

cERL主空胴の機械的振動測定

2012/11/7

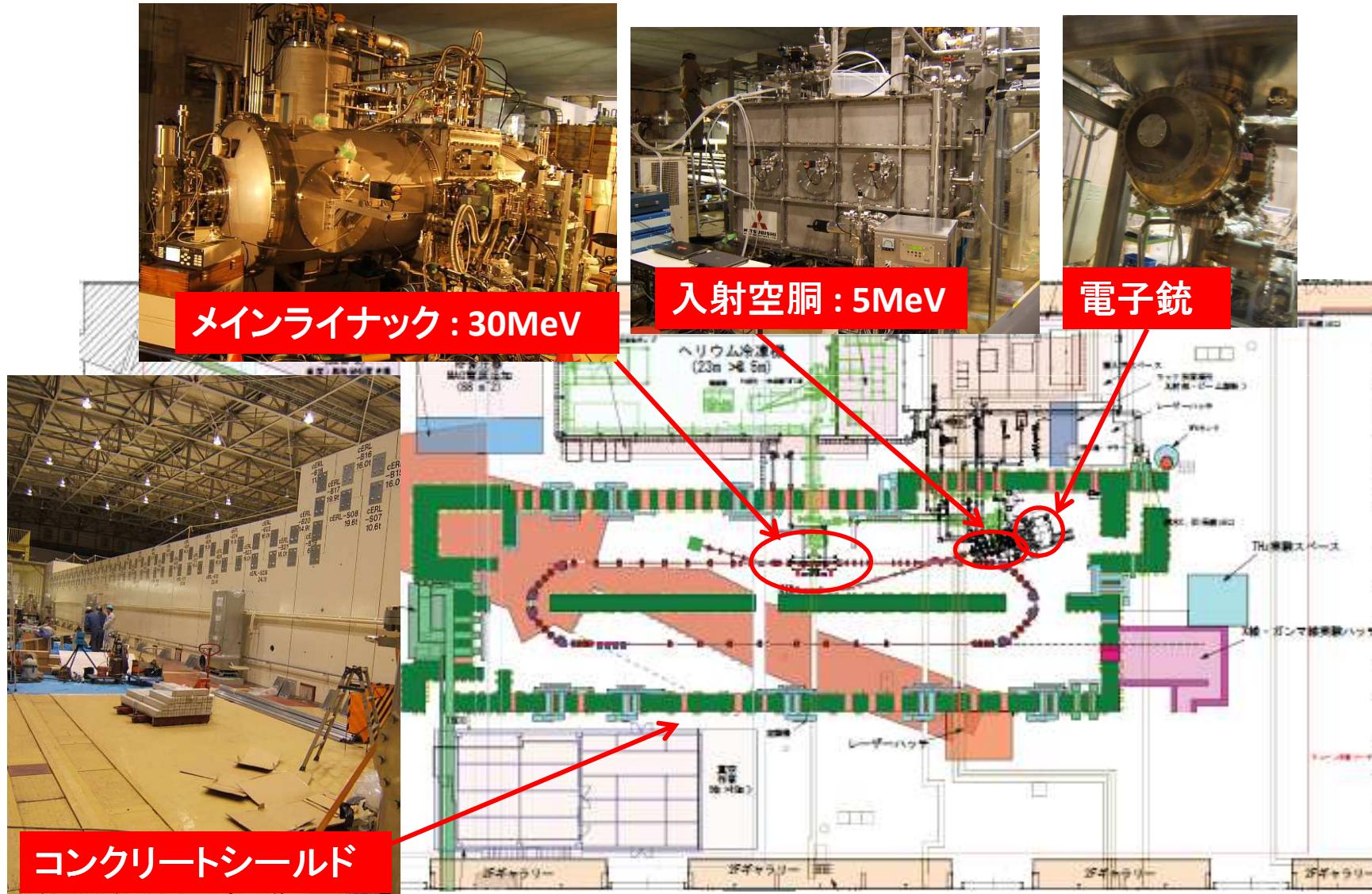
佐藤、梅森、江並、エンリコ、久保、
阪井、沢村、篠江、古屋

内容

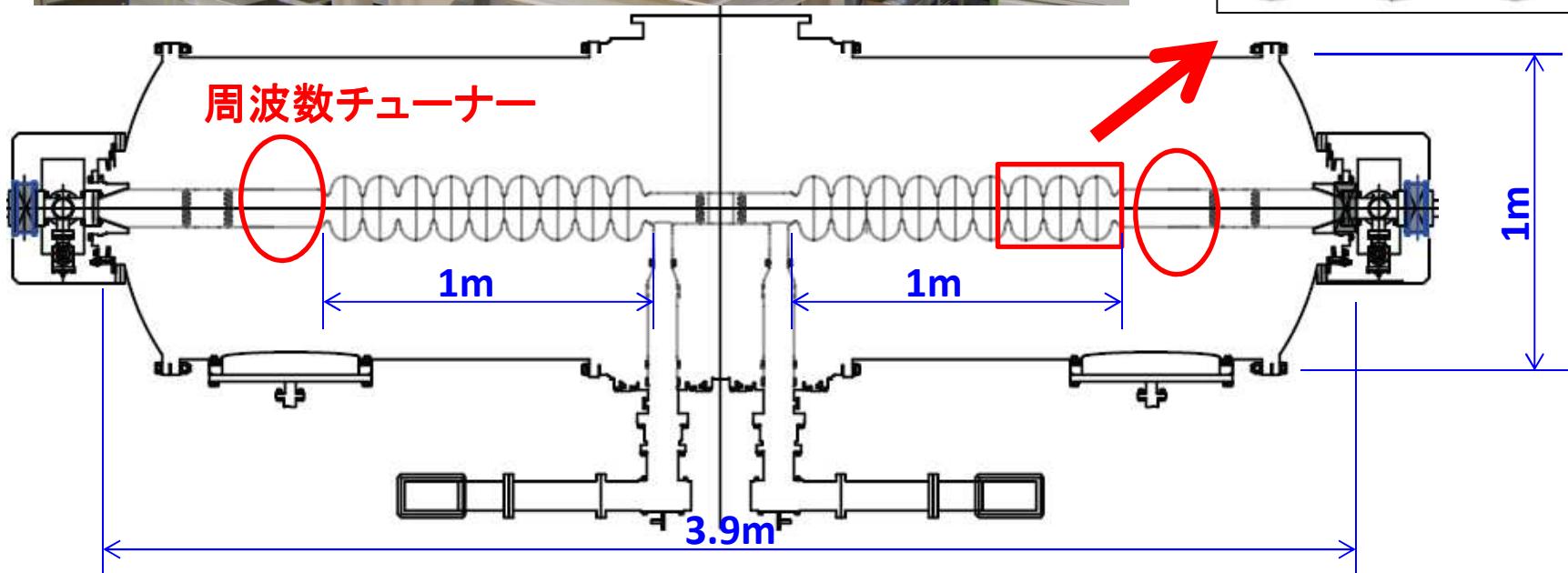
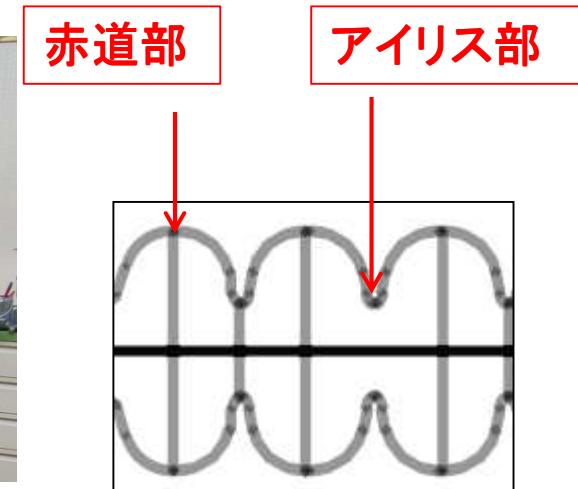
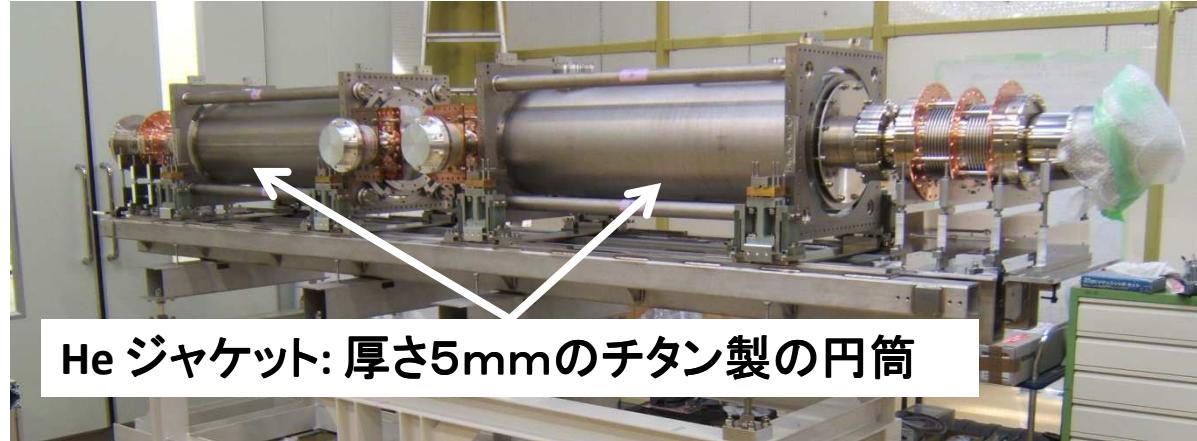
- cERL主空洞の紹介
- マイクロフォニックス: 機械的振動によりRF的
不安定性が生じる
- テストベンチによる主空洞の振動モード測定
- まとめ
- 今後の予定

