

3-Q-24 円環形振動子を利用した厚み方向超音波リニアモータの検討

© 蒔田 竜子, 青柳学(室蘭工大), 高野剛浩(東北工大), 田村英樹(山形大・工)

背景

振動片を有する円環形振動子 → 単相駆動による薄型・高速超音波モータ

- ・単一方向・高速回転型 (マイクロファン・ディスクドライブ)
- ・双方向回転型 (精密位置決めが必要な分野)

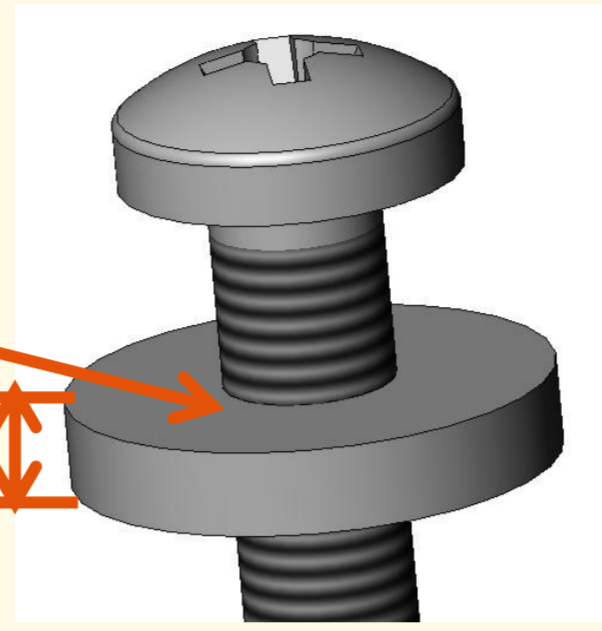
ボルト $\xrightarrow{\text{変換}}$ 直動型

これまで……

2相駆動による厚み方向超音波リニアモータ

円環内径にねじ穴を設ける
ボルトを差し込みねじ穴との接触で直動

厚い



目的 超音波リニアモータの構成

回転を伴う直動型

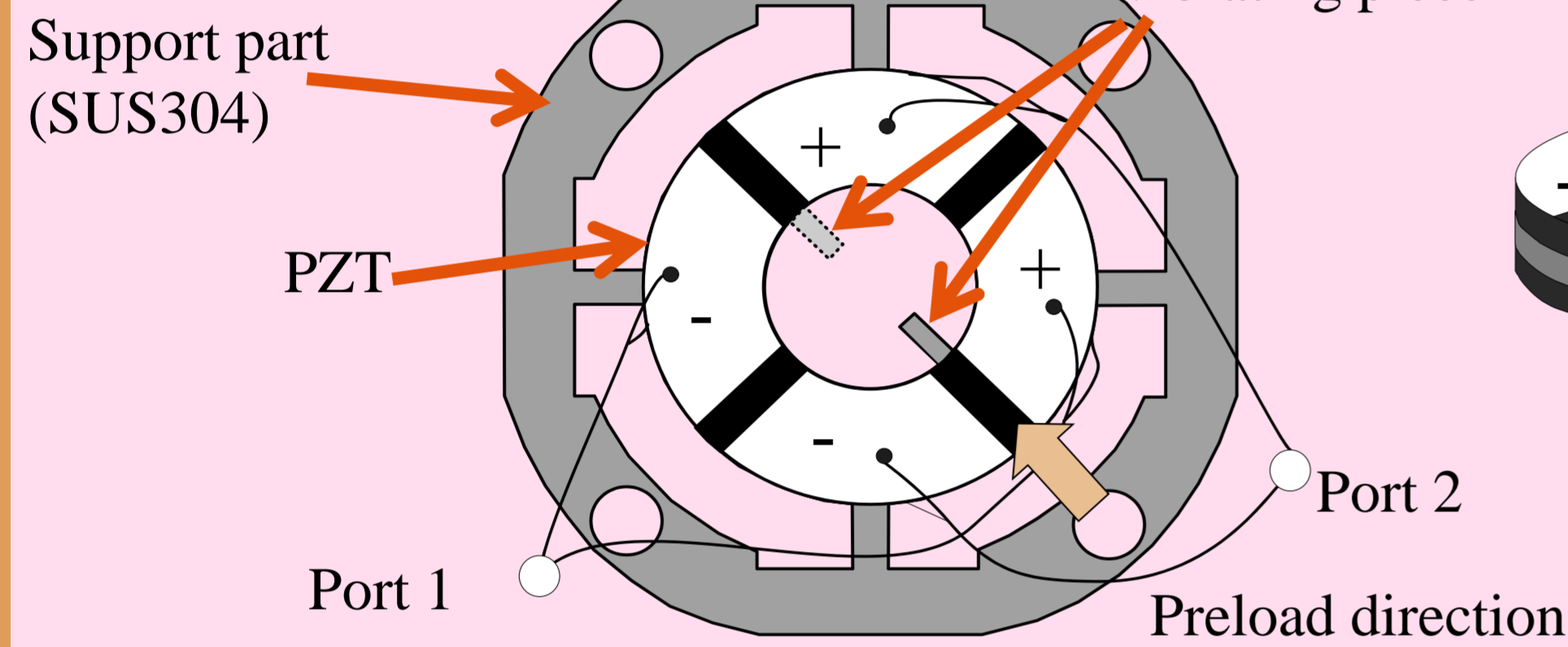
- ・単相駆動
- ・振動片でボルトを駆動

回転を伴わない直動型

- ・2相駆動
- ・振動片を用いない
