

煙の充満した火災現場でも動作する火災位置特定センサ

弘前大学 大学院理工学研究科
知能機械工学コース
准教授 岩谷 靖

火災の例

- **糸魚川市大規模火災**
 - 発生：平成28年12月22日午前
 - 鎮火：23日夕方（30時間後）
 - 焼損：147棟（うち全焼120棟）
約40,000m²

- **和歌山工場火災**
 - 発生：平成29年1月22日夕方
 - 鎮火：24日午前（41時間後）
 - 焼損：約850m²
 - 一時2986人に避難指示

火災の現況（H27）

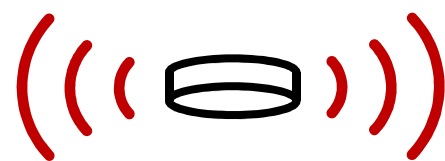
平成28年度消防白書より

- 出火件数 39,111件（うち建物火災 56.8%）
- 死者 1,563人

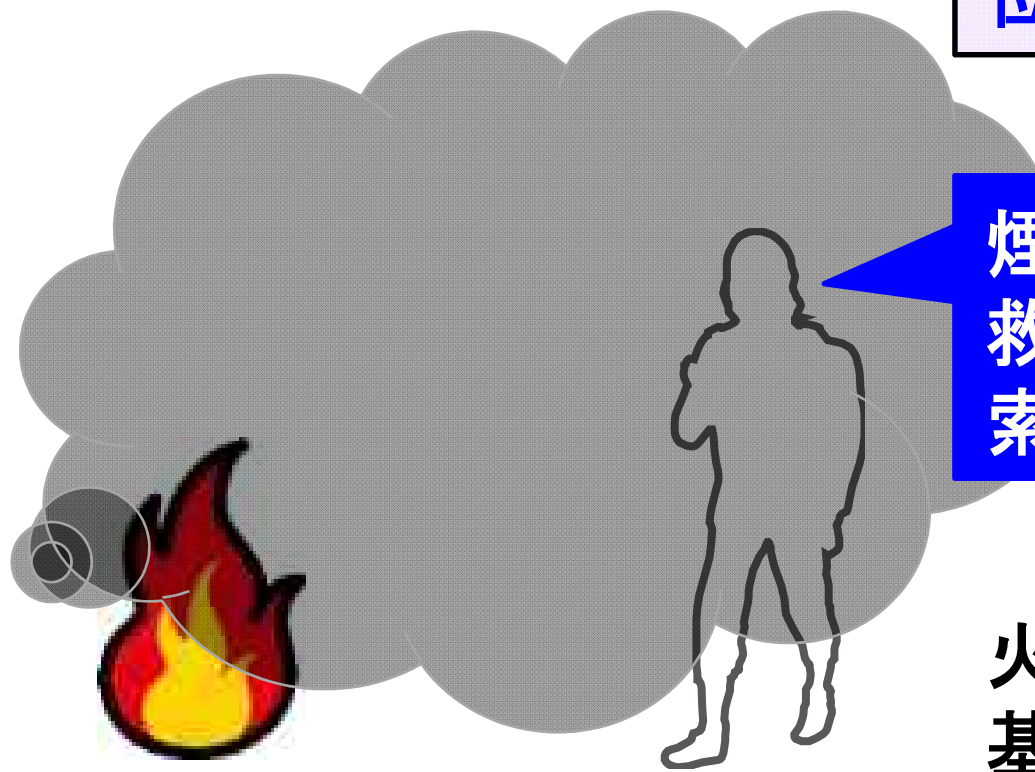
- 公務による消防職団員の死亡 7人
- 負傷 2,172人
（火災対応以外の要因も含む）

殉職者は未だに
ゼロではない

問題：煙中での探索



火災報知器：
火炎の存在を提示
位置は提示しない



煙中下，目視で要
救助者と火源を探
索

火災報知器の情報を
基に，火災現場へ

従来技術とその問題点

- ✓ 火災報知器：
 - ・ 監視空間における**火炎の有無**を判別
 - ・ 火炎位置は提示しない
- ✓ カメラ・赤外光による火炎の位置特定：
 - ・ 主に屋外での火災発生を検知
 - ・ 屋内で、**煙の向こうにある炎**は認識不可
- ✓ サーモグラフィによる火炎の位置特定：
 - ・ 火炎と高温物体（煙や熱せられた什器）の
区別困難
 - ・ 波長によっては煙中下で精度低下