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

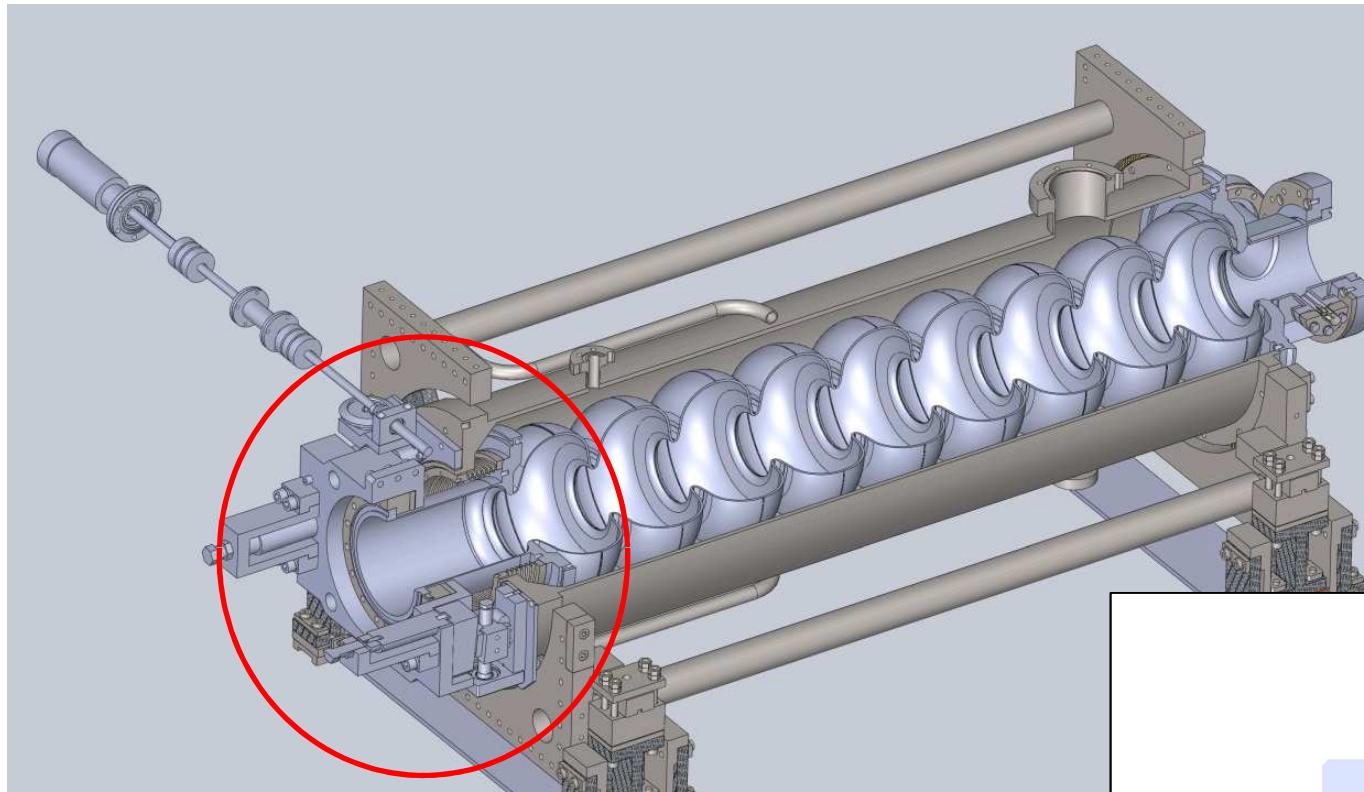


主空洞クライオモジュール



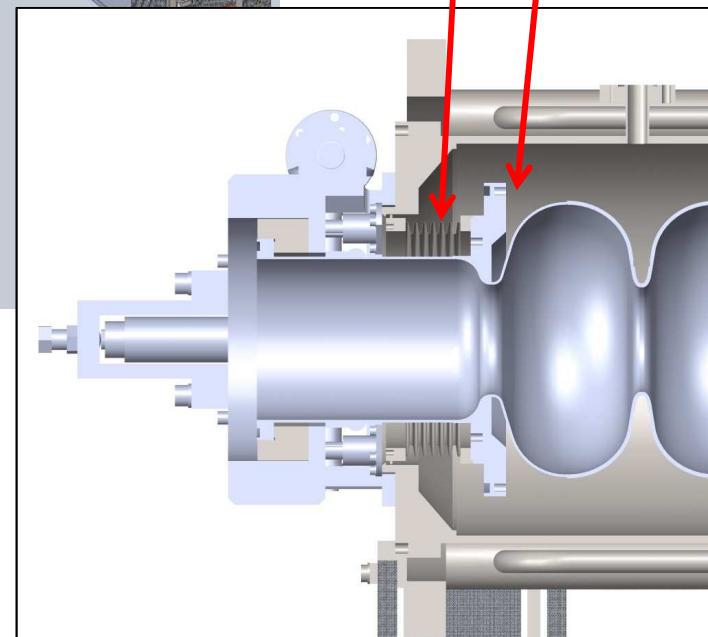
9cell空洞は9つの振動子の連性振動を起こすと考えられる

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。

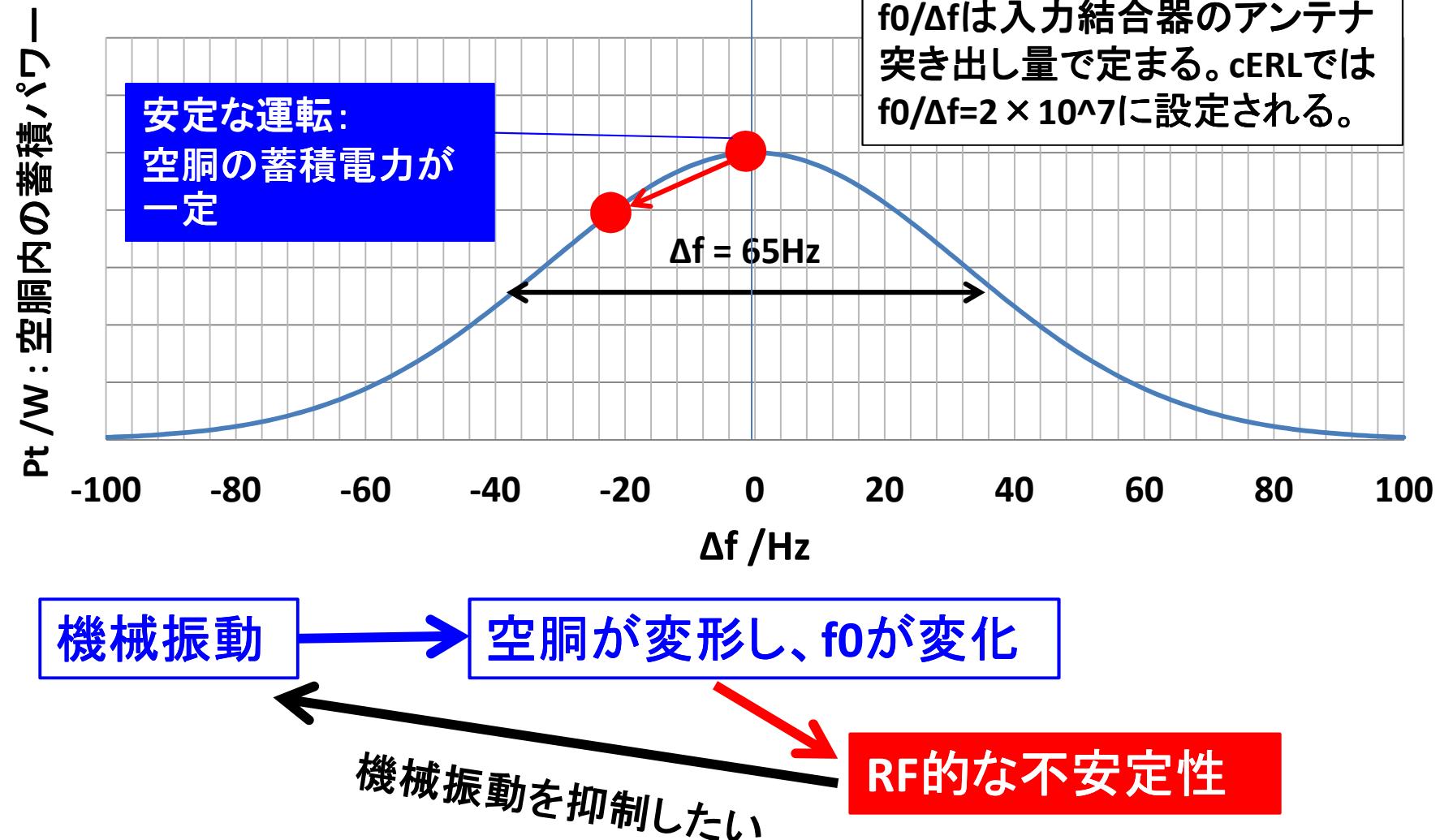
ベローズ



Heジャケット内の9セル空腔の拘束条件は、

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

マイクロフォニックス



9セル空胴の機械振動測定

目的

- cERL主空胴の低温大電力試験・ビーム運転に先立ち、マイクロフォニッ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セル空胴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

