

# 25 ソレノイドを用いた電気-音響パワー変換機構の製作と熱音響発電への応用

機械創造工学課程 14307689 古澤雅也 小林研究室 指導教員 小林泰秀 准教授

## 研究背景

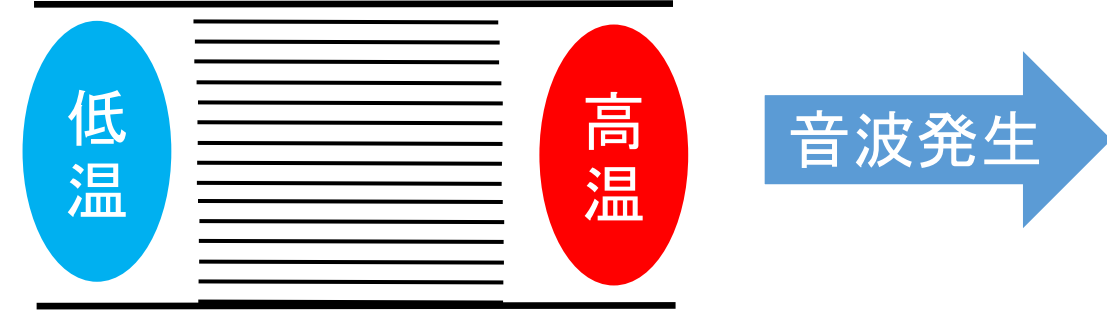
工場や自動車などの排熱のうち、65%以上は未使用で捨てられている。

この排熱を回収してエネルギー変換し、有効に利用する。

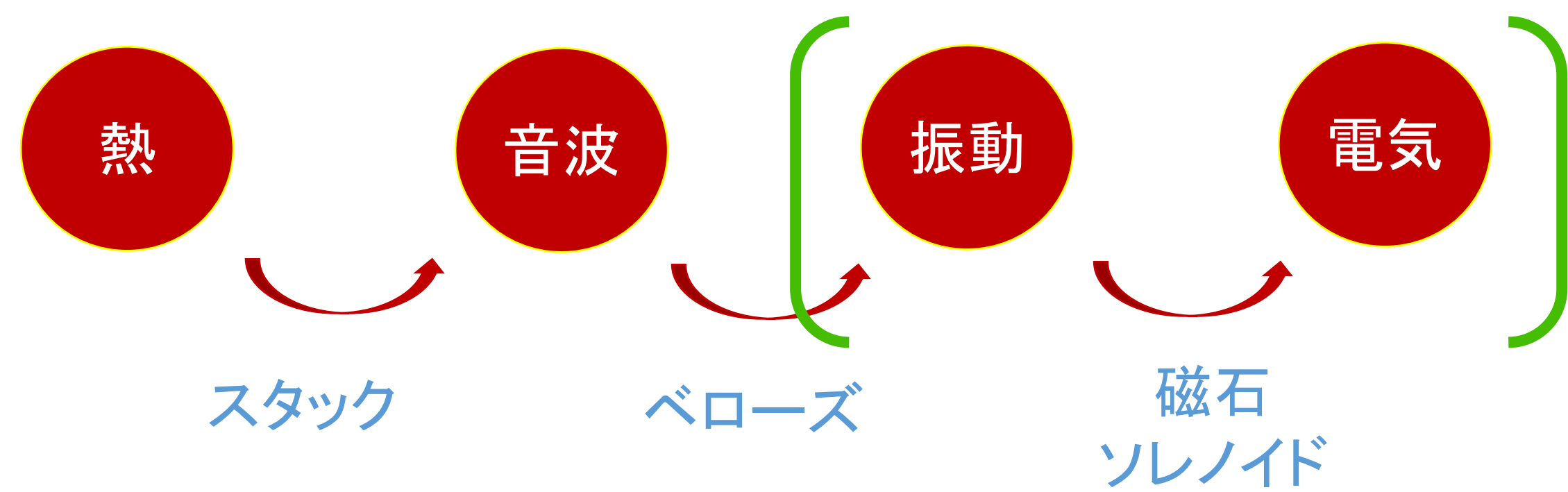
### 熱音響を利用した発電

#### 熱音響現象

- ・細かい流路(1mm角程度)を持ったスタックで、熱と音波の相互変換
- ・温度勾配を熱・音波相互変換デバイス(スタック)の両端につけることにより、管内に音波を発生
- ・熱源を選ばない



