

二枚の共振平板間に進行波状の 移動空間を生成する原理を 利用した薄型送風機

岐阜大学 工学部

機械システム工学科

教授 松村 雄一

助教 古屋 耕平

(技術の市場性) 電子機器の放熱対策

○ニーズ

携帯電子機器, LED搭載機器等の熱問題を解決する技術が求められている

- 高機能化の進展による発熱量の増大
→ 高温環境下で電子部品の性能・寿命低下

○解決策の模索の現状

- 空冷ファンを用いた強制冷却性能の改善
- 基板や筐体からの放熱性の向上

強制冷却装置に求められる性能

○小型・薄型化

- 小型・薄型の筐体内に設置可能

○高風量

- 排熱には、多くの空気を排出する能力が必要

○高静圧（昇圧効果）

- 小型化と共に筐体内の流路も狭くなる
 - 高いシステムインピーダンスへの対応
 - 十分な静圧の確保

モータファンの従来技術とその問題点

○従来技術

普及している技術として、

- 多くの風を送るには軸流ファン
- 高圧の風を送るには遠心ファン

○問題点

回転型であるため、

- 翼のサイズの面で小型化に限界
- 軸受摩擦による短寿命

圧電ファンの従来技術とその問題点

○従来技術

研究的には、

- 片持ちはり型ピエゾファン
- シンセティックジェット方式ピエゾファン

○問題点

- 片持ちはりの扇ぎ動作では静圧不十分
- 噴流発生用に大型の空気溜めが必要

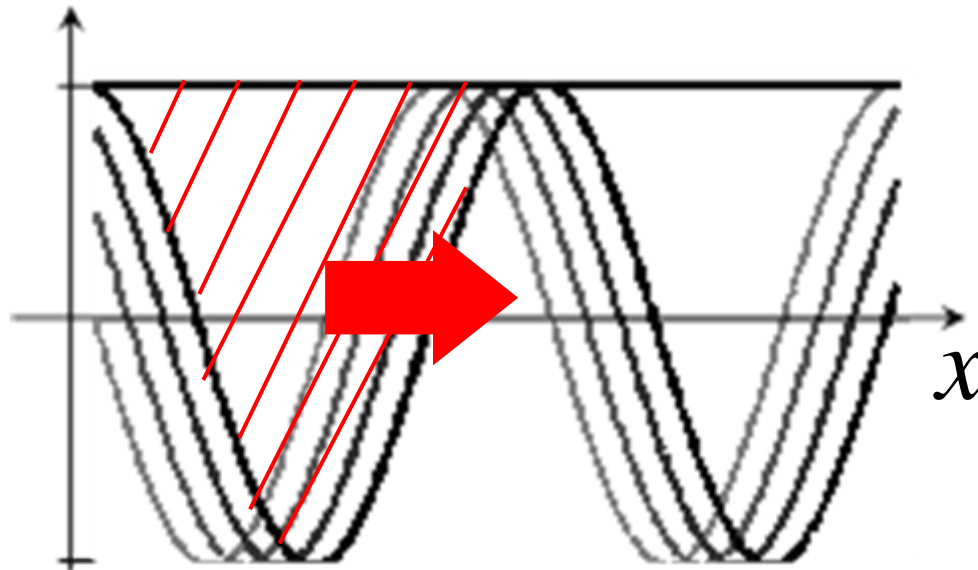
(新技術) 問題解決に向けて

○駆動方法

- 回転型モータ → 圧電素子

○送風方法

- 翼 → 進行波状に移動する閉空間の利用



(問題点)

