

<p>どんな研究</p>	<p>従来、人の獲得した聴覚特性そのものについては多く語られてきました。しかしその特性がどのような入力と学習を介して獲得されたのかという問題に直接取り組むのは非常に困難です。そこで本展示では、臨床的・学術的な側面の問題に人工ニューラルネットワークを用いて取り組み、それぞれ新たな知見が得られました。</p>
<p>どこが凄い</p>	<p>①人工内耳を装着した難聴者はピッチ知覚が苦手と言われていますが、人工内耳信号の中にある程度十分なピッチ情報が含まれていることを発見し、主に生理学的な要因に起因することを明らかにしました。②自然音を認識するように訓練した人工ニューラルネットワークの中身を調べたところ、生物の聴覚系にみられるものと同等の両耳情報処理特性を示す素子（ニューロン）が発現することを発見しました。</p>
<p>めざす未来</p>	<p>人工内耳装着後も適切なリハビリテーションによって、静音環境下であれば健常者と大差ないピッチ知覚を獲得出来るようになるかもしれません。また、聴覚神経系に合致した聴覚情報処理技術をより高度にしていくことで、人らしい振る舞いをするAI技術や人工内耳のような装置の更なる発展をめざします。</p>

人工ニューラルネットワーク（ANN）を用いた聴覚の理解

テーマ①：人工内耳*が伝達するピッチ情報

*蝸牛の損傷等による難聴を回復させる人工臓器の1つ

背景：

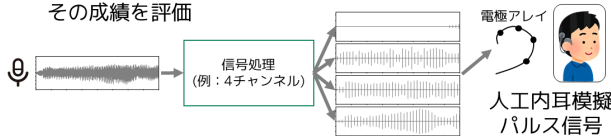
- 人工内耳装着により、音声知覚は大きく回復
- しかしピッチ知覚は困難でその個人差も大きい

問い：

- 人工内耳が伝達する信号にそもそもピッチ推定に必要な情報は含まれているのか？

アプローチ：

- 人工内耳模擬パルス信号からANNを用い直接ピッチ推定し、その成績を評価



テーマ②：両耳音への神経細胞の応答特性

背景：

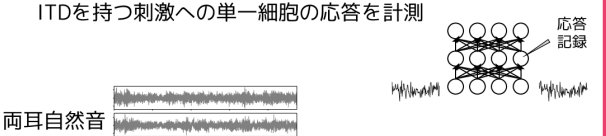
- 音が左右の耳に届くまでの時間差（両耳間時間差、ITD）は音源の定位や同定に重要
- 神経細胞の応答特性が調べられてきた

問い：

- ITDへの応答特性はどのように獲得される？

アプローチ：

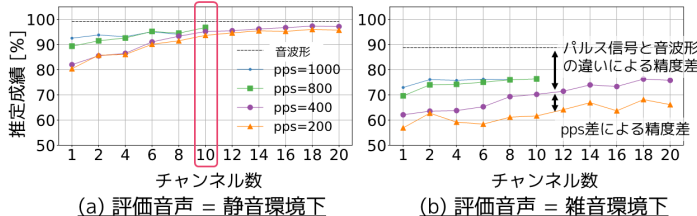
- 両耳自然音に含まれる音源を同定するANNを訓練しITDを持つ刺激への単一細胞の応答を計測



①ピッチ情報は人工内耳信号に一定量包含

- 対象となる音が単独で提示された場合(静音環境下(a))では、十分なチャンネル数(約10チャンネル)があれば**音波形入力と同程度の精度**
- ▶ 人工内耳信号は**音波形に匹敵するピッチ情報**を含む

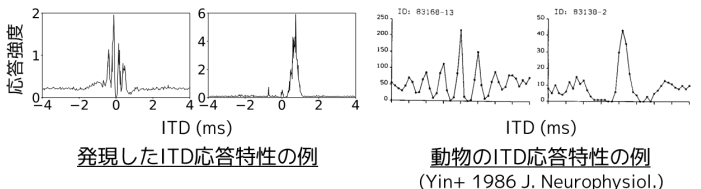
- 雑音と同時に存在する場合(雑音環境下(b))では、**音波形入力との差は大きい**が、**秒間パルス頻度(pps)が増加すると精度改善**
- ▶ 雑音環境下ではピッチ知覚は**困難**
- ▶ **細かい時間解像度**が重要な役割を果たす



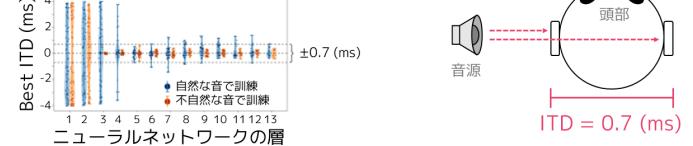
- ピッチ知覚が困難である事は、人工内耳デバイスが伝達する信号そのものより、**生理学的な要因**が大きい事を示唆

②自然音認識で発現するITD応答特性

- ANN細胞の応答強度が**刺激のITDによって変化**
- ▶ **生物と定性的に類似したITD応答特性**がANNにも発現



- **人間が自然に経験するITDの範囲で応答強度が高い**
- ▶ **モデル構築には人間の体型の情報を不使用**
- ▶ **不自然な音で訓練すると、その範囲が狭くなる**
- ▶ **音に含まれる情報のみから人間にとって自然な環境の構造がANNにおいても同様に学習**



関連文献

[1] 芦原孝典, 古川茂人, 柏野牧夫, “DNNモデルによる人工内耳模擬パルス信号からのF0推定,” 日本音響学会春季研究発表会, 2022.
 [2] T. Koumura, H. Terashima, S. Furukawa, “Emergence of ITD selectivity in a deep neural network trained for binaural natural sound detection,” in *Proc. 42nd Association for Research in Otolaryngology (ARO) MidWinter Meeting*, 2019.
 [3] TC. Yin, JC. Chan, DR. Irvine, “Effects of interaural time delays of noise stimuli on low-frequency cells in the cat's inferior colliculus. I. Responses to wideband noise,” *Journal of Neurophysiology*, pp. 280–300, 1986.

連絡先

芦原 孝典 (Takanori Ashihara) 人間情報研究所
 上村 卓也 (Takuya Koumura) 人間情報研究部 感覚表現研究グループ
 Email: cs-openhouse-ml@hco.ntt.co.jp