

音の不思議を解き明かし 医工融合でイノベーションを創出

小林 耕太 医情報学科 教授



教員の横顔 Kohta Kobayashi

聴覚、発声、ならびに聴覚・発声統合の神経メカニズムを研究する。その対象はヒトだけに留まらず、コウモリやネズミまで幅広いのが特徴で、音をキーワードに医学、工学、心理学など多種多様な分野への応用に取り組んでいる。研究に明け暮れる日々を過ごす、毎日スポーツ自転車で大学まで往復6キロを駆け抜けるアクティブな一面を持つ。

赤外光レーザー刺激から生まれる 新たな知覚の可能性を探る

耳から入った音は振動として鼓膜や耳小骨、有毛細胞を経由し、蝸牛神経で電気信号に変換されて脳に伝わっていきますが、何らかの理由でこの中耳部分の機能が遮断されると、聴覚に障がいを引き起こしてしまいます。「耳から入った音声情報を蝸牛神経に直接伝えることで、聴力回復をサポートできないでしょうか?」と話すのは小林耕太教授。

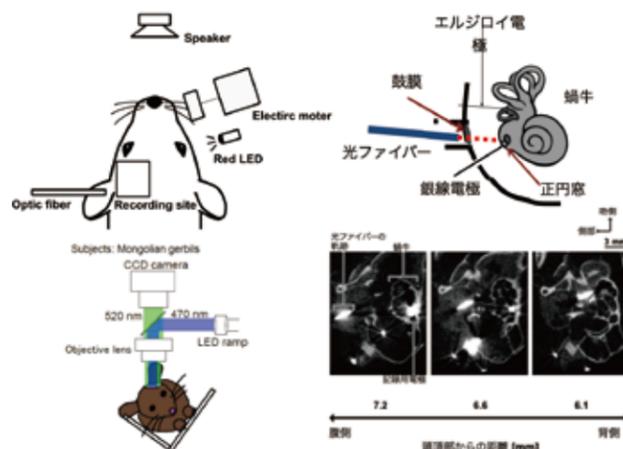
実は、神経を温めると細胞膜中のイオンチャネルが熱的に開いて、一定の活動が生じることが知られています。小林教授はこの知見に注目し、蝸牛に特定の波長(1,400~2,200nm)のレーザー光を照射することで、ちょうど遠赤外線ストーブのように聴神経の特定部位を温めて刺激する研究に取り組んでいます。電極を神経細胞に接触させる従来の電気刺激法とは異なり、直径わずか数ミリの光ファイバーを使って鼓膜越しから照射するため、生体組織に接触することなく低侵襲で神経細胞を刺激することが可能です。

スナネズミを使った動物実験で、蝸牛神経に強い光刺激を与えたところ、聴覚情報の処理を担う大脳皮質(聴覚野)のエネルギー代謝量を有意に上昇させるこ

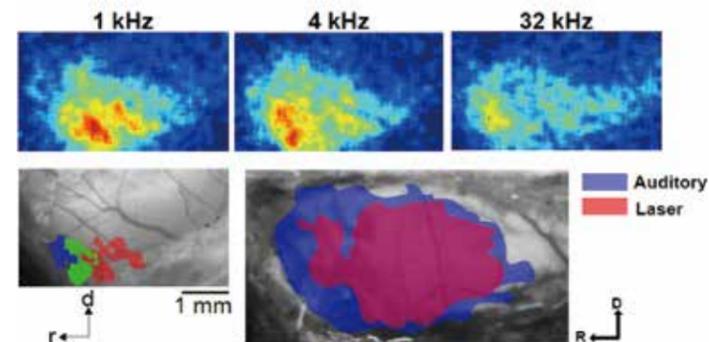
とが分かりました。「何らかの感覚が生まれているのは間違いありません」。では、本当に音が聞こえているのか、スナネズミに尋ねる方法はあるのでしょうか?

“聴こえ”をサポートする 低侵襲な人工内耳の開発を目指す

小林教授は、スナネズミを訓練し、聴神経をレーザーで刺激すると水を舐めるように学習させましたが、もしかするとそれは音が聞こえているからではなく、光ファイバーが皮膚に触れる感覚や熱による皮膚温度の上昇に反応しているだけかもしれません。そこで、スナネズミが水舐め行動に移ろうとするとき、外から別のノイズ音を邪魔な音として一緒に与えてみたところ、音圧レベルを強くするほど、水を舐める時間が短くなったり舐めるの



聴覚皮質の感覚応答を光学計測(左図)
蝸牛をレーザーにより刺激している図(右図)



純音に対する応答とレーザーに対する応答を比較

をやめたりしました。つまり、音刺激がスナネズミの行動応答に影響しているというわけです。

これまでの研究で、レーザーは蝸牛の広い範囲を同時に刺激するため、スナネズミはパツンという短いクリック音を認識しているだろうと想像されています。現在の脳科学の領域において、どんな周波数の刺激が聴覚皮質のどの部位を活性化するかということが解明されつつあります。ヒトへの応用を進めていくために、「レーザー刺激のタイミングや強度、刺激部位などを正しく制御し、音を意味のある言葉に変換していくアルゴリズム研究を進めていきたいですね」と小林教授。近い将来、イヤフォンのように手軽に使用できる次世代型人工内耳の開発も夢でないかもしれません。

視聴覚統合のメカニズムに迫り コミュニケーションの本質を明らかに

丸い曲線とギザギザの直線からなる二つの図形を

見せて「どちらがブーバで、どちらがキキ?」と問うと、ほとんどの人が丸いほうがブーバ、ギザギザのほうがキキだと答えます。これは音象徴といわれる一種の感覚統合で、生後間もない赤ちゃんでも持っている、その能力が言語習得の過程において重要な役割を果たすと考えられています。では、言葉を持たない動物ではどうでしょうか?

例えば、光が1回ぴかっと光ったときに短い音を2回鳴らすと、光が2回点滅したように錯覚してしまうことがあります。スナネズミを使った実験では、光1回、音1回の環境に慣れてしまうとやがて興味を示さなくなりますが、光と音を同期させ、このダブルフラッシュ錯覚に近いパターンで提示すると、スナネズミは再び周囲を活発に探索するようになりました。このように、音が光など他の感覚と結びつく視聴覚統合が、ヒトだけでなく動物でも起こり得ることを証明することで、「言語によらないコミュニケーションの基本的性質を明らかにしたいですね」と笑みをこぼします。

今、世界の人口の5パーセント以上にあたる人たちが何らかの聴覚障害を抱えているといわれています。新たなアプローチで研究を進める小林教授。多くの人たちの期待を胸に、一步一步着実にその歩を進めています。