

## C-08 FPGAを用いた音響計測によるガス漏洩検知システムに関する研究

花岡 千里\*, 松田 昭信\*

(\*西日本工業大学工学部)

## 1. はじめに

ガス漏洩は、産業設備や社会インフラの安全に直結し、環境問題の悪化を引き起こしている。そのため、迅速かつ高精度な検知技術の開発が急務となっている。既存の検知手法である化学センサや圧力モニタリングでは、ガス種依存性の高さ、微小漏洩の検出限界、センサ劣化による性能低下といった課題が指摘されている。これらの問題を解決するため、本研究では音響計測に基づくガス漏洩検知システムの構築を試みる[1]。ガス漏洩に伴い発生する超音波を広帯域AEセンサにより捉え、FPGAを用いたリアルタイム信号処理技術を組み合わせることで、従来手法を上回る高精度な漏洩検知の実現を目指す。

## 2. ガス漏洩検知システム

本システムでは、図1に示す実験装置の構成により、AEセンサによって捉えられたガス漏洩に起因する超音波信号をFPGAによるリアルタイム処理で解析し、漏洩検知を実現する。AEセンサが取得した音響データは、FPGAに内蔵されたアナログ・デジタル変換機能によってデジタル信号に変換される。続いて、デジタルフィルタ処理を施すことで周囲の環境ノイズ成分を除去し、ガス漏洩に特有の音響特徴量を抽出する。この一連の処理により、ガス漏洩音の判別精度が大幅に改善され、システムの誤検知率を効果的に抑制することが可能となる。

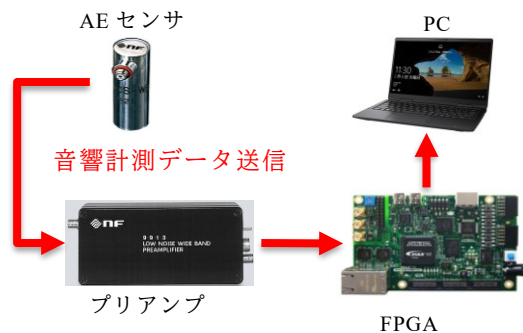


図1 各実験器具の構成

## 3. 実験と考察

本実験では、図2に示す配管システムを用いて検証を行った。配管の漏洩想定箇所にてAEセンサを配置し、音響信号の計測を実施した。ガス漏洩時における音響特性の把握を目的として、以下に示す2通りの測定条件を設定した。

- ・配管への物理的衝撃による模擬音響の発生 (図3)
- ・窒素ガス流入による実際の漏洩音の測定 (図4)

測定結果として、配管に衝撃を与えた際にはMAXで約1Vの出力変化が観測され、AEセンサが音圧変動を正確に検出できることが実証された。これに対し、窒素ガスによる疑似漏洩実験ではMAXで0.1V程度の出力変化が確認された。この結果から、実際のガス漏洩においても検知可能な音響変化が生じることが明らかとなった。ただし、漏洩時の信号変化は相対的に小さいため、周辺環境ノイズからの信号分離技術の向上が今後の課題として挙げられる。

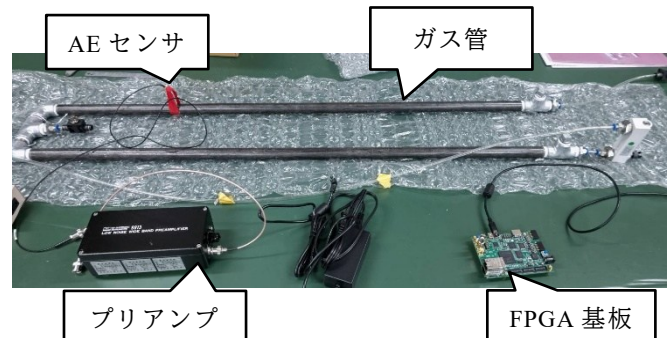


図2 ガス配管構成

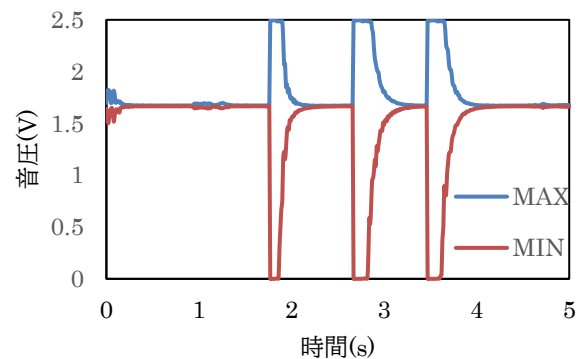


図3 時間経過による音圧の変化(音響発生時)

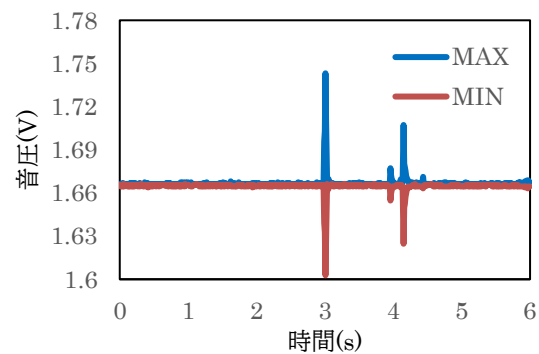


図4 時間経過による音圧の変化(ガス漏洩時)

## 4. まとめ

本研究においては、音響計測に基づくガス漏洩検知システムを構築し、その有効性について実験的検証を行った。実験結果より、ガス漏洩発生時には特徴的な音響信号変化が観測され、AEセンサによる漏洩検知の実現可能性が実証された。今後の展開として、多種ガスに対する音響特性の比較解析や検知精度の向上を図ることにより、産業現場での実用化に向けたより高性能なガス漏洩検知システムの開発を推進していく予定である。

## 参考文献

- [1] A. Matsuda and Y. Kato, "Fast-response algorithm for calculating polyatomic gas concentration using ultrasound," *Microprocessors and Microsystems*, Vol.101, 104891, 2023.