- ・円環内径にねじ穴を設けない
- ・回転・直線動作を独立駆動

単相駆動・薄型回転-直動変換リニアモータ

構成



・向かい合う2電極: 反対方向の分極処理

振動板(SUS)の上下面に圧電体(PZT)を接着
振動板に対して同一の分極方向

Type-A: 振動片1つ
Type-B: 振動片2つ

動作原理

電極の組み合わせ

Moving direction	Port 1	Port 2
Downward	ON	Short
Upward	Short	ON

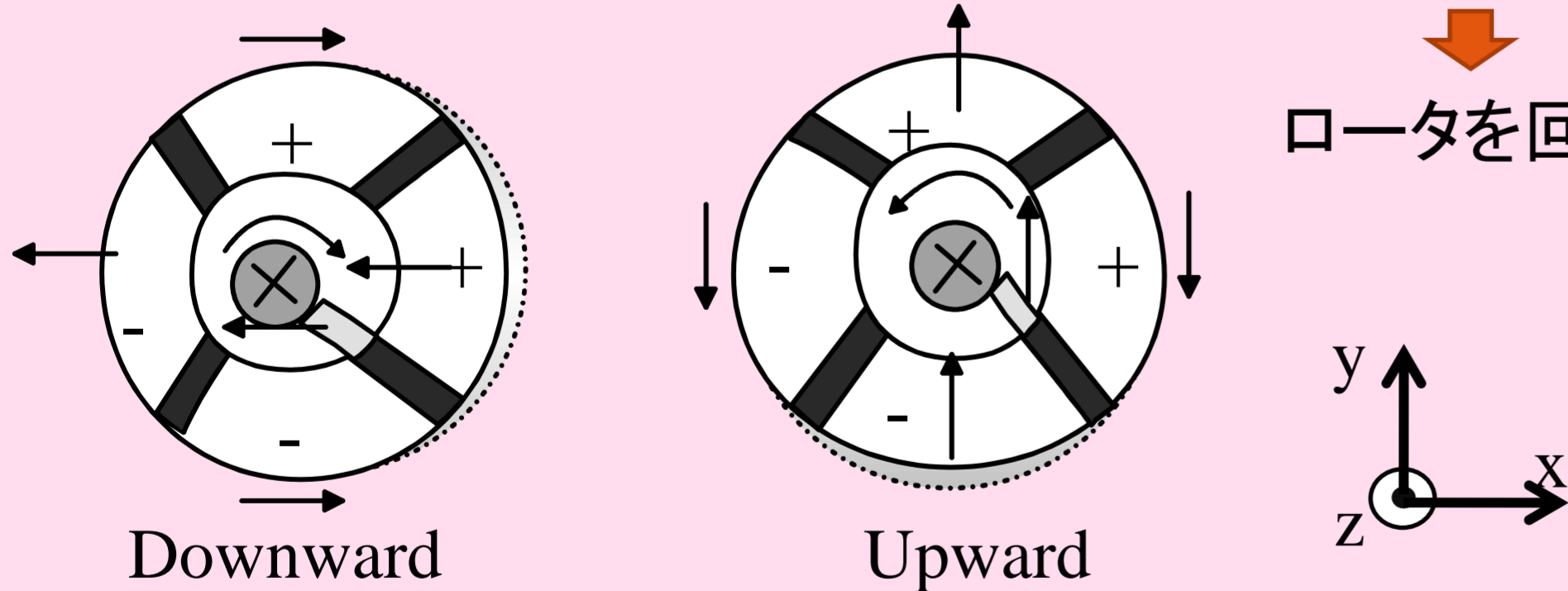
振動片

屈曲1次振動モード 円環の変位と同方向に曲げ変位発生

円環内径の変位によりロータを突くように接触 曲げ変位が発生

曲げ変位拡大 → 振動片先端が楕円軌跡を描く

ロータを回転させる

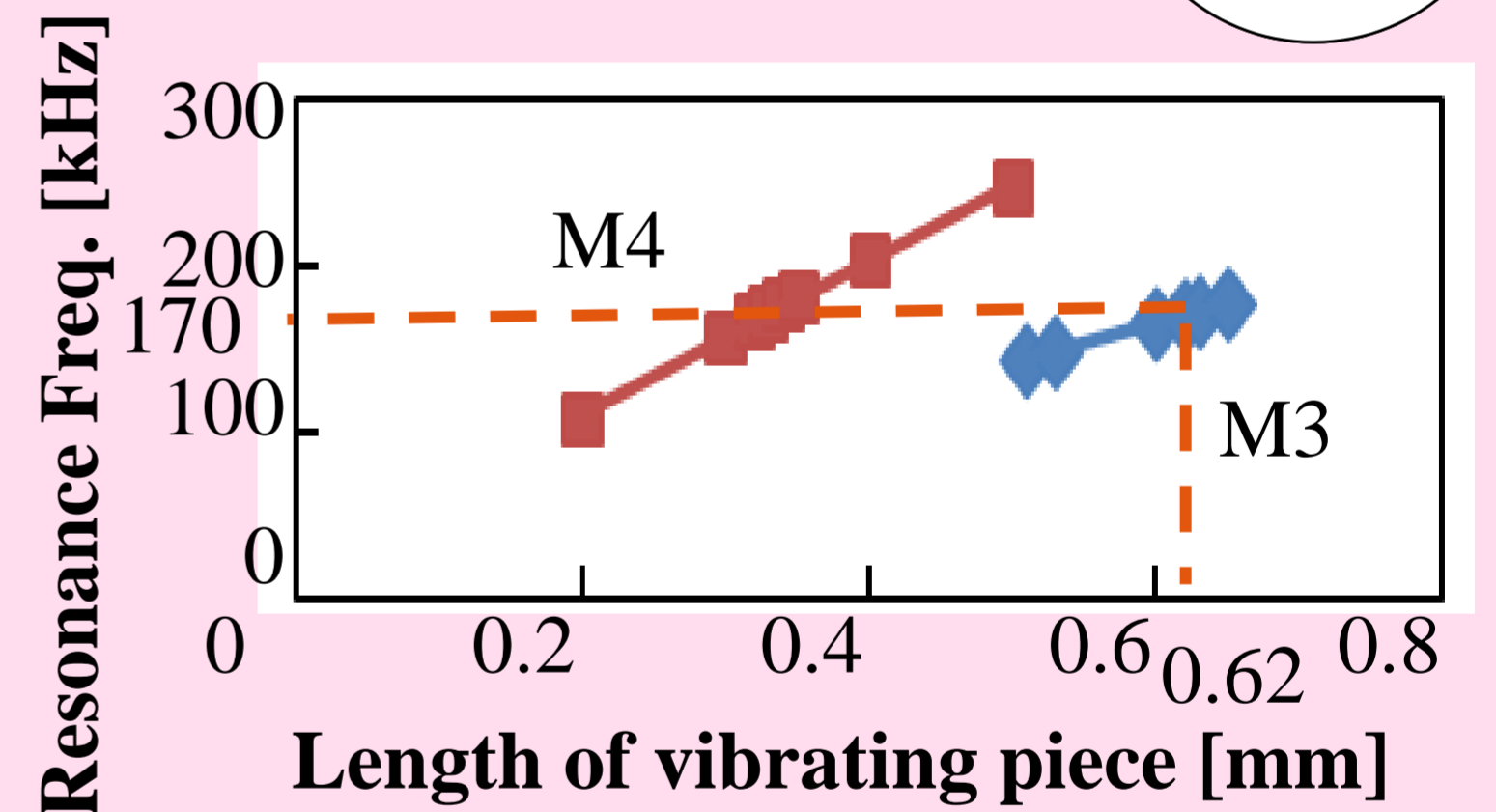
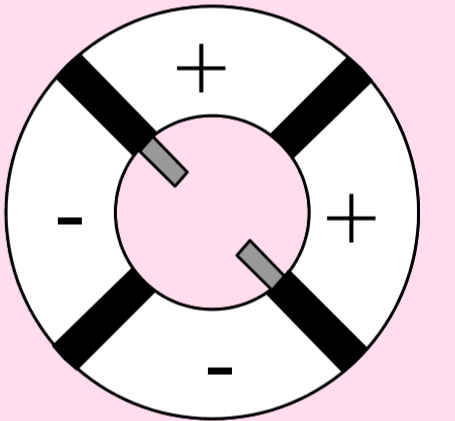


