

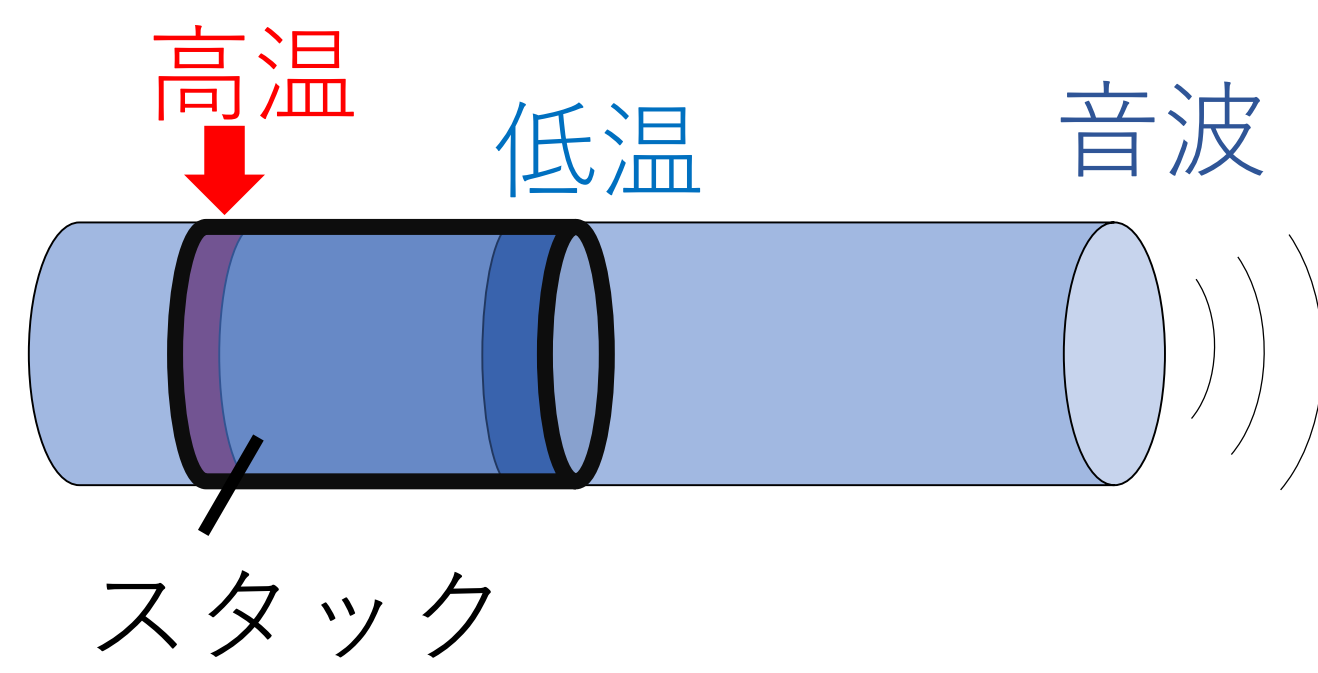
# 20 熱音響システムの安定性解析における周波数応答計測系の改善

機械創造工学課程 3年 17303291 小池廉太郎  
担当教員 小林泰秀 准教授

## 1. 熱音響現象について

- ・熱と音波の相互エネルギー変換
- ・スタックに温度勾配を与えると音波が発生

発電や冷却に利用可能



スタック  
Fig.1 熱音響現象

### 特徴

#### 長所

- ・可動部がない

#### 短所

- ・サイズが大きくなる
- ・設計した段階で性能が分かりにくい



Fig.2 スタック

## 2. 背景

### 自励発振を利用したシステムの実用化

工場や機械の排熱を利用した熱音響発電や冷凍機などのシステムが提案されている

#### 熱音響エンジン

- ・熱音響コアと共鳴管で構成
- ・発振実験により特性を調べる

課題：設計の段階で予想される性能と発振実験によって得られる性能に差がある

熱音響コアと共鳴管の特性がそれぞれ分かれば装置を組み立てた時に装置全体の特性がわかる

発振実験を行わずに熱音響エンジン設計の段階で性能を知りたい

### 最終目的

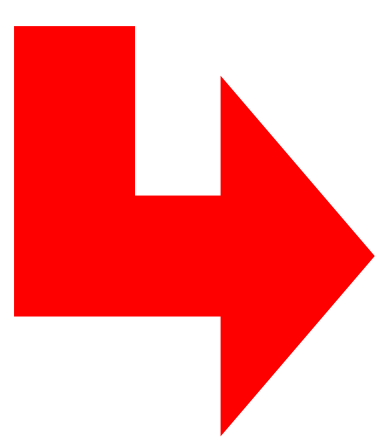
参考文献：中田匠, 小林泰秀, 山田昇, 圧力振幅を一定に保持するフィードバック制御に基づく熱音響コアの振幅依存性を考慮した周波数応答計測(2017)

