

研究分野のキーワード：音響物理学，非線形振動，熱音響現象，音の熱機関，物理教育

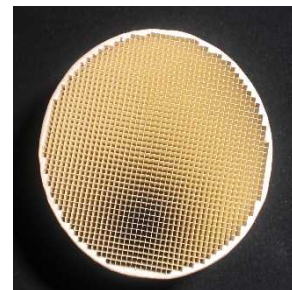
研究紹介

【はじめに】

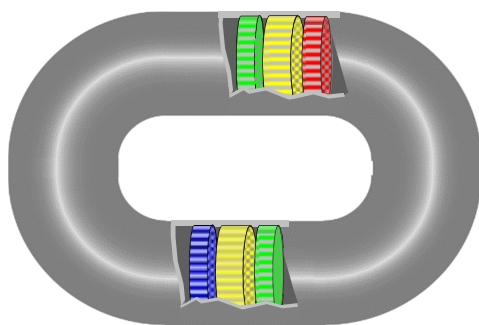
我々が日常経験する「音」は空気の断熱的圧縮膨張運動に起因します。断熱音波には「エントロピー変動」がないのだから力学的エネルギーは存在するが熱流は存在しません。だから熱力学との関係も薄く，新奇な物理現象は期待できないかもしれません。その一方で，下図に示すような細管内(スタック)を伝播する「音」は固体壁との間の熱交換が可能となり，断熱音波には見られない豊富な物理現象や新たなデバイスが可能となります。

【音のエンジン・冷凍機】

ある種のエンジンでは，気体の「圧縮」と「膨張」運動および「加熱」と「冷却」の4つの過程が適当なタイミングで周期的に繰り返され結果的に動力を生み出します。本来，音には圧縮と膨張運動がありますから，何らかの方法で外部から「加熱」と「冷却」を組み込めば「音」もエンジンや冷凍機と同じ機能を有するはずで「スタック」はそれを可能にしてくれます。



具体例を示しましょう。図のように長さ1mくらいのドーナツ状の管の中に，長さ40mm程度の「スタック」を挿入し，その両端を温度が20℃と180℃くらいの2つの熱交換器で挟んでみましょう。しばらくすると内部の気体が自発的に振動し音が発生します(自励音波)。管壁に圧力センサーを取り付け観察すると，低温部からスタックを通り高温部へ伝播する「進行波音波」が発生していることが分かります。光のリングレーザーとよく似ています。驚くことはそれだけではありません。管内にもう一つの「スタック」を対象的に設置すると管壁の温度は-30℃くらいに下がり霜が付きだします。熱すれば冷える不思議な冷凍機です。可動部がなく，フロンガスも使わない極めて単純な冷凍機が誕生したことになります。



【豊富な非線形現象】

温度差を大きくしていくと管内の音圧は平均気圧の10%にも達します。スピーカでこの音圧を実現するのは難しいが，熱的には容易です。そこでは「音の衝撃波」，「音のカオス・乱流」および「音の同期現象」など音の豊富な非線形現象が観測されます。

上記で説明した物理現象は「熱音響現象」と呼ばれ非線形・非平衡物理はもちろん機械工学・熱工学とも密接に関係している境界分野に属します。

背景にわかりやすい応用分野をもつ領域は今後発展するに違いありません。将来，高校生の皆さんが熱音響分野で研究し活躍してくれることを心から楽しみにしています。