煙中でも動作する火炎位置特定センサの開発

想定される用途

1. 火災報知器等の通報を受けて、消防活動員が提案装置を携行・利用し、火災現場で**安全を確保し、迅速な消防活動**を行う
2. 将来の活動が期待される**自律型消防ロボット**に搭載する。

提案センサは自律に必要な要素技術

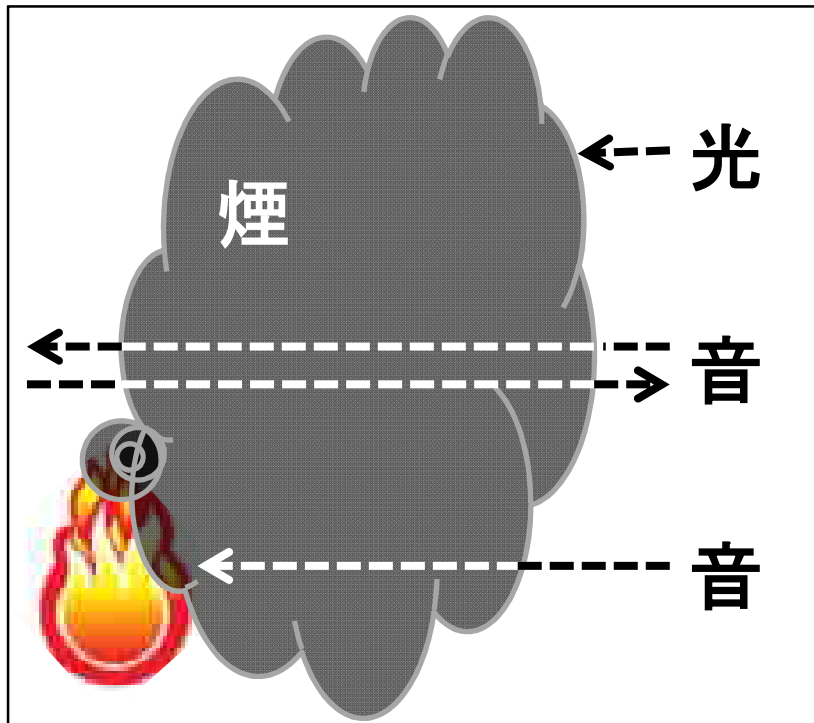
消防活動員が求められる要素

- 消防活動員の安全確保
- 迅速な要救助の発見
- 迅速な消化活動

⇒ 一次・二次被害の低減

新技術のアプローチ

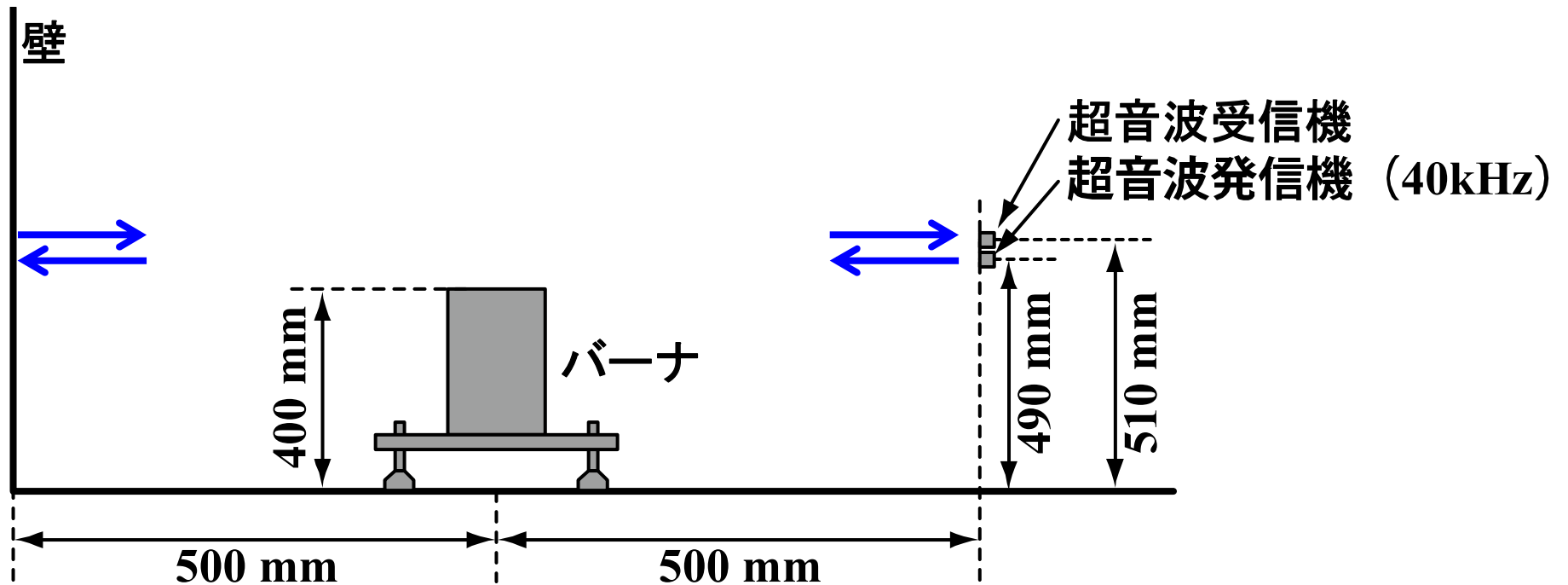
送信音波の反射波から検出



- ✓ 可視光・赤外光は煙を透過しない。
- ✓ 音波は波長が長いので煙を透過する（例：霧中）。
- ✓ もし音波が炎を透過すると、音波は減衰し、その大きさはゆらぐ。

