

高橋公也(九州工業大学)

# 管楽器および音響機器の大規模流体音響解析

## [概要]

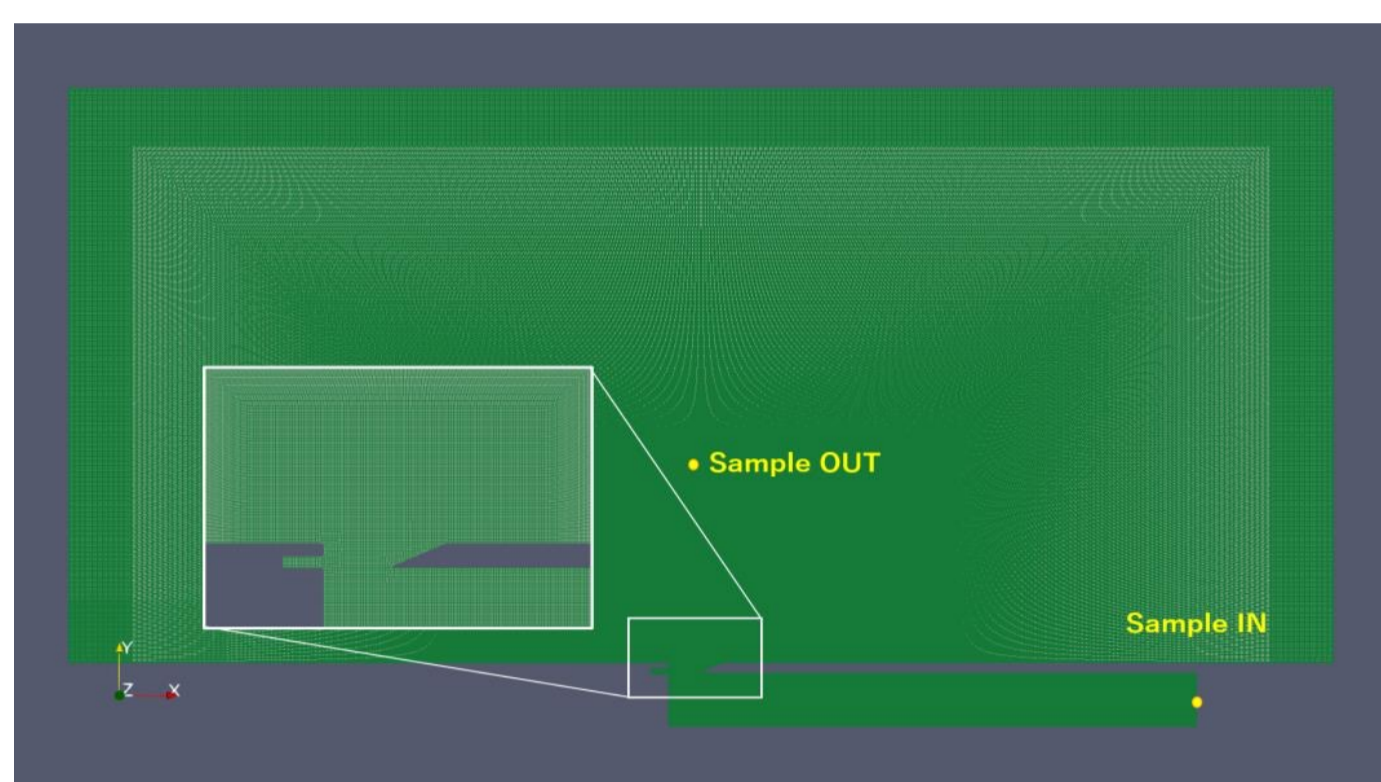
本研究では、管楽器の発音機構および音響機器の異音の問題を低マッハ数における流体音(空力音)の問題として捉え、流体と音を同時に再現可能な圧縮性流体の高精度大規模解析を行い、その問題の解明を目指すことを目的とする。それを実現するために、大規模並列解析の効率化とそれに伴うプレポスト処理および可視化の問題に取り組む。さらに、低マッハ数領域の圧縮性流体の計算に必要なOpenFOAMの開発改良を行う。それらの成果を利用拠点に共有・提供する。

