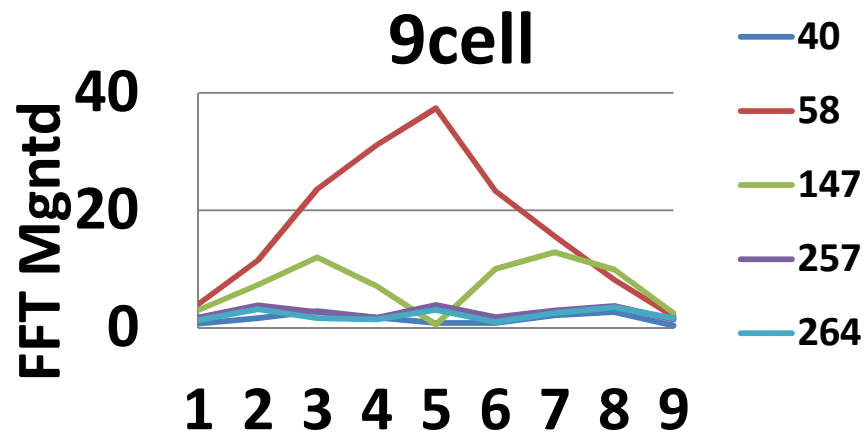
# ピエゾを5セルに置いた場合



# ピエゾを3セルに置いた場合

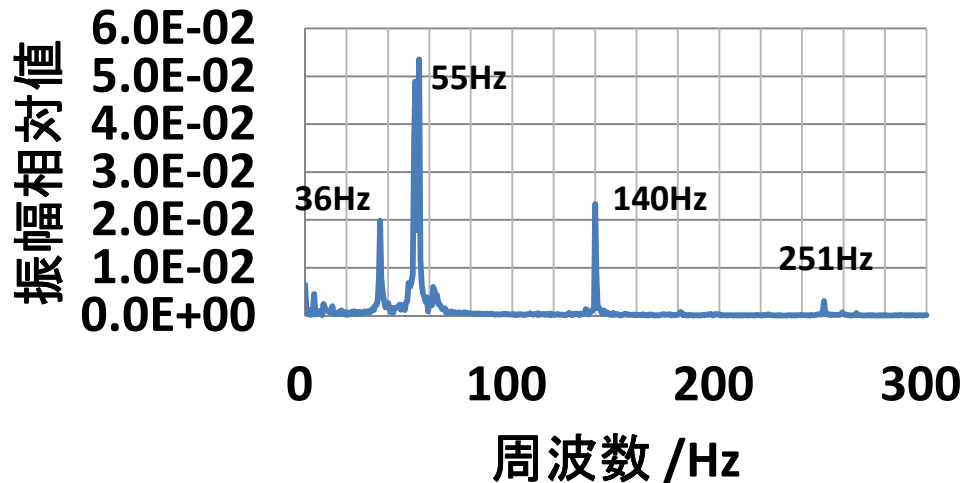




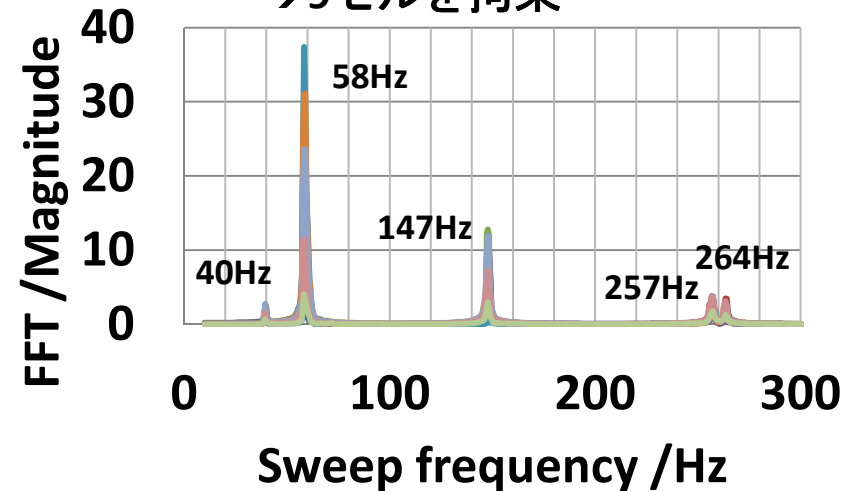


# ピエゾ拘束がない場合

ピエゾの拘束なし  
→ハンマー応答のFFTと同じ

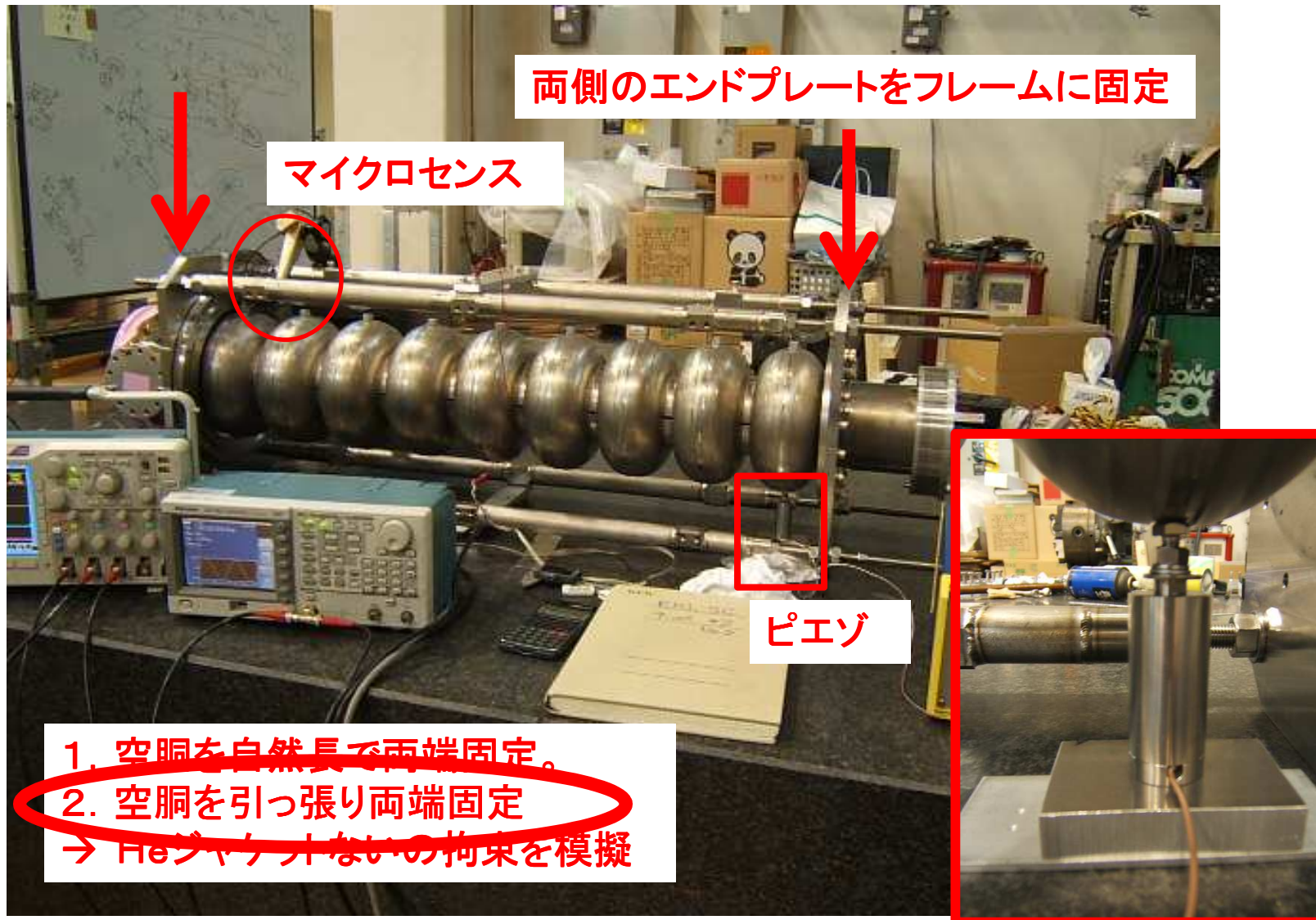


ピエゾで9セルを強制振動  
→9セルを拘束