#### 発電原理

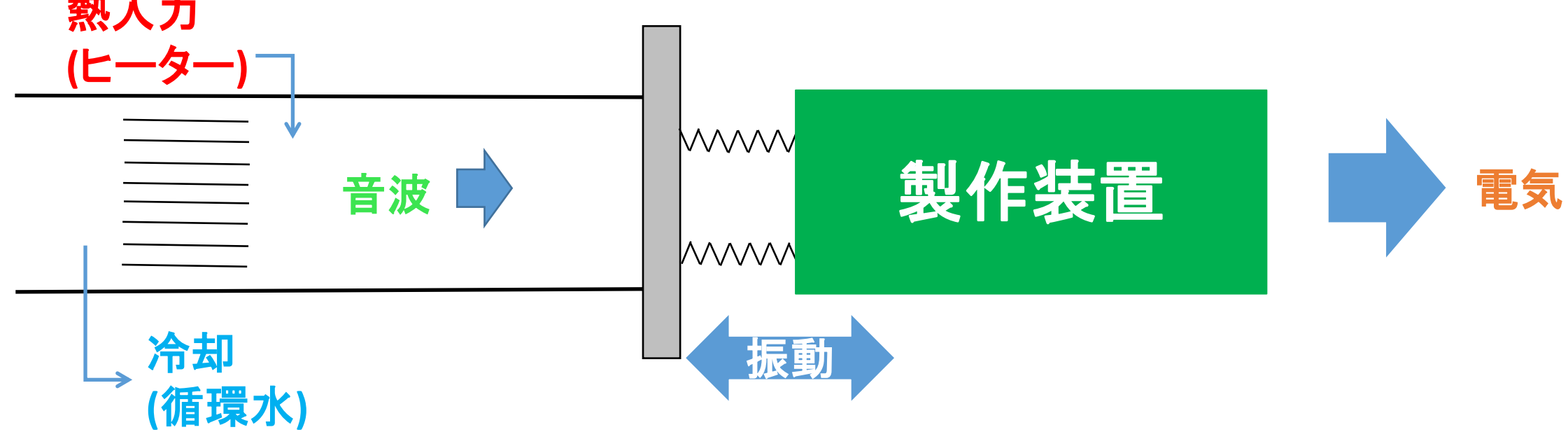


(ベローズ: 伸縮や振動を吸収する管継手)

## 研究目的

- ・熱音響を用いた発電方法として、電磁誘導を利用して音波から電気へエネルギー変換効率の高い発電機の製作
- ・熱音響発電において安価な装置を開発

#### 全体図



## 磁気ばねを用いたリニア発電

### 発電装置に必要な条件

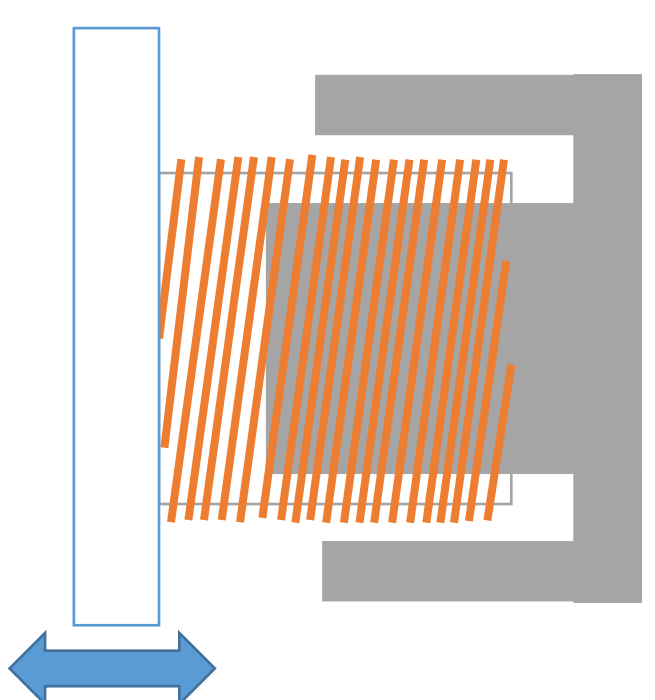
- ・さまざまな条件で周波数が変化するため、対応させる。
- ・音波の周波数は管長に依存 → 装置の周波数と一致