## [研究項目]

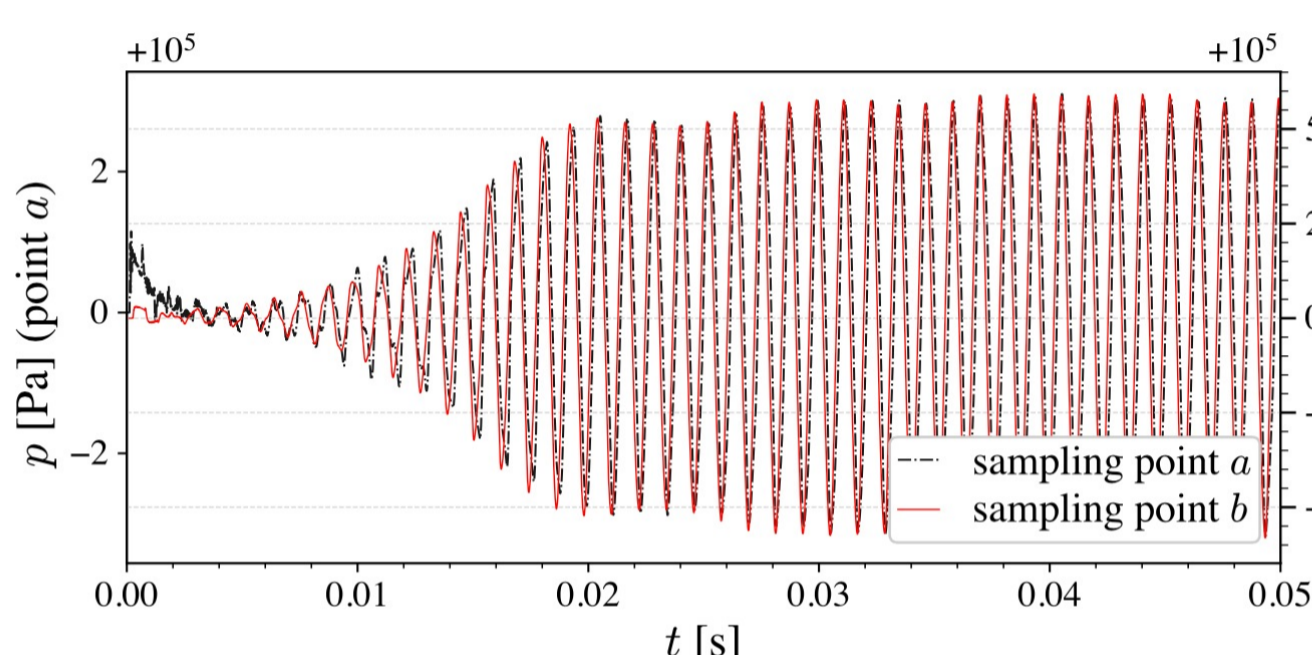
### 1. LESを用いた管楽器および音響機器の大規模計算解析

#### ●オルガンパイプの基礎解析

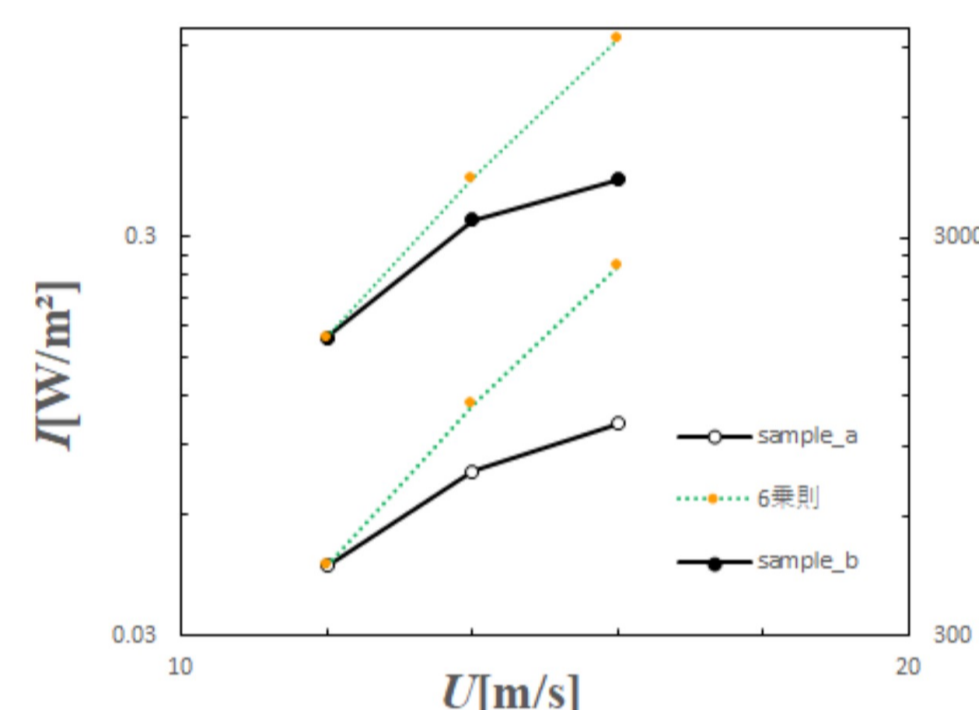
オルガンパイプの実験では、エッジトーンとは異なる音響強度とジェット流速の関係が報告されている。そこで、2次元および3次元モデルを用いてジェット流速と音響強度の関係を解析する。これは、オルガンパイプの発音特性を知る上で重要な問題である。



