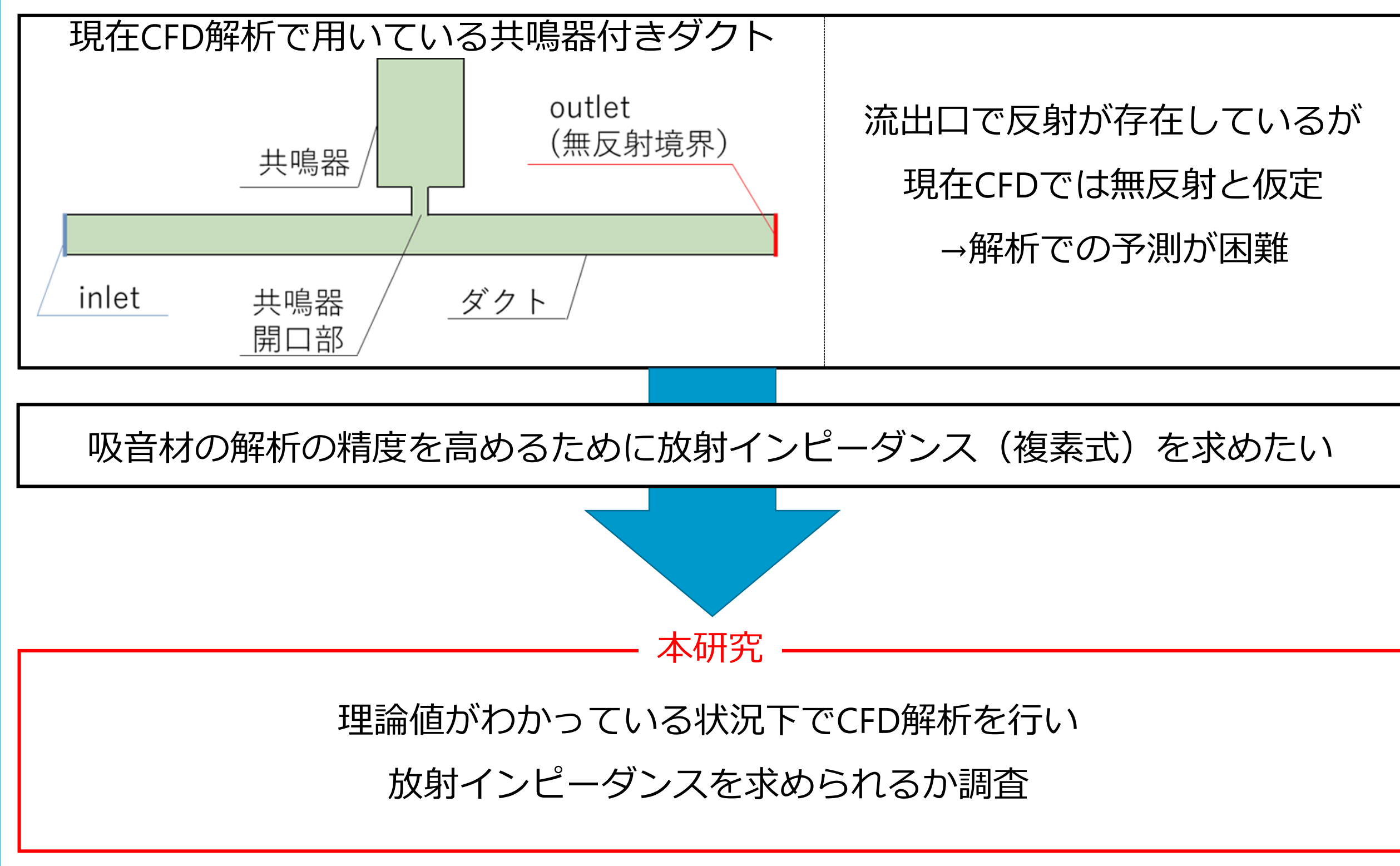


CFDを用いた円管の音響放射インピーダンス計算

2022年度卒業 伊與森勇

研究構成



音響インピーダンス

flangeなし円管
(断面図)

flangeあり円管
(断面図)

音響インピーダンス

$$\zeta = \frac{1}{\rho c u} p = \theta + i\chi$$

実部 θ : レジスタンス 大きさが吸音に影響
虚部 χ : リアクタンス 共鳴周波数に影響

2マイクロホン法

$$\zeta = -i \frac{H_{12} \sin k(\Delta x + l) - \sin(kl)}{H_{12} \cos k(\Delta x + l) - \cos(kl)}$$

p	音圧	u_0	粒子速度
ρ	気体密度	k	波数 (= $2\pi f/c$)
c	音速	H_{12}	伝達関数(= $\frac{p_2}{p_1}$)

解析モデル (flangeなし)

2次元軸対称モデル

inlet
透過流れ強制
流速: 0[m/s]
25~1800[Hz]の
単一周波数

outlet (無反射)