ピエゾを除き、#3セルを手でトントンと叩きながらFFTサブルーチンを連続的に回した。58Hz, 147Hz, 264Hzのいずれも低い方向に変化している。モジュール内での条件はこちらに近いと思われる。

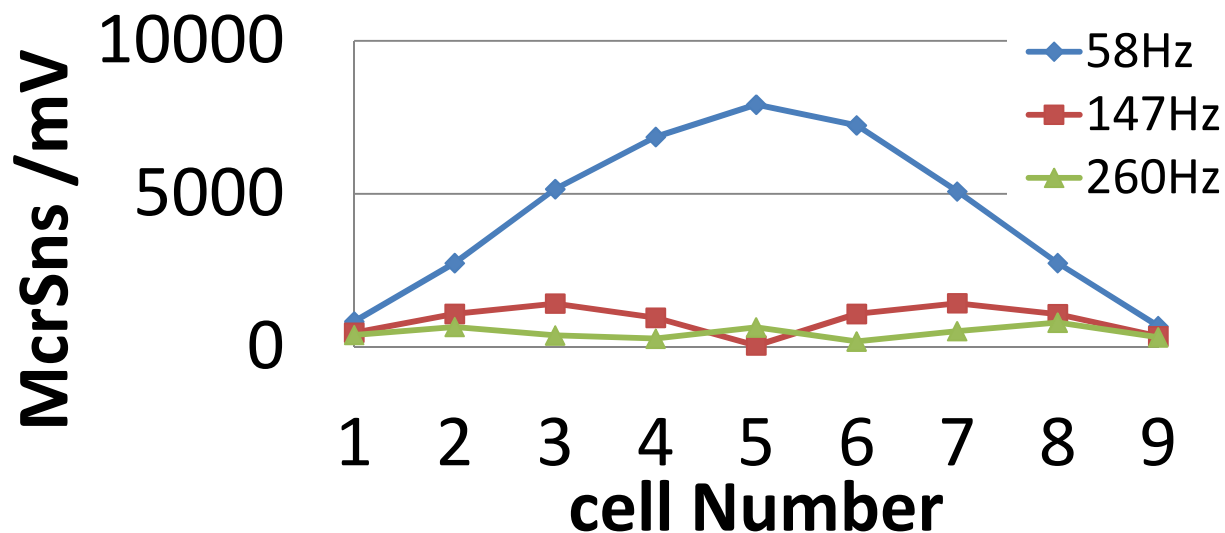
# 空洞を1mm引っ張り両端固定



# 空洞を1mm引っ張り、両端固定

ピエゾ@9セル

実際のHeジャケット内の拘束条件に近い



- 自然長で両端固定 58Hz, 147Hz, 257Hz
- 1mm伸ばし両端固定 58Hz, 147Hz, 260Hz

1mm引っ張っても共振周波数をほとんど変えない

# ここまでのまとめ

- ピエゾの強制振動により共振モードを測定
- 横方向の基準振動の1st~3rdモード、58Hz,147Hz,257Hzはモードアサインできた。
- 低い周波数の共振ほど振幅が著しく大きくなる。  
→ 高い周波数は気にする必要はない？
- 空洞を1mm伸ばしても1st~3rdモードは大きく変化しなかった。
- Heジャケットの中でもほぼ同じ共振モードであると考えられる。(予想)

# 今後の予定

- 縦方向の基準振動についても同様に振動モードのアサイン
- cERLのモジュール低温試験時に実際の空洞で機械振動測定
- テストベンチにおいて機械振動を起こしながらRF測定を行い、マイクロフォニックスの詳細を確認
- 機械振動の軽減策のテスト