

ループ管内音場の能動制御系の製作と 熱音響自励発振における音響質量流抑制の検討

機械創造工学課程 15307683 廣瀬耕太郎

指導教員 小林泰秀 准教授

研究背景

工場や自動車などで使用されるエネルギーのうち、65%以上は排熱として捨てられる



熱音響現象の利用により、従来はそのまま捨てられていた排熱からエネルギーを回収し、冷却や発電が可能

熱音響現象

- ・熱と音波の相互エネルギー変換
- ・管状の細い流路を持つ熱-音波変換デバイス(スタック)の両端に温度勾配を与えると音波が生じる現象(熱音響自励発振)

熱音響システム

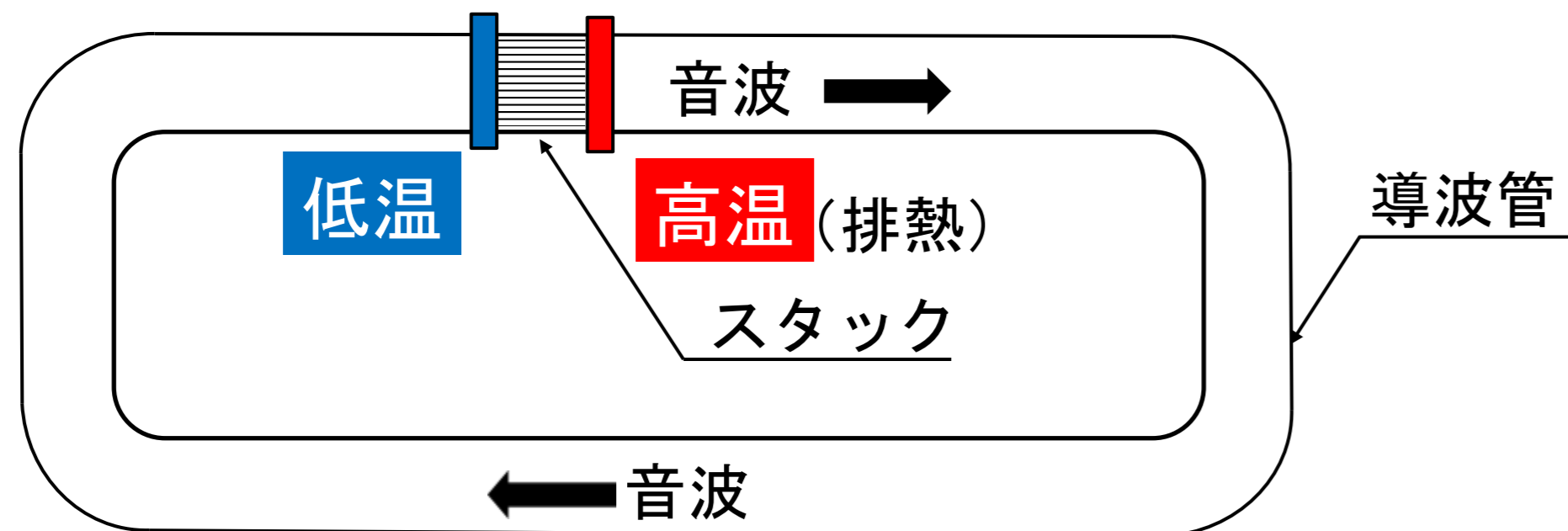


Fig.1 ループ管型熱音響システム

〈メリット〉

- ・工場排熱などの低温熱源の利用が可能
- ・可動部がなく長寿命、メンテナンスフリー

〈熱音響システムの課題〉

エネルギー変換効率が理論効率と比較して低い



音響質量流の発生によってエネルギー変換効率が低下していることが知られている

音響質量流

流体中を音波が伝搬することにより生じる、管内流体の定常的な流れ

研究目的

音響質量流抑制

従来手法

- ・ループ管内にゴム膜を設置して流体の流れを遮る
- 受動的に音響質量流を抑制
- ゴム膜により音波が減衰

提案手法(最終目標)

