

聴きたい音を届け，聴きたくない音を防ぐ音響処理技術 音空間の計測・制御と その応用技術

小山 翔一（コンテンツ科学研究系）

どんな研究？

複数のマイク・スピーカを使って，音を空間的に計測／分析したり，制御／合成したりするための信号処理や機械学習の技術を研究しています。特に最近，騒音を静音化することや，音をゾーニングするための技術の実現を目指しています。

何ができる？

例えば，騒音を防ぐために使われるノイズキャンセリングイヤフォンは，アクティブ騒音制御という技術を用いています。従来は非常に狭い領域でしか静音化できませんでしたが，音を空間的に予測して抑圧する，空間でのアクティブ騒音制御が実現可能です。

背景・目的

背景：環境騒音による健康リスク

- 騒音は不快感や聴取妨害だけでなく，睡眠障害，高血圧，心疾患等の要因となる。
- 西ヨーロッパにおける道路交通騒音の健康損失は，大気汚染のそれに匹敵するとされており，日本でも同程度と推計されている。

- WHO, “Burden of disease from environmental noise: Quantification of health life years lost in Europe,” 2011.
- 田鎖，松井，“我が国における道路交通騒音による健康リスクー欧州環境騒音ガイドラインに基づく推計ー,” 2021.

目的：空間的なアクティブ騒音制御

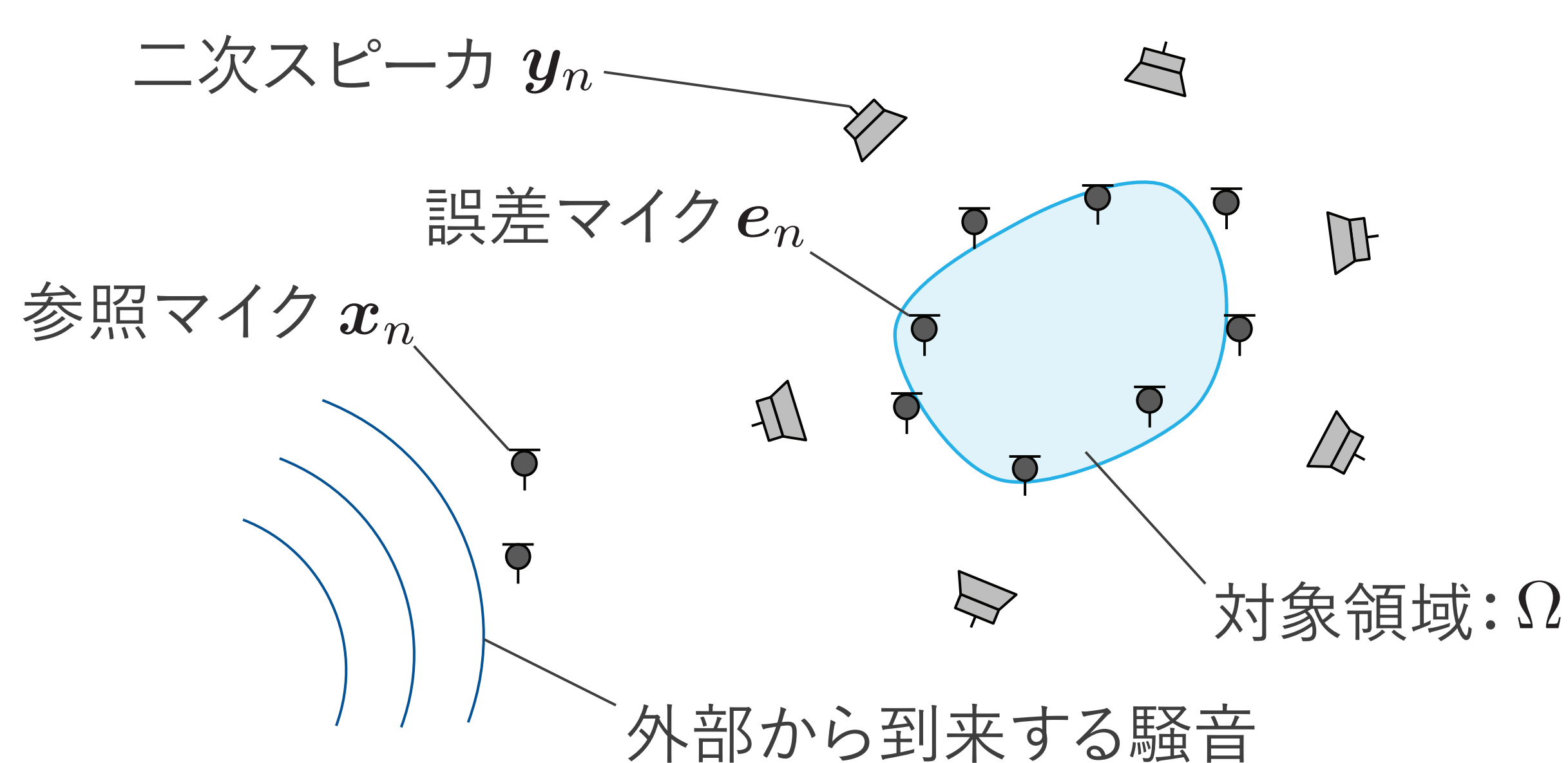
- 従来のアクティブ騒音制御技術は，局所的な領域の騒音低減に限られる。
- 複数のマイク・スピーカを用いて広い領域で騒音を低減する，空間アクティブ騒音制御を実現したい。



研究内容（方法・結果・結論）

方法：音場のカーネル補間

誤差マイク位置でのパワーをコスト関数とする従来法に対し，対象領域内の全体のパワーをコスト関数とする。



従来のコスト関数

$$J_e = \mathbb{E} [\|e_n\|_2^2] \quad \text{: 誤差マイクのパワー}$$

空間ANCのコスト関数

$$J_{PE} = \mathbb{E} \left[\int_{\Omega} |u_e(\mathbf{r}, n)|^2 d\mathbf{r} \right] \quad \text{: 領域的な騒音のパワー}$$

対象領域内の音圧分布は未知であり，誤差マイク信号から $u_e(\mathbf{r}, n)$ を推定することが必要

カーネル補間に基づく空間アクティブ騒音制御

- 推定結果が物理的な性質を保持する，具体的には音場の支配方程式であるヘルムホルツ方程式を満たすことを制約したカーネル補間法 [Ueno+ 2018] を適用。
- 音場のカーネル補間に基づく Filtered-x LMS に基づく適応フィルタアルゴリズムを導出 [Koyama+ 2021]。

結果：シミュレーション実験による評価

周波数 700Hz でのパワー分布