有限要素法解析

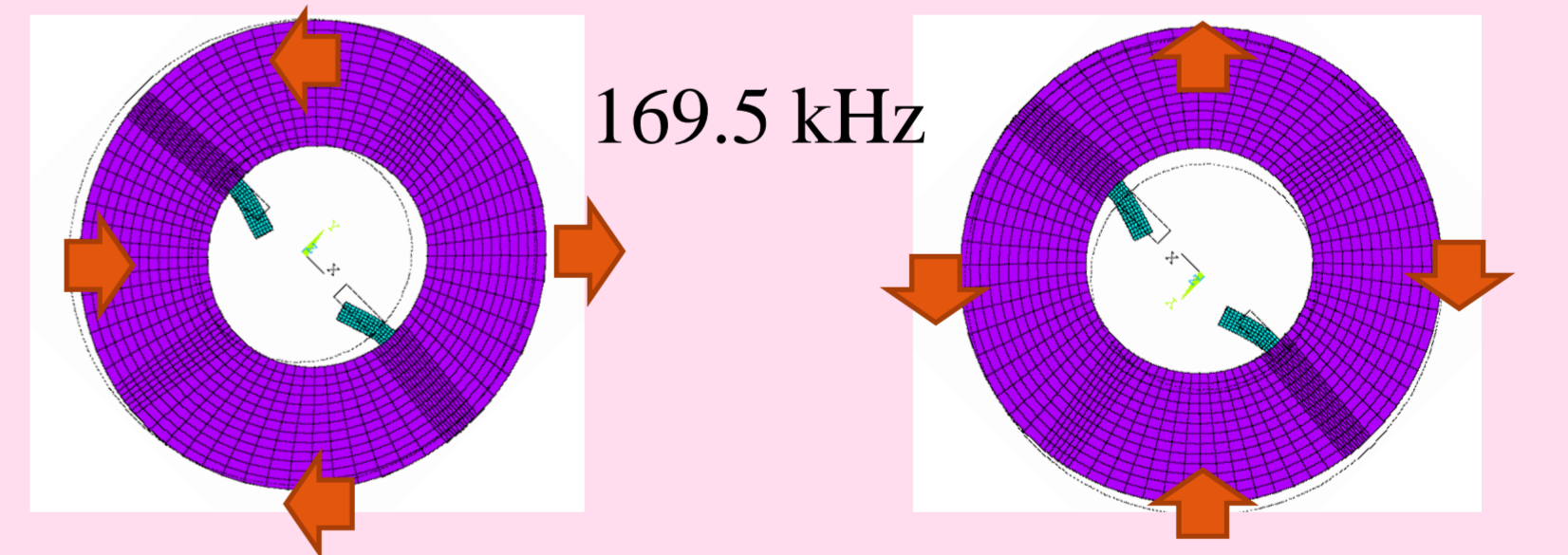
ボルトの有効径 = ロータの径

M3 2.68 mm

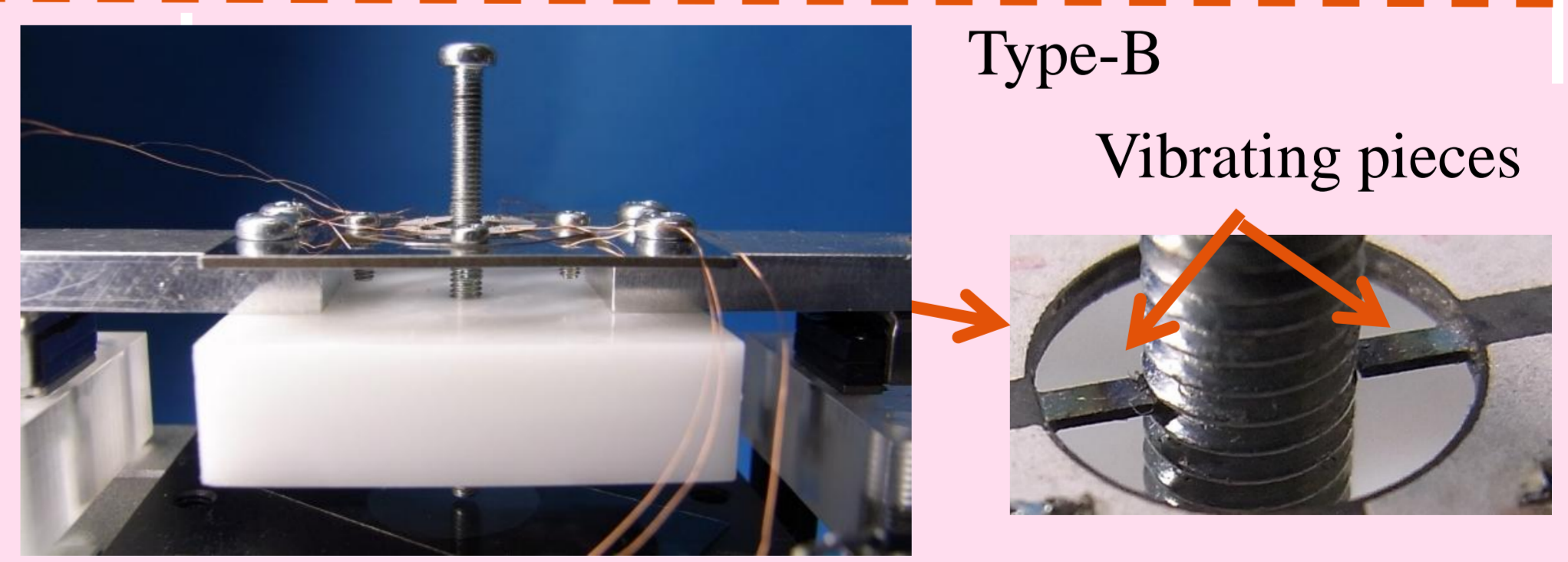
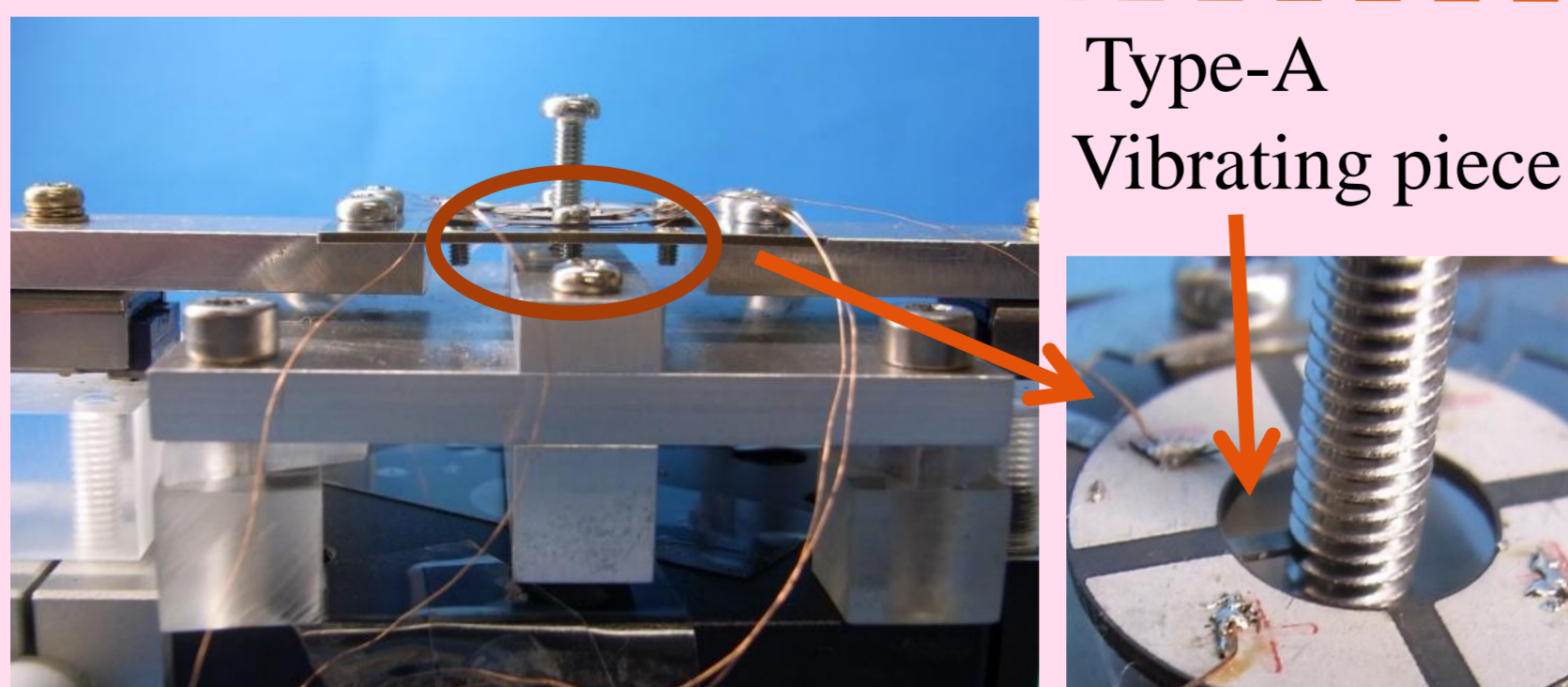
M4 3.54 mm