発振実験を行わずに定常発振時圧力振幅を推定

## 3. 目的

### 現状の実験装置の問題点

現状の実験装置は共鳴管とセンサを取り付けるチーズに塩ビ管を使用



- ・実験装置の組み立てに大きな力が必要
- ・センサをチーズに取り付けた状態で共鳴管への接続が難しい
- ・実験結果の再現性が低い

### 目的

現状の実験装置を改善し組み立てやすさと再現性の向上

塩ビ管の実験装置を金属管(サニタリー管)で置き換える

- ・何度も組み立て直すことが容易
- ・チーズにセンサを取り付けたままの管への接続が容易になる
- ・管内のロスを減らす

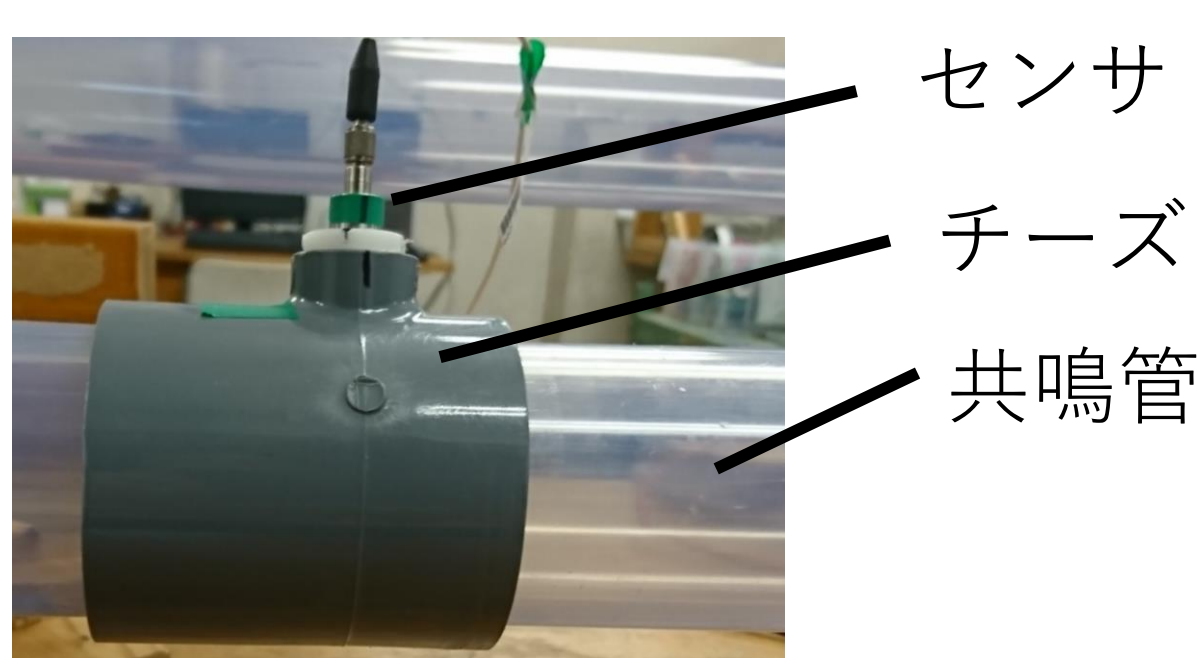


Fig.3 塩ビ製チーズと塩ビ管の接続

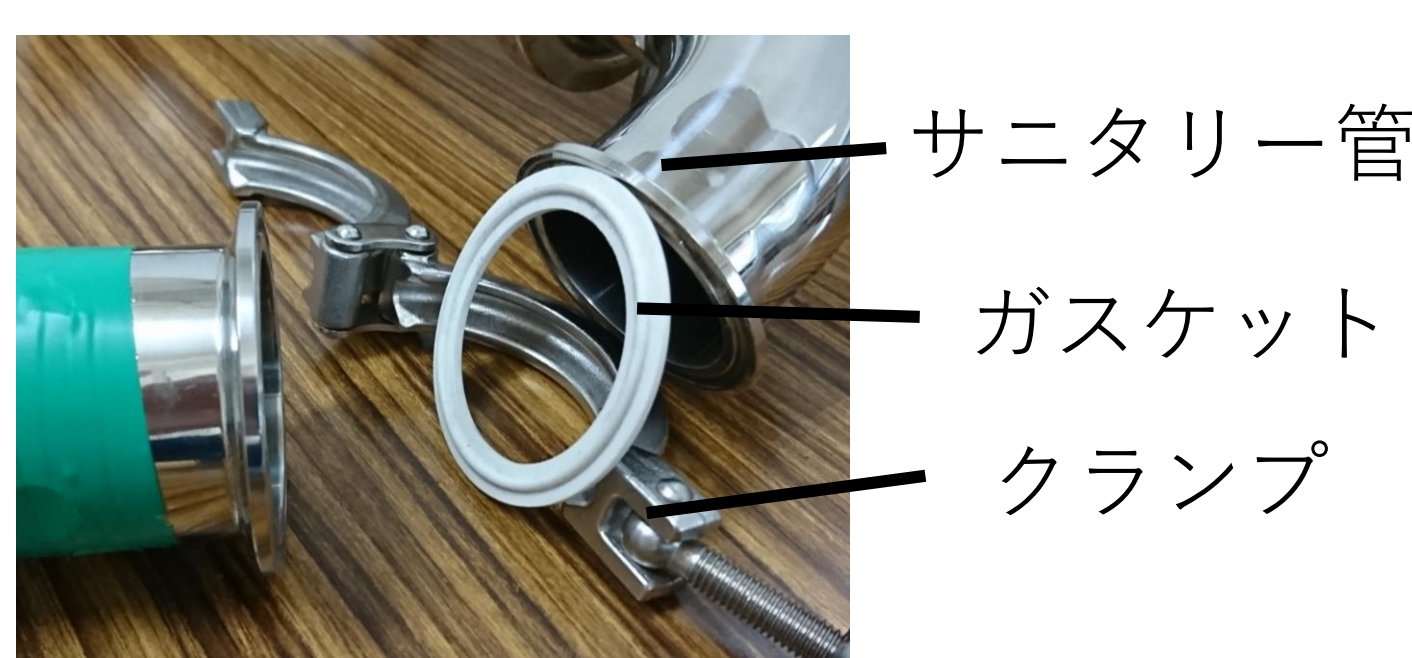
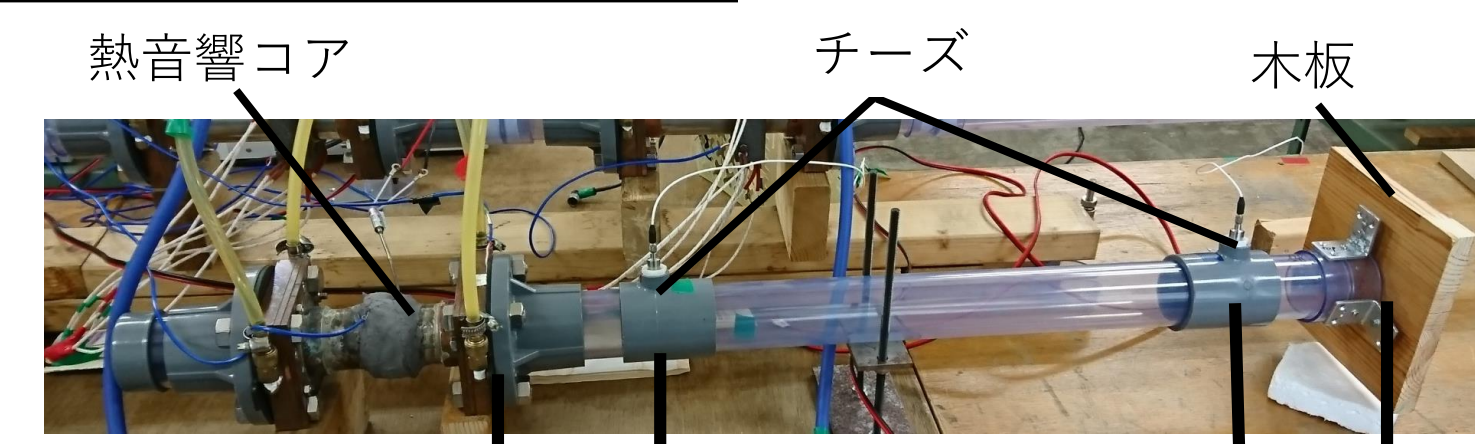


