



## アドバンスソフト技術セミナー 環境・騒音問題における流体解析の現状と当社の取り組み

### 騒音問題への取り組み

アドバンスソフト株式会社  
技術第3部 主事研究員  
桑原 匠史

# 1.

## 騒音問題

- 1960年代に騒音が問題となり始める

音源は、工場、事業所、建設現場、自動車や航空機

- 多様な騒音発生源に対する規制

1967年 「公害対策基本法」

1968年 「騒音規正法」

1993年 「環境基本法」

- 日常生活における騒音の大別

1. 自動車 & オートバイによる騒音
2. 鉄道による騒音
3. 航空機による騒音

各々の分野で環境基準を  
満たす努力が日々行われ  
ている。

その他：低周波音(1Hz ~ 100Hz)による騒音

送風機、風車、ボイラー、ポンプ等が音源で、睡眠不足やイライラといった  
心理的、生理的影響を及ぼす



# 自動車等に関する騒音規制

## ■ 自動車等のマフラー(消音器)に対する騒音対策の強化

平成20年12月26日公布

### 概要

- 騒音低減機構を容易に除去することができる構造の禁止
- 使用過程車及び並行輸入車等のマフラーに対する加速走行騒音防止性能の義務付け
- 交換用マフラー事前認証制度の創設  
性能等確認済みマーク



- 騒音試験法の一部見直し等



規制は厳しくなる方向にある



3

# 騒音の有効利用？

## ■ 高周波音(モスキート音)の利用

- 高周波数の音は、年齢とともに次第に聞き取りにくくなる。  
(概ね30歳以上になると聞こえなくなる)
- 聞こえる若者にとっては、耳障り。



17kHz程度の高周波の不快感(モスキート音)を流して、深夜の公園で若者達が集まり、騒ぐのを防ぐ。(5月より東京・足立区が実験を開始)効果は今のところ不明。。。。

ご自分の耳の若さ？を試されたい方は。。

可聴周波数域チェック

<http://masudayoshihiro.jp/software/mamimi.php>



4

# 音を使って酒造り

## ■ 超音波の利用

基本的には加湿器と同じ原理で、超音波を原酒に当てて出来る霧を集めてアルコール度を上げて(蒸留と同じ効果)お酒を造る。



霧造り生  
(株式会社本家松浦酒造場)

この技術は、色々な液体の蒸留に使える

例: バイオエタノールの精製

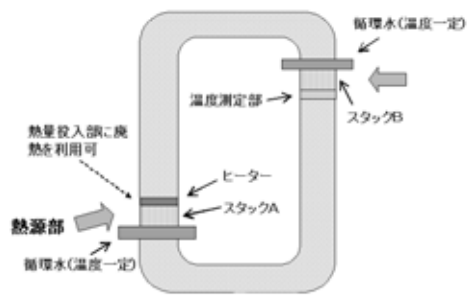
精製には蒸留技術が用いられ、蒸留塔の稼動には重油を燃焼しており、エネルギー効率的にはあまり良くなかったが、この技術を使えば、従来よりも効率良く精製が可能



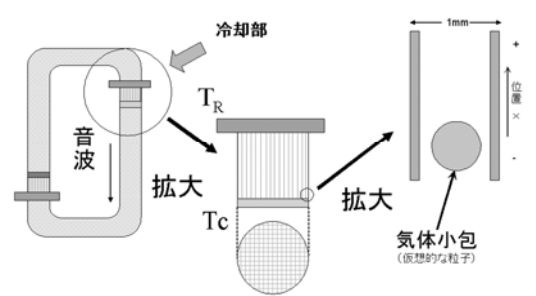
# 音で冷却？

## ■ 熱音響冷却

工場等の廃熱を用いて冷却を行うシステムで、最近、ニュースやサイエンス番組にて取り上げられ話題となっている。



システム概略図



冷却部拡大図

熱音響冷却システムの冷却部における作業流体とスタック間の熱交換についての数理モデル  
富樫藻萌子、坂本眞一、近藤弘一(同志社大学)  
(応用力学研究所研究集会報告No.16ME-S1, Article No.31)

