

# 多孔質付加による空力音と変動力の低減に関する風洞試験と数値解析

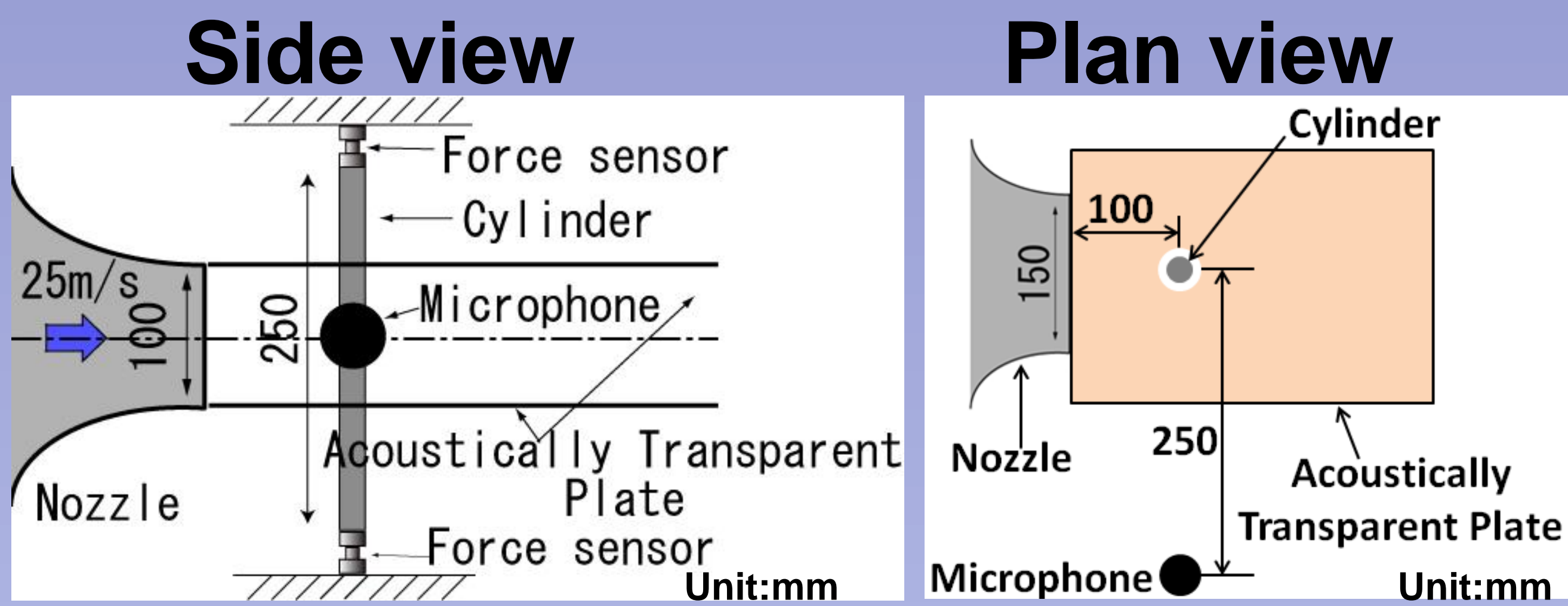
鳥取大学大学院 工学研究科 機械宇宙工学専攻 応用数理工学コース

目的

多孔質材付加による定量的な低減量予測

## 風洞試験

### Lighthill-Curleの理論による空力音の予測



### 試験円柱

滑面円柱 : 直径30mm  
 多孔質円柱 : 直径20mm  
 + (網 + スペーサー) × 3  
 $Re = 3.4 \times 10^4 \sim 5.1 \times 10^4$

空力音 : マイクロフォン  
 変動力 : 6軸力センサ  
 → 同時測定

### Lighthill-Curleの理論

$$p' = \frac{1}{4\pi c} \frac{x_i}{x^2} \frac{\partial}{\partial t} \int_s P_i dS$$

