

見えてきた“聞こえ”の世界

～生体計測で探る聴覚の隠れた働き～

Hidden hearing processes unveiled

Exploring auditory mechanisms by biological measures

プロフィール

NTT コミュニケーション科学基礎研究所 人間情報研究部 感覚共鳴研究グループ グループリーダー 主幹研究員。Ph. D. (Experimental Psychology)。専門は聴覚の心理学・生理学。これまでに「音による空間知覚のメカニズム」、「聴覚における音の顕著性」、「聴覚基礎特性の評価」等に関する研究に従事。



人間情報研究部
古川 茂人
Shigeto Furukawa

家族ドライブでの一場面。熱心に話しかけているのに、話しかけられたほうは実は上の空。カーラジオからの音楽に聞き入っていた。そしてそれが分かったときの気まずい雰囲気……。 「何がどのように聞こえているのか」を知りたいのは、このような日常の場面だけではありません。聴覚の基礎的なメカニズムを理解するうえで欠かせないだけでなく、音響・補聴技術の評価のためにも重要です。

■“聞こえ”を測る

“聞こえ”の評価には、聞き取りテストのようなものがよく用いられますが、それが適用できる範囲には限界があります。はっきりした正解がなく、言葉やボタン押しなどで回答できない“聞こえ”については、聴取者が的確に知覚内容を報告できるとは限りません。同じ人が同じ音を聞いていたとしても、聞こえ方がその時その時で変化することもありますので、何回も実験をやって平均値を出せばいいや、というわけにはいきません。さらに、どのような生体・神経メカニズムのはたらきによってその知覚が生じているのかを、聞き取りテストの結果から直接知ることはできません。

一方、生体計測に対する期待と注目が高まってきています。生体計測に関する研究は古くからあるのですが、計測

技術の高度化・簡便化と認知神経科学的知見の蓄積が進んだおかげで、「何がどのように聞こえているのか」を知るための技術として、近年、急速に道が拓けてきました。生体計測では、聴取者に知覚について明示的な回答を要求することなく、知覚を生じさせる生体・神経メカニズムのはたらきについての情報もある程度得ることができます。我々の研究グループでも早くからこの分野に取り組んできました。その成果の一端をこの講演においてご紹介するとともに、展示30「あなたの“聞こえ”を測ります」でも詳しくご説明いたします。

■神経活動から“聞こえ”を読み取る

“聞こえ”を読み取るために、大脳皮質の神経活動に着目した研究が盛んに行われ、重要な発見も相次いでいます（例えば文献[1]）。ただ、人間の知覚のベースには、感覚器官・中枢神経系・自律神経系の複雑な相互作用・ネットワークがあり、大脳皮質に現れるのはその複雑な活動のごく一部であることを忘れてはなりません。

我々の研究グループでは、聴性脳幹反応（図1）という脳波に着目し、大脳皮質という「高次」のメカニズムのみでなく、情報処理の階層として「低次」レベルに位置する脳幹

においても、知覚の内容に関わる情報が表現されていることを確認しました。また、「眼」に着目した聴覚研究も行っています。覚醒レベルの制御や選択的注意と関わりが深い青斑核（脳幹神経核の一つ）は、その神経細胞活動が瞳孔径に反映されるといわれています（図1）[2]。我々は実験を通して、音の呈示によって瞳孔径が拡大し、その拡大は音による「注意の引付けやすさ」と関連がありそうだという見通しを持つに至りました。これを利用すれば、眼（瞳孔）を観察することによって、音に対する注意の度合いを測ることができるようになるかもしれません。

■聴覚機能の「他覚的」検査

聴覚医学の臨床では、生体計測は「他覚的」検査（聞こえに関する本人の報告に基づかない検査）としてすでに広く活用されています。我々の研究グループでは、独自の視点で、臨床に応用可能な生体計測の研究も進めています。耳音響放射（耳から放射される音）の研究はその一つです。耳は受動的に信号を伝達・変換しているのではなく、さ

まざまな複雑な機能を持っています。例えば、強大な音によって内耳の細胞が損傷されることを防ぐために、ゲインを自動的に調整するメカニズムがあるとされています。内耳の中で起きているこの現象は、直接観察することができません。そこで我々は耳音響放射という耳からの微小な信号を捉え、内耳の活動を推定することにより、その自動調整機能を評価しようとしています。

他覚的検査が有効なのは、複雑な生理学的メカニズムの評価ばかりではありません。「どこまで弱い音が聞こえるか」を調べる聴力検査は、単純ではありながら、難聴等の診断の基準となる重要な検査です。通常の聴力検査は、聞こえに関する本人の報告に基づく「自覚的」検査であるため、自身の聞こえを適切に報告できない（あるいは意図的に誤った報告をする）受検者の能力を正しく評価することはできません。我々は、これまでの人間科学研究で得られた知見を活用して、新たな「他覚的」聴力検査の提案を行おうとしています。

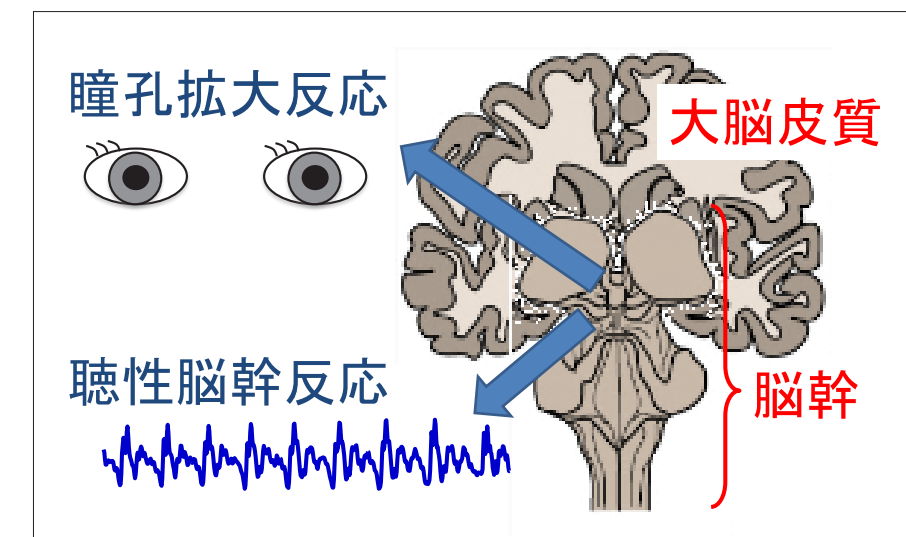


図1：脳幹の活動は瞳孔径の変化や、聴性脳幹反応として現れる

【関連文献】

- [1] N. Mesgarani, E.F. Chang, “Selective cortical representation of attended speaker in multi-talker speech perception,” *Nature*, Vol. 485, pp. 233-236, 2012.
- [2] G. Aston-Jones, J.D. Cohen, “An integrative theory of locus coeruleus-norepinephrine function: adaptive gain and optimal performance,” *Annu. Rev. Neurosci.*, Vol. 28, pp. 403-450, 2005.