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

質量 $m$ とばね定数 $k$ で調整可能

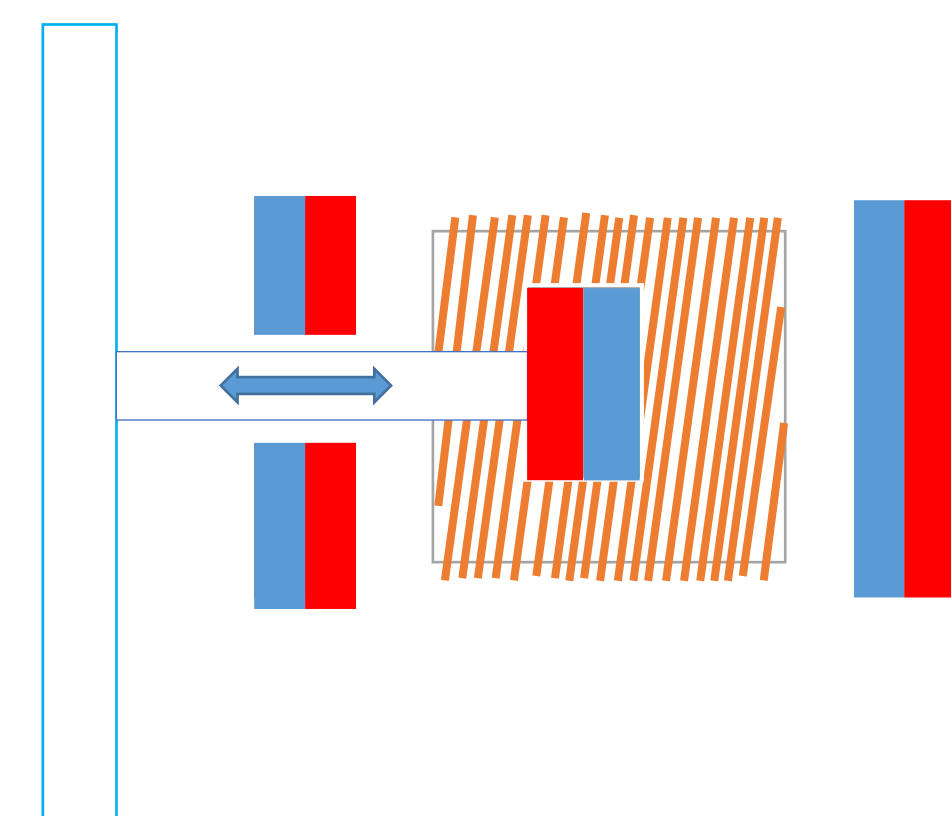
#### 現状

- ・ムービング・コイル方式  
→ 磁石を固定、コイルを可動  
スピーカーを改造し、ボイスコイルモーターを使用 (スピーカーの改造は、ダンパとコーン紙を取り除いている。)



#### 提案

- ・ムービング・マグネット方式  
→ 磁石を可動、コイルを固定  
コイル部は、アクリルパイプに円筒状に巻き、ソレノイドとした。  
自作部分



- ・周波数の調整  
→ ベローズのみ  
ベローズの質量を軽くするのは難しく、重くする方向しか調整できない。ばね定数を変えるにはベローズ自体を変えなければいけない。

