

< 研修概要 >

本報告書は、報告者が2022年9月3日～2023年9月3日の期間にアデレード大学（オーストラリア・南オーストラリア州）において行った長期研修の成果をまとめたものである。主なテーマは、対象システムのローカルな情報を基にグローバルな振動・騒音現象の抑制を達成する「能動グローバル制御」の確立である。特に長期研修中においては、（1）ゼロ制御パワー現象に立脚した能動制御と（2）波動フィルタリング法に立脚した波動制御法について検討した。それぞれの概要を以下に記す。

（1）ゼロ制御パワー現象を基調とした開空間場におけるグローバル能動騒音制御

3次元自遊空間においてグローバルの騒音抑制効果を得るためには音響パワーを制御する必要がある。能動騒音制御によってこれを実現しようとする時、制御音源のみならず騒音源の情報が必要になる。騒音源の情報にアクセスすることは必ずしも可能ではないので、音響パワー制御系の実現は困難な場合が多い。そこで、制御音源の情報のみから制御系の評価関数を構築し、その値を最小化することで音響パワーを最小化する手法の確立を目指す。当該手法確立の基礎となるのがゼロ制御パワー現象である。ゼロパワー現象とは、最適状態において制御音源のパワーがゼロになる現象を指す。逆説的に考えると、ゼロパワー現象を積極的に惹起することによって、全音響パワーを最小化できる可能性がある。特に本研究プロジェクトでは、音源の形態や数に制約を与えずに、制御理論の一般化を目指す。特に長期研修中においては、ピストン音源の次に複雑な音源の例として2重極子を制御音源に用いた場合について検討を行った。これらの音源は、単極子（点音源）とは異なり放射音が指向性を持つため、従来手法とは異なる特性をもつことが予想される。数値的な検討によって、以下のことが明らかになった。

- 制御音源の指向性ビームが騒音源の方向を向いている場合に制御効果は最大となる。これは、最適制御時において制御音源のパワーがゼロとなり、全音響パワーが騒音源の音響パワーに等しくなることに起因する。すなわち、制御音源が騒音源のパワーに最も盈虚を与えられる状態が最適制御状態となる。

- 単極子（点音源）の場合と同様に制御音源と騒音源の距離が小さくなると制御効果は向上する。ただし，2重極子は指向性音源であるため，音源の位置が同じ場合に全音響パワーがゼロになるようなトリビアルな状態は発生しない。

(2) 一次元波動方程式系を対象としたコンパクトな波動トラッピング制御
波動フィルタリング法を基調としたアクティブ波動ダイオードを対向させることで外乱波動をトラッピング（捕獲）する制御手法は，既に報告者らによって集中定数系を対象に確立されていたが，これを波動方程式に支配される一次元連続体に拡張した。また，従来手法では，波動トラッピング領域に封じ込められた振動・騒音エネルギーはシステムが固有に持つ減衰のみによって消散されていたが，これを能動的に抑制することを検討した。ここで，従来の波動トラッピング制御のコンセプトをそのまま流用すると，エネルギー消散用の制御入力の影響により，2つのアクティブ波動ダイオードがセンサを共有することが出来ない。そこで，外部入力がある波動場において波動分離を達成する拡張波動フィルタリング法を新たに提案し，波動トラッピング領域をコンパクトに保ちつつエネルギーを消散させる制御手法を確立した。現在この内容を論文にまとめたものを国際誌に投稿中である。