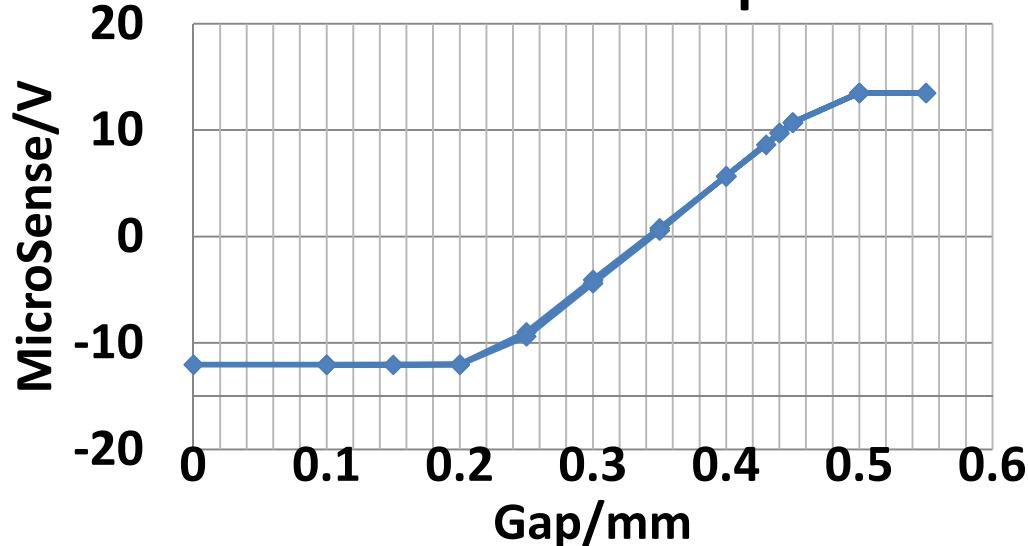
マイクロセンス



ピエゾ

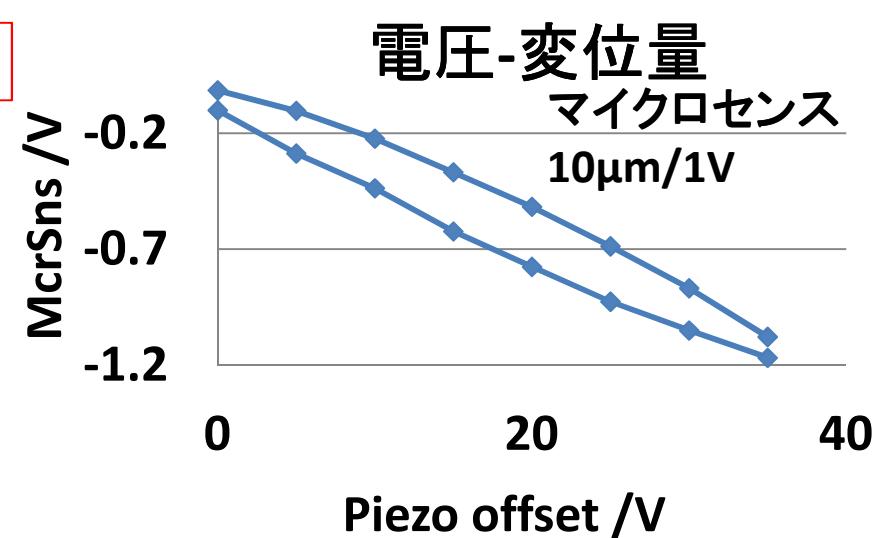


Micro Sense-Gap

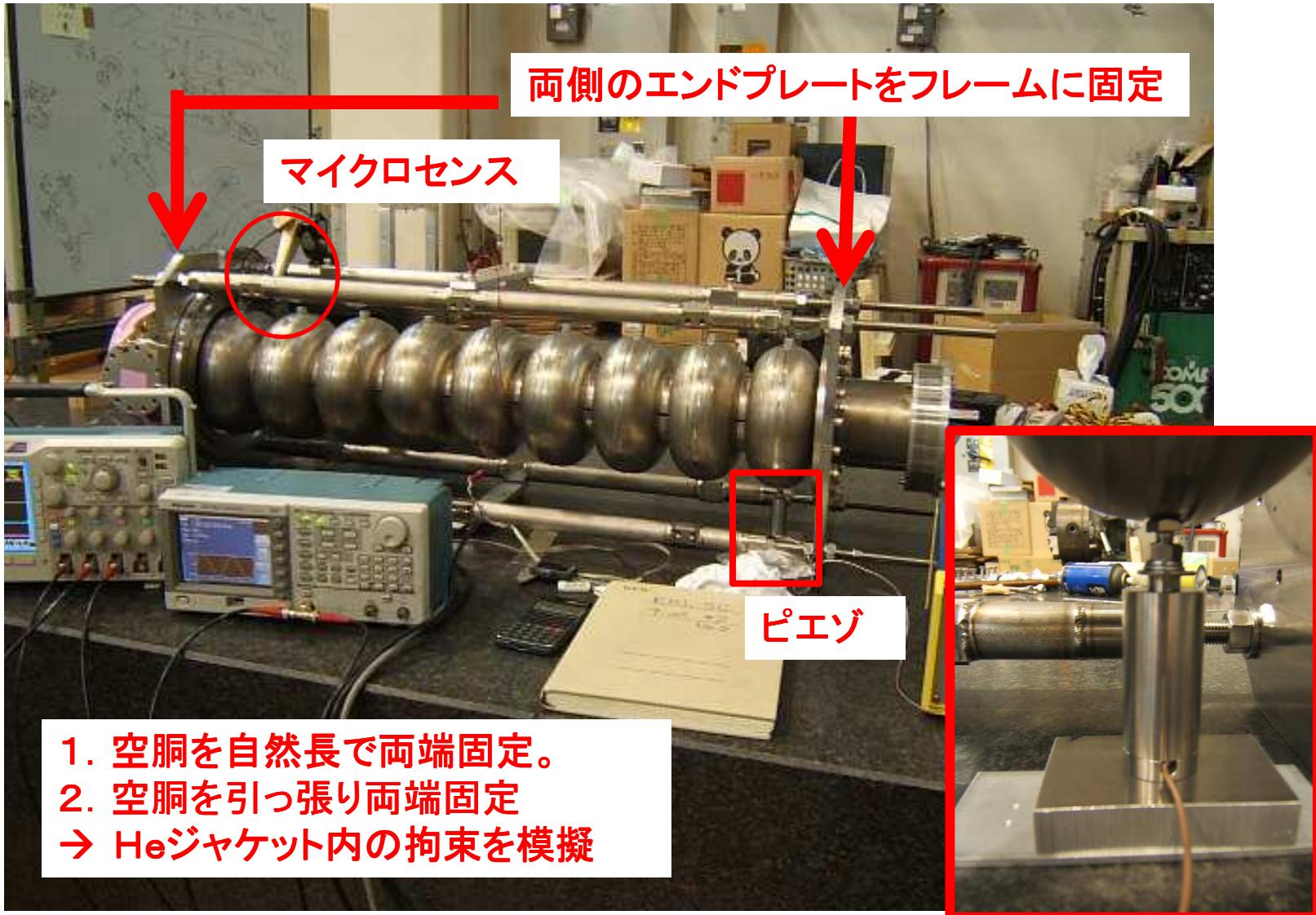


電圧-変位量

マイクロセンス
10μm/1V



テストベンチによる振動測定

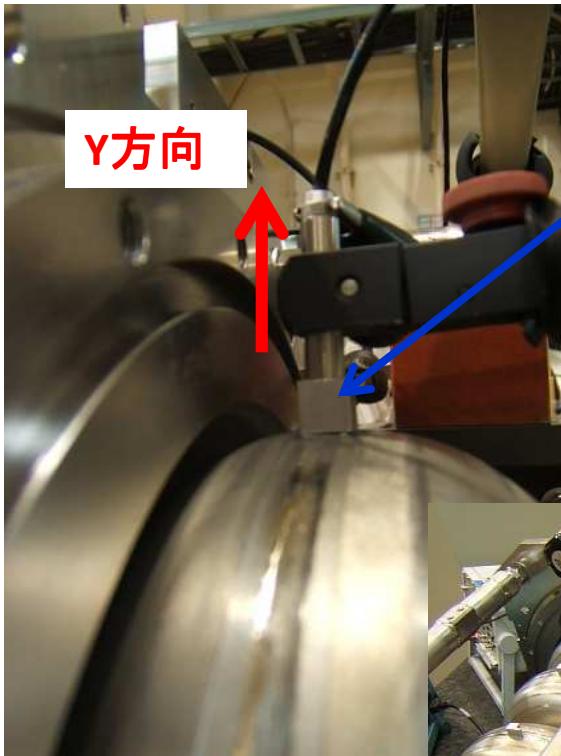


マイクロセンスの設置状況

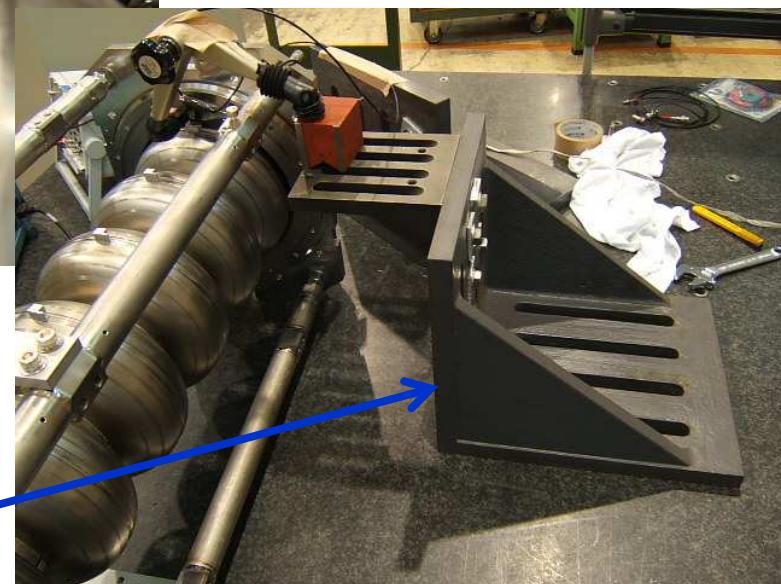
第1セルから第9セルの共振状態を調べることでモードアサインを行う



各セルの上にキューブマウンティングワックスで固定



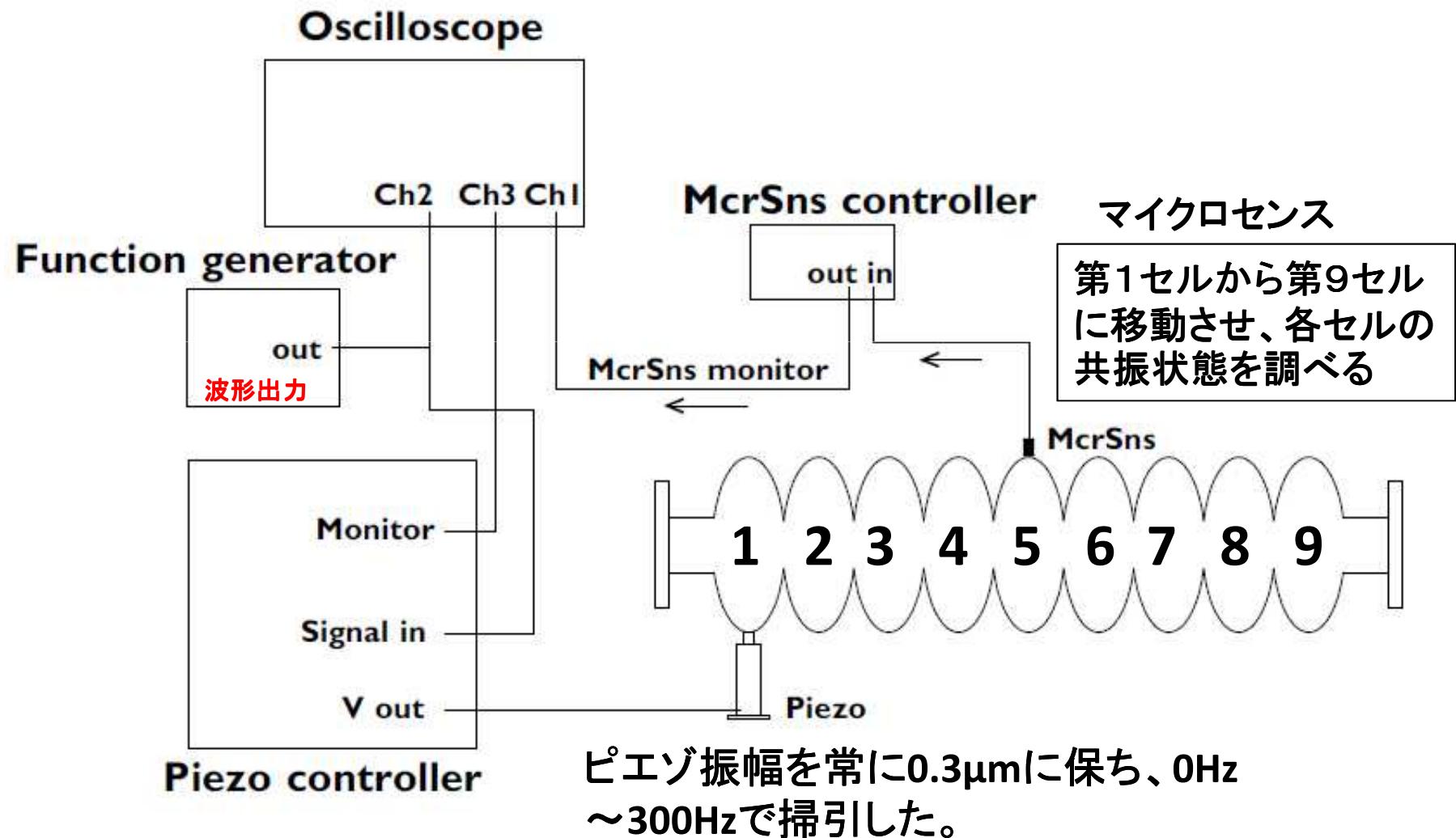
大小2つのイケールを組み合わせ、マグネットチャックを固定する。定盤の上をスライドする。