- ・ループ管内に音響質量流と逆方向の流れを誘起して打ち消す
- 能動的に音響質量流を抑制
- 音波の減衰を生じさせずに音響質量流を抑制

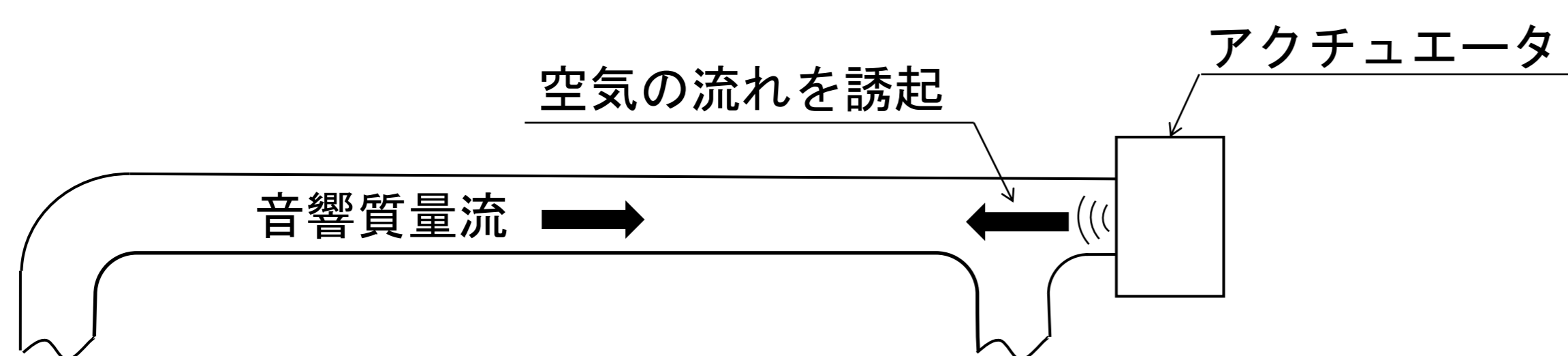


Fig.2 音響質量流の能動的抑制

〈研究目的〉

従来手法による音波の減衰を改善するため
ゴム膜を設置せずに能動的に音響質量流を抑制

研究プロセス

1. 既存の熱音響システム内の音響質量流の観測
2. ループ管内音場の能動制御系の検討と製作
3. 音響質量流の抑制実験

音響質量流の観測手法

音響質量流の流速測定に熱線風速計を使用

熱線風速計

細い金属線に風があたると、金属線の温度が下がり電気抵抗が減少する現象を利用した流速計

熱線風速計は管内を伝搬する音波の粒子速度(空気粒子の振動速度)成分も流速として検出

→ 粒子速度の影響を除去

音響質量流の観測手順

(ループ管型実験装置)