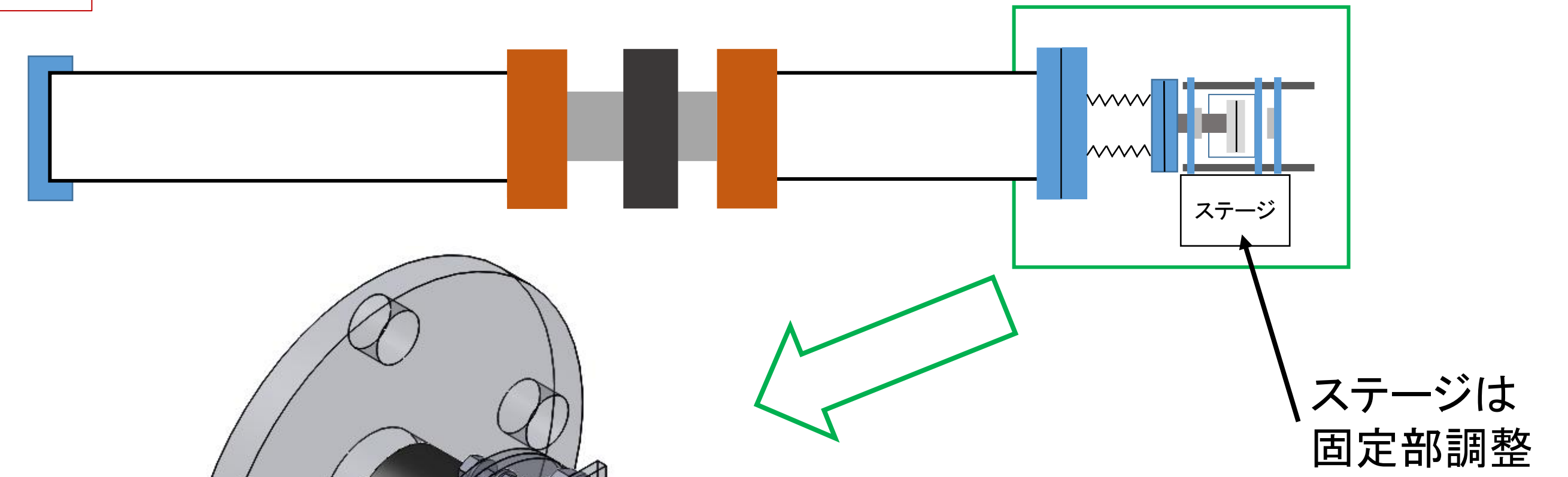
- ・価格は高価。  
→ 電気と音波を変換できる市販のスピーカーを用いているため。