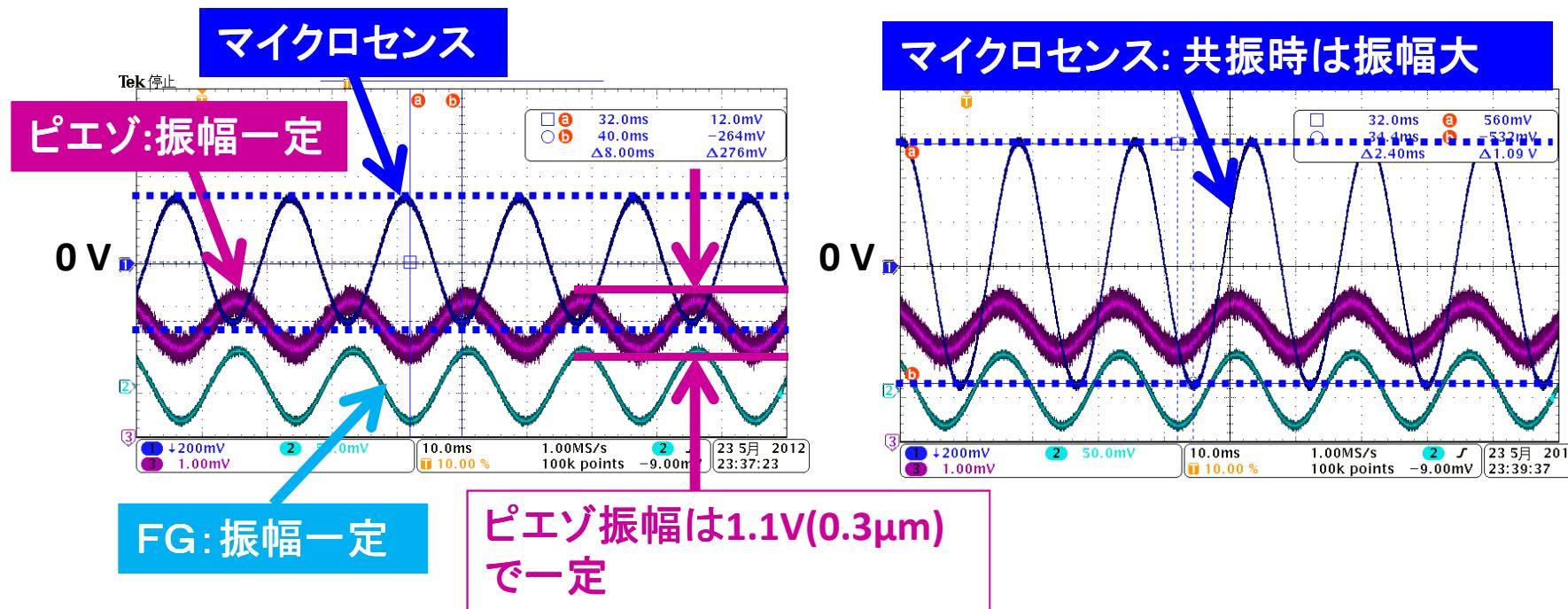
X, Y, Zの3方向から
測定可能

今回はy方向のみを測定した

オシロによる計測系

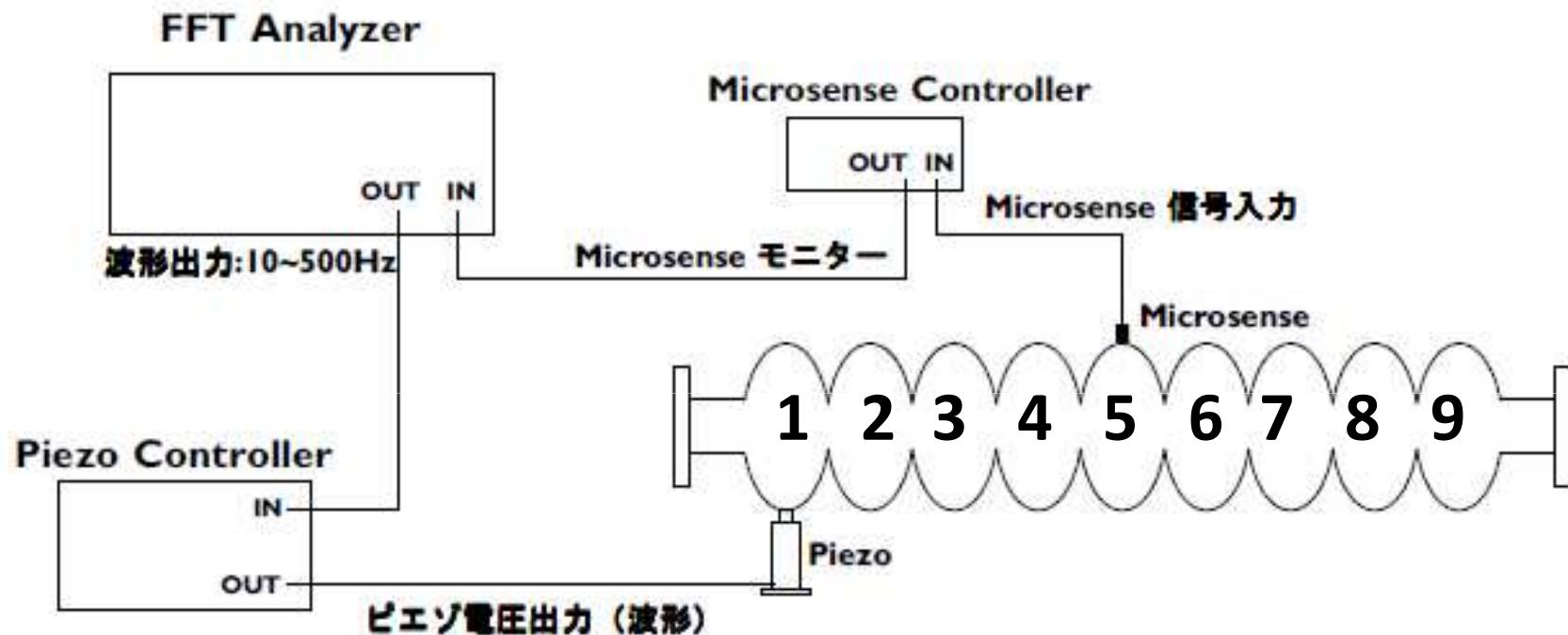


マイクロセンスにより共振を探る



- 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)

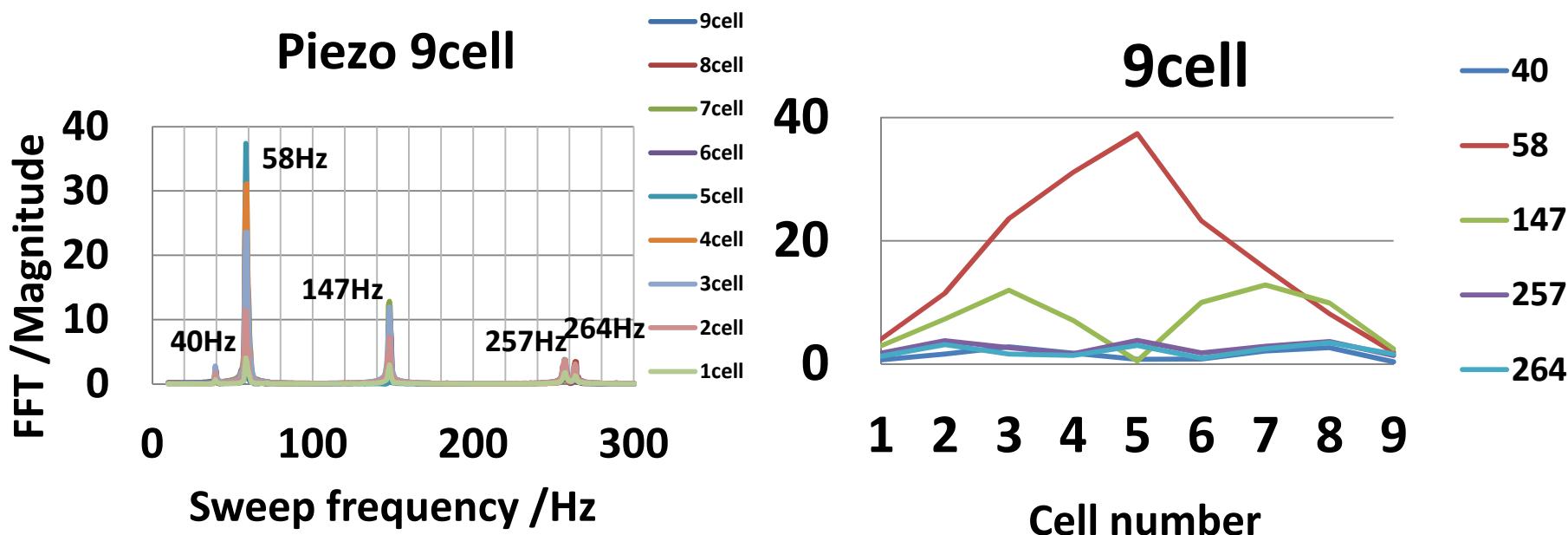
FFTアナライザによる計測系



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。

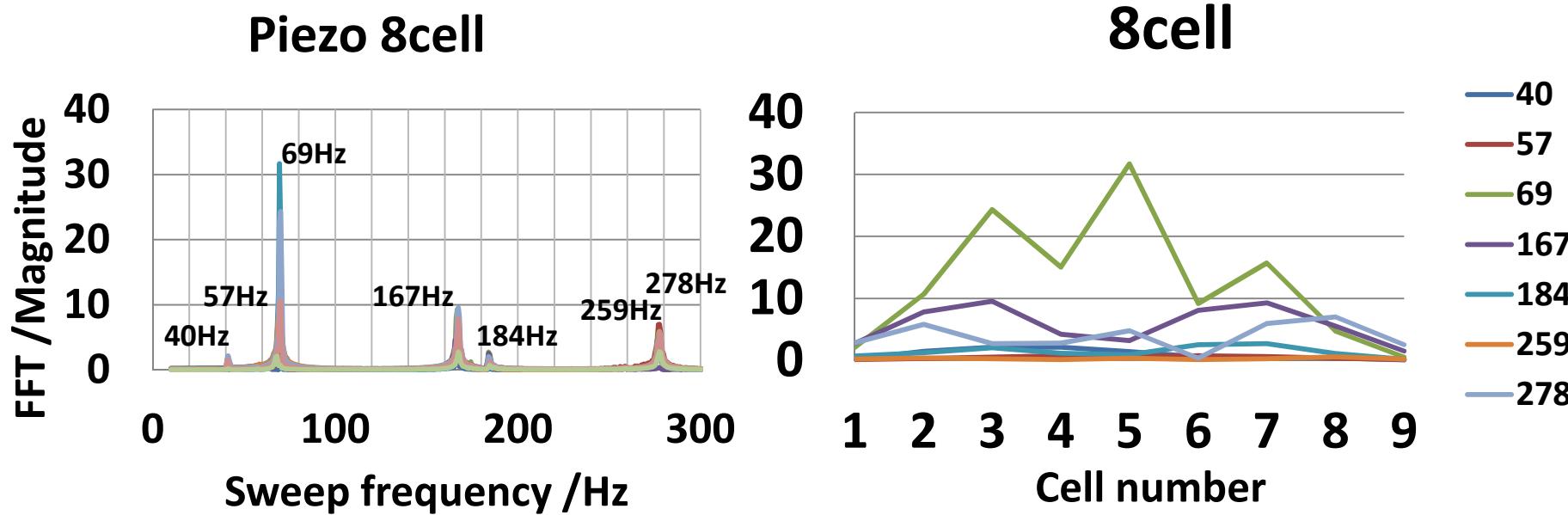
Magnitude = $(V_{in}/V_{out}) = (\text{マイクロセンスの変位}/\text{ピエゾ振幅})$