- Step1. 管内の流速を熱線風速計で測定
- Step2. 熱線風速計が受ける粒子速度を圧力センサで測定

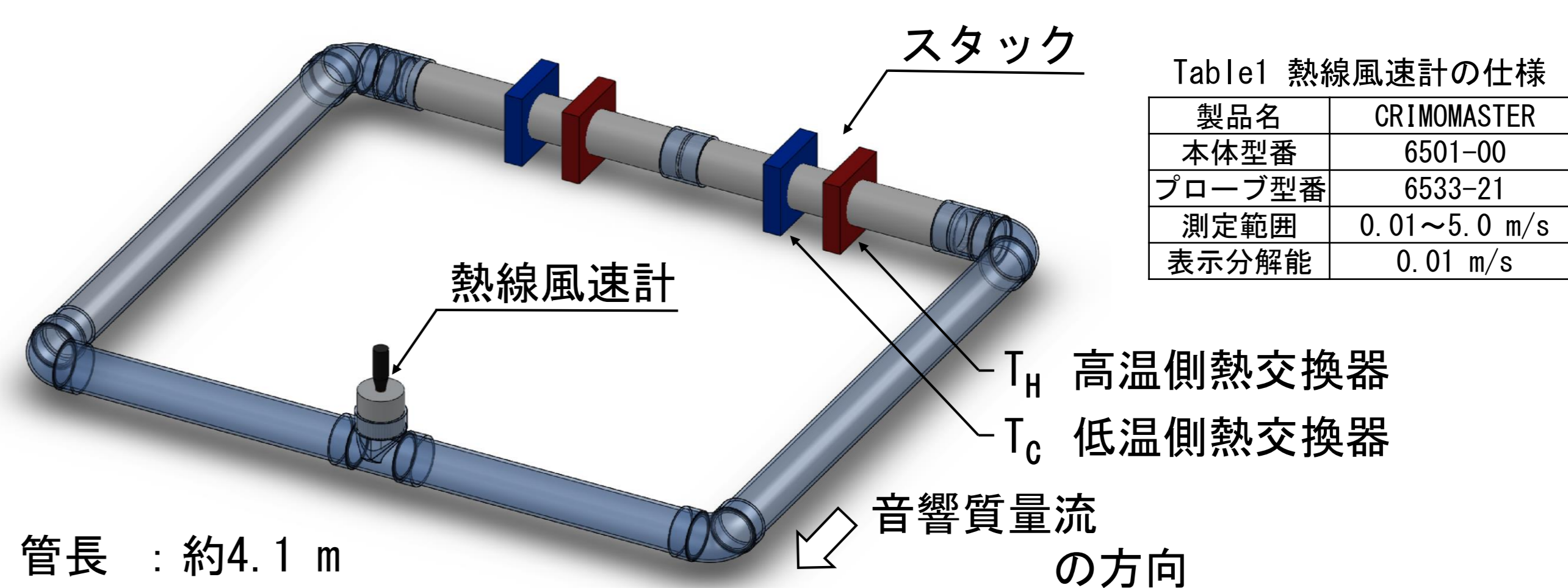


Fig.3 ループ管型実験装置

(直管型実験装置)

- Step3. Step2の測定結果と同じ粒子速度を熱線風速計に与えた時の流速を測定

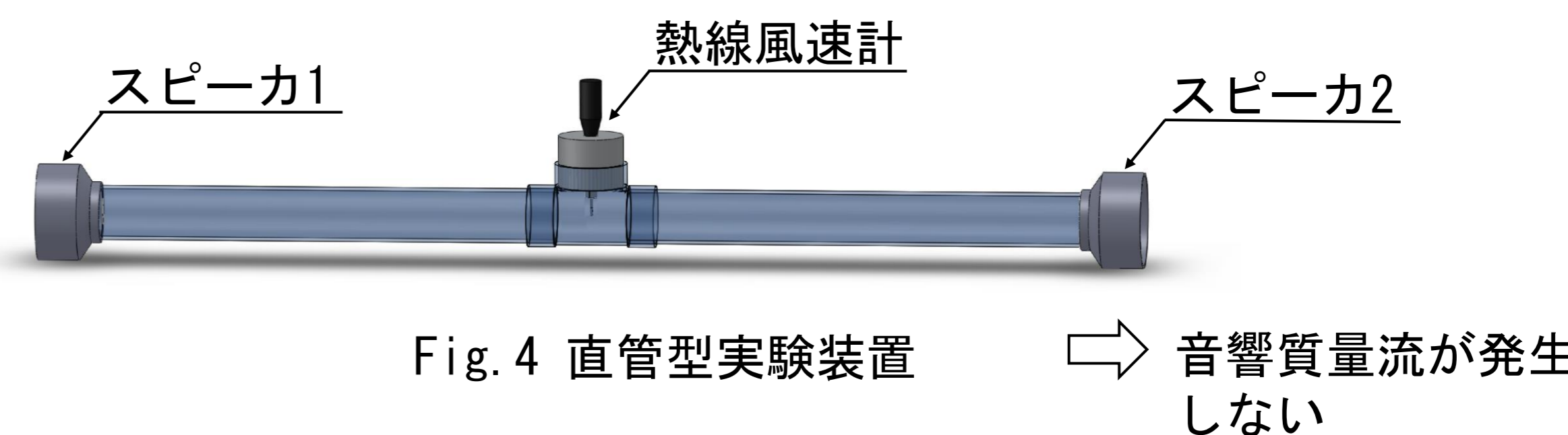
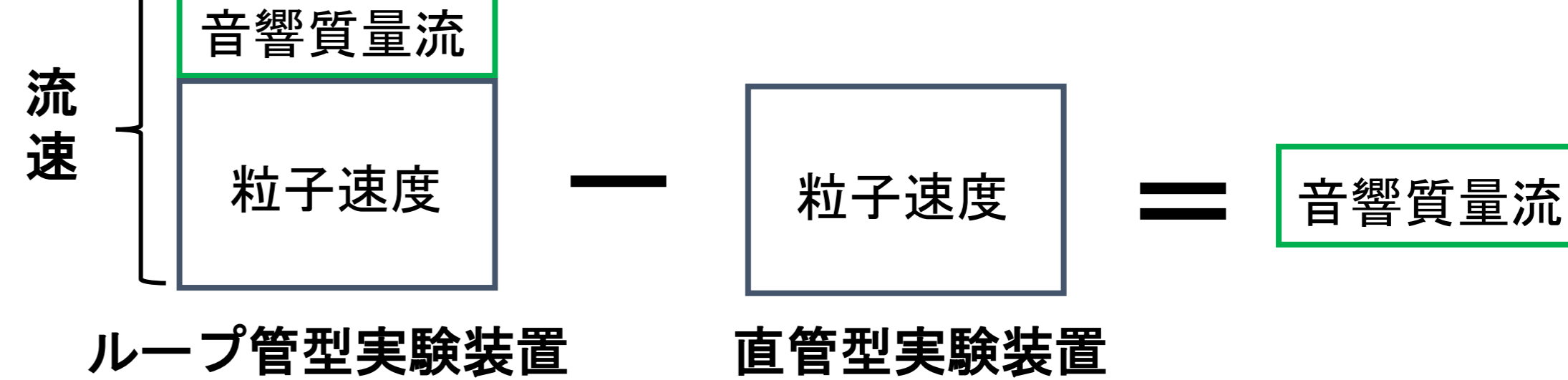