①slip wall
②nonslip wall

3200mm

50mm

1mm

3200mm

mic4 mic3 mic2 mic1 測定点

100mm

200mm

300mm

400mm

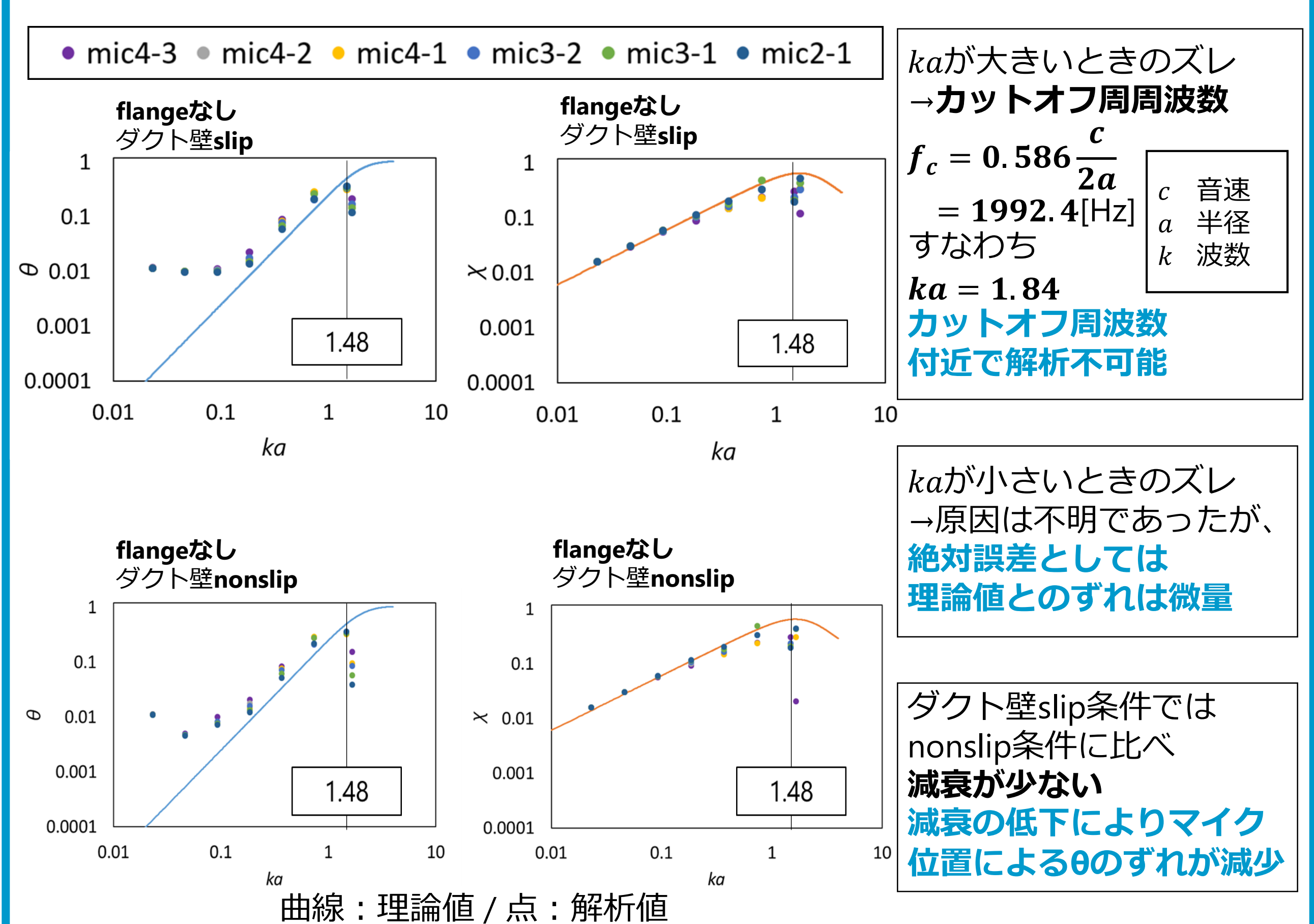
flangeなし円管の放射インピーダンス近似理論式

$$r(-\omega) = -\left(1 - \frac{ika}{\alpha}\right)^{-(\nu+1)}$$

ただし
 $\alpha = 1.2266, \nu = 0.504$
[F.Silva(2009)]

マイクを4点設置
2点のマイクの組み合わせ
(6パターン)で解析値を求め、
理論値と比較

解析結果 (flangeなし)



解析モデル (flangeあり)

2次元軸対称モデル

inlet
透過流れ強制
流速: 0[m/s]
25~1800[Hz]の
単一周波数

nonslip wall

slip wall

outlet (無反射)

