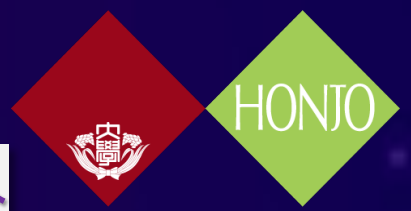


# 騒音問題を解決する空間音響技術

早稲田大学本庄高等学院 2年C組32番 深野 真人



## アブストラクト

住居空間において静寂は必要不可欠である。人口密集地での騒音問題をどう防ぐか。ワイヤレスイヤホンで話題の ANC（アクティブノイズコントロール）技術を、オープンスペース（開空間）へ適用させ、ノイズの少ない空間づくりを考える。また、一部のスマートスピーカーで取り入れられた、音場（壁の位置や音の響き方）を解析・認識してその空間に適した音楽を再生する技術について理解を深め、2方向から快適な音響空間へのアプローチを探る。

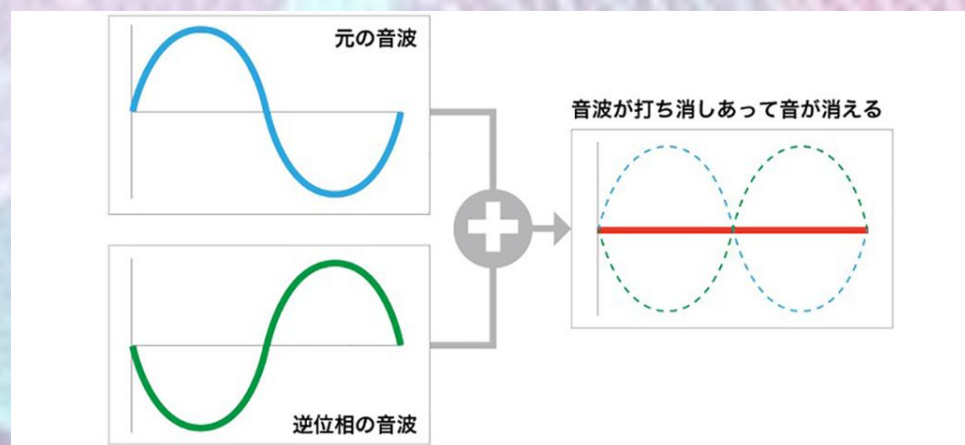
### 1. 相次ぐ騒音問題

近年、近隣との騒音トラブルを巡った報道を耳にすることが増えた。都市への人口一極集中がこの問題を大きくしている。騒音問題は生活音や赤ちゃんの泣き声だけではなく、スピーカーを用いての大音量な音楽再生なども原因となりうる。我々人間にとって、全く音を出さずに生活しろと言われてもそれは不可能のことである。防音材を使って音を遮断するといった手もあるが、設置の手間がかかることに加え、賃貸では取り付けることが不可能な場合もある。裕福な家庭は、庭のある一軒家を構え、騒音に悩まされることが少なくなるだろう。しかし、その例を除けば、騒音問題は都会に住むすべての人に大きく関わる問題であろう。どんな住居形態でも、快適に住まうことができるために、テクノロジーを活用したい。

### 2. ANC（アクティブノイズコントロール）とは

Active Noise Control (Cancel の場合もある) とは、「低減させたい騒音に対して別に用意した制御音源から逆位相の音を発生させることで、位相干渉を利用して消音する騒音制御の手法」<sup>\*1</sup>である。

図 1



現在、この技術は様々な場所で利用されており、身近な例では、ノイズキャンセリング機能付きイヤホンなどがある。歴史は深く、アイディア自体は1936年にはあったとされている。以下は、西村正治氏の『ANC 実用化の現状と将来(2003)』による記述である。

「ANC のアイディアは古く、既に 1936 年に P. Lueg によって米国特許が取得されている。ANC の研究開発が活発化したのは 1970 年代に入り、電子技術や制御技術が急速に進歩し始めた時期からである。1980 年代初めには、Chaplin らにより波形同期法を用いた ANC を船用エンジンに適用した例や、Ross のランダム音制御アルゴリズムに基づいて 11MW のガスタービン排気低周波音を制御した例が紹介されている。」<sup>\*2</sup>