モデルとサンプル点



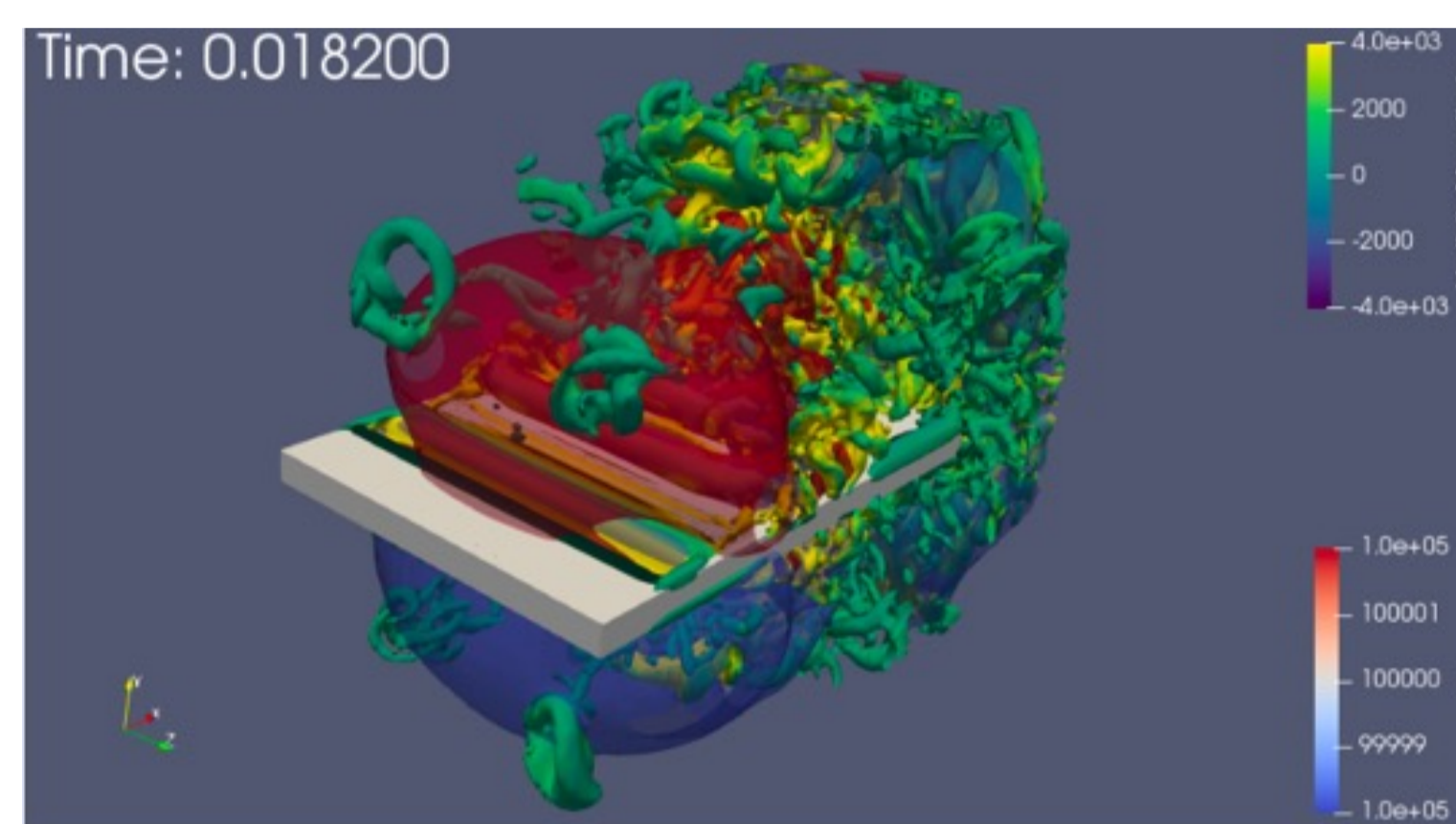
サンプル点の音圧振動



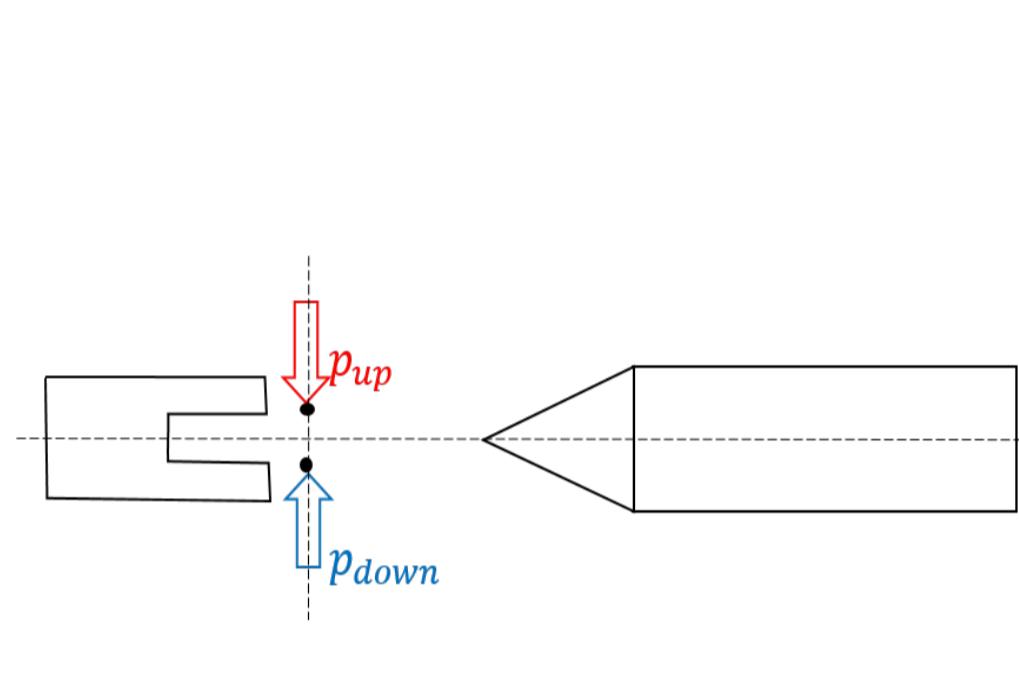
音響強度の変化

#### ●エッジトーンの3次元解析

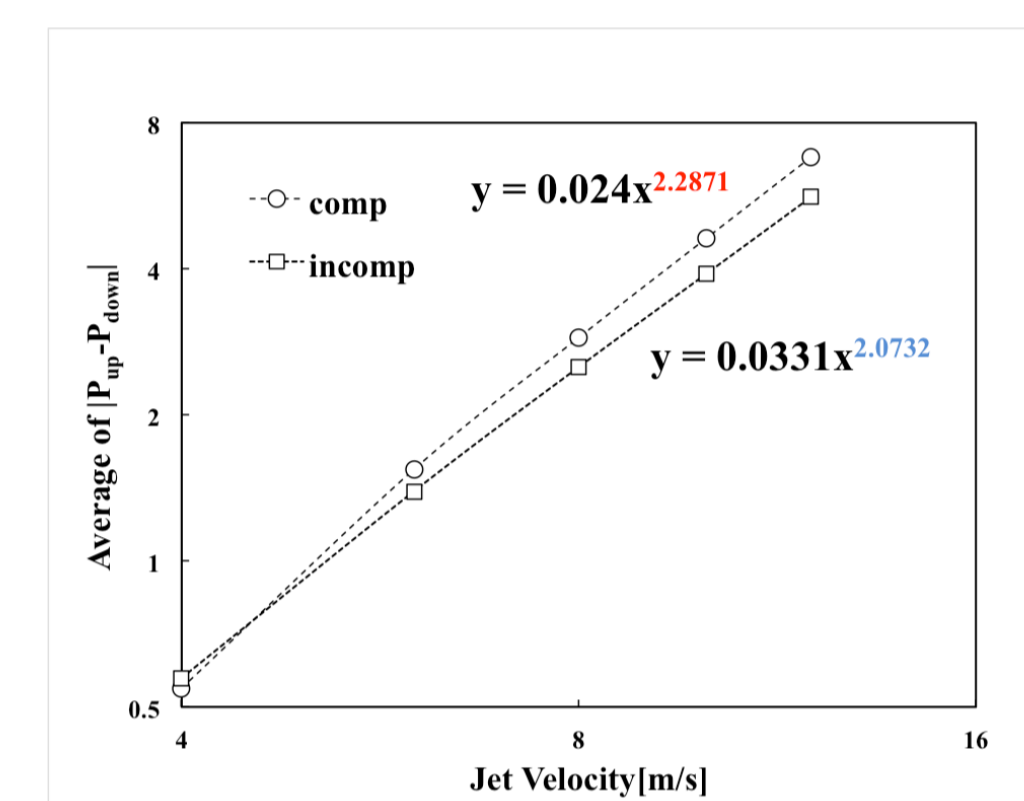
前年度までの解析結果を元に、エッジトーン発生の際となるフィードバック機構についての解析を進める。



