

教授 / 博士（工学）

清水 大
Dai Shimizu

学歴

大阪大学 基礎工学部 機械工学科
大阪大学 大学院 基礎工学研究科 システム人間系専攻 博士前期課程
大阪大学 大学院 基礎工学研究科 機能創成専攻 博士後期課程

経歴

日本ヒューレット・パッカード株式会社アソシエイトコンサルタント、大阪大学特任助教、大阪大学助教、フランス国立中央理工学校リヨン校流体力学・音響学研究センター客員研究員、福井工業大学准教授、福井工業大学教授

相談・講演・共同研究に応じられるテーマ

熱音響現象に関する講演、非線形波動現象に関する相談

メールアドレス

shimizu@fukui-ut.ac.jp



主な研究と特徴

「ヘルムホルツ共鳴器の局所接続による熱音響自励振動の増幅」

熱音響現象は原動機や冷凍機への工学的応用が期待されている。熱音響式熱機関は、特別な気体を用いることなく、太陽熱や地熱、低温廃熱等を熱源として有効活用できることから、環境に優しい新奇なシステムとしても注目されている。振動発電への応用も研究されており、いずれの応用例においても、出力と効率の向上を目指して大振幅の自励振動を発生させる研究がこれまで盛んに行われてきた。特に、管内に挿入するスタックと呼ばれるハニカム構造体の改良によって臨界温度比を低下させる研究や、スタックの多段化、装置の大型化が行われてきた。現在、平均圧の10%を超える大振幅の自励振動の発生が可能である。しかしながら、衝撃波や音響流の発生、渦の生成や剥離に代表される様々な非線形現象の出現により、更なる振幅の増大は容易ではない。その中でも衝撃波の発生は損失を著しく増大させ、入力が増大に見合う出力の増大を困難にすることから、衝撃波の発生を抑制することが求められている。我々の研究グループでは、衝撃波の発生につながるエネルギーカスケードを断ち切る方法として、ヘルムホルツ共鳴器列を管の軸方向に沿って接続し（図1）、分散性を利用することが有効であることを明らかにした。

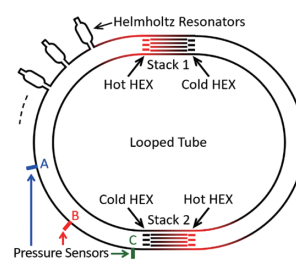


図1. 熱音響自励振動を発生させる実験装置の概略図

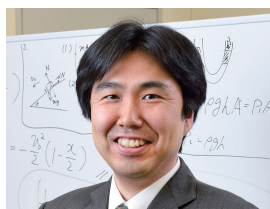
今後の展望

共鳴器による振動モードの制御に着目し、低温廃熱をエネルギー源とする熱音響自励振動を利用した振動発電(熱音響発電)の出力を増大させる新しい方法を明らかにする。振動数が数10Hz～数100Hzに渡る熱音響自励振動の振動モードを共鳴器で制御することにより、熱音響発電の出力が増大することを実験により明らかにする。

Department of Mechanical Engineering

Key words

Thermoacoustic phenomena, Self-excited oscillations, Shock waves, Solitary waves, Helmholtz resonator, Energy cascade, Nonlinear waves



Ph.D. in Engineering / Professor

清水 大
Dai Shimizu

Education

Department of Mechanical Science, School of Engineering Science, Osaka University,
Department of Mechanical Science and Bioengineering, Graduate School of Engineering Science, Osaka University (Doctoral Program)

Professional Background

Associate consultant, Hewlett-Packard Japan Ltd.,
Specially appointed assistant professor, Assistant professor, Osaka University,
Associate professor, Professor, Fukui University of Technology

Consultations, Lectures, and Collaborative Research Themes

Lectures on thermoacoustic phenomena,
Consultations on nonlinear wave motion

e-mail address

shimizu@fukui-ut.ac.jp



Main research themes and their characteristics

Amplification of thermoacoustic oscillations by connecting Helmholtz resonators

Thermoacoustic phenomena have attracted much attention over the past few decades in view of potential applicability to novel heat engines or refrigerators. Thermoacoustic oscillations of a gas in a straight tube or in a looped tube occur spontaneously by the use of so-called stack of many squared pores sandwiched by hot and cold heat exchangers to impose a steep temperature gradient. In thermoacoustic oscillations, nonlinearity gives rise to higher harmonics of fundamental oscillations so that energy cascade takes place. This cascade becomes prominent, as the pressure amplitude of the oscillations grows, and it tends to distort the pressure profile and suppress increase in maximum amplitude. To avoid these and to generate oscillations of higher amplitude, we propose connecting Helmholtz resonators to the tube (Fig. 1). By connecting the Helmholtz resonators locally so as to annihilate the second harmonics, the pressure profile resumes sinusoidal and the peak-to-peak value of the excess pressure increases considerably relative to the one without the resonators.

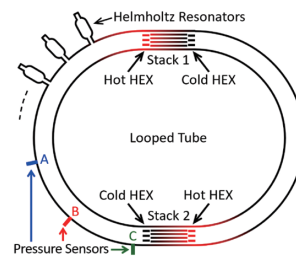


Fig. 1 Illustration of a looped tube with a pair of stacks subject to a temperature gradient and positioned diametrically on exactly the opposite side of the loop.

Future prospects

Experimental studies are performed to demonstrate an enhancement of a thermoacoustic electricity generation by using Helmholtz resonators. It is expected that the use of resonators increases thermoacoustic electricity generation compared to the case without them.