第9セルを強制振動させた時の各セルの共振状態

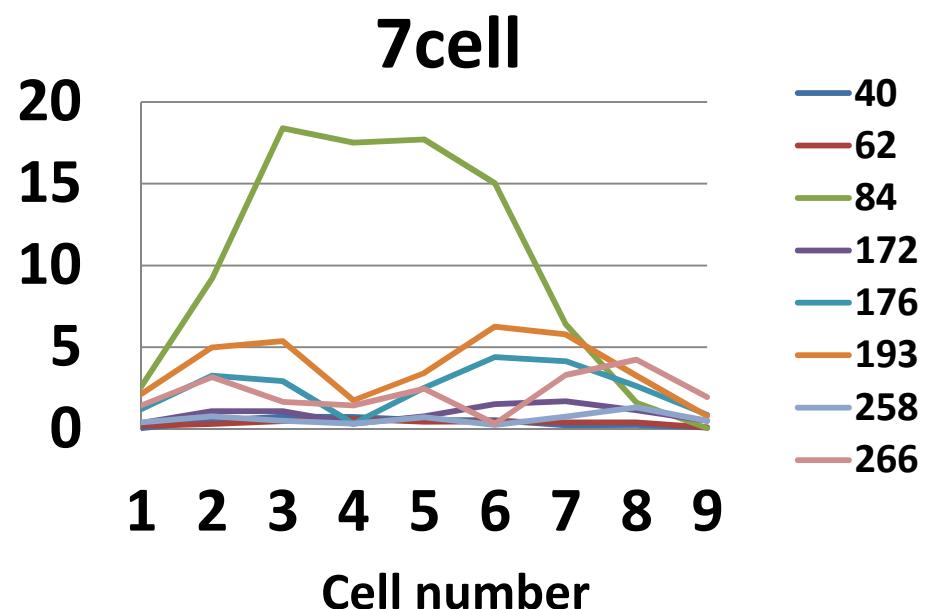
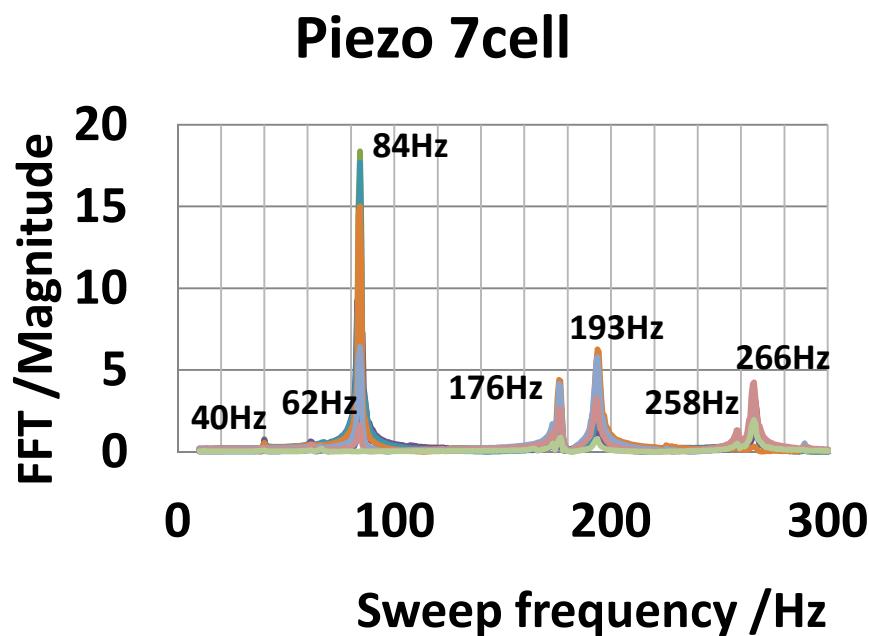