$p'$ : 音圧  $c$ : 音速

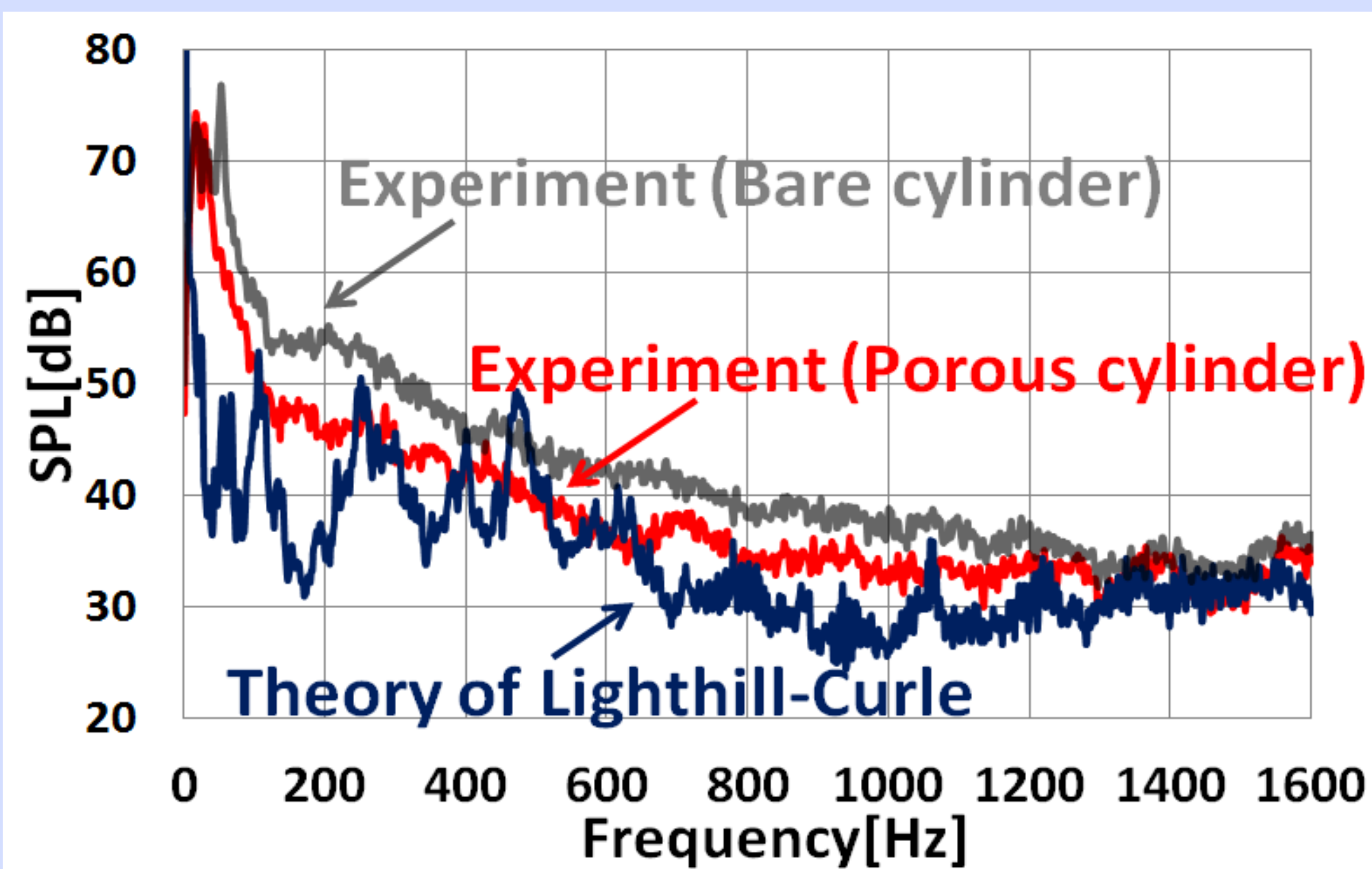