3次元的なジェットの振動の渦分布と圧力分布の可視化

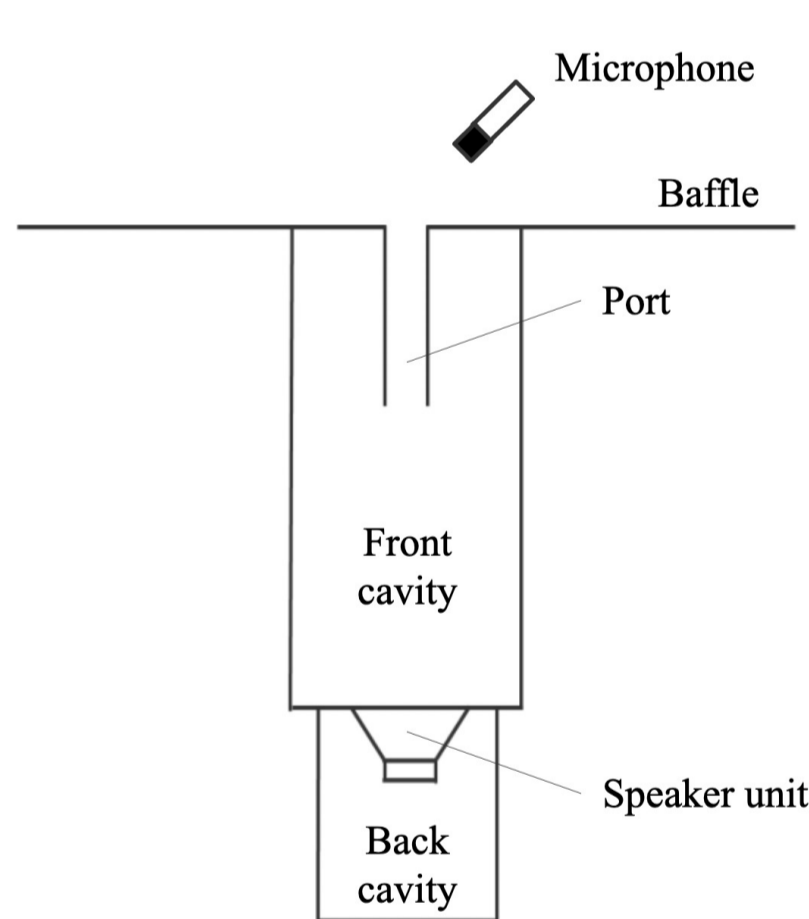


圧縮性と非圧縮性流体計算の比較によるフィードバック量の定量的な評価

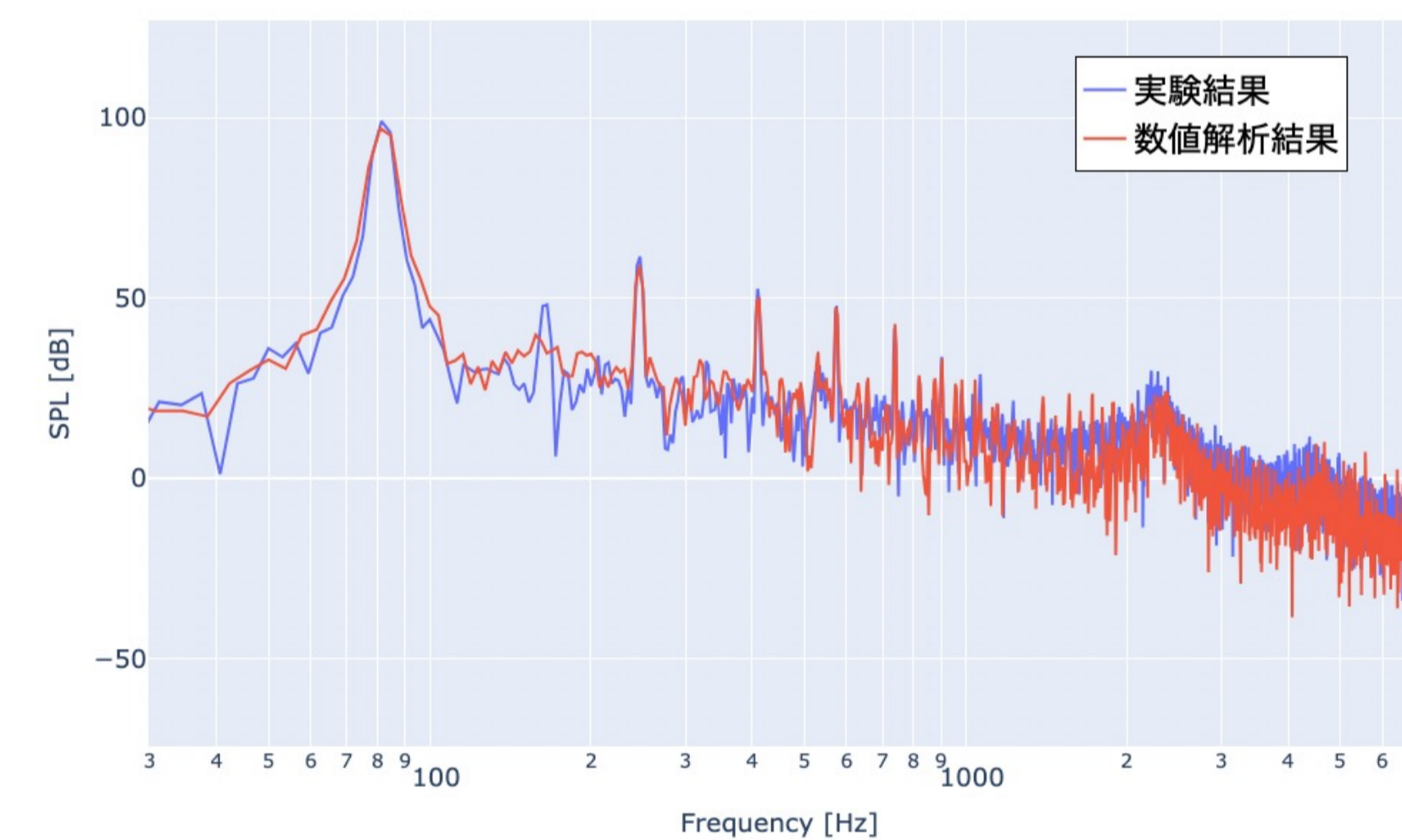


#### ●スピーカーのバスレフポートの3次元解析 (九工大/ヤマハ株)

前年度までの基礎解析を元に、ヤマハ(株)のメンバーが中心となり、ポート形状の変化等に対する数値解析の汎用性の検証を実施する。(前年度の成果についてはInternoise2023にて発表予定)



