

学内研究組織（2024 年度）

研究課題：「音像ホログラフィを用いた音響トレイグジスタンス技術の基盤開発」

## 音像ホログラフィを用いた音響トレイグジスタンス技術の基盤開発

Basic development of acoustic telexistance technology using sound-image holography

中山 雅人 (Nakayama Masato)

### 1. 研究内容

本研究課題では、2021 年度から 2025 年度まで科研費基盤研究(B)に採択されていた「音像ホログラフィを用いた音響トレイグジスタンス技術の基盤開発」の中でも実用化に重点を置いて研究を実施した。具体的には、任意の空間座標に仮想音源を構築する音響再生システム、遠隔音声に対する光学的な集音システム、気配の極小音に対する分散集音システムを含む音響トレイグジスタンス技術の基盤開発を展開し、これまで我々が開発してきた、複数のパラメトリックスピーカ（超音波を利用した超指向性スピーカ）を用いた仮想音源再生技術（錯覚型音像ホログラフィ）、レーザ光を用いた遠方音の集音技術（光レーザマイクロホン）、非同期分散マイクロホンアレイを用いた音環境の計測技術の実用化に向けた検討を行った。その結果、これらの研究を発展、統合することで、離れた空間にある音源をピンスポット集音し、それを現実空間に仮想音源としてリアルタイムで相互に重ね合わせる世界初の音響トレイグジスタンスの開発に成功した。加えて、次世代のミクスト・リアリティ技術の開発に向けて、超音波ハプティクス技術の研究にも着手した。その研究成果として、最終年度である 2024 年度は、学術論文（査読有）5 件、国際会議プロシーディングス（査読有）4 件、国際会議発表（アブストラクト査読有）3 件、国内学会発表（査読無）21 件が得られた。

### 2. 研究成果（一部抜粋）

- ① Masato Nakayama, Takuma Ekawa, Toru Takahashi, and Takanobu Nishiura, "Virtual Sound Source Construction Based on Direct-to-Reverberant Ratio Control Using Multiple Pairs of Parametric-Array Loudspeakers and Conventional Loudspeakers," *Applied Sciences*, Vol. 15, No. 7, pp. 3744, DOI: <https://doi.org/10.3390/app15073744>, Mar. 2025.
- ② Masato Nakayama, Takuya Hayashi, Toru Takahashi, and Takanobu Nishiura, "Comfortable Sound Design Based on Auditory Masking with Chord Progression and Melody Generation Corresponding to the Peak Frequencies of Dental Treatment Noises," *Applied Sciences*, Vol. 14, No. 22, DOI: <https://doi.org/10.3390/app142210467>, Nov. 2024.
- ③ Yoto Ikezaki, Yuna Harada, Yuting Geng, Masato Nakayama, and Takanobu Nishiura, "Sound-Field Reproduction Based on Virtual Early Reflections Using Parametric and Electrodynamic Loudspeakers," *Journal of Signal Processing*, Vol.

28, No. 6, pp. 267-275, DOI: <https://doi.org/10.2299/jsp.28.267>, Nov. 2024.