- ・周波数の調整  
→ ベローズ + 磁気ばね  
磁気ばねは磁石間の距離を変えるとばね定数を変更可能

- ・価格は安価にできる。  
→ 自作のため。

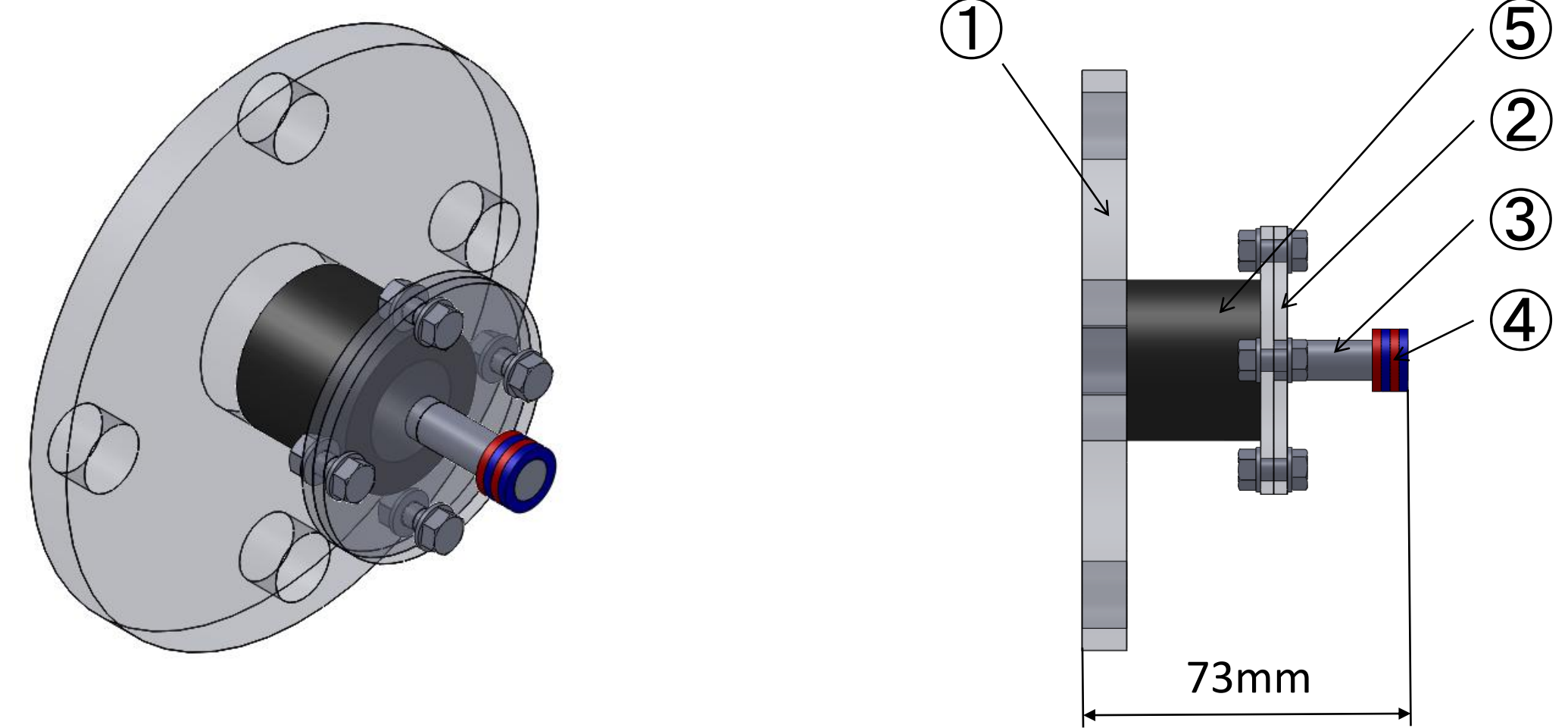
## 設計結果

### 装置全体



ステージは固定部調整

### 可動部

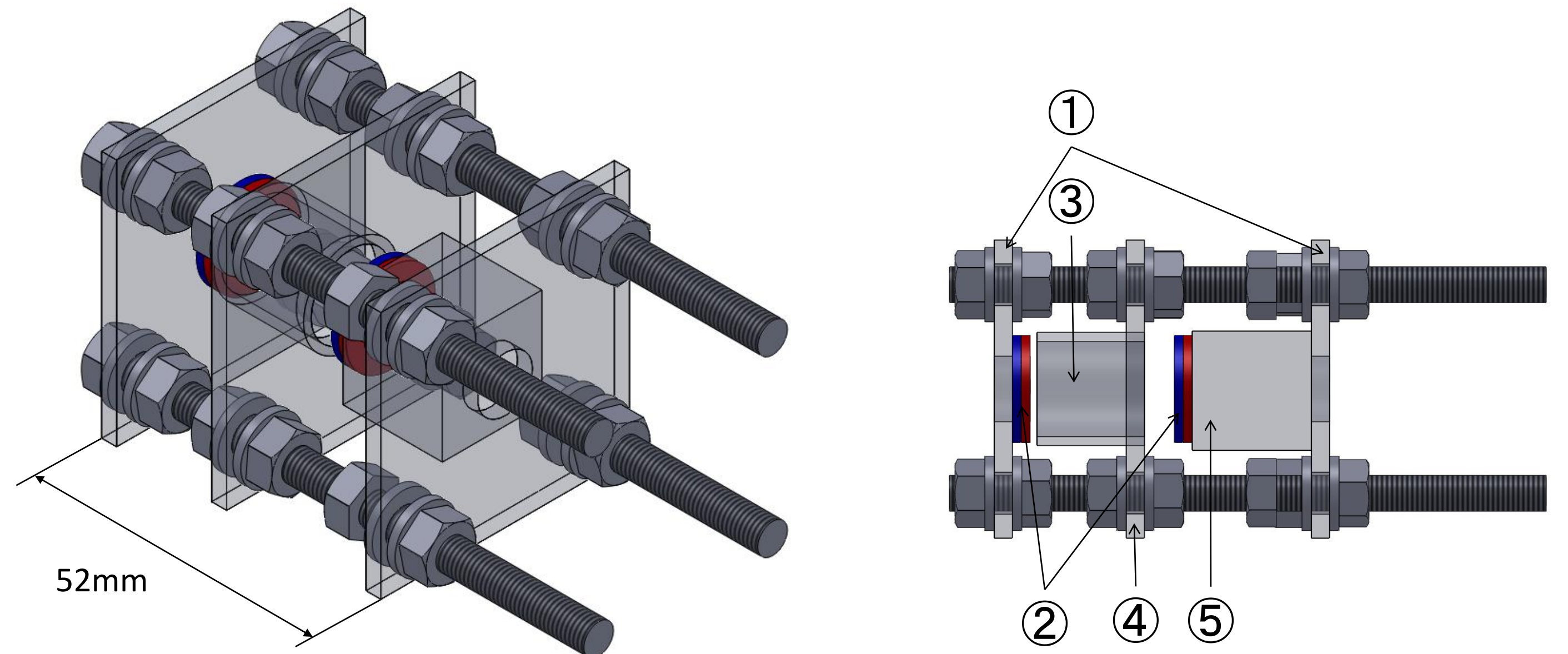


①アクリル板	Φ : 130mm, L : 10mm
②アクリル板	Φ : 60mm, L : 3mm
③丸棒	Φ : 9mm, L : 30mm, 材質 : アルミ
④磁石	Φ : 14mm, L : 4mm, 材質 : ネオジウム

⑤はベローズで外形は3種類用意し、今後大きさを検討

- ・ばね定数をベローズと磁石の距離で調整
- ・ベローズにかかる重量は70g
- ・①は管と接続され、②はベローズを通して伝わった振動を軸に伝達

### 固定部



①アクリル板	A : 50 × 50mm, Φ : 11mm
②磁石	外径 : 18mm, 内径 : 11mm, t : 3mm, 材質 : ネオジウム
③アクリルパイプ	外径 : 21mm, 内径 : 18mm, L : 20mm
④アクリル板	A : 50 × 50mm, Φ : 18mm
⑤ブロック	A : 20 × 20 × 20mm, 材質 : アクリル

- ・ブロックはナットを入れる範囲を確保するため。
- ・アクリルパイプにコイルを巻き、ソレノイドを製作 → 電磁誘導で発電
- ・パイプの位置調整はボルトとナットで行い、固定部全体の調整はステージで行う。

### 製作費

可動部	2,800円	
	+	
固定部	3,100円	= 5,900円

現状: 35,400円と提案: 5,900円の装置の製作費を比較すると

**83 %**

安価に製作可能 (部品は発注済み)

## まとめ

- ・磁気ばねを用いた発電機の提案した。
- ・装置の設計を行った。
- ・装置のコストを83%減らせることを示した。

## 今後の計画

- ・発電装置の組み立て
- ・共振周波数の測定及び調整