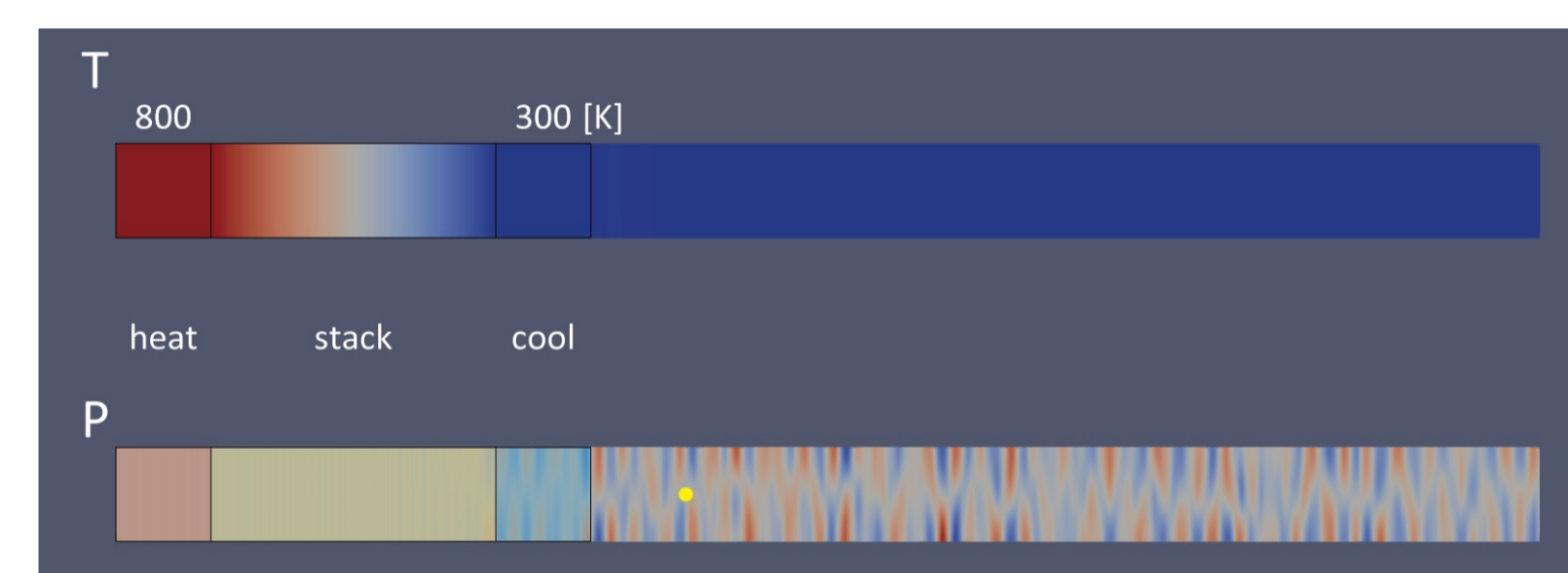
バスレフ型スピーカーの実験モデル



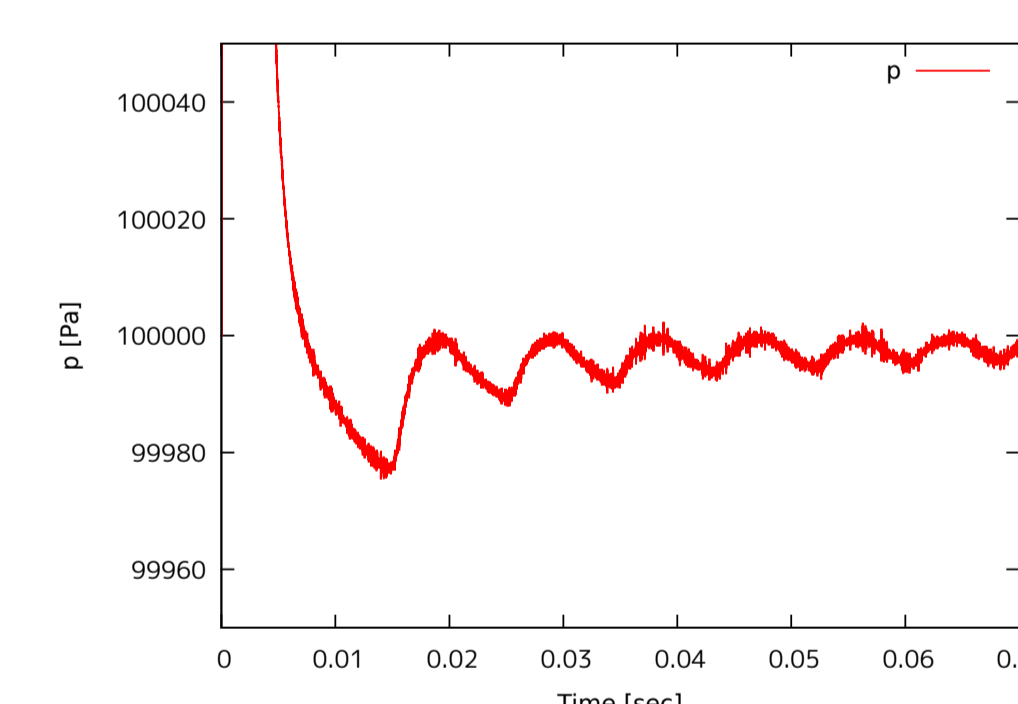
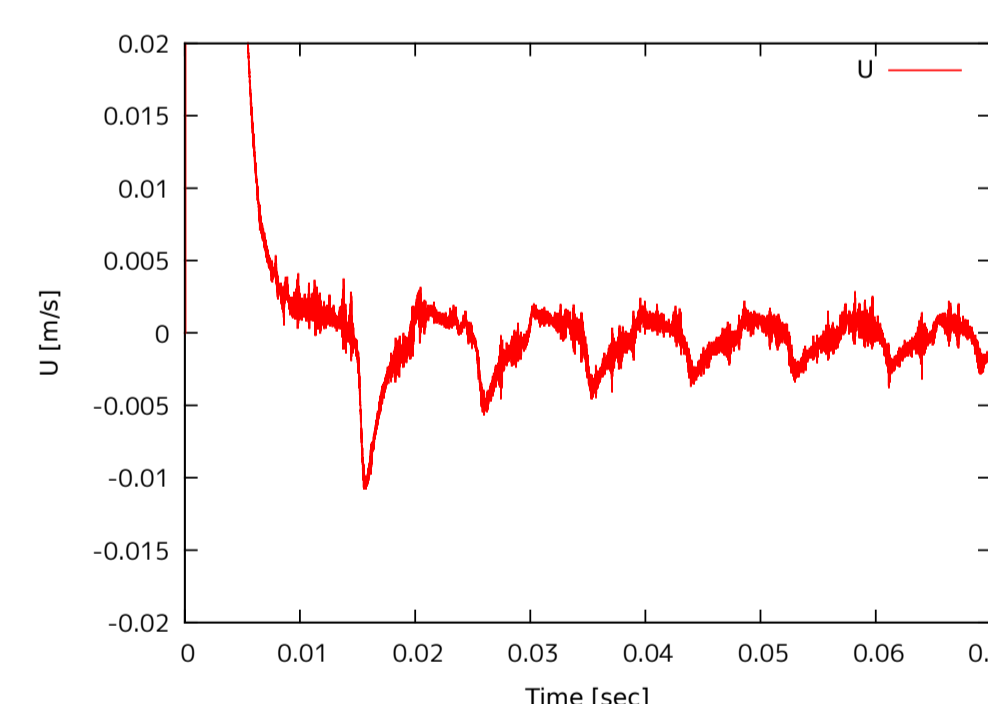
バスレフ型スピーカーのポートから放射される音圧の周波数特性