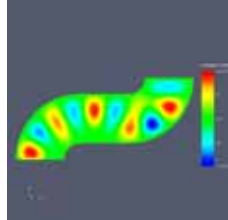


# アドバンスソフトの騒音問題への取り組み

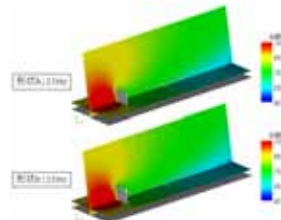
## ■ 大学との連携によるソフト(Advance/FrontNoise)開発

鳥取大学 西村研究室

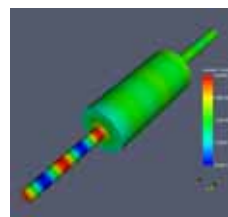
- ダクト内騒音調査



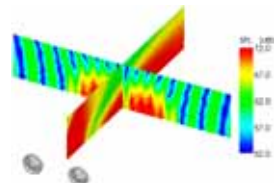
- 屋外の構造物形状が音の伝播に及ぼす影響調査



- 排気系音場予測



- 鉄道車輪騒音



日本機声学会論文誌A, Vol.73, No.730, 2007.07



# マフラーの開発

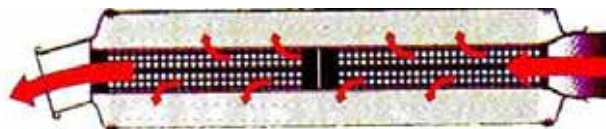
## ■ マフラーの構造

マフラーの内部構造は、その違いにより大きく二つに分けられる

- 多段膨張式



- ストレート排気式



特に、多段膨張式は複雑な内部構造をもち、各企業で長年蓄積されたノウハウを元に開発されているのが現状

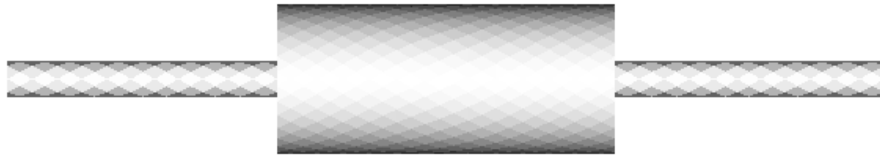


シミュレーションによる最適化設計が可能となれば、開発が格段に効率化されるはず。



# 簡易排気系の数値シミュレーション

## ■ モデル1



図に示した簡易排気系モデルについて、Advance/FrontNoiseを用いて音響解析を行う。(6530節点)

### 計算条件

- 単純形状、内部に構造は持たない
- 音は、左側から入り、右側へ抜ける
- 内部に空気の流れはない

### 境界条件

入り口には音圧を与え、出口にはダクト開口端の放射インピーダンスを与える。

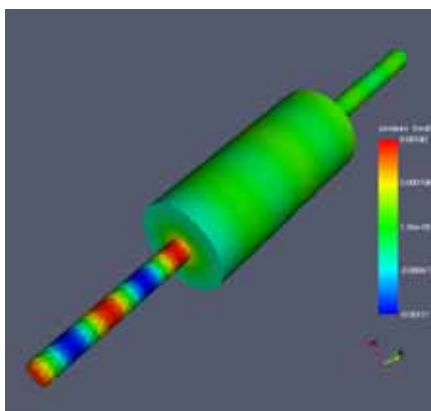
透過損失を用いて、性能評価を行う。



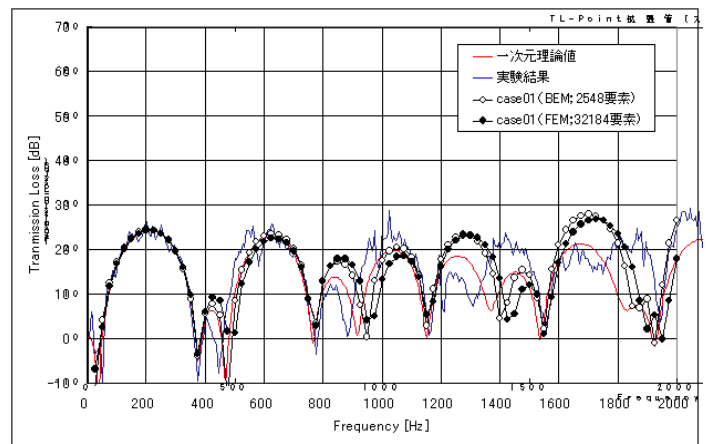
9

# 簡易排気系の数値シミュレーション

## ■ 計算結果



2000Hzでの音圧分布



透過損失

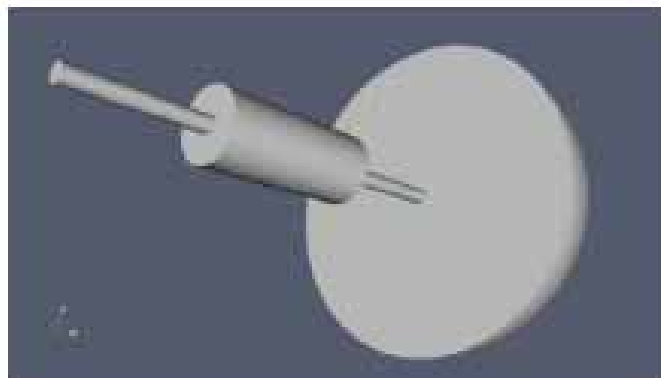
低周波数においては実験、理論、計算結果ともに良く合う結果が得られているが、高周波数において多少結果が異なる。  
(理論値との違いは一次元理論の限界からくると考えられる)