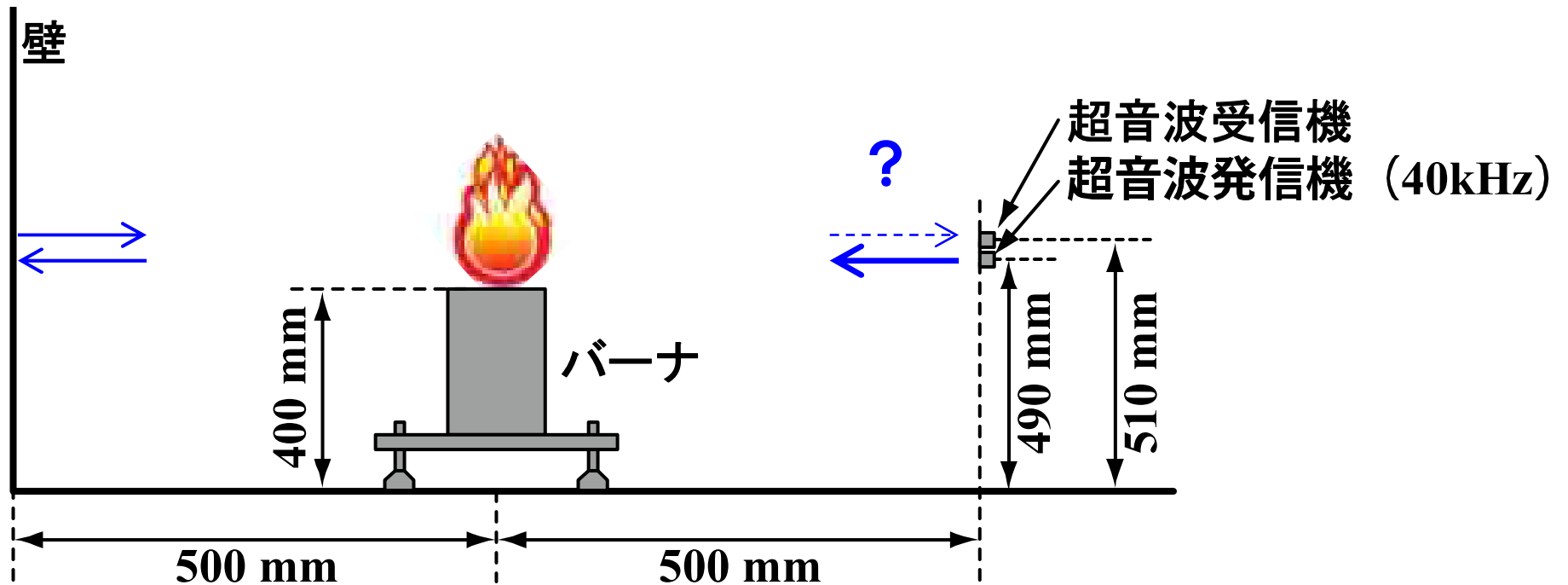
実験例

音波が火炎で減衰・ゆらぐことを検証