#### ●熱音響機関の解析

前年度に引き続き小型熱音響エンジンの3次元モデルの解析を行い、発振初期の過渡状態の解析を行う。



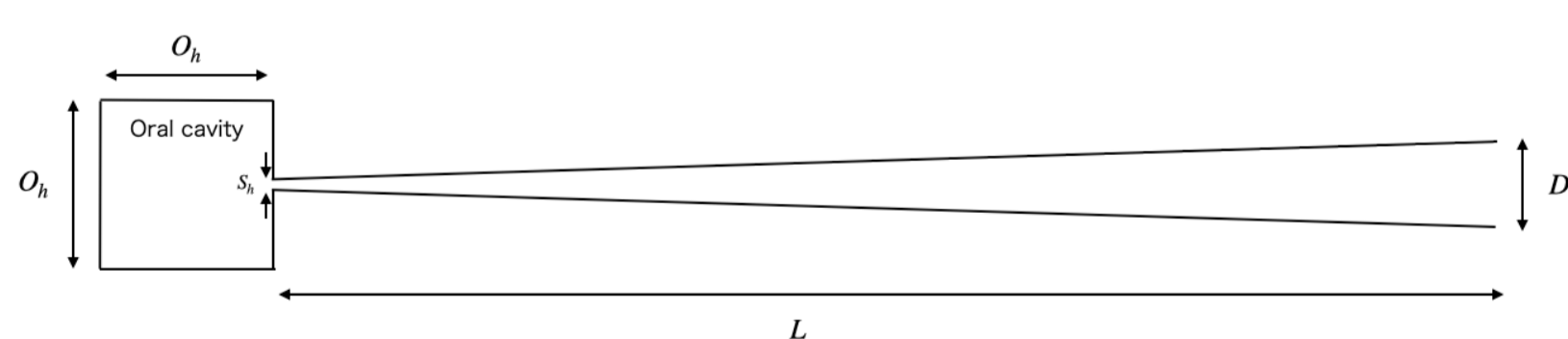
温度勾配のあるスタック(細管)に発生する圧力変動



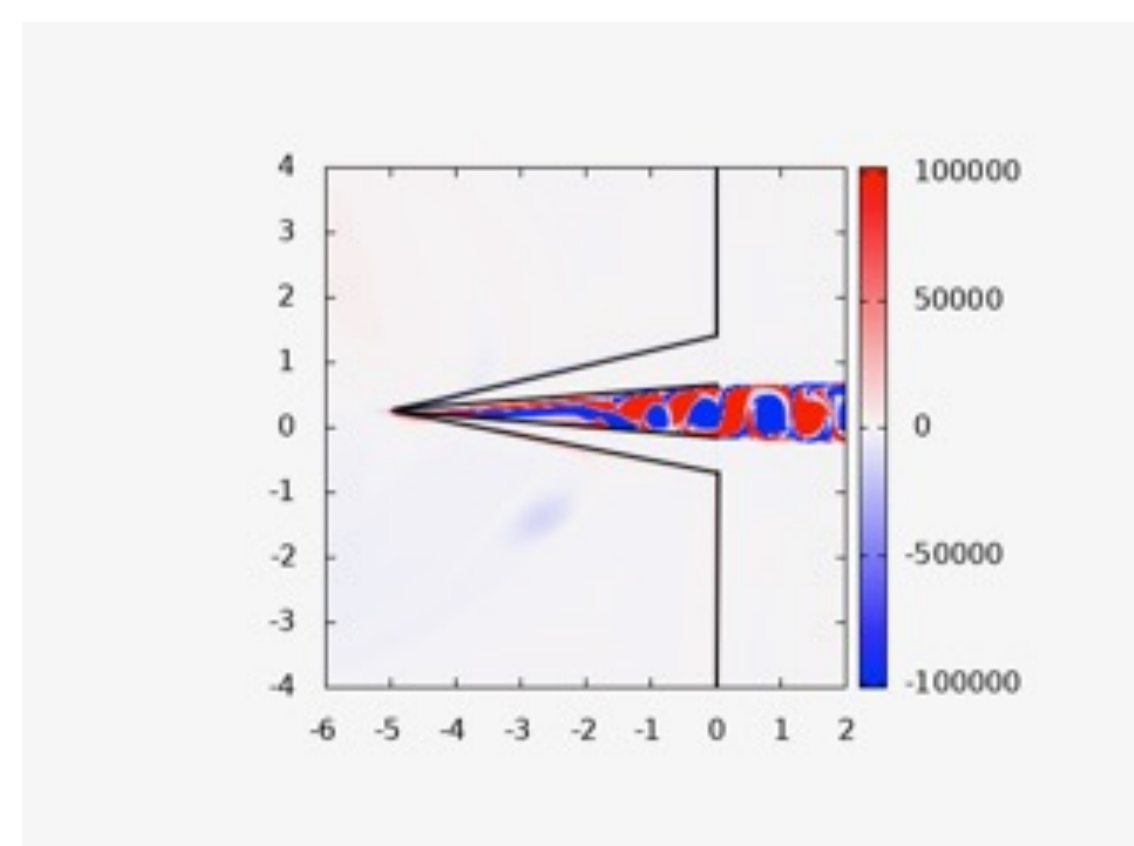
観測点(白丸)における速度変動(左)と圧力変動(右)