円環部+振動片周波数応答解析結果



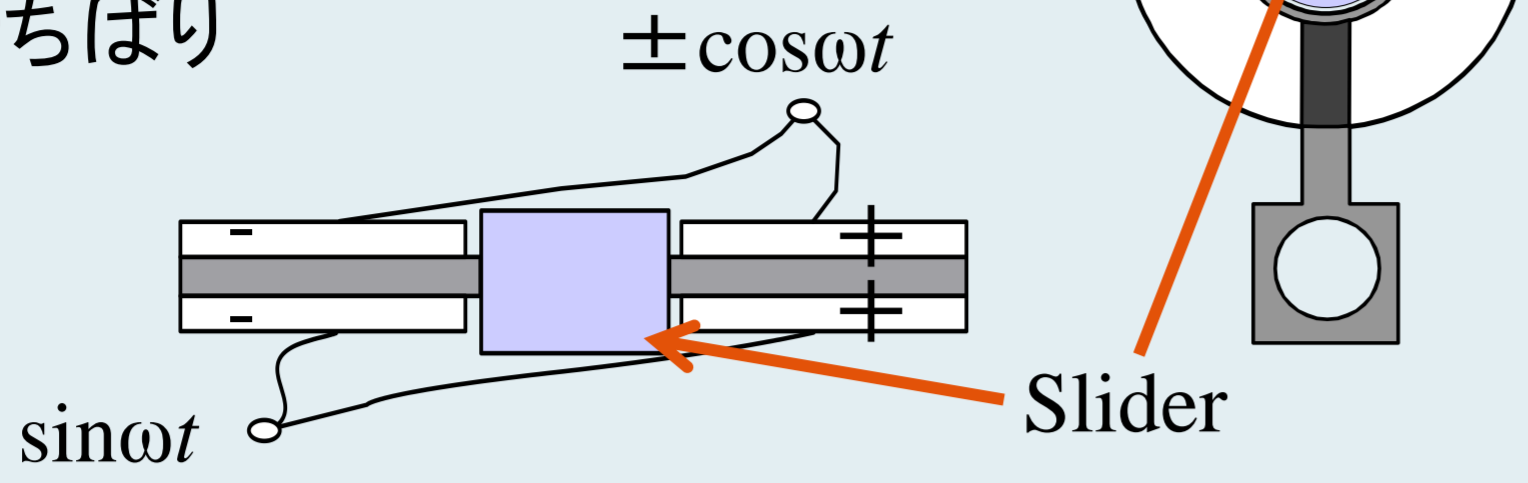
実験装置



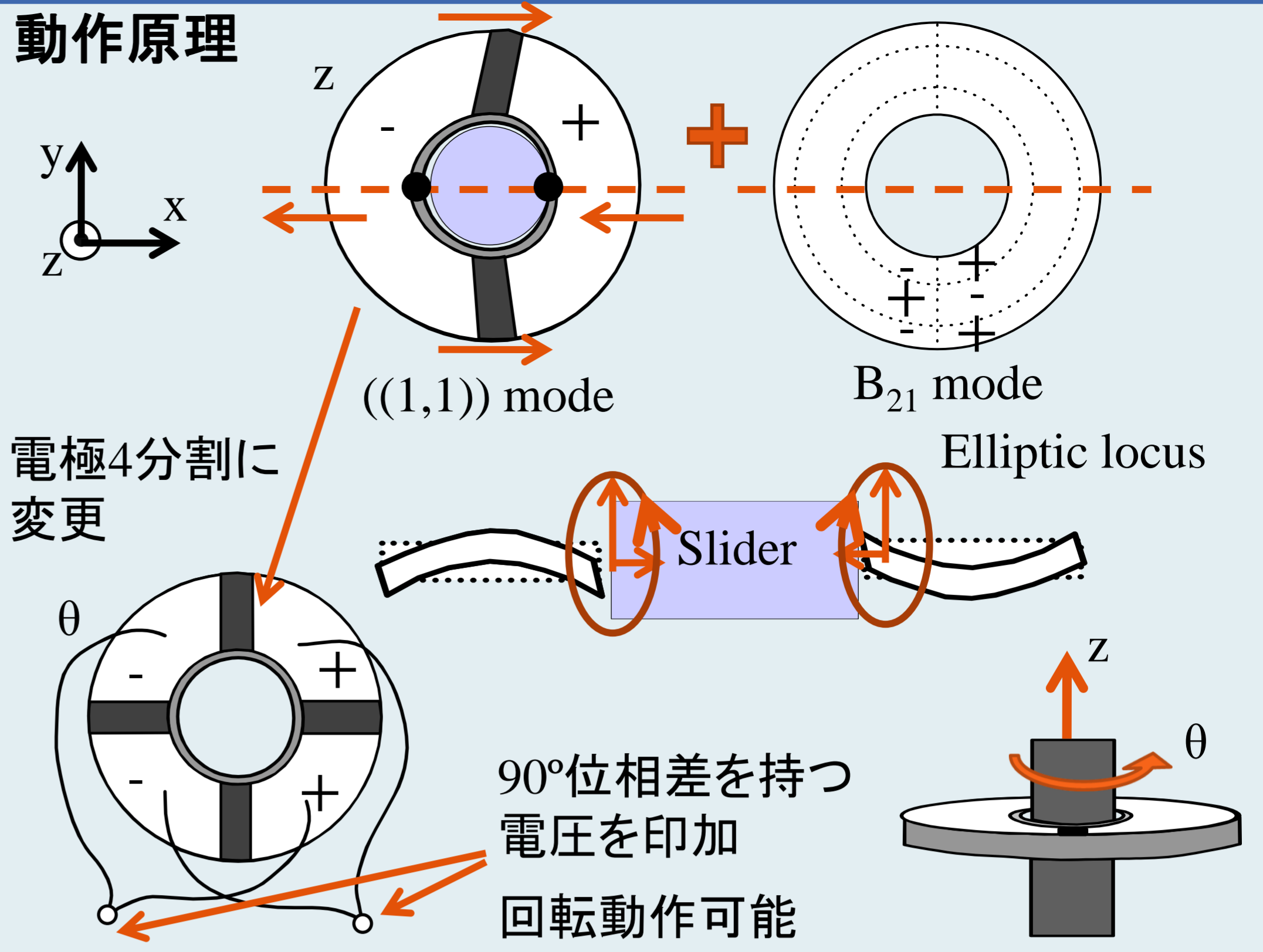
	Resonance frequency [kHz]	Drive voltage [V _{pp}]	Drive frequency [kHz]	動作例)