10

# 簡易排気系の数値シミュレーション

## ■ モデル2 (境界依存性の検証)



基本的には、モデル1と同じモデルを用いる。モデル1との違いは、図に示したような出口部分に半球の空間を加え、その表面上で無反射境界条件を適用する。(253880節点)

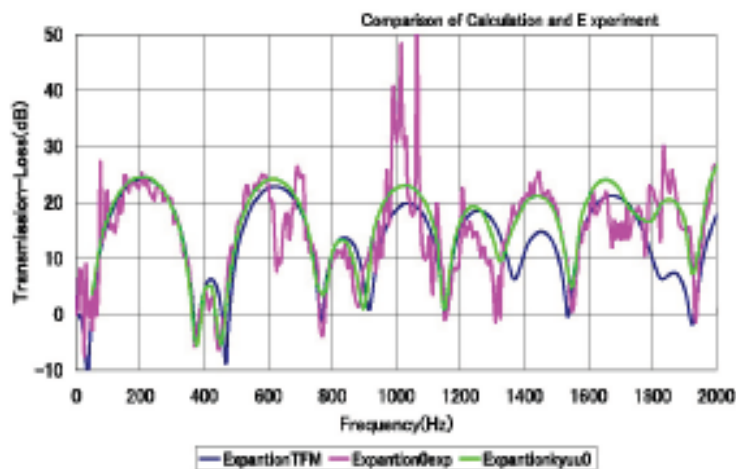
モデル2の作成と計算は鳥取大学西村研究室によるものです。



11

# 簡易排気系の数値シミュレーション

## ■ 計算結果



青線: 一次元理論値  
赤線: 実験値  
緑: 計算結果

透過損失

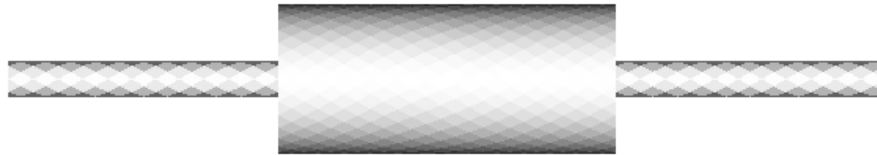
実験結果と計算結果が非常によく一致する結果が得られた



12

# 簡易排気系の数値シミュレーション

## ■ モデル3 (空気の流れの影響調査)



モデル1と形状は同じだが、内部の空気の流れの影響を考慮した計算を行う。  
(音響計算格子: 6530節点、流体計算格子: 134855節点)

計算条件(モデル1との違い)

- 内部に空気の流れあり
- 空気の流れ場は、流体計算を別途行いその結果を取り込んで計算を行う  
(流体計算は鳥取大学 西村研究室にて行う)

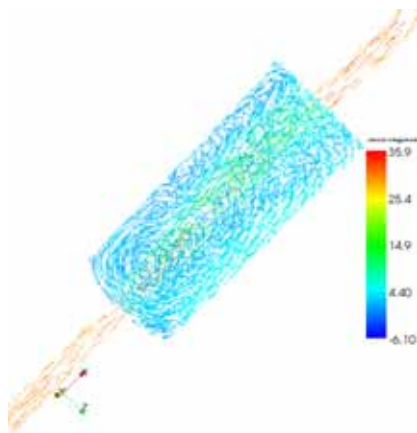
境界条件はモデル1と同じものを用いる。



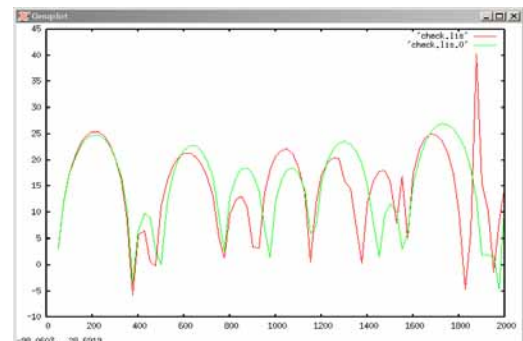
13

# 簡易排気系の数値シミュレーション

## ■ 計算結果



流体計算により得られた流れ場



透過損失(緑:流れなし、赤:流れあり)