### 2. DNSを用いた2次元管楽器モデルの厳密数値解析

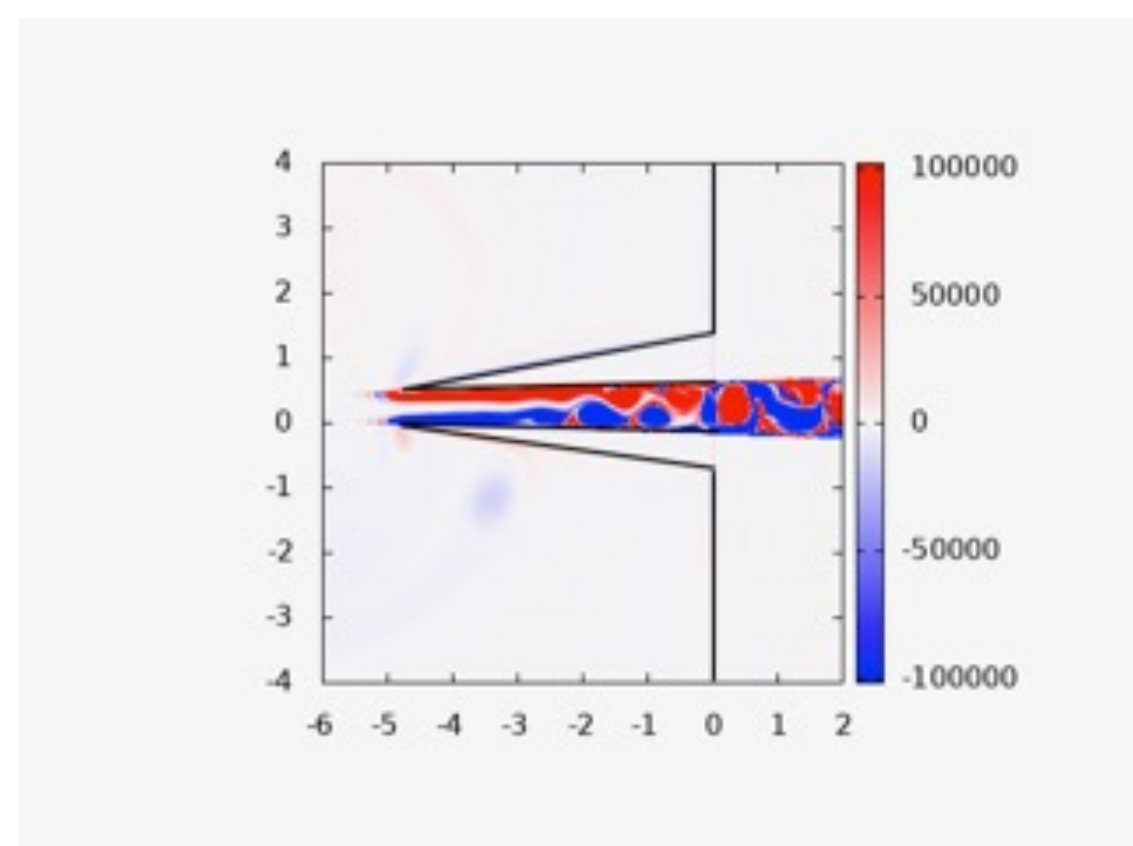
前年度に引き続き、オーボエのリードを単体で吹鳴したときの発振状態を2次元モデルを用いて解析する。特に、より現実的なリード振動状態を再現したモデルを用いた解析を行う。