第9セルをピエゾにより強制振動させて、第1セルから第9セルの共振状態を調べた。

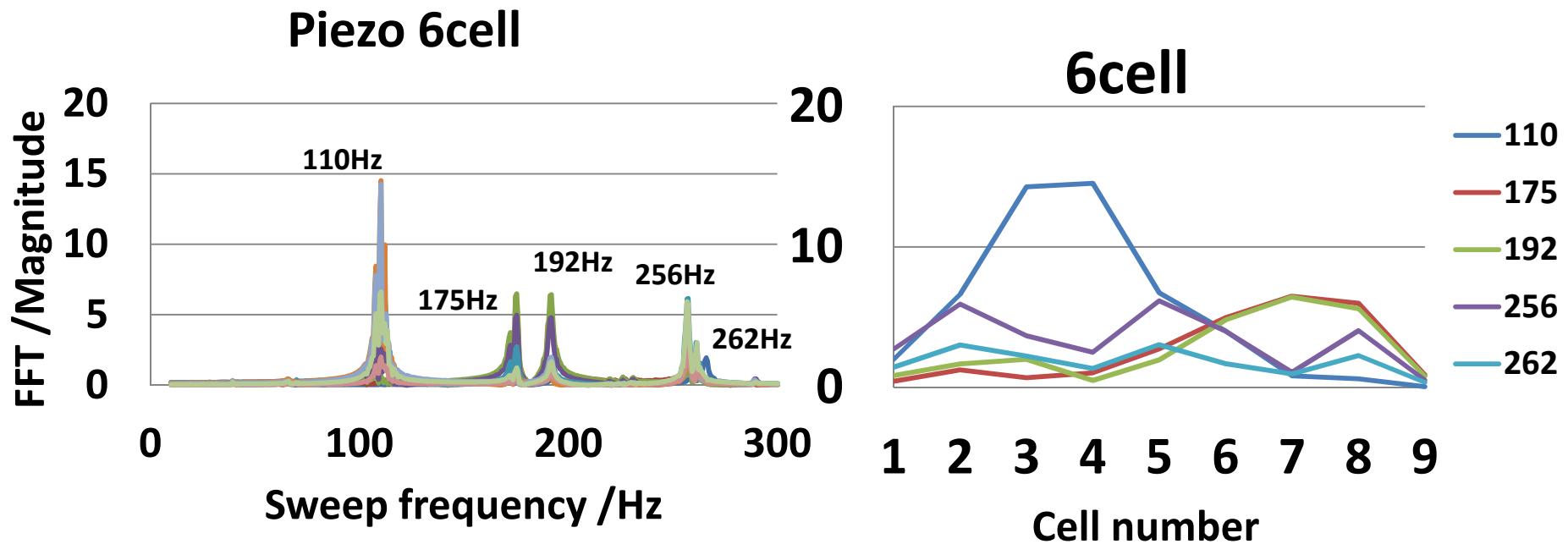
ピエゾを8セルに置いた場合



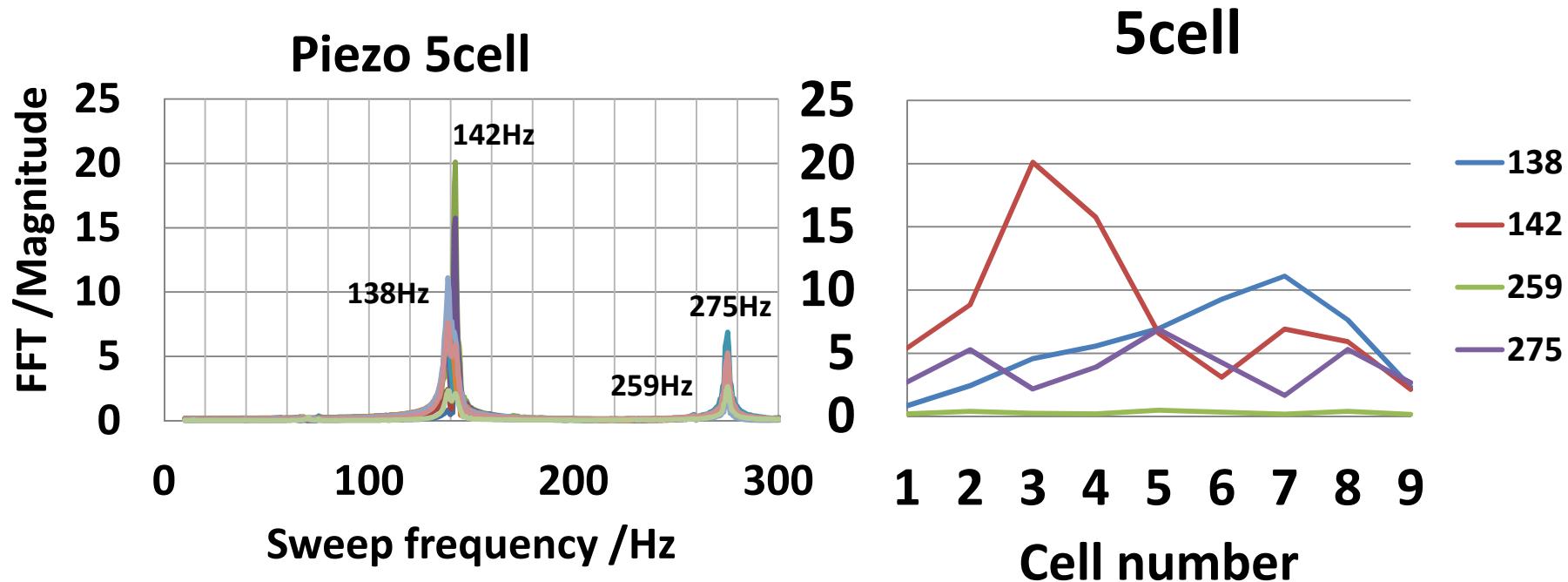
ピエゾを7セルに置いた場合



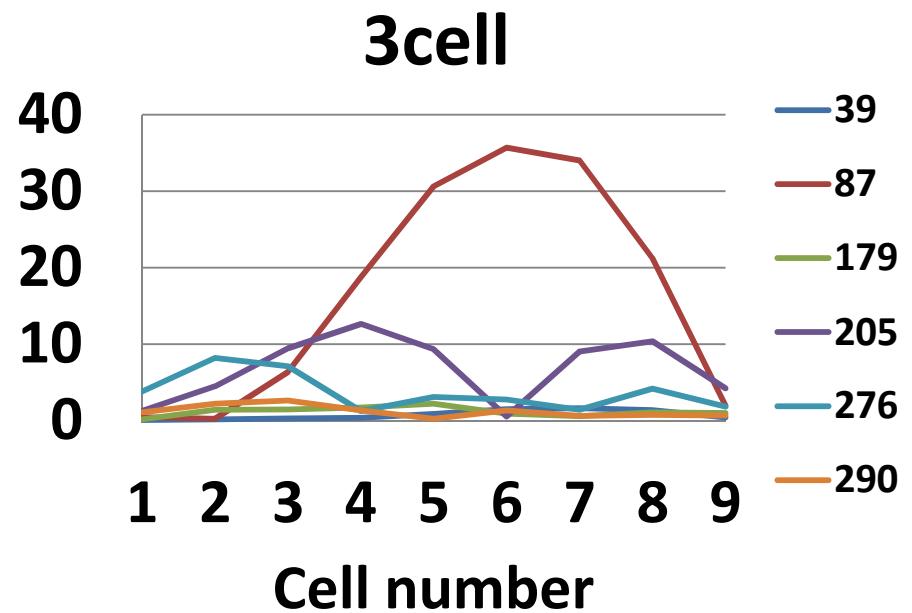
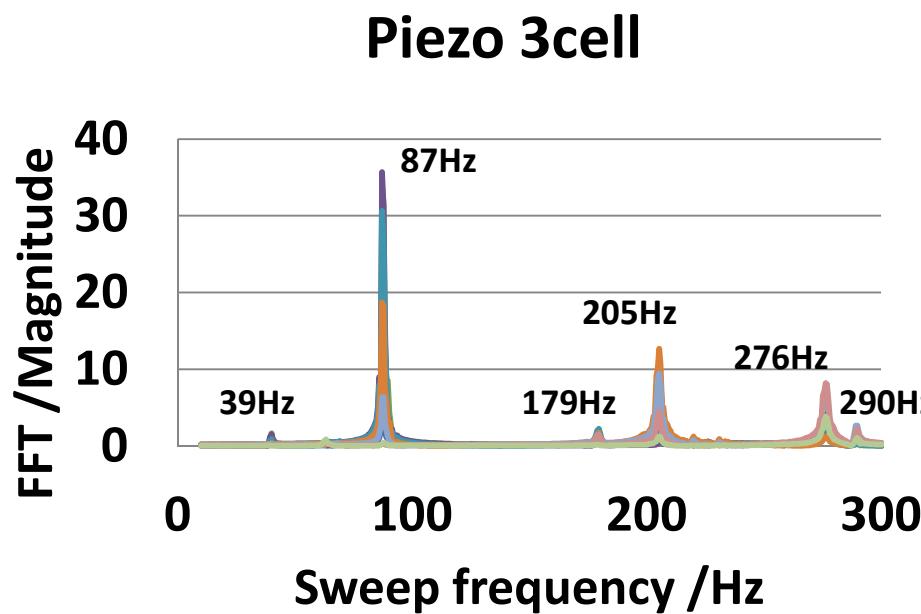
ピエゾを6セルに置いた場合