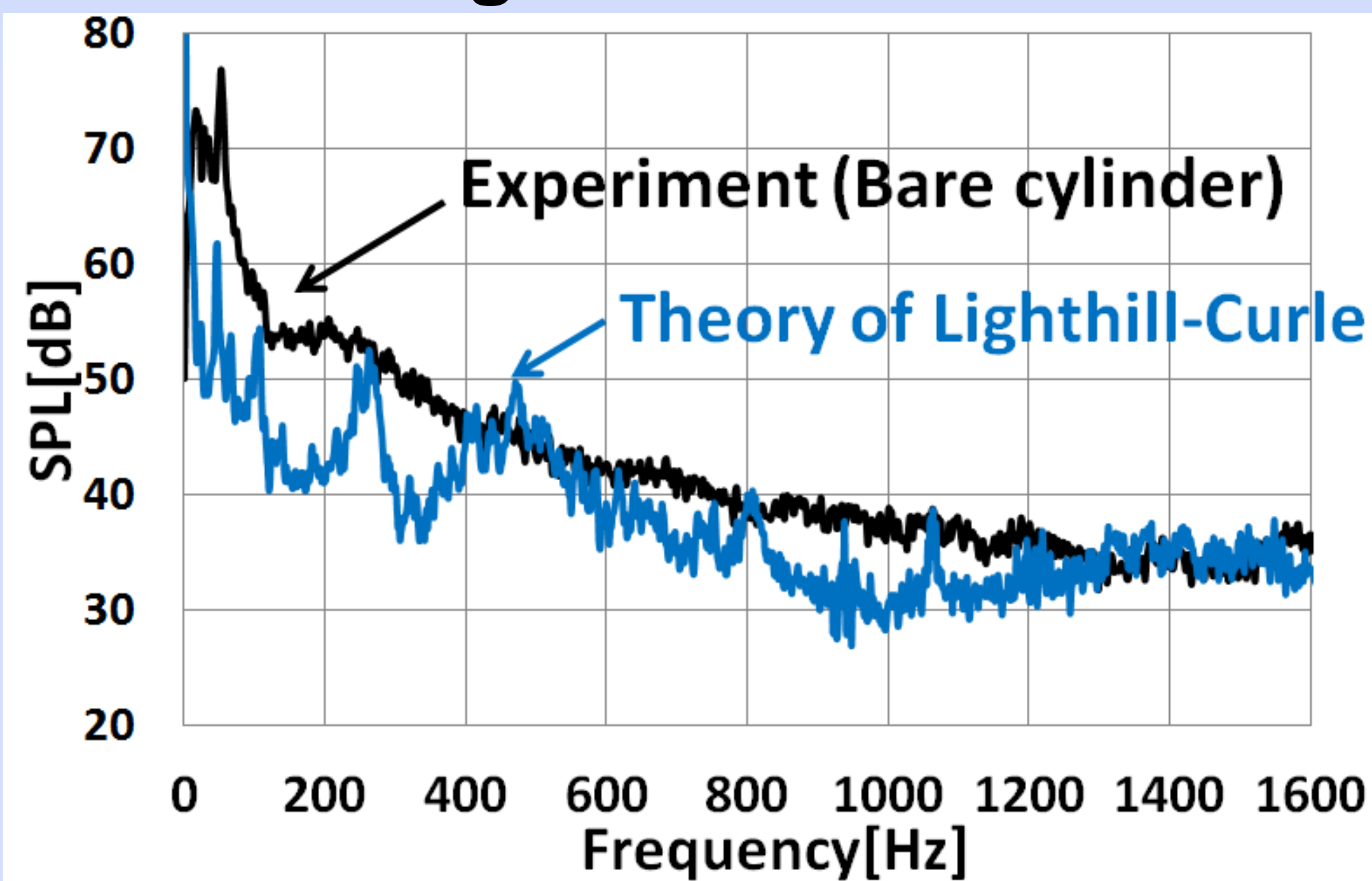
$P_i$ : 表面圧力