空気の流れがある場合、流れが無い場合に比べて、透過損失のピークが高周波数領域で低周波数側へシフトする。

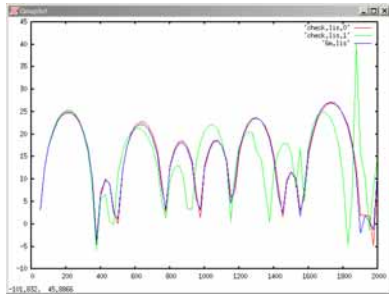


14

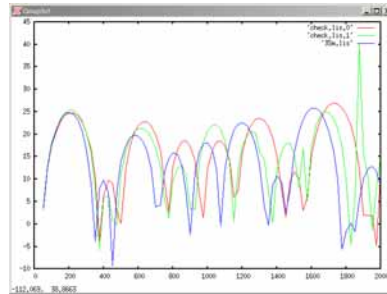
# 簡易排気系の数値シミュレーション

## ■ 簡易流れ場モデルによる透過損失比較

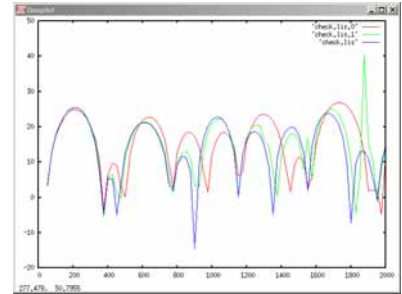
- モデル3-1: 一様速度場6[m/s]
- モデル3-2: 一様速度場35[m/s]
- モデル3-3: 非一様速度場(中心程速い)



モデル3-1



モデル3-2



モデル3-3

(緑:流体計算の流れ場あり、赤:流れ場なし、青:簡易流れ場)

モデル3-3の結果が、流体の流れ場ありの場合の透過損失とよく合う。



内部に形成される渦よりも、中心程速い非一様速度場の影響が強い



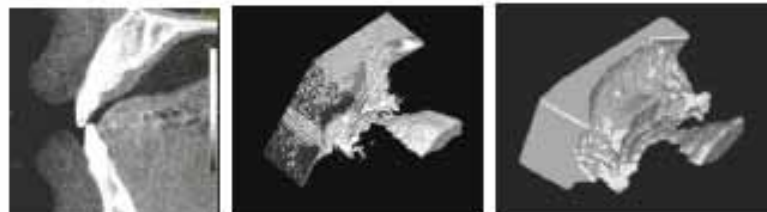
15

# 渦音に関する研究

- 流れの乱れにより形成される渦から発生する騒音(渦音)を音響解析により予測し、抑えることになれば環境対策となる。

弊社では、実際に環境対策問題として渦音を扱った経験はまだ無いが、次の経験を応用して対応可能と考えている。

大阪大学(野崎一徳先生)との共同研究(LES解析を用いた歯茎摩擦音の計算)



摩擦音発生時の口腔内の形状データの取得

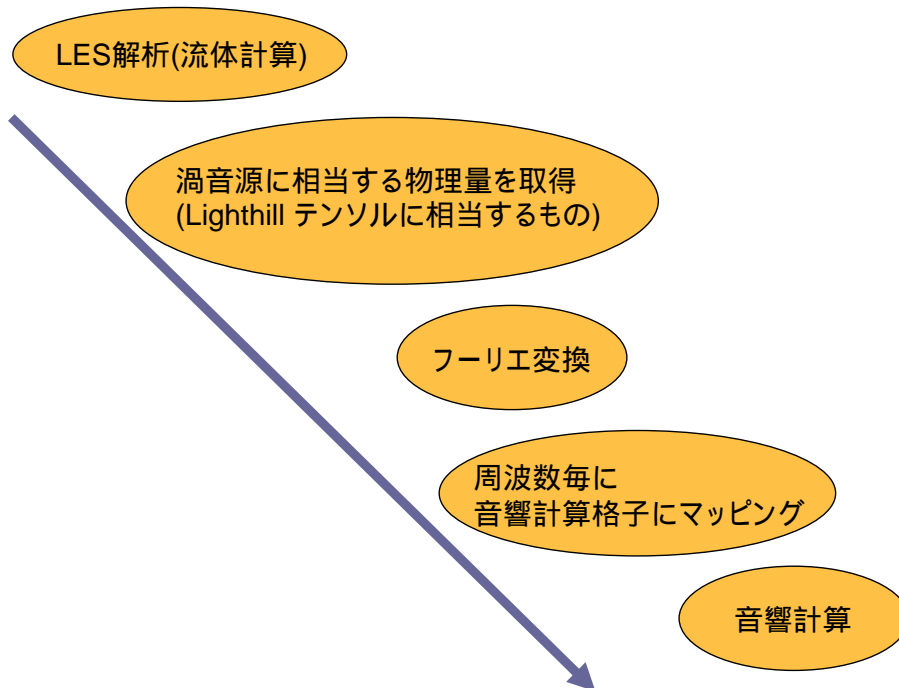
(第21回数値流体力学シンポジウムB2-5 野崎、玉川、下條より)