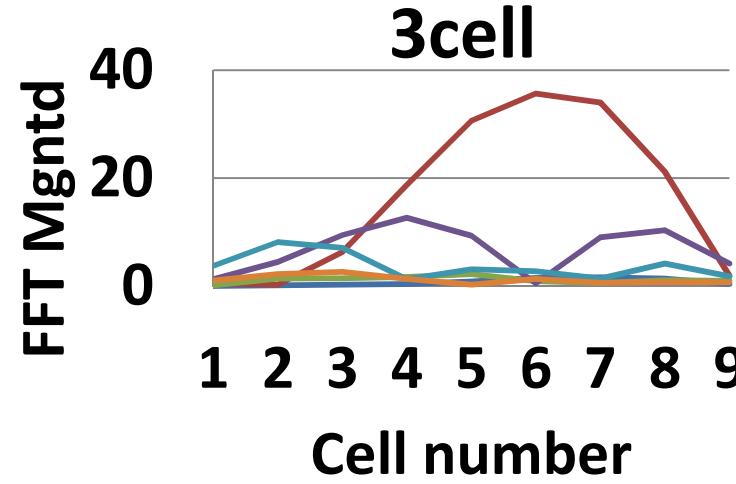
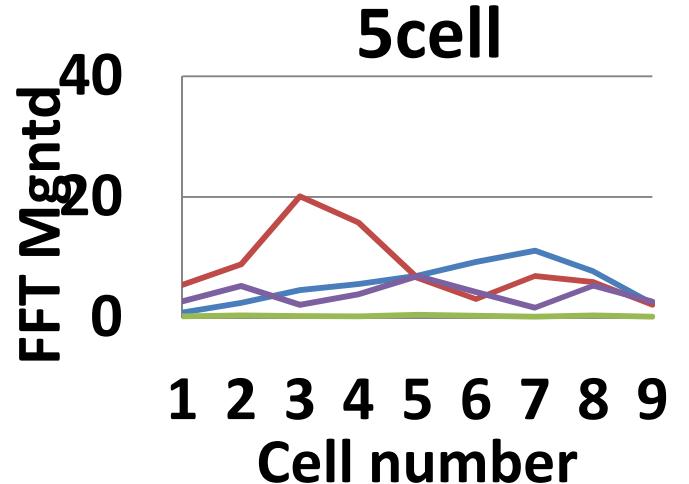
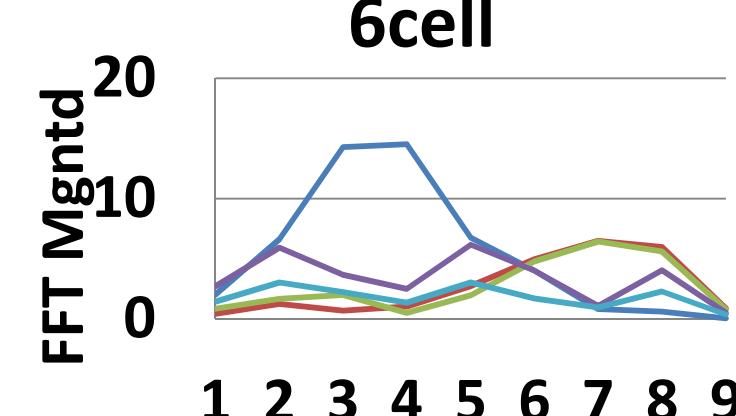
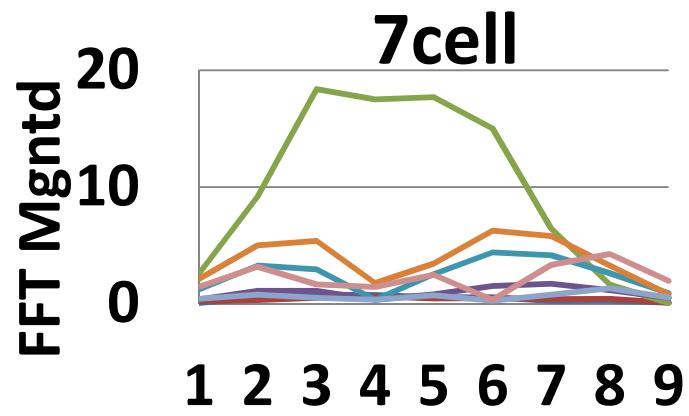
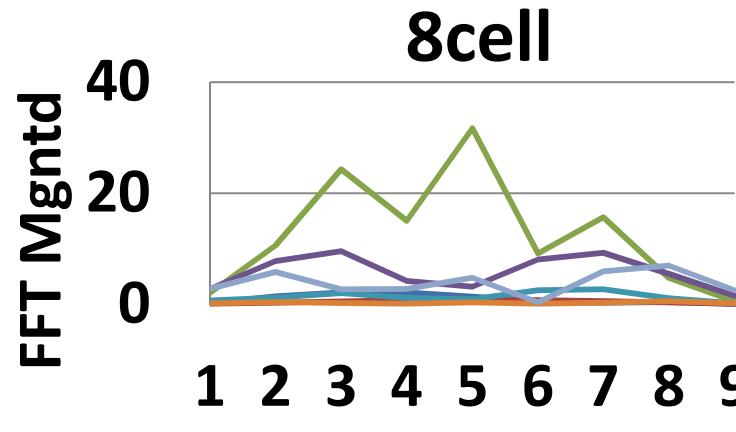
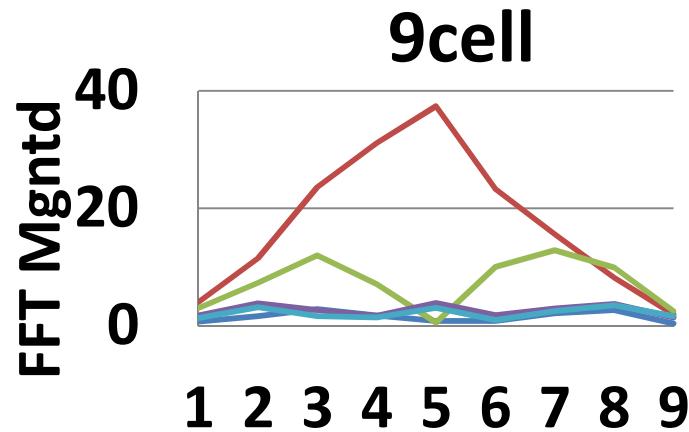