空力音

変動力

$x_i$ : 受音点までの距離

結果: 空力音とLighthill-Curleの理論との対応

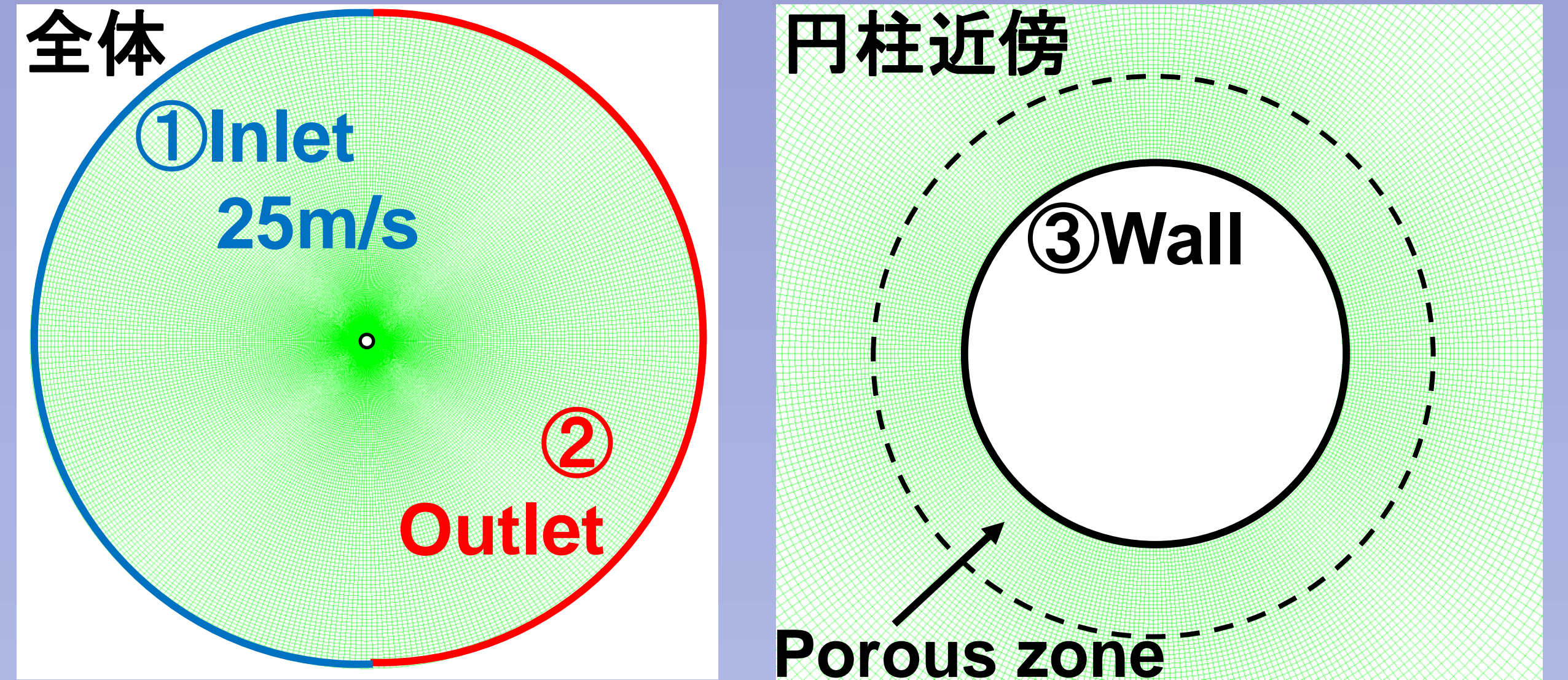


低周波: 測定値と理論でズレ 高周波: 7dB程度のズレ

## 数値解析

### 多孔質材の種類の変更

### 解析モデル・メッシュ



### モデル・メッシュ設定

円柱直径: 解析領域 = 30mm : 1200mm  
 最小メッシュサイズ: 0.1mm 総要素数: 15万