Fig.4 直管型実験装置

Step4.



熱線風速計による流速の観測(Step1)

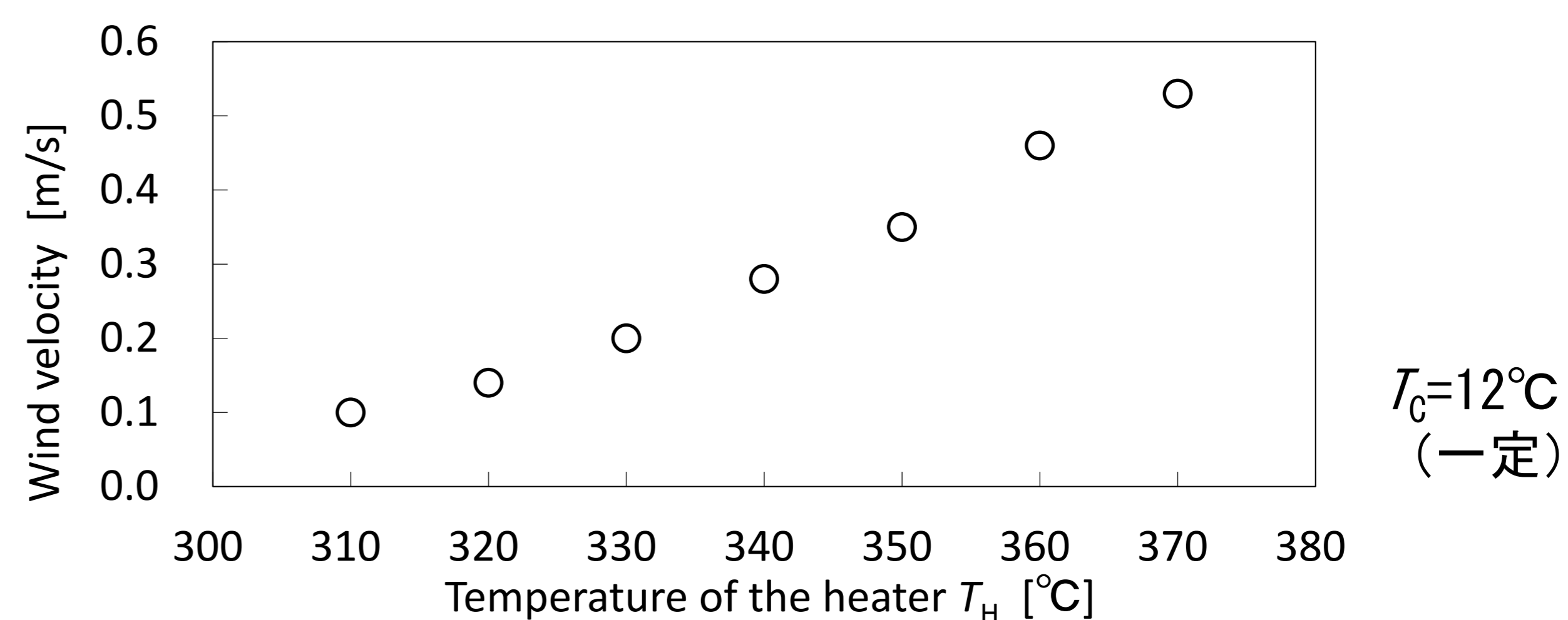


Fig.5 流速観測結果

ヒータ温度 T_H の上昇に伴い、粒子速度成分が増加
流速が増加する定性的に妥当な結果が得られた

まとめと今後の計画

まとめ

- ・ループ管型実験装置内の音響質量流を熱線風速計で観測する手法を提案
- ・ループ管型実験装置内の流速を測定

今後の計画

- ・直管型実験装置の製作
- ・ループ管型熱音響装置における音響質量流の定量的観測
- ・ループ管内音場の能動制御系の検討と製作