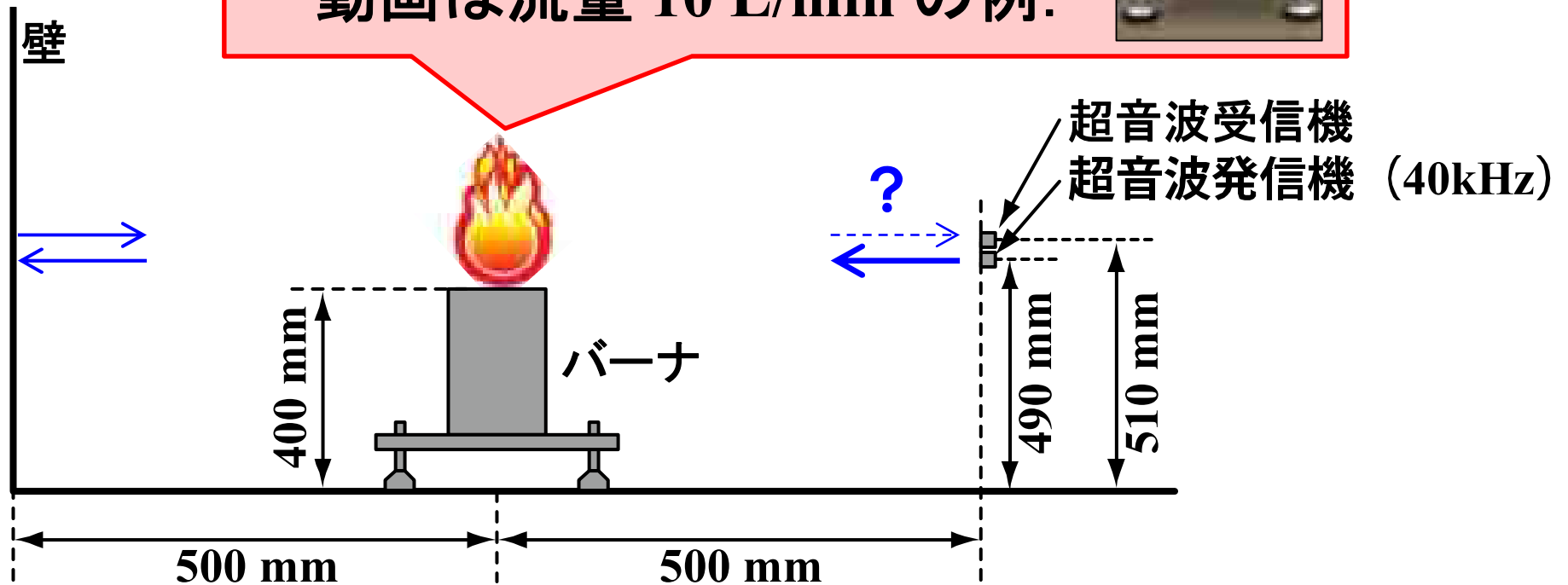
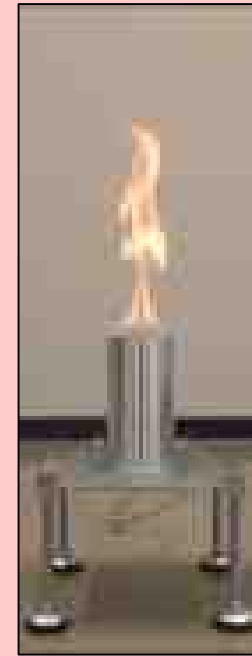