一般に、進行波生成には多数のモータが必要とされる。

発明の内容と利点

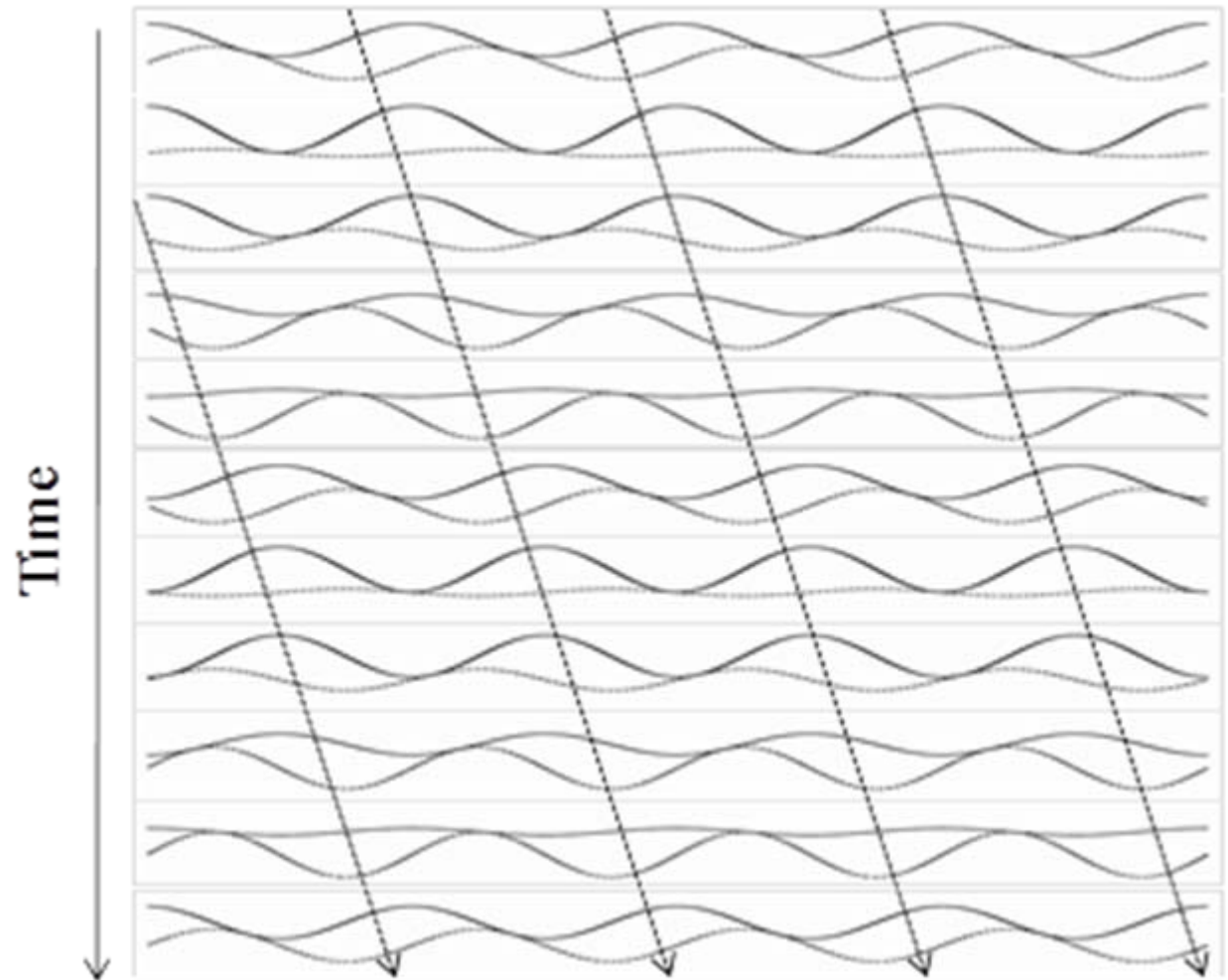
- 内容

- 二枚の共振平板を対向して設置
- 隙間にできた閉空間は移動
- 閉空間内の物体は搬送される

- 利点

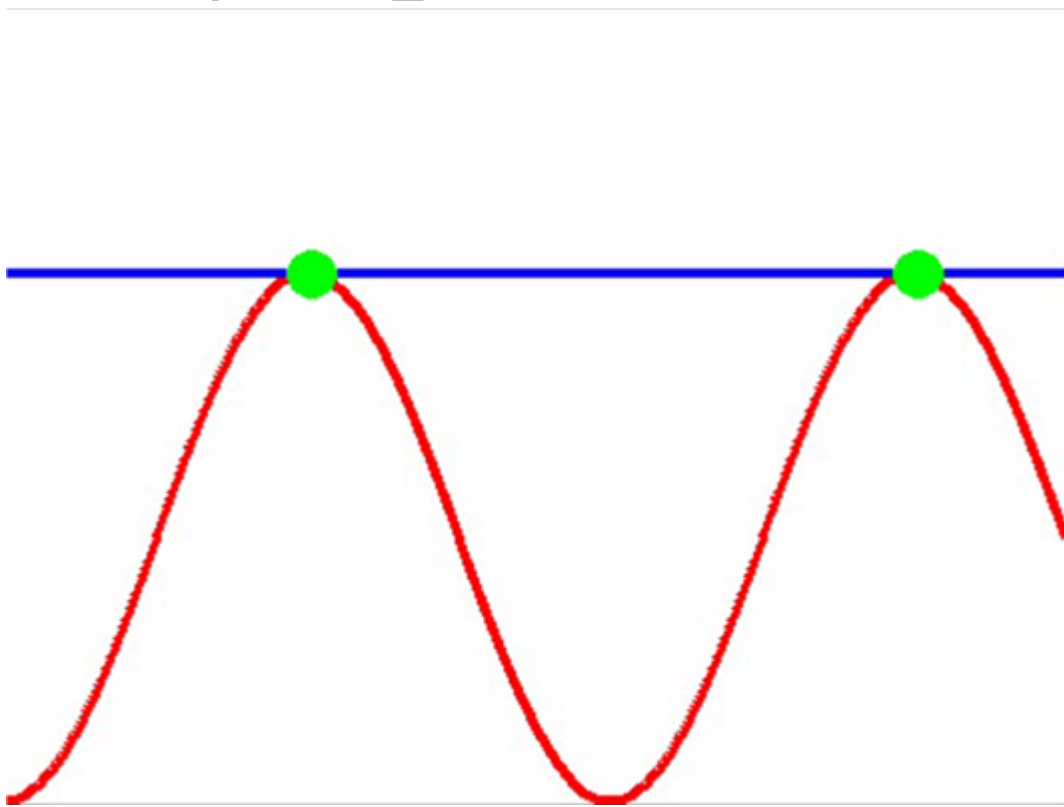