Fig.4 サニタリー管の接続

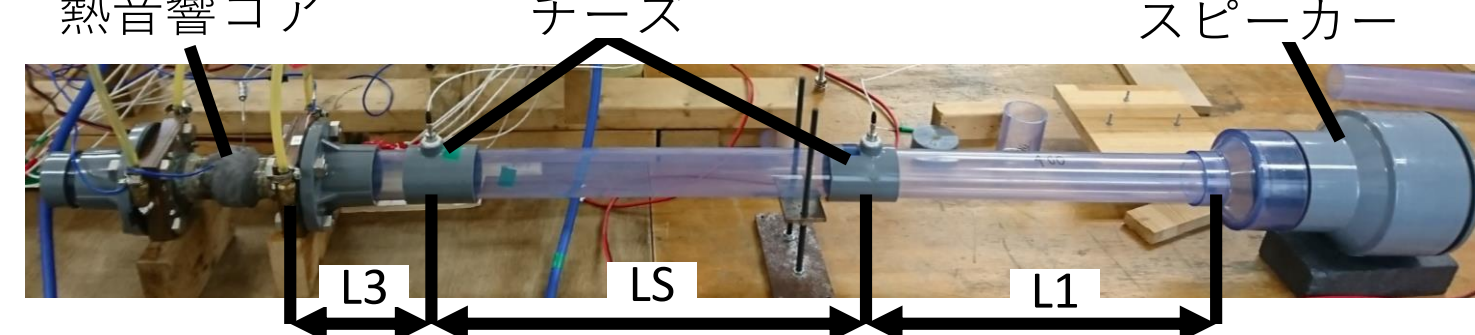
## 4. 実験装置の設計

- ・管、熱音響コア、スピーカーを組み替えて実験装置を構成
- ・コアの周波数応答計測系では熱音響コアの特性を計測
- ・管の周波数応答計測系ではスピーカーでコアの音波を再現し、管の特性を計測
- ・チーズに取り付けた二か所の圧力センサで発振時の管内の圧力を計測