実験例

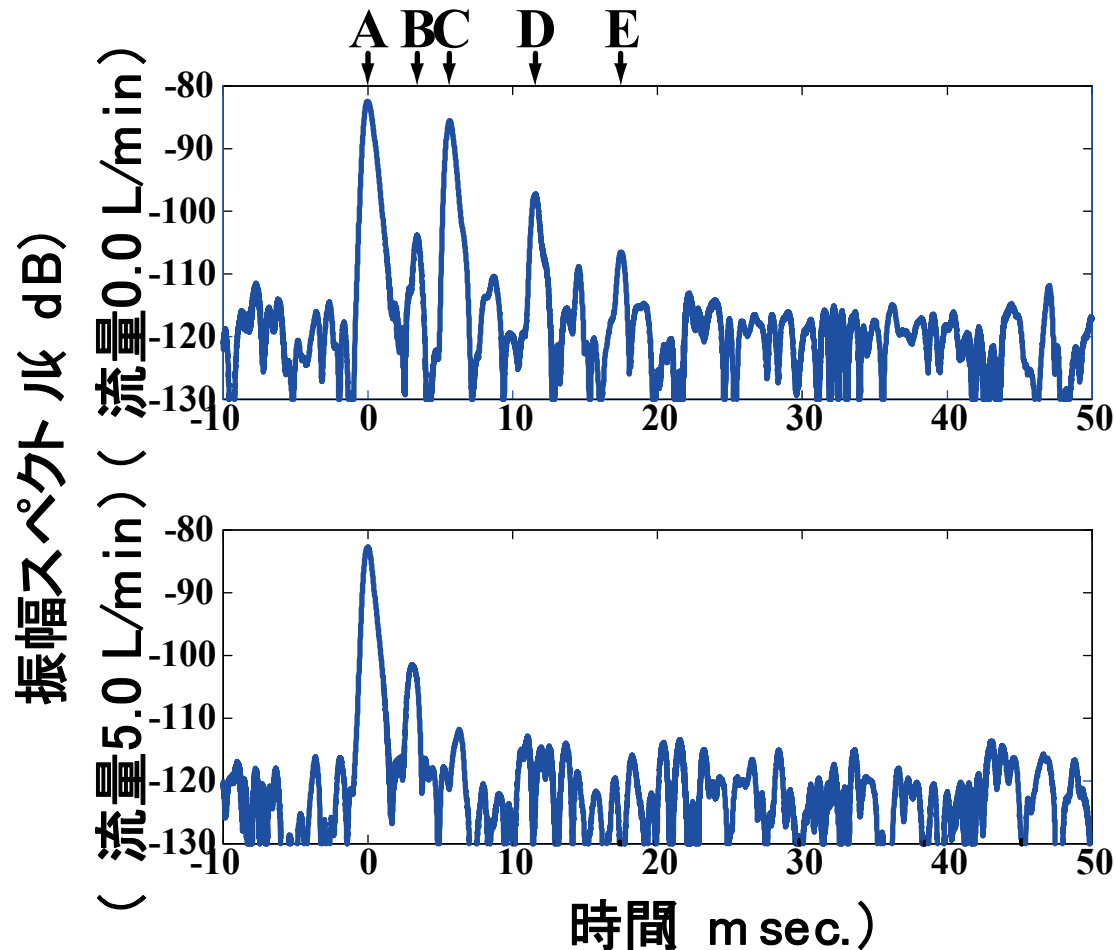
音波が火炎で減衰・ゆらぐことを検証



直径 100 mm ・ 厚さ 10 mm
の多孔質円板上に形成したメ
タンの拡散火炎。
動画は流量 10 L/min の例。

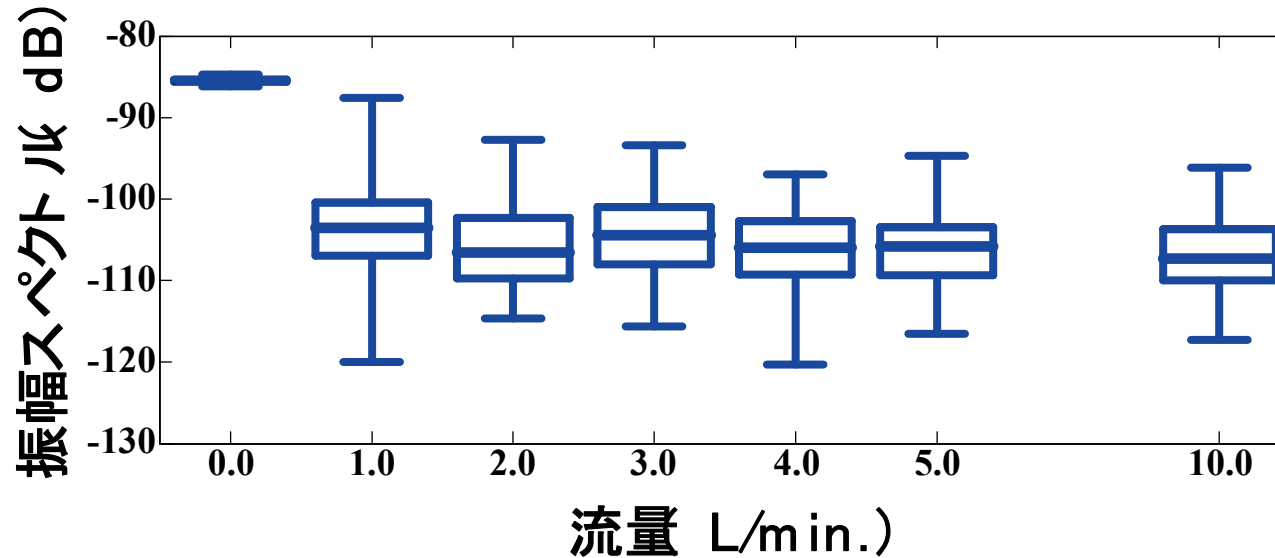


受信波の例



- A: 送信波の直接受信
(≠反射波)
- B: バーナの反射波
- C: 壁の反射波
- D: 壁の二回反射波
- E: 壁の三回反射波

壁反射波のピーク（100試行）



- ✓ 火炎存在時は，反射波のピークは減衰し，ゆらぐ
- ✓ 流量 2.0 L/min 以上は，おおむね同特性

音波の特性

- ✓ 火炎通過時
 - ・ 減衰し，ゆらぐ
 - ・ 音波の周波数依存性は見られない
- ✓ 煙通過時
 - ・ ゆらぎは見られない
 - ・ 高周波の音波は，高濃度の煙に対して若干減衰するが，火炎通過時ほどの減衰は見られない

よくある音波特性の誤解

- ✓ 風が吹くと使えない？
 - ・音速と比して十分小さい風速であれば、ほとんど影響無く使用可能
 - ・例：ドローン（自律ヘリコプタ）は高度計測用に機体下側に超音波センサを搭載。センサ使用環境はロータにより風が吹き乱れるが、超音波センサは問題なく動作する
- ✓ 静音でないと使えない？
 - ・会話や靴音，作業音などよりも高周波の音波を利用するので，騒音環境でも利用可能

新技術の特性・従来技術との比較

- ✓ 火炎位置検出
 - ・ 新技術は、音波の発信方向における火炎の有無を検出
 - ・ 火災報知器は、監視空間における火炎の有無を判別のみで、火炎位置は提示しない
 - ・ サーモグラフィは、火炎と高温物体（煙や熱せられた什器）の区別困難

- ✓ 煙中での動作
 - ・ 新技術は、煙中でも利用可能
 - ・ カメラや赤外光は煙中を透過しないので、煙の向こうにある火炎の位置検出不可