- 少数のモータで進行波生成可能

対向させた二枚の共振平板の隙間

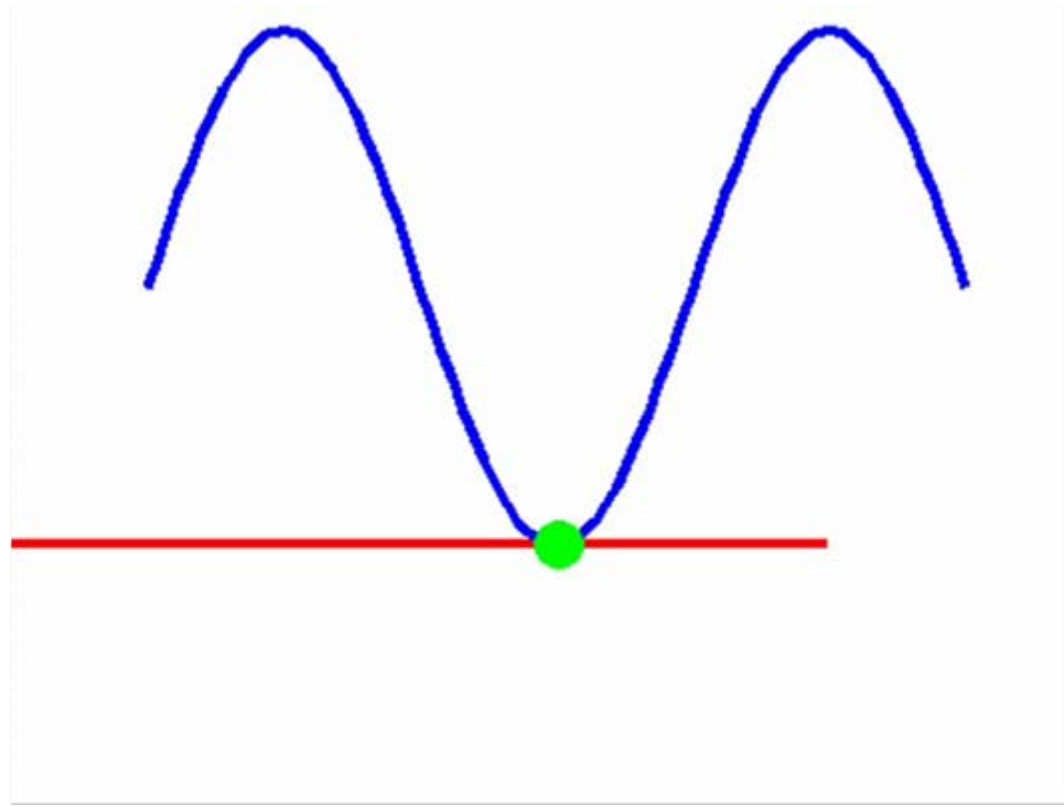


搬送原理のアニメーション

- 通常の進行波搬送
 - 多数のモータで進行波を作成

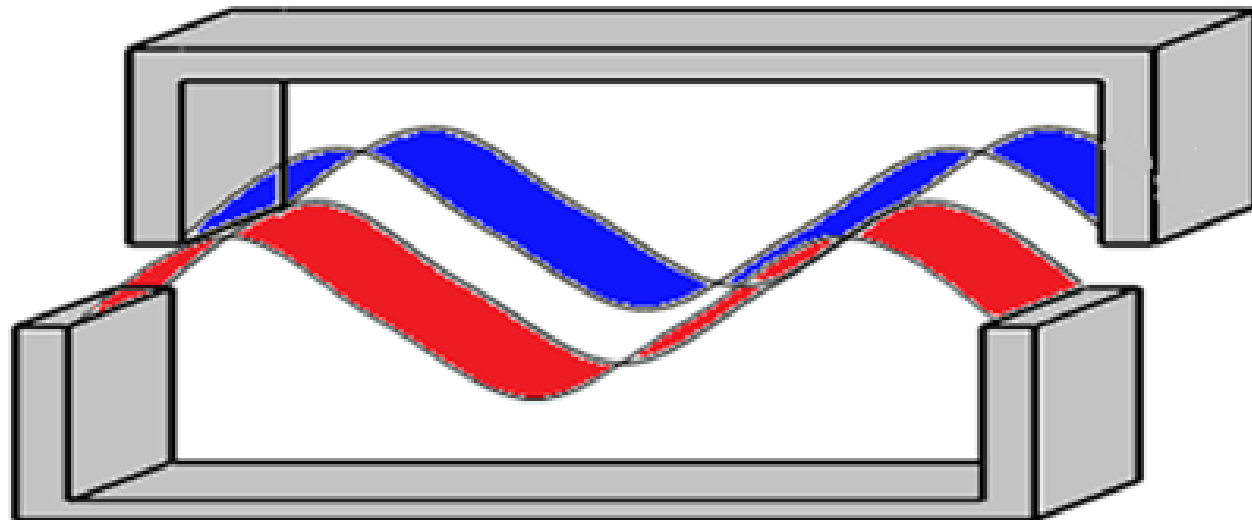


- 新技術による搬送
 - 2コのモータで実現可能



搬送原理の実現のための方策

- 平板に**正弦波状の実稼働モード**を形成
 - 両端**固定弦**の固有振動モード形を利用
- 進行波状移動空間の生成に必要な**位相差の付与**
 - 正弦波状の実稼働モードの**1/4波長の位置のずれ**
 - 正弦波状励振力の位相の**90° ずれ**



