

熱音響冷凍機の温度変化の最適条件

(兵庫県立長田高等学校) ○金谷美浩, ○田口萌夏, ○増田仁, ○山崎瑞希

1. はじめに

日常生活の中でエアコンなどの機械を用いて空気を冷却する際、代わりとして排熱が発生する。その排熱は積もり続けると地球温暖化など環境に多大な影響を及ぼすことになる。そこで、本研究では音を用いて空気を冷却させる機構(以下、熱音響冷凍機と呼ぶ)に着目し、その効率化について研究している。

2 熱音響冷凍機の原理

スピーカーで音を発生させ、管内に定在波を作ると、定在波の腹と節で圧力差が生じる。スタック(細い管を束ねたような構造物)を定在波の節の手前に置き、スタックの両端で圧力差を作る。スタックの内部の気道は細く、空気が腹(圧力:小)から節(圧力:大)に移動する際に、断熱圧縮が起こり、節付近で熱が発生する。結果として、閉端側(節側)の温度が上がり、スピーカー側(腹側)の温度が下がる。

3 本研究の目的

熱音響冷凍機の様々な観点において、スタック両端に生じる温度変化が最も大きくなる条件を探り、熱音響冷凍機の効率を上げる。

4. 実験方法

熱音響冷凍機を作成し、熱音響冷凍現象を確認する。その後、条件を変え測定を行う。


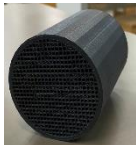
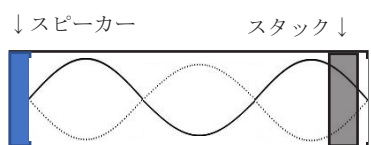
(手順1)熱音響冷凍機を作成する。(写真1)

使用器具:スピーカー付きのクツの実験器(管長1m)、K型熱電対、低周波発振器、アンプ

(手順2)3種類[①PLA(3Dプリンターで作成)②アルミ・③スチール]のスタックを作成する。(写真2)

(手順3)管の共鳴周波数を測定・計算により求め、管内に生じる定在波の様子を決定する。

(手順4)3種類のスタックそれぞれの場合におけるスタック両端での温度変化を測定する。(図1)

		
写真1: 熱音響冷凍機	写真2: スタック (材質 PLA)	図1: 定常波の様子と設置図

5. 結果

(手順1)、(手順2)は完了。(手順3)では、約547Hzで3倍振動の定在波(両端が節)を確認することができた。(手順4)では、どのスタックにおいても熱音響冷凍現象を確認できなかった。

6. 考察

熱音響冷凍現象を確認できなかった要因として、以下が考えられる。

- ・熱音響冷凍機の作成が不十分(熱音響冷凍機の閉端側の密閉が十分にできておらず音のエネルギーが逃げている、スタックを入れたことによる共鳴周波数の変化の検討が不十分、等)
- ・スタックの不備(材質や大きさ・気道の細さが適切でない、設置位置の設定を細かく定めていない)
- ・その他(気温などの外的条件が装置に与える影響の検討が不十分)

7. 今後の展望

閉端の完全密閉を実現するために3Dプリンターで管に合う蓋を作成する(アクリル板等も検討)。スタックの検討を十分に行い、実験する際の手順を細かく設定する。発泡スチロール等を使って周囲から断熱する。

8. 参考文献

梶原正樹, 小清水孝夫, 坂本眞一「定在波型小型熱音響冷凍機の開発」

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsmemecj/2011/0/2011\\_G060073-1/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsmemecj/2011/0/2011_G060073-1/_pdf/-char/ja)

田中諒, 村上聖音「熱音響現象における温度変化の最適条件」

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/ieejpes/142/3/142\\_NL3\\_7/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/ieejpes/142/3/142_NL3_7/_pdf/-char/ja)

斉藤光里, ほか「スタック形状の差異による直管熱音響冷凍機の冷却特性」

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsmeenv/2014.24/0/2014.24\\_156/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsmeenv/2014.24/0/2014.24_156/_pdf/-char/ja)