用途と新産業

1. 火災報知器等の通報を受けて、消防活動員が提案装置を携行・利用し、火災現場で安全を確保し、迅速な消防活動を行う
2. 将来の活動が期待される自律型消防ロボットに搭載する。
 - ・ 消防庁：重点研究開発目標技術「消防活動に資する自律的消防ロボットの開発」
 - ・ ImPACT：タフロボティクスチャレンジ（災害対応ロボットに関するプロジェクト）
以下引用：ImPACTでは、成功すれば将来の社会や産業のあり方に革新をもたらす…
(後略)

実用化に向けた課題

- ✓ 現在 : 音波の炎通過時と煙通過時の基礎特性を調査済み
- ✓ 課題 1 : 実規模火災に即した実験環境において実証実験を行い, 実用化のための条件設定を抽出 ⇒ 検討中
- ✓ 課題 2 : 火炎位置検出のための, スピーカ/マイクシステムのアレイ化と, 音声信号の可視化 ⇒ 進行中
- ✓ 課題 3 : 人やロボットの携行に即した装置の小型化 ⇒ 未着手

企業への期待

- ✓ 消防機械器具メーカーや防災機器メーカーの方々には直接関連するテーマになりますので、共同研究等ご検討いただければ幸いです。
- ✓ また、災害対応ロボティクスは新産業として期待される分野として位置付けられています。この分野への展開を考えられている企業（特に電子機器メーカー）には、本技術の導入等ご検討いただければ幸いです。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称： 火炎検出センサ及び火炎検出方法
- 出願番号： 特願2016-013827
- 出願人： 国立大学法人弘前大学
- 発明者： 岩谷靖， 鳥飼宏之

お問い合わせ先

弘前大学 研究・イノベーション推進機構
知的資産部門
産学官連携コーディネーター 三上 夫美加

TEL: 0172-39-3178

FAX: 0172-36-2105

E-mail: chizai@hirosaki-u.ac.jp