ピエゾを5セルに置いた場合

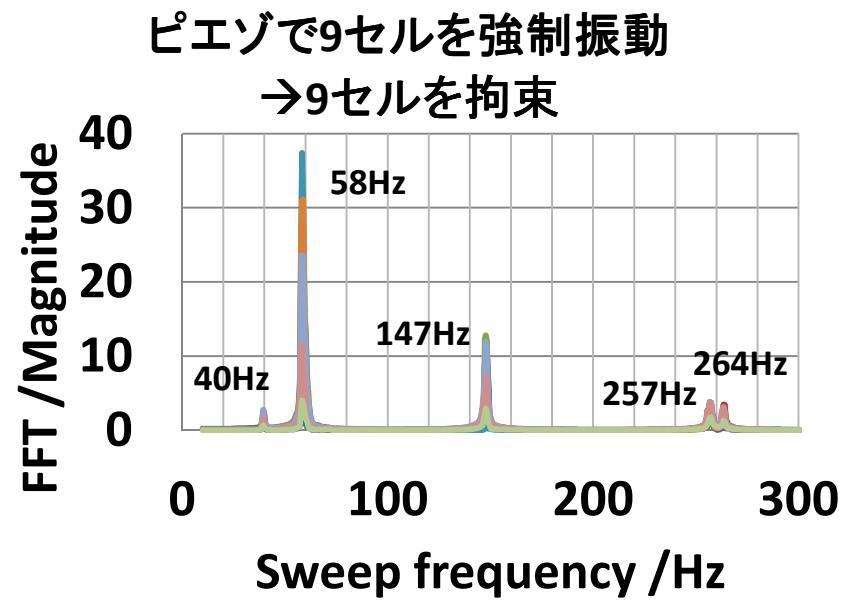
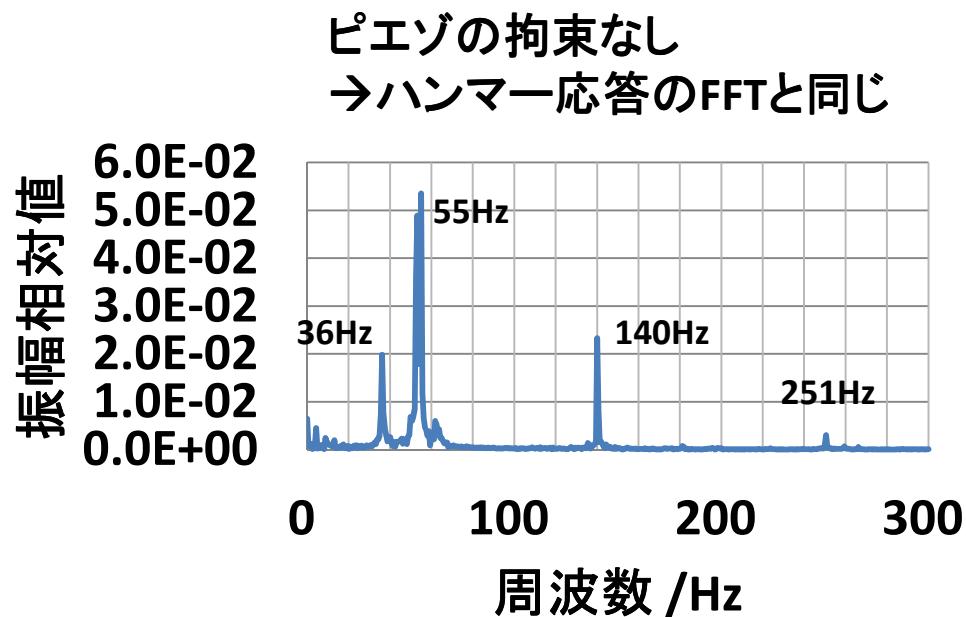


ピエゾを3セルに置いた場合



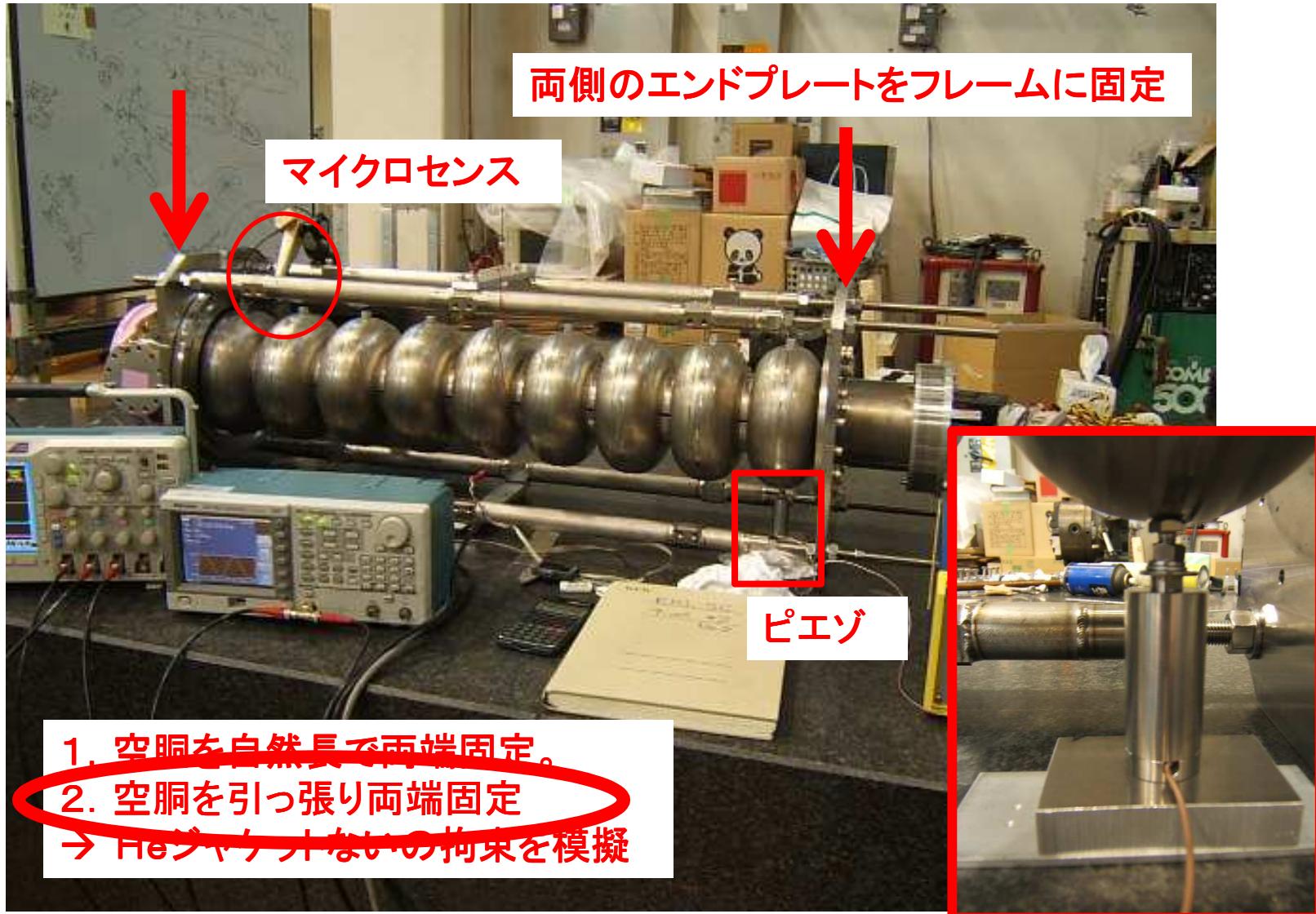


ピエゾ拘束がない場合



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。

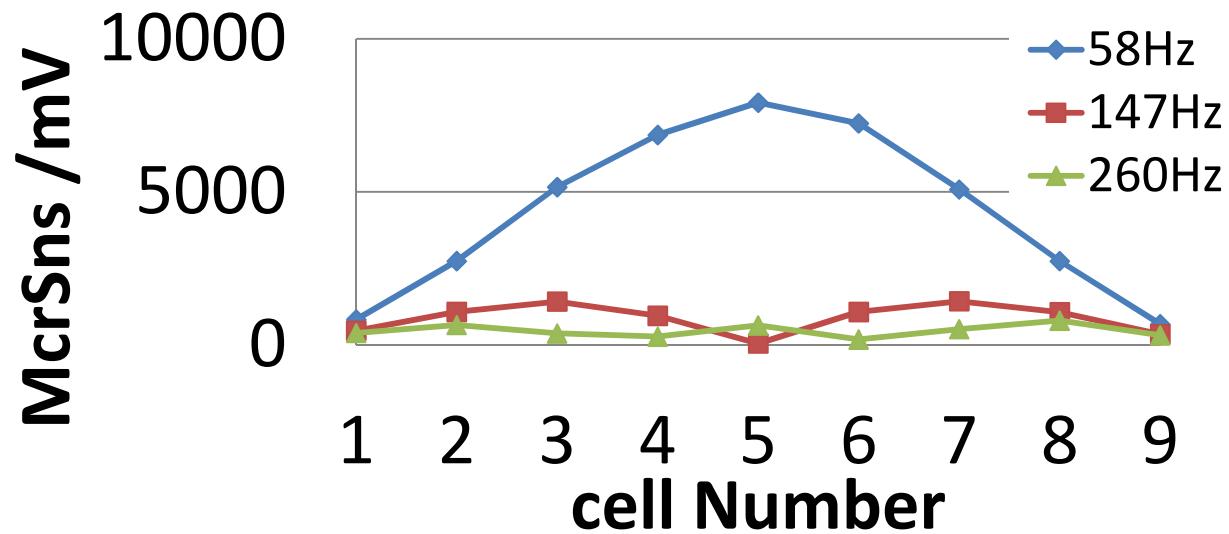
空胴を1mm引っ張り両端固定



空胴を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～3 rd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？
- 空胴を1mm伸ばしても1st～3 rd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胴で機械振動測定
- 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