3200mm

50mm

3200mm

mic4 mic3 mic2 mic1 測定点

100mm

200mm

300mm

400mm

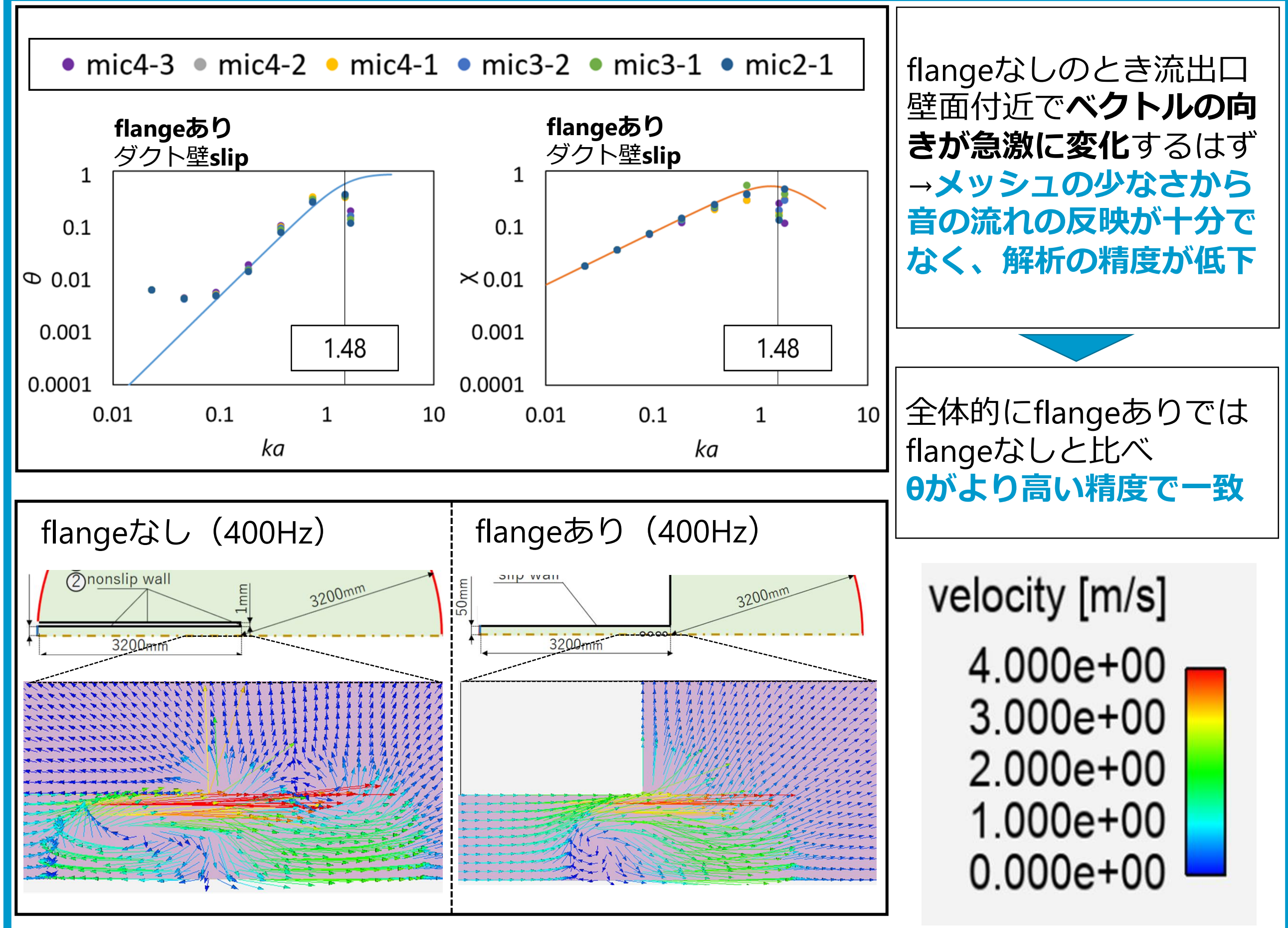
flangeあり円管の放射インピーダンス近似理論式

$$r(-\omega) = -\left(1 - \frac{ika}{\alpha}\right)^{-(\nu+1)}$$

ただし
 $\alpha = 0.8216, \nu = 0.350$
[F.Silva(2009)]

マイクを4点設置
2点のマイクの組み合わせ
(6パターン)で解析値を求め、
理論値と比較

解析結果 (flangeあり)



結言

円管から無限空間への音響放射インピーダンスをCFD解析理論値と比較した

CFD解析を用いて放射インピーダンスが求められる可能性がある。ただし、

- ・ ka が大きいときの理論値とのずれはカットオフ周波数による影響
- ・ マイクの位置によるレジスタンス θ のずれは減衰による影響
- ・ ka が小さいときの θ の理論値とのずれの原因は特定できなかったが、絶対誤差としては小さいことを確認

円管では $ka = 1.48$ 以下の範囲で放射インピーダンスが測定できる可能性を確認