Type-A	176.8	173.9	60	Type-B 100msec 0.38mm
Type-B	174.9	172.6	20	

円環形振動子内径による超音波リニアモータ構成

圧電体電極: 2分割
 分極方向: 面内で互いに逆向き
 振動板に対して同一方向
 支持部: 片持ちばり

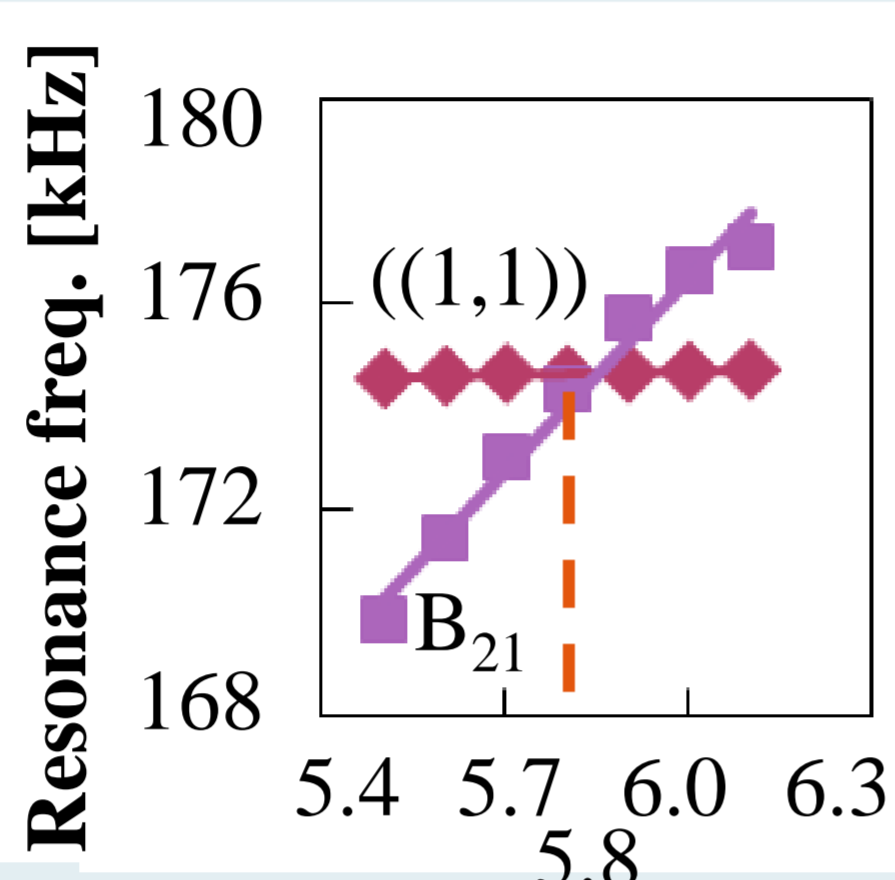
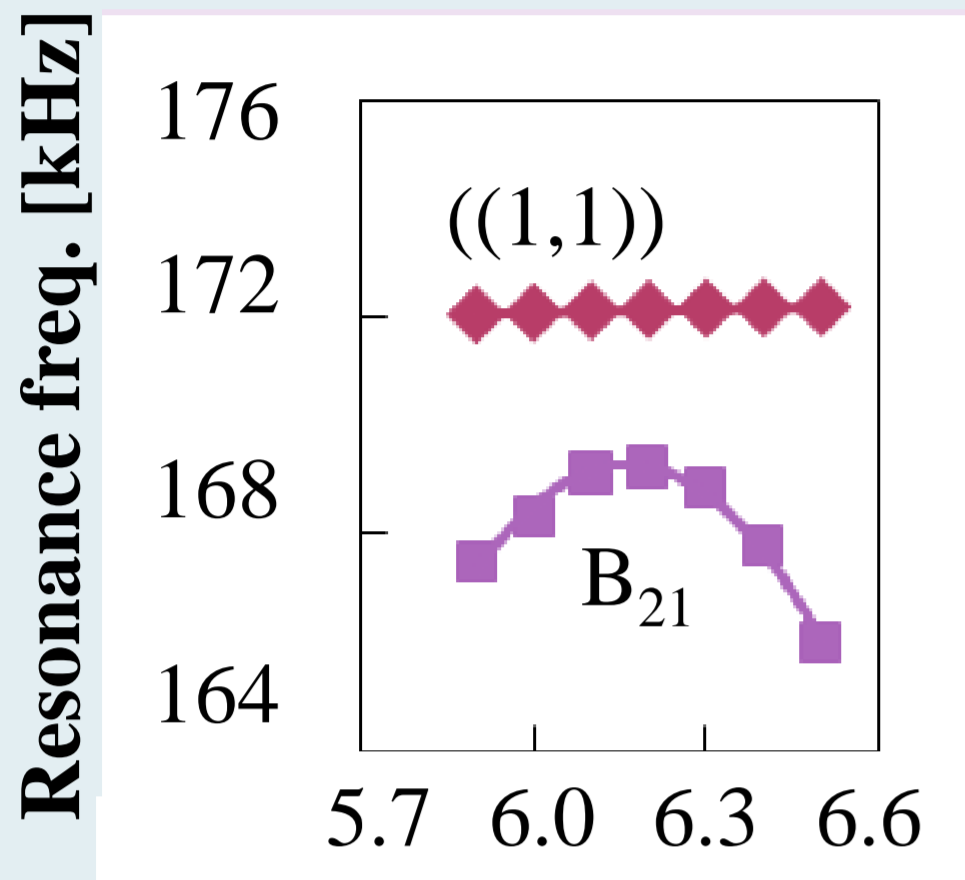