### 解析手法

Large Eddy Simulation – Smagorinsky

### 多孔質材の数値模擬

円柱周囲の領域に圧力慣性抵抗を付加

$$\Delta p_i = \frac{1}{2} c \rho \Delta n_i u_i |u|$$

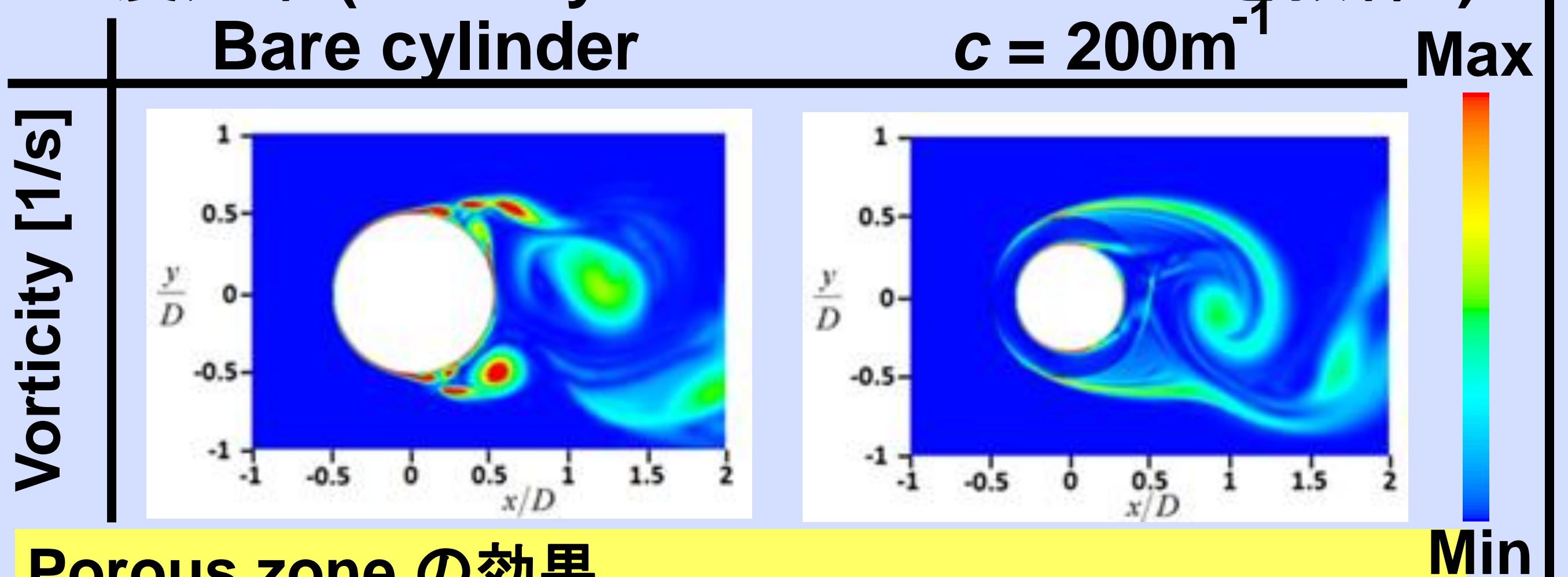
$\Delta p$ : 圧力損失  $c$ : 慣性抵抗係数  
 $\Delta n$ : 多孔質厚さ  $\rho$ : 密度  $u_i$ : 流速

