

利用者名：工学部 機械工学科 教授 余 錦華



|          |                                                                                           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title:   | Adaptive Equivalent-Input-Disturbance Approach for Active Noise Control in Acoustic Ducts |
| 論文名 (和訳) | 音響ダクト内の能動騒音制御のための適応型等価入力外乱アプローチ                                                           |
| Authors: | 王澤文 (中国地質大学 大学院生), 余錦華 (東京工科大 教授), 渡邊俊樹 (東京工科大 大学院生), 郝国成 (中国地質大学 教授), 何勇 (中国地質大学 教授)     |
| Journal: | IEEE Transactions on Industrial Electronics                                               |
| 掲載年月     | 2026 年 5 月                                                                                |

**研究概要**：本論文では、低周波騒音の抑制性能を向上するため、フィードバック型能動騒音制御（ANC）に向けた適応型修正等価入力外乱（AMEID）手法を提案する。その核心となる考え方は、低周波騒音を等価入力外乱（EID）として表現し、フィードバック制御によってこれを抑制することにある。AMEID の枠組みは 2 つの要素で構成される。第 1 は、収束性を保証するために、想定される EID のダイナミクスに関する内部モデルを組み込んだモデルベースの要素である。第 2 は、外乱抑制性能を向上させるデータ駆動型の要素である。コントローラの設計は、ロバスト安定性条件の下で 2 つの離散時間代数リカッチ方程式を解くことによって行われる。従来のモデルベース EID 手法やデータ駆動型 ANC 手法と比較して、AMEID 手法は、より高速な過渡応答とより高いロバスト性を実現する。実験結果により、本手法の有効性と優位性が実証されている。

**研究背景**：アクティブ騒音制御は、環境改善や生活の品質を高めるために重要な役割を果たしている。一方、音響ダクトというシブな制御対象でも、その動特性は環境により変動するため、よい騒音制御効果を得るため、その特性変動に適用する必要がある。

**研究成果**：本研究では、リアルタイム制御に適するように、制御対象のモデル次数をある程度低く抑え、それによるモデル誤差を外乱として扱い、等価入力外乱手法を用いてその影響を抑える。さらに、環境変動の影響を抑えるために、適応機構を等価入力外乱手法に導入した。提案した制御系（図 1）を用いて、音響ダクト実験（図 2）を行い、その有効性を検証した。

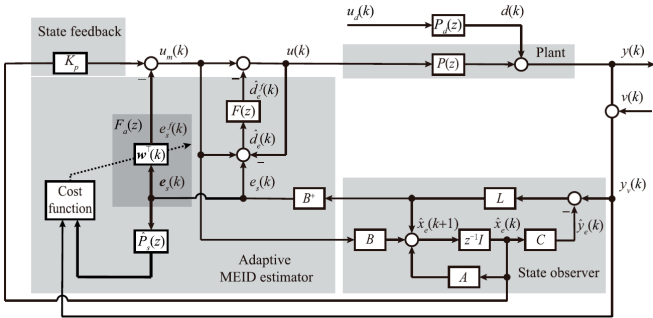


図 1 提案した制御系構造

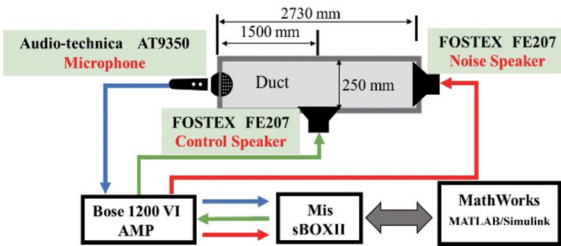


図 2 実験システム構成

**社会への影響**：アクティブ騒音抑制を行うために、各サンプリング時間内で約二百次の微分方程式を解かなければならないため、高い計算力を持つコントローラが必要である。それに対して、本手法は低次元のモデルを使い、その誤差を等価入力外乱手法を用いて補償し、さらに適応手法を適用しその補償精度を維持する。それにより計算量が大幅に減少し、低コストで騒音抑制が可能となり、その応用分野の拡大に大きく寄与する。

専門用語：

**アクティブノイズコントロール**：騒音を拾い、それと逆向きの音を出して騒音を打ち消す技術である。とくに低周波数騒音を抑えるのが得意である。

**適応アルゴリズム：**適応アルゴリズムは，出力や周囲の状況の変化に合わせて，処理の仕方や内部設定を自動で調整するアルゴリズムである。普通のアルゴリズムが決められた手順をそのまま実行するのに対して，適応アルゴリズムは誤差などから構築された評価関数を最適になるように学習したり条件に応じて動きを変えたりする。