動作原理

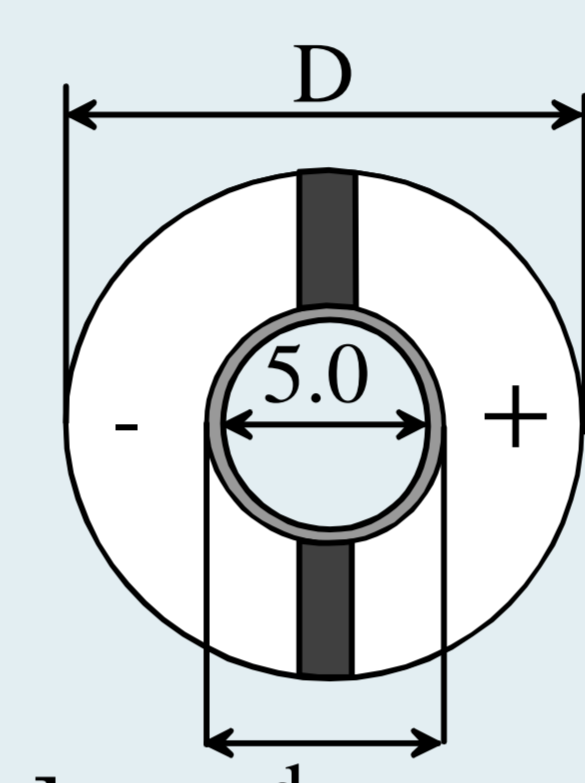


有限要素法解析

振動板内径: 5.0 mm (固定)



Inside diameter of PZT [mm] Inside diameter of PZT [mm]
 D=12.7 mm D=12.5 mm
 変数: d

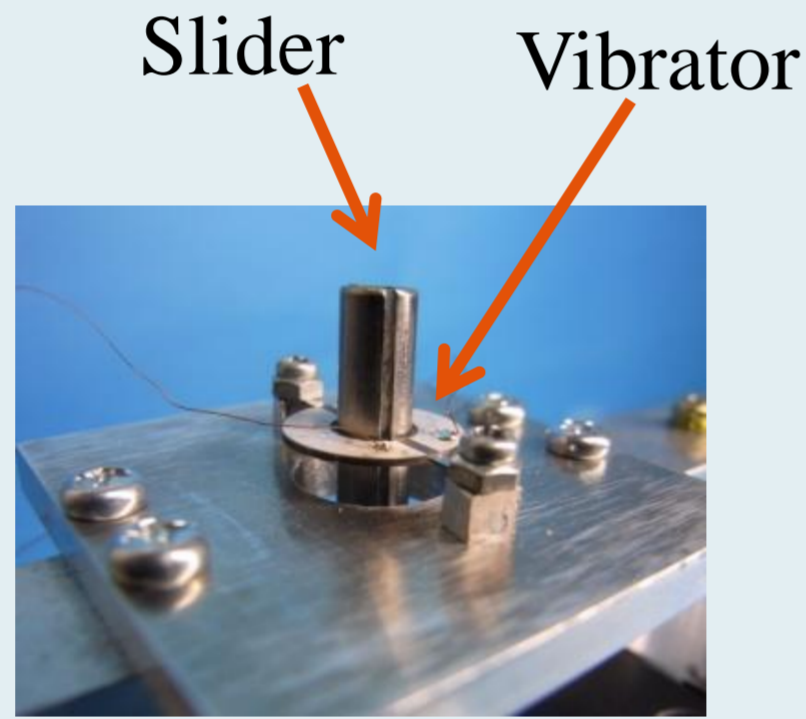
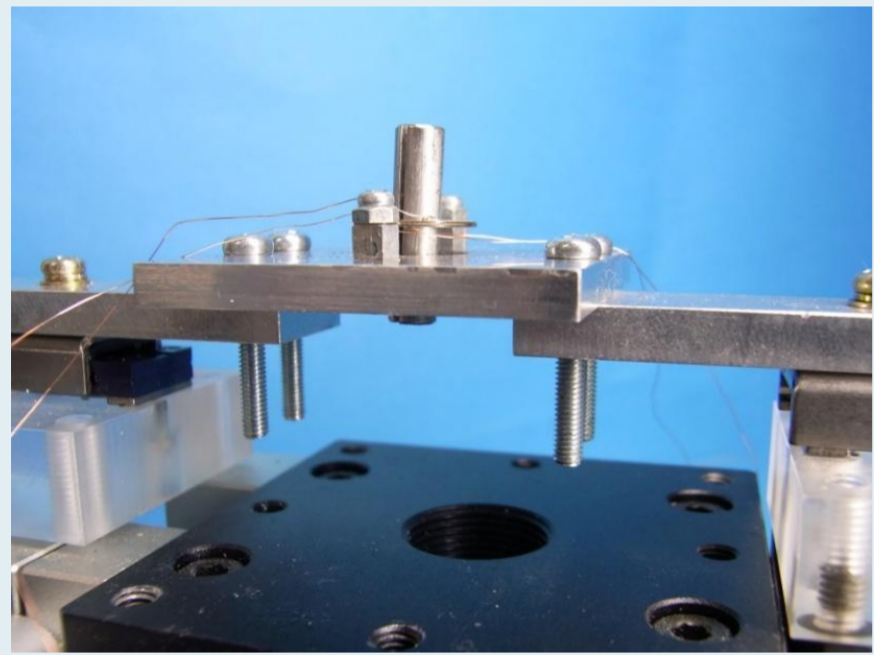