小 ←  $c = 100, 200, 1000, 30000 \text{ m}^{-1}$  → 大

空間: 疎

空間: 密

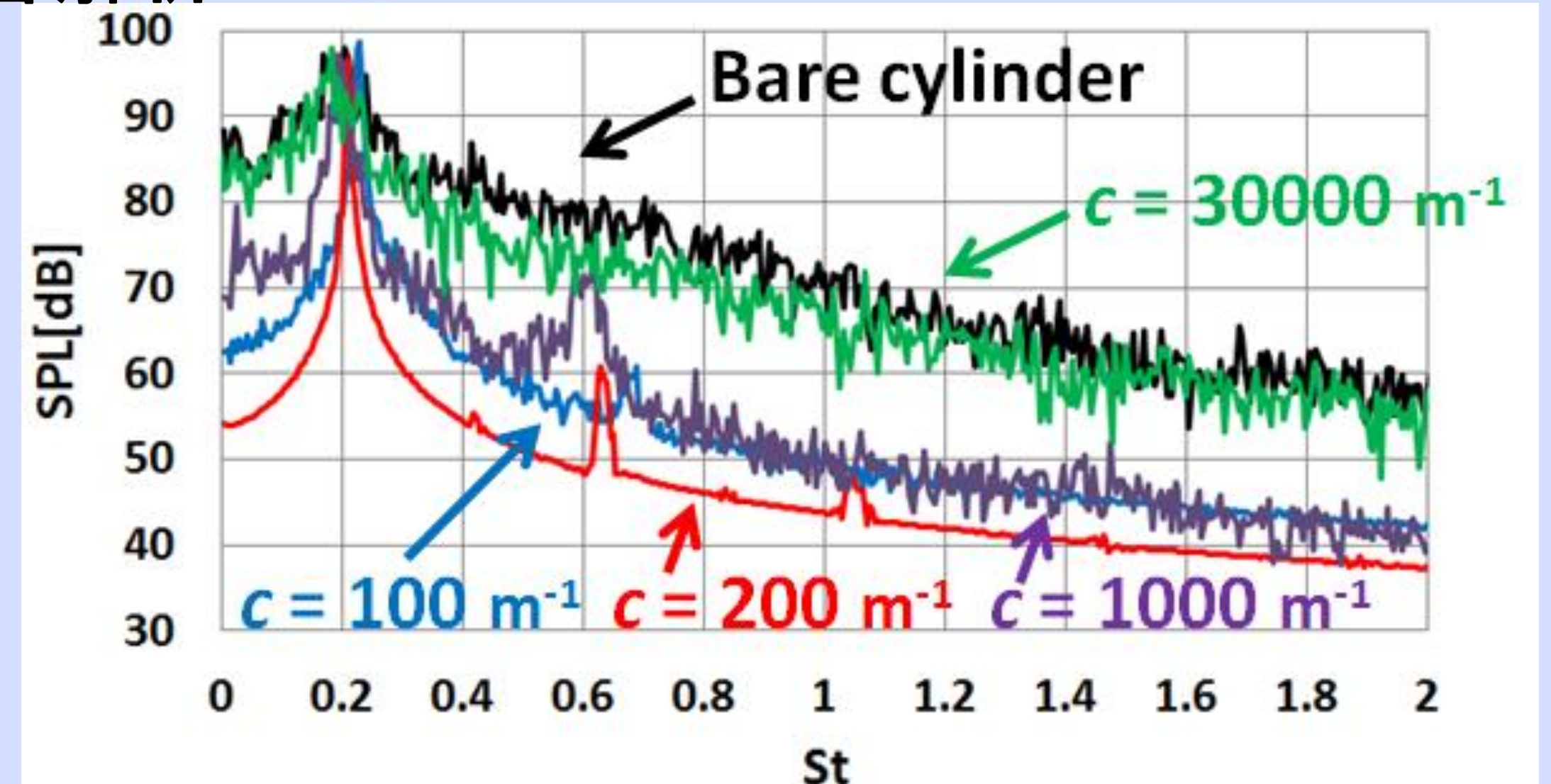
渦度分布 (Bare cylinder と  $c = 200 \text{ m}^{-1}$  を抜粋)



### Porous zone の効果

・細かい渦を抑制 ・カルマン渦の発生場所が下流側

### 音響解析



$c = 200 \text{ m}^{-1}$  が最も減音効果を有する。

## 結言

- ・測定した空力音とLighthill-Curleの理論からの空力音は低周波帯域では不一致であったが、高周波帯域では両者が近い値となる。
- ・適切な慣性抵抗を与えることで、空力音が大幅に低減する傾向を捉えた。