新技術の実施例

シリコンゴムシート諸元

密度: 1200 kg/m^3

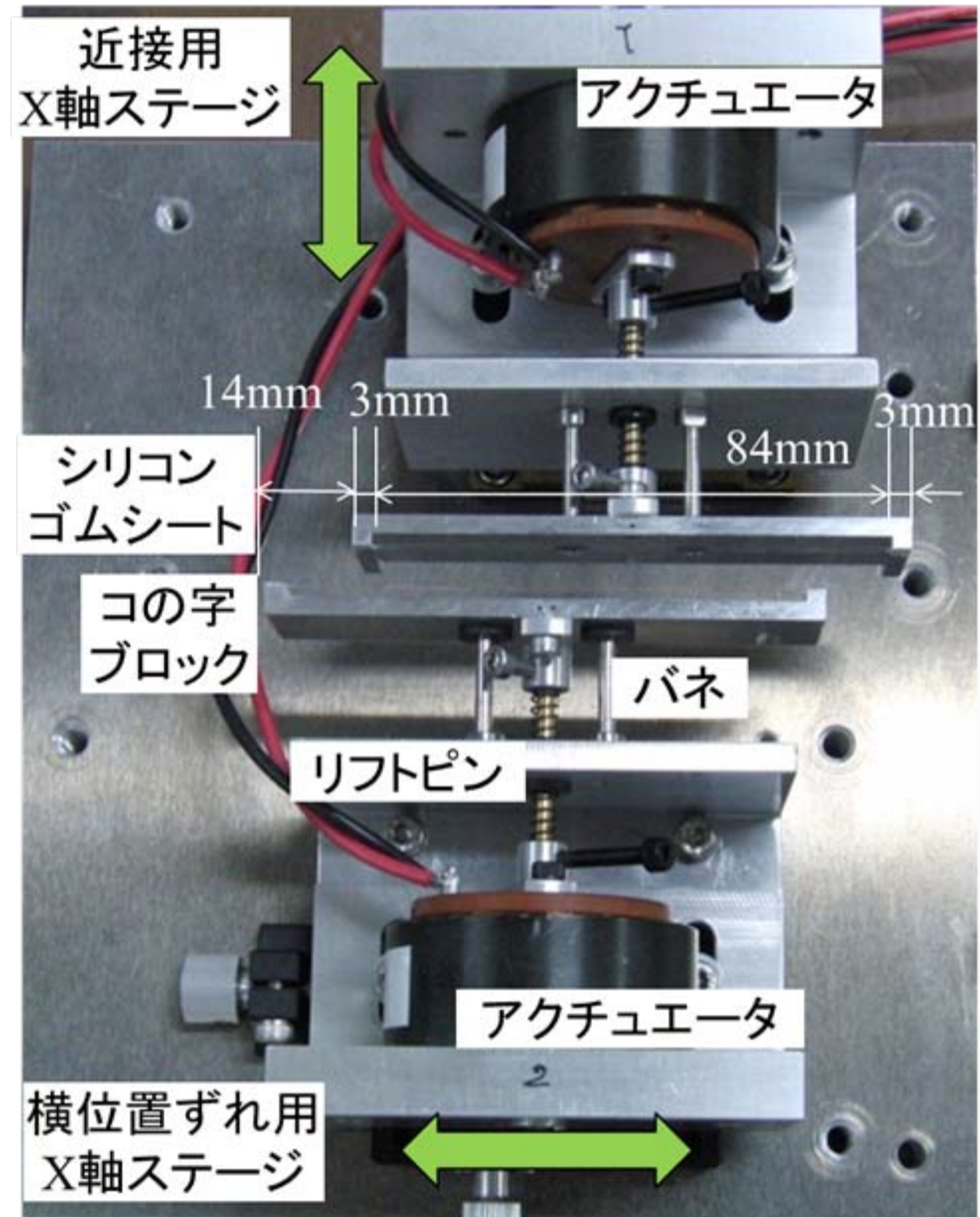
縦弾性係数: 3.0 MPa

幅 15mm

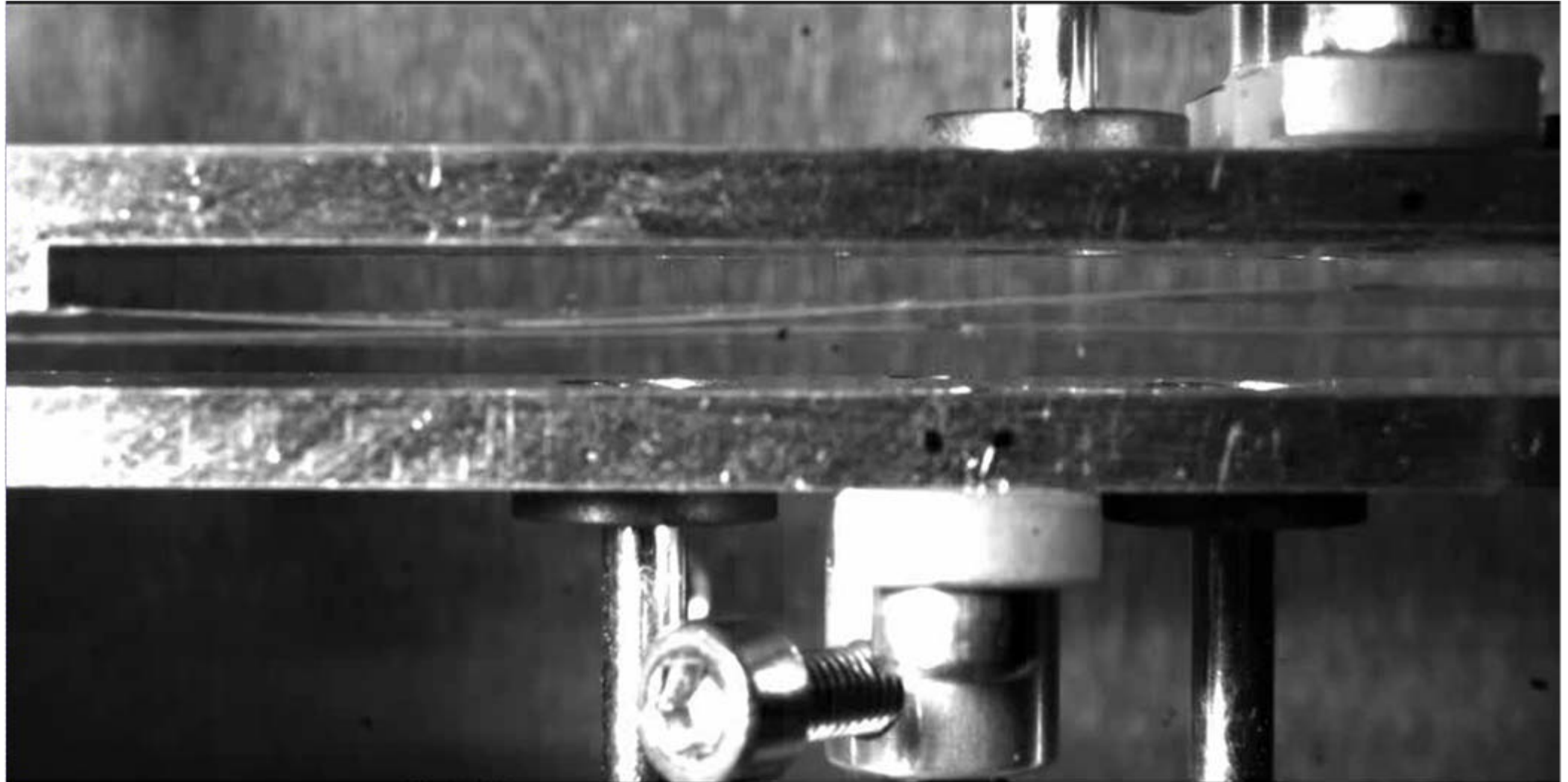
厚さ 0.05mm

長さ 89mm

1mm伸びの張力を付与して貼付



実施例で生成された移動閉空間



Photron

3000 fps

Start

Date : 2011/1/9

FASTCAM SA3 model ...