口腔のついたオーボエリード



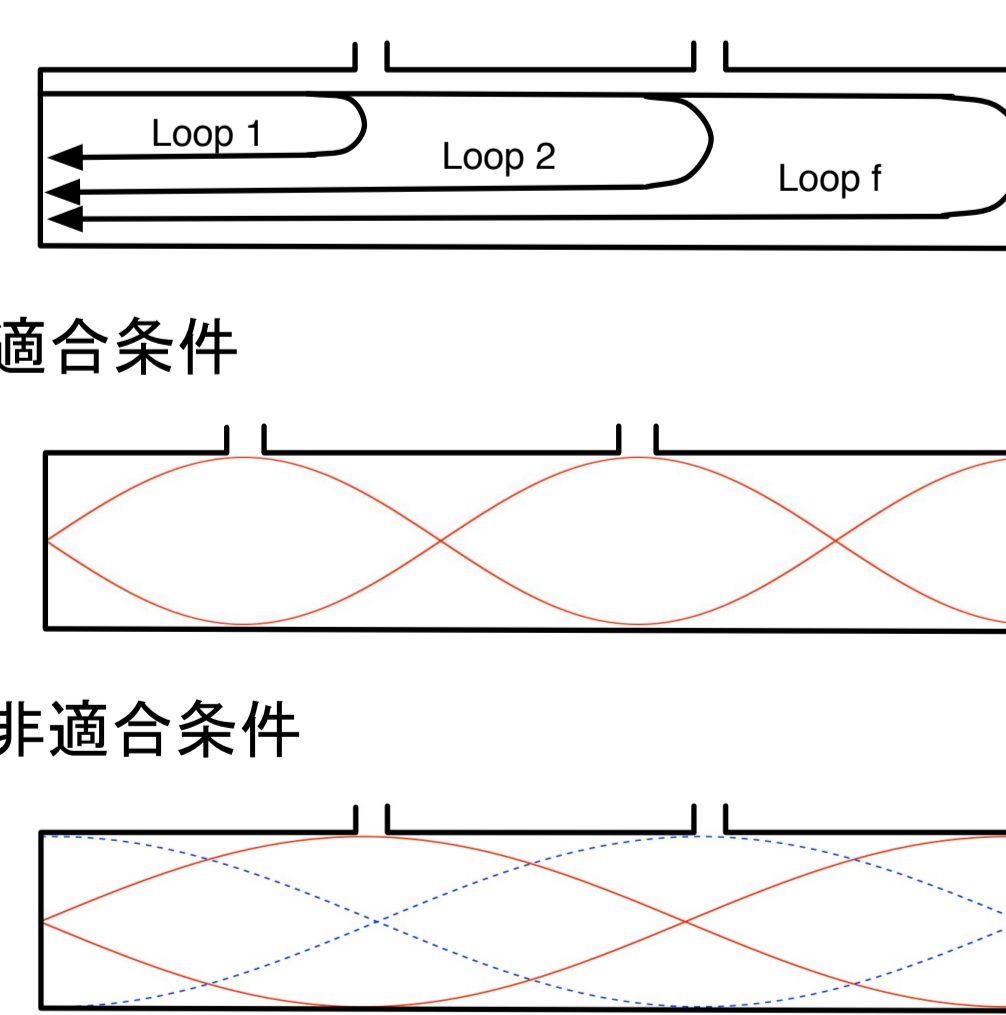
渦度:リードが閉じた時



渦度:リードが開いた時

### 3. 管楽器の発音機構の遅延方程式モデルを用いた基礎解析

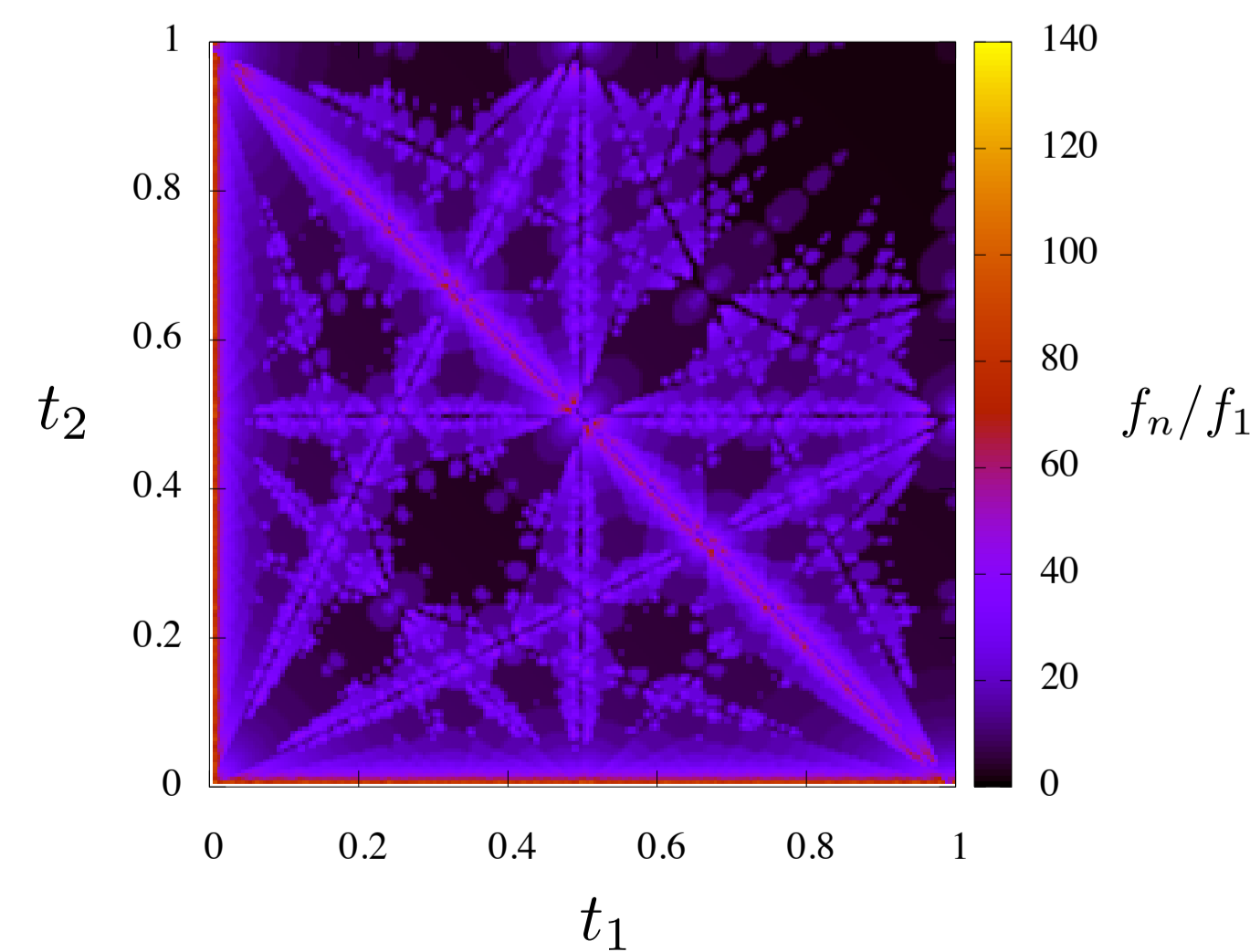
複数の音孔を開けた時に対応する多重遅延モデルのモード選択則(発振音の選択規則)について力学系の分岐理論の立場から数値的理論的に解析する。特に、今年度は3重遅延系モデルを中心に解析を進め、遅延条件の変化に伴うモード選択則の変化とその規則について解析する。



適合条件

非適合条件

管体の作り出す遅延と共鳴モード



3重遅延系のモード分布:遅延時間を変化させたときの発振モード分布

共同研究者:小林泰三(九州大、副代表)、南里豪志(九州大、副代表)、服部裕司(東北大)、高見利也(大分大)、片桐孝洋(名古屋大)、大島聡史(九州大)、内田勝也(ヤマハ株)、田畑諒也(ヤマハ株)、田島陽(九州工大)、中原雄樹(九州工大)