16

# 渦音に関する研究

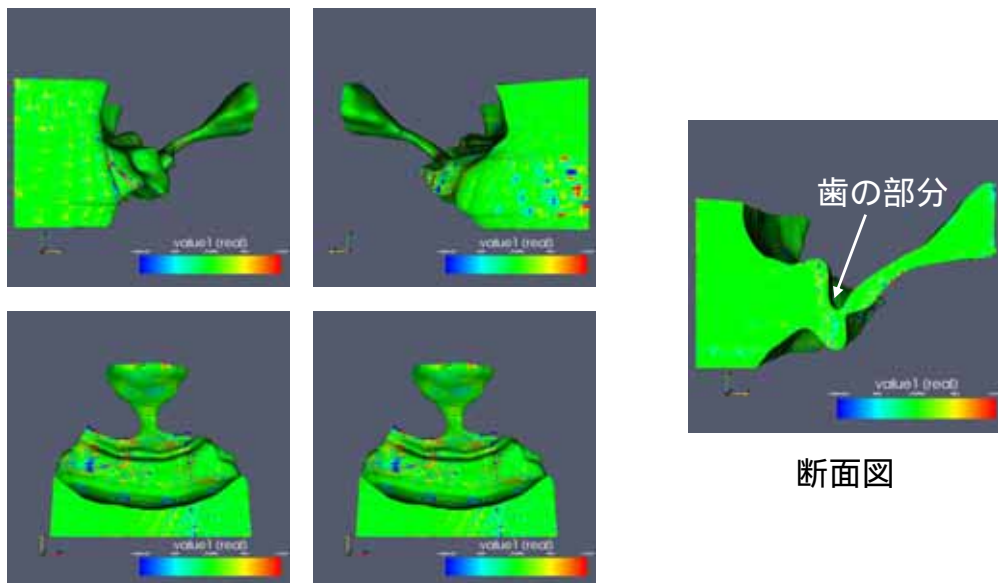
- 渦音源取得と音響計算までの手順



17

# 渦音に関する研究

- 音響格子への音源マッピング



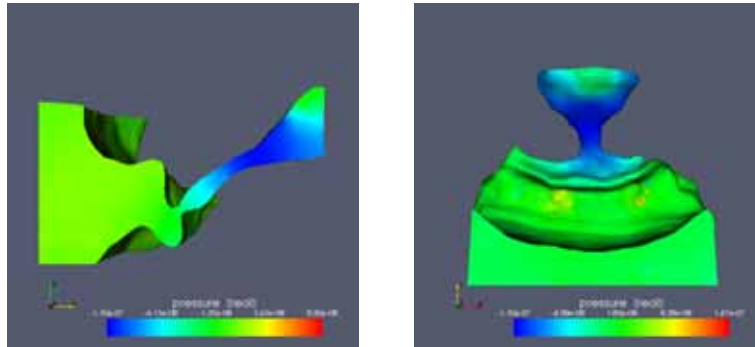
赤や青色部分が渦音源を示します。  
断面図を見ると、口腔内よりも歯の近傍に音源が多く存在することが判ります。



18

# 渦音に関する研究

- マッピングされた音源を用いた音響計算結果@6250Hz



音圧分布

口腔内部に音圧の低い領域が形成される。  
結果の詳細解析については、これから行っていく予定。



## まとめ

- 簡単な排気系モデルを用いて音響解析を行い、理論値や実験値とよく合う結果を得た。
- 本ソフトウェアを使うことにより、様々な排気系モデルをテストすることが可能となり、環境に易しい排気系の設計が可能となる。
- 流体ソフトとの連成計算により、より現実に近い状況における排気系の性能テストが可能である。
- 渦音の計算が可能となり、流れの乱れによる騒音予測が可能となっている。