外径 12.7 mm
 ((1,1))モードとB₂₁モードの共振周波数は近接しない
 外径 12.5 mm
 圧電体の内径 5.8 mm で最も近接

振動板および圧電体外径: 12.5 mm
 圧電体内径: 5.8 mm

厚み 振動板: 0.2 mm
 圧電体: 0.2 mm
 全体: 0.6 mm

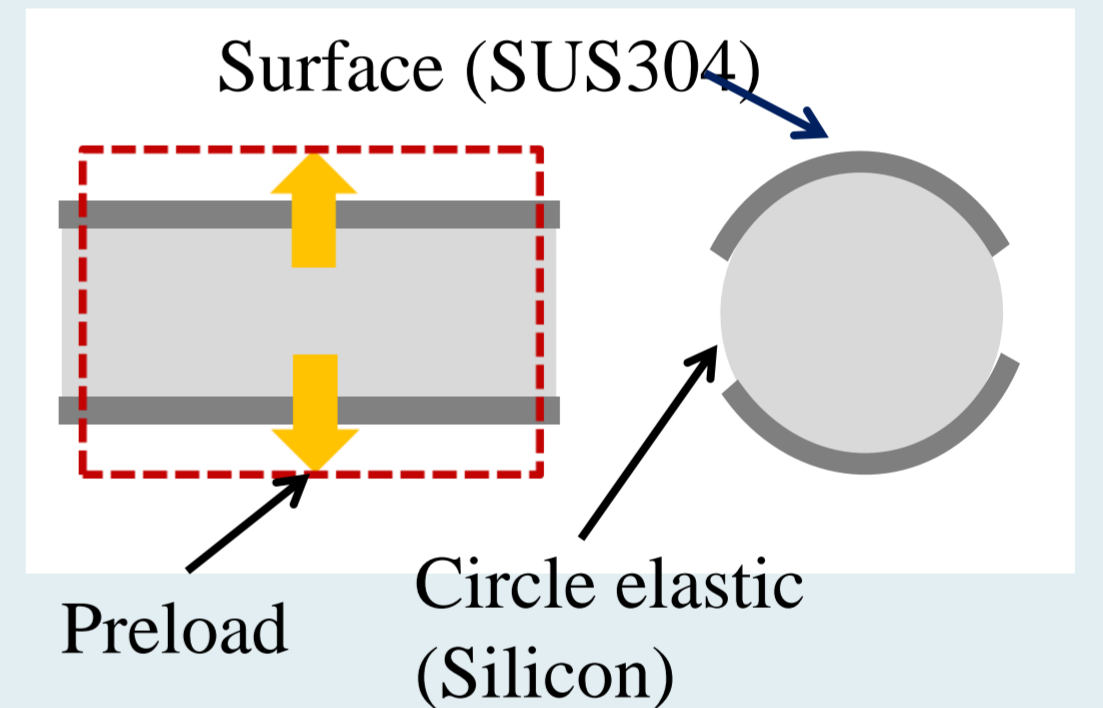
実験装置



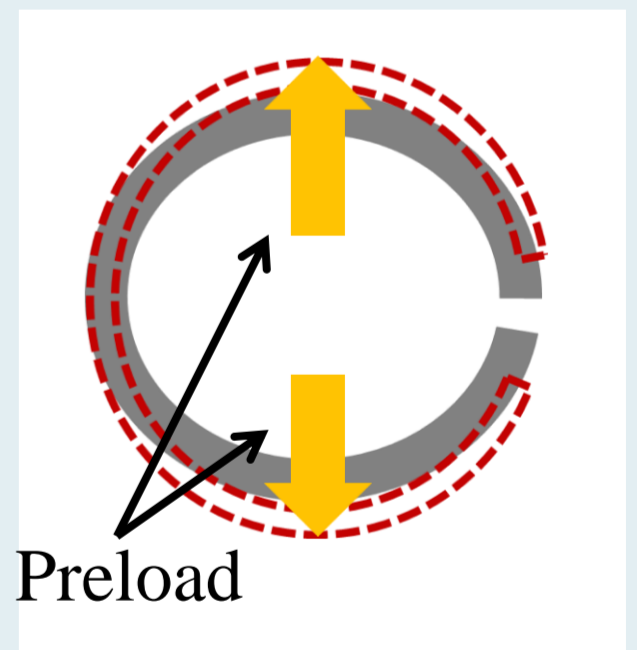
スライダ

予圧構造を有する

Slider A



Slider B

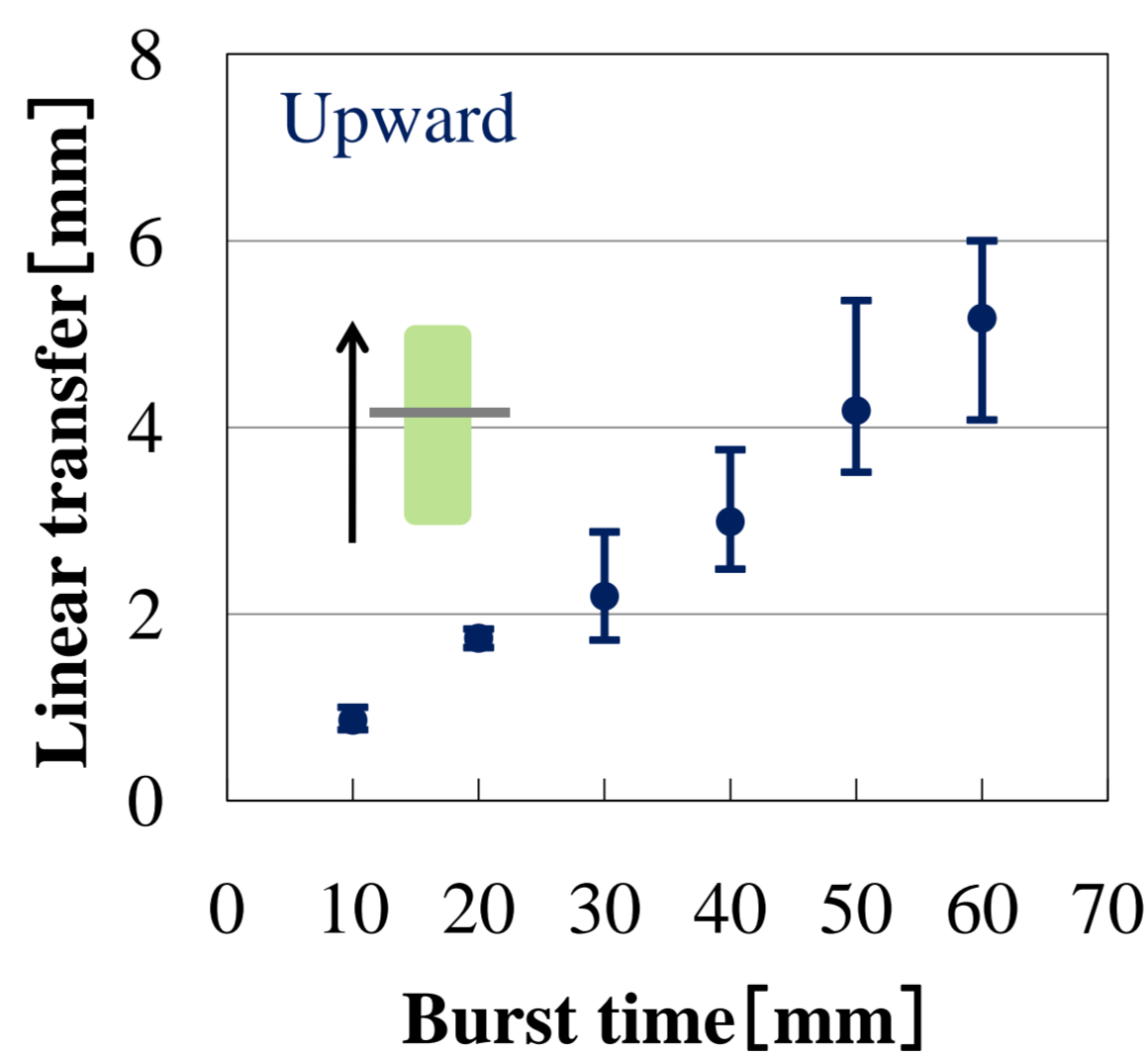
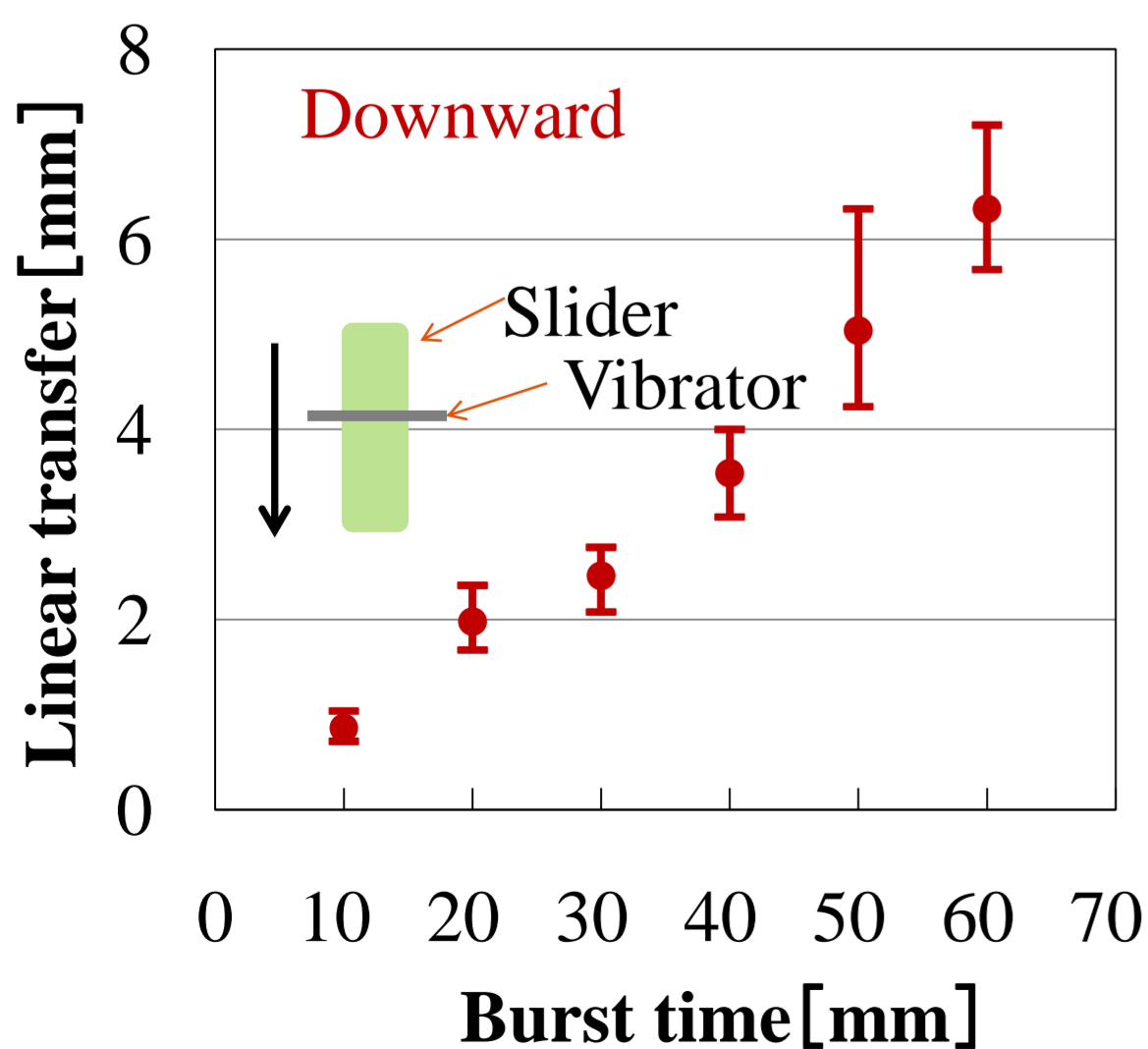


実験結果

	((1,1)) mode	B ₂₁ mode
Resonance frequency [kHz]	174.0	164.0
Drive voltage [V _{pp}]	12	
Drive frequency [kHz]	170.6	

Slider A 予圧の強さが不安定 → 定量的な特性測定できない

Slider B を用いて実験 → 駆動時間に比例



Applied voltage: 18V_{pp}
 動作特性(一例)

まとめ

超音波リニアモータ

- ・単相駆動による双方向回転型を応用
振動片でボルトを回転させ直動へ変換
- ・((1,1))モードとB₂₁モードの組み合わせ
→ 円環内径によるスライダの厚み方向直動

今後

- ・ボルトのガイドの変更
- ・一定の予圧を有するスライダの製作
- ・定量的な特性測定と制御