1/3000 sec

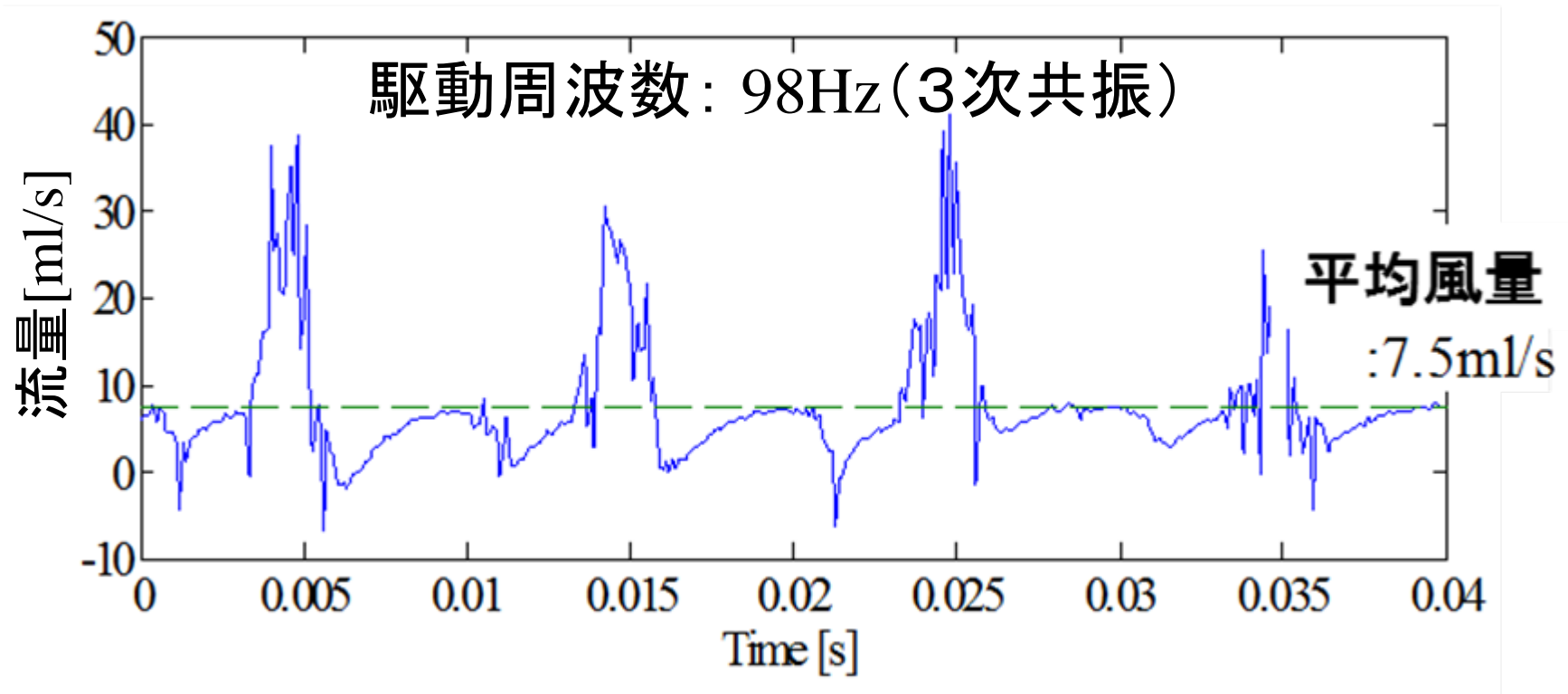
frame : 0

Time : 23:41

1024 x 512

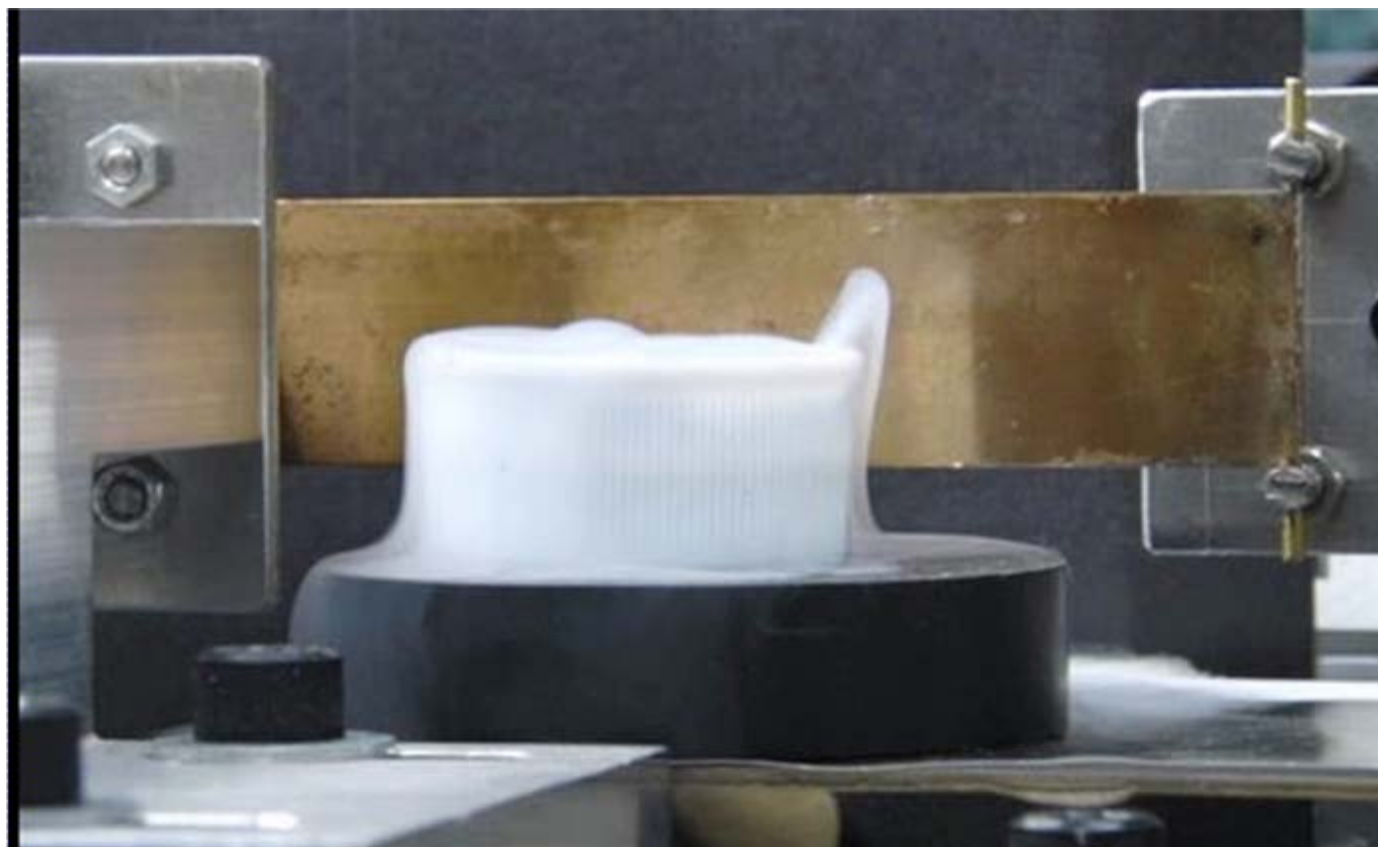
+00:00:00.0000000

実施例での送風性能



- 原理に従う脈動を有して送風は実現している。
- ただし、微小風量の計測ノウハウが不十分なため、実際の風量よりも少なく計測されている可能性大

大型装置での実施例による 送風検証動画



- 装置の吐出口（上手の左側）付近を拡大して撮影
- 駆動開始と同時にドライアイスの煙が左から右に移動

新技術の特徴・従来技術との比較

- 特徴

- 従来にない原理に基づく送風の実現
- 送風方向に対する断面積が狭い(薄型)
- 平板を圧電駆動するだけの単純機構(小型, 安価)
 - 機械部品は, 筐体, コの字ブロック×2, 平板×2のみ

- 従来技術との比較

- 送風原理が異なるため, 単純には比較できない

想定される用途

- 本技術の特徴を生かすためには、小型・薄型化が要求される分野での空冷用ファンに用いるのが適している。
 - 高輝度LED電球
 - 小型携帯用電子機器
- 上記以外にも、薄型化が要求される分野でも有用と考えられる。
 - 鉄道車両等の天井部，住宅の窓枠部などの狭小な空間に設置可能な送風機

その他の想定される用途

- 新技術は、送風だけを目的とした技術ではなく、進行波状移動空間を利用した**物体搬送原理**であるので、以下の用途にも有用である。
 - － 流体, 粉体, 粒状体の搬送
- また、搬送と同時に**攪拌の効果**が得られることから、以下の用途も考えられる。
 - － 数種類の物体を混ぜ合わせながらの搬送

実用化に向けた課題

- 現在、原理に従った送風の実現までは開発済
- しかし、以下の点が未解決である。
 - 市場性を確保できるレベルで十分な小型化
 - 昇圧効果の向上のための設計法の確立
 - 小型化に伴う空気の見かけの粘性効果増大を考慮した設計法の確立
 - 外乱に対してロバストな駆動の実現方法の解明
 - 圧電駆動に適した加振方法の検討
 - 風量や消費電力等の性能測定法の確立

実用化に向けた課題解決への取組

- 今後の取り組み
 - 流体—構造連成解析の導入により、空気の粘性を考慮した上で、高風量、高静圧と小型化を同時に実現する設計法の確立