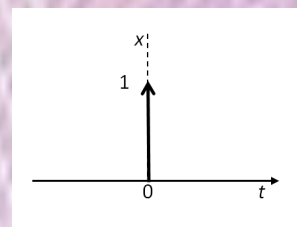
このように記述されている。近年の ANC イヤホン登場により、ANC が歴史の浅い技術と勘違いされがちであるが、実際は 80 年近くの歴史を持っている。ANC は以前より、工場での作業員の騒音防止や新幹線の座席の静粛化、プロペラ機の機内音制御などに利用されている。閉鎖空間のみならず、屋外へも応用が考えられている。道路用防音壁などがその例だ。しかしながら、開放空間への ANC は難しく、開発が難航しているというのが現状だ。

### 3. ANC が抱える問題

先程述べたように、ANC は閉鎖空間（耳の中など）では実装が容易である。これは、音の反響を考えたときに、開放空間では様々な反響を考える必要があるが、耳の中では反響の計算が少なく、逆位相音の導出が容易であるからだ。開放空間では、その場にあるモノ（壁、家具など）に加え、どの位置でノイズがキャンセルされれば良いのかが可変である。そのため、膨大な計算量と人間の位置を測るセンサーが必要になる。しかし、これらは深層学習と高性能 CPU である程度カバーできる未来がやってくると私は思う。そのための一步を、今後の実験で見つけていきたいと考えている。

### 4. インパルス応答を使った空間適合音

私が卒論で快適な音響空間をイメージしたとき、それは余計な音を消すだけではなく、快適な音を流すこともセットであるべきだろう、という考えに至った。そこで、音の再生についても掘り下げていきたいと思う。左図 2



インパルス応答とは、「あるシステムにインパルス（時間的に継続時間が非常に短い信号）を入力した場合の、システムの出力」<sup>\*3</sup>である。例えば、本庄高等学院の稲稜ホール内でインパルスを再生し、その反響を録音し解析する。すると、関数を得ることができ、稲稜ホールで音を再生したときの音の響きの関数を利用して家のイヤホンなどで音楽を再生すると、まるで稲稜ホールでその音楽を聞いている感覚を得ることができると。そして、この技術を使い、音楽を再生する部屋の音の響き（以下音場と述べる）をあらかじめコンピュータに理解させておき、聴く人に最適な音を届けるということを行いたい。

### 5. 今後の展望

音響を扱うには、まだまだ知識量が無いに等しく、解析作業も行う必要があるため、自分にとってかなりレベルの高いテーマであると思う。しかし、今後の大学での学びも考えると、高校生の段階で身につけて損であることは全く無いのではないかと。高校生での卒業論文は、全国的にも珍しいものであるが、これを自分のための良い機会だと捉え、できる範囲で良質な実験を行っていきたい。将来的には、人々が行き交う喧騒な場所でも、選択的に聴きたい音を選べるように、またさらに人口一極集中が続いても多くの人が快適に過ごせるような世の中を作っていきたい。

### 6. 参考文献

\*1 「アクティブノイズコントロールについて」 日本音響エンジニアリング株式会社/

<https://www.noecorp.jp/technology/27/27news6.html> -2021/9/11 閲覧

\*2 「ANC 実用化の現状と将来」 西村正治/ [https://www.jstage.jst.go.jp/article/souonseigo1977/27/4/27\\_4\\_223/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/souonseigo1977/27/4/27_4_223/_pdf/-char/ja)

-2021/9/11 閲覧

図 1 画像引用「騒音だけなぜ消える? 『ノイズキャンセリング』の仕組みとは」Time&Space/ <https://time-space.kddi.com/ict-keywords/kaisetsu/20160427/> -2021/9/11 閲覧

図 2 画像引用「【Python】大聖堂の響きを再現!! インパルス応答の畳み込み」yukara\_13/ <https://yukara-13.hatenablog.com/entry/2013/12/20/094926>

-2021/9/12 閲覧