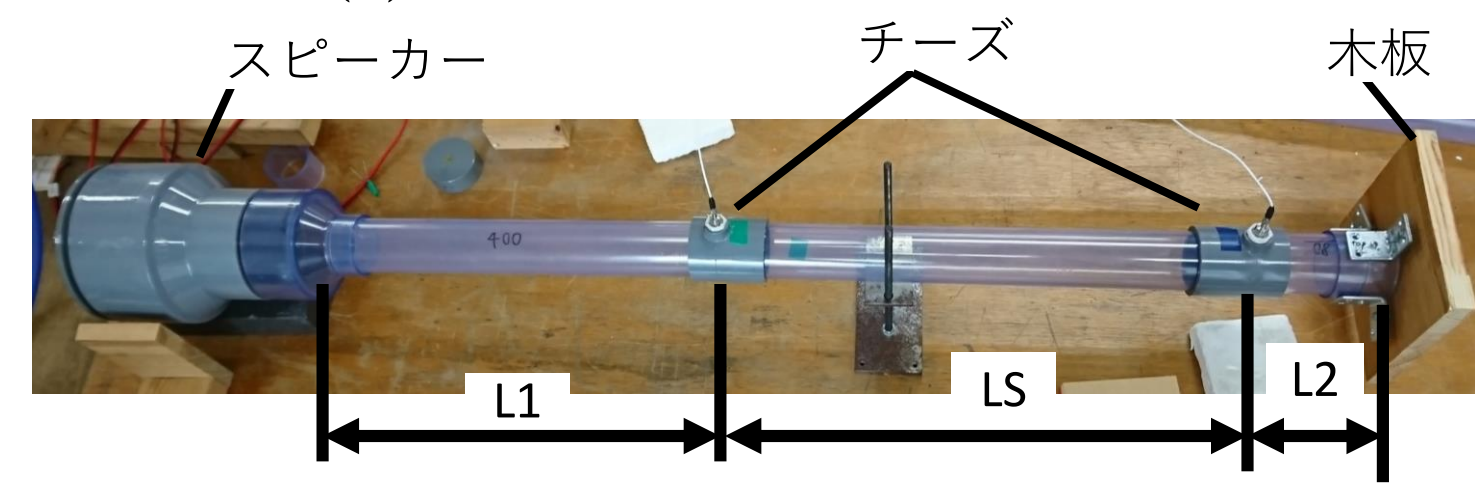
### 現状の実験装置



(a) 熱音響エンジン



(b) コアの周波数応答計測系

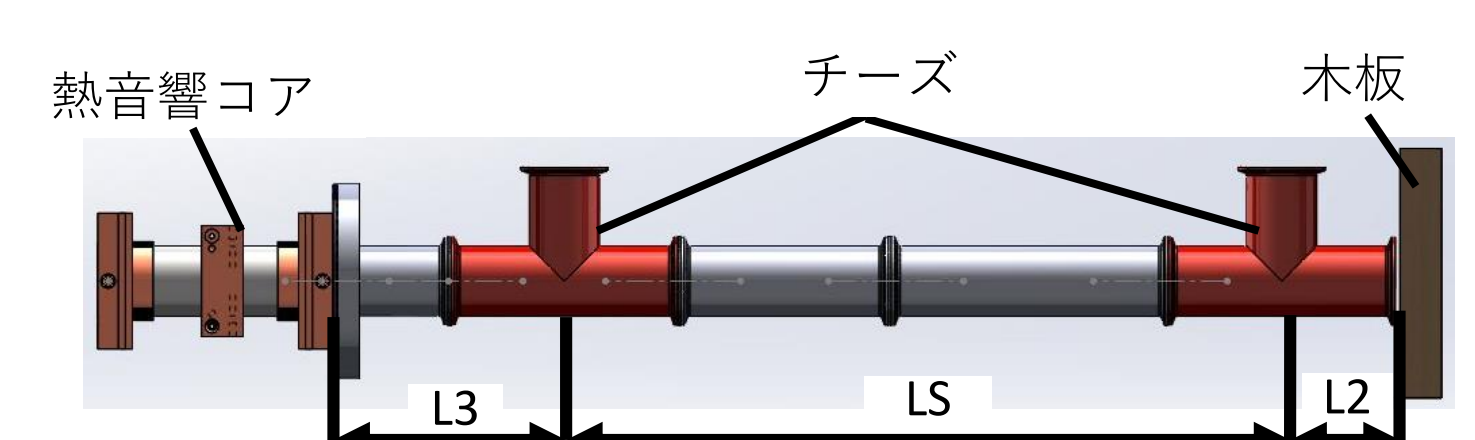


(c) 管の周波数応答計測系

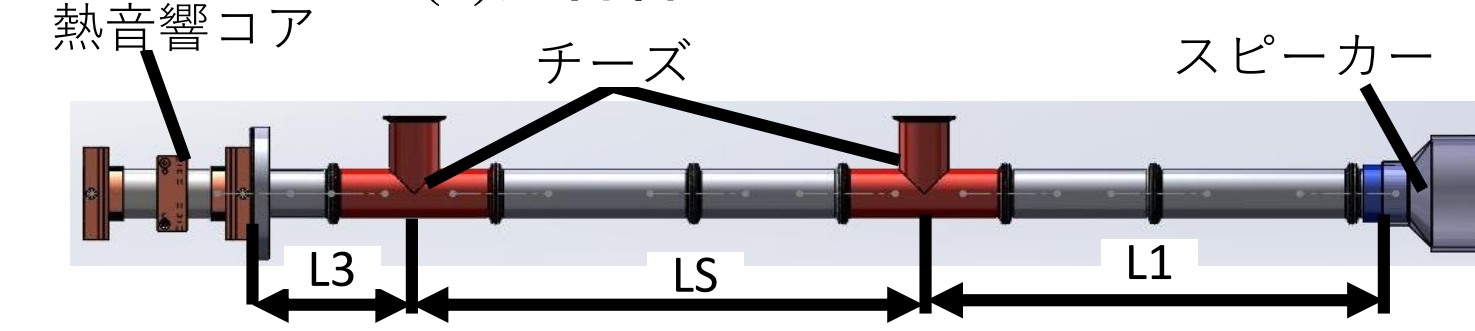
Fig.5 現状の実験装置

- ・管とチーズ、フランジ、スピーカーははめ合いで接続
- ・木板は継手に金具を取り付け、管の端との距離はボルトとナットで調整

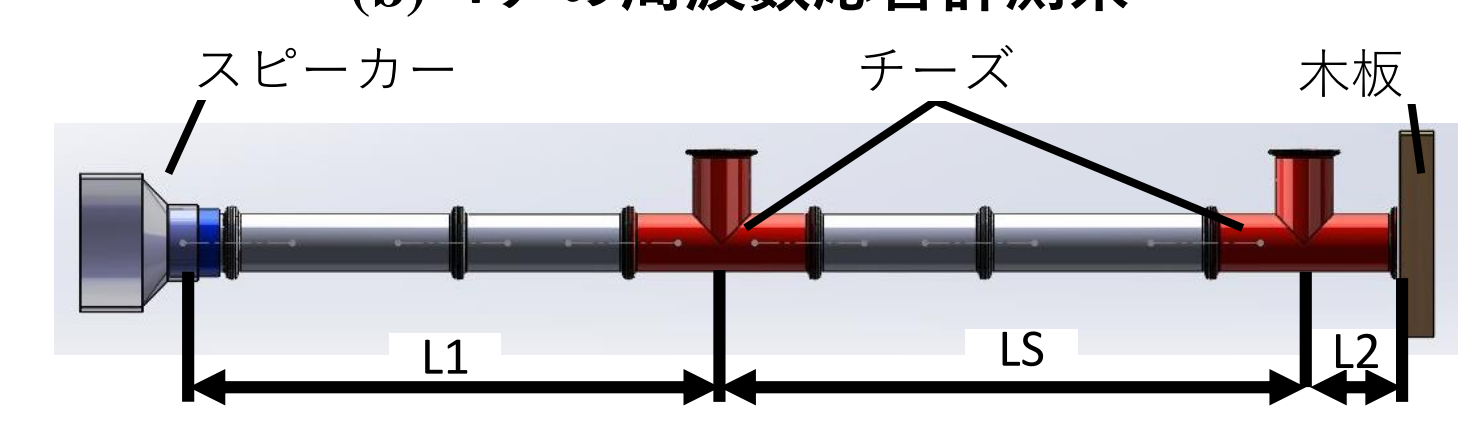
### 設計した実験装置



(a) 熱音響エンジン



(b) コアの周波数応答計測系



(c) 管の周波数応答計測系

Fig.6 設計した実験装置

- ・サニタリー管同士はガスケットを挟みクランプで固定し気密性を確保
- ・センサ取り付け用の治具をチーズに取り付けてセンサを接続
- ・チーズに金具を取り付け、距離の調整は同様

Table 1 実験装置の寸法

	現状の実験装置	設計した実験装置
LS[mm]	518	510
L1[mm]	411	411
L2[mm]	119	82
L3[mm]	118	162
熱音響エンジン全長 (L3+LS+L2)[mm]	755	754

- ・現状の装置とLSの距離を同程度になるような管の組み合わせ
- ・熱音響エンジンを組み立てた際に全長の寸法が同程度になるように設計

## 5. まとめ

- ・共鳴管、チーズ、フランジをサニタリー管で置き換え
- ・管の接続はクランプを用いてワンタッチ接続が可能
- ・センサをチーズに取り付けた状態のままの装置の組み立てやすさが向上した

## 6. 今後の課題

- ・実験装置の組み立て
- ・センサ取り付け治具の製作、チーズへの取り付け
- ・周波数応答実験による実験結果の再現性の確認