 - 剛性の高い平板を利用することで、昇圧効果を高め、外乱に対するロバスト性も向上
 - 圧電駆動のノウハウ確立と、高次固有振動を利用した省電力化への取組

企業への期待(1)

- 平板の剛性向上には、固有振動モード中の近接波成分対策を実施しなければならない。
 - 小型化を進める中でも、平板の境界条件を理想的な両端単純支持条件に近づける必要があり、微細な機械加工技術が必要となる。
- そこで、 $20 \times 2 \times 0.1\text{mm}$ 程度の**小型平板の境界部を高精度に単純支持条件とする機械加工技術を有する企業との連携**

企業への期待(2)

- 小型化が進むと、送風機内部の状況を計測することが困難となるため、試行錯誤の開発ではなく、CAE解析を有効活用した設計技術の確立が必要となる。
- そこで、流体-構造連成解析のノウハウを有し、流体力学と機械力学の両者に精通した技術者を有する企業との連携。

企業への期待(3)

- 圧電駆動を実現する上で、将来的には、弾性平板自身を「純粹な正弦波状モード形の振動を行う圧電アクチュエータ」に置き換えることも視野に入れている。
- そこで、超小型のバイモルフ圧電アクチュエータを、所望のモード形で振動するように設計でき、これを実機として実現する技術を有する企業との連携。

どのような産学連携を希望するか

- 現段階では、**本学との共同研究**という形での開発を希望している。
 - この新技術を商品化にまでつなげるには、様々な分野の技術者間での連携が必要であり、そのプラットフォームとして、本学が機能する形が有効に思われる。
 - 現在は、まだまだ基礎的な開発の段階に留まっている上、この段階までもかなりのノウハウが必要であったことから、いきなりのライセンス契約よりも、まずは共同研究で実施すべきと考える。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 :
共振駆動による進行波ポンプ、
進行波搬送装置
- 出願番号 : 特願2009-044774
- 出願人 : 国立大学法人山梨大学
(山梨大学から岐阜大学に承継)
- 発明者 : 松村 雄一、岩本 久和

お問い合わせ先

岐阜大学 産官学融合本部
知財マネージャー 神谷英昭

TEL 058-293-3182

FAX 058-293-3346

e-mail h_kamiya@gifu-u.ac.jp